



令01原機(科臨)019  
令和2年2月14日

原子力規制委員会 殿

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
理事長 児玉 敏雄



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所の原子炉施設〔STACY  
(定常臨界実験装置)施設〕の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書  
〔STACYの更新(第3回申請)〕の一部補正について

平成31年3月29日付け30原機(科臨)023をもって申請し、令和元年8月30  
日付け令01原機(科臨)010をもって一部補正した原子炉施設〔STACY(定常臨  
界実験装置)施設〕の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書〔STACYの更新  
(第3回申請)〕の記述を下記のとおり一部補正いたします。

空白頁

## 記

### 1. 補正内容

平成31年3月29日付け30原機(科臨)023をもって申請し、令和元年8月30日付け令01原機(科臨)010をもって一部補正した設計及び工事の方法の認可申請書のうち、「6. 分割申請の理由」並びに設計及び工事の方法を記載した、「別紙1」及び「添付書類」を下記のとおり補正する。

「6. 分割申請の理由のうち表1」を別添1のとおり補正する。

「別紙1」を別添2のとおり補正する。

「添付書類」を別添3のとおり補正する。

空白頁

表 1 STACY (定常臨界実験装置) 施設の設工認申請対象の  
施設区分、項目及び分割申請 (1/3)

施設区分		項目	分割申請回数	今回申請	備考	
設工認申請	設置許可申請					
イ 原子炉本体	ハ 原子炉本体の構造及び設備	(1) 炉心	炉心	第 3 回	○	新設
		(2) 燃料体	棒状燃料 (既設)	第 3 回	○	設計変更
			棒状燃料 (新設)	棒状燃料の製作		
		(3) 減速材及び反射材	炉心 (軽水)	第 3 回	○	新設
		(4) 原子炉容器	原子炉容器 (炉心タンク、格子板フレーム)	第 3 回	○	新設
			原子炉容器 (格子板)	第 3 回	○	新設
		(5) 放射線遮蔽体	放射線遮蔽体 (炉室 (S) 壁、床、天井)	第 3 回	○	設計変更
		(6) その他の主要な事項	起動用中性子源	第 3 回	○	改造
			炉室フード (エアロック)	第 1 回		改造
炉室フード	第 2 回			改造		
ロ 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	ニ 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造及び設備	(1) 核燃料物質貯蔵設備	棒状燃料貯蔵設備、ウラン酸化物燃料貯蔵設備、使用済ウラン黒鉛混合燃料貯蔵設備	第 4 回		改造
			棒状燃料貯蔵設備 II	棒状燃料貯蔵設備 II の製作等		新設
			溶液燃料貯蔵設備 (配管)	第 1 回		改造
			溶液燃料貯蔵設備、粉末燃料貯蔵設備	第 2 回		設計変更
ハ 原子炉冷却系統施設	ホ 原子炉冷却系統施設		該当事項なし			
ニ 計測制御系統施設	ヘ 計測制御系統施設の構造及び設備	(1) 計装	核計装 (検出器、回路)	第 3 回	○	設計変更
			核計装 (検出器配置用治具)	第 3 回	○	新設
			その他の主要な計装 (最大給水制限スイッチ、給水停止・排水開始スイッチ)	第 3 回	○	新設
			その他の主要な計装 (炉室 (S) 放射線量率計、炉下室 (S) 放射線量率計、炉室線量率計盤)	第 3 回	○	追加要求
			その他の主要な計装 (監視操作盤、モニタ盤)	第 3 回	○	改造
			その他の主要な計装 (監視操作盤)	第 3 回	○	設計変更
			その他の主要な計装 (サーボ型水位計、高速流量計、低速流量計、炉心温度計、ダンプ槽温度計、ダンプ槽電導度計)	第 3 回	○	新設
		(2) 安全保護回路	安全保護回路	第 3 回	○	改造
		(3) 制御設備	安全板、安全板駆動装置、ガイドピン、給排水系、未臨界板	第 3 回	○	新設

表1 STACY（定常臨界実験装置）施設の設工認申請対象の  
施設区分、項目及び分割申請（2/3）

施設区分		項目	分割申請回数	今回申請	備考			
設工認申請	設置許可申請							
ニ 計測制御系統施設	へ 計測制御系統施設の構造及び設備	(4) 非常用制御設備	該当事項なし					
		(5) その他の主要な事項	インターロック、警報回路	第3回	○	改造		
			制御室等	第3回	○	追加要求		
ホ 放射性廃棄物の廃棄施設	ト 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備	(1) 気体廃棄物の廃棄施設	槽ベント設備B（配管）、槽ベント設備D（配管）	第1回		改造		
			槽ベント設備B、槽ベント設備D、気体廃棄物処理設備、排気筒	第2回		設計変更		
			槽ベント設備B	第4回		設計変更		
			気体廃棄物処理設備	TRACY施設との系統隔離措置		改造		
		(2) 液体廃棄物の廃棄設備	極低レベル廃液系（配管）	第1回		改造		
			中レベル廃液系、有機廃液系	第4回		設計変更		
			中レベル廃液系、低レベル廃液系、極低レベル廃液系、有機廃液系（漏えい検知器、堰を含む）	第4回		追加要求		
		(3) 固体廃棄物の廃棄設備	保管廃棄設備	第2回		追加要求		
		へ 放射線管理施設	チ 放射線管理施設の構造及び設備	(1) 屋内管理用	屋内管理用の主要な設備（ガンマ線エリアモニタのうち実験棟A取付箇所のものを除く）	第2回		改造
					屋内管理用の主要な設備（ガンマ線エリアモニタのうち実験棟A取付箇所のもの）	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作等		改造
(2) 屋外管理用	屋外管理用の主要な設備			第2回		改造		
ト 原子炉格納施設	リ 原子炉格納施設の構造及び設備	(1) 構造 (2) 設計圧力及び温度	炉室（S）	第2回		設計変更		
			(3) その他の主要な事項	炉室（S）換気空調設備（ダクト）	第1回		改造	
		炉室（S）換気空調設備		第2回		設計変更		
チ その他試験研究用等原子炉の附属施設	ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備	(1) 非常用電源設備	非常用電源設備	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作等		設計変更		
		(2) 主要な実験設備	可動装荷物駆動装置	第3回	○	新設		

表1 STACY（定常臨界実験装置）施設の設工認申請対象の  
施設区分、項目及び分割申請（3/3）

施設区分			項目	分割申請回数	今回申請	備考
設工認申請	設置許可申請					
チ その他試験研究用等原子炉の附属施設	ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備	(3)その他の主要な事項	共用換気空調設備（ダクト）、分析設備（GB貫通配管）	第1回		改造
			共用換気空調設備、分析設備、燃取補助設備、真空設備、圧縮空気設備、ホット分析機器試験設備、アルファ化学実験設備	第2回		設計変更
			プロセス冷却設備	第4回		追加要求
			燃取補助設備、真空設備	TRACY施設との系統隔離措置		改造
			実験棟A、B（遮蔽）	第3回	○	設計変更
			実験棟A	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作等		設計変更
				実験棟A耐震改修		改修
			安全避難通路等、通信連絡設備、消火設備	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作等		追加要求
			避雷設備	第4回		追加要求

空白頁



## 設 計 及 び 工 事 の 方 法

〔 原子炉本体、計測制御系統施設及び  
その他試験研究用等原子炉の附属施設 〕

- 第 1 編 原子炉本体のうち
- I. 炉心
  - II. 燃料体
  - III. 原子炉容器
  - IV. 格子板
  - V. 放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井
  - VI. その他の主要な事項
- 第 2 編 計測制御系統施設のうち
- I. 核計装
  - II. その他の主要な計装
  - III. 安全保護回路
  - IV. 制御設備
  - V. その他の主要な事項
- 第 3 編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち
- I. 主要な実験設備
  - II. その他の主要な事項  
(設計条件の変更がある設備)

空白頁

## 第1編 原子炉本体のうち

I. 炉心

II. 燃料体

III. 原子炉容器

IV. 格子板

V. 放射線遮蔽体としての炉室(S)の  
壁、床及び天井

VI. その他の主要な事項

空白頁

## I. 炉心

## 目 次

1. 原子炉本体の構成及び申請範囲	本-1-I-1
2. 準拠した基準及び規格	本-1-I-1
3. 設 計	本-1-I-2
3.1 設計条件	本-1-I-2
3.2 設計仕様	本-1-I-4
4. 工事の方法	本-1-I-5
4.1 工事の方法及び手順	本-1-I-5
4.2 試験・検査項目及び方法	本-1-I-5
添付書類	本-1-I-8

## 1. 原子炉本体の構成及び申請範囲

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、(1)炉心は、以下の設備から構成される。

イ. 基本炉心（1）

本編により申請する範囲は、上記(1)炉心のうち、イ. 基本炉心（1）の新設に関するものである。

## 2. 準拠した基準及び規格

該当事項なし。

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

名称	基本炉心（1）
臨界水位	40 cm以上 140 cm以下
最大過剰反応度	0.8 ドル
給排水系による最大添加反応度	0.3 ドル
反応度添加率	臨界近傍で3セント／s以下
安全板による停止時の 中性子実効増倍率	0.985 以下
最大反応度値を有する 安全板1枚が挿入不能時の 中性子実効増倍率	0.995 以下
減速材・反射材対 燃料ペレット体積比	0.9以上 11以下
最高温度	70℃
実験用装荷物による最大添加反応度	0.3 ドル

その他、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲（表1及び表2に示す。）  
で運転する。



表1 核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 $\frac{d\rho}{dH}$ (ドル/mm)	$6.0 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-3}$
最大反応度添加率 相当給水流量 $V_{lim}^*$ (ℓ/min)	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を15%減として評価

表2 STACYで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ C$ )	$+3.8 \times 10^{-4}$	$-3.7 \times 10^{-5}$
減速材ボイド 反応度係数 ( $\Delta k/k/vol\%$ )	$+3.7 \times 10^{-3}$	$-3.8 \times 10^{-3}$
棒状燃料温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ C$ )	$-8.5 \times 10^{-6}$	$-4.1 \times 10^{-5}$
即発中性子寿命 (s)	$8.4 \times 10^{-5}$	$6.9 \times 10^{-6}$
実効遅発 中性子割合 (-)	$8.1 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$

### 3.2 設計仕様

名称		基本炉心（1）	
使用格子板の格子間隔		15 mm（四角格子）	12.7 mm（四角格子）
使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料	
	<sup>235</sup> U濃縮度	5 wt%	
	装荷本数	50本以上900本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない 場合は900本以下	
減速材、反射材		軽水（実験計画に応じて可溶性中性子吸収材（ボロン）を添加）	
制御材		減速材、反射材（軽水）に加え、安全板	
関連主要設備	計装	最大給水制限スイッチ（2系統） 給水停止スイッチ（2系統） 排水開始スイッチ（1系統）	
	制御設備	給排水系、安全板（2～4枚）	

格子板は、実験計画に応じて交換して使用する。格子板には棒状燃料挿入孔を設けたドライバー領域の中央部に矩形のテスト領域を設け、実験計画に応じて別途製作するテスト領域用アタッチメントと付替えることができる構造とする。なお、格子板（アタッチメントを含む。）については、本申請の第1編原子炉本体のIV. 格子板に記載するものを用いる。

使用燃料体は、平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可され、本申請の第1編原子炉本体のII. 燃料体で設計条件の変更に係る申請をした既設のウラン棒状燃料を用いる他、〔ウラン棒状燃料の製作〕（平成30年5月30日付け原規規発第1805304号で認可）に記載するものを用いる。

関連主要設備の計装は、本申請の第2編計測制御系統施設のII. その他の主要な計装に記載するものを用いる。制御設備は、本申請の第2編計測制御系統施設のIV. 制御設備に記載するものを用いる。

運転に当たり、炉心が核的制限値を満足し、かつ設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲（表1及び表2に示す。）になるよう、原則として計算解析により評価し、確認する。計算解析の方針は添付書類III-9-3「反応度制御についての評価書」に従うものとし、確認の手順は保安規定（その下部規定も含む。）に定め、遵守する。

## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

炉心の工事の方法及び手順を図-1. I. 1に示す。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-1. I. 1に示すとおり実施する。

#### (1) 炉心構成確認検査

基本炉心（1）について、格子板、計装、制御設備等関連する系統を含め、所定の構成であることを目視により確認する。

#### (2) 性能検査

原子炉施設の性能に関する検査のうち、原子炉を運転しなければ確認できない以下の項目の検査を行う。

##### a. 初回臨界検査

炉心タンク内に軽水を段階的に給水し、水位を上昇させることにより、原子炉が水位 40 cm から 140 cm の範囲内で臨界を達成し、臨界を維持できることを確認する。

##### b. 反応度添加率検査

原子炉の臨界水位における水位反応度を測定し、その水位反応度と水位上昇速度から反応度添加率を求め、所定の核的制限値を満足することを確認する。

##### c. 最大添加反応度検査

原子炉の臨界水位における水位反応度を測定し、その水位反応度と、給水停止の評価水位と臨界水位との差の積より最大添加反応度を求め、所定の核的制限値を満足することを確認する。

##### d. 最大過剰反応度検査

原子炉の臨界水位における水位反応度を測定し、その水位反応度と、給水制限の評価水位と臨界水位との差の積より最大過剰反応度を求め、所定の核的制限値を満足することを確認する。

e. ワンロードスタックマージン検査

原子炉臨界状態において、安全板1枚を残し、残りの安全板を落下させ、中性子実効増倍率を測定し、所定の核的制限値を満足することを確認する。

f. 可動装荷物駆動装置の反応度価値及び反応度添加率検査

炉心内に可動装荷物が挿入されていない状態での原子炉の臨界水位における水位反応度を測定する。この水位反応度と、可動装荷物が炉心内に挿入されていない場合と全挿入した場合との臨界水位の差の積により、可動装荷物駆動装置の反応度価値を求める。また、測定した可動装荷物が炉心内に挿入されていない場合の臨界水位と求められた可動装荷物駆動装置の反応度価値及び可動装荷物駆動装置の駆動速度から反応度添加率を計算により求める。反応度価値及び反応度添加率が所定の核的制限値を満足することを確認する。

g. 原子炉停止余裕検査

原子炉の臨界状態において、全安全板を落下させ、中性子実効増倍率を測定し、所定の核的制限値を満足することを確認する。

h. スクラム検査

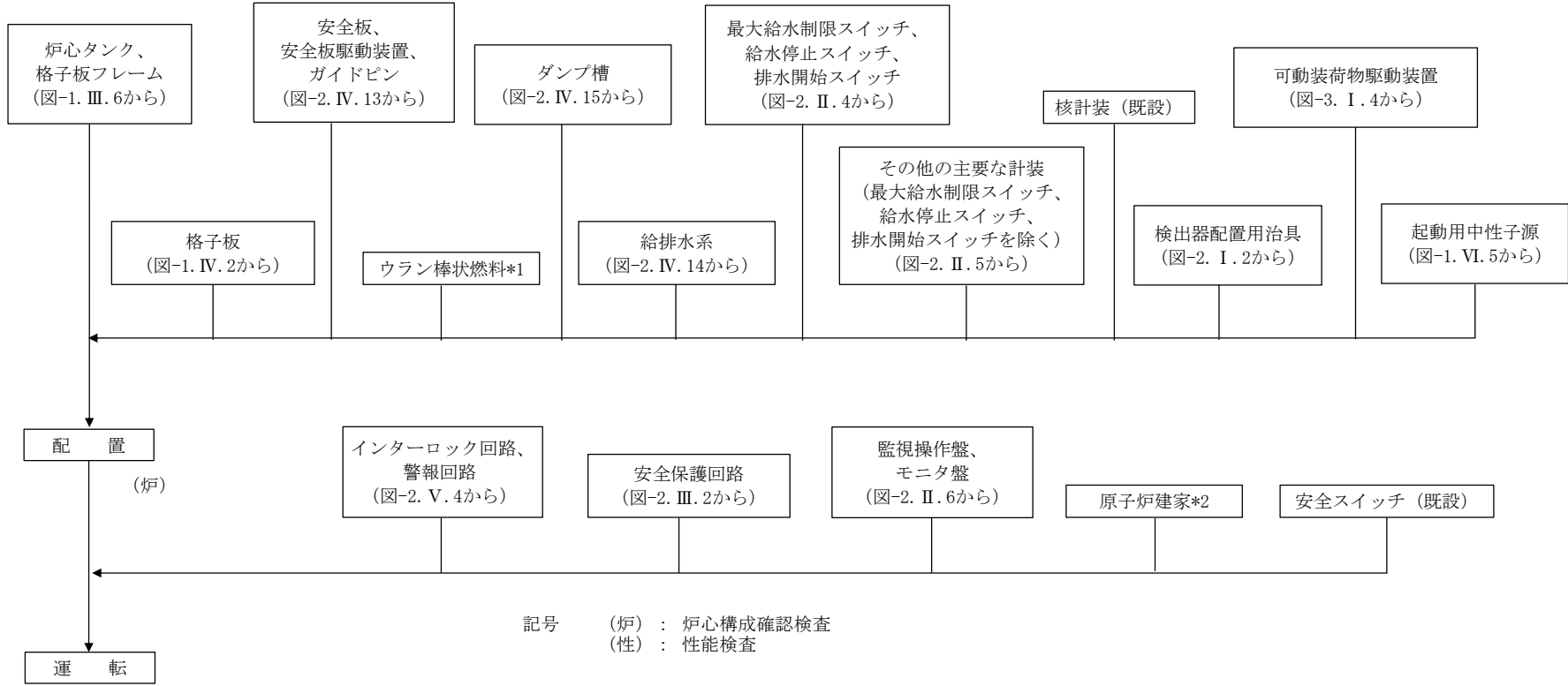
炉心タンクに軽水を給水し、一定水位の状態です安全板を落下させ、落下時間を測定し、所定の性能を満足することを確認する。

i. 熱出力確認検査

安全保護系盤の安全出力系において任意の熱出力で原子炉の校正運転を行い、最大熱出力（200W）で運転できることを確認する。

j. 線量当量率及び放射性物質濃度の測定検査

安全保護系盤の安全出力系において熱出力約 50Wで原子炉を運転し、各測定場所の線量当量率及び放射性物質濃度を測定する。この測定値と、（最大熱出力）／（検査時の出力）の積により線量当量率及び放射性物質濃度を求め、基準値内であることを確認する。



\*1 : 既設又は原規規発第1805304号で設計及び工事の方法の認可を受けて製作するもの。  
\*2 : 原規規発第1807052号で設計及び工事の方法の認可を受けて改修するもの。

STACYの更新 (第3回申請)	図-1. I. 1
炉心の工事フローシート	

## 添付書類

1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－９－２ 反応度制御についての説明書

Ⅲ－９－３ 反応度制御についての評価書

Ⅲ－９－３－(1) 炉心の核的設計計算書作成の基本方針

Ⅲ－９－３－(2) 基本炉心（１）の核的設計計算書

2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

## II. 燃料体

## 目 次

1. 原子炉本体の構成及び申請範囲 .....	本-1-II-1
2. 準拠した基準及び規格 .....	本-1-II-1
3. 設 計 .....	本-1-II-2
3.1 設計条件 .....	本-1-II-2
3.2 設計仕様 .....	本-1-II-2
4. 工事の方法 .....	本-1-II-2
添付書類 .....	本-1-II-3



## 1. 原子炉本体の構成及び申請範囲

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、(2)燃料体は、以下の設備から構成される。

- イ. ウラン棒状燃料
- ロ. 中性子毒物添加棒状燃料

本編により申請する範囲は、上記(2)燃料体、イ. ウラン棒状燃料のうち、既設のウラン棒状燃料の設計変更に関するものである。

設計変更内容は、以下のとおりである。

既設のウラン棒状燃料の耐震重要度分類を、設置(変更)許可を受けたクラスに変更する。

既設のウラン棒状燃料の最高使用圧力を、S T A C Yの更新後の使用条件に合わせて変更する。

## 2. 準拠した基準及び規格

平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可を受けたとおりである。

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

棒状燃料の設計条件の変更内容は、以下のとおりである。

その他の設計条件は、平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可を受けたとおりである。

名 称	耐震クラス		最高使用圧力	
	変更前	変更後	変更前	変更後
ウラン棒状燃料	A <sup>*1</sup>	C	0.4kg/cm <sup>2</sup> G	静水頭 (2.0m)

\*1：平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書の設計条件に耐震クラスの記載がないため、添付計算書「I-ニ-2 申請設備に係る耐震設計の基本方針」の記載内容による。

#### 3.2 設計仕様

設計条件が変更となる棒状燃料については、既設のものをそのまま使用するので、設計仕様及び構造は、平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可を受けたとおりである。

なお、設計条件の変更は耐震重要度分類の上位クラスから下位クラスへの変更、最高使用圧力を下げる変更であるため、耐震強度計算、耐圧強度計算を改めて実施する必要はない。

### 4. 工事の方法

本申請は、既設設備に対して工事を行うものではない。

## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－９－１ 炉心等についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

空白頁

### III. 原子炉容器

## 目 次

1. 原子炉本体の構成及び申請範囲	本-1-III-1
2. 準拠した基準及び規格	本-1-III-1
3. 設 計	本-1-III-2
3.1 設計条件	本-1-III-2
3.2 設計仕様	本-1-III-3
4. 工事の方法	本-1-III-7
4.1 工事の方法及び手順	本-1-III-7
4.2 試験・検査項目及び方法	本-1-III-7
添付書類	本-1-III-20

## 1. 原子炉本体の構成及び申請範囲

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、(3)原子炉容器は、次の設備から構成される。

- イ. 炉心タンク
- ロ. 内部構造物

上記のうち、ロ. 内部構造物は、次の各部から構成される。

- a. 格子板
- b. 格子板フレーム

本編により申請する範囲は、上記(3)原子炉容器のうち、イ. 炉心タンクの新設及びロ. 内部構造物のうち、b. 格子板フレームの新設に関するものである。

また、炉心タンクを設置する架台（以下「実験装置架台」という。）の改造及び炉心タンク上部で安全板駆動装置、最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチを支持する架台（以下「移動支持架台」という。）の新設に関するものである。

炉心タンク及び実験装置架台の配置を図-1. III. 1に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格（JIS）
- (2) 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15科原安第13号）
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（JEAG-4601・補-1984）
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601 1987）
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601 1991 追補版）
- (6) 鋼構造設計規準（日本建築学会）

ただし、15科原安第13号及びJEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通商産業省告示第501号）とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格（JSME S NJ1-2012）

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

##### (1) 炉心タンク

名 称	炉心タンク
機 器 種 別	第4種容器
耐震クラス	B
流体の種類	軽 水
最高使用圧力	静水頭 (2.0 m)
最高使用温度	80℃

##### (2) 内部構造物

名 称	格子板フレーム
機 器 種 別	—
耐震クラス	B
最高使用温度	80℃

##### (3) 実験装置架台

名 称	実験装置架台
機 器 種 別	—
耐震クラス	B
最高使用温度	60℃

##### (4) 移動支持架台

名 称	移動支持架台
機 器 種 別	—
耐震クラス	B
最高使用温度	80℃



### 3.2 設計仕様

#### (1) 炉心タンク

炉心タンクは、図-1. III. 2に示すとおり、平底板にフランジ分割された円筒胴を接続する設計とする。主要溶接箇所を図-1. III. 3に示す。

内側面には格子板フレームを固定支持する格子板フレーム受座を、底面には格子板フレームの下端（タイロッド）を水平支持するフレーム台座を設ける。フレーム台座の中央には、棒状燃料の自重を受ける定盤を設置する。フレーム台座の下に起動用中性子源のガイドチューブを設置する中性子源案内管を設ける。

炉心タンクは、支持脚を介して実験装置架台にボルトで固定するとともに、上端を実験装置架台にテンションバーで接続して水平支持する。実験装置架台及び移動支持架台の構造を図-1. III. 5(1)～(7)に示す。

炉心タンクの設計仕様を以下に示す。

名 称		炉心タンク
型 式		縦型円筒形（開放タンク）
主要寸法	胴内径	1800 mm
	胴板厚さ	5 mm (3.5 mm以上)
	底板厚さ	30 mm (27.7 mm以上)
	胴フランジ厚さ	40 mm
	高 さ	1946 mm
主要材料	胴 板	SUS304
	底 板	SUS304
	胴フランジ	SUSF304
基 数		1 基

(2) 内部構造物

本申請で新設する内部構造物の格子板フレームは、図-1. III. 4に示すとおり、上中下3段組平板フレームをスペーサによりタイロッドに所定の間隔で取付ける設計とする。各段フレームの中央部には格子板取付け孔を有する。なお、格子板フレームは、実験計画に応じて異なるものを製作し、交換して使用する。

格子板フレームは、格子板フレーム架台を介して炉心タンクの受座にボルトで固定される。タイロッドの下端は、炉心タンク底面のフレーム台座で水平支持される。

格子板フレームの設計仕様を以下に示す。

名 称			格子板フレーム
フ レ ー ム	主要寸法	厚さ	12 mm
	主要材料		SUS304
	数 量		3 枚
タ イ ロ ッ ド	主要寸法	外径	75 mm
	主要材料		SUS304
	数 量		4 本
基 数			1 基

(3) 実験装置架台

実験装置架台は、図-1. III. 5(1)～(5)に示すとおり、既設の実験装置架台の部材補強及び部材追加により改造した鉄鋼構造として設計する。実験装置架台のEL+2400に設けたベースプレートには、炉心タンクをボルトで固定して設置する。EL+4500には、移動支持架台を設置する。

実験装置架台は、炉室フード床にある建家床面の埋込金物から立ち上げた基礎にボルトで固定するとともに、建家壁面の埋込金物（追加部材は接着系アンカーを用いた金物）に溶接（追加部材はボルト）で固定する。

実験装置架台の設計仕様を以下に示す。

主要外形寸法(mm)	主要部材寸法(mm)	材料
縦 7850×横 4750×高さ 4500	H200×200×8×12 H200×100×5.5×8 H150×75×5×7 H100×100×6×8 C150×75×6.5×10 C180×75×7×10.5 L75×75×9	SS400 (JIS G3101)
	□150×150×9 □125×125×6	STKR400 (JIS G3466)

#### (4) 移動支持架台

移動支持架台は、図-1. III. 5(6)～(7)に示すとおり、実験装置架台 (EL+4500) 上を移動可能な鉄鋼構造として設計する。最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチは、主要部材に設けた取付座にボルトで固定して設置する。(取付け詳細は、第2編 計測制御系統施設 II. その他の主要な計装の図-2. II. 2及び図-2. II. 3に示す。)安全板駆動装置は、主要部材に取り付ける昇降デッキの支持金具に、上端を吊り下げ支持する。移動支持架台は、棒状燃料の取扱い等の準備作業時には、炉心タンク上から退避しており、原子炉運転時は炉心タンク上の所定位置に固定して使用する。

移動支持架台は、実験装置架台 (EL+4500) 上に設置したレール上を車輪とリニアガイドにより走行し、原子炉運転時はストッパーピンにより炉心タンク上の所定位置に固定する。

移動支持架台の設計仕様を以下に示す。

主要外形寸法 (mm)	主要部材寸法 (mm)	材料
縦 2730×横 2600×高さ 2430	H200×200×8×12 C200×90×8×13.5 L75×75×9	SS400 (JIS G3101)
	□200×200×9 □200×100×9	STKR400 (JIS G3466)
	□200×150×9	SS400 (JIS G3101) STKR400 (JIS G3466)
	□100×100×3.2	STKR400 (JIS G3466)

## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台及び移動支持架台の工事の方法及び手順を図-1. III. 6に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$  Sv/h程度)である。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-1. III. 6に示すとおり実施する。

#### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

#### (2) 寸法検査

必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

#### (3) 外観検査

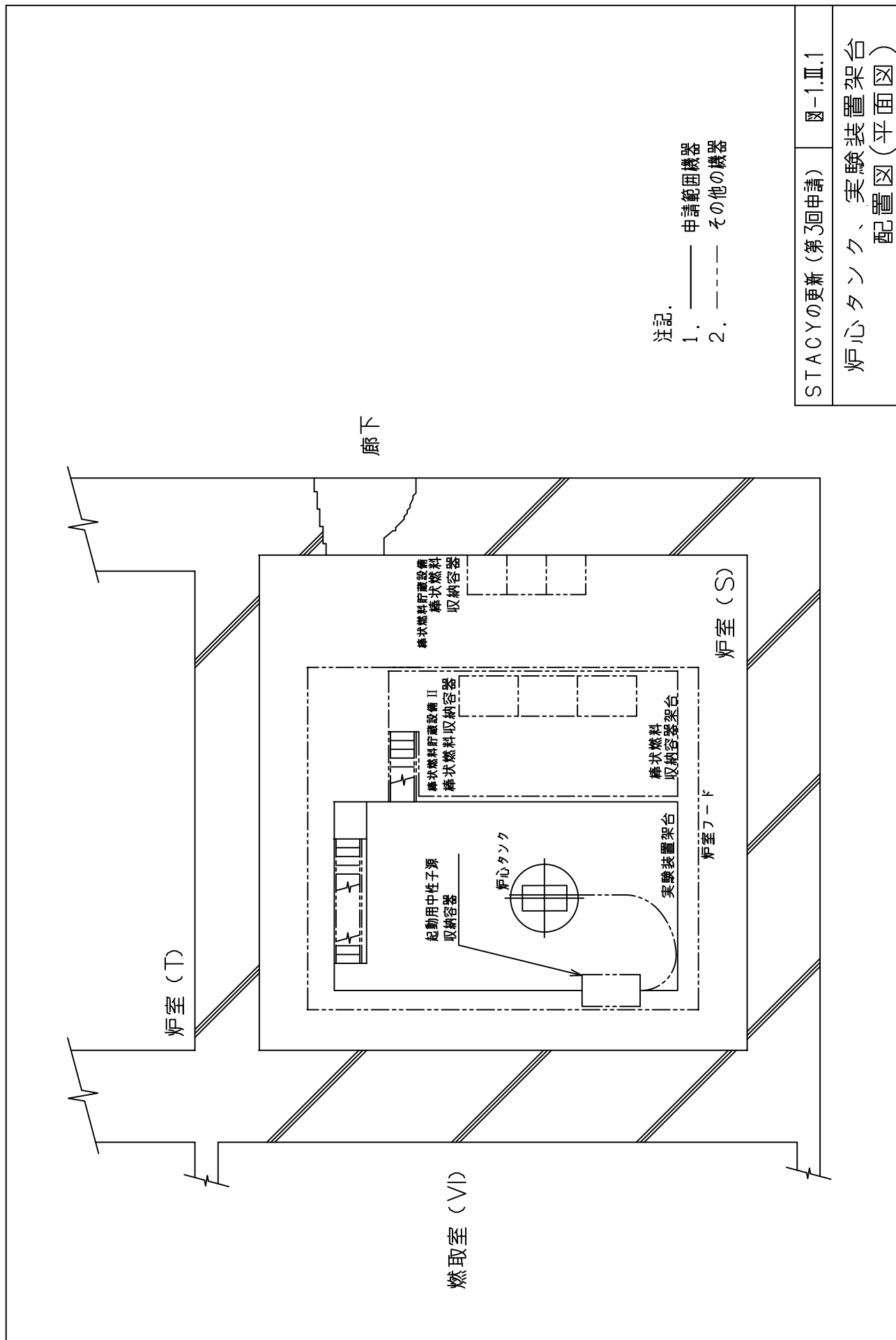
目視により外観を確認し、機能上有害な傷、割れ及び変形がないことを確認する。

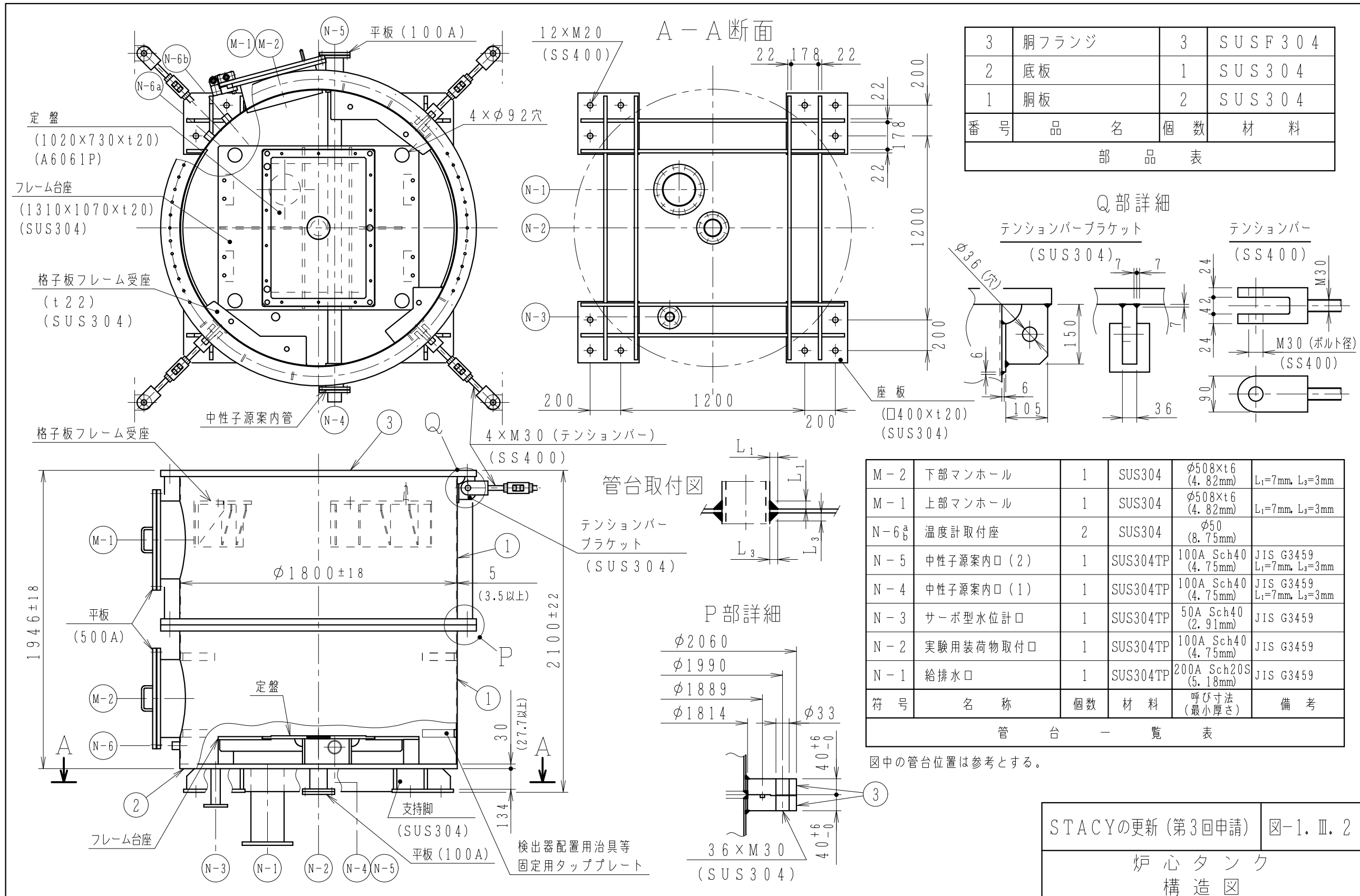
#### (4) 耐圧・漏えい検査

炉心タンクについて水張り試験を行い、水頭圧に耐え、かつ、著しい漏えいのないことを確認する。

#### (5) 据付検査

据付状態を目視により確認又は必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。



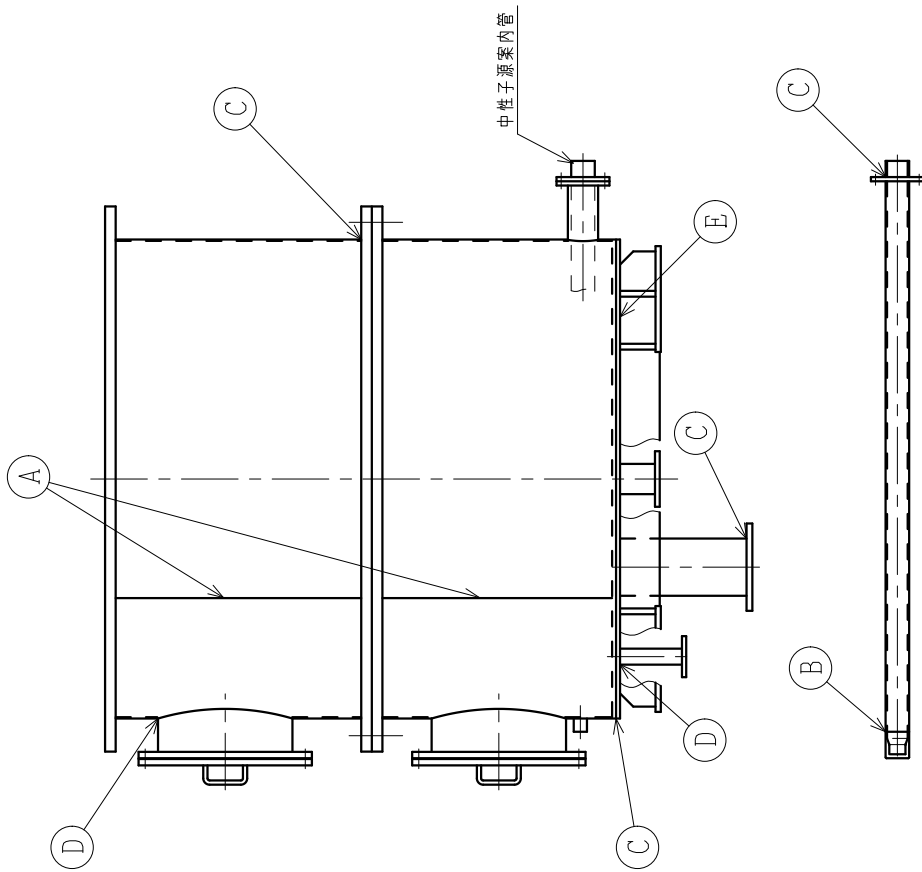


STACYの更新 (第3回申請) 図-1. III. 2

炉心タンク  
構造図

空白頁





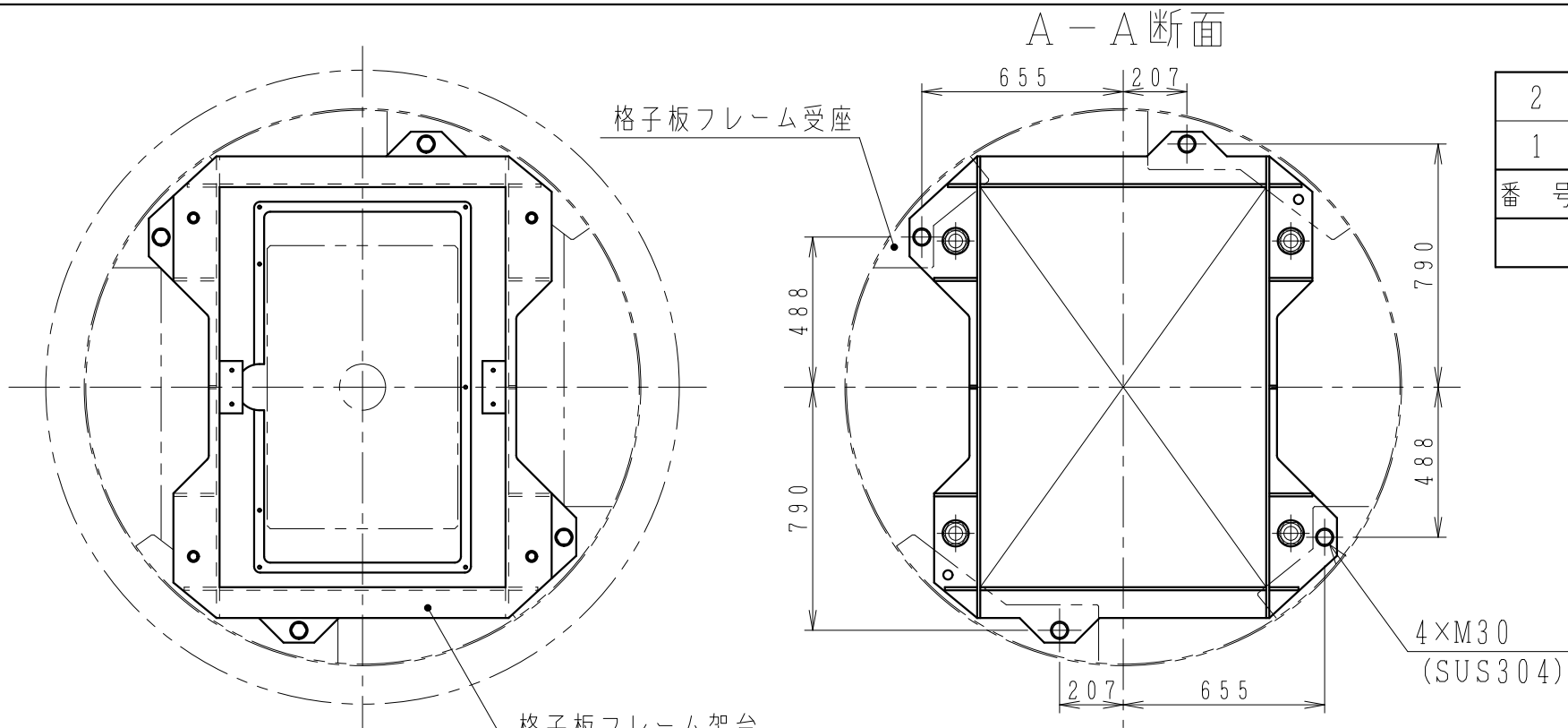
中性子源案内管

溶接箇所	継手の種類	試験研究の用に供する原子炉等の溶接の方法の認可について (通知) 該当番号
(A)	第1種	二 ii
(B)	第2種	二 ii
(C)	第3種	二 ii (iv)
(D)	第4種	二 ii (v)
(E)	—	二 ii (ix)

STACYの更新 (第3回申請) 図-1. Ⅲ. 3

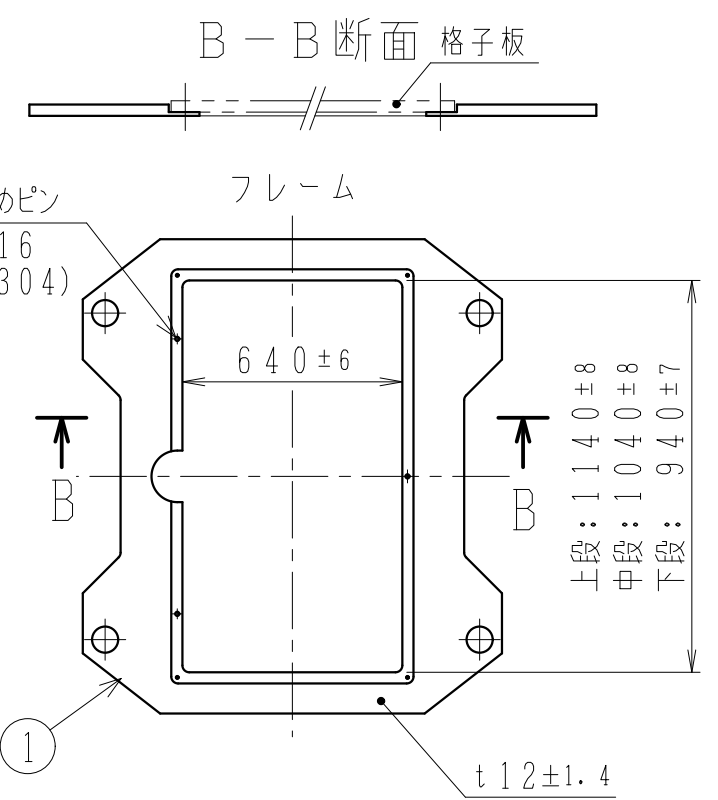
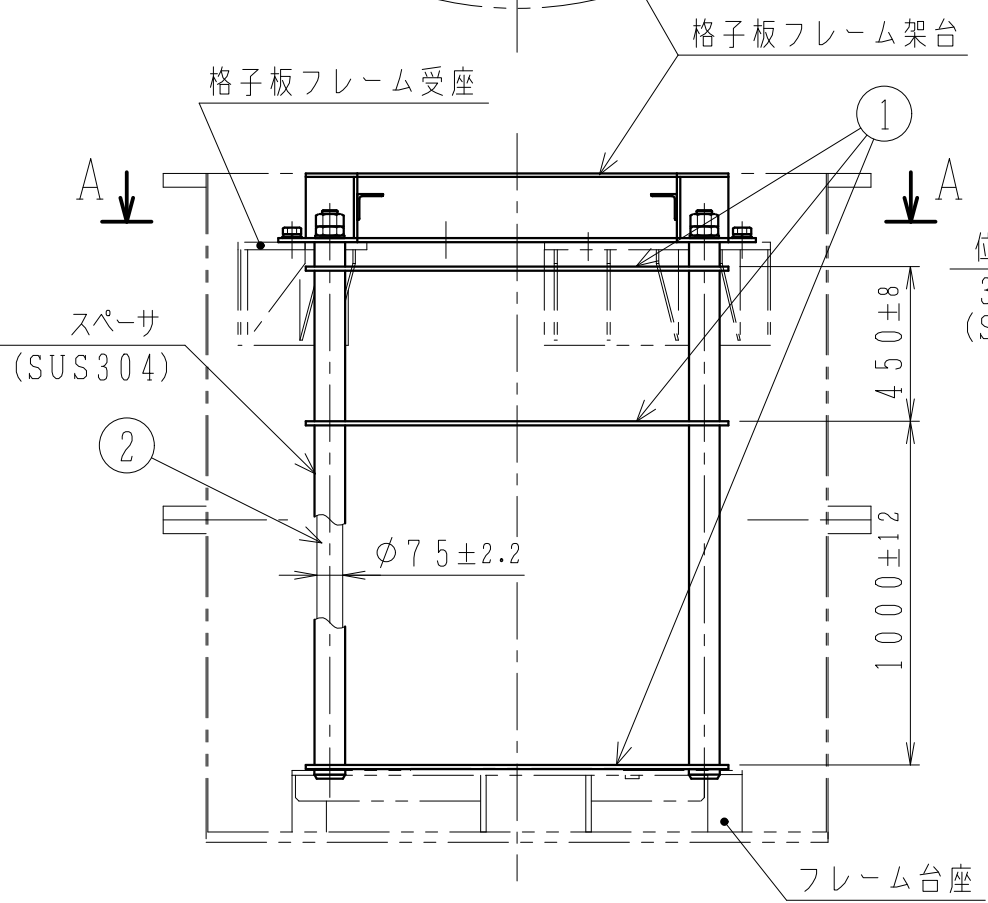
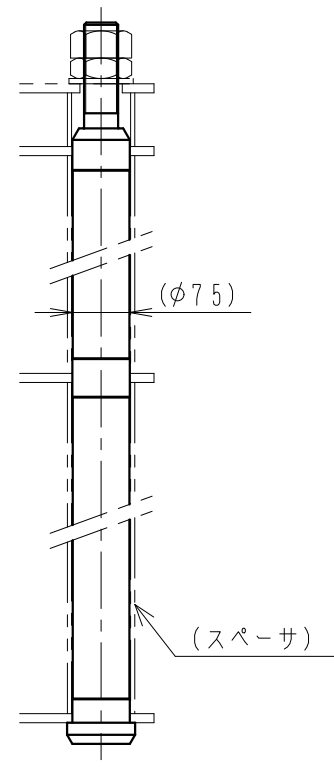
炉心タンク  
主要溶接箇所

空白頁



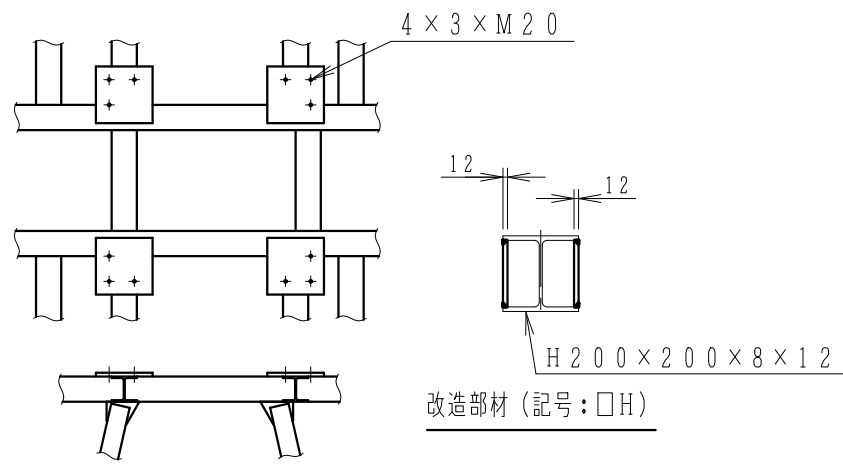
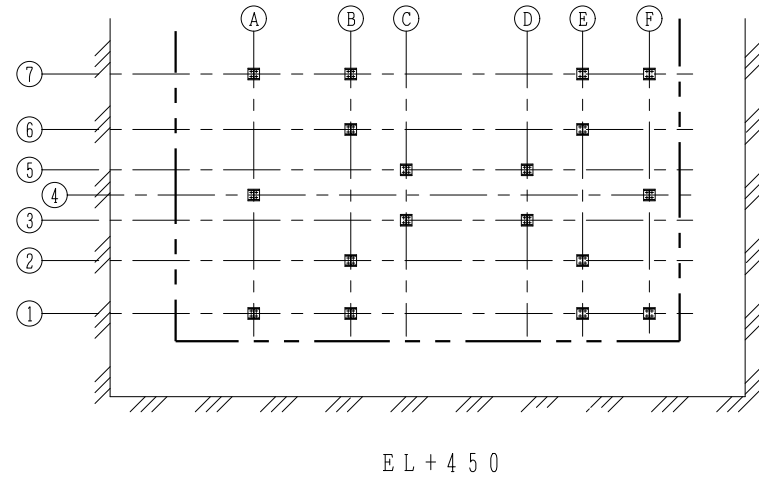
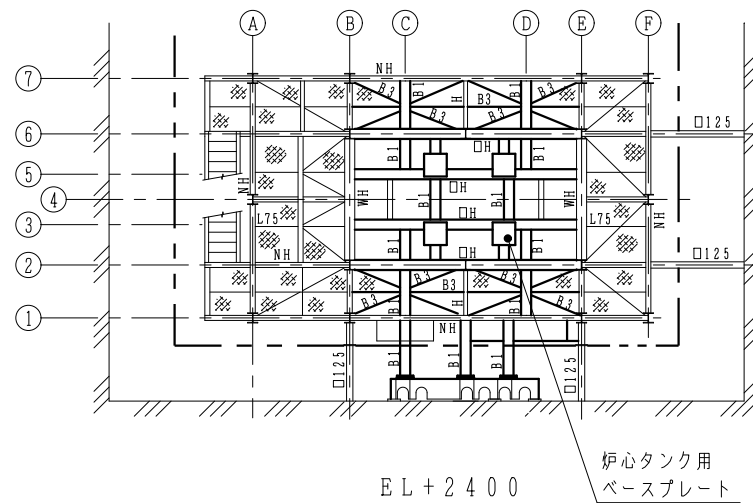
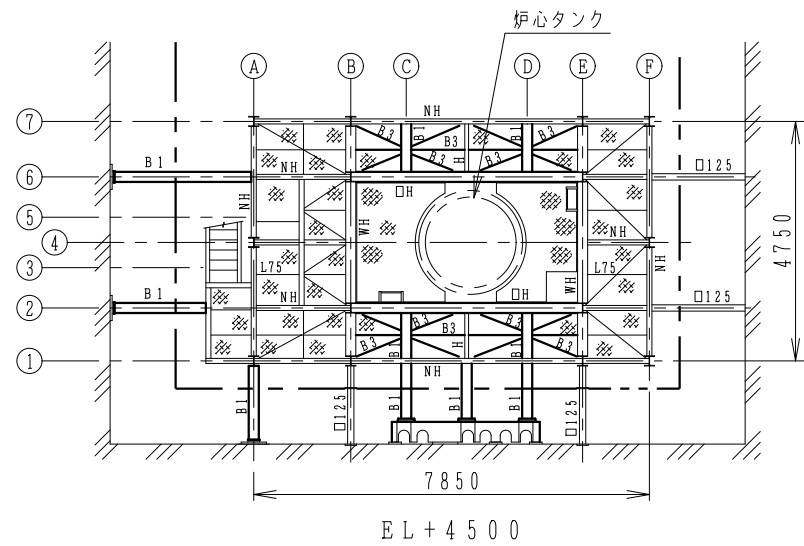
番号	品名	個数	材料
2	タイロッド	4	SUS304
1	フレーム	3	SUS304
部品表			

② タイロッド詳細



STACYの更新 (第3回申請) 図-1. Ⅲ. 4  
格子板フレーム  
構造図

空白頁



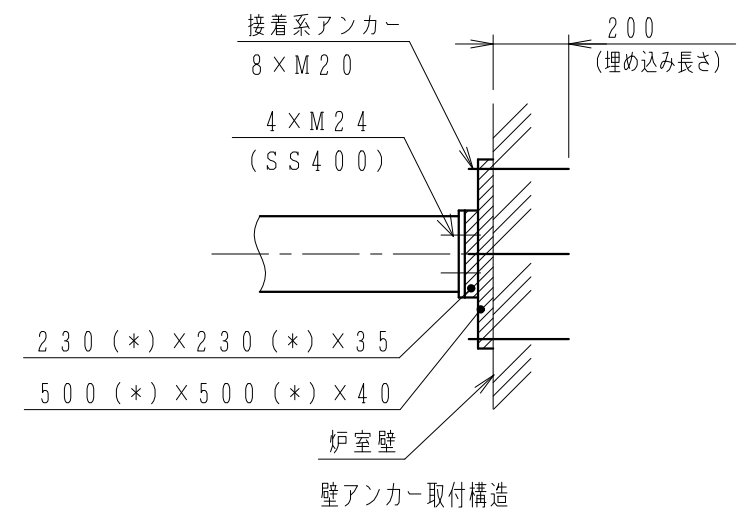
炉心タンク用ベースプレート詳細

記号	材料	サイズ	個数	備考
□H	SS400	H200×200×8×12 (補強)	1式	改造
□150	STKR400	□150×150×9	1式	追加
V1	SS400	C150×75×6.5×10	1式	追加
B3	SS400	L75×75×9	1式	追加
B2	SS400	H100×100×6×8	1式	追加
B1	SS400	H200×200×8×12	1式	追加
□125	STKR400	□125×125×6	1式	既設
L75	SS400	L75×75×9	1式	既設
C15	SS400	C150×75×6.5×10	1式	既設
C18	SS400	C180×75×7×10.5	1式	既設
H	SS400	H150×75×5×7	1式	既設
NH	SS400	H200×100×5.5×8	1式	既設
WH	SS400	H200×200×8×12	1式	既設

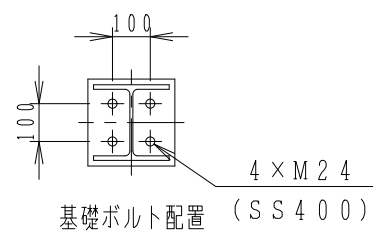
部品表

各部材の形状・寸法は、以下による。

- 1) JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材
- 2) JIS G 3466 一般構造用角形鋼管



壁アンカー取付構造



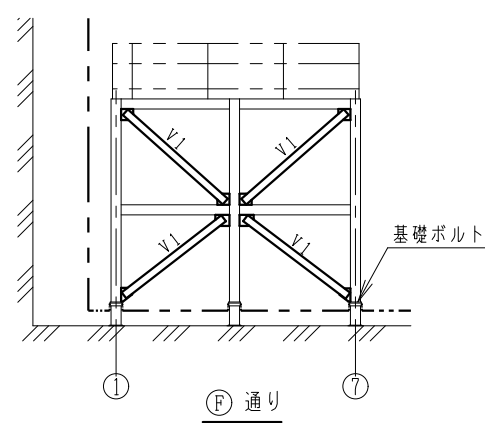
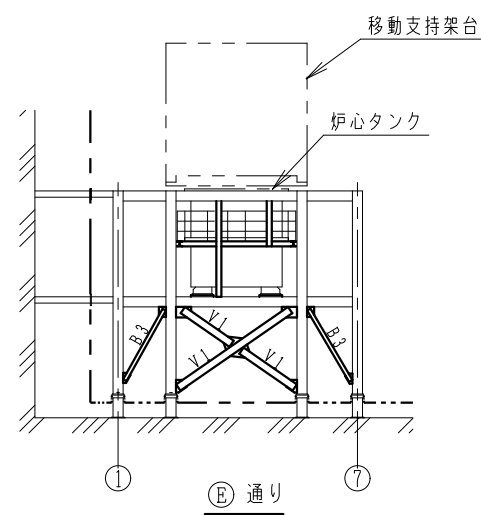
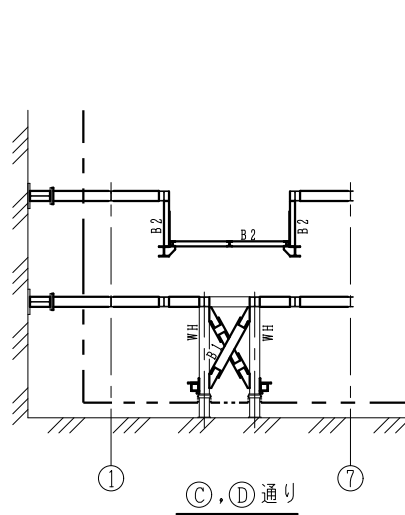
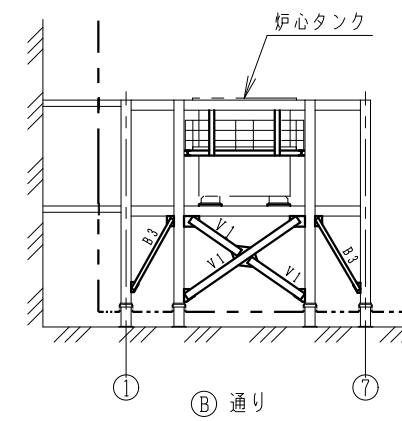
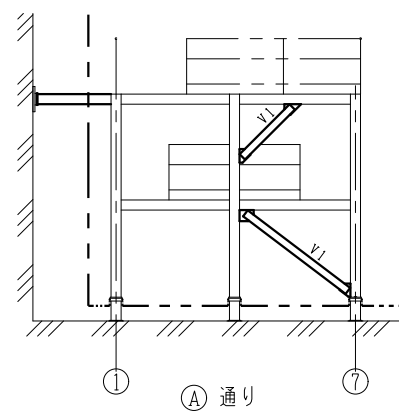
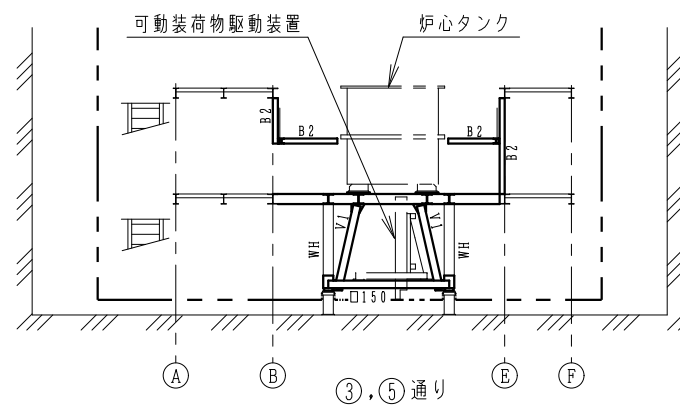
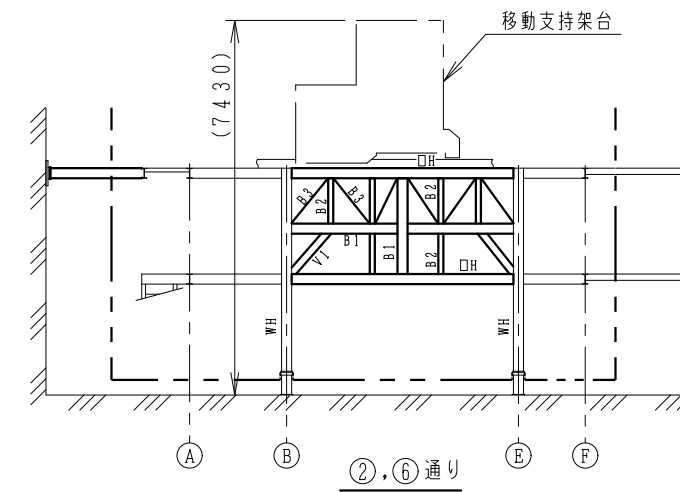
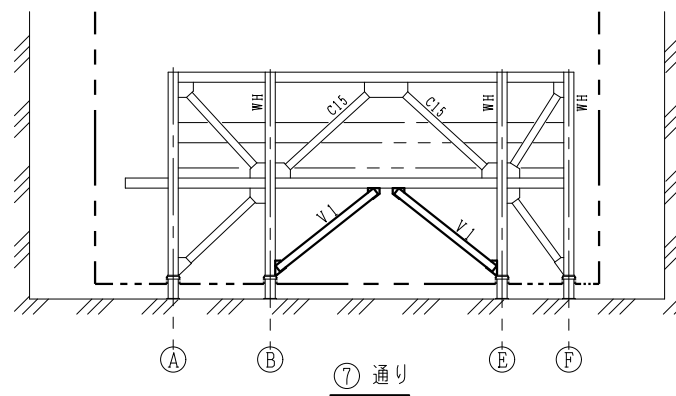
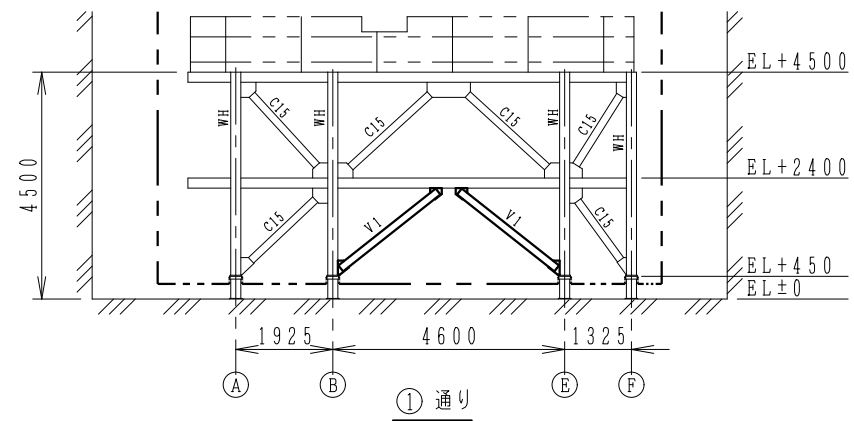
基礎ボルト配置 (SS400)

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり施工できない場合は、据付状態を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

\*：参考寸法

STACYの更新 (第3回申請) 図-1. Ⅲ. 5 (1)  
改造後の実験装置架台  
構造図 (その1)

空白頁



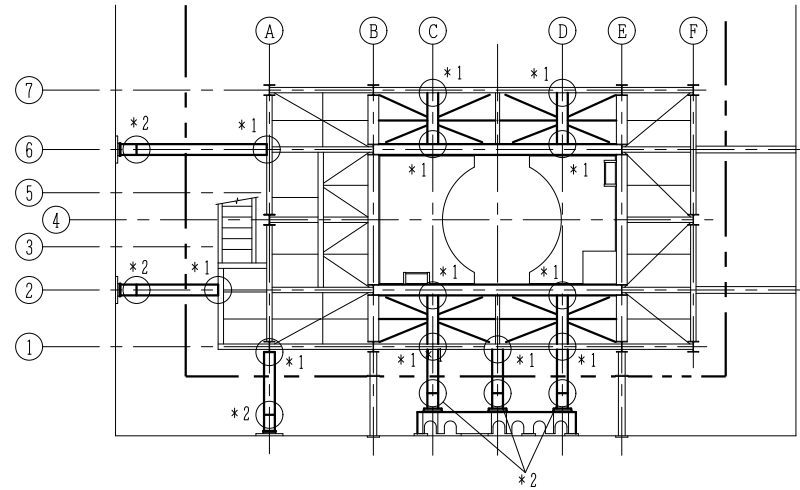
STACYの更新 (第3回申請) 図-1. III. 5 (2)

改造後の実験装置架台  
構造図 (その2)

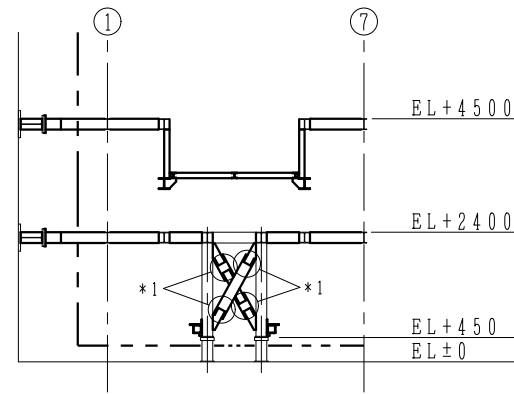
空白頁



キープラン EL+4500

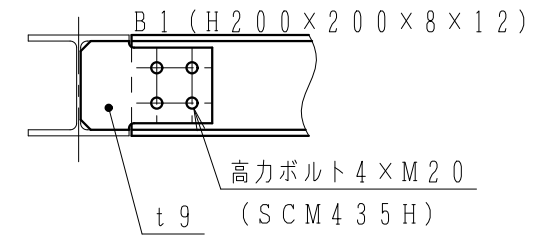


キープラン (C), (D) 通り

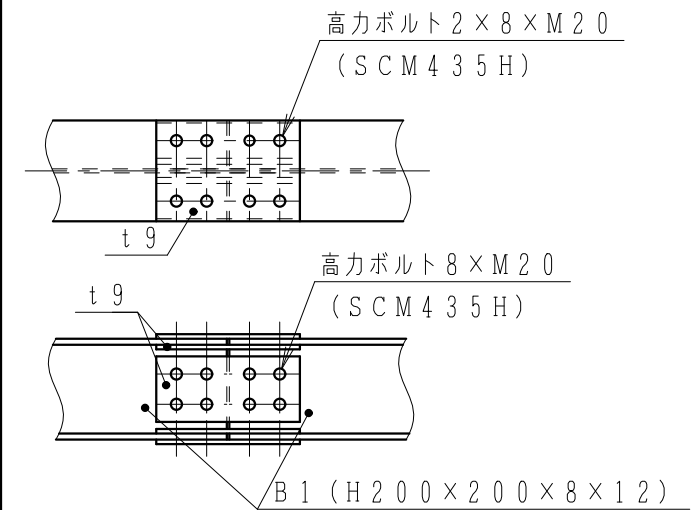


接合部構造：B1 (H200×200×8×12)

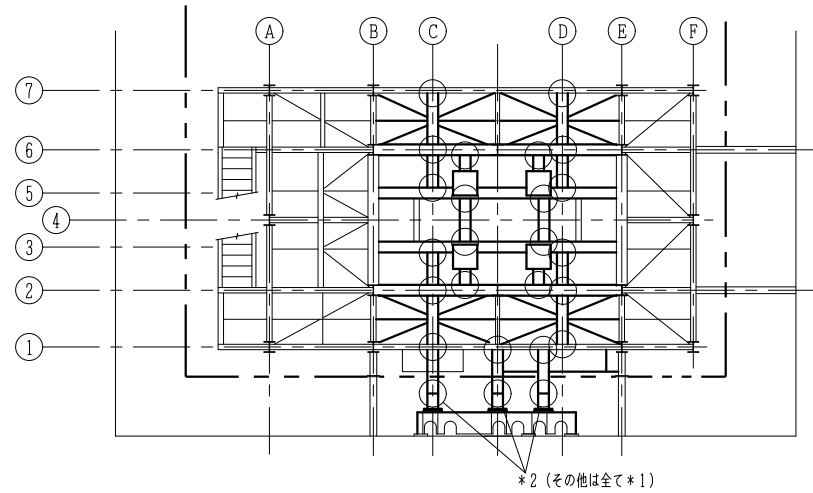
パターン1 (\*1)



直列接合 (\*2)



キープラン EL+2400



\*2 (その他は全て\*1)

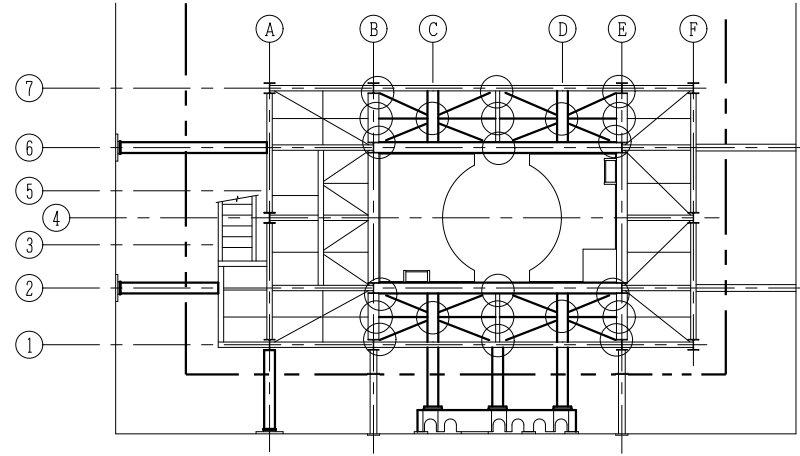
- ※1 該当箇所をキープランに○印で示す。
- ※2 据付状態等により、本図のとおりには施工できない場合は、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新 (第3回申請) 図-1. III. 5 (3)

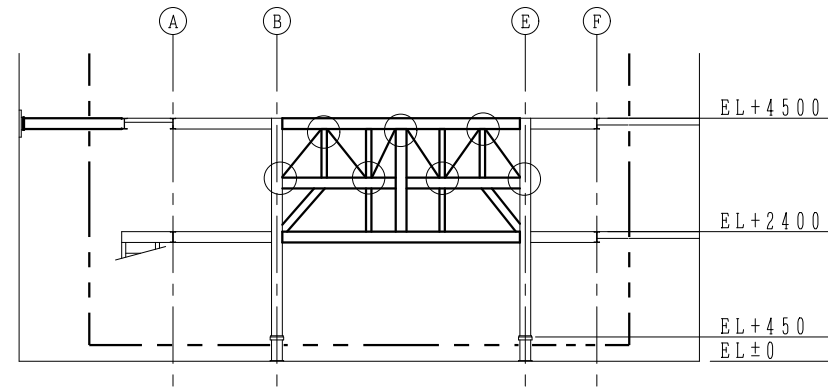
改造後の実験装置架台  
構造図 (その3)

空白頁

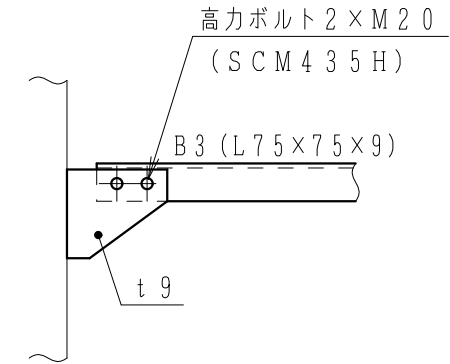
キープラン EL+4500



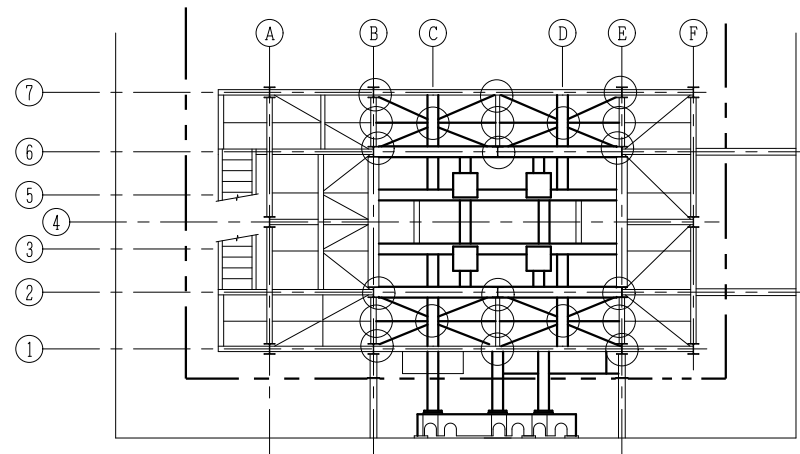
キープラン ②, ⑥ 通り



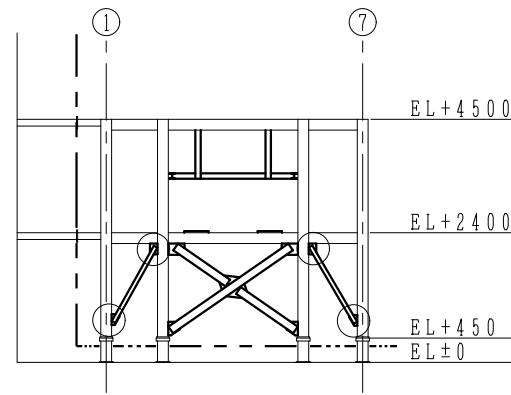
接合部構造: B3 (L75×75×9)



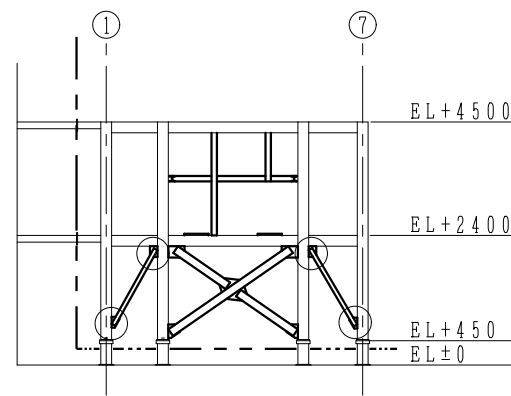
キープラン EL+2400



キープラン ③ 通り



キープラン ⑤ 通り



- ※1 該当箇所をキープランに○印で示す。
- ※2 据付状態等により、本図のとおり施工できない場合は、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

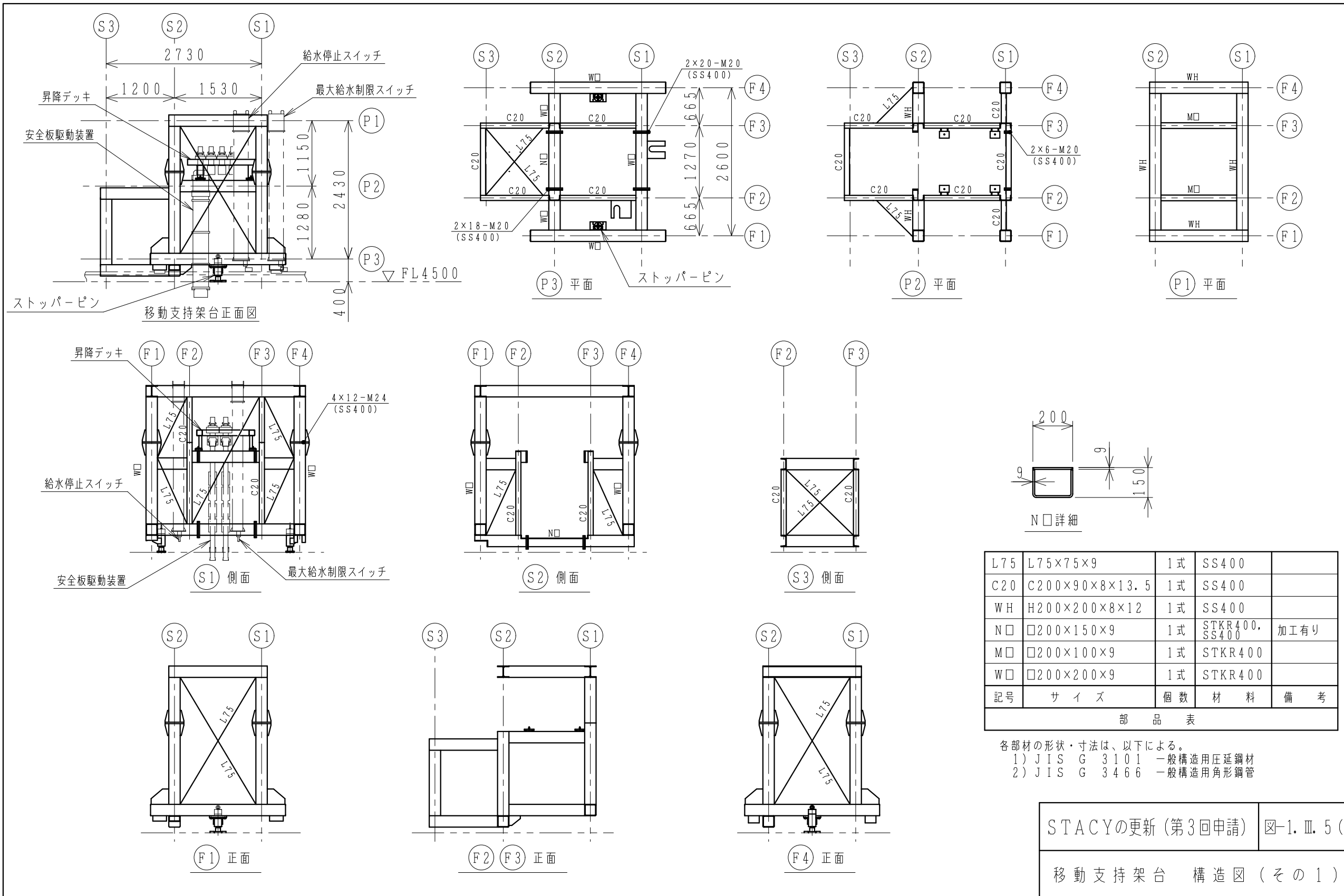
STACYの更新(第3回申請) 図-1.Ⅲ.5(4)

改造後の実験装置架台  
構造図(その4)

空白頁

<p>キープラン ① 通り</p>	<p>キープラン ④ 通り</p>	<p>キープラン ⑥ 通り</p>				
<p>キープラン ⑦ 通り</p>	<p>キープラン ③ 通り</p>	<p>接合部構造：V1 (C150×75×6.5×10)</p> <p>高力ボルト4×M20 (SCM435H)</p> <p>t9</p>				
<p>キープラン ③, ⑤ 通り</p>	<p>キープラン ⑤ 通り</p>	<p>※1 該当箇所をキープランに○印で示す。          ※2 据付状態等により、本図のとおり施工できない場合は、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。</p> <table border="1" data-bbox="2119 1696 2683 1864"> <tr> <td>STACYの更新 (第3回申請)</td> <td>図-1. III. 5 (5)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">改造後の実験装置架台 構造図 (その5)</td> </tr> </table>	STACYの更新 (第3回申請)	図-1. III. 5 (5)	改造後の実験装置架台 構造図 (その5)	
STACYの更新 (第3回申請)	図-1. III. 5 (5)					
改造後の実験装置架台 構造図 (その5)						

空白頁



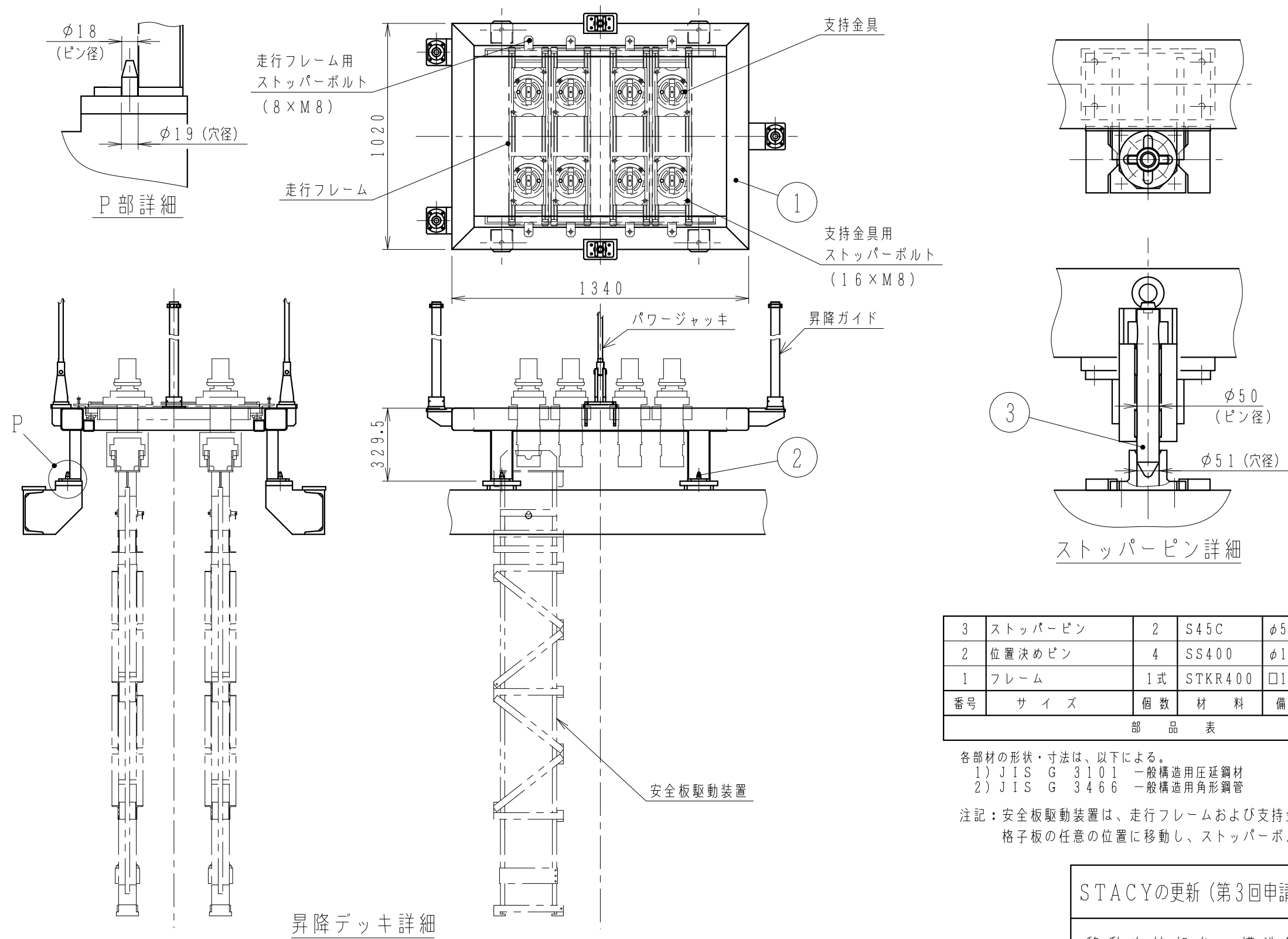
L75	L75×75×9	1式	SS400	
C20	C200×90×8×13.5	1式	SS400	
WH	H200×200×8×12	1式	SS400	
N□	□200×150×9	1式	STKR400, SS400	加工有り
M□	□200×100×9	1式	STKR400	
W□	□200×200×9	1式	STKR400	
記号	サイズ	個数	材料	備考
部品表				

各部材の形状・寸法は、以下による。  
 1) JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材  
 2) JIS G 3466 一般構造用角形鋼管

STACYの更新 (第3回申請) 図-1. Ⅲ. 5 (6)  
 移動支持架台 構造図 (その1)

空白頁





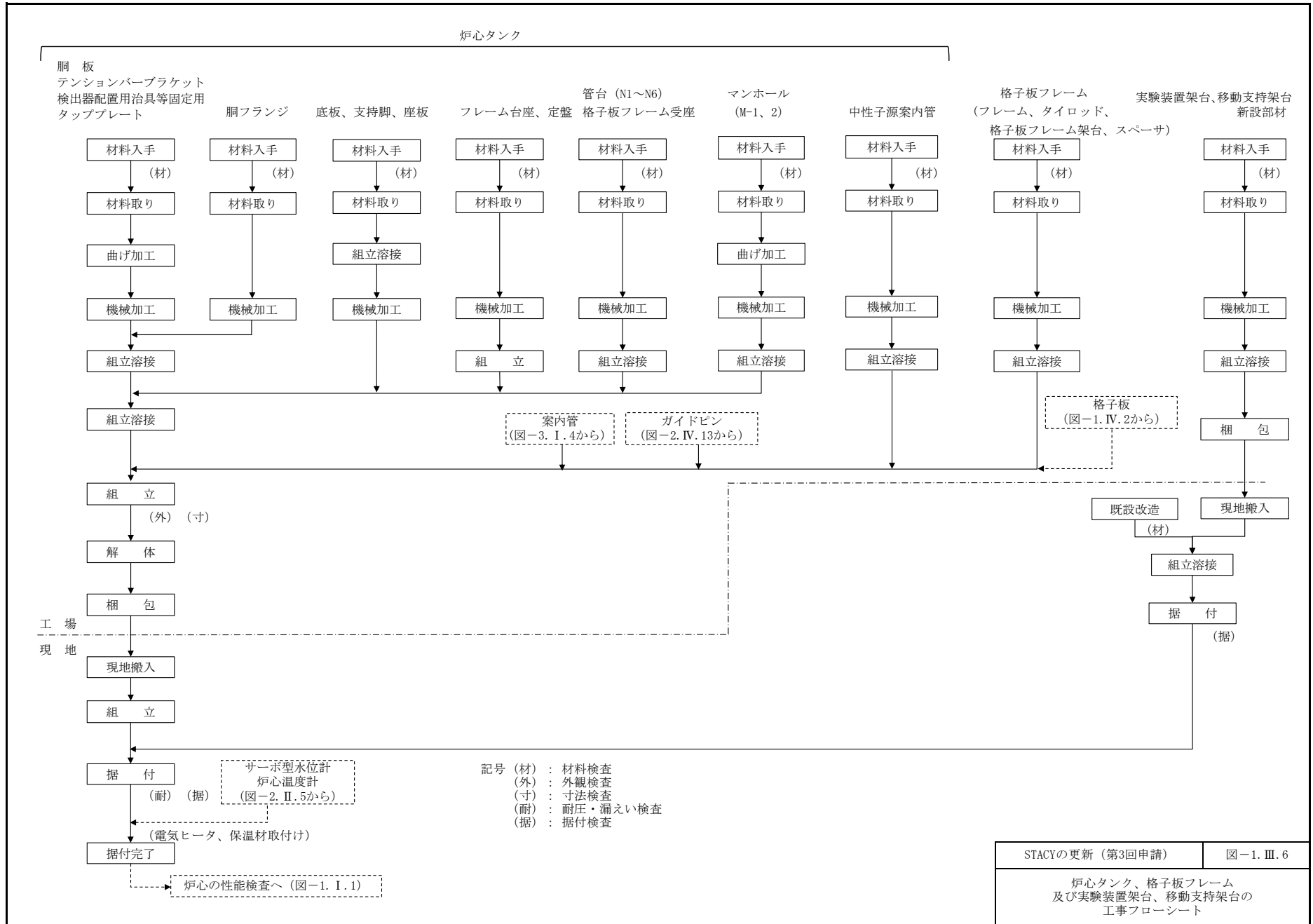
3	ストッパーピン	2	S45C	φ50
2	位置決めピン	4	SS400	φ18
1	フレーム	1式	STKR400	□100×100×3.2
番号	サイズ	個数	材料	備考
部品表				

各部材の形状・寸法は、以下による。  
 1) JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材  
 2) JIS G 3466 一般構造用角形鋼管

注記：安全板駆動装置は、走行フレームおよび支持金具により  
 格子板の任意の位置に移動し、ストッパーボルトで固定する。

STACYの更新 (第3回申請) 図-1. III. 5 (7)  
 移動支持架台 構造図 (その2)

空白頁



## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書
- Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針
- Ⅲ－１－３ 耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(1) 原子炉本体等の応力解析
  - Ⅲ－１－３－(2) 実験装置架台、移動支持架台の耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(3) 炉心タンクの耐震強度計算書
  
- Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書
- Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書
  - Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書
  - Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書
  
- Ⅲ－４－１ 材料・構造等についての基本方針
- Ⅲ－４－２ 耐圧強度計算書
  - Ⅲ－４－２－(1) 耐圧強度計算書作成の基本方針
  - Ⅲ－４－２－(2) 炉心タンクの耐圧強度計算書
  
- Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書
  
- Ⅲ－９－１ 炉心等についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

#### IV. 格子板

## 目 次

1. 原子炉本体の構成及び申請範囲	本-1-IV-1
2. 準拠した基準及び規格	本-1-IV-1
3. 設 計	本-1-IV-2
3.1 設計条件	本-1-IV-2
3.2 設計仕様	本-1-IV-2
4. 工事の方法	本-1-IV-3
4.1 工事の方法及び手順	本-1-IV-3
4.2 試験・検査項目及び方法	本-1-IV-3
添付書類	本-1-IV-7

## 1. 原子炉本体の構成及び申請範囲

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、(3)原子炉容器は、次の設備から構成される。

- イ. 炉心タンク
- ロ. 内部構造物

上記のうち、ロ. 内部構造物は、次の各部から構成される。

- a. 格子板
- b. 格子板フレーム

本編により申請する範囲は、上記(3)原子炉容器、ロ. 内部構造物のうち、a. 格子板の新設に関するものである。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格 (JIS)
- (2) 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15科原安第13号)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG-4601・補-1984)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1987)
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1991 追補版)
- (6) 鋼構造設計規準 (日本建築学会)

ただし、15科原安第13号及びJEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和55年通商産業省告示第501号)とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012)
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

格子板の設計条件を以下に示す。

名 称	格子板
機 器 種 別	—
耐震クラス	B
最高使用温度	80℃

#### 3.2 設計仕様

本申請で新設する格子板は、図-1. IV. 1に示すとおり、正方格子配列の棒状燃料挿入孔を設けた上中下段3枚組の平板構造として設計する。格子板には棒状燃料挿入孔のほか、安全板及び未臨界板（中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板。炉心構成作業は、未臨界板が炉心に挿入されている状態で行う。）を挿入するためのスリット並びに安全板駆動装置のガイドピン用の孔を設ける。また、棒状燃料挿入孔を設けたドライバー領域の中央部に矩形のテスト領域を設け、実験計画に応じて別途製作するテスト領域用アタッチメントと付替えることができる構造とする。さらに、格子板の中心部に案内管調整部を設け、可動装荷物駆動装置の案内管を設置する場合に調整用パーツと付替えることができる構造とする。なお、格子板は実験計画に応じて異なるものを製作して交換使用するが、本申請では格子間隔が異なる2組を製作する。

格子板は、格子板フレームの上中下3段の各フレームに固定され格子板フレームの剛性により支持される。

格子板の設計仕様を以下に示す。

名 称		格子板	
主要寸法	格子間隔	15 mm	12.7 mm
	厚 さ	12 mm	12 mm
主要材料		アルミニウム合金 (A6061P)	
数 量		2組 (3枚/組)	



## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

格子板の工事の方法及び手順を図-1. IV. 2に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$  Sv/h程度)である。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-1. IV. 2に示すとおり実施する。

#### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

#### (2) 寸法検査

必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。実測が困難である場合は、間接的方法(実測可能な測定値からの計算)で行う。

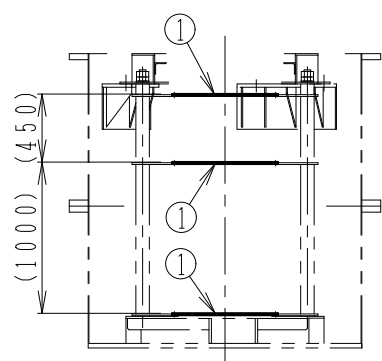
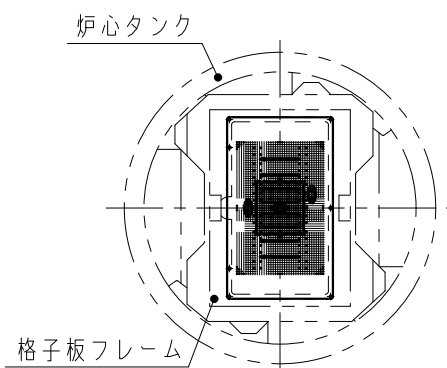
#### (3) 外観検査

目視により外観を確認し、機能上有害な傷、割れ及び変形がないことを確認する。

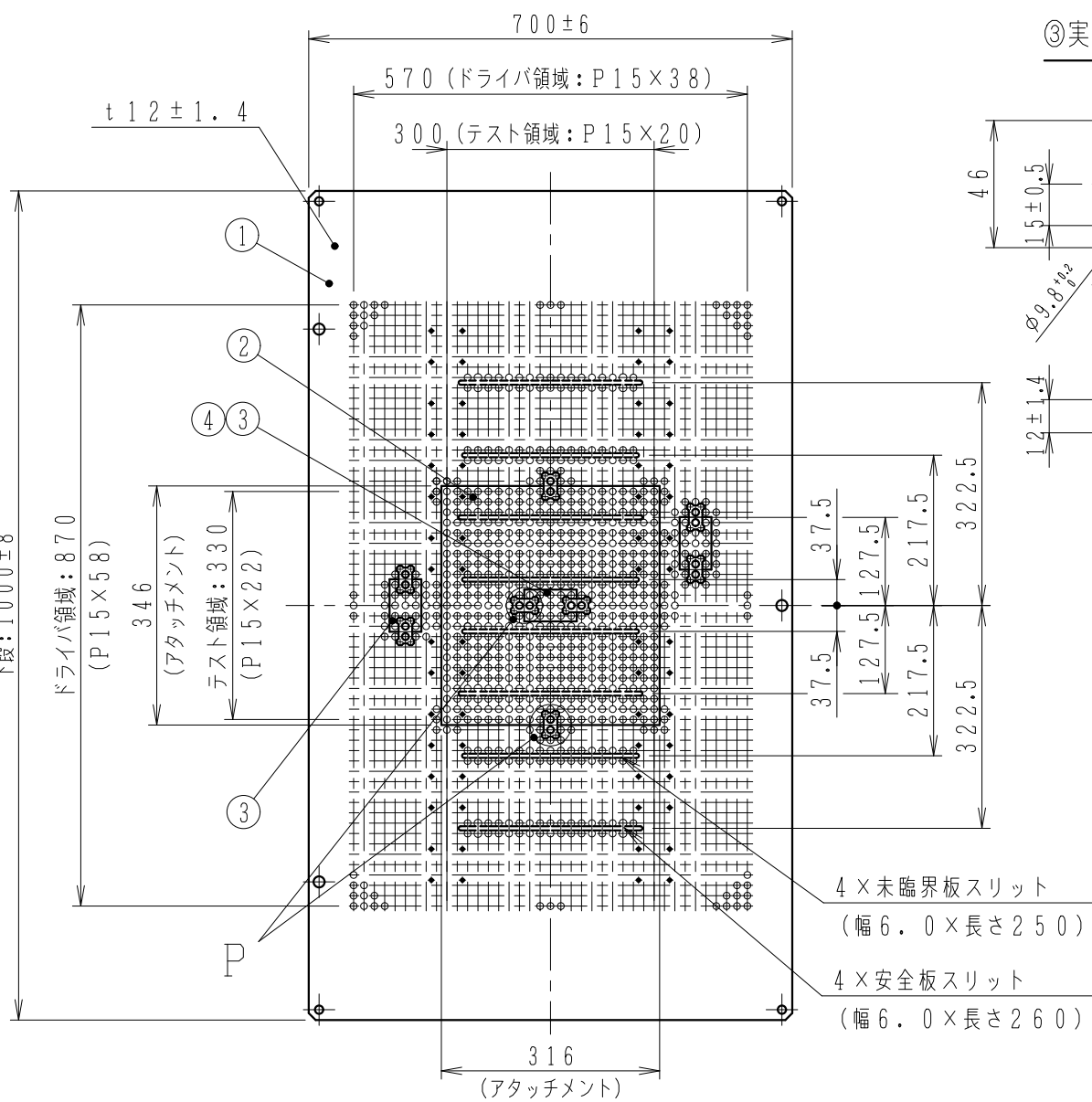
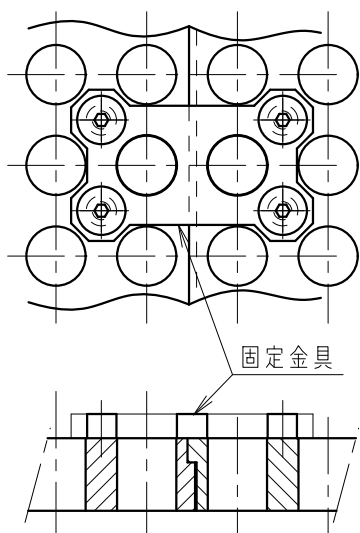
#### (4) 据付検査

格子板の据付状態を目視により確認又は必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

空白頁

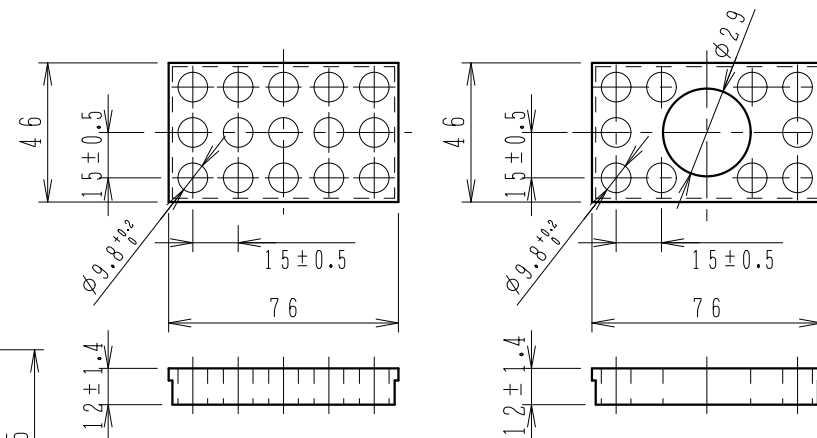


P部詳細

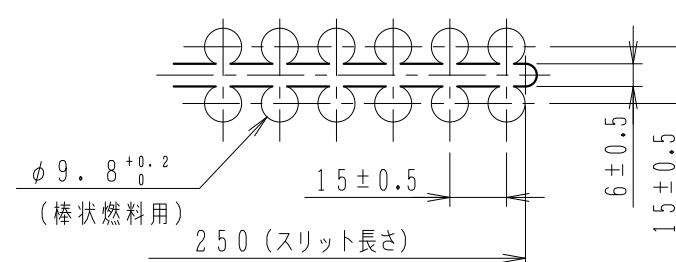


③実験用装荷物貫通孔蓋A詳細

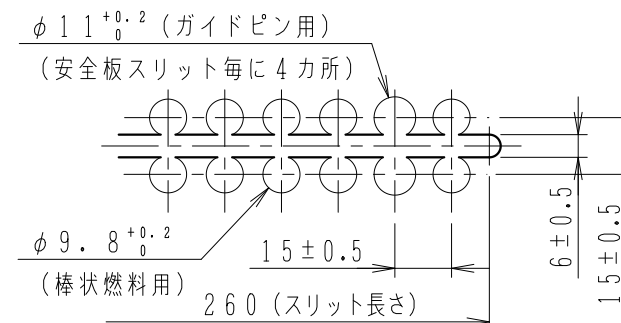
④実験用装荷物貫通孔蓋B詳細



未臨界板スリット詳細



安全板スリット詳細



4	実験用装荷物貫通孔蓋B	3	A6061P
3	実験用装荷物貫通孔蓋A	9	A6061P
2	アタッチメント	3	A6061P
1	格子板	3	A6061P
番号	品名	個数	材料
部品表			

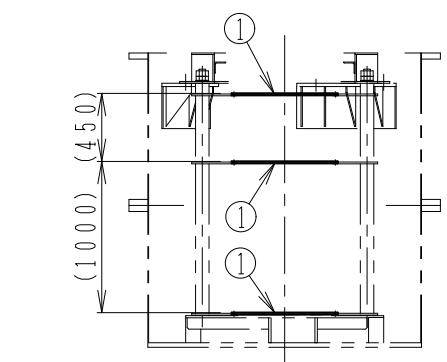
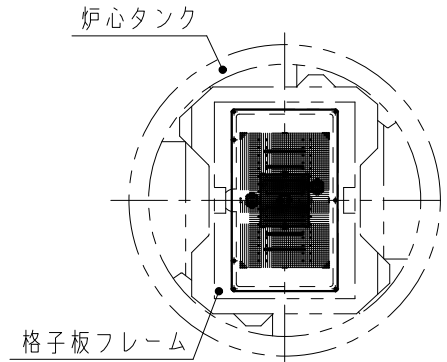
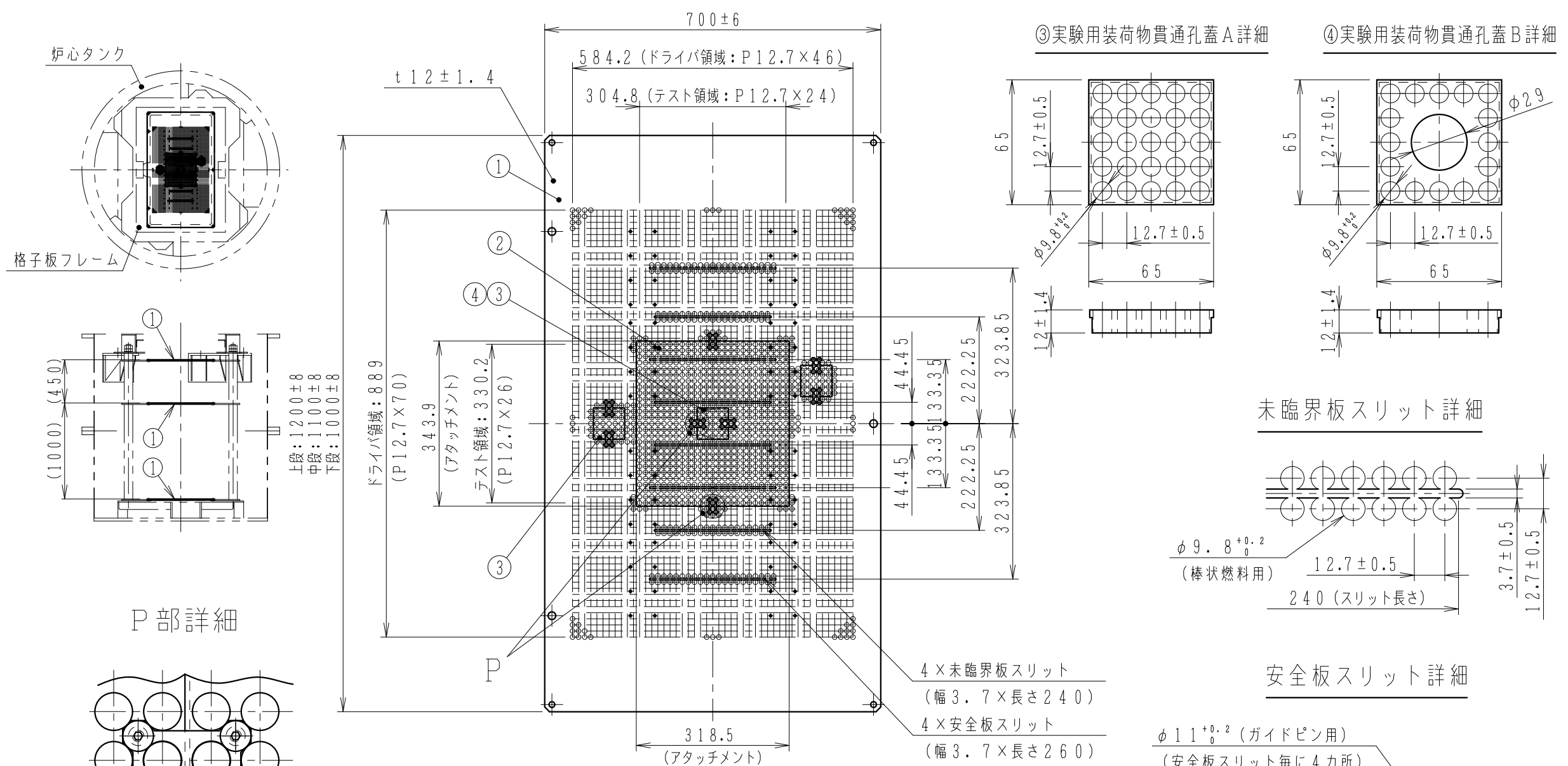
注記 1. 格子間隔15.0mmの格子板を示す。  
2. 部品4は、部品3と交換して使用する。  
3. 棒状燃料用の孔には、棒状燃料と同径の実験用装荷物も設置する。

STACYの更新(第3回申請)

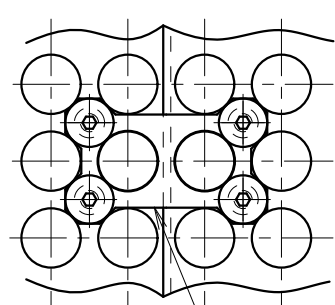
図-1. IV. 1 (1)

格子板  
構造図(その1)

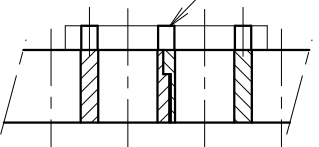
空白頁



P部詳細



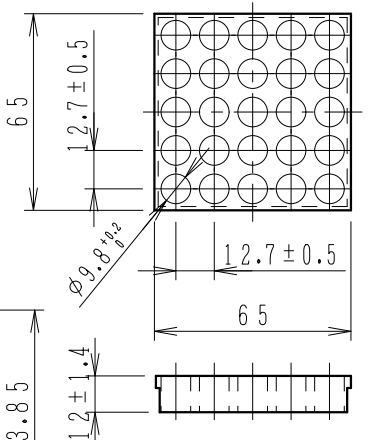
固定金具



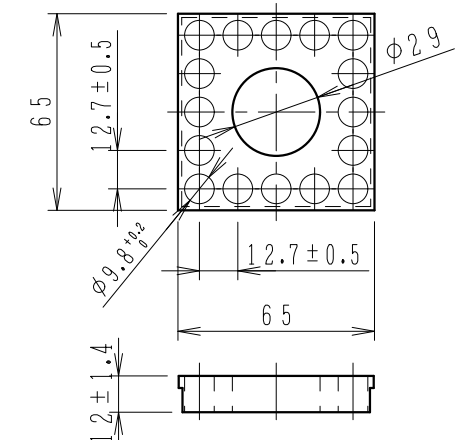
番号	品名	個数	材料
4	実験用装荷物貫通孔蓋B	3	A6061P
3	実験用装荷物貫通孔蓋A	9	A6061P
2	アタッチメント	3	A6061P
1	格子板	3	A6061P
部品表			

注記 1. 格子間隔12.7mmの格子板を示す。  
 2. 部品4は、部品3と交換して使用する。  
 3. 棒状燃料用の孔には、棒状燃料と同径の実験用装荷物も設置する。

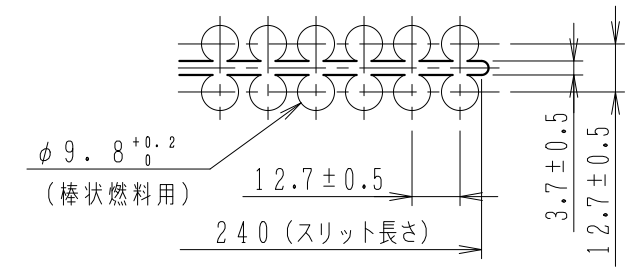
③実験用装荷物貫通孔蓋A詳細



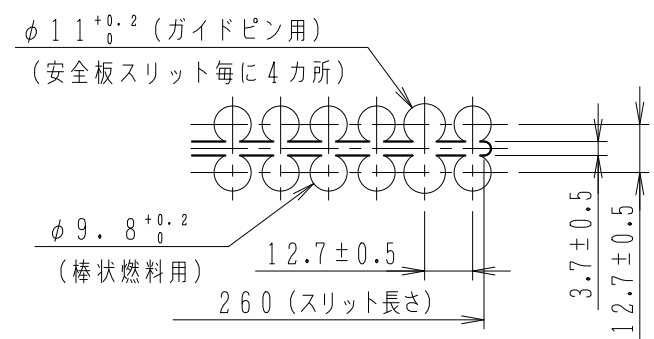
④実験用装荷物貫通孔蓋B詳細



未臨界板スリット詳細



安全板スリット詳細

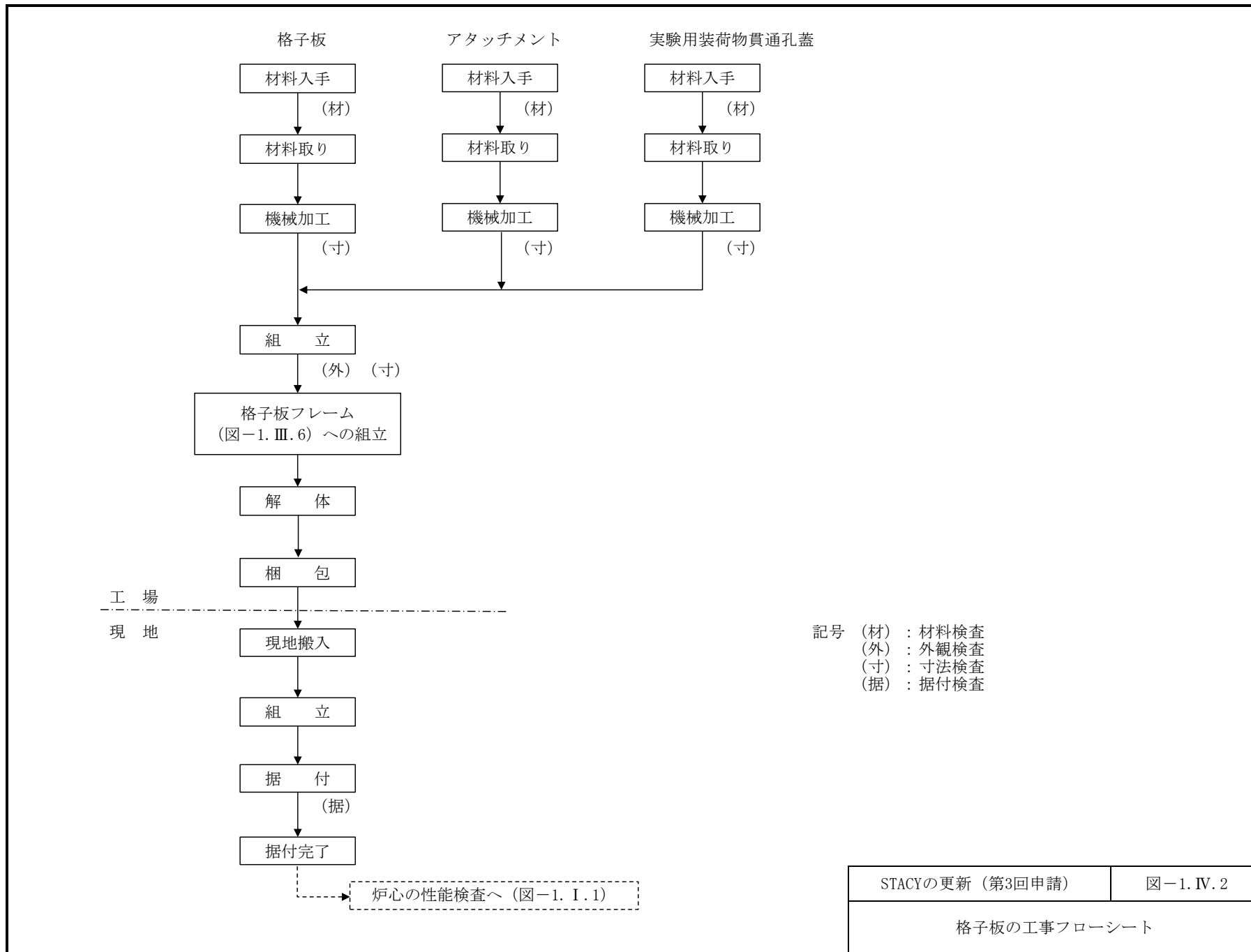


STACYの更新(第3回申請)

図-1. IV. 1 (2)

格子板  
構造図(その2)

空白頁



## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書

Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－４－１ 材料・構造等についての基本方針

Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書

Ⅲ－９－１ 炉心等についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書



V. 放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井

## 目 次

1. 原子炉本体の構成及び申請範囲 .....	本-1-V-1
2. 準拠した基準及び規格 .....	本-1-V-1
3. 設 計 .....	本-1-V-1
3.1 設計条件 .....	本-1-V-1
3.2 設計仕様 .....	本-1-V-1
4. 工事の方法 .....	本-1-V-1
添付書類 .....	本-1-V-2

## 1. 原子炉本体の構成及び申請範囲

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

本編により申請する範囲は、上記(4)放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井の設計変更に関するものである。

設計変更内容は、STACYの更新により炉心部線源強度が変更となるため、既設の放射線遮蔽体(炉室(S)の壁、床及び天井)の設計仕様のままで、炉室(S)外側の線量率が基準線量率を満足することを確認するものである。

確認結果を添付書類「Ⅲ-5-2 放射線遮蔽計算書」に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けたとおりである。

## 3. 設 計

### 3.1 設計条件

平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けたとおりである。

### 3.2 設計仕様

設計条件が変更となる放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井については既設のものをそのまま使用するので、設計仕様及び配置・構造は平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けたとおりである。

## 4. 工事の方法

本申請は、既設設備に対して工事を行うものではない。

## 添付書類

1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－５－１ 放射線防護等についての説明書

Ⅲ－５－２ 放射線遮蔽計算書

Ⅲ－５－２－(1) 直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書

Ⅲ－５－２－(2) 放射線遮蔽計算書

2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

## VI. その他の主要な事項

## 目 次

1. 原子炉本体の構成及び申請範囲	本-1-VI-1
2. 準拠した基準及び規格	本-1-VI-2
3. 設 計	本-1-VI-2
3.1 設計条件	本-1-VI-2
3.2 設計仕様	本-1-VI-2
4. 工事の方法	本-1-VI-3
4.1 工事の方法及び手順	本-1-VI-3
4.2 試験・検査項目及び方法	本-1-VI-3
添付書類	本-1-VI-9

## 1. 原子炉本体の構成及び申請範囲

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、(5)その他の主要な事項は、次の設備から構成される。

- イ. 起動用中性子源
- ロ. 炉室フード

本編により申請する範囲は、上記(5)その他の主要な事項のうち、イ. 起動用中性子源の移設に関するものである。

改造内容は以下のとおりである。

起動用中性子源をS T A C Yの更新に伴い移設する。

起動用中性子源の系統を図-1. VI. 1に、移設前及び移設後の配置を図-1. VI. 2、図-1. VI. 3に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格 (JIS)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG-4601・補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1987)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1991 追補版)
- (5) 鋼構造設計基準 (日本建築学会)

ただし、JEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和55年通商産業省告示第501号)とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012)
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)

## 3. 設 計

### 3.1 設計条件

#### (1) 起動用中性子源

起動用中性子源は、耐震重要度のCクラスに分類し、それに応じた耐震性を有する設計とする。その他の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号にて認可を受けたとおりである。

### 3.2 設計仕様

#### (1) 起動用中性子源

起動用中性子源収納容器(線源含む)、駆動装置、ガイドチューブは既設のものをそのまま使用し、新設する炉心タンクへ挿入できる配置に移設するのみのため、設計仕様は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号にて認可を受けたとおりである。起動用中性子源の構造図を図-1.VI.4に示す。



## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

起動用中性子源の移設の工事の方法及び手順を図-1. VI. 5に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$ Sv/h程度)である。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-1. VI. 4に示すとおり実施する。

#### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

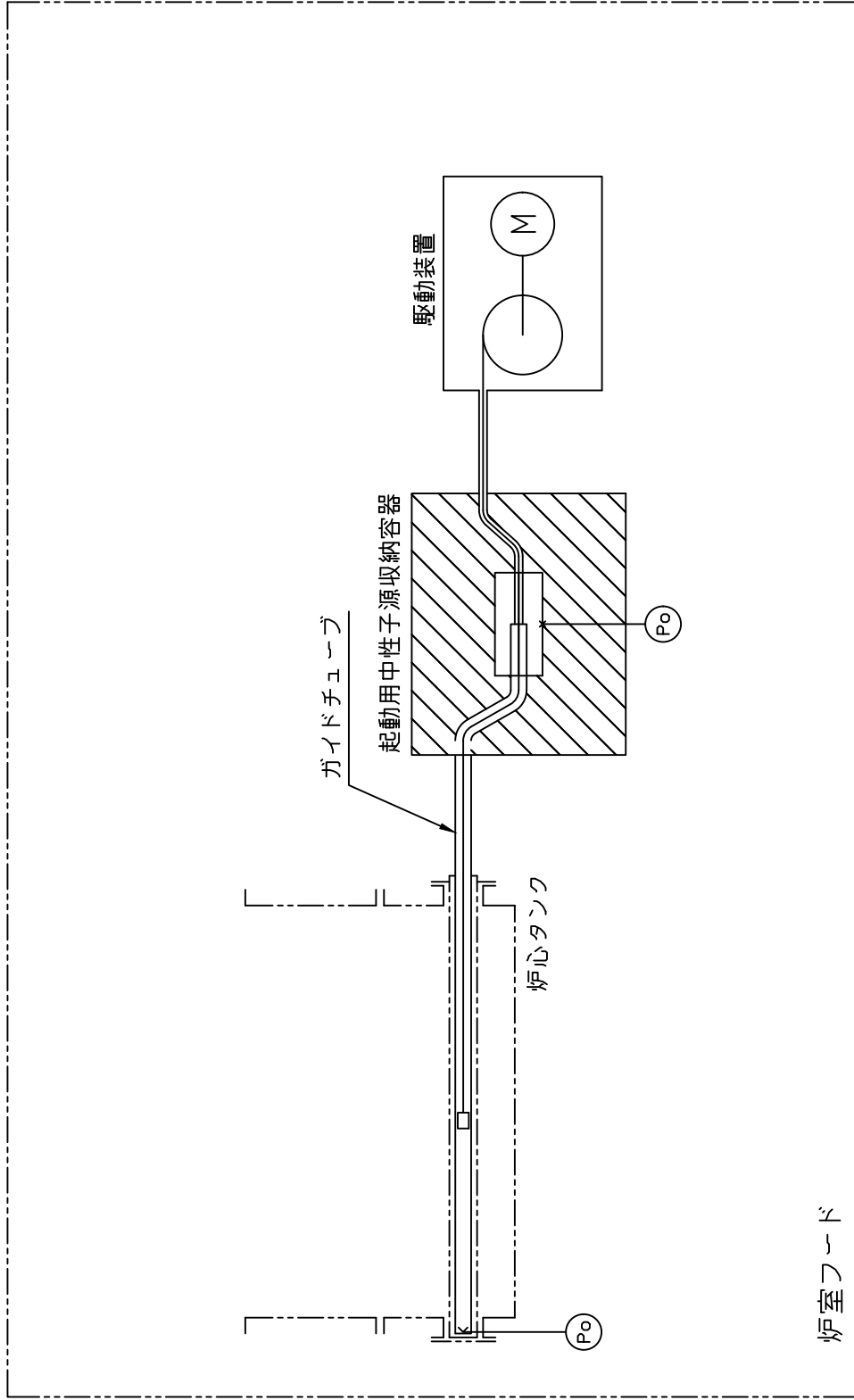
#### (2) 据付検査

据付状態を目視により確認する。

#### (3) 系統作動検査

起動用中性子源の移設後に系統構成が適正であることを目視により確認する。  
また、起動用中性子源を操作し正常に作動することを確認する。

炉室 (S)



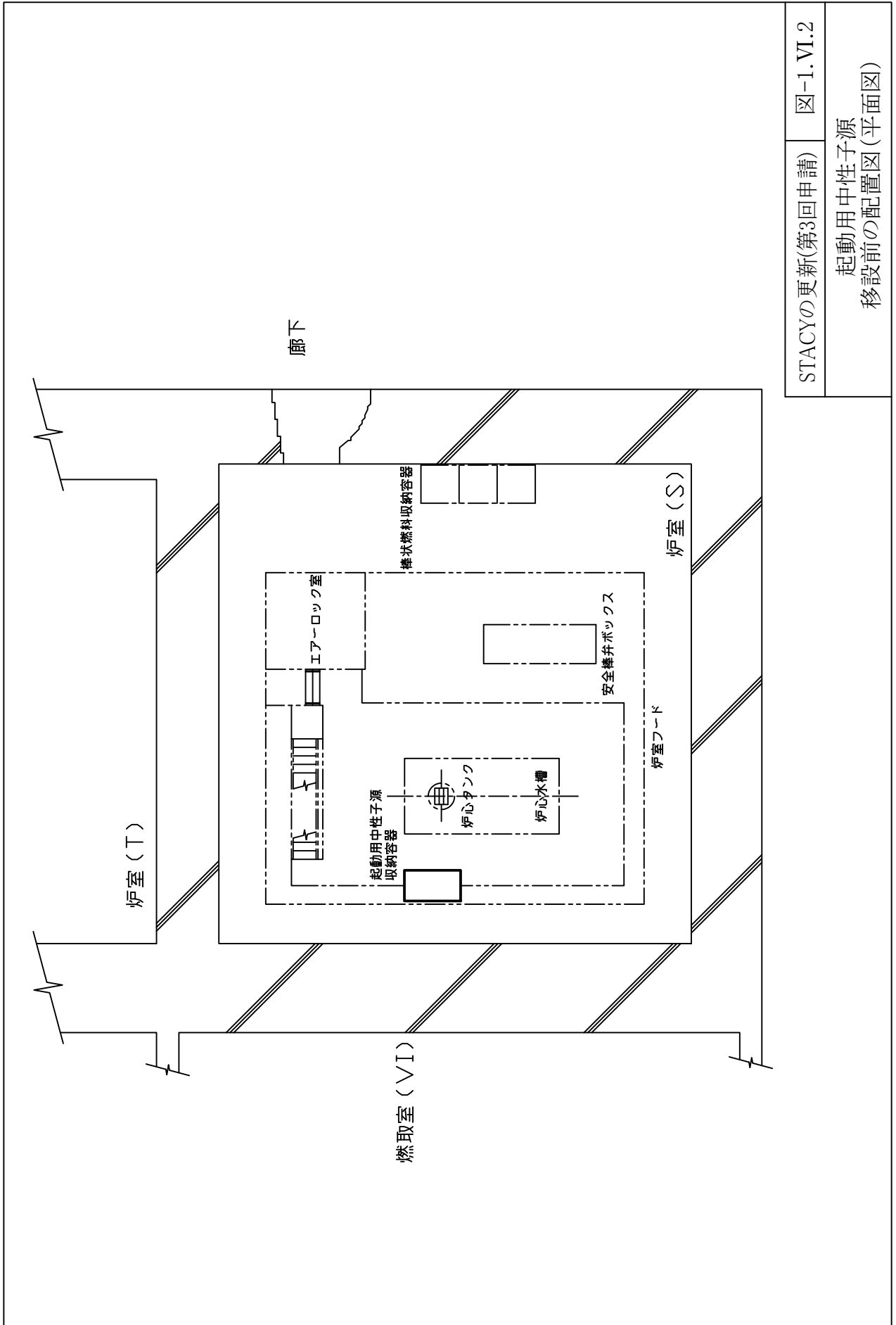
注記

1. ———: 起動用中性子源を示す。
2. - - - - -: その他設備を示す。

STACYの更新(第3回申請)

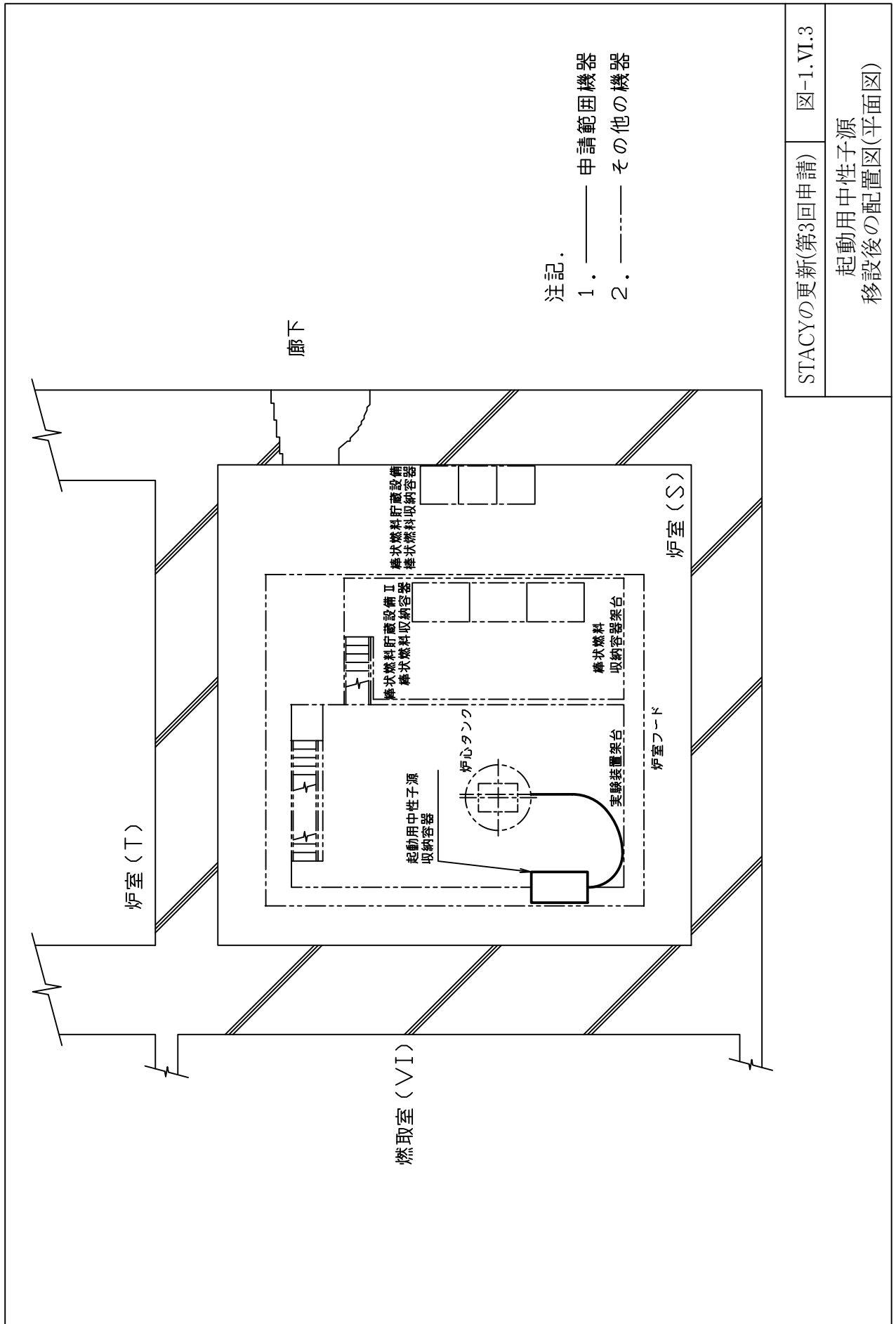
図-1.VI.1

起動用中性子源  
系統図



STACYの更新(第3回申請) 図-1.VI.2

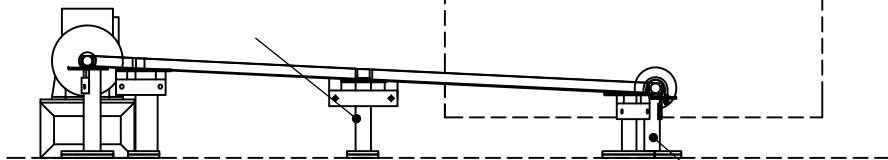
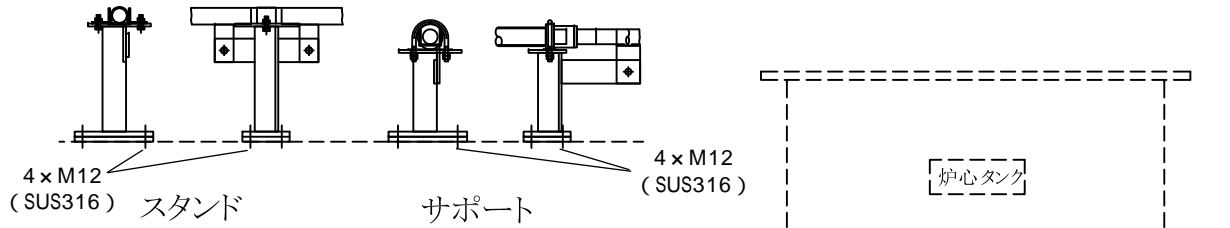
起動用中性子源  
移設前の配置図(平面図)



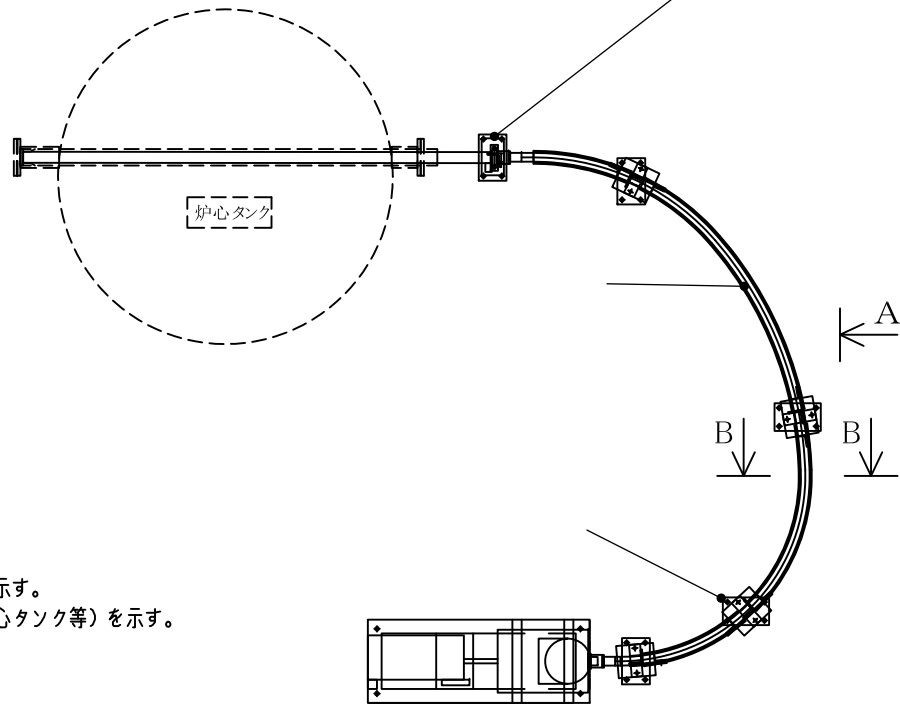
注記.

1. ——— 申請範囲機器
2. - - - - - その他の機器

STACYの更新(第3回申請)	図-1.VI.3
起動用中性子源 移設後の配置図(平面図)	



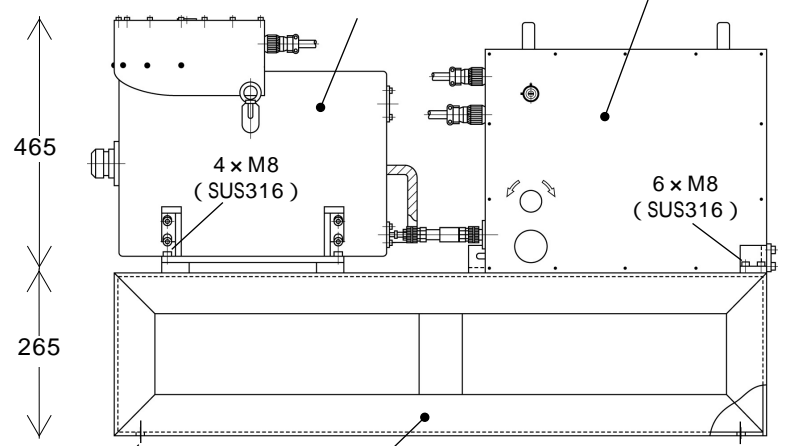
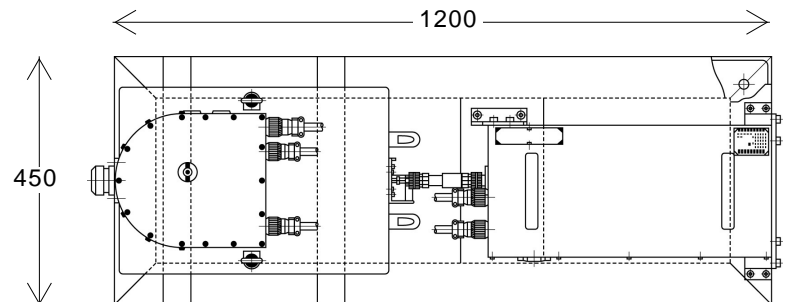
A矢視 全体立面図



全体平面図

- 注 記
1. ——— : 申請範囲を示す。
  2. - - - - : 他設備 (炉心タンク等) を示す。

7	サポート	1	SS400	L75×75×6
6	スタンド	4	SS400	L75×75×6
5	レール	1式	SS400	70×52×5
4	ガイドチューブ	1式	SUS304/SUS304TP	既 設
3	架台	1	SUS304	既 設
2	起動用中性子源収納容器	1	—	既 設
1	駆動装置	1	—	既 設
番号	品 名	個数	材 料	備 考
部 品 表				



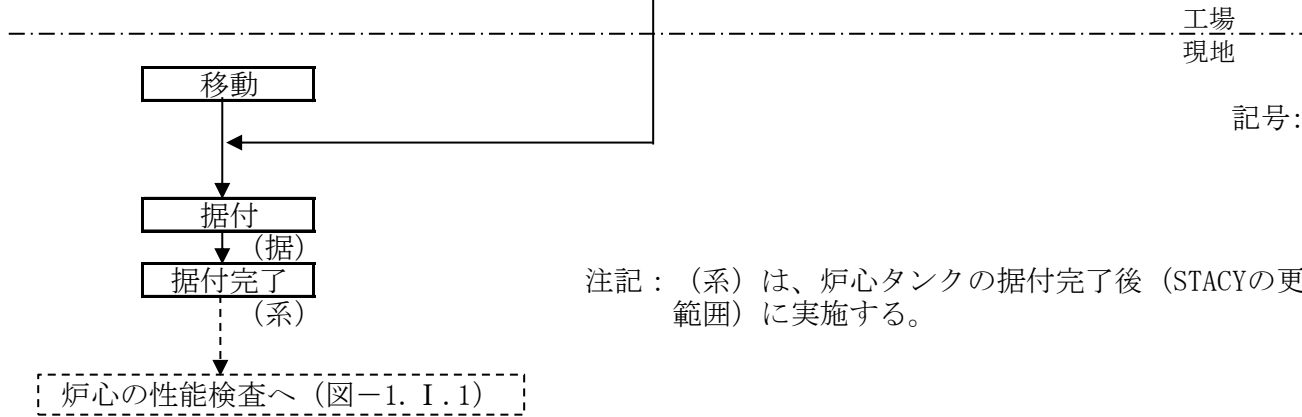
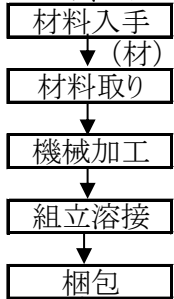
4 x M16 (SUS316)

STACYの更新(第3回申請) 図-1. VI. 4  
起動用中性子源構造図

本-1-VI-7

(既設起動用中性子源収納容器)  
(既設駆動装置)  
(既設ガイドチューブ)  
(既設架台)

サポート、スタンド



記号: (材)材料検査  
(据)据付検査  
(系)系統作動検査

注記: (系)は、炉心タンクの据付完了後 (STACYの更新 (第3回) の申請範囲) に実施する。

STACYの更新(第3回申請)	図-1.VI.5
起動用中性子源移設の 工事フローシート	

## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書

Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書

Ⅲ－９－２ 反応度制御についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

空白頁



## 第2編 計測制御系統施設のうち

I. 核計装

II. その他の主要な計装

III. 安全保護回路

IV. 制御設備

V. その他の主要な事項

空白頁

## I. 核計裝

## 目 次

1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲	本-2-I-1
2. 準拠した基準及び規格	本-2-I-2
3. 設 計	本-2-I-3
3.1 設計条件	本-2-I-3
3.2 設計仕様	本-2-I-3
4. 工事の方法	本-2-I-5
4.1 工事の方法及び手順	本-2-I-5
4.2 試験・検査項目及び方法	本-2-I-5
添付書類	本-2-I-10

## 1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲

計測制御系統施設は、次の施設から構成される。

- (1) 計装
- (2) 安全保護回路
- (3) 制御設備
- (4) その他の主要な事項

上記の(1)計装は、次の設備から構成される。

- イ. 核計装
- ロ. その他の主要な計装

上記のうち、イ. 核計装は、次の各部から構成される。

- a. 起動系
- b. 運転系線型出力系
- c. 運転系対数出力系
- d. 安全出力系
- e. 検出器配置用治具
- f. 盤

本編での申請範囲は、上記(1)計装、イ. 核計装の e. 検出器配置用治具の新設、a. 起動系、c. 運転系対数出力系及び d. 安全出力系の設計変更に関するものである。また、イ. 核計装の追加評価に関するものである。

設計変更内容は、上記の各系統の耐震重要度分類を、設置(変更)許可を受けたクラスに変更する。

追加評価の内容は、核計装について、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計されていることを確認するものである。

核計装の系統及び配置は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受け、平成9年1月6日付け8安(原規)第434号で改造について設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

なお、核計装の盤の配置は、第2編 V. その他の主要な事項に記載している。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格 (JIS)
- (2) 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15科原安第13号)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG-4601・補-1984)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1987)
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1991 追補版)
- (6) 鋼構造設計規準 (日本建築学会)

ただし、15科原安第13号及びJEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和55年通商産業省告示第501号)とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012)
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

##### (1) 検出器配置用治具

名 称	検出器配置用治具
機 器 種 別	—
耐 震 ク ラ ス	B
流 体 の 種 類	軽水
最高使用圧力	静水頭 (外圧)
最高使用温度	80 °C

##### (2) 起動系、運転系対数出力系、安全出力系

核計装の構成系統の耐震重要度分類の変更内容は、以下のとおりである。

その他の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号及び平成9年1月6日付け8安(原規)第434号で認可を受けたとおりである。

名 称	耐震クラス	
	変更前	変更後
起 動 系	A	B
運転系対数出力系	A	B
安全出力系	A	B

##### (3) 運転系線型出力系

運転系線型出力系の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

##### (4) 盤

盤の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

#### 3.2 設計仕様

##### (1) 検出器配置用治具

検出器配置用治具は、核計装設備の起動系(2系統)、運転系対数出力系(2系統)又は運転系線型出力系(2系統)の検出器を炉心タンク内に配置するための治具である。検出器配置用治具は、炉心に機械的な影響を与えないよう、適切な強度を有

する構造として設計する。検出器配置用治具の上部を炉心タンク胴フランジから、下部を炉心タンクの検出器配置用治具等固定用タッププレートからの支持により固定する。検出器配置用治具の回転防止対策は、回り止めボルトのトルク管理（15.7 N・mm以上）を行い、定期的（保安規定に定める原子炉運転前の点検時）に確認する。

検出器配置用治具の設計仕様を以下に示すとともに、検出器配置用治具の構造を図-2. I. 1に示す。

名 称		検出器配置用治具
型 式		2分割管型
主要 寸法	検出器配置用治具 1 (起動系)	ガイドパイプ：80, 40 A、検出器封入管：40 A 長さ：2006mm、幅：700mm (芯一芯)
	検出器配置用治具 2 (運転系)	ガイドパイプ：80 A、検出器封入管：80 A 長さ：2006mm、幅：600mm (芯一芯)
	検出器配置用治具 3 (運転系)	ガイドパイプ：80 A、検出器封入管：80 A 長さ：2006mm、幅：450mm (芯一芯)
主要材料		アルミニウム合金 (A5052T)
基 数		6 基 (治具 1：2 基、治具 2：2 基、治具 3：2 基)

形状・寸法はJIS G 3459配管用ステンレス鋼管を準用する。

## (2) 起動系、運転系対数出力系、安全出力系

設計条件が変更となる核計装の構成系統については、既設のものをそのまま使用するので、設計仕様は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号及び平成9年1月6日付け8安(原規)第434号で認可を受けたとおりである。

当該既設設備では、起動系、運転系対数出力系、安全出力系の一部（高圧電源、対数計数率回路、炉周期回路、対数増幅回路、線型増幅回路、積分回路）から計測制御系の核計装設備へ信号が取り出されているが、信号の分岐箇所には絶縁増幅器等の絶縁回路を使用し、計測制御系の核計装設備の短絡、地絡又は断線によって安全保護系の核計装設備に影響を与えることのないように機能的に分離されている。

なお、設計条件の変更は耐震重要度分類の上位クラスから下位クラスへの変更であるため、耐震強度計算を改めて実施する必要はない。

## (3) 運転系線型出力系

運転系線型出力系については、既設のものをそのまま使用するので、設計仕様及び構造は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。



#### (4) 盤

盤については、既設のものをそのまま使用するので、設計仕様及び構造は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

### 4. 工事の方法

#### 4.1 工事の方法及び手順

検出器配置用治具の工事の方法及び手順を図-2. I. 2に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$  Sv/h程度)である。

#### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-2. I. 2に示すとおり実施する。

##### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

##### (2) 寸法検査

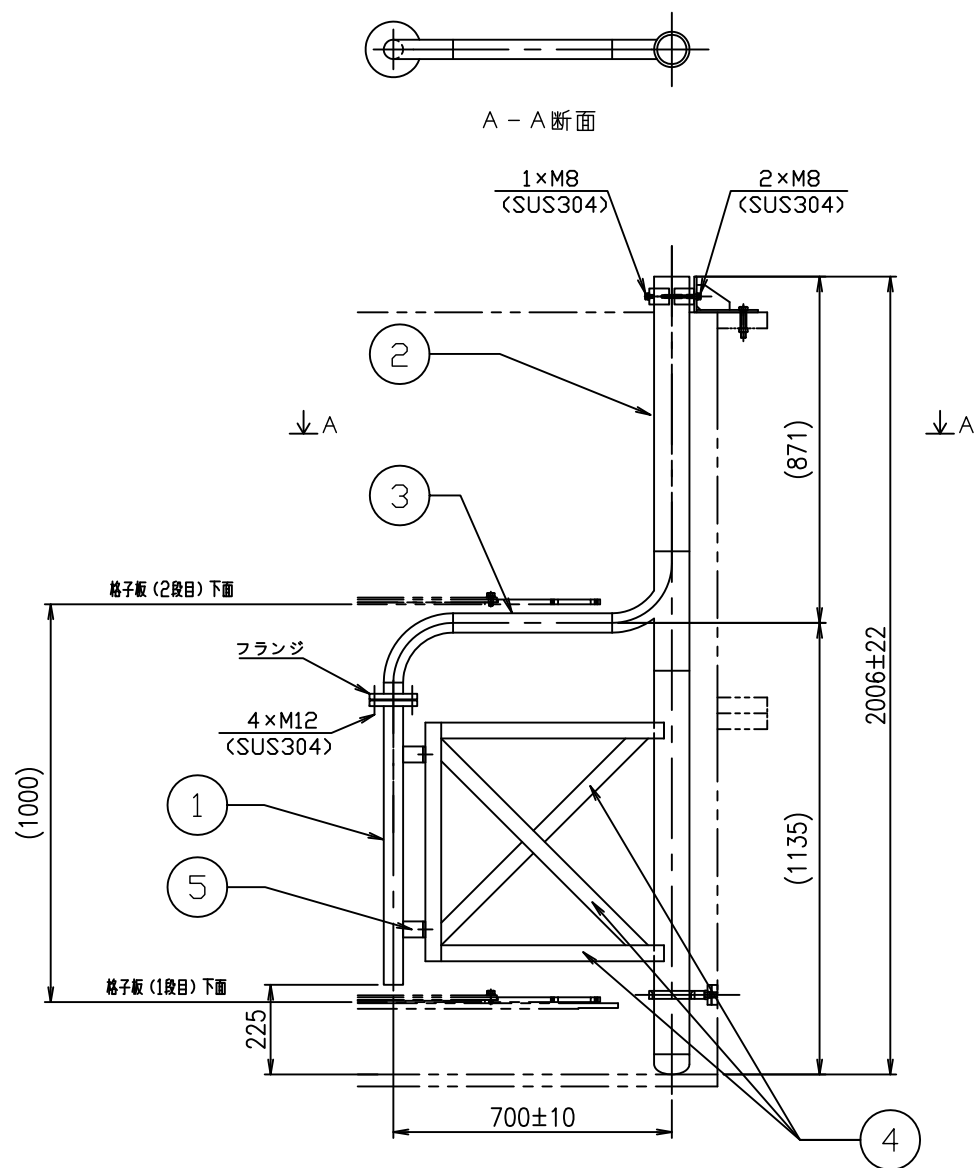
必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

##### (3) 外観検査

目視により外観を確認し、機能上有害な傷、割れ及び変形がないことを確認する。

##### (4) 据付検査

据付状態を目視により確認又は必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

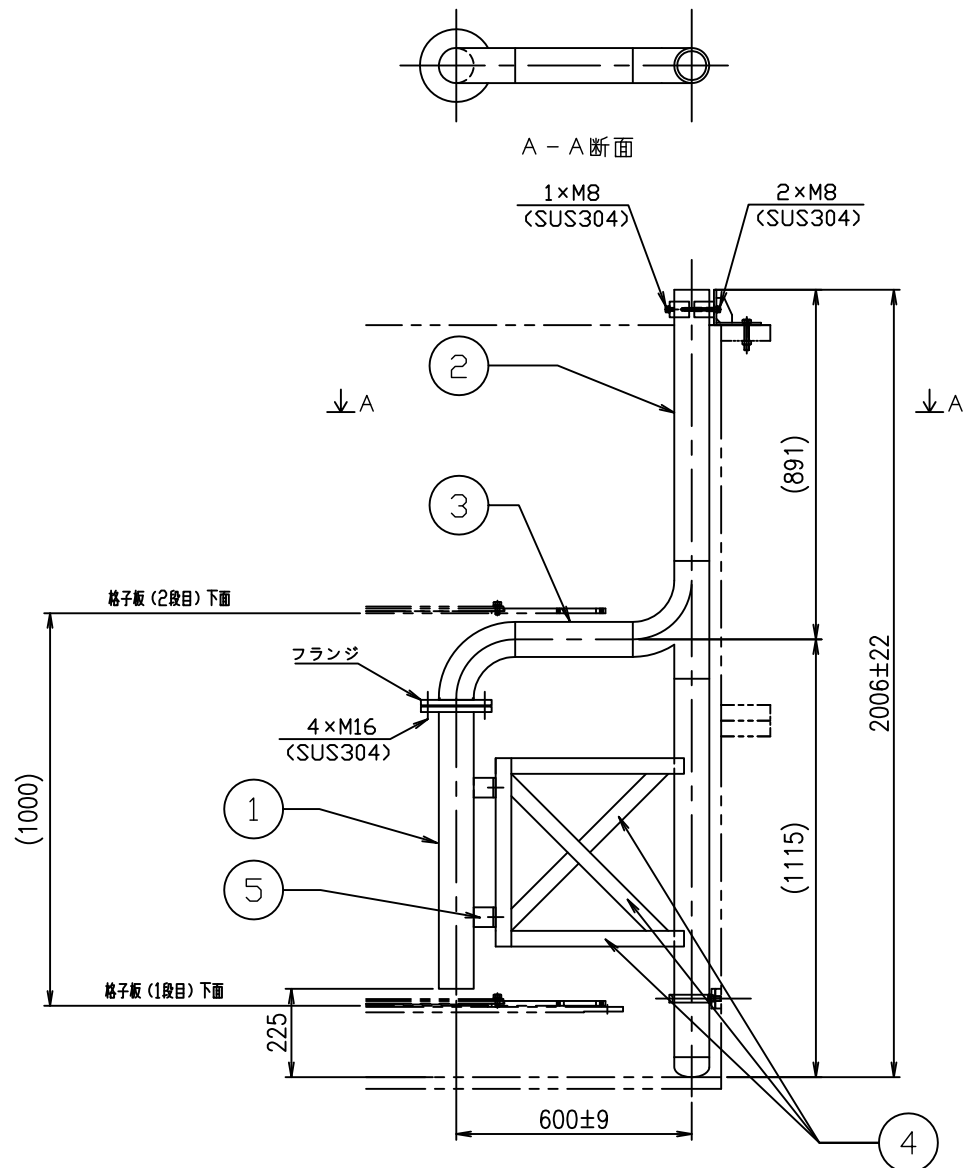


5	取付リブ	1式	A5052S	FB-40×6
4	サポート	1式	A5052S	C-80×40×4
3	ガイドパイプ(2)	1	A5052T	40A×Sch20S
2	ガイドパイプ(1)	1	A5052T	80A×Sch80
1	検出器封入管	1	A5052T	40A×Sch20S
番号	品名	個数	材料	備考
部 品 表				

注 記

1. ————— : 検出器配置用治具 (申請範囲を示す。)
2. - - - - - : 他設備 (炉心タンク等) を示す。
3. 個数は 1 基分を示す。
4. 各部材の形状・寸法は、以下を準用する。  
1) JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管

本-2-I-6

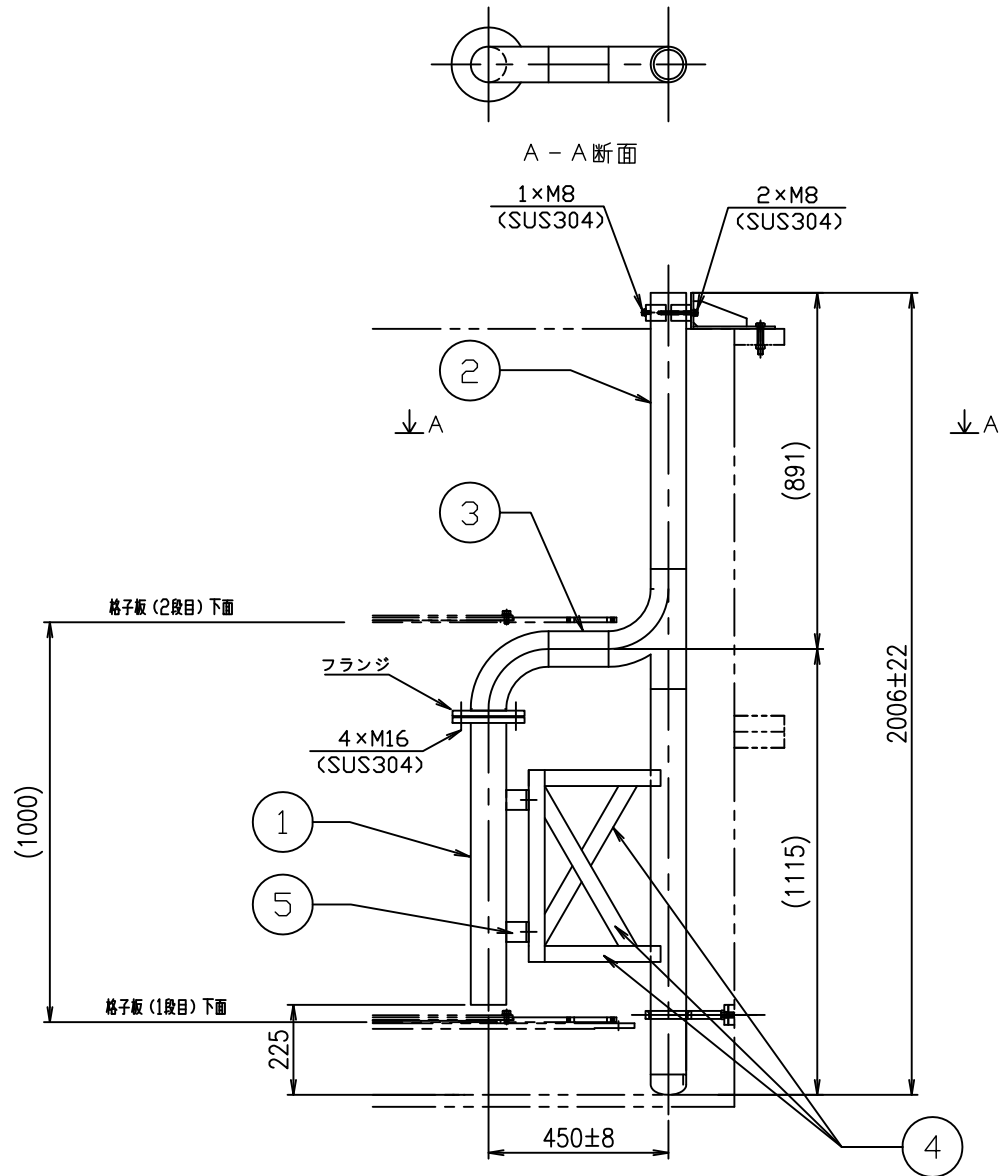


5	取付リブ	1式	A5052S	FB-50×6
4	サポート	1式	A5052S	C-80×40×4
3	ガイドパイプ(2)	1	A5052T	80A×Sch10S
2	ガイドパイプ(1)	1	A5052T	80A×Sch80
1	検出器封入管	1	A5052T	80A×Sch10S
番号	品名	個数	材料	備考
部品表				

注記

1. ————— : 検出器配置用治具 (申請範囲を示す。)
2. - - - - - : 他設備 (炉心タンク等) を示す。
3. 個数は1基分を示す。
4. 各部材の形状・寸法は、以下を準用する。  
1) JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管

本-2-1-7



5	取付リブ	1式	A5052S	FB-50×6
4	サポート	1式	A5052S	C-80×40×4
3	ガイドパイプ(2)	1	A5052T	80A×Sch10S
2	ガイドパイプ(1)	1	A5052T	80A×Sch80
1	検出器封入管	1	A5052T	80A×Sch10S
番号	品名	個数	材料	備考
部 品 表				

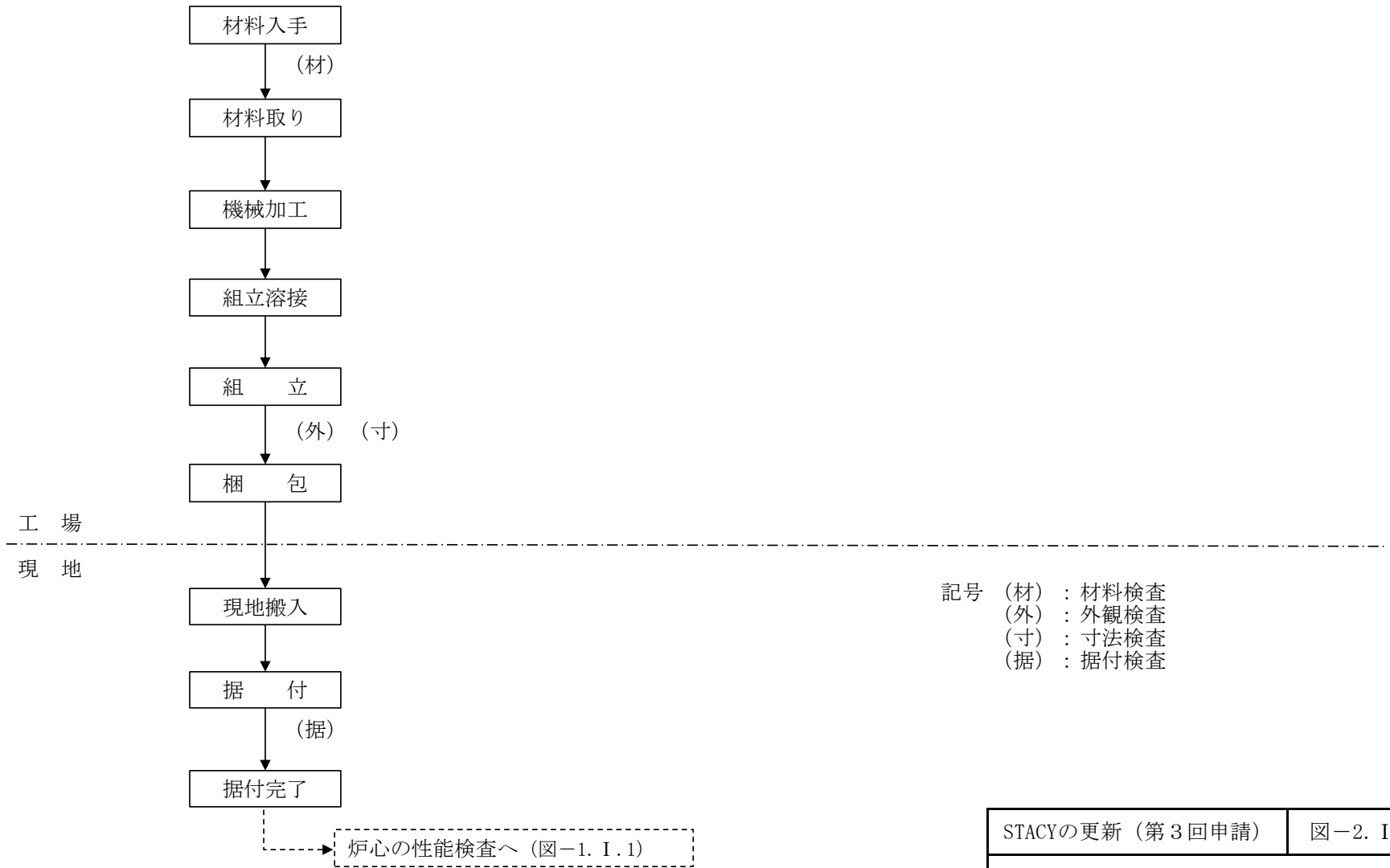
注 記

- 1, ————— : 検出器配置用治具 (申請範囲を示す。)
- 2, - - - - - : 他設備 (炉心タンク等) を示す。
- 3, 個数は1基分を示す。
- 4, 各部材の形状・寸法は、以下を準用する。  
1) JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管

STACYの更新(第3回申請) 図-2. I. 1(3)

検出器配置用治具3(運転系)

検出器封入管、ガイドパイプ(1)  
ガイドパイプ(2)、サポート、取付リブ



記号 (材) : 材料検査  
(外) : 外観検査  
(寸) : 寸法検査  
(据) : 据付検査

STACYの更新 (第3回申請)	図-2. I. 2
検出器配置用治具の工事フローシート	

## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書
- Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針
- Ⅲ－１－３ 耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(7) 検出器配置用治具の耐震強度計算書
  
- Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書
- Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書
  - Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書
  - Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書
  
- Ⅲ－３－１ 人の不法な侵入等の防止についての説明書
  
- Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書
  
- Ⅲ－７－１ 溢水防護についての説明書
  
- Ⅲ－11－１ 計装設備、警報装置についての説明書
- Ⅲ－11－２ 安全保護回路についての説明書
- Ⅲ－11－３ 核計装設備の変更要否に係る検討書
  
- Ⅲ－12－１ 通信連絡設備、制御室についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

## Ⅱ. その他の主要な計装

## 目 次

1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲	本-2-II-1
2. 準拠した基準及び規格	本-2-II-2
3. 設 計	本-2-II-3
3.1 設計条件	本-2-II-3
3.2 設計仕様	本-2-II-5
4. 工事の方法	本-2-II-9
4.1 工事の方法及び手順	本-2-II-9
4.2 試験・検査項目及び方法	本-2-II-9
添付書類	本-2-II-17



## 1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲

計測制御系統施設は、次の施設から構成される。

- (1) 計装
- (2) 安全保護回路
- (3) 制御設備
- (4) その他の主要な事項

上記の(1)計装は、次の設備から構成される。

- イ. 核計装
- ロ. その他の主要な計装

上記のうち、ロ. その他の主要な計装は、次の各部から構成される。

- a. 最大給水制限スイッチ
- b. 給水停止スイッチ
- c. 排水開始スイッチ
- d. サーボ型水位計
- e. 高速流量計及び低速流量計
- f. 炉心温度計
- g. ダンプ槽温度計
- h. ダンプ槽電導度計
- i. 炉室(S)放射線量率計
- j. 炉下室(S)放射線量率計
- k. 監視操作盤
- l. 盤
  - (a) モニタ盤
  - (b) 炉室線量率計盤

本編での申請範囲は、上記(1)計装、ロ. その他の主要な計装の a. 最大給水制限スイッチ、b. 給水停止スイッチ、c. 排水開始スイッチ、d. サーボ型水位計、e. 高速流量計及び低速流量計、f. 炉心温度計、g. ダンプ槽温度計、h. ダンプ槽電導度計の新設、k. 監視操作盤の設計条件の変更及び改造、l. 盤の(a)モニタ盤の改造、並びにロ. その他の主要な計装の追加評価に関するものである。

監視操作盤の設計変更内容は、耐震重要度分類を、設置(変更)許可を受けたクラスに変更するものである。

監視操作盤及びモニタ盤の改造内容は、新設する計測制御系統施設の操作、監視、

指示、記録等に用いる盤面及び盤内器具の交換又は新設である。

その他の主要な計装の系統及び申請する新設範囲を図-2. II. 1に示す。その他の主要な計装の配置（盤配置）は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。なお、監視操作盤、モニタ盤及び炉室線量率計盤の配置は、第2編 V. その他の主要な事項に記載している。

追加評価の内容は、その他の主要な計装について、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計されていることを確認するものである。

また、STACYの更新後、継続使用しない監視操作卓、制御装置盤（溶液系STACY施設において1. 盤を構成していた機器）は、平成2年8月23日付け2安（原規）第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたものから削除する。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格（JIS）
- (2) 日本電機工業会規格（JEM）
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（JEAG-4601・補-1984）
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601 1987）
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601 1991 追補版）
- (6) 鋼構造設計規準（日本建築学会）

ただし、JEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通商産業省告示第501号）とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格（JSME S NJ1-2012）

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

- (1) 最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ（新設）

名 称	最大給水制限スイッチ
機器種別	—
耐震クラス	B
設定範囲	0～1450 mm
検出精度	±1.5 mm 以内
水面検知素子	2 系統

名 称	給水停止スイッチ
機器種別	—
耐震クラス	B
設定範囲	0～1400 mm
検出精度	±1.5 mm 以内
水面検知素子	2 系統

名 称	排水開始スイッチ* <sup>1</sup>
機器種別	—
耐震クラス	B
設定範囲	給水停止 +7 mm以下* <sup>2</sup>
検出精度	±1.5 mm 以内
水面検知素子	1 系統

\* 1 : 排水開始スイッチは給水停止スイッチの駆動軸に装備される。

\* 2 : 排水開始素子の高さ位置は、ねじ等によって調整され、給水停止素子の作動点から上方7mm以内に設定される。

- (2) 最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ以外のその他の主要な計装（新設）

名 称	耐震クラス	使用範囲
サーボ型水位計	C	0～1400 mm
高 速 流 量 計	C	0～380 ℓ/min
低 速 流 量 計	C	0～150 ℓ/min
炉 心 温 度 計	C	常温～80 ℃
ダンプ槽温度計	C	常温～80 ℃
ダンプ槽電導度計	C	0～100 μS/cm

- (3) 監視操作盤

監視操作盤の耐震重要度分類の変更内容は、以下のとおりである。

名 称	耐震クラス	
	変更前	変更後
監視操作盤	A	B

- (4) モニタ盤

モニタ盤の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。

- (5) 炉室(S)放射線量率計

炉室(S)放射線量率計の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

- (6) 炉下室(S)放射線量率計

炉下室(S)放射線量率計の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

- (7) 炉室線量率計盤

炉室線量率計盤の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

### 3.2 設計仕様

#### (1) 最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ（新設）

最大給水制限スイッチは、図-2. II. 2に示すとおり、ボールねじ式の駆動装置により上下駆動されるスイッチロッドの先端に2系統のフロート式水面検知素子を装備した設計とする。

水面検知素子の設定位置は、2系統のアブソコーダにより検出し、駆動装置による位置設定は制御室から遠隔操作できる設計とする。外部電源が利用できない場合においても所定の安全機能を達成できるよう、独立性を有する2系統の無停電電源装置から2系統の水面検知回路に系統区分毎に給電する。なお、安全保護回路を構成するチャンネルの分離に関しては、第2編 III. 安全保護回路で示す。

最大給水制限スイッチ駆動装置は、移動支持架台（第1編 IIIの図-1. III. 5(6)～(7)に構造を示す。）にボルトで固定される。

最大給水制限スイッチの設計仕様を以下に示す。

名 称		最大給水制限スイッチ
型 式		ボールねじ駆動型フロート式
駆動長さ		1900 mm
設定範囲		0～1450 mm
検出精度		±1.5 mm
主要寸法	たて	183 mm
	横	253 mm
	高さ	2581 mm
主要材料	駆動装置フレーム	SUS304
基数	駆動装置	1基
	フロート式素子	2個

なお、フロート式素子の主要材料については、STACYの昇温実験（減速材及び反射材温度70℃以下）を考慮しても、その機能を発揮することができる金属（ステンレス鋼、アルミニウム等）とする。ケーブルについては、難燃性のケーブル（IEEE383相当）を用いる。

給水停止スイッチ及び排水開始スイッチは、図-2. II. 3に示すとおり、ボールねじ式の駆動装置により上下駆動されるスイッチロッドの先端に、2系統の給水停止用フロート式水面検知素子、その上方に1系統の排水開始用水面検知素子を装備した設計とする。

水面検知素子の設定位置は、2系統のアブソコーダにより検出し、駆動装置による位置設定は制御室から遠隔操作できる設計とする。

給水停止スイッチ駆動装置は、移動支持架台（第1編 IIIの図-1. III. 5(6)～(7)に構造を示す。）にボルトで固定される。

給水停止スイッチ及び排水開始スイッチの設計仕様を以下に示す。

名 称		給水停止スイッチ
型 式		ボールねじ駆動型フロート式
駆動長さ		1900 mm
設定範囲		0～1400 mm
検出精度		±1.5 mm
主要寸法	たて	183 mm
	横	253 mm
	高さ	2581 mm
主要材料	駆動装置フレーム	SUS304
基数	駆動装置	1基
	フロート式素子	2個

なお、フロート式素子の主要材料については、STACYの昇温実験（減速材及び反射材温度70℃以下）を考慮しても、その機能を発揮することができる金属（ステンレス鋼、アルミニウム等）とする。ケーブルについては、難燃性のケーブル（IEEE383相当）を用いる。

名 称		排水開始スイッチ*1
設定範囲		給水停止 +7 mm以下*2
検出精度		±1.5 mm
基数	フロート式素子	1個

なお、フロート式素子の主要材料は、STACYの昇温実験（減速材及び反射材温度70℃以下）を考慮しても、その機能を発揮することができる金属（ステンレス鋼、アルミニウム等）とする。

\*1：排水開始スイッチは、給水停止スイッチの駆動軸に装備される。

\*2：排水開始素子の高さ位置は、ねじ等によって調整され、給水停止素子の作動点から上方7mm以内に設定される。

(2) 最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ以外のその他の主要な計装（新設）

新設するその他の主要な計装の設計仕様を以下に示す。

名 称	検出器の種類	計 測 範 囲	系統数
サーボ型水位計	差動トランス 変位計	-100～1500 mm (検出精度※：±1.5 mm)	1 系統
高 速 流 量 計	超音波流量計	0～500 ℓ/min (検出精度※：±20 ℓ /min)	1 系統
低 速 流 量 計	超音波流量計	0～200 ℓ/min (検出精度※：±10 ℓ /min)	1 系統
炉 心 温 度 計	測温抵抗体	0～100 °C (検出精度※：±1 °C)	2 系統
ダンプ槽温度計	測温抵抗体	0～100 °C (検出精度※：±1 °C)	2 系統
ダンプ槽電導度計	導電率検出器	0～100 μS/cm (検出精度※：±5 μS/cm)	1 系統

※：検出器単体精度の参考値である。

(3) 監視操作盤

改造は、既設の監視操作盤の筐体をそのまま使用し、新設する計測制御系統施設及び可動装荷物駆動装置の操作、監視、指示等に用いる盤面及び盤内器具の交換又は新設を行うものである。そのため、監視操作盤の設計仕様は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりであり、以下に示す。

なお、設計条件の変更は耐震重要度分類の上位クラスから下位クラスへの変更であるため、耐震強度計算を改めて実施する必要はない。

名 称		監視操作盤
型 式		コントロールデスク型
主要寸法	幅	3000 mm
	奥行	650 mm
	高さ	1346 mm
基 数		1 基

(4) モニタ盤

改造は、既設のモニタ盤の筐体そのまま使用し、新設する計測制御系統施設の監視、指示、記録等に用いる盤面及び盤内器具の交換又は新設を行うものである。そのため、モニタ盤の設計仕様は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりであり、以下に示す。

名 称	モニタ盤
型 式	垂直自立型
基 数	1 基

(5) 炉室(S)放射線量率計

炉室(S)放射線量率計については、既設のものをそのまま使用するもので、設計仕様及び構造は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

(6) 炉下室(S)放射線量率計

炉下室(S)放射線量率計については、既設のものをそのまま使用するもので、設計仕様及び構造は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。

(7) 炉室線量率計盤

炉室線量率計盤については、既設のものをそのまま使用するもので、設計仕様及び構造は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。



## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチの工事の方法及び手順を図-2. II. 4に、最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ以外のその他の主要な計装の工事の方法及び手順を図-2. II. 5に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)及び炉下室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$ Sv/h程度)である。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-2. II. 4、図-2. II. 5に示すとおり実施する。

#### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

#### (2) 寸法検査

必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

#### (3) 外観検査

目視により外観を確認し、機能上有害な傷、割れ及び変形がないことを確認する。

#### (4) 単体性能検査

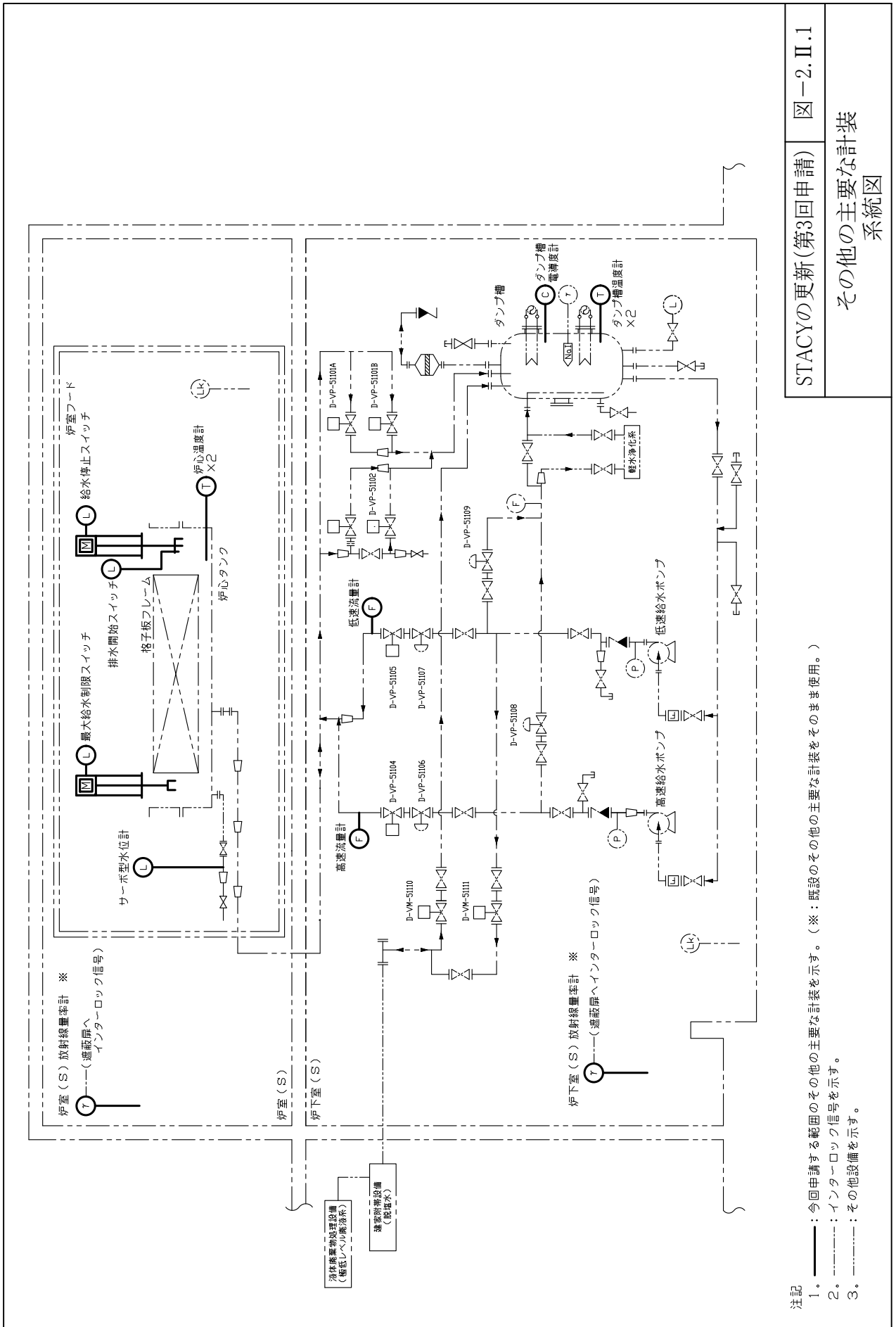
駆動長さの測定、水面検知素子の動作確認により所定の性能を満足することを確認する。

#### (5) 据付検査

据付状態を目視により確認又は必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

(6) 系統作動検査

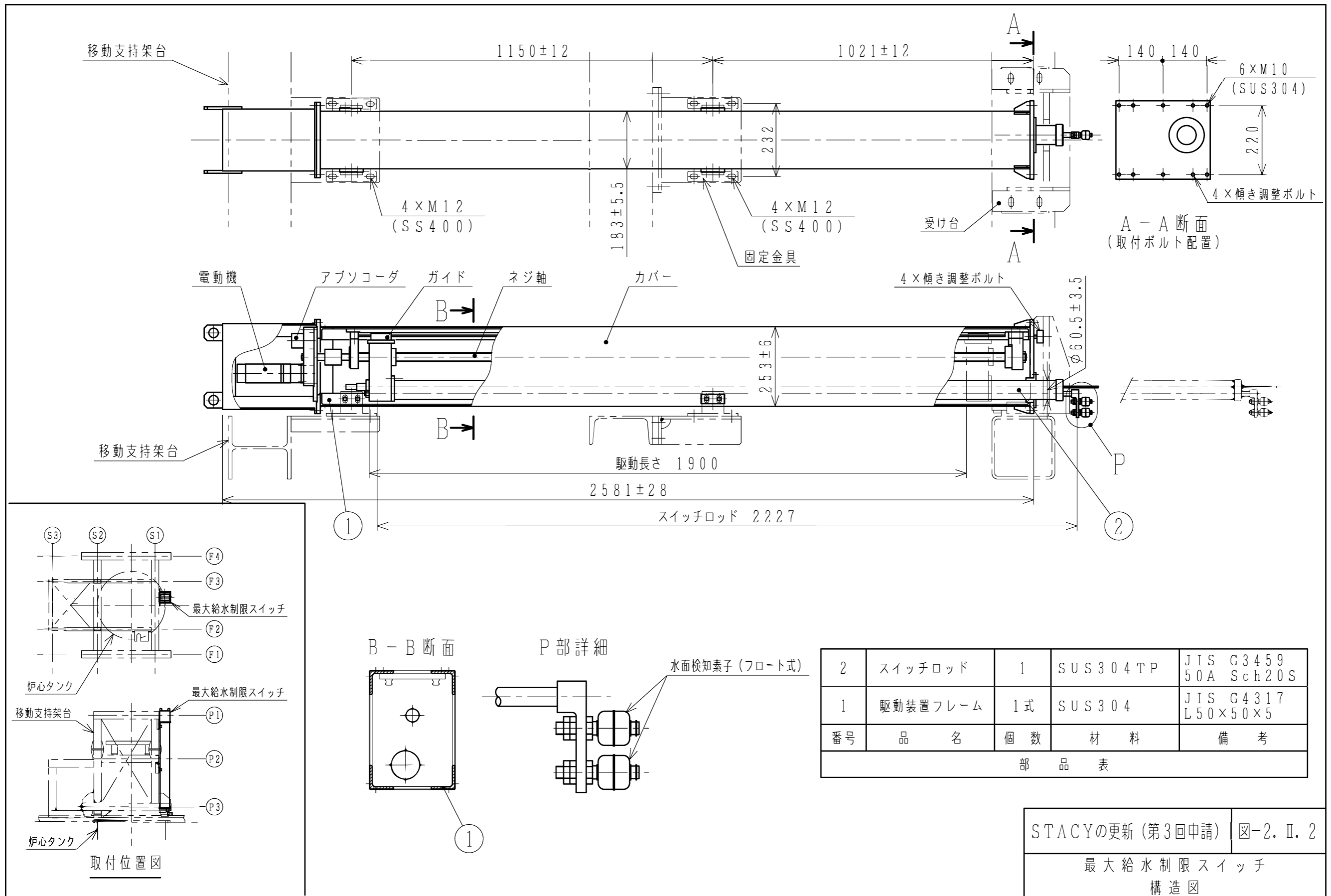
その他の主要な計装が、各々所定の場所に配置されていることを目視により確認する。また、制御設備等の据付完了後に制御設備を運転し、その他の主要な計装が所定の機能を満足することを確認する。



注記  
 1. 今回申請する範囲のその他の主要な計装を示す。(※：既設のその他の主要な計装をそのまま使用。)  
 2. 破線：インターロック信号を示す。  
 3. 点線：その他設備を示す。

STACYの更新(第3回申請) 図-2. II.1  
 その他の主要な計装  
 系統図

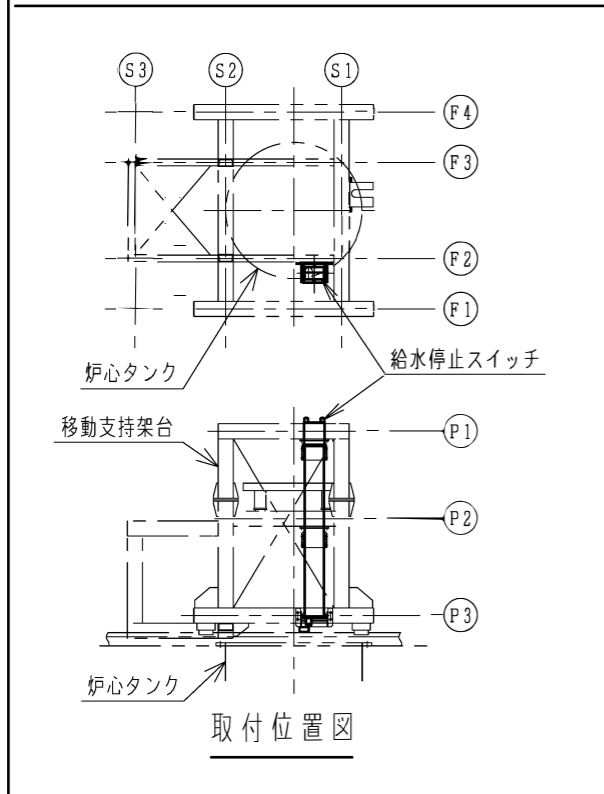
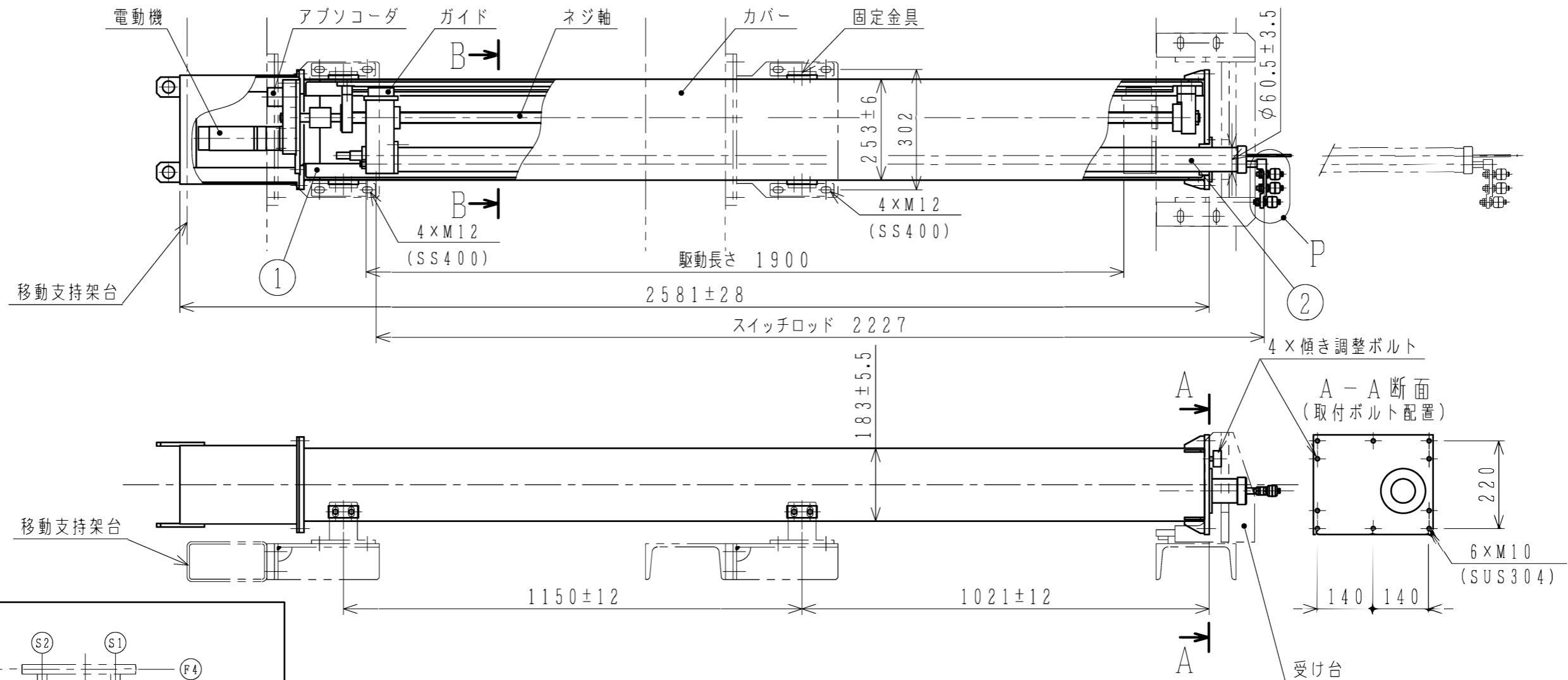
空白頁



番号	品名	個数	材料	備考
2	スイッチロッド	1	SUS304TP	JIS G3459 50A Sch20S
1	駆動装置フレーム	1式	SUS304	JIS G4317 L50×50×5
部品表				

STACYの更新 (第3回申請) 図-2. II. 2  
 最大給水制限スイッチ  
 構造図

空白頁

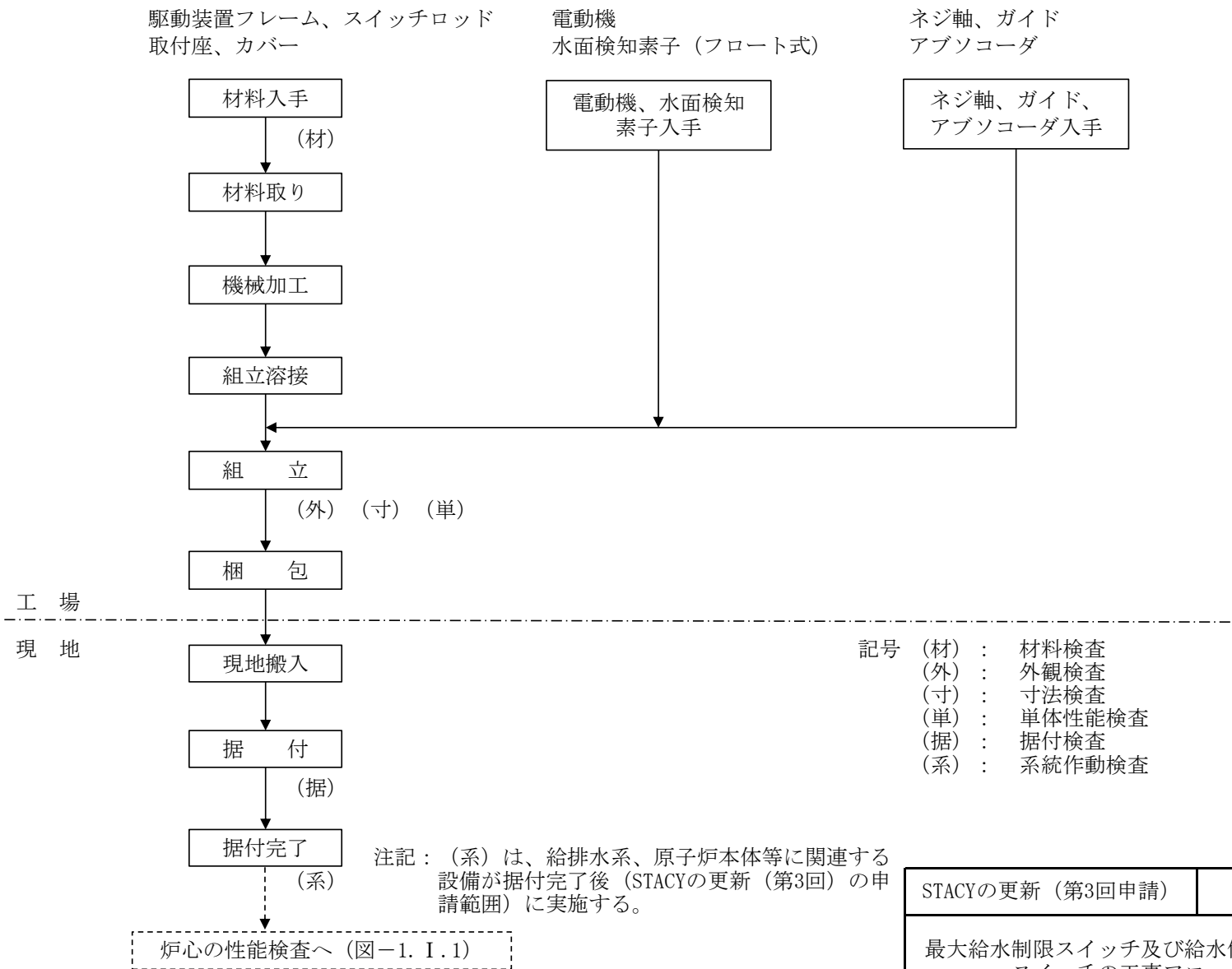


番号	品名	個数	材料	備考
2	スイッチロッド	1	SUS304TP	JIS G3459 50A Sch20S
1	駆動装置フレーム	1式	SUS304	JIS G4317 L50×50×5
部品表				

