

(別冊 1 - 26)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(事故対処設備の保管場所の整備)

その他再処理設備の附属施設（その20）
その他の主要な事項

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	5
6. 工事の工程	7

別 図 一 覧

- 別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲
- 別図-2-1 地盤改良施工範囲（PCDF 管理棟駐車場） 平面図
- 別図-2-2 地盤改良施工範囲（PCDF 管理棟駐車場） 断面図
- 別図-2-3 事故対処設備の保管場所（PCDF 管理棟駐車場） 工事フロー図

表 一 覧

表-1-1 設計条件

表-1-2 設計仕様

表-2 事故対処設備の保管場所（PCDF 管理棟駐車場）工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画について、変更認可の申請を行う。

事故対処設備は、廃止措置計画用設計津波により浸水しない高台にあるプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場（以下「PCDF 管理棟駐車場」という。）及び南東地区に保管することを定めている。

今回、PCDF 管理棟駐車場の地盤については、地盤改良を行い廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）に耐え得るものとして整備する。

一方、南東地区の地盤については、設計地震動に対し十分な地盤支持力があることを評価において確認する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）

「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）

「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）

「日本産業規格（JIS）」

「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>」

（土木学会 原子力土木委員会）

「道路土工」（日本道路協会）

「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）

「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号）

3. 設計の基本方針

事故対処設備の保管場所は安定した地盤とする必要があることから、PCDF 管理棟駐車場の地盤については斜面崩壊及び敷地下斜面のすべりに対する影響を考慮し、設計地震動に耐えうるものとして地盤改良を行う。

南東地区の地盤支持力は設計地震動に対し接地圧が評価基準値を下回るものとする。

PCDF 管理棟駐車場の地盤が必要な強度を満たしていることの確認を別添-1 に、南東地区の地盤が必要な強度を満たしていることの確認を別添-2 に示す。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

表-1-1 設計条件

名 称	プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場
耐震重要度分類	—※ ※ 設計地震動に対して事故対処設備の保管場所の地盤としての機能が損なわれないもの。

(2) 仕様

事故対処設備の保管場所として機能するため、表-1-2 に基づき施工を行う。

表-1-2 設計仕様

名 称	プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場	
仕 様	地盤改良	固化材 : セメント系（JIS R 5210、JIS R 5211）
図	別図-1、別図-2-1～別図-2-3	

5. 工事の方法

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-2-3に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査方法、判定基準を以下に示す。

1) 試験・検査項目

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について実施する。

① 強度検査

方 法：地盤改良土の強度を圧縮強度試験により確認する。

判 定：地盤改良土の圧縮強度の個々の値が 700 kN/m² 以上であること。

② 寸法検査

方 法：地盤改良の範囲を測定又は目視により確認する。

判 定：地盤改良の範囲が別図-2-1 及び別図-2-2 に示す寸法以上であること。

③ 外観検査（配置検査）

方 法：地盤改良の配置を目視により確認する。

判 定：地盤改良が別図-2-1 及び別図-2-2 に示す位置に配置されていること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、資機材の落下防止とともに、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事における掘削作業時は、既設埋設物及び既設構造物を図面及び現地にて確

認した上で、既設埋設物及び既設構造物に応じた適切な保護対策を行うなど、既設埋設物及び既設構造物の損傷防止に努める。掘削中に異物が確認された場合は作業を中断し関係箇所に連絡する。

- ⑦ 本工事においては、PCDF 管理棟駐車場周辺において作業を行う。このため、これら施設周辺で行う別工事との干渉が発生しないように調整し、工事を進める。
- ⑧ 本工事においては、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟、リサイクル機器試験施設（RETF）に対して損傷を与えないよう、監視の強化、躯体近傍での重機の使用制限等を要領書等に定めて工事を行う。
- ⑨ 本工事においては、周辺斜面の崩壊の影響を無くすために切土工事を行ったのち、現在 PCDF 管理棟駐車場に配備している事故対処設備を移動する。その後、PCDF 管理棟駐車場の地盤改良を行う。
- ⑩ 本工事を行うに当たっては、工事期間中も高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）において電源、冷却水供給等の事故対処ができるように手順等を確認した上で電源等の仮設ルートを確保する。また、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟へのアクセスに支障の無いよう仮設足場等、工事状況に応じて適切な措置を講じる。

6. 工事の工程

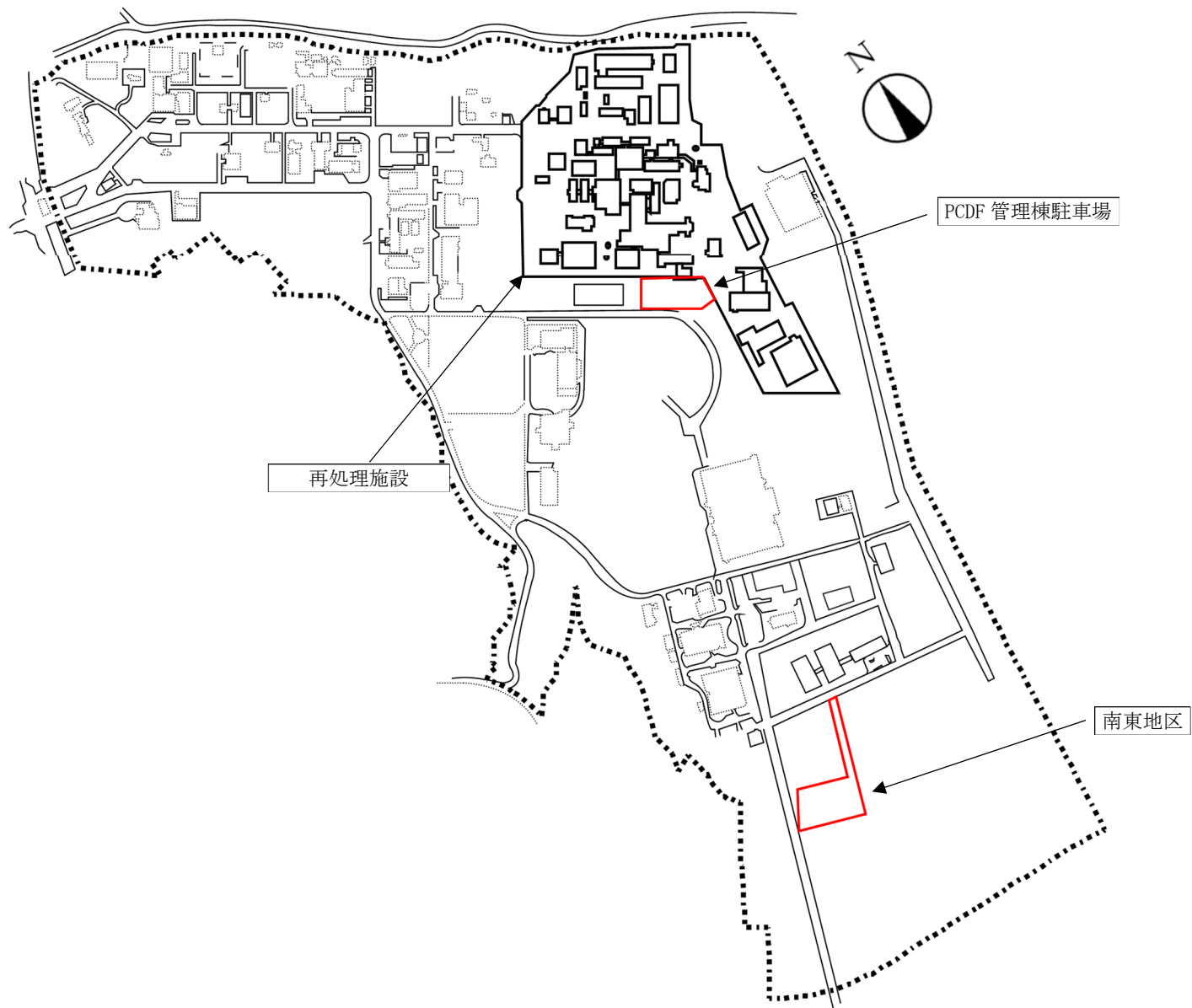
本申請に係る工事の工程を表-2 に示す。

表-2 事故対処設備の保管場所（PCDF 管理棟駐車場）工事工程表

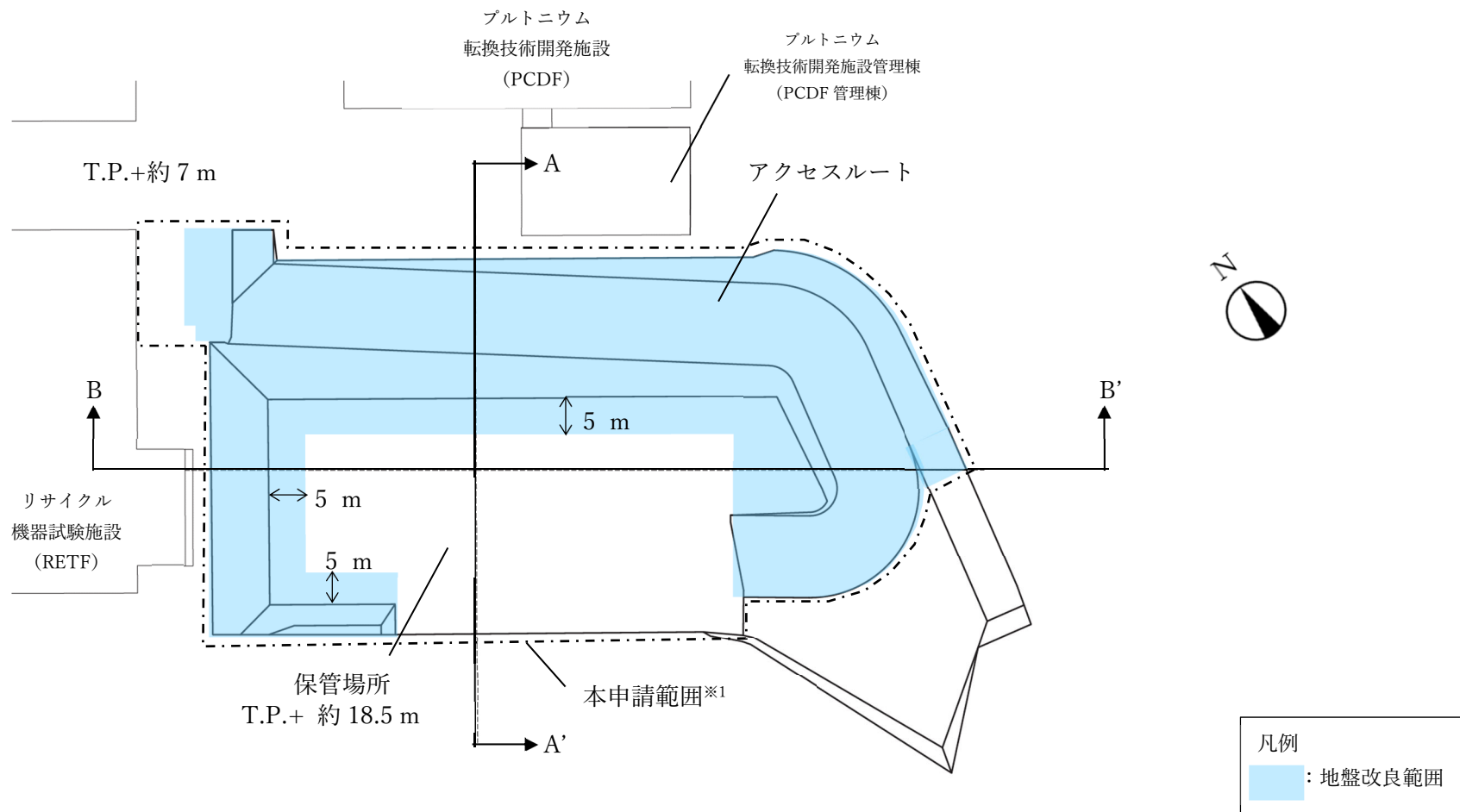
	令和3年度				令和4年度			
事故対処設備の保管場所 (PCDF 管理棟駐車場) の工事								
	工事							

※安全対策工事の進捗等により工程は見直す場合がある。

(別 図)



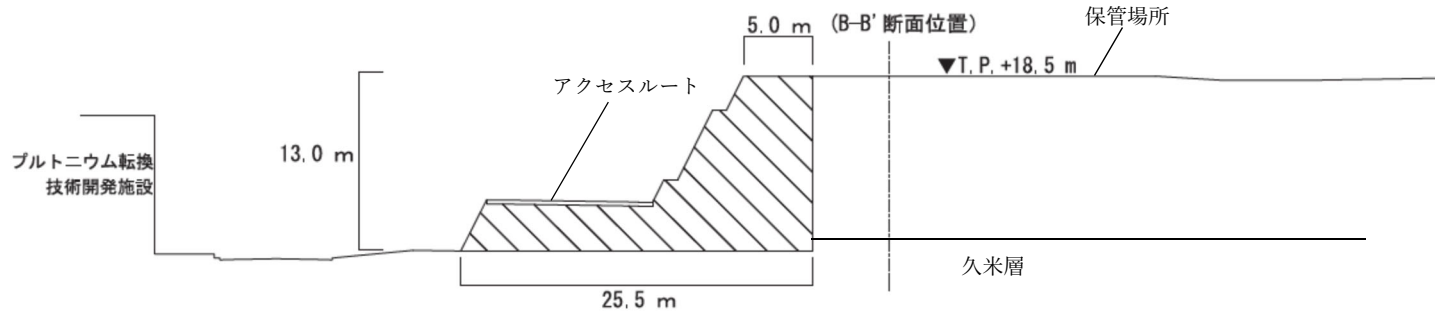
別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲



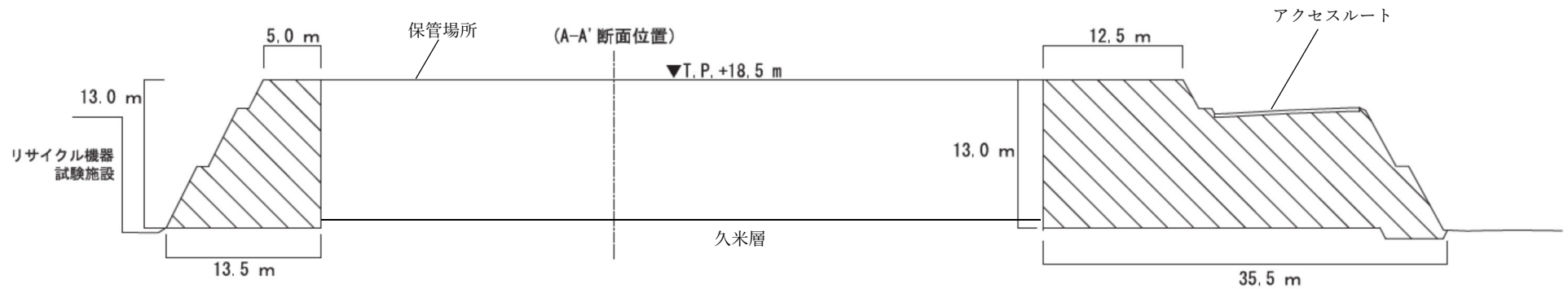
・ 構造物や久米層の出現深度によって地盤改良範囲を変える場合がある。

※1：地下式貯油槽の設置、電源ケーブル及び電源盤の設置、並びに危険物一般取扱所の防油溝等の消防設備の設置、事故対処設備の固縛方法、南東地区から PCDF 管理棟駐車場までのアクセスルート等については別途申請。

別図-2-1 地盤改良施工範囲 (PCDF 管理棟駐車場) 平面図



(A-A' 断面)



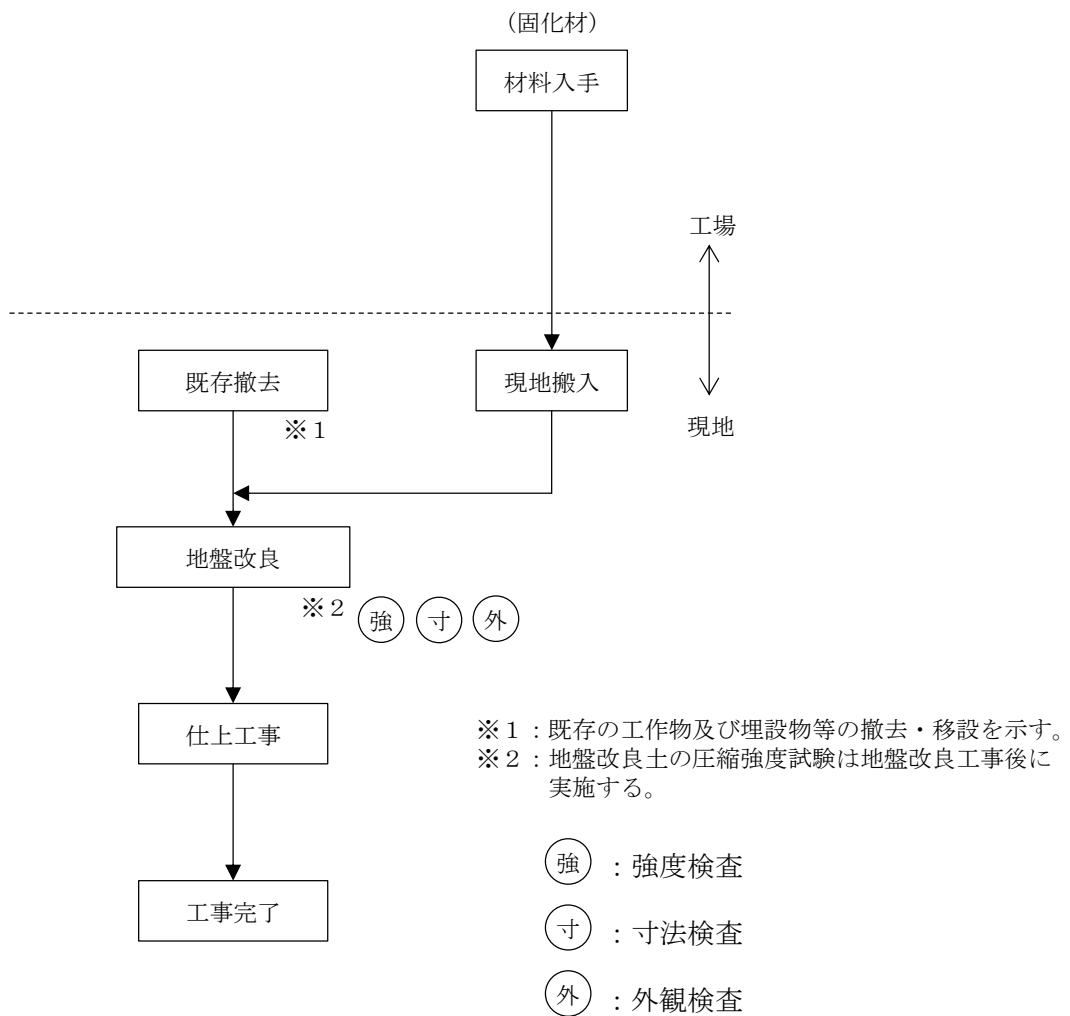
(B-B' 断面)

凡例

地盤改良: 

※ 構造物や久米層の出現深度によって地盤改良深さを変える場合がある。

別図-2-2 地盤改良施工範囲 (PCDF 管理棟駐車場) 断面図



別図-2-3 事故対処設備の保管場所 (PCDF 管理棟駐車場) 工事フロー図

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における溢水 <small>いつ</small> による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	無	—	—
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二條	安全保護回路	無	—	—
第二十三條	制御室等	無	—	—
第二十四條	廃棄施設	無	—	—
第二十五條	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六條	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七條	遮蔽	無	—	—
第二十八條	換気設備	無	—	—
第二十九條	保安電源設備	無	—	—
第三十條	緊急時対策所	無	—	—
第三十一條	通信連絡設備	無	—	—
第三十二條	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三條	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙-1に示すとおり
第三十四條	津波による損傷の防止	有	第1項	別紙-2に示すとおり
第三十五條	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六條	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七條	材料及び構造	無	—	—
第三十八條	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九條	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十條	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一條	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二條	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三條	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第三十三条（地震による損傷の防止）

重大事故等対処施設は、次の各号に掲げる施設の区分に応じ、それぞれ当該各号に定めるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 常設耐震重要重大事故等対処設備が設置される重大事故等対処施設 基準地震動による地震力に対して重大事故に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。）又は重大事故（以下「重大事故等」と総称する。）に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。
 - 二 常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備が設置される重大事故等対処施設 事業指定基準規則第七条第二項の規定により算定する地震力に十分に耐えるものであること。
- 2 前項第一号の重大事故等対処施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊により重大事故等に対処するために必要な機能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が講じられたものでなければならない。

- 2 本申請は、事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力（廃止措置計画用設計地震動による地震力）に対して、事故対処設備の保管場所並びに保管場所から使用場所まで運搬するための経路の健全性及び設計上考慮する事項（被害要因の影響評価）を考慮し、事故対処に影響しないように地盤改良するものである。

事故対処設備の保管場所の被害要因の影響評価については、別添-1 及び別添-2 に記載する。

第三十四条（津波による損傷の防止）

重大事故等対処施設は、基準津波により重大事故等に対処するために必要な機能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が講じられたものでなければならない。

- 1 本申請は、事業指定基準規則第八条に規定する基準津波（廃止措置計画用設計津波）に対して、事故対処設備の保管場所並びに保管場所から使用場所まで運搬するための経路の健全性及び設計上考慮する事項（被害要因の影響評価）を考慮し、事故対処に影響しないように地盤改良するものである。

事故対処設備の保管場所である PCDF 管理棟駐車場（T.P. 約+18 m）及び南東地区（T.P. 約+27 m）は廃止措置計画用設計津波に対して浸水しない高台に位置しており、必要な機能が損なわれない。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

事故対処設備の保管場所(PCDF 管理棟駐車場)
及びアクセスルート of 健全性に関する説明書

目次

1. 概要.....	別添-1-1
2. 準拠規格・基準.....	別添-1-8
3. 保管場所及びアクセスルート.....	別添-1-9
3.1 保管場所及びアクセスルートの概要.....	別添-1-9
3.2 保管場所及びアクセスルートの影響評価.....	別添-1-14
3.3 保管場所及びアクセスルートの評価方法.....	別添-1-15
3.3.1 斜面崩壊及び敷地下斜面のすべり.....	別添-1-15
3.3.2 液状化による不等沈下・傾斜、浮上り.....	別添-1-15
3.3.3 地盤支持力の不足.....	別添-1-18
3.3.4 評価に用いる静的震度.....	別添-1-21
3.4 保管場所及びアクセスルートの評価結果.....	別添-1-26

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）に対する事故対処設備の保管場所及び保管場所から使用場所まで運搬するための経路（以下「保管場所及びアクセスルート」という。）の耐震性に係る被害要因の影響評価を説明するものである。

設計地震動は、令和2年2月10日付け原規規発第2002103号をもって認可された「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」において策定した敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動とする。策定した設計地震動の応答スペクトルを図1-1から図1-3に、時刻歴波形を図1-4から図1-6に示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.※-303 mとする。

※T.P. : 東京湾平均海面

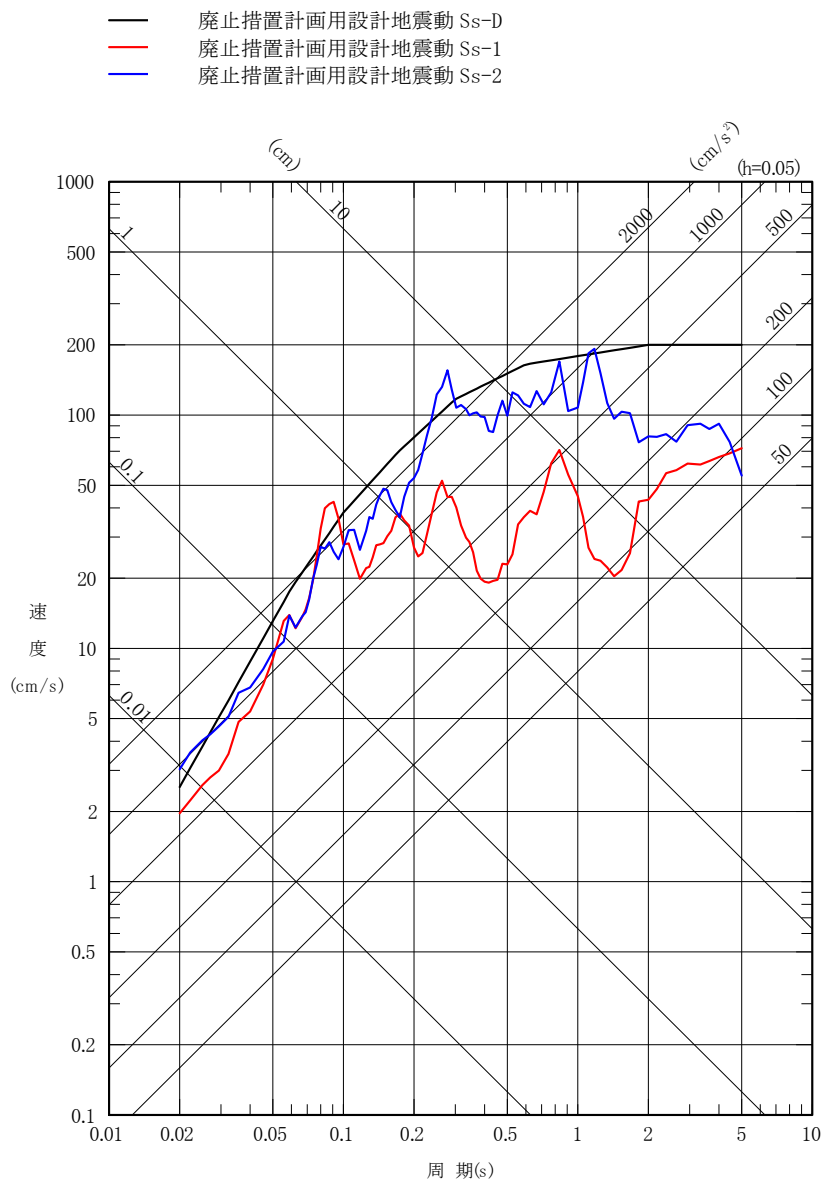


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS 成分)

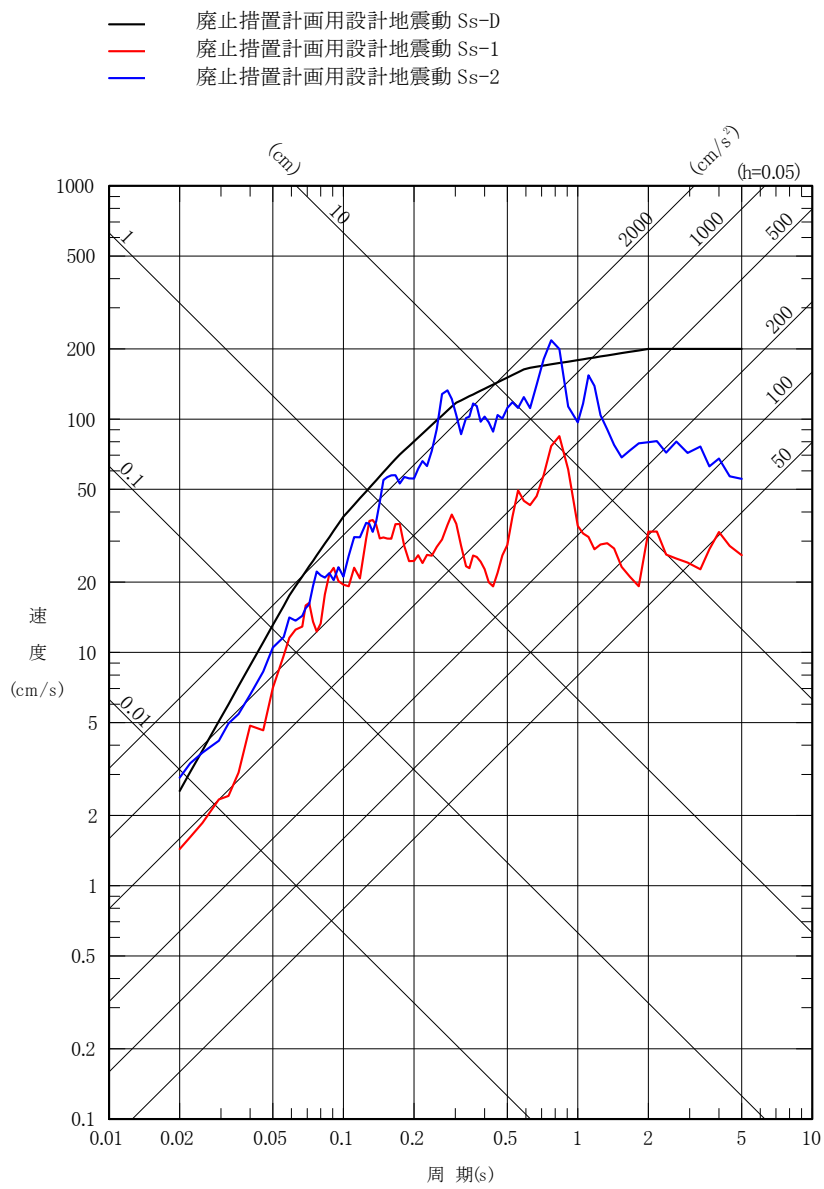


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW成分)

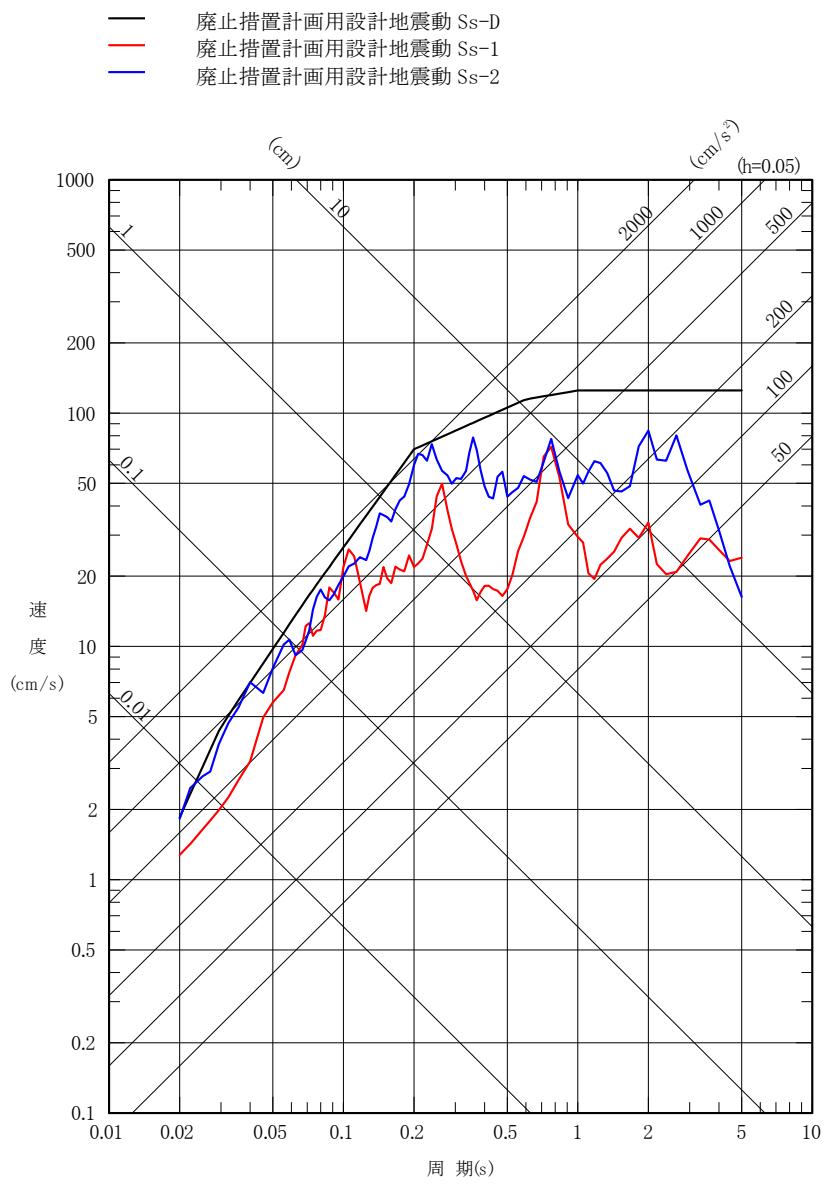


図 1-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD成分)

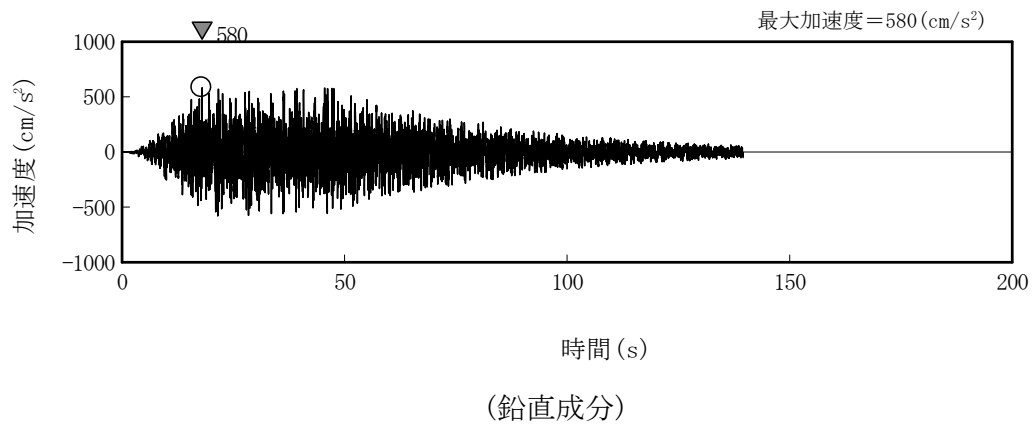
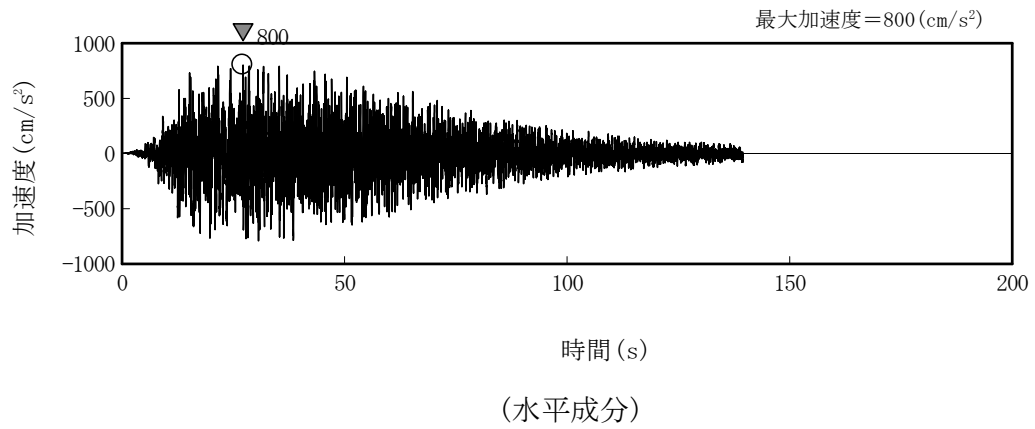


図 1-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

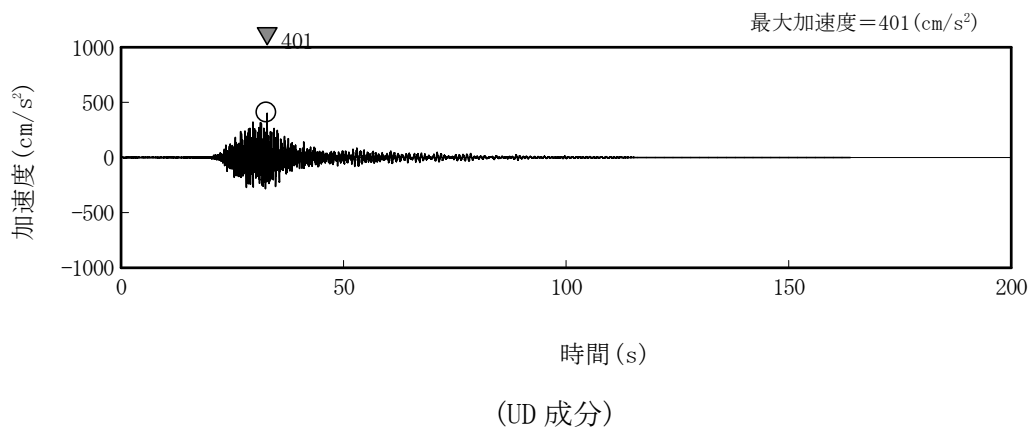
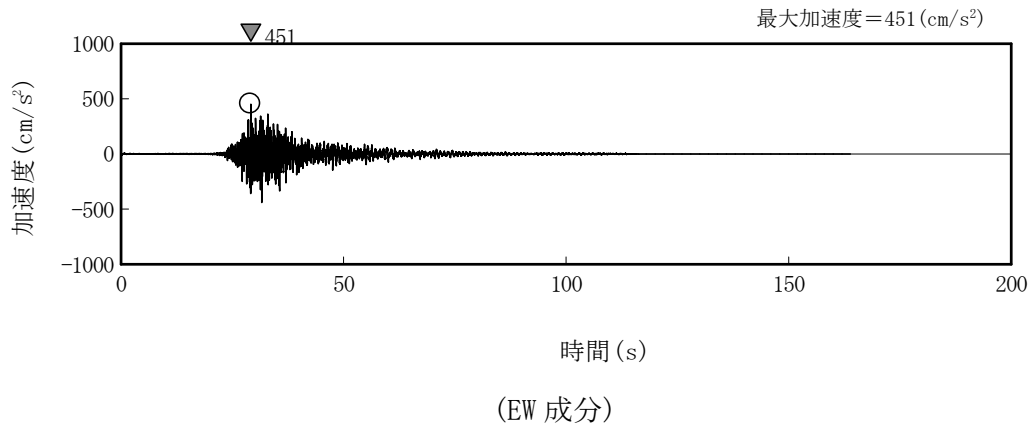
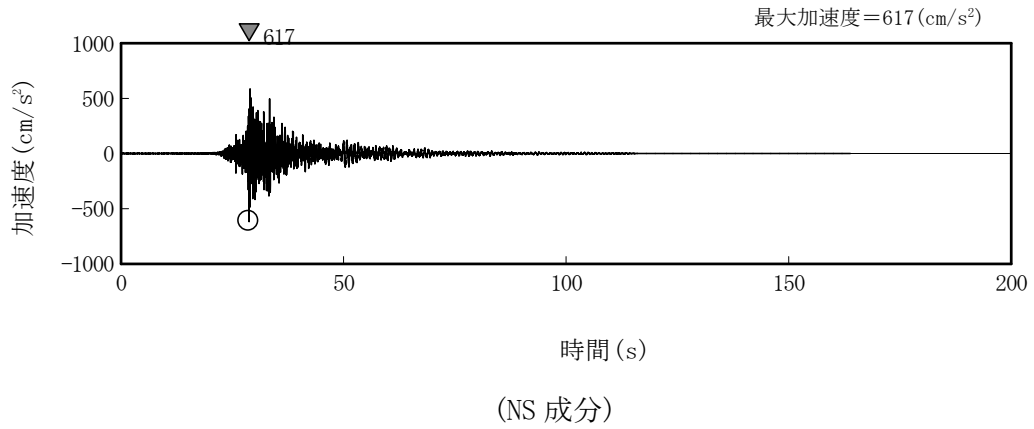


図 1-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形

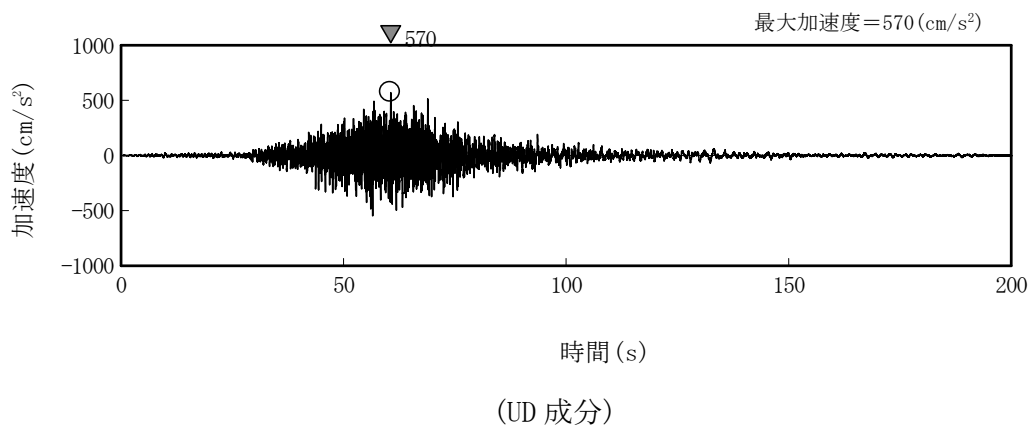
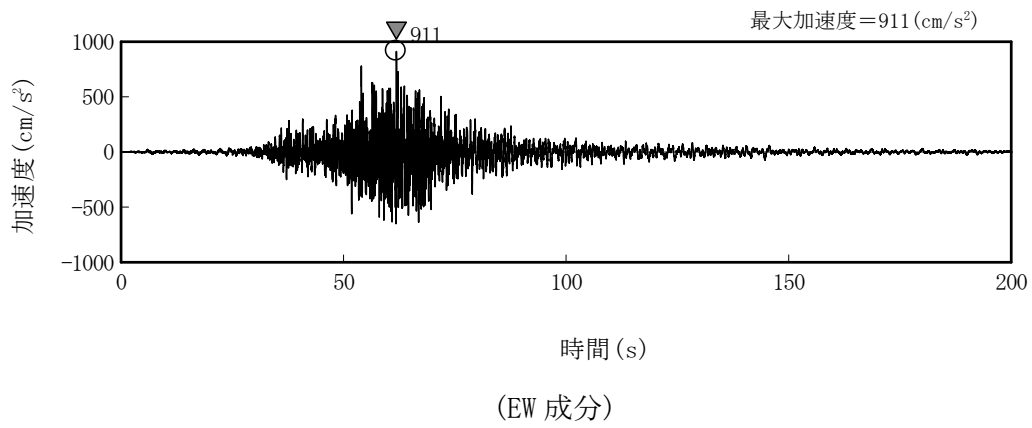
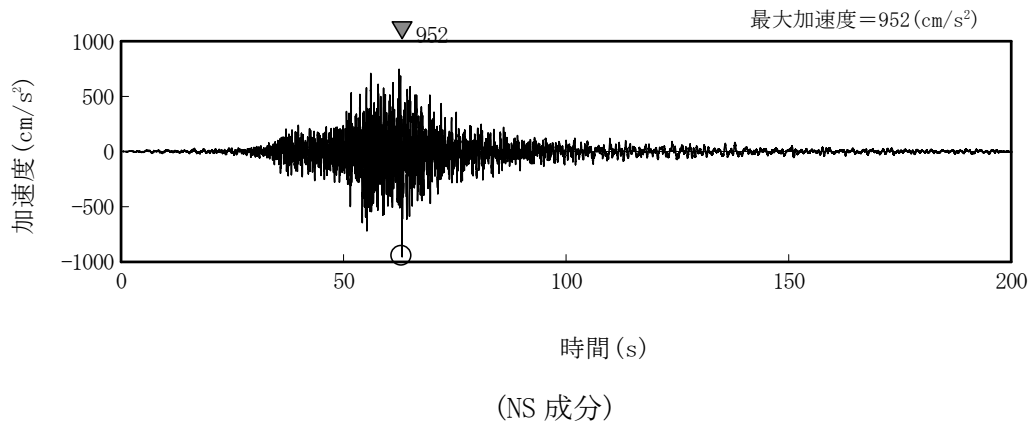


図 1-6 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-2) の時刻歴波形

2. 準拠規格・基準

保管場所及びアクセスルートの評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）
- ・「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）
- ・「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号）
- ・「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）
- ・「道路土工」（日本道路協会）

3. 保管場所及びアクセスルート

3.1 保管場所及びアクセスルートの概要

保管場所及びアクセスルートに大きな影響を及ぼす自然災害として、地震による影響を考慮する。保管場所及びアクセスルートの配置図を図 3-1 に示す。南北 (A-A') 断面と磁北方向の角度差は、 35.7° である。

また、保管場所及びアクセスルートの平面図及び断面図をそれぞれ図 3-2 から図 3-4 に、地盤調査結果を図 3-5 及び図 3-6 に示す。地下水位は、T.P.+10.0 m と設定する。

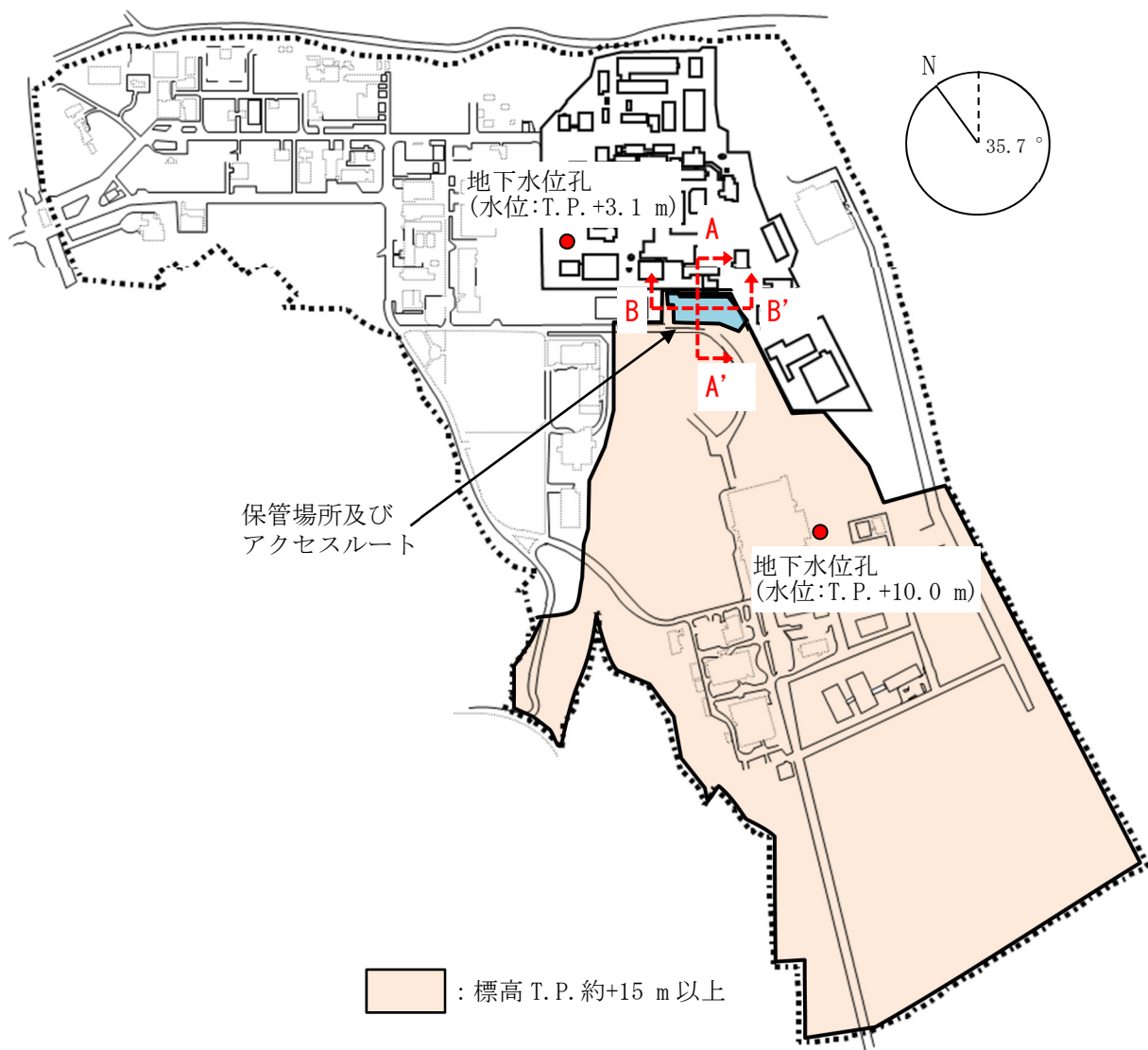


図 3-1 保管場所及びアクセスルート 配置図

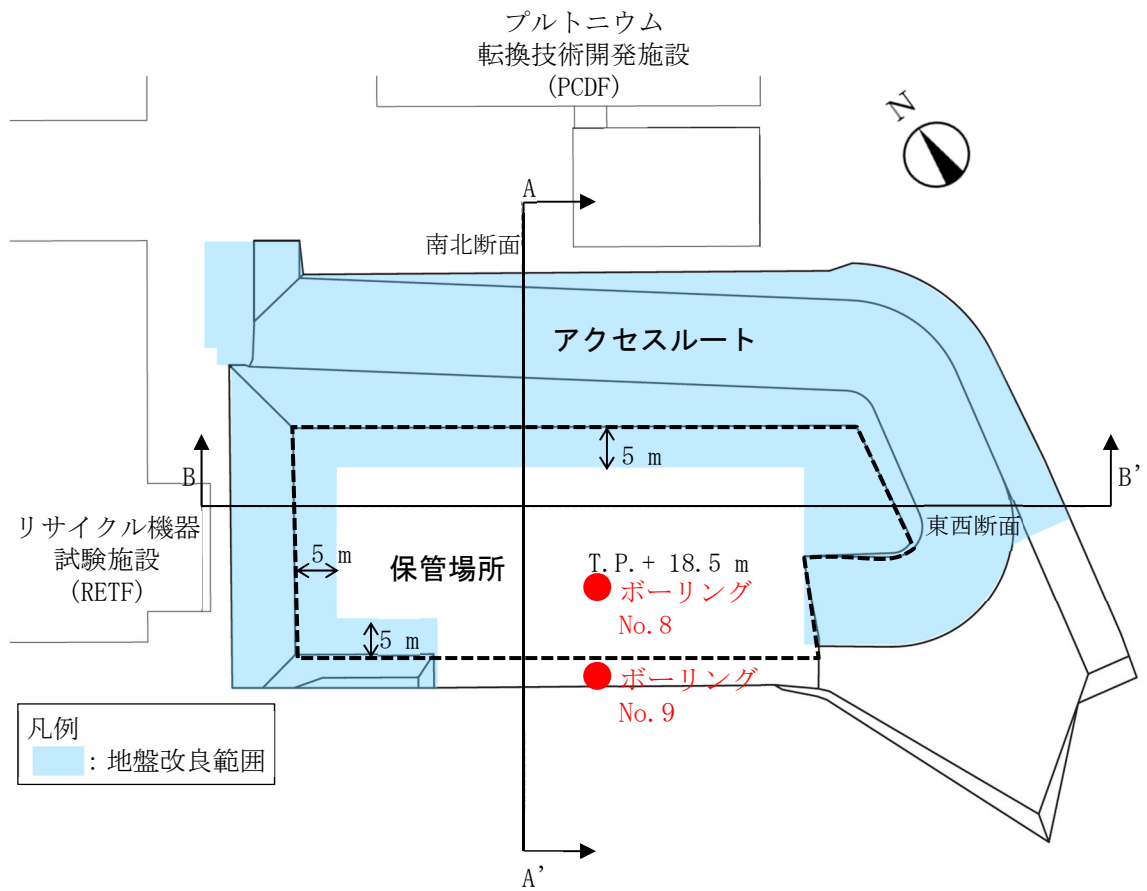


図 3-2 保管場所及びアクセスルート 平面図

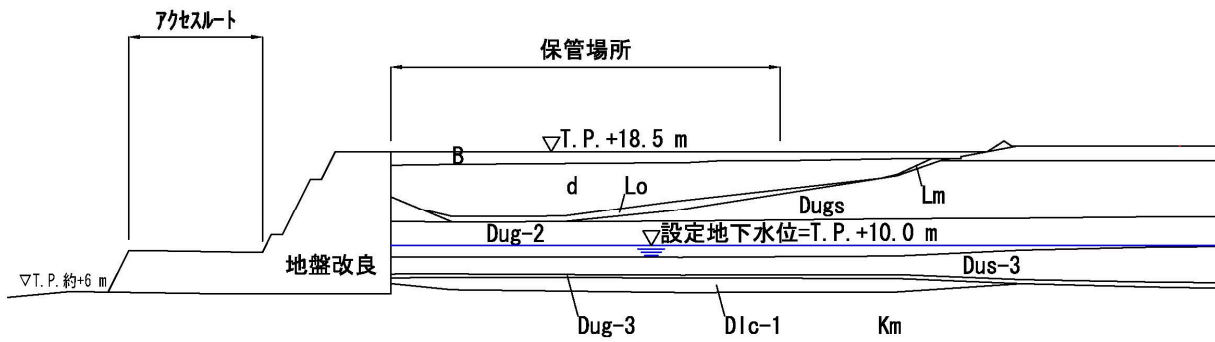


図 3-3 保管場所及びアクセスルート 南北(A-A')断面図

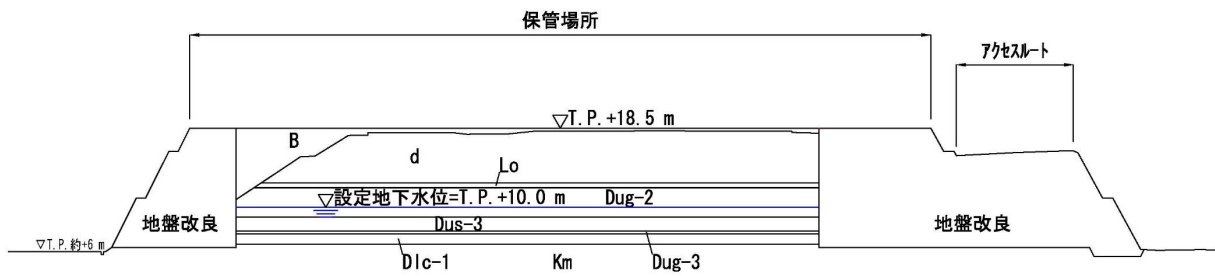


図 3-4 保管場所及びアクセスルート 東西(B-B')断面図

ボーリング名	No.8	孔口標高	T.P.+18.48 m	総掘進長	16.40 m
--------	------	------	--------------	------	---------

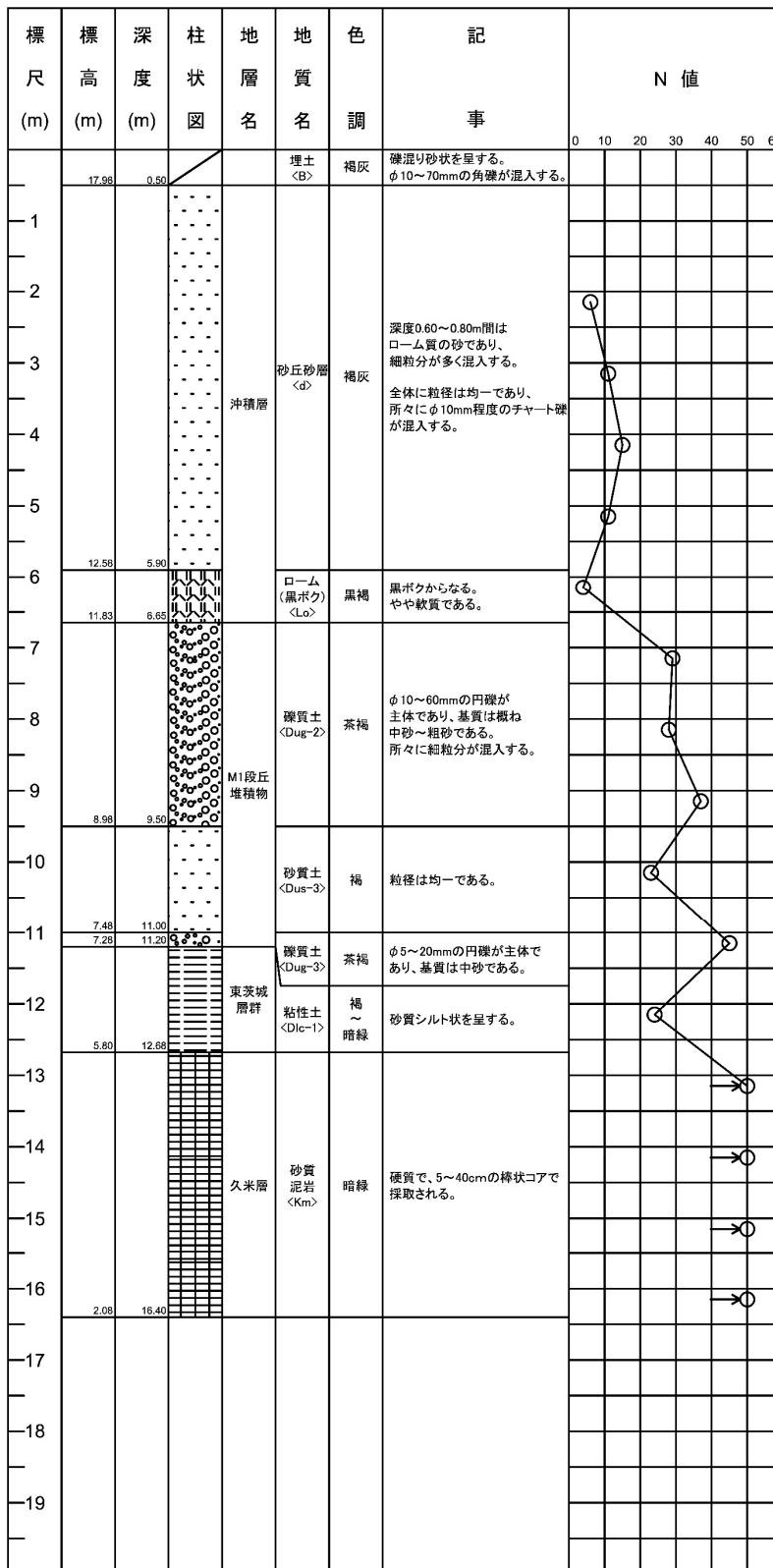


図 3-5 地盤調査結果(ボーリング No. 8 柱状図)

ボーリング名	No.9	孔口標高	T.P.+18.66 m	総掘進長	16.41 m
--------	------	------	--------------	------	---------

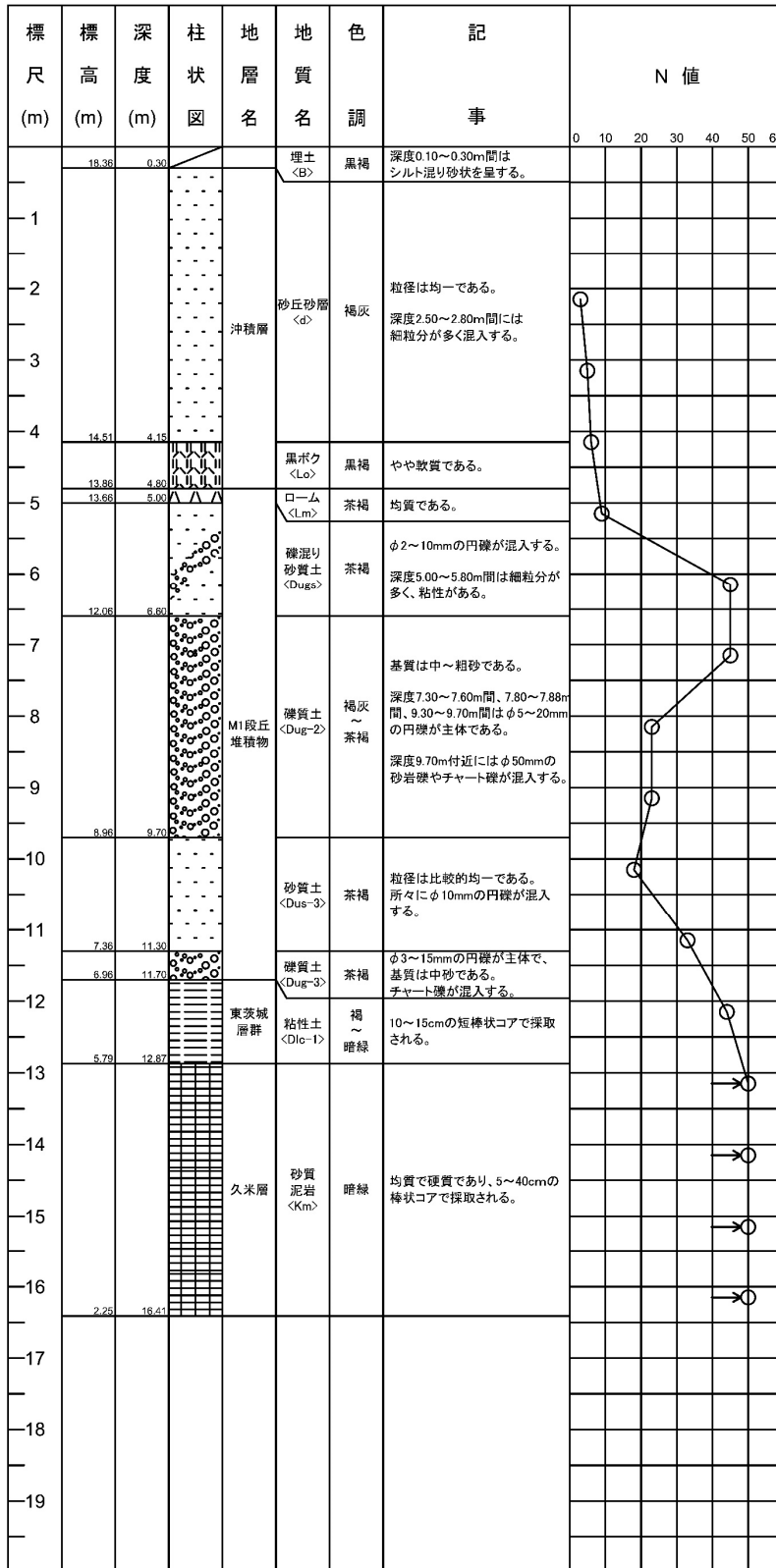


図 3-6 地盤調査結果(ボーリング No. 9 柱状図)

3.2 保管場所及びアクセスルートの影響評価

事故対処設備の保管場所及びアクセスルートの設計においては、地震による被害要因の影響評価を行い、その影響を受けない位置及びルートを設定する。

保管場所及びアクセスルートに対する被害要因及び被害事象を表 3-1 に示す。

表 3-1 保管場所及びアクセスルートに対する被害要因及び被害事象

影響を与えるおそれのある被害要因	懸念される被害事象
斜面崩壊及び敷地下斜面のすべり	事故対処設備の損壊、 アクセスルートの通行不能
液状化による不等沈下・傾斜、浮上り	事故対処設備の転倒、 アクセスルートの通行不能
地盤支持力の不足	事故対処設備の転倒、 アクセスルートの通行不能

3.3 保管場所及びアクセスルートの評価方法

3.3.1 斜面崩壊及び敷地下斜面のすべり

斜面崩壊及び敷地下斜面のすべりによる影響については「道路土工」に基づいて、設計地震動での最大応答加速度から求めた静的震度を用いた分割法により、すべり安定性評価を行う。

地震応答解析には解析コード「k-SHAKE(株式会社構造計画研究所)」を、すべり計算には解析コード「COSTANA(富士通 Japan 株式会社)」を使用する。解析コードの概要については「別添-3 評価で使用した計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

評価においては、組合せ係数法を用いて水平・鉛直震度を組合せた静的解析を行い、鉛直成分においては位相の反転を考慮する。評価基準値は安全性に配慮して「道路土工」の長期間経過後(供用時)の許容安全率を参考に、安全率 1.2 以上とする。

3.3.2 液状化による不等沈下・傾斜、浮上り

液状化の評価については「道路橋示方書・同解説」に準拠して行う。図 3-7 に液状化の判定を行う必要がある土層の選定の手順を示す。

沖積層の土層で次の 3 つの条件全てに該当する土層を液状化の判定を行う必要がある土層として抽出する。

- ①地下水位が地表面から 10 m 以内にあり、かつ、地表面から 20 m 以内の深さに存在する飽和土層
 - ②細粒分含有率 FC が 35%以下の土層又は FC が 35%を超えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層
 - ③50%粒径 D_{50} が 10 mm 以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が 1 mm 以下である土層
- 抽出結果を表 3-2 に示す。

沖積層のうち地下水位が地表面から 10 m 以内にあり(地表面：T.P. +18.5 m、地下水位：T.P. +10.0 m)、かつ、地表面から 20 m 以内の深さに存在する層が飽和土層ではないことを確認し、液状化の判定を行う必要が無いことを確認した。

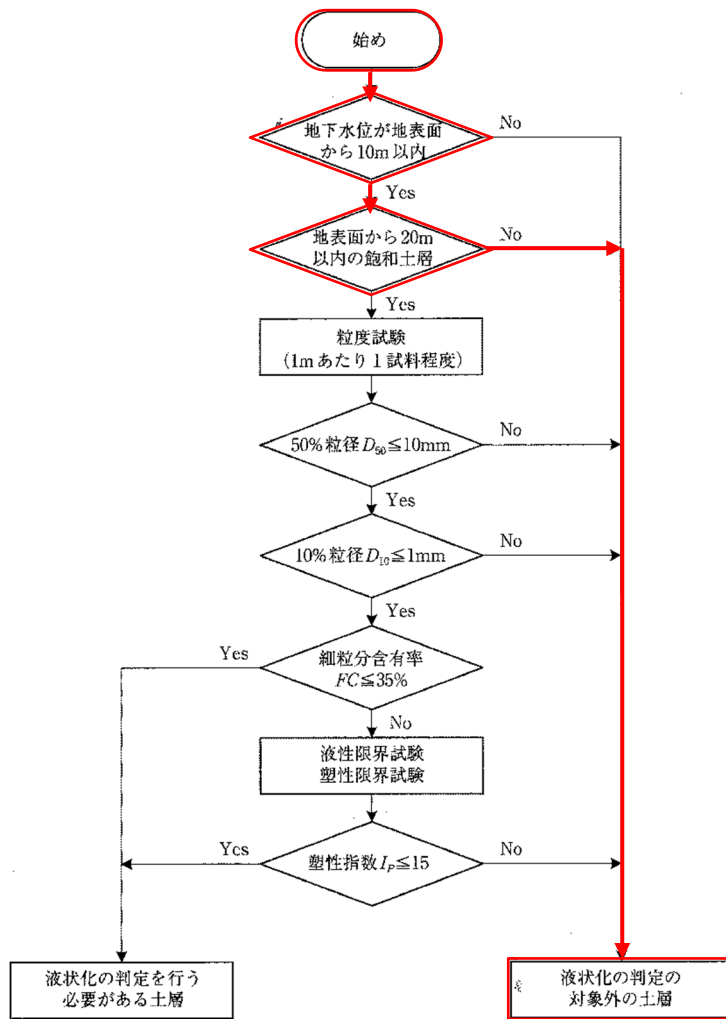


図 3-7 液状化の判定を行う必要がある土層の選定の手順

表 3-2 液状化検討対象層の抽出結果

ボーリング	標高 T. P. (m)	地層名	地質名	地質記号	①		②		③		液状化 検討
					沖積層で地下 水位が地表面 から10m以内	地表面から 20m以内の 飽和土層	細粒分 含有率 (%)	塑性指数 Ip	D ₅₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	
No. 8	12.6	沖積層	砂丘砂層	d	該当する	該当しない	/	/	/	/	対象外
	11.8		ローム (黒ボク)	Lo	該当する	該当しない	/	/	/	/	対象外
	地下水位:10.0 9.0	M1段丘 堆積物	礫質土	Dug-2	/	/	/	/	/	/	沖積層では ないため 対象外
	7.5		砂質土	Dus-3	/	/	/	/	/	/	
	7.3		礫質土	Dug-3	/	/	/	/	/	/	
	5.8	東茨城 層群	粘性土	Dlc-1	/	/	/	/	/	/	
	5.8	久米層	砂質泥岩	Km	/	/	/	/	/	/	
	No. 9	14.5	沖積層	砂丘砂層	d	該当する	該当しない	/	/	/	/
13.9		ローム (黒ボク)		Lo	該当する	該当しない	/	/	/	/	対象外
13.7		M1段丘 堆積物	ローム	Lm	/	/	/	/	/	/	沖積層では ないため 対象外
12.1			礫混じり 砂質土	Dugs	/	/	/	/	/	/	
地下水位:10.0 9.0			礫質土	Dug-2	/	/	/	/	/	/	
7.4			砂質土	Dus-3	/	/	/	/	/	/	
5.8			礫質土	Dug-3	/	/	/	/	/	/	
5.8		東茨城 層群	粘性土	Dlc-1	/	/	/	/	/	/	
5.8	久米層	砂質泥岩	Km	/	/	/	/	/	/		

3.3.3 地盤支持力の不足

地震時における事故対処設備の接地圧が地盤の支持力を下回ることを確認する。

(1) 接地圧の算定

接地圧の算定に当たっては、支持重量が最大となる可搬型事故対処設備（移動式発電機、可搬型貯水設備）を対象とし、当該設備の支持重量から常時及び地震時の接地圧を算定する。

常時接地圧は、設備の支持重量を接地面積で除して算定する。地震時接地圧は、設計地震動による地表面での鉛直最大応答加速度から鉛直震度を求め、支持重量を割増して算定する。

移動式発電機の常時接地圧を図 3-8 に、可搬型貯水設備の常時接地圧を図 3-9 に示す。

(2) 評価基準値の算出

平 13 年国交告第 1113 号の評価式のうち、以下の(1)式に基づいて、地盤調査結果から得られた N 値、敷材の接地面積等から評価基準値を算出する。

$$qa = \frac{2}{3}(i_c \alpha C N_c + i_r \beta \gamma_1 B N_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

qa : 単位面積当たりの許容支持力度 (kN/m²)

N_c, N_γ, N_q : 支持力係数

C : 支持地盤の粘着力 (kN/m²)

γ_1 : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 根入れ部分の土の単位体積重量 (kN/m³)

(γ_1, γ_2 は、地下水位以下の場合は水中単位体積重量を用いる)

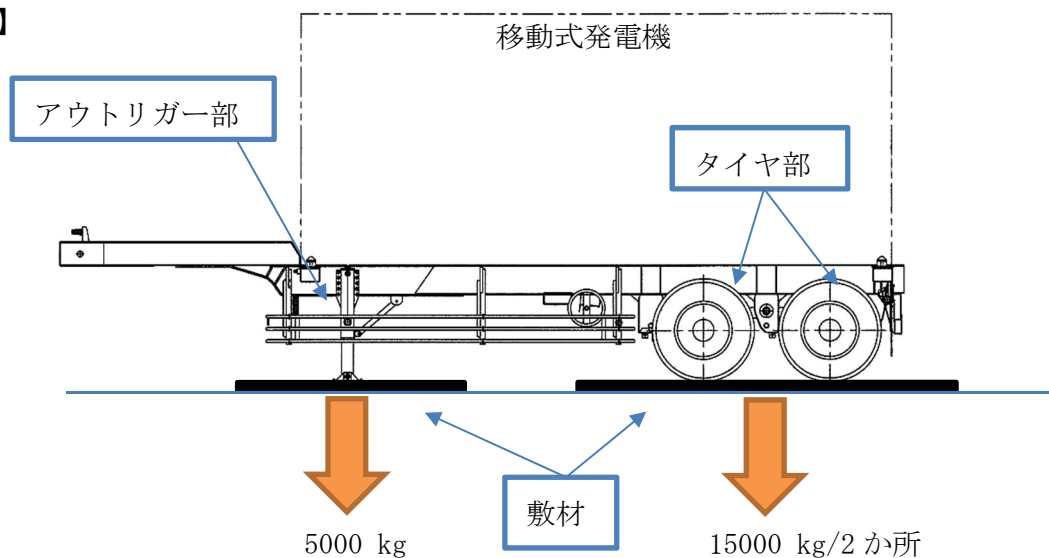
α, β : 基礎の形状係数

i_c, i_γ, i_q : 荷重の傾斜に対する補正係数

B : 基礎の短辺幅 (m)

D_f : 基礎の根入れ深さ (m)

【重量】



重量は車両及び移動式発電機を考慮している。

【敷材接地面積及び常時接地圧】

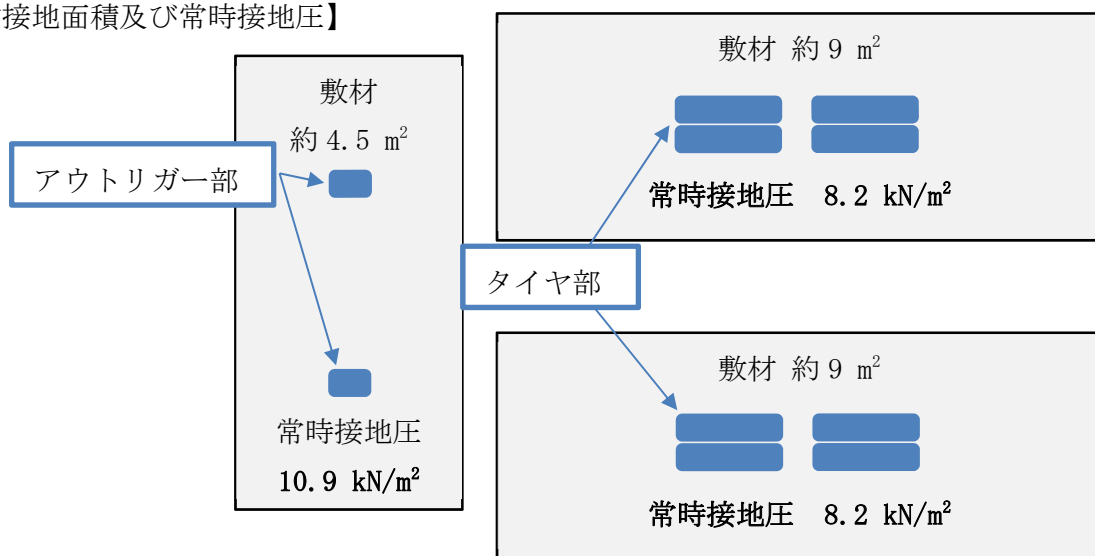
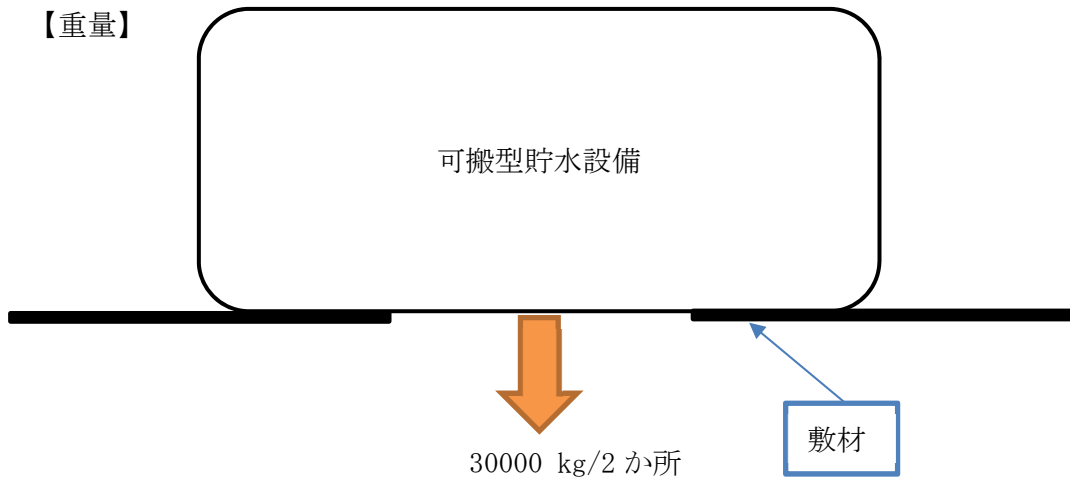


図 3-8 移動式発電機の常時接地圧

【重量】



重量は満水時を考慮している。

【敷材接地面積及び常時接地圧】

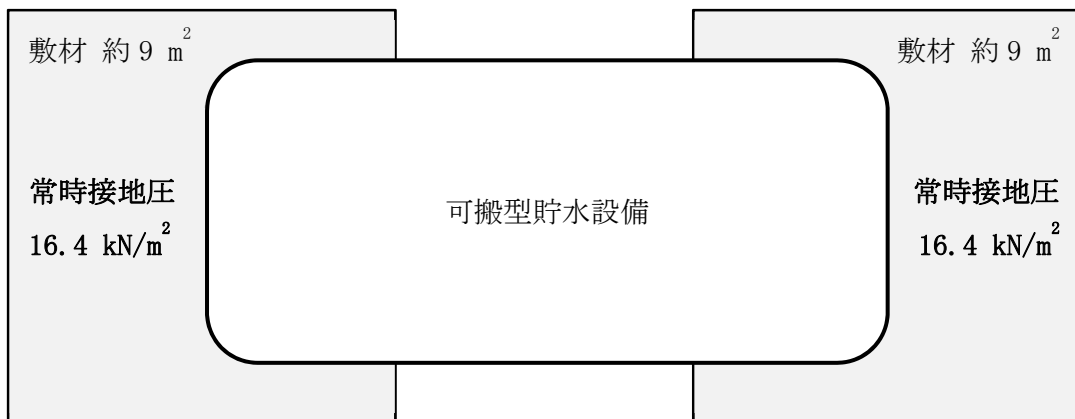


図 3-9 可搬型貯水設備の常時接地圧

3.3.4 評価に用いる静的震度

(1) 地盤の地震応答解析結果

評価に用いる地盤の応答加速度は、解放基盤表面で定義される設計地震動を入力地震動として、一次元等価線形解析により算定する。

設計地震動のうち、NS 及び EW 方向で個別の地震動が定義されている Ss-1 及び Ss-2 については、解放基盤表面への入力前に磁北方向から南北断面に方位変換する。

評価対象となる地盤は、地盤改良範囲と地山からなり、地盤物性値が異なることから両地盤で地震応答解析を行い、最も大きい応答加速度を評価に用いる。地山の地盤物性値は評価対象中央のボーリング No. 8 の地層により設定する。地盤物性値を表 3-3 及び表 3-4 に、地盤の応答加速度を図 3-10 及び図 3-11 に示す。

表 3-3 地盤改良範囲の地盤物性値(入力地震動作成モデル)

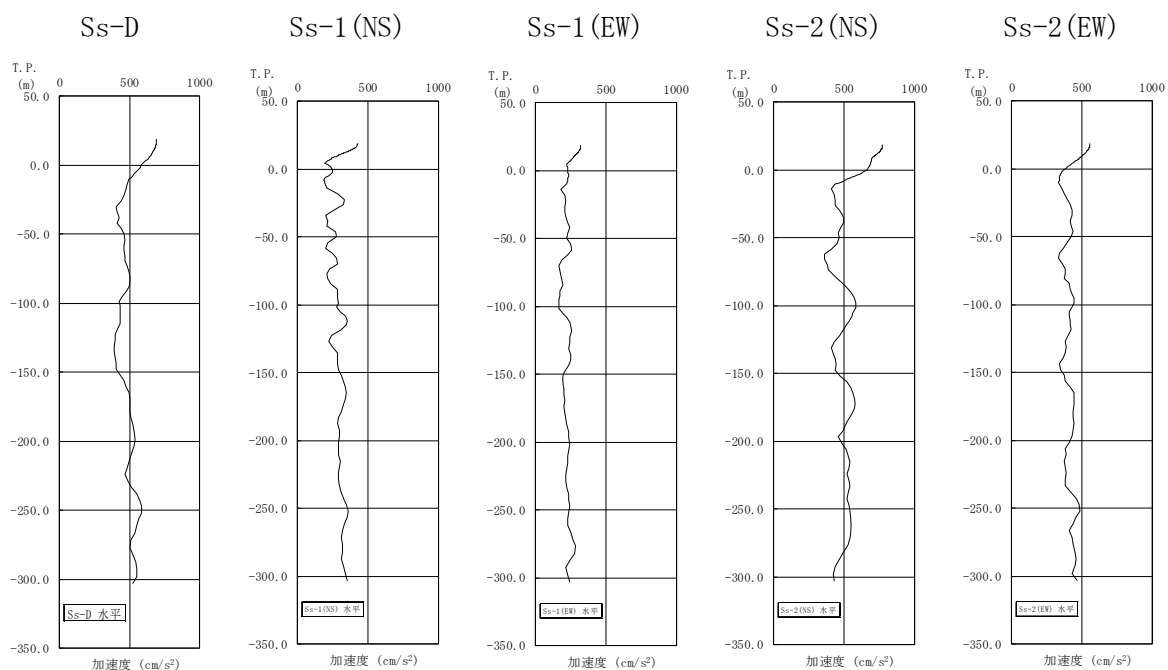
標高 T.P. (m)	地層名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポアソン比 ν_d	動せん断 弾性係数 G_0 (MN/m ²)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
18.5							
5.7	地盤改良土 (久米層相当)	Km'	1.77	0.455	425	$1/(1+2.43\gamma^{0.770})$	$8.81\gamma/(\gamma+0.226)+1.55$
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	425	$1/(1+2.43\gamma^{0.770})$	$8.81\gamma/(\gamma+0.226)+1.55$
-62.0		Km2	1.77	0.451	466		
-92.0		Km3	1.77	0.447	515		
-118.0		Km4	1.77	0.444	549		
-169.0		Km5	1.77	0.440	596		
-215.0		Km6	1.77	0.436	655		
-261.0		Km7	1.77	0.431	711		
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426		
	解放基盤		1.77	0.417	867		

※ γ (%) はせん断ひずみを示す。

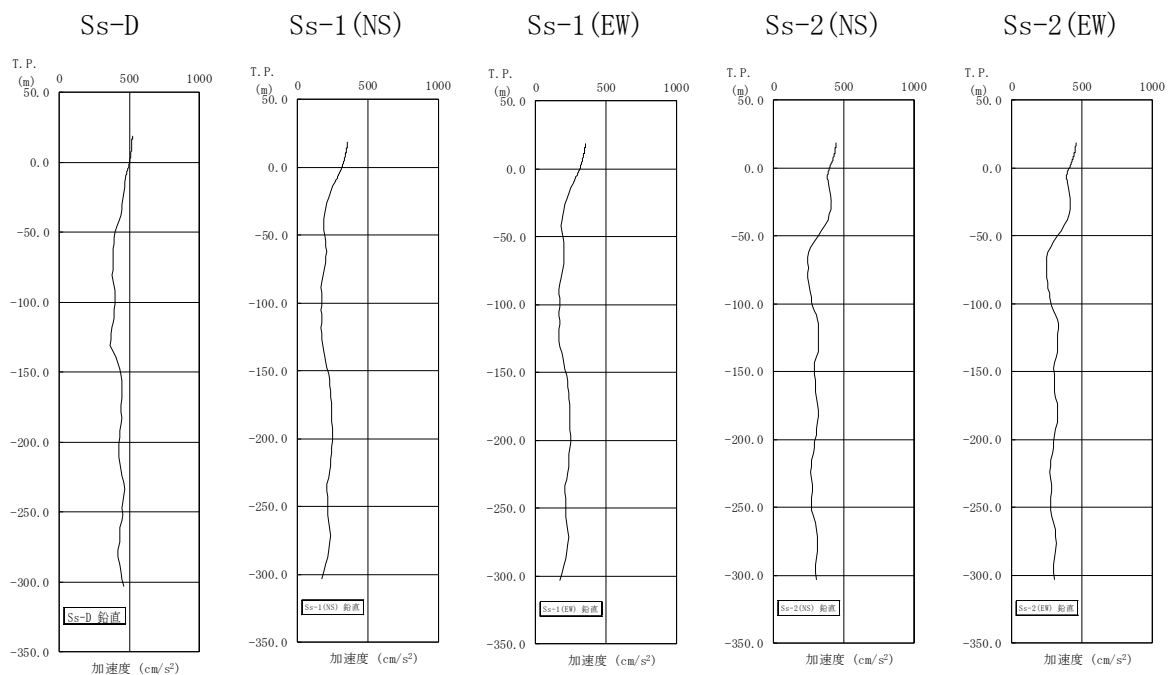
表 3-4 地山(地盤改良範囲外)の地盤物性値(入力地震動作成モデル)

標高 T. P. (m)	地層名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポアソン比 ν_d	動せん断 弾性係数 G_0 (MN/m ²)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
18.5							
18.0	埋土	B	1.71	0.422	28	$1/(1+6.45\gamma^{0.799})$	$15.9\gamma/(\gamma+0.118)$ +1.92
12.6	砂丘砂層	d	1.88	0.376	40	$1/(1+13.3\gamma^{0.901})$	$25.5\gamma/(\gamma+0.076)$ +1.26
11.8	ローム(黒ボク)	Lo	1.40	0.411	31	$1/(1+4.69\gamma^{0.806})$	$14.2\gamma/(\gamma+0.238)$ +2.14
9.0	礫質土	Dug-2	1.96	0.425	320	$1/(1+7.88\gamma^{0.838})$	$22.7\gamma/(\gamma+0.162)$ +2.22
7.5	砂質土	Dus-3	1.89	0.440	278	$1/(1+7.50\gamma^{0.869})$	$22.6\gamma/(\gamma+0.111)$ +0.93
7.3	礫質土	Dug-3	2.04	0.442	325	$1/(1+10.8\gamma^{0.921})$	$18.4\gamma/(\gamma+0.091)$ +1.51
5.8	粘性土	D1c-1	1.75	0.453	238	$1/(1+8.21\gamma^{0.827})$	$20.2\gamma/(\gamma+0.105)$ +1.07
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	425	$1/(1+2.43\gamma^{0.770})$	$8.81\gamma/(\gamma+0.226)$ +1.55
-62.0		Km2	1.77	0.451	466		
-92.0		Km3	1.77	0.447	515		
-118.0		Km4	1.77	0.444	549		
-169.0		Km5	1.77	0.440	596		
-215.0		Km6	1.77	0.436	655		
-261.0		Km7	1.77	0.431	711		
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426		
	解放基盤		1.77	0.417	867		

※ γ (%) はせん断ひずみを示す。

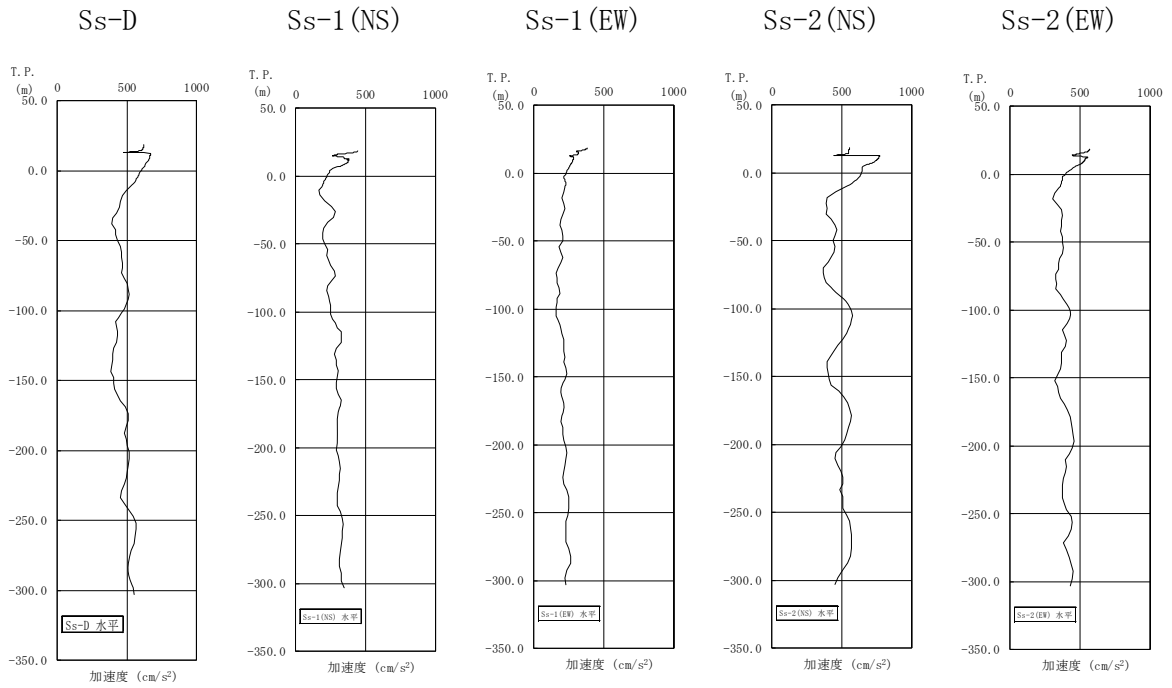


(a) 水平方向

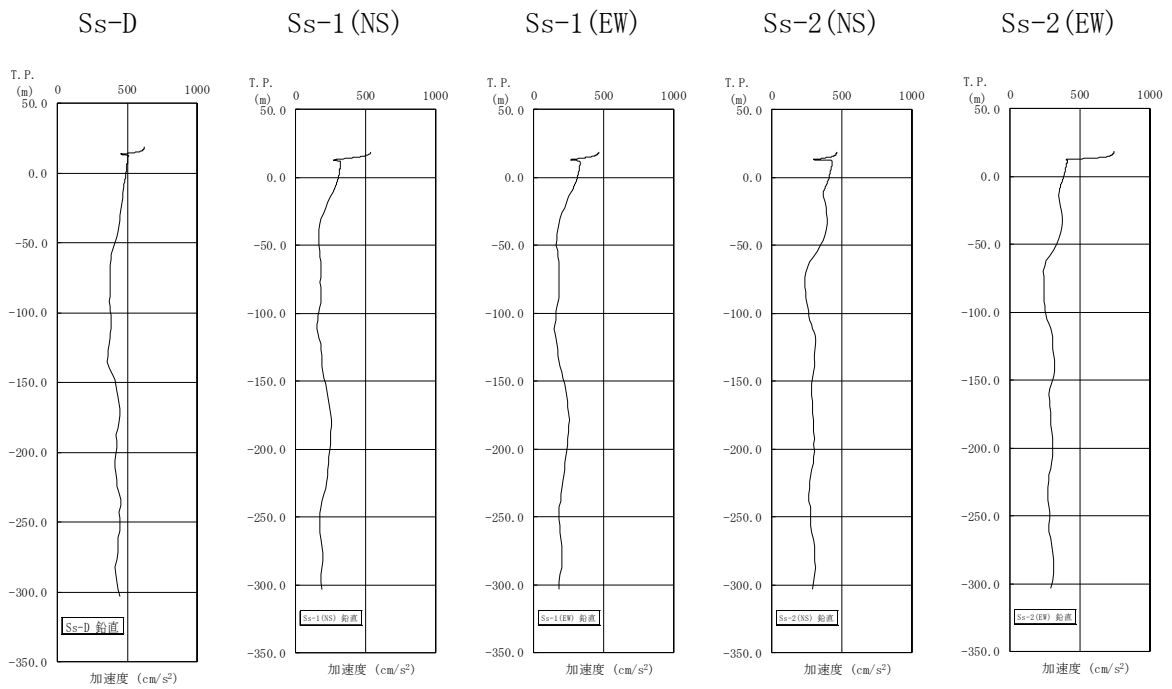


(b) 鉛直方向

図 3-10 地盤改良範囲の地盤の応答加速度



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 3-11 地山(地盤改良範囲外)の地盤の応答加速度

(2) 震度

地表面の最大応答加速度を表 3-5 に、最大応答加速度から算出した震度を表 3-6 に示す。

斜面崩壊及び敷地下斜面のすべりの評価には、水平震度が最大となる地盤改良範囲の Ss-D 地震時の結果、水平震度 (kh) 0.8 及び鉛直震度 (kv) 0.6 を用いる。

地盤の支持力の評価には、鉛直震度が最大となる地山の Ss-2 地震時の結果、鉛直震度 (kv) 0.8 を用いる。

表 3-5 最大応答加速度

	地盤改良範囲		地山(地盤改良範囲外)	
	水平(cm/s ²)	鉛直(cm/s ²)	水平(cm/s ²)	鉛直(cm/s ²)
Ss-D	694	520	667	619
Ss-1(NS)	427	353	442	536
Ss-1(EW)	321	351	380	463
Ss-2(NS)	776	443	773	463
Ss-2(EW)	557	456	569	744

表 3-6 震度

	地盤改良範囲		地山(地盤改良範囲外)	
	水平震度(kh)	鉛直震度(kv)	水平震度(kh)	鉛直震度(kv)
Ss-D	0.8	0.6	0.7	0.7
Ss-1(NS)	0.5	0.4	0.5	0.6
Ss-1(EW)	0.4	0.4	0.4	0.5
Ss-2(NS)	0.8	0.5	0.8	0.5
Ss-2(EW)	0.6	0.5	0.6	0.8

3.4 保管場所及びアクセスルートの評価結果

斜面崩壊及び敷地下斜面のすべり安定性評価結果を表 3-7 及び表 3-8 に、地盤支持力の評価結果を表 3-9 に示す。すべり安定性評価結果は、各断面最小のすべり安全率となったすべり線を示す。

斜面崩壊及び敷地下斜面の最小すべり安全率はいずれも評価基準値 1.2 以上であることを確認した。

地盤支持力についても、地震時接地圧が評価基準値を下回っていることを確認した。

表 3-7 南北断面のすべり安定性評価結果

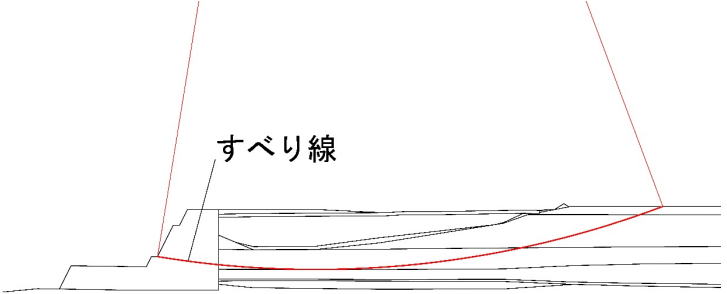
すべり線	評価断面	最小すべり安全率
	南北断面	1.32

表 3-8 東西断面のすべり安定性評価結果

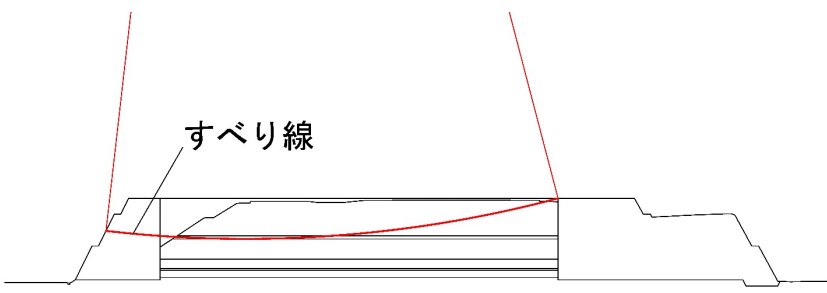
すべり線	評価断面	最小すべり安全率
	東西断面	1.32

表 3-9 地盤支持力の評価結果

評価対象	地震時接地圧 (kN/m ²)	評価基準値 (kN/m ²)	
移動式 発電機	アウトリガー部：21.0 タイヤ部：15.8	地盤改良範囲外 (地山)	アウトリガー部：26.8 タイヤ部：30.0
可搬型 貯水設備	31.5	地盤改良範囲外 (地山)	40.2

事故対処設備の保管場所(南東地区)
の健全性に関する説明書

目次

1. 概要.....	別添-2-1
2. 準拠規格・基準.....	別添-2-8
3. 保管場所.....	別添-2-9
3.1 保管場所の基本方針.....	別添-2-9
3.2 保管場所の影響評価.....	別添-2-13
3.3 保管場所の評価方法.....	別添-2-13
3.3.1 液状化による不等沈下・傾斜、浮上り.....	別添-2-13
3.3.2 地盤支持力の不足.....	別添-2-15
3.3.3 地盤の地震応答解析結果.....	別添-2-18
3.3.4 震度.....	別添-2-21
3.4 保管場所の評価結果.....	別添-2-21

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動（以下「設計地震動」という。）に対する事故対処設備の保管場所（以下「保管場所」という。）の耐震性に係る被害要因の影響評価を説明するものである。

設計地震動は、令和2年2月10日付け原規規発第2002103号をもって認可された「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」において策定した敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動とする。策定した設計地震動の応答スペクトルを図1-1から図1-3に、時刻歴波形を図1-4から図1-6に示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.^{*}-303 mとする。

※T.P. : 東京湾平均海面

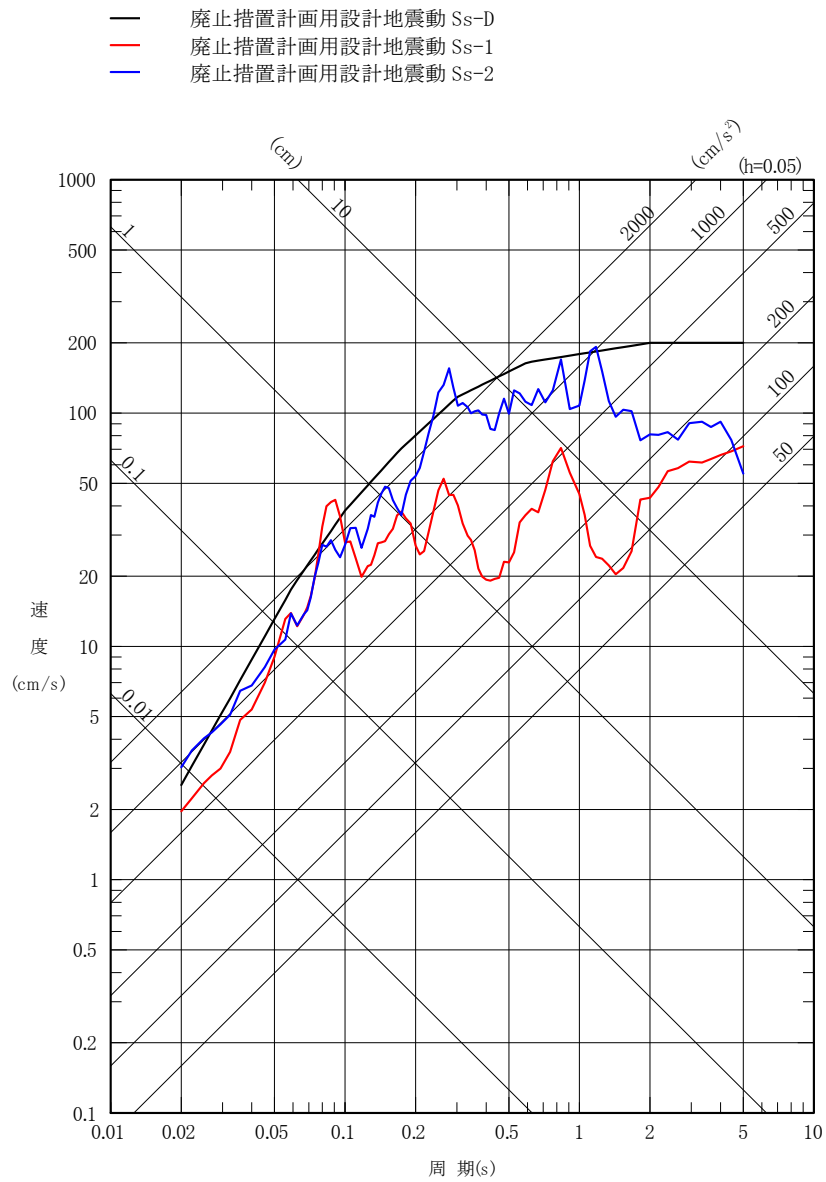


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS 成分)

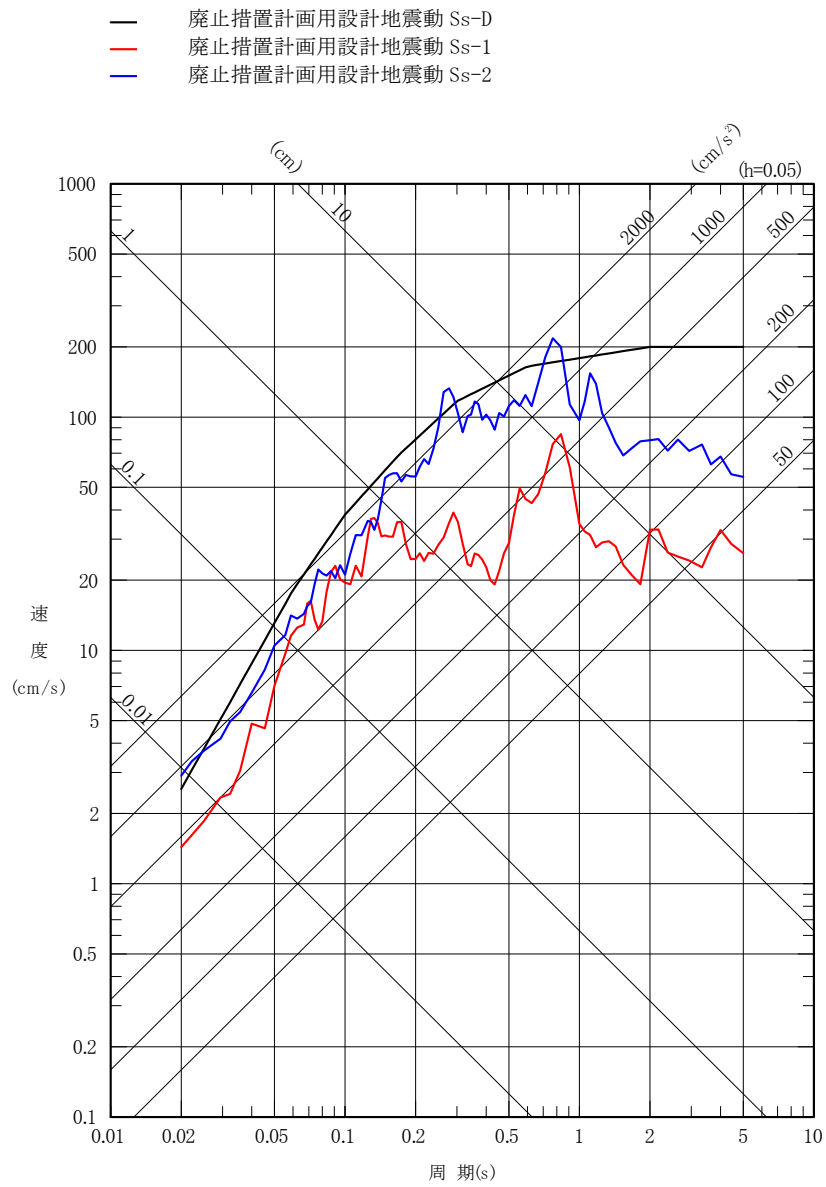


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW 成分)

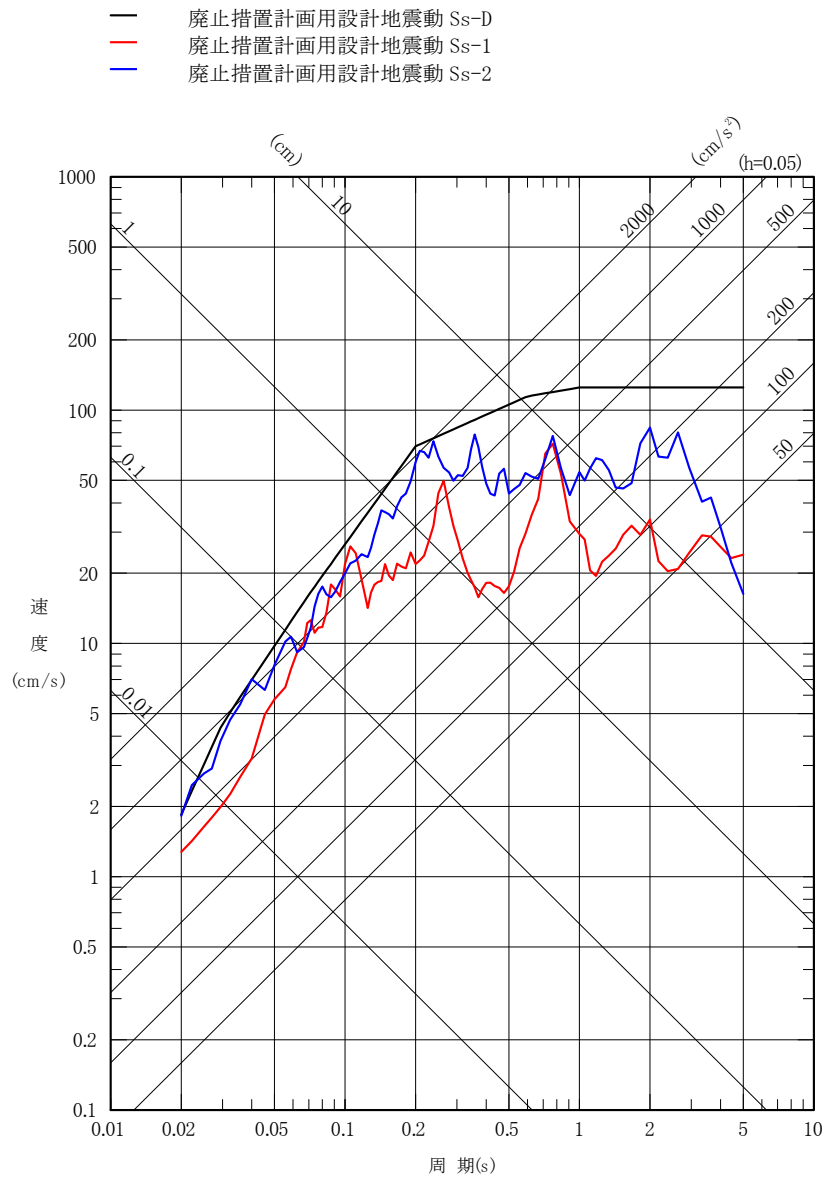


図 1-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD 成分)

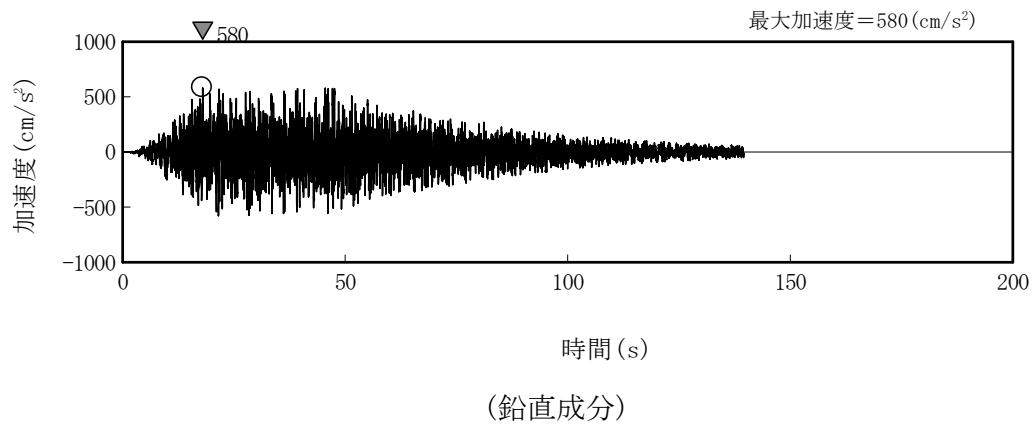
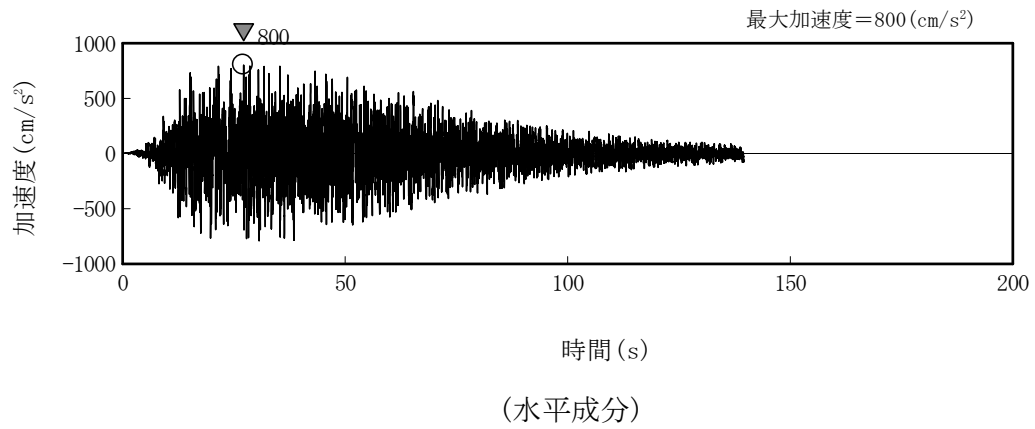


図 1-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

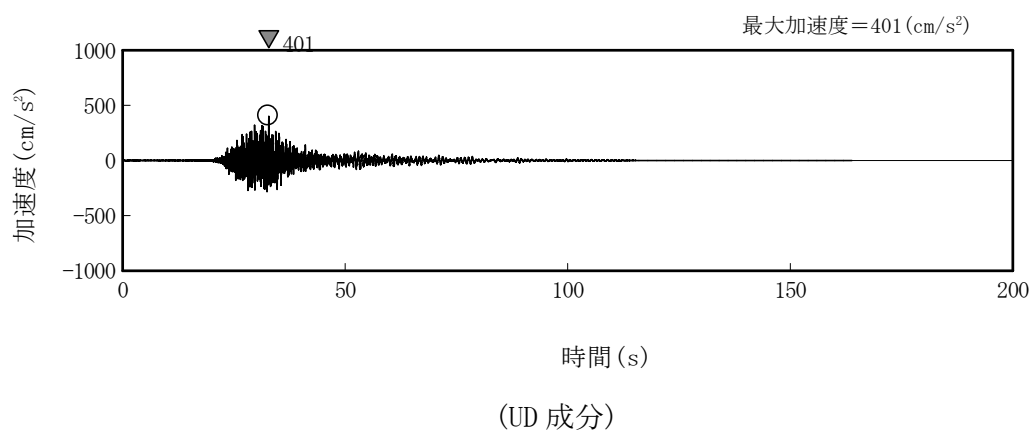
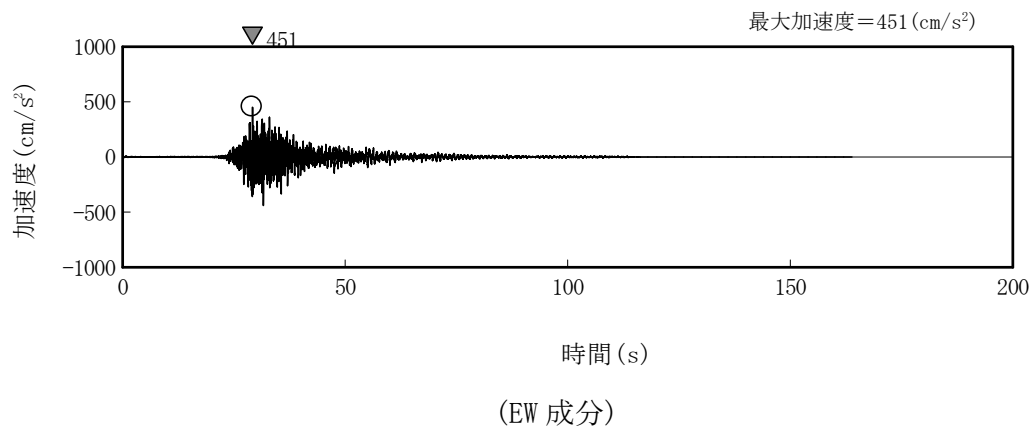
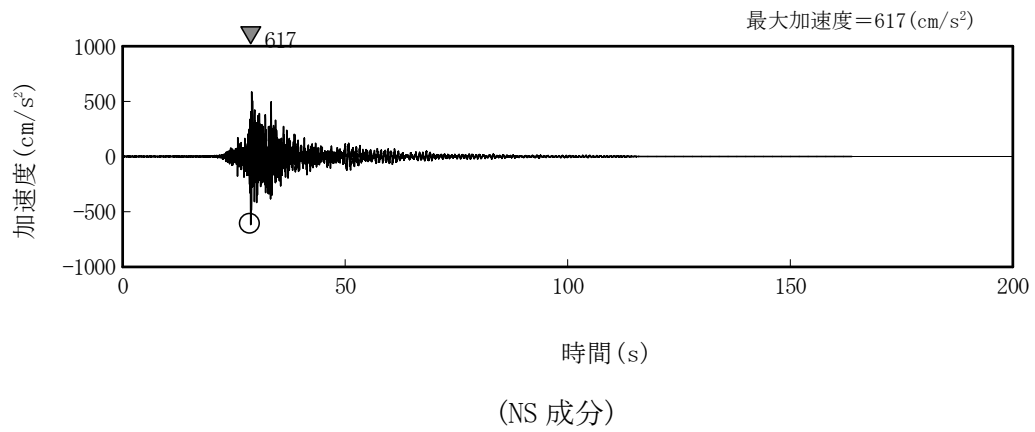


図 1-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形

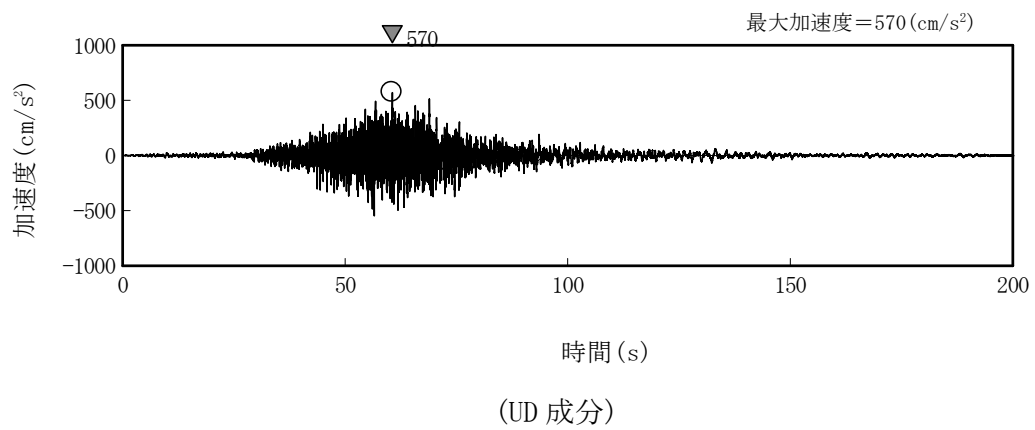
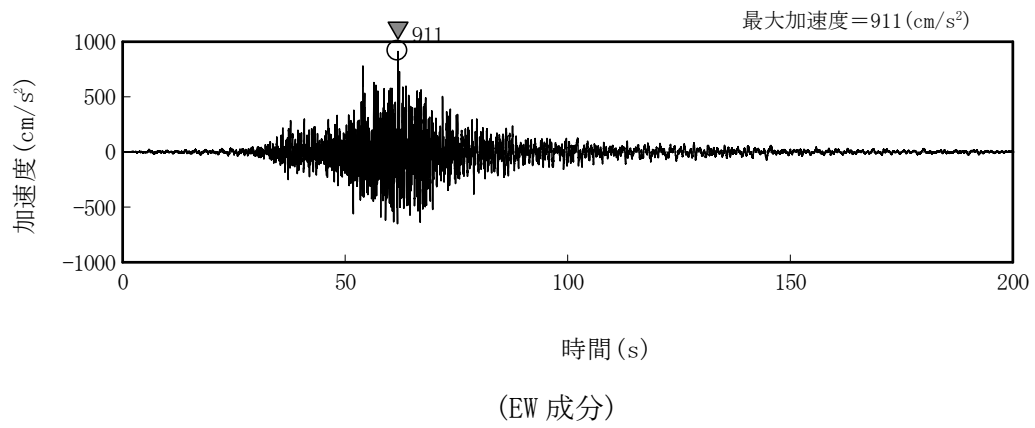
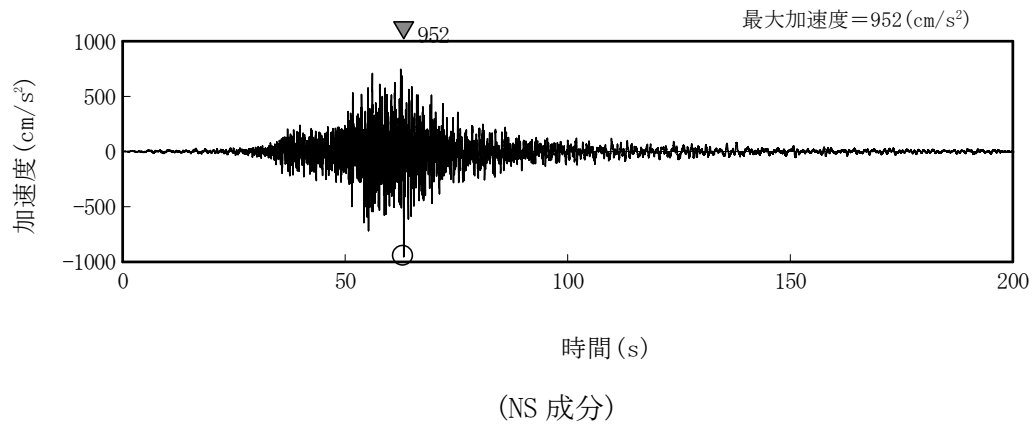


図 1-6 廃止措置計画用設計地震動(Ss-2)の時刻歴波形

2. 準拠規格・基準

保管場所の評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）
- ・「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）
- ・「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号）
- ・「道路橋示方書・同解説」（日本道路協会）

3. 保管場所

3.1 保管場所の基本方針

保管場所に大きな影響を及ぼす自然災害として、地震による影響を考慮する。保管場所の配置図を図 3-1 に示す。

また、保管場所の平面図を図 3-2 に、断面図を図 3-3 に、ボーリング調査結果を図 3-4 に示す。地下水位は T.P. +10.0 m と設定する。

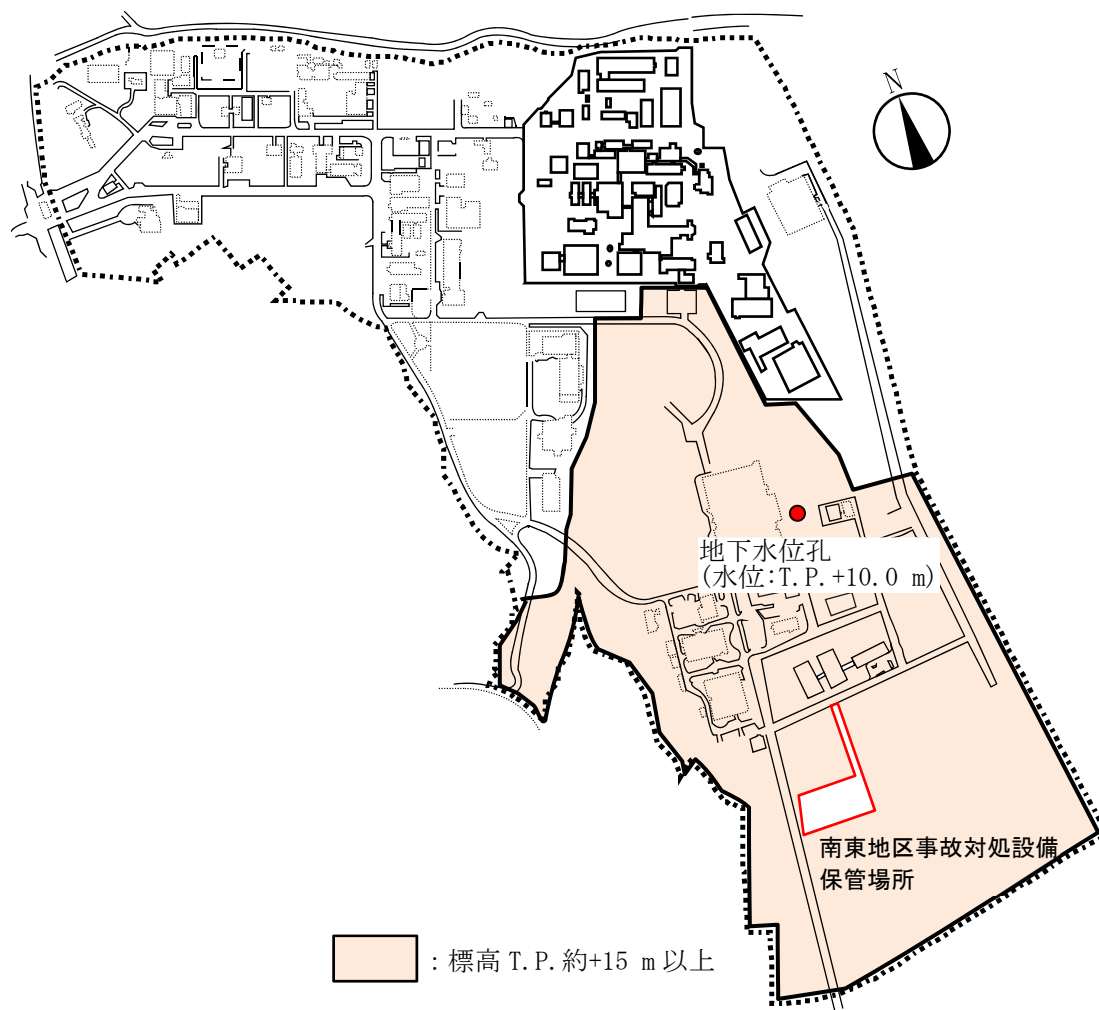


図 3-1 保管場所の配置図

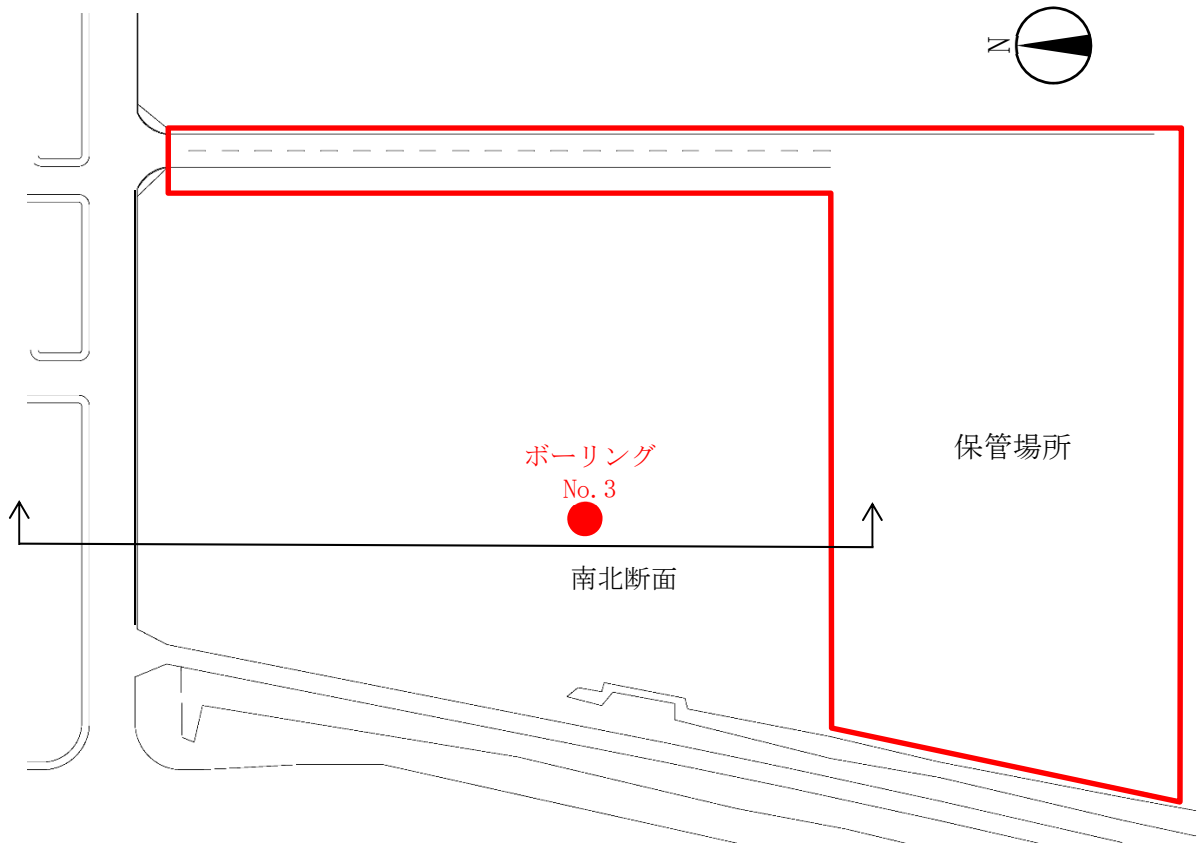


図 3-2 保管場所の平面図
 (図中赤丸印はボーリング調査位置を示す。)

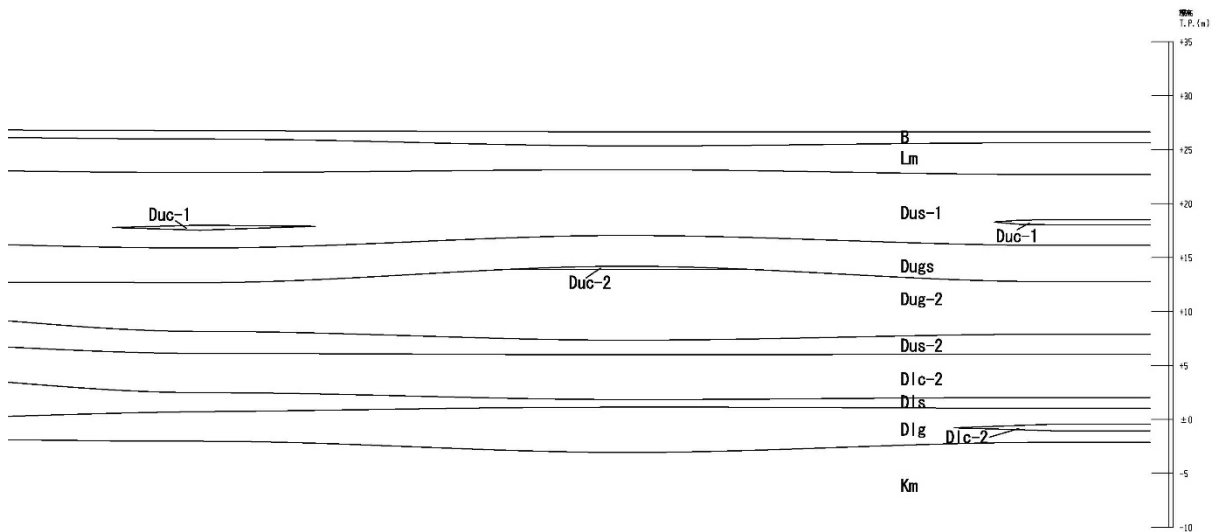


図 3-3 保管場所の南北断面図

ボーリング名	3	孔口標高	T.P.+26.64 m	総掘進長	34.38 m
--------	---	------	--------------	------	---------

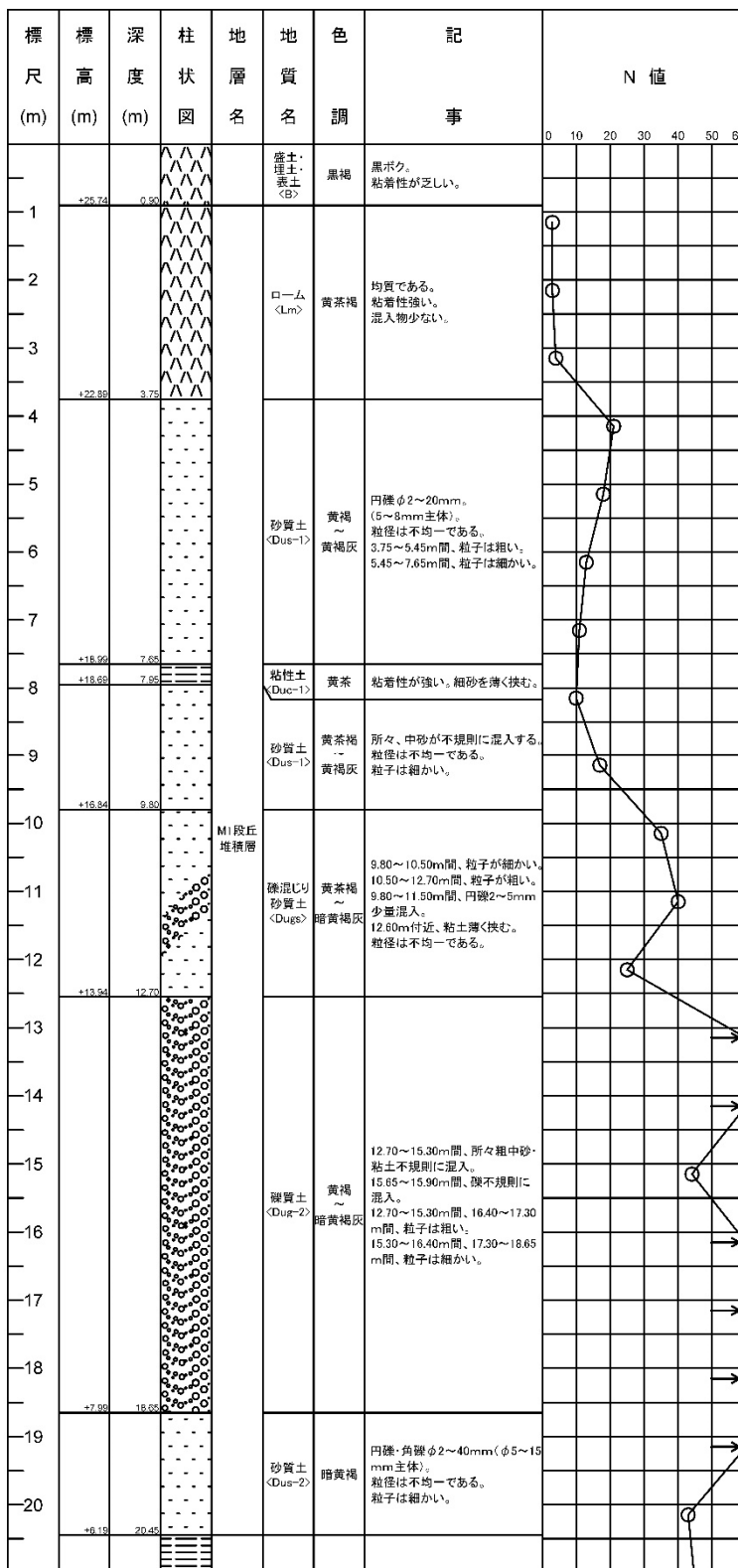


図 3-4 ボーリング調査結果(ボーリング No. 3 柱状図) (1/2)

ボーリング名	3	孔口標高	T.P.+26.64 m	総掘進長	34.38 m
--------	---	------	--------------	------	---------

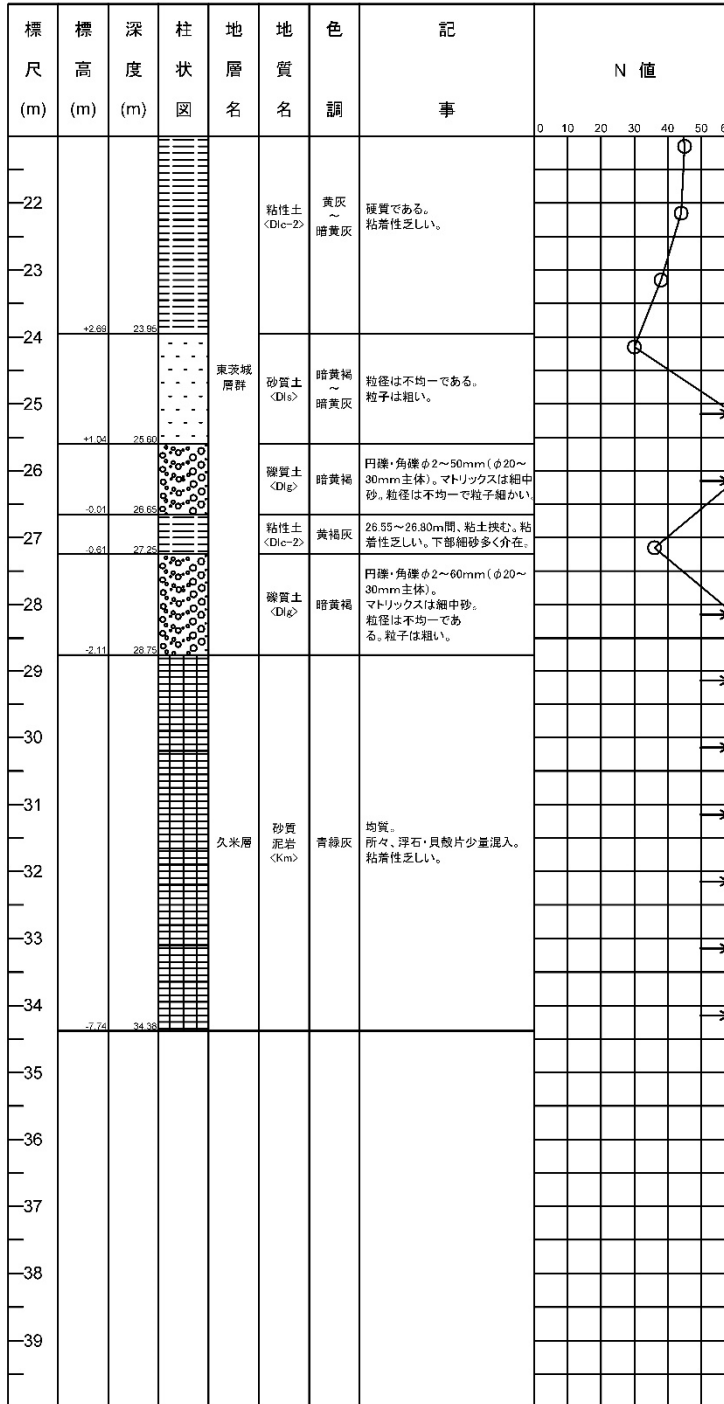


図 3-4 ボーリング調査結果(ボーリング No. 3 柱状図) (2/2)

3.2 保管場所の影響評価

事故等対処設備の保管場所の設計においては、大きな影響を及ぼす自然災害として、地震による被害要因の影響評価を行い、その影響を受けない位置に保管場所を設定する。

保管場所に対する被害要因及び被害事象を表 3-1 に示す。

表 3-1 保管場所に対する被害要因及び被害事象

影響を与えるおそれのある被害要因	懸念される被害事象
液状化による不等沈下・傾斜、浮上り	事故対処設備の転倒
地盤支持力の不足	事故対処設備の転倒

3.3 保管場所の評価方法

3.3.1 液状化による不等沈下・傾斜、浮上り

液状化の評価については「道路橋示方書・同解説」に準拠して行う。図 3-5 に液状化の判定を行う必要がある土層の選定の手順を示す。

沖積層の土層で次の 3 つの条件全てに該当する土層を液状化の判定を行う必要がある土層として抽出する。

- ①地下水位が地表面から 10 m 以内にあり、かつ、地表面から 20 m 以内の深さに存在する飽和土層
- ②細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層又は FC が 35% を超えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層
- ③50% 粒径 D_{50} が 10 mm 以下で、かつ、10% 粒径 D_{10} が 1 mm 以下である土層抽出結果を表 3-2 に示す。

保管場所の地下水位は T.P. +10.0 m であり、地表面 (T.P. +25.74 m) から 10 m 以深にあるため、液状化の判定を行う必要が無いことを確認した。

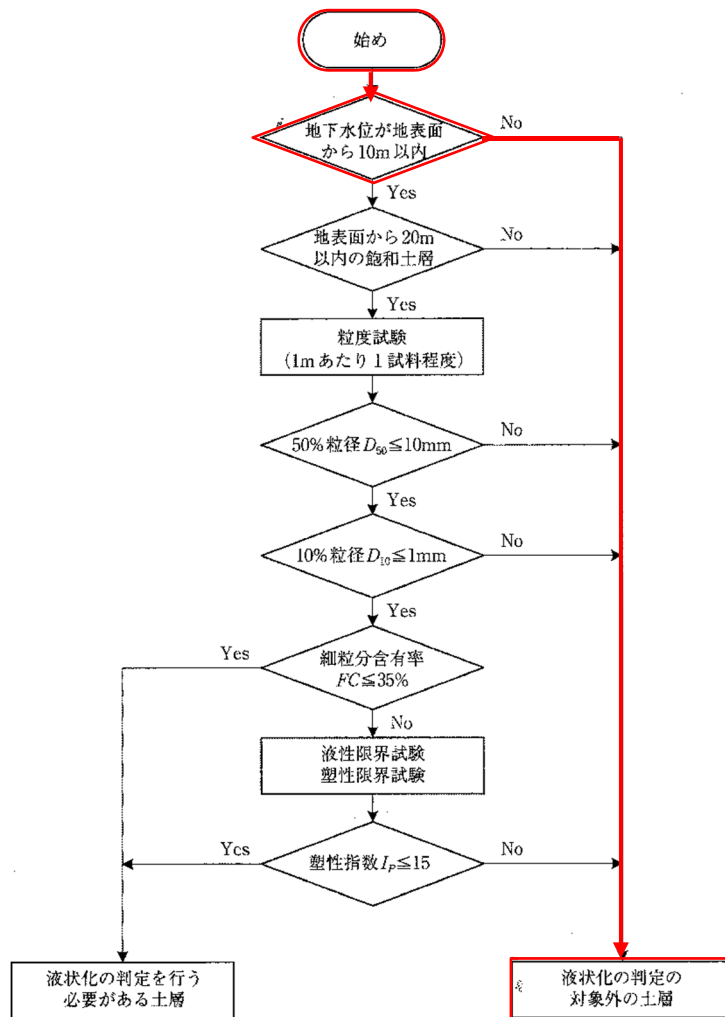


図 3-5 液状化の判定を行う必要がある土層の選定の手順

表 3-2 液状化検討対象層の抽出結果

ボーリング	標高 T. P. (m)	地層名	地質名	地質記号	①		②		③		液状化 検討
					沖積層で地下 水位が地表面 から10m以内	地表面から 20m以内の 飽和土層	細粒分 含有率 (%)	塑性指数 Ip	D ₅₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	
3	25.7	沖積層	埋土・盛土・表土	B	該当しない						対象外
	22.9	M1段丘 堆積物	ローム	Lm							沖積層では ないため 対象外
	19.0		第一砂質土層	Dus-1							
	18.7		第一粘性土層	Duc-1							
	16.8		第一砂質土層	Dus-1							
	13.9		礫混じり砂質土層	Dugs							
	10.0		第二礫質土層	Dug-2							
	8.0		第二砂質土層	Dus-2							
	6.2		第二粘性土層	D1c-2							
	2.7		砂質土層	D1s							
	1.0		礫質土層	D1g							
	0.0	東茨城 層群	第二粘性土層	D1c-2							
	-0.6		礫質土層	D1g							
-2.1	久米層	久米層	Km1								

3.3.2 地盤支持力の不足

地震時における事故対処設備の接地圧が地盤の支持力を下回ることを確認する。

(1) 接地圧の算定

接地圧の算定に当たっては、支持重量が最大となる可搬型事故対処設備（移動式発電機及び可搬型貯水設備）を対象とし、当該設備の支持重量から常時及び地震時の接地圧を算定する。

常時接地圧は、設備の支持重量を接地面積で除して算定する。地震時接地圧は、設計地震動による地表面での鉛直最大応答加速度から鉛直震度を求め、支持重量を割増して算定する。

移動式発電機の常時接地圧は図 3-6 に、可搬型貯水設備の常時接地圧は図 3-7 に示す。

(2) 評価基準値の算出

平 13 年国交告第 1113 号の評価式のうち、以下の(1)式に基づいて、地盤調査結果から得られた N 値、敷材の接地面積等から評価基準値を算出する。

$$qa = \frac{2}{3}(i_c \alpha C N_c + i_r \beta \gamma_1 B N_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

qa : 単位面積当たりの許容支持力度 (kN/m²)

N_c, N_γ, N_q : 支持力係数

C : 支持地盤の粘着力 (kN/m²)

γ_1 : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 根入れ部分の土の単位体積重量 (kN/m³)

(γ_1, γ_2 は、地下水位以下の場合は水中単位体積重量を用いる)

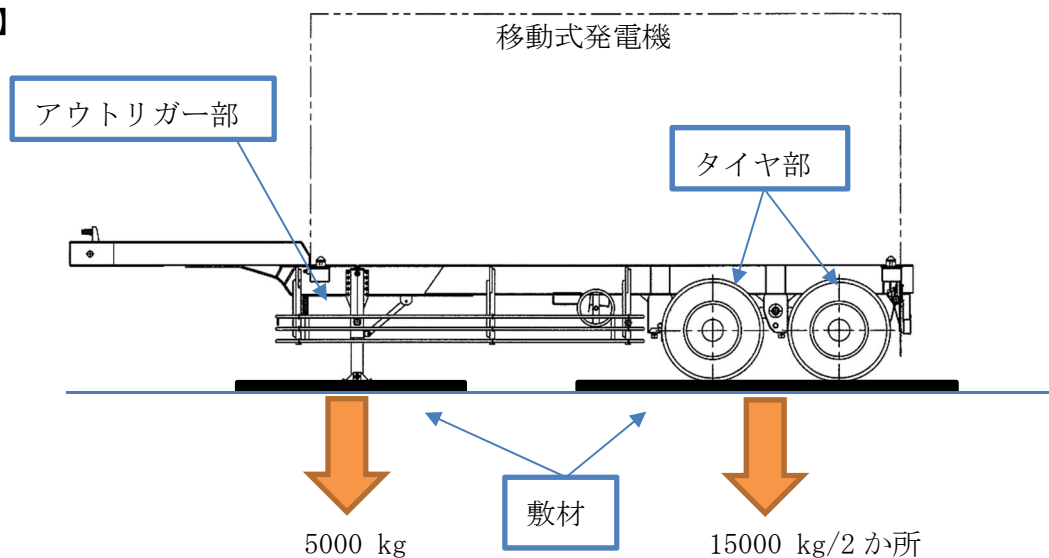
α, β : 基礎の形状係数

i_c, i_γ, i_q : 荷重の傾斜に対する補正係数

B : 基礎の短辺幅 (m)

D_f : 基礎の根入れ深さ (m)

【重量】



重量は車両及び移動式発電機を考慮している。

【敷材接地面積及び常時接地圧】

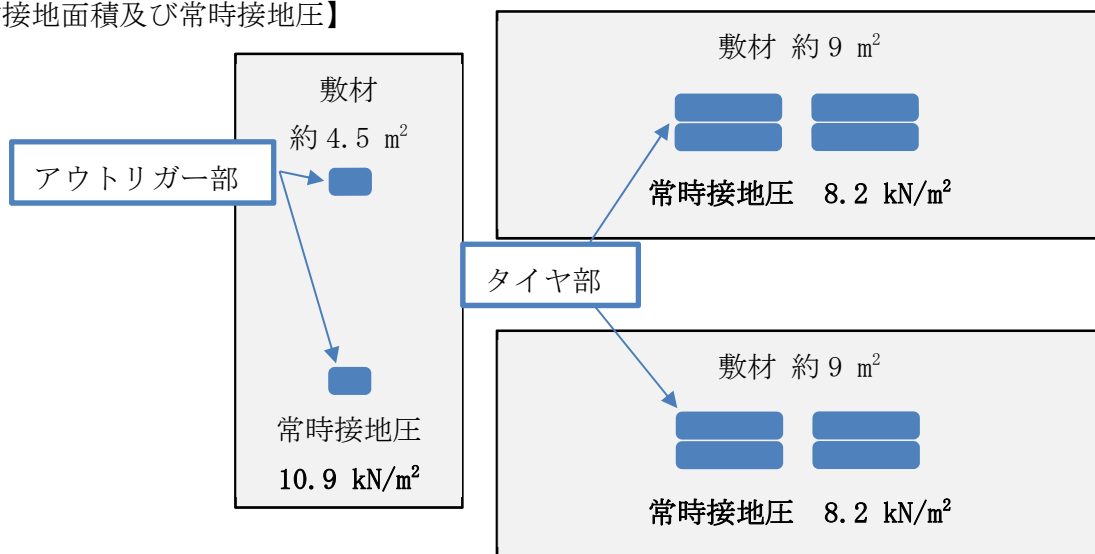
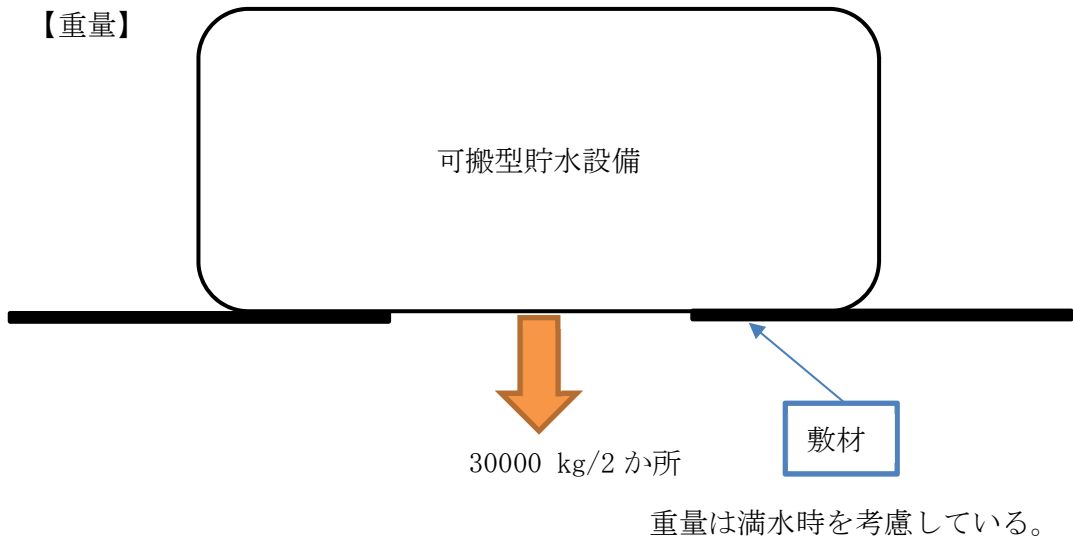


図 3-6 移動式発電機の常時接地圧



【敷材接地面積及び常時接地圧】

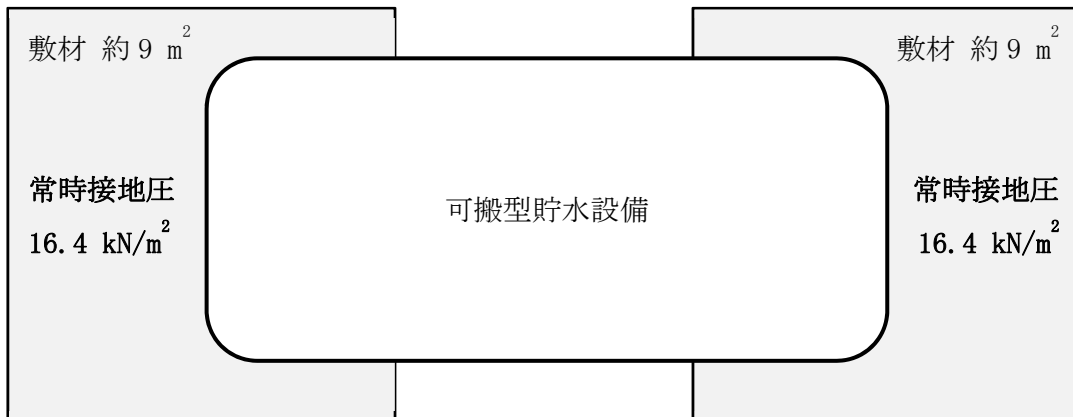


図 3-7 可搬型貯水設備の常時接地圧

3.3.3 地盤の地震応答解析結果

評価に用いる地盤の応答加速度は、解放基盤表面で定義される設計地震動を入力地震動として、一次元等価線形解析により算定する。

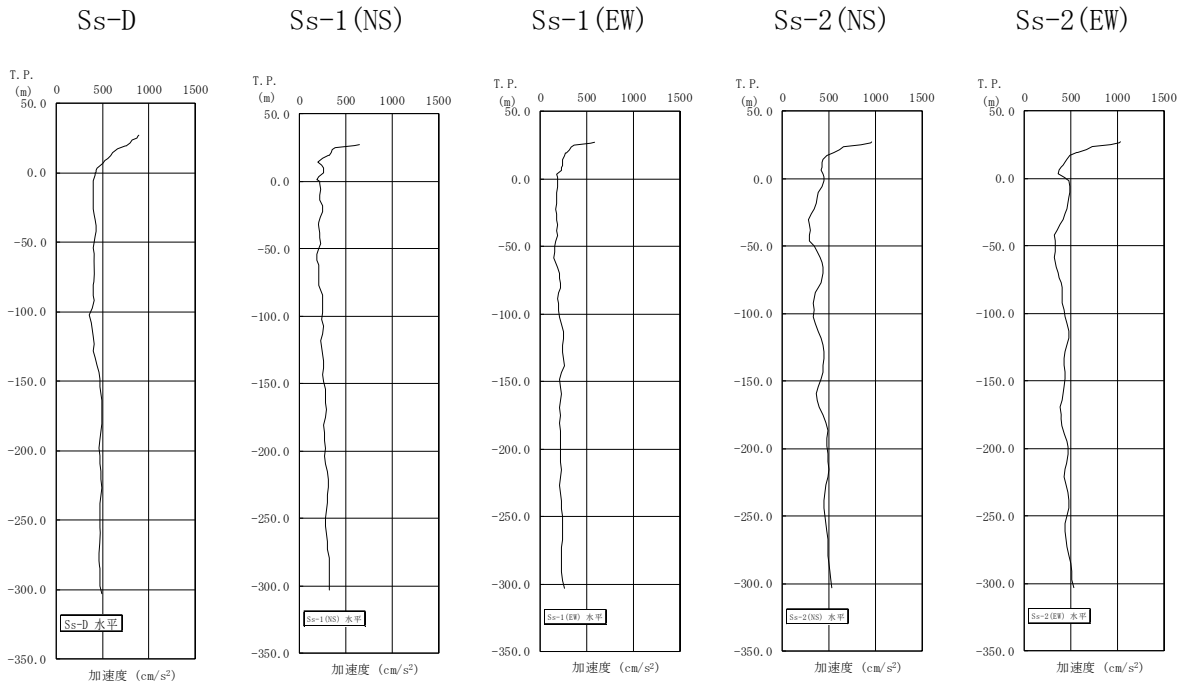
地震応答解析には解析コード「DYNEQ（東北学院大学 吉田望教授）」を使用する。解析コードの概要については「別添-3 評価で使用了計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

地盤物性値を表 3-3 に、地盤の応答加速度を図 3-8 に示す。

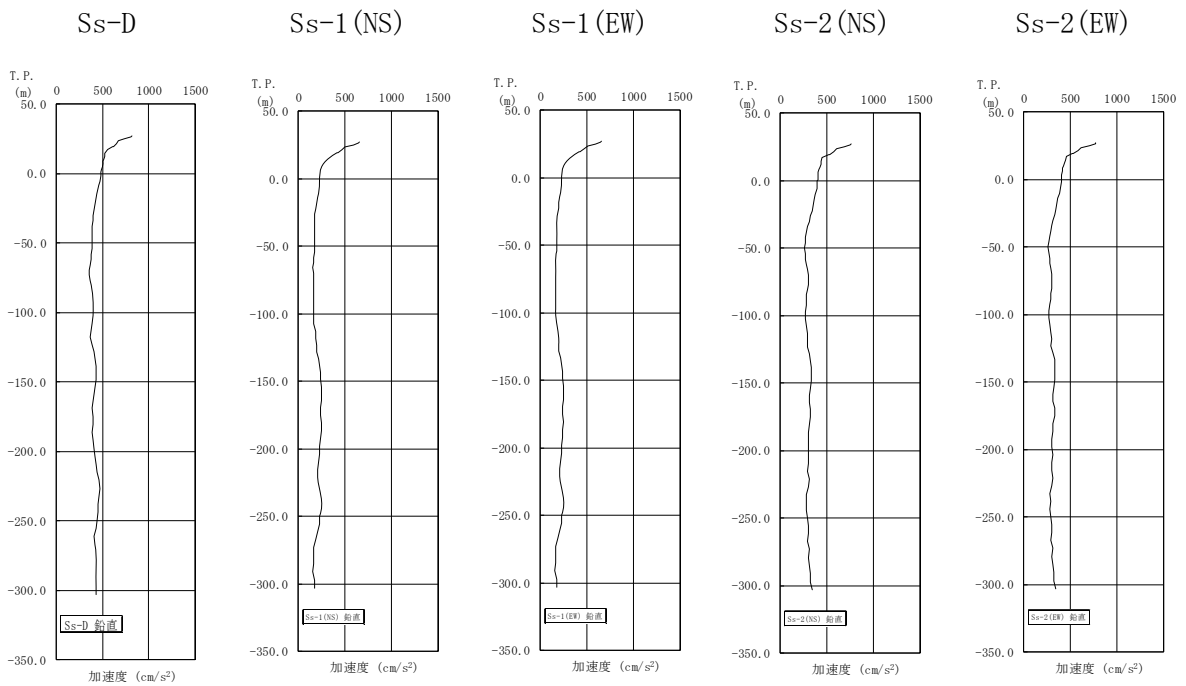
表 3-3 地盤物性値(入力地震動作成モデル)

標高 T. P. (m)	地層名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ホ [°] アソ比 ν_d	動せん断 弾性係数 G_0 (MN/m ²)	剛性低下率 G/G_0	減衰定数 h (%)
27.13							
26.23	盛土・埋土・ 表土	B	1.71	0.422	28	$1/(1+6.45 \gamma^{0.7991})$	$15.88 \gamma / (\gamma + 0.118)$ +1.92
23.38	新規ローム層	Lm	1.40	0.411	31	$1/(1+4.69 \gamma^{0.80636})$	$14.21 \gamma / (\gamma + 0.238)$ +2.14
19.48	第一砂質土層	Dus-1	1.81	0.420	153	$1/(1+12.14 \gamma^{0.83049})$	$22.23 \gamma / (\gamma + 0.063)$ +1.59
19.18	第一粘性土層	Duc-1	1.70	0.369	156	$1/(1+8.16 \gamma^{0.82426})$	$16.68 \gamma / (\gamma + 0.090)$ +2.22
17.33	第一砂質土層	Dus-1	1.81	0.420	153	$1/(1+12.14 \gamma^{0.83049})$	$22.23 \gamma / (\gamma + 0.063)$ +1.59
14.43	礫混じり 砂質土層	Dugs	1.87	0.409	217	$1/(1+9.82 \gamma^{0.88339})$	$21.38 \gamma / (\gamma + 0.101)$ +1.75
10.0	第二礫質土層	Dug-2	1.96	0.425	320	$1/(1+7.88 \gamma^{0.83832})$	$22.68 \gamma / (\gamma + 0.162)$ +2.22
8.48	第二礫質土層	Dug-2	1.96	0.425	320	$1/(1+7.88 \gamma^{0.83832})$	$22.68 \gamma / (\gamma + 0.162)$ +2.22
6.68	第二砂質土層	Dus-2	1.89	0.440	278	$1/(1+7.50 \gamma^{0.86891})$	$22.64 \gamma / (\gamma + 0.111)$ +0.93
3.18	第二粘性土層	Dlc-2	1.78	0.467	243	$1/(1+6.89 \gamma^{0.82924})$	$24.84 \gamma / (\gamma + 0.158)$ +0.92
1.53	砂質土層	Dls	1.79	0.469	259	$1/(1+7.32 \gamma^{0.82378})$	$21.50 \gamma / (\gamma + 0.161)$ +1.33
0.48	礫質土層	Dlg	1.94	0.464	365	$1/(1+9.40 \gamma^{0.84634})$	$19.42 \gamma / (\gamma + 0.074)$ +0.58
-0.12	第二粘性土層	Dlc-2	1.78	0.467	243	$1/(1+6.89 \gamma^{0.82924})$	$24.84 \gamma / (\gamma + 0.158)$ +0.92
-1.62	礫質土層	Dlg	1.94	0.464	365	$1/(1+9.40 \gamma^{0.84634})$	$19.42 \gamma / (\gamma + 0.074)$ +0.58
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.454	429	$1/(1+2.43 \gamma^{0.770})$	$8.81 \gamma / (\gamma + 0.226)$ +1.55
-62.0		Km2	1.77	0.451	466		
-92.0		Km3	1.77	0.447	515		
-118.0		Km4	1.77	0.444	549		
-169.0		Km5	1.77	0.440	596		
-215.0		Km6	1.77	0.436	655		
-261.0		Km7	1.77	0.431	711		
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426		
	解放基盤		1.77	0.417	867		

※ γ (%) はせん断ひずみを示す。



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 3-8 地盤の応答加速度

3.3.4 震度

地表面の最大応答加速度を表 3-4 に、最大応答加速から算出した震度を表 3-5 に示す。

地盤の支持力の評価には、最大鉛直震度の鉛直震度 (kv) 0.9 を用いる。

表 3-4 最大応答加速度

	水平 (cm/s ²)	鉛直 (cm/s ²)
Ss-D	888	817
Ss-1 (NS)	648	656
Ss-1 (EW)	586	652
Ss-2 (NS)	964	758
Ss-2 (EW)	1037	776

表 3-5 震度

	水平震度 (kh)	鉛直震度 (kv)
Ss-D	0.9	0.9
Ss-1 (NS)	0.7	0.7
Ss-1 (EW)	0.6	0.7
Ss-2 (NS)	1.0	0.8
Ss-2 (EW)	1.1	0.8

3.4 保管場所の評価結果

地盤支持力の評価結果を表 3-6 に示す。設計地震動に基づき算定した地震時最大接地圧は評価基準値を下回っていることを確認した。

表 3-6 地盤支持力の評価結果

評価対象	地震時接地圧 (kN/m ²)	評価基準値 (kN/m ²)
移動式発電機	アウトリガー部 : 22.0 タイヤ部 : 16.5	アウトリガー部 : 36.0 タイヤ部 : 40.6
可搬型 貯水設備	33.0	54.2

評価で使った計算機プログラム（解析コード）の概要

1. 概要

「再処理施設に関する設計及び工事の計画（事故対処設備の保管場所の整備）」において使用した計算機プログラム（解析コード）の概要を示す。使用した計算機プログラムで、他の原子力施設の審査に用いられている実績例も併せて示す。

2. 使用した計算プログラム

項目	コード名 k-SHAKE
対象	事故対処設備の保管場所及びアクセスルート(PCDF)地盤
使用目的	1次元地盤の地震応答解析
開発機関	株式会社構造計画研究所
使用したバージョン	Ver. 7.0.4
コードの概要	重複反射理論に基づく1次元地盤の地震応答解析を行うことが可能な解析プログラムである。地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形化法により考慮することができる。
使用実績	日本原子力発電株式会社 東海第二発電所、関西電力株式会社 大飯原子力発電所で使用実績あり

