

本資料のうち、枠囲みの内容は、
機密事項に属しますので公開で
きません

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-029 改9
提出年月日	2020年 8月 26日

工事計画に係る補足説明資料
(各クラス機器の強度に関する説明書)

2020年8月
東京電力ホールディングス株式会社

工事計画に係る補足説明資料
(各クラス機器の強度に関する説明書)

各クラス機器の強度に関する説明書の補足説明資料目次

1. 補足説明資料と添付書類の関連
2. 補足説明資料
 - 2.1 全般に関する補足説明資料
 - 資料 1 強度に関する説明書における適用規格の整理
 - 資料 2 各クラス機器の強度計算書の説明分類
 - 資料 3 強度評価対象弁の選定について
 - 資料 4 ボルトの断面評価について
 - 2.2 クラス 2 機器に関する補足説明資料
 - 資料 5 可燃性ガス濃度制御系の改造について
 - 2.3 クラス 3 機器に関する補足説明資料
 - 資料 6 技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法及び消防法の規定の比較
 - 2.4 重大事故等クラス 2 機器に関する補足説明資料
 - 資料 7 重大事故等クラス 2 機器に用いられるクラス 1 機器の事故時の強度評価について
 - 資料 8 重大事故等クラス 2 管の疲労評価について
 - 資料 9 重大事故等クラス 2 機器におけるクラス 2 機器の規定によらない場合の評価
 - 資料 10 重大事故等クラス 2 容器にクラス 1 容器の応力評価の規定を用いる妥当性について
 - 資料 11 重大事故等クラス 2 管のうち、伸縮継手の全伸縮量について
 - 資料 12 容器の平板の穴の補強計算について
 - 資料 13 原子炉格納容器の適用規格について
 - 資料 14 空気だめの座屈に係る解析評価について
 - 2.5 重大事故等クラス 3 機器に関する補足説明資料
 - 資料 15 重大事故等クラス 3 機器の強度評価における耐圧試験を用いた裕度の考え方について

1. 補足説明資料と添付資料の関連

補足説明資料と添付資料の関連

補足説明資料		工認添付書類
全般に関する補足説明資料		
資料 1	強度に関する説明書における適用規格の整理	V-3-1 強度計算の基本方針
資料 2	各クラス機器の強度計算書の説明分類	V-3-1 強度計算の基本方針
資料 3	強度評価対象弁の選定について	V-3-1 強度計算の基本方針
資料 4	ボルトの断面評価について	V-3-1 強度計算の基本方針
クラス 2 機器に関する補足説明資料		
資料 5	可燃性ガス濃度制御系の改造について	V-3-3 クラス 2 機器の強度計算の基本方針
クラス 3 機器に関する補足説明資料		
資料 6	技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法及び消防法の規定の比較	V-3-4 クラス 3 機器の強度計算の基本方針
重大事故等クラス 2 機器に関する補足説明資料		
資料 7	重大事故等クラス 2 機器に用いられるクラス 1 機器の事故時の強度評価について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針
資料 8	重大事故等クラス 2 管の疲労評価について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針
資料 9	重大事故等クラス 2 機器におけるクラス 2 機器の規定によらない場合の評価	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針

補足説明資料		工認添付書類
資料 10 重大事故等クラス 2 容器にクラス 1 容器の応力評価の規定を用いる妥当性について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針	
資料 11 重大事故等クラス 2 管のうち、伸縮継手の全伸縮量について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針	
資料 12 容器の平板の穴の補強計算について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針	
資料 13 原子炉格納容器の適用規格について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針	
資料 14 空気だめの座屈に係る解析評価について	V-3-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針	
重大事故等クラス 3 機器に関する補足説明資料		
資料 15 重大事故等クラス 3 機器の強度評価における耐圧試験を用いた裕度の考え方について	V-3-6 重大事故等クラス 3 機器の強度計算の基本方針	

2. 補足説明資料

2.1 全般に関する補足説明資料

強度に関する説明書における適用規格の整理

強度評価に関する基本的な考え方（柏崎原子力発電所第7号機）

1. 強度計算の基本方針に基づく評価区分の整理フロー

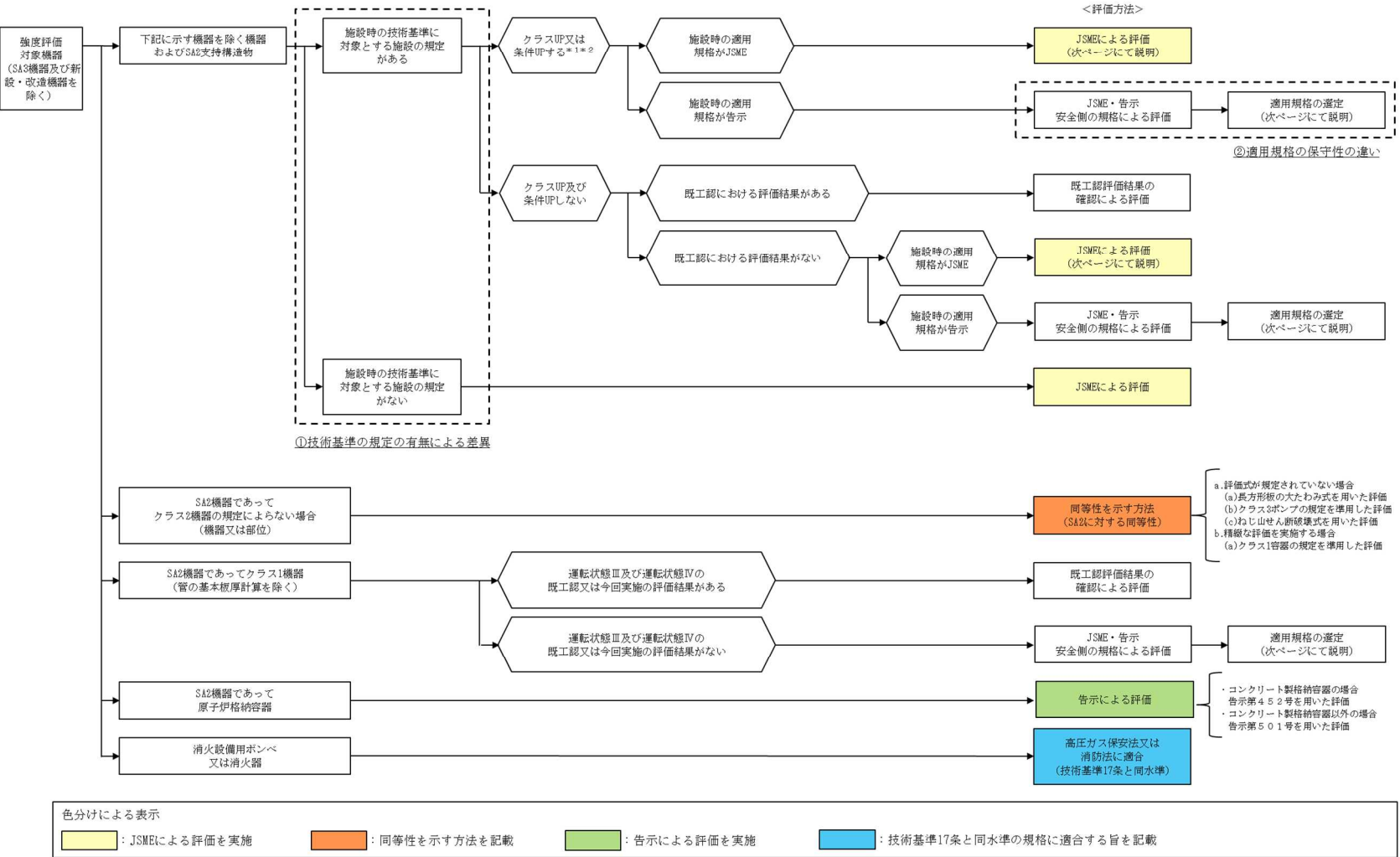
今回の申請範囲における強度評価対象機器の強度評価方法について、強度計算の基本方針（SAクラス3機器及び新設・改造機器を除く。）に基づき強度評価方法を整理すると、以下のとおり類型化される。

注記：以下の機器については評価区分の整理フローを用いない

- ・重大事故等クラス3設備（JSME又は一般産業品の規格及び基準による評価を実施）
- ・新設設備（JSMEによる評価を実施）
- ・重大事故等クラス2ポンプ及び容器を除く支持構造物（耐震計算書にて評価を実施）

注記*1：クラスアップする機器
DB設備
「DBクラス2→DBクラス1」及び「Nonクラス→DBクラス3」となるもの
（例：原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲、火災防護設備）
SA設備
「SAクラス2（DBクラス1又はDBクラス2に属するものを除く）」となるもの
条件アップする機器
SA設備において、「DB条件にSA条件が包絡されないもの」

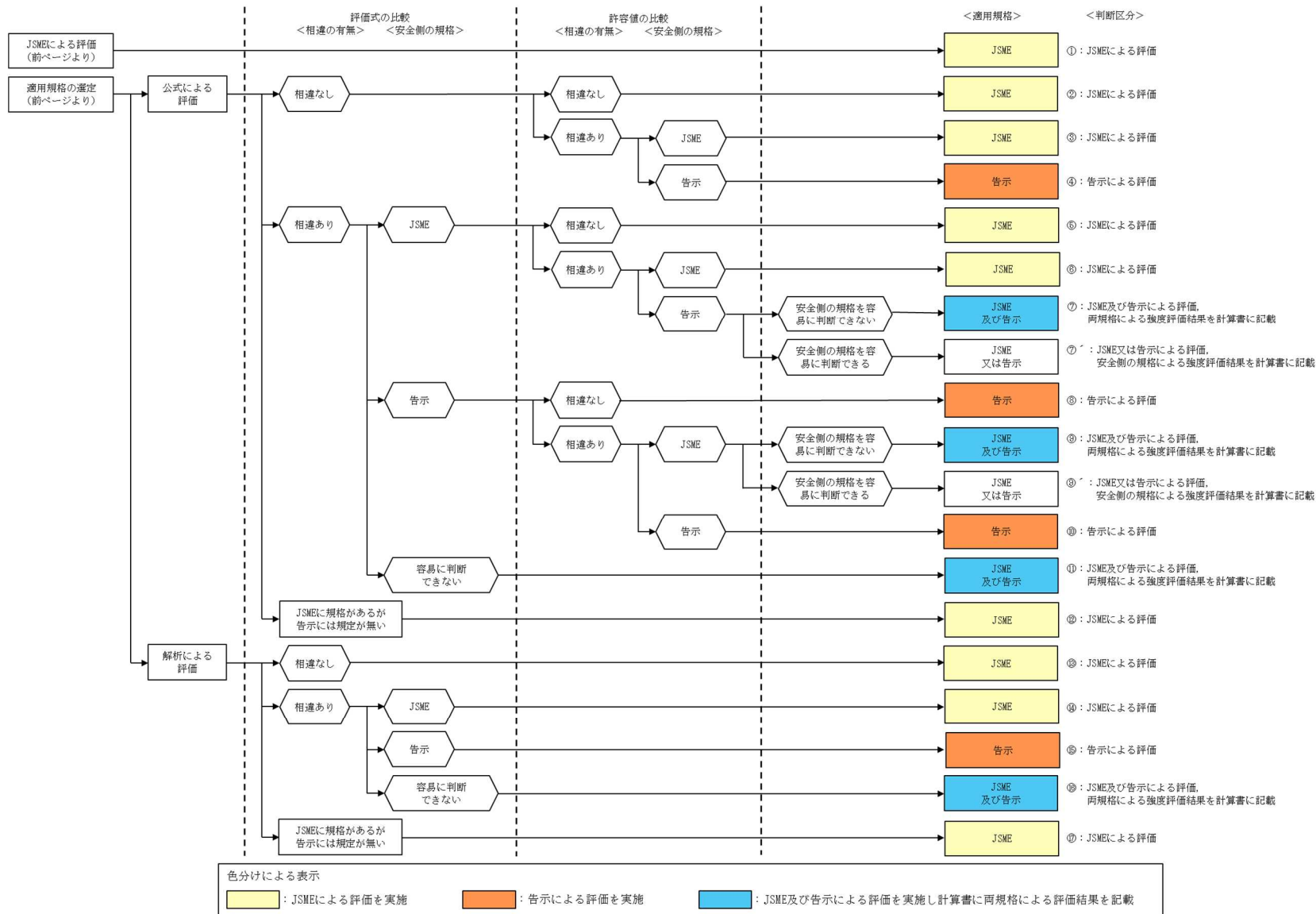
注記*2：原子炉冷却材圧力バウンダリ
拡大範囲の管の基本板厚計算のように
クラスUP後の規定を用いた既工認の評
価結果がある場合はフローに依らず既
工認評価結果の確認による評価を実施
する。



強度評価に関する基本的な考え方（柏崎原子力発電所第7号機）

2. 強度計算の基本方針（SA3機器を除く）に基づく適用規格の選定フロー

JSME又は告示による評価を実施する場合、強度計算の基本方針（SAクラス3を除く）の適用規格に基づき整理すると、以下のとおり類型化される。



3. 強度説明書における適用規格の整理一覧

強度評価対象機器の評価を実施する上で適用している規格と、改造の有無等について以下に整理する。

クラス1管（RPV バウンダリ拡大範囲）

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	ほう酸水注入系	原子炉冷却材 浄化系
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	既設/新設	既設	既設
			改造	無	無
			DB クラス	DB2→DB1	DB2→DB1
			SA クラス	SA2	—
第46条から第48条	—	応力計算（告示第501号）	△	△	
PPB-3500	—	応力計算（設計・建設規格）	○	○	
—	—	既工認	△*1	△*1	

【表の記号】
○：設計・建設規格を用いた評価
△：告示を用いた評価
□：一般規格を用いた評価
—：対象とする評価項目なし

注記 *1：RPV バウンダリ拡大範囲の管は既工認にてクラス1管として評価していることから、基本板厚計算に係る評価は既工認評価結果の確認による評価を実施する。また、応力評価は既工認において許容応力状態ⅢAs, IVAsとして評価を実施しているため、今回工認において許容応力状態ⅢA, IV A（設計・建設規格では供用状態C, D）として評価を実施する。

クラス1弁（RPV バウンダリ拡大範囲）

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	残留熱除去系	ほう酸水注入系	原子炉冷却材 浄化系
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	弁名称	E11-F011A, B, C	C41-F007	G31-F017
			既設/新設	既設	既設	既設
			改造	無	無	無
			DB クラス	DB2→DB1	DB2→DB1	DB2→DB1
			SA クラス	—	—	—
型式	止め弁	逆止め弁	止め弁			
弁の応力 評価	VVB-3320	2.1.1	一次応力（弁箱）	○	—	○
	VVB-3330	2.1.2	配管反力による応力（弁箱）	○	—	○
	VVB-3340	2.1.3	一次+二次応力（弁箱）	○	—	○
	VVB-3350	2.1.4	一次局部応力（弁箱）	○	—	○
	第81条第1項第1号 ホ項（イ）	2.1.5	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ（弁箱）	△	—	△
	VVB-3360	2.1.5	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ（弁箱）	—	—	—
	第81条第1項第1号 ホ（ロ）	2.1.6	繰返しピーク応力強さ（弁箱）（告示第501号）	△	—	△
	VVB-3370	2.1.6	繰返しピーク応力強さ（弁箱）（設計・建設規格）	—	—	—
	VVB-3380	2.2	弁体の一次応力	○	—	○
	VVB-3390	2.3	フランジの強度計算	○	—	○
耐圧部の 設計	VVB-3210	2.4	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	○	○	○
	VVB-3220	2.6	管台の最小厚さの計算	○	—	—
弁の形状 規定	VVB-3410	2.5	弁箱のネック部内径と弁入口流路内径の比	○	—	○
	VVB-3411(1)	2.5	弁箱のネック部と流路部が交わる部分の外表面の丸み半径	○	—	○
	VVB-3411(2)	2.5	弁座挿入部のすみの丸みの半径	○	—	○

クラス2管

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			系統	可燃性ガス 濃度制御系
設計・建設規格 規格番号	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	既設/新設	既設
			改造	有
			DB クラス	DB2
			SA クラス	—
PPC-3411	2.2	管の板厚計算（設計・建設規格）		○
PPC-3411 (1)	2.4	鏡板の強度計算（フランジ部）		—
PPC-3411 (2) (3)	2.5	レジューサの強度計算（フランジ部）		—
PPC-3413	2.3	平板の強度計算		—
PPC-3414	2.7	フランジの強度計算		—
PPC-3415	—	管継手の強度計算		—
PPC-3415.1	2.5	レジューサの強度計算		—
PVC-3124.2 準用	—	レジューサの強度計算（円すい及びその丸みの部分（外面に圧力を受けるもの））		—
PPC-3415.2	2.4	鏡板の強度計算		—
PPC-3416	2.8	伸縮継手の強度計算		—
PPC-3420	2.6	管の穴と補強計算（設計・建設規格）		—
PPC-3422 (3)	2.3	平板の強度計算		—
PPC-3500	—	応力計算（設計・建設規格）		○

クラス3容器

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			系統	火災防護設備	
設計・建設規格 規格番号	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考	機器名	No. 3 ろ過水タンク	No. 4 ろ過水タンク
			既設/新設	既設	既設
			改造	無	無
			DBクラス	Non→DB3	Non→DB3
			SAクラス	—	—
型式	たて置き円筒形	たて置き円筒形			
PVD-3010 (PVC-3920 準用)	2.2.1	開放タンクの胴の計算 (設計・建設規格)		○	○
PVD-3010, PVD-3510 (PVC-3160, PVC-3950 準用)	2.2.4	開放タンクの胴の穴の補強計算		○	○
PVD-3010 (PVC-3960, PVC-3970 準用)	2.2.2	開放タンクの底板の計算		○	○
PVD-3010 (PVC-3980 準用)	2.2.3	開放タンクの管台の計算		○	○