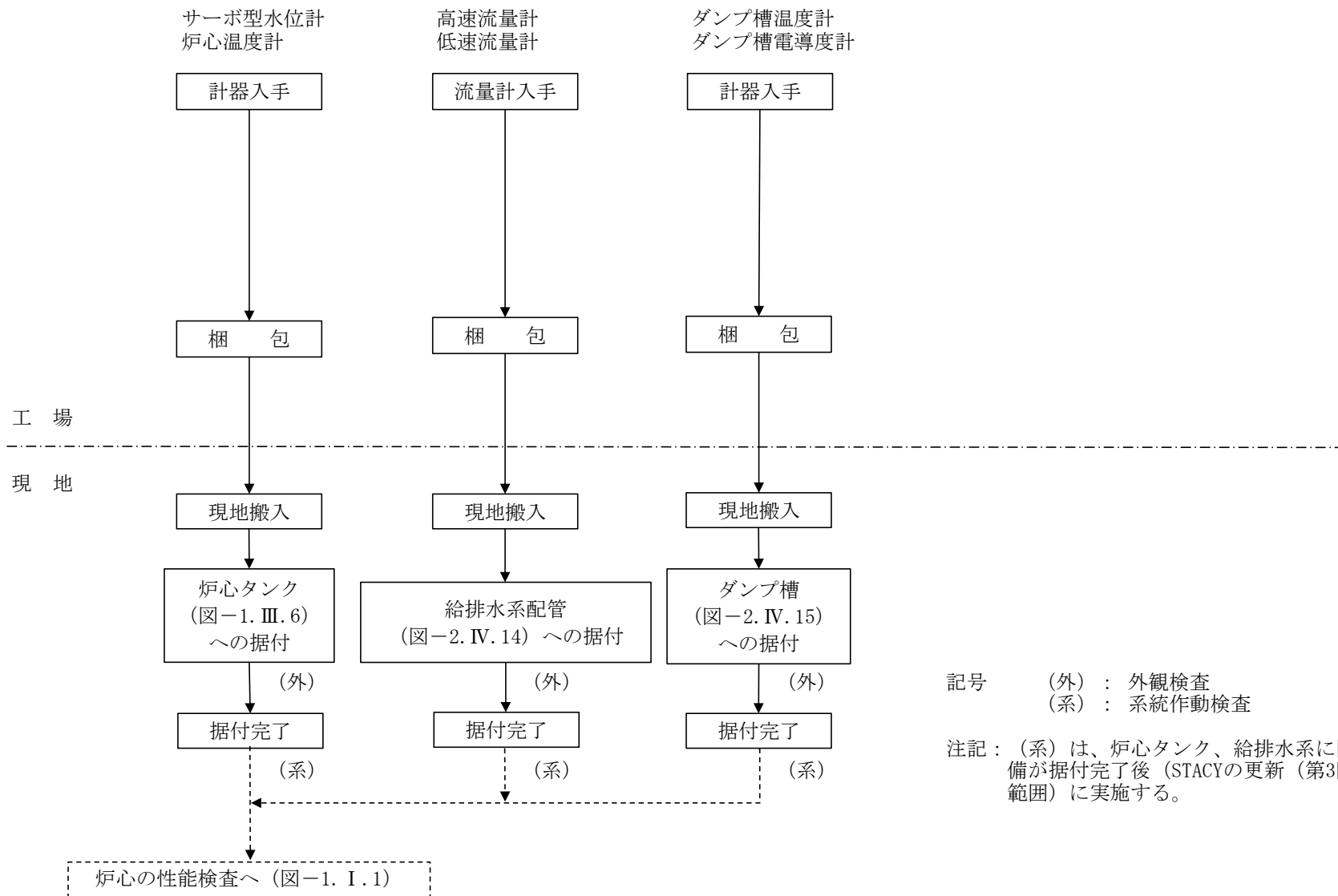
STACYの更新 (第3回申請) 図-2. II. 3  
給水停止・排水開始スイッチ  
構造図

空白頁





STACYの更新（第3回申請）	図-2. II. 4
最大給水制限スイッチ及び給水停止・排水開始スイッチの工事フローシート	

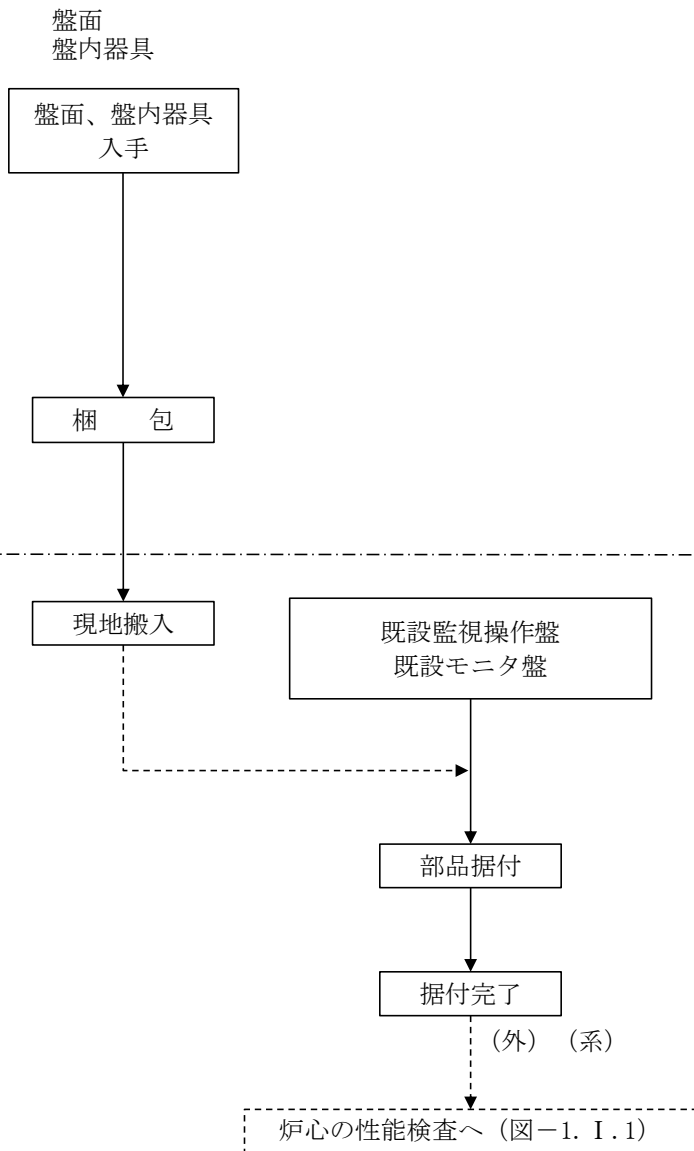


記号 (外) : 外観検査  
(系) : 系統作動検査

注記: (系)は、炉心タンク、給排水系に関連する設備が据付完了後 (STACYの更新 (第3回)の申請範囲) に実施する。

STACYの更新 (第3回申請)	図-2. II. 5
その他主要な計装の工事フローシート	

工場  
-----  
現地



記号 (外) : 外観検査  
(系) : 系統作動検査

注記 : (系) は、給排水系、原子炉本体等に関連する設備が据付完了後 (STACYの更新 (第3回) の申請範囲) に実施する。

STACYの更新 (第3回申請)	図-2. II. 6
監視操作盤及びモニタ盤の工事フローシート	

## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書
- Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針
  - Ⅲ－１－３－(1) 原子炉本体等の応力解析
  - Ⅲ－１－３－(4) その他の主要な計装の耐震強度計算書
- Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書
- Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書
  - Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書
  - Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書
- Ⅲ－３－１ 人の不法な侵入等の防止についての説明書
- Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書
- Ⅲ－７－１ 溢水防護についての説明書
- Ⅲ－１１－１ 計装設備、警報装置についての説明書
- Ⅲ－１１－２ 安全保護回路についての説明書
- Ⅲ－１２－１ 通信連絡設備、制御室についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１８ 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

### Ⅲ. 安全保護回路

## 目 次

1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲	本-2-Ⅲ-1
2. 準拠した基準及び規格	本-2-Ⅲ-2
3. 設 計	本-2-Ⅲ-3
3.1 設計条件	本-2-Ⅲ-3
3.2 設計仕様	本-2-Ⅲ-4
4. 工事の方法	本-2-Ⅲ-6
4.1 工事の方法及び手順	本-2-Ⅲ-6
4.2 試験・検査項目及び方法	本-2-Ⅲ-6
添付書類	本-2-Ⅲ-9

## 1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲

計測制御系統施設は、次の施設から構成される。

- (1) 計装
- (2) 安全保護回路
- (3) 制御設備
- (4) その他の主要な事項

上記の(2)安全保護回路は、次の設備から構成される。

- イ. 原子炉停止回路
  - a. 原子炉停止回路
  - b. 安全保護系盤
  - c. スクラム遮断器盤
- ロ. その他の主要な安全保護回路
  - a. 主電源盤 (TRACYの廃止措置移行に伴い名称を変更)

本編での申請範囲は、上記(2)安全保護回路の設計変更及び改造に関するものである。

設計変更内容は、耐震重要度分類を、設置(変更)許可を受けたクラスに変更するものである。

改造内容は、以下のとおりである。

安全保護系盤内の原子炉停止回路への入力信号を、既設の「触針式液位計の作動信号」から、新設する「最大給水制限スイッチの作動信号」に変更する。

スクラム遮断器盤の遮断器への接続機器を、既設の「安全棒の電磁石」、「急速排液弁の電磁弁」及び「安全板の電磁石」から、新設する「安全板駆動装置の電磁石」及び「急速排水弁の電磁弁」に変更する。

安全保護回路の系統及び申請する改造範囲を図-2. III. 1に示す。安全保護回路の配置(盤配置)は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。なお、安全保護回路の盤の配置は、第2編 V. その他の主要な事項に記載している。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格 (JIS)
- (2) 日本電機工業会規格 (JEM)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG-4601・補-1984)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1987)
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1991 追補版)
- (6) 鋼構造設計規準 (日本建築学会)

ただし、JEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」  
(昭和55年通商産業省告示第501号)とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012)
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)



### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

##### (1) 原子炉停止回路

原子炉停止回路の耐震重要度分類の変更内容は、以下のとおりである。

名 称	耐震クラス	
	変更前	変更後
原子炉停止回路	A	B
安全保護系盤	A	B
スクラム遮断器盤	A	B

##### (2) その他の主要な安全保護回路

その他の主要な安全保護回路の耐震重要度分類の変更内容は、以下のとおりである。

なお、TRACYの廃止措置移行に伴い同時運転禁止回路の記載を削除する。

名 称	耐震クラス	
	変更前	変更後
主電源盤 <sup>※1</sup>	A	B

※1：TRACYの廃止措置移行に伴い名称を「STACY/TRACY切換器盤」から変更する。

### 3.2 設計仕様

#### (1) 原子炉停止回路

##### a) 原子炉停止回路

改造は、図-2. III. 1に示すとおり既設の安全保護系盤内に設けられた回路をそのまま使用し、入力信号のうち既設の触針式液位計からの「炉心タンク液位高」を、新設する最大給水制限スイッチからの「炉心タンク水位高」に変更するものである。改造後の原子炉停止回路の設計仕様を以下に示す。(太枠部が変更箇所)

最大給水制限スイッチ（水面検知素子2系統）からの信号ケーブルは、分離独立して制御室の各安全保護系盤に導く。なお、検出器から炉室(S)内の各中継箱までのケーブルは新設し、以降の安全保護系盤までのケーブルは既設をそのまま使用する。

項目	作動ロジック	検知器	設定点
起動系炉周期短	1/2	起動系中性子検出器	5 s
運転系対数出力系炉周期短	1/2	運転系対数出力系中性子検出器	5 s
安全出力系出力高	1/2	安全出力系中性子検出器	200Wの110%
積分出力高	1/2	安全出力系積分回路	0.1 kW・h
炉心タンク水位高	1/2	最大給水制限スイッチ水面検知素子	0~1450mm (運転条件に従って設定)
地震加速度 (水平) 大	1/2	水平垂直地震感知器	25 m/s <sup>2</sup>
地震加速度 (垂直) 大	1/2		25 m/s <sup>2</sup>
電源電圧低	1/2	非常用電源系低電圧継電器	90V
高圧電源電圧低	1/2	上記中性子検出器の高圧電源監視回路	-10%
手動スクラム	1/2	手動スイッチ	手動 (1動作で2回路連動)
安全スイッチ	1/2	安全スイッチ	手動 (1動作で2回路連動)
炉室(S)遮蔽扉開	1/2	遮蔽扉位置検出器	閉でない
炉下室(S)遮蔽扉開	1/2	遮蔽扉位置検出器	閉でない

b) 安全保護系盤

既設の安全保護系盤をそのまま使用するため、設計仕様及び外形は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。

なお、設計条件の変更は耐震重要度分類の上位クラスから下位クラスへの変更であるため、耐震強度計算を改めて実施する必要はない。

c) スクラム遮断器盤

改造は、図-2. III. 1に示すとおり既設のスクラム遮断器盤をそのまま使用し、接続機器を既設の「安全棒の電磁石」、「急速排液弁の電磁弁」及び「安全板の電磁石」から、新設する「安全板駆動装置の電磁石」及び「急速排水弁の電磁弁」に変更するものである。そのため、スクラム遮断器盤の設計仕様及び外形は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。

なお、設計条件の変更は耐震重要度分類の上位クラスから下位クラスへの変更であるため、耐震強度計算を改めて実施する必要はない。

(2) その他の主要な安全保護回路

a) 主電源盤 (TRACYの廃止措置移行に伴い名称を変更)

設計条件が変更となる主電源盤については、既設をそのまま使用するので、設計仕様及び外形は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。

なお、設計条件の変更は耐震重要度分類の上位クラスから下位クラスへの変更であるため、耐震強度計算を改めて実施する必要はない。

#### 4. 工事の方法

##### 4.1 工事の方法及び手順

安全保護回路の工事の方法及び手順を図-2.Ⅲ.2に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

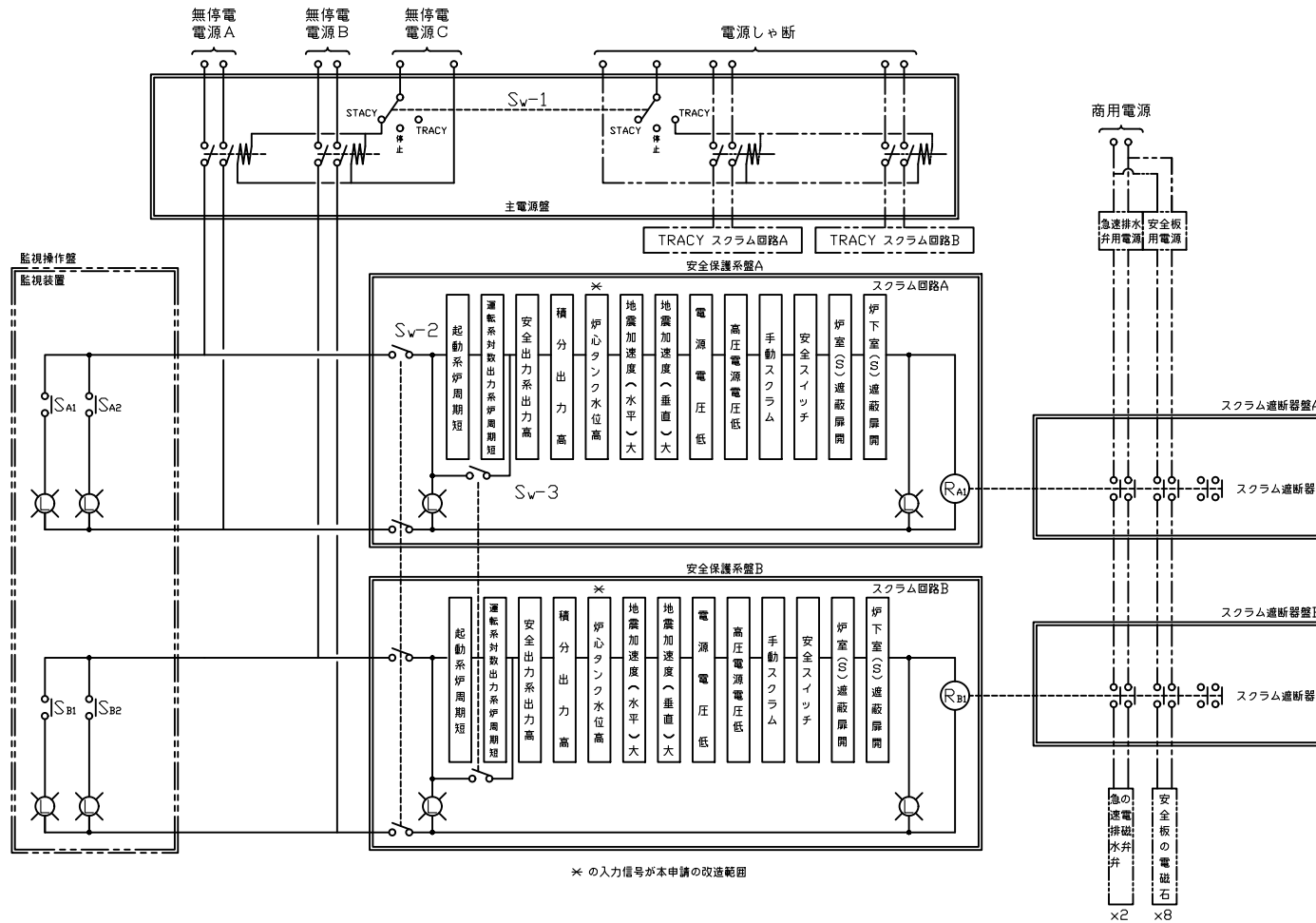
現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

##### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-2.Ⅲ.2に示すとおり実施する。

###### (1) 系統作動検査

安全保護回路について、模擬信号等を入力し、所定の機能を有することを確認する。

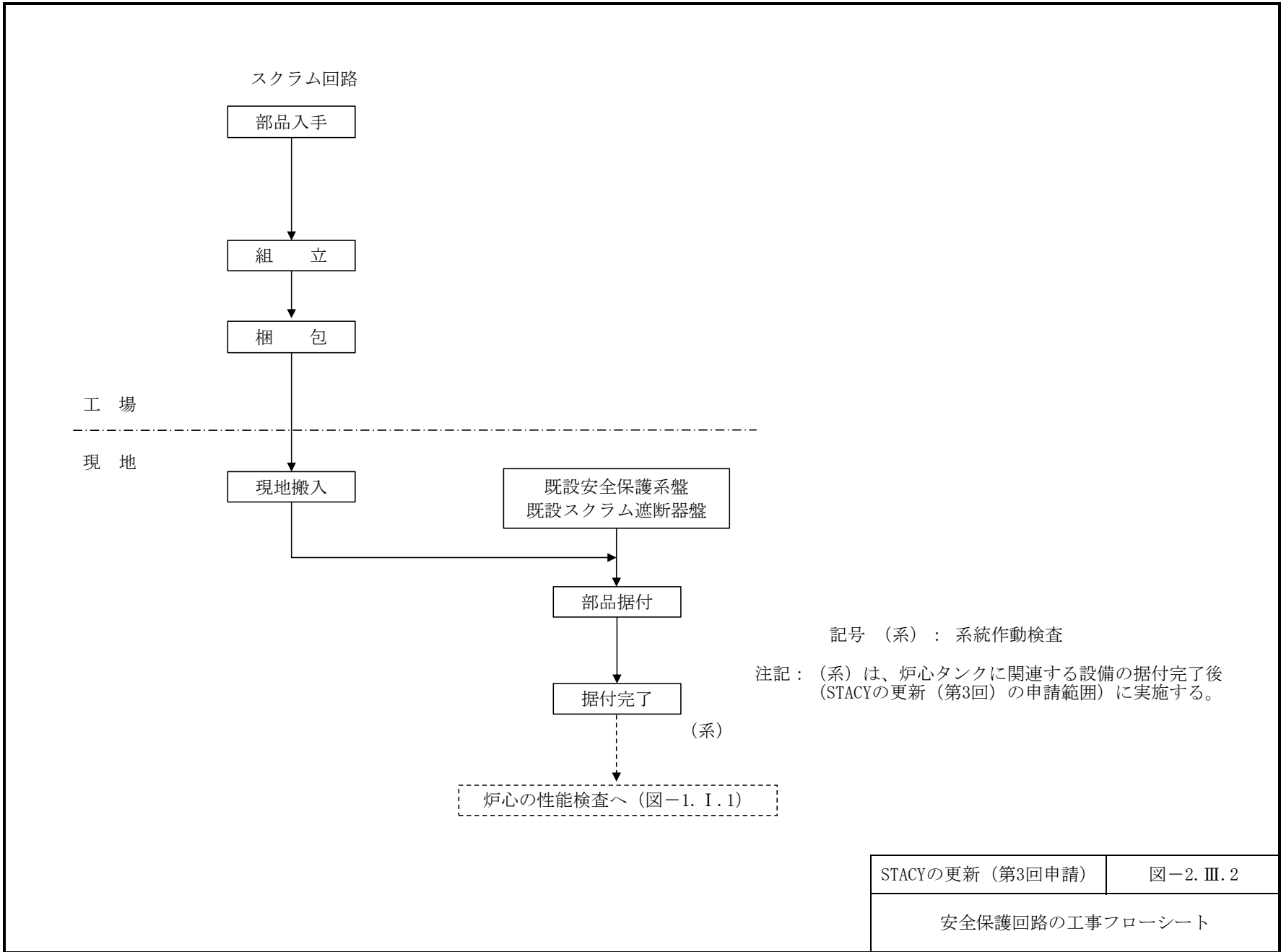


※ の入力信号が本申請の改造範囲

記号

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>1. Sw-1: 主電源投入スイッチ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・TRACYと共通のキーロックスイッチ</li> <li>・3位置スイッチでSTACY又はTRACYの何れか一方のみ電源投入可能である。</li> </ul> <p>2. Sw-2: 回路電源投入スイッチ</p> <p>3. Sw-3: バイパススイッチ(中性子発生装置運転時にバイパスする。)</p> <p>4. SA1: 安全板上限で接点を閉じる。(8回路)</p> <p>5. SB1: 安全板下限で接点を閉じる。(8回路)</p> <p>6. SA2: 急速排水弁開で接点を閉じる。(2回路)</p> | <p>7. SB2: 急速排水弁閉で接点を閉じる。(2回路)</p> <p>8. RA1, RB1: スクラム回路出力リレー</p> <p>9. -----: スイッチの連動を示す。</p> <p>10. : 各種の表示ランプ</p> <p>11. スクラム遮断器は、スクラム遮断器盤A及びスクラム遮断器盤Bにそれぞれ12個あり、そのうちそれぞれ2個は予備である。</p> <p>12. 安全スイッチは炉室(S)、炉下室(S)及び管理棟の3ヶ所に設置する。</p> | <p>13. 高圧電源電圧低は、それぞれ3系統のトリップ回路で構成される。</p> <p>14. —————: 安全保護回路を示す。</p> <p>15. - - - - -: その他設備を示す。</p> |
|---|--|--|

STACYの更新(第3回申請)	図-2.Ⅲ.1
安全保護回路 系統図	



記号 (系) : 系統作動検査

注記: (系) は、炉心タンクに関連する設備の据付完了後 (STACYの更新 (第3回) の申請範囲) に実施する。

STACYの更新 (第3回申請)	図-2. III. 2
安全保護回路の工事フローシート	

## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－３－１ 人の不法な侵入等の防止についての説明書

Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書

Ⅲ－７－１ 溢水防護についての説明書

Ⅲ－１１－２ 安全保護回路についての説明書

Ⅲ－１２－１ 通信連絡設備、制御室についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－１８ 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

空白頁



## IV. 制御設備

## 目 次

1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲	本-2-IV-1
2. 準拠した基準及び規格	本-2-IV-2
3. 設 計	本-2-IV-3
3.1 設計条件	本-2-IV-3
3.2 設計仕様	本-2-IV-9
4. 工事の方法	本-2-IV-19
4.1 工事の方法及び手順	本-2-IV-19
4.2 試験・検査項目及び方法	本-2-IV-19
添付書類	本-2-IV-85

## 1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲

計測制御系統施設は、次の施設から構成される。

- (1) 計装
- (2) 安全保護回路
- (3) 制御設備
- (4) その他の主要な事項

上記のうち、(3)制御設備は、次の設備から構成される。

### イ. 制御材

#### a. 安全板

### ロ. 制御材駆動設備

#### a. 給排水系

- (a) 高速給水ポンプ
- (b) 高速給水吐出弁
- (c) 高速流量調整弁
- (d) 高速給水バイパス弁
- (e) 低速給水ポンプ
- (f) 低速給水吐出弁
- (g) 低速流量調整弁
- (h) 低速給水バイパス弁
- (i) 急速排水弁
- (j) 通常排水弁
- (k) 配管、弁
- (l) ダンプ槽

#### b. 安全板駆動装置

#### c. ガイドピン

本編での申請範囲は、上記(3)制御設備、イ. 制御材の a. 安全板、並びに、ロ. 制御材駆動設備の a. 給排水系の (a) 高速給水ポンプ、(b) 高速給水吐出弁、(c) 高速流量調整弁、(d) 高速給水バイパス弁、(e) 低速給水ポンプ、(f) 低速給水吐出弁、(g) 低速流量調整弁、(h) 低速給水バイパス弁、(i) 急速排水弁、(j) 通常排水弁、(k) 配管、弁、(l) ダンプ槽、b. 安全板駆動装置及び c. ガイドピンの新設に関するものである。

また、未臨界板の新設に関するものである。なお、未臨界板は、想定を超えた津波による浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、炉心構成作業時にのみ用いる設備であり、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時にその機能を期待するものではない。

安全板及び安全板駆動装置は、炉心構成（格子板、棒状燃料配列等）に応じて、2基以上8基以下の構成で移動支持架台（第1編 IIIの図-1. III. 5(6)～(7)に構造を示す。）に取付け、炉心タンク上部に設置して使用する。

制御設備の系統及び申請する新設範囲を図-2. IV. 1に、高速給水ポンプ、低速給水ポンプ及びダンプ槽の配置を図-2. IV. 2に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格（JIS）
- (2) 日本電機工業会規格（JEM）
- (3) 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15科原安第13号）
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（JEAG-4601・補-1984）
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601 1987）
- (6) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601 1991 追補版）
- (7) 鋼構造設計規準（日本建築学会）
- (8) ASTM-B351/B351M

ただし、15科原安第13号及びJEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通商産業省告示第501号）とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格（JSME S NJ1-2012）

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

##### (1) 制御材

名 称	安全板
機 器 種 別	—
耐震クラス	B※ <sup>1</sup>
吸 収 材	カドミウム
吸収材厚さ	0.3 mm以上
吸収材有効幅	200 mm以上
吸収材有効長	約1500 mm
安 全 板 幅	約250 mm
安全板厚さ	約2 mm
最高使用温度	80 ℃

※1：安全板は、支持構造物に固定されていないため、共振するおそれはない。

また、安全板の挿入性及び挿入後の未臨界維持機能は、加振試験により確認する。

(2) 給排水系（高速給水系ポンプ、主要弁）

名 称	高速給水ポンプ
機器種別	—
耐震クラス	C
流体の種類	軽水

名 称	高速給水吐出弁(D-VP-51104)
機器種別	—
耐震クラス	C
流体の種類	軽水
全閉時間	スクラム信号発生後1 s以内
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

名 称	高速流量調整弁(D-VP-51106)
機器種別	—
耐震クラス	C
流体の種類	軽水
全閉時間	スクラム信号発生後1 s以内
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

名 称	高速給水バイパス弁(D-VP-51108)
機器種別	—
耐震クラス	C
流体の種類	軽水
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

(3) 給排水系（低速給水系ポンプ、主要弁）

名 称	低速給水ポンプ
機器種別	—
耐震クラス	C
流体の種類	軽水

名 称	低速給水吐出弁(D-VP-51105)
機器種別	—
耐震クラス	B
流体の種類	軽水
全閉時間	スクラム信号発生後1 s以内
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

名 称	低速流量調整弁(D-VP-51107)
機器種別	—
耐震クラス	B
流体の種類	軽水
全閉時間	スクラム信号発生後1 s以内
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

名 称	低速給水バイパス弁(D-VP-51109)
機器種別	—
耐震クラス	B
流体の種類	軽水
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

## (4) 給排水系（排水系主要弁）

名 称	急速排水弁 (D-VP-51101A、B)
機 器 種 別	—
耐震クラス	B
流体の種類	軽水
全開時間	スクラム信号発生後 1 s 以内
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

名 称	通常排水弁 (D-VP-51102)
機 器 種 別	—
耐震クラス	C
流体の種類	軽水
最高使用圧力	0.68 MPa
最高使用温度	80 °C

## (5) 給排水系（主配管）

	名 称	機器種別	耐震クラス	流体の種類	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
主配管	ダンプ槽から高速給水ポンプ及び低速給水ポンプまで※ <sup>1</sup>	—	C	軽水	0.0 (静水頭)	80
	高速給水ポンプから弁D-VP-51104及びD-VP-51108まで	第4種管	C	軽水	0.68	80
	低速給水ポンプから弁D-VP-51105及びD-VP-51109まで	第4種管	C	軽水	0.68	80
	弁D-VP-51104及びD-VP-51105から炉心タンク並びに弁D-VP51101A、D-VP51101B及びD-VP-51102まで	第4種管	C	軽水	0.68	80
	弁D-VP-51108及びD-VP-51109からダンプ槽まで	第4種管	C	軽水	0.68	80
	弁D-VP51101A、D-VP51101B及びD-VP-51102からダンプ槽まで※ <sup>1</sup>	—	C	軽水	0.0 (静水頭)	80

※<sup>1</sup>：耐圧・漏えい検査対象外



(6) 給排水系 (ダンプ槽)

名 称	ダンプ槽
機器種別	第4種容器
耐震クラス	C
流体の種類	軽水
最高使用圧力	静水頭 (2.5 m)
最高使用温度	80 °C

(7) 安全板駆動装置

名 称	安全板駆動装置
機器種別	—
耐震クラス	B
駆動方式	重力による自然落下 (スクラム時)
挿入時間	1.5秒以内 (スクラム時)
最高使用温度	80 °C

(8) ガイドピン

名 称	ガイドピン
機器種別	—
耐震クラス	B※ <sup>1</sup>
最高使用温度	80 °C

※1 : ガイドピンは、支持構造物に固定されていないため、共振するおそれはない。

(9) 未臨界板

名 称	未臨界板
機 器 種 別	—
耐震クラス	C
吸 収 材	カドミウム
吸収材厚さ	0.3 mm以上
吸収材有効幅	170 mm以上
吸収材有効長	約1500 mm
未臨界板幅	約230 mm
未臨界板厚さ	約2 mm
最高使用温度	常温
機 能	津波による浸水に対し、炉心の未臨界を確保すること。

### 3.2 設計仕様

#### (1) 制御材

本申請で新設する安全板は、図-2. IV. 3に示すとおり、中性子吸収材（カドミウム、4分割）をステンレス鋼板で被覆した設計とする。

安全板の上端には、安全板駆動装置の電磁石に安全板を吸着保持するため磁性材料を使用したアマチュアを取付ける。

なお、安全板は安全板駆動装置のガイドフレーム内に組込まれ、常に一体で取扱われる。

安全板の設計仕様を以下に示す。

名 称		安全板		
型 式		板状形状		
主 要 寸 法	高さ	1730 mm		
	幅	240 mm		
	中性 子吸 収材	幅	220 mm (200 mm以上)	
		厚さ	0.5 mm (0.3 mm以上)	
		有効長	1470 mm (1420 mm以上)	
	被覆材厚さ	0.5 mm		
主 要 材 料	被覆材	SUS304		
	中性子吸収材	カドミウム (JIS H2113相当)		
枚 数		4 枚		

(2) 給排水系（高速給水系ポンプ、主要弁）

高速給水系は、予想臨界水位の3/4（高速給水制限水位）までの給水を行う。ポンプの起動停止及び主要弁の開閉操作は制御室から遠隔で行う設計とする。なお、誤操作を防止するため、起動インターロック及び運転制御用インターロックを設ける。給排水系（高速給水系ポンプ、主要弁）の設計仕様を以下に示す。

名 称	高速給水ポンプ	
型 式	遠心ポンプ型	
定格容量	450 ℓ/min	
定格揚程	50 m	
主要材料	SCS13A	
原 動 機	種 類	誘導電動機
	定格出力	11.0 kw
基 数	1 基	

高速給水ポンプの構造を図-2. IV. 4に示す。

名 称	高速給水吐出弁 (D-VP-51104)	
型 式	ボール弁	
主要寸法（呼び径）	50 A	
主要材料	弁箱	SCS13A
駆動方式	空気圧及びスプリング反力駆動	

高速給水吐出弁の構造を図-2. IV. 6に示す。

名 称	高速流量調整弁 (D-VP-51106)	
型 式	グローブ弁	
主要寸法 (呼び径)	50 A	
主要材料	弁箱	SCS13A
駆動方式	空気圧及びスプリング反力駆動	
流量調整範囲	0～380 ℓ/min以下※ <sup>1</sup>	

※ 1 : 高速給水系の系統流量の調整範囲を示す。

名 称	高速給水バイパス弁 (D-VP-51108)	
型 式	グローブ弁	
主要寸法 (呼び径)	40 A	
主要材料	弁箱	SCS13A
駆動方式	空気圧及びスプリング反力駆動	

高速流量調整弁及び高速給水バイパス弁の構造を図-2. IV. 7に示す。

(3) 給排水系（低速給水系ポンプ、主要弁）

低速給水系は、高速給水制限水位を超える水位への給水を行う。ポンプの起動停止及び主要弁の開閉操作は制御室から遠隔で行う設計とする。なお、誤操作を防止するため、起動インターロック及び運転制御用インターロックを設ける。

給排水系（低速給水系ポンプ、主要弁）の設計仕様を以下に示す。

名 称	低速給水ポンプ	
型 式	遠心ポンプ型	
定格容量	175 ℓ/min	
定格揚程	30 m	
主要材料	SCS13A	
原 動 機	種 類	誘導電動機
	定格出力	3.6 kw
基 数	1 基	

低速給水ポンプの構造を図-2. IV. 5に示す。

名 称	低速給水吐出弁 (D-VP-51105)	
型 式	ボール弁	
主要寸法（呼び径）	40 A	
主要材料	弁箱	SCS13A
駆 動 方 式	空気圧及びスプリング反力駆動	

低速給水吐出弁の構造を図-2. IV. 6に示す。なお、低速給水吐出弁には、発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）に規定するクラス3弁の検査方法に適用される日本電機工業会規格（JEM1423-2017、原子力発電所用バルブの検査）に合格したものを使用する。

名 称	低速流量調整弁 (D-VP-51107)	
型 式	グローブ弁	
主要寸法 (呼び径)	40 A	
主要材料	弁箱	SCS13A
駆 動 方 式	空気圧及びスプリング反力駆動	
流量調整範囲	0～150 ℓ/min以下※ <sup>1</sup>	

※ 1 : 低速給水系の系統流量の調整範囲を示す。

名 称	低速給水バイパス弁 (D-VP-51109)	
型 式	グローブ弁	
主要寸法 (呼び径)	25 A	
主要材料	弁箱	SCS13A
駆 動 方 式	空気圧及びスプリング反力駆動	

低速流量調整弁及び低速給水バイパス弁の構造を図-2. IV. 7に示す。なお、低速流量調整弁及び低速給水バイパス弁には、発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (J SME S NC1-2012) に規定するクラス 3 弁の検査方法に適用される日本電機工業会規格 (JEM1423-2017、原子力発電所用バルブの検査) に合格したものを使用する。

(4) 給排水系（排水系主要弁）

排水系は、炉心タンクからの排水を行う。主要弁の開閉操作は制御室から遠隔で行う設計とする。また、急速排水弁については、スクラム時に安全保護回路からの信号により自動で開動作が行われる。なお、誤操作を防止するため、起動インターロック及び運転制御用インターロックを設ける。

給排水系（排水系主要弁）の設計仕様を以下に示す。

名 称	急速排水弁 (D-VP-51101A、B)	
型 式	ボール弁	
主要寸法（呼び径）	80 A	
主要材料	弁箱	SCS13
駆 動 方 式	空気圧及びスプリング反力駆動	

急速排水弁には、発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）に規定するクラス3弁の検査方法に適用される日本電機工業会規格（JEM1423-2017、原子力発電所用バルブの検査）に合格したものを使用する。

名 称	通常排水弁 (D-VP-51102)	
型 式	ボール弁	
主要寸法（呼び径）	25 A	
主要材料	弁箱	SCS13
駆 動 方 式	空気圧及びスプリング反力駆動	

急速排水弁及び通常排水弁の構造を図-2. IV. 6に示す。



(5) 給排水系主配管

給排水系主配管の設計仕様を以下に示す。

名 称		主 要 寸 法			主要材料
		外 径 (mm)	呼び径 (A)	厚 さ (mm)	
主 配 管	ダンプ槽から 高速給水ポンプ及び低速給 水ポンプまで	76.3	65	3.5	SUS304TP
		60.5	50	3.5	SUS304TP
	高速給水ポンプから 弁D-VP-51104及びD-VP-511 08まで	60.5	50	3.5	SUS304TP
		48.6	40	3.0	SUS304TP
	低速給水ポンプから 弁D-VP-51105及びD-VP-511 09まで	48.6	40	3.0	SUS304TP
		34.0	25	3.0	SUS304TP
	弁D-VP-51104及びD-VP-511 05から 炉心タンク並びに 弁D-VP51101A、D-VP51101B 及びD-VP-51102まで	216.3	200	4.0	SUS304TP
		165.2	150	3.4	SUS304TP
		114.3	100	3.0	SUS304TP
		89.1	80	3.0	SUS304TP
		60.5	50	3.5	SUS304TP
		48.6	40	3.0	SUS304TP
		34.0	25	3.0	SUS304TP
	弁D-VP-51108及びD-VP-511 09から ダンプ槽まで	48.6	40	3.0	SUS304TP
		34.0	25	3.0	SUS304TP
	弁D-VP51101A、D-VP51101B 及びD-VP-51102から ダンプ槽まで	165.2	150	3.4	SUS304TP
		89.1	80	3.0	SUS304TP
		34.0	25	3.0	SUS304TP

主配管の溶接箇所図を図-2. IV. 8に示す。また、給排水系主配管の鳥瞰図を図-2. IV. 11(1)～(10)、サポート構造図を図-2. IV. 12(1)～(37)に示す。

フランジ継手は、試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 第56条第5項第2号に示される規格に対応する発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC 1-2012) PPD-3414 (1) a. に示される規格 (材料に関する部分を除く。) に適合するものを使用する。

管継手は、試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 第56条第7項第1号に示される規格に対応する発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012)

PPD-3415 (1)に示される規格 (形状及び寸法に関する部分に限る。) のいずれかに適合するものを使用する。

(6) 給排水系（ダンプ槽）

ダンプ槽は、図-2. IV. 9に示すとおり、上下のさら形鏡板に円筒胴を接続する設計とする。

ダンプ槽は、4本の支持脚（補強板付きH形鋼）を介して実験棟A建家床に接着系アンカーにて取付けられた架台にボルトにより固定される。

ダンプ槽の設計仕様を以下に示す。

名 称		ダンプ槽
型 式		縦型円筒形（開放タンク）
容 量		6 m <sup>3</sup>
主要寸法	胴 内 径	2000 mm
	胴 厚 さ	8 mm (6.16 mm以上)
	鏡 板 厚 さ	8 mm (5.60 mm以上)
	高 さ	2516 mm
主要材料	胴 板	SUS304
	鏡 板	SUS304
数 量		1 基

(7) 安全板駆動装置

本申請で新設する安全板駆動装置は、図-2. IV. 10(1)～(2)に示すとおり、安全板の重力落下をガイドするガイドレールをアングル材で補強した構造（以下「ガイドフレーム」という。）とする。

ガイドフレームは、上端の吊フレームを移動支持架台（第1編 IIIの図-1. III. 5(6)～(7)に構造を示す。）に吊り下げ固定し、下端を格子板に取付けた振れ止め金具で下部ベースプレートを水平支持されるように設置する。

安全板を吸着保持する電磁石を有し、上部からワイヤーを接続してガイドレールに沿って移動可能な構造とする。待機状態では、安全板の先端がガイドピン及び上段格子板スリットに挿入された位置で固定する。安全板の挿入は、安全保護系の計装または手動スクラム操作等の信号を受けて発する安全保護回路のスクラム信号により、スクラム遮断器を開放して電磁石を消磁することで行われる。

安全板駆動装置の設計仕様を以下に示す。

名 称		安全板駆動装置	
型 式		開放型フレーム構造	
駆動長さ		1395 mm	
ガイドフレーム	主要寸法	たて	144 mm
		横	314 mm
		高さ	2100 mm
	主要材料	ガイドレール	SUS304
		補強アングル	A6063S
	数 量		4 基

(8) ガイドピン

ガイドピンは、図-2. IV. 10(1)に示すとおり、棒状形状の設計とする。

ガイドピンは、格子板の安全板挿入スリットの両端に設けるガイドピン孔に挿入して使用する。

ガイドピンの設計仕様を以下に示す。

名 称		ガイドピン
型 式		棒状形状
主要寸法	長 さ	1537 mm (先端キャップ部を除く)
	外 径	10.8 mm
主要材料		ジルカロイ-4 (ASTM R60804)
数 量		16 本

(9) 未臨界板

本申請で新設する未臨界板は、図-2. IV. 16(1)～(2)に示すとおり、中性子吸収材（カドミウム）をステンレス鋼板で被覆した設計とする。炉心構成作業は未臨界板が炉心に挿入されている状態で行うことを保安規定（その下部規定も含む。）に定め、遵守する。

未臨界板の設計仕様を以下に示す。

名 称		未臨界板	
型 式		板状形状	
主要寸法	高 さ	1550 mm	
	幅	220 mm	
	中性子吸収材	幅	180 mm (170 mm以上)
		厚 さ	1.0 mm (0.3 mm以上)
	有効長	1480 mm (1420 mm以上)	
被覆材厚さ		0.5 mm	
主要材料	被覆材	SUS304	
	中性子吸収材	カドミウム (JIS H2113相当)	
枚 数		4 枚	

## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

安全板及び安全板駆動装置の工事の方法及び手順を図-2. IV. 13に、給排水系（ダンプ槽を除く）の工事の方法及び手順を図-2. IV. 14に、ダンプ槽の工事の方法及び手順を図-2. IV. 15に、未臨界板の工事の方法及び手順を図-2. IV. 17に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)及び炉下室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$ Sv/h程度)である。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-2. IV. 13、図-2. IV. 14、図-2. IV. 15、図-2. IV. 17に示すとおり実施する。

#### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

#### (2) 寸法検査

必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

#### (3) 外観検査

目視により外観を確認し、機能上有害な傷、割れ及び変形がないことを確認する。

#### (4) 耐圧・漏えい検査

ダンプ槽について水張り試験を行い、水頭圧に耐え、かつ、著しい漏えいのないことを確認する。

#### (5) 単体性能検査

ポンプの容量、揚程及び吐出弁、調整弁、急速排水弁の閉時間又は開時間を測定し、所定の性能を満足していることを確認する。

安全板駆動装置について落下時間を測定し、所定の性能を満足していることを確

認する。

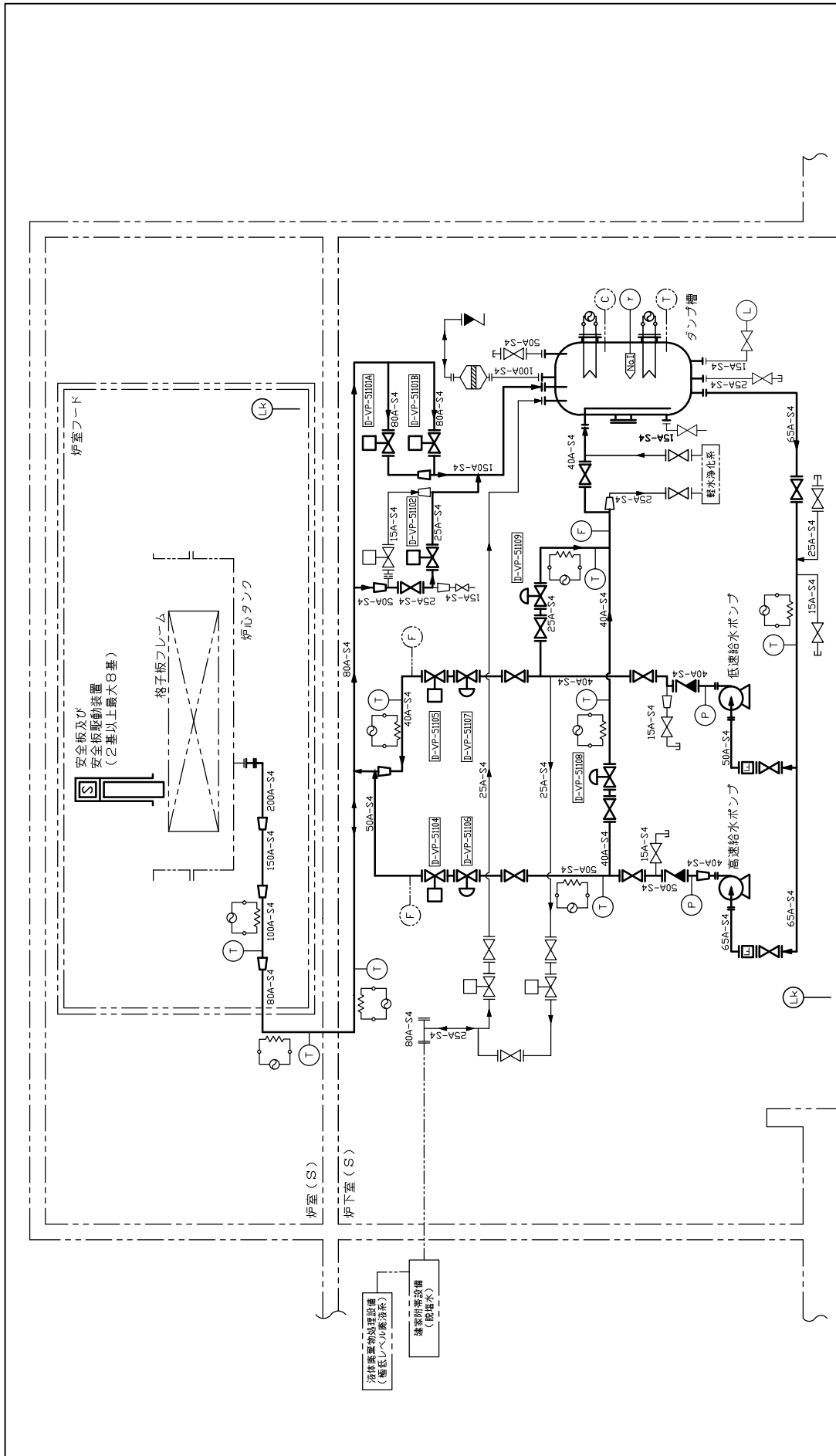
(6) 据付検査

低速給水系の主要弁及び急速排水弁の配置、据付状態が適正であり、他の機器・配管との干渉及び異常な変形等がないことを目視により確認する。

安全板駆動装置及びダンプ槽について据付状態を目視により確認又は必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

(7) 系統作動検査

制御設備に係る設備の据付完了後に系統構成が適正であることを目視により確認する。また、制御設備を運転し正常に作動し、所定の機能を満足することを確認する。



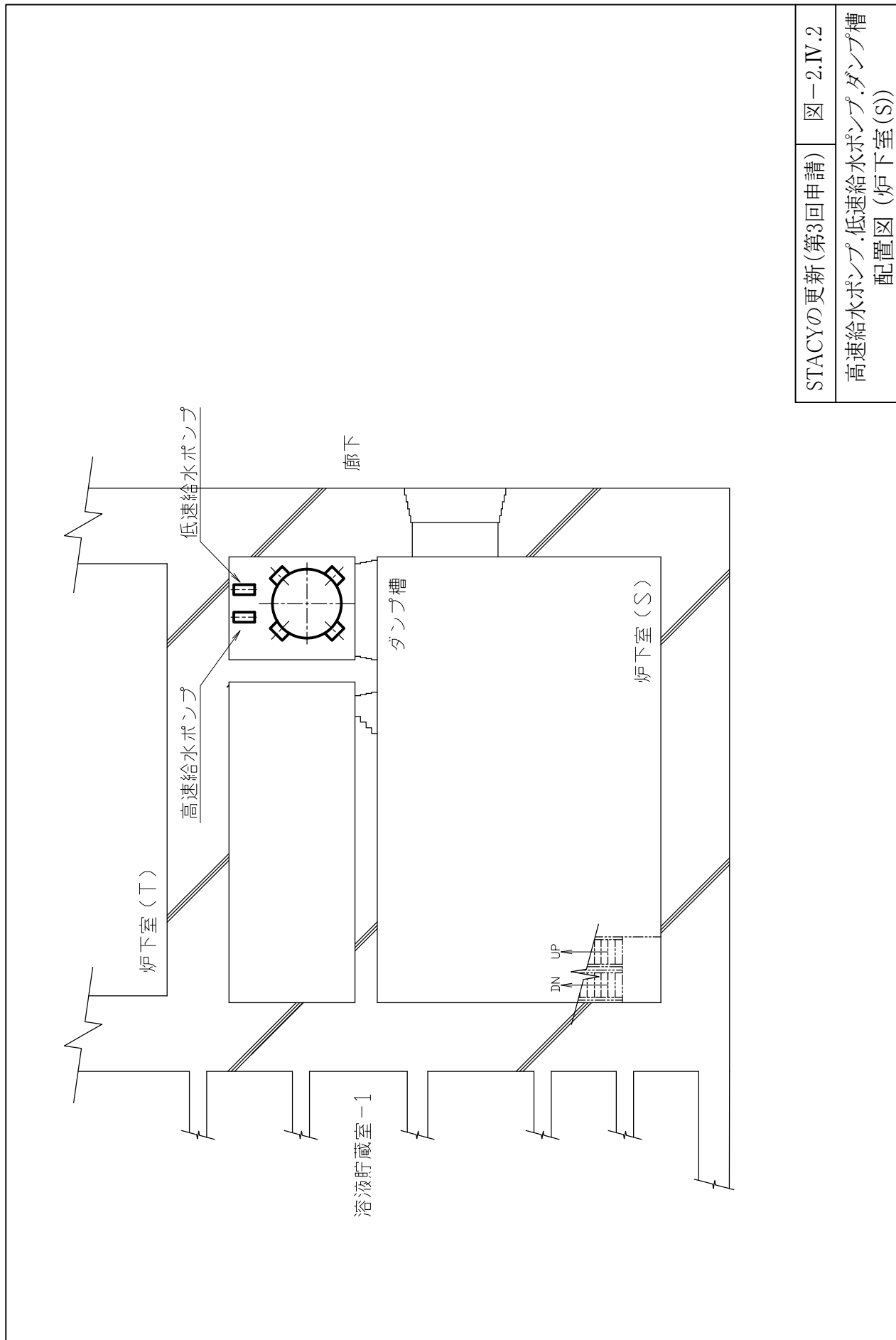
注記

1. : 今回申請する新設範囲の制御設備で主要機器及び主配管を示す。(ID=VP=○○○○○); 主要弁を示す。)
2. : 今回申請する新設範囲の制御設備でその他の機器及びその他の配管を示す。
3. : 制御設備で今回申請範囲外を示す。
4. : その他設備を示す。

STACYの更新(第3回申請)

図-2.IV.1

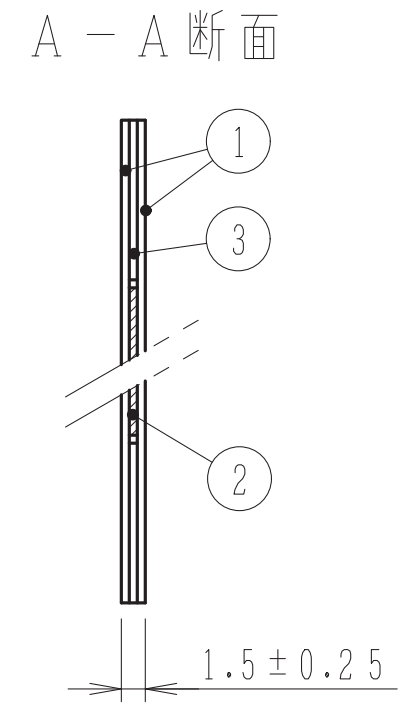
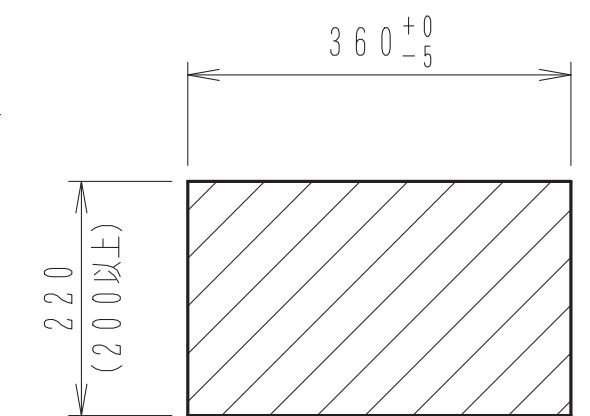
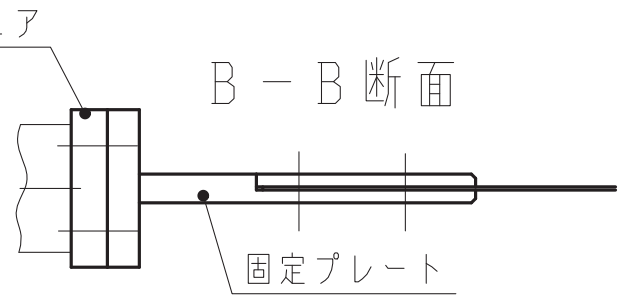
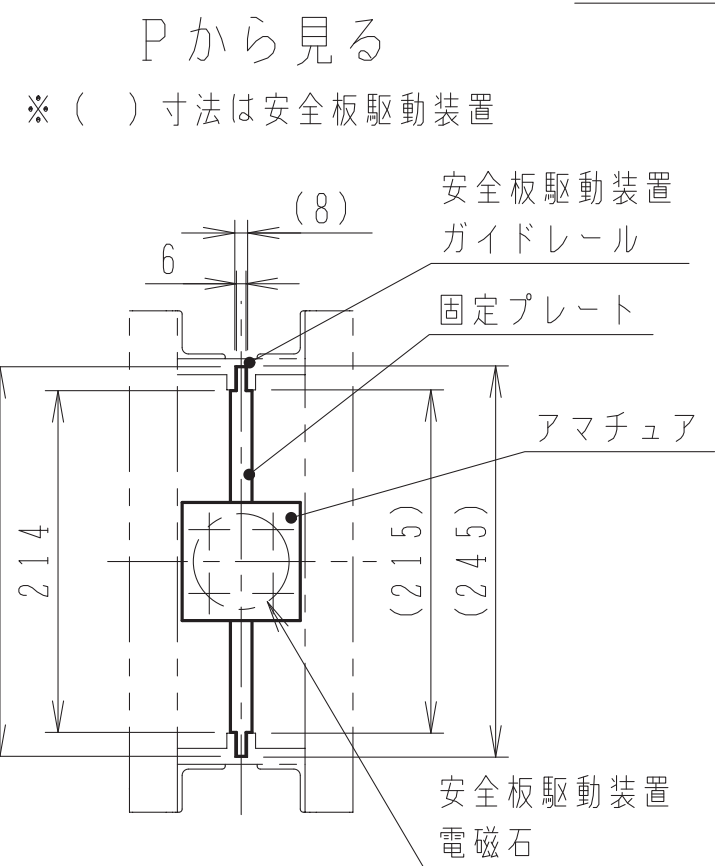
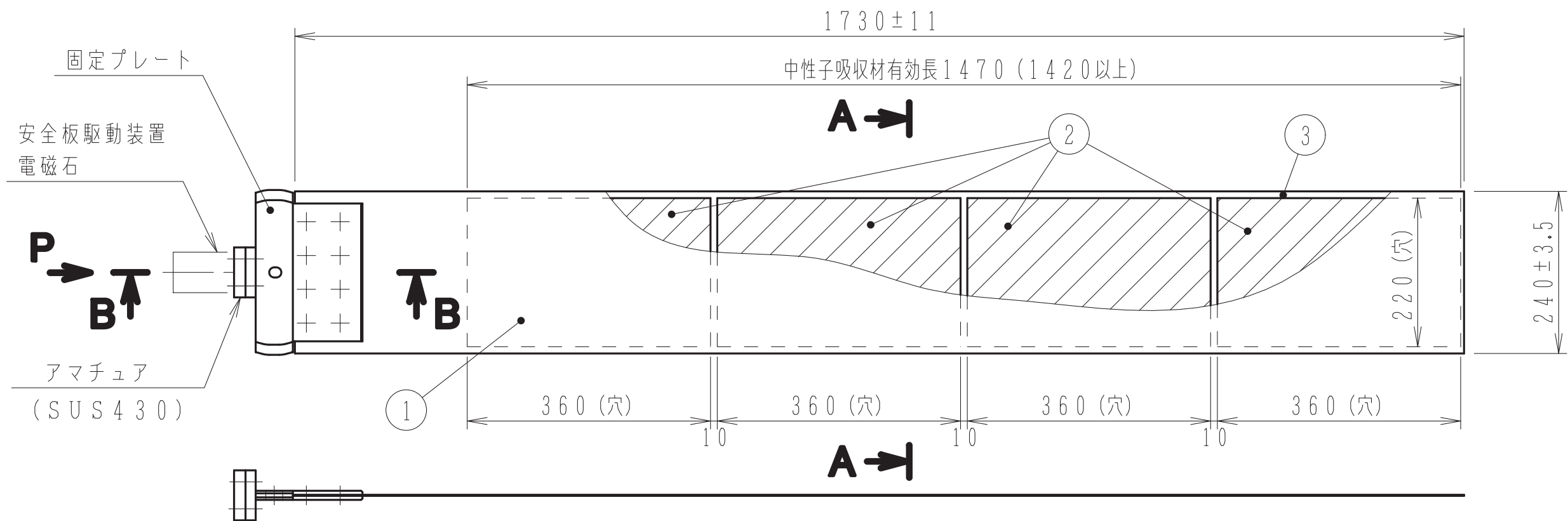
制御設備  
系統図



STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.2

高速給水ポンプ・低速給水ポンプ・ダンブ槽  
配置図(炉下室(S))





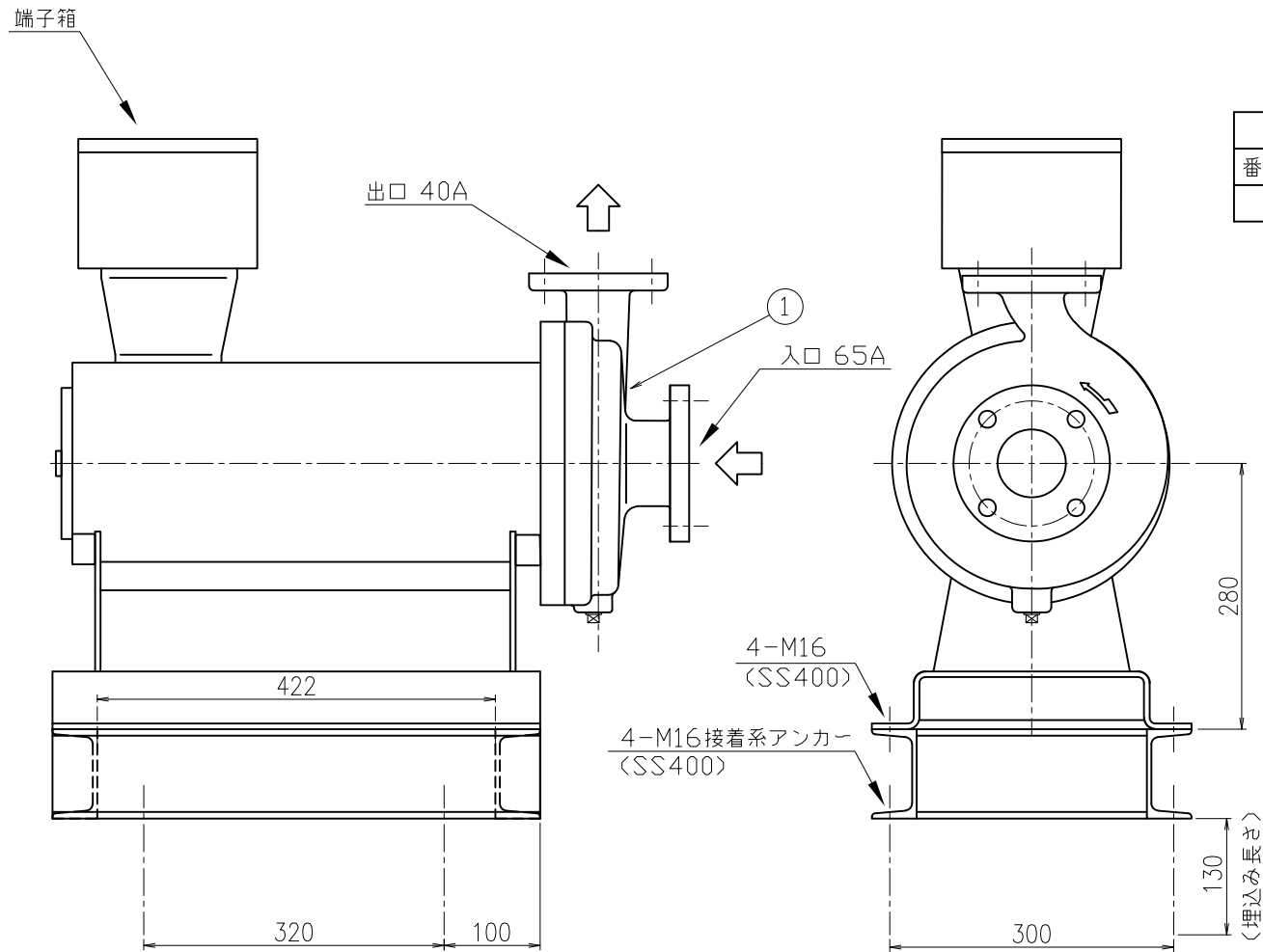
3	枠板	1	SUS304
2	中性子吸収材	4	カドミウム
1	被覆材	2	SUS304
番号	品名	個数	材料
部品表			

部品表の個数は、1基当りの個数を示す。

中性子吸収材の厚さ  
カドミウム：0.5 mm (0.3 mm以上)

STACYの更新 (第3回申請)	図-2.Ⅳ.3
安全板構造図	

空白頁

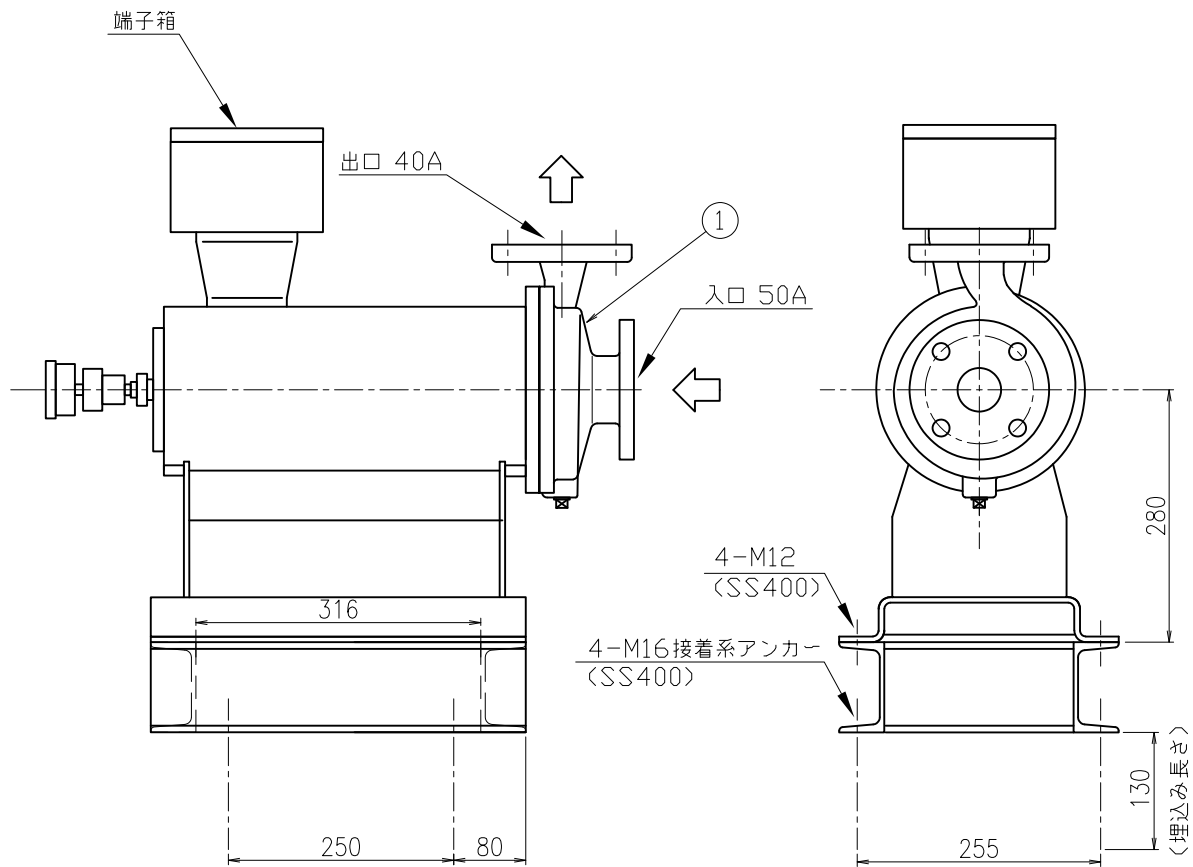


1	ケーシング	1	SCS13A
番号	品名	個数	材質
部品表			

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.4

高速給水ポンプ 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおりには工事ができない場合、据付状態を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

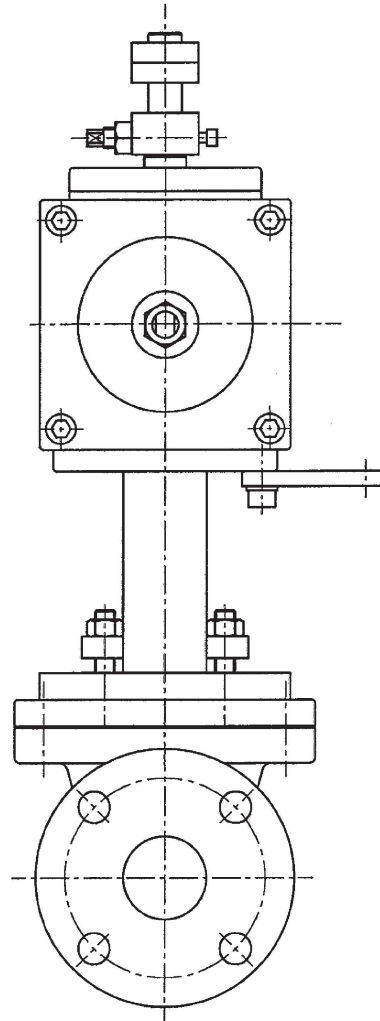
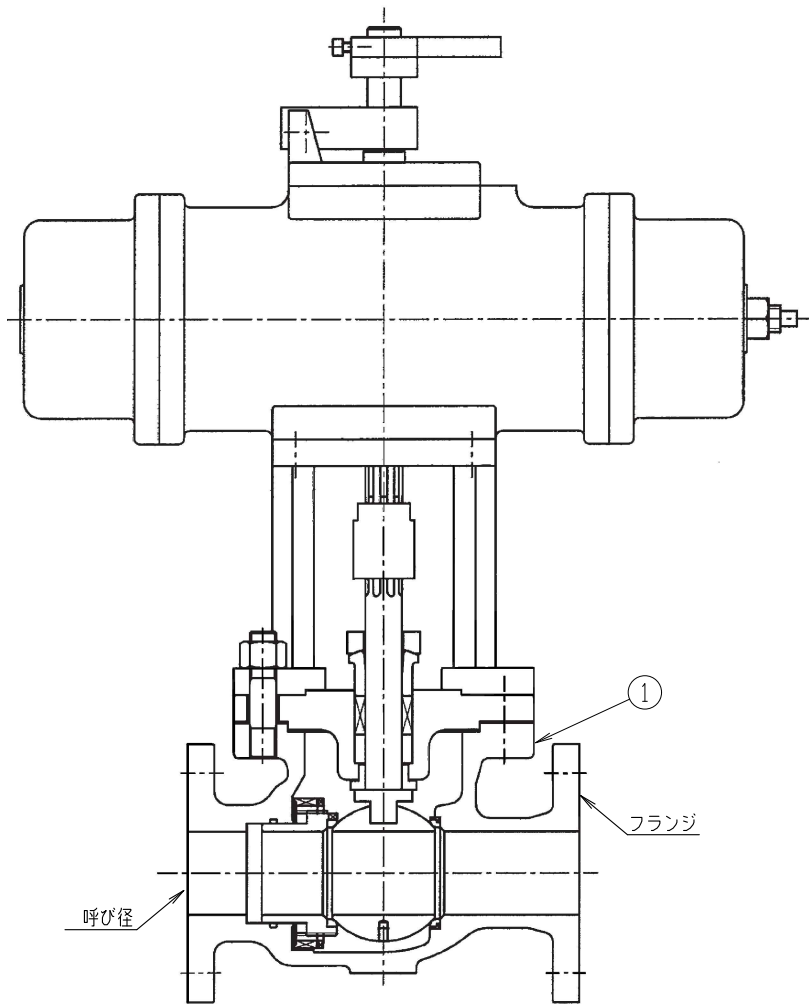


1	ケーシング	1	SCS13A
番号	品名	個数	材質
部品表			

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.5

低速給水ポンプ 構造図

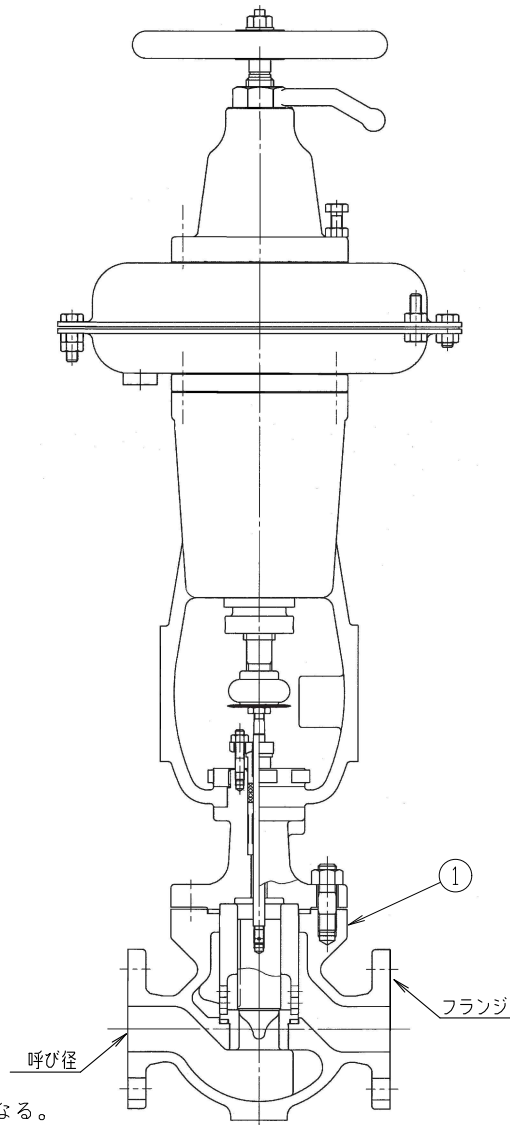
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおりにより工事できない場合、据付状態を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。



1	弁箱	1	SCS13A
番号	品名	個数	材料
部品表			

注記1  
フランジ形状は配管サイズにより異なる。  
注記2  
高速給水吐出弁、低速給水吐出弁、急速排水弁、通常排水弁の構造を示す。

STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.6
主要弁 構造図 (その1)	

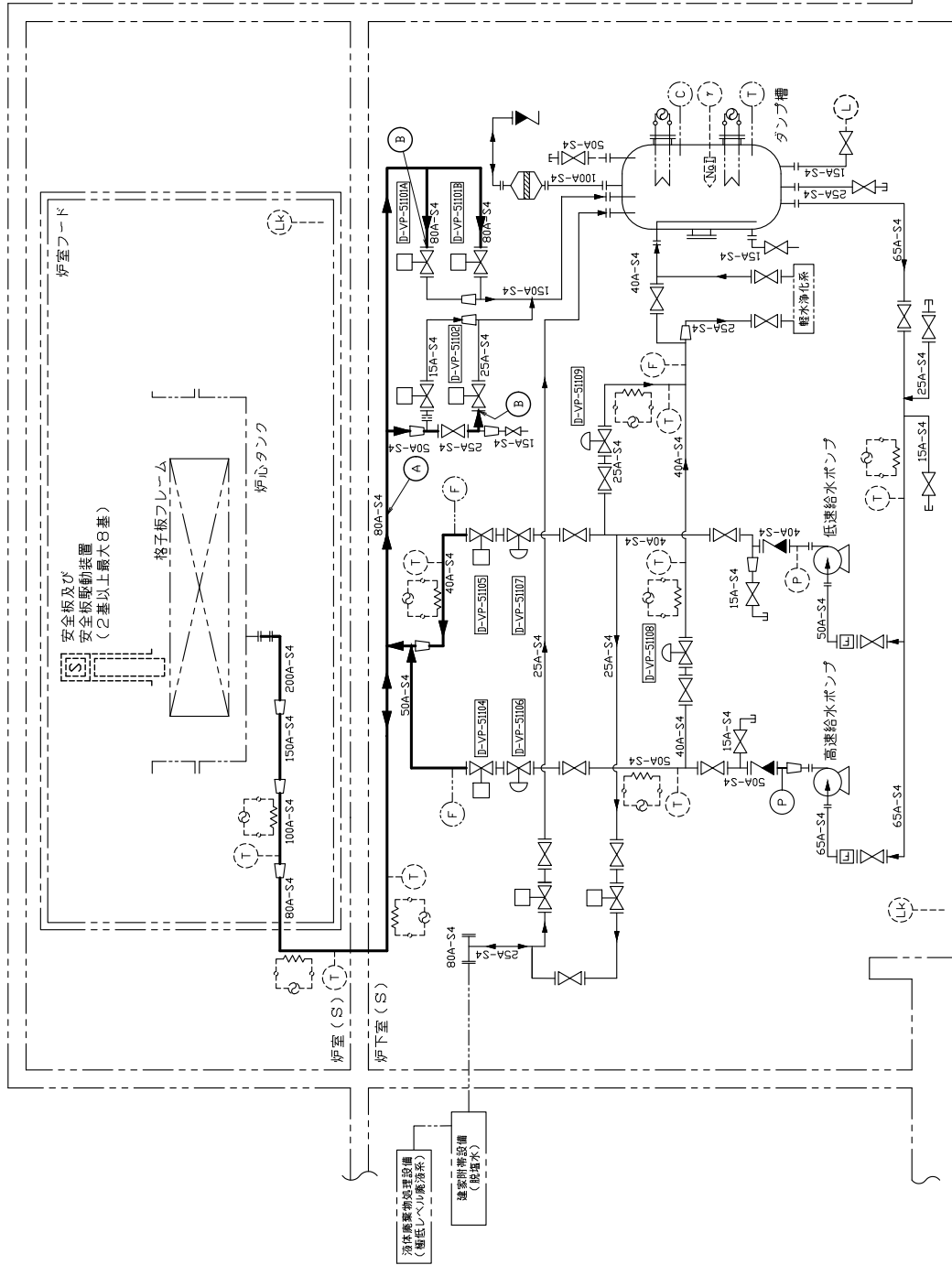


注記1  
フランジ形状は配管サイズにより異なる。  
注記2  
弁内部の構造は参考とする。  
注記3  
高速流量調整弁、低速流量調整弁、高速給水バイパス弁、低速給水バイパス弁の構造を示す。

1	弁箱	1	SCS13A
番号	品名	個数	材料
部 品 表			

STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.7
主要弁 構造図 (その2)	

溶接箇所	(A)	継手の種類	第二種	「試験研究の用に供する原子炉等の溶接の方法の認可について(通達)」当該番号
	(B)		第三種	

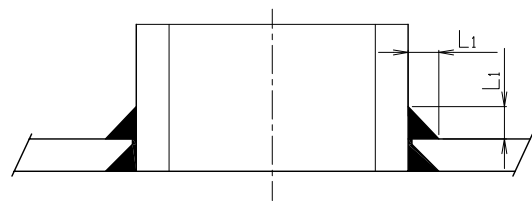


STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.8  
主配管  
主要溶接箇所

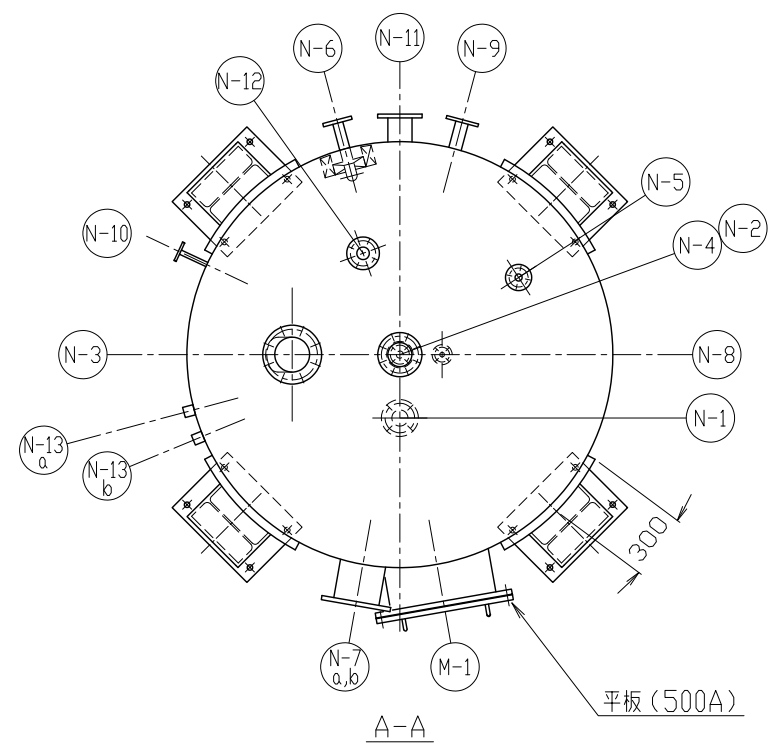
注記  
1. — : 法第28条の2の規定にもとづく溶接の検査対象範囲を示す。

空白頁





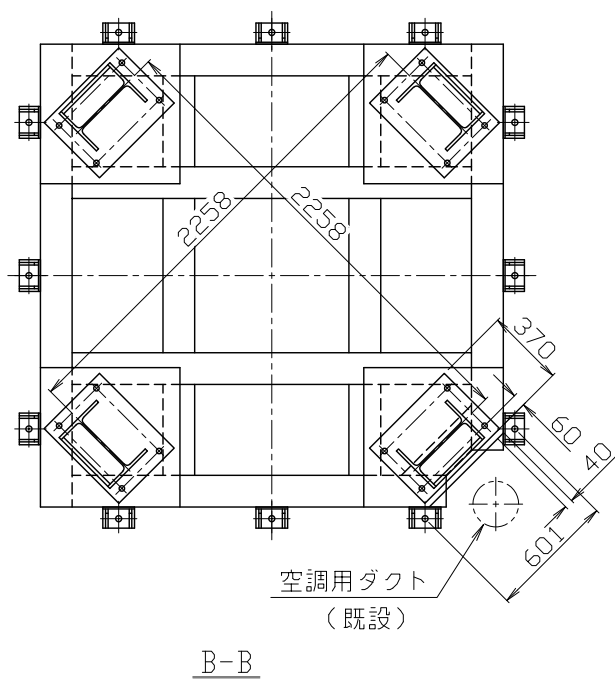
管台取付図



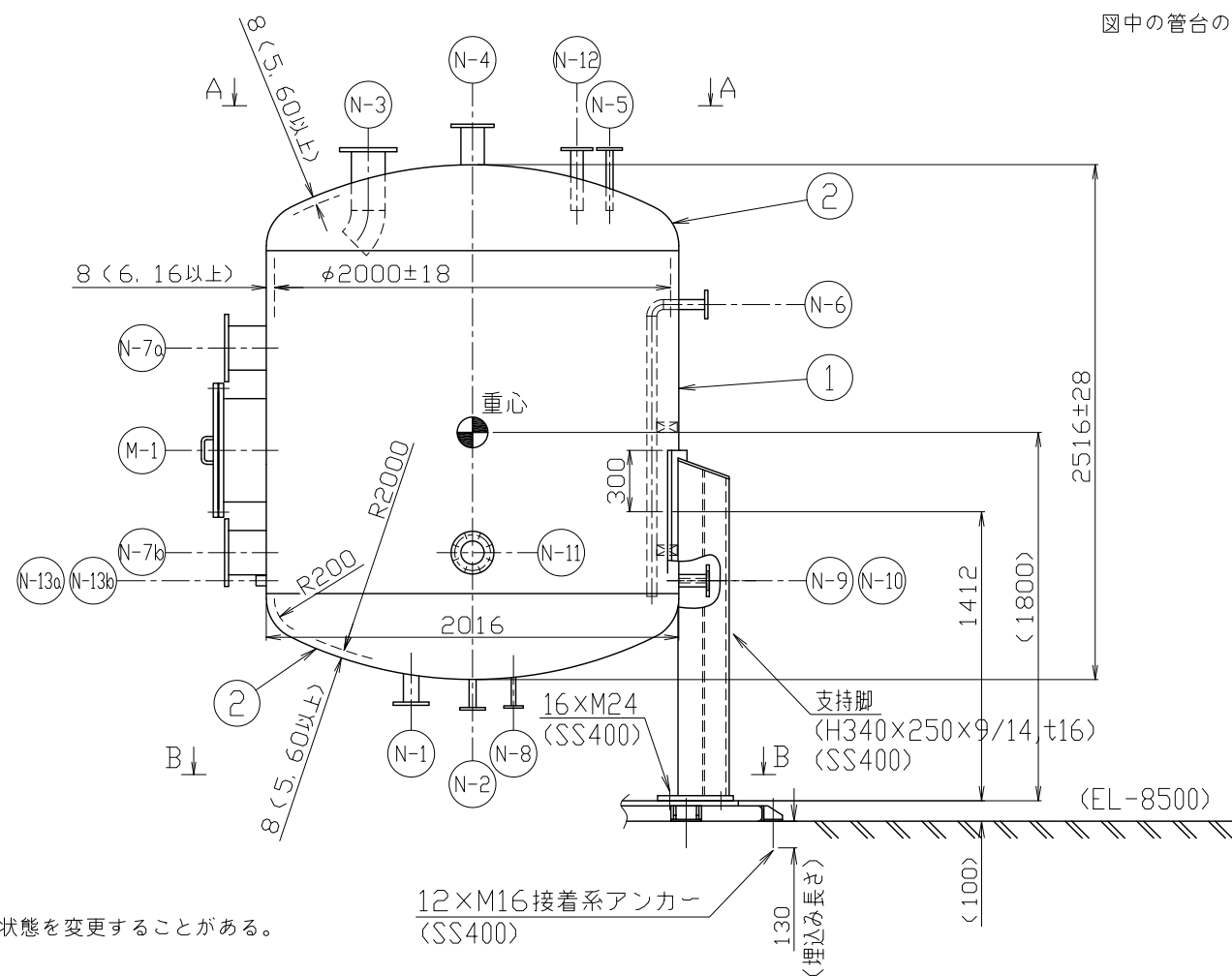
符号	名称	個数	呼び寸法 (最小厚さ)	材料	備考
M-1	マンホール	1	φ508×t6 (4.82mm)	SUS304	L <sub>1</sub> =7mm
N-13a, b	温度計取付座	2	φ50.0mm 9.75mm (8.75mm)	SUS304	JIS G3459
N-12	薬品入口	1	50A Sch40 (2.90mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-11	放射能測定口	1	100A Sch40 (4.75mm)	SUS304TP	JIS G3459 L <sub>1</sub> =6mm
N-10	サンプル採取口	1	15A Sch40 (1.80mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-9	電導度計取付口	1	50A Sch40 (2.90mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-8	レベル計取付口	1	15A Sch40 (1.80mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-7a, b	ヒータ取付口	2	200A Sch40 (6.67mm)	SUS304TP	JIS G3459 L <sub>1</sub> =9mm
N-6	バイパス入口	1	40A Sch40 (2.70mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-5	脱塩水入口	1	25A Sch40 (2.40mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-4	ベント口	1	100A Sch40 (4.75mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-3	排水入口	1	150A Sch40 (5.71mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-2	ドレン出口	1	25A Sch40 (2.40mm)	SUS304TP	JIS G3459
N-1	給水出口	1	65A Sch40 (4.05mm)	SUS304TP	JIS G3459

管台一覧表

図中の管台の位置は参考とする。



B-B



番号	品名	個数	材料
2	鏡板	2	SUS304
1	胴板	1	SUS304

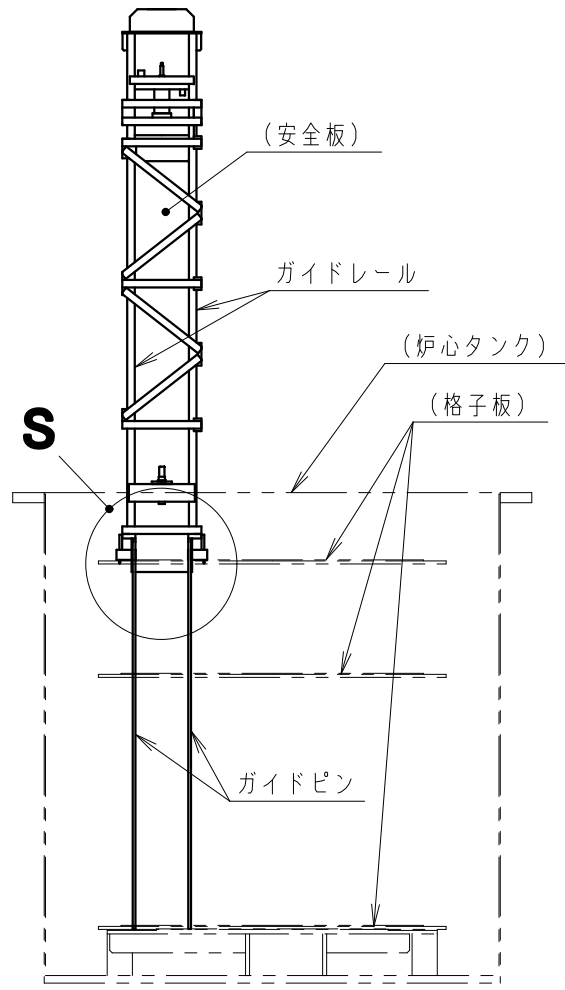
部品表

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおりには工事ができない場合、据付状態を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.9

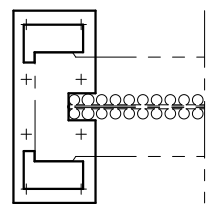
ダンプ槽  
構造図

空白頁

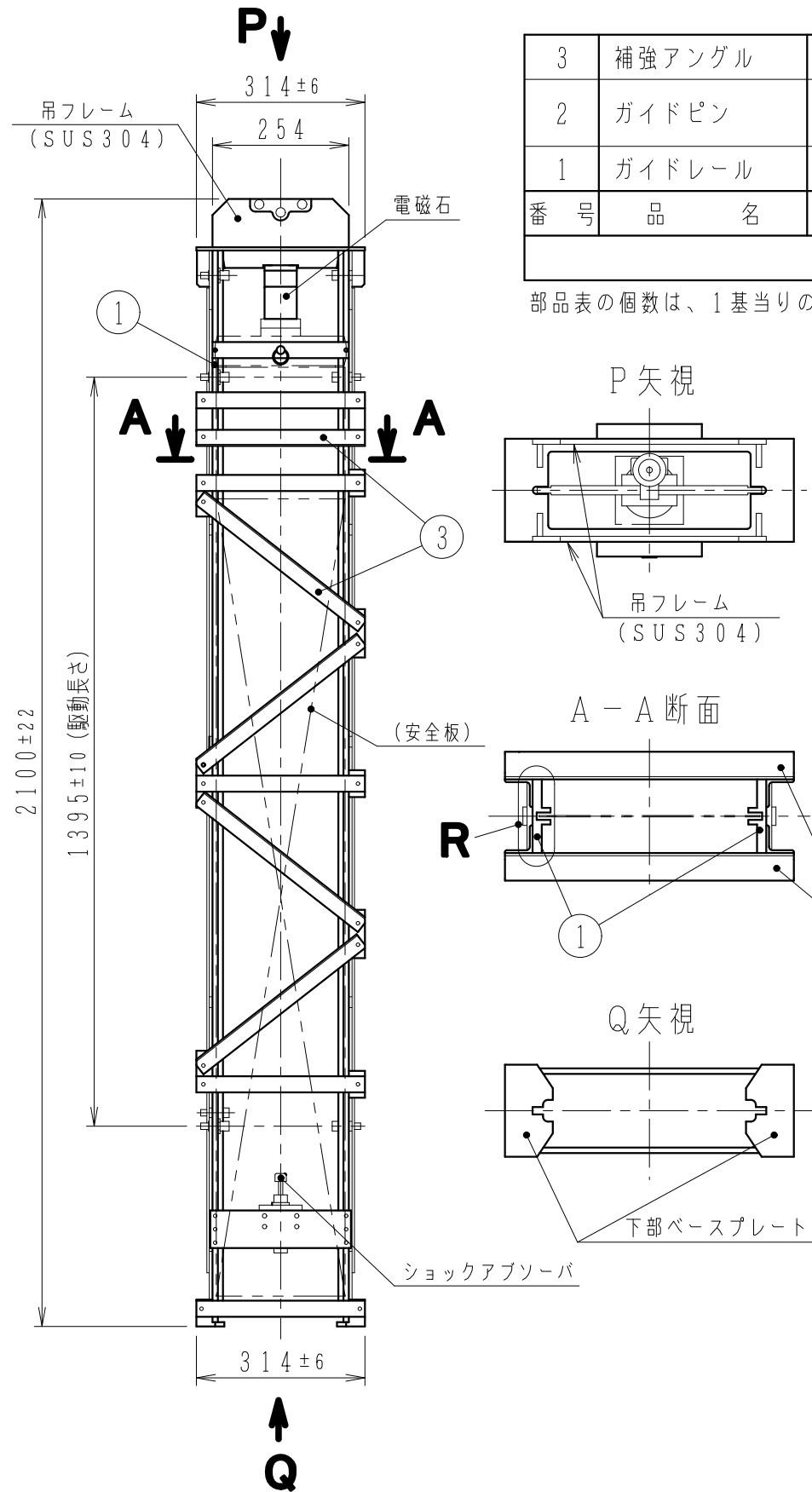
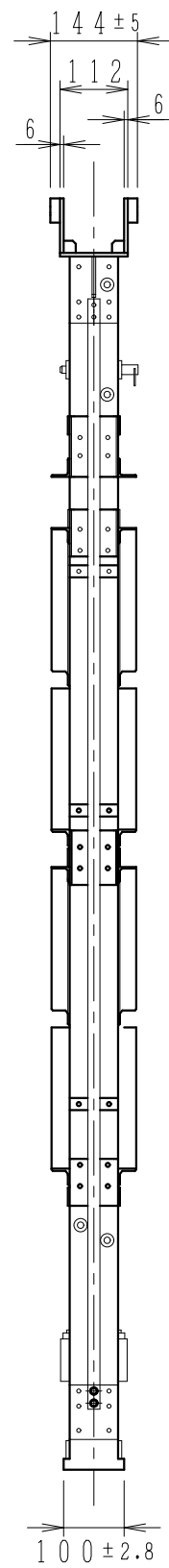
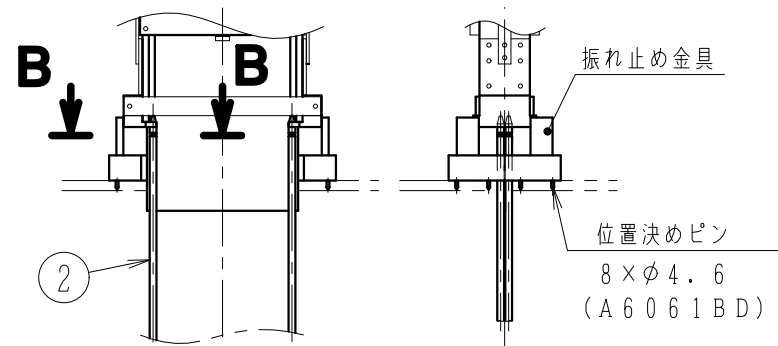


安全板駆動装置全体図

B-B断面



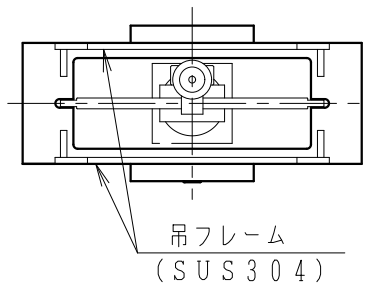
S部詳細



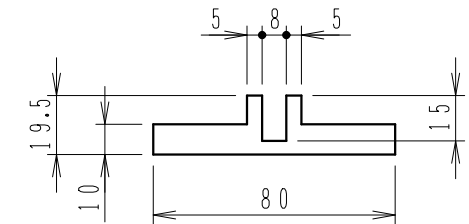
3	補強アングル	1式	A6063S	L30×30×3
2	ガイドピン	4	ジルカロイ-4 (ASTM R60804)	
1	ガイドレール	1式	SUS304	
番号	品名	個数	材料	備考
部品表				

部品表の個数は、1基当りの個数を示す。

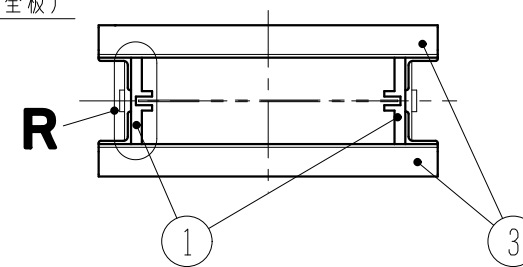
P矢視



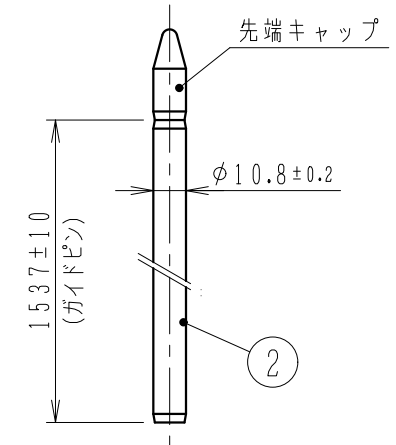
R部詳細  
(ガイドレール)



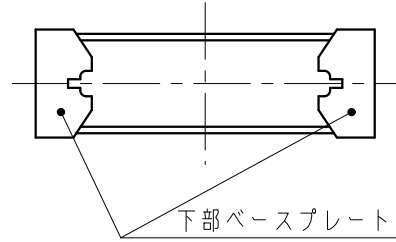
A-A断面



②ガイドピン詳細

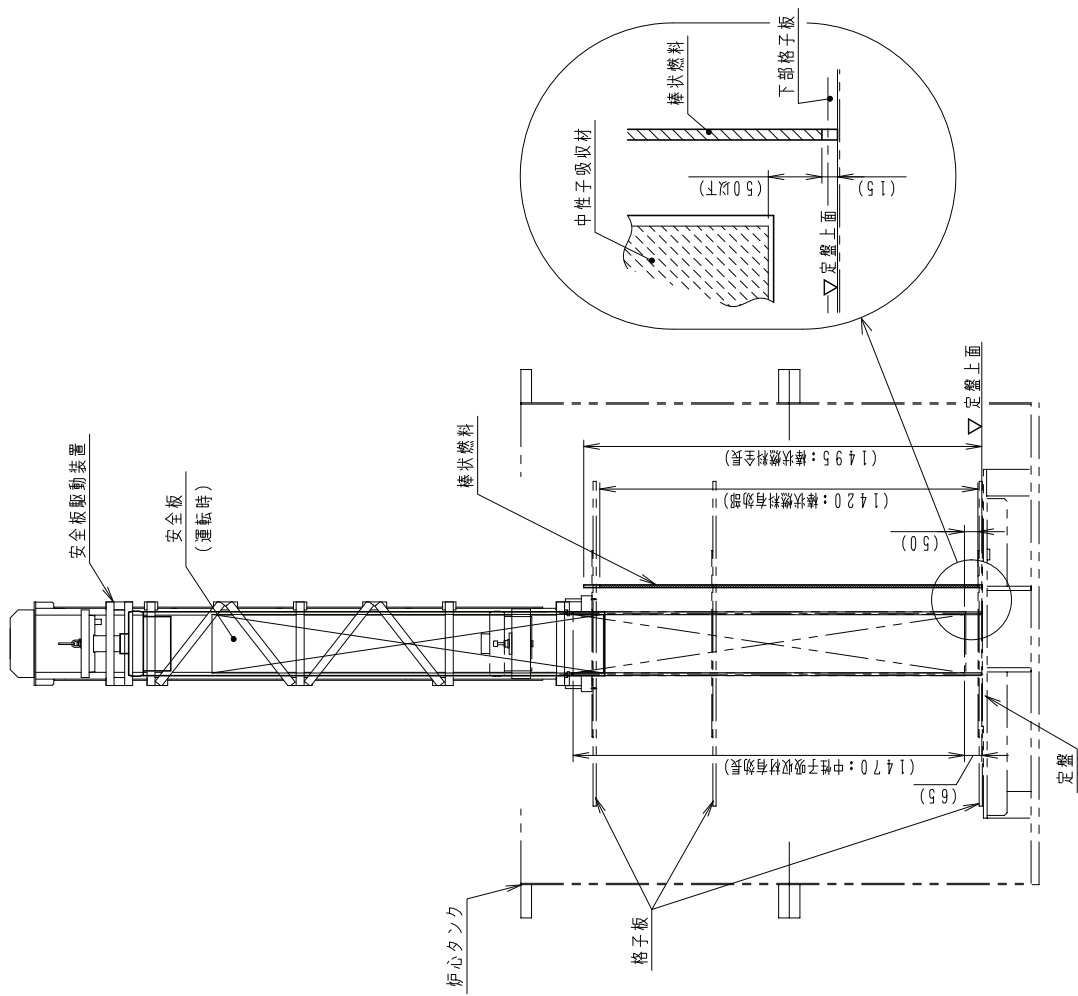


Q矢視



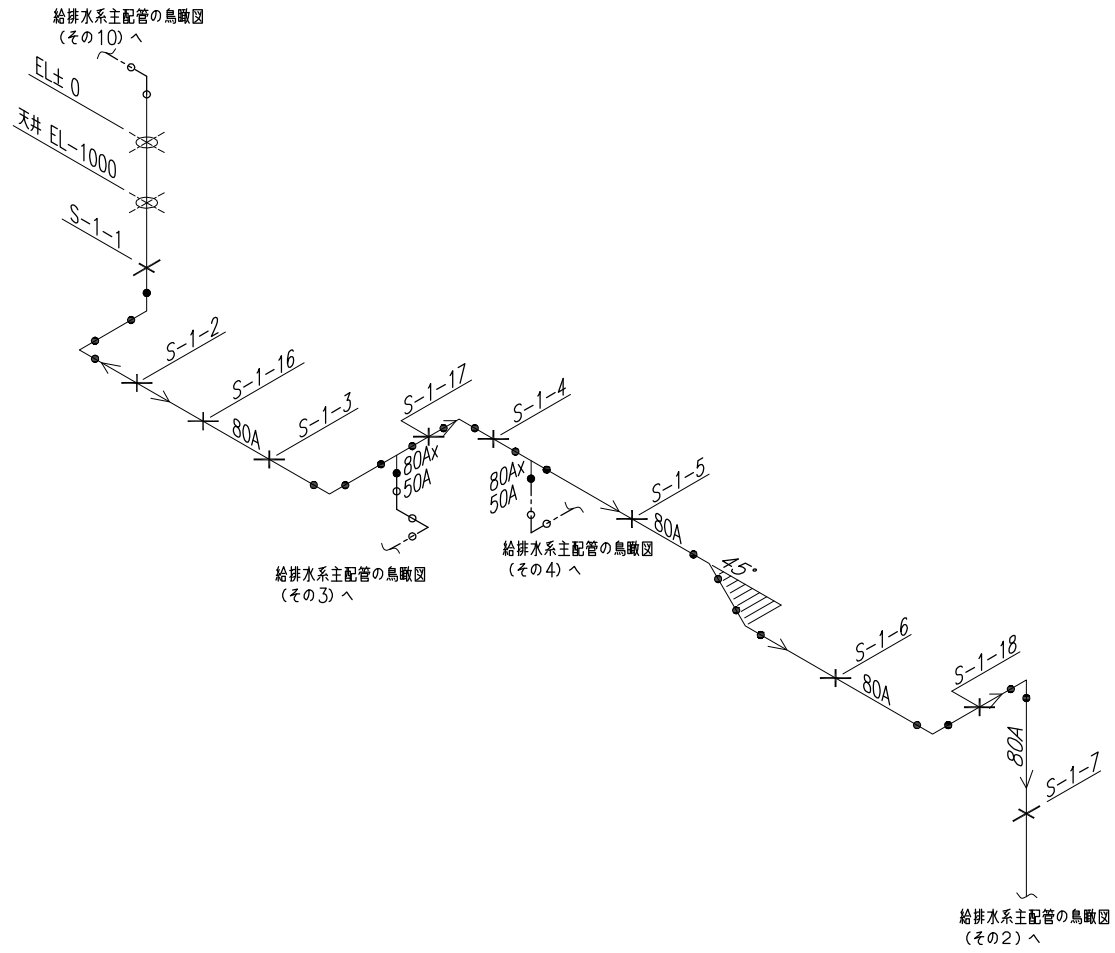
STACYの更新 (第3回申請)	図-2. IV. 10 (1)
安全板駆動装置及びガイドピン 構造図 (その1)	

空白頁

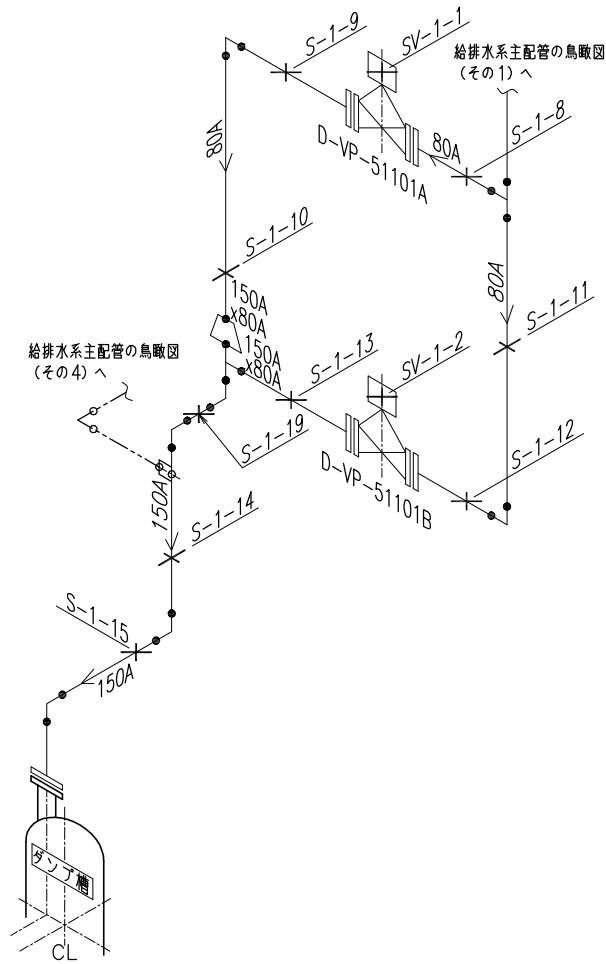


STACYの更新 (第3回申請) 図-2. IV. 10 (2)

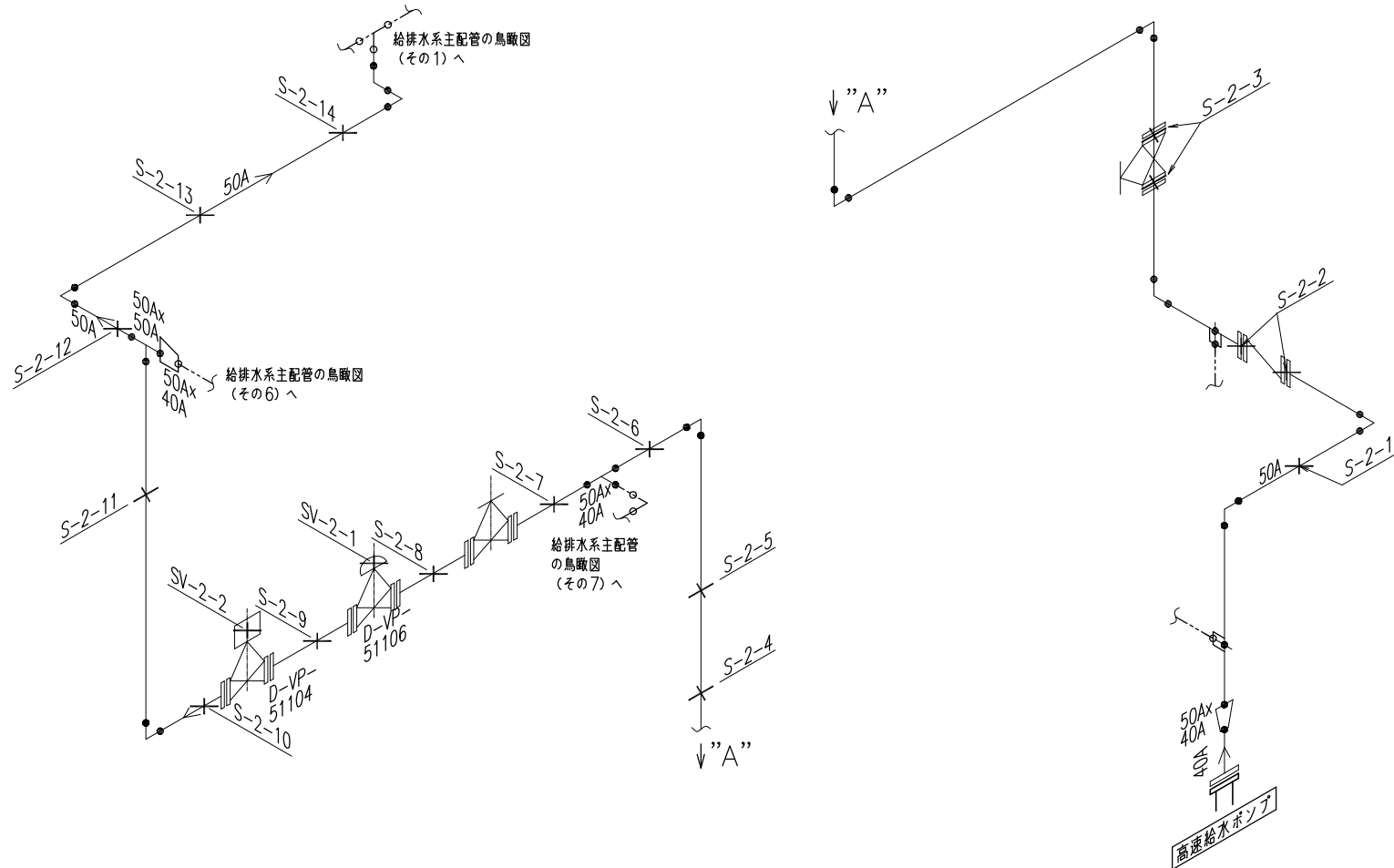
安全板駆動装置及びガイドピン  
構造図 (その2)



STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.11(1)
給排水系主配管の鳥瞰図 (その1)	

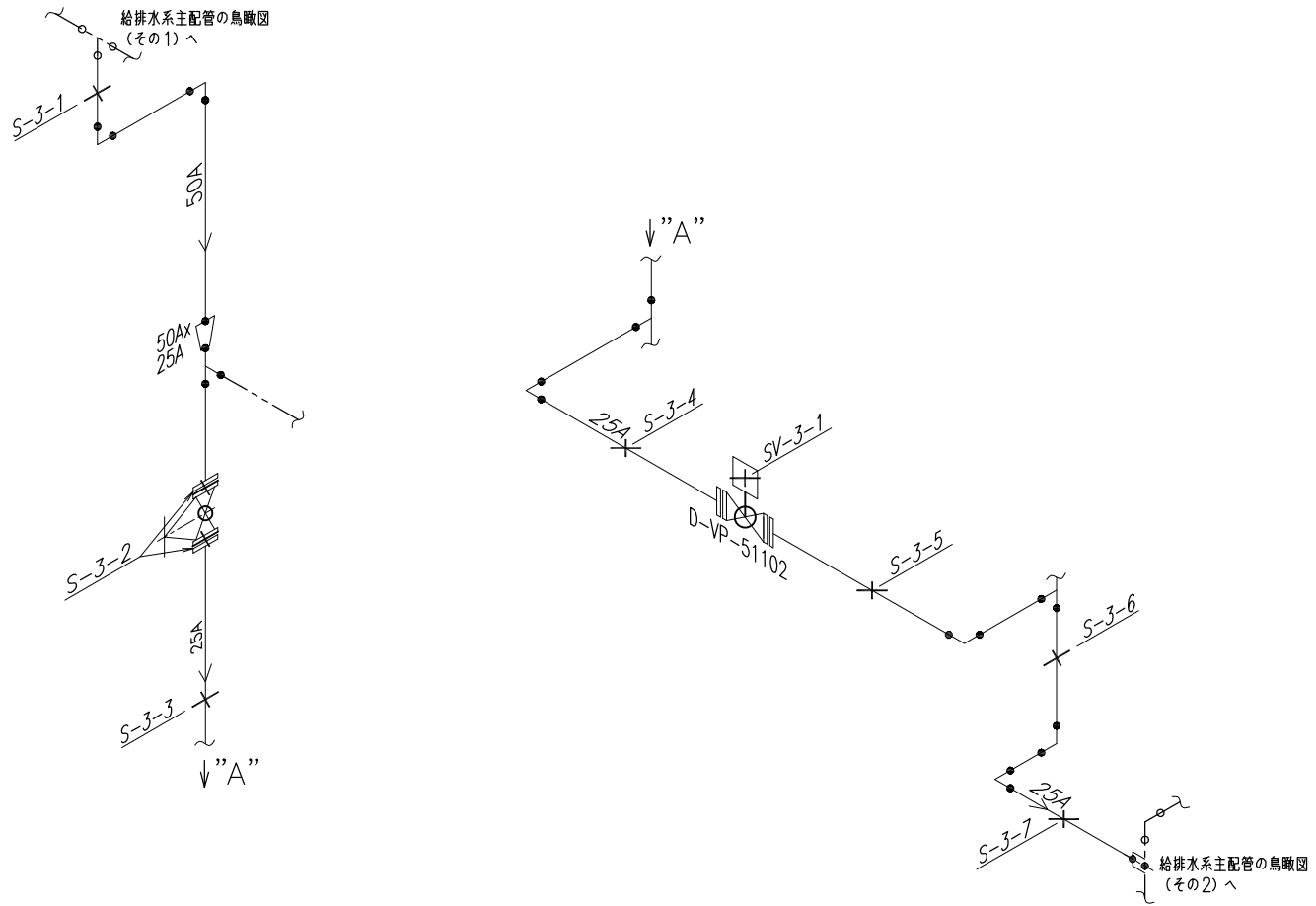


STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.11(2)
給排水系主配管の鳥瞰図 (その2)	



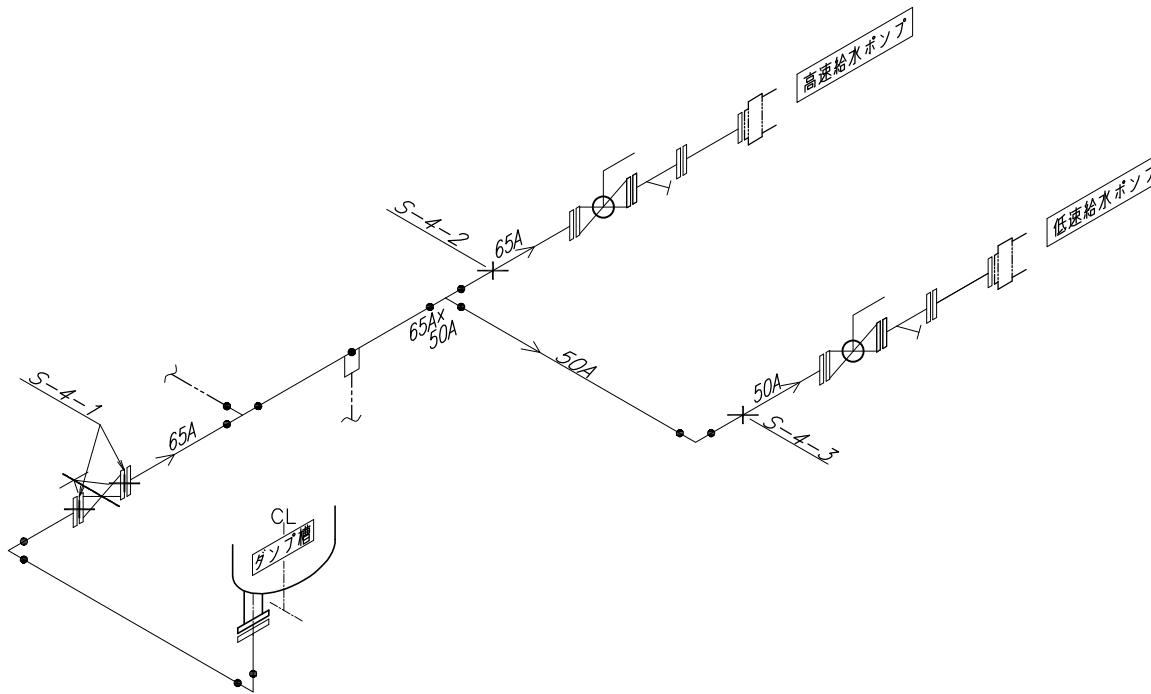
給排水系主配管の鳥瞰図  
(その3)



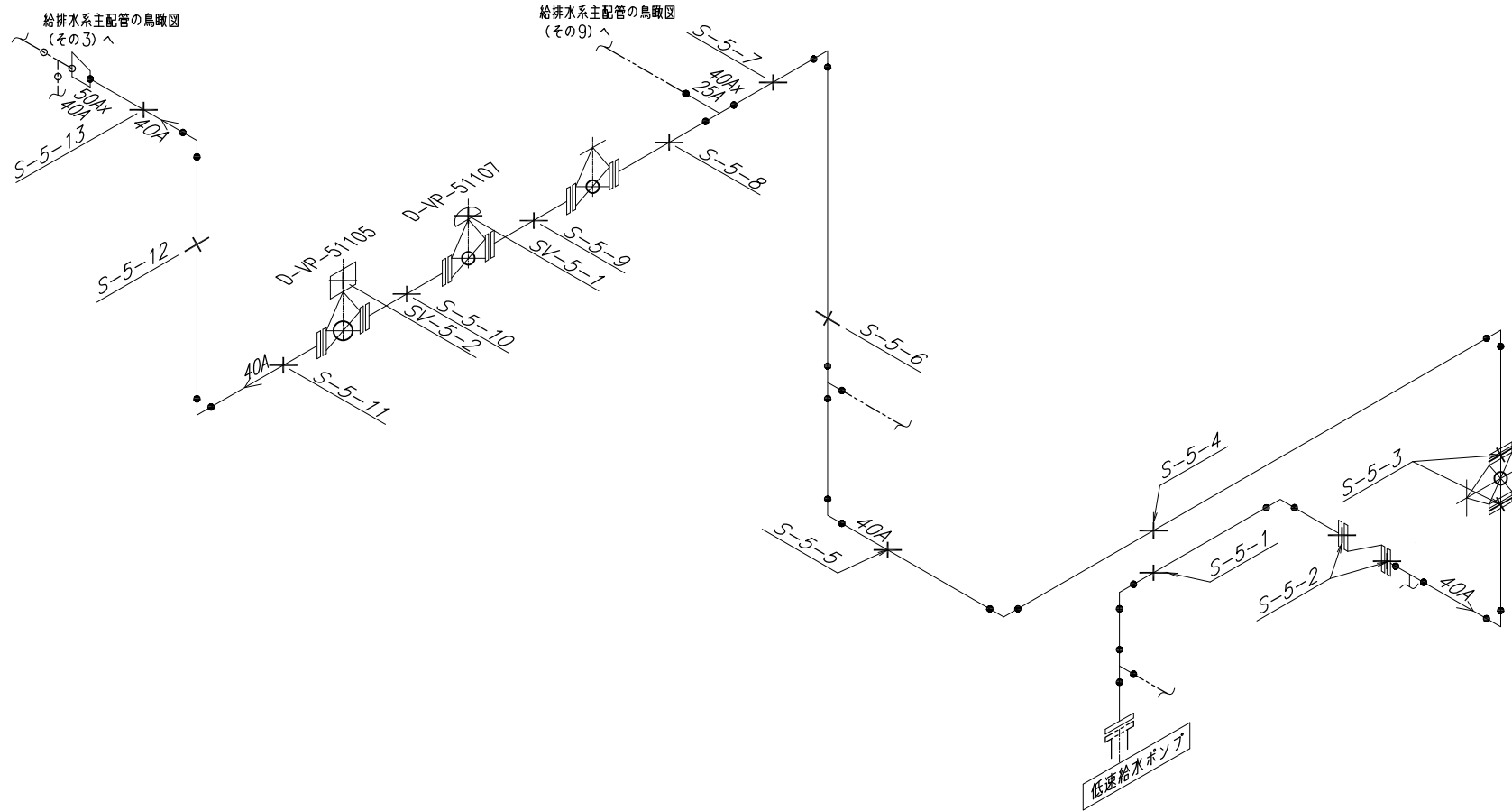


STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.11(4)

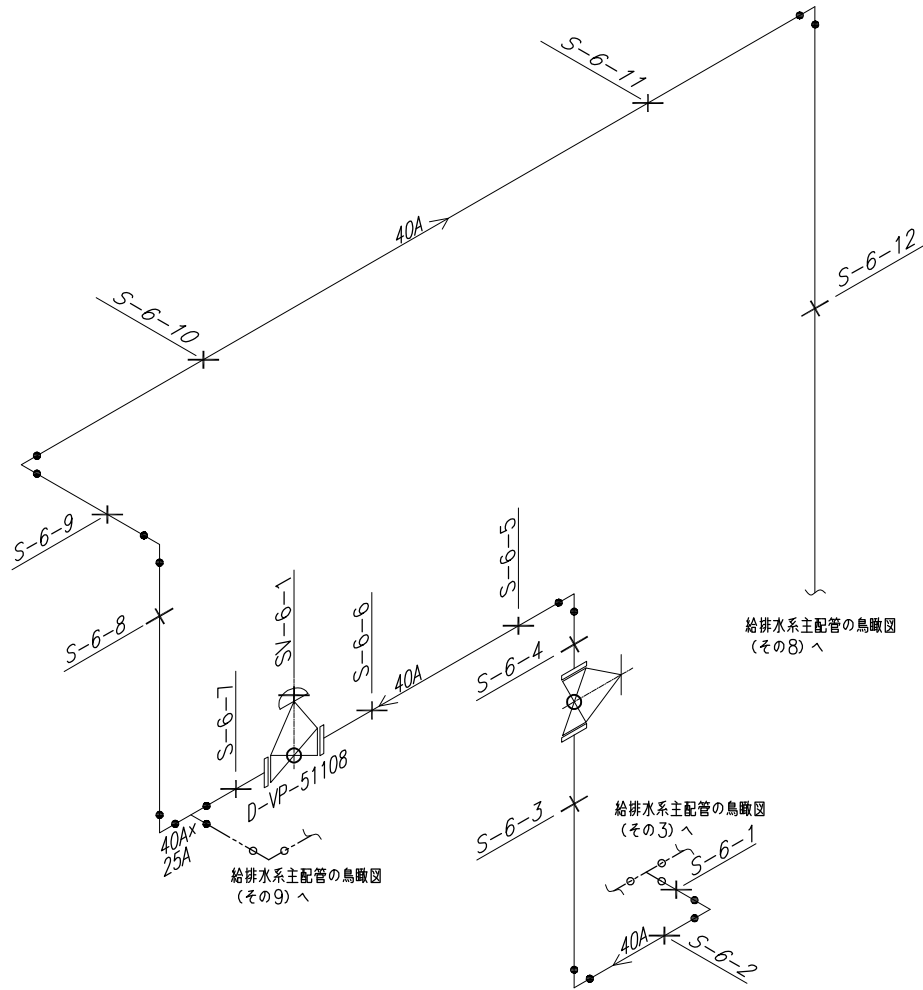
給排水系主配管の鳥瞰図  
(その4)



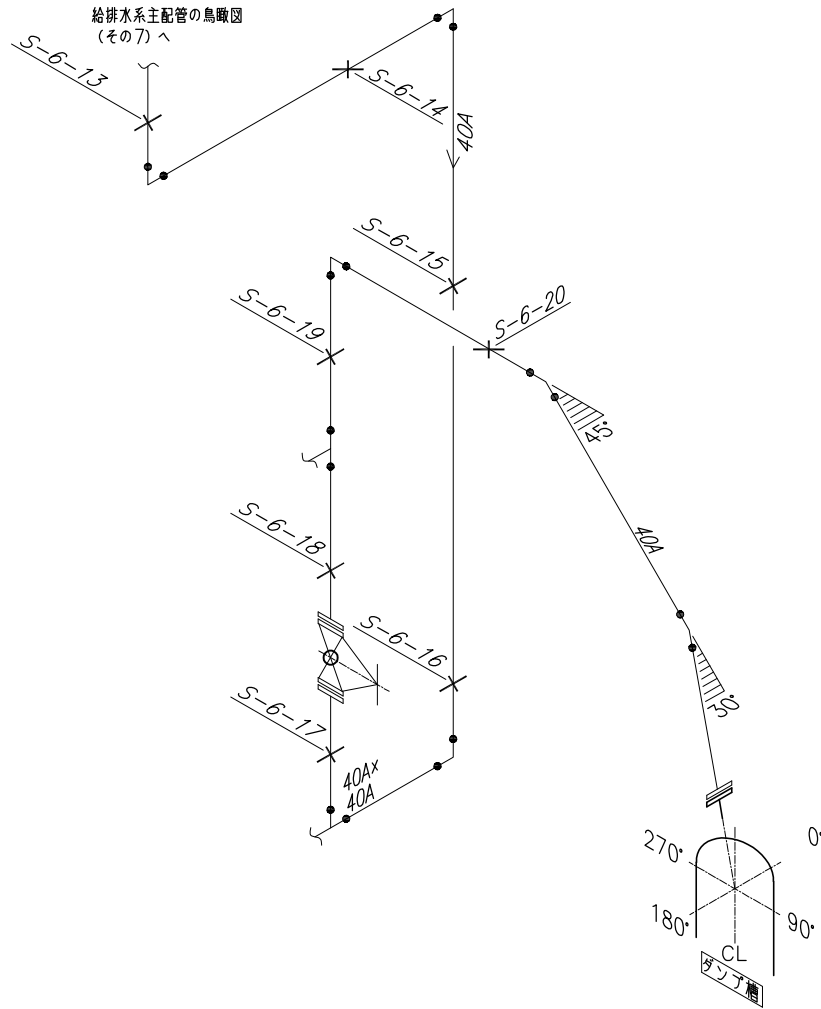
STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.11(5)
給排水系主配管の鳥瞰図 (その5)	



STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.11(6)
給排水系主配管の鳥瞰図 (その6)	

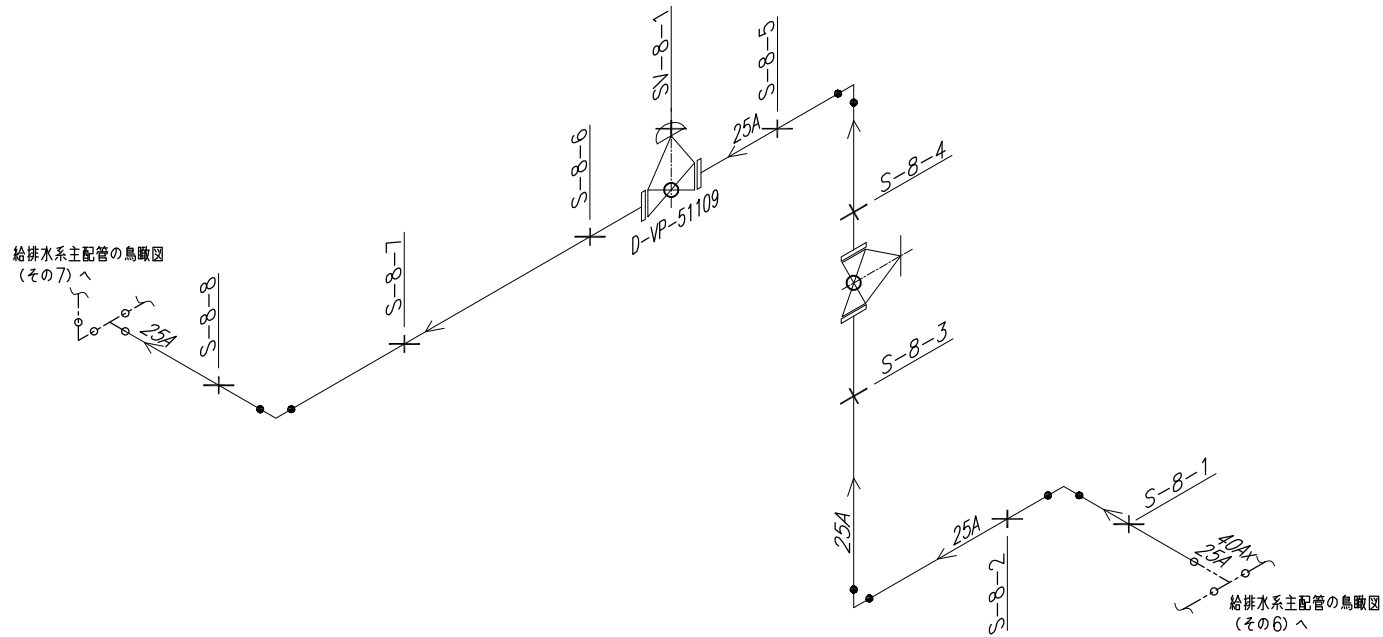


STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.11(7)
給排水系主配管の鳥瞰図 (その7)	

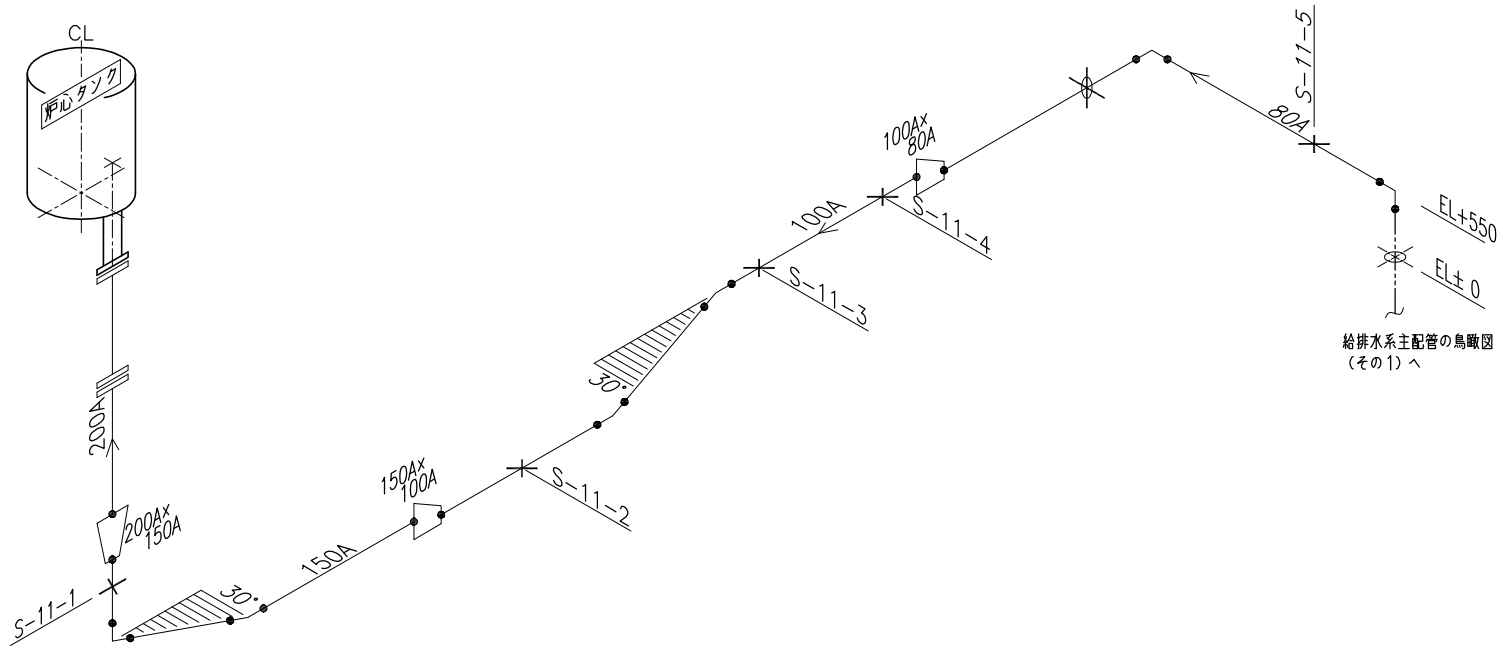


STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.11(8)

給排水系主配管の鳥瞰図  
(その8)



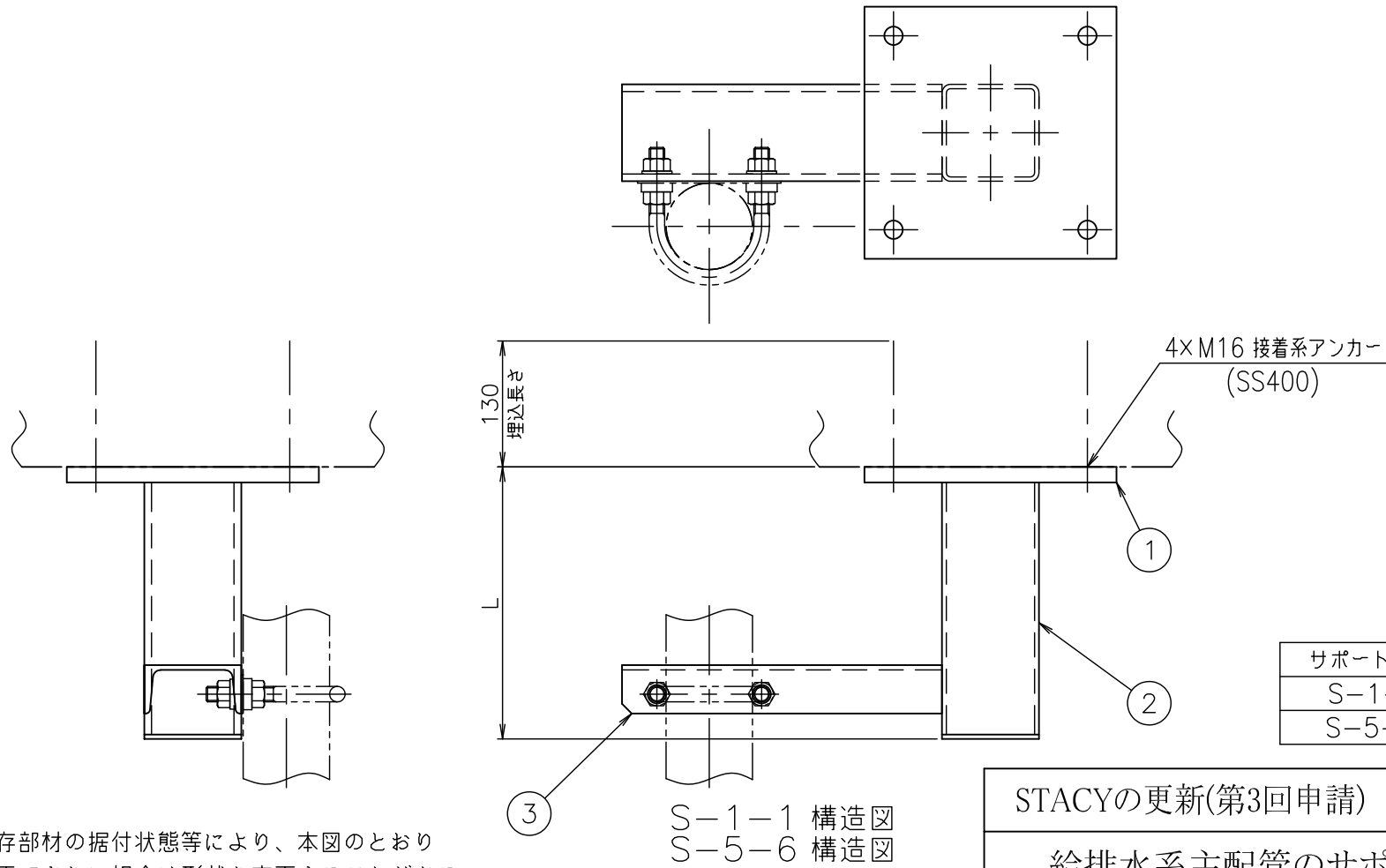
STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.11(9)
給排水系主配管の鳥瞰図 (その9)	



STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.11(10)

給排水系主配管の鳥瞰図  
(その10)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1	100×100×4.5
3	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5



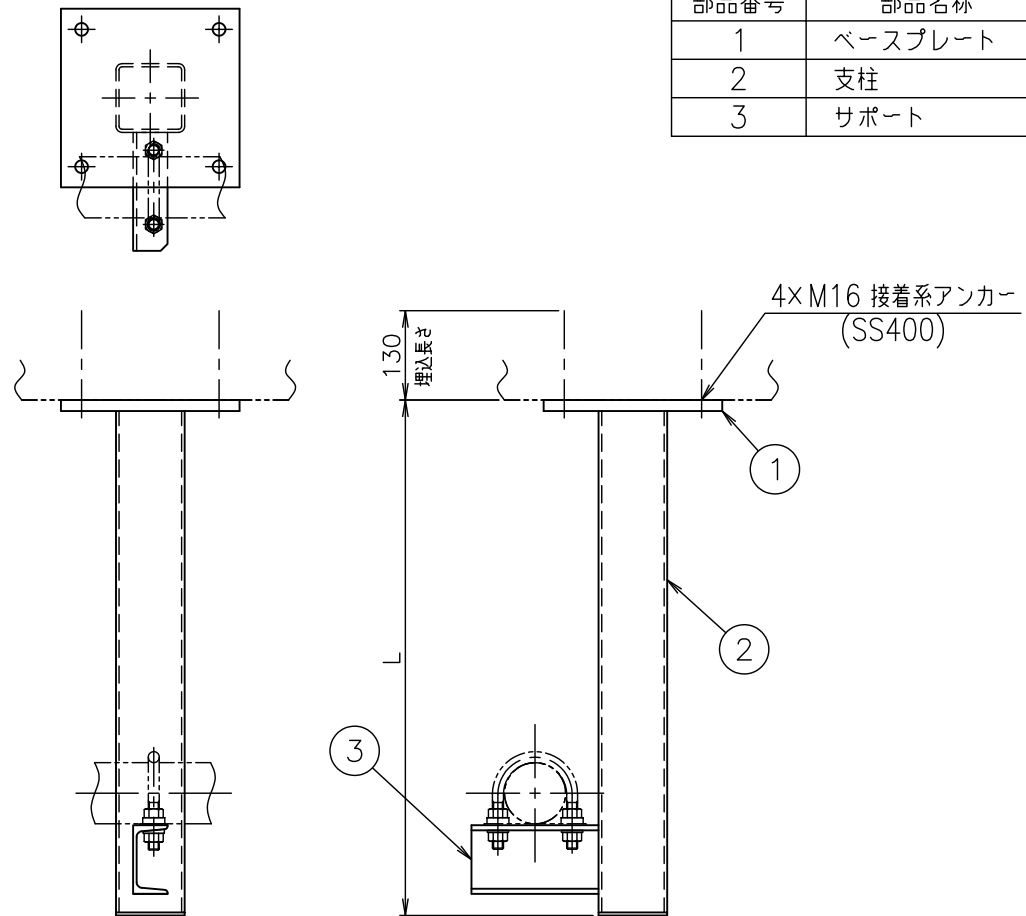
サポート番号	L寸法
S-1-1	281
S-5-6	305

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
施工できない場合は形状を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(1)

給排水系主配管のサポート構造図  
(その1)





部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1	100×100×4.5
3	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5

S-1-2~6,16~18 構造図

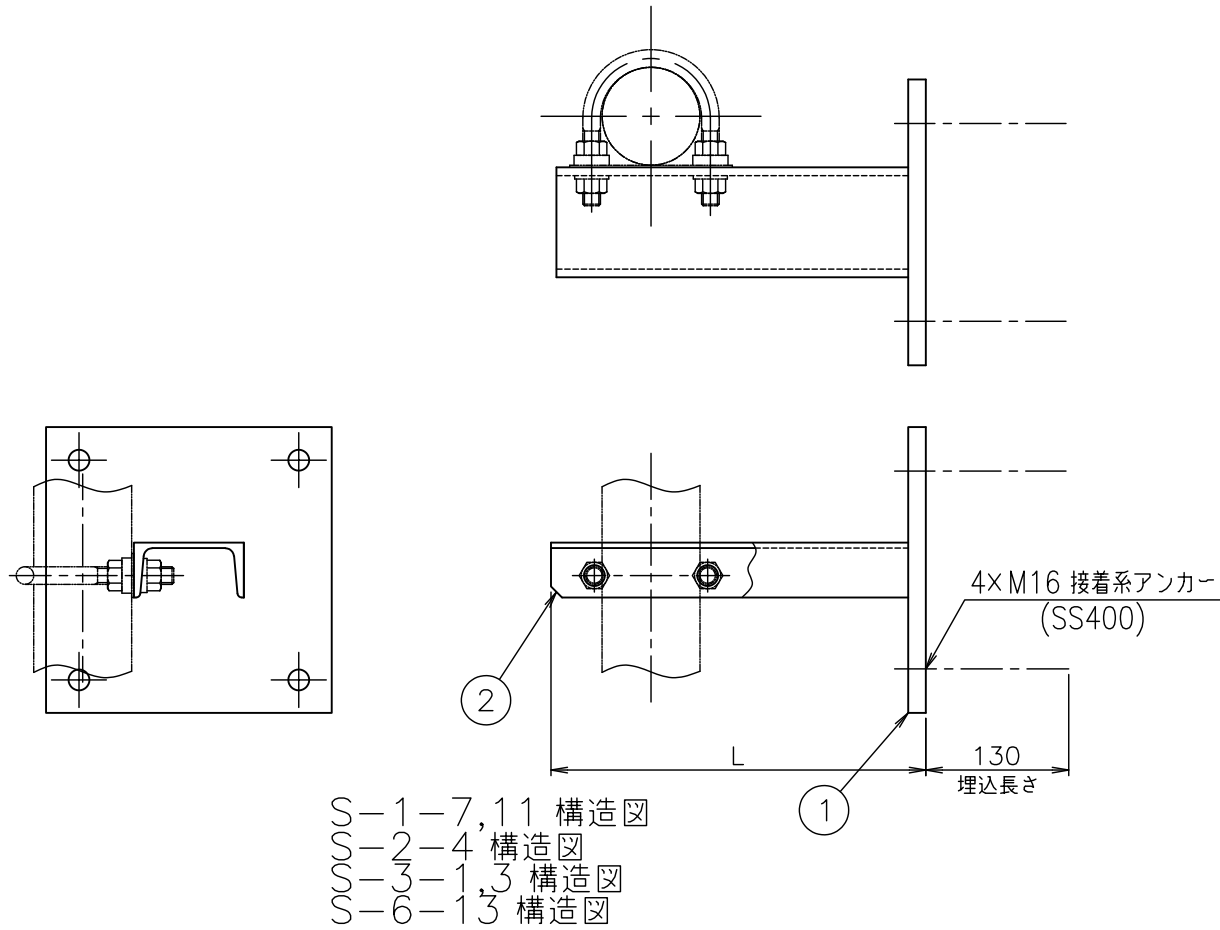
サポート番号	L寸法
S-1-2	673
S-1-3	713
S-1-4	721
S-1-5	729
S-1-6	742
S-1-16	693
S-1-17	717
S-1-18	751

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(2)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その2)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5



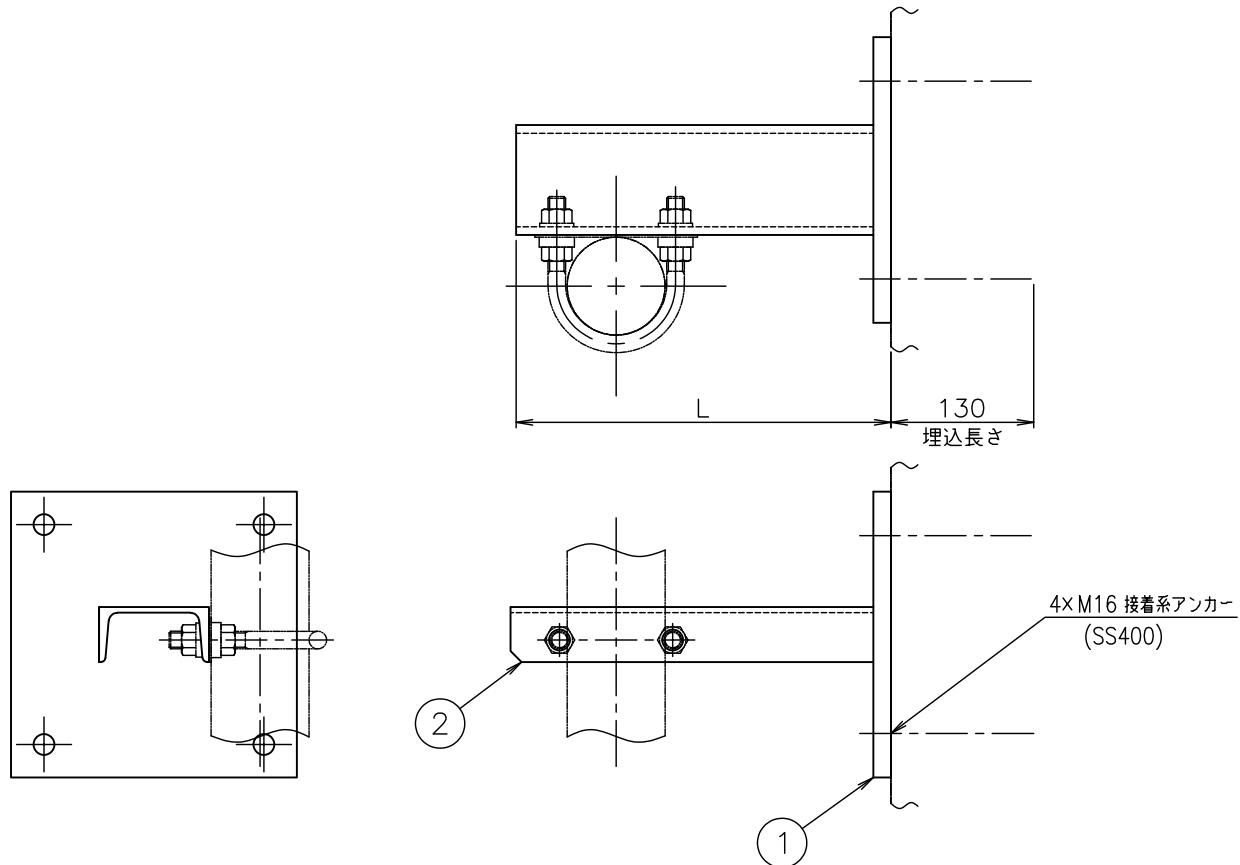
サポート番号	L寸法
S-1-7	341
S-1-11	341
S-2-4	512
S-3-1	612
S-3-3	296
S-6-13	210

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(3)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その3)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5



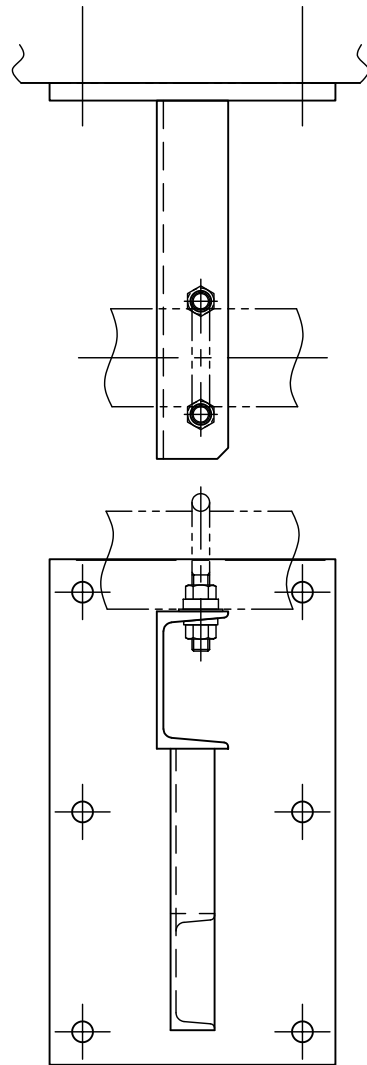
S-1-10 構造図  
S-2-5 構造図

サポート番号	L寸法
S-1-10	341
S-2-5	512

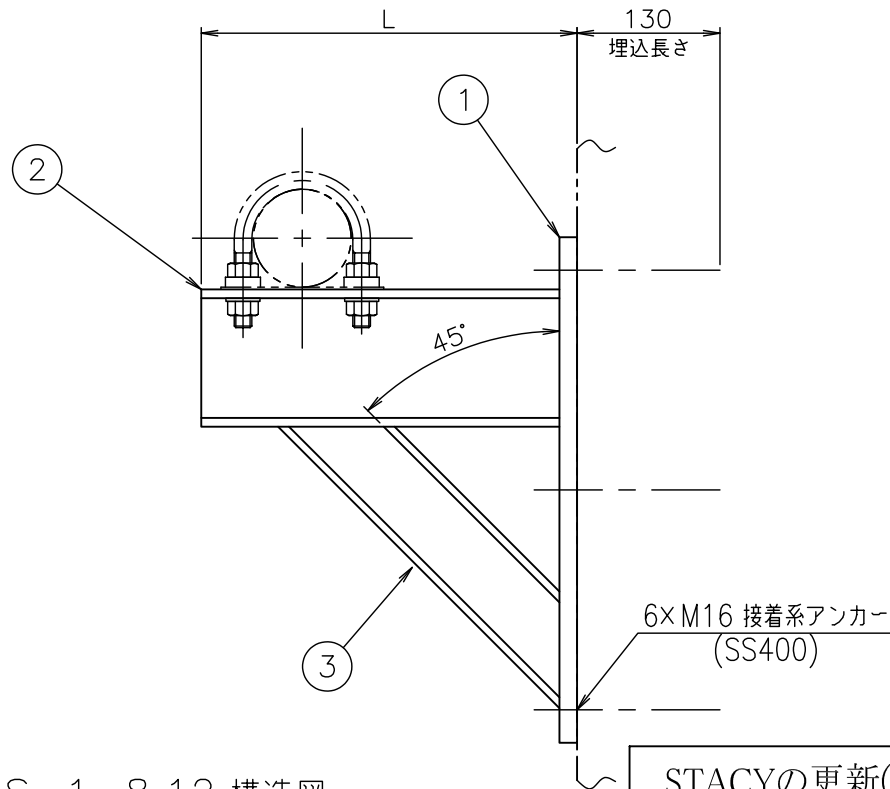
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
施工できない場合は形状を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(4)

給排水系主配管のサポート構造図  
(その4)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×460×t16
2	サポート	SS400	1	C125×65×6×8
3	補強材	SS400	1	C75×40×5×7



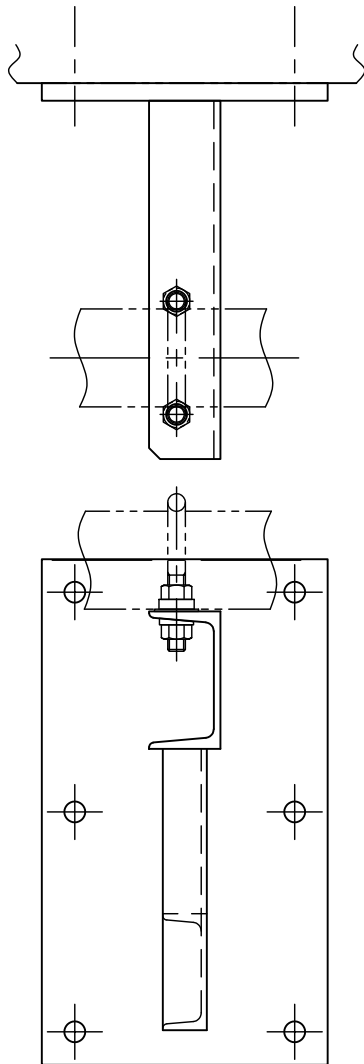
サポート番号	L寸法
S-1-8	341
S-1-12	341

S-1-8,12 構造図

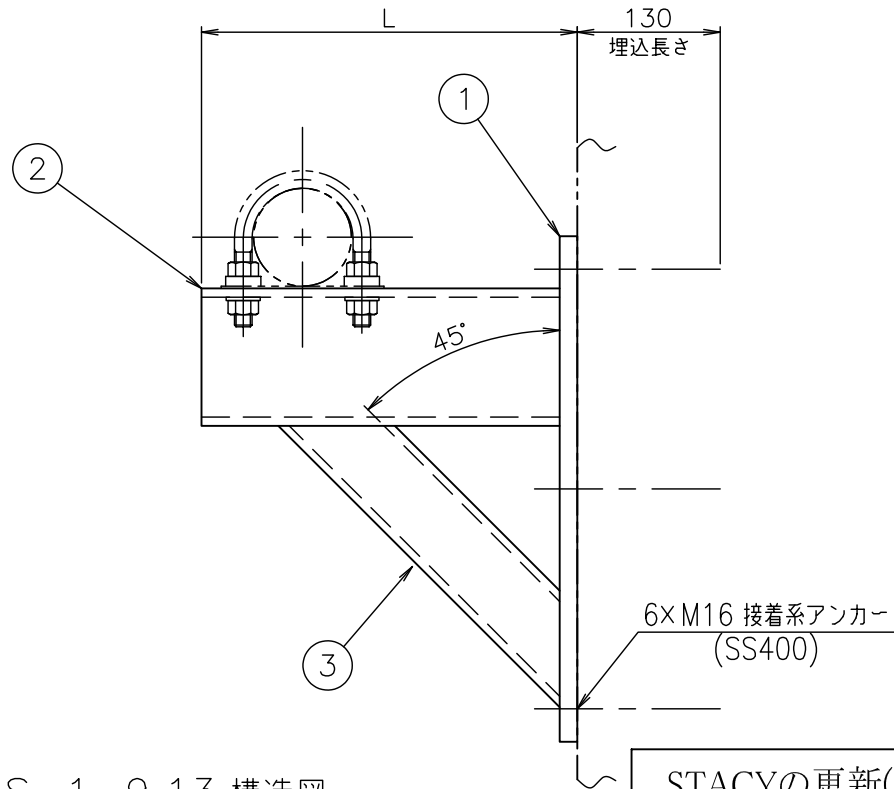
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(5)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その5)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×460×t16
2	サポート	SS400	1	C125×65×6×8
3	補強材	SS400	1	C75×40×5×7



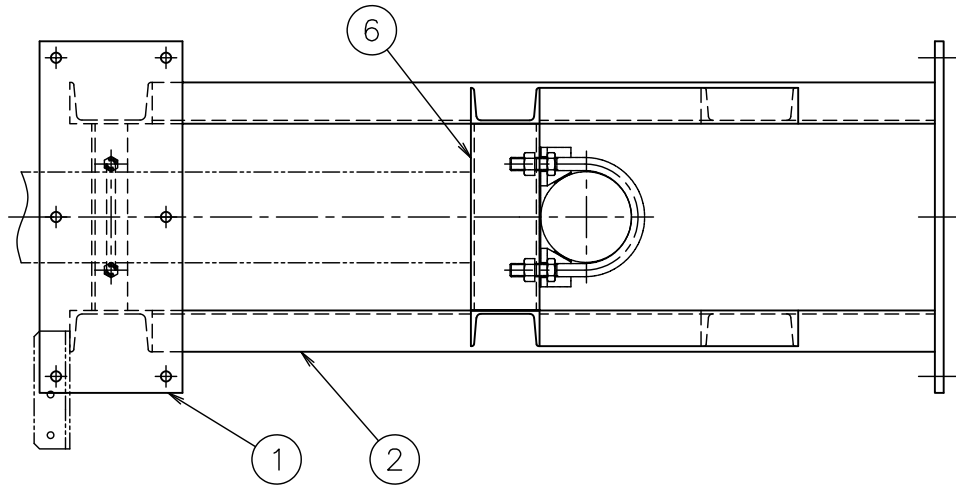
サポート番号	L寸法
S-1-9	341
S-1-13	341

S-1-9,13 構造図

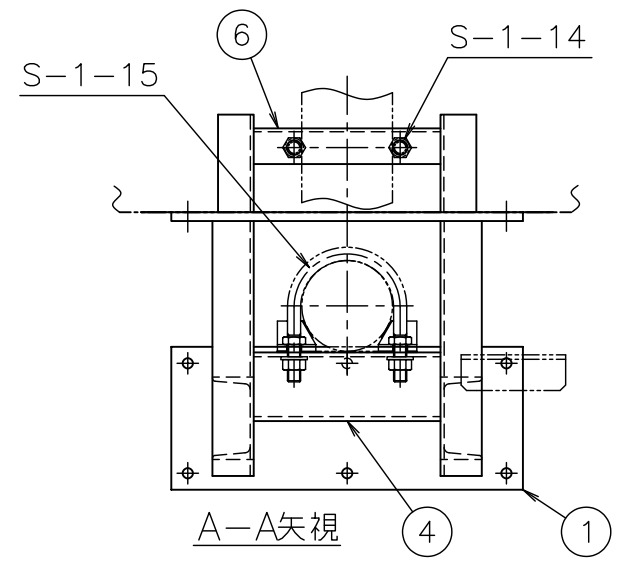
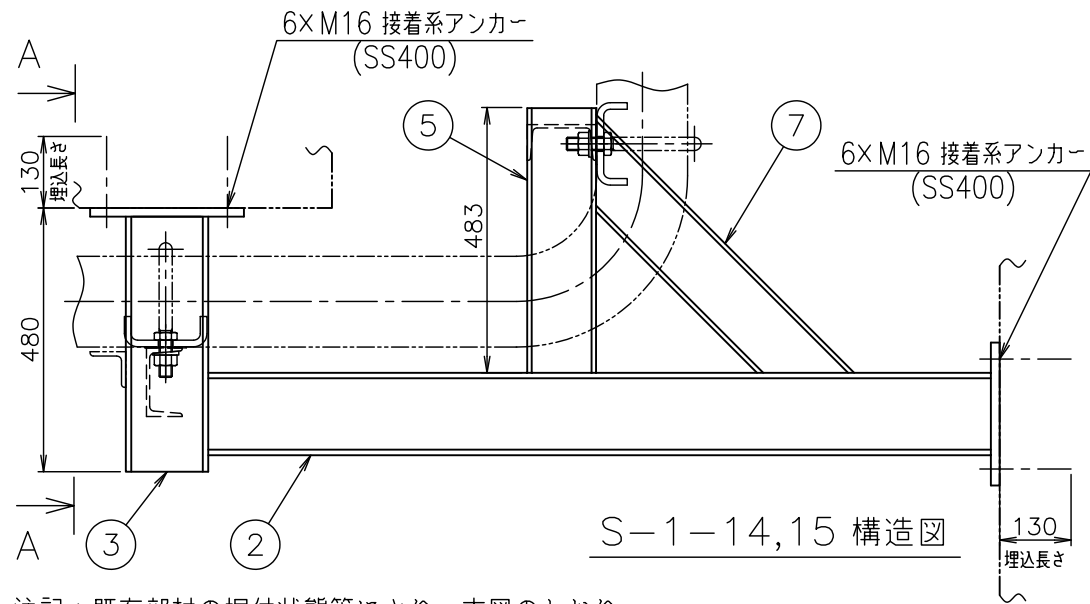
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(6)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その6)



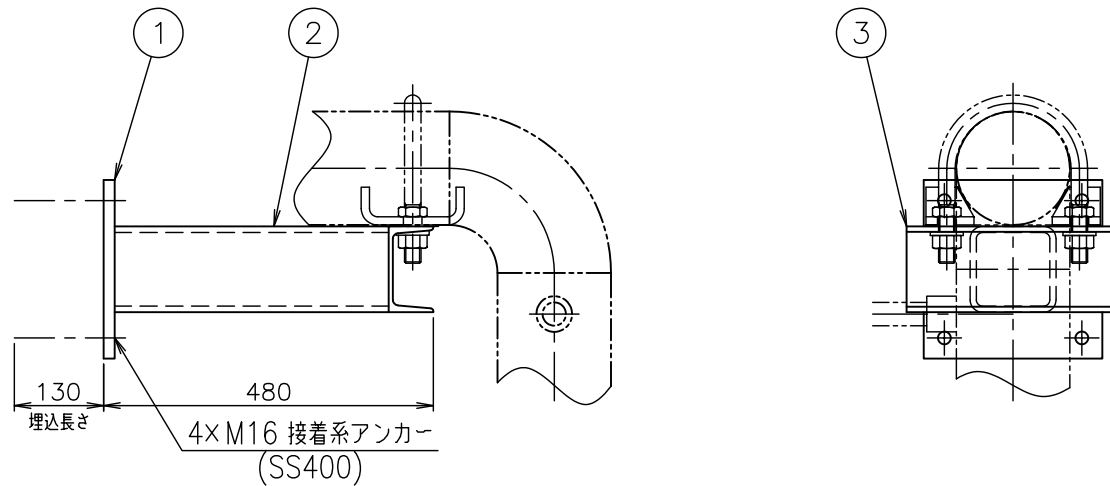
部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	2	640×260×t16
2	支柱	SS400	2	C150×75×6.5×10
3	支柱	SS400	2	C150×75×6.5×10
4	サポート	SS400	1	C125×65×6×8
5	支柱	SS400	2	C125×65×6×8
6	サポート	SS400	1	C125×65×6×8
7	補強材	SS400	2	C125×65×6×8



注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(7)  
 給排水系主配管のサポート構造図  
 (その7)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1	125×125×9
3	サポート	SS400	1	C125×65×6×8



S-1-19 構造図

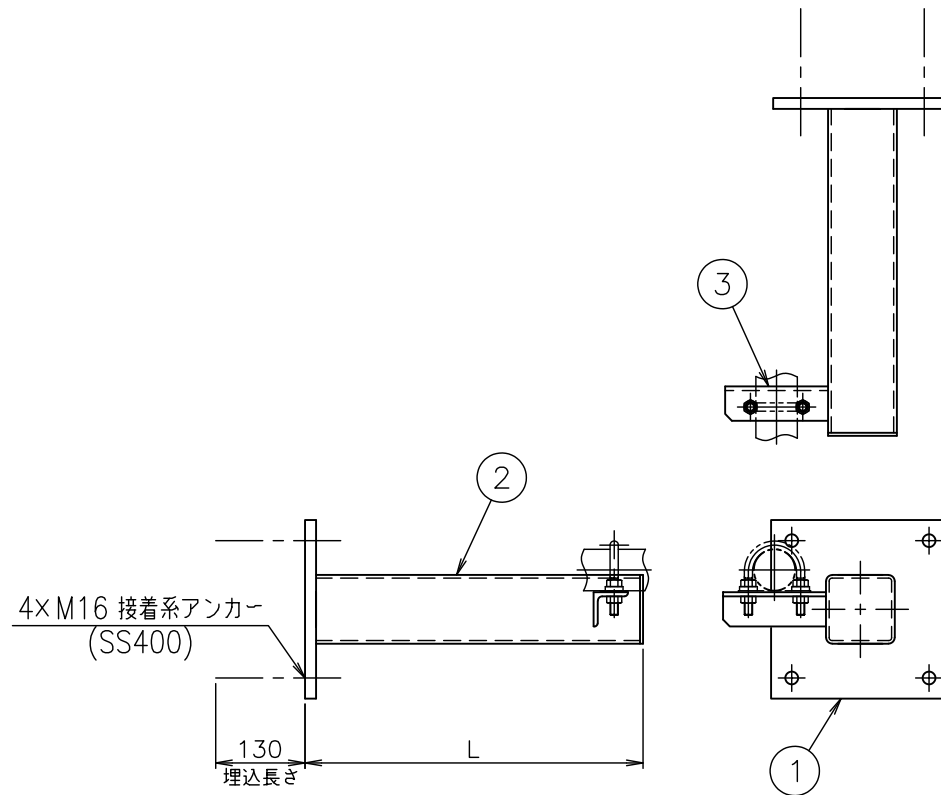
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請)

図-2.IV.12(8)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その8)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	支柱	STKR400	1	100x100x4.5
3	サポート	SS400	1	L50x50x6



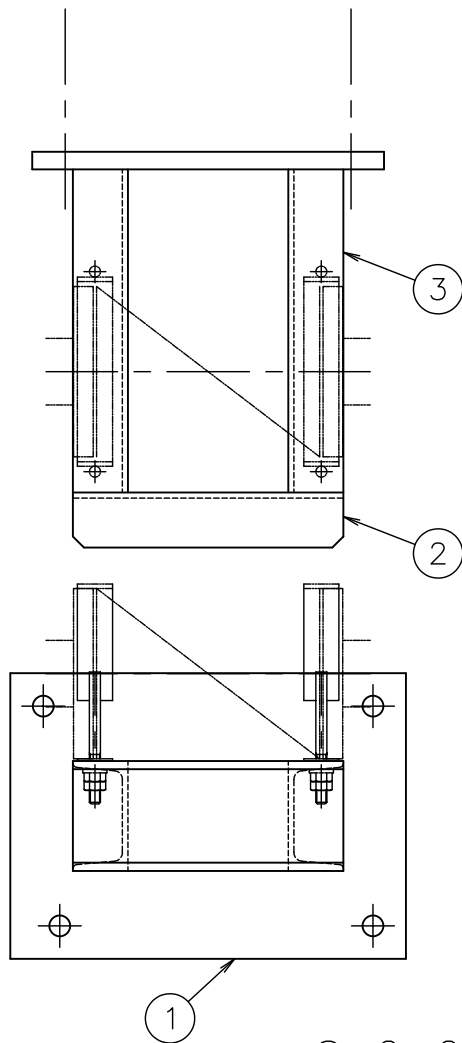
S-2-1 構造図  
S-5-5 構造図

サポート番号	L寸法
S-2-1	492
S-5-5	792

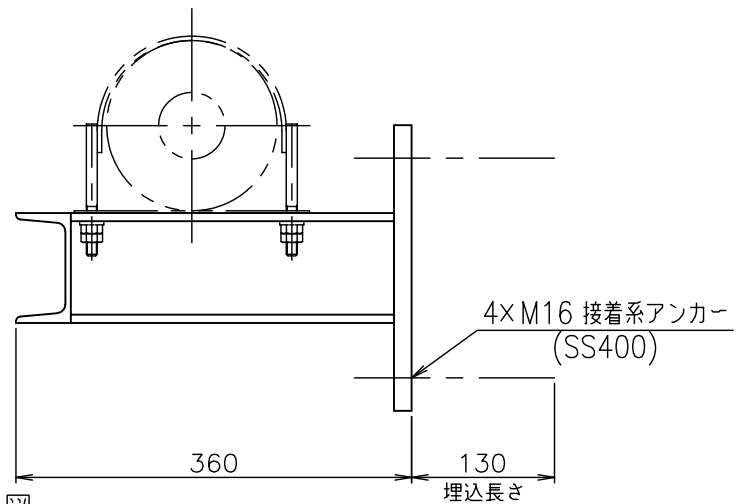
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.12(9)
給排水系主配管のサポート構造図 (その9)	





部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	360x260xt16
2	補強材	SS400	1	C100x50x5x7.5
3	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5

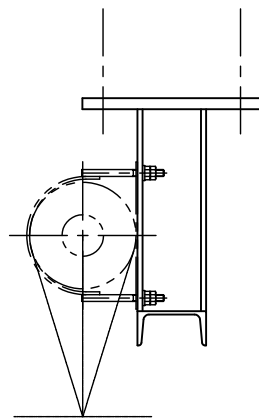


S-2-2 構造図

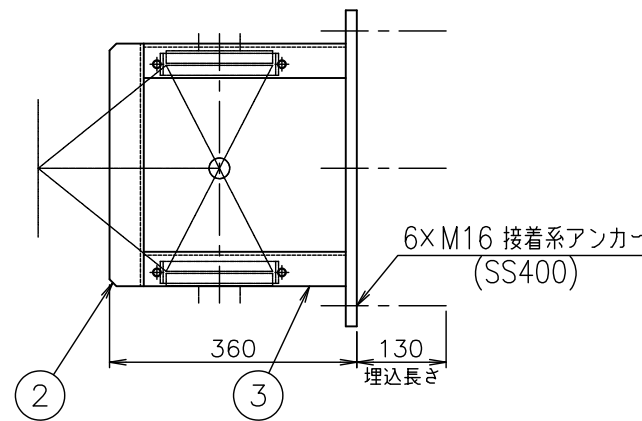
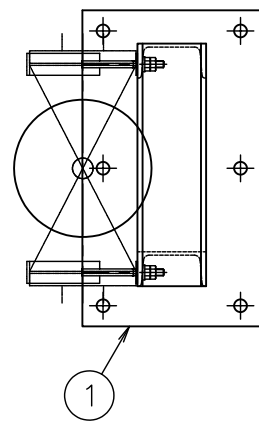
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(10)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その10)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x460xt16
2	補強材	SS400	1	C100x50x5x7.5
3	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5

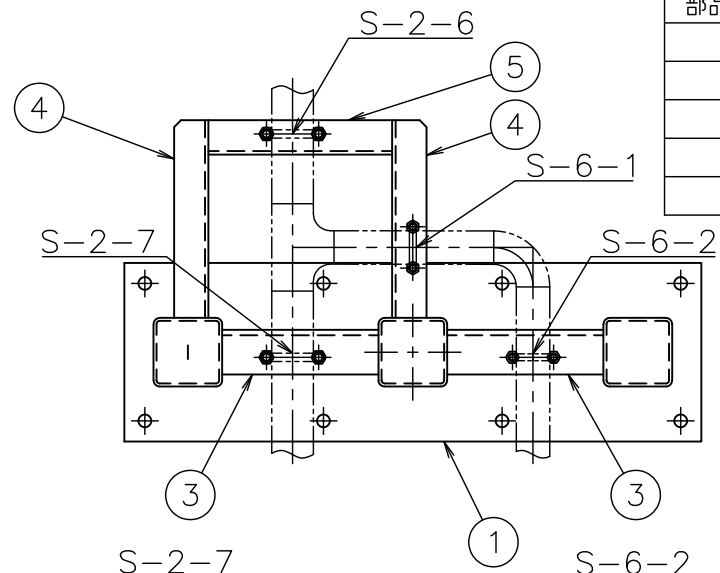


S-2-3 構造図

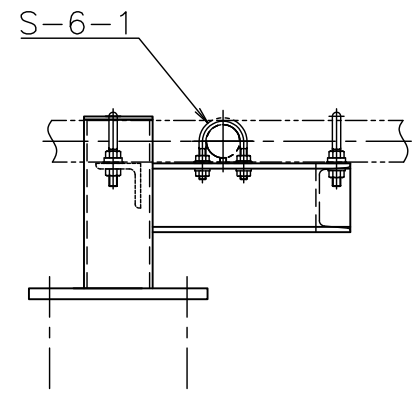
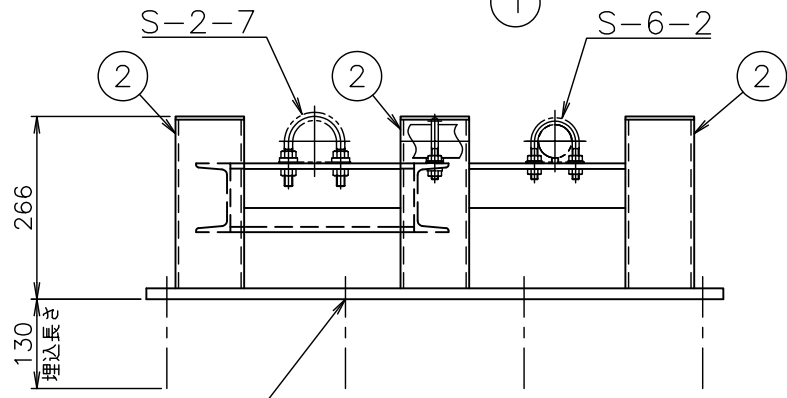
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(11)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その11)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	840x260xt16
2	支柱	STKR400	3	100x100x4.5
3	サポート	SS400	2	L65x65x8
4	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5
5	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5

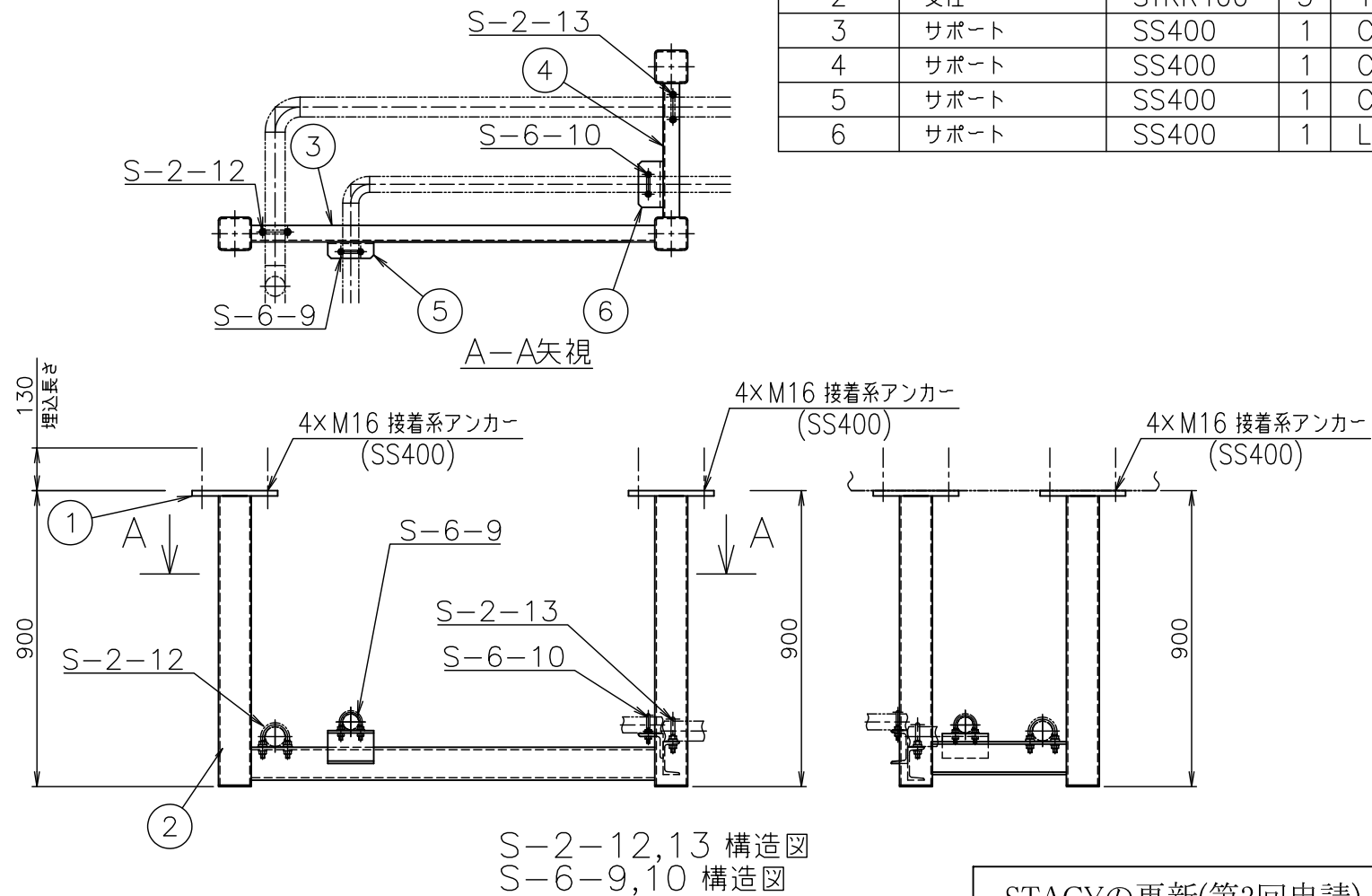


8×M16 接着系アンカー (SS400)      S-2-6,7 構造図  
 S-6-1,2 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(12)  
 給排水系主配管のサポート構造図  
 (その12)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	3	260x260xt16
2	支柱	STKR400	3	100x100x4.5
3	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5
4	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5
5	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5
6	サポート	SS400	1	L75x75x9

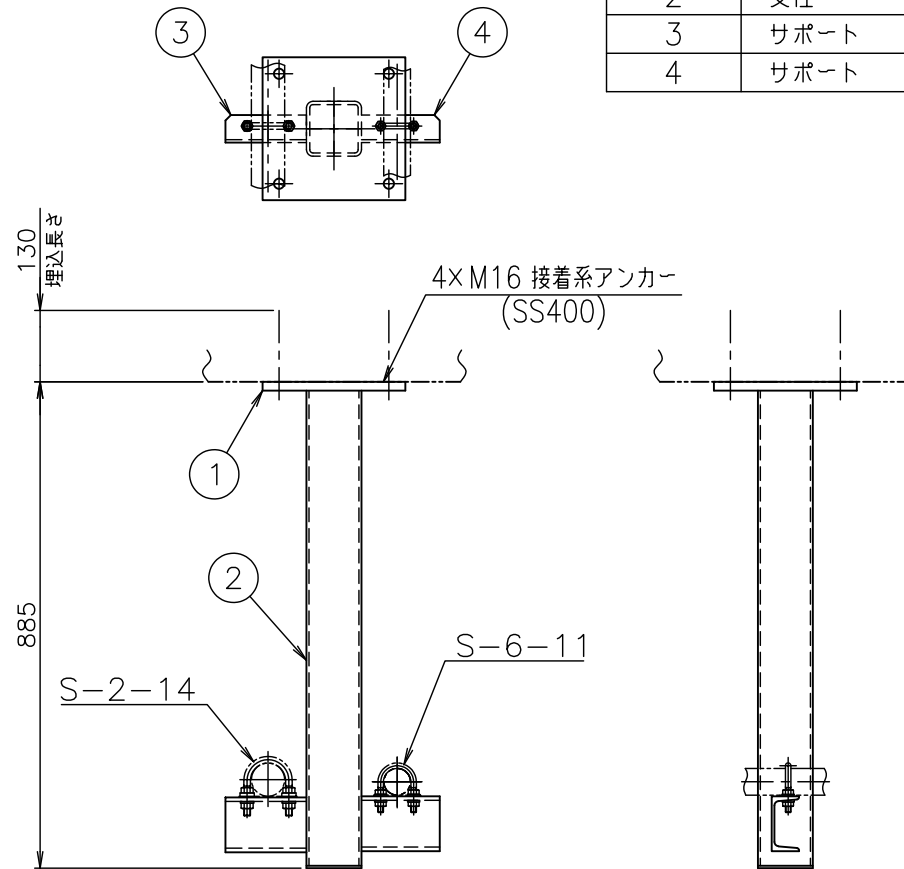


注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(13)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その13)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1	100×100×4.5
3	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5
4	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5

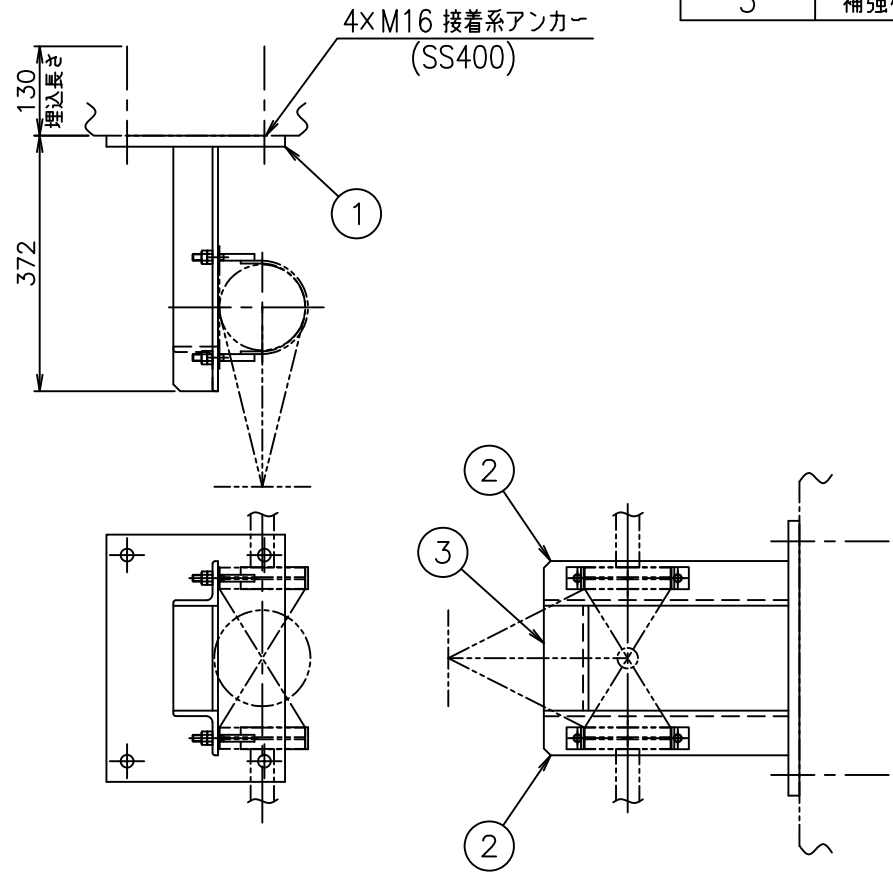


S-2-14 構造図  
S-6-11 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
施工できない場合は形状を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(14)

給排水系主配管のサポート構造図  
(その14)



S-3-2 構造図

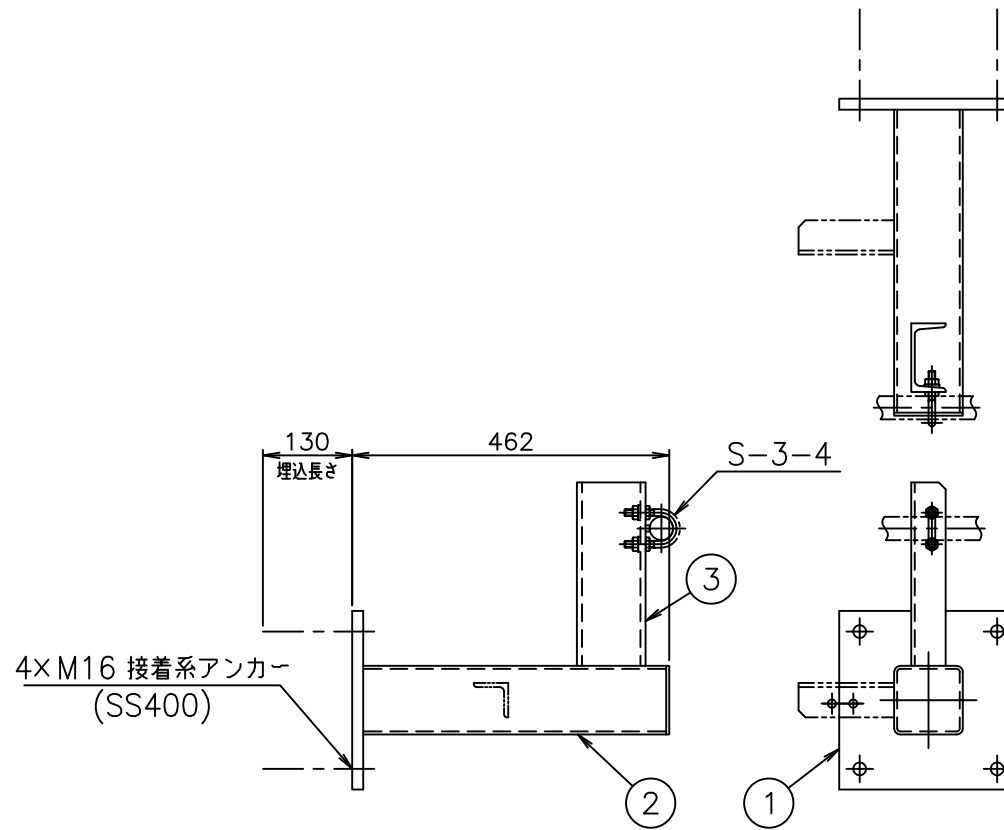
部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x360xt16
2	サポート	SS400	2	L65x65x8
3	補強材	SS400	1	L65x65x8

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(15)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その15)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	支柱	STKR400	1	100x100x4.5
3	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5



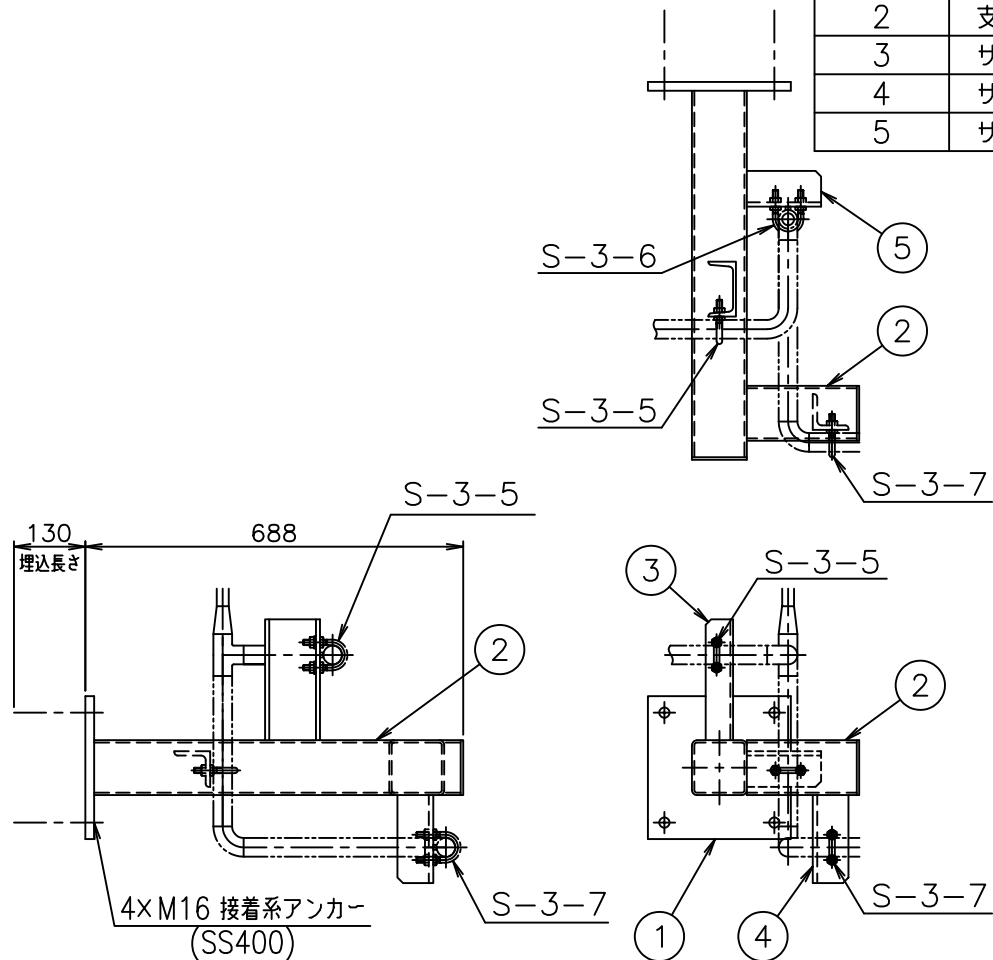
S-3-4 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(16)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その16)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1式	100×100×4.5
3	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5
4	サポート	SS400	1	L65×65×8
5	サポート	SS400	1	L65×65×8



S-3-5,6,7 構造図

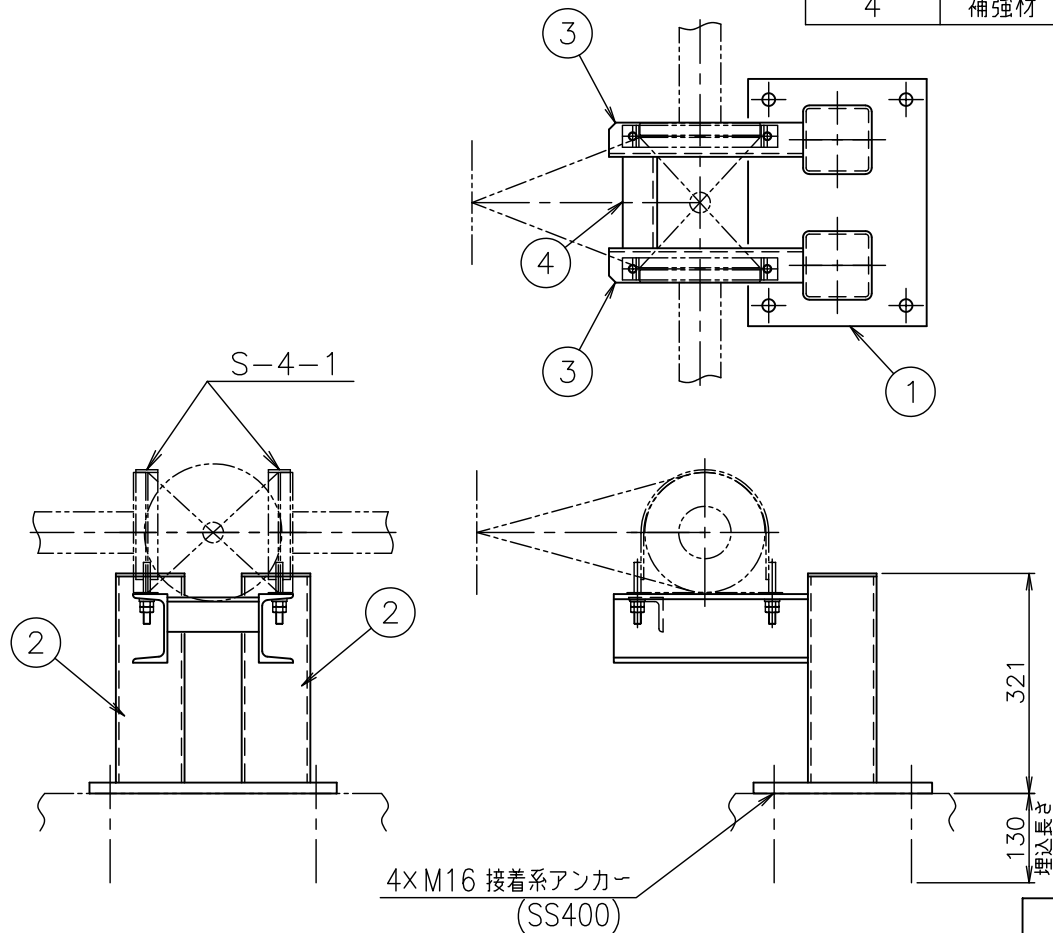
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(17)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その17)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	360x260xt16
2	支柱	STKR400	2	100x100x4.5
3	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5
4	補強材	SS400	1	L50x50x6