項目	コード名 COSTANA
対象	事故対処設備の保管場所及びアクセスルート(PCDF)地盤
使用目的	分割法による円弧すべりの最小安全率の算定
開発機関	富士通 Japan 株式会社
使用したバージョン	Ver. 19.2F
コードの概要	本コードは、富士通 Japan 株式会社によって開発された、盛土及び切土斜面の安定性解析用の汎用市販コードである。 本コードは、斜面の安定性を円弧または複合すべりにより評価するための解析プログラムである。
使用実績	九州電力株式会社 玄海原子力発電所で使用実績あり

項目	コード名 DYNEQ
対象	事故対処設備の保管場所(南東地区)地盤
使用目的	1次元地盤の地震応答解析
開発機関	東北学院大学 吉田望教授
使用したバージョン	Ver. 3.36
コードの概要	重複反射理論に基づく1次元地盤の地震応答解析を行うことが可能な解析プログラムである。地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形化法により考慮することができる。
使用実績	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 高放射性廃液貯蔵場(HAW) 建家で使用実績あり

(別冊 1 - 27)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(津波漂流物防護柵 (その2) 及び
引き波による津波漂流物侵入防止のための防護柵の設置工事)

その他再処理設備の附属施設（その20）
その他の主要な事項

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	9
6. 工事の工程	15

別 図 一 覧

- 別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲
- 別図-2-1 津波漂流物防護柵(その2) 配置図
- 別図-2-2 津波漂流物防護柵(その2) 立面図及び地盤改良範囲図
- 別図-2-3 津波漂流物防護柵(その2) 姿図
- 別図-2-4 津波漂流物防護柵(その2) 平面詳細図
- 別図-2-5 津波漂流物防護柵(その2) ゲート部詳細図
- 別図-2-6 津波漂流物防護柵(その2) ゲート基礎詳細図
- 別図-2-7 津波漂流物防護柵(その2) 工事フロー図
- 別図-3-1 引き波用津波漂流物防護柵 配置図
- 別図-3-2 引き波用津波漂流物防護柵 立面図
- 別図-3-3 引き波用津波漂流物防護柵 姿図
- 別図-3-4 引き波用津波漂流物防護柵 平面詳細図
- 別図-3-5 引き波用津波漂流物防護柵 工事フロー図

表 一 覧

- 表-1-1 設計条件
- 表-1-2 設計仕様
- 表-1-3 鋼材等の種類
- 表-1-4 鉄筋の継手の長さ
- 表-1-5 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ
- 表-1-6 型枠の寸法許容差
- 表-1-7 コンクリートの強度表
- 表-1-8 施工の管理値
- 表-2-1 設計条件
- 表-2-2 設計仕様
- 表-2-3 コンクリートの強度表
- 表-2-4 施工の管理値
- 表-3 津波漂流物防護柵(その2)及び引き波用津波漂流物防護柵の設置工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画について、変更認可の申請を行う。

今回、廃止措置計画用設計津波（以下「設計津波」という。）による漂流物として想定される還水タンク等の重量物の衝突から防護対象施設である高放射性廃液貯蔵場（HAW）建家、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家及び第二付属排気筒を防護することを目的に、津波漂流物防護柵（その 2）を設置する。

また、予防的処置として設計津波の引き波による漂流物として想定される中型バス等の重量物の衝突から防護対象施設を防護することを目的に、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家の西側に設計津波の引き波による漂流物侵入防止のための防護柵（以下「引き波用津波漂流物防護柵」という。）を設置する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号)

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

(平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号)

「原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601)」(日本電気協会)

「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601)」(日本電気協会)

「日本産業規格 (JIS)」

「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」

(沿岸技術研究センター、寒地港湾技術研究センター)

「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン (案)」(水産庁漁港漁場整備部)

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(日本港湾協会)

「道路橋示方書・同解説」(日本道路協会)

「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)

「杭基礎設計便覧」(日本道路協会)

「落石対策便覧」(日本道路協会)

「建築工事標準仕様書・同解説 (JASS)」(日本建築学会)

「道路土工」(日本道路協会)

「ダム・堰施設技術基準 (案)」(国土交通省)

「水門・樋門ゲート設計要領(案)」(ダム・堰施設技術協会)

「コンクリート標準示方書」(土木学会)

「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物」(国土交通省)

「機械設備工事一般仕様書」(日本下水道事業団)

「各種合成構造設計指針・同解説」(日本建築学会)

「建築設備耐震設計・施工指針」(日本建築センター)

3. 設計の基本方針

津波漂流物の影響防止施設は、設計津波の流向に伴い防護対象施設に向かって流れてくる漂流物を防護対象施設の外壁に衝突（到達）させないことを目的として、防護対象施設の周囲の漂流物の侵入経路上において漂流物を捕捉し、その侵入を防止できるように設置するものである。

津波漂流物防護柵(その2)は、設計津波の遡上に伴い防護対象施設に向かって流れてくる漂流物を防護対象施設の外壁に衝突（到達）させないことを目的として、防護対象施設の周囲の漂流物の侵入経路上において漂流物を捕捉し、その侵入を防止できるように設置する。また、引き波用津波漂流物防護柵は、設計津波の引き波に伴い防護対象施設に向かって流れてくる漂流物を防護対象施設の外壁に衝突（到達）させないことを目的として、防護対象施設の周囲の漂流物の侵入経路上において漂流物を捕捉し、その侵入を防止できるように設置する。

津波漂流物防護柵(その2)の耐震及び強度評価については別添-1に、引き波用津波漂流物防護柵の耐震及び強度評価については別添-2にて示す。

4. 設計条件及び仕様

4.1 津波漂流物防護柵(その2)

(1) 設計条件

表-1-1 設計条件

名 称	津波漂流物防護柵(その2)
耐震重要度分類	Sクラス※ ※ 廃止措置計画用設計地震動に対して漂流物の影響防止施設としての機能が損なわれないもの。
構 造	鋼構造

(2) 仕様

津波漂流物防護柵(その2)の設置のため、表-1-2～表-1-8に基づき施工を行う。計画している津波漂流物防護柵(その2)の設置場所には既設の埋設物等が存在し、津波漂流物防護柵(その2)の支柱据付時においてこれらとの干渉を避けるために位置調整を行う可能性がある。設計において標準とする支柱間隔は9.5 mであるが、施工における支柱の据付では別添-1において影響がないことを確認している10 m以内に管理する。

表-1-2 設計仕様

名 称		津波漂流物防護柵(その2)
仕様	津波漂流物 防護柵	支柱、基礎杭 : SKK490 (JIS A 5525) ワイヤロープ : ST1470 (JIS G 3549) ゲート : SUS304 (JIS G 4317) SUS304 (JIS G 4304) SUS304 (JIS G 4303) コンクリート : 普通コンクリート (JIS A 5308) 鉄筋 : SD345 (JIS G 3112) アンカーボルト : SUS304 (JIS G 4303) あと施工アンカー : 接着系・カプセル型 (JCAA 認証品)
	地盤改良	セメント : 高炉セメント (JIS R 5211)
図		別図-1、別図-2-1～別図-2-7

表-1-3 鋼材等の種類

部材		材料	備考
鋼管	支柱	SKK490	JIS A 5525
	基礎杭		
ワイヤロープ		ST1470	JIS G 3549
ゲート		SUS304	JIS G 4317 JIS G 4304 JIS G 4303
鉄筋		SD345 (D13, D16, D22, D25)	JIS G 3112
アンカーボルト		SUS304 (M24)	JIS G 4303
あと施工アンカー (接着系・カプセル型)		M24 用	JCAA 認証品

表-1-4 鉄筋の継手の長さ

鉄筋の種類	継手の長さ	備考
SD345	32d	道路橋示方書

表-1-5 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

部位	かぶり厚さ (mm)	備考
地中部	70	道路土工

表-1-6 型枠の寸法許容差

項目	許容差 (mm)	備考
厚さ	0～+50	コンクリート 標準示方書
幅	0～+50	

表-1-7 コンクリートの強度表

項目	設計基準強度 (N/mm ²)	備考
普通コンクリート	24	コンクリート 標準示方書

表-1-8 施工の管理値

項目	管理値	備考
支柱の間隔	10.0 m以内	津波漂流物対策施設 設計ガイドライン

4.2 引き波用津波漂流物防護柵

(1) 設計条件

表-2-1 設計条件

名 称	引き波用津波漂流物防護柵
耐震重要度分類	Cクラス※ ※ 廃止措置計画用設計地震動に対して漂流物の影響防止施設としての機能が損なわれないもの。
構 造	鋼構造

(2) 仕様

引き波用津波漂流物防護柵の設置のため、表-2-2 及び表-2-4 に基づき施工を行う。計画している引き波用津波漂流物防護柵の設置場所には既設の埋設物等が存在し、引き波用津波漂流物防護柵の支柱据付時においてこれらとの干渉を避けるために位置調整を行う可能性がある。設計において標準とする支柱間隔は 9.5 m であるが、施工における支柱の据付では別添-2 において影響がないことを確認している 10 m 以内に管理する。また、ワイヤロープを設置しない部分の支柱間隔は津波漂流物の大きさから 1.5m 以内に管理する。

表-2-2 設計仕様

名 称	引き波用津波漂流物防護柵
仕 様	支柱 : STK490 (JIS G 3444) 基礎杭 : SKK490 (JIS A 5525) ワイヤロープ : ST1470 (JIS G 3549) コンクリート : 普通コンクリート (JIS A 5308)
図	別図-1、別図-3-1～別図-3-5

表-2-3 コンクリートの強度表

項目	設計基準強度 (N/mm ²)	備考
普通コンクリート	24	コンクリート 標準示方書

表-2-4 施工の管理値

項目	管理値	備考
支柱の間隔 (6-7 間、11-12 間以外)	10.0 m以内	津波漂流物対策施設 設計ガイドライン
支柱の間隔 (6-7 間、11-12 間)	1.5 m以内	津波漂流物の大きさ※

※ 乗用車：3.4 m×1.5 m×2 m

5. 工事の方法

5.1 津波漂流物防護柵防護柵(その2)

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-2-7に示す。ワイヤロープに関しては工場において最終加工まで行い現地にて据え付ける場合と、支柱配置状況等に応じて現場にて最終加工を行い据え付ける場合があるが、いずれの場合においても性能の確認に必要な検査を実施する。

本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 材料検査

方法：イ. 鋼管（支柱及び基礎杭）の材料及び径（呼び径）を材料証明書等により確認する。

ロ. ワイヤロープの材料及び径（呼び径）を材料証明書等により確認する。

ハ. ゲートの材料を製品検査成績書等により確認する。

ニ. アンカーボルトの材料及び径（呼び径）を製品検査成績書等により確認する。

ホ. あと施工アンカー（接着系・カプセル型）の材料が認証品であることを確認する。

ヘ. 鉄筋の材料を材料証明書等により確認する。

判定：イ. 鋼管（支柱及び基礎杭）が表-1-3及び別図-2-3に示す材料及び径（呼び径）であること。

ロ. ワイヤロープが表-1-3及び別図-2-4に示す材料及び径（呼び径）であること。

ハ. ゲートが表-1-3及び別図-2-5に示す材料であること。

ニ. アンカーボルトが表-1-3及び別図-2-5に示す材料及び径（呼び径）であること。

ホ. あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-1-3に示す材料であること。

ヘ. 鉄筋が表-1-3に示す材料であること。

② 寸法検査

方法：イ．地盤改良の深さを測定又は目視により確認する。

ロ．鋼管（支柱）の間隔を測定又は目視により確認する。

ハ．ワイヤロープの高さ及び間隔を測定又は目視により確認する。

ニ．鋼管（基礎杭）の打設深さを測定又は目視により確認する。

ホ．鋼管（支柱）の天端高さを測定又は目視により確認する。

ヘ．ゲートの寸法を製品検査成績書等あるいは測定又は目視により確認する。

判定：イ．地盤改良の深さが別図-2-2 に示す T.P. +1.2 m 以浅の範囲であること（ただし、久米層及び舗装等を除く。）。

ロ．鋼管（支柱）の間隔が表-1-8 に示す範囲であること。

ハ．ワイヤロープの高さが別図-2-3 に示す標高以上であること。また、ワイヤロープが別図-2-3 に示す間隔であること。

ニ．鋼管（基礎杭）の打設深さが別図-2-3 に示す標高以下であること。

ホ．鋼管（支柱）の天端高さが別図-2-3 に示す標高以上であること。

ヘ．ゲートの寸法が別図-2-5 に示す寸法であること。

③ 構造検査 1（配筋検査）

方法：イ．鉄筋の径（呼び径）を目視により確認する。

ロ．鉄筋の本数又は間隔を測定又は目視により確認する。

ハ．鉄筋の継手長さを測定又は目視により確認する。

ニ．鉄筋と型枠とのかぶり厚さを測定又は目視により確認する。

判定：イ．鉄筋が別図-2-6 に示す径（呼び径）であること。

ロ．鉄筋が別図-2-6 に示す本数又は間隔であること。

ハ．鉄筋の継手長さが表-1-4 に示す長さ以上であること。

ニ．鉄筋と型枠とのかぶり厚さが表-1-5 に示す厚さ以上であること。

④ 構造検査 2（型枠検査）

方法：型枠の寸法を測定により確認する。

判定：型枠が表-1-6 に示す寸法許容差の範囲内であること。

⑤ 構造検査 3（構造検査）

方法：アンカーボルトの埋込み長さが確保されていることを測定又は目視により確認する。

判定：アンカーボルトの埋込み長さが別図-2-5 に示す埋込み長さを確保していること。

⑥ 強度検査

方法：イ．地盤改良土の強度を圧縮強度試験により確認する。

ロ．コンクリートの強度を圧縮強度試験により確認する。

判定：イ．地盤改良土の圧縮強度の個々の値が 700 kN/m²以上であること。

ロ．普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-1-7 に示す設計基準強度以上であり、かつ個々の値が表-1-7 に示す設計基準強度の 85%以上であること。

⑦ 外観検査 1（配置検査）

方法：鋼管（支柱）、ワイヤロープ及びゲートの配置を目視により確認する。

判定：鋼管（支柱）、ワイヤロープ及びゲートが別図-2-1 及び別図-2-2 に示す位置に配置されていること。

⑧ 外観検査 2（外観検査）

方法：鋼管（支柱）、ワイヤロープ及びゲートの表面を目視により確認する。

判定：鋼管（支柱）、ワイヤロープ及びゲートの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、資機材の落下防止とともに、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。

- ⑥ 本工事における掘削作業時は、既設埋設物及び既設構造物を図面及び現地にて確認した上で、既設埋設物及び既設構造物に応じた適切な保護対策を行うなど、既設埋設物及び既設構造物の損傷防止に努める。
- ⑦ 本工事においては、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場周辺において作業を行う。このため、これら施設周辺で行う別工事との干渉が発生しないように調整し、工事を進める。
- ⑧ 本工事においては、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟に対して損傷を与えないよう、監視の強化、躯体近傍での重機の使用制限等を要領書等に定めて工事を行う。
- ⑨ 本工事においては、工事期間中も電源、冷却水供給等の事故対処ができるように、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟へのアクセスに支障の無いよう仮設足場等、工事状況に応じて適切な措置を講じる。

5.2 引き波用津波漂流物防護柵

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-3-5に示す。ワイヤロープに関しては工場において最終加工まで行い現地にて据え付ける場合と、支柱配置状況等に応じて現場にて最終加工を行い据え付ける場合があるが、いずれの場合においても性能の確認に必要な検査を実施する。

本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 材料検査

方法：イ．鋼管（支柱及び基礎杭）の材料及び径（呼び径）を材料証明書等により確認する。

ロ．ワイヤロープの材料及び径（呼び径）を材料証明書等により確認する。

判定：イ．鋼管（支柱及び基礎杭）が表-2-2及び別図-3-3に示す材料及び径（呼び径）であること。

ロ．ワイヤロープが表-2-2及び別図-3-4に示す材料及び径（呼び径）であること。

② 寸法検査

方法：イ．鋼管（支柱）の間隔を測定又は目視により確認する。

ロ．ワイヤロープの高さ及び間隔を測定又は目視により確認する。

ハ．鋼管（基礎杭）の長さを測定又は目視により確認する。

ニ．鋼管（支柱）の天端高さを測定又は目視により確認する。

ホ．鋼管（支柱）の差込長さを測定又は目視により確認する。

判定：イ．鋼管（支柱）の間隔が表-2-4に示す範囲であること。

ロ．ワイヤロープの高さが別図-3-3に示す標高以上であること。また、ワイヤロープが別図-3-3に示す間隔であること。

ハ．鋼管（基礎杭）の長さが別図-3-3に示す長さ以上であること。

ニ．鋼管（支柱）の天端高さが別図-3-3に示す標高以上であること。

ホ．鋼管（支柱）の差込長さが別図-3-3に示す長さ以上であること。

③ 強度検査

方法：コンクリートの強度を圧縮強度試験により確認する。

判定：普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-2-3に示す設計基準強度以上であり、かつ個々の値が表-2-3に示す設計基準強度の85%以上であること。

④ 外観検査1（配置検査）

方法：鋼管（支柱）及びワイヤロープの配置を目視により確認する。

判定：鋼管（支柱）及びワイヤロープが別図-3-1及び別図-3-2に示す位置に配置されていること。

⑤ 外観検査2（外観検査）

方法：鋼管（支柱）及びワイヤロープの表面を目視により確認する。

判定：鋼管（支柱）及びワイヤロープの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、共通安全作業基準及び共通安全作業要領に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、資機材の落下防止とともに、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事における掘削作業時は、既設埋設物及び既設構造物を図面及び現地にて確認した上で、既設埋設物及び既設構造物に応じた適切な保護対策を行うなど、既設埋設物及び既設構造物の損傷防止に努める。

6. 工事の工程

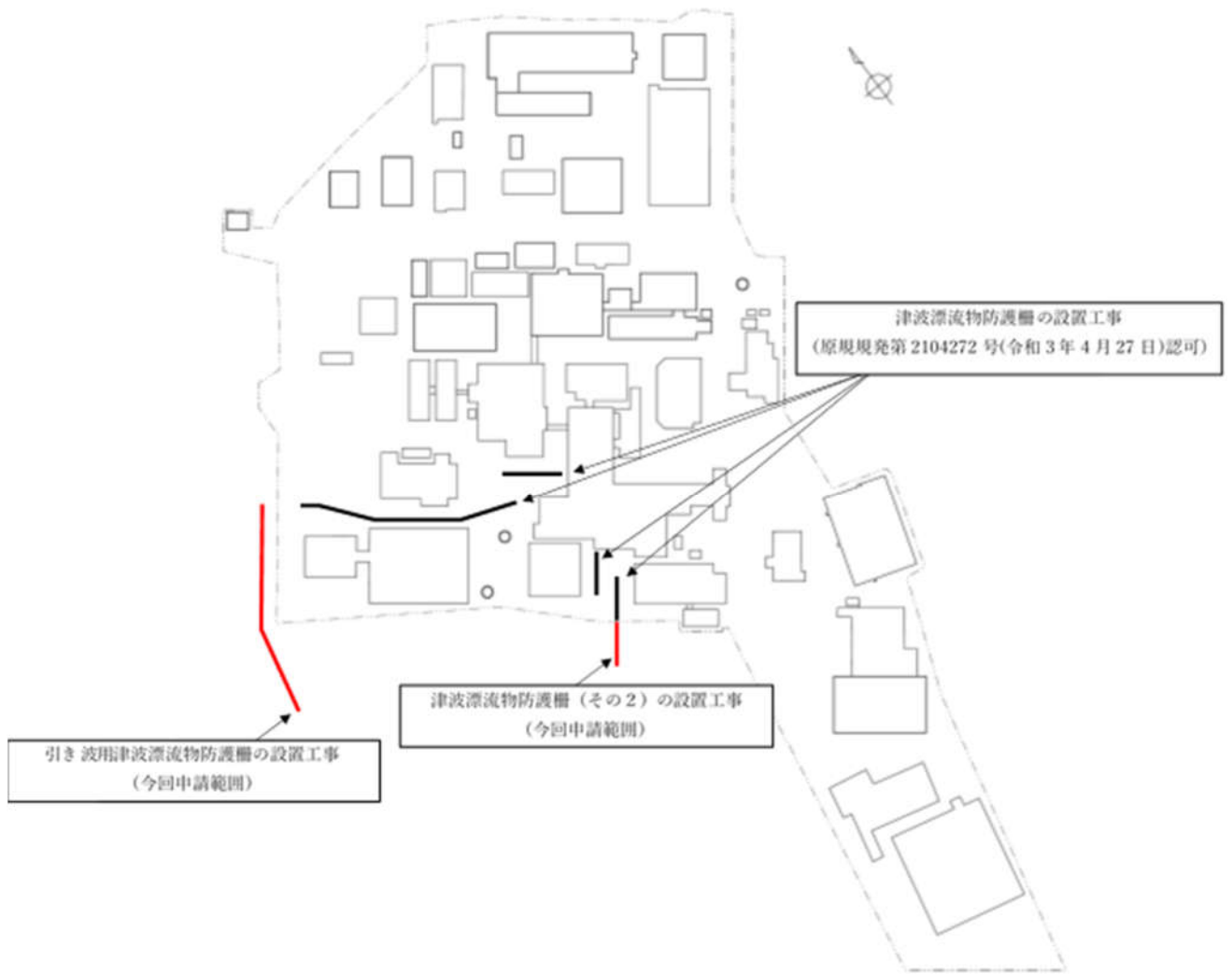
本申請に係る工事の工程を表-3 に示す。

表-3 津波漂流物防護柵(その2)及び引き波用津波漂流物防護柵の設置工事工程表

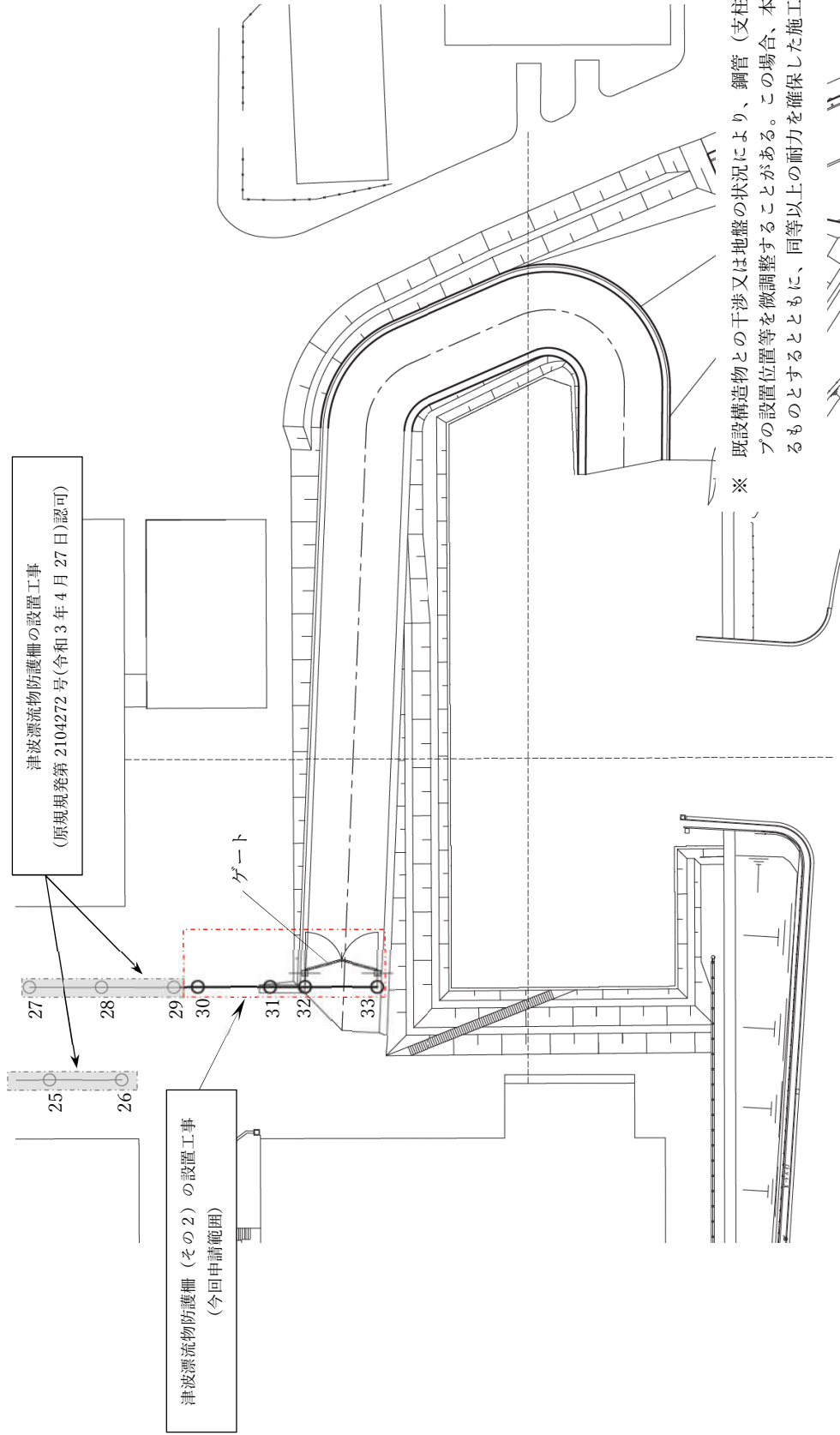
	令和3年度				令和4年度			
津波漂流物防護柵(その2) 設置工事								
					工事			
引き波用津波漂流物防護柵 設置工事								
					工事			

※ 安全対策工事の進捗等により工程は見直す場合がある。

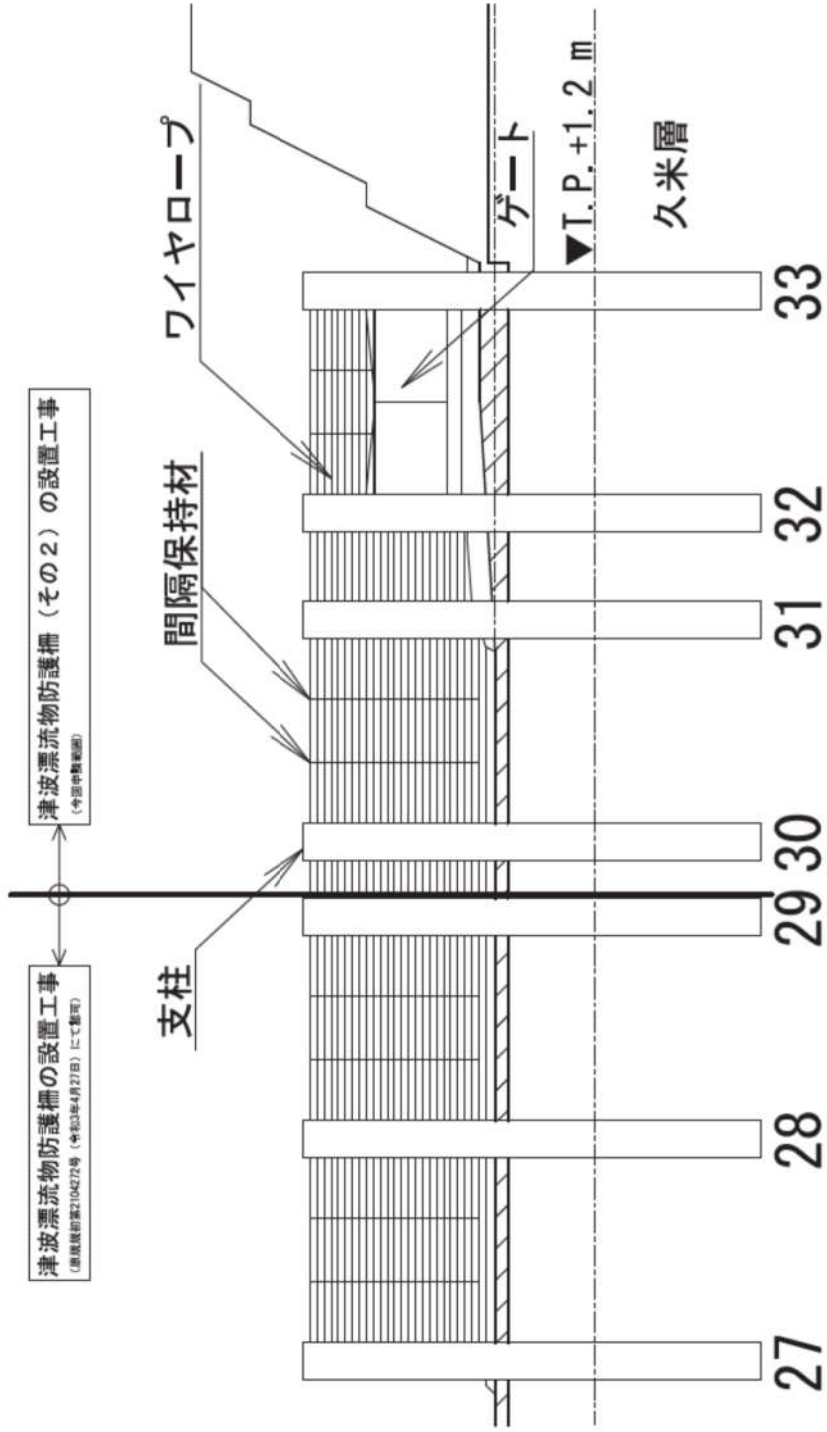
(別図)



別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲



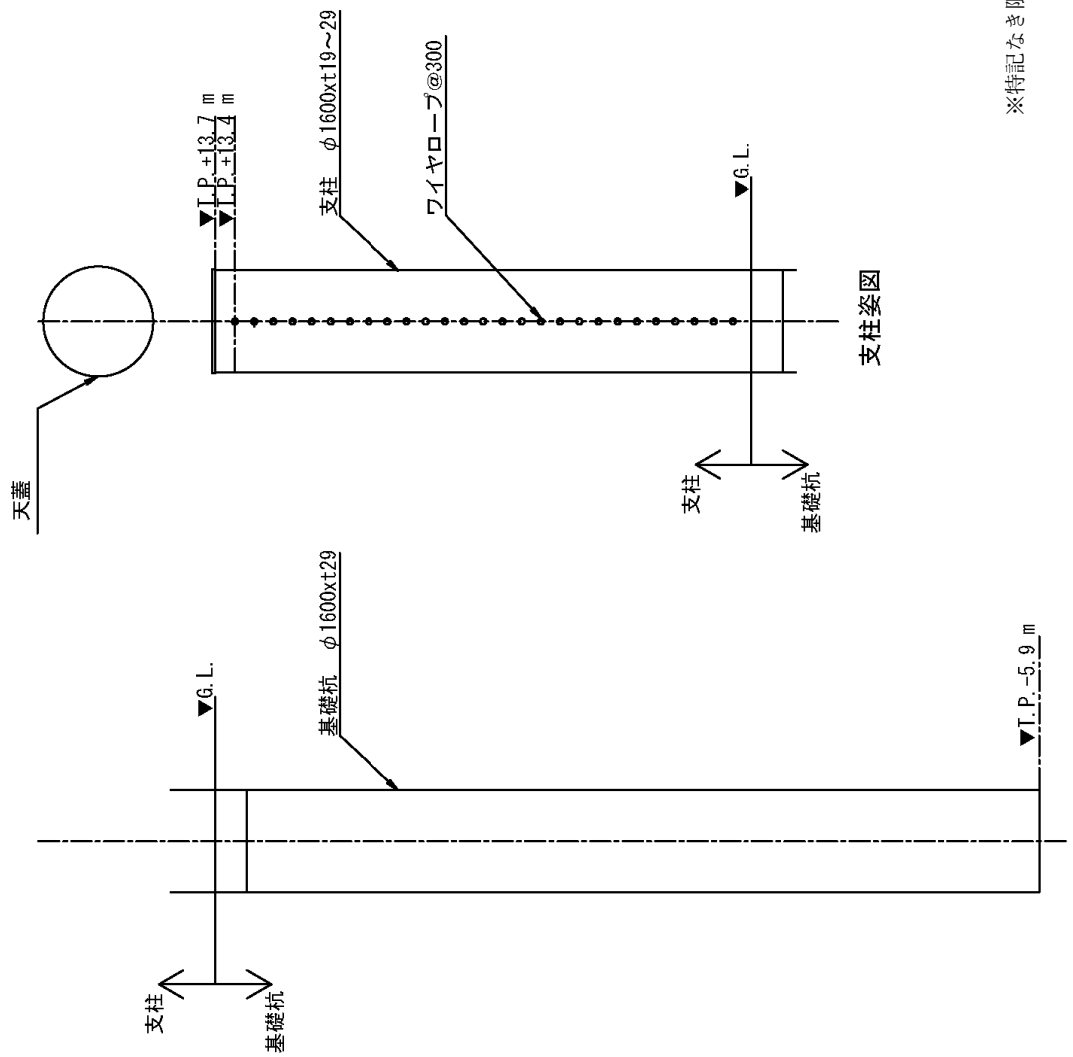
別図-2-1 津波漂流物防護柵(その2) 配置図



凡例
 地盤改良
 (改良幅 約 8 m)

※ 既設構造物との干渉又は地盤の状況により、鋼管 (支柱及び基礎杭) 並びにワイヤロープの設置位置等を微調整することがある。この場合、本申請に示す設計の範囲内に収まるものとするとともに、同等以上の耐力を確保した施工とする。

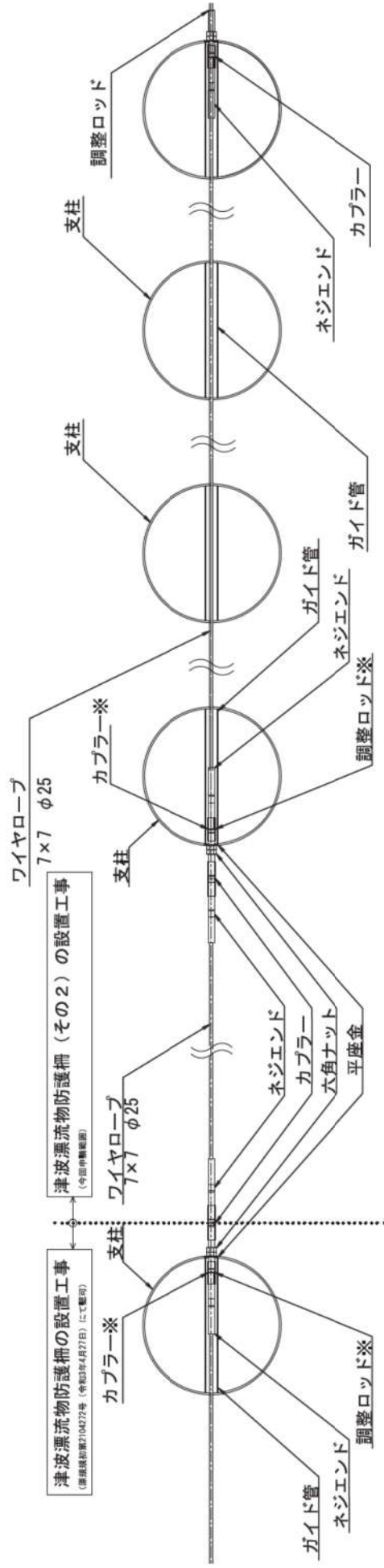
別図-2-2 津波漂流物防護柵(その2) 立面図及び地盤改良範囲図



基礎杭姿図

別図-2-3 津波漂流物防護柵(その2) 姿図

※特記なき限り単位はmmとする。



29

30

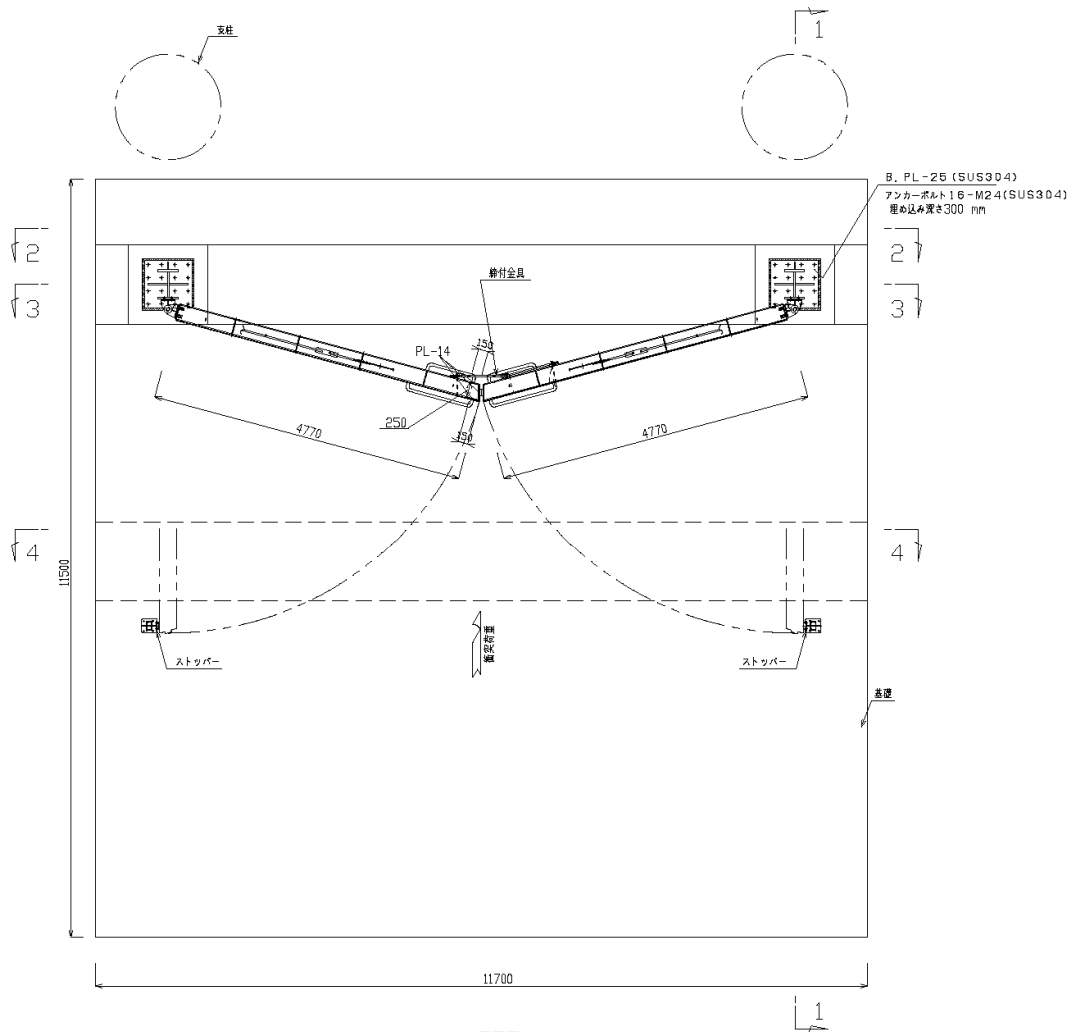
31

32

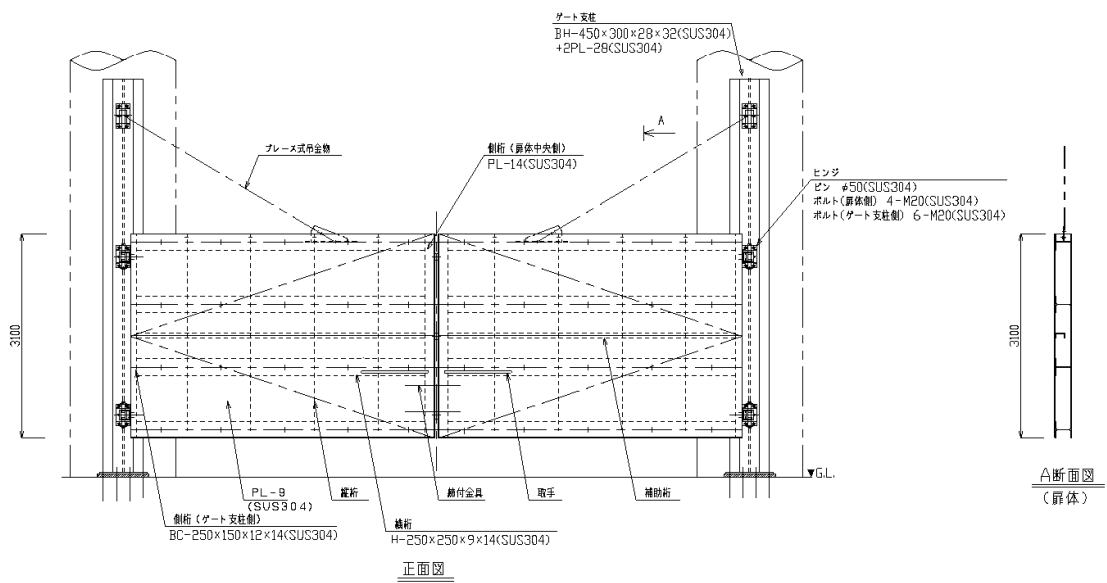
33

※特記なき限り単位は mm とする。
 ※ネジエンドとなる場合がある。

別図-2-4 津波漂流物防護柵(その2) 平面詳細図



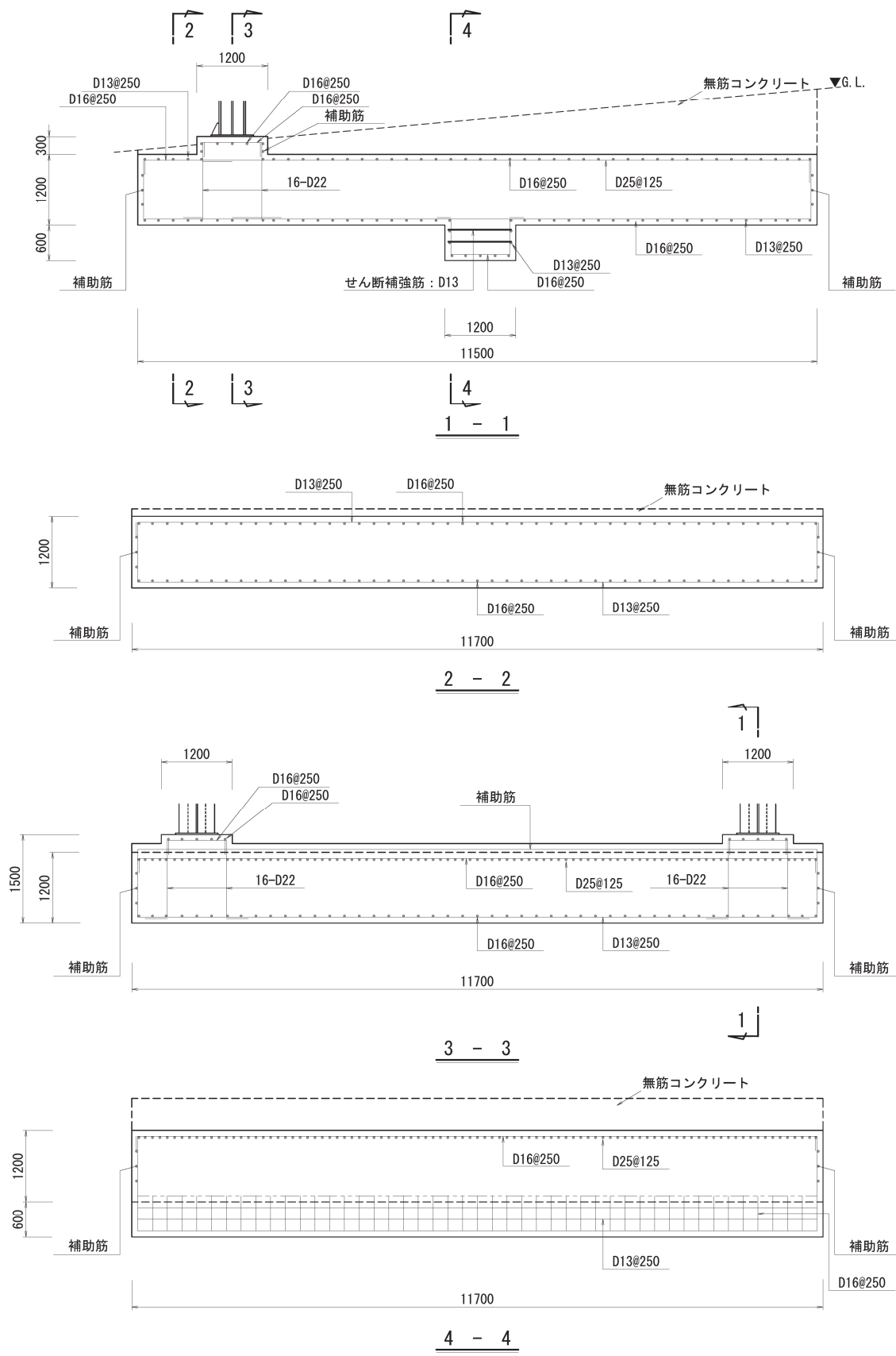
平面図



正面図

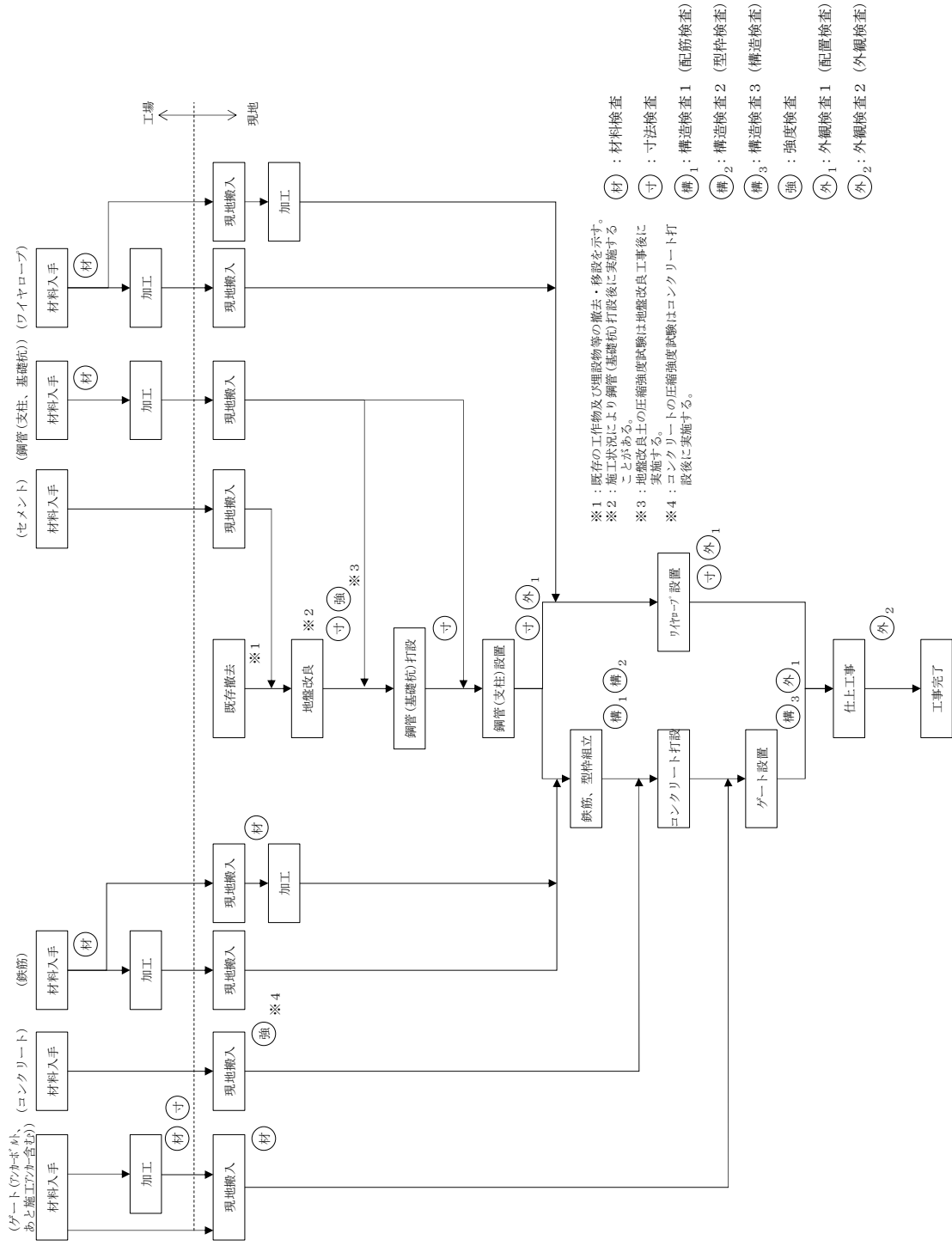
A断面図
(扉体)

別図-2-5 津波漂流物防護柵(その2) ゲート部詳細図

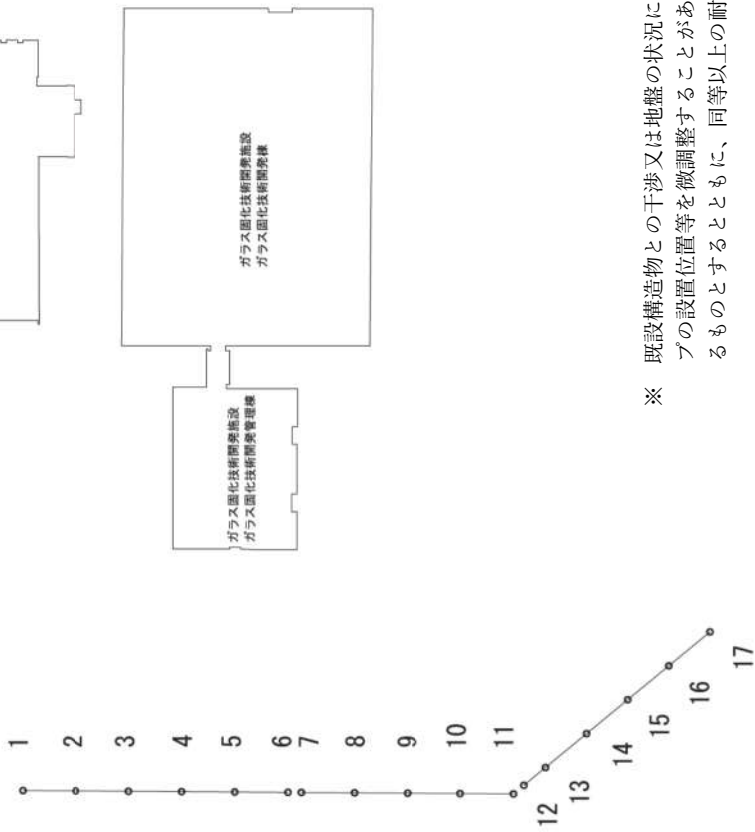


※ 特記無き限り単位はmmとする。

別図-2-6 津波漂流物防護柵(その2) ゲート基礎詳細図

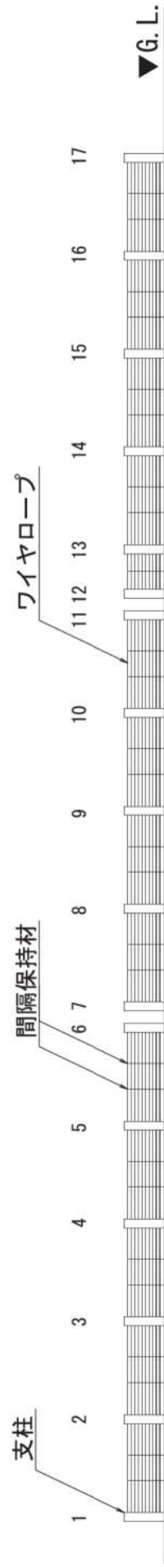


別図-2-7 津波漂流物防護柵(その2)工事フロー図



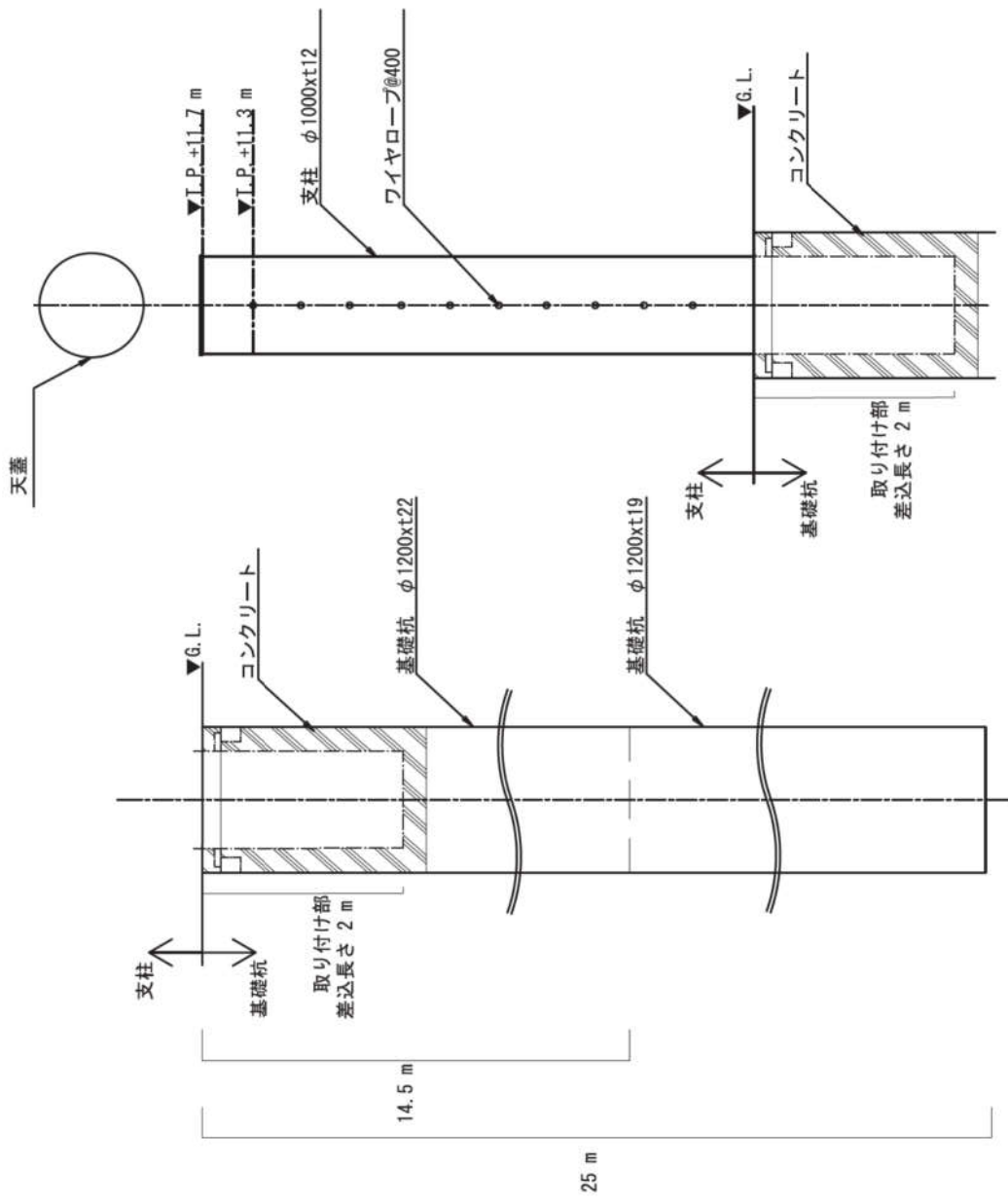
※ 既設構造物との干渉又は地盤の状況により、鋼管（支柱及び基礎杭）並びにワイヤーロープの設置位置等を微調整することがある。この場合、本申請に示す設計の範囲内に収まるものとするとともに、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-3-1 引き波用津波漂流物防護柵 配置図



※ 既設構造物との干渉又は地盤の状況により、鋼管（支柱及び基礎杭）並びにワイヤロープの設置位置等を微調整することがある。この場合、本申請に示す設計の範囲内に収まるものとするとともに、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-3-2 引き波用津波漂流物防護柵 立面図

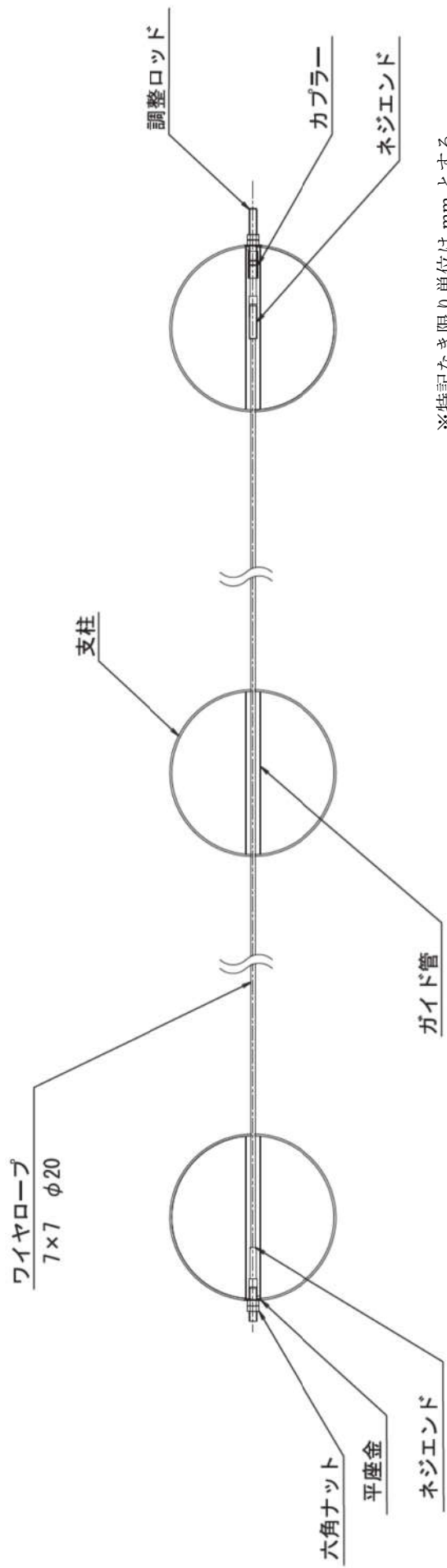


支柱姿図

基礎杭姿図

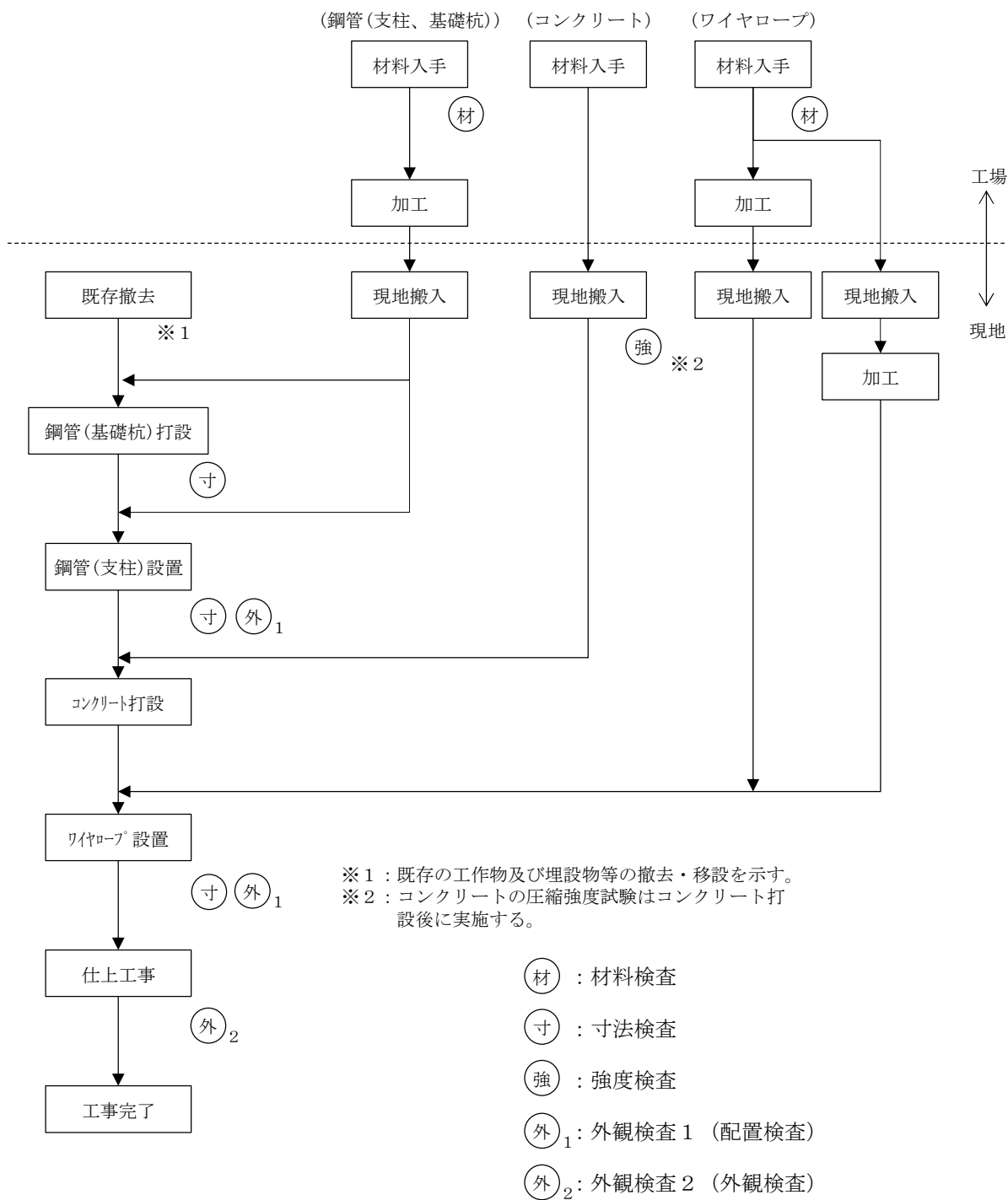
※特記なき限り単位は mm とする。
 ※久米層の出現深度によって基礎杭の打設深度が異なる場合がある。

別図-3-3 引き波用津波漂流物防護柵 姿図



※特記なき限り単位は mm とする。

別図-3-4 引き波用津波漂流物防護柵 平面詳細図



別図-3-5 引き波用津波漂流物防護柵工事フロー図

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙-1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	有	第1項	別紙-2に示すとおり
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における溢水 <small>いつ</small> による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙-3に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二條	安全保護回路	無	—	—
第二十三條	制御室等	無	—	—
第二十四條	廃棄施設	無	—	—
第二十五條	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六條	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七條	遮蔽	無	—	—
第二十八條	換気設備	無	—	—
第二十九條	保安電源設備	無	—	—
第三十條	緊急時対策所	無	—	—
第三十一條	通信連絡設備	無	—	—
第三十二條	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三條	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四條	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五條	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六條	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七條	材料及び構造	無	—	—
第三十八條	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九條	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十條	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一條	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二條	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三條	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。

以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

2 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵を設置するものである。

津波は地震を起因として生じる自然現象であることから、津波の遡上に先立って発生する地震に対しても十分な耐震性を有する必要がある。したがって、津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵は廃止措置計画用設計地震動による地震力が作用した後においても、漂流物の補足機能が保持できるものとする。具体的には、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して施設全体としておおむね弾性範囲の設計とする。また、支柱を支える基礎杭は十分な支持性能を持つ地盤に設置する。

津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵の耐震性については、別添-1及び別添-2に記載する。

第七条（津波による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、基準津波（事業指定基準規則第八条に規定する基準津波をいう。第三十四条において同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

- 1 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵を設置するものである。

津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵は支柱及びワイヤーロープで構成され、補足する漂流物の衝突エネルギーを受け止め、さらにその状態で津波波力の重畳に耐える耐力を持った構造とする。津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵の漂流物及び廃止措置計画用設計津波の波力に対する構造強度については、別添-1及び別添-2に記載する。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵を設置するものである。津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵は健全性及び能力を確認するための検査又は試験ができるように設置する。

3 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するための影響防止施設として、津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵を設置するものである。津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵は、保守及び修理ができるように設置する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

アクセスルート上の津波漂流物防護柵における
耐震及び耐津波に関する説明書

I 共通事項

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波に対して、アクセスルート上の津波漂流物防護柵(その2)が津波漂流物の影響防止施設としての機能が損なわれないことを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 位置

津波漂流物防護柵(その2)の位置を図-1に示す。

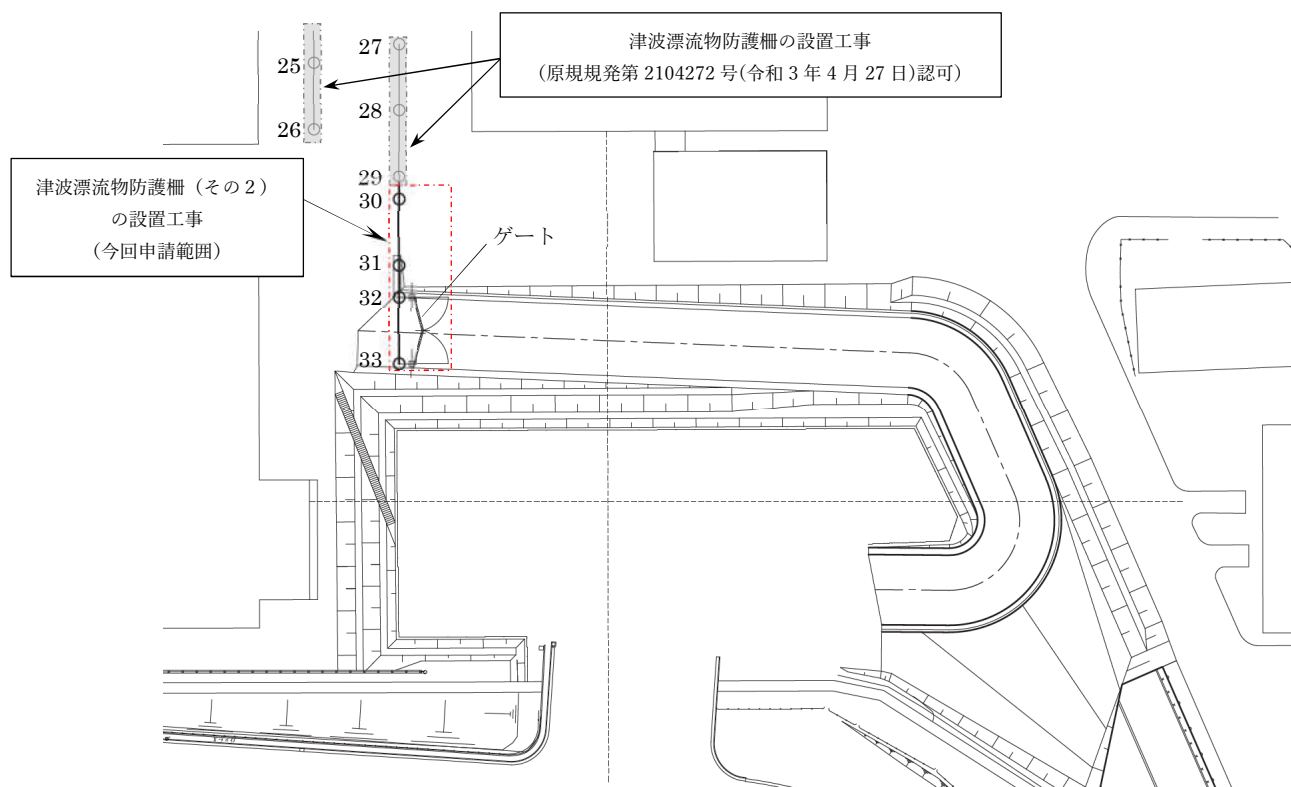


図-1 津波漂流物防護柵(その2)の位置

2.2 構造概要

津波漂流物防護柵(その2)は主に鋼管、ワイヤロープ及びステンレス製のゲートで構成される。

鋼管は支柱部分(径 1.6 m×板厚 19 mm~29 mm)及び基礎杭部分(径 1.6 m×板厚 29 mm)となっており、溶接により一体化させる。

基礎杭は基礎地盤である久米層(砂質泥岩)に支持させる。なお、基礎杭の周囲の地盤については液状化対策としての地盤改良を行う。

ワイヤロープは構造用ワイヤロープ(構造用ストランドロープ7×7、径 25 mm)の他、支柱との固定のためのネジエンド、カプラー、調整ロッドなどが付属する。鋼管をおおむね一定間隔で列状に設置し、それら鋼管の高さ方向にワイヤロープを 300 mm 間隔で所定高さまで複数本設置することによりアクセスルート上の津波漂流物防護柵を形成する。なお、支柱にはワイヤロープを固定させる端部の支柱と、ワイヤロープを貫通させる中間の支柱がある。また、付属するネジエンド等は構造用ワイヤロープよりも大きい強度を確保する。

ゲートは、事故対処に使用する重機等の通行が可能な両翼のスイング式構造とする。

津波漂流物防護柵(その2)の姿図を図-2に、平面詳細図を図-3に、地盤改良断面図を図-4に、ゲートの詳細図を図-5に示す。津波漂流物防護柵の延長距離については、図-1に示す。30-33間は約 25 mとする。

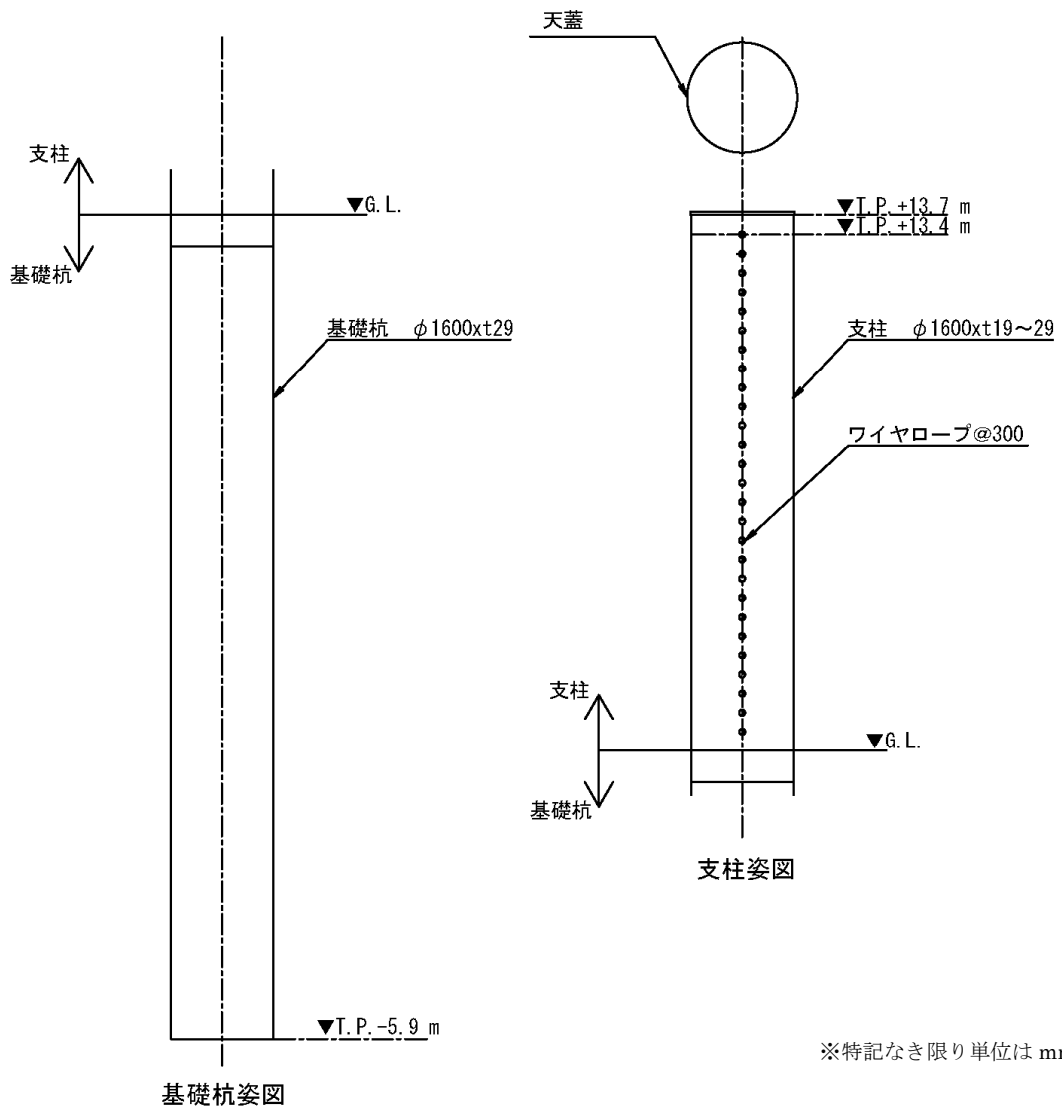
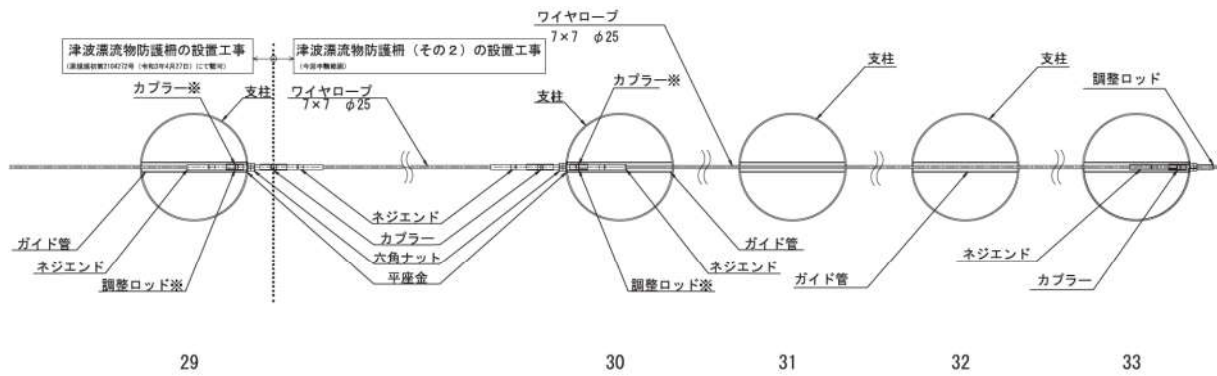


図-2 津波漂流物防護柵(その2) 姿図



※特記なき限り単位は mm とする。
 ※ネジエンドとなる場合がある。

図-3 津波漂流物防護柵(その2) 平面詳細図

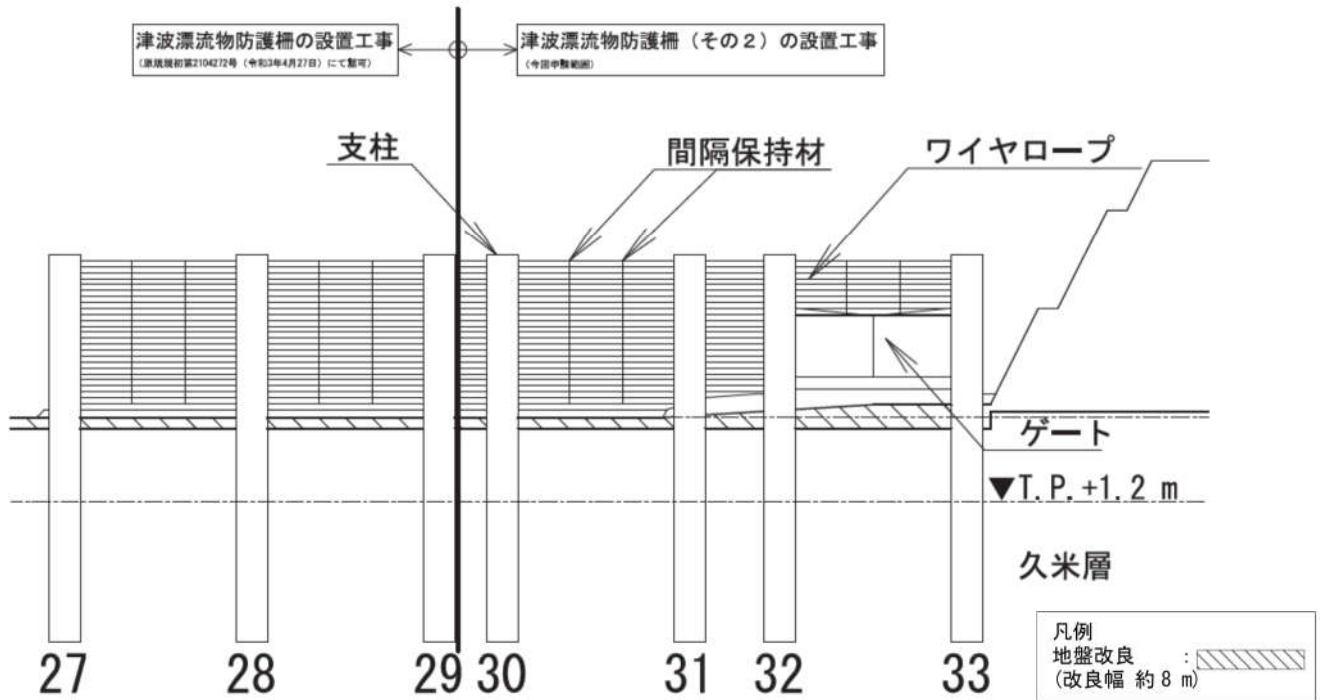
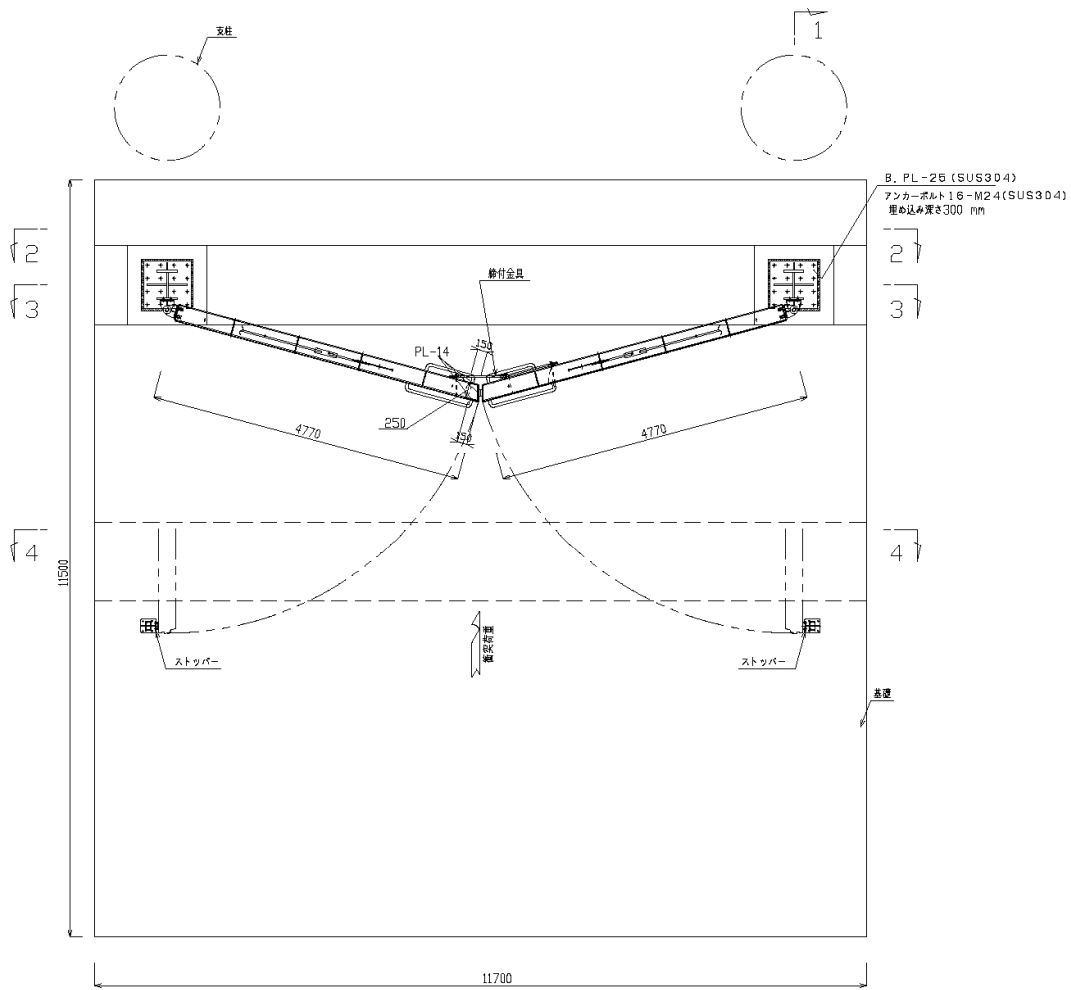


図-4 津波漂流物防護柵(その2) 地盤改良断面図



平面図

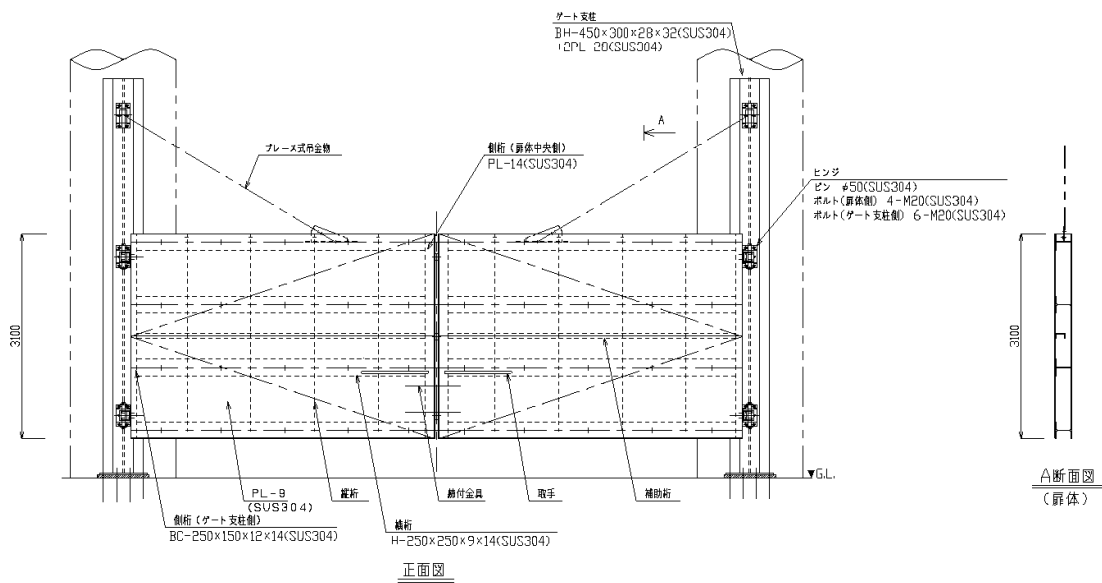
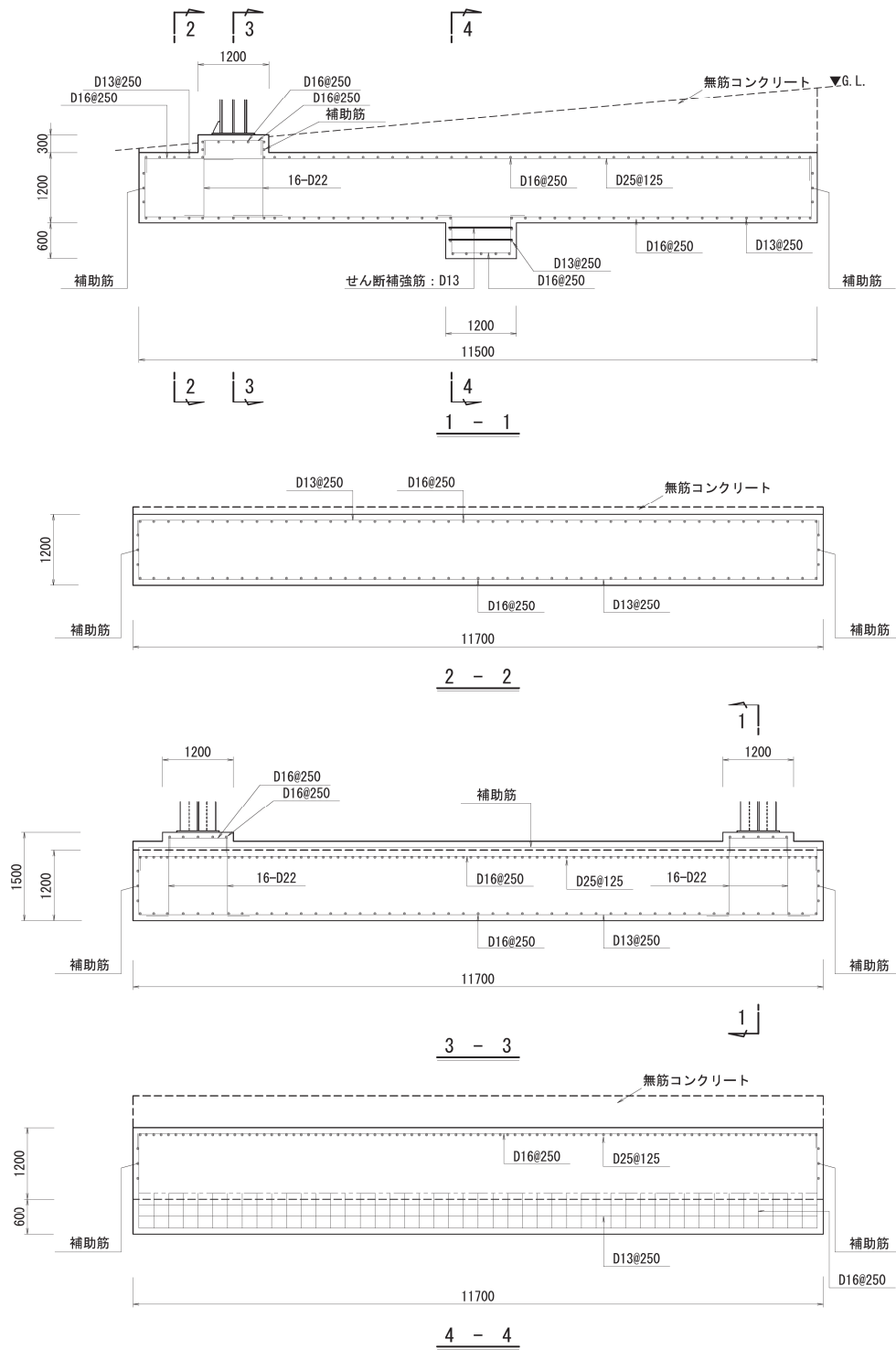


図-5(1) 津波漂流物防護柵(その2) ゲート詳細図



※ 特記無き限り単位はmmとする。

図-5(2) 津波漂流物防護柵(その2) ゲート基礎詳細図

2.3 評価方針

- 津波漂流物防護柵(その2)は廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波に対して耐震性及び耐津波性を有する設計とする。
- 耐震性を有する設計として、支柱、基礎杭及びゲートの許容応力度に対して廃止措置計画用設計地震動による地震力によって生じる応力が下回ることを確認する。
- 耐津波性を有する設計として、廃止措置計画用設計津波によって生じる津波漂流物による衝突及びワイヤロープが津波漂流物で全面閉塞した状態で津波を受けることで生じる抗力に対して支柱、基礎杭及びワイヤロープが必要な強度を確保することを確認する。また、津波漂流物によって生じる衝突力及び津波によって生じる波力に対してゲートが必要な強度を確保することを確認する。
 - (衝突エネルギーに対する検討)
 - ・ 津波漂流物の衝突エネルギーが支柱の吸収エネルギーを下回る。
 - ・ 津波漂流物の衝突エネルギーがワイヤロープの吸収エネルギーを下回る。
 - (抗力に対する検討)
 - ・ 津波による抗力がワイヤロープの最大抵抗荷重を下回る。
 - (伝達力に対する検討)
 - ・ 支柱に津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて隣接支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
 - ・ ワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
 - ・ ワイヤロープに抗力が作用している場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の静的降伏応力を下回る。
 - (ゲートに対する検討)
 - ・ 津波漂流物による衝突力がゲートの耐力を下回る。
- 津波襲来時に余震が発生することを考慮し、余震による荷重と津波で生じる抗力による荷重を重畳した場合に対しても支柱が降伏しないことを確認する。

なお、支柱、基礎杭及びワイヤロープの耐震性評価及び耐津波評価については、令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって認可を受けた津波漂流物防護柵と同じ構造及び設計条件のため同じ評価結果となる。このため、本説明書においてはゲート部の耐震性評価及び耐津波性評価について説明する。

2.4 準拠規格・基準

津波漂流物防護柵の評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601)」 (日本電気協会)
- ・ 「日本産業規格 (JIS)」
- ・ 「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」 (沿岸技術研究センター、寒地港湾技術研究センター)
- ・ 「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)」 (水産庁漁港漁場整備部)
- ・ 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」 (日本港湾協会)
- ・ 「道路橋示方書・同解説」 (日本道路協会)
- ・ 「建築基礎構造設計指針」 (日本建築学会)
- ・ 「杭基礎設計便覧」 (日本道路協会)
- ・ 「落石対策便覧」 (日本道路協会)
- ・ 「ダム・堰施設技術基準(案)」 (国土交通省)
- ・ 「水門・樋門ゲート設計要領(案)」 (ダム・堰施設技術協会)
- ・ 「コンクリート標準示方書」 (土木学会)
- ・ 「道路土工」 (日本道路協会)
- ・ 「機械設備工事一般仕様書」 (日本下水道事業団)
- ・ 「各種合成構造設計指針・同解説」 (日本建築学会)
- ・ 「建築設備耐震設計・施工指針」 (日本建築センター)
- ・ 「建築工事標準仕様書・同解説 (JASS)」 (日本建築学会)

2.5 使用材料

2.5.1 使用材料

(1) 鋼材

SKK490 支柱及び基礎杭

ST1470 ワイヤロープ

SUS304 ゲート

(2) コンクリート

普通コンクリート

2.5.2 許容応力度及び材料強度

(1) 鋼材

鋼材の許容応力度等を表-1 に示す。

表-1 鋼材の許容応力度等

津波時

鋼材記号	引張 (N/mm ²)	降伏点又は耐力 (N/mm ²)
SKK490	490	315
ST1470	1470	1080
SUS304	520	205

地震時

鋼材記号	引張・圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
SKK490	277.5	157.5
SUS304	150.0	90.0

(2) コンクリート

コンクリートの材料強度を表-2 に示す。

表-2 コンクリートの材料強度

	設計基準強度 (N/mm ²)
普通コンクリート	24

(3) 地盤改良土

地盤改良土の物性値を表-3に示す。

表-3 地盤改良土の物性値

圧縮強度 (kN/m ²)
700

3. 検討ケース及び荷重の諸元

3.1 検討ケース

津波漂流物防護柵(その2)の評価に係る検討ケースを表-4に示す。

表-4 検討ケース一覧

検討ケース	評価部材	津波		地震力	
		津波漂流物 衝突荷重	抗力	廃止措置 計画用 設計地震動	余震
耐震性評価					
①地震力が作用するケース	支柱	—	—	○	—
	基礎杭				
	ゲート				
耐津波性評価					
(1) 衝突エネルギーに対する検討					
①津波漂流物が支柱に衝突するケース	支柱	○	—	—	—
②津波漂流物がワイヤロープに衝突するケース	ワイヤロープ	○	—	—	—
(2) 抗力に対する検討					
①ワイヤロープに抗力が生じるケース	ワイヤロープ	—	○	—	—
(3) 伝達力に対する検討					
①津波漂流物が支柱に衝突した場合に生じる伝達力	支柱	○	—	—	—
②津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合の伝達力	支柱	○	—	—	—
③ワイヤロープが閉塞した場合の支柱への伝達力	支柱	—	○	—	—
(4) 基礎杭に対する検討					
①津波漂流物又は抗力が作用した場合	基礎杭	○	○	—	—

(つづく)

(つづき)

(5) 津波荷重と余震との重畳に対する検討					
①抗力と余震が作用するケース	支柱	—	○	—	○
(6) 取付け部の検討					
①ワイヤロープに最大張力が作用するケース	ねじ部 カップラー	○	○	—	—
(7) ゲートの検討					
① ゲートに津波漂流物が作用するケース	ゲート	○	—	—	—

なお、表-4 に示す支柱、基礎杭及びワイヤロープの耐震性評価及び耐津波評価については、令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって認可を受けた津波漂流物防護柵と同じ構造及び設計条件のため同じ評価結果となる。このため、以降についてはゲート部の耐震性評価及び耐津波性評価について説明する。

3.2 津波

3.2.1 浸水高さ及び流速

津波漂流物防護柵(その2)の設計に用いる浸水高さは津波漂流物防護柵周辺の施設における津波高さ及び地盤高さを踏まえて、流速は津波漂流物防護柵周辺の施設における流速を踏まえて設定する。

設計に用いる浸水高さ及び流速を表-5に示す。

表-5 浸水高さ及び流速

項目	設定値	根拠
浸水高さ	G.L. +7.0 m	津波漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の津波高さに対し、設置場所付近で最小となる地盤高さを差し引いて設定
津波の流速	5.6 m/s	津波漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の流速より設定

3.2.2 津波漂流物

設計上考慮する津波漂流物を表-6に示す。設計において用いる津波漂流物としては重量が最も重く、衝突による津波漂流物防護柵への影響が大きい還水タンク(直径2 m×長さ4.5 m、喫水1.71 m)とする。

表-6 設計上考慮する津波漂流物

分類	津波漂流物	質量 (t)
建物・設備	還水タンク	約14
流木	防砂林	約0.55
車両	中型バス	約9.7

3.2.3 津波による荷重

津波による荷重としては、津波漂流物による衝突荷重及びワイヤロープが津波漂流物によって閉塞した際に生じる抗力とし、衝突エネルギーについては「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に、衝突荷重については「道路橋示方書・同解説」に基づき設定する。

3.3 地震力

3.3.1 廃止措置計画用設計地震動

廃止措置計画用設計地震動を用いる。

廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図-5-1 から図-5-3 までに、時刻歴波形を図-5-4 から図-5-6 までに示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.* -303 mとする。

※T.P. : 東京湾平均海面

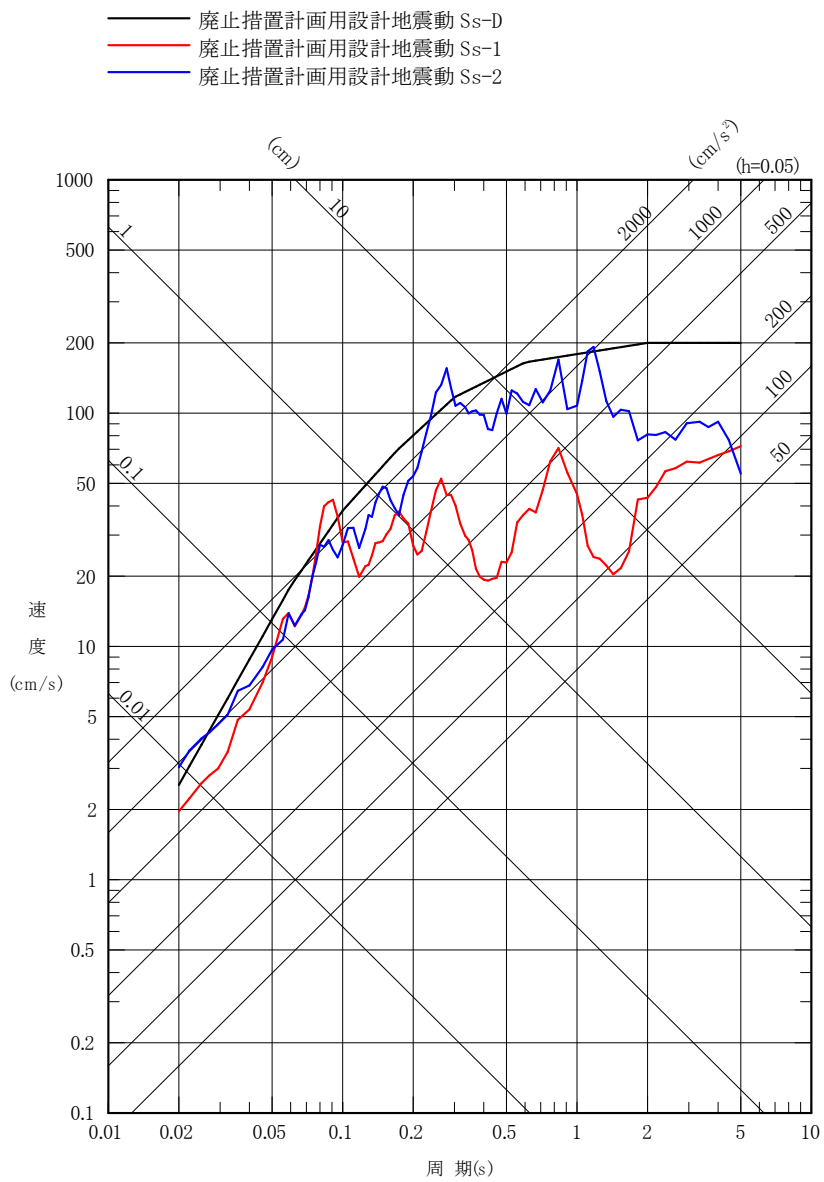


図-5-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS成分)

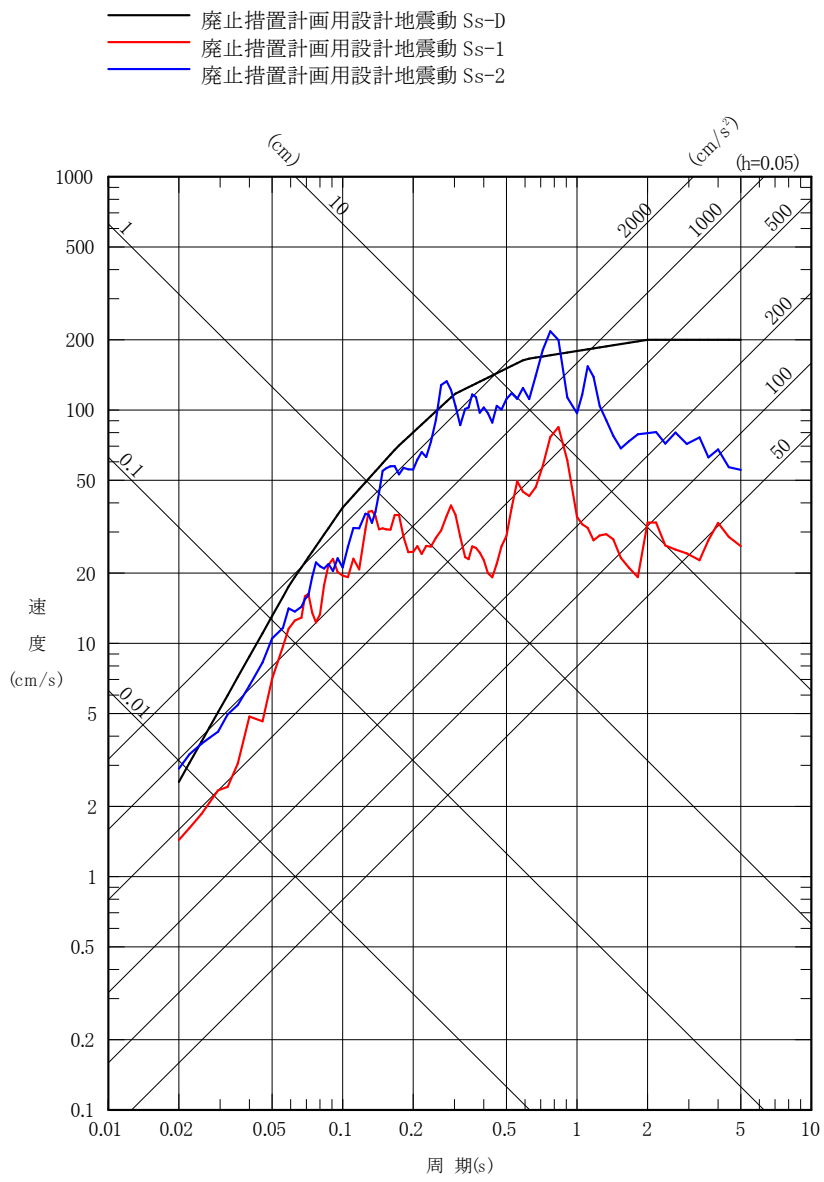


図-5-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW成分)

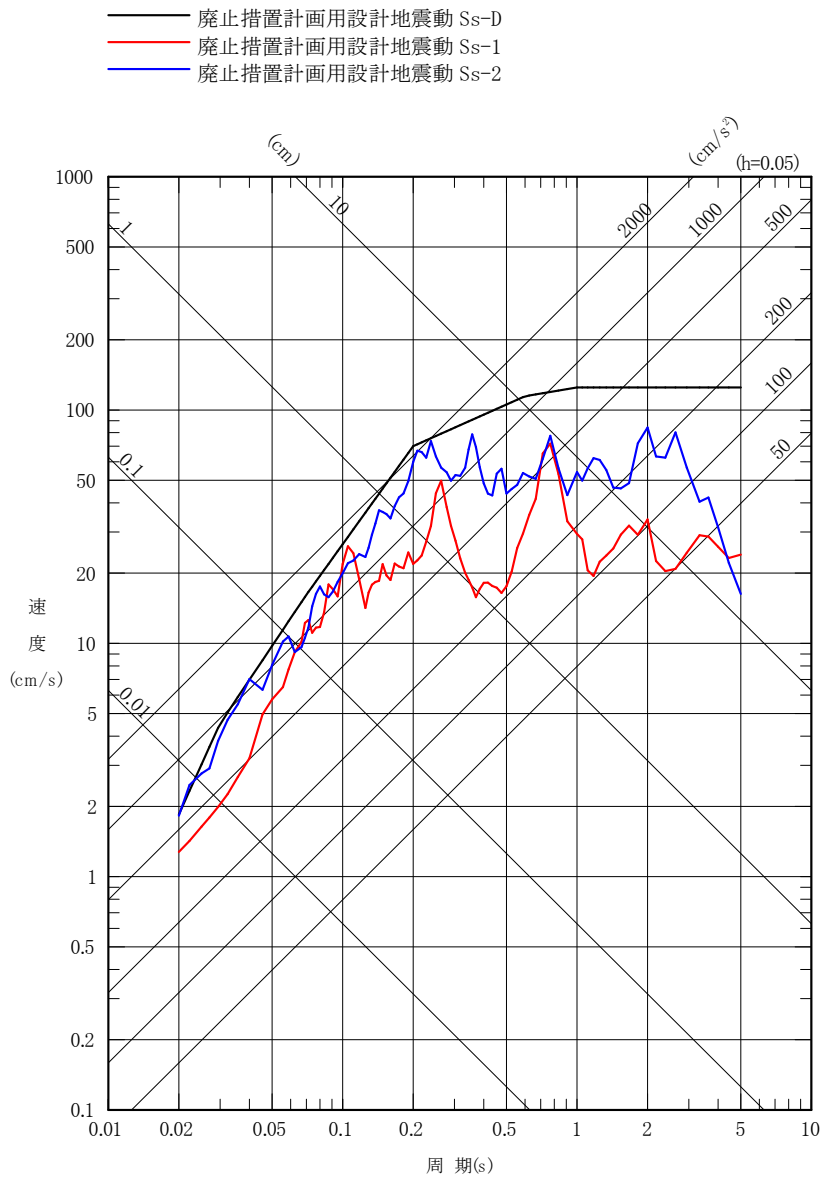


図-5-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD成分)

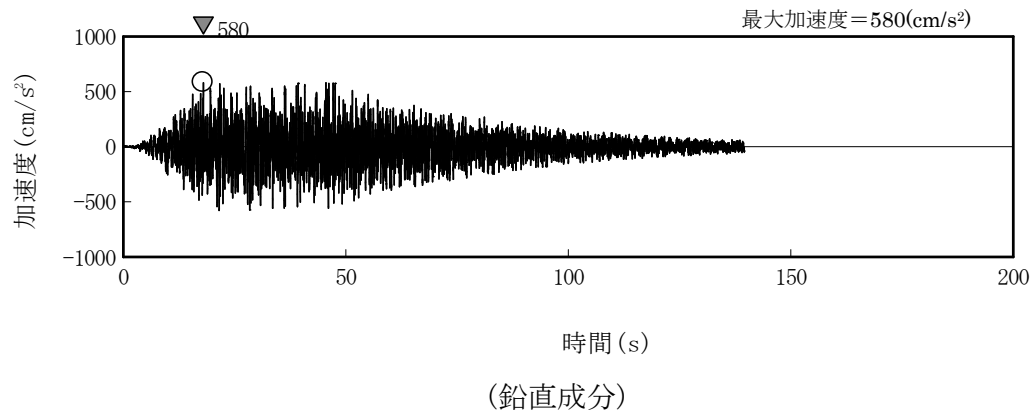
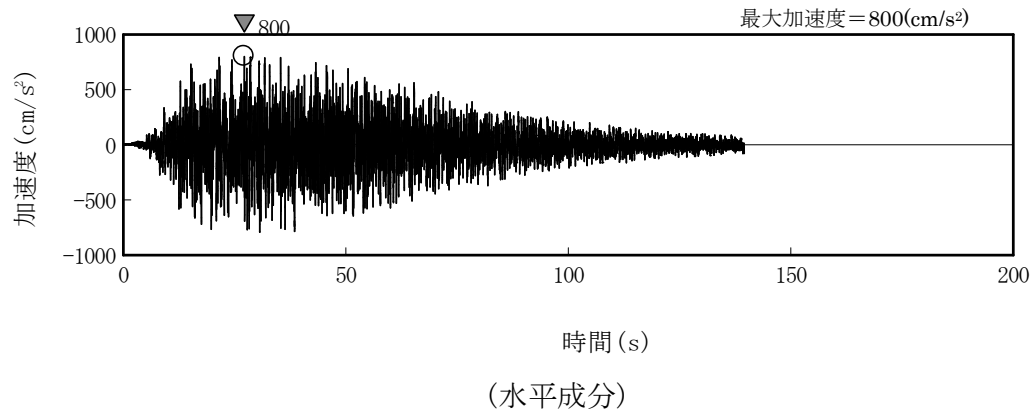


図-5-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

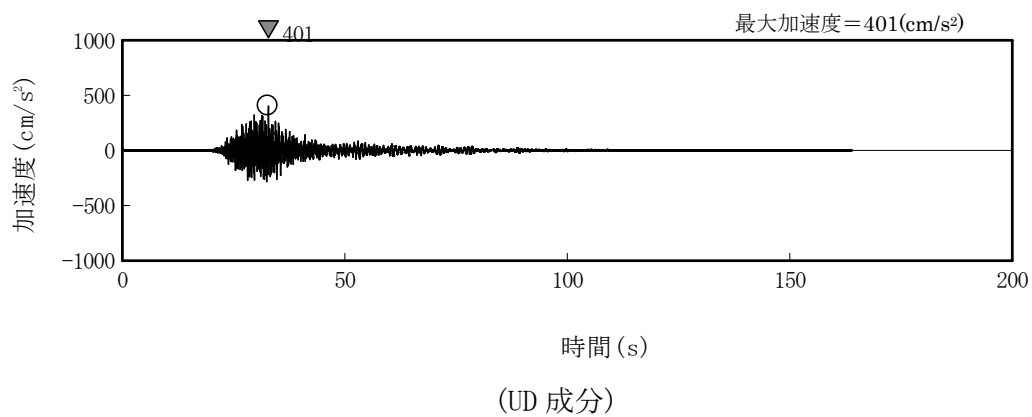
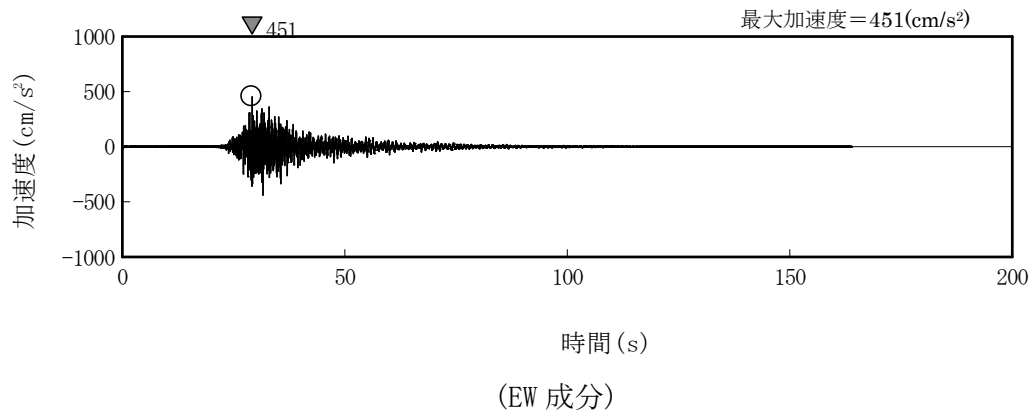
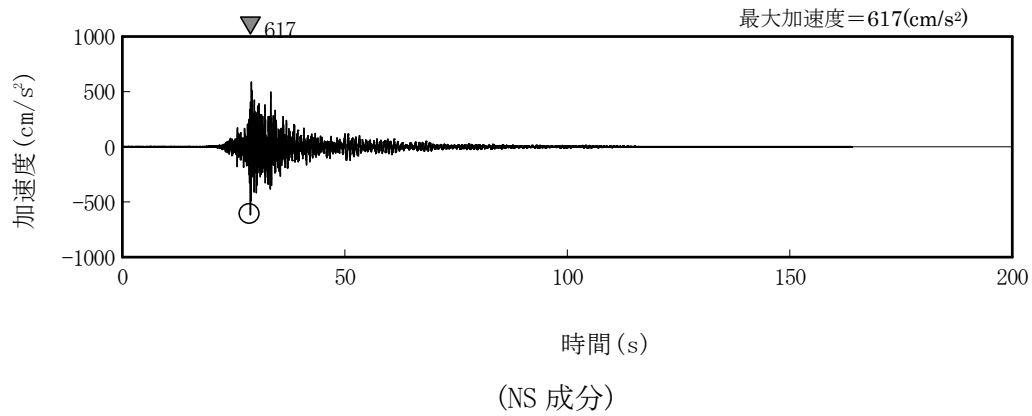


図-5-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形

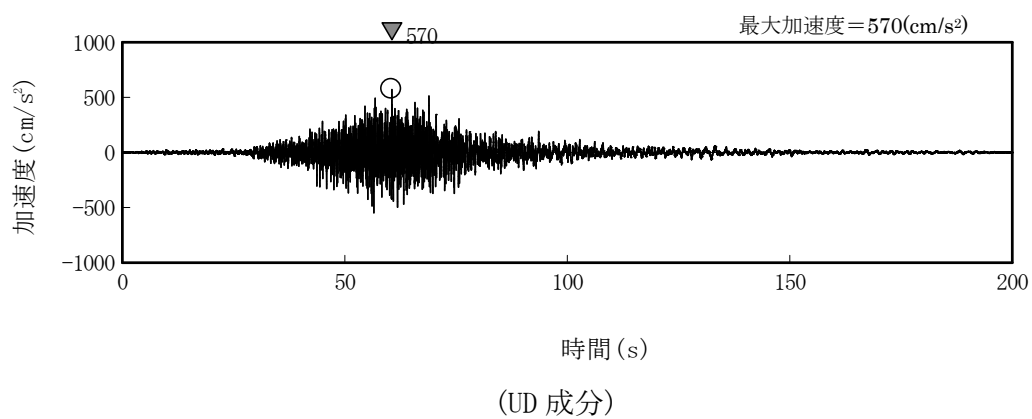
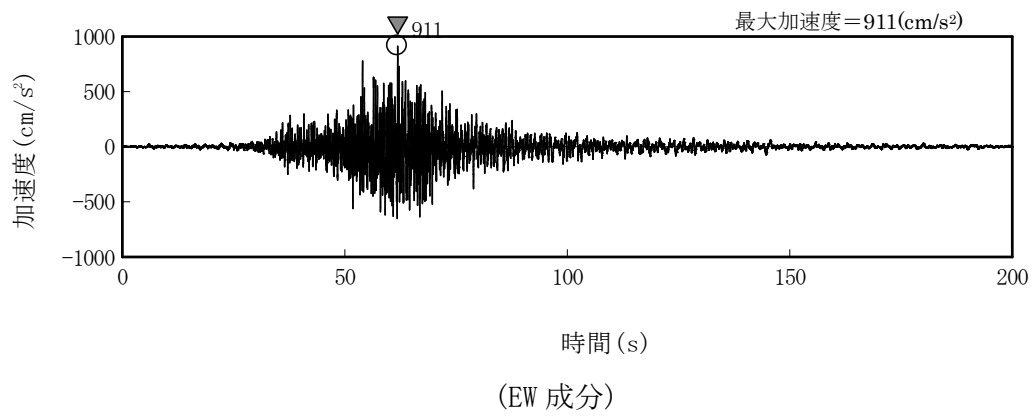
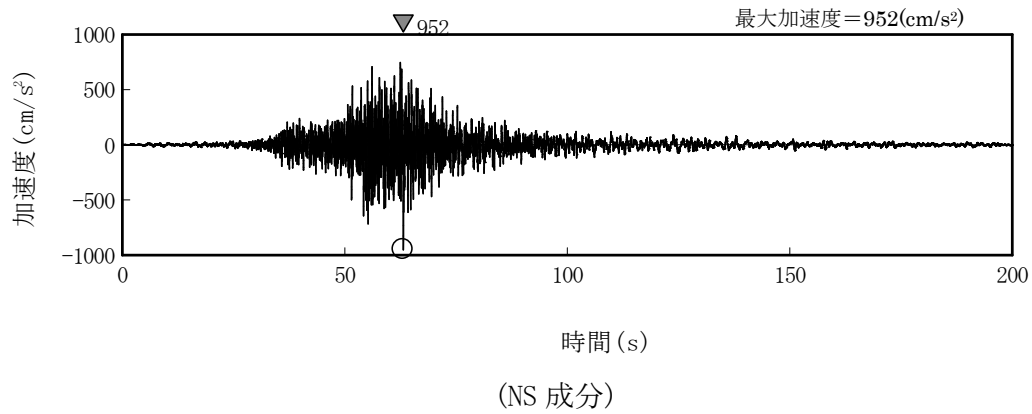


図-5-6 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-2) の時刻歴波形

II 耐震性評価

1. 評価方針

ゲートに地震力が作用した場合について、「ダム・堰施設技術基準（案）」に準拠して検討を行う。

2. ゲートの応力解析

地盤の地震応答解析結果を踏まえ、地表面の応答加速度を重力加速度で除した震度を用いて応力解析を行う。応力解析に用いる震度は令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって認可を受けた津波漂流物防護柵を踏まえ、地表面の応答加速度が最大となる Ss-D について行う。また、応力解析には水平動及び鉛直動の重ね合わせを考慮する。応力解析に用いた震度を表-7 に示す。

表-7 応力解析に用いる震度

	震度	
	水平方向	鉛直方向
Ss-D	0.99	0.53

3. ゲートの強度評価結果

ゲート部の評価方法は、「ダム・堰施設技術基準(案)」に準拠して行う。

ゲート部の強度評価については、地震力によって生じる応力がゲートの許容応力度を下回ることを確認する。評価対象は最も厳しい評価となるヒンジ部（φ50）とする。

ゲートの強度評価結果を表-8 に示す。

表-8 ゲートの強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力がゲートに作用した場合の評価	せん断	許容応力度	90 N/mm ²	≥	発生応力度	9 N/mm ²	OK

4. ゲート基礎の強度評価結果

ゲート基礎の評価方法は、「道路土工」に準拠して行う。

ゲート基礎の強度評価については、地震力によって生じる応力がゲート基礎の許容応力度を下回ることを確認する。

ゲート基礎の強度評価結果を表-9 に示す。

表-9 ゲートの強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力がゲート基礎に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	270 N/mm ²	≥	発生応力度	232 N/mm ²	OK

III 耐津波評価

1. ゲートに対する検討

ゲートの評価方法は、「ダム・堰施設技術基準(案)」に準拠して行う。

ゲートの強度評価については、津波漂流物によって生じる応力がゲートの許容応力度を下回ることを確認する。評価対象は最も厳しい評価となる横桁（H-250×250×9×14）とする。

ゲートの強度評価結果を表-10 に示す。

表-10 ゲートの強度評価結果

評価項目	結果				判定	
津波漂流物が衝突した際の評価	許容応力度	150 N/mm ²	≥	発生応力度	108 N/mm ²	OK

2. ゲート基礎に対する検討

ゲート基礎の評価方法は、「道路土工」に準拠して行う。

ゲート基礎の強度評価については、津波漂流物によって生じる応力がゲート基礎の許容応力度を下回ることを確認する。

ゲート基礎の強度評価結果を表-11 に示す。

表-11 ゲート基礎の強度評価結果

評価項目	結果				判定		
津波漂流物がゲート基礎に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	270 N/mm ²	≥	発生応力度	190 N/mm ²	OK

引き波用津波漂流物防護柵の耐震及び耐津波に係る計算書

I 共通事項

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波に対して、引き波用津波漂流物防護柵が津波漂流物の影響防止施設としての機能が損なわれないことを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 位置

引き波用津波漂流物防護柵の位置を図-1 に示す。

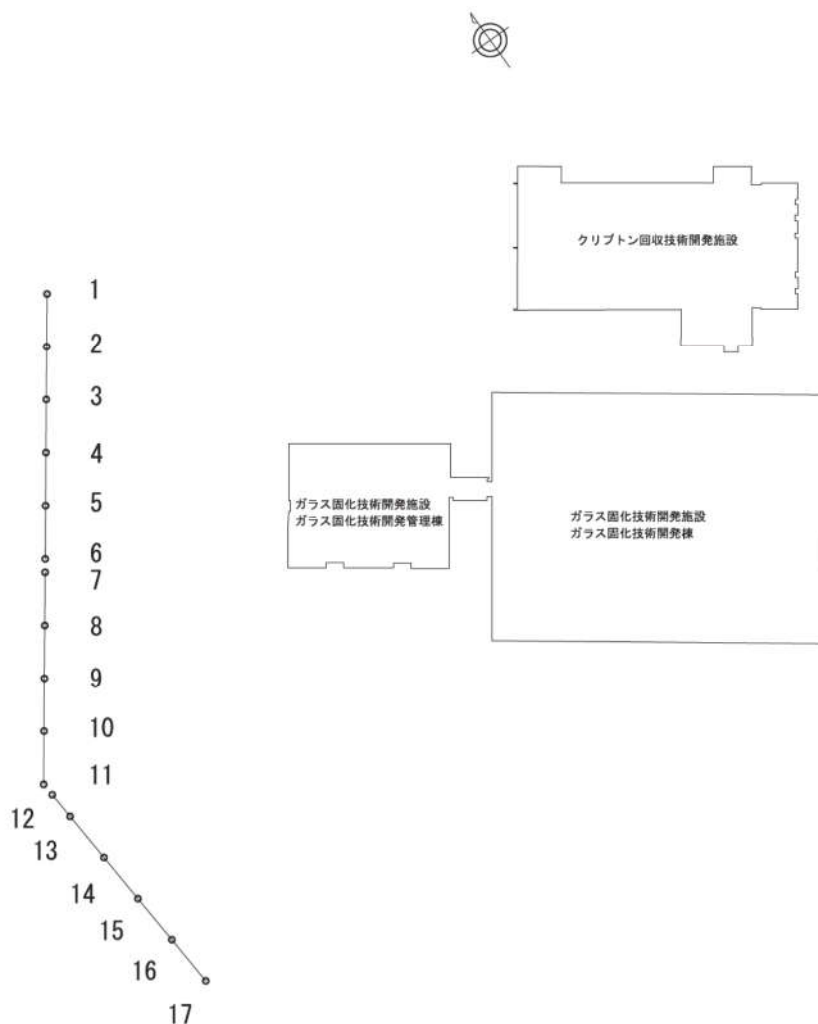


図-1 引き波用津波漂流物防護柵の位置

2.2 構造概要

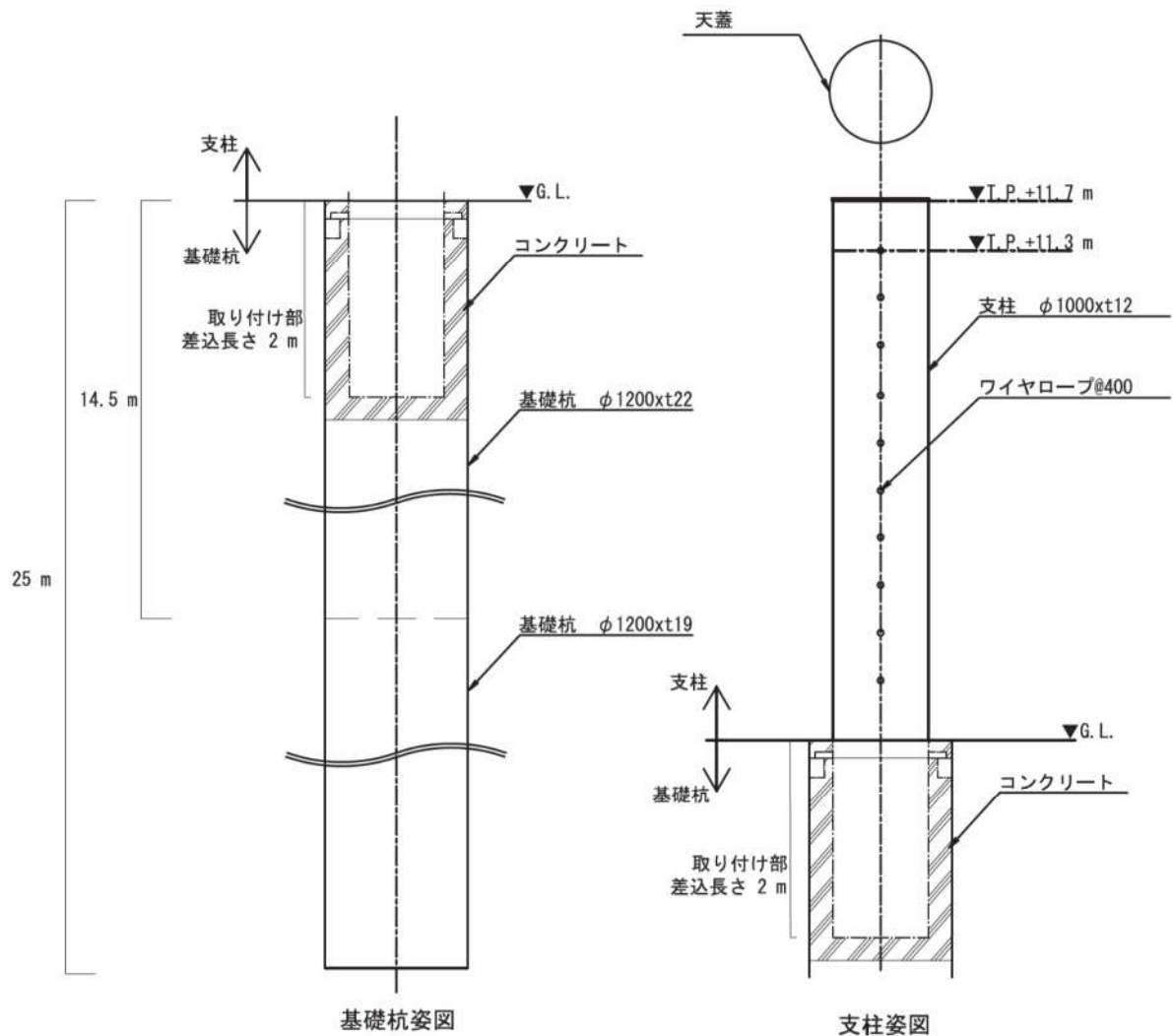
引き波用津波漂流物防護柵は主に鋼管及びワイヤロープで構成される。

鋼管は支柱部分（径 1.0 m×板厚 12 mm）及び基礎杭部分（径 1.2 m×板厚 19～22 mm）となっており、取り付け部により一体化させる。

基礎杭は基礎地盤である久米層（砂質泥岩）に支持させる。久米層は十分な支持性能を有するため、不等沈下は発生しない。

ワイヤロープは構造用ワイヤロープ（構造用ストランドロープ 7×7、径 20 mm）の他、支柱との固定のためのネジエンド、カプラー、調整ロッドなどが付属する。鋼管をおおむね一定間隔で列状に設置し、それら鋼管の高さ方向にワイヤロープを 400 mm 間隔で所定高さまで複数本設置することにより津波漂流物防護柵を形成する。なお、支柱にはワイヤロープを固定させる端部の支柱と、ワイヤロープを貫通させる中間の支柱がある。また、付属するネジエンド等は構造用ワイヤロープよりも大きい強度を確保する。

引き波用津波漂流物防護柵の姿図を図-2 に、平面詳細図を図-3 に示す。標準的な支柱間隔は 9.5 m とする。引き波用津波漂流物防護柵の延長距離については、図-1 に示す 1-11 間は約 90 m、12-17 間は約 45 m として、約 48 m を超える場合については接続部（支柱間隔約 1.5 m）を設け、防護対象施設である高放射性廃液貯蔵場（HAW）建家、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家及び第二付属排気筒への影響が大きい車両が通過しないようにする。



※特記なき限り単位は mm とする。
 ※久米層の出現深度によって基礎杭の打設深度が異なる場合がある。

図-2 引き波用津波漂流物防護柵 姿図

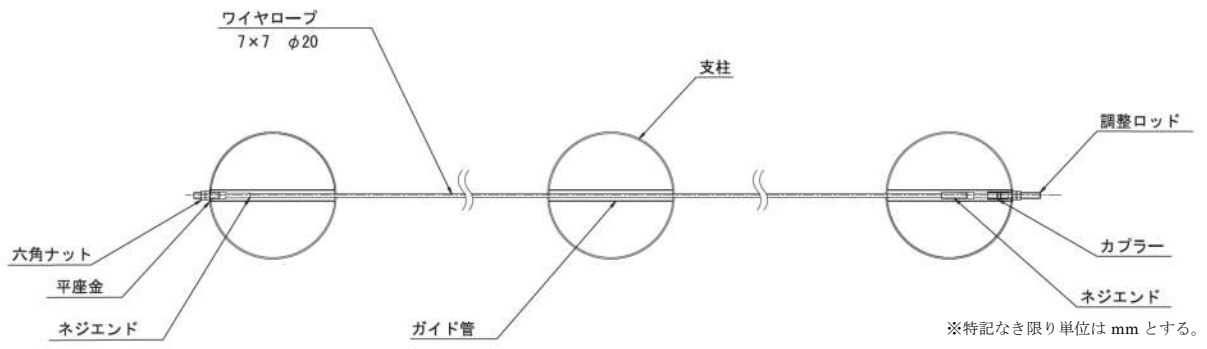


図-3 引き波用津波漂流物防護柵 平面詳細図

2.3 評価方針

- 引き波用津波漂流物防護柵は廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波（押し波及び引き波）に対して耐震性及び耐津波性を有する設計とする。
- 耐震性を有する設計として、支柱及び基礎杭並びに支柱及び基礎杭の取り付け部の許容応力度に対して廃止措置計画用設計地震動による地震力によって生じる応力が下回ることを確認する。
- 耐津波性を有する設計として、廃止措置計画用設計津波によってワイヤロープが津波漂流物で全面閉塞した状態で津波を受けることで生じる抗力並びに廃止措置計画用設計津波の引き波によって生じる津波漂流物による衝突に対して支柱、基礎杭、ワイヤロープ及び取り付け部が必要な強度を確保することを確認する。
 - （衝突エネルギーに対する検討）
 - ・ 津波漂流物の衝突エネルギーが支柱の吸収エネルギーを下回る。
 - ・ 津波漂流物の衝突エネルギーがワイヤロープの吸収エネルギーを下回る。
 - （抗力に対する検討）
 - ・ 津波による抗力がワイヤロープの最大抵抗荷重を下回る。
 - （伝達力に対する検討）
 - ・ 支柱に津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて隣接支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
 - ・ ワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
 - ・ ワイヤロープに抗力が作用している場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の静的降伏応力を下回る。
 - （取り付け部に対する検討）
 - ・ 支柱及び基礎杭の取り付け部に発生する応力が部材の耐力を下回ることを確認する。

2.4 準拠規格・基準

引き波用津波漂流物防護柵の評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601)」 (日本電気協会)
- ・ 「日本産業規格 (JIS)」
- ・ 「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」 (沿岸技術研究センター、寒地港湾技術研究センター)
- ・ 「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)」 (水産庁漁港漁場整備部)
- ・ 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」 (日本港湾協会)
- ・ 「道路橋示方書・同解説」 (日本道路協会)
- ・ 「建築基礎構造設計指針」 (日本建築学会)
- ・ 「杭基礎設計便覧」 (日本道路協会)
- ・ 「落石対策便覧」 (日本道路協会)
- ・ 「建築工事標準仕様書・同解説 (JASS)」 (日本建築学会)
- ・ 「コンクリート標準示方書」 (土木学会)
- ・ 「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物」 (国土交通省)

2.5 使用材料

2.5.1 使用材料

(1) 鋼材

STK490 支柱

SKK490 基礎杭

ST1470 ワイヤロープ

(2) コンクリート

普通コンクリート

2.5.2 許容応力度及び材料強度

(1) 鋼材

鋼材の許容応力度等を表-1 に示す。

表-1 鋼材の許容応力度等

津波時

鋼材記号	引張 (N/mm ²)	降伏点又は耐力 (N/mm ²)
STK490 SKK490	490	315
ST1470	1470	1080

地震時

鋼材記号	引張・圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
STK490 SKK490	277.5	157.5

(2) コンクリート

コンクリートの材料強度を表-2 に示す。

表-2 コンクリートの材料強度

	設計基準強度 (N/mm ²)
普通コンクリート	24

3. 検討ケース及び荷重の諸元

3.1 検討ケース

津波漂流物防護柵の評価に係る検討ケースを表-3に示す。

表-3 検討ケース一覧

検討ケース	評価部材	津波		地震力
		津波漂流物 衝突荷重※1	抗力※2	廃止措置計画用 設計地震動
耐震性評価				
①地震力が作用するケース	支柱	—	—	○
	基礎杭			
	取り付け部			
耐津波性評価				
(1) 衝突エネルギーに対する検討				
①津波漂流物が支柱に衝突するケース	支柱	○	—	—
②津波漂流物がワイヤロープに衝突するケース	ワイヤロープ	○	—	—
(2) 抗力に対する検討				
①ワイヤロープに抗力が生じるケース	ワイヤロープ	—	○	—
(3) 伝達力に対する検討				
①津波漂流物が支柱に衝突した場合に生じる伝達力	支柱	○	—	—
②津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合の伝達力	支柱	○	—	—
③ワイヤロープが閉塞した場合の支柱への伝達力	支柱	—	○	—
(4) 基礎杭に対する検討				
①津波漂流物が作用した場合	基礎杭	○	○	—
(5) ワイヤロープ取り付け部の検討				
① ワイヤロープに最大張力が作用するケース	ねじ部 カプラー	○	○	—
(6) 取り付け部の検討				
① 取り付け部に最大応力が作用するケース	取り付け部	○	○	—

※1 廃止措置計画用設計津波の引き波による津波漂流物衝突荷重

※2 廃止措置計画用設計津波による抗力

3.2 津波

3.2.1 浸水高さ及び流速

引き波用津波漂流物防護柵の設計に用いる浸水高さは引き波用津波漂流物防護柵周辺の施設における津波高さ及び地盤高さを踏まえて、流速は引き波用津波漂流物防護柵周辺の施設における流速を踏まえて設定する。

設計に用いる浸水高さ及び流速を表-4 及び表-5 に示す。

表-4 廃止措置計画用設計津波の引き波における浸水高さ及び流速

項目	設定値	根拠
浸水高さ	G.L. +3.3 m	引き波用津波漂流物防護柵の設置場所周辺における引き波時の最大の津波高さに対し、設置場所付近で最小となる地盤高さを差し引いて設定
津波の流速	2.7 m/s	引き波用津波漂流物防護柵の設置場所周辺における引き波時の最大の流速より設定

表-5 廃止措置計画用設計津波における流速

項目	設定値	根拠
津波の流速	5.6 m/s	津波漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の流速より設定

3.2.2 津波漂流物

設計上考慮する津波漂流物を表-6 に示す。設計において用いる津波漂流物としては重量が最も重く、衝突による引き波用津波漂流物防護柵への影響が大きい中型バス（高さ3m×幅2.3m×長さ9 m、喫水0.45 m）とする。

表-6 設計上考慮する津波漂流物

分類	津波漂流物	質量 (t)
流木	防砂林	約0.55
車両	中型バス	約9.7

3.2.3 津波による荷重

津波による荷重としては、津波漂流物による衝突荷重（衝突エネルギー）及びワイヤロープが津波漂流物によって閉塞した際に生じる抗力とし、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に基づき設定する。

3.3 地震力

3.3.1 廃止措置計画用設計地震動

廃止措置計画用設計地震動を用いる。

廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図-4-1 から図-4-3 までに、時刻歴波形を図-4-4 から図-4-6 までに示す。解放基盤表面は、S波速度が 0.7 km/s 以上である T.P.* -303 m とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

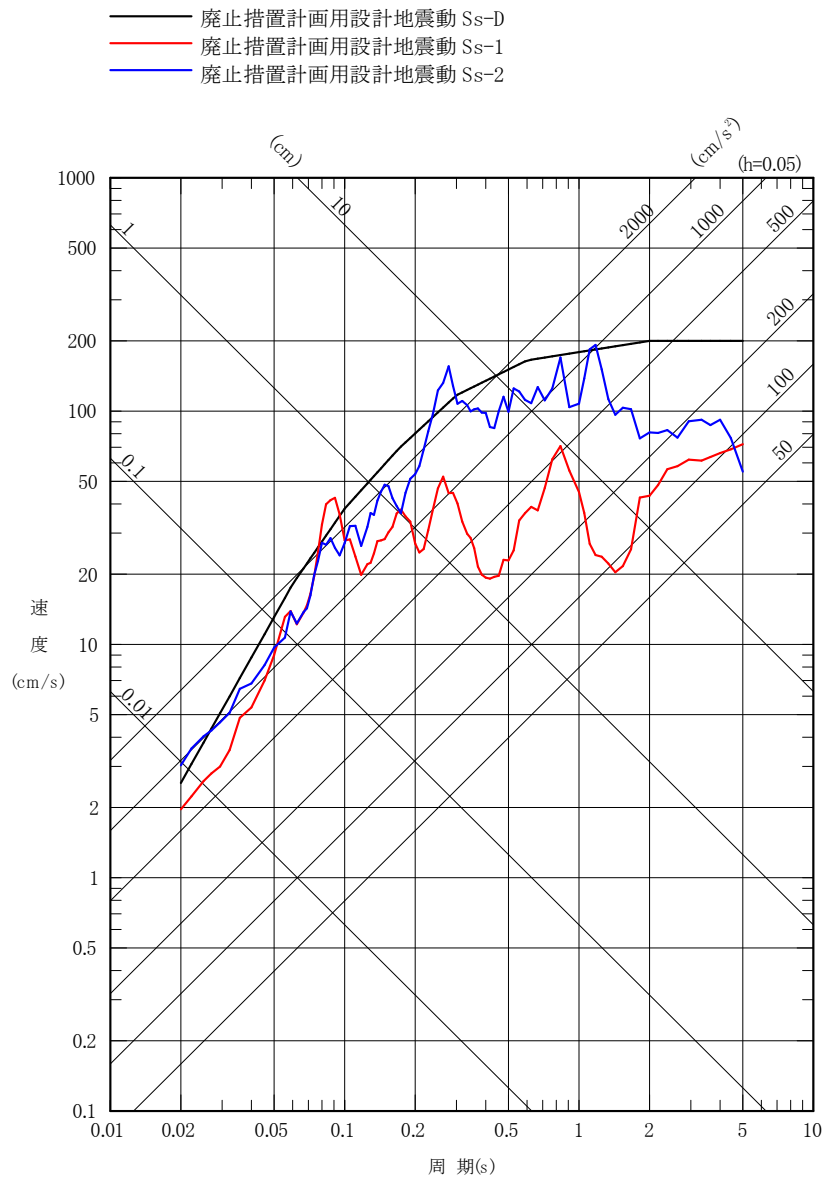


図-4-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS成分)

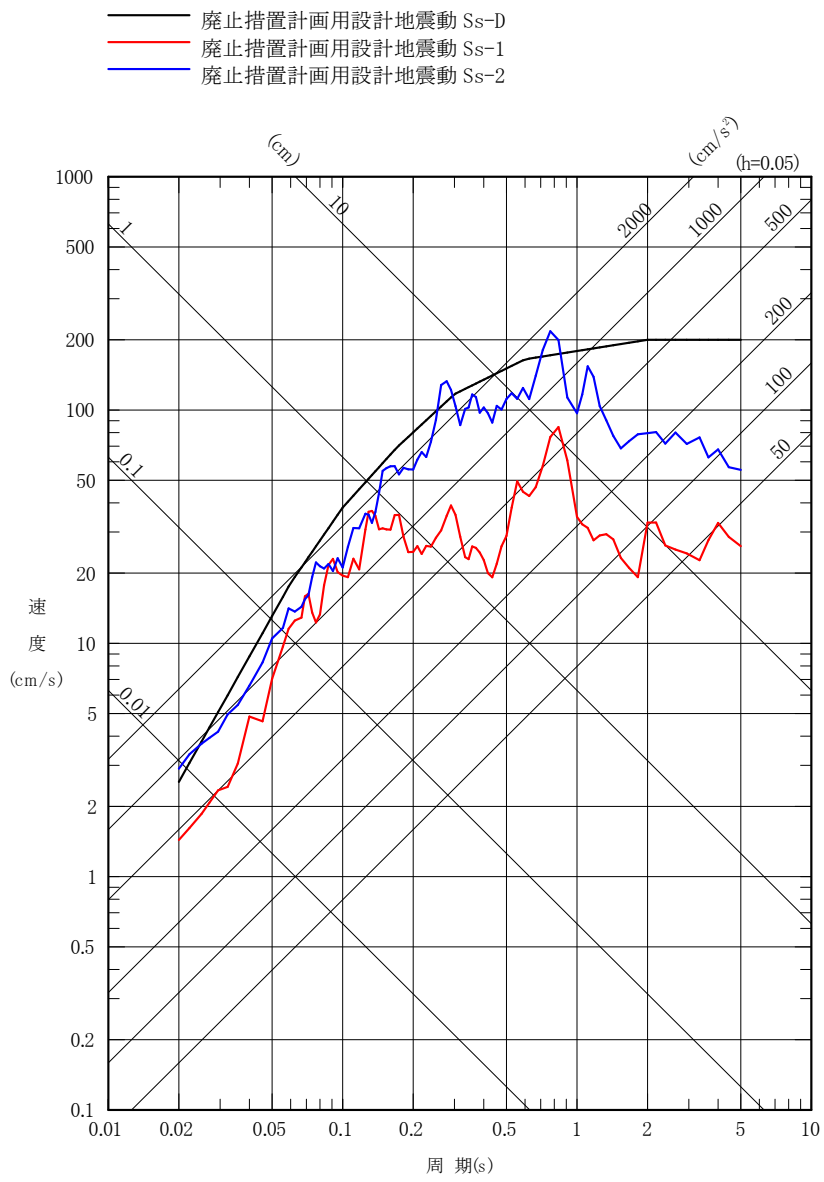


図-4-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW成分)

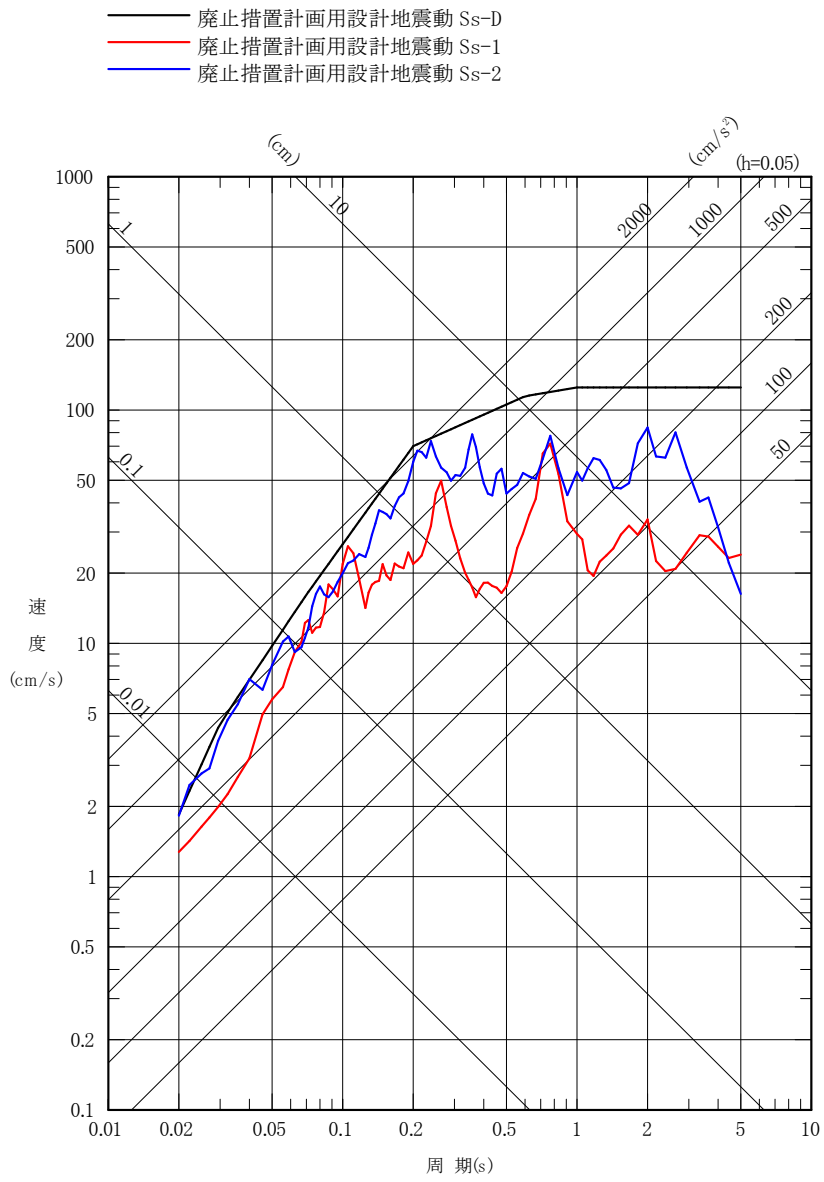


図-4-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD成分)

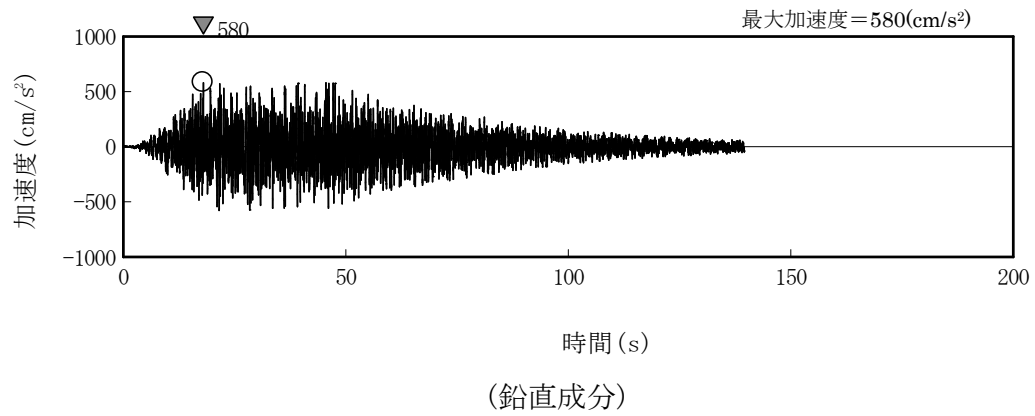
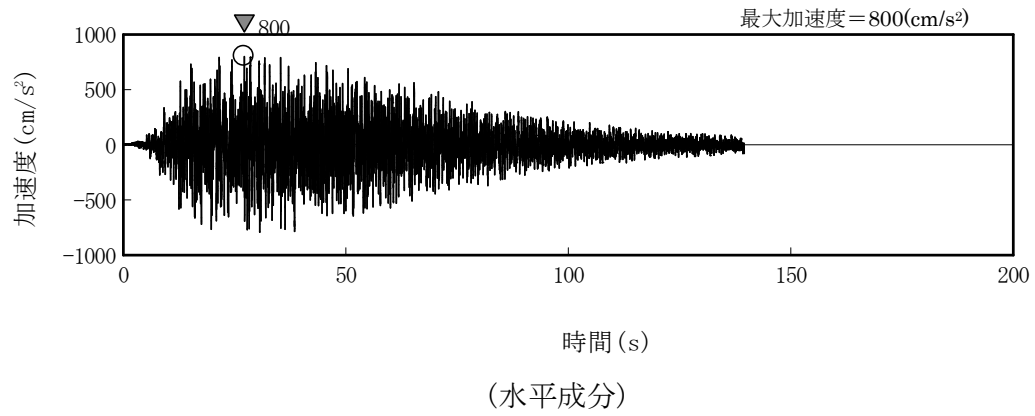


図-4-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

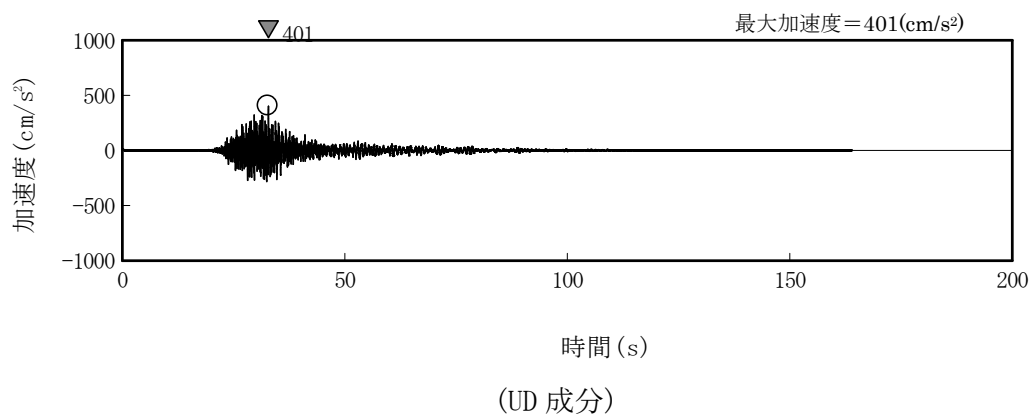
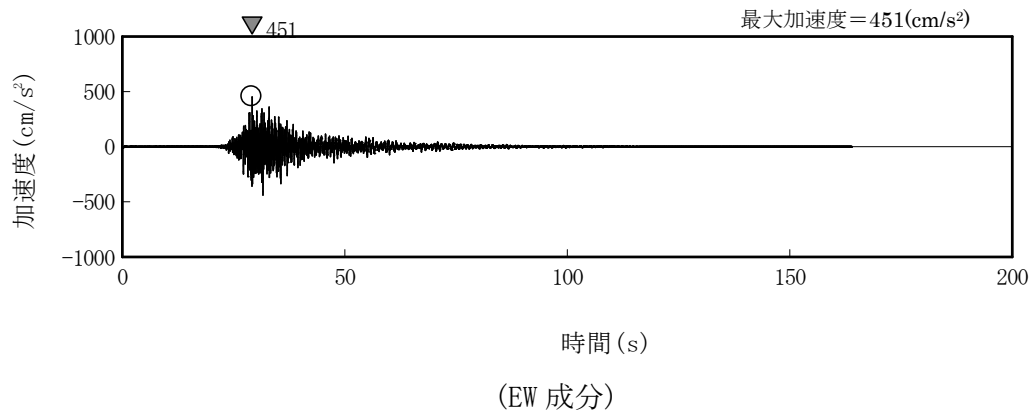
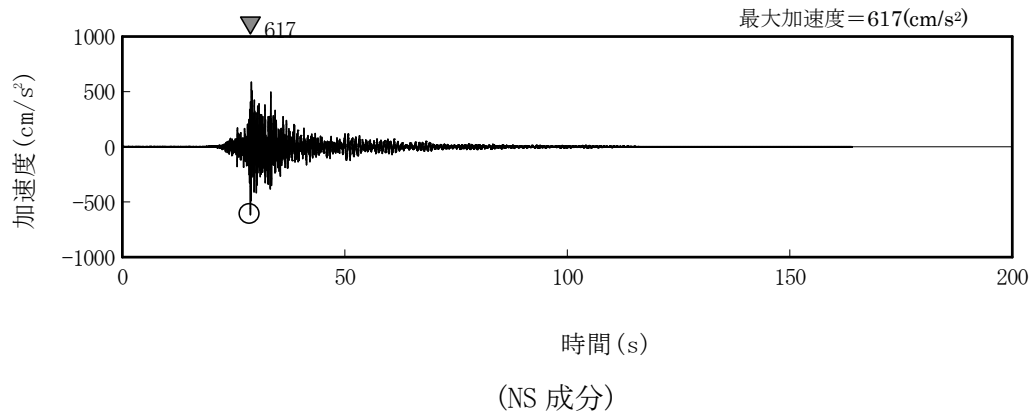


図-4-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形

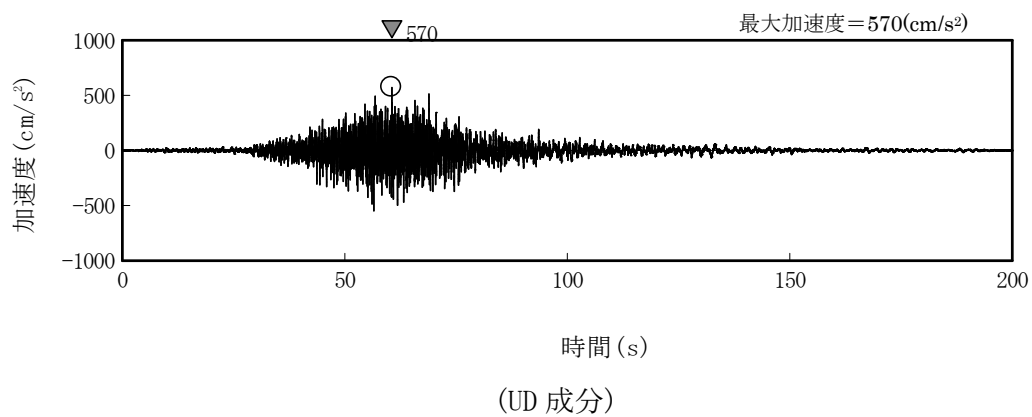
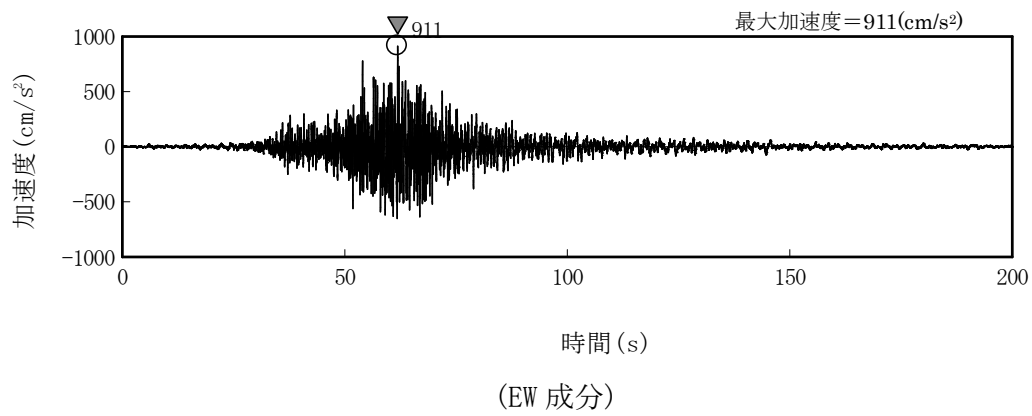
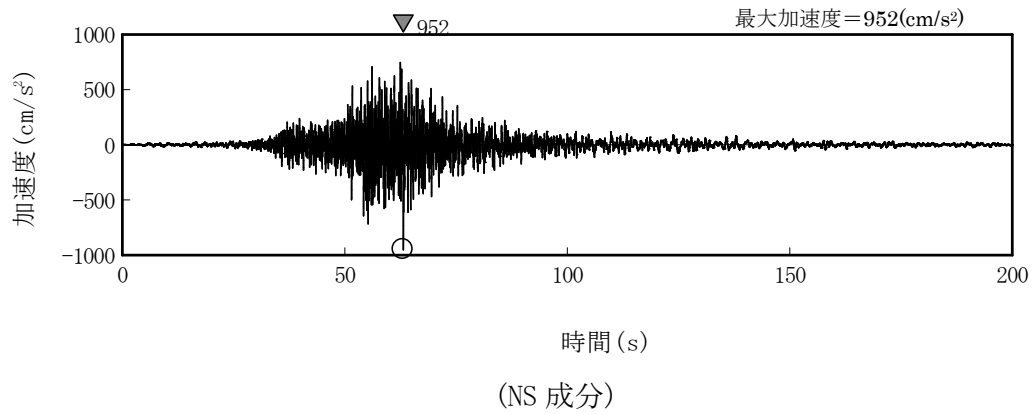


図-4-6 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-2) の時刻歴波形

Ⅱ 耐震性評価

1. 評価方針

支柱及び基礎杭に地震力が作用した場合について、「道路橋示方書・同解説」に準拠して検討を行う。

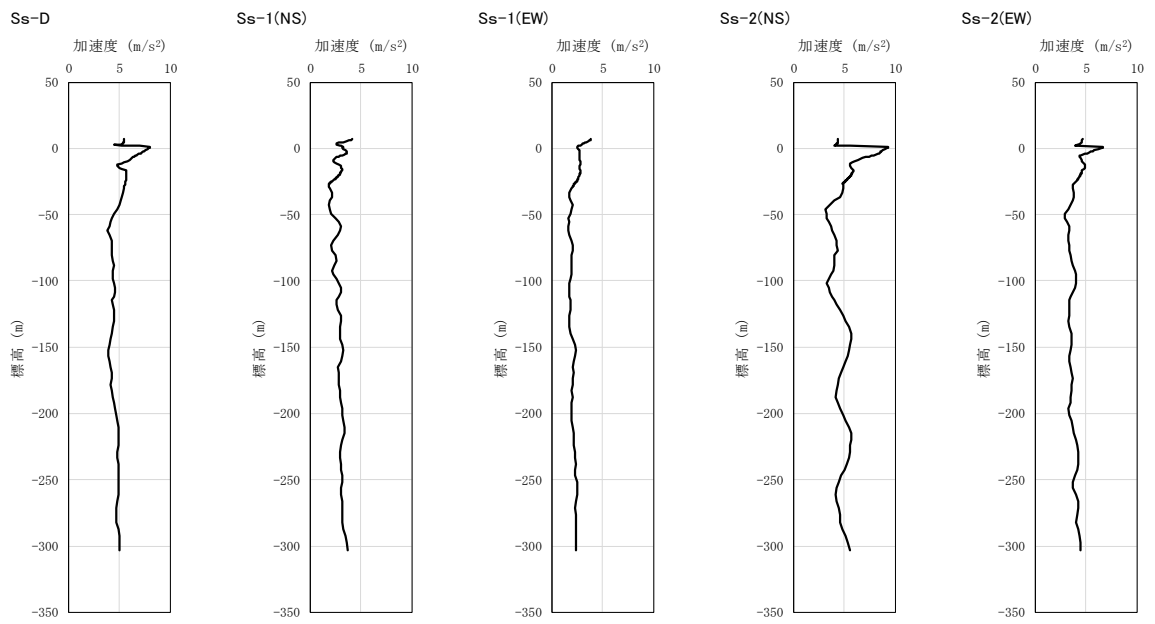
2. 地盤の地震応答解析

敷地の解放基盤表面で設定される廃止措置計画用設計地震動より一次元波動論を用いて算出した地表面の応答加速度及び地中の応答変位を用いる。地表面の応答加速度及び地中の応答変位の算定に使用する解析コードは「D-PROP(伊藤忠テクノソリューションズ株式会社)」である。

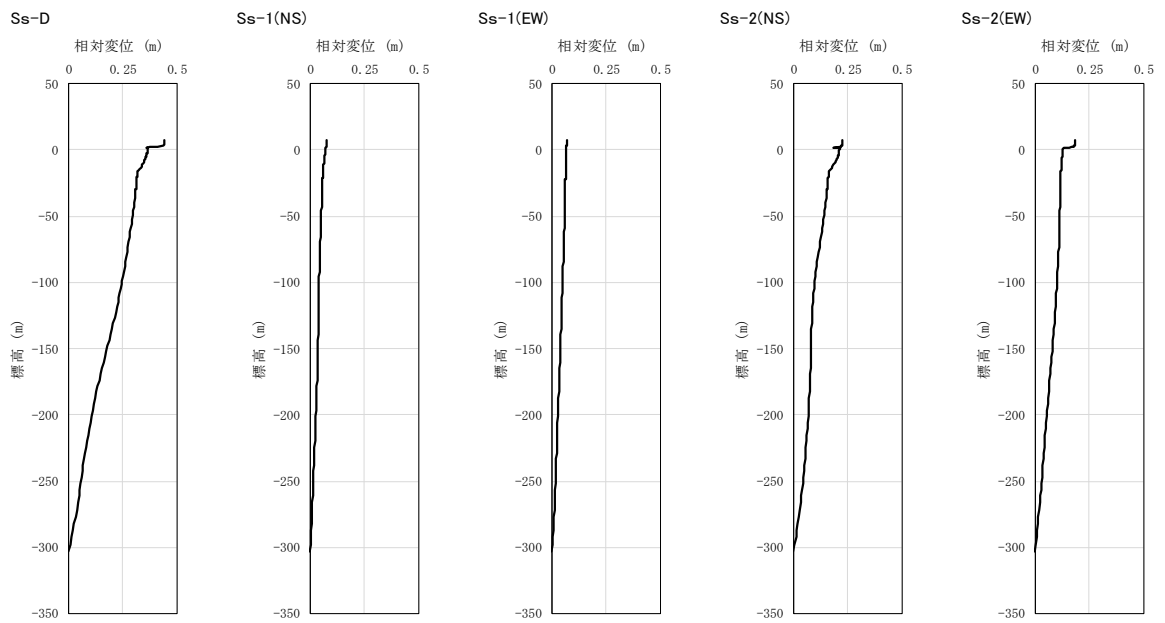
地盤の物性値を表-7、地盤の地震応答解析結果を図-5 に示す。

表-7 地盤の物性値

標高 T. P. (m)	地層名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	動ホ ^o アソソ比	動せん断 弾性係数 $G_0(MN/m^2)$	剛性低下率 $G/G_0(\%)$	減衰定数 $h(\%)$
7.4							
6.9	盛土・埋土	B	1.76	0.460	36	$1/(1+21.6 \cdot \gamma^{1.041})$	$24.6 \cdot \gamma / (\gamma + 0.054) + 0.38$
3.1	沖積層	As	1.83	0.470	53	$1/(1+19.6 \cdot \gamma^{0.977})$	$25.9 \cdot \gamma / (\gamma + 0.047) + 0.49$
1.2		As	1.83	0.470	53		
-1.2		Ac1	1.77	0.500	37	$1/(1+3.43 \cdot \gamma^{0.812})$	$18.2 \cdot \gamma / (\gamma + 0.376) + 2.33$
-5.1		As1	1.83	0.490	105	$1/(1+12.5 \cdot \gamma^{0.955})$	$22.4 \cdot \gamma / (\gamma + 0.063) + 0.06$
-6.6		As2	1.83	0.490	100	$1/(1+10.7 \cdot \gamma^{0.916})$	$21.1 \cdot \gamma / (\gamma + 0.077) + 0.68$
-16.4		Ac3	1.70	0.480	121	$1/(1+8.07 \cdot \gamma^{0.936})$	$19.2 \cdot \gamma / (\gamma + 0.105) + 0.22$
-30.0	久米層	Km1	1.77	0.453	450	$1/(1+2.43 \cdot \gamma^{0.770})$	$8.81 \cdot \gamma / (\gamma + 0.226) + 1.55$
-62.0		Km2	1.77	0.450	478		
-92.0		Km3	1.77	0.447	515		
-118.0		Km4	1.77	0.444	549		
-169.0		Km5	1.77	0.440	596		
-215.0		Km6	1.77	0.436	655		
-261.0		Km7	1.77	0.431	711		
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426		
	解放基盤		1.77	0.417	867		