クラス3管

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			系統	可燃性ガス 濃度制御系	火災防護設備		地下水 排水設備
設計・建設規格 規格番号	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	既設/新設	既設	既設	新設	新設
			改造	有	有/無	—	—
			DB クラス	DB3	DB3/Non→DB3	DB3	DB3
			SA クラス	—	—	—	—
PPD-3411	2.2	管の板厚計算		○	○	○	○
PPD-3411(1)	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)		—	—	—	—
PPD-3411(2)(3)	2.5	レジャーサの強度計算(フランジ部)		—	—	—	—
PPD-3413	2.3	平板の強度計算		—	—	—	—
PPD-3414	2.7	フランジの強度計算		—	—	—	—
PPD-3415	—	管継手の強度計算		—	—	—	—
PPD-3415.1	2.5	レジャーサの強度計算		—	—	—	—
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算(円すい及びその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))		—	—	—	—
PPD-3415.2	2.4	鏡板の強度計算		—	—	—	—
PPD-3416	2.8	伸縮継手の強度計算(設計・建設規格)		—	○	—	○
PPD-3420	2.6	管の穴と補強計算		—	○	○	—
PPD-3422(3)	2.3	平板の強度計算		—	—	—	—

重大事故等クラス2容器 (1/3)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	—	—	燃料プール 冷却浄化系	燃料プール 冷却浄化系	主蒸気系	主蒸気系	残留熱除去系
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	原子炉圧力容器	使用済 燃料貯蔵 プール*1	燃料プール 冷却浄化系 熱交換器	スキマサージ タンク	主蒸気逃がし 安全弁逃がし弁 機能用アキュム レータ	主蒸気逃がし 安全弁自動減圧 機能用アキュム レータ	残留熱除去系 熱交換器
			既設/新設	—	既設	既設	既設	既設	既設	既設
			改造	—	無	無	無	無	無	無
			DBクラス	—	DB3	DB3	DB3	DB3	DB3	DB3(管側) DB3(胴側)
			SAクラス	—	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	—	ステンレス鋼内 張りプール形 (ラック貯蔵方 式)	横置円筒形	たて形円筒 タンク埋込式	横置円筒形	横置円筒形	横置円筒形
内張り材 の評価	—	有	無	有	無	無	無	無		
PVC-3121 PVC-3122(1)	2.2	円筒形の胴の計算	適用規格は個別の強度計算書を参照	—	○	—	○	○	○	
PVC-3111 PVC-3121 PVC-3124.1	2.16	円すい形の胴の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3150(2)	2.3	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算		—	○	—	○	○	○	
PVC-3160	3.2	容器の穴の補強計算(胴)		—	○	—	—	—	○	
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(1) PVC-3220 PVC-3221	2.4	さら形鏡板の計算		—	○	—	—	—	—	
PVC-3210(2) PVC-3223(1)	2.5	半球形鏡板の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(3) PVC-3220 PVC-3225	2.6	半だ円鏡板の計算		—	—	—	—	—	○	
PVC-3230(2)	2.7	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3240	3.2	容器の穴の補強計算(鏡板)		—	—	—	—	—	—	
第34条 第1項 第2項	2.8	円形平板の計算(告示第501号)		—	—	—	—	△	—	
PVC-3310 PVC-3320	2.8	円形平板の計算(設計・建設規格)		—	—	—	—	—	—	
J I S B 8 2 0 1	2.9	だ円マンホール平板の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3320(2)	3.2	容器の穴の補強計算(平板)		—	—	—	—	—	—	
PVC-3510	2.10	容器の管板の計算		—	○	—	—	—	—	
PVC-3610	2.11	容器の管台の計算		—	○	—	○	○	○	
PVC-3610(1)(2)	2.15	熱交換器の伝熱管の計算		—	○	—	—	—	—	
PVC-3920	2.12	開放タンクの胴の計算		○	—	○	—	—	—	
PVC-3940 PVC-3950	3.3 (3.4)	開放タンクの胴の穴の補強計算 (開放タンクの鏡板の穴の補強計算)		—	—	—	—	—	—	
PVC-3960 PVC-3970	2.13	開放タンクの底板の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3980	2.14	開放タンクの管台の計算		—	—	○	—	—	—	
重大事故等クラス2機器であってク ラス2の規定によらない場合の強度 計算方法	—	クラス1容器(第1種容器)の規定を 準用した評価		—	—	—	—	—	○	—
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	—	—		—	○	—	○	○	○	—
—	—	既工認		—	—	—	—	—	—	△

注記 *1: キャスクピット含む。

重大事故等クラス2容器 (2/3)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	補給水系	原子炉補機 冷却水系	原子炉補機 冷却水系	原子炉補機 冷却水系	制御棒駆動系	ほう酸水 注入系
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	復水貯蔵槽	原子炉補機 冷却水系 熱交換器	原子炉補機 冷却水系 サージタンク	原子炉補機 冷却海水系 ストレーナ	水圧制御 ユニット	ほう酸水 注入系 貯蔵タンク
			既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設
			改造	無	無	無	無	無	無
			DBクラス	DB2	DB3	DB3	DB3	DB2	DB2
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	ライニング槽	横置円筒形	たて置円筒形	横置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形
内張り材 の評価	有	無	無	無	無	無			
PVC-3121 PVC-3122(1)	2.2	円筒形の胴の計算	—	○	—	—	—	—	
PVC-3111 PVC-3121 PVC-3124.1	2.16	円すい形の胴の計算	—	—	—	○	—	—	
PVC-3150(2)	2.3	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	—	○	—	○	—	—	
PVC-3160	3.2	容器の穴の補強計算 (胴)	—	○	—	○	—	—	
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(1) PVC-3220 PVC-3221	2.4	さら形鏡板の計算	—	○	—	○	—	—	
PVC-3210(2) PVC-3223(1)	2.5	全半球形鏡板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(3) PVC-3220 PVC-3225	2.6	半だ円形鏡板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3230(2)	2.7	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	—	○	—	○	—	—	
PVC-3240	3.2	容器の穴の補強計算 (鏡板)	—	○	—	○	—	—	
第34条 第1項 第2項	2.8	円形平板の計算 (告示第501号)	—	△	—	△	—	—	
PVC-3310 PVC-3320	2.8	円形平板の計算 (設計・建設規格)	—	—	—	—	—	—	
J I S B 8 2 0 1	2.9	だ円マンホール平板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3320(2)	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	—	—	—	—	—	—	
PVC-3510	2.10	容器の管板の計算	—	○	—	—	—	—	
PVC-3610	2.11	容器の管台の計算	—	○	—	○	—	—	
PVC-3610(1)(2)	2.15	熱交換器の伝熱管の計算	—	○	—	—	—	—	
PVC-3920	2.12	開放タンクの胴の計算	○	—	○	—	—	—	
PVC-3940 PVC-3950	3.3 (3.4)	開放タンクの胴の穴の補強計算 (開放タンクの鏡板の穴の補強計算)	—	—	○	—	—	—	
PVC-3960 PVC-3970	2.13	開放タンクの底板の計算	—	—	○	—	—	—	
PVC-3980	2.14	開放タンクの管台の計算	○	—	○	—	—	—	
重大事故等クラス2機器であってク ラス2の規定によらない場合の強度 計算方法	—	クラス1容器 (第1種容器) の規定を 準用した評価	—	—	—	—	—	—	
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	既工認	—	—	—	—	△	△	

注記 *1 : キャスクピット含む。

重大事故等クラス2容器 (3/3)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	—	格納容器圧力 逃がし装置	格納容器圧力 逃がし装置	格納容器圧力 逃がし装置	非常用ディーゼル 発電設備
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	機器名	原子炉格納容器	ドレンタンク	フィルタ装置	よう素 フィルタ	空気だめ
			既設/新設	—	新設	新設	新設	既設
			改造	—	—	—	—	無
			DBクラス	—	—	—	—	DB3
			SAクラス	—	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	—	ラグ支持 たて置円筒形	スカート支持 たて置円筒形	ラグ支持 たて置円筒形	スカート支持 たて置円筒形
内張り材 の評価	—	無	無	無	無			
PVC-3121 PVC-3122(1)	2.2	円筒形の胴の計算	適用規格は個別の強度計算書を参照	○	○	○	○	
PVC-3111 PVC-3121 PVC-3124.1	2.16	円すい形の胴の計算		—	—	—	—	
PVC-3150(2)	2.3	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算		○	○	—	○	
PVC-3160	3.2	容器の穴の補強計算 (胴)		○	○	—	○	
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算		—	—	—	—	
PVC-3210(1) PVC-3220 PVC-3221	2.4	さら形鏡板の計算		○	—	○	—	
PVC-3210(2) PVC-3223(1)	2.5	全半球形鏡板の計算		—	—	—	—	
PVC-3210(3) PVC-3220 PVC-3225	2.6	半だ円形鏡板の計算		—	○	—	○	
PVC-3230(2)	2.7	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算		○	○	○	○	
PVC-3240	3.2	容器の穴の補強計算 (鏡板)		—	○	○	—	
第34条 第1項 第2項	2.8	円形平板の計算 (告示第501号)		—	—	—	—	
PVC-3310 PVC-3320	2.8	円形平板の計算 (設計・建設規格)		○	○	○	—	
J I S B 8 2 0 1	2.9	だ円マンホール平板の計算		—	—	—	□	
PVC-3320(2)	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)		—	—	—	—	
PVC-3510	2.10	容器の管板の計算		—	—	—	—	
PVC-3610	2.11	容器の管台の計算		○	○	○	○	
PVC-3610(1)(2)	2.15	熱交換器の伝熱管の計算		—	—	—	—	
PVC-3920	2.12	開放タンクの胴の計算		—	—	—	—	
PVC-3940 PVC-3950	3.3 (3.4)	開放タンクの胴の穴の補強計算 (開放タンクの鏡板の穴の補強計算)		—	—	—	—	
PVC-3960 PVC-3970	2.13	開放タンクの底板の計算		—	—	—	—	
PVC-3980	2.14	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—		
重大事故等クラス2機器であってクラス2の規定によらない場合の強度計算方法	—	クラス1容器(第1種容器)の規定を準用した評価	—	—	—	—		
設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	—	—	—	—	—	—		
—	—	既工認	—	—	△	△		

注記 *1: キャスクピット含む。

重大事故等クラス2管 (1/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	燃料プール冷却浄化系	燃料プール代替注水系	主蒸気系	復水給水系	残留熱除去系	高圧炉心注水系	原子炉隔離時冷却系	高圧代替注水系	低圧代替注水系	水の供給設備	補給水系	原子炉補機冷却水系	原子炉補機冷却海水系	代替原子炉補機冷却系	制御材駆動装置	制御棒駆動系	ほう酸水注入系	
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考	既設/新設	既設	新設	既設	既設	既設	既設	既設	新設	新/既	新/既	既設	既設	既設	新設	既設	既設	既設	
			改造	無	—	無	無	有/無	有/無	有/無	—	—/有/無	—/無	無	有/無	無	—	無	無	無	無
			DBクラス	DB3	—	DB1/DB3	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2	—	—/DB2/DB3	—/DB3	DB2/DB3	DB3	DB3	—	DB1	DB2	DB1/DB2	
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
第58条第1項/PPC-3411	2.2	管の板厚計算	○	○	△/○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	
第58条第1項/PPC-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)	—	—	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PPC-3411 準用	2.5	レジャーサの強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第58条第3項/PPC-3413	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PPC-3414	2.7	フランジの強度計算	○	—	—	—	○	○	○	—	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—	
PPC-3415	—	管継手	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第61条第1項/PPC-3415.1	2.5	レジャーサの強度計算	—	—	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算(円すい及びその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第58条第2項/PPC-3415.2	2.4	鏡板の強度計算	—	—	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PPC-3416	2.8	伸縮継手の強度計算	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第60条/PPC-3420	2.6	管の穴と補強計算	○	○	△	—	○	○	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
重大事故等クラス2機器であってクラス2の規定によらない場合の強度計算方法	—	ダクトの強度計算方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		ねじ山のせん断破壊モードを用いたねじ込み継手の評価	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○	—	—	—	—	—	—	
第56条から第57条	—	応力計算(告示第501号)	△*1	—	△*1	△*1	△*1	△*1	△*1	△*1	—	△*1	△*1	△*1	△*1	△*1	—	—	—	△*1	
PPC-3500	—	応力計算(設計・建設規格)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	
—	—	既工認	—	—	△	△	△	△	△	△	—	—	—	△	—	—	—	△	△	△	

注記 *1: 施設時の適用規格が告示第501号の範囲でクラスUP又は条件UPとなる範囲。

重大事故等クラス2管 (2/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	高圧窒素ガス供給系	逃がし安全弁の作動に 必要な窒素ガス喪失時の 減圧設備	中央制御室待避室 換気空調系	緊急時対策所換気空調系	圧力低減設備その他安全設備 (ベント管)	格納容器スプレイ冷却系	格納容器下部注水系	代替循環冷却系	非常用ガス処理系	可燃性ガス濃度制御系	耐圧強化ベント系	不活性ガス系	格納容器圧力逃がし装置	基本設計方針 対象設備	
																	取入れ・排気ダクト	中央制御室外気 逃がし装置
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	既設/新設	既設	既設	新設	新設	既設	既設	既設	新/既	既設	既設	新/既	既設	新設	既設	新設
			改造	無	無	—	—	無	無	無	—/無	有 /無	有 /無	—/無	有 /無	—	無	—
			DBクラス	DB2 /DB3	DB3	—	—	DB2	DB2	DB2	— /DB2	DB4	DB2	— /DB4	DB2	—	Non	—
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
第58条第1項/PPC-3411	2.2	管の板厚計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○
第58条第1項/PPC-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3411 準用	2.5	レジャーサの強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第58条第3項/PPC-3413	2.3	平板の強度計算	—	—	○	○	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3414	2.7	フランジの強度計算	—	—	○	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	○
PPC-3415	—	管継手	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第61条第1項/PPC-3415.1	2.5	レジャーサの強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算(円すい及びその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第58条第2項/PPC-3415.2	2.4	鏡板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3416	2.8	伸縮継手の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	○
第60条/PPC-3420	2.6	管の穴と補強計算	—	—	—	—	—	○	○	—	—	○	○	—	○	—	—	—
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
重大事故等クラス2機器であってクラス2の規定によらない場合の強度計算方法	—	ダクトの強度計算方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	□	—	—	—	—	□	—
		ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継手の評価	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	○	○	○	
第56条から第57条	—	応力計算(告示第501号)	△*1	△*1	—	—	△*1	△*1	△*1	—	△*1	△*1	—	△*1	—	—	—	
PPC-3500	—	応力計算(設計・建設規格)	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	—	○	○	—	—	○
—	—	既工認	—	—	—	—	△	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

注記 *1: 施設時の適用規格が告示第501号の範囲でクラスUP又は条件UPとなる範囲。

重大事故等クラス2ポンプ (1/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	燃料プール 冷却浄化系	残留熱除去系	高圧炉心注水 系	原子炉隔離時 冷却系	高圧代替 注水系	補給水系	原子炉補機冷 却水系	
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	燃料プール 冷却浄化系 ポンプ	残留熱除去系 ポンプ	高圧炉心注水 系ポンプ	原子炉隔離時 冷却系ポンプ	高圧代替 注水系ポンプ	復水移送 ポンプ	原子炉補機冷 却水ポンプ	
			既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	新設	既設	既設
			改造	無	無	無	無	—	無	無	無
			DB クラス	Non	DB2	DB2	DB2	—	Non	Non	
			SA クラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
			種類	横軸	ピット パレル形	ピット パレル形	横軸	横軸	横軸	横軸	
PMC-3110	2.1	ポンプの型式判別	型式	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	うず巻	うず巻	
			ケーシング	軸垂直割 軸対称	軸垂直割 軸対称	軸垂直割 軸対称	軸垂直割 軸対称	軸垂直割 軸対称	軸垂直割 片吸込1重	軸垂直割 両吸込2重	
PMC-3320	3.2	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの厚さ	○	○	○	○	○	○	○	○	
PMC-3330	3.3	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ	○	○	○	○	○	○	○	○	
第77条 第7項	3.4	ケーシング各部形状の規定 (告示第501号)	—	—	—	—	—	—	△	△	
PMC-3340	3.4	ケーシング各部形状の規定 (設計・建設規格)	—	—	—	○	○	○	○	○	
PMC-3350	3.5	往復ポンプのリキッドシリンダー及びマニホールドに関するものの厚さ	—	—	—	—	—	—	—	—	
第77条 第5項	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ (告示第501号)	△	△	△	△	—	—	△	—	
PMC-3410	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ (設計・建設規格)	—	—	—	—	○	—	—	—	
PMC-3510	3.7	ボルトの平均引張応力	○	○	○	○	○	○	○	○	
PMC-3610	3.8	耐圧部分等のうち管台に係るもの (ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分を除く。)の厚さ	○	○	○	○	○	○	○	—	
PMC-3710	3.9	吸込及び吐出フランジ	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	
重大事故等クラス2機器であってクラス2の規定によらない場合の強度計算方法	—	クラス3ポンプの規定を準用した評価	—	—	—	—	—	—	—	—	
設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	—	—	—	—	—	—	○ *3	—	—	—	
—	—	既工認	—	—	—	—	—	—	—	—	