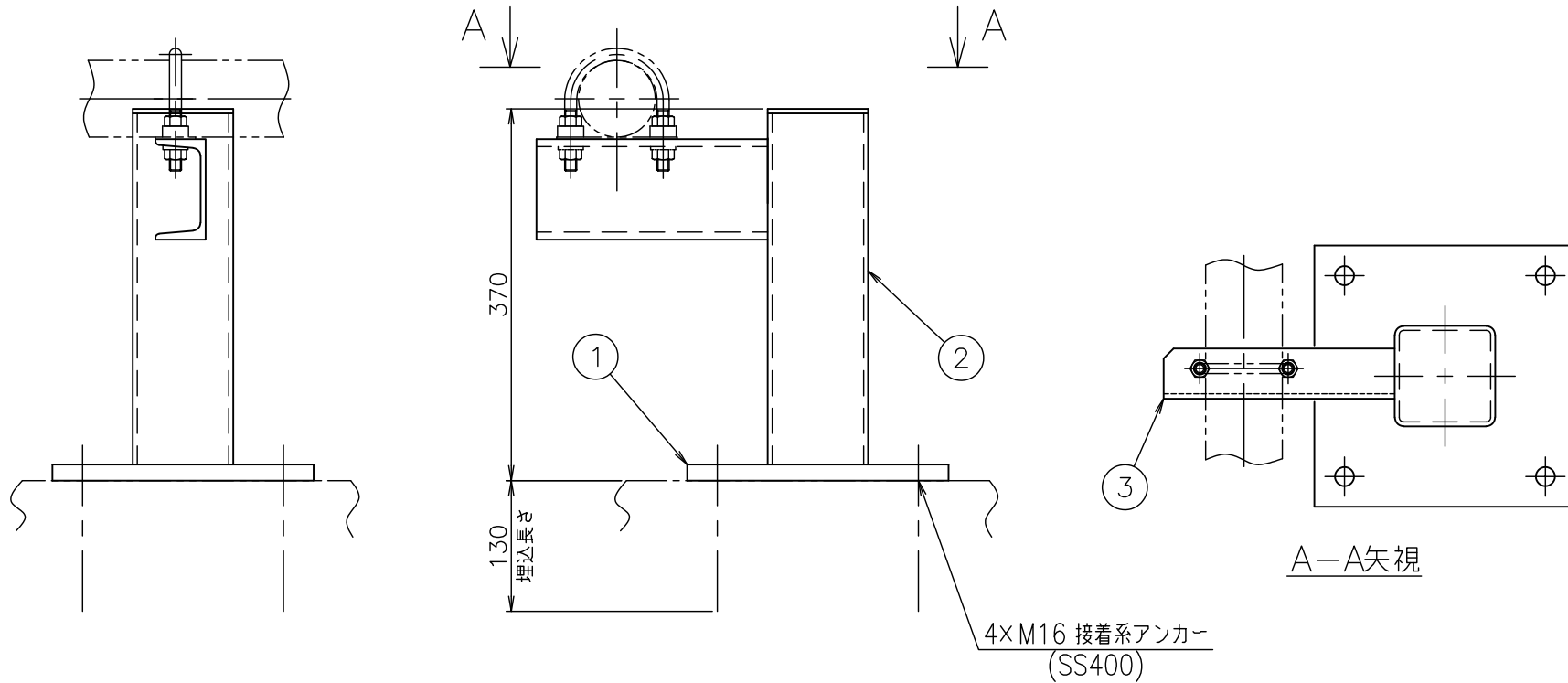
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

S-4-1 構造図

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(18)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その18)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1	100×100×4.5
3	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5



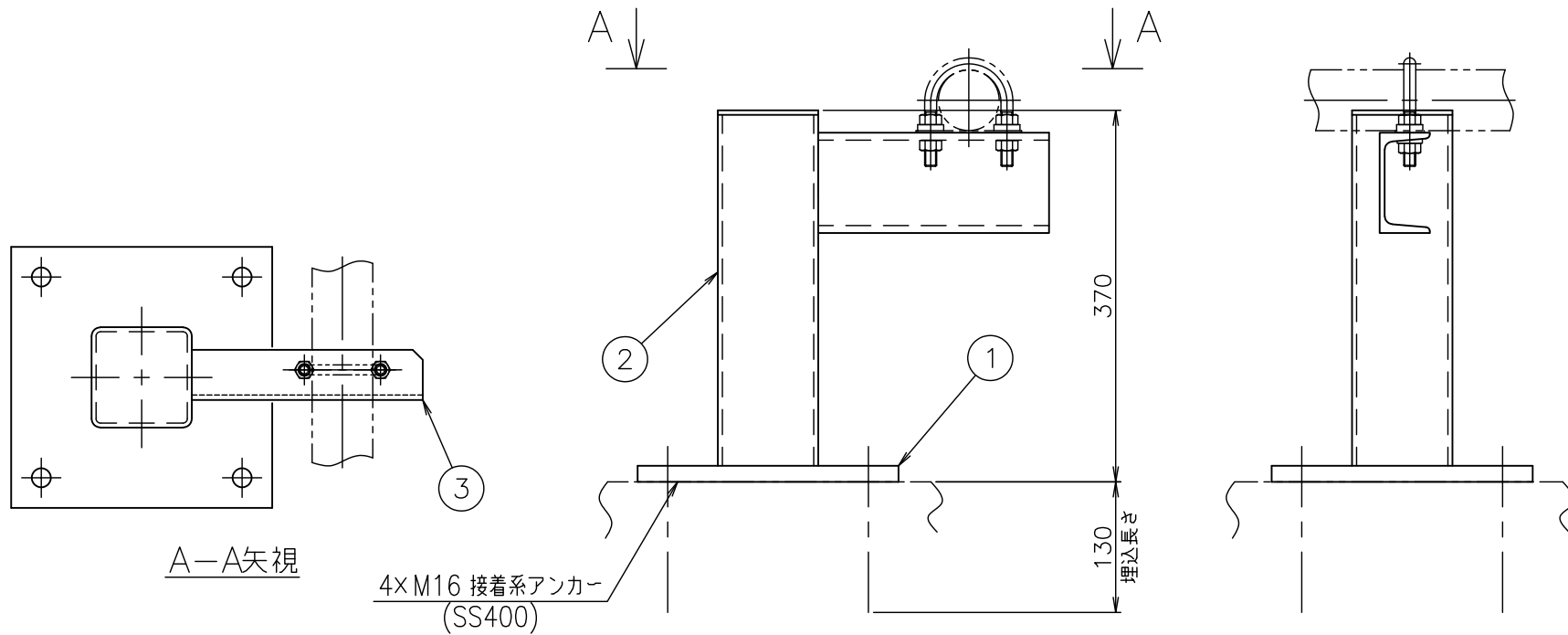
S-4-2 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(19)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その19)

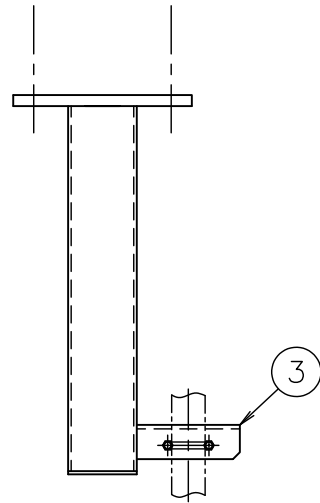
部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260×260×t16
2	支柱	STKR400	1	100×100×4.5
3	サポート	SS400	1	C100×50×5×7.5



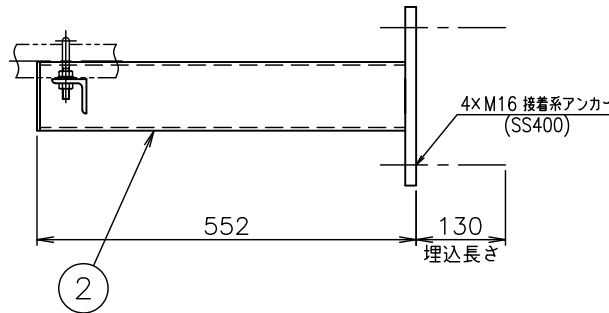
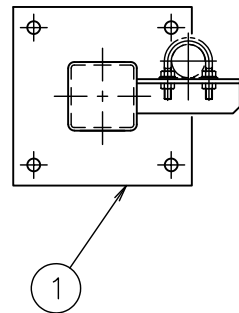
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(20)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その20)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	支柱	SS400	1	100x100x4.5
3	サポート	SS400	1	L50x50x6

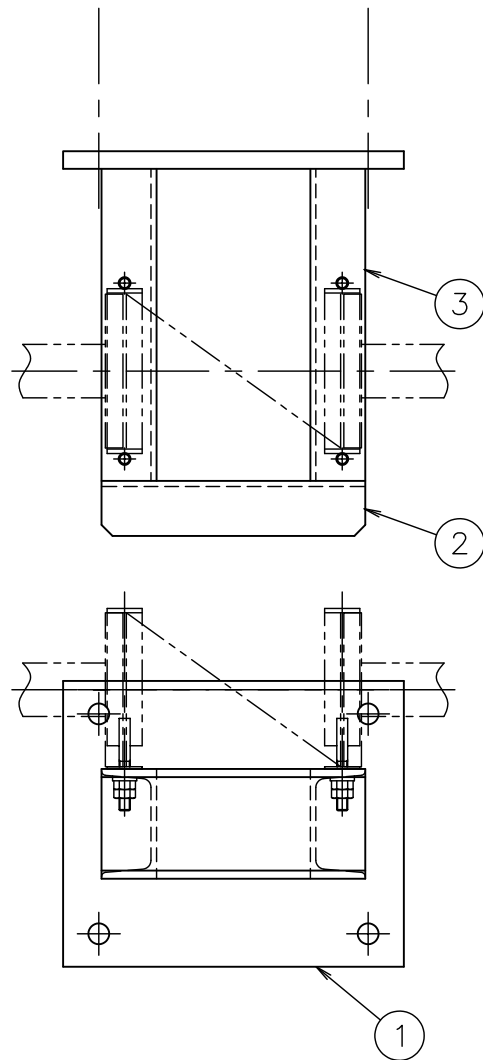


S-5-1 構造図

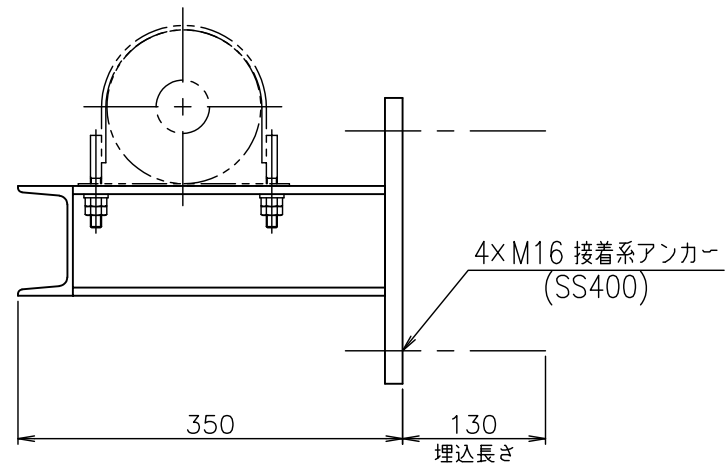
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(21)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その21)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x310xt16
2	補強材	SS400	1	C100x50x5x7.5
3	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5



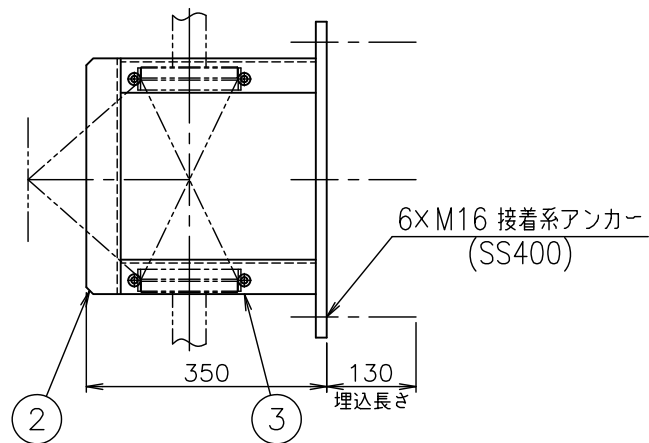
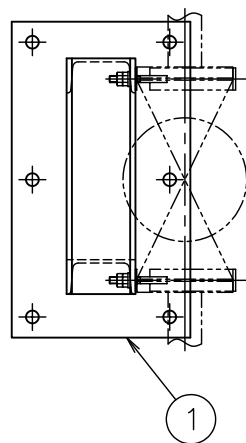
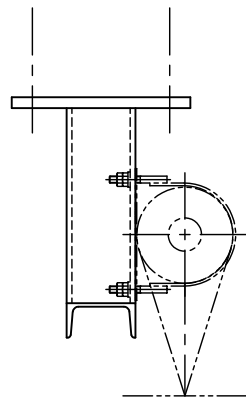
S-5-2 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(22)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その22)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x460xt16
2	補強材	SS400	1	C100x50x5x7.5
3	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5



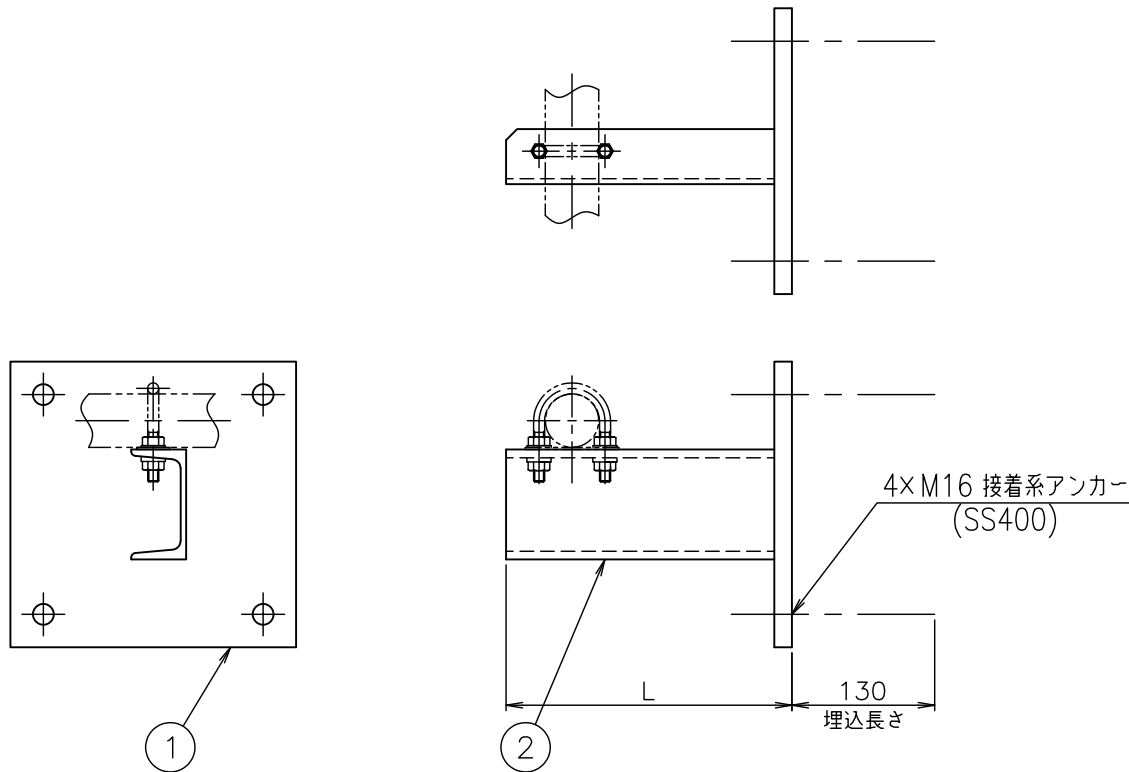
S-5-3 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(23)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その23)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5

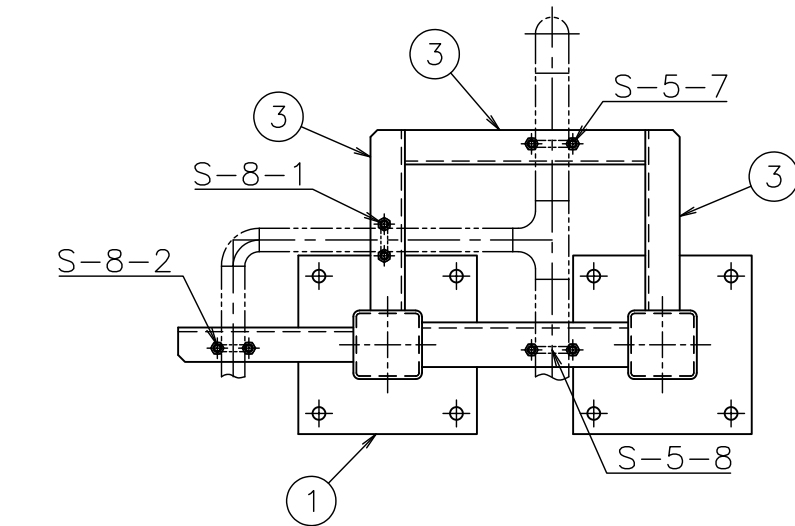


S-5-4 構造図  
 S-6-14 構造図  
 S-6-20 構造図

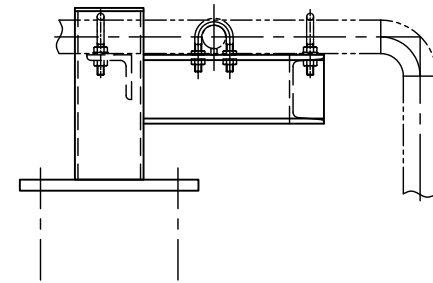
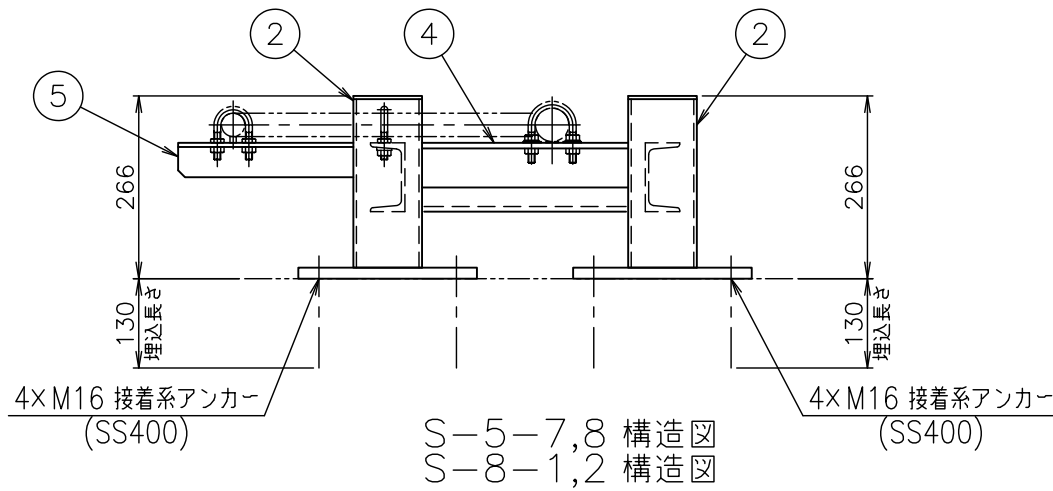
サポート番号	L寸法
S-5-4	260
S-6-14	210
S-6-20	340

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請)	図-2.IV.12(24)
給排水系主配管のサポート構造図 (その24)	



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	2	260x260xt16
2	支柱	STKR400	2	100x100xt9
3	サポート	SS400	1式	C100x50x5x7.5
4	サポート	SS400	1	L65x65x8
5	サポート	SS400	1	L50x50x6



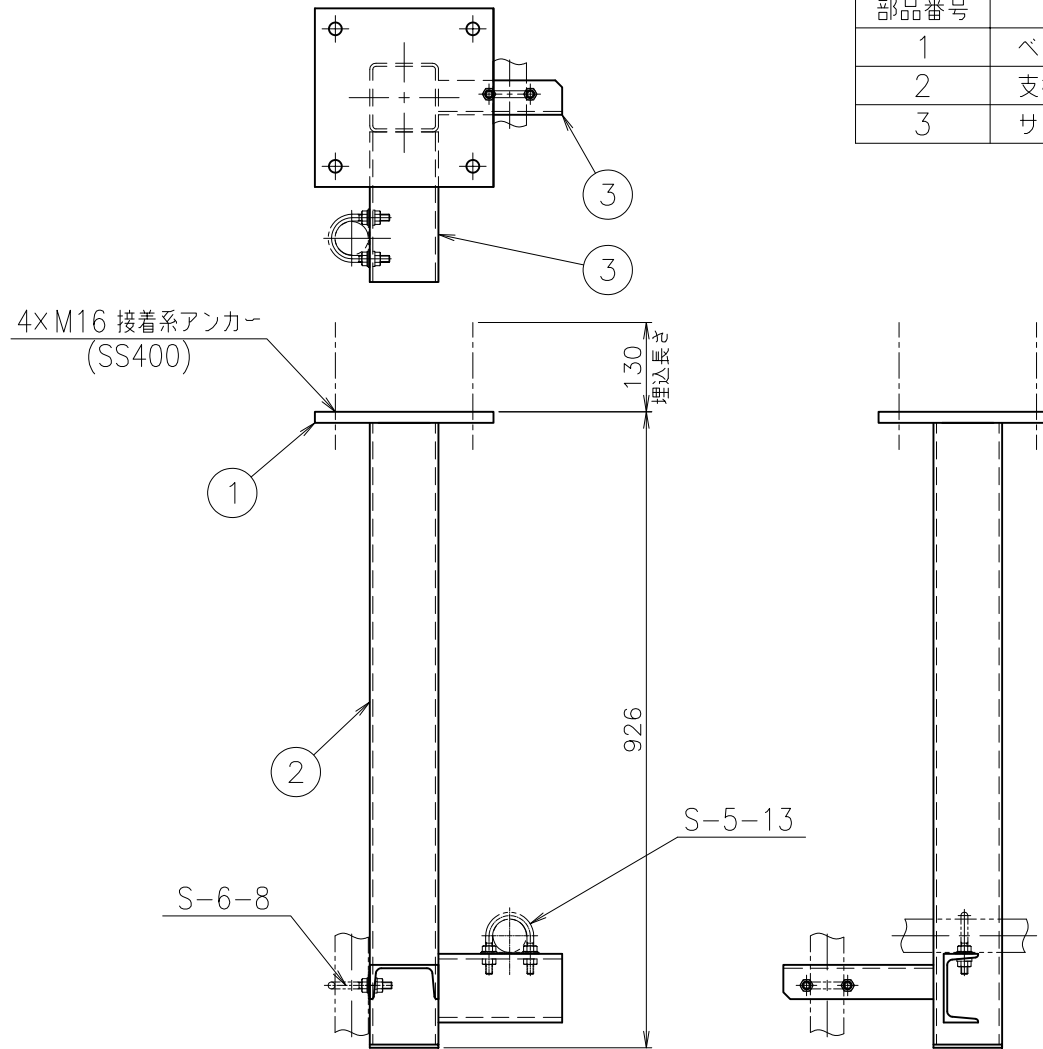
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(25)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その25)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	支柱	STKR400	1	100x100x4.5
3	サポート	SS400	2	C100x50x5x7.5



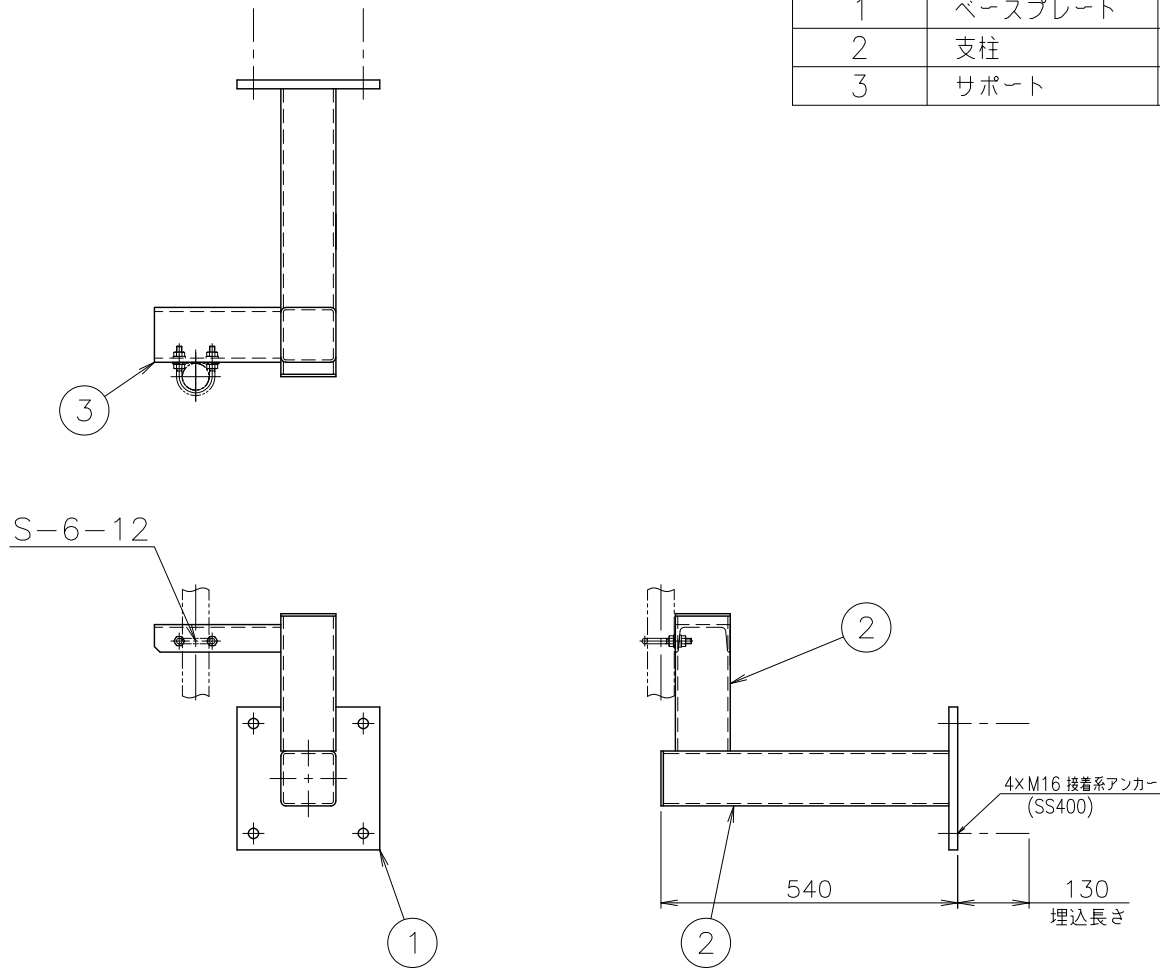
S-5-13 構造図  
S-6-8 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
施工できない場合は形状を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(26)

給排水系主配管のサポート構造図  
(その26)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	支柱	SS400	1式	100x100x4.5
3	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5



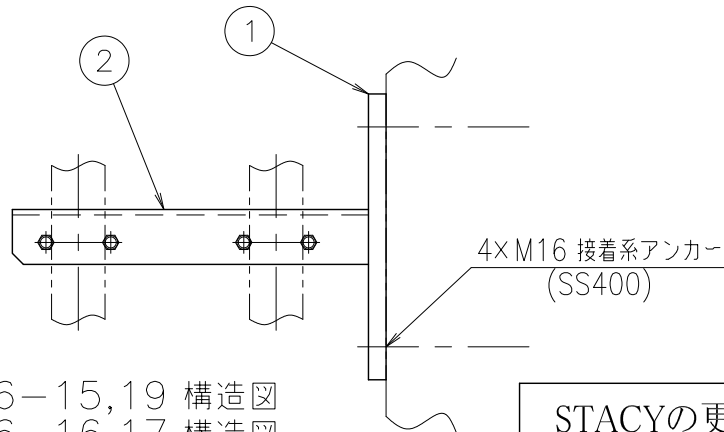
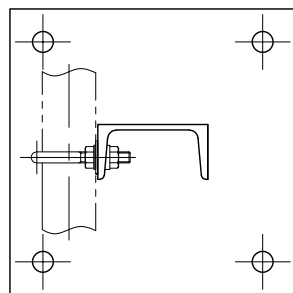
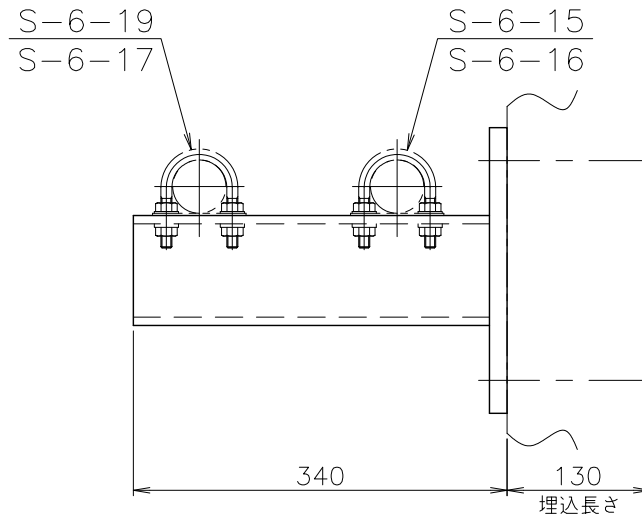
S-6-12 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(27)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その27)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5



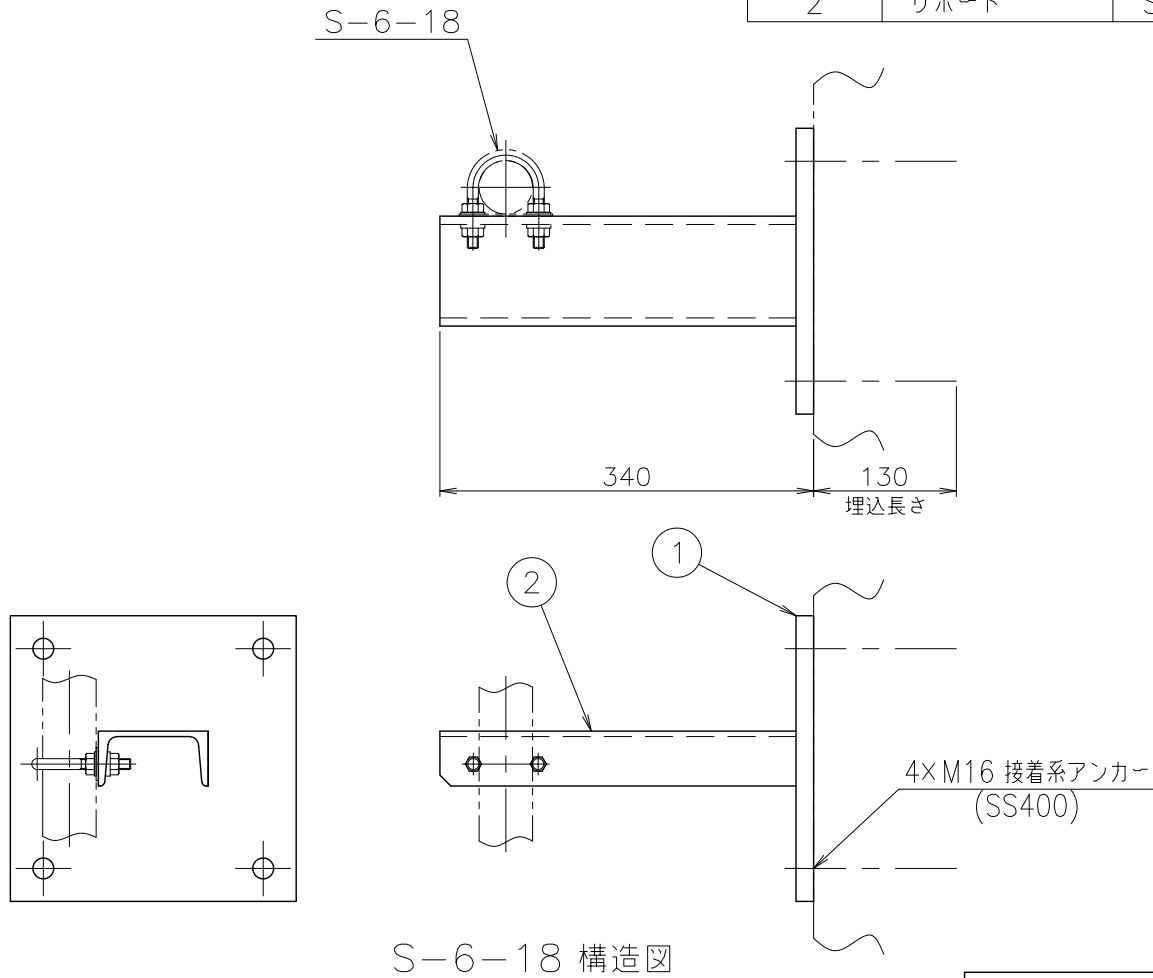
S-6-15,19 構造図  
S-6-16,17 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
施工できない場合は形状を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(28)

給排水系主配管のサポート構造図  
(その28)

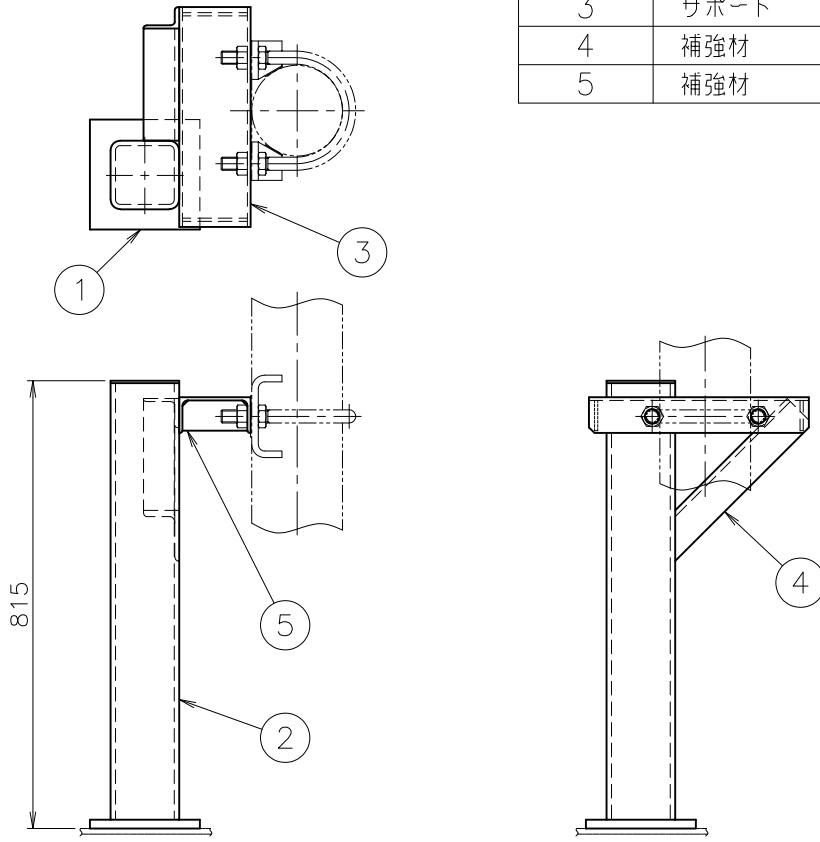
部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	サポート	SS400	1	C100x50x5x7.5



注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(29)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その29)



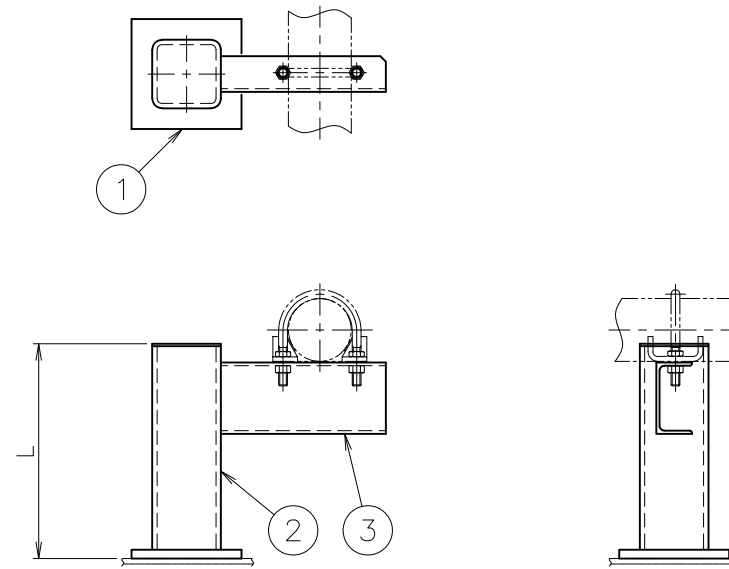
S-11-1 構造図

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SUS304	1	200x200xt16
2	支柱	SUS304	1	125x125x9
3	サポート	SUS304	1	C130x65x6
4	補強材	SUS304	1	L65x65x8
5	補強材	SUS304	2	t6

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(30)  
 給排水系主配管のサポート構造図  
 (その30)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SUS304	1	200x200xt16
2	支柱	SUS304	1	125x125x9
3	サポート	SUS304	1	C130x65x6



S-11-2 構造図  
 S-11-3 構造図

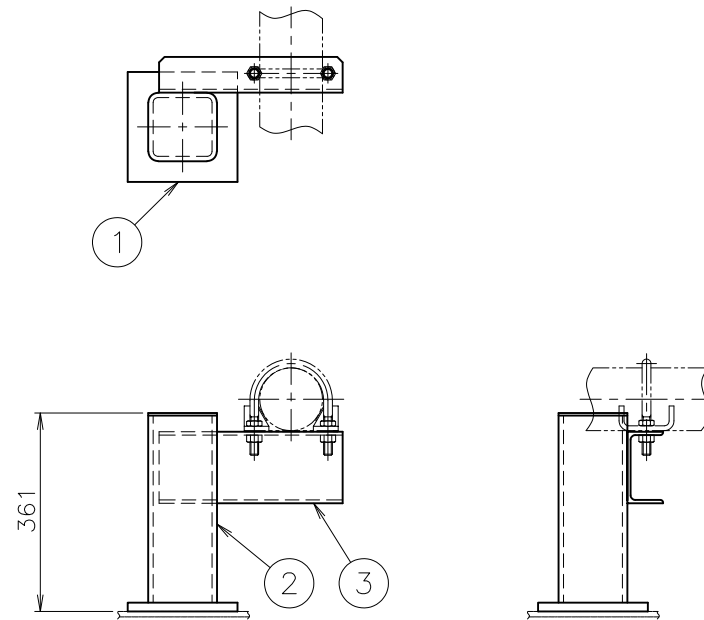
サポート番号	L寸法
S-11-2	391
S-11-3	376

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(31)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その31)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SUS304	1	200x200xt16
2	支柱	SUS304	1	125x125x9
3	サポート	SUS304	1	C130x65x6



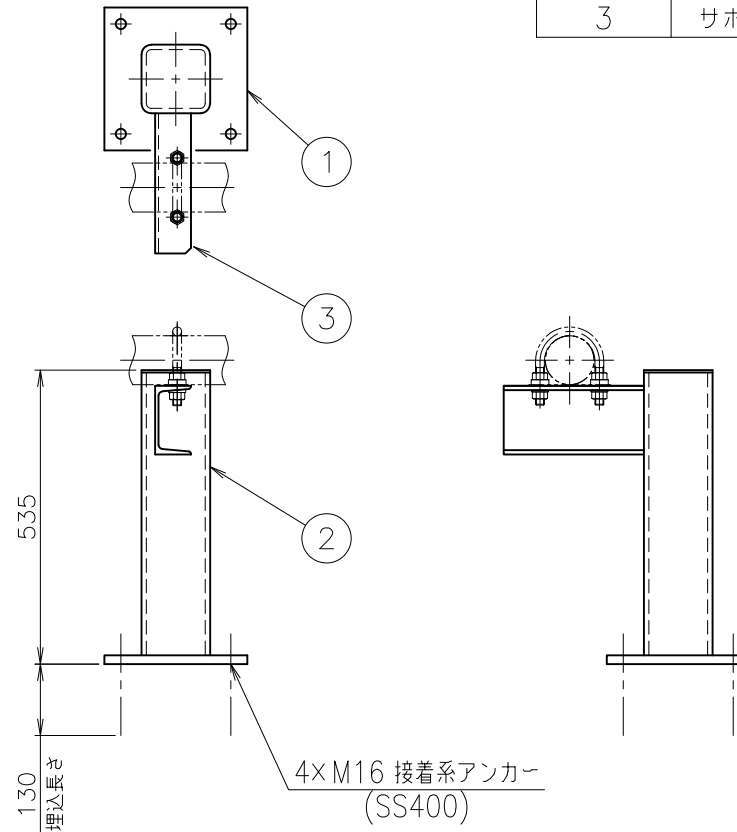
S-11-4 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) | 図-2.IV.12(32)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その32)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	260x260xt16
2	支柱	STKR400	1	125x125x9
3	サポート	SS400	1	C125x65x6x8



S-11-5 構造図

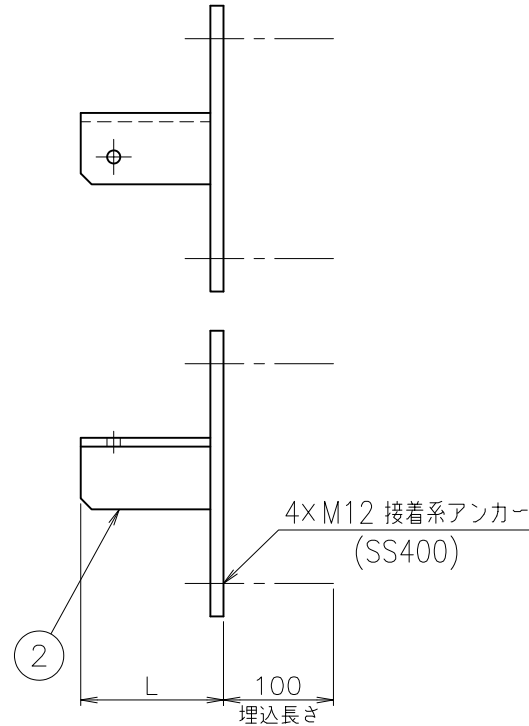
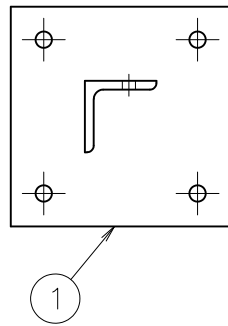
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(33)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その33)



部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	1	200x200xt12
2	サポート	SS400	1	L65x65x8



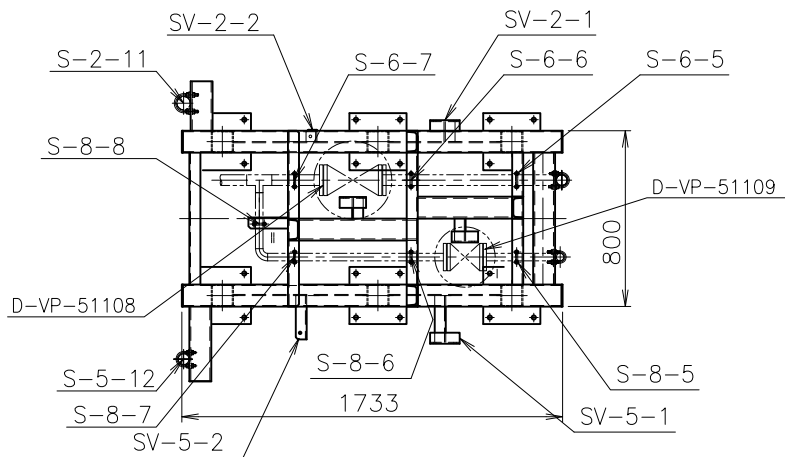
SV-1-1,2 構造図  
SV-3-1 構造図

サポート番号	L寸法
SV-1-1	130
SV-1-2	130
SV-3-1	360

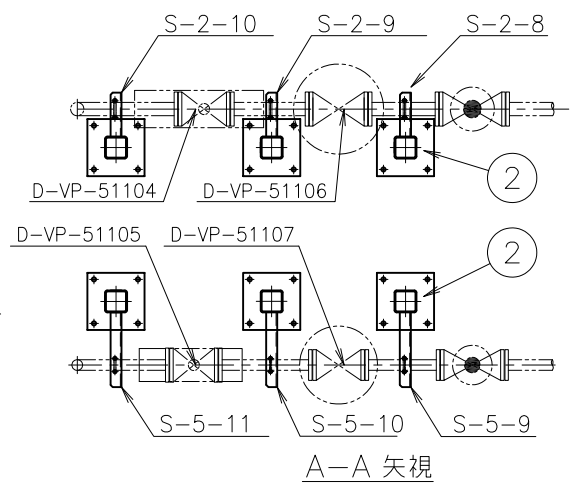
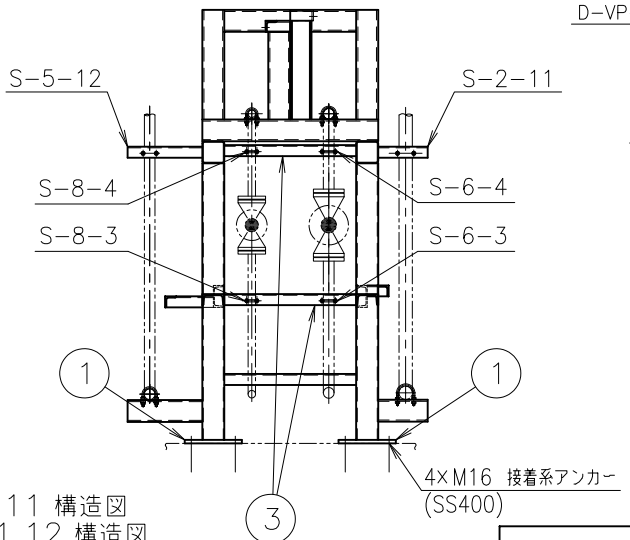
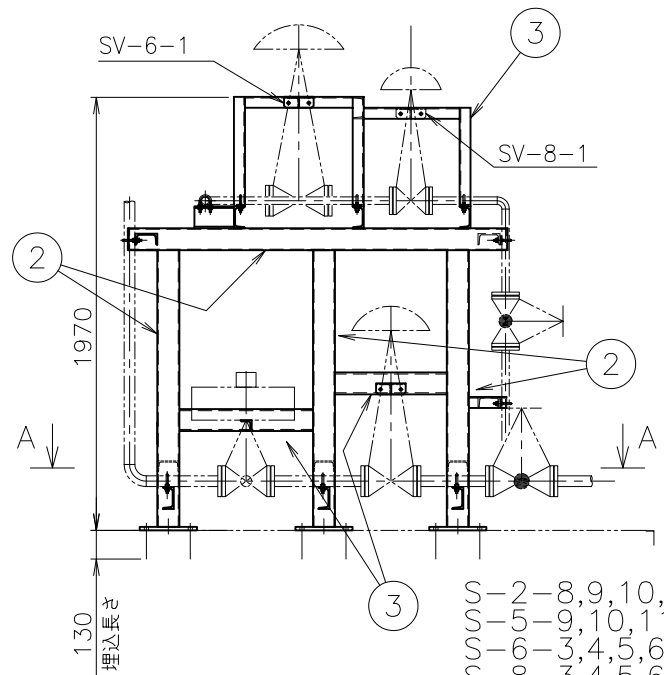
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
施工できない場合は形状を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(34)

給排水系主配管のサポート構造図  
(その34)



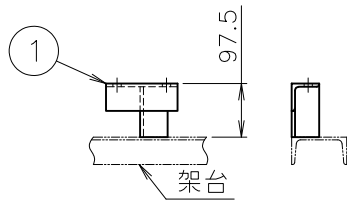
部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	6	260x260xt16
2	架台	STKR400	1式	100x100x4.5
3	架台	SS400	1式	C100x50x5x7.5



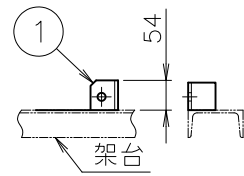
- S-2-8,9,10,11 構造図
- S-5-9,10,11,12 構造図
- S-6-3,4,5,6,7 構造図
- S-8-3,4,5,6,7,8 構造図
- SV-2-1,2 構造図
- SV-5-1,2 構造図
- SV-6-1 構造図
- SV-8-1 構造図

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり施工できない場合は形状を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。サポートは、「その36」を参照のこと。

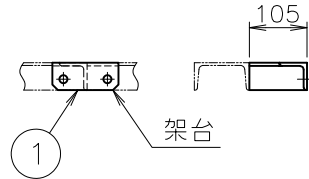
STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(35)  
給排水系主配管のサポート構造図 (その35)



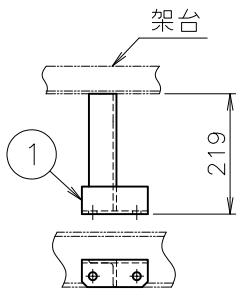
SV-2-1 部詳細



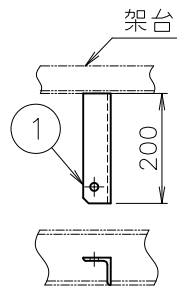
SV-2-2 部詳細



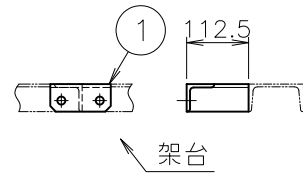
SV-6-1 部詳細



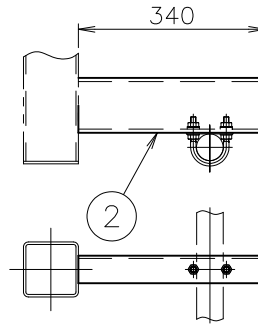
SV-5-1 部詳細



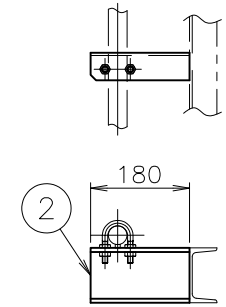
SV-5-2 部詳細



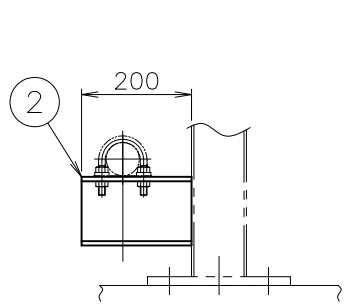
SV-8-1 部詳細



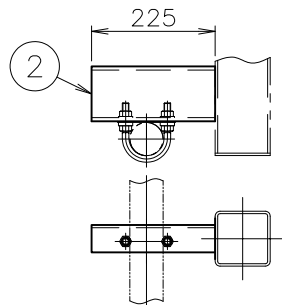
S-5-11 部詳細



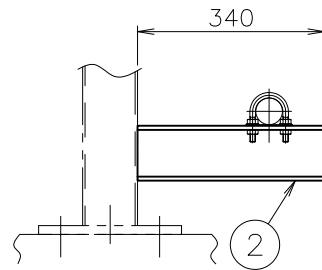
S-8-8 部詳細



S-2-8,9,10 部詳細



S-2-11 部詳細



S-5-9,10,11 部詳細

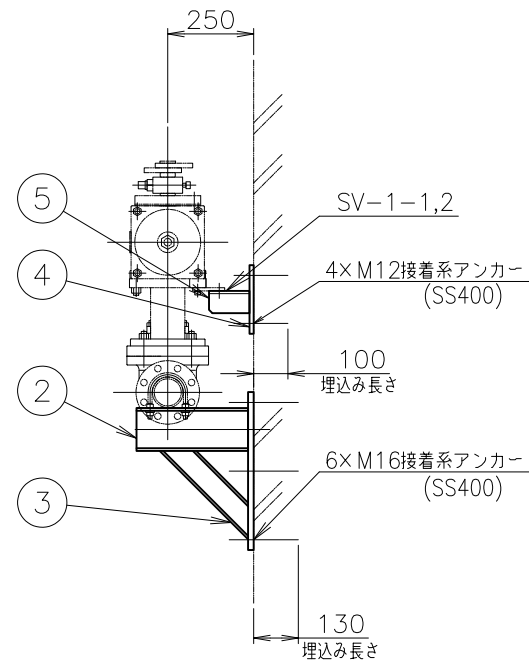
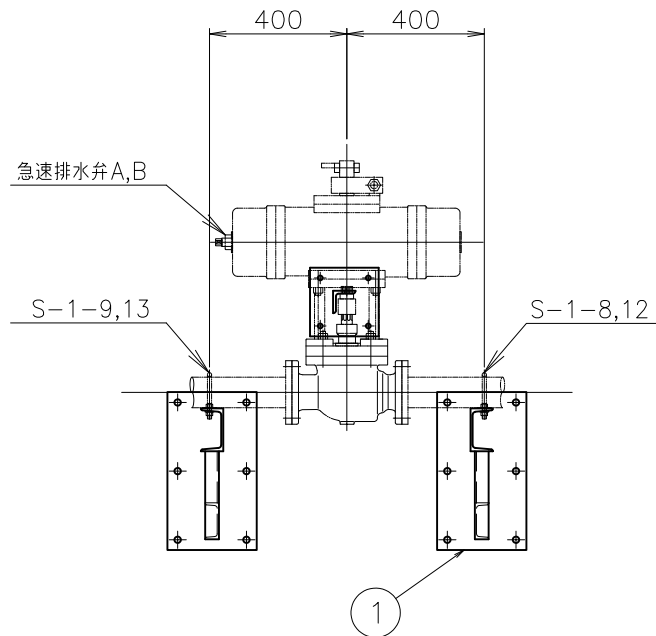
部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	サポート	SS400	6式	L50x50x6
2	サポート	SS400	8	C100x50x5x7.5

注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(36)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その36)

部品番号	部品名称	材質	数	備考
1	ベースプレート	SS400	2	260x460xt16
2	サポート	SS400	2	C125x65x6x8
3	補強材	SS400	2	C75x40x5x7
4	ベースプレート	SS400	1	200x200xt12
5	サポート	SS400	1	L65x65x8

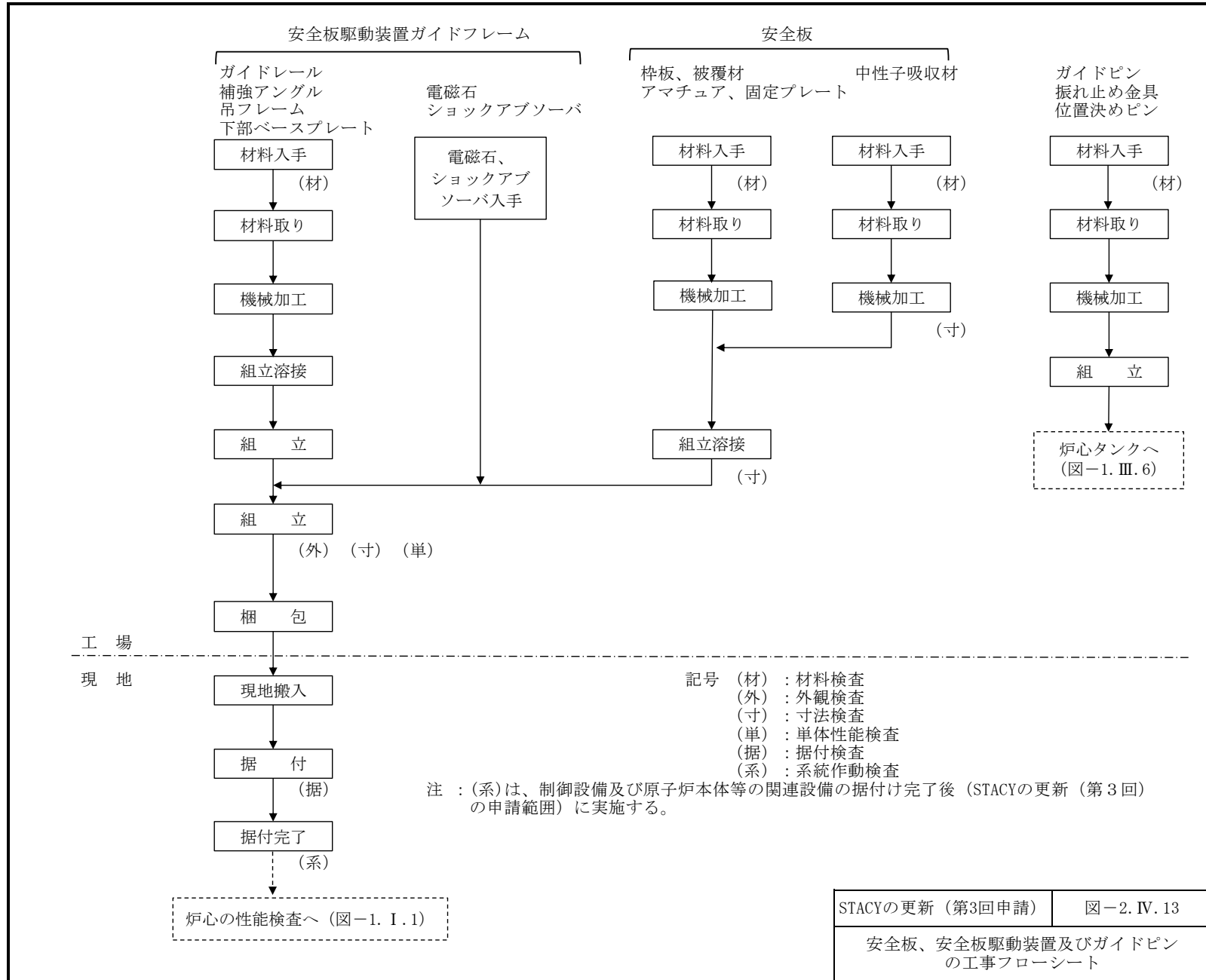


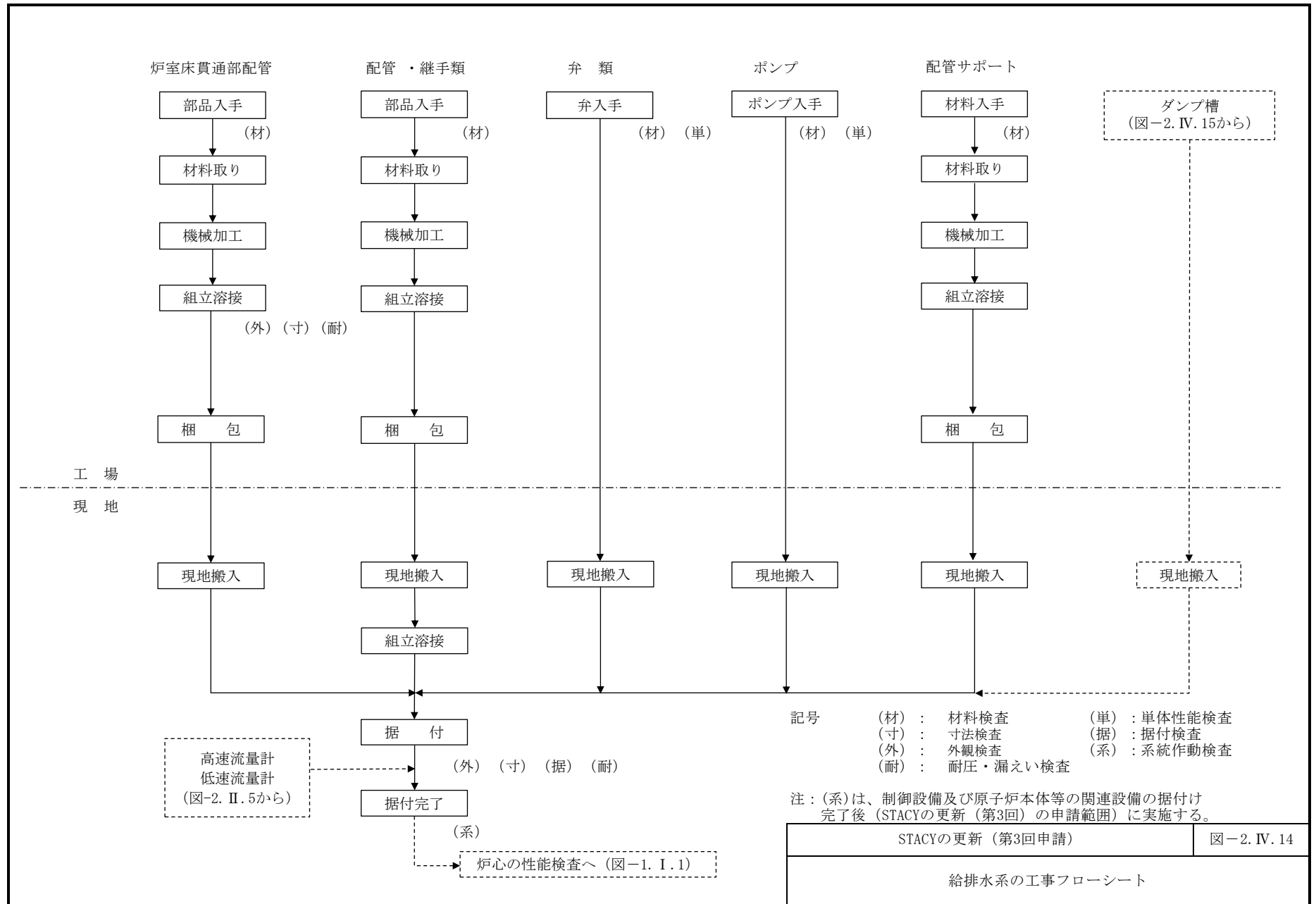
S-1-8,12 構造図  
 S-1-9,13 構造図  
 SV-1-1,2 構造図

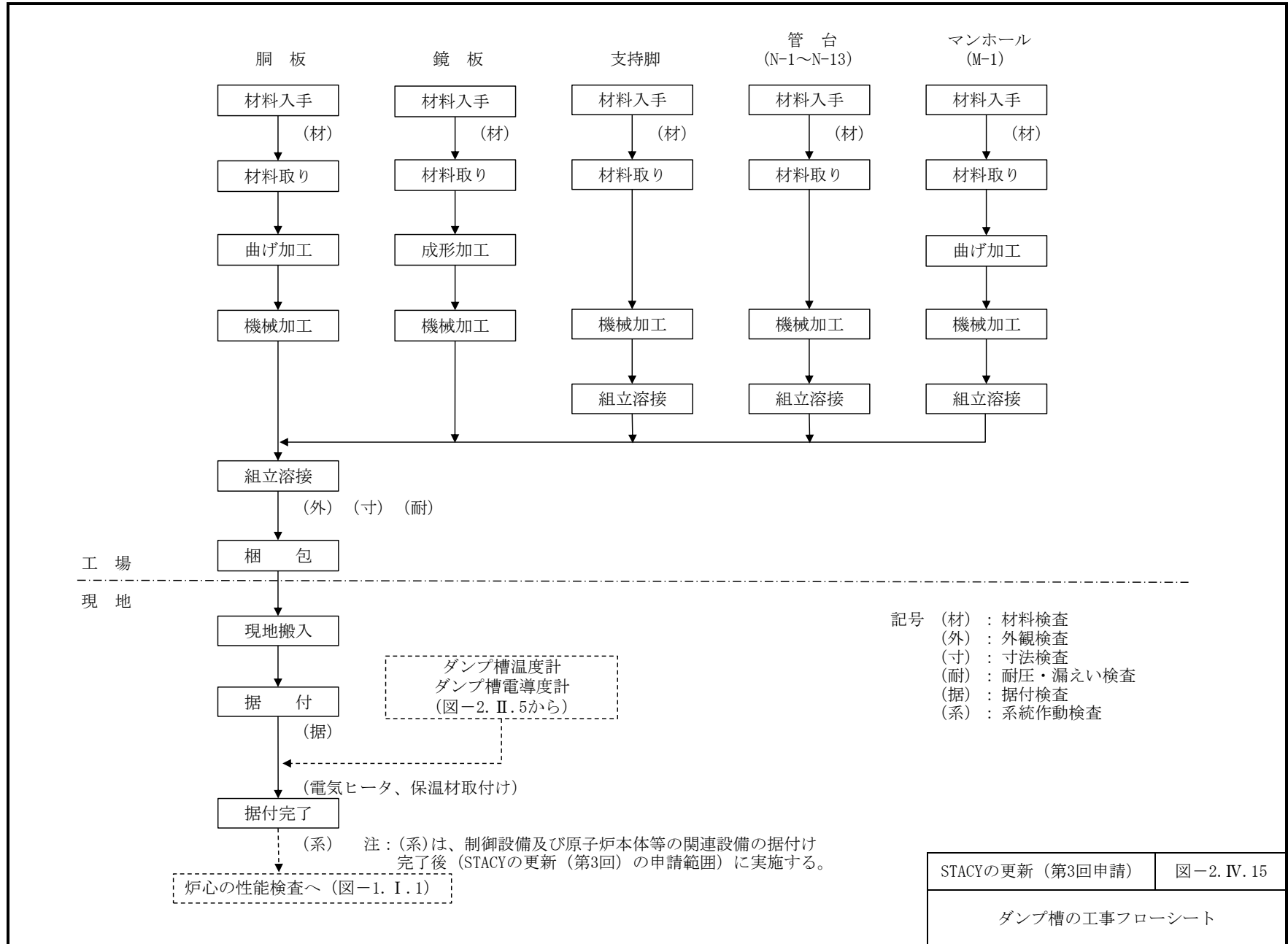
注記：既存部材の据付状態等により、本図のとおり  
 施工できない場合は形状を変更することがある。  
 この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

STACYの更新(第3回申請) 図-2.IV.12(37)

給排水系主配管のサポート構造図  
 (その37)

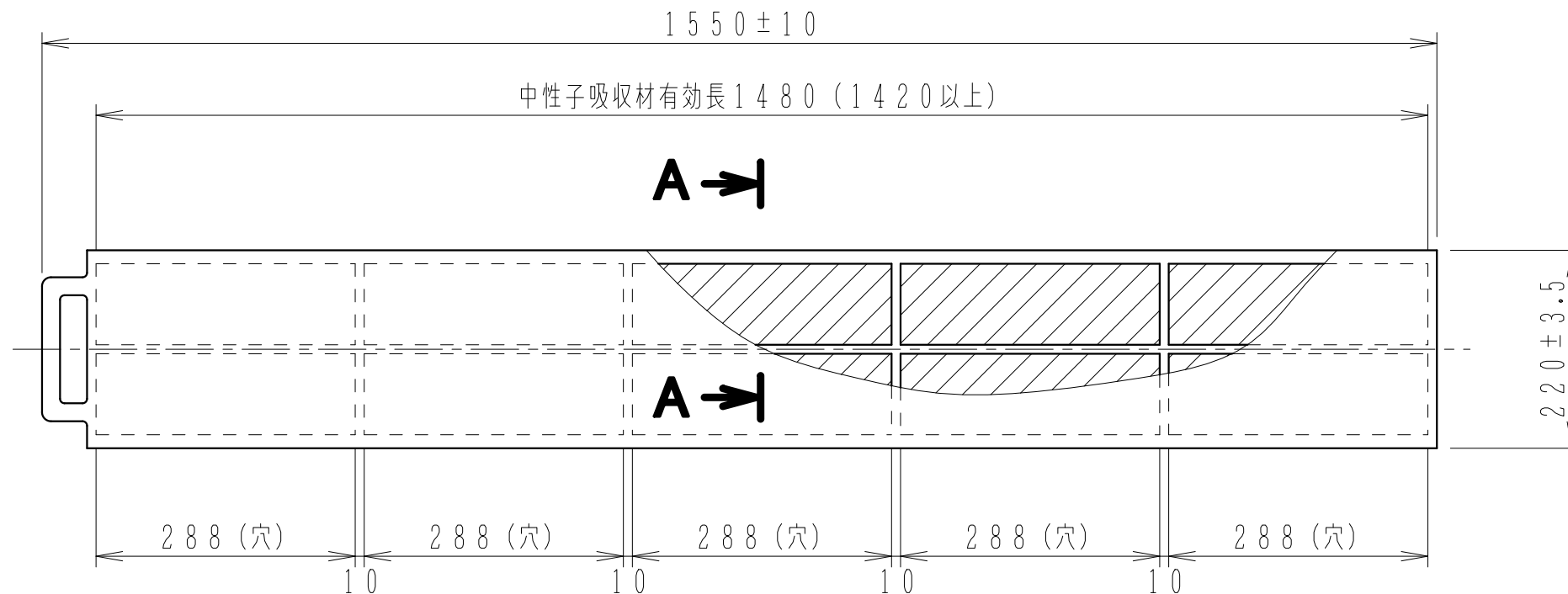




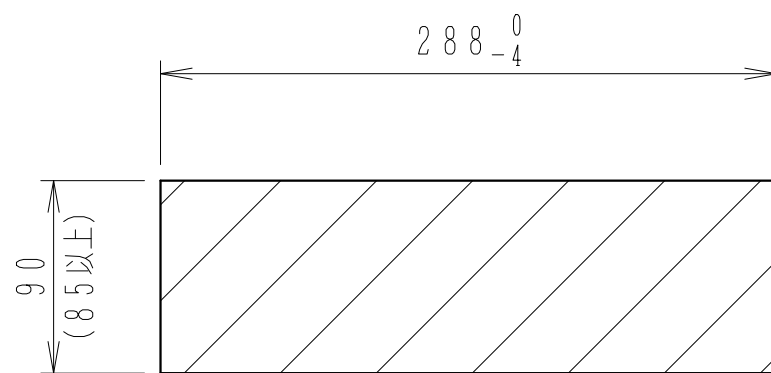


空白頁

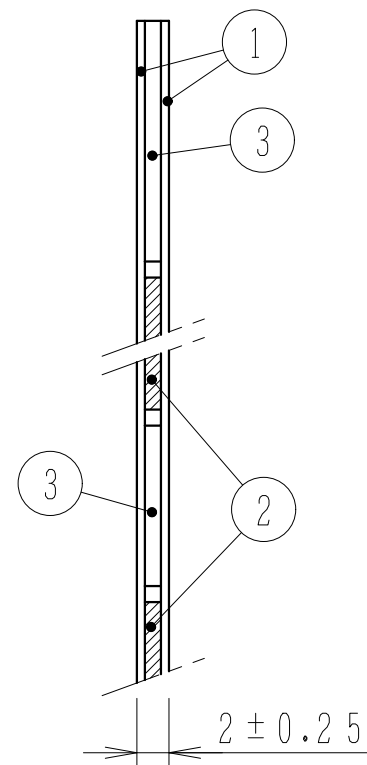




A - A 断面



② 中性子吸収材詳細



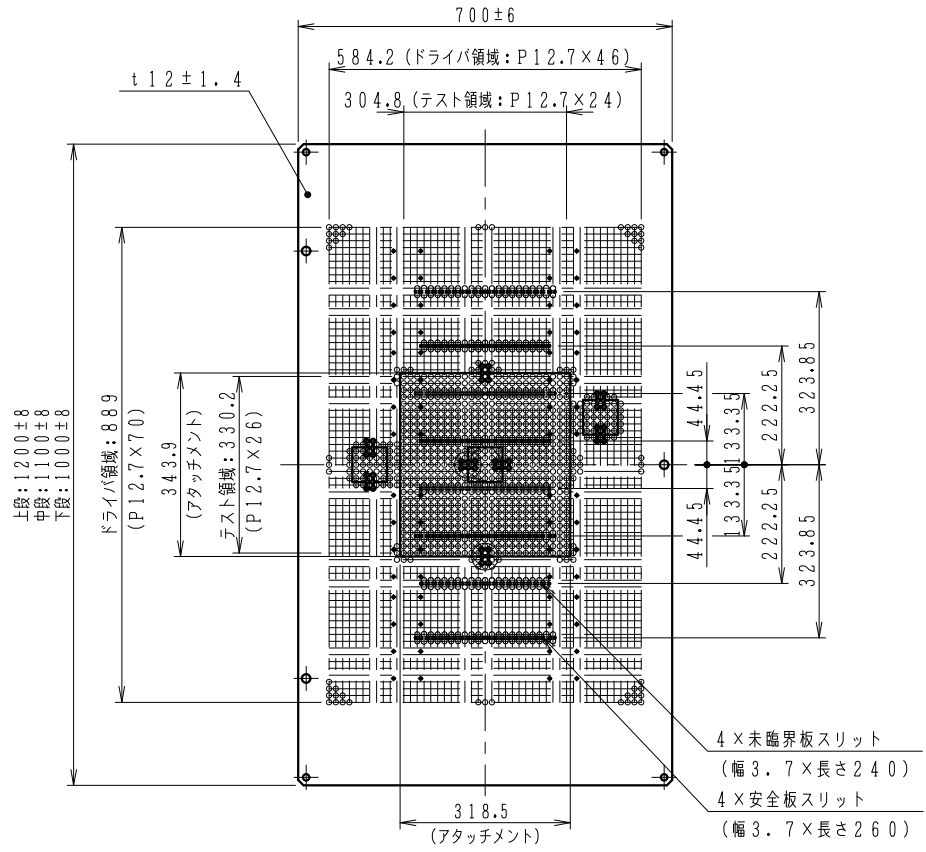
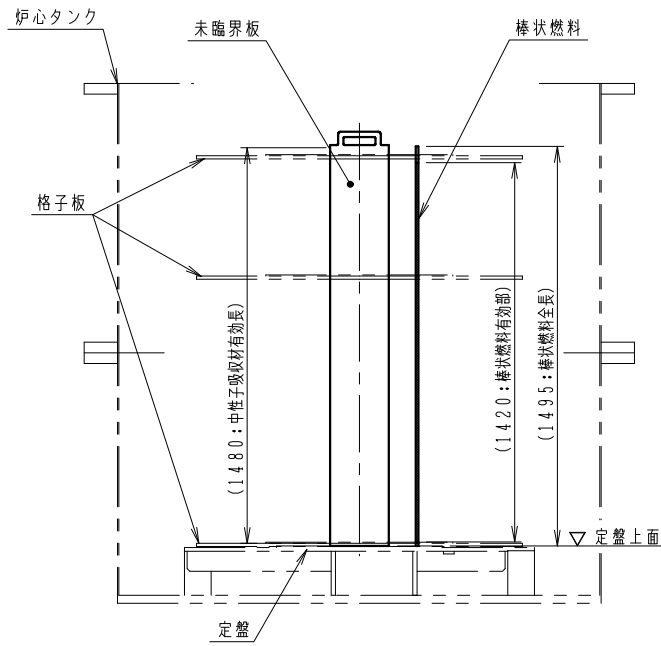
3	枠板	1	SUS304
2	中性子吸収材	10	カドミウム
1	被覆材	2	SUS304
番号	品名	個数	材料
部品表			

部品表の個数は、1基当りの個数を示す。

中性子吸収材の厚さ  
カドミウム：1.0 mm (0.3 mm以上)

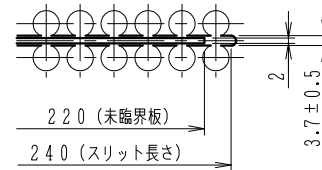
STACYの更新 (第3回申請)	図-2. IV. 16 (1)
未臨界板 構造図 (その1)	

空白頁

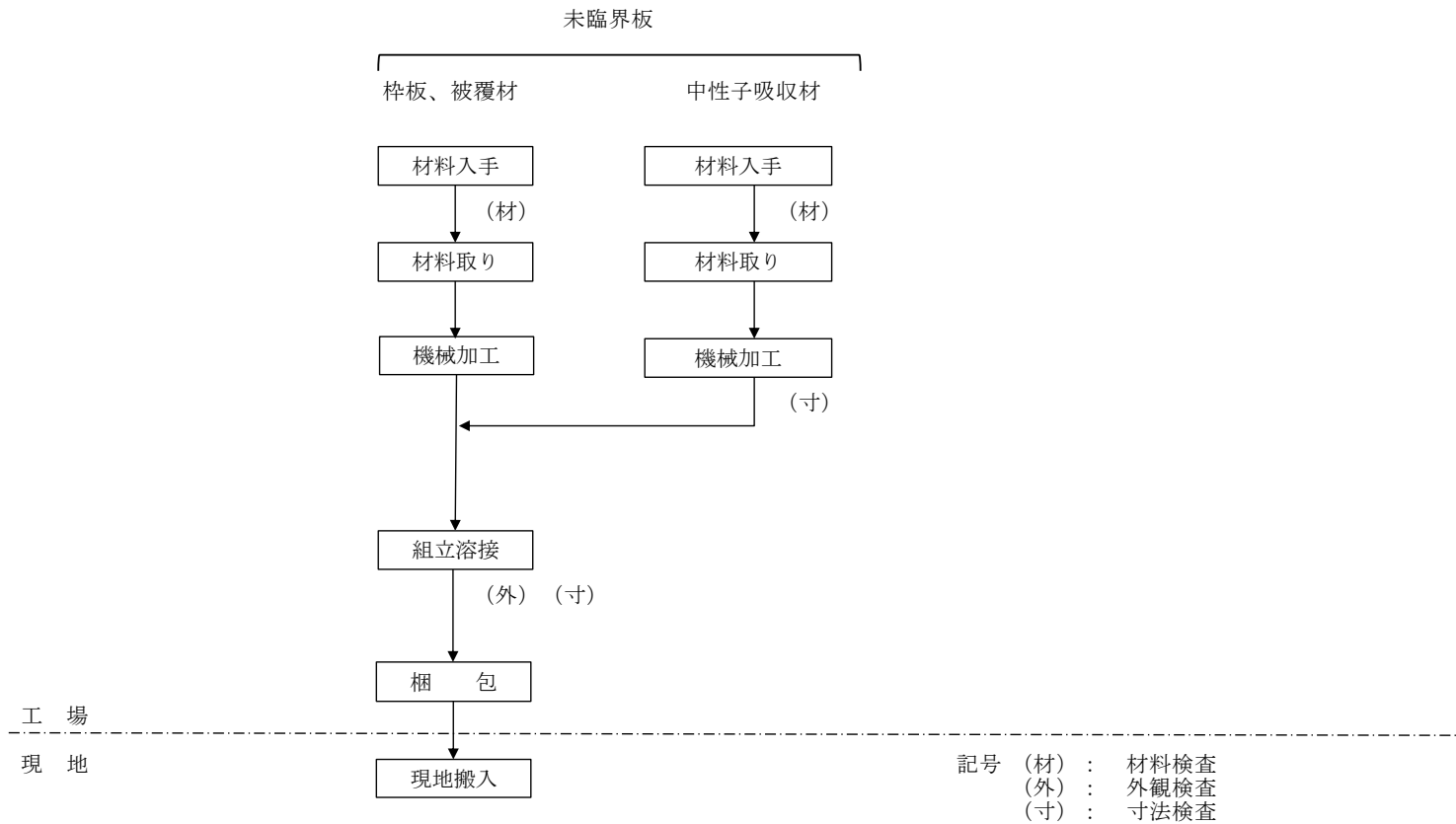


上段:1200±8  
中段:1100±8  
下段:1000±8

未臨界板スリット詳細



STACYの更新 (第3回申請)	図-2. IV. 16 (2)
未臨界板 構造図 (その2)	



## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書
- Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針
- Ⅲ－１－３ 耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(1) 原子炉本体等の応力解析
  - Ⅲ－１－３－(5) 安全板駆動装置の耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(8) ガイドピンの耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(9) 急速排水弁、低速給水系主要弁の耐震強度計算書
- Ⅲ－１－４ 安全板装置の耐震性についての説明書
- Ⅲ－１－５ 未臨界板の耐震性についての説明書
  
- Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書
- Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書
  - Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書
  - Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書
  
- Ⅲ－４－１ 材料・構造等についての基本方針
- Ⅲ－４－２ 耐圧強度計算書
  - Ⅲ－４－２－(1) 耐圧強度計算書作成の基本方針
  - Ⅲ－４－２－(3) 給排水系主配管の耐圧強度計算書
  - Ⅲ－４－２－(4) ダンプ槽の耐圧強度計算書
  
- Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書
  
- Ⅲ－７－１ 溢水防護についての説明書
  
- Ⅲ－９－２ 反応度制御についての説明書
- Ⅲ－９－３ 反応度制御についての評価書
  - Ⅲ－９－３－(1) 炉心の核的設計計算書作成の基本方針
  - Ⅲ－９－３－(2) 基本炉心（１）の核的設計計算書
  
- Ⅲ－１２－１ 通信連絡設備、制御室についての説明書

2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

## V. その他の主要な事項

## 目 次

1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲	本-2-V-1
2. 準拠した基準及び規格	本-2-V-2
3. 設 計	本-2-V-3
3.1 設計条件	本-2-V-3
3.2 設計仕様	本-2-V-5
4. 工事の方法	本-2-V-8
4.1 工事の方法及び手順	本-2-V-8
4.2 試験・検査項目及び方法	本-2-V-8
添付書類	本-2-V-13



## 1. 計測制御系統施設の構成及び申請範囲

計測制御系統施設は、次の施設から構成される。

- (1) 計装
- (2) 安全保護回路
- (3) 制御設備
- (4) その他の主要な事項

上記のうち、(4)その他の主要な事項は、次の設備から構成される。

- イ. インターロック
  - a. 起動インターロック
  - b. 運転制御用インターロック
  - c. 盤
- ロ. 警報回路
- ハ. 制御室等
  - a. 制御室
  - b. 制御室外停止スイッチ

本編での申請範囲は、上記(4)その他の主要な事項のうち、イ. インターロック、ロ. 警報回路の改造、及び(4)その他の主要な事項の追加評価に関するものである。

改造内容は以下のとおり。

既設のインターロック盤内の回路を改造するとともに、新設するインターロック条件の検出部及びインターロック作動部（対象機器）を回路に接続する。

既設のモニタ盤（第2編のⅡ. その他の主要な計装に記載）の警報回路へ新設するその他の主要な計装（第2編のⅡ. その他の主要な計装に記載）の警報信号を接続する。

追加評価の内容は、その他の主要な事項について、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計されていることを確認するものである。

インターロックの系統及び申請する改造範囲を図-2. V. 1に、警報回路の系統及び申請する改造範囲を図-2. V. 2に示す。インターロック及び警報回路の配置（盤配置）は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。なお、制御室内の盤配置を図-2. V. 3に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格 (JIS)
- (2) 日本電機工業会規格 (JEM)

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

##### (1) インターロック

##### a) 起動インターロック

起動インターロックは、STACYを起動する際に、運転可能な状態になっていること及びSTACYの運転手順が確実に行われることを確保するためのものである。起動インターロックの設計条件を以下に示す。

インターロック名称	インターロック条件
起動インターロック※	スクラム条件が解除されていること。
	炉室フードクレーンが定位置であること。
	ダンプ槽の受入弁(D-VM-51110)及びダンプ槽の払出弁(D-VM-51111)が閉であること。
	安全板が待機状態にあること。
	起動系の中性子束指示値が正常であること(計数率：3 cps以上)。

※ インターロック条件が満足されなければ、急速排水弁及び通常排水弁を閉じることができず、また、給水ポンプの起動並びに給水吐出弁及び流量調整弁の開操作をすることもできない。

STACYの運転中に条件が満足されなくなった場合には、給水ポンプの停止並びに給水吐出弁及び流量調整弁の閉により給水不可とするとともに、急速排水弁及び通常排水弁の開により軽水を排水する。

b) 運転制御用インターロック

運転制御用インターロックは、STACYを安全な運転状態に維持するための制御設備を作動させるために設けており、反応度添加停止インターロックと排水開始インターロックがある。運転制御用インターロックの設計条件を以下に示す。

インターロック名称		インターロック条件
運転 制御 用 インター ロック	反応度添加停止 インターロック ※	給水停止スイッチが作動したとき。
		給水停止素子の位置が高速給水制限水位を超えたとき。 <sup>*1</sup>
		起動系の炉周期短が作動したとき。
		運転系対数出力系の炉周期短が作動したとき。
		ダンプ槽が水位低となったとき。
		高速給水バイパス弁が閉止したとき。 <sup>*1</sup>
		低速給水バイパス弁が閉止したとき。 <sup>*2</sup>
	パルス中性子発生装置を運転しているとき。	
	排水開始インター ロック ※※	運転系線型出力系の中性子束指示値が測定範囲外になったとき。
		排水開始スイッチが作動したとき。

※ インターロック条件が働いた場合には、給水（\*1の条件については、高速給水系、\*2の条件については、低速給水系）を停止させる。また、高速給水系、低速給水系及び可動装荷物駆動装置並びに給水停止スイッチは、2つ以上同時に運転することができない。

※※ インターロック条件が働いた場合には、急速排水弁及び通常排水弁を開とし軽水を排水するとともに、給水を停止させる。

c) 盤

インターロック盤の設計条件は、平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。

(2) 警報回路

中性子束、炉周期、温度、流量等のプロセス変数が設定値を超えた場合に警報を発する回路を設ける。

### 3.2 設計仕様

#### (1) インターロック

改造は、既設のインターロック盤内の回路を改造するとともに、新設するインターロック条件の検出部及び作動部（インターロック対象機器）を回路に接続するものである。インターロック盤の筐体は既設をそのまま使用するため、設計仕様は平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で認可を受けたとおりである。

改造後の各インターロックの設計仕様を以下に示す。（太枠部は新設する検出部及び作動部）

#### a) 起動インターロック

インターロック名称	インターロック条件	検出部	作動部
起動インターロック	スクラム条件が解除されていること。	スクラム継電器	高速給水ポンプ 高速給水吐出弁 (D-VP-51104)
	炉室フードクレーンが定位置であること。	定位置リミットスイッチ	高速流量調整弁 (D-VP-51106)
	ダンプ槽の受入弁(D-VM-51110)及びダンプ槽の払出弁(D-VM-51111)が閉であること。	ダンプ槽の受入弁及びダンプ槽の払出弁の閉リミットスイッチ	低速給水ポンプ 低速給水吐出弁 (D-VP-51105)
	安全板が待機状態にあること。*	上限リミットスイッチ及び電磁石継電器	低速流量調整弁 (D-VP-51107)
	起動系の中性子束指示値が正常であること。*	対数計数率回路のトリップ回路	急速排水弁 (D-VP-51101A, B) 通常排水弁 (D-VP-51102)

\*：停止余裕測定時にバイパススイッチによりバイパスする。

b) 運転制御用インターロック

インター ロック 名称	インターロック条件	検 出 部	インターロック対象機器								
			高速給水系		低速給水系		可動装荷物 駆動装置	給水停止スイッチ 駆動装置	急速排水弁 (D-VP-51101A) (D-VP-51101B)	通常排水弁 (D-VP-51102)	
			給水ポンプ	給水吐出弁 (D-VP-51104) 流量調整弁 (D-VP-51106)	給水ポンプ	給水吐出弁 (D-VP-51105) 流量調整弁 (D-VP-51107)					
運転 制御 用 インター ロック	反応度 添加 停止 インター ロック	高速給水系が給水準備状態のとき	継電器	○	—	×	×	—	—	—	—
		高速給水系で給水しているとき	継電器、弁リミットスイッチ	○	○	×	×	×	×	—	—
		低速給水系が給水準備状態のとき	継電器	×	×	○	—	—	—	—	—
		低速給水系で給水しているとき	継電器、弁リミットスイッチ	×	×	○	○	×	×	—	—
		可動装荷物駆動装置を運転しているとき	継電器	—	×	—	×	○	×	—	—
		給水停止スイッチを駆動しているとき	継電器	—	×	—	×	×	○	—	—
		給水停止スイッチが作動したとき	水面検知素子	—	×	—	×	—	—	—	—
		給水停止素子の位置が高速給水制限水位を超えたとき	給水停止スイッチ駆動装置の位置検知器	×	×	—	—	—	—	—	—
		炉周期短（起動系）が作動したとき	炉周期回路のトリップ回路	—	×	—	×	—	—	—	—
		炉周期短（運転系対数出力系）が作動したとき	炉周期回路のトリップ回路	—	×	—	×	—	—	—	—
		ダンプ槽が水位低となったとき	水位計	×	×	×	×	—	—	—	—
		高速給水バイパス弁が閉止したとき	弁リミットスイッチ	×	×	—	—	—	—	—	—
		低速給水バイパス弁が閉止したとき	弁リミットスイッチ	—	—	×	×	—	—	—	—
パルス中性子発生装置を運転しているとき	継電器	—	×	—	×	×	—	—	—		
排水開 始 インター ロック	運転系線型出力系の中性子束指示値が測定範囲外になったとき*	線形増幅回路のトリップ回路	×	×	×	×	—	—	開	開	
	排水開始スイッチが作動したとき	水面検知素子	×	×	×	×	—	—	開	開	

○：運転状態または弁開状態、×：運転不可または弁開不可、—：対象外

\*：停止余裕測定時にバイパススイッチによりバイパスする。

(2) 警報回路

改造は、既設のモニタ盤（第2編のⅡ．その他の主要な計装に記載）の警報回路へ新設するその他の主要な計装（第2編のⅡ．その他の主要な計装に記載）の警報信号を接続するものである。

改造後の警報回路の設計仕様を以下に示す。（太枠部は新設するその他の主要な計装）

名 称	作動条件	警報設定値
起動系	炉周期短	20、5 s
	高圧電源電圧低	-5、-10 %
運転系線型出力系	測定範囲逸脱	各測定レンジの10 %、90 %
	高圧電源電圧低	-5 %
運転系対数出力系	炉周期短	20、5 s
	高圧電源電圧低	-5、-10 %
安全出力系	出力高	180 W、220 W
	積分出力高	40 W・h、100 W・h
	高圧電源電圧低	-5、-10 %
サーボ型水位計	炉心タンク水位高	0～1500 mm *
高速流量計	給水流量高	0～400 l/min *
低速流量計	給水流量高	0～150 l/min *
炉心温度計	炉心温度高	70 °C
ダンプ槽温度計	ダンプ槽温度高	70 °C

\*：運転計画に従って設定

## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

計測制御系統施設のその他の主要な事項の工事の方法及び手順を図-2. V. 4に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

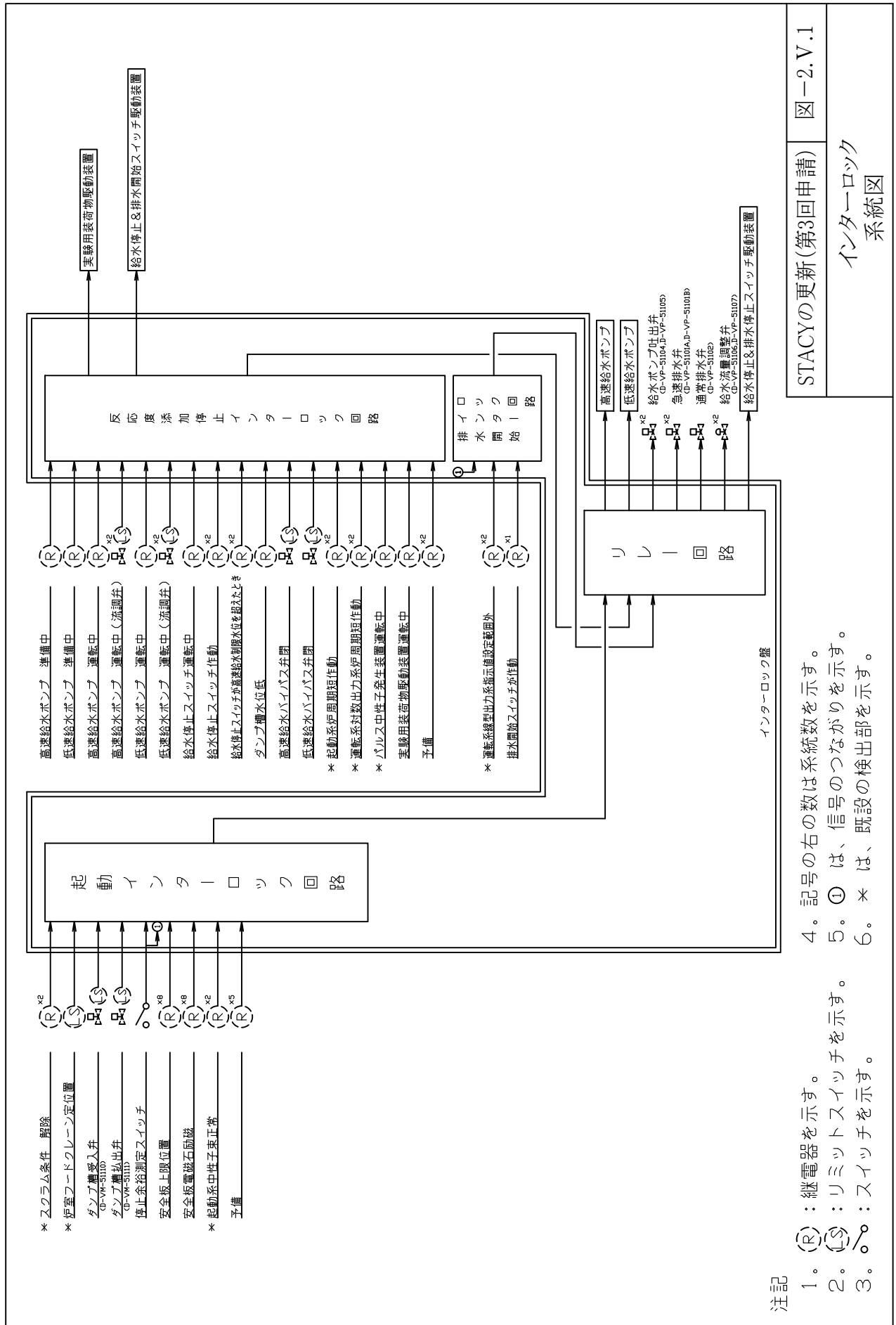
### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-2. V. 4に示すとおり実施する。

#### (1) 系統作動検査

各設備の系統構成が適正であることを確認するとともに、模擬信号等を入力し、所定の機能を有することを確認する。





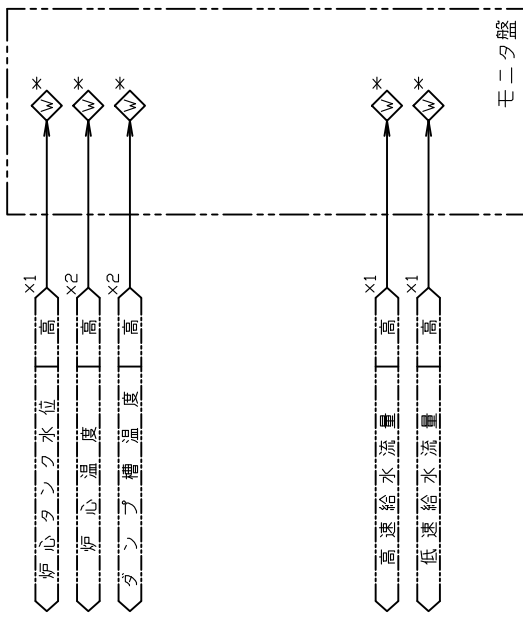
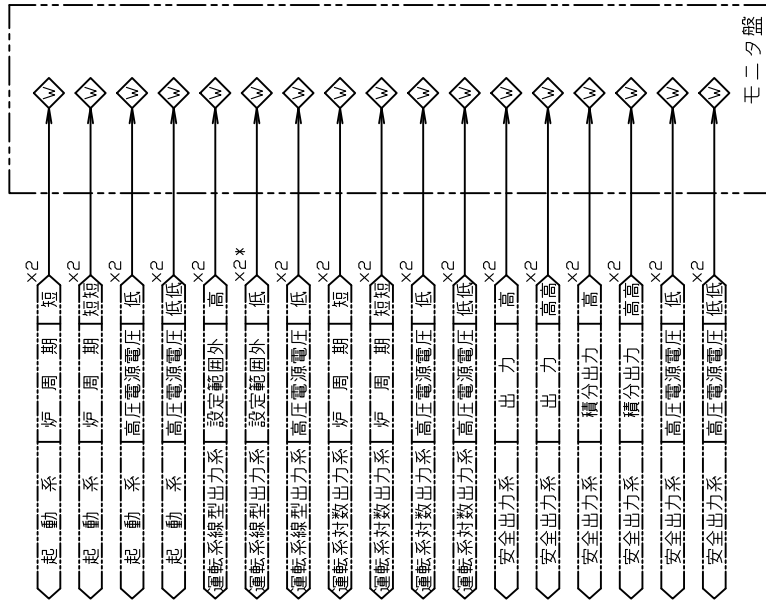
STACYの更新(第3回申請) 図-2.V.1

インターロック  
系統図

4. 記号の右の数は系統数を示す。  
5. ① は、信号のつながりを示す。  
6. \* は、既設の検出部を示す。

注記

1. (R) : 継電器を示す。
2. (S) : リミットスイッチを示す。
3. ○ : スイッチを示す。



\* 本申請の改造範囲

注記

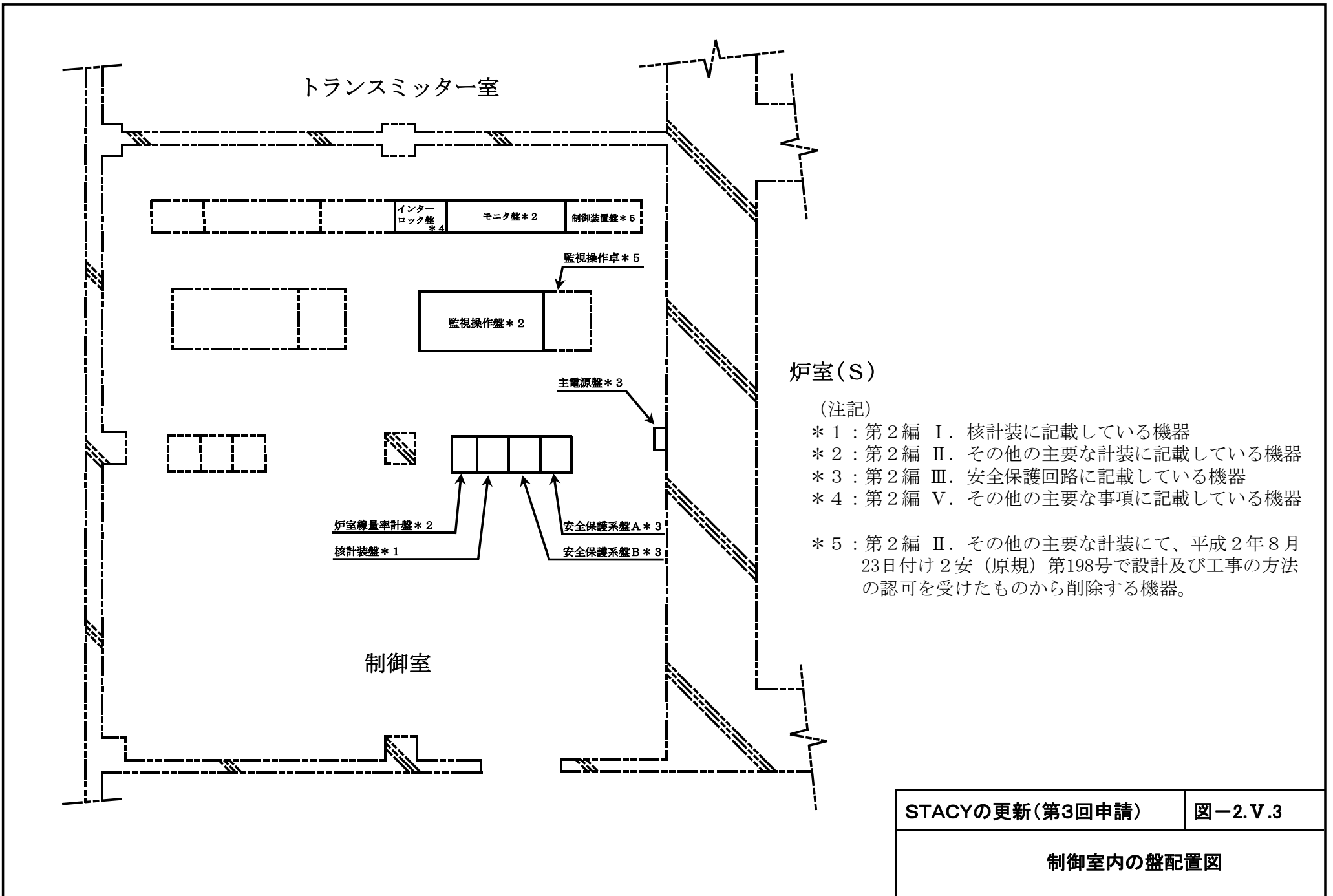
1. — : 警報回路を示す。
2. - - - : 警報回路外で、申請範囲外を示す。
3. < > : 警報信号を示す。
4. ◇ : 警報

\* 低警報については、第4レンジ以上

STACYの更新(第3回申請)

図-2.V.2

警報回路  
系統図

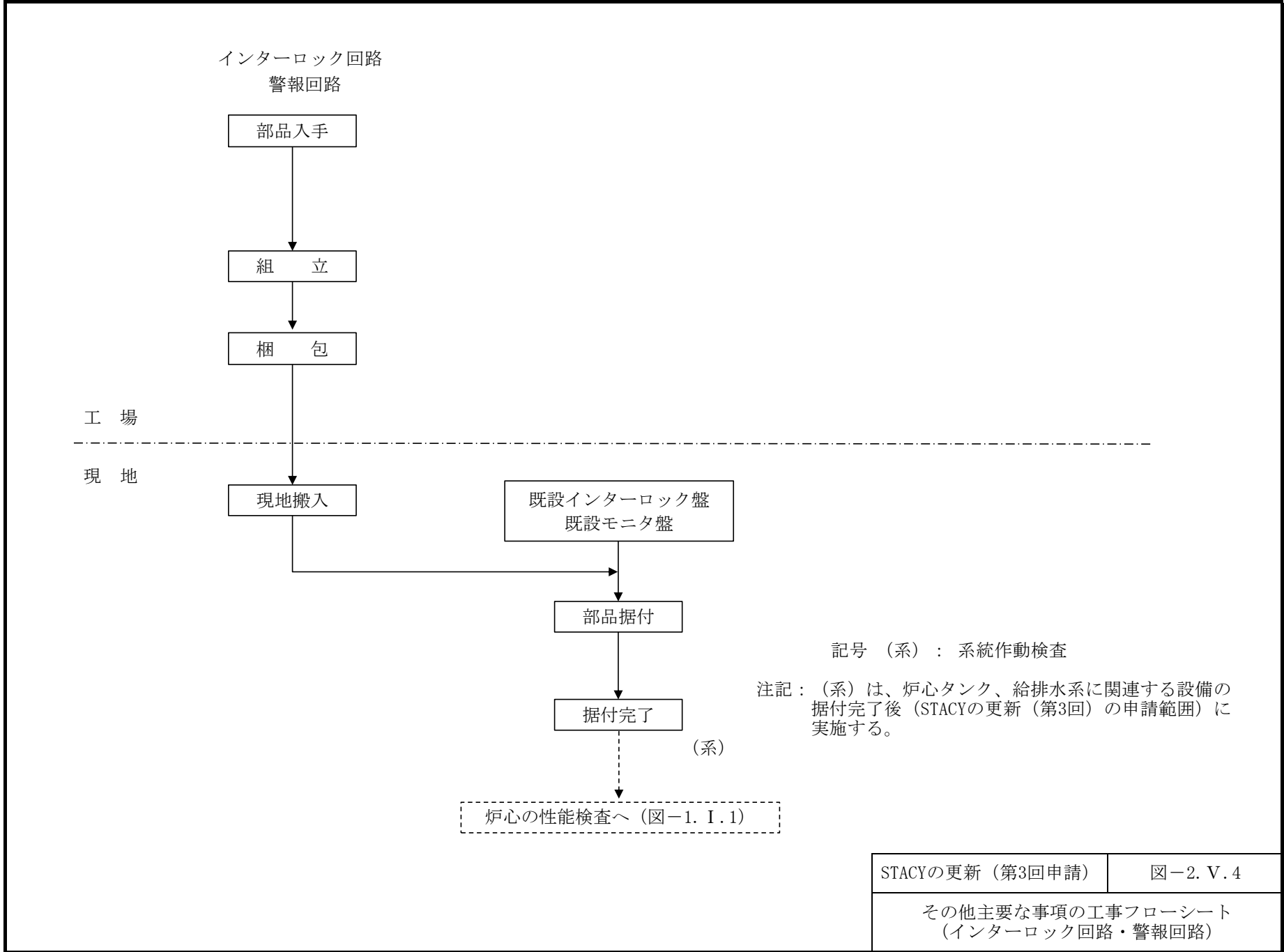


炉室(S)

(注記)

- \* 1 : 第 2 編 I . 核計装に記載している機器
- \* 2 : 第 2 編 II . その他の主要な計装に記載している機器
- \* 3 : 第 2 編 III . 安全保護回路に記載している機器
- \* 4 : 第 2 編 V . その他の主要な事項に記載している機器
  
- \* 5 : 第 2 編 II . その他の主要な計装にて、平成 2 年 8 月 23 日付け 2 安 (原規) 第 198 号で設計及び工事の方法の認可を受けたものから削除する機器。

STACYの更新(第3回申請)	図-2.V.3
制御室内の盤配置図	



## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－３－１ 人の不法な侵入等の防止についての説明書

Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持についての説明書

Ⅲ－11－１ 計装設備、警報装置についての説明書

Ⅲ－12－１ 通信連絡設備、制御室についての説明書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

空白頁

### 第3編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち

#### I. 主要な実験設備

#### II. その他の主要な事項

(設計条件の変更がある設備)

空白頁



## I. 主要な実験設備

## 目 次

1. その他試験研究用等原子炉の附属施設の構成及び申請範囲	……	本-3-I-1
2. 準拠した基準及び規格	……………	本-3-I-2
3. 設 計	……………	本-3-I-3
3.1 設計条件	……………	本-3-I-3
3.2 設計仕様	……………	本-3-I-4
4. 工事の方法	……………	本-3-I-6
4.1 工事の方法及び手順	……………	本-3-I-6
4.2 試験・検査項目及び方法	……………	本-3-I-6
添付書類	……………	本-3-I-11

1. その他試験研究用等原子炉の附属施設の構成及び申請範囲

その他試験研究用等原子炉の附属施設は、次の施設から構成される。

- (1) 非常用電源設備
- (2) 主要な実験設備
- (3) その他の主要な事項

上記のうち、(2)主要な実験設備は、次の設備から構成される。

- イ. 実験用装荷物
- ロ. パルス中性子発生装置

上記のうち、イ. 実験用装荷物は、次の設備から構成される。

- a. 固定吸収体
- b. 構造材模擬体
- c. デブリ構造材模擬体
- d. ボイド模擬体
- e. 燃料試料挿入管
- f. 内挿管
- g. 可動装荷物駆動装置
- h. 可溶性中性子吸収材

本編での申請範囲は、上記(2)主要な実験設備、イ. 実験用装荷物のうち、g. 可動装荷物駆動装置の新設に関するものである。本設備は、運転の目的に応じて設置する。

なお、g. 可動装荷物駆動装置は、次の各部から構成される。

- 1) 駆動装置
- 2) 案内管

可動装荷物駆動装置の配置図を図-3. I. 1に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

- (1) 日本産業規格 (JIS)
- (2) 日本電機工業会規格 (JEM)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG-4601・補-1984)
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1987)
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG-4601 1991 追補版)
- (6) 鋼構造設計規準 (日本建築学会)

ただし、JEAG-4601に記載される「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」  
(昭和55年通商産業省告示第501号)とあるのは以下の規格による。

- a. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012)
- b. 発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

名 称		駆動装置
機器種別		—
耐震クラス		C
最高使用圧力		大気圧
最高使用温度		40 °C
核的制限値	反応度添加率	3セント/s 以下*1
	反応度価値	0.3ドル以下*1、*2

\* 1 : 原子炉施設保安規定に基づき、運転に先立ち、可動装荷物駆動装置の反応度添加率及び反応度価値（サンプル棒の反応度価値も含む。）が、核的制限値の範囲内であることを計算解析又は実測データにより確認する。なお、サンプル棒は安全機能を有していないため、その仕様は添付書類「Ⅲ-17-2 可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書」に参考として示す。

\* 2 : 同時に設置する全ての可動装荷物駆動装置及び内挿管の浸水による置換反応度を含む。

名 称		案内管
機器種別		—
耐震クラス		B
流体の種類		軽水
最高使用圧力		静水頭（外圧）
最高使用温度		80 °C

### 3.2 設計仕様

本申請で新設する駆動装置は、図-3. I. 2に示すとおり、ボールねじ式の昇降装置により、可動装荷物を収納したサンプル棒を接続した取付座を上下に駆動し、可動装荷物の位置設定ができる設計とする。また、駆動速度設定範囲は、可動装荷物の移動による反応度添加率が3セント/s以下となるよう設計する。

駆動装置の操作機器（第2編 II. その他の主要な計装に記載している監視操作盤）は、制御室に設置し、遠隔操作及び駆動速度を監視できる設計とする。

駆動装置は、実験装置架台（第1編 IIIの図-1. III. 5(1)～(5)に構造を示す。）に支持架台を介してボルトで固定する。

駆動装置の設計仕様を以下に示す。

名 称		駆動装置
型 式		ボールねじ駆動式（上下駆動）
駆動速度設定範囲		0.0～10.0 mm/s
駆動速度精度		± 1 mm/s
駆動長さ		1400 mm
主 要 寸 法	たて	229 mm
	横	284 mm
	高さ	1845 mm
基 数		1 基

本申請で新設する案内管は、図-3. I.3に示すとおり、炉心タンク底部の管台と取合うフランジを有する管と格子板フレーム架台からの支持サポート部で延長接続するための支持プレートに有する管からなる2分割構造として設計とする。

案内管は、使用するサンプル棒の収納部に合わせて径の異なる2種類を用意し、実験計画に応じて交換して使用する。

炉心タンク内に挿入される案内管の下端は、炉心タンク底部の管台にフランジによりボルト固定され、上端は格子板フレーム架台からの支持サポートで、中間部を格子板で水平支持される。延長接続する案内管は、下端に溶接取り付けされた支持プレートにより支持サポート部にボルト固定する。

案内管の設計仕様を以下に示す。

名 称		案内管
型 式		2分割管型
主 要 寸 法	管(1)	27.2 mm (外径) × t 2.5 mm
	管(2)	60 mm (外径) × t 5 mm
	長さ	2079 mm、890 mm
主要材料		アルミニウム (A5052T)
基 数		2組 (2分割/組)

## 4. 工事の方法

### 4.1 工事の方法及び手順

可動装荷物駆動装置の工事の方法及び手順を図-3. I.4に示す。

現地工事の保安については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」及び「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」を遵守するとともに、労働安全衛生法に従い作業者に係る労働災害の防止に努める。

現地工事において火気が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、作業場所に可燃物がないことを確認するとともに、作業場所を不燃シート等で養生する。

現地工事を行う炉室(S)の線量率は、原子炉運転に使用したウラン溶液燃料を全て溶液燃料貯蔵設備へ払出していること及び機器類の放射化影響も無視できることから、工事にあたり遮蔽や立入制限を要しない値(0.2~15 $\mu$ Sv/h程度)である。

### 4.2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について、図-3. I.4に示すとおり実施する。

#### (1) 材料検査

材料検査成績証明書等により、検査対象の材料が設計仕様を満足することを確認する。

#### (2) 寸法検査

必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。

#### (3) 外観検査

目視により外観を確認し、機能上有害な傷、割れ及び変形がないことを確認する。

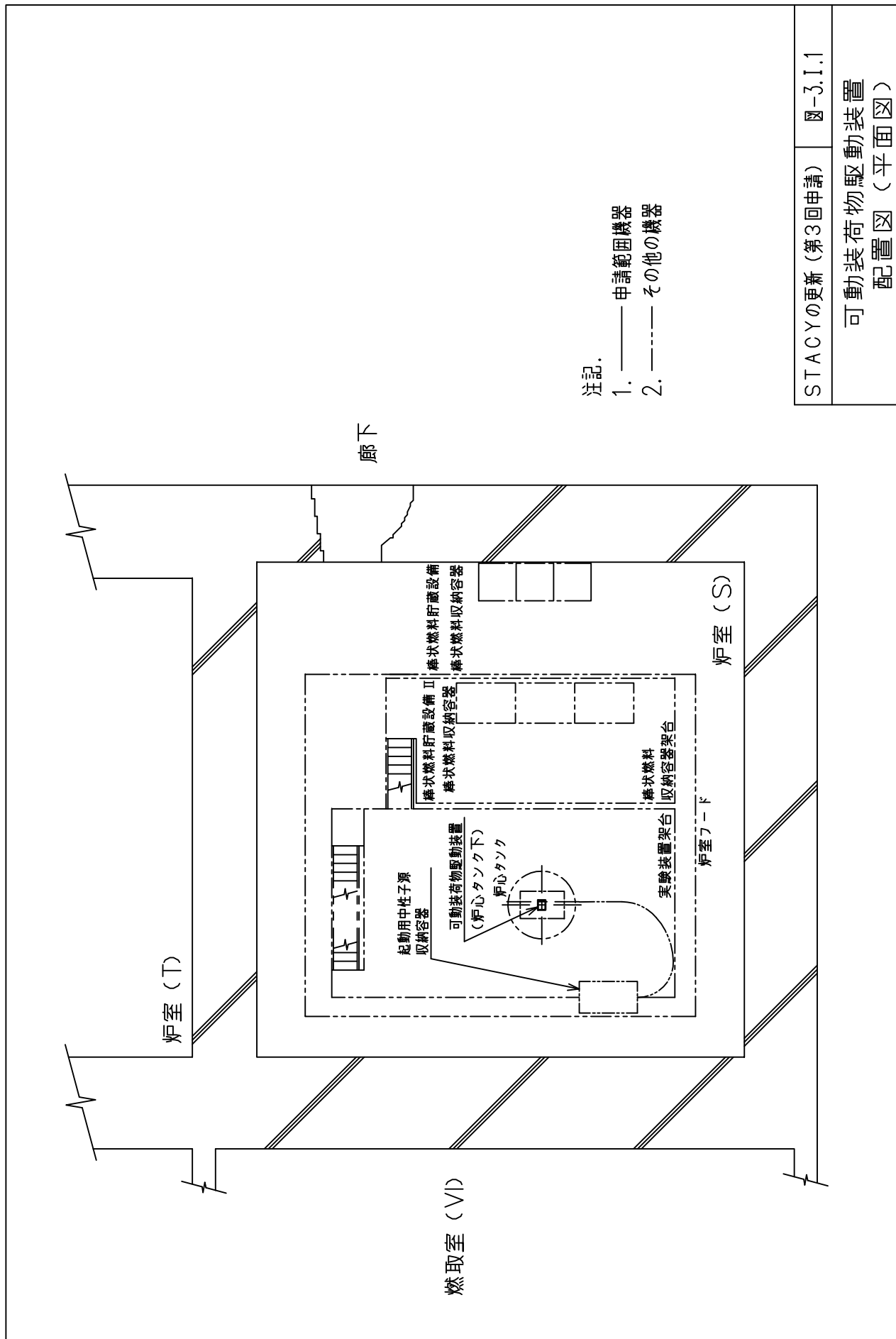
#### (4) 単体性能検査

可動装荷物駆動装置について、駆動長さ及び駆動速度を測定し、所定の性能を満足することを確認する。

#### (5) 据付検査

案内管の据付状態を目視により確認又は必要な寸法を鋼尺、巻尺等の器具を用いて実測し、許容値内であることを確認する。



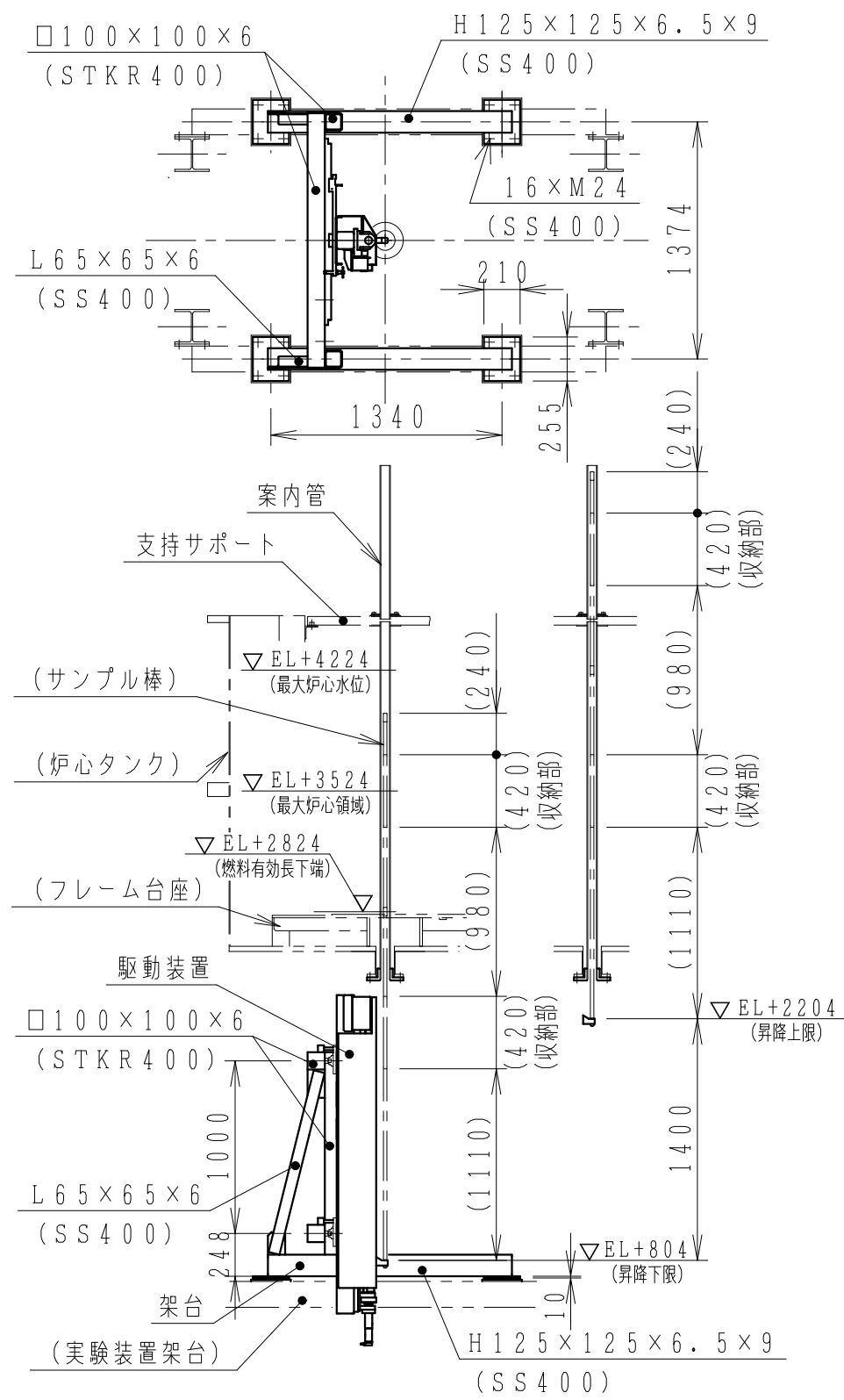


注記.

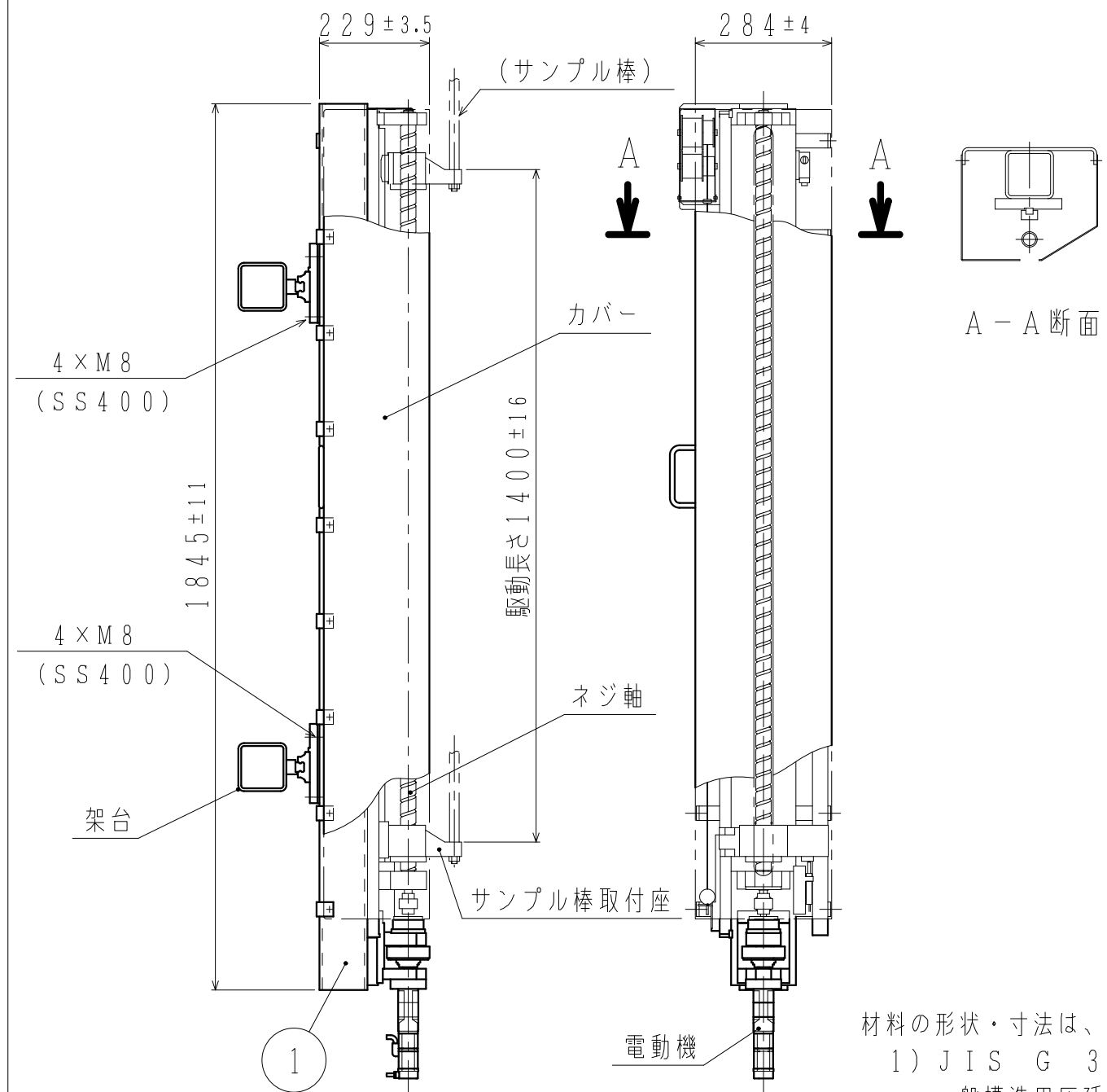
1. ——— 申請範囲機器
2. - - - - - その他の機器

STACYの更新 (第3回申請) 図-3.1.1  
 可動装置駆動装置  
 配置図 (平面図)

空白頁



可動装荷物駆動装置組立状態



材料の形状・寸法は、以下による。

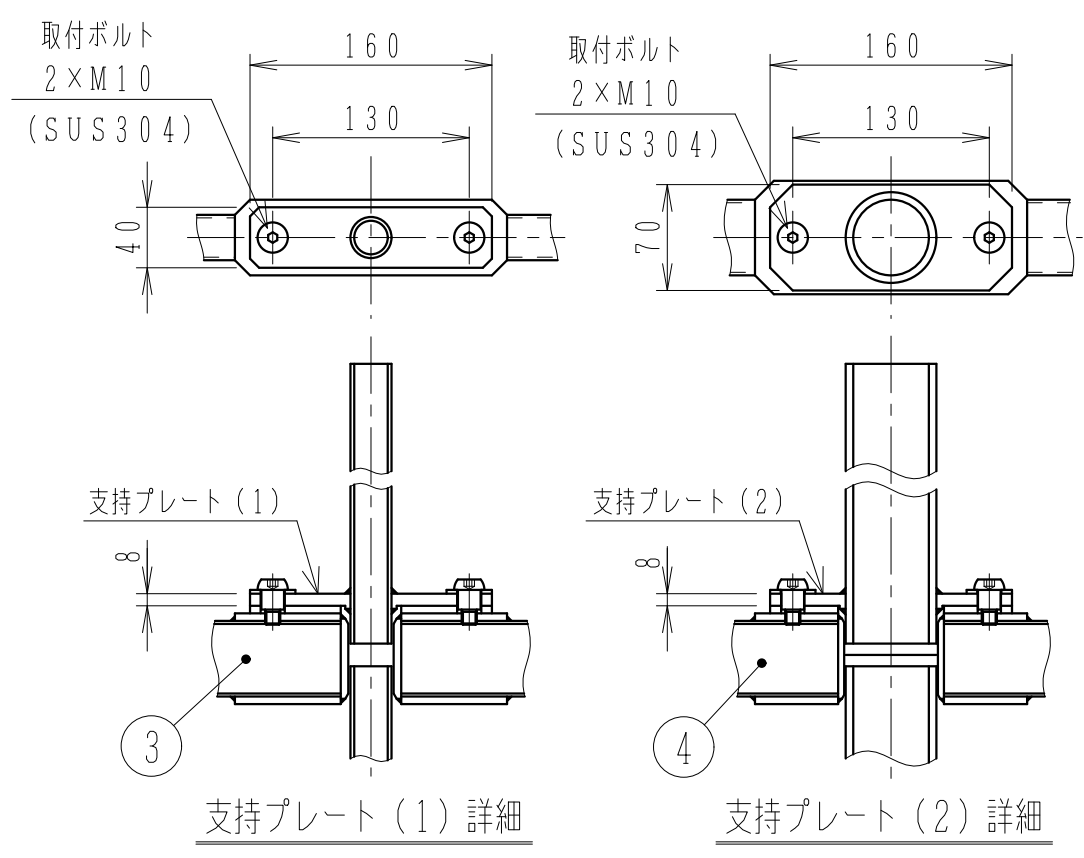
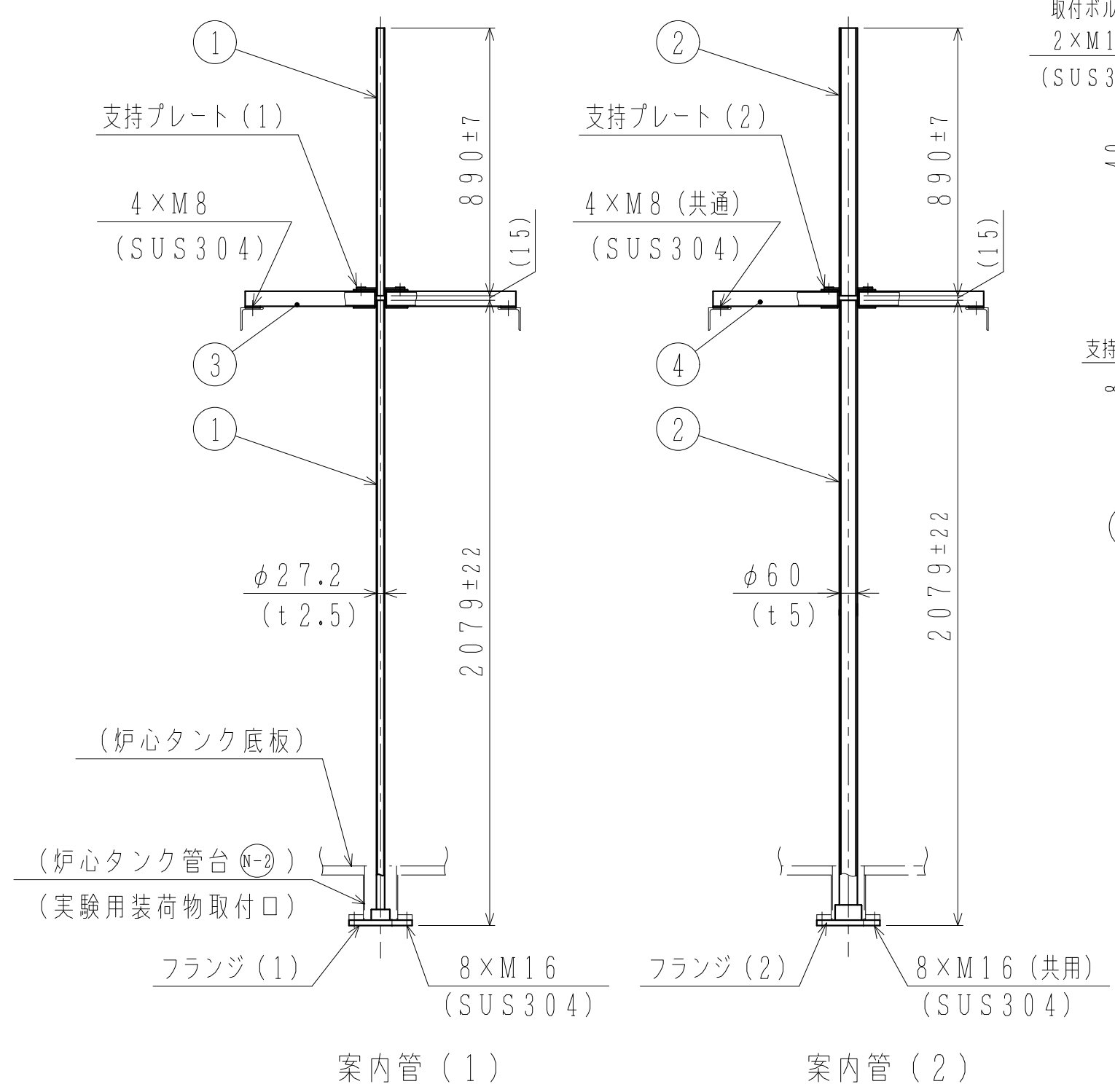
- 1) JIS G 3101  
一般構造用圧延鋼材
- 2) JIS G 3466  
一般構造用角形鋼管

1	サポート	1	STKR400
番号	品名	個数	材料
部品表			

STACYの更新(第3回申請) 図-3.1.2

駆動装置  
構造図

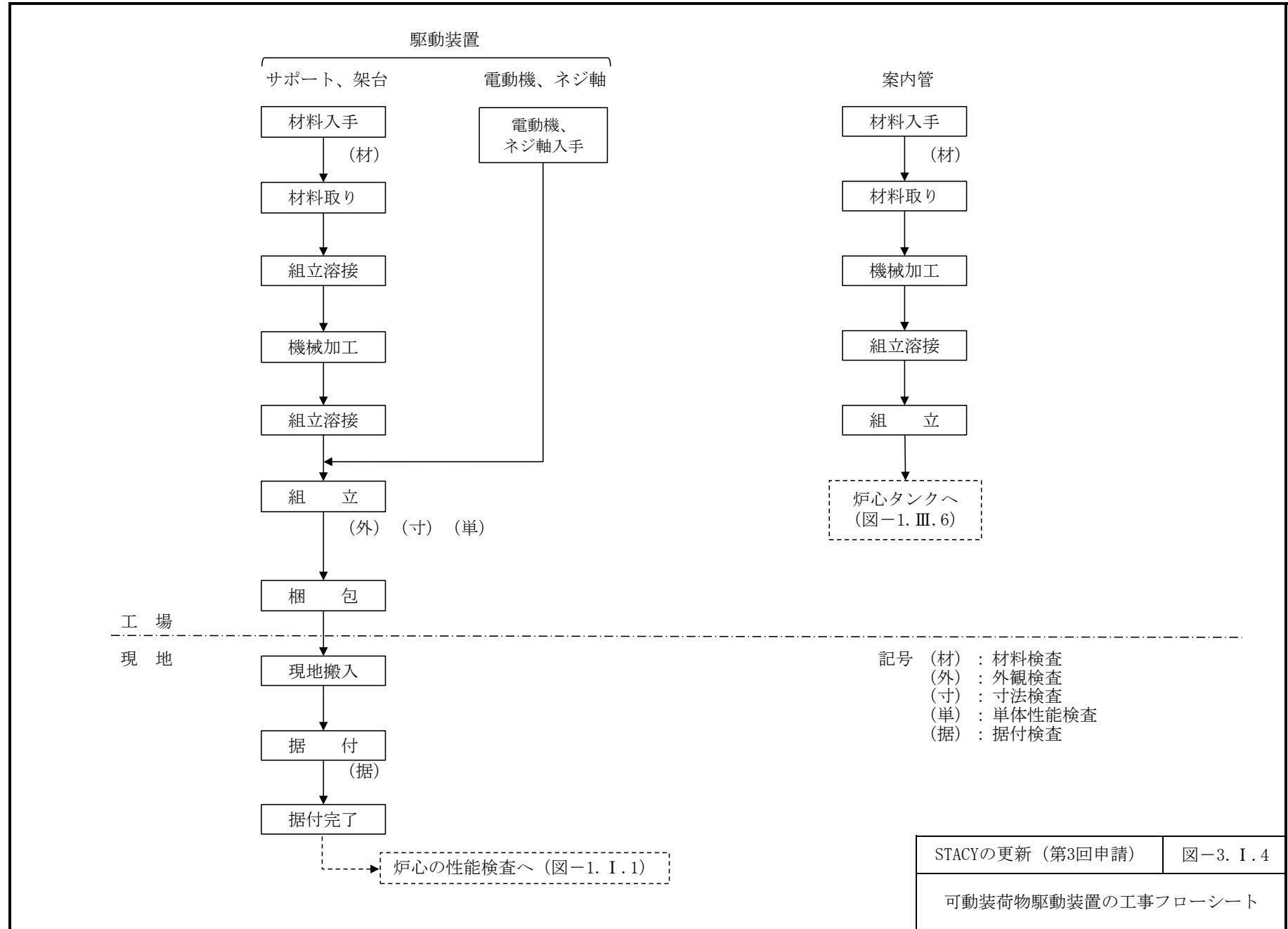
空白頁



4	支持サポート (2)	1式	SUS304A	JIS G 4321
3	支持サポート (1)	1式	SUS304A	JIS G 4321
2	管 (2)	1式	A $\ell$ (A5052T)	JIS H 4080
1	管 (1)	1式	A $\ell$ (A5052T)	JIS H 4080
番号	品名	個数	材料	備考
部品表				

STACYの更新 (第3回申請)	図-3.1.3
案内管 構造図	

空白頁



## 添付書類

### 1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書
- Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針
- Ⅲ－１－３ 耐震強度計算書
  - Ⅲ－１－３－(1) 原子炉本体等の応力解析
  - Ⅲ－１－３－(6) 可動装荷物駆動装置（案内管）の耐震強度計算書
  
- Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書
- Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書
  - Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書
  - Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書
  
- Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書
  
- Ⅲ－１７－１ 実験設備等についての説明書
- Ⅲ－１７－２ 可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書

### 2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

- Ⅲ－１８ 設計及び工事に係る品質管理等の説明書



Ⅱ. その他の主要な事項  
(設計条件の変更がある設備)

## 目 次

1. その他試験研究用等原子炉の附属施設の構成及び申請範囲	……	本-3-II-1
2. 準拠した基準及び規格	……	本-3-II-3
3. 設 計	……	本-3-II-4
3.1 設計条件	……	本-3-II-4
3.2 設計仕様	……	本-3-II-4
4. 工事の方法	……	本-3-II-4
添付書類	……	本-3-II-6

1. その他試験研究用等原子炉の附属施設の構成及び申請範囲

その他試験研究用等原子炉の附属施設は、次の施設から構成される。

- (1) 非常用電源設備
- (2) 主要な実験設備
- (3) その他の主要な事項

上記のうち(3)その他の主要な事項は、次の設備から構成される。

- イ. グローブボックス
- ロ. その他

上記のうち、ロ. その他は、次の設備から構成される。

- a. 共用換気空調設備
  - (a) 実験棟A建家換気空調装置
  - (b) 実験棟Aグローブボックス換気装置
  - (c) 実験棟Aフード換気装置
  - (d) 実験棟B建家換気空調装置
  - (e) 実験棟Bグローブボックス換気装置
  - (f) 実験棟Bフード換気装置
- b. 分析設備
- c. プロセス冷却設備
- d. 真空設備
- e. 圧縮空気設備
- f. 消火設備
- g. ホット分析機器試験設備
- h. アルファ化学実験設備
- i. 燃取補助設備（設備区分を変更した設備）
- j. 安全避難通路等
- k. 通信連絡設備
- l. 実験棟A
- m. 実験棟B

本編での申請範囲は、上記(3)その他の主要な事項、ロ. その他のうち、1. 実験棟A、m. 実験棟Bの設計変更に関するものである。

変更内容は以下のとおりである。

設計変更内容は、STACYの更新により炉心部線源強度が変更となるため、既設の実験棟Aの設計仕様のままで、通常運転時の敷地境界外での線量率が十分に低減できることを確認するものである。また、STACYの更新により建家内の線源強度が変更となるため、既設の実験棟A及び実験棟Bの遮蔽設計区分を変更する。既設の実験棟A及び実験棟B（遮蔽壁）の設計仕様のままで、線源がある部屋の外側の線量率が基準線量率を満足することを確認する。

確認結果を添付書類「Ⅲ－５－２ 放射線遮蔽計算書」に示す。

## 2. 準拠した基準及び規格

### (1) 実験棟A、実験棟B

平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けたとおり。

### 3. 設 計

#### 3.1 設計条件

##### (1) 実験棟A、実験棟B

実験棟Aの設計条件（支持機能を確認する地震動を除く。＊1）及び実験棟Bの設計条件は、平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で設計及び工事の方法の認可（平成2年12月14日付け2安(原規)第655号で変更の認可）を受けたとおりである。

＊1：実験棟Aの支持機能を確認する地震動については、〔STACYの更新（棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作等）〕の申請において、設置（変更）許可を受けた地震動に変更する。

#### 3.2 設計仕様

##### (1) 実験棟A、実験棟B

実験棟A及び実験棟Bについては、既設のものをそのまま使用するもので、設計仕様及び構造は平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で設計及び工事の方法の認可（平成2年12月14日付け2安(原規)第655号で変更の認可）を受けたとおりである。また、人の不法な侵入等の防止については、図-3.Ⅱ.1に示すとおり、STACY施設は防護柵、鉄筋コンクリート造建家等の物的障壁により防護する。また、「炉室及び核燃料物質貯蔵設備」並びに「制御室及び電気室」への入口は、それぞれ1か所に限定し、これらの入り口を施錠管理する。なお、人の不法な侵入等の防止のために講ずる措置は、原子力科学研究所原子炉施設核物質防護規定及び保安規定（その下部規定も含む。）に定めて遵守する。

### 4. 工事の方法

本申請は、既設設備に対して工事を行うものではない。

STACYの更新（第3回申請）	図-3. II. 1
	実験棟A、実験棟B配置図

## 添付書類

1. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－２－１ 外部事象による損傷の防止についての説明書

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

Ⅲ－３－１ 人の不法な侵入等の防止についての説明書

Ⅲ－５－１ 放射線防護等についての説明書

Ⅲ－５－２ 放射線遮蔽計算書

Ⅲ－５－２－(1) 直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書

Ⅲ－５－２－(2) 放射線遮蔽計算書

2. 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」との適合性に関する説明書

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書



別添3

# 添 付 書 類

空白頁

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」  
 (以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項		項・号	説明の必要性の有無*1	
			第1編 原子炉本体 I. 炉心 基本炉心(1)	適合性説明
第1、2条	適用範囲、定義			
第3条	特殊な方法による施設		—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	○	添付書類Ⅲ-9-2 添付書類Ⅲ-9-3-(1) 添付書類Ⅲ-9-3-(2)
		第2項	—	
第5条	機能の確認等		×	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	×	
		第2、3項	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	×	
		第3、4項	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	
第7条	材料、構造等		×	
第8条	遮蔽等		×	
第9条	換気設備		×	
第10条	逆止め弁		×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	
第12条	試験研究用等原子炉施設			
第13条	安全設備		×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	
第13条の3	安全避難通路等		×	
第14条	炉心等		×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	
第17条	一次冷却材		—	
第18条	一次冷却材の排出		—	
第19条	冷却設備等		—	
第20条	液位の保持等		—	
第21条	計装		×	
第21条の2	警報装置		×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	
第22条	安全保護回路		×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項第1号 第2、3、4、6項	○	添付書類Ⅲ-9-2 添付書類Ⅲ-9-3-(1) 添付書類Ⅲ-9-3-(2)
		第1項第2号 第5項	×	
第24条	原子炉制御室等		×	
第25条	廃棄物処理設備		×	
第26条	保管廃棄設備		×	
第27条	放射線管理施設		×	
第28条	原子炉格納施設		×	
第29条	保安電源設備		×	
第30条	実験設備等		×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

<基本炉心（1）>

（試験研究用等原子炉施設の機能）

第四条 試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において試験研究用等原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御でき、かつ、運転時の異常な過渡変化時においても試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、当該試験研究用等原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。

2 船舶に施設する試験研究用等原子炉施設は、波浪により生じる動揺、傾斜その他の要因により機能が損なわれることがないものでなければならない。

第1項に適合するよう、添付書類Ⅲ-9-2「反応度制御についての説明書」のとおり、STACY施設は、既設の起動用中性子源（約74GBqのAm-B e）を用いて原子炉を起動し、給排水系による水位制御にて原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計となっている。なお、起動用中性子源による反応度変化は無視できる。

また、STACYでの実験炉心は、設置(変更)許可を受けた炉心構成、核的制限値及び炉心特性の範囲内において、実験計画に基づき、格子板及び炉心に装荷する機器等を選定し、核的制限値を満足するよう構成する。また、実験炉心を構成する前に原則として計算解析を実施し、核的制限値や炉心特性範囲を満足していることを確認する。設置(変更)許可を受けた炉心構成条件の範囲内であれば正の反応度係数の絶対値は小さい。また、安全保護系（熱出力変化の早期検知）及び原子炉停止系（1.5秒以内の安全板挿入他）により出力上昇が制限されることで、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心を許容できる設計とする。STACYの運転中（最大200W）の温度変化は小さく、事故時でも温度上昇は小さいため（棒状燃料温度は7℃程度、減速材温度は1℃程度）、炉心を、設置(変更)許可を受けた炉心特性の範囲で構成することにより、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心においても十分な安全性を有する。

基本炉心（1）が、制御設備の能力とあいまって、主要な核的制限値についての条件を満足していることに関する評価の基本方針及び評価結果については、添付書類Ⅲ-9-3-(1)「炉心の核的設計計算書作成の基本方針」、添付書類Ⅲ-9-3-(2)「基本炉心(1)の核的設計計算書」に示す。

<基本炉心（１）>

（反応度制御系統及び原子炉停止系統）

第二十三条 試験研究用等原子炉施設には、通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるよう、次に掲げるところにより反応度制御系統を施設しなければならない。

- 一 通常運転時に予想される温度変化、キセノンの濃度変化、実験物（構造材料その他の実験のために使用されるものをいう。以下同じ。）の移動その他の要因による反応度変化を制御できるものであること。
- 二 制御棒を用いる場合にあっては、次のとおりとすること。
  - イ 炉心からの飛び出し、又は落下を防止するものであること。
  - ロ 当該制御棒の反応度添加率は、原子炉停止系統の停止能力と併せて、想定される制御棒の異常な引き抜きが発生しても、燃料の許容設計限界を超えないものであること。
- 2 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより原子炉停止系統を施設しなければならない。
  - 一 制御棒その他の反応度を制御する設備による二以上の独立した系統を有するものであること。ただし、当該系統が制御棒のみから構成される場合であって、次に掲げるときは、この限りでない。
    - イ 試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持することができる制御棒の数に比し当該系統の能力に十分な余裕があるとき。
    - ロ 原子炉固有の出力抑制特性が優れているとき。
  - 二 運転時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料の許容設計限界を超えることなく試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。
  - 三 試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、速やかに試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。
  - 四 制御棒を用いる場合にあっては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有するものであること。
- 3 制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。
- 4 制御材を駆動する設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。
  - 一 試験研究用等原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動し得るものであること。

- 二 制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。
- 三 制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することがないものであること。
- 5 制御棒の最大反応度値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象（試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。以下同じ。）に対して炉心冠水維持バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心又は炉心支持構造物の損壊を起こさないものでなければならない。
- 6 原子炉停止系統は、反応度制御系統と共用する場合には、反応度制御系統を構成する設備の故障が発生した場合においても通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、低温状態において未臨界を維持できるものでなければならない。

基本炉心（1）は、添付書類Ⅲ-9-2「反応度制御についての説明書」及び添付書類Ⅲ-9-3「反応度制御についての評価書」のとおり、以下の設計となっている。

第1項第1号に適合するよう、反応度制御系として、制御設備の給排水系を施設する。給排水系は、通常運転時に予想される実験用装荷物（可動式）の位置変化による反応度変化を調整し、所要の運転状態に維持し得る設計とする。なお、STACYの熱出力は最大でも200Wと低く、通常運転時の温度変化は小さい。また、STACYの運転により生成するキセノンの反応度変化は無視できる。

第2項第1号に適合するよう、異なる二つの独立した原子炉停止系統として安全板装置と排水系を有する設計とする。

第2項第2、3号に適合するよう、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉停止系の「安全板の重力落下」と「急速排水弁の開による排水」のうち少なくとも一つが作動することにより、燃料の健全性を損なうおそれがなく速やかに炉心を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できる設計とする。

第2項第4号に適合するよう、安全板は反応度値の最も大きい1枚が挿入できない場合においても、炉心を未臨界に移行することができる設計とする。

第3項に適合するよう、安全板は、板状カドミウムをステンレスで被覆した構造とする。

第4項に適合するよう、安全評価で落下による挿入時間1.5秒として評価しているため、安全板の挿入時間が1.5秒以内となるように設計する。安全板は重力による落下で挿入するため動力を必要としない。安全板は、落下時に安全板が中段格子板のスリットや燃料体と干渉せず確実に挿入されるよう、ガイドピンの一部をスリット中央部にせり出した構造とする。

第6項に適合するよう、原子炉停止系の排水系は、反応度制御系の給排水系と配管の一部を共用するが、給水系の故障が発生した場合においても、排水系の配管を太くすることにより排水能力が給水能力を上回る設計とする。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>		適合性説明
		第1編 原子炉本体	II. 燃料体	
			ウラン棒状燃料	
第1、2条	適用範囲、定義			
第3条	特殊な方法による施設		—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	
		第2項	—	
第5条	機能の確認等		△ <sup>*2</sup>	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	
		第2、3項	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	
第7条	材料、構造等		×	
第8条	遮蔽等		×	
第9条	換気設備		×	
第10条	逆止め弁		×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	
第12条	試験研究用等原子炉施設			
第13条	安全設備		×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	
第13条の3	安全避難通路等		×	
第14条	炉心等	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-9-1
		第3項	×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	
第17条	一次冷却材		—	
第18条	一次冷却材の排出		—	
第19条	冷却設備等		—	
第20条	液位の保持等		—	
第21条	計装		×	
第21条の2	警報装置		×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	
第22条	安全保護回路		×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	
第24条	原子炉制御室等		×	
第25条	廃棄物処理設備		×	
第26条	保管廃棄設備		×	
第27条	放射線管理施設		×	
第28条	原子炉格納施設		×	
第29条	保安電源設備		×	
第30条	実験設備等		×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
  - ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
  - △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - \*2：新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置する。
  - ×
- ×
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

<燃料体（ウラン棒状燃料）>

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

ウラン棒状燃料は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。



<燃料体（ウラン棒状燃料）>

（炉心等）

第十四条 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

2 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えるものでなければならない。

3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

ウラン棒状燃料は、添付書類Ⅲ-9-1「炉心等についての説明書」のとおり、以下の設計となっている。

既設のものをそのまま使用するウラン棒状燃料については、技術基準規則の要求事項に施設時からの変更はなく、更新により運転時の圧力条件は下がること、温度及び放射線につき想定される条件は変わらないことから、第1項の要求事項に適合する設計となっている。

既設のものをそのまま使用するウラン棒状燃料については、技術基準規則の要求事項に施設時からの変更はなく、更新により附加荷重として想定する最高使用圧力、地震力は下がることから、第2項の要求事項に適合する設計となっている。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項		項・号	説明の必要性の有無*1				適合性説明
			第1編 原子炉本体				
			Ⅲ. 原子炉容器				
			炉心タンク	格子板 フレーム	実験装置 架台	移動支持 架台	
第1、2条	適用範囲、定義						
第3条	特殊な方法による施設		—	—	—	—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	
		第2項	—	—	—	—	
第5条	機能の確認等		○	○	○	○	添付書類Ⅲ-6-1
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	×	×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2 添付書類Ⅲ-1-3-(1) 添付書類Ⅲ-1-3-(2) 添付書類Ⅲ-1-3-(3)
		第2、3項	—	—	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	—	—	—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	—	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	×	×	×	
第7条	材料、構造等	第1項	○	○	○	×	添付書類Ⅲ-4-1
		第2項	×	×	×	×	
		第3項	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-4-1 添付書類Ⅲ-4-2-(1) 添付書類Ⅲ-4-2-(2)
		第4項	×	×	×	×	
第8条	遮蔽等		×	×	×	×	
第9条	換気設備		×	×	×	×	
第10条	逆止め弁		×	×	×	×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	×	×	×	
第12条	試験研究用等原子炉施設						
第13条	安全設備	第1項 第3号、 4号、6号	×	○	×	×	添付書類Ⅲ-6-1
		上記以外	×	×	×	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等		×	×	×	×	
第14条	炉心等	第1、2項	×	○	×	×	添付書類Ⅲ-9-1
		第3項	×	×	×	×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	—	—	—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	—	—	—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	×	×	×	
第17条	一次冷却材		—	—	—	—	
第18条	一次冷却材の排出		—	—	—	—	
第19条	冷却設備等		—	—	—	—	
第20条	液位の保持等		—	—	—	—	
第21条	計装		×	×	×	×	
第21条の2	警報装置		×	×	×	×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	×	×	×	
第22条	安全保護回路		×	×	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	×	×	×	
第24条	原子炉制御室等		×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備		×	×	×	×	
第26条	保管廃棄設備		×	×	×	×	
第27条	放射線管理施設		×	×	×	×	
第28条	原子炉格納施設		×	×	×	×	
第29条	保安電源設備		×	×	×	×	
第30条	実験設備等		×	×	×	×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	—	—	—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—	—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—	—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—	—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
  - ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
  - △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - ×
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

<原子炉容器（炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台、移動支持架台）>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、炉心タンクは、外観の確認及びマンホール等による内部の確認並びに系統試験による機能・性能及び漏えい確認が可能な設計となっている。格子板フレーム、実験装置架台、移動支持架台は、外観の確認が可能な設計となっている。

＜原子炉容器（炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台、移動支持架台）＞

（地震による損傷の防止）

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項 に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項 に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項 の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台、移動支持架台については、原子炉設置変更許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針（添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」）に基づき、耐震重要度のBクラスに分類及びBクラス機器を支持する構造物とし、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」、添付書類Ⅲ-1-3-(2)「実験装置架台、移動支持架台の耐震強度計算書」、添付書類Ⅲ-1-3-(3)「炉心タンクの耐震強度計算書」に示すとおり、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

＜原子炉容器（炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台、移動支持架台）＞

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台、移動支持架台は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<原子炉容器（炉心タンク、格子板フレーム、実験装置架台）>

（材料、構造等）

第七条 試験研究用等原子炉施設に属する容器、管、弁及びポンプ（以下「機器」という。）並びにこれらを支持する構造物並びに炉心支持構造物（以下この項において「機器等」という。）の材料及び構造は、その安全機能の重要度に応じて、当該機器等がその設計上要求される強度を確保できるものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設には、その安全機能の重要度に応じて、機器に作用する圧力の過度の上昇を適切に防止する性能を有する逃がし弁、安全弁、破壊板又は真空破壊弁（第十一条において「逃がし弁等」という。）を必要な箇所に設けなければならない。

3 試験研究用等原子炉施設に属する機器は、その安全機能の重要度に応じて、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行つたとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように施設しなければならない。

4 試験研究用等原子炉施設に属する容器であつて、その材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部には、監視試験片を備えなければならない。

炉心タンクについては、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」のとおり、「技術基準規則」第7条の規定に係る細則として定められた「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」（以下「構造等の技術基準」という。）を適用して第4種容器に区分し、それに応じた材料・構造で設計し、添付書類Ⅲ-4-2-(1)「耐圧強度計算書作成の基本方針」、添付書類Ⅲ-4-2-(2)「炉心タンクの耐圧強度計算書」に示すとおり、その材料・構造が第1項に適合する強度を確保できることを確認している。また、炉心タンクを支持する構造物（炉心タンクの支持脚、実験装置架台）については、「構造等の技術基準」の適用外のため、一般的な材料・構造で設計し、その材料・構造が第1項の強度を確保できることについては、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」に記載のとおり、第6条の適合性確認として行う耐震計算により確認している。

格子板フレーム（フレーム台座、格子板フレーム受座を含む。）及び定盤は炉心タンク内で燃料体を支持する構造物として、第7条と第14条の適用を受ける。第7条の重要度については、使用状態で炉心タンクと一体構造となるため、炉心タンクを支持する構造物（炉心タンクの支持脚、実験装置架台）と同等とし、それに応じた材料（選定には第14条の第1項を考慮）・構造設計を行い、その材料・構造が第7条第1項の強度を確保できることについては、同様に第6条の適合性確認として行う耐震計算により確認している。

炉心タンクについては、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」のとおり、第3項に適合していることを確認するため、「構造等の技術基準」の第4種容器に応じた試験条件にて耐圧試験を実施し、それに耐えかつ著しい漏えいがないことを工事期間中の適切な時期（申請書本文の工事フローシートに記載）に確認する。

<原子炉容器（格子板フレーム）>

（安全設備）

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

格子板フレームは、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第3号に適合するよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。設計条件として、最高使用温度を80℃とし、湿度、放射線については、影響を受けない

ものを選定している。

原子炉停止系や安全保護系のフェイルセーフ設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、第4号に適合するよう火災の発生防止、火災検知及び消火、火災の影響軽減の措置を講ずる。

第6号については、発生が想定される飛来物としては、非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

#### <STACY施設の安全設備について>

設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2(PS-2、MS-2)とした構築物、系統及び機器(ただし、炉心タンクを除く。)を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」とする。



<原子炉容器（格子板フレーム）>

（炉心等）

第十四条 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

2 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えるものでなければならない。

3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

格子板フレーム（フレーム台座、格子板フレーム受座を含む。）の材料は、第1項に適合するよう添付書類Ⅲ-9-1「炉心等についての説明書」のとおり、運転時の圧力、温度及び放射線の条件は、材料の物理的及び化学的性質に著しい影響を及ぼすほど厳しいものではないため、施設に属する機器等と同様に、「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」の材料に係わる規定に準じて選定している。

第2項の格子板フレーム（フレーム台座、格子板フレーム受座を含む。）が自重、附加荷重その他の炉内構造物に加わる負荷に耐えるものであることについては、第7条第1項の適合性確認と同様に第6条の適合性確認として行う耐震計算により確認している。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1		適合性説明
		第1編 原子炉本体	IV. 格子板 格子板	
第1、2条	適用範囲、定義			
第3条	特殊な方法による施設		—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	
		第2項	—	
第5条	機能の確認等		○	添付書類Ⅲ-6-1
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2
		第2、3項	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	
第7条	材料、構造等	第1項	○	添付書類Ⅲ-4-1
		第2、3、4項	×	
第8条	遮蔽等		×	
第9条	換気設備		×	
第10条	逆止め弁		×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	
第12条	試験研究用等原子炉施設			
第13条	安全設備	第1項 第3号、4号、6号	○	添付書類Ⅲ-6-1
		上記以外	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	
第13条の3	安全避難通路等		×	
第14条	炉心等	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-9-1
		第3項	×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	
第17条	一次冷却材		—	
第18条	一次冷却材の排出		—	
第19条	冷却設備等		—	
第20条	液位の保持等		—	
第21条	計装		×	
第21条の2	警報装置		×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	
第22条	安全保護回路		×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	
第24条	原子炉制御室等		×	
第25条	廃棄物処理設備		×	
第26条	保管廃棄設備		×	
第27条	放射線管理施設		×	
第28条	原子炉格納施設		×	
第29条	保安電源設備		×	
第30条	実験設備等		×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	
第31条～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第41条の2～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第42条～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

<格子板>

(機能の確認等)

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、格子板は、外観の確認が可能な設計となっている。

<格子板>

(地震による損傷の防止)

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力(試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。)による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設(試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。)は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。)に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

格子板については、原子炉設置(変更)許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針(添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」)に基づき、耐震重要度のBクラスに分類し、同クラスに分類した格子板フレームの剛性により支持することで、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

<格子板>

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

格子板は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<格子板>

(材料、構造等)

第七条 試験研究用等原子炉施設に属する容器、管、弁及びポンプ（以下「機器」という。）並びにこれらを支持する構造物並びに炉心支持構造物（以下この項において「機器等」という。）の材料及び構造は、その安全機能の重要度に応じて、当該機器等がその設計上要求される強度を確保できるものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設には、その安全機能の重要度に応じて、機器に作用する圧力の過度の上昇を適切に防止する性能を有する逃がし弁、安全弁、破壊板又は真空破壊弁（第十一条において「逃がし弁等」という。）を必要な箇所に設けなければならない。

3 試験研究用等原子炉施設に属する機器は、その安全機能の重要度に応じて、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行つたとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように施設しなければならない。

4 試験研究用等原子炉施設に属する容器であつて、その材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部には、監視試験片を備えなければならない。

格子板は、格子板フレームとともに炉心タンク内で燃料体を支持する構造物として、第7条と第14条の適用を受ける。第7条の重要度については、使用状態で炉心タンクと一体構造となるため、炉心タンクを支持する構造物（炉心タンクの支持脚、実験装置架台）と同等とし、それに応じた材料（選定には第14条の第1項を考慮）・構造設計を行い、その材料・構造が第7条第1項の強度を確保できることについては、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」に記載のとおり、第6条の適合性確認として行う耐震計算により確認している。

<原子炉容器（格子板）>

（安全設備）

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

格子板は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第3号に適合するよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。設計条件として、最高使用温度を80℃とし、湿度、放射線については、影響を受けない

ものを選定している。

原子炉停止系や安全保護系のフェイルセーフ設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、第4号に適合するよう火災の発生防止、火災検知及び消火、火災の影響軽減の措置を講ずる。

第6号については、発生が想定される飛来物としては、非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

#### <STACY施設の安全設備について>

設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2(PS-2、MS-2)とした構築物、系統及び機器(ただし、炉心タンクを除く。)を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」とする。



<格子板>

(炉心等)

第十四条 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

2 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えるものでなければならない。

3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

格子板の材料は、第1項に適合するよう添付書類Ⅲ-9-1「炉心等についての説明書」のとおり、運転時の圧力、温度及び放射線の条件は、材料の物理的及び化学的性質に著しい影響を及ぼすほど厳しいものではないため、施設に属する機器等と同様に、「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」の材料に係わる規定に準じて選定している。

第2項の格子板が自重、附加荷重その他の炉内構造物に加わる負荷に耐えるものであることについては、第7条第1項の適合性確認と同様に第6条の適合性確認として行う耐震計算により確認している。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>		適合性説明
		第1編 原子炉本体	V. 放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井	
第1、2条	適用範囲、定義			
第3条	特殊な方法による施設		—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	
		第2項	—	
第5条	機能の確認等		△ <sup>*2</sup>	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	
		第2、3項	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	
第7条	材料、構造等		×	
第8条	遮蔽等	第1項 第2項 第1号	○	添付書類Ⅲ-5-1 添付書類Ⅲ-5-2-(1) 添付書類Ⅲ-5-2-(2)
		第2項 第2、3号	△	
第9条	換気設備		×	
第10条	逆止め弁		×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	
第12条	試験研究用等原子炉施設			
第13条	安全設備		×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	
第13条の3	安全避難通路等		×	
第14条	炉心等		×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	
第17条	一次冷却材		—	
第18条	一次冷却材の排出		—	
第19条	冷却設備等		—	
第20条	液位の保持等		—	
第21条	計装		×	
第21条の2	警報装置		×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	
第22条	安全保護回路		×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	
第24条	原子炉制御室等		×	
第25条	廃棄物処理設備		×	
第26条	保管廃棄設備		×	
第27条	放射線管理施設		×	
第28条	原子炉格納施設		×	
第29条	保安電源設備		×	
第30条	実験設備等		×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
  - ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
  - △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - \*2：新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置する。
  - ×
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

<放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井>

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象(地震及び津波を除く。)によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

炉室(S)の壁、床及び天井は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないように設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<放射線遮蔽体としての炉室(S)の壁、床及び天井>

(遮蔽等)

第八条 試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において当該試験研究用等原子炉施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるように施設しなければならない。

2 工場等（原子力船を含む。）内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより遮蔽設備を施設しなければならない。

- 一 放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力を有するものであること。
- 二 開口部又は配管その他の貫通部がある場合であって放射線障害を防止するために必要がある場合には、放射線の漏えいを防止するための措置が講じられていること。
- 三 自重、熱応力その他の荷重に耐えるものであること。

第1項に適合するよう、添付書類Ⅲ-5-1「放射線防護等についての説明書」のとおり、炉心及び燃料体（ウラン棒状燃料）を貯蔵する炉室(S)に鉄筋コンクリート造の壁、床、天井及び実験棟Aの外壁に鉄筋コンクリート造の壁を設けている。

S T A C Yの通常運転時の敷地境界外での線量評価結果を添付書類Ⅲ-5-2-(1)「直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書」に示す。

第2項第1号に適合するよう、放射線業務従事者に「原子炉等規制法」に定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えないよう、機器の配置、立入り頻度、滞在時間を考慮した区画に対して目安となる基準線量当量率を定め、線源となる機器に対する遮蔽がその基準線量当量率を満足するように遮蔽壁を設けている。

遮蔽壁の遮蔽計算結果を添付書類Ⅲ-5-2-(2)「放射線遮蔽計算書」に示す。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無* <sup>1</sup>		適合性説明
		第1編 原子炉本体	VI. その他の主要な事項	
第1、2条	適用範囲、定義			
第3条	特殊な方法による施設		—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	○	添付書類Ⅲ-9-2
		第2項	—	
第5条	機能の確認等		○	添付書類Ⅲ-6-1
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2
		第2、3項	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	
第7条	材料、構造等		×	
第8条	遮蔽等		×	
第9条	換気設備		×	
第10条	逆止め弁		×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	
第12条	試験研究用等原子炉施設			
第13条	安全設備		×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	
第13条の3	安全避難通路等		×	
第14条	炉心等		×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	
第17条	一次冷却材		—	
第18条	一次冷却材の排出		—	
第19条	冷却設備等		—	
第20条	液位の保持等		—	
第21条	計装		×	
第21条の2	警報装置		×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	
第22条	安全保護回路		×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	
第24条	原子炉制御室等		×	
第25条	廃棄物処理設備		×	
第26条	保管廃棄設備		×	
第27条	放射線管理施設		×	
第28条	原子炉格納施設		×	
第29条	保安電源設備		×	
第30条	実験設備等		×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

<その他の主要な事項（起動用中性子源）>

（試験研究用等原子炉施設の機能）

第四条 試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において試験研究用等原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御でき、かつ、運転時の異常な過渡変化時においても試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、当該試験研究用等原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。

2 船舶に施設する試験研究用等原子炉施設は、波浪により生じる動揺、傾斜その他の要因により機能が損なわれることがないものでなければならない。

第1項に適合するよう、添付書類Ⅲ-9-2「反応度制御についての説明書」のとおり、S T A C Y施設は、既設の起動用中性子源（約 74GBq の  $A m-B e$ ）を用いて原子炉を起動し、給排水系による水位制御にて原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計となっている。なお、起動用中性子源による反応度変化は無視できる。

<その他の主要な事項（起動用中性子源）>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

起動用中性子源は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、改造後も原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、外観の確認、単体作動試験により機能・性能の確認ができる設計となっている。

<その他の主要な事項（起動用中性子源）>

（地震による損傷の防止）

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項 に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項 に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項 の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

起動用中性子源については、原子炉設置変更許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針（添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」）に基づき、耐震重要度のCクラスに分類し、改造後もそれに応じた耐震性を有することから、第1項の要求事項に適合する構造となっている。



<その他の主要な事項（起動用中性子源）>

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

起動用中性子源は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1				適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設					
		I. 核計装					
		(安全保護系の核計装)	(計測制御系の核計装)	検出器配置用治具	盤		
第1、2条	適用範囲、定義						
第3条	特殊な方法による施設	-	-	-	-		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	
		第2項	-	-	-	-	
第5条	機能の確認等	△*2	△*2	○	△*2	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	×	×	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	△	○	△	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2 添付書類Ⅲ-1-3-(7)
		第2、3項	-	-	-	-	
第6条の2	津波による損傷の防止	-	-	-	-		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	-	-	-	-	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-3-1	
第7条	材料、構造等	×	×	×	×		
第8条	遮蔽等	×	×	×	×		
第9条	換気設備	×	×	×	×		
第10条	逆止め弁	×	×	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止	×	×	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設						
第13条	安全設備	第3号	○	×	○	×	添付書類Ⅲ-6-1
		上記以外	○	×	×	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-7-1
		第2項	×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等	×	×	×	×		
第14条	炉心等	×	×	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材	-	-	-	-		
第15条	核燃料物質取扱設備	-	-	-	-		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	×	×	×	×		
第17条	一次冷却材	-	-	-	-		
第18条	一次冷却材の排出	-	-	-	-		
第19条	冷却設備等	-	-	-	-		
第20条	液位の保持等	-	-	-	-		
第21条	計装	第1項 第1号	○	○	×	△	添付書類Ⅲ-11-1
		第1項 第2号	○	○	×	×	添付書類Ⅲ-11-3
		上記以外	×	×	×	×	
第21条の2	警報装置	○	○	×	×	添付書類Ⅲ-11-1	
第21条の3	通信連絡設備等	×	×	×	×		
第22条	安全保護回路	下記以外	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-11-2
		第1項第2号	×	×	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	×	×		
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	×	△	添付書類Ⅲ-12-1
		上記以外	×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	×	×	×	×		
第26条	保管廃棄設備	×	×	×	×		
第27条	放射線管理施設	×	×	×	×		
第28条	原子炉格納施設	×	×	×	×		
第29条	保安電源設備	×	×	×	×		
第30条	実験設備等	×	×	×	×		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	-	-	-	-		
第31条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	-	-	-	-		
第41条の2	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	-	-	-	-		
第41条の8	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	-	-	-	-		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。

\*2：新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置する。

- ×

<核計装（検出器配置用治具）>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

検出器配置用治具は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、外観の確認が可能な設計となっている。

<核計装（検出器配置用治具）>

（地震による損傷の防止）

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項 に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項 に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項 の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

検出器配置用治具については、原子炉設置(変更)許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針（添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」）に基づき、耐震重要度のBクラスに分類し、添付書類Ⅲ-1-3-(7)「検出器配置用治具の耐震強度計算書」に示すとおり、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

＜核計装（安全保護系の核計装、計測制御系の核計装、検出器配置用治具、盤）＞

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

安全保護系の核計装、計測制御系の核計装、検出器配置用治具、盤は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されるとともに、電磁的障害により機能が喪失しないよう、絶縁回路によりノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止する設計としているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<核計装（安全保護系の核計装）>

（試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）

第六条の四 試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）には、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十二条第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置を講じなければならない。

安全保護系の核計装は、添付書類Ⅲ-3-1「人の不法な侵入等の防止についての説明書」のとおり、その信号処理に電子計算機を使用する場合、当該計算機を外部の電気通信回路に接続しない構成とする。また、点検等で外部機器（USBメモリ等）を用いる場合には、事前に内容及びコンピュータウィルスの有無等について確認したうえで使用する。外部業者が点検作業を行う場合には、常時監視する。

<核計装（安全保護系の核計装、検出器配置用治具）>

（安全設備）

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

安全保護系の核計装及び検出器配置用治具は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。ただし、検出器配置用治具は、第3号に限る。

第1号に適合するよう、STACY施設及びTRACY施設の間で共用しない。

第2号に適合するよう、2系統構成の多重性を有する設計とする。また、独立性を有する2系統の無停電電源装置から2系統の核計装設備に系統区分毎に給電する。

第3号に適合するよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。設計条件として、最高使用圧力を大気圧、最高使用温度を80℃に設定し、湿度、放射線については、影響を受けない中性子検出器を選定している。また、中性子検出器を炉心タンク内に配置する場合は、検出器配置用治具を使用する。

原子炉停止系や安全保護系のフェイルセーフ設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、第4号に適合するよう火災の発生防止、火災検知及び消火、火災の影響軽減の措置を講ずる。

第5号に適合するよう、消火設備の破損等が起きた場合でも、以下に示す設計考慮から、原子炉を安全に停止できる。

- ・原子炉停止系や安全保護系が、消火設備の破損等により被水して系が遮断した場合でも、フェイルセーフ設計により、自動的に原子炉をスクラムさせる。
- ・制御室の手動スクラムボタンや制御室外（管理棟）の安全スイッチにより消火設備の破損等が起きた場合に原子炉を安全に停止させる。
- ・連結散水設備の放水ヘッド及び配管系統は、炉室内に設置しないため、破損等が発生した場合でも、原子炉停止機能に影響はない。

第6号については、発生が想定される飛来物としては、非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

#### < STACY施設の安全設備について >

設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2 (PS-2、MS-2) とした構築物、系統及び機器（ただし、炉心タンクを除く。）を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる安全保護系の「核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」とする。



<核計装（安全保護系の核計装）>

（溢水による損傷の防止）

第十三条の二 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

- 2 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。

STACY施設は、第1項に適合するよう添付書類Ⅲ-7-1「溢水防護についての説明書」のとおり安全保護系の核計装を含め、以下のように設計されている。

施設内における溢水が発生した場合にも安全性を損なわないよう、原子炉の停止機能及び停止状態維持機能を以下のように設計する。

- ・安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても原子炉停止系を自動的に作動させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系（「安全板装置」及び「排水系」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても、電磁石消磁により安全板を重力落下させ、圧縮空気供給用の電磁弁消磁によるスプリング反力により急速排水弁を開として軽水を排水させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系の作動後は、電源や駆動源がなくても、停止状態が維持される。

また、溢水による臨界を防止するため、炉心タンクに水が流入するおそれがないよう、以下のように設計する。

- ・溢水により炉心タンクに給水されないよう、炉心タンクへの給水は地階からポンプの汲み上げにより行う。
- ・炉室内の炉心タンクの上方には水を内包する機器及び配管（上水、プロセス冷却水等）は設置しない。また、火災検知により自動で散水するスプリンクラー設備等の設備はない。
- ・消火活動により炉心タンクに散水する場合においては、炉室入室（遮蔽扉開）した時点でスクラムにより排水弁開となることから、炉心タンクに散水しても水が溜まることはない。

以上の設計方針により、STACY施設では、原子炉停止系の機能喪失防止及び溢水による臨界の防止が可能な設計となっているため、溢水防護対象設備は選定されない。

<核計装（安全保護系の核計装、計測制御系の核計装）>

（計装）

第二十一条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもつて代えることができる。

- 一 熱出力及び炉心における中性子束密度
- 二 炉周期
- 三 制御棒（固体の制御材をいう。以下同じ。）の位置
- 四 一次冷却材に関する次の事項

- イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
- ロ 原子炉容器内における温度、圧力、流量及び液位

- 2 試験研究用等原子炉施設には、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講ずるために必要な試験研究用等原子炉の停止後の温度、液位その他の試験研究用等原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視及び記録できる設備を施設しなければならない。

添付書類Ⅲ-11-1「計装設備、警報装置についての説明書」のとおり、第1項第1号及び第2号に規定される事項を計測できる核計装設備を施設する。なお、炉心タンク内に検出器を設置するための検出器配置用治具は新たに設置するが、その他の核計装設備は、既設の構成機器をそのまま使用する。既設の核計装設備が炉心変更後も継続して使用でき、変更の必要がないことを添付書類Ⅲ-11-3「核計装設備の変更要否に係る検討書」に示す。

<核計装（安全保護系の核計装、計測制御系の核計装）>

（警報装置）

第二十一条の二 試験研究用等原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により試験研究用等原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第二十七条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置を施設しなければならない。

核計装（安全保護系の核計装、計測制御系の核計装）は、添付書類Ⅲ-11-1「計装設備、警報装置についての説明書」のとおり、中性子束、炉周期等のプロセス変数が設定値を超えた場合に、これらを確実に検知して速やかに警報する設計となっている。

<核計装（安全保護系の核計装）>

（安全保護回路）

第二十二條 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより安全保護回路を施設しなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により試験研究用等原子炉の運転に支障が生じる場合において、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料の許容設計限界を超えないようにできるものであること。
- 二 試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常により多量の放射性物質が漏えいする可能性が生じる場合において、これを抑制又は防止するための設備を速やかに作動させる必要がある場合には、当該設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものであること。
- 三 安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性又は多様性を確保するものであること。
- 四 安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものであること。
- 五 駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が生じた場合においても、試験研究用等原子炉施設をより安全な状態に移行するか、又は当該状態を維持することにより、試験研究用等原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものであること。
- 六 不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止するために必要な措置が講じられているものであること。
- 七 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合には、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものであること。
- 八 試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更できるものであること。

核計装（安全保護系の核計装）は、添付書類Ⅲ-11-2「安全保護回路についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第1号に適合するよう、異常な過渡変化を検知し、その信号を安全保護回路の原子炉停止回路へ発する設計となっている。その信号を受けて原子炉停止回路からスクラム信号を発することにより、安全板装置及び急速排水弁のスクラム遮断器を開放する。スクラム遮断器

の開放により、安全板は重力で炉心タンクへ挿入され、急速排水弁はスプリング反力で開き軽水を排出する。このように原子炉停止系を作動させることで、原子炉を安全に停止かつその停止状態を維持することで、燃料の健全性を損なうおそれがない設計とする。

第3号に適合するよう、2系統構成の多重性を有する設計となっている。

第4号に適合するよう、電源供給も含めて電氣的にも機械的にもチャンネル相互を分離することで独立性を確保する設計となっている。また、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるように、独立性を有する2系統の無停電電源装置から系統区分毎に給電する設計となっている。

第5号に適合するよう、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるよう無停電電源装置から給電するとともに、運転時励磁の回路とし、系の遮断があってもS T A C Yを停止させるフェイルセーフ設計となっている。

第6号に適合するよう、その信号処理に電子計算機を使用する場合、当該計算機を外部の電気通信回路に接続しない構成とする。また、点検等で外部機器（USBメモリ等）を用いる場合には、事前に内容及びコンピュータウィルスの有無等について確認したうえで使用する。外部業者が点検作業を行う場合には、常時監視する。

第7号に適合するよう、安全保護系の核計装設備の一部から計測制御系の核計装設備へ信号を取り出す場合には、信号の分岐箇所絶縁増幅器等の絶縁回路を使用し、計測制御系の核計装設備の短絡、地絡又は断線によって安全保護系の核計装設備に影響を与えないように機能的に分離した設計としている。

第8号については、安全保護系の核計装は運転条件に応じて作動設定値を変更する必要はない。

<核計装（安全保護系の核計装、計測制御系の核計装）>

（原子炉制御室等）

第二十四条 試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室を施設しなければならない。

- 2 原子炉制御室には、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう施設しなければならない。
- 3 原子炉制御室は、従事者が、設計基準事故時に、容易に避難できる構造としなければならない。
- 4 原子炉制御室及びこれに連絡する通路には、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じなければならない。
- 5 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室以外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設しなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。

添付書類Ⅲ-12-1「通信連絡設備、制御室についての説明書」のとおり、STACY施設の制御室には、第2項に適合するよう、STACYの運転状態を示す中性子束等のパラメータを連続的に表示するとともに運転状態の異常を警報表示するため、核計装設備及びその他の主要な計装設備並びに警報装置を集中して設置している。

なお、核計装設備は炉心タンク内に検出器を設置するための検出器配置用治具を新たに設置するが、その他の設備は既設の構成機器をそのまま使用する。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>		適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設			
		II. その他の主要な計装			
		(プロセス計装)			
		最大給水制限 スイッチ	給水停止スイッチ 排水開始スイッチ		
第1、2条	適用範囲、定義				
第3条	特殊な方法による施設	—	—		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	
		第2項	—	—	
第5条	機能の確認等	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2 添付書類Ⅲ-1-3-(1) 添付書類Ⅲ-1-3-(4)
		第2、3項	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止	—	—		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	×	添付書類Ⅲ-3-1	
第7条	材料、構造等	×	×		
第8条	遮蔽等	×	×		
第9条	換気設備	×	×		
第10条	逆止め弁	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設				
第13条	安全設備	第1項 第1、2号	○	×	添付書類Ⅲ-6-1
		上記以外	○	○	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	○	×	添付書類Ⅲ-7-1
		第2項	×	×	
第13条の3	安全避難通路等	×	×		
第14条	炉心等	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材	—	—		
第15条	核燃料物質取扱設備	—	—		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	×	×		
第17条	一次冷却材	—	—		
第18条	一次冷却材の排出	—	—		
第19条	冷却設備等	—	—		
第20条	液位の保持等	—	—		
第21条	計装	第1項第3号	○	○	添付書類Ⅲ-11-1
		上記以外	×	×	
第21条の2	警報装置	×	×		
第21条の3	通信連絡設備等	×	×		
第22条	安全保護回路	下記以外	○	×	添付書類Ⅲ-11-2
		第1項第2号	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×		
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	添付書類Ⅲ-12-1
		上記以外	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	×	×		
第26条	保管廃棄設備	×	×		
第27条	放射線管理施設	×	×		
第28条	原子炉格納施設	×	×		
第29条	保安電源設備	×	×		
第30条	実験設備等	×	×		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	—	—		
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—		
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—		
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
  - ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
  - △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - ×
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。



本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1					適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設						
		II. その他の主要な計装						
		(プロセス計装)						
		サーボ型 水位計	流量計	炉心 温度計	ダンプ槽 温度計	ダンプ槽 電導度計		
第1、2条	適用範囲、定義							
第3条	特殊な方法による施設	—	—	—	—	—		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	×	
		第2項	—	—	—	—	—	
第5条	機能の確認等	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	×	×	×	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2
		第2、3項	—	—	—	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止	—	—	—	—	—		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	—	—	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	×	×	×	×	×		
第7条	材料、構造等	×	×	×	×	×		
第8条	遮蔽等	×	×	×	×	×		
第9条	換気設備	×	×	×	×	×		
第10条	逆止め弁	×	×	×	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止	×	×	×	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設							
第13条	安全設備	×	×	×	×	×		
第13条の2	溢水による損傷の防止	×	×	×	×	×		
第13条の3	安全避難通路等	×	×	×	×	×		
第14条	炉心等	×	×	×	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材	—	—	—	—	—		
第15条	核燃料物質取扱設備	—	—	—	—	—		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	×	×	×	×	×		
第17条	一次冷却材	—	—	—	—	—		
第18条	一次冷却材の排出	—	—	—	—	—		
第19条	冷却設備等	—	—	—	—	—		
第20条	液位の保持等	—	—	—	—	—		
第21条	計装	第1項第3号	○	×	×	×	×	添付書類Ⅲ-11-1
		上記以外	×	×	×	×	×	
第21条の2	警報装置	○	○	○	○	×	添付書類Ⅲ-11-1	
第21条の3	通信連絡設備等	×	×	×	×	×		
第22条	安全保護回路	×	×	×	×	×		
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	×	×	×		
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-12-1
		上記以外	×	×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	×	×	×	×	×		
第26条	保管廃棄設備	×	×	×	×	×		
第27条	放射線管理施設	×	×	×	×	×		
第28条	原子炉格納施設	×	×	×	×	×		
第29条	保安電源設備	×	×	×	×	×		
第30条	実験設備等	×	×	×	×	×		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	—	—	—	—	—		
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	—	—	—		
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	—	—	—		
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	—	—	—		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
  - ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
  - △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - ×
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>		適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設			
		II. その他の主要な計装			
		監視 操作盤	盤 (モニタ盤)		
第1、2条	適用範囲、定義				
第3条	特殊な方法による施設				
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	
		第2項	—	—	
第5条	機能の確認等		○	○	添付書類Ⅲ-6-1
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	△	
		第2、3項	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	×	
第7条	材料、構造等		×	×	
第8条	遮蔽等		×	×	
第9条	換気設備		×	×	
第10条	逆止め弁		×	×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	×	
第12条	試験研究用等原子炉施設				
第13条	安全設備		×	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	×	
第13条の3	安全避難通路等		×	×	
第14条	炉心等		×	×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	×	
第17条	一次冷却材		—	—	
第18条	一次冷却材の排出		—	—	
第19条	冷却設備等		—	—	
第20条	液位の保持等		—	—	
第21条	計装	第1項第1、2、3号	○	○	添付書類Ⅲ-11-1
		上記以外	×	×	
第21条の2	警報装置		×	×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	×	
第22条	安全保護回路		×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	×	
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	添付書類Ⅲ-12-1
		上記以外	×	×	
第25条	廃棄物処理設備		×	×	
第26条	保管廃棄設備		×	×	
第27条	放射線管理施設		×	×	
第28条	原子炉格納施設		×	×	
第29条	保安電源設備		×	×	
第30条	実験設備等		×	×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>			適合性説明
		第2編 計測制御系統施設			
		II. その他の主要な計装			
		(プロセス計装)		盤 (炉室線量 率計盤)	
炉室(S) 放射線量率計	炉下室(S) 放射線量率計				
第1、2条	適用範囲、定義				
第3条	特殊な方法による施設	—	—	—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×
		第2項	—	—	—
第5条	機能の確認等		△ <sup>*2</sup>	△ <sup>*2</sup>	△ <sup>*2</sup>
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	×
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	△	△
		第2、3項	—	—	—
第6条の2	津波による損傷の防止		—	—	—
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○
		第3、4項	—	—	—
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	×	×
第7条	材料、構造等		×	×	×
第8条	遮蔽等		×	×	×
第9条	換気設備		×	×	×
第10条	逆止め弁		×	×	×
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	×	×
第12条	試験研究用等原子炉施設				
第13条	安全設備		×	×	×
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	×	×
第13条の3	安全避難通路等		×	×	×
第14条	炉心等		×	×	×
第14条の2	熱遮蔽材		—	—	—
第15条	核燃料物質取扱設備		—	—	—
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	×	×
第17条	一次冷却材		—	—	—
第18条	一次冷却材の排出		—	—	—
第19条	冷却設備等		—	—	—
第20条	液位の保持等		—	—	—
第21条	計装		×	×	×
第21条の2	警報装置		×	×	×
第21条の3	通信連絡設備等		×	×	×
第22条	安全保護回路		×	×	×
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	×	×
第24条	原子炉制御室等	第2項	△	△	△
		上記以外	×	×	×
第25条	廃棄物処理設備		×	×	×
第26条	保管廃棄設備		×	×	×
第27条	放射線管理施設		×	×	×
第28条	原子炉格納施設		×	×	×
第29条	保安電源設備		×	×	×
第30条	実験設備等		×	×	×
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	—	—
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- \*2：新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置する。
- ×

<その他の主要な計装（プロセス計装、監視操作盤、モニタ盤）>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

その他の主要な計装（プロセス計装、監視操作盤、モニタ盤）は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、外観の確認及び分解・開放による内部確認並びに単体作動試験による機能・性能の確認ができる構造とする。また、計装設備として校正、設定値確認、ロジック回路動作確認が可能な設計とする。

<その他の主要な計装（プロセス計装）>

（地震による損傷の防止）

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項 に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項 に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項 の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチについては、原子炉設置(変更)許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針（添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」）に基づき、耐震重要度のBクラスに分類し、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」、添付書類Ⅲ-1-3-(4)「その他の主要な計装の耐震強度計算書」に示すとおり、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

サーボ型水位計、流量計、炉心温度計、ダンプ槽温度計、ダンプ槽電導度計は、耐震重要度のCクラスに分類し、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

＜その他の主要な計装（プロセス計装（炉室（S）放射線量率計、炉下室（S）放射線量率計を含む。）、監視操作盤、モニタ盤、炉室線量率計盤）＞

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

その他の主要な計装（プロセス計装（炉室（S）放射線量率計、炉下室（S）放射線量率計を含む。）、監視操作盤、モニタ盤、炉室線量率計盤）は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ）>

（試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）

第六条の四 試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）には、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十二条第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置を講じなければならない。

安全保護系の最大給水制限スイッチは、添付書類Ⅲ-3-1「人の不法な侵入等の防止についての説明書」のとおり、その信号処理に電子計算機を使用する場合、当該計算機を外部の電気通信回路に接続しない構成とする。また、点検等で外部機器（USBメモリ等）を用いる場合には、事前に内容及びコンピュータウィルスの有無等について確認したうえで使用する。外部業者が点検作業を行う場合には、常時監視する。

＜その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ）＞

（安全設備）

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ）は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第1号に適合するよう、最大給水制限スイッチ（安全保護系）は、STACY施設及びTRACY施設の間で共用しない。

第2号に適合するよう、最大給水制限スイッチ（安全保護系）は、水面検知素子を2系統



とした多重性を有する設計とする。また、独立性を有する2系統の無停電電源装置から2系統の水面検知回路へ系統区分毎に給電する。

第3号に適合するよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。構造設計条件として、最高使用圧力を大気圧、最高使用温度を80℃に設定し、湿度、放射線については、影響を受けない水面検知素子等を選定している。

原子炉停止系や安全保護系のフェイルセーフ設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、第4号に適合するよう火災の発生防止、火災検知及び消火、火災の影響軽減の措置を講ずる。

第5号に適合するよう、消火設備の破損等が起きた場合でも、以下に示す設計考慮から、原子炉を安全に停止できる。

- ・原子炉停止系や安全保護系が、消火設備の破損等により被水して系が遮断した場合でも、フェイルセーフ設計により、自動的に原子炉をスクラムさせる。
- ・制御室の手動スクラムボタンや制御室外（管理棟）の安全スイッチにより消火設備の破損等が起きた場合に原子炉を安全に停止させる。
- ・連結散水設備の放水ヘッド及び配管系統は、炉室内に設置しないため、破損等が発生した場合でも、原子炉停止機能に影響はない。

第6号については、発生が想定される飛来物としては、非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

#### <STACY施設の安全設備について>

設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2（PS-2、MS-2）とした構築物、系統及び機器（ただし、炉心タンクを除く。）を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる安全保護系の「核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」とする。

<その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ）>

（溢水による損傷の防止）

第十三条の二 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

- 2 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。

STACY施設は、第1項に適合するよう添付書類Ⅲ-7-1「溢水防護についての説明書」のとおり最大給水制限スイッチ（安全保護系）を含め、以下のように設計されている。

施設内における溢水が発生した場合にも安全性を損なわないよう、原子炉の停止機能及び停止状態維持機能を以下のように設計する。

- ・安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても原子炉停止系を自動的に作動させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系（「安全板装置」及び「排水系」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても、電磁石消磁により安全板を重力落下させ、圧縮空気供給用の電磁弁消磁によるスプリング反力により急速排水弁を開として軽水を排水させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系の作動後は、電源や駆動源がなくても、停止状態が維持される。

また、溢水による臨界を防止するため、炉心タンクに水が流入するおそれがないよう、以下のように設計する。

- ・溢水により炉心タンクに給水されないよう、炉心タンクへの給水は地階からポンプの汲み上げにより行う。
- ・炉室内の炉心タンクの上方には水を内包する機器及び配管（上水、プロセス冷却水等）は設置しない。また、火災検知により自動で散水するスプリンクラー設備等の設備はない。
- ・消火活動により炉心タンクに散水する場合においては、炉室入室（遮蔽扉開）した時点でスクラムにより排水弁開となることから、炉心タンクに散水しても水が溜まることはない。

以上の設計方針により、STACY施設では、原子炉停止系の機能喪失防止及び溢水による臨界の防止が可能な設計となっているため、溢水防護対象設備は選定されない。

＜その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ、サーボ型水位計、監視操作盤、モニタ盤）＞

（計装）

第二十一条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもつて代えることができる。

- 一 熱出力及び炉心における中性子束密度
- 二 炉周期
- 三 制御棒（固体の制御材をいう。以下同じ。）の位置
- 四 一次冷却材に関する次の事項

- イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
- ロ 原子炉容器内における温度、圧力、流量及び液位

- 2 試験研究用等原子炉施設には、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講ずるために必要な試験研究用等原子炉の停止後の温度、液位その他の試験研究用等原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視及び記録できる設備を施設しなければならない。

第1項第3号の制御棒（固体の制御材をいう。）の位置の計測については、STACYでは減速材及び反射材である軽水を制御材とし、炉心タンク内の水位により反応度を制御するため、炉心の水位に読み替える。