(a) 加加速度



(b) 相対変位

図-5 地盤の地震応答解析結果

3. 支柱及び基礎杭の応力解析

地盤の地震応答解析結果を踏まえ、支柱については地表面の応答加速度を重力加速度で除した震度を用いて、基礎杭については地盤の応答変位を用いて応力解析を行う。応力解析には水平動及び鉛直動の重ね合わせを考慮し、図-5 より地表面の応答加速度及び基礎杭位置（地表面～基礎杭下端）での相対変位が最大となる S_s-D について行う。応力解析に用いた震度及び相対変位を表-8 に示す。なお、評価に当たっては、地盤の液状化を踏まえて地盤の剛性低下を考慮する。

支柱及び基礎杭の荷重図及び応力図を図-6 に示す。

表-8 応力解析に用いる震度及び相対変位

	震度		相対変位(m)
	水平方向	鉛直方向	
S_s-D	0.60	0.57	0.126

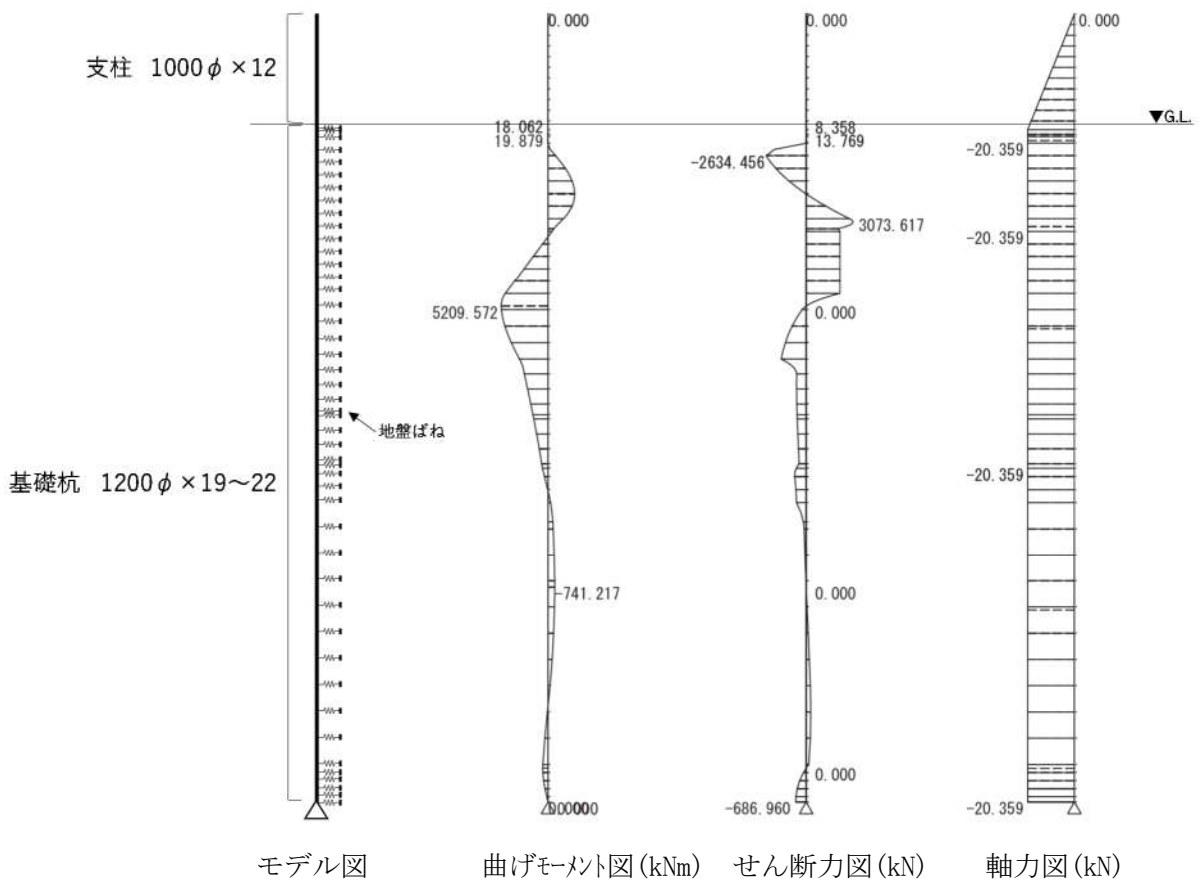


図-6 支柱及び基礎杭の荷重図及び応力図

4. 支柱及び基礎杭の強度評価結果

強度評価については、地震力によって生じる応力が支柱、基礎杭及び取り付け部の許容応力度を下回ることを確認する。なお、G.L. 付近に設ける取り付け部については図-6より、他の箇所よりも曲げ応力及びせん断応力が小さいため、支柱及び基礎杭の強度評価に包含される。

支柱及び基礎杭の強度評価結果をそれぞれ表-9 及び表-10 に示す。

表-9 支柱の強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力が支柱に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力度	3 N/mm ²	OK
	せん断	許容応力度	157.5 N/mm ²	≥	発生応力度	0.3 N/mm ²	OK

表-10 基礎杭の強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力が基礎杭に作用した場合の評価	曲げ	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力度	232 N/mm ²	OK
	せん断	許容応力度	157.5 N/mm ²	≥	発生応力度	40 N/mm ²	OK

III 耐津波評価

1. 衝突エネルギーに対する検討

津波漂流物が支柱又はワイヤロープに衝突した場合について、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に準拠して検討を行う。

照査については、津波漂流物の衝突エネルギーが支柱又はワイヤロープの吸収エネルギーを下回ることを確認する。

(1) 津波漂流物の衝突エネルギー

津波漂流物の衝突エネルギーは以下の式を用いて算出する。

$$E = \frac{WV^2}{2g}$$

ここに、 E : 衝突エネルギー (kJ)
 W : 津波漂流物の仮想重量 (kN)
 V : 流速 (m/s)
 g : 重力加速度 (m/s^2)

$$W = W_0 + W' = W_0 + \frac{\pi}{4} D^2 L \gamma_w$$

ここに、 W : 津波漂流物の仮想重量 (kN)
 W_0 : 津波漂流物の重量 (kN)
 W' : 付加重量 (kN)
 D : 喫水 (m)
 L : 津波漂流物の長さ又は幅 (m)
 γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m^3) = 10.1 kN/m^3

(2) 支柱の吸収エネルギー

支柱の吸収エネルギーは以下の式を用いて算出する。

$$E_T = E_R + E_P$$

ここに、 E_T : 支柱の吸収エネルギー (kJ)
 E_R : 支柱の衝突断面の局部変形による吸収エネルギー (kJ)
 E_P : 支柱の梁変形による吸収エネルギー (kJ)

$$E_R = P_0 \cdot \frac{\delta_{L0}}{1.8} = \frac{Z_p \sigma_{yd}}{H} \cdot D \left\{ \frac{4Z_p}{KHt_p^2} \right\}^{1.25} / 1.8$$

ここに、 P_0 : 支柱基部が降伏状態となる荷重 (kN)
 δ_{L0} : 鋼管に荷重 P_0 が作用した時の鋼管の局部変形量 (m)

$$Z_p : \text{鋼管の塑性断面係数 (m}^3\text{)} = \frac{D^3}{6} \left\{ 1 - \left(1 - 2 \frac{t_p}{D} \right)^3 \right\}$$

$$\sigma_{yd} : \text{動的降伏応力 (kN/m}^2\text{)} = 1.2\sigma_y$$

$$\sigma_y : \text{静的降伏応力 (kN/m}^2\text{)} = 703.3 \left(\frac{D}{t_p} \right)^{-0.104} \times 1000$$

H : 荷重の作用高 (m)

D : 鋼管径 (m)

K : 実験定数 = 185

t_p : 鋼管肉厚 (m)

$$E_p = P_0 \cdot \delta_{pa}$$

ここに、 P_0 : 支柱基部が降伏状態となる荷重 (kN)

$$\delta_{pa} : \text{塑性変形量 (m)} = \theta_{pa} \times H$$

$$\theta_{pa} : \text{塑性回転角 (rad)} = \frac{1.355}{D/t_p}$$

評価は、津波漂流物が支柱に衝突した際に支柱基部に発生する応力が最も大きくなる浸水高さ位置で算定する。支柱の強度評価結果を表-11 に示す。

表-11 支柱の強度評価結果

評価項目	結果				判定	
衝突エネルギー に対する評価	吸収 エネルギー	578 kJ	≥	衝突 エネルギー	41 kJ	OK

(3) ワイヤロープの吸収エネルギー

ワイヤロープの吸収エネルギーは以下の式を用いて算出する (図-7 参照)。

$$E_R = E_{R1} + E_{R2} + E_{R3}$$

$$E_{R1} = \frac{n_s L}{2E_w A} (T^2 - T_0^2) \quad T_0 < T < T_y$$

$$E_{R2} = n_s (T_y + T') \times (\Delta L' - \Delta L_e) \times L/2 \quad \Delta L_e < \Delta L < 1.5\%$$

$$E_{R3} = 0.9n_s \times T_b \times L \times (\Delta L - 1.5\%) \quad 1.5\% < \Delta L < 3.0\%$$

ここに、 E_R : ワイヤロープの伸びによる吸収エネルギー (kJ)

n_s : 津波漂流物衝突時のワイヤロープ負担本数 (本)

L : ワイヤロープの長さ (m)

E_w : ワイヤロープの弾性係数 (kN/m²)

A : ワイヤロープの断面積 (m²)

- T : ワイヤロープに作用する張力 (kN)
- T_y : ワイヤロープの降伏荷重 (kN)
- T_0 : ワイヤロープに作用する初期張力 (kN) = 5 kN
(支柱No. 6~7及び11~12間を除く。)
- T' : 伸び率が $\Delta L'$ の時の張力 (kN)
- $\Delta L'$: E_{R2} 区間内でのワイヤロープの伸び率 (最大1.5%)
- ΔL_e : ワイヤロープ弾性限界における伸び率
- T_b : ワイヤロープの破断荷重 (kN)
- ΔL : ワイヤロープの伸び率 (最大3.0%)

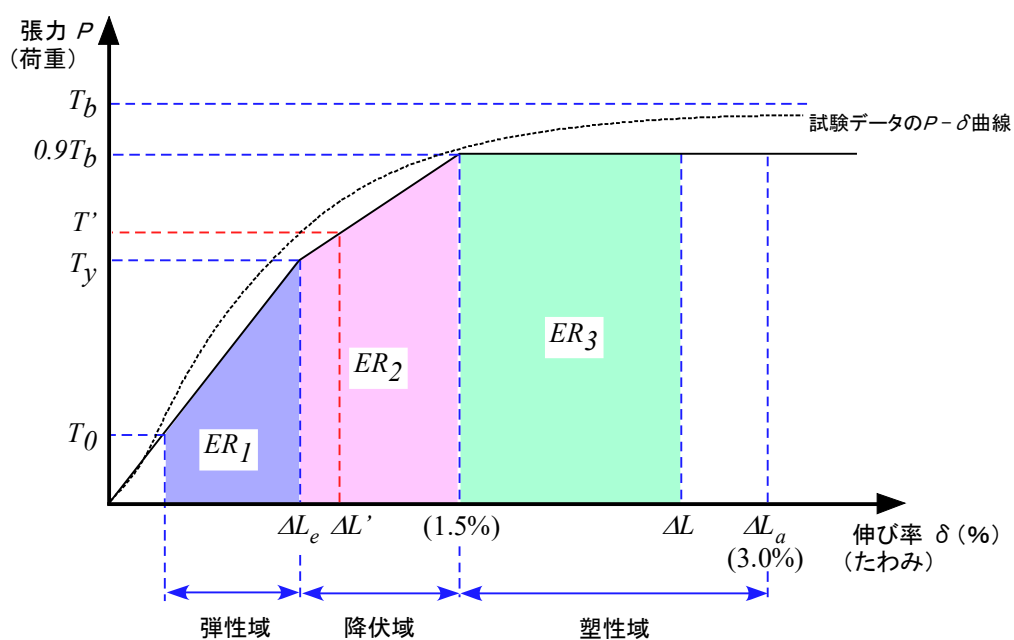


図-7 ワイヤロープの吸収エネルギーの評価モデル

評価は、ワイヤロープの吸収エネルギーが最も小さくなる箇所（ワイヤロープの長さ 38 m）で算定する。ワイヤロープの強度評価結果を表-12 に示す。

表-12 ワイヤロープの強度評価結果

評価項目	結果				判定	
衝突エネルギー に対する評価	吸収 エネルギー	826 kJ	≥	衝突 エネルギー	41 kJ	OK

2. 抗力に対する検討

抗力がワイヤロープに作用している場合について、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に準拠して検討を行う。なお、抗力については廃止措置計画用設計津波時で検討する。

照査については、抗力がワイヤロープの最大抵抗荷重を下回ることを確認する。

(1) 抗力

抗力は以下の式を用いて算出する。

$$F_D = C_D \frac{\gamma_w}{2g} AU^2$$

- ここに、 F_D : 津波漂流物で遮られた場合の抗力 (kN/m)
 C_D : 抗力係数=1.31 (設計ガイドライン表-3.4.7より算出)
 γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.1 kN/m³
 A : 物体の流れ方向の投影面積 (m²/m) = 浸水深 (m)
 U : 流速 (m/s)

(2) ワイヤロープの最大抵抗荷重

ワイヤロープの最大抵抗荷重は以下の式を用いて算出する。

$$F_R = \frac{8T_R \delta_R n_s}{a^2 \sqrt{1+16\left(\frac{\delta_R}{a}\right)^2}}$$

- ここに、 F_R : ワイヤロープの最大抵抗荷重 (kN/m)
 T_R : 設計引張耐力 (kN)
 δ_R : 設計引張耐力作用時の垂下量 (m)
 n_s : 抗力時のワイヤロープ負担本数 (本)
 a : 支柱設置間隔 (m)

評価は、ワイヤロープに作用する抗力が大きくなる箇所（ワイヤロープの長さ 47.5 m）で算定し、その際の支柱設置間隔は標準の 9.5 m とする。ワイヤロープの強度評価結果を表-13 に示す。なお、抗力の算出に当たっては廃止措置計画用設計津波による流速を考慮する。

表-13 ワイヤロープの強度評価結果

評価項目	結果				判定
ワイヤロープが津波漂流物により閉塞した場合の評価	最大抵抗荷重	99 kN/m	≥	抗力 87 kN/m	OK

3. 伝達力に対する検討

支柱若しくはワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合又は閉塞による抗力が作用している場合におけるワイヤロープから支柱への伝達力について、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」に準拠して検討を行う。なお、抗力については廃止措置計画用設計津波時で検討する。

照査については、津波漂流物が支柱又はワイヤロープに衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が動的降伏応力を下回ることを確認し、抗力が作用している場合についてはワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が静的降伏応力を下回ることを確認する。

(1) 支柱の降伏応力

支柱の動的降伏応力は以下の式で算出する。

$$\sigma_{yd} = 1.2\sigma_y$$

ここに、 σ_{yd} : 動的降伏応力 (N/mm²)

σ_y : 静的降伏応力 (N/mm²)

支柱の静的降伏応力は以下の式で算出する。

$$\sigma_y = 703.3 \left(\frac{D}{t_p} \right)^{-0.104}$$

ここに、 D : 鋼管径 (m)

t_p : 鋼管肉厚 (m)

(2) 津波漂流物が支柱に衝突した場合

津波漂流物が支柱に衝突した場合にワイヤロープからの張力を通して隣接する支柱に生じる応力は以下の式で算出する。

$$\sigma = \frac{n_s T_y H_r}{Z_p}$$

ここに、 σ : ワイヤロープから支柱への動的降伏応力 (kN/m²)

n_s : 津波漂流物衝突時のワイヤロープ負担本数 (本)

T_y : ワイヤロープの降伏張力 (kN)

H_r : ワイヤロープの設置高さ (m)

Z_p : 鋼管の塑性断面係数 (m³)

評価は、津波漂流物を捕捉した際に発生する応力が最も大きくなるワイヤロープの設置高さで算定する。支柱の強度評価結果を表-14 に示す。

表-14 支柱の強度評価結果

評価項目	結果	判定
支柱に津波漂流物が衝突した場合の隣接支柱への伝達力の評価	動的降伏応力 533 N/mm ² ≥ 曲げ応力 232 N/mm ²	OK

(3) 津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合

津波漂流物がワイヤロープに衝突した場合のワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力は以下の式で算出する。

$$\sigma = \frac{n_s T_y H_r}{Z_p}$$

- ここに、 σ : ワイヤロープから支柱への伝達応力 (kN/m²)
 n_s : 漂流物衝突時のワイヤロープ負担本数 (本)
 T_y : ワイヤロープの降伏張力 (kN)
 H_r : ワイヤロープの設置高さ (m)
 Z_p : 鋼管の塑性断面係数 (m³)

評価は、津波漂流物を捕捉した際に発生する応力が最も大きくなるワイヤロープの設置高さで算定する。支柱の強度評価結果を表-15 に示す。

表-15 支柱の強度評価結果

評価項目	結果	判定
ワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合の支柱への伝達力の評価	動的降伏応力 533 N/mm ² ≥ 曲げ応力 232 N/mm ²	OK

(4) ワイヤロープが閉塞した場合

ワイヤロープに抗力が作用している場合の支柱に生じる応力は以下の式で算出する。

$$\sigma = \frac{n_s T H_r}{Z_p}$$

- ここに、 σ : ワイヤロープから支柱への伝達応力 (kN/m²)
 n_s : 抗力時のワイヤロープ負担本数 (本)
 T : 閉塞に伴う作用抗力が作用した場合のワイヤロープ張力 (kN)
 H_r : ワイヤロープの設置高さ (m)
 Z_p : 鋼管の塑性断面係数 (m³)

$$T = \frac{F_D a^2}{8\delta_D n_s} \sqrt{1 + 16 \left(\frac{\delta_D}{a}\right)^2}$$

$$\delta_D = \sqrt{\frac{3a\delta}{8}}$$

$$\delta = \frac{T \cdot a}{E_w \cdot A}$$

ここに、 T : 閉塞に伴う作用抗力が作用した場合のワイヤロープ張力 (kN)

F_D : 閉塞に伴う作用抗力 (kN/m)

a : 支柱設置間隔 (m)

δ_D : 支柱間中央での垂下量 (m)

n_s : 抗力時のワイヤロープ負担本数 (本)

δ : ワイヤロープの伸び量 (m)

E_w : ワイヤロープの弾性係数 (kN/m²)

A : ワイヤロープの断面積 (m²)

評価は、ワイヤロープに作用する抗力が大きくなる箇所(ワイヤロープの長さ 47.5 m)で算定し、その際の支柱設置間隔は標準の 9.5 m とする。支柱の強度評価結果を表-16 に示す。なお、抗力の算出に当たっては廃止措置計画用設計津波による流速を考慮する。

表-16 支柱の強度評価結果

評価項目	結果	判定
ワイヤロープが津波漂流物により閉塞した場合の支柱への伝達力の評価	静的降伏 応力 444 N/mm ² ≥ 曲げ応力 339 N/mm ²	OK

4. ワイヤロープ取付け部の検討

(1) 検討方針

ワイヤロープ取付け部の検討は、ワイヤロープの破断荷重による張力により取付け部材に発生する引張応力が部材の許容引張応力度を下回ること（ワイヤロープより取り付け部の強度が高いこと）を確認する。

取付けの部の詳細を図-8に示す。

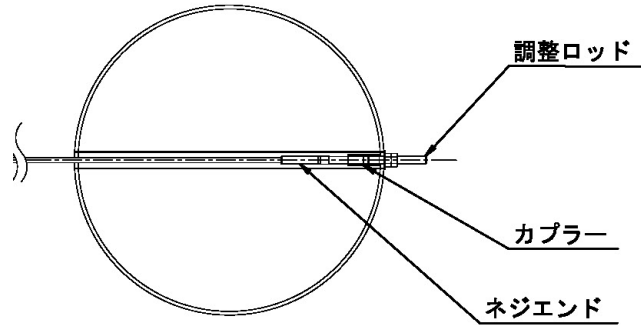


図-8 取付け部詳細図

(2) 部材及び使用材料

ワイヤロープ 20φ-7×7 : ST1470
 ネジエンド M33 : SCM415
 カプラー 外径 = 50 mm、内径 = 33 mm : SCM415

(3) ワイヤの破断荷重及び許容応力度

ワイヤロープ破断荷重 258 kN（規格値）
 ネジエンド及びカプラー許容引張応力 $\sigma_s = 540 \text{ N/mm}^2$

(4) 評価結果

取付け部材に発生する引張応力についての評価結果を表-17に示す。

表-17 取付け部材の強度評価結果

評価対象	結果				判定	
ねじ部 (ネジエンド・調整ロッド)	許容引張応力	540 N/mm ²	≥	発生引張応力	372 N/mm ²	OK
カプラー	許容引張応力	540 N/mm ²	≥	発生引張応力	233 N/mm ²	OK

5. 基礎杭に対する検討

基礎杭の評価方法は、「漁港の津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）」に準拠して行う。なお、基礎杭の腐食代については「道路橋示方書・同解説」に準拠して1mmとする。なお、評価に当たっては、地盤の液状化を踏まえて地盤の剛性低下を考慮する。

照査については、基礎杭の降伏曲げ耐力に対して基礎杭に生じる最大曲げモーメントが下回ることを確認する。

また、地盤特性値を用いて杭長（地盤面下への必要長さ）を算出する。

なお、評価に用いたボーリング調査位置を図-9に、柱状図を図-10に示す。

(1) 最大曲げモーメント

最大曲げモーメントは、以下の式により算出する。

$$M_{max} = M \times \Phi_m(\beta, h)$$

$$\Phi_m(\beta, h) = \frac{\{(1+2\beta h)^2 + 1\}^{\frac{1}{2}}}{2\beta h} \exp\left[-\tan^{-1}\left(\frac{1}{1+2\beta h}\right)\right]$$

$$\beta = \sqrt[4]{k_h B / 4EI}$$

ここに、 M_{max} : 最大曲げモーメント (kN・m)

M : 支柱基部に生じる曲げモーメント (kN・m)

β : 地盤の特性値 (m^{-1})

h : 作用高 (m)

k_h : 横方向地盤反力係数 (kN/m^3) = $2000 \times N$ (N値)

B : 杭幅 (m)

E : 杭の弾性係数 (kN/m^2)

I : 杭の断面二次モーメント (m^4)

(2) 降伏曲げ耐力

基礎杭の降伏曲げ耐力は、以下の式により算出する。

$$M_R = Z\sigma_{yd}$$

ここに、 M_R : 降伏モーメント (kNm)

Z : 杭の断面係数 (m^3)

σ_{yd} : 降伏応力 (kN/m^2)

基礎杭の強度評価結果を表-18に示す。

表-18 基礎杭の強度評価結果

評価項目	結果			判定		
基礎杭の評価	降伏 曲げ耐力	10,635 kNm	≥	最大 曲げモーメント	7,941 kNm	OK

(3) 基礎杭の必要長さ

地盤の特性値を用いて基礎杭の必要長さを算出する。算出に当たっては $\Sigma \beta L \geq 3.0$ となるようにする。算出した結果を表-19に示す。なお、不等沈下を防ぐために、算出結果より得られる基礎杭の必要長さ（15.6 m）よりも長い基礎杭を用いて、支持基盤である久米層（砂質泥岩）に設置する。

表-19 基礎杭の必要長さの検討結果

標高 T. P. (m)	地層名	層厚 L_0 (m)	kh (kN/m ³)	杭幅 B (m)	杭の 断面二次モーメント I (m ⁴)	地盤の 特性値 β (m ⁻¹)	βL_0	必要長さ L	βL
7.37									
6.87	盛土・埋土	0.5	8,000	1.198	0.012	0.179	0.0895	0.5	0.0895
3.67	砂	3.2	44,000			0.274	0.8768	3.2	0.8768
1.22	砂	2.45	0			0.000	0	2.45	0
-1.23	粘土	2.45	38,000			0.265	0.6493	2.45	0.6493
-5.13	砂	3.9	8,670			0.183	0.7137	3.9	0.7137
-6.58	砂	1.45	22,700			0.233	0.3379	1.45	0.3379
-16.4	粘土	9.82	14,000			0.206	2.0229	1.65	0.3399
		$\Sigma = 23.77$						$\Sigma = 4.6901$	$\Sigma = 15.6$

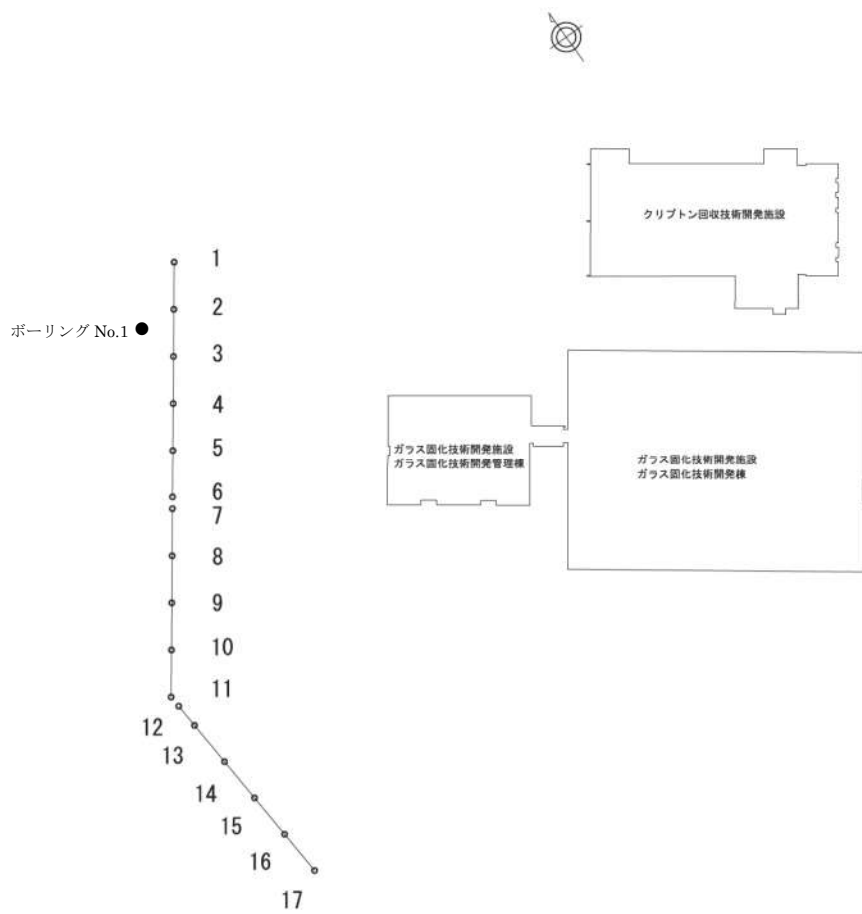


図-9 ボーリング調査位置

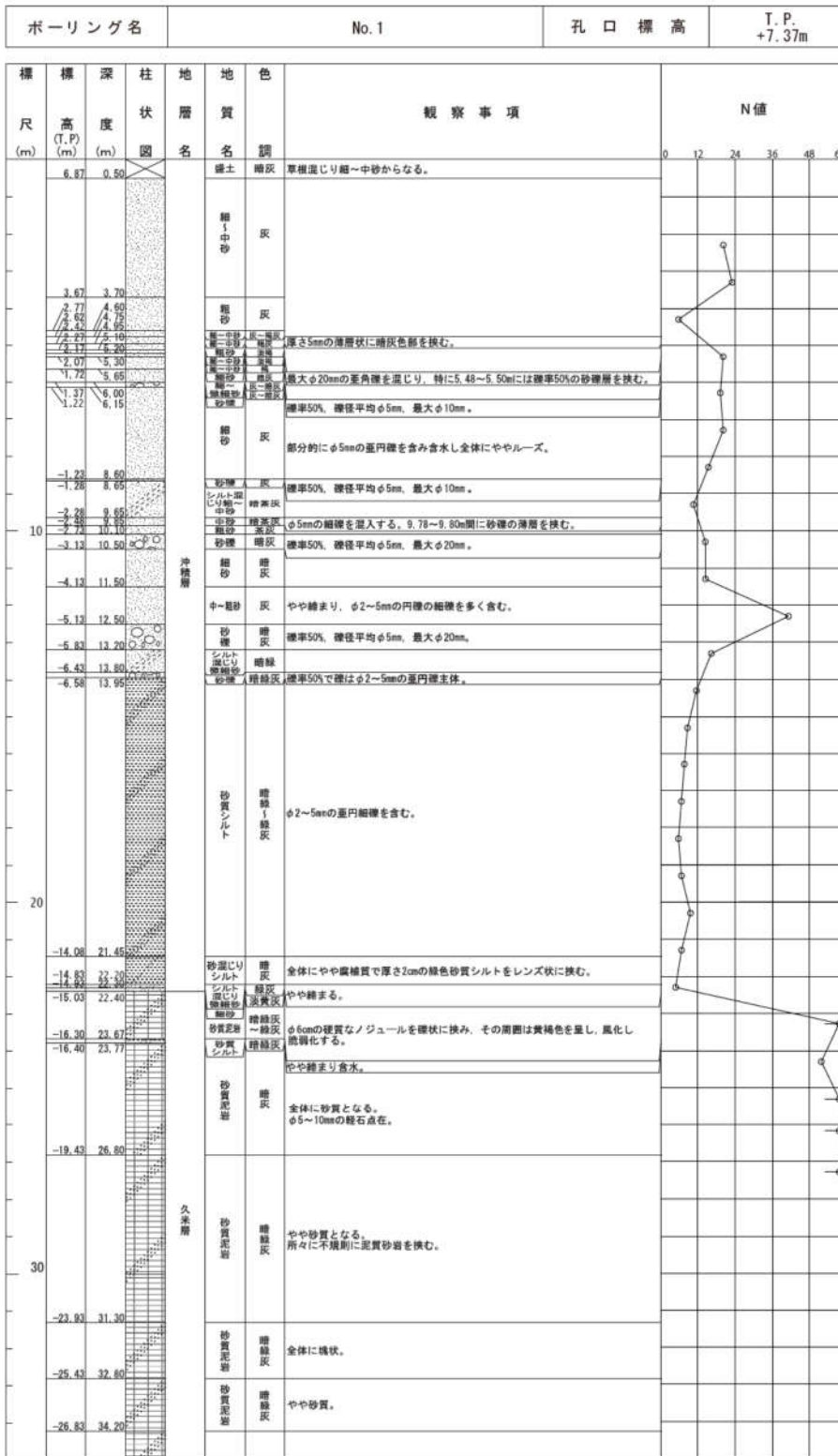


図-10 ボーリング柱状図 (No. 1)

6. 支柱及び基礎杭の取り付け部に対する検討

支柱及び基礎杭の取り付け部の評価方法は、「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物」に準拠して行う。

照査については、津波によって生じる曲げ応力が取り付け部の曲げ耐力を下回ることを確認する。

(1) 取り付け部の曲げ耐力

取り付け部の曲げ耐力は以下の式で算出する。

$$M_{ud} = La \cdot \left(\frac{-B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} \right) / \gamma_b$$

ここに、 M_{ud} : 取り付け部の曲げ耐力 (kNm)
 La : 支柱のせん断スパン (m)
 γ_b : 部材係数 (=1.15)

$$P = Vs + Vc$$

ここに、 P : 支柱に作用する支圧力 (kN)
 Vs : 基礎杭が負担するせん断力 (kN)
 Vc : 充填コンクリートが負担するせん断力 (kN)

$$Vs = \frac{f_{syd}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\pi \cdot (D - t) \cdot t}{2} \cdot \left(\frac{L}{D'} \right)^\beta$$

ここに、 f_{syd} : 取り付け部鋼管の設計引張降伏強度 (kN/m²)

$$f_{syd} = \frac{f_{syk}}{\gamma_s}$$

f_{syk} : 基礎杭の設計引張降伏強度 (kN/m²)
 γ_s : 取り付け部鋼管の材料係数 (=1.05)
 D : 基礎杭の外径 (m)
 t : 基礎杭の板厚 (m)
 L : 支柱の差込長さ (m)

$$D' = \frac{D}{\sqrt{2}}$$

β : 補正係数 (=0.6)

$$Vc = \frac{3}{2L} \cdot \left(\frac{\pi}{4} D_i \cdot L_t \cdot c \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi} D_i \right) - \frac{\pi}{4} d \frac{L}{2} c \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi} d \right) \right)$$

ここに、 D_i : 基礎杭の内径 (m)

L_t : 基礎杭の内側で付着力に寄与する長さ (m)

$$L_t = L' - \frac{D_i - d}{2}$$

L' : コンクリートの破壊線の基点からの長さ (= 支柱の差込長さ) (m)

d : 支柱の外径 (m)

c : 充填コンクリートの粘着力 (kN/m²)

$$A = 2\pi(6 \cdot La + 6 \cdot \tan\phi \cdot d + 4 \cdot L)$$

$$B = -2\pi(3\sqrt{2} \cdot c \cdot d^2 \cdot L + 12 \cdot La \cdot P + 18 \cdot \tan\phi \cdot d \cdot P + 14 \cdot L \cdot P) - 6\sqrt{2}N'_d \cdot d$$

$$C = 2\pi(3\sqrt{2} \cdot c \cdot d^2 \cdot L \cdot P + 12 \cdot \tan\phi \cdot d \cdot P^2 + 8 \cdot L \cdot P^2) + 12\sqrt{2}N'_d \cdot d \cdot P$$

ここに、 ϕ : 充填コンクリートの摩擦角 (度)

N'_d : 支柱の設計軸方向圧縮力 (kN) (=0 kN)

(2) 取り付け部の曲げ応力

支柱基部が降伏状態になっても取り付け部が耐えることを確認する。支柱基部が降伏状態となる時の曲げ応力は以下の式で算出する。

$$Md = 1.4 \cdot P_0 \cdot H = 1.4 \cdot Z_p \cdot \sigma_{yd}$$

ここに、 M_d : 支柱基部が降伏状態となる曲げ応力 (kNm)

P_0 : 支柱基部が降伏状態となる荷重 (kN)

H : 荷重の作用高 (m)

Z_p : 支柱の塑性断面係数 (m³)

σ_{yd} : 動的降伏応力 (kN/m²)

取り付け部の強度評価結果を表-20 に示す。

表-20 取り付け部の強度評価結果

評価項目	結果				判定	
取り付け部	曲げ耐力	11,362 kNm	≥	曲げ応力	8,730 kNm	OK

評価で使⽤した計算機プログラム（解析コード）の概要

1. 概要

「再処理施設に関する設計及び工事の計画（津波漂流物防護柵（その2）及び引き波による津波漂流物侵入防止のための防護柵の設置工事）」において使用した計算機プログラム（解析コード）の概要を示す。使用した計算機プログラムで、他の原子力施設の審査に用いられている実績例も併せて示す。

2. 使用した計算機プログラム

項目	コード名 D-PROP
対象	津波漂流物防護柵（その2）及び引き波用津波漂流物防護柵
使用目的	1次元地盤の地震応答解析（入力地震動の算定）
開発機関	伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
使用したバージョン	Ver. 1. 1. 21
コードの概要	重複反射理論に基づく1次元地盤の地震応答解析を行うことが可能な解析プログラムである。地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形化法により考慮することができる。
使用実績	東京電力株式会社 柏崎刈羽発電所で使用実績あり。

(別冊 1－28)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟
の設備耐震補強工事 (冷却水配管のサポート追加))

その他再処理設備の附属施設（その18）

ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	6
6. 工事の工程	8

別 図 一 覧

- 別図-1 サポートの設置場所（ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟屋上）
- 別図-2 サポートの設置位置
- 別図-3 サポートの構造図
- 別図-4 サポート設置に係る工事フロー

表 一 覧

表-1 主要寸法・仕様

表-2 サポートの仕様

表-3 サポート設置に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回工事を行うガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の設備耐震補強に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成元年 1 月 11 日に認可（63 安（核規）第 761 号）を受けた「その他再処理設備の附属施設（その 18）ガラス固化技術開発施設」について、再処理施設の技術基準に関する規則に基づき実施するものである。

今回、令和 2 年 9 月 25 日付け原規規発第 2009252 号をもって変更の認可を受けた廃止措置計画に従い、廃止措置計画用設計地震動による地震力が作用した際に耐震性が不足する配管（ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の屋上に設置している二次冷却水配管（KG83-616）の枝管）の耐震性を向上させることを目的として、サポートを設置する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」（昭和46年総理府令第10号）

「日本産業規格(JIS)」

「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」（日本電気協会）

「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」（日本電気協会）

「発電用原子力設備規格(JSME)」（日本機械学会）

「機械設備工事監理指針」（公共建築協会）

3. 設計の基本方針

本申請に係るサポートは、再処理施設の技術基準に関する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）第 6 条第 2 項に基づき、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対してガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う重要な安全機能が損なわれることのないよう屋上の二次冷却水配管に既設サポートと同材料を使用し、設置するものである。

サポートの設置場所を別図-1 に、サポートの設置位置を別図-2、サポートの構造を別図-3 に示す。

サポートの設置は、再処理施設の技術基準に関する規則第 6 条の 2、第 16 条の 2 項及び 3 項に規定する技術上の基準を満足するように行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

廃止措置計画用設計地震動による地震力が作用した場合、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟屋上に設置している二次冷却水配管（KG83-616）の一部枝管の取付け部位に対する発生応力が許容応力以下となるよう、既設サポートと同材質でサポートを設置する。

サポートは一般構造用圧延鋼材等を用い、屋上にアンカーボルトにて固定する。

(2) 仕様

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の二次冷却水配管（KG83-616）の主要寸法・仕様を表-1に、耐震性の確保に用いるサポートの仕様を表-2に示す。

表-1 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	主要寸法・仕様
配管 (KG83-616)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	STPG370
	保温有無	有
	温度（設計温度）	55 (°C)
	圧力（設計圧力）	0.98 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch80 40A-Sch40 80A-Sch40 125A-Sch40 150A-Sch40 200A-Sch40

表-2 サポートの仕様

名称	材料 (適用規格)	備考 (主要寸法 mm)
サポート (L形鋼材)	一般構造用圧延鋼材 (SS400 : JIS G 3101)	L-50×50×6 L-65×65×6
サポート (角形鋼材)	一般構造用角形鋼管 (STKR400 : JIS G 3466)	□60×3.2 □100×4.5

(3) 保守

サポートは、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。

5. 工事の方法

本申請に係るサポートの設置は、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の方法及び手順

本工事に用いるサポートは、材料を入手後、工場にて加工を行った後、現地に搬入する。本工事を行うに当たっては、事前にサポート設置位置周囲に養生を施し、一般構造用圧延鋼材等のアングル、角形鋼管を溶接により組み合わせた構造で、アンカーボルトにより建家躯体に設置するか、既設架構上に溶接して設置する。補強対象の配管はUボルトによりサポート位置で軸直方向を拘束する。サポートを据付け後、所要の試験・検査を行う。

本工事フローを別図-4に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、判定基準を以下に示す。

① 材料確認検査

対象：サポート

方法：サポートの仕様を材料証明書により確認する。

判定：表-2の仕様であること。

② 寸法検査

対象：サポート

方法：サポート据付位置を、金尺等を用いて寸法を計測する。

判定：規定の寸法公差内であること。

③ 外観検査

対象：サポート

方法：サポートの外観を目視により確認する。

判定：有害な傷、変形がないこと。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。

- ② 本工場の場所は屋外（非管理区域）であり、周辺に放射性物質を内包した配管等がないことから、汚染に対する考慮は不要であるが、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工場は、冷却水配管へのサポート設置であり、弁操作による隔離操作もなく冷却水の供給を停止することはないが、冷却水配管に損傷等を与えないように養生等の適切な処置を講じる。
- ④ 本工場においては、ヘルメット、保護手袋、保護メガネ等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ⑤ 本工場において溶接機やグラインダー等火気を使用する場合には、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑥ 本工場に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。
- ⑦ 本工場においては、令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって変更の認可を受けた廃止措置計画の事故対処の有効性を確認した資機材やアクセスルートに影響を及ぼさないようにする。
- ⑧ 本工場に係る重量物の運搬については、運搬台車等により行い、既設構造物に損傷等の影響を与えないよう作業を行う。

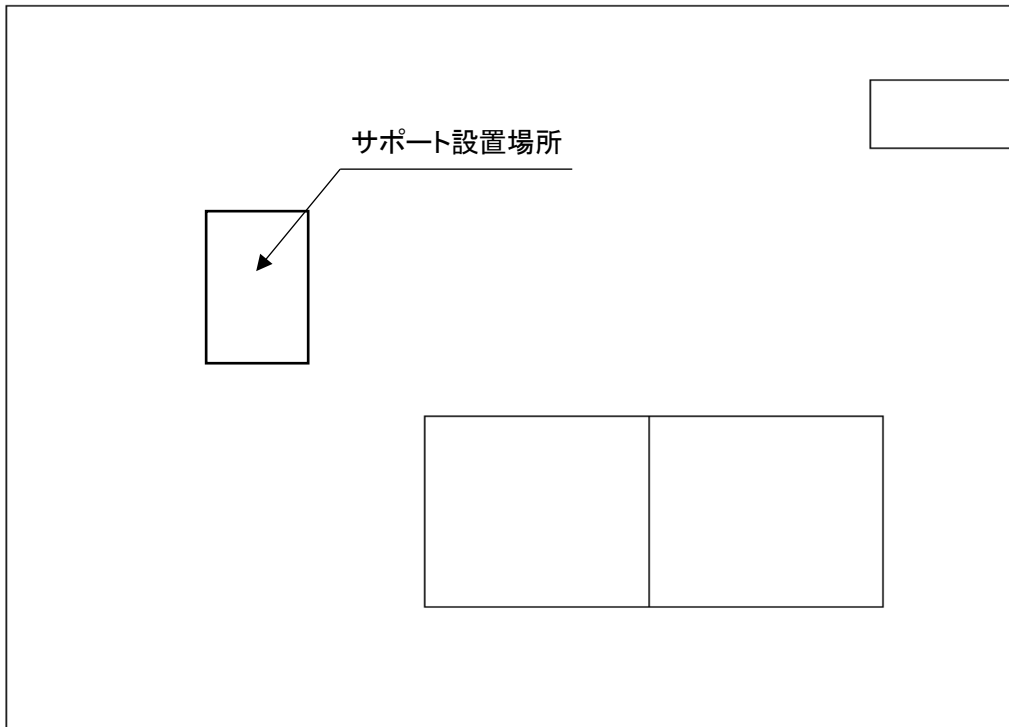
6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-3 に示す。

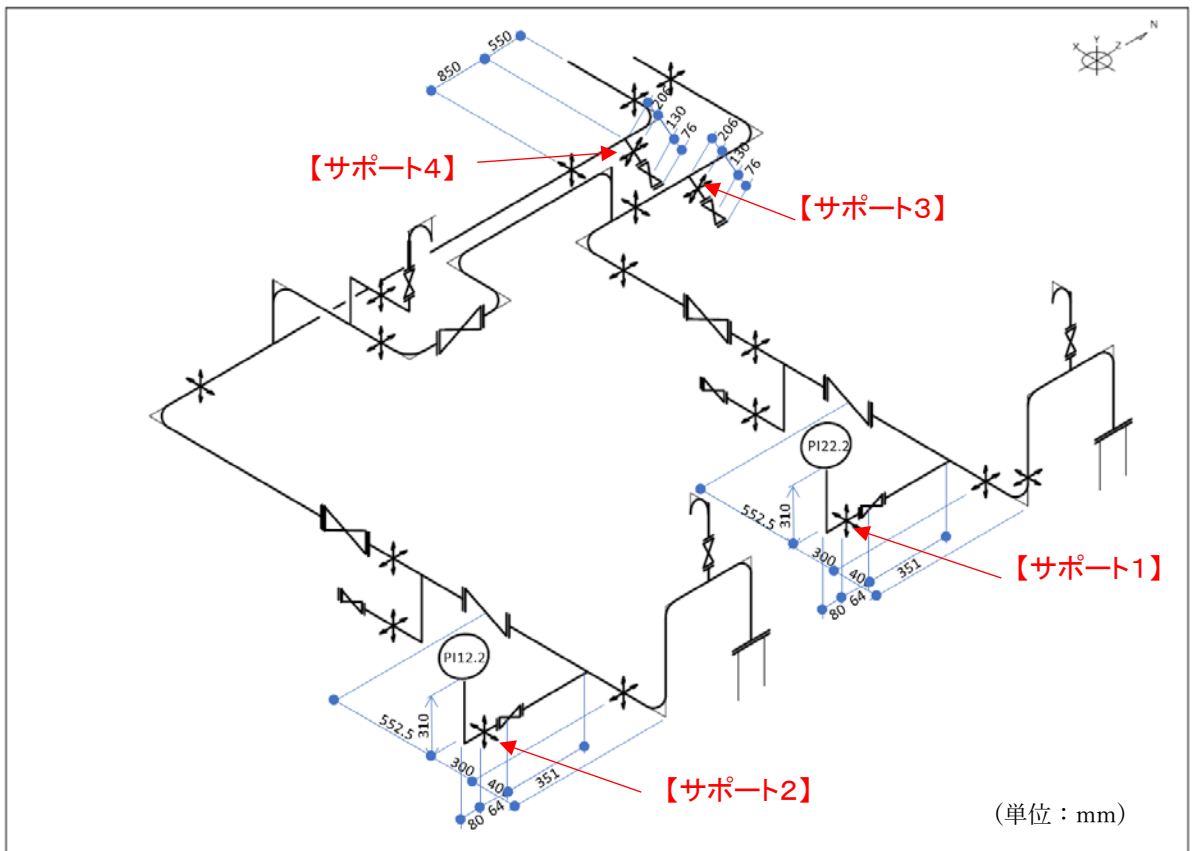
表-3 サポートの設置に係る工事工程表

	令和3年度								備 考
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
サポートの設置									
				工事					

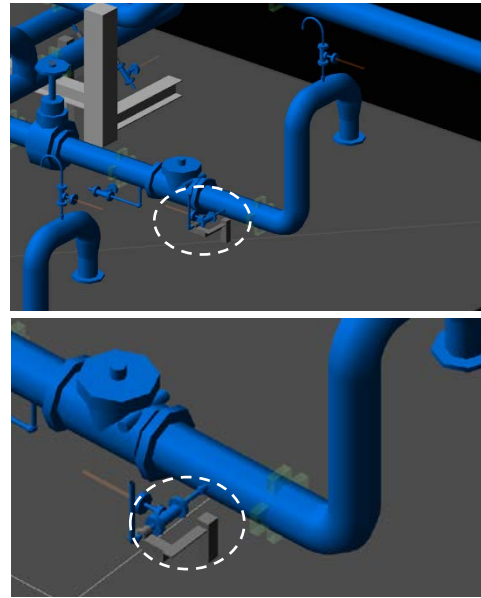
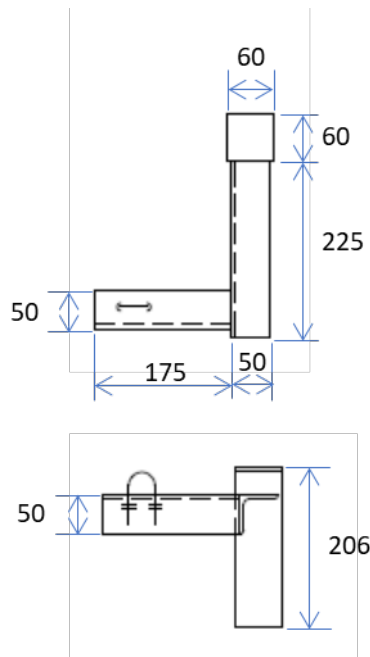
(別図)



別図-1 サポートの設置場所(ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟屋上)



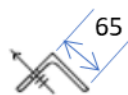
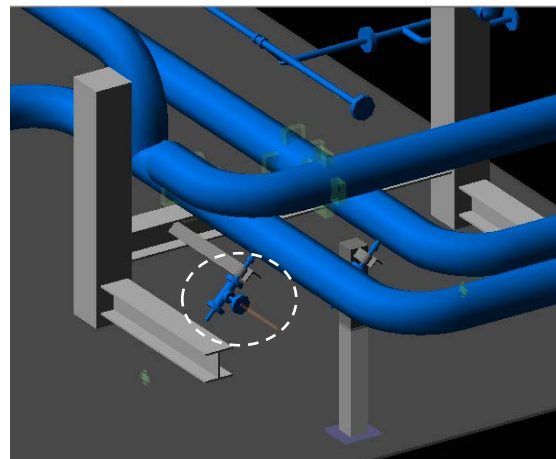
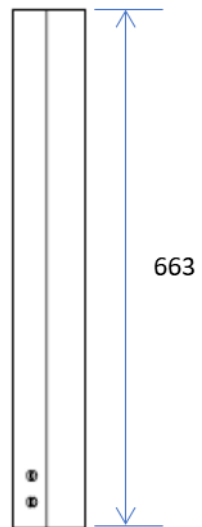
別図-2 サポートの設置位置



(単位：mm)

【サポート 1 及びサポート 2】

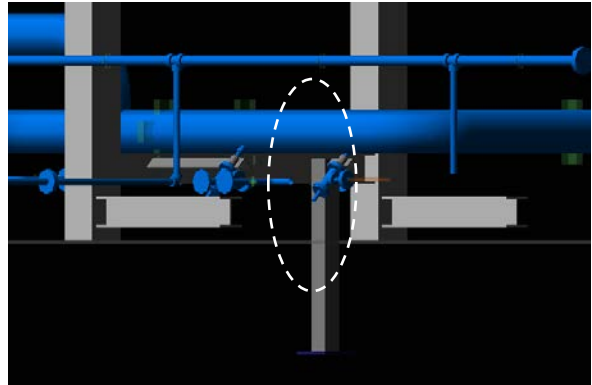
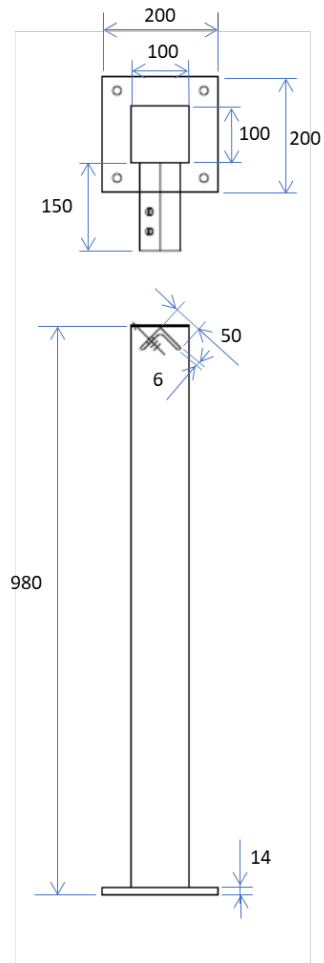
別図-3 サポートの構造図 (1/3)



(単位：mm)

【サポート 3】

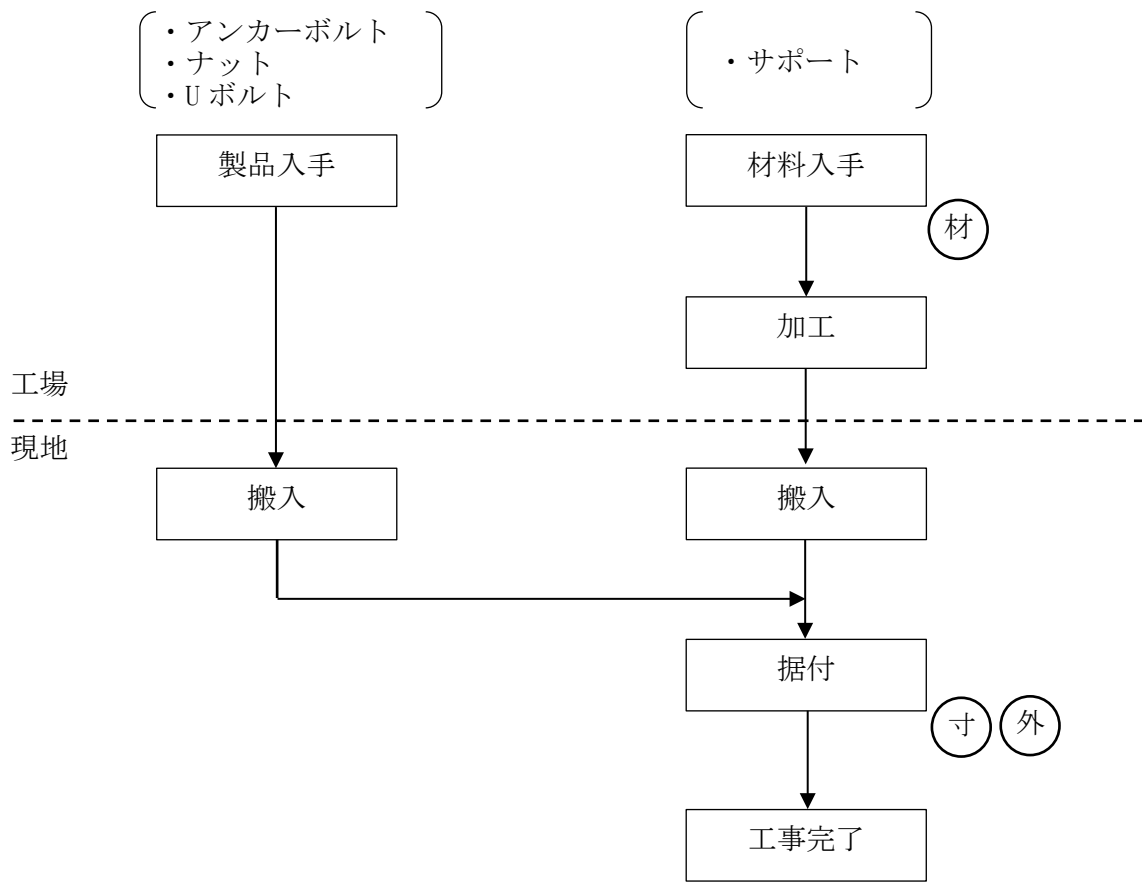
別図-3 サポートの構造図 (2/3)



(単位：mm)

【サポート4】

別図-3 サポートの構造図 (3/3)



- 材 : 材料検査
- 外 : 外観検査
- 寸 : 寸法検査

別図-4 サポート設置に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙-1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における ^{いつ} 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙-2に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十五条	重大事故等への対処に必要な なる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な 設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。

以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

2 本申請は、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対してガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う重要な安全機能が損なわれることのないよう二次冷却水配管にサポートを設置するものである。

その結果、設置するサポートで支持することにより二次冷却水配管の耐震性を確保できることを確認した。耐震計算については、添付資料に示す「耐震補強を実施する配管（KG83-616）の耐震性についての計算書」のとおりである。

したがって、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して配管及びサポートの耐震性を確保できることから、安全性が損なわれるおそれがない。

耐震補強を実施する配管（KG83-616）の
耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を構成する配管（KG83-616）について、サポート追加補強工事後において、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

配管（KG83-616）の構造強度の評価は、有限要素法（FEM）解析により行い、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材質規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材質の設計引張強さ	MPa

3. 評価部位

配管（KG83-616）の構造強度の評価部位は、本体の一次応力とする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、圧力については設計圧力、配管内部の流体については充填し、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位の応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
配管	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
配管 (KG83-616)	0.5	0.5

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル (S_s-D, S_s-1, S_s-2 の 3 波包絡。周期軸方向に±10%拡幅したもの。) を作成し、これを評価に用いた。

配管 (KG83-616) の解析用の床応答スペクトルは、配管据付階 (RF) のものを用いた。使用した解析用の床応答スペクトルを表 4-3, 図 4-1 及び図 4-2 に示す。

表 4-3 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備 (モデル No.)	水平方向	鉛直方向
配管 (KG83-616)	解析用の床応答スペクトル (RF, 減衰定数 0.5%)	解析用の床応答スペクトル (RF, 減衰定数 0.5%)

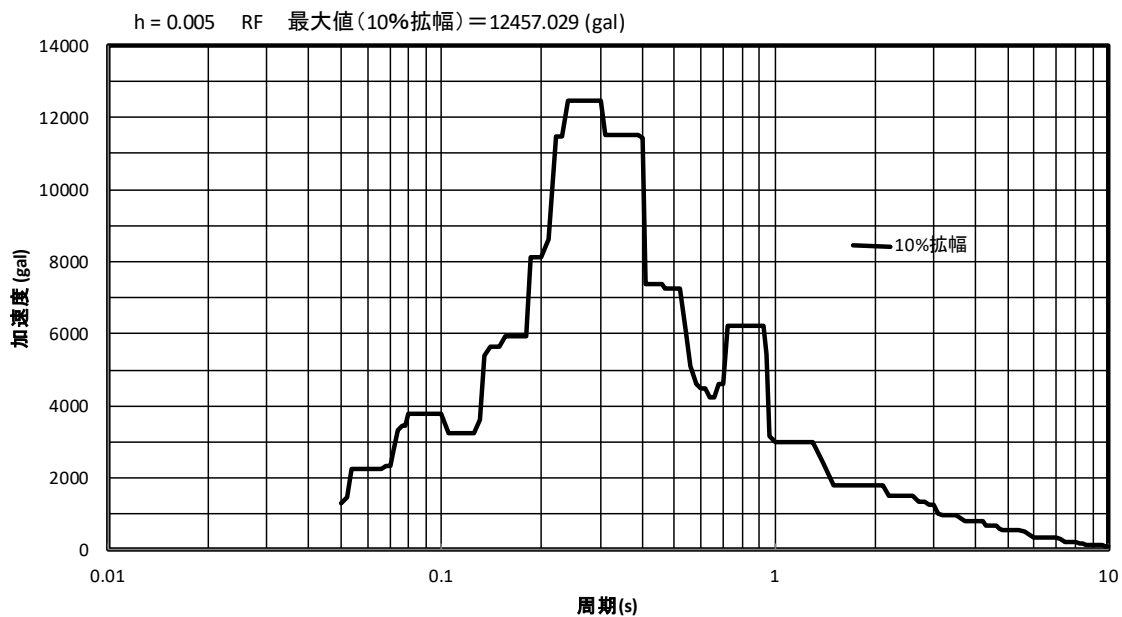


図 4-1 解析用の床応答スペクトル (水平方向, RF, 減衰定数 0.5%)

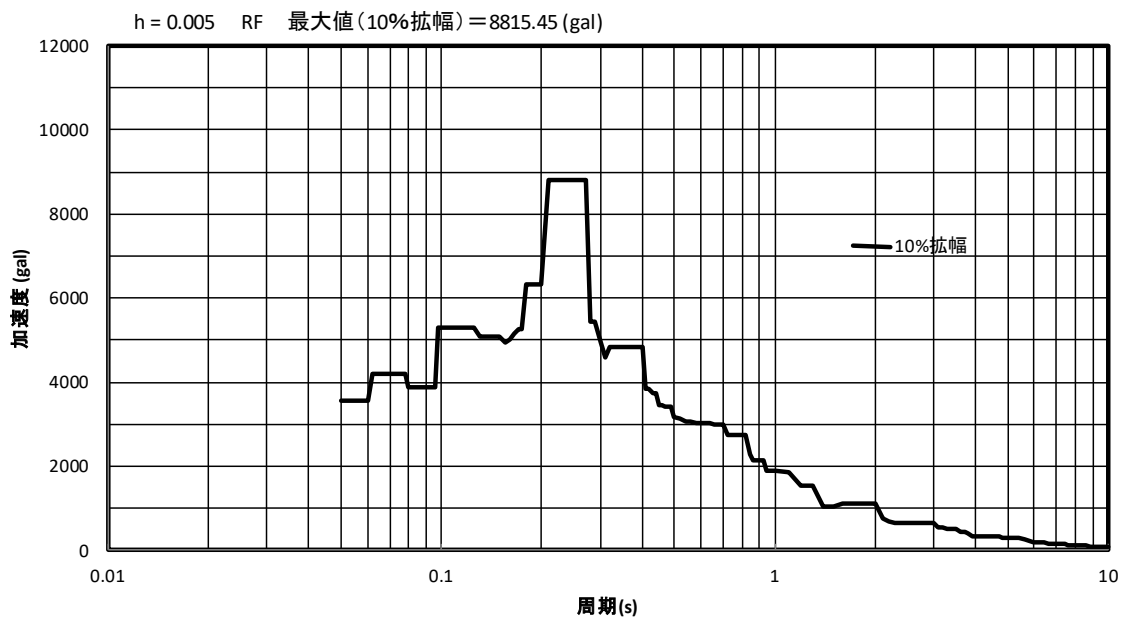


図 4-2 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, RF, 減衰定数 0.5%)

4.5 計算方法

配管 (KG83-616) の発生応力の計算方法は FEM 解析 (スペクトルモーダル法) を用いた。解析コードは FINAS^{※1} を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 日本原子力研究開発機構, 伊藤忠テクノソリューション株式会社, “FINAS 汎用非線形構造解析システム Version 21.0” .

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

配管 (KG83-616) の解析モデルを図 4-3 に示す。FEM 解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

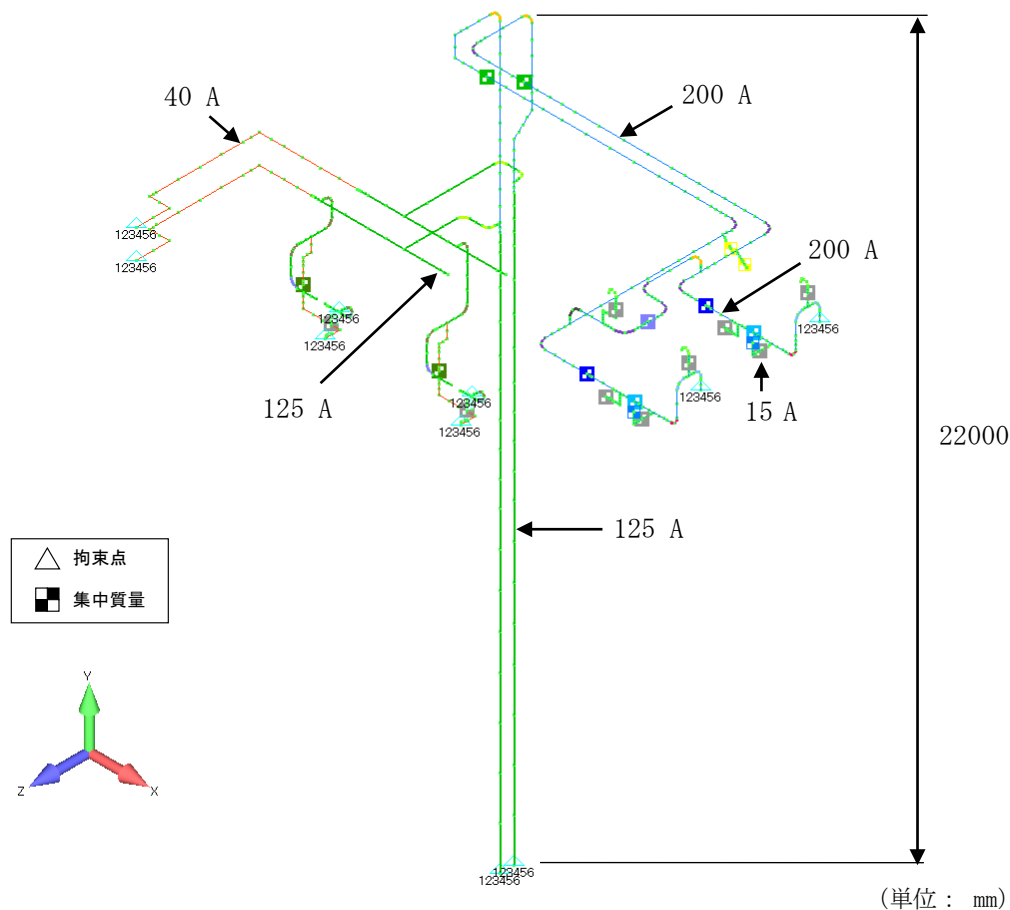


図 4-3 配管 (KG83-616) の解析モデル

4.6.2 諸元

配管（KG83-616）の主要寸法・仕様を表 4-4 に示す。

表 4-4 主要寸法・仕様

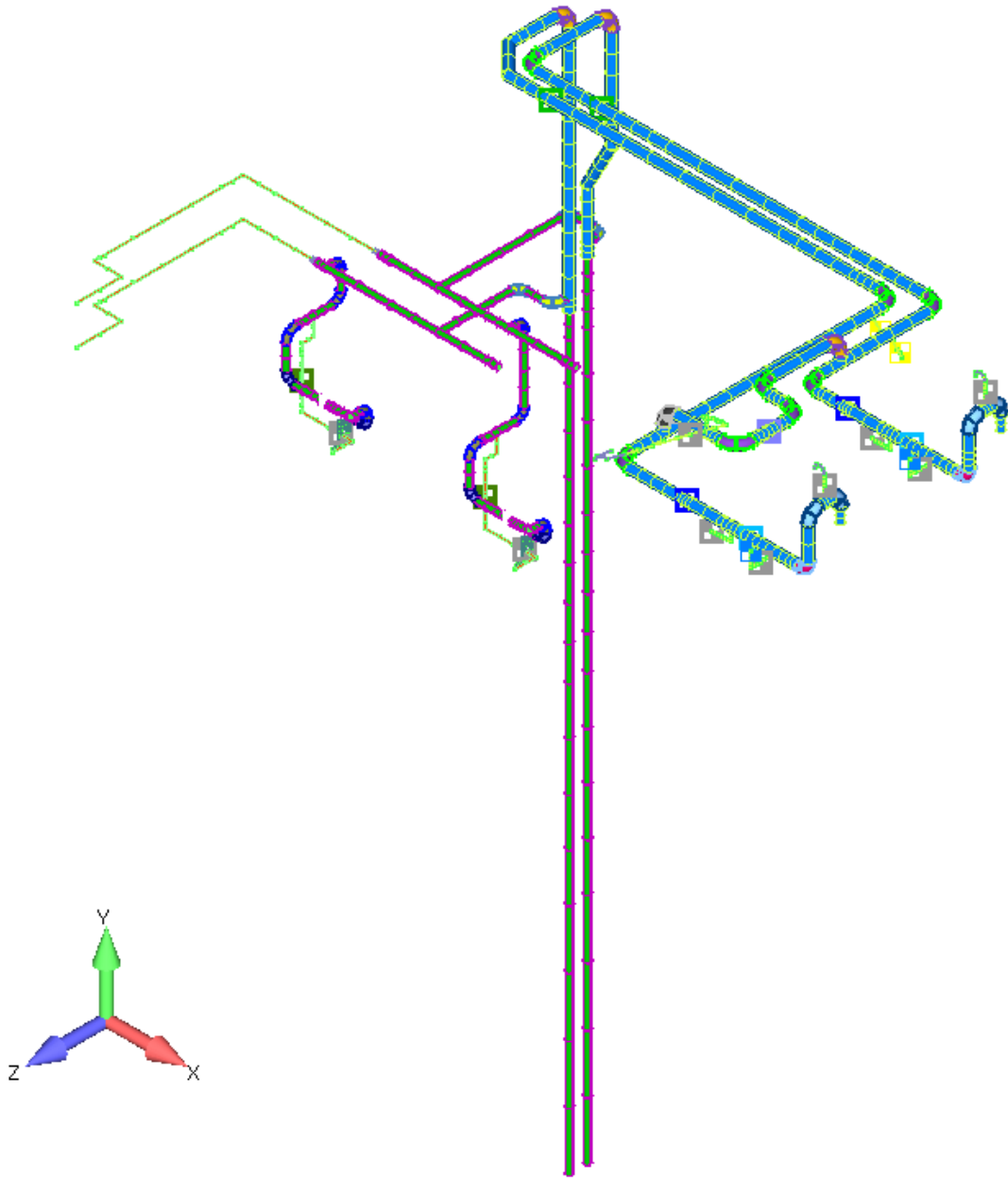
評価対象設備	項目	主要寸法・仕様
配管 (KG83-616)	安全上の機能	閉じ込め機能 崩壊熱除去機能
	機器区分	クラス 3
	流体名	水
	流体の密度	1.0 (g/cm ³)
	材質	STPG370
	保温有無	有
	温度（設計温度）	55 (°C)
	圧力（設計圧力）	0.98 (MPa)
	呼び径-Sch.	15A-Sch80 40A-Sch40 80A-Sch40 125A-Sch40 150A-Sch40 200A-Sch40

4.7 固有周期

配管（KG83-616）の固有周期及び固有モードを図 4-4 に示す。

1次モード図

固有周期：0.123 (秒)



Output Set: FNS_000001 F= 8.1366194
Deformed(27.74): Total Eigen Mode

図 4-4 配管 (KG83-616) 固有モード図 (1/3)

2次モード図

固有周期：0.121（秒）

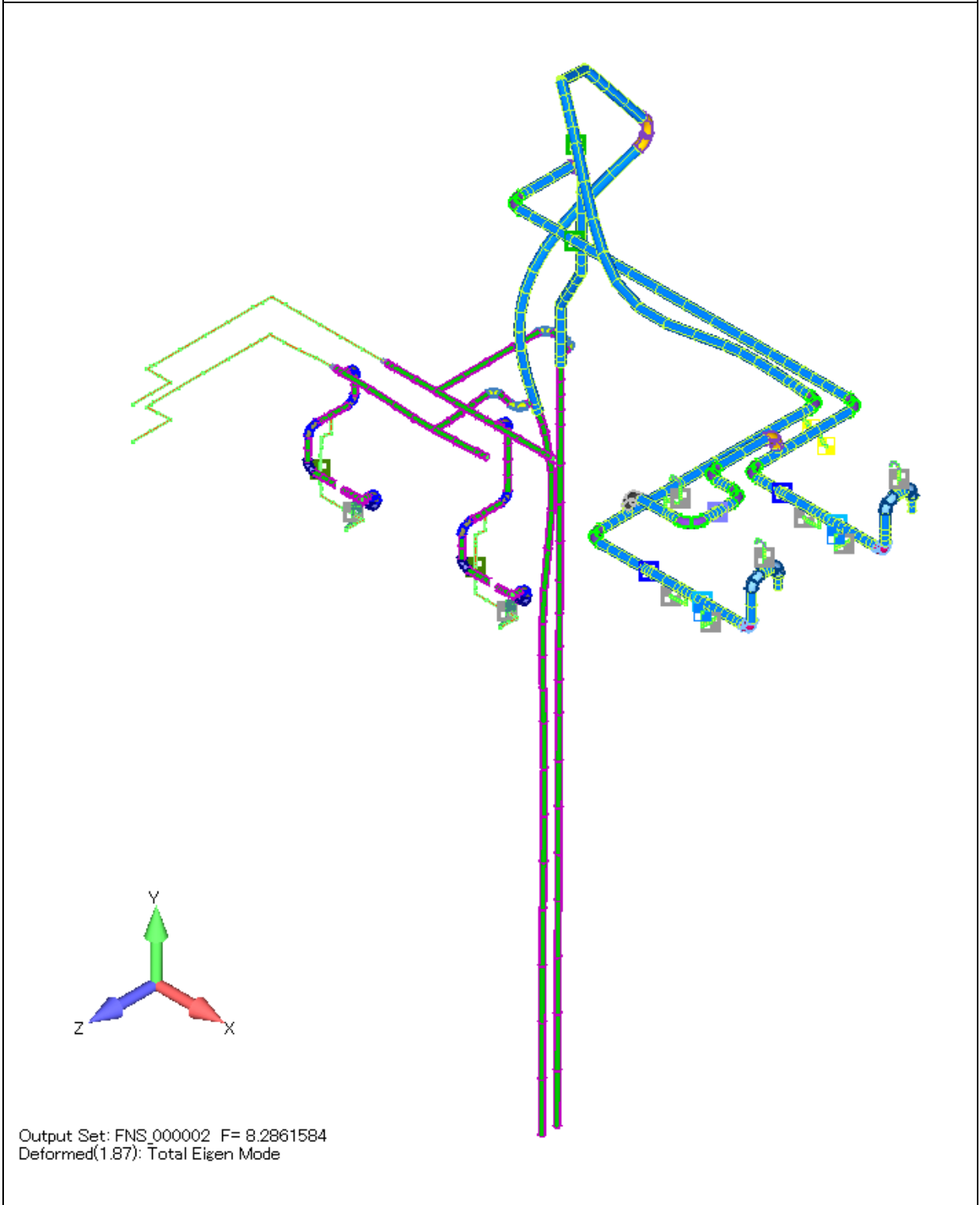
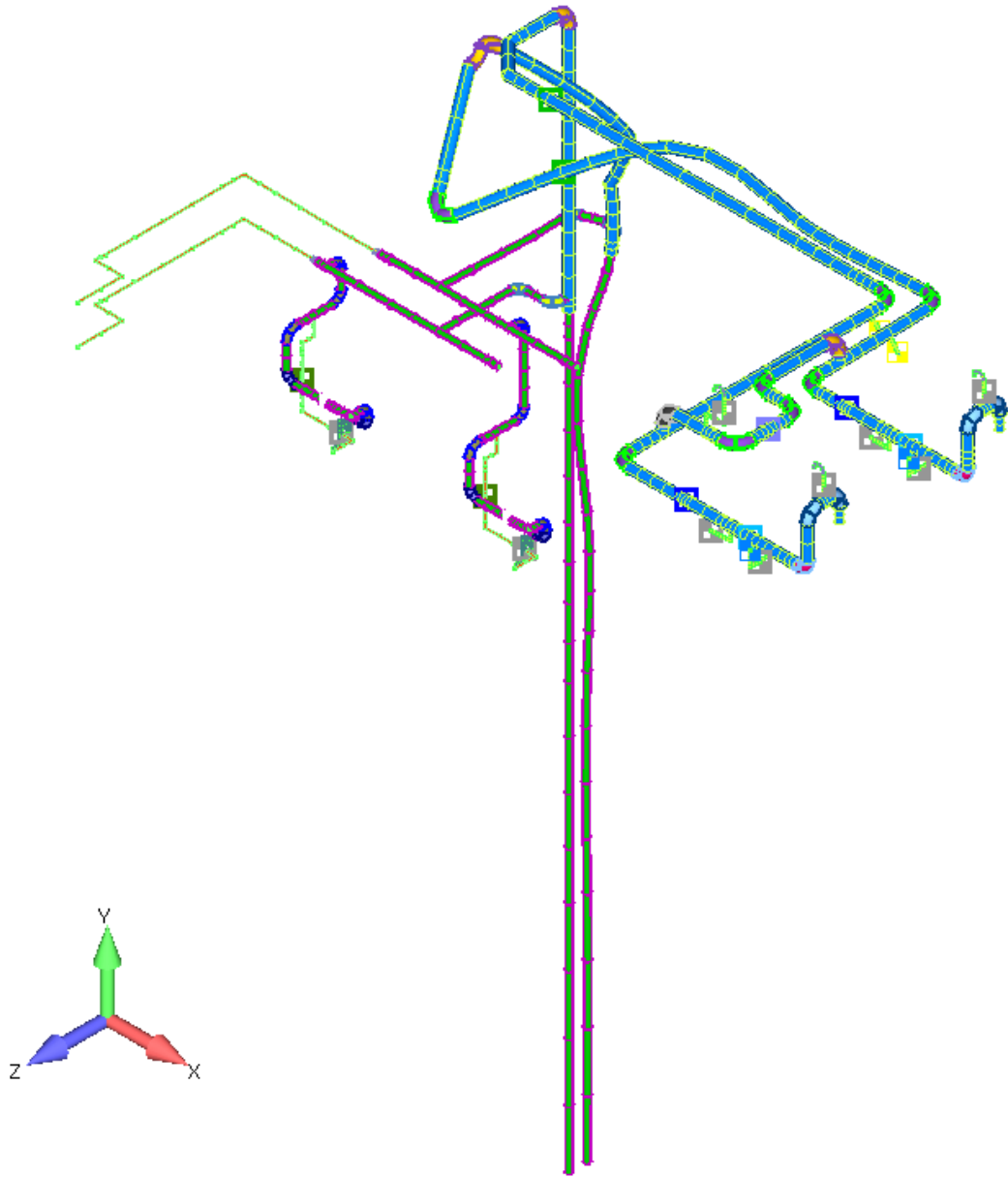


図 4-4 配管 (KG83-616) 固有モード図 (2/3)

3次モード図

固有周期：0.117（秒）



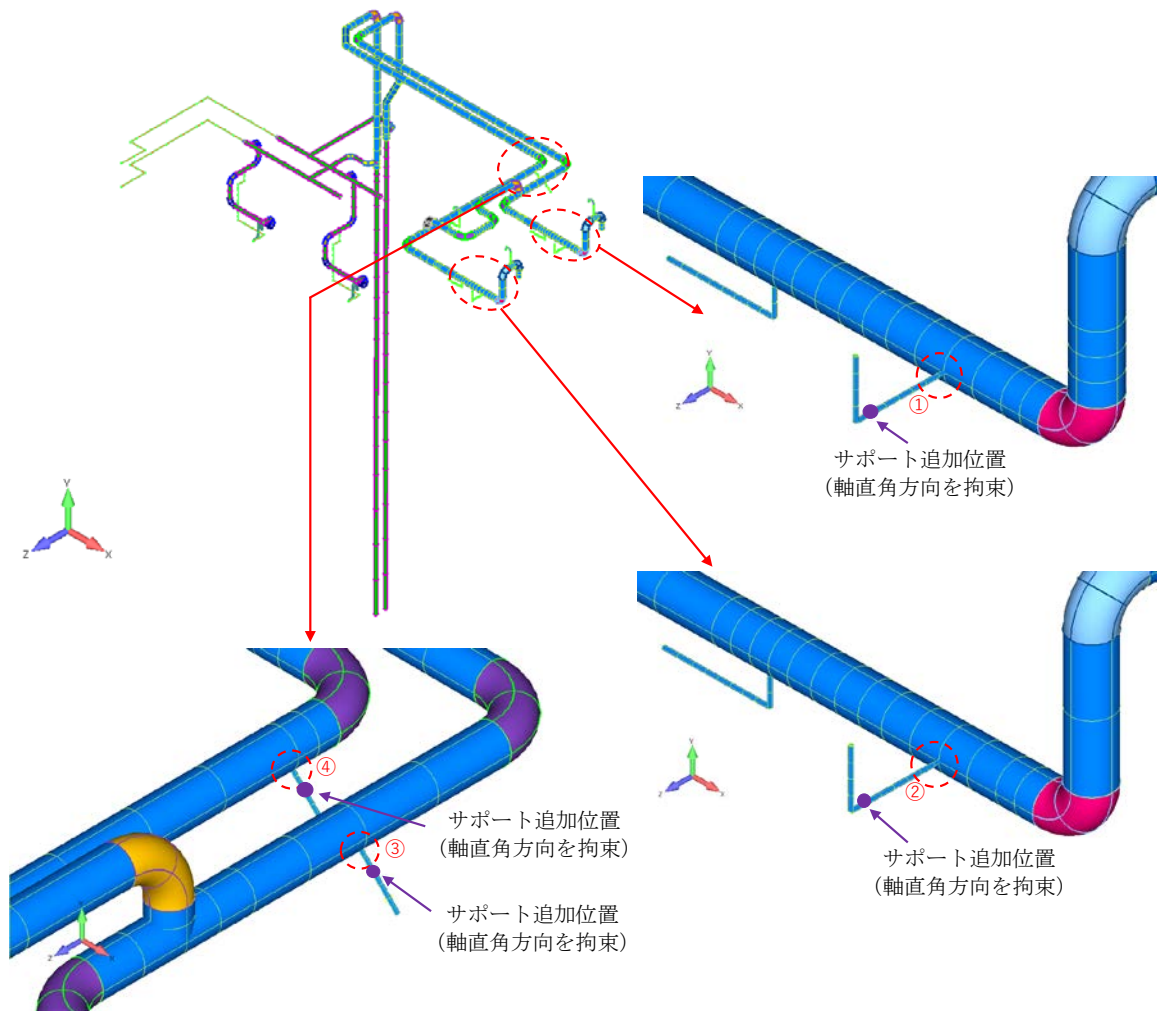
Output Set: FNS_000003 F= 8.5474673
Deformed(2.094): Total Eigen Mode

図 4-4 配管 (KG83-616) 固有モード図 (3/3)

5. 評価結果

サポート追加補強工事前後における構造強度評価結果を図 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の配管 (KG83-616) について、サポート追加補強工事後の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。



No.	サポート追加前			サポート追加後		
	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
①	721	326	2.22	208	326	0.64
②	420	326	1.29	59	326	0.19
③	426	326	1.31	145	326	0.45
④	334	326	1.03	158	326	0.49

※1 応力比は、発生応力/許容応力を示す。

図 5-1 配管 (KG83-616) の構造強度評価結果

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟屋上の二次冷却水配管にサポートを設置するものであり、これら二次冷却水配管の健全性及び能力を確認するための検査又は試験に影響を与えないため、問題はない。

3 サポートは、保守及び修理が可能である。本申請は、サポートを設置するものであり、これらの機能を維持するための適切な保守及び修理に影響を与えないため、問題はない。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第5条第6項において読み替えて準用する同法第4条第1項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成16年法律第155号）附則第18条第1項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和2年4月22日付け令02原機（再）007により届出を行っているところによる。

(別冊 1－29)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟
の耐津波補強工事)

建物（その２３）ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	7
6. 工事の工程	11

別 図 一 覧

- 別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲
- 別図-2 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 1階平面図
- 別図-3 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 北側立面図
- 別図-4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 西側立面図
- 別図-5 コンクリート増打ち部(H通り)配筋詳細図 (1)
- 別図-6 コンクリート増打ち部(H通り)配筋詳細図 (2)
- 別図-7 鉄骨梁補強(1通り)詳細図
- 別図-8 建家外壁のコンクリート増打ち補強工事フロー図
- 別図-9 壁の鉄骨梁補強工事フロー図

表 一 覧

- 表-1 設計条件
- 表-2 設計仕様
- 表-3 鋼材等の種類
- 表-4 鉄筋の継手の長さ
- 表-5 アンカー筋の定着長さ
- 表-6 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ
- 表-7 型枠の寸法許容差
- 表-8 コンクリートの材料表
- 表-9 構造体強度補正值と適用期間
- 表-10 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の耐津波補強工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の耐津波補強工事に係る廃止措置計画変更認可の申請は、昭和 63 年 6 月 16 日に認可（63 安（核規）第 343 号）を受けた「建物（その 2 3）ガラス固化技術開発施設」について、再処理施設の技術基準に関する規則に基づき実施するものである。

今回、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の耐津波性向上のため、建家外壁のコンクリート増打ち補強及び壁の鉄骨梁補強を行う。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

- 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）
- 「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）
- 「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）
- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）
- 「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号）
- 「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）
- 「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）
- 「2020年版建築物の構造関係技術基準解説書」（建築行政情報センター）
- 「建築物の構造規定」（日本建築センター）
- 「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」（国土交通省）
- 「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料）」
- 「公共建築工事標準仕様書」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）
- 「公共建築改修工事標準仕様書」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）
- 「建築工事監理指針」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）
- 「建築改修工事監理指針」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）
- 「建築工事標準仕様書・同解説（JASS）」（日本建築学会）
- 「日本産業規格（JIS）」
- 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会）
- 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会）
- 「鋼構造許容応力度設計規準」（日本建築学会）
- 「建築物荷重指針・同解説」（日本建築学会）
- 「道路橋示方書・同解説 I 共通編、V耐震設計編」（日本道路協会）

3. 設計の基本方針

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の耐津波性向上のため、
建家外壁のコンクリート増打ち補強及び壁の鉄骨梁補強を行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

表-1 設計条件

名 称	ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟
耐震重要度分類	セル Sクラス (旧 A類) 建家 Bクラス (旧 B類)
構 造	鉄骨鉄筋コンクリート造

(2) 仕様

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の耐津波性向上のため、以下の施工を行う。

表-2 設計仕様

項 目	仕 様	
建家外壁の コンクリート 増打ち補強	鉄筋・アンカー筋 : SD295 (JIS G 3112) : SD345 (JIS G 3112)	別図-5 別図-6
	あと施工アンカー : 接着系・カプセル型 (JCAA 認証品)	
	コンクリート : 普通コンクリート 設計基準強度 24 N/mm ² (JASS 5N)	
壁の鉄骨梁 補強	鉄骨部材 : SS400 (JIS G 3101)	別図-7
	アンカーボルト : SS400 (JIS G 3101)	
	あと施工アンカー : 接着系・カプセル型 (JCAA 認証品)	

表-3 鋼材等の種類

部材	材 料	備 考
鉄骨部材	SS400	JIS G 3101
鉄筋	SD295 (D16)	JIS G 3112
アンカー筋	SD295 (D16), SD345 (D19)	JIS G 3112
アンカーボルト	SS400 (M20)	JIS G 3101
あと施工アンカー (接着系・カプセル型)	D16, D19, M20 用	JCAA 認証品

表-4 鉄筋の継手の長さ

鉄筋の種類	継手の長さ		備考
SD295	重ね継手	35d 又は 25d フック付き	JASS 5N

表-5 アンカー筋の定着長さ

鉄筋の種類	定着長さ	備考
SD295, SD345	20da ナット付き	建築改修工事監理指針

表-6 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

部位			かぶり厚さ (mm)	備考
土に接しない部分	耐力壁	屋内	40	JASS 5N

表-7 型枠の寸法許容差

項目	許容差 (mm)	備考
壁の断面寸法	-5 +15	JASS 5N

表-8 コンクリートの材料表

普通コンクリート		備考
設計基準強度 (N/mm ²)	品質基準強度 (N/mm ²)	
24	24	JASS 5N

表-9 構造体強度補正值と適用期間

(強度管理材齢 28 日)

適用期間	構造体強度補正值 (N/mm ²)
3 月 7 日～ 7 月 9 日	3
7 月 10 日～ 8 月 30 日	6
8 月 31 日～11 月 16 日	3
11 月 17 日～ 3 月 6 日	6

茨城県北部生コンクリート協同組合の通達による。

5. 工事の方法

(1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-8 及び別図-9 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、判定基準を以下に示す。

1-1. 建家外壁のコンクリート増打ち補強

①材料検査

方法：イ. 鉄筋及びアンカー筋の材料を材料証明書等により確認する。

ロ. あと施工アンカー（接着系・カプセル型）の材料が認証品であることを確認する。

判定：イ. 鉄筋及びアンカー筋が表-3 に示す材料であること。

ロ. あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-3 に示す材料であること。

②構造検査1（配筋検査）

方法：イ. 鉄筋及びアンカー筋の径（呼び径）を目視により確認する。

ロ. 鉄筋及びアンカー筋の本数又は間隔を目視又は測定により確認する。

ハ. アンカー筋の埋込み長さ及び定着長さが確保されていることを目視又は測定により確認する。

ニ. 鉄筋の継手長さを治具等により確認する。

ホ. 鉄筋と型枠とのかぶり厚さを治具等により確認する。

判定：イ. 鉄筋及びアンカー筋が別図-5 及び別図-6 に示す径（呼び径）であること。

ロ. 鉄筋及びアンカー筋が別図-5 及び別図-6 に示す本数又は間隔であること。

ハ. アンカー筋の埋込み長さが別図-5 及び別図-6、定着長さが表-5 に示す長さを確保していること。

ニ. 鉄筋の継手長さが表-4 に示した値以上であること。

ホ. 鉄筋と型枠とのかぶり厚さが表-6 に示す値以上であること。

③構造検査 2 (型枠検査)

方法：型枠の寸法を測定により確認する。

判定：型枠が表-7 に示す寸法許容差の範囲内であること。

④強度検査 (コンクリートの強度試験)

方法：コンクリートの強度を圧縮強度試験 (JIS A 1108) により確認する。

判定：普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-8 に示す品質基準強度に表-9 に示す構造体強度補正値を加えた値以上であり、かつ個々の値が表-8 に示す品質基準強度に表-9 に示す構造体強度補正値を加えた値の 85%以上であること。

⑤外観検査 1 (外観検査)

方法：壁の増打ちの表面を目視により確認する。

判定：壁の増打ちの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

⑥外観検査 2 (配置検査)

方法：壁の増打ちの配置を目視により確認する。

判定：壁の増打ちの配置が別図-5 及び別図-6 に示す位置に配置されていること。

1-2. 壁の鉄骨梁補強

① 材料検査

方法：イ. 鉄骨部材の材料、断面寸法を材料証明書等により確認する。

ロ. アンカーボルトの材料、径 (呼び径) を材料証明書等により確認する。

ハ. あと施工アンカー (接着系・カプセル型) の材料が認証品であることを確認する。

判定：イ. 鉄骨部材が表-3 に示す材料及び別図-7 に示す断面寸法であること。

ロ. アンカーボルトが表-3 に示す材料及び別図-7 に示す径 (呼び径) であること。

ハ. あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-3 に示す材料であること。

② 構造検査

方法：アンカーボルトの埋込み長さが確保されていることを目視又は測定により確認する。

判定：アンカーボルトの埋込み長さが別図-7 に示す埋込み長さを確保していること。

③ 外観検査 1（外観検査）

方法：鉄骨部材の表面を目視により確認する。

判定：鉄骨部材の表面に有害な傷などの異常がないこと。

④ 外観検査 2（配置検査）

方法：鉄骨部材の配置を目視により確認する。

判定：鉄骨部材が別図-7 に示す位置に配置されていること。

⑤ 外観検査 3（据付検査）

方法：アンカーボルトの据付状態を目視により確認する。

判定：アンカーボルトが別図-7 に示す本数であり、据付状態に異常がないこと。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事の場所は非管理区域であり、周辺に放射性物質を内包した配管等がないことから、汚染に対する考慮は不要であるが、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋、防塵マスク等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防

止する。

- ⑤ 本工事に係る重量物の運搬については、運搬台車等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑥ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。
- ⑦ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑧ 本工事においては、アンカー筋及びアンカーボルト取付けの位置は、既設配筋状態を確認し、干渉しないよう施工すること。

6. 工事の工程

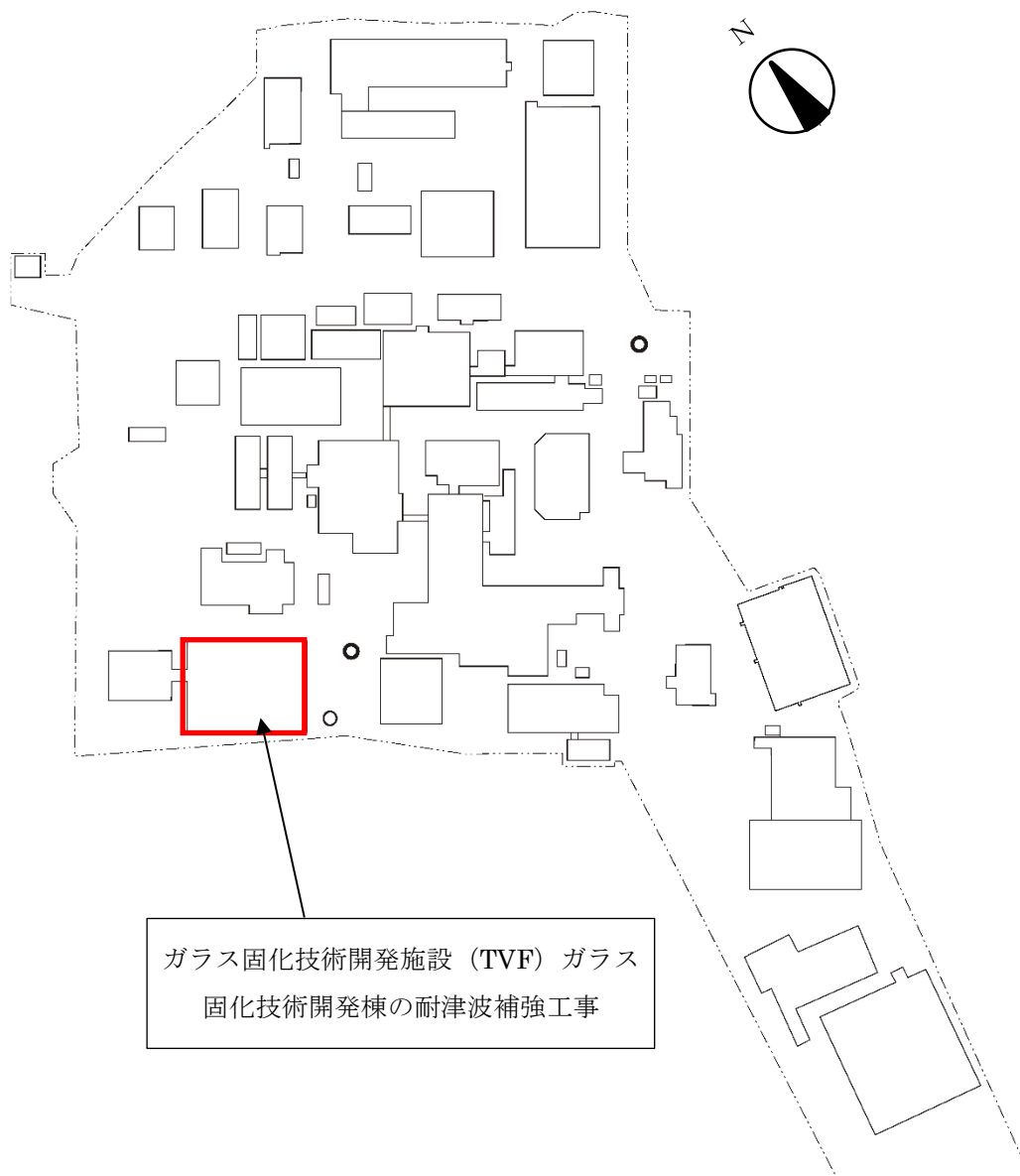
本申請に係る工事の工程を表-10 に示す。

表-10 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の耐津波補強工事工程表

	令和3年度							備 考
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
耐津波補 強工事	工事※							

※工事工程は他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

(別図)



ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス
固化技術開発棟の耐津波補強工事

別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲



別図-2 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 1階平面図



別図-3 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 北側立面図



別図-4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 西側立面図



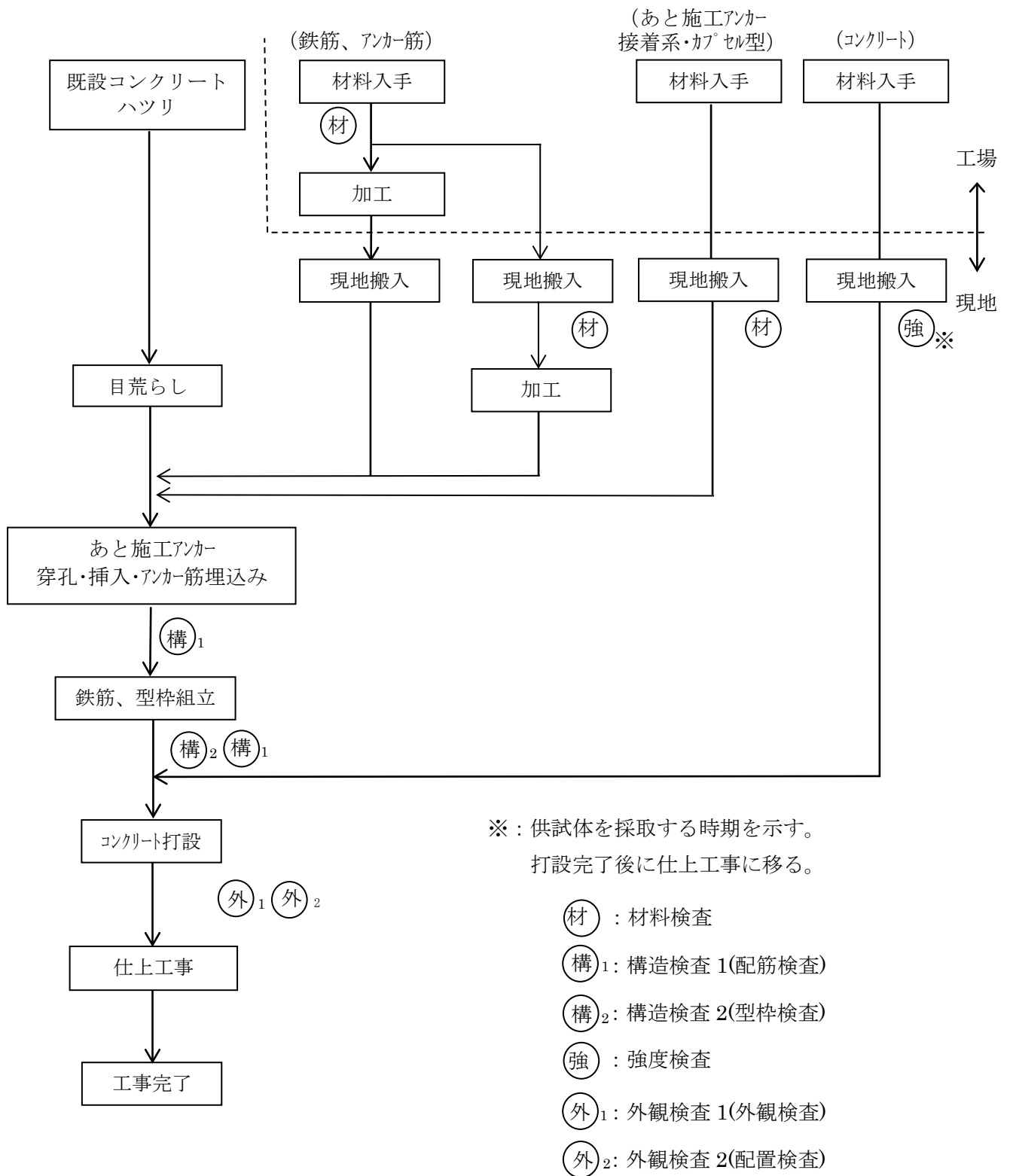
別図-5 コンクリート増打ち部(H通り)配筋詳細図 (1)



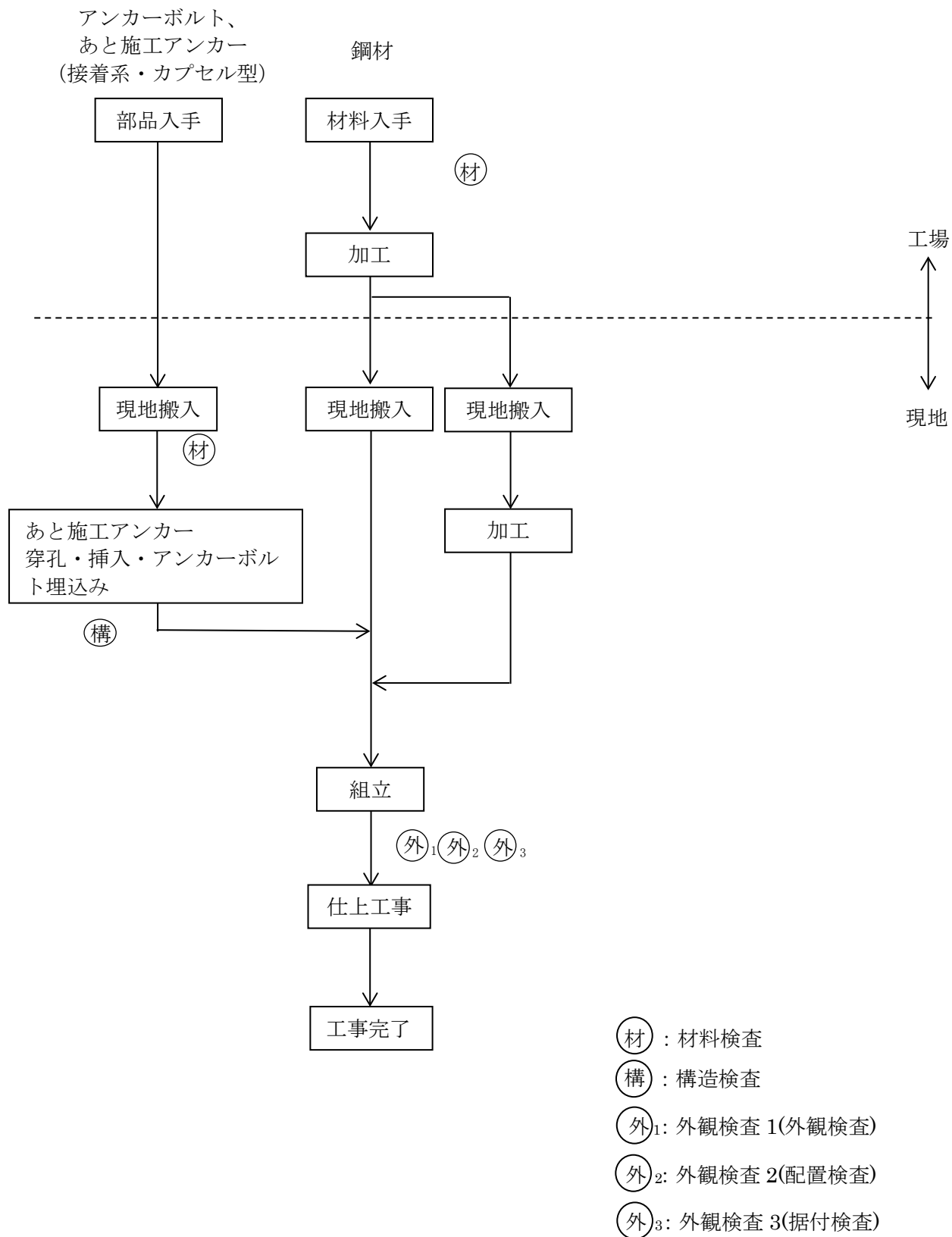
別図-6 コンクリート増打ち部(H通り)配筋詳細図 (2)



別図-7 鉄骨梁補強(1通り)詳細図



別図-8 建家外壁のコンクリート増打ち補強工事フロー図



別図-9 壁の鉄骨梁補強工事フロー図

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	有	—	別紙-1に示すとおり
第八条	外部からの衝撃による損傷防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における ^{いつ} 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	無	—	—
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二条	安全保護回路	無	—	—
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第七条（津波による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、基準津波（事業指定基準規則第八条に規定する基準津波をいう。第三十四条において同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

本申請は、廃止措置計画用設計津波に対して、津波防護施設であるガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の建家外壁が地震後の遡上波による浸水に伴う津波荷重及び余震、津波漂流物の衝突に対し、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟建家の一部壁を鉄筋コンクリートの増打ちあるいは鉄筋梁補強により補強することにより必要な強度を確保することから、安全性が損なわれるおそれはない。補強後の建家の一部壁の強度評価を添付資料「ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の外壁補強後の強度評価計算書」に示す。

添付資料

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の
外壁補強後の強度評価計算書

1. 概要

令和2年9月25日付け原規規発第2009252号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の「別添6-1-3-3 Ⅲ-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価」において、発生応力が部材耐力に対して余裕を確保できない部位 [REDACTED] 及び発生応力が部材耐力を超える部位 [REDACTED] [REDACTED] について、補強後の健全性評価を行うものである。評価対象とする外壁を図1-1に示す。



図 1-1 評価対象とする外壁

2. 一般事項

2.1 構造概要

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟は、
の鉄骨鉄筋コンクリート造の建家である。基礎は、べた基礎とし、基礎地盤である久米層（砂質泥岩）に設置されている。

補強は許容限界を超える結果となった、1階北面及び西面の外壁（図 2-1-1）に対して、コンクリートの増打ち補強及び鉄骨梁補強を行う。



図 2-1-1 評価対象とする外壁

2.2 評価方針

令和2年7月10日付け原規規発第2007104号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-2「I ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (以下「TVF 開発棟」という。) の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき、建家外壁が止水性を損なわないことを確認する。評価項目を表2-2-1に示す。

表 2-2-1 評価項目

評価方針	評価項目	評価方法	許容限界
止水性を損なわないこと	部材の健全性 (建家外壁)	発生応力(曲げモーメント,せん断)が許容限界以下であることを確認	短期 許容応力

2.3 適用基準

耐津波の強度評価において、適用する基準等を以下に示す。

- (1) 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針(2011年11月17日「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について(技術的助言)」(国住指第2570号)の別添)
- (2) 津波避難ビル等の構造上の要件の解説(国総研資料 第673号,平成24年)
- (3) 建築基準法・同施行令
- (4) 2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書(建築行政情報センター・日本建築防災協会編集,2020年)
- (5) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会,2018年)
- (6) 鋼構造許容応力度設計規準(日本建築学会,2019年)
- (7) 建築物荷重指針・同解説(日本建築学会,2015年)
- (8) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, V 耐震設計編(日本道路協会,2017年)
- (9) あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針(国土交通省,平成18年)

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

耐津波の強度評価の計算に用いる記号を表 3-1-1 に示す。

表 3-1-1 耐津波の強度評価計算に用いる記号 (1/2)

記号	定義
h	波力算定用津波高さ : G.L. +4.65 m (T.P. +12.3 m)
h'	浮力算定用津波高さ : G.L. +4.55 m (T.P. +12.2 m)
α	水深係数
α_{SR}	最大応答水平加速度
P	漂流物衝突荷重
W_1	漂流物重量
V_1	流速
Ma	短期許容曲げモーメント
a_t	既存断面の引張鉄筋断面積
f_t	引張鉄筋の短期許容引張応力度
j	応力中心間距離 (7/8d)
d	部材の有効せい
T	鉄筋コンクリート外壁の壁厚
d_t	引張縁から引張鉄筋重心までの距離
Q_{AS}	短期許容せん断力
b	壁幅
$c f_s$	コンクリートの短期許容せん断応力度
$w f_t$	せん断補強筋の短期許容引張応力度
p_w	せん断補強筋比
α'	せん断スパン比 $M/(Q \cdot d)$ による割増係数
M	曲げモーメント
Q	せん断力
f_b	鋼材の短期許容曲げ応力度
Z	鋼材の断面係数
$s f_s$	鋼材の短期許容せん断応力度
A_s	鋼材のせん断断面積

表 3-1-1 耐津波の強度評価計算に用いる記号 (2/2)

記号	定義
l	スパン
Me'	余震による曲げモーメント
Qe'	余震によるせん断力
ρ	鉄筋コンクリートの単位体積重量
Mp	漂流物衝突荷重による曲げモーメント
Qp	漂流物衝突荷重によるせん断力
M_W	水圧(静水圧+動水圧)による曲げモーメント
Q_W	水圧(静水圧+動水圧)によるせん断力
M_R	波力による曲げモーメント
Q_R	波力によるせん断力
ρ_o	海水の単位体積重量
k_h	水平震度
h_T	水深係数 (α) × 波力算定用津波高さ (h)

3.2 荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷重

① 津波による波力 (P_R)

津波による波力については、TVF 開発棟の地表面から波力算定用津波高さ h^{*1} までの高さを考慮して算定する。算定に当たっては、静水圧及び動水圧の影響として水深係数 $\alpha=3.0^{*2}$ を考慮する。

② 津波浸水時の浮力 (P_Q)

津波浸水時の浮力については、TVF 開発棟における基礎底面から浮力算定用津波高さ h^{*1} までの高さを考慮して算定する。

③ 津波浸水時の水圧 (P_W, P_W')

津波浸水時の水圧については、TVF 開発棟における地表面から浮力算定用津波高さ h^{*1} までの高さによる静水圧 (P_W) 及び動水圧(余震時) (P_W') を考慮する。

④ 余震による荷重 (P_E)

余震による荷重として、廃止措置計画変更認可申請書(令和2年9月25日付け原規規発第2009252号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-3「II 余震による地震応答解析」の応答値(加速度, せん断力, 転倒モーメント及び最大応答軸力)による慣性力を考慮する。

⑤ 漂流物衝突荷重 (P_P)

津波漂流物防護柵をすり抜ける可能性がある漂流物として、防砂林(0.55tの流木)^{*3}を想定する。流木は、津波漂流物防護柵への衝突等によりエネルギーを失った後に、TVF 開発棟の建家外壁等に到達すると考えられる。このため、流木等が河川の橋脚に衝突する状況を想定した衝突力を評価する「道路橋示方書・同解説 I 共通編, V 耐震設計編」(以下「道路橋示方書」という。)の算定式に基づく荷重を考慮する。

⑥ 風荷重

風荷重については、「建築基準法・同施行令」(昭和25年政令第338号)の規定に基づき組合せを考慮しない。

⑦ 積雪荷重

積雪荷重については、「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年政令第 338 号）の規定に基づき特定行政庁が指定する区域に該当しないため考慮しない。

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せは、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考として、津波到達後、建家の周囲が浸水することから、浸水時の余震による荷重及び水圧の同時作用を考慮する。上記に加えて、津波到達時に生じる津波による波力と余震による荷重及び津波による波力と漂流物衝突荷重の同時作用を考慮する。

表 3-2-1 に荷重の組合せ、表 3-2-2 に荷重算定条件を示す。

① ケース 1（余震+水圧， $P_E + P_W + P_W'$ ）

津波到達後、TVF 開発棟の周囲が浸水した状況において、余震が発生することを想定する。外力として津波浸水時の静水圧，動水圧 (P_W')（余震時）及び余震による慣性力を同時に作用させる。

② ケース 2（波力+余震， $P_R + P_E$ ）

津波到達時に、余震が発生することを想定する。外力として津波による波力と余震による慣性力を同時に作用させる。

③ ケース 3（波力+漂流物衝突荷重， $P_R + P_P$ ）

津波到達時に、漂流物が衝突することを想定する。外力として津波による波力と漂流物衝突荷重を同時に作用させる。

表 3-2-1 荷重の組合せ

荷重の組合せ	
<p>ケース 1 (余震+水圧, $P_E + P_w + P_w'$)</p> <p>津波到達後, 建家周囲が浸水した状況において, 余震が発生することを想定する。</p>	
<p>ケース 2 (波力+余震, $P_R + P_E$)</p> <p>津波到達時, 余震が発生することを想定する。</p>	
<p>ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重, $P_R + P_p$)</p> <p>津波到達時, 漂流物が衝突することを想定する。</p>	

表 3-2-2 荷重算定条件

荷重の組合せ	荷重算定条件
ケース 1 (余震+水圧, $P_E + P_w + P_w'$)	○余震 (Sd-D) 水平加速度 (α_{SR}) : 5.0 m/s ² ※4 ○水圧 浮力算定用津波高さ : T.P. +12.2 m※1 水平震度 (k_h) : 0.5※4
ケース 2 (波力+余震, $P_R + P_E$)	○波力 波力算定用津波高さ : T.P. +12.3 m※1 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m ³ ○余震 (Sd-D) 水平加速度 (α_{SR}) : 5.0 m/s ² ※4
ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重, $P_R + P_P$)	○波力 波力算定用津波高さ : T.P. +12.3 m※1 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m ³ ○漂流物 代表漂流物 : 0.55 t の流木※3 算定式 : 道路橋示方書 $P = 0.1 \times W_1 \times V_1 = 2.8 \text{ kN}$ W_1 : 流送物の重量 (漂流物重量) 5.4 kN V_1 : 表面流速 5.2 m/s※1

- ※1 廃止措置計画変更認可申請書（令和2年7月10日付け原規規発第2007104号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-1「Ⅲ 入力津波の設定」
浮力算定用津波高さ：入力津波の最高水位
波力算定用津波高さ：進行波による津波高さ
- ※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料第673号，平成24年）
- ※3 船舶や車両等の大型の漂流物に対しては，津波漂流物防護柵の設置等の対策により捕捉し，建家外壁への到達を防止する。流木や瓦礫等の比較的小型の漂流物は，建家外壁に到達することを考慮する。令和2年7月10日付け原規規発第2007104号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-1「Ⅴ 漂流可能性のある漂流物の選定 3.2 津波防護施設において考慮すべき代表漂流物」
- ※4 廃止措置計画変更認可申請書令和2年7月10日付け原規規発第2007104号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-2「Ⅱ 余震による地震応答解析」

3.3 許容限界

(1) 使用材料

建家外壁の許容限界は、要求機能が止水性の確保であること及び津波後の再使用性を考慮して短期許容応力とする。

使用材料を表 3-3-1, 表 3-3-2 に示す。強度評価に用いる既設の使用材料は既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」に基づき設定する。

表 3-3-1 使用材料（既設）

使用材料	短期許容応力度
コンクリート 設計基準強度： $F_c22.1 \text{ N/mm}^2$ ($F_c225 \text{ kgf/cm}^2$)	せん断 1.06 N/mm^2
鉄筋 SD30 ($F = 3000 \text{ kgf/cm}^2$) SD35 ($F = 3500 \text{ kgf/cm}^2$)	引張 295 N/mm^2 345 N/mm^2

表 3-3-2 使用材料（新設）

使用材料	短期許容応力度
コンクリート 設計基準強度： $F_c24.0 \text{ N/mm}^2$	せん断 1.09 N/mm^2 ※1
鉄筋, アンカー筋(接着系・カプセル型) SD295 SD345	引張 295 N/mm^2 345 N/mm^2
アンカーボルト(接着系・カプセル型) SS400	せん断 164 N/mm^2
鉄骨 SS400	せん断 135 N/mm^2 引張 235 N/mm^2

※1：保守性を考慮して既設と同等の短期許容応力度1.06 N/mm^2 とする。

(2) 建家外壁の短期許容応力

① 鉄筋コンクリート部

建家外壁増し打ちコンクリートによる補強部の許容限界は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づき算定する。

短期許容曲げモーメント (M_a) 及び短期許容せん断力 (Q_{AS}) の算定式を以下に示す。

$$M_a = a_t f_t j$$

M_a : 短期許容曲げモーメント

a_t : 既存断面の引張鉄筋断面積

f_t : 引張鉄筋の短期許容引張応力度

j : 応力中心間距離 (7/8d)

d : 部材の有効せい

$$d = T - d_t$$

T : 鉄筋コンクリート外壁の壁厚

d_t : 引張縁から引張鉄筋重心までの距離

$$Q_{AS} = bj \left\{ \frac{2}{3} \alpha' c f_s + 0.5 {}_w f_t (p_w - 0.002) \right\}$$

$$\text{ただし, } \alpha' = \left(\frac{4}{\frac{M}{Qd} + 1} \right) \text{ かつ } (1 \leq \alpha' \leq 2)$$

Q_{AS} : 短期許容せん断力

b : 壁幅

$c f_s$: コンクリートの短期許容せん断応力度

${}_w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度

p_w : せん断補強筋比

α' : せん断スパン比 $M/(Q \cdot d)$ による割増係数

M : 建家外壁に生じる曲げモーメント

Q : 建家外壁に生じるせん断力

② 鋼材部

建家外壁鋼材による補強部の許容限界は「鋼構造許容応力度設計規準」に基づき算定する。

短期許容曲げモーメント (M_a) 及び短期許容せん断力 (Q_{AS}) の算定式を以下に示す。

$$M_a = f_b Z$$

M_a : 短期許容曲げモーメント

f_b : 鋼材の短期許容曲げ応力度

Z : 鋼材の断面係数

$$Q_{AS} = {}_s f_s A_s$$

Q_{AS} : 短期許容せん断力

${}_s f_s$: 鋼材の短期許容せん断応力度

A_s : 鋼材のせん断断面積

3.4 評価方法

建家外周の架構を図 3-4-1 から図 3-4-2 に示すようにモデル化し、水圧、余震による慣性力及び波力を載荷して外壁に生じる応力を算定する。漂流物衝突荷重は端部を両端固定とした、応力算定式により算定する。

各荷重の組合せに対して、対象とする建家外壁に生じる応力を算定し、建家外壁の評価対象部位毎に 3.3 (2) 項に基づき、短期許容曲げモーメント (M_a) と、短期許容せん断力 (Q_{As}) を求め、検定比の高い部位を曲げモーメント図及びせん断力図に示す。

(1) FEM モデルによる応力

FEM モデルに水圧、余震による慣性力及び波力をそれぞれ作用させ、外壁に生じる応力を算定する。

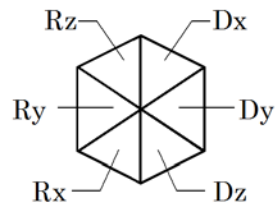
FEM モデルの解析条件について、以下に示す。

- ・建家外壁に対して面外方向にスラブ及び耐震壁が配置されている箇所は、面外方向への並進を拘束する。
- ・最下階は並進を拘束し、回転は z 軸に対する回転を拘束とする。
- ・計算コードは「midas iGen Ver.875 R1 (株式会社マイダスアイティージャパン)」を使用する。計算コードの概要を表 3-4-1 に示す。

表 3-4-1 計算コードの概要

項目	コード名
	midas iGen
対象	ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟
使用目的	静的線形応力解析
開発機関	MIDAS IT
使用したバージョン	Ver. 875 R1
コードの概要	midas iGen は、任意形状構造物について、構造解析 (静的解析, 静的増分解析, 免振・制振解析及び固有値解析等) を行うプログラムである。
使用実績	日本原子力発電株式会社 東海第二発電所で使用実績あり。

モデル図における境界条件の凡例を以下に示す。
(境界条件の凡例)



- Dx : x 軸方向並進自由度
- Dy : y 軸方向並進自由度
- Dz : z 軸方向並進自由度
- Rx : x 軸に対する回転自由度
- Ry : y 軸に対する回転自由度
- Rz : z 軸に対する回転自由度
- : Free
- : Fix

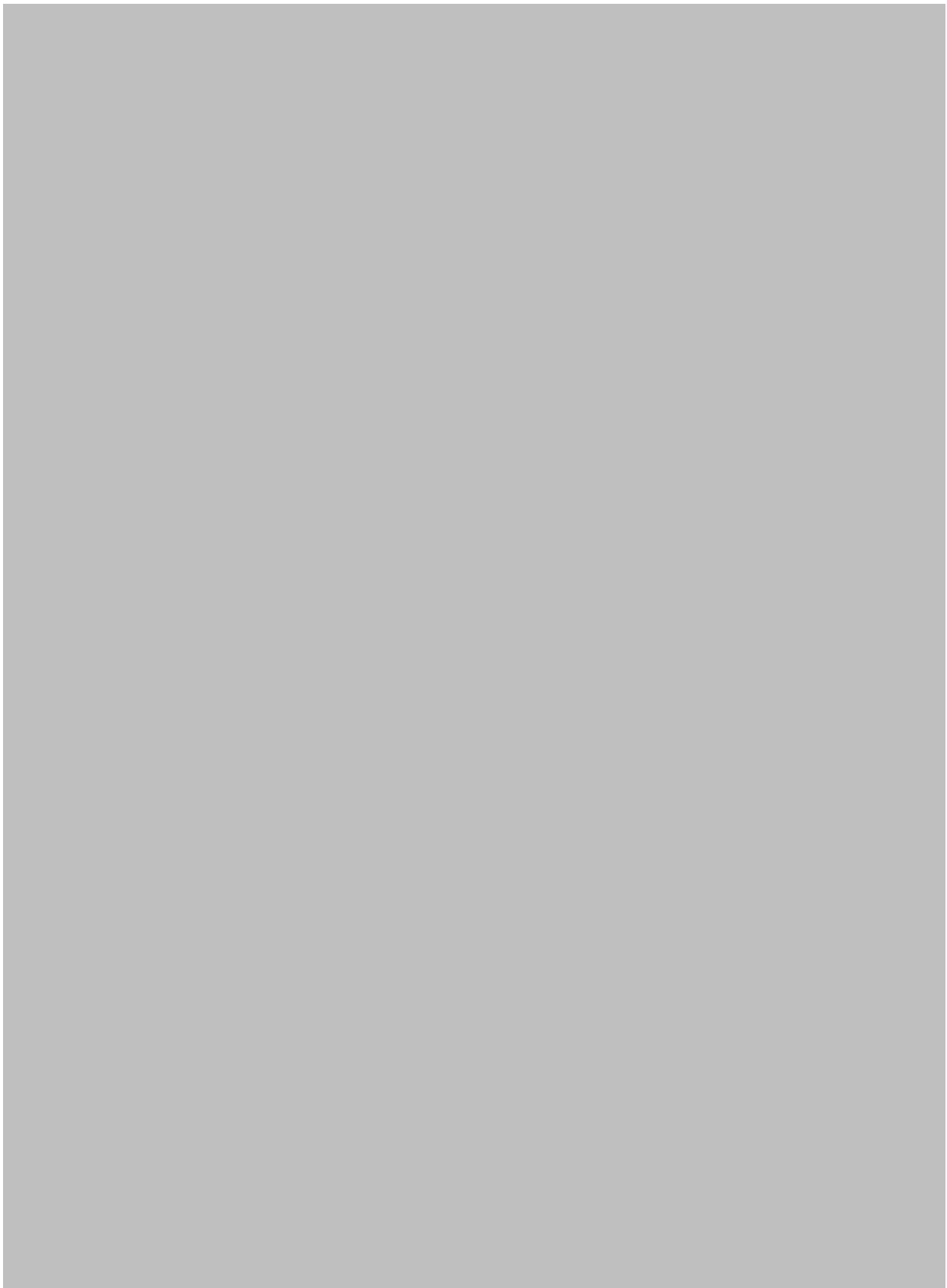


図 3-4-1 解析モデル概要図（1通り）（西面）

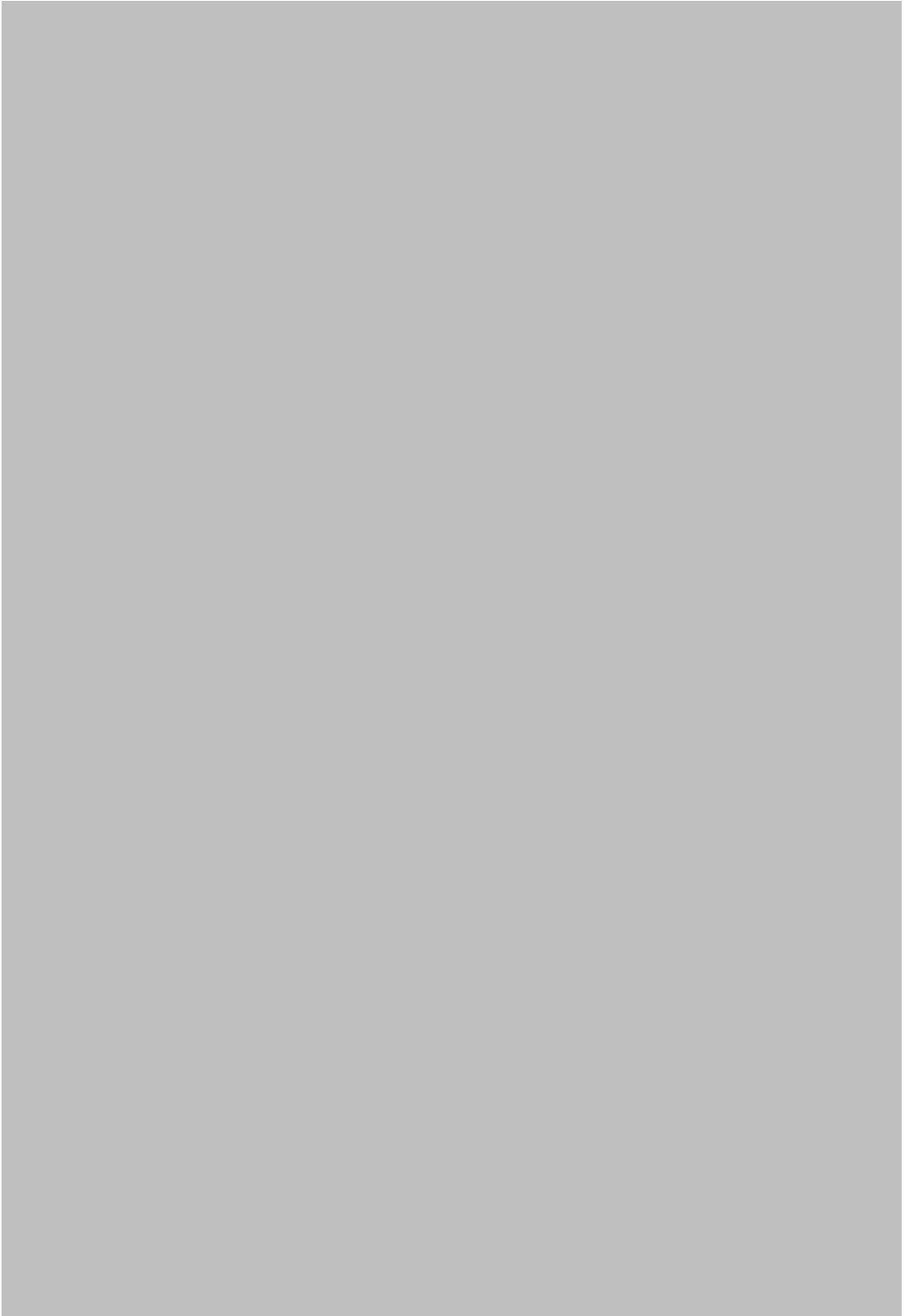


図 3-4-2 解析モデル概要図 (H通り) (北面)

(2) 漂流物の衝突による応力

漂流物衝突荷重の作用位置は、検討内容に応じて保守的となるように設定する。

図 3-4-3 に漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方を示す。

漂流物衝突荷重は、部材端部の曲げ検討時には部材端部から $1/3$ の位置に、部材中央の曲げ検討時には中央に作用させる。

せん断検討時には、対象部材の端部に作用させる。

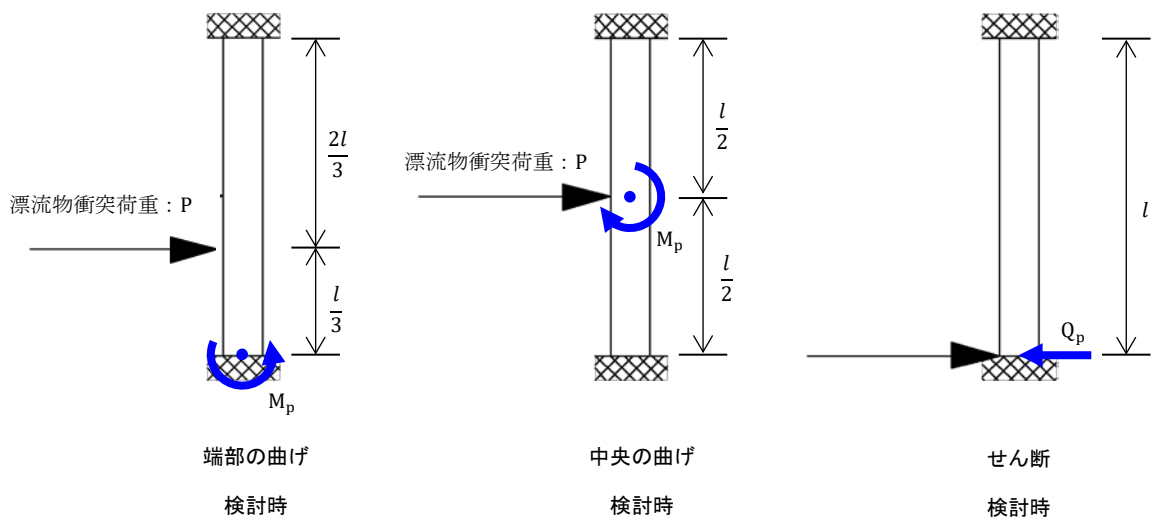


図 3-4-3 漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方

漂流物衝突荷重による応力は下式により算定する。

漂流物衝突荷重による曲げモーメント M_p

$$M_p \text{ (下端)} = \frac{4Pl}{27}$$

$$M_p \text{ (中央)} = \frac{Pl}{8}$$

P : 漂流物衝突荷重

l : スパン

漂流物衝突荷重によるせん断力 Q_p

$$Q_p = P$$

4. 評価条件

4.1 各ケース共通評価条件

各ケースの評価に用いる共通の評価条件を表 4-1-1 に示す。

表 4-1-1 各ケース共通評価条件

記号	定義	数値	単位
l	スパン		m
T	鉄筋コンクリート外壁の既存壁厚（壁筋）		m
			m
			m
—	鉄筋コンクリート外壁の既存開口補強筋		
Z	鋼材の断面係数	1940	cm ³
A _s	鋼材のせん断面積	35.8	cm ²
ρ	鉄筋コンクリートの単位体積重量	24.0	kN/m ³
ρ_0	海水の単位体積重量	10.1	kN/m ³
h'	浮力算定用津波高さ ^{※1}	4.55	m
h	波力算定用津波高さ ^{※1}	4.65	m
α	水深係数 ^{※2}	3	—
h_T	水深係数×波力算定用津波高さ	13.95	m
k_h	水平震度 ^{※3}	0.5	—
α_{SR}	最大応答加速度 ^{※3}	5.0	m/s ²

※1 令和2年7月10日付け原規規発第2007104号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-1「Ⅲ 入力津波の設定」

浮力算定用津波高さ：入力津波の最高水位

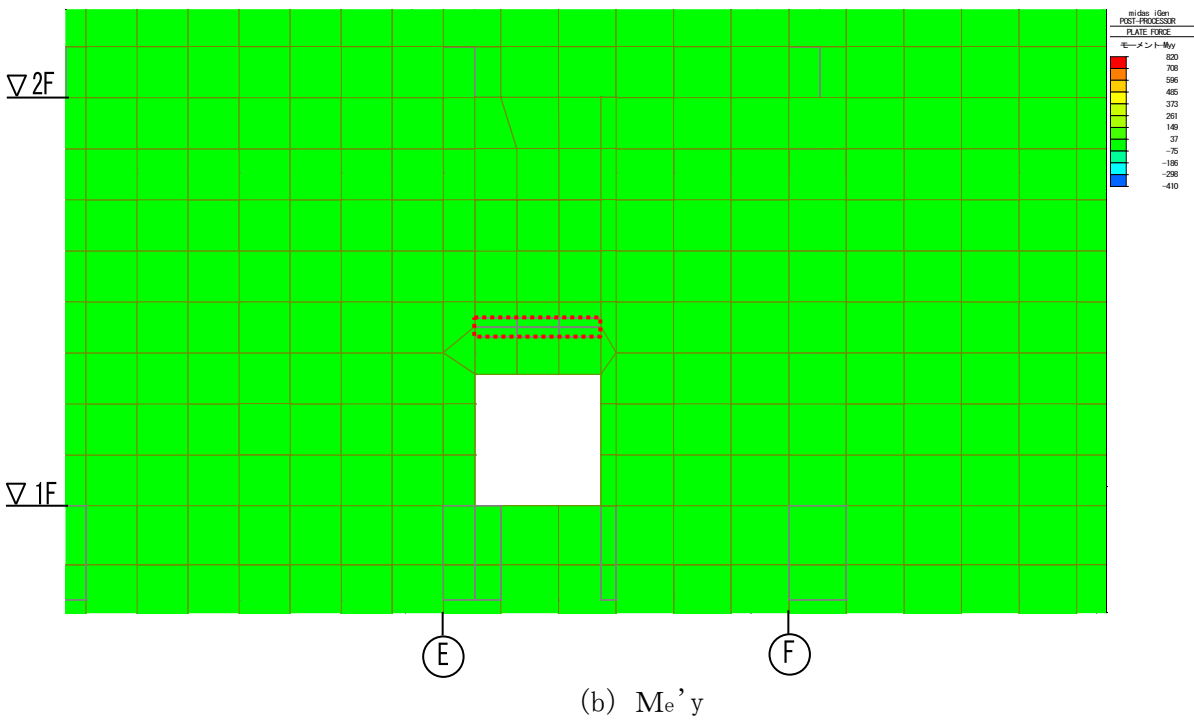
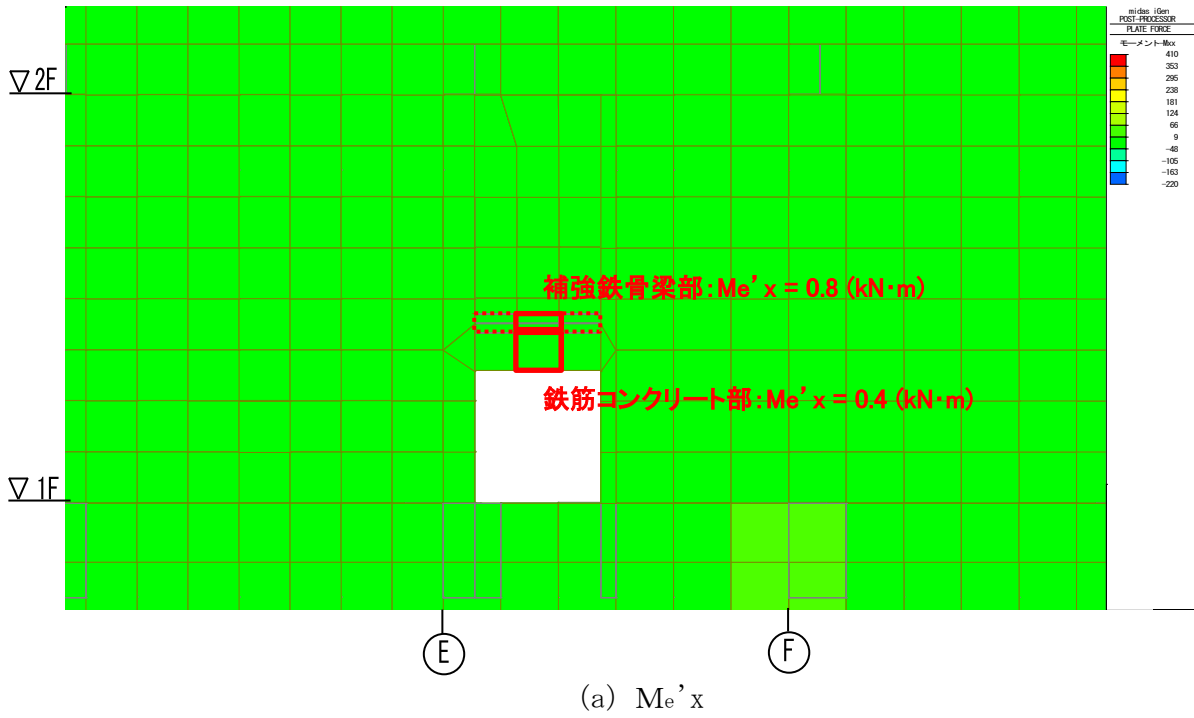
波力算定用津波高さ：進行波による津波高さ

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料第673号，平成24年）

※3 令和2年7月10日付け原規規発第2007104号をもって変更の認可を受けた「再処理施設 廃止措置計画認可申請書」の別添6-1-3-2「Ⅱ 余震による地震応答解析」

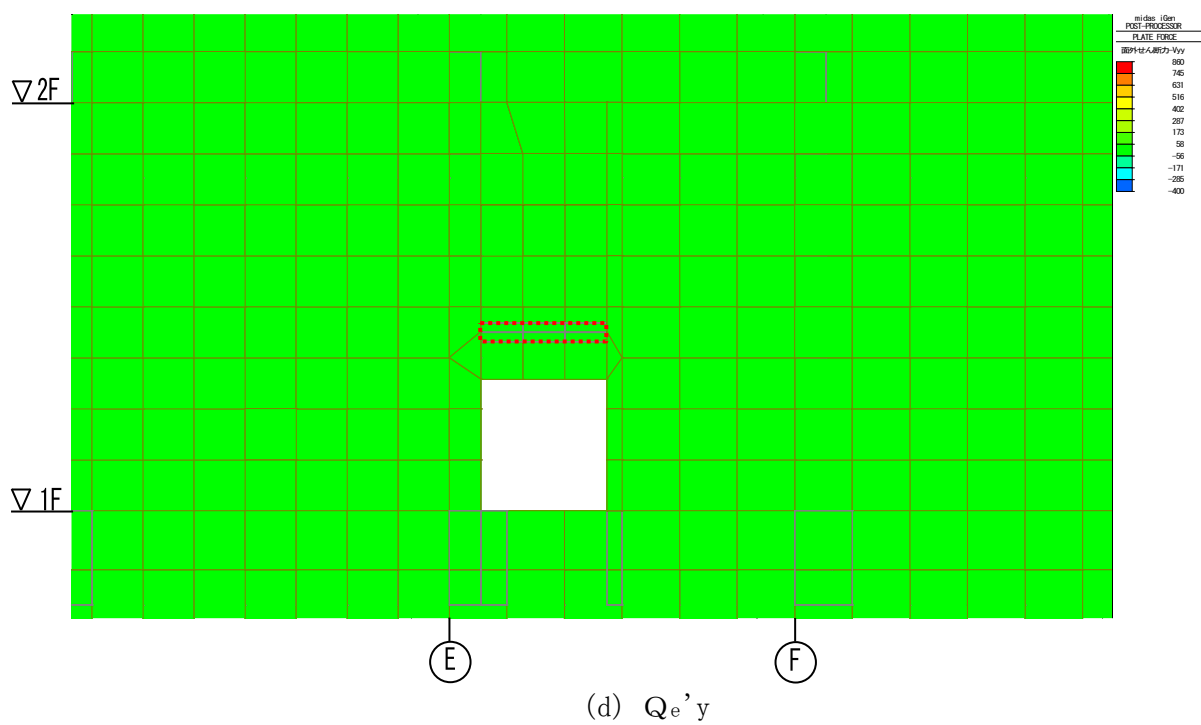
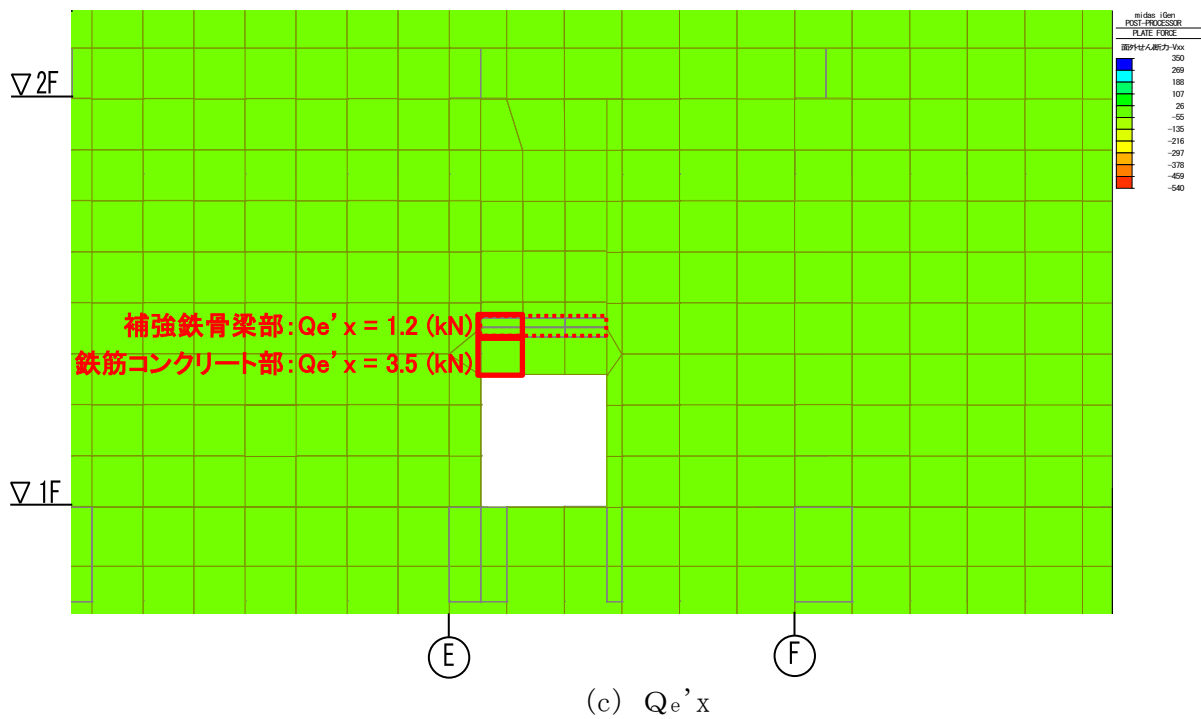
4.2 各荷重の解析結果

FEM モデルによる各荷重の解析結果を，図 4-2-1 から図 4-2-12 に示す。



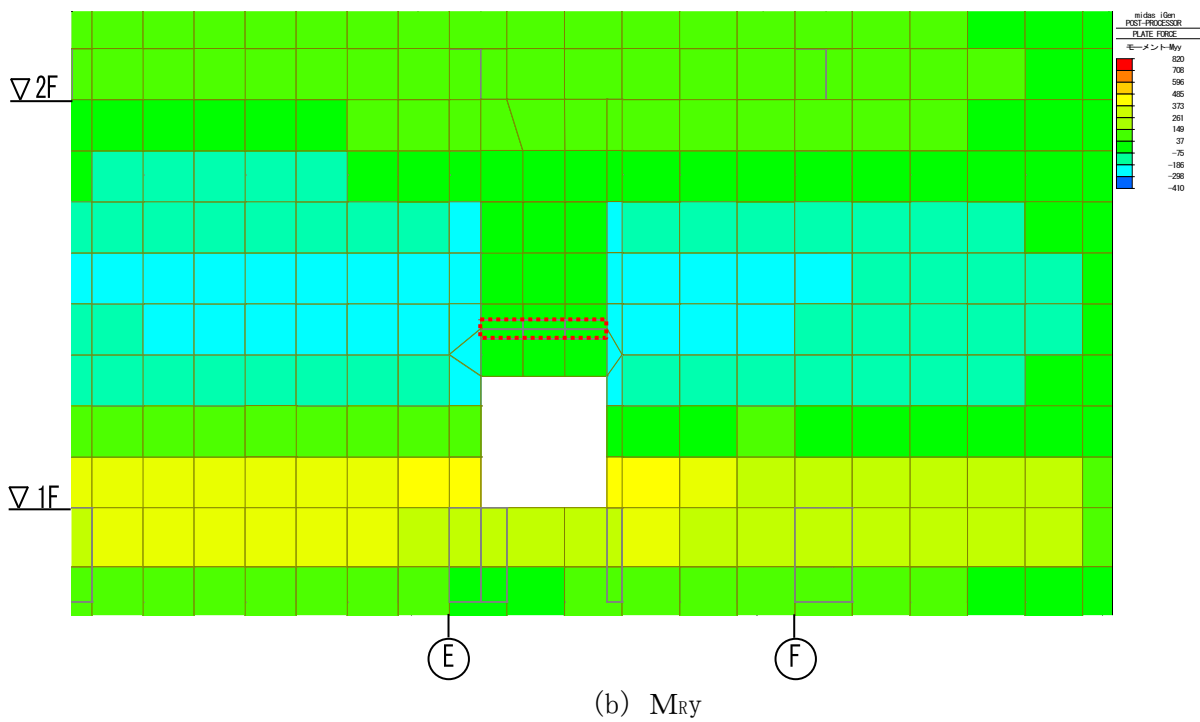
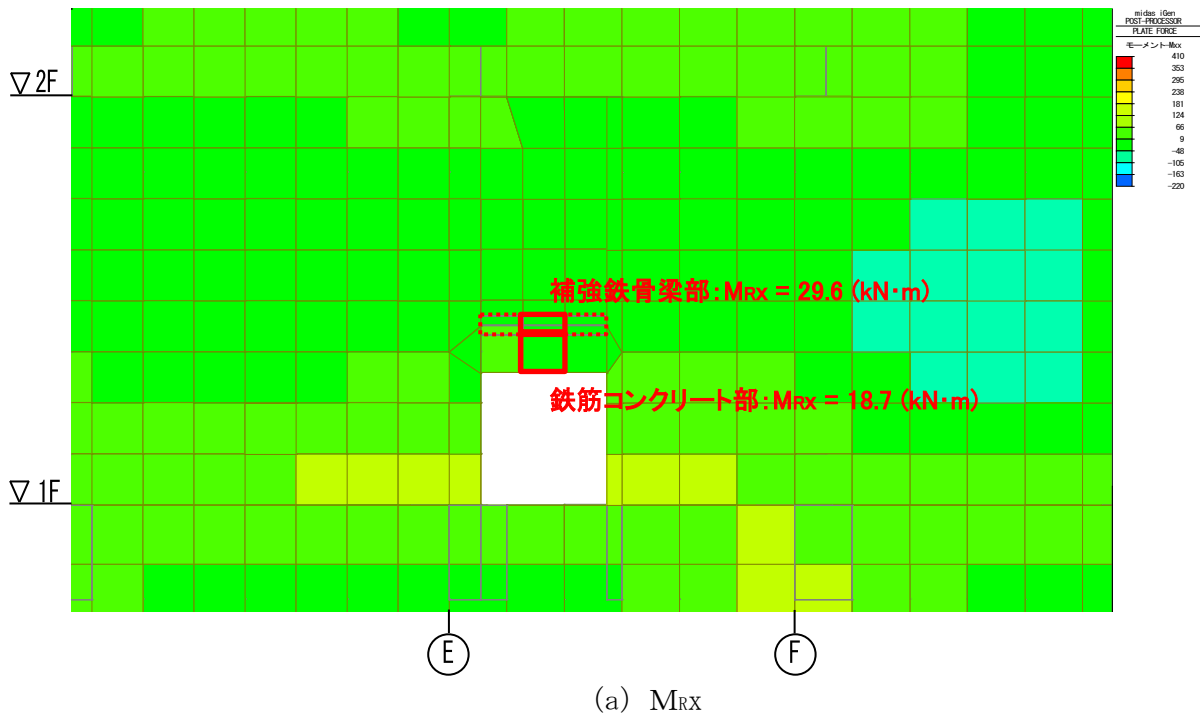
: 検定比が最大の箇所

図 4-2-1 1 通り (西面) 曲げモーメント図 (余震)



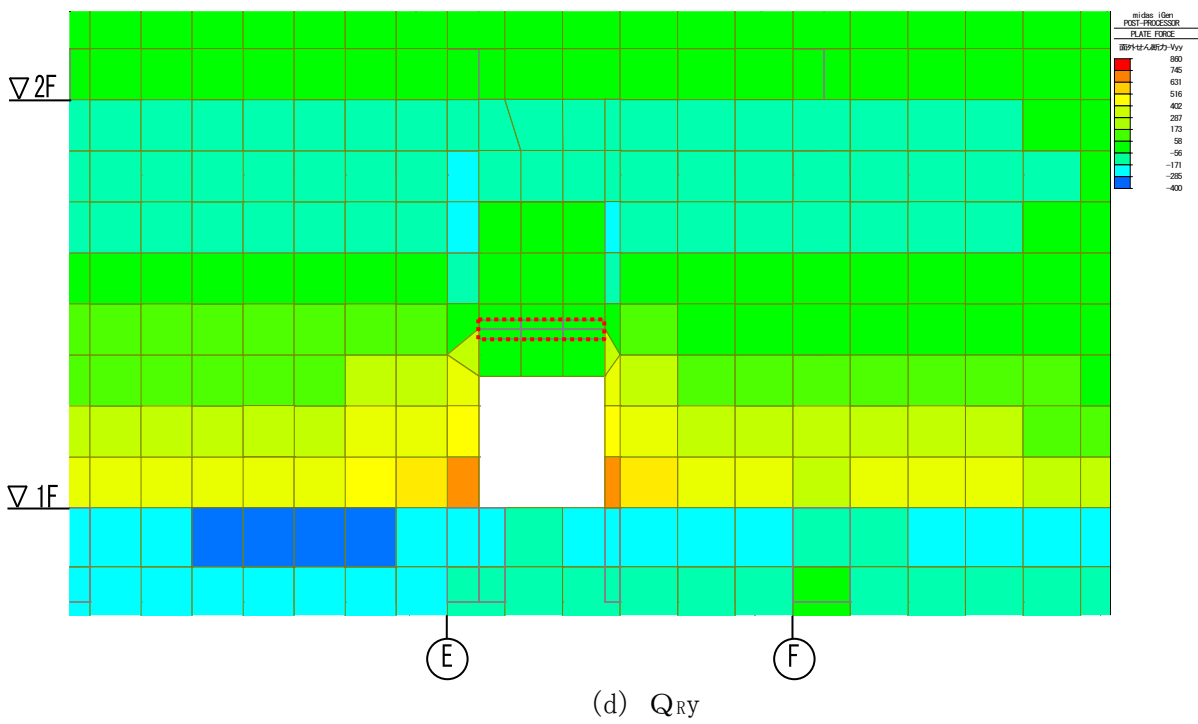
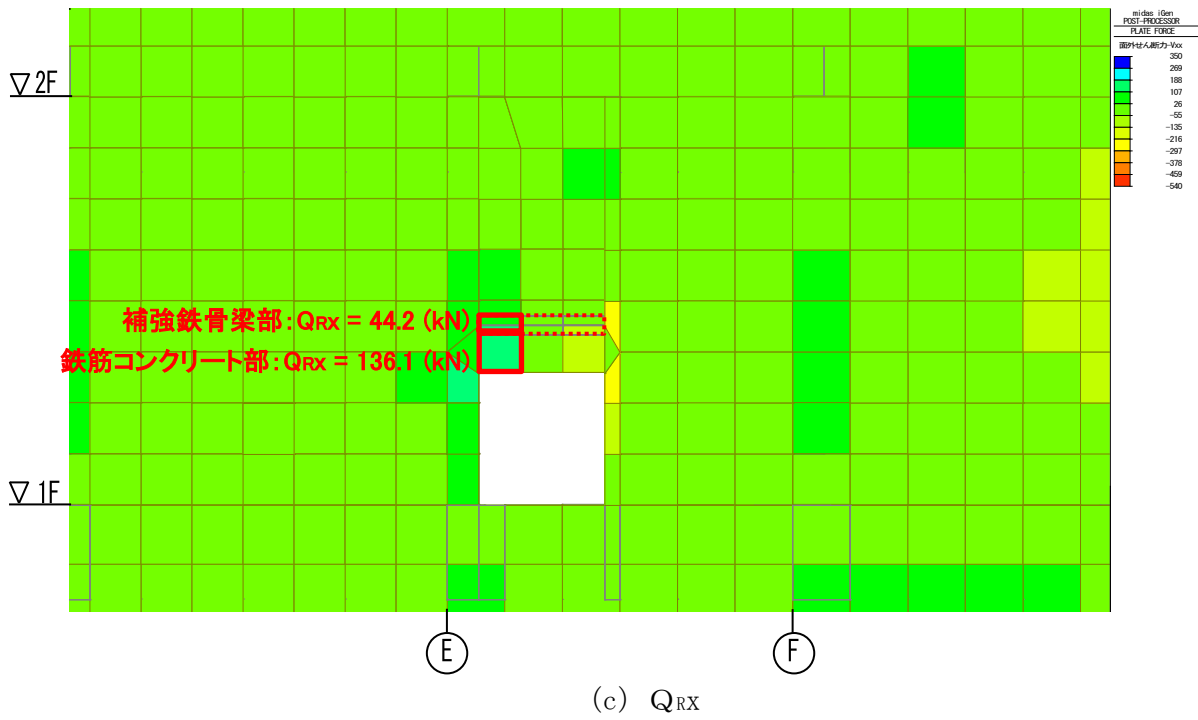
: 検定比が最大の箇所

図 4-2-2 1 通り (西面) せん断力図 (余震)



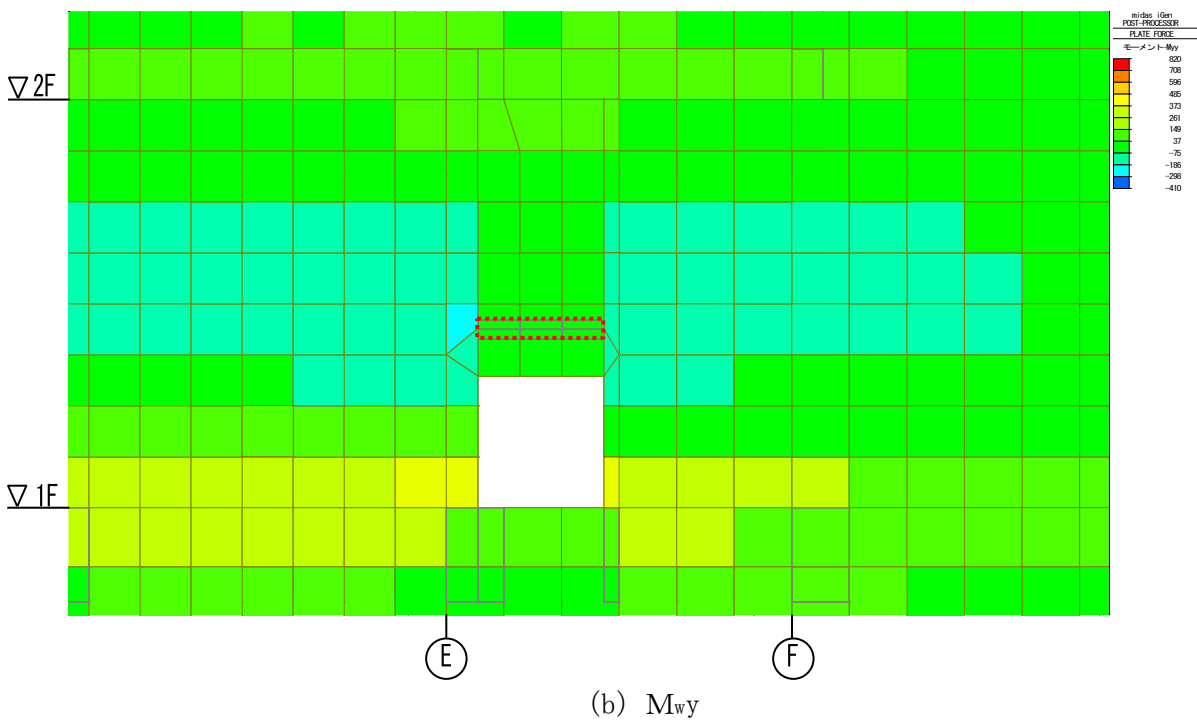
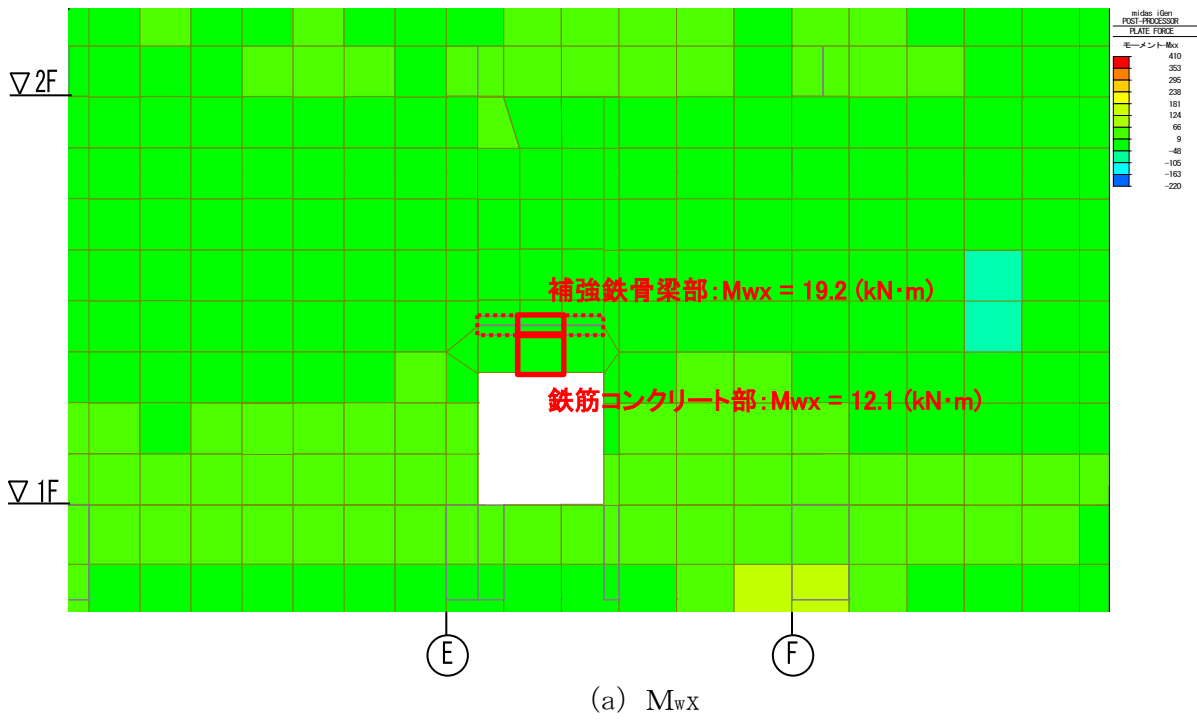
: 検定比が最大の箇所

図 4-2-3 1 通り (西面) 曲げモーメント図 (波力)