注記 *1：立形ポンプのため、クラス3の規定を使用。

*2：J I S B 2238 or 設計・建設規格別表2に記載のフランジを使用しているため、強度計算不要。

*3：設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価をケーシング材について実施。

重大事故等クラス2ポンプ (2/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			系統	原子炉補機冷 却水系	ほう酸水注入 系	格納容器圧力 逃がし装置
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	原子炉補機冷 却海水ポンプ	ほう酸水注入 系ポンプ	ドレン移送ボ ンプ
			既設/新設	既設	既設	新設
			改造	無	無	—
			DB クラス	Non	DB2	—
			SA クラス	SA2	SA2	SA2
			種類	立形	往復	横軸
PMC-3110	2.1	ポンプの型式判別	型式	ターボ形	往復形	うず巻
			ケーシング	軸垂直割 1段立形	—	軸垂直割 片吸込1重
PMC-3320	3.2	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの厚さ	○ *1	—	○	
PMC-3330	3.3	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ	—	—	○	
第77条 第7項	3.4	ケーシング各部形状の規定（告示第501号）	—	—	—	
PMC-3340	3.4	ケーシング各部形状の規定（設計・建設規格）	—	—	○	
PMC-3350	3.5	往復ポンプのリキッドシリンダー及びマニホールドに関するものの厚さ	—	○	—	
第77条 第5項	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ（告示第501号）	—	△	—	
PMC-3410	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ（設計・建設規格）	—	—	○	
PMC-3510	3.7	ボルトの平均引張応力	○	○	○	
PMC-3610	3.8	耐圧部分等のうち管台に係るもの（ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分を除く。）の厚さ	—	○	—	
PMC-3710	3.9	吸込及び吐出フランジ	— *2	— *2	— *2	
重大事故等クラス2機器であってクラス2の規定によらない場合の強度計算方法	—	クラス3ポンプの規定を準用した評価	○	—	—	
設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	—	—	—	—	—	
—	—	既工認	—	—	—	

注記 *1：立形ポンプのため、クラス3の規定を使用。

*2：J I S B 2238 or 設計・建設規格別表2に記載のフランジを使用しているため、強度計算不要。

*3：設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価をケーシング材について実施。

重大事故等クラス2弁（1/2）

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と 強度計算書との対応			系統	高圧炉心 注水系	原子炉隔離時冷却系		制御棒 駆動系	不活性ガス系		格納容器圧力逃がし装置			基本設計方針対象設備		
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	弁名称	E22-F003 B, C	E51-F004	E51-F037	C12-126	T31-F019	T31-F022	T31-F070	T31-F072	T61-F001	G41-F017	E51-F034	E51-F012
			既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	新設	新設	既設	新設	既設
			改造	無	無	無	無	無	無	無	—	—	無	無	無
			DB クラス	DB1	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	—	—	DB3	—	DB2
			SA クラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	
耐圧部 の設計	第85条 第1項	2.1	弁箱又は弁ふたの 最少厚さの計算	—	—	△	△	—	—	—	—	—	—	—	—
	VVC-3210	2.1	弁箱又は弁ふたの 最少厚さの計算	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○
	VVC-3220	2.2	2.1項の規定に適 合しない場合の計 算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	VVC-3230	2.3	管台の最小厚さの 計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
弁の応 力評価	第85条 第4項	2.4	弁箱と弁ふたのフ ランジの応力解析 フランジボルトの 応力解析	—	—	—	—	—	—	—	—	—	△	—	—
	VVC-3310 (a)	2.4	弁箱と弁ふたのフ ランジの応力解析	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	—
	VVC-3310 (b)	2.4	フランジボルトの 応力解析	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	—

重大事故等クラス2弁 (2/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と 強度計算書との対応		系統	基本設計方針対象設備														
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	弁名称	E51-F652	E51-F653	E51-F655	E61-F004	E51-F065	U41-F001 A, B	U41-F002 A, B	U41-F003 A, B	U41-DAM 601A, B	U41-DAM 602A, B	U41-DAM 604A, B	T61-F002		
			既設/新設	既設	既設	既設	新設	新設	既設	既設	新設	既設	既設	既設	新設		
			改造	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	—
			DBクラス	Non	Non	Non	—	—	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	—
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁
耐圧部 の設計	第85条 第1項	2.1	弁箱又は弁ふたの 最少厚さの計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	VVC-3210	2.1	弁箱又は弁ふたの 最少厚さの計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	VVC-3220	2.2	2.1項の規定に適 合しない場合の計 算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	VVC-3230	2.3	管台の最小厚さの 計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
弁の応 力評価	第85条 第4項	2.4	弁箱と弁ふたのフ ランジの応力解析 フランジボルトの 応力解析	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	VVC-3310 (a)	2.4	弁箱と弁ふたのフ ランジの応力解析	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	VVC-3310 (b)	2.4	フランジボルトの 応力解析	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

重大事故等クラス2支持構造物（容器）

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応		系統	原子炉補機 冷却水系	格納容器圧力 逃がし装置	格納容器圧力 逃がし装置	格納容器圧力 逃がし装置	非常用ディーゼル 発電設備	
設計・建設規格 規格番号	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	原子炉補機 冷却水系 サージタンク	ドレンタンク	フィルタ装置	よう素フィルタ	空気だめ
			既設/新設	既設	新設	新設	新設	既設
			改造	無	—	—	—	無
			DB クラス	Non	—	—	—	Non
			SA クラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
SSC-3010	2.1.2(1)	評価応力	○	○	○	○	○	
SSC-3010	2.1.2(2)	スカート部の応力計算	○	—	○	—	○	
SSC-3010	2.1.2(3)	脚部の応力計算	—	○	—	○	—	

重大事故等クラス2支持構造物（ポンプ）

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応		系統	燃料プール冷却浄化系	原子炉隔離時冷却系	格納容器圧力逃がし装置	
設計・建設規格規格番号	強度計算書の計算式(章節番号)	備考	機器名	燃料プール冷却浄化系ポンプ	原子炉隔離時冷却系ポンプ	ドレン移送ポンプ
			既設/新設	既設	既設	新設
			改造	無	無	—
			DBクラス	Non	DB2	—
			SAクラス	SA2	SA2	SA2
SSC-3010	2.1.2(1)	評価応力	○	○	○	
SSC-3010	2.1.2(2)	一次応力及び許容応力の計算	○	○	○	

重大事故等クラス3容器 (1/2)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		系統	燃料プール 代替注水系	代替原子炉補機冷却系		逃がし安全弁の 作動に必要な窒 素ガス喪失時の 減圧設備	中央制御室 待避室 換気空調系	緊急時対策所換気空調系		原子炉建屋 放水設備	格納容器圧力 逃がし装置	
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の 規格及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	可搬型Y型 ストレーナ	熱交換器 ユニット 代替原子炉 補機冷却系 熱交換器	熱交換器 ユニット 代替 原子炉補機冷却 海水 ストレーナ	高压窒素 ガスボンベ	中央制御室 待避室陽 圧化装置 (空気ボン ベ)	5号機 原子炉建屋内 緊急時対策所 (対策本部) 陽圧化装置 (空気ボン ベ)	5号機 原子炉建屋内 緊急時対策所 (待機場所) 陽圧化装置 (空気ボン ベ)	泡原液 搬送車	遠隔空気 駆動弁操作 ボンベ
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DBクラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA2	SA3	SA3
型式	Y型 ストレーナ	プレート式	T型ストレーナ サイクロン形	一般継目なし 鋼製容器	継目なし 高压ガス容 器	継目なし 高压ガス容器	継目なし高压 ガス容器	だ円型 横置	一般継目なし 鋼製容器			
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等ク ラス3機器の強度評価方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
高压ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高压ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器の うち完成品の強度評価方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□	

重大事故等クラス3容器 (2/2)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		系統	代替交流電源設備			緊急時対策 所代替電源 設備	可搬型窒素 供給装置用 電源設備	補機駆動燃料設備						
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	電源車用 車載燃料 タンク	タンク ローリ (16kL)	タンク ローリ (4kL)	5号機原子 炉建屋内緊 急時対策所 用可搬型電 源設備用燃 料タンク	可搬型窒素 供給装置用 可搬型電源 設備用燃料 タンク	可搬型代替 注水ポンプ (A-2級) 燃料タンク	可搬型代替 注水ポンプ (A-1級) 燃料タンク	大容量 送水車 (原子炉建 屋放水設備 用) 燃料タ ンク	大容量 送水車 (海水取水 用) 燃料タ ンク	大容量 送水車 (熱交換器 ユニット 用) 燃料タ ンク	
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DBクラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
型式	角形	楕円筒型	楕円筒型	角形	角形	角形	角形	角形	角形	角形	角形	角形		
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等ク ラス3機器の強度評価方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器の うち完成品の強度評価方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	

重大事故等クラス3管 (1/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応			系統	燃料プール代替注水系				水の供給設備		代替原子炉補機冷却系			
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	可搬型代替 注水ポンプ 屋外用 20m ホース	可搬型代替 注水ポンプ 屋内用 20m ホース	可搬型代替 注水ポンプ 燃料プール 代替注水用 屋外 20m ホ ース	燃料プール 代替注水系 可搬型スプ レイヘッド	大容量送水車 (海水取水 用) 吸込 20m ホース	大容量送水車 (海水取水 用) 50, 10, 5m ホース	熱交換器ユニ ット淡水用 5m フレキシブル ホース	大容量送水車 (熱交換器ユ ニット用) 吸 込 20m ホース	熱交換器ユニ ット海水用 50m, 25m, 10m ホース	
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等ク ラス3機器の強度計算方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器の うち完成品の強度計算方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	

重大事故等クラス3管 (2/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		系統	逃がし安全弁の 作動に必要な窒 素ガス喪失時の 減圧設備	中央制御室陽圧 化換気空調系	中央制御室待避室換気空調系		緊急時対策所換気空調系				
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	可とう管	中央制御室待可 搬型陽圧化空調 機用5m仮設ダク ト	中央制御室待避 室陽圧化装置 (配管)1.25m 高圧ホース	中央制御室待避 室陽圧化装置 (配管)ボンベ 接続管	5号機原子炉 建屋内緊急時 対策所(対策 本部)可搬型 陽圧化空調機 用10m仮設ダ クト	5号機原子炉 建屋内緊急時 対策所(待機 場所)可搬型 陽圧化空調機 用10m仮設ダ クト	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(対策本部) 陽圧化装置(配 管) 1.5m,1.2m,1.0m 高圧ホース	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(対策本部) 陽圧化装置(配 管)ボンベ接続 口~高圧ホース 接続口(上流 側)
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—
			DBクラス	—	—	—	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等 クラス3機器の強度計算 方法	○	—	—	—	○	—	—	—	○
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器 のうち完成品の強度計算 方法	—	□	□	□	—	□	□	□	—

重大事故等クラス3管 (3/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応			系統	緊急時対策所換気空調系		原子炉建屋放水設備			耐圧強化 ベント系	格納容器 圧力逃がし装置
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(待機場所) 陽圧化装置(配 管) 1.5m, 1.2m, 1.0m 高圧ホース	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(待機場所) 陽圧化装置(配 管)ポンベ接続 口~高圧ホース 接続口(上流 側)	大容量送水 車(原子炉 建屋放水設 備用)吸込 20mホース	大容量送水 車吐出放水 砲用 5, 10, 50mホ ース	放水砲	格納容器圧力逃が し装置 可搬型窒 素供給装置用ホー ス	格納容器圧力逃が し装置 スクラバ 水 pH 制御用ホース
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—
			DBクラス	—	—	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等 クラス3機器の強度計算 方法	—	○	—	—	—	—	—	
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器 のうち完成品の強度計算 方法	□	—	□	□	□	□	□	

重大事故等クラス3管 (4/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		系統	代替交流電源設備			基本設計方針 対象設備	
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	タンクローリ タンクローリ給 油ライン接続用 20m ホース	タンクローリ タンクローリ給 油ライン接続用 40m ホース	タンクローリ タンクローリ給 油ライン接続用 3m ホース	遠隔空気駆動 操作設備
			既設/新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等 クラス3機器の強度計算 方法	—	—	—	—	
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器 のうち完成品の強度計算 方法	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

重大事故等クラス3ポンプ

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		系統	燃料プール代替注水系		水の供給 設備	代替原子炉補機冷却系		原子炉建屋 放水設備	格納容器 圧力逃がし 装置	代替交流 電源設備	緊急時対策 所代替電源 設備	可搬型窒素 供給装置用 電源設備			
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	機器名	可搬型代替 注水ポンプ (A-1 級)	可搬型代替 注水ポンプ (A-2 級)	大容量送水 車 (海水取 水用)	熱交換器ユ ニット 代 替原子炉補 機冷却水ポ ンプ	大容量送水 車 (熱交換 器ユニット 用)	大容量送水 車 (原子炉 建屋放水設 備用)	スクラバ水 pH 制御設備 用ポンプ	電源車用機 関付冷却水 ポンプ	5号機原子 炉建屋内緊 急時対策所 用可搬型電 源設備用機 関付冷却水 ポンプ	可搬型窒素 供給装置用 可搬型電源 設備用機関 付冷却水ポ ンプ		
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
種類	うず巻形	うず巻形	うず巻形	うず巻形	うず巻形	うず巻形	うず巻形	うず巻形	往復形	うず巻式	うず巻式	うず巻式			
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事 故等クラス3機器の 強度評価方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3 機器のうち完成品の 強度評価方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□		

各クラス機器の強度計算書の説明分類

クラス1管の強度計算書の説明分類

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	A	A
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号 (基本板厚)	V-3-3-4-2-1-4-1	V-3-3-3-6-1-2-1
			図書番号 (応力計算)	V-3-3-4-2-1-4-2	V-3-3-3-6-1-2-2
			系統	ほう酸水注入系	原子炉冷却材 浄化系
			既設/新設	既設	既設
			改造	無	無
			DBクラス	DB2→DB1	DB2→DB1
			SAクラス	SA2	—
第46条から第48条	—	応力計算 (告示第501号)	△	△	
PPB-3500	—	応力計算 (設計・建設規格)	○	○	
—	—	既工認	△*1	△*1	

<p>【表の記号】</p> <p>代表して説明</p> <p>○：設計・建設規格を用いた評価</p> <p>△：告示を用いた評価</p> <p>□：一般規格を用いた評価</p> <p>—：対象とする評価項目なし</p>

注記 *1：RPV バウンダリ拡大範囲の管は既工認にてクラス1管として評価していることから、基本板厚計算に係る評価は既工認評価結果の確認による評価を実施する。また、応力評価は既工認において許容応力状態ⅢAS, ⅣASとして評価を実施しているため、今回工認において許容応力状態ⅢA, ⅣA (設計・建設規格では供用状態C, D) として評価を実施する。

クラス1弁の強度計算書の説明分類

A : 止め弁
B : 逆止め弁

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応				分類	A (止め弁)	B(逆止め弁)	A (止め弁)
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	目録番号 (基本板厚)	備考	図書番号	V-3-3-3-2-1-6	V-3-3-4-2-1-3	V-3-3-3-6-1-1	
			系統	残留熱除去系	ほう酸水注入系	原子炉冷却材 浄化系	
			弁名称	E11-F011A, B, C	C41-F007	G31-F017	
			既設/新設	既設	既設	既設	
			改造	無	無	無	
			DB クラス	DB2→DB1	DB2→DB1	DB2→DB1	
			SA クラス	—	—	—	
			型式	止め弁	逆止め弁	止め弁	
弁の応力 評価	VVB-3320	2.1.1	一次応力 (弁箱)	○	—	○	
	VVB-3330	2.1.2	配管反力による応力 (弁箱)	○	—	○	
	VVB-3340	2.1.3	一次+二次応力 (弁箱)	○	—	○	
	VVB-3350	2.1.4	一次局部応力 (弁箱)	○	—	○	
	第81条第1項第1号 ホ項 (イ)	2.1.5	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ (弁箱)	△	—	△	
	VVB-3360	2.1.5	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ (弁箱)	—	—	—	
	第81条第1項第1号 ホ(ロ)	2.1.6	繰返しピーク応力強さ (弁箱) (告示第501号)	△	—	△	
	VVB-3370	2.1.6	繰返しピーク応力強さ (弁箱) (設計・建設規格)	—	—	—	
	VVB-3380	2.2	弁体の一次応力	○	—	○	
	VVB-3390	2.3	フランジの強度計算	○	—	○	
耐圧部の 設計	VVB-3210	2.4	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	○	○	○	
	VVB-3220	2.6	管台の最小厚さの計算	○	—	—	
弁の形状 規定	VVB-3410	2.5	弁箱のネック部内径と弁入口流路内径の比	○	—	○	
	VVB-3411(1)	2.5	弁箱のネック部と流路部が交わる部分の外表面の丸み 半径	○	—	○	
	VVB-3411(2)	2.5	弁座挿入部のすみの丸みの半径	○	—	○	

クラス2管の強度計算書の説明分類

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			分類	A
設計・建設規格 規格番号	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考	図書番号 (基本板厚)	V-3-3-6-2-5-2-1-1
			図書番号 (応力計算)	V-3-3-6-2-5-2-1-2
			系統	可燃性ガス 濃度制御系
			既設/新設	既設
			改造	有
			DB クラス	DB2
			SA クラス	—
PPC-3411	2.2	管の板厚計算 (設計・建設規格)		○
PPC-3411 (1)	2.4	鏡板の強度計算 (フランジ部)		—
PPC-3411 (2) (3)	2.5	レジューサの強度計算 (フランジ部)		—
PPC-3413	2.3	平板の強度計算		—
PPC-3414	2.7	フランジの強度計算		—
PPC-3415	—	管継手の強度計算		—
PPC-3415.1	2.5	レジューサの強度計算		—
PVC-3124.2 準用	—	レジューサの強度計算 (円すい及びその丸みの部分 (外面に圧力を受けるもの))		—
PPC-3415.2	2.4	鏡板の強度計算		—
PPC-3416	2.8	伸縮継手の強度計算		—
PPC-3420	2.6	管の穴と補強計算 (設計・建設規格)		—
PPC-3422 (3)	2.3	平板の強度計算		—
PPC-3500	—	応力計算 (設計・建設規格)		○

クラス3 容器の強度計算書の説明分類

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			分類		A	
設計・建設規格 規格番号	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-7-2-1-1		
			系統	火災防護設備		
			機器名	No. 3 ろ過水タンク	No. 4 ろ過水タンク	
			既設/新設	既設	既設	
			改造	無	無	
			DB クラス	Non→DB3	Non→DB3	
			SA クラス	—	—	
			型式	たて置き円筒形	たて置き円筒形	
PVD-3010 (PVC-3920 準用)	2.2.1	開放タンクの胴の計算 (設計・建設規格)	○	○		
PVD-3010, PVD-3510 (PVC-3160, PVC-3950 準用)	2.2.4	開放タンクの胴の穴の補強計算	○	○		
PVD-3010 (PVC-3960, PVC-3970 準用)	2.2.2	開放タンクの底板の計算	○	○		
PVD-3010 (PVC-3980 準用)	2.2.3	開放タンクの管台の計算	○	○		