添付書類Ⅲ-11-1「計装設備、警報装置についての説明書」のとおり、第1項第3号に規定される事項として、最大給水制限水位、給水停止水位、排水開始水位を検出できる最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチを施設し、炉心タンク水位を計測できるサーボ型水位計を施設する。

監視操作盤、モニタ盤は、添付書類Ⅲ-11-1「計装設備、警報装置についての説明書」のとおり、第1項第1、2、3号に規定される事項を計測するための計装設備を操作し、その計測値を監視できるよう施設する。

＜その他の主要な計装（サーボ型水位計、高速流量計及び低速流量計、炉心温度計、ダンプ槽温度計）＞

（警報装置）

第二十一条の二 試験研究用等原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により試験研究用等原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第二十七条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置を施設しなければならない。

その他の主要な計装（サーボ型水位計、高速流量計及び低速流量計、炉心温度計、ダンプ槽温度計）は、添付書類Ⅲ-11-1「計装設備、警報装置についての説明書」のとおり、温度、流量等のプロセス変数が設定値を超えた場合に、これらを確実に検知して速やかに警報する設計となっている。

<その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ）>

（安全保護回路）

第二十二条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより安全保護回路を施設しなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により試験研究用等原子炉の運転に支障が生じる場合において、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料の許容設計限界を超えないようにできるものであること。
- 二 試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常により多量の放射性物質が漏えいする可能性が生じる場合において、これを抑制又は防止するための設備を速やかに作動させる必要がある場合には、当該設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものであること。
- 三 安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性又は多様性を確保するものであること。
- 四 安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものであること。
- 五 駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が生じた場合においても、試験研究用等原子炉施設をより安全な状態に移行するか、又は当該状態を維持することにより、試験研究用等原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものであること。
- 六 不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止するために必要な措置が講じられているものであること。
- 七 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合には、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものであること。
- 八 試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更できるものであること。

その他の主要な計装（最大給水制限スイッチ）は、添付書類Ⅲ-11-2「安全保護回路についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第1号に適合するよう、異常な過渡変化を検知し、その信号を安全保護回路の原子炉停止回路へ発する設計となっている。その信号を受けて原子炉停止回路からスクラム信号を発することにより、安全板装置及び急速排水弁のスクラム遮断器を開放する。スクラム遮断器

の開放により、安全板は重力で炉心タンクへ挿入され、急速排水弁はスプリング反力で開き軽水を排出する。このように原子炉停止系を作動させることで、原子炉を安全に停止かつその停止状態を維持することで、燃料の健全性を損なうおそれがない設計とする。

第3号に適合するよう、水面検知素子及び水面検知回路は2系統構成の多重性を有する設計となっている。

第4号に適合するよう、電源供給も含めて電氣的にも機械的にもチャンネル相互を分離することで独立性を確保する設計となっている。また、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるように、独立性を有する2系統の無停電電源装置から系統区分毎に給電する設計となっている。

第5号に適合するよう、水面検知回路は商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるよう無停電電源装置から給電するとともに、運転時励磁の回路とし、系の遮断があってもSTACYを停止させるフェイルセーフ設計となっている。

第6号に適合するよう、その信号処理に電子計算機を使用する場合、当該計算機を外部の電気通信回路に接続しない構成とする。また、点検等で外部機器（USBメモリ等）を用いる場合には、事前に内容及びコンピュータウィルスの有無等について確認したうえで使用する。外部業者が点検作業を行う場合には、常時監視する。

第7号については、計測制御系統施設との共用はない。

第8号については、最大給水制限スイッチの設定位置は、運転条件に従って変更できる設計となっている。

<その他の主要な計装（プロセス計装、監視操作盤、モニタ盤）>

（原子炉制御室等）

第二十四条 試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室を施設しなければならない。

- 2 原子炉制御室には、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう施設しなければならない。
- 3 原子炉制御室は、従事者が、設計基準事故時に、容易に避難できる構造としなければならない。
- 4 原子炉制御室及びこれに連絡する通路には、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じなければならない。
- 5 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設しなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。

添付書類Ⅲ-12-1「通信連絡設備、制御室についての説明書」のとおり、STACY施設の制御室には、第2項に適合するよう、STACY施設の安全上重要なパラメータの監視、原子炉の安全を確保するために必要な設備の操作を行うため、その他の主要な計装（プロセス計装、監視操作盤、モニタ盤）を集中して設置する。



本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1				適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設					
		Ⅲ. 安全保護回路					
		原子炉停止回路			その他の主要な安全保護回路		
		原子炉停止回路	安全保護系盤	スクラム遮断器盤	主電源盤		
第1、2条	適用範囲、定義						
第3条	特殊な方法による施設	—	—	—	—		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	
		第2項	—	—	—	—	
第5条	機能の確認等	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	×	×	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	△	△	△	
		第2、3項	—	—	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止	—	—	—	—		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	—	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	○	○	○	×	添付書類Ⅲ-3-1	
第7条	材料、構造等	×	×	×	×		
第8条	遮蔽等	×	×	×	×		
第9条	換気設備	×	×	×	×		
第10条	逆止め弁	×	×	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止	×	×	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設						
第13条	安全設備	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-7-1
		第2項	×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等	×	×	×	×		
第14条	炉心等	×	×	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材	—	—	—	—		
第15条	核燃料物質取扱設備	—	—	—	—		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	×	×	×	×		
第17条	一次冷却材	—	—	—	—		
第18条	一次冷却材の排出	—	—	—	—		
第19条	冷却設備等	—	—	—	—		
第20条	液位の保持等	—	—	—	—		
第21条	計装	×	×	×	×		
第21条の2	警報装置	×	×	×	×		
第21条の3	通信連絡設備等	×	×	×	×		
第22条	安全保護回路	下記以外	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-11-2
		第1項第2号	×	×	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	×	×		
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-12-1
		上記以外	×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	×	×	×	×		
第26条	保管廃棄設備	×	×	×	×		
第27条	放射線管理施設	×	×	×	×		
第28条	原子炉格納施設	×	×	×	×		
第29条	保安電源設備	×	×	×	×		
第30条	実験設備等	×	×	×	×		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	—	—	—	—		
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	—	—		
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	—	—		
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	—	—		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
  - ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
  - △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - ×
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

<安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、外観の確認及び単体作動試験による機能・性能の確認ができる構造とする。

<安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）>

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤）>

（試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）

第六条の四 試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）には、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十二條第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置を講じなければならない。

添付書類Ⅲ-3-1「人の不法な侵入等の防止についての説明書」のとおり、安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤）には、電子計算機を使用しない設計とする。

<安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）>

（安全設備）

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第1号に適合するよう、STACY施設及びTRACY施設の間で共用しない。

第2号に適合するよう、2系統構成の多重性を有する設計とする。また、独立性を有する2系統の無停電電源装置から2系統の核計装設備に系統区分毎に給電する。

第3号に適合するよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。設計条件として、制御室等の環境条件を設定した。放射線については、影響を受けない制御室に設置している。

原子炉停止系や安全保護系のフェイルセーフ設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、第4号に適合するよう火災の発生防止、火災検知及び消火、火災の影響軽減の措置を講ずる。

第5号に適合するよう、消火設備の破損等が起きた場合でも、以下に示す設計考慮から、原子炉を安全に停止できる。

- ・原子炉停止系や安全保護系が、消火設備の破損等により被水して系が遮断した場合でも、フェイルセーフ設計により、自動的に原子炉をスクラムさせる。
- ・制御室の手動スクラムボタンや制御室外（管理棟）の安全スイッチにより消火設備の破損等が起きた場合に原子炉を安全に停止させる。
- ・連結散水設備の放水ヘッド及び配管系統は、炉室内に設置しないため、破損等が発生した場合でも、原子炉停止機能に影響はない。

第6号については、発生が想定される飛来物としては、非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

#### <STACY施設の安全設備について>

設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2（PS-2、MS-2）とした構築物、系統及び機器（ただし、炉心タンクを除く。）を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」とする。

＜安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）＞

（溢水による損傷の防止）

第十三条の二 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

- 2 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。

STACY施設は、第1項に適合するよう添付書類Ⅲ-7-1「溢水防護についての説明書」のとおり安全保護回路を含め、以下のように設計されている。

施設内における溢水が発生した場合にも安全性を損なわないよう、原子炉の停止機能及び停止状態維持機能を以下のように設計する。

- ・安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても原子炉停止系を自動的に作動させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系（「安全板装置」及び「排水系」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても、電磁石消磁により安全板を重力落下させ、圧縮空気供給用の電磁弁消磁によるスプリング反力により急速排水弁を開として軽水を排水させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系の作動後は、電源や駆動源がなくても、停止状態が維持される。

また、溢水による臨界を防止するため、炉心タンクに水が流入するおそれがないよう、以下のように設計する。

- ・溢水により炉心タンクに給水されないよう、炉心タンクへの給水は地階からポンプの汲み上げにより行う。
- ・炉室内の炉心タンクの上方には水を内包する機器及び配管（上水、プロセス冷却水等）は設置しない。また、火災検知により自動で散水するスプリンクラー設備等の設備はない。
- ・消火活動により炉心タンクに散水する場合においては、炉室入室（遮蔽扉開）した時点でスクラムにより排水弁開となることから、炉心タンクに散水しても水が溜まることはない。

以上の設計方針により、STACY施設では、原子炉停止系の機能喪失防止及び溢水による臨界の防止が可能な設計となっているため、溢水防護対象設備は選定されない。



<安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）>

（安全保護回路）

第二十二條 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより安全保護回路を施設しなければならない。

- 一 運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により試験研究用等原子炉の運転に支障が生じる場合において、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料の許容設計限界を超えないようにできるものであること。
- 二 試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常により多量の放射性物質が漏えいする可能性が生じる場合において、これを抑制又は防止するための設備を速やかに作動させる必要がある場合には、当該設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものであること。
- 三 安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性又は多様性を確保するものであること。
- 四 安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものであること。
- 五 駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が生じた場合においても、試験研究用等原子炉施設をより安全な状態に移行するか、又は当該状態を維持することにより、試験研究用等原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものであること。
- 六 不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止するために必要な措置が講じられているものであること。
- 七 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合には、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものであること。
- 八 試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更できるものであること。

安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）は、添付書類Ⅲ-11-2「安全保護回路についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第1号に適合するよう、異常な過渡変化を検知し、その信号を安全保護回路の原子炉停止回路へ発する設計となっている。その信号を受けて原子炉停止回路からスクラム信号を発することにより、安全板装置及び急速排水弁のスクラム遮断器を開放する。スクラム遮断器

の開放により、安全板は重力で炉心タンクへ挿入され、急速排水弁はスプリング反力で開き軽水を排出する。このように原子炉停止系を作動させることで、原子炉を安全に停止、かつ、その停止状態を維持することで、燃料の健全性を損なうおそれがない設計とする。

第3号に適合するよう、2系統構成の多重性を有する設計となっている。

第4号に適合するよう、電源供給も含めて電氣的にも機械的にもチャンネル相互を分離することで独立性を確保する設計となっている。また、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるように、独立性を有する2系統の無停電電源装置から系統区分毎に給電する設計となっている。

第5号に適合するよう、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるよう無停電電源装置から給電するとともに、運転時励磁の回路とし、系の遮断があってもS T A C Yを停止させるフェイルセーフ設計となっている。

第6号に適合するよう、安全保護回路には電子計算機は使用しない設計とする。

第7号に適合するよう、安全保護系の核計装設備の一部から計測制御系の核計装設備へ信号を取り出す場合には、信号の分岐箇所に絶縁増幅器等の絶縁回路を使用し、計測制御系の核計装設備の短絡、地絡又は断線によって安全保護系の核計装設備に影響を与えることのないように機能的に分離した設計としている。

第8号については、安全保護系の核計装設備は運転条件に応じて作動設定値を変更する必要はない。最大給水制限スイッチの設定位置は、運転条件に従って変更できる設計となっている。

<安全保護回路（原子炉停止回路、安全保護系盤、スクラム遮断器盤、主電源盤）>

（原子炉制御室等）

第二十四条 試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室を施設しなければならない。

- 2 原子炉制御室には、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう施設しなければならない。
- 3 原子炉制御室は、従事者が、設計基準事故時に、容易に避難できる構造としなければならない。
- 4 原子炉制御室及びこれに連絡する通路には、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じなければならない。
- 5 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設しなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。

添付書類Ⅲ-12-1「通信連絡設備、制御室についての説明書」のとおり、第2項に適合するよう、運転時の異常な過渡変化時においても、安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）により、運転員による操作なしで原子炉停止系（「安全板装置」及び「急速排水弁」）の作動を自動的に開始させ、原子炉を安全に停止でき、かつ、その停止状態を維持するための機能を損なわない設計とする。

本申請に係る設計及び工事の方法及び、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法及び工場の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1					適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設						
		IV. 制御設備						
		制御材	制御材駆動設備			未臨界板		
安全板	安全板駆動装置	ガイドピン	給排水系ダンプ槽					
第1、2条	適用範囲、定義							
第3条	特殊な方法による施設	○	○	○	○	○		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-9-2	
第5条	機能の確認等	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	×	×	×	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2 添付書類Ⅲ-1-3-(1) (駆動装置) 添付書類Ⅲ-1-3-(5) (駆動装置) 添付書類Ⅲ-1-3-(8) 添付書類Ⅲ-1-4 添付書類Ⅲ-1-5	
第6条の2	津波による損傷の防止	○	○	○	○	○		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	×	×	×	×	×		
第7条	材料、構造等	×	×	×	○	×	添付書類Ⅲ-4-1 添付書類Ⅲ-4-2-(1) 添付書類Ⅲ-4-2-(4)	
第8条	遮蔽等	×	×	×	×	×		
第9条	換気設備	×	×	×	×	×		
第10条	逆止め弁	×	×	×	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止	×	×	×	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設							
第13条	安全設備	○	○	○	×	×	添付書類Ⅲ-6-1	
第13条の2	溢水による損傷の防止	○	○	○	×	×	添付書類Ⅲ-7-1	
第13条の3	安全避難通路等	×	×	×	×	×		
第14条	炉心等	×	×	×	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材	○	○	○	○	○		
第15条	核燃料物質取扱設備	○	○	○	○	○		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	×	×	×	×	×		
第17条	一次冷却材	○	○	○	○	○		
第18条	一次冷却材の排出	○	○	○	○	○		
第19条	冷却設備等	○	○	○	○	○		
第20条	液位の保持等	○	○	○	○	○		
第21条	計装	×	×	×	×	×		
第21条の2	警報装置	×	×	×	×	×		
第21条の3	通信連絡設備等	×	×	×	×	×		
第22条	安全保護回路	×	×	×	×	×		
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項第1号 第6項	×	×	×	○	×	添付書類Ⅲ-9-2
		第2項第1、2、3号 第4項	○	○	○	○	×	
		第2項第4号 第3項	○	○	○	×	×	
		第1項第2号 第5項	×	×	×	×	×	
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-12-1
		上記以外	×	×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	×	×	×	×	×		
第26条	保管廃棄設備	×	×	×	×	×		
第27条	放射線管理施設	×	×	×	×	×		
第28条	原子炉格納施設	×	×	×	×	×		
第29条	保安電源設備	×	×	×	×	×		
第30条	実験設備等	×	×	×	×	×		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	○	○	○	○	○		
第31条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	○	○	○	○	○		
第41条の2	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	○	○	○	○	○		
第42条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	○	○	○	○	○		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1						適合性説明		
		第2編 計測制御系統施設								
		IV. 制御設備								
		制御材駆動設備								
		高速給水系	低速給水系		排水系		主配管			
		ポンプ 主要弁	ポンプ	主要弁	急速 排水弁	通常 排水弁				
第1、2条	適用範囲、定義									
第3条	特殊な方法による施設									
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	○	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-9-2	
		第2項	-	-	-	-	-	-	-	
第5条	機能の確認等		○	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	×	×	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	○	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2 添付書類Ⅲ-1-3-(9)
		第2、3項	-	-	-	-	-	-	-	
第6条の2	津波による損傷の防止		-	-	-	-	-	-		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	-	-	-	-	-	-	-	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	×	×	×	×	×		
第7条	材料、構造等	第1、3項	○	○	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-4-1 添付書類Ⅲ-4-2-(3)
		第2、4項	×	×	×	×	×	×	×	
第8条	遮蔽等		×	×	×	×	×	×		
第9条	換気設備		×	×	×	×	×	×		
第10条	逆止め弁		×	×	×	×	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	×	×	×	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設									
第13条	安全設備	第1項 第1、2号	×	×	×	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-6-1
		上記以外	×	×	○	○	×	×	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	×	×	×	○	×	×	×	添付書類Ⅲ-7-1
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等		×	×	×	×	×	×		
第14条	炉心等		×	×	×	×	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材		-	-	-	-	-	-		
第15条	核燃料物質取扱設備		-	-	-	-	-	-		
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	×	×	×	×	×		
第17条	一次冷却材		-	-	-	-	-	-		
第18条	一次冷却材の排出		-	-	-	-	-	-		
第19条	冷却設備等		-	-	-	-	-	-		
第20条	液位の保持等		-	-	-	-	-	-		
第21条	計装		×	×	×	×	×	×		
第21条の2	警報装置		×	×	×	×	×	×		
第21条の3	通信連絡設備等		×	×	×	×	×	×		
第22条	安全保護回路		×	×	×	×	×	×		
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項 第1号 第4項 第1、2号 第6項	○	○	○	○	○	○	○	添付書類Ⅲ-9-2 添付書類Ⅲ-9-3-(1) 添付書類Ⅲ-9-3-(2)
		第2項 第1、2、3号	×	×	×	○	×	○	○	
		上記以外	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	○	○	○	○	○	○	×	添付書類Ⅲ-12-1
第24条	原子炉制御室等		×	×	×	×	×	×		
第25条	廃棄物処理設備		×	×	×	×	×	×		
第26条	保管廃棄設備		×	×	×	×	×	×		
第27条	放射線管理施設		×	×	×	×	×	×		
第28条	原子炉格納施設		×	×	×	×	×	×		
第29条	保安電源設備		×	×	×	×	×	×		
第30条	実験設備等		×	×	×	×	×	×		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		-	-	-	-	-	-		
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		-	-	-	-	-	-		
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		-	-	-	-	-	-		
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		-	-	-	-	-	-		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）>

（試験研究用等原子炉施設の機能）

第四条 試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において試験研究用等原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御でき、かつ、運転時の異常な過渡変化時においても試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、当該試験研究用等原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。

2 船舶に施設する試験研究用等原子炉施設は、波浪により生じる動揺、傾斜その他の要因により機能が損なわれることがないものでなければならない。

第1項に適合するよう、添付書類Ⅲ-9-2「反応度制御についての説明書」のとおり、S T A C Y施設は、既設の起動用中性子源（約 74GBq の A m - B e）を用いて原子炉を起動し、給排水系による水位制御にて原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計となっている。なお、起動用中性子源による反応度変化は無視できる。

また、安全保護系（熱出力変化の早期検知）及び原子炉停止系（1.5秒以内の安全板挿入他）により出力上昇が制限されることで、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心を許容できる設計とする。

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）、未臨界板>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、以下の設計となっている。

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）>

- ・外観の確認及び分解・開放による内部の確認並びに単体作動試験により機能・性能の確認が可能な設計

<ポンプ、主要弁>

- ・外観の確認及び分解・開放による内部の確認並びに系統試験による機能・性能及び漏えい確認が可能な設計

<主配管>

- ・外観の確認及び系統試験による機能・性能及び漏えい確認が可能な設計

<ダンプ槽>

- ・外観の確認及びマンホール等により内部の確認並びに系統試験による機能・性能及び漏えい確認が可能な設計

<未臨界板>

- ・外観の確認が可能な設計

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）、未臨界板>

（地震による損傷の防止）

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項 に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項 に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項 の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

安全板、安全板駆動装置、ガイドピン、低速給水系の主要弁、排水系の急速排水弁については、原子炉設置(変更)許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針(添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」)に基づき、耐震重要度のBクラスに分類し、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」、添付書類Ⅲ-1-3-(5)「安全板駆動装置の耐震強度計算書」、添付書類Ⅲ-1-3-(8)「ガイドピンの耐震強度計算書」、添付書類Ⅲ-1-3-(9)「急速排水弁、低速給水系主要弁の耐震強度計算書」、添付書類Ⅲ-1-4「安全板装置の耐震性についての説明書」に示すとおり、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

高速給水系のポンプと主要弁、低速給水系のポンプ、排水系の通常排水弁、主配管、ダンプ槽及び未臨界板は、耐震重要度のCクラスに分類し、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。



<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）、未臨界板>

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）、未臨界板は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）>

（材料、構造等）

第七条 試験研究用等原子炉施設に属する容器、管、弁及びポンプ（以下「機器」という。）並びにこれらを支持する構造物並びに炉心支持構造物（以下この項において「機器等」という。）の材料及び構造は、その安全機能の重要度に応じて、当該機器等がその設計上要求される強度を確保できるものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設には、その安全機能の重要度に応じて、機器に作用する圧力の過度の上昇を適切に防止する性能を有する逃がし弁、安全弁、破壊板又は真空破壊弁（第十一条において「逃がし弁等」という。）を必要な箇所に設けなければならない。

3 試験研究用等原子炉施設に属する機器は、その安全機能の重要度に応じて、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行つたとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように施設しなければならない。

4 試験研究用等原子炉施設に属する容器であつて、その材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部には、監視試験片を備えなければならない。

主配管（水頭圧のみを受ける部分を除く。）については、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」のとおり、「技術基準規則」第7条の規定に係る細則として定められた「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」（以下「構造等の技術基準」という。）を適用して第4種管に区分し、それに応じた材料・構造で設計し、添付書類Ⅲ-4-2-(3)「給排水系主配管の耐圧強度計算書」に示すとおり、その材料・構造が第1項に適合する強度を確保できることを確認している。また、主要弁及びポンプについては、「構造等の技術基準」の適用外のため、設計条件を考慮するとともに、多くの実績から健全性が実証された汎用品を選定することで、材料・構造が第1項の強度を確保できるものとしている。

ダンプ槽については、構造等の技術基準を適用して第4種容器に区分し、それに応じた材料・構造で設計し、添付書類Ⅲ-4-2-(1)「耐圧強度計算書作成の基本方針」、添付書類Ⅲ-4-2-(4)「ダンプ槽の耐圧強度計算書」に示すとおり、その材料・構造が第1項に適合する強度を確保できることを確認している。また、ダンプ槽を支持する構造物（支持脚）の適合性については、「構造等の技術基準」の適用外のため、一般的な材料・構造で設計し、その材料・構造が第1項の強度を確保できることについては、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」に記載のとおり、第6条の適合性確認として行う耐震計算により確認している。

給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）については、添付書類Ⅲ-4-1「材料・構造等についての基本方針」のとおり、第3項に適合していることを確認するため、「構造等の技術基準」の第4種管又は第4種容器に応じた試験条件にて耐圧試験を実施し、それに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを工事期間中の適切な時期（申請書本文の工事フローシートに記載）に確認する。

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（低速給水系の主要弁、排水系の急速排水弁）>

（安全設備）

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項 に規定する単一故障をいう。以下同じ。）が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあっては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設けること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）及び排水系の急速排水弁は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第1号に適合するよう、STACY施設及びTRACY施設の間で共用しない。

第2号に適合するよう、原子炉停止系として、スクラム信号により安全板駆動装置による

「安全板の落下」と排水系の急速排水弁の開による「炉心タンクからの排水」により原子炉を停止する多様性及び独立性を確保した設計とする。また、安全板駆動装置は、電源が喪失した場合でも、電磁石の消磁により、炉心タンク内に安全板を重力落下させるフェイルセーフ機構とする。

安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、低速給水系の主要弁、排水系の急速排水弁は、添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり以下の設計となっている。

第3号に適合するよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。設計条件として、最高使用圧力を大気圧又は 0.68MPa、最高使用温度を 80℃とし、湿度、放射線については、影響を受けないものを選定している。

原子炉停止系や安全保護系のフェイルセーフ設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、第4号に適合するよう火災の発生防止、火災検知及び消火、火災の影響軽減の措置を講ずる。

第5号に適合するよう、消火設備の破損等が起きた場合でも、以下に示す設計考慮から、原子炉を安全に停止できる。

- ・原子炉停止系や安全保護系が、消火設備の破損等により被水して系が遮断した場合でも、フェイルセーフ設計により、自動的に原子炉をスクラムさせる。
- ・制御室の手動スクラムボタンや制御室外（管理棟）の安全スイッチにより消火設備の破損等が起きた場合に原子炉を安全に停止させる。
- ・連結散水設備の放水ヘッド及び配管系統は、炉室内に設置しないため、破損等が発生した場合でも、原子炉停止機能に影響はない。

第6号については、発生が想定される飛来物としては、非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

#### <STACY施設の安全設備について>

設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2（PS-2、MS-2）とした構築物、系統及び機器（ただし、炉心タンクを除く。）を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スィ

ッチ」及び「安全保護回路」とする。

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（排水系の急速排水弁）>

（溢水による損傷の防止）

第十三条の二 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設が、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。

STACY施設は、第1項に適合するよう添付書類Ⅲ-7-1「溢水防護についての説明書」のとおり原子炉停止系の安全板装置及び排水系の急速排水弁を含め、以下のように設計されている。

施設内における溢水が発生した場合にも安全性を損なわないよう、原子炉の停止機能及び停止状態維持機能を以下のように設計する。

- ・安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても原子炉停止系を自動的に作動させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系（「安全板装置」及び「排水系」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても、電磁石消磁により安全板を重力落下させ、圧縮空気供給用の電磁弁消磁によるスプリング反力により急速排水弁を開として軽水を排水させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系の作動後は、電源や駆動源がなくても、停止状態が維持される。

また、溢水による臨界を防止するため、炉心タンクに水が流入するおそれがないよう、以下のように設計する。

- ・溢水により炉心タンクに給水されないよう、炉心タンクへの給水は地階からポンプの汲み上げにより行う。
- ・炉室内の炉心タンクの上方には水を内包する機器及び配管（上水、プロセス冷却水等）は設置しない。また、火災検知により自動で散水するスプリンクラー設備等の設備はない。
- ・消火活動により炉心タンクに散水する場合においては、炉室に入室（遮蔽扉開）した時点でスクラムにより排水弁開となることから、炉心タンクに散水しても水が溜まることはない。

以上の設計方針により、STACY施設では、原子炉停止系の機能喪失防止及び溢水による臨界の防止が可能な設計となっているため、溢水防護対象設備は選定されない。



<安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）>

（反応度制御系統及び原子炉停止系統）

第二十三条 試験研究用等原子炉施設には、通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるよう、次に掲げるところにより反応度制御系統を施設しなければならない。

- 一 通常運転時に予想される温度変化、キセノンの濃度変化、実験物（構造材料その他の実験のために使用されるものをいう。以下同じ。）の移動その他の要因による反応度変化を制御できるものであること。
- 二 制御棒を用いる場合にあつては、次のとおりとすること。
  - イ 炉心からの飛び出し、又は落下を防止するものであること。
  - ロ 当該制御棒の反応度添加率は、原子炉停止系統の停止能力と併せて、想定される制御棒の異常な引き抜きが発生しても、燃料の許容設計限界を超えないものであること。
- 2 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより原子炉停止系統を施設しなければならない。
  - 一 制御棒その他の反応度を制御する設備による二以上の独立した系統を有するものであること。ただし、当該系統が制御棒のみから構成される場合であつて、次に掲げるときは、この限りでない。
    - イ 試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持することができる制御棒の数に比し当該系統の能力に十分な余裕があるとき。
    - ロ 原子炉固有の出力抑制特性が優れているとき。
  - 二 運転時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料の許容設計限界を超えることなく試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。
  - 三 試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、速やかに試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。
  - 四 制御棒を用いる場合にあつては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有するものであること。
- 3 制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。
- 4 制御材を駆動する設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 試験研究用等原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動し得るものであること。
  - 二 制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。
  - 三 制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することがないものであること。
- 5 制御棒の最大反応度値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象（試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。以下同じ。）に対して炉心冠水維持バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心又は炉心支持構造物の損壊を起こさないものでなければならない。
- 6 原子炉停止系統は、反応度制御系統と共用する場合には、反応度制御系統を構成する設備の故障が発生した場合においても通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、低温状態において未臨界を維持できるものでなければならない。

安全板装置（安全板、安全板駆動装置、ガイドピン）、給排水系（ポンプ、主要弁、主配管、ダンプ槽）は、添付書類Ⅲ-9-2「反応度制御についての説明書」のとおり、以下の設計となっている。

第1項第1号に適合するよう、反応度制御系として、制御設備の給排水系を施設する。給排水系は、通常運転時に予想される実験用装荷物（可動式）の位置変化による反応度変化を調整し、所要の運転状態に維持し得る設計とする。なお、STACYの熱出力は最大でも200Wと低く、通常運転時の温度変化は小さい。また、STACYの運転により生成するキセノンの反応度変化は無視できる。

第2項第1号に適合するよう、異なる二つの独立した原子炉停止系統として安全板装置と排水系を有する設計とする。

第2項第2、3号に適合するよう、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉停止系の「安全板の重力落下」と「急速排水弁の開による排水」のうち少なくとも一つが作動することにより、燃料の健全性を損なうおそれがなく速やかに炉心を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できる設計とする。

第2項第4号に適合するよう、安全板は反応度値の最も大きい1枚が挿入できない場合においても、炉心を未臨界に移行することができる設計とする。

第3項に適合するよう、安全板は、板状カドミウムをステンレスで被覆した構造とする。

第4項第1号に適合するよう、安全板装置は、安全評価で落下による挿入時間1.5秒として評価しているため、安全板の挿入時間が1.5秒以内となるように設計する。安全板は重力による落下で挿入するため動力を必要としない。また、制御材駆動設備の給排水系は、運転時には、高速給水系又は低速給水系で炉心タンクに給水することにより炉心に正の反応

度を添加し、通常排水弁を開き排水することにより炉心に負の反応度を添加する。反応度添加率は、炉心タンク内の軽水の水位上昇速度により制御される。したがって、低速給水系による給水流量を、最大反応度添加率に相当する給水流量以下に制限できるよう、0～150 ℓ/min の範囲で調整可能な設計とする。なお、給水系により給水する場合の正の反応度添加率の評価に関する基本方針及び評価結果については、添付書類Ⅲ-9-3-(1)「炉心の核的設計計算書作成の基本方針」、添付書類Ⅲ-9-3-(2)「基本炉心(1)の核的設計計算書」に示す。

第4項第2号に適合するよう、給水吐出弁及び流量調整弁は、直列に設置され、共に圧縮空気で駆動し、圧縮空気又は電源が喪失した場合、スプリング反力により閉止するフェイルセーフの機構である。急速排水弁及び通常排水弁は、並列に設置され、共に圧縮空気で駆動し、圧縮空気又は電源が喪失した場合、スプリング反力により開放されるフェイルセーフの機構である。

第4項第3号に適合するよう、安全板は、下端を上段格子板のスリットに挿入した状態で待機する。また、落下時に安全板が中段格子板のスリットや燃料体と干渉せず確実に挿入されるよう、スリットに切り欠きを設け、ガイドピンの一部をスリット中央部にせり出した構造とし、安全板は、下段格子板を通過することなく下段格子板の上方で停止する設計とする。

第6項に適合するよう、原子炉停止系の排水系は、反応度制御系の給排水系と配管の一部を共用するが、給水系の故障が発生した場合においても、排水系の配管を太くすることにより排水能力が給水能力を上回る設計とする。

<安全板装置（安全板、安全板駆動装置）、給排水系（ポンプ、主要弁）>

（原子炉制御室等）

第二十四条 試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室を施設しなければならない。

- 2 原子炉制御室には、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう施設しなければならない。
- 3 原子炉制御室は、従事者が、設計基準事故時に、容易に避難できる構造としなければならない。
- 4 原子炉制御室及びこれに連絡する通路には、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じなければならない。
- 5 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設しなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。

添付書類Ⅲ-12-1「通信連絡設備、制御室についての説明書」のとおり、STACY施設の制御室には、第2項に適合するよう、STACY施設の安全上重要なパラメータを監視し、原子炉の安全を確保するために必要な制御設備（安全板駆動装置、給排水系（ポンプ、主要弁）の操作を行うための監視操作設備を集中して設置する。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無*1					適合性説明	
		第2編 計測制御系統施設						
		V. その他の主要な事項						
		インターロック		警報回路	制御室等			
インターロック	盤	制御室	安全スイッチ					
第1、2条	適用範囲、定義							
第3条	特殊な方法による施設	—	—	—	—	—		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	×	
	第2項	—	—	—	—	—	—	
第5条	機能の確認等		○	○	○	△*3	△*3	添付書類Ⅲ-6-1
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	×	×	×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	×	△	×	×	△	
	第2、3項	—	—	—	—	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	—	—	—	—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	○	○	○*2	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
	第3、4項	—	—	—	—	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		○	×	×	×	○*2	添付書類Ⅲ-3-1
第7条	材料、構造等		×	×	×	×	×	
第8条	遮蔽等		×	×	×	×	×	
第9条	換気設備		×	×	×	×	×	
第10条	逆止め弁		×	×	×	×	×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		×	×	×	×	×	
第12条	試験研究用等原子炉施設							
第13条	安全設備		×	×	×	×	○*2	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	×	×	×	×	○*2	
	第2項	×	×	×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等		×	×	×	×	×	
第14条	炉心等		×	×	×	×	×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	—	—	—	—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	—	—	—	—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	×	×	×	×	
第17条	一次冷却材		—	—	—	—	—	
第18条	一次冷却材の排出		—	—	—	—	—	
第19条	冷却設備等		—	—	—	—	—	
第20条	液位の保持等		—	—	—	—	—	
第21条	計装		×	×	×	×	×	
第21条の2	警報装置		×	×	○	×	×	添付書類Ⅲ-11-1
第21条の3	通信連絡設備等		×	×	×	×	×	
第22条	安全保護回路	下記以外	×	×	×	×	○*2	
	第1項第2号	×	×	×	×	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	×	×	×	×	
第24条	原子炉制御室等	第2項	○	○	○	○	○*2	添付書類Ⅲ-12-1
	第5項	×	×	×	×	×	△	
	上記以外	×	×	×	△	×		
第25条	廃棄物処理設備		×	×	×	×	×	
第26条	保管廃棄設備		×	×	×	×	×	
第27条	放射線管理施設		×	×	×	×	×	
第28条	原子炉格納施設		×	×	×	×	×	
第29条	保安電源設備		×	×	×	×	×	
第30条	実験設備等		×	×	×	×	×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	—	—	—	—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—	—	—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—	—	—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	—	—	—	—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- \*2：適合性説明は、第2編 Ⅲ、安全保護回路に記載している。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- \*3：新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置する。
- ×

<その他の主要な事項（インターロック、盤、警報回路）>

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、その他の主要な事項（インターロック、盤、警報回路）は、外観の確認及び単体作動試験による機能・性能確認が可能な設計となっている。

<その他の主要な事項（インターロック、盤、警報回路、制御室）>

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

その他の主要な事項（インターロック、盤、警報回路、制御室）は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<その他の主要な事項（インターロック）>

（試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）

第六条の四 試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）には、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十二条第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置を講じなければならない。

その他の主要な事項（インターロック）は、添付書類Ⅲ-3-1「人の不法な侵入等の防止についての説明書」のとおり、その信号処理に電子計算機を使用する場合、当該計算機を外部の電気通信回路に接続しない構成とする。また、点検等で外部機器（USBメモリ等）を用いる場合には、事前に内容及びコンピュータウィルスの有無等について確認したうえで使用する。外部業者が点検作業を行う場合には、常時監視する。



<その他の主要な事項（警報回路）>

（警報装置）

第二十一条の二 試験研究用等原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により試験研究用等原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第二十七条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置を施設しなければならない。

その他の主要な事項（警報回路）は、添付書類Ⅲ-11-1「計装設備、警報装置についての説明書」のとおり、中性子束、炉周期、温度、流量等のプロセス変数が設定値を超えた場合に、これらを確実に検知して速やかに警報する回路を設ける設計となっている。

<その他の主要な事項（インターロック、盤、警報回路、制御室）>

（原子炉制御室等）

第二十四条 試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室を施設しなければならない。

- 2 原子炉制御室には、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう施設しなければならない。
- 3 原子炉制御室は、従事者が、設計基準事故時に、容易に避難できる構造としなければならない。
- 4 原子炉制御室及びこれに連絡する通路には、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じなければならない。
- 5 試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設しなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。

添付書類Ⅲ-12-1「通信連絡設備、制御室についての説明書」のとおり、STACY施設の制御室には、第2項に適合するよう、STACY施設の運転状態の異常を警報表示するため、警報装置（警報回路）を集中して設置する。また、監視操作設備（給排水系）には、誤操作等による異常な反応度添加を防止するためのインターロックを設ける。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>		適合性説明	
		第3編 その他試験研究用等原子炉の附属施設			
		I. 主要な実験設備			
		可動装荷物駆動装置			
		駆動装置	案内管		
第1、2条	適用範囲、定義				
第3条	特殊な方法による施設	—	—		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	
		第2項	—	—	
第5条	機能の確認等	○	○	添付書類Ⅲ-6-1	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	×	×		
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	○	添付書類Ⅲ-1-1 添付書類Ⅲ-1-2 添付書類Ⅲ-1-3-(1) (案内管) 添付書類Ⅲ-1-3-(6) (案内管)
		第2、3項	—	—	
第6条の2	津波による損傷の防止	—	—		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	×	×		
第7条	材料、構造等	×	×		
第8条	遮蔽等	×	×		
第9条	換気設備	×	×		
第10条	逆止め弁	×	×		
第11条	放射性物質による汚染の防止	×	×		
第12条	試験研究用等原子炉施設				
第13条	安全設備	×	×		
第13条の2	溢水による損傷の防止	×	×		
第13条の3	安全避難通路等	×	×		
第14条	炉心等	×	×		
第14条の2	熱遮蔽材	—	—		
第15条	核燃料物質取扱設備	—	—		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	×	×		
第17条	一次冷却材	—	—		
第18条	一次冷却材の排出	—	—		
第19条	冷却設備等	—	—		
第20条	液位の保持等	—	—		
第21条	計装	×	×		
第21条の2	警報装置	×	×		
第21条の3	通信連絡設備等	×	×		
第22条	安全保護回路	×	×		
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×		
第24条	原子炉制御室等	×	×		
第25条	廃棄物処理設備	×	×		
第26条	保管廃棄設備	×	×		
第27条	放射線管理施設	×	×		
第28条	原子炉格納施設	×	×		
第29条	保安電源設備	×	×		
第30条	実験設備等	○	○	添付書類Ⅲ-17-1 添付書類Ⅲ-17-2	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	—	—		
第31条～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—		
第41条の2～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—		
第42条～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—		

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
- ×

< 主要な実験設備（可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）） >

（機能の確認等）

第五条 試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

添付書類Ⅲ-6-1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」のとおり、原子炉の停止中に必要な箇所の保守点検及び検査を実施できるよう、可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）は、外観の確認及び分解・開放による内部の確認並びに単体作動試験による機能・性能の確認ができる設計となっている。

< 主要な実験設備（可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）） >

（地震による損傷の防止）

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項 に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項 に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。

3 耐震重要施設が試験炉許可基準規則第四条第三項 の地震により生じる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

案内管については、原子炉設置変更許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則を参考にした基本方針（添付書類Ⅲ-1-1「耐震性についての説明書」及び添付書類Ⅲ-1-2「申請設備に係る耐震設計の基本方針」）に基づき、耐震重要度のBクラスに分類し、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」、添付書類Ⅲ-1-3-(6)「可動装荷物駆動装置（案内管）の耐震強度計算書」に示すとおり、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

駆動装置については、同様に耐震重要度のCクラスに分類し、それに応じた耐震性を有することから、第1項に適合する構造となっている。

< 主要な実験設備（可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）） >

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）は、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

< 主要な実験設備（可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）） >

（実験設備等）

第三十条 試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備（試験研究用等原子炉を利用して材料試験その他の実験を行う設備をいう。）及び利用設備（試験研究用等原子炉を利用して分析、放射性同位元素の製造、医療その他の行為を行うための設備をいう。）（以下「実験設備等」と総称する。）は、次に掲げるものでなければならない。

- 一 実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであること。
- 二 実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。
- 三 放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。
- 四 試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。  
実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。
- 五 実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。

可動装荷物駆動装置（駆動装置、案内管）は、添付書類Ⅲ-17-1「実験設備等についての説明書」のとおり、以下の設計としている。

第1号に適合するよう、可動装荷物を炉心に挿入する場合には、地震によりサンプル棒が破損し炉心タンクや棒状燃料に損傷を与え原子炉施設の安全性を損なうことがないように、炉心タンク内に垂直に支持固定された、適切な耐震強度を有する案内管で保護する。

第2号に適合するよう、可動装荷物の反応度値は0.3ドル以下に制限し、また、駆動速度を最大反応度添加率（3セント/s）に相当する速度以下に制限できる設計とする。可動装荷物による反応度添加率が最大反応度添加率になる速度を検討した結果を添付書類Ⅲ-17-2「可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書」に示す。

（第3号は密封した可動装荷物（核燃料物質等の使用許可もしくは放射性同位元素等の使用許可をうけたもの）で漏えいを防止するため適用外）

第4号に適合するよう、駆動装置の操作監視機器は、制御室に設置し、遠隔で操作監視できる設計とする。

第5号に適合するよう、可動装荷物駆動装置が設置される現場と制御室間の連絡は、ページング装置により行うことができる設計としている。

本申請に係る設計及び工事の方法が、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)に適合していることの説明の要否は、以下に示すとおりである。

技術基準規則の条項	項・号	説明の必要性の有無 <sup>*1</sup>		適合性説明
		第3編 その他試験研究用等原子炉の附属施設	II. その他の主要な事項(設計条件の変更がある設備)	
第1、2条	適用範囲、定義			
第3条	特殊な方法による施設		—	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	
		第2項	—	
第5条	機能の確認等		△ <sup>*2</sup>	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設的地盤		△ <sup>*3</sup>	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	
		第2、3項	—	
第6条の2	津波による損傷の防止		—	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1、2項	○	添付書類Ⅲ-2-1 添付書類Ⅲ-2-2-(1) 添付書類Ⅲ-2-2-(2)
		第3、4項	—	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		○	添付書類Ⅲ-3-1
第7条	材料、構造等		×	
第8条	遮蔽等	第1項 第2項 第1号	○	添付書類Ⅲ-5-1 添付書類Ⅲ-5-2-(1) 添付書類Ⅲ-5-2-(2)
		第2項 第2、3号	△	
第9条	換気設備		×	
第10条	逆止め弁		×	
第11条	放射性物質による汚染の防止		△	
第12条	試験研究用等原子炉施設			
第13条	安全設備		×	
第13条の2	溢水による損傷の防止		×	
第13条の3	安全避難通路等		×	
第14条	炉心等		×	
第14条の2	熱遮蔽材		—	
第15条	核燃料物質取扱設備		—	
第16条	核燃料物質貯蔵設備		×	
第17条	一次冷却材		—	
第18条	一次冷却材の排出		—	
第19条	冷却設備等		—	
第20条	液位の保持等		—	
第21条	計装		×	
第21条の2	警報装置		×	
第21条の3	通信連絡設備等		×	
第22条	安全保護回路		×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統		×	
第24条	原子炉制御室等		×	
第25条	廃棄物処理設備		×	
第26条	保管廃棄設備		×	
第27条	放射線管理施設		×	
第28条	原子炉格納施設		×	
第29条	保安電源設備		×	
第30条	実験設備等		×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		—	
第31条 ～第41条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第41条の2 ～第41条の8	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	
第42条 ～第51条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項		—	

\*1：凡例

- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- ：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため適合性説明を省略することを示す。
  - \*2：新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置する。
  - \*3：Bクラス地震力に施設時からの変更がないため。
- ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。



<その他の主要な事項（設計条件の変更がある設備）（実験棟A，B）>

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条の三 試験研究用等原子炉施設が想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

3 試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

4 航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。

実験棟A，Bは、添付書類Ⅲ-2-1「外部事象による損傷の防止についての説明書」のとおり、想定される自然現象及び外部からの衝撃が発生するおそれがある要因による影響を受けないよう設計されているので、第1項、第2項に適合する設計となっている。

外部事象のうち外部火災及び竜巻による影響評価を添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」及び添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

<その他の主要な事項（設計条件の変更がある設備）（実験棟A, B）>

（試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）

第六条の四 試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）には、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十二条第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置を講じなければならない。

実験棟A, Bは、添付書類Ⅲ-3-1「人の不法な侵入等の防止についての説明書」のとおり、安全施設を取り囲む物的障壁を持つ防護された区域を設けるとともに、これら区域への入退域管理を適切に行うことができる設計となっている。

<その他の主要な事項（設計条件の変更がある設備）（実験棟A, B）>

（遮蔽等）

第八条 試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において当該試験研究用等原子炉施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるように施設しなければならない。

2 工場等（原子力船を含む。）内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより遮蔽設備を施設しなければならない。

- 一 放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力を有するものであること。
- 二 開口部又は配管その他の貫通部がある場合であって放射線障害を防止するために必要がある場合には、放射線の漏えいを防止するための措置が講じられていること。
- 三 自重、熱応力その他の荷重に耐えるものであること。

第1項に適合するよう、添付書類Ⅲ-5-1「放射線防護等についての説明書」のとおり、炉心及び燃料体（ウラン棒状燃料）を貯蔵する炉室(S)に鉄筋コンクリート造の壁、天井、床及び実験棟Aの外壁に鉄筋コンクリート造の壁を設ける。

S T A C Yの通常運転時の敷地境界外での線量評価結果を添付書類Ⅲ-5-2-(1)「直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書」に示す。

第2項第1号に適合するよう、放射線業務従事者に「原子炉等規制法」に定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えないよう、機器の配置、立入り頻度、滞在時間を考慮した区画に対して目安となる基準線量当量率を定め、線源となる機器に対する遮蔽がその基準線量当量率を満足するように遮蔽壁を設ける。

遮蔽壁の遮蔽計算結果を添付書類Ⅲ-5-2-(2)「放射線遮蔽計算書」に示す。

本申請に当たり、「設計及び工事の方法」及び「設計及び工事の品質管理等」に関する技術基準との適合性に関する説明書を以下のとおり添付する。また、STACY施設の構築物、系統及び機器について、技術基準規則との整合の観点から設計及び工事の方法の認可申請の可否を取りまとめた整理表を別表1に、本申請時におけるSTACY施設及びTRACY施設の共用設備並びにTRACY施設の固有設備を別表2にそれぞれ示す。

1. 地震による損傷の防止（第5条の2、第6条）の適合性説明書
  - Ⅲ-1-1 耐震性についての説明書
  - Ⅲ-1-2 申請設備に係る耐震設計の基本方針
  - Ⅲ-1-3 耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-1 原子炉本体等の応力解析
    - Ⅲ-1-3-2 実験装置架台、移動支持架台の耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-3 炉心タンクの耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-4 その他の主要な計装の耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-5 安全板駆動装置の耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-6 可動装荷物駆動装置（案内管）の耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-7 検出器配置用治具の耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-8 ガイドピンの耐震強度計算書
    - Ⅲ-1-3-9 急速排水弁、低速給水系主要弁の耐震強度計算書
  - Ⅲ-1-4 安全板装置の耐震性についての説明書
  - Ⅲ-1-5 未臨界板の耐震性についての説明書
2. 外部からの衝撃による損傷の防止（第6条の3）の適合性説明書
  - Ⅲ-2-1 外部事象による損傷の防止についての説明書
  - Ⅲ-2-2 外部事象による損傷の防止についての評価書
    - Ⅲ-2-2-1 外部火災防護に関する評価書
    - Ⅲ-2-2-2 竜巻防護に関する評価書
3. 人の不法な侵入等の防止（第6条の4）の適合性説明書
  - Ⅲ-3-1 人の不法な侵入等の防止についての説明書
4. 材料・構造等（第7条）の適合性説明書
  - Ⅲ-4-1 材料・構造等についての基本方針
  - Ⅲ-4-2 耐圧強度計算書
    - Ⅲ-4-2-1 耐圧強度計算書作成の基本方針
    - Ⅲ-4-2-2 炉心タンクの耐圧強度計算書
    - Ⅲ-4-2-3 給排水系主配管の耐圧強度計算書
    - Ⅲ-4-2-4 ダンプ槽の耐圧強度計算書
5. 放射線防護等（第8条、第9条、第10条、第11条）の適合性説明書
  - Ⅲ-5-1 放射線防護等についての説明書
  - Ⅲ-5-2 放射線遮蔽計算書
    - Ⅲ-5-2-1 直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書
    - Ⅲ-5-2-2 放射線遮蔽計算書

6. 安全施設、安全設備の機能維持等（第5条、第13条）の適合性説明書  
Ⅲ－6－1 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書
7. 溢水による損傷の防止（第13条の2）の適合性説明書  
Ⅲ－7－1 溢水防護についての説明書
8. 安全避難通路等（第13条の3）の適合性説明書  
該当事項無し
9. 炉心及び反応度制御（第4条、第14条、第23条）の適合性説明書  
Ⅲ－9－1 炉心等についての説明書  
Ⅲ－9－2 反応度制御についての説明書  
Ⅲ－9－3 反応度制御についての評価書  
Ⅲ－9－3－(1) 炉心の核的設計計算書作成の基本方針  
Ⅲ－9－3－(2) 基本炉心（1）の核的設計計算書
10. 核燃料物質貯蔵設備（第16条）の適合性説明書  
該当事項無し
11. 計装設備、警報装置、安全保護回路（第21条、第21条の2、第22条）の適合性説明書  
Ⅲ－11－1 計装設備、警報装置についての説明書  
Ⅲ－11－2 安全保護回路についての説明書  
Ⅲ－11－3 核計装設備の変更要否に係る検討書
12. 通信連絡設備、制御室（第21条の3、第24条）の適合性説明書  
Ⅲ－12－1 通信連絡設備、制御室についての説明書
13. 廃棄物処理設備、保管廃棄設備（第25条、第26条）の適合性説明書  
該当事項無し
14. 放射線管理施設（第27条）の適合性説明書  
該当事項無し
15. 原子炉格納施設（第28条）の適合性説明書  
該当事項無し
16. 保安電源設備（第29条）の適合性説明書  
該当事項無し
17. 実験設備等（第30条）の適合性説明書  
Ⅲ－17－1 実験設備等についての説明書  
Ⅲ－17－2 可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書
18. 設計及び工事に係る品質管理等の適合性説明書  
Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

空白頁

別表1 STACY施設の設工認要否整理表 (1/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	ロ。試験研究用等原子炉施設の一級構造			ハ。原子炉本体の構造及び設備														
		(1)耐震構造	(2)耐津波構造	(3)その他の主要な構造	(1)試験研究用等原子炉の炉心	(2)燃料体	(3)減速材及び反射材の種類	(4)原子炉容器	(5)放射線遮蔽体の構造					(6)その他の主要な事項					
		機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備		機器・設備	機器・設備					機器・設備	機器・設備	機器・設備			
					基本炉心 (1) (軽水を含む)	ウラン棒状燃料 (二酸化ウランペレット、被覆管)	中性子毒物添加物 棒状燃料 (二酸化ウランペレット、被覆管)	軽水 (減速材、反射材、制御材) (基本炉心(1)を含む)	炉心タンク (給排水用ノズル、実験用ノズル、点検用マンホール、各種計装用ノズルを含む)	炉心タンク (スイッチガイド管、給排水用ノズルの異物混入防止対策)	炉心タンクの内部構造物 格子板 フレーム	格子板 (アタッチメントを含む)	実験装置 実装台	(移動支持 架台)	炉室(S)の 壁、床及び 天井	起動用 中性子源 (中性子 源、中性子 源駆動装 置)	炉室フード (炉室フードクレーンを含む)		
設工認申請					第3回	第3回	ウラン棒状燃料の製作	個別に申請	第3回	第3回	なし	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第1回	第2回
新規/既存					新規	既存 設計変更	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	既存 改造	新規	既存 設計変更	既存 移設	既存 改造	既存 改造
安全施設					PS-3	PS-3	PS-3									MS-3	PS-3	MS-3	MS-3
安全設備																			
第1、2条	適用範囲、定義																		
第3条	特殊な方法による施設																		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項																	
第5条	機能の確認等	第2項																	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤																		
第6条	地震による損傷の防止	第1項																	
第6条の2	津波による損傷の防止	第2項																	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第3項																	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第4項																	
第7条	材料、構造等(注2)	第1項																	
第8条	遮蔽等	第2項																	
第9条	換気設備	第3項																	
第10条	防止弁	第4項																	
第11条	放射性物質による汚染の防止	第1項																	
第12条	試験研究用等原子炉施設	第2項																	
第13条	安全設備	第3項																	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第4項																	
第13条の3	安全避難通路等	第5項																	
第14条	炉心等	第6項																	
第14条の2	熱遮断材	第7項																	
第15条	核燃料物質取扱設備	第8項																	
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第9項																	
第17条	二次冷却材	第10項																	
第18条	二次冷却材の排出	第11項																	
第19条	冷却設備等	第12項																	
第20条	液位の保持等	第13項																	
第21条	計装	第14項																	
第21条の2	警報装置	第15項																	
第21条の3	通信連絡設備等	第16項																	
第22条	安全保護回路	第17項																	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第18項																	
第24条	原子炉制御室等	第19項																	
第25条	廃棄物処理設備	第20項																	
第26条	保管廃棄設備	第21項																	
第27条	放射線管理施設	第22項																	
第28条	原子炉格納施設	第23項																	
第29条	保安電源設備	第24項																	
第30条	実験設備等	第25項																	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第26項																	

—：当該条項の要求事項に適合すべき設備等が施設に無いことを示す。  
 ○：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性を要することを示す。  
 ◎：当該条項の要求事項に適合すべき設備であり、要求事項に施設時からの変更があるが、新規基準前の設工認で説明していることを示す。  
 △：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、要求事項に施設時からの変更はなく、既設をそのまま使用するため(もしくは他の回の申請で説明するため)適合性を要しないことを示す。  
 ×：当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性を要しないことを示す。

別表1 STACY施設の設工認要否整理表(2/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	二、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造及び設備										
			(1)核燃料物質取扱設備の構造			(2)核燃料物質貯蔵設備の構造及び貯蔵能力							
			機器・設備			機器・設備							
			棒状燃料貯蔵設備	棒状燃料貯蔵設備II	溶液燃料貯蔵設備	粉末燃料貯蔵設備			ウラン酸化燃料貯蔵設備	使用済ウラン黒鉛混合燃料貯蔵設備			
棒状燃料収納容器	棒状燃料収納容器	(棒状燃料収納容器架台)	配管	U溶液貯槽(予備槽を含む)、U溶液校正ポット、ノックアウトポット、グローブボックス、主配管	液位計、インターロック	漏えい検知器、ドリフトレイ(グローブボックス内、貯槽室内)	サンプリング装置	Pu保管ピット、その他(収納容器)	受入エアークレーン、保管エアークレーン、その他(保管容器移動台車、貯蔵容器移送クレーン)	ウラン酸化燃料収納架台	コンパクト型ウラン黒鉛混合燃料収納架台、ディスク型ウラン黒鉛混合燃料収納架台		
設工認申請	第4回	棒状燃料貯蔵設備IIの製作	棒状燃料貯蔵設備IIの製作	第1回	第2回	第2回	第2回	なし	第2回	第2回	第4回	第4回	
新規/既存	既存/改造	新規	新規	既存/改造	既存/設計変更	既存/追加	既存/追加	既存	既存/設計変更	既存/設計変更	既存/改造	既存/改造	
安全施設	PS-3	PS-3		PS-3	PS-3	PS-3	PS-3		PS-3	PS-3	PS-3	PS-3	
安全設備													
第1、2条	適用範囲、定義												
第3条	特殊な方法による施設												
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第5条	機能の確認等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第6条	地震による損傷の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第6条の2	津波による損傷の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第7条	材料、構造等(注2)	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第8条	遮蔽等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第9条	換気設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第10条	逆止め弁	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第11条	放射性物質による汚染の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第12条	試験研究用等原子炉施設	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第13条	安全設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第13条の3	安全避難通路等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第14条	炉心等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第14条の2	熱遮蔽材	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第15条	核燃料物質取扱設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第17条	二次冷却材	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第18条	二次冷却材の排出	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第19条	冷却設備等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第20条	液位の保持等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第21条	計装	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第21条の2	警報装置	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第21条の3	通信連絡設備等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第22条	安全保護回路	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第24条	原子炉制御室等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第25条	廃棄物処理設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第26条	保管廃棄設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第27条	放射線管理施設	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第28条	原子炉格納施設	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第29条	保安電源設備	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第30条	実験設備等	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第1項	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△

※1：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、第2回申請で説明するため、適合性説明を省略する。

※2：先行使用に当たっては、当該収納容器に貯蔵する棒状燃料は新規燃料であり、核分裂生成物の蓄積がなく遮蔽設備を要さないため、当該条項の要求事項に適合すべき設備ではない。

ただし、原子炉の運転に供した後の遮蔽能力については、当該条項の要求事項に適合すべき設備であり、適合性説明を要することを示す。



別表 1 STACY施設の設工認否整理表 (3/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	ホ、原子炉冷却系統施設の構造及び設備					計測制御系					核計装								
			ウラン硝酸水溶液	ウラン・プルトニウム混合酸化物の粉末状燃料	ウラン酸化物のペレット状燃料	使用済ウラン黒鉛混合燃料		適切な治具 (棒状燃料運搬用治具)	(1)一次冷却設備	(2)二次冷却設備	(3)非常用冷却設備	(4)その他の主要な事項	計測制御系								
						コンパクト型ウラン黒鉛混合燃料	ディスク型ウラン黒鉛混合燃料						機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備	機器・設備	核計装
設工認申請	新規/既存	安全施設	安全設備	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回								
第1、2条	適用範囲、定義																				
第3条	特殊な方法による施設																				
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第5条	機能の確認等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第6条	地震による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第6条の2	津波による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第7条	材料、構造等(注2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第8条	遮蔽等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第9条	換気設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第10条	逆止め弁	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第11条	放射性物質による汚染の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第12条	試験研究用等原子炉施設	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第13条	安全設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第13条の2	溢水による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第13条の3	安全避難通路等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第14条	炉心等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第14条の2	熱遮蔽材	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第15条	核燃料物質取扱設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第16条	核燃料物質貯蔵設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第17条	二次冷却材	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第18条	二次冷却材の排出	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第19条	冷却設備等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第20条	液位の保持等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第21条	計装	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第21条の2	警報装置	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第21条の3	通信連絡設備等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第22条	安全保護回路	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第24条	原子炉制御室等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第25条	廃棄物処理設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第26条	保管廃棄設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第27条	放射線管理施設	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第28条	原子炉格納施設	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第29条	保安電源設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第30条	実験設備等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							



別表1 STACY施設の設工要否整理表 (5/14)

技術基準規則の条項 ●：設工要技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	へ、計測制御系統施設の構造及び設備																		
			(2)安全保護回路						(3)制御設備												
			機器・設備						機器・設備												
			盤 (モニタ盤)	盤 (炉室線量率計盤)	原子炉停止回路 (ケーブル、電線管を含む)			その他主要な安全保護回路 主電源盤	制御材 (中子吸収材(カドミウム)、被覆材)	給排水系						制御材駆動設備					
原子炉停止回路 (スクラム回路、スクラム遮断器、監視装置)	安全保護系盤	スクラム遮断器盤			高速給水ポンプ	高速給水吐出弁	高速流量調整弁			高速給水バイパス弁	低速給水ポンプ	低速給水吐出弁	低速流量調整弁	低速給水バイパス弁	急速排水弁	通常排水弁	主配管	ダンプ槽 (各種ノズルを含む)			
設工認申請	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	第3回	
新規/既存	既存 改造	既存 追加	既存 改造	既存 改造	既存 改造	既存 改造	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	新規	
安全施設	PS-3	PS-3	MS-2	MS-2	MS-2	MS-2	MS-2	PS-3	PS-3	PS-3	PS-3	PS-3	PS-3	PS-2, MS-2	PS-2, MS-2	PS-2	MS-2	PS-3, MS-3	PS-3, MS-3	MS-3	
安全設備	● (口)																				
第1、2条	適用範囲、定義																				
第3条	特殊な方法による施設																				
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能																				
第5条	機能の確認等																				
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤																				
第6条	地震による損傷の防止																				
第6条の2	津波による損傷の防止																				
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止																				
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止																				
第7条	材料、構造等(注2)																				
第8条	遮蔽等																				
第9条	換気設備																				
第10条	逆止め弁																				
第11条	放射性物質による汚染の防止																				
第12条	試験研究用等原子炉施設																				
第13条	安全設備																				
第13条の2	溢水による損傷の防止																				
第13条の3	安全避難通路等																				
第14条	炉心等																				
第14条の2	熱遮蔽材																				
第15条	核燃料物質取扱設備																				
第16条	核燃料物質貯蔵設備																				
第17条	二次冷却材																				
第18条	二次冷却材の排出																				
第19条	冷却設備等																				
第20条	液位の保持等																				
第21条	計装																				
第21条の2	警報装置																				
第21条の3	通信連絡設備等																				
第22条	安全保護回路																				
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統																				
第24条	原子炉制御室等																				
第25条	廃棄物処理設備																				
第26条	保管廃棄設備																				
第27条	放射線管理施設																				
第28条	原子炉格納施設																				
第29条	保安電源設備																				
第30条	実験設備等																				
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止																				



別表 1 STACY施設の設工認要否整理表 (7/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項		項・号	ト. 放射性廃棄物の廃棄施設の構造及び設備										(2) 液体廃棄物の廃棄設備					
			(1) 気体廃棄物の廃棄施設										機器・設備					
			機器・設備		槽ベント設備B		槽ベント設備D		気体廃棄物処理設備				排気筒		中レベル廃液系		低レベル廃液系	
			遮蔽扉の位置検出器 (安全保護回路に含む)	配管	プロウ (予備機を含む)、NO <sub>2</sub> 洗浄塔、オフガス洗浄塔、デミスタ、ベント加熱器、フィルタ、主配管	燃調グローブボックス、貯蔵グローブボックス	配管	プロウ (予備機を含む)、フィルタ、加熱器、主配管	洗浄塔、加熱器、プロウ (予備機を含む)、フィルタ(I)、フィルタ(II)、デミスタ、気体廃棄物処理グローブボックス、主配管	ベントガス送風機 (予備機を含む)、フード	配管	排気筒	中レベル廃液貯槽、主配管、ポンプ、弁	漏えい検知器、堰	低レベル廃液貯槽、配管、ポンプ、弁	漏えい検知器、堰		
設工認申請	第3回	第1回	第2回	第4回	第1回	第2回	第2回	個別に申請	TRACY施設系統隔離	第2回	第4回	第4回	第4回	第4回				
新規/既存	既存追加	既存改造	既存設計変更	既存設計変更	既存改造	既存設計変更	既存設計変更	新規	既存改造	既存設計変更	既存設計変更	既存追加	既存追加	既存追加				
安全施設	PS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	PS-3	PS-3	PS-3				
安全設備																		
第1、2条	適用範囲、定義																	
第3条	特殊な方法による施設																	
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第5条	機能の確認等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第6条	地震による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第6条の2	津波による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第7条	材料、構造等 (注2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第8条	遮蔽等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第9条	換気設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第10条	逆止め弁	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第11条	放射性物質による汚染の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第12条	試験研究用等原子炉施設	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第13条	安全設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第13条の2	溢水による損傷の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第13条の3	安全避難通路等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第14条	炉心等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第14条の2	熱遮蔽材	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第15条	核燃料物質取扱設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第16条	核燃料物質貯蔵設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第17条	二次冷却材	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第18条	二次冷却材の排出	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第19条	冷却設備等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第20条	液位の保持等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第21条	計装	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第21条の2	警報装置	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第21条の3	通信連絡設備等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第22条	安全保護回路	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第24条	原子炉制御室等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第25条	廃棄物処理設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第26条	保管廃棄設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第27条	放射線管理施設	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第28条	原子炉格納施設	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第29条	保安電源設備	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第30条	実験設備等	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			

別表 1 STACY施設の設工認要否整理表 (8/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	(3) 固体廃棄物の廃棄設備										子：放射線管理施設の構造及び設備			
			極低レベル廃液系					有機廃液系					(1) 屋内管理用の主要な設備の種類			
			機器・設備					機器・設備					放射線監視設備			
			配管	極低レベル廃液貯槽、極低レベル廃液一時貯槽、排水槽(Ⅰ)、(Ⅱ)、サンピット、配管、ポンプ、弁	漏えい検知器、堰	有機廃液系貯槽、主配管、ポンプ、弁	漏えい検知器、堰	封装置	固体廃棄物取扱室	固体廃棄物保管室(Ⅰ)、(Ⅱ)	β・γ固体廃棄物保管室	作業環境モニタリング設備			放射線サーベイ設備(サーベイメータ)	
第1回	第4回	第4回	第4回	第4回	なし	なし	第2回	第2回	第2回			第2回	なし	なし		
新規/既存	既存改造	既存追加	既存追加	既存設計変更	既存追加	既存変更なし	既存変更なし	既存追加	既存追加	既存改造			既存改造	既存変更なし	既存変更なし	
安全施設	PS-3	PS-3	PS-3	PS-3	PS-3			PS-3	PS-3	MS-3			MS-3			
安全設備																
第1、2条 適用範囲、定義																
第3条 特殊な方法による施設																
第4条 試験研究用等原子炉施設の機能																
第5条 機能の確認等																
第5条の2 試験研究用等原子炉施設の地盤																
第6条 地震による損傷の防止																
第6条の2 津波による損傷の防止																
第6条の3 外部からの衝撃による損傷の防止																
第6条の4 試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止																
第7条 材料、構造等(注2)																
第8条 遮蔽等																
第9条 換気設備																
第10条 逆止め弁																
第11条 放射性物質による汚染の防止																
第12条 試験研究用等原子炉施設																
第13条 安全設備																
第13条の2 溢水による損傷の防止																
第13条の3 安全避難通路等																
第14条 炉心等																
第14条の2 熱遮蔽材																
第15条 核燃料物質取扱設備																
第16条 核燃料物質貯蔵設備																
第17条 二次冷却材																
第18条 二次冷却材の排出																
第19条 冷却設備等																
第20条 液位の保持等																
第21条 計装																
第21条の2 警報装置																
第21条の3 通信連絡設備等																
第22条 安全保護回路																
第23条 反応度制御系統及び原子炉停止系統																
第24条 原子炉制御室等																
第25条 廃棄物処理設備																
第26条 保管廃棄設備																
第27条 放射線管理施設																
第28条 原子炉格納施設																
第29条 保安電源設備																
第30条 実験設備等																
第30条の2 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止																

※1：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、第4回申請で説明するため、適合性説明を省略する。

別表 1 STACY施設の設工認要否整理表 (9/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項						(2) 屋外管理用の主要な設備の種類		
			放射線管理関係設備					機器・設備		
			出入管理設備	汚染管理設備 更衣室、シャワー室、手洗い、ハンドフットクロスモニタ	放射能測定設備 (試料測定室)	個人被ばく管理設備 個人線量計	放射線防護設備 防護用機器(防護衣、呼吸保護具等)、汚染除去用機材	排気筒モニタリング設備		気象観測設備
								排気筒ガスモニタ、排気筒ダストモニタ、監視盤	ダストサンプリング配管	
設工認申請		なし	なし	なし	なし	なし	第2回	なし	なし	
新規/既存		既存 変更なし	既存 変更なし	既存 変更なし	既存 変更なし	既存 変更なし	既存 改修	既存 変更なし	既存 変更なし	
安全施設							MS-3			
安全設備										
第1、2条	適用範囲、定義									
第3条	特殊な方法による施設									
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
第5条	機能の確認等		×	×	×	×	△	×	×	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	×	×	×	×	×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	×	×	×	×	△	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
第6条の2	津波による損傷の防止		×	×	×	×	×	×	×	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1項	×	×	×	×	○	×	×	
		第2項	×	×	×	×	○	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項	×	×	×	×	×	×	×	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		×	×	×	×	×	×	×	
第7条	材料、構造等(注2)	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項	×	×	×	×	×	×	×	
第8条	遮蔽等	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
第9条	換気設備	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4号	×	×	×	×	×	×	×	
第10条	逆止め弁		×	×	×	×	×	×	×	
第11条	放射性物質による汚染の防止	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項	×	×	×	×	×	×	×	
第12条	試験研究用等原子炉施設									
第13条	安全設備	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第5号	×	×	×	×	×	×	×	
		第6号	×	×	×	×	×	×	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
第14条	炉心等	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
第14条の2	熱遮蔽材	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
第15条	核燃料物質取扱設備	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第5号	×	×	×	×	×	×	×	
		第6号	×	×	×	×	×	×	×	
		第7号	×	×	×	×	×	×	×	
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第1項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第4号	×	×	×	×	×	×	×	
第17条	二次冷却材									
第18条	二次冷却材の排出									
第19条	冷却設備等	第1項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第5号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第6号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第7号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
第20条	液位の保持等	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
第21条	計装	第1項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	○	×	×	
第21条の2	警報装置		×	×	×	×	△	×	×	
第21条の3	通信連絡設備等	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
第22条	安全保護回路	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第5号	×	×	×	×	×	×	×	
		第6号	×	×	×	×	×	×	×	
		第7号	×	×	×	×	×	×	×	
		第8号	×	×	×	×	×	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第5項	×	×	×	×	×	×	×	
		第6項	×	×	×	×	×	×	×	
第24条	原子炉制御室等	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
		第4項	×	×	×	×	×	×	×	
		第5項	×	×	×	×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	第1項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第5号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第6号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第7号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
第26条	保管廃棄設備	第1項第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第1項第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
第27条	放射線管理施設	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
第28条	原子炉格納施設	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
第29条	保安電源設備	第1項	×	×	×	×	×	×	×	
		第2項	×	×	×	×	×	×	×	
		第3項	×	×	×	×	×	×	×	
第30条	実験設備等	第1号	×	×	×	×	×	×	×	
		第2号	×	×	×	×	×	×	×	
		第3号	×	×	×	×	×	×	×	
		第4号	×	×	×	×	×	×	×	
		第5号	×	×	×	×	×	×	×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止		×	×	×	×	×	×	×	

別表 1 STACY施設の設工認要否整理表 (10/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	リ、原子炉格納施設の構造及び設備					(2)設計圧力及び設計温度並びに漏えい率	(1)非常用電源設備の構造			(2)主要な実験設備の構造												
		(1)構造						機器・設備	機器・設備			機器・設備											
		その他の主要事項							非常用 発電機 (主燃料槽、燃料小 出槽、空気槽、不足 電圧継電器、保護継 電器、ケーブル等を含 む)	無停電電源装置 (整流器、蓄電池、静止 型インバータ装置、保護 継電器、ケーブル等を含 む)	無停電電源装置 を設置する電気 室の換気設備	実験用装置											
		炉室(S)換気空調設備										可動装置 駆動装置 (駆動装置、 操作機器、 案内管)	可溶性中性子 吸収材 (基本炉心(1) を含む)	固定吸収体、構造材模擬 体、デブリ構造材模擬 体、ボイド模擬体、燃料 試料挿入管、内挿管									
機器・設備		炉室(S)		炉室(S)給気系(空気調和 器、送風機、給気主ダクト、 弁)		炉室(S)第1排気系(常用排風 機、補助排風機、排気フィルタユ ニット、排気主ダクト、弁)		炉室(S)第2排気系(常用排風 機、補助排風機、排気フィルタユ ニット、排気主ダクト、弁)		MS-3		MS-3		なし		PS-3		PS-3		個別に申請			
新規 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更		既存 設計変更	
第1、2条	適用範囲、定義																						
第3条	特殊な方法による施設																						
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第5条	機能の確認等	第2項	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第6条	地震による損傷の防止	第1項	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
第6条の2	津波による損傷の防止	第2項	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第3項	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第4項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第7条	材料、構造等(注2)	第1項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第8条	遮蔽等	第2項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第9条	換気設備	第3項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第10条	逆止め弁	第4項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第11条	放射性物質による汚染の防止	第1項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第12条	試験研究用等原子炉施設	第2項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第13条	安全設備	第3項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第13条の2	溢水による損傷の防止	第4項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第13条の3	安全避難通路等	第5項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第14条	炉心等	第6項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第14条の2	熱遮蔽材	第7項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第15条	核燃料物質取扱設備	第8項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第9項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第17条	二次冷却材	第10項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第18条	二次冷却材の排出	第11項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第19条	冷却設備等	第12項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第20条	液位の保持等	第13項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第21条	計装	第14項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第21条の2	警報装置	第15項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第21条の3	通信連絡設備等	第16項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第22条	安全保護回路	第17項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第18項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第24条	原子炉制御室等	第19項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第25条	廃棄物処理設備	第20項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第26条	保管廃棄設備	第21項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第27条	放射線管理施設	第22項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第28条	原子炉格納施設	第23項	○	△※1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
第29条	保安電源設備	第24項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第30条	実験設備等	第25項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第26項	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	

※1：当該条項の要求事項に適合すべき設備であるが、第2回申請で説明するため、適合性説明を省略する。  
 ※2：機器種別が「-」であるため、当該条項は適用外である。



別表 1 STACY施設の設工認要否整理表 (11/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	(3)多量の放射性物質を放出する事故の拡大防止のための設備 機器・設備	バルス中性子発生装置(加速管、制御機器)	グローブボックス	商用電源設備	共用換気空調設備															
							個別に申請	個別に申請	なし	実験棟A 建家換気空調装置		実験棟A グローブボックス換気装置		実験棟A フード換気装置		実験棟B 建家換気空調装置						
										第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回					
																		既存	設計変更	既存	設計変更	既存
設工認申請		個別に申請	個別に申請	なし	第1回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	第2回	
新規/既存		既存 変更なし	新規	既存 変更なし	既存 改造	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	既存 設計変更	
安全施設		PS-3			MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	
安全設備																						
第1、2条	適用範囲、定義																					
第3条	特殊な方法による施設																					
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項																				
第5条	機能の確認等	第2項																				
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	第1項																				
第6条	地震による損傷の防止	第2項																				
第6条の2	津波による損傷の防止	第3項																				
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1項																				
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第2項																				
第7条	材料、構造等(注2)	第3項																				
第8条	遮蔽等	第4項																				
第9条	換気設備	第1項																				
第10条	逆止め弁	第2項																				
第11条	放射性物質による汚染の防止	第3項																				
第12条	試験研究用等原子炉施設	第4項																				
第13条	安全設備	第1項																				
第13条の2	溢水による損傷の防止	第2項																				
第13条の3	安全避難通路等	第3項																				
第14条	炉心等	第4項																				
第14条の2	熱遮蔽材	第1項																				
第15条	核燃料物質取扱設備	第2項																				
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第3項																				
第17条	二次冷却材	第4項																				
第18条	二次冷却材の排出	第1項																				
第19条	冷却設備等	第2項																				
第20条	液位の保持等	第3項																				
第21条	計装	第4項																				
第21条の2	警報装置	第1項																				
第21条の3	通信連絡設備等	第2項																				
第22条	安全保護回路	第3項																				
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第4項																				
第24条	原子炉制御室等	第5項																				
第25条	廃棄物処理設備	第6項																				
第26条	保管廃棄設備	第7項																				
第27条	放射線管理施設	第8項																				
第28条	原子炉格納施設	第9項																				
第29条	保安電源設備	第10項																				
第30条	実験設備等	第11項																				
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第12項																				

※3：機器種別が「-」であるため、当該条項は適用外である。

別表1 STACY施設の設工認要否整理表(12/14)

技術基準規則の条項 ●: 設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	又、その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備										
			(4)その他主要な事項										
			機器・設備										
			その他										
調査装置	実験棟Bグループボックス換気装置	実験棟Bフード換気装置	外気処理装置(プレフィルタ、塩害防止フィルタ、高性能フィルタ)	分析設備	プロセス冷却設備	真空設備							
実験棟B建家第1、第3、第4排気系(排気フィルタユニット、常用排風機)	実験棟Bグループボックス第1、第2排気系(排気フィルタユニット、常用排風機、補助排風機、ダンパ)	実験棟Bフード第1、第2排気系(排気フィルタユニット、常用排風機、補助排風機、ダンパ)		グループボックス	グループボックス	分析機器	密閉式熱交換器、冷却水循環ポンプ、放射能モニタ、配管、弁	熱交換槽	真空ポンプ、ベントコンデンサ、気液分離槽、バッファ槽、封液槽、ドレンポット、封液冷却器、ドレン排出ポンプ、封液循環ポンプ、自動弁	配管			
設工認申請	第2回	第2回	第2回	第2回	第1回	第2回	なし	第4回	なし	第2回	TRACY施設系統隔離		
新規/既存	既存設計変更	既存設計変更	既存設計変更	既存設計変更	既存改造	既存設計変更	既存変更なし	既存追加	既存変更なし	既存設計変更	既存改造		
安全施設	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	PS-3	PS-3		PS-3		PS-3			
安全設備													
第1、2条	適用範囲、定義	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
第3条	特殊な方法による施設	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第5条	機能の確認等	第2項 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
第6条	地震による損傷の防止	第1項 △	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
第6条の2	津波による損傷の防止	第2項 ●	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第3項 ●	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第4項 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第7条	材料、構造等(注2)	第1項 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第8条	遮蔽等	第2項第1号 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第9条	換気設備	第2項第2号 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第10条	逆止め弁	第3号 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第11条	放射性物質による汚染の防止	第4項 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第12条	試験研究用等原子炉施設	第1項 X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第13条	安全設備	第2号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第13条の2	溢水による損傷の防止	第3号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第13条の3	安全避難通路等	第4号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第14条	炉心等	第5号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第14条の2	熱遮蔽材	第6号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第15条	核燃料物質取扱設備	第7号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第8号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第17条	二次冷却材	第9号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第18条	二次冷却材の排出	第10号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第19条	冷却設備等	第11号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第20条	液位の保持等	第12号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第21条	計装	第13号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第21条の2	警報装置	第14号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第21条の3	通信連絡設備等	第15号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第22条	安全保護回路	第16号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第17号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第24条	原子炉制御室等	第18号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第25条	廃棄物処理設備	第19号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第26条	保管廃棄設備	第20号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第27条	放射線管理施設	第21号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第28条	原子炉格納施設	第22号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第29条	保安電源設備	第23号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第30条	実験設備等	第24号 ●	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第25号 ●	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

※3: 機器種別が「-」であるため、当該条項は適用外である。

別表1 STACY施設の設工認要否整理表 (13/14)

技術基準規則の条項 ●：設工認技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	圧縮空気設備		消火設備		ホット分析機器試験設備		アルファ化学実験設備		燃取補助設備		安全避難通路等 (安全避難通路、保安灯、非常用照明灯、誘導灯、仮設照明等(蓄電池内蔵可搬式仮設照明、懐中電灯))	
			非常用空気圧縮機、常用空気圧縮機、アフタークーラ、フィルタ、除湿器、主空気槽、エアラインスリーブ用空気槽、遮断弁	自動火災報知設備(感知器、発信器、受信器)、屋内外消火栓設備(工業用水受槽、電動消火ポンプ、消火ポンプ起動装置、屋内外消火栓)、連結散水設備(消防ポンプ車送水接続口、配管設備)、消火器	ハロゲン化物消火設備 (ハロンポンベ、噴射配管、起動装置、警報装置)	グローブボックス	分析機器	グローブボックス	抽出試験装置(ミキサセトラ)、恒温槽、フラスコ、分析機器	蒸発缶給液槽、蒸発缶、精留塔、回収酸槽、回収水槽、その他(濃縮液受槽、グローブボックス、主配管)	配管	TRACY施設系統隔離	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作	
			第2回	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作	なし	第2回	なし	第2回	なし	第2回	TRACY施設系統隔離	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作		
設工認申請			第2回	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作	なし	第2回	なし	第2回	なし	第2回	TRACY施設系統隔離	棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作		
新規/既存			既存設計変更	既存追加	既存変更なし	既存設計変更	既存変更なし	既存設計変更	既存変更なし	既存設計変更	既存改変	既存追加		
安全施設			PS-3	MS-3		PS-3		PS-3		PS-3		MS-3		
安全設備														
第1、2条	適用範囲、定義													
第3条	特殊な方法による施設													
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能	第1項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第5条	機能の確認等	第2項												
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤	第1項	△	○	X	△	X	△	X	△	X	○	X	○
第6条	地震による損傷の防止	第2項												
第6条の2	津波による損傷の防止	第3項												
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止	第1項	○	○	X	○	X	○	X	○	X	○	X	○
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	第2項												
第7条	材料、構造等(注2)	第3項												
第8条	遮蔽等	第4項												
第9条	換気設備	第1項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第10条	逆止め弁	第2項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第11条	放射性物質による汚染の防止	第3項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第12条	試験研究用等原子炉施設	第4項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第13条	安全設備	第1項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第13条の2	溢水による損傷の防止	第2項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第13条の3	安全避難通路等	第3項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第14条	炉心等	第1項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第14条の2	熱遮蔽材	第2項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第15条	核燃料物質取扱設備	第3項												
第16条	核燃料物質貯蔵設備	第4項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第17条	二次冷却材	第5項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第18条	二次冷却材の排出	第6項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第19条	冷却設備等	第7項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第20条	液位の保持等	第8項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第21条	計装	第9項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第21条の2	警報装置	第10項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第21条の3	通信連絡設備等	第11項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第22条	安全保護回路	第12項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第13項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第24条	原子炉制御室等	第14項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第25条	廃棄物処理設備	第15項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第26条	保管廃棄設備	第16項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第27条	放射線管理施設	第17項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第28条	原子炉格納施設	第18項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第29条	保安電源設備	第19項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第30条	実験設備等	第20項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第21項	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

別表 1 STACY施設の設計認要否整理表 (14/14)

技術基準規則の条項 ●：設工技術基準規則新規要求事項	項・号	新規要求事項	実験棟A (炉室(S)、炉下室(S)、制御室、燃取室、実験室(I)及び(II)、排気機械室(A)、電気室(I)及び(II)、溶液貯蔵室-1~9、Pu保管室-1~3、U保管室、気体廃棄物処理室、機材保管室、補助機械室、給気機械室等)		実験棟B (固体廃棄物保管室、廃液処理室、分析室、燃取附属室、排気機械室(B)、廃液処理室、廃液貯蔵室、補助機械室、サンプリングプロア室、β・γ固体廃棄物保管室、給気機械室、トラックロック等)		避雷設備		エアライン スーツ	防護柵
			通信連絡設備 (放送設備、固定電話、携帯電話)	種状態貯蔵設備Ⅱの製作	耐震改修	種状態貯蔵設備Ⅱの製作	第3回	第3回		
設工認申請			種状態貯蔵設備Ⅱの製作	耐震改修	種状態貯蔵設備Ⅱの製作	第3回	第3回	第4回	なし	種状態貯蔵設備Ⅱの製作 (添付書類)
新規/既存			既存追加	既存改修	既存設計変更	既存設計変更	既存設計変更	既存追加	既存変更なし	既存追加
安全施設			MS-3	MS-3	MS-3	MS-3	MS-3			
安全設備										
第1、2条	適用範囲、定義									
第3条	特殊な方法による施設									
第4条	試験研究用等原子炉施設の機能									
第5条	機能の確認等									
第5条の2	試験研究用等原子炉施設の地盤									
第6条	地震による損傷の防止									
第6条の2	津波による損傷の防止									
第6条の3	外部からの衝撃による損傷の防止									
第6条の4	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止									
第7条	材料、構造等(注2)									
第8条	遮蔽等									
第9条	換気設備									
第10条	逆止め弁									
第11条	放射性物質による汚染の防止									
第12条	試験研究用等原子炉施設									
第13条	安全設備									
第13条の2	溢水による損傷の防止									
第13条の3	安全避難通路等									
第14条	炉心等									
第14条の2	熱遮蔽材									
第15条	核燃料物質取扱設備									
第16条	核燃料物質貯蔵設備									
第17条	二次冷却材									
第18条	二次冷却材の排出									
第19条	冷却設備等									
第20条	液位の保持等									
第21条	計装									
第21条の2	警報装置									
第21条の3	通信連絡設備等									
第22条	安全保護回路									
第23条	反応度制御系統及び原子炉停止系統									
第24条	原子炉制御室等									
第25条	廃棄物処理設備									
第26条	保管廃棄設備									
第27条	放射線管理施設									
第28条	原子炉格納施設									
第29条	保安電源設備									
第30条	実験設備等									
第30条の2	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止									

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (1/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備	
原子炉本体	原子炉容器	T50 炉心タンク	○			
	その他の主要な事項	起動用中性子源	○			
計測制御系 統施設	核計装	起動系	○			
		運転系線型出力系	○			
		運転系対数出力系	○			
		安全出力系	○			
		過渡線型出力系	○			
		過渡対数出力系	○			
		盤	○			
	計装	その他の 主要な計 装	触針式液位計	○		
			炉心タンク液位計	○		
			炉心温度計	○		
			溶液燃料漏えい検知器	○		
			炉室(T)放射線量率計	○		
			炉下室(T)放射線量率計	○		
			高速給液流量計	○		
			低速給液流量計	○		
			排液流量計	○		
			監視操作盤	○		
			盤 (炉室線量率計盤を除く。)	○		
			盤 (炉室線量率計盤)		○	
			安全保護回路	原子炉停 止回路	原子炉停止回路	○
安全保護系盤	○					
スクラム遮断器盤	○					
その他の 主要な安 全保護回 路	同時運転禁止回路			○		
	STACY/TRACY 切替器盤			○		

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (2/10)

施設区分	設備区分	設備名		TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備	
計測制御系 統施設	制御設備	制御材駆 動設備	溶液燃料 給排液系	衝撃圧力吸収槽	○		
				入口分配器	○		
				高速給液ポンプ	○		
				高速給液ポンプ吐 出弁	○		
				低速給液ポンプ	○		
				低速給液ポンプ吐 出弁	○		
				急速排液弁A	○		
				急速排液弁B	○		
				通常排液弁	○		
				配管	○		
		安全棒装置	安全棒駆動装置	○			
			安全棒圧空槽	○			
			安全棒真空槽	○			
			配管	○			
			安全棒弁ボックス	○			
		ジ エ ン ト ラ ン 棒	調整トランジェン ト棒駆動装置	○			
			圧空槽	○			
	配管		○				
	その他の主要 な事項	インター ロック	盤	○			
		警報回路	警報回路	○			
制御室等		制御室			○		
		制御室外停止スイッチ		○			
原子炉格納 施設	炉室(T)	炉室(T)	○				
		炉下室(T)	○				
		炉室(T)換気空調設備	○				

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (3/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備
核燃料物質 取扱施設及 び貯蔵施設	調整附属設備	ろ過器(I)A*		○	
		ろ過器(I)B*		○	
		ろ過器(II)*		○	
		送液ポット*		○	
		溶解液計量槽*		○	
		調整附属設備グローブボックス(I) *		○	
		配管*		○	
	調整設備	混合槽*		○	
		U濃縮缶*		○	
		U濃縮缶デミスタ*		○	
		U凝縮液槽*		○	
		U凝縮器*		○	
		U濃縮液冷却器*		○	
		U溶液ポット*		○	
		U溶液中間槽*		○	
		U濃縮液ポット*		○	
		U濃縮液中間槽*		○	
		U濃縮液槽*		○	
		溶液払出ポット*		○	
		溶液払出中間槽*		○	
		戻液ポット*		○	
		戻液中間槽*		○	
		溶液払出槽*		○	
		戻液受槽*		○	
		U溶液受槽A*		○	
		U溶液受槽B*		○	
		ライン混合器*		○	
		ノックアウトポット(I)*		○	

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (4/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備
核燃料物質 取扱施設及 び貯蔵施設	調整設備	ロックアウトポット(Ⅱ)*		○	
		ロックアウトポット(Ⅲ)*		○	
		ロックアウトポット(Ⅳ)*		○	
		調整設備グローブボックス(Ⅰ)*		○	
		調整設備グローブボックス(Ⅱ)*		○	
		調整設備グローブボックス(Ⅲ)*		○	
		調整設備グローブボックス(Ⅳ)*		○	
		調整設備グローブボックス(Ⅴ)*		○	
		調整設備グローブボックス(Ⅵ)*		○	
		サンプリング用グローブボックス (Ⅰ)*		○	
		配管*		○	
		精製設備	抽出器*		○
	抽残液洗浄器*			○	
	U逆抽出器*			○	
	U溶液洗浄器*			○	
	調整液ろ過器*			○	
	調整液ポット*			○	
	調整液中間槽*			○	
	U溶媒ポット*			○	
	U溶媒中間槽*			○	
	調整液槽*			○	
	抽残液槽A*			○	
	抽残液槽B*			○	
	U溶媒槽A*			○	
	U溶媒槽B*			○	
	U溶媒槽C*			○	
	精製設備グローブボックス(Ⅰ)*		○		

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備



別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (5/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備
核燃料物質 取扱施設及 び貯蔵施設	精製設備	精製設備グローブボックス(Ⅱ)*		○	
		精製設備グローブボックス(Ⅲ)*		○	
		ノックアウトポット*		○	
		ミキサセトラドレン回収ポット(Ⅰ) *		○	
		ミキサセトラドレン回収ポット(Ⅱ) *		○	
		サンプリング用グローブボックス (Ⅲ)*		○	
		配管*		○	
	精製附属設備	溶媒洗浄器*		○	
		溶媒洗浄廃液洗浄器*		○	
		洗浄溶媒中間槽*		○	
		洗浄廃液ポット*		○	
		洗浄廃液中間槽*		○	
		水分払出ポット*		○	
		水分払出中間槽*		○	
		油分払出ポット*		○	
		油分払出中間槽*		○	
		廃溶媒ポット*		○	
		廃溶媒中間槽*		○	
		廃希釈剤ポット*		○	
		廃希釈剤中間槽*		○	
		TBP吸着塔A*		○	
		TBP吸着塔B*		○	
		油水中間ポット*		○	
		油水分離槽*		○	
		溶媒槽*		○	
		溶媒ろ過器(Ⅰ)*		○	

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (6/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備
核燃料物質 取扱施設及 び貯蔵施設	精製附属設備	溶媒ろ過器(Ⅱ)*		○	
		希釈剤槽*		○	
		洗浄廃液槽A*		○	
		洗浄廃液槽B*		○	
		油水受槽(Ⅰ)*		○	
		油水受槽(Ⅱ)*		○	
		廃溶媒槽*		○	
		廃希釈剤槽A*		○	
		廃希釈剤槽B*		○	
		精製附属設備グローブボックス(Ⅰ)		○	
		精製附属設備グローブボックス(Ⅱ) *		○	
		精製附属設備グローブボックス(Ⅲ) *		○	
		精製附属設備グローブボックス(Ⅳ) *		○	
		精製附属設備グローブボックス(Ⅴ) *		○	
		サンプリング用グローブボックス (Ⅱ)		○	
	配管*		○		
	燃取補助設備	蒸発缶給液槽A		○	
		蒸発缶給液槽B		○	
		ウラナス供給槽*		○	
		ウラナス電解槽*		○	
		ウラナス供給ラインヒータ*		○	
		燃取補助設備グローブボックス(Ⅰ)		○	
		燃取補助設備グローブボックス(Ⅱ)		○	
		燃取補助設備グローブボックス(Ⅲ) *		○	
		サンプリング用グローブボックス (Ⅳ)		○	
		配管		○	

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (7/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備	
核燃料物質 取扱施設及 び貯蔵施設	燃取補助設備	蒸発缶		○		
		濃縮液受槽		○		
	ウラン酸化物 燃料貯蔵設備	ウラン酸化物燃料収納架台			○	
		溶液燃料貯蔵 設備	U溶液貯槽(I)A			○
	U溶液貯槽(I)B				○	
	U溶液貯槽(I)C				○	
	U溶液貯槽(I)(予備槽)				○	
	U溶液貯槽(II)A				○	
	U溶液貯槽(II)B				○	
	U溶液校正ポット				○	
	ロックアウトポット(I)				○	
	溶液貯蔵室-1 隔離壁				○	
	溶液貯蔵室-7 隔離壁				○	
	溶液貯蔵室-9 隔離壁				○	
	溶液燃料貯蔵設備グローブボックス(I)				○	
	溶液燃料貯蔵設備グローブボックス(II)				○	
	サンプリング用グローブボックス				○	
	配管				○	
	供給設備(II)	燃料取扱ボックス		○		
		給排液ヘッダボックス		○		
		ダンプ槽ⅢA		○		
		ダンプ槽ⅢB		○		
		減衰槽A		○		
		減衰槽B		○		
		真空槽		○		
		補給液調整槽		○		

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (8/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備
核燃料物質 取扱施設及 び貯蔵施設	供給設備(Ⅱ)	凝縮液受槽	○		
		第3よう素吸着塔	○		
		配管	○		
放射性廃棄 物の廃棄施 設	排気筒	排気筒			○
	気体廃棄物処 理設備	ブロワA		○	
		ブロワB		○	
		加熱器A		○	
		加熱器B		○	
		デミスタ		○	
		フィルタ(I)A		○	
		フィルタ(I)B		○	
		フィルタ(Ⅱ)A		○	
		フィルタ(Ⅱ)B		○	
		気体廃棄物処理グローブボックス		○	
		配管		○	
		槽ベント設備 B	ブロワA		○
	ブロワB			○	
	NO <sub>x</sub> 洗浄塔			○	
	オフガス洗浄塔			○	
	デミスタ(I)			○	
	デミスタ(Ⅱ)			○	
	ベント加熱器			○	
	フィルタ			○	
	槽ベント設備B-燃調グローブボックス			○	
	槽ベント設備B-貯蔵グローブボックス			○	
	配管			○	
	槽ベント設備 C		第1ベントガスコンデンサ		○
		ベントガス希釈槽		○	
		再結合器		○	

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (9/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備	
放射性廃棄物の廃棄施設	槽ベント設備C	第1よう素吸着塔	○			
		ベントガス送風機A	○			
		ベントガス送風機B	○			
		ベントガス送風機附属冷却器	○			
		第2ベントガスコンデンサ	○			
		第2よう素吸着塔A	○			
		第2よう素吸着塔B	○			
		配管	○			
	槽ベント設備D	ブロワA				○
		ブロワB				○
		加熱器A				○
		加熱器B				○
		フィルタA				○
		フィルタB				○
		配管				○
	$\beta \cdot \gamma$ 廃液系設備	極低レベル廃液貯槽				○
		低レベル廃液貯槽				○
		中レベル廃液貯槽			○	
		有機廃液貯槽(B)			○	
		配管				○
放射線管理施設	屋内管理用の主要な設備	室内モニタ			○	
		放射線エリアモニタ			○	
		放射線サーベイ設備			○	
	屋外管理用の主要な設備	排気筒モニタ			○	

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

別表2 STACY施設及びTRACY施設の共用設備  
並びにTRACY施設の固有設備 (10/10)

施設区分	設備区分	設備名	TRACY 固有設 備	STACY に移管 済みの 設備 ※1	STACY/ TRACY 共用設 備		
その他原子 炉の附属施 設	非常用電源設 備	非常用発電機及びその附属設備			○		
		無停電電源装置			○		
	主要な実験設 備	実験用装荷物	反射体水槽	○			
			反射体駆動装置	○			
		パルス中性子発生装置			○		
		その他の設備	気相部試料採取器	○			
			炉心タンク内可視 化装置	○			
		その他	共用換気空調設備(実験棟 A GB第1排気系)*			○	
			共用換気空調設備(実験棟 A GB第1排気系を除 く。)				○
			分析設備			○	
			プロセス冷却設備			○	
			真空設備			○	
			圧縮空気設備				○
			消火設備				○
			電気設備				○
実験棟A				○			
実験棟B				○			

※1：従来STACY及びTRACYで共用していた設備であるが、TRACY（過渡臨界実験装置）施設廃止措置計画（平成29年6月7日付け原規規発第1706076号をもって認可）に基づきSTACYに移管した設備

\*：原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるSTACY施設不使用設備

## 1. 地震による損傷の防止（第5条の2、第6条）の適合性説明書

- 添付書類 III-1-1 耐震性についての説明書
- 添付書類 III-1-2 申請設備に係る耐震設計の基本方針
- 添付書類 III-1-3 耐震強度計算書

空白頁



添付書類

Ⅲ－１－１ 耐震性についての説明書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-1-1
2. 耐震設計の基本方針.....	添Ⅲ-1-1-1
3. 耐震重要度分類 .....	添Ⅲ-1-1-2
4. 地震力の算定法 .....	添Ⅲ-1-1-6
5. 荷重の組合せと許容限界.....	添Ⅲ-1-1-6
5.1 耐震設計上考慮する状態.....	添Ⅲ-1-1-6
5.2 荷重の種類 .....	添Ⅲ-1-1-7
5.3 荷重の組合せ .....	添Ⅲ-1-1-7
5.4 許容限界 .....	添Ⅲ-1-1-8
6. 動的機器の機能維持.....	添Ⅲ-1-1-8
7. 機器の耐震支持方針.....	添Ⅲ-1-1-9
7.1 基本原則 .....	添Ⅲ-1-1-9
7.2 支持構造物及びアンカー部の設計.....	添Ⅲ-1-1-11
7.3 その他特に考慮すべき事項.....	添Ⅲ-1-1-11
8. 配管の耐震支持方針.....	添Ⅲ-1-1-13
8.1 配管設計の手順.....	添Ⅲ-1-1-13
8.2 配管設計の方針.....	添Ⅲ-1-1-15

## 1. 概要

本説明書は、STACY施設を「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第5条の2（地盤）及び第6条（地震による損傷の防止）の要求事項に適合させるための設計方針及び適合性確認の基本方針を説明するものである。

なお、STACY施設には、耐震重要施設がないため第6条第2項及び第3項は適用外である。

## 2. 耐震設計の基本方針

耐震設計の基本方針は、設置(変更)許可申請書に従い、次のように定める。

本申請で新たに施設するSTACY施設の耐震設計は、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成25年12月6日 原子力規制委員会規則第21号）及び「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（平成28年11月30日 原規技発第1611307号 原子力規制委員会決定）の基本的考え方を参考にして、以下の方針を満足するよう設計することを基本とする。また、必要に応じ、地震によるタンク又は容器内の液体の揺動の影響について適切に考慮するものとする。

なお、STACYの更新に当たり、継続使用する設備機器に関しては、元安(原規)第338号で認可された設計及び工事の方法の認可申請書の添付計算書「添付計算書Ⅱーニー1 耐震性についての説明書」に示す方針を満足するよう設計されており、その内容は以下の方針と適合することを確認している。

- (1) STACY施設は、地震により発生するおそれのある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。
- (2) 建物・構築物は、耐震重要度に応じて定める地震力が作用した場合においても当該施設を十分に支持することができる地盤に設置する。
- (3) 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるよう設計する。
- (4) Bクラスの各施設は、共振するおそれのないように設計する。

### 3. 耐震重要度分類

耐震設計上の重要度分類は、設置(変更)許可申請書に従い、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、次のように分類する。

#### (1) 分類の原則

Sクラス： 安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばく（安全機能の喪失による周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えること）を与えるおそれのある設備・機器等を有する施設。

Bクラス： 安全施設のうち、その機能を喪失した場合の影響がSクラスと比べて小さい施設。

Cクラス： Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

#### (2) クラス別施設

STACY施設は施設全体に関する重要度分類（許可基準規則の解釈に示される耐震Sクラス原子炉施設選定フロー）において、安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）を想定した時の一般公衆に対する放射線影響が小さい原子炉施設であり、Bクラス対象設備・機器等の検討が必要な原子炉施設に該当する。STACY施設におけるBクラス及びCクラスの設備を以下に示す。

##### ① Bクラス

- i) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための設備、及び原子炉の停止状態を維持するための設備
- ii) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある設備

##### ② Cクラス

上記Bクラスに属さない設備

#### (3) 原子炉設備の区分

イ. 原子炉の各施設に課せられる機能は、その機能に直接関連する機能の他、支援的な役割を持つ機能及び支持機能が保たれて初めて維持し得るものである。これらのことを考慮し、原子炉施設を主要設備、支援設備、当該設備を支持する建物・構築物に区分する。

ロ. 上述の区分ごとの設備とは次のものをいう。

- a. 「主要設備」とは、当該機能に直接的に関連する系統・設備である。
- b. 「支援設備」とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の支援的役割を持つものであって、例えば、原子炉停止系への作動信号の発生機能としての安全保護

回路等をいう。

- c. 「当該設備を支持する建物・構築物」とは、主要設備及び支援設備を直接支持する支持構造物並びにこれらの設備の荷重を直接的に受けるアンカーから伝達される荷重を受ける鉄筋コンクリートの構造物をいう。

上記に基づくSTACY施設におけるクラス別施設を表3-1に示す。同表には当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する地震動についても併記する。

表 3-1 (1/2) STACY施設の耐震重要度分類

耐震 クラス	クラス別設備	設備等名称				当該設備を支持 する建物・構築物	支持機能を 確認する 地震動	備考
		主要設備※ <sup>1</sup>	クラス	支援設備※ <sup>2</sup>	クラス			
B	STACYの緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための設備、及びSTACYの停止状態を維持するための設備	計測制御系統施設 (安全板、安全板駆動装置、ガイドピン、急速排水弁、低速給水吐出弁、低速流量調整弁、低速給水バイパス弁)	B	安全保護回路 実験装置架台 移動支持架台	B	炉室 炉下室	S <sub>B</sub> ※ <sup>3</sup>	
		計測制御系統施設 (最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ、安全保護系の核計装設備) 炉心タンク 格子板フレーム、格子板 実験設備(実験用装荷物*)	B	実験装置架台 移動支持架台 検出器配置用治具	B	炉室	S <sub>B</sub> ※ <sup>3</sup>	* 炉心タンク内又は炉心上方に固定するもの
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある設備	核燃料物質貯蔵設備 (Pu保管ピット本体)	B	—	—	実験棟 A	S <sub>B</sub> ※ <sup>3</sup>	

※1 当該機能に直接的に関連する系統・設備。

※2 当該機能に間接的に関連し、主要設備の支援的役割を持つもの。

※3 地上部分では「建築基準法施行令」より求まる層せん断力係数に係数 1.5 を、地下部分では水平震度に係数 1.5 を乗じて得られる静的地震力。

表 3-1 (2/2) STACY施設の耐震重要度分類

耐震 クラス	クラス別設備	設備等名称				当該設備を支持 する建物・構築物	支持機能を 確認する 地震動	備考
		主要設備※ <sup>1</sup>	クラス	支援設備※ <sup>2</sup>	クラス			
C	Bクラスに属さない 設備	棒状燃料 起動用中性子源 炉室フード 核燃料物質貯蔵設備 (Bクラス以外) 計測制御系統施設 (Bクラス以外) 気体廃棄物廃棄施設 液体廃棄物廃棄設備 固体廃棄物廃棄設備 作業環境モニタリング設備 排気筒モニタリング設備 換気空調設備 実験設備 (Bクラス以外) 補助施設	C	—	—	実験棟A、B 炉室	S <sub>C</sub> ※ <sup>3</sup>	

※1 当該機能に直接的に関連する系統・設備。

※2 当該機能に間接的に関連し、主要設備の支援的役割を持つもの。

※3 地上部分では「建築基準法施行令」より求まる層せん断力係数から、地下部分では水平震度からそれぞれ得られる静的地震力。

#### 4. 地震力の算定法

耐震設計に用いる地震力の算定法は、設置(変更)許可申請書に従い、以下に示す方法により算定する。

##### (1) 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数  $C_i$  に、次に示す施設の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数  $C_i$  は、標準せん断力係数  $C_0$  を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

##### (2) 機器・配管系

各クラスの地震力は、次に述べる水平震度より求めるものとする。

Bクラス  $1.8C_i$

Cクラス  $1.2C_i$

ここで、地震層せん断力係数  $C_i$  は、標準せん断力係数  $C_0$  を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

#### 5. 荷重の組合せと許容限界

耐震設計における構造強度による機能維持は、地震力による荷重と地震力以外の荷重の組合せを適切に考慮して構造評価を行い、その結果がそれぞれ定める許容限界以下とすることを基本方針とする。評価に当たって考慮すべき荷重の組合せと許容限界についての基本的考え方は、以下に示すとおりとする。

##### 5.1 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

##### (1) 建物・構築物

###### イ. 運転時の状態

STACY施設が運転状態にあり、通常自然条件下におかれている状態。ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

###### ロ. 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪、風荷重等）。

##### (2) 機器・配管系

###### イ. 通常運転時の状態

STACY施設の起動、停止、運転等が計画的又は頻繁に行われた場合であって、運転条件が所定の制限値内にある運転状態。

###### ロ. 運転時の異常な過渡変化時の状態



STACY施設の運転状態において、STACY施設の寿命期間中に予想される機器の単一故障若しくは誤動作又は運転員の単一誤操作によって外乱が与えられた状態及びこれらと類似の頻度で発生する異常な状態として、安全設計上想定すべき状態。

## 5.2 荷重の種類

### (1) 建物・構築物

- イ. STACY施設のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常的气象条件による荷重
- ロ. 運転時の状態で施設に作用する荷重
- ハ. 地震力、風荷重、積雪荷重  
地震力には、地震時土圧、機器・配管系からの反力等による荷重が含まれるものとする。

### (2) 機器・配管系

- イ. 通常運転時の状態で施設に作用する荷重
- ロ. 運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重
- ハ. 地震力

## 5.3 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

### (1) 建物・構築物

- イ. 地震力と常時作用している荷重及び運転時（通常運転時、運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重とを組み合わせる。

### (2) 機器・配管系

- イ. 地震力と通常運転時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。
- ロ. 地震力と運転時の異常な過渡変化時の状態によって作用する荷重とを組み合わせる。

### (3) 荷重の組合せ上の留意事項

- イ. 明らかに他の荷重の組合せ状態での評価が厳しいことが判明している場合には、その荷重の組合せ状態での評価は行わない場合がある。
- ロ. 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかになずれがあることが判明しているならば、必ずしもそれぞれの応力にピーク値を重ねなくてもよいものとする。
- ハ. 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物などの当該部分の支持機能を検討する場合においては、支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と常時作用している荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

#### 5.4 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は、以下のとおりとする。

(1) B及びCクラスの建物・構築物

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

また、建物・構築物の保有水平耐力が、必要保有水平耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることとする。

(2) B及びCクラスの機器・配管系

JEAG4601等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。ただし、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、全体としておおむね弾性範囲に留まり得る場合は局部的に弾性限界を超えることを許容する。

(3) 基礎地盤の支持性能

接地圧に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

#### 6. 動的機器の機能維持

地震時の安全板挿入機能の維持については、地震時に生じる安全板の挿入抗力を考慮しても、安全板の挿入時間を規定時間内とする設計とする。

地震時及び地震後に動作機能維持が要求される弁については、地震時の応答加速度が、既往の研究等における加振試験によって動作機能の維持を確認した加速度（以下「動的機能確認済加速度」という。）以下とする設計とする。

## 7. 機器の耐震支持方針

### 7.1 基本原則

#### (1) 設計原則

機器の耐震支持方針は、次によるものとする。

- イ. 重要な機器は、岩盤により支持された十分耐震性を有する構築物及び建物内に設置する。
- ロ. 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建物との共振を防止する。
- ハ. 重心位置を低く抑える。
- ニ. 配管反力をできる限り機器にもたせない構造とする。
- ホ. 偏心荷重を避ける。
- ヘ. 熱膨張変位の大きいものは、その変位を不要に拘束することのない構造とする。
- ト. 動的機能が要求されるものについては、地震時に機能を喪失しない構造とする。

#### (2) 設計手順

機器類の配置及び構造計画に際しては、建物・構築物、配管、ダクト等機器類以外の設備との関連、設置場所の環境条件、据付手順などを十分考慮して総合的な調整を行い、機器類の特性、運転保守性を十分に加味した耐震設計を行う。

機器支持構造物の設計手順を図 7-1 に示す。

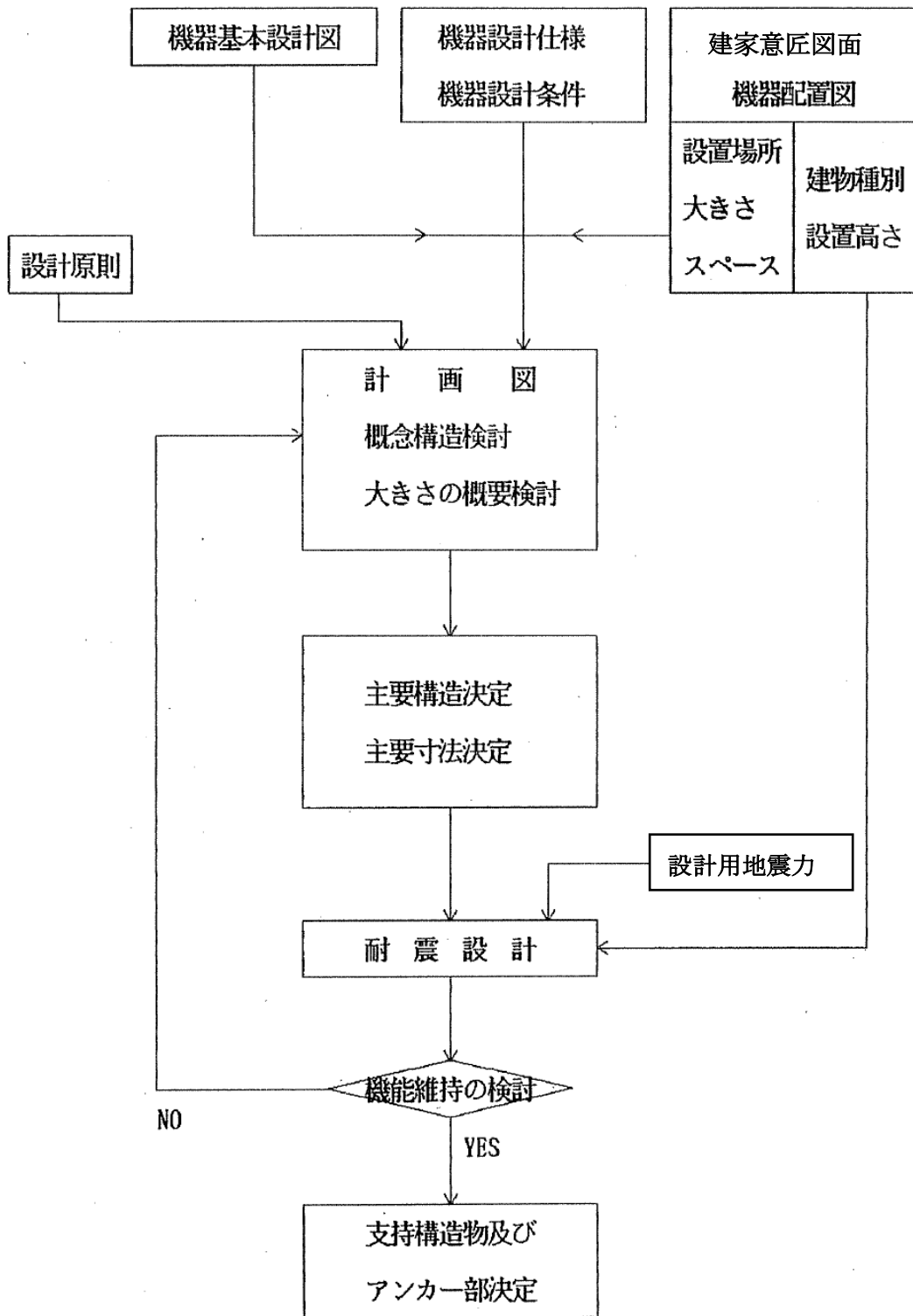


図 7-1 機器支持構造物の設計手順

## 7.2 支持構造物及びアンカー部の設計

### (1) 支持構造物の設計

#### イ. 支持構造物の設計方針

##### a. 構造計画

支持構造物の設計は、機器を剛に支持することを原則とし、また、機器の機能に影響のない範囲で、できる限り重心を低くし、偏心荷重を抑えるような構造とする。また、熱膨張変位の大きいものについては、その変位を不要に拘束することなく、しかも自重、地震時荷重等に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

##### b. 荷重条件

支持構造物設計に当たっては、機器の自重、運転荷重等の通常荷重のほかに、地震時荷重を考慮する。

##### c. 材料の選定

支持構造物の材料選定に当たっては、十分な使用実績があり、材料特性が把握された信頼性の高いものを使用する。また、温度条件等使用される環境条件を考慮して選定し、使用条件下に置いて十分な強度とダクティリティを持つよう配慮する。

### (2) アンカー部の設計

#### イ. アンカー部の設計

機器のアンカー部は、その機器の支持方法（固定条件）や配置により決定されるものであり、機器から加わる自重、熱、地震、機器の振動等の設計荷重に対して、十分な強度を有し、変位、温度の制限条件を満足するように設計する。材料選定に当たっては、十分な使用実績があり、材料特性が把握された信頼性の高いものを使用する。

#### ロ. アンカー部の構造

アンカーは、基礎となるコンクリート中に十分深く埋め込み、その支持機能を満たす構造とする。

#### ハ. アンカーの種類

アンカーは、それぞれの使用用途に合わせて選定する。その代表例としてはスリーブ付き基礎ボルト、基礎ボルト、埋込金物、後打アンカー等がある。

## 7.3 その他特に考慮すべき事項

### (1) 機器と配管の相対変位に対する考慮

機器と配管との相対変位に対しては、可能な限り配管側のフレキシビリティで変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないように設計する。

(2) 建物・構築物との共振に対する考慮

支持構造物及びアンカー部の設計に当たっては、建物・構築物の共振領域を原則として避けるよう設計する。

また、共振領域近くで設計する場合は、地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

(3) 壁又は天井に設置されるアンカー部に対する考慮

機器を壁又は天井から支持する場合は、機器からの荷重を十分考慮した堅固な鉄筋コンクリート構造とした壁又は天井の中にアンカー部を設定し、支持構造物を溶接又はボルトにより固定する。

(4) 架台のボルト接合部に対する考慮

イ．接合に使用するボルトは、高力ボルトとする。高力ボルトは、その許容せん断力が接合する部位に生じる部材力以上となるよう、径・本数を設定する。

ロ．継手プレート及びガセットプレートの厚さは、接合する母材の厚さ以上とする。

なお、設計用地震力に対し低位クラスの機器・配管の破損が高位クラスの機器に波及的損傷を及ぼさないよう、その支持構造物を設計する。

## 8. 配管の耐震支持方針

### 8.1 配管設計の手順

配管経路は、建物形状、機器配置計画とともに系統の運転条件、機器等への接近性、保守点検の容易さ等を考慮した上、配管の熱による変位の吸収、耐震クラスに応じた耐震性の確保等に関し最適設計となるよう配置決定する。また、この際、配管内にドレンがたまったり、エアポケットが生じたりしないようにするとともに、水撃現象の生じる可能性のあるものについては、十分に配慮するものとする。建物間等の相対変位を考慮する必要がある場所に配置されるものについては、十分に耐えられるようにし、またポンプ、容器等のノズルに対する配管反力が過大とならないよう併せて考慮する。

以上を考慮の上、決定された配管経路について支持方法を定める。支持方法の設計については、「8.2(1)配管の支持設計」によるものとし、応力解析を行う場合、その代表的手順を示すと次のようになる。

まず、仮のレストレイン点を定めて、熱応力計算を行い、応力値が許容値以下となるようにする。次の地震応力解析により必要に応じてレストレイントあるいはスナッパ位置あるいは個数等を変更し、配管が十分耐え得るようにする。このようにして決定されたレストレイントの配置をもとにして、ハンガサポートの位置を決定する。

ハンガサポートは、配管が受ける静的な荷重及び水圧試験状態を考慮して決定する。また、必要な場合には、上記の要求から定まるもの以外に回転機などの振動による過度の配管振動あるいは、内部液体の乱れによる配管振動を生じないように考慮する。配管支持構造物の設計手順を図8-1に示す。

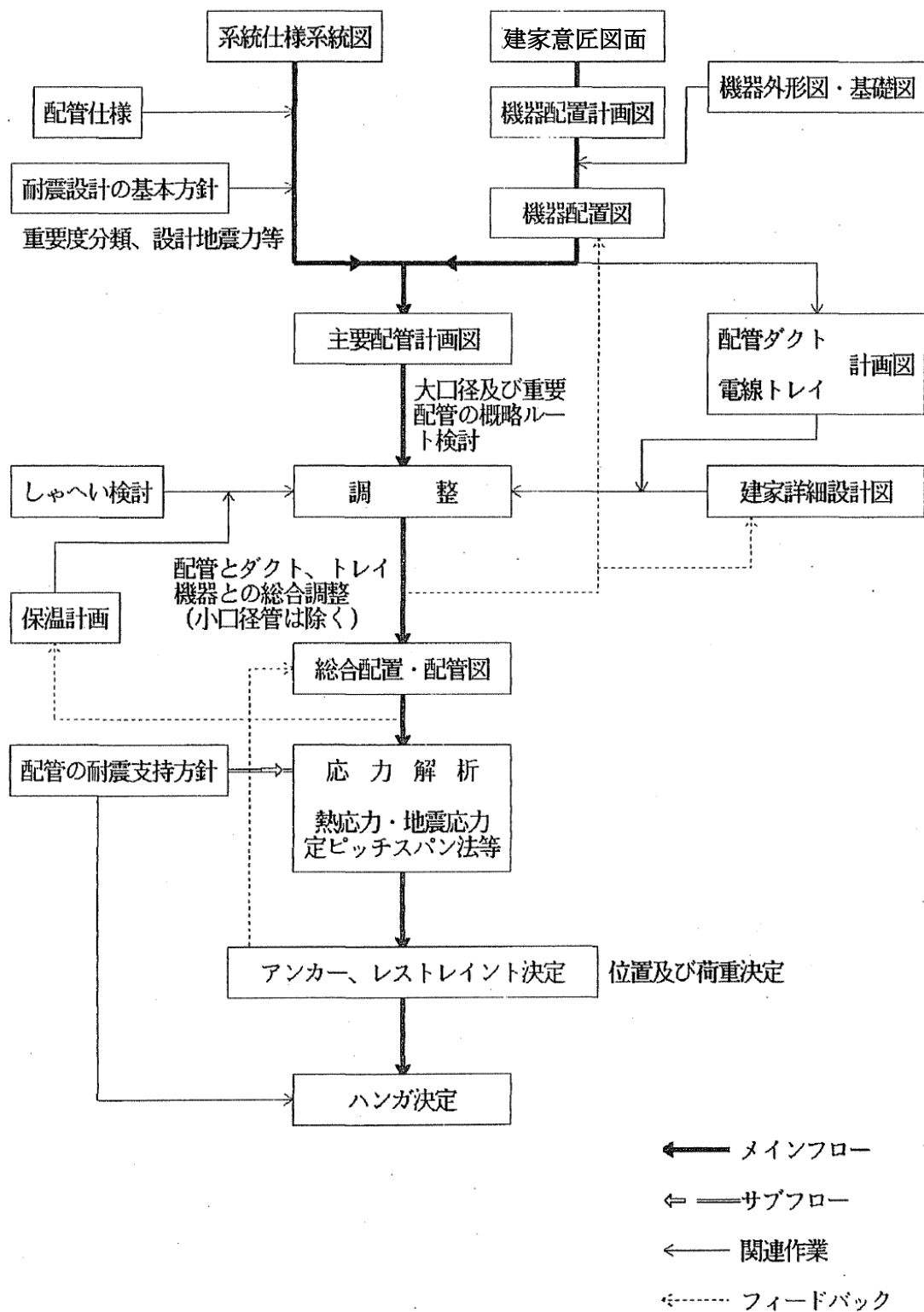


図 8-1 配管支持構造物の設計手順



## 8.2 配管設計の方針

### (1) 配管の支持設計

配管の支持設計は、配管の口径、温度条件、ルート、サポート条件などを考慮して各々適した設計手法をとるものとするが、その口径、温度条件から原則として、標準支持間隔を設定する定ピッチスパン法にて設計を行う。

#### イ. 定ピッチスパン法

##### a. 振動数を基準とした定ピッチ支持方法

配管を剛にして地震による過度の振動がないようにするために、配管の各支持区間について 20Hz、又は応答の増幅が小さい振動数を基準として定められた基準区間長以下となるよう支持する。

##### b. 許容応力を基準とした定ピッチ支持方法

設計用地震時荷重に対して応力の限界値を設定し、この限界値を満足するように支持間隔を定める。

限界値は一次応力に対し材料の降伏点とする。

### (2) 配管支持設計において考慮すべき事項

#### イ. 分岐部分

大口径管からの分岐部分については、なるべく分岐部分の近辺を支持するようにする。ただし、大口径管の熱、地震による変位が大きい場合は、分岐部、分岐管に許容応力値以上の応力を発生させないようフレキシビリティを持たせた支持をする。

#### ロ. 配管と機器の接続部分

機器ノズル部等に過大な荷重を生じさせないよう配管経路及び支持方法を決定する。

#### ハ. 異なる建物・構築物を結ぶ配管

異なる建物・構築物を結ぶ配管については、原則として建物端にアンカーを設け、建物・構築物間の相対変位を吸収できるよう配管にフレキシブルジョイントを設けるなどにより、応力が過大とならないように考慮する。

#### ニ. 制御設備のうち排水系主配管

排水系配管（耐震Cクラス）は、耐震Bクラス設備に適用される設計用地震力を考慮しても健全性が維持され、閉塞することがないように設計する。

空白頁

添付書類

### Ⅲ－１－２ 申請設備に係る耐震設計の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-2-1
2. 設備の重要度によるクラス別分類.....	添Ⅲ-1-2-2
3. 構造計画 .....	添Ⅲ-1-2-3
3.1 原 則 .....	添Ⅲ-1-2-3
3.2 機器類 .....	添Ⅲ-1-2-3
3.3 配管類 .....	添Ⅲ-1-2-10
4. 設計用地震力 .....	添Ⅲ-1-2-11
4.1 機器・配管 .....	添Ⅲ-1-2-11
5. 地震荷重と他の荷重の組合せ及び許容応力.....	添Ⅲ-1-2-12
5.1 荷重の組合せ及び許容応力状態.....	添Ⅲ-1-2-12
5.2 許容応力 .....	添Ⅲ-1-2-12
6. 耐震Cクラス設備の耐震計算条件及び評価結果.....	添Ⅲ-1-2-15
6.1 ダンプ槽 .....	添Ⅲ-1-2-15
6.2 可動装荷物駆動装置（駆動装置） .....	添Ⅲ-1-2-18
6.3 給排水系主配管.....	添Ⅲ-1-2-20

## 1. 概要

今回の申請で新たに設置する機器及び耐震性に影響する改造を行う機器の耐震設計は、添付書類Ⅲ－1－1「耐震性についての説明書」に従って、以下の基本方針に基づき行う。

2. 設備の重要度によるクラス別分類

表2-1 設備の重要度によるクラス別分類

<div style="text-align: center;">クラス</div> 設備名	B	C
1. 原子炉本体 (1)原子炉容器  (2)その他の主要な事項	○炉心タンク ○格子板フレーム ○実験装置架台 ○移動支持架台 格子板	起動用中性子源
2. 計測制御系統施設 (1)計装 イ. 核計装 ロ. その他の主要な計装  (2)制御設備 イ. 制御材 a. 安全板 ロ. 制御材駆動設備 a. 給排水系  b. 安全板駆動装置 c. ガイドピン 制御設備のうち未臨界板	○検出器配置用治具 ○最大給水制限スイッチ ○給水停止スイッチ  安全板  ○主要弁 低速給水吐出弁 低速流量調整弁 低速給水バイパス弁 急速排水弁  ○安全板駆動装置 ○ガイドピン	サーボ型水位計 高速流量計 低速流量計 炉心温度計 ダンプ槽温度計 ダンプ槽電導度計  高速給水ポンプ 低速給水ポンプ 主要弁 高速給水吐出弁 高速流量調整弁 高速給水バイパス弁 通常排水弁 主配管 ダンプ槽  未臨界板
3. その他試験研究用等原子炉の附属施設 (1)主要な実験設備 イ. 実験用装荷物 a. 可動装荷物駆動装置	○案内管	駆動装置
備考	○印は耐震性についての計算書を添付したもの。	

### 3. 構造計画

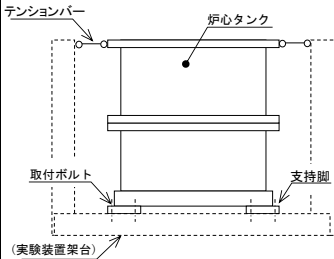
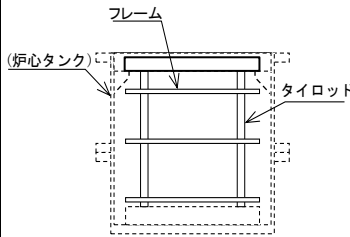
#### 3.1 原則

機器・配管系は、剛構造となるよう設計する。

#### 3.2 機器類

##### (1) 原子炉本体

##### 1) 原子炉容器

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
炉心タンク	縦型円筒形（開放タンク）	容器底面に溶接された井桁構造の支持脚を介して、実験装置架台上に取付ボルトで固定するとともに上端をテンションバーで支持する。	
格子板フレーム	フレーム (厚さ12mm、3枚) タイロッド (外径75mm、4本)	上端は炉心タンクの格子板フレーム受座にボルト固定され、炉心タンク底部に水平方向を支持される。	

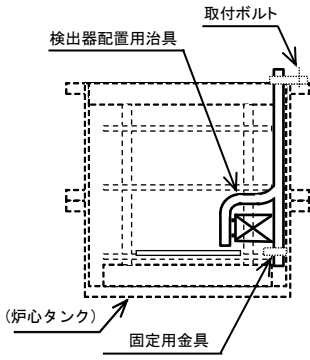
主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
実験装置架台	架台	炉室フード床にある建家床面の埋込金物から立ち上げた基礎にボルトで固定する。側面は建家壁面の金物（埋込金物と接着系アンカーで固定した金物）に溶接で固定する。	
移動支持架台	走行式やぐら構造	実験装置架台上に配置したレール上に、一方は車輪、もう一方はLMガイドにより設置される。	
格子板	板状構造 (厚さ12mm、3枚)	炉心タンクの上部に固定され、底部で水平方向支持される格子板フレームにより支持する。	



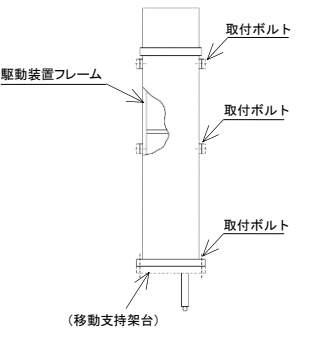
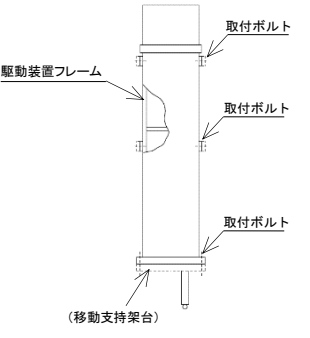
(2) 計測制御系統施設

1) 計装

イ. 核計装

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
検出器配置用治具	管構造	上部は炉心タンク胴フランジに取付ボルトで固定し、下部は炉心タンク内部の固定用金具によって水平方向を支持される。	

ロ. その他の主要な計装

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
最大給水制限スイッチ	フレーム構造	駆動装置フレーム上部、中間部、下部で移動支持架台に取付ボルトで固定する。	
給水停止スイッチ	同上	同上	

- 2) 制御設備  
 Ⅰ. 制御材  
 a. 安全板

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
安全板	板状形状	安全板駆動装置ガイドフレーム内に組み込まれ、電磁石に吸着保持される。 スクラム時は、安全板駆動装置ガイドフレームのガイドレールとガイドピンにガイドされ、炉心タンクに落下挿入される。	

- ロ. 制御材駆動設備  
 a. 給排水系

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
ダンプ槽	四脚支持型円筒槽 (開放タンク)	床面に設けた架台上にボルトで固定する。 架台は、床コンクリート上に接着系アンカーで固定する。	

b. 安全板駆動装置

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
安全板駆動装置	開放型フレーム構造	上端部が移動支持架台に吊り下げ保持され、下端部は格子板上段の振れ止め金具によって水平方向を支持される。	

c. ガイドピン

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
ガイドピン	棒形状	<p>格子板の安全板挿入スリットの両側に設けるガイドピン孔に挿入し、格子板の上中下段で水平方向を支持する。</p> <p>下端は、炉心タンクの底部で鉛直方向を支持される。</p>	

制御設備のうち未臨界板

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
未臨界板	板状形状	格子板スリットに挿入し、炉心タンク定盤上に着座させる。(炉心構成作業時のみ)	<p>The diagram illustrates the installation of a subcritical plate (未臨界板) into a grid plate slit (格子板) within a core tank (炉心タンク). The plate is supported by a grid plate frame (格子板フレーム). Labels include: (炉心タンク) Core Tank, (格子板) Grid Plate, (格子板フレーム) Grid Plate Frame, and 未臨界板 (Subcritical Plate).</p>

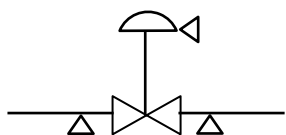
(3) その他試験研究用等原子炉の附属施設

1) 主要な実験設備

イ. 可動装荷物駆動装置

主要区分	計画の概要		摘要
	主体構造	支持構造	
案内管	管構造	<p>下端はフランジに固定され、上端は案内管の支持サポートに、中間は格子板を介して格子板フレーム（3点）に水平方向を支持される。</p>	
駆動装置	たて置角型構造	<p>駆動装置は専用の架台にボルトで固定し、架台は実験装置架台に設けられたベースプレート上にボルトで固定する。</p>	

### 3.3 配管類

主要区分	計画の概要	
	主体構造	支持構造
給排水系の主要弁 低速給水吐出弁 低速流量調整弁 低速給水バイパス弁 急速排水弁	呼び径25A、40A 汎用グローブ弁 呼び径40A、80A 汎用ボール弁	接続配管の支持サポート (弁直近を支持) 駆動装置の支持 (偏心荷重の防止) 

#### 4. 設計用地震力

##### 4.1 機器・配管

設計用地震力は、表4.1-1のとおりとする。

表4.1-1 機器・配管の設計用地震力

耐震クラス	地震力	入力地震動		備 考
		水平方向	鉛直方向	
B	$S_B$	静的震度 ( $1.8C_i$ )	—	水平地震力は静的地震力とする。(注1)
C	$S_C$	静的震度 ( $1.2C_i$ )	—	

表4.1-2 実験棟Aの炉室 (S)、炉下室 (S) における設計用地震力

階	$A_i$ (注2)		$S_B$	$S_C$
	NS方向	EW方向	$1.8C_i$	$1.2C_i$
1F : 炉室 (S) ( $1FL < L \leq 2FL$ )	1.278	1.301	0.38	0.25
B1 : 炉下室 (S) ( $B1L \leq L \leq 1FL$ )	1.000	1.000	0.29	0.20

##### 記号の説明

$S_B$  : 耐震クラスBの設備に適用される設計用地震力

$S_C$  : 耐震クラスCの設備に適用される設計用地震力

$C_i$  : 建物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求める地震層せん断力係数

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

ここで、

$R_t$  : 振動特性係数 (0.8)

$A_i$  : 地震層せん断力係数の高さ方向分布係数 (表4.1-2)

$C_0$  : 標準せん断力係数 (0.2)

##### 注記

注1 : Bクラスの機器・配管は支持構造物と共振のおそれがない設計とするので動的解析を省略する。固有値解析の結果は、「添付書類Ⅲ-1-3 耐震強度計算書」に示す。

注2 :  $R_t$ 及び $A_i$ の値は、元安(原規)第113号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書の添付計算書「I-ニ-5 実験棟Aの強度計算書」による。

## 5. 地震荷重と他の荷重の組合せ及び許容応力

### 5.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

地震荷重と他の荷重の組合せ及び対応する許容応力状態は、表5.1-1のとおりとする。

表5.1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ及び対応する許容応力状態

耐震 クラス	機器等の区分 荷重の組合せ	第4種	その他
		容器、管	支持構造物等
B	$D+P_d+M_d+S_B$	$B_A S$	$B_A S$
C	$D+P_d+M_d+S_C$	$C_A S$	$C_A S$

#### 記号の説明

D： 死荷重

$P_d$ ： 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ： 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$B_A S$ ： 耐震Bクラス設備の地震時の許容応力状態

$C_A S$ ： 耐震Cクラス設備の地震時の許容応力状態

### 5.2 許容応力

#### (1) 容器、管の許容応力

容器、管の許容応力は、表5.2-1のとおりとする。

表5.2-1 第4種容器、管の許容応力

許容応力状態	応力分類	一次一般膜応力	一次応力
	$B_A S$ $C_A S$		$\min[S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $1.2S$ とすることができる。

#### 記号の説明

$S_y$ ： 設計降伏点 (MPa)

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3第1章表6に規定される値。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する



る構造等の技術基準（15科原安第13号）別表第9に規定される値

$S_u$  : 設計引張強さ (MPa)

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3第1章表7に規定される値。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15科原安第13号）別表第10に規定される値

$S$  : 許容引張応力 (MPa)

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3第1章表3、表4に規定される値。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15科原安第13号）別表第7に規定される値

(2) その他の支持構造物等の許容応力

1) その他の支持構造物等（ボルト材以外）

ボルト材以外の許容応力は、表 5.2-2 のとおりとする。

表5.2-2 その他の支持構造物等（ボルト材以外）の許容応力

応力分類 許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧
$B_{AS}$ 、 $C_{AS}$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_p$

2) ボルト材の許容応力

ボルト材の許容応力は、表 5.2-3 のとおりとする。

表5.2-3 ボルト材の許容応力

応力分類 許容応力状態	一次応力	
	引張	せん断
$B_{AS}$ 、 $C_{AS}$	$1.5f_t$	$1.5f_s$

記号の説明

$f_t$  : 許容引張応力 (MPa)

その他の支持構造物等（ボルト材以外）に対しては発電用原子力設備規格設計・建設規格 (JSME S NC1-2012) SSB-3121.1により、ボルト材に対してはSSB-3131により規定される値。

$f_s$  : 許容せん断応力 (MPa)

同上

$f_c$  : 許容圧縮応力 (MPa)

その他の支持構造物等(ボルト材以外)に対して発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012) SSB-3121.1により規定される値。

$f_b$  : 許容曲げ応力 (MPa)

同上

$f_p$  : 許容支圧応力 (MPa)

同上

ただし、その他の支持構造物等の上記 $f_t \sim f_p$ においては、発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2012) SSB-3121.1(1)aのF値は、次に定める値とする。

$S_y$ 及び $0.7S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が $40^\circ\text{C}$ を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35S_y$ 、 $0.7S_u$ 、または $S_y(\text{RT})$ のいずれか小さい方の値。

なお、 $S_y(\text{RT})$ は $40^\circ\text{C}$ における設計降伏点の値。

6. 耐震Cクラス設備の耐震計算条件及び評価結果

今回申請する耐震Cクラス設備の耐震計算条件及び評価結果を示す。ただし、一般産業品である高速/低速給水ポンプ等の耐震計算条件及び評価結果の説明は省略する。

6.1 ダンプ槽

(1) 計算条件

ダンプ槽の耐震計算条件を表6.1-1に示す。また、計算モデルを図6.1-1に示す。

なお、ダンプ槽の耐震設計上の重要度分類はCクラスであるが、上位機器への波及的影響を考慮し、ダンプ槽の胴、支持脚及び基礎ボルト（評価対象部位）はBクラスとして評価を行う。

表 6.1-1 計算条件

評価対象部位	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		計算で使用 する圧力	評価温度 (°C)
			水平C <sub>H</sub>	鉛直C <sub>V</sub>		
容器の胴 支持脚 ダンプ槽の基礎ボルト	C(B) <sup>※1</sup>	炉下室 (S) 1 F L - 8.5m	0.29	—	静水頭 (2.5m)	80

※1：上位機器への波及的影響を考慮し、Bクラスとして評価を行う。

(2) 機器要目

$m_0$ (kg)	$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$\ell$ (mm)	$\ell_c$ (mm)	$\ell_g$ (mm)	$n$ (-)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> ) (M24)
9100	2000	8	1412	2258	1800	4	353

$n$  : 脚 1 個当たりの基礎ボルト本数、 $A_b$  : 基礎ボルトの有効断面積

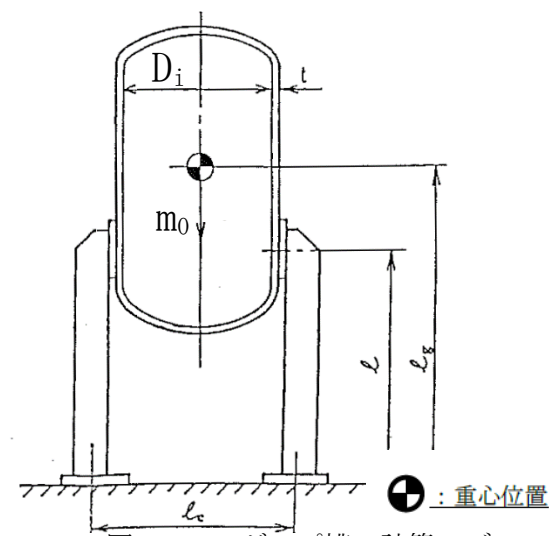


図 6.1-1 ダンプ槽の計算モデル

(3) 評価結果

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴板	SUS304	80	一次一般膜	$\sigma_0$ 4	164
			一次	$\sigma_1$ 10	164
脚	SS400	80	組合せ	$\sigma_s$ 13	245
			圧縮応力と曲げ	$\frac{\sigma_{sr}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_{bc}} \leq 1$	
				0.05	
基礎ボルト	SS400	80	引張	$\sigma_b$ 28	183
			せん断	$\tau_b$ 12	141

6.2 可動装荷物駆動装置（駆動装置）

(1) 計算条件

可動装荷物駆動装置（駆動装置）の耐震計算条件を表 6.2-1 に示す。また、計算モデルを図 6.2-1 に示す。

表 6.2-1 計算条件

評価対象部位	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		評価温度 (°C)
			水平 $C_H$	鉛直 $C_V$	
可動装荷物駆動装置（駆動装置） の取付ボルト	<b>C</b>	炉室(S) 1 F L +0.69m	0.25	-	60

(2) 機器要目

$n$	$A_b$
(-)	(mm <sup>2</sup> )
4	353 (M24)

$n$  : 脚 1 個当たりの取付ボルト本数、 $A_b$  : 取付ボルトの有効断面積

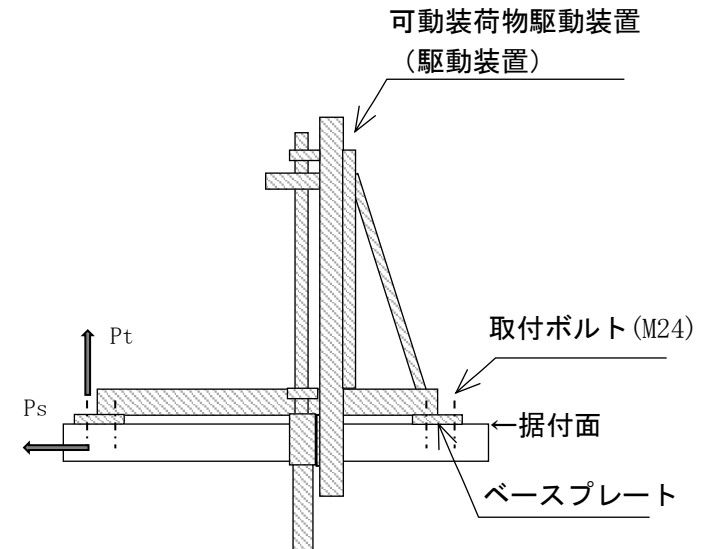


図 6.2-1 可動装荷物駆動装置（駆動装置）の計算モデル

(3) 評価結果

以下に示すとおり、可動装荷物駆動装置（駆動装置）の取付ボルトに発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
取付ボルト	SS400	60	引張	-	208
			せん断	3	120

### 6.3 給排水系主配管

#### (1) 計算条件

- 1) 給排水系主配管は、基準振動数を 20Hz とする振動数基準定ピッチスパン法により設計する。
- 2) 給排水系主配管を直管部、曲がり部、分岐部及び集中質量部の各構造要素に分け、各要素の固有振動数が基準振動数以上となるように支持間隔を定める。なお、各要素の支持間隔を定めるに当たって、曲がり部の低減率、分岐部及び集中質量部の縮小率は原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601-1987）より求める。

#### (2) 機器要目

対象	管の内径 $d_1$ (mm)	管の外径 $d_2$ (mm)	配管材と内包する水の 単位長さ当たりの質量 $w$ (kg/mm)	材料の 縦弾性係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント $I$ (mm <sup>4</sup> )
200A×Sch10S	208.3	216.3	0.063	191000	$1.503 \times 10^7$
150A×Sch10S	158.4	165.2	0.040	191000	$5.658 \times 10^6$
100A×Sch10S	108.3	114.3	0.024	191000	$1.625 \times 10^6$
80A×Sch10S	83.1	89.1	0.018	191000	$7.528 \times 10^5$
65A×Sch20S	69.3	76.3	0.016	191000	$5.315 \times 10^5$
50A×Sch20S	53.5	60.5	0.013	191000	$2.554 \times 10^5$
40A×Sch20S	42.6	48.6	0.010	191000	$1.121 \times 10^5$
25A×Sch20S	28.0	34.0	0.008	191000	$3.542 \times 10^4$



(3) 評価結果

給排水系主配管の支持間隔は、表 6.3-1 に示す値以下とする。また、表 6.3-1 に示していない曲がり部及び分岐部が連続した場合の最大支持間隔は、直管部の最大支持間隔に低減率  $\alpha$  を曲がりの回数分乗じ、さらに分岐部の縮小率  $\beta$  を乗じて算出する。

表 6.3-1 給排水系主配管の最大支持間隔 (1/3)

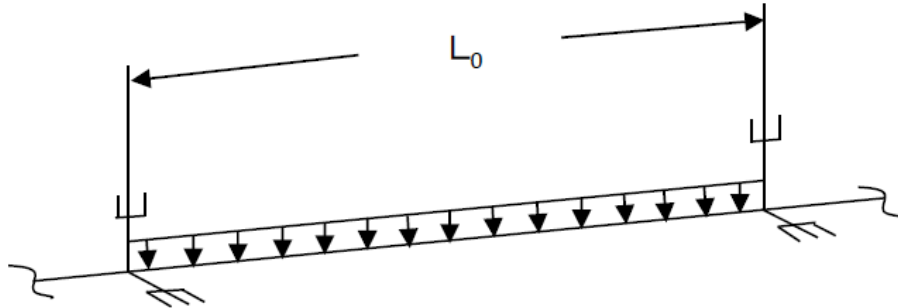
対象	最大支持間隔				
	直管部 $L_0$ (mm)	90° 曲がり部		45° 曲がり部	
		低減率 $\alpha$	$L_1 + L_2$ (mm)	低減率 $\alpha$	$L_1 + L_2$ (mm)
200A×Sch10S	4090	0.82	3350	0.90	3680
150A×Sch10S	3590	0.82	2940	0.90	3230
100A×Sch10S	2980	0.82	2440	0.90	2680
80A×Sch10S	2640	0.82	2160	0.90	2370
65A×Sch20S	2500	0.82	2050	0.90	2250
50A×Sch20S	2190	0.82	1790	0.90	1970
40A×Sch20S	1900	0.82	1550	0.90	1710
25A×Sch20S	1510	0.82	1230	0.90	1350

表 6.3-1 給排水系主配管の最大支持間隔 (2/3)

対象	最大支持間隔			
	分岐部		直管部と集中荷重	
	縮小率 $\beta$	$L_R + L_B$ (mm)	縮小率 $\beta$	$L_w$ (mm)
200A×Sch10S	0.80	3270	0.5	2040
150A×Sch10S	0.80	2870	0.5	1790
100A×Sch10S	0.80	2380	0.5	1490
80A×Sch10S	0.80	2110	0.46	1210
65A×Sch20S	0.80	2000	0.5	1250
50A×Sch20S	0.80	1750	0.5	1090
40A×Sch20S	0.80	1520	0.5	950
25A×Sch20S	0.80	1200	0.46	690

表 6.3-1 給排水系主配管の最大支持間隔(3/3)

対象	最大支持間隔		
	90° 曲がり部と 集中荷重	45° 曲がり部と 集中荷重	分岐部と 集中荷重
	$L_1+L_2$ (mm)	$L_1+L_2$ (mm)	$L_R+L_B$ (mm)
200A×Sch10S	1670	1840	1630
150A×Sch10S	1470	1610	1430
100A×Sch10S	1220	1340	1190
80A×Sch10S	990	1090	970
65A×Sch20S	1020	1120	1000
50A×Sch20S	890	980	870
40A×Sch20S	770	850	760
25A×Sch20S	560	620	550



注1： $L_0$ は直管部最大支持間隔。

図 6.3-1 直管部の支持間隔

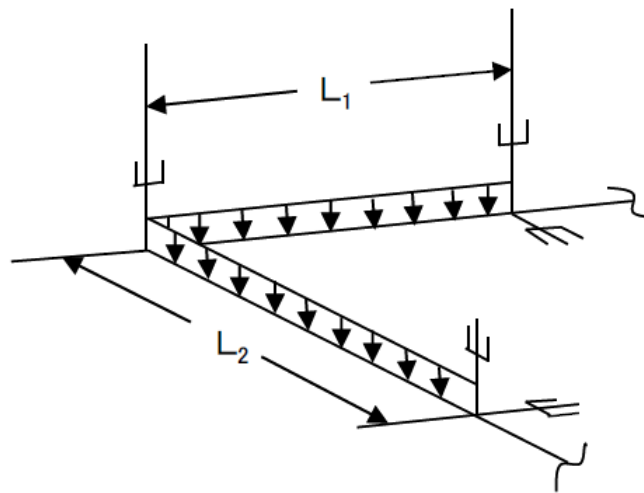
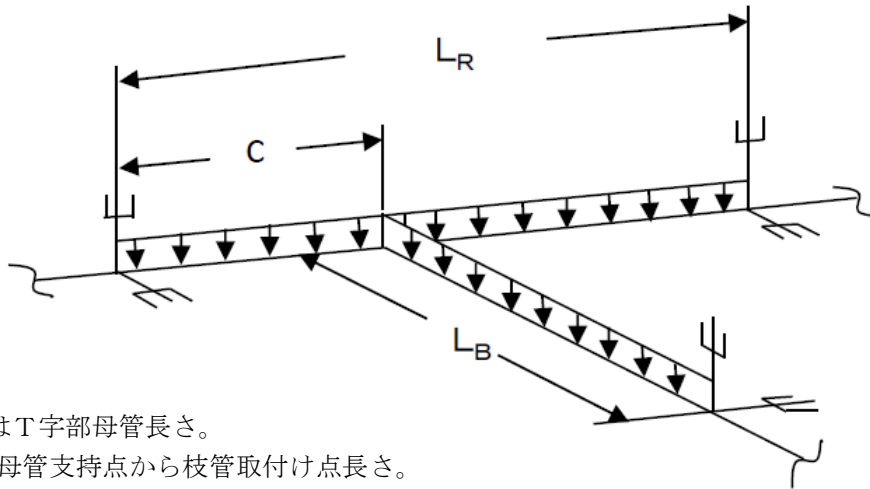
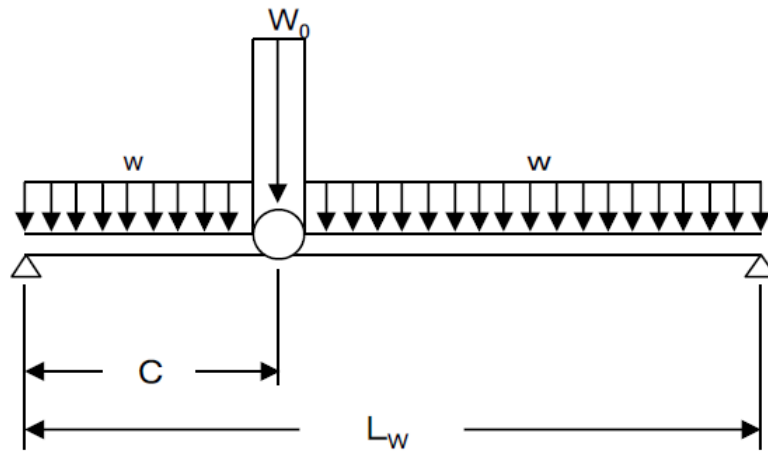


図 6.3-2 曲がり部の支持間隔



- 注 1 :  $L_R$ はT字部母管長さ。
- 注 2 :  $C$ は母管支持点から枝管取付け点長さ。
- 注 3 :  $L_B$ は枝管長さ。

図 6.3-3 分岐部の支持間隔



- 注 1 :  $L_w$ は集中質量部支持間隔。
- 注 2 :  $C$ は支持端から集中荷重点までの長さ。
- 注 3 :  $w$ は配管の単位長さ当たり重量。
- 注 4 :  $W_0$ は集中荷重。

図 6.3-4 集中質量部の支持間隔

## 添付書類

### Ⅲ－１－３ 耐震強度計算書

- (1) 原子炉本体等の応力解析
- (2) 実験装置架台、移動支持架台の耐震強度計算書
- (3) 炉心タンクの耐震強度計算書
- (4) その他の主要な計装の耐震強度計算書
- (5) 安全板駆動装置の耐震強度計算書
- (6) 可動装荷物駆動装置(案内管)の耐震強度計算書
- (7) 検出器配置用治具の耐震強度計算書
- (8) ガイドピンの耐震強度計算書
- (9) 急速排水弁、低速給水系主要弁の耐震強度計算書

空白頁

添付書類

Ⅲ－１－３－(1) 原子炉本体等の応力解析

## 目 次

1. 概 要 .....	添Ⅲ-1-3-(1)-1
2. 地震応力解析モデル.....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
2. 1 モデル化方法.....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
(1) 炉心タンク.....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
(2) 安全板駆動装置（ガイドフレーム） .....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
(3) 最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチ.....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
(4) 案内管 .....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
2. 2 機器・架台の質量.....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
(1) 機器の質量.....	添Ⅲ-1-3-(1)-3
(2) 架台の質量.....	添Ⅲ-1-3-(1)-4
2. 3 境界条件.....	添Ⅲ-1-3-(1)-4
3. 解析方法 .....	添Ⅲ-1-3-(1)-9
3. 1 固有値解析.....	添Ⅲ-1-3-(1)-9
3. 2 応力解析.....	添Ⅲ-1-3-(1)-9
4. 解析結果 .....	添Ⅲ-1-3-(1)-10
4. 1 固有値解析結果.....	添Ⅲ-1-3-(1)-10
4. 2 応力解析結果.....	添Ⅲ-1-3-(1)-13
(1) せん断力及び曲げモーメント.....	添Ⅲ-1-3-(1)-13
(2) 各部位に生じる部材力.....	添Ⅲ-1-3-(1)-13



## 1. 概 要

本解析書は、STACY更新炉の原子炉本体等に係る地震応力解析の方法及び結果を示すものである。解析対象とした原子炉本体等の主要部構造は、図1-1の概要図に示すとおりである。

この応力解析結果に基づき、炉心タンクを設置する実験装置架台及び炉心タンク上部で安全板駆動装置等を支持する移動支持架台（以下、総称する場合は「架台」という。）は、Bクラス設備を支持するため静的震度 $S_B$ による耐震強度評価を行う。また、炉心タンク、安全板駆動装置、最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ及び可動装荷物駆動装置（案内管）に作用する地震荷重条件を設定し、以下の耐震計算書に計算内容及び評価結果を示す。

- Ⅲ-1-3-(2) 実験装置架台、移動支持架台の耐震強度計算書
- Ⅲ-1-3-(3) 炉心タンクの耐震強度計算書
- Ⅲ-1-3-(4) その他の主要な計装の耐震強度計算書
- Ⅲ-1-3-(5) 安全板駆動装置の耐震強度計算書
- Ⅲ-1-3-(6) 可動装荷物駆動装置（案内管）の耐震強度計算書

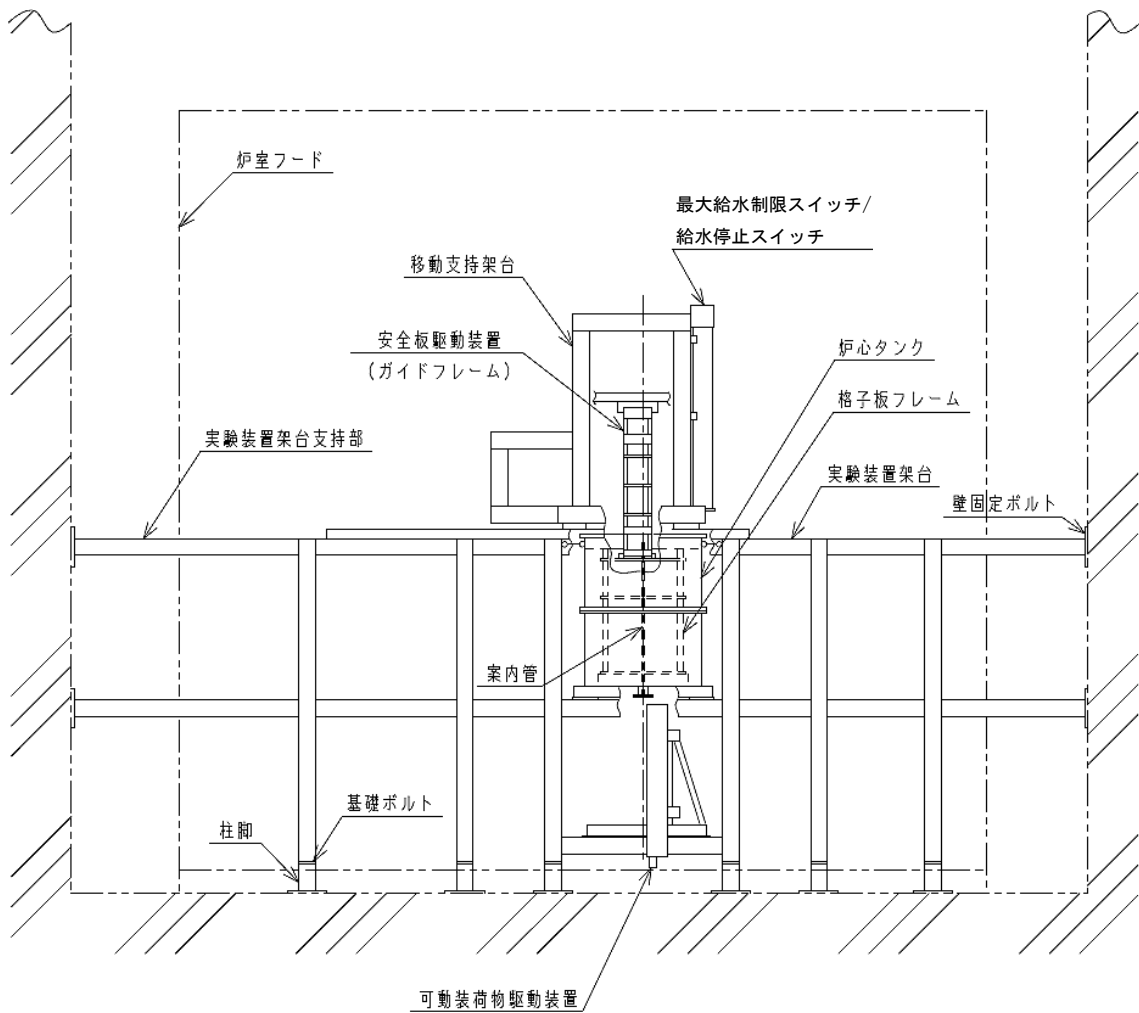


図1-1 原子炉本体等の主要部構造

## 2. 地震応力解析モデル

### 2. 1 モデル化方法

架台は、有限要素法による梁要素を用いた3次元構造にモデル化した。架台上に設置される炉心タンク、安全板駆動装置等についても同様に、以下のようにモデル化した。

原子炉本体等地震応力解析モデルを図2-1に示す。

#### (1) 炉心タンク

炉心タンクの容器胴及び支持脚を等価な曲げ及びせん断剛性を有する梁要素で連結した3次元構造にモデル化した。炉心タンク内に設置される格子板フレームも同様に、梁要素でモデル化して炉心タンクに接続した。棒状燃料及び軽水等の質量は、炉心タンク及び格子板フレームの各要素に、容器底板及び格子板等の質量は適切な節点に付加した。

#### (2) 安全板駆動装置（ガイドフレーム）

ガイドフレームの主要部材を等価な曲げ及びせん断剛性を有する梁要素で連結した3次元構造にモデル化し、移動支持架台及び格子板フレームに接続した。その際、ガイドフレームの最大数となる8基分相当の質量を接続点に付加した。

#### (3) 最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチ

最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチ（以下、「水位計」という）の駆動装置は、主要部材を等価な曲げ及びせん断剛性を有する梁要素で連結した3次元構造にモデル化し、移動支持架台に接続するとともに、水面検知素子を保持するスイッチロッドの制振サポート（検出器配置用治具等固定用タッププレート）として炉心タンクから水平方向を支持した。

#### (4) 案内管

案内管は、等価な曲げ及びせん断剛性を有する梁要素でモデル化し、炉心タンクに接続するとともに、格子板フレームから水平方向を支持した。

### 2. 2 機器・架台の質量

#### (1) 機器の質量

機器の質量は、設計質量の1割を余裕として加えた値を解析質量とし、各要素に割り当てた。炉心タンク内の軽水は最大水位1700mmに相当する質量を加えるものとした。また、地震による軽水の揺動を考慮し、円柱単体に対する付加質量として棒状燃料及びタイロッド（スペーサ含む）体積相当分の軽水質量を格子板フレーム及び棒状

燃料等に加えたうえで、円柱群の効果を安全側の評価となるよう前述の炉心タンク内軽水のうち燃料領域の体積相当分の質量を格子板フレーム及び棒状燃料等の付加質量としてさらに加えた。

## (2) 架台の質量

架台を構成する形鋼等の質量は、各梁要素に設定した寸法及び密度から自動計算される。架台上に設置される機器（梁要素としてモデル化されるものを除く）、配管、手摺り、床板等の質量は、架台の各節点に振り分けて付加した。

## 2. 3 境界条件

- ① 実験装置架台は、柱脚を介して基礎ボルトで固定され、また支持部は側壁の埋込金物に溶接又は取付ボルトで固定されている。境界条件はピン結合（並進のみ拘束）とした。
- ② 炉心タンクは、容器胴下端と剛体結合した支持脚を介して実験装置架台上へ取付ボルトにより固縛されており、ボルト固定部はピン結合とした。炉心タンクの上端は、両端点をピン結合としたテンションバーにより、架台から支持するものとした。
- ③ 安全板駆動装置（ガイドフレーム）は、移動支持架台に吊下げられる上端をピン結合とし、格子板上に振れ止めされる下端部（両端）は、炉心タンクとの間で水平方向を拘束した。
- ④ 案内管は、炉心タンク底部に固定される下端をピン結合とし、格子板に振れ止めされる部位（上端及び中間部）は水平方向を拘束とした。
- ⑤ 格子板フレームは、炉心タンク内の受座により保持される上端を完全拘束とし、タイロッドの差込みで炉心タンク底部に水平支持される下端は、水平方向を拘束とした。
- ⑥ 水位計は、駆動装置部の下端を移動支持架台に完全拘束するとともに、上部及び中間部の取付ボルト部は水平方向及び鉛直軸回りを拘束した。また、水面検知素子を下端に保持するスイッチロッドは、炉心タンクからの制振支持を考慮して、水平方向を拘束とした。

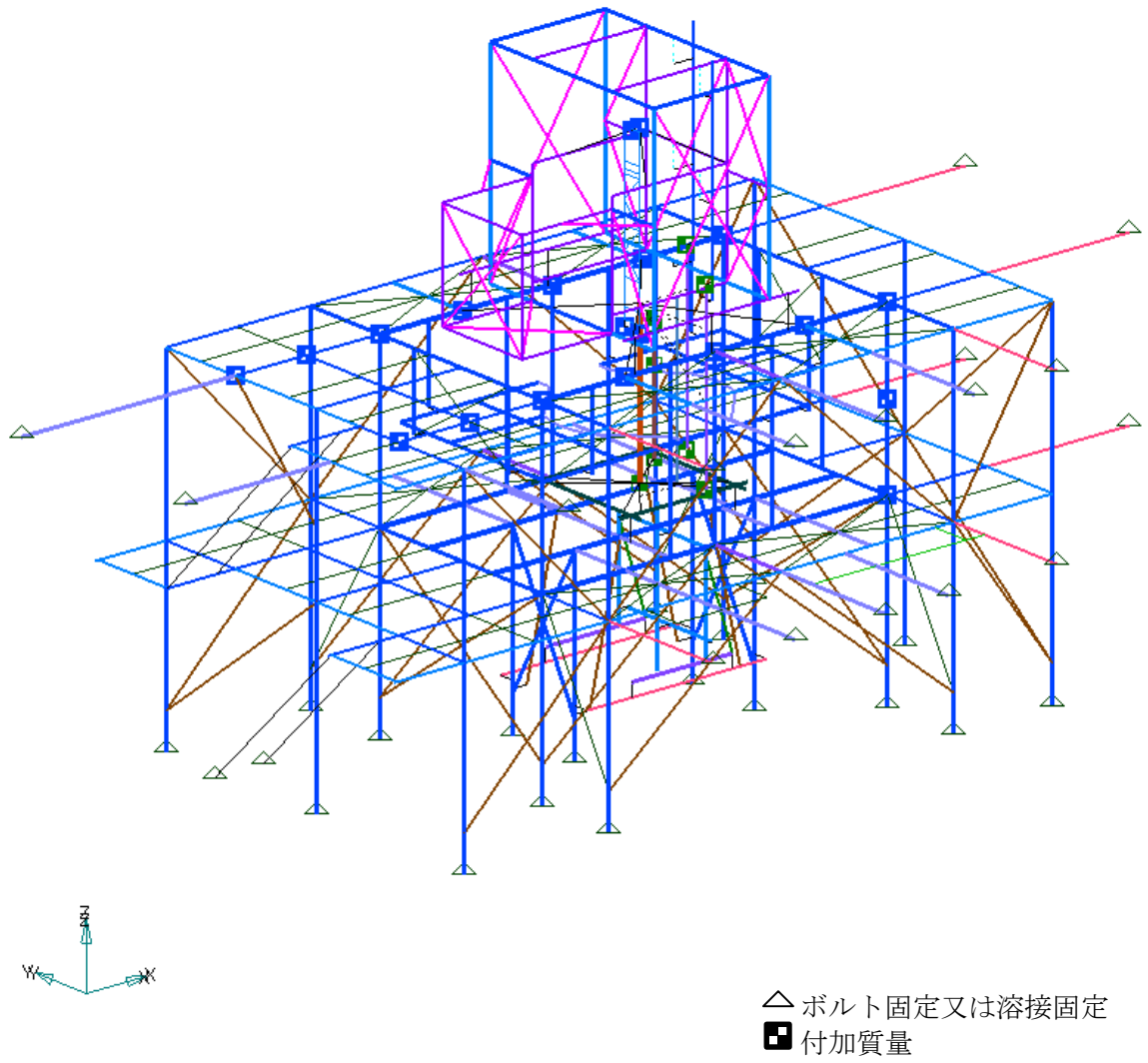


図2-1(1/4) 原子炉本体等地震応力解析モデル

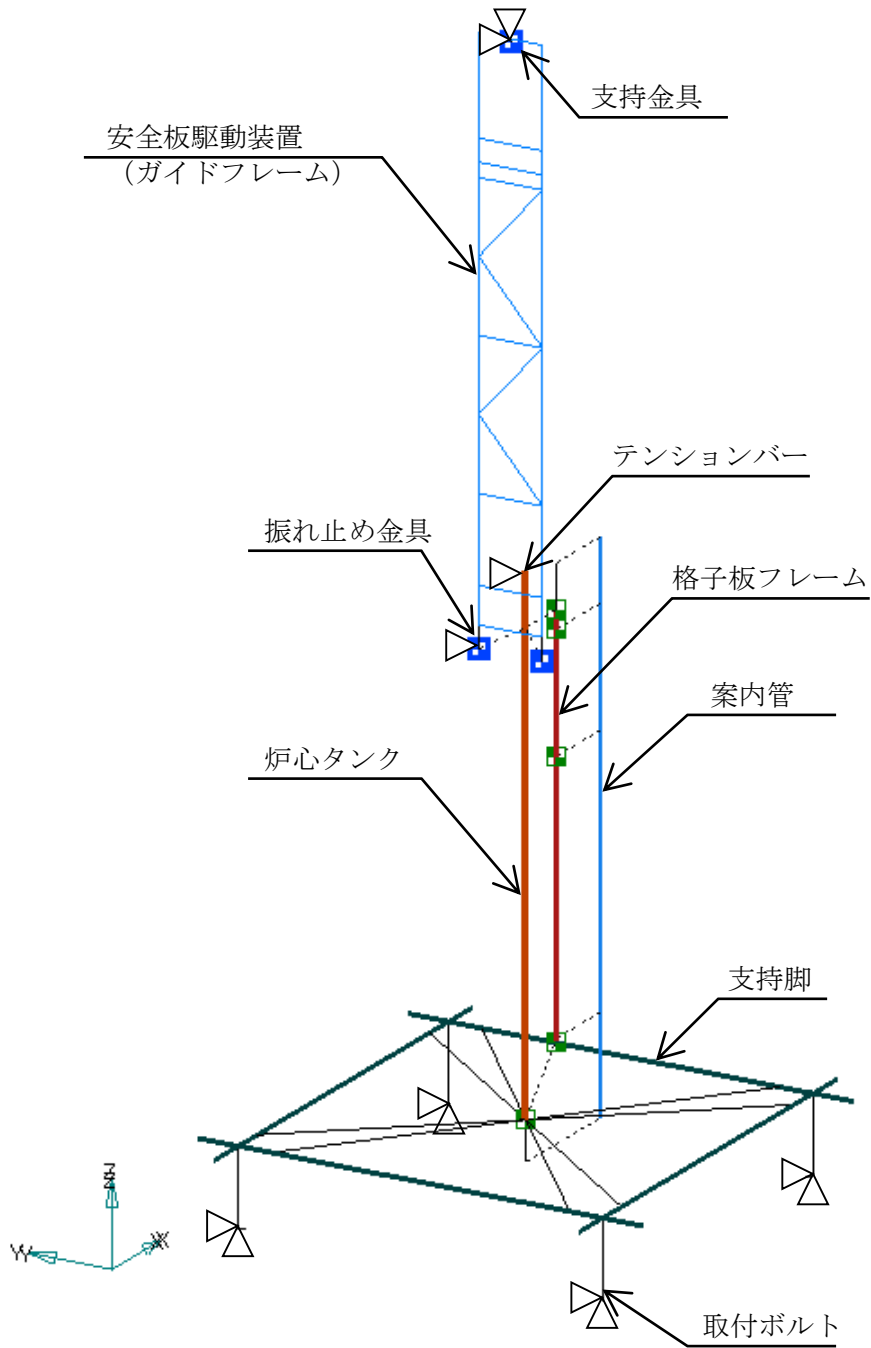


図2-1(2/4) 原子炉本体等地震応力解析モデル (炉心タンク部)

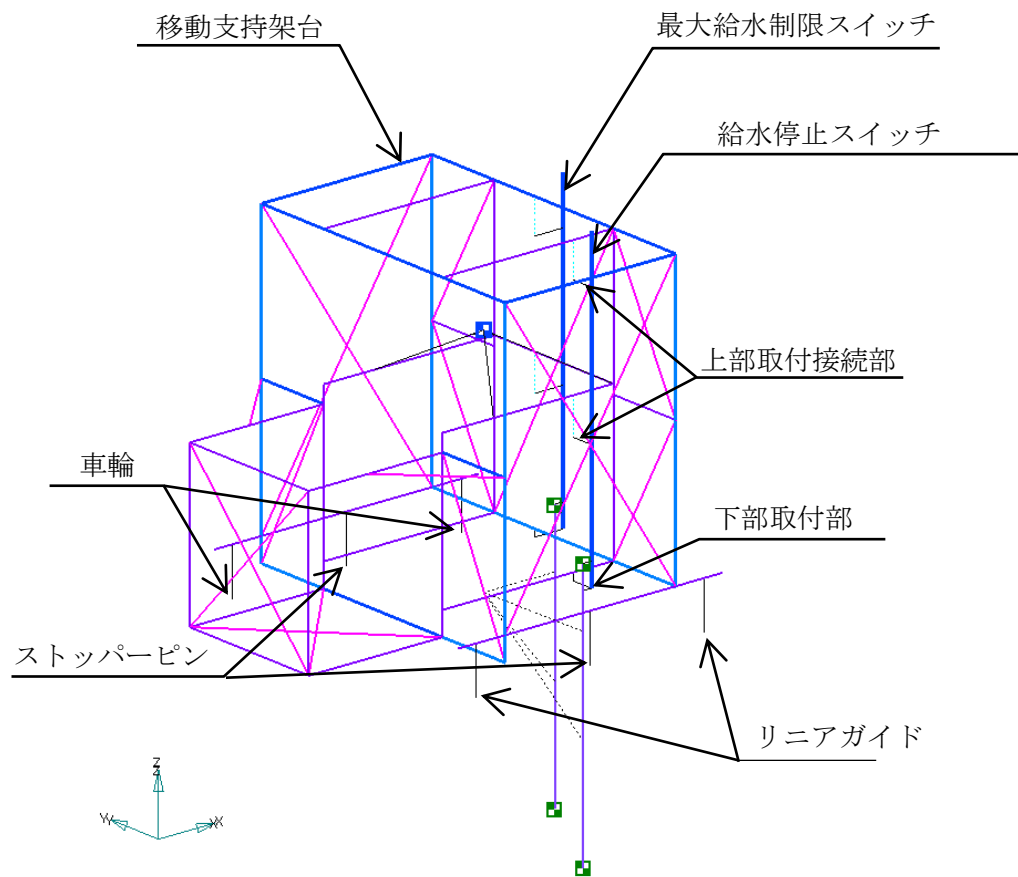
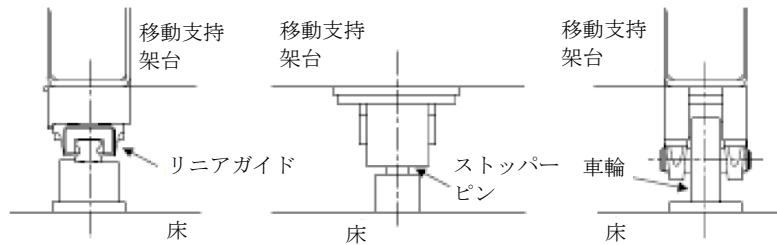


図2-1(3/4) 原子炉本体等地震応力解析モデル（移動支持架台及び水位計駆動装置部）



(i) リニアガイド構造 (ii) ストッパーピン構造 (iii) 車輪構造

図2-1(4/4) 原子炉本体等地震応力解析モデル(移動支持架台脚部構造)

表2-1 地震応力解析モデルにおける移動支持架台脚部の境界条件

	X	Y	Z	X $\theta$	Y $\theta$	Z $\theta$
リニアガイド	○	×	×	×	×	×
ストッパーピン	×	×	○	×	×	○
車輪	○	○	×	○	○	○

○ : フリー × : 拘束



### 3. 解析方法

固有値解析及び応力解析は、解析コード「NASTRAN(\*1)」を用いた3次元有限要素法(はり要素モデル)により実施する。

#### 3. 1 固有値解析

解析コードを用いて、原子炉本体等の固有値解析を行う。

#### 3. 2 応力解析

応力解析は、静的地震力に対して静的解析を行う。入力する地震力は、実験棟Aの1階床部(1FL±0.0m)及び2階床部(1FL+7.0m)を包絡する値であり、耐震クラスBの機器において水平方向0.38Gとする。なお、固有値解析の結果から20Hz以上の剛構造であることが示され、建物との共振が生じる恐れがない場合は、動的解析を行わない。

注記.