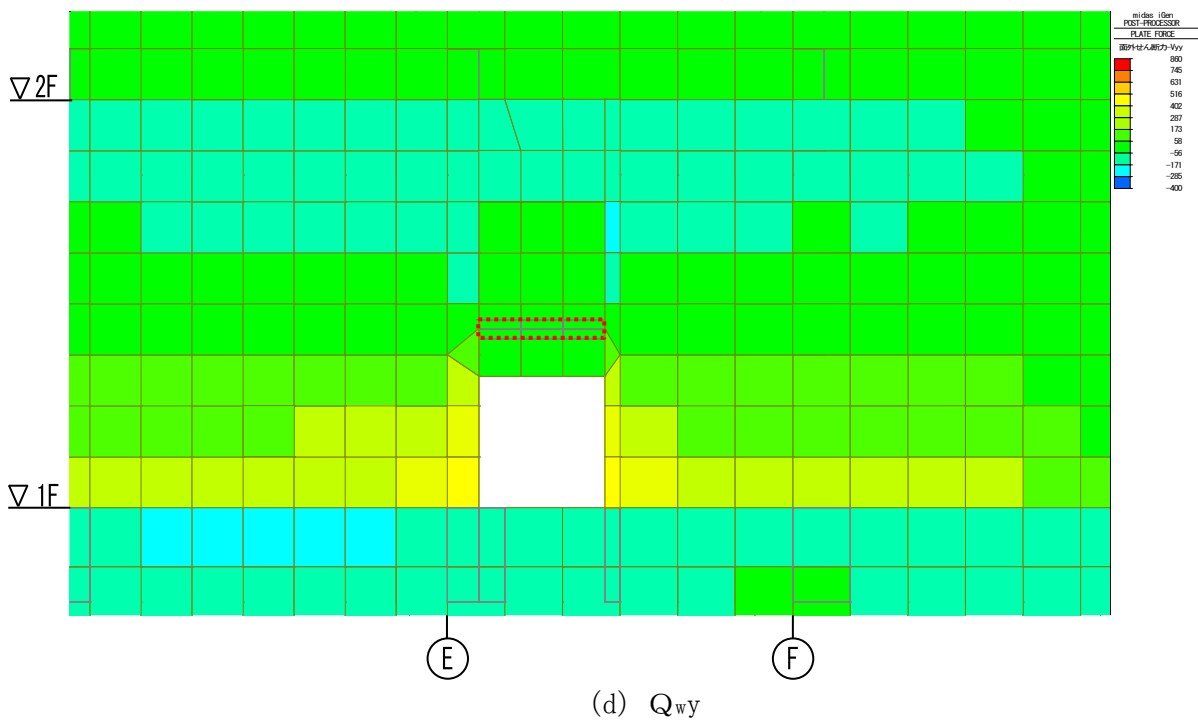
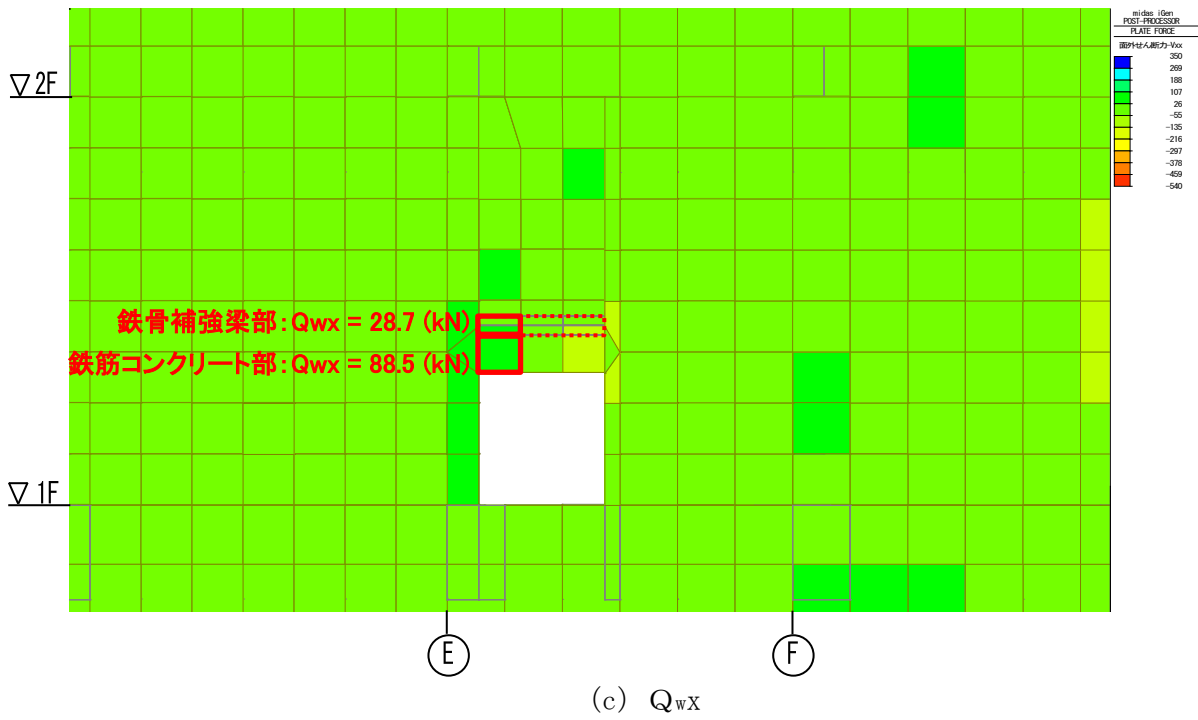
: 検定比が最大の箇所

図 4-2-4 1 通り (西面) せん断力図 (波力)



: 検定比が最大の箇所

図 4-2-5 1 通り (西面) 曲げモーメント図 (水圧)



: 検定比が最大の箇所

図 4-2-6 1 通り (西面) せん断力図 (水圧)

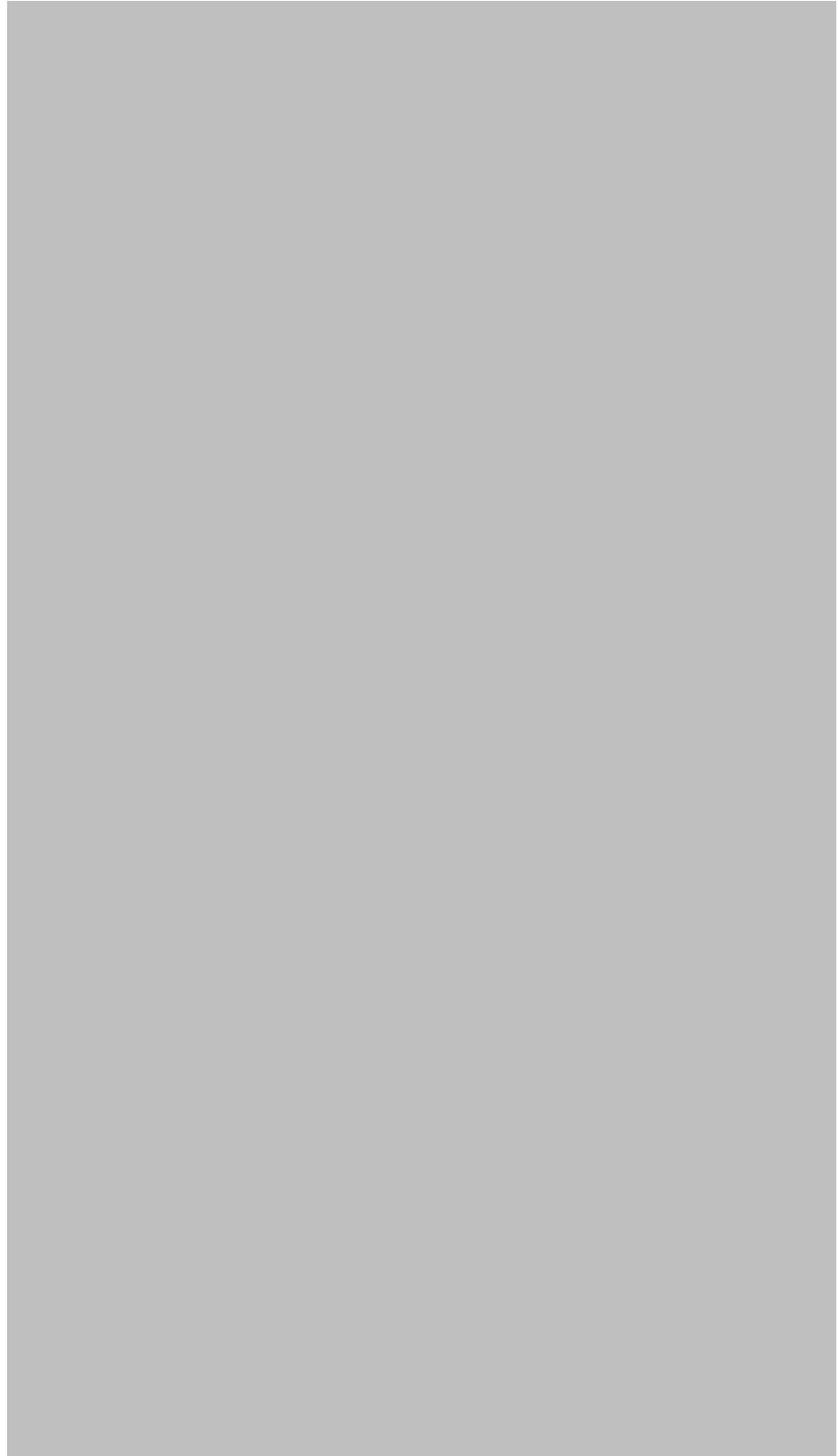


図 4-2-7 H通り（北面） 曲げモーメント図（余震）

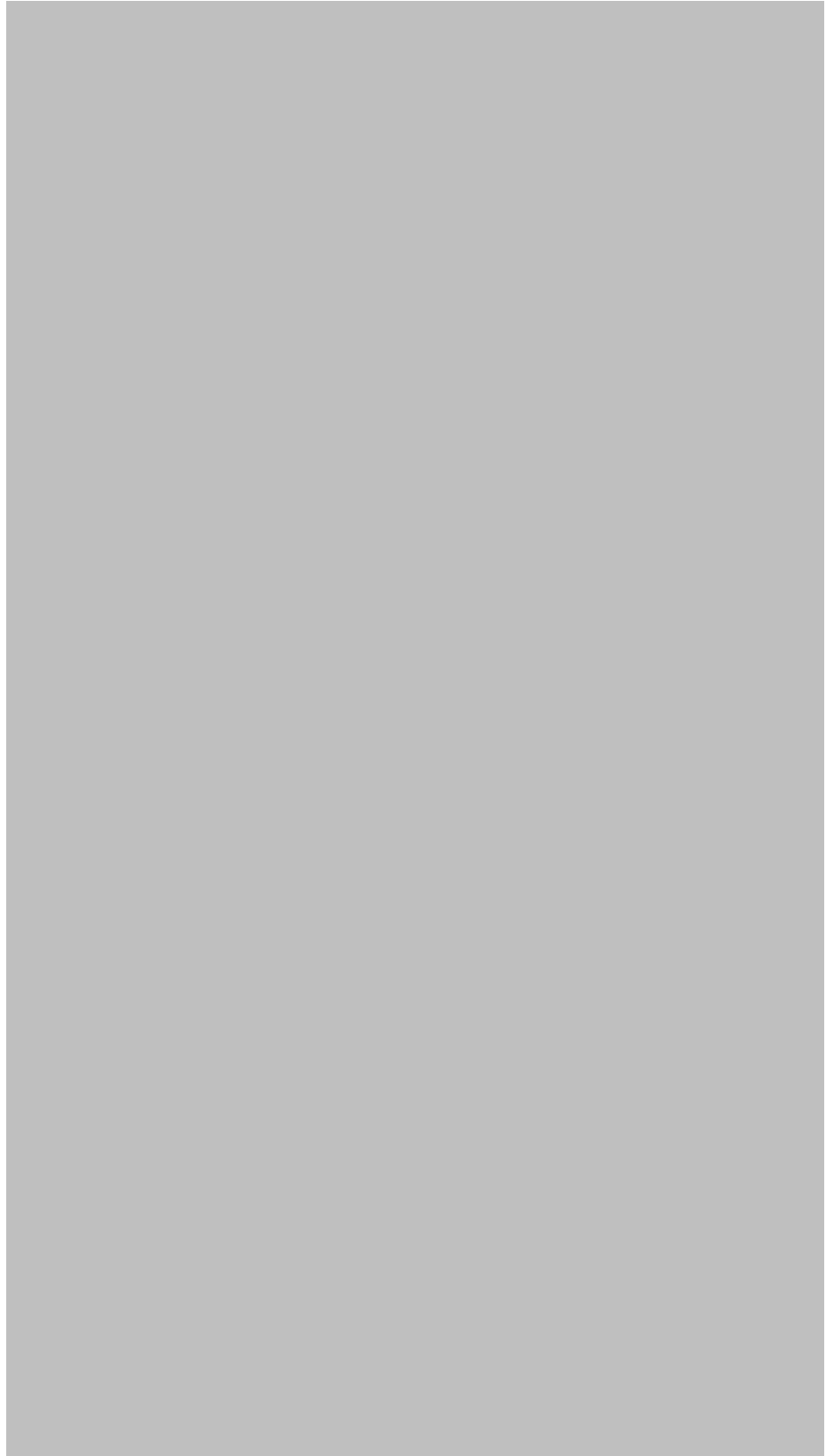


図 4-2-8 H通り（北面）せん断力図（余震）



図 4-2-9 H通り（北面） 曲げモーメント図（波力）

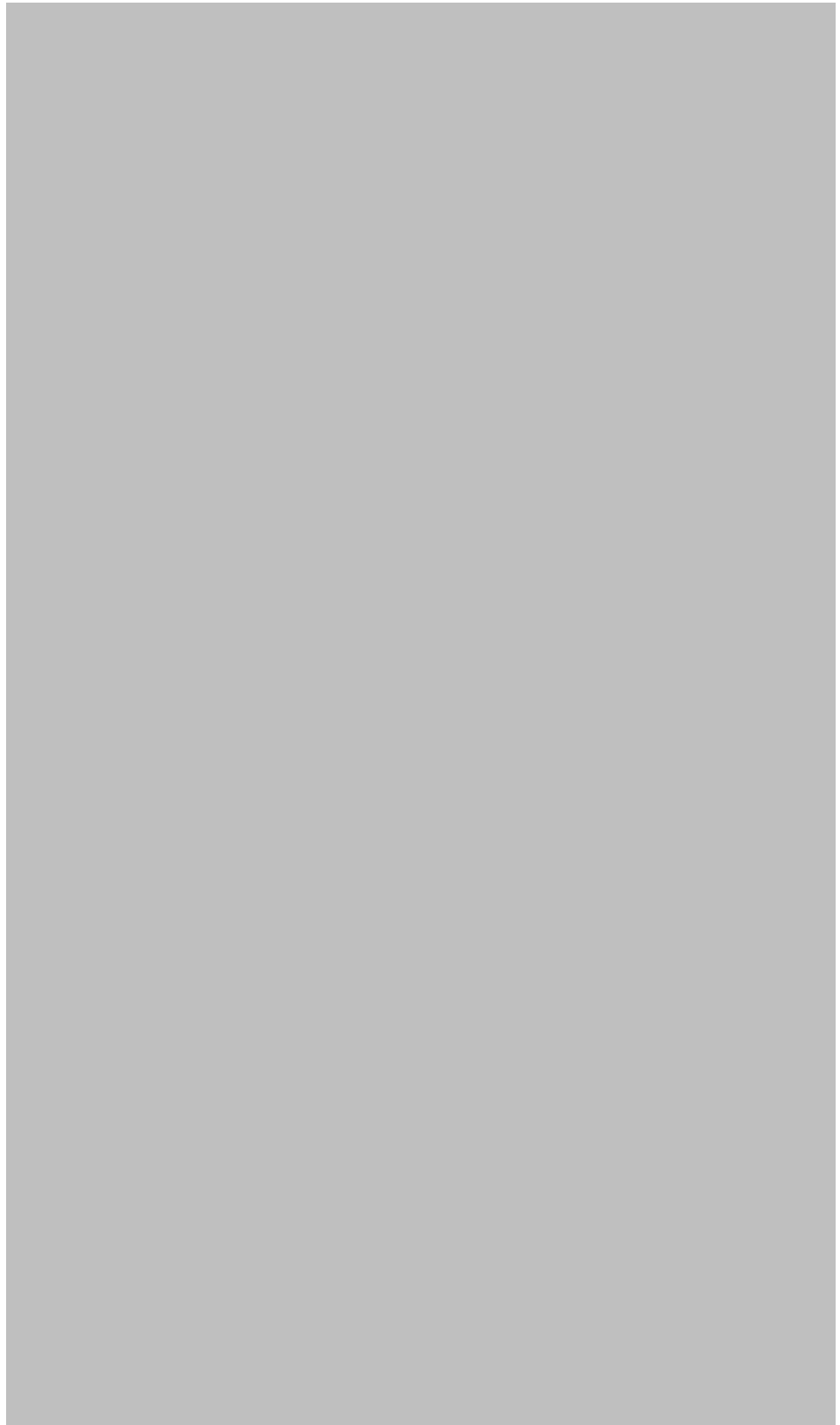


図 4-2-10 H通り（北面）せん断力図（波力）

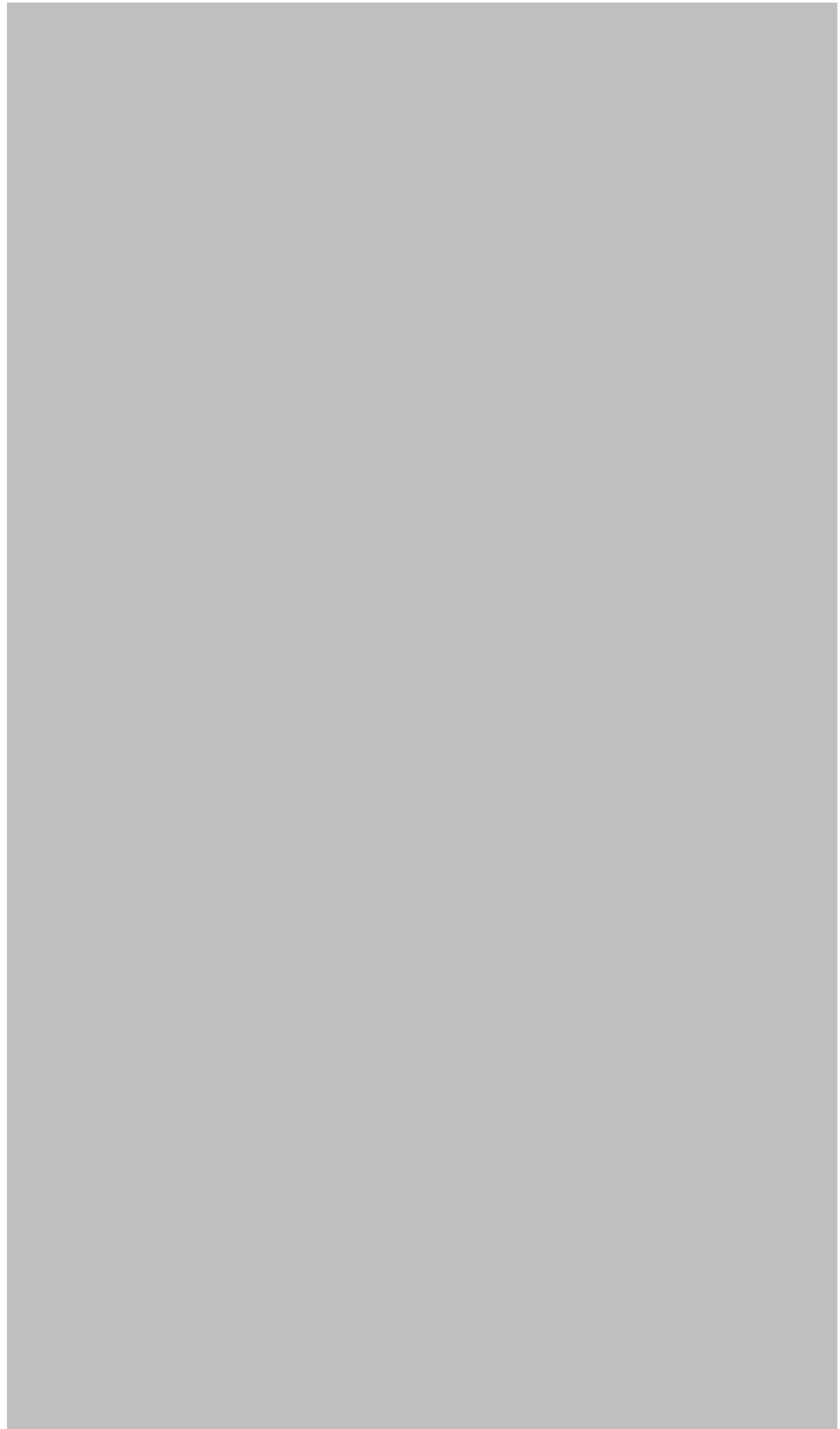


図 4-2-11 H通り（北面） 曲げモーメント図（水圧）

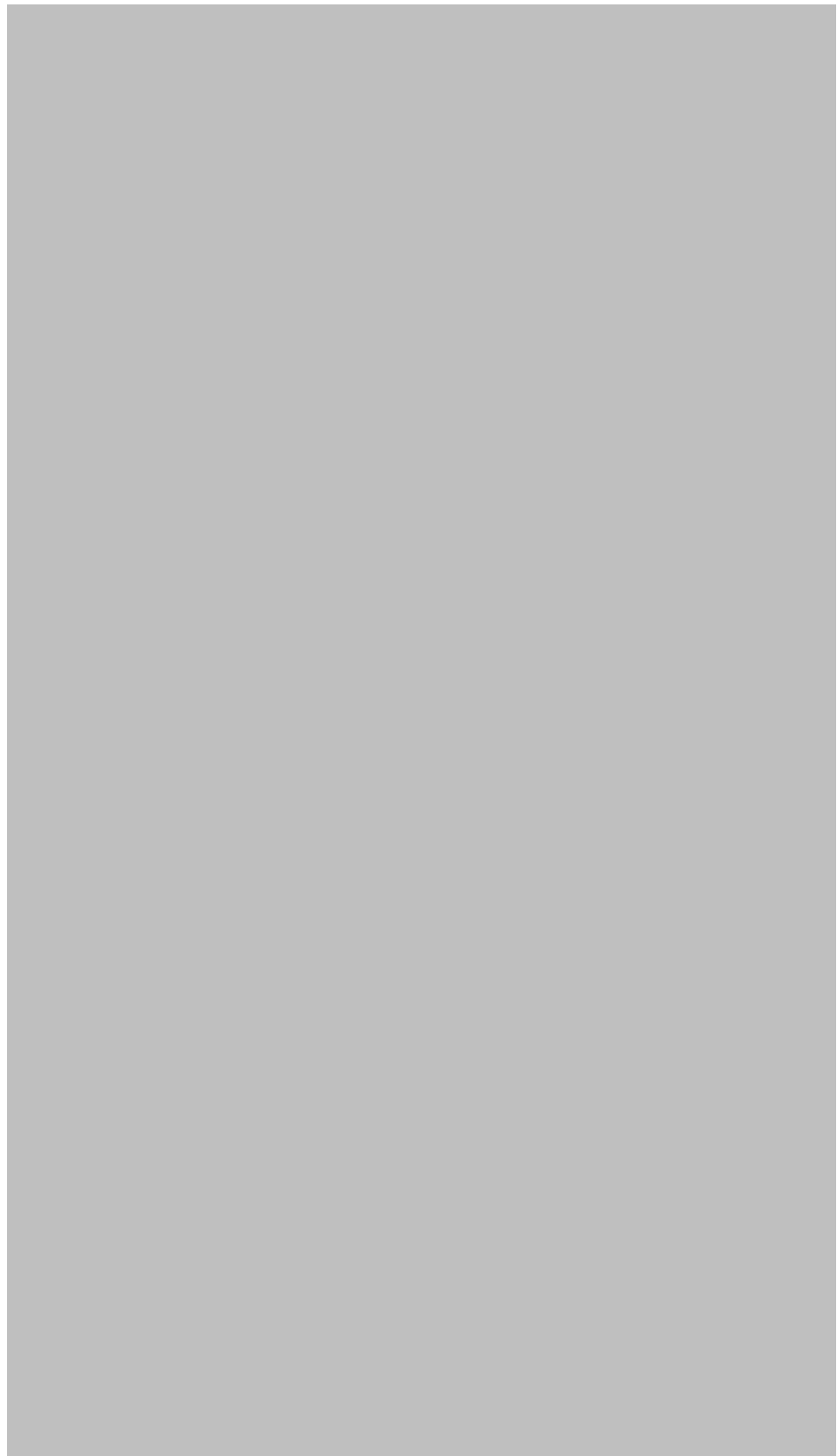


図 4-2-12 H通り（北面）せん断力図（水圧）

4.3 ケース 1 (余震+水圧) の評価条件

ケース 1 (余震+水圧) の評価に用いる条件を表 4-3-1 に示す。

表 4-3-1 ケース 1 (余震+水圧) の評価条件

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元 (西面) 1 通り			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 (W20)			
M_e'	余震による曲げモーメント	0.4	kN・m
M_W	静水圧+動水圧による曲げモーメント	12.1	kN・m
$M = M_e' + M_W$		12.5	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 (W20)			
Q_e'	余震によるせん断力	3.5	kN
Q_W	静水圧+動水圧によるせん断力	88.5	kN
$Q = Q_e' + Q_W$		92.0	kN
曲げに対する評価部位： 補強鉄骨梁			
M_e'	余震による曲げモーメント	0.8	kN・m
M_W	静水圧+動水圧による曲げモーメント	19.2	kN・m
$M = M_e' + M_W$		20.0	kN・m
せん断に対する評価部位： 補強鉄骨梁, アンカーボルト			
Q_e'	余震によるせん断力	1.2	kN
Q_W	静水圧+動水圧によるせん断力	28.7	kN
$Q = Q_e' + Q_W$		29.9	kN
建家外壁評価の諸元 (北面) H 通り			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁			
M_e'	余震による曲げモーメント	95.0	kN・m
M_W	静水圧+動水圧による曲げモーメント	424.3	kN・m
$M = M_e' + M_W$		519.3	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁			
Q_e'	余震によるせん断力	61.8	kN
Q_W	静水圧+動水圧によるせん断力	417.3	kN
$Q = Q_e' + Q_W$		479.1	kN

4.4 ケース2（波力+余震）の評価条件

ケース2（波力+余震）検討時の評価に用いる条件を表4-4-1に示す。

表4-4-1 ケース2（波力+余震）の評価条件

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元（西面）1通り			
曲げに対する評価部位： 1階外壁（W20）			
M_e'	余震による曲げモーメント	0.4	kN・m
M_R	波力による曲げモーメント	18.7	kN・m
$M = M_e' + M_R$		19.1	kN・m
せん断に対する評価部位： 1階外壁（W20）			
Q_e'	余震によるせん断力	3.5	kN
Q_R	波力によるせん断力	136.1	kN
$Q = Q_e' + Q_R$		139.6	kN
曲げに対する評価部位： 補強鉄骨梁			
M_e'	余震による曲げモーメント	0.8	kN・m
M_R	波力による曲げモーメント	29.6	kN・m
$M = M_e' + M_R$		30.4	kN・m
せん断に対する評価部位： 補強鉄骨梁，アンカーボルト			
Q_e'	余震によるせん断力	1.2	kN
Q_R	波力によるせん断力	44.2	kN
$Q = Q_e' + Q_R$		45.4	kN
建家外壁評価の諸元（北面）H通り			
曲げに対する評価部位： 1階外壁			
M_e'	余震による曲げモーメント	95.0	kN・m
M_R	波力による曲げモーメント	652.7	kN・m
$M = M_e' + M_R$		747.7	kN・m
せん断に対する評価部位： 1階外壁			
Q_e'	余震によるせん断力	61.8	kN
Q_R	波力によるせん断力	642.0	kN
$Q = Q_e' + Q_R$		703.8	kN

4.5 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価条件

ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価に用いる条件を表4-5-1に示す。

表4-5-1 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価条件

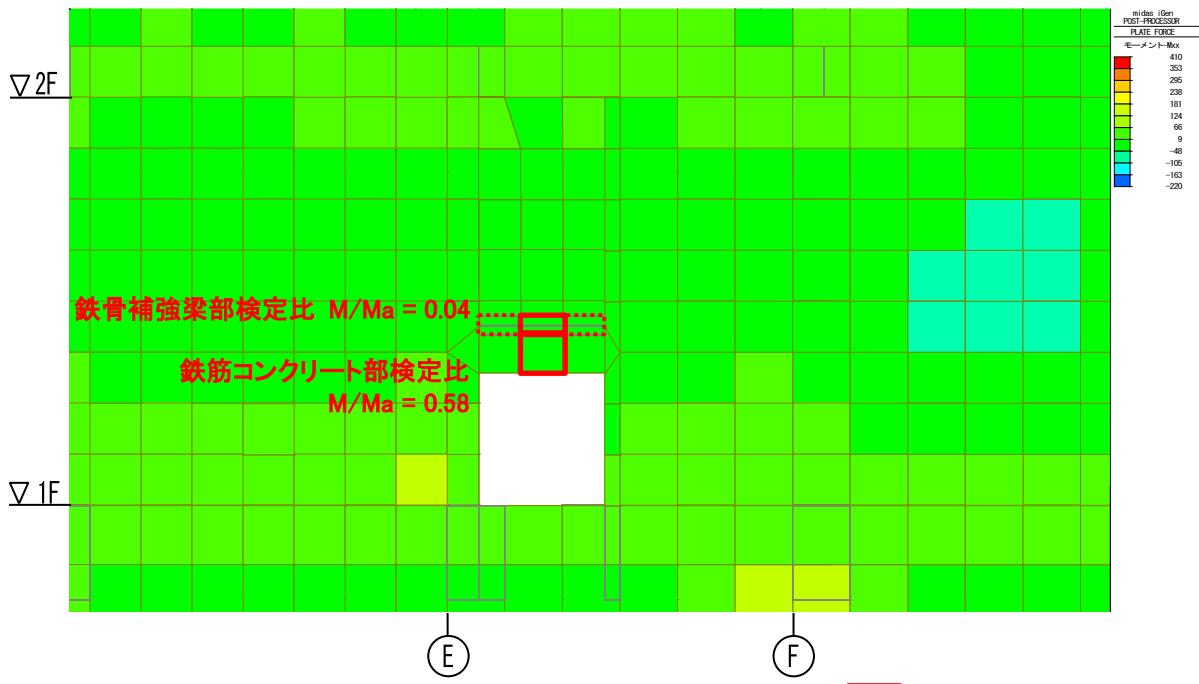
記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元（西面）1通り			
曲げに対する評価部位： 1階外壁（W20）			
M_P	漂流物による曲げモーメント	0.7	kN・m
M_R	波力による曲げモーメント	18.7	kN・m
$M = M_P + M_R$		19.4	kN・m
せん断に対する評価部位： 1階外壁（W20）			
Q_P	漂流物によるせん断力	2.8	kN
Q_R	波力によるせん断力	136.1	kN
$Q = Q_P + Q_R$		138.9	kN
曲げに対する評価部位： 補強鉄骨梁			
M_P	漂流物による曲げモーメント	0.7	kN・m
M_R	波力による曲げモーメント	29.6	kN・m
$M = M_P + M_R$		30.3	kN・m
せん断に対する評価部位： 補強鉄骨梁，アンカーボルト			
Q_P	漂流物によるせん断力	2.8	kN
Q_R	波力によるせん断力	44.2	kN
$Q = Q_P + Q_R$		47.0	kN
建家外壁評価の諸元（北面）H通り			
曲げに対する評価部位： 1階外壁			
M_P	漂流物による曲げモーメント	2.7	kN・m
M_R	波力による曲げモーメント	652.7	kN・m
$M = M_P + M_R$		655.4	kN・m
せん断に対する評価部位： 1階外壁			
Q_P	漂流物によるせん断力	2.8	kN
Q_R	波力によるせん断力	642.0	kN
$Q = Q_P + Q_R$		644.8	kN

5. 評価結果

5.1 ケース 1（余震＋水圧）の強度評価結果

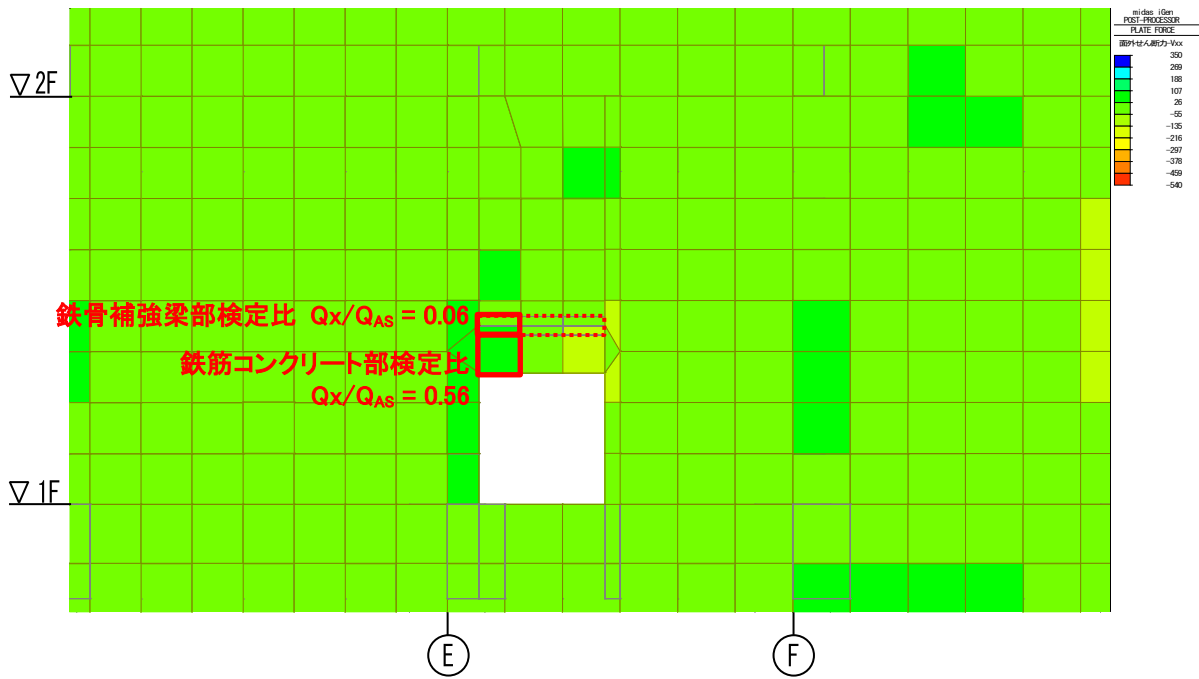
ケース 1（余震＋水圧）の建家外壁の評価結果を図 5-1-1 から図 5-1-4 及び表 5-1-1 に示す。

補強した 1 階外壁 1 通り（西面），H 通り（北面）の応力は短期許容応力以下であることを確認した。



□ : 検定比が最大の箇所

図 5-1-1 1通り (西面) 曲げ応力図 ケース1 (余震+水圧)



□ : 検定比が最大の箇所

図 5-1-2 1通り (西面) せん断力図 ケース1 (余震+水圧)



図 5-1-3 H通り（北面） 曲げ応力図 ケース 1（余震+水圧）



図 5-1-4 H通り（北面） せん断力図 ケース 1（余震+水圧）

表 5-1-1 建家外壁評価結果 ケース 1 (余震+水圧)

(鉄筋コンクリート・曲げモーメント)

評価対象部位	短期許容曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
1 通り (西面)	21.7	12.5	0.58
H通り (北面)	1416.4	519.3	0.37

(鉄筋コンクリート・せん断力)

評価対象部位	短期許容せん断力 Q _{AS} (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q _{AS}
1 通り (西面)	163.7	92.0	0.56
H通り (北面)	1061.7	479.1	0.45

(鋼材・曲げモーメント)

評価対象部位		短期許容 曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	455.9	20.0	0.04

(鋼材・せん断力)

評価対象部位		短期許容せん断力 Q _{AS} (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q _{AS}
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	485.7	29.9	0.06
	アンカーボルト 4本-M20	107.5 ^{※1}	29.9	0.28

※1 「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」(国土交通省)に
基づき算出

5.2 ケース 2（波力+余震）の強度評価結果

ケース 2（波力+余震）の建家外壁の評価結果を図 5-2-1 から図 5-2-4 及び表 5-2-1 に示す。

補強した 1 階外壁 1 通り（西面），H 通り（北面）の応力は短期許容応力以下であることを確認した。

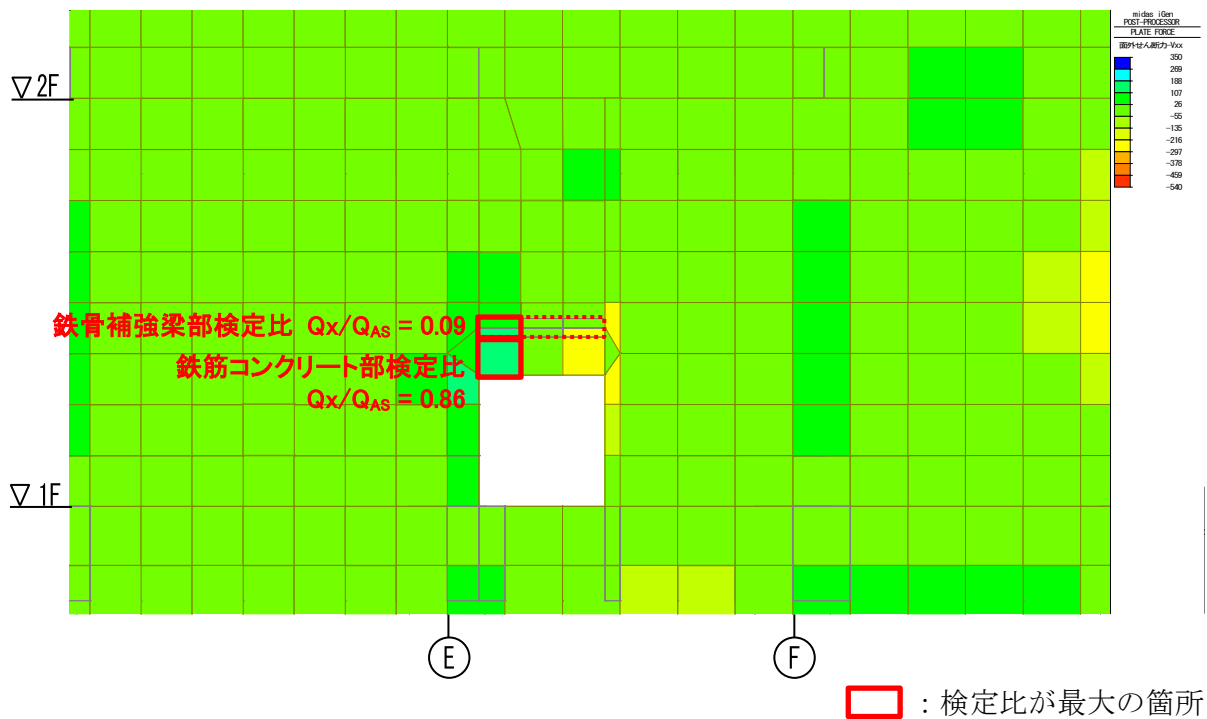
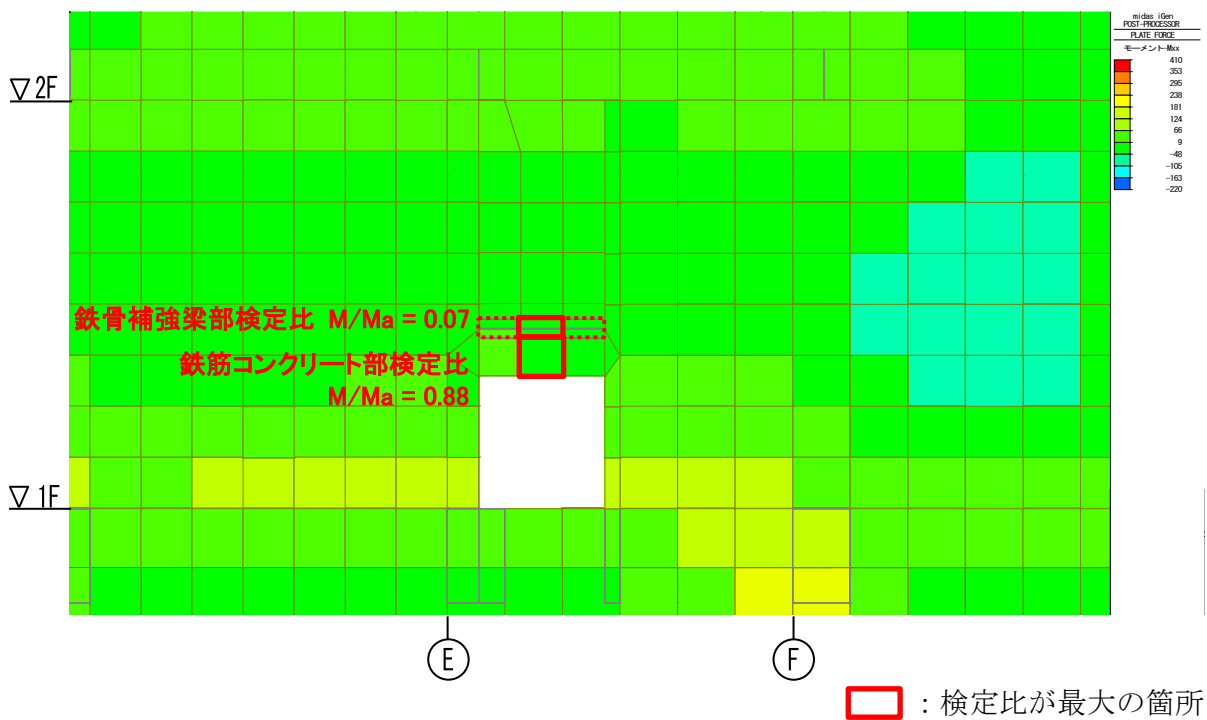




図 5-2-3 H通り（北面） 曲げ応力図 ケース 2（波力+余震）



図 5-2-4 H通り（北面） せん断力図 ケース 2（波力+余震）

表 5-2-1 建家外壁の健全性評価結果 ケース 2 (波力+余震)

(鉄筋コンクリート・曲げモーメント)

評価対象部位	短期許容曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
1 通り (西面)	21.7	19.1	0.88
H通り (北面)	1416.4	747.7	0.53

(鉄筋コンクリート・せん断力)

評価対象部位	短期許容せん断力 Q _{AS} (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q _{AS}
1 通り (西面)	163.2	139.6	0.86
H通り (北面)	1073.3	703.8	0.66

(鋼材・曲げモーメント)

評価対象部位		短期許容 曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	455.9	30.4	0.07

(鋼材・せん断力)

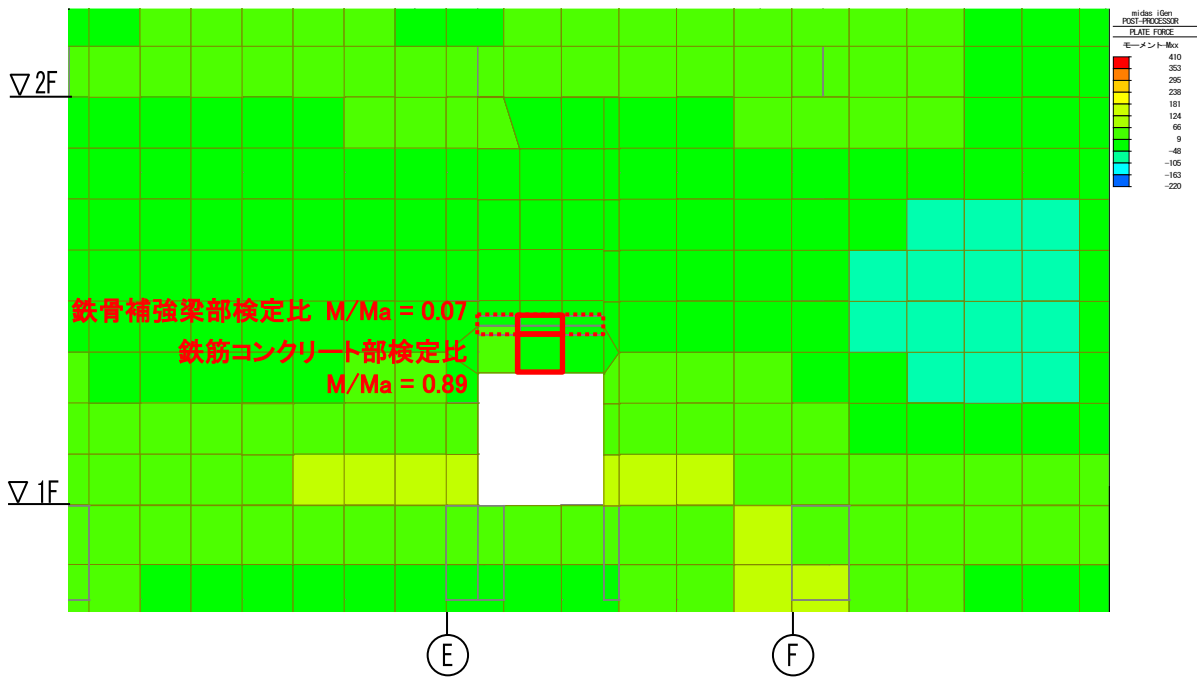
評価対象部位		短期許容せん断力 Q _{AS} (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q _{AS}
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	485.7	45.4	0.09
	アンカーボルト 4 本-M20	107.5 ^{※1}	45.4	0.42

※1 「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」(国土交通省)に
基づき算出

5.3 ケース 3（波力＋漂流物衝突荷重）の強度評価結果

ケース 3（波力＋漂流物衝突荷重）の建家外壁の評価結果を図 5-3-1 から図 5-3-4 及び表 5-3-1 に示す。

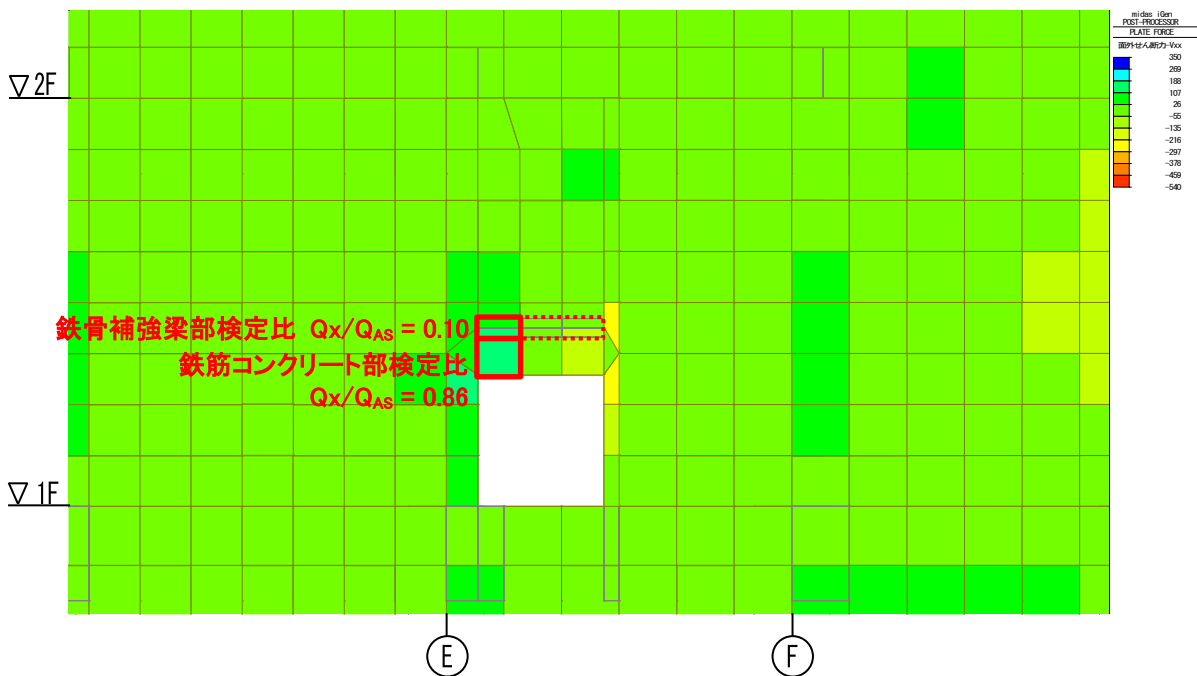
補強した 1 階外壁 1 通り（西面），H 通り（北面）の応力は短期許容応力以下であることを確認した。



□ : 検定比が最大の箇所

図 5-3-1 1 通り (西面) 曲げ応力図 ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重※)

※漂流物衝突荷重は別途加算



□ : 検定比が最大の箇所

図 5-3-2 1 通り (西面) せん断力図 ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重※)

※漂流物衝突荷重は別途加算



図 5-3-3 H通り（北面） 曲げ応力図 ケース 3（波力+漂流物衝突荷重※）
※漂流物衝突荷重は別途加算



図 5-3-4 H通り（北面） せん断力図 ケース 3（波力+漂流物衝突荷重※）
※漂流物衝突荷重は別途加算

表 5-3-1 建家外壁の健全性評価結果 ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重)
(鉄筋コンクリート・曲げモーメント)

評価対象部位	短期許容曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
1 通り (西面)	21.7	19.4	0.89
H通り (北面)	1416.4	655.4	0.46

(鉄筋コンクリート・せん断力)

評価対象部位	短期許容せん断力 Q _{AS} (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q _{AS}
1 通り (西面)	161.4	138.9	0.86
H通り (北面)	1098.6	644.8	0.59

(鋼材・曲げモーメント)

評価対象部位		短期許容 曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	455.9	30.3	0.07

(鋼材・せん断力)

評価対象部位		短期許容せん断力 Q _{AS} (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q _{AS}
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	485.7	47.0	0.10
	アンカーボルト 4本-M20	107.5 ^{※1}	47.0	0.44

※1 「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」(国土交通省)に
基づき算出

5.4 評価のまとめ

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟は、ケース 1 (余震+水圧)、ケース 2 (波力+余震) 及びケース 3 (波力+漂流物衝突荷重) の荷重条件に対して、建家外壁の検定比は最大 0.89 (ケース 3) であり、許容限界 (短期許容応力) 以下であることを確認した。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

(別冊 1－30)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の竜巻防護対策)

建物（その２３）ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格・・・・・・・・	2
3. 設計の基本方針・・・・・・・・・・・・・・・・	3
4. 設計条件及び仕様・・・・・・・・・・・・・・・・	4
5. 工事の方法・・・・・・・・・・・・・・・・	9
6. 工事の工程・・・・・・・・・・・・・・・・	12

別 図 一 覧

- 別図-1 防護板 1 の概要図
- 別図-2 防護板 2 の概要図
- 別図-3 防護板 3 の概要図
- 別図-4 防護板 4 の概要図
- 別図-5 防護フード 1 の概要図
- 別図-6 防護フード 2 の概要図
- 別図-7 防護フード 3 の概要図
- 別図-8 防護フード 4 の概要図
- 別図-9 防護フード 5 の概要図
- 別図-10 防護フード 6 の概要図
- 別図-11 防護フード 7 の概要図
- 別図-12 防護フード 8 の概要図
- 別図-13 防護扉の概要図
- 別図-14 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (2階) の開口部の
防護板等の設置箇所
- 別図-15 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (3階) の開口部の
防護板等の設置箇所
- 別図-16 防護板等の設置に係る工事フロー

表 一 覧

- 表-1 防護板等の設計条件
- 表-2 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の閉止措置等の対策箇所
- 表-3 防護板 1 の仕様
- 表-4 防護板 2 の仕様
- 表-5 防護板 3 の仕様
- 表-6 防護板 4 の仕様
- 表-7 防護フード 1 の仕様
- 表-8 防護フード 2 の仕様
- 表-9 防護フード 3 の仕様
- 表-10 防護フード 4 の仕様
- 表-11 防護フード 5 の仕様
- 表-12 防護フード 6 の仕様
- 表-13 防護フード 7 の仕様
- 表-14 防護フード 8 の仕様
- 表-15 防護扉の仕様
- 表-16 防護板等の設置に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回工事を行うガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の竜巻防護対策に係る廃止措置計画変更認可の申請は、昭和 63 年 6 月 16 日に認可（63 安（核規）第 343 号）を受けた「建物（その 2 3）ガラス固化技術開発施設」について、再処理施設の技術基準に関する規則に基づき実施するものである。

今回、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の竜巻防護対策として、建家開口部の窓、扉及びガラリについて、廃止措置計画用設計竜巻（以下「設計竜巻」という。）によって衝突し得る飛来物（以下「設計飛来物」という。）による建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う重要な安全機能の損傷を防止するため、当該開口部に防護板、防護フード及び防護扉（以下「防護板等」という。）を設置し閉止する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」（昭和46年総理府令第10号）

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（原子力規制委員会）」

「日本産業規格(JIS)」

「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」（日本電気協会）

「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」（日本電気協会）

「発電用原子力設備規格（JSME）」（日本機械学会）

「機械設備工事監理指針」（公共建築協会）

3. 設計の基本方針

本申請に係る防護板等は、再処理施設の技術基準に関する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）第 8 条第 1 項に基づき、設計竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物の衝突による荷重からガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う重要な安全機能が損なわれることのないよう開口部に設置するものである。

防護板の概要を別図-1～4に、防護フードの概要を別図-5～12、防護扉の概要を別図-13に、防護板等の設置位置を別図-14及び別図-15 に示す。

これら防護板等の設置は、再処理施設の技術基準に関する規則第 6 条の 2、第 8 条第 2 項、第 16 条第 2 項及び第 3 項に規定する技術上の基準を満足するように行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

本申請に係る防護板等は、設計竜巻による荷重の組合せに対して構造健全性を担保でき、設計飛来物の貫通を生じ得ない厚さを有したものとする。

防護板等は耐候性に優れたステンレス鋼材を用い、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の外壁にアンカーボルトにて固定する。

防護板等の設計条件を表-1 に、閉止措置等の対象箇所を表-2示す。

表-1 防護板等の設計条件

名称	防護対象	設置場所	設置数	材質	耐震分類
防護板	窓	2 階、3 階		ステンレス鋼	C クラス
防護フード※1	窓、扉、 ガラリ	2 階、3 階		ステンレス鋼	C クラス
防護扉	扉	3 階		ステンレス鋼	C クラス

※1 防護フード（扉）のうち2階の2箇所（制御室、空調機械室）については、廃止措置計画用設計地震動により波及的影響を与えることがないように設計する。

※2 防護フードのうち、2階の一部窓とガラリについては、一体型フードとして設計する。

表-2 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の閉止措置等の対策箇所

開口部の位置	種類（現状）	基数	防護対策の概要
2階 （電気室－屋外）	窓（アクリル板 有）	■	防護フード
	扉（閉止板（盾式角落とし）有）		防護フード
	ガラリ		防護フード
2階 （制御室－屋外）	窓（鋼板（6mm）有）		防護板
	扉（閉止板（盾式角落とし）有）		防護フード
2階 （休憩室－屋外）	窓（鋼板（6mm）有）		防護板
2階 （空調機械室－屋外）	扉（閉止板（盾式角落とし）有） ^{*1}		防護フード
2階 （排気フィルタ室－屋外）	扉（閉止板（盾式角落とし）有）		防護フード
3階 （ユーティリティ室－屋外）	窓		防護板
	扉		防護扉
	ガラリ		防護フード
3階 （給気室－屋外）	窓		防護板
	扉	防護扉	
	ガラリ	防護フード	
3階 （排気機械室－屋外）	扉	防護板	
3階 （電気室－屋外）	ガラリ	防護フード	

※1 設計飛来物が当該扉を貫通した場合、内側にある壁による防護に期待できなく、フィルタが損傷するおそれがあることから閉止措置を行う。

※2 窓（2カ所）を一体型フードとして設計する。

※3 窓（1カ所）とガラリ（1カ所）を一体型フードとして設計する。

（2）仕様

ガラス固化技術開発施設（TVF）の開口部の閉止処置に用いる防護板の仕様を表-3～6 に、防護フードの仕様を表-7～14 に、防護扉の仕様を表-15 に示す。

表-3 防護板 1 の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量 (kg)
防護板	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W1520×H2325×D220 (表側鋼板t15)	約1000
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×26本	

表-4 防護板 2 の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量 (kg)
防護板	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W4560×H3910×D220 (表側鋼板t15)	約4000
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×43本 M16×L195×2本	

表-5 防護板 3 の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量 (kg)
防護板	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W6110×H3910×D220 (表側鋼板t15)	約5000
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×48本 M16×L195×2本	

表-6 防護板 4 の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量 (kg)
防護板	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W2020×H2775×D220 (表側鋼板t15)	約1300
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×34本	

表-7 防護フード 1 の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量 (kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W1520×H2320×D420 (表側鋼板t15)	約1100
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×22本	

表-8 防護フード 2 の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量 (kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W940×H785×D585 (表側鋼板t15)	約550
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×11本	

表-9 防護フード3の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W3994×H2754×D580 (表側鋼板t15)	約4200
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×48本	

表-10 防護フード4の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W1884×H2754×D580 (表側鋼板t15)	約2300
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×34本	

表-11 防護フード5の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W4012×H2716×D1455 (表側鋼板t15)	約5100
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×37本	

表-12 防護フード6の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W5110×H3955×D1105 (表側鋼板t15)	約7800
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×47本 M16×L195×2本	

表-13 防護フード7の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W6210×H3955×D1105 (表側鋼板t15)	約9000
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×50本 M16×L195×2本	

表-14 防護フード8の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護フード	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W2470×H2756×D1455 (表側鋼板t15)	約3800
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×38本	

表-15 防護扉の仕様

名称	材質	寸法(mm)	質量(kg)
防護扉	ステンレス鋼 (SUS304 : JIS G4304)	W4840×H3860×D555 (表側鋼板t15)	約6100
あと施工アンカー	ステンレス鋼 (JCAA認証品 SUS630相当品)	M22×L320×43本 M16×L195×2本	

(3) 保守

防護板等は、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。防護板等を構成する部品類は、適時、これらの予備品を入手し、再処理施設保安規定に基づき交換する。

5. 工事の方法

本申請に係る防護板の設置は、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の方法及び手順

本工事に用いる防護板等は、材料を入手後、工場にて加工を行った後、現地に搬入する。本工事を行うに当たっては、仮設足場を設置し、事前に閉止する窓部等の養生を施し、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の閉じ込め機能が失われないようにした後、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家外壁にアンカーボルトを打設する。その後、防護板等を取り付ける。防護板等を据付け後、所要の試験・検査を行い、最後に仮設足場の撤去を行う。

これらの作業全般にわたり、高所作業等の所要の安全対策を行う。

本工事フローを別図-16 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、判定基準を以下に示す。

1) 試験・検査項目

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について実施する。

① 材料確認検査

対 象：防護板等

方 法：防護板等の仕様を材料証明書により確認する。また、あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が認証品であることを認定証などにより確認する。

判 定：表-3 ～表-15 の仕様であること。

② 寸法検査

対 象：防護板等

方 法：防護板等の板厚を材料証明書により確認する。

判 定：表-3 ～表-15に示す板厚以上であること。

③ 外観検査

対 象：防護板等

方 法：防護板等の外観を目視により確認する。

判 定：有害な傷、変形がないこと。

④ 据付検査

対 象：防護板等

方 法：アンカーボルトの径を適切な計測機器を用いて計測し、アンカーボルトの据付け数を目視により確認する。

判 定：表-3 ～表-15 に示す径及び本数のアンカーボルトが据付けられていること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、一般作業計画書、放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ③ 本工事において主な作業場所は屋外であり、設置に際し管理区域内外から窓ガラスの養生を行い、破損防止に努める。
- ④ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋及び保護メガネ、防塵マスク等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ⑤ 本工事において火気を使用する場合には、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑥ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。
- ⑦ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑧ 本工事においては、令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって変更の認可を受けた廃止措置計画の事故対処の有効性を確認した資機材やアクセスルー

トに影響を及ぼさないようにする。

- ⑨ 本工事に係る重量物の運搬については、運搬台車等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑩ 本工事においては、アンカー取付け位置やボルト貫通穴の位置は、既設配筋状態を確認し、干渉しないよう施工すること。

6. 工事の工程

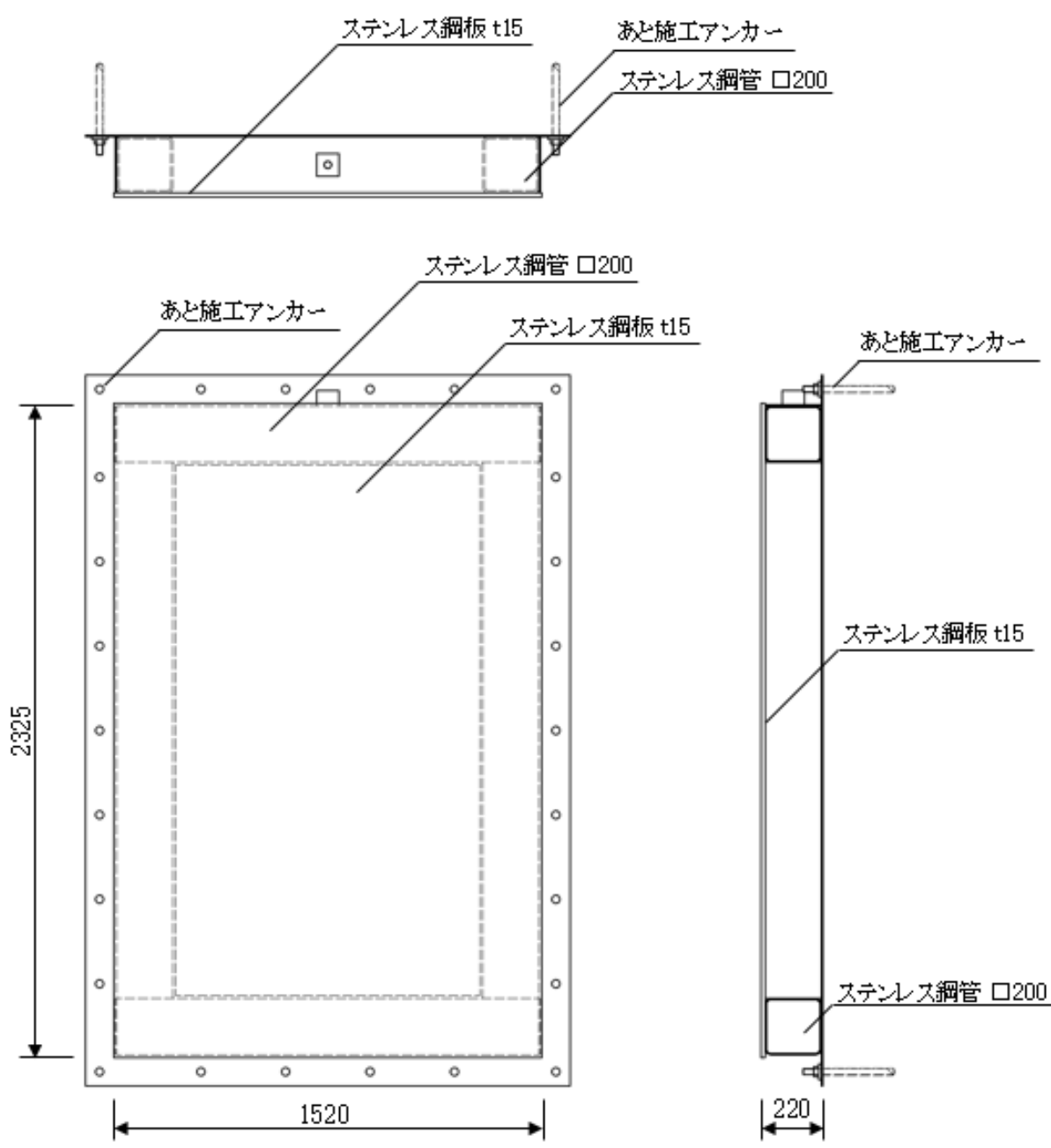
本申請に係る工事の工程を表-16 に示す。

表-16 防護板等の設置に係る工事工程表

	令和4年度									備 考
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
防護板等の設置										
	工事※									

※工事工程は他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

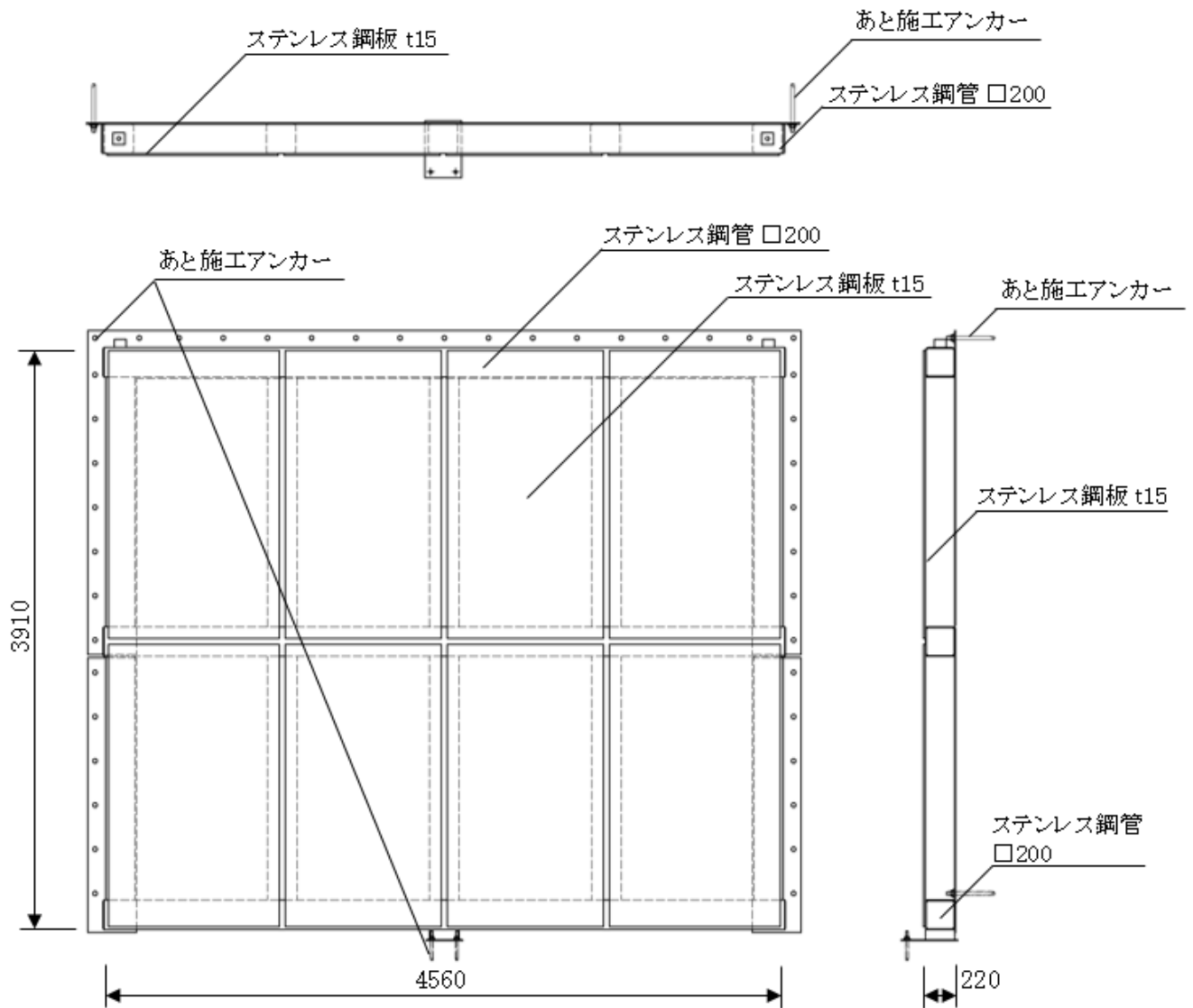
(別図)



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

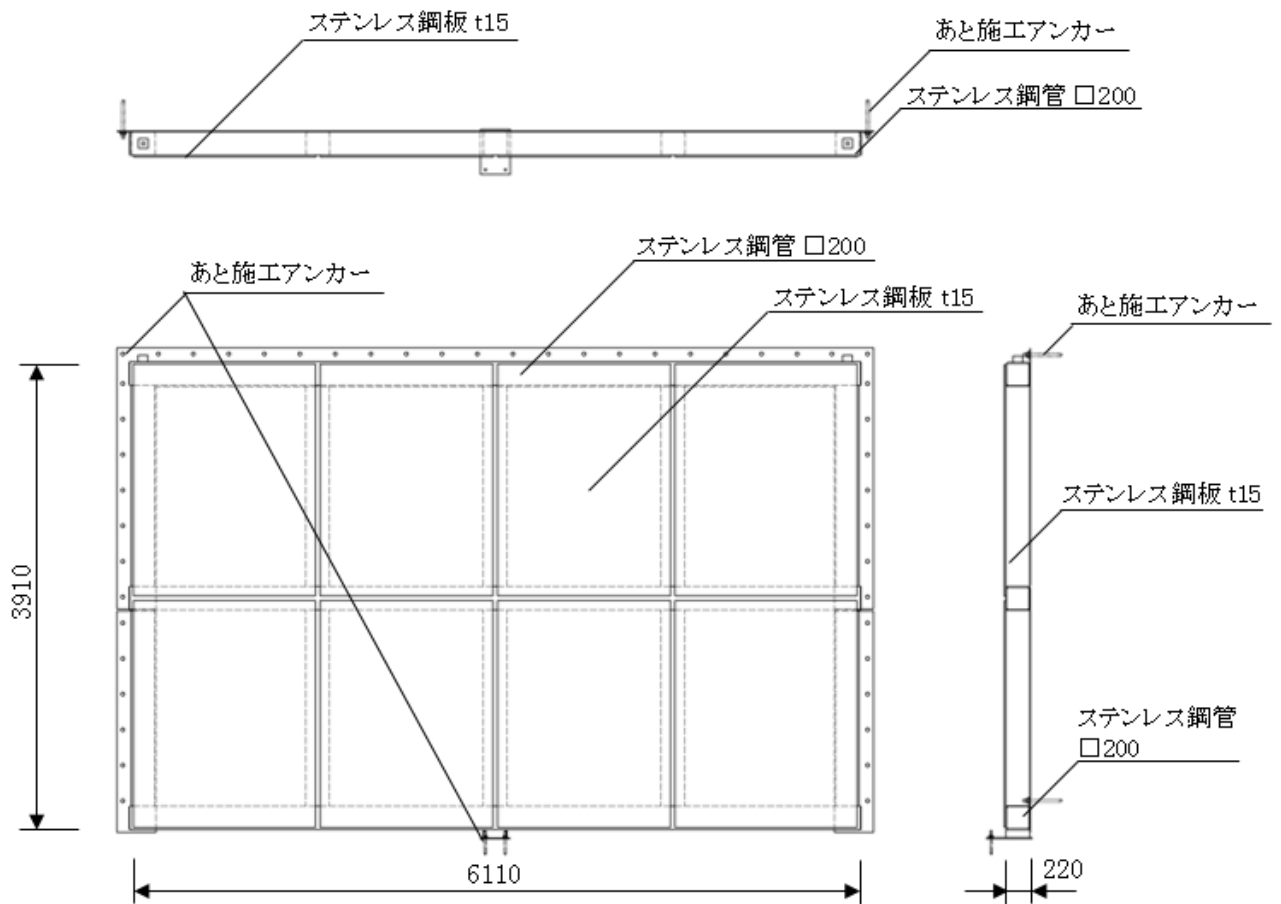
別図-1 防護板 1 の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

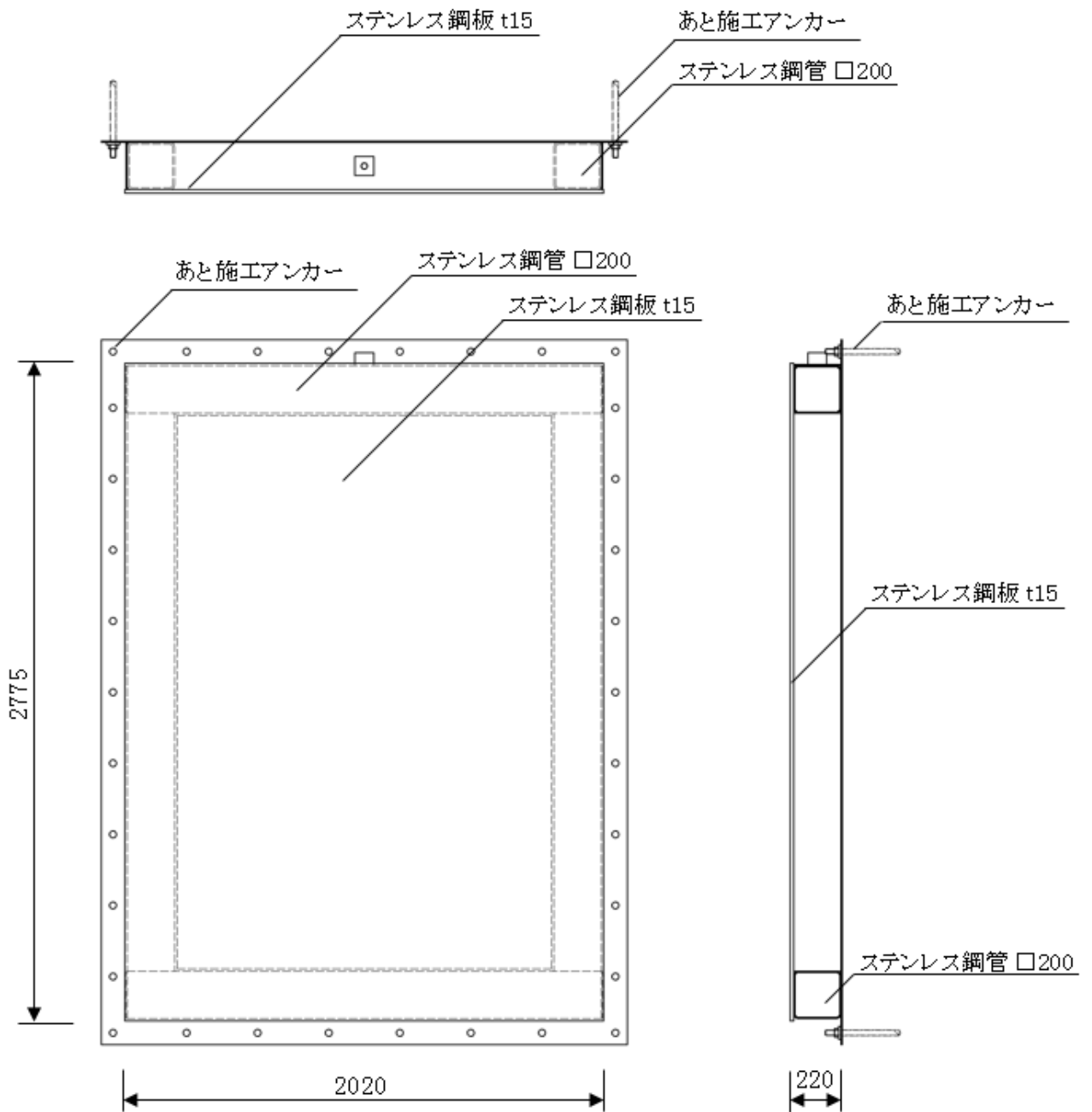
別図-2 防護板 2 の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

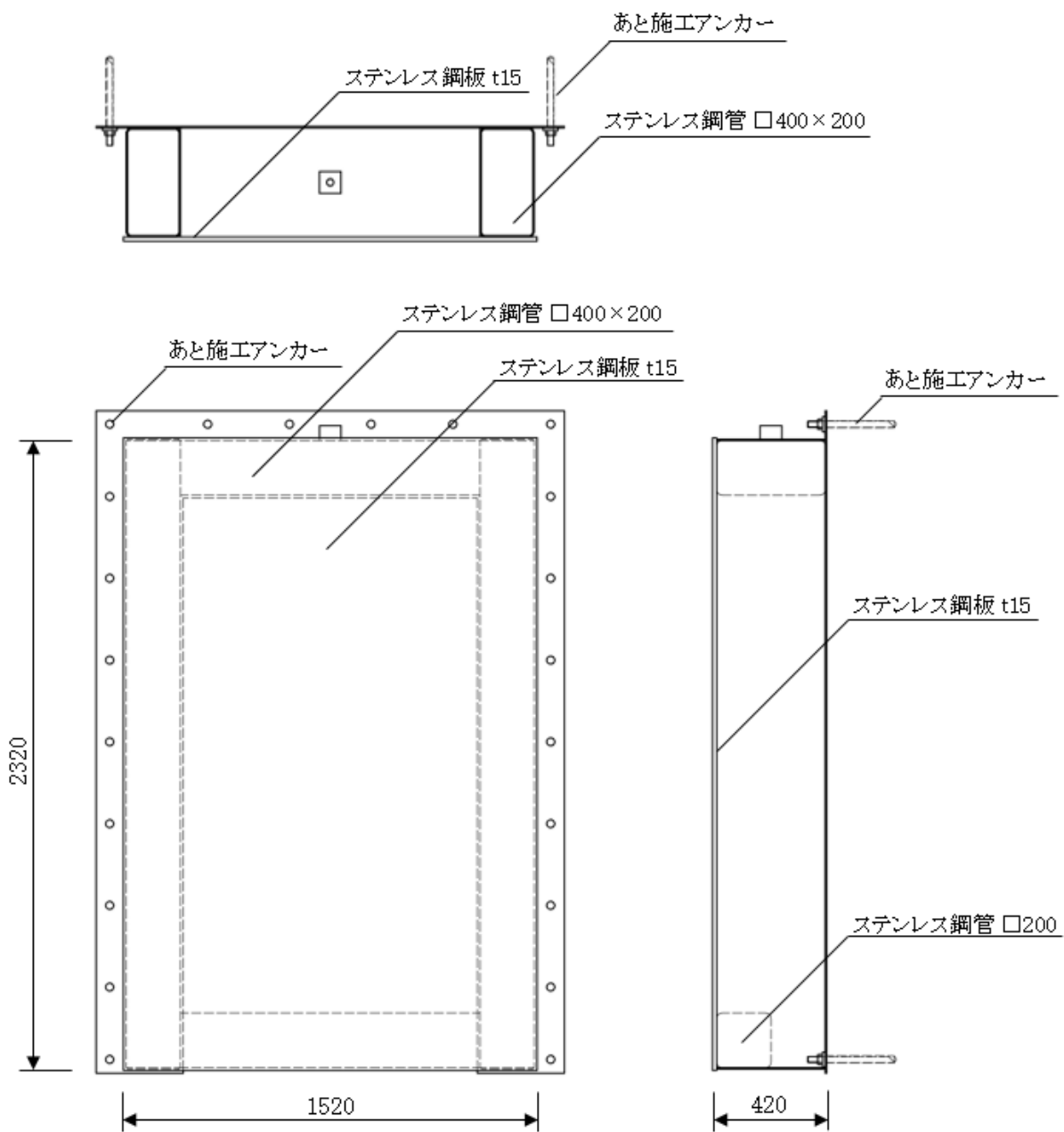
別図-3 防護板3の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

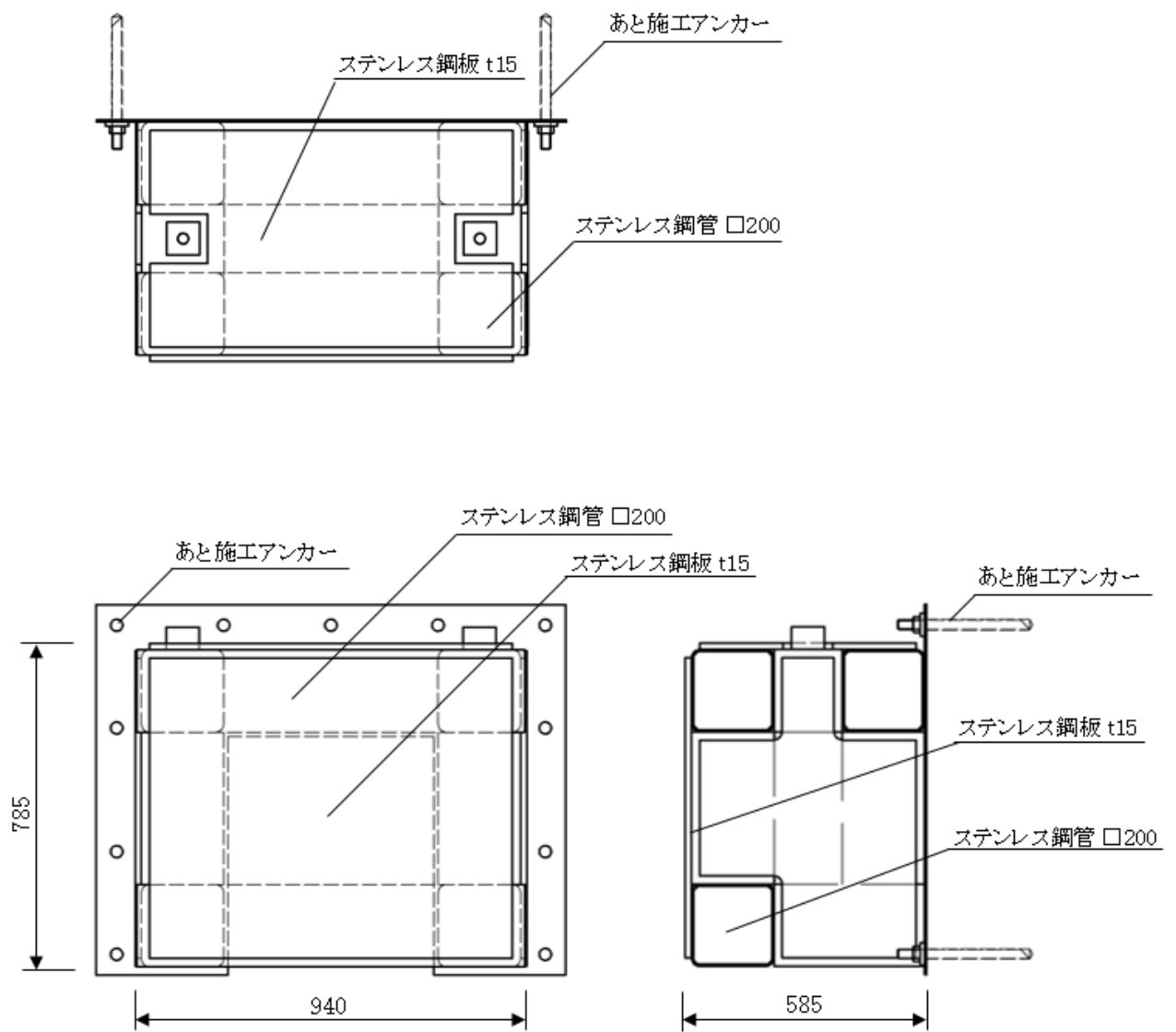
別図-4 防護板4の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

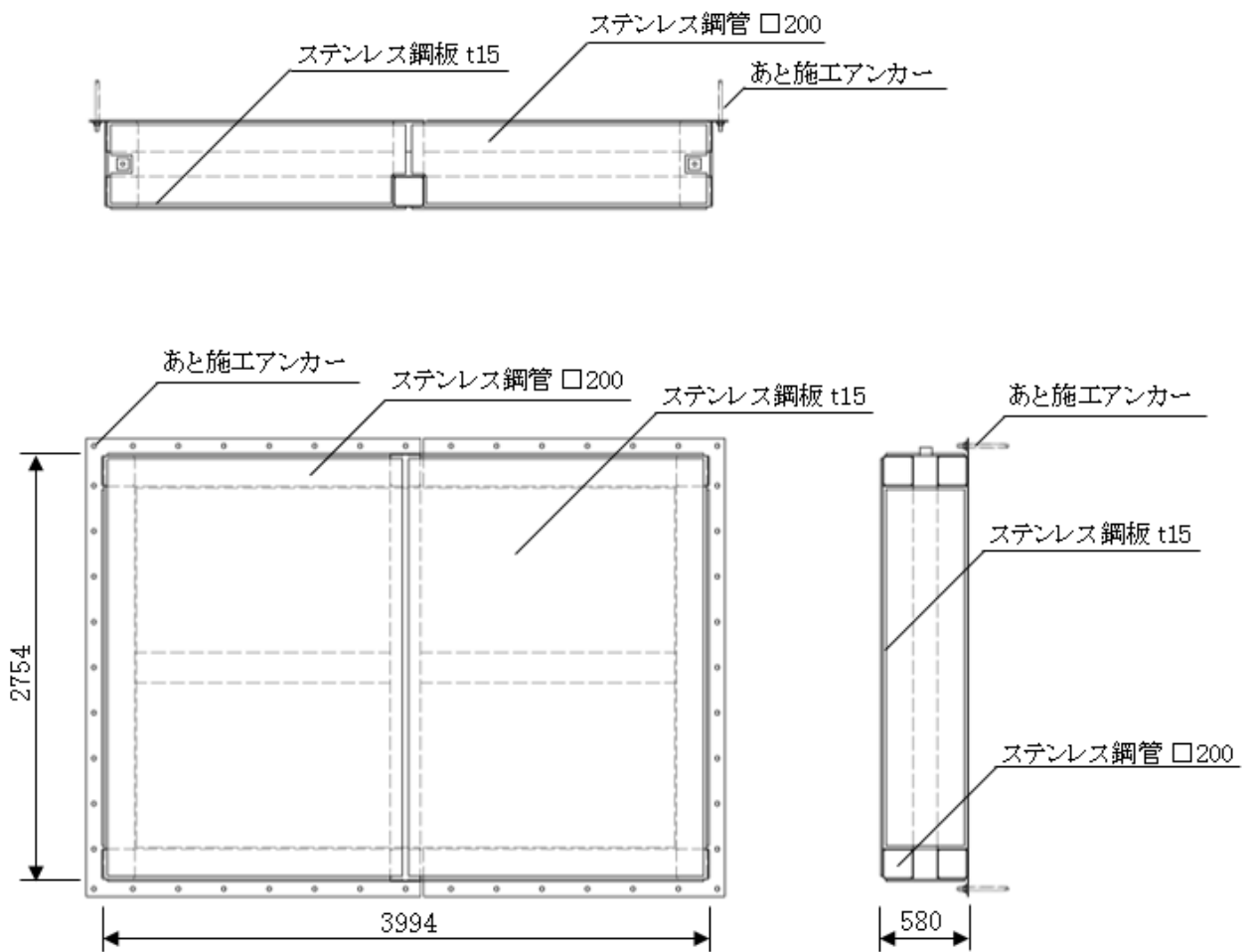
別図-5 防護フード1の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

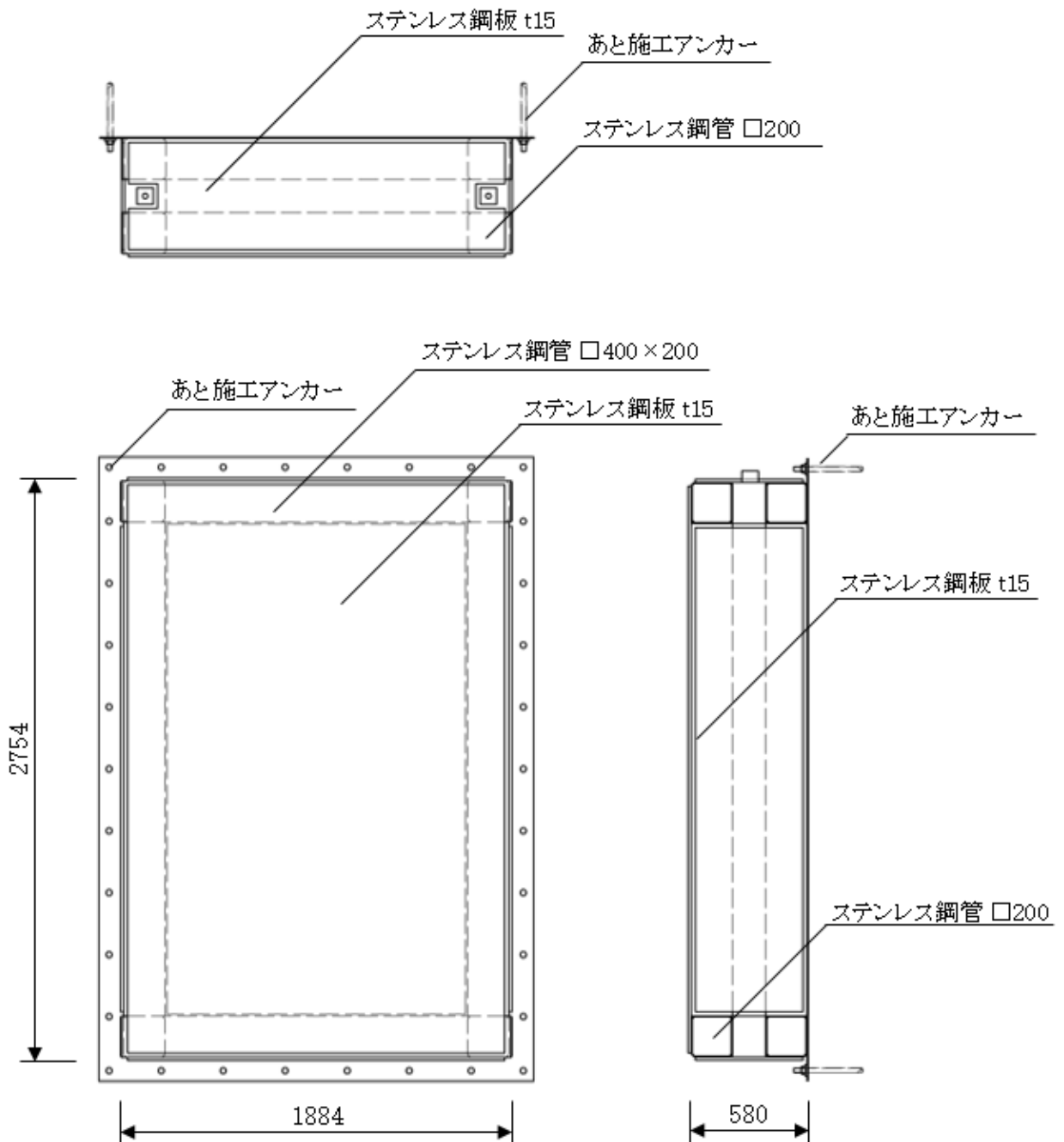
別図-6 防護フード2の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

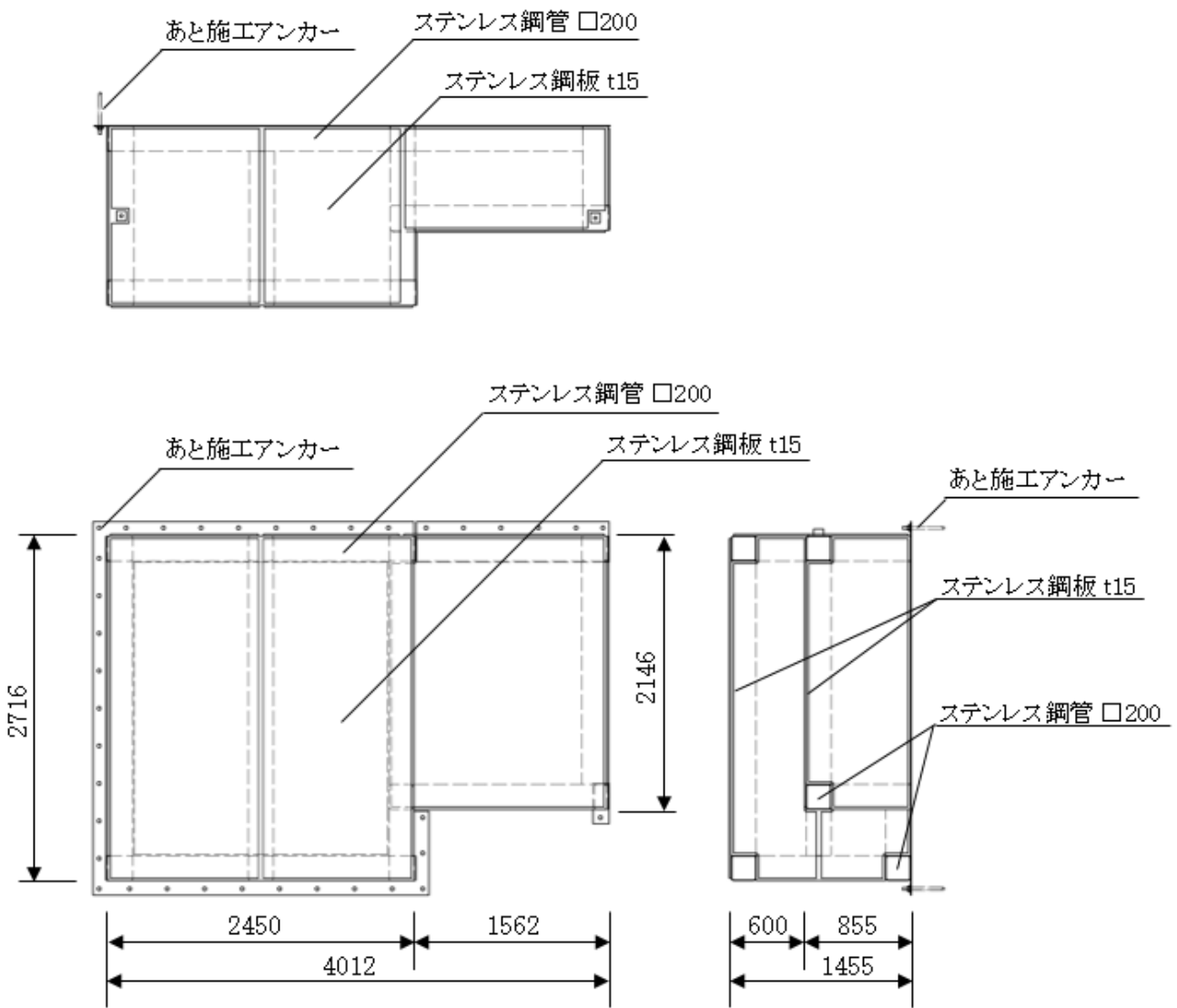
別図-7 防護フード3の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

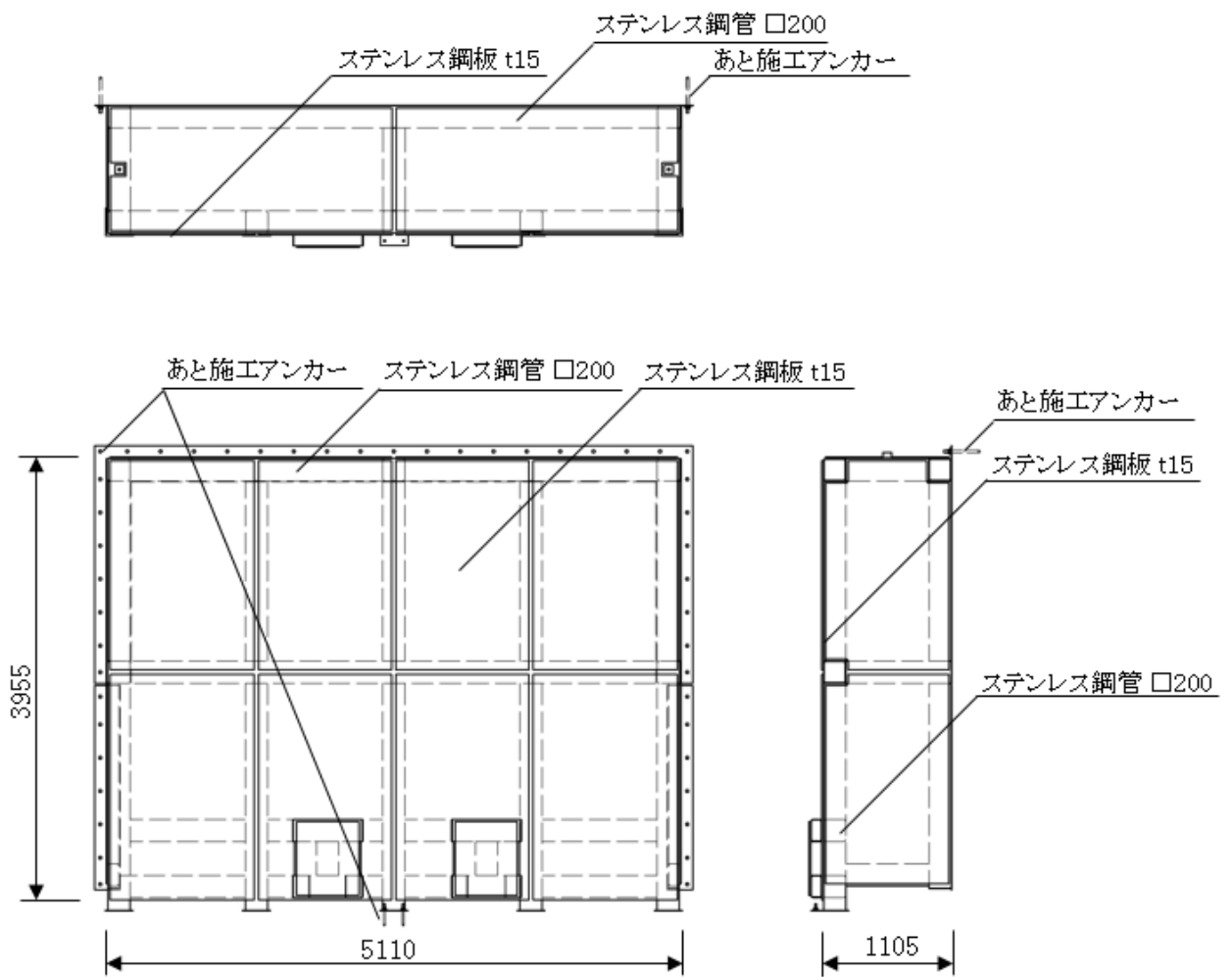
別図-8 防護フード4の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

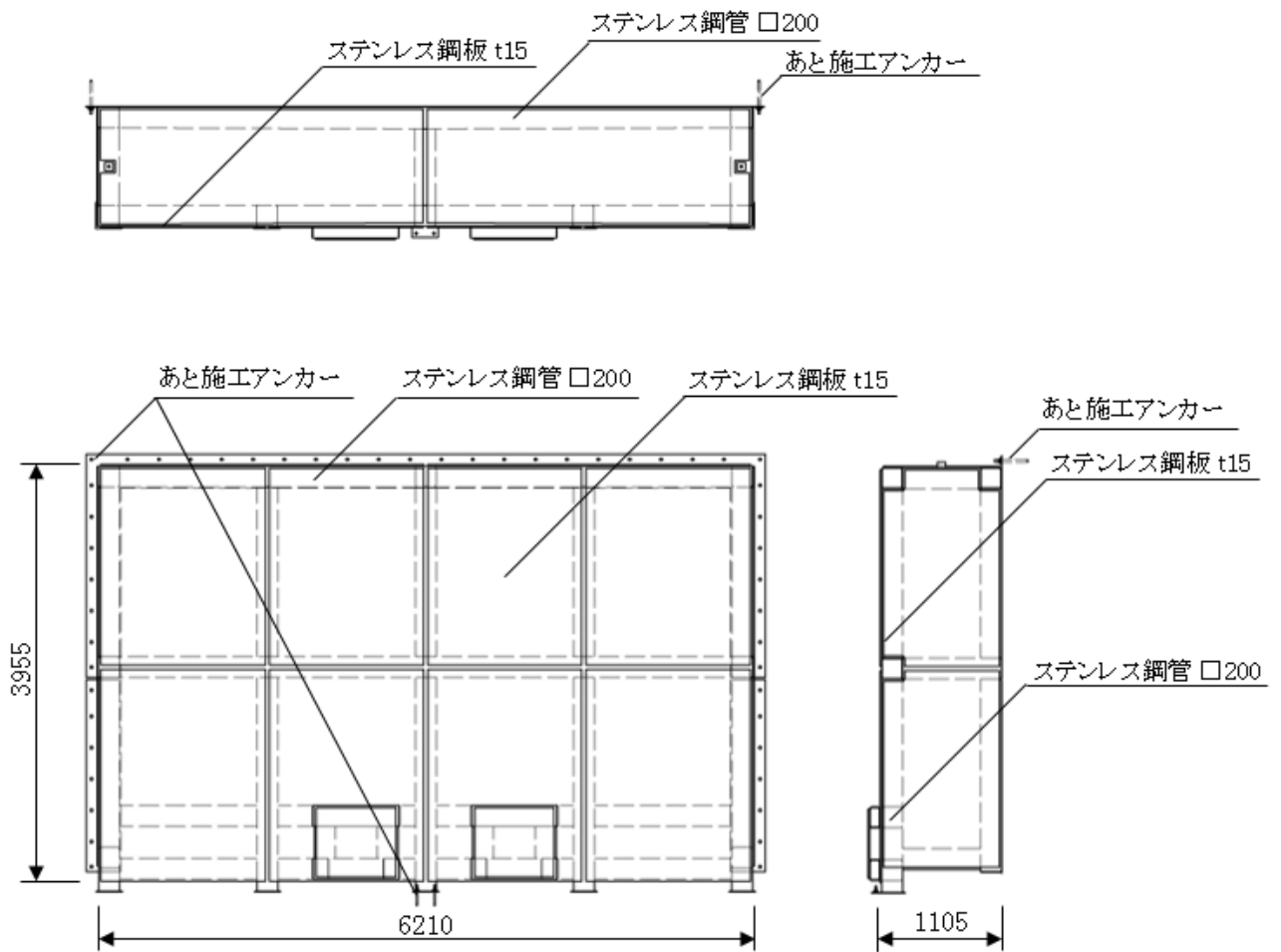
別図-9 防護フード5の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

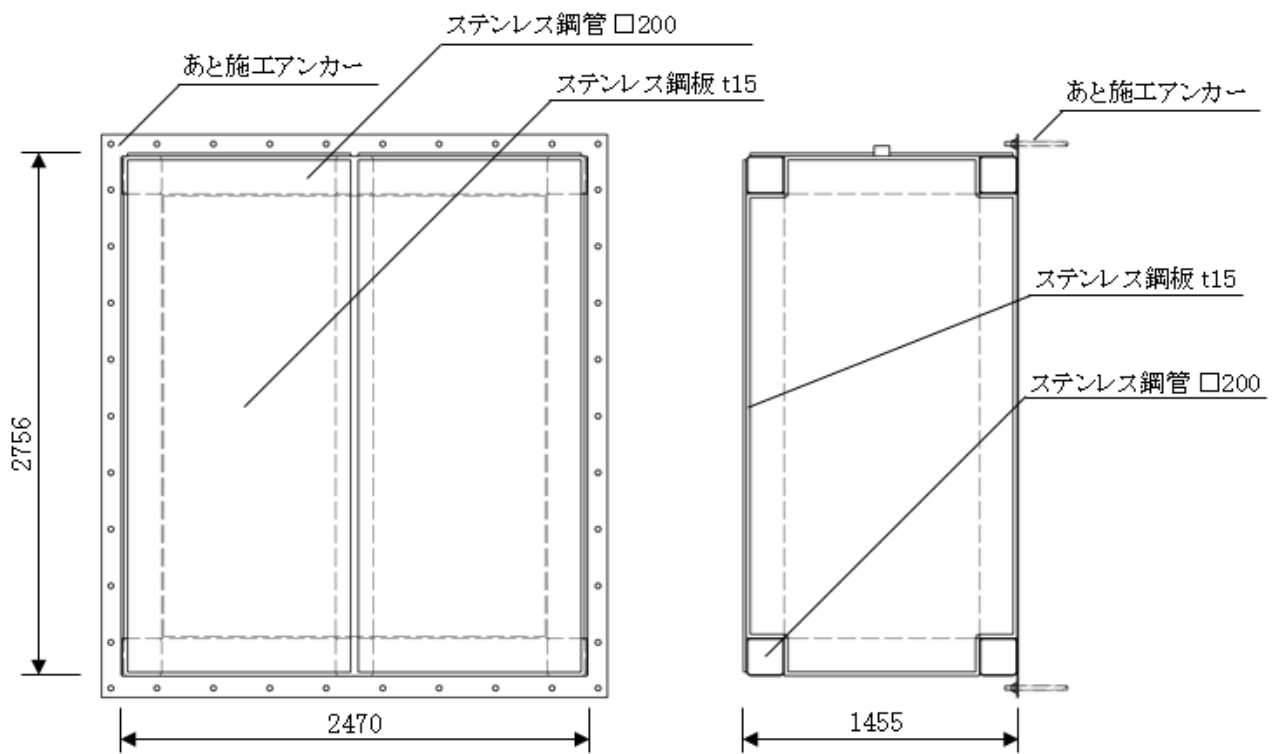
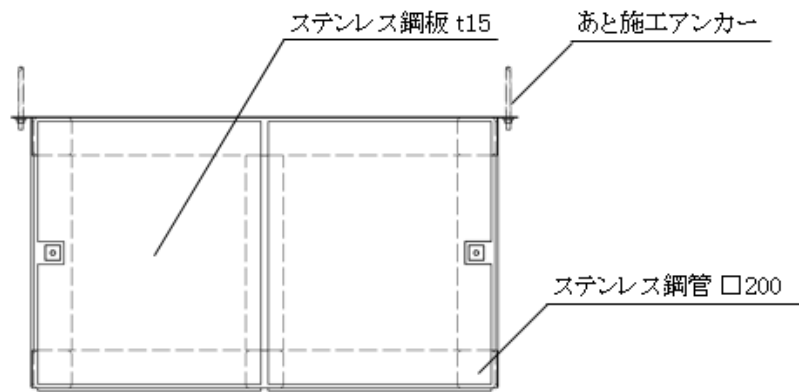
別図-10 防護フード6の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

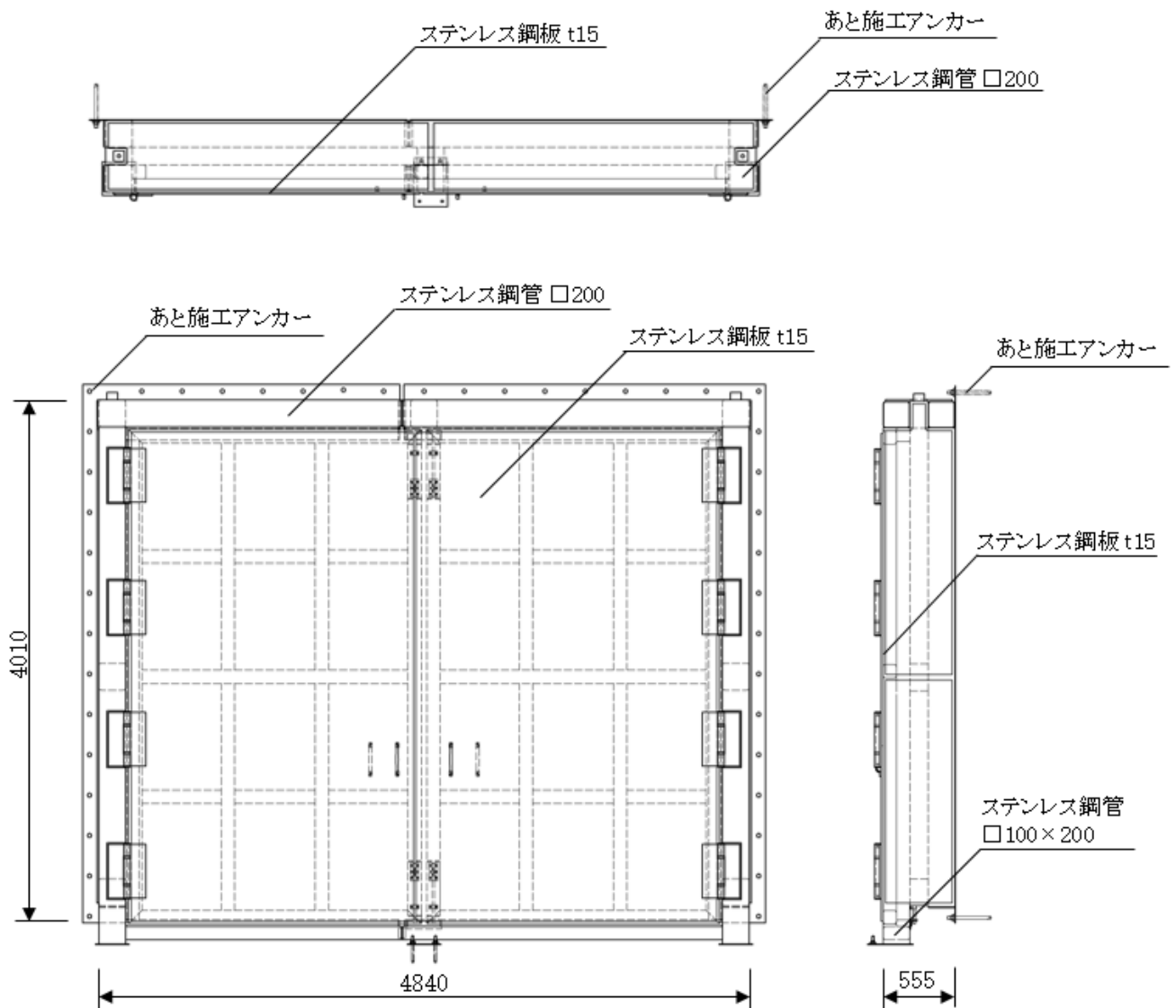
別図-11 防護フード7の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

別図-12 防護フード8の概要図



※ 既設との干渉により、補強部材の位置等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。

(単位：mm)

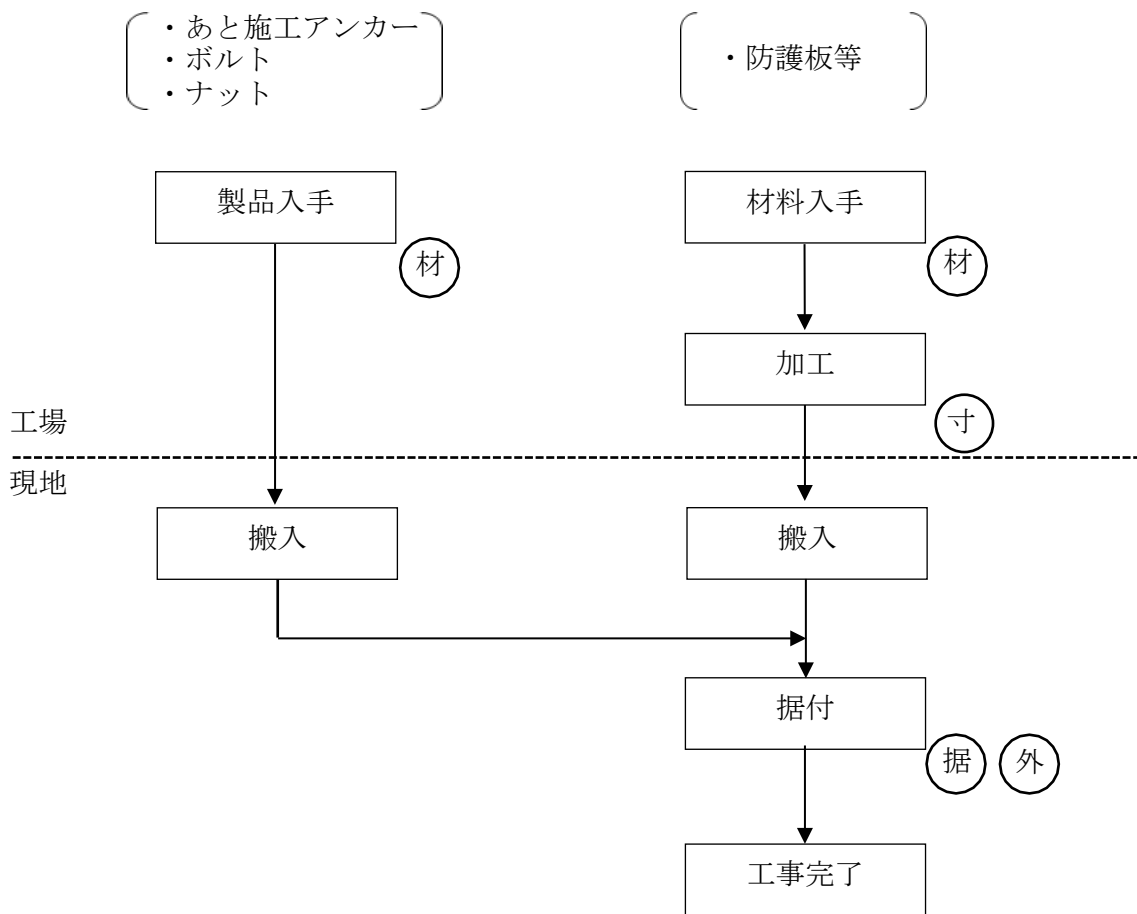
別図-13 防護扉の概要図



別図-14 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (2階) の開口部の防護板等の設置個所



別図-15 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (3階) の開口部の防護板等の設置個所



- 材 : 材料検査
- 寸 : 寸法検査
- 外 : 外観検査
- 据 : 据付検査

別図-16 防護板等の設置に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条第 2 項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第 2 項	別紙-1 に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷防止	有	第 2 項	別紙-2 に示すとおり
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における ^{いつ} 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第 2、3 項	別紙-3 に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。

以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

2 本申請は、設計竜巻によりガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う重要な安全機能が損なわれることのないよう開口部に防護板等を設置するものである。

防護板等の総重量は約 97.2 トンであり、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家全体の総重量約 97,000 トンに対して、重量増加率は約 0.1% と極めて小さいことから、建家の耐震性に影響を与えることはなく、地震により安全性が損なわれるおそれはない。また、防護板等が地震により損傷したとしても、公衆に放射線障害を及ぼすような事態には至らない。

防護板等は、建家外壁に設置するものであり、建家の屋外近傍には重要な安全機能を担う施設は配置されておらず、防護板等の転倒及び落下により重要な安全機能を担う施設に対して波及的影響を及ぼすことはない。

以上より防護板等の耐震クラスは C クラスとする。

なお、外部火災等を起因としたばい煙や有毒ガスの発生に対するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室の換気対策（屋外との給排気のため

に扉に設置する接続パネルや仮設ダクト等)に使用する防護フード(2箇所)については廃止措置計画用設計地震動により波及的影響を与えることがないように設計する。防護フードの耐震評価については、添付資料-1に示す「防護フードの耐震についての計算書」のとおりである。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の竜巻防護対策

（開口部の閉止措置）

防護フードの耐震についての計算書

1. 概要

本資料は、外部火災等を起因としたばい煙や有毒ガスの発生に対するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室の換気対策（屋外との給排気のために扉に設置する接続パネルや仮設ダクト等）に使用する防護フード6（2箇所）について、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしても波及的影響を与えないことを示すものである。

2. 基本方針

2.1 評価対象

閉止構造物の一覧を表-1 に示す。

表-1 評価対象機器

機器名称	備考
防護フード6	地上2階

2.2 適用規格

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601・補-1984, 1987, 1991 追補版）
- (2) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NJ1-2012）
- (3) 発電用原子力設備規格 材料規格（JSME S NJ1-2012）
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAC 4601-2015）
- (5) 日本産業規格（JIS）

2.3 解析条件

解析条件は、以下のとおりとする。

- (1) 最高使用温度は、40℃とする。
- (2) 地震力は防護フード6に対して、水平及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 評価対象部位はアンカーボルト部とし、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対し評価を行う。壁面に設置されることから、1つ上階の設計震度を使用することとする。
- (4) 使用するコードは、汎用構造解析プログラム NASTRAN である。

3. 固有振動数の算出

閉止構造物を図-1 に示す解析モデルに置換し、固有振動数の解析を行った。解析モデルは、閉止板やベースプレートはモデル化せず、支持梁部に分布質量として負荷するものとする。解析の結果、表-2 に示すとおり閉止構造物の固有振動数は 20Hz を上回っており、剛構造であることを確認した。

なお、解析コードは、「NASTRAN」を使用した。

また、SUS304 の材料物性値は、温度条件を 40℃とし、縦弾性係数 $E=194$ GPa、ポアソン比 $\nu=0.3$ とした。

表-2 固有値解析結果

機器名称	固有振動数 (Hz)
防護フード 6	28.8

4. 応力評価

(1) 計算の基礎となるデータ

① 据付ボルトの材質及び許容応力

閉止構造物の据付ボルト及び許容応力を表-3 に示す。

表-3 閉止構造物の据付ボルト及び許容応力

材質	許容応力 (MPa) *1*2		
	引張応力 (f_{t0})	せん断応力 (f_{sb})	せん断力を同時に 受ける引張応力 (f_{ts}) *3
SUS630	700	404	700

*1: 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME)」 (2012 年) による。

*2: 共用状態 C、D で共通の値である。

*3: 引張力とせん断力を同時受ける場合は、下式より求めた許容引張応力 (f_{ts}) を用いる。

$$f_{ts} = 1.4f_{t0} - 1.6\tau_b$$

$$f_{ts} \leq f_{t0}$$

τ_b : 据付ボルトに生じるせん断応力 (ただし $\tau_b \leq f_{sb}$)

f_{t0} 、 f_{sb} は、以下による。

$$f_{t0} = \frac{F}{1.5} 1.5 \quad f_{sb} = \frac{F}{1.5\sqrt{3}} 1.5$$

F: 材料の 40°C における設計降伏点

② 設計用地震力

機器据付階は 2 階であるので、1 つ上の階 (3 階) の静的解析用震度を表-4 に示す。

表-4 静的解析用震度

設置位置	水平震度	鉛直震度
2 階	1.12	0.79

③ 応力の計算条件

閉止構造物の応力計算に用いる計算条件を表-5 に示す。

表-5 計算条件

記号	項目	単位
m	閉止構造物の質量	kg
h	重心の高さ	mm
ℓ ₁	据付ボルト間の距離（鉛直軸方向）	mm
ℓ ₂	据付ボルト間の距離（水平軸方向）	mm
A _b	据付ボルトの有効断面積*1	mm ²
n	据付ボルトの本数	本
n _{f1}	評価上引張力を受けるとして期待する据付ボルトの本数（水平軸方向）	本
n _{f2}	評価上引張力を受けるとして期待する据付ボルトの本数（鉛直軸方向）	本
C _H	設計水平震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
g	重力加速度	m/s ²
f _{to}	引張力のみを受ける据付ボルトの許容引張応力	MPa
f _{sb}	せん断力のみを受ける据付ボルトの許容引張応力	MPa
f _{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける据付ボルトの許容引張応力	MPa

*1 有効断面積は JIS の値を用いる。

(2) 据付ボルトの応力

① 引張応力

閉止構造物に作用する引張応力は、最も厳しい条件として、図-2、3 に示すとおり据付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の据付ボルトのみで受けるものとして下式より求める。設計水平震度の作用方向によって、2 通りの計算を実施し引張力の大きい方の値を評価結果に記載する。

(引張力 F_b、設計水平震度が据付ボルトの軸方向に作用する場合)

$$F_b = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot \left(\ell_1 - \frac{\ell_1}{2} \right)}{n_{f1} \cdot \ell_1} + \frac{m \cdot g \cdot h \cdot (1 + C_V)}{n_{f1} \cdot \ell_1}$$

(引張力 F_b 設計水平震度が据付ボルトの直角方向に作用する場合)

$$F_b = \frac{m \cdot g \cdot h \cdot (1 + C_v)}{n_{f1} \cdot \ell_1} + \frac{m \cdot g \cdot h \cdot (C_H)}{n_{f2} \cdot \ell_2}$$

(引張応力 σ_b 設計水平震度が閉止板に鉛直に作用する場合)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

② せん断応力

(せん断力 Q_b)

$$Q_b = \frac{m \cdot g \cdot \sqrt{C_H^2 + (1 + C_v)^2}}{n}$$

(せん断力 τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b}$$

(3) 評価結果

据付ボルトの応力評価結果を表-6 に示す。表-6 に示すとおり、据付ボルトに発生する応力は許容応力よりも十分小さく、閉止構造物は、設計地震力に対して十分な耐震性を有している。

表-6 据付ボルトの応力評価結果

機器名称	応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比
防護フード6	引張	15	700	0.03
	せん断	12	404	0.03

※応力比は、発生応力/許容応力を示す。

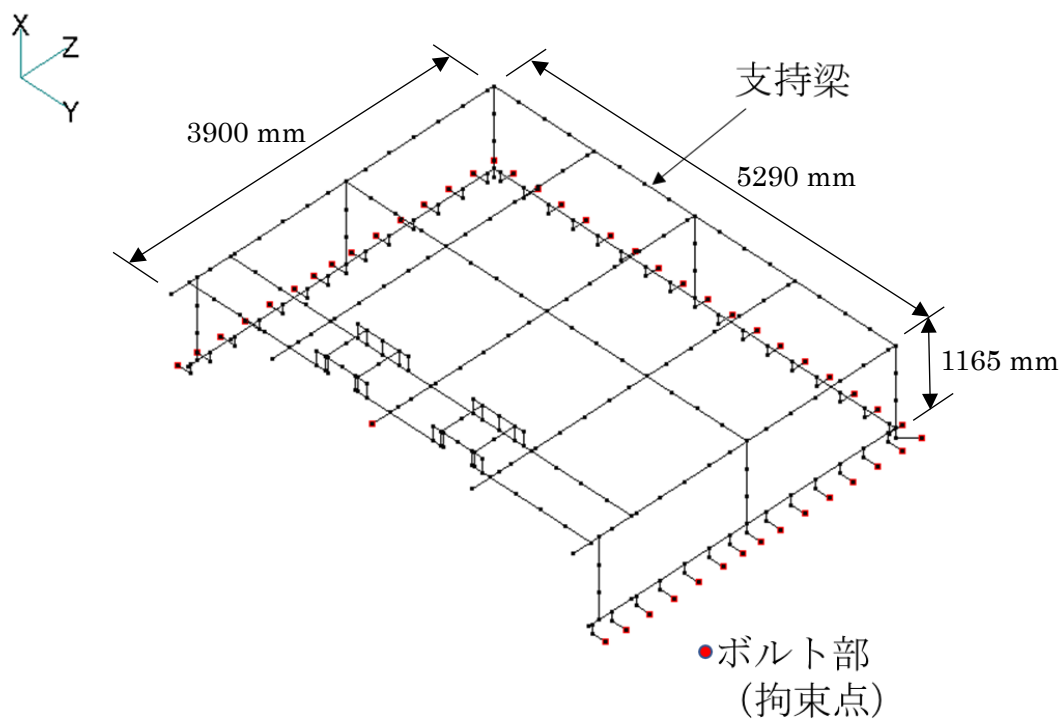


図-1 防護フード6 解析モデル図

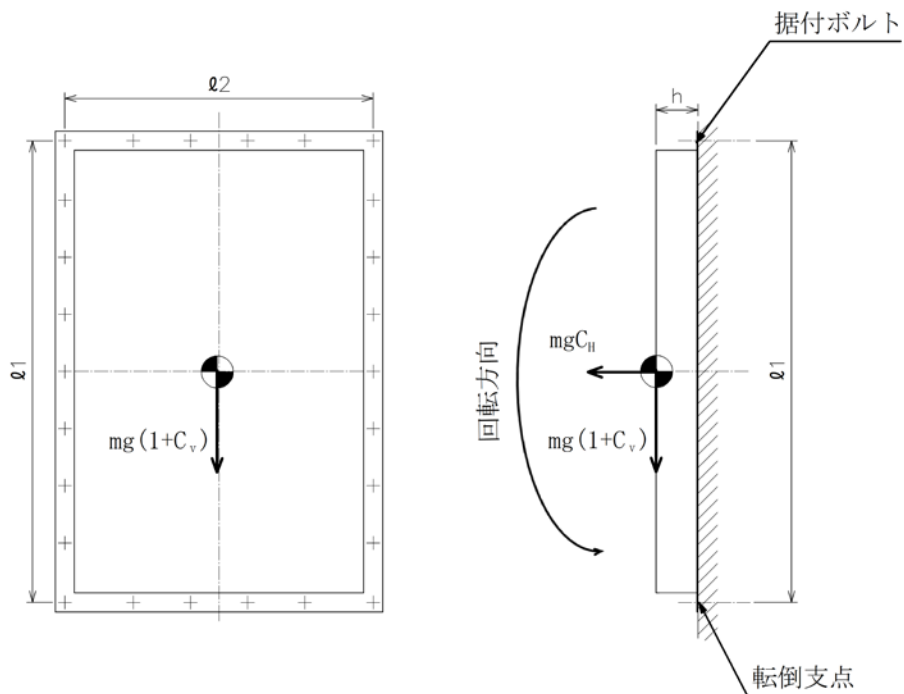


図-2 応力計算モデル1 (設計水平震度が据付ボルトの軸方向に作用する場合)

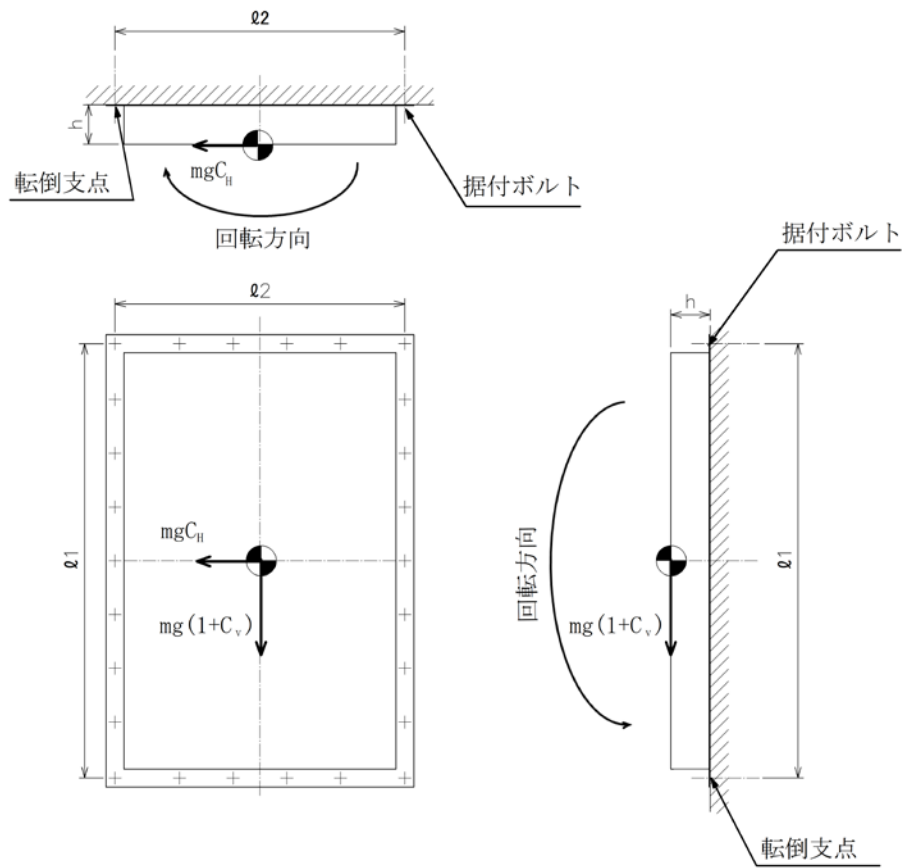


図-3 応力計算モデル 2 (設計水平震度が据付ボルトの直角方向に作用する場合)

第八条（外部からの衝撃による損傷防止）

安全機能を有する施設は、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において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 安全機能を有する施設は、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員がある場合において、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。）により再処理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が講じられたものでなければならない。

3 安全機能を有する施設は、航空機の墜落により再処理施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う重要な安全機能が損なわれることのないよう開口部に防護板等を設置するものである。

防護板等は、BRL 式に基づく設計飛来物の鋼板の貫通限界厚さ（約 9 mm）を超えるステンレス鋼板で構成することから、設計飛来物の衝突により貫通が生じるおそれはなく、設計飛来物の衝撃によってガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能が損なわれることはない。

防護板等の強度計算については、添付資料-2に示す「防護板、防護フード及び防護扉の強度計算書」のとおりである。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の竜巻防護対策（開口部の閉止措置）
防護板、防護フード及び防護扉の強度計算書

1. 概要

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家内に設置する閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う施設（以下「防護対象施設」という。）は、廃止措置計画用設計竜巻（以下「設計竜巻」という。）の荷重に対して、建家外殻の防護機能により当該健全性を維持する。

建家内に設置する防護対象施設のうち、一部の施設は、窓等の開口部に近接しており、設計飛来物の衝突等により機能喪失することがないように、開口部の閉止措置を実施する。

本資料は、開口部に設置する防護板、防護フード及び防護扉（以下「防護板等」という。）が設計飛来物の衝突に加え、風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物を防護対象施設に衝突させず、構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

防護板等の「2.1 構造概要」、「2.2 評価方針」及び「2.3 適用規格」を示す。

2.1 構造概要

(1) 防護板

ステンレス鋼管にステンレス鋼製の閉止板を溶接して構成し、建家外壁にアンカーボルトで固定する。

図 2.1-1 に防護板の概要図を示す。

(2) 防護フード

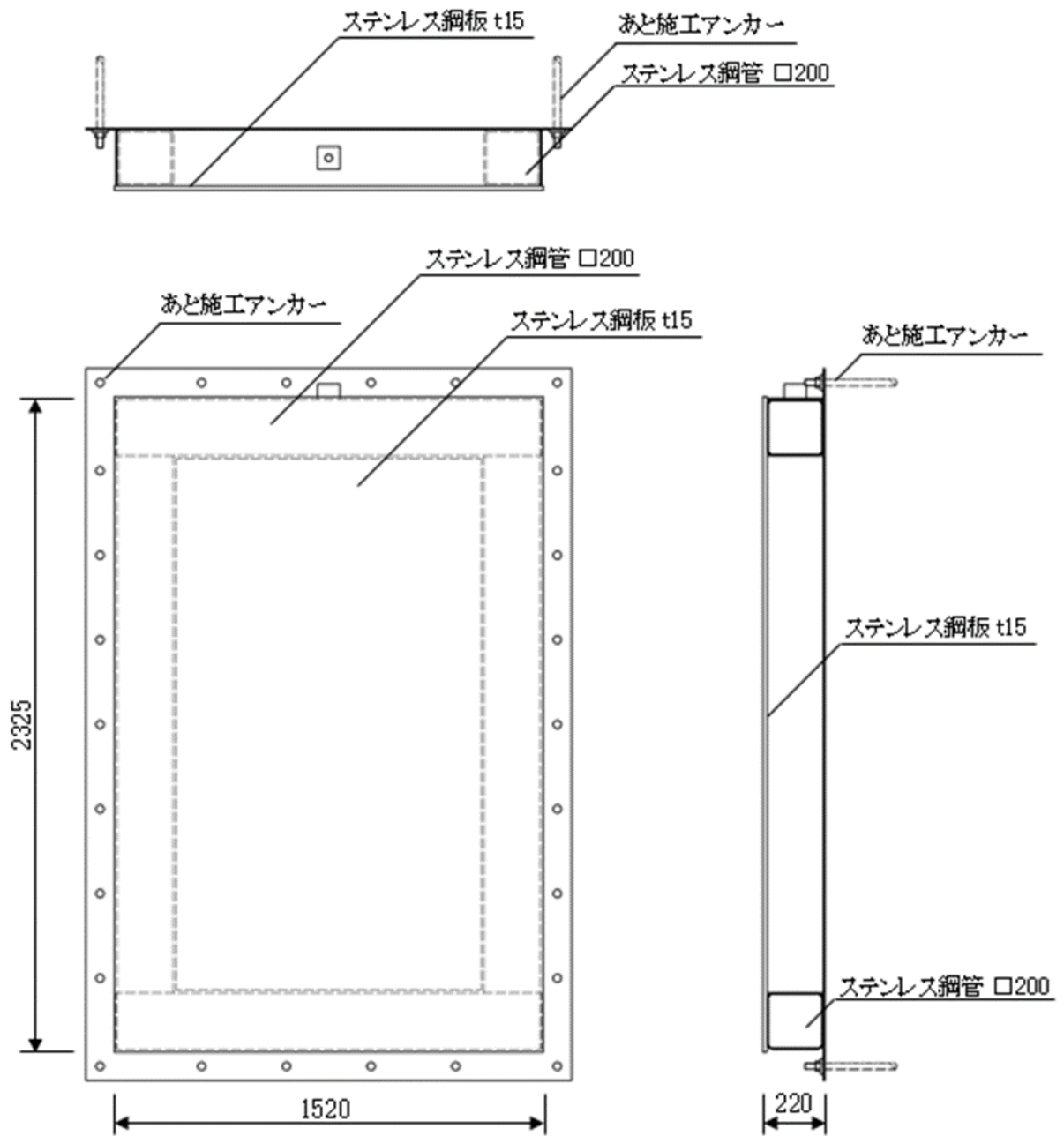
ステンレス鋼管にステンレス鋼製の閉止板を溶接して構成し、建家外壁にアンカーボルトで固定する。建家のガラリ、給排気のため外気を取り入れ口を設ける必要のある開口部（2階の制御室の換気対策のための仮設の給排気口を設ける扉）、浸水防止策を施した窓、扉の外側に設ける箇所は、下部が開放しているフード構造とする。

図 2.1-2 に防護フードの概要図を示す。

(3) 防護扉

表面の扉板をステンレス鋼製の閉止板で構成し、建家外壁にアンカーボルトで固定した扉枠に設置するヒンジで支持する構造とする。また、扉の合わせ部には鋼材を設置し、設計竜巻による衝突荷重を支える構造とする。

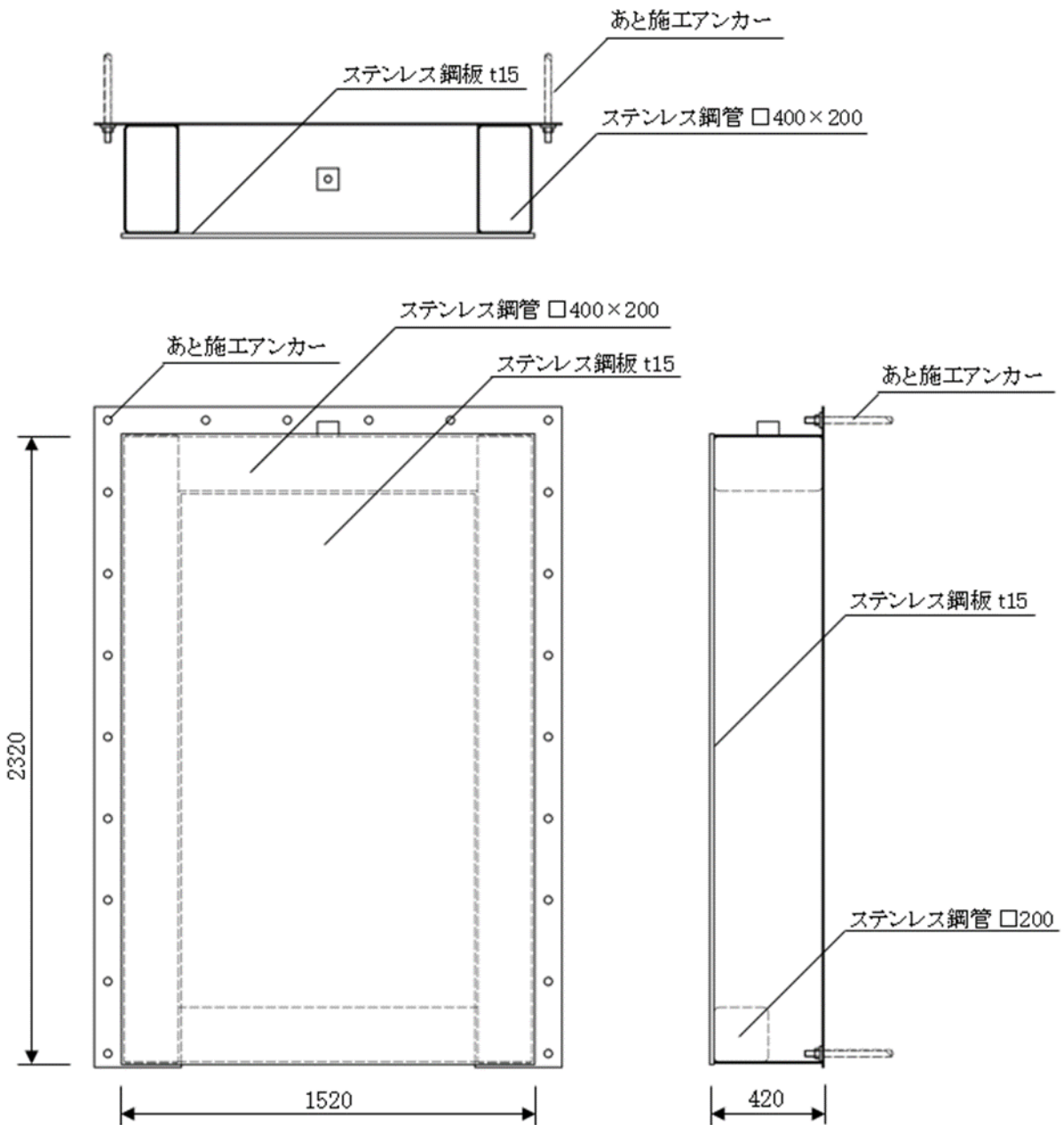
図 2.1-3 に防護扉の概要図を示す。



(単位 : mm)

材質	ステンレス鋼
寸法	W1520×H2325×D220
重量	1000 kg

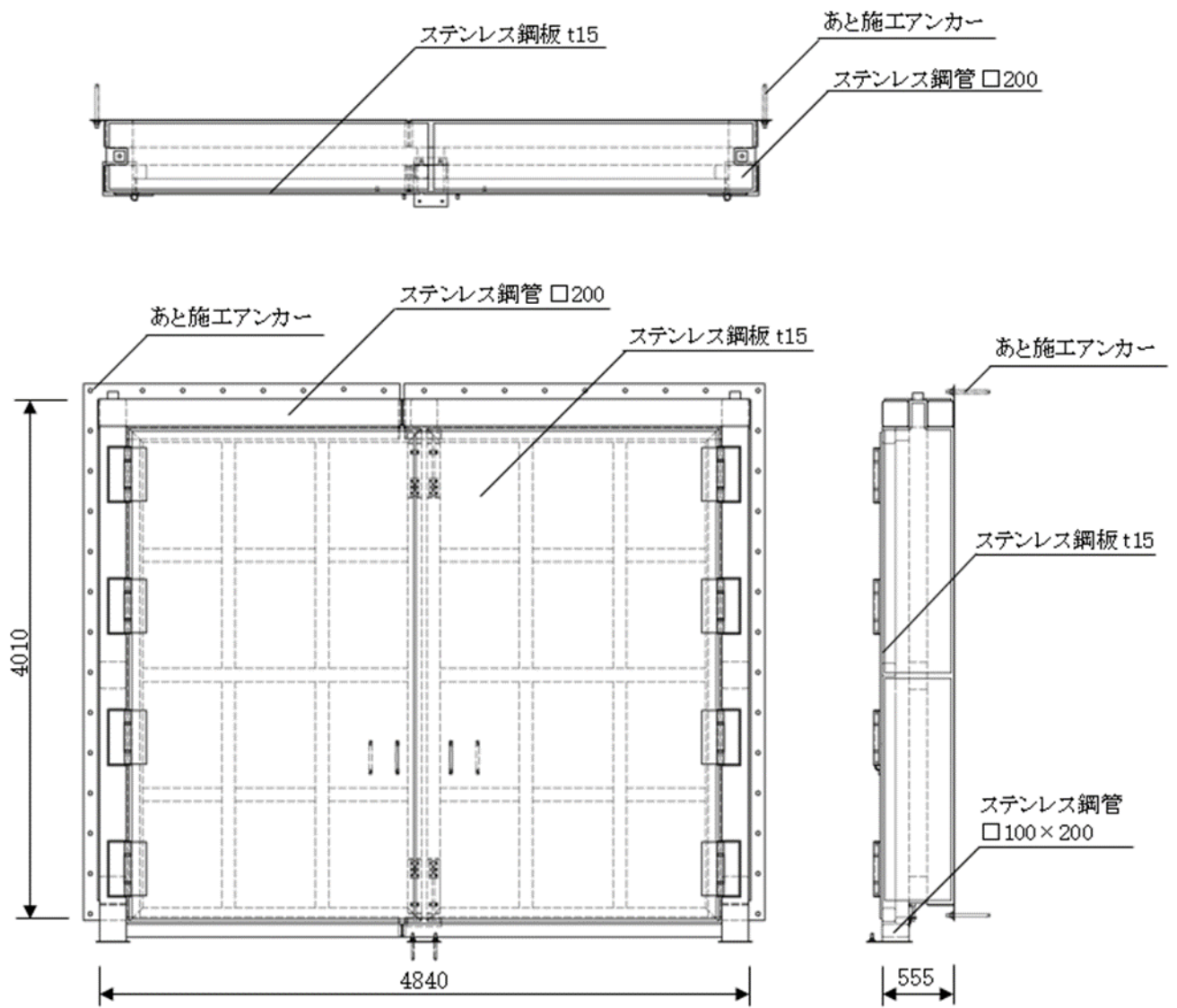
図 2.1-1 防護板の概要図



(単位 : mm)

材質	ステンレス鋼
寸法	W1520×H2320×D420
重量	1100 kg

図 2.1-2 防護フードの概要図



(単位 : mm)

材質	ステンレス鋼
寸法	W4840×H4010×D555
重量	6100 kg

図 2.1-3 防護扉の概要図

2.2 評価方針

防護板等の強度計算は、設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、防護板等の評価対象部位に作用する応力等が許容限界に収まることを「3. 評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

防護板等の評価フローを図 2.2-1 に示す。

防護板等の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。

具体的には、設計飛来物が防護板等の構成部材を貫通するかどうかを確認するとともに、設計飛来物の衝突評価として 3 次元 FEM モデルによるひずみ量と変形量の評価を行う。

(1) 貫通評価

設計荷重に対し、設計飛来物が対策部位を構成する部材を貫通しない設計とするために、防護板、防護フード及び防護扉の評価対象部位の厚さが、設計飛来物の貫通限界厚さを上回ることを計算（BRL 式）により確認する。

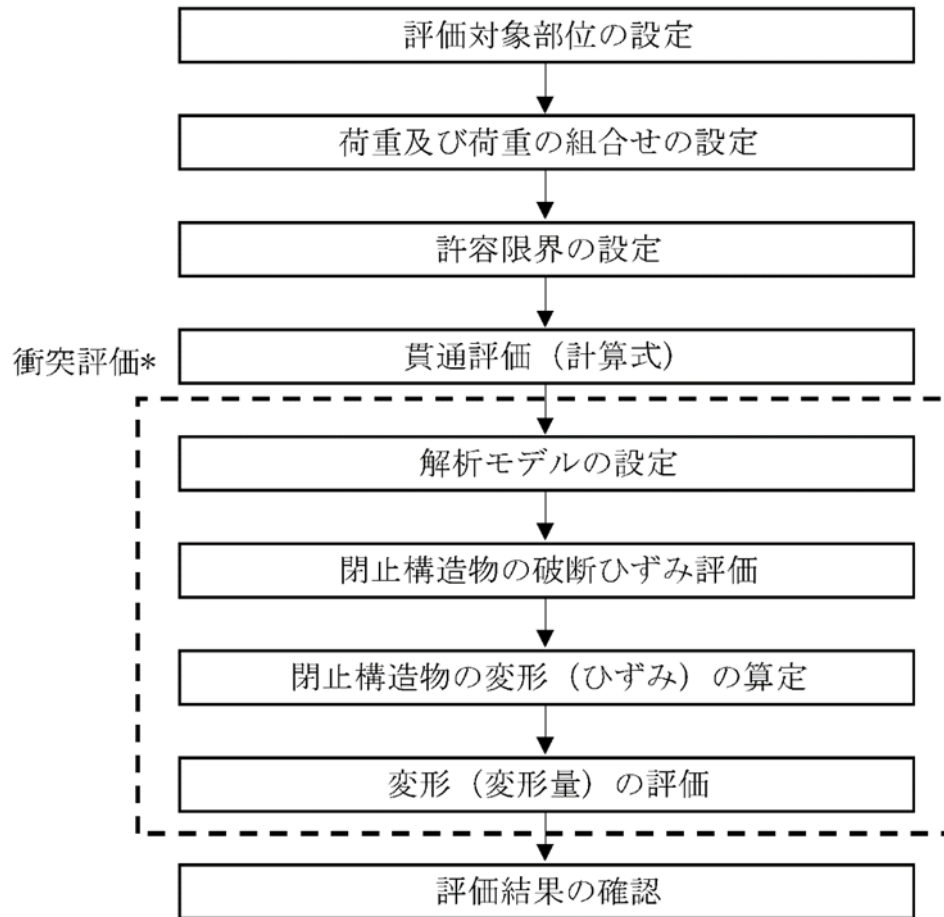
(2) 衝突評価

① 破断ひずみ評価

設計荷重により防護板等の評価対象部位が終局状態に至るようなひずみを生じないことを解析により確認する。

② 変形評価

設計荷重に対する防護板等の評価対象部位の変形量が、防護板等と防護対象施設との離隔距離より小さいことを解析により確認する。



*解析コード「LS-DYNA」を用いて 3 次元 FEM モデルによる解析を実施する。

図 2.2-1 防護板等の評価フロー

2.3 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ ISE7607-3「軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査 その 3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」(昭和 51 年 10 月高温構造安全技術研究組合)
- ・ 「タービンミサイル評価について」(昭和 52 年 7 月 20 日 原子炉安全専門審査会)
- ・ Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Design (Nuclear Energy Institute 2011 Rev8 (NEI07-13))
- ・ 日本産業規格(JIS)
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」((社) 日本建築学会(2004))

3. 評価方法

3.1 記号の定義

BRL 式による貫通限界厚さの算定に用いる記号を表 3.1-1 に、設計荷重の設定に用いる記号を表 3.1-2 に示す。

表 3.1-1 BRL 式による貫通限界厚さの算定に用いる記号

記号	定義	単位
d	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	m
K	鋼板の材質に関する係数	—
M	設計飛来物の質量	kg
T	鋼板の貫通限界厚さ	m
V	設計飛来物の飛来速度	m/s

表 3.1-2 設計荷重の設定に用いる記号

記号	定義	単位
A	防護板等の受圧面積	m ²
C	風力係数	—
F _d	常時作用する荷重（自重）	N
G	ガスト影響係数	—
q	設計用速度圧	N/m ²
V _D	設計竜巻の最大風速	m/s
W _M	設計飛来物による衝撃荷重	N
W _W	設計竜巻の風圧力による荷重	N
ΔP _{max}	最大気圧低下量	N/m ²
ρ	空気密度	kg/m ³

3.2 評価対象部位

(1) 貫通評価

設計飛来物が防護板等を貫通しない設計とするために、防護板等の表面に設置する閉止板を評価対象部位として設定する。

(2) 衝突評価

① ひずみ評価

設計荷重により防護板等を構成する部材が破断ひずみを超えないことを確認するために、防護板等の衝突を受ける構成部材を評価対象部位として設定する。

② 変形評価

設計荷重による閉止構造物のたわみ量（変形量）が閉止構造物と防護対象施設間を隔離距離に対して妥当な安全余裕を有することを確認するために、閉止構造物の正面に設置される閉止板を評価対象部位として設定する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷重の設定

設計荷重の算定に用いる竜巻の特性値を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 設計荷重の算定に用いる竜巻の特性値

最大風速 V_D (m/s)	最大気圧低下量 ΔP_{\max} (N/m ²)
100	8900

① 風圧力による荷重 W_W

風圧力による荷重 W_W は、下式により算定する。

$$W_W = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

設計速度圧 q は、下式により算定する。

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2$$

② 設計飛来物による衝撃荷重 W_w

設計飛来物による設計荷重は、表 3.3-2 に示す設計飛来物の衝突に伴う荷重とする。設計飛来物の衝突速度は、設計飛来物の最大水平速度及び最大鉛直速度のうち大きい最大水平速度を設定する。

表 3.3-2 設計飛来物の諸元

設計飛来物	寸法 (m)	質量 (kg)	衝突速度 (m/s)
鋼製材	4.2×0.2×0.3	135	51

③ 常時作用する荷重 F_d

常時作用する荷重 F_d としては、防護板等の自重を考慮する。

(2) 荷重の組合せ

貫通評価、衝突評価に用いる設計荷重の組合せについては、風圧力による荷重、飛来物による衝撃荷重及び常時作用する荷重を組み合わせる。

設計荷重の組合せを表 3.3-3 に示す。

表 3.3-3 設計荷重の組合せ

評価	風圧力による荷重 (W_w)	気圧差による荷重 (W_p)	設計飛来物による衝撃荷重 (W_M)	自重荷重 (F_d)	設計荷重の組合せ
貫通評価	—	—	○	—	W_M
衝撃評価	○	—	○	○	$W_M + W_w + F_d$

3.4 許容限界

防護板等の許容限界は、「3.2 評価対象部位にて設定した評価対象部位の損傷モードを考慮して設定する。

(1) 評価対象部位の材料仕様

防護板等の材料仕様を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 防護板等の材料仕様

対象	評価対象部位	仕様 (mm)	材質
防護板	閉止板	ステンレス鋼板 t15 mm	SUS304
防護フード	閉止板	ステンレス鋼板 t15 mm	SUS304
防護扉	閉止板	ステンレス鋼板 t15 mm	SUS304

(2) 許容限界

① 貫通評価

防護板、防護フード及び防護扉の評価対象部位の最小厚さを貫通評価の許容限界とした。設定した許容限界を表 3.4-2 に示す。

表 3.4-2 貫通評価における評価対象部位の許容限界

評価対象部位		鋼板厚さ (mm)
防護板	閉止板	15
防護フード	閉止板	15
防護扉	閉止板	15

② 衝撃評価

1) ひずみ評価

閉止構造物の構成部材の厚さ方向の中立面における最大ひずみが構成部材であるステンレス鋼 (SUS304) の破断ひずみ以下であることを許容限界とした。破断ひずみについては、「NEI 07-13: Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Design」においてTF (多軸性係数) を考慮することが推奨されていることから、JIS規格にTFを考慮して設定する。TFは「NEI 07-13」の推奨に基づき保守側の評価となるよう2.0とする。

設定した許容限界を表 3.4-3 に示す。

表 3.4-3 ひずみ評価の許容限界

評価対象	破断ひずみ (-)	材質
防護板	0.1673	SUS304
防護フード		
防護扉		

2) 変形評価

設計飛来物が防護板等に直接衝突する場合の変形評価における許容限界は、防護板等の変形量が防護板と防護対象施設の離隔距離とする。設定した許容限界を表 3.4-4 に示す。

表 3.4-4 変形評価の許容限界

評価対象部位		離隔距離 *1 (mm)
防護板 3 *2	閉止板	1130
防護板 4 *3	閉止板	510
防護フード 1	閉止板	810
防護フード 3	閉止板	870
防護フード 4	閉止板	870
防護フード 5	閉止板	1745
防護フード 7 *4	閉止板	2075
防護フード 8 *5	閉止板	1745
防護扉	閉止板	1465

*1 離隔距離は各正面の閉止板の裏面から窓、ガラリ、扉までの直線距離とする。

*2 防護板 2 を集約

*3 防護板 1 を集約

*4 防護フード 6 を集約

*5 防護フード 2 を集約

3.5 評価方法

(1) 貫通評価

「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に記載したとおり、設計飛来物が防護板等の評価対象部位に衝突する場合の貫通限界厚さを、「タービンミサイル評価について（昭和 52 年 7 月 20 日原子炉安全専門審査会）」で用いられる BRL 式を用いて算出する。

$$T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5 \cdot M \cdot V^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$$

(2) 衝突評価

「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に記載したとおり、衝突評価においては防護板等に設計荷重が作用した場合のひずみ評価及び変形評価を行う。解析コード「LS-DYNA」を用いて 3 次元 FEM モデルによりモデル化し、評価を実施する。

防護板等に生じるひずみは、解析モデル及び材料の非線形特性を用いた衝突解析により評価する。衝突解析により得られたひずみ量より変形量を評価する。材料モデ

ルでは、鋼材の破断ひずみを設定し、破断ひずみを超えないような設計とする。材料モデルの降伏時及び破断時の強度を表 3.5-1、材料モデルにおける破断ひずみを表 3.5-2、応力-ひずみ曲線を図 3.5-1 に示す。

表 3.5-1 材料モデルの降伏時及び破断時の強度

種別	材質	規格値 (N/mm ²)		材料モデル (N/mm ²)	
		降伏時	破断時	降伏時	破断時
防護板、防護フード及び防護扉	SUS304	205	520	241.9	485.6
設計飛来物	SS400	245	400	316.1	533.3

表 3.5-2 材料モデルにおける破断ひずみ

材質	破断ひずみ
SUS304	0.1673

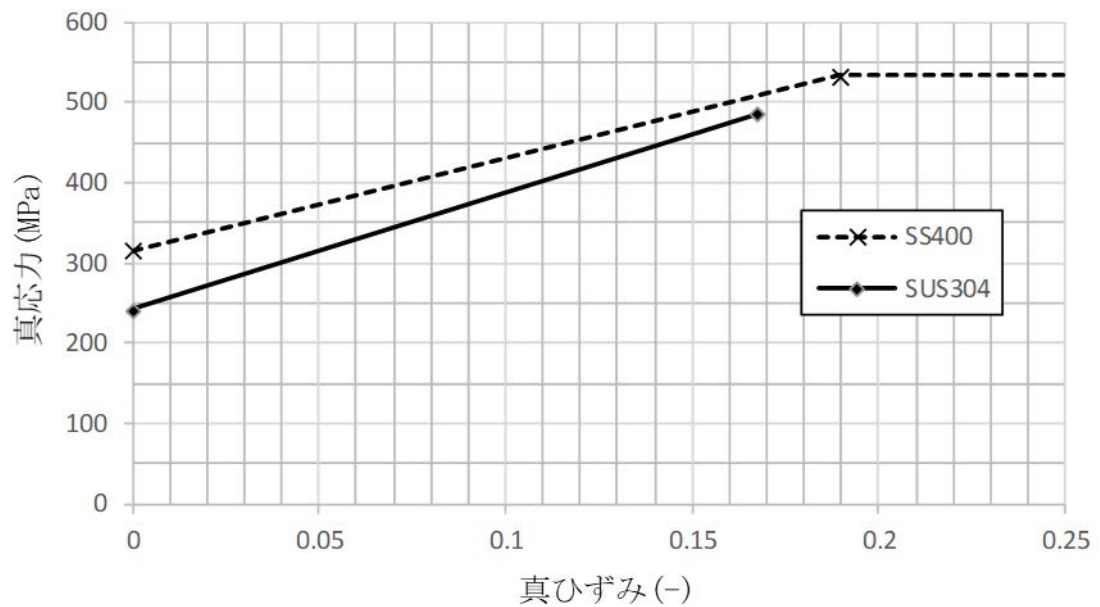


図 3.5-1 ステンレス鋼 (SUS304) 等の応力-ひずみ曲線

4. 評価条件

4.1 貫通評価

貫通評価の評価条件を表 4.1-1 に示す。

表 4.1-1 貫通評価に用いる評価条件

記号	定義	数値	単位
d	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	0.276	m
K	鋼板の材質に関する係数	1	-
M	設計飛来物の質量	135	kg
V	設計飛来物の飛来速度（水平方向）	51	m/s

4.2 衝突評価

(1) 風圧力による荷重

風圧力による荷重の算定条件を表 4.2-1 に示す。

風力係数の選定は、評価対象部位の形状から、「建築物荷重指針・同解説（2004）（日本建築学会）の値を準用し、2.0 とする。なお、防護板等の受圧面積 A は解析モデルの値を用いる。

表 4.2-1 風荷重の算出に用いる条件

設計速度圧 q (N/m ²)	ガスト影響係数 G (-)	風力係数 C (-)
6.1×10 ³	1.0	2.0

(2) 解析モデル

① 防護板

防護板は、防護する窓、扉の形状又は大きさにより 4 種類（防護板 1～4）に分類されるが、同形状のものである防護板 1 と防護板 4 は表面積の大きい防護板 4 に集約し、同じく防護板 2 と防護板 3 は表面積の大きい防護板 3 に集約して、2 種類について解析する。各々最大の変形量が生じると想定される閉止板の中央部に設計飛来物が水平方向に衝突するモデルとする。

防護板 3 の解析モデルを図 4.2-1 及び図 4.2-2 に示す。防護板 4 の解析モデルを図 4.2-3 及び図 4.2-4 に示す。

② 防護フード

防護フードは、防護する窓、扉、ガラルの形状又は大きさによって 8 種類（防護フード 1～8）に分類されるが、同形状のものである防護フード 2 と防護フード 8 は表面積の大きい防護フード 8 に集約し、同じく防護フード 6 と防護フード 7 は表面積の大きい防護フード 7 に集約して、6 種類について解析する。各々最大の変形

量が生じると想定される閉止板の中央部に設計飛来物が衝突するモデルとする。

防護フード1の解析モデルを図4.2-5及び図4.2-6に示す。防護フード3の解析モデルを図4.2-7及び図4.2-8に示す。防護フード4の解析モデルを図4.2-9及び図4.2-10に示す。防護フード5の解析モデルを図4.2-11及び図4.2-12に示す。防護フード7の解析モデルを図4.2-13及び図4.2-14に示す。防護フード8の解析モデルを図4.2-15及び図4.2-16に示す。

③ 防護扉

防護扉は、2箇所と同じものが設置されている。保護板の中央部に設計飛来物が衝突するモデルとする。

解析モデルを図4.2-17及び図4.2-18に示す。

TVF-15_rev01_Impact

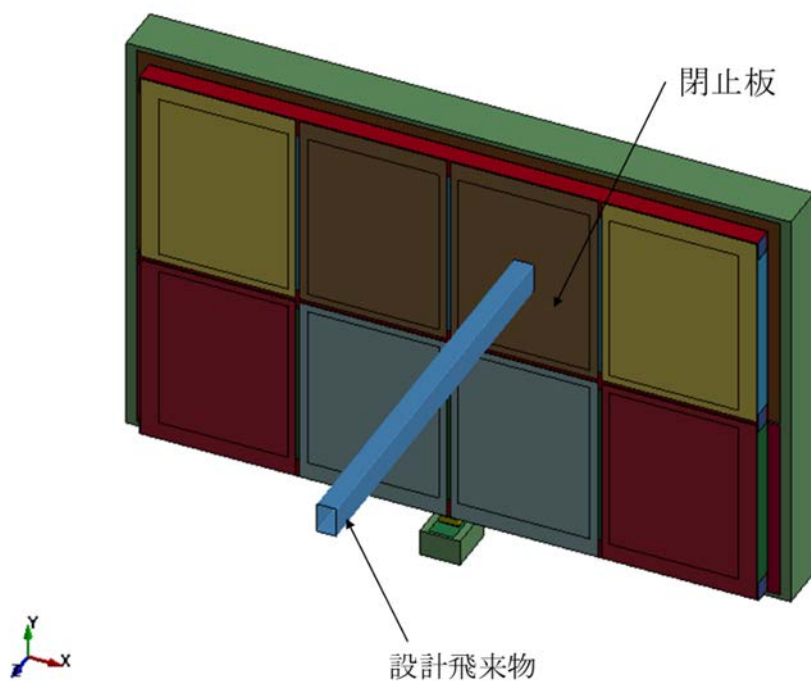


図 4. 2-1 防護板 3 の解析モデル (全体)

TVF-15_rev01_Impact

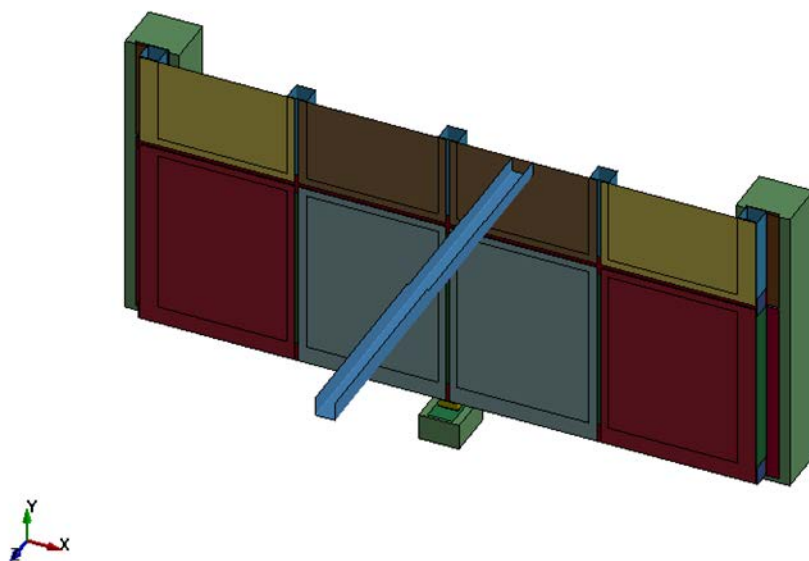


図 4. 2-2 防護板 3 の解析モデル (拡大、非衝突側斜め上視点)