クラス3管の強度計算書の説明分類

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			分類	A	A		A
設計・建設規格 規格番号	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-6-2-5-2-1-1	V-3-3-7-2-1-2		V-3-3-7-3-1
			系統	可燃性ガス 濃度制御系	火災防護設備		地下水 排水設備
			既設/新設	既設	既設	新設	新設
			改造	有	有/無	—	—
			DB クラス	DB3	DB3/Non→DB3	DB3	DB3
			SA クラス	—	—	—	—
PPD-3411	2.2	管の板厚計算		○	○	○	○
PPD-3411(1)	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)		—	—	—	—
PPD-3411(2)(3)	2.5	レジューサの強度計算(フランジ部)		—	—	—	—
PPD-3413	2.3	平板の強度計算		—	—	—	—
PPD-3414	2.7	フランジの強度計算		—	—	—	—
PPD-3415	—	管継手の強度計算		—	—	—	—
PPD-3415.1	2.5	レジューサの強度計算		—	—	—	—
PVC-3124.2 準用	—	レジューサの強度計算(円すい及びその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))		—	—	—	—
PPD-3415.2	2.4	鏡板の強度計算		—	—	—	—
PPD-3416	2.8	伸縮継手の強度計算(設計・建設規格)		—	○	—	○
PPD-3420	2.6	管の穴と補強計算		—	○	○	—
PPD-3422(3)	2.3	平板の強度計算		—	—	—	—

A : 開放タンク内張り材評価有
 B : 横置円筒形
 C : 開放タンク内張り材評価無
 D : ラグ支持たて置円筒形
 E : スカート支持たて置円筒形

重大事故等クラス2容器の強度計算書の説明分類(1/3)

設計・建設規格各規格番号及び告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	F (原子炉圧力容器)	A (開放タンク, 内張り材評価有)	B (横置円筒形)	A (開放タンク, 内張り材評価有)	B (横置円筒形)	B (横置円筒形) 【19, 20説明】
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	—	V-3-3-2-1-1	V-3-3-2-2-1-1	V-3-3-2-2-1-3	V-3-3-3-1-1-1	V-3-3-3-1-1-2
			系統	—	—	燃料プール 冷却浄化系	燃料プール 冷却浄化系	主蒸気系	主蒸気系
			機器名	原子炉圧力容器	使用済 燃料貯蔵 プール*1	燃料プール 冷却浄化系 熱交換器	スキマサージ タンク	主蒸気逃がし 安全弁逃がし弁機能 用アキュムレータ	主蒸気逃がし 安全弁自動減圧機能用 アキュムレータ
			既設/新設	—	既設	既設	既設	既設	既設
			改造	—	無	無	無	無	無
			DBクラス	—	DB3	DB3	DB3	DB3	DB3
			SAクラス	—	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	—	ステンレス鋼内張 りプール形 (ラック貯蔵方式)	横置 円筒形	たて形円筒 タンク埋込式	横置 円筒形	横置 円筒形
内張り材 の評価	—	有	無	有	無	無			
PVC-3121 PVC-3122(1)	2.2 ①	円筒形の胴の計算	適用規格は個別の強度計算書を参照	—	○	—	○	○	
PVC-3111 PVC-3121 PVC-3124.1	2.16 ②	円すい形の胴の計算		—	—	—	—	—	
PVC-3150(2)	2.3 ③	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算		—	○	—	○	○	
PVC-3160	3.2 ④	容器の穴の補強計算 (胴)		—	—	—	—	—	
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算		—	—	—	—	—	
PVC-3210(1) PVC-3220 PVC-3221	2.4 ⑤	さら形鏡板の計算		—	○	—	—	—	
PVC-3210(2) PVC-3223(1)	2.5	半球形鏡板の計算		—	—	—	—	—	
PVC-3210(3) PVC-3220 PVC-3225	2.6 ⑥	半だ円形鏡板の計算		—	—	—	—	—	
PVC-3230(2)	2.7 ⑦	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算		—	—	—	—	—	
PVC-3240	3.2 ⑧	容器の穴の補強計算 (鏡板)		—	—	—	—	—	
第34条 第1項 第2項	2.8 ⑨	円形平板の計算 (告示第501号)		—	—	—	△	—	
PVC-3310 PVC-3320	2.8 ⑩	円形平板の計算 (設計・建設規格)		—	—	—	—	—	
J I S B 8 2 0 1	2.9 ⑪	だ円マンホール平板の計算		—	—	—	—	—	
PVC-3320(2)	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)		—	—	—	—	—	
PVC-3510	2.10 ⑫	容器の管板の計算		—	○	—	—	—	
PVC-3610	2.11 ⑬	容器の管台の計算		—	○	—	○	○	
PVC-3610(1) (2)	2.15 ⑭	熱交換器の伝熱管の計算		—	○	—	—	—	
PVC-3920	2.12 ⑮	開放タンクの胴の計算		○	—	○	—	—	
PVC-3940 PVC-3950	3.3 ⑯ (3.4)	開放タンクの胴の穴の補強計算 (開放タンクの鏡板の穴の補強計算)		—	—	—	—	—	
PVC-3960 PVC-3970	2.13 ⑰	開放タンクの底板の計算		—	—	—	—	—	
PVC-3980	2.14 ⑱	開放タンクの管台の計算		—	—	○	—	—	
SA2機器であってクラス2の 規定によらない場合	— 19	クラス1容器 (第1種容器) の規定を 準用した評価		—	—	—	—	○	
設計・建設規格における材料の 規定によらない場合の評価	— 20	—		—	○	—	○	○	
—	—	既工認		—	—	—	—	—	

注記 *1 : キヤスクビット含む。

重大事故等クラス2容器の強度計算書の説明分類(2/3)

設計・建設規格各規格番号及び告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	B (横置円筒形)	A (開放タンク, 内張り材評価有)	B (横置円筒形)	C (開放タンク, 内張り材評価無)	B (横置円筒形) 【②説明】	既工認呼込み
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-3-2-1-1	V-3-3-3-4-1-2	V-3-3-3-5-1-1	V-3-3-3-5-1-4	V-3-3-3-5-1-5	V-3-3-4-1-2-1-1
			系統	残留熱除去系	補給水系	原子炉補機 冷却水系	原子炉補機 冷却水系	原子炉補機 冷却水系	制御棒 駆動系
			機器名	残留熱除去系 熱交換器	復水貯蔵槽	原子炉補機 冷却水系 熱交換器	原子炉補機 冷却水系 サージタンク	原子炉補機 冷却海水系 ストレーナ	水圧制御 ユニット
			既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設
			改造	無	無	無	無	無	無
			DBクラス	DB2(管側) DB3(胴側)	DB2	DB3	DB3	DB3	DB2
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	横置 円筒形	ライニング槽	横置 円筒形	たて置 円筒形	横置 円筒形	たて置 円筒形
内張り材 の評価	無	有	無	無	無	無			
PVC-3121 PVC-3122(1)	2.2 ①	円筒形の胴の計算	○	—	○	—	—	—	
PVC-3111 PVC-3121 PVC-3124.1	2.16 ②	円すい形の胴の計算	—	—	—注1	—	○	—	
PVC-3150(2)	2.3 ③	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	○	—	○	—	○	—	
PVC-3160	3.2 ④	容器の穴の補強計算 (胴)	○	—	○	—	○	—	
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(1) PVC-3220 PVC-3221	2.4 ⑤	さら形鏡板の計算	—	—	○	—	○	—	
PVC-3210(2) PVC-3223(1)	2.5	半球形鏡板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(3) PVC-3220 PVC-3225	2.6 ⑥	半だ円形鏡板の計算	○	—	—	—	—	—	
PVC-3230(2)	2.7 ⑦	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	—	—	○	—	○	—	
PVC-3240	3.2 ⑧	容器の穴の補強計算 (鏡板)	—	—	○	—	○	—	
第34条 第1項 第2項	2.8 ⑨	円形平板の計算 (告示第501号)	—	—	△	—	△	—	
PVC-3310 PVC-3320	2.8 ⑩	円形平板の計算 (設計・建設規格)	—	—	—	—	—	—	
J I S B 8 2 0 1	2.9 ⑪	だ円マンホール平板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3320(2)	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	—	—	—	—	—	—	
PVC-3510	2.10 ⑫	容器の管板の計算	—	—	○	—	—	—	
PVC-3610	2.11 ⑬	容器の管台の計算	○	—	○	—	○	—	
PVC-3610(1)(2)	2.15 ⑭	熱交換器の伝熱管の計算	—	—	○	—	—	—	
PVC-3920	2.12 ⑮	開放タンクの胴の計算	—	○	—	○	—	—	
PVC-3940 PVC-3950	3.3 ⑯ (3.4)	開放タンクの胴の穴の補強計算 (開放タンクの鏡板の穴の補強計算)	—	—	—	○	—	—	
PVC-3960 PVC-3970	2.13 ⑰	開放タンクの底板の計算	—	—	—	○	—	—	
PVC-3980	2.14 ⑱	開放タンクの管台の計算	—	○	—	○	—	—	
SA2機器であってクラス2の 規定によらない場合	— ⑲	クラス1容器(第1種容器)の規定を 準用した評価	—	—	—注2	—	—	—	
設計・建設規格における材料の 規定によらない場合の評価	— ⑳	—	—	—	—注2	—	—	—	
—	—	既工認	△	—	—	—	—	△	

注記 *1:キヤスクビット含む。

注1:原子炉補機冷却海水系ストレーナにて説明
注2:主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータにて説明

重大事故等クラス2容器の強度計算書の説明分類(3/3)

設計・建設規格各規格番号及び告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	既工認呼込み	G (原子炉格納容器)	D (ラグ支持)	E (スカート支持)	D (ラグ支持)	E (スカート支持)
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-4-2-1-2	—	V-3-3-6-2-7-1-1	V-3-3-6-2-7-1-5	V-3-3-6-2-7-1-6	V-3-3-7-1-1-1-1
			系統	ほう酸水 注入系	—	格納容器圧力逃が し装置	格納容器圧力逃が し装置	格納容器圧力逃が し装置	非常用ディーゼル 発電設備
			機器名	ほう酸水 注入系 貯蔵タンク	原子炉格納容器	ドレンタンク	フィルタ装置	よう素フィルタ	空気だめ
			既設/新設	既設	—	新設	新設	新設	既設
			改造	無	—	—	—	—	無
			DBクラス	DB2	—	—	—	—	DB3
			SAクラス	SA2	—	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	たて置 円筒形	—	ラグ支持 たて置円筒形	スカート支持 たて置円筒形	ラグ支持 たて置円筒形	スカート支持 たて置円筒形
内張り材 の評価	無	—	無	無	無	無			
PVC-3121 PVC-3122(1)	2.2 ①	円筒形の胴の計算	—	—	○	○	○	○	
PVC-3111 PVC-3121 PVC-3124.1	2.16 ②	円すい形の胴の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3150(2)	2.3 ③	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	—	—	○	○	—	○	
PVC-3160	3.2 ④	容器の穴の補強計算 (胴)	—	—	○	○	—	○	
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(1) PVC-3220 PVC-3221	2.4 ⑤	さら形鏡板の計算	—	—	○	—	○	—	
PVC-3210(2) PVC-3223(1)	2.5	半球形鏡板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3210(3) PVC-3220 PVC-3225	2.6 ⑥	半だ円形鏡板の計算	—	—	—	○	—	○	
PVC-3230(2)	2.7 ⑦	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	—	—	○	○	○	○	
PVC-3240	3.2 ⑧	容器の穴の補強計算 (鏡板)	—	—	—	○	○	—	
第34条 第1項 第2項	2.8 ⑨	円形平板の計算 (告示第501号)	—	—	—	—	—	—	
PVC-3310 PVC-3320	2.8 ⑩	円形平板の計算 (設計・建設規格)	—	—	○	○	○	—	
J I S B 8 2 0 1	2.9 ⑪	だ円マンホール平板の計算	—	—	—	—	—	□	
PVC-3320(2)	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	—	—	—	—	—	—	
PVC-3510	2.10 ⑫	容器の管板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3610	2.11 ⑬	容器の管台の計算	—	—	○	○	○	○	
PVC-3610(1)(2)	2.15 ⑭	熱交換器の伝熱管の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3920	2.12 ⑮	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3940 PVC-3950	3.3 ⑯ (3.4)	開放タンクの胴の穴の補強計算 (開放タンクの鏡板の穴の補強計算)	—	—	—	—	—	—	
PVC-3960 PVC-3970	2.13 ⑰	開放タンクの底板の計算	—	—	—	—	—	—	
PVC-3980	2.14 ⑱	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—	—	—	
SA2機器であってクラス2の 規定によらない場合	— ⑲	クラス1容器(第1種容器)の規定を 準用した評価	—	—	—	—	—	—	
設計・建設規格における材料の 規定によらない場合の評価	— ⑳	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	既工認	△	—	—	—	—	—	

適用規格は個別の強度計算書を参照

注記 *1: キヤスクビット含む。

A : 配管
B : ストレーナ

重大事故等クラス2管の強度計算書の説明分類(1/4)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	A	A	A	A	A	B (ストレーナ)	A	B (ストレーナ)	A	B (ストレーナ)
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号 (基本板厚)	V-3-3-2- 2-1-4-1	V-3-3-2- 2-2-4-1	V-3-3-3- 1-1-3-1	V-3-3-3- 1-2-1-1	V-3-3-3- 2-1-7-1	V-3-3-3- 2-1-3 等	V-3-3-3- 3-1-6-1	V-3-3-3- 3-1-2 等	V-3-3-3- 3-2-5-1	V-3-3-3- 3-2-2 等
			図書番号 (応力計算)	V-3-3-2- 2-1-4-2	V-3-3-2- 2-2-4-2	V-3-3-3- 1-1-3-2	V-3-3-3- 1-2-1-2	V-3-3-3- 2-1-7-2		V-3-3-3- 3-1-6-2		V-3-3-3- 3-2-5-2	
			系統	燃料プ ール冷 却浄化 系	燃料プ ール代 替注水 系	主蒸気 系	復水給 水系	残留熱 除去系	残留熱 除去系 ストレー ナ	高圧炉 心注水 系	高圧炉 心注水 系 ストレー ナ	原子炉 隔離時 冷却系	原子炉 隔離時 冷却系 ストレー ナ
			既設/新設	既設	新設	既設	既設	既設	既設	既設			
			改造	無	—	無	無	有/無	有/無	有/無			
			DBクラス	DB3	—	DB1/DB3	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2			
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2			
第58条第1項/PPC-3411	2.2 ①	管の板厚計算	○	○	△/○	—	○	○	○				
第58条第1項/PPC-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)	—	—	△	—	—	—	—				
PPC-3411 準用	2.5	レジャーサの強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—				
第58条第3項/PPC-3413	2.3 ②	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—				
PPC-3414	2.7 ③	フランジの強度計算	○	—	—注1	—	○	○	○				
PPC-3415	—	管継手	—	—	—	—	—	—	—				
第61条第1項/PPC-3415.1	2.5 ④	レジャーサの強度計算	—	—	△	—	—	—	—				
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算(円すい及びすその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—	—	—	—				
第58条第2項/PPC-3415.2	2.4 ⑤	鏡板の強度計算	—	—	△	—	—	—	—				
PPC-3416	2.8 ⑥	伸縮継手の強度計算	—	—	○	—	—	—	—				
第60条/PPC-3420	2.6 ⑦	管の穴と補強計算	○	○	△	—	○	○	—				
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—				
SA2機器であってクラス2の規定 によらない場合	—	ダクトの強度計算方法 ⑧	—	—	—注2	—	—	—	—				
		ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継 手の評価 ⑨	—	—	—注3	—	—	—	—				
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	— ⑩	—	—	—	—注2	—	—	—	—				
第56条から第57条	—	応力計算(告示第501号)	△*1	—	△*1	△*1	△*1	△*1	△*1				
PPC-3500	—	応力計算(設計・建設規格)	○	○	○	○	○	○	○				
—	—	既工認	—	—	△	△	△	△	△				

注記 *1: 施設時の適用規格が告示第501号の範囲でクラスUP 又は条件UP となる範囲。

注1: 格納容器下部注水系にて説明
注2: 中央制御室外気取入れ・排気ダクトにて説明
注3: 中央制御室待避室換気空調系にて説明

重大事故等クラス2管の強度計算書の説明分類(2/4)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号 (基本板厚)	V-3-3-3- 3-3-2-1	V-3-3-3- 3-4-1-1	V-3-3-3- 3-5-2-1	V-3-3-3- 4-1-3-1	V-3-3-3- 5-1-6-1	V-3-3-3- 5-2-5-1	V-3-3-4- 1-2-1-3-1	V-3-3-4- 2-1-4-1	V-3-3-4- 3-1-1-1	
			図書番号 (応力計算)	V-3-3-3- 3-3-2-2	V-3-3-3- 3-4-1-2	V-3-3-3- 3-5-2-2	V-3-3-3- 4-1-3-2	V-3-3-3- 5-1-6-2	V-3-3-3- 5-2-5-2		V-3-3-4- 1-2-1-3-2	V-3-3-4- 2-1-4-2	V-3-3-4- 3-1-1-2
			系統	高圧代替注水系	低圧代替注水系	水の供給設備	補給水系	原子炉補機冷却水系	代替原子炉補機冷却系	制御材駆動装置	制御棒駆動系	ほう酸水注入系	高圧窒素ガス供給系
			既設/新設	新設	新/既	新/既	既設	既設	新設	既設	既設	既設	既設
			改造	—	—/有/無	—/無	無	有/無	—	無	無	無	無
			DBクラス	—	—/DB2/DB3	—/DB3	DB2/DB3	DB3	—	DB1	DB2	DB1/DB2	DB2/DB3
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
第58条第1項/PPC-3411	2.2 ①	管の板厚計算	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○	
第58条第1項/PPC-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PPC-3411 準用	2.5	レジャーサの強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第58条第3項/PPC-3413	2.3 ②	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PPC-3414	2.7 ③	フランジの強度計算	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—	
PPC-3415	—	管継手	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第61条第1項/PPC-3415.1	2.5 ④	レジャーサの強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算(円すい及びびすその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第58条第2項/PPC-3415.2	2.4 ⑤	鏡板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
PPC-3416	2.8 ⑥	伸縮継手の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
第60条/PPC-3420	2.6 ⑦	管の穴と補強計算	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
SA2機器であってクラス2の規定 によらない場合	—	ダクトの強度計算方法 ⑧	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継手の評価 ⑨	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	— ⑩	—	—	○	—	○	—	—	—	—	—	—	
第56条から第57条	—	応力計算(告示第501号)	—	△*1	△*1	△*1	△*1	△*1	—	—	—	△*1	
PPC-3500	—	応力計算(設計・建設規格)	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○	
—	—	既工認	—	—	—	△	—	—	△	△	△	—	