\*1 計算プログラム： MSC NASTRAN 2005r2

#### 4. 解析結果

##### 4. 1 固有値解析結果

原子炉本体等の固有値解析結果を表4.1-1に示すとともに、1次の振動モードを図4.1-1に示す。固有振動数は20Hz以上であることから、建物との共振のおそれはない。

なお、下表の固有値解析結果はモデル化した機器の評価結果のうち最小値を示しているため、安全板駆動装置、水位計等の個別機器の固有振動数は、下表の解析結果に含まれる。

表4.1-1 原子炉本体等の固有値解析結果

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1	0.046	21.6
2	0.046	21.7
3	0.042	23.8
4	0.042	24.1
5	0.038	26.3

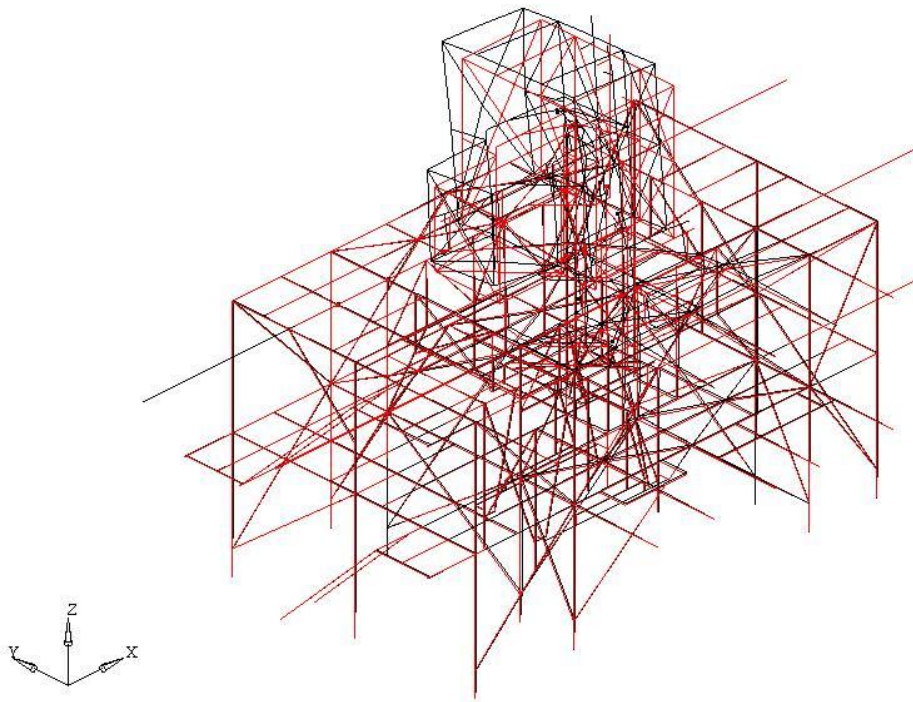


図4.1-1(a) 1次モード 鳥瞰図 (21.6Hz 0.046s)

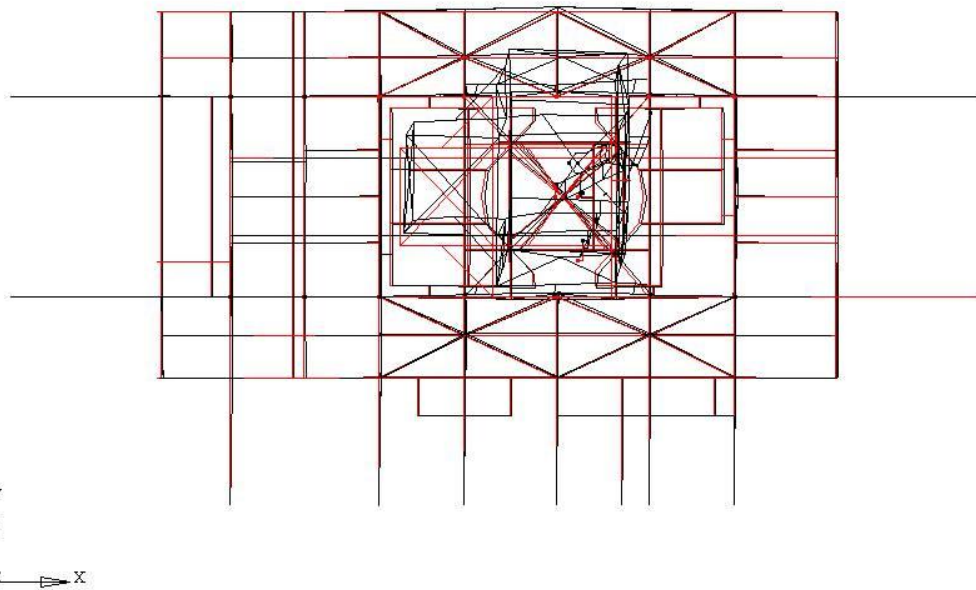


図4.1-1(b) 1次モード 上面図 (21.6Hz 0.046s)

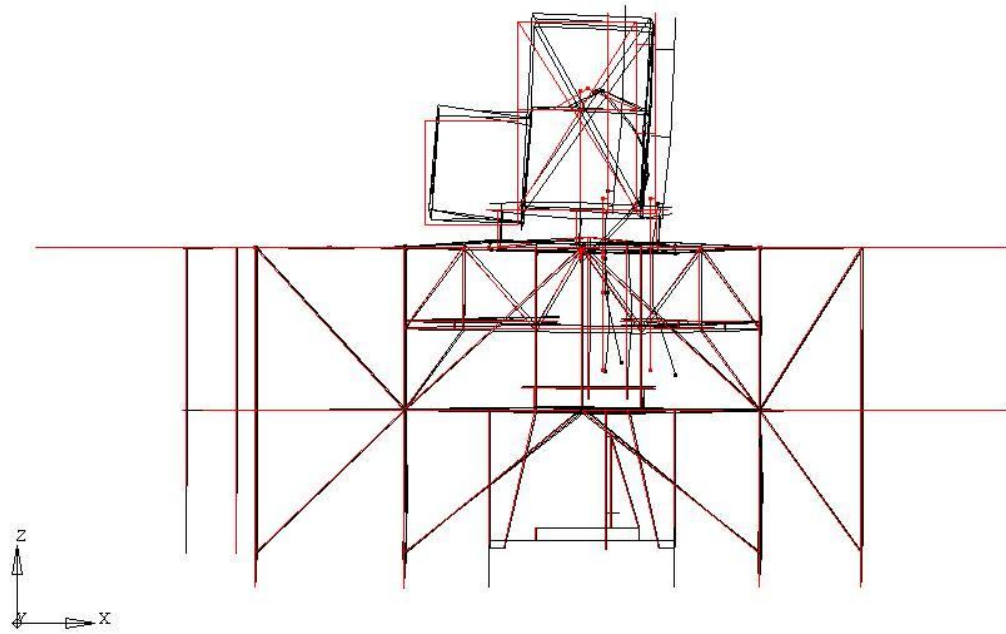


図4.1-1(c) 1次モード 正面図 (21.6Hz 0.046s)

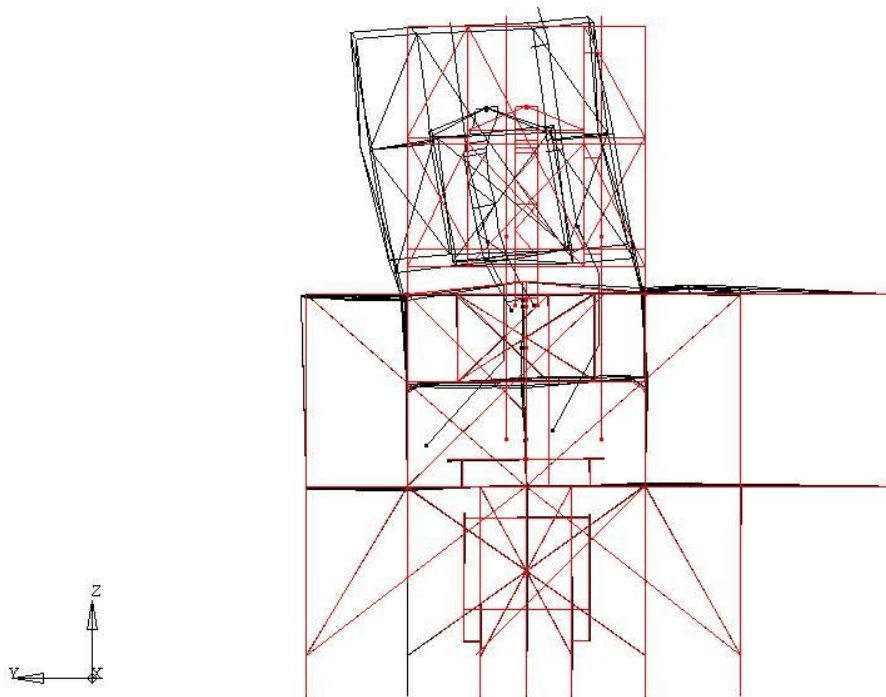


図4.1-1(d) 1次モード 側面図 (21.6Hz 0.046s)

#### 4. 2 応力解析結果

(1) せん断力及び曲げモーメント

各機器の節点に生じるせん断力及び曲げモーメントの分布を、図4.2-1～8に示す。

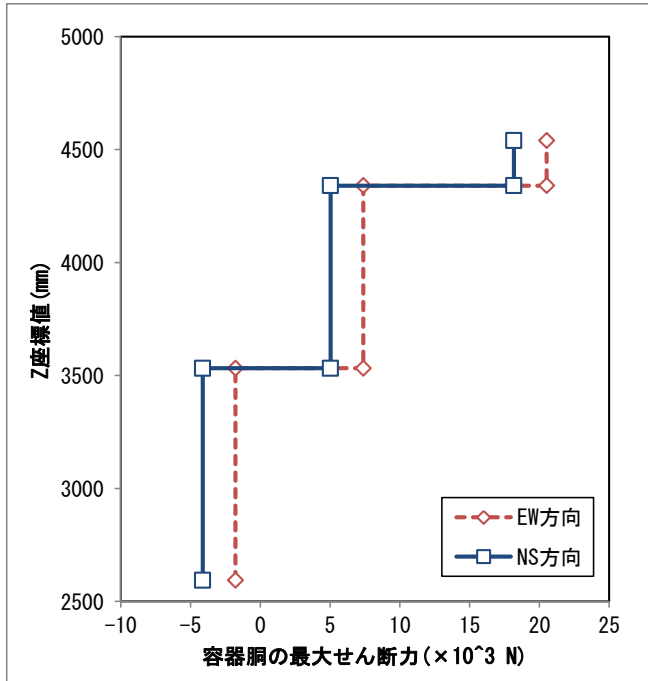
(2) 各部位に生じる部材力

各機器の評価部位に生じる部材力の最大値を、表4.2-1に示す。

以上

表4.2-1 各部位に生じる部材力

部 位	耐震クラス	曲げモーメント(N-mm)		せん断力(N)		軸力(N)		ねじりトルク(N-mm)	
		NS (x)	EW (y)	NS (x)	EW (y)	NS (x)	EW (y)	NS (x)	EW (y)
(1) 炉心タンク									
容器の胴	B	1.022E+07	1.260E+07	1.818E+04	2.053E+04	—	—	—	—
支持脚 (弱軸)	B	2.036E+06	2.772E+06	1.271E+04	1.522E+04	9.007E+03	3.664E+03	5.272E+04	3.120E+02
(強軸)		5.717E+04	5.803E+04	9.140E+02	4.830E+02	—	—	—	—
取付ボルト (座板あたり)	B	—	—	6.794E+03	1.671E+04	—	—	—	—
テンションバー	B	—	—	—	—	2.051E+04	2.145E+04	—	—
(2) 格子板フレーム									
タイロッド	B	1.749E+06	1.749E+06	5.909E+03	5.909E+03	—	—	—	—
(3) 最大給水制限スイッチ									
フレーム	B	2.640E+04	4.432E+04	1.450E+02	1.450E+02	—	—	—	—
上部取付接続部	B	—	—	—	2.870E+02	2.820E+02	—	—	—
下部取付部	B	1.924E+04	4.432E+04	6.700E+01	2.800E+02	—	—	—	—
(4) 給水停止スイッチ									
フレーム	B	2.640E+04	1.421E+05	1.460E+02	2.190E+02	—	—	—	—
上部取付接続部	B	—	—	2.920E+02	—	—	5.070E+02	—	—
下部取付部	B	2.295E+04	9.697E+04	1.830E+02	7.240E+02	—	—	—	—
(5) 安全板駆動装置 (ガイドフレーム)									
ガイドレール (下端近傍)	B	—	9.934E+03	—	5.900E+01	—	6.500E+01	—	—
(中間部)		3.477E+04	—	1.100E+01	—	1.940E+02	—	—	—
補強アングル	B	6.300E+01	4.128E+03	1.000E+00	3.400E+01	4.000E+00	1.000E+01	—	—
吊フレーム	B	1.662E+04	—	1.270E+02	—	6.680E+02	—	—	—
振れ止め金具位置決めピン	B	—	—	1.280E+02	1.280E+02	—	—	—	—
(6) 可動装荷物駆動装置 (案内管)									
案内管	B	1.191E+03	1.192E+03	6.000E+00	6.000E+00	—	—	—	—

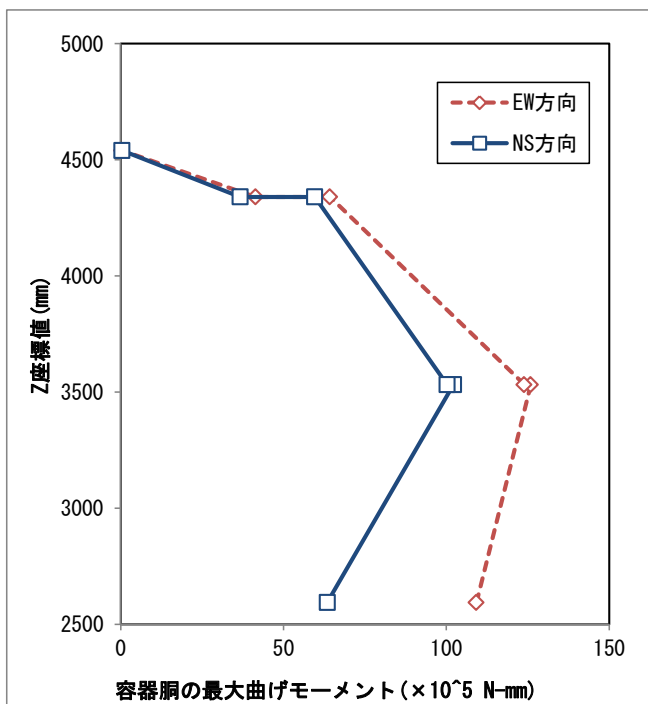


(単位 :  $\times 10^3$  N)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
4540	18.18	20.53
4340	18.18	20.53
	5.031	7.384
3532	5.031	7.384
	-4.131	-1.779
2594	-4.131	-1.779

図4.2-1 炉心タンクの最大せん断力

(表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)

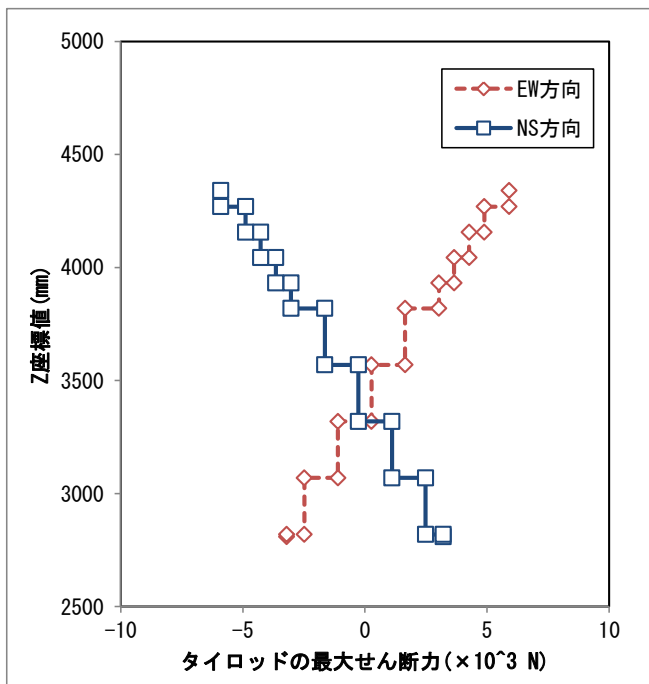


(単位 :  $\times 10^5$  N-mm)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
4540	0.350	0.350
4340	36.70	41.41
	59.57	64.28
3532	100.3	124.0
	102.2	126.0
2594	63.45	109.3

図4.2-2 炉心タンクの曲げモーメント

(表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)



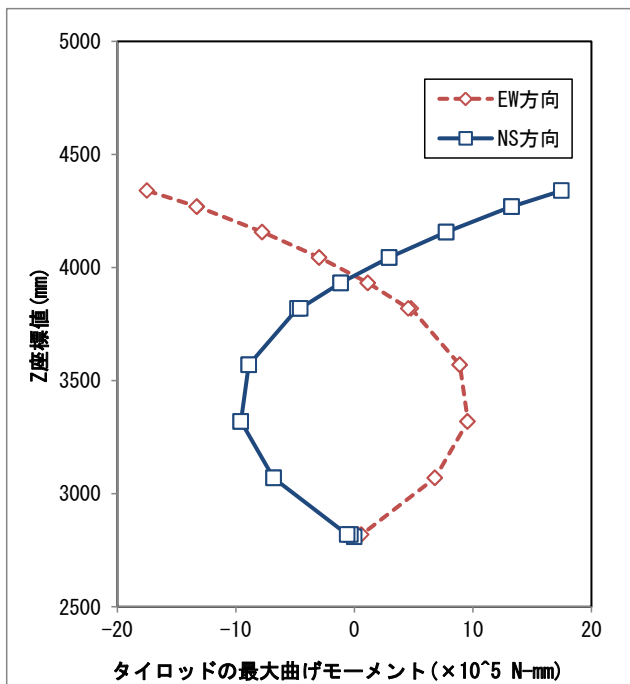
(単位： $\times 10^3$  N)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
4340	-5.909	5.909
4269	-5.909	5.909
	-4.889	4.889
4157	-4.889	4.889
	-4.270	4.270
4044	-4.270	4.270
	-3.651	3.651
3932	-3.651	3.651
	-3.031	3.031
3819	-3.031	3.031
	-1.646	1.646
3569	-1.646	1.646
	-0.270	0.270
3319	-0.270	0.270
	1.107	-1.107
3069	1.107	-1.107
	2.483	-2.483
2819	2.483	-2.483
	3.209	-3.209
2809	3.209	-3.209

図4.2-3 格子板フレームの最大せん断力

(表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)



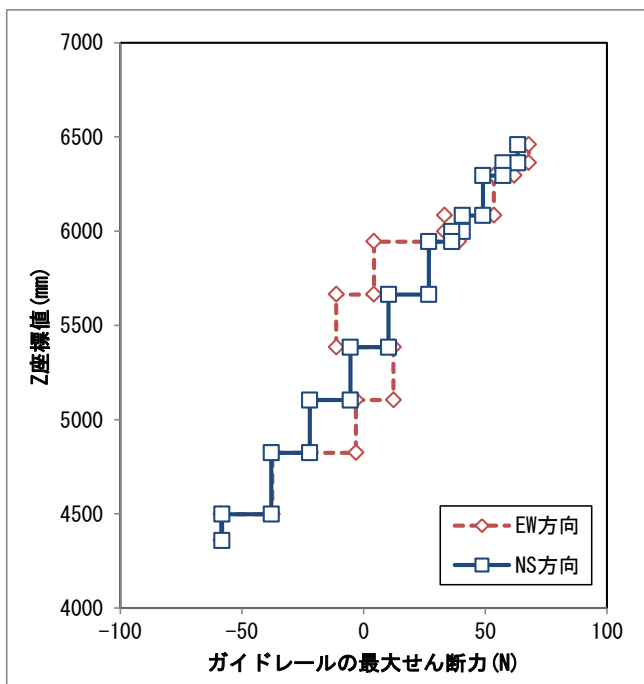


(単位：×10<sup>5</sup> N-mm)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
4340	17.49	-17.49
4269	13.29	-13.29
	13.26	-13.26
4157	7.752	-7.753
	7.752	-7.753
4044	2.949	-2.950
	2.949	-2.950
3932	-1.158	1.157
	-1.158	1.157
3819	-4.568	4.567
	-4.796	4.796
3569	-8.909	8.909
	-8.909	8.909
3319	-9.582	9.582
	-9.582	9.582
3069	-6.815	6.815
	-6.815	6.815
2819	-0.608	0.608
	-0.321	0.321
2809	0.000	0.000

図4.2-4 格子板フレームの最大曲げモーメント  
(表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)

(単位：N)



Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
6458	64	68
6362	64	68
	58	62
6295	58	62
	49	54
6083	49	54
	41	34
5998	41	34
	37	40
5944	37	40
	27	5
5664	27	5
	11	-12
5384	11	-12
	-6	13
5104	-6	13
	-23	-4
4824	-23	-4
	-38	-38
4498	-38	-38
	-59	-59
4358	-59	-59

図4.2-5 安全板駆動装置（ガイドフレーム）の最大せん断力  
 (表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)

(単位： $\times 10^3$  N-mm)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
6458	-1.608	-16.40
6362	4.471	-9.884
	4.442	-9.912
6294.5	8.310	-5.738
	8.488	-5.560
6083	18.85	5.762
	18.68	1.677
5998	22.13	4.498
	22.11	0.362
5944	24.07	2.470
	24.41	0.304
5664	31.91	1.473
	31.91	1.473
5384	34.77	-1.681
	34.77	-1.787
5104	33.24	1.645
	33.33	1.645
4824	27.11	0.752
	27.13	4.438
4498	16.30	-6.272
	16.09	9.934
4358	5.544	-0.674

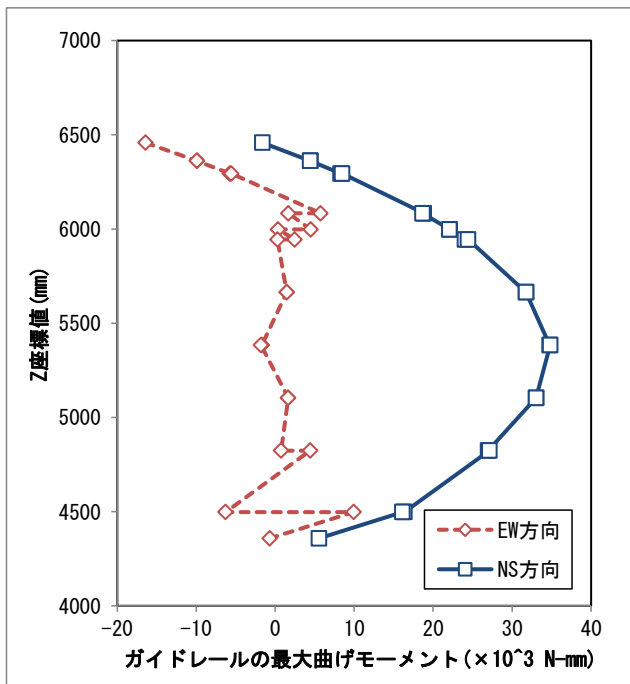


図4.2-6 安全板駆動装置（ガイドフレーム）の最大曲げモーメント  
 (表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)

(単位：N)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
4505	-6	6
4269	-6	6
	6	-6
4157	6	-6
	5	-5
4044	5	-5
	4	-4
3932	4	-4
	3	-3
3819	3	-3
	2	-2
3569	2	-2
	-1	1
3319	-1	1
	-3	3
3069	-3	3
	-5	5
2819	-5	5
	5	-5
2725	5	-5
	4	-4
2632	4	-4
	3	-3
2538	3	-3
	2	-2
2444	2	-2

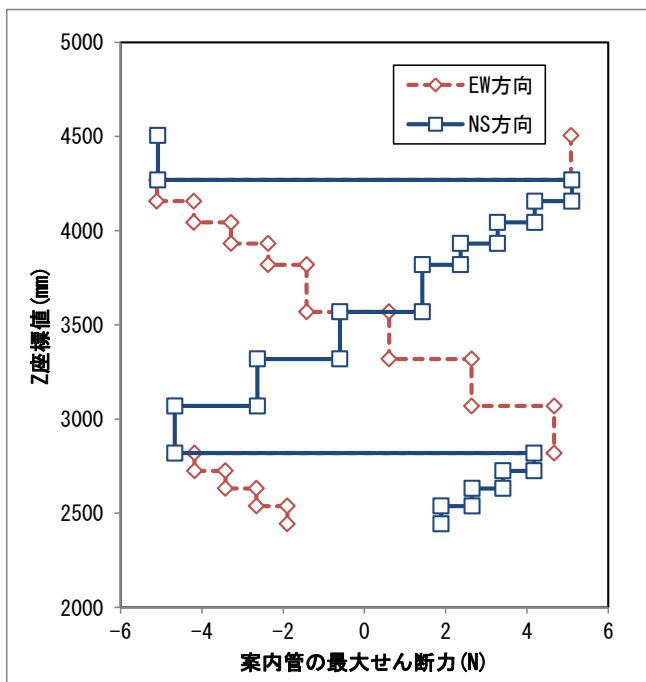


図4.2-7 可動装荷物駆動装置（案内管）の最大せん断力  
 (表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)

(単位： $\times 10^2$  N-mm)

Z座標値 (mm)	自重+静的地震力	
	NS方向	EW方向
4505	0.380	0.380
4269	-11.62	-11.63
	-11.91	-11.92
4157	-6.170	-6.170
	-6.170	-6.170
4044	-1.450	-1.460
	-1.450	-1.460
3932	2.250	2.240
	2.250	2.240
3819	4.910	4.900
	5.250	5.240
3569	8.820	8.810
	8.820	8.810
3319	7.310	7.310
	7.310	7.310
3069	0.720	0.730
	0.720	0.730
2819	-10.95	-10.94
	-11.32	-11.30
2725	-7.400	-7.390
	-7.400	-7.390
2632	-4.200	-4.200
	-4.200	-4.200
2538	-1.720	-1.710
	-1.720	-1.710
2444	0.060	0.060

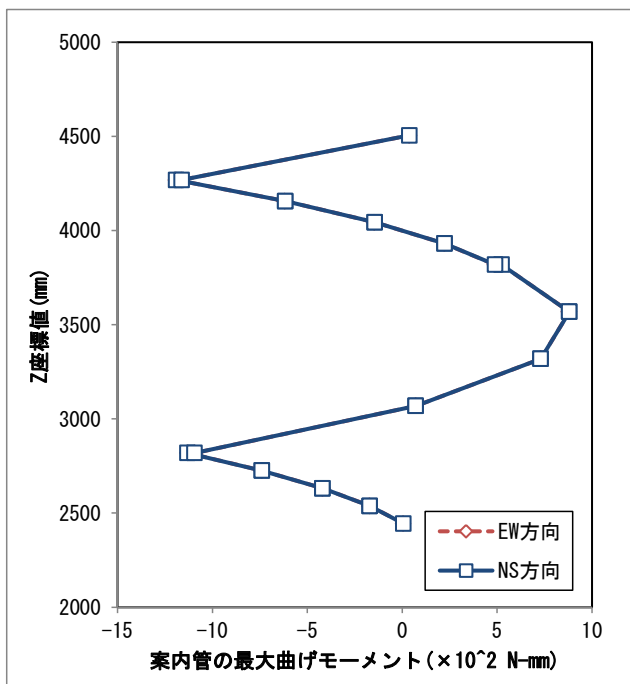


図4.2-8 可動装荷物駆動装置 (案内管) の最大曲げモーメント  
(表中は、有効数字4桁の整数に切上げ処理した値を示す。)

空白頁

添付書類

Ⅲ－１－３－(2) 実験装置架台、移動支持架台の耐震強度計算書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-1
2. 計算方法 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-2
2. 1 計算条件.....	添Ⅲ-1-3-(2)-2
2. 2 記号の説明.....	添Ⅲ-1-3-(2)-3
2. 3 固有周期の計算方法.....	添Ⅲ-1-3-(2)-4
2. 4 応力の計算方法.....	添Ⅲ-1-3-(2)-4
2. 4. 1 架台部材の応力 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-4
2. 4. 2 基礎ボルト、壁固定ボルトの応力 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-4
2. 5 応力の評価方法.....	添Ⅲ-1-3-(2)-5
3. 設計条件 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-9
4. 機器要目 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-10
5. 評価結果 .....	添Ⅲ-1-3-(2)-12



## 1. 概要

本計算書は、実験装置架台、移動支持架台の耐震強度についての計算方法と計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

架台は、Bクラス設備を支持するため、静的震度 $S_B$ による耐震強度評価を行う。

### 2. 1 計算条件

- (1) 評価対象部位
  - ① 実験装置架台
  - ② 移動支持架台
  - ③ 基礎ボルト、壁固定ボルト
- (2) 耐震クラス：Bクラス
- (3) 機器区分： —
- (4) 評価温度： 60℃（移動支持架台以外）  
80℃（移動支持架台）
- (5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表 2. 1-1 による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・静的震度： $C_H$  (NS, EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・据付け場所及び基準床レベル：炉室 (S) 1FL+7.0m

表2. 1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
B	$D+P_d+M_d+S_B$	B <sub>A</sub> S

〈記号の説明〉

$D$ ： 死荷重

$P_d$ ： 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ： 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$ ： Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2. 2-1 に示す。

表2. 2-1 記号の説明

記号	記載内容	単位
$A_b$	基礎ボルト (M24) 、壁固定ボルト (M24) の有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_r$	架台部材の断面積	$\text{mm}^2$
$A_{re1}, A_{re2}$	架台部材のせん断有効断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$F_b$	水平地震時に基礎部に作用する引張力 (解析結果)	N
$F_r$	水平地震時に架台部材に作用する引張 (または圧縮) 力 (解析結果)	N
$M_{r1}, M_{r2}$	水平地震時に架台部材に作用する曲げモーメント (解析結果)	N-mm
$n_f$	基礎部、壁固定部ひとつ当たりのボルトの本数	—
$Q_b$	水平地震時に基礎部に作用する水平力 (解析結果)	N
$Q_{r1}, Q_{r2}$	水平地震時に架台部材に作用するせん断力 (解析結果)	N
$T_r$	水平地震時に架台部材に作用するねじりトルク (解析結果)	N-mm
$Z_{pr}$	架台部材のねじり極断面係数	$\text{mm}^3$
$Z_{r1}, Z_{r2}$	架台部材の断面係数	$\text{mm}^3$
$\sigma_b$	地震により生じる架台部材の曲げ応力	MPa
$c\sigma_b$	地震により生じる架台部材の圧縮側曲げ応力	MPa
$t\sigma_b$	地震により生じる架台部材の引張側曲げ応力	MPa
$\sigma_{bt}$	地震により生じる基礎ボルト、壁固定ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_c$	架台部材の平均圧縮応力	MPa
$\sigma_t$	架台部材の平均引張応力	MPa
$\tau_b$	地震により生じる基礎ボルト、壁固定ボルトのせん断応力	MPa
$\tau$	架台部材のせん断応力の和	MPa
$\tau_{r1}$	地震により生じる架台部材のせん断応力	MPa
$\tau_{r2}$	地震により生じる架台部材のねじりせん断応力	MPa

## 2. 3 固有周期の計算方法

架台の固有周期の計算方法は、原子炉本体等の固有周期に包含される。その計算方法は、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」に示す。

## 2. 4 応力の計算方法

### 2. 4. 1 架台部材の応力

#### (1) 水平方向地震時に生じる応力

##### a. 引張（または圧縮）応力

$$\sigma_t = \frac{F_r}{A_r}$$

$$\sigma_c = \frac{F_r}{A_r}$$

##### b. 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M_{r1}}{Z_{r1}} + \frac{M_{r2}}{Z_{r2}}$$

##### c. せん断応力

$$\tau_{r1} = \frac{Q_{r1}}{A_{re1}} + \frac{Q_{r2}}{A_{re2}}$$

$$\tau_{r2} = \frac{T_r}{Z_{pr}}$$

$$\tau = \tau_{r1} + \tau_{r2}$$

### 2. 4. 2 基礎ボルト、壁固定ボルトの応力

#### (1) 水平方向地震時に生じる応力

##### a. 引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{F_b}{n_f \cdot A_b}$$

##### b. せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n_f \cdot A_b}$$

## 2. 5 応力の評価方法

### (1) 支持構造物等（ボルト材以外）の応力

2. 4. 1 項で求めた各応力が、最高使用温度における表 2. 5-1 に示す許容応力以下であること。

表2. 5-1 その他の支持構造物（ボルト材以外）の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次応力			
	圧縮	引張	曲げ	せん断
BAS	$1.5f_c$	$1.5f_t$	$1.5f_b$	$1.5f_s$

また、引張（または圧縮）力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力は、次式を満足すること。

#### a. 圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力

$$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$$

かつ

$$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$$

#### b. 引張力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力

$$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$$

かつ

$$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5f_b} \leq 1$$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$f_c$  : その他の支持構造物（ボルト材以外）に対して発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）SSB-3121.1により規定される値。

$f_b$  : 同上

$F$ 値は次式により定める。

(a) 使用温度が 40°Cを超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の場合。

$$F = \min\{1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)\}$$

なお、 $S_y(RT)$ は 40°Cにおける  $S_y$  の値。

(b) 上記(a)以外の場合。

$$F = \min\{0.7S_u, S_y\}$$

(2) ボルト材の許容応力

2.4.2項で求めた引張及びせん断応力が、ボルトの最高使用温度における表2.5-2に示す許容応力以下であること。

表2.5-2 ボルト材の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次応力	
	引張	せん断
B <sub>A</sub> S	$1.5f_t$	$1.5f_s$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

F値は次式により定める。

- (a) 使用温度が40℃を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の場合。

$$F = \min\{1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)\}$$

なお、 $S_y(RT)$ は40℃における $S_y$ の値。

- (b) 上記(a)以外の場合。

$$F = \min\{0.7S_u, S_y\}$$

また、ボルトに生じる応力の計算に用いる有効断面積は、表2.5-3による。

表2.5-3 ねじの呼び径と有効断面積 (JIS B1051より)

ねじの呼び	並目ねじの有効断面積 (mm <sup>2</sup> )
M24	353

## 記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第1章表6。  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15科原安第13号) 別表第9に規定される値 (MPa)。

$S_u$  : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第1章表  
7。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の  
技術基準 (15科原安第13号) 別表第10に規定される値 (MPa)。



3. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	固有周期 (s)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平C <sub>H</sub>	鉛直C <sub>V</sub>				
実験装置架台 移動支持架台	B	炉室 (S) 1 F L +7.0m	0.38	—	9.80665	0.046	—	60 (80 *1)

注記. \*1 移動支持架台の最高使用温度は 80°C。

## 4. 機器要目

## (1) 実験装置架台、移動支持架台

主要外形寸法(mm)	主要部材寸法(mm)	材料
縦 7850×横 4750×高さ 7430	H200×200×8×12 H200×100×5.5×8 H100×100×6×8 C150×75×6.5×10 L75×75×9	SS400
	□125×125×6	STKR400

温度 (°C)	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)
60	389	208	208
80	379	201	201

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SS400 または STKR400 の各温度における値を示す。

(2) 基礎ボルト (M24)、壁固定ボルト (M24)

$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$n_f$ (-)
353 (M24)	4

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)
389	208	208

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SS400 の 60°Cにおける値を示す。

5. 評価結果

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

(1) 実験装置架台

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	最大応力 発生部位
				$\sigma_c$			
実験装置架台	SS400 STKR400	60	圧縮	$\sigma_c$	11	186	図5-1A
			引張	$\sigma_t$	11	208	図5-1A
			曲げ	$\sigma_b$	40	208	図5-1A
			せん断	$\tau$	20	120	図5-1B
			圧縮+曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$		図5-1A	
				0.22			
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$			
				0.19			
			引張+曲げ	$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$		図5-1A	
				0.21			
				$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5f_b} \leq 1$			
				0.19			

注記. 架台部材の算出応力は、応力の種類毎に最大値を示す。

(2) 移動支持架台

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	最大応力 発生部位
移動 支持 架台	SS400 STKR400	80	圧縮	$\sigma_c$	5	157	図5-2A
			引張	$\sigma_t$	5	201	図5-2B
			曲げ	$\sigma_b$	15	201	図5-2C
			せん断	$\tau$	10	116	図5-2D
			圧縮+曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$		図5-2E	
				0.07			
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$			
				0.05			
			引張+曲げ	$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$		図5-2C	
				0.08			
				$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5f_b} \leq 1$			
				0.07			

注記. 架台部材の算出応力は、応力の種類毎に最大値を示す。

(3) 基礎ボルト、壁固定ボルト

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	最大応力 発生部位
基礎ボルト	SS400	60	引張	$\sigma_{bt}$	—	208	—
			せん断	$\tau_b$	5	120	図5-1C
壁固定ボルト	SS400	60	引張	$\sigma_{bt}$	15	208	図5-1D
			せん断	$\tau_b$	1	120	図5-1E

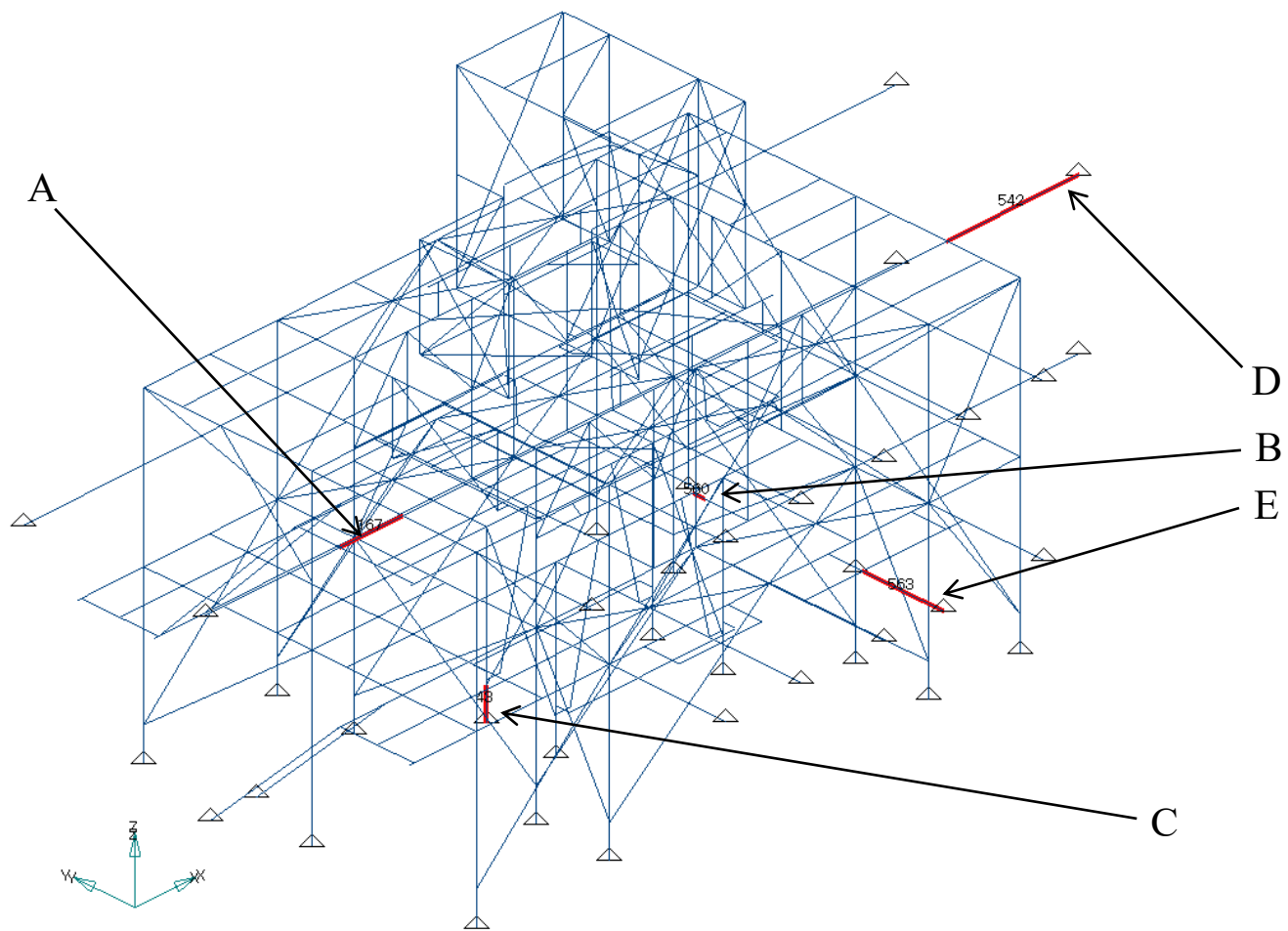


图 5-1(1/2) 实验装置架台 最大应力发生位置

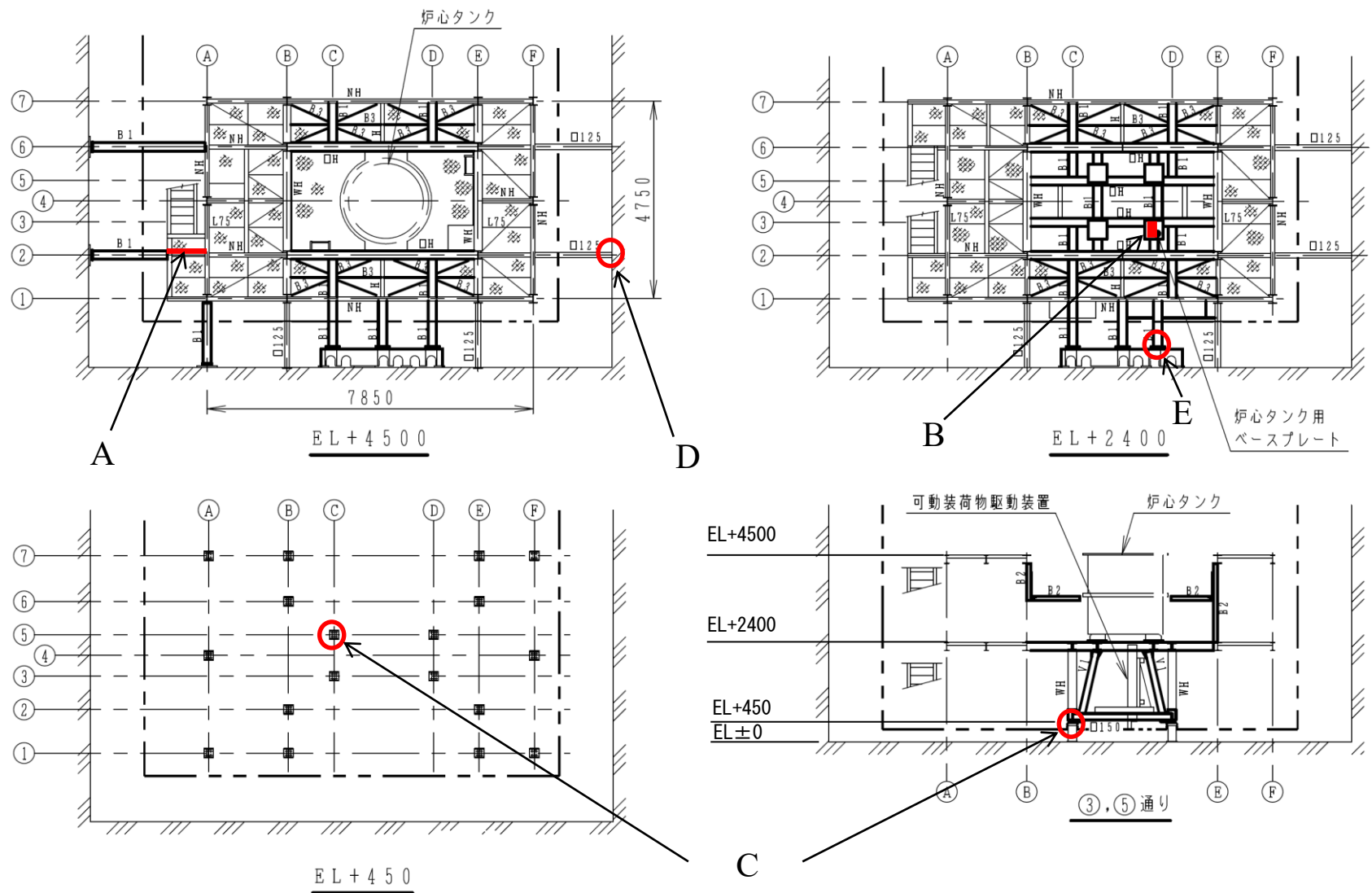


図 5-1(2/2) 実験装置架台 最大応力発生位置



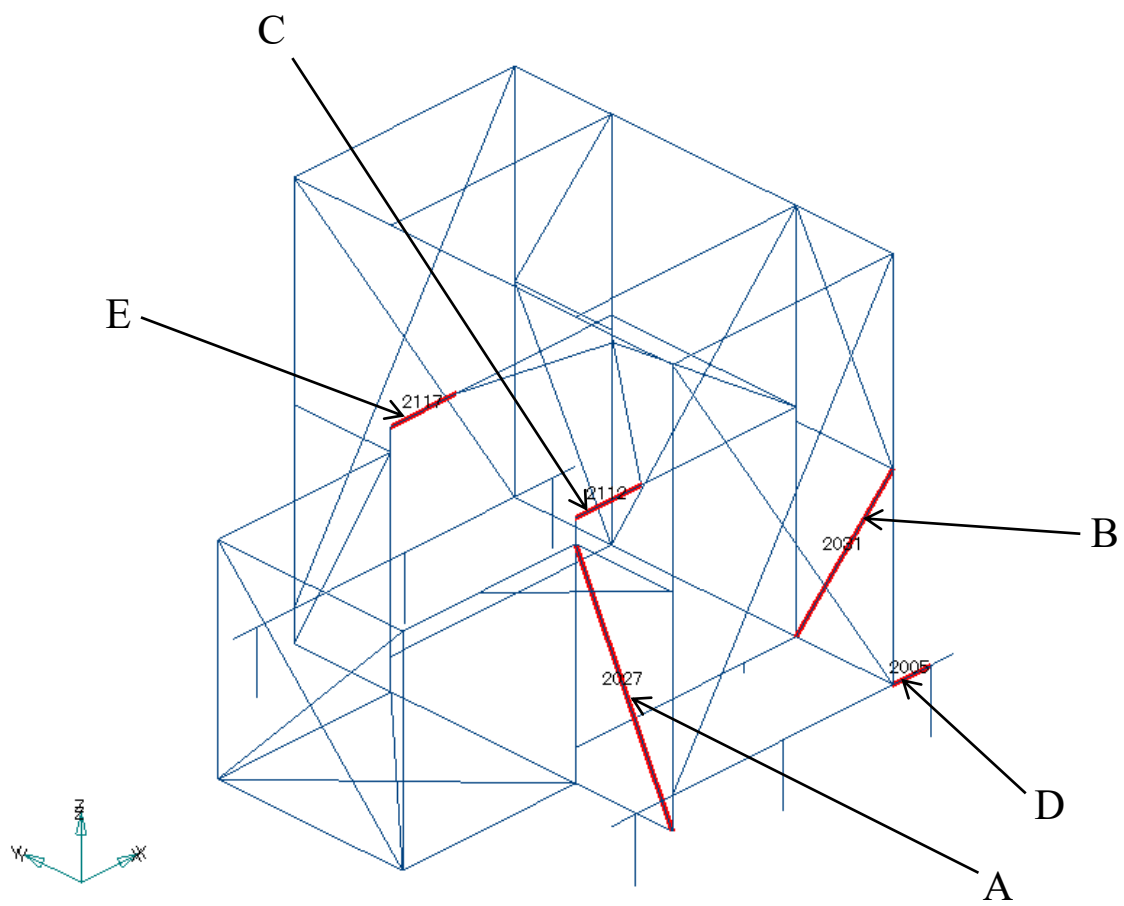


图 5-2(1/2) 移動支持架台 最大応力発生位置

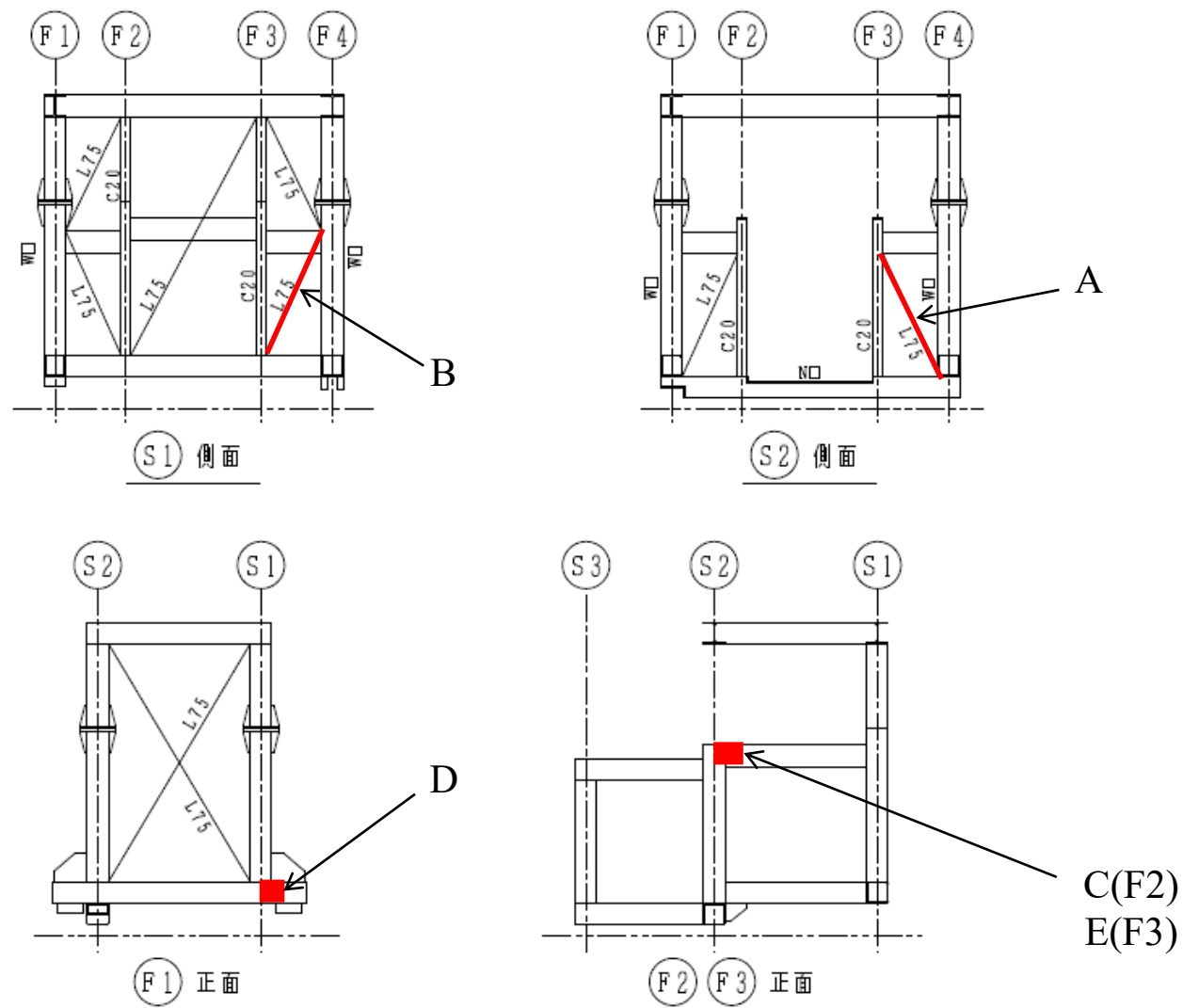


图 5-2(2/2) 移動支持架台 最大応力発生位置

添付書類

Ⅲ－１－３－(3) 炉心タンクの耐震強度計算書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-1
2. 計算方法 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-2
2. 1 計算条件 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-2
2. 2 記号の説明 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-4
2. 3 固有周期の計算方法.....	添Ⅲ-1-3-(3)-7
2. 4 応力の計算方法.....	添Ⅲ-1-3-(3)-7
2. 4. 1 容器の胴の応力.....	添Ⅲ-1-3-(3)-8
2. 4. 2 支持脚の応力.....	添Ⅲ-1-3-(3)-10
2. 4. 3 炉心タンク取付ボルトの応力.....	添Ⅲ-1-3-(3)-12
2. 4. 4 テンションバーの応力.....	添Ⅲ-1-3-(3)-12
2. 4. 5 格子板フレーム（タイロッド）の応力.....	添Ⅲ-1-3-(3)-13
2. 4. 6 格子板フレーム取付ボルトの応力.....	添Ⅲ-1-3-(3)-14
2. 5 応力の評価方法.....	添Ⅲ-1-3-(3)-15
3. 設計条件 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-18
4. 機器要目 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-19
5. 計算結果 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-22
6. 評価結果 .....	添Ⅲ-1-3-(3)-25

## 1. 概要

本計算書は、原子炉本体のうち、原子炉容器（炉心タンク、格子板フレーム）の耐震強度についての計算方法と計算結果を示すものである。

炉心タンクの概要説明図を図 1-1 に示す。

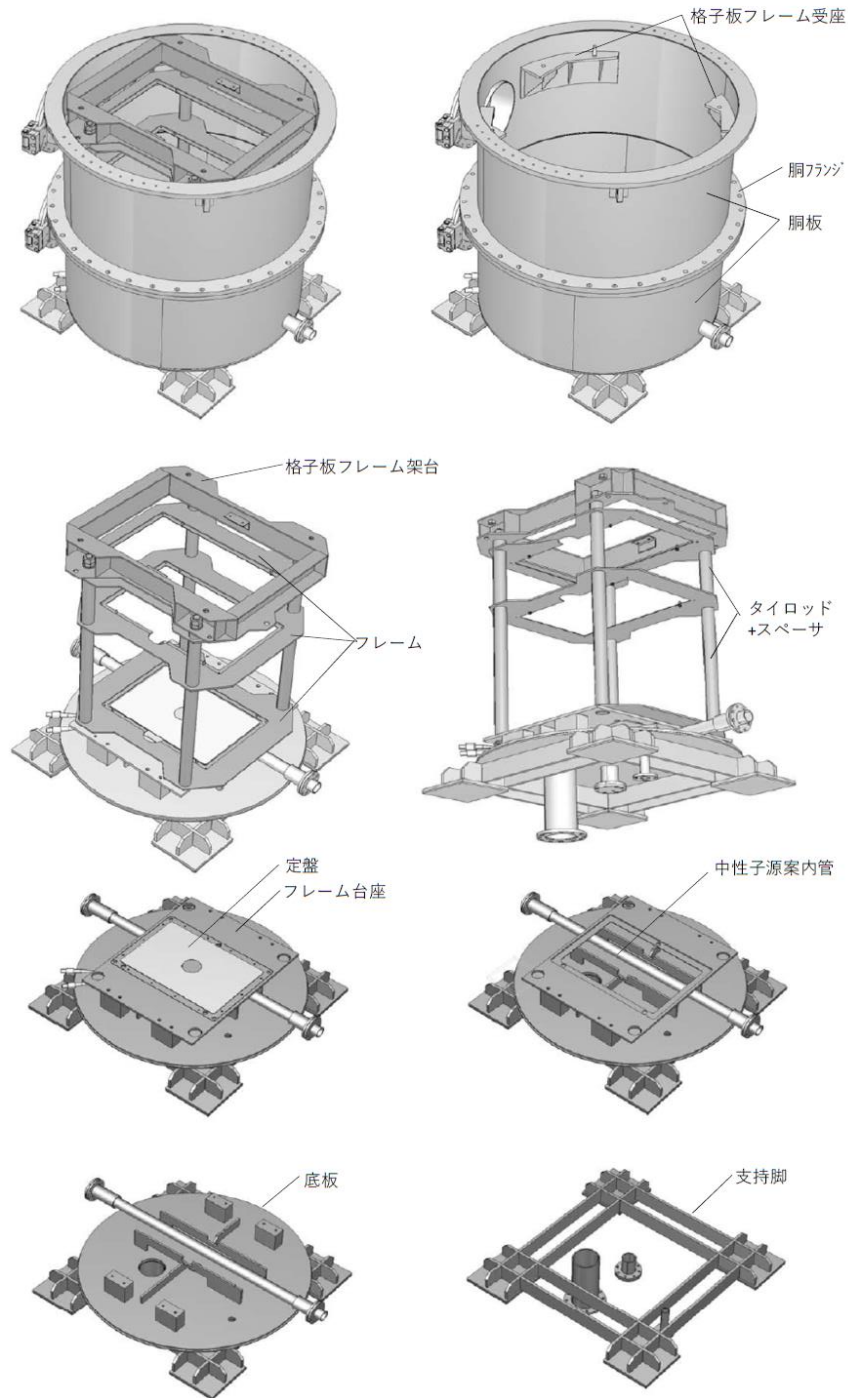


図 1-1 炉心タンクの概要説明図

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

#### (1) 評価対象部位

炉心タンクは、縦型円筒形の開放タンクであり、平底容器の底部を支持脚により支持している。支持脚は、取付ボルトにより実験装置架台上に固定される。炉心タンク上部は、テンションバーを介して実験装置架台から支持される。また、内部構造物の格子板フレームは、4本のタイロッド及び上中下3段のフレームからなり、炉心タンク内壁に固定される。フレームには格子板を取り付ける。

炉心タンク及び内部構造物を構成または支持する部材のうち、断面積が小さい箇所や応力が集中する箇所など耐震評価上の結果が厳しくなる下記の主要部材について耐震評価を実施する。

- ① 容器の胴
- ② 支持脚
- ③ 炉心タンク取付ボルト
- ④ テンションバー
- ⑤ 格子板フレーム (タイロッド)
- ⑥ 格子板フレーム取付ボルト

#### (2) 耐震クラス：Bクラス

#### (3) 機器区分：第4種容器 (炉心タンク)

#### (4) 評価温度：80℃ (テンションバー以外) 60℃ (テンションバー)

#### (5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表-1による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・静的震度： $C_H$  (NS、EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・据付け場所及び基準床レベル：炉室 (S) 1FL+7.0m

表-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
B	$D+P_d+M_d+S_B$	B <sub>AS</sub>

〈記号の説明〉

$D$  : 死荷重

$P_d$  : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$  : 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$  : Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表-2 に示す。

表-2 (1/3) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$A_b$	炉心タンク取付ボルト (M20) の有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_{fb}$	格子板フレーム取付ボルト (M30) の有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_r$	支持脚の断面積	$\text{mm}^2$
$A_{re1}, A_{re2}$	支持脚のせん断有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_{tb}$	テンションバーのねじ部 (M30) の有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_{tr}$	タイロッド ( $\phi 75\text{mm}$ ) の断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$D_i$	胴の内径	mm
$F_b$	水平地震時に支持脚の座板ひとつ当たりに作用する引張力 (解析結果)	N
$F_{fb}$	水平地震時に格子板フレームの引張側取付ボルトに作用する引張力	N
$F_r$	水平地震時に支持脚に作用する引張 (または圧縮) 力 (解析結果)	N
$F_{tb}$	水平地震時にテンションバーに作用する引張力 (解析結果) (4本のテンションバーに作用する引張 (または圧縮) 力の合成力)	N
$g$	重力加速度 (9.80665)	$\text{m/s}^2$
$H$	水頭	mm
$L$	格子板フレーム取付ボルトの最小スパン	mm
$M$	水平地震時に胴に作用する曲げモーメントの最大値 (解析結果)	N-mm
$M_{r1}, M_{r2}$	水平地震時に支持脚に作用する曲げモーメント (解析結果)	N-mm
$M_{tr}$	水平地震時にタイロッド (4本) に作用する曲げモーメントの最大値 (解析結果)	N-mm
$m_c$	容器の空質量 (容器の胴部、格子板フレーム、格子板)	kg
$m_{tr}$	格子板フレームの質量 (格子板含む)	kg
$n_f$	支持脚の座板ひとつ当たりのボルトの本数	—
$n_{fb}$	格子板フレームの引張側取付ボルトの本数	—
$n_{fb0}$	格子板フレーム取付ボルトの本数	—



表-2 (2/3) 記号の説明 (つづき)

記号	記載内容	単位
$n_{tr}$	タイロッドの本数 (4本)	—
$Q$	水平地震時に胴に作用する水平力の最大値 (解析結果)	N
$Q_b$	水平地震時に支持脚の座板ひとつあたりに作用する水平力 (解析結果)	N
$Q_{r1}, Q_{r2}$	水平地震時に支持脚に作用するせん断力 (解析結果)	N
$Q_{tr}$	水平地震時にタイロッド (4本) に作用する水平力の最大値 (解析結果)	N
$R_f$	運転時質量による格子板フレームの復元モーメント	N-mm
$t$	胴板の厚さ	mm
$T_r$	水平地震時に支持脚に作用するねじりトルク (解析結果)	N-mm
$Z_{pr}$	支持脚のねじり極断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{r1}, Z_{r2}$	支持脚の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{tr}$	タイロッドの断面係数	mm <sup>3</sup>
$\rho$	液体の比重 (水=1.0)	—
$\sigma_0$	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0c}$	胴の組合せ一次一般膜応力 (圧縮側)	MPa
$\sigma_{0t}$	胴の組合せ一次一般膜応力 (引張側)	MPa
$\sigma_b$	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_r$	支持脚の引張応力の和	MPa
$\sigma_{r0}$	支持脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{r1}$	地震により生じる支持脚の引張 (または圧縮) 応力	MPa
$\sigma_{r2}$	地震により生じる支持脚の曲げ応力	MPa
$\sigma_{tb}$	地震により生じるテンションバーの引張応力	MPa
$\sigma_{tr}$	タイロッドの引張応力の和	MPa
$\sigma_{tr0}$	タイロッドの組合せ応力	MPa
$\sigma_{tr1}$	運転時質量によるタイロッドの引張応力	MPa
$\sigma_{tr2}$	地震により生じるタイロッドの曲げ応力	MPa
$\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
$\sigma_{x2}$	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
$\sigma_{x4}$	水平地震力による胴の軸方向応力	MPa
$\sigma_{xc}$	胴の軸方向応力の和 (圧縮側) 【絶対値和】	MPa

表-2 (3/3) 記号の説明 (つづき)

記号	記載内容	単位
$\sigma_{xt}$	胴の軸方向応力の和 (引張側) 【絶対値和】	MPa
$\sigma_{\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\tau$	地震により生じる胴のせん断応力	MPa
$\tau_b$	地震により生じる取付ボルトのせん断応力	MPa
$\tau_r$	支持脚のせん断応力の和	MPa
$\tau_{r1}$	地震により生じる支持脚のせん断応力	MPa
$\tau_{r2}$	地震により生じる支持脚のねじりせん断応力	MPa
$\tau_{tr}$	地震により生じるタイロッドのせん断応力	MPa

## 2. 3 固有周期の計算方法

原子炉容器（炉心タンク）の固有周期は、原子炉本体等の固有周期に含まれる。  
その計算方法は、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」に示す。

## 2. 4 応力の計算方法

原子炉容器（炉心タンク）の概略構造及び計算モデルを図 2.4-1 に示す。

炉心タンクの容器の胴には、運転時質量及び水頭圧により軸方向及び周方向荷重が作用するとともに、水平方向地震時には曲げモーメント及びせん断力が作用する。

水平方向地震時の転倒モーメントは、支持脚を介して取付ボルトに伝達され、その際に支持脚は曲げモーメント及びせん断力等を負担する。取付ボルトには、水平方向地震力によるせん断力が作用するとともに、炉心タンクの転倒モーメントが自重による復元力を上回る場合に浮上がりにより、引張力が作用する。

なお、本計算において炉心タンク高さを超える静水頭を仮定（炉心タンク高さ 1946mm に対し、静水頭 2000mm で評価）しているため、スロッシングによる動液圧の影響は本評価に含まれる。

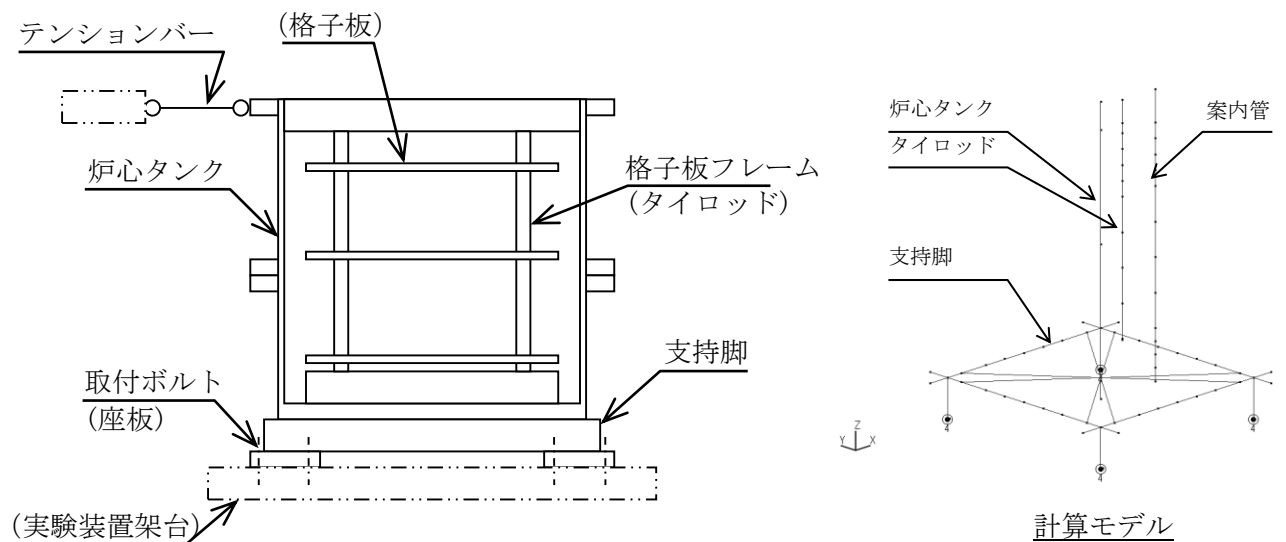


図 2.4-1 原子炉容器（炉心タンク）の概略図及び計算モデル

## 2. 4. 1 容器の胴の応力

### (1) 静水頭による応力

$$\sigma_{\varphi 1} = \frac{10^{-6} \cdot g \rho H D_i}{2t}$$

$$\sigma_{x1} = 0$$

### (2) 運転時質量による応力

胴には、容器の空質量による圧縮応力が生じる。

$$\sigma_{x2} = \frac{m_e g}{\pi(D_i + t)t}$$

### (3) 水平方向地震力による応力

水平方向の地震力により胴は、曲げモーメント及びせん断力を受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求められる。

$$\sigma_{x4} = \frac{4M}{\pi(D_i + t)^2 t}$$

$$\tau = \frac{2Q}{\pi(D_i + t)t}$$

### (4) 組合せ応力

#### a. 一次一般膜応力【絶対値和】

##### a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{\varphi} = \sigma_{\varphi 1}$$

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} - \sigma_{x2} + \sigma_{x4}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{\varphi} + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_{\varphi} - \sigma_{xt})^2 + 4\tau^2} \right\}$$

##### b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{\varphi} = -\sigma_{\varphi 1}$$

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x4}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{\varphi} + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_{\varphi} - \sigma_{xc})^2 + 4\tau^2} \right\}$$

##### c) 一次一般膜応力の最大値

$$\sigma_0 = \max(\sigma_{0t}, \sigma_{0c})$$

b. 一次応力（膜+曲げ）

一次応力は、「a. 一次一般膜応力」に示す組合せ応力として算出した値と同じである。

## 2. 4. 2 支持脚の応力

### (1) 水平方向地震時に生じる応力

地震力により炉心タンクに作用する転倒モーメント及び水平力は、支持脚を介して座板及び取付ボルトに伝達する。その際、支持脚には引張（または圧縮）力、曲げモーメント、せん断力及びねじりトルクが作用する。曲げモーメント、せん断力は、図 2. 4. 2-2 に示す方向に同時に作用する。このとき、図 2. 4. 2-1 に示す評価部位に、NS(x) 方向地震時及び EW(y) 方向地震時に生じる応力は、次のように求められる。

なお、支持脚の断面形状及び断面性能の算出形状は、図 2. 4. 2-3 及び表 2. 4. 2-1 のとおりである。

#### a. 引張（または圧縮）応力

$$\sigma_{r1} = \frac{F_r}{A_r}$$

#### b. 曲げ応力

$$\sigma_{r2} = \frac{M_{r1}}{Z_{r1}} + \frac{M_{r2}}{Z_{r2}}$$

#### c. せん断応力

$$\tau_{r1} = \frac{Q_{r1}}{A_{re1}} + \frac{Q_{r2}}{A_{re2}}$$

$$\tau_{r2} = \frac{T_r}{Z_{pr}}$$

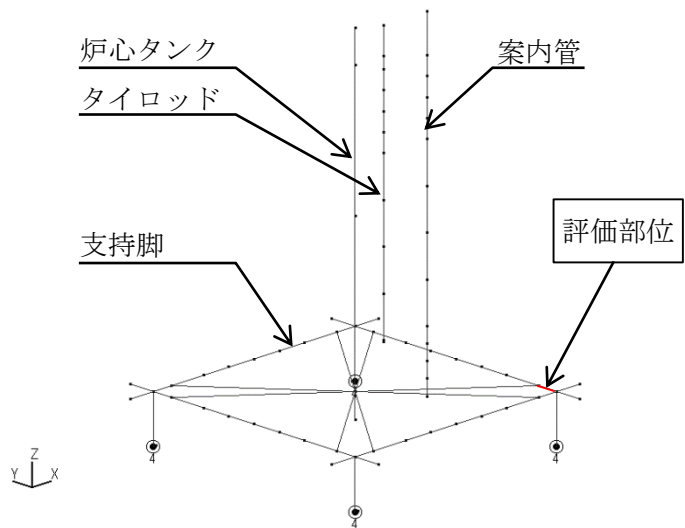


図 2. 4. 2-1 支持脚の評価部位

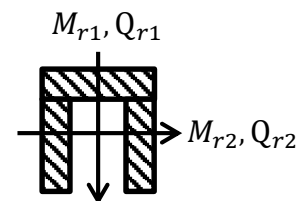


図 2. 4. 2-2 支持脚に作用する曲げモーメント及びせん断力

### (2) 組合せ応力

$$\sigma_r = \sigma_{r1} + \sigma_{r2}$$

$$\tau_r = \tau_{r1} + \tau_{r2}$$

$$\sigma_{r0} = \sqrt{\sigma_r^2 + 3\tau_r^2}$$

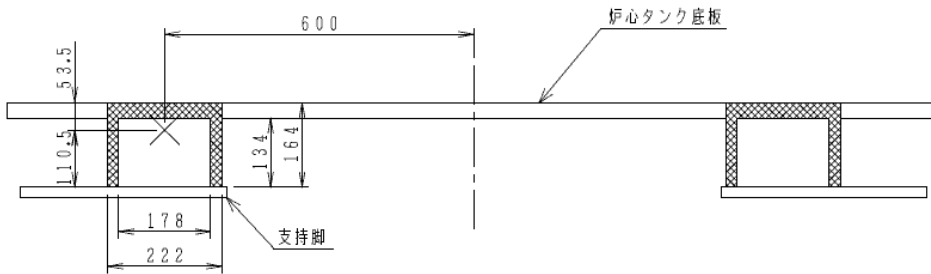


図 2.4.2-3 支持脚の断面形状 (ハッチング部)

表 2.4.2-1 支持脚の断面性能 (ハッチング部)

断面積	せん断有効断面積	
$A_r$	$A_{re1}$	$A_{re2}$
断面係数		ねじり極断面係数
$Z_{r1}$	$Z_{r2}$	$Z_{pr}$

### 2. 4. 3 炉心タンク取付ボルトの応力

#### (1) 水平方向地震時に生じる応力

##### a. 引張応力

水平方向地震力により座板に浮上り力が作用する場合には、取付ボルトに引張応力が生じる。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f \cdot A_b}$$

##### b. せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n_f \cdot A_b}$$

### 2. 4. 4 テンションバーの応力

#### (1) 水平方向地震時に生じる応力

##### a. 引張応力

地震時に生じるテンションバーの引張応力は、解析結果から得られる4本のテンションバーの引張（または圧縮）力の合成力 $F_{tb}$ （図2.4.4-1参照）が、1本のテンションバーに作用するものとして、次のように応力を求める。

$$\sigma_{tb} = \frac{F_{tb}}{A_{tb}}$$

このとき、テンションバーの両端はピン結合であり、せん断応力及び曲げ応力は生じない。

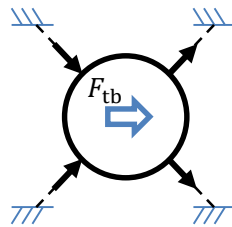


図 2. 4. 4-1 テンションバーに作用する引張力 $F_{tb}$



## 2. 4. 5 格子板フレーム（タイロッド）の応力

### (1) 運転時質量による応力

タイロッドには、格子板フレームの質量（格子板含む）による引張応力が生じる。

なお、棒状燃料及び軽水の質量は炉心タンク底面で支持される。

#### a. 引張応力

$$\sigma_{tr1} = \frac{m_{tr}g}{n_{tr} \cdot A_{tr}}$$

### (2) 水平方向地震時に生じる応力

水平方向の地震力により、タイロッドに曲げモーメント及びせん断力が作用し、これにより生じる応力は、次のように求められる。

#### a. 曲げ応力：

$$\sigma_{tr2} = \frac{M_{tr}}{n_{tr} \cdot Z_{tr}}$$

#### b. せん断応力：

$$\tau_{tr} = \frac{Q_{tr}}{n_{tr} \cdot A_{tr}}$$

### (3) 組合せ応力

$$\sigma_{tr} = \sigma_{tr1} + \sigma_{tr2}$$

$$\sigma_{tr0} = \sqrt{\sigma_{tr}^2 + 3\tau_{tr}^2}$$

## 2. 4. 6 格子板フレーム取付ボルトの応力

格子板フレームは、図 2.4.6-1 に示すように 4 本の取付ボルトで炉心タンクの受座に固定される。取付ボルトには、水平方向地震時に格子板フレーム（タイロッド）に作用する水平力及び曲げモーメントによって、せん断力及び浮上り力が作用するとともに、自重による復元力が作用する。

### (1) 運転時質量による復元モーメント

格子板フレーム取付ボルトの最小スパンを  $L$  とするとき、運転時質量による復元モーメントは、次のように求められる。

$$R_f = m_{tr} g \cdot \frac{L}{2}$$

### (2) 水平方向地震時に生じる応力

#### a. 引張応力：

水平方向地震時の曲げモーメントによる浮上り力が自重による復元力を上回る場合、取付ボルトに生じる引張応力は、次のように求められる。

$$F_{fb} = \frac{M_{tr} - R_f}{L}$$

$$\sigma_b = \frac{F_{fb}}{n_{fb} \cdot A_{fb}}$$

#### b. せん断応力：

$$\tau_b = \frac{Q_{tr}}{n_{fb0} \cdot A_{fb}}$$

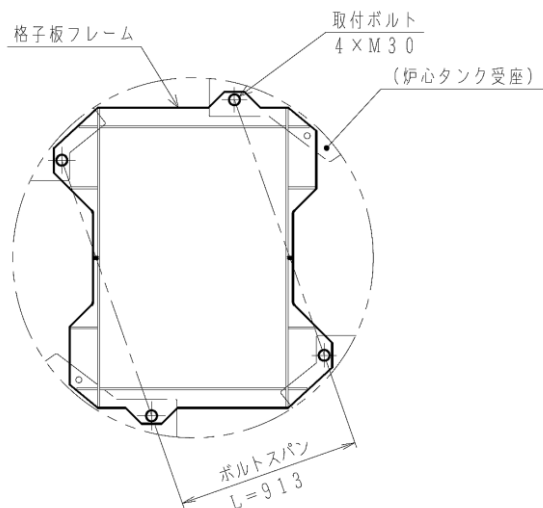


図 2.4.6-1 格子板フレーム取付ボルトのスパン

## 2. 5 応力の評価方法

### (1) 容器の胴の応力

2. 4. 1 項で求めた組合せ応力が、胴の最高使用温度における表 2. 5-1 に示す許容応力以下であること。

表 2. 5-1 耐震クラス B 施設の第 4 種容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次一般膜応力	一次応力
BAS	$\min[S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $1.2S$ とすることができる。	$S_y$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $1.2S$ とすることができる。

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章表 6。

ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 9 に規定される値 (MPa)。

$S_u$  : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章表

7。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 10 に規定される値 (MPa)。

$S$  : 許容引張応力

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章表

3、表 4。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 7 に規定される値 (MPa)。

(2) 支持構造物等（ボルト材以外）の応力

2.4.2 項及び2.4.5 項で求めた各応力が、最高使用温度における表 2.5-2 に示す許容応力以下であること。

表 2.5-2 その他の支持構造物（ボルト材以外）の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次応力		
	引張 (組合せ)	せん断	曲げ
BAS	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_b$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$f_b = f_t$$

$F$  値は次式により定める。

- (a) 使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の場合。

$$F = \min\{1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)\}$$

なお、 $S_y(RT)$  は 40°C における  $S_y$  の値。

- (b) 上記(a) 以外の場合。

$$F = \min\{0.7S_u, S_y\}$$

(3) ボルト材の許容応力

2.4.3項、2.4.4項及び2.4.6項で求めた引張及びせん断応力が、ボルトの最高使用温度における表2.5-3に示す許容応力以下であること。

表 2.5-3 ボルト材の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次応力	
	引張	せん断
BAS	$1.5f_t$	$1.5f_s$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$F$  値は次式により定める。

- (a) 使用温度が 40℃を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の場合。

$$F = \min\{1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)\}$$

なお、 $S_y(RT)$ は 40℃における  $S_y$  の値。

- (b) 上記(a)以外の場合。

$$F = \min\{0.7S_u, S_y\}$$

また、ボルトに生じる応力の計算に用いる有効断面積は、表2.5-4による。

表 2.5-4 ねじの呼び径と有効断面積 (JIS B1051 より)

ねじの呼び	並目ねじの 有効断面積 (mm <sup>2</sup> )
M20	245
M30	561

3. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	固有周期 (s)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平C <sub>H</sub>	鉛直C <sub>V</sub>				
炉心タンク	B	炉室 (S) 1 F L+7.0m	0.38	—	9.80665	0.046	静水頭	80 (60 *1)

注記. \*1 テンションバーの最高使用温度は 60°C。

#### 4. 機器要目

##### (1) 容器の胴

$D_i$ (mm)	$H$ (mm)	$m_e$ (kg)	$\rho$ (-)	$t$ (mm)
1800	2000	2570	1.0	5

$S$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)
137	461	178

※ $S$  (許容引張応力)、 $S_u$  (設計引張強さ)、 $S_y$  (設計降伏点) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す。

##### (2) 支持脚

$A_r$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{re1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{re2}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_{r1}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{r2}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{pr}$ (mm <sup>3</sup> )
$1.256 \times 10^4$	7216	6660	$2.75 \times 10^5$	$7.80 \times 10^5$	$9.22 \times 10^4$

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す。

(3) 炉心タンク取付ボルト (M20)

$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$n_f$
245 (M20)	3

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)
379	201	201

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SS400 の 80°Cにおける値を示す。

(4) テンションバー (M30)

$A_{tb}$ (mm <sup>2</sup> )
561 (M30)

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)
389	208	208

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SS400 の 60°Cにおける値を示す。



(5) 格子板フレーム (タイロッド)

$A_{tr}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_{tr}$ —	$Z_{tr}$ (mm <sup>3</sup> )	$m_{tr}$ (kg)
4418 (φ 75)	4	$4.14 \times 10^4$	760

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(RT)$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°C における値を示す。

(6) 格子板フレーム取付ボルト (M30)

$A_{fb}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_{fb}$ (—)	$n_{fb0}$ (—)	$L$ (mm)
561 (M30)	2	4	913

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(RT)$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°C における値を示す。

5. 計算結果

(1) 水平方向地震時に作用する部材力（地震応力解析結果）

評価部位		曲げモーメント (N-mm)	せん断力 (N)	引張力 (N)	ねじりトルク (N-mm)
容器の胴	(*1)	$M$ 1.260E+07	$Q$ 2.053E+04	—	—
支持脚	NS(x)	$M_{r1}$ 2.036E+06	$Q_{r1}$ 1.271E+04	$F_r$ 9.007E+03	$T_r$ 5.272E+04
		$M_{r2}$ 5.717E+04	$Q_{r2}$ 9.140E+02		
	EW(y)	$M_{r1}$ 2.772E+06	$Q_{r1}$ 1.522E+04	$F_r$ 3.664E+03	$T_r$ 3.120E+02
		$M_{r2}$ 5.803E+04	$Q_{r2}$ 4.830E+02		
炉心タンク取付ボルト (座板あたり)	(*1)	—	$Q_b$ 1.671E+04	$F_b$ 引張力は生じない	—
テンションバー	(*3)	—	—	$F_{tb}$ 2.145E+04	—
格子板フレーム (タイロッド)	(*1)	$M_{tr}$ 1.749E+06	$Q_{tr}$ 5.909E+03	—	—

注記. E は、10 のべき乗を示す。(例 : E+04 =  $\times 10^4$ )

\*1 容器の胴、取付ボルト及びタイロッドは、部材力の最大値を示す。

\*2 支持脚は、組合せ応力が最大となる部位における、NS(x) 方向及び EW(y) 方向地震時の部材力を示す。

\*3 テンションバー（4本）に作用する部材力から求めた合成力の最大値を示す。

(2) 算出応力

(MPa)

評価部位	$\sigma_{\phi 1}$	$\sigma_{x2}$	$\sigma_{x4}$	$\tau$	$\sigma_{xt}$
容器の胴	4	1	1	2	1
	$\sigma_{0t}$	$\sigma_{xc}$	$\sigma_{0c}$	$\sigma_0$	
	5	2	3	5	

(MPa)

評価部位	$\sigma_{r1}$	$\sigma_{r2}$	$\sigma_r$	$\tau_{r1}$	$\tau_{r2}$	$\tau_r$	$\sigma_{r0}$	
支持脚	NS (x)	1	8	9	2	1	3	11
	EW (y)	1	11	12	3	1	4	14

(MPa)

評価部位	$\sigma_b$	$\tau_b$
炉心タンク取付ボルト	—	23

(MPa)

評価部位	$\sigma_{tb}$
テンションバー	39

(MPa)

評価部位	$\sigma_{tr1}$	$\sigma_{tr2}$	$\sigma_{tr}$	$\tau_{tr}$	$\sigma_{tr0}$
格子板フレーム (タイロッド)	1	11	12	1	13

(2) 算出応力 (つづき)

(MPa)

評価部位	$\sigma_b$	$\tau_b$
格子板フレーム取付ボルト	—	3

6. 評価結果

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
容器の胴	SUS304	80	一次一般膜応力	$\sigma_0$ 5	178
			一次応力	$\sigma_0$ 5	178
支持脚 (*1)	SUS304	80	引張	$\sigma_r$ 12	205
			せん断	$\tau_r$ 4	118
			組合せ	$\sigma_{r0}$ 14	205
炉心タンク 取付ボルト	SS400	80	引張	$\sigma_b$ —	201
			せん断	$\tau_b$ 23	116
テンションバー	SS400	60	引張	$\sigma_{tb}$ 39	208
格子板フレーム (タイロッド)	SUS304	80	引張	$\sigma_{tr}$ 12	205
			せん断	$\tau_{tr}$ 1	118
			組合せ	$\sigma_{tr0}$ 13	205
格子板フレーム 取付ボルト	SUS304	80	引張	$\sigma_b$ —	205
			せん断	$\tau_b$ 3	118

注記.

\*1 支持脚の算出応力は、応力の種類毎に NS(x) 方向または EW(y) 方向地震時の最大値を示す。

以上

空白頁

添付書類

Ⅲ－１－３－(4) その他の主要な計装の耐震強度計算書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-1-3-(4)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-1-3-(4)-2
2. 1 計算条件	添Ⅲ-1-3-(4)-2
2. 2 記号の説明	添Ⅲ-1-3-(4)-3
2. 3 固有周期の計算方法	添Ⅲ-1-3-(4)-5
2. 4 応力の計算方法	添Ⅲ-1-3-(4)-5
2. 4. 1 上部取付ボルトの応力	添Ⅲ-1-3-(4)-7
2. 4. 2 下部取付ボルトの応力	添Ⅲ-1-3-(4)-8
2. 4. 3 駆動装置フレームの応力	添Ⅲ-1-3-(4)-10
2. 5 応力の評価方法	添Ⅲ-1-3-(4)-12
3. 設計条件	添Ⅲ-1-3-(4)-15
4. 機器要目	添Ⅲ-1-3-(4)-15
4. 1 給水停止スイッチ	添Ⅲ-1-3-(4)-15
4. 2 最大給水制限スイッチ	添Ⅲ-1-3-(4)-17
5. 計算結果	添Ⅲ-1-3-(4)-19
5. 1 評価部位の応力計算結果	添Ⅲ-1-3-(4)-19
5. 1. 1 給水停止スイッチ	添Ⅲ-1-3-(4)-19
5. 1. 2 最大給水制限スイッチ	添Ⅲ-1-3-(4)-21
6. 評価結果	添Ⅲ-1-3-(4)-23
6. 1 給水停止スイッチ	添Ⅲ-1-3-(4)-23
6. 2 最大給水制限スイッチ	添Ⅲ-1-3-(4)-24



**【参考資料 1】**

スイッチ類の耐震強度評価及びスイッチガイド管のスイッチ類等への  
波及的影響に係る考え方について…………… 添Ⅲ-1-3-(4)-26

**【参考資料 2】**

スイッチロッド部の耐震強度評価…………… 添Ⅲ-1-3-(4)-35

## 1. 概要

本書は、給水停止スイッチ及び最大給水制限スイッチの耐震強度評価について、計算方法及び計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

#### (1) 評価対象部位

給水停止スイッチ及び最大給水制限スイッチの駆動装置は、駆動装置フレーム及び水面検知素子を保持するスイッチロッド等から構成される。駆動装置フレームは、下部取付ボルトによって移動支持架台に固定され、上部取付ボルトで振れ止めされる。スイッチロッドを上下方向に伸縮することによって、スイッチロッド下端に取り付けられた水面検知素子を昇降駆動する。水面検知素子を支持する下記の主要部材について耐震評価を実施する。

- ① 上部取付ボルト
- ② 下部取付ボルト
- ③ 駆動装置フレーム

#### (2) 耐震クラス：Bクラス

#### (3) 機器区分：—

#### (4) 評価温度：80℃

#### (5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表 2. 1-1 による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・静的震度： $C_H$  (NS, EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・据付場所及び基準据付レベル：炉室 (S) 1FL+7.0m

表 2. 1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
<i>B</i>	$D+P_d+M_d+S_B$	$B_A S$

*D* : 死荷重

$P_d$  : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$  : 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$  : Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 (1/2) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$A_1$	上部取付ボルトの有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_2$	下部取付ボルトの有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_{s4}$	駆動装置フレームのせん断有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_{t4}$	駆動装置フレームの断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$E$	駆動装置フレームの縦弾性係数	MPa
$F_{m1}$	水平方向地震時に上部取付ボルト ( $n_{f1}$ 本) に作用する曲げモーメントによる引張力	N
$F_{m2}$	水平方向 (短辺方向) 地震時に下部取付ボルト ( $n_{f2}$ 本) に作用する曲げモーメントによる引張力	N
$F_{m3}$	水平方向 (長辺方向) 地震時に下部取付ボルト ( $n_{f3}$ 本) に作用する曲げモーメントによる引張力	N
$F_{t1}$	水平方向地震時に上部取付接続部に作用する引張力 (解析結果)	N
$F_{t2}$	水平方向 (短辺方向) 地震時に下部取付部に作用する運転時質量による復元力	N
$F_{t3}$	水平方向 (長辺方向) 地震時に下部取付部に作用する運転時質量による復元力	N
$F_{t4}$	運転時質量により駆動装置フレームに作用する圧縮力	N
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$
$i$	駆動装置フレームの座屈軸についての断面二次半径	mm
$\ell_k$	駆動装置フレームの座屈長さ	mm
$\ell_1$	上部取付部のモーメント長さ	mm
$L_a$	駆動装置フレームの支点間の長さ	mm
$L_1$	上部取付ボルトのボルト間ピッチ	mm
$L_2$	下部取付ボルトの短辺方向のボルト間ピッチ	mm
$L_3$	下部取付ボルトの長辺方向のボルト間ピッチ	mm
$M_1$	水平方向地震時に上部取付部に作用する曲げモーメント	N-mm
$M_2$	水平方向 (短辺方向) 地震時に下部取付部に作用する曲げモーメント (解析結果)	N-mm

表 2.2-1 (2/2) 記号の説明 (つづき)

記号	記載内容	単位
$M_3$	水平方向（長辺方向）地震時に下部取付部に作用する曲げモーメント（解析結果）	N-mm
$M_4$	水平方向地震時に駆動装置フレームに作用する曲げモーメントの最大値（解析結果）	N-mm
$m_0$	給水停止スイッチ及び最大給水制限スイッチの運転時質量	kg
$n_1$	上部取付ボルトの総数	—
$n_2$	下部取付ボルトの総数	—
$n_{f1}$	引張力が作用する上部取付ボルトの評価本数	—
$n_{f2}$	水平方向（短辺方向）地震時に引張力が作用する下部取付ボルトの評価本数	—
$n_{f3}$	水平方向（長辺方向）地震時に引張力が作用する下部取付ボルトの評価本数	—
$Q_{s1}$	水平方向地震時に上部取付接続部に作用するせん断力（解析結果）	N
$Q_{s2}$	水平方向（短辺方向）地震時に下部取付部に作用するせん断力（解析結果）	N
$Q_{s3}$	水平方向（長辺方向）地震時に下部取付部に作用するせん断力（解析結果）	N
$Q_{s4}$	水平方向地震時に駆動装置フレームに作用するせん断力の最大値（解析結果）	N
$Z_4$	駆動装置フレームの断面係数	mm <sup>3</sup>
$\sigma_{b4}$	地震により生じる駆動装置フレームの曲げ応力	MPa
$\sigma_{s4}$	駆動装置フレームに生じる組合せ応力	MPa
$\sigma_{t1}, \sigma_{m1}$	地震により生じる上部取付ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{t2}$	短辺方向地震により生じる下部取付ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{t3}$	長辺方向地震により生じる下部取付ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{t4}$	運転時質量により生じる駆動装置フレームの圧縮応力	MPa
$\sigma_{tb4}$	駆動装置フレームに生じる圧縮応力の和	MPa
$\tau_{s1}$	地震により生じる上部取付ボルトのせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	短辺方向地震により生じる下部取付ボルトのせん断応力	MPa
$\tau_{s3}$	長辺方向地震により生じる下部取付ボルトのせん断応力	MPa
$\tau_{s4}$	地震により生じる駆動装置フレームのせん断応力	MPa
$\lambda$	有効細長比	—
$\lambda$	限界細長比	—
$\nu$	許容圧縮応力の算出に用いる係数	—

## 2. 3 固有周期の計算方法

給水停止スイッチ及び最大給水制限スイッチの固有周期は、原子炉本体等の固有周期に包含される。その計算方法は、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」に示す。

## 2. 4 応力の計算方法

給水停止スイッチ及び最大給水制限スイッチの概略図及び計算モデルを図 2.4-1 及び図 2.4-2 に示す。

駆動装置フレームには、運転時質量による圧縮力及び水平方向地震時に曲げモーメントとせん断力が作用する。取付ボルトには、水平方向地震時に引張力及びせん断力が作用する。

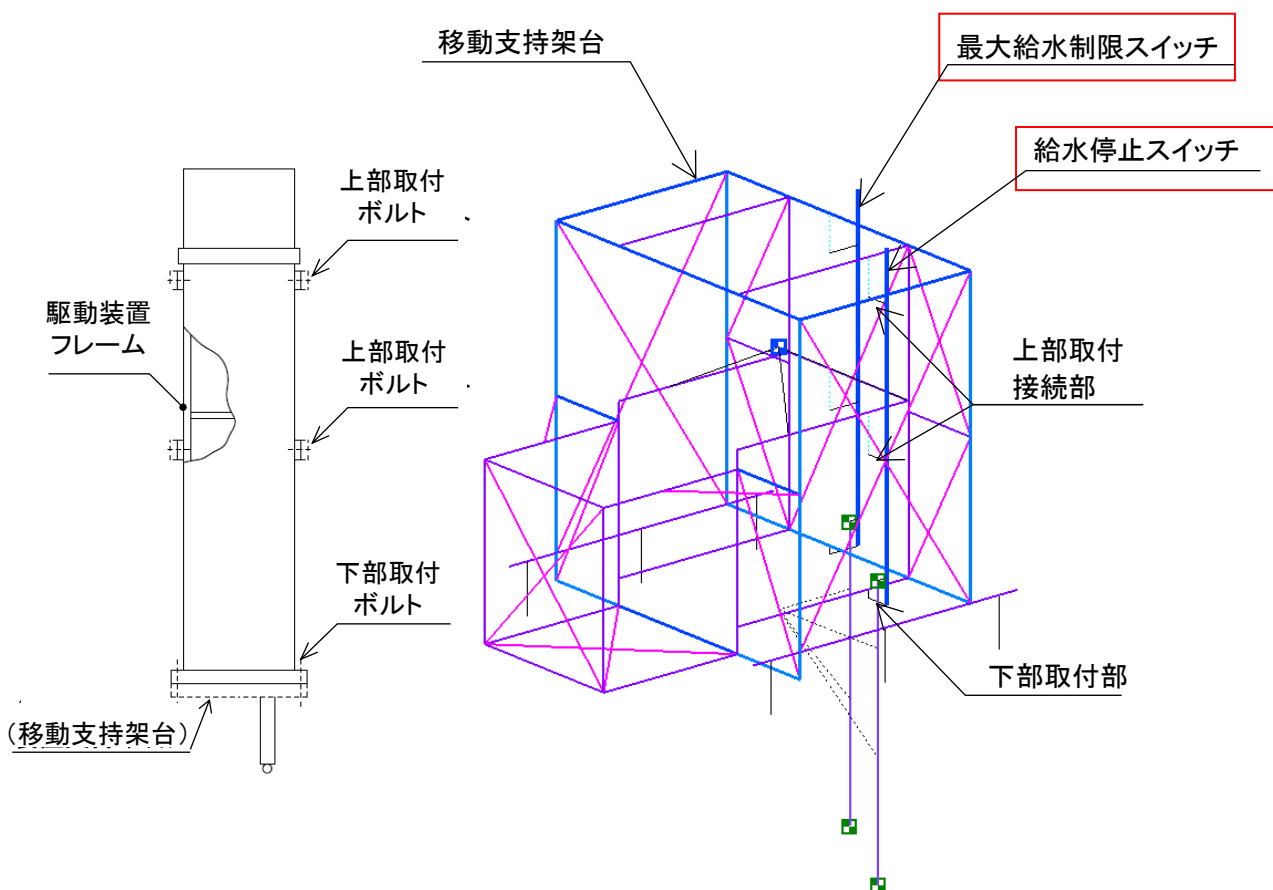


図 2.4-1 給水停止スイッチ及び最大給水制限スイッチの概略図及び計算モデル

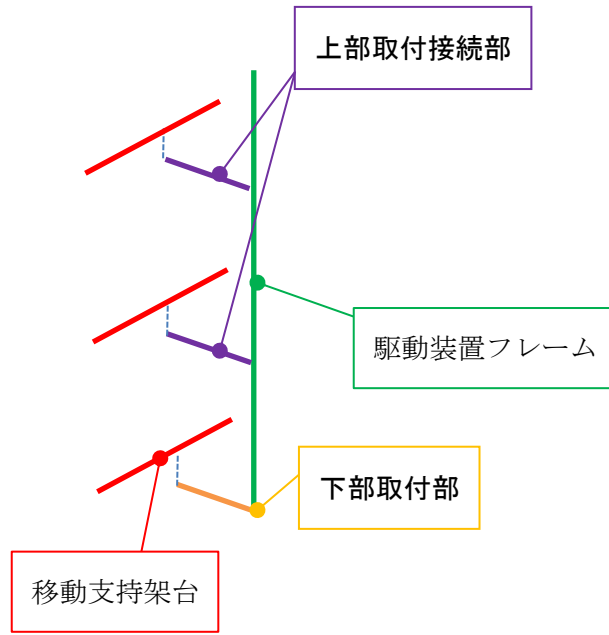


図 2. 4-2 計算モデル 各接続部の概略図

2. 4. 1 上部取付ボルトの応力

上部取付ボルトは、図 2.4.1-1 に示すボルト軸方向の水平方向地震時に生じる  $F_{t1}$  により引張力を、ボルト軸に直交する方向の水平地震時に生じる  $Q_{s1}$  により、せん断力及び曲げモーメントによる引張力を受ける。この部材力による引張応力とせん断応力は、次のように求められる。

(1) 水平方向（取付ボルト引張方向）地震時に生じる応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t1} = \frac{F_{t1}}{n_1 A_1}$$

(2) 水平方向（取付ボルトせん断方向）地震時に生じる応力

a. 引張応力

$$\sigma_{m1} = \frac{F_{m1}}{n_{f1} A_1}$$

ここで、曲げモーメントによる引張力は、以下のとおりである。

$$F_{m1} = \frac{M_1}{L_1} = \frac{Q_{s1} \ell_1}{L_1}$$

b. せん断応力

$$\tau_{s1} = \frac{Q_{s1}}{n_1 A_1}$$

なお、 $F_{t1}$  及び  $Q_{s1}$  は上部取付ボルト 2 か所で発生する部材力のうち、最大値を適用する。

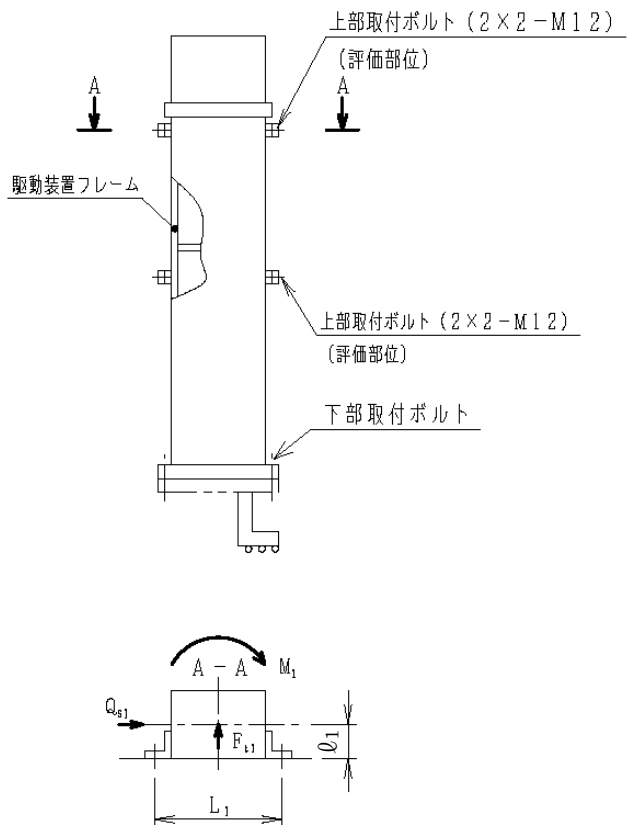


図 2.4.1-1 上部取付接続部に作用するせん断力及び引張力



## 2. 4. 2 下部取付ボルトの応力

下部取付ボルトは、図 2. 4. 2-1 及び図 2. 4. 2-2 に示す水平方向地震時に生じる  $Q_{s2}$ 、 $Q_{s3}$  によるせん断力と水平方向地震時に生じる  $M_2$ 、 $M_3$  が運転時質量による復元力モーメントを上回る場合に引張力を受ける。この部材力による引張応力とせん断応力は、次のように求められる。

### (1) 水平方向(短辺方向)地震時に生じる応力

#### a. 引張応力

$$\sigma_{t2} = \frac{\left(F_{m2} - \frac{F_{t2}}{2}\right)}{n_{f2}A_2}$$

ここで、曲げモーメントによる引張力及び運転時質量による復元力は、以下のとおりである。

$$F_{m2} = \frac{M_2}{L_2}$$

$$F_{t2} = m_0g$$

#### b. せん断応力

$$\tau_{s2} = \frac{Q_{s2}}{n_2A_2}$$

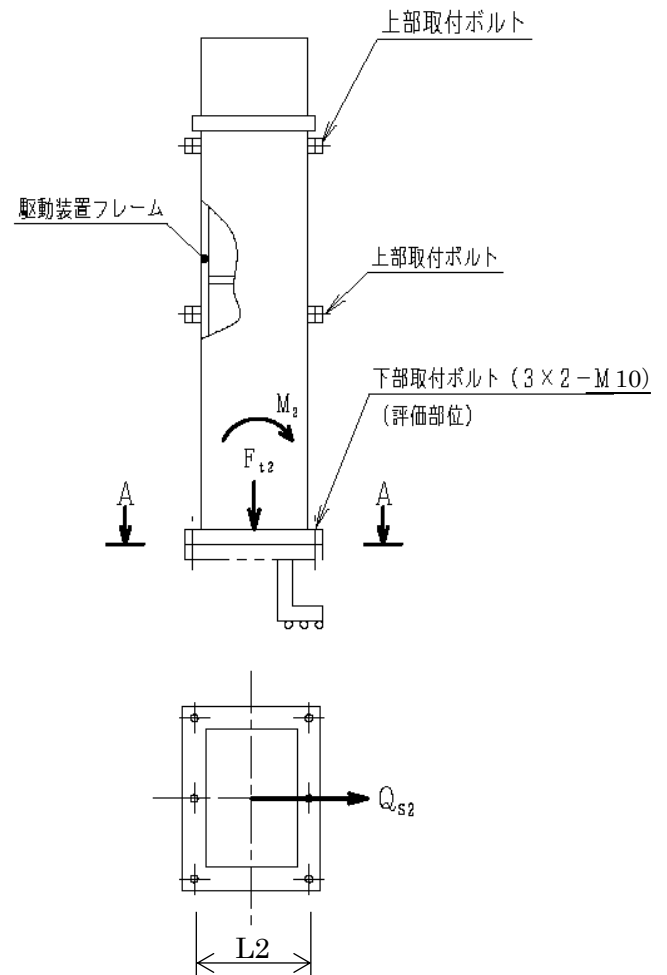


図 2. 4. 2-1 水平方向(短辺方向)地震時に下部取付部に作用するせん断力及び曲げモーメント

(2) 水平方向（長辺方向）地震時に生じる応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t3} = \frac{\left(F_{m3} - \frac{F_{t3}}{3}\right)}{n_{f3}A_2}$$

ここで、曲げモーメントによる引張力及び運転時質量による復元力は、以下のとおりである。

$$F_{m3} = \frac{2 M_3}{5 L_3}$$

$$F_{t3} = m_0 g$$

b. せん断応力

$$\tau_{s3} = \frac{Q_{s3}}{n_2 A_2}$$

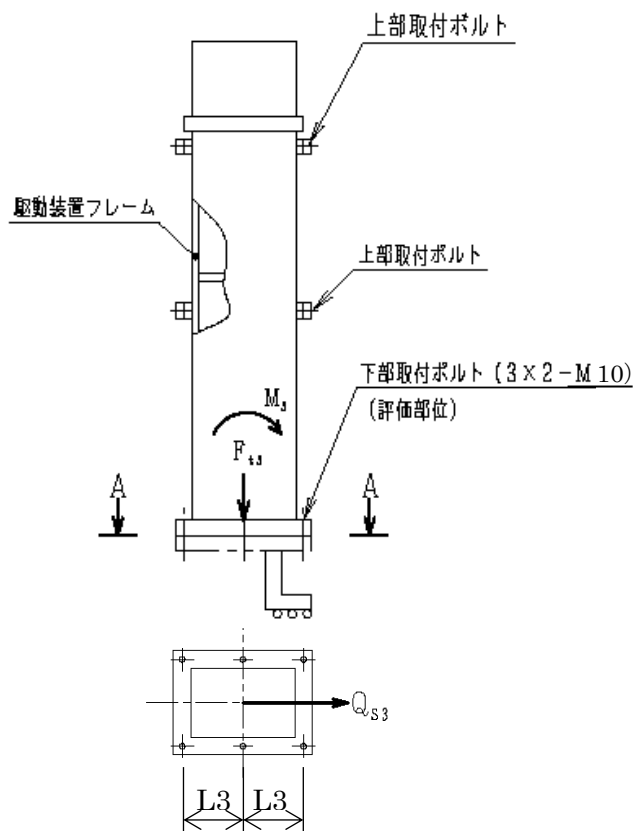


図 2.4.2-2 水平方向(長辺方向)地震時に下部取付部に作用するせん断力及び曲げモーメント

### 2. 4. 3 駆動装置フレームの応力

駆動装置フレームの概略構造を図 2. 4. 3-1 に示す。駆動装置フレームは、運転時質量により圧縮力及び水平方向地震時に曲げモーメントとせん断力を受ける。この部材力による圧縮応力、曲げ応力及びせん断応力並びに組合せ応力は、次のように求められる。

なお、駆動装置フレームの断面形状及び断面性能の算出形状は、表 2. 4. 3-1 のとおりである。

#### (1) 運転時質量による応力

##### a. 圧縮応力

$$\sigma_{t4} = \frac{F_{t4}}{A_{t4}}$$

$$F_{t4} = m_0 g$$

#### (2) 水平方向地震時に発生する応力

##### a. 曲げ応力

$$\sigma_{b4} = \frac{M_4}{Z_4}$$

##### b. せん断応力

$$\tau_{s4} = \frac{Q_{s4}}{A_{s4}}$$

#### (3) 組合せ応力

$$\sigma_{tb4} = \sigma_{t4} + \sigma_{b4}$$

$$\sigma_{s4} = \sqrt{\sigma_{tb4}^2 + 3\tau_{s4}^2}$$

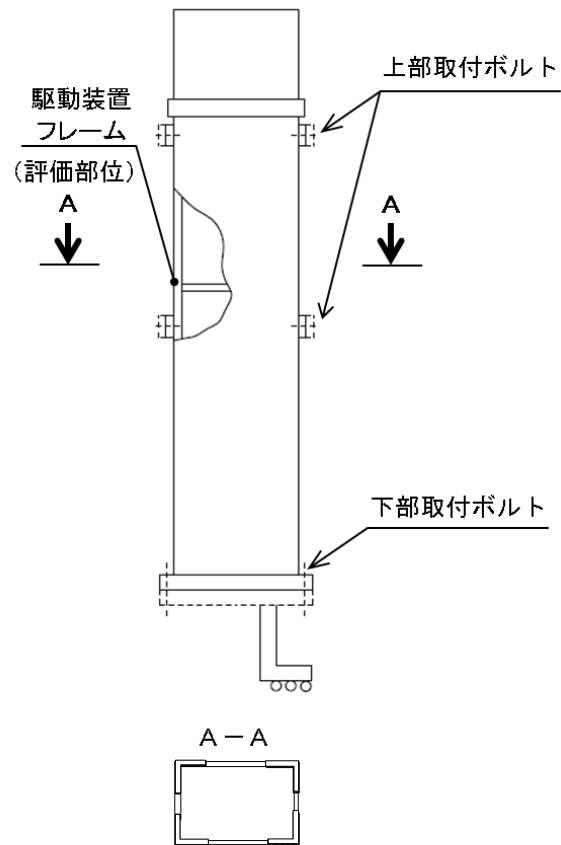
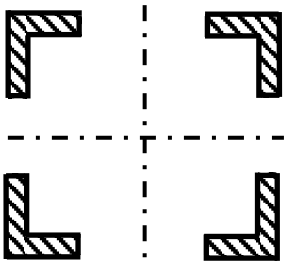
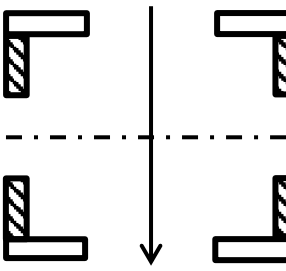
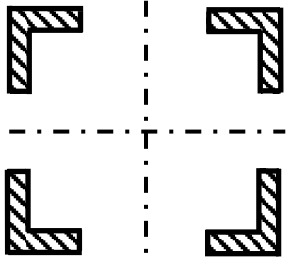


図 2. 4. 3-1 駆動装置フレームの概略構造

表 2.4.3-1 駆動装置フレームの断面性能 (ハッチング部)

断面積	せん断有効断面積	断面係数
$A_{t4}$	$A_{s4}$	$Z_4$
		 形鋼の断面係数の4倍

ステンレス鋼形鋼 (L50×50×5)

## 2. 5 応力の評価方法

### (1) ボルト材の許容応力

2.4.1 項及び 2.4.2 項で求めた応力が、ボルトの最高使用温度における表 2.5-1 に示す許容応力以下であること。

表 2.5-1 その他の支持構造物（ボルト材）の許容応力

応力分類 許容応力状態	一次応力	
	引張	せん断
BAS	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$F$  値は次式により定める。

- (a) 使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の場合

$$F = \min[1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)]$$

なお、 $S_y(RT)$  は 40°C における  $S_y$  の値。

- (b) 上記(a)以外の場合

$$F = \min[S_y, 0.7S_u]$$

また、ボルトに生じる応力の計算に用いる有効断面積は、表 2.5-2 による。

表 2.5-2 ねじの呼び径と有効断面積（JIS B1051 より）

ねじの呼び	並目ねじの有効断面積 (mm <sup>2</sup> )
M10	58.0
M12	84.3

(2) 駆動装置フレームの許容応力

2.4.3項で求めた応力が、最高使用温度における表 2.5-3 に示す許容応力以下であること。

表 2.5-3 その他の支持構造物等（ボルト材以外）の許容応力

応力分類 許容応力状態	一次応力			
	圧縮	せん断	曲げ	引張(組合せ)
BAS	$1.5 f_c$	$1.5 f_s$	$1.5 f_b$	$1.5 f_t$

ここで、

$$f_c = \left\{ 1 - 0.4 \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \frac{F}{v}, \quad f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}, \quad f_b = \frac{F}{1.5}$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}}, \quad \lambda = \frac{\ell_k}{i}, \quad \ell_k = 1.0L_a, \quad v = 1.5 + \frac{2}{3} \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

$$F = \min[1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)]$$

$S_y(RT)$ は40°Cにおける  $S_y$  の値。

$f_c$ は  $\lambda$  が  $\Lambda$  以下の場合の式を適用。

なお、組合せ応力に対する許容応力は許容引張応力とし以下のとおり。

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

圧縮力と曲げモーメントを受ける部材の応力は以下の式を満足すること。

$$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$$

$$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$$

ここで、

$\sigma_c$  : 部材の圧縮応力の和

$c\sigma_b$  : 圧縮側曲げ応力の和

$t\sigma_b$  : 引張側曲げ応力の和

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章 表 6、  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 9 に規定される値 (MPa)。

$S_u$  : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章 表 7、  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 10 に規定される値 (MPa)。

### 3. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	固有周期 (s)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平C <sub>H</sub>	鉛直C <sub>V</sub>				
給水停止スイッチ/ 最大給水制限スイッチ	B	炉室 (S) 1 F L +7.0m	0.38	—	9.80665	0.046	—	80

### 4. 機器要目

#### 4. 1 給水停止スイッチ

##### (1) 上部取付ボルト (M12)

$n_1$ (—)	$n_{f1}$ (—)	$A_f$ (mm <sup>2</sup> )	$L_1$ (mm)	$l_f$ (mm)
4	2	84.3 (M12)	302	148

$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	$F$ (MPa)
201	379	201

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SS400 の 80°Cにおける値を示す。



(2) 下部取付ボルト (M10)

$m_0$ (kg)	$n_2$ (-)	$n_{r2}$ (-)	$n_{r3}$ (-)	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )	$L_2$ (mm)	$L_3$ (mm)
200	6	3	2	58.0 (M10)	220	140

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°C における値を示す。

(3) 駆動装置フレーム

$m_0$ (kg)	$A_{t4}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_4$ (mm <sup>3</sup> )	$La$ (mm)	$i$ (mm)
200	1921	920.8	$1.24 \times 10^4$	1150	15.2

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)	$E$ (MPa)
461	178	205	205	$1.91 \times 10^5$

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ)、 $E$  (縦弾性係数) は、SUS304 の 80°C における値を示す。

#### 4. 2 最大給水制限スイッチ

##### (1) 上部取付ボルト (M12)

$n_1$ (-)	$n_{f1}$ (-)	$A_1$ (mm <sup>2</sup> )	$L_1$ (mm)	$l_1$ (mm)
4	2	84.3 (M12)	232	158

$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	$F$ (MPa)
201	379	201

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SS400 の 80°Cにおける値を示す。

(2) 下部取付ボルト (M10)

$m_0$ (kg)	$n_2$ (-)	$n_{r2}$ (-)	$n_{r3}$ (-)	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )	$L_2$ (mm)	$L_3$ (mm)
200	6	3	2	58.0 (M10)	220	140

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す。

(3) 駆動装置フレーム

$m_0$ (kg)	$A_{t4}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_4$ (mm <sup>3</sup> )	$La$ (mm)	$i$ (mm)
200	1921	920.8	$1.24 \times 10^4$	1150	15.2

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)	$E$ (MPa)
461	178	205	205	$1.91 \times 10^5$

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ)、 $E$  (縦弾性係数) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す

5. 計算結果

5. 1 評価部位の応力計算結果

5. 1. 1 給水停止スイッチ

(1) 水平方向地震時に作用する部材力（地震応力解析結果）

評価部位	曲げモーメント (N-mm)	せん断力 (N)	引張力 (N)
上部取付ボルト	—	$Q_{s1}$ 2.920 E+02 —	— $F_{t1}$ 5.070 E+02
下部取付ボルト	$M_2$ 9.697 E+04 $M_3$ 2.295 E+04	$Q_{s2}$ 7.240 E+02 $Q_{s3}$ 1.830 E+02	—
駆動装置フレーム	$M_4$ 1.421 E+05	$Q_{s4}$ 2.190 E+02	—

注記. Eは、10のべき乗を示す。(例：E+04= $\times 10^4$ )

(2) 算出応力

(MPa)

評価部位	$\sigma_{t1}$	$\sigma_{m1}$	$\tau_{s1}$
上部取付ボルト	2	1	1

(MPa)

評価部位	$\sigma_{t2}$	$\sigma_{t3}$	$\tau_{s2}$	$\tau_{s3}$
下部取付ボルト	引張は生じない	引張は生じない	3	1

(MPa)

評価部位	$\sigma_{t4}$	$\sigma_{b4}$	$\tau_{s4}$	$\sigma_{tb4}$	$\sigma_{s4}$
駆動装置フレーム	2	12	1	14	15

5. 1. 2 最大給水制限スイッチ

(1) 水平方向地震時に作用する部材力（地震応力解析結果）

評価部位	曲げモーメント (N-mm)	せん断力 (N)	引張力 (N)
上部取付ボルト	—	— $Q_{s1}$ 2.870 E+02	$F_{t1}$ 2.820 E+02 —
下部取付ボルト	$M_2$ 4.432 E+04 $M_3$ 1.924 E+04	$Q_{s2}$ 2.800 E+02 $Q_{s3}$ 6.700 E+01	—
駆動装置フレーム	$M_4$ 4.432 E+04	$Q_{s4}$ 1.450 E+02	—

注記. Eは、10 のべき乗を示す。(例：E+04= $\times 10^4$ )

(2) 算出応力

(MPa)

評価部位	$\sigma_{t1}$	$\sigma_{m1}$	$\tau_{s1}$
上部取付ボルト	1	2	1

(MPa)

評価部位	$\sigma_{t2}$	$\sigma_{t3}$	$\tau_{s2}$	$\tau_{s3}$
下部取付ボルト	引張は生じない	引張は生じない	1	1

(MPa)

評価部位	$\sigma_{t4}$	$\sigma_{b4}$	$\tau_{s4}$	$\sigma_{tb4}$	$\sigma_{s4}$
駆動装置フレーム	2	4	1	6	7

6. 評価結果

6. 1 給水停止スイッチ

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
上部取付ボルト	SS400	80	引張	$\sigma_{t1}$ 2	201
				$\sigma_{m1}$ 1	
			せん断	$\tau_{s1}$ 1	116
下部取付ボルト	SUS304	80	引張	$\sigma_{t2}$ —	205
				$\sigma_{t3}$ —	
			せん断	$\tau_{s2}$ 3	118
				$\tau_{s3}$ 1	
駆動装置フレーム	SUS304	80	圧縮	$\sigma_{t4}$ 2	149
			曲げ	$\sigma_{b4}$ 12	205
			せん断	$\tau_{s4}$ 1	118
			組合せ	$\sigma_{s4}$ 15	205
			圧縮力と 曲げモーメント	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1$	
				0.08	
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5 f_t} \leq 1$	
				0.05	



6. 2 最大給水制限スイッチ

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
上部取付ボルト	SS400	80	引張	$\sigma_{t1}$ 1	201
				$\sigma_{m1}$ 2	
			せん断	$\tau_{s1}$ 1	116
下部取付ボルト	SUS304	80	引張	$\sigma_{t2}$ —	205
				$\sigma_{t3}$ —	
			せん断	$\tau_{s2}$ 1	118
				$\tau_{s3}$ 1	
駆動装置フレーム	SUS304	80	圧縮	$\sigma_{t4}$ 2	149
			曲げ	$\sigma_{b4}$ 4	205
			せん断	$\tau_{s4}$ 1	118
			組合せ	$\sigma_{s4}$ 7	205
			圧縮力と 曲げモーメント	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$	
				0.04	
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$	
				0.01	

## 参考資料 1

スイッチ類の耐震強度評価及びスイッチガイド管のスイッチ類等への  
波及的影響に係る考え方について

1. 概要

設置許可段階において地震起因に限定せず安全機能喪失を仮定し、耐震Bクラス機器として選定した最大給水制限スイッチ及び給水・排水開始スイッチ（以下「スイッチ類」という。）について、設工認段階では、その構成する部品毎（スイッチロッド部及び駆動装置フレーム）に地震時に期待される安全機能を考慮し、地震力による損壊に伴う公衆への影響の観点から、耐震Bクラスに応じた耐震強度評価の必要性についてより詳細に検討した。

本書は、スイッチ類について、使用状態に期待される安全機能及び波及的影響を考慮した耐震強度評価の考え方を示す。また、スイッチロッド部の屈曲を防止するために設けるスイッチガイド管について、地震時におけるスイッチロッド部及び炉心への波及的影響について考え方を示す。

## 2. スイッチ類の耐震強度評価

スイッチ類の耐震強度評価の必要性の有無について、(1)安全機能の観点及び(2)炉心への波及的影響の観点から検討する。

### (1) 安全機能の観点

- ①設置変更許可申請書の耐震重要度分類では、許可基準規則解釈の「試験研究用等原子炉施設に係る耐震重要度分類の考え方」に基づき、地震起因に限定せず、停止機能及び閉じ込め機能のそれぞれの喪失を組み合わせた想定により、耐震クラスを分類している。
- ②スイッチ類の安全機能は、原子炉停止系への作動信号の発生（最大給水制限スイッチ）、過剰な反応度の添加防止（給水停止スイッチ）、反応度添加抑制（排水開始スイッチ）である。
- ③これらスイッチ類の安全機能は「原子炉停止及び原子炉停止状態を維持する機能」として機能維持を仮定し、これらの安全機能を有するスイッチ類は耐震Bクラス機器として選定している（図1参照）。
- ④しかしながら、耐震Bクラスの地震が発生した場合は、STACYはスクラムする（軽水が排水され、給水が継続されない）ため、耐震Bクラスの地震発生時にスイッチ類に期待すべき安全機能はない（注1）。なお、STACYがスクラムする地震加速度  $0.25\text{m/s}^2$  (25Gal) は震度4相当であり、スクラムが働くまでの間にステンレス鋼製のスイッチ類が破損するおそれはない。
- ⑤したがって、安全機能の観点からは耐震Bクラスに分類されるが、地震力が作用した場合はその安全機能に期待しないため、当該スイッチ類の耐震強度評価を行う必要はない。
- ⑥なお、設工認技術基準規則第6条（地震による損傷の防止）では、試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならないことを要求している。スイッチ類は、地震発生時にその安全機能に期待しないため、地震による損壊を想定しても公衆に放射線障害を及ぼすことはなく、設工認技術基準規則第6条に適合している。

---

注1：STACYは耐震Cクラスの地震動より小さい加速度（ $0.25\text{m/s}^2$  (25Gal)）でスクラムする設計としている（参考表1参照）。

## (2) 炉心への波及的影響の観点

- ①スイッチ類の本来の安全機能の観点から整理した耐震強度評価の必要性は上記⑤のとおりであるが、これらスイッチ類は炉心タンクの上部に設置するため、スイッチ類の構成部品（駆動装置フレーム及びスイッチロッド部）について、炉心への波及的影響という観点から耐震強度評価の必要性を検討する。
- ②まず、駆動装置フレームについて、耐震強度評価の必要性を検討する。駆動装置フレームは、炉心タンク上部に設置し、その損壊時に炉心への波及的影響を与えるおそれがあることから、耐震Bクラスの耐震強度評価が必要である。なお、耐震強度評価の結果については、添付書類「Ⅲ-1-3-(4)その他の主要な計装の耐震強度計算書」に示すとおりである。
- ③次にスイッチロッド部について、耐震強度評価の必要性を検討する。スイッチロッド部は、炉心タンク内の炉心外側に設置し（図2参照）、スイッチロッド部が万一破損した場合でも炉心は適切な耐震強度を有する格子板フレームに保護されるため、波及的影響を与えるおそれはなく、耐震強度評価を行う必要はない。

## 3. スイッチガイド管のスイッチ類等への波及的影響に係る考え方

スイッチガイド管は、スイッチロッド部の駆動スペースを物理的に確保することにより、スイッチロッド部が誤操作等により駆動した場合でも他の機器等と干渉し、屈曲することを防止するために設けるものであり、固有の安全機能を有するものではない。このため、スイッチ類等への波及的影響の観点から耐震強度評価の必要性の有無について検討する。

- ①スイッチ類の使用状態において、スイッチガイド管が地震により損傷した場合でも、上記「1. (1) ⑤」に記載のとおり、地震発生時にスイッチ類に期待すべき安全機能はないため、スイッチ類に波及的影響を与えるおそれはない。
- ②スイッチガイド管は、炉心の外側に設置するため、上記「2. (2) ③」と同様な理由により、炉心に波及的影響を与えるおそれはない。
- ③したがって、スイッチガイド管は安全機能を有する機器に対して波及的影響を与えるおそれはなく、スイッチガイド管の耐震強度評価を行う必要はない。

④なお、スイッチガイド管は、ステンレス鋼で製作し、炉心タンク上部及び炉心タンク内の検出器配置用治具等固定用タッププレートにそれぞれM12 ボルト (SUS304) で固定する構造であり、STACYがスクラムする以前に破損するおそれはない。

#### 4. その他（地震後におけるスイッチ類の健全性確認）

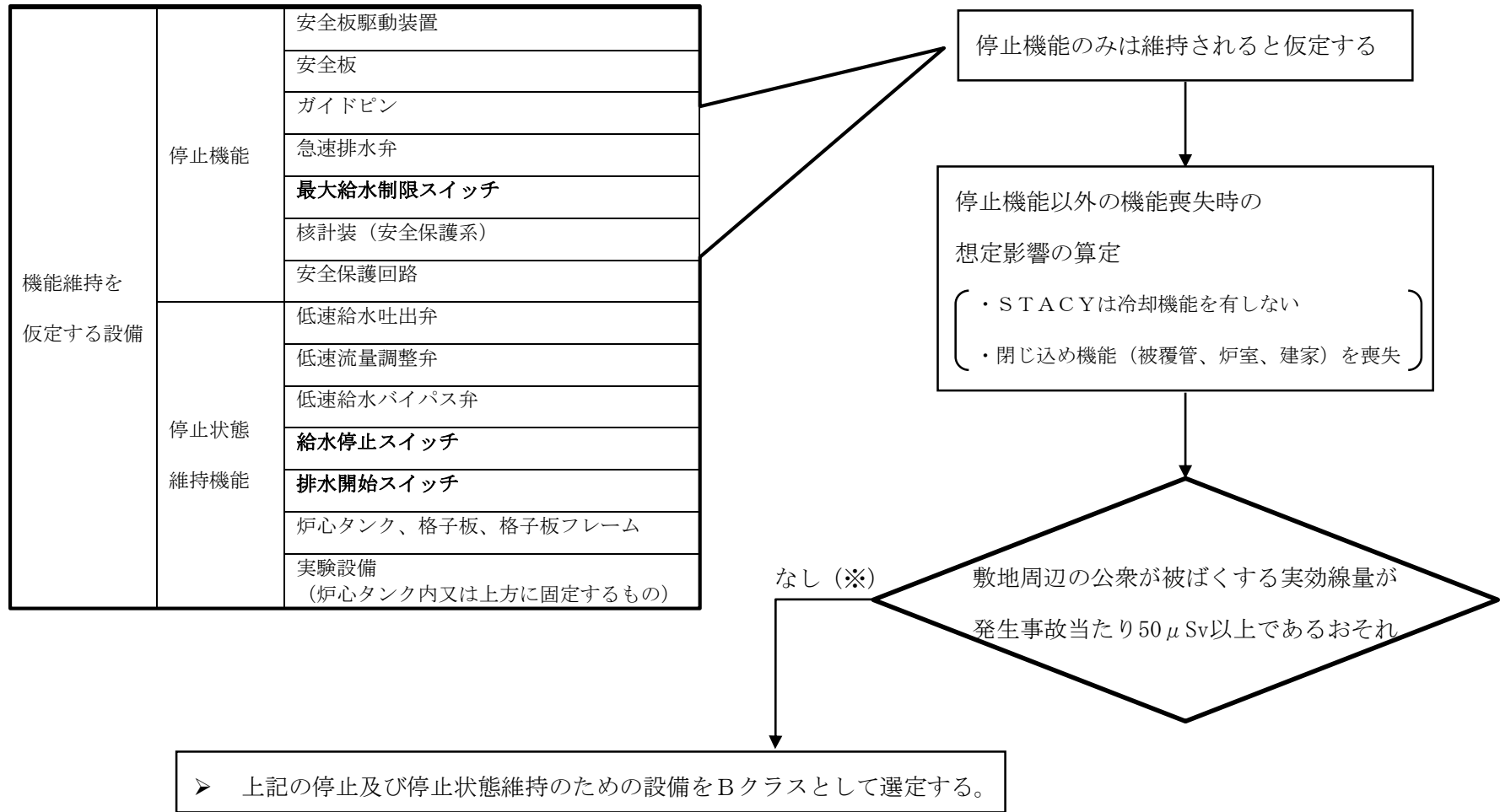
地震によるスクラム後の再起動に当たっては、起動前点検においてスイッチ類の外観点検（スイッチガイド管の外観点検を含む。）、動作確認（スイッチの摺動抵抗確認）、零点調整により異常がないことを確認するため、異常な状態で原子炉運転が継続されるおそれはない。

#### 5. まとめ

- スwitch類のスイッチロッド部は、安全機能の観点からは耐震Bクラスに分類されるが、使用状態において地震力が作用した場合はその安全機能に期待しないため、耐震強度評価は不要である。また、炉心への波及的影響の観点からも、スイッチロッド部が万一破損した場合でも炉心は格子板フレームに保護されるため、波及的影響を与えるおそれはなく、耐震強度評価は不要である。
- ただし、スイッチ類の駆動装置フレームは、炉心への波及的影響を考慮し、耐震Bクラスの地震力に十分耐えられるような強度を有することを確認している。
- スwitchロッド部について耐震Bクラスの耐震強度評価を不要とすることは、設置許可段階で耐震Bクラス機器として選定したスイッチ類の一部部品について、詳細設計の設工認段階において地震時に期待する安全機能に応じて細分化し、耐震強度評価の必要性について明確化を図るものである。耐震Bクラス機器として選定したスイッチ類のうち駆動装置フレームは耐震Bクラスの強度評価を実施していることから、設置変更許可申請書の記載内容にも整合するものである。
- スwitchガイド管は、安全機能を有しておらず、地震力が作用した場合にスイッチ類及び炉心に波及的影響を与えるおそれはないため、耐震強度評価は不要である。

参考表 1 地震動の比較

項 目	地震加速度	備 考
スクラムする地震動	$0.25\text{m/s}^2$ (25Gal)	安全保護回路の設定点 (地震加速度大)
耐震Cクラス地震動	$2.45\text{m/s}^2$ (245Gal)	炉室 (S) における設計用地震力 $1.2C_i=0.25$
耐震Bクラス地震動	$3.72\text{m/s}^2$ (372Gal)	炉室 (S) における設計用地震力 $1.8C_i=0.38$
排水開始スイッチが 作動する地震動	スクラムする地震動 ( $0.25\text{m/s}^2$ ) より 小さい地震加速度	地震加速度の小さい長周期の地震 動による軽水のスロッシングを検 知する。



※停止機能の維持により、原子炉は停止する。  
閉じ込め機能が喪失していても、周辺公衆の実効線量は約0.78 $\mu$ Svである。

図1 許可基準規則解釈に基づく耐震Bクラスとしての設備・機器等の選定フロー



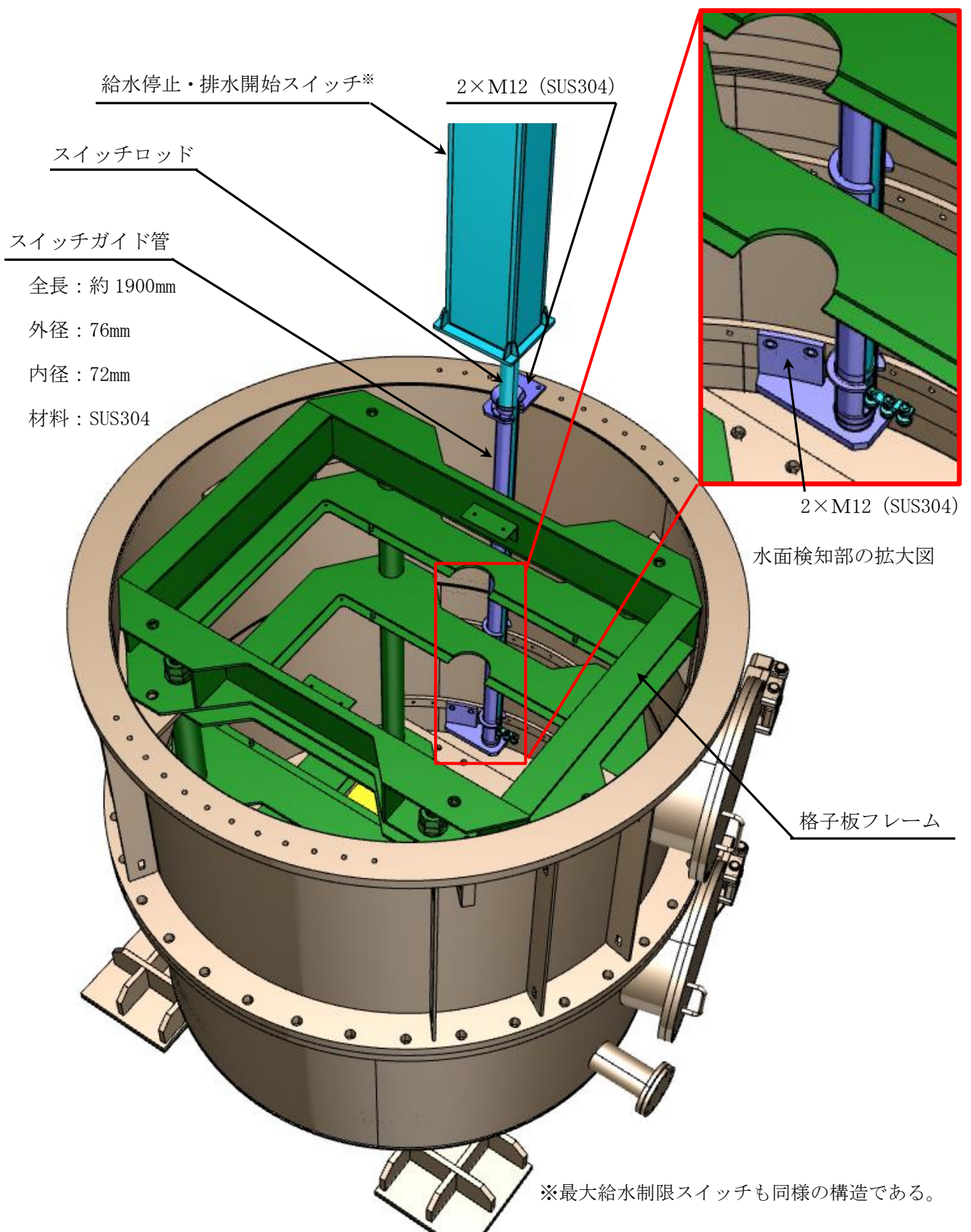
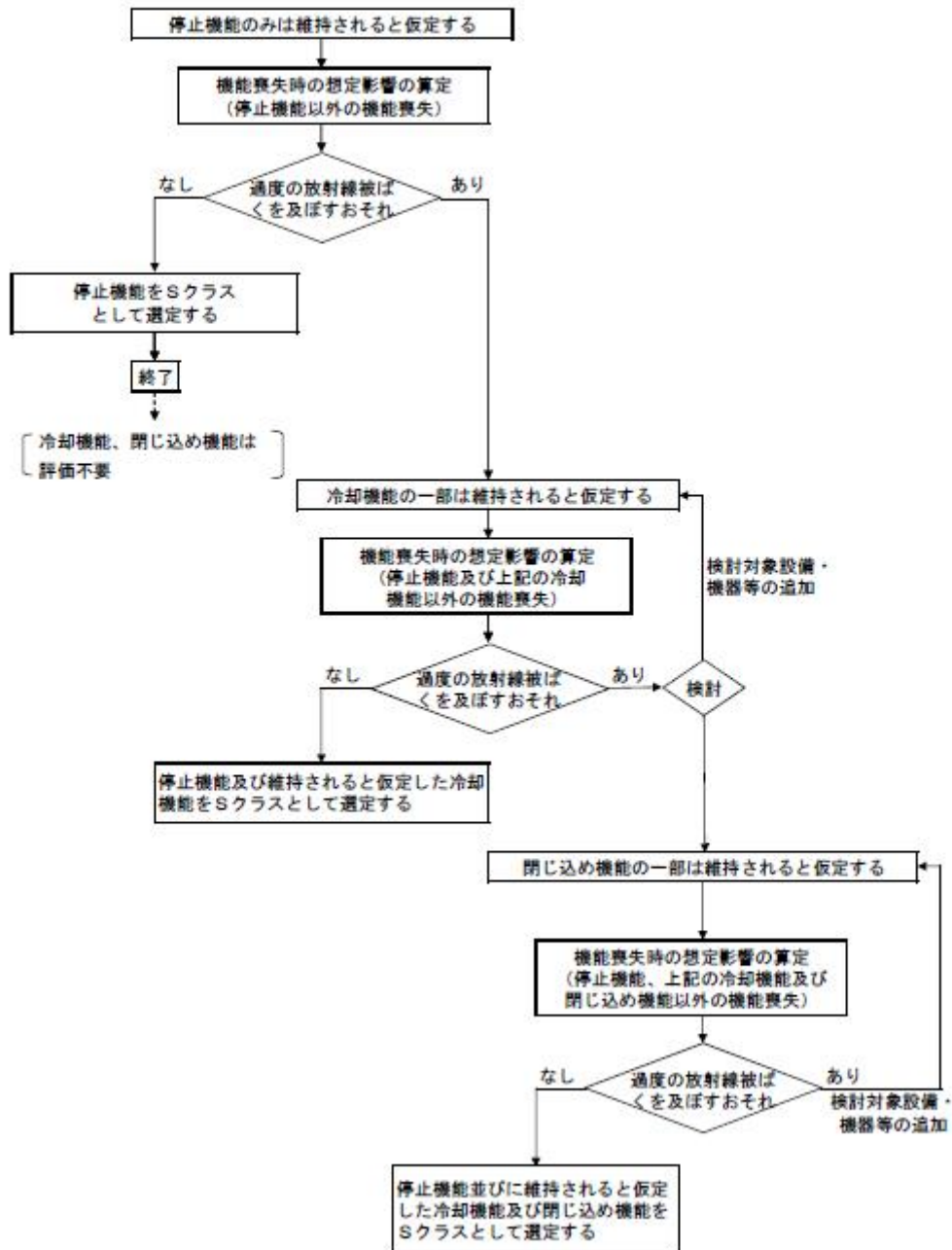


図2 給水停止・排水開始スイッチ等のスイッチガイド管の概略図

許可基準規則解釈（別記1）

「試験研究用等原子炉施設に係る耐震重要度分類の考え方」より抜粋

### 2.3 試験研究用等原子炉施設に係る個別の設備・機器等の具体的な分類の方法



## 参考資料 2

## スイッチロッド部の耐震強度評価

### 1. 概要

本書は、最大給水制限スイッチ及び給水・排水開始スイッチのスイッチロッド部の耐震強度評価について、計算方法と計算結果を示すものである。

### 2. 計算方法

#### 2. 1 計算条件

スイッチロッド部の耐震計算条件を表 2.1-1 に示す。また、計算モデルを図 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 計算条件

評価対象部位	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		評価温度 (°C)
			水平 $C_H$	鉛直 $C_V$	
スイッチロッド部	C※1	炉室 (S) 1 F L + 7.0m	0.25	—	80

※1：スイッチロッド部は、スクラムするまで耐えればよいが、保守的に耐震Cクラスで設計する。

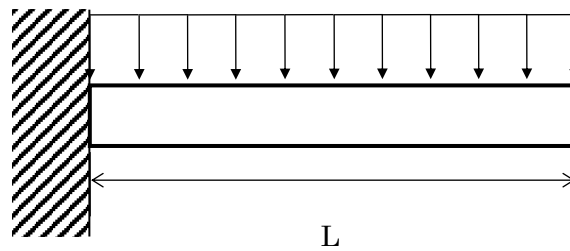


図 2.1-1 スwitchロッド部の計算モデル

## 2. 2 応力の計算方法

### (1) 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot L}{Z}$$

### (2) せん断応力

$$\tau = \frac{m \cdot g \cdot C_H}{A}$$

表 2.2-1 応力評価に関する記号

記号	表記内容	単位
A	スイッチロッド部の有効断面積 $\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d_2^2)$	mm <sup>2</sup>
C <sub>H</sub>	水平震度 (=0.25)	—
d <sub>1</sub>	スイッチロッド部の外径	mm
d <sub>2</sub>	スイッチロッド部の内径	mm
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
I	断面二次モーメント $\frac{\pi}{64}(d_1^4 - d_2^4)$	mm <sup>4</sup>
L	スイッチロッド部の長さ	mm
m	スイッチロッド部の重量	kg
Z	断面係数 $\frac{2I}{d_1}$	mm <sup>3</sup>
σ <sub>b</sub>	スイッチロッド部の曲げ応力	MPa
τ	スイッチロッド部のせん断応力	MPa

表 2.2-2 機器要目

d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L	m	Z	A	I
(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(mm <sup>3</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>4</sup> )
60.5	54.5	2227	16.8	7.425E+03	541.9	2.246E+05

### 3. 計算結果

以下に示すとおり、スイッチロッド部に発生する応力は許容応力以下である。

評価対象	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
スイッチロッド部	SUS304	80	曲げ	$\sigma_b$ 13	205
			せん断	$\tau$ 1	118

添付書類

Ⅲ－１－３－(5) 安全板駆動装置の耐震強度計算書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-1-3-(5)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-1-3-(5)-2
2. 1 計算条件	添Ⅲ-1-3-(5)-2
2. 2 記号の説明	添Ⅲ-1-3-(5)-3
2. 3 固有周期の計算方法	添Ⅲ-1-3-(5)-5
2. 4 応力の計算方法	添Ⅲ-1-3-(5)-5
2. 4. 1 ガイドレールの応力	添Ⅲ-1-3-(5)-7
2. 4. 2 補強アングルの応力	添Ⅲ-1-3-(5)-10
2. 4. 3 吊フレームの応力	添Ⅲ-1-3-(5)-12
2. 4. 4 振れ止め金具位置決めピンの応力	添Ⅲ-1-3-(5)-14
2. 5 応力の評価方法	添Ⅲ-1-3-(5)-15
3. 設計条件	添Ⅲ-1-3-(5)-17
4. 機器要目	添Ⅲ-1-3-(5)-18
5. 計算結果	添Ⅲ-1-3-(5)-20
6. 評価結果	添Ⅲ-1-3-(5)-22



## 1. 概要

本書は、安全板駆動装置の耐震強度評価について、計算方法及び計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

#### (1) 評価対象部位

安全板駆動装置は、ガイドフレーム（ガイドレール、補強アングル、吊フレーム）、ガイドピン、振れ止め金具等から構成される。このうち、地震時に安全板駆動装置を支える部位及び安全板の挿入性に係る部位を対象とし、断面積が小さい箇所や応力が集中する箇所など耐震評価上の結果が厳しくなる下記の主要部材について耐震強度評価を実施する。

- ① ガイドレール
- ② 補強アングル
- ③ 吊フレーム
- ④ 振れ止め金具位置決めピン

#### (2) 耐震クラス：Bクラス

#### (3) 機器区分：－

#### (4) 評価温度：80℃

#### (5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表 2.1-1 による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・静的震度： $C_H$  (NS, EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・据付場所及び基準床レベル：炉室 (S) 1FL+7.0m

表 2.1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
B	$D+P_d+M_d+S_B$	B <sub>A</sub> S

〈記号の説明〉

$D$ ： 死荷重

$P_d$ ： 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ： 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$ ： Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2.2-2 に示す。

表 2.2-2 (1/2) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$A_{br}$	補強アングルの断面積	$\text{mm}^2$
$A_{bre}$	補強アングルのせん断有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_h$	吊フレームの断面積	$\text{mm}^2$
$A_{he}$	吊フレームのせん断有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_p$	振れ止め金具位置決めピンの断面積	$\text{mm}^2$
$A_r$	ガイドレールの断面積	$\text{mm}^2$
$A_{re1}, A_{re2}$	ガイドレールのせん断有効断面積(x, y方向)	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$F_{br}$	水平方向地震時に補強アングルの作用する引張力(解析結果)	N
$F_h$	水平(x)方向地震時に吊フレームに作用する引張力(解析結果)	N
$F_{r1}, F_{r2}$	水平(x, y)方向地震時にガイドレールに作用する引張力(解析結果)	N
$g$	重力加速度(9.80665)	$\text{m/s}^2$
$M_{br}$	水平方向地震時に補強アングルの作用する曲げモーメント(解析結果)	N-mm
$M_h$	水平(x)方向地震時に吊フレームに作用する曲げモーメント(解析結果)	N-mm
$M_{r1}, M_{r2}$	水平(x, y)方向地震時にガイドレールに作用する曲げモーメント(解析結果)	N-mm
$n_f$	水平力を負担する振れ止め金具位置決めピンの本数(8本)	—
$Q_{br}$	水平方向地震時に補強アングルの作用するせん断力(解析結果)	N
$Q_h$	水平(x)方向地震時に吊フレームに作用するせん断力(解析結果)	N
$Q_p$	水平方向地震時に振れ止め金具位置決めピンに作用するせん断力(解析結果)	N
$Q_{r1}, Q_{r2}$	水平(x, y)方向地震時にガイドレールに作用するせん断力(解析結果)	N
$Z_{br}$	補強アングルの断面係数	$\text{mm}^3$
$Z_h$	吊フレームの断面係数(弱軸まわり)	$\text{mm}^3$
$Z_{r1}, Z_{r2}$	ガイドレールの断面係数(x, y軸まわり)	$\text{mm}^3$

表 2.2-2 (2/2) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$\sigma_{br}$	補強アングルの引張応力の和	MPa
$\sigma_{br0}$	補強アングルの組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{br1}$	運転時質量及び地震により生じる補強アングルの引張応力	MPa
$\sigma_{br2}$	地震により生じる補強アングルの曲げ応力	MPa
$\sigma_h$	吊フレームの引張応力の和	MPa
$\sigma_{h0}$	吊フレームの組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{h1}$	運転時質量及び地震により生じる吊フレームの引張応力	MPa
$\sigma_{h2}$	地震により生じる吊フレームの曲げ応力	MPa
$\sigma_{r1}, \sigma_{r2}$	ガイドレールの引張応力の和(x, y方向地震)	MPa
$\sigma_{rb1}, \sigma_{rb2}$	地震により生じるガイドレールの曲げ応力(x, y方向地震)	MPa
$\sigma_{rt1}, \sigma_{rt2}$	運転時質量及び地震により生じるガイドレールの引張応力(x, y方向地震)	MPa
$\sigma_{rx}, \sigma_{ry}$	ガイドレールの組合せ応力の最大値(x, y方向地震)	MPa
$\tau_{br}$	地震により生じる補強アングルのせん断応力	MPa
$\tau_h$	地震により生じる吊フレームのせん断応力	MPa
$\tau_p$	地震により生じる振れ止め金具位置決めピンのせん断応力	MPa
$\tau_{r1}, \tau_{r2}$	地震により生じるガイドレールのせん断応力(x, y方向地震)	MPa

## 2. 3 固有周期の計算方法

安全板駆動装置の固有周期は、原子炉本体等の固有周期に包含される。その計算方法は、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」に示す。

## 2. 4 応力の計算方法

安全板駆動装置の概略支持構造及び計算モデルを図 2.4-1 及び図 2.4-2 に示す。

安全板駆動装置のガイドフレーム（ガイドレール、補強アングル、吊フレームで構成される。）は、移動支持架台の昇降デッキから、支持金具を介して吊下げられる。ガイドフレーム上端の吊フレームはピン結合で支持され、下端は振れ止め金具によって水平方向を支持される。振れ止め金具は、振れ止め金具位置決めピンによって格子板フレームに固定される。

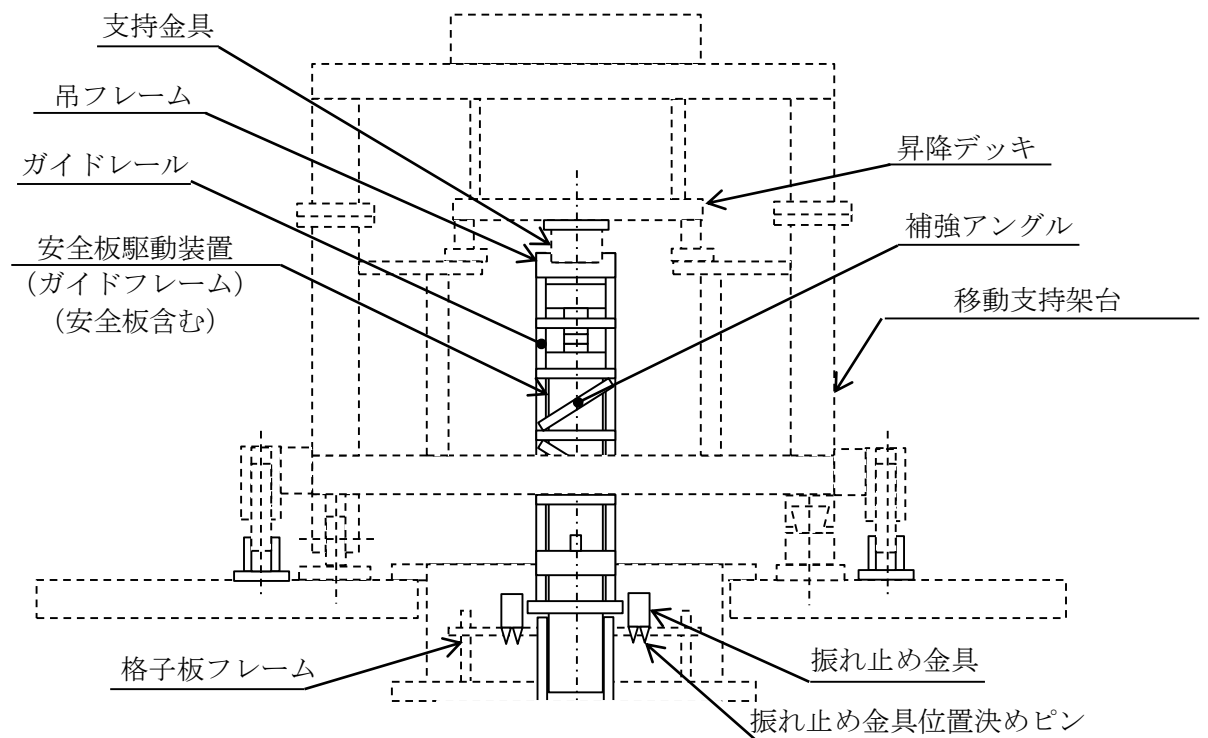


図 2.4-1 安全板駆動装置（ガイドフレーム）の概略支持構造図

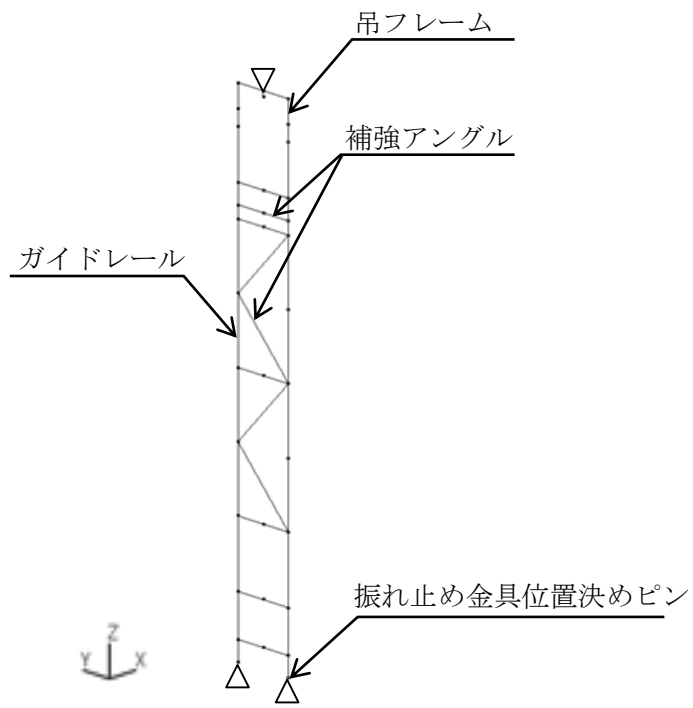


図 2. 4-2 計算モデル

## 2. 4. 1 ガイドレールの応力

ガイドレールには、地震時に運転時質量及び水平方向地震力による引張力、曲げモーメント及びせん断力が作用する。曲げモーメント、せん断力は、図 2. 4. 1-2 に示すように加速度方向に応じて作用する。このとき、図 2. 4. 1-1 に示す計算モデルの x 方向に加速度を受ける場合は、ガイドレール中間部で曲げモーメントが最大となる。一方、y 方向に加速度を受ける場合は、ガイドレール上端及び下端で曲げモーメントが大きな値を示す。また、せん断力はいずれの場合も上端及び下端の近傍で最大となる。

以上から、ガイドレールの応力評価に当たっては、組合せ応力が最大となる部位として、図 2. 4. 1-1 に示すとおり x 方向地震時は中間部を、y 方向地震時は下端近傍を対象とする。

このときの応力は、次のように求められる。

なお、ガイドレールの断面形状及び断面性能の算出形状は、図 2. 4. 1-3 及び表 2. 4. 1-1 のとおりである。

### (1) 水平方向地震時に生じる応力

#### a. 引張応力

$$\sigma_{rt1} = \frac{F_{r1}}{A_r}$$

$$\sigma_{rt2} = \frac{F_{r2}}{A_r}$$

#### b. 曲げ応力

$$\sigma_{rb1} = \frac{M_{r1}}{Z_{r1}}$$

$$\sigma_{rb2} = \frac{M_{r2}}{Z_{r2}}$$

#### c. せん断応力

$$\tau_{r1} = \frac{Q_{r1}}{A_{re1}}$$

$$\tau_{r2} = \frac{Q_{r2}}{A_{re2}}$$

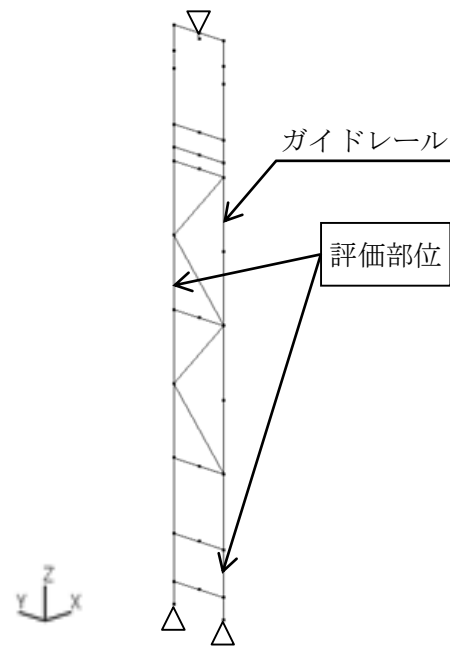


図 2. 4. 1-1 ガイドレールの評価部位

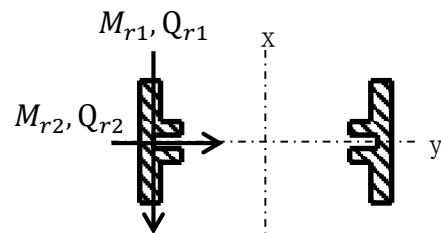


図 2. 4. 1-2 ガイドレールに作用する曲げモーメント及びせん断力

(2) 組合せ応力

$$\sigma_{r1} = \sigma_{rt1} + \sigma_{rb1}$$

$$\sigma_{r2} = \sigma_{rt2} + \sigma_{rb2}$$

$$\sigma_{rx} = \sqrt{\sigma_{r1}^2 + 3\tau_{r1}^2} \quad \dots (x \text{ 方向地震時})$$

$$\sigma_{ry} = \sqrt{\sigma_{r2}^2 + 3\tau_{r2}^2} \quad \dots (y \text{ 方向地震時})$$



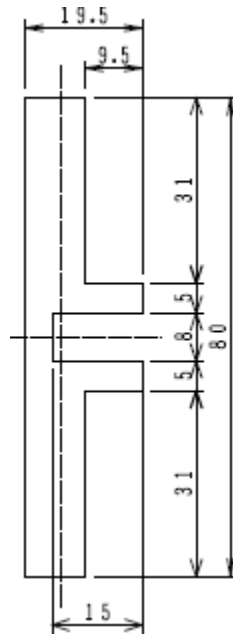

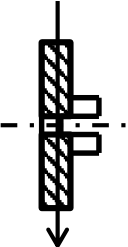
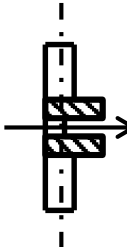

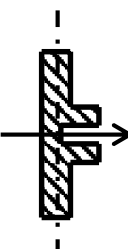


図 2.4.1-3 ガイドレールの断面形状

表 2.4.1-1 ガイドレールの断面性能 (ハッチング部)

断面積	せん断有効断面積	
$A_r$	$A_{re1}$	$A_{re2}$
		
断面係数		
$Z_{r1}$	$Z_{r2}$	
		

## 2. 4. 2 補強アングルの応力

補強アングルには、地震時に運転時質量及び水平方向地震力により引張力、曲げモーメント及びせん断力が作用する。補強ガイドの応力評価に当たっては、組合せ応力が最大となる部位として、図 2. 4. 2-1 に示す y 方向地震時の上端近傍を対象とする。

このときの応力は、次のように求められる。

なお、補強アングルの断面形状及び断面性能の算出形状は、表 2. 4. 2-1 のとおりである。

### (1) 水平方向地震時に生じる応力

#### a. 引張応力

$$\sigma_{br1} = \frac{F_{br}}{A_{br}}$$

#### b. 曲げ応力

$$\sigma_{br2} = \frac{M_{br}}{Z_{br}}$$

#### c. せん断応力

$$\tau_{br} = \frac{Q_{br}}{A_{bre}}$$

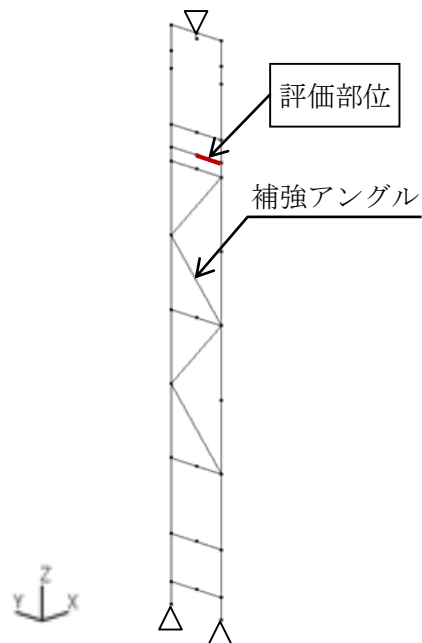


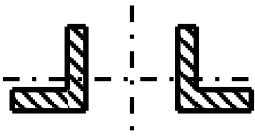
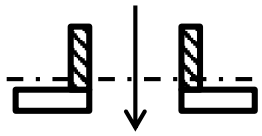
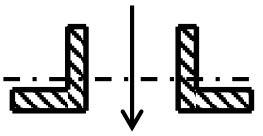
図 2. 4. 2-1 補強アングルの評価部位

### (2) 組合せ応力

$$\sigma_{br} = \sigma_{br1} + \sigma_{br2}$$

$$\sigma_{br0} = \sqrt{\sigma_{br}^2 + 3\tau_{br}^2}$$

表 2.4.2-1 補強アングルの断面性能 (ハッチング部)

断面積	せん断有効断面積	断面係数
$A_{br}$	$A_{bre}$	$Z_{br}$
		

アルミニウム形材 (L 30×30×3)

### 2. 4. 3 吊フレイムの応力

吊フレイムには、地震時に運転時質量及び水平地震力による引張力、曲げモーメント及びせん断力が作用する。このとき、計算モデルの x 方向に加速度を受ける場合には、吊フレイムの縦板のうち片側のみで地震荷重を負担する。以上から、吊フレイムの応力評価に当たっては、組合せ応力が最大となる部位として、図 2. 4. 3-1 に示す x 方向地震時の吊フレイム縦板の付根部を対象とする。

このときの応力は、次のように求められる。

なお、吊フレイムの断面形状及び断面性能の算出形状は、図 2. 4. 3-2 及び表 2. 4. 3-1 のとおりである。

#### (1) 水平方向地震時に生じる応力

##### a. 引張応力

$$\sigma_{h1} = \frac{F_h}{A_h}$$

##### b. 曲げ応力

$$\sigma_{h2} = \frac{M_h}{Z_h}$$

##### c. せん断応力

$$\tau_h = \frac{Q_h}{A_{he}}$$

#### (2) 組合せ応力

$$\sigma_h = \sigma_{h1} + \sigma_{h2}$$

$$\sigma_{h0} = \sqrt{\sigma_h^2 + 3\tau_h^2}$$

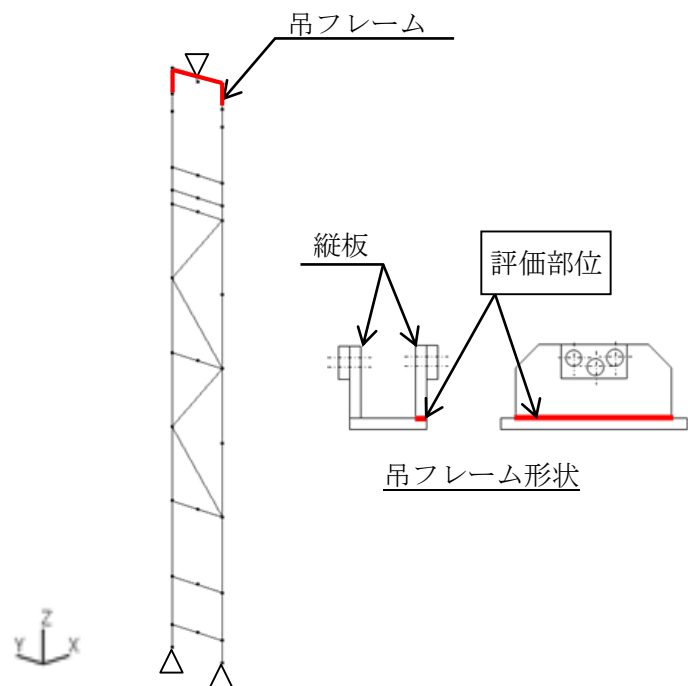


図 2. 4. 3-1 吊フレイムの評価部位

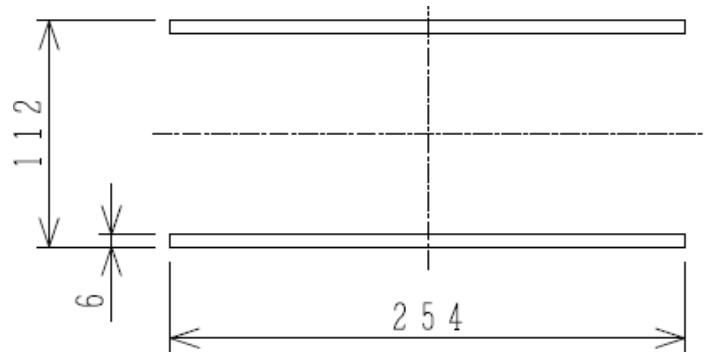


図 2.4.3-2 吊フレームの断面形状 (評価部位)

表 2.4.3-1 吊フレームの断面性能 (ハッチング部)

断面積	せん断有効断面積	断面係数
$A_h$	$A_{he}$	$Z_h$
	 $A_{he} = (2/3)A_h$	

## 2. 4. 4 振れ止め金具位置決めピンの応力

振れ止め金具は、ガイドフレーム下端の水平変位を拘束しており、地震時に作用する水平力を位置決めピンを介して格子板フレームに伝達する。その際に、位置決めピンには、せん断力が作用する。せん断力が作用する位置決めピンの本数は、計算モデルの x 方向に加速度を受ける場合には、両側の合計 16 本、y 方向に加速度を受ける場合には、片側の合計 8 本となる。以上から、位置決めピンの応力評価に当たっては、図 2. 4. 4-1 に示すとおり y 方向地震時の水平力を 8 本の位置決めピンで負担する場合を対象とする。

このときの応力は、次のように求められる。

なお、振れ止め金具位置決めピンの軸方向は拘束されないため、引張応力は生じない。

### (1) 水平方向地震時に生じる応力

#### a. せん断応力

$$\tau_p = \frac{Q_p}{n_f \cdot A_p}$$

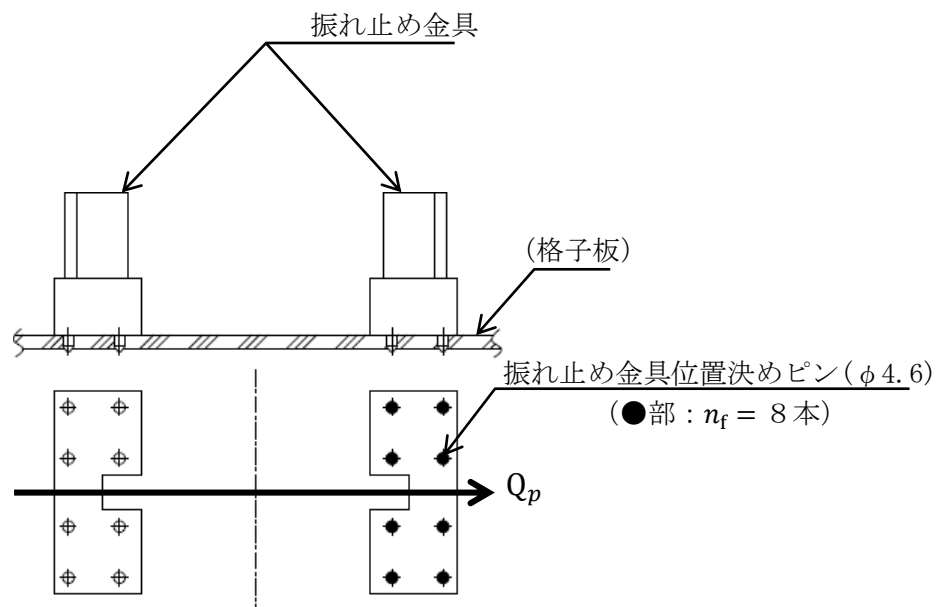


図 2. 4. 4-1 振れ止め金具位置決めピンに作用するせん断力

## 2. 5 応力の評価方法

### (1) 支持構造物等（ボルト材以外）の応力

2.4 項で求めた各応力が、最高使用温度における表 2.5-1 に示す許容応力以下であること。

表 2.5-1 その他の支持構造物（ボルト材以外）の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次応力		
	引張 (組合せ)	せん断	曲げ
BAS	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_b$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$f_b = f_t$$

$F$  値は次式により定める。

- (a) 使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の場合。

$$F = \min\{1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)\}$$

なお、 $S_y(RT)$  は 40°C における  $S_y$  の値。

- (b) 上記(a)以外の場合。

$$F = \min\{0.7S_u, S_y\}$$

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章 表 6、  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 9 に規定される値 (MPa)。

$S_u$  : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章 表 7、  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 10 に規定される値 (MPa)。



3. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	固有周期 (s)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平C <sub>H</sub>	鉛直C <sub>V</sub>				
安全板駆動装置 (ガイドフレーム)	B	炉室 (S) 1 F L+7.0m	0.38	—	9.80665	0.046	—	80

#### 4. 機器要目

##### (1) ガイドレール

$A_r$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{re1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{re2}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_{r1}$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_{r2}$ (mm <sup>3</sup> )
851.0	756.0	195.0	$1.08 \times 10^4$	$1.13 \times 10^3$

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°C における値を示す。

##### (2) 補強アングル

$A_{br}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{bre}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_{br}$ (mm <sup>3</sup> )
345.4	165.4	$1.32 \times 10^3$

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)
121	97	84

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、A6063S-T5 の 80°C における値を示す。

(3) 吊フレーム

$A_h$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{he}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_h$ (mm <sup>3</sup> )
1524	1016	$1.52 \times 10^3$

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(\text{RT})$ (MPa)	$F$ (MPa)
461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す。

(4) 振れ止め金具位置決めピン

$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$n_f$ (-)
16.62 ( $\phi 4.6$ )	8

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)
265	236	185

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、A6061BD-T6 の 80°Cにおける値を示す。

5. 計算結果

(1) 水平方向地震時に作用する部材力（地震応力解析結果）

評価部位		曲げモーメント (N-mm)		せん断力 (N)		引張力 (N)	
ガイドレール	中間部	$M_{r1}$	3.477E+04	$Q_{r1}$	1.100E+01	$F_{r1}$	1.940E+02
	下端近傍	$M_{r2}$	9.934E+03	$Q_{r2}$	5.900E+01	$F_{r2}$	6.500E+01
補強アングル		$M_{br}$	4.128E+03	$Q_{br}$	3.400E+01	$F_{br}$	1.000E+01
吊フレーム		$M_h$	1.662E+04	$Q_h$	1.270E+02	$F_h$	6.680E+02
振れ止め金具位置決めピン		—		$Q_p$	1.280E+02	—	

注記. E は、10 のべき乗を示す。(例：E+04= $\times 10^4$ )

(2) 算出応力

(MPa)

評価部位	$\sigma_{rt1}$	$\sigma_{rb1}$	$\sigma_{r1}$	$\sigma_{rt2}$	$\sigma_{rb2}$	$\sigma_{r2}$
ガイドレール	1	4	5	1	9	10
	$\tau_{r1}$		$\tau_{r2}$	$\sigma_{rx}$		$\sigma_{ry}$
	1		1	6		11

(MPa)

評価部位	$\sigma_{br1}$	$\sigma_{br2}$	$\sigma_{br}$	$\tau_{br}$	$\sigma_{br0}$
補強アングル	1	4	5	1	6

(MPa)

評価部位	$\sigma_{h1}$	$\sigma_{h2}$	$\sigma_h$	$\tau_h$	$\sigma_{h0}$
吊フレーム	1	11	12	1	13

(MPa)

評価部位	$\tau_p$
振れ止め金具位置決めピン	1

## 6. 評価結果

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
ガイドレール	SUS304	80	引張	$\sigma_{r1}$ 5	205
				$\sigma_{r2}$ 10	
			せん断	$\tau_{r1}$ 1	118
				$\tau_{r2}$ 1	
			組合せ	$\sigma_{rx}$ 6	205
				$\sigma_{ry}$ 11	
補強アングル	A6063S-T5	80	引張	$\sigma_{br}$ 5	84
			せん断	$\tau_{br}$ 1	48
			組合せ	$\sigma_{br0}$ 6	84
吊フレーム	SUS304	80	引張	$\sigma_h$ 12	205
			せん断	$\tau_h$ 1	118
			組合せ	$\sigma_{h0}$ 13	205
振れ止め金具位置決めピン	A6061BD-T6	80	せん断	$\tau_p$ 1	106

添付書類

Ⅲ－１－３－(6) 可動装荷物駆動装置（案内管）の耐震強度計算書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-1
2. 計算方法 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-2
2. 1 計算条件 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-2
2. 2 記号の説明 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-3
2. 3 固有周期の計算方法.....	添Ⅲ-1-3-(6)-5
2. 4 応力の計算方法.....	添Ⅲ-1-3-(6)-5
2. 4. 1 管 (1) の応力.....	添Ⅲ-1-3-(6)-5
2. 4. 2 支持サポート取付ボルトの応力.....	添Ⅲ-1-3-(6)-8
2. 5 応力の評価方法.....	添Ⅲ-1-3-(6)-9
3. 設計条件 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-12
4. 機器要目 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-13
5. 計算結果 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-14
6. 評価結果 .....	添Ⅲ-1-3-(6)-16



## 1. 概要

本書は、可動装荷物駆動装置(案内管)の耐震強度評価について、計算方法及び計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

#### (1) 評価対象部位

可動装荷物駆動装置は、本体（駆動部、駆動部を支持する梁、実験装置架台に取付けるためのベースプレートと取付ボルト等）、案内管（支持サポート取付ボルトを含む）、サンプル棒から構成される。案内管のみが耐震Bクラスである。案内管には、管(1)と管(2)があり、実験計画に応じていずれか一方を炉心タンクに取付ける。

このうち、剛性の低い以下の案内管を対象に耐震強度評価を実施する。

① 管(1)

② 支持サポート取付ボルト

(2) 耐震クラス： Bクラス

(3) 機器区分：－

(4) 評価温度： 80℃

(5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表 2.1-1 による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・ 静的震度： $C_H$  (NS、EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・ 据付場所及び基準床レベル： 炉室(S) 1FL+7.0m

表 2.1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
<i>B</i>	$D+P_d+M_d+S_B$	$B_dS$

*D*： 死荷重

$P_d$ ： 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ： 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$ ： Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1(1/2) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$a$	管(1)の内側半径	mm
$A_b$	支持サポート取付ボルトの有効断面積	mm <sup>2</sup>
$b$	管(1)の外側半径	mm
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$E$	管(1)の縦弾性係数	MPa
$F_a$	運転時質量により管(1)に作用する圧縮力	N
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$H$	水頭	mm
$i$	管(1)の座屈軸についての断面二次半径	mm
$k$	管(1)の外側半径と内側半径の比 ( $k=b/a$ )	—
$\ell_k$	管(1)の座屈長さ	mm
$L_a$	管(1)の支点間の長さ	mm
$M_f$	水平方向地震時に管(1)に作用する曲げモーメントの最大値 (解析結果)	N-mm
$m_a$	管(1)の質量	kg
$n_b$	支持サポート取付ボルトの総数	—
$p$	管(1)に作用する外圧 (= $10^{-6} \times g H \rho$ )	MPa
$Q_f$	水平地震時に管(1)に作用するせん断力の最大値 (解析結果)	N
$r_r$	外圧による径方向の最大圧縮応力が発生する管(1)の径方向位置	mm
$r_\theta$	外圧による周方向の最大圧縮応力が発生する管(1)の径方向位置	mm
$R_r$	$a$ と $r_r$ の比 ( $R_r=r_r/a$ )	—
$R_\theta$	$a$ と $r_\theta$ の比 ( $R_\theta=r_\theta/a$ )	—
$Z$	管(1)の断面係数	mm <sup>3</sup>
$\rho$	水の比重	—
$\lambda$	有効細長比	—
$A$	限界細長比	—

表 2.2-1(2/2) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$\sigma_d$	管(1)の組合せ応力	MPa
$\sigma_r$	外圧により生じる管(1)の径方向の圧縮応力の最大値	MPa
$\sigma_\theta$	外圧により生じる管(1)の周方向の圧縮応力の最大値	MPa
$\sigma_{z1}$	運転時質量により生じる管(1)の圧縮応力	MPa
$\sigma_{z2}$	地震により生じる管(1)の曲げ応力	MPa
$\tau_a$	地震により生じる管(1)のせん断応力	MPa
$\tau_b$	地震により生じる支持サポート取付ボルトのせん断応力	MPa

## 2. 3 固有周期の計算方法

可動装荷物駆動装置(案内管)の固有周期は、原子炉本体等の固有周期に包含される。その計算方法は、添付書類Ⅲ-1-3-(1)「原子炉本体等の応力解析」に示す。

## 2. 4 応力の計算方法

### 2. 4. 1 管(1)の応力

案内管の管(1)の概略構造及び計算モデルを図2.4.1-1に示す。

案内管の管(1)は、炉心タンクの静水頭による外圧及び水平方向地震力により曲げモーメントとせん断力を受ける。(図2.4.1-2 参照)

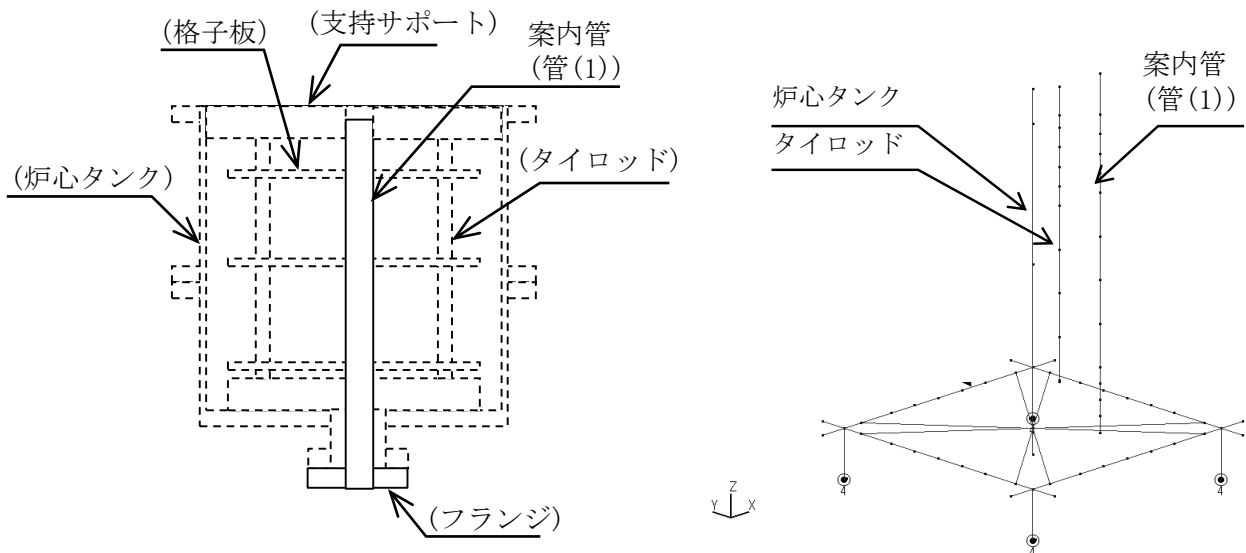


図 2. 4. 1-1 案内管 (管(1)) の概略図及び計算モデル

(1) 外圧による応力

a. 半径方向の圧縮応力

$$\sigma_r = \frac{k^2 - k^2/R_r^2}{k^2 - 1} p$$

ここで、

$$k = \frac{b}{a}$$

$$R_r = \frac{r_r}{a}$$

b. 周方向の圧縮応力

$$\sigma_\theta = \frac{k^2 + k^2/R_\theta^2}{k^2 - 1} p$$

ここで、

$$R_\theta = \frac{r_\theta}{a}$$

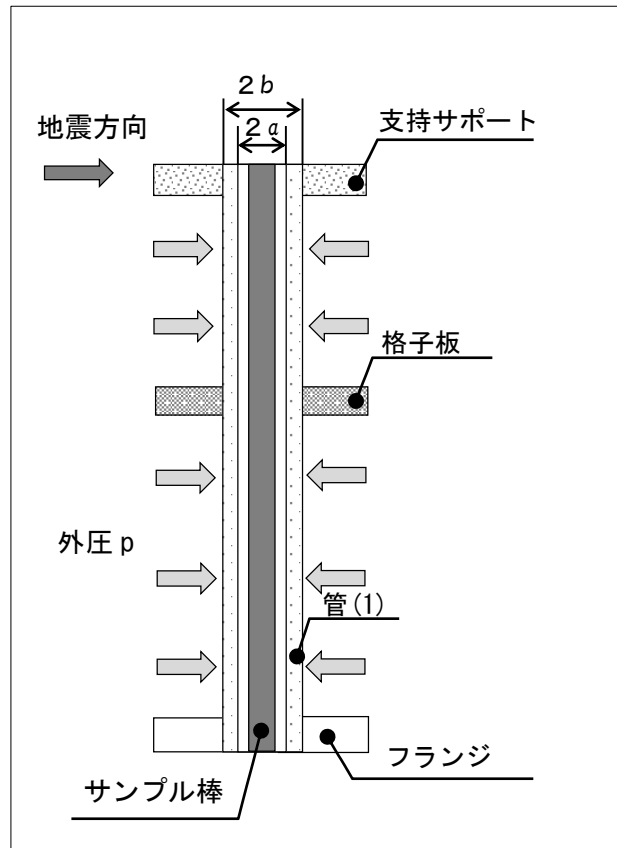


図 2.4.1-2 案内管の管(1)の荷重説明図

出典：機械工学便覧 基礎編 初版 a3-63

a~b の範囲内において  $r_r=b$  のとき  $\sigma_r$  が最大。  $r_\theta=a$  の時  $\sigma_\theta$  が最大。

(2) 運転時質量による応力

a. 軸方向の圧縮応力

$$\sigma_{z1} = \frac{F_a}{\pi(b^2 - a^2)}$$

ここで、

$$F_a = m_a g$$

(3) 水平方向地震時に生じる応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{z2} = \frac{M_f}{Z}$$

ここで、

$$Z = \frac{\pi}{32 \times 2b} \{(2b)^4 - (2a)^4\}$$

b. せん断応力

$$\tau_a = \frac{2Q_f}{\pi(b^2 - a^2)}$$

(4) 組合せ応力

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{2} \{ (\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - (\sigma_{z1} + \sigma_{z2}))^2 + ((\sigma_{z1} + \sigma_{z2}) - \sigma_r)^2 + 6\tau_a^2 \}}$$

## 2. 4. 2 支持サポート取付ボルトの応力

支持サポート取付ボルトは、水平方向地震力によりせん断力を受ける。(図 2.4.2-1 参照)

### (1) せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_f}{n_b A_b}$$

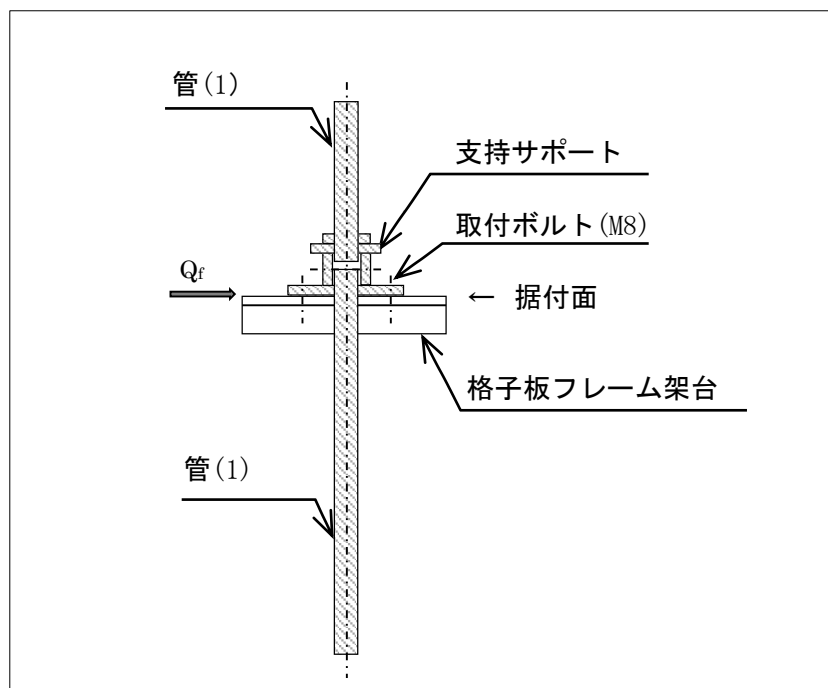


図 2.4.2-1 案内管(支持サポート取付ボルト)の計算モデル



## 2. 5 応力の評価方法

### (1) 管 (1) の応力評価

2. 4. 1 項で求めた応力が、最高使用温度における表 2. 5-1 に示す許容応力以下であること。

表 2. 5-1 その他の支持構造物等 (ボルト材以外) の許容応力

許容 応力状態	一次応力			
	圧縮	せん断	曲げ	引張(組合せ)
BAS	$1.5 f_c$	$1.5 f_s$	$1.5 f_b$	$1.5 f_t$

ここで、

$$f_c = 0.277F \left( \frac{\Lambda}{\lambda} \right)^2, \quad f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}, \quad f_b = \frac{F}{1.5}$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}}, \quad \lambda = \frac{\ell_k}{i}, \quad \ell_k = 0.7L_a, \quad i = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2}$$

$$F = \min\{S_y, 0.7S_u\}$$

$f_c$  は  $\lambda$  が  $\Lambda$  を超える場合の式を適用。

なお、組合せ応力に対する許容応力は許容引張応力とし以下のとおり。

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

圧縮力と曲げモーメントを受ける部材の応力は以下の式を満足すること。

$$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1$$

$$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5 f_t} \leq 1$$

ここで、

$\sigma_c$  : 部材の圧縮応力の和

$c\sigma_b$  : 圧縮側曲げ応力の和

$t\sigma_b$  : 引張側曲げ応力の和

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15 科原安第 13 号）別表第 9 に規定される値（MPa）

$S_u$  : 設計引張強さ

試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15 科原安第 13 号）別表第 10 に規定される値（MPa）

(2) 支持サポート取付ボルトの応力評価

2.4.2 項で求めた応力が、最高使用温度における表 2.5-2 に示す許容応力以下であること。

表 2.5-2 その他の支持構造物等（ボルト材）の許容応力

許容 応力状態	応力分類	一次応力
		せん断
	B <sub>A</sub> S	1.5 f <sub>s</sub>

ここで、

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$F = \min[1.35S_y, 0.7S_u, S_y(\text{RT})]$$

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第1章 表6。

ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 9 に規定される値 (MPa)

$S_y(\text{RT})$  : 設計降伏点 (40℃における値)

同上。

$S_u$  : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第1章 表

7。ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 10 に規定される値 (MPa)

3. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	固有周期 (s)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平C <sub>H</sub>	鉛直C <sub>V</sub>				
管(1)	B	炉室 (S) 1 F L+7.0m	0.38	—	9.80665	0.046	静水頭 (外圧)	80
支持サポート 取付ボルト	B	炉室 (S) 1 F L+7.0m	0.38	—	9.80665	0.046	—	80

#### 4. 機器要目

##### (1) 管 (1)

$a$ (mm)	$b$ (mm)	$L_a$ (mm)	$m_a$ (kg)	$H$ (mm)	$\rho$ (-)
11.1	13.6	2061	1.08	2000	1.0

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$F$ (MPa)	$E$ (MPa)
171	55	55	$6.78 \times 10^4$

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ)、 $E$  (縦弾性係数) は、A5052TD-0 の 80℃における値を示す。

##### (2) 支持サポート取付ボルト

$n_b$ (-)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	$S_y(RT)$ (MPa)	$F$ (MPa)
4	36.6	461	178	205	205

※ $S_y$  (設計降伏点)、 $S_u$  (設計引張強さ) は、SUS304 の 80℃における値を示す。

5. 計算結果

(1) 水平方向地震時に作用する部材力（地震応力解析結果）

評価部位	曲げモーメント (N-mm)	せん断力 (N)
管(1)	$M_f$ 1.192E+03	$Q_f$ 6.000E+00

評価部位	せん断力 (N)
支持サポート取付ボルト	$Q_f$ 6.000E+00

注記. E は、10 のべき乗を示す。(例 : E+04 =  $\times 10^4$ )

(2) 算出応力

(MPa)

評価部位	$\sigma_r$	$\sigma_\theta$	$\sigma_{z1}$	$\sigma_{z2}$
管(1)	1	1	1	2
	$\tau_a$	$\sigma_d$		
	1	3		

(MPa)

評価部位	$\tau_b$
支持サポート取付ボルト	1

6. 評価結果

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
管(1)	A5052TD-0	80	圧縮 (軸方向)	$\sigma_{z1}$ 1	17
			曲げ	$\sigma_{z2}$ 2	55
			せん断	$\tau_a$ 1	31
			組合せ	$\sigma_d$ 3	55
			圧縮力と 曲げモーメント	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1$	0.10
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5 f_t} \leq 1$	0.02
支持サポート 取付ボルト	SUS304	80	せん断	$\tau_b$ 1	118



添付書類

Ⅲ-1-3-(7) 検出器配置用治具の耐震強度計算書

## 目 次

1. 概 要	添Ⅲ-1-3-(7)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-1-3-(7)-1
2. 1 計算条件	添Ⅲ-1-3-(7)-1
2. 2 記号の説明	添Ⅲ-1-3-(7)-2
2. 3 固有周期及び地震応力の計算方法	添Ⅲ-1-3-(7)-3
2. 3. 1 地震応力解析モデル	添Ⅲ-1-3-(7)-3
2. 3. 2 解析方法	添Ⅲ-1-3-(7)-4
2. 4 機器要目	添Ⅲ-1-3-(7)-8
3. 解析結果	添Ⅲ-1-3-(7)-9
3. 1 固有値解析結果	添Ⅲ-1-3-(7)-9
3. 2 応力解析結果	添Ⅲ-1-3-(7)-9
4. 評価結果	添Ⅲ-1-3-(7)-13

## 1. 概要

本書は、計装のうち、検出器配置用治具の耐震強度についての計算方法と計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

#### (1) 評価対象部位

検出器配置用治具は、3種類あり、それぞれ検出器配置用治具1, 2, 3と呼ぶ。これらはいずれも検出器封入管、ガイドパイプ、サポート等から構成される。検出器配置用治具は、上方と下方の2点を炉心タンクに取付ボルトにより支持固定する構造である。評価に当たり、3種類の検出器配置用治具及び取付ボルトについて耐震評価を実施する。

#### (2) 耐震クラス：Bクラス

#### (3) 機器区分：-

#### (4) 評価温度：80℃

#### (5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表2.1-1による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・静的震度： $C_H$  (NS、EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・据付場所及び基準床レベル：炉室(S) 1FL+7.0m

表 2.1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
<b>B</b>	$D+P_d+M_d+S_B$	$B_A S$

$D$ ：死荷重

$P_d$ ：当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ：当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$ ：Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 記号の説明

記号	記載内容	単位
$A_b$	支持固定取付ボルトの有効断面積	mm <sup>2</sup>
$A_c$	フランジボルトの有効断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$n_b$	支持固定取付ボルトの本数	—
$F_b$	水平地震時に検出器配置用治具に作用する引張力の最大値（解析結果）	N
$F_c$	水平地震時にフランジボルト 1 本に作用する引張力の最大値（解析結果）	N
$Q_b$	水平地震時に検出器配置用治具に作用するせん断力の最大値（解析結果）	N
$Q_c$	水平地震時にフランジボルト 1 本に作用するせん断力の最大値（解析結果）	N
$\sigma_{at}$	検出器配置用治具に生じる引張応力	MPa
$\sigma_{ac}$	検出器配置用治具に生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_{ab}$	検出器配置用治具に生じる曲げ応力	MPa
$\tau_a$	検出器配置用治具に生じるせん断応力	MPa
$\sigma_{bt}$	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{ct}$	フランジボルトに生じる引張応力	MPa
$\tau_b$	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_c$	フランジボルトに生じるせん断応力	MPa
$\lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—
$\nu$	許容圧縮応力の算出に用いる係数	—
$l_k$	座屈長さ	mm
$i$	座屈軸についての断面二次半径	mm
$L_a$	部材の長さ	mm
$E$	縦弾性係数	MPa

## 2. 3 固有周期及び地震応力の計算方法

### 2. 3. 1 地震応力解析モデル

検出器配置用治具は、有限要素法による梁要素を用いた3次元構造にモデル化した。検出器配置用治具の地震応力解析モデルを図2.3-1に示す。

検出器配置用治具は、上方と下方の2点を炉心タンクに支持固定する。上部は、炉心タンク上面胴フランジ部に設置する固定用金具による固定とし、下部は、炉心タンク内部に設置する支持サポートによるXY支持とする。

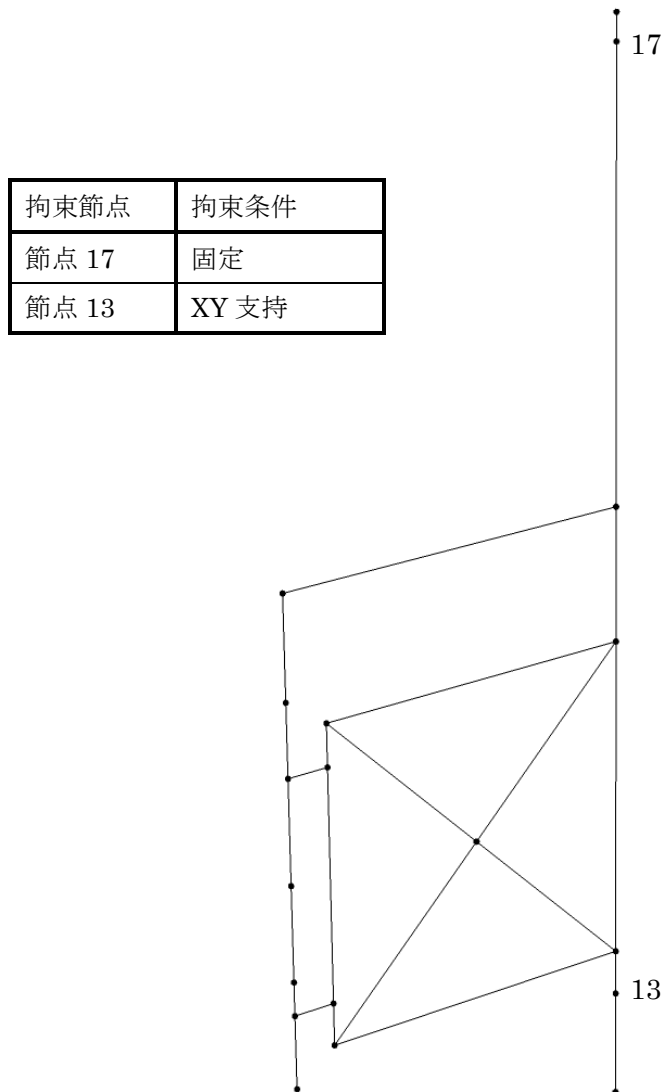


図 2.3-1 検出器配置用治具 モデル図

### 2. 3. 2 解析方法

固有値解析及び応力解析は、解析コード「NASTRAN(2014)」を用いた3次元有限要素法（はり要素モデル）により実施する。

#### (1) 固有値解析

解析コードを用いて、検出器配置用治具の固有値解析を行う。

#### (2) 応力解析

##### ① 検出器配置用治具に生じる応力

応力解析コードを用いて、検出器配置用治具の応力解析を行う。入力する地震力は、実験棟Aの1階床部（1FL±0.0m）及び2階床部（1FL+7.0m）を包絡する値であり、耐震クラスBの機器において水平方向0.38Gとする。検出器配置用治具に作用する外圧は、全中空部材について、炉心タンク高さ（1946mm）を超える水頭圧（静水頭2000mm）を一律に負荷する。

##### ② 検出器配置用治具の許容応力

上記①で求めた応力が表2.3-1に示す許容応力以下であること。

表 2.3-1 検出器配置用治具（ボルト材以外）の許容応力

許容 応力状態	一次応力				
	引張	圧縮	せん断	曲げ	組合せ
B <sub>A</sub> S	1.5 $f_t$	1.5 $f_c$	1.5 $f_s$	1.5 $f_b$	1.5 $f_t$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5} \quad , \quad f_c = \left\{ 1 - 0.4 \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \frac{F}{\nu} \quad , \quad f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}} \quad , \quad f_b = \frac{F}{1.5}$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}} \quad , \quad \lambda = \frac{\ell_k}{i} \quad , \quad \ell_k = 1.0L_a \quad , \quad \nu = 1.5 + \frac{2}{3} \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

$$F = \min\{S_y, 0.7S_u\}$$

$f_c$  は  $\lambda$  が  $\Lambda$  以下の場合の式を適用。

なお、組合せ応力に対する許容応力は許容引張応力とし以下のとおり。

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

圧縮力（又は引張）と曲げモーメントを受ける部材の応力は以下の式を満足すること。

a. 圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力

$$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$$

$$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$$

b. 引張力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力

$$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$$

$$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5f_b} \leq 1$$

ここで、

$\sigma_c$  : 部材の圧縮応力の和

$\sigma_t$  : 部材の引張応力の和

$c\sigma_b$  : 圧縮側曲げ応力の和

$t\sigma_b$  : 引張側曲げ応力の和

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準(15科原安第13号)  
別表第9に規定される値 (MPa)

$S_u$  : 設計引張強さ

試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準(15科原安第13号)  
別表第10に規定される値 (MPa)

### ③ 取付ボルトに生じる応力

検出器配置用治具は、炉心タンクに固定用金具及び支持サポートを用いて取付ボルト2本にて固定する。検出器配置用治具の評価対象ボルトは、径の最も小さい固定用金具取付ボルト (M8) とする。検出器配置用治具取付ボルトの計算モデルを図2.3-2に示す。

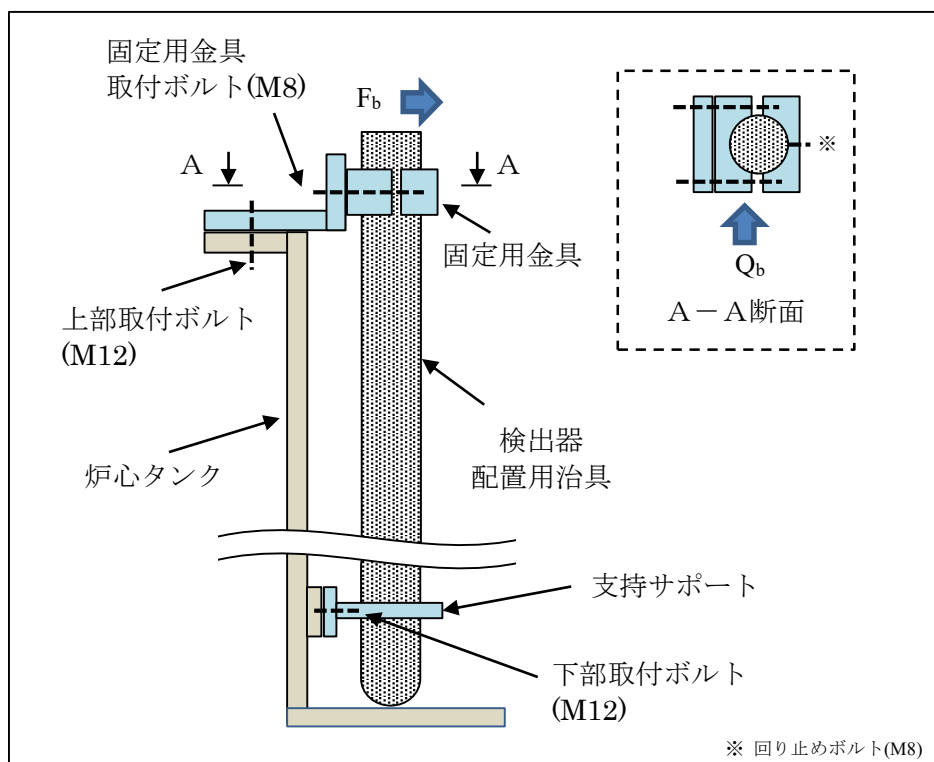


図 2.3-2 検出器配置用治具取付ボルトの計算モデル

固定用金具取付ボルトに生じる引張応力及びせん断応力は、応力解析コードの結果を用いて以下の式で求める。

・引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{F_b}{n_b \cdot A_b}$$

・せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n_b \cdot A_b}$$

#### ④ フランジボルトに生じる応力

検出器配置用治具のガイドパイプ（２）と検出器封入管は、それぞれに取付けたフランジをボルト（検出器配置用治具 1：M12、検出器配置用治具 2 及び 3：M16）にて接続する。このフランジボルト 1 本に発生する引張応力及びせん断応力は、応力解析コードの結果を用いて以下の式で求める。

・引張応力

$$\sigma_{ct} = \frac{F_c}{A_c}$$



・せん断応力

$$\tau_c = \frac{Q_c}{A_c}$$

⑤ 取付ボルト及びフランジボルトの許容応力

上記③及び④で求めた引張応力又はせん断応力が表2.3-2に示す許容応力以下であること。

表2.3-2 ボルト材の許容応力

応力分類 許容 応力状態	一次応力	
	引張	せん断
BAS	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$F = \min[1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)]$$

記号の説明

$S_y$  : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第1章  
表6。

$S_y(RT)$  : 設計降伏点 (40°Cにおける値)

同上。

$S_u$  : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第1章  
表7。

また、取付ボルト及びフランジボルトに生じる応力の計算に用いる有効断面積は、表2.3-3による。

表2.3-3 ねじの呼び径と有効断面積 (JIS B1051より)

ねじの呼び	並目ねじの有効断面積 (mm <sup>2</sup> )
M8	36.6
M12	84.3
M16	157

## 2.4 機器要目

### (1) 検出器配置用治具

	$S_u$	$S_y$	$F$	$E$
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
A5052T	171	55	55	6.78×10 <sup>4</sup>
A5052S	171	51	51	6.78×10 <sup>4</sup>

※ $S_u$  (設計引張強さ)、 $S_y$  (設計降伏点)、 $E$  (縦弾性係数) は、A5052TD-0 及び A5052S-0 の 80°Cにおける値を示す。

### (2) 取付ボルト及びフランジボルト

#### ①取付ボルト

$n_b$	$A_b$	$S_u$	$S_y$	$S_y(RT)$	$F$
(-)	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
2	36.6	461	178	205	205

※ $S_u$  (設計引張強さ)、 $S_y$  (設計降伏点) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す。

#### ②フランジボルト

	$A_c$	$S_u$	$S_y$	$S_y(RT)$	$F$
	(mm <sup>2</sup> )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
検出器配置用治具 1 フランジボルト(M12)	84.3	461	178	205	205
検出器配置用治具 2 フランジボルト(M16)	157				
検出器配置用治具 3 フランジボルト(M16)					

※ $S_u$  (設計引張強さ)、 $S_y$  (設計降伏点) は、SUS304 の 80°Cにおける値を示す。

### 3. 解析結果

#### 3. 1 固有値解析結果

検出器配置用治具の固有値解析結果を表 3. 1-1 に示す。固有振動数は 20Hz 以上である。

表 3. 1-1 検出器配置用治具の固有値解析結果

	固有振動数 (Hz)
検出器配置用治具 1	1次 : 25.6 2次 : 68.9 3次 : 69.0 4次 : 94.2 5次 : 142.8
検出器配置用治具 2	1次 : 22.5 2次 : 69.7 3次 : 73.3 4次 : 96.2 5次 : 124.2
検出器配置用治具 3	1次 : 29.4 2次 : 80.0 3次 : 84.3 4次 : 108.7 5次 : 161.5

#### 3. 2 応力解析結果

##### (1) 水平方向地震時に生じる応力

##### ① 検出器配置用治具に生じる応力

検出器配置用治具の部材に生じる応力の最大値を表 3. 2-1 に、部材番号を示した図を図 3. 2-1 に示す。

表 3.2-1 検出器配置用治具の応力解析結果

検出器配置用治具1		引張応力 ( $\sigma_{at1}$ )		圧縮応力 ( $\sigma_{ac1}$ )		曲げ応力 ( $\sigma_{ab1}$ )		せん断応力 ( $\tau_{a1}$ )		組合せ応力	
仕様	材質	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)
80A×Sch80	A5052T	22	1	23	1	22	1	19	1	22	2
40A×Sch20S	A5052T	13	1	4	1	13	1	5	1	13	2
C-80×40×4	A5052S	17	1	16	1	15	3	10	1	15	3
FB-40×6	A5052S	6	1	7	1	7	7	7	1	7	8

検出器配置用治具2		引張応力 ( $\sigma_{at2}$ )		圧縮応力 ( $\sigma_{ac2}$ )		曲げ応力 ( $\sigma_{ab2}$ )		せん断応力 ( $\tau_{a2}$ )		組合せ応力	
仕様	材質	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)
80A×Sch80	A5052T	22	1	23	1	22	2	19	1	22	3
80A×Sch10S	A5052T	13	1	4	1	13	2	13	1	13	2
C-80×40×4	A5052S	17	1	16	1	15	3	10	1	15	3
FB-50×6	A5052S	6	1	7	1	7	7	6	1	6	12

検出器配置用治具3		引張応力 ( $\sigma_{at3}$ )		圧縮応力 ( $\sigma_{ac3}$ )		曲げ応力 ( $\sigma_{ab3}$ )		せん断応力 ( $\tau_{a3}$ )		組合せ応力	
仕様	材質	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)	部材No.	算出応力 (MPa)
80A×Sch80	A5052T	22	1	23	1	22	1	19	1	22	2
80A×Sch10S	A5052T	5	1	4	1	13	2	13	1	13	2
C-80×40×4	A5052S	11	1	14	1	15	2	10	1	15	2
FB-50×6	A5052S	6	1	7	1	6	7	6	1	6	13