TVF-25

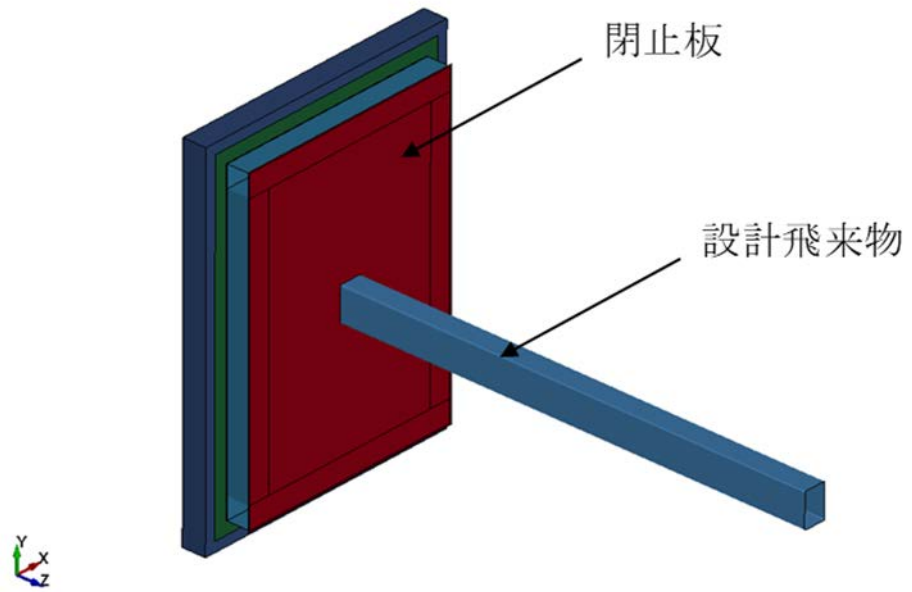


図 4.2-3 防護板 4 の解析モデル (全体)

TVF-25

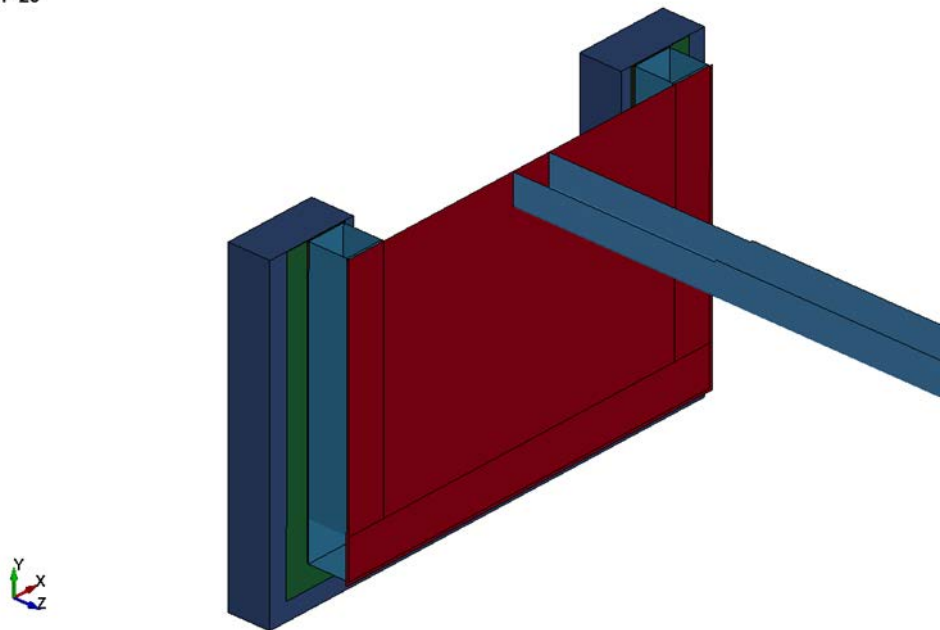


図 4.2-4 防護板 4 の解析モデル (飛来物中央より上側を非表示)

TVF-16_19_Impact

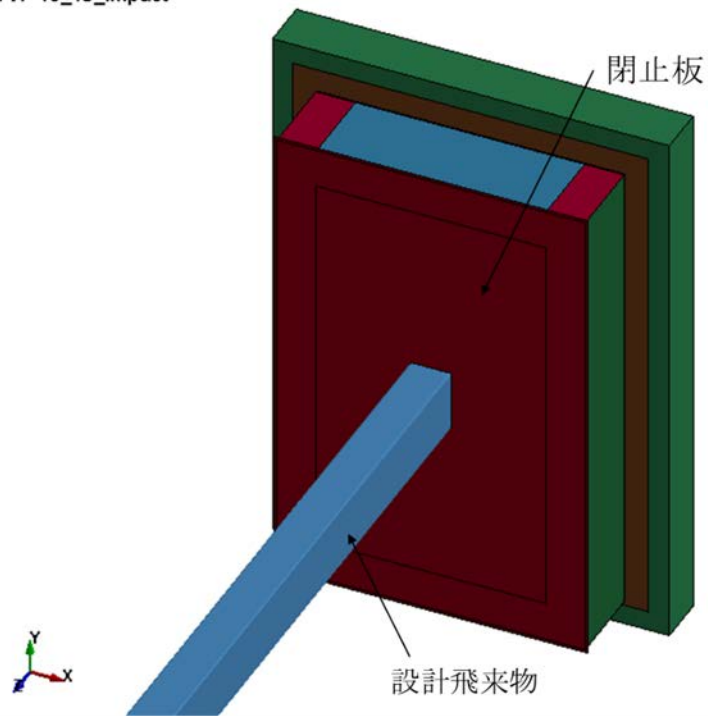


図 4.2-5 防護フード1の解析モデル (全体)

TVF-16_19_Impact

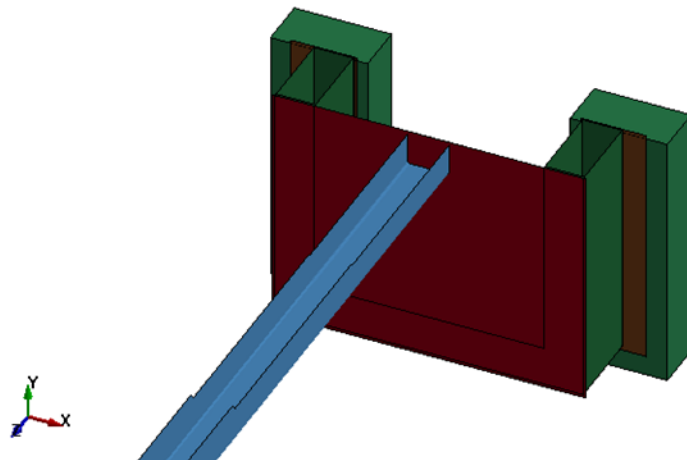


図 4.2-6 防護フード1の解析モデル (飛来物中央より上側を非表示)

TVF-21_22_Impact

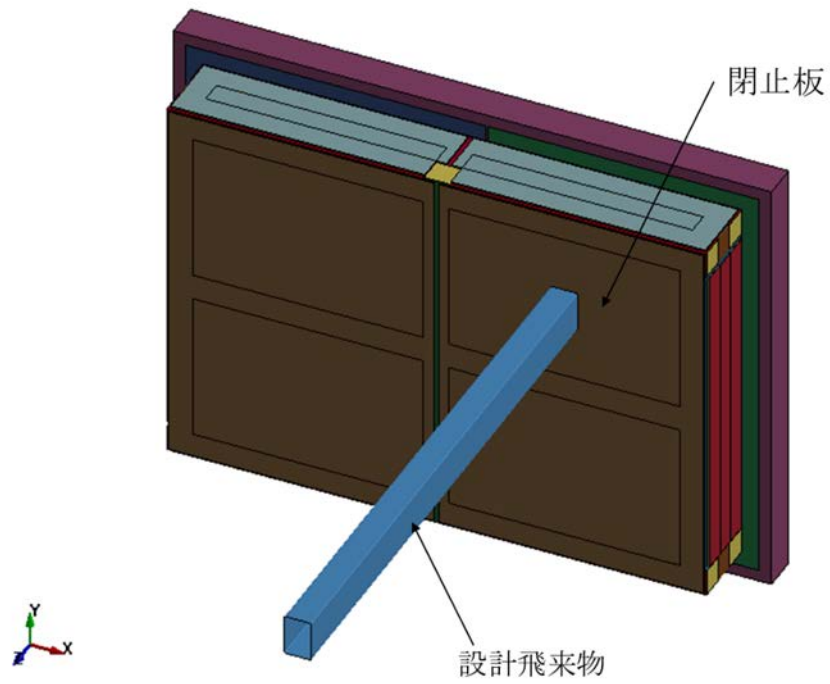


図 4.2-7 防護フード3の解析モデル（全体）

TVF-21_22_Impact

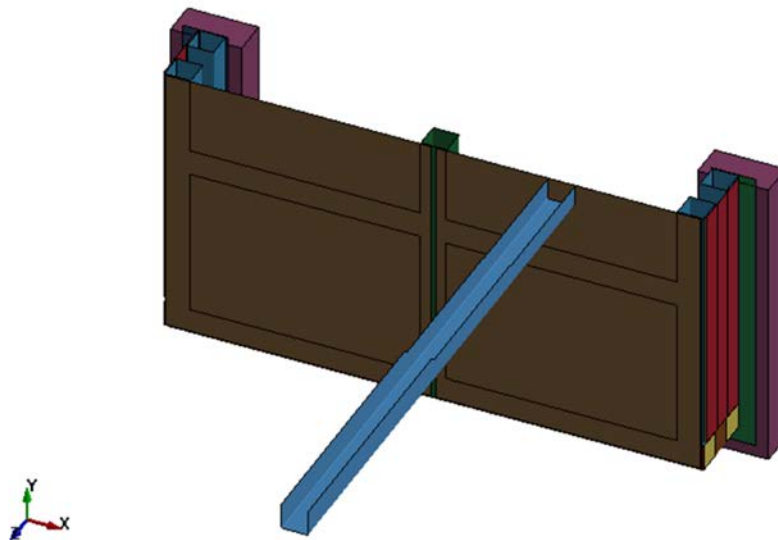


図 4.2-8 防護フード3の解析モデル（飛来物中央より上側を非表示）

TVF-23_Impact

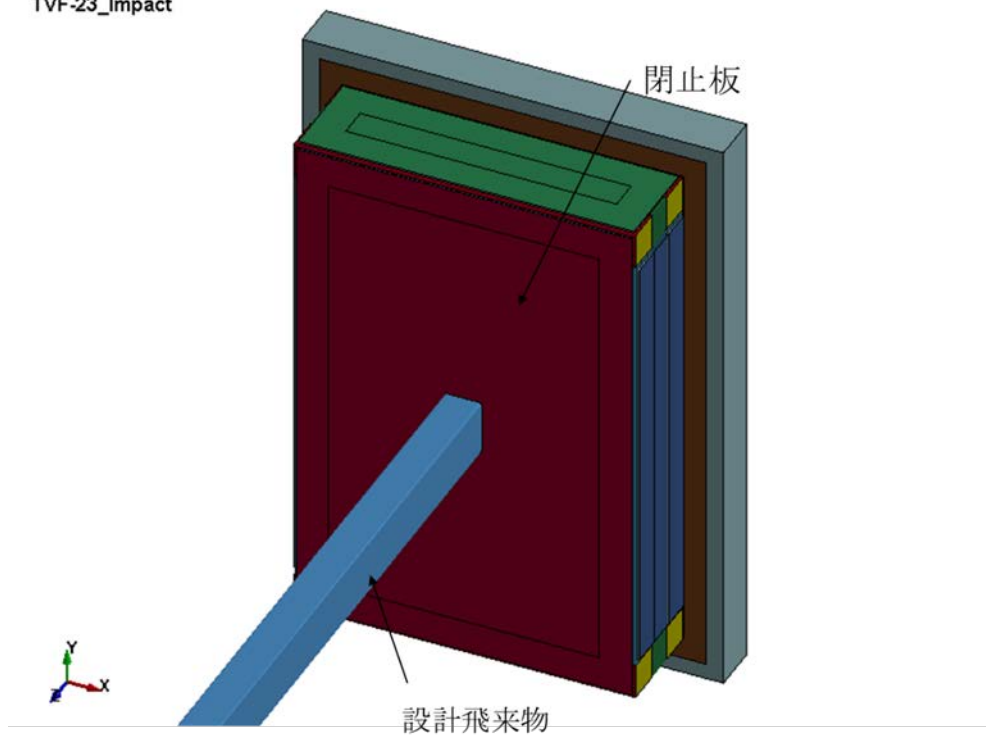


図 4.2-9 防護フード4の解析モデル（全体）

TVF-23_Impact

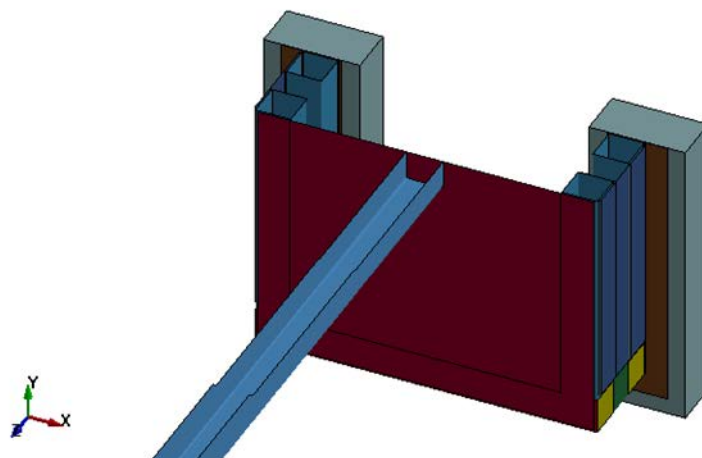


図 4.2-10 防護フード4の解析モデル（飛来物中央より上側を非表示）

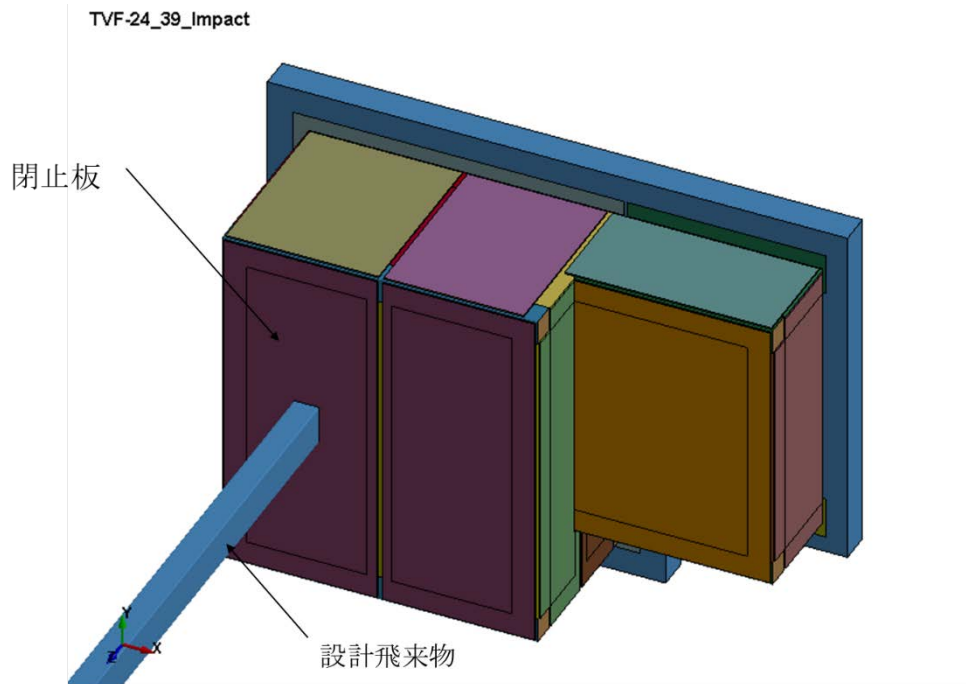


図 4.2-11 防護フード5の解析モデル（全体）

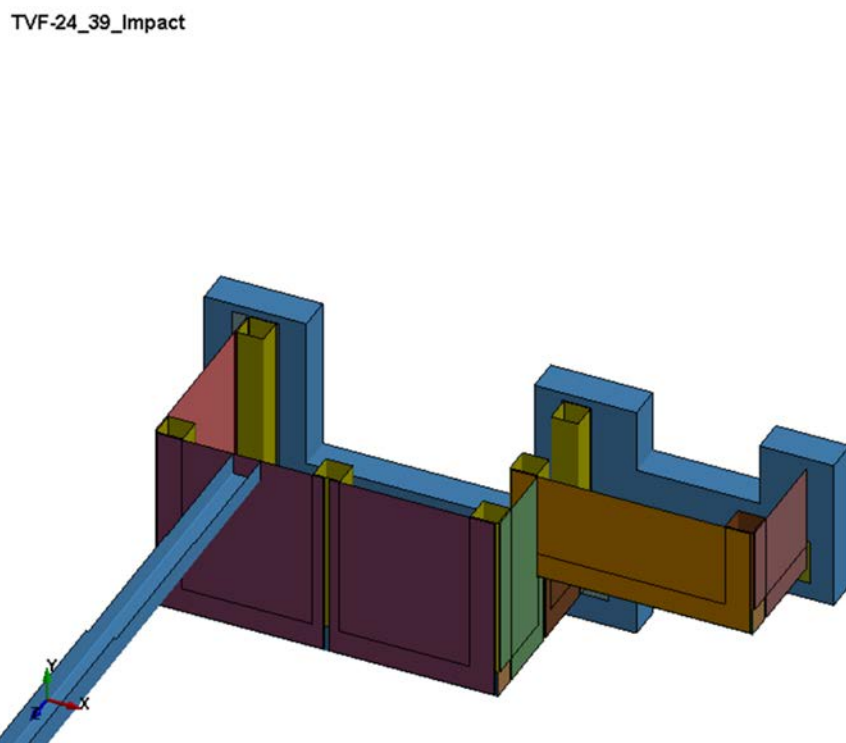


図 4.2-12 防護フード5の解析モデル（飛来物中央より上側を非表示）

TVF-37_rev01_Impact

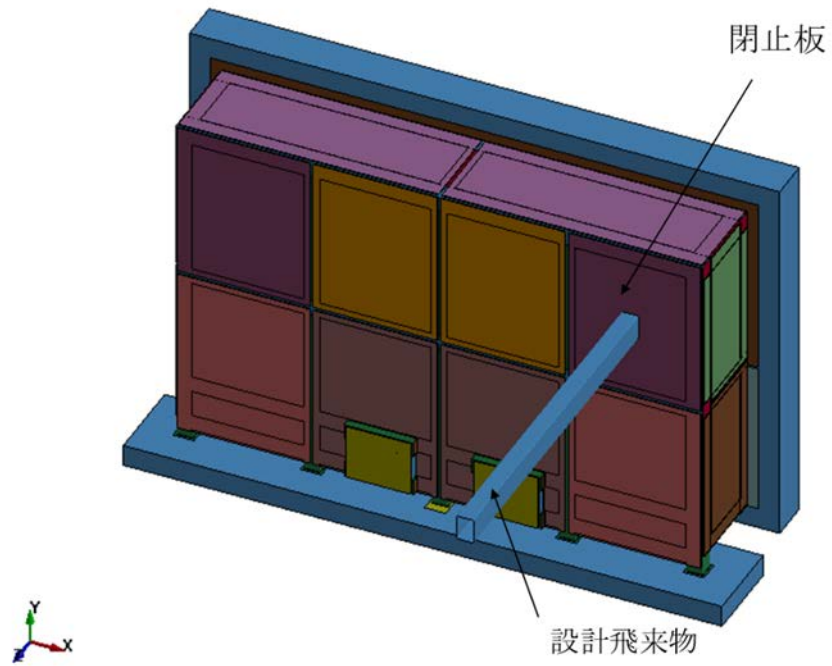


図 4.2-13 防護フード7の解析モデル (全体)

TVF-37_rev01_Impact

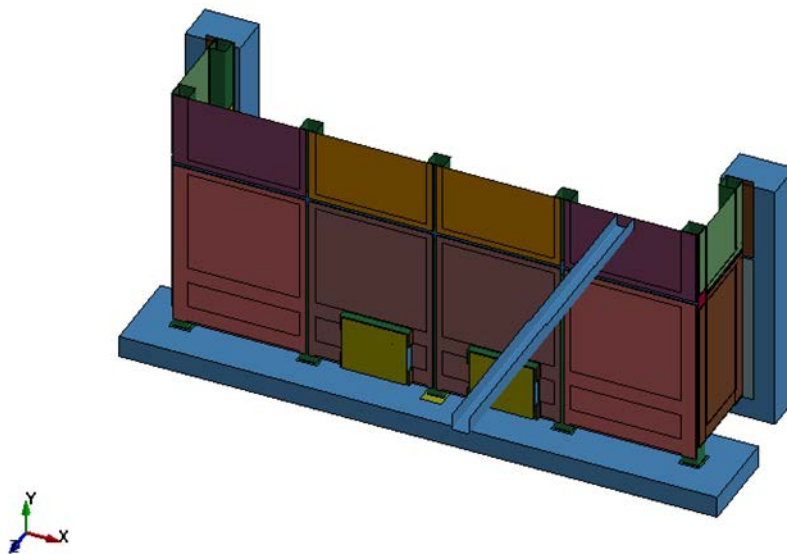


図 4.2-14 防護フード7の解析モデル (飛来物中央より上側を非表示)

TVF-38_Impact

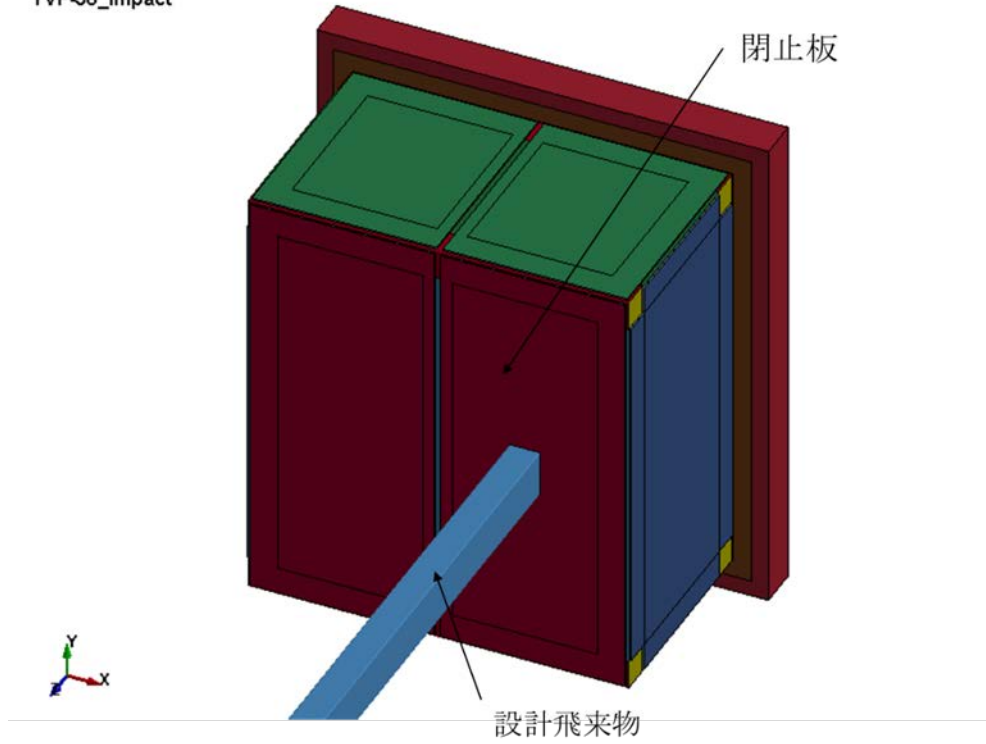


図 4.2-15 防護フード8の解析モデル (全体)

TVF-38_Impact

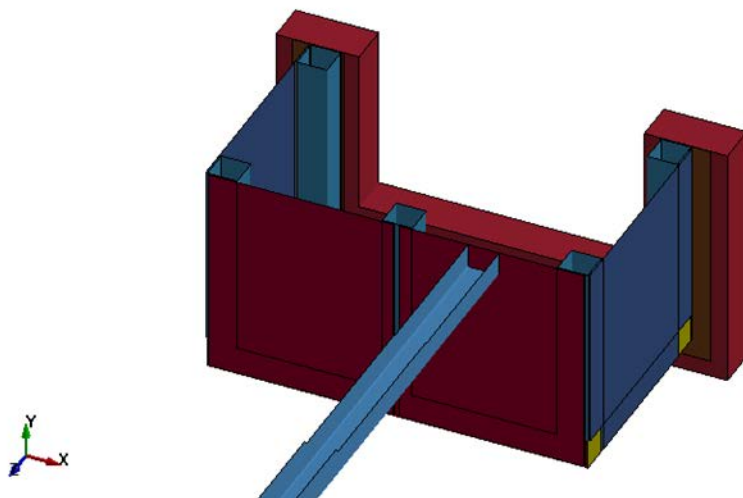


図 4.2-16 防護フード8の解析モデル (飛来物中央より上側を非表示)

TVF-12_13_rev02_Impact

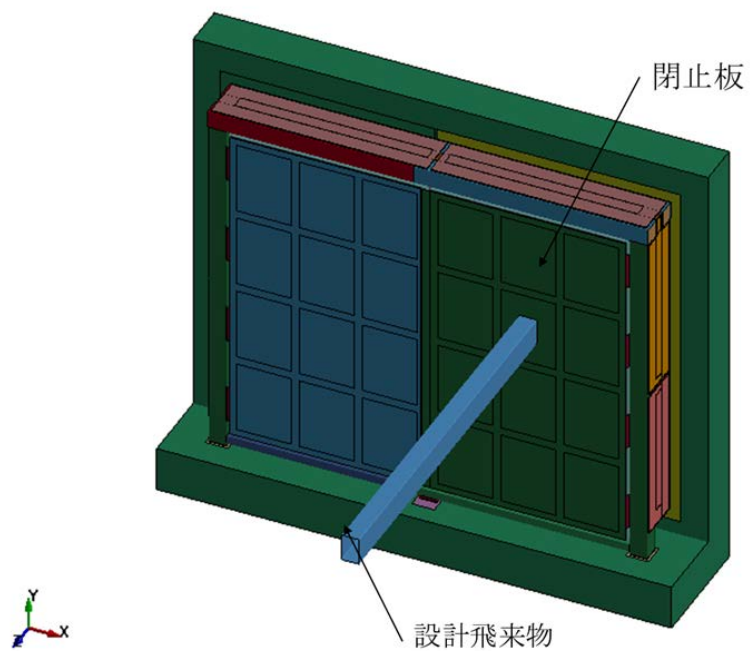


図 4.2-17 防護扉の解析モデル（全体）

TVF-12_13_rev02_Impact

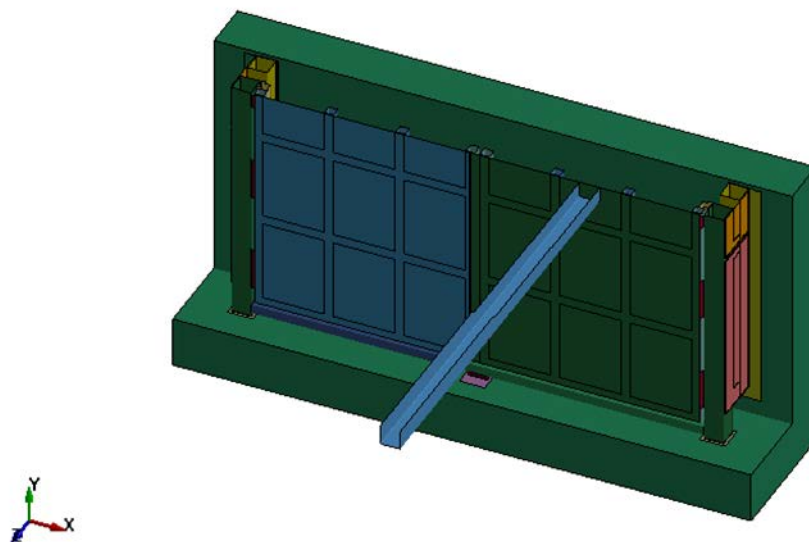


図 4.2-18 防護扉の解析モデル（飛来物中央より上側を非表示）

5. 強度評価結果

5.1 貫通評価

防護板等の厚さは、BRL 式から求めた評価対象部位の貫通限界厚さを上回り、いずれにおいて設計飛来物による貫通を生じないことを確認した。貫通評価結果を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 貫通評価結果

評価対象部位		評価結果 (mm)	許容限界 (mm)
防護板 3	閉止板	8.9	15
防護板 4	閉止板	8.9	15
防護フード 1	閉止板	8.9	15
防護フード 3	閉止板	8.9	15
防護フード 4	閉止板	8.9	15
防護フード 5	閉止板	8.9	15
防護フード 7	閉止板	8.9	15
防護フード 8	閉止板	8.9	15
防護扉	閉止板	8.9	15

5.2 衝突評価

ひずみ分布、変形挙動、設計飛来物の速度時刻歴及び変位時刻歴をそれぞれ以下に示す。

防護板 3 について、図 5.2-1 ～図 5.2-4 に示す。

防護板 4 について、図 5.2-5 ～図 5.2-8 に示す。

防護フード 1 について、図 5.2-9 ～図 5.2-12 に示す。

防護フード 3 について、図 5.2-13 ～図 5.2-16 に示す。

防護フード 4 について、図 5.2-17 ～図 5.2-20 に示す。

防護フード 5 について、図 5.2-21 ～図 5.2-24 に示す。

防護フード 7 について、図 5.2-25 ～図 5.2-28 に示す。

防護フード 8 について、図 5.2-29 ～図 5.2-32 に示す。

防護扉について、図 5.2-33 ～図 5.2-36 に示す。

(1) ひずみ評価

防護板等に設計荷重により生じるひずみ量は、許容限界を超えることはない。
ひずみの評価結果を表 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 破断ひずみに対する評価結果

評価対象	ひずみ (-)	許容限界 (-)
防護板 3	0.084	0.1673
防護板 4	0.052	0.1673
防護フード 1	0.050	0.1673
防護フード 3	0.115	0.1673
防護フード 4	0.111	0.1673
防護フード 5	0.074	0.1673
防護フード 7	0.142	0.1673
防護フード 8	0.084	0.1673
防護扉	0.084	0.1673

(2) 変形評価

いずれの評価対象部位においても設計荷重により生じる変形量は、開口部と防護対象施設の間の離隔距離より小さく、許容限界を超えることはない。
防護板等の変形量の評価結果を表 5.2-2 に示す。

表 5.2-2 変形量の評価結果

評価対象部位		変形量 (mm)	許容限界 (mm)
防護板 3	閉止板	146	1130
防護板 4	閉止板	157	510
防護フード 1	閉止板	139	810
防護フード 3	閉止板	140	870
防護フード 4	閉止板	167	870
防護フード 5	閉止板	147	1745
防護フード 7	閉止板	147	2075
防護フード 8	閉止板	149	1745
防護扉	閉止板	133	1465

TVF-15_rev01_Impact
Time = 0.04
Contours of Effective Plastic Strain
shell integration pt#4
min=0, at elem# 1
max=0.0836381, at elem# 60136

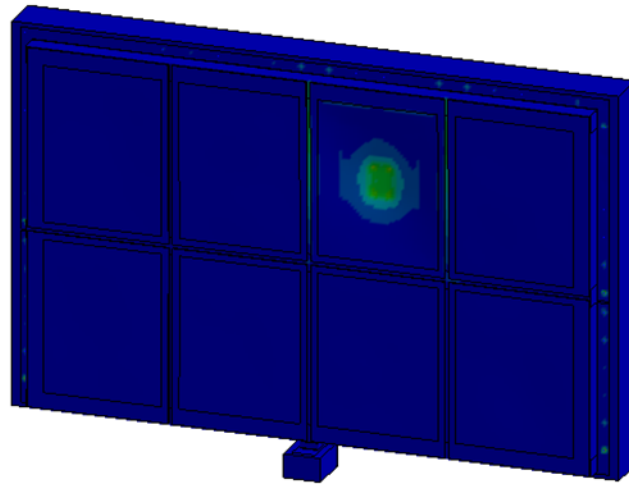
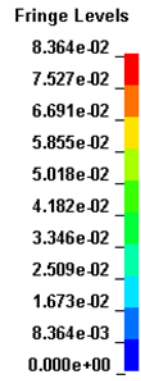


図 5.2-1 防護板3のひずみ分布（最終時刻）

TVF-15_rev01_Impact
Time = 0.0115

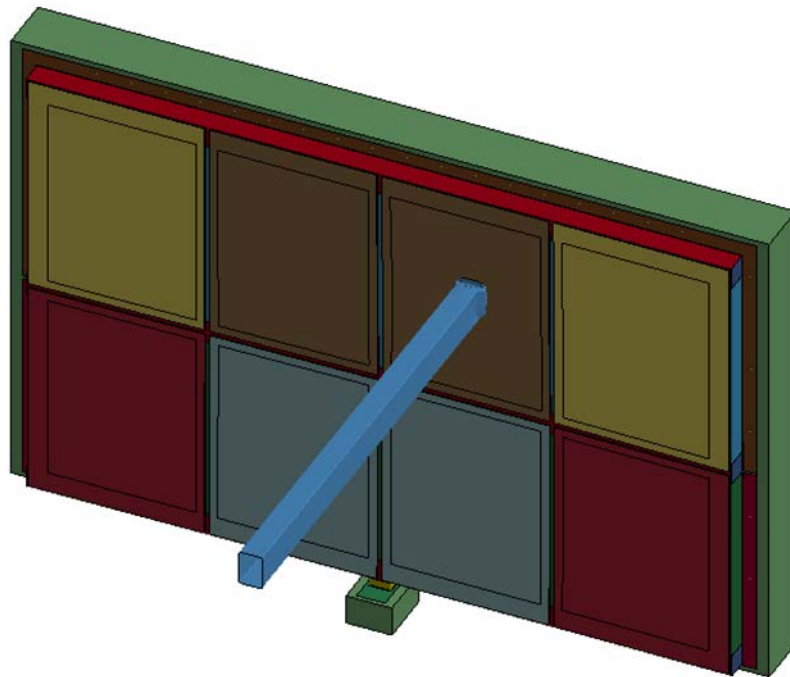


図 5.2-2 防護板3の変形挙動（最終時刻）

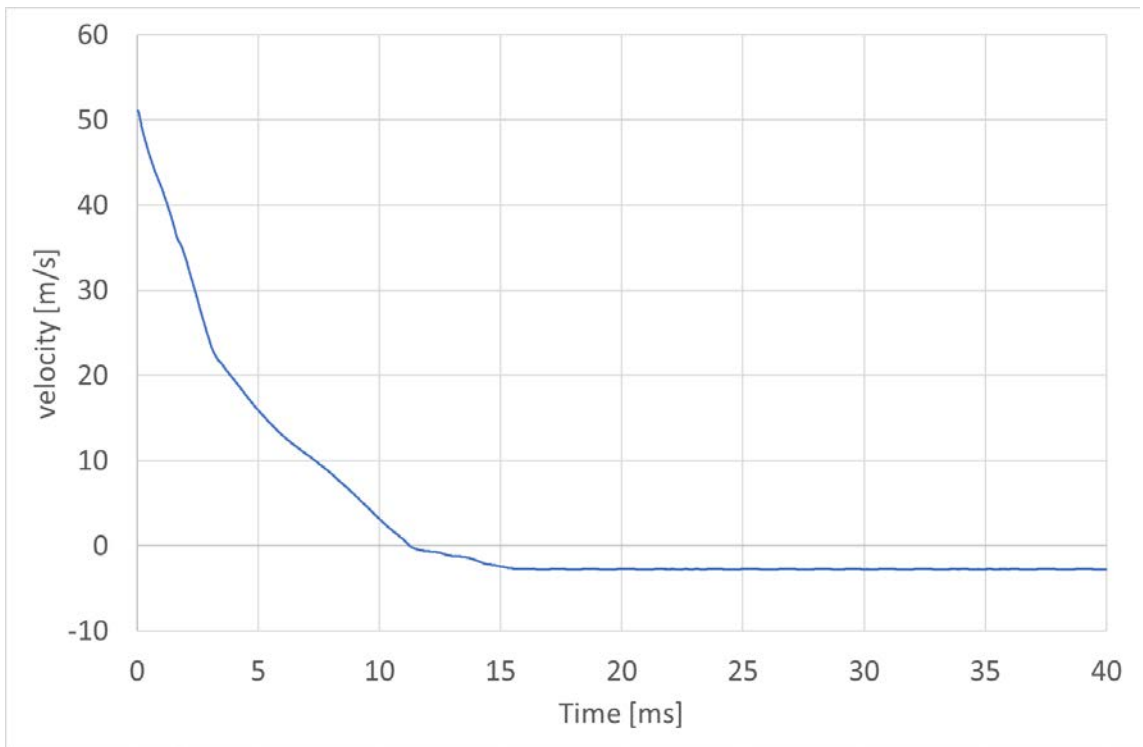


図 5.2-3 防護板 3 に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

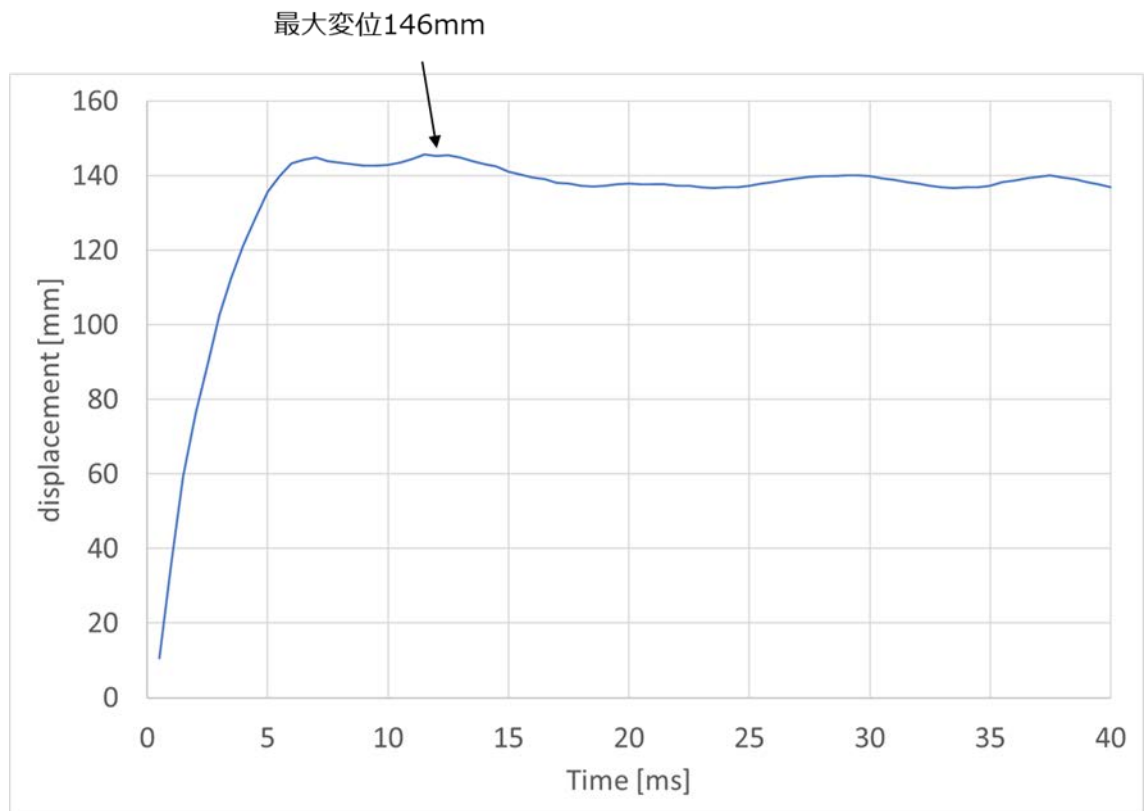


図 5.2-4 防護板 3 (閉止板) の変位時刻歴

TVF-25
Time = 0.04
Contours of Effective Plastic Strain
shell integration pt#4
min=0, at elem# 1250
max=0.0512692, at elem# 6738

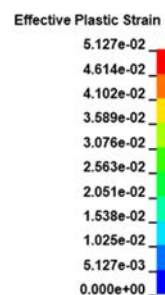
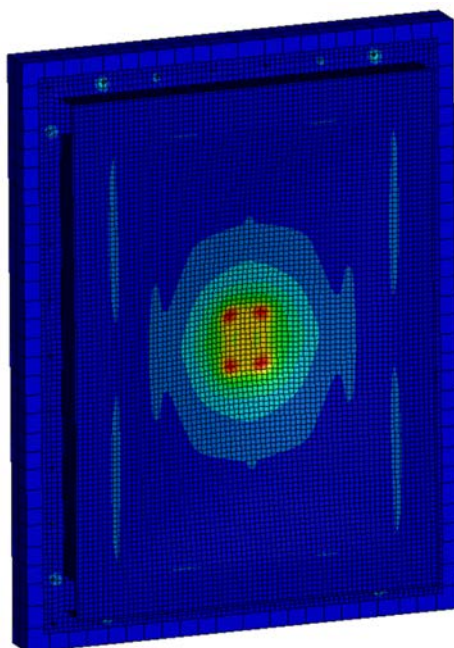


図 5.2-5 防護板 4 のひずみ分布 (最終時刻)

TVF-25
Time = 0.0094998

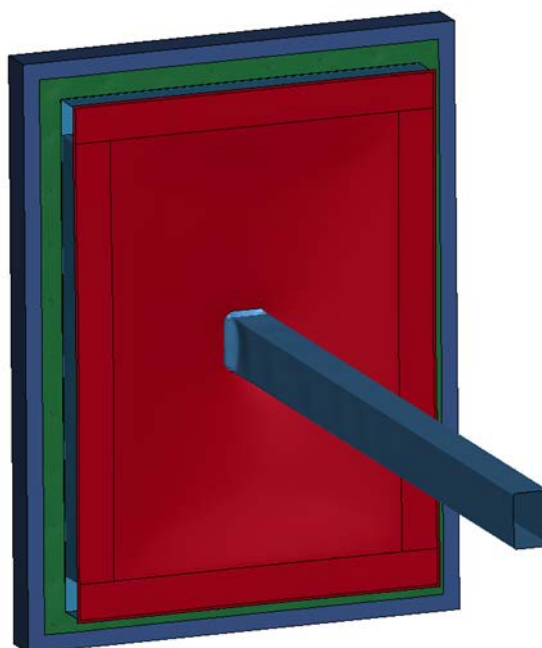


図 5.2-6 防護板 4 のひずみ分布 (最終時刻)

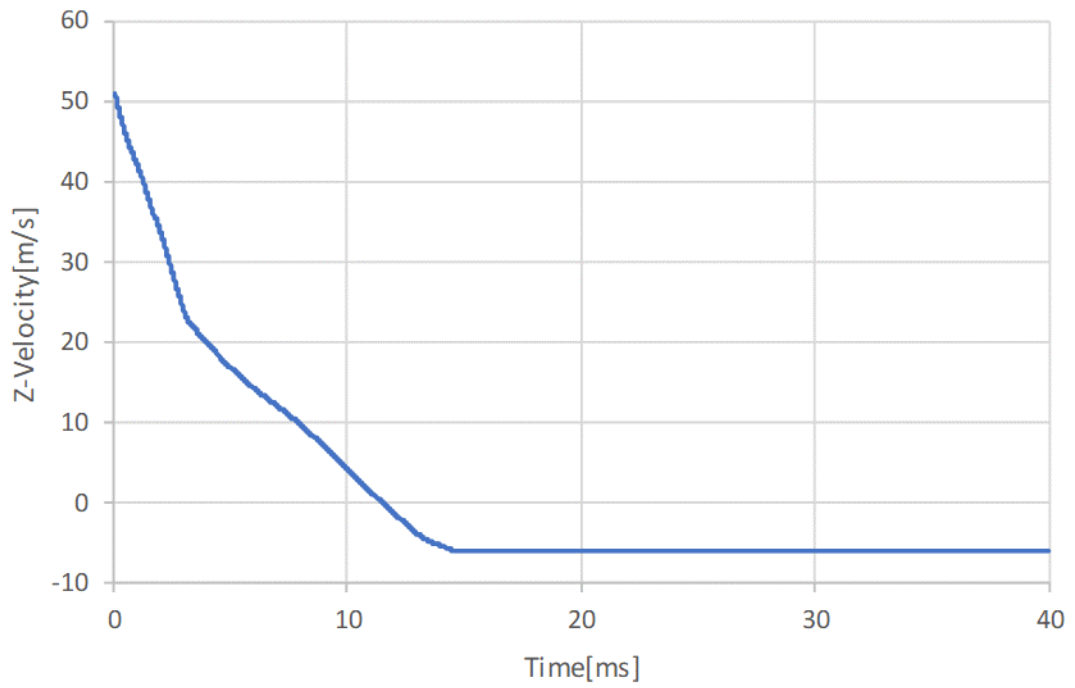


図 5.2-7 防護板 4 に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

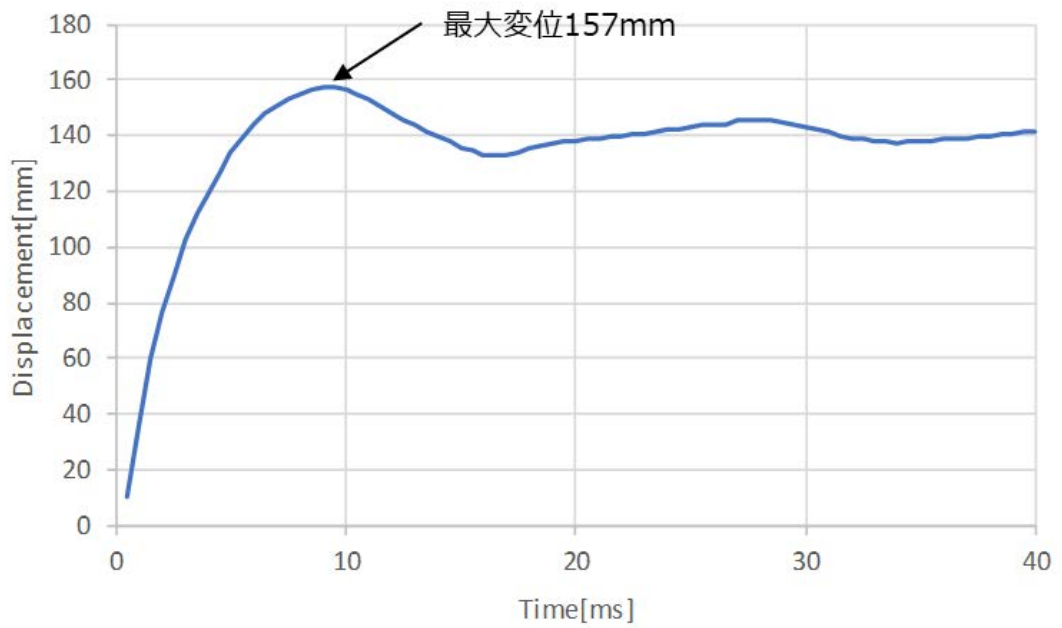


図 5.2-8 防護板 4 (閉止板) の変位時刻歴

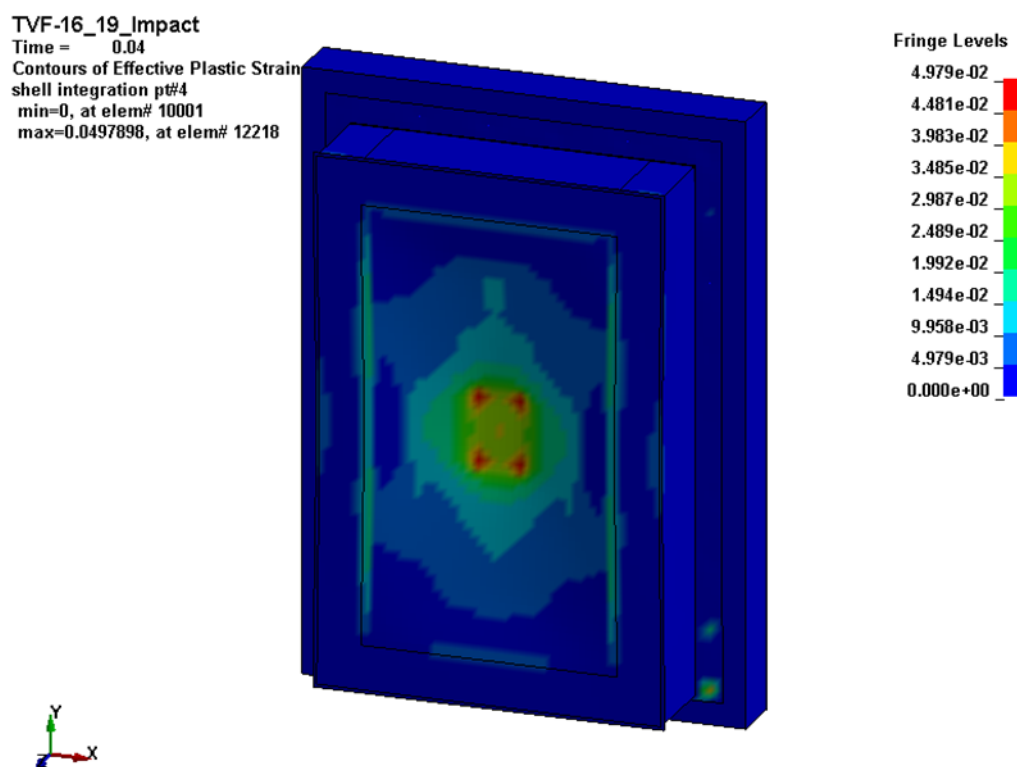


図 5.2-9 防護フード1のひずみ分布（最終時刻）

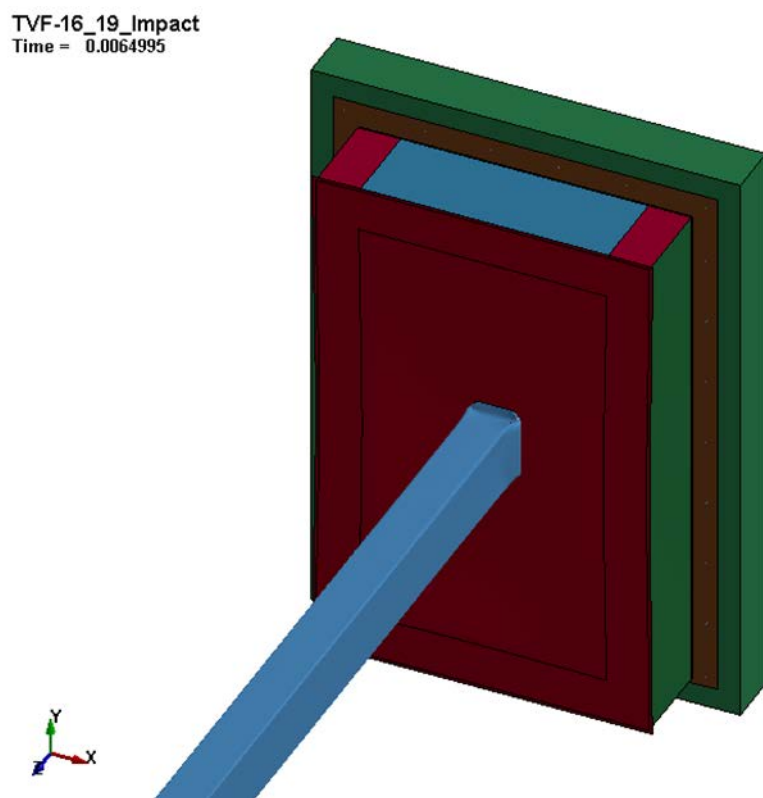


図 5.2-10 防護フード1の変形挙動（最終時刻）

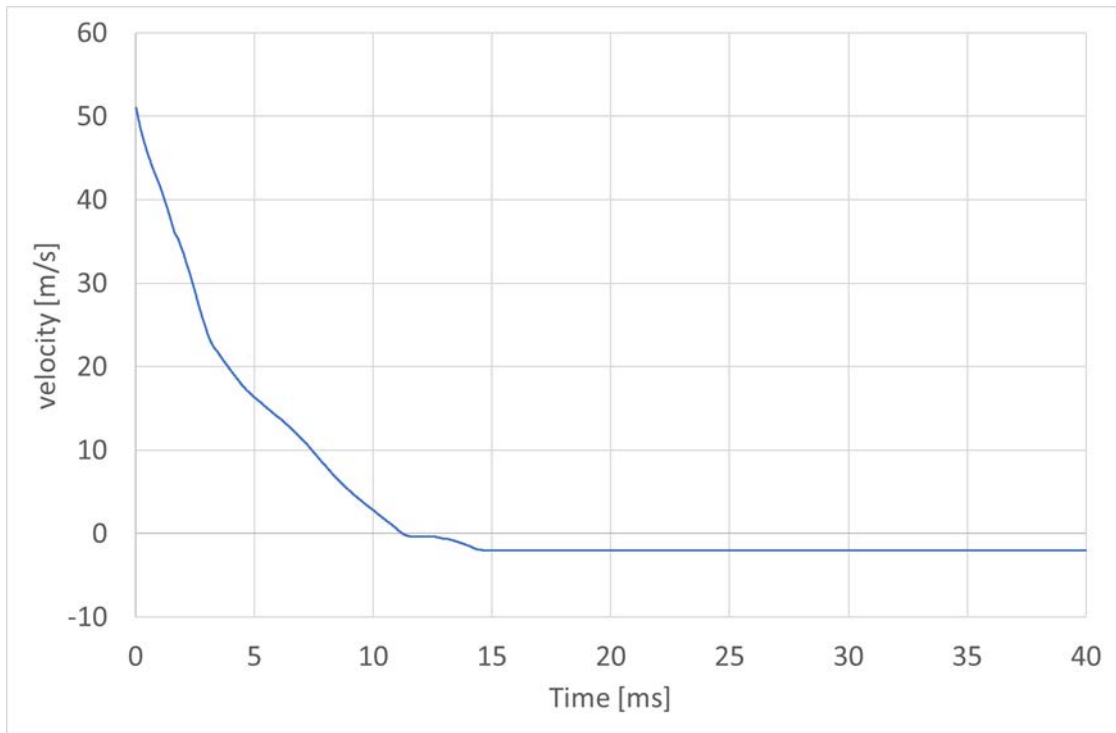


図 5.2-11 防護フード1に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

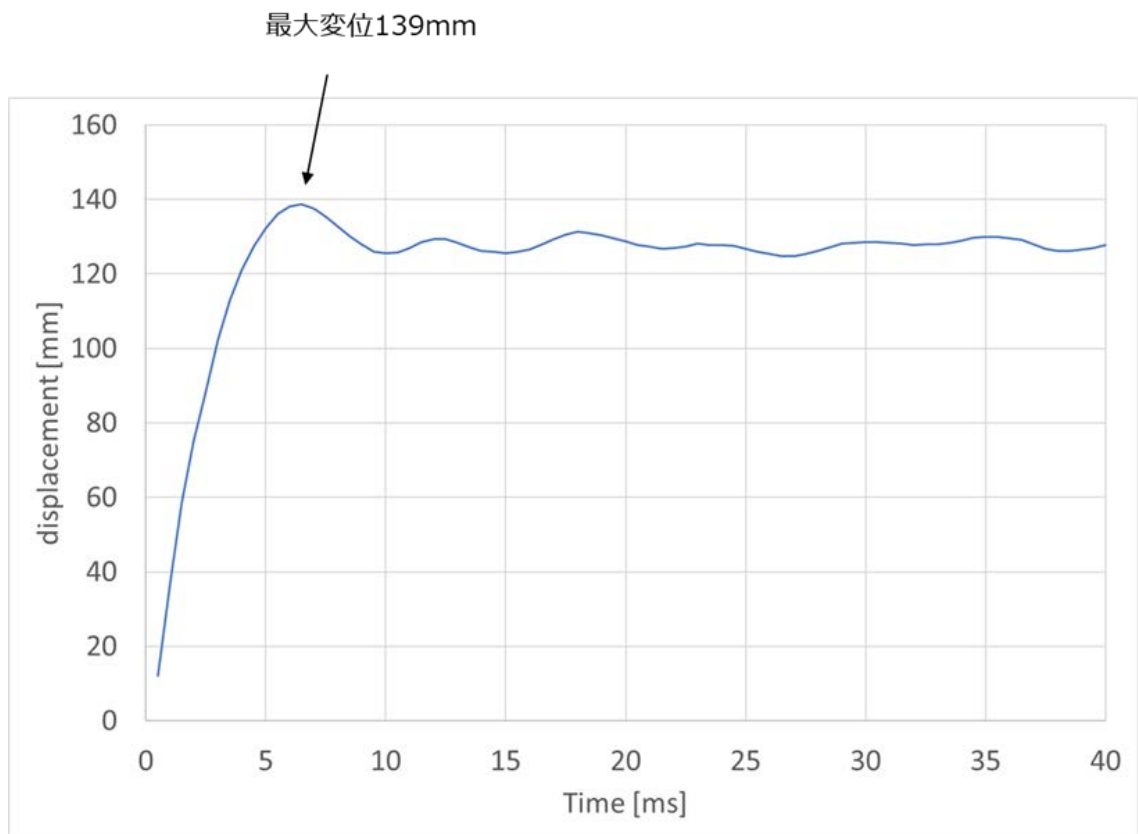


図 5.2-12 防護フード1（閉止板）の変位時刻歴

TVF-21_22_Impact
Time = 0.04
Contours of Effective Plastic Strain
shell integration pt#4
min=0, at elem# 110001
max=0.114315, at elem# 504133

Fringe Levels

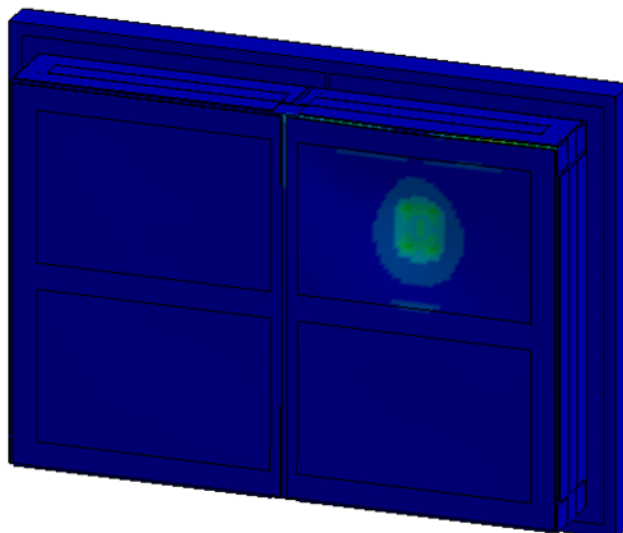
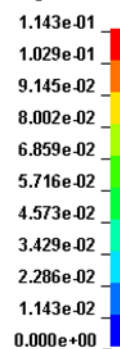


図 5.2-13 防護フード3のひずみ分布（最終時刻）

TVF-21_22_Impact
Time = 0.0069997

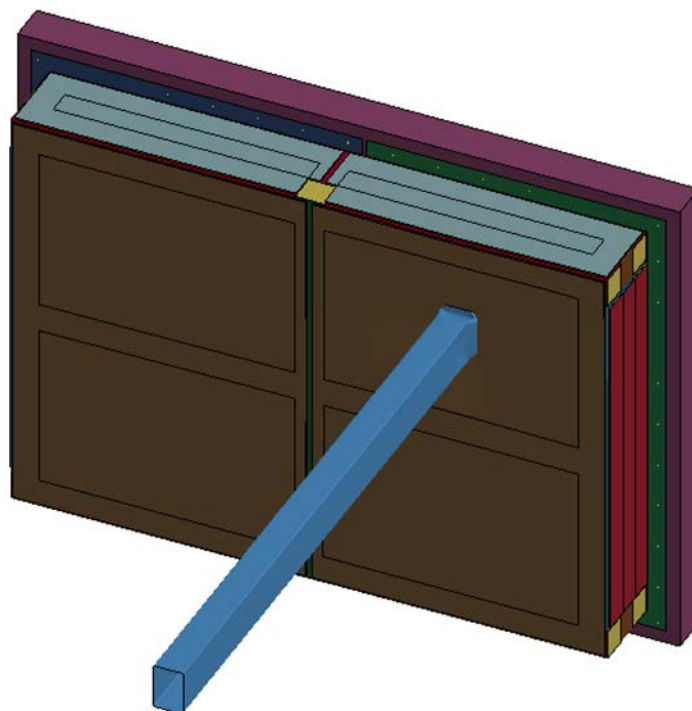


図 5.2-14 防護フード3の変形挙動（最終時刻）

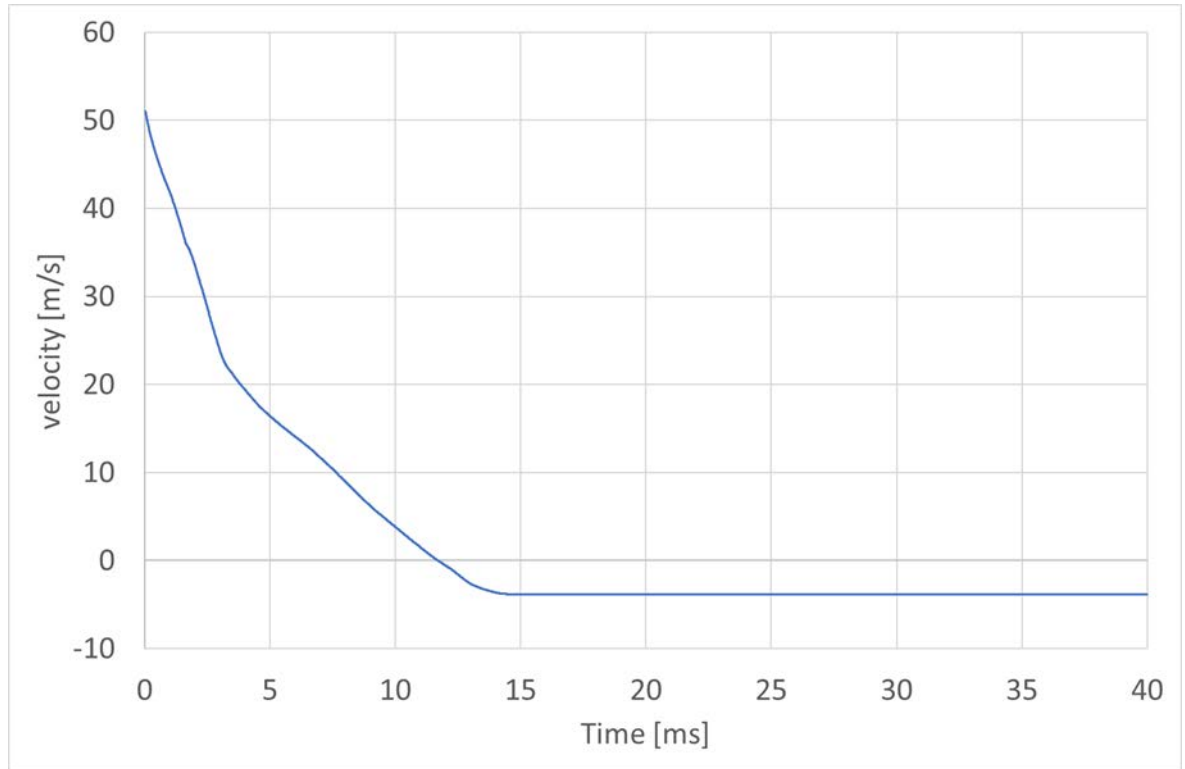


図 5.2-15 防護フード3に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

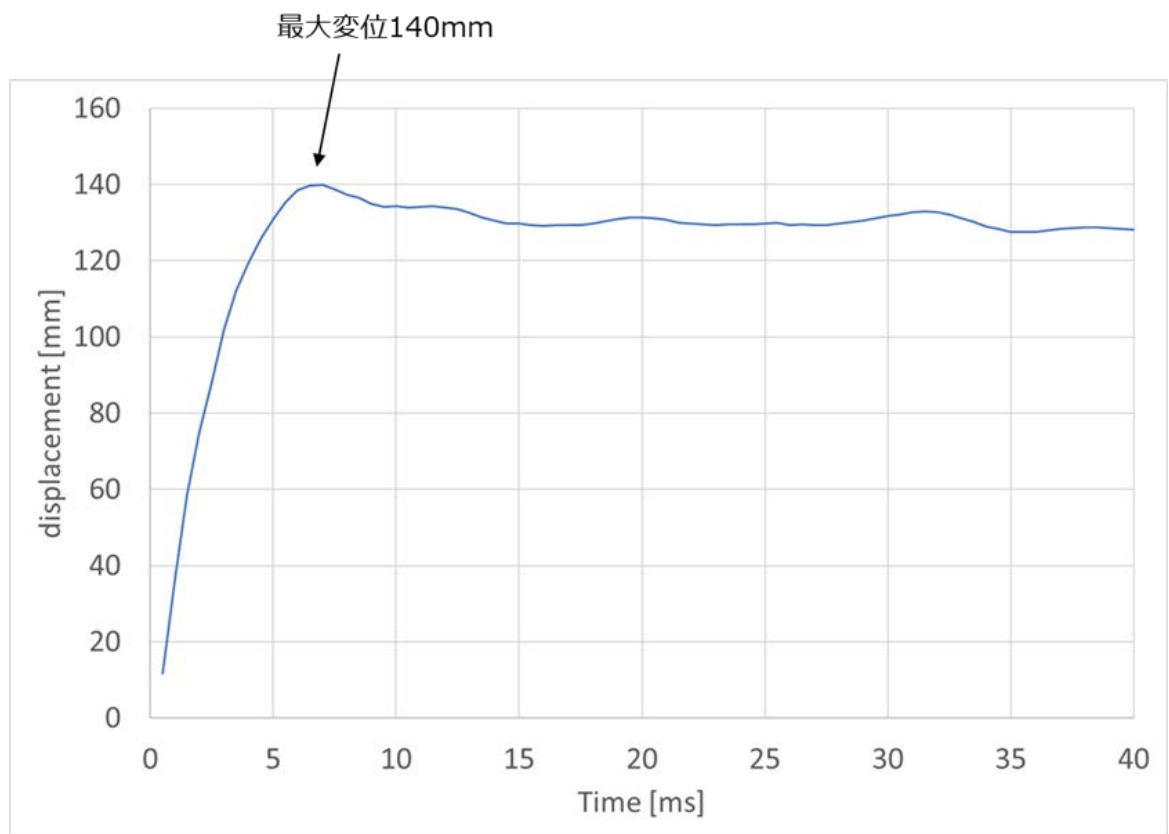


図 5.2-16 防護フード3の変形挙動（最終時刻）

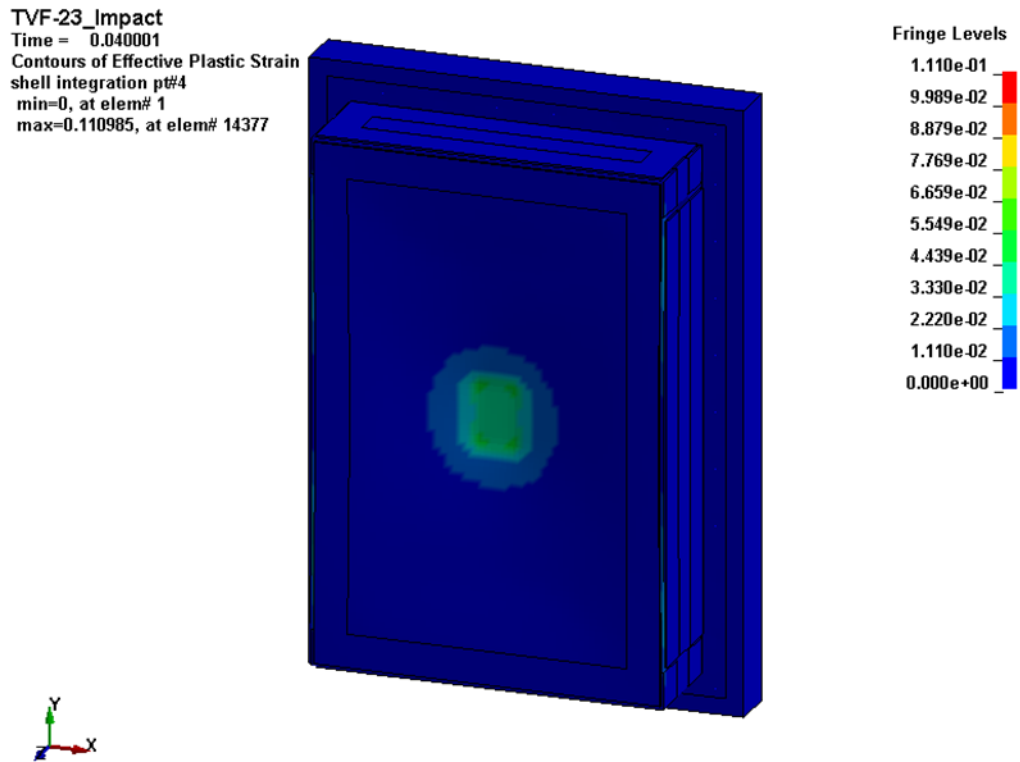


図 5.2-17 防護フード4のひずみ分布 (最終時刻)

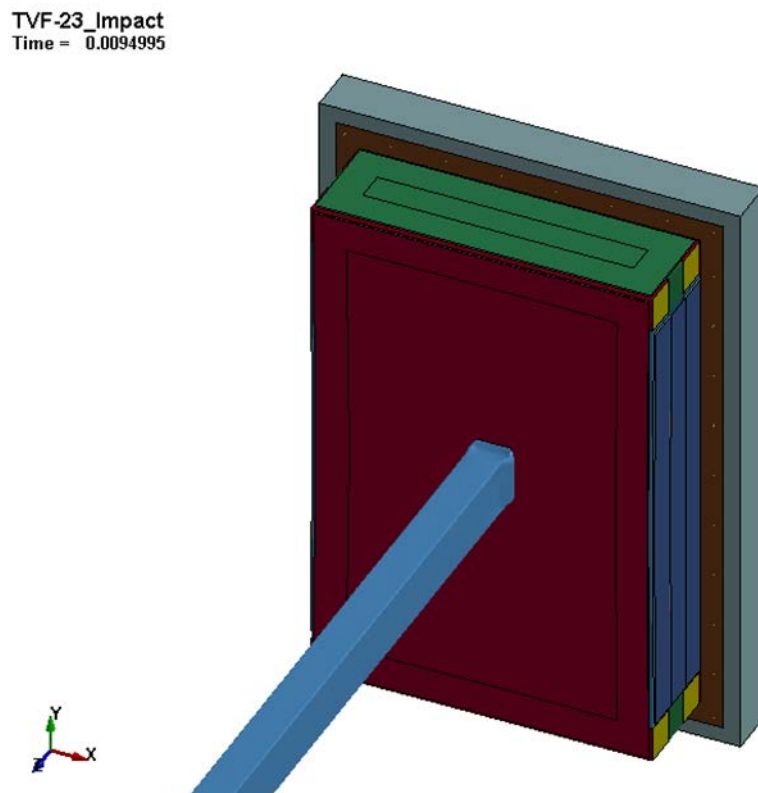


図 5.2-18 防護フード4の変形挙動 (最終時刻)

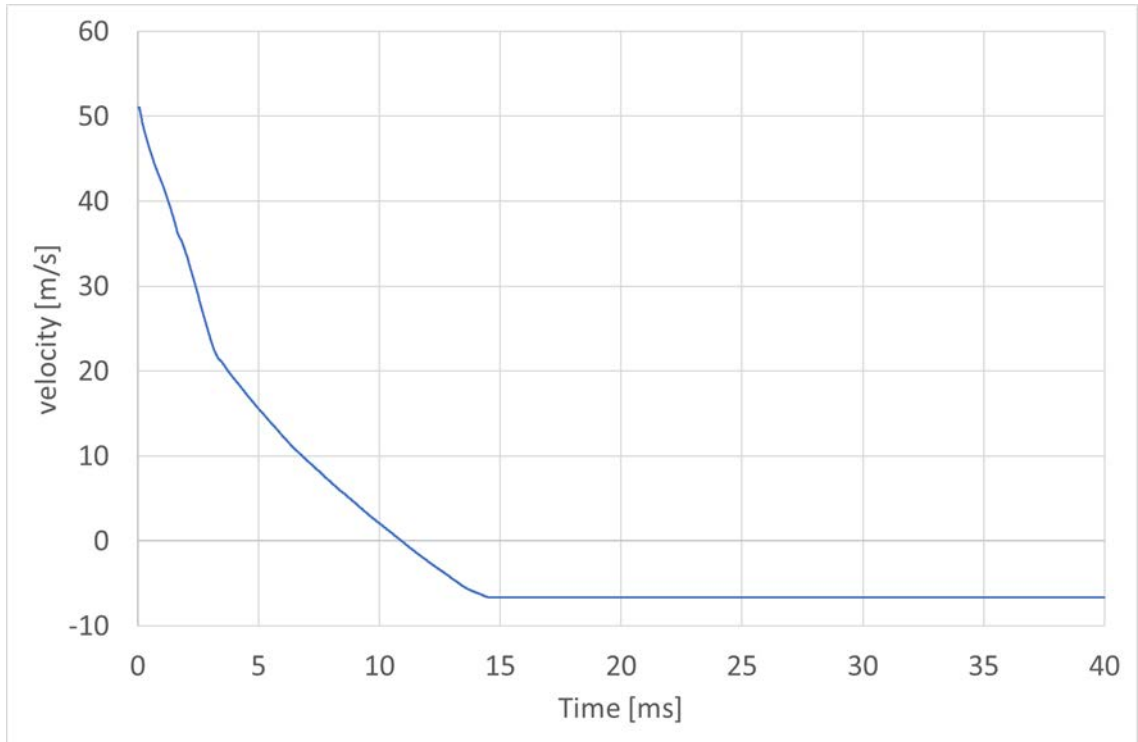


図 5.2-19 防護フード4の変形挙動（最終時刻）

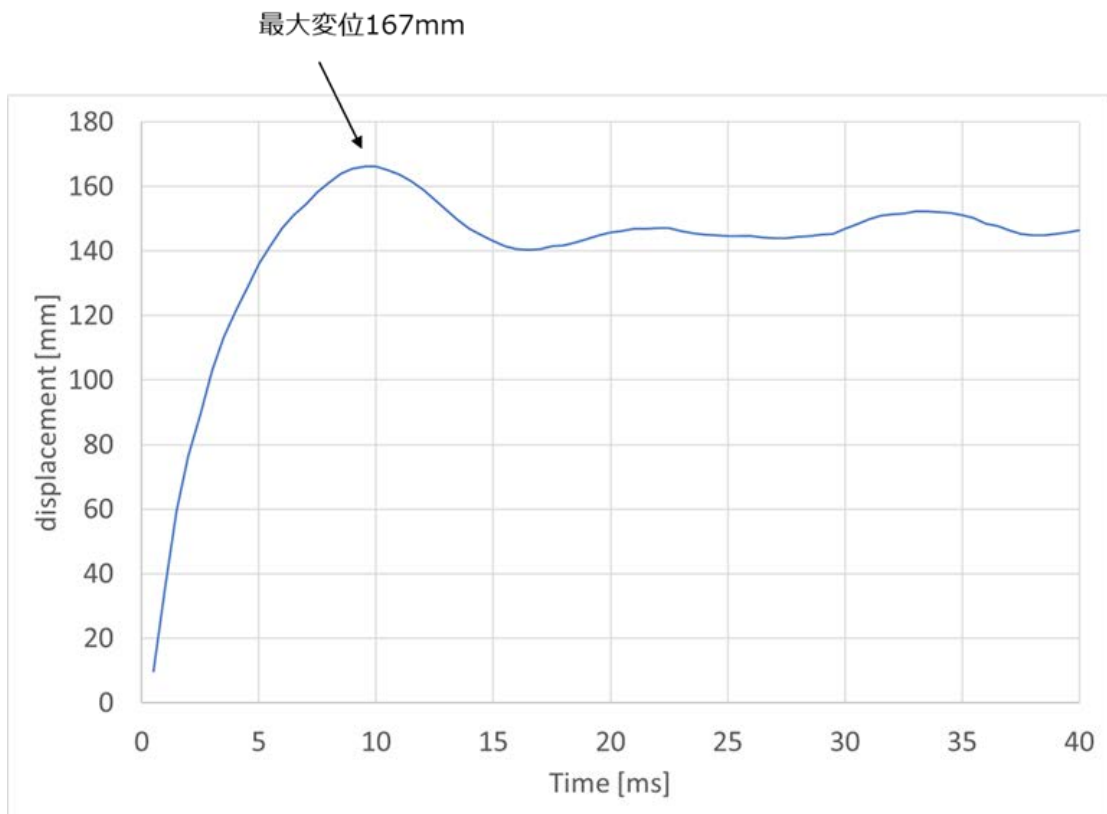


図 5.2-20 防護フード4（閉止板）の変位時刻歴

TVF-24_39_Impact
Time = 0.04
Contours of Effective Plastic Strain
shell integration p#4
min=0, at elem# 10001
max=0.0739329, at elem# 56121

Fringe Levels
7.393e-02
6.654e-02
5.915e-02
5.175e-02
4.436e-02
3.697e-02
2.957e-02
2.218e-02
1.479e-02
7.393e-03
0.000e+00

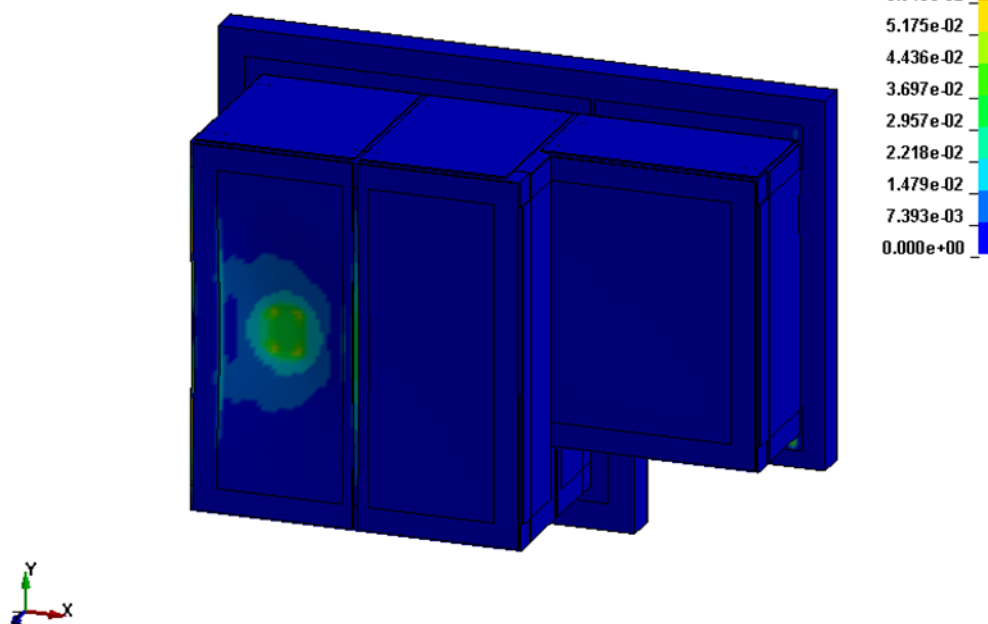


図 5.2-21 防護フード5のひずみ分布（最終時刻）

TVF-24_39_Impact
Time = 0.0079996

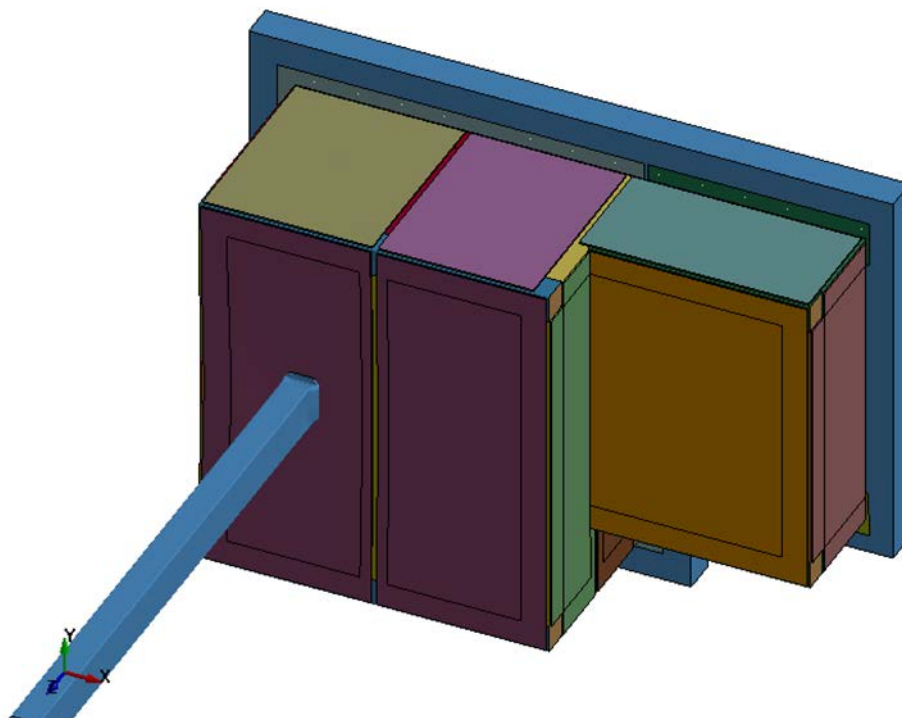


図 5.2-22 防護フード5のひずみ分布（最終時刻）

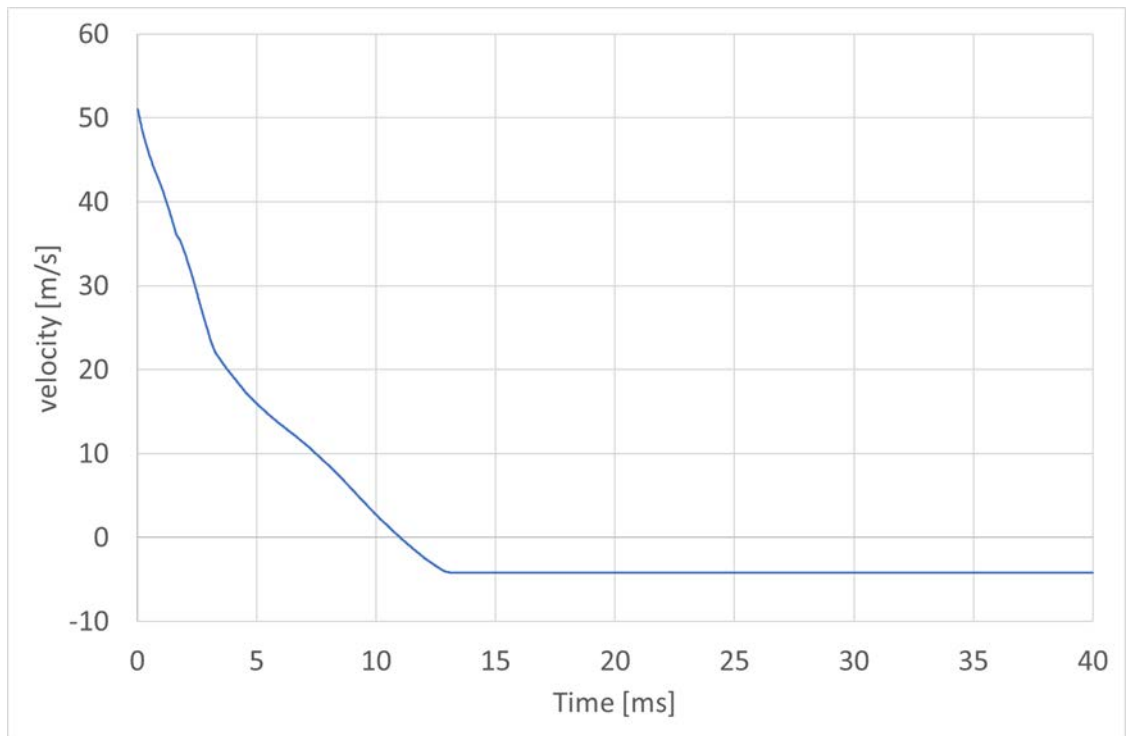


図 5.2-23 防護フード5に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

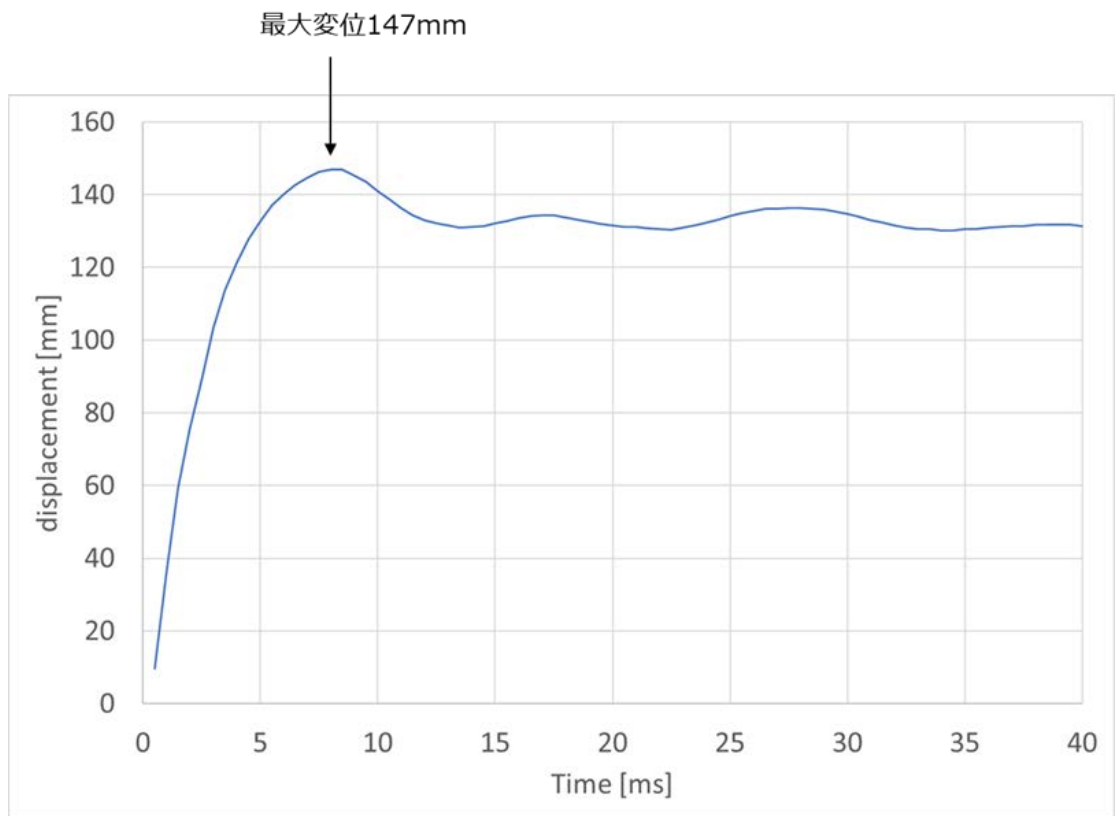


図 5.2-24 防護フード5（閉止板）の変位時刻歴

TVF-37_rev01_Impact
 Time = 0.04
 Contours of Effective Plastic Strain
 shell integration pt#4
 min=0, at elem# 1
 max=0.141303, at elem# 38811

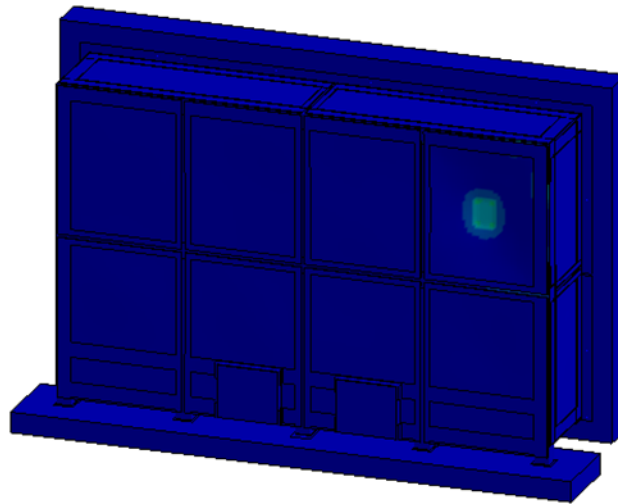
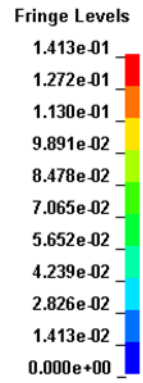


図 5.2-25 防護フード7のひずみ分布 (最終時刻)

TVF-37_rev01_Impact
 Time = 0.0074996

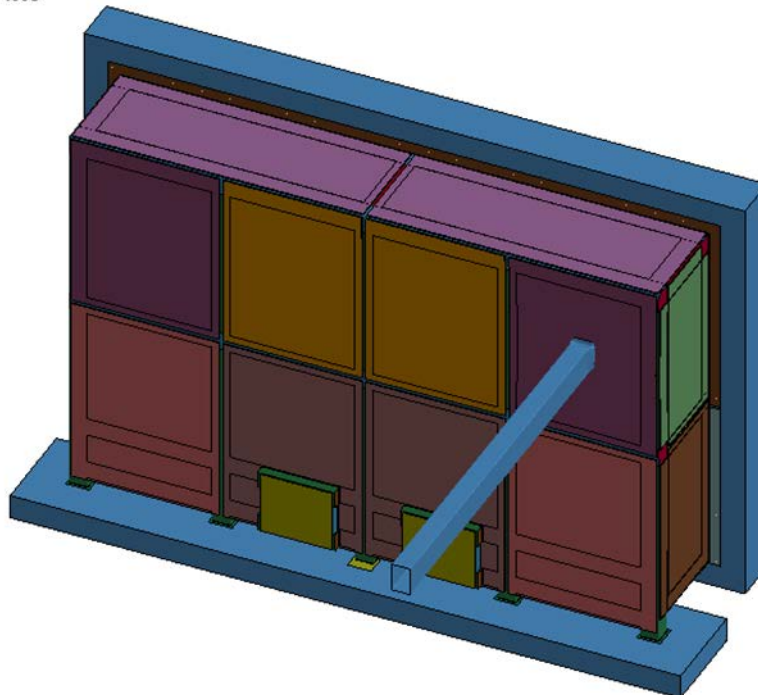


図 5.2-26 防護フード7のひずみ分布 (最終時刻)

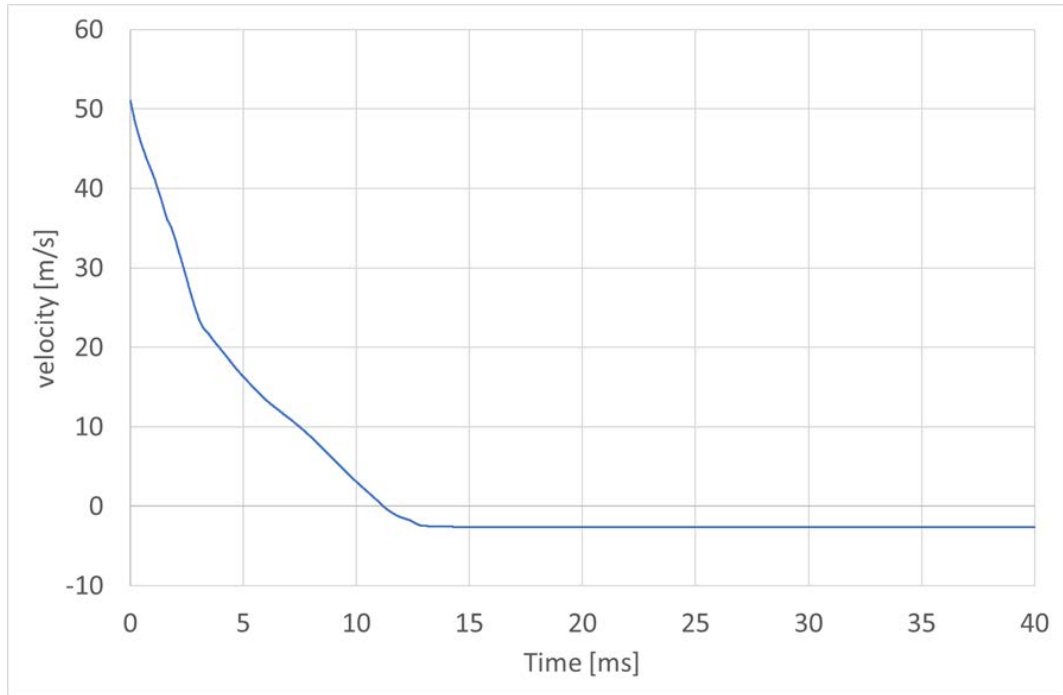


図 5.2-27 防護フード7に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

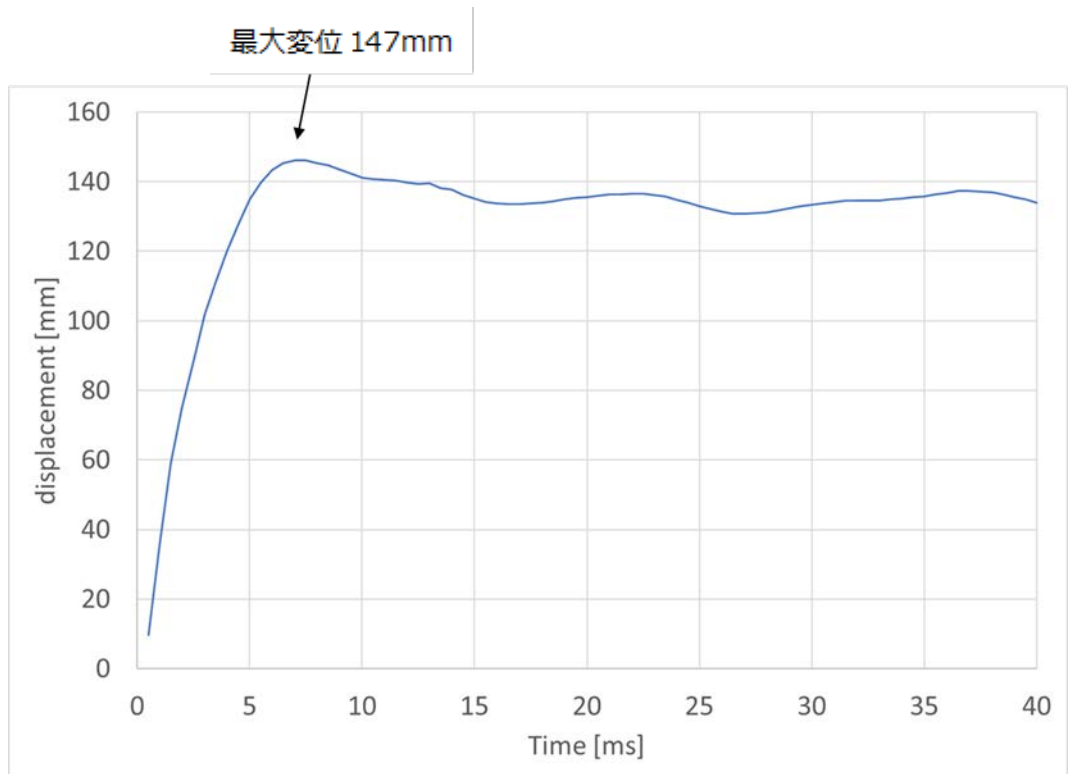


図 5.2-28 防護フード7（閉止板）の変位時刻歴

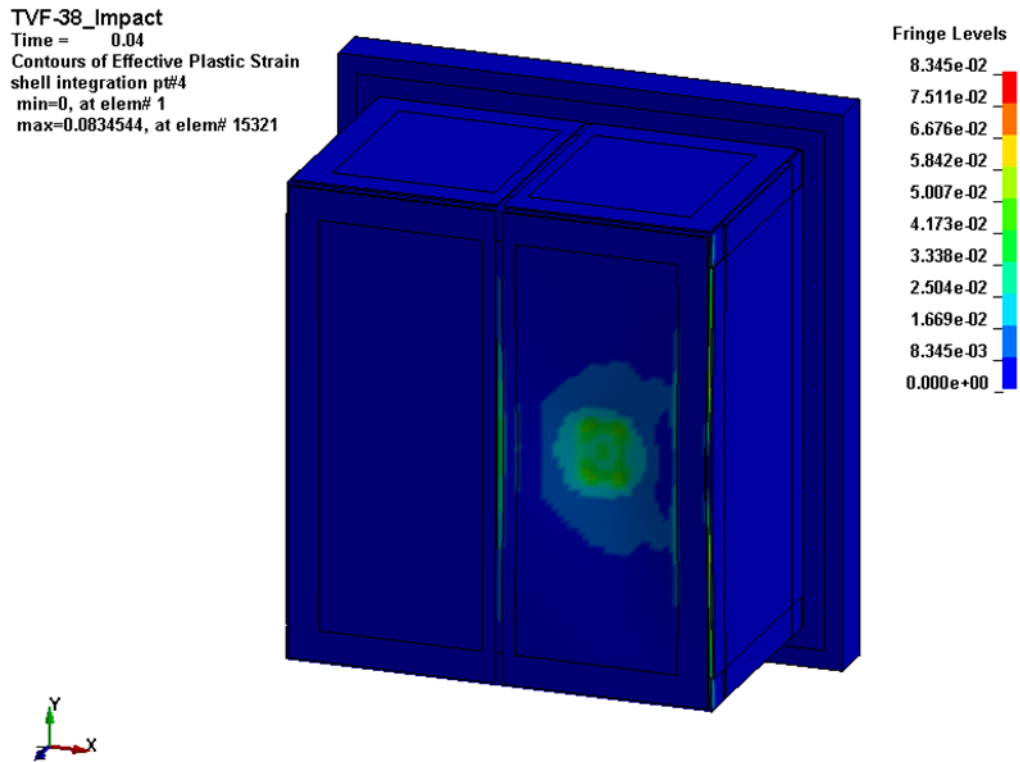


図 5.2-29 防護フード8のひずみ分布（最終時刻）

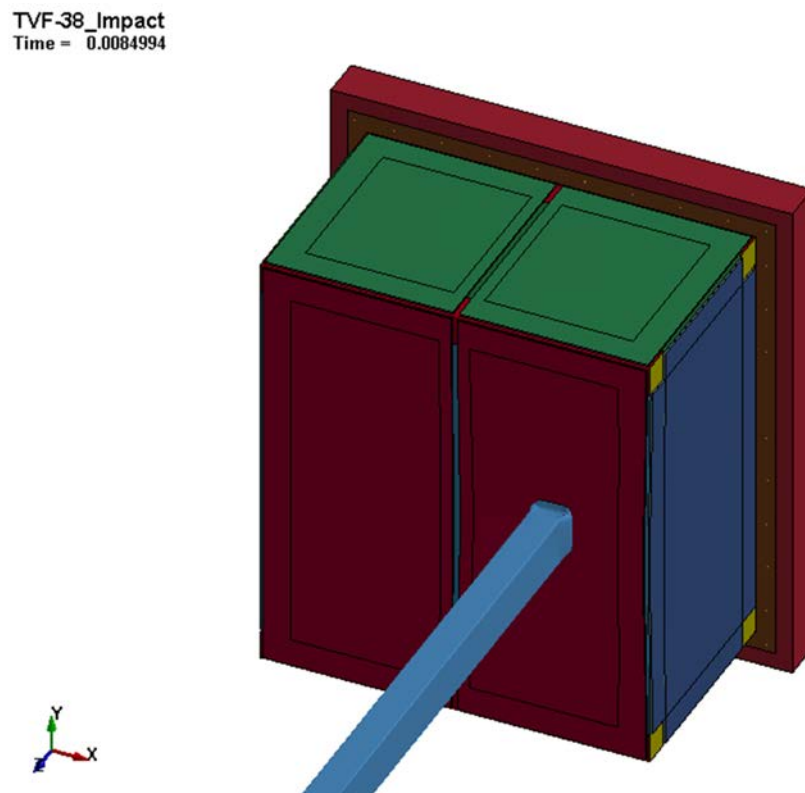


図 5.2-30 防護フード8のひずみ分布（最終時刻）

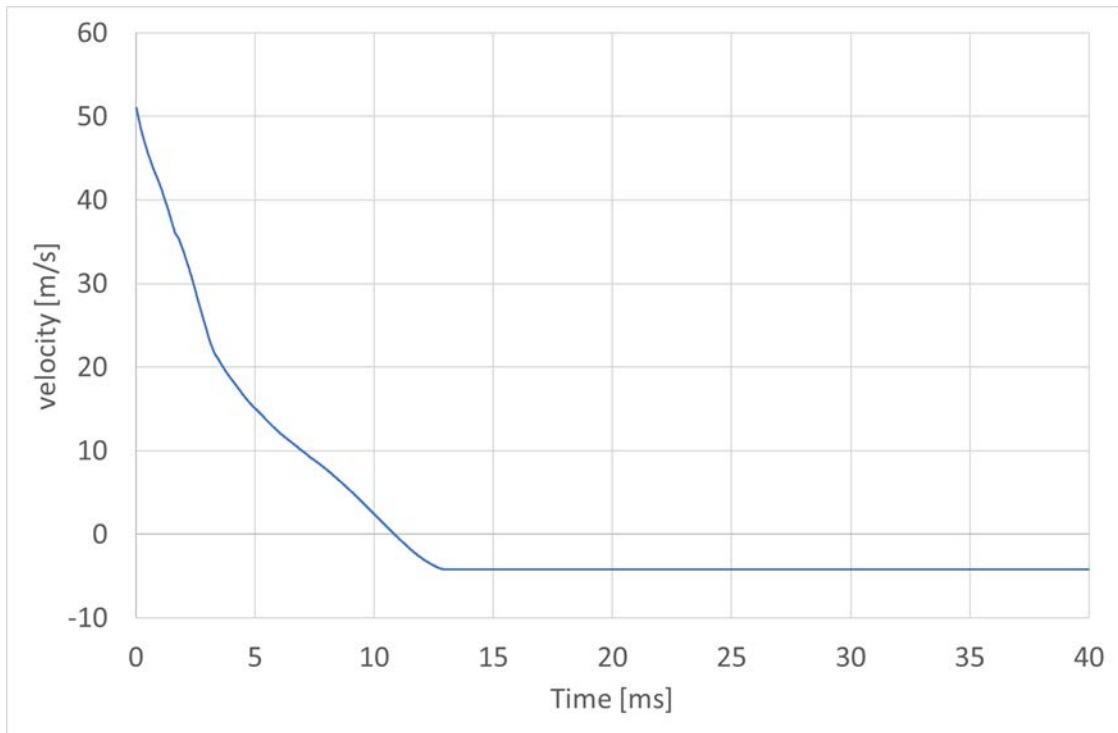


図 5.2-31 防護フード8に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

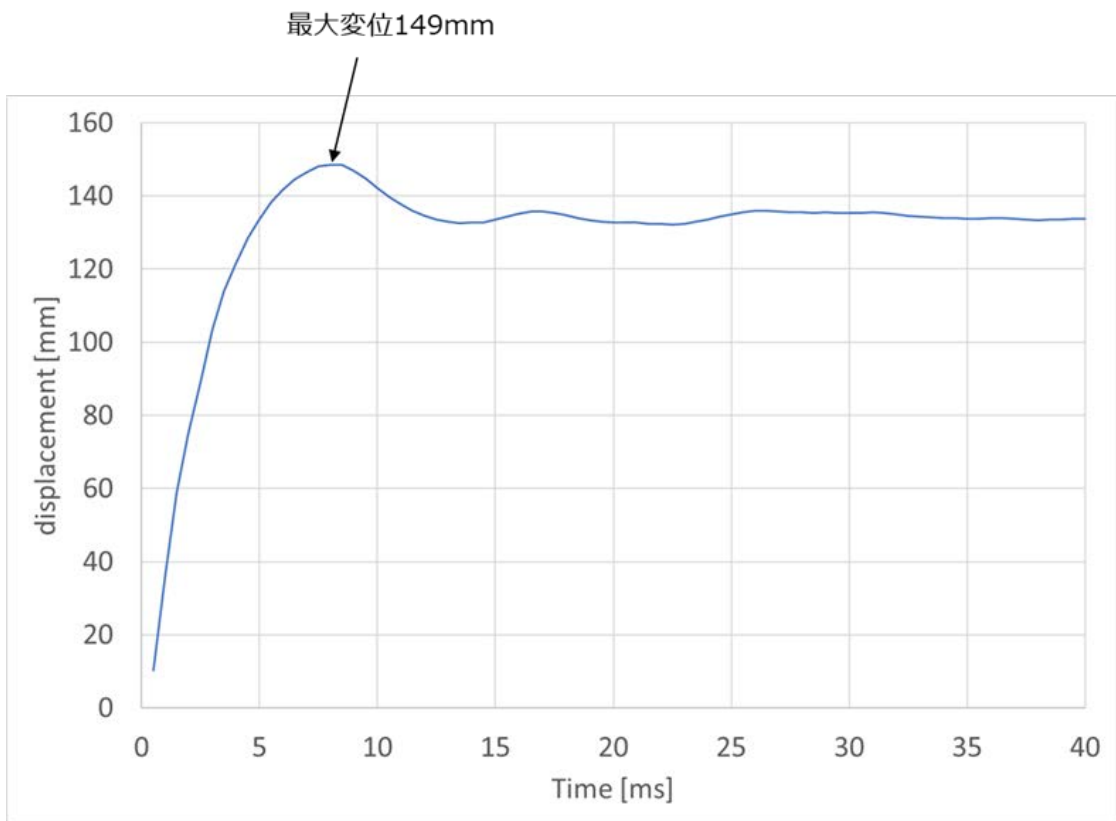


図 5.2-32 防護フード8（閉止板）の変位時刻歴

TVF-12_13_rev02_Impact
Time = 0.04
Contours of Effective Plastic Strain
shell integration p#4
min=0, at elem# 10001
max=0.0025756, at elem# 3800029

Fringe Levels
8.258e-02
7.432e-02
6.606e-02
5.780e-02
4.955e-02
4.129e-02
3.303e-02
2.477e-02
1.652e-02
8.258e-03
0.000e+00

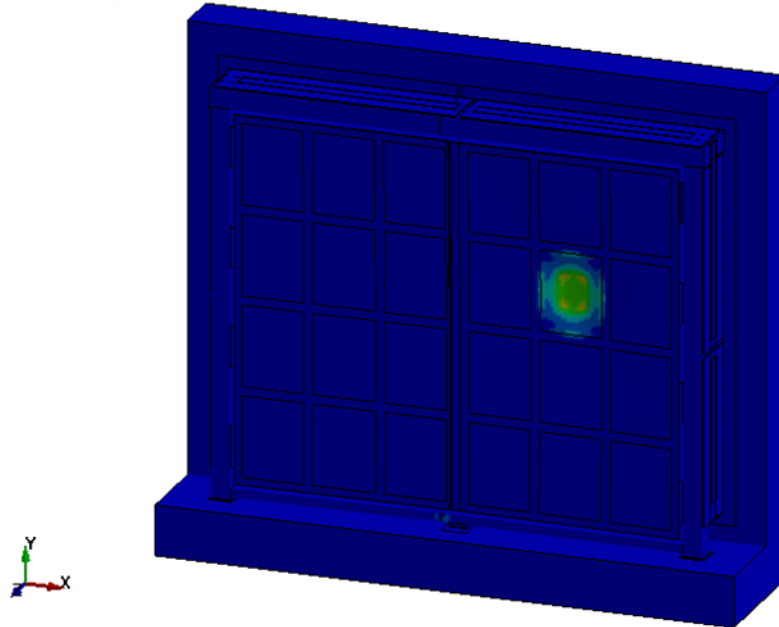


図 5.2-33 防護扉のひずみ分布（最終時刻）

TVF-12_13_rev02_Impact
Time = 0.013

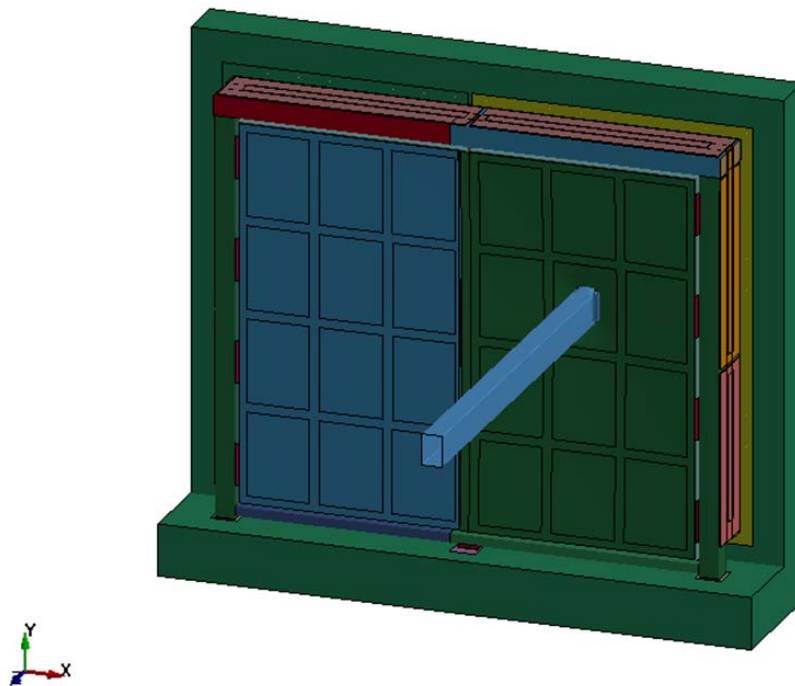


図 5.2-34 防護扉の変形挙動（最大変位時刻）

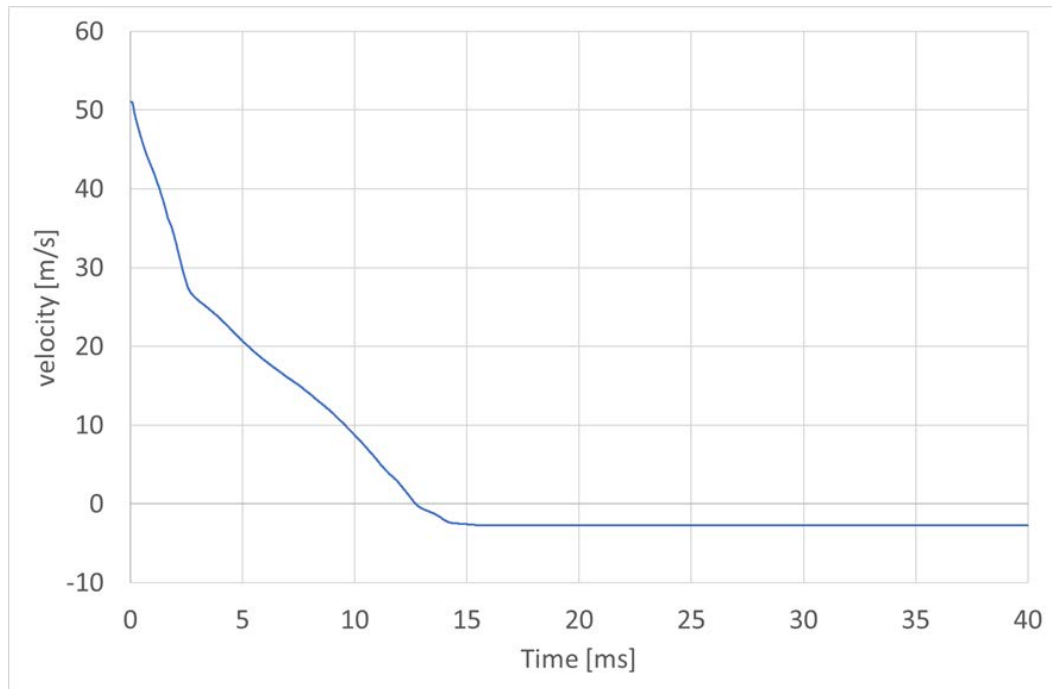


図 5.2-35 防護扉に衝突した設計飛来物の速度時刻歴

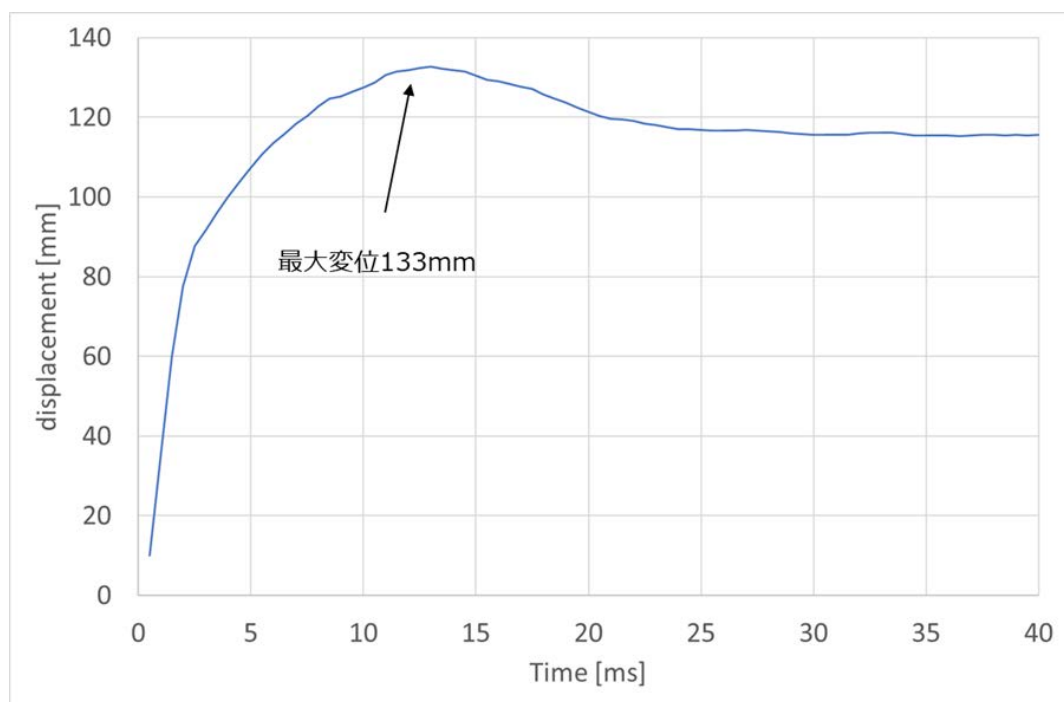


図 5.2-36 防護扉（閉止板）の変位時刻歴

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の開口部に防護板等を設置するものである。防護板等は健全性及び能力を確認するための検査又は試験ができるように設置する。

3 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の開口部に防護板等を設置するものである。防護板等は、保守及び修理ができるように設置する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条第 2 項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

(別冊 1-31)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(防火帯の設置)

(添付 1)

その他再処理設備の附属施設 (その 20)
その他の主要な事項

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	5
6. 工事の工程	7

別 図 一 覧

- 別図－1 防火帯の位置
- 別図－2 防火帯の設置に係る工事フロー

表 一 覧

表－1 必要防火帯幅

表－2 防護対象施設の危険距離

表－3 防火帯の設置に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画について、変更認可の申請を行う。

今回、工事を行う防火帯は、令和 2 年 8 月 7 日に申請した「再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」（令和 2 年 9 月 25 日認可）の別添 6-1-4-8「高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の森林火災影響評価に関する説明書」及び令和 2 年 10 月 30 日に申請した「再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」（令和 3 年 1 月 14 日認可）の別紙 6-1-4-8-6-2「防火帯の詳細と防火帯内の施設の防火について」において示した計画に従い、想定する森林火災の延焼から高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を防護することを目的に、設置するものである。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

（昭和 32 年法律第 166 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年原子力規制委員会規則第 27 号）

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（平成 25 年 6 月 原子力規制委員会）

「道路土工要綱」（日本道路協会）

「日本産業規格（JIS）」

3. 設計の基本方針

防火帯は、防護対象施設への外部火災の延焼被害を食い止めるために防護対象施設を囲むように設けられる可燃物のない帯状の区域であり、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）のうち、森林火災による防護対象施設への延焼防止のために設置する。

防護対象施設は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒とする。また、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟における高放射性廃液の蒸発乾固の発生を防止するため、必要な事故対処設備を防火帯の内側に保管する。

防火帯の設置は、「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）第八条第 1 項の技術上の基準を満足するように行う。

4. 設計条件及び仕様

本申請による防火帯の設置工事は、以下の条件を満足するよう設計する。防火帯を設置する位置を別図－1に示す。

- (1) 防火帯は、防火帯内に可燃物が無く、防護対象施設の建家周囲を切れ目なく囲む帯状の区域とする。
- (2) 防火帯外縁から外側の植生状況に応じて必要防火帯幅を確保する。必要防火帯幅を表－1に示す。
- (3) 防護対象施設の外壁と防火帯外縁の距離は、危険距離（防護する建家外壁と火炎の離隔距離として最低限必要な距離）を確保する。防護対象施設の危険距離を表－2に示す。

表－1 必要防火帯幅

防火帯幅の条件	必要防火帯幅 (m)
風上（防火帯外縁方向）に樹木がある場合 （防火帯の南側及び南西隅部）	21
風上（防火帯外縁方向）に樹木がない場合 （防火帯の南側及び南西隅部以外）	9

表－2 防護対象施設の危険距離

防護対象施設	危険距離 (m)
高放射性廃液貯蔵場（HAW）	14
ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟	13
第二付属排気筒	19

5. 工事の方法

本申請における工事については、「再処理施設の技術基準に関する規則」に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

本工事のフローを別図－2に示す。既設の舗装道路を防火帯として設置する。防火帯とする舗装道路上及び近傍に樹木等がある場合は伐採、撤去等を行う。舗装の範囲が必要防火帯幅に満たない箇所においては、舗装道路周辺の未舗装箇所にアスファルト舗装、モルタル吹付又はコンクリート化を行い、必要防火帯幅を確保する。また、防火帯を識別するため、標識の設置又はマーキングを行う。

本工事において、実施する試験・検査項目、検査方法及び判定基準を以下に示す。

① 外観検査

方法：防火帯の設置状況を目視で確認する。

判定：防火帯内には可燃物が無いこと、防火帯が防護対象施設を切れ目なく囲むように帯状に設置されていること、防火帯はアスファルト舗装、モルタル吹付又はコンクリート化されていること、防火帯の所定の場所に標識又はマーキングが施されていること。

② 寸法検査 1

方法：防火帯の内縁と外縁の水平距離を測定により確認する。

判定：防火帯の内縁と外縁の水平距離が表－1に示す必要防火帯幅以上であること。

③ 寸法検査 2

方法：それぞれの防護対象施設の外壁と防火帯の外縁の水平距離を測定により確認する。

判定：それぞれの防護対象施設の外壁と防火帯の外縁の水平距離が表－2に示す危険距離以上であること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋、保護メガネ等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。
- ⑤ 本工事においては、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び事故対処設備の保管場所周辺において作業を行う。このため、他の安全対策工事との干渉が発生しないように調整し、工事を進める。
- ⑥ 本工事においては、工事期間中も電源、冷却水供給等の事故対処ができるように、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟へのアクセスに支障の無いよう道路通行等、工事状況に応じて適切な措置を講じる。

6. 工事の工程

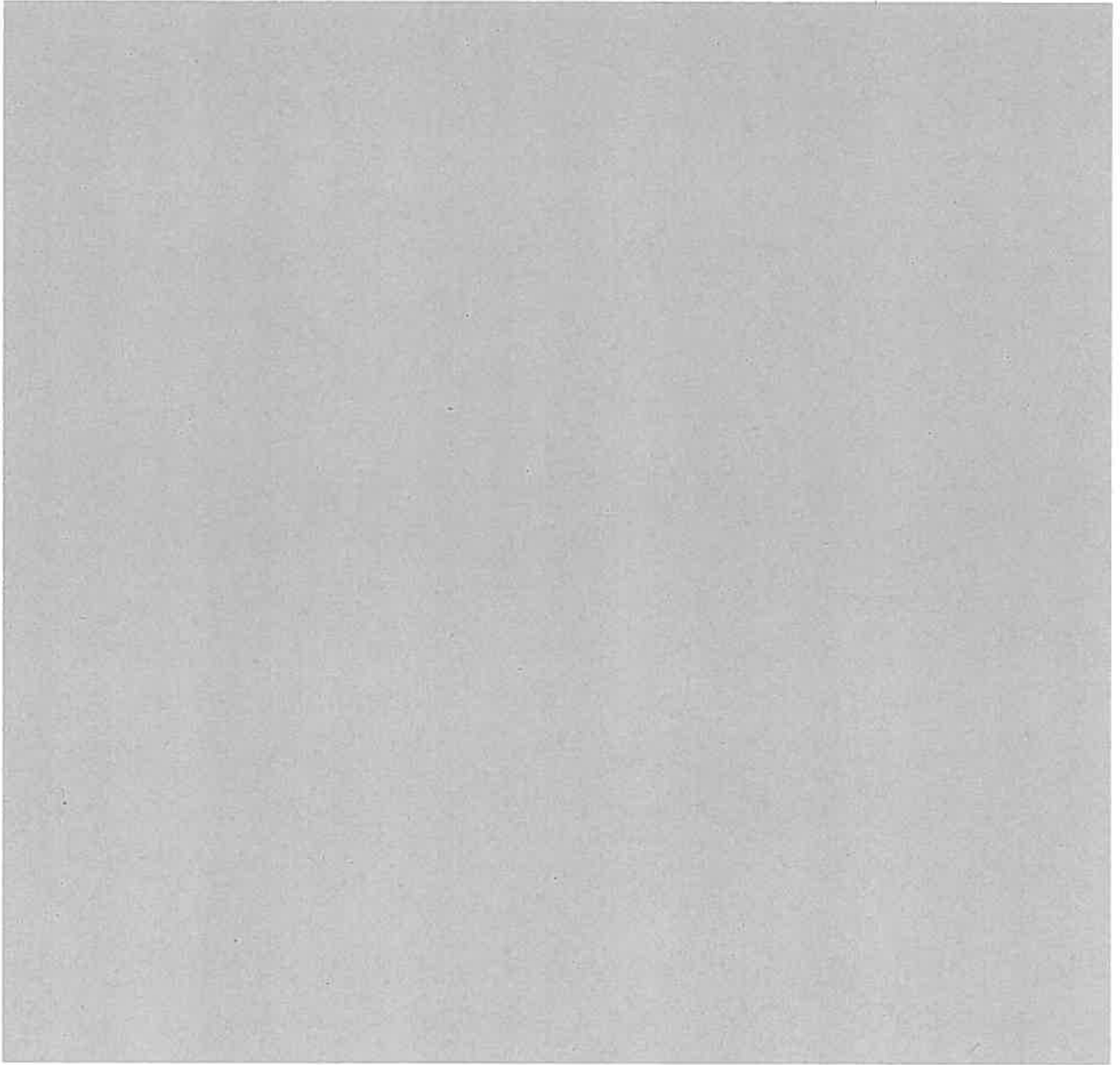
本申請に係る工事の工程を表－3に示す。

表－3 防火帯の設置に係る工事工程表

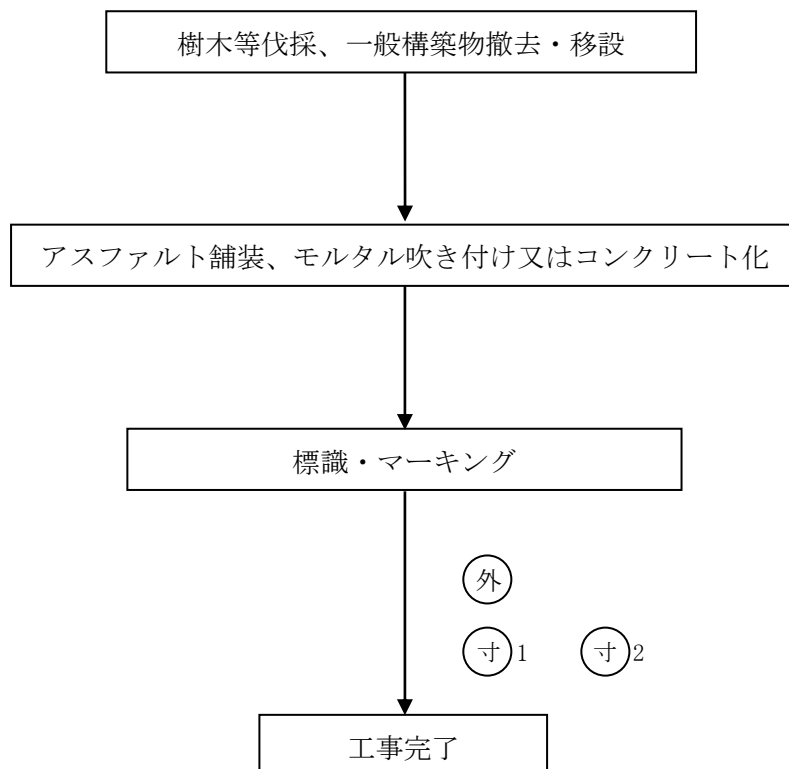
	令和4年度												備考	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
防火帯 設置 工事														
	工 事													

※工事工程は、他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

別 図



別図－1 防火帯の位置



⊙仕 : 外観検査

⊙寸1 : 寸法検査 1

⊙寸2 : 寸法検査 2

別図ー 2 防火帯の設置に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉
の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは
同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同
条第2項の規定により届け出たところによるもので
あることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項	別紙-1に示すとおり
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	無	—	—
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二條	安全保護回路	無	—	—
第二十三條	制御室等	無	—	—
第二十四條	廃棄施設	無	—	—
第二十五條	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六條	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七條	遮蔽	無	—	—
第二十八條	換気設備	無	—	—
第二十九條	保安電源設備	無	—	—
第三十條	緊急時対策所	無	—	—
第三十一條	通信連絡設備	無	—	—
第三十二條	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三條	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四條	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五條	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六條	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七條	材料及び構造	無	—	—
第三十八條	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九條	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十條	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一條	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二條	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三條	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第八条（外部からの衝撃による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、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において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 安全機能を有する施設は、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おいて、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。）により再処理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が講じられたものでなければならない。

3 安全機能を有する施設は、航空機の墜落により再処理施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

1 本申請は、想定される森林火災に対して、防護対象施設（高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒）が危険距離以上を確保できるように、延焼防止のために必要な幅を有する防火帯を設置するため、防護対象施設への森林火災の影響はない。

評価内容は、令和2年8月7日に申請した「再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」（令和2年9月25日認可）の別添6-1-4-8「高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の森林火災影響評価に関する説明書」に示したとおりである。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

(別冊 1-32)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(制御室パラメータ監視・屋外監視システムの設置)

(添付－ 1)

その他再処理設備の附属施設（その 1 8）
ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	10
6. 工事の工程	13

別 図 一 覧

- 別図－1 各制御室の位置
- 別図－2 システム構成の概要
- 別図－3 HAW パラメータ監視装置等の配置図
- 別図－4 HAW パラメータ監視装置の概要
- 別図－5 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事フロー

表 一 覧

- 表－1 HAW パラメータ監視装置の仕様
- 表－2 安全機能に係る監視対象パラメータ
- 表－3 アナロググループに係る単体精度
- 表－4 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回工事を行う制御室パラメータ監視・屋外監視システムの設置に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成元年 1 月 11 日に認可（63 安（核規）第 761 号）を受けた「その他再処理設備の附属施設（その 18）ガラス固化技術開発施設」について、再処理施設の技術基準に関する規則に基づき実施するものである。

今回、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係るパラメータをガラス固化技術開発施設（TVF）制御室で監視するため、高放射性廃液貯蔵場（HAW）から伝送されるパラメータを監視する装置を製作し、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に設置するものである。

また、屋外監視システムとして分離精製工場（MP）屋上に設置された屋外監視カメラの映像を確認できる機器をガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に配備するものである。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

- 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号)
- 「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」(昭和 46 年総理府令第 10 号)
- 「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)
- 「電気設備に関する技術基準を定める省令」(平成 9 年通商産業省令第 52 号)
- 「鋼構造許容応力度設計規準」(日本建築学会)
- 「日本産業規格(JIS)」
- 「日本電機工業会規格(JEM)」(日本電機工業会)
- 「電気規格調査会標準規格(JEC)」(電気学会)
- 「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」(日本電気協会)
- 「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」(日本電気協会)
- 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME)」(日本機械学会)
- 「発電用原子力設備規格 材料規格(JSME)」(日本機械学会)
- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(原子力規制委員会)

3. 設計の基本方針

本申請は、再処理施設の技術基準に関する規則第 23 条に基づき地震、津波、竜巻、外部火災等の外部事象が発生した場合においても、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係るパラメータをガラス固化技術開発施設（TVF）制御室で監視するため、パラメータを監視する装置（以下「HAW パラメータ監視装置」という。）を製作し、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に設置するものである。

また、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に影響を及ぼすおそれのある地震、津波、竜巻、外部火災等の外部の状況を把握できるようにするため、屋外監視システムとして分離精製工場（MP）屋上に設置された屋外監視カメラの映像を確認できる機器（以下「屋外監視カメラ用 PC」という。）をガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に配備するものである。

本申請は、再処理施設の技術基準に関する規則の第 6 条第 2 項、第 11 条第 3 項、第 16 条第 2 項及び第 3 項、第 20 条第 1 項第 5 号及び第 2 項並びに第 23 条第 2 項、第 3 項及び第 4 項の技術上の基準を満足するよう行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

- ①ガラス固化技術開発施設 (TVF) 制御室 (G240) に HAW パラメータ監視装置を設置する。また、屋外監視カメラ用 PC を配備する。各制御室の位置を別図－1、システム構成の概要を別図－2、HAW パラメータ監視装置等の配置を別図－3 に示す。
- ②HAW パラメータ監視装置の監視対象は、高放射性廃液貯槽等の温度、液面、圧力、及び冷却系の流量、温度並びに建家及びセル換気系の差圧等とする。
- ③HAW パラメータ監視装置の耐震重要度分類は S クラスとする。
- ④屋外監視カメラ用 PC の監視対象は分離精製工場 (MP) 屋上に設置された屋外監視カメラの映像とする。
- ⑤屋外監視カメラ用 PC は可搬型とする。
- ⑥高放射性廃液貯蔵場 (HAW) とガラス固化技術開発施設 (TVF) 間、分離精製工場 (MP) とガラス固化技術開発施設 (TVF) 間の伝送信号は有線と無線により多様化する。無線による信号伝送のため、分離精製工場 (MP) 屋上、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 屋上、ガラス固化技術開発施設 (TVF) 屋上に無線機を設置する。
- ⑦敷設するケーブルは難燃性とする。

(2) 仕様

- ①本申請に係る HAW パラメータ監視装置の仕様を表－1、安全機能に係る監視対象パラメータを表－2、アナロググループに係る単体精度を表－3 に示す。

表－1 HAW パラメータ監視装置の仕様

構造	概略寸法 (m)	概略重量 (kg)	面数	耐震 分類	設置 場所	主要な 材質	備考
デスク型	0.95×0.6×1.0	196	1	S	制御室 (G240)	SS400 (JIS G 3101)	別図-4 参照

表-2 安全機能に係る監視対象パラメータ (1/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
高放射性廃液貯槽 (272V31)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA*31.1 272TRA*31.2.1 272TRA*31.2.2 272TRA*31.2.3 272TRA*31.2.4 272TRA*31.3.1 272TRA*31.3.2 272TRA*31.3.3 272TRA*31.3.4 272TRA*31.3.5
				液面
	槽内圧力		液面上限警報	272LA*31.2
			圧力記録計	272PR31.1
			圧力上限警報	272PA*31.2
	冷 却 水 1 次	流量	流量記録下限警報	272FRA*3161 272FRA*3162
		温度		温度記録計
	高放射性廃液貯槽 (272V32)	廃 液	温度	
液面				液面記録計
槽内圧力		液面上限警報	272LA*32.2	
		圧力記録計	272PR32.1	
		圧力上限警報	272PA*32.2	
冷 却 水 1 次		流量	流量記録下限警報	272FRA*3261 272FRA*3262
		温度		温度記録計

表-2 安全機能に係る監視対象パラメータ (2/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号		
高放射性廃液貯槽 (272V33)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA*33.1 272TRA*33.2.1 272TRA*33.2.2 272TRA*33.2.3 272TRA*33.2.4 272TRA*33.3.1 272TRA*33.3.2 272TRA*33.3.3 272TRA*33.3.4 272TRA*33.3.5	
		液面	液面記録計	272LR33.1.1	
	槽内圧力		圧力記録計	272PR33.1	
			圧力上限警報	272PA*33.2	
	冷 却 水 1 次	流量	流量記録下限警報	272FRA*3361 272FRA*3362	
		温度	温度記録計	272TR334.1 272TR335.1	
	高放射性廃液貯槽 (272V34)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA*34.1 272TRA*34.2.1 272TRA*34.2.2 272TRA*34.2.3 272TRA*34.2.4 272TRA*34.3.1 272TRA*34.3.2 272TRA*34.3.3 272TRA*34.3.4 272TRA*34.3.5
			液面	液面記録計	272LR34.1.1
槽内圧力		圧力記録計	272PR34.1		
		圧力上限警報	272PA*34.2		
冷 却 水 1 次		流量	流量記録下限警報	272FRA*3461 272FRA*3462	
		温度	温度記録計	272TR344.1 272TR345.1	

表－２ 安全機能に係る監視対象パラメータ (3/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
高放射性廃液貯槽 (272V35)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+35.1
				272TRA+35.2.1
				272TRA+35.2.2
				272TRA+35.2.3
				272TRA+35.2.4
				272TRA+35.3.1
				272TRA+35.3.2
				272TRA+35.3.3
				272TRA+35.3.4
				272TRA+35.3.5
液面	液面記録計		272LR35.1.1	
	液面上限警報		272LA+35.2	
槽内圧力	圧力記録計		272PR35.1	
	圧力上限警報		272PA+35.2	
冷却 水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-3561	
	温度	温度記録計	272TR354.1	
272TR355.1	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+36.1
272TRA+36.2.1				
272TRA+36.2.2				
272TRA+36.2.3				
272TRA+36.2.4				
272TRA+36.3.1				
272TRA+36.3.2				
272TRA+36.3.3				
272TRA+36.3.4				
272TRA+36.3.5				
液面	液面記録計		272LR36.1.1	
	液面上限警報		272LA+36.2	
槽内圧力	圧力記録計		272PR36.1	
	圧力上限警報		272PA+36.2	
冷却 水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-3661	
	温度	温度記録計	272TR364.1	
272TR365.1				

表-2 安全機能に係る監視対象パラメータ (4/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
中間貯槽 (272V37)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+37.1 272TRA+37.2
		液面	液面記録下限操作	272LRO-37.1
	液面上限警報		272LA+37.2	
	冷却水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-37.1
温度		温度記録計	272TR37.3	
中間貯槽 (272V38)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+38.1 272TRA+38.2
		液面	液面記録下限操作	272LRO-38.1
	液面上限警報		272LA+38.2	
	冷却水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-38.1
温度		温度記録計	272TR38.3	
冷却系	冷却水 2次	流量	流量記録下限警報	272FRA-8161 272FRA-8162 272FRA-8163
		温度	温度記録上限警報	272TRA+8161 272TRA+8162 272TRA+8163
建家及びセル換気系	差圧	差圧下限警報	272dPA-103.3 272dPA-105.3	
セル等	液面	液面上限警報 (漏洩検知装置)	272LA+001 272LA+002 272LA+003 272LA+004 272LA+005 272LA+006 272LA+007 272LA+008 272LA+009 272LA+010 272LA+011 272FA+201 272FA+202	

表-3 アナロググループに係る単体精度

機器名	型名	入力信号	精度
アナログ入力モジュール	AAV144-S50	1~5V	±0.1%FS*1

* 1 : 精度定格値を精度 (%) へ換算した値。

②配線類

- a. 施設間の通信用配線（光ケーブル、UTP ケーブル） 一式
- b. 電源用配線（電源ケーブル） 一式
- c. 装置内配線、付属品 一式

(3) 耐震性

本申請に係る HAW パラメータ監視装置の耐震重要度分類は S クラスとし、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して安全性が損なわれるおそれがない設計とする。

(4) 保守

HAW パラメータ監視装置等は、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。

保守において交換する部品類は、ネットワークスイッチ、無線機、パソコン、モニタ、キーボード、ジョイスティックコントロールユニット等があり、適時、これらの予備品を確保し、再処理施設保安規定に基づき交換する。

5. 工事の方法

本申請における工事については、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

本工事に係る HAW パラメータ監視装置等は、あらかじめ仕様を確認するとともに、材料確認検査、据付・外観検査、作動試験を実施し、仕様を満足していることを確認する。

新たに敷設するケーブルは、既設ケーブルラック等を活用し、屋上は電線管に収納する、又は余長を確保し、可とう性の管路に収納して敷設する。埋設部は可とう性の管路に収納して敷設し、各建家の屋上に無線機を設ける。

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) のパラメータなどをガラス固化技術開発施設 (TVF) 制御室 (G240) へ伝送するため、現場盤内にアナログ入力モジュール等を設置する。また、ガラス固化技術開発施設 (TVF) 制御室に HAW パラメータ監視装置を設置し、屋外監視カメラ用 PC を配備する。

本工事はガラス固化技術開発施設 (TVF) の既存の計測系統設備の構成を変更するものではないことから、本工事中もガラス固化技術開発施設 (TVF) の計測・制御は行える。

本工事フローを別図－5 に示す。

本工事において実施する試験・検査項目 (調達管理等の検証のために行う検査を含む) 、判定基準を以下に示す。

① 材料確認検査

対 象 : HAW パラメータ監視装置の主要部材、据付ボルト

施設間に敷設する通信ケーブル、新たに敷設する HAW パラメータ監視装置及び屋外監視システム用の電源ケーブル

方 法 : HAW パラメータ監視装置の主要部材、据付ボルトの材料について、材料証明書等により確認する。

施設間に敷設する通信ケーブル、新たに敷設する HAW パラメータ監視装置及び屋外監視システム用の電源ケーブルについて、難燃性であることを

成績書やその他の資料により確認する。

判 定：材料証明書等の記載内容が SS400（材質・化学成分・機械的性質）であること。

ケーブルが成績書やその他の資料で難燃性（垂直トレイ燃焼試験（IEEE383-1974 又は IEEE1202-1991）相当、UL 垂直燃焼試験（UL1581 1080 VW-1）相当）であることを確認できること。

② 据付・外観検査

対 象：HAW パラメータ監視装置の据付ボルト、外観

方 法：HAW パラメータ監視装置の据付ボルトの外径、本数を確認する。HAW パラメータ監視装置の外観を目視により確認する。

判 定：据付ボルトの外径が 10 (+0、-0.22) mm、本数が 4 本であること。有害なキズ、変形、破損等がないこと。

③ 作動試験

対 象：HAW 現場盤のアナログ入力モジュール、デジタル入力モジュール
屋外監視カメラ用 PC

方 法：アナログ入力モジュールに模擬信号を入力し、指定された精度を満たすことを確認する。

デジタル入力モジュールに模擬信号を入力し、正しく作動することを確認する。

屋外監視カメラからの信号を入力し、映像を確認する。

判 定：±0.1%FS の精度を満たしていること。

警報が発報、警報灯が点滅すること。

屋外監視カメラの映像を確認できること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、一般作業計画書、放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋及び保護メガネ、防塵マスク等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事において火気を使用する場合には、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。
- ⑥ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑦ 本工事においては、令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって変更の認可を受けた廃止措置計画の事故対処の有効性を確認した資機材やアクセスルートに影響を及ぼさないようにする。
- ⑧ 本工事に係る重量物の運搬については、運搬台車等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑨ 本工事においては、アンカー取付け位置やボルト貫通穴の位置は、既設配筋状態を確認し、干渉しないよう施工する。
- ⑩ 本工事においては、経年変化を考慮して作業場所の汚染確認を実施するとともに、必要に応じ、除染、遮蔽等の処置を講じて作業者の被ばく及び作業場所の汚染拡大を防止する。

6. 工事の工程

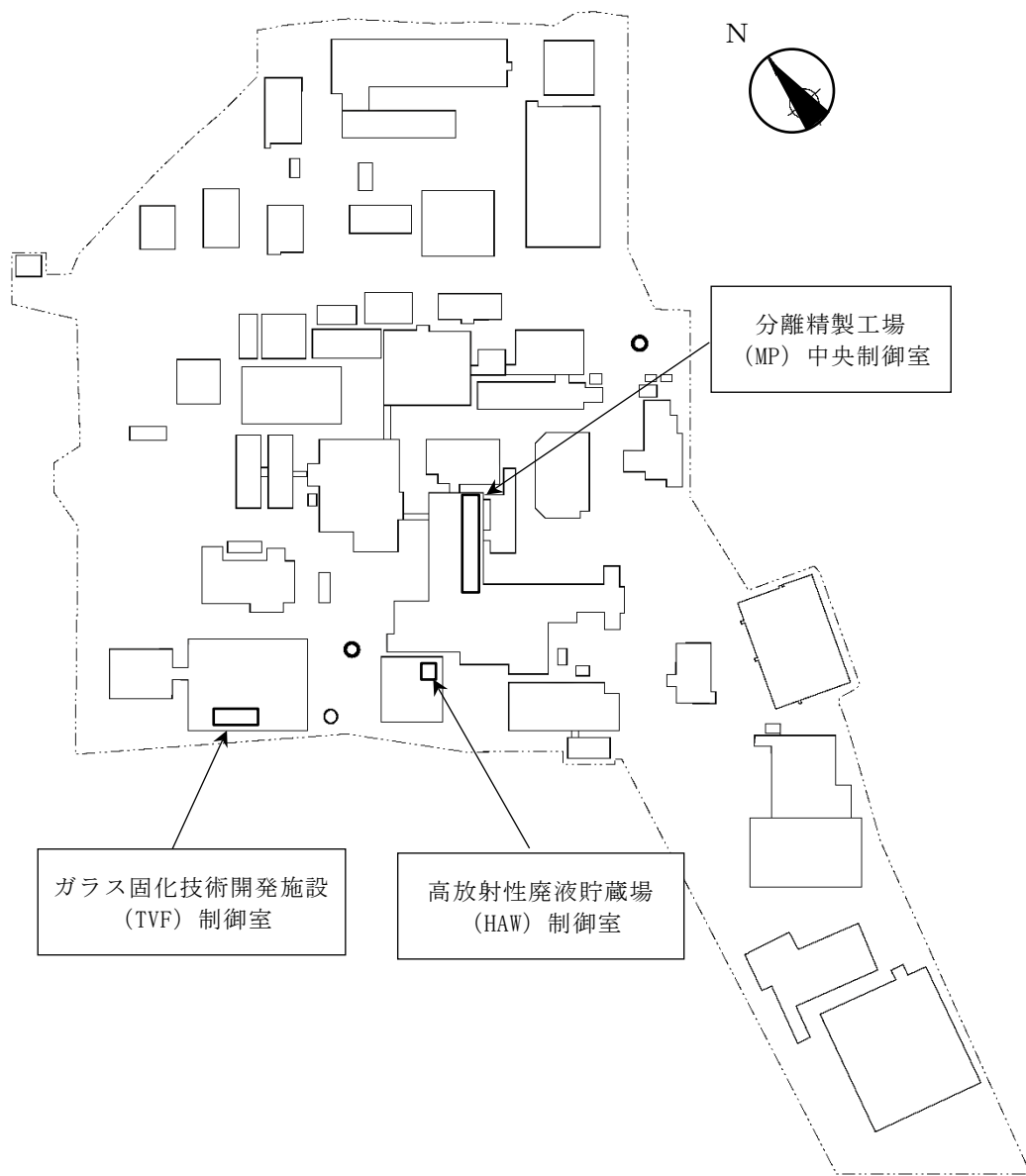
本申請に係る工事の工程を表－4に示す。

表－4 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事工程表

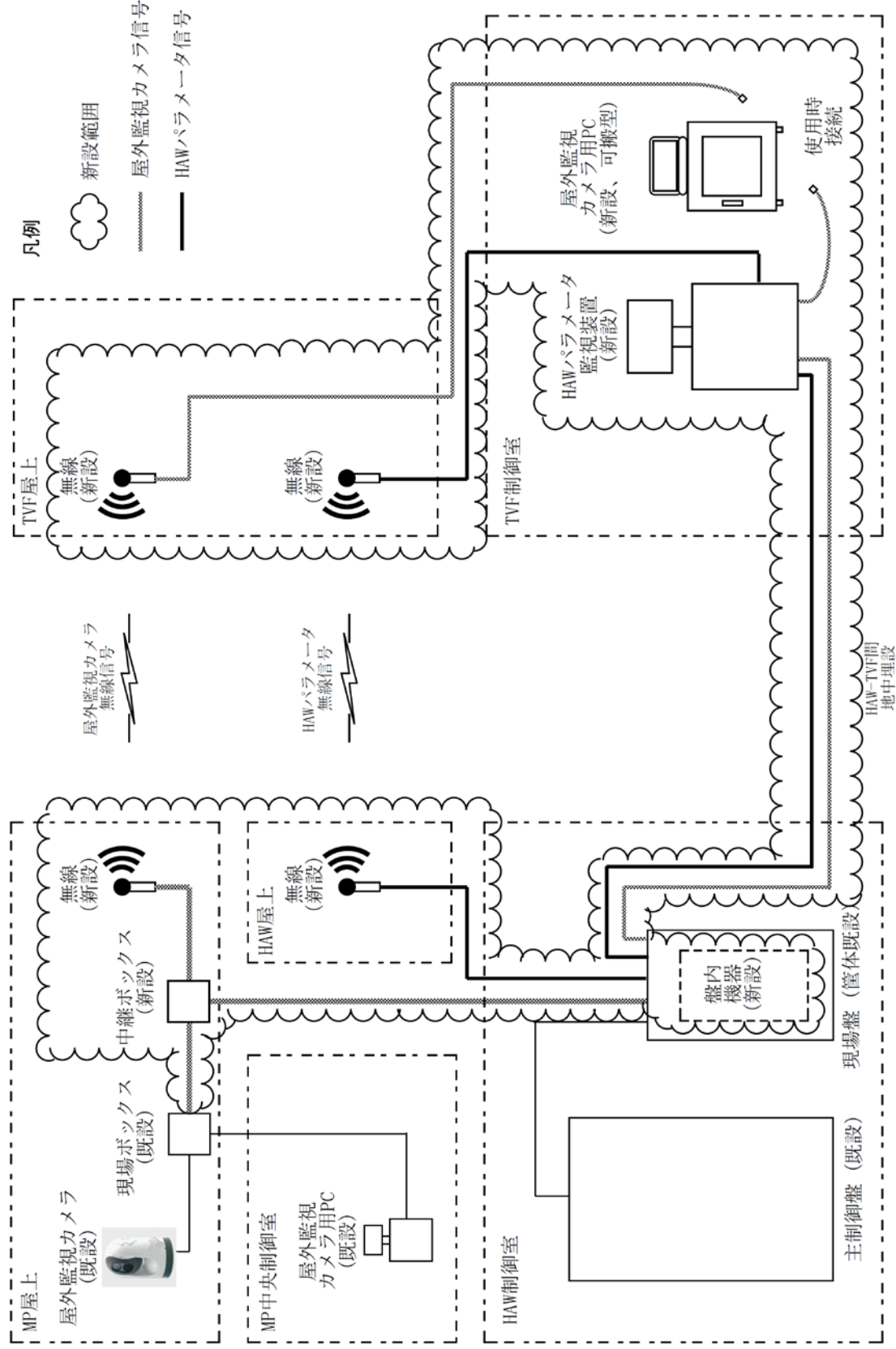
	令和4年度				備考
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	
・制御室パラメータ監視等の設置	工 事※				

※工事工程は他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

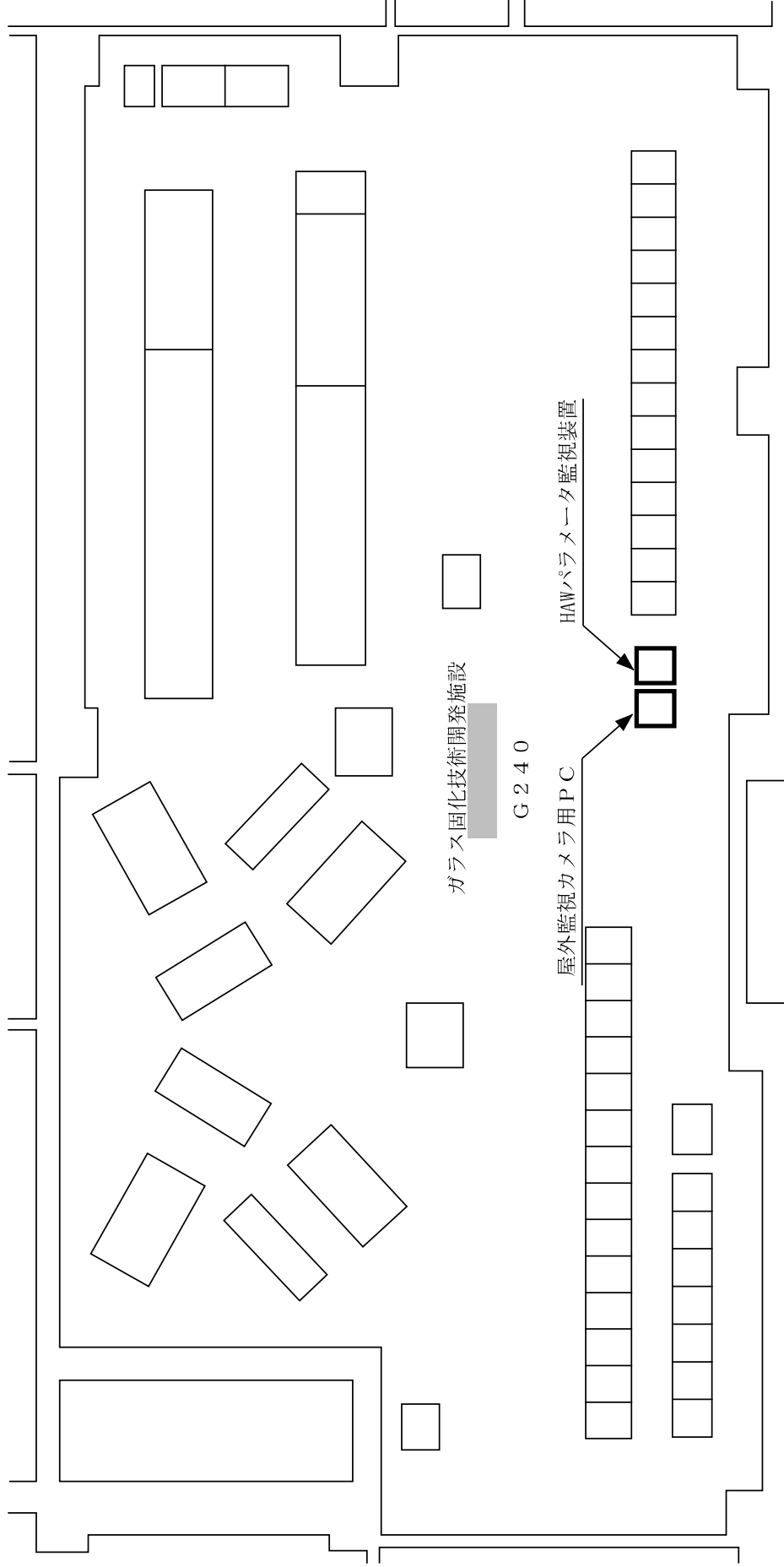
別 図



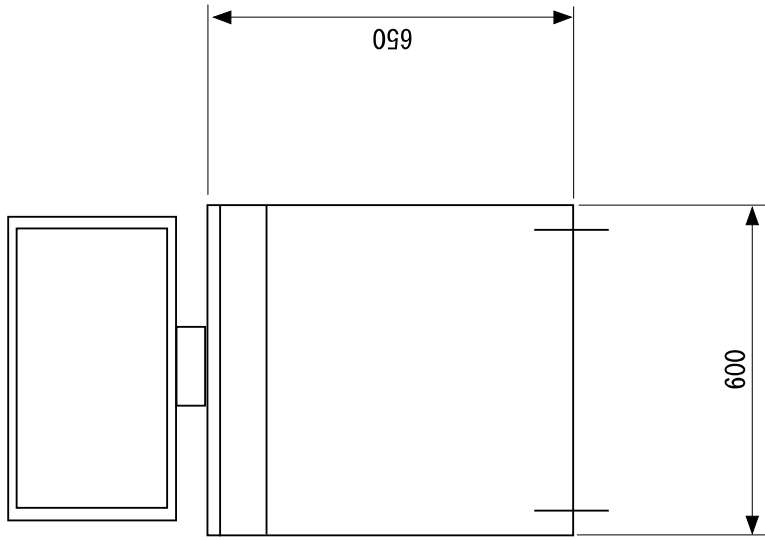
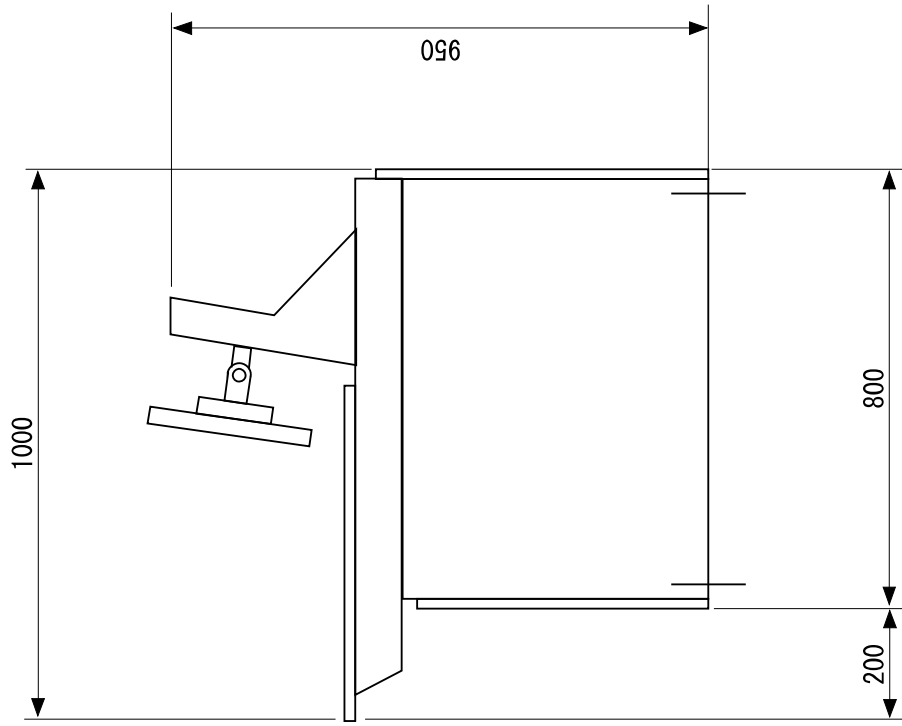
別図－1 各制御室の位置



別図-2 システム構成の概要



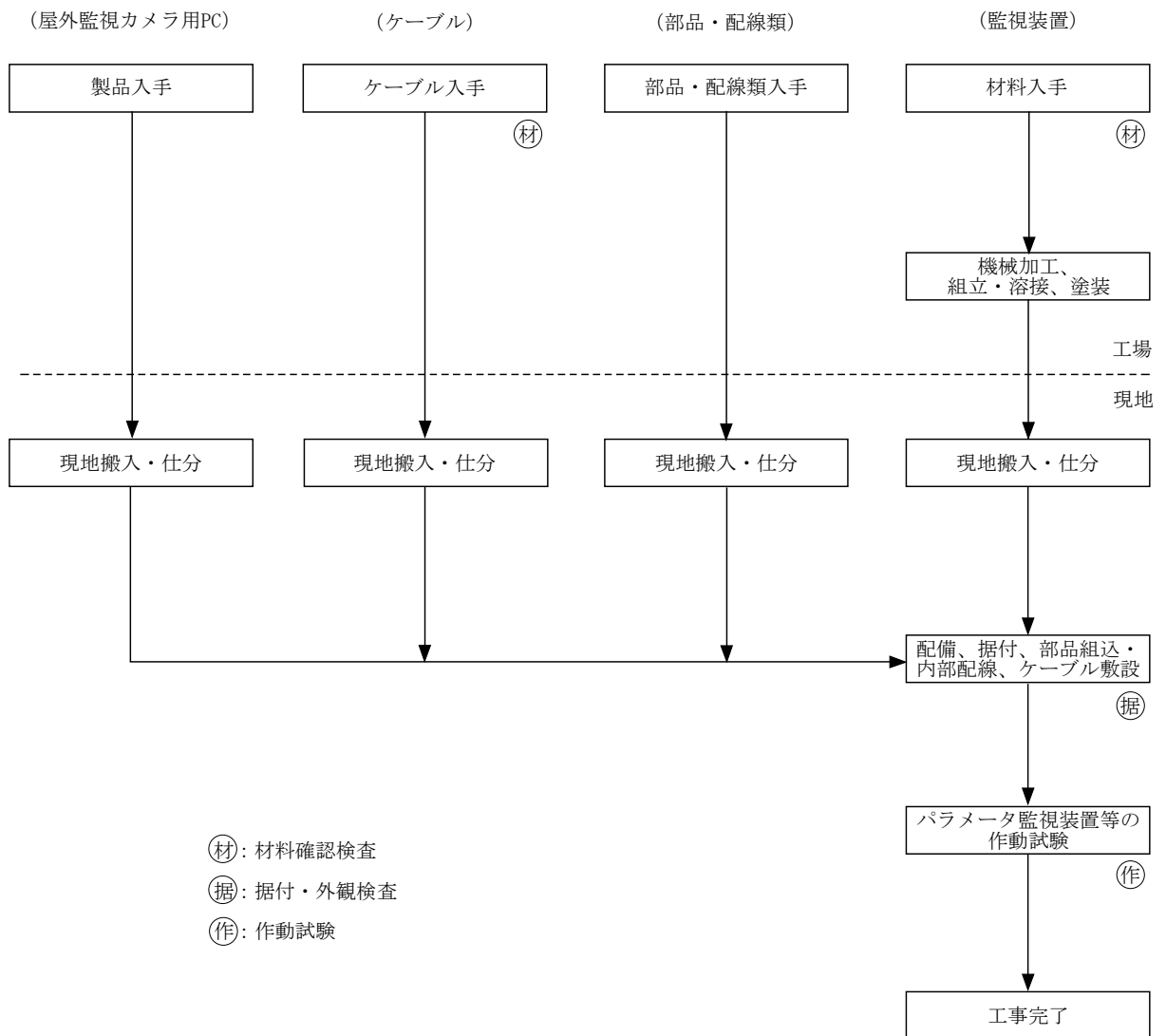
別図-3 HAWパラメータ監視装置等の配置図



据付ボルト M10×4本

(単位：mm)