注記 *1: 施設時の適用規格が告示第501号の範囲でクラスUP又は条件UPとなる範囲。

重大事故等クラス2管の強度計算書の説明分類(3/4)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	A	A 【⑨説明】	A	C (PCV)	C (PCV)	A 【⑩説明】	A	A	A	A	
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号 (基本板厚)	V-3-3-4- 3-2-2-1	V-3-3-5-1- 1-2-1	V-3-3-5- 1-2-2-1	V-3-3-6- 2-2	V-3-3-6-2- 4-1-1-1	V-3-3-6-2- 4-2-1-1	V-3-3-6-2- 4-4-1-1	V-3-3-6- 2-5-1-2-1	V-3-3-6- 2-5-2-1-1	V-3-3-6- 2-5-3-1-1	
			図書番号 (応力計算)	V-3-3-4- 3-2-2-2	V-3-3-5-1- 1-2-2	V-3-3-5- 1-2-2-2	V-3-3-6- 2-3	V-3-3-6-2- 4-1-1-2,3	V-3-3-6-2- 4-2-1-2	V-3-3-6-2- 4-4-1-2	V-3-3-6- 2-5-1-2-2	V-3-3-6- 2-5-2-1-2	V-3-3-6- 2-5-3-1-2	
			系統	逃がし安全弁の作動に 必要な窒素ガス喪失時の 減圧設備	中央制御室待避室 換気空調系	緊急時対策所換気空調系	圧力低減設備その他安全設備 (ベント管)	格納容器スプレイ冷却系	格納容器下部注水系	代替循環冷却系	非常用ガス処理系	可燃性ガス濃度制御系	耐圧強化ベント系	
			既設/新設	既設	新設	新設	既設	既設	既設	新/既	既設	既設	既設	新/既
			改造	無	—	—	無	無	無	—/無	有/無	有/無	—/無	
			DB クラス	DB3	—	—	DB2	DB2	DB2	—/DB2	DB4	DB2	—/DB4	
			SA クラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
第58条第1項/PPC-3411	2.2 ①	管の板厚計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
第58条第1項/PPC-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
PPC-3411 準用	2.5	レジャーサの強度計算 (フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
第58条第3項/PPC-3413	2.3 ②	平板の強度計算	—	—	—	△	—	—	—	—	—	—		
PPC-3414	2.7 ③	フランジの強度計算	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—		
PPC-3415	—	管継手	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
第61条第1項/PPC-3415.1	2.5 ④	レジャーサの強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算 (円すい及びびすその丸みの部分 (外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
第58条第2項/PPC-3415.2	2.4 ⑤	鏡板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
PPC-3416	2.8 ⑥	伸縮継手の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—		
第60条/PPC-3420	2.6 ⑦	管の穴と補強計算	—	—	—	○	○	—	—	○	○	—		
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
SA2 機器であってクラス2の規定 によらない場合	—	ダクトの強度計算方法 ⑧	—	—	—	—	—	—	—	□	—	—		
		ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継 手の評価 ⑨	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—		
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	— ⑩	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○		
第56条から第57条	—	応力計算 (告示第501号)	△*1	—	—	△*1	△*1	△*1	—	△*1	△*1	—		
PPC-3500	—	応力計算 (設計・建設規格)	○	○	○	○	○	○	—	○	○	—		
—	—	既工認	—	—	—	△	△	—	—	—	—	—		

注記 *1: 施設時の適用規格が告示第501号の範囲でクラスUP又は条件UPとなる範囲。

重大事故等クラス2管の強度計算書の説明分類(4/4)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	A	A	A 【⑧, ⑩説明】	A
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号 (基本板厚)	V-3-3-6- 2-6-1-2-1	V-3-3-6- 2-7-1-4-1	V-3-3-5-2-2	V-3-3-6-4-2
			図書番号 (応力計算)	V-3-3-6- 2-6-1-2-2	V-3-3-6- 2-7-1-4-2		V-3-3-6-4-3
			系統	不活性 ガス系	格納 容器 圧力逃 がし装 置	基本設計方針 対象設備	基本設計方針 対象設備
			既設/新設	既設	新設	既設	新設
			改造	有/無	—	無	—
			DBクラス	DB2	—	Non	—
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2
第58条第1項/PPC-3411	2.2 ①	管の板厚計算	○	○	—	○	
第58条第1項/PPC-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	
PPC-3411 準用	2.5	レジャーサの強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	
第58条第3項/PPC-3413	2.3 ②	平板の強度計算	—	—	—	—	
PPC-3414	2.7 ③	フランジの強度計算	—	—	—	○	
PPC-3415	—	管継手	—	—	—	—	
第61条第1項/PPC-3415.1	2.5 ④	レジャーサの強度計算	—	—	—	—	
PVC-3124.2 準用	—	レジャーサの強度計算(円すい及びその 丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—	
第58条第2項/PPC-3415.2	2.4 ⑤	鏡板の強度計算	—	—	—	—	
PPC-3416	2.8 ⑥	伸縮継手の強度計算	—	○	—	○	
第60条/PPC-3420	2.6 ⑦	管の穴と補強計算	○	—	—	—	
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	
SA2機器であってクラス2の規定 によらない場合	—	ダクトの強度計算方法 ⑧	—	—	□	—	
		ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継 手の評価 ⑨	—	—	—	○	
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	— ⑩	—	—	○	○	○	
第56条から第57条	—	応力計算(告示第501号)	△*1	—	—	—	
PPC-3500	—	応力計算(設計・建設規格)	○	○	—	○	
—	—	既工認	—	—	—	—	

注記 *1: 施設時の適用規格が告示第501号の範囲でクラスUP又は条件UPとなる範囲。

A : ビットバレル形
 B : 横軸ターボ
 C : うず巻
 D : 立形ターボ
 E : 往復

重大事故等クラス 2 ポンプの強度計算書の説明分類(1/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第 5 0 1 号各条項と強度計算書との対応			分類	B (横軸ターボ)	A (ビット バレル形)	A (ビット バレル形)	B (横軸ターボ)	B (横軸ターボ)	C (うず巻)	C (うず巻)
設計・建設規格 規格番号 告示第 5 0 1 号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-2-2-1-2	V-3-3-3-2-1-2	V-3-3-3-3-1-1	V-3-3-3-3-2-1	V-3-3-3-3-1	V-3-3-3-4-1-1	V-3-3-3-5-1-2
			系統	燃料プール 冷却浄化系	残留熱除去系	高压炉心注水系	原子炉隔離時冷 却系	高压代替 注水系	補給水系	原子炉補機冷却 水系
			機器名	燃料プール 冷却浄化系 ポンプ	残留熱除去系 ポンプ	高压炉心注水系 ポンプ	原子炉隔離時冷 却系ポンプ	高压代替 注水系ポンプ	復水移送 ポンプ	原子炉補機冷却 水ポンプ
			既設/新設	既設	既設	既設	既設	新設	既設	既設
			改造	無	無	無	無	—	無	無
			DB クラス	Non	DB2	DB2	DB2	—	Non	Non
			SA クラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			種類	横軸	ビット バレル形	ビット バレル形	横軸	横軸	横軸	横軸
PMC-3110	2.1	ポンプの型式判別	型式	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	うず巻	うず巻
			ケーシング	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸平行割
			軸対称	軸対称	軸対称	軸対称	軸対称	片吸込 1 重	両吸込 2 重	
PMC-3320	3.2	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの厚さ	○	○	○	○	○	○	○	○
PMC-3330	3.3	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ	○	○	○	○	○	○	○	○
第 77 条 第 7 項	3.4	ケーシング各形状の規定 (告示第 5 0 1 号)	—	—	—	—	—	△	△	△
PMC-3340	3.4	ケーシング各形状の規定 (設計・建設規格)	—	—	—	○	○	○	○	○
PMC-3350	3.5	往復ポンプのリキッドシリンダー及びマニホールドに関するものの厚さ	—	—	—	—	—	—	—	—
第 77 条 第 5 項	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ (告示第 5 0 1 号)	△	△	△	△	—	△	—	—
PMC-3410	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカバーの厚さ (設計・建設規格)	—	—	—	—	○	—	—	—
PMC-3510	3.7	ボルトの平均引張応力	○	○	○	○	○	○	○	○
PMC-3610	3.8	耐圧部分等のうち管口に係るもの (ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分を除く。) の厚さ	○	○	○	○	○	○	○	—
PMC-3710	3.9	吸込及び吐出フランジ	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2	— *2
SA 2 機器であってクラス 2 の規定によらない場合	—	クラス 3 ポンプの規定を準用した評価	—	—	—	—	—	—	—	—
設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	—	—	—	—	—	—	○*3	—	—	—
—	—	既工認	—	—	—	—	—	—	—	—

注記 *1 : 立形ポンプのため、クラス 3 の規定を使用。
 *2 : J I S B 2 2 3 8 or 設計・建設規格別表 2 に記載のフランジを使用しているため、強度計算不要。
 *3 : 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価をケーシング材について実施。

重大事故等クラス2ポンプの強度計算書の説明分類(2/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と強度計算書との対応			分類	D (立形ターボ)	E (往復)	C (うず巻)
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-3-5-1-3	V-3-3-4-2-1-1	V-3-3-6-2-5-4-1
			系統	原子炉補機冷却 水系	ほう酸水注入系	格納容器圧力逃が し装置
			機器名	原子炉補機冷却 海水ポンプ	ほう酸水注入系 ポンプ	ドレン移送ポンプ
			既設/新設	既設	既設	新設
			改造	無	無	—
			DB クラス	Non	DB2	—
			SA クラス	SA2	SA2	SA2
			種類	立形	往復	横軸
PMC-3110	2.1	ポンプの型式判別	型式	ターボ形	往復形	うず巻
			ケーシング	軸垂直割 1段立形	—	軸垂直割 片吸込1重
PMC-3320	3.2	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの厚さ	○ *1	—	○	
PMC-3330	3.3	うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの吸込み及び吐 出口部分の厚さ	—	—	○	
第77条 第7項	3.4	ケーシング各部形状の規定 (告示第501号)	—	—	—	
PMC-3340	3.4	ケーシング各部形状の規定 (設計・建設規格)	—	—	○	
PMC-3350	3.5	往復ポンプのリキッドシリンダー及びマニホールドに関する ものの厚さ	—	○	—	
第77条 第5項	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカ バーの厚さ (告示第501号)	—	△	—	
PMC-3410	3.6	うず巻ポンプ、ターボポンプ又は往復ポンプのケーシングカ バーの厚さ (設計・建設規格)	—	—	○	
PMC-3510	3.7	ボルトの平均引張応力	○	○	○	
PMC-3610	3.8	耐圧部分等のうち管台に係るもの (ケーシングの吸込口部分 及び吐出部分を除く。)の厚さ	—	○	—	
PMC-3710	3.9	吸込及び吐出フランジ	— *2	— *2	— *2	
SA2 機器であってクラス2の規定 によらない場合	—	クラス3ポンプの規定を準用した評価	○	—	—	
設計・建設規格における材料の規定 によらない場合の評価	—	—	—	—	—	
—	—	既工認	—	—	—	

注記 *1 : 立形ポンプのため、クラス3の規定を使用。

*2 : J I S B 2238 or 設計・建設規格別表2に記載のフランジを使用しているため、強度計算不要。

*3 : 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価をケーシング材について実施。

重大事故等クラス2 弁の強度計算書の説明分類 (1/2)

設計・建設規格各規格番号及び告示第501号各条項と強度計算書との対応		分類	A	A		A	A		A			A	A			
設計・建設規格規格番号告示第501号条項	強度計算書の計算式(章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-3-3-1-5	V-3-3-3-3-2-4		V-3-3-4-1-2-1-2	V-3-3-6-2-6-1-1		V-3-3-6-2-7-1-3			V-3-3-2-3-1	V-3-3-3-7-1		
			系統	高压炉心注水系	原子炉隔離時冷却系		制御棒駆動系	不活性ガス系		格納容器圧力逃し装置			基本設計方針対象設備			
			弁名称	E22-F003 B, C	E51-F004	E51-F037	C12-126	T31-F019	T31-F022	T31-F070	T31-F072	T61-F001	G41-F017	E51-F034	E51-F012	
			既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	新設	新設	既設	新設	既設	
			改造	無	無	無	無	無	無	無	—	—	無	無	無	
			DBクラス	DB1	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	—	—	DB3	—	DB2	
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
			型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁
耐圧部の設計	第85条第1項	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	—	—	△	△	—	—	—	—	—	—	—		
	VVC-3210	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○		
	VVC-3220	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	VVC-3230	2.3	管台の最小厚さの計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
弁の応力評価	第85条第4項	2.4	弁箱と弁ふたのフランジの応力解析 フランジボルトの応力解析	—	—	—	—	—	—	—	—	△	—	—		
	VVC-3310(a)	2.4	弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○		
	VVC-3310(b)	2.4	フランジボルトの応力解析	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○		

重大事故等クラス2弁の強度計算書の説明分類(2/2)

設計・建設規格各規格番号及び 告示第501号各条項と 強度計算書との対応			分類	A					A					A		
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-3-7-1					V-3-3-3-7-2					V-3-3-6-4-1		
			系統	基本設計方針対象設備												
			弁名称	E51-F652	E51-F653	E51-F655	E61-F004	E51-F065	U41-F001 A, B	U41-F002 A, B	U41-F003 A, B	U41-DAM 601A, B	U41-DAM 602A, B	U41-DAM 604A, B	T61-F002	
			既設/新設	既設	既設	既設	新設	新設	既設	既設	新設	既設	既設	既設	新設	
			改造	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	—	
			DBクラス	Non	Non	Non	—	—	Non	Non	Non	Non	Non	Non	—	
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
			型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	
耐圧部 の設計	第85条 第1項	2.1	弁箱又は弁ふたの 最少厚さの計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	VVC-3210	2.1	弁箱又は弁ふたの 最少厚さの計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	VVC-3220	2.2	2.1項の規定に適 合しない場合の計 算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	VVC-3230	2.3	管台の最小厚さの 計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
弁の応 力評価	第85条 第4項	2.4	弁箱と弁ふたのフ ランジの応力解析 フランジボルトの 応力解析	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	VVC-3310 (a)	2.4	弁箱と弁ふたのフ ランジの応力解析	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	VVC-3310 (b)	2.4	フランジボルトの 応力解析	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			

重大事故等クラス2支持構造物（容器）の強度計算書の説明分類

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			分類	A	A 【③説明】	A	A	A
設計・建設規格 規格番号	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-5-1-4	V-3-3-6-2-7- 1-1	V-3-3-6-2-7- 1-5	V-3-3-6-2-7- 1-6	V-3-3-7-1-1- 1-1
			系統	原子炉補機 冷却水系	格納容器圧力 逃がし装置	格納容器圧力 逃がし装置	格納容器圧力 逃がし装置	非常用ディーゼル 発電設備
			機器名	原子炉補機 冷却水系 サージタンク	ドレンタンク	フィルタ装置	よう素フィルタ	空気だめ
			既設/新設	既設	新設	新設	新設	既設
			改造	無	—	—	—	無
			DBクラス	Non	—	—	—	Non
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
SSC-3010	2.1.2(1) ①	評価応力	○	○	○	○	○	
SSC-3010	2.1.2(2) ②	スカート部の応力計算	○	—	○	—	○	
SSC-3010	2.1.2(3) ③	脚部の応力計算	—	○	—	○	—注1	

注1：ドレンタンクにて説明

A : 凹形
 B : 平板形 (横方向取付)
 C : 平板形 (立方向取付)

重大事故等クラス2支持構造物 (ポンプ) の強度計算書の説明分類

設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応			分類	B (平板形 (横方向取付))	A (凹形)	C (平板形 (立方向取付))
設計・建設規格 規格番号	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-2-2-1-2	V-3-3-3-3-2-1	V-3-3-6-2-5-4-1
			系統	燃料プール 冷却浄化系	原子炉隔離時 冷却系	格納容器圧力 逃がし装置
			機器名	燃料プール冷却浄化系ポン プ	原子炉隔離時冷却系ポンプ	ドレン移送ポンプ
			既設/新設	既設	既設	新設
			改造	無	無	—
			DB クラス	Non	DB2	—
			SA クラス	SA2	SA2	SA2
SSC-3010	2.1.2(1)	評価応力	○	○	○	
SSC-3010	2.1.2(2)	一次応力及び許容応力の計算	○	○	○	