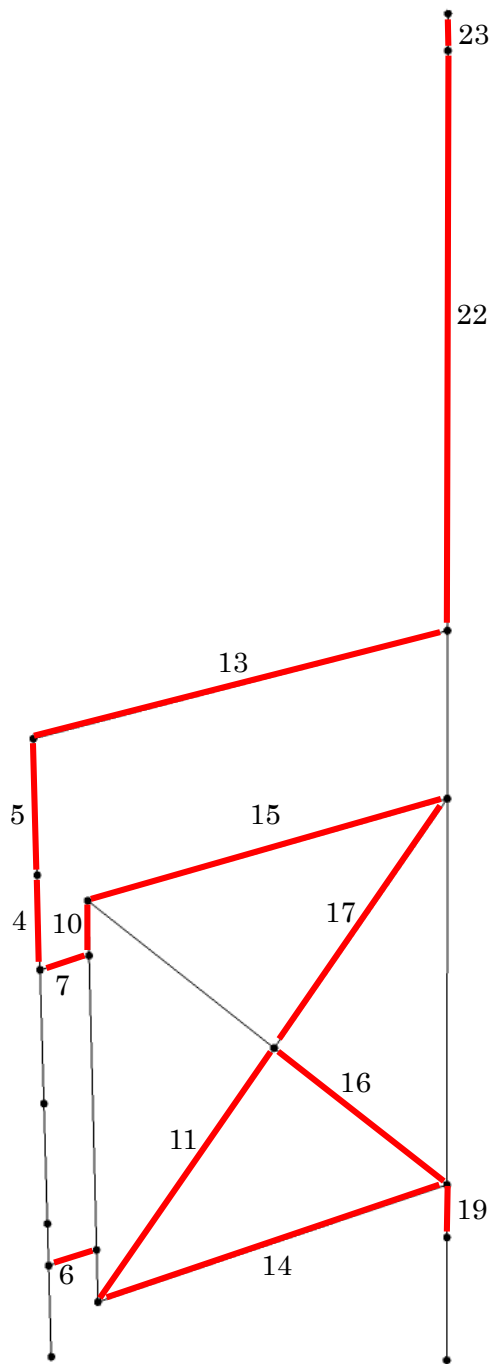


図 3. 2-1 検出器配置用治具の部材番号

②取付ボルト及びフランジボルトに生じる応力

取付ボルトに生じる力及び応力を表 3. 2-2 に、フランジボルトに生じる力及び応力を表 3. 2-3 に示す。

表 3. 2-2 取付ボルトの応力解析結果

機器名称	評価部位	引張力 $F_b$ (N)	算出応力 $\sigma_{bt}$ (MPa)	せん断力 $Q_b$ (N)	算出応力 $\tau_b$ (MPa)
検出器配置用治具 1	固定用金具取付ボルト (M8)	201.9	3	201.9	3
検出器配置用治具 2	固定用金具取付ボルト (M8)	250.4	4	250.4	4
検出器配置用治具 3	固定用金具取付ボルト (M8)	235.3	4	235.3	4

表 3. 2-3 フランジボルトの応力解析結果

機器名称	評価部位	引張力 $F_c$ (N)	算出応力 $\sigma_{ct}$ (MPa)	せん断力 $Q_c$ (N)	算出応力 $\tau_c$ (MPa)
検出器配置用治具 1	フランジボルト (M12)	23.5	1	7.6	1
検出器配置用治具 2	フランジボルト (M16)	73.9	1	21.4	1
検出器配置用治具 3	フランジボルト (M16)	71.5	1	17.7	1

#### 4. 評価結果

以下に示すとおり、発生する応力は全て許容応力以下である。

##### (1) 検出器配置用治具 (1/3)

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)			
検出器配置用治具 1	A5052T/ A5052S	80	引張	$\sigma_{atl}$	1	55		
				1	51			
			圧縮	$\sigma_{acl}$	1	54		
					1	46		
			曲げ	$\sigma_{abl}$	1	55		
					7	51		
			せん断	$\tau_{al}$	1	31		
					1	29		
			組合せ	$\sigma_{atl}$	2	55		
					8	51		
			圧縮 + 曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1$				
				0.20				
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5 f_t} \leq 1$				
				0.16				
			引張 + 曲げ	$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5 f_t} \leq 1$				
				0.18				
$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5 f_b} \leq 1$								
0.18								

(1) 検出器配置用治具 (2/3)

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	
検出器配置用治具 2	A5052T/ A5052S	80	引張	$\sigma_{at2}$	1	55	
					1	51	
			圧縮	$\sigma_{ac2}$	1	54	
					1	44	
			曲げ	$\sigma_{ab2}$	2	55	
					7	51	
			せん断	$\tau_{a2}$	1	31	
					1	29	
			組合せ	$\sigma_{at2}$	3	55	
					12	51	
			圧縮 + 曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1$			
				0.26			
				$\frac{\tau\sigma_b - \sigma_c}{1.5 f_t} \leq 1$			
				0.22			
			引張 + 曲げ	$\frac{\sigma_t + \tau\sigma_b}{1.5 f_t} \leq 1$			
				0.26			
$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5 f_b} \leq 1$							
0.22							



(1) 検出器配置用治具 (3/3)

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)		
検出器配置用治具 3	A5052T/ A5052S	80	引張	$\sigma_{at3}$	1	55		
					1	51		
			圧縮	$\sigma_{ac3}$	1	54		
					1	44		
			曲げ	$\sigma_{ab3}$	2	55		
					7	51		
			せん断	$\tau_{a3}$	1	31		
					1	29		
			組合せ	$\sigma_{at3}$	2	55		
					13	51		
			圧縮+曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{e\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1$				
				0.30				
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5 f_t} \leq 1$				
				0.26				
			引張+曲げ	$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5 f_t} \leq 1$				
				0.30				
$\frac{e\sigma_b - \sigma_t}{1.5 f_b} \leq 1$								
0.26								

(2) 取付ボルト及びフランジボルト

①取付けボルト

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
検出器配置用治具 1 取付ボルト (M8)	SUS304	80	引張	$\sigma_{bt1}$ 3	205
			せん断	$\tau_{bt1}$ 3	118
検出器配置用治具 2 取付ボルト (M8)	SUS304	80	引張	$\sigma_{bt2}$ 4	205
			せん断	$\tau_{bt2}$ 4	118
検出器配置用治具 3 取付ボルト (M8)	SUS304	80	引張	$\sigma_{bt3}$ 4	205
			せん断	$\tau_{bt3}$ 4	118

②フランジボルト

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
検出器配置用治具 1 フランジボルト (M12)	SUS304	80	引張	$\sigma_{ct1}$ 1	205
			せん断	$\tau_{ct1}$ 1	118
検出器配置用治具 2 フランジボルト (M16)	SUS304	80	引張	$\sigma_{ct2}$ 1	205
			せん断	$\tau_{ct2}$ 1	118
検出器配置用治具 3 フランジボルト (M16)	SUS304	80	引張	$\sigma_{ct3}$ 1	205
			せん断	$\tau_{ct3}$ 1	118

添付書類

Ⅲ－１－３－(8) ガイドピンの耐震強度計算書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-1-3-(8)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-1-3-(8)-2
2. 1 計算条件	添Ⅲ-1-3-(8)-2
2. 2 記号の説明	添Ⅲ-1-3-(8)-3
2. 3 応力の計算方法	添Ⅲ-1-3-(8)-4
2. 4 応力の評価方法	添Ⅲ-1-3-(8)-6
3. 設計条件	添Ⅲ-1-3-(8)-7
4. 機器要目	添Ⅲ-1-3-(8)-7
5. 計算結果	添Ⅲ-1-3-(8)-8
6. 評価結果	添Ⅲ-1-3-(8)-8

## 1. 概要

本書は、ガイドピンの耐震強度計算評価について、計算方法及び計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

- (1) 耐震クラス： Bクラス
- (2) 機器区分： -
- (3) 評価温度： 80℃
- (4) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表 2. 1-1 による。適用する地震力は以下のとおり。

- ・静的震度： $C_H$  (NS、EW) = 0.38 (1.8Ci)
- ・据付場所及び基準床レベル： 炉室(S) 1FL+7.0m

表 2. 1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
<i>B</i>	$D+P_d+M_d+S_B$	$B_A S$

$D$ ： 死荷重

$P_d$ ： 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ： 当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$ ： Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 記号の説明

記号	表記内容	単位
$d_0$	ガイドピンの外径	mm
$g$	重力加速度	$m/s^2$
$L_1$	下部支持点と中間支持点との距離	mm
$L_2$	中間支持点と上部支持点との距離	mm
$M$	ガイドピンに生じる最大曲げモーメント	$N \cdot mm$
$Q$	水平地震力	N
$W$	ガイドピンの重量	kg
$w$	単位長さ当たりのガイドピンの重量	kg/mm
$w_e$	単位長さ当たりの水平地震力	N/mm
$Z$	断面係数	$mm^3$
$\rho_{Zr}$	ガイドピンの密度	$kg/mm^3$
$\sigma_{Ot}$	ガイドピンの組み合わせ一次一般膜応力(引張側)	$kg/mm^2$
$\sigma_{Oc}$	ガイドピンの組み合わせ一次一般膜応力(圧縮側)	MPa
$\sigma_{x_2}$	自重によりガイドピンに生じる軸方向応力	MPa
$\sigma_{x_3}$	水平地震力によりガイドピンに生じる軸方向応力	MPa
$\sigma_{x_t}$	ガイドピンの軸方向一次一般膜応力の和(引張側)	MPa
$\sigma_{x_c}$	ガイドピンの軸方向一次一般膜応力の和(圧縮側)	MPa
$\sigma_{2\phi}$	ガイドピンの周方向一次+二次応力の和	MPa
$\sigma_{2t}$	ガイドピンの一次+二次応力の組み合わせ応力(引張側)	MPa
$\sigma_{2c}$	ガイドピンの一次+二次応力の組み合わせ応力(圧縮側)	MPa
$\sigma_2$	ガイドピンの一次+二次応力の変動値	MPa
$\sigma_{2x_t}$	ガイドピンの軸方向一次+二次応力の和(引張側)	MPa
$\sigma_{2x_c}$	ガイドピンの軸方向一次+二次応力の和(圧縮側)	MPa
$\tau$	水平地震力によりガイドピンに生じるせん断応力	MPa

## 2. 3 応力の計算方法

ガイドピンの計算モデルを図 2. 3. 1-1 に示す。ガイドピンの計算モデルは、上部格子板、中間格子板及び下部格子板による三点支持の梁モデルとする。計算に当たって、ガイドピンには水平地震力による等分布荷重が加わるものとする。

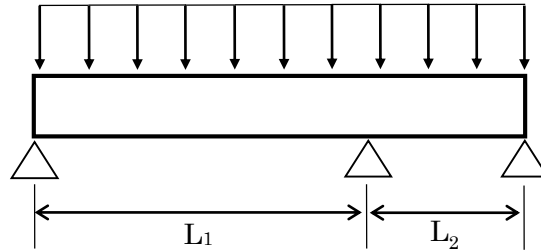


図 2. 3. 1-1 ガイドピンの計算モデル

### (1) 自重による応力

自重による軸方向応力は、次のとおりである。

$$\sigma_{x_1} = \frac{W}{\frac{\pi}{4}d_o^2}$$

### (2) 水平地震力による応力

水平地震力によりガイドピンは、曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力及び地震力によるせん断応力は、次のように求められる。

単位長さあたりの水平方向地震荷重及び、水平方向地震荷重は、次のとおりである。

$$w_e = C_H w$$

$$Q = C_H W$$

最大曲げモーメントは、中間支持点に生じ、次のようになる。

$$M = \frac{w_e(L_1^2 - L_1L_2 + L_2^2)}{8}$$

ゆえに、曲げモーメントによる軸方向応力は、次のように求められる。

$$\sigma_{x_2} = \frac{M}{Z} = \frac{M}{\frac{\pi}{32}d_o^3}$$

また、せん断応力は、次のように求められる。

$$\tau = \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{\frac{\pi}{4}d_o^2}$$



(3) 組み合わせ応力

(1) ～ (2) により算出されたガイドピンの応力は、以下のとおり組み合わせる。

1) 一次一般膜応力

① 組み合わせ引張応力

$$\sigma_{x_t} = -\sigma_{x_1} + \sigma_{x_2}$$

$$\sigma_{O_t} = \frac{|\sigma_{x_t}|}{2} + \sqrt{\left(\frac{-\sigma_{x_t}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

② 組み合わせ圧縮応力

$$\sigma_{x_c} = \sigma_{x_1} + \sigma_{x_2}$$

$$\sigma_{O_c} = \frac{|\sigma_{x_c}|}{2} + \sqrt{\left(\frac{-\sigma_{x_c}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

一次応力は、一次一般膜応力に示す組合せ応力として算出した値と同じである。

(4) 地震動のみによる一次+二次応力の変動値

① 組み合わせ引張応力

$$\sigma_{2\phi} = 0$$

$$\sigma_{2x_t} = \sigma_{x_2}$$

$$\sigma_{2t} = \frac{|\sigma_{2\phi} + \sigma_{2x_t}|}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{2\phi} - \sigma_{2x_t}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

② 組み合わせ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = 0$$

$$\sigma_{2x_c} = \sigma_{x_2}$$

$$\sigma_{2c} = \frac{|\sigma_{2\phi} + \sigma_{2x_c}|}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{2\phi} - \sigma_{2x_c}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

一次+二次応力の変動値は、次のようになる。

$$\sigma_2 = \sigma_{2t} + \sigma_{2c}$$

## 2. 4 応力の評価方法

第 2.3 項で求めた組み合わせ応力が、ガイドピンの最高使用温度における表 2.4-1 に示す許容応力以下であること。

表 2.4-1 ガイドピンの許容応力

応力の分類	許容応力
一次一般膜応力	設計降伏点 $S_y$ と設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍のいずれか小さいほうの値。
一次応力	一次一般膜応力における許容応力の 1.5 倍
一次+二次応力	地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば、疲れ解析は不要とする。

### 3. 設計条件

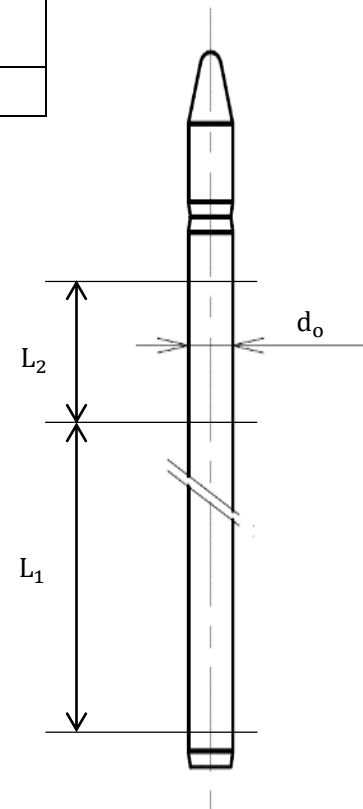
機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル	静的震度		最高使用温度 (°C)
			水平 $C_H$	鉛直 $C_V$	
ガイドピン	B	炉室 (S) 1 F L +7.0m	0.38	—	80

荷重条件			
条件	評価位置	水平力	モーメント
		Q (N)	M (N・mm)
水平地震力	ガイドピン	3.7	212

### 4. 機器要目

W (kg)	w (kg/mm)	$w_e$ (N/mm)	$L_1$ (mm)
1.0	$6.0 \times 10^{-4}$	$2.3 \times 10^{-3}$	1000

$L_2$ (mm)	$d_o$ (mm)	$\rho_{Zr}$ (kg/mm <sup>3</sup> )
450	10.8	$6.6 \times 10^{-6}$



## 5. 計算結果

### (1) 一次一般膜応力及び一次

単位:MPa

		軸方向応力	せん断応力
自重による応力		$\sigma_{x_1} = 0.2$	—
水平地震力による応力		$\sigma_{x_2} = 1.8$	$\tau = 0.1$
応力の和	引張	$\sigma_{x_t} = 1.7$	$\tau = 0.1$
	圧縮	$\sigma_{x_c} = 1.9$	$\tau = 0.1$
組み合わせ応力	引張	$\sigma_{0_t} = 1.7$	
	圧縮	$\sigma_{0_c} = 1.9$	

### (2) 一次+二次応力

単位:MPa

		周方向応力	軸方向応力	せん断応力
水平地震力による応力		—	$\sigma_{x_2} = 1.8$	$\tau = 0.1$
応力の和	引張	$\sigma_{2\phi} = 0.0$	$\sigma_{2x_t} = 1.8$	$\tau = 0.1$
	圧縮	$\sigma_{2\phi} = 0.0$	$\sigma_{2x_c} = 1.8$	$\tau = 0.1$
組み合わせ応力	引張	$\sigma_{2t} = 1.8$		
	圧縮	$\sigma_{2c} = 1.8$		
一次+二次の変動値		$\sigma_2 = 3.5$		

## 6. 評価結果

単位:MPa

機器名称	材料	応力	算出応力	許容応力
ガイドピン	ジルカロイ-4 (ASTM R60804)	一次一般膜	1.9	219
		一次	1.9	328
		一次+二次	3.5	438

算出応力は全て許容応力以下であり、強度は十分である。

添付書類

Ⅲ－１－３－(9) 急速排水弁、低速給水系主要弁の耐震強度計算書

# 目 次

1. 概 要	添Ⅲ-1-3-(9)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-1-3-(9)-1
2. 1 計算条件	添Ⅲ-1-3-(9)-1
2. 2 記号の説明	添Ⅲ-1-3-(9)-2
2. 3 配管サポート及びサポート架台の概略図	添Ⅲ-1-3-(9)-5
2. 3. 1 急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの概略図	添Ⅲ-1-3-(9)-5
2. 3. 2 サポート架台の概略図	添Ⅲ-1-3-(9)-6
2. 4 固有周期の計算方法	添Ⅲ-1-3-(9)-7
2. 4. 1 急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの固有周期	添Ⅲ-1-3-(9)-7
2. 4. 2 サポート架台の固有周期	添Ⅲ-1-3-(9)-8
2. 5 応力の計算方法	添Ⅲ-1-3-(9)-9
2. 5. 1 配管サポートの応力	添Ⅲ-1-3-(9)-9
2. 5. 1. 1 急速排水弁A、Bを支持する配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材の 応力	添Ⅲ-1-3-(9)-10
2. 5. 1. 2 急速排水弁A、Bを支持する配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)部材 の応力	添Ⅲ-1-3-(9)-11
2. 5. 1. 3 急速排水弁A、Bを支持する配管サポート(S-1-19)部材の応力	添Ⅲ-1-3-(9)-12
2. 5. 1. 4 急速排水弁A、Bを支持する配管サポート(S-1-7, 10, 11)の基礎 ボルトの応力	添Ⅲ-1-3-(9)-13
2. 5. 1. 5 急速排水弁A、Bを支持する配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)の基 礎ボルトの応力	添Ⅲ-1-3-(9)-13
2. 5. 1. 6 急速排水弁A、Bを支持する配管サポート(S-1-19)の基礎ボルト の応力	添Ⅲ-1-3-(9)-14
2. 5. 2 サポート架台の応力	添Ⅲ-1-3-(9)-15
2. 5. 2. 1 サポート架台部材の応力	添Ⅲ-1-3-(9)-15
2. 5. 2. 2 サポート架台の基礎ボルトの応力	添Ⅲ-1-3-(9)-17
2. 6 応力の評価方法	添Ⅲ-1-3-(9)-18
3. 設計条件	添Ⅲ-1-3-(9)-21
4. 機器要目	添Ⅲ-1-3-(9)-22
5. 評価結果	添Ⅲ-1-3-(9)-25
5. 1 固有周期	添Ⅲ-1-3-(9)-25
5. 2 応力評価	添Ⅲ-1-3-(9)-26
5. 2. 1 配管サポート	添Ⅲ-1-3-(9)-26
5. 2. 2 サポート架台	添Ⅲ-1-3-(9)-28

## 1. 概要

本計算書は、急速排水弁、低速給水吐出弁、低速流量調整弁及び低速給水バイパス弁の耐震強度評価について、計算方法と計算結果を示すものである。

## 2. 計算方法

### 2. 1 計算条件

(1) 耐震クラス：Bクラス

(2) 評価対象部位

急速排水弁(D-VP-51101A,B)は壁にアンカーボルトで固定された配管サポートに支持される配管に取り付けられる。また、低速給水吐出弁(D-VP-51105)、低速流量調整弁(D-VP-51107)及び低速給水バイパス弁(D-VP-51109)は、床にアンカーボルトで固定されたサポート架台に支持される配管に取り付けられる。

このうち、地震時に各種弁及び配管を支える部位を対象とし、耐震評価上の結果が厳しくなる下記の主要部材について耐震強度評価を実施する。評価に当たり、配管サポート、サポート架台及びアンカーボルトの耐震重要度分類はCクラスであるが、耐震Bクラス弁を支持しているため、Bクラスとして評価を行う。

なお、耐震Bクラスの主要弁は、発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME S NC1-2012)に規定するクラス3弁の検査方法に適用される日本電機工業会規格(JEM1423-2017、原子力発電所用バルブの検査)に合格したものを使用するため、弁自体の耐震強度評価は不要である。

①配管サポート

②サポート架台

③アンカーボルト(以下「基礎ボルト」という。)

(3) 機器区分：－

(4) 評価温度：80℃

(5) 適用地震力と荷重の組合せ

荷重の組合せは表 2.1-1 による。適用する地震力は以下のとおり。

・静的震度： $C_H$ (NS、EW) = 0.29 (1.8Ci)

・据付場所及び基準レベル：炉下室(S) 1 FL-1924mm ~ -3900mm

表 2.1-1 地震荷重と他の荷重の組合せ

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
B	$D+P_d+M_d+S_B$	BAS

〈記号の説明〉

$D$ ：死荷重

$P_d$ ：当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_d$ ：当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_B$ ：Bクラス設備に適用される静的地震力

## 2. 2 記号の説明

本章で使用する記号を、表 2. 2-1 に示す。

表 2. 2-1 (1/3) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$A$	部材の断面積	$\text{mm}^2$
$A_b$	配管サポート及びサポート架台の基礎ボルトの有効断面積	$\text{mm}^2$
$A_{s1}$	せん断応力算出時に考慮するせん断有効断面積(弱軸)	$\text{mm}^2$
$A_{s2}$	せん断応力算出時に考慮するせん断有効断面積(強軸)	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$E$	縦弾性係数	MPa
$F_{t4}$	水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)部材の引張力	N
$F_{t7}$	水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-7, 10, 11)の基礎ボルトの引張力	N
$F_{t8}$	水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)の基礎ボルトの引張力	N
$F_{t9}$	水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-19)の基礎ボルトの引張力	N
$F_{t10}$	自重により生じるサポート架台部材の圧縮力	N
$g$	重力加速度 (9. 80665)	$\text{m/s}^2$
$H$	梁又は柱の長さ	mm
$I$	断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$i$	座屈軸についての断面二次半径	mm
$K$	ばね定数	N/mm
$\ell_k$	座屈長さ	mm
$L_a$	支点間の長さ	mm
$L_1$	配管サポートのベースプレートの基礎ボルト間ピッチ	mm
$L_2$	サポート架台の重心から基礎ボルトまでの距離	mm
$L_3$	サポート架台の基礎ボルト間ピッチ	mm
$M_1$	自重により配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材に作用する曲げモーメント	N-mm
$M_2$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材に作用する曲げモーメント	N-mm
$M_3$	自重により配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)部材に作用する曲げモーメント	N-mm
$M_5$	自重により配管サポート(S-1-19)部材に作用する曲げモーメント	N-mm
$M_6$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-19)部材に作用する曲げモーメント	N-mm
$M_{10}$	水平方向地震時にサポート架台部材に作用する曲げモーメント	N-mm



表 2. 2-1 (2/3) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$M_{11}$	水平方向地震時にサポート架台の基礎ボルトに作用する曲げモーメント	N・mm
$m_0$	配管サポート及びサポート架台に付加する質量	kg
$m_s$	配管サポートの質量	kg
$n$	基礎ボルトの本数	—
$n_f$	水平方向地震時にサポート架台に作用する曲げモーメントにより生じる引張力が作用する基礎ボルトの評価本数	—
$Q_{s1}$	自重によって配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材に作用するせん断力	N
$Q_{s2}$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材に作用するせん断力	N
$Q_{s3}$	自重によって配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)部材に作用するせん断力	N
$Q_{s5}$	自重によって配管サポート(S-1-19)部材に作用するせん断力	N
$Q_{s6}$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-19)部材に作用するせん断力	N
$Q_{s7}$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-7, 10, 11)の基礎ボルトに作用するせん断力	N
$Q_{s8}$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)の基礎ボルトに作用するせん断力	N
$Q_{s9}$	水平方向地震時に配管サポート(S-1-19)の基礎ボルトに作用するせん断力	N
$Q_{s10}$	水平方向地震時にサポート架台部材に作用するせん断力	N
$Q_{s11}$	水平方向地震時にサポート架台の基礎ボルトに作用するせん断力	N
$T$	固有周期	s
$Z_1$	配管サポート部材及びサポート架台部材の断面係数(弱軸)	mm <sup>3</sup>
$Z_2$	配管サポート部材及びサポート架台部材の断面係数(強軸)	mm <sup>3</sup>
$\sigma_{b1}$	自重により生じる配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b2}$	水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b3}$	自重により生じる配管サポート(S-1-8, 9, 12, 13)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b5}$	自重により生じる配管サポート(S-1-19)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b6}$	水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-19)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b10}$	水平方向地震時に生じるサポート架台部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b12}$	自重を考慮した水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-7, 10, 11)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{b56}$	自重を考慮した水平方向地震時に生じる配管サポート(S-1-19)部材の曲げ応力	MPa
$\sigma_{s10}$	サポート架台部材に生じる組合せ応力	MPa

表 2. 2-1 (3/3) 記号の説明

記号	記載内容	単位
$\sigma_{s12}$	配管サポート (S-1-7, 10, 11) 部材に生じる組合せ応力	MPa
$\sigma_{s34}$	配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) 部材に生じる組合せ応力	MPa
$\sigma_{s56}$	配管サポート (S-1-19) 部材に生じる組合せ応力	MPa
$\sigma_{t4}$	水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) 部材の引張応力	MPa
$\sigma_{t7}$	水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-7, 10, 11) の基礎ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{t8}$	水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) の基礎ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{t9}$	水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-19) の基礎ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{t10}$	水平方向地震時に生じるサポート架台部材の圧縮応力	MPa
$\sigma_{t11}$	水平方向地震時に生じるサポート架台の基礎ボルトの引張応力	MPa
$\sigma_{tb10}$	サポート架台部材に生じる垂直応力の和	MPa
$\sigma_{tb34}$	配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) 部材に生じる垂直応力の和	MPa
$\tau_{s1}$	自重により生じる配管サポート (S-1-7, 10, 11) 部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-7, 10, 11) 部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s3}$	自重により生じる配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) 部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s5}$	自重により生じる配管サポート (S-1-19) 部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s6}$	水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-19) 部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s7}$	水平方向地震時に配管サポート (S-1-7, 10, 11) の基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa
$\tau_{s8}$	水平方向地震時に配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) の基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa
$\tau_{s9}$	水平方向地震時に配管サポート (S-1-19) の基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa
$\tau_{s10}$	水平方向地震時に生じるサポート架台部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s11}$	水平方向地震時に生じるサポート架台の基礎ボルトのせん断応力	MPa
$\tau_{s12}$	自重を考慮した水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-7, 10, 11) 部材のせん断応力	MPa
$\tau_{s56}$	自重を考慮した水平方向地震時に生じる配管サポート (S-1-19) 部材のせん断応力	MPa
$\lambda$	有効細長比	—
$\Lambda$	限界細長比	—
$\nu$	許容圧縮応力の算出に用いる係数	—

2. 3 配管サポート及びサポート架台の概略図

2. 3. 1 急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの概略図

急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの概略図を図 2. 3. 1-1 に示す。

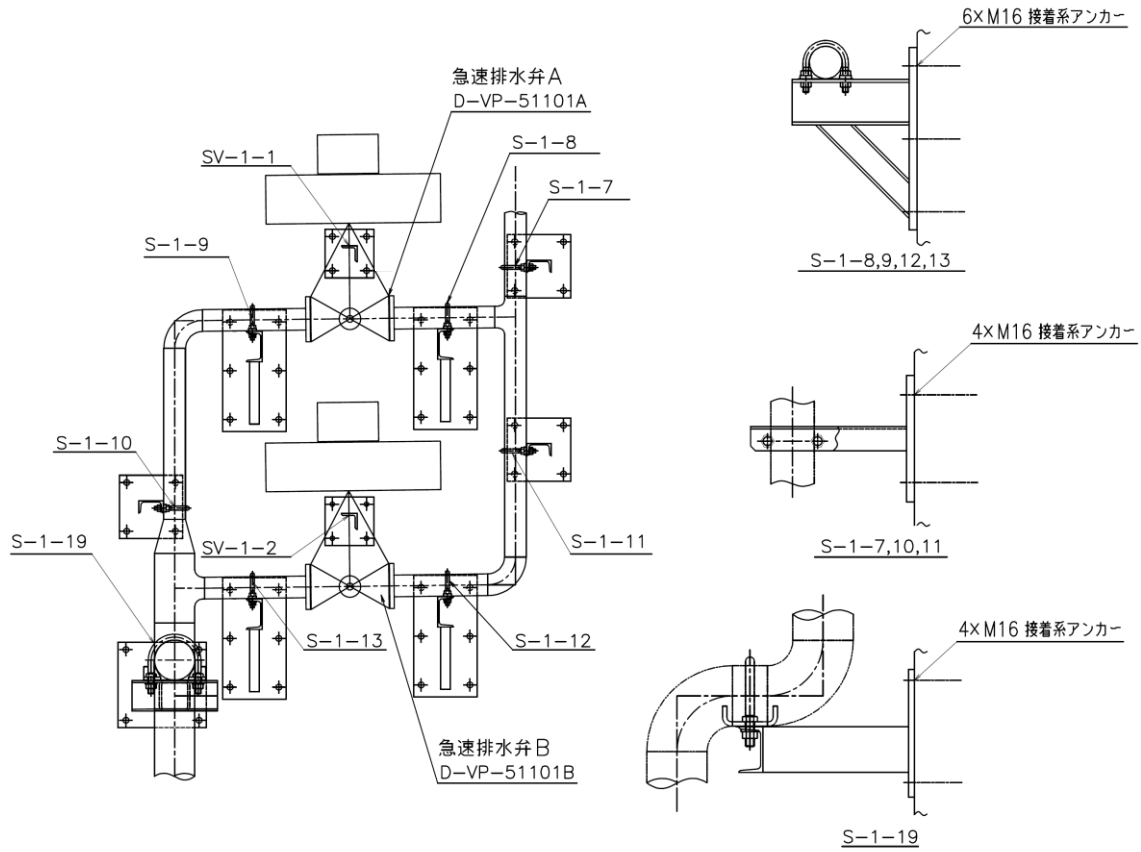


図 2. 3. 1-1 急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの概略図

## 2. 3. 2 サポート架台の概略図

低速給水吐出弁、低速流量調整弁及び低速給水バイパス弁を支持するサポート架台の概略図を図 2.3.2-1 に示す。

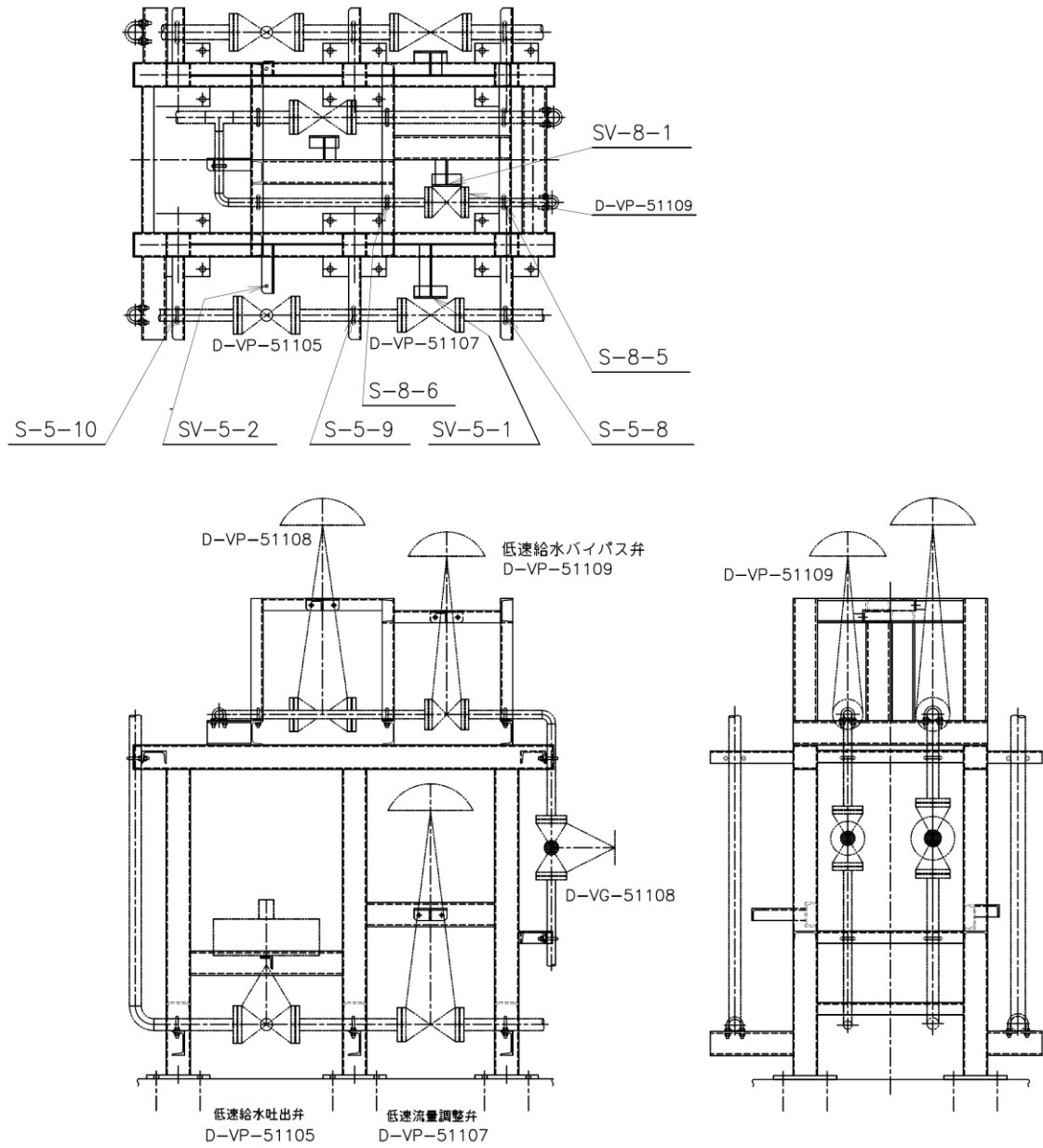


図 2.3.2-1 サポート架台の概略図

2. 4 固有周期の計算方法

2. 4. 1 急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの固有周期

急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの固有周期計算モデルを図2.4.1-1に示す。

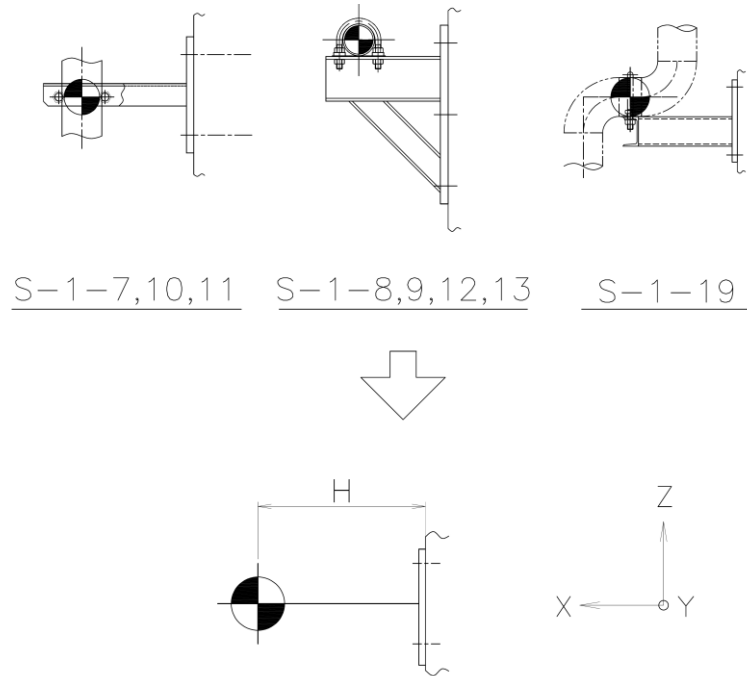


図 2. 4. 1-1 配管サポートの固有周期計算モデル

以下の計算式から固有周期を計算する。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \cdot K}}$$

$$K = \frac{3EI}{H^3}$$

## 2. 4. 2 サポート架台の固有周期

低速給水吐出弁、低速流量調整弁及び低速給水バイパス弁を支持するサポート架台の固有周期計算モデルを図 2. 4. 2-1 に示す。

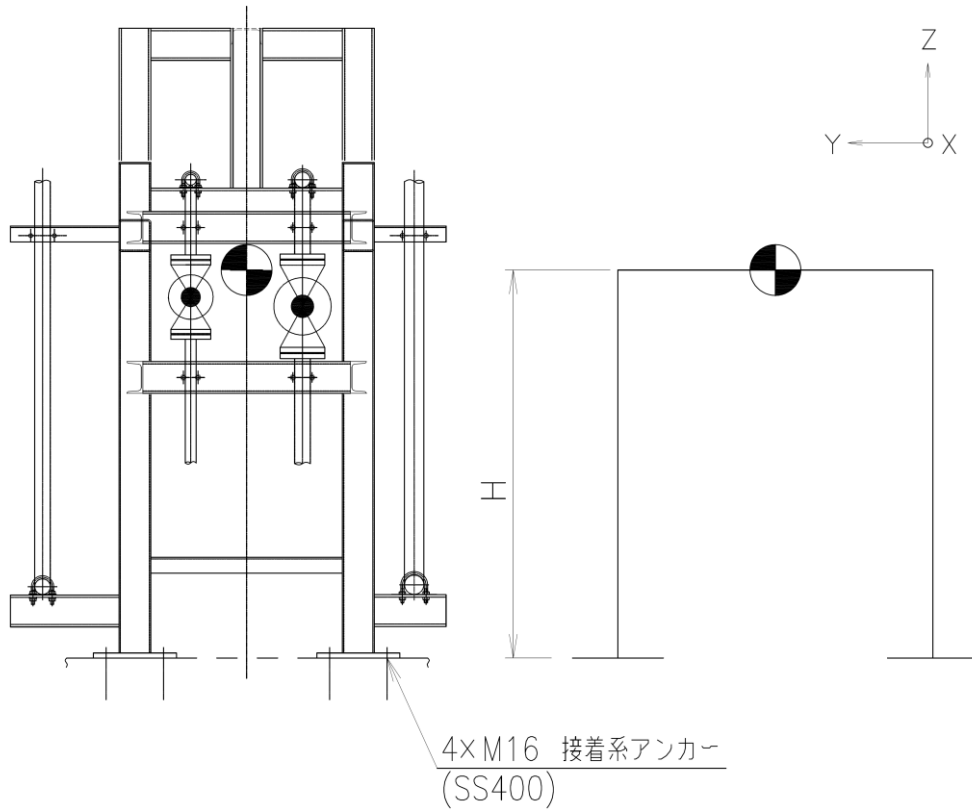


図 2. 4. 2-1 サポート架台の固有周期計算モデル

以下の計算式から固有周期を計算する。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \cdot K}}$$

$$K = \frac{24EI}{H^3}$$

2. 5 応力の計算方法

2. 5. 1 配管サポートの応力

急速排水弁A、Bを支持する配管サポートの応力計算モデルを図2.5.1-1に示す。

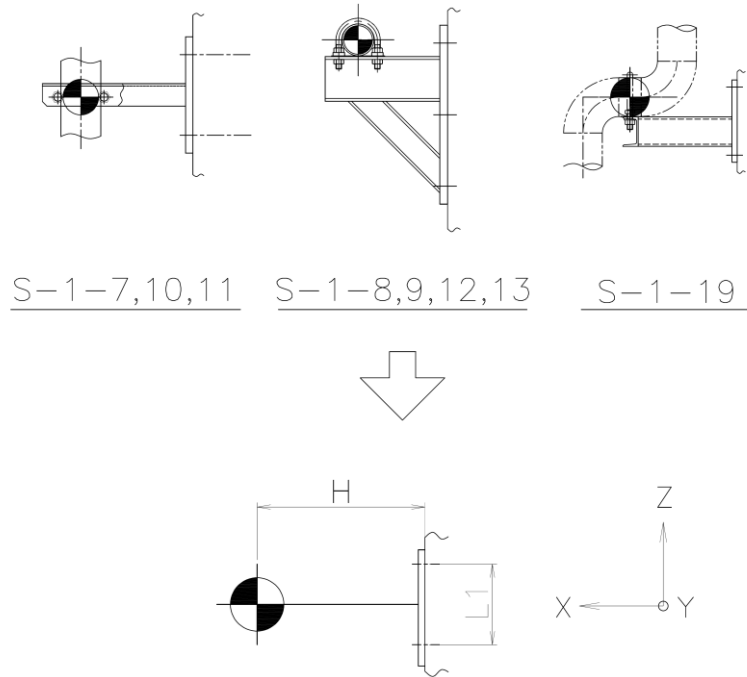


図 2. 5. 1-1 配管サポートの応力計算モデル

2. 5. 1. 1 急速排水弁 A、B を支持する配管サポート (S-1-7, 10, 11) 部材の応力

(1) 自重による応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{b1} = \frac{M_1}{Z_1}$$

$$M_1 = m_s g H$$

b. せん断応力

$$\tau_{s1} = \frac{Q_{s1}}{A_{s1}}$$

$$Q_{s1} = m_s g$$

(2) 水平方向地震時に発生する応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{b2} = \frac{M_2}{Z_2}$$

$$M_2 = (m_s + m_0) C_H g H$$

$$\sigma_{b12} = \sigma_{b1} + \sigma_{b2}$$

b. せん断応力

$$\tau_{s2} = \frac{Q_{s2}}{A_{s2}}$$

$$Q_{s2} = (m_s + m_0) C_H g$$

$$\tau_{s12} = \sqrt{\tau_{s1}^2 + \tau_{s2}^2}$$

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{s12} = \sqrt{\sigma_{b12}^2 + 3\tau_{s12}^2}$$



2. 5. 1. 2 急速排水弁 A、B を支持する配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) 部材の応力

(1) 自重による応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{b3} = \frac{M_3}{Z_2}$$

$$M_3 = (m_s + m_0)gH$$

b. せん断応力

$$\tau_{s3} = \frac{Q_{s3}}{A_{s2}}$$

$$Q_{s3} = (m_s + m_0)g$$

(2) 水平方向地震時に発生する応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t4} = \frac{F_{t4}}{A}$$

$$F_{t4} = (m_s + m_0)C_H g$$

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{tb34} = \sigma_{t4} + \sigma_{b3}$$

$$\sigma_{s34} = \sqrt{\sigma_{tb34}^2 + 3\tau_{s3}^2}$$

2. 5. 1. 3 急速排水弁 A、B を支持する配管サポート (S-1-19) 部材の応力

(1) 自重による応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{b5} = \frac{M_5}{Z_1}$$

$$M_5 = (m_s + m_0)gH$$

b. せん断応力

$$\tau_{s5} = \frac{Q_{s5}}{A_{s1}}$$

$$Q_{s5} = (m_s + m_0)g$$

(2) 水平方向地震時に発生する応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{b6} = \frac{M_6}{Z_1}$$

$$M_6 = (m_s + m_0)C_H gH$$

$$\sigma_{b56} = \sigma_{b5} + \sigma_{b6}$$

b. せん断応力

$$\tau_{s6} = \frac{Q_{s6}}{A_{s1}}$$

$$Q_{s6} = (m_s + m_0)C_H g$$

$$\tau_{s56} = \sqrt{\tau_{s5}^2 + \tau_{s6}^2}$$

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{s56} = \sqrt{\sigma_{b56}^2 + 3\tau_{s56}^2}$$

2. 5. 1. 4 急速排水弁 A、B を支持する配管サポート (S-1-7, 10, 11) の  
基礎ボルトの応力

(1) 水平方向地震時に発生する応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t7} = \frac{F_{t7}}{A_b}$$
$$F_{t7} = \frac{M_1 + M_2}{L_1 \times \frac{n}{2}}$$

b. せん断応力

$$\tau_{s7} = \frac{Q_{s7}}{A_b}$$
$$Q_{s7} = \frac{\sqrt{Q_{s1}^2 + Q_{s2}^2}}{n}$$

2. 5. 1. 5 急速排水弁 A、B を支持する配管サポート (S-1-8, 9, 12, 13) の  
基礎ボルトの応力

(1) 水平方向地震時に発生する応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t8} = \frac{F_{t8}}{A_b}$$
$$F_{t8} = \frac{F_{t4}}{n} + \frac{2}{5} \times \frac{M_3}{L_1 \times \frac{n}{3}}$$

b. せん断応力

$$\tau_{s8} = \frac{Q_{s8}}{A_b}$$
$$Q_{s8} = \frac{Q_{s3}}{n}$$

2. 5. 1. 6 急速排水弁 A、B を支持する配管サポート (S-1-19) の基礎ボルトの応力

(1) 水平方向地震時に発生する応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t9} = \frac{F_{t9}}{A_b}$$
$$F_{t9} = \frac{M_5 + M_6}{L_1 \times \frac{n}{2}}$$

b. せん断応力

$$\tau_{s9} = \frac{Q_{s9}}{A_b}$$
$$Q_{s9} = \frac{\sqrt{Q_{s5}^2 + Q_{s6}^2}}{n}$$

2. 5. 2 サポート架台の応力

サポート架台の応力計算モデルを図 2. 5. 2-1 に示す。

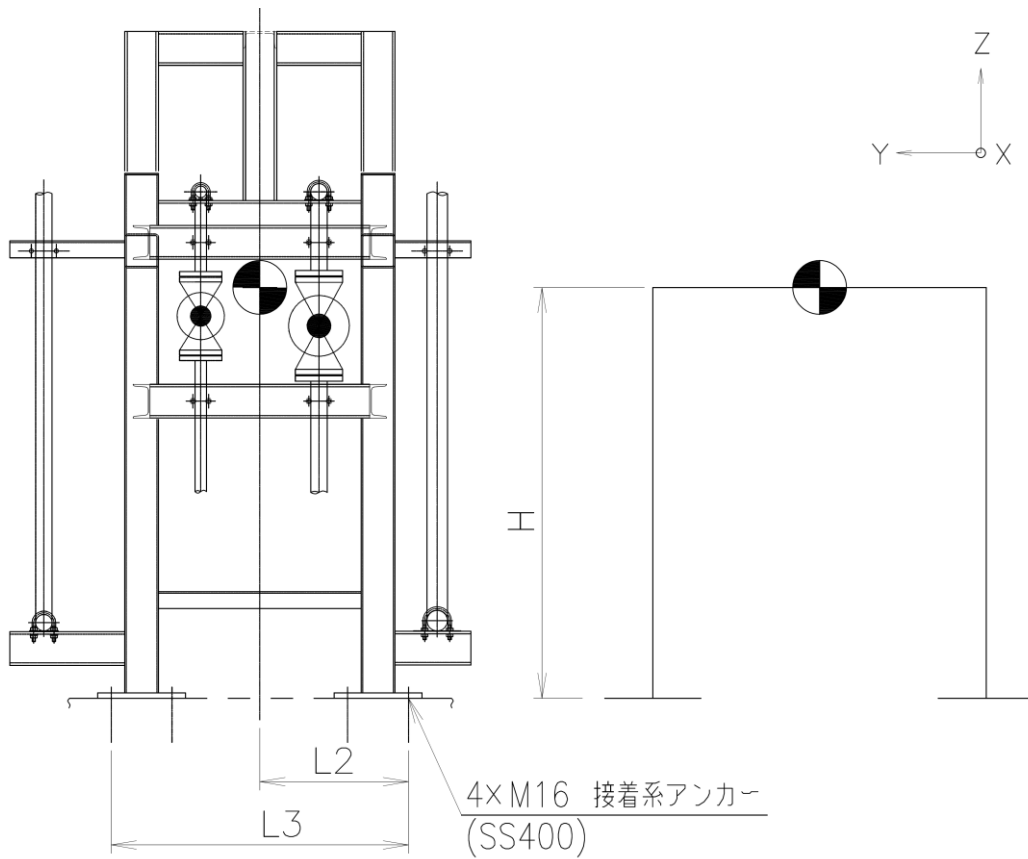


図 2. 5. 2-1 サポート架台の応力計算モデル

2. 5. 2. 1 サポート架台部材の応力

(1) 自重による応力

a. 圧縮応力

$$\sigma_{t10} = \frac{F_{t10}}{A}$$

$$F_{t10} = m_0 g$$

(2) 水平方向地震時による応力

a. 曲げ応力

$$\sigma_{b10} = \frac{M_{10}}{Z_1}$$

$$M_{10} = m_0 C_H g H$$

b. せん断応力

$$\tau_{s10} = \frac{Q_{s10}}{A_{s1}}$$

$$Q_{s10} = m_0 C_H g$$

(3) 組合せ応力

$$\sigma_{tb10} = \sigma_{t10} + \sigma_{b10}$$

$$\sigma_{s10} = \sqrt{\sigma_{tb10}^2 + 3\tau_{s10}^2}$$

2. 5. 2. 2 サポート架台の基礎ボルトの応力

(1) 水平方向地震時に発生する応力

a. 引張応力

$$\sigma_{t11} = \frac{M_{11} - m_0 g L_2}{n_f L_3 A_b}$$

$$M_{11} = m_0 C_H g H$$

b. せん断応力

$$\tau_{s11} = \frac{Q_{s11}}{A_b n}$$

$$Q_{s11} = m_0 C_H g$$

## 2. 6 応力の評価方法

### (1) 配管サポート及びサポート架台部材の許容応力

2.5.1 項及び2.5.2 項で求めた各応力が、最高使用温度における表 2.6-1 に示す許容応力以下であること。

表 2.6-1 その他の支持構造物（ボルト材以外）の許容応力

応力分類 許容応力状態	一次応力			
	引張(組合せ)	せん断	曲げ	圧縮
BAS	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$	$1.5 f_b$	$1.5 f_c$

ここで、

$$f_c = \left\{ 1 - 0.4 \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \frac{F}{v}, \quad f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}, \quad f_b = \frac{F}{1.5}$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}}, \quad \lambda = \frac{\ell_k}{i}, \quad \ell_k = 1.2L_a, \quad v = 1.5 + \frac{2}{3} \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

$F$ 値は次式により定める。

$$F = \min[S_y, 0.7S_u]$$

$f_c$  は  $\lambda$  が  $\Lambda$  以下の場合の式を適用。

なお、組合せ応力に対する許容応力は許容引張応力とし以下のとおり。

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

圧縮力と曲げモーメントを受ける部材の応力は以下の式を満足すること。

$$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$$

$$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$$

また引張力と曲げモーメントを受ける部材の応力は以下の式を満足すること。

$$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$$

$$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5f_b} \leq 1$$



ここで、

$\sigma_t$  : 部材の引張応力の和

$\sigma_c$  : 部材の圧縮応力の和

${}_c\sigma_b$  : 圧縮側曲げ応力の和

${}_t\sigma_b$  : 引張側曲げ応力の和

(2) ボルト材の許容応力

2.5.1 項及び2.5.2 項で求めた引張及びせん断応力が、ボルトの最高使用温度における表 2.6-2 に示す許容応力以下であること。

表 2.6-2 その他の支持構造物（ボルト材）の許容応力

応力分類 許容応力状態	一次応力	
	引張	せん断
BAS	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$

ここで、

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$F$ 値は次式により定める。

$$F = \min[S_y, 0.7S_u]$$

また、ボルトに生じる応力の計算に用いる有効断面積は、表 2.6-3 による。

表 2.6-3 基礎ボルトの呼び径と有効断面積

ねじの呼び	基礎ボルトの 有効断面積 ( $\text{mm}^2$ )
M16	157

記号の説明

$S_y$ : 設計降伏点

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章 表 6、  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 9 に規定される値 (MPa)。

$S_u$ : 設計引張強さ

発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012) Part3 第 1 章 表 7、  
ただし、アルミ材については試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術  
基準 (15 科原安第 13 号) 別表第 10 に規定される値 (MPa)。

3. 設計条件

機器名称	耐震クラス	据付場所及び 基準床レベル (mm)	静的震度		重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
			水平 C <sub>H</sub>	鉛直 C <sub>V</sub>			
急速排水弁 配管サポート	C (B) ※1	炉下室(S) 壁 1 FL-1924 ~ 1 FL-2684	0.29	—	9.80665	—	80
サポート架台		炉下室(S) 床 1 FL-3900					

※1：急速排水弁配管サポート及びサポート架台の耐震重要度分類はCクラスであるが、耐震Bクラスの弁を支持しているため、Bクラスとして評価を行う。

#### 4. 機器要目

##### (1) 配管サポート部材

サポート 名称	主要部材寸法 (mm)	$m_0$ (kg)	$m_s$ (kg)	H (mm)	E (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )
S-1-7, 10, 11	C100×50×5×7.5	592	13	325	$1.99 \times 10^5$	$1.88 \times 10^6$
S-1-8, 9, 12, 13	C125×65×6×8	592	25	325	$1.99 \times 10^5$	$4.24 \times 10^6$
S-1-19	□125×125×9	592	29	464	$1.99 \times 10^5$	$8.65 \times 10^6$

サポート 名称	A (mm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_1$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_2$ (mm <sup>3</sup> )
S-1-7, 10, 11	1192	666.5	488.9	7520	$3.76 \times 10^4$
S-1-8, 9, 12, 13	1711	923.1	732.4	$1.34 \times 10^4$	$6.78 \times 10^4$
S-1-19	3967	1602	1602	$1.38 \times 10^5$	$1.38 \times 10^5$

サポート 名称	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	F (MPa)
S-1-7, 10, 11	379	201	201
S-1-8, 9, 12, 13	379	201	201
S-1-19	322	173	173

(2) 配管サポートの基礎ボルト

サポート 名称	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$L_1$ (mm)	n (-)
S-1-7, 10, 11	157 (M16)	200	4
S-1-8, 9, 12, 13	157 (M16)	400	6
S-1-19	157 (M16)	200	4

サポート 名称	$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	F (MPa)
S-1-7, 10, 11	379	201	201
S-1-8, 9, 12, 13	379	201	201
S-1-19	379	201	201

## (3) サポート架台部材

主要部材寸法 (mm)	$m_0$ (kg)	H (mm)	E (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )
□100×100×4.5	1100	1050	$1.99 \times 10^5$	$7.47 \times 10^6$

A (mm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_1$ (mm <sup>3</sup> )	La (mm)	$i$ (mm)
10002	3942	$2.99 \times 10^5$	1259	38.7

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	F (MPa)
322	173	173

## (4) サポート架台の基礎ボルト

$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$L_2$ (mm)	$L_3$ (mm)	n (-)	$n_f$ (-)
157 (M16)	450	900	24	6

$S_u$ (MPa)	$S_y$ (MPa)	F (MPa)
379	201	201

## 5. 評価結果

### 5. 1 固有周期

急速排水弁 A、B を支持する配管サポート及びサポート架台の固有周期計算結果を表 5.1-1 に示す。固有振動数は 20Hz 以上であることから、建物との共振のおそれはない。

表 5.1-1 配管サポート及びサポート架台の固有周期計算結果

サポート名称	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
S-1-7, 10, 11	0.027	37.0
S-1-8, 9, 12, 13	0.018	55.5
S-1-19	0.022	45.4
サポート架台	0.038	26.3

5. 2 応力評価

5. 2. 1 配管サポート

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	最大応力 発生部位
				$\sigma_t$			
急速排水弁 配管サポート部材	SS400 STKR400	80	引張	$\sigma_t$	2	201	S-1-8, 9, 12, 13
			曲げ	$\sigma_b$	30	201	S-1-8, 9, 12, 13
			せん断	$\tau$	9	116	S-1-8, 9, 12, 13
			組合せ	$\sigma_s$	34	201	S-1-8, 9, 12, 13
			引張+曲げ	$\frac{\sigma_t + t\sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$		S-1-8, 9, 12, 13	
	0.16						
	$\frac{c\sigma_b - \sigma_t}{1.5f_b} \leq 1$						
	0.14						



評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	最大応力 発生部位
				$\sigma_{tb}$			
急速排水弁 配管サポート 基礎ボルト	SS400	80	引張	$\sigma_{tb}$	59	201	S-1-19
			せん断	$\tau_b$	11	116	S-1-19

5. 2. 2 サポート架台

以下に示すとおり、発生する応力は全ての評価部位で許容応力以下である。

評価部位	材料	温度 (°C)	応力種類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)		
サポート架台部材	STKR400	80	圧縮	$\sigma_c$	2	161		
			曲げ	$\sigma_b$	11	173		
			せん断	$\tau$	1	99		
			組合せ	$\sigma_s$	13	173		
			圧縮+曲げ	$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{c\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$				
				0.08				
				$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{1.5f_t} \leq 1$				
				0.06				
サポート架台 基礎ボルト	SS400	80	引張	$\sigma_{tb}$	—	201		
			せん断	$\tau_b$	1	116		

添付書類

Ⅲ－１－４ 安全板装置の耐震性についての説明書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-4-1
2. 安全板装置の加振試験.....	添Ⅲ-1-4-1
2.1 安全板加振試験装置.....	添Ⅲ-1-4-1
2.2 試験方法 .....	添Ⅲ-1-4-1
2.3 試験結果 .....	添Ⅲ-1-4-2
3. 評価結果 .....	添Ⅲ-1-4-2

## 1. 概要

本説明書は、STACYの安全板装置に関する耐震性について示すものである。

地震時における安全板装置の要求性能は、安全板の挿入時間及び挿入後の耐久性の確保である。STACYは耐震Bクラスの原子炉施設であり、東日本大震災後の知見を反映した基準地震動 $S_s$ は策定しない。このため、平成22年度の耐震バックチェックの際に使用した基準地震動 $S_s$ を用いて地震に対する安全板装置の挿入性及び耐久性が確保されることを試験により確認する。このとき、地震時に安全板の挿入性を阻害する要因は、安全板駆動装置が水平方向地震力を受け、安全板装置が傾くことによる炉心タンクとの相対変位と、炉心タンク内に貯留された水が水平方向地震力を受け炉心タンク内で流動することにより安全板にかかる水圧である。試験実施にあたり、この相対変位をSTACY実機よりも大きくするため、試験装置支持架台（安全板駆動装置よりも下部）を剛構造（20Hz以上）とし、安全板駆動装置支持架台を柔構造（10Hz程度）とする。また、実機ではスクラム信号が入力されると急速排水弁が開となることにより、炉心タンク水位は徐々に下がるため、安全板にかかる水圧は下がる方向となるが、そのままの水位を維持することで安全板挿入後の耐久性を保守的に評価する。

これらの安全板装置の要求性能を確認するため、独立行政法人防災科学技術研究所（当時）の大型耐震実験施設を用いて加振試験を実施した。加振試験においては、上記で示した基準地震動 $S_s$ をベースに、それをさらに大きくした模擬地震波を用いて保守的な結果が得られるよう考慮した。

## 2. 安全板装置の加振試験

大型耐震実験施設に安全板加振試験装置を設置し、模擬地震波を加えた状態で安全板を落下させ、安全板装置の挿入性能（スクラム信号発信後1.5秒以内に落下）が確保されることを確認する。また、試験終了後に安全板の状態を確認し、有意な損傷の有無を確認することで安全板の耐久性を評価する。

### 2.1 安全板加振試験装置

安全板加振試験装置は、炉心タンク、安全板装置（安全板駆動装置、安全板及びガイドピン）、格子板、試験装置支持架台、安全板駆動装置支持架台、模擬棒状燃料等で構成される。それぞれの機器は、STACY実機安全板装置の要求性能評価の観点から実機相当で設計した。STACY実機と安全板加振試験装置との構造比較を表2-1に、安全板加振試験装置の外観を図2-1に示す。

### 2.2 試験方法

試験条件を表2-2に示す。

安全板駆動装置は横長の形状であるため、安全板に対し面方向（弱軸）に加振した場合と軸方向（強軸）に加振した場合では、加えた地震力が同じでも相対変位（傾き）の大きさが異なる。このため、弱軸及び強軸それぞれを分けて試験を実施する。

安全板の落下時刻は、地震波において  $0.25\text{m/s}^2$  (25gal) を超える時刻 (STACY のスクラム条件)、大きな加速度 (最大 1400gal) が加わる時刻、実際に加振させたときに大きな相対変位が生じる時刻とする。

炉心タンク水位は、空の状態 (0cm) と STACY 実機の最大臨界水位 (棒状燃料有効長下端から 140cm) の相当水位 (安全板加振試験装置の炉心タンク底面から 150cm) とする。

### 2.3 試験結果

安全板は、弱軸及び強軸のいずれも、相対変位が大きくなるにつれ、挿入時間が遅くなった。また、炉心タンク水位が高い方が挿入時間は遅くなった。これは、相対変位が大きくなること及び安全板落下中に受ける水平方向の水圧により、ガイドとの摩擦抵抗が増大することで安全板の落下速度に影響したと考えられる。しかし、全ての条件において、安全板の設計条件である挿入時間 1.5 秒以内に落下することを確認した。図 2-2 に相対変位と挿入時間との関係を示す。

また、加振試験終了後の安全板は、全長に渡って擦り傷が生じていた。この擦り傷は、ガイドピン及び模擬棒状燃料の位置で見られた。これは、加振時の水平荷重を安全板が受け、ガイドピン及び模擬棒状燃料に押しつけられることで生じたものと考えられる。しかし、有意な損傷となる (穴が空く) ものではなかった。図 2-3 に加振試験終了後の安全板の外観を示す。

### 3. 評価結果

耐震 B クラス施設である STACY の安全板装置の性能を確認するため、実機相当の安全板加振試験装置及び大型耐震実験施設を用いて加振試験を実施した。この試験では、耐震バックチェック時の基準地震動  $S_s$  を超える地震波を入力する等、試験結果が保守的なものになるよう考慮した。その結果、全ての条件において安全板の挿入時間は 1.5 秒以内であることを確認した。また、加振試験終了後の安全板には有意な損傷は見られず、十分な耐久性があることを確認した。

以上の結果から、STACY 実機の安全板装置は、B クラス地震が発生した場合でもその性能が失われることはない。

表 2-1 STACY 実機と安全板加振試験装置の構造比較

STACY 実機	安全板加振試験装置
炉心タンク 直径：180cm、高さ：約 190cm	炉心タンク：実機相当 直径：180cm、高さ：約 180cm
安全板装置 安全板駆動装置 ガイドレール：SUS304 安全板 幅：24cm (内部カドミウム幅：22cm) ガイドピン 材質：ジルカイトロー 4 (中実棒)	安全板装置：実機相当 安全板駆動装置 ガイドレール：アルミニウム合金 安全板 幅：27cm (内部カドミウム幅：25cm) ガイドピン 材料：SUS304 (中実棒)
格子板  格子間隔	格子板 安全板 1 枚分の落下部分のみ実機仕様 格子間隔 格子間隔：12.7mm
棒状燃料 被覆管材質：ジルカロイ 4 (内部：二酸化ウランペレット)	模擬棒状燃料：実機相当 被覆管材質：SUS304 (内部：鉛を充填)
実験装置架台 剛構造：20Hz 以上	試験装置架台：実機相当 剛構造：20Hz 以上
移動支持架台 剛構造：20Hz 以上	安全板装置支持架台 柔構造 (7.5~11Hz 程度)

表 2-2 試験条件

<p>加振方向</p>	<p>弱軸、強軸</p>	
<p>入力地震波</p>	<p>模擬地震波 (基本波) 及び拡大波</p>	
<p>挿入時刻</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ STACY のスクラム条件 (25gal)</li> <li>・ 地震波における加速度が大きな時刻</li> <li>・ 地震波を加えたときに相対変位が大きくなる時刻</li> </ul>	
<p>炉心タンク 水位</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 空 (水位 0cm)</li> <li>・ 150cm (STACY 実機における最大臨界水位 (140cm) 相当水位)</li> </ul>	
<p>試験期間</p>	<p>その 1 : 2014 年 11 月 4 日～2014 年 11 月 28 日</p> <p>その 2 : 2015 年 1 月 19 日～2015 年 2 月 6 日</p> <p>(いずれの期間も同じ安全板加振試験装置 (安全板含む) を使用。)</p>	



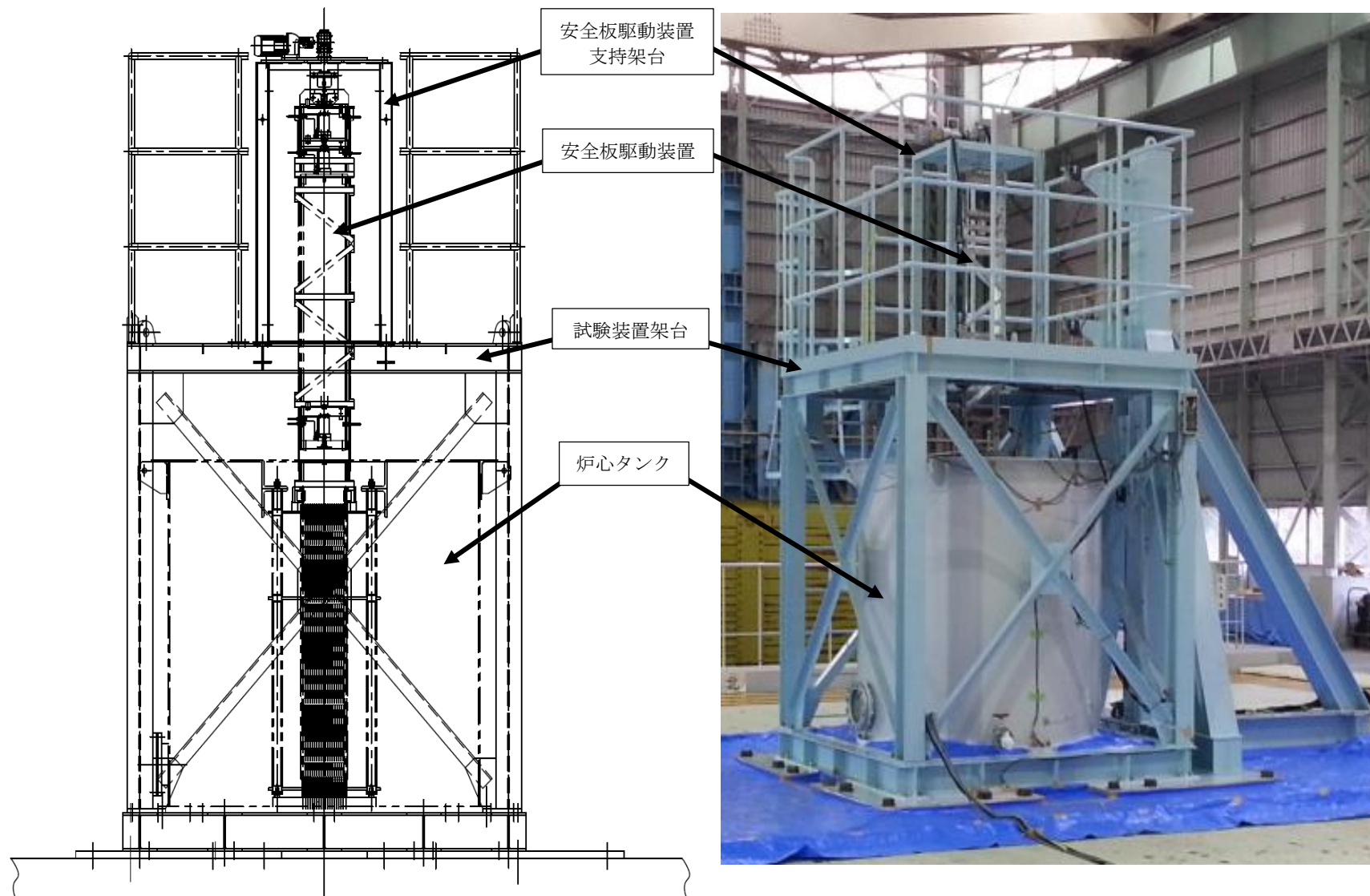
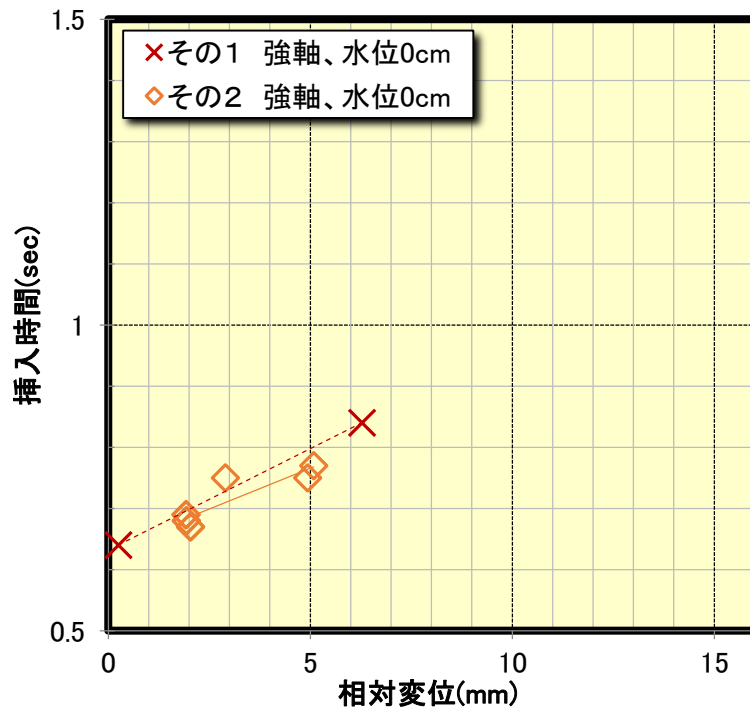
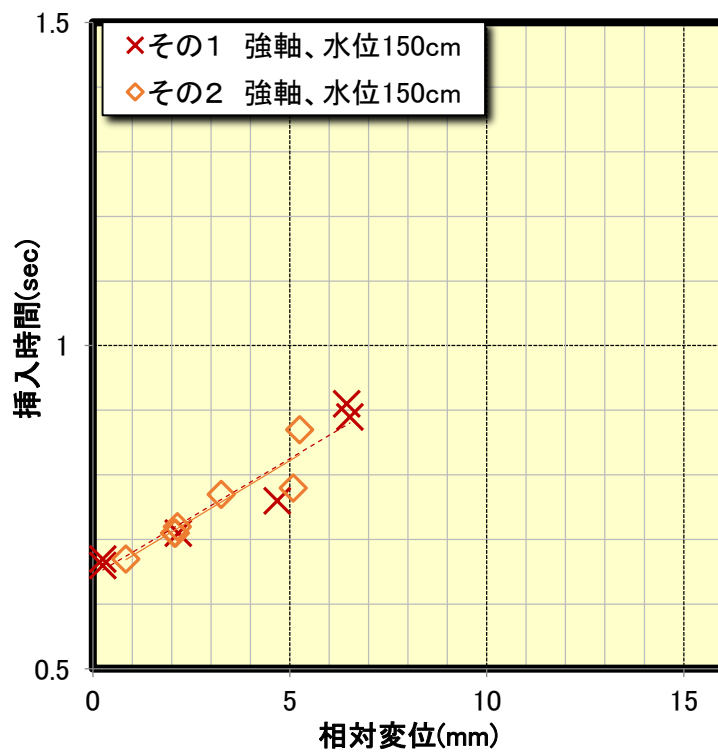


図 2-1 安全板加振試験装置の外観

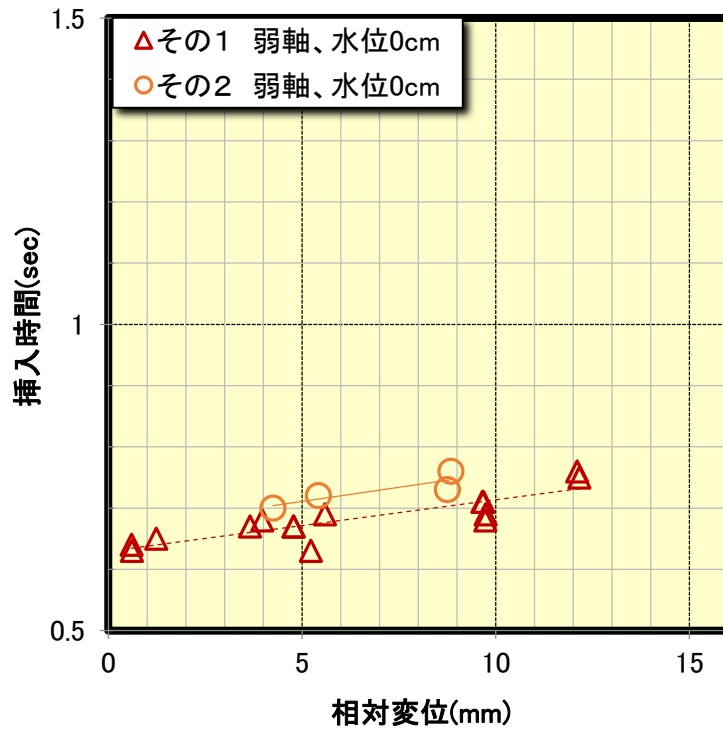


(a) 挿入時間測定結果  
(強軸 炉心タンク水位 0cm)

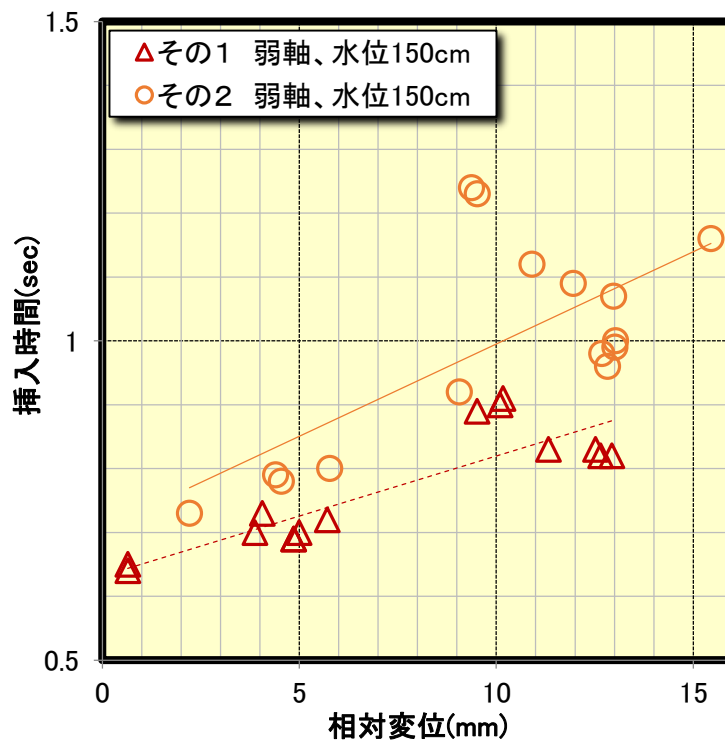


(b) 挿入時間測定結果  
(強軸 炉心タンク水位 150cm)

図 2-2(1/2) 挿入時間測定結果 (強軸)



(c) 挿入時間測定結果  
(弱軸 炉心タンク水位 0cm)



(d) 挿入時間測定結果  
(弱軸 炉心タンク水位 150cm)

図 2-2 (2/2) 挿入時間測定結果 (弱軸)

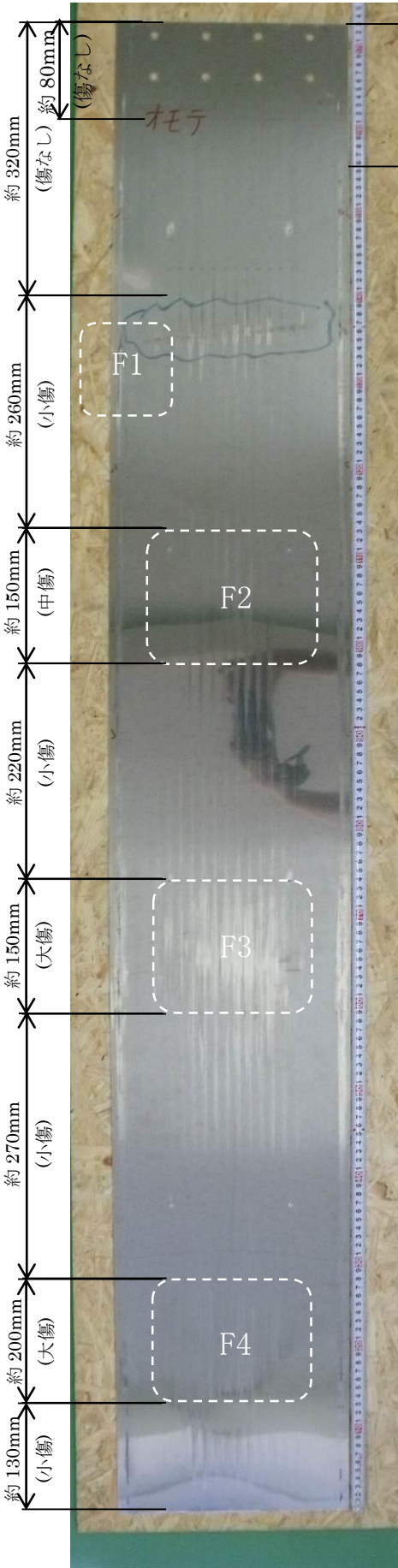


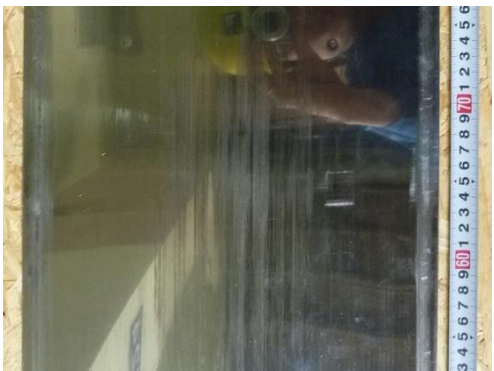
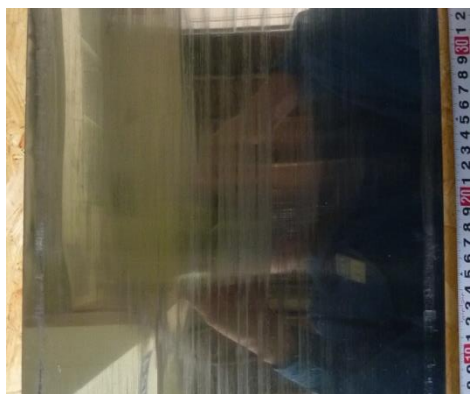
	全体表面	局部傷
安全板（表面）の傷の発生状況	 <p>             約 320mm (傷なし)              約 260mm (小傷)              約 150mm (中傷)              約 220mm (小傷)              約 150mm (大傷)              約 270mm (小傷)              約 200mm (大傷)              約 130mm (小傷)           </p>	 <p>約 11mm</p>   

図 2-3(1/2) 加振試験終了後の安全板の外観（表面）

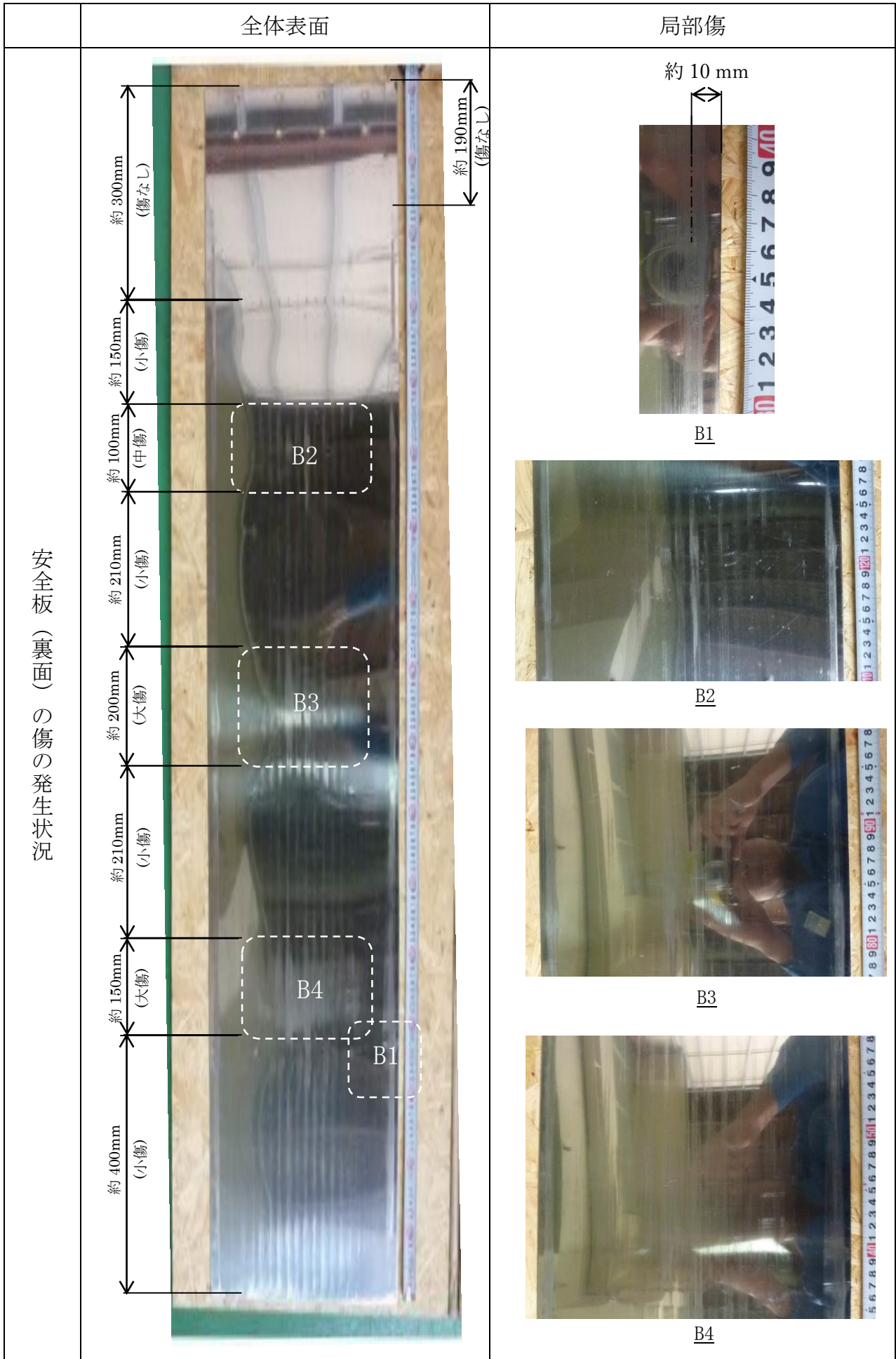


図 2-3 (2/2) 加振試験終了後の安全板の外観（裏面）

空白頁

添付書類

Ⅲ－１－５ 未臨界板の耐震性についての説明書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-1-5-1
2. 未臨界板の特徴 .....	添Ⅲ-1-5-1
2.1 未臨界板と安全板の構造比較.....	添Ⅲ-1-5-1
2.2 未臨界板の使用上の特徴.....	添Ⅲ-1-5-1
2.3 未臨界板と安全板の耐震性の比較.....	添Ⅲ-1-5-1
3. 評価結果 .....	添Ⅲ-1-5-1



## 1. 概要

STACYは炉心タンクの水位を調整することで反応度を制御する原子炉であるため、設計基準を超えた津波により炉心タンクが水没した場合、予期せず臨界となる可能性が否定できない。このため、炉心構成作業中、安全板が挿入されていない場合には、未臨界板（安全板と同等の中性子吸収効果をもつ板）を挿入することとしている。

本説明書は、未臨界板の耐震性を評価し、安全板の評価結果に包含されることを示すものである。

## 2. 未臨界板の特徴

### 2.1 未臨界板と安全板の構造比較

未臨界板は、安全板と同等の中性子吸収効果を有する設計とするため、安全板と同様に、中性子吸収材であるカドミウムをステンレス鋼で被覆した構造としている。安全板との構造上の異なる点としては、中性子吸収材及び枠板の厚さが厚くなっていること並びに中間格子が入っていることが挙げられる。これは、未臨界板を炉心タンク挿入時に自立させるため、吊り下げ型である安全板より強度を高くするためである。安全板との構造比較を表1に示す。

### 2.2 未臨界板の使用上の特徴

未臨界板の使用上の特徴は以下のとおり。

- ・未臨界板は、炉心構成作業時に炉心内に手で挿入するものであり、安全板のような落下衝撃が加わるものではない。
- ・地震発生時、未臨界板は、安全板と同様に、格子板及び未臨界板の周辺に配列する棒状燃料により支持される。
- ・未臨界板は、安全板と同様に、炉心タンク内に固定するものではないため、支持構造物の振動と共振のおそれはない。

### 2.3 未臨界板と安全板の耐震性の比較

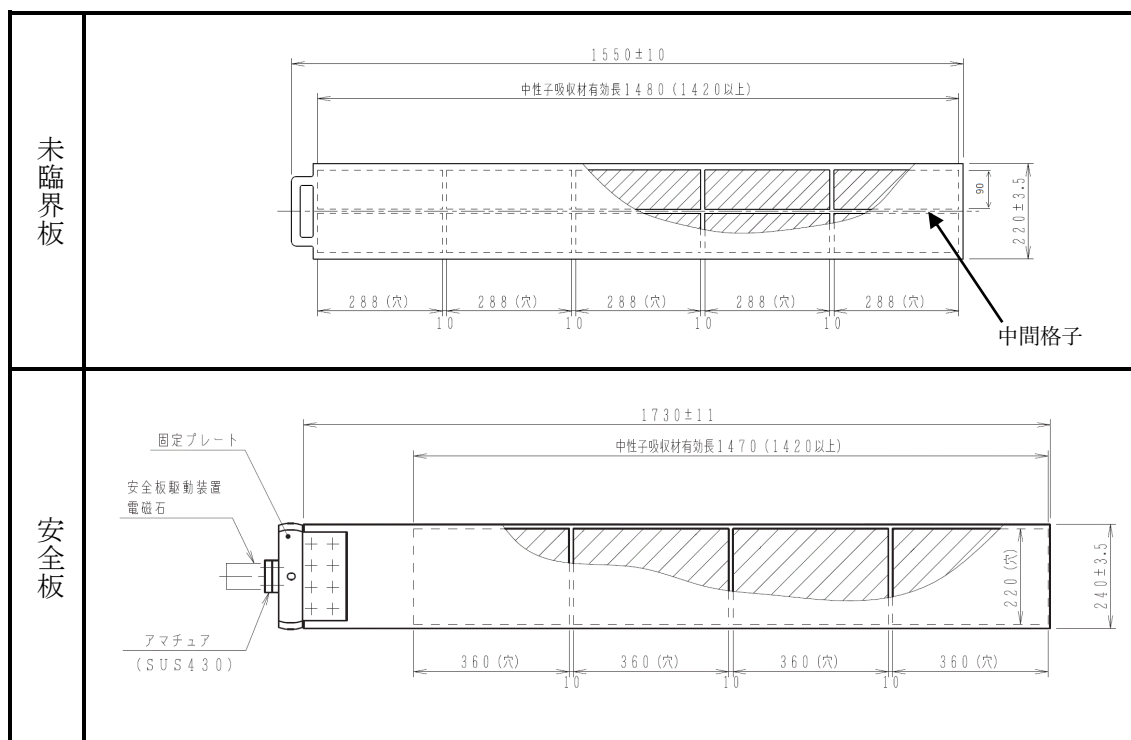
安全板は、想定を超える地震動を加えた加振試験を実施し、その耐震性を確認している（添付書類Ⅲ-1-4参照）。未臨界板は、安全板と同じ材質、同様の形状であることに加え、安全板より高い強度を有する構造である。このため、その耐震性は安全板の評価結果に包含される。

## 3. 評価結果

以上のとおり、未臨界板の耐震性は、使用上及び構造上の観点から、安全板の耐震評価に包含される。このため、地震及びその後の津波によって炉心タンクが全水没した場合でもその機能が失われることはない。

表1 未臨界板と安全板の構造比較

	未臨界板	安全板
被覆材	長さ：1,550mm 幅：220mm 厚さ：0.5mm 材質：SUS304 枚数：2枚（表裏）	長さ：1,730mm 幅：240mm 厚さ：0.5mm 材質：SUS304 枚数：2枚（表裏）
枠板	長さ：1,550mm 幅：220mm <b>厚さ：1.0mm</b> 材質：SUS304 枚数：1枚 <b>中間格子：あり</b>	長さ：1,730mm 幅：240mm <b>厚さ：0.5mm</b> 材質：SUS304 枚数：1枚 <b>中間格子：なし</b>
中性子吸収材	長さ：288mm 幅：90mm <b>厚さ：1.0mm</b> 材質：カドミウム 枚数：10枚	長さ：360mm 幅：220mm <b>厚さ：0.5mm</b> 材質：カドミウム 枚数：4枚
機器重量	約5.5kg	約10kg
設置方法	自立型	吊り下げ型



## 2. 外部からの衝撃による損傷の防止（第6条の3）の適合性説明書

添付書類 Ⅲ-2-1 外部事象による損傷の防止についての説明書  
添付書類 Ⅲ-2-2 外部事象による損傷の防止についての評価書

空白頁

添付書類

Ⅲ-2-1 外部事象による損傷の防止についての説明書

## 目 次

1. 概要 ..... 添Ⅲ-2-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-2-1-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-2-1-1

## 1. 概要

本説明書は、STACY施設を「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第6条の3（外部からの衝撃による損傷の防止）の要求事項に適合させるための設計方針及び適合性確認の基本方針を説明するものである。

なお、同条第3項は原子炉施設を船舶に設置する場合の規定であること、第4項の航空機落下は「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25原院第1号）等に基づき評価した結果、防護措置の要否を判断する基準を超えていないことについて設置(変更)許可を受けていることから適用外である。

## 2. 基本方針

### (1) 自然現象

技術基準規則第6条の3第1項の要求事項に適合させるため、STACY施設が、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）及びそれらの組合せによりその安全性が損なわれるおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じる。

### (2) 人為事象

技術基準規則第6条の3第2項の要求事項に適合させるため、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）によりSTACY施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じる。

### (3) 適合性確認の基本方針

STACY施設が外部からの衝撃によりその安全性を損なうことがないよう、安全施設がその安全機能を損なわないよう設計する。

本申請に係る安全施設のうち、原子炉建家（実験棟A及び実験棟Bをいう。以下同じ。）以外は、すべて原子炉建家に内包されていることから、外部からの衝撃に対する防護措置等の適合性評価に当たっては、原子炉建家への影響の有無により確認することを基本方針とする。

## 3. 詳細設計方針・内容

### (1) 自然現象

設計上考慮する自然現象（地震及び津波を除く。）として設置(変更)許可を受けた事象と具体的な設計上の配慮は以下のとおり。

#### 1) 洪水・降水

S T A C Y施設は標高約8 mに設置していること、敷地に降った雨水等は地形的にみて太平洋に流れること、また、S T A C Y施設の約3 km北側を流れる久慈川の浸水想定区域（東海村自然災害ハザードマップ、平成25年9月）からも十分離れており、洪水、降水による被害は考えられないことから防護措置等の必要はない。

#### 2) 風（台風）

水戸地方気象台の観測記録（1937年～2013年）によれば、敷地付近で観測された瞬間最大風速は、44.2m/s（1939年8月5日）であり、この記録を考慮した建築基準法に基づく風荷重を考慮して設計された原子炉建家に風（台風）の影響はない。

#### 3) 竜巻

敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻の発生を考慮しても、原子炉建家の構造健全性に影響しない程度のものである。

適合性確認として、施設から半径20kmの範囲における過去の記録を踏まえた影響の最も大きい竜巻（藤田スケールF 1、最大風速49m/s）を設定し、原子炉建家の構造健全性に対する影響を評価する。

評価の詳細については、添付書類Ⅲ-2-2-(2)「竜巻防護に関する評価書」に示す。

#### 4) 凍結

水戸地方気象台の観測記録（1897年～2013年）によれば、最低気温は-12.7℃（1952年2月5日）である。凍結に対して上記最低気温に適切な余裕を考慮して、凍結防止対策（換気空調設備による原子炉建家各室の温度制御等）を行い、安全施設を防護する。

#### 5) 積雪

水戸地方気象台の観測記録（1897年～2013年）によれば、積雪の深さの日最大は32cm（1945年2月26日）で、この観測記録を考慮した茨城県建築基準法関係条例に基づく垂直積雪量を用いて積雪荷重を考慮して設計された原子炉建家に積雪の影響はない。

#### 6) 落雷

建築基準法に基づき原子炉建家及び排気筒に日本産業規格（JIS）に準拠した避雷針を設けて、安全施設を防護する。

#### 7) 地滑り

S T A C Y施設が立地する東海村公表の自然災害ハザードマップ（平成25年9月）において、S T A C Y施設周辺に土砂災害警戒区域又は土砂災害特別警戒区域は存在しないため、地滑りによる被害を受けるおそれはないことから防護措置等の必要はない。

#### 8) 火山の影響



S T A C Y施設において考慮すべき火山事象は降下火砕物（火山灰）である。完新世の火山活動に関する記録によると、敷地及びその周辺の降下火砕物の層厚は極微量であることから、火山による被害を受けるおそれはない。このため、防護措置等の必要はない。

ただし、万一の降灰に備え、施設の安全性に影響が及ぶおそれがある場合には、必要な対策（原子炉停止及び火山灰除去）を行う。火山灰除去は、降灰が小康状態となつてからの実施を基本とするが、富士山宝永噴火の降灰量（火山からの距離は、敷地から最寄りの高原山約90kmを想定）を参考に、降灰量の総量を16cm、そのうち初日の降灰量を8cmと想定して対応する。

#### 9) 生物学的事象

S T A C Y施設は、冷却を必要としない原子炉であり、海洋生物等による影響を受ける海水取水口を持っていない。その他の生物学的事象として換気系への枯葉混入等の影響を考慮しても安全機能を損なうおそれはなく、防護措置等の必要はない。

#### 10) 森林火災

敷地外の森林火災がS T A C Y施設に迫った場合でも、原子炉建家への影響がないよう離隔距離を確保するよう設置及び草木管理することで、安全施設を防護する。

森林火災が発生した場合にその影響を受けないように、屋外消火栓設備を設ける。外部火災時のばい煙に対しても、外気から制御室への進入を防止できる設計とする。

防護措置の適合性確認として、原子力科学研究所敷地外の10km以内の範囲に発火点を設定し、原子力科学研究所周辺の植生及び気象データを使用して森林火災シミュレーション解析コード（FARSITE）を基にした森林火災評価を行い、原子炉建家コンクリート外壁表面温度がコンクリートの強度に影響がないとされている許容温度（200℃）以下となる離隔距離が確保されていることを評価する。

評価の詳細については、近隣工場等の火災（航空機落下に起因する火災を含む）と合わせて添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」に示す。

#### (2) 人為事象

設計上考慮する人為現象（故意によるものを除く。）として設置(変更)許可を受けた事象と具体的な設計上の配慮は以下のとおり。

##### 1) ダムの崩壊

S T A C Y施設の約3km北側を流れる久慈川には、崩壊によりS T A C Y施設に被害を与えるような大規模なダムは存在しないため、防護措置等の必要はない。

##### 2) 爆発

敷地周辺（半径10km以内）には、原子炉建家に影響を及ぼすおそれのある規模の石油コンビナート及び工場等はないため、防護措置等の必要はない。

また、原子力科学研究所の敷地内に液化天然ガスタンク等を設置する場合は、その

爆発による原子炉建家への影響がない保安距離等を確保して設置することで、防護措置等を不要とする。

### 3) 近隣工場等の火災

原子力科学研究所の敷地外の近隣工場等（半径10km以内）において火災が発生した場合及び敷地への航空機の墜落で発生する火災を想定した場合でも、その火災による原子炉建家への影響がないよう離隔距離等を確保することで、安全施設を防護する。

また、原子力科学研究所の敷地内に重油タンク等を設置する場合も、その火災による原子炉建家への影響がないよう離隔距離等を確保して設置することで、安全施設を防護する。

防護措置の適合性確認として、近隣の産業施設の火災による影響評価の対象範囲を、原子力科学研究所敷地外の半径10km以内に存在する産業施設等とし、これらの産業施設等において火災が発生した際に、原子炉建家外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている許容温度（200℃）以下となる離隔距離が確保されていることを評価する。また、航空機落下による火災の影響評価の対象を、航空機種別毎に落下確率が $10^{-7}$ （回/炉・年）になる面積を求め、その外周部に航空機が落下し炎上した際の原子炉建家コンクリート外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている許容温度（200℃）以下となる離隔距離が確保されていることを評価して適合性を確認する。

評価の詳細については、森林火災と合わせて添付書類Ⅲ-2-2-(1)「外部火災防護に関する評価書」に示す。

### 4) 有毒ガス

施設周辺で有毒ガスが発生した場合でも、STACY施設は、原子炉を速やかに停止でき、その後監視する必要がないことから、運転員が制御室又は施設内に長期間にわたって留まる必要はなく、防護措置等の必要はない。

### 5) 船舶の衝突

STACY施設の東側には海岸があるが、施設から約200m離れており、船舶の衝突を考慮する必要はなく、防護措置等の必要はない。

### 6) 電磁的障害

安全施設は、電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、安全保護系には絶縁回路の設置によりノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止する設計としているため、電磁障害により安全施設のうち電磁波に対する考慮が必要な機器が安全機能を損なうことはない。

## (3) 自然現象の組合せによる安全施設への影響

S T A C Y施設は、建家の立地条件及び設計考慮並びに自然現象そのものをもたらす条件等から評価した結果、自然現象の組合せによる影響はないことを確認した。評価結果を以下に示す。

1) 自然現象による影響の分類

自然現象がもたらす施設への影響種別を荷重、浸水、温度及び電気影響に分類し、各自然現象が施設に与える影響とその発生期間を整理した結果を表1に示す。なお、地震は第6条の3の要求事項ではないが、組合せを考慮すべき自然現象として合わせて整理した。

表1 自然現象による影響の分類

自然現象※1	影 響 種 別				発生期間※2
	荷重	浸水	温度	電気影響	
地 震	○				極短期
風 (台風)	○				短期
凍 結			○		短期
積 雪	○				短期
落 雷				○	短期
火 山	○				短期
生物学的影響				○	長期
森林火災等			○		短期

※1 「竜巻」については、単独事象としての発生確率が極めて小さく、他の自然現象との同時発生確率は十分小さいことから、組合せの検討対象から除外した。

「地滑り」については、S T A C Y施設周辺に土砂災害警戒区域等が存在しないことから、組合せの検討対象から除外した。

「津波」については、Bクラス原子炉施設であるS T A C Y施設で想定するL2津波 (T.P. +約6 m) に対し、原子炉建家はT.P. +約8 mに位置し、津波の影響を受けないことから、組合せの検討対象から除外した。

「洪水・降水」については、「東海村自然災害ハザードマップ」(平成25年9月)によると浸水想定区域から十分に離れており、洪水・降水の影響を受けないことから、組合せの検討対象から除外した。

※2 発生期間については、直接の影響が数日以上にわたる可能性のあるものを長期、数時間程度のものを短期とした。このうち「火山」による影響は、除灰措置を考慮して短期とした。

## 2) 影響種別ごとの評価

### i) 荷重

「荷重」に関し影響を及ぼす自然現象は「地震」、「風（台風）」、「積雪」及び「火山」である。このうち、地震と積雪については、建築基準法に基づいて組合せは考慮しない、また、地震と火山についても、火山灰の堆積には時間的余裕があるため、除灰することによりその影響を排除することができるため、積雪と同様に組合せは考慮しない。それ以外の組合せについては、同時に作用する荷重の設計考慮並びに荷重の掛かる方向等を加味すると、組合せを考慮しても影響はない。

### ii) 温度

「温度」に関し影響を及ぼす自然現象は「凍結」及び「森林火災等」である。この2つの事象は、温度に対して相反する事象であるため、組合せを考慮しても影響はない。

### iii) 電気影響

「電気影響」に関し影響を及ぼす自然現象は「落雷」及び「生物学的影響」である。前者は直撃雷及び過大なサージ電流を起因とする原子炉の停止であるのに対し、後者は小動物によるケーブル断線を起因とする原子炉の停止である。これは、原子炉停止事象の発生確率の上昇であって、原子炉施設への最終的な影響に変化はない。このため、組合せを考慮しても影響はない。

添付書類

Ⅲ－２－２ 外部事象による損傷の防止についての評価書

- (1) 外部火災防護に関する評価書
- (2) 竜巻防護に関する評価書

空白頁

添付書類

Ⅲ－２－２－(1) 外部火災防護に関する評価書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-2-2-(1)-1
2. 基本方針	添Ⅲ-2-2-(1)-1
3. 外部火災影響評価の要求事項・考え方	添Ⅲ-2-2-(1)-1
3-1 想定する外部火災	添Ⅲ-2-2-(1)-1
3-2 評価の方法	添Ⅲ-2-2-(1)-1
3-2-1 森林火災	添Ⅲ-2-2-(1)-1
3-2-2 近隣産業施設等の火災・爆発	添Ⅲ-2-2-(1)-2
3-2-3 航空機落下による火災	添Ⅲ-2-2-(1)-2
4. 森林火災による影響評価	添Ⅲ-2-2-(1)-2
4-1 評価方法及び判断基準	添Ⅲ-2-2-(1)-2
4-1-1 評価方針	添Ⅲ-2-2-(1)-2
4-1-2 熱影響評価方法	添Ⅲ-2-2-(1)-2
4-1-3 判断基準	添Ⅲ-2-2-(1)-2
4-2 火災の想定	添Ⅲ-2-2-(1)-3
4-3 発火点の設定	添Ⅲ-2-2-(1)-4
4-4 延焼の考え方	添Ⅲ-2-2-(1)-4
4-5 植生の確認	添Ⅲ-2-2-(1)-5
4-5-1 原科研の植生	添Ⅲ-2-2-(1)-5
4-5-2 樹高及び樹冠高さ	添Ⅲ-2-2-(1)-5
4-6 評価条件	添Ⅲ-2-2-(1)-6
4-7 発火点毎の評価条件	添Ⅲ-2-2-(1)-7
4-8 地表火の評価	添Ⅲ-2-2-(1)-8
4-9 樹冠火の評価	添Ⅲ-2-2-(1)-12
4-10 外壁表面温度の評価	添Ⅲ-2-2-(1)-14
4-11 受熱面輻射強度の算出の方法	添Ⅲ-2-2-(1)-15
4-12 受熱面（外壁面）の温度評価	添Ⅲ-2-2-(1)-15
4-13 評価結果	添Ⅲ-2-2-(1)-17
5. 近隣の産業施設等の火災・爆発による影響評価	添Ⅲ-2-2-(1)-18
5-1 評価方法及び判断基準	添Ⅲ-2-2-(1)-18
5-1-1 評価方法	添Ⅲ-2-2-(1)-18
5-1-2 評価対象範囲	添Ⅲ-2-2-(1)-18
5-1-3 判断基準	添Ⅲ-2-2-(1)-18
5-2 火災・爆発の想定	添Ⅲ-2-2-(1)-19
5-3 原科研敷地外	添Ⅲ-2-2-(1)-20
5-4 原科研敷地内	添Ⅲ-2-2-(1)-21
5-5 評価計算	添Ⅲ-2-2-(1)-22
5-6 評価結果	添Ⅲ-2-2-(1)-25
6. 航空機落下による火災の影響評価	添Ⅲ-2-2-(1)-26



6-1	評価方法	添Ⅲ-2-2-(1)-26
6-2	航空機落下地点の想定	添Ⅲ-2-2-(1)-26
6-3	判断基準	添Ⅲ-2-2-(1)-26
6-4	評価計算	添Ⅲ-2-2-(1)-29
6-5	航空機落下による火災影響評価	添Ⅲ-2-2-(1)-30

**【補足資料】**

1.	重畳事象の想定及び評価条件	添Ⅲ-2-2-(1)-32
1-1	重畳事象の想定	添Ⅲ-2-2-(1)-32
1-2	評価条件	添Ⅲ-2-2-(1)-32
2.	実験棟Bに係る評価が実験棟Aの評価に包含又は同等であることの根拠	添Ⅲ-2-2-(1)-33

**【参考資料】**

1.	水戸気象台の観測データ	添Ⅲ-2-2-(1)-35
2.	火炎中の風速の補正	添Ⅲ-2-2-(1)-36
3.	火炎輻射発散度 $R_f$ の算出	添Ⅲ-2-2-(1)-37

## 1. 概要

「原子力発電所の外部火災評価ガイド(原子力規制委員会、平成 25 年 6 月 19 日)」(以下「評価ガイド」という。)に基づき、森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機落下による火災による S T A C Y 施設への影響について評価を実施した。

## 2. 基本方針

S T A C Y 施設が外部からの衝撃によりその安全性を損なうことがないように、安全施設がその安全機能を損なわないよう設計する。本申請に係る安全施設のうち、原子炉建家(実験棟 A 及び実験棟 B をいう。以下同じ。)以外は、全て原子炉建家内に設置している。このため、原子炉建家<sup>(注1)</sup>を評価対象施設として外壁への外部火災影響を評価し、S T A C Y 施設の安全性に影響を与えないことを確認する。

注 1 : 実験棟 A 及び実験棟 B を評価対象施設とするが、本評価書では、原子炉本体、核燃料物質貯蔵設備等を内包し、安全機能喪失時におけるリスクの大きい実験棟 A を代表して評価を実施する。実験棟 B に係る評価が実験棟 A の評価に包含又は同等であることの根拠は補足資料 2 に示す。

## 3. 外部火災影響評価の要求事項・考え方

### 3-1 想定する外部火災

外部火災としては、森林火災、近隣の産業施設等の火災・爆発及び航空機落下による火災を対象とする。これらからの実験棟 A 外壁に対する影響について評価を実施し、防護すべき施設への影響がないことを確認する。

### 3-2 評価の方法

各評価は、評価ガイドを参考に、以下のとおり行う。

#### 3-2-1 森林火災

##### (1) 考慮すべき火災

原子力科学研究所(以下「原科研」という。)敷地外 10 km 以内に発火点を設定した評価対象施設に迫る森林火災。

##### (2) 評価内容

森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)を基にした森林火災評価及び森林火災評価に基づく評価対象施設への影響評価。

##### (3) 評価項目

熱影響評価

### 3-2-2 近隣産業施設等の火災・爆発

#### (1) 考慮すべき火災

原科研敷地外 10 km 以内の近隣の産業施設等の火災・爆発。(原科研敷地内についても代表的な施設の火災・爆発を対象に評価)

#### (2) 評価内容

近隣の産業施設等について評価対象施設との距離等を考慮した影響評価。

#### (3) 評価項目

熱影響評価及び爆発影響評価

### 3-2-3 航空機落下による火災

#### (1) 考慮すべき火災

航空機落下時の火災。

#### (2) 評価内容

航空機落下により発生する火災による評価対象施設への影響評価。

#### (3) 評価項目

熱影響評価

## 4. 森林火災による影響評価

### 4-1 評価方法及び判断基準

#### 4-1-1 評価方針

原科研の敷地外を発火点としたSTACY施設に迫る森林火災について、評価ガイドで奨励する解析コード「FARSITE」で用いられている評価式により森林火災の大きさ(火線強度、火炎長、延焼速度等)を算出し、実験棟A外壁面の熱影響を評価する。

#### 4-1-2 熱影響評価方法

各円筒火炎モデルから熱影響評価を行う受熱面の各離隔距離に対する形態係数を計算し、形態係数と火炎のエネルギーを示す反応強度から受熱面における受熱面輻射強度を計算する。

#### 4-1-3 判断基準

実験棟A外壁表面温度がコンクリートの強度に影響がないとされている温度(200℃)以下\*であること、若しくは、内部火災に至らないこと。

※ 出典:原田和典、建築火災のメカニズムと火災安全設計(財団法人 日本建築センター),2007

#### 4-2 火災の想定

- 図4-1に示すとおり、原科研は、東に太平洋があり、これ以外の方角は耕地や宅地となっている。このため、原科研の周辺には広大な森林がなく、大規模な森林火災は発生しないと考えられる。
- 原科研には「JRR-3」、「STACY」、「NSRR」、「放射性廃棄物処理場」の4施設がある。

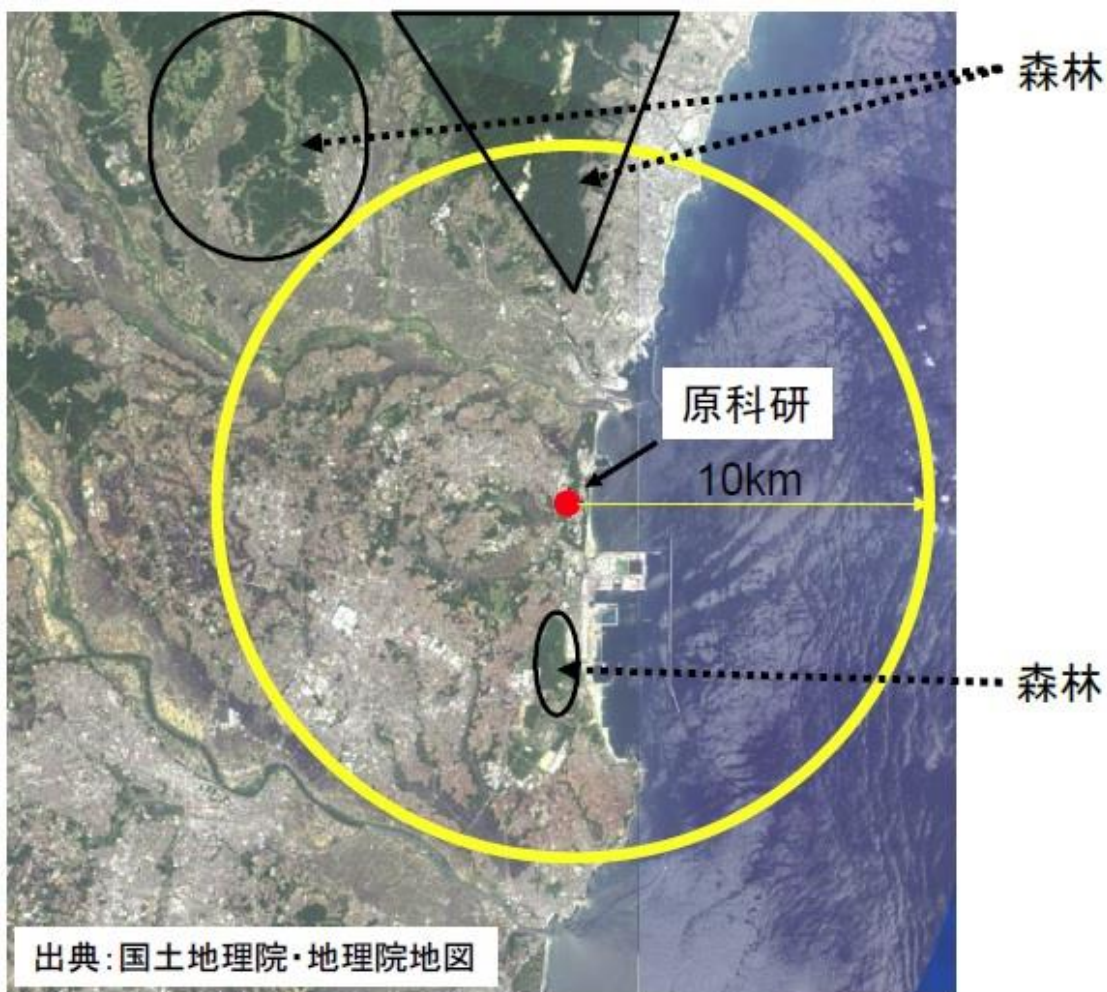


図4-1 原科研から10km圏内の図

#### 4-3 発火点の設定

- ・ 発火点は、評価対象施設の風上方向及び原科研の卓越風向（北西及び北東）を考慮した原科研敷地外に設定する。
  - ・ 発火点は、図4-2に示すとおり、原科研西側の敷地境界に隣接する道路及び白方霊園における人為的行為により発生した火災（火の不始末）とする。
    - ケース①：白方霊園周辺
    - ケース②：国道245号線沿い
- （ルート上で敷地境界に接している地点で発火した場合も含む。）

#### 4-4 延焼の考え方

- ・ 敷地外で発生した火災が敷地内の草木に延焼し、評価対象施設周辺の森林まで達するものとする。



図4-2 発火点及び延焼の考え方

#### 4-5 植生の確認

##### 4-5-1 原科研の植生

原科研周辺の植生図を図4-3に示す。図より、原科研周辺（敷地の内外を含む。）の植生は、南西方向の一部にヤブコウジースダジイ群集が確認されるが、敷地内の施設近隣の植生は全てクロマツ植林である。

##### 4-5-2 樹高及び樹冠高さ

原科研の森林の状況を調査した結果、樹高及び樹冠高さは以下のとおりである。

- ・ 樹高：10 m ～ 16 m
- ・ 樹冠までの高さは5 m ～ 8 m

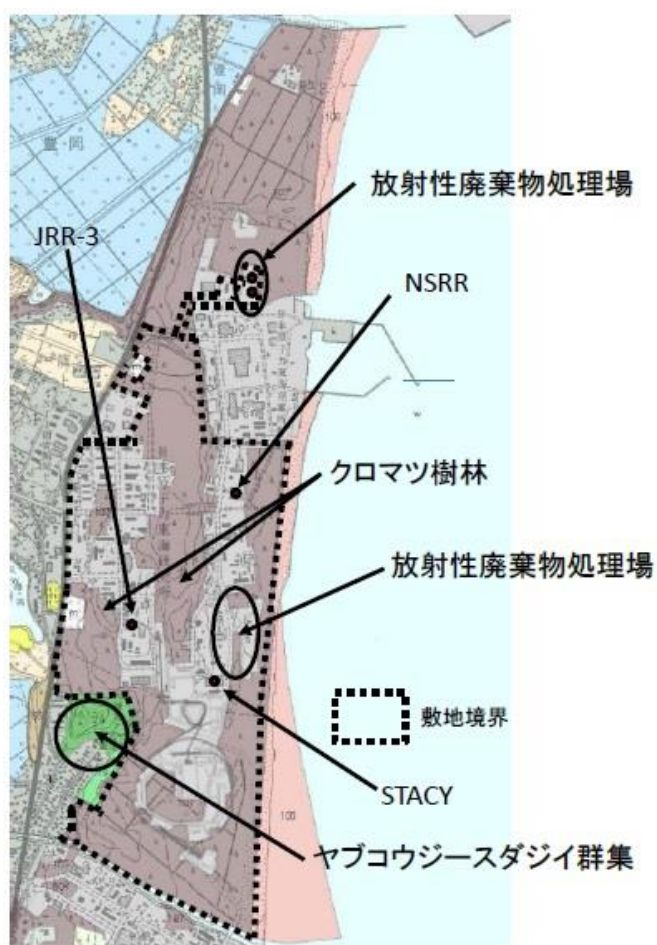


図4-3 原科研周辺の植生図

出典：環境省・自然環境局，「1/25,000 植生図ー常陸久慈（ひたちくじ）」を基に国土地理院・地理院地図を参考に作図

#### 4-6 評価条件

- ① 風速は、過去（2004年～2016年）の水戸気象台の観測データ（参考資料1．水戸気象台の観測データ）の最大風速 17.5 m/s（2014年2月及び2016年1月）を採用した。ただし、地表面での風速は、樹木などの障害物の影響により遅くなることを考慮し、前述の 17.5 m/s に 0.3 を乗じた風速とした。（参考資料2．火炎中の風速の補正）
- ② 土地の傾斜については、国土地理院・地理院地図（電子国土 web）より、敷地内において卓越風の風上から風下に向かった傾斜角を調査し算出した。
- ③ 評価対象施設外壁表面の初期温度は、夏季の日照中におけるコンクリート外壁表面温度を考慮して、50℃とした。
- ④ 原科研敷地内の植生は、環境省-自然環境局、「1/25,000 植生図-常陸久慈（ひたちくじ）」よりクロマツ樹林であるが、クロマツに対する各種パラメータ（可燃物の表面積-体積比、可燃物の真の密度等）が存在しないため、出典<sup>※1</sup>よりクロマツと生物分類（マツ綱マツ目<sup>※2</sup>）が等しいアカマツのパラメータを用いた。
- ⑤ 樹高及び樹冠高さは、「4-5-2 樹高及び樹冠高さ」で示した原科研の森林の状況調査結果を基に、保守的な結果を得るため、以下の値を一律に適用した。
  - ・ 樹高：20 m
  - ・ 樹冠までの高さ：4 m

※1：出典：後藤義明 他 “日本で発生する山火事の強度の検討”-Rothermel の延焼速度予測モデルを用いた Byram の火線強度の推定-“日林誌、87(3)2005

※2：林野庁東北森林管理局ホームページ 朝日庄内いきもの図鑑

#### 4-7 発火点毎の評価条件

STACY施設西側及び東側の森林の評価条件は以下のとおりである。また、図4-4に示す。

##### (1) 西側森林(ケース①)

森林から施設までの距離：**140 m** (離隔距離<sup>※1</sup>)

森林の幅(火炎到達幅)：**310 m**

##### (2) 東側森林(ケース①、②)

森林から施設までの距離：**22 m** (離隔距離<sup>※2</sup>)

森林の幅(火炎到達幅)：**520 m**

評価対象として、離隔距離が短く、森林の幅が長い東側森林を選定する。また、延焼ルートは、卓越風向を考慮し、北東からの延焼となるケース①を選定する。計測した森林の幅は保守的な評価とするため火炎到達幅として設定する。

※1 西側森林と施設との間の林は、施設周辺へのフェンス設置工事に伴い大部分が伐採済み。

※2 草木の管理を行う範囲。

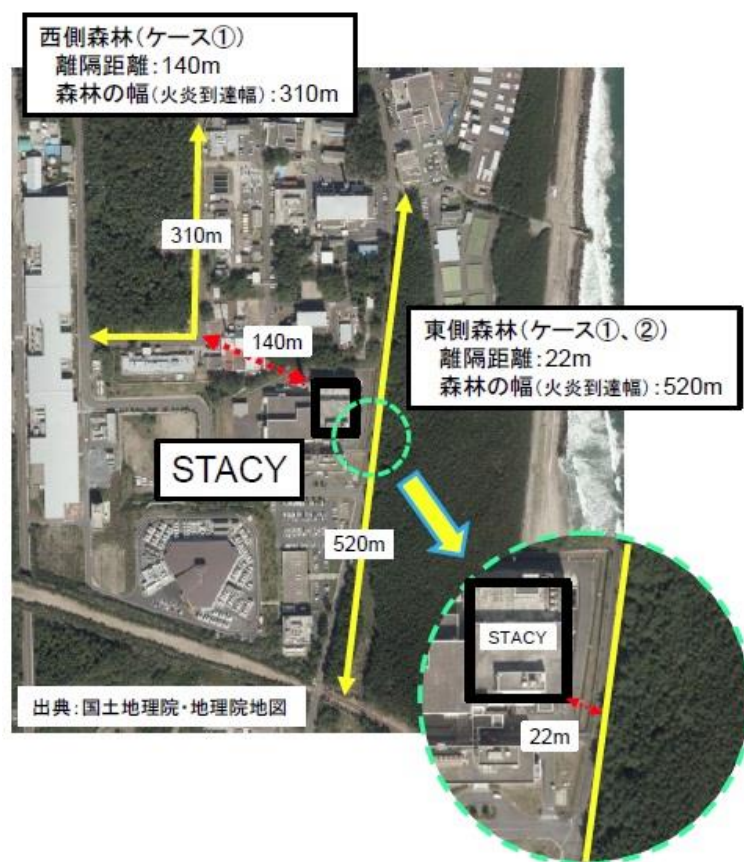


図4-4 発火点毎の評価条件



#### 4-8 地表火の評価

地表火の火線強度の計算には FARSITE 内で使用されている評価式及び評価ガイドに記載されている評価式を用いた。また、式中のパラメータ及び値は文献調査等により設定する。入力値、途中経過、計算結果を表 4-1、表 4-2、表 4-3 にそれぞれ示す。

- ・ 延焼速度  $R$  [m/s]

$$R = \frac{I_r \xi (1 + \Phi_w + \Phi_s)}{Pb^\varepsilon Q_{ig}}$$

$\xi$	隣接する可燃物の過熱に消費される $I_R$ の割合
$\Phi_w$	風による割増係数
$\Phi_s$	傾斜による割増係数
$Pb$	可燃物の堆積密度
$\varepsilon$	炎によって加熱される可燃物の割合
$Q_{ig}$	単位重量当たりの可燃物が発火するまでに必要な熱量
  
- ・ 火線強度  $I_b$  [kW/m]

$$I_b = \frac{I_r}{60} \frac{12.6R}{\sigma}$$

$\sigma$	可燃物の表面積一体積比
----------	-------------
  
- ・ 反応強度  $I_R$  [kW/m<sup>2</sup>]

$$I_R = \frac{1}{60} \Gamma' W_n h \eta_M \eta_S$$

$\Gamma'$	理想熱分解速度定数
$W_n$	可燃物の有機物量
$h$	可燃物の発熱量
$\eta_M$	可燃物中の水分による熱分解速度減少係数
$\eta_S$	可燃物中の無機物による熱分解速度減少係数
  
- ・ 単位面積当たりの熱量  $H_A$  [kJ/m<sup>2</sup>]

$$H_A = I_b \frac{60}{R}$$
  
- ・ 火炎長  $L_f$  [m]

$$L_f = 0.0775 I_b^{0.46}$$

表 4-1 ケース① 地表火評価式中のパラメータ及び値 (入力値)

	パラメータ	値	備考
$\sigma$	可燃物の表面積-体積比( $\text{cm}^{-1}$ )	70.44	※出典より
$\rho_p$	可燃物の真の密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	516.19	※出典より
$W_o$	単位面積当たりの可燃物量( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	0.33	※出典より
$\delta$	可燃物の堆積深(m)	0.05	現地にて調査
$M_f$	可燃物の含水率	0.01	※出典より
$M_x$	限界含水率	0.31	※出典より
$S_e$	可燃物中のシリカ以外の無機含有率	0.024	※出典より
$S_r$	可燃物中の無機含有率	0.031	※出典より
$h$	可燃物の発熱量( $\text{kJ}/\text{kg}$ )	19958	※出典より
$U$	炎の高さ中央部の風速( $\text{m}/\text{min}$ )	315.0	参考資料 1,2 より算出
$\Phi$	傾斜角度( $^\circ$ )	0.9	地理院地図より算出

※出典：後藤義明 他 “日本で発生する山火事の強度の検討”

—Rothermel の延焼速度予想モデルを用いた Byram の火線強度の推定—

日林誌、87(3)2005

: STACY における値

表4-2 ケース① 地表火評価式中のパラメータ (途中式)

	パラメータ	値	途中式
$W_n$	可燃物の有機物量(kg/m <sup>2</sup> )	0.32	$W_n(1 - S_\Gamma)$
$\rho_b$	可燃物の堆積密度(kg/m <sup>3</sup> )	6.6	$W_o/\delta$
$\beta$	可燃物の堆積密度と比重の比	0.013	$\rho_b/\rho_p$
$\beta_{op}$	熱分解速度が最大となる時の $\beta$	0.006	$0.20395 \cdot \rho_p^{-0.8189}$
$A$	定数( $\Gamma'$ に使用)	0.307	$8.9033 \cdot \rho_p^{-0.7913}$
$\Gamma'_{max}$	最大熱分解速度定数	15.61	$(0.0591 + 2.926\delta^{-1.5})^{-1}$
$\Gamma'$	理想熱分解速度定数	14.11	$\Gamma'_{max} [(\beta/\beta_{op})e^{(1-\beta/\beta_{op})}]^A$
$\eta_M$	可燃物中の水分による熱分解速度減少係数	0.922	$1 - 2.59 \left(\frac{M_f}{M_x}\right) + 5.11 \left(\frac{M_f}{M_x}\right)^2 - 3.52 \left(\frac{M_f}{M_x}\right)^3$
$\eta_S$	可燃物中の無機物による熱分解速度減少係数	0.353	$0.174S_e^{-0.19}$
$I_r$	燃焼による単位時間当たりの放出熱量(kJ/min・m <sup>2</sup> )	29339	$\Gamma' \cdot W_n \cdot h \cdot \eta_M \cdot \eta_S$
$\varepsilon$	炎によって加熱される可燃物の割合	0.938	$e^{-4.528/\delta}$
$\xi$	可燃物の加熱に消費される放出熱量の割合	0.051	$(192 + 7.9095\sigma)^{-1} \cdot e^{(0.792+3.7597\sqrt{\sigma}) \cdot (\beta+1)}$
$Q_{ig}$	単位重量当たりの可燃物が発火するまでに必要な熱量	607	$581 + 2594M_f$
$B$	定数( $\Phi_w$ に使用)	1.591	$0.15988\sigma^{0.54}$
$C$	定数( $\Phi_w$ に使用)	0.001	$7.47e^{-0.8711\sigma^{0.55}}$
$E$	定数( $\Phi_w$ に使用)	0.331	$0.715e^{-0.01094\sigma}$
$\Phi_w$	風による割増し係数	43.4	$C(3.281U)^B(\beta/\beta_{op})^{-E}$
$\Phi_s$	傾斜による割増し係数	0.005	$5.275\beta^{-0.3} \cdot (\tan(\Phi/180\pi))^2$

: STACY における値

表 4-3 ケース① 評価式を用いた計算結果 (地表火)

	意味	計算値
$R$	延焼速度(m/min)	17.80
$I_b$	火線強度(kW/m)	1557
$L_f$	火炎長(m)	2.3
$H_A$	単位面積当たりの熱量(kJ/m <sup>2</sup> )	5249
$I_R$	反応強度(kW/m <sup>2</sup> )	489
$t$	燃焼継続時間(s)	10.7

4-9 樹冠火の評価

樹冠を伝播する火線強度は、FARSITE で使用されている以下の式\*を用いて火線強度を算出し、火炎長に関しては地表を伝播する火災と同様の式を用いて評価した。評価式中のパラメータ及び値を表4-4及び表4-5に、評価結果を表4-6に示す。なお反応強度は地表火と樹冠火の合計値を、火炎長は樹冠火の値を用いた。

\*出典：Mark A Finney, “FARSITE:Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation”, Rocky Mountain Research Station, RMPS-RP4 Revised, March 1988, revised February 2004

①火線強度の算出  $I_c$  [kW/m]

$$I_c = 300 \left( \frac{I_B}{300R} + CFB \cdot CBD(H - CBH) \right) R$$

$I_B$  火炎反応度[kW/m]

$R$  延焼速度[m/min]

$CFB$  樹冠燃焼率[%]

$CBD$  樹冠の充填密度[kg/m<sup>3</sup>]

$H$  樹木高さ[m]

$CBH$  樹冠までの高さ[m]

②単位面積当たり熱量  $H_A$  [kJ/m<sup>2</sup>]

$$H_A = w \cdot h$$

$w$  単位面積当たりの燃料量[kg/m<sup>2</sup>]

$h$  可燃物の発熱量[kJ/kg]

③反応強度  $I_R$  [kW/m<sup>2</sup>]

$$I_R = \frac{H_A}{t}$$

$t$  燃焼継続時間[s]

表4-4 ケース① 樹冠火評価式中のパラメータ及び値 (入力値)

	パラメータ	値	備考
$H$	樹木高さ(m)	20	
$CBH$	樹冠までの高さ(m)	4	
$CBD$	樹冠の充填密度(kg/m <sup>3</sup> )	0.06	
$h$	可燃物の発熱量(kJ/kg)	18000	
$M$	葉の含水率(%)	85	※
$R$	延焼速度(m/min)	17.80	地表火の計算結果
$t$	延焼継続時間(s)	10.7	地表火の計算結果

\*出典：Forestry Canada Fire Danger Group “Development and structure of the Canadian forest fire behavior prediction system” Ottawa,1992

表 4-5 ケース① 樹冠火評価式中のパラメータ及び値 (途中式)

	パラメータ	値	備考
$I_o$	樹冠火発生閾値(kW/m)	1098	$(0.010CBH(460 + 25.9M))^{3/2}$
$RAC$	有効樹冠延焼速度	50	3/CBD
$R_o$	臨界表目燃焼速度	12.56	$I_o \cdot R/I_b$
$a_c$	延焼速度と CFB間の係数	0.07	$\ln(0.1)/0.9(RAC - R_o)$
$CFB$	樹冠燃焼率(%)	0.301	$1 - e^{-a_c(R-R_o)}$
$w$	単位面積当たりの燃料量(kg/m <sup>2</sup> )	0.29	$(H - CBF)CFB \cdot CBD$
$I_B$	火炎反応強度(kW/m)	1543	$hwR/60$

表 4-6 ケース① 評価式を用いた計算結果 (樹冠火)

	計算パラメータ	計算値
$I_c$	火線強度(kW/m)	3087
$H_A$	単位面積当たりの熱量(kJ/m <sup>2</sup> )	5202
$I_R$	反応強度(kW/m <sup>2</sup> )	485
$L_f$	火炎長(m)	3.1

: STACY における値

#### 4-10 外壁表面温度の評価

外壁表面温度の評価手順を以下に示す。

- (1) 火炎長から燃焼半径を計算し、円筒火炎モデル数を求める。
- (2) 各円筒火炎モデルから熱影響評価を行う受熱面の各離隔距離から形態係数を計算する。
- (3) 形態係数と火炎のエネルギーを示す火炎輻射発散度から受熱面における受熱面輻射強度を計算する。4-8節及び4-9節で求めた地表火及び樹冠火の反応強度  $I_R$  を合計した値から火炎輻射発散度  $Rf$  を求める。
- (4) 反応強度は、火炎から輻射として放出されるエネルギーと、火炎又は煙として対流放出される熱エネルギーの和であることから、参考資料3より反応強度に対する輻射放出と対流放出の比を求め、火炎輻射発散度を算出する。

##### ①燃焼半径 $r$ (m)

$$r = \frac{L_f}{3}$$

$r$  : 燃焼半径(m)

$L_f$  : 火炎長(m)

##### ②円筒火炎モデル数 $F$

$$F = \frac{W}{2r}$$

$F$  : 円筒火炎モデル(-)

$W$  : 火炎到達幅(m)

$r$  : 燃焼半径(m)

形態係数  $\Phi_i$

$$\Phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし

$$i = 1, 2, 3, 4, \dots \quad m = \frac{L_f}{r} \cong 3, \quad n = \frac{L_i}{r}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

$\Phi_i$  : 各円筒火炎モデルの形態係数

$L_i$  : 離隔距離(m)

火炎輻射発散度  $Rf$  (kW/m<sup>2</sup>)

$$Rf = 0.377 \cdot I_R$$

#### 4-1-1 受熱面輻射強度の算出の方法

受熱面輻射強度の算出方法を図4-5に示す。受熱面輻射強度を算出するに当たり、円筒火炎モデル数として、火炎長  $L_f$  は樹冠火の値の 3.1 m とし、火炎直径は前ページの燃焼半径の式  $r=L_f/3$  より、2.1 m とした。

図4-5に示すとおり、火災発生後は発火点より円筒火炎モデルがその両側に延焼していくものとし、火炎到達幅に渡って発生する円筒火炎が受熱面に輻射により熱を与えるものとする。このとき、形態係数は、各円筒火炎モデルと受熱面の離隔距離からそれぞれ計算した。また、与えられた熱は受熱面に保持されるものとし、冷却は無視した。

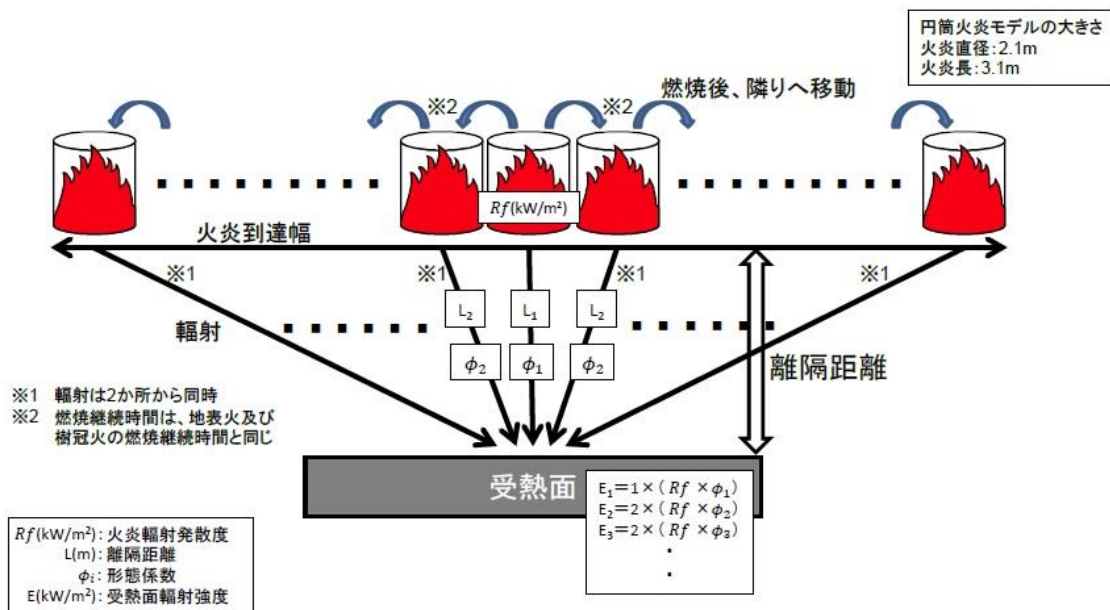


図4-5 受熱面輻射強度の算出方法

#### 4-1-2 受熱面（外壁面）の温度評価

前節で算出した受熱面輻射強度から、以下に示す1次元熱伝導方程式の一般解の式<sup>\*</sup>を用いて受熱面（外壁面）の温度を評価した。

$$T_{1,2,3,\dots} = T_0 + \frac{2 \times E_{1,2,3,\dots} \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

ここで、

$T_{1,2,3,\dots}$ : 外壁面温度

$T_0$ : 初期温度

$E_{1,2,3,\dots}$ : 受熱面輻射強度( $kW/m^2$ )

$a$ : コンクリート温度伝導率 [ $a = \lambda / (\rho \times C_p)$ ]

$C_p$ : コンクリート比熱 [0.963( $kJ/kgK$ )]



$\rho$  : コンクリート密度 [2400(kg/m<sup>3</sup>)]

$\lambda$  : コンクリート熱伝導率 [1.74(w/mK)]

$x$  : コンクリート深さ(m)

$t$  : 燃焼継続時間(s)

である。

※ 出典：日本機械学会、「伝熱工学資料 改訂第5版」

#### 4-13 評価結果

評価結果を表4-7に示す。森林火災による実験棟Aの外壁表面温度は、最大で143℃であり、コンクリート強度に影響がないとされている温度(200℃)以下である。このため、STACY施設の安全性に影響はない。

なお、今後、施設外壁と森林間の離隔距離については、評価で用いた離隔距離が確保できるように草木の管理を行う。

表4-7 外壁表面温度の評価結果

発火点の位置	ケース①(②も同様)
森林の位置	東側
熱影響評価対象施設	実験棟A
外壁面温度	143℃

(コンクリート表面からの自然放熱、内側からの冷却等の除熱は一切考慮しない。)

## 5. 近隣の産業施設等の火災・爆発による影響評価

### 5-1 評価方法及び判断基準

#### 5-1-1 評価方法

【火災】 原科研敷地外に存在する危険物タンク等の火災について、火災発生から燃料が燃え尽きるまでの間、評価対象施設外壁表面が加熱されるものとして評価。

【爆発】 原科研敷地外に存在する想定爆発源について爆発影響評価を実施。

(原科研敷地内についても代表的な施設を対象に評価)

#### 5-1-2 評価対象範囲

##### 【原科研敷地外における産業施設の火災・爆発影響評価】

原科研敷地外に存在する近隣の産業施設について危険物の種類、最大貯蔵量、評価対象施設からの距離等を調査し、影響評価を行った。

なお、茨城県で石油コンビナート等特別防災区域に指定されている鹿島臨海地区は、原科研から約 50 km 離れているため、影響を受けるおそれはない。

##### 【原科研敷地内における危険物タンクの火災・爆発影響評価】

原科研敷地内における危険物タンク及び高压ガス等の種類、最大貯蔵量、評価対象施設からの距離等を調査し、影響評価を行った。

#### 5-1-3 判断基準

【火災】 評価対象施設外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている温度 (200 °C) 以下であること、若しくは、内部火災に至らないこと。

【爆発】 想定爆発源と評価対象施設外壁までの離隔距離が危険限界距離\*以上であること。

※ 爆風圧が 0.01 MPa 以下 (人体に対して影響を与えない爆風圧) になる距離

## 5-2 火災・爆発の想定

想定する産業施設の火災・爆発源を表5-1、5-2に示す。また、評価条件は以下の通りとした。

- ・ 評価を行う危険物の量は、危険物施設として許可された最大貯蔵量とする。
- ・ 離隔距離は、実験棟A外壁面からタンク位置までの直線距離とする。
- ・ 気象状態は無風状態とする。
- ・ 実験棟A外壁表面の初期温度は、夏季の日照中における外壁表面温度を考慮して 50℃とする。

表5-1 火災の熱影響評価条件

想定火災場所	想定火災源	内容物	最大貯槽量(kℓ)	基数	STACY 施設外壁からの距離(m)
原科研敷地外	①常陸那珂港火力発電所 軽油タンク	軽油	3500	2	2000
	②核燃料サイクル工学研究所 重油タンク	重油	196	3	1900
	③日本原子力発電 重油タンク	重油	500	1	1400
	④日立ハイテクマテリアルズ 及び出光興産重油タンク	重油	955	1	5000
			1800	1	
			640	1	
			2000	1	
1650			1		
3840	1				
原科研敷地内	中央変電所 重油タンク	重油	30	1	900

表5-2 爆発の影響評価条件

想定爆発場所	想定爆発源	内容物	最大貯槽量	STACY 施設外壁からの距離(m)
原科研敷地外	⑤東京ガスガスタンク	液化天然ガス(LNG)	23万 kt	3500
		プロパン(LPG)	5万 kt	3500
原科研敷地内	第2ボイラーガスタンク	液化天然ガス(LNG)	154kt	370

5-3 原科研敷地外

STACY原子炉施設と近隣の産業施設等の危険物タンクとの位置関係を図5-1及び図5-2に示す。



図5-1 近隣の産業施設等の危険物タンクとの位置関係 (その1)



図5-2 近隣の産業施設等の危険物タンクとの位置関係 (その2)

#### 5-4 原科研敷地内

実験棟Aと原科研中央変電所重油タンク及び第2ボイラーLNGタンクとの位置関係を図5-3及び図5-4に示す。熱影響評価に当たっては、これらの危険物タンクと実験棟A間の高低差及び遮蔽となりうる建築物が存在しないものとして保守的な評価を行った。

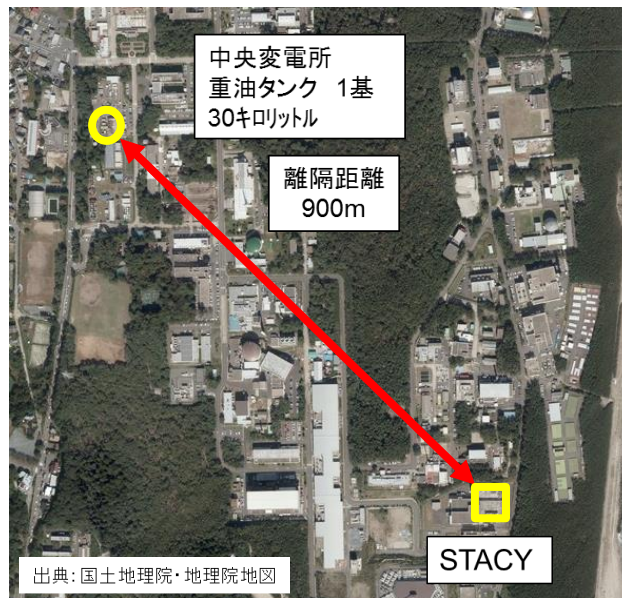


図5-3 実験棟Aと原科研中央変電所重油タンクとの位置関係

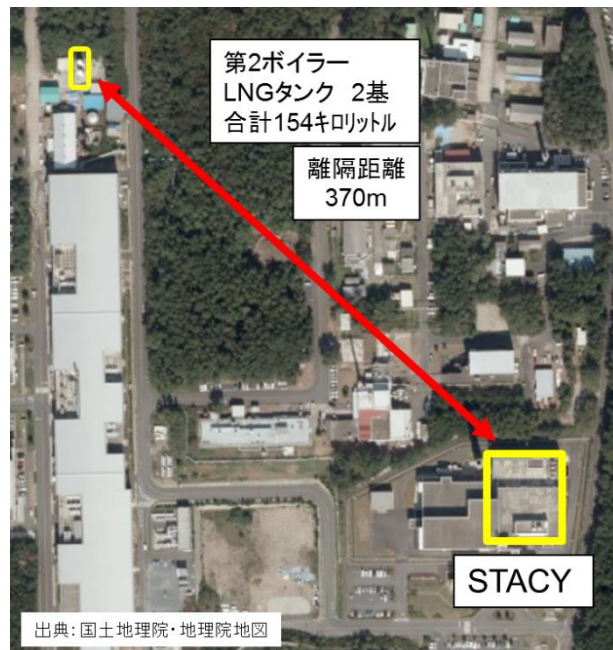


図5-4 実験棟Aと原科研第2ボイラーLNGタンクとの位置関係

5-5 評価計算

評価に用いた各種パラメータを表5-3及び表5-4に示す。

表5-3 危険物タンクの火災の評価で使用する各種パラメータ

パラメータ	記号	単位	原科研敷地外				原科研敷地内
			①常陸那珂港火力発電所軽油タンク	②核燃料サイクル工学研究所重油タンク	③日本原子力発電重油タンク	④日立ハイテクマテリアルズ及び出光興産重油タンク	中央変電所重油タンク
燃料量	V	m <sup>3</sup>	7000	588	500	10885	30
防油堤面積	S	m <sup>2</sup>	800	400	225	6000	49
輻射発散度	Rf	W/m <sup>2</sup>	4.20×10 <sup>4</sup>	2.30×10 <sup>4</sup>	2.30×10 <sup>4</sup>	2.30×10 <sup>4</sup>	2.30×10 <sup>4</sup>
燃焼速度	v	m/s	5.50×10 <sup>-5</sup>	2.80×10 <sup>-5</sup>	2.80×10 <sup>-5</sup>	2.80×10 <sup>-5</sup>	2.80×10 <sup>-5</sup>
隔離距離	L	m	2000	1900	1400	5000	900
燃焼半径	R	m	16.0	11.3	8.5	43.7	4.0
火炎の高さ	H	m	47.9	33.9	25.4	131.1	12.0
形態係数	Φ	-	1.22×10 <sup>-4</sup>	6.77×10 <sup>-5</sup>	7.01×10 <sup>-5</sup>	1.47×10 <sup>-4</sup>	3.79×10 <sup>-5</sup>
輻射強度	E	W/m <sup>2</sup>	5.14	1.56	1.61	3.38	0.87
燃焼継続時間	t	s	159091	52500	79365	64792	21866
初期温度	T <sub>0</sub>	℃	50	50	50	50	50

: STACYにおける値

表5-4 ガスタンクの爆発の評価で使用する各種パラメータ

パラメータ	記号	単位	原科研敷地外		原科研敷地内
			⑤東京ガスガスタンク 液化天然ガス(LNG)	プロパン(LPG)	第2ボイラーガスタンク 液化天然ガス(LNG)
タンク容積	-	kl	230000	50000	154
重量	-	t	97704	31000	65.5
密度	-	t/m <sup>3</sup>	0.4248	0.62	0.4248
定数 K 値	K	-	714000	888000	714000
貯蔵施設 W 値	W	-	313	176	8.09

(1) 危険物タンクの火災評価

火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で評価対象施設外壁が昇温されるものとして、評価ガイドに記載の評価式及び出典に記載の計算式より評価対象施設の外壁温度を評価した。

①燃料の燃焼時間は、以下の式を用いて評価した。

$$t = \frac{V}{(\pi R^2 \times v)}$$

$t$  : 燃焼時間(s)

$V$  : 燃料量(m<sup>3</sup>)

$v$  : 燃焼速度(m/s)

②外壁の温度は、以下の式を用いて評価した。

《出典：日本機械学会, 「伝熱工学資料 改訂第5版」》

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

$T_0$  : 初期温度

$E$  : 輻射強度(kW/m<sup>2</sup>)

$a$  : コンクリート温度伝導率 [ $a = \lambda / (\rho \times C_p)$ ]

$C_p$  : コンクリート比熱 [963(J/kgK)]

$\rho$  : コンクリート密度 [2400(kg/m<sup>3</sup>)]

$\lambda$  : コンクリート熱伝導率 [1.74(w/mK)]

$x$  : コンクリート深さ(m)

$t$  : 燃焼継続時間(s)

③輻射強度は、以下の式を使用して求めた。

$$E = R_f \times \varphi$$

$E$  : 輻射強度(W/m<sup>2</sup>)、 $R_f$  : 輻射発散度(W/m<sup>2</sup>)、 $\varphi$  : 形態係数

④ここで形態係数は、以下の式を用いて求めた。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

ただし

$$m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

$\phi_i$  : 各円筒火炎モデルの形態係数(-)

$L$  : 離隔距離(m)  $H$  : 火炎長(m)  $R$  : 延焼半径(m)



(2) ガスタンクの爆発評価

原科研敷地外⑤東京ガスガスタンクには 2 種類のガスがあるため、評価ガイドに基づき以下のように危険限界距離を算出した。

評価ガイド (一部抜粋)

貯蔵設備内に 2 つ以上のガスがある場合においては、それぞれのガスの量 (単位トン) の合計量の平方根の数値にそれぞれのガスの量の当該合計量に対する割合を乗じて得た数値に、それぞれのガスに係る  $K$  を乗じて得た数値の合計により、危険限界距離を算出する。

上記から、ガス量の当該合計量に対する割合は、

$$\text{LNG タンク : } a=97704/(97704+31000)=0.759$$

$$\text{LPG タンク : } b=31000/(97704+31000)=0.241$$

$$W_t = \sqrt{97704 + 31000} = 358.75$$

よって、原科研敷地外⑤東京ガスガスタンク(2種類)の危険限界距離は、

$$X = 0.04 \times 14.4 \sqrt[3]{(714000 \times a \times W_t) + (888000 \times b \times W_t)}$$

-----  
原科研敷地内第 2 ボイラーのガスについては、評価ガイドに示された以下の式を基に危険限界距離を算出した。

$$X = 0.04 \lambda \sqrt[3]{K + W}$$

$X$ : 危険限界距離 [m]

$\lambda$ : 換算距離 [14.4(m/kg<sup>-1/3</sup>)]

$K$ : 石油類の定数 [-]

$W$ : 設備定数 [-]

なお、設備定数  $W$  は評価ガイドと LNG 量(65.5t)から

$$W = \sqrt{65.5} \cong 8.09$$

である。

## 5-6 評価結果

火災の熱影響評価及び爆発の影響評価結果を表5-5及び表5-6にそれぞれに示す。

火災については、原科研敷地内外にある産業施設の火災による熱影響評価の結果、実験棟A外壁表面温度は、最大で約52℃であり、コンクリートの強度に影響がないとされている温度(200℃)以下である。

爆発については、想定爆発源とSTACY施設外壁の離隔距離は、危険限界距離以上である。

以上のことから、近隣の産業施設等の火災・爆発は、STACY施設の安全性に影響を及ぼすことはない。

表5-5 火災の熱影響評価結果

想定火災場所	想定火災源	内容物	最大貯蔵量(kℓ)	STACY施設外壁からの距離(m)	STACY施設外壁表面温度(℃)
原科研敷地外	①常陸那珂港火力発電所軽油タンク	軽油	7000	2000	52
	②核燃料サイクル工学研究所重油タンク	重油	588	1900	51
	③日本原子力発電重油タンク	重油	500	1400	51
	④日立ハイテックマテリアルズ及び出光興産重油タンク	重油	10885	5000	51
原科研敷地内	中央変電所重油タンク	重油	30	900	51

表5-6 爆発の影響評価結果

想定爆発場所	想定爆発源	内容物	最大貯蔵量	STACY施設外壁からの距離(m)	危険限界距離(m)
原科研敷地外	⑤東京ガスガスタンク	液化天然ガス(LNG)	23万kℓ	3500	350
		プロパン(LPG)	5万kℓ	3500	311
		液化天然ガス・プロパン	23万kℓ+5万kℓ	3500	373
原科研敷地内	第2ボイラーガスタンク	液化天然ガス(LNG)	154kℓ	370	104*

※ 評価ガイドでは敷地外の施設を対象としているが、敷地内の施設に対しても評価ガイドの評価式を準用して算出した。

原科研敷地内であることを考慮し、関係法令で規定される保安距離を算出した場合、保安距離=22mである。

## 6. 航空機落下による火災の影響評価

### 6-1 評価方法

航空機落下確率評価では、評価手法の違いからカテゴリ別に落下確率を求めているが、火災影響評価において考慮している航空機落下事故については、訓練中と巡航中、民間航空機と軍用機等では、燃料の種類・容量が変わるため、これらを考慮した航空機種ごとの評価を実施する。想定した航空機カテゴリを表6-1に示す。

表6-1 航空機落下による火災で想定する航空機カテゴリ

評価対象		想定する機種	
計器飛行式	飛行場での離着陸時	B747-400	
民間航空機	航空路を巡航中		
有視界飛行方式民間航空機		AS332L1	
自衛隊機 又は 米軍機	訓練空域外を飛行中	空中給油等、高高度での巡航が想定される大型固定翼機	KC-767
		その他の大型固定翼機、小型固定翼機及び回転翼機	F-15
基地—訓練空域間を往復時			

### 6-2 航空機落下地点の想定

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率」（平成21・06・25原院第1号）に基づき、航空機落下確率が $10^{-7}$ （回/炉・年）に相当する面積から航空機落下地点と実験棟Aの離隔距離を算出した。航空機落下地点の想定に用いたモデルを図6-1に、想定した落下地点を図6-2に示す。

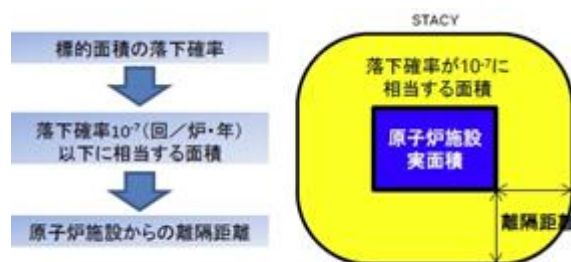


図6-1 航空機落下地点の想定モデル

### 6-3 判断基準

落下確率が $10^{-7}$ （回/炉・年）となる面積の外周部に航空機が落下し、炎上した場合の熱影響による評価対象施設外壁表面温度が、コンクリートの強度に影響がないとされている温度（200℃）以下であること、若しくは、内部火災に至らないこと。

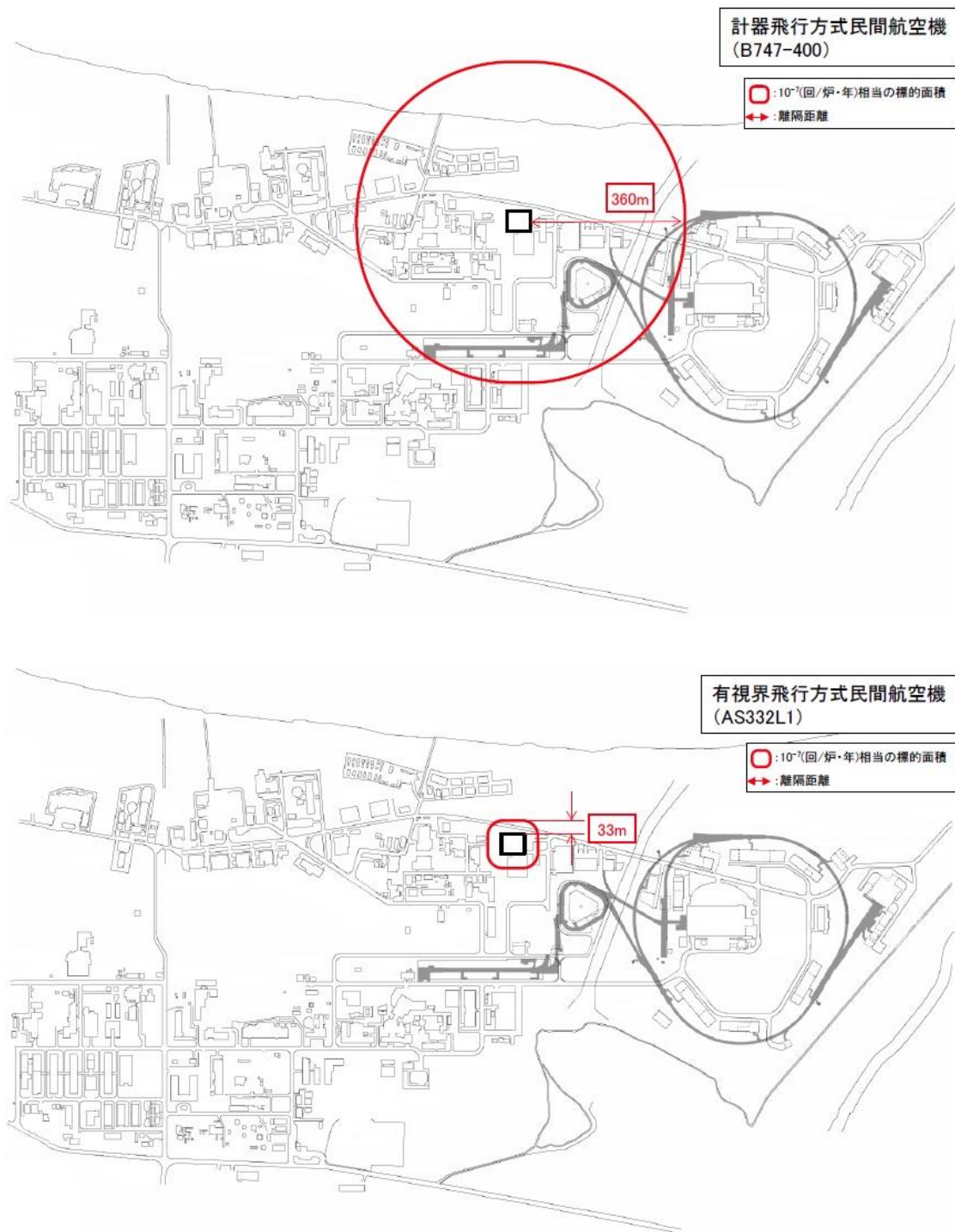


図6-2(1) 実験棟A周辺への航空機落下位置  
(落下確率が  $10^{-7}$ 回/炉・年となる面積の外周位置)

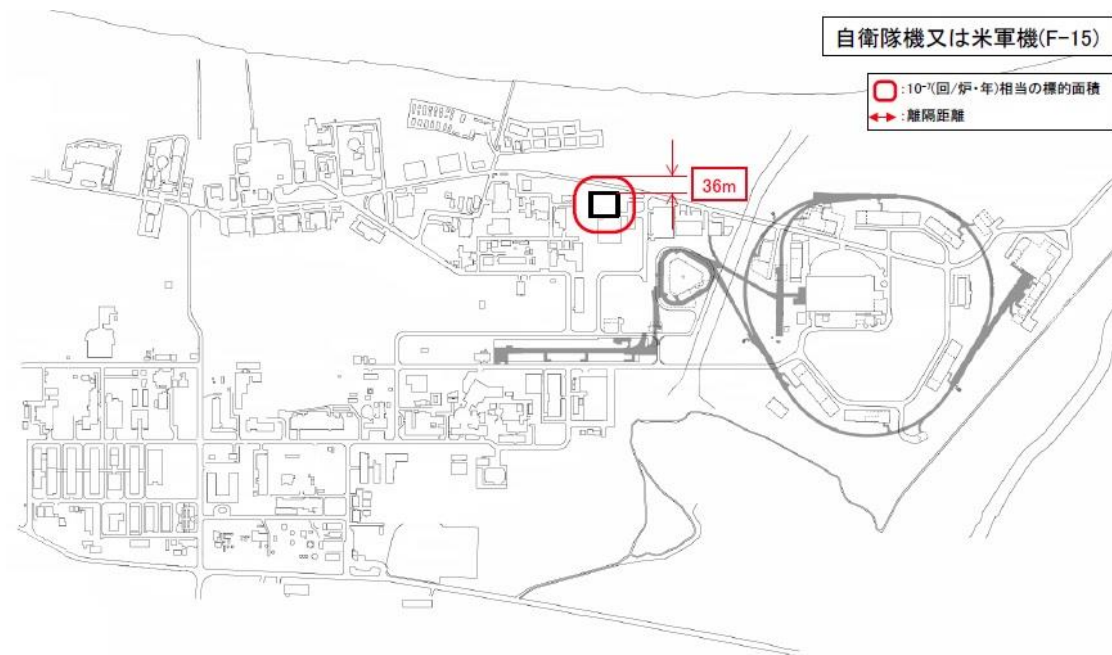
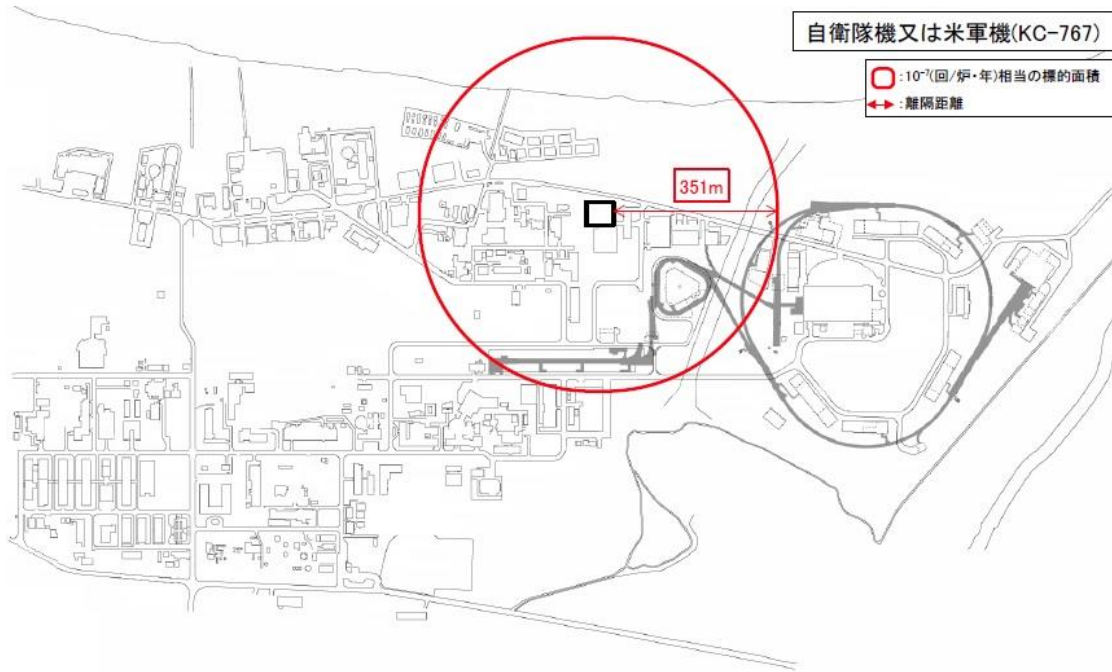


図6-2(2) 実験棟A周辺への航空機落下位置  
 (落下確率が  $10^{-7}$  回/炉・年となる面積の外周位置)

#### 6-4 評価計算

航空機落下により火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で評価対象施設外壁が昇温されるものとして、評価ガイドに記載の評価式により外壁温度を評価した。

$$t = \frac{V}{(\pi R^2 \times v)}$$

**t** : 燃焼時間(s)  
**V** : 燃料量(m<sup>3</sup>)  
**v** : 燃焼速度(m/s)

②外壁の温度は、以下の式を用いて評価した。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \sqrt{a \times t}}{\lambda} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times a \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}} \times \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{a \times t}}\right) \right]$$

**T<sub>0</sub>** : 初期温度

**E** : 輻射強度(kW/m<sup>2</sup>)

**a** : コンクリート温度伝導率[a=λ/(ρ×C<sub>p</sub>)]

**C<sub>p</sub>** : コンクリート比熱 [963(J/kgK)]

**ρ** : コンクリート密度 [2400(kg/m<sup>3</sup>)]

**λ** : コンクリート熱伝導率 [1.74(w/mK)]

**x** : コンクリート深さ(m)

**t** : 燃焼継続時間(s)

③輻射強度は、以下の式を使用して求めた。

$$E = Rf \times \varphi$$

**E** : 輻射強度(W/m<sup>2</sup>)、**Rf** : 輻射発散度(W/m<sup>2</sup>)、**φ** : 形態係数

④ここで形態係数は、以下の式を用いて求めた。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \frac{A(n-1)}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$$

ただし

$$m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

**φ<sub>i</sub>** : 各円筒火炎モデルの形態係数(-)

**L** : 離隔距離(m) **H** : 火炎長(m) **R** : 延焼半径(m)

6-5 航空機落下による火災影響評価

離隔距離、各航空機の燃料最大積載量等の情報から、火災による評価対象施設への熱影響評価を実施した。想定した航空機の諸元を表6-2に、評価結果を表6-3に示す。

想定した航空機の落下による実験棟A外壁表面温度は、最大で99℃であり、コンクリートの強度に影響がないとされている温度(200℃)以下である。このため、STACY施設の安全性に影響はない。

表6-2 想定した航空機の諸元

カテゴリ	民間航空機		自衛隊機、米軍機		
	計器飛行方式		有視界飛行方式	訓練空域外を飛行中	基地・訓練空域間往復時
	飛行場での離着陸時	航空路を巡航中			
想定機種	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15
燃料種類	JET A-1			JP-4	
燃料最大積載量(m <sup>3</sup> )	216.84		3.0	145.03	14.87
備考	民間航空機で燃料積載量が最大		大型回転翼機で燃料積載量が最大	高高度飛行する機種で燃料積載量が最大	軍用機で燃料積載量が最大 百里基地配備機種で燃料積載量が最大

表6-3 航空機落下による火災の影響評価結果

カテゴリ	民間航空機		自衛隊機、米軍機		
	計器飛行方式		有視界飛行方式	訓練空域外を飛行中	基地・訓練空域間往復時
	飛行場での離着陸時	航空路を巡航中			
想定機種	B747-400		AS332L1	KC-767	F-15
離隔距離(m)	360		33	351	36
実験棟A外壁表面温度	58		82	55	99

補足資料



## 1. 重畳事象の想定及び評価条件

### 1-1 重畳事象の想定

航空機落下確率が  $10^{-7}$  (回/炉・年) となる面積の外周部にある森林に航空機が落下し、その火災によって森林火災が発生する事象を想定する。

### 1-2 評価条件

- (1) 落下する航空機の機種は、熱影響が最も大きい「F-15」とする。
- (2) 航空機の落下に伴い火災となる森林は、実験棟Aへの熱影響が最も大きい「東側森林」とする。
- (3) その他の条件は、森林火災又は航空機落下火災の評価において設定したものと同一とする。実験棟A外壁初期温度 50 °C、自然放熱及び内壁側からの冷却等の除熱は一切考慮しない等。

上記条件から評価した実験棟A外壁表面温度は、下図に示すとおり、重畳事象を考慮しても、コンクリートの許容温度 (200 °C) を下回る。

したがって、外部火災の重畳となる事象が発生した場合でも、STACY施設の安全性に影響はない。

火災の事象	外壁表面温度(°C)	温度上昇分(Δt)
森林火災	143	93
航空機落下火災	99	49



<重畳評価結果>  
192°C  
(=50+93+49)

2. 実験棟Bに係る評価が実験棟Aの評価に包含又は同等であることの根拠

実験棟Bの外部火災に係る影響評価が実験棟Aの評価に包含される又は同等であることを以下に示す。

評価項目		実験棟Aと実験棟Bの比較
外部火災影響評価	森林火災	発火点として、STACY施設東側の森林を選定しているため、実験棟Aの西側に位置する実験棟Bは、実験棟Aの評価に包含される。
	近隣産業施設等の火災・爆発	実験棟Aに隣接する実験棟Bは、実験棟Aと同様に、想定火災・爆発源（原科研敷地内外に存在する危険物タンク等）と十分な離隔距離を確保しており、安全余裕度の観点から同等である。
	航空機落下による火災	実験棟Bの標的面積（水平断面積又は投影面積）は、実験棟Aの標的面積より小さく、航空機落下地点からの離隔距離をより長く確保できるため、実験棟Aの評価に包含される。

## 参考資料

1. 水戸気象台の観測データ

年	最大風速(m/s)
2004	15.5
2005	10.9
2006	13.1
2007	11.6
2008	13.9
2009	13.6
2010	14.3
2011	14.0
2012	12.1
2013	17.4
2014	17.5
2015	13.1
2016	17.5*

※8月までのデータ

出典：気象庁ホームページ（資料を加工して作成）

## 2. 火炎中の風速の補正

文献「How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires」を参考に設定した。想定する森林火災の延焼域の現地調査の結果を踏まえ、文献中の「PARTIALLY SHELTERED FUELS」(平地及びゆるやかな斜面かつ樹木があまり密集していないという条件)に該当すると判断し、該当する係数を用いた。現地の植生は、木々が密集している場所、間伐されている場所があり、全体的に樹木があまり密集していないと判断した。

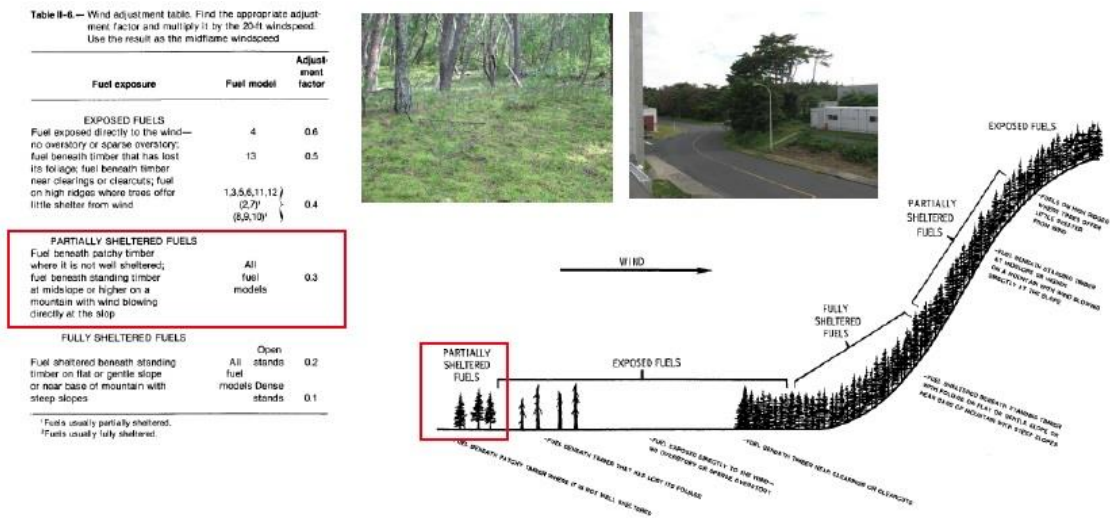


Figure II-6.—Exposure of various fuels to wind.