別図-4 HAWパラメータ監視装置の概要



別図-5 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の
規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法
第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2
項の規定により届け出たところによるものであること
を説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙－1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	有	第3項	別紙－2に示すとおり
第十二条	再処理施設内における溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙－3に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	有	第1項第5号、第2項	別紙－4に示すとおり
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	有	第2、3、4項	別紙-5に示すとおり
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

2 本申請において設置する HAW パラメータ監視装置の耐震重要度分類は S クラスとして設計する。HAW パラメータ監視装置の耐震性の評価結果について、添付資料-1 に示す。また、屋上監視カメラの耐震性の評価結果を添付資料-2 に示す。

廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保できることから、安全性が損なわれるおそれがない。

なお、新たに敷設するケーブルについて、定ピッチスパン法に基づく支持間隔の既設ケーブルラック等を活用し、屋上は耐震性を有する電線管に収納する、又は余長を確保し、可とう性の管路に収納して敷設することから、耐震上の問題はない。屋上に設置する無線機についても耐震性を有するよう施工する。

ガラス固化技術開発施設（TVF）の HAW パラメータ監視装置の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除却機能）に係るパラメータを表示する機器を収納する HAW パラメータ監視装置について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしても、その安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

HAW パラメータ監視装置の構造強度の評価は、底部アンカーボルトによる支持構造を持つ耐震構造上の類似性に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_s	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

HAW パラメータ監視装置の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。HAW パラメータ監視装置の静的解析用震度は、機器据付階のもの（2F、水平方向：1.03、鉛直方向：0.79）を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度×1.2)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

HAW パラメータ監視装置の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

HAW パラメータ監視装置の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

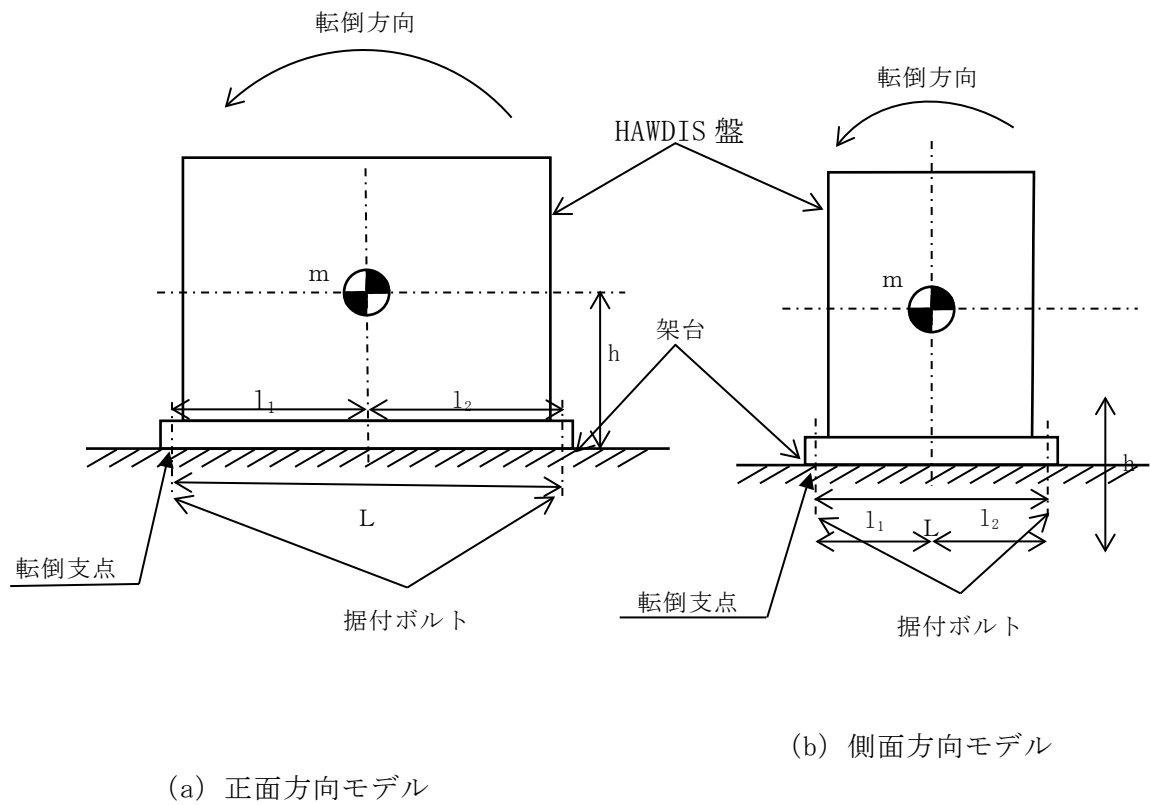


図 4-1 HAW パラメータ監視装置の解析モデル

4.5.2 諸元

HAW パラメータ監視装置の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
HAW パラメータ 監視装置	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	510 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M10
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	据付ボルトの本数	n	4
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	391 (mm)
	総質量	m	196 (kg)

4.6 固有周期

HAW パラメータ監視装置の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

HAW パラメータ監視装置の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
HAW パラメータ監視装置	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) の HAW パラメータ監視装置の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
HAW パラメータ 監視装置	据付ボルト	引張	7	280	0.03
		せん断	9	161	0.06

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

屋外監視カメラの耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、屋外監視カメラについて、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしても、その安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

屋外監視カメラの構造強度の評価は、アンカーボルトによる支持構造を持つ耐震構造上の類似性に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_s	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h_1	底面から重心までの鉛直方向の距離	mm
h_2	壁面から重心までの水平方向距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

屋外監視カメラの構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動による分離精製工場（MP）の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。屋外監視カメラの静的解析用震度は、機器据付階のもの（RF、水平方向：1.46、鉛直方向：0.80）を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度（床応答最大加速度×1.2）	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.46	0.80
6F	1.39	0.77
5F	1.32	0.73
4F	1.22	0.71
3F	1.12	0.70
2F	1.08	0.70
1F	1.06	0.70
B1F	1.03	0.69

4.4 計算方法

屋外監視カメラの発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を踏まえ以下の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg \sqrt{(C_H h_1)^2 + (C_V h_2)^2} \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg \left(\sqrt{(C_H)^2 + (C_V)^2} \right)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

屋外監視カメラの解析モデルを図 4-1 に示す。

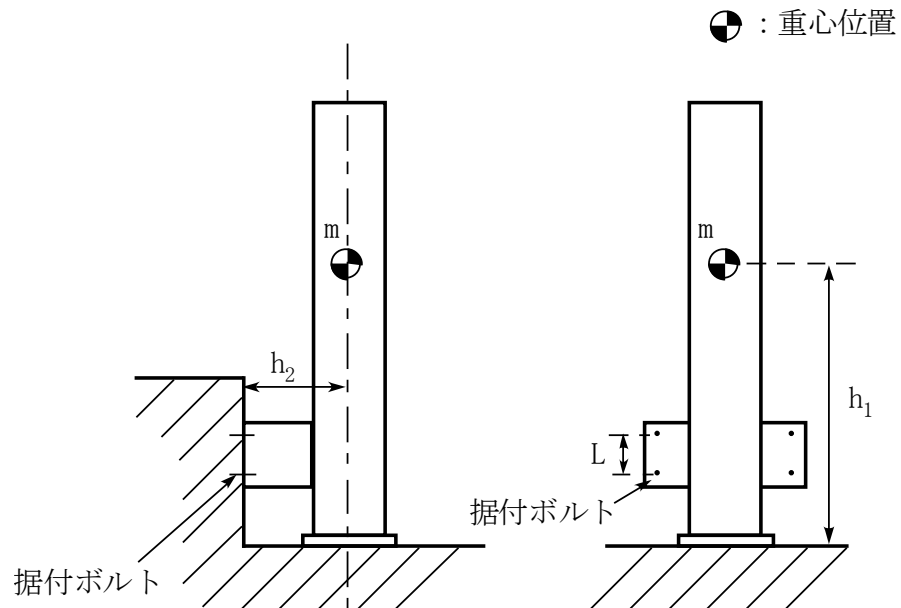


図 4-1 屋外監視カメラの解析モデル

4.5.2 諸元

屋外監視カメラの主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
屋外 監視カメラ	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	65 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M10
	据付ボルト材質	—	SUS304
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	据付ボルトの本数	n	4
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	底面から重心までの鉛直方向の距離	h_1	1100 (mm)
	壁面から重心までの水平方向距離	h_2	187.5 (mm)
	総質量	m	31 (kg)

4.6 固有周期

屋外監視カメラの固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h_1^3}{3EI} + \frac{h_1}{A_S G_I} \right)}$$

屋外監視カメラの固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
屋外監視カメラ	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

分離精製工場（MP）の屋外監視カメラの発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
屋外 監視カメラ	据付ボルト	引張	66	246	0.27
		せん断	3	142	0.03

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

第十一条（火災等による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、火災又は爆発の影響を受けることにより再処理施設の安全性に著しい支障が生ずるおそれがある場合において、消火設備（事業指定基準規則第五条第一項に規定する消火設備をいう。以下同じ。）及び警報設備（警報設備にあつては自動火災報知設備、漏電火災警報器その他の火災の発生を自動的に検知し、警報を発するものに限る。以下同じ。）が設置されたものでなければならない。

- 2 前項の消火設備及び警報設備は、その故障、損壊又は異常な作動により安全上重要な施設の安全機能に著しい支障を及ぼすおそれがないものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設であつて、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものは、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置が講じられたものでなければならない。
- 4 有機溶媒その他の可燃性の液体（以下この条において「有機溶媒等」という。）を取り扱う設備は、有機溶媒等の温度をその引火点以下に維持すること、不活性ガス雰囲気中有機溶媒等を取り扱うことその他の火災及び爆発の発生を防止するための措置が講じられたものでなければならない。
- 5 有機溶媒等を取り扱う設備であつて、静電気により着火するおそれがあるものは、適切に接地されているものでなければならない。
- 6 有機溶媒等を取り扱う設備をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室のうち、当該設備から有機溶媒等が漏えいした場合において爆発の危険性があるものは、換気その他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。

- 7 硝酸を含む溶液を内包する蒸発缶のうち、リン酸トリブチルその他の硝酸と反応するおそれがある有機溶媒（爆発の危険性がないものを除く。次項において「リン酸トリブチル等」という。）が混入するおそれがあるものは、当該設備の熱的制限値を超えて加熱されるおそれがないものでなければならない。
- 8 再処理施設には、前項の蒸発缶に供給する溶液中のリン酸トリブチル等を十分に除去し得る設備が設けられていなければならない。
- 9 水素を取り扱う設備（爆発の危険性がないものを除く。）は、適切に接地されているものでなければならない。
- 10 水素の発生のおそれがある設備は、発生した水素が滞留しない構造でなければならない。
- 11 水素を取り扱い、又は水素の発生のおそれがある設備（爆発の危険性がないものを除く。）をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室は、当該設備から水素が漏えいした場合においてもこれが滞留しない構造とすることその他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 12 ジルコニウム金属粉末その他の著しく酸化しやすい固体廃棄物を保管廃棄する設備は、水中における保管廃棄その他の火災及び爆発のおそれがない保管廃棄をし得る構造でなければならない。

- 3 本申請において敷設する通信ケーブルと電源ケーブルは難燃性のものを使用し、これらが難燃性であることを材料確認検査により確認するため問題はない。なお、動力系のケーブルラックには計測系のケーブルを敷設しない。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に HAW パラメータ監視装置を設置し、屋外監視カメラ用 PC を配備するものである。HAW パラメータ監視装置と屋外監視カメラ用 PC は、健全性及び能力を確認するための検査又は試験ができるように設置するため問題はない。

3 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に HAW パラメータ監視装置を設置し、屋外監視カメラ用 PC を配備するものである。HAW パラメータ監視装置と屋外監視カメラ用 PC は、保守及び修理ができるように設置するため問題はない。

第二十条（計測制御系統施設）

再処理施設には、次に掲げる事項その他必要な事項を計測し、制御する設備が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を計測する設備については、直接計測することが困難な場合は間接的に計測する設備をもって代えることができる。

- 一 ウランの精製施設に供給される溶液中のプルトニウムの濃度
- 二 液体状の中性子吸収材を使用する場合にあっては、その濃度
- 三 使用済燃料溶解槽内の温度
- 四 蒸発缶内の温度及び圧力
- 五 廃液槽の冷却水の流量及び温度

- 2 再処理施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたとき、次条第二号の放射性物質の濃度若しくは同条第四号の外部放射線に係る原子力規制委員会の定める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の廃棄施設から液体状の放射性物質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設備が設けられていなければならない。

- 1 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に施設された工程監視盤、建家監視盤、工程制御装置などの計測制御系統設備の構成を変更するものではないため問題はない。

- 2 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に施設された工程監視盤、建家監視盤、工程制御装置などの計測制御系統設備の構成を変更するものではないため問題はない。

第二十三条（制御室等）

再処理施設には、制御室が設けられていなければならない。

- 2 制御室は、当該制御室において制御する工程の設備の運転状態を表示する装置、当該工程の安全性を確保するための設備を操作する装置、当該工程の異常を表示する警報装置その他の当該工程の安全性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に設置されたものでなければならない。
- 3 制御室には、再処理施設の外部の状況を把握するための装置が設けられていなければならない。
- 4 分離施設、精製施設その他必要な施設には、再処理施設の健全性を確保するために必要な温度、圧力、流量その他の再処理施設の状態を示す事項（第四十七条第一項において「パラメータ」という。）を監視するための設備及び再処理施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができる設備が設けられていなければならない。
- 5 設計基準事故が発生した場合に再処理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、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるよう、次の各号に掲げる場所の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める装置又は設備が設けられていなければならない。
 - 一 制御室及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍 工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に制御室において自動的に警報するための装置

二 制御室及びこれに連絡する通路並びに運転員その他の従事者が制御室に出入りする
ための区域 遮蔽壁その他の適切に放射線から防護するための設備、気体状の放射
性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対し換気設備を隔
離するための設備その他の従事者を適切に防護するための設備

- 2 ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室では、工程監視盤、建家監視盤、工程制御装置などを集中して設置し、計測・制御を行っている。本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に HAW パラメータ監視装置を設置し、屋外監視カメラ用 PC を配備するもので、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に施設された工程監視盤、建家監視盤、工程制御装置などの構成に変更はなく、計測制御系統設備に影響はないため問題はない。
- 3 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に HAW パラメータ監視装置を設置し、屋外監視カメラ用 PC を配備するもので、分離精製工場（MP）屋上に設置された屋外監視カメラの映像を屋外監視カメラ用 PC で確認し、外部の状況を把握できるようにするため問題はない。
- 4 本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）制御室に HAW パラメータ監視装置を設置し、屋外監視カメラ用 PC を配備するもので、HAW パラメータ監視装置は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係るパラメータを監視できるようにするため問題はない。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

(添付－ 2)

放射性廃棄物の廃棄施設（その 3）
高放射性廃液貯蔵場

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	10
6. 工事の工程	12

別 図 一 覧

- 別図－1 各制御室の位置
- 別図－2 システム構成の概要
- 別図－3 現場盤の配置図
- 別図－4 現場盤の概要
- 別図－5－1 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，ドレン系）（その 1）
- 別図－5－2 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，ドレン系）（その 2）
- 別図－5－3 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，圧縮空気，ドレン系）（その 1）
- 別図－5－4 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，圧縮空気，ドレン系）（その 2）
- 別図－5－5 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，圧縮空気，ドレン系）その 2（その 1）
- 別図－5－6 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，圧縮空気，ドレン系）その 2（その 2）
- 別図－5－7 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，圧縮空気，ドレン系）その 3（その 1）
- 別図－5－8 ユニット 272 計装系統図（受入・貯蔵，圧縮空気，ドレン系）その 3（その 2）
- 別図－5－9 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 1（その 1）
- 別図－5－10 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 1（その 2）
- 別図－5－11 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 2（その 1）
- 別図－5－12 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 2（その 2）
- 別図－5－13 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 3（その 1）
- 別図－5－14 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 3（その 2）
- 別図－5－15 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 4（その 1）
- 別図－5－16 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 4（その 2）
- 別図－5－17 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 5（その 1）
- 別図－5－18 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 5（その 2）
- 別図－5－19 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 6（その 1）
- 別図－5－20 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 6（その 2）
- 別図－5－21 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 7（その 1）
- 別図－5－22 ユニット 272 計装系統図（冷却系）その 7（その 2）
- 別図－5－23 ユニット 272 計装系統図（冷却系，浄水設備）（その 1）
- 別図－5－24 ユニット 272 計装系統図（冷却系，浄水設備）（その 2）

- 別図－5－25 ユニット 272 計装系統図（槽類換気系）（その 1）
- 別図－5－26 ユニット 272 計装系統図（槽類換気系）（その 2）
- 別図－5－27 ユニット 272 計装系統図（ドレン系）（その 1）
- 別図－5－28 ユニット 272 計装系統図（ドレン系）（その 2）
- 別図－5－29 ユニット 272 計装系統図（建家及びセル換気系）その 1（その 1）
- 別図－5－30 ユニット 272 計装系統図（建家及びセル換気系）その 1（その 2）
- 別図－5－31 ユニット 272 計装系統図（建家及びセル換気系）その 3（その 1）
- 別図－5－32 ユニット 272 計装系統図（建家及びセル換気系）その 3（その 2）
- 別図－6 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事フロー

表 一 覧

- 表－1 現場盤の仕様
- 表－2 安全機能に係る監視対象パラメータ
- 表－3 アナロググループに係る単体精度
- 表－4 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事工程表
- 表－5 計装系統図記号表の説明
- 表－6 計装設備各種記号説明表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回工事を行う制御室パラメータ監視・屋外監視システムの設置に係る廃止措置計画変更認可の申請は、昭和57年11月8日に認可（57安（核規）第584号）を受けた「再処理施設に関する設計及び工事の方法（その25）」について、再処理施設の技術基準に関する規則に基づき実施するものである。

今回、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係るパラメータをガラス固化技術開発施設（TVF）制御室で監視するため、ガラス固化技術開発施設（TVF）へパラメータを伝送する機器を設置するものである。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

- 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号)
- 「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」(昭和 46 年総理府令第 10 号)
- 「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)
- 「電気設備に関する技術基準を定める省令」(平成 9 年通商産業省令第 52 号)
- 「鋼構造許容応力度設計規準」(日本建築学会)
- 「日本産業規格(JIS)」
- 「日本電機工業会規格(JEM)」(日本電機工業会)
- 「電気規格調査会標準規格(JEC)」(電気学会)
- 「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601)」(日本電気協会)
- 「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」(日本電気協会)
- 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME)」(日本機械学会)
- 「発電用原子力設備規格 材料規格(JSME)」(日本機械学会)
- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(原子力規制委員会)

3. 設計の基本方針

本申請は、再処理施設の技術基準に関する規則第 23 条に基づき地震、津波、竜巻、外部火災等の外部事象が発生した場合においても、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係るパラメータをガラス固化技術開発施設（TVF）制御室で監視するため、ガラス固化技術開発施設（TVF）へパラメータを送信する機器を設置するものである。

本申請は、再処理施設の技術基準に関する規則の第 6 条第 2 項、第 11 条第 3 項、第 16 条第 2 項及び第 3 項並びに第 20 条第 1 項第 5 号及び第 2 項の技術上の基準を満足するよう行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

- ①高放射性廃液貯蔵場（HAW）制御室（G441）の現場盤にパラメータを送信する機器を設置する。各制御室の位置を別図－1、システム構成の概要を別図－2、HAW パラメータ監視装置等の配置を別図－3に示す。
- ②ガラス固化技術開発施設（TVF）へ送信するパラメータは、高放射性廃液貯槽等の温度、液面、圧力、及び冷却系の流量、温度並びに建家及びセル換気系の差圧等とする。
- ③現場盤の耐震重要度分類はSクラスとする。
- ④高放射性廃液貯蔵場（HAW）とガラス固化技術開発施設（TVF）間の送信信号は有線と無線により多様化する。無線による信号伝送のため、高放射性廃液貯蔵場（HAW）屋上に無線機を設置する。
- ⑤敷設するケーブルは難燃性とする。

(2) 仕様

- ①本申請に係る現場盤の仕様を表－1、安全機能に係る監視対象パラメータを表－2、アナロググループに係る単体精度を表－3に示す。

表－1 現場盤の仕様

構造	概略寸法 (m)	概略重量 (kg)	面数	耐震 分類	設置 場所	主要な 材質	備考
自立 閉鎖型	2.3×1.0×1.0	1150	1	S (旧B類)	制御室 (G441)	SS400	別図-4 参照

表-2 安全機能に係る監視対象パラメータ (1/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
高放射性廃液貯槽 (272V31)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA*31.1 272TRA*31.2.1 272TRA*31.2.2 272TRA*31.2.3 272TRA*31.2.4 272TRA*31.3.1 272TRA*31.3.2 272TRA*31.3.3 272TRA*31.3.4 272TRA*31.3.5
		液面	液面記録計	272LR31.1.1
	槽内圧力		液面上限警報	272LA*31.2
			圧力記録計	272PR31.1
			圧力上限警報	272PA*31.2
	冷 却 水 1 次	流量	流量記録下限警報	272FRA*3161 272FRA*3162
		温度	温度記録計	272TR314.1 272TR315.1
	高放射性廃液貯槽 (272V32)	廃 液	温度	温度記録上限警報
液面			液面記録計	272LR32.1.1
槽内圧力		液面上限警報	272LA*32.2	
		圧力記録計	272PR32.1	
		圧力上限警報	272PA*32.2	
冷 却 水 1 次		流量	流量記録下限警報	272FRA*3261 272FRA*3262
		温度	温度記録計	272TR324.1 272TR325.1

表-2 安全機能に係る監視対象パラメータ (2/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
高放射性廃液貯槽 (272V33)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA*33.1 272TRA*33.2.1 272TRA*33.2.2 272TRA*33.2.3 272TRA*33.2.4 272TRA*33.3.1 272TRA*33.3.2 272TRA*33.3.3 272TRA*33.3.4 272TRA*33.3.5
		液面		液面記録計
	槽内圧力		液面上限警報	272LA*33.2
			圧力記録計	272PR33.1
			圧力上限警報	272PA*33.2
	冷 却 水 1 次	流量	流量記録下限警報	272FRA*3361 272FRA*3362
		温度	温度記録計	272TR334.1 272TR335.1
	高放射性廃液貯槽 (272V34)	廃 液	温度	温度記録上限警報
液面			液面記録計	
槽内圧力		液面上限警報	272LA*34.2	
		圧力記録計	272PR34.1	
		圧力上限警報	272PA*34.2	
冷 却 水 1 次		流量	流量記録下限警報	272FRA*3461 272FRA*3462
		温度	温度記録計	272TR344.1 272TR345.1

表－２ 安全機能に係る監視対象パラメータ (3/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
高放射性廃液貯槽 (272V35)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+35.1
				272TRA+35.2.1
				272TRA+35.2.2
				272TRA+35.2.3
				272TRA+35.2.4
				272TRA+35.3.1
				272TRA+35.3.2
				272TRA+35.3.3
				272TRA+35.3.4
272TRA+35.3.5				
液面	液面記録計		272LR35.1.1	
	液面上限警報		272LA+35.2	
槽内圧力	圧力記録計		272PR35.1	
	圧力上限警報		272PA+35.2	
冷却 水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-3561	
	温度	温度記録計	272TR354.1	
272TR355.1				
高放射性廃液貯槽 (272V36)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+36.1
				272TRA+36.2.1
				272TRA+36.2.2
				272TRA+36.2.3
				272TRA+36.2.4
				272TRA+36.3.1
				272TRA+36.3.2
				272TRA+36.3.3
				272TRA+36.3.4
272TRA+36.3.5				
液面	液面記録計		272LR36.1.1	
	液面上限警報		272LA+36.2	
槽内圧力	圧力記録計		272PR36.1	
	圧力上限警報		272PA+36.2	
冷却 水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-3661	
	温度	温度記録計	272TR364.1	
272TR365.1				

表-2 安全機能に係る監視対象パラメータ (4/4)

対象機器	監視対象 パラメータ		監視計器及び計器番号	
中間貯槽 (272V37)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+37.1 272TRA+37.2
		液面	液面記録下限操作	272LRO-37.1
	液面上限警報		272LA+37.2	
	冷却水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-37.1
温度		温度記録計	272TR37.3	
中間貯槽 (272V38)	廃 液	温度	温度記録上限警報	272TRA+38.1 272TRA+38.2
		液面	液面記録下限操作	272LRO-38.1
	液面上限警報		272LA+38.2	
	冷却水 1次	流量	流量記録下限警報	272FRA-38.1
温度		温度記録計	272TR38.3	
冷却系	冷却水 2次	流量	流量記録下限警報	272FRA-8161 272FRA-8162 272FRA-8163
		温度	温度記録上限警報	272TRA+8161 272TRA+8162 272TRA+8163
建家及びセル換気系	差圧	差圧下限警報	272dPA-103.3 272dPA-105.3	
セル等	液面	液面上限警報 (漏洩検知装置)	272LA+001 272LA+002 272LA+003 272LA+004 272LA+005 272LA+006 272LA+007 272LA+008 272LA+009 272LA+010 272LA+011 272FA+201 272FA+202	

表-3 アナロググループに係る単体精度

機器名	型名	入力信号	精度
アナログ入力モジュール	AAV144-S50	1~5V	±0.1%FS* ¹

* 1 : 精度定格値を精度 (%) へ換算した値。

②配線類

- a. 施設間の通信用配線（光ケーブル、UTP ケーブル） 一式
- b. 電源用配線（電源ケーブル） 一式
- c. 装置内配線、付属品 一式

(3) 耐震性

本申請に係る現場盤の耐震重要度分類はSクラスとし、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して安全性が損なわれるおそれがない設計とする。

(4) 保守

現場盤は、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。

保守において交換する部品類は、アナログ入力モジュール、デジタル入力モジュール、電源ユニット、ファンユニット、ネットワークスイッチ、無線機、パソコン等があり、適時、これらの予備品を確保し、再処理施設保安規定に基づき交換する。

5. 工事の方法

本申請における工事については、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

本工事に係るケーブルは、あらかじめ仕様を確認するとともに、材料確認検査を実施し、仕様を満足していることを確認する。

新たに敷設するケーブルは、既設ケーブルラック等を活用し、屋上は電線管に収納する、又は余長を確保し、可とう性の管路に収納して敷設する。埋設部は可とう性の管路に収納して敷設し、屋上に無線機を設ける。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）のパラメータをガラス固化技術開発施設（TVF）制御室（G240）へ伝送するため、現場盤内にアナログ入力モジュール等を設置する。

既設との取り合いは、現場盤内の端子台を利用することから、本工事中も高放射性廃液貯蔵場（HAW）の計測・制御に影響を及ぼすことはない。

本工事フローを別図－6に示す。

本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、判定基準を以下に示す。

① 材料確認検査

対 象：施設間に敷設する通信ケーブル、新たに敷設する現場盤の電源ケーブル

方 法：施設間に敷設する通信ケーブル、新たに敷設する現場盤の電源ケーブルについて、難燃性であることを成績書やその他の資料により確認する。

判 定：ケーブルが成績書やその他の資料で難燃性（垂直トレイ燃焼試験（IEEE383-1974 又は IEEE1202-1991）相当、UL 垂直燃焼試験（UL1581 1080 VW-1）相当）であることを確認できること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、一般作業計画書、放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋及び保護メガネ、防塵マスク等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事において火気を使用する場合には、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。
- ⑥ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。
- ⑦ 本工事においては、令和3年4月27日付け原規規発第2104272号をもって変更の認可を受けた廃止措置計画の事故対処の有効性を確認した資機材やアクセスルートに影響を及ぼさないようにする。
- ⑧ 本工事に係る重量物の運搬については、運搬台車等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑨ 本工事においては、アンカー取付け位置やボルト貫通穴の位置は、既設配筋状態を確認し、干渉しないよう施工する。
- ⑩ 本工事においては、経年変化を考慮して作業場所の汚染確認を実施するとともに、必要に応じ、除染、遮蔽等の処置を講じて作業者の被ばく及び作業場所の汚染拡大を防止する。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表－4に示す。

表－4 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事工程表

	令和4年度				備考
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	
・制御室パラメータ監視 等の設置	工 事※				

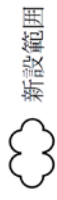
※工事工程は他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

別 図



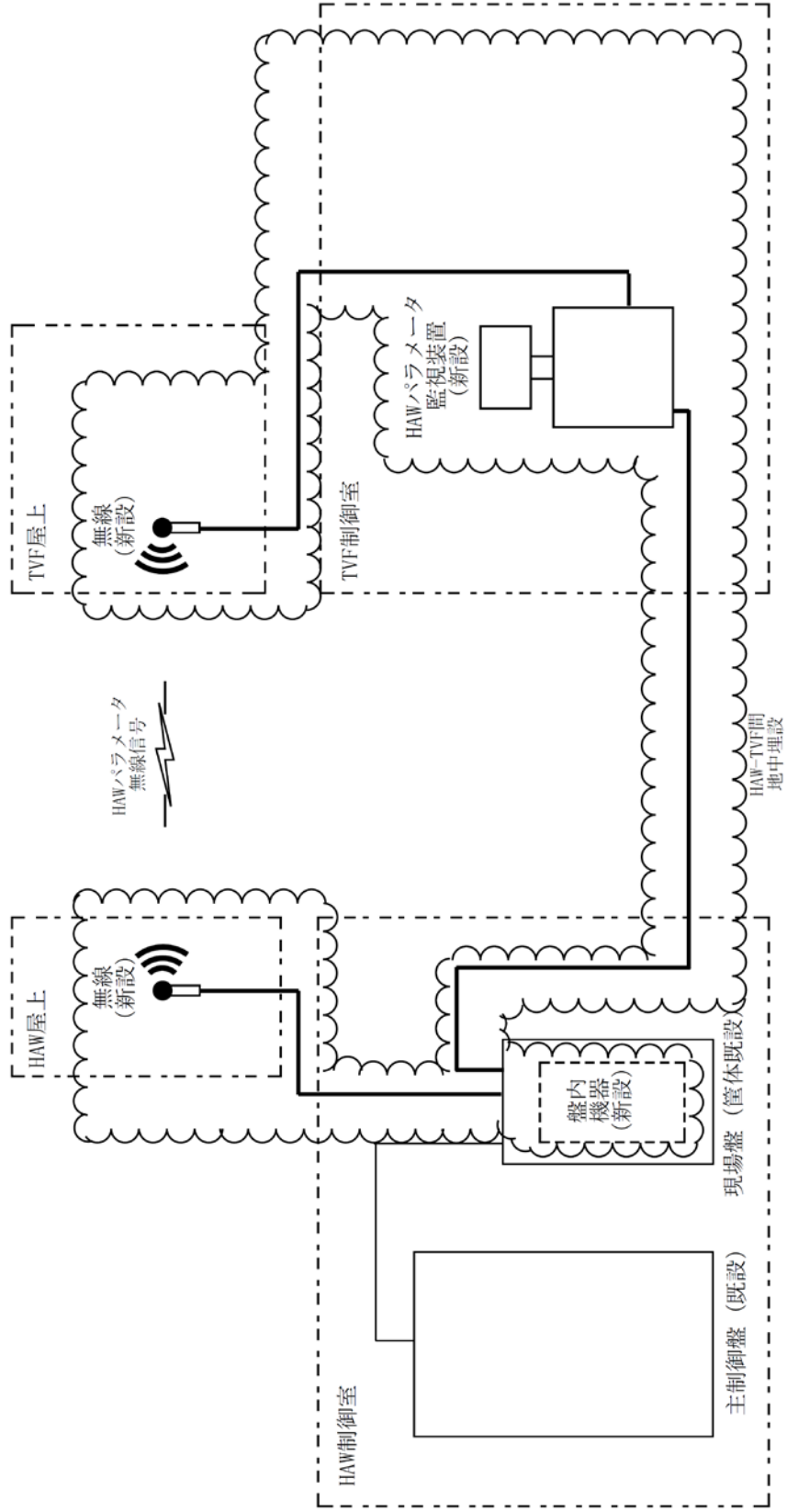
別図－1 各制御室の位置

凡例

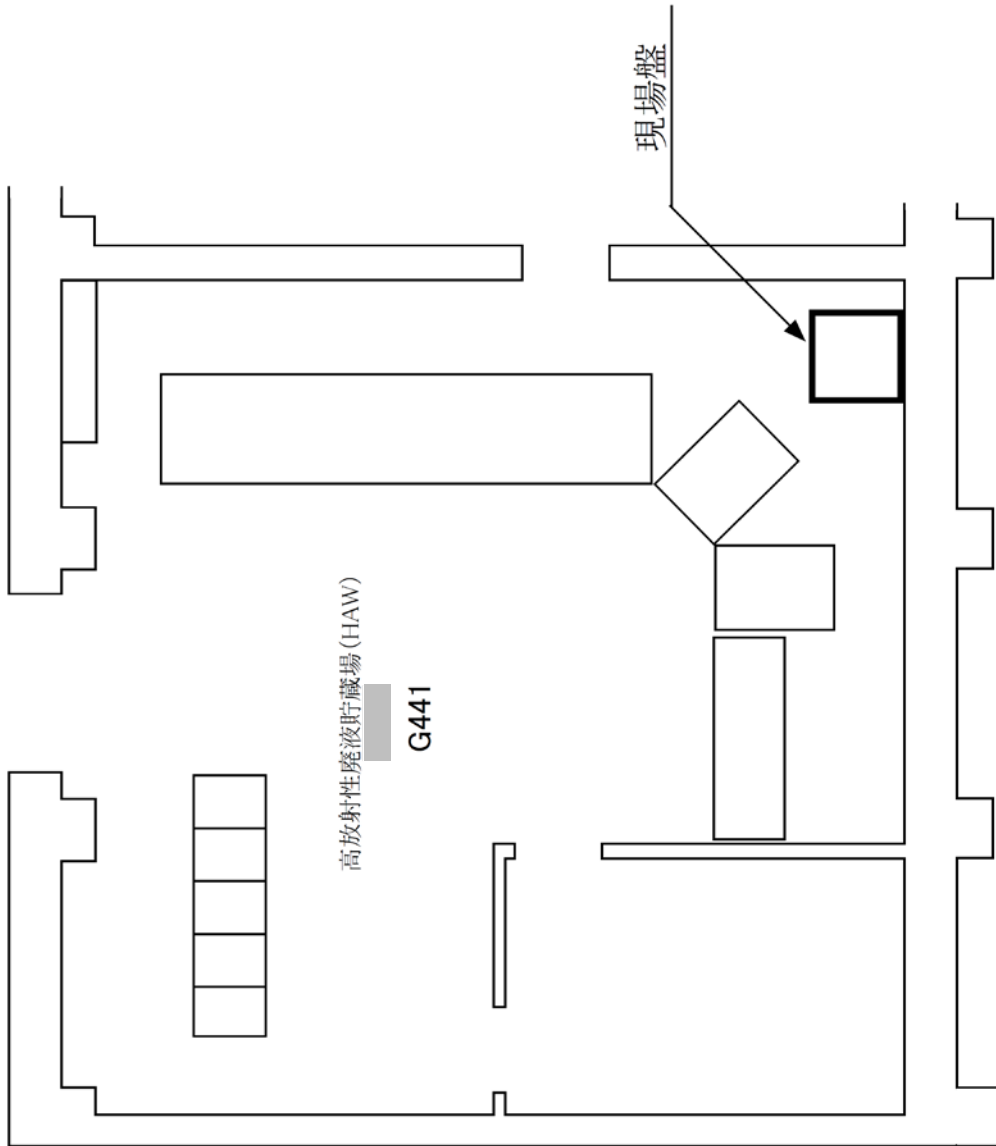


新設範囲

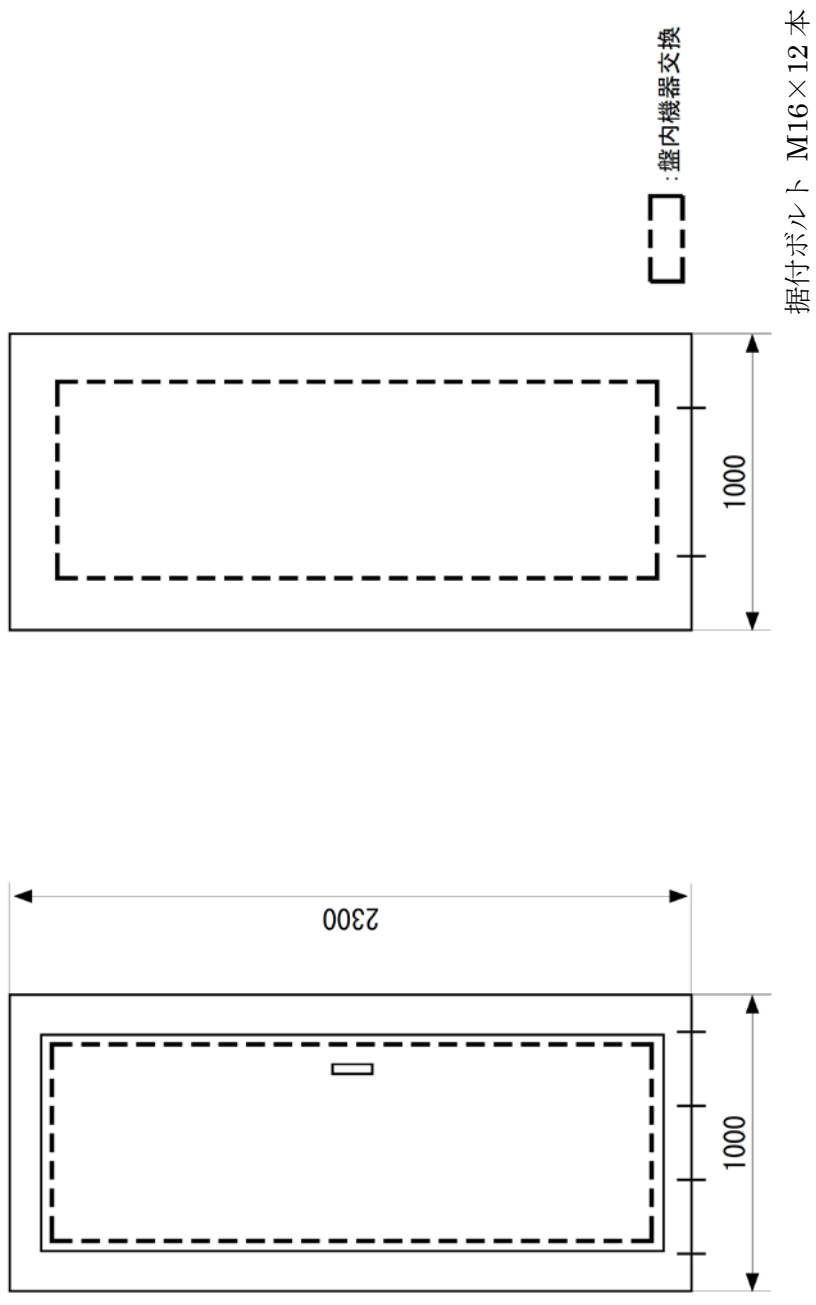
— HAWパラメータ信号



別図-2 システム構成の概要

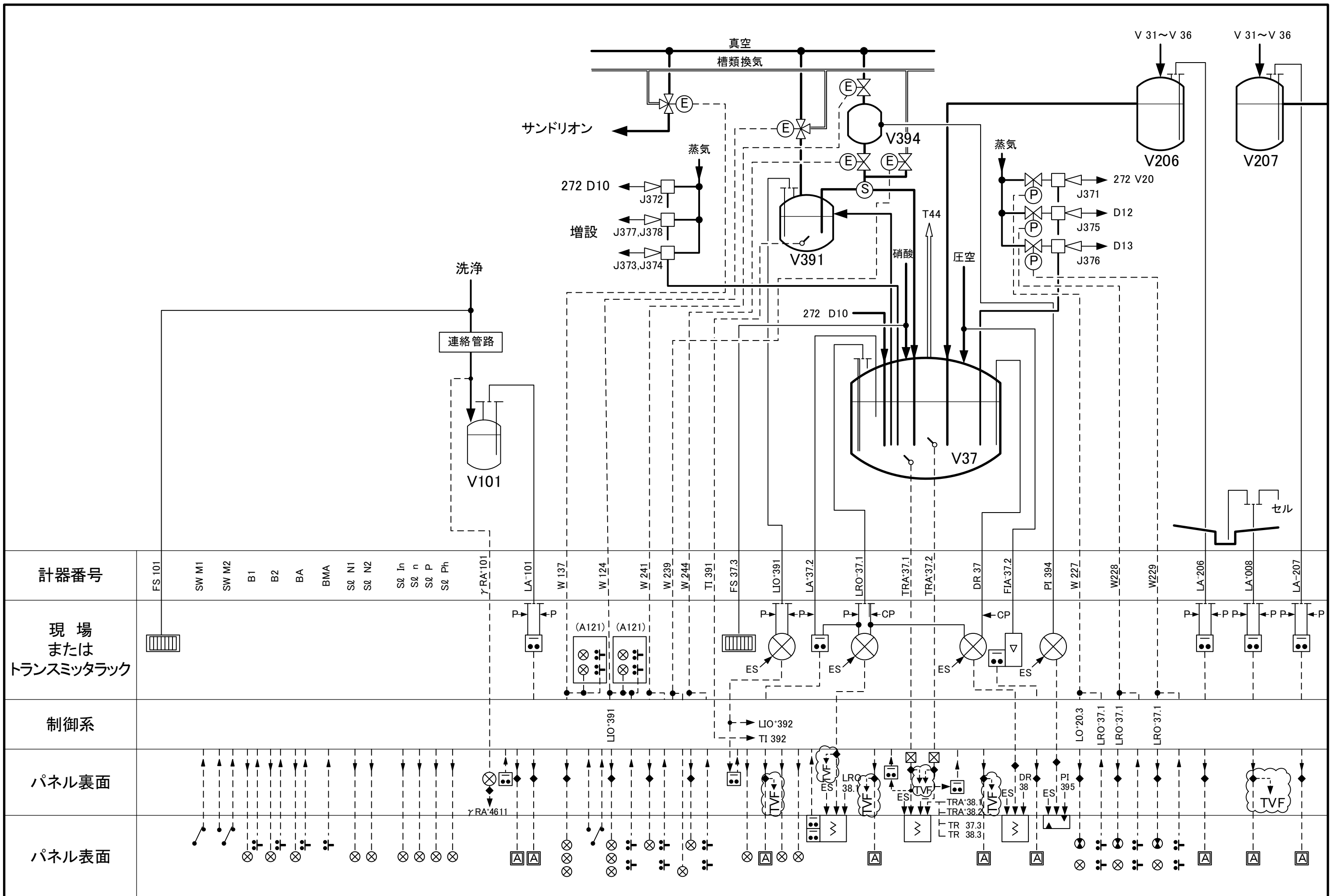


別図-3 現場盤の配置図

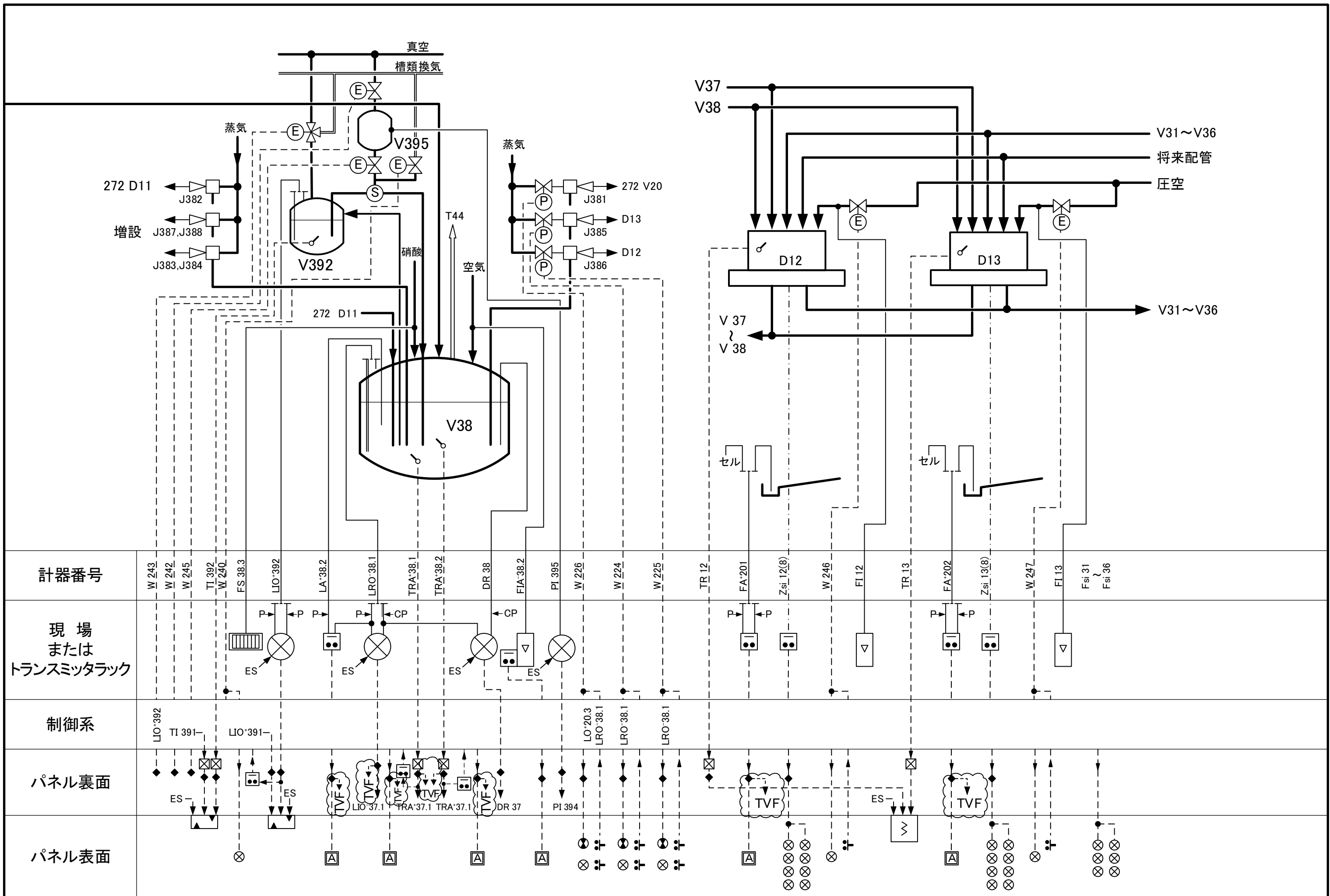


別図-4 現場盤の概要

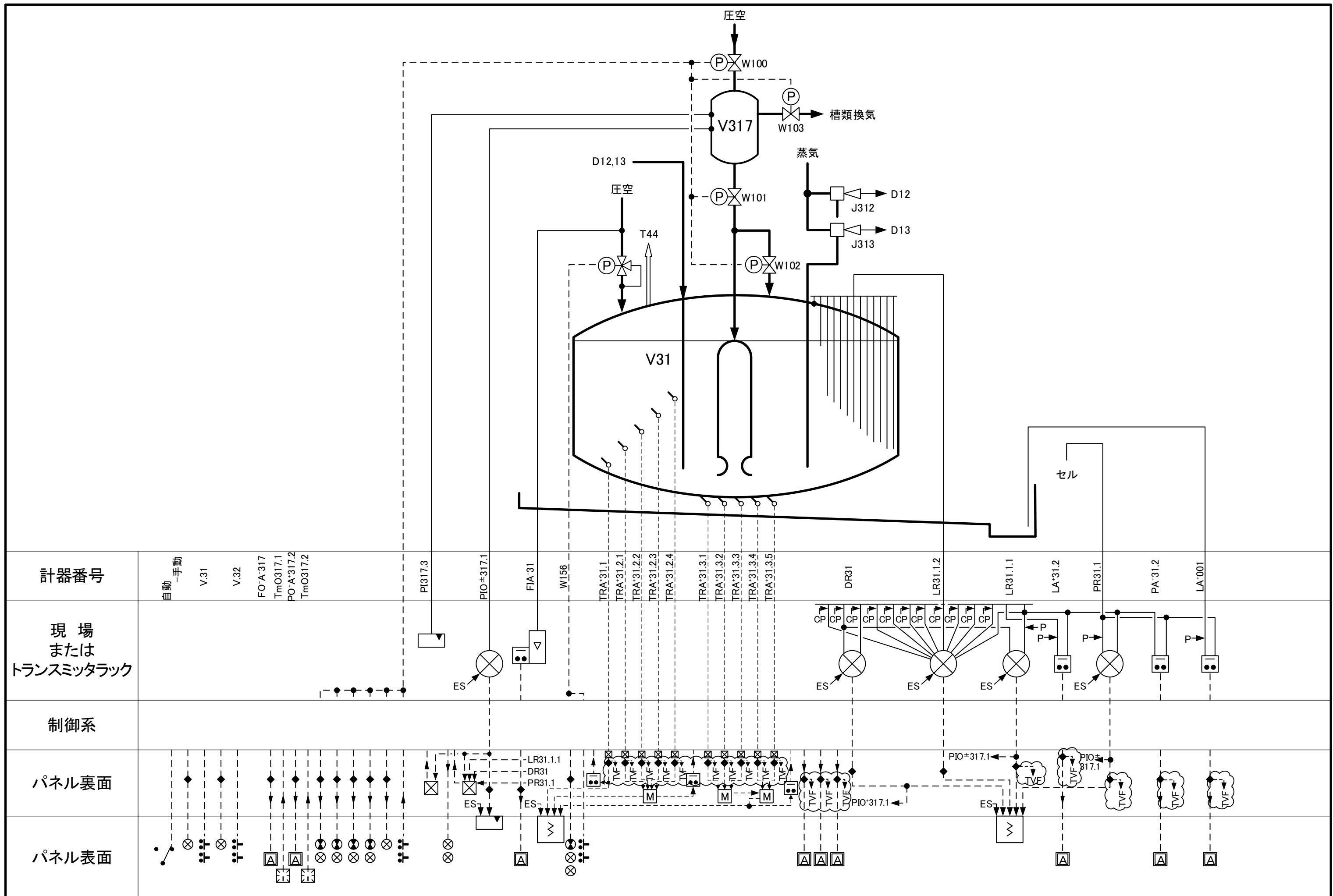
(単位 : mm)



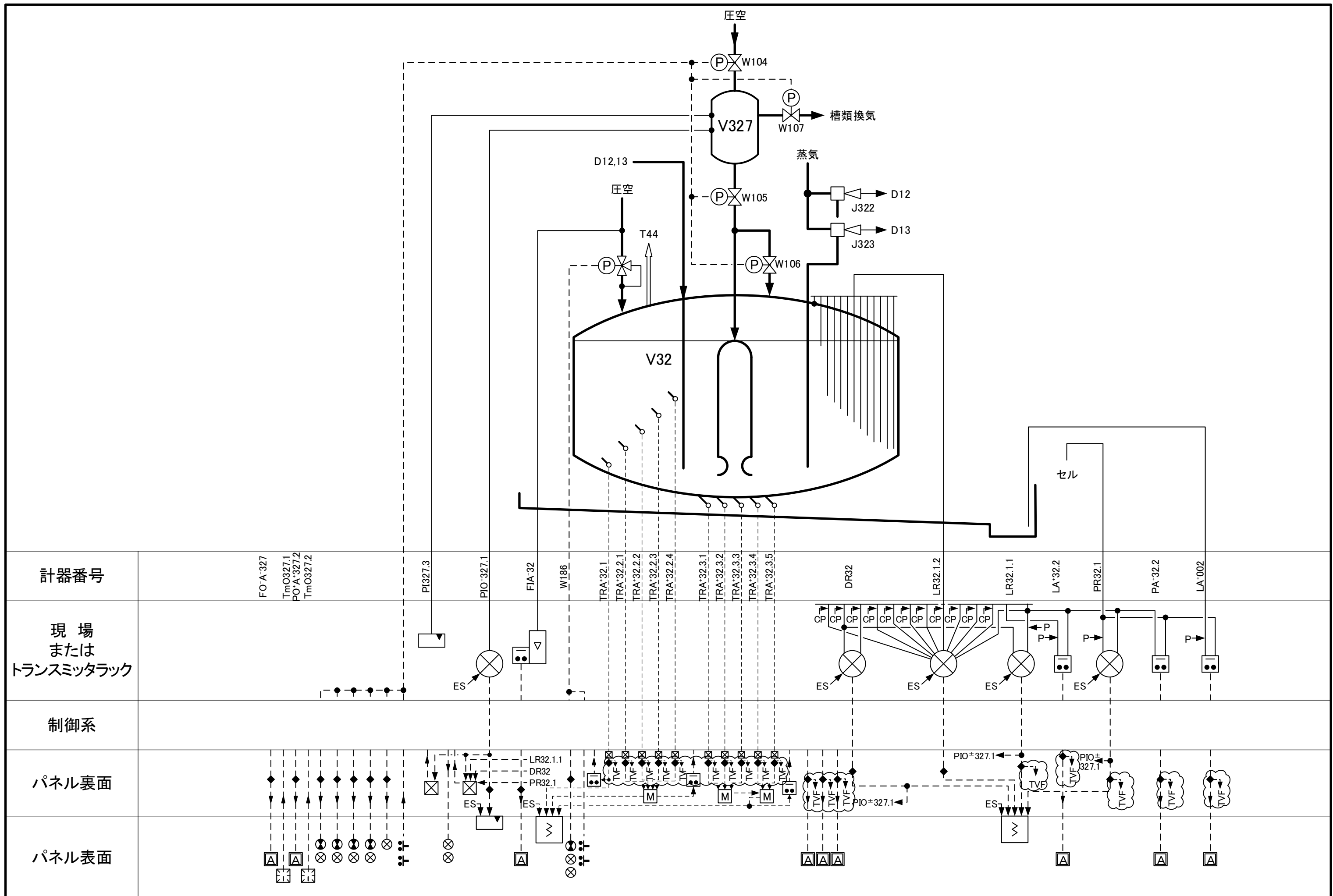
別図-5-1 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, ドレン系)(その1)



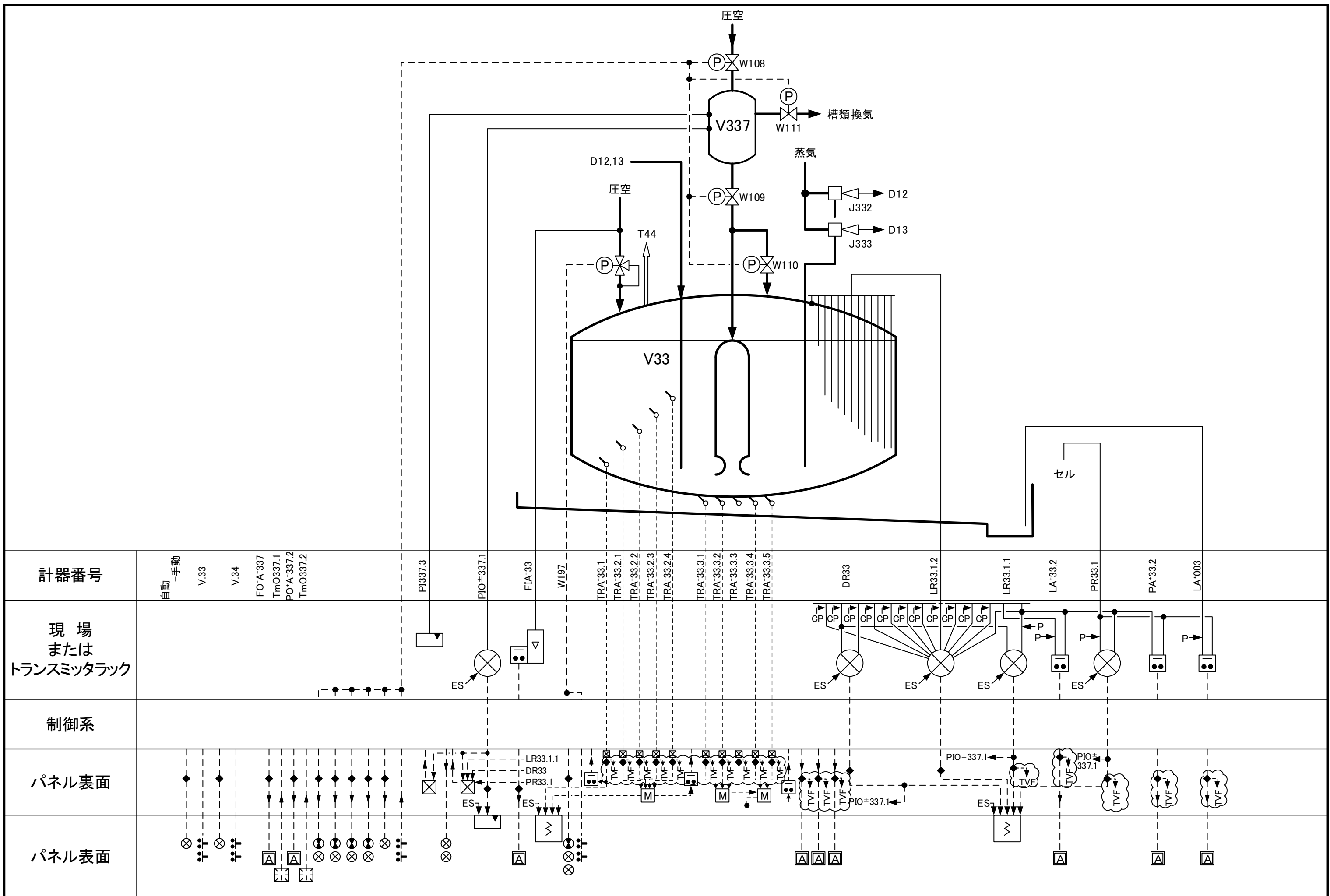
別図-5-2 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, ドレン系)(その2)



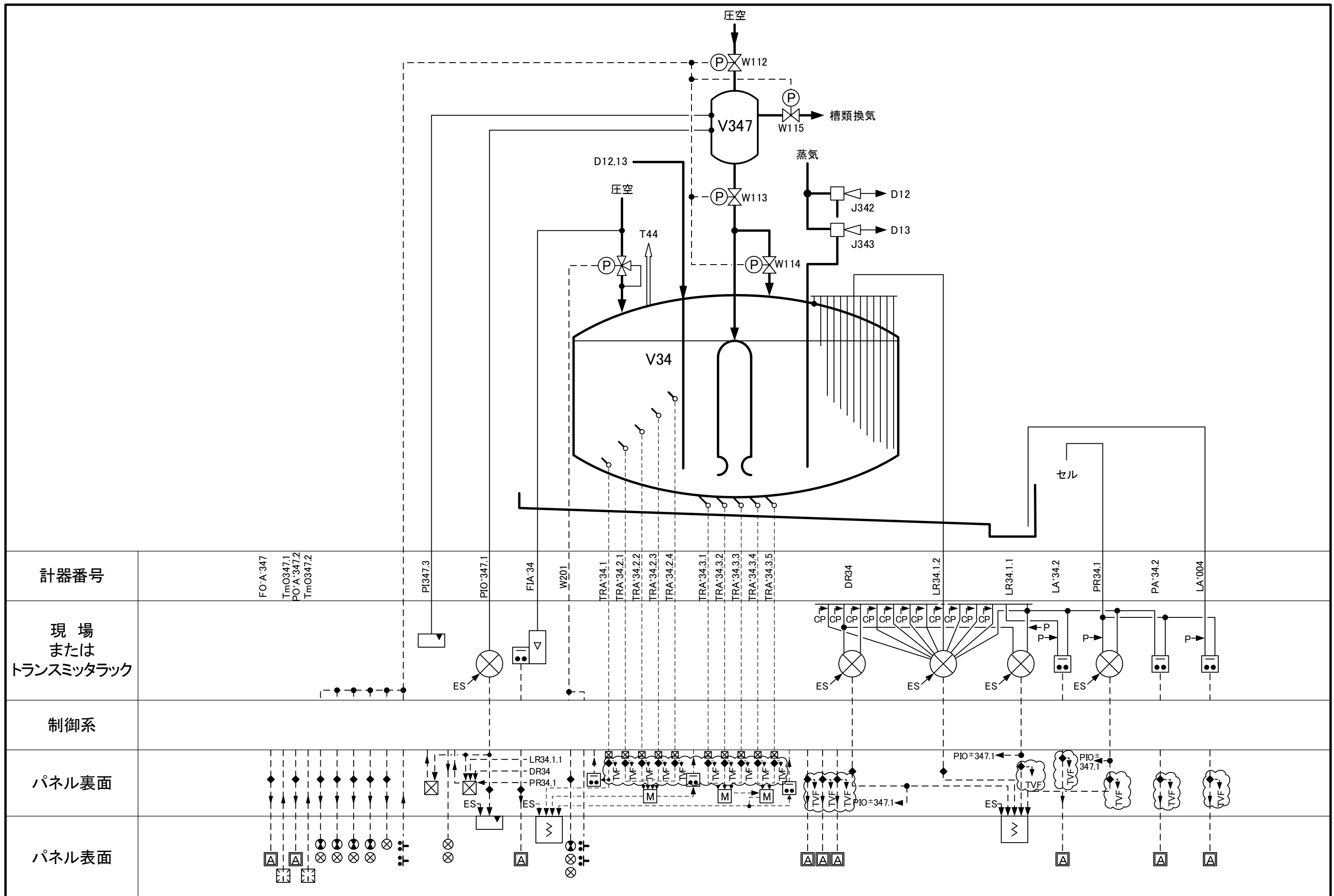
別図-5-3 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, 圧縮空気, ドレン系)(その1)



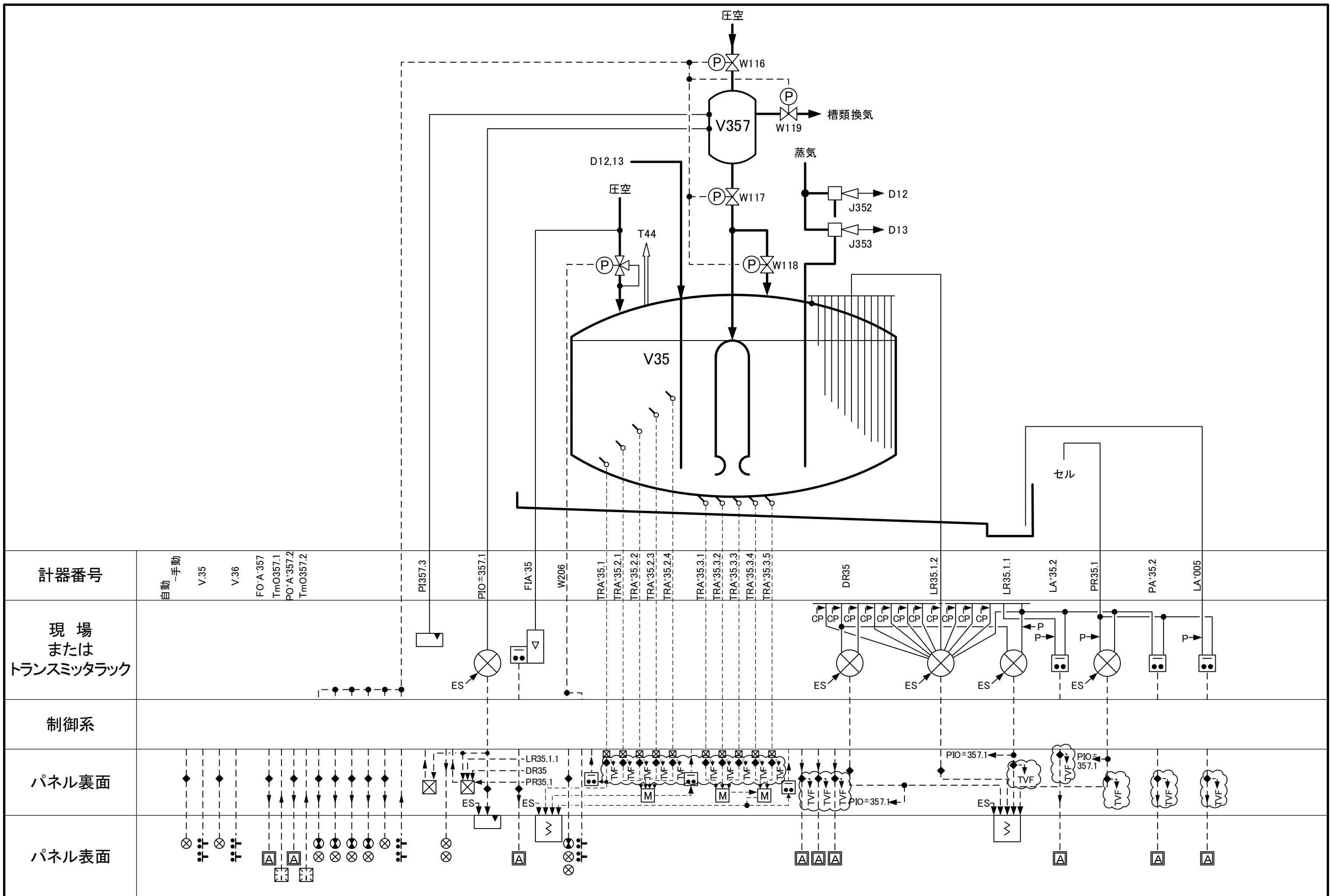
別図-5-4 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, 圧縮空気, ドレン系)(その2)



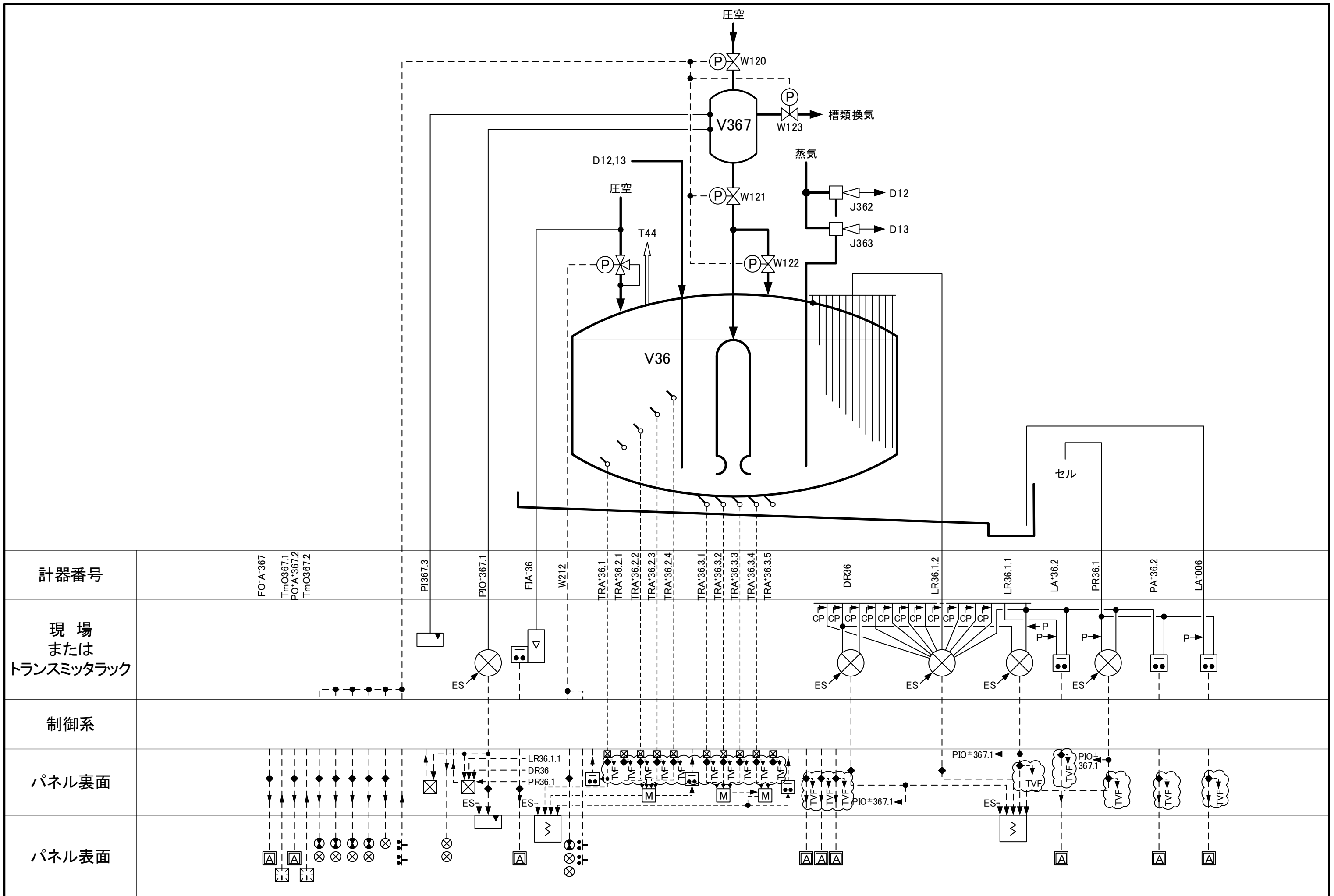
別図-5-5 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, 圧縮空気, ドレン系)その2 (その1)



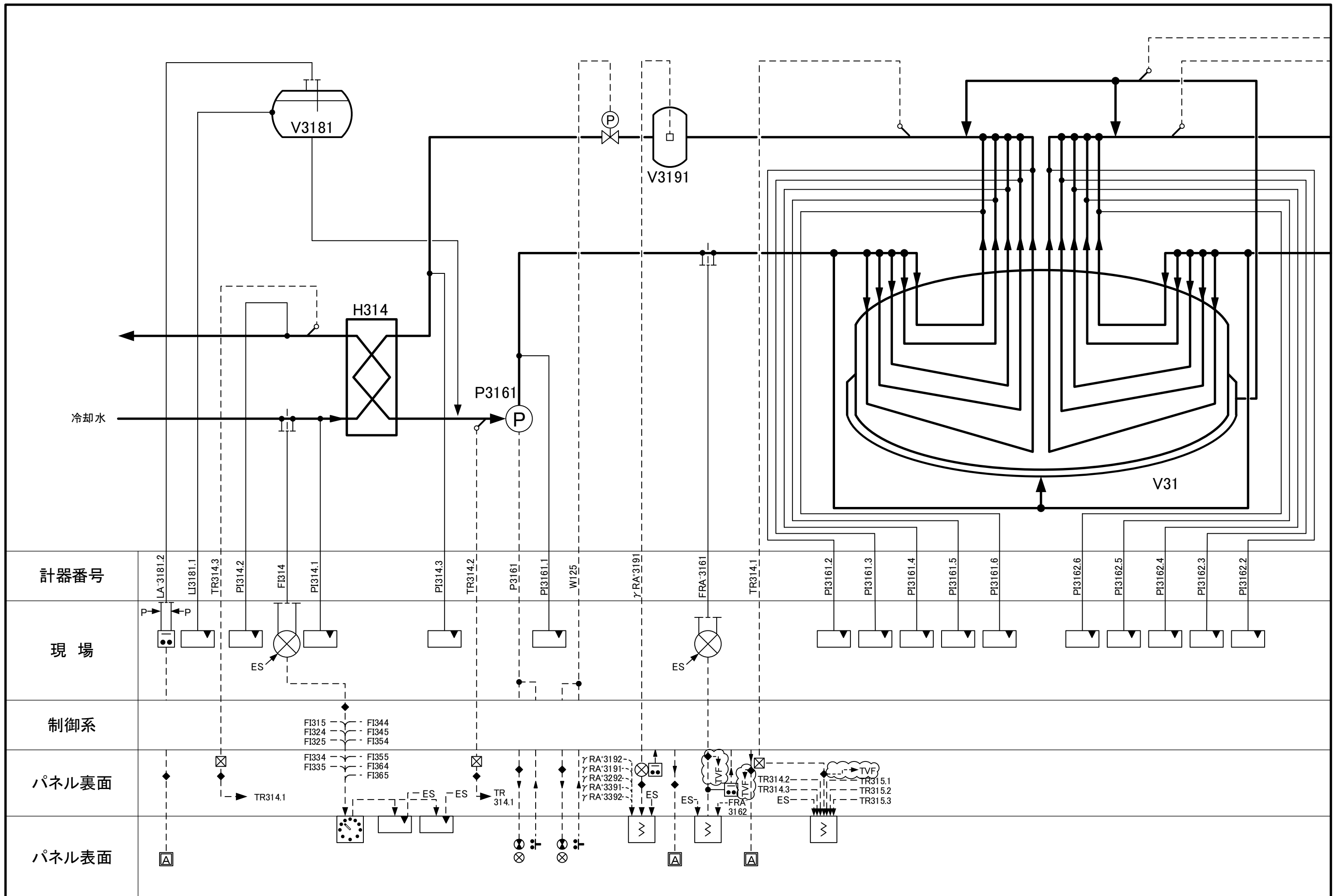
別図-5-6 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, 圧縮空気, ドレン系)その2 (その2)



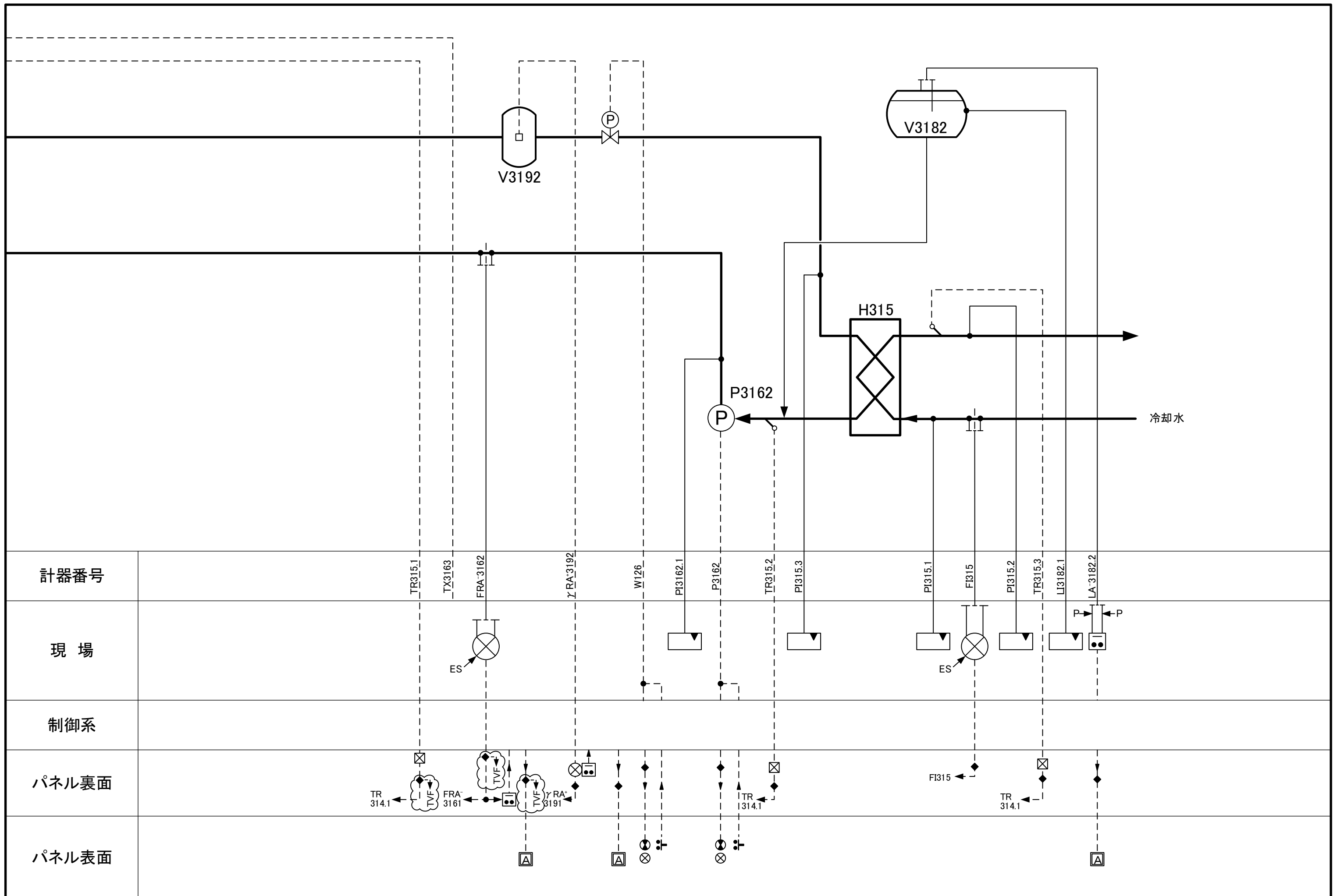
別図-5-7 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, 圧縮空気, ドレン系)その3 (その1)



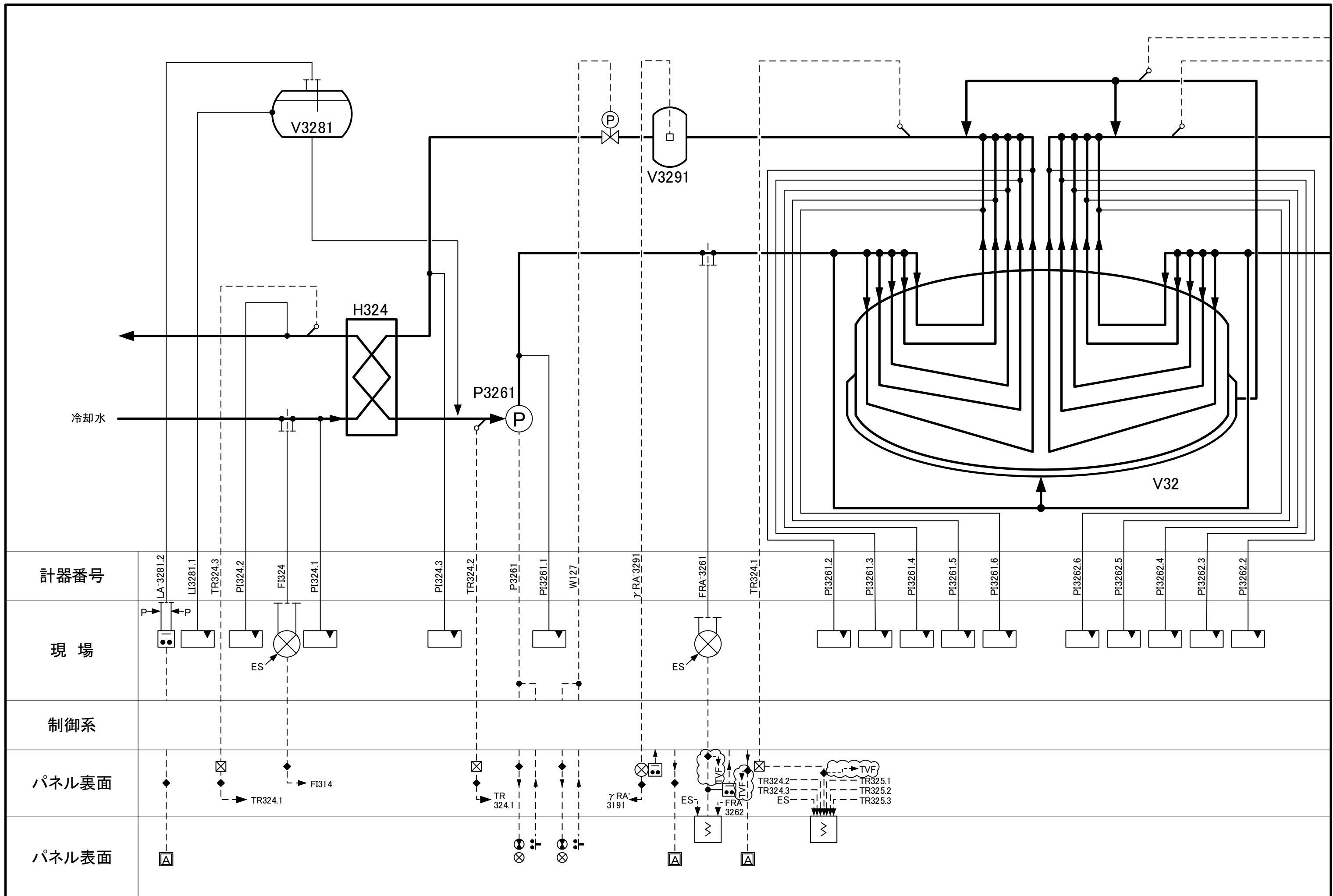
別図-5-8 ユニット272計装系統図(受入・貯蔵, 圧縮空気, ドレン系)その3 (その2)



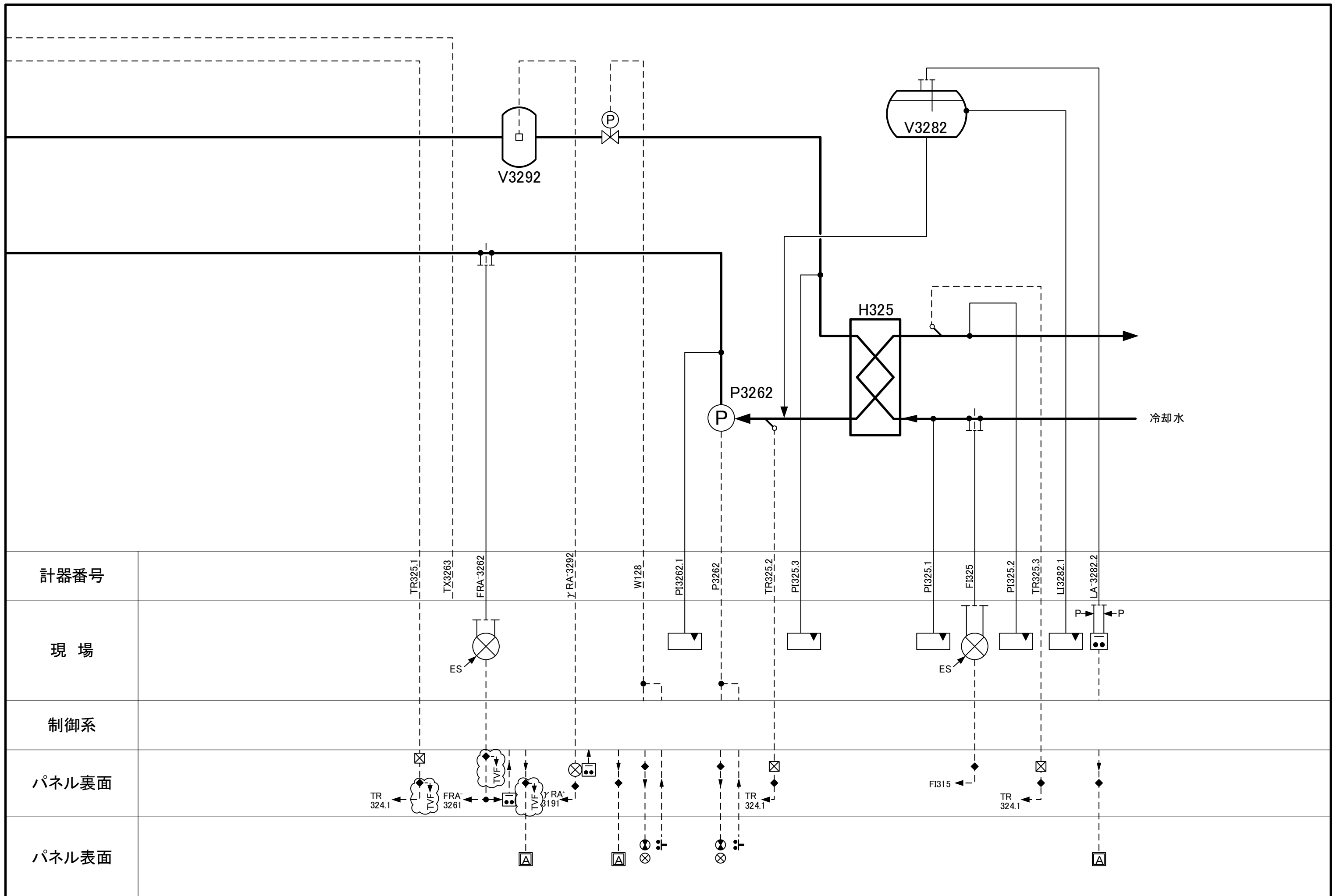
別図-5-9 ユニット272計装系統図(冷却系)その1 (その1)



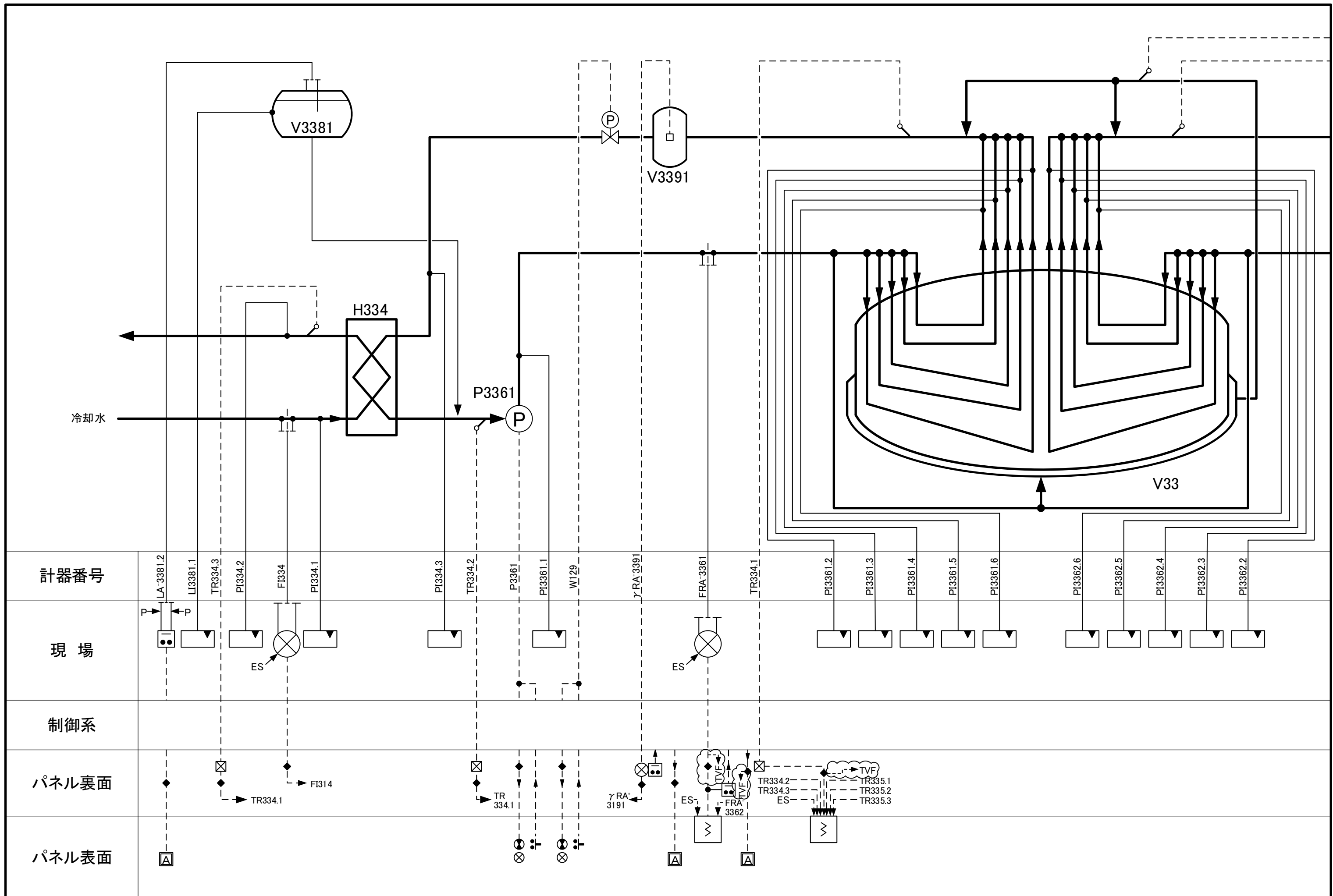
別図-5-10 ユニット272計装系統図(冷却系)その1(その2)



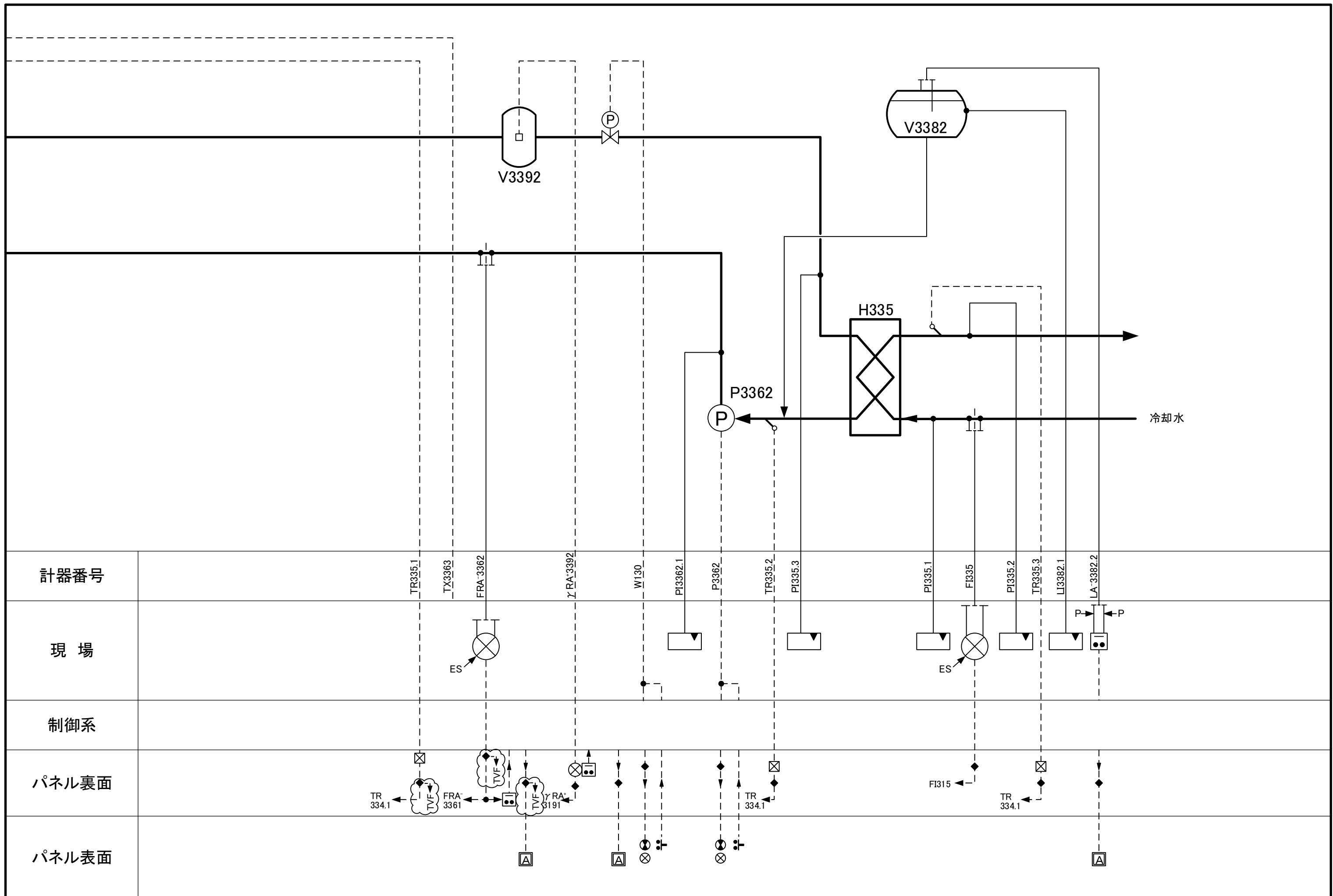
別図-5-11 ユニット272計装系統図(冷却系)その2(その1)



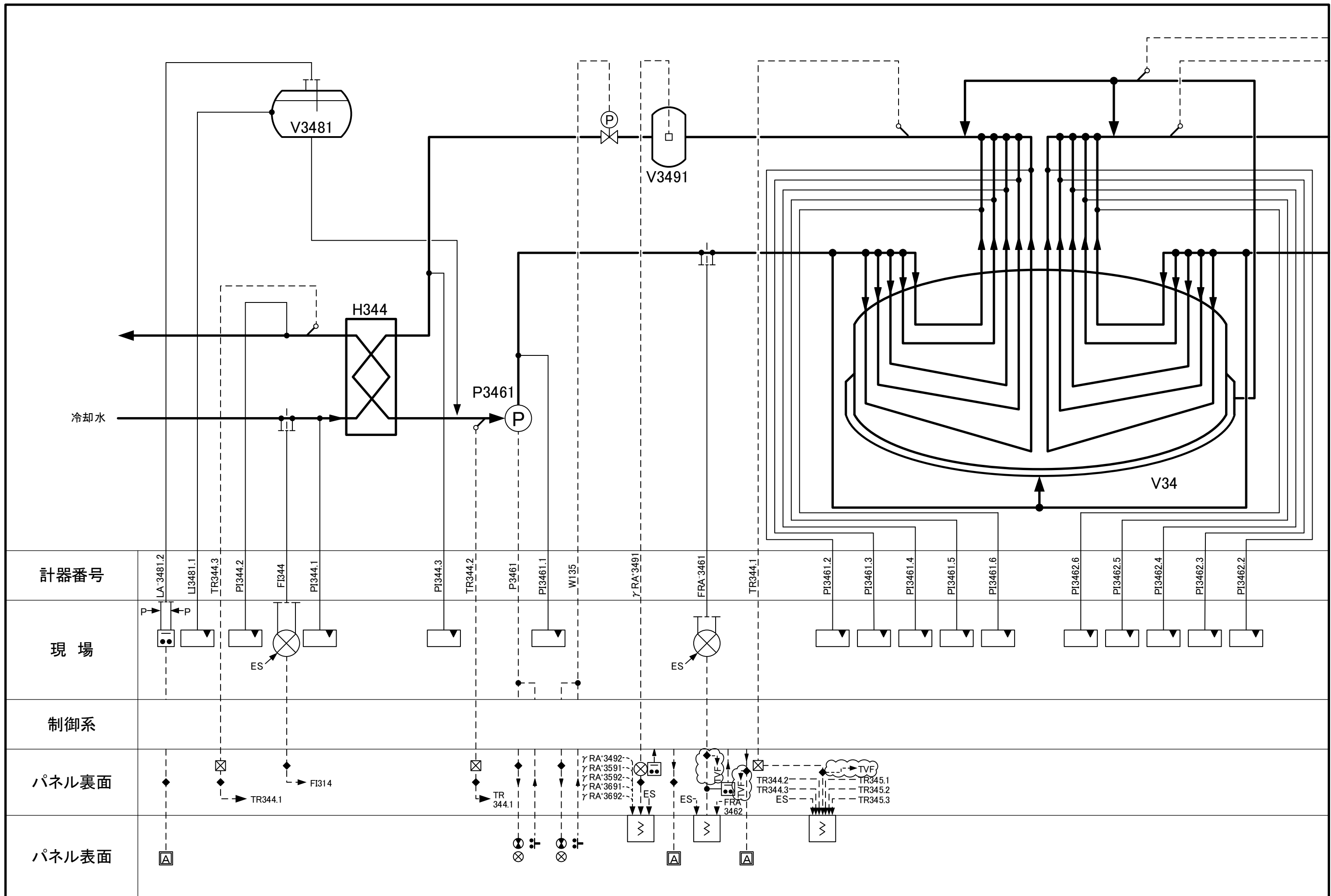
別図-5-12 ユニット272計装系統図(冷却系)その2 (その2)



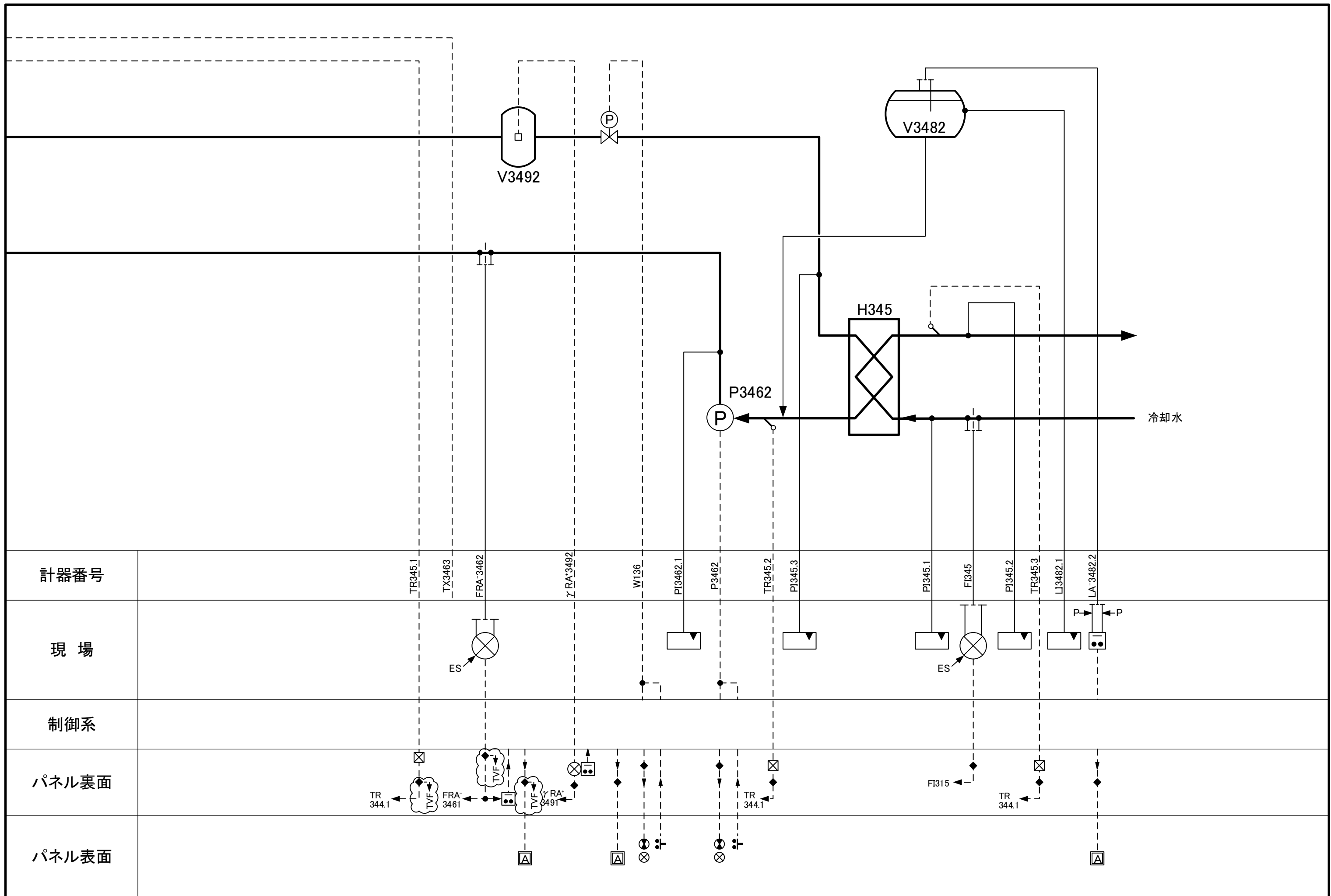
別図-5-13 ユニット272計装系統図(冷却系)その3(その1)



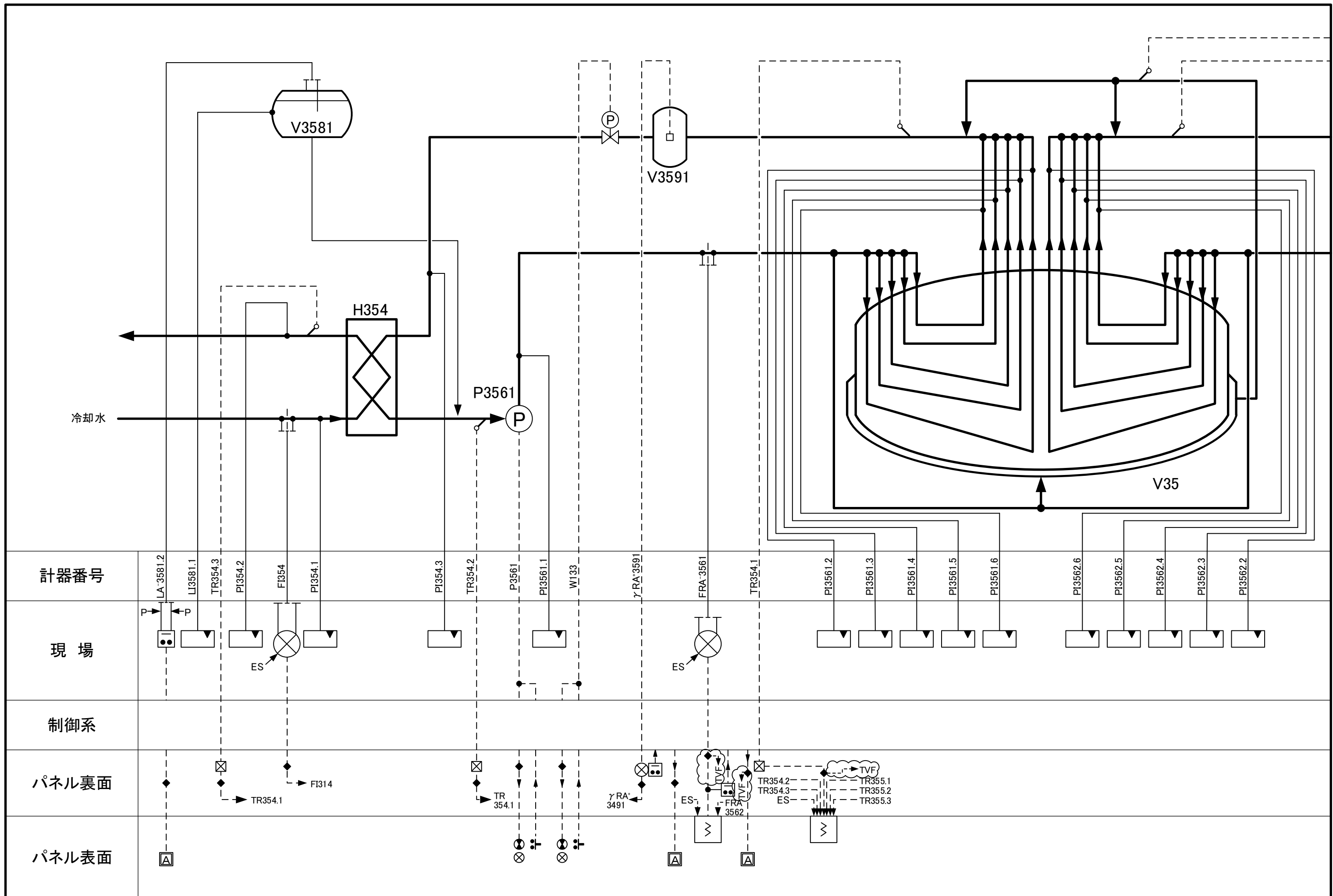
別図-5-14 ユニット272計装系統図(冷却系)その3 (その2)



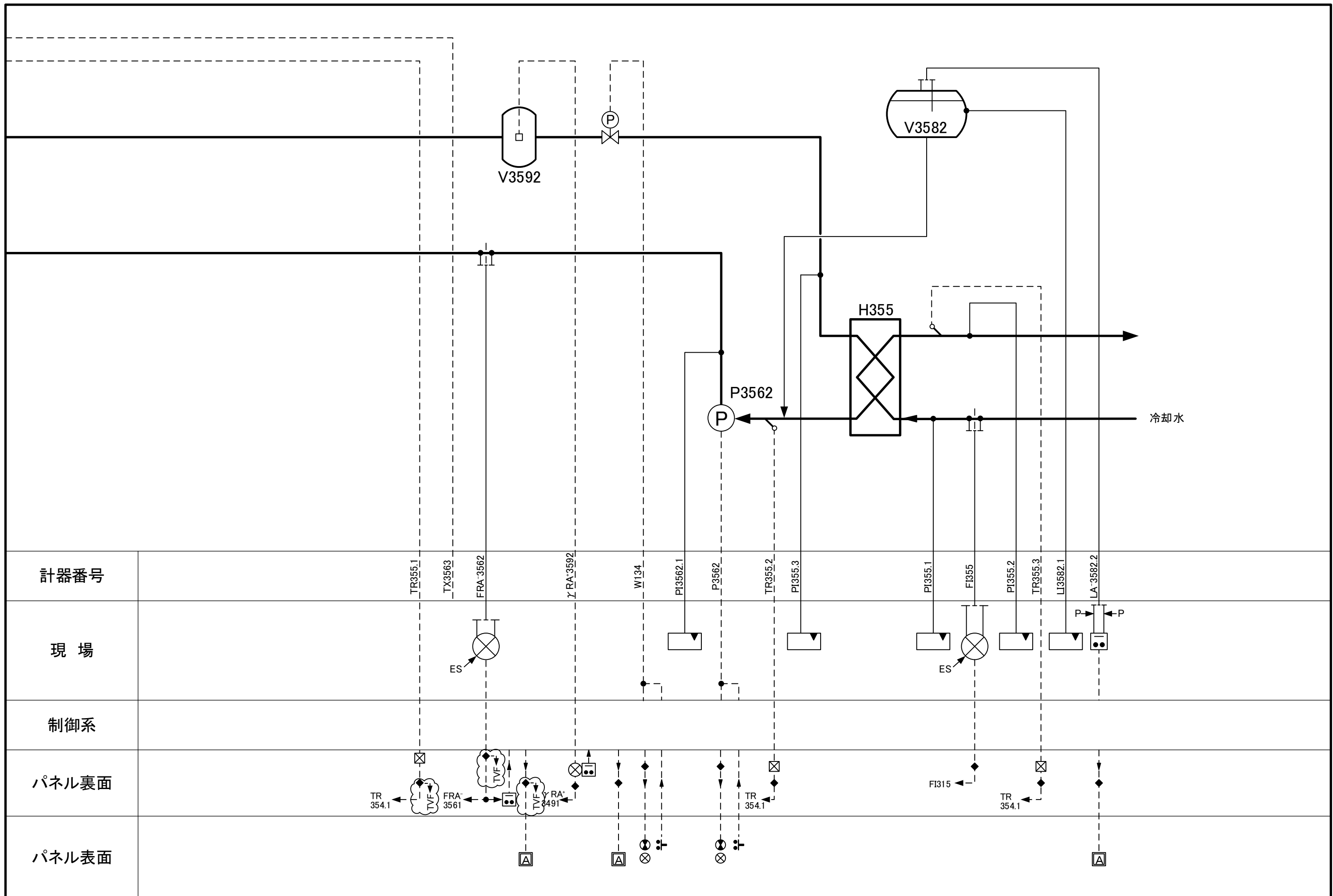
別図-5-15 ユニット272計装系統図(冷却系)その4(その1)



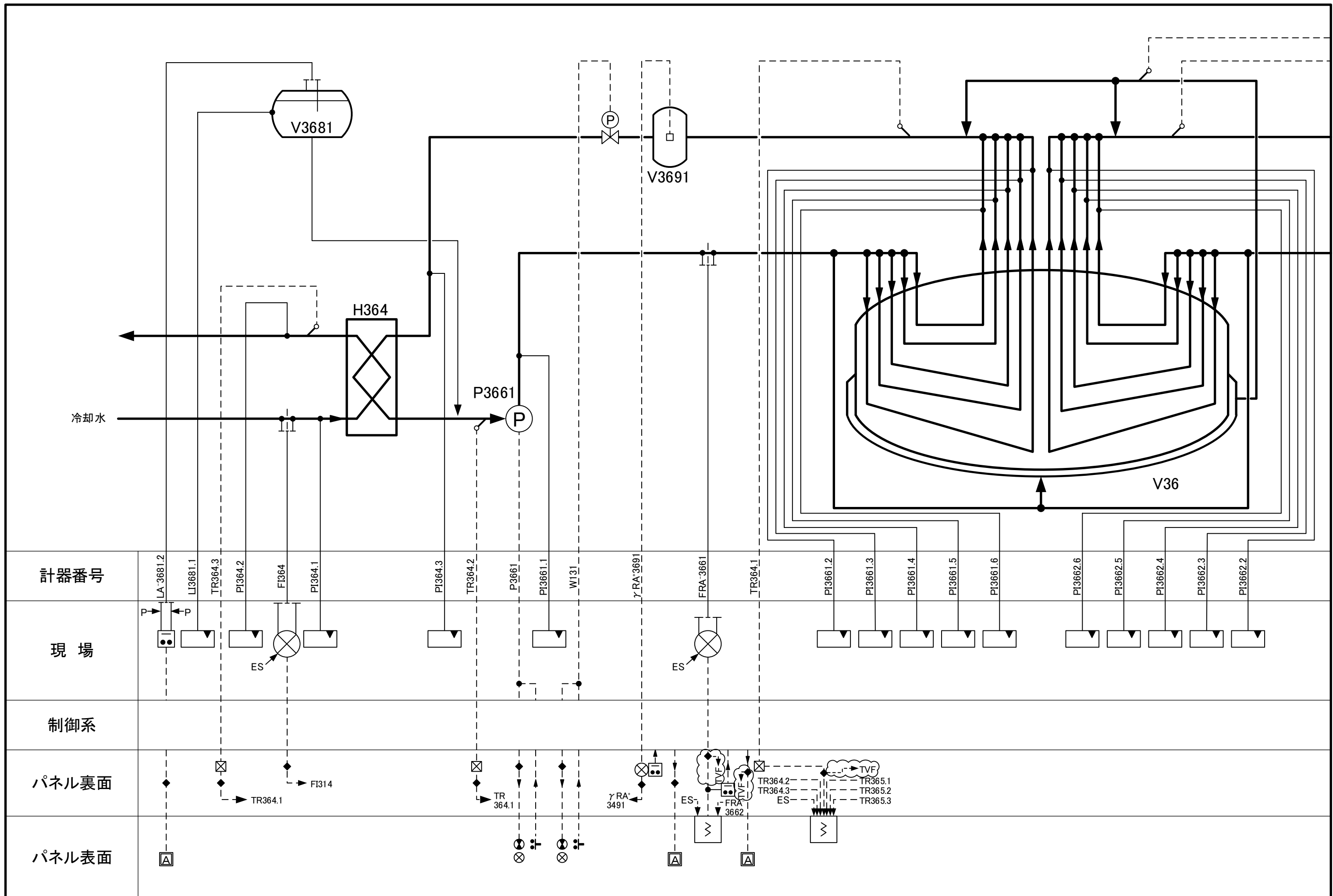
別図-5-16 ユニット272計装系統図(冷却系)その4 (その2)



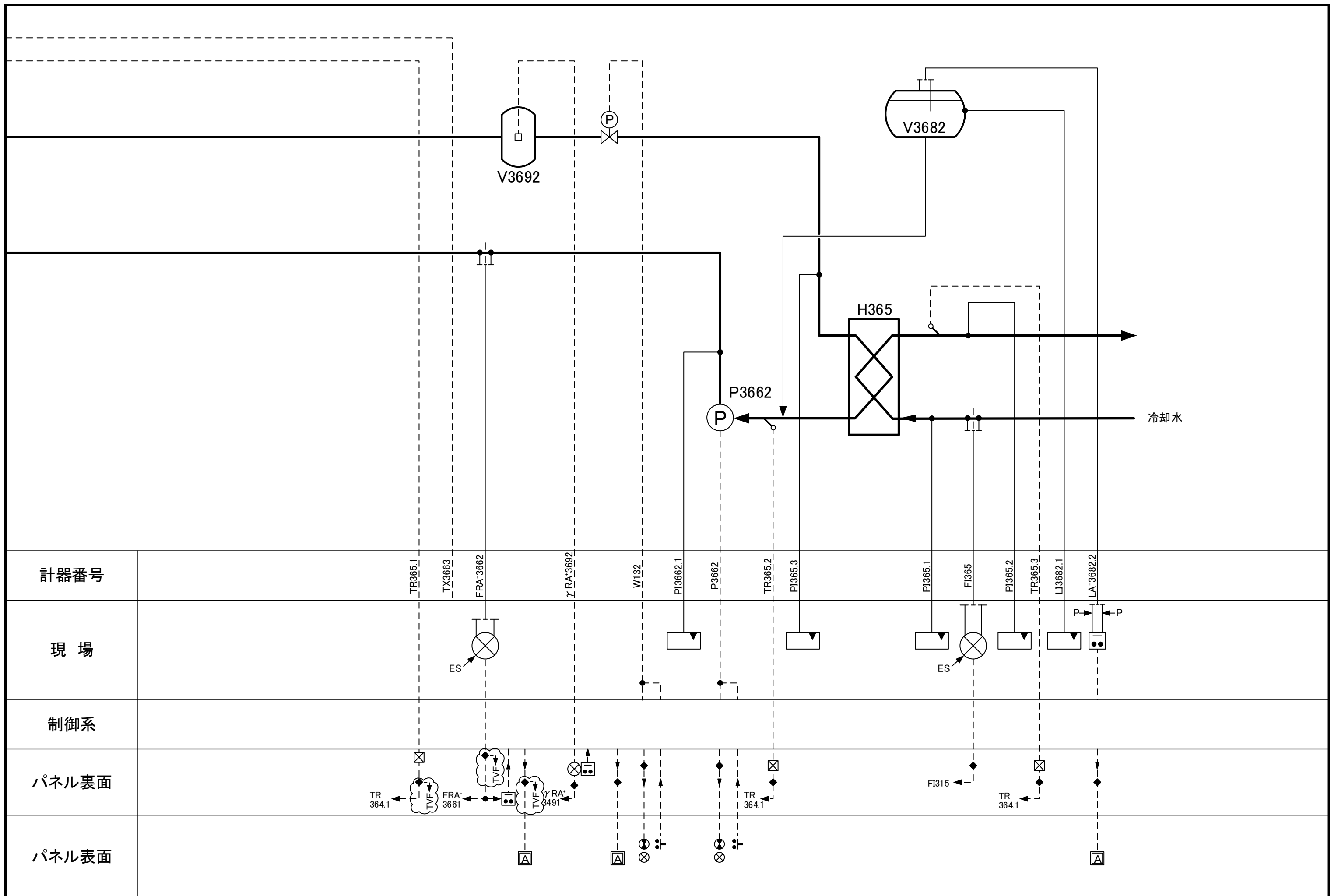
別図-5-17 ユニット272計装系統図(冷却系)その5(その1)



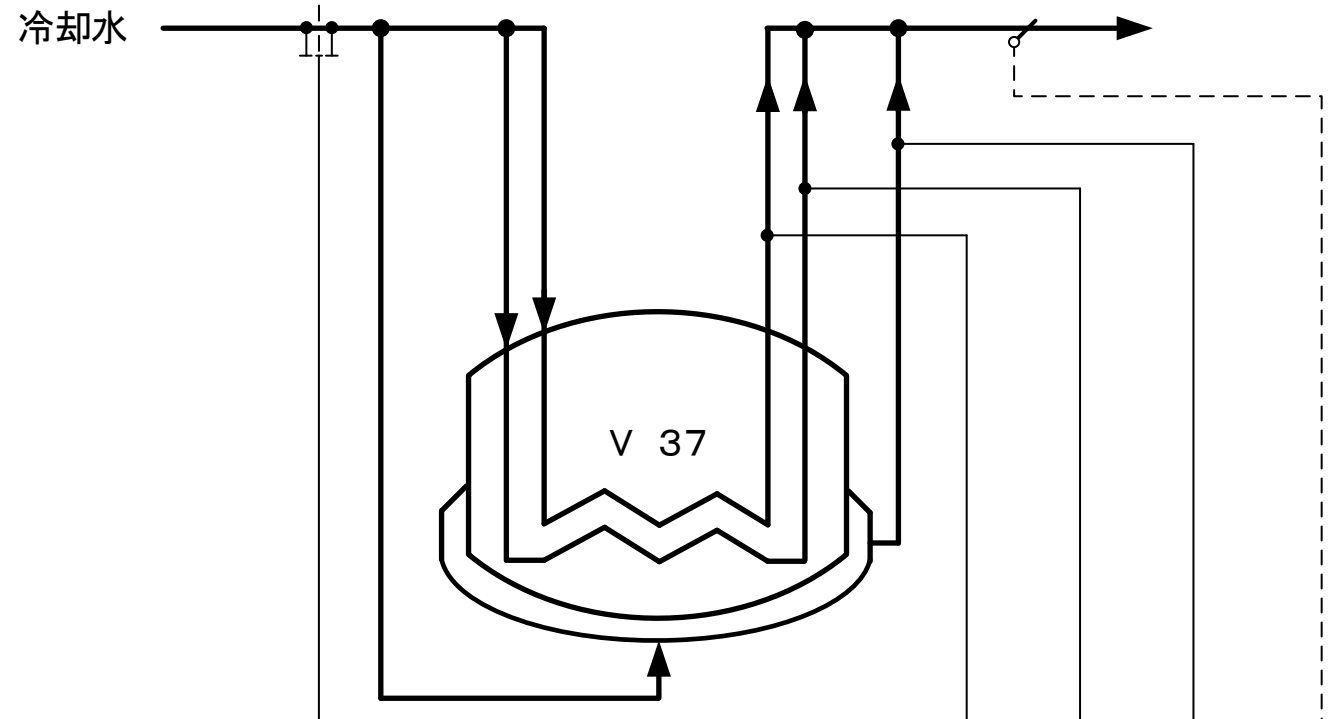
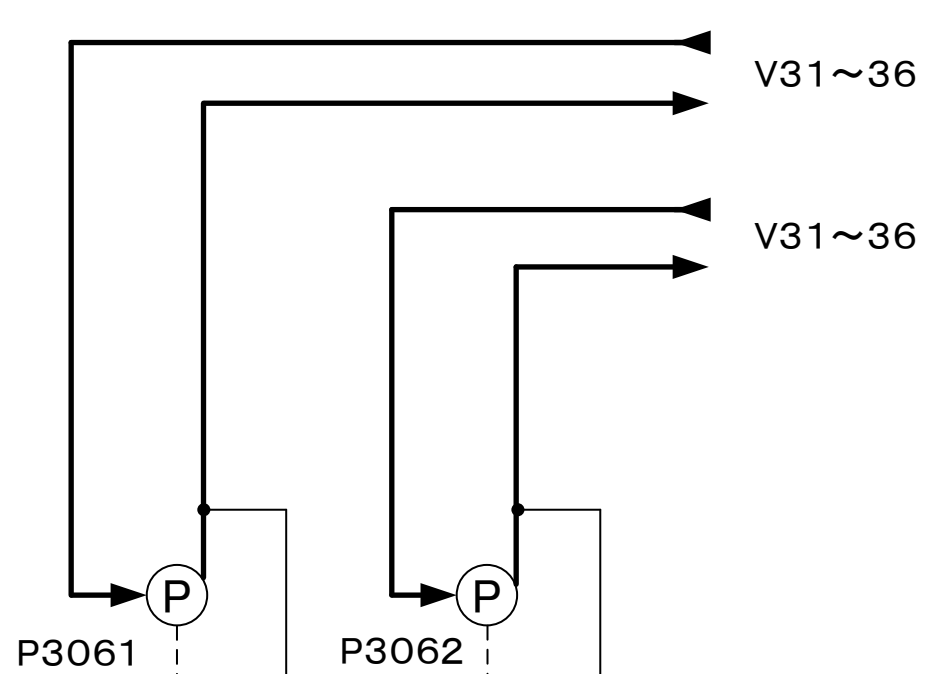
別図-5-18 ユニット272計装系統図(冷却系)その5(その2)
































別図-5-19 ユニット272計装系統図(冷却系)その6(その1)

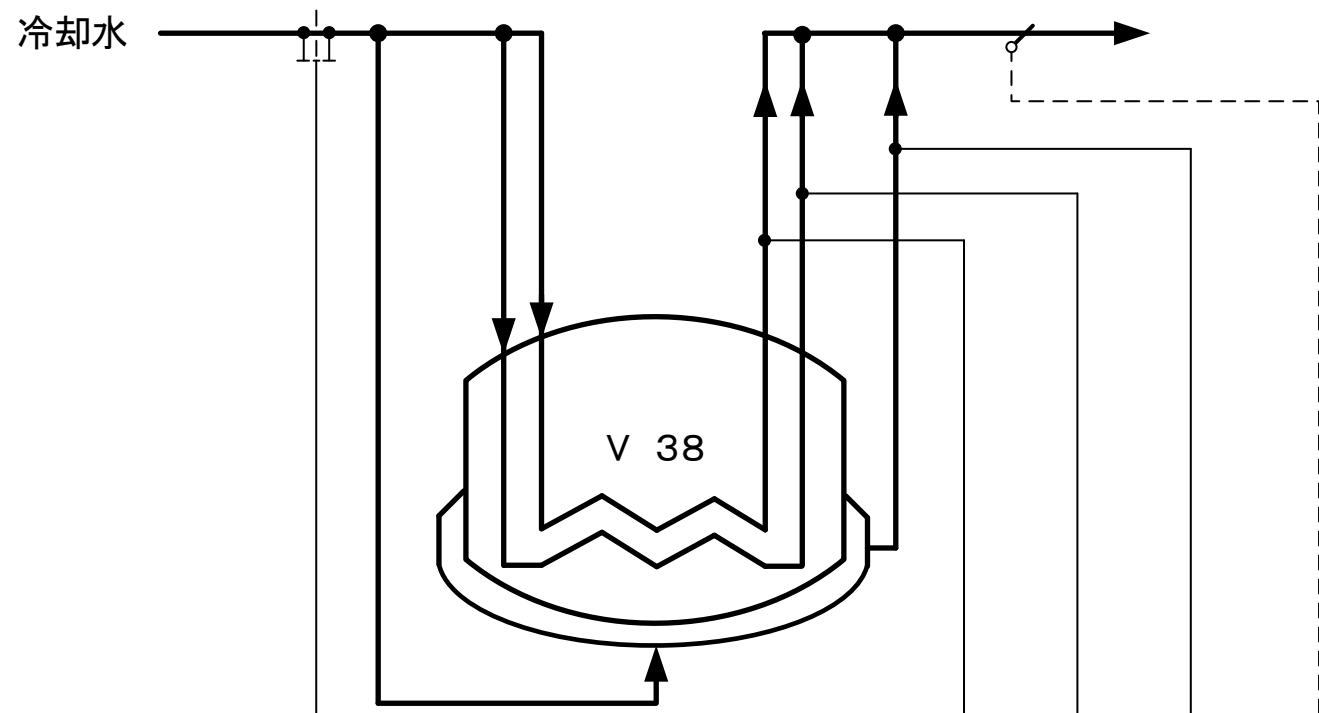


別図-5-20 ユニット272計装系統図(冷却系)その6(その2)



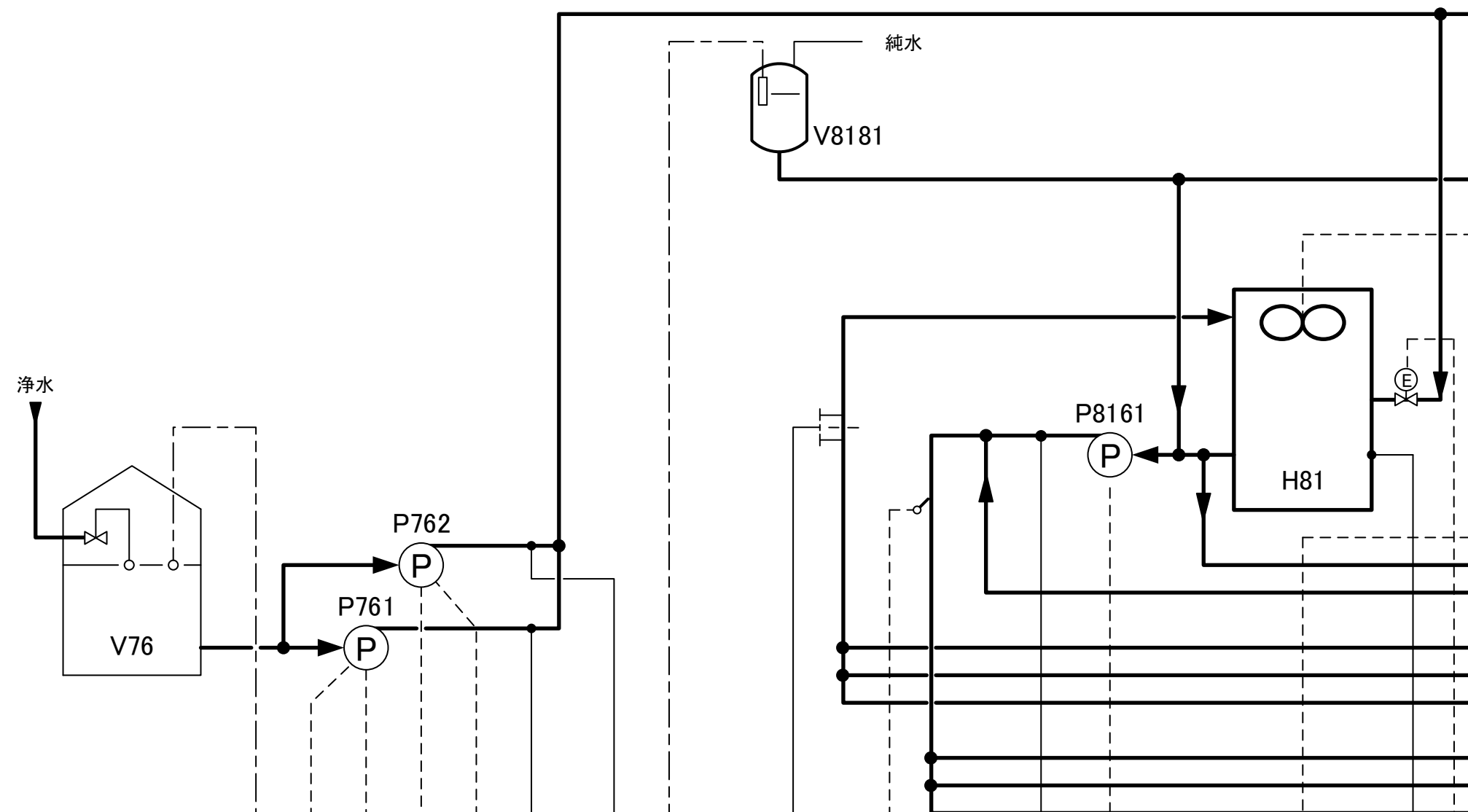
計器番号	P3061 PI3061	P3062 PI3062	FRA 37.1	PI37.1	PI37.2	PI37.3	TR37.3
現場	 	 	 				
制御系							
パネル裏面	 	 	  				 
パネル表面	 	 	  				

別図-5-21 ユニット272計装系統図(冷却系)その7(その1)



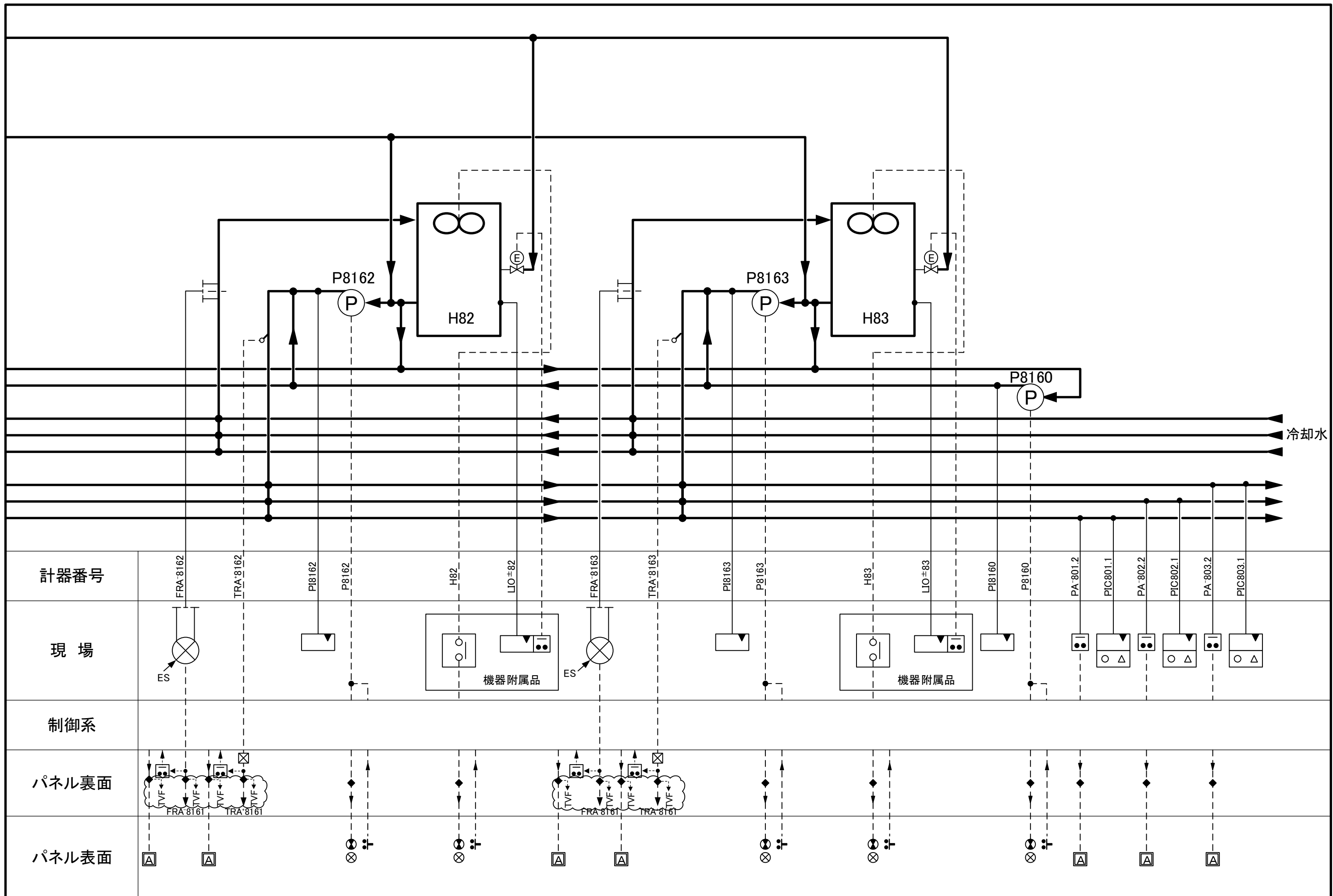
計器番号	FRA-38.1 PI38.1 PI38.2 PI38.3 TR38.3
現場	
制御系	
パネル裏面	
パネル表面	

別図-5-22 ユニット272計装系統図(冷却系)その7(その2)

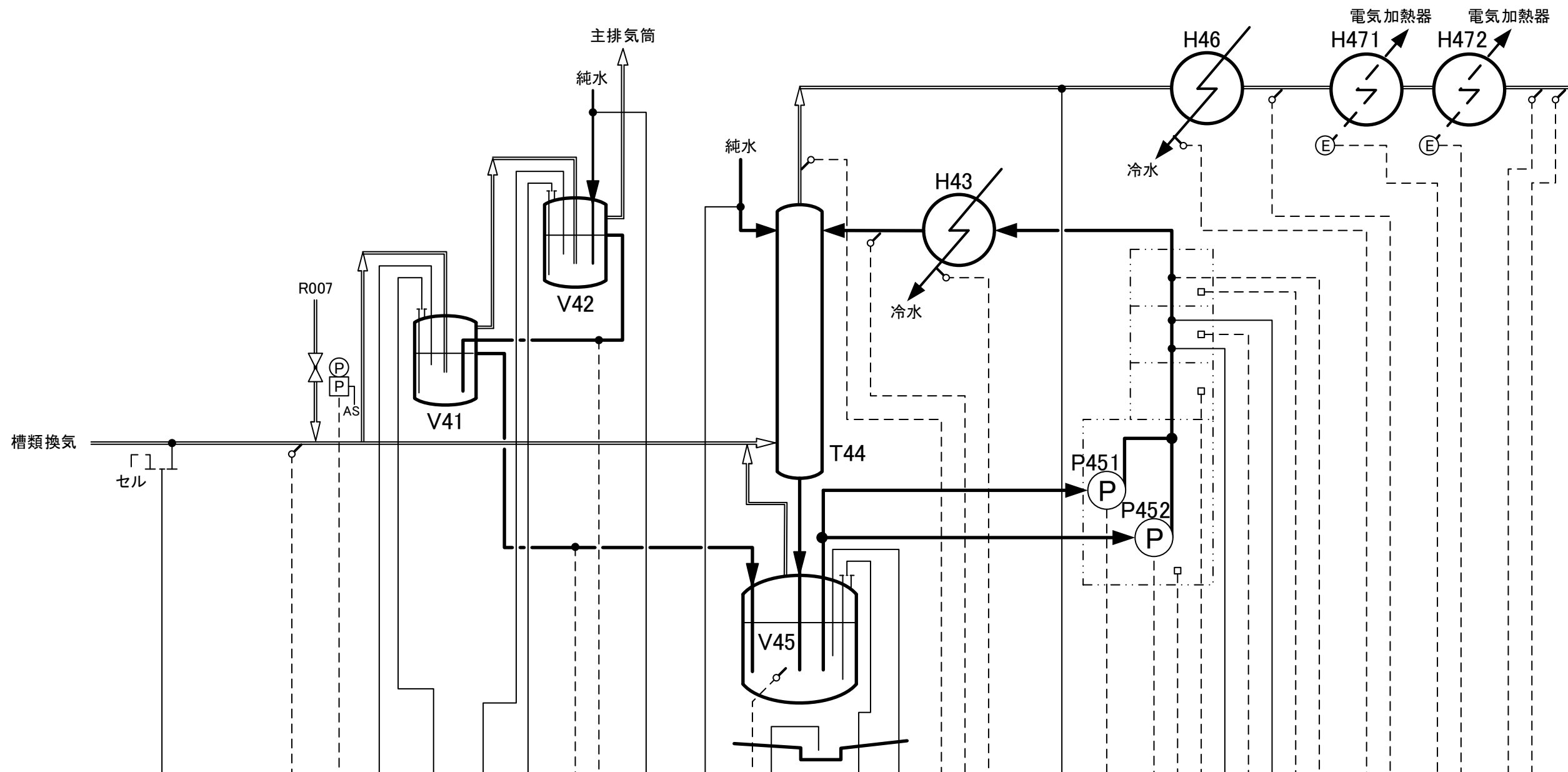


計器番号	LIA-76 EiA-761 P761 P762 EiA-762 PI761 PI762 LA-8181 FRA-8161 TRA-8161 PI8161 P8161 H81 LIO-81
現場	
制御系	P762 P761
パネル裏面	
パネル表面	

別図-5-23 ユニット272計装系統図(冷却系, 浄水設備)(その1)



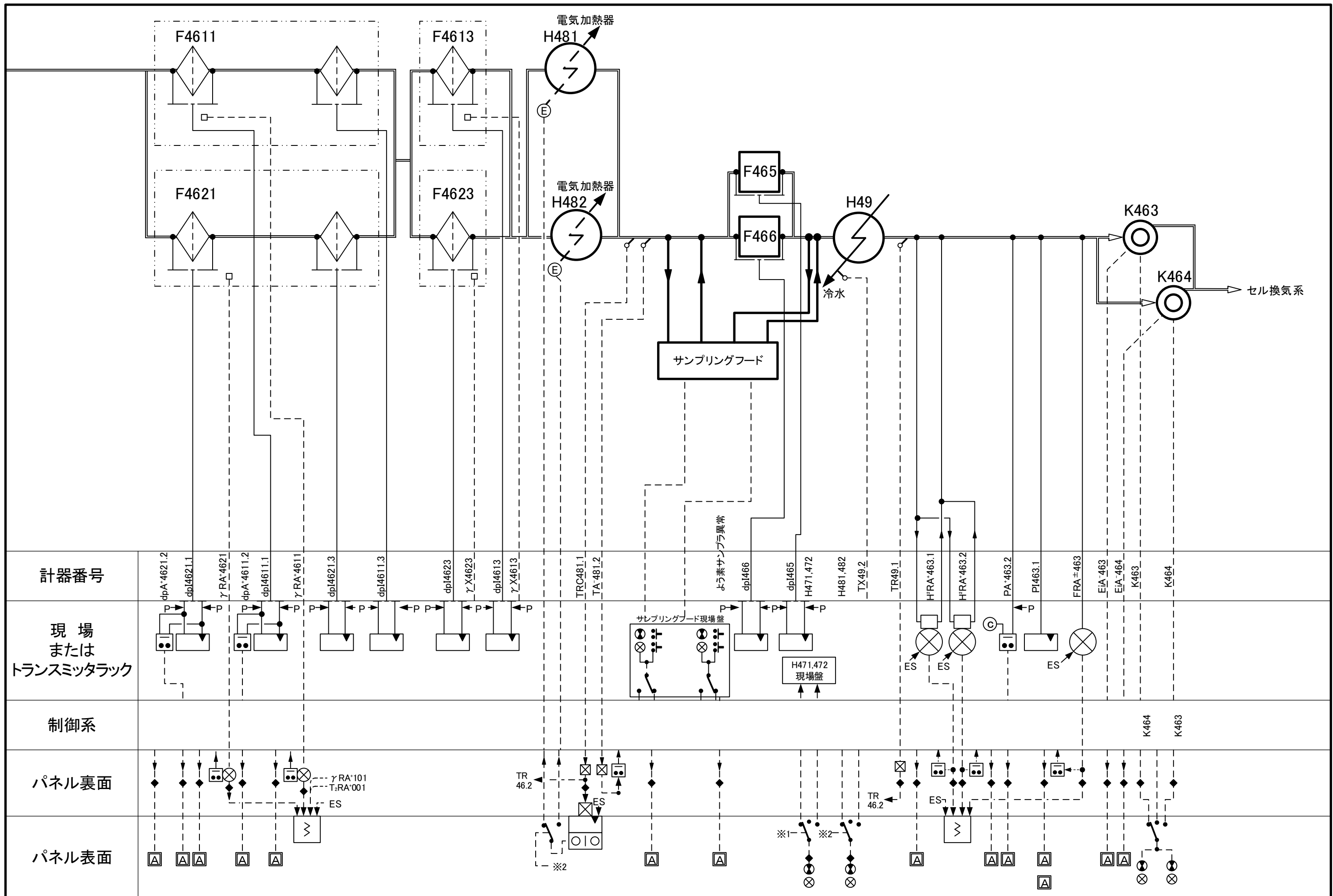
別図-5-24 ユニット272計装系統図(冷却系, 浄水設備)(その2)



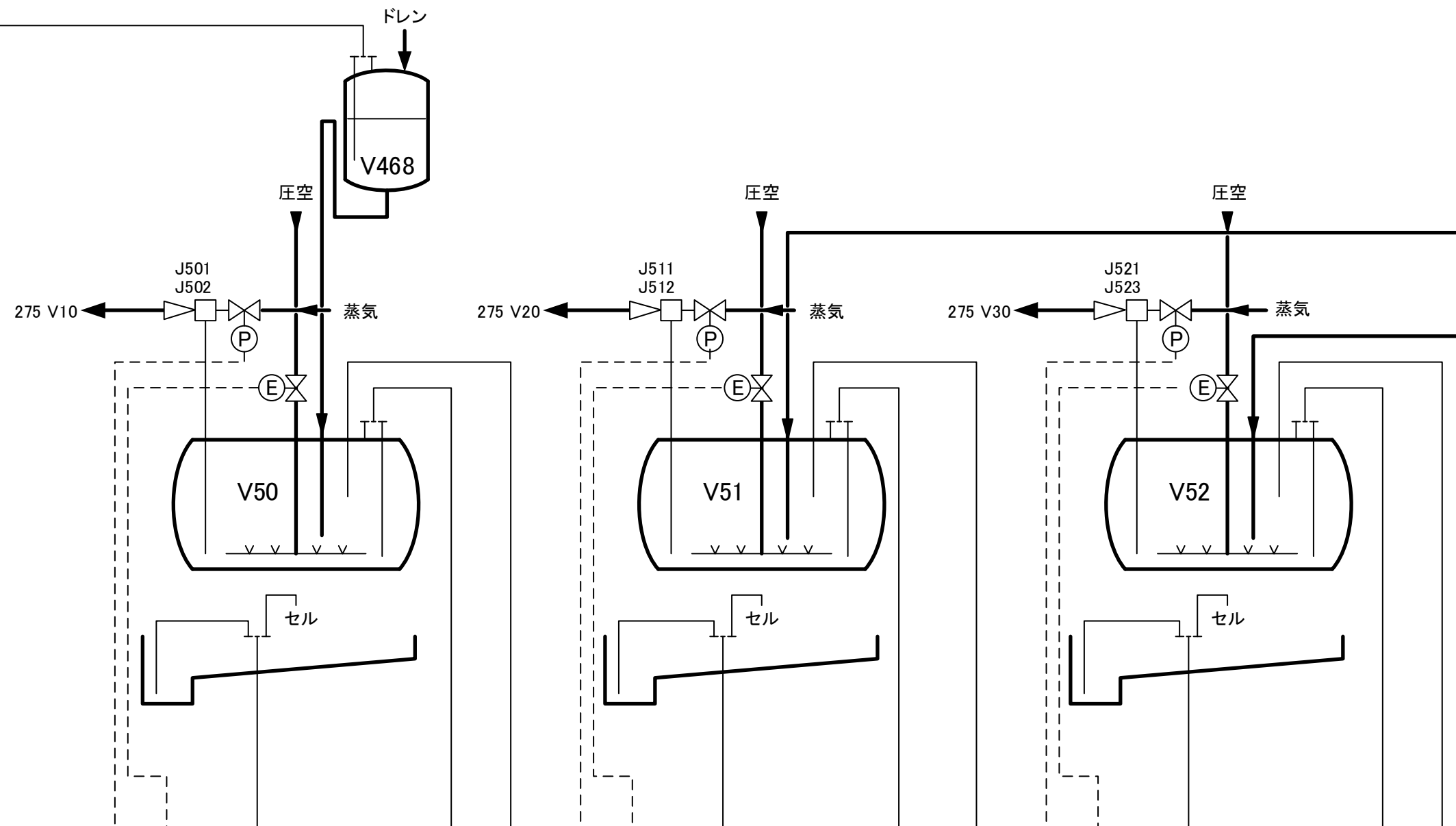
計器番号	現場 または トランスミッタック	制御系	パネル裏面	パネル表面
PRC44.1				
PA'44.2				
TR44				
PRC44.1V				
LA'41.2				
LI41.1				
LA'42.2				
LI42.1				
γ RA'41.1				
γ RA'42.1				
FIA'42				
FRA'44				
TR45				
LA'007				
LR45.1				
LA'45.2				
TR46.1				
TR43.1				
TR43.2				
PR46				
P451				
P452				
γ X451				
γ X455				
FRA'451				
γ X453				
CI45				
γ X454				
γ RA'45				
TX46.3				
TR46.2				
TRC471.1				
TA'471.2				

別図-5-25 ユニット272計装系統図(槽類換気系)(その1)

※1
TRC481.1
TR49.1



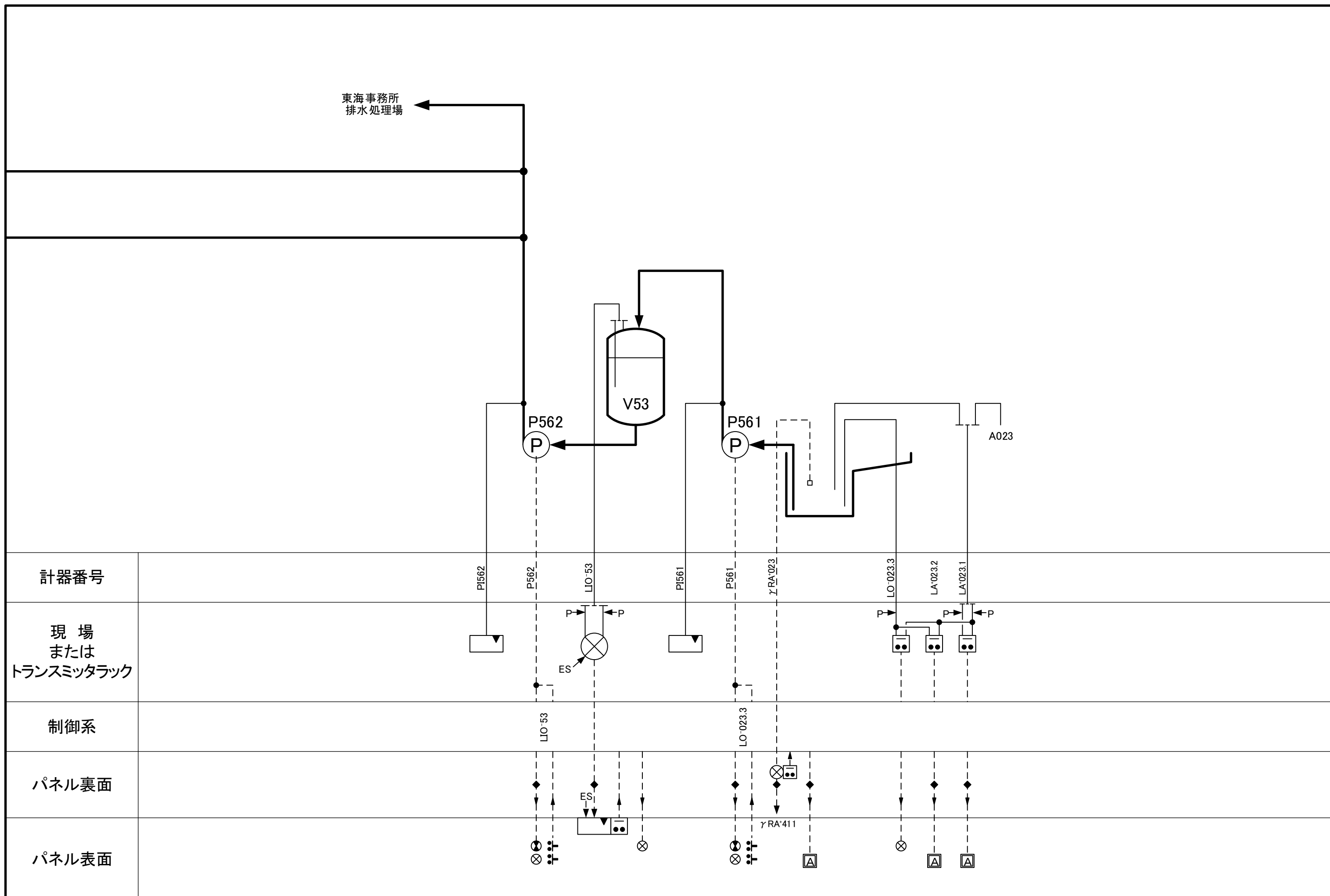
別図-5-26 ユニット272計装系統図(槽類換気系)(その2)



計器番号	現場 または トランスミッタック	制御系	パネル裏面	パネル表面
FA'468				
W219		(U275) LO'10.5		
W161		LRO'50.1		
LA'009				
LA'50.3				
LRO'50.1				
LA'50.2				
W220		(U275) LO'20.3		
W176		LRO'51.1		
LA'010				
LA'51.3				
LRO'51.1				
LA'51.2				
W221		(U275) LO'30.4		
W171		LRO'52.1		
LA'011				
LA'52.3				
LRO'52.1				
LA'52.2				

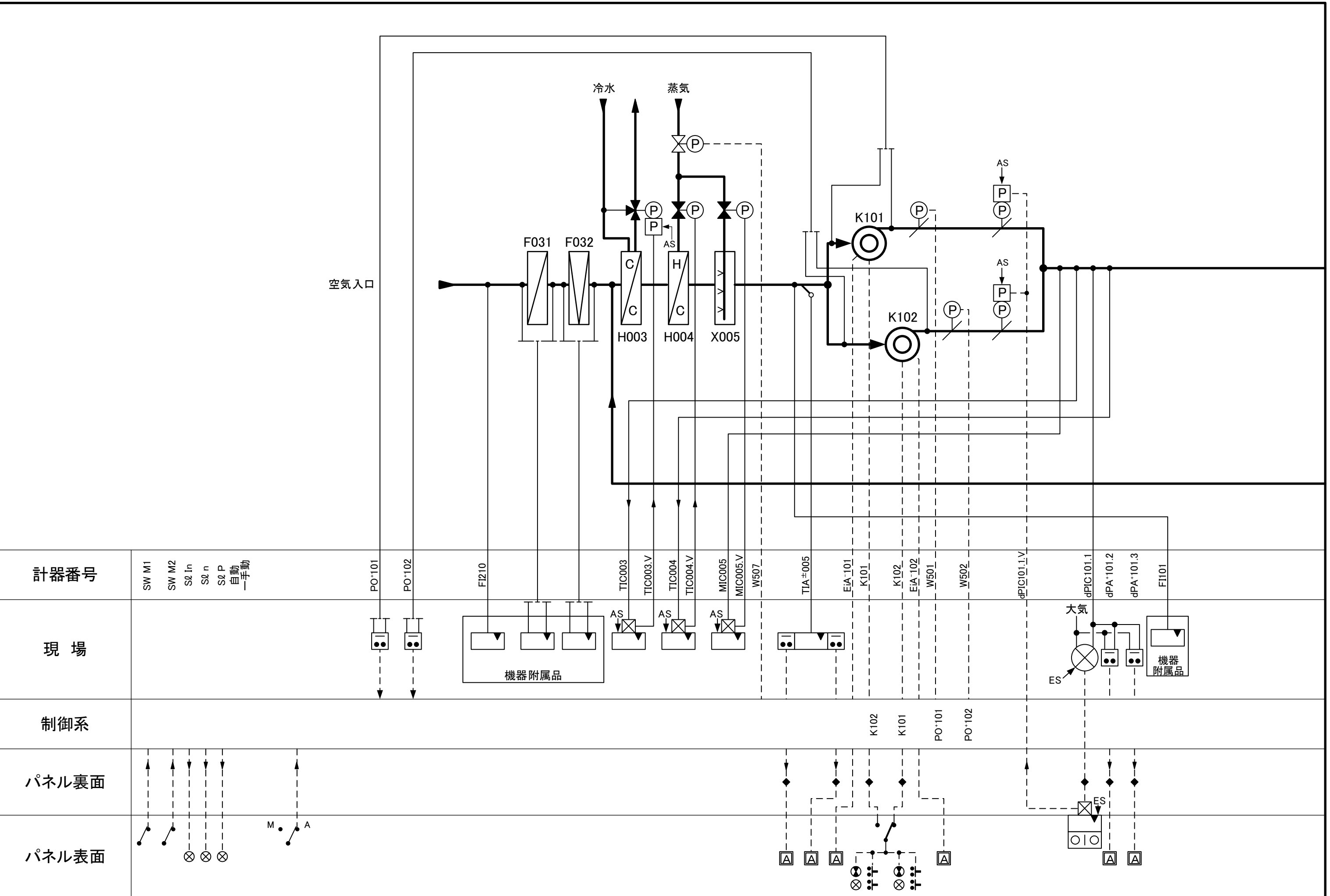
別図-5-27 ユニット272計装系統図(ドレン系)(その1)

東海事務所
排水処理場

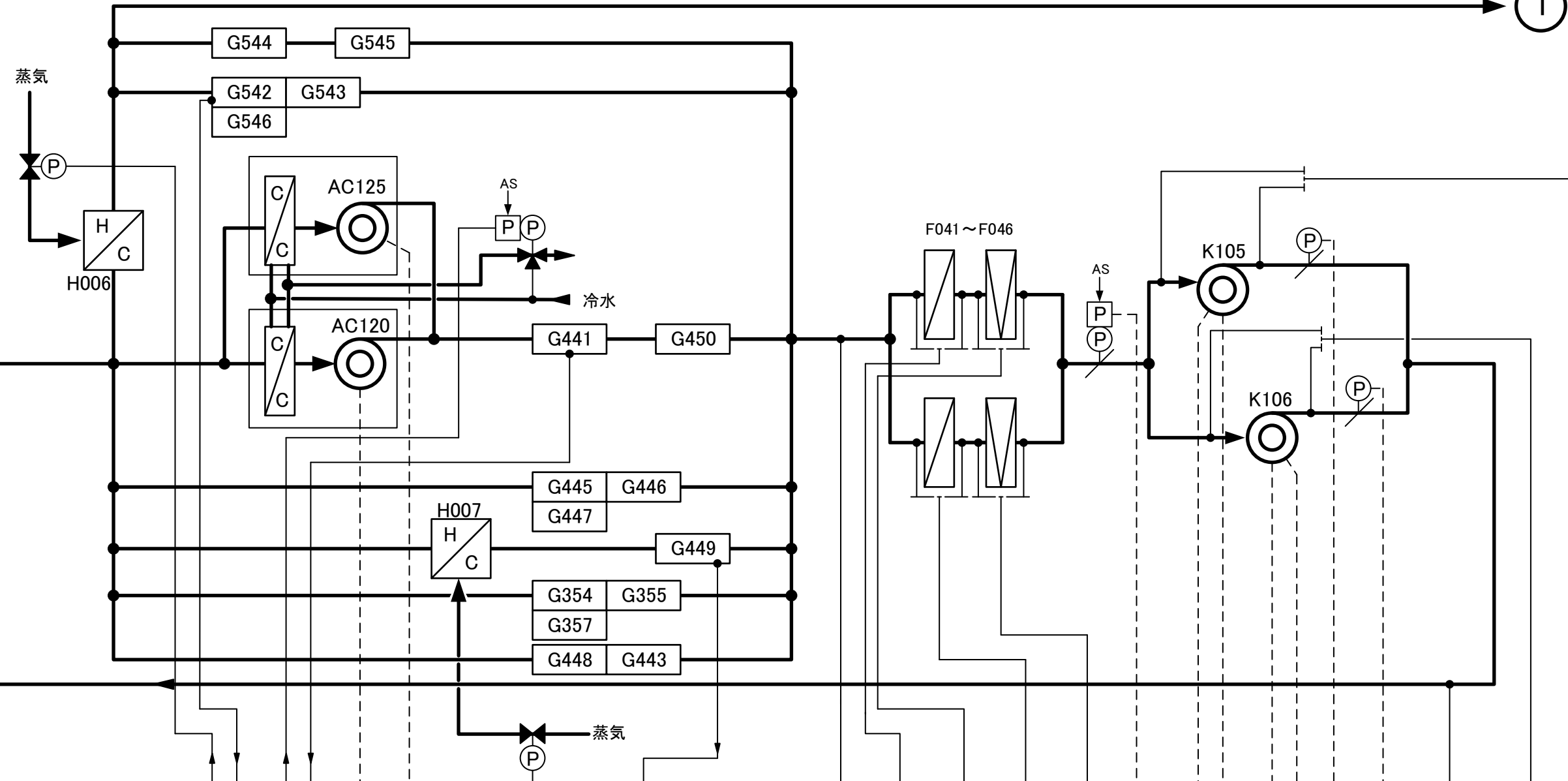


計器番号	PI562 P562 LO-53 PI561 P561 γRA'023 LO'023.3 LA'023.2 LA'023.1
現場 または トランスミッタラック	
制御系	LO-53 LO-023.3
パネル裏面	
パネル表面	

別図-5-28 ユニット272計装系統図(ドレン系) (その2)

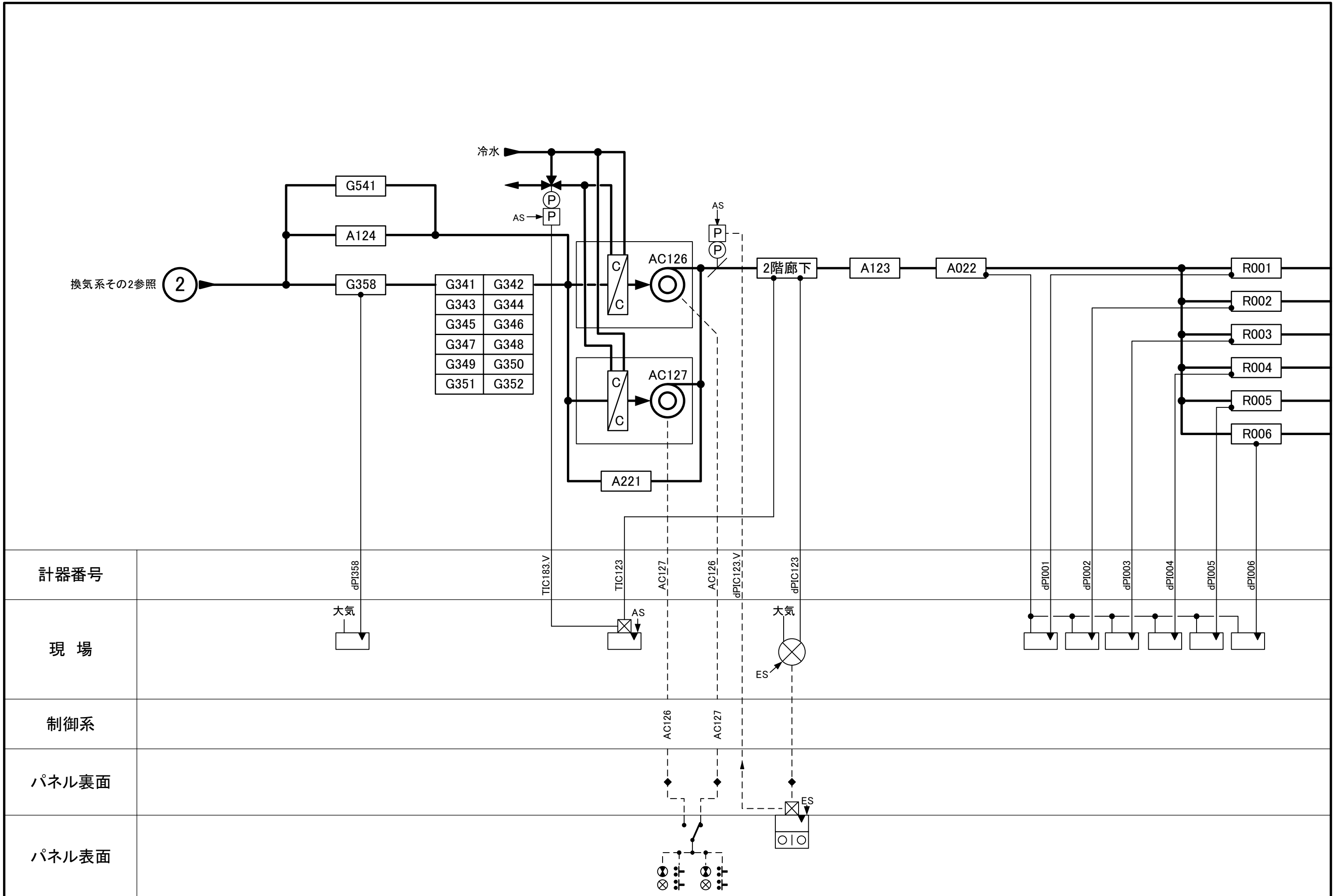


別図-5-29 ユニット272計装系統図(建家及びセル換気系)その1(その1)