A : 容器等
B : ボンベ

重大事故等クラス3 容器の強度計算書の説明分類(1/2)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応			分類	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	B (ボンベ)	B (ボンベ)	B (ボンベ)	B (ボンベ)	A (容器等)	B (ボンベ)	
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の 規格及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-2-2- 2-3	V-3-3-3-5- 2-1	V-3-3-3-5- 2-4	V-3-3-4-3-2-1	V-3-3-5-1-1- 1	V-3-3-5-1-2-1		V-3-3-6-2- 4-3-2	V-3-3-6-2-7- 1-2	
			系統	燃料プール 代替注水系	代替原子炉補機冷却系			逃がし安全弁の 作動に必要な窒 素ガス喪失時の 減圧設備	中央制御室 待避室 換気空調系	緊急時対策所換気空調系		原子炉建屋 放水設備	格納容器圧力 逃がし装置
			機器名	可搬型 Y 型 ストレーナ	熱交換器 ユニット 代替原子炉 補機冷却系 熱交換器	熱交換器 ユニット 代替原子炉 補機冷却 海水 ストレーナ	高压窒素 ガスボンベ	中央制御室 待避室陽 圧化装置 (空気ボン ベ)	5号機 原子炉建屋内 緊急時対策所 (対策本部) 陽圧化装置 (空気ボン ベ)	5号機 原子炉建屋内 緊急時対策所 (待機場所) 陽圧化装置 (空気ボン ベ)	泡原液 搬送車	遠隔空気 駆動弁操作 ボンベ	
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA2	SA3	SA3	SA3
			型式	Y 型 ストレーナ	プレート式	T 型ストレ ーナ サイクロン 形	一般継目なし 鋼製容器	継目なし 高压ガス容器	継目なし 高压ガス容器	継目なし 高压ガス容器	継目なし高压 ガス容器	だ円型横置	一般継目なし 鋼製容器
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等ク ラス3 機器の強度評価方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
高压ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高压ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3 機器の うち完成品の強度評価方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□		

重大事故等クラス3 容器の強度計算書の説明分類 (2/2)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応			分類	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)		
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-7- 1-1-2-2	V-3-3-7-1- 1-2-3	V-3-3-7-1- 1-2-4	V-3-3-7-1- 1-3-2	V-3-3-7-1- 1-4-1	V-3-3-7-4- 1-2	V-3-3-7-4- 1-1	V-3-3-7-4- 1-3	V-3-3-7-4- 1-4	V-3-3-7-4- 1-5	
			系統	代替交流電 源設備	代替交流電 源設備	代替交流電 源設備	緊急時対策 所代替電源 設備	可搬型窒素 供給装置用 電源設備	補機駆動燃料設備					
			機器名	電源車用 車載燃料 タンク	タンク ローリ (16kL)	タンク ローリ (4kL)	5号機原子 炉建屋内緊 急時対策用 可搬型電 源設備用燃 料タンク	可搬型窒素 供給装置用 可搬型電源 設備用燃料 タンク	可搬型代替 注水ポンプ (A-2 級) 燃料タンク	可搬型代替 注水ポンプ (A-1 級) 燃料タンク	大容量 送水車 (原子炉建 屋放水設備 用) 燃料タ ンク	大容量 送水車 (海水取水 用) 燃料タ ンク	大容量 送水車 (熱交換器 ユニット 用) 燃料タ ンク	
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
			型式	角形	楕円筒型	楕円筒型	角形	角形	角形	角形	角形	角形	角形	角形
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等ク ラス3機器の強度評価方法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器の うち完成品の強度評価方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□		

A : 完成品
B : 完成品を除く

重大事故等クラス3管の強度計算書の説明分類(1/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		分類	A (完成品)				A (完成品)		A (完成品)			
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-2-2-4-3				V-3-3-3-5-2-3		V-3-3-5-2-5-3		
			系統	燃料プール代替注水系				水の供給設備		代替原子炉補機冷却系		
			機器名	可搬型代替 注水ポンプ 屋外用 20m ホース	可搬型代替 注水ポンプ 屋内用 20m ホース	可搬型代替 注水ポンプ 燃料プール 代替注水用 屋外 20m ホ ース	燃料プール 代替注水系 可搬型スプ レイヘッド	大容量送水車 (海水取水 用) 吸込 20m ホース	大容量送水車 (海水取水 用) 50, 10, 5m ホース	熱交換器ユニ ット淡水用 5m フレキシブル ホース	大容量送水車 (熱交換器ユ ニット用) 吸 込 20m ホース	熱交換器ユニ ット海水用 50m, 25m, 10m ホース
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
			PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等ク ラス3機器の強度計算方法	—	—	—	—	—	—	—
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器の うち完成品の強度計算方法	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

重大事故等クラス3管の強度計算書の説明分類(2/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応			分類	B (完成品除く)	A (完成品)	A (完成品)	B (完成品除く)	A (完成品)	A (完成品)	A (完成品)	B (完成品除く)
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-4-3-2- 2-3	V-3-3-5-1-1- 1-1	V-3-3-5-1-1-2-3		V-3-3-5-1-2-2-3			
			系統	逃がし安全弁の 作動に必要な窒 素ガス喪失時の 減圧設備	中央制御室陽 圧化換気空調 系	中央制御室待避室換気空調系		緊急時対策所換気空調系			
			機器名	可とう管	中央制御室待 可搬型陽圧化 空調機用5m仮 設ダクト	中央制御室待 避室陽圧化装 置(配管) 1.25m 高圧ホ ース	中央制御室待避 室陽圧化装置 (配管) ポンベ 接続管	5号機原子炉 建屋内緊急時 対策所(対策 本部) 可搬型 陽圧化空調機 用10m 仮設ダ クト	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(待機場所) 可搬型陽圧化空 調機用10m 仮設 ダクト	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(対策本部) 陽圧化装置(配 管) 1.5m, 1.2m, 1.0m 高圧ホース	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(対策本部) 陽圧化装置(配 管) ポンベ接続 口~高圧ホース 接続口(上流 側)
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—	—	—
			DBクラス	—	—	—	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
			PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等 クラス3機器の強度計算 方法	○	—	—	○	—	—
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器 のうち完成品の強度計算 方法	—	□	□	—	□	□	□	—	

重大事故等クラス3管の強度計算書の説明分類(3/4)

設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		分類	A (完成品)	B (完成品除く)	A (完成品)			A (完成品)	
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-5-1-2-2-3		V-3-3-6-2-4-3-3			V-3-3-6-2-5-3- 1-3
			系統	緊急時対策所換気空調系		原子炉建屋放水設備			耐圧強化 ベント系
			機器名	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(待機場所) 陽圧化装置(配 管) 1.5m, 1.2m, 1.0m 高压ホース	5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(待機場所) 陽圧化装置(配 管)ポンベ接続 口~高压ホース 接続口(上流 側)	大容量送水車 (原子炉建屋放 水設備用)吸込 20m ホース	大容量送水車吐 出放水砲用 5, 10, 50m ホース	放水砲	格納容器圧力逃が し装置 可搬型窒 素供給装置用ホー ス
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—	—
			DBクラス	—	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等 クラス3機器の強度計算 方法	—	○	—	—	—	—	
高压ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高压ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器 のうち完成品の強度計算 方法	□	—	□	□	□	□	

重大事故等クラス3管の強度計算書の説明分類(4/4)

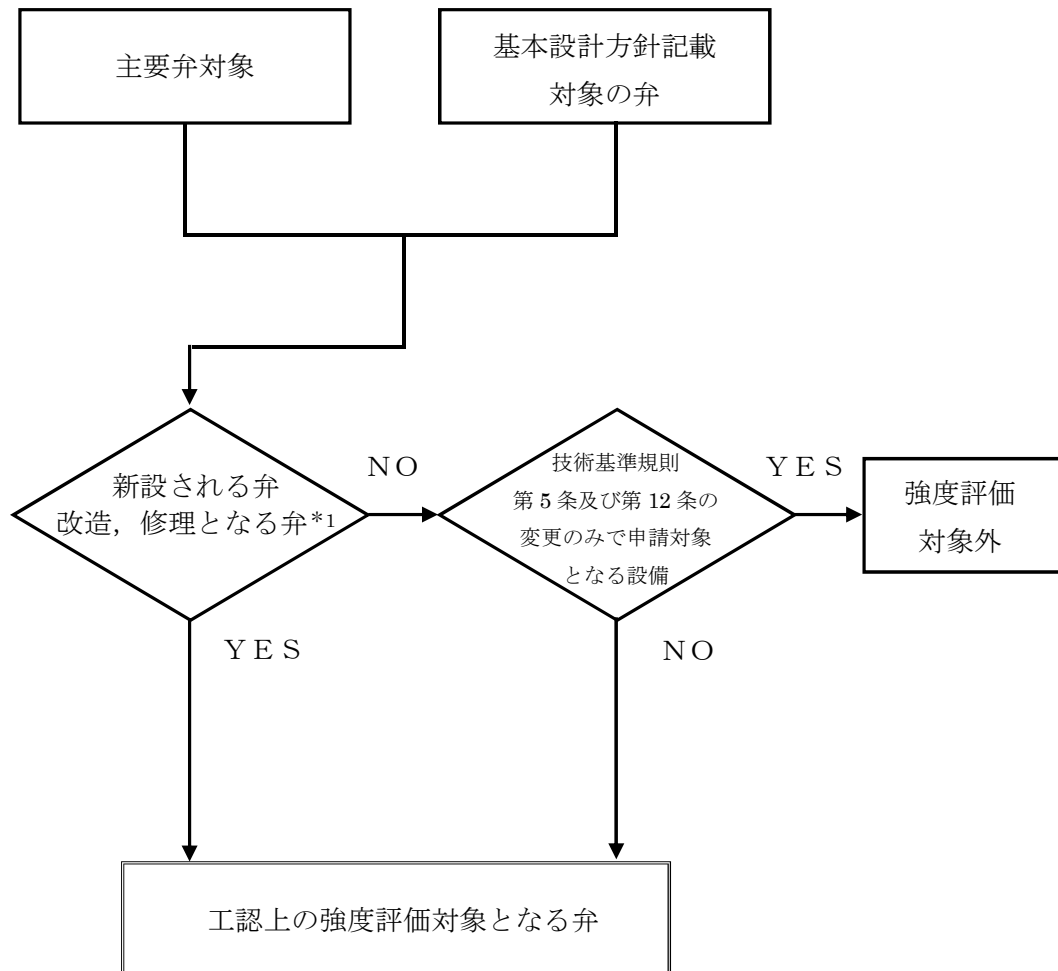
設計・建設規格各規格番号, 一般産業品の規格及び基準と 強度計算書との対応		分類	A (完成品)	A (完成品)			A (完成品)	
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格 及び基準	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	図書番号	V-3-3-6-2-7-1- 4-3	V-3-3-7-1-1-2-5			V-3-3-6-4-4
			系統	格納容器 圧力逃がし装置	代替交流電源設備			基本設計方針 対象設備
			機器名	格納容器圧力逃 がし装置 スク ラバ水 pH 制御用 ホース	タンクローリ タンクローリ給 油ライン接続用 20m ホース	タンクローリ タンクローリ給 油ライン接続用 40m ホース	タンクローリ タンクローリ給 油ライン接続用 3m ホース	遠隔空気駆動 操作設備
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—
			DB クラス	—	—	—	—	—
			SA クラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3414 PPD-3415	2.1	完成品を除く重大事故等 クラス3機器の強度計算 方法	—	—	—	—	—	
高圧ガス保安法に 基づく容器保安規 則及び一般高圧ガ ス保安規則等 日本工業規格等	2.2	重大事故等クラス3機器 のうち完成品の強度計算 方法	□	□	□	□	□	

強度評価対象弁の選定について

1. 概要

本資料は、強度評価対象となる弁の抽出フローを示すものである。抽出の結果、強度評価対象となった弁については、補足説明資料「KK7 補足-029 資料1 強度に関する説明書における適用規格の整理」に記載する。

強度評価対象となる弁の抽出フロー



*1：工認ガイドにおける「改造の工事」に該当する弁及び「修理の工事」のうちの「取替工事」に該当する弁を示す。

ボルトの評価断面について

1. はじめに

機器のボルト部の耐震及び強度評価において、基礎ボルト等の支持構造物としてのボルトとフランジ部のボルトは、適用する規格・基準等により評価断面が異なる。本資料は、評価部位ごとにボルトの応力評価における断面積の考え方をまとめたものである。

2. 評価部位ごとの評価方法

2.1 基礎ボルト等の支持構造物としてのボルト

2.1.1 評価断面

原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）の記載は以下のとおり。

6.6.4 支持構造物 (2)アンカー部 b. アンカー部の応力計算 (b)基礎ボルトの応力計算 (ii)算定の方針

② 基礎ボルトにせん断応力及び引張応力のほか、これらの組合せ応力が作用する場合は組合せて評価するものとする。応力の算定方法及び許容応力は、鋼構造設計規準^(6.6.4-2)、「JEAG 4601・補-1984」によるものとする。

J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984 では許容応力は告示第 88 条に規定される値と記載があり、対応する設計・建設規格（J S M E S N C 1 -2005/2007）の SSB-3130 の記載は以下のとおり。

SSB-3130 ボルト材の許容応力

SSB-3131 供用状態AおよびBでの許容応力

供用状態Aおよび供用状態Bにおいて呼び径断面に生じる応力は、次の値を超えないこと。

SSB-3132 供用状態Cでの許容応力

供用状態Cにおいて呼び径断面に生じる応力は、SSB-3131に定めるそれぞれの許容応力 f_t 、 f_s および f_{ts} の 1.5 倍の値を超えないこと。

SSB-3133 供用状態Dでの許容応力

供用状態Dにおいて呼び径断面に生じる応力は、SSB-3131に定めるそれぞれの許容応力 f_t 、 f_s および f_{ts} の 1.5 倍の値を超えないこと。この場合において、SSB-3121.1(1)a.本文中 S_y および $S_y(RT)$ は、 $1.2 S_y$ および $1.2 S_y(RT)$ と読み替えるものとする。

以上より、基礎ボルト等の支持構造物においてはボルトの呼び径断面を評価断面としている。

2.1.2 許容応力

設計・建設規格（J S M E S N C 1 -2005/2007）の解説 SSB-3131 に以下の記載がある。

SSB-3131 は、ボルト実効引張応力としては、ネジ部の谷径断面積を考慮して算定する方法もあるが、ボルト径が同一でもネジの仕様ごとに算定断面が異なり煩雑となる。したがって、応力算定はボルト呼び径に対して行うこととし、谷径断面積／呼び径断面積の比で許容応力を低減することとした。

SSB-3131(1)は、谷径断面積に対する許容応力としては、一般の引張応力を用いるため $f_t=0.67F$ となるが、これに対し呼び径断面評価の際の低減率（上記の比）はメートルネジで最小 0.75 程度であり、これを考慮して $f_t=0.5F$ とした。

よって、評価断面が谷径断面と呼び径断面で異なることは、応力の制限を実質的に変更するものではない。

2.2 フランジ部のボルト

2.2.1 評価断面

フランジ部のボルトの評価は J I S B 8 2 6 5 附属書 3 を適用している。J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造—一般事項」附属書 3 におけるボルト断面積の記載は以下のとおり。

A_b : 実際に使用するボルトの総有効断面積で、次の算式による。

$$A_b = n \frac{\pi}{4} d_b^2 \quad (\text{mm}^2)$$

d_b : ボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径 (mm)

n : ボルトの本数

以上より、フランジ部のボルトにおいてはボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径を評価断面としている。

2.2.2 許容応力

J I S B 8 2 6 5 附属書 3 より、ボルト材料の許容引張応力 S に基づき評価を実施している。

3. まとめ

基礎ボルト等の支持構造物としてのボルトでは呼び径断面を評価断面としており、フランジ部のボルトではねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径を評価断面としている。適用する規格・基準等により評価断面が異なるが、呼び径断面を評価断面とする場合、谷径断面積／呼び径断面積の比で許容応力を低減しているため、両者の評価は同等である。

2.2 クラス2機器に関する補足説明資料

可燃性ガス濃度制御系の改造について

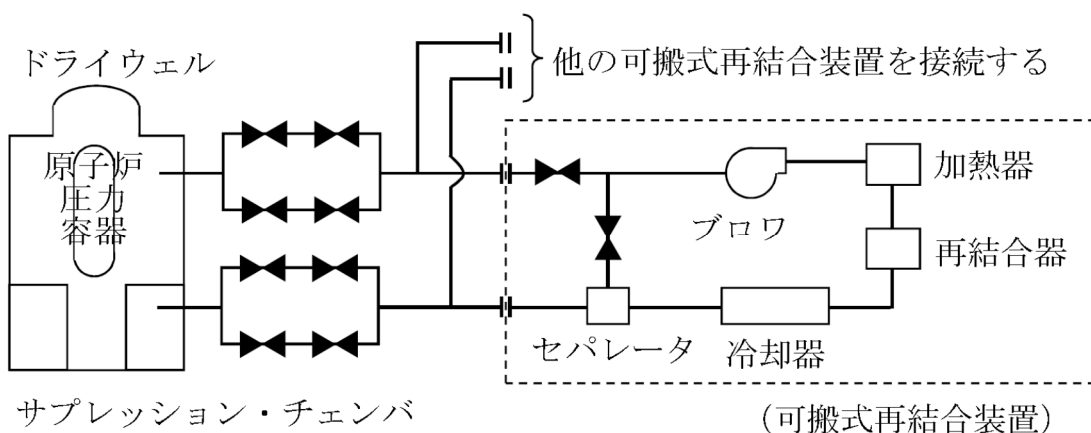
1. はじめに

本資料では、可燃性ガス濃度制御系の改造内容について説明するものである。

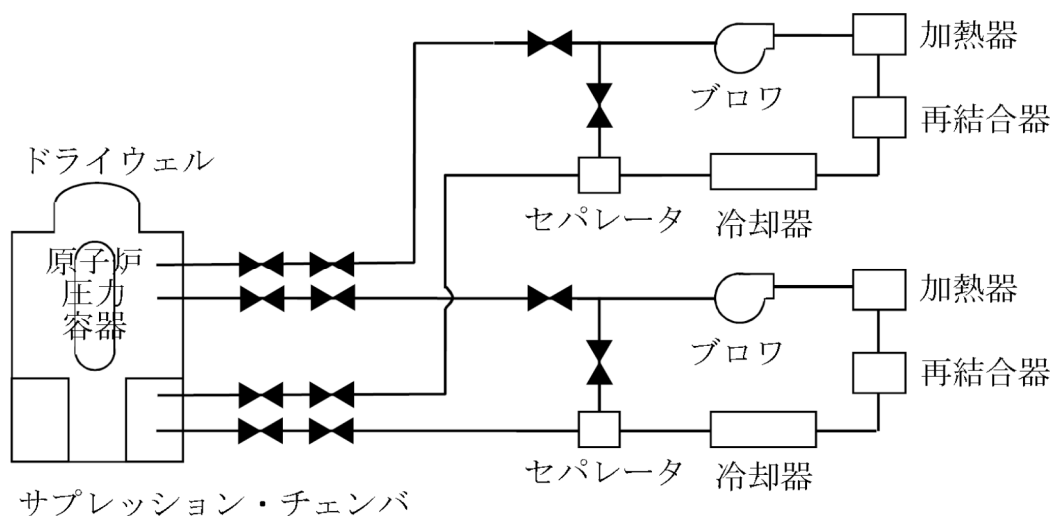
2. 可燃性ガスの改造内容

可燃性ガス濃度制御系は6号及び7号炉共用の可搬式再結合装置を採用している。

今回の改造では、単一設計となっている配管の二重化を行うとともに、再結合装置を常設設備に変更することとしている。



可燃性ガス濃度制御系 系統概略図 (変更前)