### 火炎中の風速の補正

### 3. 火炎輻射発散度 $R_f$ の算出

- 温度評価の実施には、火炎の大きさ（火炎長）及び火炎からの輻射強度が必要である。
- 当評価で求めている反応強度  $I_R$  から、以下のように火炎輻射発散度  $R_f$  を求める必要がある。

#### 火炎輻射発散度の算出

- 反応強度は炎から輻射として放出されるエネルギー（火炎輻射発散度）と火炎又は煙として対流放出される熱エネルギー（火炎対流発散度）の合算である。
- 文献\*より反応強度に対する輻射と対流の割合を求め、火炎輻射発散度を算出した。

$\text{火炎輻射発散度 (W/m}^2\text{)} + \text{火炎対流発散度 (W/m}^2\text{)} = \text{反応強度 (W/m}^2\text{)}$

樹種	火炎輻射発散度 (kJ/g)	火炎対流発散度 (kJ/g)	反応強度 (kJ/g)
レッドオーク (落葉広葉樹の代表種)	4.6	7.8	12.4
米松 (針葉樹の代表種)	4.9	8.1	13.0

- 反応強度と火炎輻射発散度の割合を算出した結果、落葉広葉樹は0.371であり、針葉樹は0.377である。原科研敷地内は全面的に松林であるため、0.377を用いて算出する。

\*出典: THE SFPT HANDBOOK OF Fire Protection Engineering FOURTH EDITION

添付書類

Ⅲ－２－２－(2) 竜巻防護に関する評価書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-2-2-(2)-1
2. 基本方針	添Ⅲ-2-2-(2)-1
3. 評価方法	添Ⅲ-2-2-(2)-1
3-1 想定する竜巻	添Ⅲ-2-2-(2)-1
3-2 評価の方法	添Ⅲ-2-2-(2)-1
3-3 評価条件	添Ⅲ-2-2-(2)-2
4. 設計竜巻による複合荷重による実験棟Aの影響評価	添Ⅲ-2-2-(2)-2
4-1 設計竜巻の設定	添Ⅲ-2-2-(2)-2
4-2 設計竜巻荷重の設定	添Ⅲ-2-2-(2)-2
4-3 設計竜巻による複合荷重に対する実験棟Aの構造健全性評価	添Ⅲ-2-2-(2)-7
5. 設計飛来物の衝突による施設の影響評価	添Ⅲ-2-2-(2)-8
5-1 コンクリート構造物の貫通限界厚さ	添Ⅲ-2-2-(2)-8
5-2 コンクリート構造物の裏面剥離限界厚さ	添Ⅲ-2-2-(2)-9
5-3 設計飛来物に対する施設の健全性評価	添Ⅲ-2-2-(2)-9
6. 評価結果	添Ⅲ-2-2-(2)-10
7. 参考文献	添Ⅲ-2-2-(2)-10
<b>【補足資料】</b>	
1. 実験棟Bに係る評価が実験棟Aの評価に包含又は同等であることの根拠	添Ⅲ-2-2-(2)-12



## 1. 概要

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（原子力規制委員会、平成 26 年 9 月 17 日）」（以下「評価ガイド」という。）に基づき、竜巻による S T A C Y 施設への影響について評価を実施した。

## 2. 基本方針

S T A C Y 施設が外部からの衝撃によりその安全性を損なうことがないよう、安全施設がその安全機能を損なわないよう設計する。本申請に係る安全施設のうち、原子炉建家（実験棟 A 及び実験棟 B をいう。以下同じ。）以外は、全て原子炉建家内に設置している。このため、原子炉建家<sup>(注1)</sup>を評価対象施設として竜巻及び竜巻による飛来物による影響を評価し、S T A C Y 施設の安全性に影響を与えないことを確認する。

注 1：実験棟 A 及び実験棟 B を評価対象施設とするが、本評価書では、原子炉本体、核燃料物質貯蔵設備等を内包し、安全機能喪失時におけるリスクの大きい実験棟 A を代表して評価を実施する。実験棟 B に係る評価が実験棟 A の評価に包含又は同等であることの根拠は補足資料 1 に示す。

## 3. 評価方法

### 3-1 想定する竜巻

S T A C Y 施設は、安全上重要な施設に該当する施設を有しないことから、「試験研究用等原子炉施設への新規制基準の審査を踏まえたグレーデッドアプローチ対応について」（平成 28 年 6 月 15 日原子力規制庁）の「2. (3) 竜巻」に従い、敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえた影響が最も大きい竜巻を考慮し、その影響を評価する。

### 3-2 評価の方法

評価ガイドに従い、想定する竜巻における風速及び気圧低下量に基づいて、設計竜巻荷重（風圧力、気圧差、飛来物による衝撃荷重）を求め、これらの複合荷重と実験棟 A の保有水平耐力を比較することにより、設計竜巻荷重と S T A C Y 施設に常時作用する荷重及び運転時荷重を適切に考慮して、実験棟 A の構造健全性に影響が及ぶ可能性を評価する。

なお、評価ガイドでは、設計竜巻荷重と設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を適切に設定することとなっているが、竜巻と同時に発生が想定される自然現象（雷、雪、雹及び大雨）については、以下のとおりとする。

- ・雷及び大雨については、影響モードが異なることから、考慮しない。
- ・雪について、上昇流の竜巻本体周辺においては、竜巻通過時に雪は降らない。また、下降流の竜巻通過時及び竜巻通過前に積もった雪は竜巻通過時に吹き飛ばされることから、考慮しない。

- ・雹について、上昇流の竜巻本体周辺においては、竜巻通過時に雹は降らない。また、竜巻通過前に積もった雹は竜巻通過時に吹き飛ばされる。仮に下降流の竜巻通過時に直径5cm程度の大型の降雹があった場合でも、その運動エネルギーは約0.036kJ（重量は約60g、終端速度は33m/s：「一般気象学（小倉義光、東京大学出版会）」を参照。）となり、設計飛来物に包含されることから、考慮しない。
- また、竜巻による飛来物の衝突時におけるコンクリート貫通厚さ等を評価し、実験棟Aの壁厚と比較することにより、施設への波及的影響（貫通及び裏面剥離）を生じる可能性を評価する。

### 3-3 評価条件

- (1) 気象庁の竜巻等の突風データベースによると、竜巻による被害が発生する長さは、最大でも約20kmであることから、施設から半径20kmを「敷地及びその周辺」とする。
- (2) 敷地及びその周辺における過去の記録を踏まえ、藤田スケールF1の竜巻（最大風速49m/s）（以下「F1竜巻」という。）を、設計上考慮することとする。
- (3) 竜巻による飛来物に対しては、想定するF1竜巻についてランキン渦モデルで飛来有無の判定を行い、実験棟Aへ飛来するおそれのあるものについて影響を考慮する。

## 4. 設計竜巻による複合荷重による実験棟Aの影響評価

### 4-1 設計竜巻の設定

F1竜巻（最大風速49m/s）について、評価ガイドに従い求めた設計竜巻の特性値を表4-1に示す。

表4-1 設計竜巻の特性値

最大風速 $V_D$ (m/s)	49
移動速度 $V_T$ (m/s)	7.35
最大接線風速 $V_{Rm}$ (m/s)	41.65
最大気圧低下量 $\Delta P_{max}$ (Pa)	2,116

ここで、

$$V_T = 0.15 \times V_D$$

$$V_{Rm} = V_D - V_T$$

$$\Delta P_{max} = \rho \times V_{Rm}^2 \text{ (空気密度 } \rho = 1.22 \text{ (kg/m}^3\text{))}$$

### 4-2 設計竜巻荷重の設定

設計竜巻荷重は、最大風速における①風圧力による荷重、②気圧差による荷重、③飛来物の衝撃荷重を評価し、それらを組み合わせた複合荷重として設定した。

### ①風圧力による荷重

評価ガイドに従い、以下の式で求めた。

$$W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

ただし、

- $W_w$  : 設計竜巻の風圧力による荷重 (N)
- $q$  : 設計用速度圧 ( $= (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ ) (N/m<sup>2</sup>)
- $G$  : ガスト影響係数 1.0 (評価ガイドより)
- $C$  : 風力係数 1.3 (JNES-RE-2013-9009 より引用)
- $A$  : 施設の受圧面積 (m<sup>2</sup>) (実験棟A竣工図より計算)
- $\rho$  : 空気密度 1.22 (kg/m<sup>3</sup>)
- $V_D$  : 設計竜巻の最大風速 (m/s)

### ②気圧差による荷重

評価ガイドに従い、以下の式で求めた。

$$W_p = \Delta P_{max} \cdot A$$

ただし、

- $W_p$  : 設計竜巻による気圧差による荷重 (N)
- $\Delta P_{max}$  : 最大気圧低下量 (Pa)
- $A$  : 施設の受圧面積 (m<sup>2</sup>) (施設の竣工図より計算)

### ③飛来物による衝撃荷重

設計飛来物を選定するためにSTACY施設周辺の物品調査を行った。ただし、STACY施設は、原子力科学研究所敷地外の国道245号線から700m以上、海岸砂浜から200m以上離れているため、敷地外からの飛来物は考慮していない。施設周辺の代表的な物品を表4-2に示す。そのうち、柔飛来物は、竜巻による飛散、衝突時に分解変形することが想定され、施設への影響は小さいと考えられる。そのため、柔飛来物（一部剛）と剛飛来物の中から飛来物を検討した。

物品の浮上の判定、飛翔高さ、飛翔距離及び最大水平速度は、ランキン渦モデルで評価した。設計飛来物の選定検討結果を表4-3に示す。

表4-2 STACY施設周辺物品調査結果（代表例）

	形状	小	中	大
柔飛来物	棒状	・アンテナ ・風向計		
	板状	・掲示板 ・ベンチ	・駐輪場屋根	
	塊状	・自転車 ・消火器箱	・空調室外機 ・自動販売機	・資材倉庫
柔飛来物 (一部剛)	塊状			・自動車 (ミニバン)
剛飛来物	棒状	・ボンベ台車	・鋼製材 (評価ガイドに 示された例)	
	板状	・マンホール	・チェッカー プレート	・鉄板
	塊状		・コンクリート ブロック	・コンクリート ブロック体 ・S-2容器

表 4-3 設計飛来物の選定検討結果

形状	名称 (長さm×幅m ×厚さm、質量 kg)	空力パラ メータ*1 (m <sup>2</sup> /kg)	浮上の 有無*2	飛翔 高さ*3 (m)	飛翔 距離*3 (m)	飛来の 有無*4	最大 水平 速度*3 (m/s)	衝撃 荷重*5 (kN)
塊状	自動車 (ミニバン) (4.885×1.84 ×1.905、2,110)	0.0068	×	/	/	/	/	/
棒状	ボンベ台車 (1.2×0.35×0.35、20)	0.0137	○	1	14	○	19	21
	鋼製材*6 (4.2×0.3×0.2、135)	0.0039	×	/	/	/	/	/
板状	マンホール (0.97×0.97×0.04、90)	0.0072	×	/	/	/	/	/
	チェッカープレート (1.9×1.9×0.005、140)	0.0171	○	2	86	×	/	/
	鉄板 (6.1×1.55×0.02、4,610)	0.0014	×	/	/	/	/	/
塊状	コンクリートブロック (1.1×0.5×0.2、440)	0.0013	×	/	/	/	/	/
	コンクリートブロック体 (1.2×1.06×1.06、3,000)	0.0008	×	/	/	/	/	/
	S-2 容器 (1.9×1.46×1.75、500)	0.0114	×	/	/	/	/	/

$$(\text{空力パラメータ}) = \frac{C_D A}{m} = \frac{0.33(C_{D1}A_1 + C_{D2}A_2 + C_{D3}A_3)}{m}$$

ただし、

- C<sub>D</sub> : 飛来物の抗力係数
- A : 飛来物の等価な面積
- C<sub>D1</sub>、C<sub>D2</sub>、C<sub>D3</sub> : 飛来物の各面の抗力係数 (表 4-4 参照)
- A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub> : 飛来物の各面の面積 (m<sup>2</sup>) (図 4-1 参照)
- m : 飛来物の質量 (kg)

表 4-4 飛来物の抗力係数

想定飛来物形状	C <sub>D1</sub>	C <sub>D2</sub>	C <sub>D3</sub>
塊状物体	2.0	2.0	2.0
板状物体	2.0	1.2	1.2
棒状物体	2.0	0.7	0.7

- \* 1 : 「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究 (平成23年 2月 東京工芸大学)」 参照
- \* 2 : 浮上条件は空力パラメータ0.0116m<sup>2</sup>/kg以上とした。<sup>[1]</sup>
- \* 3 : 竜巻による物体の浮上・飛来解析コードTONBOS (風速場: ランキン渦モデル) を用いて算出した。
- \* 4 : 実験棟Aの周辺環境及び飛翔距離を考慮した。
- \* 5 : 衝撃荷重は、Riera式<sup>[2]</sup>で求めた。
- \* 6 : 鋼製材の寸法及び質量は、評価ガイドの値を引用した。

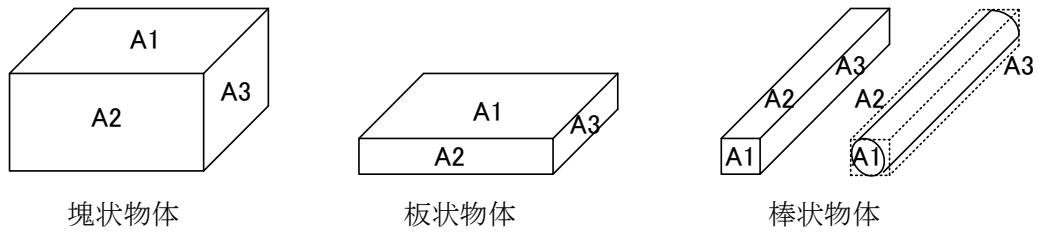


図 4-1 飛来物の面積

・ Riera 式

$$W_M = m \times V^2 / L_1$$

ただし、

- $W_M$  : 設計飛来物の衝撃荷重 (N)
- $m$  : 設計飛来物の質量 (kg)
- $V$  : 設計飛来物の衝突速度 (水平) (m/s)
- $L_1$  : 設計飛来物の最も短い辺の全長 (m)

④ 設計竜巻による複合荷重

評価ガイドに従い、以下の式により求めた。

$$W_{T1} = W_P$$

$$W_{T2} = W_W + 0.5 \times W_P + W_M$$

ただし、

- $W_{T1}$ 、 $W_{T2}$  : 設計竜巻による複合荷重 (N)
- $W_W$  : 設計竜巻の風圧力による荷重 (N)
- $W_P$  : 設計竜巻による気圧差による荷重 (N)
- $W_M$  : 設計飛来物による衝撃荷重 (N)

#### 4-3 設計竜巻による複合荷重に対する実験棟Aの構造健全性評価

設計竜巻による複合荷重（風圧力、気圧差、飛来物による衝撃荷重）に対する実験棟Aの構造健全性評価結果を表4-5に示す。ここで、飛来物による衝撃荷重はボンベ台車の値とし、飛翔高さ1mであるため実験棟A 1階部分のみに考慮した。設計竜巻による複合荷重に対して、実験棟Aの保有水平耐力が十分な裕度を有していることから、実験棟Aは損壊しない。

表4-5 設計荷重に対する実験棟Aの構造健全性評価結果

階数	方向	高さ (m)	長さ (m)	設計竜巻による複合荷重		保有水平耐力 (kN) *1
				W <sub>T1</sub> (kN)	W <sub>T2</sub> (kN)	
3階	東西	13.3~18.8	53.5	$6.3 \times 10^2$	$8.8 \times 10^2$	$6.8 \times 10^4$
	南北	13.3~18.8	42.0	$4.9 \times 10^2$	$6.9 \times 10^2$	$7.0 \times 10^4$
2階	東西	7.3~13.3	53.5	$6.8 \times 10^2$	$9.6 \times 10^2$	$1.7 \times 10^5$
	南北	7.3~13.3	42.0	$5.4 \times 10^2$	$7.5 \times 10^2$	$1.8 \times 10^5$
1階	東西	0.0~7.3	53.5	$8.3 \times 10^2$	$1.3 \times 10^3$	$2.5 \times 10^5$
	南北	0.0~7.3	42.0	$6.5 \times 10^2$	$2.0 \times 10^3$	$2.6 \times 10^5$

W<sub>T1</sub>は、気圧差による荷重。W<sub>T2</sub>は、風圧力、気圧差及び衝撃による組み合わせ荷重。

\*1：平成30年7月5日付け原規規発第1807052号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書より。

## 5. 設計飛来物の衝突による施設の影響評価

飛来物によるコンクリート構造物の貫通、裏面剥離の有無を評価した。飛来物は、表4-3に示したボンベ台車とした。また、評価式で用いる形状係数及び飛来物低減係数は、「新プラント設計に対する航空機衝突評価を実施するための手法（米国原子力エネルギー協会 NEI07-13 Rev. 8）」及び「構造物の衝撃挙動と設計法（1993年1月 土木学会）」を参考にした。

### 5-1 コンクリート構造物の貫通限界厚さ

貫通限界厚さは、修正 NDRC<sup>[3]</sup> 式と Degen 式<sup>[4]</sup> により算出した。

#### ・修正 NDRC 式

$$x_c = \alpha_c \sqrt{4KWND \left( \frac{V}{1000D} \right)^{1.8}}$$

ただし、

- $x_c$  : 貫入深さ (in)
- $K$  :  $180/\sqrt{F_c}$
- $W$  : 重量 (lbs)
- $F_c$  : コンクリート強度 (psi) ( $240\text{kg}/\text{cm}^2$ ) \*1
- $D$  : 飛来物直径 (in)
- $V$  : 衝突速度 (ft/s)
- $N$  : 形状係数 1.14
- $\alpha_c$  : 飛来物低減係数 1

\*1:平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書より

#### ・Degen 式

$$t_p = \alpha_p D \left\{ 2.2 \left( \frac{x_c}{\alpha_c D} \right) - 0.3 \left( \frac{x_c}{\alpha_c D} \right)^2 \right\}$$

ただし、

- $t_p$  : 貫通限界厚さ (ft)
- $\alpha_p$  : 飛来物低減係数 1



## 5-2 コンクリート構造物の裏面剥離限界厚さ

裏面剥離は、以下の Chang 式<sup>[5]</sup>により算出した。

・Chang 式

$$t_s = 1.84\alpha_s \times \left\{ \frac{V_0}{V} \right\}^{0.13} \frac{(MV^2)^{0.4}}{(D/12)^{0.2}(144fc)^{0.4}}$$

ただし、

- $t_s$  : 裏面剥離限界厚さ (ft)
- $V_0$  : 基準速度 200 (ft/s)
- $V$  : 衝突速度 (ft/s)
- $M$  : 質量 ( $\text{lb} \cdot \text{s}^2/\text{ft}$ )
- $D$  : 飛来物直径 (in)
- $f_c$  : コンクリート強度 (psi) ( $240\text{kg}/\text{cm}^2$ ) \*1
- $\alpha_s$  : 飛来物低減係数 1

\*1:平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書より

## 5-3 設計飛来物に対する施設の健全性評価

設計飛来物に対する施設の健全性評価結果を表5-1に示す。評価対象施設は、実験棟A外壁とする。ボンベ台車の飛翔高さを考慮し、衝突方向は水平方向とした。

設計飛来物の貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さに対し実験棟A外壁の壁厚が上回っており、十分な裕度を有していることから、設計飛来物による影響はない。

表5-1 設計飛来物に対する施設の健全性評価結果

評価対象	飛来物	方向	コンクリート 厚さ (cm)	貫通限界 厚さ (cm)	裏面剥離 限界厚さ (cm)	評価結果	
						貫通	裏面 剥離
実験棟A 外壁	ボンベ台車	水平	30	4	17	無	無

## 6. 評価結果

本評価で想定する最大風速 49m/s により生じる複合荷重は実験棟Aの保有水平耐力を下回ることから、藤田スケールF1の竜巻は実験棟Aの構造健全性に有意な影響を及ぼすことが無いことを確認した。また、浮上が想定される飛来物についても、実験棟Aの壁厚が貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さを上回ることから、設計飛来物による影響はない。

以上のことから、竜巻はSTACY施設の安全性に影響を及ぼすことはない。

## 7. 参考文献

- [1] 四国電力株式会社, 「第47回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 伊方発電所3号炉竜巻影響評価補足説明資料」, 平成25年11月
- [2] J. D. Riera, "A Critical Reappraisal of Nuclear Power Plant Safety against Accidental Aircraft Impact," Nuclear Engineering and Design 57, (1980)
- [3] R. P. Kennedy, "A review of procedures for the analysis and design of concrete structures to resist missile impact effects," Nuclear Engineering and Design, 37, (1976)
- [4] P. P. Degen, "Perforation of reinforced concrete slabs by rigid missiles," Journal of the Structural Division, Proceeding of ASCE, Vol.106, No.ST7, (1980)
- [5] W. S. Chang, "Impact of solid missiles on concrete barriers," Journal of the Structural Division, Proceeding of ASCE, Vol.107, No.ST2, (1981)

補足資料

1. 実験棟Bに係る評価が実験棟Aの評価に包含又は同等であることの根拠

実験棟Bの竜巻影響評価が実験棟Aの評価に包含される又は同等であることを以下に示す。

評価項目		実験棟Aと実験棟Bの比較
竜巻影響評価	設計竜巻による複合荷重	設計竜巻による複合荷重に対し、実験棟Bの保有水平耐力は十分な裕度を有しており、安全余裕度（保有水平耐力/設計竜巻による複合荷重）は、実験棟Aの安全余裕度と同等である（表1参照）。
	設計飛来物の衝突	実験棟B外壁の壁厚は30cmであり、実験棟Aと同じであるため、実験棟Aの評価に包含される。

表1 実験棟Aと実験棟Bの安全余裕度（保有水平耐力/設計竜巻による複合荷重）の比較

階数	方向	設計竜巻による複合荷重		保有水平耐力		安全余裕度			
		$W_{T1}$ (kN)	$W_{T2}$ (kN)	実験棟A $Q_{u1}$ (kN)	実験棟B $Q_{u2}$ (kN) * 1	実験棟A $Q_{u1}/W_{T1}$	実験棟B $Q_{u2}/W_{T1}$	実験棟A $Q_{u1}/W_{T2}$	実験棟B $Q_{u2}/W_{T2}$
3階	東西	$6.3 \times 10^2$	$8.8 \times 10^2$	$6.8 \times 10^4$	$4.1 \times 10^4$	$1.0 \times 10^2$	$6.5 \times 10^1$	$7.7 \times 10^1$	$4.6 \times 10^1$
	南北	$4.9 \times 10^2$	$6.9 \times 10^2$	$7.0 \times 10^4$	$6.0 \times 10^4$	$1.4 \times 10^2$	$1.2 \times 10^2$	$1.0 \times 10^2$	$8.8 \times 10^1$
2階	東西	$6.8 \times 10^2$	$9.6 \times 10^2$	$1.7 \times 10^5$	$9.0 \times 10^4$	$2.5 \times 10^2$	$1.3 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2$	$9.3 \times 10^1$
	南北	$5.4 \times 10^2$	$7.5 \times 10^2$	$1.8 \times 10^5$	$1.3 \times 10^5$	$3.3 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2$
1階	東西	$8.3 \times 10^2$	$1.3 \times 10^3$	$2.5 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$	$3.0 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$	$1.9 \times 10^2$	$1.4 \times 10^2$
	南北	$6.5 \times 10^2$	$2.0 \times 10^3$	$2.6 \times 10^5$	$2.8 \times 10^5$	$4.0 \times 10^2$	$4.3 \times 10^2$	$1.3 \times 10^2$	$1.4 \times 10^2$

\* 1 : 平成元年3月29日付け元安（原規）第113号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書より。

空白頁

### 3. 人の不法な侵入等の防止（第6条の4）の適合性説明書

添付書類 Ⅲ-3-1 人の不法な侵入等の防止についての説明書

空白頁



添付書類

Ⅲ-3-1 人の不法な侵入等の防止についての説明書

## 目 次

1. 概要 ..... 添Ⅲ-3-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-3-1-1
3. 詳細設計方針・設計内容 ..... 添Ⅲ-3-1-1

## 1. 概要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号)(以下「技術基準規則」という。)第6条の4(試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止)の要求事項に適合させるための設計方針を説明するものである。

## 2. 基本方針

技術基準規則第6条の4に適合するよう、原子炉を設置する敷地には、STACY施設への人の不法な侵入、STACY施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為(不正アクセス行為の禁止等に関する法律(平成11年法律第128号)第2条第4項に規定する不正アクセス行為をいう。)を防止するため、適切な措置を講じる。

## 3. 詳細設計方針・設計内容

STACY施設は、安全施設に対する第三者の不法な侵入、施設内の人による核物質の不法な移動又は妨害破壊行為、爆発物等の不正な持ち込みを未然に防止するため、安全施設を取り囲む物的障壁を持つ防護された区域(以下「防護区域」という。)を設けるとともに、これら区域への入退域管理を適切に行うことができる設計とする。なお、人の不法な侵入等の防止のために講ずる措置は、原子力科学研究所原子炉施設核物質防護規定及び保安規定(その下部規定も含む。)に定めて遵守する。

### <第三者の不法な侵入防止>

- ・STACY施設は、防護柵、鉄筋コンクリート造建家等の物的障壁により防護する。
- ・警報施設を設けて集中監視するとともに、警備員等による巡視を行う。
- ・「炉室及び核燃料物質貯蔵設備」並びに「制御室及び電気室」への入口は、それぞれ1か所に限定する。また、これらの入り口を施錠管理するとともに、緊急時に速やかに連絡ができるよう、通報連絡設備を整備している。
- ・防護区域の出入口に警備員を配置し、以下のように厳重な入退域管理を行う。
  - －事前に施設管理者の許可を受けた者のみが立ち入ることができる。
  - －公的身分証明書による身分確認を行う。また、STACY施設の防護区域への常時立入りを認められた者が同行して監督する。

<爆発性又は易燃性、その他有害物件の不正な持ち込みの防止>

- ・ 出入口に警備員を配置し、以下のように厳重な持ち込み物品管理を行う。
  - －郵便物は、職員が内容物を確認したうえで実験棟に持ち込む。
  - －事前に施設管理者から許可を受けた者のみが物品を持ち込むことができる。
  - －出入口で厳重な持ち込み物品検査を実施する。
  - －管理区域入口で金属探知機（ゲート型又は可搬型）による検査を実施する。

<不正アクセスの防止>

- ・ S T A C Yの運転及び制御に直接使用する設備（安全保護回路、安全保護系の核計装設備、安全保護系のプロセス計装設備、起動インターロック及び運転制御インターロック）は、その信号処理に電子計算機を使用する場合、当該計算機を外部の電気通信回路に接続しない構成とする。また、点検等で外部機器（USBメモリ等）を用いる場合には、事前に内容及びコンピュータウィルスの有無等について確認したうえで使用する。外部業者が点検作業を行う場合には、常時監視する。
- ・ なお、原子炉停止系統の安全板装置及び排水系、並びに安全保護回路には、電子計算機を使用しない設計とする。

#### 4. 材料・構造等（第7条）の適合性説明書

添付書類 Ⅲ-4-1 材料・構造等についての基本方針  
添付書類 Ⅲ-4-2 耐圧強度計算書

空白頁

添付書類

Ⅲ－４－１ 材料・構造等についての基本方針

材料・構造等についての基本方針は、「原子炉施設〔STACY（定常臨界実験装置）施設〕の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書〔STACYの更新（第1回申請）〕（平成30年3月29日付け原規規発第1803293号で認可）の添付書類Ⅰ－4－1「材料・構造等についての基本方針」による。



## 添付書類

### Ⅲ－４－２ 耐圧強度計算書

- (1) 耐圧強度計算書作成の基本方針
- (2) 炉心タンクの耐圧強度計算書
- (3) 給排水系主配管の耐圧強度計算書
- (4) ダンプ槽の耐圧強度計算書

空白頁

## 添付書類

### Ⅲ－４－２－(1) 耐圧強度計算書作成の基本方針

## 目 次

1. 一般事項	
1.1 概 要	添Ⅲ-4-2-(1)-1
1.2 適用規格・基準	添Ⅲ-4-2-(1)-1
1.3 強度計算書の構成とその見方	添Ⅲ-4-2-(1)-2
1.4 単位の表示方法	添Ⅲ-4-2-(1)-2
1.5 数値のまるめ方	添Ⅲ-4-2-(1)-2
1.6 使用材料の表示方法	添Ⅲ-4-2-(1)-3
1.7 最小厚さ	添Ⅲ-4-2-(1)-3
2. 強度計算書の算式と記号	
2.1 開放タンクの胴の計算	添Ⅲ-4-2-(1)-4
2.2 開放タンクの底板の計算	添Ⅲ-4-2-(1)-5
2.3 開放タンクの管台の計算	添Ⅲ-4-2-(1)-7
2.4 開放タンクの胴の補強を要しない穴の径	添Ⅲ-4-2-(1)-7
2.5 開放タンクの胴の穴の補強計算	添Ⅲ-4-2-(1)-8
2.6 開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算	添Ⅲ-4-2-(1)-11
3. フランジの強度計算	
3.1 記号の説明	添Ⅲ-4-2-(1)-12
3.2 フランジの計算	添Ⅲ-4-2-(1)-14

1. 一般事項

1.1 概要

本方針は、「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」(平成15年 文部科学省15科原安第13号、以下「構造等の技術基準」という。)に規定される「機器等の区分」を適用し、第4種容器として区分する容器のうち、開放タンクの強度計算に適用する。

1.2 適用規格・基準

強度計算は、構造等の技術基準を適用する。ただし、「告示501号」とあるのは、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2012)及び「発電用原子力設備規格 材料規格」(JSME S NJ1-2012)による。

構造等の技術基準に計算式の規定がないものについては、他の規格・基準等を適用して行う。

その対応は、表1-1に示すとおりである。

表1-1 強度計算書と構造等の技術基準各条項との対応

計 算 項 目	計 算 式	構造等の技術基準との対応				
		条	項	号	—	—
開放タンクの胴の計算	2. 1項参照	準用 15	2			
開放タンクの底板の計算	2. 2項参照	準用 15	6 7			
開放タンクの管台の計算	2. 3項参照	準用 15	8			
開放タンクの胴の補強を要しない穴の径	2. 4項参照	35	9			
開放タンクの胴の穴の補強計算	2. 5項参照	準用 15	5			
開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算	2. 6項参照	準用 15	5			
フランジの計算	3. 2項参照	準用 15	9			
		(JIS B8265 附属書 I)				

### 1.3 強度計算書の構成とその見方

- (1) 強度計算書は、本方針と各容器の各強度計算書からなる。
- (2) 各容器の強度計算書では、胴の計算や鏡板の計算等において記号の説明を省略しているため、本方針の「記号の説明」の項を参照すること。

### 1.4 単位の表示方法

構造等の技術基準に定められている単位は、次のように表示する。

種 類	構造等の技術基準の表示	計算書の表示
圧 力	(MPa)	(MPa)
温 度	(°C)	(°C)
長 さ	(mm)、(m)	(mm)、(m)
応 力	(N/mm <sup>2</sup> )	(MPa)
力	(N)	(N)
面 積	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )
モーメント	(N・mm)	(N-mm)
角 度	(° )	(° )
慣性モーメント	(mm <sup>4</sup> )	(mm <sup>4</sup> )

### 1.5 数値のまるめ方

表示する数値のまるめ方は、下表に示すとおりとする。

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
圧 力	(MPa)	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
温 度	(°C)	—	—	整 数 位
許容応力	(MPa)	小数点以下第1位	切り捨て	整 数 位
必要厚さ	(mm)	小数点以下第3位	切り上げ	小数点以下第2位
長 さ	(mm) (m)*	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位 *開放タンクの(m)表示についても同様 ただし、ボルト谷径については第3位
面 積	(mm <sup>2</sup> )	有効数字第5桁	四捨五入	有効数字第4桁
力	(N)	有効数字第5桁	四捨五入	有効数字第4桁

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
モーメント	(N-mm)	有効数字第5桁	四捨五入	有効数字第4桁
角 度	(°)	小数点以下第2位	四捨五入	小数点以下第1位
慣性モーメント	(mm <sup>4</sup> )	有効数字第5桁	四捨五入	有効数字第4位
そ の 他	適 宜	適 宜	四捨五入	適 宜

## 1.6 使用材料の表示方法

使用材料は、次の要領に従い表示するものとする。

(1) JISに定める材料記号による表示とする。JISに材料記号のないものは、構造等の技術基準の記号を表示する。JIS及び構造等の技術基準に材料記号がないものについては、材料名称及び種類を呼び名等で表示する。

(2) 管の許容引張応力の値が継目無管、電気抵抗溶接管及び自動アーク溶接管等、製造方法により異なる場合は、材料記号の後に“—”を入れ、その製法による記号を付記して表示する。

(例) STPT410-S (継目無管の場合)

(3) 使用する厚さ、径等によって許容引張応力の値が異なる場合、材料記号の後に該当する厚さ、径等の範囲を付記して表示する。ただし、最小値を使用する場合は、付記を要しないものとする。

(例) S45C 直径40mm以下

(4) 熱処理によって許容引張応力の値が異なる場合、材料記号の後にJISに定める熱処理記号を付記して表示する。

(例) SUS630 H1075 (固溶化熱処理後570～590℃空冷の場合)

(5) 外国規格の材料を使用する場合で、JISに相当材がある場合は、次のように表示する。

(例) SCM3相当 (ASME SA387-G11)

## 1.7 最小厚さ

強度計算書に記載する最小厚さは、呼び厚さからJIS公差及び加工減公差を差し引いた値とする。

## 2. 強度計算書の算式と記号

第4種容器のうち、開放タンクの強度計算書に用いる算式と記号を以下に定める。

### 2.1 開放タンクの胴の計算

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第1項により、第15条第2項（第2号中の「第7条第4項」は「第35条第2項」に読み替える。）を準用する。

#### (1) 算式

開放タンクの胴に必要な厚さは、次に掲げる値のいずれか大きい値（内張り用のものにあつては(i)に掲げる値）以上とする。

(i) 基準上必要な厚さ： $t_1$

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm、その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。

(ii) 胴の計算上必要な厚さ： $t_2$

$$t_2 = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

(iii) 胴の内径に応じて必要な厚さ： $t_3$

胴の内径が5mを超えるものについては、胴の内径の区分に応じ、以下の表より求めた胴の厚さとする。

胴の内径の区分 (m)	胴の厚さ (mm)
5を超え16未満	4.5
16を超え35未満	6
35を超え60未満	8
60を超えるもの	10

#### (2) 記号の説明

構造等の技術基準の記号	計算書の記号	表示内容	単位
Di	Di	胴の内径	m
H	H	水頭	m
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	$t_s$	胴の最小厚さ	mm
—	$t_{so}$	胴の呼び厚さ	mm
—	$t_1$	胴の基準上必要な最小厚さ	mm
t	$t_2$	胴の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_3$	胴の内径に応じた必要厚さ	mm
—	t	$t_1, t_2, t_3$ のいずれか大きい値	mm
$\eta$	$\eta$	長手継手の効率 (構造等の技術基準第35条第2項で規定)	—
$\rho$	$\rho$	液体の比重、ただし1未満の場合は1とする	—



(3) 評価

胴の最小厚さ ( $t_s$ )  $\geq$  胴に必要な厚さ ( $t$ ) ならば十分である。

2.2 開放タンクの底板の計算

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第1項により、第15条第6項、第7項を準用する。

(1) 形状の制限

次のいずれかであること。ただし、内張り用のものにあつてはこの限りではない。

(i) 平 板

(ii) 構造等の技術基準第8条第1項に規定されている次に掲げる鏡板であること。

一 さら形であつて、次に適合するもの。

イ 外径が中央部における内面の半径以上であること。

ロ すみの丸みの内半径が厚さの3倍以上であり、かつ、外径の0.06倍（50mm未満の場合は、50mm）以上であること。

二 全半球形

三 半だ円形であつて、内面における長径と短径との比が2以下であるもの。

四 円すい形であつて、すその丸みの内半径が厚さの3倍以上であり、かつ、外径の0.06倍以上であるもの。

(2) 算式

開放タンクの底板の厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値以上とする。

(i) 地面、基礎等に直接接触する場合： $t_{bm} = 3 \text{ mm}$

(ii) 上記以外の場合

(a) 平板の場合に必要な厚さは、次の計算式により計算した値以上であること。  
(第9条第1項に規定する値。)

$$t = d \sqrt{\frac{KP}{S}}$$

(b) さら形鏡板であつて中低面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値以上であること。この場合、フランジ部にあつては、鏡板が取り付けられる胴について、2.2の規定に準じて求めた計算上必要な厚さ以上とする。(第8条第2項に規定する値。)

$$t = \frac{PRW}{2S\eta - 0.2P}$$

W は、さら形鏡板の形状による係数で次の計算式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

ここで、(a)、(b)における最高使用圧力Pは次式による。

$$P = 9.80665 \times 10^{-3} H\rho$$

## (3) 記号の説明

構造等の 技術基準の 記号	計算書の 記号	表 示 内 容	単 位
d	d	平板の取付け方法に応じた当該平板の径又は 最小内のり	mm
H	H	水 頭	m
K	K	平板の取付け方法による係数 (構造等の技術基準第9条第1項による)	—
—	$D_{oc}$	鏡板の外径	mm
R	R	鏡板の中央部における内面の半径	mm
r	r	さら形鏡板のすみの丸みの内半径	mm
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	$t_b$	底板の最小厚さ	mm
—	$t_{bm}$	底板の基準上必要な厚さ	mm
—	$t_{bo}$	底板の呼び厚さ	mm
t	t	底板の計算上必要な厚さ	mm
$\eta$	$\eta$	継手の効率 (構造等の技術基準第35条第2項で規定)	—
—	$t_s$	フランジ部の最小厚さ	mm
—	$t_{so}$	フランジ部の呼び厚さ	mm
—	$t_1$	胴の基準上必要な最小厚さ	mm
t	$t_2$	胴の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_3$	胴の内径に応じた必要厚さ	mm
—	$t_f$	$t_1, t_2, t_3$ のいずれか大きい値	mm
$\rho$	$\rho$	液体の比重、ただし1未満の場合は1とする	—

## (4) 評価

底板の最小厚さ ( $t_b$ )  $\geq$  底板に必要な厚さ ( $t, t_{bm}$ ) ならば十分である。

鏡板にあっては、さらに、

フランジ部の最小厚さ ( $t_s$ )  $\geq$  胴に必要な厚さ ( $t_f$ ) ならば十分である。

### 2.3 開放タンクの管台の計算

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第1項により、第15条第8項を準用する。

#### (1) 算式

開放タンクの管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値以上とする。

(i) 管台の計算上必要な値： $t_1$ （第15条第2項第2号の規定に準じた値）

$$t_1 = \frac{10^{-3} DiH\rho}{0.204S\eta}$$

(ii) 基準上必要な厚さ： $t_2$

管の外径に応じ、以下の表より求めた管の厚さとする。

管台の外径 (mm)	管台の厚さ (mm)
25未満	1.4
25以上 38未満	1.7
38以上 45未満	1.9
45以上 57未満	2.2
57以上 64未満	2.4
64以上 82未満	2.7
82以上	3.5

#### (2) 記号の説明

構造等の技術基準の記号	計算書の記号	表示内容	単位
Di	Di	管台の内径	mm
H	H	水 頭	m
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	$t_n$	管台の最小厚さ	mm
—	$t_{no}$	管台の呼び厚さ	mm
t	$t_1$	管台の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_2$	管台の基準上必要な厚さ	mm
—	t	$t_1, t_2$ のいずれか大きい値	mm
$\eta$	$\eta$	長手継手の効率 (構造等の技術基準第35条第2項で規定)	—
$\rho$	$\rho$	液体の比重、ただし1未満の場合は1とする	—

#### (3) 評価

管台の最小厚さ ( $t_n$ )  $\geq$  管台に必要な厚さ (t) ならば十分である。

### 2.4 開放タンクの胴の補強を要しない穴の径

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第9項第2号を適用し、穴の径（円形の穴にあつては直径、楕円形の穴にあつては長径をいう。）が85mm以下の場合は補強を要しない。

## 2.5 開放タンクの胴の穴の補強計算

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第1項により、第15条第5項を準用し、第7条第7項の規定に準じて穴の補強計算を行う。

ここで、継目のない胴板の計算上必要な厚さ $t_{sr}$ 及び管台の計算上必要な厚さ $t_{nr}$ は、次式による。

$$t_{sr}, t_{nr} = \frac{PD_i}{2S - 1.2P}$$

ここで、最高使用圧力 $P$ は次式による。

$$P = 9.80665 \times 10^{-3} H\rho$$

### (1) 穴の補強（円筒形の場合）

#### (i) 補強に必要な面積（管台の一部分が胴の部分となっている場合）

管台の一部分が胴の部分となっている場合

$$A_r = dt_{sr}F + 2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)t_{sr}Ft_n$$

( $S_n/S_s > 1$ の場合は $S_n/S_s = 1$ とする。以下同じ)

#### (ii) 補強に有効な範囲

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = \max(d, d/2 + t_s + t_n)$$

$$Y_1 = \min(2.5t_s, 2.5t_n + t_e)$$

$$Y_2 = \min(2.5t_s, 2.5t_n)$$

#### (iii) 補強に有効な面積

##### (a) 胴の部分の補強に有効な面積（管台の一部分が胴の部分となっている場合）

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d) - 2t_n\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)(\eta t_s - Ft_{sr})$$

##### (b) 管台の部分の補強に有効な面積（管台が胴の内側に突出している場合）

$$A_2 = 2\{(t_n - t_{nr})Y_1 + t_n Y_2\} \frac{S_n}{S_s}$$

##### (c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_3 = L_1^2 + L_2^2 + L_3^2$$

##### (d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_4 = \{\min(B_e, X) - D_{on}\} t_e \frac{S_e}{S_s} \quad (S_e/S_s > 1 \text{の場合は } S_e/S_s = 1 \text{とする。})$$

##### (e) 補強に有効な総面積

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

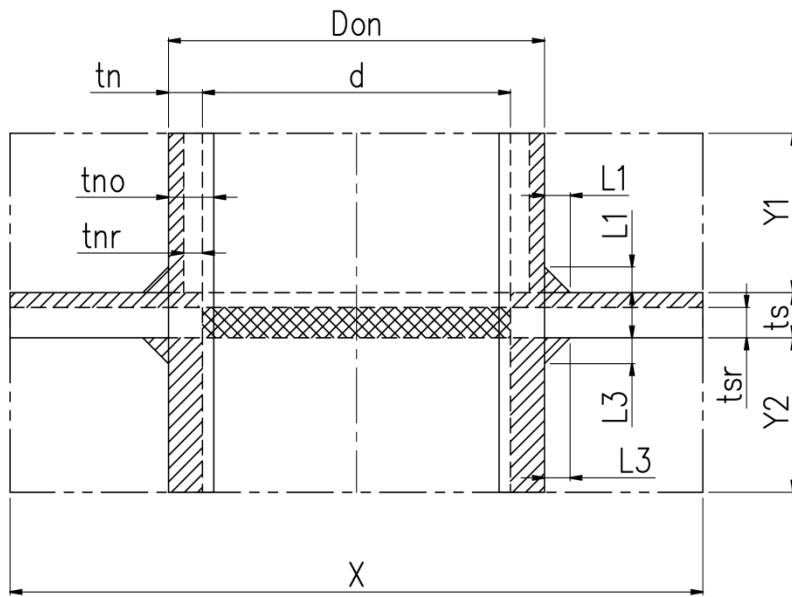
## (2) 記号の説明

構造等の 技術基準の 記号	計算書の 記号	表示内容	単位
d	d	穴の径	mm
t <sub>s</sub>	t <sub>s</sub>	胴板の最小厚さ	mm
t <sub>n</sub>	t <sub>n</sub>	管台の最小厚さ	mm
F	F	穴の断面が長手軸となす角度に応じた係数 (構造等の技術基準第7条第7項で規定)	—
—	D <sub>on</sub>	管台の外径	mm
D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	胴の内径、管台の内径	mm
H	H	水 頭	m
P	P	最高使用圧力 (9.80665×10 <sup>-3</sup> Hρ)	MPa
t <sub>sr</sub>	t <sub>sr</sub>	継目のない胴板の計算上必要な厚さ	mm
t <sub>nr</sub>	t <sub>nr</sub>	管台の計算上必要な厚さ	mm
A <sub>r</sub>	A <sub>r</sub>	穴の補強に必要な面積	mm <sup>2</sup>
—	X <sub>1</sub>	補強の有効範囲	mm
—	X <sub>2</sub>	補強の有効範囲	mm
—	X	補強の有効範囲	mm
—	Y <sub>1</sub>	補強の有効範囲	mm
—	Y <sub>2</sub>	補強の有効範囲	mm
t <sub>e</sub>	t <sub>e</sub>	強め板の最小厚さ	mm
—	B <sub>e</sub>	強め板の外径	mm
—	L <sub>1</sub>	溶接の脚長 (図2-1参照)	mm
—	L <sub>2</sub>	溶接の脚長	mm
—	L <sub>3</sub>	溶接の脚長	mm
A	A <sub>1</sub>	胴板の有効補強面積	mm <sup>2</sup>
—	A <sub>2</sub>	管台の有効補強面積	mm <sup>2</sup>
—	A <sub>3</sub>	すみ肉溶接部の有効補強面積	mm <sup>2</sup>
—	A <sub>4</sub>	強め板の有効補強面積	mm <sup>2</sup>
—	A <sub>0</sub>	補強に有効な総面積	mm <sup>2</sup>
S	S <sub>s</sub>	胴板の許容引張応力	MPa
S	S <sub>n</sub>	管台の許容引張応力	MPa
—	S <sub>e</sub>	強め板の許容引張応力	MPa
η	η	穴が長手継手を通る場合は第35条第2項に規 定する効率、その他の場合は1	—
ρ	ρ	液体の比重、ただし1未満の場合は1とする	—

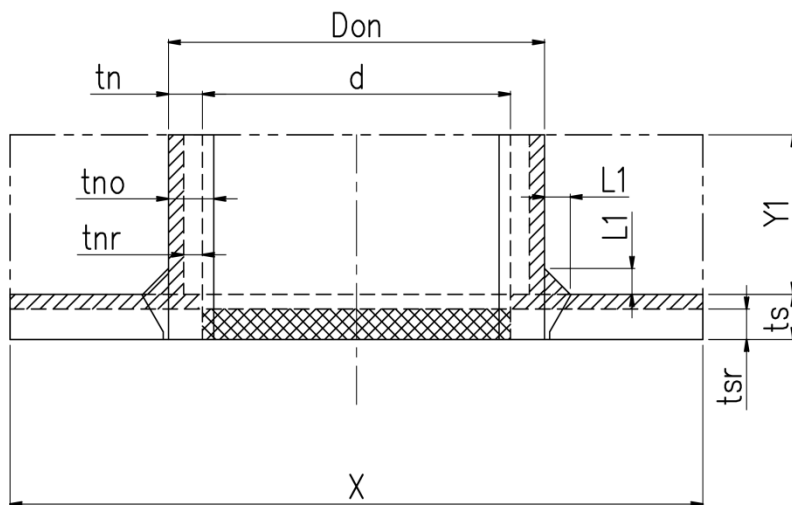
## (3) 評価

胴の穴の補強は、以下の条件を満足すれば十分である。


$$A_0 > A_r$$



(炉心タンク)



(ダンプ槽)

 補強に有効な面積


 補強に必要な面積

図2-1 管台取付図

## 2.6 開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第1項により、第15条第5項を準用し、第7条第7項第2号の規定に準じて計算する。

(1) 穴を補強する場合において、2以上の穴が接近しているためそれぞれの補強に有効な範囲が重なり合うときは、次によること。

(i) 重なり合う部分の面積は、2以上の穴の補強に有効な面積としないこと。

(ii) 隣接する2つの穴の中心間の距離( $l$ )と穴の間の補強に有効な範囲の面積( $A_{rs}$ )は、それぞれ次の式により算出した値以上であること。

$$d = 1.5 \left( \frac{d_1 + d_2}{2} \right)$$

$$A_r = 0.5(A_{r1} + A_{r2})$$

(iii) 隣接する2つの穴の間の胴の断面積（胴板内に溶着された管壁を含む）は、次の式により算出した値以上であること。

$$A_s = 0.7lt_{sr}F$$

### (2) 記号の説明

構造等の技術基準の記号	計算書の記号	表示内容	単位
—	$A_d$	2つの穴の間の胴の断面積 (胴板内に溶着された管壁を含む)	$\text{mm}^2$
—	$A_r$	2つの穴の補強に必要な面積の50% ( $A_{r1}$ と $A_{r2}$ の和の1/2)	$\text{mm}^2$
—	$A_{rs}$	2つの穴の間にある補強に有効な範囲の面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{r1}, A_{r2}$	2つの穴のそれぞれの補強に必要な面積	$\text{mm}^2$
$A_s$	$A_s$	2つの穴の間の胴の最小断面積	$\text{mm}^2$
—	$A_1$	2つの穴の間及び強め板の断面積の和	$\text{mm}^2$
—	$A_2$	2つの穴の間の胴板内に溶着された管壁の断面積	$\text{mm}^2$
—	$d$	2つの穴の径の平均値の1.5倍	mm
—	$d_1, d_2$	2つの穴のそれぞれの直径	mm
$F$	$F$	係数 (2.5に定めるところによる。)	—
$l$	$l$	2つの穴の中心間の距離	mm
$t_{sr}$	$t_{sr}$	継目のない胴板の計算上必要な厚さ (2.5に定めるところによる。)	mm
—	$t_1, t_2$	2つの穴のそれぞれの管壁の厚さ	mm

### (3) 評価

2以上の穴が接近しているためそれぞれの補強に有効な範囲が重なり合うときは、以下の条件を満足すれば十分である。

$$l \geq d, \quad A_{rs} \geq A_r, \quad A_d \geq A_s$$

### 3. フランジの強度計算

第4種容器（開放タンク）については、構造等の技術基準第35条第1項により、第13条第1項を準用し、JIS B 2238(1996)「鋼製管フランジ通則」またはJIS B 2220(2004)「鋼製管フランジ」（材料に係る部分を除く）に適合するものでなければならない。ただし、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。

#### 3.1 記号の説明

JISの記号	計算書の記号	表示内容	単位
A	A	フランジの外径	mm
A <sub>b</sub>	A <sub>b</sub>	使用するボルトの総有効断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>d</sub>	A <sub>d</sub>	ボルト穴の中心円の周長に占めるボルト穴の比	—
a	a	形状係数で、次の式による $a = \frac{A + C}{B}$	—
B	B	フランジの内径	mm
C	C	ボルト穴の中心円の直径	mm
D	D	ボルト穴の直径	mm
E	E	設計温度におけるフランジ材料の縦弾性係数	MPa
F'	F'	係数(カテゴリ3の場合 F'=0)	—
G	G	ガスケット反力の作用する位置の直径 (ガスケット接触面の平均径)	mm
g <sub>0</sub>	g <sub>0</sub>	ハブ先端の厚さ	mm
g <sub>1</sub>	g <sub>1</sub>	フランジ背面のハブの厚さ	mm
H	H	内圧によってフランジに加わる荷重	N
H <sub>c</sub>	H <sub>c</sub>	フランジの接触反力	N
H <sub>D</sub>	H <sub>D</sub>	内圧によってフランジの内径面に加わる荷重 で、次の式による $H_D = \frac{\pi}{4} B^2 P$	N
H <sub>G</sub>	H <sub>G</sub>	ガスケット荷重。ただし、ガスケットの締付荷重及びセルフシールによって生じる軸方向荷重が無視できない特殊な形状の場合を除いてH <sub>G</sub> =0とする。	N
H <sub>T</sub>	H <sub>T</sub>	内圧によってフランジに加わる荷重とフランジの内径面に加わる荷重との差で、次の式による $H_T = H - H_D$	N
h <sub>c</sub>	h <sub>c</sub>	ボルト穴の中心円からH <sub>c</sub> 作用点までの半径方向の距離（ボルト締付荷重を管理せずに通常のレンチでボルトを締め付ける場合は、h <sub>c</sub> =h <sub>cmax</sub> とする。）	mm
h <sub>cmax</sub>	h <sub>cmax</sub>	h <sub>c</sub> の最大値	mm
h <sub>D</sub>	h <sub>D</sub>	ボルト穴の中心円からH <sub>D</sub> 作用点までの半径方向の距離（計算式は表3-1参照）	mm



JISの記号	計算書の記号	表示内容	単位
$h_G$	$h_G$	ボルト穴の中心円から $H_G$ 作用点までの半径方向の距離 (計算式は表3-1参照)	mm
$h_T$	$h_T$	ボルト穴の中心円から $H_T$ 作用点までの半径方向の距離 (計算式は表3-1参照)	mm
$J_P$	$J_P$	係数	—
$M_P$	$M_P$	内圧荷重によるモーメントとガスケット荷重によるモーメントとの和	N-mm
$M_S$	$M_S$	フランジリングとハブとの相互作用に基づくフランジモーメント (クラス1、カテゴリ3の場合 $M_S=0$ )	N-mm
$n$	$n$	ボルト本数	—
$R$	$R$	ボルト穴の中心円からハブとフランジ背面との交点までの半径方向の距離で、次の式による $R = \frac{C-B}{2} - g_1$	mm
$r_B$	$r_B$	ボルト穴のたわみ性の係数で、次の式による $r_B = \frac{1}{n} \left( \frac{4}{\sqrt{1-A_d^2}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{1+A_d}{1-A_d}} - \pi - 2A_d \right)$	—
$t$	$t$	フランジの厚さ	mm
$W_{m1}$	$W_{m1}$	使用状態での必要ボルト荷重	N
$\beta$	$\beta$	形状係数で、次の式による $\beta = \frac{C+B}{2B}$	—
$\sigma_b$	$\sigma_b$	設計温度におけるボルト材料の許容引張応力	MPa
$\sigma_{b0}$	$\sigma_{b0}$	使用状態でのボルトの応力	MPa
$\sigma_f$	$\sigma_f$	設計温度におけるフランジ材料の許容引張応力	MPa
$\sigma_R$	$\sigma_R$	フランジの径方向応力	MPa
$\sigma_T$	$\sigma_T$	フランジの周方向応力	MPa
$\theta_B$	$\theta_B$	フランジの内径端におけるフランジ面の傾き	rad

### 3.2 フランジの計算

JIS B 8265「附属書I 金属面接触フランジ」を適用する。フランジ形式及び各部の記号はJIS B 8265 附属書I図I.1～3を参照のこと。

なお、設計圧力及び設計温度は、基準における最高使用圧力及び最高使用温度とする。

#### (1) クラス1、カテゴリ3フランジの計算

金属面接触フランジのうち、クラス1、カテゴリ3フランジの計算は次による。

フランジリングとハブとの相互作用によるフランジのモーメント

$$M_S = 0$$

フランジ内径部の傾きとフランジ材料の縦弾性係数との積

$$E\theta_B = \frac{5.46}{\pi^3}(J_P M_P)$$

ここで、

$$J_P = \frac{1}{B} \left[ \frac{h_D}{\beta} + \frac{h_C}{a} \right] + \pi r_B$$

$$M_P = H_D h_D + H_T h_T + H_G h_G$$

である。

フランジの接触反力

$$H_C = \frac{M_P + M_S}{h_C}$$

使用状態での必要ボルト荷重

$$W_{m1} = H + H_G + H_C$$

ここで、

$$H = \frac{\pi}{4} G^2 P$$

$$H_G = 0$$

である。

使用状態でのボルトの応力

$$\sigma_{b0} = \frac{W_{m1}}{A_b}$$

ボルト穴の中心円の位置におけるフランジの径方向応力

$$\sigma_{R1} = \frac{6(M_P + M_S)}{t^2(\pi C - nD)}$$

内径におけるフランジの径方向応力

$$\sigma_{R2} = 0$$

内径におけるフランジの周方向応力

$$\sigma_T = \frac{tE\theta_B}{B}$$

ハブの軸方向応力

$$\sigma_H = 0$$

(2) フランジ及びボルトの応力に対する許容値

フランジ及びボルトの応力に対する許容値は、次の(i)～(iii)による。

(i) 使用状態でのボルトの応力の許容値

$$\sigma_{b0} \leq \sigma_b$$

(ii) フランジの径方向応力の許容値

$$\sigma_R \leq \sigma_f \quad (\sigma_R \text{は(1)で算出するすべての} \sigma_R)$$

(iii) フランジの周方向応力の許容値

$$\sigma_T \leq \sigma_f$$

表3-1 フランジ荷重に対するモーメントアーム

フランジの形式	$h_D$	$h_G$	$h_T$
ルーズ形フランジ	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{h_D + h_G}{2}$

空白頁

添付書類

Ⅲ－４－２－(2) 炉心タンクの耐圧強度計算書

## 目 次

1. 設計条件	添Ⅲ-4-2-(2)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-4-2-(2)-1
3. 強度計算	添Ⅲ-4-2-(2)-2
3. 1 開放タンクの胴の厚さの計算	添Ⅲ-4-2-(2)-3
3. 2 開放タンクの底板の厚さの計算	添Ⅲ-4-2-(2)-5
3. 3 開放タンクの管台の厚さの計算	添Ⅲ-4-2-(2)-6
3. 4 開放タンクの胴の補強を要しない穴の最大径の計算	添Ⅲ-4-2-(2)-14
3. 5 開放タンクの穴の補強計算	添Ⅲ-4-2-(2)-15
3. 6 開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算	添Ⅲ-4-2-(2)-19
3. 7 フランジの計算	添Ⅲ-4-2-(2)-20

## 1. 設計条件

- |            |             |
|------------|-------------|
| (1) 機器等の区分 | 第4種容器       |
| (2) 最高使用圧力 | 静水頭 (2.00m) |
| (3) 最高使用温度 | 80℃         |
| (4) 液体の比重  | 1.00        |

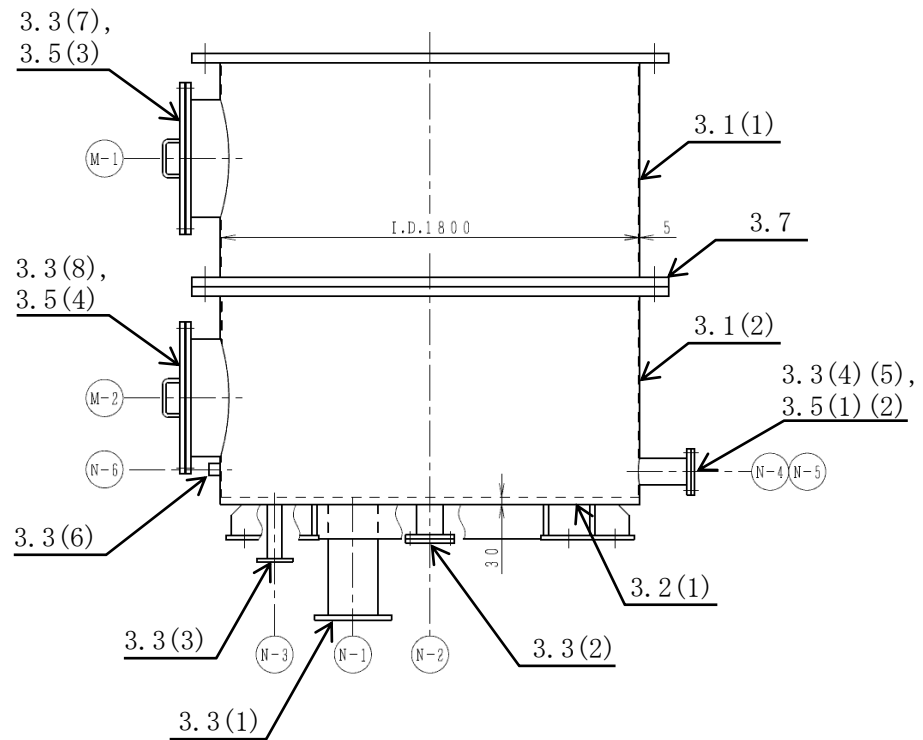
## 2. 計算方法

本計算書は、添付書類Ⅲ-4-2-(1)「耐圧強度計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づいて計算を行う。

なお、本計算書においては、基本方針で定義された記号を使用する。

### 3. 強度計算

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

図 3-1 概要図



3. 1 開放タンクの胴の厚さの計算

構造等の技術基準 第 15 条第 2 項 (準用)

胴板名称			(1) 上部胴板
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
胴の内径	$D_i$	(m)	1.80
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		0.60
継手の種類			裏当金を使用しない 突合せ片側溶接
放射線透過試験			無し
基準上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	1.50
計算上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	0.22
内径に応じた必要厚さ	$t_3$	(mm)	-
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t	(mm)	1.50
呼び厚さ	$t_{so}$	(mm)	5.00
最小厚さ	$t_s$	(mm)	3.43
評価: $t_s > t$ , よって十分である。			

構造等の技術基準 第 15 条第 2 項 (準用)

胴板名称			(2) 下部胴板
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
胴の内径	$D_i$	(m)	1.80
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		0.60
継手の種類			裏当金を使用しない 突合せ片側溶接
放射線透過試験			無し
基準上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	1.50
計算上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	0.22
内径に応じた必要厚さ	$t_3$	(mm)	-
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t	(mm)	1.50
呼び厚さ	$t_{so}$	(mm)	5.00
最小厚さ	$t_s$	(mm)	3.43
評価: $t_s > t$ , よって十分である。			

3. 2 開放タンクの底板の厚さの計算

(イ) 構造等の技術基準 第 15 条第 6 項 (準用)

底板の形状： 平板

地面、基礎に直接接触する場合：該当せず

(ロ) 構造等の技術基準 第 15 条第 7 項

平板名称		(1) 底板
材料		SUS304
平板の径	d (mm)	1800
水頭	H (m)	2.00
液体の比重	$\rho$	1.00
最高使用圧力	P (MPa)	0.02
最高使用温度	( $^{\circ}$ C)	80
許容引張応力	S (MPa)	137
平板の取付方法		(i)
取付方法による係数	K	0.33
基準上必要な厚さ	$t_{bm}$ (mm)	—
計算上必要な厚さ	t (mm)	12.50
呼び厚さ	$t_{b0}$ (mm)	30.00
最小厚さ	$t_b$ (mm)	27.70
評価： $t_b > (t, t_{bm})$ ，よって十分である。		

### 3. 3 開放タンクの管台の厚さの計算

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(1) 給排水口 (N-1)
材料			SUS304TP-S
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	203.30
管台の外径	$D_o$	(mm)	216.30
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.02
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.50
最小厚さ	$t_n$	(mm)	5.18
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。			

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(2) 実験用装荷物取付口 (N-2)
材料			SUS304TP-S
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	102.30
管台の外径	$D_o$	(mm)	114.30
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.75
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。			

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(3) サーボ型水位計口 (N-3)
材料			SUS304TP-S
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	52.70
管台の外径	$D_o$	(mm)	60.50
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	2.40
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	2.40
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	3.90
最小厚さ	$t_n$	(mm)	2.91
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。			

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(4) 中性子源案内口 (1) (N-4)
材料			SUS304TP-S
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	102.30
管台の外径	$D_o$	(mm)	114.30
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.75
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。			

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(5) 中性子源案内口 (2) (N-5)
材料			SUS304TP-S
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	102.30
管台の外径	$D_o$	(mm)	114.30
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.75
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。			



構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(6) 温度計取付座 (N-6)
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	30.50
管台の外径	$D_o$	(mm)	50.00
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	2.20
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	2.20
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	9.75
最小厚さ	$t_n$	(mm)	8.75
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。			

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(7) 上部マンホール (M-1)
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	496.00
管台の外径	$D_o$	(mm)	508.00
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		0.60
継手の種類	裏当金を使用しない 突合せ片側溶接		
放射線透過試験	無し		
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.05
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.82
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。			

構造等の技術基準第 15 条第 8 項（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(8) 下部マンホール (M-2)
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.00
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	496.00
管台の外径	$D_o$	(mm)	508.00
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		0.60
継手の種類	裏当金を使用しない 突合せ片側溶接		
放射線透過試験	無し		
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.05
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.82
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。			

3. 4 開放タンクの胴の補強を要しない穴の最大径の計算

構造等の技術基準 第 35 条第 9 項

胴板名称	(1) 上部胴板
補強の計算を要する 85mm を超える穴の名称	上部マンホール (M-1)

胴板名称	(2) 下部胴板
補強の計算を要する 85mm を超える穴の名称	中性子源案内口 (1) (N-4) 中性子源案内口 (2) (N-5) 下部マンホール (M-2)
補強の計算を要しない穴の名称	温度計取付座 (N-6)

### 3. 5 開放タンクの穴の補強計算

構造等の技術基準第 15 条第 5 項（第 7 条第 7 項準用）

管台名称		(1) 中性子源案内口 (1) (N-4)
胴板材料		SUS304
管台材料		SUS304TP-S
強め板材料		—
水頭	H (m)	2.00
液体の比重	$\rho$	1.00
最高使用圧力	P (MPa)	0.02
最高使用温度	(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$ (MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$ (MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$ (MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$ (mm)	114.30
穴の径	d (mm)	104.80
胴板の最小厚さ	$t_s$ (mm)	3.43
管台の最小厚さ	$t_n$ (mm)	4.75
胴板の継手効率	$\eta$	1.00
係数	F	1.00
胴の内径	$D_i$ (mm)	1800.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$ (mm)	0.14
管台の内径	$D_i$ (mm)	102.30
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$ (mm)	0.01
穴の補強に必要な面積	$A_r$ (mm <sup>2</sup> )	14.67
補強の有効範囲	$X_1$ (mm)	104.80
補強の有効範囲	$X_2$ (mm)	104.80
補強の有効範囲	X (mm)	209.60
補強の有効範囲	$Y_1$ (mm)	8.58
補強の有効範囲	$Y_2$ (mm)	8.58
強め板の最小厚さ	$t_e$ (mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$ (mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$ (mm)	7.00
溶接寸法	$L_2$ (mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$ (mm)	3.00
胴板の有効補強面積	$A_1$ (mm <sup>2</sup> )	344.8
管台の有効補強面積	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )	162.8
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$ (mm <sup>2</sup> )	58.00
強め板の有効補強面積	$A_4$ (mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	565.6
評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。		

構造等の技術基準第 15 条第 5 項（第 7 条第 7 項準用）

管台名称			(2) 中性子源案内口 (2) (N-5)
胴板材料			SUS304
管台材料			SUS304TP-S
強め板材料			—
水頭	H	(m)	2.00
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.02
最高使用温度		(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	114.30
穴の径	d	(mm)	104.80
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	3.43
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.75
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	1800.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	0.14
管台の内径	$D_i$	(mm)	102.30
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.01
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	14.67
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	80.00
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	80.00
補強の有効範囲	X	(mm)	160.00
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	8.58
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	8.58
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	7.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	3.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	181.6
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	162.8
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	58.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	402.4
評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。			

中性子源案内口 (2) (N-5) は、下部マンホール (M-2) に近接 ( $\ell=465.99\text{mm}$ ) して、補強に有効な範囲に重なり合う部分があるため、 $X_1 = X_2 = 80.00\text{mm}$  とする。

構造等の技術基準第 15 条第 5 項（第 7 条第 7 項準用）

管台名称			(3) 上部マンホール (M-1)
胴板材料			SUS304
管台材料			SUS304
強め板材料			—
水頭	H	(m)	2.00
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.02
最高使用温度		(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	508.00
穴の径	d	(mm)	498.36
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	3.43
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.82
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	1800.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	0.14
管台の内径	$D_i$	(mm)	496.00
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.04
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	69.77
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	454.00
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	454.00
補強の有効範囲	X	(mm)	908.00
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	8.58
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	8.58
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	7.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	3.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	1348
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	164.6
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	58.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	1571
評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。			

上部マンホール (M-1) の穴の中心から上部胴の上端までの距離を補強に有効な範囲とし、 $X_1 = X_2 = 454.00\text{mm}$  とする。

構造等の技術基準第 15 条第 5 項（第 7 条第 7 項準用）

管台名称			(4) 下部マンホール (M-2)
胴板材料			SUS304
管台材料			SUS304
強め板材料			—
水頭	H	(m)	2.00
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.02
最高使用温度		(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	508.00
穴の径	d	(mm)	498.36
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	3.43
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.82
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	1800.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	0.14
管台の内径	$D_i$	(mm)	496.00
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.04
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	69.77
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	380.00
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	380.00
補強の有効範囲	X	(mm)	760.00
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	8.58
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	8.58
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	7.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	3.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	860.8
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	164.6
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	58.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	1083
評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。			

下部マンホール (M-2) は、中性子源案内口 (2) (N-5) に近接 ( $\theta=465.99\text{mm}$ ) していて、補強に有効な範囲に重なり合う部分があるため、 $X_1=X_2=380.00\text{mm}$  とする。



### 3. 6 開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算

マンホール (M-2) と中性子源案内口 (2) (N-5) は、接近 ( $\ell=465.99\text{mm}$ ) していて補強に有効な範囲  $X_1=X_2=d$  とした場合に重なり合う部分があるため、マンホール (M-2) の補強に有効な範囲を  $X_1=X_2=380\text{mm}$ 、中性子源案内口 (2) (N-5) の補強に有効な範囲を  $X_1=X_2=80\text{mm}$  とし、重なり合う部分がないものとして評価しているので補強は十分である。

### 3. 7 フランジの計算

#### JIS B 8265-2010 附属書 I 金属面接触フランジ

##### (1) 計算条件

フランジ名称	(1) 上下フランジ (2) 下部上フランジ	
フランジ材料	SUSF304	
ボルト材料	SUS304	
水頭 (m)	2.0	
最高使用温度 (°C)	80	
液体の比重	1.00	
クラスの分類:      クラス1	寸法、形状、材料の縦弾性係数、許容応力が同一のフランジを組合せた場合。	
カテゴリの分類:    カテゴリ3	ハブなしルーズ形フランジの場合。	

##### (2) 機器要目

記号	値	単位	
A	2,060	mm	
A <sub>b</sub>	20,200	mm <sup>2</sup>	
B	1,814	mm	
C	1,990	mm	
D	33	mm	
G	1,889	mm	
g <sub>0</sub>	0	mm	
g <sub>1</sub>	0	mm	
h <sub>Cmax</sub>	35	mm	
n	36	—	
P	0.02	MPa	
t	40	mm	

## (3) 応力計算方法及び計算結果

記号	値	単位	計算式
$A_d$	0.190	—	$nD/(\pi C)$
$a$	1.120	—	$(A+C)/(2B)$
$\beta$	1.050	—	$(C+B)/(2B)$
$R$	88	mm	$(C-B)/2 - g_I$
$h_C$	35	mm	$h_C = h_{Cmax}$
$h_D$	88	mm	$(C-B)/2$
$h_G$	50.5	mm	$(C-G)/2$
$h_T$	69.3	mm	$(R+g_I+h_G)/2$
$r_B$	1.880E-03	—	$\frac{1}{n} \left[ \frac{4}{\sqrt{1-A_d^2}} \tan^{-1} \left( \sqrt{\frac{1+A_d}{1-A_d}} \right) - \pi - 2A_d \right]$
$J_P$	6.930E-02	mm	$\frac{1}{B} \left( \frac{h_D}{\beta} + \frac{h_C}{a} \right) + \pi r_B$
$H$	5.610E+04	N	$(\pi/4)G^2P$
$H_D$	5.170E+04	N	$(\pi/4)B^2P$
$H_G$	0	N	
$H_T$	4.400E+03	N	$H - H_D$
$M_P$	4.850E+06	N·mm	$H_D h_D + H_T h_T + H_G h_G$
$M_S$	0	N·mm	クラス1、カテゴリ3の場合、 $M_S=0$
$E \theta_B$	9.13	MPa	$\frac{5.46}{\pi t^3} (J_P M_P)$
$H_C$	1.390E+05	N	$(M_P + M_S)/h_C$
$W_{ml}$	1.950E+05	N	$H + H_G + H_C$

(3) 応力計算方法及び計算結果 (つづき)

記号	値	単位	計算式
$\sigma_{b0}$	10	MPa	$W_{m1}/A_b$
$\sigma_{R1}$	4	MPa	$\frac{6(M_P + M_S)}{t^2(\pi C - nD)}$
$\sigma_{R2}$	0	MPa	クラス1、カテゴリ3の場合、 $\sigma_{R2}=0$
$\sigma_T$	1	MPa	$tE \theta_B/B$
$\sigma_b$	118	MPa	ボルト材の許容引張応力S値 (JSME S NJ1-2012 Part3 第1章 表5)
$\sigma_f$	132	MPa	許容引張応力S値 (JSME S NJ1-2012 Part3 第1章 表3)
評価： $\sigma_{b0} < \sigma_b$ 、 $\sigma_{R1} < \sigma_f$ 、 $\sigma_{R2} < \sigma_f$ 、 $\sigma_T < \sigma_f$ よって十分である。			

添付書類

Ⅲ－４－２－(3) 給排水系主配管の耐圧強度計算書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-4-2-(3)-1
2. 適用規格・基準	添Ⅲ-4-2-(3)-1
3. 強度計算	添Ⅲ-4-2-(3)-1
3.1 強度計算用系統図	添Ⅲ-4-2-(3)-1
3.2 内面に圧力を受ける管	添Ⅲ-4-2-(3)-1
3.3 評価結果	添Ⅲ-4-2-(3)-1

## 1. 概要

本説明書は、給排水系主配管の耐圧強度計算を行い、構造上必要な耐圧強度を満足することを確認したものである。

## 2. 適用規格・基準

以下の規格・基準を適用する。

(1) 日本産業規格 (JIS)

(2) 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準

(文部科学省：平成 15 年 5 月 30 日付け 15 科原安第 13 号)

(3) 発電用原子力設備規格 材料規格 (JSME S NJ1-2012)

## 3. 強度計算

### 3.1 強度計算用系統図

強度計算用系統図を図 3-1 に示す。

### 3.2 内面に圧力を受ける管

内面に圧力を受ける管の計算上必要な厚さは、「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」(以下「構造等の技術基準」という。) 第 40 条第 1 項第一号の計算式により計算する。

$$t_1 = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

ここで

$t_1$  : 管の計算上必要な厚さ(mm) 小数点以下第 3 位を切り上げとする。

$P$  : 最高使用圧力(MPa)

$D_o$  : 管の外径(mm)

$S$  : 許容引張応力(MPa) 材料規格「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力  $S$  値」による。

$\eta$  : 長手継手の効率 構造等の技術基準第 7 条第 4 項による。

### 3.3 評価結果

給排水系主配管の耐圧強度計算結果を表 3-1 に示す。各配管の最小厚さは、計算上必要な厚さを満足している。

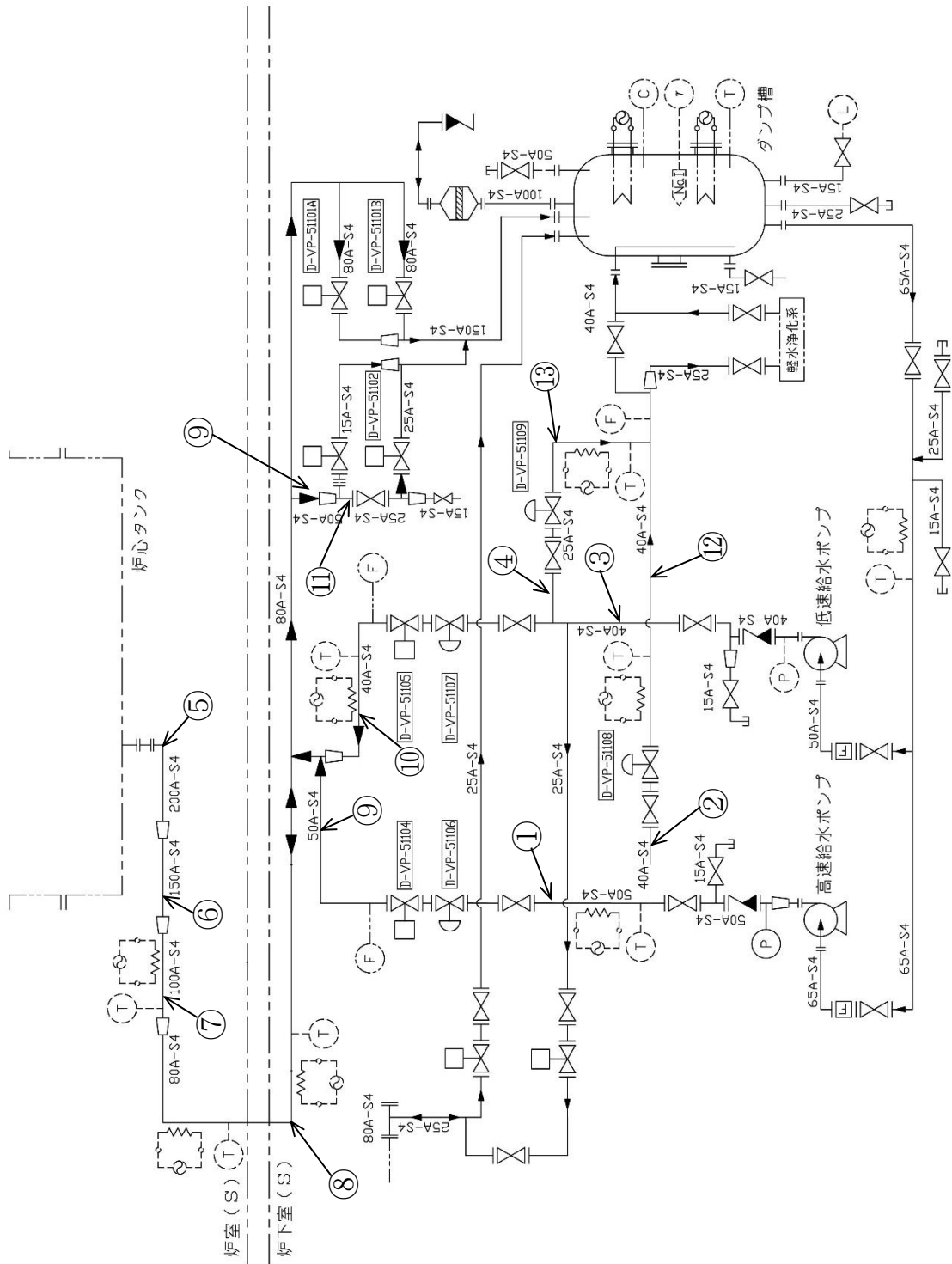


図 3-1 強度計算用系統図



表 3-1 給排水系主配管の耐圧強度計算結果

No.	最高使用 圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材料	製法	管種	許容引張 応力 S (MPa)	継手 効率 $\eta$	最小厚さ ts *1 (mm)	計算厚さ t1 (mm)	必要厚さ tr (mm)
1	0.68	80	60.5	3.5	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.50	0.15	0.15
2	0.68	80	48.6	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.13	0.13
3	0.68	80	48.6	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.13	0.13
4	0.68	80	34.0	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.09	0.09
5	0.68	80	216.3	4.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	3.00	0.54	0.54
6	0.68	80	165.2	3.4	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.40	0.41	0.41
7	0.68	80	114.3	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.29	0.29
8	0.68	80	89.1	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.23	0.23
9	0.68	80	60.5	3.5	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.50	0.15	0.15
10	0.68	80	48.6	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.13	0.13
11	0.68	80	34.0	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.09	0.09
12	0.68	80	48.6	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.13	0.13
13	0.68	80	34.0	3.0	SUS304TP	S	4	137	1.0	2.00	0.09	0.09

\*1 : 最小厚さtsは、公称厚さからJIS公差及び加工減公差を差し引いた値とする。

空白頁

添付書類

Ⅲ－４－２－(4) ダンプ槽の耐圧強度計算書

## 目 次

1. 設計条件	添Ⅲ-4-2-(4)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-4-2-(4)-1
3. 強度計算	添Ⅲ-4-2-(4)-2
3. 1 開放タンクの胴の厚さの計算	添Ⅲ-4-2-(4)-3
3. 2 開放タンクの底板の厚さの計算	添Ⅲ-4-2-(4)-4
3. 3 開放タンクの管台の厚さの計算	添Ⅲ-4-2-(4)-6
3. 4 開放タンクの胴の補強を要しない穴の最大径の計算	添Ⅲ-4-2-(4)-20
3. 5 開放タンクの穴の補強計算	添Ⅲ-4-2-(4)-21
3. 6 開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算	添Ⅲ-4-2-(4)-24

## 1. 設計条件

- |            |             |
|------------|-------------|
| (1) 機器等の区分 | 第4種容器       |
| (2) 最高使用圧力 | 静水頭 (2.50m) |
| (3) 最高使用温度 | 80℃         |
| (4) 液体の比重  | 1.00        |

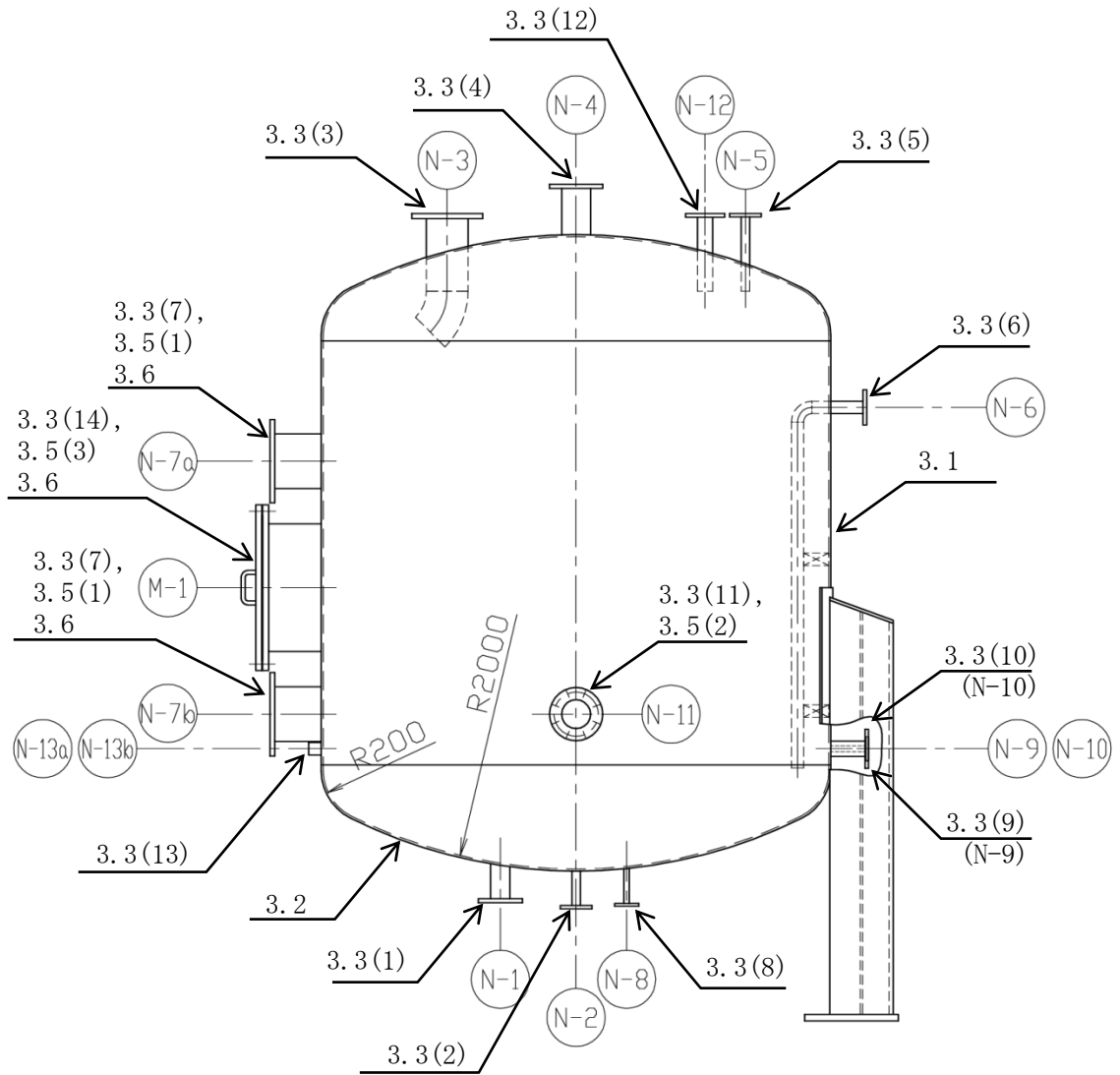
## 2. 計算方法

本計算書は、添付書類Ⅲ-4-2-(1)「耐圧強度計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づいて計算を行う。

なお、本計算書においては、基本方針で定義された記号を使用する。

### 3. 強度計算

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

図 3-1 概要図

### 3. 1 開放タンクの胴の厚さの計算

構造等の技術基準 第 15 条第 2 項 (準用)

胴板名称		胴板
材料		SUS304
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
胴の内径	$D_i$ (m)	2.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	0.70
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線透過試験		無し
基準上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	1.50
計算上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	0.26
内径に応じた必要厚さ	$t_3$ (mm)	—
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t (mm)	1.50
呼び厚さ	$t_{so}$ (mm)	8.00
最小厚さ	$t_s$ (mm)	6.16
評価: $t_s > t$ , よって十分である。		

3. 2 開放タンクの底板の厚さの計算

(イ) 構造等の技術基準 第 15 条第 6 項 (準用)

底板の形状： 第 8 条第 1 項に規定されている鏡板

- (1) さら形の場合で、次に適合するもの
- a. 外径が中央部における内面の半径以上であること。
  - b. すみの丸みの内半径が厚さの 3 倍以上であり、かつ、外径の 0.06 倍 (50mm 未満の場合は 50mm) 以上であること。
- (2) 全半球形
- (3) 半だ円形であって、内面における長径と短径との比が 2 以下であるもの。
- (4) 円すい形であって、すその丸みの内半径が厚さの 3 倍以上であり、かつ、外径の 0.06 倍以上であるもの。

鏡板名称			鏡板
鏡板の外径	$D_{oc}$	(mm)	2016
鏡板の中央部における内面の半径	R	(mm)	2000
さら形鏡板のすみの丸みの内半径	r	(mm)	200
$3 \cdot t_{bo}$		(mm)	24
$0.06 \cdot D_{oc}$		(mm)	120.96
評価： $D_{oc} > R$ , $r > 3 \cdot t_{bo}$ , $r > 0.06 \cdot D_{oc}$ , $r > 50\text{mm}$ , よってさら形鏡板である。			

(ロ) 構造等の技術基準 第 15 条第 7 項 (準用) (第 8 条第 2 項に規定される値)

鏡板名称			鏡板
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.50
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.03
最高使用温度		(°C)	80
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.0
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
さら形鏡板の形状係数	W		1.54
計算上必要な厚さ	t	(mm)	0.34
呼び厚さ	$t_{bo}$	(mm)	8.00
最小厚さ	$t_b$	(mm)	5.60
評価： $t_b > t$ , よって十分である。			



鏡板名称			鏡板 (フランジ部)
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.50
最高使用温度			80
洞の内径	$D_i$	(m)	2.00
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
洞の基準上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	1.50
洞の計算上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	0.18
洞の内径に応じた必要厚さ	$t_3$	(mm)	—
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	$t_f$	(mm)	1.50
呼び厚さ	$t_{so}$	(mm)	8.00
最小厚さ	$t_s$	(mm)	5.60
評価： $t_s > t_f$ , よって十分である。			

### 3. 3 開放タンクの管台の厚さの計算

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(1)給水出口 (N-1)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	65.90
管台の外径	$D_o$ (mm)	76.30
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	2.70
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	2.70
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	5.20
最小厚さ	$t_n$ (mm)	4.05
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(2) ドレン出口 (N-2)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	27.20
管台の外径	$D_o$ (mm)	34.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	1.70
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	1.70
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	3.40
最小厚さ	$t_n$ (mm)	2.40
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(3)排水入口 (N-3)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	151.00
管台の外径	$D_o$ (mm)	165.20
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.02
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	7.10
最小厚さ	$t_n$ (mm)	5.71
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第 15 条第 8 項（準用）（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(4)ベントロ (N-4)
材料			SUS304TP-S
水頭	H	(m)	2.50
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	102.30
管台の外径	$D_o$	(mm)	114.30
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		1.00
継手の種類			継手無し
放射線透過試験			—
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.75
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。			

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(5)脱塩水入口 (N-5)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	27.20
管台の外径	$D_o$ (mm)	34.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	1.70
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	1.70
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	3.40
最小厚さ	$t_n$ (mm)	2.40
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(6) バイパス入口 (N-6)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	41.20
管台の外径	$D_o$ (mm)	48.60
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	2.20
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	2.20
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	3.70
最小厚さ	$t_n$ (mm)	2.70
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第 15 条第 8 項（準用）（第 2 項第 2 号準用）

管台名称		(7) ヒータ取付口 (N-7a, 7b)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	199.90
管台の外径	$D_o$ (mm)	216.30
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.02
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	8.20
最小厚さ	$t_n$ (mm)	6.67
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		



構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(8) レベル計取付口 (N-8)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	16.10
管台の外径	$D_o$ (mm)	21.70
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	1.40
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	1.40
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	2.80
最小厚さ	$t_n$ (mm)	1.80
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第 15 条第 8 項（準用）（第 2 項第 2 号準用）

管台名称		(9) 電導度計取付口 (N-9)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	52.70
管台の外径	$D_o$ (mm)	60.50
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	2.40
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	2.40
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	3.90
最小厚さ	$t_n$ (mm)	2.90
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(10)サンプル採取口 (N-10)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	16.10
管台の外径	$D_o$ (mm)	21.70
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	1.40
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	1.40
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	2.80
最小厚さ	$t_n$ (mm)	1.80
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第 15 条第 8 項（準用）（第 2 項第 2 号準用）

管台名称		(11)放射能測定口 (N-11)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	102.30
管台の外径	$D_o$ (mm)	114.30
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$ (mm)	4.75
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第15条第8項（準用）（第2項第2号準用）

管台名称		(12)薬品入口 (N-12)
材料		SUS304TP-S
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	52.70
管台の外径	$D_o$ (mm)	60.50
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	2.40
$t_1, t_2$ の大きい値	$t$ (mm)	2.40
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	3.90
最小厚さ	$t_n$ (mm)	2.90
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。		

構造等の技術基準 第 15 条第 8 項（準用）（第 2 項第 2 号準用）

管台名称		(13) 温度計取付座 (N-13a, 13b)
材料		SUS304
水頭	H (m)	2.50
最高使用温度	(°C)	80
管台の内径	$D_i$ (mm)	30.50
管台の外径	$D_o$ (mm)	50.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	137
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線透過試験		—
計算上必要な厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
基準上必要な厚さ	$t_2$ (mm)	2.20
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	2.20
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	9.75
最小厚さ	$t_n$ (mm)	8.75
評価： $t_n > t$ ， よって十分である。		

構造等の技術基準 第 15 条第 8 項（準用）（第 2 項第 2 号準用）

管台名称			(14)マンホール (M-1)
材料			SUS304
水頭	H	(m)	2.50
最高使用温度			(°C) 80
管台の内径	$D_i$	(mm)	496.00
管台の外径	$D_o$	(mm)	508.00
液体の比重	$\rho$		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	137
継手効率	$\eta$		0.60
継手の種類	裏当金を使用しない 突合せ片側溶接		
放射線透過試験	無し		
計算上必要な厚さ	$t_1$	(mm)	0.08
基準上必要な厚さ	$t_2$	(mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t	(mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$	(mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.82
評価： $t_n > t$ ，よって十分である。			

3. 4 開放タンクの胴の補強を要しない穴の最大径の計算

構造等の技術基準 第 35 条第 9 項

胴板名称	胴板
補強の計算を要する 85mm を超える穴の名称	ヒータ取付口 (N-7a, 7b) 放射能測定口 (N-11) マンホール (M-1)
補強の計算を要しない穴の名称	バイパス入口 (N-6) 電導度計取付口 (N-9) サンプル採取口 (N-10) 温度計取付座 (N-13a, 13b)



### 3. 5 開放タンクの穴の補強計算

構造等の技術基準 第7条第7項及び第15条第5項

管台名称			(1) ヒータ取付口 (N-7a, 7b)
胴板材料			SUS304
管台材料			SUS304TP-S
強め板材料			—
水頭	H	(m)	2.50
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.03
最高使用温度		(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	216.30
穴の径	d	(mm)	202.96
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	6.16
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	6.67
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	2000.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	0.22
管台の内径	$D_i$	(mm)	199.90
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.03
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	44.65
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	150.00
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	150.00
補強の有効範囲	X	(mm)	300.00
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	15.40
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	0.00
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	9.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	0.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	576.4
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	204.5
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	81.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	861.9
評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。			

ヒータ取付口 (N-7a, 7b) は、マンホール (M-1) に接近 ( $\phi=609.79\text{mm}$ ) していて、補強に有効な範囲に重なり合う部分があるため、 $X_1 = X_2 = 150\text{mm}$  とする。

構造等の技術基準 第7条第7項及び第15条第5項

管台名称			(2)放射能測定口 (N-11)
胴板材料			SUS304
管台材料			SUS304TP-S
強め板材料			—
水頭	H	(m)	2.50
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.03
最高使用温度		(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	114.30
穴の径	d	(mm)	104.80
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	6.16
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.75
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	2000.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	0.22
管台の内径	$D_i$	(mm)	102.30
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.02
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	23.06
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	104.80
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	104.80
補強の有効範囲	X	(mm)	209.60
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	11.88
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	0.00
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	6.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	0.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	622.5
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	112.3
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	36.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	770.8
評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。			

構造等の技術基準 第7条第7項及び第15条第5項

管台名称			(3)マンホール (M-1)
胴板材料			SUS304
管台材料			SUS304
強め板材料			—
水頭	H	(m)	2.50
液体の比重	$\rho$		1.00
最高使用圧力	P	(MPa)	0.03
最高使用温度		(°C)	80
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	137
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	137
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	—
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	508.00
穴の径	d	(mm)	498.36
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	6.16
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	4.82
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	2000.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	0.22
管台の内径	$D_i$	(mm)	496.00
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.06
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	109.9
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	450.00
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	450.00
補強の有効範囲	X	(mm)	900.00
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	12.05
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	0.00
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	0.00
強め板の外径	$B_e$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	7.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	0.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	0.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	2386
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	114.7
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	49.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	0.000
補強に有効な総面積	$A_0$	(mm <sup>2</sup> )	2550
評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。			

マンホール (M-1) は、ヒータ取付口 (N-7a, 7b) に接近 ( $\ell=609.79\text{mm}$ ) していて、補強に有効な範囲に重なり合う部分があるため、 $X_1 = X_2 = 450\text{mm}$  とする。

### 3. 6 開放タンクの胴で2以上の穴が接近している場合の計算

マンホール (M-1) とヒータ取付口 (N-7a, 7b) は、接近 ( $\ell=609.79\text{mm}$ ) していて補強に有効な範囲  $X_1=X_2=d$  とした場合に重なり合う部分があるため、マンホール (M-1) の補強に有効な範囲を  $X_1=X_2=450\text{mm}$ 、ヒータ取付口 (N-7a, 7b) の補強に有効な範囲を  $X_1=X_2=150\text{mm}$  とし、重なり合う部分がないものとして評価しているため補強は十分である。

## 5. 放射線防護等(第8条、第9条、第10条、第11条)の適合性説明書

添付書類 III-5-1 放射線防護等についての説明書  
添付書類 III-5-2 放射線遮蔽計算書

空白頁

添付書類

Ⅲ－５－１ 放射線防護等についての説明書

## 目 次

1. 概 要 ..... 添Ⅲ-5-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-5-1-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-5-1-2



## 1. 概要

本説明書は、STACY施設を「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第8条（遮蔽等）、第9条（換気設備）、第10条（逆止め弁）及び第11条（放射性物質による汚染の防止）の要求事項に適合させるための設計方針及び適合性確認の基本方針を説明するものである。

## 2. 基本方針

### (1) 遮蔽等

技術基準規則第8条第1項の要求に適合するよう、通常運転時においてSTACY施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による敷地周辺の空間線量率が十分に低減できるよう、「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」を参考に、年間 $50\mu\text{Gy}$ 以下となるように設計及び管理する。

技術基準規則第8条第2項各号の要求に適合するよう、施設内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、以下のような遮蔽設備を施設する。

第1号の要求に適合するよう、遮蔽設備は放射線障害を防止するために、「原子炉等規制法」に定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えない遮蔽能力を有するものとする。

なお、第2号、第3号の要求事項に施設時からの変更はなく、遮蔽設備は新たに施設せず既設の遮蔽設備（鉄筋コンクリート造の壁等で、貫通部の追加及び荷重条件の変更もない。）を用いるので、適合性説明は省略する。

### (2) 換気設備

技術基準規則第9条の要求事項に施設時からの変更がないこと、更新により放射性物質により汚染された空気による放射線障害を防止する必要のある場所は増えないこと及び換気設備は既設の設備をそのまま使用することから、適合性説明は省略する。

### (3) 逆止め弁

技術基準規則第10条の要求事項に施設時からの変更はなく、施設の更新により放射性物質を含む流体を内包する容器若しくは管（放射性廃棄物を廃棄する設備を含む）を新たに施設することはないので、適合性説明は省略する。

### (4) 放射性物質による汚染の防止

技術基準規則第11条の要求事項に施設時からの変更はなく、施設の更新により通常運転時において放射性物質を含む流体が漏えいする機器、逃がし弁等、排水路又は人が

頻繁に出入りする建物を新たに施設することはないので、適合性説明は省略する。

### 3. 詳細設計方針・内容

#### <技術基準規則第8条第1項>

S T A C Yの通常運転時に、原子力科学研究所周辺の人々の居住の可能性のある敷地境界外における直接線量及びスカイシャイン線量を、年間 $50\mu\text{Gy}$ 以下となるよう、炉心及び燃料棒を貯蔵する炉室(S)に鉄筋コンクリート造の壁、天井、床及び実験棟Aの外壁に鉄筋コンクリート造の壁を設ける。なお、いずれの遮蔽壁等も既設のものをそのまま使用する。

S T A C Yの通常運転時の敷地境界外での線量評価結果を添付書類Ⅲ-5-2-(1)「直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書」に示す。

#### <第8条第2項>

放射線業務従事者に「原子炉等規制法」に定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えないよう人の立ち入る場所における線量を低減するため、機器の配置、立入り頻度、滞在時間を考慮した区画に分割し、各々の区画に対して目安となる基準線量当量率(表-1)を定め、線源となる機器に対する遮蔽がその基準線量当量率を満足するように遮蔽壁を設ける。なお、いずれの遮蔽壁も既設のものをそのまま使用するが、更新後の運転及び燃料の取扱いを考慮して、区画を新たに定める。NUCEF建家の遮蔽設計区画及び遮蔽壁配置を図-1から図-4に示す。

#### (1) 遮蔽設計区画の変更

Pu溶液燃料の利用を前提とした溶液燃料及び放射性液体廃棄物の取扱いを考慮して遮蔽設計区画を設定していた燃取室等のうち、更新後に溶液燃料の取扱いをしない部屋については、現状の線量当量率測定結果に基づき区画を変更した。更新後に溶液燃料の管理(貯蔵、サンプリング等)を継続する部屋及び放射性液体廃棄物の貯蔵及び取扱いを行う部屋については、現状の貯蔵管理時の線量当量率測定結果に基づき区画を変更した。

#### (2) 遮蔽評価線源

更新後のS T A C Yにおいて考慮すべき線源を以下に示す。

- (a) 更新後のS T A C Y原子炉本体
- (b) 溶液燃料
- (c) 放射性液体廃棄物
- (d) 放射性固体廃棄物

(a)は、運転時の溶液系S T A C Y原子炉本体から更新後のS T A C Y原子炉本体に変更となるため線源条件を変更し計算評価する。(b)及び(c)は、今後、核分裂生

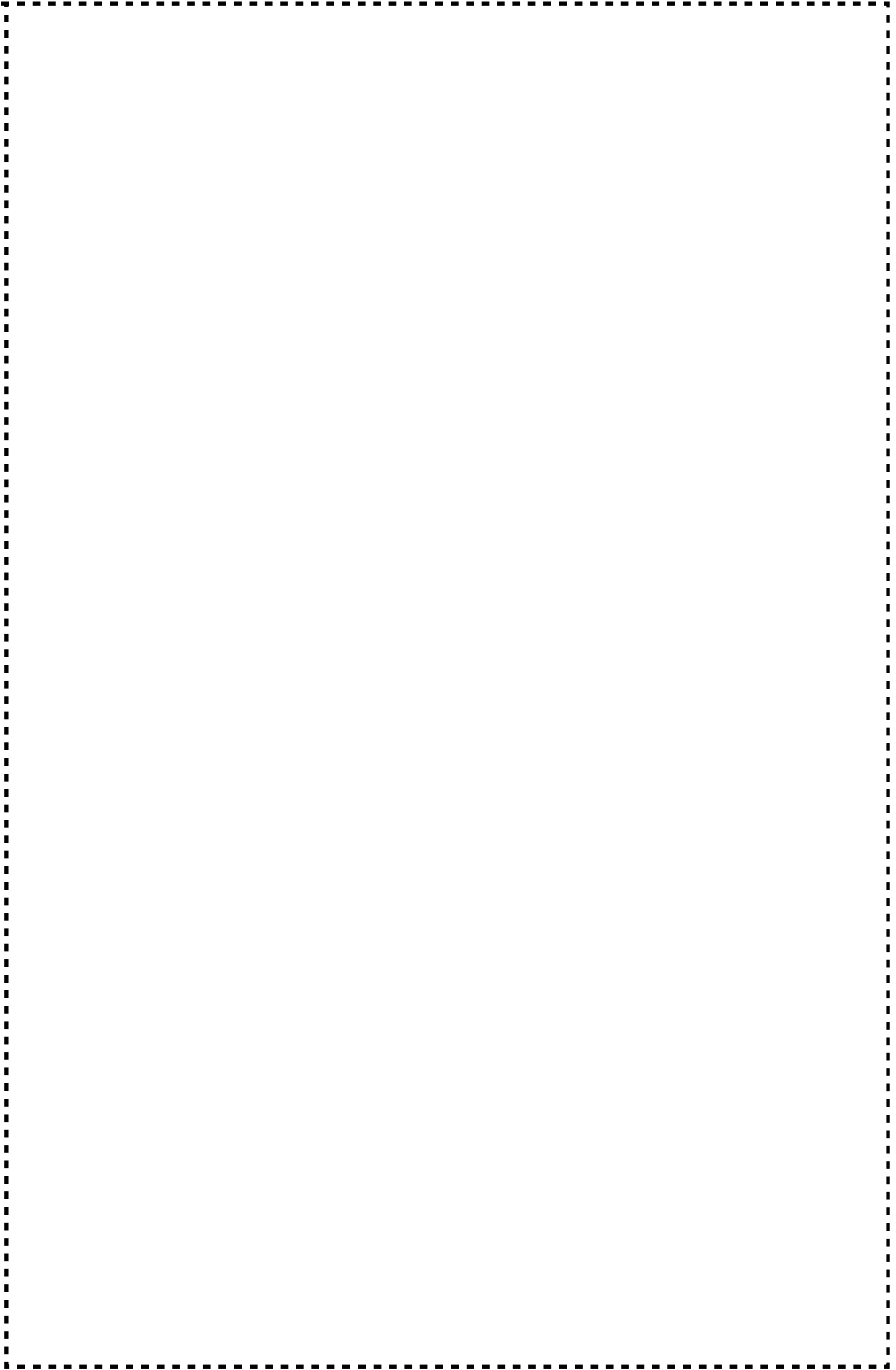
成物の発生が自発核分裂によるもののみになり線源条件が厳しくなることはなく、現状の貯蔵及び取扱い時の線量当量率測定結果に基づき区画設定しているため改めて計算評価する必要はない。(d)のうちプルトニウム系の固体廃棄物(α固体廃棄物)については、Pu溶液燃料の利用を前提とした建設時の線源条件での評価結果でも、変更後の隣接部屋の基準線量当量率を満足することを確認しているため改めて計算評価する必要はない。(d)のうちウラン系の固体廃棄物(β・γ固体廃棄物)については、従来の溶液系STACYの運転保守に伴って発生するβ・γ固体廃棄物の線量は固体廃棄物容器表面においてバックグラウンド(0.2μSv/h)であり、更新後のβ・γ固体廃棄物の線量も同等又はそれ以下であり、遮蔽施設を要しないため、改めて計算評価する必要はない。

なお、原子炉本体以外にSTACYの更新により新たに遮蔽設計を要する線源機器の設置はない。

よって、STACYの更新に伴う遮蔽評価は、(a)の線源条件を更新後のSTACY原子炉本体の条件に変更して評価点の実効線量率評価を行い、遮蔽設計区画の基準線量当量率を満足すること(若しくは、管理区域境界における実効線量が3月当たり1.3mSvを上回らないこと)を確認する。遮蔽壁の遮蔽計算結果を添付書類Ⅲ-5-2-(2)「放射線遮蔽計算書」に示す。

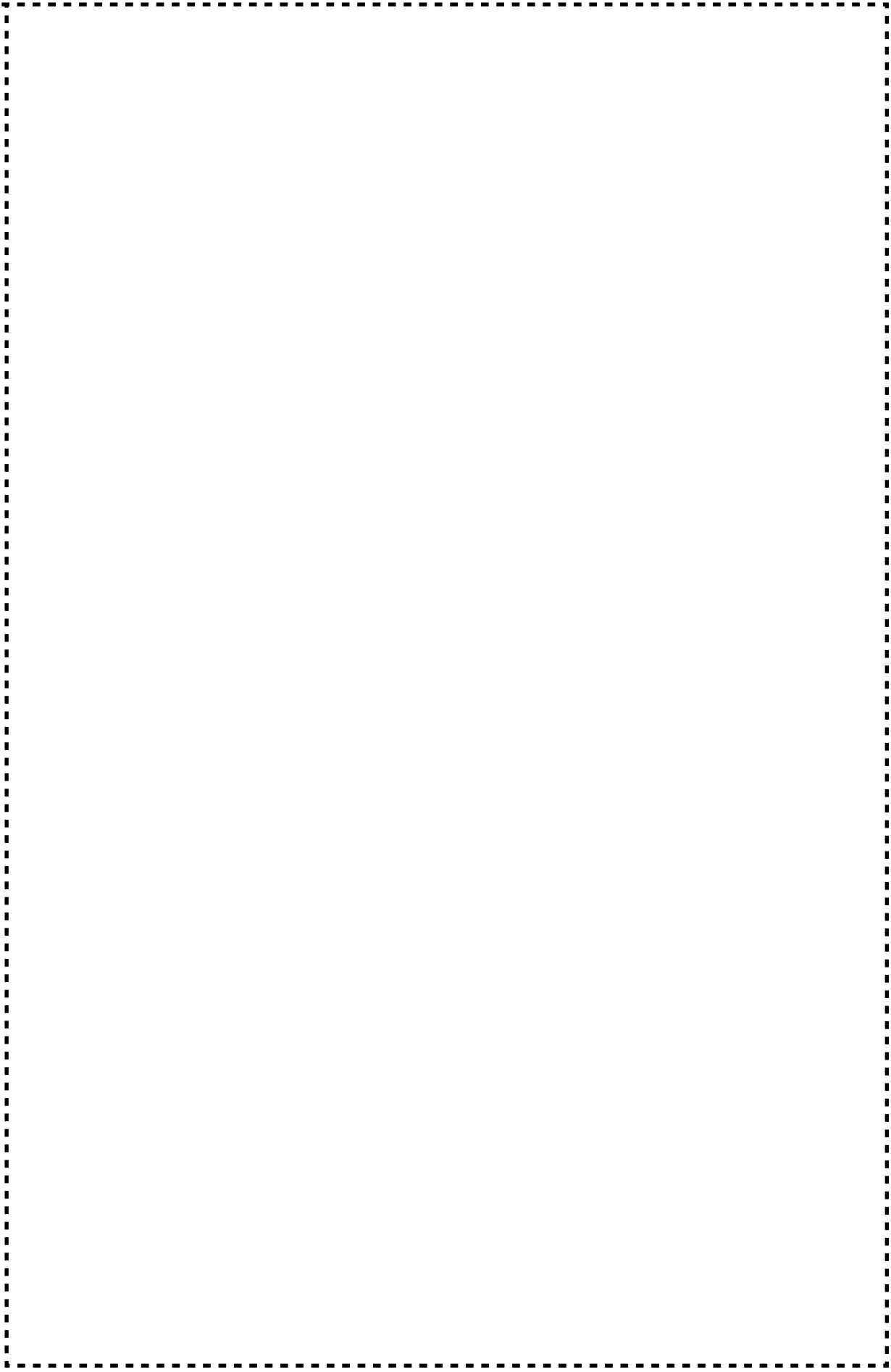
表-1 遮蔽設計区画及び区画に応じた基準線量当量率

区 画	立 入 時 間	基準線量当量率 (μSv/h)
I	週48時間以内の立入り	≤ 6
II	週33時間以内の立入り	≤ 30
III	週16時間以内の立入り	≤ 60
IV	立入制限を行う (高線量率区域)	> 60



図一 1 遮蔽設計区分 (地下 1 階)

図一 2 遮蔽設計区分 (1 階)



图—3 遮蔽設計区分（2階）

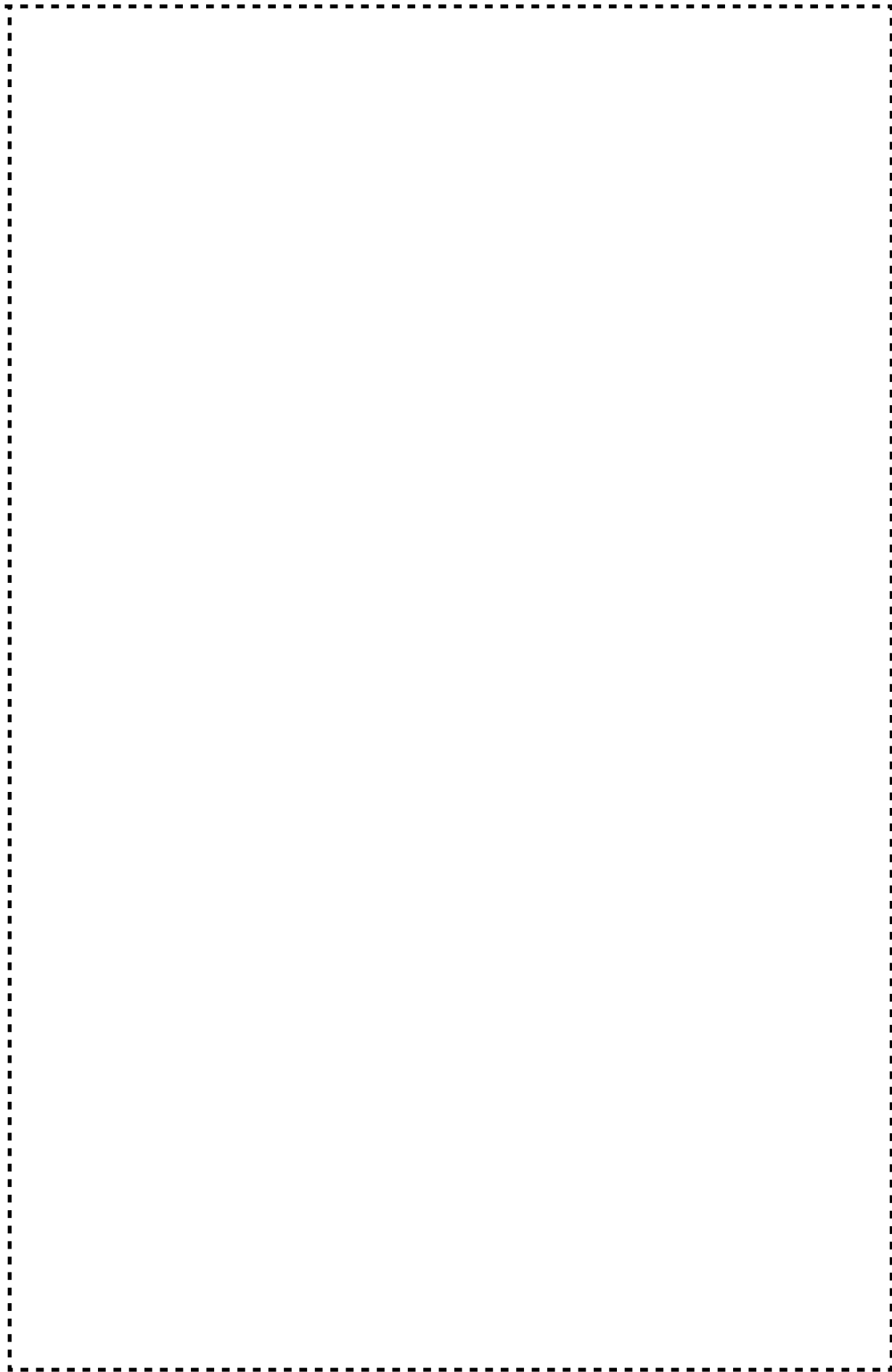


图-4 遮蔽设计区分 (3 階)

空白頁



添付書類

Ⅲ－５－２ 放射線遮蔽計算書

- (1) 直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書
- (2) 放射線遮蔽計算書

空白頁

添付書類

Ⅲ－５－２－(1) 直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書

## 目 次

1. 概要	添Ⅲ-5-2-(1)-1
2. 計算方法	添Ⅲ-5-2-(1)-1
2.1 線源の設定	添Ⅲ-5-2-(1)-1
2.2 線量評価	添Ⅲ-5-2-(1)-2
3. 計算結果	添Ⅲ-5-2-(1)-3
参考文献	添Ⅲ-5-2-(1)-3

## 1. 概要

本計算書は、定常臨界実験装置 S T A C Y の平常時における敷地境界の空間線量率を評価し、原子力科学研究所の人の居住の可能性のある敷地境界外における直接線量及びスカイシャイン線量が、空気吸収線量にして年間  $50 \mu\text{Gy}$  を下回ることを示すものである。線源は通常運転時に炉心で発生する U-235 の核分裂によるガンマ線及び中性子線、並びに炉室内の運転に使用した燃料の発するガンマ線とし、直接線及びスカイシャインガンマ線による敷地境界位置（線源から 410 m 離れた位置；図 1 参照）での線量率を計算した。

## 2. 計算方法

### 2.1 線源の設定

通常運転時に S T A C Y から発される放射線は、(1)炉心から発生する放射線、(2)運転に使用した燃料から発生する放射線に大別される。なお、更新前の S T A C Y で運転に供した溶液燃料の線量は無視する<sup>1</sup>。

#### (1) 炉心で発生する放射線

S T A C Y の炉心は実験棟 A の炉室 (S) に構成される。炉室 (S) は水平方向に厚さ 180 cm、上方向に厚さ 150 cm の普通コンクリートで遮蔽されている。

炉心で発生する放射線として、S T A C Y が最大熱出力 200 W で運転しているものとし、U-235 の核分裂によるガンマ線（以下「一次ガンマ線」という。）を線源とした。また、炉室のコンクリートが中性子照射を受けることによって発生するガンマ線（以下「二次ガンマ線」という。）の寄与を評価するため、炉室の外側に二次ガンマ線の線源を設定する。二次ガンマ線源の強度を決定するにあたっては、遮蔽扉の外側のガンマ線束を 1 次元輸送コード ANISN を使用して計算し、炉室の断面積を乗じた。線源形状はいずれも等方点線源とした。なお、中性子束は遮蔽扉によって 8 桁強度が下がるため、外壁で発生する二次ガンマ線は無視する。

一次ガンマ線及び二次ガンマ線の線源位置を図 2 及び図 3 に、ガンマ線スペクトル及び中性子線スペクトルを表 1 及び表 2 にそれぞれ示す。

#### (2) 運転に使用した燃料から発生する放射線

炉心以外から発生する放射線として、炉室内の運転に使用した燃料から発生するガンマ線を線源として考慮した。運転に使用した燃料の放射能を最大に評価するため、S T A C Y が最大週間

<sup>1</sup> 実測によれば貯蔵設備表面で  $7 \mu\text{Sv/h}$ 、貯蔵室外ではバックグラウンド ( $<0.2 \mu\text{Sv/h}$ ) であり、今後運転に使用しないため増大することはない。

積算出力 0.3 kWh で 20 週連続運転を実施（2 年間の運転に相当）したものとし、停止直後のガンマ線強度を燃焼計算コード ORIGEN-2.2 及び評価済み核データ JENDL-3.3 を使用して計算した。また、STACY の燃料は燃焼度が極めて低いため、運転に使用した燃料を機器等を使用せず手動で取扱い、炉室内の任意の位置に移動させることができる。したがって、運転に使用した燃料は評価点に最も近い遮蔽に密着している等方点線源とした（図 2 及び図 3 参照）。運転に使用した燃料のガンマ線スペクトルを表 1 に示す。

## 2.2 線量評価

線量評価にあたり、炉室から水平方向に発される放射線については点減衰核積分コード QAD-CGGP2 コードを使用して直接ガンマ線の計算を行い、垂直方向に発される放射線については点減衰一回散乱近似コード G33-GP2 を使用してスカイシャインガンマ線の計算を行った。

### (1) 直接ガンマ線

直接ガンマ線の計算モデルを図 2 に示す。評価にあたり、一次ガンマ線、二次ガンマ線及び運転に使用した燃料からのガンマ線による線量率をそれぞれ計算して運転時間を乗じて合算した。運転時間は、STACY の年間積算出力の制限（3 kWh）から、最大週間積算出力 0.3 kWh での運転を 10 回くりかえすものとし、年間 15 時間とした。また、運転に使用した燃料については、運転終了後 1 週間分の寄与を考慮した。

なお、ANISN により計算した二次ガンマ線束に乗じる炉室の面積は、以下のように計算した

$$A = \sqrt{(1260 \text{ cm})^2 + (1310 \text{ cm})^2} \times 1210 \text{ cm} = 2.2 \times 10^6 \text{ cm}^2$$

ここで、1260 cm, 1310 cm, 1210 cm はそれぞれ炉室の南北、東西、高さ方向<sup>2</sup>の大きさである。

### (2) スカイシャインガンマ線

スカイシャインガンマ線の計算モデルを図 3 に示す。ガンマ線源は(1)の直接ガンマ線の評価と同様に一次ガンマ線及び二次ガンマ線、並びに運転に使用した燃料からのガンマ線とした。評価にあたっては、(1)と同様に運転時及び運転終了後の線量を考慮した。ANISN により計算した二次ガンマ線束に乗じる炉室の面積は、以下のように計算した

---

<sup>2</sup> 計算モデル上の炉室高さは実際より低い 1,035cm としているが、ここでは炉室の面積を大きく見積もるために実際の高さを用いている。

$$A = 1260 \text{ cm} \times 1310 \text{ cm} = 1.65 \times 10^6 \text{ cm}^2$$

なお、G33-GP2 コードの評価傾向として、上部遮蔽体ありの場合、線量を過少評価する場合があることが報告されている<sup>[2]</sup>。このため、スカイシャインガンマ線の計算にあたっては、上部遮蔽体を見做して計算し、QAD-CGGP2 コードで求めた（上部遮蔽ありの線量）／（上部遮蔽なしの線量）<sup>3</sup>を乗ずることにより遮蔽体の効果を評価した。

### 3. 計算結果

評価結果を表3に示す。敷地境界における直接線及びスカイシャインガンマ線による空間線量率は、平常時においてそれぞれ  $2.1 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/年}$ 、 $2.3 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/年}$ 、合計  $4.4 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/年}$  であり、 $50 \mu\text{Gy/年}$ を下回る。

### 参考文献

- [1] 坂本幸夫、田中俊一、「QAD-CGGP2 and G33-GP2; Revised versions of QAD-CGGP and G33-GP codes with the conversion factors from exposure to ambient and maximum dose equivalents」、日本原子力研究所、JAERI-M 90-110（1990）
- [2] (財)原子力安全技術センター編、「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル2015」（2015）

---

<sup>3</sup> 本評価においては  $3.7 \times 10^{-5}$

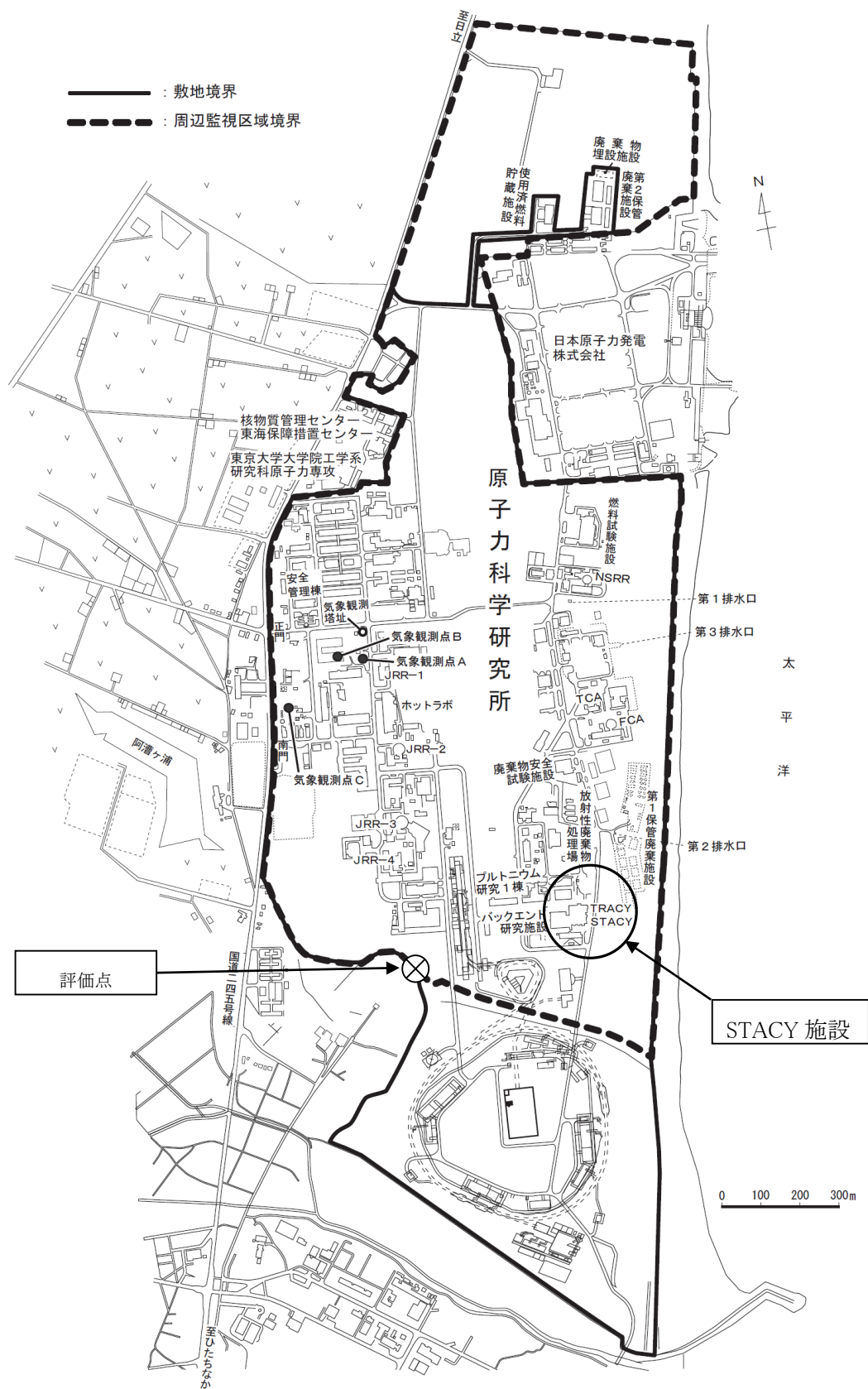


図1 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価地点



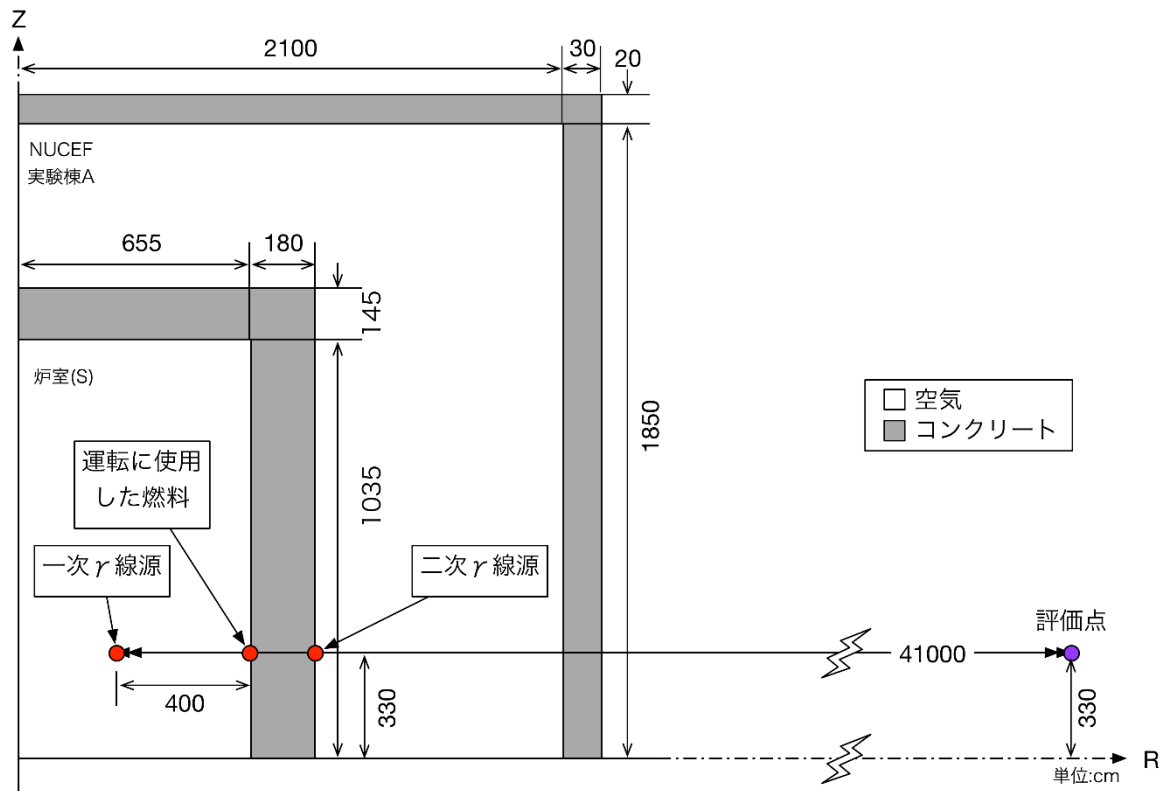


図2 直接ガンマ線の計算モデルと線源位置

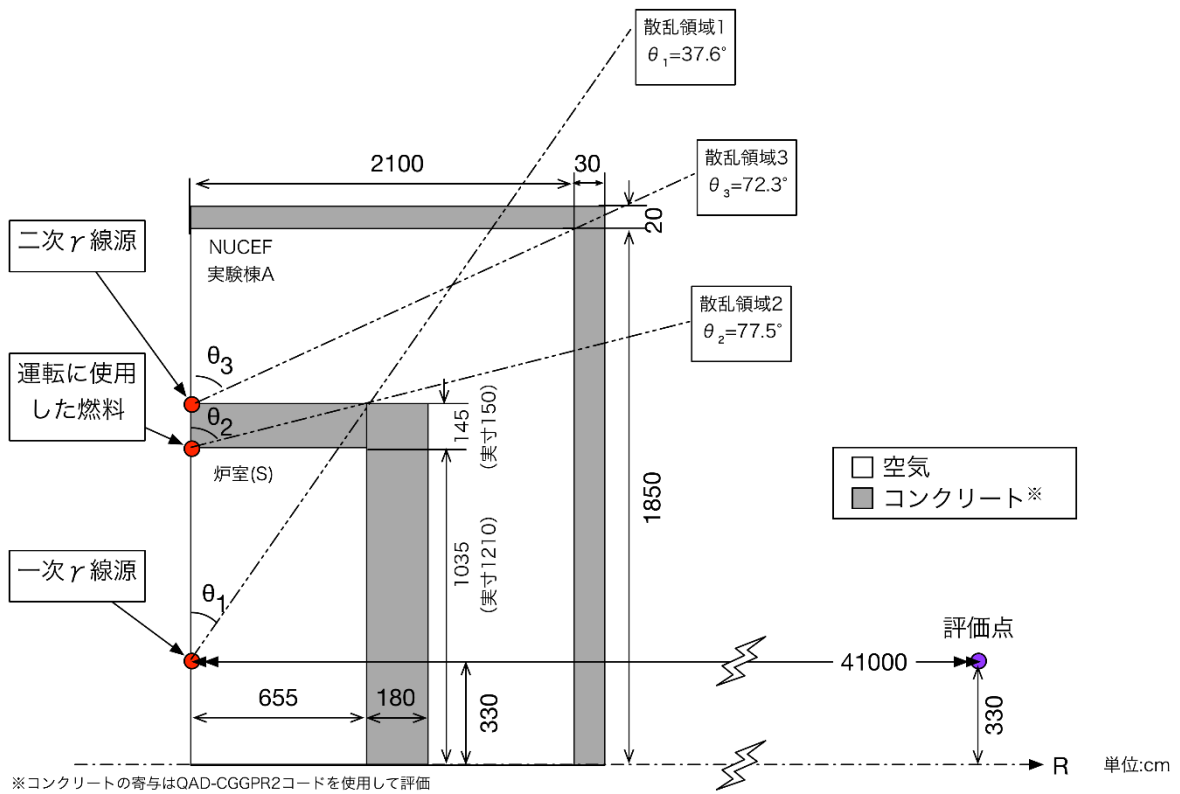


図3 スカイシャインガンマ線の計算モデルと線源位置

表1 STACY運転により放出されるガンマ線

(出力 200 W、運転に使用した燃料は 20 週連続最大積算出力運転直後)

上限エネルギー (MeV)	放出数* (本/核分裂)	核分裂放出率 (本/秒)	運転に使用した 燃料† 放出率 (本/秒)
10.0	0.020	$1.23 \times 10^{11}$	$2.09 \times 10^8$
8.0	0.015	$9.23 \times 10^{10}$	$8.06 \times 10^9$
6.5	0.03	$1.85 \times 10^{11}$	$1.56 \times 10^{11}$
5.0	0.058	$3.64 \times 10^{11}$	$1.53 \times 10^{11}$
4.0	0.154	$9.61 \times 10^{11}$	$8.01 \times 10^{11}$
3.0	0.162	$1.01 \times 10^{12}$	$1.05 \times 10^{12}$
2.5	0.285	$1.78 \times 10^{12}$	$1.64 \times 10^{12}$
2.0	0.320	$2.00 \times 10^{12}$	$1.66 \times 10^{12}$
1.66	0.509	$3.18 \times 10^{12}$	$2.68 \times 10^{12}$
1.33	0.892	$5.57 \times 10^{12}$	$3.69 \times 10^{12}$
1.0	0.615	$3.84 \times 10^{12}$	$3.61 \times 10^{12}$
0.8	1.011	$6.31 \times 10^{12}$	$3.84 \times 10^{12}$
0.6	1.143	$7.13 \times 10^{12}$	$4.10 \times 10^{12}$
0.4	0.571	$3.57 \times 10^{12}$	$2.11 \times 10^{12}$
0.3	0.571	$3.57 \times 10^{12}$	$2.03 \times 10^{12}$
0.2	0.571	$3.57 \times 10^{12}$	$2.12 \times 10^{12}$
0.1	0.286	$1.78 \times 10^{12}$	$1.30 \times 10^{12}$
0.05	0.286	$1.78 \times 10^{12}$	$2.75 \times 10^{12}$

※出典 JENDL-3.3 U-235 300K ポイントワイズデータ

† ORIGEN-2.2 及び JENDL-3.3 による評価

表2 STACY運転により放出される中性子線（出力200W時、 $\nu=2.5$ ）

上限エネルギー (MeV)	放出比※ (-)	放出率 (本/秒)
15	0.0002	$3.48 \times 10^9$
12.2	0.0011	$1.73 \times 10^{10}$
10.0	0.0039	$6.13 \times 10^{10}$
8.18	0.0151	$2.36 \times 10^{11}$
6.36	0.0355	$5.55 \times 10^{11}$
4.96	0.0490	$7.64 \times 10^{11}$
4.06	0.1085	$1.69 \times 10^{12}$
3.01	0.0919	$1.43 \times 10^{12}$
2.46	0.0221	$3.44 \times 10^{11}$
2.35	0.1228	$1.92 \times 10^{12}$
1.83	0.2172	$3.39 \times 10^{12}$
1.11	0.1933	$3.02 \times 10^{12}$
0.55	0.1254	$1.96 \times 10^{12}$
0.111	0.0140	$2.18 \times 10^{11}$

※出典 JENDL-3.3 U-235 300K ポイントワイズデータ

表3 評価結果

線源	直接線 ( $\mu$ Gy/年)	スカイシャイン ガンマ線 ( $\mu$ Gy/年)	合計 ( $\mu$ Gy/年)
一次ガンマ線	$6.87 \times 10^{-4}$	$9.99 \times 10^{-5}$	$7.87 \times 10^{-4}$
二次ガンマ線	$8.41 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-4}$	$1.19 \times 10^{-3}$
運転に使用した燃料 (運転中)	$1.41 \times 10^{-4}$	$4.49 \times 10^{-4}$	$5.90 \times 10^{-4}$
運転に使用した燃料 (運転後)	$4.24 \times 10^{-4}$	$1.35 \times 10^{-3}$	$1.77 \times 10^{-3}$
合計	$2.09 \times 10^{-3}$	$2.25 \times 10^{-3}$	<u><math>4.4 \times 10^{-3}</math></u>

空白頁

添付書類

Ⅲ－５－２－(2) 放射線遮蔽計算書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-1
2. 計算方法 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-1
2.1 線源の設定 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-1
2.2 着目計算点 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-1
2.3 計算モデル .....	添Ⅲ-5-2-(2)-2
2.4 評価 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-3
3. 計算結果 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-3
参考文献 .....	添Ⅲ-5-2-(2)-4

## 1. 概要

本計算書は、定常臨界実験装置STACYの運転中における炉室（S）周辺の実効線量率評価を行い、管理区域内においては表1に示す遮蔽設計区画に応じた基準線量当量率を満足することを、管理区域外においては3月間の実効線量が1.3mSvを下回ることを確認するものである。

## 2. 計算方法

### 2.1 線源の設定

STACYの炉室（S）内の線源は、添付書類Ⅲ-5-2-(1)「直接線及びスカイシャインガンマ線による線量率計算書」に示した「(1)炉心から発生する放射線」（以下「線源(1)」という。）を用いる。また、平成元年3月29日付け元安(原規)第113号で認可を受けた設計及び工事の方法の認可申請書の添付計算書「I-ハ-2 放射線遮へい計算書」（以下「既設計算書」という。）では運転に使用した棒状燃料からの放射線を無視していたが、本評価では、運転終了後に燃料をすべて取り出し、10分間で棒状燃料収納容器に移動するものとし、収納容器位置における「(2)運転に使用した燃料から発生する放射線」（以下「線源(2)」という。）の評価を行う。なお、更新前のSTACYで運転に使用した溶液燃料及び溶液燃料に汚染された廃棄物の寄与は無視できる<sup>1</sup>。

### 2.2 着目計算点

炉室（S）周辺で実効線量率を評価する箇所（既設計算書に言う「着目計算点」。以下同様に「着目計算点」という。）を図1（1）～（3）及び表2に示す。これらの内P<sub>1</sub>～P<sub>6</sub>及びP<sub>8</sub>～P<sub>9</sub>は、既設計算書に示す着目計算点である。また、P<sub>7</sub>'は、設置（変更）許可申請書において炉室上部を非管理区域としたことから、既設計算書のP<sub>7</sub>を移動したものである。

---

<sup>1</sup> 実測によれば溶液燃料貯蔵設備表面で7 μSv/h、貯蔵室外ではバックグラウンド (<0.2 μSv/h) であり、今後運転に使用しないため増大することはない。

## 2.3 計算モデル

各着目計算点の実効線量率評価は、1次元輸送計算コードANISN<sup>[1]</sup>を使用して行った。計算モデルを以下に示す。

### (1) 線源(1)の計算モデル

炉室(S)内の線源(1)の位置を図2に、線源(1)の計算モデルを図3に示す。体系は1次元球体系とし、中央に点線源を配置した。減速材及び反射材である軽水の遮蔽効果は無視した。線源と遮蔽の距離は、中性子がコンクリートを照射して発生する二次ガンマ線の影響を大きく評価するため、水平方向の計算にあつては、炉心から周辺の壁までの最短距離(約400cm)よりも短く、345cmとした。また、垂直方向の計算にあつては、炉心(又は棒状燃料貯蔵設備II)と天井までの距離(それぞれ約850cm、約770cm)より小さく、705cmとした。

### (2) 線源(2)の計算モデル

線源(2)の計算モデルを図4に示す。運転に使用した燃料は、手動で取扱い、炉室(S)内を移動させることができることから、水平方向の評価については遮蔽に密着した条件とするのが適切である。本評価では、水平方向の評価については、運転に使用した燃料を点線源として1次元球体系の中心にモデル化した。また、着目計算点も遮蔽に密着するものとした。なお、垂直方向の計算(着目計算点 $P_7'$ )にあつては、燃料を天井に密着させることはないものとして、図3の計算モデルを用いた。



## 2.4 評価

評価に当たり、管理区域内の着目計算点では、線源(1)と線源(2)に由来する実効線量率を合算し、遮蔽設計区画の基準線量当量率と比較した。また、管理区域外の着目計算点では、線源(1)については、STACYが最大出力200Wで週間最大積算出力0.3kWhに相当する運転を13週(3月間に相当)連続で繰り返すものとして評価した。線源(2)については、週間最大積算出力で20週連続運転(2年間の最大積算出力に相当)した後、燃料を棒状燃料収納容器に移動するものとし、運転終了後の燃料による1週(40時間)当たりの実効線量を評価した。このとき、実効線量は崩壊熱に比例して減衰するものとし、無限照射時間を仮定したボルスト・ホイーラーの式<sup>[2]</sup>により積算し、13倍した。管理区域外の線源(1)及び線源(2)の評価の式を以下に示す。

$$E = E_{\text{core}}^{(1)} + E_{\text{core}}^{(2)} + E_{\text{stock}}^{(2)}$$

$$E_{\text{core}}^{(1)} = \frac{H_{\text{core}}^{(1)}}{3600 \cdot 1000} \times T_R \times 13$$

$$E_{\text{core}}^{(2)} = \frac{H_{\text{core}}^{(2)}}{3600 \cdot 1000} \left( T_R + \int_0^{T_C} t^{-0.2} dt \right) \times 13$$

$$E_{\text{stock}}^{(2)} = \frac{H_{\text{stock}}^{(2)}}{3600 \cdot 1000} \left( \int_{T_C}^{(40 \times 3600 - T_R)} t^{-0.2} dt \right) \times 13$$

ただし、

E	管理区域境界の実効線量 (mSv/3月(13週))
$E_{\text{core}}^{(n)}$	炉心の線源(n)による管理区域境界の実効線量 (mSv/3月)
$E_{\text{stock}}^{(n)}$	貯蔵設備の線源(n)による管理区域境界の実効線量 (mSv/3月)
$H_{\text{core/stock}}^{(n)}$	炉心/貯蔵設備の線源(n)による管理区域境界の実効線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
$T_R$	週間原子炉運転時間 (1.5時間=5400 s)
$T_C$	燃料移動時間 (10分間=600 s)

である。

## 3. 計算結果

計算結果を表3に示す。評価の結果、すべての着目計算点において基準値を満足することを確認した。

以上

参考文献

- [1] Koyama, K., et al., "ANISN-JR, A One Dimensional Discrete Ordinates Code for Neutron and Gamma-ray Transport Calculations," JAERI-M 6954, Japan Atomic Energy Research Institute, (1977)
- [2] ラマーシュ他、「原子炉の初等理論」、吉岡書店 (1974)

表 1 遮蔽設計区画及び区画に応じた基準線量当量率

区 画	立 入 時 間	基準線量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
I	週48時間以内の立入り	$\leq 6$
II	週33時間以内の立入り	$\leq 30$
III	週16時間以内の立入り	$\leq 60$
IV	立入制限を行う (高線量率区域)	$> 60$

表2 着目計算点

着目 計算点	区画*1	遮蔽	遮蔽厚さ (cm)	線源(1)の評価		線源(2)の評価	
				遮蔽までの 距離(cm)	線源からの 距離(cm)	遮蔽までの 距離(cm)	線源からの 距離(cm)
管理区域							
P <sub>1</sub>	I	炉室(S)東壁	175	345	1090	0	175
P <sub>2</sub>	I	炉室(S)南壁	195	345	740	0	195
P <sub>3</sub>	I	炉室(S)西壁	205	345	610	0	205
非管理区域							
P <sub>4</sub>	—	炉室(S)東壁	175	345	1120	0	175
P <sub>5</sub>	—	炉室(S)南壁	195	345	790	0	195
P <sub>6</sub>	—	炉室(S)西壁	205	345	670	0	205
P <sub>7</sub> '	—	炉室(S)天井	145	705	850	705	145
P <sub>8</sub>	—	炉室(S)東壁 +実験棟A東壁	210 (175+35)	345	2290	0	210
P <sub>9</sub>	—	炉室(S)南壁 +実験棟A南壁	230 (195+35)	345	1140	0	230

\*1 表1に示す区画。なお、区画「—」は非管理区域の計算点を示す。

表3 遮蔽計算結果

着目計算点	区画*1	判定基準 (単位)	線源(1)の 評価結果	線源(2)の 評価結果*2	合計	判定
管理区域 (単位: $\mu\text{Sv/h}$ )						
P <sub>1</sub>	I	$\leq 6$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	1.96	1.55	3.51	良
P <sub>2</sub>			1.34	0.40	1.74	良
P <sub>3</sub>			1.15	0.22	1.37	良
非管理区域 (単位: $\text{mSv/3月}$ )						
P <sub>4</sub>	-	$\leq 1.3$ ( $\text{mSv/3月}$ )	0.04	0.30	0.34	良
P <sub>5</sub>			0.02	0.07	0.09	良
P <sub>6</sub>			0.02	0.03	0.05	良
P <sub>7'</sub>			0.43	0.10	0.53	良
P <sub>8</sub>			0.01	0.02	0.03	良
P <sub>9</sub>			<0.01	0.01	0.01	良

\*1 表1に示す区画。なお、区画「-」は非管理区域の計算点を示す。

\*2 運転後の燃料移動時間10分を考慮



図1 (1) 着目計算点の位置 (実験棟1F ; P<sub>1-3, 8, 9</sub>)

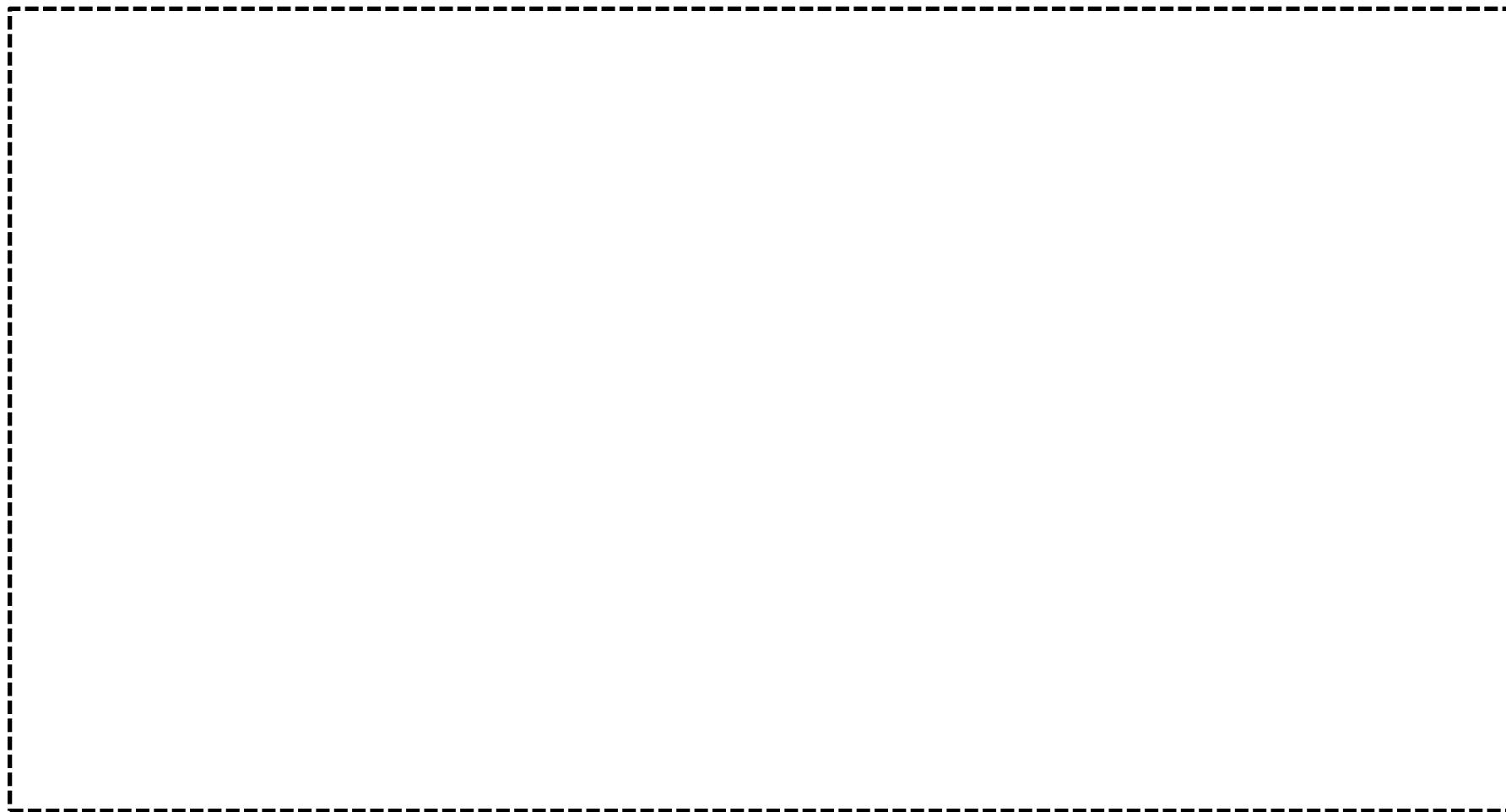


図1 (2) 着目計算点の位置 (実験棟2F ; P<sub>4-6</sub>)



図1 (3) 着目計算点の位置 (実験棟3F ; P<sub>7</sub>)



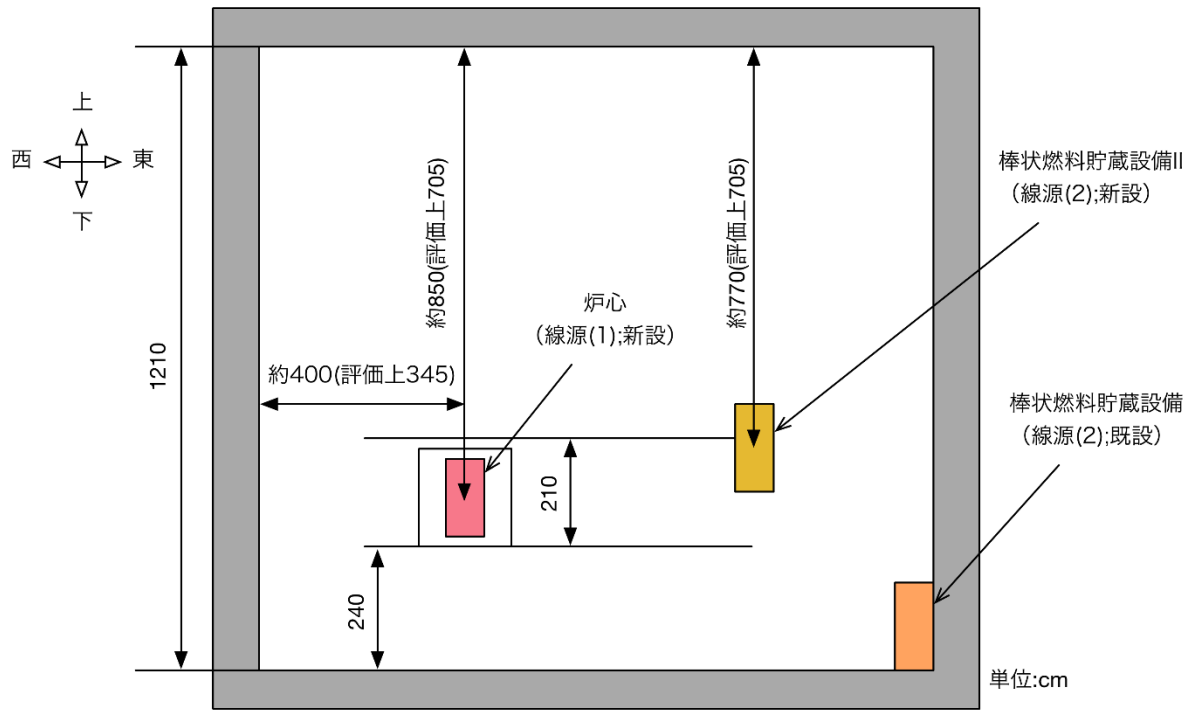


図2 炉室(S)内線源配置図

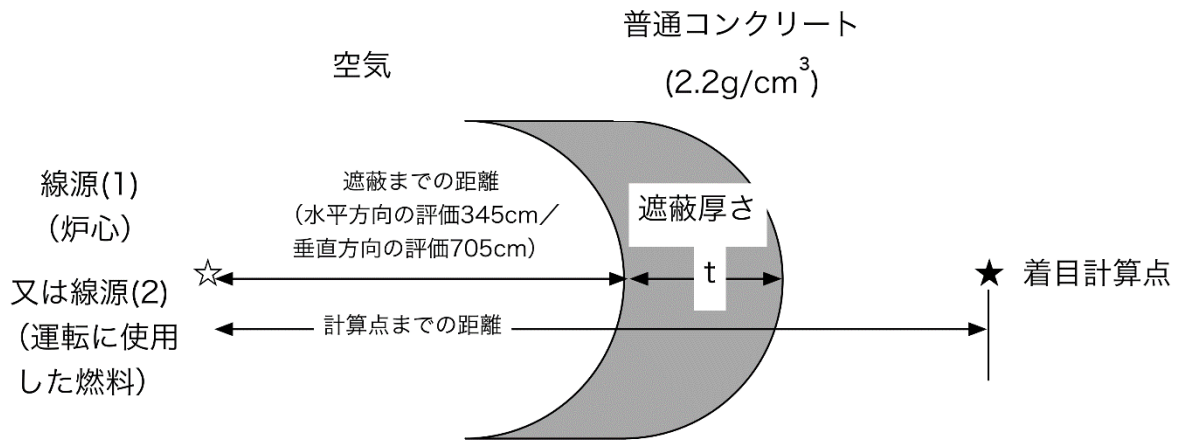


図3 遮蔽計算モデル (炉心)

(1次元球体系)

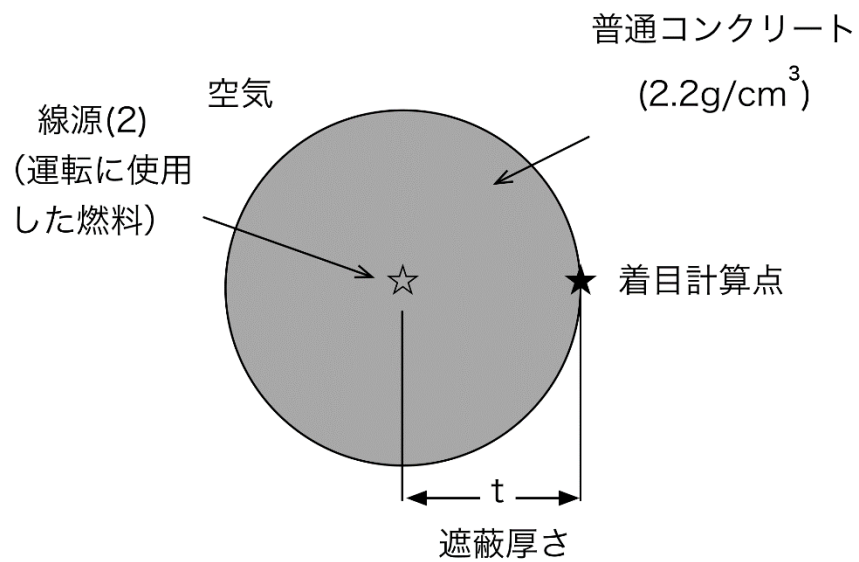


図4 遮蔽計算モデル（棒状燃料収納容器（着目計算点 $P_{\gamma}$ 'を除く））

（1次元球体系）

## 6. 安全施設、安全設備の機能維持等(第5条、第13条)の適合性説明書

添付書類 III-6-1 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書

空白頁

添付書類

Ⅲ－６－１ 安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書

## 目 次

1. 概要 ..... 添Ⅲ-6-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-6-1-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-6-1-2

## 1. 概要

本説明書は、STACY施設を「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第5条（機能の確認等）及び第13条（安全設備）の要求事項に適合させるための設計方針について説明するものである。

## 2. 基本方針

### (1) 機能の確認等

技術基準規則第5条の要求に適合するよう、STACYの更新により新たに施設する原子炉容器その他の原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理が、その安全機能の重要度に応じ適切な方法により原子炉の運転中又は停止中にできるように設計する。

なお、新たに施設する設備は既存の設備の機能の確認等に支障がないよう設置すること及び第5条の要求に施設時からの変更はないことから、既設の設備をそのまま使用する設備に関する適合性説明は省略する。

### (2) 安全設備

技術基準規則第13条第1項の規定により、安全設備を以下に掲げる各号の要求事項に適合するよう施設する。

なお、設計基準事故及び設計基準事故に至るまでの間に想定される環境条件において、その損壊又は故障その他の異常により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを生じさせるものではないが、STACY施設の安全設備として、設置(変更)許可において安全上の機能別重要度分類をクラス2（PS-2、MS-2）とした構築物、系統及び機器（ただし、炉心タンクを除く。）を考慮する。また、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備としては、MS-2のうち異常状態の緩和を果たす原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる安全保護系の「核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」とする。

第1号の要求に適合するよう、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備は、STACY施設及びTRACY施設の間で共用及び接続しない設計とする。

第2号の要求に適合するよう、技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備は、構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても所定の安全機能を達成できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能の性質、構造及び動作原理等を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保する設計とする。

第3号の要求に適合するよう、安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に予想される環境条件に対して十分余裕をもって耐えられ、その機能が維持できるよ

うに設計する。

第4号の要求に適合するよう、安全設備が火災により損傷を受けるおそれがある場合には、以下による。なお、本設工認における消火設備の申請対象範囲は、技術基準規則第13条第1項第4号の要求事項に基づき安全設備の設置場所とする。

- ・火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用する。
- ・必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備を設ける。
- ・火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずる。

第5号の要求に適合するよう、上記の消火を行う設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

第6号の要求に適合するよう、安全設備はS T A C Y施設内部で発生が想定される飛来物により損傷を受け、S T A C Y施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずることにより、安全性を損なうおそれがないように設計する。

### 3. 詳細設計方針・内容

#### (1) 機能の確認等

新たに施設するS T A C Y施設の安全を確保する上で必要な設備の健全性及び能力を確認するために、原子炉の運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検及び試験又は検査を実施できるよう外観の確認及び分解・開放による内部確認並びに機能・性能の確認ができる構造とする。構造・強度の確認又は内部構成部品の確認が必要な設備については、原則分解・開放が可能な設計とし、機能・性能の確認、各部の経年劣化対策及び日常点検を考慮することにより、分解・開放点検が不要なものについては外観の確認のみが可能な設計とする。単体作動試験による機能・性能の確認のほか、所用の系統機能・性能を確認する必要のある設備については、系統試験及び漏えい確認が可能な設計とする。具体的には、以下の機器種別毎に示す保守点検及び試験又は検査が実施可能な設計とする。

##### a. タンク（炉心タンク、ダンプ槽）

- ・外観の確認が可能な設計とする。
- ・内部の確認が可能なように、マンホール等を設ける設計とする。
- ・系統試験による機能・性能及び漏えい確認が可能な設計とする。
- ・ダンプ槽については、水量、電導度が確認できる設計とする。

##### b. 格子板

- ・外観の確認が可能な設計とする。



c. 駆動装置等

(起動用中性子源、最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチの駆動装置、安全板駆動装置、可動装荷物駆動装置の駆動装置)

- ・ 外観の確認が可能な設計とする。
- ・ 分解・開放が可能な設計とする。
- ・ 単体作動試験による機能・性能の確認が可能な設計とする。

d. 給排水系

(ポンプ、弁、配管)

- ・ 外観の確認が可能な設計とする。
- ・ 分解・開放が可能な設計とする。ただし、配管を除く。
- ・ 系統試験による機能・性能及び漏えい確認が可能な設計とする。

e. 計測制御系統施設

(最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ、排水開始スイッチ、監視操作盤、モニタ盤、サーボ型水位計、高速流量計、低速流量計、炉心温度計、ダンプ槽温度計、ダンプ槽電導度計、安全保護回路、インターロック、警報回路)

- ・ 外観の確認が可能な設計とする。
- ・ 特性又は機能・性能検査が可能で、校正ができる設計とする。
- ・ 設定値確認ができる設計とする。
- ・ ロジック回路動作確認ができる設計とする。

f. 支持構造物等

(格子板フレーム、実験装置架台及び移動支持架台、検出器配置用治具、安全板、ガイドピン、未臨界板、可動装荷物駆動装置の案内管、棒状燃料収納容器及び架台、炉室フード、固体廃棄物保管室 (I)、(II) 及び $\beta$ ・ $\gamma$  固体廃棄物保管室)

- ・ 外観の確認が可能な設計とする。

g. 炉心を形成する機器等

- ・ 原子炉の運転による性能確認が可能な設計とする。

h. 消火設備等

(消火設備、安全避難通路等、通信連絡設備)

- ・ 外観の確認が可能な設計とする。
- ・ 単体作動試験による機能・性能の確認が可能な設計とする。

## (2) 安全設備

技術基準規則第13条第1項各号への適合に係る設計内容は、以下のとおりである。

### <第1号>共用

技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備（原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる安全保護系の「核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、STACY施設及びTRACY施設の間で共用しない。

### <第2号>多重性又は多様性の確保、及び独立性

技術基準規則第2条第2項第28号ロに掲げる安全設備（原子炉停止系の「安全板装置」及び「急速排水弁」並びに原子炉停止系への停止信号の発生に係わる安全保護系の「核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、以下のように、想定される単一故障及び外部電源が利用できない場合を仮定しても所定の安全機能を達成できるよう、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を有する設計とする。

#### 原子炉停止系

- ・異常時には、スクラム信号により安全板装置による「安全板の落下」と排水系の急速排水弁の開による「炉心タンクからの排水」により原子炉を停止する、多様性及び独立性を確保した設計とする。
- ・「安全板装置」は、電源が喪失した場合でも、電磁石の消磁により、炉心タンク内に安全板を重力落下させるフェイルセーフ機構とする。
- ・「急速排水弁」は、2系統並列に設置して多重性を確保するとともに、圧縮空気で駆動し、圧縮空気又は電源が喪失した場合、スプリング反力により開放されるフェイルセーフ機構とする。

#### 安全保護系

- ・「安全保護系の核計装設備」は、異常な中性子束を検知し、安全保護回路を介して原子炉の緊急停止動作を自動的に開始させる。単一故障等が発生しても機能喪失しないように、2系統構成の多重性を有する設計とする。また、外部電源が利用できない場合においても所定の安全機能を達成できるよう、独立性を有する2系統の無停電電源装置から2系統の核計装設備に系統区分毎に給電する。独立性については、技術基準規則第22条（安全保護回路）の安全保護系を構成するチャンネルとしての独立性の確保への適合性を含めて第3回申請で示す。
- ・「最大給水制限スイッチ」は、異常な水位上昇を検知したときは、安全保護回路を介して原子炉の緊急停止動作を自動的に開始させる。単一故障等が発生しても機能喪失し

ないように、水面検知素子を2系統とした多重性を有する設計とする。また外部電源が利用できない場合においても所定の安全機能を達成できるよう、独立性を有する2系統の無停電電源装置から2系統の水面検知回路へ系統区分毎に給電する。独立性については、技術基準規則第22条（安全保護回路）の安全保護系を構成するチャンネルとしての独立性の確保への適合性を含めて第3回申請で示す。

- ・「安全保護回路」（安全保護系のうち、スクラム回路、スクラム遮断器及びこれらの監視装置部分）の多重性又は多様性の確保、及び独立性については、安全保護系としての技術基準規則第22条（安全保護回路）への適合性と合せて第3回申請で示す。

#### <第3号> 環境条件

安全設備の設計条件については、想定される環境条件においても十分な余裕をもって機能維持できるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等の各種の環境条件を考慮し、十分安全側の設計条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。なお、STACYの炉心タンクは上部が開放されているため、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時においても炉心タンク等の圧力が上昇するおそれはなく、また、熱出力が低いことから、減速材等の温度の上昇及び放射線量の上昇も極めて小さい。

#### <第4号> 火災による損傷防止

施設内で火災が発生した場合の安全設備の損傷により、原子炉施設の安全性を損なわないよう、原子炉の停止機能及び停止状態維持機能を以下のように設計する。

- ・安全保護系は、火災によりケーブル断線となった場合（系の遮断時）に原子炉停止系を自動的に作動させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系のケーブルが火災により断線となった場合、安全板装置は電磁石消磁による安全板の重力落下、排水系はスプリング反力による急速排水弁の開により炉心タンクから排水されるため、原子炉は停止する。
- ・原子炉停止系の作動後は、電源や駆動源がなくても、停止状態が維持される。なお、STACYは、最大熱出力200Wであり、炉心冷却は不要である。

以上の設計により、火災により安全設備が損傷しても原子炉施設の安全性が損なわれるおそれはないが、火災防護対策として以下の措置を講ずる。

##### (1) 火災の発生防止

- ・安全設備には不燃性材料又は難燃性材料を使用

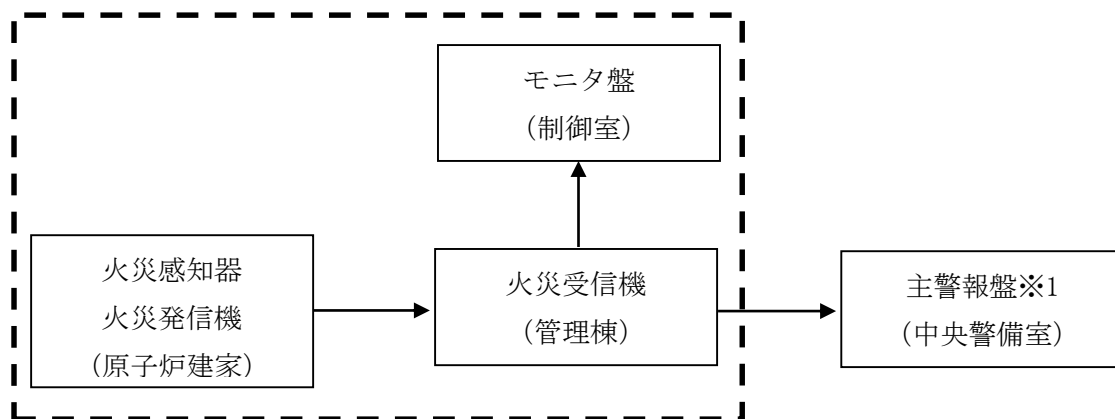
- ・電気設備の保護継電器、避雷設備の設置（避雷設備は設工認第4回（避雷設備）で申請する。）

- ・有機溶媒タンクの気相部の排気及び接地

(2) 火災感知及び消火

- ・STACY施設における火災規模は、その火災原因（電気系統の過電流、静電気を想定）から一般施設と同等であることから、消防法の設置基準に基づき、消火設備（自動火災報知設備、屋内外消火栓設備、連結散水設備、消火器）を設置（ただし、「2. 基本方針」で記載したとおり消火設備の設工認の申請対象範囲は、技術基準規則第13条第1項第4号の要求事項に基づき安全設備の設置場所とする。）

- ・火災発生時は、火災感知器又は火災発信機（火災を発見した人による手動操作）から火災受信機に信号が発信されるとともに、制御室のモニタ盤の警報窓に表示及び発報（図1参照）



自動火災報知設備の申請範囲

※1 自動火災報知設備に係る申請は、原子炉運転中に安全設備が火災により損傷を受けるおそれがある場合に、火災の発生を感知する設備及び火災を発見した人による手動操作により火災の発生を発信する設備に関するものである。夜間休日（原子炉停止中）に火災の発生を知らせる主警報盤は、申請の範囲外とする。なお、主警報盤は、設工認第2回（溶液燃料貯蔵設備）及び設工認第4回（液体廃棄物の廃棄設備）の漏えい検知器の警報発報場所として申請する。

図1 自動火災報知設備の系統図

(3) 火災の影響軽減

- ・電線管によるケーブルの保護及び隔離（設工認第3回（安全保護回路）で申請する。）
- ・有機廃液の貯槽の区画配置及び漏えいがあった場合の堰による漏えい拡大防止（区画配置については平成3年5月2日付け3安（原規）第24号で設計及び工事

の方法の認可を受けたとおりである。堰については設工認第4回（液体廃棄物の廃棄設備）で申請する。）

- ・非常用発電機の燃料タンクの区画配置及び漏えいがあった場合の堰による漏えい拡大防止（区画配置及び堰については平成2年8月23日付け2安(原規)第198号で設計及び工事の方法の認可を受けたとおりである。）
- ・可燃性又は難燃性固体廃棄物は、原則金属製容器に収納保管

#### <第5号> 消火設備の破損等が起きた場合の停止機能維持

消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合でも、以下に示す原子炉停止機能の特徴及び設計考慮から、原子炉を安全に停止できる。

- ・原子炉停止系や安全保護系が、消火設備（屋内外消火栓設備）の破損、誤作動又は誤操作により被水して系が遮断した場合でも、フェイルセーフ設計により、自動的に原子炉をスクラム（安全板挿入及び排水弁開）させる。その停止状態は、電源や駆動源なしに維持される。
- ・制御室に手動スクラムボタンを設け、火災及び消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合に原子炉を安全に停止させる。また、制御室周辺で火災等が発生し、制御室の手動スクラムボタンが使用できない場合においても、制御室外（管理棟）に設ける安全スイッチにより原子炉を安全に停止することができる。
- ・連結散水設備の放水ヘッド及び配管系統は、炉室内に設置しないため、破損、誤作動又は誤操作が発生した場合でも、原子炉停止機能に影響はない。

#### <第6号> 内部飛来物による損傷防止

S T A C Y施設において発生が想定される飛来物としては、高速回転機器である非常用発電機のタービンの破損に伴うものがあるが、2台ある非常用発電機は、いずれも独立した部屋に設置されており、安全設備とは隔離されているので、その飛来物によって安全設備が損傷するおそれはない。

空白頁

## 7. 溢水による損傷の防止（第13条の2）の適合性説明書

添付書類 Ⅲ－7－1 溢水防護についての説明書

空白頁



添付書類

Ⅲ－７－１ 溢水防護についての説明書

## 目 次

1. 概要 ..... 添Ⅲ-7-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-7-1-1
3. 詳細設計方針・内容..... 添Ⅲ-7-1-1

## 1. 概要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第13条の2（溢水による損傷の防止）の要求事項に適合させるための設計方針を説明するものである。

## 2. 基本方針

技術基準規則第13条の2第1項の要求に適合するよう、STACY施設が、施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じる。

技術基準規則第13条の2第2項の要求に適合するよう、STACY施設が、施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じる。

## 3. 詳細設計方針・内容

STACY施設では、以下の詳細設計方針により、原子炉停止系の機能喪失防止及び溢水による臨界の防止が可能な設計となっているため、溢水防護対象設備は選定されない。

### (1) 原子炉停止系の機能喪失防止

施設内における溢水が発生した場合にも安全性を損なわないよう、原子炉の停止機能及び停止状態維持機能を以下のように設計する。

なお、STACYは、最大熱出力が200Wと低いため炉心冷却は不要で、放射性物質の内蔵量が少なく公衆に放射線障害を及ぼすおそれがないので放射性物質の閉じ込め機能の維持は不要である。

- ・安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても原子炉停止系を自動的に作動させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系（「安全板装置」及び「排水系」）は、溢水により電源系統が短絡し、系の遮断が生じても、電磁石消磁により安全板を重力落下させ、圧縮空気供給用の電磁弁消磁によるスプリング反力により急速排水弁を開として軽水を排水させるフェイルセーフ機構とする。
- ・原子炉停止系の作動後は、電源や駆動源がなくても、停止状態が維持される。

### (2) 溢水による臨界の防止

溢水による臨界を防止するため、炉心タンクに水が流入するおそれがないよう、以下のように設計する。

- ・溢水により炉心タンクに給水されないよう、炉心タンクへの給水は地階からポンプの汲み上げにより行う。
- ・炉室内の炉心タンクの上方には水を内包する機器及び配管（上水、プロセス冷却水等）は設置しない。また、火災検知により自動で散水するスプリンクラー設備等の設備はない。
- ・消火活動により炉心タンクに散水する場合においては、炉室に入室（遮蔽扉開）した時点でスクラムにより排水弁開となることから、炉心タンクに散水しても水が溜まることはない。

### (3) 管理区域外への漏えい防止

既設の溶液燃料貯蔵設備は、溶液燃料を内包する容器又は配管の破損によって放射性物質を含む液体があふれ出た場合においても、当該液体の管理区域外への漏えいを防止するため以下のように設計されている。

- ・溶液燃料を取り扱う機器、配管又は貯槽が破損した場合でも、それらを設置するグローブボックス（以下「GB」という。）及び貯槽室の床面をドリフトレイ（既設）とし、当該場所における最大の取扱量又は貯蔵容量を有する機器の単一の破損を想定しても、その全量を保持する設計としている。ドリフトレイの保持量に関する評価を表1に示す。
- ・GB及び貯槽室のドリフトレイには漏えい検知器を設け、漏えいを速やかに検知することができる。また、漏えいした溶液燃料は、真空設備により予備のU溶液貯槽（容量420L）に全量回収可能な設計としている。

表1 GB及び貯槽室ドリフトレイの保持量

破損を想定する機器*1			設置場所のドリフトレイの仕様		
名称	容量 [L]	設置場所	面積 [cm]	高さ [cm]	保持量 [L]
U溶液校正 ポット*2	12	溶液燃料貯蔵設備 グローブボックス(I)	50×250	9	110
ノックアウト ポット (I) *2	12				
U溶液貯槽	420	溶液貯蔵室-7	410×390	10	1500
		溶液貯蔵室-9	410×670	10	2700

\*1：設置場所における最大の取扱量又は貯蔵容量を有する機器。

\*2：U溶液校正ポットとノックアウトポット（I）は同一GB内（溶液燃料貯蔵設備グローブボックス(I））に設置しており、溢水源としてはどちらか一方の破損を想定する。

既設の液体廃棄物の廃棄設備は、放射性物質を含む液体（液体廃棄物）があふれ出た場合でも、当該液体の管理区域外へ漏えいを防止するように設計されている。なお、液体廃棄物の廃棄設備の堰及び漏えい検知器の設計仕様については、第4回申請で示す。

空白頁

## 9. 炉心及び反応度制御（第4条、第14条、第23条）の適合性説明書

- 添付書類 III-9-1 炉心等についての説明書
- 添付書類 III-9-2 反応度制御についての説明書
- 添付書類 III-9-3 反応度制御についての評価書

空白頁



添付書類

Ⅲ－９－１ 炉心等についての説明書

## 目 次

1. 概 要 ..... 添Ⅲ-9-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-9-1-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-9-1-1

## 1. 概 要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第14条（炉心等）の要求事項に適合させるための設計方針及び適合性確認の基本方針を説明するものである。

なお、減速材及び反射材には軽水を用いるため、それらに係る構造上の要求事項は適用外とする。また、炉心は冷却を必要とせず、減速材及び反射材の給水速度も低く流れの乱れや渦も生じないことから、高サイクル疲労を生じさせるおそれのある振動は発生しない。このため、第3項の規定は適用外とする。

## 2. 基本方針

技術基準規則第14条第1項の要求に適合するよう、燃料体及び炉内構造物は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持できるものとする。

技術基準規則第14条第2項の要求に適合するよう、燃料体及び炉内構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体及び炉内構造物に加わる負荷に耐えるものとする。

## 3. 詳細設計方針・内容

### <技術基準規則第14条第1項>

既設のものをそのまま使用する棒状燃料については、技術基準規則の要求事項に施設時からの変更はなく、更新により運転時の圧力条件は下がること、温度及び放射線につき想定される条件は変わらないことから、要求事項に適合する設計となっている。

棒状燃料の自重を支持する定盤並びに炉内構造物（格子板フレーム、格子板）及びその支持構造物（フレーム台座、格子板フレーム受座）の運転時の圧力、温度及び放射線の条件は、材料の物理的及び化学的性質に著しい影響を及ぼすほど厳しいものではないため、施設に属する容器、管、ポンプ、弁並びにこれらを支持する構造物と同様に、技術基準規則第7条の規定に係る細則として定められた「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15科原安第13号）」の材料に係わる規定に準じて選定を行う。

### <技術基準規則第14条第2項>

既設のものをそのまま使用する棒状燃料については、技術基準規則の要求事項に施設時からの変更はなく、更新により附加荷重として想定する最高使用圧力、地震力は下がることから、要求事項に適合する設計となっている。

炉内構造物（格子板フレーム、格子板）及びその支持構造物（フレーム台座、格子板

フレーム受座) の、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の炉内構造物に加わる負荷に耐えるものであることの適合性説明及び適合性確認結果は、「添付書類 1. 地震による損傷の防止 (第5条の2、第6条) の適合性説明書」に示す。

添付書類

Ⅲ－９－２ 反応度制御についての説明書

## 目 次

1. 概 要 .....	添Ⅲ-9-2-1
2. 基本方針 .....	添Ⅲ-9-2-1
3. 詳細設計方針・内容 .....	添Ⅲ-9-2-2
<b>【参考資料】</b>	
ダンプ槽加熱ヒータ等の故障時影響評価 .....	添Ⅲ-9-2-8

## 1. 概要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第4条（試験研究用等原子炉施設の機能）及び第23条（反応度制御系統及び原子炉停止系統）の要求事項に適合させるための設計方針及び適合性確認の基本方針を説明するものである。

## 2. 基本方針

### (1) 原子炉施設の機能

技術基準規則第4条の要求に適合するよう、STACY施設は、通常運転時において原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御でき、かつ、運転時の異常な過渡変化時においても原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものとする。

なお、原子炉固有の出力抑制特性を有することの要求事項については、臨界実験装置としてのSTACY施設は、原子炉停止系（「安全板装置」及び「排水系」）並びに安全保護系（「安全保護系の核計装設備」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」）の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成するため、安全を確保する上で支障がないため適用外とする。

### (2) 反応度制御系統及び原子炉停止系統

技術基準規則第23条第1項の規定により、通常運転時において、燃料の健全性を損なうおそれがないように反応度を制御できるよう、反応度制御系統を以下に掲げる各号に適合するよう施設する。

第1号の要求に適合するよう、通常運転時に予想される温度変化、実験物（構造材料その他の実験のために使用されるものをいう。以下同じ。）の移動その他の要因による反応度変化を制御できるものとする。なお、STACYの運転により生成するキセノンの反応度変化は無視できる。

第2号の要求については、反応度制御に制御棒を用いないので適用外である。

技術基準規則第23条第2項の規定により、原子炉停止系を以下に掲げる各号に適合するよう施設する。

第1号の要求に適合するよう、制御棒その他の反応度を制御する設備による二以上の独立した系統を有するものとする。

第2号の要求に適合するよう、運転時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料の健全性を損なうおそれがなく原子炉を未臨界に移行することができ、

かつ、未臨界を維持できるものとする。

第3号の要求に適合するよう、S T A C Y施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、速やかに原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できるものとする。

第4号の要求に適合するよう、一つの安全板が固着した場合においても、前2号の要求に適合する機能を有するものとする。

技術基準規則第23条第3項の要求に適合するよう、制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものを用いる。

技術基準規則第23条第4項の規定により、制御材駆動設備を以下に掲げる各号に適合するよう施設する。

第1号の要求に適合するよう、原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動し得るものとする。

第2号の要求に適合するよう、制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものとする。

第3号の要求に適合するよう、安全板の落下その他の衝撃により燃料体、安全板その他の設備を損壊することがないものとする。

技術基準規則第23条第5項の要求については、炉心冠水維持及び炉心の冷却機能を必要としないため適用外である。

技術基準規則第23条第6項の要求に適合するよう、原子炉停止系統を反応度制御系統と共用する場合には、反応度制御系統を構成する設備の故障が発生した場合においても通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できるものとする。

### 3. 詳細設計方針・内容

#### (1)原子炉施設の機能

<技術基準規則第4条>原子炉施設の機能

S T A C Y施設は、既設の起動用中性子源（約74GBq のAm-B e）を用いて原子炉を起動し、給排水系による水位制御にて原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。なお、起動用中性子源による反応度変化は無視できる。

このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策（運用制限）を講じ



る。

- ・構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水（海水による全水没）を想定しても未臨界が確保できる範囲に限定する。
- ・炉心構成作業は、安全板（又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の未臨界板）が炉心に挿入されている状態で行う。

STACYでの実験炉心は、設置(変更)許可を受けた炉心構成、核的制限値及び炉心特性の範囲内において、実験計画に基づき、格子板及び炉心に装荷する機器等を選定し、核的制限値を満足するよう設計する。実験炉心は、炉心タンク内の格子板に棒状燃料等を配列した後、減速材及び反射材（軽水）を給水することにより構成する。また、実験炉心を構成する前に原則として計算解析を実施し、核的制限値や炉心特性範囲を満足していることを確認する。設置(変更)許可を受けた炉心構成条件の範囲内であれば正の反応度係数の絶対値は小さい。また、安全保護系（熱出力変化の早期検知）及び原子炉停止系（1.5秒以内の安全板挿入他）により出力上昇が制限されることで、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心を許容できる設計とする。STACYの運転中（最大200W）の温度変化は小さく、事故時でも温度上昇は小さいため（棒状燃料温度は7℃程度、減速材温度は1℃程度）、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心においても十分な安全性を有する。

なお、炉心構成に関わる具体的な設計仕様については、本申請第1編I. 炉心で示す。また、安全板をその炉心内に落下させた場合の反応度抑制効果の評価に関する基本方針及び評価結果について、添付書類「Ⅲ-9-3 反応度制御についての評価書」で示す。

## (2) 反応度制御系統及び原子炉停止系統

### <技術基準規則第23条第1項> 反応度制御系統

STACY施設の反応度制御系として、制御設備の給排水系を施設する。給排水系は、通常運転時に予想される実験用装荷物（可動式）の位置変化による反応度変化を調整し、所要の運転状態に維持し得る設計とする。炉心に装荷する実験物のうち、可動装荷物の反応度値は0.3ドル以下に制限され、また、可動装荷物駆動装置は、駆動速度を最大反応度添加率3セント/s以下に相当する速度以下に制限できる設計とする。さらに、給水による反応度添加と、可動装荷物の移動による反応度添加は、同時に行えない設計とする。（運転制御用インターロック）万一、給水中に可動装荷物の誤動作又は急速な移動が発生した場合でも、可動装荷物の反応度値は0.3ドル以下に制限され、また、給水により炉心に添加される反応度は給水停止スイッチにより0.3ドル以下に制限されるので、炉心の過剰反応度は0.6ドル以下である。したがって、最大過剰反応度0.8ドル以下を満足する。

なお、STACYの熱出力は最大でも200Wと低く、通常運転時の温度変化は小さい。総合的な反応度フィードバックが正となる炉心においても温度上昇により添加される正の反応度は小さい。STACYの運転により生成するキセノンの反応度変化は無視できる。

STACYの反応度制御は、制御棒ではなく炉心タンクの水位制御（給排水）により行う。このため、原子炉停止系（排水系）の停止能力と併せて、想定される異常な給水が発生しても、燃料の健全性を損なうことのない設計とする。炉心の反応度は、炉心タンクに給水した軽水の水位で制御される。したがって、反応度制御設備の給水系と計測制御系統施設の給水停止スイッチ、排水開始スイッチ及び最大給水制限スイッチにより、想定されるいかなる場合でも、臨界超過水位を最大過剰反応度に相当する水位（炉心によって異なる。）以下に制限することにより、最大過剰反応度を担保する。給水停止スイッチの給水停止素子の上限位置は、反応度添加量が0.3ドル以下に制限されるよう設定し、水位検知により給水を停止する。（運転制御用インターロック）また、給水停止スイッチの上方に位置する排水開始スイッチは、給水停止スイッチの設定水位を超える水位変化を検知し、排水系の急速排水弁を開いて炉心タンク内の水位異常を抑制する。（運転制御用インターロック）さらに、排水開始スイッチの上方に設定する最大給水制限スイッチ（安全保護系）の上限位置は、最大過剰反応度が0.8ドルに相当する水位以下に制限されるよう設定する。したがって、給水停止スイッチの故障等により異常な給水が発生しても、排水開始スイッチ及び最大給水制限スイッチにより動作する排水系の機能とあいまって臨界超過水位は最大過剰反応度に相当する水位を超えることはない。

#### <技術基準規則第23条第2項>原子炉停止系統

STACY施設は、運転状態から炉心を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できる機構の異なる二つの独立した原子炉停止系統として、安全板装置と排水系を有する設計とする。スクラム時には安全板装置の安全板が重力落下するとともに、排水系の急速排水弁を開くことにより炉心タンクから軽水を排水する。

通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉停止系の「安全板の重力落下による負の反応度投入」と「急速排水弁の開による排水」のうち少なくとも一つが作動することにより、燃料の健全性を損なうおそれがなく速やかに炉心を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できる設計とする。なお、STACY施設で選定する設計基準事故は「棒状燃料の機械的破損」及び「溶液燃料の漏えい」であり、原子炉停止系による未臨界への移行及び未臨界維持に関係しない。

安全板は、炉心構成に応じて必要な枚数（2～8枚）を挿入できる設計とする。運転状態において反応度価値の最も大きい1枚が挿入できない場合においても、炉心を未臨界に移行することができる設計とする。安全板による停止時の中性子実効増倍率は0.985以下とし、反応度価値が最大の1枚が挿入不能な場合でも0.995以下とする。

なお、安全板を炉心内に落下させた場合の反応度抑制効果の評価に関する基本方針及び評価結果については、添付書類「Ⅲ－9－3 反応度制御についての評価書」で示す。

#### <技術基準規則第23条第3項>制御材

安全板は、制御材としての板状カドミウムをステンレスで被覆した構造とする。S T A C Yの運転時の圧力、温度及び放射線の条件は、これらの材料の物理的及び化学的性質に著しい影響を及ぼすほど厳しいものではないため、施設に属する容器、管、ポンプ、弁並びにこれらを支持する構造物の材料と同様に、技術基準規則第7条の規定に係る細則として定められた「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（15科原安第13号）」（以下「構造等の技術基準」という。）の材料に係わる規定に準じて選定を行う。

#### <技術基準規則第23条第4項>制御材駆動設備

制御材駆動設備の給排水系は、運転時には、高速給水系又は低速給水系で炉心タンクに給水することにより炉心に正の反応度を添加し、通常排水弁を開き排水することにより炉心に負の反応度を添加する。このとき、高速給水系と低速給水系から同時に給水を行えない設計とする。（運転制御用インターロック）反応度添加率は、炉心タンク内の軽水の水位上昇速度により制御される。したがって、低速給水系による給水流量を、最大反応度添加率に相当する給水流量以下に制限できるよう、0～150 ℓ/min の範囲で調整可能な設計とする。また、低速給水系の給水において、低速給水バイパス弁の閉塞が発生した場合でも、炉心タンクへの給水流量を175 ℓ/min 以下になるよう制限する。排水系においては、その配管径を給水系のそれよりも太くする等により、給水系の故障等による異常な給水があった場合でも確実に排水されるように設計する。スクラム時には、給水ポンプの停止、給水吐出弁及び流量調整弁の閉止により炉心タンクへの給水が停止するとともに、急速排水弁及び通常排水弁の開により炉心タンクから排水する。

給水吐出弁及び流量調整弁は、直列に設置され、共に圧縮空気で駆動し、圧縮空気又は電源が喪失した場合、スプリング反力により閉止するフェイルセーフの機構である。急速排水弁及び通常排水弁は、並列に設置され、共に圧縮空気で駆動し、圧縮空気又は電源が喪失した場合、スプリング反力により開放されるフェイルセーフの機構である。

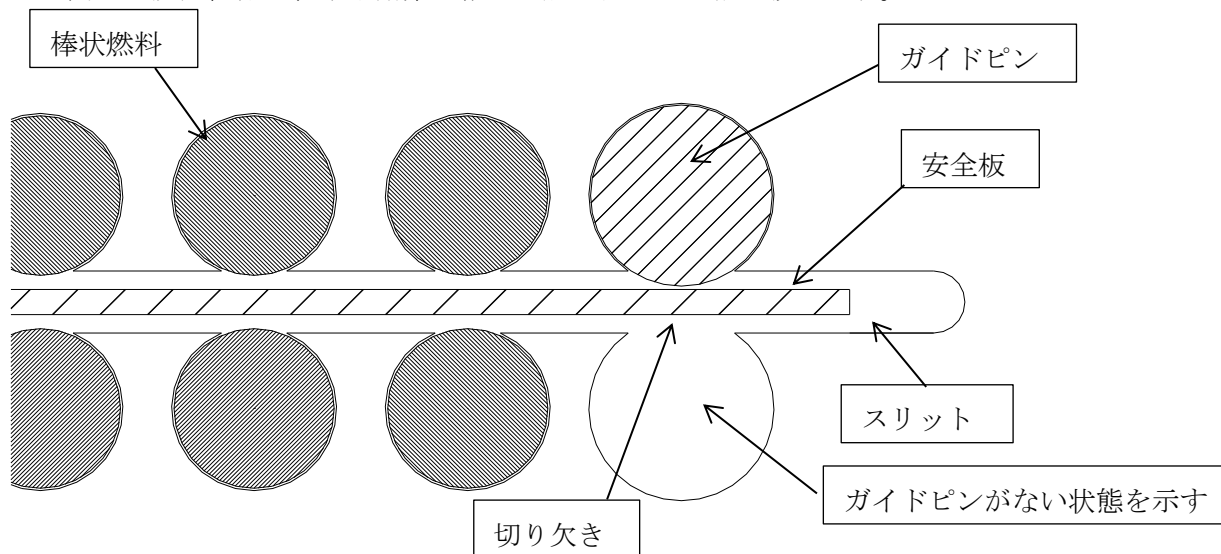
なお、給水系により給水する場合の正の反応度添加率の評価に関する基本方針及び評価結果については、添付書類「Ⅲ-9-3 反応度制御についての評価書」で示す。

制御材駆動設備の安全板駆動装置は、スクラム時に安全板を保持する電磁石を消磁して、安全板を重力落下により炉心内に挿入する。安全評価においては、落下による挿入時間を1.5秒として評価し、運転時の異常な過渡変化時において原子炉を安全に停止できることを確認している。このため、安全板の挿入時間が1.5秒以内となるように設計する。なお、安全板装置については、モックアップ試験を実施して挿入時間を含めた作動性の確認及び耐久性の確認を行っている。

このように、安全板は重力による落下で挿入するため動力を必要としない。

安全板は、下端を上段格子板のスリットに挿入した状態で待機する。この状態から、落下時に安全板が中段格子板のスリットや燃料体と干渉せず確実に挿入されるよう、スリットに切り欠きを設け、ガイドピンの一部をスリット中央部にせり出した構造とする。なお、安全板は、下段格子板を通過することなく下段格子板の上方で停止する。

具体的な炉心構成に応じたスリット幅、燃料棒間隔及びガイドピン間隔等の挿入性に関わる設計仕様は、本申請第1編Ⅰ. 炉心及びⅣ. 格子板で示す。



<技術基準規則第23条第6項>原子炉停止系統・反応度制御系統の共用

原子炉停止系の排水系は、反応度制御系の給排水系と配管の一部を共用するが、給排水系の故障が発生した場合においても、排水系の配管を太くすることにより排水能力が給水能力を上回る設計とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に炉心を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できる設計とする。

なお、STACY施設で選定する設計基準事故は「棒状燃料の機械的破損」及び「溶液燃料の漏えい」であり、原子炉停止系による未臨界への移行及び未臨界維持に関係しない。

## 参考資料

## ダンプ槽加熱ヒータ等の故障時影響評価

### 1. 概要

ダンプ槽、給水系及び炉心タンクには温度調節機能を有する電気ヒータを設置し、軽水の昇温運転時にダンプ槽は昇温及び保温を、給水系及び炉心タンクは予熱及び保温を行う。正の炉心温度反応度係数を有する炉心においては、これらの電気ヒータの故障により炉心温度が上昇し、正の反応度が添加される場合がある。

本書では、電気ヒータの故障が炉心に与える影響を評価した。

### 2. 電気ヒータの設計仕様

ダンプ槽加熱ヒータ、給水系配管予熱ヒータ、炉心タンク予熱ヒータの設計仕様を表2-1に示す。

表2-1 各種ヒータの設計仕様

名 称	定格出力	基 数
ダンプ槽加熱ヒータ	20.0 kW	2
給水系配管予熱ヒータ	0.4 kW	1
	1.1 kW	1
	0.6 kW	1
	0.5 kW	1
	0.2 kW	2
	1.0 kW	2
炉心タンク予熱ヒータ	1.3 kW	1
	2.4 kW	1
合 計	48.7 kW	12

### 3. 計算方法

計算に当たっては、表2-1に示す全てのヒータが故障し、軽水が加熱される場合を想定する。このとき、炉心の温度上昇率が大きくなるよう軽水の質量は、最小炉心を仮定する。

(1) 全てのヒータが故障した場合の温度上昇率

$$\Delta T = \frac{Q}{m \times c} = \frac{50 \times 10^3}{1.53 \times 10^6 \times 4.18} = 7.83 \times 10^{-3} \cong 8.0 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}$$

ここで、

Q : 熱量 (50 kW × 1 s = 50 × 10<sup>3</sup> J) 【全てのヒータの定格出力の合計値を切上げ】

m : 水の質量 (1.53 × 10<sup>6</sup> g) 【最小炉心の軽水質量。直径180cm、高さ60cm  
(最低臨界水位40cm + 炉心タンク下部水位20cm)】

c : 水の比熱 (4.18 J/(g・K))

(2) 温度上昇による反応度添加率

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\alpha_{TM} \times \Delta T}{\beta} \times 100 = \frac{3.8 \times 10^{-4} \times 8.0 \times 10^{-3}}{6.8 \times 10^{-3}} \times 100 = 4.47 \times 10^{-2}$$
$$\cong 4.5 \times 10^{-2} \text{ セント/s}$$

ここで、

$\alpha_{TM}$  : 減速材温度反応度係数 (+3.8 × 10<sup>4</sup> Δk/k/°C)

$\beta$  : 実効遅発中性子割合 (6.8 × 10<sup>-3</sup>)

【STACY 原子炉設置変更許可申請書 添付書類八 8-別1-3-33】

#### 4. 評価

ダンプ槽加熱ヒータ等の全てのヒータが故障した場合の温度上昇率は、約8.0 × 10<sup>-3</sup> °C/s である。このとき、この温度上昇による反応度添加率は、最大の正の炉心温度反応度係数 (+3.8 × 10<sup>-4</sup> Δk/k/°C、 $\beta$  = 6.8 × 10<sup>-3</sup>) を仮定しても4.5 × 10<sup>-2</sup> セント/s であり、核的制限値の3セント/s と比べて十分小さい。

したがって、ダンプ槽加熱ヒータ等が故障した場合でも、STACY施設の安全性に影響はない。

空白頁



添付書類

Ⅲ－９－３ 反応度制御についての評価書

- (1) 炉心の核的設計計算書作成の基本方針
- (2) 基本炉心（１）の核的設計計算書

空白頁

添付書類

Ⅲ－９－３－(1) 炉心の核的設計計算書作成の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-1
2. 基本方針 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-1
2.1 炉心構成の条件.....	添Ⅲ-9-3-(1)-1
2.2 構成してはならない炉心の識別.....	添Ⅲ-9-3-(1)-2
3. 評価条件及び判定基準 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-2
3.1 炉心の条件 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-2
3.2 過剰反応度 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-2
3.3 給排水系による最大反応度添加率.....	添Ⅲ-9-3-(1)-2
3.4 安全板による停止時の中性子実効増倍率.....	添Ⅲ-9-3-(1)-3
3.5 炉心特性 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-3
4. 計算方法 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-4
参考文献 .....	添Ⅲ-9-3-(1)-4

## 1. 概要

S T A C Yの炉心は、炉心構成及び核的制限値並びに炉心特性の範囲内において、実験計画に基づき、炉心タンク内の格子板フレームに取り付けた格子板に棒状燃料及び実験用装荷物（配列式）を垂直になるように配列した後、減速材及び反射材として軽水を炉心タンクに給水することにより構成する。格子板及び格子板フレームは、実験の目的に応じて異なるものを製作し、交換して使用する。棒状燃料は、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。このとき、炉心の平均<sup>235</sup>U濃縮度（炉心に装荷した全棒状燃料の平均濃縮度）は10wt%以下とする。また、実験用装荷物は、実験の目的に応じて異なるものを製作し、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。減速材は、格子間隔の異なる格子板の使用又は格子板へ実験用装荷物（ボイド模擬体ほか）を配列することにより、減速材対燃料ペレット体積比（炉心平均）を0.9以上11以下の範囲で変化させる。軽水には、実験計画に応じて可溶性中性子吸収材を添加する。S T A C Yで構成する炉心は、臨界水位が棒状燃料の有効長下端より40cm以上140cm以下の範囲とする。ただし、未臨界炉心（140cm超の給水によっても臨界とならない炉心）においては水位が140cm以下とする。

S T A C Yの反応度制御は、給排水系及び安全板駆動装置を用いて行う。給排水系は、炉心タンクに制御材（軽水）を給水することにより正の反応度を添加する機能並びに炉心タンクから制御材（軽水）を排水することにより負の反応度を添加する機能を有する。安全板駆動装置は、安全板を炉心内に落下させることにより負の反応度を添加する機能を有する。

本書は、炉心タンクに制御材（軽水）を給水する場合の正の反応度添加率の評価並びに安全板を炉心内に落下させた場合の反応度抑制効果の評価に関する基本方針、これらの評価条件及び評価方法を示すものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 炉心構成の条件

S T A C Yで構成する炉心は以下の主要な核的制限値を満足するよう構成する。

- |     |                    |       |          |
|-----|--------------------|-------|----------|
| (1) | 最大過剰反応度            | 0.8   | ドル       |
|     | 最大添加反応度            | 0.3   | ドル       |
| (2) | 臨界近傍における最大反応度添加率   | 3     | セント/s 以下 |
| (3) | 安全板による停止時の中性子実効増倍率 |       |          |
|     | 全数挿入時              | 0.985 | 以下       |
|     | ワンロッドスタック(*)時      | 0.995 | 以下       |

(\*)最大反応度値を有する安全板1枚が挿入不能なとき

また、炉心は、その特性が表1及び表2に示す範囲になるよう構成するものとする。

## 2.2 構成してはならない炉心の識別

炉心を構成するときには、実験計画に応じて炉心を構成する範囲を決定し、2.1に示した炉心構成の条件を満足していることを、原則として計算解析により評価し、確認する。評価条件及び判定基準の詳細は本書の3章以降に示す。このとき、計画した範囲内に炉心構成の条件を満足しない炉心が確認されたときは、当該炉心を「構成してはならない炉心」として特定し、炉心構成範囲外として識別する。

上記の手続きは、保安規定に定め、遵守する。

## 3. 評価条件及び判定基準

### 3.1 炉心の条件

本書に示す基本方針に従って評価する炉心の臨界水位の制限値は40cm以上140cm以下の範囲である。また、制御材は、軽水及びこれに可溶性中性子吸収材を付加したものとし、ウラン棒状燃料の $^{235}\text{U}$ 濃縮度は10 wt%以下とする。

### 3.2 過剰反応度

STACYでは、計測制御系統施設のプロセス計装設備である最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチにより、炉心に給水される軽水の水位を制限することによって、過剰反応度に関する制限を担保する。最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチによる水位制限について図1に示す。

最大給水制限スイッチの上限位置は、給水系の吐出弁の閉動作時間（1 s）及び低速給水系による水位上昇速度（最大1 mm/s）並びに最大給水制限スイッチの水面検出誤差（ $\pm 1.5$  mm）を考慮して、最大過剰反応度（0.8 ドル）に相当する臨界超過水位よりも下方に制限する。

同様に、給水停止スイッチの上限位置は、給水系の吐出弁の閉動作時間（1 s）及び低速給水系による水位上昇速度（最大1 mm/s）並びに給水停止スイッチの水面検出誤差（ $\pm 1.5$  mm）を考慮して、最大添加反応度（0.3 ドル）に相当する臨界超過水位よりも下方に制限する。

なお、STACYの炉心は、水位反応度係数が6 セント/mm（ $=6.0 \times 10^{-2}$  ドル/mm。表1参照）以下になる範囲で構成することから、図1に示すとおり、もともと水位反応度係数が大きい炉心においても運転を行うことができる。

### 3.3 給排水系による最大反応度添加率

臨界近傍における最大反応度添加率3セント/sに相当する給水流量を $V_{lim}$ 、臨界近傍における制御材（軽水）の高さを $H$ 、炉心タンク内の水面の面積を $S$ とすると、水位反応度係数 $d\rho/dH$ と $V_{lim}$ は以下の関係式で表される。

$$\frac{d\rho}{dH} \cdot \frac{V_{lim}}{S} = 3 \text{ セント} / \text{s}$$

$d\rho/dH$ は、 $H$ のほぼ3乗に反比例するため、上式より臨界水位が最小の場合に  $V_{lim}$  が最小となる。給排水系の制御能力の評価では、実験計画時の計算解析により求めた  $d\rho/dH$ を用いて算出した  $V_{lim}$  の最小値と低速給水系の給水制御能力を比較して、低速給水系の最小給水流量がこの  $V_{lim}$  を十分下回っているかどうかにより判定する。ただし、実測データにより見通しが明らかな場合は、計算解析を省略することができる。計算解析のみにより  $d\rho/dH$ を求めた場合は、保安規定に定める手順に従って実測により計算解析の妥当性を確認する。

なお、前節に示したとおり、STACYの炉心は水位反応度係数  $d\rho/dH$ が6 セント/mm (=  $6.0 \times 10^{-2}$  ドル/mm) を下回るように構成する。この、もっとも給排水系による反応度添加率が大きいときの  $V_{lim}$  は 65 l/min である。

#### 3.4 安全板による停止時の中性子実効増倍率

安全板による反応度抑制効果は、実験計画時の計算解析により、安全板の全挿入による停止時の中性子実効増倍率が 0.985 以下、ワンロードスタック時（最大の反応度値を持つ安全板1枚が挿入不能なとき）の中性子実効増倍率が 0.995 以下となることを確認することにより評価する。ただし、実測データにより見通しが明らかな場合は、計算解析を省略することができる。計算解析のみにより安全板の反応度抑制効果の評価した場合は、保安規定に定める手順に従って実測により計算解析の妥当性を確認する。さらに、STACY施設は想定される津波の遡上高さ（T.P.+約6m）を敷地高さ（T.P.+約8m）が上回るため津波による浸水のおそれはないが、想定を超えた津波による浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、安全板（又は安全板と同じ材料で製作する中性子吸収板（以下「未臨界板」という。））の性能とあいまって、海水による全水没を想定したときに中性子実効増倍率を 0.995 以下にできる見通しを計算解析によって確認する。このとき、ワンロードスタックは想定しない。また、評価に当たっては適切な臨界バイアスを考慮する。本書においては前掲の 0.997 を臨界バイアスとする。

#### 3.5 炉心特性

炉心の特性は、保安規定に定める手続きに従い、実験計画段階において、水位、温度及びボイドに関する反応度係数、並びに即発中性子寿命及び実効遅発中性子割合の変化範囲を計算解析により確認し、それらの特性値が表1及び表2に示す範囲内に収まる見通しがあることを確認する。

#### 4. 計算方法

本評価書における評価には、以下に示すSN法輸送計算コード又はモンテカルロ法計算コード及び核データライブラリを使用する。ただし、最新の科学的知見の反映、計算技術の発達等により以下に示す計算コード及び核データライブラリ以外のものを用いることもある。その場合は、種々の実験の解析又は実測によりその妥当性を確認した上で使用する。

臨界量及び安全板の反応度値の計算には、連続エネルギー法に基づくモンテカルロ計算コードMVP<sup>[1]</sup>を用い、核データとしては評価済核データライブラリJENDL-3.3<sup>[2]</sup>を基にしたポイントワイズ断面積を用いる。

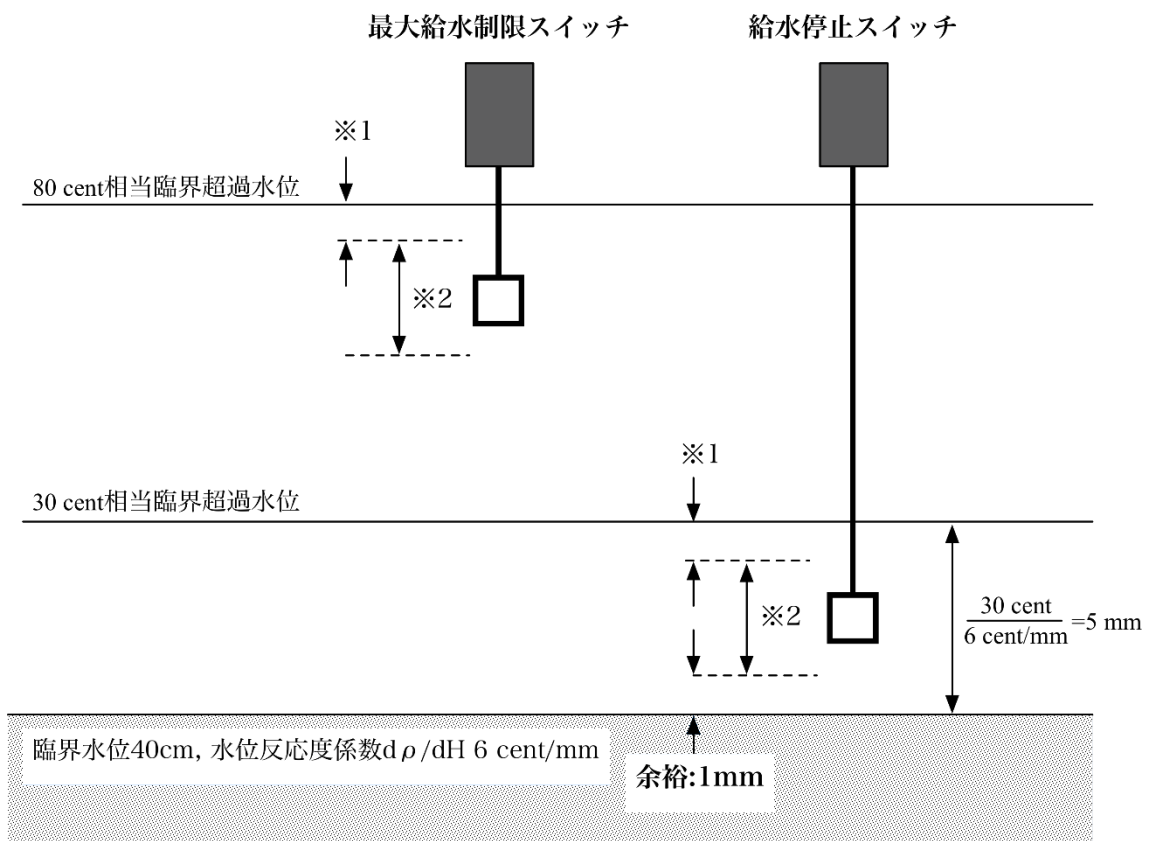
また、反応度係数及び動特性パラメータの計算には、多群法に基づくSN法輸送計算コードDANTSYS<sup>[3]</sup>を用い、群定数としてはJENDL-3.3を基にした、統合核計算コードシステムSRAC<sup>[4]</sup>ライブラリ107群定数(中性子エネルギーが0.68256eV以上の高速中性子70群及び熱中性子37群)を、SRAC内の衝突確率法に基づくPIJモジュールで求めた空間依存スペクトルを重みとして縮約したものを用いる。

これらの評価に用いる計算コード及び核データライブラリは、種々の実験によりその妥当性が確かめられている。

#### 参考文献

- [1] Y. Nagaya et al., "MVP/GMVP II: General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods," JAERI 1348 (2005)
- [2] K. Shibata et al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3," J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125 (2002)
- [3] R. E. Alcouffe et al., "DANTSYS: A Diffusion Accelerated Neutral Particle Transport Code System," LA-12969-M (1995)
- [4] K. Okumura et al., "SRAC2006: A Comprehensive Neutronics Calculation Code System," JAEA-Data/Code 2007-004 (2007)





※1：吐出弁閉時間(1s)×水位上昇速度(1mm/s)=1mm

※2：水位スイッチの精度 (±1.5 mm)

図1 最大給水制限スイッチ及び給水停止スイッチによる水位制限

表1 核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 $\frac{d\rho}{dH}$ (ドル/mm)	$6.0 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-3}$
最大反応度添加率 相当給水流量 $V_{lim}^*$ (ℓ/min)	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を15%減として評価

表2 STACYで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ C$ )	$+3.8 \times 10^{-4}$	$-3.7 \times 10^{-5}$
減速材ボイド 反応度係数 ( $\Delta k/k/vol\%$ )	$+3.7 \times 10^{-3}$	$-3.8 \times 10^{-3}$
棒状燃料温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ C$ )	$-8.5 \times 10^{-6}$	$-4.1 \times 10^{-5}$
即発中性子寿命 (s)	$8.4 \times 10^{-5}$	$6.9 \times 10^{-6}$
実効遅発 中性子割合 (-)	$8.1 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$

添付書類

Ⅲ－９－３－(2) 基本炉心（１）の核的設計計算書

## 目 次

1. 概要 .....	添Ⅲ-9-3-(2)-1
2. 基本炉心（1）の条件 .....	添Ⅲ-9-3-(2)-1
3. 計算条件及び計算方法 .....	添Ⅲ-9-3-(2)-2
3.1 基本方針 .....	添Ⅲ-9-3-(2)-2
(1) 臨界炉心の評価.....	添Ⅲ-9-3-(2)-2
(2) 安全板（未臨界板）の評価.....	添Ⅲ-9-3-(2)-2
(3) 可溶性中性子吸収材（ボロン）の評価.....	添Ⅲ-9-3-(2)-4
(4) 炉心特性の評価.....	添Ⅲ-9-3-(2)-4
3.2 計算モデル .....	添Ⅲ-9-3-(2)-4
4. 計算結果 .....	添Ⅲ-9-3-(2)-9
4.1 臨界炉心の評価結果.....	添Ⅲ-9-3-(2)-9
4.2 安全板（未臨界板）評価の結果.....	添Ⅲ-9-3-(2)-9
4.3 可溶性中性子吸収材評価の結果.....	添Ⅲ-9-3-(2)-9
4.4 炉心特性評価の結果.....	添Ⅲ-9-3-(2)-9
4.5 構成してはならない炉心の再評価.....	添Ⅲ-9-3-(2)-9
5. まとめ .....	添Ⅲ-9-3-(2)-10
参考文献 .....	添Ⅲ-9-3-(2)-10

## 1. 概要

本書では、STACYの基本炉心(1)において主要な核的制限値が満足されていることを確認する手順を示す。実際の運転に当たっては、保安規定に定める手続きに従い、実験計画段階において同様の確認を行う。このとき、計算モデルには、炉心を構成する機器等の製作に当たり実測した値を適切に反映する(本書では設計値を用いる)。

## 2. 基本炉心(1)の条件

基本炉心の条件は、添付計算書「Ⅲ-9-3-(1)炉心の核的設計計算書の基本方針」に示したものに加え、以下のとおりとする。

### (1) 燃料

a. 燃料として、以下のものを用いる。

- 1)平成4年5月1日付け4安(原規)第56号をもって設計及び工事の認可を取得して製作したウラン棒状燃料( $^{235}\text{U}$ 濃縮度5 wt%)
- 2)平成30年5月30日付け原規規発第1805304号をもって設計及び工事の認可を取得して製作したウラン棒状燃料( $^{235}\text{U}$ 濃縮度5 wt%)

b. 燃料の最大挿入量は、50本以上900本以下(実験用装荷物の燃料試料挿入管を含む)とする。ただし、棒状燃料の有効長下端より140cm超の給水によっても臨界にならない炉心については900本以下とする。