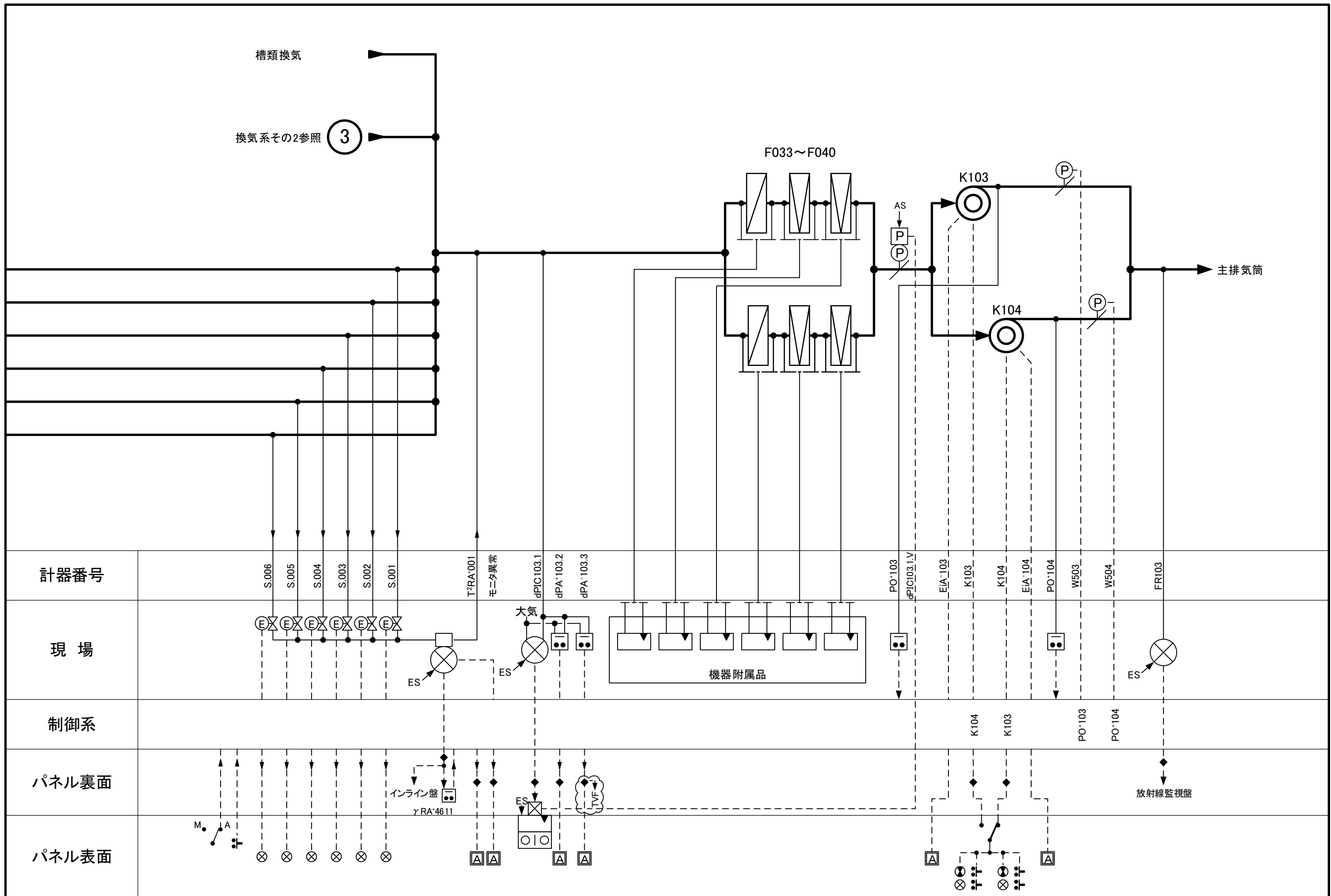


計器番号	TIC542.V TIC542 TIC441.V TIC441 AC120 AC125 TIC449.V TIC449 dPA105.3 dPA105.2 dPIC105.1 dPIC105.1.V EIA105 K105 K106 EIA106 W505 W506 FI105 PO106 PO105
現場	
制御系	AC125 AC120 K106 K105 PO105 PO106
パネル裏面	
パネル表面	

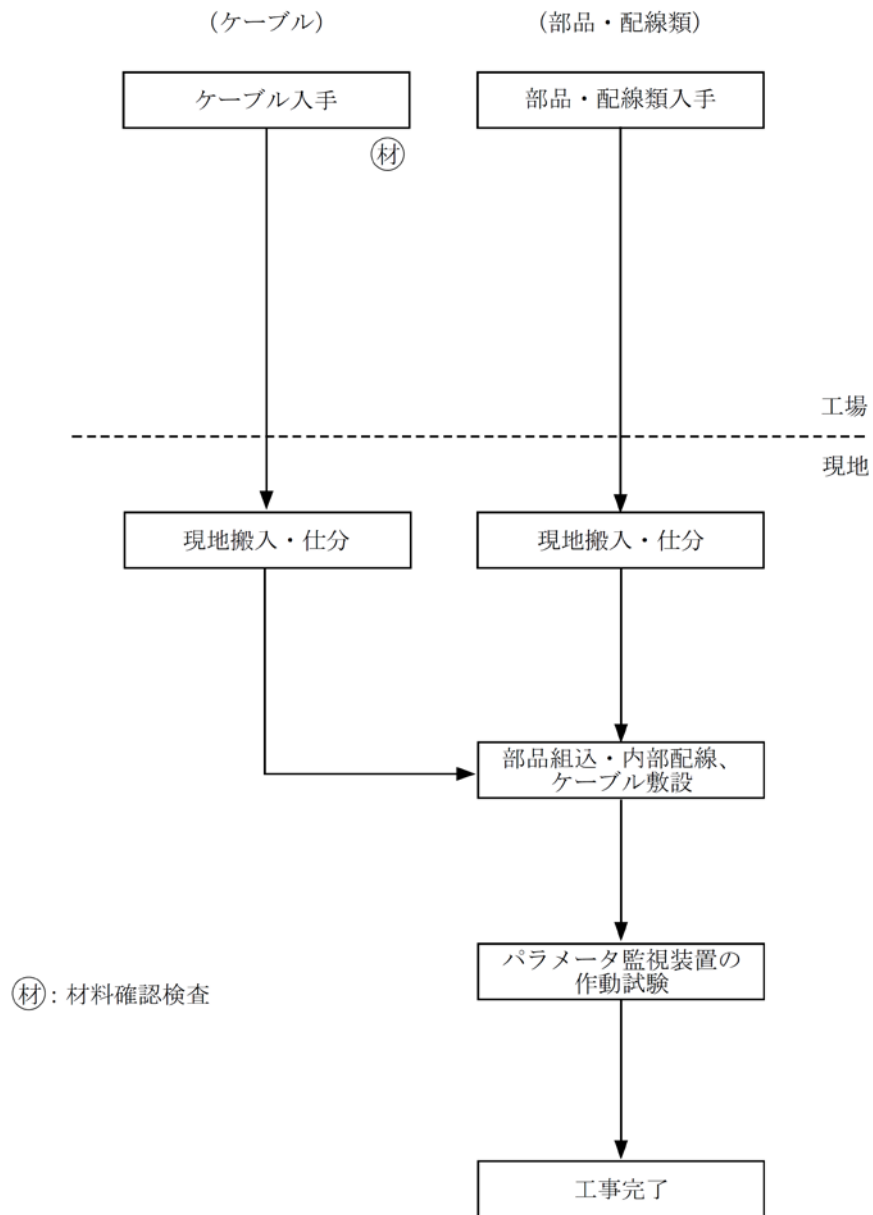
別図-5-30 ユニット272計装系統図(建家及びセル換気系)その1(その2)



別図-5-31 ユニット272計装系統図(建家及びセル換気系)その3(その1)



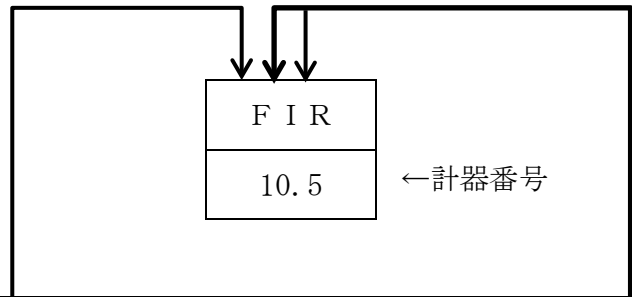
別図-5-32 ユニット272計装系統図(建家及びセル換気系)その3(その2)



別図－6 制御室パラメータ監視等の設置に係る工事フロー

表

表－5 計装系統図記号表の説明



第1文字		第2文字	
記号	名称	記号	名称
C	電 導 度	A	警 報
D	密 度	C	調 節
d P	差 圧	I	指 示
F	流 量	O	操 作
L	液 面	R	記 録
L i	界 面 計	S	積 算
M	湿 度	S i	ラ ンプ 指 示
P	圧 力	X	特 殊
T	温 度	+	上 限
W	重 量	-	下 限
Z	特 殊		
γ	γ 線		
S B	サンプリングベンチ		
S X	サンプリングベンチ (予備採取口)		
S G	サンプリング (グローブ)		
T m	タ イ マ ー		
E i	電 流		

注) O₂、N₂、H₂ などのような化学記号を使用する場合はO₂、N₂、H₂ などを第1文字として使用する。

表-6 計装設備各種記号説明表 (1/3)


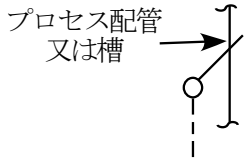


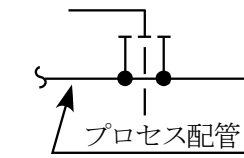


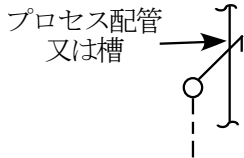
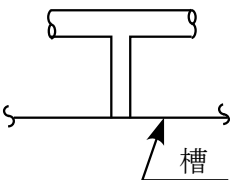
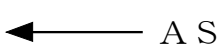
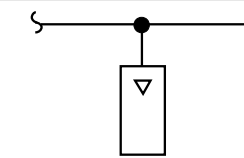
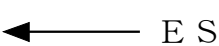
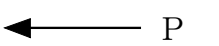
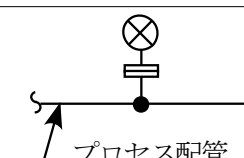
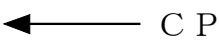
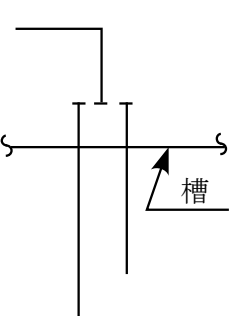
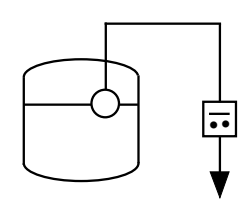
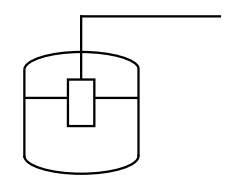
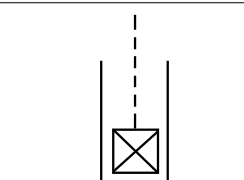
記号	名称	記号	名称
	計装導圧配管		測温抵抗体式温度計
	電気信号線		
	メインプロセス配管		オリフィス式流量計
	交差		
	接続・分岐		熱電対式温度計
	排気ダクト又は ベント配管		
	供給空気		ロータメータ
	電源		
	手動調圧 エアージェ		ダイヤフラム式圧 力計取出しタップ
	調圧エアージェ		
	1. エアージェ式 液面計		浮子式
	2. エアージェ式 界面計		ディスプレイ式
	3. エアージェ式 密度計		γ線検出器

表-6 計装設備各種記号説明表 (2/3)

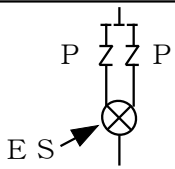
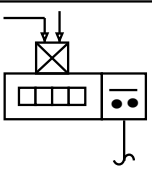

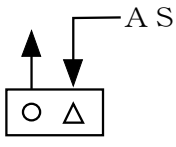

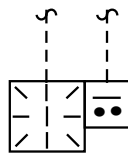
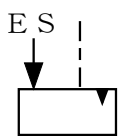
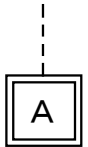
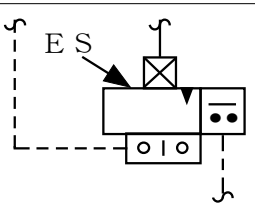

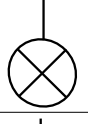
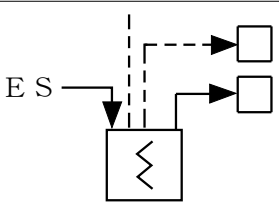
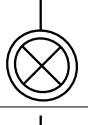
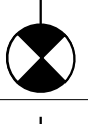

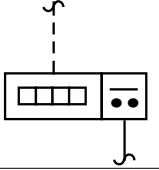
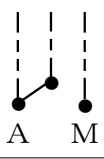
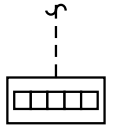



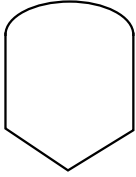
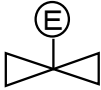
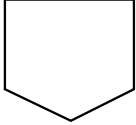
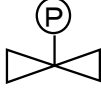
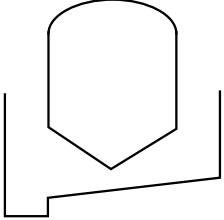
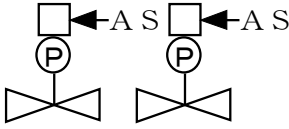
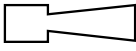
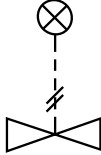

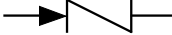
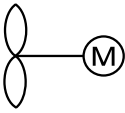

記号	名称	記号	名称
	差圧伝送器		積算計付調節器 (接点付デジタル指示)
	伝送器		手動操作器
	補助器		タイマ
	指示計		警報表示ランプ
	指示調節計		警報表示ランプ (ブザー付)
			表示灯
	記録計		注意灯
			警報灯
			押釦スイッチ
	積算計 (接点付デジタル指示)		手動・自動開閉器
	積算計 (デジタル指示)		セレクトスイッチ (3ノッチ)

表-6 計装設備各種記号説明表 (3/3)

記号	名称	記号	名称
	槽関係		ブロウ
			電動式調節弁
			オン・オフ弁
	ライニング		調節弁 (ポジショナー付)
	エジェクタ		リミットスイッチ 付手動弁
	ポンプ		逆止弁
	攪拌機		情報集中表示 装置への入力

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の
規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法
第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2
項の規定により届け出たところによるものであること
を説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙-1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	有	第3項	別紙-2に示すとおり
第十二条	再処理施設内における溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙-3に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	有	第1項第5号、第2項	別紙-4に示すとおり
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

2 本申請において、パラメータを伝送する機器を設置する現場盤の耐震重要度分類をSクラスとして設計する。現場盤の耐震性の評価結果について、添付資料-1に示す。

廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保できることから、安全性が損なわれるおそれがない。

なお、新たに敷設するケーブルについて、定ピッチスパン法に基づく支持間隔の既設ケーブルラック等を活用し、屋上は耐震性を有する電線管に収納する、又は余長を確保し、可とう性の管路に収納して敷設することから、耐震上の問題はない。屋上に設置する無線機についても耐震性を有するよう施工する。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の現場盤の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除却機能）に係るパラメータを伝送する機器を収納する現場盤について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしても、その安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

現場盤の構造強度の評価は、底部アンカーボルトによる支持構造を持つ耐震構造上の類似性に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	最小有効せん断断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm^4
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

現場盤の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動による高放射性廃液貯蔵場（HAW）の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。現場盤の静的解析用震度は、機器据付階のもの（4F、水平方向：1.24、鉛直方向：0.79）を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度（床応答最大加速度×1.2）	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.41	0.80
5F	1.36	0.80
4F	1.24	0.79
3F	1.18	0.79
1F	1.10	0.78
B1F	1.04	0.77

4.4 計算方法

現場盤の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

現場盤の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

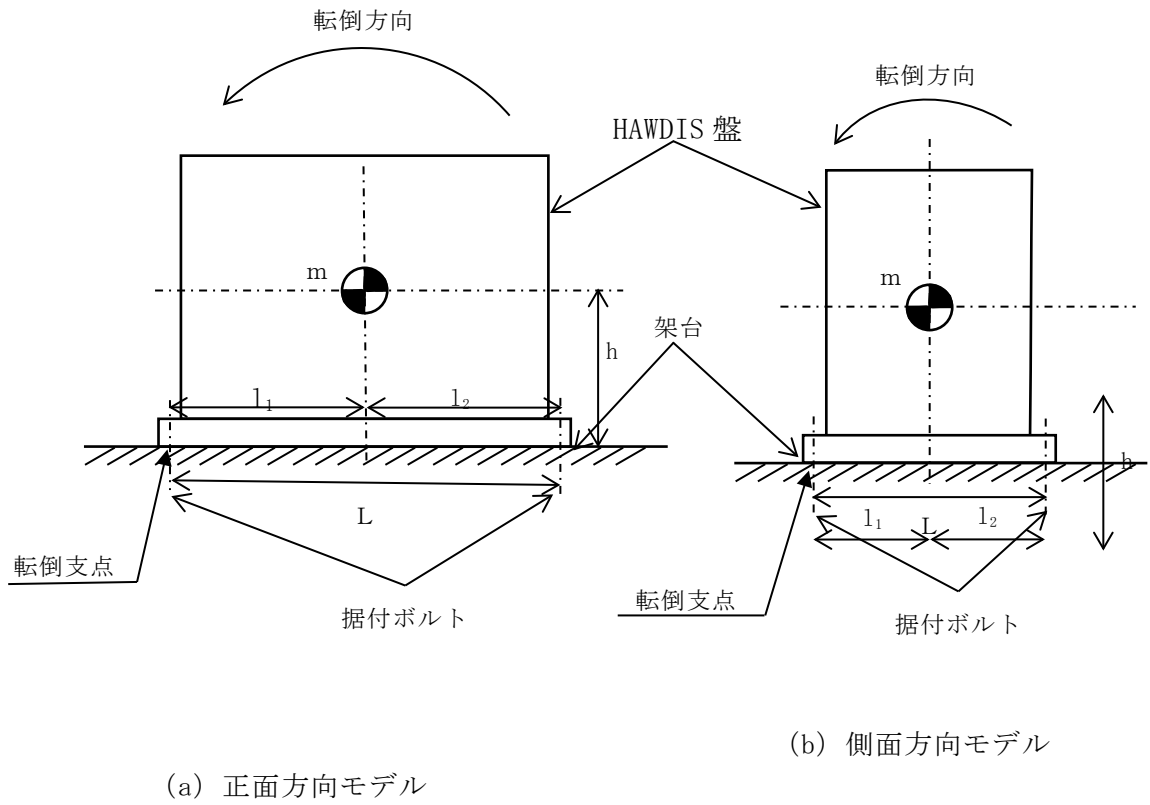


図 4-1 現場盤の解析モデル

4.5.2 諸元

現場盤の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
現場盤	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	950 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	据付ボルトの本数	n	12
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	1150 (mm)
	総質量	m	1150 (kg)

4.6 固有周期

現場盤の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

現場盤の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
現場盤	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の現場盤の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
現場盤	据付ボルト	引張	38	280	0.14
		せん断	8	161	0.05

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

第十一条（火災等による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、火災又は爆発の影響を受けることにより再処理施設の安全性に著しい支障が生ずるおそれがある場合において、消火設備（事業指定基準規則第五条第一項に規定する消火設備をいう。以下同じ。）及び警報設備（警報設備にあつては自動火災報知設備、漏電火災警報器その他の火災の発生を自動的に検知し、警報を発するものに限る。以下同じ。）が設置されたものでなければならない。

- 2 前項の消火設備及び警報設備は、その故障、損壊又は異常な作動により安全上重要な施設の安全機能に著しい支障を及ぼすおそれがないものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設であつて、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものは、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置が講じられたものでなければならない。
- 4 有機溶媒その他の可燃性の液体（以下この条において「有機溶媒等」という。）を取り扱う設備は、有機溶媒等の温度をその引火点以下に維持すること、不活性ガス雰囲気では有機溶媒等を取り扱うことその他の火災及び爆発の発生を防止するための措置が講じられたものでなければならない。
- 5 有機溶媒等を取り扱う設備であつて、静電気により着火するおそれがあるものは、適切に接地されているものでなければならない。
- 6 有機溶媒等を取り扱う設備をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室のうち、当該設備から有機溶媒等が漏れ出した場合において爆発の危険性があるものは、換気その他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。

7 硝酸を含む溶液を内包する蒸発缶のうち、リン酸トリブチルその他の硝酸と反応するおそれがある有機溶媒（爆発の危険性がないものを除く。次項において「リン酸トリブチル等」という。）が混入するおそれがあるものは、当該設備の熱的制限値を超えて加熱されるおそれがないものでなければならない。

8 再処理施設には、前項の蒸発缶に供給する溶液中のリン酸トリブチル等を十分に除去し得る設備が設けられていなければならない。

9 水素を取り扱う設備（爆発の危険性がないものを除く。）は、適切に接地されているものでなければならない。

10 水素の発生のおそれがある設備は、発生した水素が滞留しない構造でなければならない。

11 水素を取り扱い、又は水素の発生のおそれがある設備（爆発の危険性がないものを除く。）をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室は、当該設備から水素が漏えいした場合においてもこれが滞留しない構造とすることその他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。

12 ジルコニウム金属粉末その他の著しく酸化しやすい固体廃棄物を保管廃棄する設備は、水中における保管廃棄その他の火災及び爆発のおそれがない保管廃棄をし得る構造でなければならない。

3 本申請において敷設する通信ケーブルと電源ケーブルは難燃性のものを使用し、これらが難燃性であることを材料確認検査により確認するため問題はない。なお、動力系のケーブルラックには計測系のケーブルを敷設しない。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の現場盤にパラメータを伝送する機器を設置するものである。現場盤内の機器は、健全性及び能力を確認するための検査又は試験ができるように設置するため問題はない。

3 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の現場盤にパラメータを伝送する機器を設置するものである。現場盤内の機器は、保守及び修理ができるように設置することから、保守及び修理に影響を与えないため問題はない。

第二十条（計測制御系統施設）

再処理施設には、次に掲げる事項その他必要な事項を計測し、制御する設備が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を計測する設備については、直接計測することが困難な場合は間接的に計測する設備をもって代えることができる。

- 一 ウランの精製施設に供給される溶液中のプルトニウムの濃度
- 二 液体状の中性子吸収材を使用する場合にあっては、その濃度
- 三 使用済燃料溶解槽内の温度
- 四 蒸発缶内の温度及び圧力
- 五 廃液槽の冷却水の流量及び温度

- 2 再処理施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたとき、次条第二号の放射性物質の濃度若しくは同条第四号の外部放射線に係る原子力規制委員会の定める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の廃棄施設から液体状の放射性物質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設備が設けられていなければならない。

- 1 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の現場盤にパラメータを伝送する機器を設置するもので、ガラス固化技術開発施設（TVF）の制御室で高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽等のパラメータを計測できるように施設するものである。したがって、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の計測制御に変更はないため問題はない。

- 2 本申請は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の現場盤にパラメータを伝送する機器を設置するもので、ガラス固化技術開発施設（TVF）の制御室で高放射性廃液貯蔵場（HAW）のセル等への漏えいを監視できるように施設するものである。したがって、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の計測制御に変更はないため問題はない。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

(別冊 1-33)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ガラス固化技術開発施設 (TVF) の溶融炉の更新)

その他再処理設備の附属施設（その18）

ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	10
6. 工事の工程	18

別 図 一 覧

- 別図－1 溶融炉 (G21ME10) 外形図 (その1)
- 別図－2 溶融炉 (G21ME10) 外形図 (その2)
- 別図－3 溶融炉 (G21ME10) 配置図
- 別図－4 結合装置 (G21M11) 外形図
- 別図－5 廃気冷却管 (G41X1091) 外形図
- 別図－6 原料供給ノズル (G01X1091) 外形図
- 別図－7 ユニット G12 エンジニアリングフローダイアグラム (前処理系)
- 別図－8 ユニット G21 エンジニアリングフローダイアグラム (ガラス溶融系)
- 別図－9 ユニット G41 エンジニアリングフローダイアグラム (槽類換気系)
- 別図－10 溶融炉の更新に係る工事フロー (溶融炉 (G21ME10))
- 別図－11 溶融炉の更新に係る工事フロー (結合装置 (G21M11))
- 別図－12 溶融炉の更新に係る工事フロー (廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091))
- 別図－13 溶融炉の更新に係る工事フロー (配管類)

表 一 覧

表－1 溶融炉（G21ME10）の仕様

表－2 結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）
の仕様

表－3 配管類の仕様（その1）

表－4 配管類の仕様（その2）

表－5 溶融炉の更新に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回、工事を行うガラス固化技術開発施設（TVF）の溶融炉の更新に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成元年 1 月 11 日に認可（63 安（核規）第 761 号）を受けた後、平成 13 年 12 月 13 日に「溶融炉等の更新」にて設計及び工事の方法の認可（平成 13・11・01 原第 6 号）を受け、その後、平成 14 年 5 月 30 日に「溶融炉等の更新に係る一部変更」にて設計及び工事の方法の変更の認可（平成 14・04・23 原第 6 号）を受けた「その他再処理設備の附属施設（その 18）ガラス固化技術開発施設」のうち、溶融炉（G21ME10）を更新するものである。また、併せて溶融炉（G21ME10）に付属する結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類を更新する。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号)

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」(昭和 46 年総理府令第 10 号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)

「日本産業規格 (JIS)」

「日本電機工業会規格 (JEM)」(日本電機工業会)

「発電用原子力設備規格 (JSME)」(日本機械学会)

「原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601)」(日本電気協会)

「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601)」(日本電気協会)

3. 設計の基本方針

本申請に係る溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、再処理施設の技術基準に関する規則（令和2年原子力規制委員会規則第9号）第3条、第6条第2項、第11条第3項、第16条第2項及び第3項並びに第17条第1項及び第2項に規定する技術上の基準を満足するよう行う。

溶融炉（G21ME10）は、白金族元素の抽出し性の向上を図るため、炉底部の形状を既設の四角錐から円錐に変更するとともに、既設溶融炉の事象を反映し、インナーケーシング及び間接加熱装置の構造変更を行う。

溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、耐震分類Sクラスに分類し、廃止措置計画用設計地震動に対し、発生応力が許容応力より小さくなるように設計する。

また、材料については、使用温度、使用圧力等の使用条件をそれぞれ十分考慮して、ステンレス鋼、耐火レンガ等の既設と同一の材料を使用する。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

本申請により製作する溶融炉（G21ME10）は、既設溶融炉と同様の基本構造として、国内外の実績を踏まえ、炉底部の形状を四角錐から円錐に変更する。また、既設溶融炉において発生した事象の反映として、以下の設計変更を行う。

① インナーケーシングの構造変更

既設溶融炉では、流下ノズルを取り付けているインナーケーシングが非対称構造であることが原因となり、溶融炉の運転に伴う加熱及び冷却により流下ノズルに傾きが生じ、流下ノズルが加熱コイルに接触して漏電リレーが作動し、流下操作が自動停止した。

新規溶融炉では、本事象の発生防止対策として、流下ノズルの傾きを抑制するため、インナーケーシングを対称構造に変更する。

② 間接加熱装置の構造変更

溶融炉（G21ME10）の間接加熱装置は、5基のユニットで構成し、各ユニットには、発熱体及び発熱体温度監視用熱電対を2本ずつ設置している。既設溶融炉では、発熱体温度監視用熱電対におけるアルミナ保護管の施工方法が原因となり、複数の熱電対に断線が生じたため、断線防止対策として、アルミナ保護管の固定方法を見直している。

新規溶融炉では、熱電対断線時の対策として、熱電対が断線したユニットを間接加熱装置の電源系統から分離することで、他のユニットにより間接加熱装置の運転が継続できるよう、遠隔操作によりユニット毎に電源を遮断できる機構を設ける。

なお、令和3年5月11日に発生した結合装置（G21M11）交換後の結合装置内圧力指示値（G21PI10.5）が交換前の圧力と異なっていた事象について、必要に応じて、新規溶融炉又は新規結合装置の設計への反映を行う。

(2) 仕様

① 機器類

溶融炉（G21ME10）の仕様を表－1に、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の仕様を表－2に示す。

表－1 溶融炉（G21ME10）の仕様

項目		仕様
方式		液体供給式直接通電型 セラミックメルタ
炉底形状		円錐
耐震分類		Sクラス
主要寸法	縦（mm）	1900
	横（mm）	1900
	高さ（mm）	2327
主要材料	ケーシング	SUS304、SUSF304
	耐火物	耐火レンガ ^{*1}
	電極	NCF690
最大廃液処理量（m ³ /日）		0.35
基数		1

外形図：別図－1及び別図－2に示す。

配置図：別図－3に示す。

*1：溶融ガラスに接する耐火物には、荷重軟化点 1450℃以上の耐火レンガを使用し、炉内気相部に接する耐火物は、荷重軟化点 1550℃以上の耐火レンガを使用する。

表－2 結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）及び
原料供給ノズル（G01X1091）の仕様

設備	項目	仕様
結合装置 (G21M11)	方式	圧空駆動方式
	主要材料	SUS304
		SUSF304 SUS304LTP
廃気冷却管 (G41X1091)	方式	二重円筒空冷式
	主要材料	R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP NCF690
		溶接機器区分
原料供給ノズル (G01X1091)	主要材料	R-SUS304ULC R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP NCF690
		溶接機器区分

外形図：別図－4、別図－5及び別図－6に示す。

② 配管類

配管類の仕様を表－3及び表－4に示す。

表-3 配管類の仕様 (その1)

配管	設計条件						仕様			
	流体	最高使用		放射性物質		溶接機器区分	耐震分類	呼び径 (A)	呼び厚さ	主要材料
		温度 (°C)	圧力 (Pa)	核種	濃度 (Bg/cm ³)					
G01-GC-2-80-2-2U*1	カ ⁷ ラジウム-226 高放射性廃液	60	64k*2	FP	≥3.7×10 ⁷	再処理第2種管	S	89.1 mm ⁴⁴	4.0 mm ⁴⁵	R-SUSF304ULC
G12-PP-6-15-2-2U*1	高放射性廃液	95	64k*2	PP	≥3.7×10 ⁷	再処理第2種管	S	15	80	R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP
G12-Ve-6-15-2-2U*1	廃気	70	64k*2	PP	≥3.7×10 ¹	再処理第2種管	S	15	40	R-SUS304ULC R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP
G21-Ve-4-40-2-2*1	廃気	400	64k*2	PP	≥3.7×10 ¹	再処理第2種管	S	40	20S	SUS304L SUSF304L
G21-Ve-4-40-2-2U*1	廃気	400	64k*2	PP	≥3.7×10 ¹	再処理第2種管	S	40	20S	R-SUS304ULC R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP
G21-Ve-21-40-2-2U*1	廃気	400	64k*2	PP	≥3.7×10 ¹	再処理第2種管	S	40	20S	R-SUS304ULC R-SUS304ULCTP
G41-Ve-1-65-2-2U*1	廃気 純水*3	400	64k*2	PP	≥3.7×10 ¹	再処理第2種管	S	65	80	R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP
G41-Ve-3-65-2-2U*1	廃気	400	64k*2	PP	≥3.7×10 ¹	再処理第2種管	S	65	80	R-SUS304ULC R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP

*1:安全上重要な施設を示す。

*2:外圧を示す。

*3:洗浄用を示す。

*4:外径を示す。

*5:厚さを示す。

表-4 配管類の仕様 (その2)

配管	設計条件							仕様		
	流体	最高使用		放射性物質		溶接機器区分	耐震分類	呼び径 (A)	呼び厚さ	主要材料
		温度 (°C)	圧力 (Pa)	核種	濃度 (Bg/cm ³)					
G21-A-5-8-X-2	圧空	60	0.76M	-	-	-	S	8	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-7-8-X-2	圧空	60	0.76M	-	-	-	S	8	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-9-15-X-2 ^{*1}	圧空	60	64k ^{*2}	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-12-15-X-2 ^{*1}	圧空	60	0.76M	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-13-8-X-2 ^{*1}	圧空	60	64k ^{*2}	-	-	-	S	8	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-15-15-X-2 ^{*1}	圧空	60	0.76M	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-21-40-X-2	圧空	400	0.76M	-	-	-	S	40	205	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-A-21-50-X-2	圧空	400	0.76M	-	-	-	S	50	205	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-DWa-1-15-X-2	純水	60	0.59M	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-Ve-1-50-X-2	廃気	400	大気圧	-	-	-	S	50	205	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21-Ve-3-50-X-2	廃気	400	大気圧	-	-	-	S	50	205	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G41-A-1-20-X-2 ^{*1}	圧空 純水 ^{*3}	400	64k ^{*2}	-	-	-	S	20	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G41-A-4-20-X-2 ^{*1}	圧空	400	64k ^{*2}	-	-	-	S	20	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G41-Ve-4-40-X-2 ^{*1}	廃気	65	64k ^{*2}	-	-	-	S	40	205	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21PRA10.3 ^{*1/4}	計装用圧空	60	64k ^{*2}	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G21PTCO10.5 ^{*1/4}	計装用圧空	60	64k ^{*2}	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP
G41dPI10.1 ^{*1/4}	計装用圧空	60	64k ^{*2}	-	-	-	S	15	40	SUS304L SUSF304L SUS304LTP

*1:安全上重要な施設を示す。 *2:外圧を示す。 *3:洗浄用を示す。 *4:接続計装計器番号を示す。

(3) 保守

本申請に係る溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、その健全性を維持するため、適切な試験、検査、保守、修理ができるようにするとともに、遠隔交換可能な構造とする。

また、これらは、固化セル（R001）内に設置するため、両腕型マニプレータ等の遠隔操作機器により、取付け・取外しができるようにする。

5. 工事の方法

本申請に係る溶融炉（G21ME10）は、再処理施設の事業指定を受けたものである。本申請における工事については、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

溶融炉の更新に係る工事フローを別図－10 から別図－13 に示す。

本申請により製作する溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、工事フローに従い、工場、現地にて試験・検査を実施する。

溶融炉（G21ME10）の交換作業は、遠隔操作により溶融炉（G21ME10）に付帯する結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の取外し後、クレーンにより既設溶融炉を取り外す。また、除染セル（R101）を介して新規溶融炉を固化セル（R001）へ搬入し、クレーンにより新規溶融炉を取り付ける。その後、遠隔操作により、本申請により製作した結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類を取り付ける。

取り外した既設の溶融炉、結合装置、廃気冷却管、原料供給ノズル及び配管類は、放射性廃棄物として保管廃棄する。

本工事において実施する試験・検査項目（調達管理等の検証のために行う検査を含む）、検査対象、検査方法及び判定基準を以下に示す。

1) 溶融炉（G21ME10）

① 材料確認検査

対象：溶融炉（G21ME10）の主要部材

方法：主要部材の材料（材質・化学成分・機械的性質）について、材料証明書等により確認する。溶融ガラスに接する耐火物、炉内気相部に接する耐火物については、荷重軟化点を確認する。

判定：主要部材が、表－1 に示す材料であること。溶融ガラスに接する耐火物、炉内気相部に接する耐火物については、それぞれ、表－1 に示す荷重軟化点を満足すること。

② 外観検査(1)

対象：溶融炉（G21ME10）のインナーケーシング

方法：インナーケーシングの形状を目視により確認する。

判定：インナーケーシングの形状が、溶融炉据付位置における東西方向及び南北方向において、対称であること。

③ 作動試験(1)

対象：溶融炉（G21ME10）の間接加熱装置

方法：間接加熱装置の電源遮断機構の動作を確認する。

判定：間接加熱装置の電源が遮断されること。

④ 外観検査(2)

対象：溶融炉（G21ME10）の流下ノズル、耐火レンガ（接液部、側壁部）

方法：流下ノズル及び耐火レンガ（接液部、側壁部）の位置を目視により確認する。炉底部の形状が円錐であることを目視により確認する。

判定：流下ノズル及び耐火レンガ（接液部、側壁部）が別図－2に示す位置に設置されていること。炉底部の形状が円錐であること。

⑤ 外観検査(3)

対象：溶融炉（G21ME10）の耐火レンガ（天井部）

方法：耐火レンガ（天井部）の位置を目視により確認する。

判定：耐火レンガ（天井部）が別図－2に示す位置に設置されていること。

⑥ 寸法検査

対象：溶融炉（G21ME10）の主要な寸法

方法：主要な寸法について、適切な測定機器（ノギス、金属製直尺、鋼製巻尺等）等により確認する。

判定：主要な寸法が、表－1に示す寸法であること。

⑦ 外観検査(4)

対象：溶融炉（G21ME10）の外観

方法：溶融炉（G21ME10）の外観を目視により確認する。

判定：溶融炉（G21ME10）の外観が別図－1及び別図－2のとおりであること。

⑧ 据付検査

対象：溶融炉（G21ME10）の据付ボルト

方法：据付ボルトの外径及び本数を確認する。

判定：別図－1に示す外径及び本数であること。

⑨ 作動試験(2)

対象：溶融炉（G21ME10）のガラス溶融及び流下操作

方法：溶融炉（G21ME10）をTVFへ搬入する前に、模擬ガラスを用いて、ガラスが溶融できること、ガラスの流下及び流下停止ができることを確認する。

判定：ガラスが溶融できること、ガラスの流下及び流下停止ができること。

⑩ 外観検査(5)

対象：溶融炉（G21ME10）の設置位置

方法：溶融炉（G21ME10）の設置位置をITVカメラにより確認する。

判定：溶融炉（G21ME10）が別図－3に示す位置に設置されていること。

2) 結合装置（G21M11）

① 材料確認検査

対象：結合装置（G21M11）の主要部材

方法：結合装置（G21M11）の主要部材の材料(材質・化学成分・機械的性質)について、材料証明書等により確認する。

判定：主要部材が、表－2に示す材料であること。

② 寸法検査

対象：結合装置（G21M11）の主要な寸法

方法：結合装置（G21M11）の主要な寸法について、適切な測定機器（ノギス、金属

製直尺、鋼製巻尺等)等により確認する。

判定：主要な寸法が、別図－４に示す寸法であること。

③ 外観検査(1)

対象：結合装置 (G21M11) の外観

方法：結合装置 (G21M11) の外観を目視により確認する。

判定：結合装置 (G21M11) の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

④ 外観検査(2)

対象：結合装置 (G21M11) の設置位置、流下ノズルと加熱コイルの位置関係

方法：結合装置 (G21M11) の設置位置を ITV カメラにより確認する。流下ノズルと加熱コイルの位置関係を ITV カメラにより確認する。溶融炉 (G21ME10) の流下ノズルと結合装置 (G21M11) の加熱コイルの位置関係を ITV カメラにより撮影し、撮影した画像から求まる加熱コイルの内径、流下ノズルと加熱コイルの距離及び結合装置 (G21M11) 製作時の加熱コイル内径の実測寸法等を用いて、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確認する。

判定：結合装置 (G21M11) が溶融炉下部に設置されていること。流下ノズルと加熱コイルが接触しておらず、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスが、溶融炉 (G21ME10) の作動試験(2)後の流下ノズルの実測位置に基づき設定するクリアランス以上確保されていること。

⑤ 作動試験

対象：台車と結合装置のインターロック機能

方法：A 台車 (G51M118A) が流下位置で、結合装置 (G21M11) が非結合状態において、流下ノズルの加熱が行えないことを確認する。A 台車 (G51M118A) が非流下位置で、結合装置 (G21M11) が B 台車 (G51M118B) 上の結合装置スペーサと結合状態において、流下ノズルの加熱が行えないことを確認する。

判定：工程制御装置 (DC) の温度計 (G21TIRA+10.12) が温度上昇を示さず、流下ノズルが加熱されないこと。

3) 廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091)

① 材料確認検査

対象：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の主要部材

方法：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の主要部材の材料
(材質・化学成分・機械的性質)について、材料証明書等により確認する。

判定：主要部材が、表－2 に示す材料であること。

② 耐圧漏えい試験

対象：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の耐圧性能

方法：最高使用圧力の 1.5 倍以上の水圧又は気圧をかけ、30 分以上保持した後、
気圧による場合は検査箇所を発泡剤を塗布する。目視により著しい変形及び
漏れがないことを確認する。

判定：試験圧力に耐え、漏えいがないこと。

③ 外観検査(1)

対象：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の外観

方法：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の外観を目視によ
り確認する。

判定：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の外観に使用上有
害な傷、変形がないこと。

④ 外観検査(2)

対象：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の設置位置

方法：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の設置位置を ITV
カメラにより確認する。

判定：廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) が別図－8 に示す
位置に設置されていること。

⑤ 溶接検査

対象：再処理第 2 種機器の溶接部

方法：再処理施設の技術基準に関する規則第 17 条第 1 項第 3 号及び第 2 項の規定

における要求事項を満足していることを非破壊試験等により確認する。

判定：再処理施設の技術基準に関する規則第 17 条第 1 項第 3 号及び第 2 項の規定
における要求事項を満足していること。

4) 配管類

① 材料確認検査

対象：配管類の主要部材

方法：配管類の主要部材の材料(材質・化学成分・機械的性質)について、材料証明書等により確認する。

判定：主要部材が、表－3 及び表－4 に示す材料であること。

② 耐圧漏えい試験

対象：配管類の耐圧性能

方法：最高使用圧力の 1.5 倍以上の水圧又は 1.25 倍以上の気圧をかけ、30 分以上保持した後、気圧による場合は検査箇所に発泡剤を塗布する。目視により著しい変形及び漏れがないことを確認する。ただし、外圧を受ける管については、最高使用圧力の 1.5 倍以上の水圧又は気圧で試験する。

判定：試験圧力に耐え、漏えいがないこと。

③ 浸透探傷試験

対象：配管類において、「② 耐圧漏えい試験」を行うことが著しく困難な場所の溶接部

方法：浸透探傷試験を行い、欠陥による赤色指示模様がないことを確認する。

判定：欠陥による赤色指示模様がないこと。

④ 据付検査

対象：各配管類の長さ

方法：各配管類の長さを適切な測定機器（ノギス、金属製直尺、鋼製巻尺等）等により確認する。

判定：各配管類の長さが添付書類 1 の別添 2 の図 4-9 から図 4-45 に示す寸法であること。

⑤ 外観検査(1)

対象：配管類の外観

方法：配管類の外観を目視により確認する。

判定：配管類の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

⑥ 作動試験

対象：圧空作動弁

方法：圧空作動弁が作動空気により開閉することを確認する。

判定：圧空作動弁が開閉すること。

⑦ 外観検査(2)

対象：配管類の接続位置

方法：配管類の接続位置について、目視により、また、固化セル（R001）内においては ITV カメラにより確認する。

判定：配管類が別図－7 から別図－9 に示す位置に接続されていること。

⑧ 溶接検査

対象：再処理第 2 種管の溶接部

方法：再処理施設の技術基準に関する規則第 17 条第 1 項第 3 号及び第 2 項の規定における要求事項を満足していることを非破壊試験等により確認する。

判定：再処理施設の技術基準に関する規則第 17 条第 1 項第 3 号及び第 2 項の規定における要求事項を満足していること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 溶融炉の更新は、TVF におけるガラス固化処理運転の停止期間中に実施する。なお、溶融炉の更新前に、TVF の工程に残留している高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場へ返送する。
- ③ 溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズ

ル（G01X1091）及び配管類の除染セル（R101）への搬入は、作業員が除染セルに入域し、作業を行うことから、作業手順、装備、汚染管理、連絡体制等について十分に検討した特殊放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。また、系統及び設備の経年変化により、作業場所が高線量となっていることを考慮し、作業場所の線量評価を実施するとともに、必要に応じ、除染、遮蔽の設置等を行い作業者の被ばくの低減を図る。

- ④ 本工事に係る遠隔保守及び重量物の運搬については、固化セル（R001）内のクレーン（G51M100, M101）、両腕型マニプレータ（G51M120）、除染セル内のクレーン（G51M155）、パワーマニプレータ（G51M160）、台車（G51M115）等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑤ 熔融炉の更新作業に伴うジャンパ管等の取外し前に、圧空系統のセル外第 1 弁、冷却水系統の入口側弁及び出口側弁を閉止するとともに、「操作禁止」の表示を行う。
- ⑥ 本工事の開始前と終了後において、熔融炉（G21ME10）の炉内圧力、温度指示値等が正常に復帰していること及び周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表－5に示す。

表－5 溶融炉の更新に係る工事工程表

	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
溶融炉 (G21ME10)、結合装置 (G21M11)、廃気冷却管 (G41X1091)、原料供給ノズル (G01X1091) 及び配管類の製作		▬		
既設の溶融炉、結合装置、廃気冷却管、原料供給ノズル及び配管類の取外し*			□	
新規の溶融炉、結合装置、廃気冷却管、原料供給ノズル及び配管類の取付け*			▬	

※既設溶融炉の運転状況を踏まえて計画を策定する。

具体的には、設計寿命（ガラス固化体 500 本製造）を目安とし、接液部耐火レンガ及び主電極の腐食状況から、既設の溶融炉等の取外し及び新規の溶融炉等の取付けの判断を行う。また、耐火レンガ、電極、流下ノズル等、遠隔操作により交換できない部位において、想定外の不具合が生じた場合、溶融炉の更新を行う。

ユニット番号一覧 (2/2)

ユニット名		ユニット番号
試薬供給系		G01
ハンドリング系		G51
分析系		G03
除染系		G05
建家及びセル換気系	建家換気系及びセル換気系 (固化セル換気系を除く)	G07
	固化セル換気系	G43
ユーティリティ系	蒸気設備	G82
	冷却水設備	G83
	冷水設備	G84
	純水設備	G85
	圧縮空気設備	G86
	給排水衛生設備	G94
消火設備系		G95

機器識別記号一覧

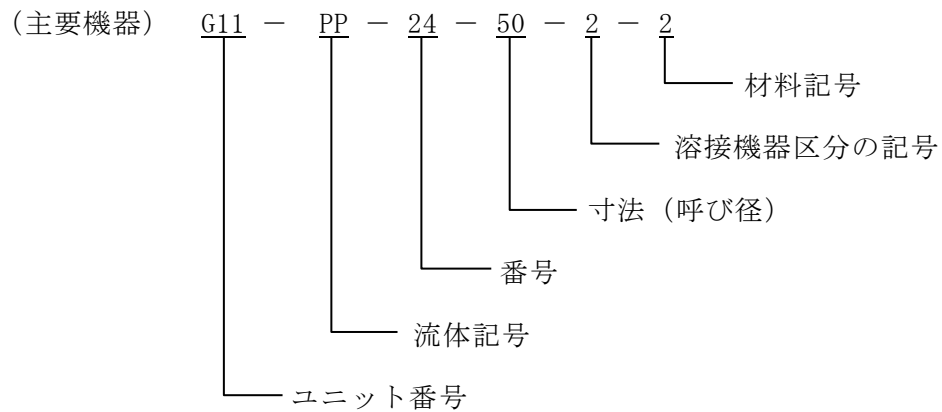
機器識別記号	機器	機器識別記号	機器
A	エアリフト	ME	溶融炉
C	逆止弁、安全弁、 スチームトラップ、 フリーズバルブ、 減圧弁	P	ポンプ
D	脱湿器、気液分離器 デミスタ	Q	クイックコネクタ (遠隔継手を含む)
E	蒸発缶、濃縮器	R K	ラック
F	フィルタ、 ろ過器(ストレーナな ど)	L S I S C S	しゃへい体(鉛) しゃへい体(鉄) しゃへい体(コンクリート)
H	熱交換器、冷凍機、 冷却塔、加熱器、 インセルクーラ	T	塔類
J	スチームジェット、 エアジェット	U	ライニング ドリフトレイ
K	圧縮機、排風機、 送風機	V	槽類 (サンプリングポット含)
L	床ドレンファンネル など	W	バルブ
M	機械類*	X	オリフィス 気送管(送受信器) サイトグラス エキスパンションベ ロー サーモウエルポット

* 機械類に含まれるもの

クレーン、台車、マニプレータ、攪はん機、グローブボックス、
ヒュームフード、ITV、しゃへい扉、しゃへい窓、ホイストなど

配管記号の説明

配管記号は次のように構成する。



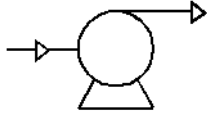
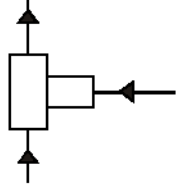
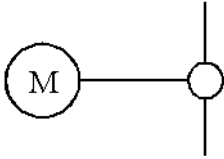
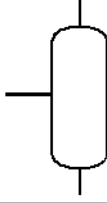
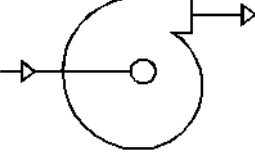

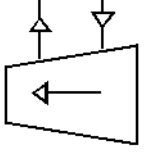

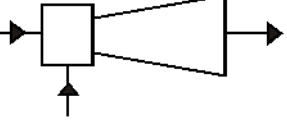
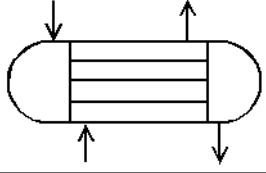
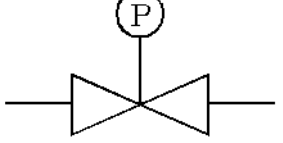
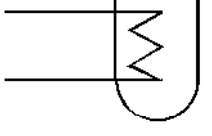
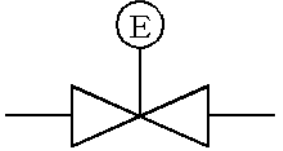
機器区分の記号の説明

記号	機器区分
1	再処理第1種管
2	再処理第2種管
3	再処理第3種管
4	再処理第4種管
5	再処理第5種管
X	溶接機器区分に 該当しないもの
Y	
Z	

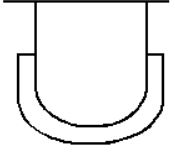
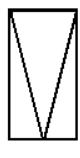

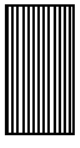
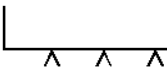
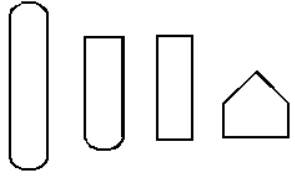
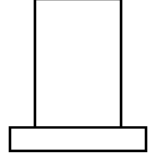
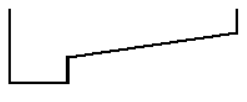
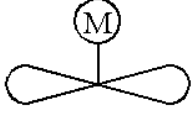
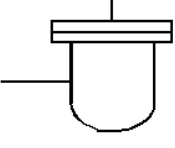
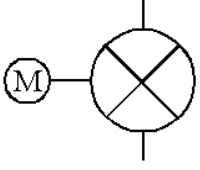
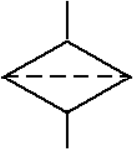
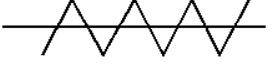
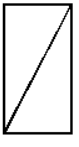
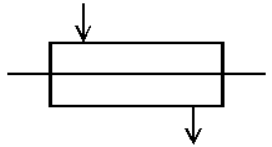
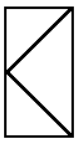
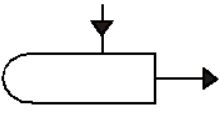
材料記号の説明

材料	記号	
SUS304	1	
SUS304L	2	
SUS316	3	
SUS316L	4	
STPG38	5	
SGP	6	
チタン	TTP28	71
	TTP35	72
	TTP49	73
アルミニウム合金	A	
SGP-ZN	G	
R-SUS304ULC	2U	


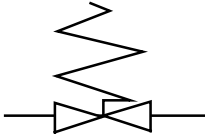

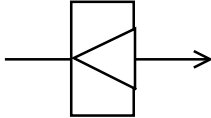
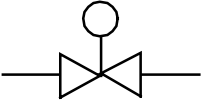
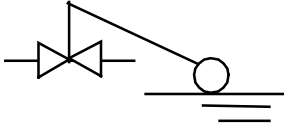
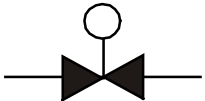
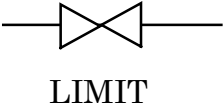
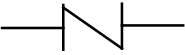
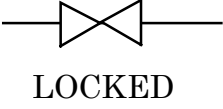
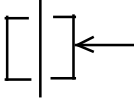
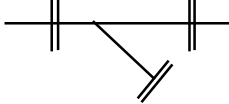
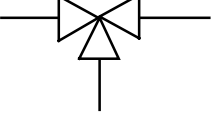
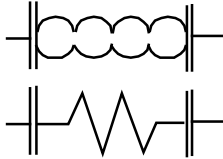

エンジニアリングフローダイアグラムの記号の説明 (1/5)

記 号	名 称	記 号	名 称
	ポ ン プ		エアーリフト
	定量ポンプ (単 連)		分 離 器
	送排風機		ミストセパレータ
	空気圧縮機		デミスタ
	スチームジェット エアージェット		熱交換器
	圧空作動弁		加熱 (又は冷却) コイル入りタンク
	電 磁 弁		

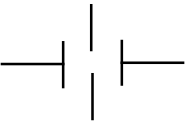
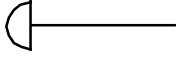
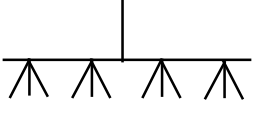
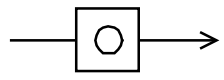


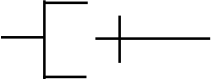
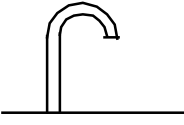
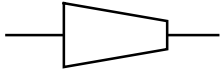
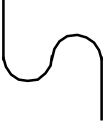
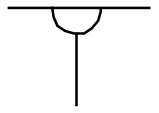
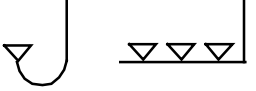
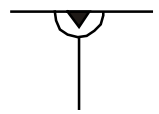
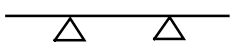
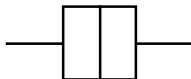

エンジニアリングフローダイアグラムの記号の説明 (2/5)

記号	名称	記号	名称
	ジャケット付 タンク		HEPAフィルタ
	パルセータ		ヨウ素フィルタ
	エアスパージャ		
	密閉円筒状タンク		冷凍機
	ドリップトレイ		攪はん機
	カートリッジ フィルタ		ロータリー フィーダ
	フィルタ (小物フィルタ)		ラインヒータ
	プレフィルタ		ジャケット パイプ
	高性能フィルタ		スチームトラップ エアートラップ ドレントラップ

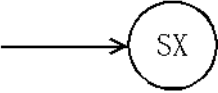
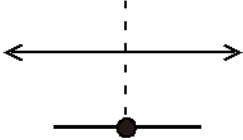
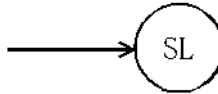

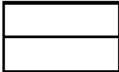
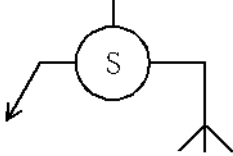

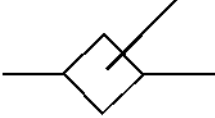
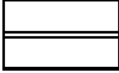
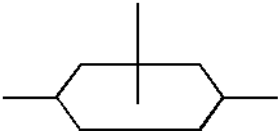


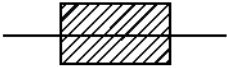

エンジニアリングフローダイヤグラムの記号の説明 (3/5)

記号	名称	記号	名称
	手動弁		バネ安全弁
	手動調節弁		減圧弁 (自力式)
	自動ON-OFF弁		フロート弁
	自動調節弁		リミットスイッチ 付バルブ (手動弁にのみ表示)
	逆止弁		施錠バルブ
	フリーズバルブ		ストレーナ (Y型) (フランジ接続)
	三方弁		伸縮継手 (フランジ接続)
	流量計		

エンジニアリングフローダイアグラムの記号の説明 (4/5)

記号	名称	記号	名称
	オリフィス		キャップ
	スイープエア		サイトグラス
	フレキシブル ホース		解放抜き
	クイック コネクション		ベント
	レジューサ		水封 (Uシール)
	床ドレン		スプレー (槽内除染用)
	床ドレン (バルブ付)		ロードセル
	遠隔継手		眼鏡フランジ

エンジニアリングフローダイヤグラムの記号の説明 (5/5)

記号	名称	記号	名称
	サンプリング 非定常		機器区分, 材料 変更点
	サンプリング 定常		現場計器
			工程制御装置
	サイフォン		工程制御装置及び 工程監視盤
	サーモウェル ポット (EFDにのみ記載)		工程監視盤
	ガンマポット		信号ライン
	主要ライン		鉛しゃへい配管
	一般ライン		

流体の種類と記号の説明 (1/3)

流体の種類	記号	備考
プロセス流体	P P (Process Piping)	放射性物質を含む流体で定常的に蒸発、濃縮、固化などの処理が行われる流体
高放射性廃液	H A W (High Active Waste)	放射性物質を含む流体のうちプロセス流体以外の流体
中放射性廃液	M A W (Medium Active Waste)	同上
低放射性廃液	L A W (Low Active Waste)	同上
極低放射性廃液	V L A W (Very Low Active Waste)	同上
非放射性廃液	I W (Inactive Waste)	ユーティリティー系排水
廃気	V e (Ventilation)	放射性物質を含む気体
ガラスカートリッジ	G C (Glass Cartridge)	ガラス原料
試薬	R e (Reagent)	アルカリ溶液、水酸化ナトリウム、硝酸、硝酸ナトリウムなど
廃液など	S a (Sampling)	分析試料
除染剤	D e (Decontamination)	硝酸、水酸化ナトリウム、過マンガン酸カリウム、EDTA溶液など

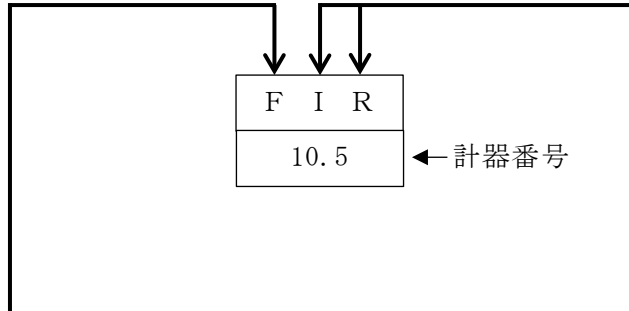
流体の種類と記号の説明 (2/3)

流 体 の 種 類	記 号	備 考
給 排 気	O A (Outside Air) E A (Exhaust Air)	給 気 排 気
浄 水	T W a (Treated Water)	
飲 料 水	P W a (Pasteurized Water)	
純 水	D W a (Demineralized Water)	
冷 水	C h W a (Chilled Water)	
冷 却 水	C W a (Cooling Water)	
冷 媒	C R (Cooling Refrigerant)	フロンガス
蒸 気	S (Steam)	
凝 縮 液	C (Condensated Steam)	
計 装 用 圧 空	I A (Instrument Air)	
圧 空	A (Compressed Air)	

流体の種類と記号の説明 (3/3)

流体の種類	記号	備考
呼吸用空気	BA (Breathing Air)	
一酸化窒素	NO (Nitrogen Oxide)	
液体窒素	LN ₂ (Liquid Nitrogen)	
ヘリウムガス	He (Helium Gas)	
アルゴンガス	Ar (Argon Gas)	
真空	V (Vacuum)	エアージェットサクシ ョン配管
廃液など	VU (Various Use)	二重管外管 気送管
圧空など	RP (Reserved Pipe)	将来用配管

計装系統図記号表の説明



第 1 文 字		第 2 文 字	
記 号	名 称	記 号	名 称
C	電 導 度	A	警 報
E*	電 気	C	調 節
D	密 度	I	指 示
d P	差 圧	O	操 作
F	流 量	P	緊 急 操 作
L	液 面	R	記 録
M	湿 度	S	積 算
P	圧 力	W	注 意 灯
T	温 度	H	手 動 操 作
W	重 量	+	上 限
Z	特 殊	-	下 限
β, γ	放 射 線		

※

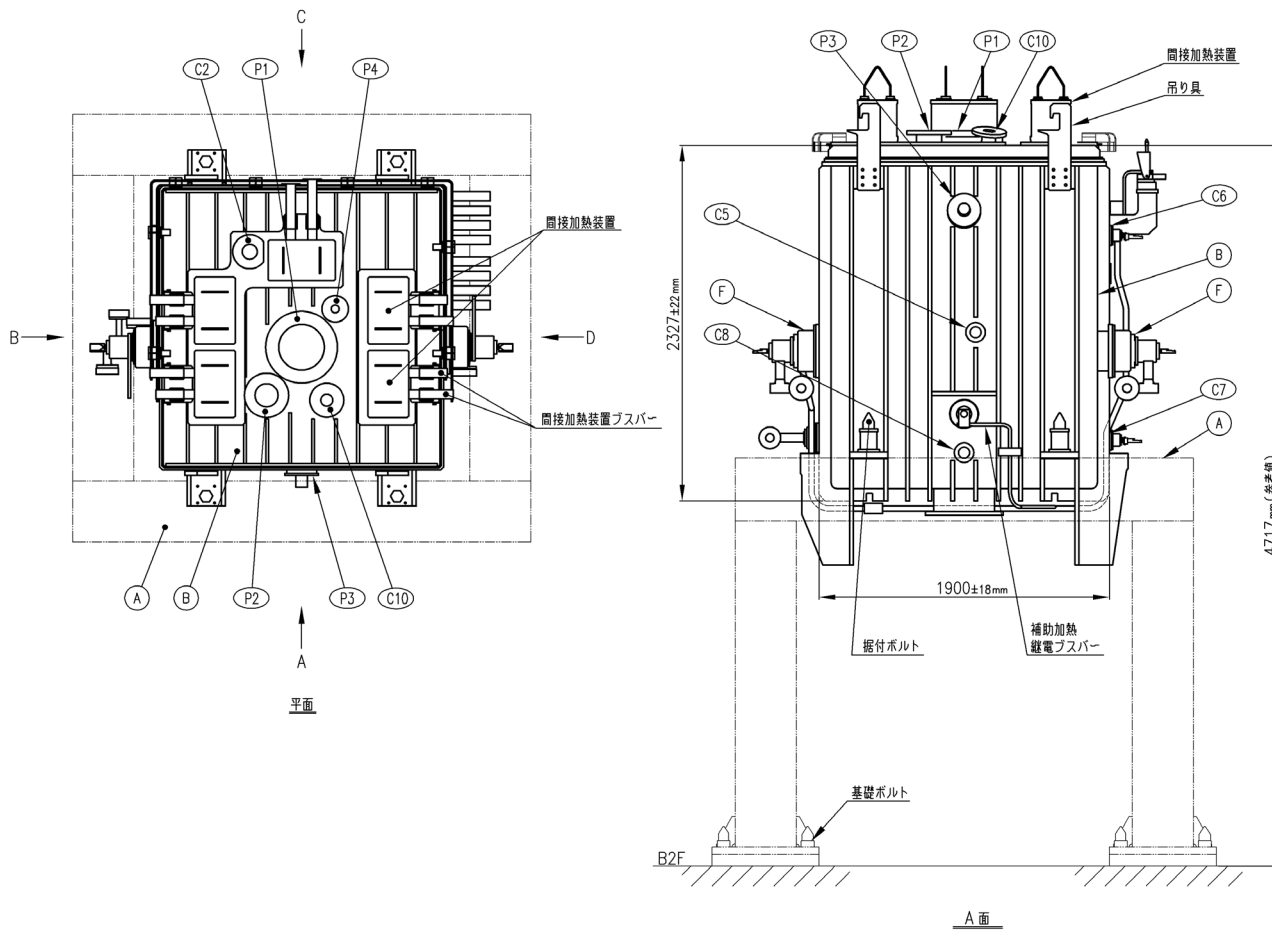
Ei:電流

Ev:電圧

Er:抵抗

Ew:電力

別 図

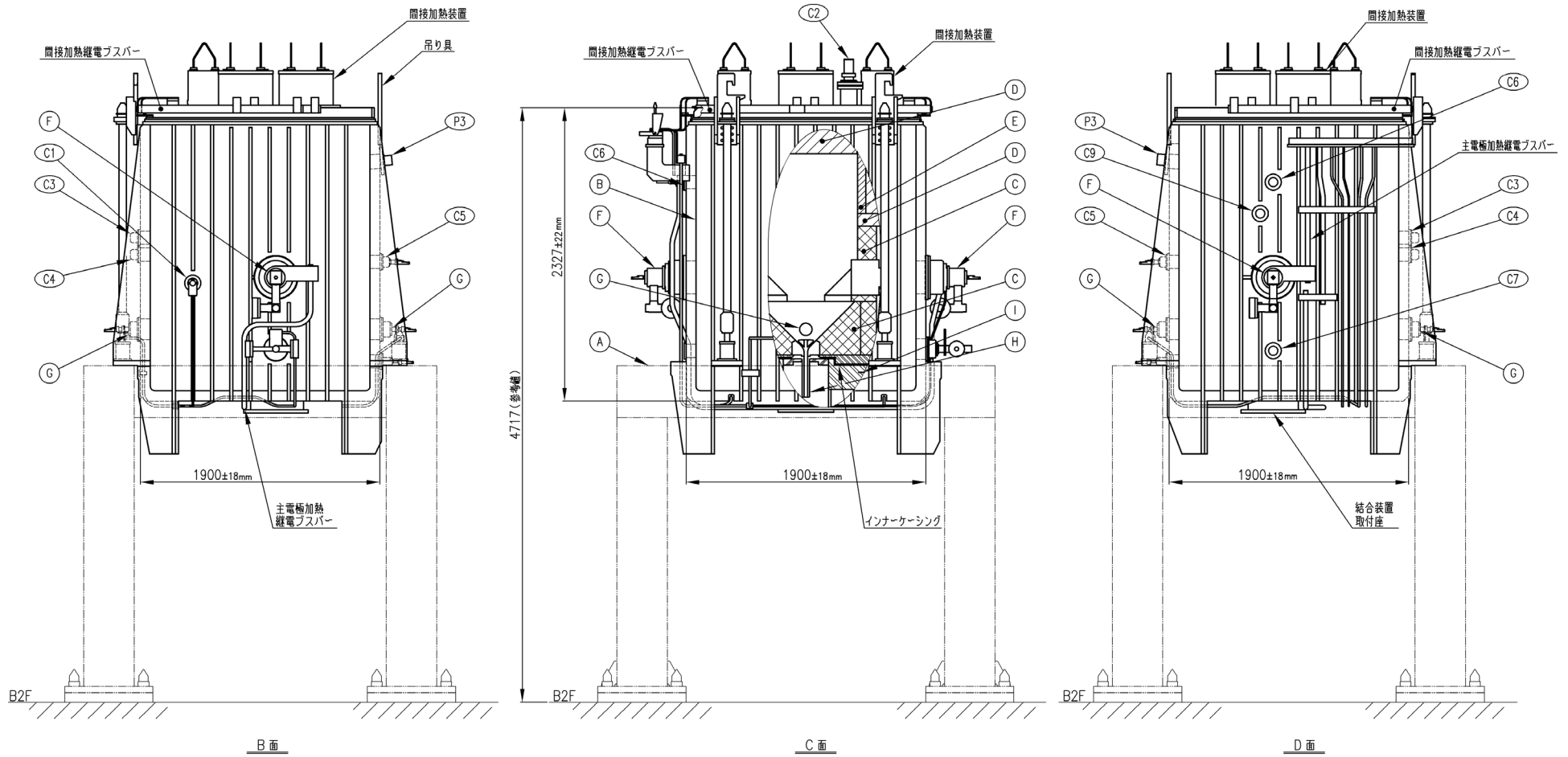


基数	1基			
容量(リットル)	全容量	850		
	使用時容量	364		
設置場所	R001			
設計条件				
流体名	熔融ガラス			
密度 (kg/m ³)	2900			
最高使用温度 (C°)	熔融ガラス 1250			
放射性物質核種	濃度	FP		
		≧3.7×10 ⁷ Bq/cm ³		
国内法規	-			
基礎ボルト(架台とセル床)	M42×16本			
据付ボルト(溶融炉と架台)	M42×4本			
主要材料	下記のとおり			
No.	名称	主要材料	数	備考
(A)	溶融炉架台	SUS304	1	
(B)	溶融炉ケーシング	SUS304 SUSF304	1	自然放冷型
(C)	耐食性耐火レンガ(接冷却部)	クロミア・アルミナ質電誘レンガ	1SET	
(D)	耐火断熱レンガ(気相部)	アルミナジルコン質焼成レンガ	1SET	
(E)	発熱体遮蔽レンガ	窒化珪素結合炭化珪素耐火物	1SET	
(F)	主電極	NCF690	2	
(G)	補助電極	NCF690	2	
(H)	流下ノズル(インナーケーシング含む)	NCF690	1	
(I)	ガラス漏洩検知板	NCF690	1SET	

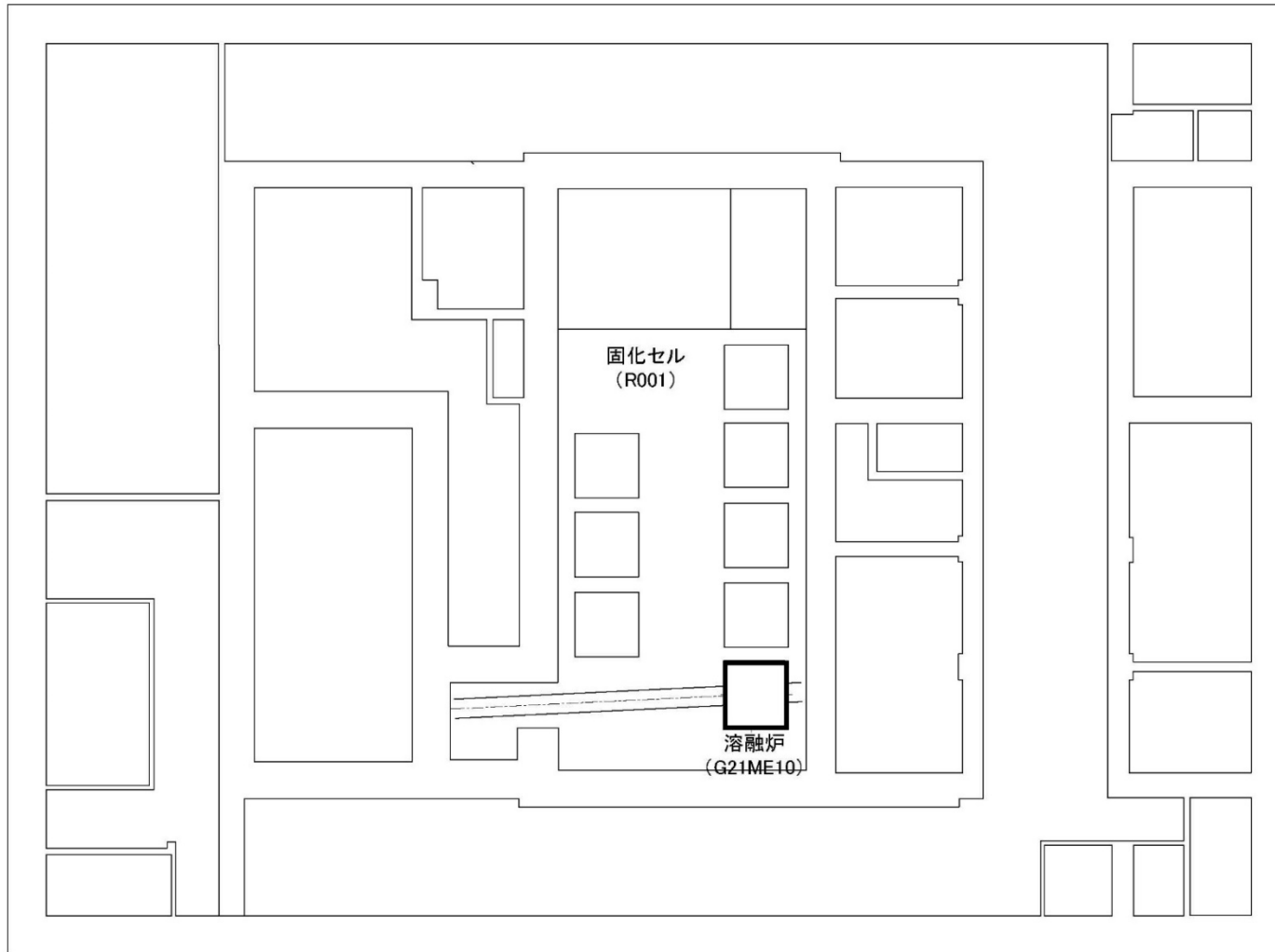
管台一覧表					
符号	名称	寸法	主要材料	接続	備考
(P1)	原料入口	I.D.300	SUSF304		原料供給ノズル
(P2)	廃気出口	65A*	SUSF304	G41-Ve-1-65-2-2U	廃気冷却管
(P3)	予備廃気出口	65A*	SUSF304	G41-Ve-3-65-2-2U	
(P4)	純水入口	15A*	SUS304 SUSF304	G21-DWa-1-15-X-2	
(C1)	TIRA ⁺ , TIR	I.D.75	SUS304		液面計Common温度
(C2)	LO ⁺ , LA ⁺	I.D.100	SUS304		接触針式液面計
(C3)	LO ⁺	I.D.75	SUS304		液面計High
(C4)	LW ⁻	I.D.75	SUS304		液面計Low
(C5)	TI, TIW ⁺	I.D.75	SUS304		側壁耐火物温度
(C6)	TIR	I.D.75	SUS304		炉内雰囲気温度
(C7)	TI	I.D.75	SUS304		底部電極温度
(C8)	TIRA ⁺	I.D.75	SUS304		流下ノズル温度
(C9)	ErIA ⁻	I.D.75	SUS304		ガラス漏洩検知配線
(C10)	TI	80A	SUS304 SUSF304		熔融ガラス温度

* 接続配管との取合寸法を示すものである。

別図-1 溶融炉 (G21ME10) 外形図 (その1)



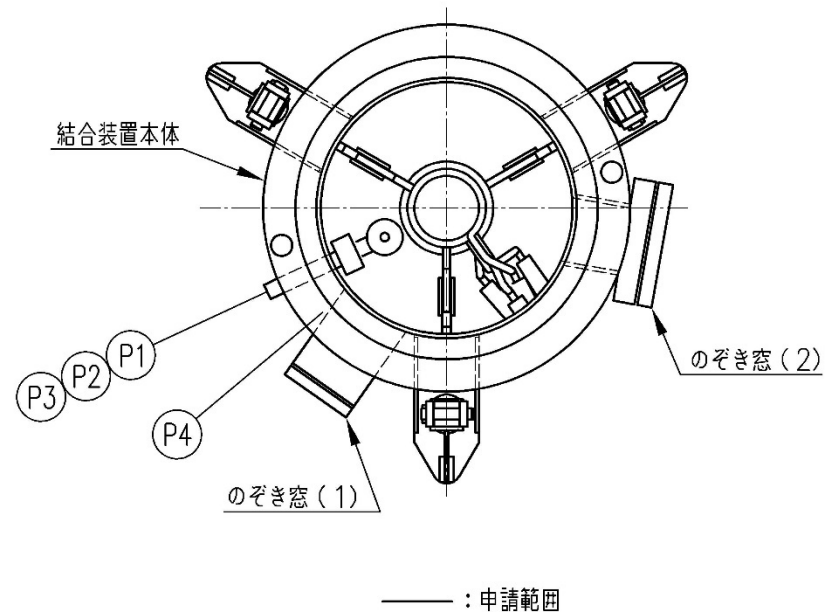
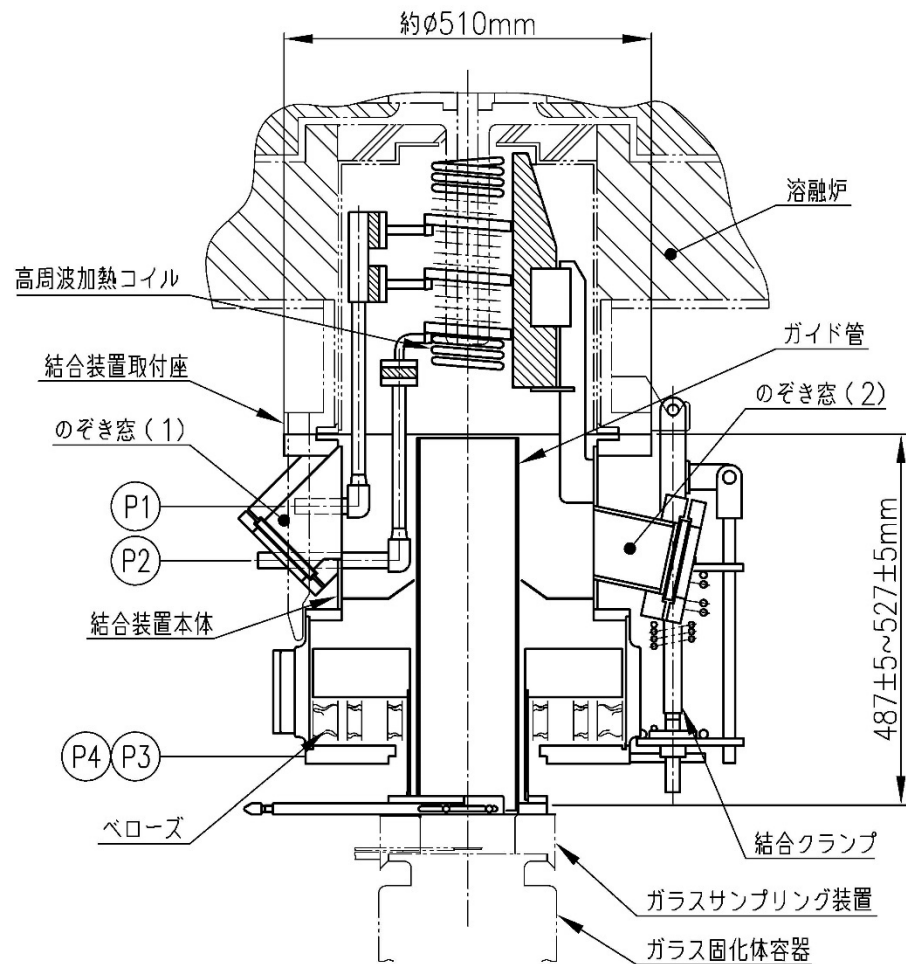
別図－2 溶融炉 (G21ME10) 外形図 (その2)



ガラス固化技術開発棟 地下2階

— : 申請範囲

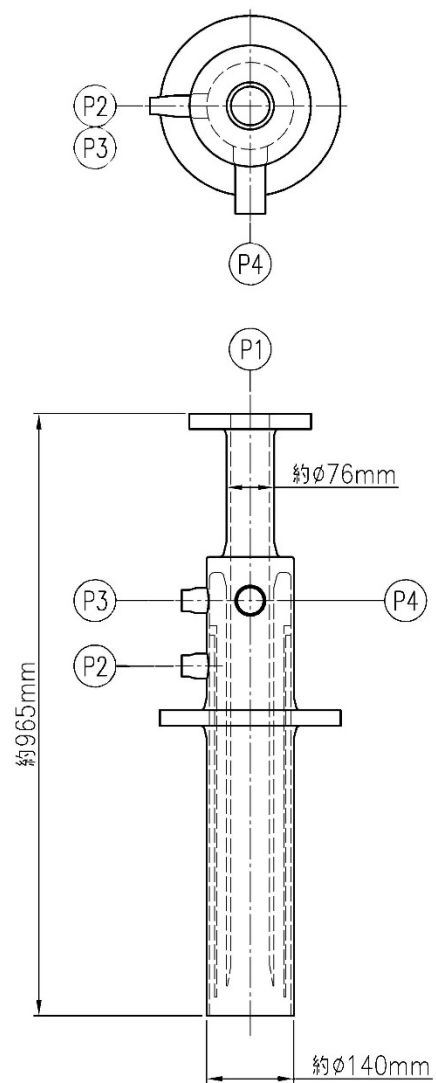
別図－3 熔融炉 (G21ME10) 配置図



管台一覧表				
符号	名称	寸法*	主要材料	接続
P1	冷却空気供給口	15AxSch40	SUS304LTP	G21-A-12-15-X-2
P2	冷却空気供給口	15AxSch40	SUS304LTP	G21-A-15-15-X-2
P3	常用空気供給口	8AxSch40	SUSF304	G21-A-5-8-X-2
P4	予備空気供給口	8AxSch40	SUSF304	G21-A-7-8-X-2

* 接続配管との取合寸法を示すものである。

別図-4 結合装置 (G21M11) 外形図

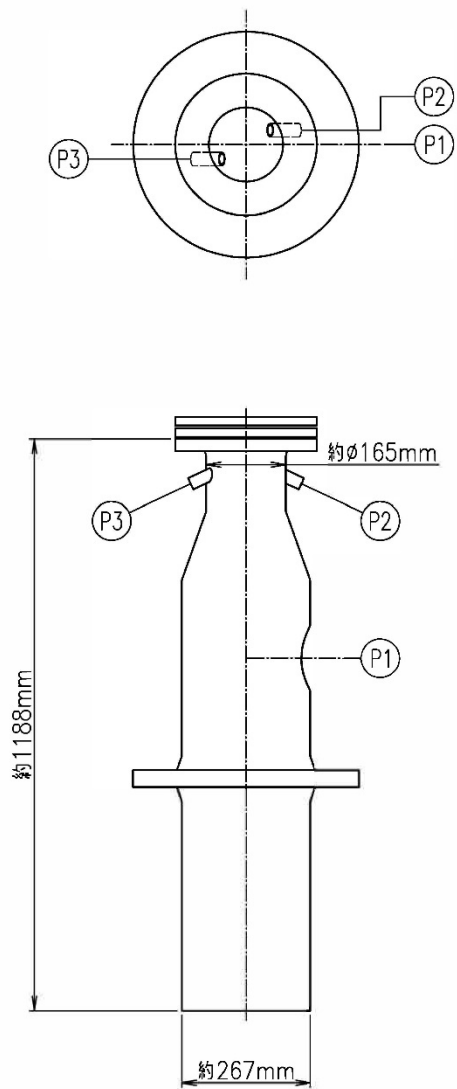


基 数	1	
設 置 場 所	R001	
設 計 条 件		
流 体 名	廃気	
最高使用圧力 (kPa)	64 外圧	
最高使用温度 (°C)	400	
隔 食 し ろ (mm)	3 (廃気接触部のみ)	
放 射 性 物 質	種 類	FP
	濃 度	$\geq 37\text{Bq/cm}^3$
国 内 法 規	溶接機器区分：再処理第2種機器 (一部)	
主 要 材 料	R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP、 NCF690	

管台一覧表				
符号	名 称	寸 法	主要材料	接 続
P1	廃気出口	65AxSch80	R-SUSF304ULC	G41-Ve-1-65-2-2U
P2	圧空入口	25AxSch20S	R-SUSF304ULC	G41-A-1-20-X-2
P3	圧空入口	25AxSch20S	R-SUSF304ULC	G41-A-4-20-X-2
P4	廃気入口	40AxSch20S	R-SUSF304ULC	G41-Ve-4-40-X-2

*接続配管との取合寸法を示すものである。

別図－5 廃気冷却管 (G41X1091) 外形図

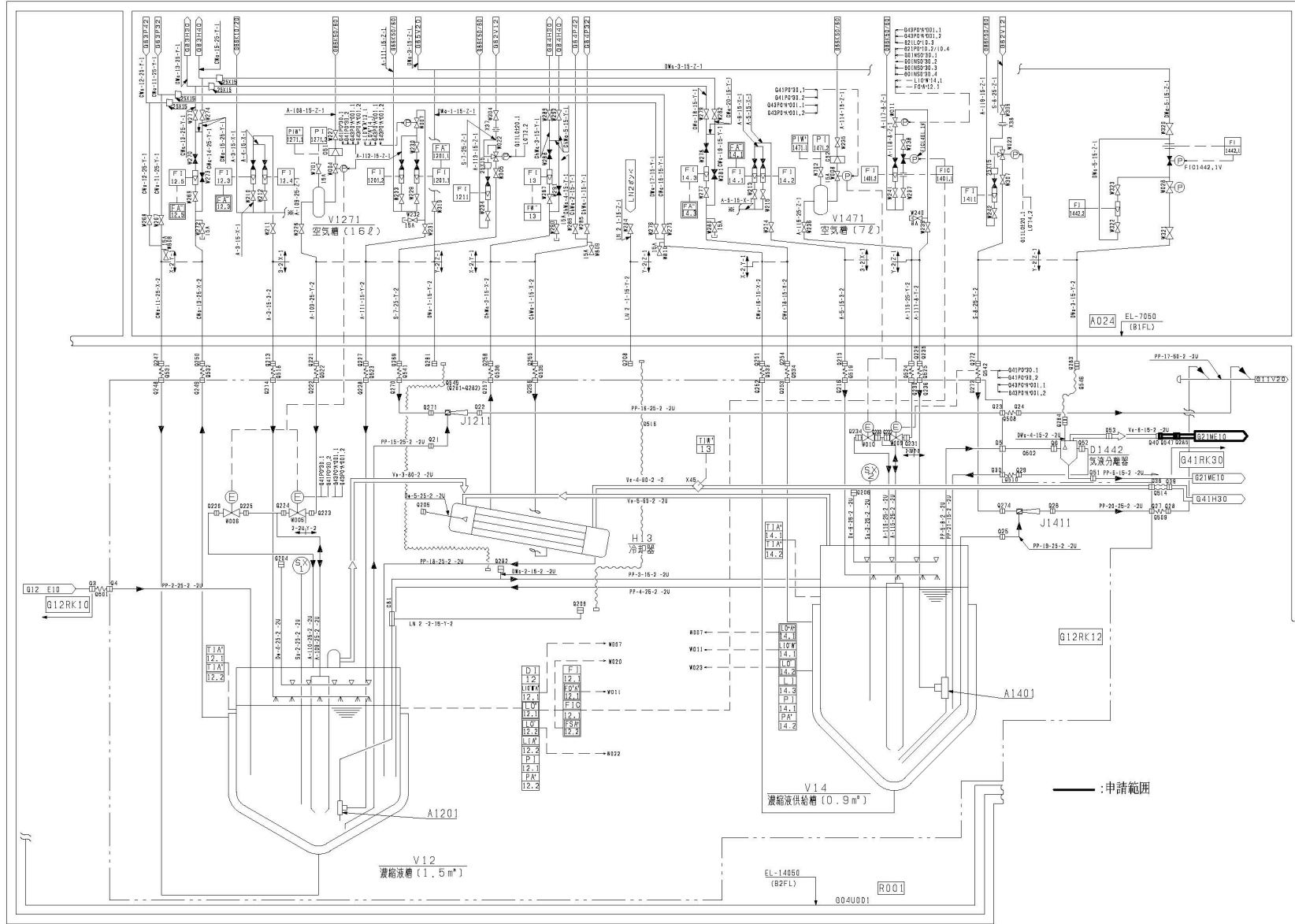


基 数	1	
設 置 場 所	R001	
設 計 条 件		
流 体 名	ガラスカートリッジ、高放射性廃液	
最高使用圧力 (kPa)	64 外圧	
最高使用温度 (℃)	400	
腐食しろ (mm)	2	
放射 物 質	種 類	FP
	濃 度	$\geq 3.7 \times 10^7 \text{ Bq/cm}^3$
国 内 法 規	溶接機器区分：再処理第2種機器	
主 要 材 料	R-SUS304ULC、 R-SUSF304ULC R-SUS304ULCTP、 NCF690	

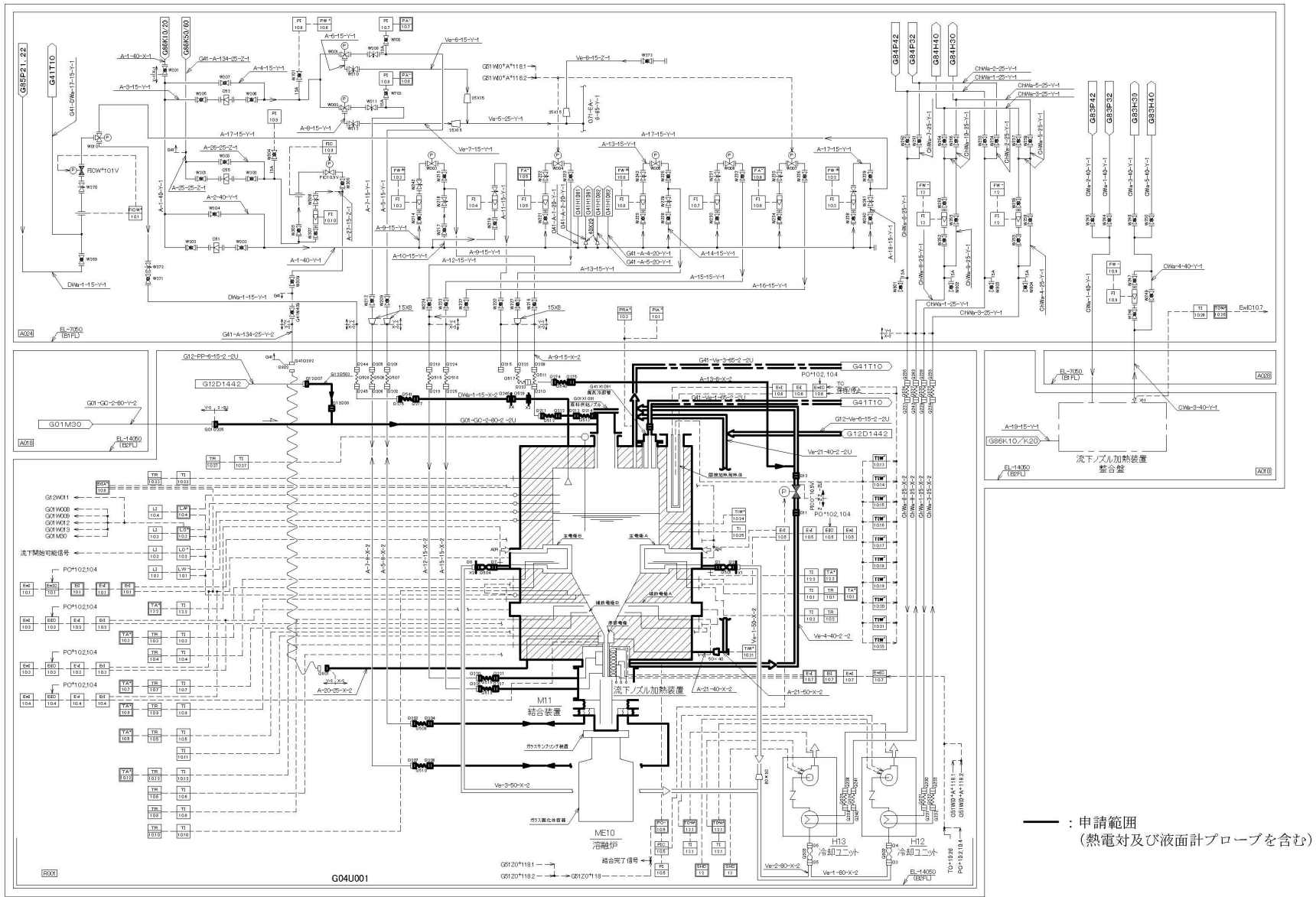
管台一覧表				
符号	名 称	寸 法 *	主要材料	接 続
P1	原料入口	φ89.1x4.0	R-SUS304ULCTP	G01-GC-2-80-2-2U
P2	圧空入口	15AxSch40	R-SUSF304ULC	G21-A-9-15-X-2
P3	圧空入口	15AxSch40	R-SUSF304ULC	G21-A-9-15-X-2

* 接続配管との取合寸法を示すものである。

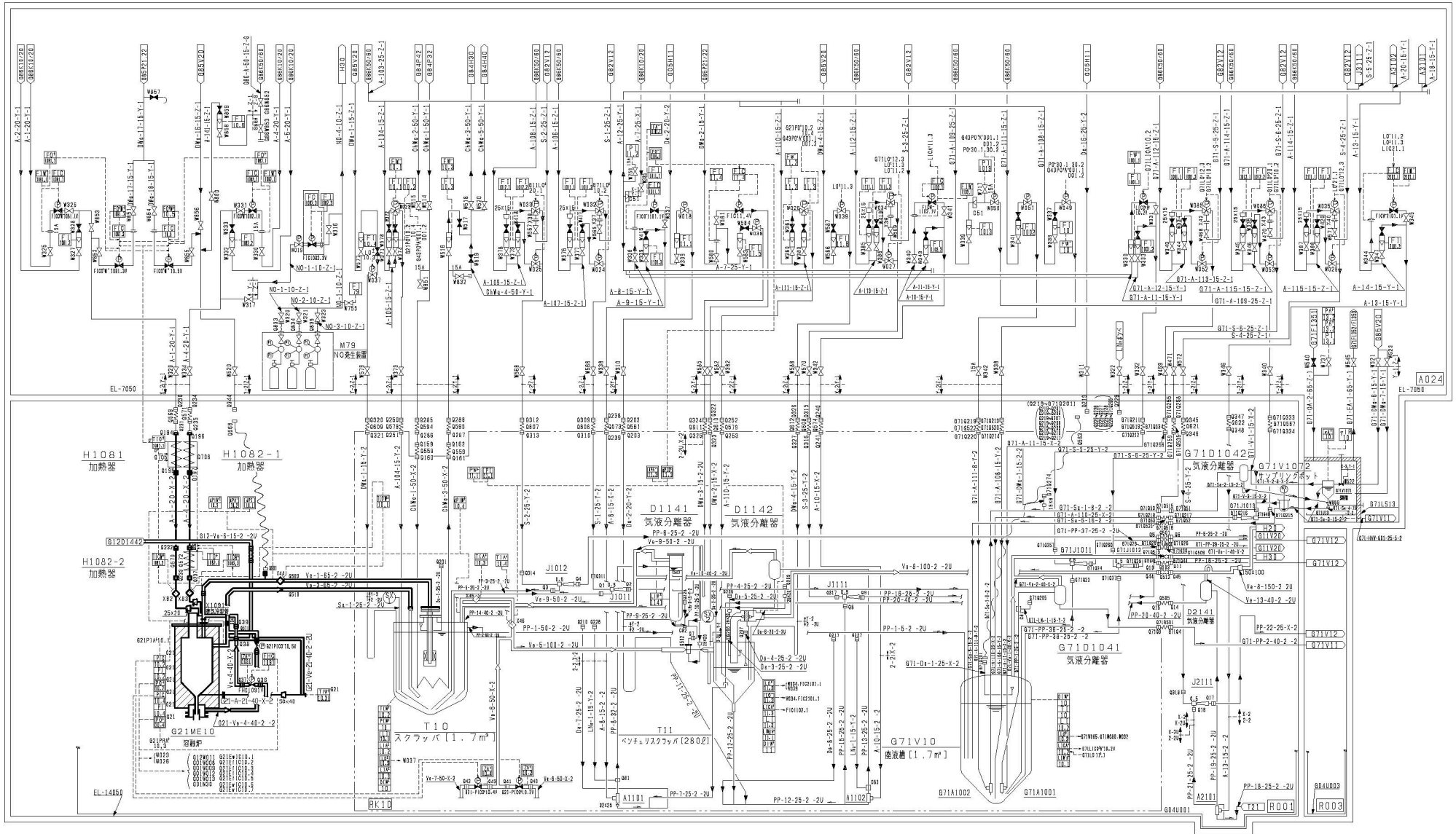
別図－6 原料供給ノズル (G01X1091) 外形図



別図-7 ユニットG12 エンジニアリングフローダイアグラム (前処理系)

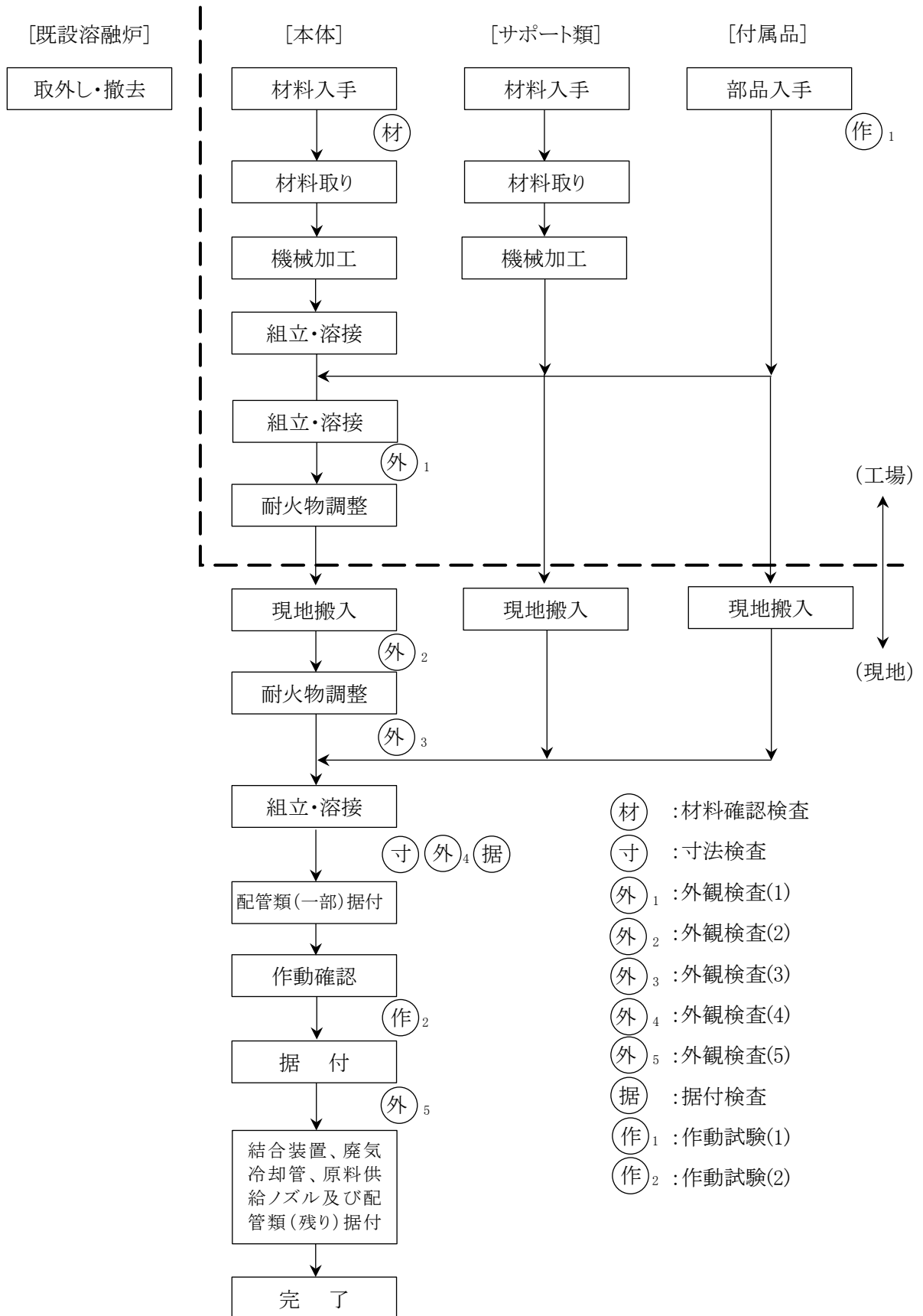


別図-8 ユニット G21 エンジニアリングフローダイアグラム (ガラス溶融系)

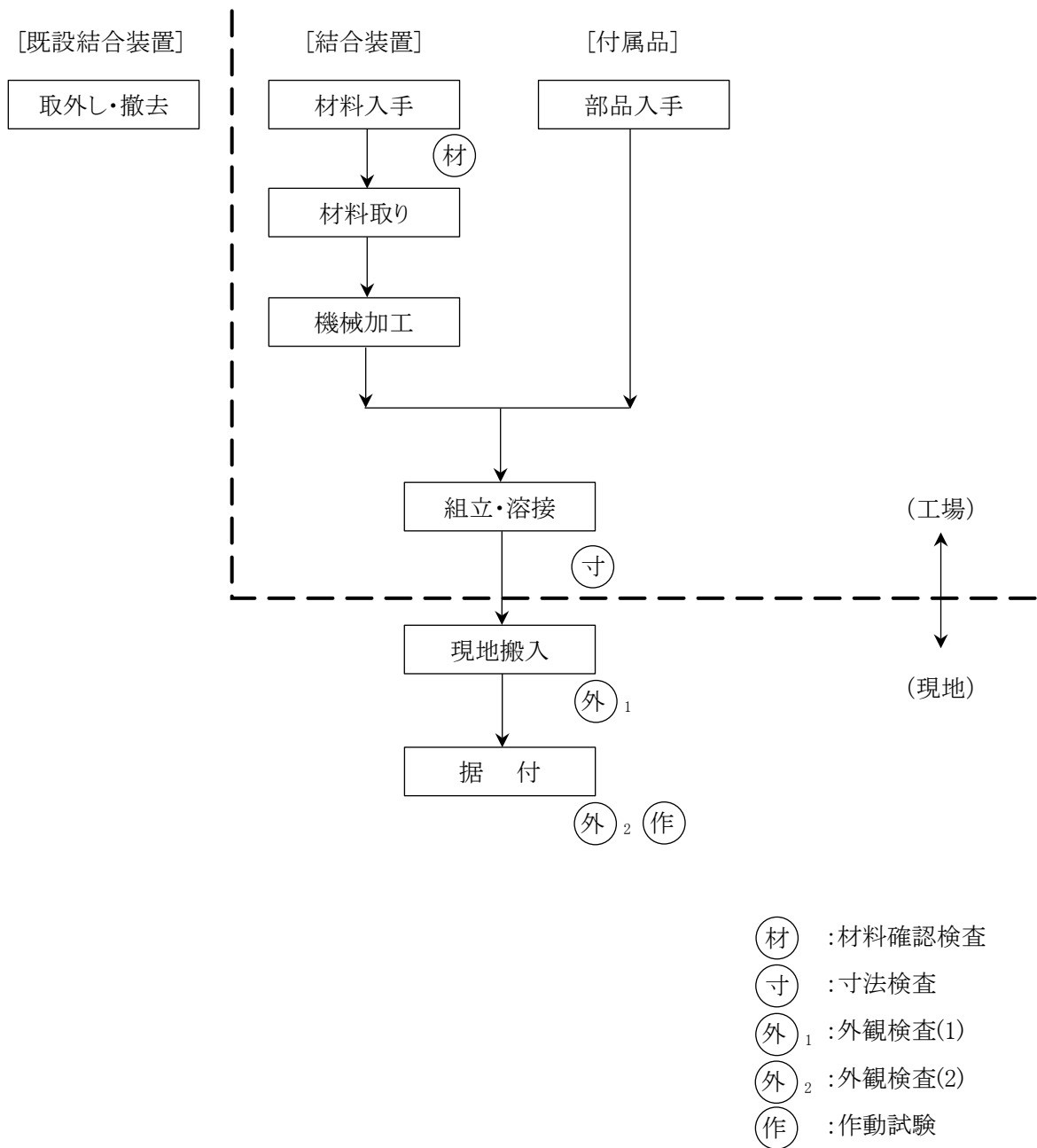


— : 申請範囲 (熱電対を含む)

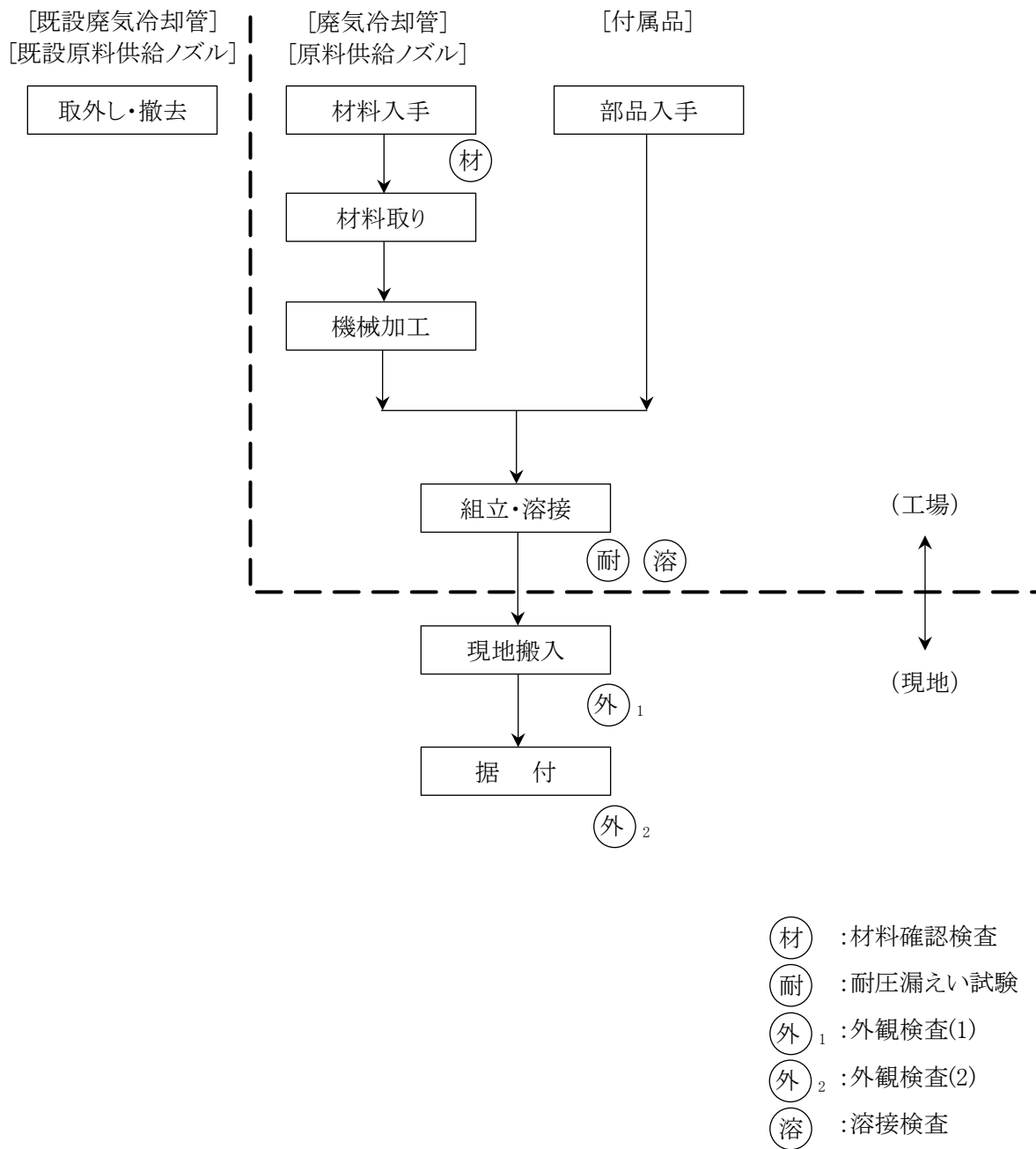
別図-9 ユニットG41 エンジニアリングフローダイアグラム (槽類換気系)



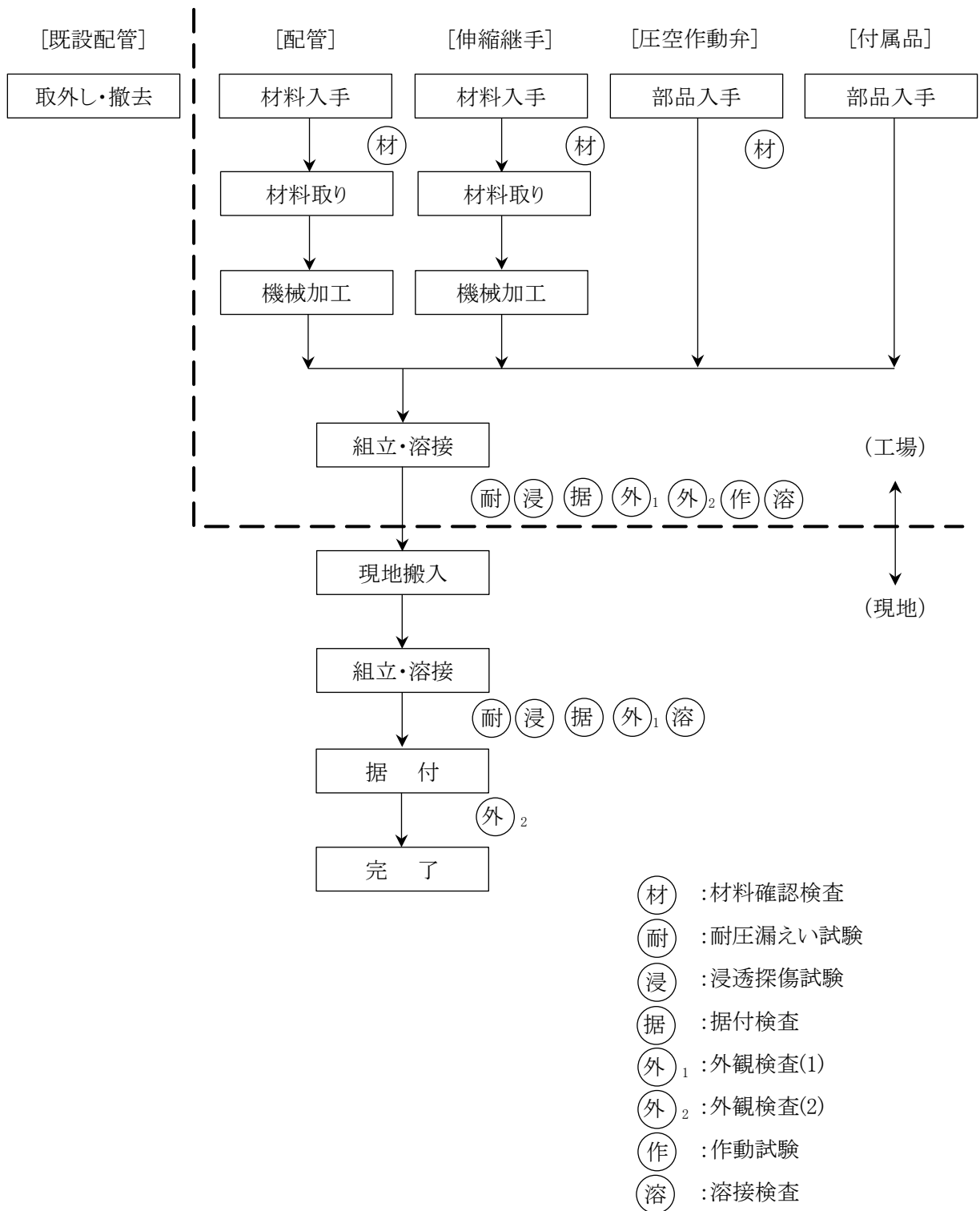
別図-10 溶融炉の更新に係る工事フロー (溶融炉 (G21ME10))



別図-11 溶融炉の更新に係る工事フロー（結合装置（G21M11））



別図-12 溶融炉の更新に係る工事フロー
(廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091))



別図-13 溶融炉の更新に係る工事フロー（配管類）

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の
規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定若しくは同
法第 44 条の 4 第 1 項の許可を受けたところ又は同条
第 2 項の規定により届け出たところによるものであ
ることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	—	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	有	—	別紙－１に示すとおり
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第２項	別紙－２に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	有	第３項	別紙－３に示すとおり
第十二条	再処理施設内における溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第２、３項	別紙－４に示すとおり
第十七条	材料及び構造	有	第１、２項	別紙－５に示すとおり
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	無	—	—
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	—	—	—

第三条（廃止措置中の再処理施設の維持）

法第五十条の五第二項の認可を受けた場合には、当該認可に係る廃止措置計画（同条第三項において準用する法第十二条の六第三項又は第五項の規定による変更の認可又は届出があったときは、その変更後のもの。以下この条において同じ。）で定める性能維持施設（再処理規則第十九条の四の二第十号の性能維持施設をいう。）については、次章及び第三章の規定にかかわらず、当該認可に係る廃止措置計画に定めるところにより、当該施設を維持しなければならない。

新規熔融炉については、廃止措置中において熔融炉（G21ME10）の安全機能及び運転機能を維持し、固化処理運転を着実に進める。

安全機能を維持するため、既設熔融炉と同様に断熱性の高い耐火レンガ等による温度勾配により、熔融ガラスを閉じ込める構造とし、熔融ガラスと接する部位には耐食性の高い材料を使用する。

また、運転機能を維持するため、以下の設計とする。

- ・既設熔融炉と同様に、接液部耐火レンガ及び主電極には設計寿命 500 本のガラス固化体を製造するために必要な腐食代を設ける。
- ・既設熔融炉と同様に、炉底低温運転*により、炉底部への白金族元素への沈降及び堆積を抑制するとともに、炉底部に残留した白金族元素を多く含むガラスを定期的に除去しながら、運転を継続する。

* 補助電極間電流値の調整により、炉底部の温度を上部のガラス温度よりも低い温度に維持する運転

- ・炉底形状については、既設の四角錐形状から白金族元素の拔出性の向上が見込める円錐形状に変更する。
- ・既設熔融炉の事象反映として、流下停止事象の発生防止対策として、流下ノズルの傾きを抑制するため、流下ノズルを取り付けているインナーケーシングの構造を非対称構造から対称構造に変更する。
- ・また、間接加熱装置発熱体の熱電対の断線事象に対し、熱電対が断線しても、間接加熱装置の運転が継続できるよう、遠隔操作により間接加熱装置のユニットごとに電源を遮断できる構造とする。

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

- 2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

- 2 溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐震重要度分類はSクラスとし、溶融炉（G21ME10）は、廃止措置計画用設計地震動による発生応力に加え、溶融炉（G21ME10）の運転に伴う耐火レンガの熱膨張による発生応力等を考慮しても、構造上の許容限界を超えない設計とする。

溶融炉（G21ME10）及び配管類の耐震性についての計算書を別添－ 1 及び別添－ 2 に示す。計算の結果、廃止措置計画用設計地震動に対して安全性が損なわれるおそれがないことを確認したことから、溶融炉（G21ME10）及び配管類の耐震性について問題はない。

溶融炉（G21ME10）の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成する溶融炉（G21ME10）について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

溶融炉（G21ME10）の構造強度の評価は、有限要素法（FEM）解析により行い、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa

3. 評価部位

溶融炉（G21ME10）の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなるケーシング、架台、据付ボルト及び基礎ボルトとする。溶融炉（G21ME10）の概要図を図 3-1 に示す。

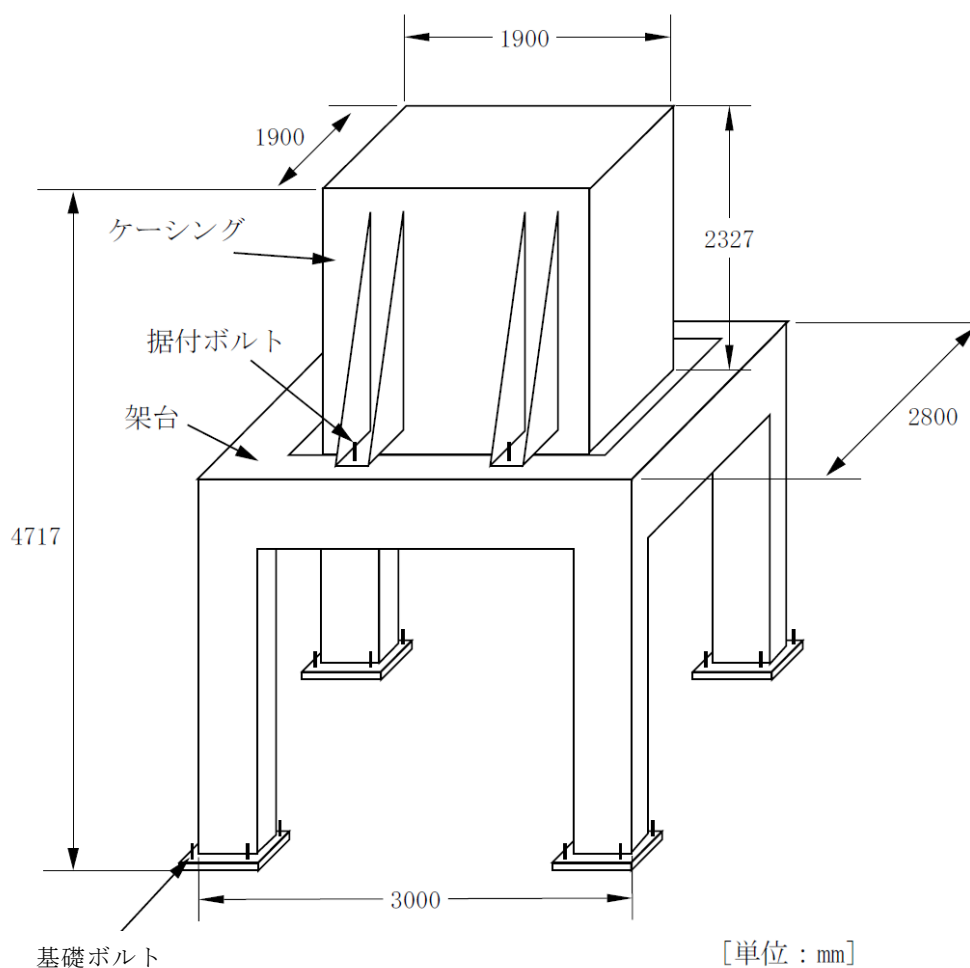


図 3-1 溶融炉 (G21ME10) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、レンガの熱膨張及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、自重について

は設計重量に裕度を考慮して設定し、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
ケーシング	一次応力	$1.5 \times (F/1.5)$
ケーシング	一次+二次応力	$3 \times (F/1.5)$
架台	一次応力	$1.5 \times (F/1.5)$
ケーシング 据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
ケーシング 据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$
架台 基礎ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
架台 基礎ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
熔融炉 (G21ME10)	1.0	1.0

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル (Ss-D、Ss-1、Ss-2 の 3 波包絡。周期軸方向に±10% 拡幅したもの。) を作成し、これを評価に用いた。

熔融炉 (G21ME10) の解析用の床応答スペクトルは、機器据付階 (地下 2 階) のものを用いた。使用した解析用の床応答スペクトルを表 4-3、図 4-1 及び図 4-2 に示す。

表 4-3 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備	水平方向	鉛直方向
溶融炉 (G21ME10)	解析用の床応答スペクトル (地下 2 階, 減衰定数 1.0%)	解析用の床応答スペクトル (地下 2 階, 減衰定数 1.0%)

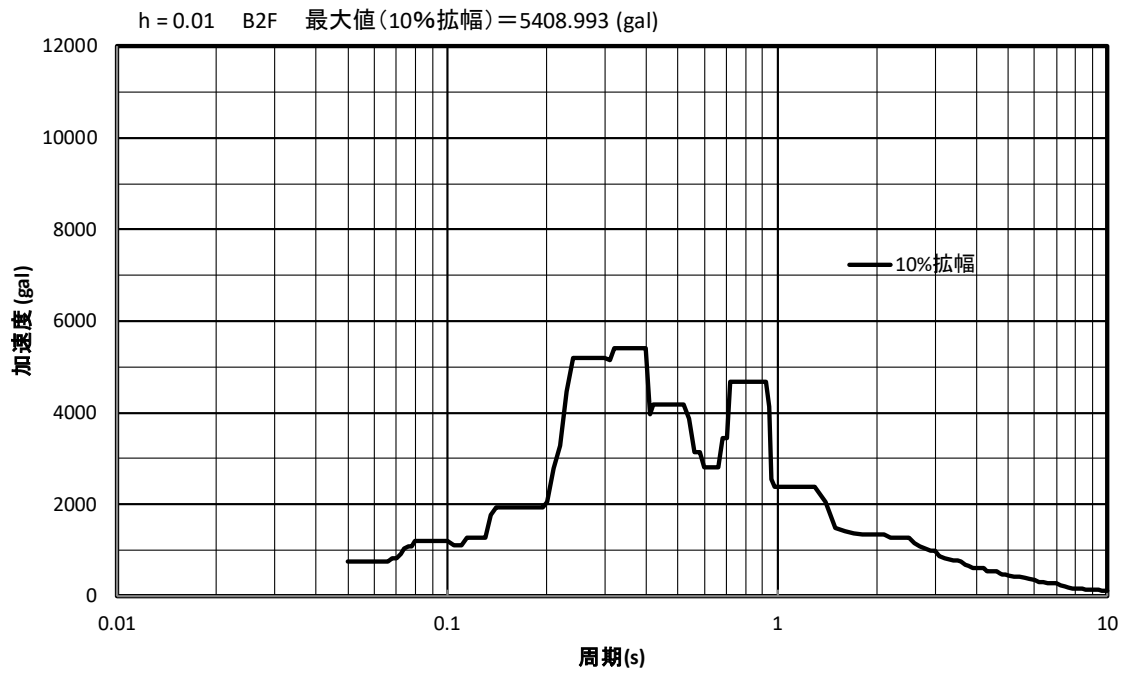


図 4-1 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

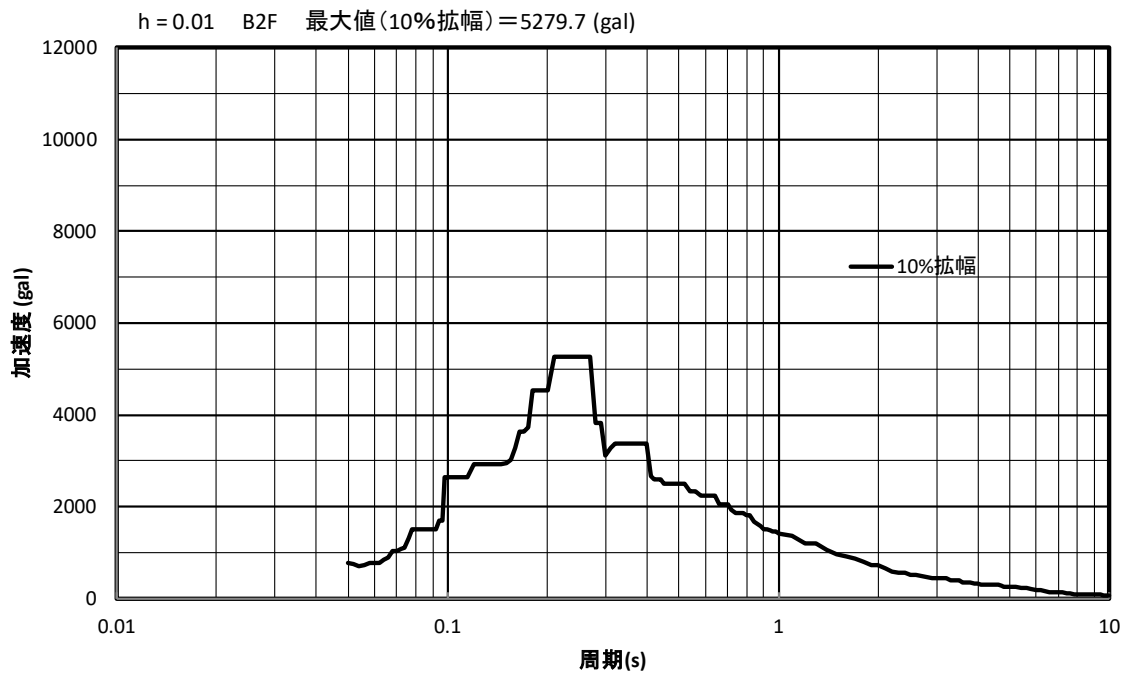


図 4-2 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

4.5 計算方法

熔融炉(G21ME10)の発生応力の計算方法はFEM解析(スペクトルモーダル法)を用いた。解析コードはMSC.Nastran^{※1}を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 MSC Software Corporation, “MSC.Nastran Version 2019 Feature Pack 1” .

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

熔融炉(G21ME10)の解析モデルを図4-3に示す。FEM解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

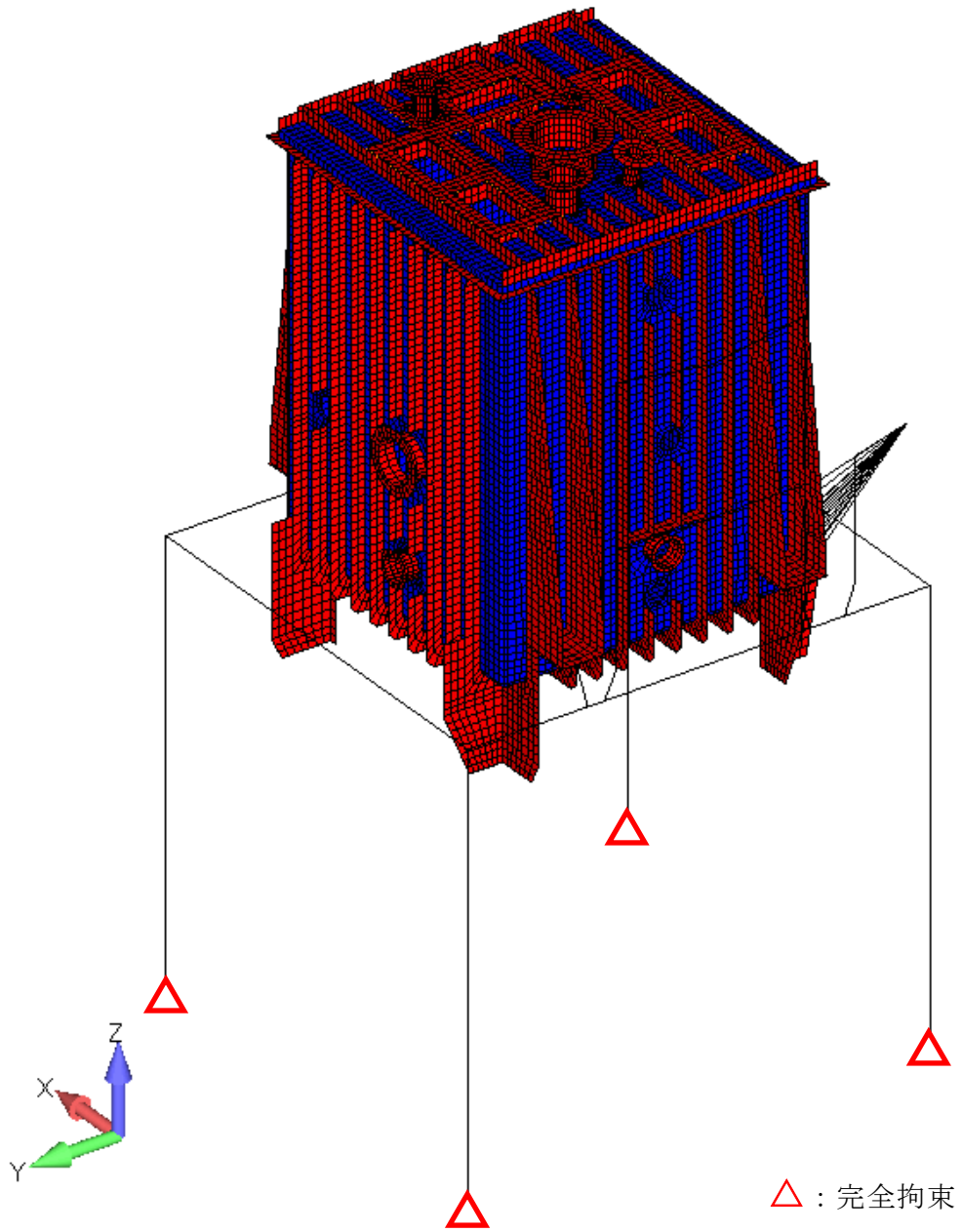


図 4-3 溶融炉 (G21ME10) の解析モデル

4.6.2 諸元

熔融炉 (G21ME10) の主要寸法・仕様を表 4-4 に示す。総重量には、ケーシング、耐火レンガ、電極、結合装置 (G21M11) 及び熔融ガラスを含む。

表 4-4 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
熔融炉 (G21ME10)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3 支持構造物*1
	全長	4717 (mm)
	ケーシング厚さ	12 (mm)
	ケーシング材質	SUS304
	ケーシング設計温度	200 (°C)
	据付ボルト呼び径	M42
	据付ボルト有効断面積*2	1120 (mm ²)
	据付ボルト材質	SUS630
	据付ボルト本数	4 (本)
	架台厚さ	16 (mm)
	架台材質	SUS304
	架台設計温度	45 (°C)
	基礎ボルト呼び径	M42
	基礎ボルト材質	SUS304
	基礎ボルト本数	16 (本)
	総質量 (設計質量)	約 23 (ton)

*1 ケーシング及び架台を対象とする。

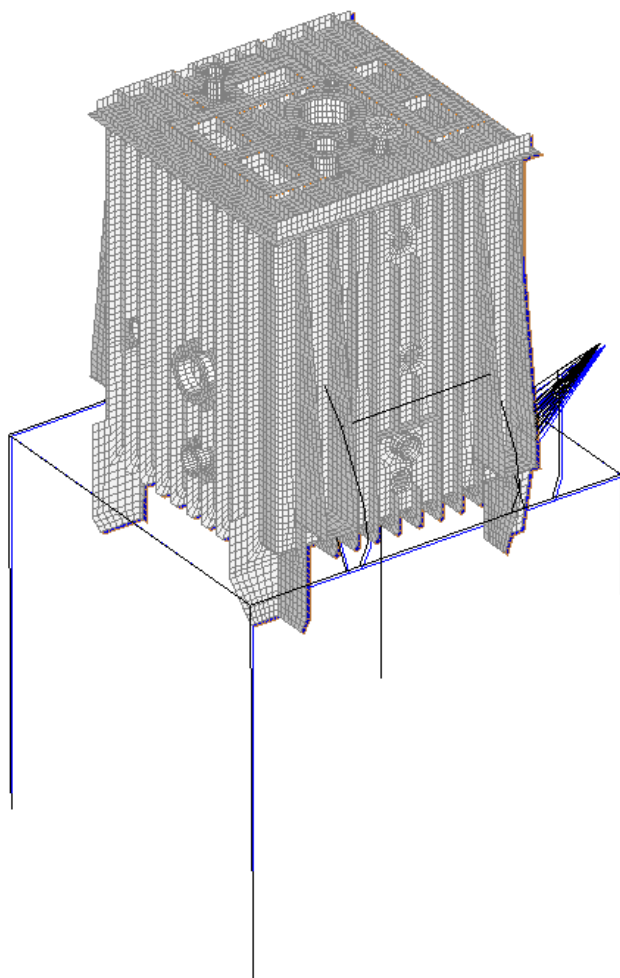
*2 JIS B 1082 に基づく。

4.7 固有周期

熔融炉 (G21ME10) の固有周期及び固有モードを図 4-4 に示す。

1次モード図

固有周期：0.121（秒）



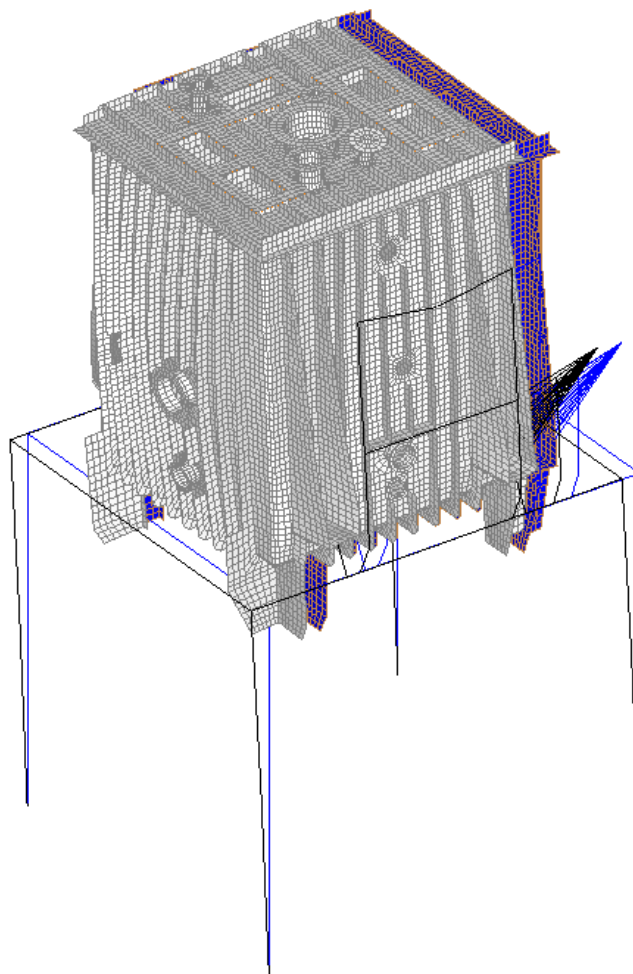
アウトプットセット: Mode 1 8.257069 Hz
変形(1.142): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (1/5)

2次モード図

固有周期：0.084（秒）



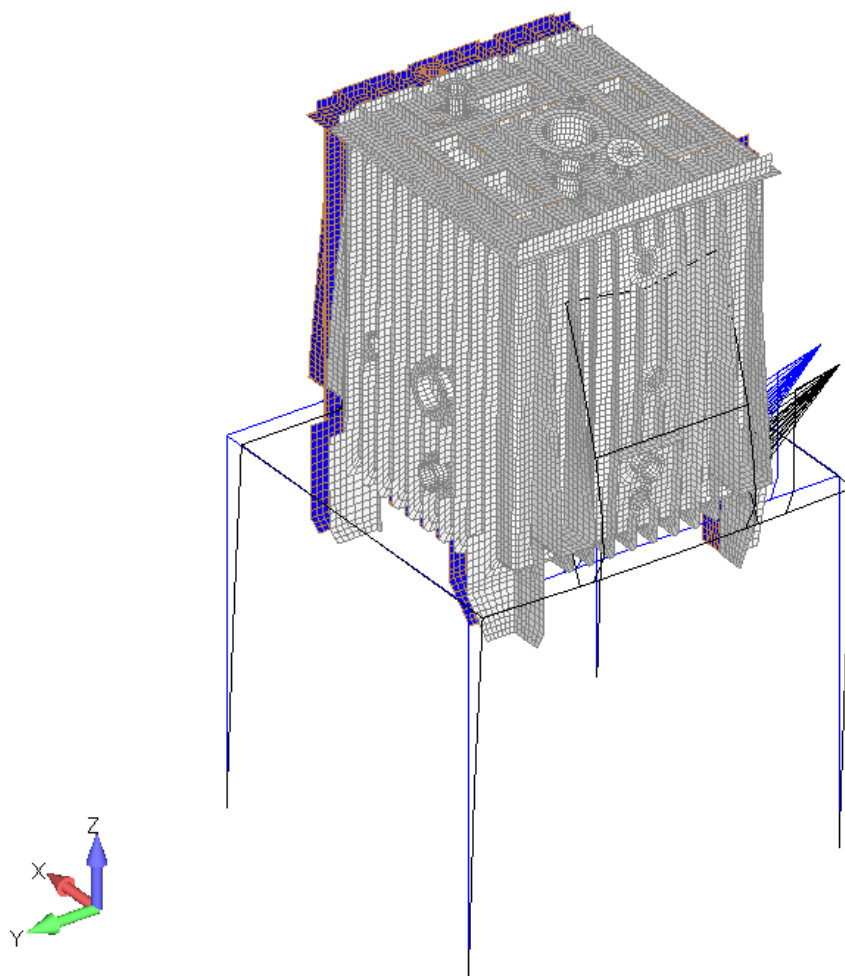
アウトプットセット: Mode 2 11.87771 Hz
変形(0.304): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (2/5)

3次モード図

固有周期：0.076（秒）



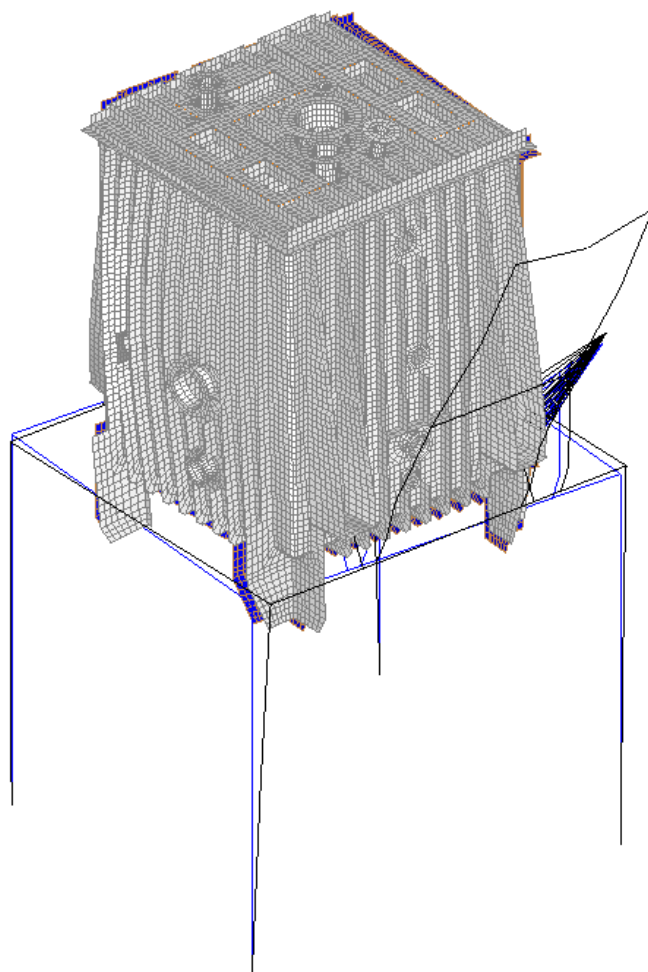
アウトプットセット: Mode 3 13.10807 Hz
変形(0.274): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (3/5)

4次モード図

固有周期：0.051（秒）



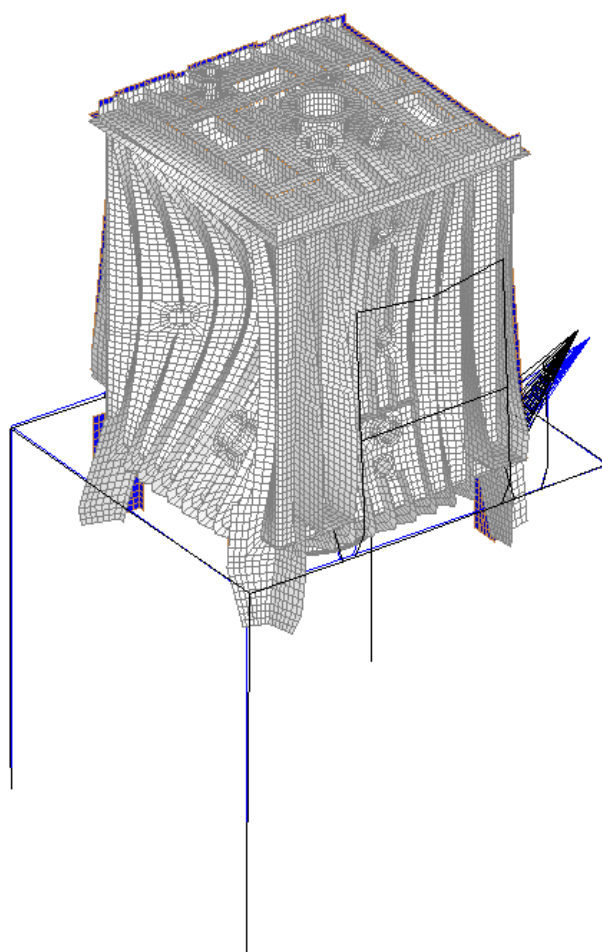
アウトプットセット: Mode 4 19.5776 Hz
変形(0.985): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (4/5)

5次モード図

固有周期：0.043（秒）



アウトプットセット: Mode 5 23.25403 Hz
変形(0.737): Total Translation

変形倍率：1000 倍

図 4-4 溶融炉 (G21ME10) 固有モード図 (5/5)

5. 評価結果

評価結果を表 5-1 に示す。ボルトの引張応力及びせん断応力は、計算から得られるボルト 1 本当たりの最大引張荷重及び最大せん断荷重をボルトの有効断面積で割って算出した。

溶融炉（G21ME10）の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{*1}
溶融炉 (G21ME10)	ケーシング	一次	155	194	0.80
		一次+二次	315	388	0.82
	架台	一次	143	246	0.59
	据付ボルト	引張	179	690	0.26
		せん断	76	398	0.20
	基礎ボルト	引張	48	246	0.20
せん断		20	141	0.15	

*1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

配管類の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、熔融炉（G21ME10）に接続される配管類及び配管類が接続される既設の配管等について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

配管類の構造強度の評価は、有限要素法（FEM）解析により行い、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)
- (5) 核燃料再処理設備規格 材料規格 HPIS C 108:2016(日本高圧力技術協会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材質の設計引張強さ R 材については、HPIS C 108:2016 表 21 に定める材質の設計引張強さ	MPa

3. 評価部位

配管類の評価部位は、本体の一次応力とする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」、「発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012」及び「核燃料再処理設備規格 材料規格 HPIS C 108:2016」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、圧力については設計圧力、配管内部の流体については充填し、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
配管	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。なお、保温材で覆われている配管の場合は減衰定数を 1.0%とした。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
配管	0.5	0.5
配管（保温材あり）	1.0	1.0

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル（ S_s-D 、 S_s-1 、 S_s-2 の 3 波包絡。周期軸方向に $\pm 10\%$ 拡幅したもの。）を作成し、これを評価に用いた。各階の床応答スペクトルを図 4-1 から図 4-8 に示す。配管の解析用の床応答スペクトルは、地下 1 階及び地下 2 階の床応答スペクトルを包絡して入力した。

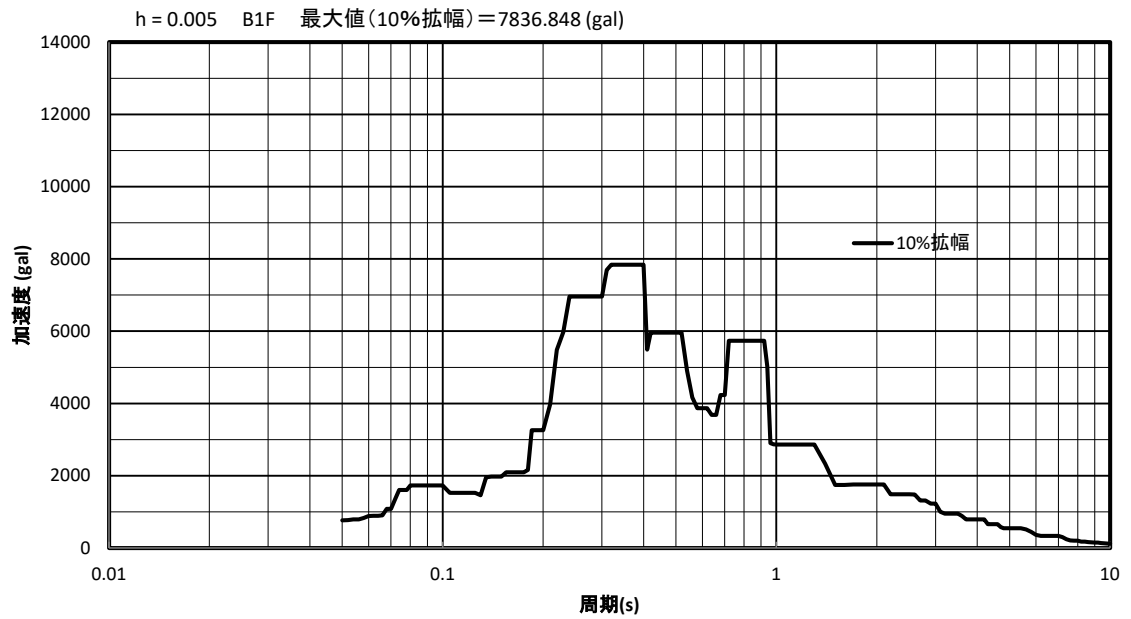


図 4-1 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 1 階，減衰定数 0.5%）

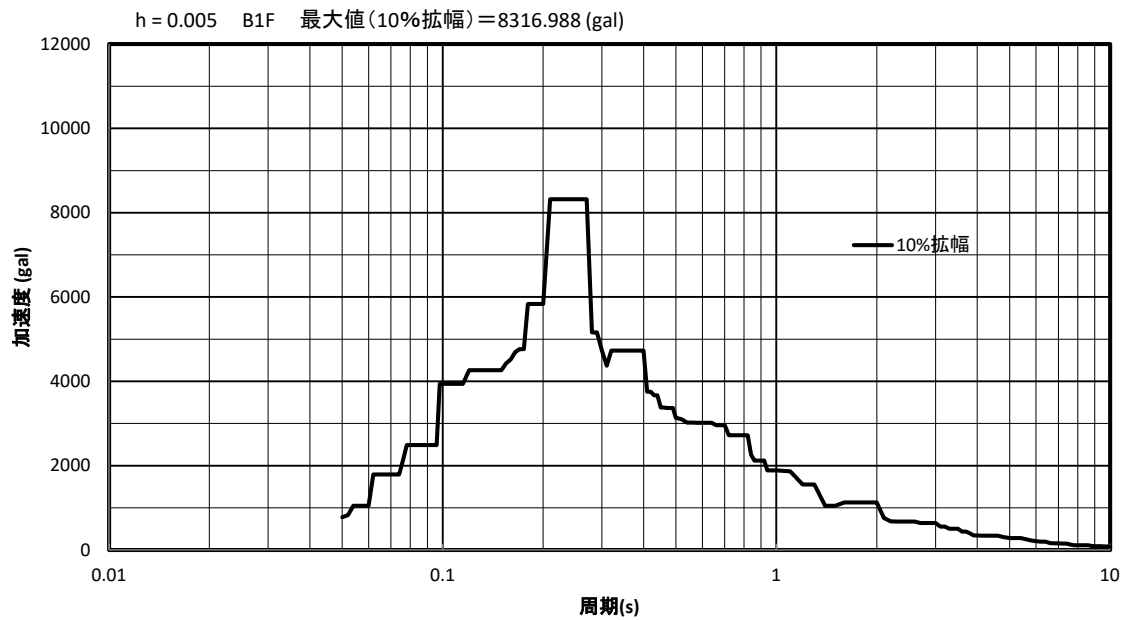


図 4-2 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 1 階，減衰定数 0.5%）

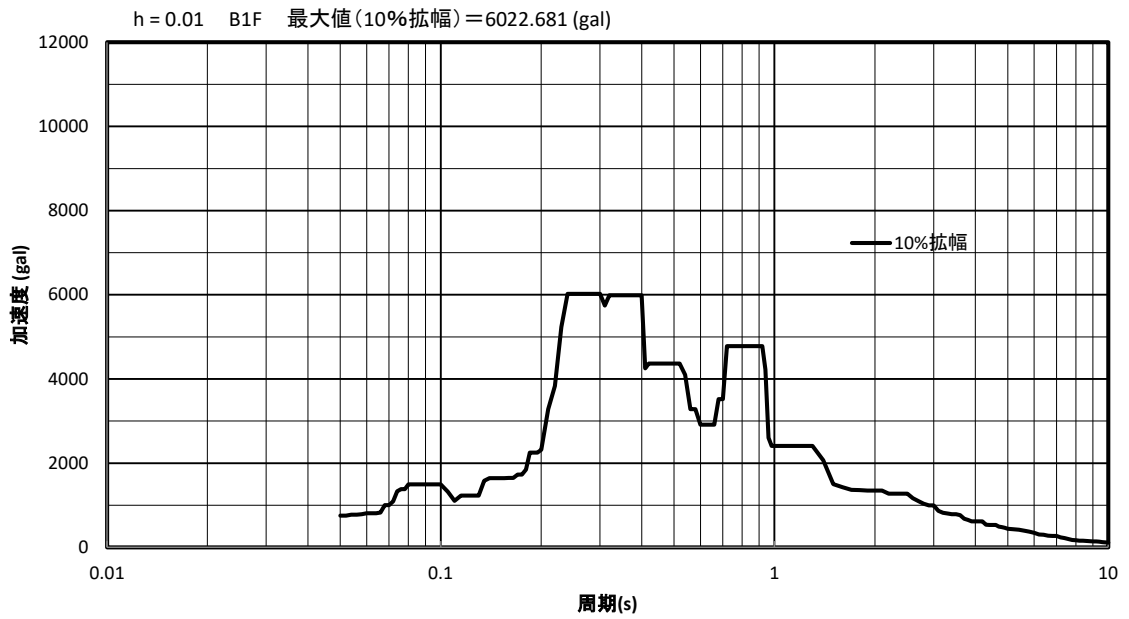


図 4-3 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 1 階，減衰定数 1.0%）

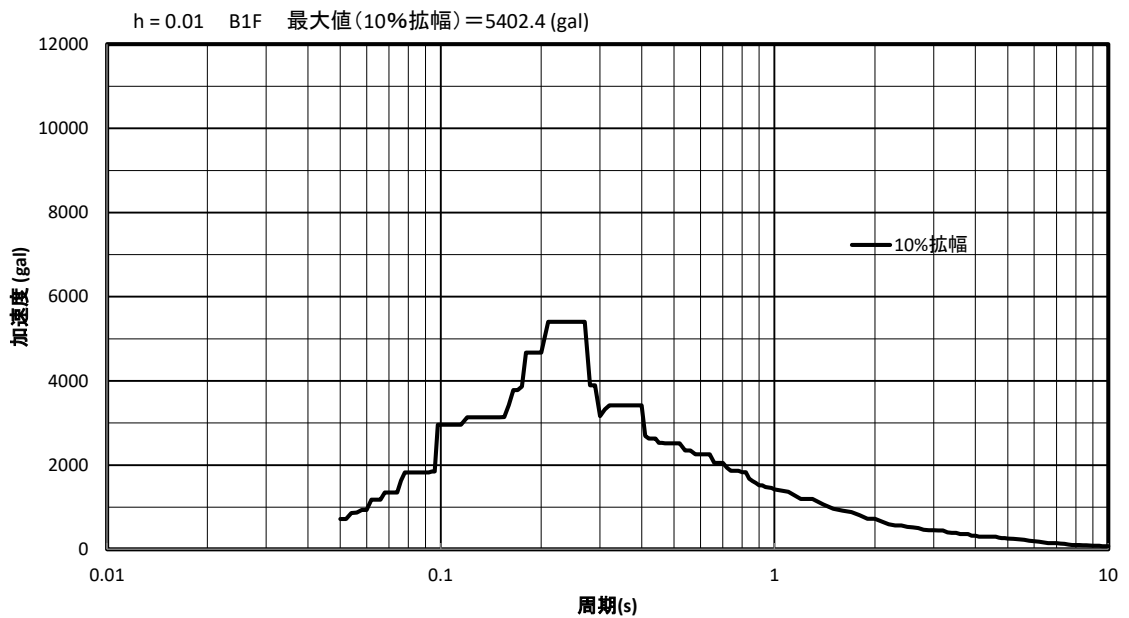


図 4-4 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 1 階，減衰定数 1.0%）

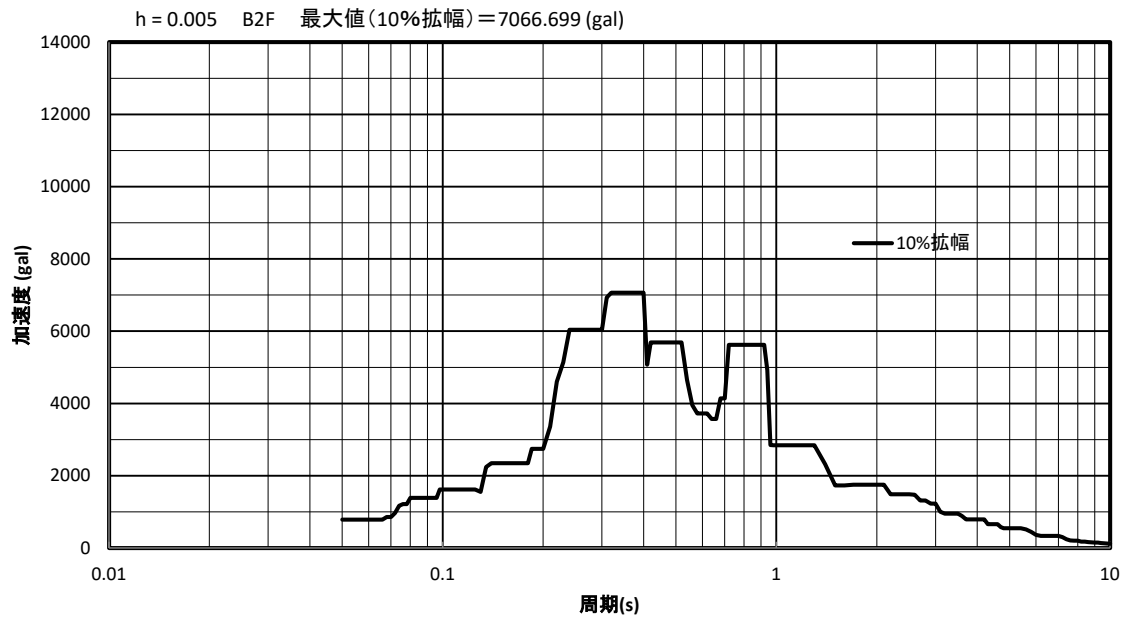


図 4-5 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 2 階，減衰定数 0.5%）

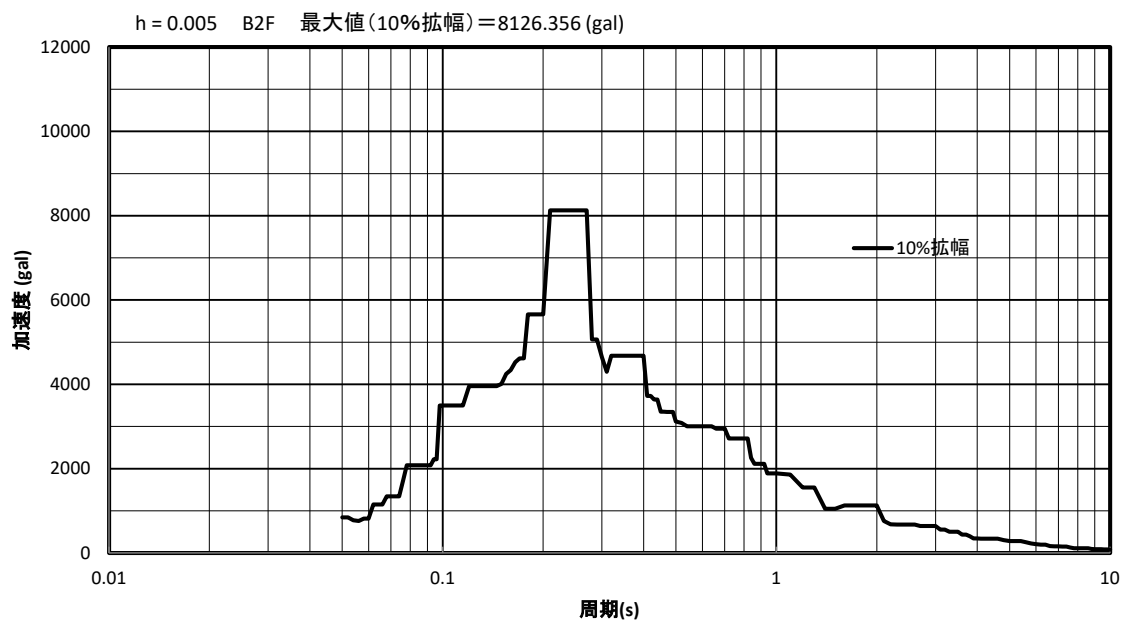


図 4-6 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 2 階，減衰定数 0.5%）

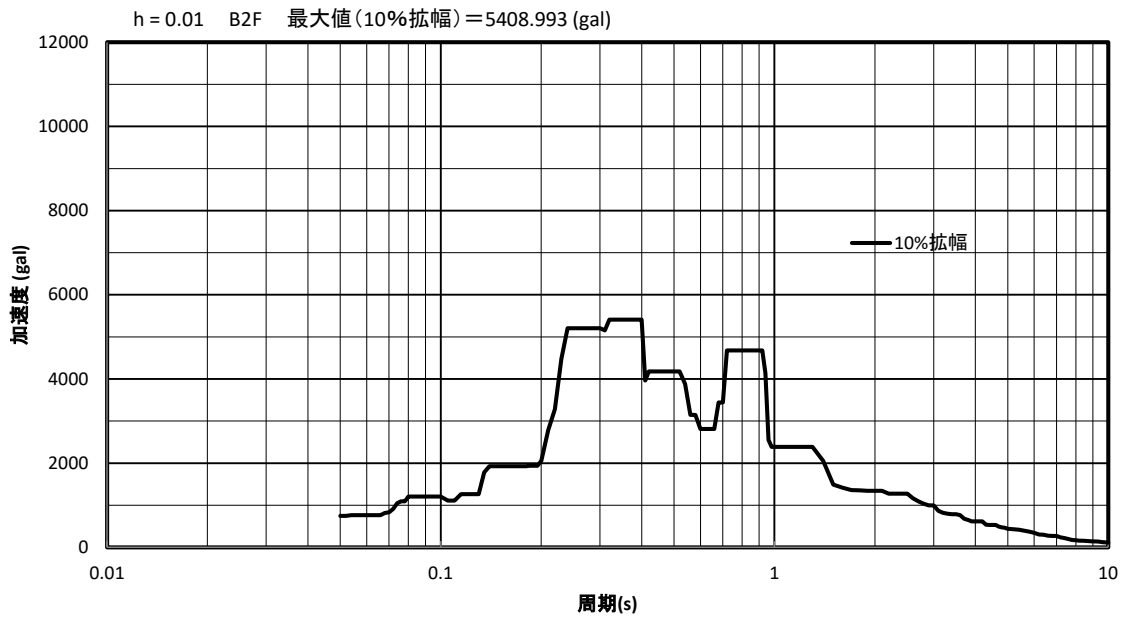


図 4-7 解析用の床応答スペクトル（水平方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

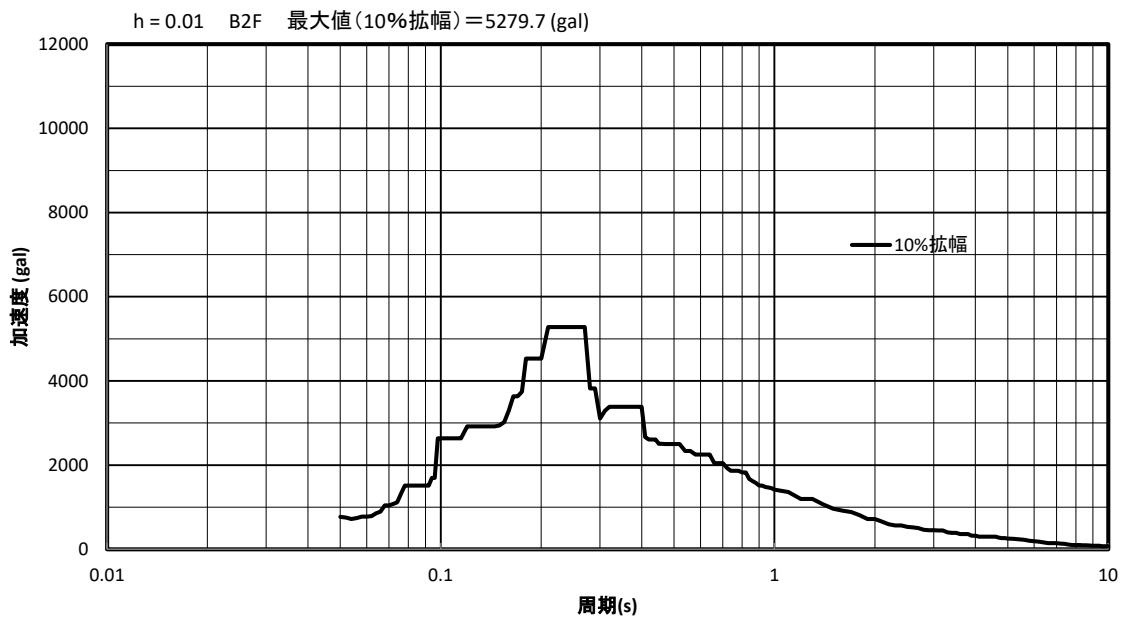


図 4-8 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，地下 2 階，減衰定数 1.0%）

4.5 計算方法

配管類の発生応力の計算方法は FEM 解析（スペクトルモーダル法）を用いた。解析コードは ISAP-IV^{※1}を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 株式会社 IHI, “配管構造解析プログラム ISAP-IV, Version: PDOL 004.011, ISAP 001.007, COMB 004.011, PPIP 004.012, REPT 004.011, PLT3 001.003, NPIP 004.012” .
(汎用構造解析プログラム SAP-V をベースに株式会社 IHI が開発した解析コード)