可燃性ガス濃度制御系 系統概略図 (変更後)

2.3 クラス3機器に関する補足説明資料

技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法及び消防法の規定の比較

技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法の規定の比較

技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法の規制の比較 (1/3)

G-1-1

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	高圧ガス保安法 (容器保安規則)	評 価												
(材料及び構造) 第十七条 設計基準対象施設 (圧縮機, 補助ボイラー, 蒸気タービン (発電用のものに限る。), 発電機, 変圧器及び遮断機を除く。) に属する容器, 管, ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は, 次に定めるところによらなければならない。この場合において, 第一号から第七号まで及び第十五号の規定については, 使用前に適用されるものとする。														
三 クラス 3 機器 (クラス 3 容器又はクラス 3 管をいう。以下同じ。) に使用する材料は, 次に定めるところによること。 イ クラス 3 機器が, その使用される圧力 ^(注1) , 温度 ^(注2) , 荷重 ^(注3) , 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 ^(注4) を有すること。 (注 1) 最高使用圧力 (設置許可基準規則第 2 条第 2 項第 38 号) 対象とする機器又は炉心支持構造物とその主たる機能を果たすべき運転状態において受ける最高の圧力以上の圧力であって, 設計上定めるものをいう。 (注 2) 最高使用温度 (設置許可基準規則第 2 号第 2 項第 39 号) 対象とする機器, 支持構造物又は炉心支持構造物とその主たる機能を果たすべき運転状態において生ずる最高の温度以上の温度であって, 設計上定めるものをいう。 (注 3) 設計・建設規格のクラス 3 容器の規定において, 具体的な荷重は規定されていない。	(容器保安規則第 3 条) 一 容器は, 充てんする高圧ガスの種類, 充てん圧力 ^(注5) , 使用温度 ^(注7) 及び使用される環境に応じた適切な材料 ^(注8,9) を使用して製造すること。 (注 5) 最高充てん圧力 (容器保安規則第 2 条第 1 項第 25 号) 次の表 (抜粋) の上欄に掲げる容器の区分に応じて, それぞれ同表の下欄に掲げる圧力 (ゲージ圧力をいう。以下同じ。) <table border="1" data-bbox="943 1073 1979 1486"> <thead> <tr> <th>容器の区分</th> <th>圧力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧縮ガスを充てんする容器 【ハロゲン化物ポンペ】</td> <td>温度 35 度においてその容器に充てんすることができるガスの圧力のうち最高のものの数値</td> </tr> <tr> <td>超低温容器, 低温容器及び液化天然ガス自動車燃料装置用容器以外の容器であって液化ガスを充てんするもの (SG 容器を除く。) 【二酸化炭素ポンペ】</td> <td>第 26 号の表に規定する耐圧試験圧力^(注6) の 5 分の 3 倍 (再充てん禁止容器の場合にあっては, 第 27 号に規定する耐圧試験圧力の 5 分の 4 倍) の圧力の数値</td> </tr> </tbody> </table> (注 6) 耐圧試験圧力 (容器保安規則第 2 条第 26 号) <table border="1" data-bbox="943 1528 1979 1759"> <thead> <tr> <th>高圧ガスの種類</th> <th>圧力 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>その他のガス 【ハロゲン化物ポンペ】</td> <td>温度 48 度における圧力の数値の 3 分の 5 倍又は 24.5</td> </tr> <tr> <td>液化炭酸ガス 【二酸化炭素ポンペ】</td> <td>19.6</td> </tr> </tbody> </table> (注 7) 一般高圧ガス保安規則第 6 条第 2 項第 8 号ホ 充てん容器等は, 常に温度 40 度以下に保つこと。	容器の区分	圧力	圧縮ガスを充てんする容器 【ハロゲン化物ポンペ】	温度 35 度においてその容器に充てんすることができるガスの圧力のうち最高のものの数値	超低温容器, 低温容器及び液化天然ガス自動車燃料装置用容器以外の容器であって液化ガスを充てんするもの (SG 容器を除く。) 【二酸化炭素ポンペ】	第 26 号の表に規定する耐圧試験圧力 ^(注6) の 5 分の 3 倍 (再充てん禁止容器の場合にあっては, 第 27 号に規定する耐圧試験圧力の 5 分の 4 倍) の圧力の数値	高圧ガスの種類	圧力 (MPa)	その他のガス 【ハロゲン化物ポンペ】	温度 48 度における圧力の数値の 3 分の 5 倍又は 24.5	液化炭酸ガス 【二酸化炭素ポンペ】	19.6	クラス 3 容器に使用する材料は, その使用条件に応じて適切な機械的強度及び化学的成分を有することが求められる。 以下に示す評価のとおり, 技術基準規則第 17 条に定めるクラス 3 容器の材料及び使用条件 (圧力, 温度, 荷重その他使用条件) と高圧ガス保安法に定めるポンペの材料及び使用条件 (圧力, 温度, 荷重その他使用条件) に関する要求は, 同等の水準である。 ○圧 力 技術基準規則第 17 条では, 設計上定める条件において, 機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を規定しており, 高圧ガス保安法における, ポンペ内部に受ける最高の圧力である「充てん圧力 ^(注5) 」と同等である。 ○温 度 技術基準規則第 17 条では, 設計上定める条件において, 最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を規定しており, 高圧ガス保安法における「使用温度 ^(注7) 」として規定している温度の上限値と同等である。
容器の区分	圧力													
圧縮ガスを充てんする容器 【ハロゲン化物ポンペ】	温度 35 度においてその容器に充てんすることができるガスの圧力のうち最高のものの数値													
超低温容器, 低温容器及び液化天然ガス自動車燃料装置用容器以外の容器であって液化ガスを充てんするもの (SG 容器を除く。) 【二酸化炭素ポンペ】	第 26 号の表に規定する耐圧試験圧力 ^(注6) の 5 分の 3 倍 (再充てん禁止容器の場合にあっては, 第 27 号に規定する耐圧試験圧力の 5 分の 4 倍) の圧力の数値													
高圧ガスの種類	圧力 (MPa)													
その他のガス 【ハロゲン化物ポンペ】	温度 48 度における圧力の数値の 3 分の 5 倍又は 24.5													
液化炭酸ガス 【二酸化炭素ポンペ】	19.6													

技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法の規制の比較 (2/3)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	高圧ガス保安法 (容器保安規則)	評 価
(注 4) 設計・建設規格 付録材料図表 Part1 のクラス 3 容器の欄に示す材料の規格に適合するもの、またはこれと同等以上の化学成分及び機械的強度を有するものを使用する。	(注 8) ボンベのうち、一般継目なし容器 (二酸化炭素ボンベ及びハロゲン化物ボンベ) の材料は、「容器保安規則の機能性基準の運用について」(20130409 商局第 4 号) の別添 1「一般継目なし容器の技術基準の解釈」に掲げる材料の規格に適合する、炭素鋼、マンガン鋼、クロムモリブデン鋼その他の低合金鋼、ステンレス鋼及びアルミニウム合金の金属材料 (規格材料)、またはこれらと化学的成分及び機械的性質が同一の材料 (同等材料) 等を使用する。 (注 9) ボンベのうち、溶接容器 (ハロゲン化物ボンベ) の材料は、「容器保安規則の機能性基準の運用について」(20130409 商局第 4 号) の別添 2「溶接容器の技術基準の解釈」に掲げる材料の規格に適合する、炭素鋼、ステンレス鋼及びアルミニウム合金の金属材料 (規格材料)、またはこれらと化学的成分及び機械的性質が同一の材料 (同等材料) 等を使用する。	○荷 重 技術基準規則第 17 条の要求を満たす仕様規定である設計・建設規格のクラス 3 容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。消火設備用ボンベに対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、高圧ガス保安法も充てん圧力を規定していることから、想定する荷重は同等である。 ○その他使用条件 技術基準規則第 17 条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが規定されており、具体的な使用可能材料が設計・建設規格に規定されている。 高圧ガス保安法では、ボンベの材料選定として、充てんする高圧ガスの種類等、使用される環境に応じた適切な材料を選定するように規定していることから、技術基準規則第 17 条において考慮すべき「その他使用条件」と同等である。 ○材 料 技術基準規則第 17 条では、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成分を有する材料を使用することが要求されている。 高圧ガス保安法では、容器について、充てんする高圧ガスの種類、充てん圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造することが要求されており、考慮する使用条件は上記のとおり同等であることから、材料に対して要求する水準は同等である。
ロ 工学的安全施設に属するクラス 3 機器に使用する材料にあつては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。		火災防護設備は工学的安全施設に該当しないため、対象外。
十 クラス 3 機器の構造及び強度は、次に定めるところによること。 イ 設計上定める条件 ^(注 10) において、全体的な変形を弾性域に抑えること。	(容器保安規則第三条) 二 容器は、充てんする高圧ガスの種類、充てん圧力 ^(注 5) 、使用温度 ^(注 7) 、及び使用される環境に応じた適切な肉厚 ^(注 11) を有するように製造すること。	技術基準規則第 17 条では、「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」が要求されている。 高圧ガス保安法では、「溶接容器 (ハロゲン化物ボンベ) 及び一般継目なし容器 (二酸化炭素ボンベ) の必要肉厚を材料の許容応力より算出すること ^(注 11) 」が要求されており、材料の降伏点を超えることの無いよう許容応力を規定していることから、要求する水準は同等である。

技術基準規則第 17 条と高圧ガス保安法の規制の比較 (3/3)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	高圧ガス保安法 (容器保安規則)	評 価
(注 10) 設計上定める条件 (技術基準規則第 17 条第 8 号) 最高使用圧力, 最高使用温度及び機械的荷重 ^(注 3) が負荷されている状態。	(注 11) 「容器保安規則の機能性基準の運用について」(20130409 商局第 4 号) の別添より, 溶接容器 (ハロゲン化物ポンベ) 及び一般継目なし容器 (二酸化炭素ポンベ及びハロゲン化物ポンベ) に必要な肉厚を, 溶接容器 (ハロゲン化物ポンベ) 及び一般継目なし容器 (二酸化炭素ポンベ及びハロゲン化物ポンベ) の最高充てん圧力及び材料の許容応力より算出する。	
ロ クラス 3 機器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。		消火設備用ポンベに対し, 伸縮継手を使用していないため, 対象外
ハ 設計上定める条件において, 座屈が生じないこと。		消火設備用ポンベ外面には圧力が加わらないことから, 消火設備用ポンベに座屈が生じることはない。
十五 クラス 1 容器, クラス 1 管, クラス 2 容器, クラス 2 管, クラス 3 容器, クラス 3 管, クラス 4 管及び原子炉格納容器のうち主要な耐圧部の溶接部 (溶接金属部及び, 熱影響部をいう。) は, 次に定めるところによること。 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, 溶接設備及び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。		火災防護設備の容器は, 第十五号に規定する「主要な耐圧部の溶接部」 ^(注 12) に該当しないため, 対象外。 (注 12) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」第 17 条第 15 項 15 第 15 号に規定する「主要な耐圧部の溶接部」とは, いかに掲げるものの溶接部をいう。 (1) - ③ 非常用電源設備, 火災防護設備又は区画排水設備に係る外径 150mm 以上の管のうち, 耐圧部について溶接を必要とするもの

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (1/6)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価
(材料及び構造) 第十七条 設計基準対象施設 (圧縮機, 補助ボイラー, 蒸気タービン (発電用のものに限る。), 発電機, 変圧器及び遮断器を除く。) に属する容器, 管, ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は, 次に定めるところによらなければならない。この場合において, 第一号から第七号まで及び第十五号の規定については, 使用前に適用されるものとする。		
三 クラス 3 機器 (クラス 3 容器又はクラス 3 管をいう。以下同じ。) に使用する材料は, 次に定めるところによること。 イ クラス 3 機器が, その使用される圧力 ^(注 1) , 温度 ^(注 2) , 荷重 ^(注 3) , 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 ^(注 4) を有すること。	(省令第 6 条) 1 消火器は, その各部分を良質の材料で造るとともに, 充てんした消火剤に接触する部分とその消火剤に侵されない材料 (以下, 「耐食性材料」という。) で造り, 又は当該部分に耐食加工を施し, かつ, 外気に接触する部分を容易にさびない材料で造り, 又は, 当該部分に防錆加工を施さなければならない。	クラス 3 容器に使用する材料は, その使用条件に応じて適切な機械的強度及び化学的成分を有することが求められる。 以下に示す評価のとおり, 技術基準規則第 17 条に定めるクラス 3 容器の材料及び使用条件 (圧力, 温度, 荷重その他使用条件) と消防法に定める消火器の材料及び使用条件 (圧力, 温度, 荷重その他使用条件) に関する要求は, 同等の水準である。

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (2/6)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価
<p>(注 1) 最高使用圧力 (設置許可基準規則第 2 条第 2 項第 38 号) 対象とする機器又は炉心支持構造物とその主たる機能を果たすべき運転状態において受ける最高の圧力以上の圧力であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(注 2) 最高使用温度 (設置許可基準規則第 2 号第 2 項第 39 号) 対象とする機器、支持構造物又は炉心支持構造物とその主たる機能を果たすべき運転状態において生ずる最高の温度以上の温度であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(注 3) 設計・建設規格のクラス 3 容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。</p> <p>(注 4) 設計・建設規格付録材料図表 Part1 のクラス 3 容器の欄に示す材料の規格に適合するもの、またはこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものを使用する。</p>	<p>2 消火器は、充てんした消火剤に接触する部分について 3 パーセントの塩化ナトリウム水溶液中に 14 日間浸す腐食試験及び 3 パーセントの水酸化ナトリウム水溶液に浸す腐食試験等を行った場合において、さびその他の異常を生じないものでなければならない。</p> <p>3 充てんした消火剤に接触する部分に耐食塗装を施した消火器は、当該部分と同じ試験片について、屈曲性試験、衝撃性試験及び腐食試験を行った場合において、塗膜に割れ、はがれ等を生じないこと。</p> <p>(省令第 10 条の 2) 消火器は、その種類に応じ、次の各号に掲げる温度範囲 (10 度単位で拡大した場合においてもなお正常に操作することができ、かつ、消火及び放射の機能を有効に発揮する性能を有する消火器にあつては、当該拡大した温度範囲。以下「使用温度範囲」という。) で使用した場合において、正常に操作することができ、かつ、消火及び放射の機能を有効に発揮することができるものでなければならない。</p> <p>一 化学泡消火器 5 度以上 40 度以下 二 化学泡消火器以外の消火器 0 度以上 40 度以下</p>	<p>○圧 力 技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力である「最高使用圧力」を規定しており、消防法における、消火器内部に受ける最高の圧力である「調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限值」と同等である。(省令第 12 条)</p> <p>○温 度 技術基準規則第 17 条では、設計上定める条件において、最高の温度以上の温度である「最高使用温度」を規定しており、消防法における「使用温度範囲」として規定している最高温度と同等である。(省令第 10 条の 2)</p> <p>○荷 重 技術基準規則第 17 条の要求を満たす仕様規定である設計・建設規格のクラス 3 容器の規定において、具体的な荷重は規定されていない。消火器に対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、消防法も使用圧力等を規定していることから、想定する荷重は同等である。</p>

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (3/6)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価																
	<p>(省令第 11 条) 次の表の上欄に掲げる消火器の本体容器は、それぞれ当該下欄に掲げる数値以上の板厚を有する堅ろうなものでなければならない。</p> <table border="1" data-bbox="926 533 1961 930"> <thead> <tr> <th colspan="3">区分</th> <th>板厚</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">加圧式 の消火 器又は 蓄圧式 の消火 器の容 器本体</td> <td rowspan="2">JIS G 3131 に適合する材料又はこれと同等以上の耐食性を有する材質を用いたもの</td> <td>内径 120mm 以上</td> <td>1.2mm</td> </tr> <tr> <td>内径 120mm 未満</td> <td>1.0mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2">JIS H 3100 若しくは JIS G 4304 に適合する材質又はこれらと同等以上の耐食性を有する材質を用いたもの</td> <td>内径 100mm 以上</td> <td>1.0mm</td> </tr> <tr> <td>内径 100mm 未満</td> <td>0.8mm</td> </tr> </tbody> </table>	区分			板厚	加圧式 の消火 器又は 蓄圧式 の消火 器の容 器本体	JIS G 3131 に適合する材料又はこれと同等以上の耐食性を有する材質を用いたもの	内径 120mm 以上	1.2mm	内径 120mm 未満	1.0mm		JIS H 3100 若しくは JIS G 4304 に適合する材質又はこれらと同等以上の耐食性を有する材質を用いたもの	内径 100mm 以上	1.0mm	内径 100mm 未満	0.8mm	<p>○その他使用条件 技術基準規則第 17 条では、機器の内部流体等の使用条件を考慮した材料を選定することが規定されており、具体的な使用可能材料が設計・建設規格に規定されている。 消防法では、消火器の材料選定として、充てんする消火剤に接触する部分とその消火剤に侵されない材料で造ることが規定されており、技術基準規則第 17 条において考慮すべき「その他使用条件」と同等である。</p> <p>○材 料 技術基準規則第 17 条では、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材料を使用することが要求されている。 消防法では、容器について耐食性及び耐久性を有する良質の材料を用いた堅ろうな材料を使用すること並びに腐食試験等においてさび等の異常を生じないことが要求されており、考慮する使用条件は上記のとおり同等であることから、材料に対して要求する水準は同等である。</p>
区分			板厚															
加圧式 の消火 器又は 蓄圧式 の消火 器の容 器本体	JIS G 3131 に適合する材料又はこれと同等以上の耐食性を有する材質を用いたもの	内径 120mm 以上	1.2mm															
		内径 120mm 未満	1.0mm															
	JIS H 3100 若しくは JIS G 4304 に適合する材質又はこれらと同等以上の耐食性を有する材質を用いたもの	内径 100mm 以上	1.0mm															
		内径 100mm 未満	0.8mm															
<p>ロ 工学的安全施設に属するクラス 3 機器に使用する材料にあつては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。</p>		<p>火災防護設備は工学的安全施設に該当しないため、対象外。</p>																