### (2) 減速材及び反射材

a. 軽水を用いる。

b. 可溶性中性子吸収材として、実験計画に応じてボロン(ホウ酸)を用いる。

c. 使用温度範囲は、常温(25°C)から最高70°Cとする。

### (3) 格子板

a. 格子板として、本申請第1編Ⅳ.格子板に示した以下のものを用いる。

- 1)格子間隔15mmのもの
- 2)格子間隔12.7mmのもの

b. 減速材対ペレット体積比は0.9以上11以下とする。

### 3. 計算条件及び計算方法

#### 3.1 基本方針

炉心の形状は、水平断面が円筒形又は正方形であるとする。以下それぞれ「円筒炉心」「正方炉心」と呼ぶ。臨界計算及び安全板（未臨界板）の評価においては円筒炉心及び正方炉心を対象とする。炉心特性の評価においては、両者に差はほとんど無いため円筒炉心を対象とする。炉心温度については、常温（25℃）の炉心を対象とする。なお、昇温実験を行う際には、保安規定に定める手続きに従い、再度評価を行う。

評価は以下の順に行う。以下の計算のうち、(1), (2), (3)については、連続エネルギーモンテカルロコード MVP2<sup>[1]</sup> を評価済核データライブラリ JENDL-3.3<sup>[2]</sup> と組み合わせて使用する。また、(4)においては、SN 輸送計算コード DANTSYS<sup>[3]</sup> のうちから TWODANT を用いて R-Z 体系の計算とする。このとき、群定数としては JENDL-3.3 を基にした、統合核計算コードシステム SRAC<sup>[4]</sup> ライブラリ 107 群定数（中性子エネルギーが 0.68256eV 以上の高速中性子 70 群及び熱中性子 37 群）を、SRAC 内の衝突確率法に基づく P I J モジュールで求めた空間依存スペクトルを重みとして、16 群（高速中性子 10 群、熱中性子 6 群）に縮約したものをを用いる。

#### (1) 臨界炉心の評価

円筒炉心、正方炉心のそれぞれについて、臨界水位を 40 cm、70 cm、110 cm、140 cm とし、棒状燃料本数をパラメータとした臨界計算を行い、臨界となる本数を求める。臨界とみなす中性子実効増倍率は、原子力機構の既設の臨界実験装置 TCA における実験結果<sup>[5], [6]</sup> から、0.997 とする。このとき、格子間隔は、減速材対燃料体積比（以下「VR」と略す。）に係る炉心構成範囲の制限を満足するものとして 1.27 cm、1.50 cm、2.54 cm とする（それぞれの VR は約 1.72, 2.93, 10.9 である）これらの臨界となる条件を以下「臨界炉心」と呼ぶ。なお、格子間隔 2.54 cm は、1.27 cm ピッチの格子板に棒状燃料を 1 本飛ばしで挿入することを想定したものである。

#### (2) 安全板（未臨界板）の評価

基本炉心（1）で使用する格子板の安全板スリット及び未臨界板スリットを図 3.1 に示す。本評価では、(1)で求めた臨界炉心について、図中①、②で示した安全板スリットに 2 枚の安全板を挿入したときの中性子実効増倍率を評価する。

評価の結果、核的制限値を満足しない場合は、当該臨界炉心を「構成してはならない炉心」として識別し、炉心構成範囲外とする。なお、実際の運転に当たっては、当該識別及び構成する炉心が炉心構成範囲内であることを確認する手順を保安規定に定め、遵守する。

上記の評価に当たっては、下式の計算を行い、最大過剰反応度である 0.8 ドル及びモンテカルロ計算に付随する不確かさの 3 倍を計算結果に加えて判定する。

$$\rho = \frac{1}{k_0} - \frac{1}{k_1}, \sigma_\rho = \sqrt{\frac{\sigma_{k_0}^2}{k_0^4} + \frac{\sigma_{k_1}^2}{k_1^4}}$$

$$\rho' = \rho + 0.8\beta_{\max}$$

$$k' = \frac{1}{1 - \rho'}, \sigma_{k'} = \frac{\sigma_\rho}{(1 - \rho')^2}$$

$$\text{test}[k' + 3\sigma_{k'} \leq \text{criterion}]$$

ただし、記号は以下のとおりである。

$k_0$	安全板（未臨界板）を挿入しないときの中性子実効増倍率
$\sigma_{k_0}$	$k_0$ の不確かさ（1標準偏差）
$k_1$	安全板（未臨界板）を挿入したときの中性子実効増倍率
$\sigma_{k_1}$	$k_1$ の不確かさ（1標準偏差）
$\rho$	安全板（未臨界板）の反応度効果
$\sigma_\rho$	$\rho$ の不確かさ（1標準偏差）
$\rho'$	最大過剰反応度 0.8 ドルを考慮した反応度効果
$\beta_{\max}$	実効遅発中性子割合の最大値 ( $8.1 \times 10^{-3}$ 。添付書類Ⅲ-9-3-(1)表 2 参照。)
$k'$	安全板（未臨界板）挿入時の中性子実効増倍率
$\sigma_{k'}$	$k'$ の不確かさ（1標準偏差）
test	判定関数。引数进行评估した結果が真であるとき合格とする。
criterion	判定基準。全挿入時 0.985、ワンロッドスタック時 0.995

また、想定を超えた津波に炉心が水没したときの評価として、炉心が海水に全水没したときでも中性子実効増倍率を 0.995 以下にできる最大本数の炉心进行评估する。なお、評価には上式を用い、 $k_0$ を臨界バイアスである 0.995 とし、 $\sigma_{k_0}$ は無視する。以下このような炉心を「津波最大炉心」という。津波最大炉心は上記のスリットに安全板が 2 枚挿入された状態の評価を行うほか、図中③、④で示したスリットに未臨界板 2 枚が挿入された条件でも評価する。計算の結果、最大炉心の棒状燃料本数が臨界炉心の棒状燃料本数を下回る場合は、想定を超えた津波に水没した時に臨界になるおそれを否定できないものとして、当該臨界炉心を「構成してはならない炉心」として識別し、炉心構成範囲外とする。

(3) 可溶性中性子吸収材（ボロン）の評価

減速材に可溶性中性子吸収材を添加するため、(2)において評価した津波最大炉心に対して可溶性中性子吸収材を添加した臨界計算を行い、臨界となる濃度を求める。

最後に、上記で求めた最大濃度を添加した炉心に対して、(2)と同様の安全板の評価を行い、安全板に係る核的制限値を満足することを確認する。核的制限値が満足されない場合は、(2)と同様に「構成してはならない炉心」として識別し、炉心構成範囲外とする。

(4) 炉心特性の評価

(1)の臨界炉心及び(3)の可溶性中性子吸収材を添加した炉心について、減速材温度反応度係数、減速材ボイド反応度係数、棒状燃料温度反応度係数、即発中性子寿命、実効遅発中性子割合の計算を行い、添付計算書「Ⅲ-9-3-(1) 炉心の核的設計計算書の基本方針」の表1及び表2に示した炉心特性値の範囲に入る見通しがあることを確認する。炉心特性値の範囲を逸脱する場合は、(2)と同様に、「構成してはならない炉心」として識別し、炉心構成範囲外とする。

### 3.2 計算モデル

前述のとおり、計算コード及び核データライブラリは、添付計算書「Ⅲ-9-3-(1) 炉心の核的設計計算書の基本方針」に示したものをを用いる。モンテカルロ計算の計算条件を表3.1に示す。使用した原子個数密度を表3.2に示す。

また、計算においては、安全板（未臨界板）評価時の中性子実効増倍率を大きくするため、以下の条件をおく。

(1) 安全板の幅は、実機（本申請第2編Ⅳ. 制御設備にて申請）よりも狭い20 cmとする。

未臨界板の幅は設計仕様よりも狭く17 cmとする。

(2) 安全板の全体の厚み及びカドミウムの厚みは、実機よりも薄い1.25 mm、0.3 mmとする。なお、未臨界板の厚みは安全板と同じとする。

(3) 安全板装置のガイドピンは、棒状燃料に置き換える。

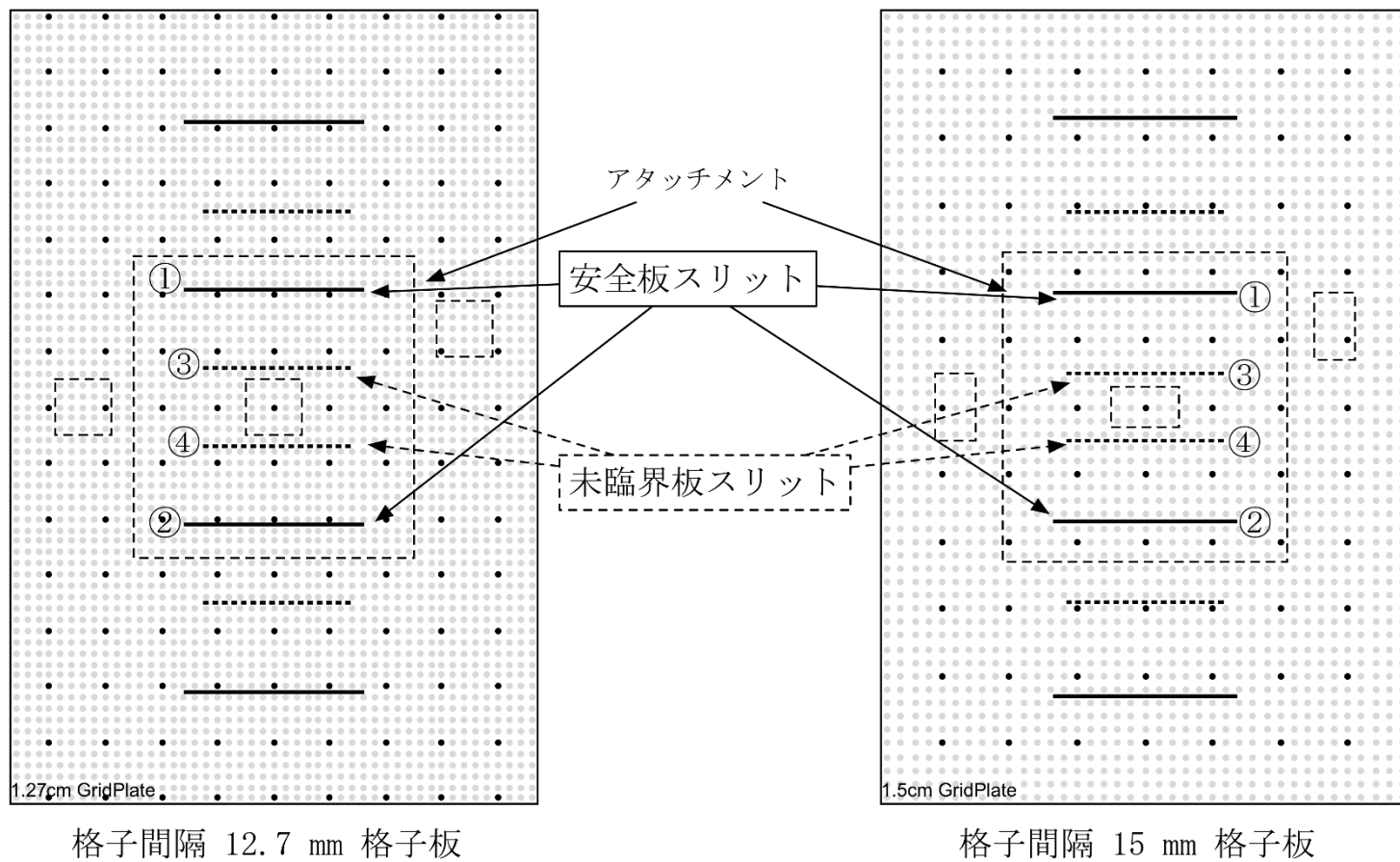
(4) 未臨界板評価時の海水は、茨城県沖の海水の塩分が約32 g/kg<sup>[7]</sup>であることから実際の海水より低く31 g/kgとする。また、海水に含まれる中性子吸収物質（塩素、ボロン等）の密度を実際より低くするため、茨城県沖の夏季の海表面温度<sup>[7]</sup>を参考に、海水温度は30℃とする。



- (5) 安全板が挿入されたときの水位の上昇は、計算モデルに反映する。このとき、上昇量を実際より大きく推定するため、炉心タンク内の水面の面積を、棒状燃料の装荷本数等によらず一律 15%減<sup>1</sup>として計算する。

---

<sup>1</sup> 炉心タンク内の面積の 15%は、棒状燃料にして約 5300 本、直径 11cm の内挿管にして約 40 本に相当する。これは、棒状燃料の最大装荷量 900 本に対して十分に大きい。



- 安全板スリット
- - - 未臨界板スリット
- 棒状燃料挿入孔(実験用装荷物の燃料試料挿入管を含む)  
(数えやすくするために色を変えてあるが、同じ孔)

図 3.1 格子板概略図 (詳細図は本申請第 1 編IV. 格子板を参照)

表 3.1 モンテカルロ計算の計算条件

入力項目	入力データ
統計	<ul style="list-style-type: none"> <li>• バッチあたりの粒子数 10000</li> <li>• バッチ数 500</li> <li>• 統計を取るまでにスキップするバッチ数 200</li> </ul>
粒子源発生分布	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全棒状燃料のペレット部にXY方向は均一分布とし、Z方向は、水没部に余弦分布、水面より上は均一分布とする。</li> </ul>

表 3.2 計算に使用した原子個数密度

(1) 棒状燃料ペレット

二酸化ウラン <sup>235</sup> U濃縮度 5 wt%	
核種	密度 (10 <sup>24</sup> /cm <sup>3</sup> )
U-235	1.1757 × 10 <sup>-3</sup>
U-238	2.2057 × 10 <sup>-2</sup>
O-16	4.6465 × 10 <sup>-2</sup>

(2) 棒状燃料被覆管

ジルコニウム合金			
核種	密度 (10 <sup>24</sup> /cm <sup>3</sup> )	核種	密度 (10 <sup>24</sup> /cm <sup>3</sup> )
C-12	4.5124 × 10 <sup>-5</sup>	Zr-91	4.7649 × 10 <sup>-3</sup>
O-16	3.1617 × 10 <sup>-4</sup>	Zr-92	7.2833 × 10 <sup>-3</sup>
Si-nat	1.2865 × 10 <sup>-5</sup>	Zr-94	7.3809 × 10 <sup>-3</sup>
Cr-nat	8.4548 × 10 <sup>-5</sup>	Zr-96	1.1891 × 10 <sup>-3</sup>
Fe-nat	1.4989 × 10 <sup>-4</sup>	Sn-126	4.3475 × 10 <sup>-4</sup>
Zr-90	2.1850 × 10 <sup>-2</sup>		

※-natは天然核種を示す。

表 3.2 計算に使用した原子個数密度 (続き)

(3) 中性子吸収材 (カドミウム)、軽水、ステンレス鋼

中性子吸収材 (カドミウム)		安全板被覆 (ステンレス鋼)	
核種	密度 ( $10^{24}/\text{cm}^3$ )	核種	密度 ( $10^{24}/\text{cm}^3$ )
Cd-nat	$4.6338 \times 10^{-2}$	C-12	$3.1728 \times 10^{-4}$
		Si-nat	$1.6961 \times 10^{-3}$
軽水		P-nat	$6.9206 \times 10^{-5}$
H-1	$6.6658 \times 10^{-2}$	S-nat	$4.4566 \times 10^{-5}$
O-16	$3.3329 \times 10^{-2}$	Cr-nat	$1.7407 \times 10^{-2}$
		Mn-54	$1.7341 \times 10^{-3}$
		Fe-nat	$5.7871 \times 10^{-2}$
		Ni-nat	$8.1167 \times 10^{-3}$

※-natは天然核種を示す。

(4) 海水<sup>[8]</sup>

海水 (塩分濃度 31 g/kg、温度 30 °C)			
核種	密度 ( $10^{24}/\text{cm}^3$ )	核種	密度 ( $10^{24}/\text{cm}^3$ )
H-1	$6.6075 \times 10^{-2}$	Na-nat	$2.5169 \times 10^{-4}$
O-16	$3.3102 \times 10^{-2}$	Mg-nat	$2.9610 \times 10^{-5}$
Cl-nat	$2.9611 \times 10^{-4}$	Si-nat	$5.9221 \times 10^{-8}$
B-10	$4.8662 \times 10^{-8}$	S-nat	$1.5397 \times 10^{-5}$
B-11	$1.9710 \times 10^{-7}$	K-nat	$5.3299 \times 10^{-6}$
C-12	$1.2733 \times 10^{-6}$	Ca-nat	$5.6260 \times 10^{-6}$
Br-nat	$4.4416 \times 10^{-7}$		

※-natは天然核種を示す。

## 4. 計算結果

### 4.1 臨界炉心の評価結果

臨界炉心の評価結果を表 4.1 及び図 4.1 に示す。また、代表的な炉心の配列の例を図 4.2 に示す。

### 4.2 安全板（未臨界板）評価の結果

原子炉停止余裕の計算結果について、表 4.2-1 に示す。また、ワンロードスタックマージンの計算結果について表 4.2-2 に示す。さらに、津波最大炉心の計算結果を、安全板によるものを表 4.2-3 に、未臨界板によるものを表 4.2-4 に示す。

上記より、すべての臨界炉心について原子炉停止余裕及びワンロードスタックマージンが満足できることが確認できた。ただし、津波最大炉心の計算の結果、格子間隔 1.27 cm、臨界水位 40 cm（最低水位）において、津波最大炉心の棒状燃料の本数が、正方、円筒とも臨界燃料棒本数を下回ることが確認された。これは、当該炉心が万が一想定を上回る津波に水没した際、臨界事故となる可能性が否定できないことを示す。したがって、本書では、当該炉心を「構成してはならない炉心」として識別する。

### 4.3 可溶性中性子吸収材評価の結果

減速材及び反射材に可溶性中性子吸収材（ボロン）を添加する実験のため、4.2 で評価した津波最大炉心に対して、臨界水位を 40 cm、70 cm、110 cm、140 cm としたときの臨界ボロン濃度を計算した。なお、4.2 で識別された炉心については、評価対象から外す。

可溶性中性子吸収材評価の結果を表 4.3-1 及び図 4.3-1 に示す。

### 4.4 炉心特性評価の結果

4.1～4.3 で評価した炉心について、炉心特性値の評価を行った。評価の結果を表 4.4-1～6 に示す。また水位反応度係数の変化を図 4.4-1 に示す。評価の結果、識別された炉心を除き、すべての炉心について、炉心の特性が添付計算書「Ⅲ-9-3-(1) 炉心の核的設計計算書の基本方針」表 1 及び表 2 の範囲を逸脱しないことを確認した。

### 4.5 構成してはならない炉心の再評価

4.1～4.2 の評価を通じて、「構成してはならない炉心」が識別された。識別した炉心を表 4.5-1 に示す。これらの炉心は、棒状燃料の本数が「津波最大炉心」を上回るため、構成することができない。ここで、構成できる炉心の条件を明らかにするため、棒状燃料本数を津波最大炉心のそれとし、水位をパラメータにした臨界計算を行った。計算結果を表 4.5-2 に示す。また、求められた臨界炉心における炉心特性の計算結果を表 4.5-3 に示す。評価の結果、すべての炉心特性が制限の範囲に入ることが確認できた。これらの評価により、構成できる炉心の臨界水位の下限が明らかとなった。

## 5. まとめ

STACYの基本炉心(1)について、炉心構成条件の範囲で臨界となる棒状燃料本数と可溶性中性子吸収材(ボロン)濃度を計算し、それらすべての炉心で核的制限値を満足できることを確認した。また、安全板(未臨界板)の評価により、想定を超える津波により炉心の水没した場合、臨界となる可能性が否定できない条件を確認し、当該炉心を「構成してはならない炉心」として識別した(以下これらを「識別した炉心」という)。識別した炉心は、保安規定に定める手続きにおいて炉心構成範囲外として取り扱われ、運転に際して構成する炉心が炉心構成範囲に収まることを、保安規定に定める手順に従って確認する。さらに、識別した炉心を除く全炉心に対して炉心特性値を計算し、評価したすべての炉心について、炉心の特性が添付計算書「Ⅲ-9-3-(1)炉心の核的設計計算書の基本方針」表1及び表2の範囲(以下「炉心特性範囲」という)を逸脱しないことを確認した。最後に、識別した炉心について水位をパラメータにした臨界計算を行い、構成できる臨界水位の下限を明らかにし、炉心構成範囲を明確化するとともに、炉心の特性が炉心特性範囲を逸脱しないことを確認した。

STACYは、炉心構成の手順を保安規定に定め、実験計画に応じて炉心構成を変更する臨界実験装置であるため構成可能な炉心は多岐にわたるが、計画に際して本書に示した評価を確実にを行い、構成してはならない炉心を識別することにより、核的制限値及び炉心特性の範囲で運転を行うことができる。

## 参考文献

- [1] Y. Nagaya et al., "MVP/GMVP II: General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods," JAERI 1348 (2005)
- [2] K. Shibata et al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3," J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125 (2002)
- [3] R. E. Alcouffe et al., "DANTSYS: A Diffusion Accelerated Neutral Particle Transport Code System," LA-12969-M (1995)
- [4] K. Okumura et al., "SRAC2006: A Comprehensive Neutronics Calculation Code System," JAEA-Data/Code 2007-004 (2007)
- [5] Y. Miyoshi et al., "CRITICAL ARRAYS OF LOW-ENRICHED UO<sub>2</sub> FUEL RODS WITH WATER-TO-FUEL VOLUME RATIOS RANGING FROM 1.5 TO 3.0," NEA/NSC/DOC/(95)03/IV Volume IV., LEU-COMP-THERM-006, Rev. 1 (1998).
- [6] H. Tsuruta et al., "Critical Sizes of Light-Water Moderated UO<sub>2</sub> and PuO<sub>2</sub>-UO<sub>2</sub> Lattices," JAERI-1254 (1978).
- [7] 理科年表、国立天文台編、2019年
- [8] 化学大事典、化学大辞典編集委員会、1963年

表 4.1 (1) 正方炉心の臨界評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)
1.27	140	404	2.54	140	201
1.27	110	420	2.54	110	210
1.27	70	463	2.54	70	243
1.27	40	647	2.54	40	406
1.5	140	244	/		
1.5	110	251			
1.5	70	277			
1.5	40	371			

表 4.1 (2) 円筒炉心の臨界評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)
1.27	140	402	2.54	140	200
1.27	110	412	2.54	110	207
1.27	70	461	2.54	70	240
1.27	40	630	2.54	40	402
1.5	140	244	/		
1.5	110	250			
1.5	70	274			
1.5	40	361			

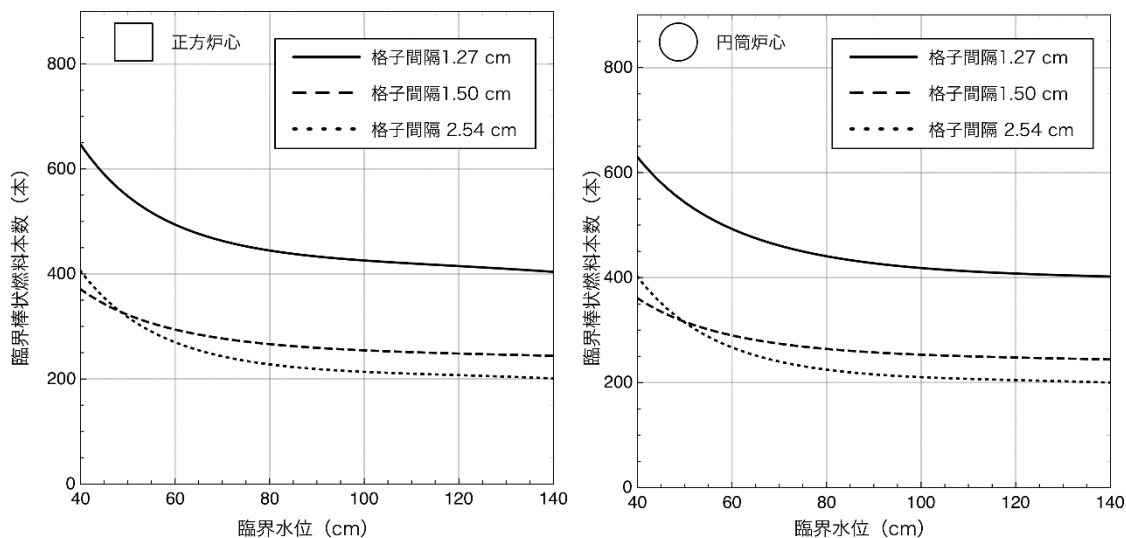


図 4.1 臨界評価結果

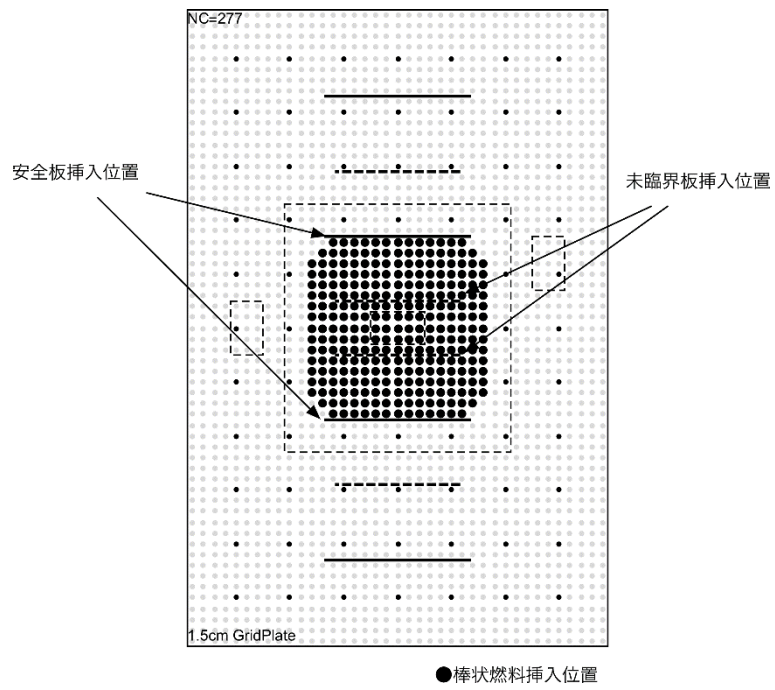


図 4.2 代表的な臨界炉心の例  
 (格子間隔 1.5cm、臨界水位 70cm、棒状燃料 277 本の正方炉心)



表 4.2-1 (1) 原子炉停止余裕評価結果 (正方炉心)

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	中性子実効 増倍率(※)	判定 $\leq 0.985$
1.27	140	404	-	0.9496	良
1.27	110	420	-	0.9488	良
1.27	70	463	-	0.9527	良
1.27	40	647	-	0.9742	良
1.5	140	244	-	0.9597	良
1.5	110	251	-	0.9585	良
1.5	70	277	-	0.9517	良
1.5	40	371	-	0.9639	良
2.54	140	201	-	0.9458	良
2.54	110	210	-	0.9455	良
2.54	70	243	-	0.9461	良
2.54	40	406	-	0.9525	良

※ $k_{\text{eff}}+3\sigma$

表 4.2-1 (2) 原子炉停止余裕評価結果 (円筒炉心)

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	中性子実効 増倍率(※)	判定 $\leq 0.985$
1.27	140	402	-	0.9611	良
1.27	110	412	-	0.9593	良
1.27	70	461	-	0.9645	良
1.27	40	630	-	0.9712	良
1.5	140	244	-	0.9663	良
1.5	110	250	-	0.9644	良
1.5	70	274	-	0.9659	良
1.5	40	361	-	0.9626	良
2.54	140	200	-	0.9533	良
2.54	110	217	-	0.9512	良
2.54	70	240	-	0.9502	良
2.54	40	402	-	0.9547	良

※ $k_{\text{eff}}+3\sigma$

表 4.2-2 (1) ワンロッドスタックマージン評価結果 (正方炉心)

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	中性子実効 増倍率(※)	判定 $\leq 0.995$
1.27	140	404	-	0.9824	良
1.27	110	420	-	0.9823	良
1.27	70	463	-	0.9831	良
1.27	40	647	-	0.9934	良
1.5	140	244	-	0.9870	良
1.5	110	251	-	0.9858	良
1.5	70	277	-	0.9819	良
1.5	40	371	-	0.9885	良
2.54	140	201	-	0.9826	良
2.54	110	210	-	0.9820	良
2.54	70	243	-	0.9804	良
2.54	40	406	-	0.9852	良

※ $k_{\text{eff}}+3\sigma$

表 4.2-2 (2) ワンロッドスタックマージン評価結果 (円筒炉心)

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	中性子実効 増倍率(※)	判定 $\leq 0.995$
1.27	140	402	-	0.9890	良
1.27	110	412	-	0.9871	良
1.27	70	461	-	0.9908	良
1.27	40	630	-	0.9904	良
1.5	140	244	-	0.9931	良
1.5	110	250	-	0.9942	良
1.5	70	274	-	0.9914	良
1.5	40	361	-	0.9871	良
2.54	140	200	-	0.9901	良
2.54	110	217	-	0.9879	良
2.54	70	240	-	0.9860	良
2.54	40	402	-	0.9868	良

※ $k_{\text{eff}}+3\sigma$

表 4.2-3 (1) 安全板による津波最大炉心評価結果 (正方炉心)

格子間隔 (cm)	最大本数 (本)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	判定 最大 $\geq$ 臨界
1.27	558	140	404	良
1.27		110	420	良
1.27		70	463	良
1.27		<u>40</u>	<u>647</u>	否
1.5	371	140	244	良
1.5		110	251	良
1.5		70	277	良
1.5		40	371	良
2.54	849	140	201	良
2.54		110	210	良
2.54		70	243	良
2.54		40	406	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別される炉心

表 4.2-3 (2) 安全板による津波最大炉心評価結果 (円筒炉心)

格子間隔 (cm)	最大本数 (本)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	判定 最大 $\geq$ 臨界
1.27	549	140	402	良
1.27		110	412	良
1.27		70	461	良
1.27		<u>40</u>	<u>630</u>	否
1.5	365	140	244	良
1.5		110	250	良
1.5		70	274	良
1.5		40	361	良
2.54	808	140	200	良
2.54		110	217	良
2.54		70	240	良
2.54		40	402	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別される炉心

表 4.2-4 (1) 未臨界板による津波最大炉心評価結果 (正方炉心)

格子間隔 (cm)	最大本数 (本)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	判定 最大 $\geq$ 臨界
1.27	661	140	404	良
1.27		110	420	良
1.27		70	463	良
1.27		40	647	良
1.5	470	140	244	良
1.5		110	251	良
1.5		70	277	良
1.5		40	371	良
2.54	831	140	201	良
2.54		110	210	良
2.54		70	243	良
2.54		40	406	良

表 4.2-4 (2) 未臨界板による津波最大炉心評価結果 (円筒炉心)

格子間隔 (cm)	最大本数 (本)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	判定 最大 $\geq$ 臨界
1.27	651	140	402	良
1.27		110	412	良
1.27		70	461	良
1.27		40	630	良
1.5	462	140	244	良
1.5		110	250	良
1.5		70	274	良
1.5		40	361	良
2.54	795	140	200	良
2.54		110	217	良
2.54		70	240	良
2.54		40	402	良

表 4.3-1 (1) 可溶性中性子吸収材評価結果 (安全板による津波最大炉心 (正方))

格子間隔 (cm)	燃料本数 (本)	臨界水位 (cm)	ボロン濃度 (ppm)	停止余裕 <sup>※1</sup> ≤0.985	ワンロット <sup>※2</sup> ≤0.995	判定
1.27	558	140	443.2	0.9713	0.9914	良
1.27		110	389.5	0.9711	0.9907	良
1.27		70	226.9	0.9697	0.9899	良
1.27		<u>40</u>	<u>二</u>	<u>二</u>	<u>二</u>	<u>二</u>
1.5	371	140	427.3	0.9652	0.9882	良
1.5		110	393.2	0.9650	0.9878	良
1.5		70	278.9	0.9642	0.9873	良
1.5		40	0.0	0.9639	0.9885	良
2.54	849	140	297.0	0.9718	0.9926	良
2.54		110	281.9	0.9715	0.9921	良
2.54		70	232.8	0.9721	0.9931	良
2.54		40	107.7	0.9714	0.9928	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心

※1 原子炉停止余裕、※2 ワンロットスタックマージン。いずれも keff+3σの結果

表 4.3-1 (2) 可溶性中性子吸収材評価結果 (安全板による津波最大炉心 (円筒))

格子間隔 (cm)	燃料本数 (本)	臨界水位 (cm)	ボロン濃度 (ppm)	停止余裕 <sup>※1</sup> ≤0.985	ワンロット <sup>※2</sup> ≤0.995	判定
1.27	549	140	442.6	0.9723	0.9909	良
1.27		110	390.7	0.9723	0.9914	良
1.27		70	221.2	0.9707	0.9915	良
1.27		<u>40</u>	<u>二</u>	<u>二</u>	<u>二</u>	<u>二</u>
1.5	365	140	428.1	0.9660	0.9898	良
1.5		110	400.0	0.9658	0.9885	良
1.5		70	280.9	0.9653	0.9880	良
1.5		40	3.8	0.9643	0.9884	良
2.54	808	140	297.5	0.9721	0.9927	良
2.54		110	283.4	0.9717	0.9925	良
2.54		70	234.8	0.9704	0.9921	良
2.54		40	106.0	0.9738	0.9929	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心

※1 原子炉停止余裕、※2 ワンロットスタックマージン。いずれも keff+3σの結果

表 4.3-1 (3) 可溶性中性子吸収材評価結果 (未臨界板による津波最大炉心 (正方))

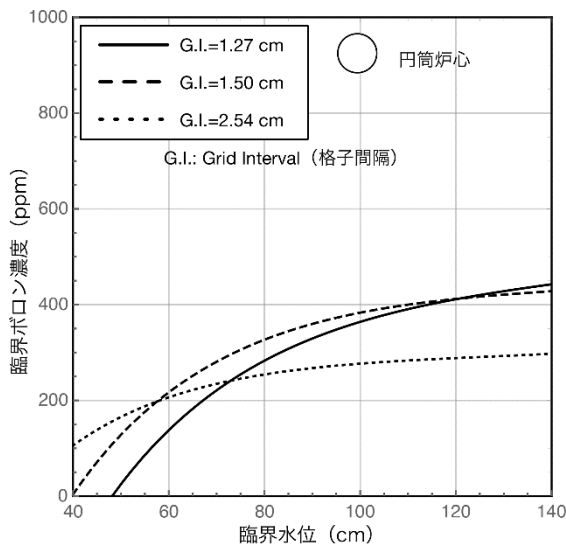
格子間隔 (cm)	燃料本数 (本)	臨界水位 (cm)	ボロン濃度 (ppm)	停止余裕 <sup>※1</sup> ≤0.985	ワンロット <sup>※2</sup> ≤0.995	判定
1.27	661	140	748.4	0.9755	0.9931	良
1.27		110	689.9	0.9758	0.9923	良
1.27		70	479.4	0.9748	0.9922	良
1.27		40	31.3	0.9755	0.9929	良
1.5	470	140	720.0	0.9682	0.9910	良
1.5		110	677.6	0.9678	0.9899	良
1.5		70	544.9	0.9681	0.9886	良
1.5		40	211.9	0.9678	0.9888	良
2.54	831	140	294.4	0.9715	0.9925	良
2.54		110	280.5	0.9709	0.9919	良
2.54		70	233.2	0.9710	0.9921	良
2.54		40	103.7	0.9715	0.9934	良

※1 原子炉停止余裕、※2 ワンロットスタックマージン。いずれも keff+3σ の結果

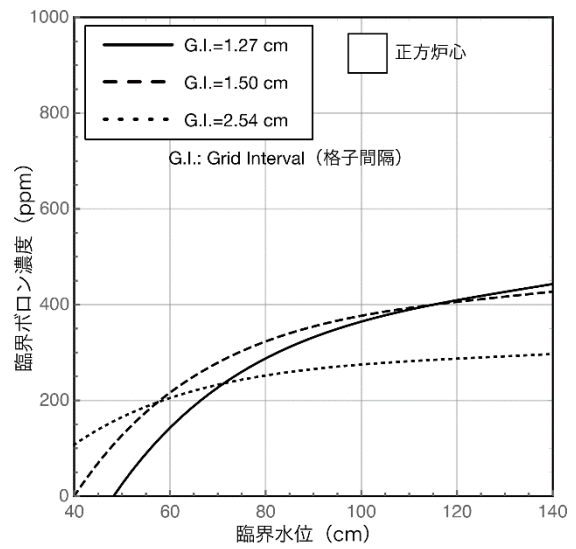
表 4.3-1 (4) 可溶性中性子吸収材評価結果 (未臨界板による津波最大炉心 (円筒))

格子間隔 (cm)	燃料本数 (本)	臨界水位 (cm)	ボロン濃度 (ppm)	停止余裕 <sup>※1</sup> ≤0.985	ワンロット <sup>※2</sup> ≤0.995	判定
1.27	651	140	758.9	0.9751	0.9931	良
1.27		110	696.3	0.9754	0.9929	良
1.27		70	483.5	0.9751	0.9933	良
1.27		40	32.8	0.9755	0.9930	良
1.5	462	140	719.8	0.9682	0.9908	良
1.5		110	684.8	0.9679	0.9887	良
1.5		70	547.2	0.9682	0.9902	良
1.5		40	212.9	0.9685	0.9899	良
2.54	795	140	296.2	0.9702	0.9920	良
2.54		110	281.4	0.9708	0.9921	良
2.54		70	232.5	0.9711	0.9923	良
2.54		40	105.5	0.9721	0.9927	良

※1 原子炉停止余裕、※2 ワンロットスタックマージン。いずれも keff+3σ の結果

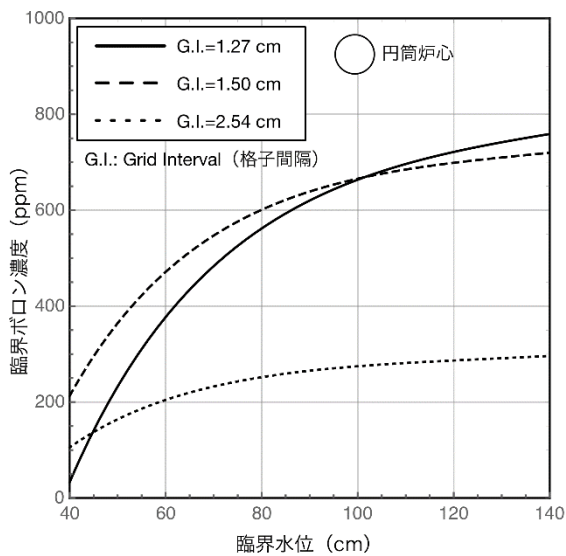


(a) 安全板による津波最大炉心 (円筒炉心)

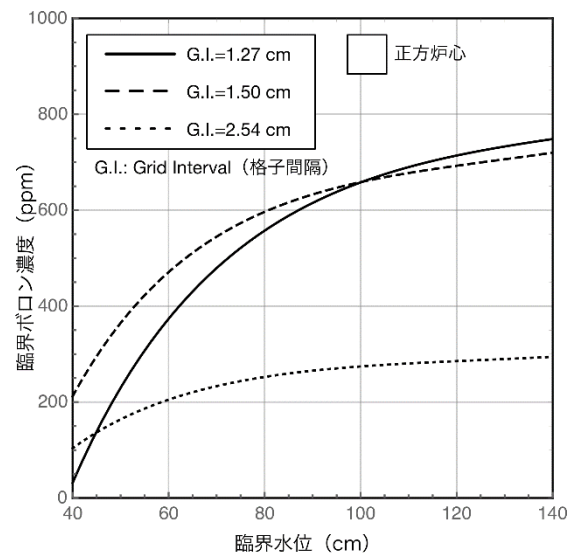


(b) 安全板による津波最大炉心 (正方炉心)

図 4.3-1 (1) 可溶性中性子吸収材評価結果 (安全板による津波最大炉心)



(a) 未臨界板による津波最大炉心 (円筒炉心)



(b) 未臨界板による津波最大炉心 (正方炉心)

図 4.3-1 (2) 可溶性中性子吸収材評価結果 (未臨界板による津波最大炉心)

表 4. 4-1 減速材温度反応度係数の評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	減速材温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ\text{C}$ )	判定 $\geq -3.7 \times 10^{-5}$ $\leq +3.8 \times 10^{-4}$
1.27	140	402	-	$2.24 \times 10^{-5}$	良
1.27	110	412	-	$2.45 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	461	-	$1.57 \times 10^{-5}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>630</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
1.5	140	244	-	$1.55 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	250	-	$1.57 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	274	-	$6.77 \times 10^{-6}$	良
1.5	40	361	-	$1.22 \times 10^{-5}$	良
2.54	140	200	-	$1.41 \times 10^{-4}$	良
2.54	110	217	-	$1.36 \times 10^{-4}$	良
2.54	70	240	-	$1.43 \times 10^{-4}$	良
2.54	40	402	-	$1.52 \times 10^{-4}$	良

(以下可溶性中性子吸収材あり (安全板による津波最大炉心))

1.27	140	549	442.6	$-1.91 \times 10^{-5}$	良
1.27	110	549	390.7	$-1.73 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	549	221.2	$-7.69 \times 10^{-6}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>549</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
1.5	140	365	428.1	$-4.57 \times 10^{-6}$	良
1.5	110	365	400.0	$-9.87 \times 10^{-7}$	良
1.5	70	365	280.9	$1.46 \times 10^{-6}$	良
1.5	40	365	3.8	$9.36 \times 10^{-6}$	良
2.54	<u>140</u>	<u>808</u>	<u>297.5</u>	<u><math>2.54 \times 10^{-4}</math></u>	<u>良</u>
2.54	110	808	283.4	$2.46 \times 10^{-4}$	良
2.54	70	808	234.8	$2.41 \times 10^{-4}$	良
2.54	40	808	106.0	$2.09 \times 10^{-4}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。



表 4.4-1 減速材温度反応度係数の評価結果 (続き)  
 (可溶性中性子吸収材あり (未臨界板による津波最大炉心))

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	減速材温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ\text{C}$ )	判定 $\geq -3.7 \times 10^{-5}$ $\leq +3.8 \times 10^{-4}$
1.27	<b>140</b>	<b>651</b>	<b>758.9</b>	<b><math>-2.80 \times 10^{-5}</math></b>	良
1.27	110	651	696.3	$-2.45 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	651	483.5	$-1.82 \times 10^{-5}$	良
1.27	40	651	32.8	$1.13 \times 10^{-5}$	良
1.5	140	462	719.8	$7.74 \times 10^{-6}$	良
1.5	110	462	684.8	$8.63 \times 10^{-6}$	良
1.5	70	462	547.2	$3.30 \times 10^{-6}$	良
1.5	40	462	212.9	$6.49 \times 10^{-6}$	良
2.54	140	795	296.2	$2.48 \times 10^{-4}$	良
2.54	110	795	281.4	$2.53 \times 10^{-4}$	良
2.54	70	795	232.5	$2.41 \times 10^{-4}$	良
2.54	40	795	105.5	$2.09 \times 10^{-4}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-2 減速材ボイド反応度係数の評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	減速材ボイド 反応度係数 ( $\Delta k/k/vol\%$ )	判定 $\geq -3.8 \times 10^{-3}$ $\leq +3.7 \times 10^{-3}$
1.27	<b>140</b>	<b>402</b>	-	<b><math>-3.52 \times 10^{-3}</math></b>	良
1.27	110	412	-	$-3.44 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	461	-	$-3.16 \times 10^{-3}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>630</u>	二	二	二
1.5	140	244	-	$-3.29 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	250	-	$-3.22 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	274	-	$-2.96 \times 10^{-3}$	良
1.5	40	361	-	$-2.29 \times 10^{-3}$	良
2.54	140	200	-	$3.60 \times 10^{-4}$	良
2.54	110	217	-	$4.39 \times 10^{-4}$	良
2.54	70	240	-	$7.52 \times 10^{-4}$	良
2.54	40	402	-	$1.63 \times 10^{-3}$	良

(以下可溶性中性子吸収材あり (安全板による津波最大炉心))

1.27	140	549	442.6	$-3.18 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	549	390.7	$-3.14 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	549	221.2	$-3.01 \times 10^{-3}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>549</u>	二	二	二
1.5	140	365	428.1	$-2.47 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	365	400.0	$-2.46 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	365	280.9	$-2.43 \times 10^{-3}$	良
1.5	40	365	3.8	$-2.27 \times 10^{-3}$	良
2.54	<u>140</u>	<u>808</u>	<u>297.5</u>	<u><math>3.08 \times 10^{-3}</math></u>	<u>良</u>
2.54	110	808	283.4	$3.05 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	808	234.8	$2.95 \times 10^{-3}$	良
2.54	40	808	106.0	$2.68 \times 10^{-3}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
太字は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-2 減速材ボイド反応度係数の評価結果 (続き)  
 (以下可溶性中性子吸収材あり (未臨界板による津波最大炉心))

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	減速材ボイド 反応度係数 ( $\Delta k/k/v_01\%$ )	判定 $\geq -3.8 \times 10^{-3}$ $\leq +3.7 \times 10^{-3}$
1.27	140	651	758.9	$-2.80 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	651	696.3	$-2.78 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	651	483.5	$-2.72 \times 10^{-3}$	良
1.27	40	651	32.8	$-2.42 \times 10^{-3}$	良
1.5	140	462	719.8	$-1.81 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	462	684.8	$-1.81 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	462	547.2	$-1.82 \times 10^{-3}$	良
1.5	40	462	212.9	$-1.82 \times 10^{-3}$	良
2.54	140	795	296.2	$3.04 \times 10^{-3}$	良
2.54	110	795	281.4	$3.04 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	795	232.5	$2.92 \times 10^{-3}$	良
2.54	40	795	105.5	$2.68 \times 10^{-3}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-3 棒状燃料温度反応度係数の評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	棒状燃料温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ\text{C}$ )	判定 $\geq -4.1 \times 10^{-5}$ $\leq -8.5 \times 10^{-6}$
1.27	140	402	-	$-2.76 \times 10^{-5}$	良
1.27	110	412	-	$-2.76 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	461	-	$-2.82 \times 10^{-5}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>630</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
1.5	140	244	-	$-1.99 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	250	-	$-2.00 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	274	-	$-2.03 \times 10^{-5}$	良
1.5	40	361	-	$-2.03 \times 10^{-5}$	良
2.54	140	200	-	$-1.09 \times 10^{-5}$	良
2.54	110	217	-	$-1.13 \times 10^{-5}$	良
<b><u>2.54</u></b>	<b><u>70</u></b>	<b><u>240</u></b>	<u>-</u>	<b><u><math>-1.08 \times 10^{-5}</math></u></b>	<b><u>良</u></b>
2.54	40	402	-	$-1.12 \times 10^{-5}$	良

(以下可溶性中性子吸収材あり (安全板による津波最大炉心))

1.27	140	549	442.6	$-2.99 \times 10^{-5}$	良
1.27	110	549	390.7	$-2.99 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	549	221.2	$-2.95 \times 10^{-5}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>549</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
1.5	140	365	428.1	$-2.16 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	365	400.0	$-2.12 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	365	280.9	$-2.13 \times 10^{-5}$	良
1.5	40	365	3.8	$-2.04 \times 10^{-5}$	良
2.54	140	808	297.5	$-1.25 \times 10^{-5}$	良
2.54	110	808	283.4	$-1.27 \times 10^{-5}$	良
2.54	70	808	234.8	$-1.25 \times 10^{-5}$	良
2.54	40	808	106.0	$-1.15 \times 10^{-5}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
太字は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-3 棒状燃料温度反応度係数の評価結果 (続き)  
 (以下可溶性中性子吸収材あり (未臨界板による津波最大炉心))

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	棒状燃料温度 反応度係数 ( $\Delta k/k/^\circ\text{C}$ )	判定 $\geq -4.1 \times 10^{-5}$ $\leq -8.5 \times 10^{-6}$
<b>1.27</b>	<b>140</b>	<b>651</b>	<b>758.9</b>	<b><math>-3.07 \times 10^{-5}</math></b>	良
1.27	110	651	696.3	$-3.04 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	651	483.5	$-3.00 \times 10^{-5}$	良
1.27	40	651	32.8	$-2.88 \times 10^{-5}$	良
1.5	140	462	719.8	$-2.23 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	462	684.8	$-2.19 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	462	547.2	$-2.22 \times 10^{-5}$	良
1.5	40	462	212.9	$-2.12 \times 10^{-5}$	良
2.54	140	795	296.2	$-1.28 \times 10^{-5}$	良
2.54	110	795	281.4	$-1.21 \times 10^{-5}$	良
2.54	70	795	232.5	$-1.21 \times 10^{-5}$	良
2.54	40	795	105.5	$-1.19 \times 10^{-5}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-4 即発中性子寿命の評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	即発中性子 寿命 (s)	判定 $\geq 6.9 \times 10^{-6}$ $\leq 8.4 \times 10^{-5}$
1.27	140	402	-	$2.98 \times 10^{-5}$	良
1.27	110	412	-	$2.95 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	461	-	$2.85 \times 10^{-5}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>630</u>	二	二	二
1.5	140	244	-	$3.68 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	250	-	$3.66 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	274	-	$3.57 \times 10^{-5}$	良
1.5	40	361	-	$3.39 \times 10^{-5}$	良
<b><u>2.54</u></b>	<b><u>140</u></b>	<b><u>200</u></b>	二	<b><u><math>6.88 \times 10^{-5}</math></u></b>	<b>良</b>
2.54	110	217	-	$6.87 \times 10^{-5}$	良
2.54	70	240	-	$6.82 \times 10^{-5}$	良
2.54	40	402	-	$6.74 \times 10^{-5}$	良

(以下可溶性中性子吸収材あり (安全板による津波最大炉心))

1.27	140	549	442.6	$2.02 \times 10^{-5}$	良
1.27	110	549	390.7	$2.06 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	549	221.2	$2.26 \times 10^{-5}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>549</u>	二	二	二
1.5	140	365	428.1	$2.63 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	365	400.0	$2.66 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	365	280.9	$2.80 \times 10^{-5}$	良
1.5	40	365	3.8	$3.37 \times 10^{-5}$	良
2.54	140	808	297.5	$5.59 \times 10^{-5}$	良
2.54	110	808	283.4	$5.63 \times 10^{-5}$	良
2.54	70	808	234.8	$5.78 \times 10^{-5}$	良
2.54	40	808	106.0	$6.24 \times 10^{-5}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
太字は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-4 即発中性子寿命の評価結果 (続き)  
 (可溶性中性子吸収材あり (未臨界板による津波最大炉心))

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	即発中性子 寿命 (s)	判定 $\geq 6.9 \times 10^{-6}$ $\leq 8.4 \times 10^{-5}$
<b>1.27</b>	<b>140</b>	<b>651</b>	<b>758.9</b>	<b><math>1.77 \times 10^{-5}</math></b>	<b>良</b>
1.27	110	651	696.3	$1.80 \times 10^{-5}$	良
1.27	70	651	483.5	$1.93 \times 10^{-5}$	良
1.27	40	651	32.8	$2.55 \times 10^{-5}$	良
1.5	140	462	719.8	$2.34 \times 10^{-5}$	良
1.5	110	462	684.8	$2.37 \times 10^{-5}$	良
1.5	70	462	547.2	$2.47 \times 10^{-5}$	良
1.5	40	462	212.9	$2.83 \times 10^{-5}$	良
2.54	140	795	296.2	$5.60 \times 10^{-5}$	良
2.54	110	795	281.4	$5.64 \times 10^{-5}$	良
2.54	70	795	232.5	$5.79 \times 10^{-5}$	良
2.54	40	795	105.5	$6.24 \times 10^{-5}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-5 実効遅発中性子割合の評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	実効遅発 中性子割合 (-)	判定 $\geq 6.8 \times 10^{-3}$ $\leq 8.1 \times 10^{-3}$
1.27	140	402	-	$7.89 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	412	-	$7.90 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	461	-	$7.91 \times 10^{-3}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>630</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
1.5	140	244	-	$7.87 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	250	-	$7.88 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	274	-	$7.90 \times 10^{-3}$	良
1.5	40	361	-	$7.92 \times 10^{-3}$	良
2.54	140	200	-	$7.31 \times 10^{-3}$	良
2.54	110	217	-	$7.31 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	240	-	$7.32 \times 10^{-3}$	良
2.54	40	402	-	$7.32 \times 10^{-3}$	良

(以下可溶性中性子吸収材あり (安全板による津波最大炉心))

1.27	140	549	442.6	$7.81 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	549	390.7	$7.82 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	549	221.2	$7.87 \times 10^{-3}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>549</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
1.5	140	365	428.1	$7.72 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	365	400.0	$7.74 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	365	280.9	$7.79 \times 10^{-3}$	良
1.5	40	365	3.8	$7.92 \times 10^{-3}$	良
<b>2.54</b>	<b>140</b>	<b>808</b>	<b>297.5</b>	<b><math>6.91 \times 10^{-3}</math></b>	<b>良</b>
2.54	110	808	283.4	$6.93 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	808	234.8	$7.00 \times 10^{-3}$	良
2.54	40	808	106.0	$7.17 \times 10^{-3}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
太字は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値 (表 4.5-3 に記載)。



表 4.4-5 実効遅発中性子割合の評価結果（続き）  
 （可溶性中性子吸収材あり（未臨界板による津波最大炉心））

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	実効遅発 中性子割合 (-)	判定 $\geq 6.8 \times 10^{-3}$ $\leq 8.1 \times 10^{-3}$
1.27	140	651	758.9	$7.74 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	651	696.3	$7.76 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	651	483.5	$7.81 \times 10^{-3}$	良
1.27	40	651	32.8	$7.92 \times 10^{-3}$	良
1.5	140	462	719.8	$7.62 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	462	684.8	$7.64 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	462	547.2	$7.70 \times 10^{-3}$	良
1.5	40	462	212.9	$7.84 \times 10^{-3}$	良
2.54	140	795	296.2	$6.91 \times 10^{-3}$	良
2.54	110	795	281.4	$6.93 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	795	232.5	$7.00 \times 10^{-3}$	良
2.54	40	795	105.5	$7.17 \times 10^{-3}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-6 水位反応度係数の評価結果

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	水位反応度係数 (ドル/mm)	判定 $\geq 2.0 \times 10^{-3}$ $\leq 6.0 \times 10^{-2}$
1.27	140	402	-	$2.38 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	412	-	$4.44 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	461	-	$1.41 \times 10^{-2}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>630</u>	二	二	二
<b>1.5</b>	<b>140</b>	<b>244</b>	-	<b><math>2.18 \times 10^{-3}</math></b>	<b>良</b>
1.5	110	250	-	$4.24 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	274	-	$1.37 \times 10^{-2}$	良
1.5	40	361	-	$5.33 \times 10^{-2}$	良
2.54	140	200	-	$2.40 \times 10^{-3}$	良
2.54	110	217	-	$4.59 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	240	-	$1.42 \times 10^{-2}$	良
<u>2.54</u>	<u>40</u>	<u>402</u>	二	<u><math>5.89 \times 10^{-2}</math></u>	<u>良</u>

(以下可溶性中性子吸収材あり (安全板による津波最大炉心))

1.27	140	549	442.6	$2.42 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	549	390.7	$4.65 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	549	221.2	$1.45 \times 10^{-2}$	良
1.27	<u>40</u>	<u>549</u>	二	二	二
1.5	140	365	428.1	$2.27 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	365	400.0	$4.28 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	365	280.9	$1.40 \times 10^{-2}$	良
1.5	40	365	3.8	$5.25 \times 10^{-2}$	良
2.54	140	808	297.5	$2.62 \times 10^{-3}$	良
2.54	110	808	283.4	$5.05 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	808	234.8	$1.58 \times 10^{-2}$	良
2.54	40	808	106.0	$5.72 \times 10^{-2}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
太字は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

表 4.4-6 水位反応度係数の評価結果 (続き)

(以下可溶性中性子吸収材あり (未臨界板による津波最大炉心))

格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)	水位反応度係数 (ドル/mm)	判定 $\geq 2.0 \times 10^{-3}$ $\leq 6.0 \times 10^{-2}$
1.27	140	651	758.9	$2.49 \times 10^{-3}$	良
1.27	110	651	696.3	$4.71 \times 10^{-3}$	良
1.27	70	651	483.5	$1.47 \times 10^{-2}$	良
1.27	40	651	32.8	$5.30 \times 10^{-2}$	良
1.5	140	462	719.8	$2.37 \times 10^{-3}$	良
1.5	110	462	684.8	$4.47 \times 10^{-3}$	良
1.5	70	462	547.2	$1.43 \times 10^{-2}$	良
1.5	40	462	212.9	$5.45 \times 10^{-2}$	良
2.54	140	795	296.2	$2.60 \times 10^{-3}$	良
2.54	110	795	281.4	$4.70 \times 10^{-3}$	良
2.54	70	795	232.5	$1.60 \times 10^{-2}$	良
2.54	40	795	105.5	$5.83 \times 10^{-2}$	良

下線は、「構成してならない炉心」として識別された炉心  
**太字**は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

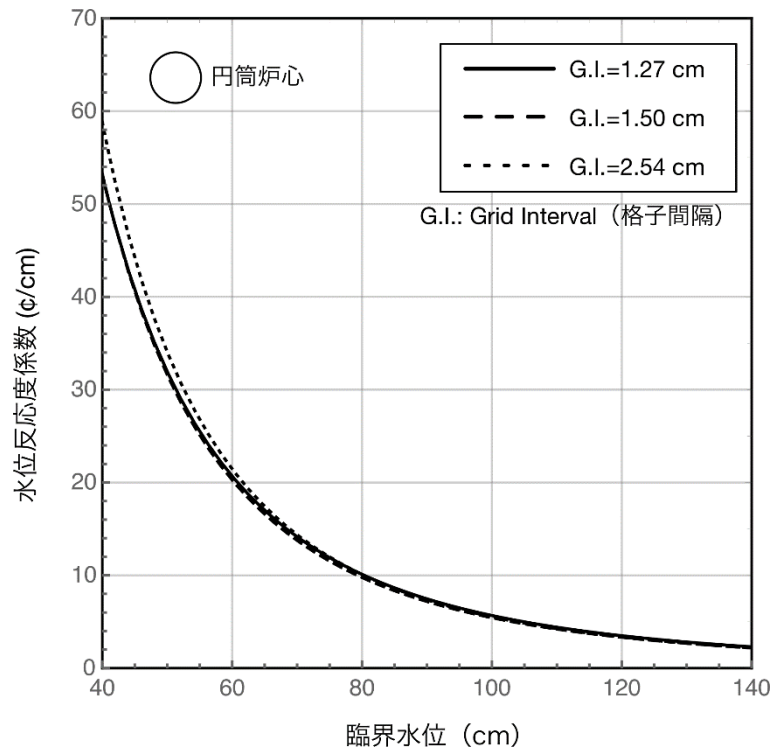


図 4. 4-1 水位反応度係数の計算結果

表 4.5-1 構成してはならない炉心として識別された炉心

炉心形状	格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)
正方	1.27	40	647	-
円筒	1.27	40	630	-

表 4.5-2 構成してはならない炉心の再評価結果（臨界水位）

炉心形状	格子間隔 (cm)	臨界水位 (cm)	臨界本数 (本)	ボロン濃度 (ppm)
正方	1.27	48.22	558	-
円筒	1.27	48.15	549	-

表 4.5-3 構成してはならない炉心の再評価結果（炉心特性）

炉心特性 判定基準 (単位)	計算結果	判定
減速材温度反応度係数 $-3.7 \times 10^{-5} \sim +3.8 \times 10^{-4}$ ( $\Delta k/k/^\circ C$ )	$1.40 \times 10^{-5}$	良
減速材ボイド反応度係数 $-3.8 \times 10^{-3} \sim +3.7 \times 10^{-3}$ ( $\Delta k/k/vol\%$ )	$-2.73 \times 10^{-3}$	良
棒状燃料温度反応度係数 $-4.1 \times 10^{-5} \sim -8.5 \times 10^{-6}$ ( $\Delta k/k/^\circ C$ )	$-2.84 \times 10^{-5}$	良
即発中性子寿命 $6.9 \times 10^{-6} \sim 8.4 \times 10^{-5}$ (s)	$2.72 \times 10^{-5}$	良
実効遅発中性子割合 $6.8 \times 10^{-3} \sim 8.1 \times 10^{-3}$ (-)	<u><math>7.93 \times 10^{-3}</math></u>	<u>良</u>
水位反応度係数 $2.0 \times 10^{-3} \sim 6.0 \times 10^{-2}$ (ドル/mm)	$3.51 \times 10^{-2}$	良

太字は、最大値又は最小値を与える炉心。波下線が最大値。

空白頁

11. 計装設備、警報装置、安全保護回路(第21条、第21条の2、第22条)  
の適合性説明書

- 添付書類 Ⅲ-11-1 計装設備、警報装置についての説明書
- 添付書類 Ⅲ-11-2 安全保護回路についての説明書
- 添付書類 Ⅲ-11-3 核計装設備の変更要否に係る検討書

空白頁



添付書類

Ⅲ-11-1 計装設備、警報装置についての説明書

## 目 次

1. 概 要 ..... 添Ⅲ-11-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-11-1-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-11-1-1

## 1. 概要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第21条（計装）及び第21条の2（警報装置）の規定に基づき施設する計測制御系統施設について説明するものである。

## 2. 基本方針

### (1) 計装設備

技術基準規則第21条第1項の要求事項に適合するよう、STACY施設に、同項各号に規定される以下に掲げる事項を計測する計装設備を施設する。

なお、一次冷却材はないため第4号に規定する事項は適用外である。また、第3号の制御棒（固体の制御材をいう。）の位置の計測については、STACY施設では減速材及び反射材である軽水を制御材とし、炉心タンク内の水位により反応度を制御するため、炉心の水位に読み替える。

第1号：熱出力及び炉心における中性子束密度

第2号：炉周期

第3号：炉心の水位

技術基準規則第21条第2項の要求事項に適合するよう、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講じるために必要な施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視及び記録できる設備を施設する。

### (2) 警報装置

技術基準規則第21条の2の施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、技術基準規則第27条第1号の放射性物質の濃度若しくは同条第3号の線量当量が著しく上昇したとき、又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物若しくは溶液燃料を貯蔵する設備から溶液燃料が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置を施設する。

## 3. 詳細設計方針・内容

### (1) 計装設備

技術基準規則第21条第1項第1号及び第2号に規定される事項を、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、必要な対策が講じ得るよう予想範囲内で計測できる核計装設備を施設する。なお、炉心タンク内に検出器を設置するための検出器

配置用治具は新たに設置するが、その他の核計装設備は、以下に示す既設の構成機器をそのまま使用する。

- ・ 起動系：起動、臨界近接及び低出力時の中性子束を計測（安全保護系と共用）
- ・ 運転系線形出力系：中性子束により出力を計測
- ・ 運転系対数出力系：出力及び炉周期を計測（安全保護系と共用）
- ・ 安全出力系：出力を計測（安全保護系と共用）

技術基準規則第21条第1項第3号に規定される事項を計測するためその他の主要な計装設備を新たに施設する。

- ・ サーボ型水位計：炉心タンク水位連続計測
- ・ 最大給水制限スイッチ：炉心タンク給水制限水位検出（安全保護系の計装設備）
- ・ 給水停止スイッチ：炉心タンク給水停止水位検出
- ・ 排水開始スイッチ：炉心タンク排水開始水位検出

監視操作盤、モニタ盤は、技術基準規則第21条第1項第1、2、3号に規定される事項を計測するための計装設備を操作し、その計測値を監視できるよう施設する。

技術基準規則第21条第2項に規定される事項の計測については、設計基準事故の「溶液燃料の漏えい」に対しては、既設の溶液燃料貯蔵設備の液位計及び漏えい検出器により状況を把握、監視するとともに、放射性物質の放出は放射線管理施設で監視及び記録する。排気筒ダストモニタ（GM計数管）の計数率は約 $3.0 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ となり、その計測範囲は $1.0 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1} \sim 1.0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ のため、放射性物質の放出を監視することが可能である。また、排気筒ダストモニタ（GM計数管）は非常用電源設備に接続されているため、十分な期間<sup>(注1)</sup>にわたり監視及び記録することが可能である。なお、溶液貯蔵室-1に取り付けたガンマ線エリアモニタ（半導体検出器：計測範囲 $10^{-1} \sim 10^4 \mu \text{ Sv/h}$ ）は、作業にあたる放射線業務従事者の被ばくの監視のために十分な計測範囲を有しており、また、非常用電源設備に接続されていることから、十分な期間にわたり監視及び記録することが可能である。

---

(注1) 本説明書において、「十分な期間」とは、20時間程度を想定している。

STACY施設における設計基準事故は、「溶液燃料の漏えい」及び「棒状燃料の機械的破損」であり、これらの事象は10時間程度で収束可能である。

非常用電源設備の非常用発電機は、施設内に保有している燃料により20時間程度（※）の連続運転が可能であり、事象発生から収束までの十分な期間に渡り監視及び記録が可能である。

$$\begin{aligned} \text{※} : \frac{\text{STACY施設の燃料タンク容量[L]} \times \text{充填率}}{\text{非常用発電機の最大燃料消費量[L/h} \cdot \text{基]} \times \text{非常用発電機の基数[基]}} &= \frac{(20000 + 1950 \times 2) \times 0.8}{460 \times 2} \\ &= 20.7 \text{ h} \end{aligned}$$

「棒状燃料の機械的破損」時の放射性物質の放出に対しては、放射線管理施設で監視及び記録する。炉室の換気回数は3回/h以上であるため、排気中の濃度は約 $0.7\text{Bq}/\text{cm}^3$ であり、排気筒ガスモニタ（通気型電離箱）の計測範囲は $0\sim 10^3\text{pA}$ で、これは約 $1\times 10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$ （検出限界値）～約 $2\times 10^2\text{Bq}/\text{cm}^3$ に相当することから、放射性物質の放出を監視することが可能である。また、炉室の空気中の濃度は約 $22\text{Bq}/\text{cm}^3$ であり、炉室（S）からサンプリングするガスモニタ（通気型電離箱）の計測範囲は $0\sim 10^2\text{pA}$ で、これは約 $1\times 10^{-3}\text{Bq}/\text{cm}^3$ （検出限界値）～約 $24\text{Bq}/\text{cm}^3$ に相当することから、放射性物質の放出を監視することが可能である。排気筒ガスモニタ（通気型電離箱）及び炉室（S）からサンプリングするガスモニタ（通気型電離箱）は非常用電源設備に接続されているため、十分な期間にわたり監視及び記録することが可能である。なお、排気筒ダストモニタ（GM計数管：計測範囲 $10^{-1}\sim 10^5\text{s}^{-1}$ ）は、排気中の放射性物質の濃度を監視するために十分な計測範囲を有しており、また、非常用電源設備に接続されていることから、十分な期間にわたり監視及び記録することが可能である。炉室（S）からサンプリングするダストモニタ（GM計数管：計測範囲 $10^{-1}\sim 10^5\text{s}^{-1}$ ）並びに炉室（S）に取り付けたガンマ線エリアモニタ（半導体検出器：計測範囲 $10^{-1}\sim 10^4\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）及び中性子線エリアモニタ（BF<sub>3</sub>計数管：計測範囲 $10^{-1}\sim 10^5\text{s}^{-1}$ ）は、作業にあたる放射線業務従事者の被ばくの監視のために十分な計測範囲を有しており、また、非常用電源設備に接続されていることから、十分な期間にわたり監視及び記録することが可能である。

なお、STACY施設の設計基準事故は、「溶液燃料の漏えい」及び「棒状燃料の機械的破損」であること、原子炉の停止後に事象が進展するおそれはなく停止状態が維持されることから、原子炉の停止後の温度、水位等の監視は不要である。

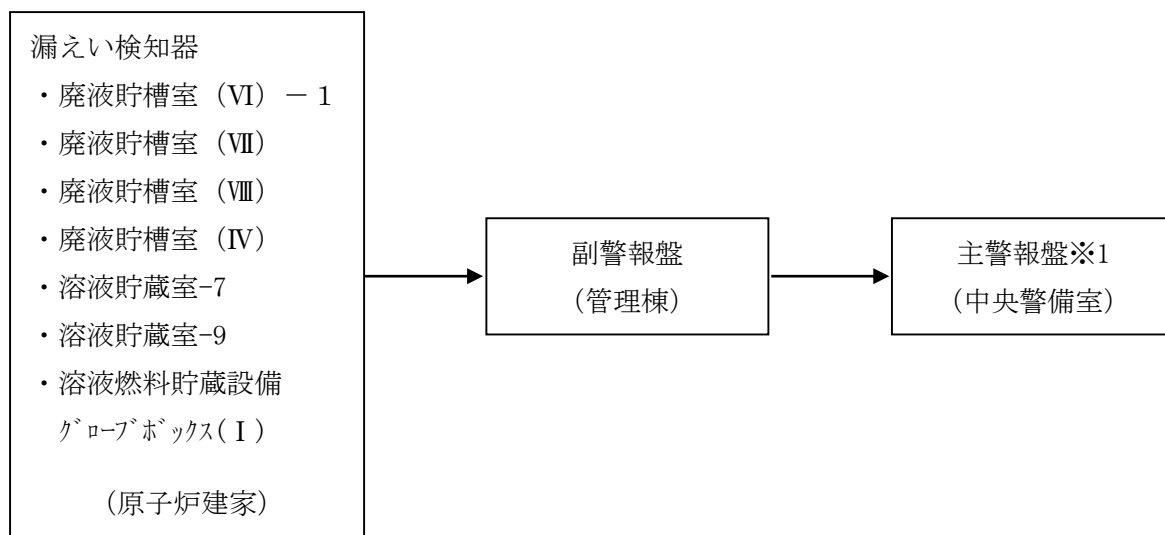
## (2) 警報装置

技術基準規則第21条の2に規定される事項に関し、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、これらを確実に検知して速やかに警報する装置として、警報回路を施設する。警報回路は、中性子束、炉周期、温度、流量等のプロセス変数が設定値を超えた場合に警報を表示、発報する。

技術基準規則第27条第1号の放射性物質の濃度又は同条第3号の線量当量が著しく上昇したとき、これらを確実に検知して速やかに警報する装置を施設することの要求事項に施設時からの変更はなく、放射線管理施設は、既設のものをそのまま使用するため適合性説明を省略する。

液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物又は溶液燃料を貯蔵する設備から溶液燃料が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置として、漏えい検知器を施設する。漏えい検知器は、液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備又は溶液燃料貯蔵設備から漏えいが生じた場合

に漏えいを検知し、副警報盤、主警報盤に警報を表示、発報する。漏えい検知器の系統図を図1に示す。



※1 主警報盤は、夜間休日に漏えいの発生を知らせる。

図1 漏えい検知器の系統図

添付書類

Ⅲ-11-2 安全保護回路についての説明書

## 目 次

1. 概 要 ..... 添Ⅲ-11-2-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-11-2-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-11-2-2



## 1. 概要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」(総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号)(以下「技術基準規則」という。)第22条(安全保護回路)の規定に基づき施設する安全保護系について説明するものである。

ここで、技術基準規則第22条の「安全保護回路」は、STACY施設の「安全保護系」を指す。「安全保護系」は、運転時の異常な過渡変化を検知する安全保護系の核計装及び安全保護系のプロセス計装(最大給水制限スイッチ)、並びに、その検出信号及びその他の入力信号(スクラム条件)を受けて原子炉停止系(安全板装置、急速排水弁)の作動を直接開始させる安全保護回路で構成する。

## 2. 基本方針

技術基準規則第22条第1項の規定により、STACY施設には、以下に掲げる同項各号の要求事項に適合する安全保護系を施設する。

第1号の要求事項に適合するよう安全保護系は、運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により原子炉の運転に支障が生じる場合において、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料の健全性を損なうおそれがない設計とする。

第2号の要求事項については、STACY施設の損壊又は故障その他の異常により多量の放射性物質が漏えいする可能性はなく、これを抑制又は防止するための設備(工学的安全施設)も有しないため適用外である。

第3号の要求事項に適合するよう、安全保護系を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性又は多様性を確保する設計とする。

第4号の要求事項に適合するよう、安全保護系を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保する設計とする。

第5号の要求事項に適合するよう、駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が生じた場合においても、原子炉施設をより安全な状態に移行するか、又は当該状態を維持することにより、原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できる設計とする。

第6号の要求事項に適合するよう、不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止するために必要な措置が講じられている設計とする。

第7号の要求事項に適合するよう、計測制御系統施設の一部を安全保護系と共用する場合には、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離された設計とする。

第8号の要求事項に適合するよう、原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更できる設計とする。

### 3. 詳細設計方針・内容

技術基準規則第22条第1項各号への適合に関わる設計内容は以下のとおりである。

#### <第1号>機能

安全保護系の核計装及びプロセス計装（最大給水制限スイッチ）により異常な過渡変化を検知し、その信号を受けて安全保護回路からスクラム信号を発することにより、安全板装置及び急速排水弁のスクラム遮断器を開放する。スクラム遮断器の開放により、安全板は重力落下で炉心タンクへ挿入され、急速排水弁はスプリング反力で開き軽水を排出する。このように原子炉停止系を作動させ、原子炉を安全に停止でき、かつ、その停止状態を維持することにより、燃料の健全性を損なうおそれがない設計とする。

また、安全保護回路には、安全保護系の計測信号の他、地震動を早期検知するための地震感知器等からの信号を入力し、スクラム信号を発することにより、原子炉停止系を作動させる設計とする。

#### <第3号>多重性又は多様性の確保

安全保護系の核計装及びプロセス計装（最大給水制限スイッチ）の多重性又は多様性の確保については、添付書類Ⅲ－6－1「安全施設、安全設備の機能維持等についての説明書」による。

安全保護回路を構成する安全保護系盤（原子炉停止回路を内蔵）及びスクラム遮断器盤は、単一故障、外的要因による単一破損等が発生しても安全保護機能を喪失しないよう2系統からなる構成として多重性を確保する。

#### <第4号>独立性の確保

安全保護系の起動系、運転系対数出力系、安全出力系、最大給水制限スイッチ系、地震感知系、安全スイッチ系、遮蔽扉位置検出系は、難燃性のケーブル（IEEE383相当）を用い、そのケーブルを可能な限り鋼製電線管（JIS C 8305）に収めることで物理的に分離し、独立性を確保する。ただし、制御室内のケーブルは、原子炉運転中に確認が可能であり、ケーブルに異常があった場合には、手動により原子炉を停止できるため、鋼製電線管による分離は行わない。物理的に分離する範囲については、系統毎に図1～図6に示す。

また、安全保護系は、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるように、独立性を有する2系統の無停電電源装置から系統区分毎に給電する。

#### <第5号>不利な状況が生じた場合の安全状態の維持

安全保護系は、商用電源喪失時にもその安全保護機能を維持することができるよう無停電電源装置から給電するとともに、運転時励磁の回路とし、系の遮断があってもSTACYを停止させるフェイルセーフ設計とする。

#### <第6号>不正アクセス防止

安全保護系は、不正アクセスを防止するため、外部の電気通信回路から遮断する設計とする。また、安全保護回路には電子計算機は使用しない設計とする。

#### <第7号>計測制御系との共用

安全保護系の核計装設備の一部（高圧電源、対数計数率回路、炉周期回路、対数増幅回路、線型増幅回路、積分回路）から計測制御系の核計装設備へ信号を取り出す場合には、信号の分岐箇所には絶縁増幅器等の絶縁回路を使用し、計測制御系の核計装設備の短絡、地絡又は断線によって安全保護系の核計装設備に影響を与えることのないように機能的に分離した設計とする。安全保護系の核計装設備のシステム構成を図7に示す。

#### <第8号>設定値変更

安全保護系のプロセス計装設備（最大給水制限スイッチ）の設定位置は、運転条件に従って変更できる設計とする。

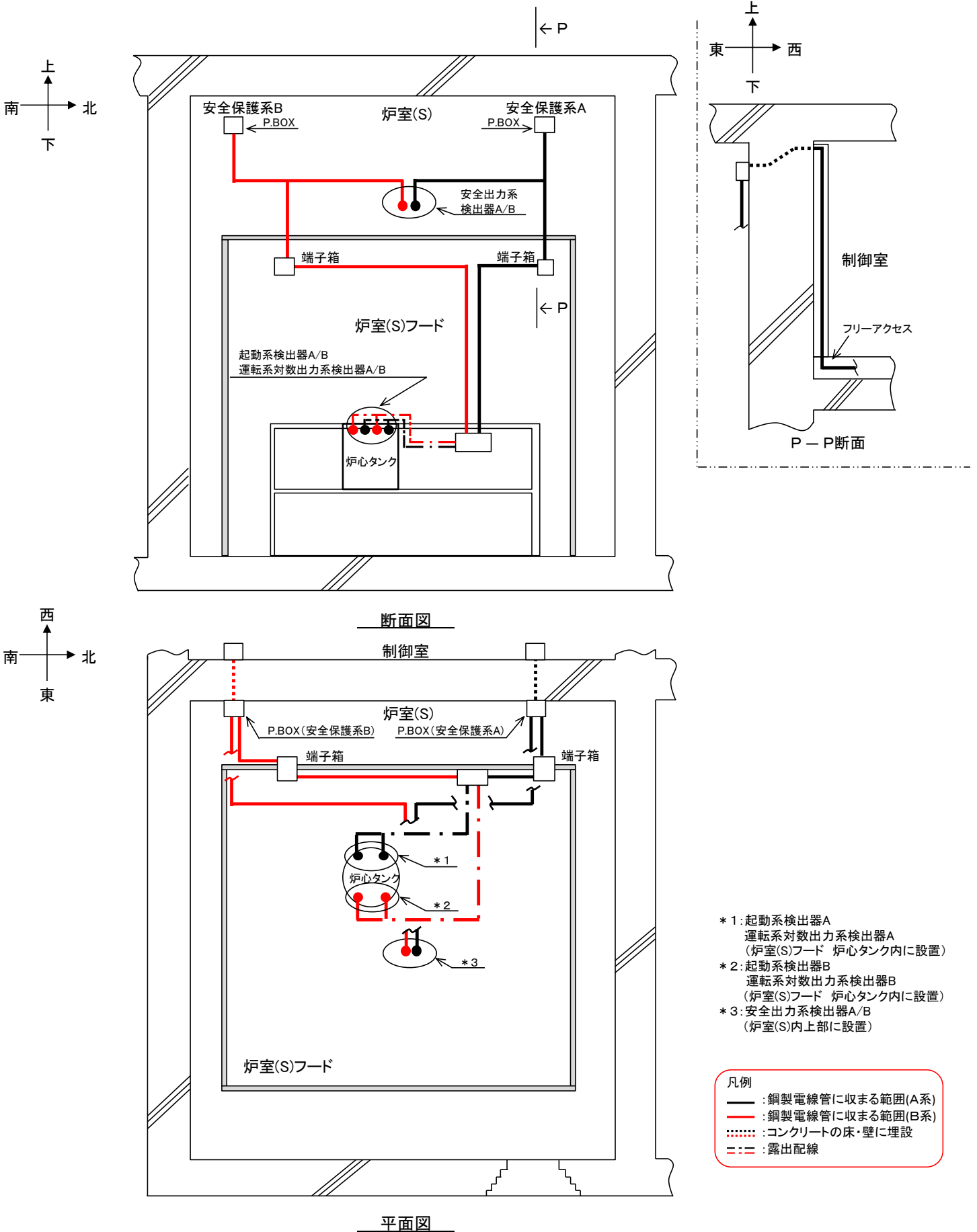
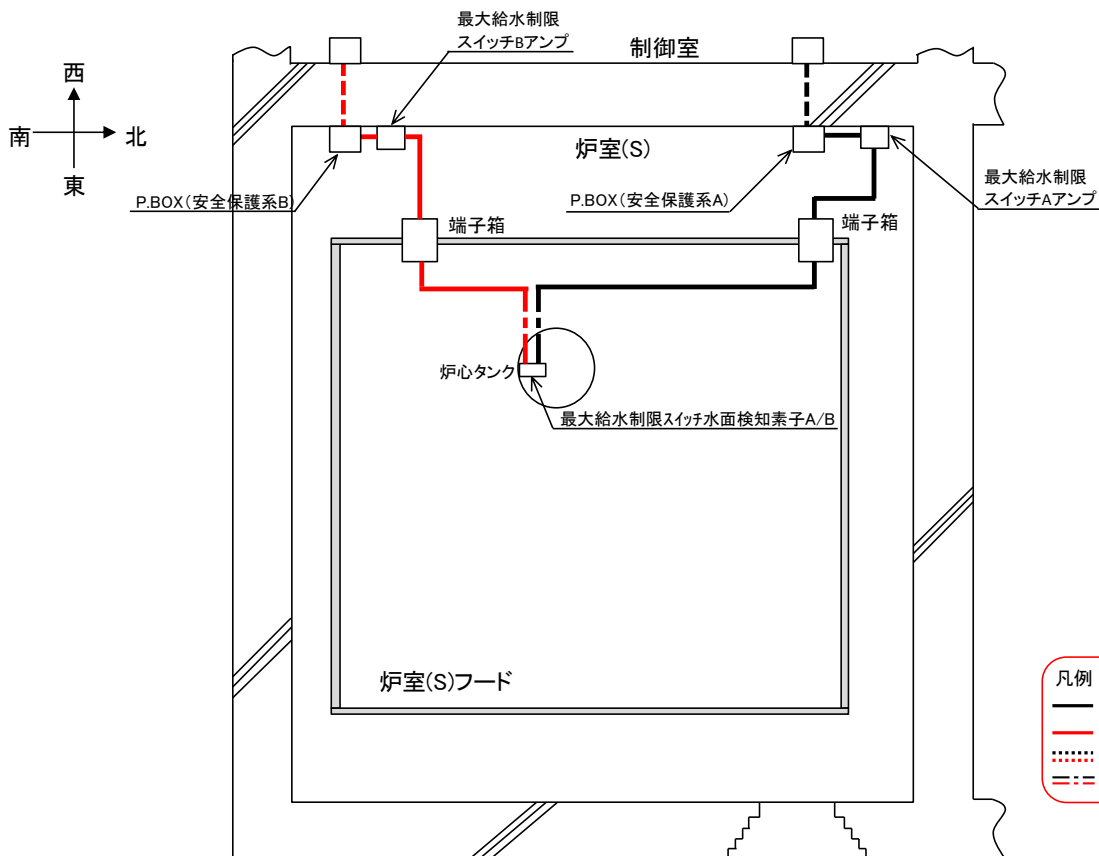
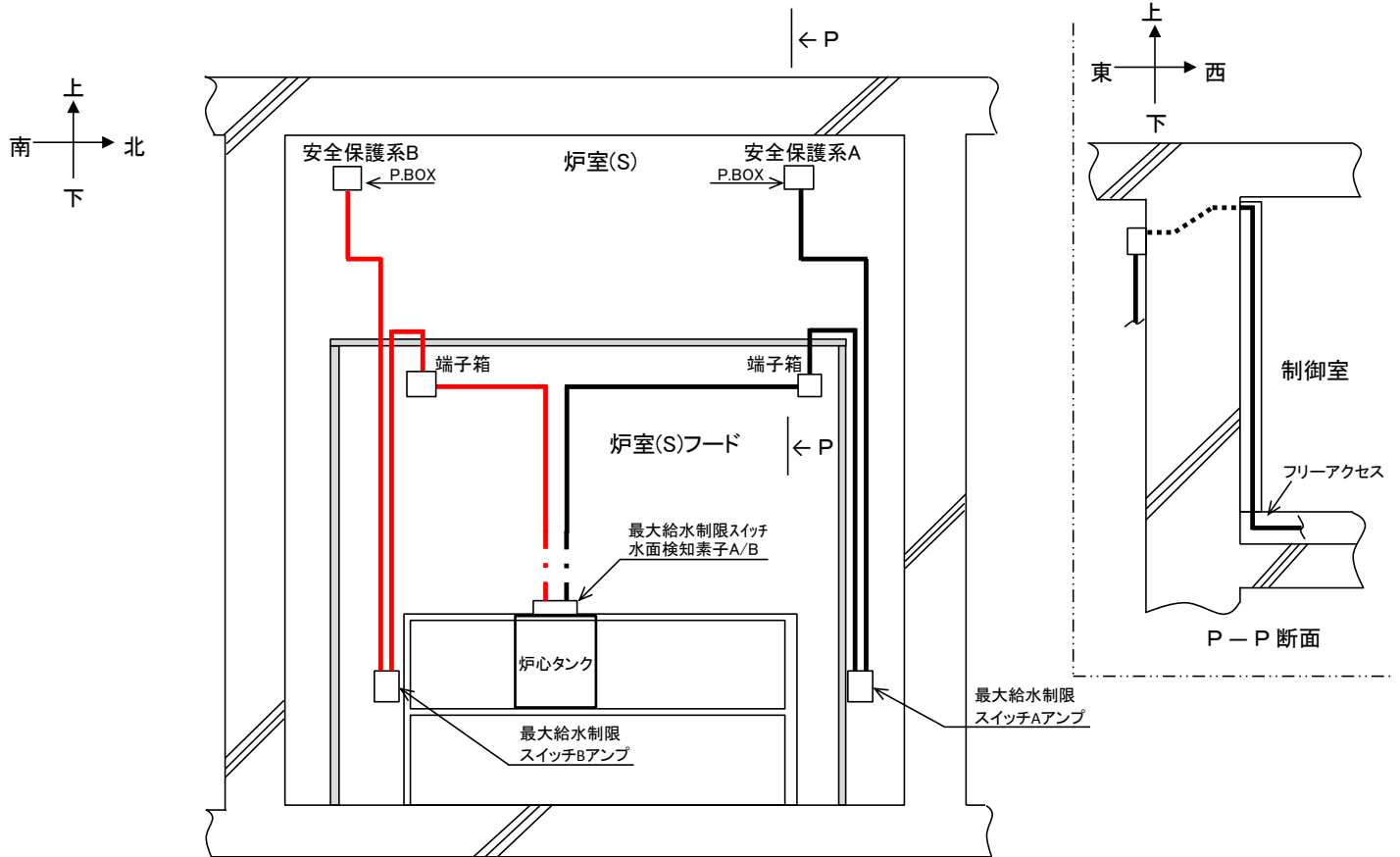


図1 安全保護系既設ケーブル配線図  
(起動系、運転系対数出力系、安全出力系)



- 凡例
- : 鋼製電線管に収まる範囲(A系)
  - : 鋼製電線管に収まる範囲(B系)
  - ..... : コンクリートの床・壁に埋設
  - : 露出配線

図2 安全保護系新設ケーブル配線図  
(最大給水制限スイッチ系)

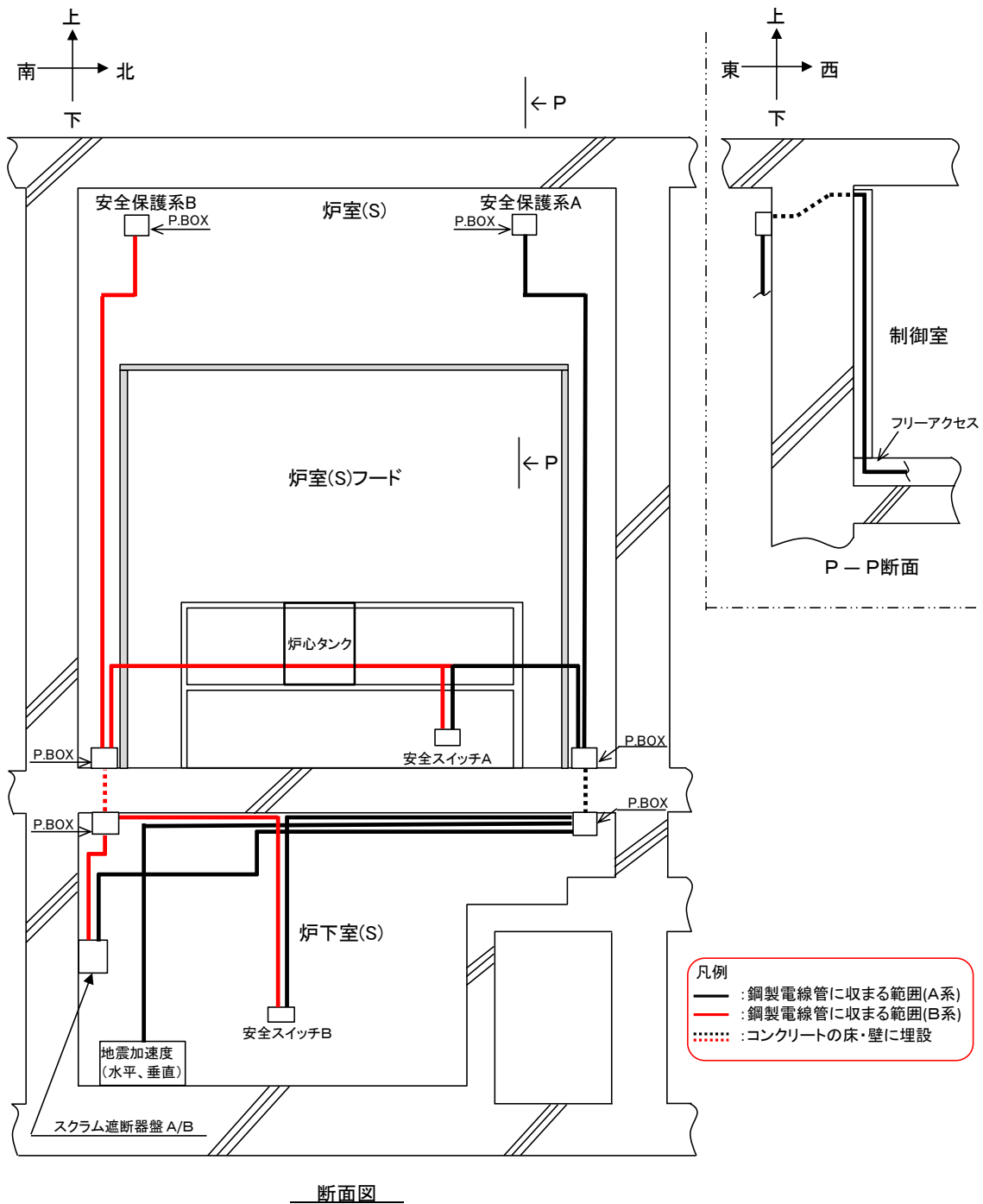
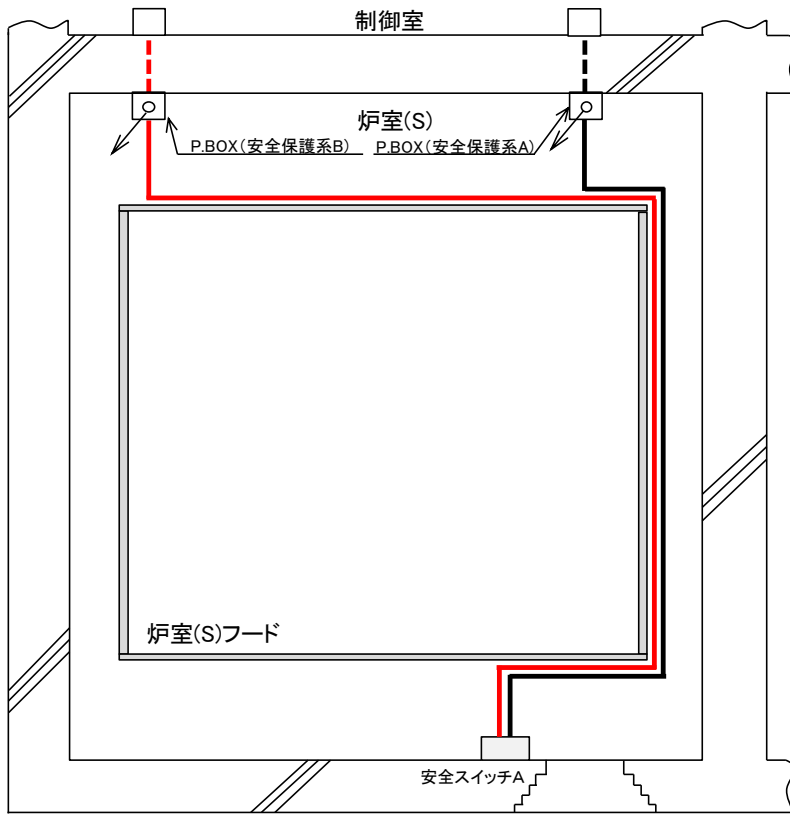
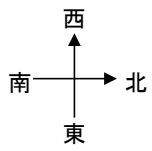
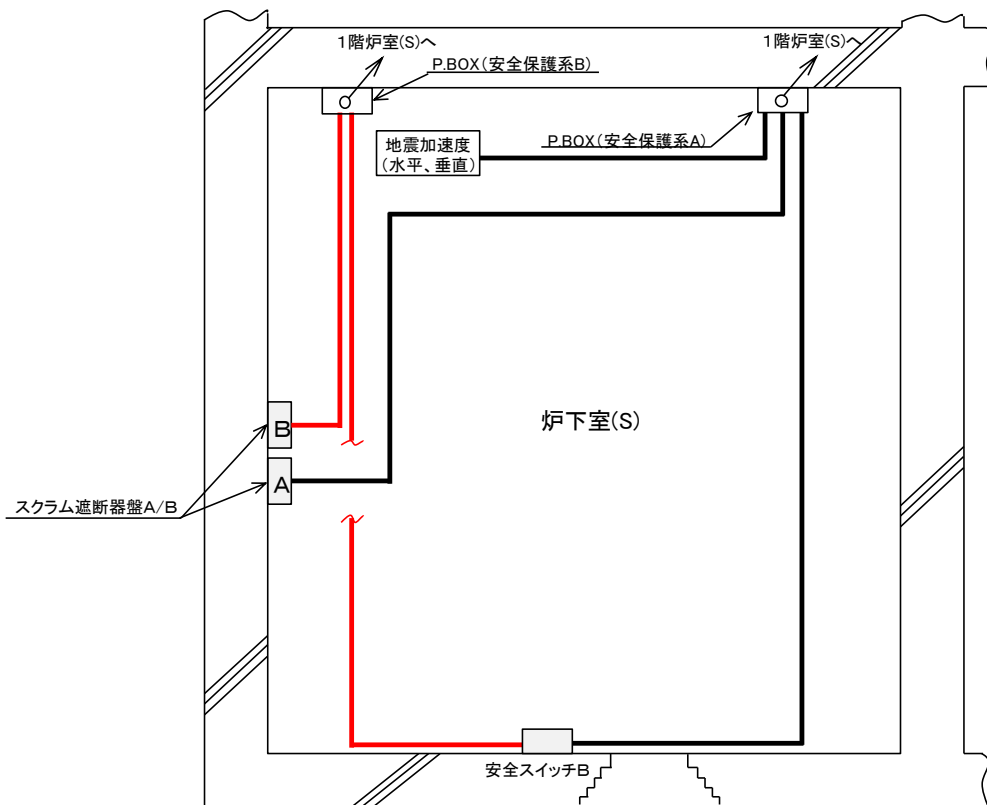


図3 安全保護系既設ケーブル配線図(1/2)  
(地震感知系(水平・垂直)、安全スイッチ系)



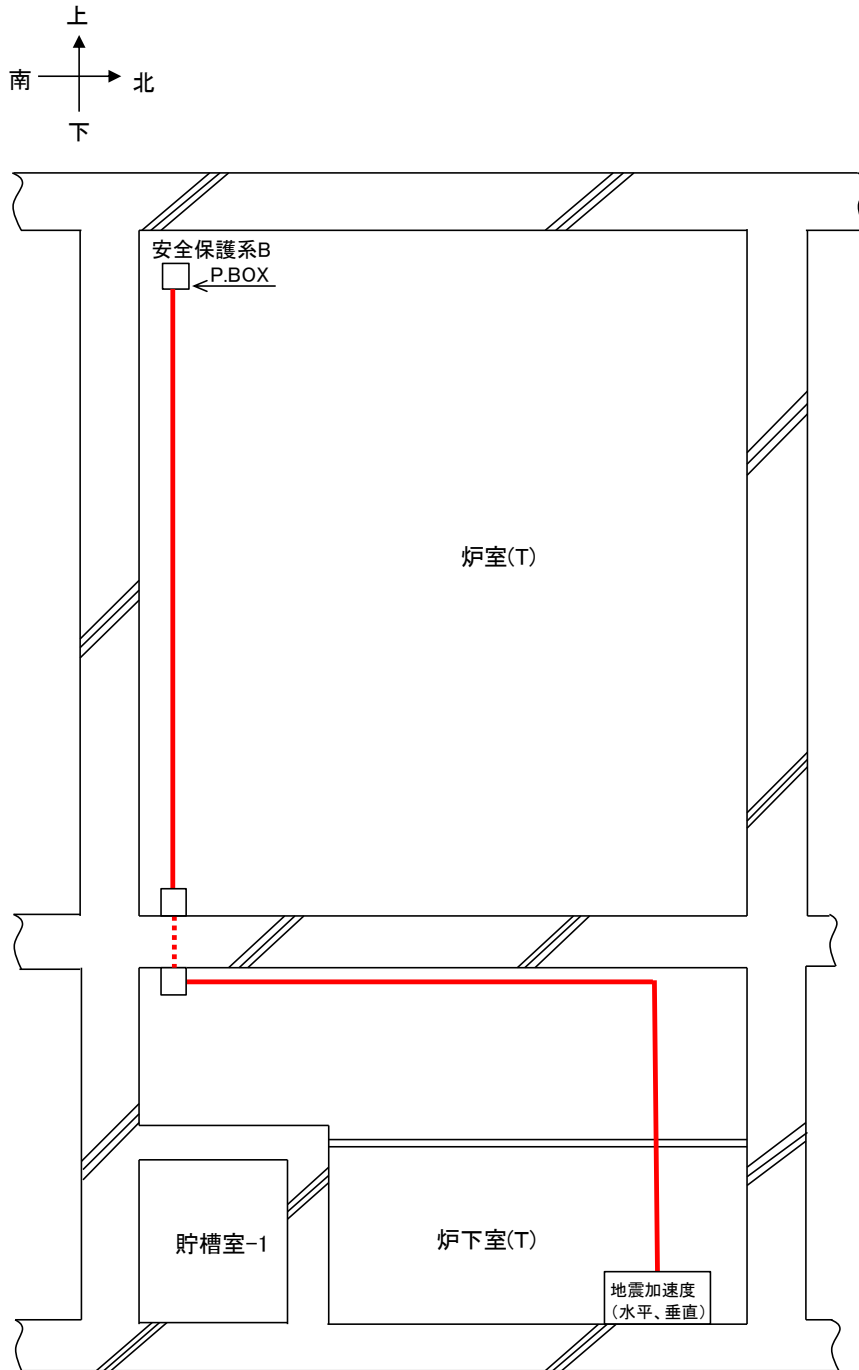
平面図(1階)



平面図(地下1階)

- 凡例
- : 鋼製電線管に収まる範囲(A系)
  - : 鋼製電線管に収まる範囲(B系)
  - ⋯ : コンクリートの床・壁に埋設

図3 安全保護系既設ケーブル配線図(2/2)  
(地震感知系(水平・垂直)、安全スイッチ系)

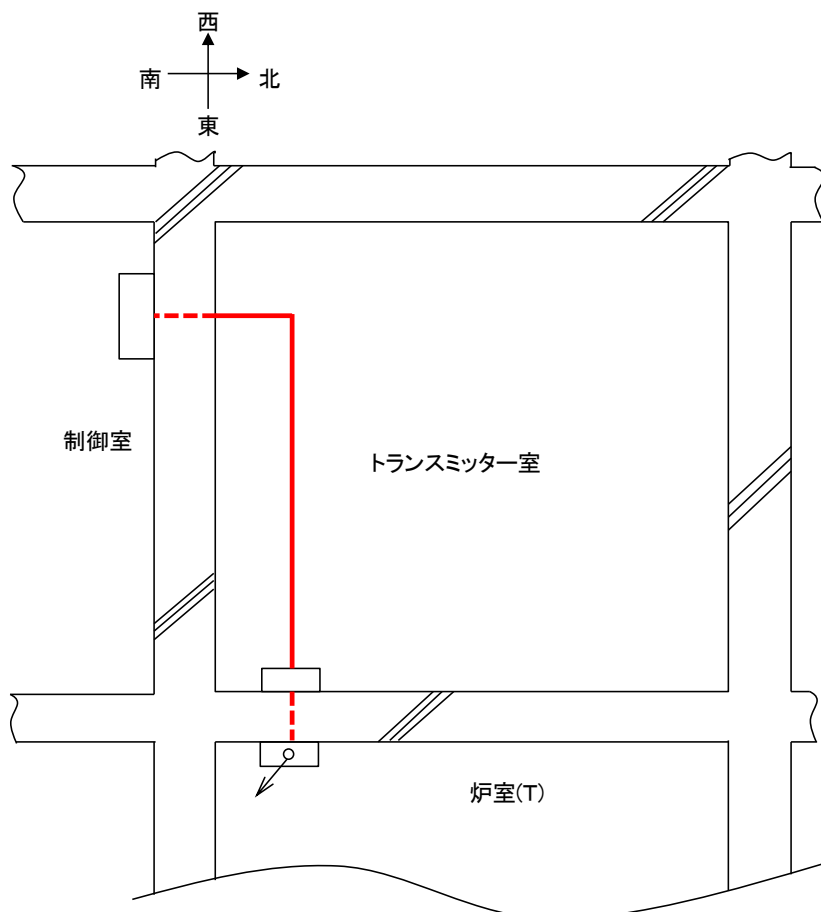


断面図

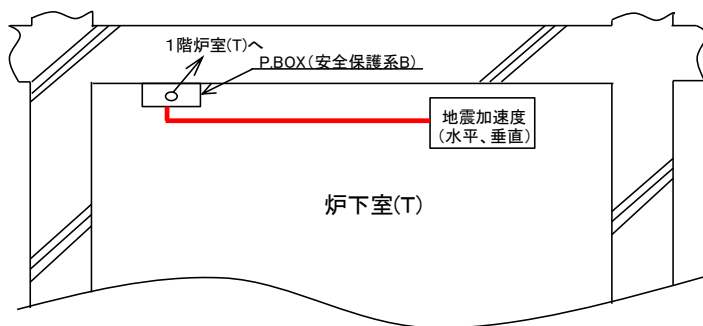
- 凡例
- : 鋼製電線管に収まる範囲(B系)
  - ..... : コンクリートの床・壁に埋設

図4 安全保護系既設ケーブル配線図(1/2)  
(地震感知系(水平・垂直))





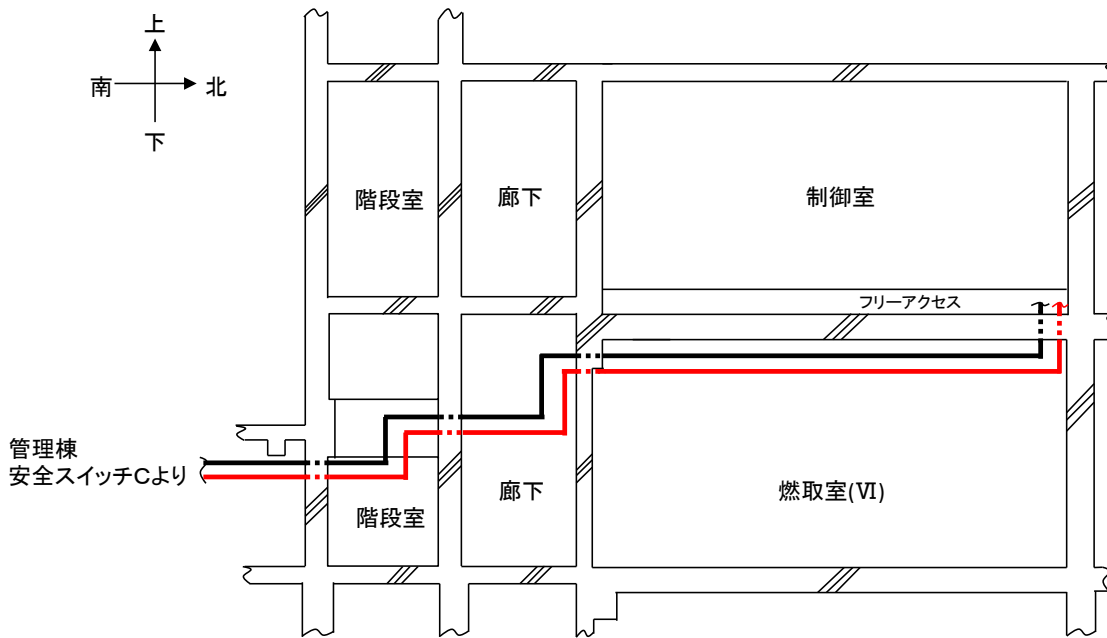
平面図(1階)



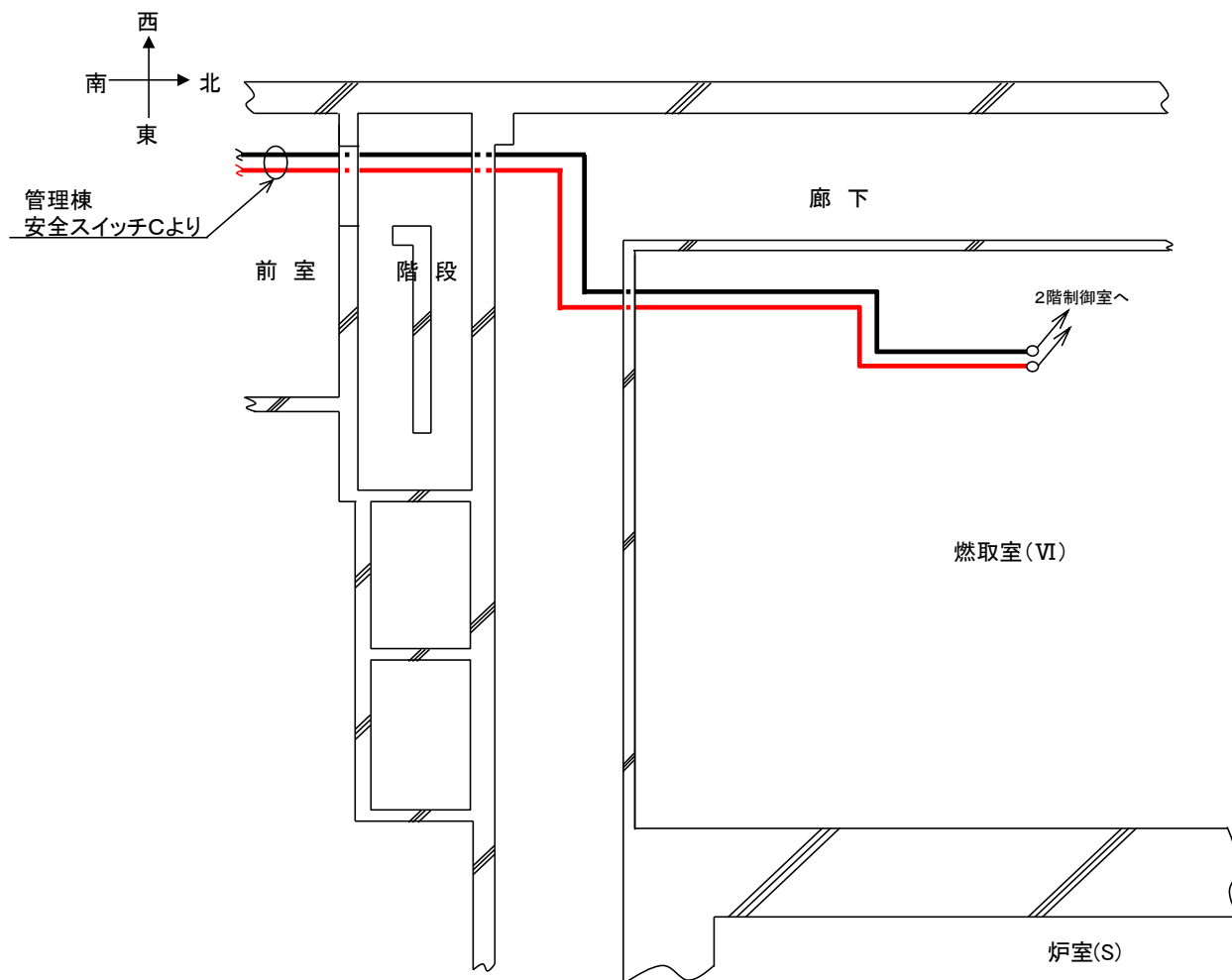
平面図(地下1階)

- 凡例
- : 鋼製電線管に収まる範囲(B系)
  - ..... : コンクリートの床・壁に埋設

図4 安全保護系既設ケーブル配線図(2/2)  
(地震感知系(水平、垂直))



断面図



平面図

- 凡例
- : 鋼製電線管に収まる範囲(A系)
  - : 鋼製電線管に収まる範囲(B系)
  - ..... : コンクリートの床・壁に埋設

図5 安全保護系既設ケーブル配線図  
(安全スイッチ系)

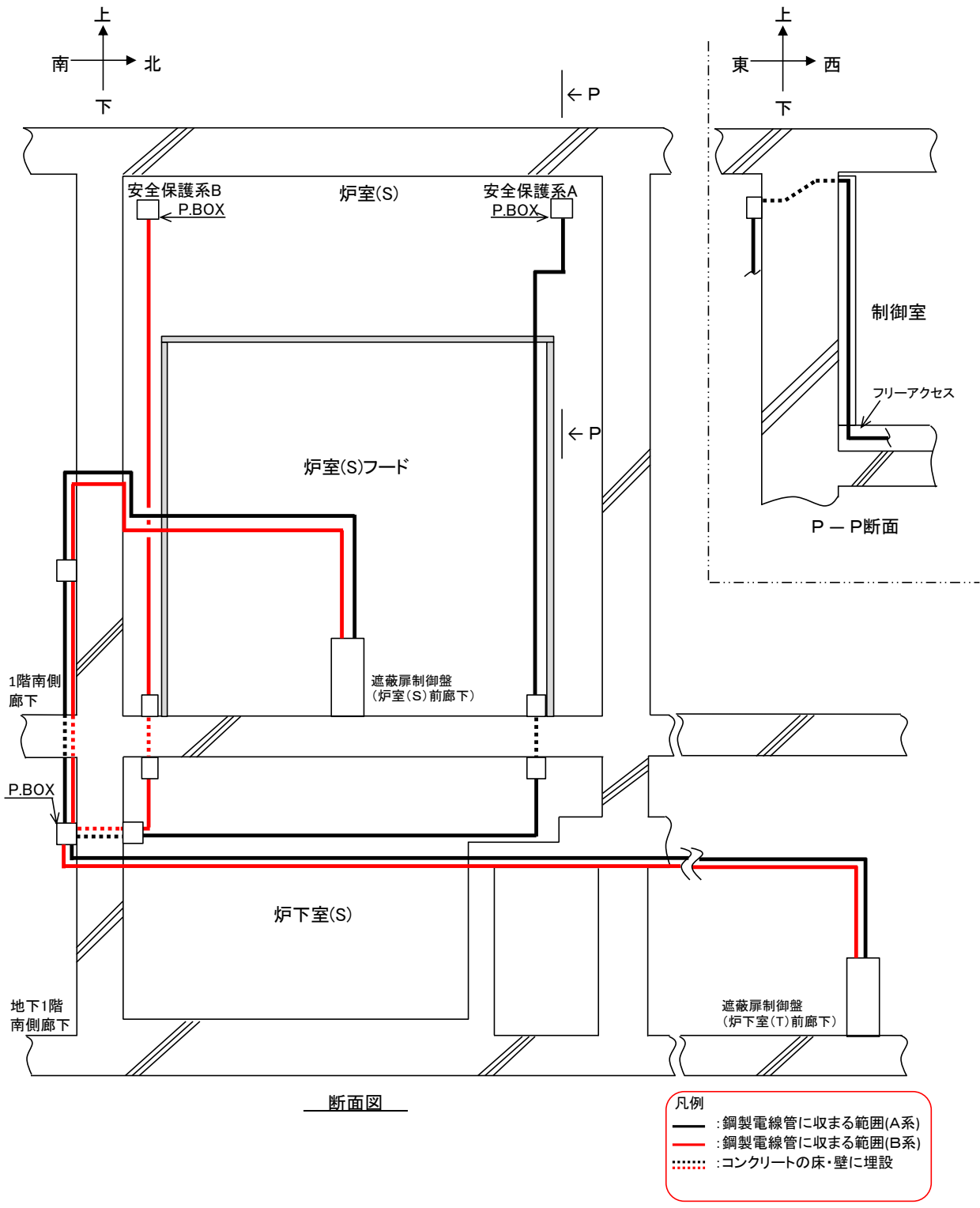
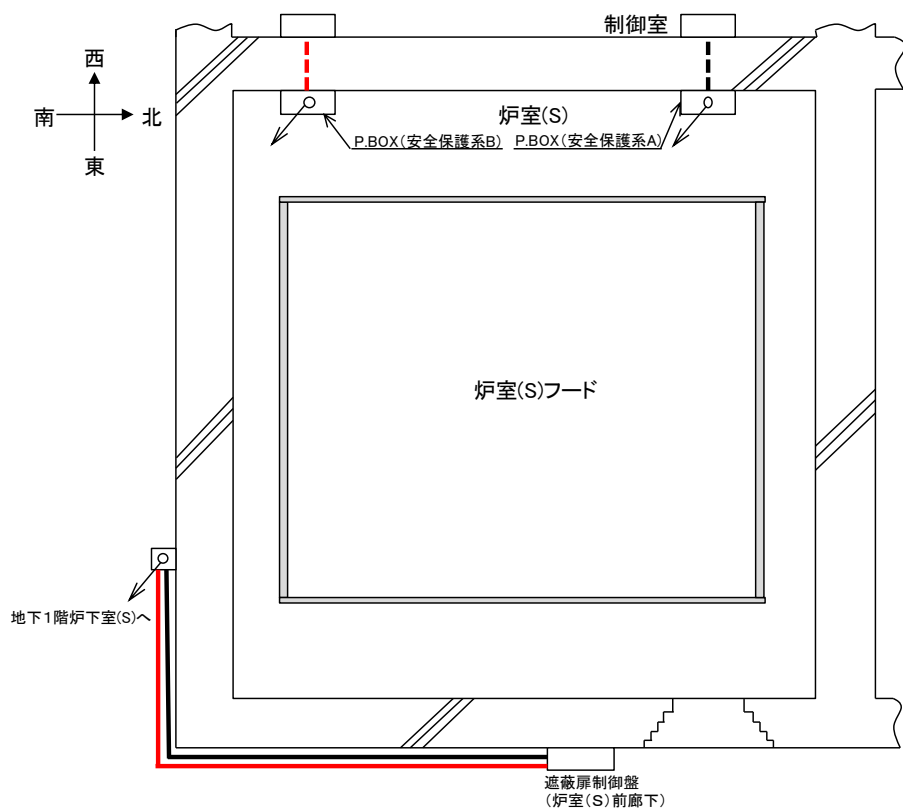
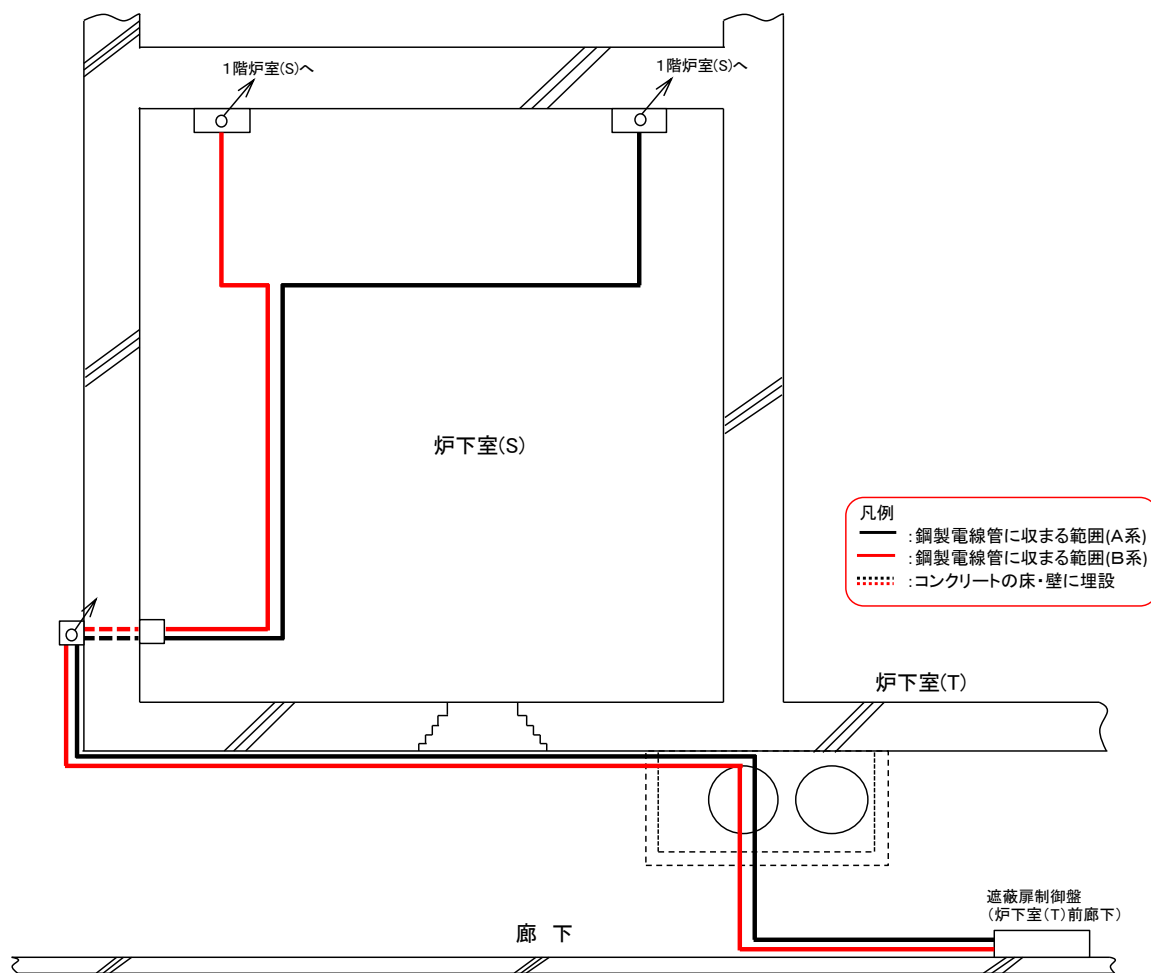


図6 安全保護系既設ケーブル配線図(1/2)  
(遮蔽扉位置検出系)

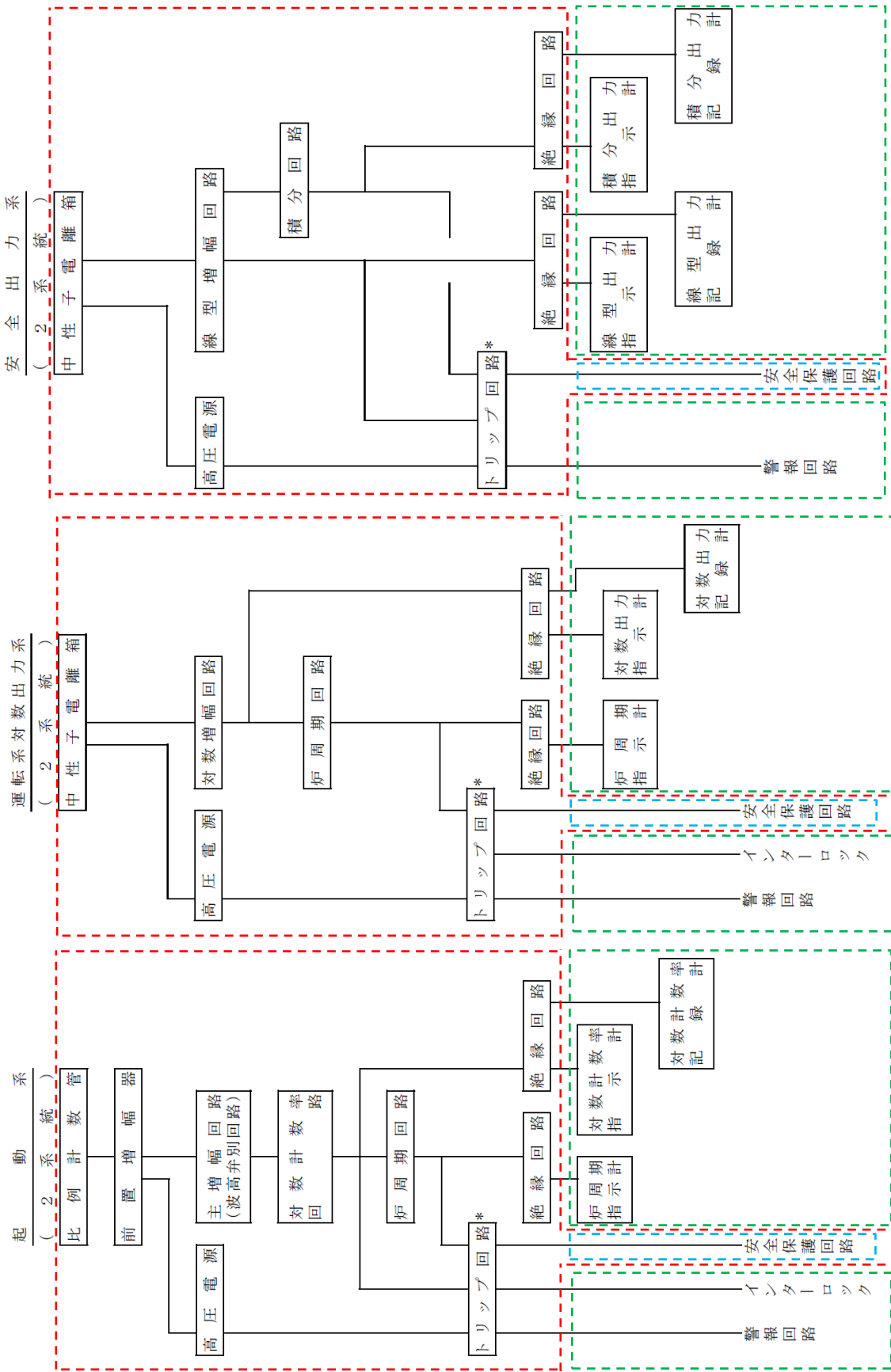


平面图(1階)



平面图(地下1階)

図6 安全保護系既設ケーブル配線図(2/2)  
(遮蔽扉位置検出系)



- 安全保護系
- 安全保護回路
- 計測制御系

\*安全保護系は、トリップ回路のリレーで計測制御系と絶縁分離する。

図 7 安全保護系の核計装設備の説明図

空白頁

添付書類

Ⅲ－11－3 核計装設備の変更要否に係る検討書

## 目 次

1. 概 要 .....	添Ⅲ-11-3-1
2. 検討方針 .....	添Ⅲ-11-3-1
3. 計算及び結果 .....	添Ⅲ-11-3-3
3.1 線源の評価 .....	添Ⅲ-11-3-3
3.2 核計装の応答評価.....	添Ⅲ-11-3-4
3.3 既設の核計装のゲイン調整範囲.....	添Ⅲ-11-3-4
4. 評 価 .....	添Ⅲ-11-3-4
参考文献 .....	添Ⅲ-11-3-5



## 1. 概 要

本計算書では、STACY の炉心変更による、炉心から放出される中性子束の変化について検討し、溶液系 STACY（ウラン・プルトニウム燃料タンク型の臨界実験装置（平成 21 年 3 月 11 日付け 20 諸文科科第 2058 号以前に許可を受けたもの。以下同じ。））で使用していた核計装設備が、炉心変更後も継続して使用でき、変更の必要がないことを示す。

## 2. 検討方針

溶液系 STACY の炉心（以下「旧炉心」という。）と変更後の炉心（以下「新炉心」という。）の比較を図 1 及び表 1 に示す。また、新旧の炉心の位置関係について図 2 に示す。新旧の炉心はいずれも最大出力 200W であり、また燃料が  $^{235}\text{U}$  濃縮度 10 wt%以下のウラン燃料である。位置関係は、旧炉心が 2 つの炉心タンクの位置を変更する実験を行っていたことから、新炉心の位置は旧炉心の位置の変化範囲に含まれている。ただし、旧炉心が液体燃料である硝酸ウラニル水溶液と固体燃料である棒状燃料の併用であったのに対し、新炉心は棒状燃料のみを用いる点に違いがある。また、炉心周辺については、旧炉心の炉心タンク閉じ込め型であり特に上面に厚い (8cm) ステンレス鋼の蓋があることに対し、新炉心の炉心タンクは上部開放タンクであり遮蔽がないことから、同じ出力であっても、炉心上部に位置する核計装安全系の受ける中性子束に、量、エネルギースペクトルの両面で違いがあることが想定される。以上のことから、炉心変更による中性子束の変化が安全系の核計装に与える影響を評価し、当該影響による違いが核計装のゲイン調整範囲により吸収可能な範囲に留まることを確認する。

なお、起動系及び運転系は、新旧いずれの炉心においても配置用治具により炉心近傍の水中において位置を調整することができるよう設計されているため、核計装に変更を加える必要はない。

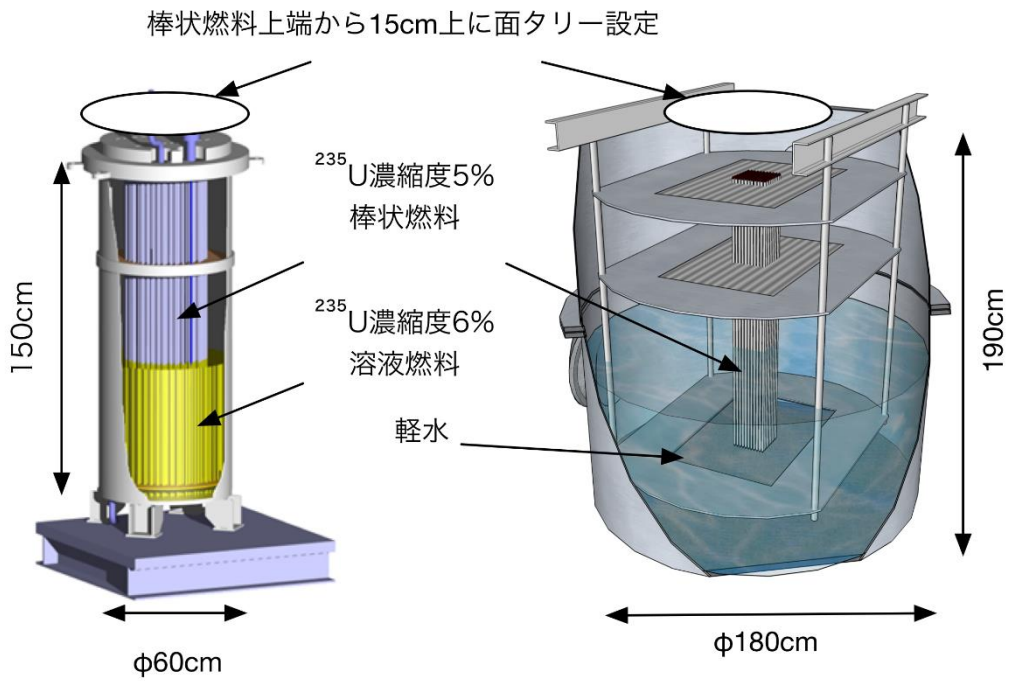


図1 左：溶液系STACY（旧STACY）の非均質炉心タンク  
右：運転再開後のSTACY（新STACY）の炉心タンク（イメージ図）

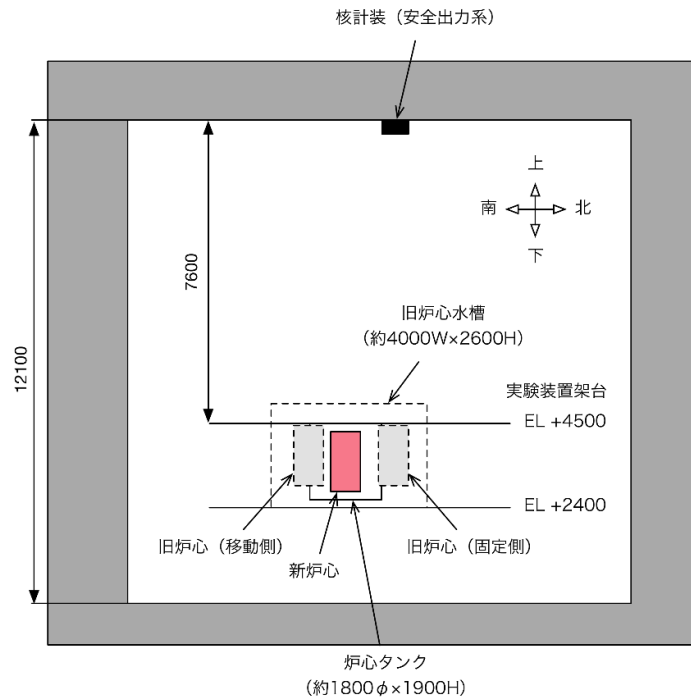


図2 STACY の新旧炉心の位置関係

表1 溶液系 STACY の炉心（旧炉心）と変更後の炉心（新炉心）の比較

新旧比較	評価要否 (要：○、否：×)	備考
燃料の違い（溶液燃料+棒状燃料から棒状燃料のみ）	○	
出力の違い	×	出力の違いはない。
炉心位置の違い	×	旧炉心の変更可能範囲に包含される（図2参照）
反射条件の違い	×	新旧とも水反射体中における測定であり、位置変更は治具で行う。
遮蔽条件の違い	○	開放型タンクとなったことから上部の遮蔽となっていた蓋がなくなる。また、上面から見て、溶液燃料の液面+棒状燃料から水減速材の水面+棒状燃料となる影響を評価する。

### 3. 計算及び結果

#### 3.1 線源の評価

計算対象の炉心は、新旧の炉心で共通して構成することができる、格子間隔 1.5 cm 炉心とした。炉心構成条件を表2に示す。これらの炉心を旧炉心については硝酸ウラニル水溶液の液位を、新炉心については軽水減速材の水位を調整して臨界とした。また、棒状燃料の上端から 15 cm 上方に直径 60cm（炉心の直径は約 30 cm）の面タリーを設置し、タリー一面を下方から上方に通る中性子流を、エネルギー群 22 群、角度 9 群で集計した。計算には連続エネルギーモンテカルロコード MVP2<sup>[1]</sup>及び評価済核データ JENDL-3.3<sup>[2]</sup>を使用した。

得られた中性子流を表3及び図3に示す。新炉心は旧炉心に比較して高速中性子のスペクトルに大きな違いはないが、中速以下の中性子が多い結果となっている。また、同じ

出力の時、中性子の量にして、新炉心は旧炉心より約3倍の中性子を発している。この結果は、旧炉心の炉心タンクの蓋による遮蔽の影響が大きいと考えられる。

### 3.2 核計装の応答評価

前節で評価した2種類の中性子線源を用いて、安全系の核計装検出器の位置における中性子エネルギースペクトルの計算を行い、検出器の応答評価を行った。評価体系を図4に示す。線源と評価点の位置関係には、新旧の炉心の高さの違いを反映している。評価に当たっては、計算した中性子エネルギースペクトルに、安全系の核計装検出器の応答データを乗じた。このとき新炉心の中性子束には、前節で評価した新旧炉心の中性子流の合計の比を重みとして乗じた。評価に用いた検出器の応答データを表4に示す。また、評価の結果を表5に示す。評価の結果、安全系の核計装は、新炉心に対して、旧炉心に比べて22倍（表5の合計値の比  $7.61 \times 10^{-8} / 3.46 \times 10^{-9} = 21.99$ ）の応答を示すことが分かった。

### 3.3 既設の核計装のゲイン調整範囲

既設の核計装のゲイン調整範囲を表5に示す。旧炉心における設定値は  $1.68 \times 10^{-8} \text{ A}^1$  であり、現状で調整可能なゲインの下限は  $3.58 \times 10^{-6} \text{ A}$  である。すなわち、200倍以上（約213倍）の余裕がある。このため、前節で評価した安全系核計装の変化範囲を十分吸収することができる。なお、表5に示したゲイン調整範囲は、設工認対象外である。

## 4. 評価

STACYの炉心変更が既設の核計装に与える影響について検討し、検出する中性子エネルギースペクトルが異なることが考えられる、安全系の核計装についてその影響を評価した。評価の結果、更新後のSTACYは更新前に比べて中性子エネルギースペクトルが熱側にシフトし、核計装の応答は約20倍となることがわかった。既設の核計装は現在の設定値に比べて下限側（信号強度を抑える側）に200倍以上余裕があるため、変更の必要がないことを確認した。

---

<sup>1</sup> 平成23年度施設定期自主検査における安全系A系の設定値。

参考文献

- [1] Y. Nagaya et al., "MVP/GMVP II: General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods," JAERI 1348 (2005)
- [2] K. Shibata et al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3," J. Nucl. Sci. Technol., 39, 1125 (2002).

表2 線源とした炉心の炉心構成条件

項目	旧炉心	新炉心
炉心形状	円筒形	同左
棒状燃料	<sup>235</sup> U 濃縮度 5 wt%棒状燃料 333 本、格子間隔 1.5 cm	同左
減速材 (旧炉心においては燃料を兼ねる)	<sup>235</sup> U 濃縮度 6 wt% 硝酸ウラニル水溶液 (ウラン濃度 330gU/L、遊離硝酸濃度 2.0mol/L)	軽水
炉心タンク外反射材	なし	同左
臨界水位	44.5 cm	51.0 cm

表3 (1) 線源とした炉心の中性子流 (エネルギー分布)

群 <sup>※1</sup>	上限エネルギー (eV)	旧炉心 (-) <sup>※2</sup>	新炉心 (-) <sup>※2</sup>
1	$1.5 \times 10^7$	0.0	0.0
2	$1.22 \times 10^7$	0.0	$3.9999 \times 10^{-7}$
3	$1.0 \times 10^7$	$7.3089 \times 10^{-7}$	$1.6670 \times 10^{-6}$
4	$8.18 \times 10^6$	$2.6917 \times 10^{-6}$	$6.2830 \times 10^{-6}$
5	$6.36 \times 10^6$	$4.7774 \times 10^{-6}$	$1.2218 \times 10^{-5}$
6	$4.96 \times 10^6$	$5.9440 \times 10^{-6}$	$1.3891 \times 10^{-5}$
7	$4.06 \times 10^6$	$1.1011 \times 10^{-5}$	$2.2669 \times 10^{-5}$
8	$3.01 \times 10^6$	$1.3083 \times 10^{-5}$	$2.6584 \times 10^{-5}$
9	$2.46 \times 10^6$	$3.4395 \times 10^{-6}$	$7.6402 \times 10^{-6}$
10	$2.35 \times 10^6$	$2.1267 \times 10^{-5}$	$3.4711 \times 10^{-5}$
11	$1.83 \times 10^6$	$4.4452 \times 10^{-5}$	$5.0924 \times 10^{-5}$
12	$1.11 \times 10^6$	$5.8847 \times 10^{-5}$	$7.4164 \times 10^{-5}$
13	$5.50 \times 10^5$	$6.8119 \times 10^{-5}$	$7.7669 \times 10^{-5}$
14	$1.11 \times 10^5$	$2.3797 \times 10^{-5}$	$7.3078 \times 10^{-5}$
15	$3.35 \times 10^3$	$7.3472 \times 10^{-6}$	$3.4090 \times 10^{-5}$
16	$5.83 \times 10^2$	$5.0160 \times 10^{-6}$	$3.4011 \times 10^{-5}$
17	$1.01 \times 10^2$	$3.9467 \times 10^{-6}$	$2.1805 \times 10^{-5}$
18	$2.90 \times 10^1$	$2.4133 \times 10^{-6}$	$1.9812 \times 10^{-5}$
19	$1.07 \times 10^1$	$2.5701 \times 10^{-6}$	$1.9927 \times 10^{-5}$
20	3.06	$1.4109 \times 10^{-6}$	$1.6239 \times 10^{-5}$
21	1.12	$5.4491 \times 10^{-7}$	$2.0481 \times 10^{-5}$
22	$4.14 \times 10^{-1}$	$8.6648 \times 10^{-7}$	$2.0955 \times 10^{-4}$
合計	—	$2.8227 \times 10^{-4}$	$7.7781 \times 10^{-4}$

※1 DLC-23E エネルギー群構造

※2 1 ヒストリー当たり

表3 (2) 線源とした炉心の中性子流 (角度分布)

角度 <sup>※1</sup> (°)	旧炉心 (-) <sup>※2</sup>	新炉心 (-) <sup>※2</sup>
0~10	$1.4879 \times 10^{-1}$	$4.4092 \times 10^{-1}$
10~20	$1.7432 \times 10^{-1}$	$2.6733 \times 10^{-1}$
20~30	$1.8043 \times 10^{-1}$	$8.5622 \times 10^{-2}$
30~40	$1.5077 \times 10^{-1}$	$5.2261 \times 10^{-2}$
40~50	$1.5046 \times 10^{-1}$	$4.6667 \times 10^{-2}$
50~60	$1.0371 \times 10^{-1}$	$4.3050 \times 10^{-2}$
60~70	$6.6039 \times 10^{-2}$	$3.1107 \times 10^{-2}$
70~80	$2.3532 \times 10^{-2}$	$2.6702 \times 10^{-2}$
80~90	$1.9481 \times 10^{-3}$	$6.3404 \times 10^{-3}$

※1 鉛直軸となす角度。a~b : a 以上 b 未満。

※2 合計を1として規格化。

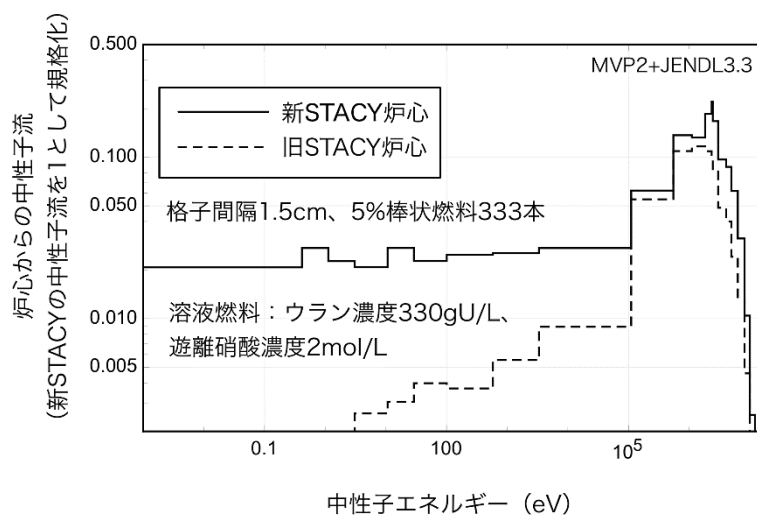


図3 線源とした炉心の中性子流

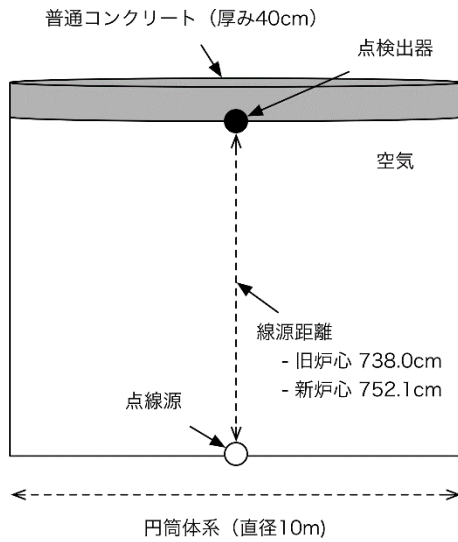


図4 安全系核計装の応答評価モデル

表4 安全系核計装検出器の応答データ

群 <sup>※1</sup>	検出器応答 (0.0253 eV で 規格化)	群 <sup>※1</sup>	検出器応答 (0.0253 eV で 規格化)
1	$4.35 \times 10^{-5}$	12	$1.78 \times 10^{-4}$
2	$4.81 \times 10^{-5}$	13	$2.98 \times 10^{-4}$
3	$5.31 \times 10^{-5}$	14	$8.18 \times 10^{-4}$
4	$5.95 \times 10^{-4}$	15	$3.90 \times 10^{-3}$
5	$6.74 \times 10^{-5}$	16	$9.36 \times 10^{-3}$
6	$7.54 \times 10^{-5}$	17	$2.07 \times 10^{-2}$
7	$8.53 \times 10^{-5}$	18	$3.70 \times 10^{-2}$
8	$9.69 \times 10^{-5}$	19	$6.37 \times 10^{-2}$
9	$1.03 \times 10^{-4}$	20	$1.14 \times 10^{-1}$
10	$1.11 \times 10^{-4}$	21	$1.88 \times 10^{-1}$
11	$1.33 \times 10^{-4}$	22	$4.97 \times 10^{-1}$

※1 エネルギー群。各群のエネルギーは表3(1)と共通。



表5 安全系核計装の応答評価結果

群 <sup>※1</sup>	旧炉心		新炉心	
	中性子束 <sup>※2</sup>	応答 <sup>※3</sup>	中性子束 <sup>※4</sup>	応答 <sup>※3</sup>
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	1.82×10 <sup>-10</sup>	8.74×10 <sup>-15</sup>
3	3.66×10 <sup>-10</sup>	1.94×10 <sup>-14</sup>	7.96×10 <sup>-10</sup>	4.23×10 <sup>-14</sup>
4	1.34×10 <sup>-9</sup>	7.98×10 <sup>-13</sup>	2.98×10 <sup>-9</sup>	1.77×10 <sup>-12</sup>
5	2.40×10 <sup>-9</sup>	1.62×10 <sup>-13</sup>	5.96×10 <sup>-9</sup>	4.02×10 <sup>-13</sup>
6	2.99×10 <sup>-9</sup>	2.25×10 <sup>-13</sup>	6.82×10 <sup>-9</sup>	5.14×10 <sup>-13</sup>
7	5.58×10 <sup>-9</sup>	4.76×10 <sup>-13</sup>	1.12×10 <sup>-8</sup>	9.52×10 <sup>-13</sup>
8	6.69×10 <sup>-9</sup>	6.48×10 <sup>-13</sup>	1.31×10 <sup>-8</sup>	1.27×10 <sup>-12</sup>
9	1.74×10 <sup>-9</sup>	1.79×10 <sup>-13</sup>	3.77×10 <sup>-9</sup>	3.88×10 <sup>-13</sup>
10	1.12×10 <sup>-8</sup>	1.24×10 <sup>-12</sup>	1.74×10 <sup>-8</sup>	1.93×10 <sup>-12</sup>
11	2.32×10 <sup>-8</sup>	3.09×10 <sup>-12</sup>	2.59×10 <sup>-8</sup>	3.44×10 <sup>-12</sup>
12	3.12×10 <sup>-8</sup>	5.56×10 <sup>-12</sup>	3.91×10 <sup>-8</sup>	6.95×10 <sup>-12</sup>
13	3.73×10 <sup>-8</sup>	1.11×10 <sup>-11</sup>	4.05×10 <sup>-8</sup>	1.21×10 <sup>-11</sup>
14	1.48×10 <sup>-8</sup>	1.21×10 <sup>-11</sup>	4.76×10 <sup>-8</sup>	3.89×10 <sup>-11</sup>
15	4.41×10 <sup>-9</sup>	1.72×10 <sup>-11</sup>	2.05×10 <sup>-8</sup>	7.98×10 <sup>-11</sup>
16	2.91×10 <sup>-9</sup>	2.72×10 <sup>-11</sup>	2.01×10 <sup>-8</sup>	1.88×10 <sup>-10</sup>
17	2.20×10 <sup>-9</sup>	4.55×10 <sup>-11</sup>	1.42×10 <sup>-8</sup>	2.94×10 <sup>-10</sup>
18	1.42×10 <sup>-9</sup>	5.24×10 <sup>-11</sup>	1.16×10 <sup>-8</sup>	4.29×10 <sup>-10</sup>
19	1.85×10 <sup>-9</sup>	1.18×10 <sup>-10</sup>	1.17×10 <sup>-8</sup>	7.45×10 <sup>-10</sup>
20	9.74×10 <sup>-10</sup>	1.11×10 <sup>-10</sup>	9.75×10 <sup>-9</sup>	1.11×10 <sup>-9</sup>
21	5.30×10 <sup>-10</sup>	9.97×10 <sup>-11</sup>	1.20×10 <sup>-8</sup>	2.25×10 <sup>-9</sup>
22	5.94×10 <sup>-9</sup>	2.95×10 <sup>-9</sup>	1.43×10 <sup>-7</sup>	7.09×10 <sup>-8</sup>
合計	1.59×10 <sup>-7</sup>	3.46×10 <sup>-9</sup>	4.58×10 <sup>-7</sup>	7.61×10 <sup>-8</sup>

※1 エネルギー群。各群のエネルギーは表3（1）と共通。

※2 1ヒストリー当たりの値。

※3 中性子束に、表4の検出器の応答データを乗じた値。

※4 1ヒストリー当たりの値に、表3（1）の新旧炉心の合計値の比を重みとして乗じた。

表6 STACYの既設の核計装のゲイン設定範囲<sup>※1</sup>（設工認対象外）

指示値	ゲイン調整範囲 <sup>※2</sup>	旧炉心の設定値（H23年度 施設定期自主検査）	新炉心の想定値
220W	$1.43 \times 10^{-9} \sim 3.58 \times 10^{-6}$ A	$1.68 \times 10^{-8}$ A	$3.69 \times 10^{-7}$ A

※1 本表は、検出器の出力電流と核計装指示値 220W（スクラム設定値）の対応を示す。STACYの核計装は、多様な炉心に対応するため調整可能範囲が広く取られている。

※2 水反射体無し時の値

## 12. 通信連絡設備、制御室（第21条の3、第24条）の適合性説明書

添付書類 Ⅲ-12-1 通信連絡設備、制御室についての説明書

空白頁

添付書類

Ⅲ-12-1 通信連絡設備、制御室についての説明書

## 目 次

1. 概要 ..... 添Ⅲ-12-1-1
2. 基本方針 ..... 添Ⅲ-12-1-1
3. 詳細設計方針・内容 ..... 添Ⅲ-12-1-2

## 1. 概要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第21条の3（通信連絡設備等）の規定に基づき施設する通信連絡設備、及び第24条（原子炉制御室等）の規定に基づき施設する制御室等について説明するものである。

## 2. 基本方針

### (1) 通信連絡設備

技術基準規則第21条の3第1項の規定に基づき、STACY施設には、設計基準事故が発生した場合において施設内の人に対し必要な指示ができる通信連絡設備を施設する。

技術基準規則第21条の3第2項の規定に基づき、STACY施設には、設計基準事故が発生した場合において施設外（原子力科学研究所（以下「原科研」という。）内を含む。）の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多重性又は多様性を確保した通信回線を施設する。

### (2) 制御室等

技術基準規則第24条第1項の規定に基づき、STACY施設には、制御室を施設する。なお、制御室及び制御室への通路、制御室の遮蔽等の構造（実験棟A）は、既設のものをそのまま使用し、原子炉の状態監視、操作及び警報表示を行う装置（計測制御系統施設の計装、制御設備、その他の主要な事項の一部）は既設のものを改造して使用する。

技術基準規則第24条第2項の要求に適合するよう、制御室には、原子炉の運転状態を表示する装置、原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう施設する。

技術基準規則第24条第3項の要求に適合するよう、制御室は、従事者が設計基準事故時に容易に避難できる構造とする。

技術基準規則第24条第4項の要求に適合するよう、制御室及びこれに連絡する通路には、STACY施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、原子炉の運転の停止その他のSTACY施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事

者が支障なく制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じる。

技術基準規則第24条第5項の要求に適合するよう、STACY施設には、火災その他の要因により制御室が使用できない場合に、制御室以外の場所から原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設する。

### 3. 詳細設計方針・内容

#### (1) 通信連絡設備

##### 1) STACY施設内の通信連絡

STACY施設は、設計基準事故が発生した場合に、施設内の全ての人々に対して、制御室等の放送設備（一斉放送装置及びページング装置）から、避難等の必要な指示を行うことができる。また、情報収集及び事故収束に向けた対応に必要な、事故現場、制御室、事故現場指揮所間の連絡は、ページング装置により行うことができる。

一斉放送装置及びページング装置は、非常用電源設備に接続されており、商用電源喪失時でも使用できる。

##### 2) STACY施設外との通信連絡

設計基準事故等が発生した場合は、事故現場又は制御室からの通報連絡を受け、STACY施設内に事故現場指揮所を設置する。STACY施設の事故現場指揮所では、事故現場又は制御室から収集した情報を基に事象収束に向けた対応、原科研の現地対策本部への情報発信等を行う。STACY施設の事故現場指揮所と原科研の現地対策本部との間は、固定電話、携帯電話により相互に連絡が取れる多様性を確保した設計となっている。なお、施設外の関係官庁等の必要な場所との通信連絡は、原科研内の現地対策本部から行う。

#### (2) 制御室等

制御室には、STACYの通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時の原子炉の運転状態を示す中性子束、炉心タンク水位等のパラメータを連続的に表示するとともに運転状態の異常を警報表示するため、核計装設備及びその他の主要な計装設備並びに警報装置を集中して設置する。なお、核計装設備は炉心タンク内に検出器を設置するための検出器支持治具を新たに設置（第3回申請）するが、その他の設備は既設の構成機器をそのまま使用する。

制御室には、STACY施設の計装設備の現場制御盤等から送られてくる安全上重要なパラメータを監視し、原子炉の安全を確保するために必要な制御設備（原子炉制



御系統及び原子炉停止系統)等の操作を行うための監視操作設備を集中して設置する。また、原子炉の急速な停止のため、緊急停止(手動スクラム)ボタンを設置する。

監視操作設備は、誤操作防止と容易な運転のため、人間工学的観点を考慮し、運転員の操作性に留意した設計とする。さらに、反応度制御回路は、誤操作等による異常な反応度添加を防止するためのインターロックを設ける。運転時の異常な過渡変化時においても、安全保護系(「安全保護系の核計装」、「最大給水制限スイッチ」及び「安全保護回路」)により、運転員による操作なしで原子炉停止系(「安全板装置」及び「急速排水弁」)の作動を自動的に開始させ、原子炉を安全に停止でき、かつ、その停止状態を維持するための機能を損なわない設計とする。

制御室近傍には安全に避難できる通路を設け、設計基準事故時においても容易に避難できる設計とする。

制御室は、設計基準事故時においても放射線業務従事者が安全に接近できる通路を有し、事故対策の操作をする間とどまっても、緊急作業に係る許容被ばく線量を十分下回るような遮蔽を有する。また、換気空調系統は、他と独立して設け、設計基準事故時においても制御室の作業環境を保つ設計とする。

火災等の原因で制御室に留まることができない場合には、制御室以外の適切な場所(管理棟)から原子炉を停止できる安全スイッチと停止確認の表示装置を設ける。

空白頁

## 17. 実験設備等（第30条）の適合性説明書

添付書類 III-17-1 実験設備等についての説明書

添付書類 III-17-2 可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書

空白頁

添付書類

Ⅲ-17-1 実験設備等についての説明書

## 目 次

1. 概 要 .....	添Ⅲ-17-1-1
2. 基本方針 .....	添Ⅲ-17-1-1
3. 詳細設計方針・内容 .....	添Ⅲ-17-1-1
3.1 詳細設計方針 .....	添Ⅲ-17-1-1
3.2 詳細設計内容 .....	添Ⅲ-17-1-2

## 1. 概 要

本説明書は、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」（総理府令第11号、原子力規制委員会規則第16号）（以下「技術基準規則」という。）第30条（実験設備等）の規定に基づき施設する実験設備等について説明するものである。

## 2. 基本方針

技術基準規則第30条の規定に基づき設置する実験設備等において、同条各号の要求事項を満たすための基本方針は以下のとおり。

第1号の要求に適合するよう、実験設備等の損傷その他実験設備等の異常が発生した場合においても、原子炉の安全性を損なうおそれがないように設計する。

第2号の要求に適合するよう、実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の原子炉に反応度が異常に投入されないように設計する。

第3号の要求に適合するよう、放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれのないように設計する。

第4号の要求に適合するよう、STACY施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるように設計する。

第5号の要求に適合するよう、実験設備等が設置されている場所は、制御室と相互に連絡することができる場所とする。

## 3. 詳細設計方針・内容

### 3.1 詳細設計方針

実験設備等は、その損傷等が発生した場合においても、原子炉施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。このため、各構成要素が十分な強度を有し、その機能が保持される設計とするとともに、原子炉の運転中に電氣的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。

実験設備等は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、配列式（格子板に配列）の実験用装荷物は、

軽水の給排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。可動式（駆動装置による移動）の実験用装荷物は、安定した駆動制御ができる設計とするとともに、反応度添加量及び反応度添加率を制限する。また、軽水中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないように、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。

実験設備等は、放射性物質を内蔵する場合は密封性を考慮し、放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。

実験設備等は、原子炉の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。このため、配列式の実験用装荷物は装荷状態を制御室で監視でき、可動式の実験用装荷物は制御室で位置が制御できる設計とする。

実験設備等を設置している場所と制御室との間は、相互に連絡できる設計とする。

## 3.2 詳細設計内容

### (1) 可動装荷物駆動装置

STACYの更新に伴い新設する可動装荷物駆動装置は、可動させる実験試料等（以下「可動装荷物」という。）をサンプル棒の収納部に装着し、それらを上下駆動させて使用する。駆動装置は、安定した駆動制御とするため、ボールねじ駆動とし、減速材及び反射材（軽水）の外側である炉心タンク下の架台に支持固定する。

第1号に適合するよう、可動装荷物を炉心に挿入する場合には、地震によりサンプル棒が破損し炉心タンクや棒状燃料に損傷を与え原子炉施設の安全性を損なうことがないように、炉心タンク内に垂直に支持固定された、適切な耐震強度を有する案内管で保護する。

第2号に適合するよう、可動装荷物の反応度価値は0.3ドル以下に制限し、また、可動装荷物駆動装置は、駆動速度を最大反応度添加率（3セント/s）に相当する速度以下に制限できる設計とする。可動装荷物による反応度添加率が最大反応度添加率になる速度を検討した結果を添付書類Ⅲ-17-2「可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書」に示す。なお、給水による反応度添加と、可動装荷物の移動による反応度添加は、同時に行えない設計とする。

可動装荷物の使用に当たっては、運転に先立ち、可動装荷物の駆動による反応度価値及び反応度添加率が核的制限値内であることを、計算解析又は実測データにより確認する。



第3号については、密封した可動装荷物（核燃料物質等の使用許可もしくは放射性同位元素等の使用許可をうけたもの）で漏えいを防止するため適用外である。

第4号に適合するよう、駆動装置の操作機器（監視操作盤）は、制御室に設置し、遠隔で操作及び駆動速度を監視できる設計とする。

第5号については、可動装荷物駆動装置が設置される現場と制御室間の連絡は、ページング装置により行うことができる。

空白頁

添付書類

Ⅲ－17－2 可動装荷物駆動装置の駆動速度検討書

## 目 次

1. 概 要 .....	添Ⅲ-17-2-1
2. 設計仕様 .....	添Ⅲ-17-2-1
3. 計算方法 .....	添Ⅲ-17-2-3
4. 計 算 .....	添Ⅲ-17-2-3
4.1 計算モデル .....	添Ⅲ-17-2-3
4.2 計算結果 .....	添Ⅲ-17-2-11
5. 評 価 .....	添Ⅲ-17-2-11
参考文献 .....	添Ⅲ-17-2-11

## 1. 概 要

本計算書では、STACYの実験用装荷物である可動装荷物駆動装置による反応度添加率が核的制限値である3セント/sを満足することを示す。

## 2. 設計仕様

本申請で製作する可動装荷物駆動装置は、棒状の装荷物（以下「可動装荷物」という。）を収納したサンプル棒を、ボールねじ式の駆動装置により上下駆動させ、中空の案内管を通して炉心に挿入又は引き抜く装置である。可動装荷物駆動装置の設計仕様を表1に、案内管の設計仕様を表2に、本計算で想定するサンプル棒の参考仕様を表3に示す。

また、可動装荷物駆動装置の核的制限値は以下のとおりである。

反 応 度 価 値            0.3 ドル以下

反 応 度 添 加 率            臨界近傍において3セント/s以下

以下では、可動装荷物駆動装置による添加反応度が最大0.3ドル（30セント）であるときに、反応度添加率が核的制限値3セント/sを満足できることを確認する。なお、実際の添加反応度は可動装荷物の性状と炉心の構成により異なるが、臨界実験装置であるSTACYにおいては、可動装荷物の性状と炉心の構成は運転計画時に決定され、それらが核的制限値を満足できることを保安規定に基づいて確認する。

表1 可動装荷物駆動装置の設計仕様

名 称		可動装荷物駆動装置
型 式		ボールねじ駆動式（上下駆動）
駆動速度設定範囲		0.0 ～10.0 mm/s
駆動速度精度		± 1 mm/s
駆動長さ		1400 mm
主 要 寸 法	たて	229 mm
	横	284 mm
	高さ	1845 mm
基 数		1 基

表2 案内管の設計仕様

名 称		案内管
型 式		2分割管型
主要 寸法	管(1)	27.2 mm (外径) × t 2.5 mm
	管(2)	60 mm (外径) × t 5 mm
	長さ	2079 mm、890 mm
主要材料		アルミニウム (A5052T)
基 数		2組 (2分割/組)

表3 サンプル棒の想定仕様 (参考)

名 称		サンプル棒	
型 式		ねじ組立式分割構造	
主要 寸法	組立長さ		3170 mm
	サンプル棒 (共用)	棒 径	20 mm
	ガイド	ガイド径	φ 21 mm、φ 49 mm
	収納部(1)	長 さ	420 mm
		外径、厚さ	φ 20 mm × t 5.0 mm
	収納部(2)	長 さ	420 mm
		外径、厚さ	φ 48.6 mm × t 5.1 mm
主要 材料	サンプル棒、ガイド		A5052B
	収納部		A5052T / A5052B
基数	サンプル棒		1組 (4分割)
	ガイド		2組 (2個/組)
	収納部(1)		2個
	収納部(2)		2個

### 3. 計算方法

計算に当たっては、可動装荷物を、本申請で想定するサンプル棒ごとモデル化した数値計算を行い、核的制限値を満足する見通しがあることを確認する。また、当該数値計算よりも保守的な結果を得るため、炉心に反応度を与える棒状の装荷物が挿入されたときの反応度効果について、実機の反応度添加率を包含するよう摂動論を用いた近似式を設定し、核的制限値を満足すること及び実機の反応度添加率が近似式の計算結果を下回ることを確認する。

計算では、以下の条件を置く。

- 1) 評価対象炉心は、評価対象炉心の臨界水位の最大である 140 cmH と、最小である 40 cmH の 2 通りとする。
- 2) 可動装荷物が炉心に与える反応度は、可動装荷物の性状と炉心の構成により異なるため、核的制限値の最大値である 30 セントとする。
- 3) 可動装荷物駆動装置の駆動速度は、設定上の最大値である 10 mm/s とする。また、駆動速度精度  $\pm 1$  mm/s を考慮する。
- 4) 可動装荷物の長さは実験によって異なる。このため、摂動論を用いた近似計算においては、(1)無限の長さの一樣な可動装荷物を挿入した場合と、(2)点状の可動装荷物を挿入した場合の 2 通りの評価を行う。実際の可動装荷物は 0 より大きい有限の長さを持つため、この 2 例に包含される。
- 5) 摂動論を用いた近似計算においては、実機よりも反応度添加率を大きく評価するため、外挿距離（反射体節約）を無視し、中性子束が炉心の端で零になっているものとする。
- 6) 数値計算においては、案内管内のボイドの効果を最大にするため、案内管の外径を設計上の最大値である 6 cm とする。また、可動装荷物は 1 カ所（下部サンプル室）に装填する。

## 4. 計 算

### 4.1 計算モデル

#### (1) 数値計算の計算モデル

数値計算では、STACY更新炉を模擬した体系を連続エネルギーモンテカルロ計算コ

ード MVP<sup>[1]</sup>により計算し、炉心にサンプル室を挿入した時の最大反応度添加率が核的制限値を下回ることを確認する。

案内管を設置したSTACY更新炉炉心の概念図を図1に示す。案内管は炉心中心に設置し、直径は最大値である6cmとする。案内管の中に実機と同じ直径2cmのAl製のサンプル棒(Al棒)を挿入している。サンプル棒内部には内径1cm、高さ36cmのサンプル収納部があり、挿入するサンプル(可動装荷物)として濃縮度5%のウラン酸化物燃料を設定する。サンプル棒を除き、案内管の内部の空気は、評価結果に影響しないため真空としてモデル化する。高水位と低水位それぞれの炉心について反応度効果( $d\rho/dh$ )を評価するため、高水位の炉心として水位140cm、低水位の炉心として水位40cmの場合のそれぞれについて計算している。また、臨界に近づけるために燃料棒の数は各水位について棒状燃料の数を調節しており、高水位で264本、低水位で420本である。

可動装荷物駆動装置作動時の反応度添加率を計算するため、サンプル室の位置を縦方向に5cm刻みで動かし、サンプル室が無い場合からの投入反応度を計算した。

MVPの計算条件は表4に示す通りであり、断面積ライブラリとしてJENDL-3.3<sup>[2]</sup>を用いた。また、計算には表5の原子個数密度を使用した。

表4 MVP計算条件

入力項目	入力データ
統計	<ul style="list-style-type: none"><li>• バッチあたりの粒子数 10000</li><li>• バッチ数 20000</li><li>• 統計を取るまでにスキップするバッチ数 200</li></ul>



表5 計算に用いた原子個数密度

部 位	入力値 ( $10^{24}$ atom/cm <sup>3</sup> )			
棒状燃料ペレット <sup>235</sup> U濃縮度 5wt%	U-235	1. 1757×10 <sup>-3</sup>		
	U-238	2. 2057×10 <sup>-2</sup>		
	O-16	4. 6465×10 <sup>-2</sup>		
棒状燃料被覆管 (ジルコニウム合金)	C-12	4. 5124×10 <sup>-5</sup>	Zr-90	2. 1850×10 <sup>-2</sup>
	O-16	3. 1617×10 <sup>-4</sup>	Zr-91	4. 7649×10 <sup>-3</sup>
	Si-28	1. 1865×10 <sup>-5</sup>	Zr-92	7. 2833×10 <sup>-3</sup>
	Si-29	6. 0249×10 <sup>-7</sup>	Zr-94	7. 3809×10 <sup>-3</sup>
	Si-30	3. 9717×10 <sup>-7</sup>	Zr-96	1. 1891×10 <sup>-3</sup>
	Cr-50	3. 6736×10 <sup>-6</sup>	Sn-112	4. 2171×10 <sup>-6</sup>
	Cr-52	7. 0842×10 <sup>-5</sup>	Sn-114	2. 8694×10 <sup>-6</sup>
	Cr-53	8. 0329×10 <sup>-6</sup>	Sn-115	1. 4782×10 <sup>-6</sup>
	Cr-54	1. 9996×10 <sup>-6</sup>	Sn-116	6. 3213×10 <sup>-5</sup>
	Fe-54	8. 7611×10 <sup>-6</sup>	Sn-117	3. 3389×10 <sup>-5</sup>
	Fe-56	1. 3753×10 <sup>-4</sup>	Sn-118	1. 0530×10 <sup>-4</sup>
	Fe-57	3. 1762×10 <sup>-6</sup>	Sn-119	3. 7345×10 <sup>-5</sup>
	Fe-58	4. 2269×10 <sup>-7</sup>	Sn-120	1. 4164×10 <sup>-4</sup>
			Sn-122	2. 0129×10 <sup>-5</sup>
			Sn-124	2. 5172×10 <sup>-5</sup>
アルミニウム	Al-27	5. 5137×10 <sup>-2</sup>		
軽水 (含水率 1 g/cm <sup>3</sup> )	H-1 (H <sub>2</sub> O)	6. 6658×10 <sup>-2</sup>		
	O-16	3. 3329×10 <sup>-2</sup>		

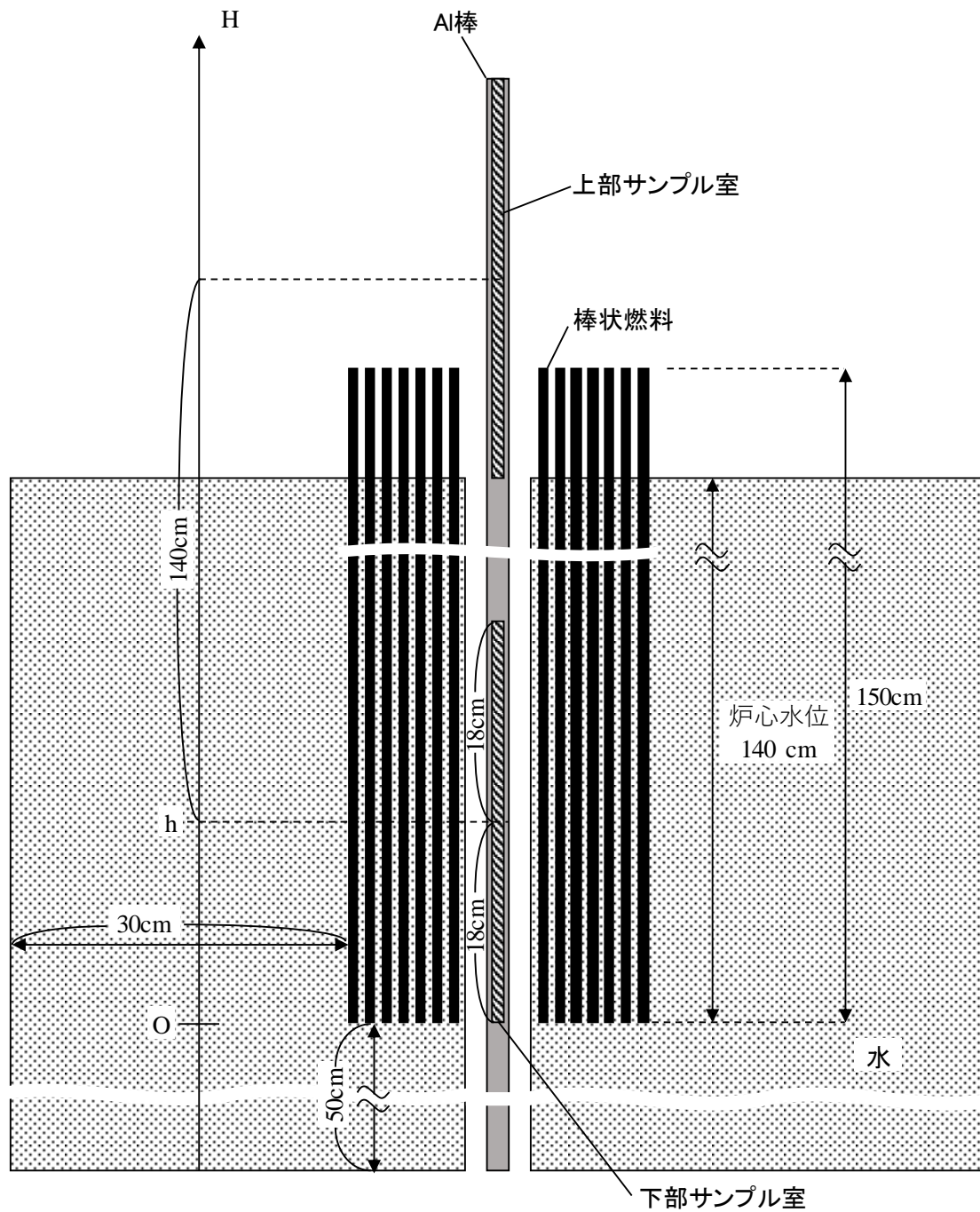


図1 (1) STACY更新炉幾何形状 (高水位 140cmH)

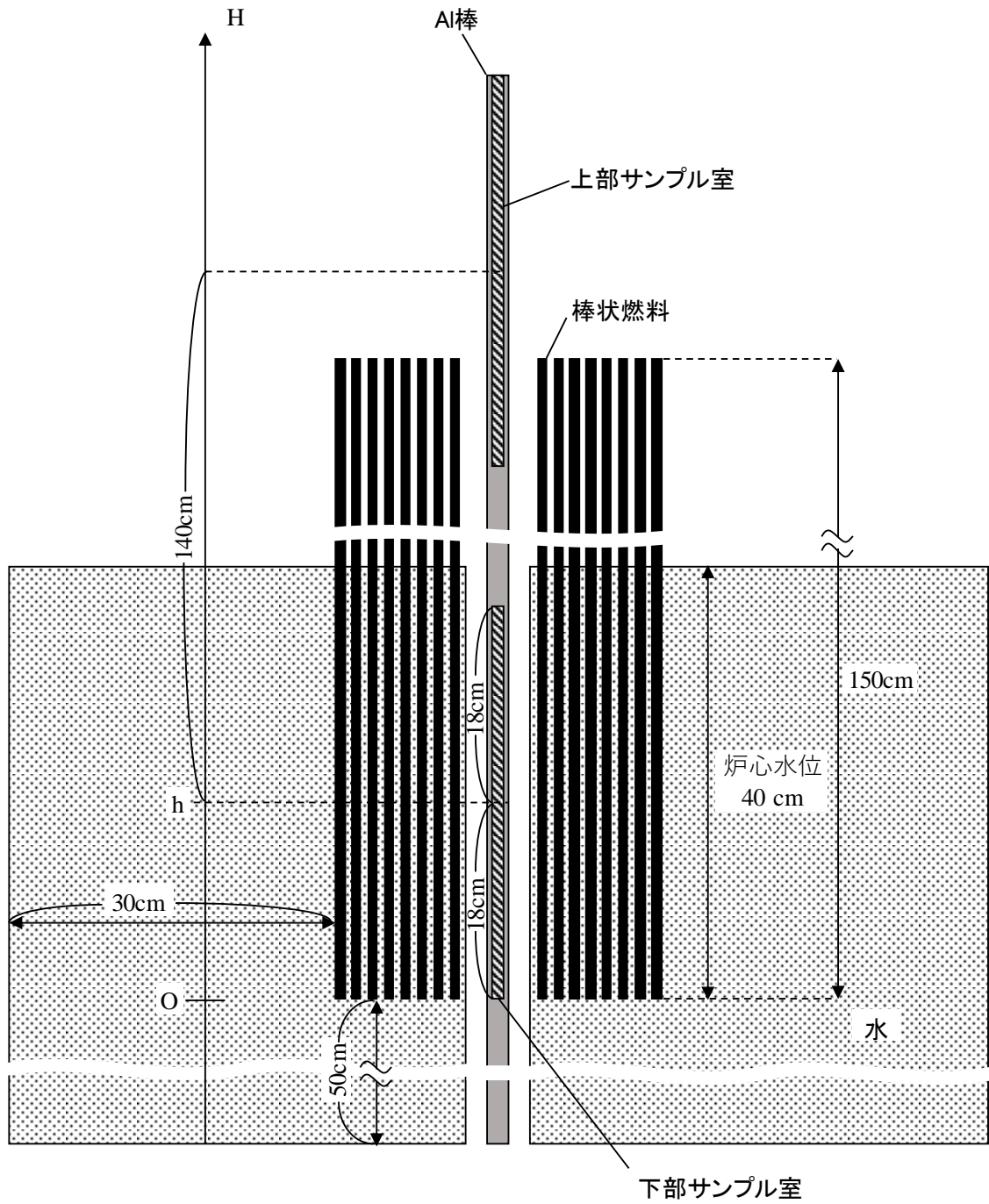


図1 (2) STACY更新炉幾何形状 (低水位 40cmH)

(2) 摂動論近似計算 1 : 無限の長さの可動装荷物を挿入する場合

炉心の中に無限の長さの一樣な可動装荷物を挿入するときの挿入深さと反応度価値の関係は、以下の式で表すことができる。<sup>[3]</sup>

$$\rho(h) = \rho(H) \left\{ \frac{h}{H} - \frac{1}{2\pi} \sin \left( \frac{2\pi h}{H} \right) \right\} \dots\dots\dots(1)$$

ここで、

$\rho(h)$  : 深さ  $h$  まで挿入した時の反応度価値

$H$  : 炉心有効高さ

である。反応度添加率は、 $d\rho(h)/dt$  で表され、可動装荷物の移動速度を  $v$  とすると、 $v=dh/dt$  であることから、可動装荷物駆動装置の駆動速度と反応度添加率の関係は、

$$\begin{aligned} \frac{d\rho(h)}{dt} &= \frac{d\rho(h)}{dh} \cdot \frac{dh}{dt} \\ &= \frac{d\rho(h)}{dh} \cdot v \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

となる。

ここで  $v$  を一定とすると、最大の反応度添加率  $d\rho(h)/dt$  は、 $d\rho(h)/dh$  の最大値を求めることにより決定される。

(1)式を  $h$  で微分すると、

$$\frac{d\rho(h)}{dh} = \frac{\rho(H)}{H} \left\{ 1 - \cos \left( \frac{2\pi h}{H} \right) \right\} \dots\dots\dots(3)$$

となる。(3)式の最大値は、 $h=\frac{H}{2}$  のときであり、

$$\begin{aligned} \frac{d\rho(h)}{dh_{\max}} &= \frac{d\rho(H/2)}{dh} \\ &= \frac{2\rho(H)}{H} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

となる。従って(2)式の最大値は、以下のとおり表すことができる。

$$\frac{d\rho(h)}{dt_{\max}} = \frac{d\rho(H/2)}{dt} = \frac{2v\rho(H)}{H} \dots\dots\dots(5)$$

(5)式を用いて以下のとおり可動装荷物駆動装置による反応度添加率が3セント/sとなる駆動速度 v を求める。

核的制限値より、

$$\rho(H) = 30 \text{ セント} \dots\dots\dots(6)$$

であり、また、

$$\frac{d\rho(h)}{dt_{\max}} = 3 \text{ セント/s} \dots\dots\dots(7)$$

である。(5)式を最大にするには、Hは最小になる必要があるため、Hは実験範囲の下限である40cmとなる。従って、(5)式より、

$$v = \frac{H}{2\rho(H)} \cdot \frac{d\rho(h)}{dt_{\max}} \\ = 2\text{cm/s} \quad (=20\text{mm/s}) \dots\dots\dots(8)$$

であり、可動装荷物駆動装置の最大駆動速度設定である10mm/sより、駆動速度精度±1mm/sを考慮しても大きい。

(3) 摂動論近似計算2：点状の可動装荷物を挿入する場合

炉心の中に点状（長さ0）の可動装荷物を挿入するときの挿入深さと反応度値の関係は、以下の式で表すことができる<sup>[4]</sup>。

$$\rho(h) = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{H}{2}\right)\left\{1 - \cos\left(2\pi\frac{h}{H}\right)\right\} \dots\dots\dots(9)$$

ここで、

$\rho(h)$  : 深さ h まで挿入した時の反応度値

H : 炉心有効高さ

である。

(9)式を h で微分すると、(10)式になる。

$$\frac{d\rho(h)}{dh} = \rho\left(\frac{H}{2}\right) \frac{\pi}{H} \sin\left(2\pi \frac{h}{H}\right) \dots\dots\dots(10)$$

(10)式は  $h=H/4$  のとき最大値をとり、その最大値は

$$\frac{d\rho(h)}{dh_{\max}} = \frac{d\rho(H/4)}{dh} = \rho\left(\frac{H}{2}\right) \frac{\pi}{H} \dots\dots\dots(11)$$

となる。

(11)式より、最大の反応度添加率は(12)式で表される。

$$\frac{d\rho(h)}{dt_{\max}} = \frac{d\rho(h)}{dh_{\max}} v = \rho\left(\frac{H}{2}\right) \frac{\pi}{H} v \dots\dots\dots(12)$$

(12)式を用いると、(6)～(8)式と同様の考察により、可動装荷物駆動装置による反応度添加率が核的制限値である3セント/sとなる駆動速度  $v$  を求めることができる。(12)式を  $v$  について解き、添加される反応度を最大にするために  $H$  を実験範囲の下限である40 cm とすると、

$$v = \frac{H}{\pi\rho(H/2)} \cdot \frac{d\rho(h)}{dt_{\max}}$$

$$= 1.27 \text{ cm/s} \quad (=12.7 \text{ mm/s}) \dots\dots\dots(13)$$

となり、可動装荷物駆動装置の最大駆動速度設定である10mm/sより、駆動速度精度±1mm/sを考慮しても大きくなる。また、点状の可動装荷物の方が、長さのある可動装荷物よりも反応度添加率が大きくなる結果を与えることが分かる。以下、点状の可動装荷物の結果を「保守的近似」と呼ぶ。

## 4.2 計算結果

高水位炉心にサンプル棒を挿入した場合の反応度効果を図2に、低水位に挿入した場合の反応度効果を図3に、それぞれ保守的近似（点状の可動装荷物）の計算結果と併せて示す。これらの計算結果は最大の投入反応度が30セントとなるように規格化している。破線は各点のフィッティング結果であり、点線は保守的近似のプロット結果である。

図より、保守的近似において外挿距離を0としたことにより、実機の反応度効果は、可動装荷物が0以上の長さを有すること、及び外挿距離の影響を受けることから、保守的近似より反応度曲線が広がり、単位移動距離当たりの反応度効果( $d \cdot /dh$ )の最大値（炉心サイズの1/4付近）の傾きは理論式よりも緩くなることが分かる。

図2及び図3の計算結果をフィッティングし、微分することによって、可動装荷物駆動装置が駆動速度11mm/s（最大駆動速度設定10 mm/sに駆動速度精度 $\pm 1$  mm/sを考慮）で駆動しているときの反応度添加率を求めた結果を図4に示す。同図より、数値計算の結果は、高水位炉心、低水位炉心についてそれぞれ最大0.62セント/s、1.0セント/sであり、核的制限値である3セント/sより低くなる見通しが得られた。また、図に示すように保守的近似の反応度添加率は最大で2.59セント/sであり、3セント/sを超えないことを確認した。

## 5. 評価

実機を模擬した数値計算により、可動装荷物駆動装置による添加反応度が核的制限値の最大値である30セントとした場合でも、反応度添加率に係る核的制限値である3セント/sを満足することができる見通しが得られた。また、実機より反応度添加率が大きくなるよう設定した保守的な近似計算においても、核的制限値を満足できることを確認した。

## 参考文献

- [1] Y. Nagaya et al., "MVP/GMVP II: General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods," JAERI 1348 (2005)
- [2] K. Shibata et al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3," J. Nucl. Sci. Technol., 39, 1125 (2002).

[3] 安 成弘、「原子炉の理論と設計」、東京大学出版会（1980）

[4] ドゥデルスタット、ハミルトン、「原子炉の理論と解析」、現代工学社(1980)



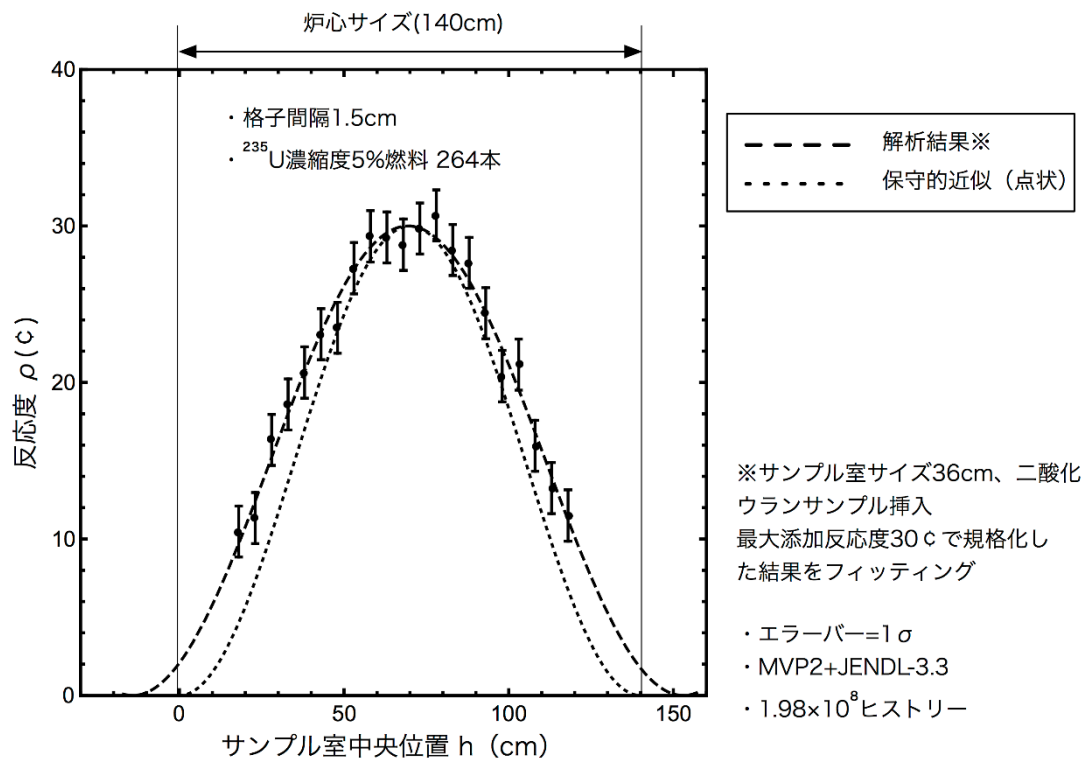


図2 各サンプル室位置における投入反応度 (高水位炉心)

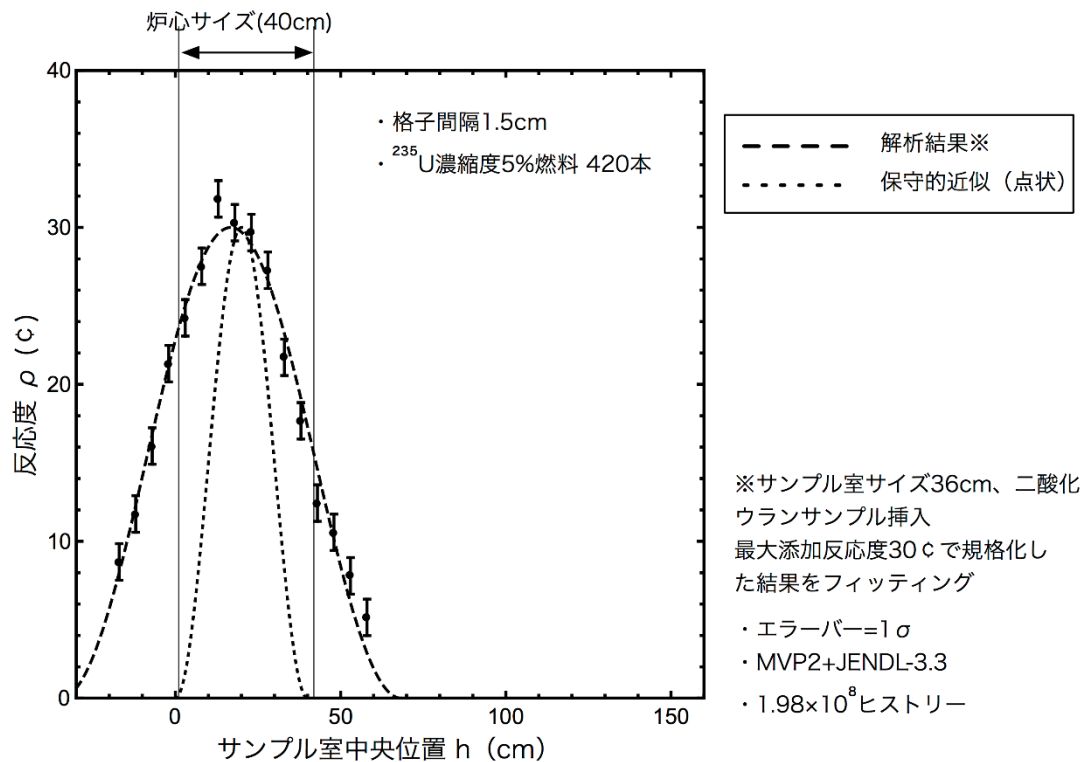


図3 各サンプル室位置における投入反応度 (低水位炉心)

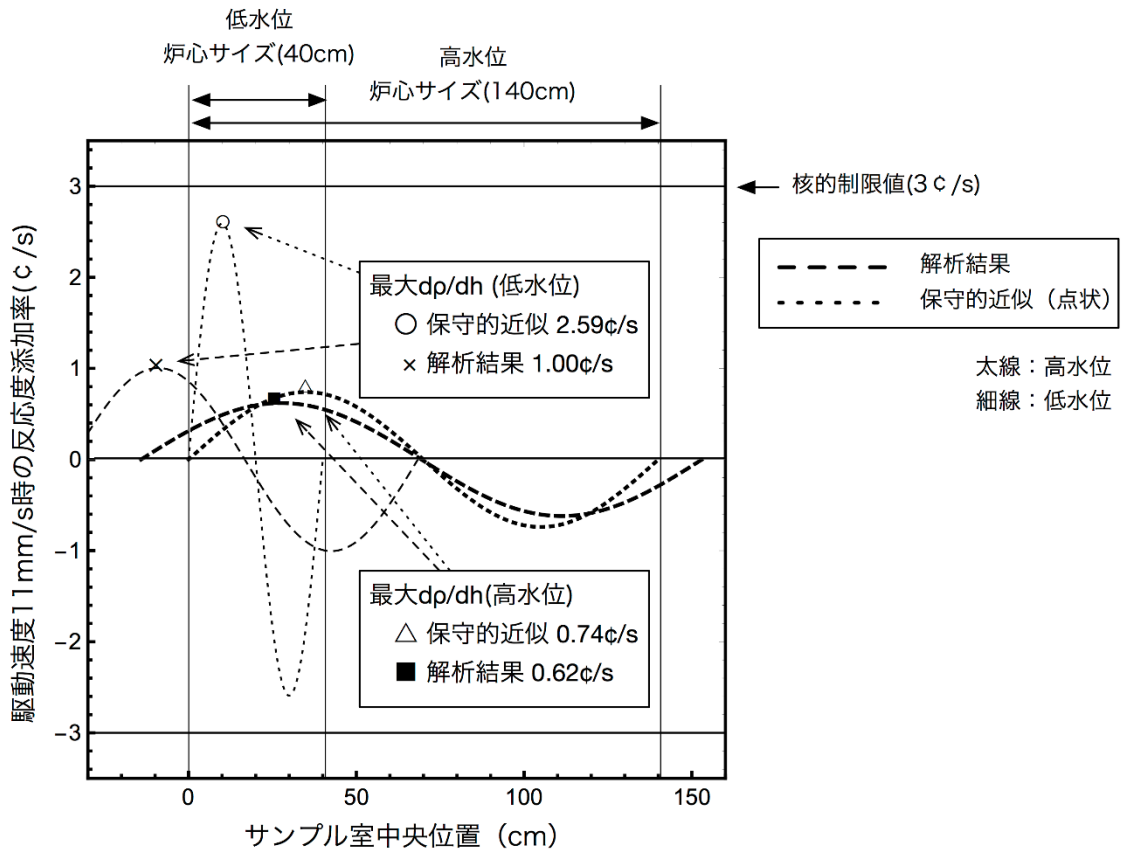


図4 反応度添加率評価結果

## 18. 設計及び工事に係る品質管理等の適合性説明書

添付書類 Ⅲ-18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

空白頁

添付書類

Ⅲ－18 設計及び工事に係る品質管理等の説明書

本申請に係る設計及び工事に係る品質管理の方法等は、「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」に適合するように策定した「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質保証計画書」(QS-P10 平成30年7月18日改訂) (以下「品質保証計画書」という。)により、申請に係る設計及び工事の品質管理を行う。

なお、今後「品質保証計画書」が変更された際には、変更後の「品質保証計画書」に基づき品質保証活動を行うものとする。