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

配管類の解析モデルを図 4-9 から図 4-45 に示す。FEM 解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

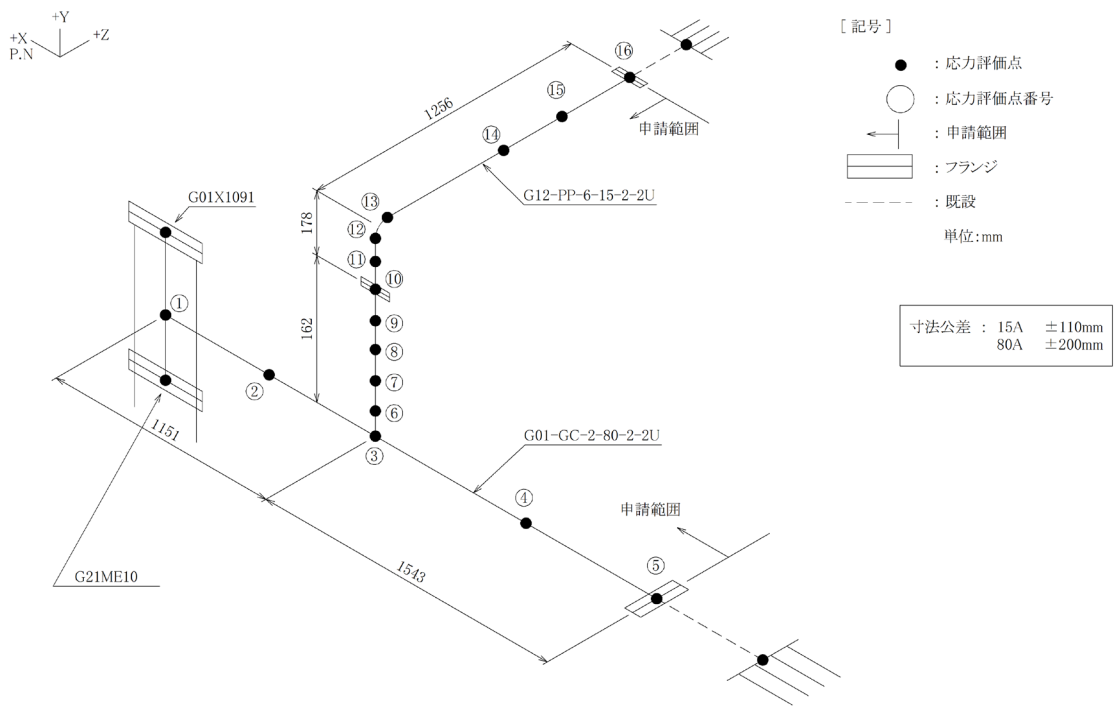


図 4-9 配管類 (KG12-250) の解析モデル (1)

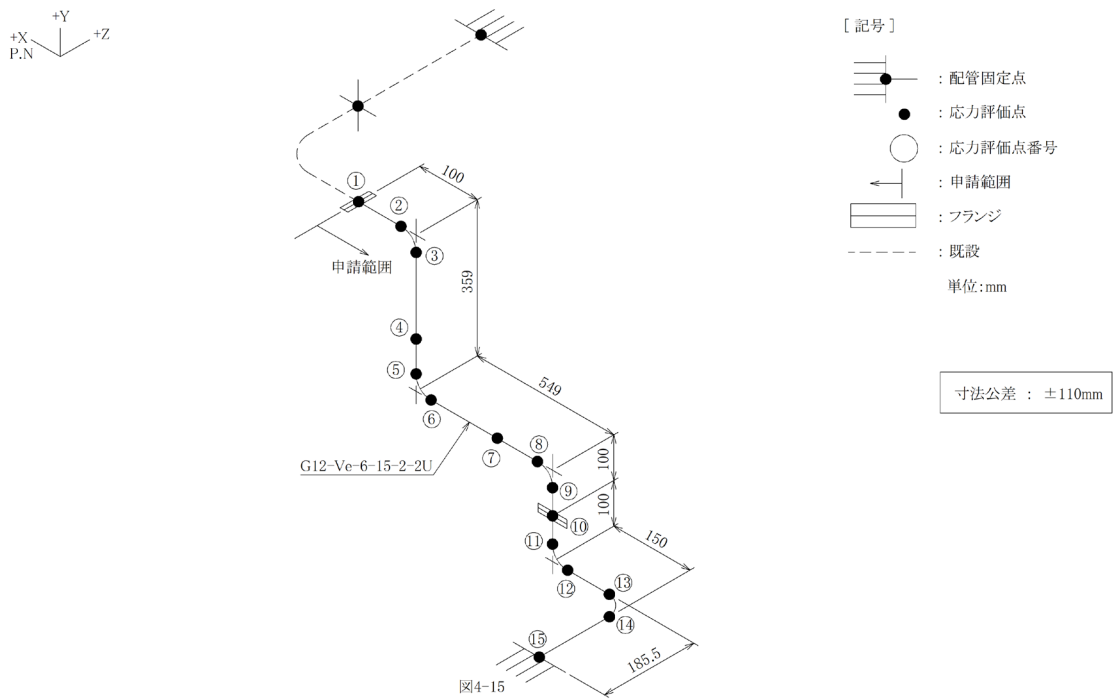


図 4-10 配管類 (KG12-253) の解析モデル (2)

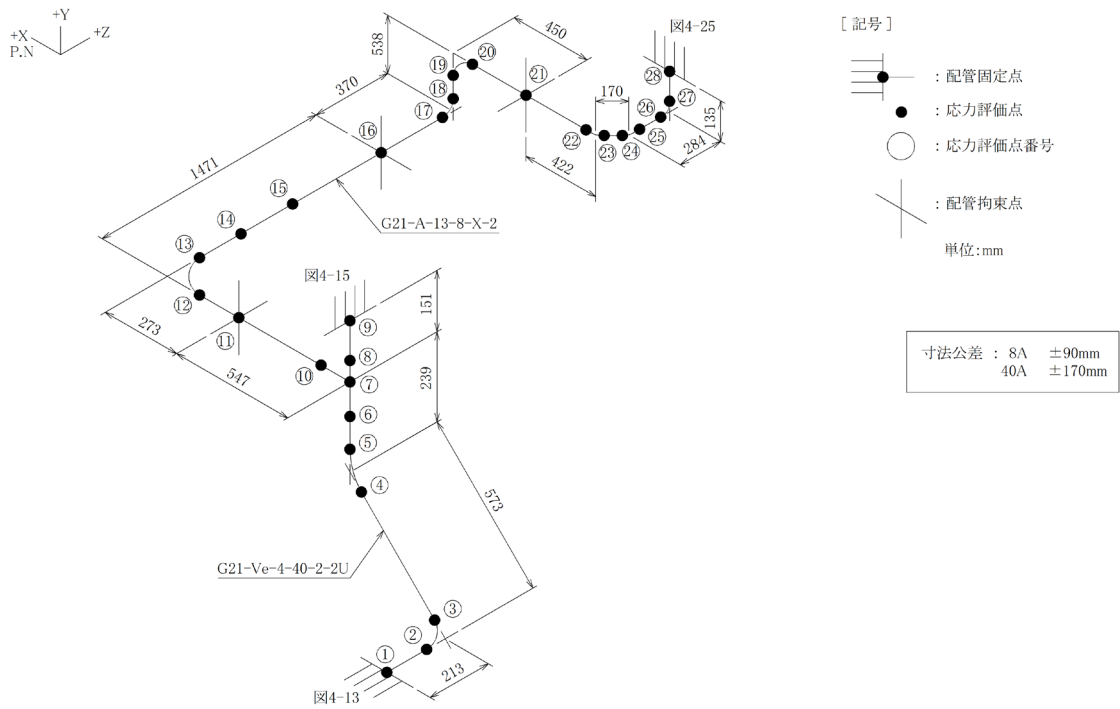


図 4-11 配管類 (KG21-101) の解析モデル (3)

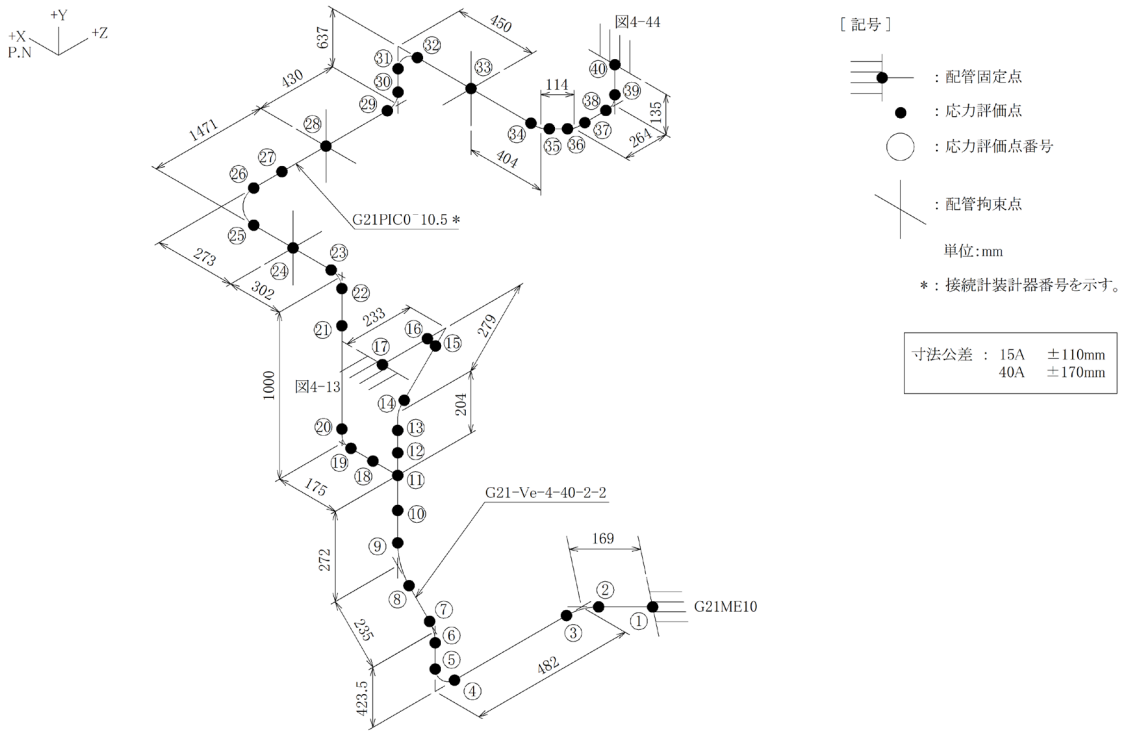


図 4-12 配管類 (KG21-103) の解析モデル (4)

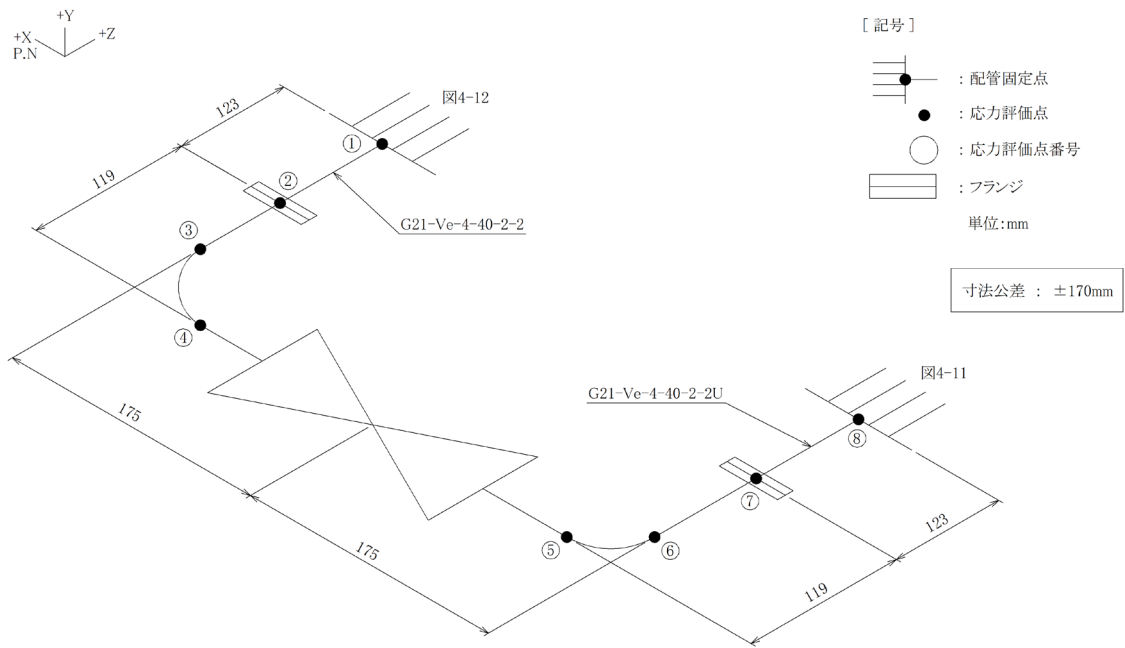


図 4-13 配管類 (KG21-102) の解析モデル (5)

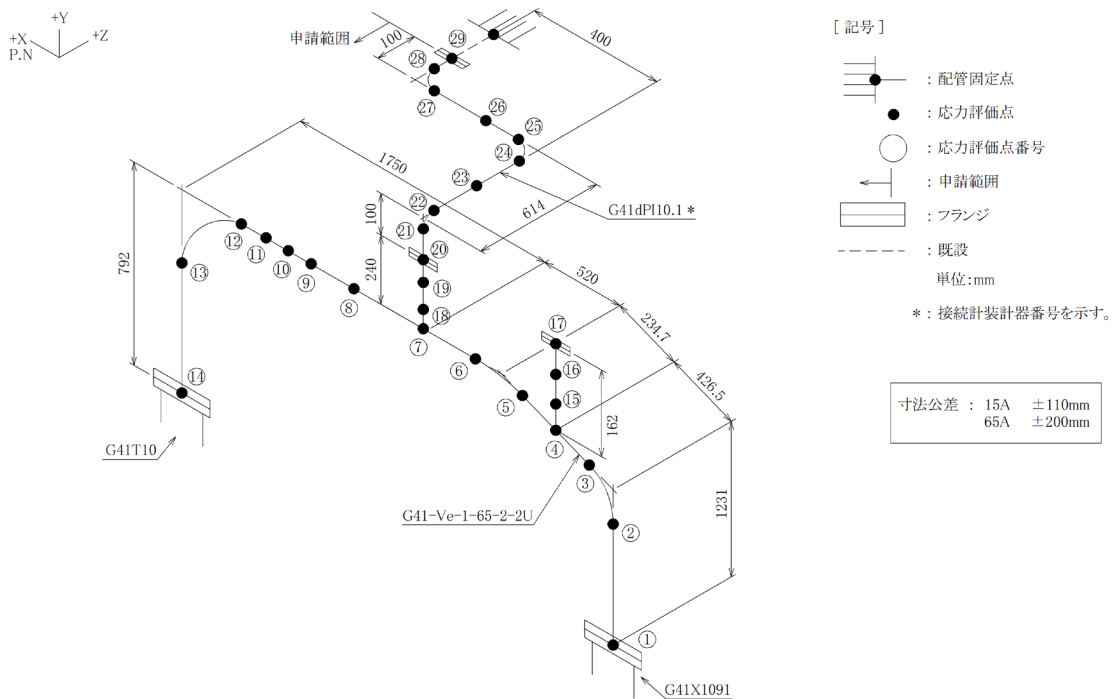
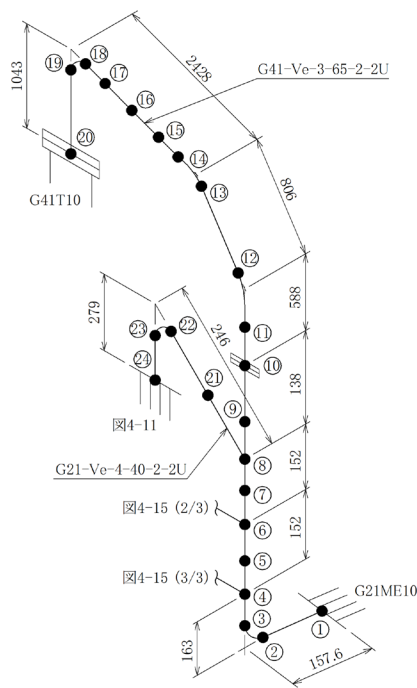
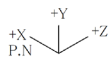


図 4-14 配管類 (KG41-543) の解析モデル (6)

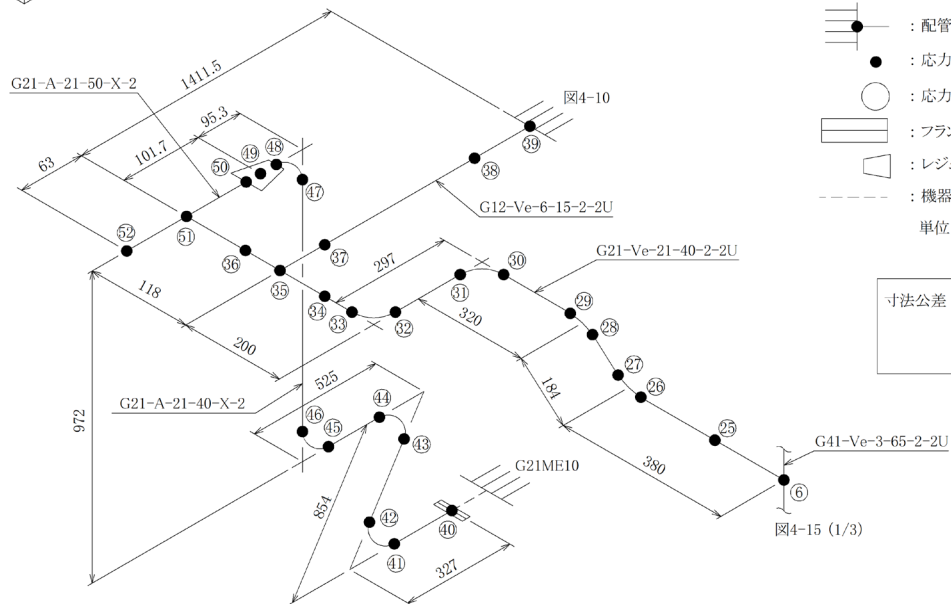
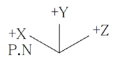


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : フランジ
- 単位:mm

寸法公差	40A	±170mm
	65A	±200mm

図 4-15 配管類 (KG41-540) の解析モデル (7) (1/3)



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : フランジ
 - : レジューサ
 - : 機器
- 単位:mm

寸法公差	15A	±110mm
	40A	±170mm
	50A	±190mm
	65A	±200mm

図 4-15 配管類 (KG41-540) の解析モデル (7) (2/3)

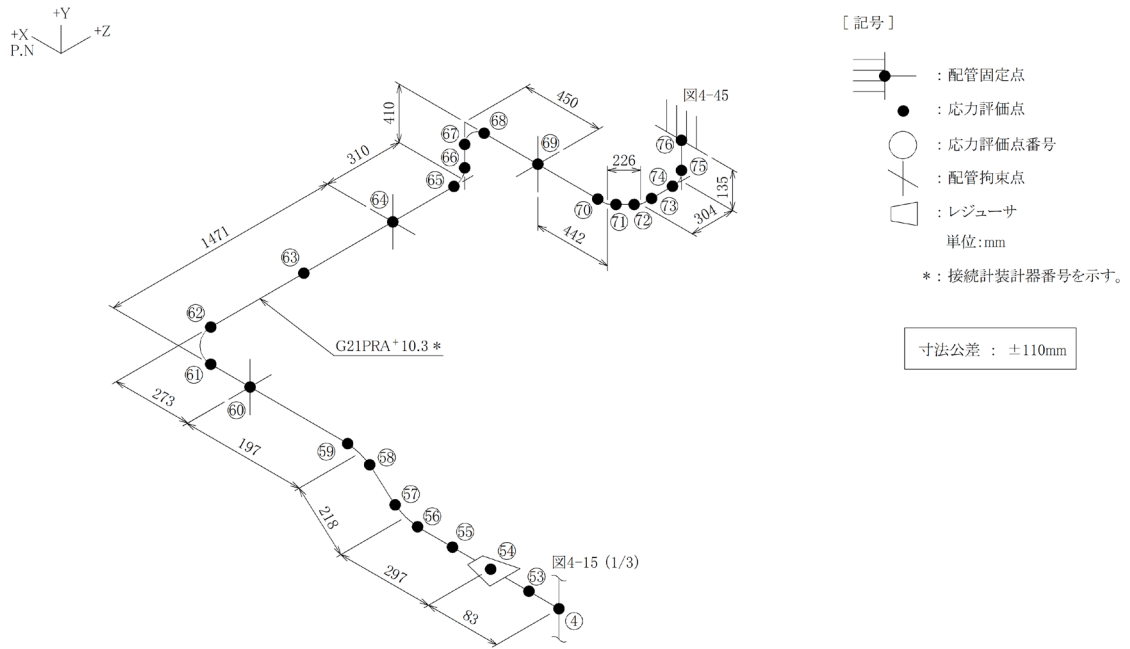


図 4-15 配管類 (KG41-540) の解析モデル (7) (3/3)

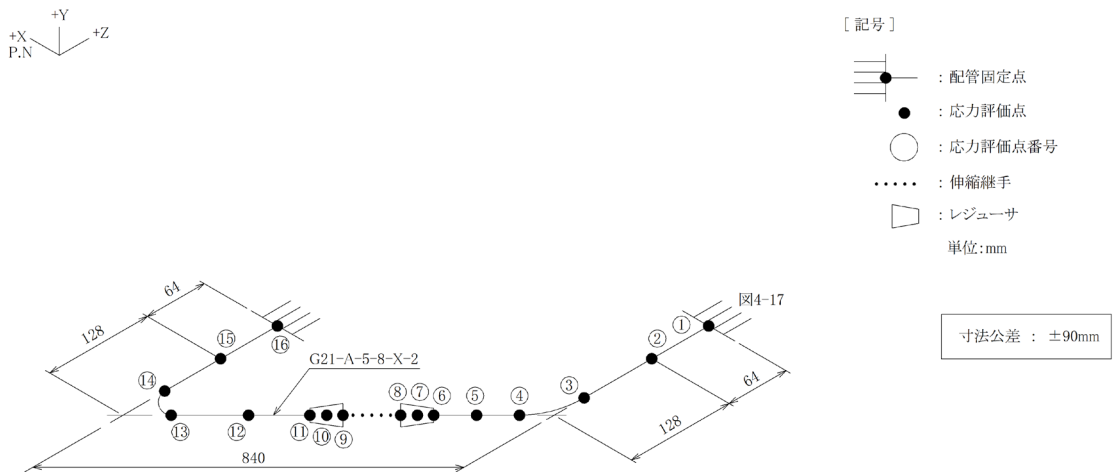


図 4-16 配管類 (KG21-125) の解析モデル (8)

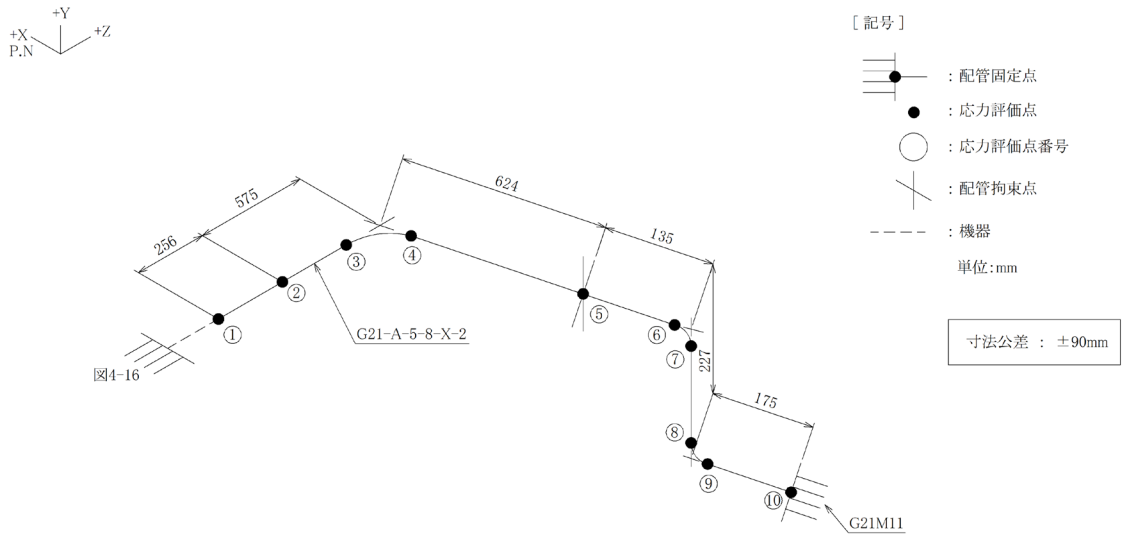


図 4-17 配管類 (KG21-126) の解析モデル (9)

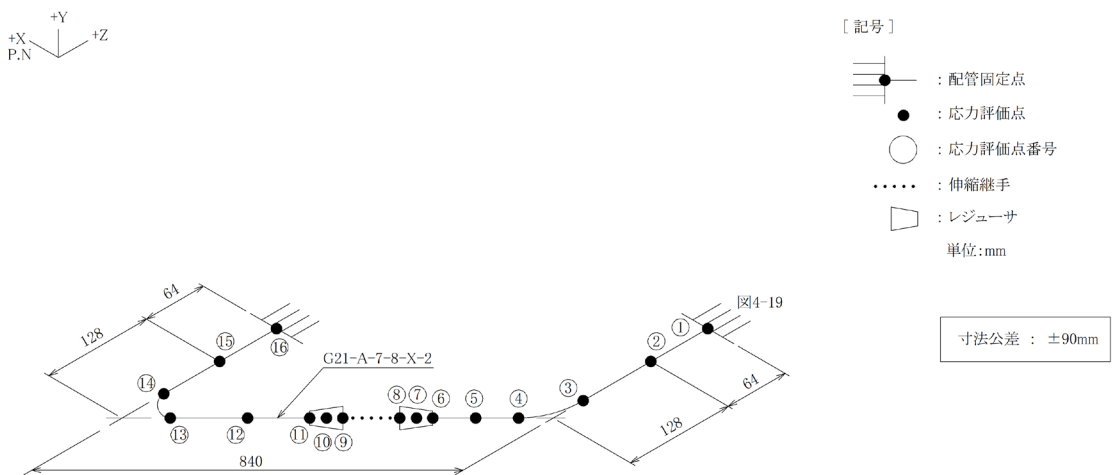


図 4-18 配管類 (KG21-129) の解析モデル (10)

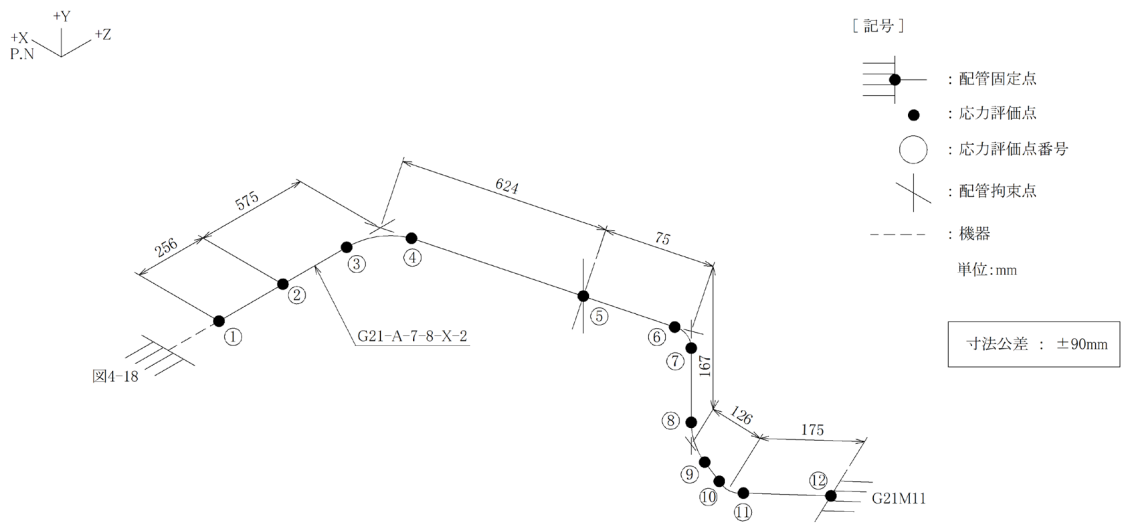


図 4-19 配管類 (KG21-130) の解析モデル (11)

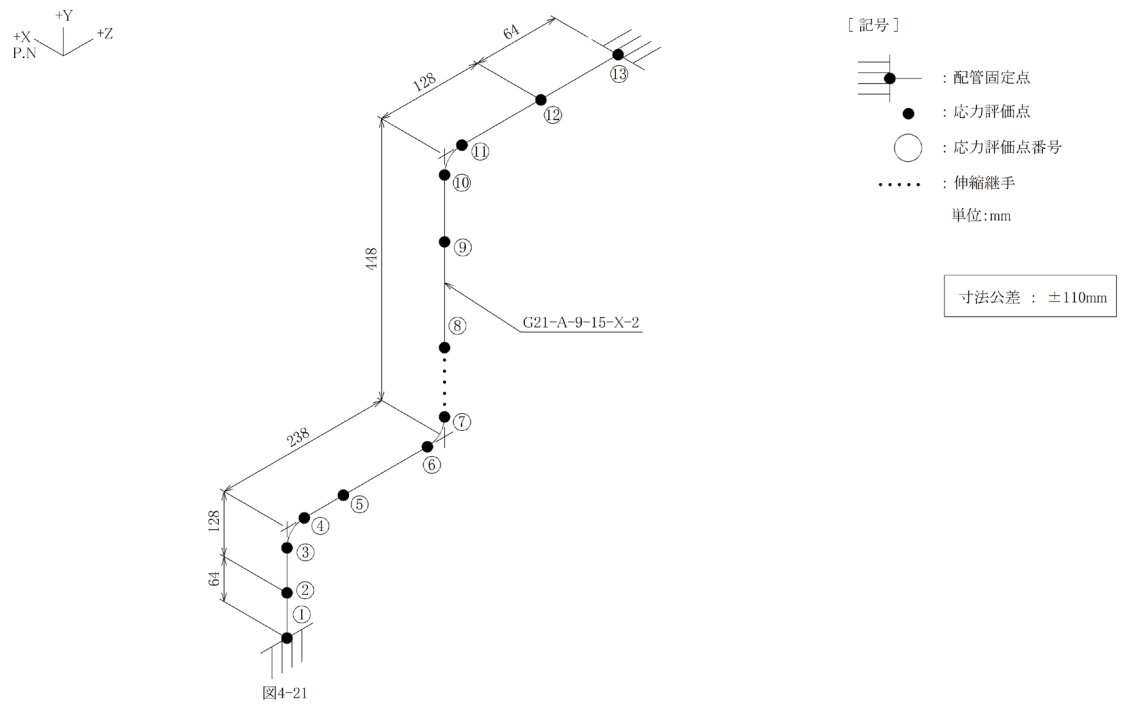
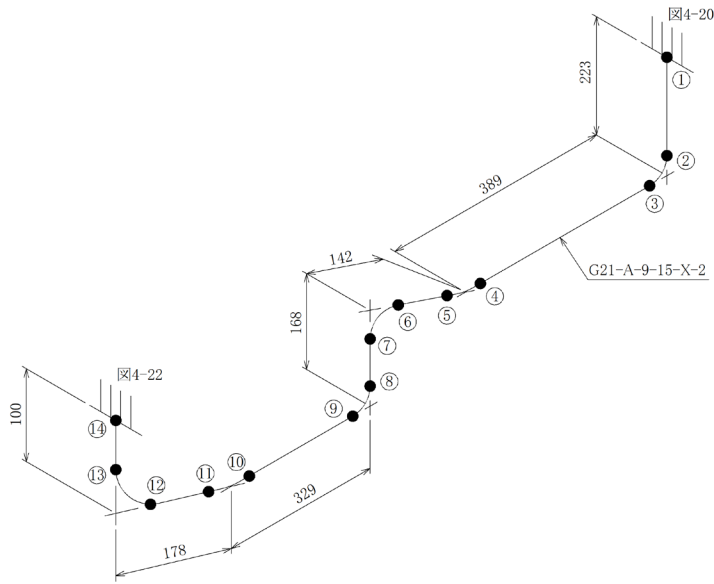
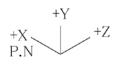


図 4-20 配管類 (KG21-110) の解析モデル (12)

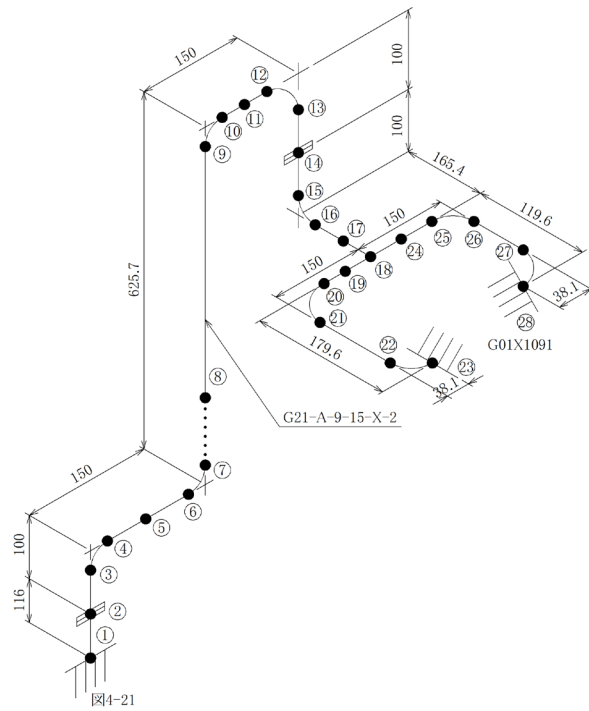


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-21 配管類 (KG21-111) の解析モデル (13)

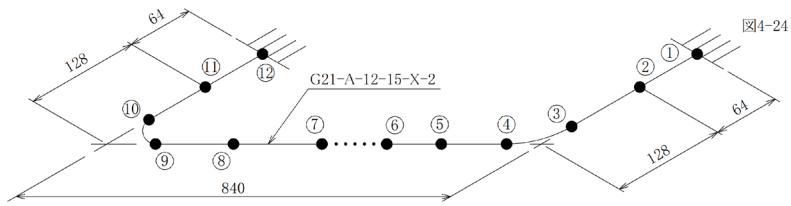
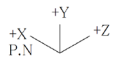


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : フランジ
 - : 伸縮継手
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-22 配管類 (KG21-112) の解析モデル (14)

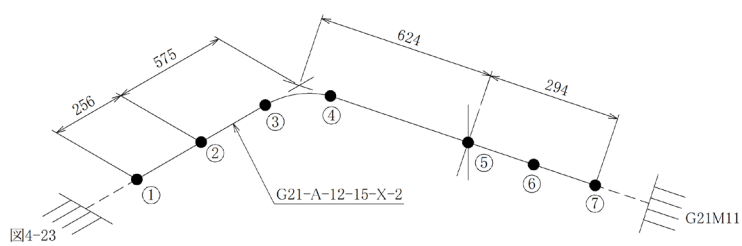
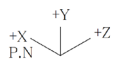


[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 伸縮継手
- 単位: mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-23 配管類 (KG21-121) の解析モデル (15)



[記号]

- : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 配管拘束点
 - : 機器
- 単位: mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-24 配管類 (KG21-122) の解析モデル (16)

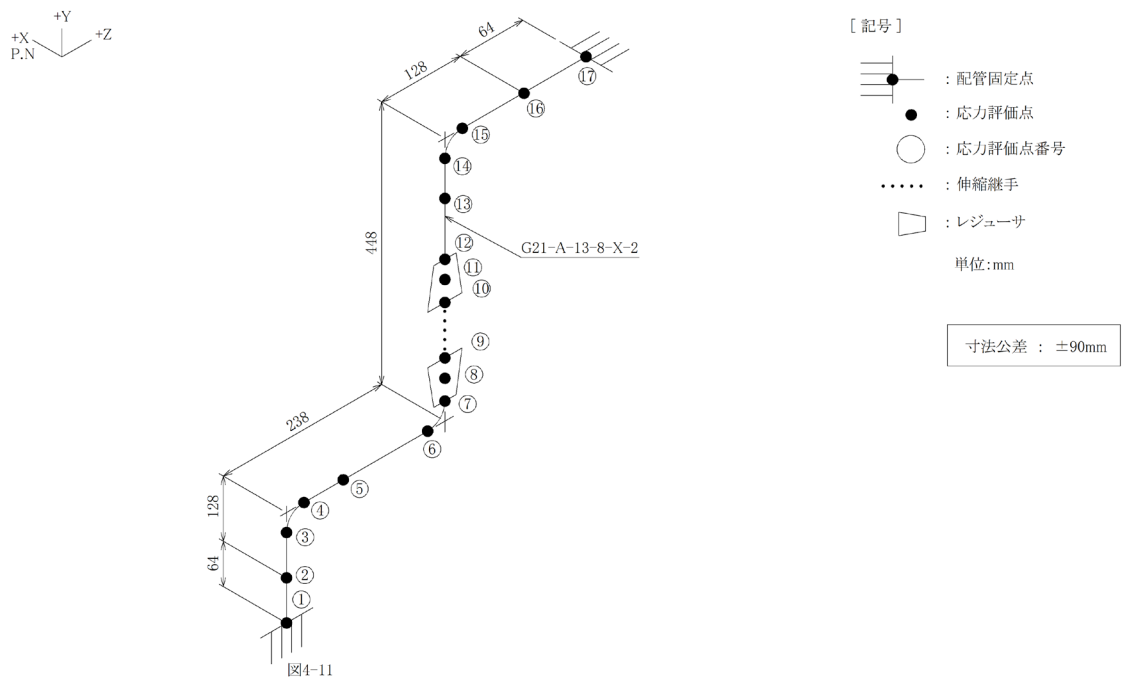


図 4-25 配管類 (KG21-107) の解析モデル (17)

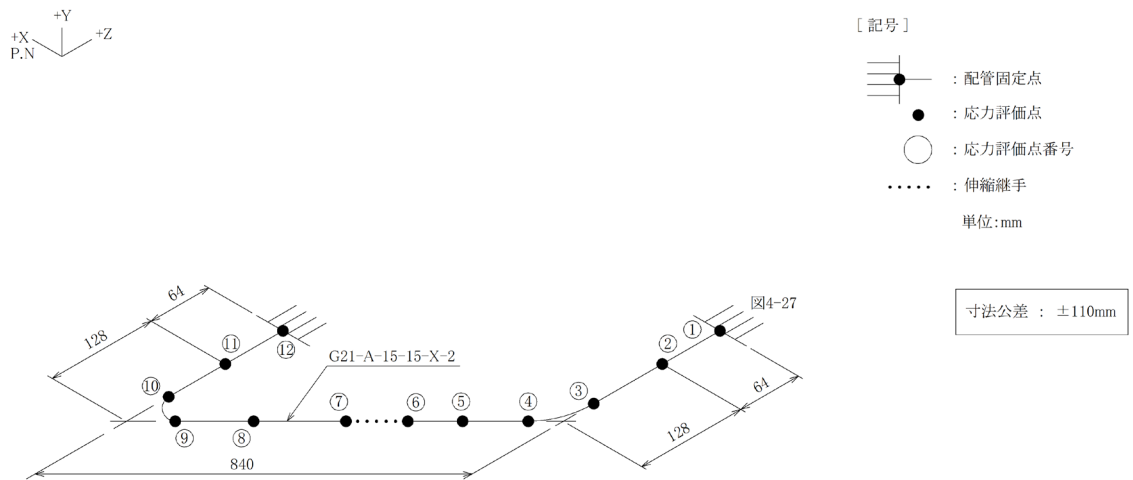
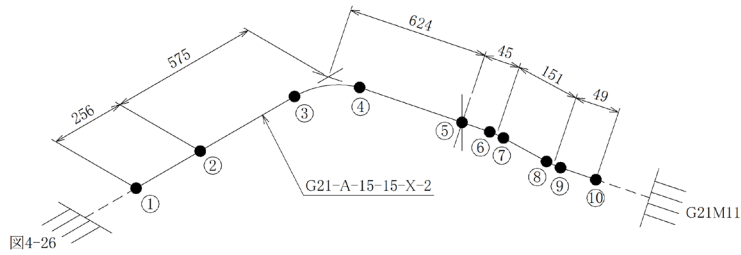


図 4-26 配管類 (KG21-117) の解析モデル (18)

+X
+Y
P.N +Z



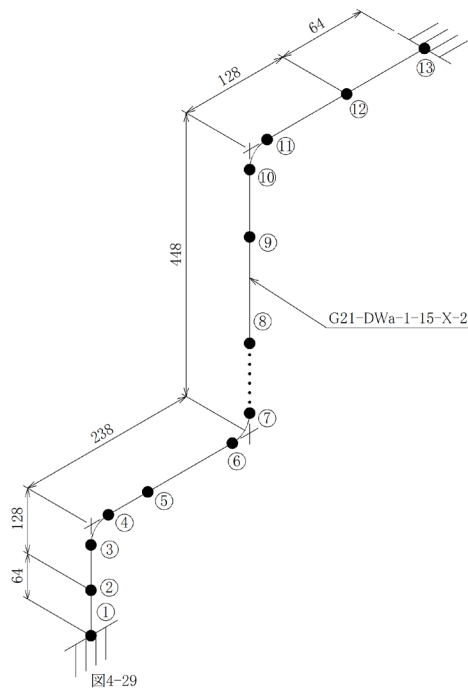
[記号]

- : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - /— : 配管拘束点
 - - - : 機器
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-27 配管類 (KG21-118) の解析モデル (19)

+X
+Y
P.N +Z



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 伸縮継手
- 単位:mm

寸法公差 : ±110mm

図 4-28 配管類 (KG21-166) の解析モデル (20)

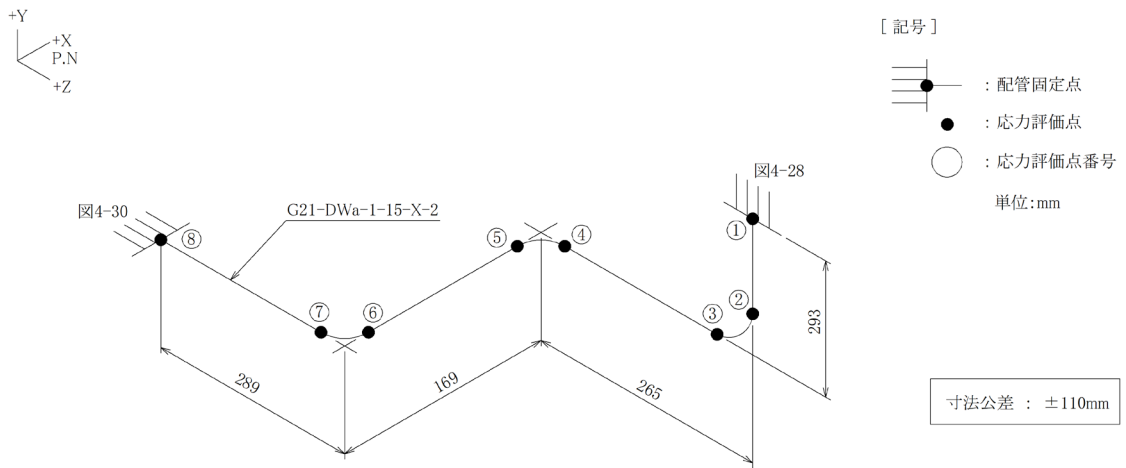


図 4-29 配管類 (KG21-167) の解析モデル (21)

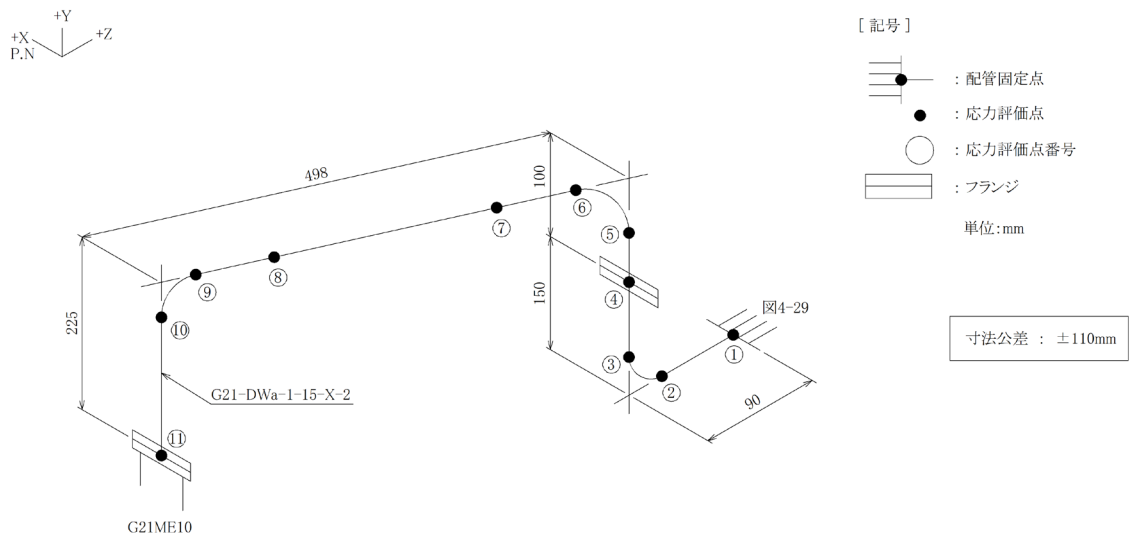


図 4-30 配管類 (KG21-168) の解析モデル (22)

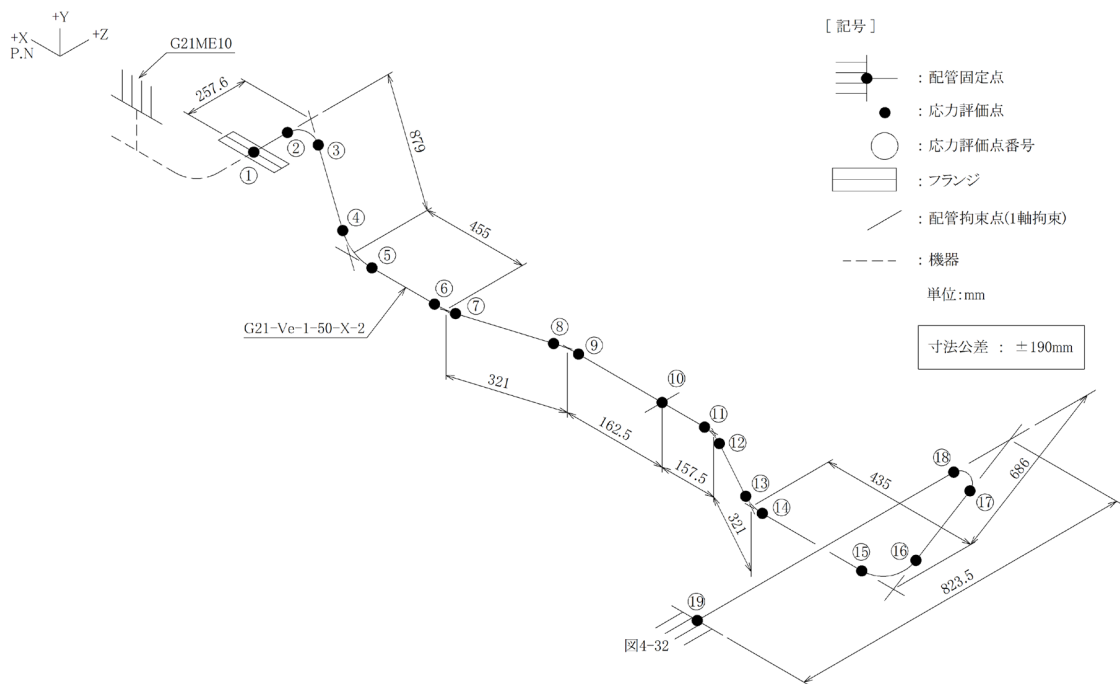


図 4-31 配管類 (KG21-137) の解析モデル (23)

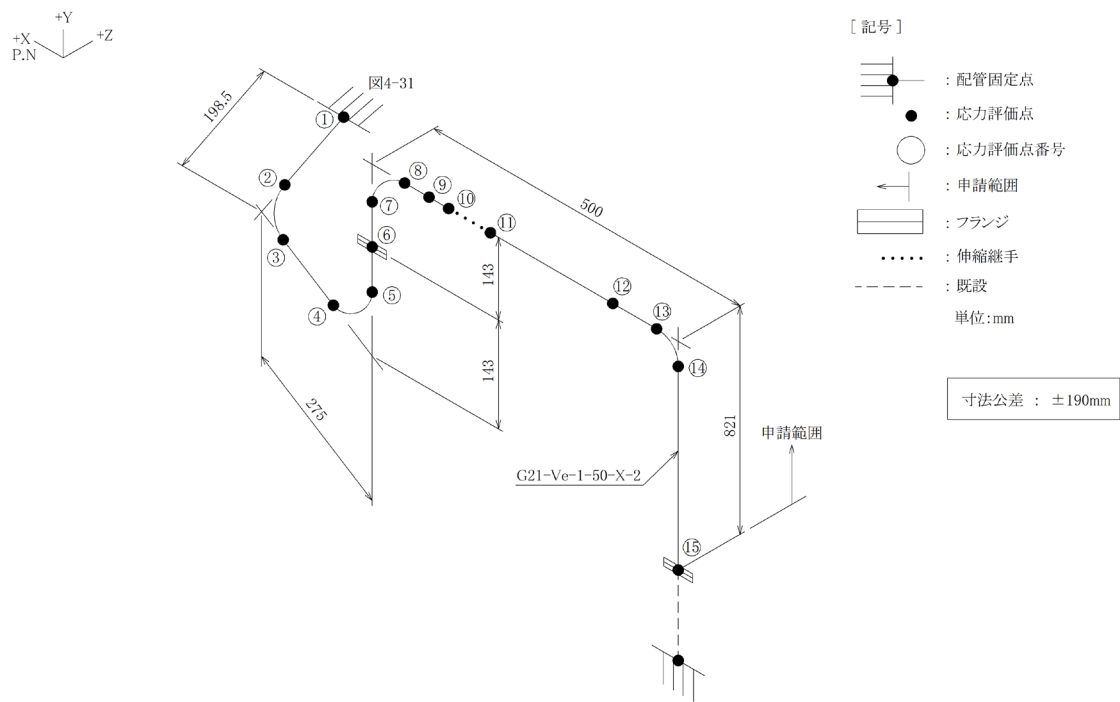
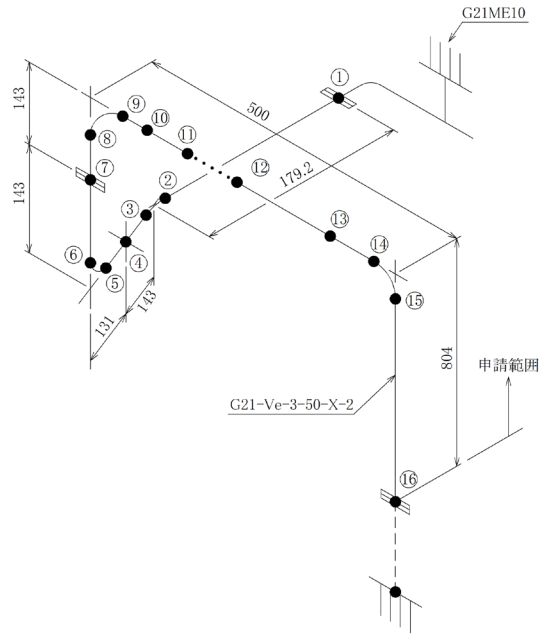
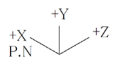


図 4-32 配管類 (KG21-136) の解析モデル (24)



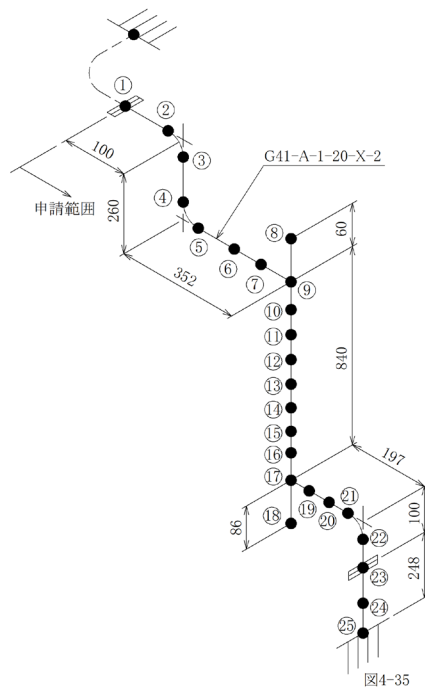
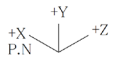
[記号]

- : 配管固定点
- : 応力評価点
- : 応力評価点番号
- : 申請範囲
- : フランジ
- : 伸縮継手
- : 配管拘束点
- : 既設
- : 機器

単位:mm

寸法公差 : ±190mm

図 4-33 配管類 (KG21-135) の解析モデル (25)



[記号]

- : 配管固定点
- : 応力評価点
- : 応力評価点番号
- : 申請範囲
- : フランジ
- : 既設

単位:mm

寸法公差 : ±130mm

図4-35

図 4-34 配管類 (KG41-537) の解析モデル (26)

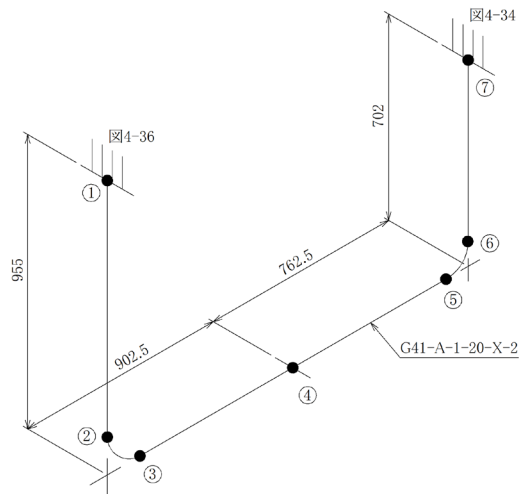
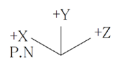


図 4-35 配管類 (KG41-538) の解析モデル (27)

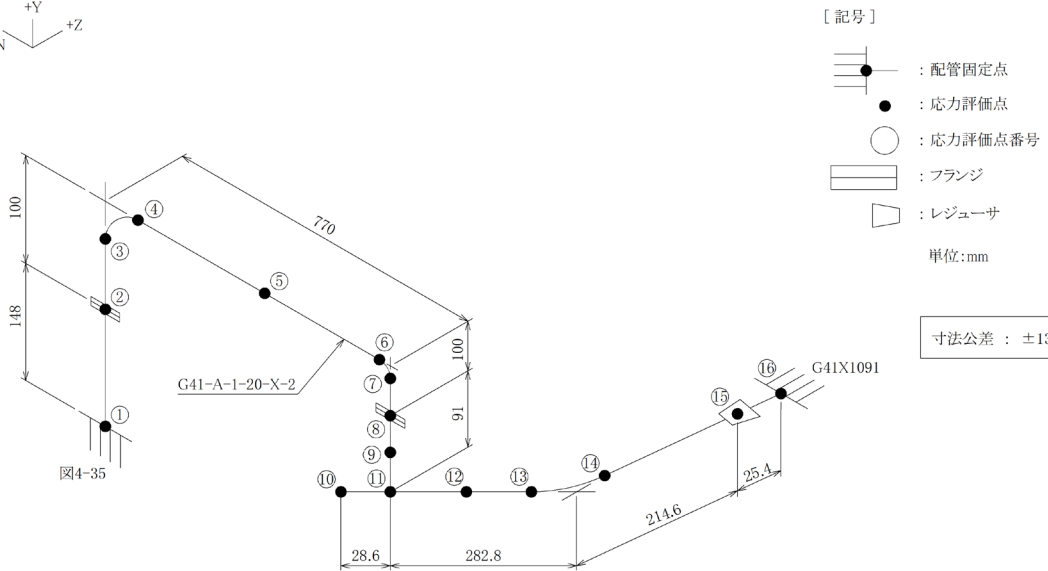
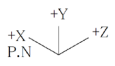
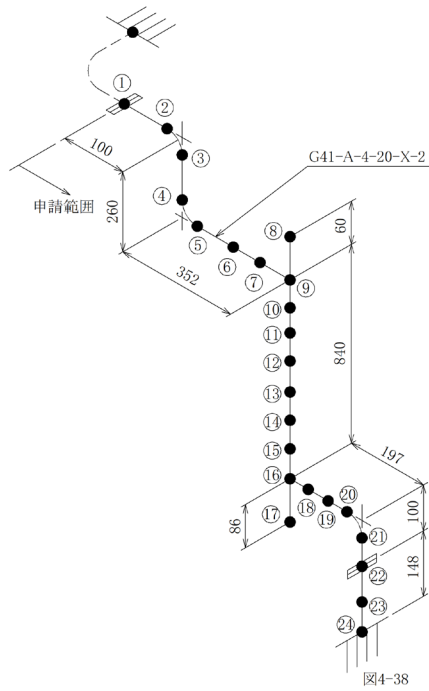


図 4-36 配管類 (KG41-539) の解析モデル (28)

+X
+Y
+Z
P.N



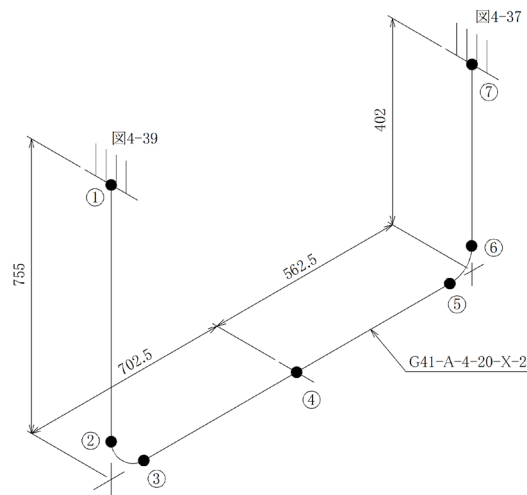
[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 申請範囲
 - : フランジ
 - : 既設
- 単位: mm

寸法公差 : ±130mm

図 4-37 配管類 (KG41-532) の解析モデル (29)

+X
+Y
+Z
P.N



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 配管拘束点(1軸拘束)
- 単位: mm

寸法公差 : ±130mm

図 4-38 配管類 (KG41-533) の解析モデル (30)

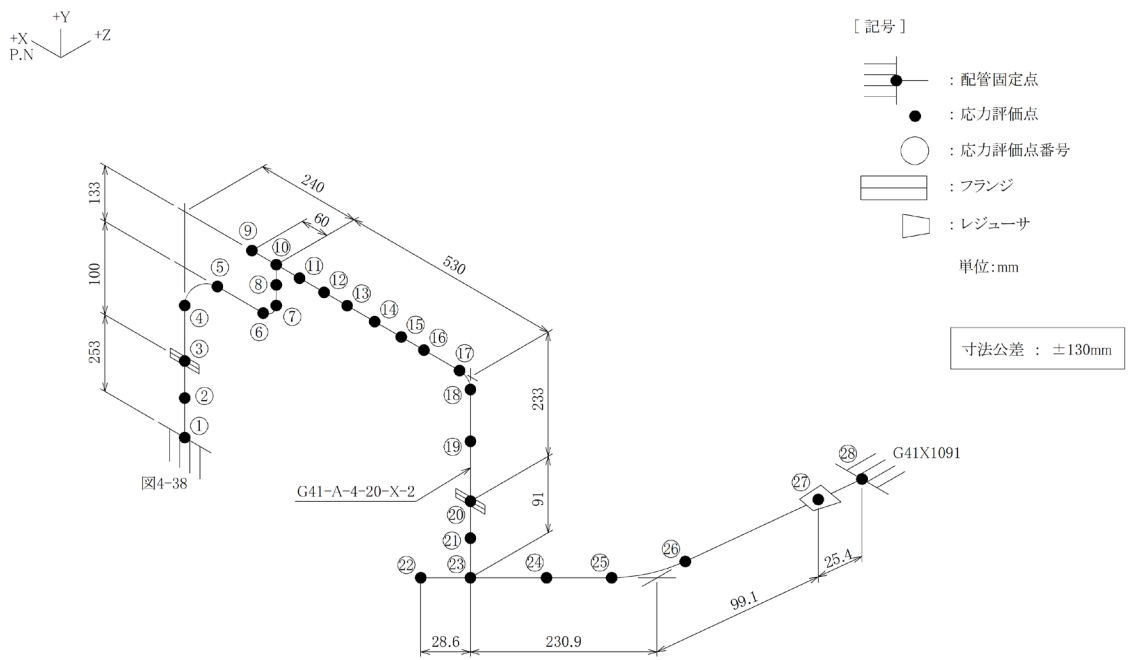


図 4-39 配管類 (KG41-534) の解析モデル (31)

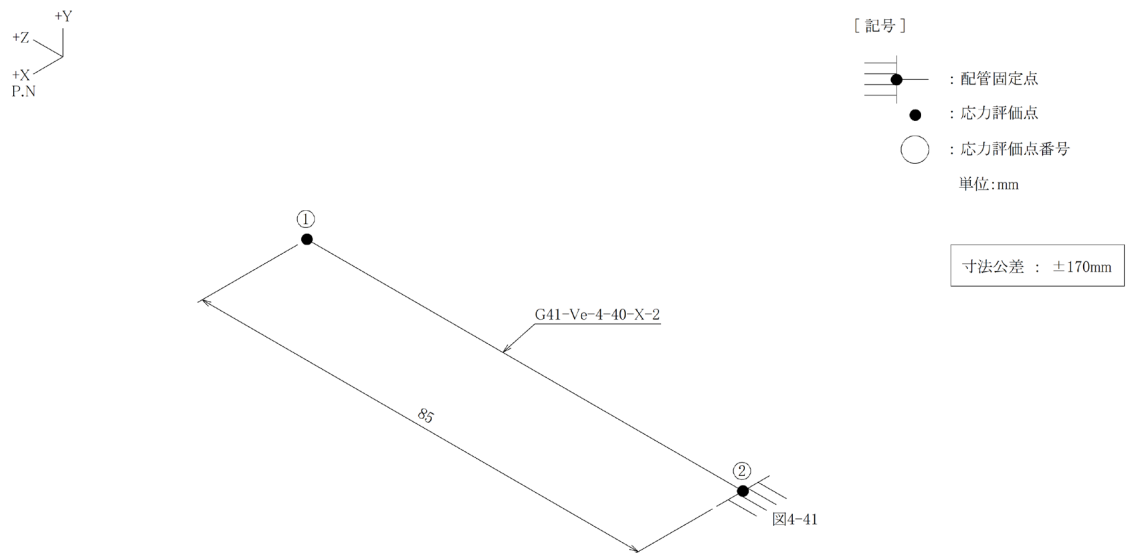


図 4-40 配管類 (KG41-529) の解析モデル (32)

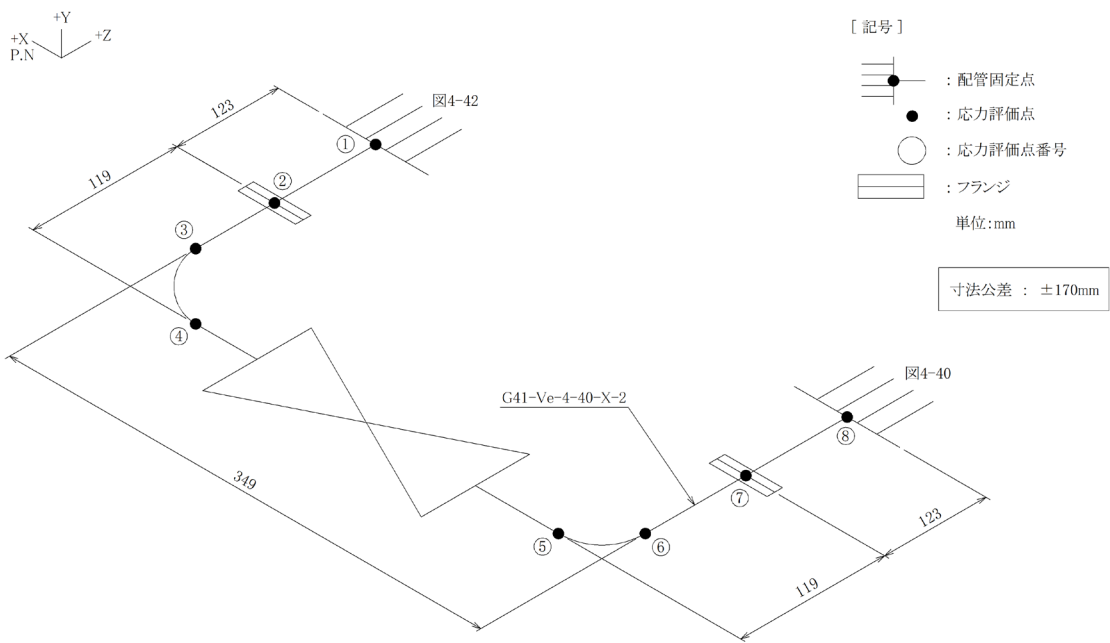


図 4-41 配管類 (KG41-528) の解析モデル (33)

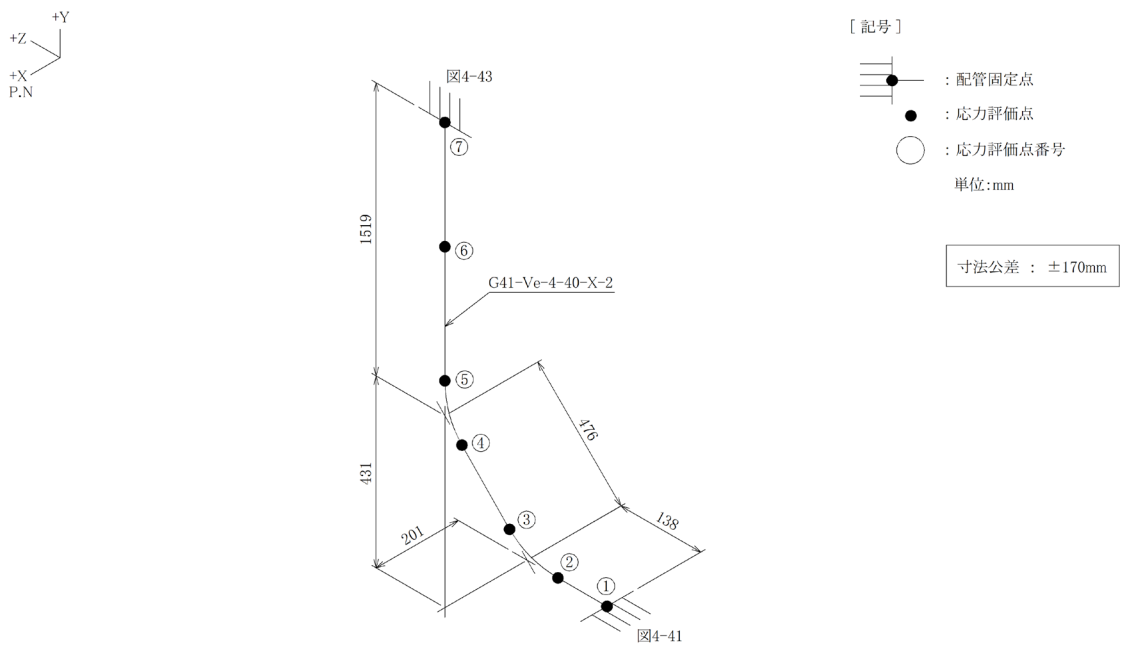


図 4-42 配管類 (KG41-527) の解析モデル (34)

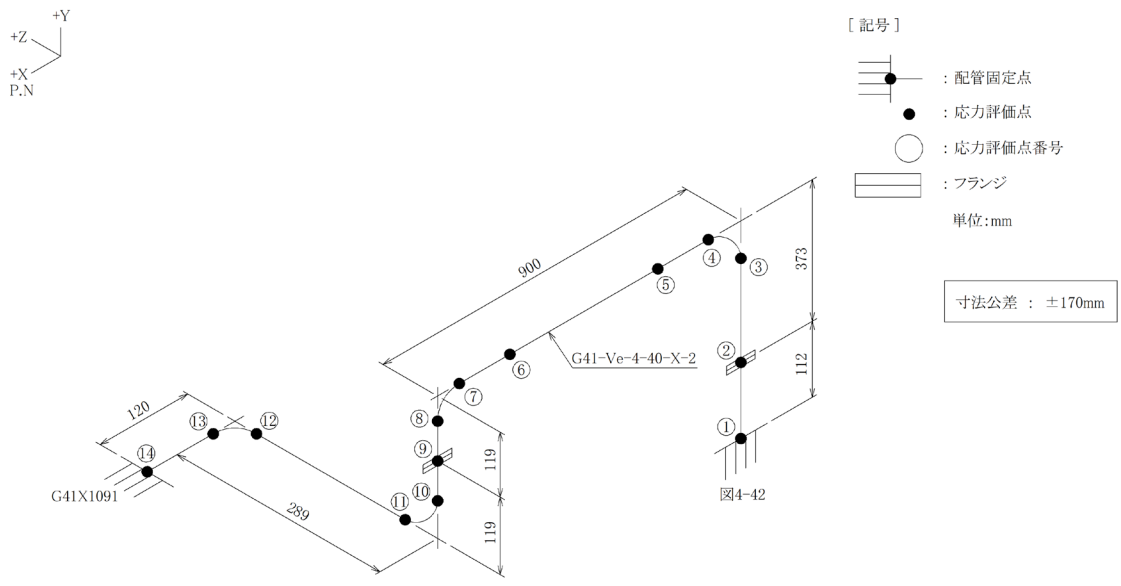


図 4-43 配管類 (KG41-526) の解析モデル (35)

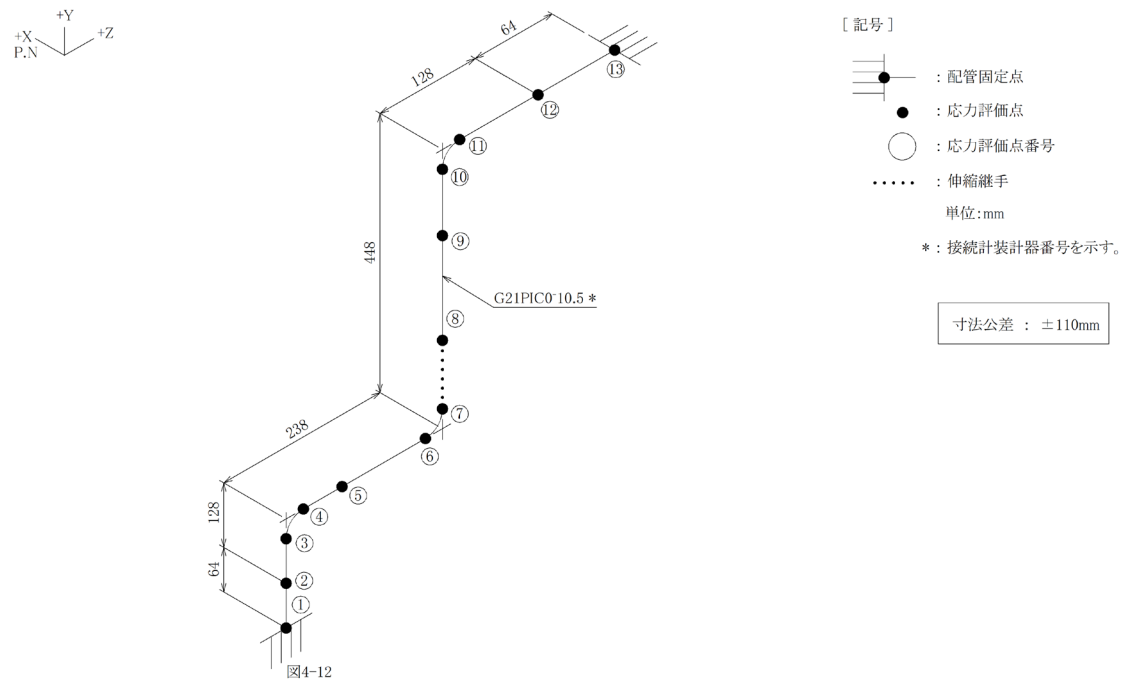
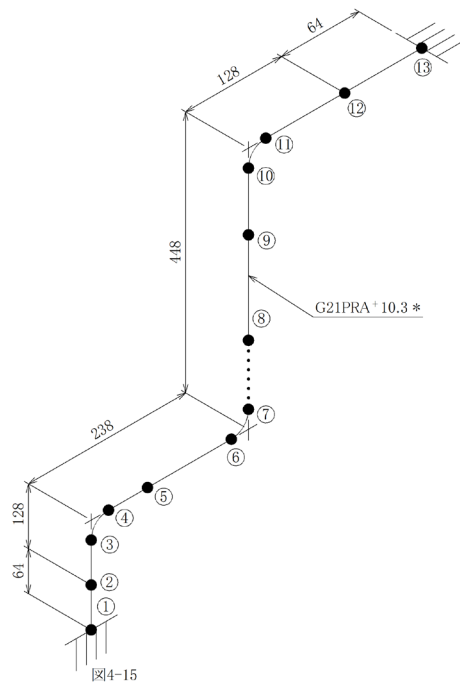


図 4-44 配管類 (KG21-104) の解析モデル (36)

+X
P.N
+Y
+Z



[記号]

- : 配管固定点
 - : 応力評価点
 - : 応力評価点番号
 - : 伸縮継手
- 単位:mm
* : 接続計装計器番号を示す。

寸法公差 : ±110mm

図 4-45 配管類 (KG21-131) の解析モデル (37)

4.6.2 諸元

配管類の諸元を表 4-3 に示す。

表 4-3 配管類の諸元

配管番号	主要材料	呼び径 (A)	呼び 厚さ	最高使用 温度 (°C)	最高使用 圧力 (Pa)	耐震 分類
G01-GC-2-80-2-2U	R-SUSF304ULC	89.1 mm ^{*2}	4.0 mm ^{*3}	60	64k ^{*1}	S クラス
G12-PP-6-15-2-2U	R-SUS304ULC	15	80	95	64k ^{*1}	S クラス
G12-Ve-6-15-2-2U	R-SUS304ULC	15	40	70	64k ^{*1}	S クラス
G21-Ve-4-40-2-2	SUS304L	40	20S	400	64k ^{*1}	S クラス
G21-Ve-4-40-2-2U	R-SUS304ULC	40	20S	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-Ve-1-65-2-2U	R-SUS304ULC	65	80	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-Ve-3-65-2-2U	R-SUS304ULC	65	80	400	64k ^{*1}	S クラス
G21-Ve-21-40-2-2U	R-SUS304ULC	40	20S	400	64k ^{*1}	S クラス
G21-A-21-40-X-2	SUS304L	40	20S	400	0.76M	S クラス
G21-A-21-50-X-2	SUS304L	50	20S	400	0.76M	S クラス
G21-A-5-8-X-2	SUS304L	8	40	60	0.76M	S クラス
G21-A-7-8-X-2	SUS304L	8	40	60	0.76M	S クラス
G21-A-9-15-X-2	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G21-A-12-15-X-2	SUS304L	15	40	60	0.76M	S クラス
G21-A-13-8-X-2	SUS304L	8	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G21-A-15-15-X-2	SUS304L	15	40	60	0.76M	S クラス
G21-DWa-1-15-X-2	SUS304L	15	40	60	0.59M	S クラス
G21-Ve-1-50-X-2	SUS304L	50	20S	400	大気圧	S クラス
G21-Ve-3-50-X-2	SUS304L	50	20S	400	大気圧	S クラス
G41-A-1-20-X-2	SUS304L	20	40	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-A-4-20-X-2	SUS304L	20	40	400	64k ^{*1}	S クラス
G41-Ve-4-40-X-2	SUS304L	40	20S	65	64k ^{*1}	S クラス
G21PRA ^{+10.3} *4	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G21PIC0 ^{-10.5} *4	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス
G41dPI ^{10.1} *4	SUS304L	15	40	60	64k ^{*1}	S クラス

*1：外圧を示す。

*2：外径を示す。

*3：厚さを示す。

*4：接続計装計器番号を示す。

5. 評価結果

評価結果を表 5-1 に示す。

配管類の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 評価結果 (1/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G01-GC-2-80-2-2U	18.5	1	33	395	図 4-9 参照
		2	24		
		3	75		
		4	24		
		5	8		
G12-PP-6-15-2-2U		6	50	398	
		7	49		
		8	42		
		9	34		
		10	44		
		11	19		
		12	8		
		13	16		
		14	26		
		15	17		
		16	30		

表 5-1 評価結果 (2/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G12-Ve-6-15-2-2U	18.9	1	24	415	図 4-10 参照
		2	28		
		3	23		
		4	21		
		5	18		
		6	19		
		7	22		
		8	22		
		9	26		
		10	22		
		11	19		
		12	14		
		13	27		
		14	37		
		15	100		

表 5-1 評価結果 (3/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-4-40-2-2U	14.7	1	3	326	図 4-11 参照
		2	2		
		3	2		
		4	1		
		5	1		
		6	1		
		7	9		
		8	2		
		9	2		
G21-A-13-8-X-2	14.7	10	6	406	
		11	19		
		12	6		
		13	7		
		14	12		
		15	8		
		16	16		
		17	4		
		18	5		
		19	4		
		20	4		
		21	9		
		22	7		
		23	7		
		24	6		
		25	5		
		26	8		
		27	10		
		28	19		

表 5-1 評価結果 (4/37) (1/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-4-40-2-2	12.8	1	12	325	
		2	6		
		3	5		
		4	4		
		5	4		
		6	3		
		7	3		
		8	4		
		9	4		
		10	4		
		11	20		
		12	5		
		13	4		
		14	4		
		15	8		
		16	10		
		17	17		
G21PICO ⁻ 10.5*	12.8	18	16	406	図 4-12 参照
		19	20		
		20	22		
		21	4		
		22	21		
		23	16		
		24	10		
		25	5		
		26	7		
		27	9		
		28	13		
		29	5		
		30	5		
		31	6		
		32	6		
		33	10		
		34	4		
		35	4		
		36	4		
		37	4		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (4/37) (2/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21PICO 10.5*	12.8	38	4	406	図 4-12 参照
		39	4		
		40	8		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (5/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-4-40-2-2	8.5	1	123	325	図 4-13 参照
		2	123		
		3	111		
		4	108		
G21-Ve-4-40-2-2U		5	108	326	
		6	111		
		7	123		
		8	123		

表 5-1 評価結果 (6/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-1-65-2-2U	8.5	1	59	326	図 4-14 参照
		2	20		
		3	14		
		4	26		
		5	16		
		6	17		
		7	29		
		8	24		
		9	20		
		10	18		
		11	12		
		12	15		
		13	27		
		14	50		
		15	75		
		16	48		
		G41dPI10.1*			
18	105				
19	58			406	
20	50				
21	32				
22	25				
23	60				
24	95				
25	83				
26	22				
27	85				
28	126				
29	115				

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (7/37) (1/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-3-65-2-2U	8.7	1	37	326	図 4-15 参照
		2	31		
		3	30		
		4	22		
		5	22		
		6	29		
		7	29		
		8	42		
		9	25		
		10	30		
		11	16		
		12	11		
		13	9		
		14	11		
		15	18		
		16	18		
		17	17		
		18	9		
		19	21		
G21-Ve-4-40-2-2U		20	43		
		21	38		
		22	8		
		23	46		
G21-Ve-21-40-2-2U		24	92		
		25	26		
		26	15		
		27	11		
		28	10		
		29	8		
		30	16		
		31	15		
		32	12		
		33	14		
		34	7		
		35	10		
		36	7		
G12-Ve-6-15-2-2U		37	9	415	
		38	7		
		39	32		

表 5-1 評価結果 (7/37) (2/2)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-21-40-X-2		40	38	325	
		41	20		
		42	19		
		43	27		
		44	24		
		45	31		
		46	32		
		47	14		
		48	14		
		49	14		
G21-A-21-50-X-2		50	8		
		51	10		
		52	4		
G21PRA* 10.3*	8.7	53	4	406	図 4-15 参照
		54	15		
		55	10		
		56	6		
		57	6		
		58	7		
		59	7		
		60	12		
		61	7		
		62	5		
		63	7		
		64	9		
		65	3		
		66	3		
		67	3		
		68	3		
		69	5		
		70	4		
		71	4		
		72	4		
		73	3		
		74	6		
		75	7		
		76	13		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (8/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-5-8-X-2 (その 1)	16.4	1	69	406	図 4-16 参照
		2	29		
		3	30		
		4	26		
		5	61		
		6	4		
		7	4		
		8	2		
		9	2		
		10	4		
		11	4		
		12	33		
		13	15		
		14	18		
		15	20		
		16	58		

表 5-1 評価結果 (9/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-5-8-X-2 (その 2)	17.9	1	28	406	図 4-17 参照
		2	14		
		3	12		
		4	12		
		5	23		
		6	15		
		7	11		
		8	11		
		9	8		
		10	23		

表 5-1 評価結果 (10/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-7-8-X-2 (その 1)	16.4	1	69	406	図 4-18 参照
		2	29		
		3	30		
		4	26		
		5	61		
		6	4		
		7	4		
		8	2		
		9	2		
		10	4		
		11	4		
		12	33		
		13	15		
		14	18		
		15	20		
		16	58		

表 5-1 評価結果 (11/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-7-8-X-2 (その 2)	17.2	1	29	406	図 4-19 参照
		2	15		
		3	12		
		4	12		
		5	21		
		6	19		
		7	15		
		8	16		
		9	14		
		10	11		
		11	8		
		12	21		

表 5-1 評価結果 (12/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-9-15-X-2 (その 1)	47.6	1	10	406	図 4-20 参照
		2	5		
		3	4		
		4	3		
		5	5		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	4		
		10	3		
		11	5		
		12	8		
		13	23		

表 5-1 評価結果 (13/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-9-15-X-2 (その 2)	58.8	1	4	406	図 4-21 参照
		2	4		
		3	2		
		4	4		
		5	4		
		6	4		
		7	4		
		8	4		
		9	3		
		10	2		
		11	2		
		12	4		
		13	5		
		14	4		

表 5-1 評価結果 (14/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-9-15-X-2 (その 3)	17.5	1	23	406	図 4-22 参照
		2	7		
		3	6		
		4	2		
		5	28		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	6		
		10	7		
		11	72		
		12	7		
		13	9		
		14	9		
		15	12		
		16	17		
		17	34		
		18	35		
		19	20		
		20	17		
		21	21		
		22	25		
		23	36		
		24	22		
		25	20		
		26	29		
		27	31		
		28	45		

表 5-1 評価結果 (15/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-12-15-X-2 (その 1)	31.3	1	27	406	図 4-23 参照
		2	13		
		3	13		
		4	11		
		5	25		
		6	2		
		7	2		
		8	21		
		9	7		
		10	9		
		11	9		
		12	22		

表 5-1 評価結果 (16/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-12-15-X-2 (その 2)	30.3	1	14	406	図 4-24 参照
		2	7		
		3	7		
		4	6		
		5	12		
		6	6		
		7	6		

表 5-1 評価結果 (17/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-13-8-X-2	25.6	1	30	406	図 4-25 参照
		2	12		
		3	11		
		4	8		
		5	12		
		6	2		
		7	1		
		8	1		
		9	1		
		10	1		
		11	1		
		12	1		
		13	20		
		14	7		
		15	11		
		16	18		
		17	63		

表 5-1 評価結果 (18/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-15-15-X-2 (その 1)	31.3	1	27	406	図 4-26 参照
		2	13		
		3	13		
		4	11		
		5	25		
		6	2		
		7	2		
		8	21		
		9	7		
		10	9		
		11	9		
		12	22		

表 5-1 評価結果 (19/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-A-15-15-X-2 (その 2)	30.3	1	14	406	図 4-27 参照
		2	7		
		3	7		
		4	6		
		5	12		
		6	10		
		7	10		
		8	4		
		9	4		
		10	5		

表 5-1 評価結果 (20/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-DWa-1-15-X-2 (その 1)	45.5	1	12	406	図 4-28 参照
		2	7		
		3	6		
		4	5		
		5	6		
		6	3		
		7	2		
		8	2		
		9	5		
		10	5		
		11	7		
		12	10		
		13	26		

表 5-1 評価結果 (21/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-DWa-1-15-X-2 (その 2)	111.1	1	6	406	図 4-29 参照
		2	4		
		3	4		
		4	4		
		5	4		
		6	4		
		7	4		
		8	7		

表 5-1 評価結果 (22/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-DWa-1-15-X-2 (その 3)	38.5	1	37	406	図 4-30 参照
		2	17		
		3	12		
		4	8		
		5	7		
		6	6		
		7	6		
		8	6		
		9	6		
		10	7		
		11	14		

表 5-1 評価結果 (23/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-1-50-X-2 (その 1)	17.9	1	18	325	図 4-31 参照
		2	10		
		3	10		
		4	9		
		5	8		
		6	6		
		7	6		
		8	8		
		9	8		
		10	9		
		11	8		
		12	7		
		13	6		
		14	6		
		15	5		
		16	7		
		17	13		
		18	10		
		19	55		

表 5-1 評価結果 (24/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-1-50-X-2 (その 2)	26.3	1	31	325	図 4-32 参照
		2	16		
		3	10		
		4	7		
		5	4		
		6	2		
		7	2		
		8	1		
		9	2		
		10	1		
		11	1		
		12	1		
		13	2		
		14	2		
		15	8		

表 5-1 評価結果 (25/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21-Ve-3-50-X-2	20.8	1	12	325	図 4-33 参照
		2	9		
		3	8		
		4	9		
		5	7		
		6	4		
		7	3		
		8	2		
		9	1		
		10	1		
		11	1		
		12	1		
		13	1		
		14	2		
		15	2		
		16	7		

表 5-1 評価結果 (26/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-1-20-X-2 (その 1)	8.9	1	35	406	図 4-34 参照
		2	26	325	
		3	12		
		4	50		
		5	60	305	
		6	65		
		7	69	325	
		8	1		
		9	8		
		10	6		
		11	6		
		12	6		
		13	7		
		14	7		
		15	6		
		16	6		
		17	10		
		18	1	305	
		19	84		
		20	58		
		21	38	325	
		22	63		
		23	69		
		24	60		
		25	144		

表 5-1 評価結果 (27/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-1-20-X-2 (その 2)	13.5	1	38	325	図 4-35 参照
		2	20		
		3	16		
		4	16		
		5	16		
		6	15		
		7	43		

表 5-1 評価結果 (28/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-1-20-X-2 (その 3)	17.9	1	44	325	図 4-36 参照
		2	23		
		3	22		
		4	17		
		5	10		
		6	15		
		7	20		
		8	23		
		9	20		
		10	1		
		11	21		
		12	20		
		13	20		
		14	27		
		15	77		
		16	41		

表 5-1 評価結果 (29/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-4-20-X-2 (その 1)	8.9	1	29	406	図 4-37 参照
		2	22	325	
		3	17		
		4	45		
		5	52	305	
		6	59		
		7	63	325	
		8	1		
		9	7		
		10	5		
		11	5		
		12	5		
		13	4		
		14	5		
		15	5		
		16	8		
		17	1	305	
		18	71		
		19	55	325	
		20	47		
		21	75		
		22	85		
		23	75		
		24	136		

表 5-1 評価結果 (30/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-4-20-X-2 (その 2)	22.7	1	19	325	図 4-38 参照
		2	10		
		3	6		
		4	11		
		5	8		
		6	6		
		7	20		

表 5-1 評価結果 (31/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-A-4-20-X-2 (その 3)	10.3	1	110	325	図 4-39 参照
		2	67		
		3	73		
		4	63		
		5	38		
		6	43		
		7	47	305	
		8	41		
		9	1	325	
		10	41	305	
		11	4	325	
		12	4		
		13	4		
		14	4		
		15	4	305	
		16	41		
		17	20		
		18	18	325	
		19	38		
		20	65		
		21	67		
		22	1		
		23	70		
		24	72		
		25	81		
		26	107		
		27	122		
		28	97		

表 5-1 評価結果 (32/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 1)	500	1	1	400	図 4-40 参照
		2	1		

表 5-1 評価結果 (33/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 2)	10.3	1	183	400	図 4-41 参照
		2	114		
		3	98		
		4	96		
		5	96		
		6	98		
		7	114		
		8	183		

表 5-1 評価結果 (34/37)

配管番号	一次固有 振動数 (Hz)	応力評価 点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 3)	37.0	1	4	400	図 4-42 参照
		2	4		
		3	3		
		4	3		
		5	3		
		6	2		
		7	8		

表 5-1 評価結果 (35/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G41-Ve-4-40-X-2 (その 4)	29.4	1	22	400	図 4-43 参照
		2	10		
		3	10		
		4	9		
		5	3		
		6	7		
		7	9		
		8	11		
		9	10		
		10	12		
		11	11		
		12	27		
		13	32		
		14	23		

表 5-1 評価結果 (36/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21PICO ⁻ 10.5*	47.6	1	10	406	図 4-44 参照
		2	5		
		3	4		
		4	3		
		5	5		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	4		
		10	3		
		11	5		
		12	8		
		13	23		

*接続計装計器番号を示す。

表 5-1 評価結果 (37/37)

配管番号	一次固有振動数 (Hz)	応力評価点番号	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	備考
G21PRA*10.3*	47.6	1	10	406	図 4-45 参照
		2	5		
		3	4		
		4	3		
		5	5		
		6	1		
		7	1		
		8	1		
		9	4		
		10	3		
		11	5		
		12	8		
		13	23		

*接続計装計器番号を示す。

第十一条（火災等による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、火災又は爆発の影響を受けることにより再処理施設の安全性に著しい支障が生ずるおそれがある場合において、消火設備（事業指定基準規則第五条第一項に規定する消火設備をいう。以下同じ。）及び警報設備（警報設備にあつては自動火災報知設備、漏電火災警報器その他の火災の発生を自動的に検知し、警報を発するものに限る。以下同じ。）が設置されたものでなければならない。

- 2 前項の消火設備及び警報設備は、その故障、損壊又は異常な作動により安全上重要な施設の安全機能に著しい支障を及ぼすおそれがないものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設であつて、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものは、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置が講じられたものでなければならない。
- 4 有機溶媒その他の可燃性の液体（以下この条において「有機溶媒等」という。）を取り扱う設備は、有機溶媒等の温度をその引火点以下に維持すること、不活性ガス雰囲気では有機溶媒等を取り扱うことその他の火災及び爆発の発生を防止するための措置が講じられたものでなければならない。
- 5 有機溶媒等を取り扱う設備であつて、静電気により着火するおそれがあるものは、適切に接地されているものでなければならない。
- 6 有機溶媒等を取り扱う設備をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室のうち、当該設備から有機溶媒等が漏えいした場合において爆発の危険性があるものは、換気その他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 7 硝酸を含む溶液を内包する蒸発缶のうち、リン酸トリブチルその他の硝酸と反応するおそれがある有機溶媒（爆発の危険性がないものを除く。次項において「リン酸トリブチル等」という。）が混入するおそれがあるものは、当該設備の熱的制限値を超えて加熱されるおそれがないものでなければならない。
- 8 再処理施設には、前項の蒸発缶に供給する溶液中のリン酸トリブチル等を十分に除去し得る設備が設けられていなければならない。
- 9 水素を取り扱う設備（爆発の危険性がないものを除く。）は、適切に接地されているものでなければならない。
- 10 水素の発生のおそれがある設備は、発生した水素が滞留しない構造でなければならない。
- 11 水素を取り扱い、又は水素の発生のおそれがある設備（爆発の危険性がないものを除く。）をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室は、当該設備から水素が漏えいした場合においてもこれが滞留しない構造とすることその他の爆

発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。

1 2 ジルコニウム金属粉末その他の著しく酸化しやすい固体廃棄物を保管廃棄する設備は、水中における保管廃棄その他の火災及び爆発のおそれがない保管廃棄をし得る構造でなければならない。

3 溶融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類には、不燃性材料又は難燃性材料を使用している。

本更新において、上記の設計に変更はないため、影響はない。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

- 2 熔融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、制御室からの圧力、温度状況の確認及び ITV カメラによる外観確認により、検査又は試験（台車と結合装置のインターロックの作動試験）が可能である。

更新後においても、上記の試験が行えることを作動試験により確認する。

- 3 熔融炉（G21ME10）、結合装置（G21M11）、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、遠隔操作により交換等の適切な保守及び修理が可能である。

本更新において、上記の設計に変更はないため、影響はない。

第十七条（材料及び構造）

安全機能を有する施設に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号及び第三号の規定については、法第四十六条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。

- 一 容器等に使用する材料は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。
- 二 容器等の構造及び強度は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
 - ロ 容器等に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。
 - ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。
- 三 容器等の主要な溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 不連続で特異な形状でないものであること。
 - ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。
 - ハ 適切な強度を有するものであること。
 - ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。

- 2 安全機能を有する施設に属する容器及び管のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものでなければならない。

- 1 廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は、設計上の耐圧強度を満足するように製作及び施工を行うとともに、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐圧強度を評価し、使用厚さが必要厚さより大きく、設計上要求される強度が十分満足するよう設計する。廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐圧強度についての計算書を別添－ 3 に示す。また、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類は良好な耐食性を有するステンレス鋼又は耐食耐熱超合金としている。

したがって、本更新において、影響はない。

また、再処理第 2 種機器及び再処理第 2 種管の溶接部については、以下の設計とする。

- ・ 不連続で特異な形状でないこと。
- ・ 溶接による割れのおそれがないこと。
- ・ 健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないこと。
- ・ 適切な強度を有すること。

2 本更新において、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類について、耐圧・漏えい試験を行い、変形及び漏えいがないことを確認する。

廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の
耐圧強度についての計算書

1. 概要

本資料は、廃気冷却管（G41X1091）、原料供給ノズル（G01X1091）及び配管類の耐圧強度について、それぞれの耐圧強度計算を行い、配管の必要厚さが使用厚さより十分に小さいこと、管継手（伸縮継手）の耐圧強度については、設計繰返し回数が実際の繰返し回数以上であることを示すものである。

2. 適用規格

適用規格を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (2) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

3. 廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の耐圧強度計算

3.1 計算方法

廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の耐圧強度計算は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に基づいて行う。計算式を以下に示す。

$$t = \frac{3 P_e \cdot D_0}{4B} + \alpha$$

t	:	胴の計算上必要な厚さ	(mm)
P _e	:	外面に受ける最高の圧力	(MPa)
D ₀	:	胴の外径	(mm)
α	:	腐食しろ	(mm)
B	:	「JSME S NJ1-2012」Part3 第3章 図 1, 図 12 より求めた値	

3.2 設計条件

廃気冷却管（G41X1091）及び原料供給ノズル（G01X1091）の設計条件を表 3-1 に示す。

表 3-1 廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の設計条件

機器番号	最高使用圧力		最高使用 温度 (°C)	胴の外径 D_o (mm)	腐食しろ α (mm)
	内圧 P (MPa)	外圧 P_e (kPa)			
廃気冷却管 (G41X1091)	-	64	400	76.3	3.0
原料供給ノズル (G01X1091)	-	64	400	165.2	2.0
				267.4	

3.3 計算結果

廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の計算結果を表 3-2 に示す。以下に示すとおり、使用厚さは必要厚さを上回ることから、十分な耐圧強度を有している。

表 3-2 廃気冷却管 (G41X1091) 及び原料供給ノズル (G01X1091) の計算結果

機器番号	必要厚さ t (mm)	使用厚さ (mm)
廃気冷却管 (G41X1091)	3.4	7.0
原料供給ノズル (G01X1091)	3.0	7.1
	3.2	9.3

4. 配管類の耐圧強度計算

4.1 計算方法

配管類の耐圧強度計算は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に基づいて行う。計算式を以下に示す。

(1) 内面に圧力を受ける管

$$t = \frac{P \cdot D_0}{2S \eta + 0.8P} + \alpha$$

t	: 管の計算上必要な厚さ	(mm)
P	: 内面に受ける最高の圧力	(MPa)
D ₀	: 管の外径	(mm)
S	: 許容引張応力	(MPa)
η	: 継手効率	
α	: 腐食しろ	(mm)

(2) 外面に圧力を受ける管

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に示す図により求める。

図から求められない場合は、下式による。

$$t = \frac{3 P_e \cdot D_0}{4B} + \alpha$$

t	: 管の計算上必要な厚さ	(mm)
P _e	: 外面に受ける最高の圧力	(MPa)
D ₀	: 管の外径	(mm)
α	: 腐食しろ	(mm)
B	: 「JSME S NJ1-2012」 Part3 第3章 図 1, 図 12 より求めた値	

4.2 設計条件

配管類の設計条件を表 4-1 に示す。

表 4-1 配管類の設計条件

配管番号	最高使用圧力		最高使用 温度 (°C)	許容引張 応力 S (MPa)	管の外径 D ₀ (mm)	継手 効率 η	腐食しろ α (mm)
	内圧 P (MPa)	外圧 P _e (kPa)					
G01-GC-2-80-2-2U	-	64	60	-	21.7	-	2.0
	-	64	60	-	89.1	-	2.0
G12-Ve-6-15-2-2U	-	64	70	-	21.7	-	1.0
G12-PP-6-15-2-2U	-	64	95	-	21.7	-	2.0
G21-Ve-4-40-2-2U	-	64	400	-	13.8	-	0.0
	-	64	400	-	48.6	-	1.0
G21-Ve-4-40-2-2	-	64	400	-	21.7	-	0.0
	-	64	400	-	48.6	-	1.0
G41-Ve-1-65-2-2U	-	64	400	-	21.7	-	0.0
	-	64	400	-	21.7	-	3.0
	-	64	400	-	76.3	-	3.0
G41-Ve-3-65-2-2U	-	64	400	-	34.0	-	0.0
	-	64	400	-	76.3	-	3.0
G21-A-5-8-X-2	0.76	-	60	115	13.8	1.0	0.0
G21-A-7-8-X-2							
G21-A-12-15-X-2	0.76	-	60	115	21.7	1.0	0.0
G21-A-15-15-X-2							
G21-DWa-1-15-X-2	0.59	-	60	115	21.7	1.0	0.0
G21-A-9-15-X-2	-	64	60	-	21.7	-	0.0
G21-A-13-8-X-2	-	64	60	-	13.8	-	0.0
G21-Ve-1-50-X-2	大気圧		400	91	60.5	1.0	0.0
G21-Ve-3-50-X-2							
G41-A-1-20-X-2	-	64	400	-	27.2	-	0.0
	-	64	400	-	89.1	-	0.0
	-	64	400	-	34.0	-	0.0
G41-A-4-20-X-2	-	64	400	-	27.2	-	0.0
	-	64	400	-	89.1	-	0.0
	-	64	400	-	34.0	-	0.0
G41-Ve-4-40-X-2	-	64	65	-	48.6	-	1.0
G21-Ve-21-40-2-2U	-	64	400	-	48.6	-	1.0
G21PRA*10.3*	-	64	60	-	21.7	-	0.0
	34.0				0.0		
G21PICO*10.5*	-	64	60	-	21.7	-	0.0
G41dPI10.1*	-	64	60	-	21.7	-	0.0

*：接続計装計器番号を示す。

4.3 計算結果

配管類の計算結果を表 4-2 に示す。以下に示すとおり、使用厚さは必要厚さを上回ることから、十分な耐圧強度を有している。

表 4-2 配管類の計算結果

配管番号		必要厚さ t (mm)	使用厚さ (mm)
内面に圧力を受ける管及び管継手	G21-A-5-8-X-2	0.1	2.2
	G21-A-7-8-X-2		
	G21-A-12-15-X-2	0.1	2.8
	G21-A-15-15-X-2		
	G21-DWa-1-15-X-2	0.1	2.8
外面に圧力を受ける管及び管継手	G01-GC-2-80-2-2U	2.2	3.7
		2.7	4.0
	G12-Ve-6-15-2-2U	1.2	2.8
	G12-PP-6-15-2-2U	2.2	3.7
	G21-Ve-4-40-2-2U	0.2	2.2
		1.4	3.0
	G21-Ve-4-40-2-2	0.2	2.8
		1.4	3.0
	G41-Ve-1-65-2-2U	0.2	2.8
		3.2	4.7
	G41-Ve-3-65-2-2U	3.7	7.0
		0.2	3.0
	G21-A-9-15-X-2	3.7	7.0
		0.2	2.8
	G21-A-13-8-X-2	0.2	2.2
	G21-Ve-1-50-X-2	0.0	3.5
	G21-Ve-3-50-X-2		
	G41-A-1-20-X-2	0.3	2.9
		0.7	4.0
		0.1	3.0
	G41-A-4-20-X-2	0.3	2.9
		0.7	4.0
		0.1	3.0
	G41-Ve-4-40-X-2	1.4	3.0
	G21-Ve-21-40-2-2U	1.4	3.0
	G21PRA ⁺ 10.3*	0.2	3.0
		0.2	2.8
G21PIC0 ⁻ 10.5*	0.2	2.8	
G41dPI10.1*	0.2	2.8	

*：接続計装計器番号を示す。

5. 管継手（伸縮継手）の許容繰返し回数

5.1 計算方法

管継手（伸縮継手）の耐圧強度計算については、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に基づき行う。なお、伸縮継手のモデル図を図 5-1 に示す。

次の計算式により計算した許容繰返し回数が実際の繰返し回数以上であること。この場合において、実際の繰返し回数が 2 種類以上あるときは、実際の繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値が、1 以下であること。

(1) 許容繰返し回数

$$N = \left(\frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

N : 許容繰返し回数

σ : 次の計算式により計算した値（調整リングが付いていない場合）

$$\sigma = \frac{1.5Et \delta}{n\sqrt{bh^3}} + \frac{Ph^2}{2t^2c}$$

E : 材料の縦弾性係数 (MPa)

t : 継手部の板の厚さ (mm)

δ : 全伸縮量 (mm)

n : 継手部の波数の 2 倍の値

b : 継手部の波のピッチの 2 分の 1 (mm)

h : 継手部の波の高さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

c : 継手部の層数

(2) 疲れ累積係数

$$U = U1 + U2 + U3 \leq 1$$

U : 疲れ累積係数

U1 : 通常運転時の繰返し回数と許容繰返し回数との比

U2 : 据付け時の繰返し回数と許容繰返し回数との比

U3 : 地震時の繰返し回数と許容繰返し回数との比

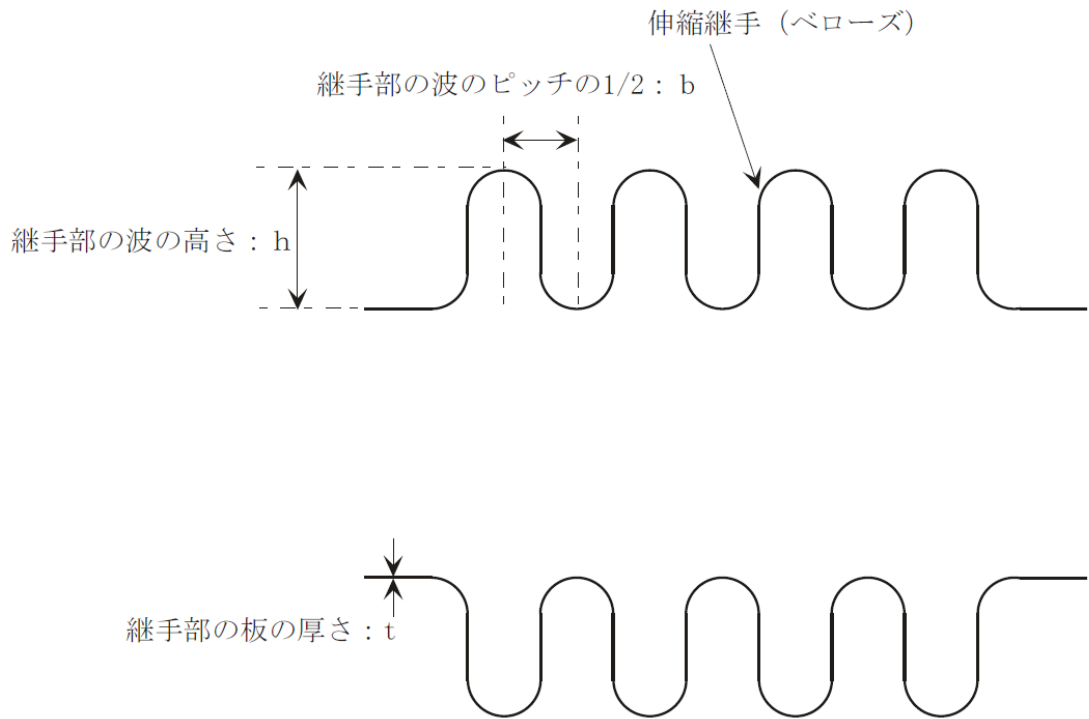


図 5-1 調整リングが付いていない伸縮継手 (ベローズ) のモデル図

5.2 設計条件及び計算結果

管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果を表 5-1 から表 5-6 に示す。表に示すとおり、疲れ累積係数は 1 を下回ることから、十分な耐圧強度を有する。

表 5-1 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（1/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-13-8-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	64k		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	8		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	259	2272	1769
許容繰返し回数 N	504200	252	605
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.001	U2=0.040	U3=0.100
疲れ累積係数 U	0.141		

表 5-2 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（2/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-9-15-X-2 G21PRA ⁺ 10.3* G21PICO ⁻ 10.5*		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	64k		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	15		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	259	2272	1769
許容繰返し回数 N	504200	252	605
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.001	U2=0.040	U3=0.100
疲れ累積係数 U	0.141		

*：接続計装計器番号を示す。

表 5-3 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（3/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-DWa-1-15-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	0.59M		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	15		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	319	2332	1828
許容繰返し回数 N	243155	230	539
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.003	U2=0.044	U3=0.112
疲れ累積係数 U	0.159		

表 5-4 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（4/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-Ve-1-50-X-2 G21-Ve-3-50-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	大気圧		
最高使用温度 (°C)	400		
呼び径 (A)	50		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	1.43		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	169000		
継手部の波の高さ h (mm)	4		
継手部の波数の 2 倍の値 n	39		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	14.0	11.0
継手部応力 σ (MPa)	136	1903	1495
許容繰返し回数 N	4805802	468	1091
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.001	U2=0.022	U3=0.055
疲れ累積係数 U	0.078		

表 5-5 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（5/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-5-8-X-2 G21-A-7-8-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	0.76M		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	8		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	338	2351	1847
許容繰返し回数 N	198583	223	520
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.003	U2=0.045	U3=0.116
疲れ累積係数 U	0.164		

表 5-6 管継手（伸縮継手）の設計条件及び計算結果（6/6）

項目	通常運転状態	据付け時	地震時
配管番号	G21-A-12-15-X-2 G21-A-15-15-X-2		
使用材料	SUS304L		
最高使用圧力 P (Pa)	0.76M		
最高使用温度 (°C)	60		
呼び径 (A)	15		
継手部の波のピッチの 1/2 b (mm)	0.81		
継手部の層数 c	1		
縦弾性係数 E (MPa)	192200		
継手部の波の高さ h (mm)	3		
継手部の波数の 2 倍の値 n	49		
継手部の板の厚さ t (mm)	0.2		
全伸縮量 δ (mm)	1.0	9.0	7.0
継手部応力 σ (MPa)	338	2351	1847
許容繰返し回数 N	198583	223	520
実際の繰返し回数 Nr	500	10	60
Nr と N の比 Nr/N	U1=0.003	U2=0.045	U3=0.116
疲れ累積係数 U	0.164		

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

参 考 資 料

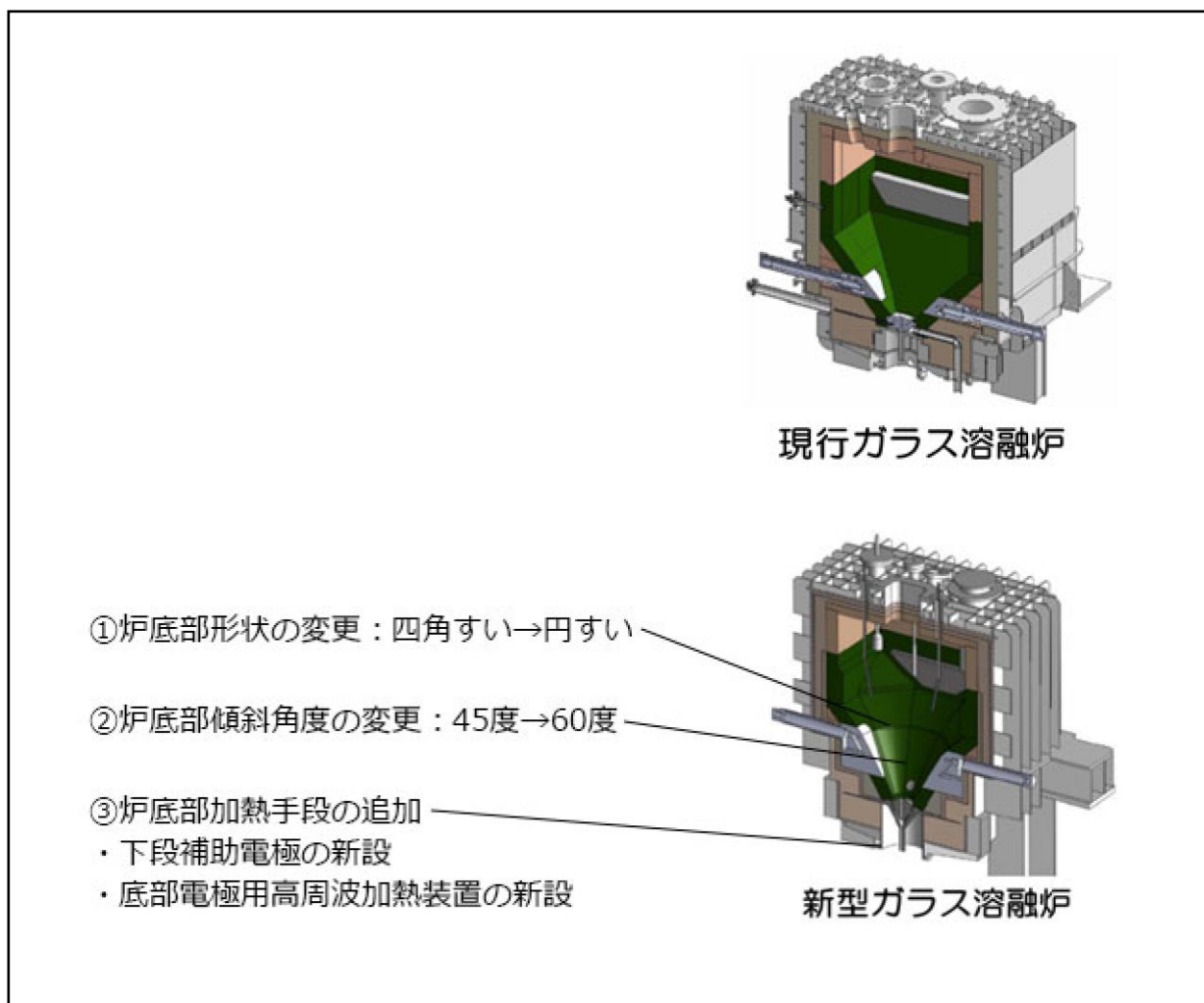
1. 円錐の炉底形状に係る国内外の実績について

1. 円錐の炉底形状に係る国内外の実績について

1. 国内の実績

日本原燃株式会社においては、四角錐の炉底形状を有する現行の溶融炉に対し、新型溶融炉の開発として、2013年から2015年にかけて円錐の炉底形状を有する溶融炉のモックアップ試験を実施した。現行溶融炉及び新型溶融炉の比較図を図1-1に示す。

本モックアップ試験では、設計上の処理能力に相当する廃液供給量において溶融炉の運転が行えることを確認した。



(日本原燃株式会社のホームページより引用)

図 1-1 日本原燃株式会社における現行溶融炉及び新型溶融炉の比較図

2. 国外の実績

ドイツのKIT (Karlsruher Institut fuer Technologie カールスルーエ研究所) においては、1998年から1999年にかけて八角錐の炉底形状を有する熔融炉のモックアップ試験を実施した。モックアップ試験に用いた熔融炉の概要図を図2-1に示す。

その試験結果を踏まえ、KITの敷地内に建設されたVEK (Verglasungseinrichtung Karlsruhe カールスルーエガラス固化施設) にて使用する熔融炉を製作、VEKに設置し、2009年から2010年にかけて、約56 m³の高放射性廃液を固化処理し、123本のガラス固化体を製造した。

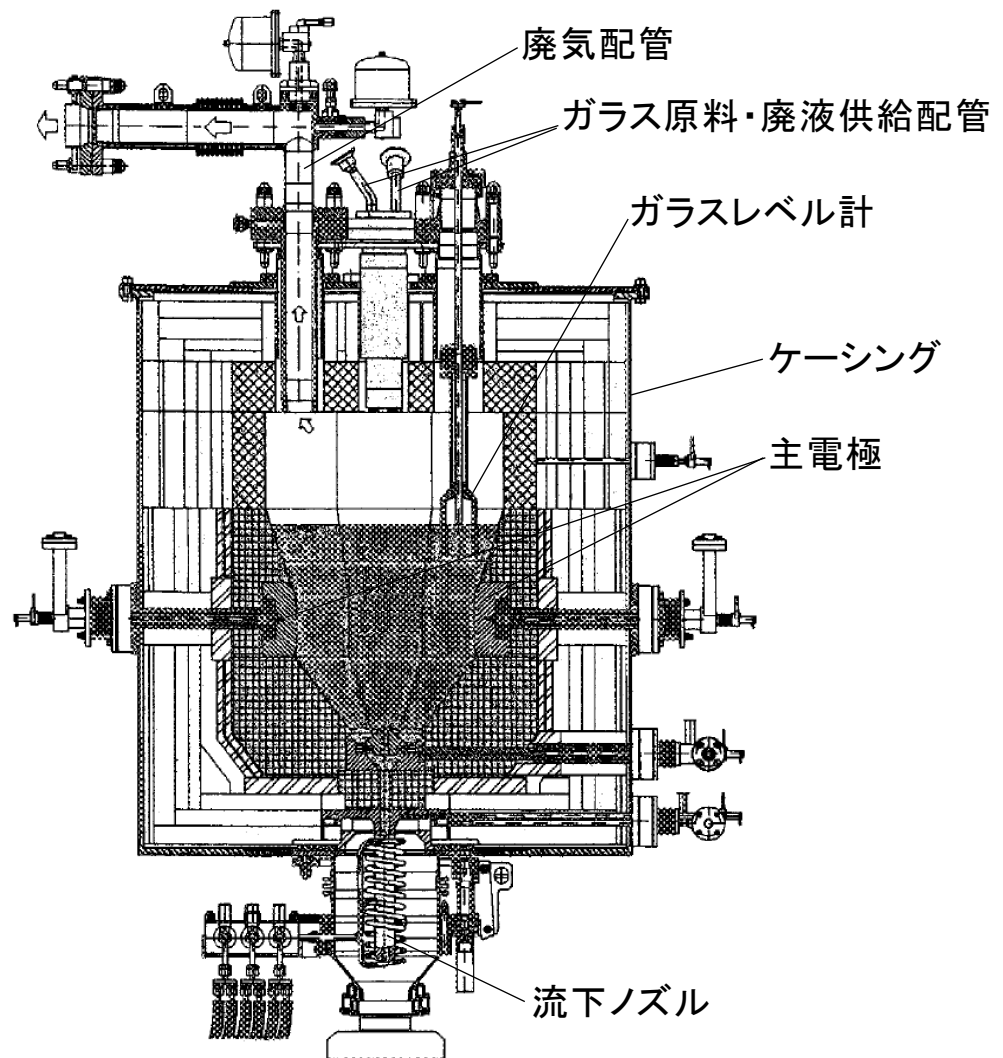


図 2-1 KIT のモックアップ熔融炉の概要図

(別冊 1-34)

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(ガラス固化技術開発施設 (TVF) の槽類換気系排風機の一部更新)

その他再処理設備の附属施設（その18）

ガラス固化技術開発施設

目 次

	頁
1. 変更の概要	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格	2
3. 設計の基本方針	3
4. 設計条件及び仕様	4
5. 工事の方法	6
6. 工事の工程	10

別 図 一 覧

- 別図-1 ガラス固化技術開発施設（TVF）槽類換気系のフロー
- 別図-2 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の配置
- 別図-3 排風機（G41K50、K51）概要図
- 別図-4 排風機（G41K60、K61）概要図
- 別図-5 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事フロー

表 一 覧

表-1 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の仕様

表-2 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事工程表

1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 3 年 4 月 27 日付け原規規発第 2104272 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

今回、工事を行うガラス固化技術開発施設（TVF）の槽類換気系排風機の一部更新に係る廃止措置計画変更認可の申請は、平成元年 1 月 11 日に認可（63 安（核規）第 761 号）を受けた後、平成 6 年 5 月 13 日に「排風機の一部変更」にて設計及び工事の方法の認可（6 安（核規）第 211 号）を受けた「その他再処理設備の附属施設（その 18）ガラス固化技術開発施設」のうち、槽類換気系排風機の高経年化対策として熔融炉換気系の排風機（G41K50、K51）及び貯槽換気系の排風機（G41K60、K61）を更新するものである。

ガラス固化技術開発施設（TVF）の槽類換気系排風機の一部更新に関する設計及び工事の計画に係る廃止措置計画の変更認可の申請は、平成 7 年 12 月 1 日の使用前検査合格証（7 安（核規）第 778 号）の取得後、最初のものである。

2. 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

(昭和 32 年法律第 166 号)

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」(昭和 46 年総理府令第 10 号)

「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(平成 25 年原子力規制委員会規則第 27 号)

「日本産業規格 (JIS)」

「日本電機工業会規格 (JEM)」

「電気規格調査会標準規格 (JEC)」(電気学会)

「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(日本電気協会)

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」(日本電気協会)

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」(日本機械学会)

「発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012」(日本機械学会)

「ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051」(日本原燃株式会社、株式会社日立製作所)

3. 設計の基本方針

本申請は、ガラス固化技術開発施設（TVF）の槽類換気系排風機の経年劣化の状況を踏まえ、段階的に更新を進めるものであり、本申請にて更新する槽類換気系排風機は、熔融炉（G21ME10）からの廃気と固化セルから取り入れる廃気を洗浄、吸着、ろ過の処理を行ったのち、工程換気系へ送る熔融炉換気系排風機（G41K50、K51）（以下「排風機（G41K50、K51）」という。）及び濃縮器（G12E10）等からの廃気と固化セルから取り入れる廃気を洗浄、吸着、ろ過し、工程換気系へ送る貯槽換気系排風機（G41K60、K61）（以下「排風機（G41K60、K61）」という。）である。

本申請は、既設排風機と同等の性能を有する排風機（G41K50、K51、K60、K61）を製作し、交換するものであり、再処理施設の技術基準に関する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）第 6 条第 2 項、第 10 条第 1 項第 2 号、第 16 条第 2 項及び第 3 項並びに第 28 条第 1 項第 1 号に規定する技術上の基準を満足するよう行う。

4. 設計条件及び仕様

(1) 設計条件

本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の性能を有する排風機（G41K50、K51、K60、K61）を製作した後、既設排風機と交換する工事を行う。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟地下2階のアンバー区域である廃気処理室（A0 11）内に設置するルーツ式排風機（ロータリーブロワ）であり、熔融炉換気系に常用1基、予備1基、貯槽換気系に常用1基、予備1基を設置している。排風機（G41K50、K51、K60、K61）の本体及び部品類は、取替えを前提として設計されており、本申請により製作する排風機（G41K50、K51、K60、K61）においても、これらの設計内容に変更はない。

ガラス固化技術開発施設（TVF）槽類換気系のフローを別図-1に、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の配置を別図-2に示す。

なお、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の更新に合わせ、既設の電動機を予備電動機と交換する。電動機の交換は、平成29年8月29日に「ガラス固化技術開発施設の排風機の電動機交換」にて設計及び工事の方法の認可（原規規発第1708291号）を受け、その後、平成30年11月30日に廃止措置計画の変更認可（原規規発第1811305号）を受けた「分離精製工場等のセル系排風機の電動機交換」のうち、「ガラス固化技術開発施設の排風機の電動機交換」により排風機（G41K50、K51、K60、K61）の予備電動機と交換する。

(2) 仕様

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の仕様を表-1に示す。

表-1 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の仕様

名称	数量	主材料 (適用規格)	容量	参考図面
排風機 (G41K50、K51)	2基	SCS13 (JIS G 5121)	約 6 m ³ /min/基	別図-3
排風機 (G41K60、K61)	2基	SCS13 (JIS G 5121)	約 6 m ³ /min/基	別図-4

付属品、共通台床 1式

(3) 配置

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) は、既設排風機と同じガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の廃気処理室 (A0 11) に配置する。

(4) 耐震性

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) は、耐震重要度分類 S クラスとし、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能となるよう耐震性を確保する。

耐震性の評価は、令和 2 年 9 月 25 日に廃止措置計画の変更認可 (原規規発第 2009252 号) を受けた廃止措置計画変更認可申請書の「別紙 6-1-2-5-3-63 排風機 (G41K50、K51) の耐震性についての計算書」及び「別紙 6-1-2-5-3-64 排風機 (G41K60、K61) の耐震性についての計算書」と同様の手法、手順によるものとする。

(5) 材料構造、火災及び溢水の防止

更新する排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の主材料は、既設排風機と同じとする。また、排風機 (G41K50、K51、K60、K61) と接続する既設配管は、既設と同様にフランジ継手で接続する。電源ケーブルは、既設の難燃性ケーブルを接続する。

(6) 保守

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) は、作業員による直接保守が可能な構造とし、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。保守において交換する部品は、ギヤ、ギヤ締付座金、スプラッター、フリンガー、ベアリングホルダー、ベアリング押さえ、スナップリング、ベアリング、ベアリングナット、ベアリング座金、オイルシール、O リング、メカケース、メカニカルシール、メカ押さえ、メカシールホルダー、サイドカバー、オイルケース、オイルゲージ、シートパッキン、軸スリーブ、軸、V ベルト、ボルト、スタッドボルト、ナット、バネ座金及びプラグであり、これらの予備品を確保し、再処理施設保安規定に基づき、適宜交換する。

5. 工事の方法

本申請に係る排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、再処理施設の事業指定を受けたものである。本申請に係る排風機（G41K50、K51、K60、K61）の更新は、再処理施設の技術基準に関する規則に適合するよう工事を実施し、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

(1) 工事の手順

本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、材料確認検査、外観検査、作動試験、据付・外観検査により、仕様を満足していることを確認する。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の交換は、既設排風機（G41K50、K51、K60、K61）と接続する配管をフランジ継手部で取り外し、既設排風機（G41K50、K51、K60、K61）、付属品及び既設電動機を共通台床とともに取り外した後、新規製作する排風機（G41K50、K51、K60、K61）、付属品及び予備電動機を共通台床とともに取り付け、既設据付ボルトにより据え付ける。排風機（G41K50、K51、K60、K61）と接続する配管をフランジ継手部で接続した後、試験・検査を適時行う。

取り外した既設排風機、付属品類、共通台床は、放射性廃棄物として保管廃棄する。なお、取り外した電動機は再使用するために必要な整備を行い、性能を確認した上で、予備電動機として適切に保管する。取り外した電動機が再使用できない場合は、放射性廃棄物として保管廃棄する。

槽類換気系排風機の一部更新に係る工事フローを別図-5 に示す。

本工事において実施する試験・検査項目、検査対象、検査方法、判定基準を以下に示す。

① 材料確認検査

対 象： 排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法： 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の主材料について材料証明書等により確認する。

判 定： 排風機（G41K50、K51、K60、K61）の主材料が、表-1 に示す仕様のとおりであること。

② 外観検査

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の外観を目視により確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

③ 作動試験(1)

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）を作動させ、正常に作動すること、容量を確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）が正常に作動するとともに、容量が約 6 m³/min/基以上であること。

④ 据付・外観検査

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）、据付ボルトのナット

方 法：据え付けた排風機（G41K50、K51、K60、K61）の配置及び外観を目視により確認する。据付ボルトの本数を目視により確認する。

据付ボルトのナットに緩みがないことをスパナにより確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）が別図-2 に示す配置であること。

また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の外観に使用上有害な傷、変形がないこと。

据付ボルトの本数が別図-3 及び別図-4 に示す本数であること。据付ボルトのナットに緩みがないこと。

⑤ 作動試験(2)

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の起動順序を確認するとともに、

建家内の負圧バランスが保たれていることを確認する。また、排風機

（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であることを確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）が起動順序に従って正常に作動するとともに、建家内の負圧バランスが保たれていること。また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であること。

⑥ 作動試験(3)

対 象：排風機（G41K50、K51、K60、K61）

方 法：排風機（G41K50、K51、K60、K61）故障時の予備機への自動切替を確認するとともに、建家内の負圧バランスが保たれていることを確認する。また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であることを確認する。

判 定：排風機（G41K50、K51、K60、K61）の予備機が正常に作動するとともに、建家内の負圧バランスが保たれていること。また、排風機（G41K50、K51、K60、K61）の排気系統に漏れ等がなく健全であること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の工事上の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、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。
- ② 本工事は、ガラス固化処理運転の停止期間中に行う。
- ③ 本工事は、熔融炉換気系の排風機（G41K50、K51）及び貯槽換気系の排風機（G41K60、K61）の各系統の排風機 1 基の運転を維持した状態で予備側となる排風機を対象に 1 基ずつ交換し、運転中の排風機の点検を強化して行う。また、既設設備に影響を与えないよう、隔離措置、養生を施して行う。
- ④ 本工事は、作業手順、装備、汚染管理、連絡体制等について十分に検討した特殊放射線作業計画書を作成し、作業を実施する。
- ⑤ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋及び保護メガネ、放射線作業用マスク等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ⑥ 本工事における重量物の運搬は、クレーン、運搬台車等の適切な荷役装置、運搬装置等により行い、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ⑦ 本工事において火気を使用する場合は、可燃物の除去、不燃シートの設置等、火災を防止する措置を講じる。

- ⑧ 本工事においては、経年変化を考慮して作業場所の汚染確認を実施するとともに、必要に応じ、除染等の処置を講じて作業者の被ばく及び作業場所の汚染拡大を防止する。
- ⑨ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

6. 工事の工程

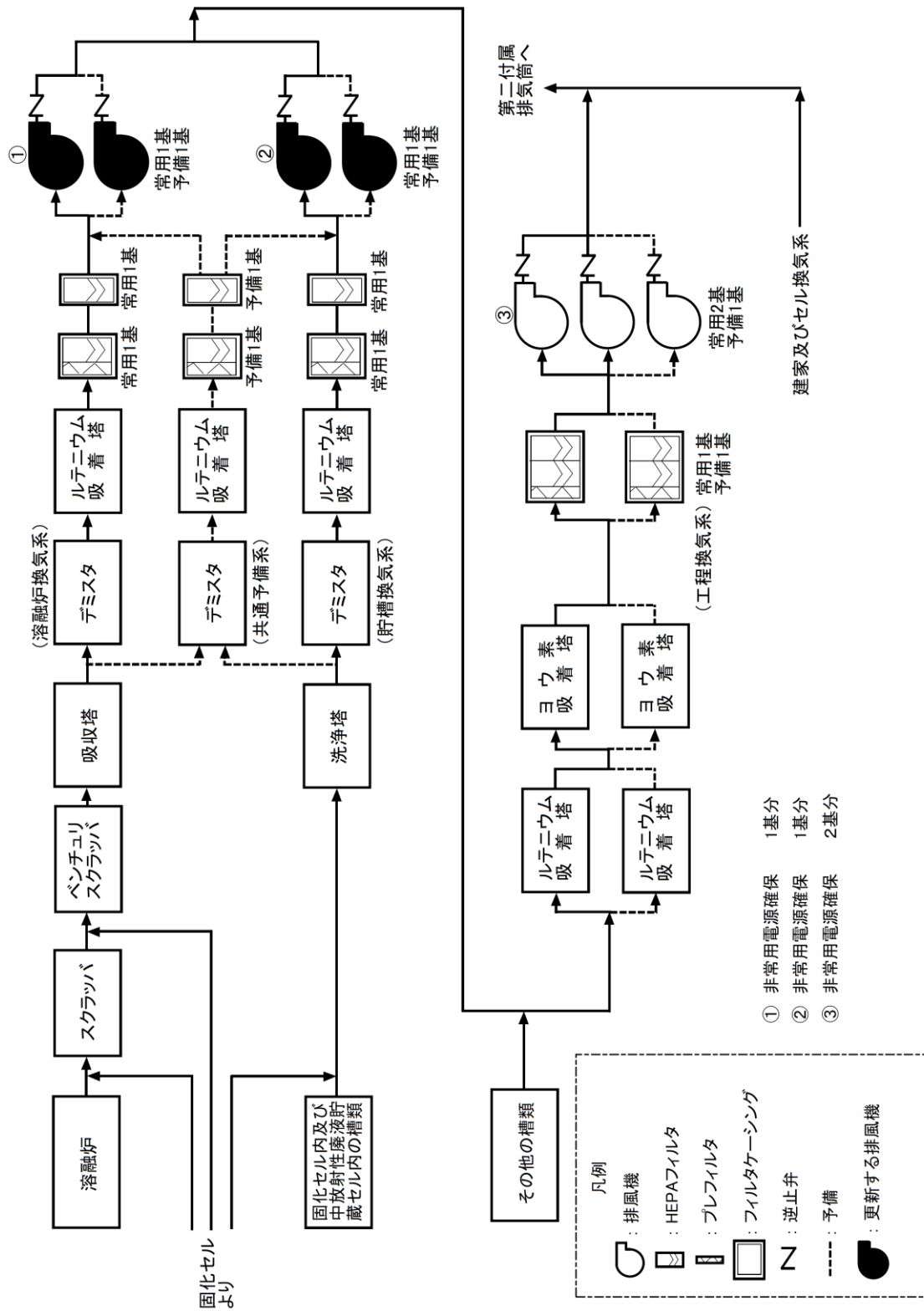
本申請に係る工事の工程を表-2 に示す。

表-2 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事工程表

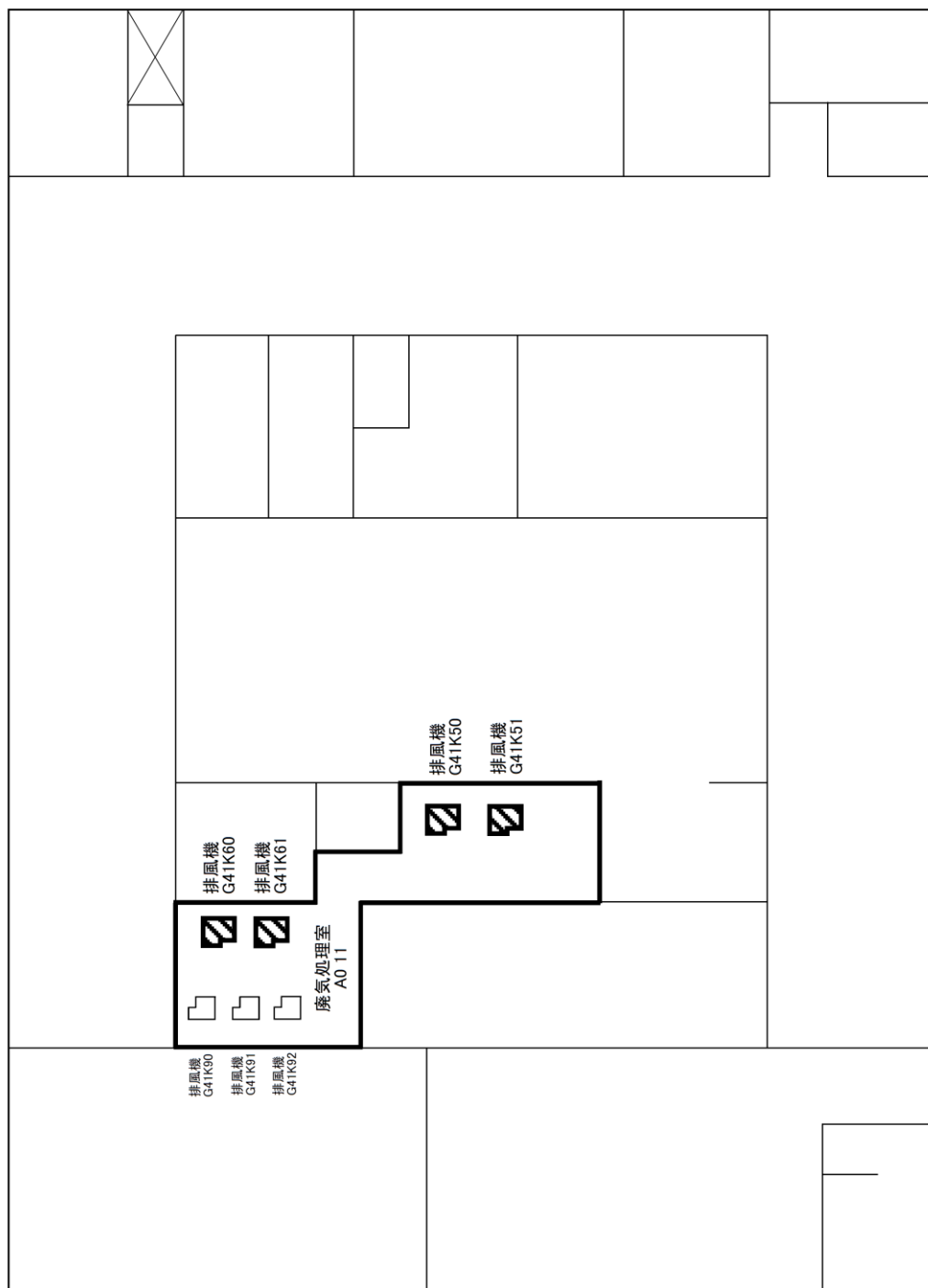
	令和					備考
	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	
槽類換気系排風機の一部更新	G41K50、	G41K60、K61	G41K51			
	製 作		工 事*			

*：排風機 1 基当たりの工事期間は概ね 1 週間程度であるが、工事及び試験・検査（使用前自主検査）の時期は、ガラス固化処理運転の時期や運転停止中に行う保全作業等の調整を踏まえ 1 基ずつ分けて期間内で実施する。

別 図



別図-1 ガラス固化技術開発施設（TVF）槽類換気系のフロー



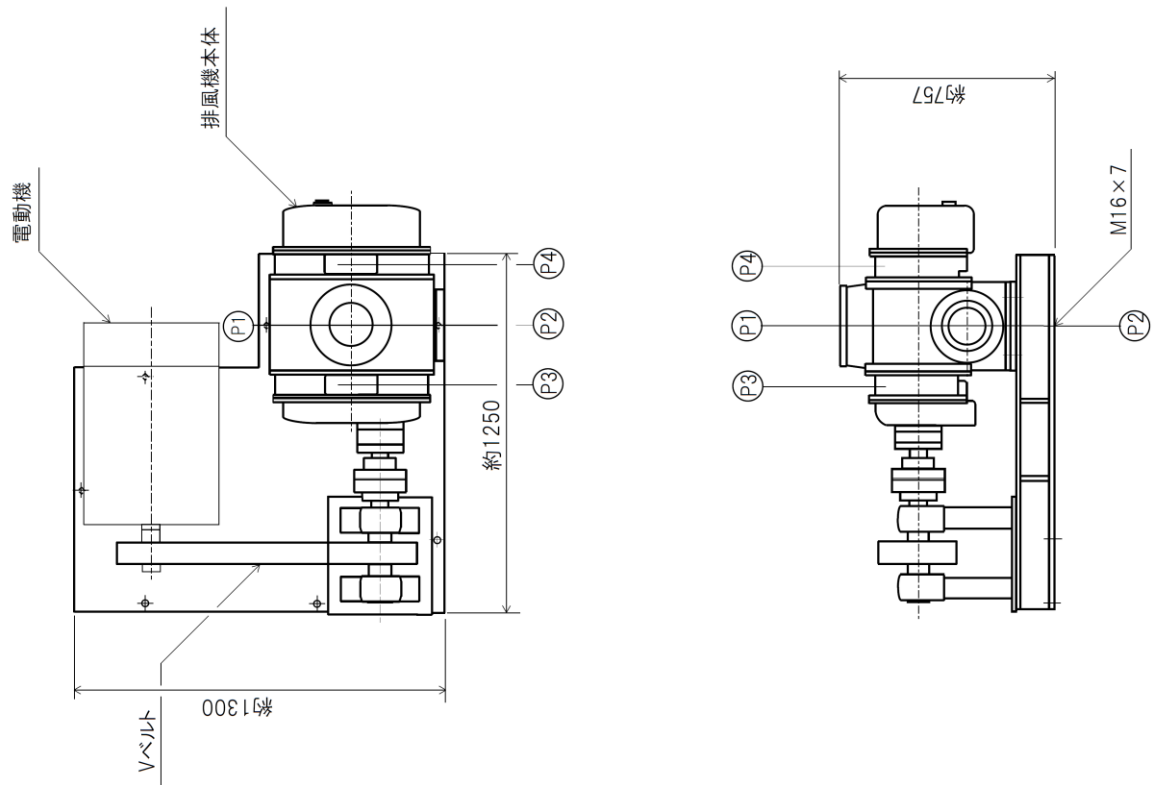
ガラス固化技術開発施設(TVF) ガラス固化技術開発棟の平面図(地下2階)

別図-2 排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の配置

基数	2	
設置場所	廃気処理室 A0 11	
設計条件		
流体名	廃気	
容量 (m ³ /min)	約 6	
放射性物質 濃度 (Bq/cm ³)	種類	FP
		< 3.7 × 10 ⁻²
本体主材料	SCS13	
据付ボルト	M16 × 7 (SS400)	

管台一覧表			接続
符号	名称	※寸法	
			G41K50
P1	廃気入口	150A	Ve-21-150-Y-1
P2	廃気出口	125A	Ve-48-150-Y-1
P3	還流廃気入口	50A	Ve-55-50-Y-1
P4	還流廃気入口	50A	Ve-56-50-Y-1

※ 接続配管との取合を示すものである。



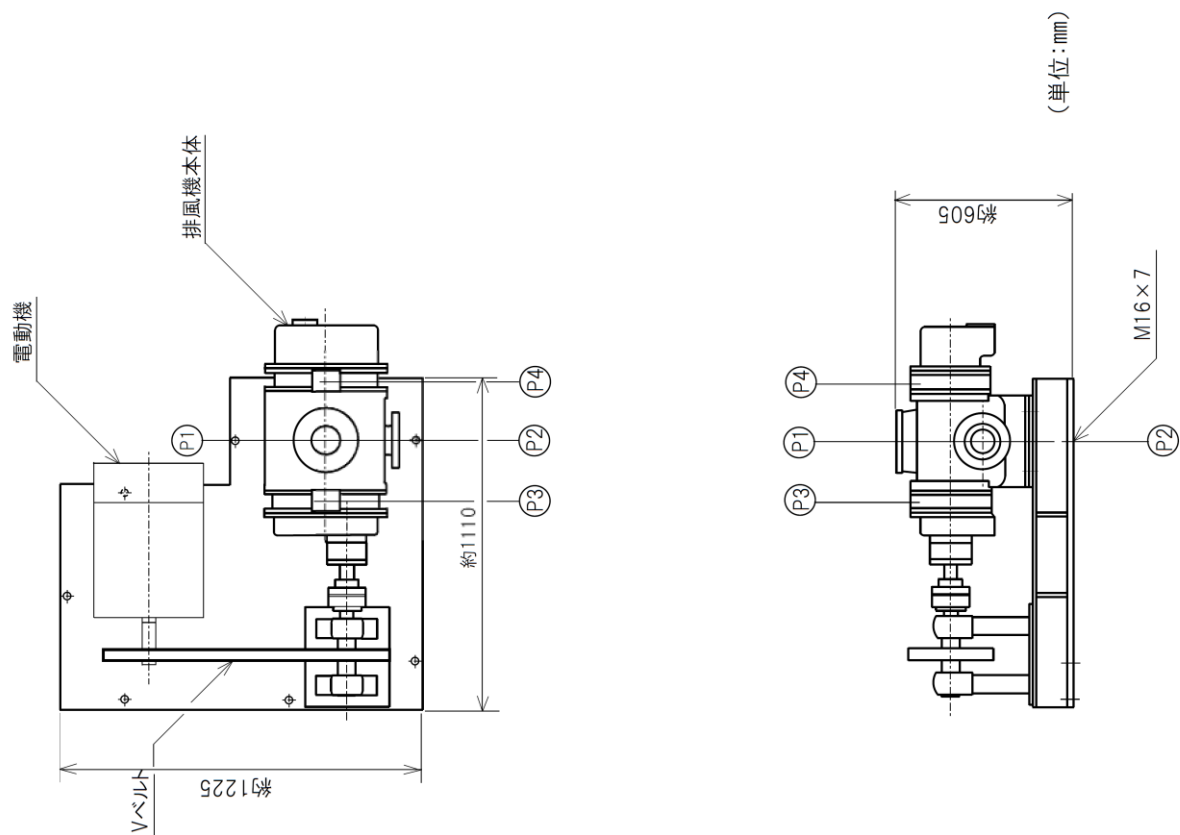
(単位:mm)

別図-3 排風機 (G41K50、K51) 概要図

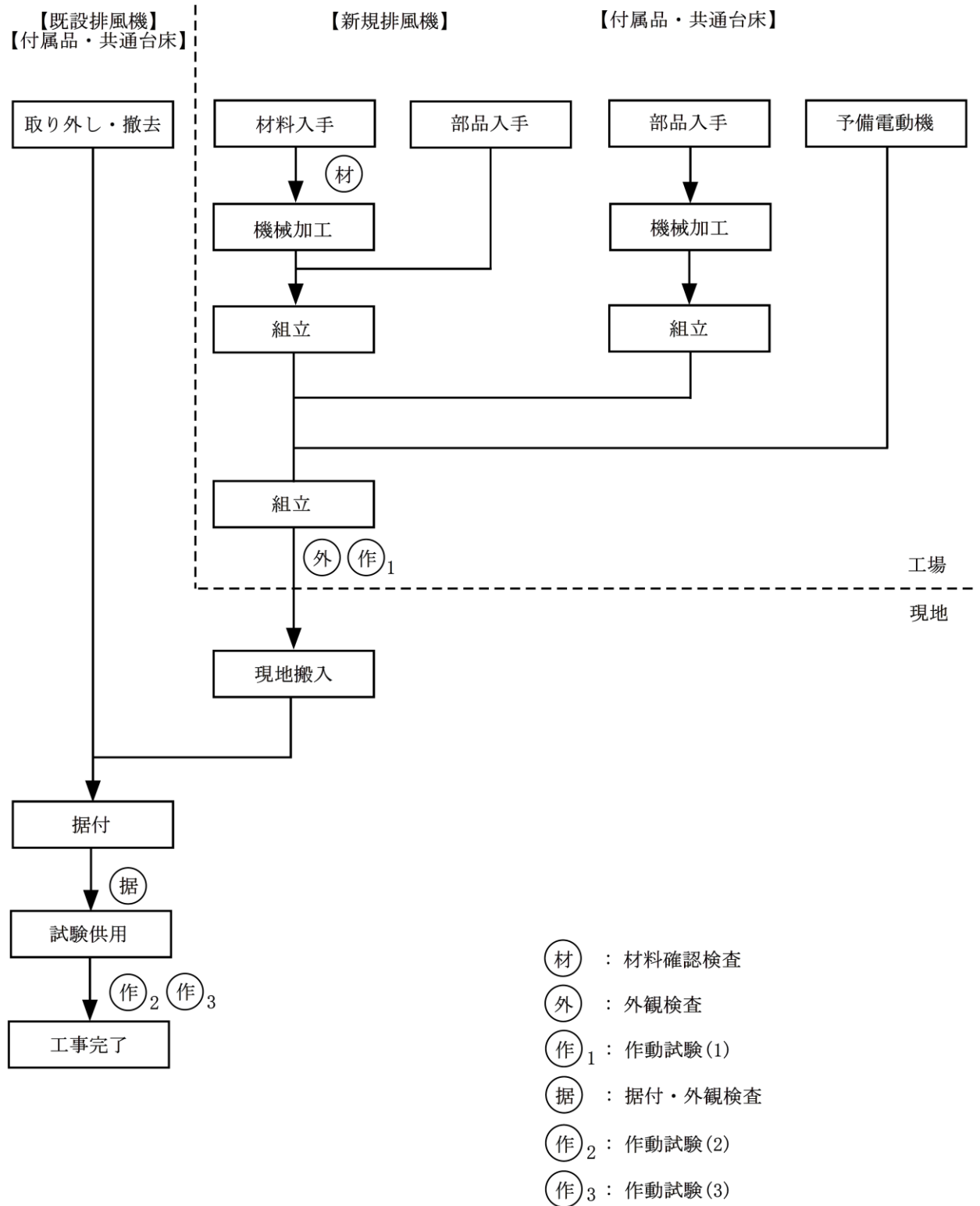
基数	2	
設置場所	廃気処理室 A0 11	
設計条件	廃気	
流体名	廃気	
容量 (m ³ /min)	約 6	
放射性物質 濃度 (Bq/cm ³)	種類	FP
		< 3.7×10 ⁻²
本体主材料	SCS13	
据付ボルト	M16×7 (SS400)	

管台一覧表				
符号	名称	※寸法	主材料	接続
P1	廃気入口	100A	SCS13	G41K60 Ve-37-100-Y-1
P2	廃気出口	80A	SCS13	Ve-50-150-Y-1
P3	還流廃気入口	50A	SCS13	Ve-61-50-Y-1
P4	還流廃気入口	50A	SCS13	Ve-62-50-Y-1 Ve-65-50-Y-1

※ 接続配管との取合を示すものである。



別図-4 排風機 (G41K60、K61) 概要図



別図-5 槽類換気系排風機の一部更新に係る工事フロー

添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	—	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	—	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙-1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	有	第二号	別紙-2に示すとおり
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における ^{いつ} 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2、3項	別紙-3に示すとおり
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—
第二十二条	安全保護回路	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十三条	制御室等	無	—	—
第二十四条	廃棄施設	無	—	—
第二十五条	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六条	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七条	遮蔽	無	—	—
第二十八条	換気設備	有	第一号	別紙-4に示すとおり
第二十九条	保安電源設備	無	—	—
第三十条	緊急時対策所	無	—	—
第三十一条	通信連絡設備	無	—	—
第三十二条	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三条	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四条	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六条	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七条	材料及び構造	無	—	—
第三十八条	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九条	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十条	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一条	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二条	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三条	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	—	—	—

第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七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ものでなければならない。

- 2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
- 3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ず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ものでなければならない。

- 2 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、耐震重要度分類 S クラスとして、廃止措置計画用設計地震動による地震力が作用したとしても耐震性を確保できることから安全性が損なわれるおそれがない。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の耐震性についての計算書を別添－ 1 に示す。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の耐震性についての計算書

1. 概要

槽類換気系排風機の一部更新において工事を行う排風機（G41K50、K51、K60、K61）について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを確認する。

2. 一般事項

2.1 評価方針

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠し、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

また、当該設備の地震時及び地震後の動的機能の評価は、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度が機能確認済加速度以下となることを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008（日本電気協会）
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012（日本機械学会）
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012（日本機械学会）
- (5) ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051（日本原燃株式会社、株式会社日立製作所）

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_s	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロワ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ブロワ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根（SRSS）法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F / (1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。排風機（G41K50、K51、K60、K61）の静的解析用震度は、機器据付階のもの（B2F、水平方向：0.86、鉛直方向：0.77）を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度×1.2)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力(F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg \sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mg C_P (h + l_1) + M_P - m g l_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の解析モデルを図 4-1 に示す。

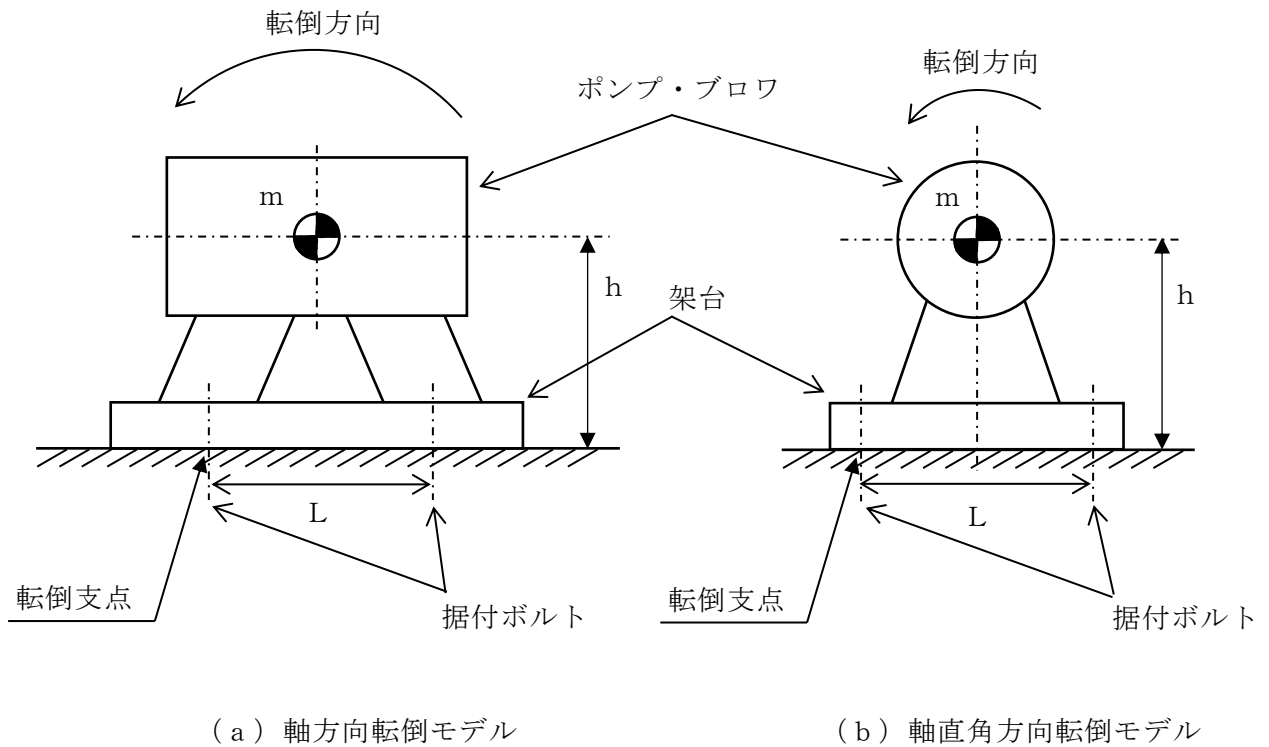


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
排風機 (G41K50、K51)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	975 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 °C
	据付ボルトの本数	n	7
	引張力の作用する据付ボルトの評価 本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	447 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.10
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	1540 (kg)
排風機 (G41K60、K61)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	875 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 °C
	据付ボルトの本数	n	7
	引張力の作用する据付ボルトの評価 本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	415 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.12
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	910 (kg)

4.6 固有周期

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
排風機 (G41K50、K51)	0.05 (秒) 以下
排風機 (G41K60、K61)	0.05 (秒) 以下

5. 動的機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

排風機（G41K50、K51、K60、K61）の地震時及び地震後の動的機能維持評価について、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のファンの評価方法を準用し、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度と機能確認済加速度を比較することにより評価を行った。

排風機（G41K50、K51、K60、K61）は形式がルーツ式であることから、機能確認済加速度は「ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051（日本原燃株式会社、株式会社日立製作所）」のものを用いた。機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度

評価対象設備	形式	方向	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K50、K51)	ルーツブロワ	水平	1.2
		鉛直	1.2
排風機 (G41K60、K61)	ルーツブロワ	水平	1.2
		鉛直	1.2

6. 評価結果

構造強度評価結果を表 6-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の排風機 (G41K50、K51、K60、K61) の発生応力は、いずれも許容応力以下であることを確認した。

また、動的機能維持評価結果を表 6-2 に示す。廃止措置計画用設計地震動により排風機 (G41K50、K51、K60、K61) に作用する加速度は機能確認済加速度以下であることを確認した。

表 6-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
排風機 (G41K50、K51)	据付ボルト	引張	11	280	0.04
		せん断	14	161	0.09
排風機 (G41K60、K61)	据付ボルト	引張	7	280	0.03
		せん断	8	161	0.05

※1 応力比は、発生応力/許容応力を示す。

表 6-2 動的機能維持評価結果

評価対象設備	方向	廃止措置計画用設計地震動により 設備に作用する加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K50、K51)	水平	0.72	1.2
	鉛直	0.64	1.2
排風機 (G41K60、K61)	水平	0.72	1.2
	鉛直	0.64	1.2

第十条（閉じ込めの機能）

安全機能を有する施設は、次に掲げるところにより、使用済燃料、使用済燃料から分離された物又はこれらによって汚染された物（以下「使用済燃料等」という。）を限定された区域に閉じ込める機能を保持するように設置されたものでなければならない。

- 一 流体状の使用済燃料等を内包する容器又は管に使用済燃料等を含まない流体を導く管を接続する場合には、流体状の使用済燃料等が使用済燃料等を含まない流体を導く管に逆流するおそれがない構造であること。
- 二 セルは、その内部を常時負圧状態に維持し得るものであること。
- 三 液体状の使用済燃料等を取り扱う設備をその内部に設置するセルは、当該設備からの当該物質の漏えいを監視し得る構造であり、かつ、当該物質が漏えいした場合にこれを安全に処理し得る構造であるとともに当該物質がセル外に漏えいするおそれがない構造であること。
- 四 セル内に設置された流体状の使用済燃料等を内包する設備から、使用済燃料等が当該設備の冷却水、加熱蒸気その他の熱媒中に漏えいするおそれがある場合は、当該熱媒の系統は、必要に応じて、漏えい監視設備を備えるとともに、汚染した熱媒を安全に処理し得るように設置すること。
- 五 プルトニウム及びその化合物並びにこれらの物質の一又は二以上を含む物質（以下この条において「プルトニウム等」という。）を取り扱うグローブボックスは、その内部を常時負圧に維持し得るものであり、かつ、給気口及び排気口を除き、密閉することができる構造であること。
- 六 液体状のプルトニウム等を取り扱うグローブボックスは、当該物質がグローブボックス外に漏えいするおそれがない構造であること。
- 七 密封されていない使用済燃料等を取り扱うフードは、その開口部の風速を適切に維持し得るものであること。
- 八 プルトニウム等を取り扱う室（保管廃棄する室を除く。）及び使用済燃料等による汚染の発生のおそれがある室は、その内部を負圧状態に維持し得るものであること。
- 九 液体状の使用済燃料等を取り扱う設備が設置される施設（液体状の使用済燃料等の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。）は、次に掲げるところによるものであること。
 - イ 施設内部の床面及び壁面は、液体状の使用済燃料等が漏えいし難いものであること。

ロ 液体状の使用済燃料等を取り扱う設備の周辺部又は施設外に通ずる出入口若しくはその周辺部には、液体状の使用済燃料等が施設外へ漏えいすることを防止するための堰が設置されていること。ただし、施設内部の床面が隣接する施設の床面又は地表面より低い場合であって、液体状の使用済燃料等が施設外へ漏えいするおそれがないときは、この限りでない。

ハ 工場等の外に排水を排出する排水路（湧水に係るものであって使用済燃料等により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないものを除く。）の上に施設の床面がないようにすること。ただし、当該排水路に使用済燃料等により汚染された排水を安全に廃棄する設備及び第二十一条第三号に掲げる事項を計測する設備が設置されている場合は、この限りでない。

二 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設排風機（G41K50、K51、K60、K61）と同等の性能を有する排風機と交換するものであり、固化セル（R0 01）の内部を常時負圧状態に維持する機能に変わりがないことを試験・検査により確認する。

第十六条（安全機能を有する施設）

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準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、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、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、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の仕様の排風機と交換するものであり、排風機の検査又は試験ができるように施設された構造を変更するものではないため影響はない。

3 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の仕様の排風機と交換するものであり、排風機の機能を維持するため適切な保守及び修理ができるように施設された構造を変更するものではないため影響はない。

第二十八条（換気設備）

再処理施設内の使用済燃料等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がある場所には、次に掲げるところにより換気設備が設けられていなければならない。

- 一 放射線障害を防止するために必要な換気能力を有するものであること。
- 二 使用済燃料等により汚染された空気が逆流するおそれがない構造であること。
- 三 ろ過装置を設ける場合にあつては、ろ過装置の機能が適切に維持し得るものであり、かつ、ろ過装置の使用済燃料等による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。
- 四 吸気口は、使用済燃料等により汚染された空気を吸入し難いように設置すること。

- 一 本申請により更新する排風機（G41K50、K51、K60、K61）は、既設と同等の性能を有する排風機と交換するものであり、換気能力に変わりがないことを試験・検査により確認する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。