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (4/6)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価																													
<p>十 クラス 3 機器の構造物及び強度は、次に定めるところによること。</p> <p>イ 設計上定める条件^(注5)において、全体的な変形を弾性域に抑えること。</p> <p>(注 5) 設計上定める条件 (技術基準規則第 17 条第 8 号) 最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重^(注 3)が負荷されている状態。</p>	<p>(省令第 12 条)</p> <p>消火器の本体容器の耐圧は、次の各号に適合するものでなければならない。</p> <p>一 次の表の上欄に掲げる本体容器の区分に応じ、それぞれ当該下欄に掲げる圧力を水圧力で 5 分間加える試験を行った場合において、漏れを生ぜず、かつ、強度上支障のある永久ひずみ (円筒部分にあつては、円周長の 0.5 パーセント以上の永久ひずみ) を生じないこと。</p> <p style="text-align: center;">表 (抜粋)</p> <table border="1" data-bbox="931 716 1961 1213"> <thead> <tr> <th colspan="3">区分</th> <th colspan="2">圧力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">加圧式の消火器の本体容器</td> <td rowspan="4">開閉式のノズルを有するもの</td> <td rowspan="2">非耐食性材料を用いたもの</td> <td>安全弁のないもの</td> <td>P×2.0</td> </tr> <tr> <td>安全弁のあるもの</td> <td>P×1.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">耐食性材料を用いたもの</td> <td>安全弁のないもの</td> <td>P×1.6</td> </tr> <tr> <td>安全弁のあるもの</td> <td>P×1.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">蓄圧式の消火器の本体容器</td> <td rowspan="4"></td> <td rowspan="2">非耐食性材料を用いたもの</td> <td>安全弁のないもの</td> <td>Q×2.0</td> </tr> <tr> <td>安全弁のあるもの</td> <td>Q×1.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">耐食性材料を用いたもの</td> <td>安全弁のないもの</td> <td>Q×1.6</td> </tr> <tr> <td>安全弁のあるもの</td> <td>Q×1.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>二 安全弁のない消火器の本体容器にあつては、前号に規定するもののほか、次の表の上欄に掲げる区分に応じ、それぞれ当該下欄に掲げる圧力を水圧力で 5 分間加える試験を行った場合において、き裂又は破断を生じないこと。</p> <p style="text-align: center;">表 省略</p>	区分			圧力		加圧式の消火器の本体容器	開閉式のノズルを有するもの	非耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	P×2.0	安全弁のあるもの	P×1.6	耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	P×1.6	安全弁のあるもの	P×1.3	蓄圧式の消火器の本体容器		非耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	Q×2.0	安全弁のあるもの	Q×1.6	耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	Q×1.6	安全弁のあるもの	Q×1.3	<p>技術基準規則第 17 条では、「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」が要求されている。</p> <p>消防法では、使用材料に応じた消火器の本体容器の板厚を規定しており、消火器内部に受ける最高の圧力 (調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限值) を超える圧力 (設計上定める最高の圧力の 1.3 から 2.0 倍) で耐圧試験を実施し、強度上支障のある永久ひずみ (円筒部分にあつては、円周長の 0.5 パーセント以上の永久ひずみ) を生じないことが要求されている。これは、設計上定める条件に対して十分な裕度を持って、全体的な変形を弾性的に抑えることができる水準であることから、要求する水準は同等である。</p> <p>詳細説明は、別紙に示す。</p>
区分			圧力																												
加圧式の消火器の本体容器	開閉式のノズルを有するもの	非耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	P×2.0																											
			安全弁のあるもの	P×1.6																											
		耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	P×1.6																											
			安全弁のあるもの	P×1.3																											
蓄圧式の消火器の本体容器		非耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	Q×2.0																											
			安全弁のあるもの	Q×1.6																											
		耐食性材料を用いたもの	安全弁のないもの	Q×1.6																											
			安全弁のあるもの	Q×1.3																											

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (5/6)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価
	<p>2 前項各号の表において、P 及び Q は、それぞれ次の圧力値 (単位メガパスカル) を表すものとする。</p> <p>一 P</p> <p>イ 加圧用ガス容器及び圧力調整器を有する消火器の本体容器にあつては、調整圧力の最大値</p> <p>ロ イに掲げる本体容器以外の本体容器にあつては、その内部の温度を 40 度 (消火器の使用温度範囲が 40 度を超えるものにあつては、その最高温度) とした場合における閉そく圧力の最大値。</p> <p>二 Q</p> <p>蓄圧式の消火器の本体容器について、その内部の温度を 40 度 (消火器の使用温度範囲が 40 度を超えるものにあつては、その最高温度) とした場合において第二十八条に規定する指示圧力計の緑色で明示された使用圧力の上限值</p> <p>(省令第 19 条)</p> <p>消火器は、運搬及び作動操作に伴う不時の落下、衝撃等に十分耐えることができるものであつて、かつ、耐久性を有する良質の材料を用いた堅ろうなものでなければならない。</p>	
<p>ロ クラス 3 機器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。</p>		<p>消火器に対し、伸縮継手を使用していないため、対象外。</p>
<p>ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。</p>		<p>消火器外面には圧力が加わらないことから、ボンベに座屈が生じることはない。</p>

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (6/6)

実用発電用原子炉及びその附属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価
<p>十五 クラス 1 容器, クラス 1 管, クラス 2 容器, クラス 2 管, クラス 3 容器, クラス 3 管, クラス 4 管及び原子炉格納容器のうち主要な耐圧部の溶接部 (溶接金属部及び熱影響部をいう。) は, 次に定めるところによること。</p> <p>イ 不連続で特異な形状でないものであること。</p> <p>ロ 溶接による割れが生ずるおそれなく, 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。</p> <p>ハ 適切な強度を有するものであること。</p> <p>ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法, 溶接設備及び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。</p>		<p>火災防護設備の容器は, 第十五号に規定する「主要な耐圧部の溶接部」^(注 6) に該当しないため, 対象外。</p> <p>(注 6) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」第 17 条第 15 項 15 第 15 号に規定する「主要な耐圧部の溶接部」とは, 以下に掲げるものの溶接部をいう。</p> <p>(1) -③ 非常用電源設備, 火災防護設備又は区画排水設備に係る外径 150mm 以上の管のうち, 耐圧部について溶接を必要とするもの。</p>

消火器に係る技術基準規則第 17 条の構造強度に関する規定と
消防法の構造強度に関する規定の同等性について

技術基準規則第 17 条では、「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」が要求されている。これは、技術基準規則解釈第 17 条 10 にて技術基準規則の要求を満たす仕様規定である設計・建設規格において、設計上定める条件において発生する応力を許容応力以下に抑えることを要求している。これは、設計降伏点 S_y に対して安全率 1.6 として設定した許容引張応力 S を許容応力として用いるものであり、許容応力により十分な安全裕度を見込んだ設計を要求している。

一方、消防法では、消火器内部に受ける最高の圧力（調整圧力、閉そく圧力及び使用圧力の上限値）を超える圧力（設計上定める最高の圧力の 1.6 から 2.0 倍(安全弁がないもの)）で耐圧試験を実施し、強度上支障のある永久ひずみ（円筒部分にあっては、円周長の 0.5 パーセント以上の永久ひずみ*）を生じないことが要求されている。これは、設計上定める最高の使用圧力に対して安全率 1.6 から 2.0 として設定した耐圧試験圧力を用いるものであり、耐圧試験圧力により十分な安全裕度を見込んだ設計を要求している。

よって技術基準規則第 17 条においては、安全裕度として設計降伏点に対して安全率 1.6 を見込んでいることに対して、消防法では最高使用圧力に対して安全率 1.6 から 2.0 を見込んでいることから、技術基準規則第 17 条の要求水準は、消防法の要求水準と同等である。

注記* : 消防法の耐圧試験圧力においては、僅かな永久ひずみが生じる（応力とひずみの関係が直線的に変化する領域から僅かに外れる）ことを規定上許容しているが、最高の使用圧力は、消防法における耐圧試験圧力の 8 分の 5 以下（安全率 1.6 以上）の圧力であり、応力とひずみの関係が直線的に変化する領域である弾性域の範囲となることから、永久ひずみは生じることはない。

2.4 重大事故等クラス2機器に関する補足説明資料

重大事故等クラス2機器に用いられる
クラス1機器の事故時の強度評価について

1. はじめに

重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の材料及び構造については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）第55条第1項第二号及び第五号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することが要求されている。具体的には、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下「設計・建設規格」という。）又は施設時に適用された規格を用いて重大事故等時に機器が十分な強度を有することを確認する必要がある。

ここでは、柏崎刈羽原子力発電所第7号機で重大事故等クラス2であってクラス1機器の対象となる原子炉圧力容器、重大事故等クラス2管でクラス1管及び重大事故等クラス2弁でクラス1弁に関する施設時の基準、建設時工認の評価状況の整理を行い、重大事故等時に機器が十分な強度を有することを示すための方針を記載する。

2. 施設時の要求と既工認の強度評価状況

原子炉圧力容器、重大事故等クラス2管でクラス1管及び重大事故等クラス2弁であってクラス1弁について施設時の基準と既工認の強度評価状況を表2-1に示す。施設時の基準では強度評価は、原子炉圧力容器は応力評価、第1種管は応力評価及び板厚評価、第1種弁は応力評価、耐圧部の設計（板厚評価）及び弁の形状規定が要求されており、既に認可された工事計画の添付資料（以下「既工認」という。）ではそれぞれ「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和55年通産省告示第501号（以下「告示第501号」という。））に基づき評価を実施している。

表2-1 施設時の要求と既工認の強度評価状況

	第1種容器 (原子炉圧力容器)	第1種管	第1種弁
施設時の基準 (昭和55年告示 要求)	応力評価	応力評価 板厚評価	応力評価 耐圧部の設計（板厚評価） 弁の形状規定
既工認の評価	応力評価	応力評価 板厚評価 (応力評価は許容応力状 態ⅢA, ⅣAに代わり許容 応力状態ⅢAS, ⅣASとし て評価を実施*)	なし (評価は実施しているが, 弁の強度計算書は参考資料 であることから既工認の評 価としては扱わない)

注記*：既工認では耐震及び強度の評価を1つ（許容応力状態ⅢAS, ⅣASを用いた評価）にまとめて、管の応力計算書として実施。

3. 重大事故等クラス2機器でクラス1機器の強度評価方針

施設時の基準，既工認の評価状況を踏まえて，重大事故等クラス2機器であってクラス1機器の強度評価方針を表3-1に示す。

a. 原子炉圧力容器

原子炉圧力容器はクラス2容器の規定への適合が要求されるが，クラス2容器はその規定に関わらず，クラス1容器の規定に準じてよいと規定されており，クラス1容器の規定により評価を実施する。

原子炉圧力容器の応力評価は施設時の告示第501号での評価結果があり，重大事故等時の評価条件が設計基準の評価条件に包絡することを示した上で，既工認の確認による評価を実施する。

b. 重大事故等クラス2管でクラス1管

重大事故等クラス2管でクラス1管はクラス2管の規定への適合が要求されるが，クラス2管はその規定に関わらず，クラス1管の規定に準じてよいと規定されており，クラス1管の規定により評価を実施する。

重大事故等クラス2管でクラス1管の応力評価は施設時の告示第501号での評価結果があるが，許容応力状態ⅢA，ⅣAに代わり許容応力状態ⅢAS，ⅣASとして評価を実施しているため，既工認の確認による評価を実施することはできない。今回，改めて許容応力状態ⅢA，ⅣA（設計・建設規格の場合は供用状態C，D）の評価を実施する。

また，重大事故等クラス2管でクラス1管の評価対象範囲は既存設備であるため，設計・建設規格又は告示第501号を準用して重大事故等時の管の応力評価を行う。

重大事故等クラス2管でクラス1管の板厚評価は，施設時の告示第501号での評価結果があり，重大事故等時の評価条件が設計基準の評価条件に包絡することを示した上で，既工認の確認による評価を行う。

c. 重大事故等クラス2弁でクラス1弁

重大事故等クラス2弁でクラス1弁はクラス2弁の規定により評価を実施する。

重大事故等クラス2弁でクラス1弁の評価は既工認の評価結果がないため，設計・建設規格又は告示第501号を準用して重大事故等時の弁の評価を行う。

表 3-1 重大事故等クラス2機器であってクラス1機器の強度評価方針

機器クラス	対象機器	施設時の基準で要求される評価	強度評価方針
重大事故等クラス2機器でクラス1機器	原子炉圧力容器	応力評価	既工認の評価条件が重大事故等時の評価条件を包絡することを示し，既工認の結果を確認することで重大事故等時の評価を行う
	重大事故等クラス2管でクラス1管	応力評価	設計・建設規格又は告示第501号のクラス1管の規定を準用して重大事故等時の評価を行う
		板厚評価	既工認の評価条件が重大事故等時の評価条件を包絡することを示し，既工認の結果を確認することで重大事故等時の評価を行う
	重大事故等クラス2弁でクラス1弁	応力評価 耐圧部の設計 (板厚評価)	設計・建設規格又は告示第501号のクラス2弁の規定を準用して重大事故等時の評価を行う

4. 原子炉圧力容器の強度評価方法

原子炉圧力容器の強度評価については以下の確認内容のとおり、既に実施された評価結果を用いることにより重大事故等時の評価が確認出来ることから、既に実施された評価結果の確認による評価を実施する。

4.1 確認内容

- (1) 技術基準規則第17条におけるクラス1容器の材料、構造及び強度の要求は、技術基準規則第55条における重大事故等クラス2容器に要求される適切な機械的強度及び化学成分、延性破断の防止等の要求に対して、進行性変形による破壊防止及び疲労評価の要求を加えたものになっていることからクラス1容器の規定により評価することが可能である。

また、原子炉圧力容器の応力評価は施設時の告示第501号での評価結果があり、重大事故等時の評価条件が設計基準の評価条件に包絡することを確認する。

- (2) 重大事故等事象は運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対して原子炉の安全性を損なうことがないように設計することが求められる構造物、系統及び機器の安全機能が損失した場合に発生する又は発生する可能性があるものである。ここで、評価対象とする重要事故シーケンスについては、技術基準規則第54条に基づき、「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6月28日 原子力規制委員会規則第五号）第37条における炉心の著しい損傷に至る可能性があるとして想定する事故シーケンスグループから有効性評価にて選定された重要事故シーケンスとする。重大事故等時の事故時荷重を表4-1に、設計基準時の事故時荷重を表4-2に示す。両表に示すとおり、起因となる運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの事故時荷重は、重大事故等時の事故時荷重を包絡している。

また、運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価圧力及び評価温度は、重大事故等時における使用圧力及び使用温度を包絡している。

表4-1 重大事故等事象に対する荷重の整理表

重大事故等時					運転状態Ⅲ及び運転状態Ⅳの評価 (表4-2)との関係との関係		
事故シーケンス グループ	重要事故 シーケンス	事故時荷重*1	ピーク圧力*2 (MPa[gage])	温度 (℃)	事故時荷重 の包絡性	ピーク圧力 の包絡性	温度 の包絡性
高圧・低圧注水 機能喪失(給水 喪失)	給水喪失 +低圧代替注水 (常設)+ベント	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.51	292	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
高圧注水・減圧 機能喪失(給水 喪失)	給水喪失 +LPFL注水+ S/C冷却	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.52	292	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
全交流動力電源 喪失(長期T B)	外部電源喪失 +RCIC停止 +低圧代替注水 (常設)+ベント	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.52	292	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
全交流動力電源 喪失(TBD, TBU)	外部電源喪失 +RCIC停止 +低圧代替注水 (常設)+ベント	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.52	292	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
全交流動力電源 喪失(TBP)	外部電源喪失 +RCIC停止 +低圧代替注水 (可搬型) +ベント	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.52	292	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
崩壊熱除去機能 喪失(取水機能 喪失)	外部電源喪失 +RCIC停止 +低圧代替注水 (常設水 +S/C冷却	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.52	292	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
崩壊熱除去機能 喪失 (RHR機能喪失)	外部電源喪失 +RCIC停止 +HPCF注水 +ベント	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	7.07	287	—	— *4	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
原子炉停止機能 喪失	主蒸気隔離弁閉止 +スクラム失敗	配管破断を伴わない 事故シーケンスであ り、事故時荷重は生 じない。	8.92	304	—	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
LOCA時注水機能 喪失(中小破断)	中小LOCA +低圧代替注水 (常設)+ベント	配管破断によるジェ ット反力が生じる。	7.52	292	— *3	過大圧力のピーク 圧力 9.48MPa[gage]に 包絡される。	過大圧力の 温度308℃に 包絡される
格納容器バイパ ス	インターフェース システムLOCA (RHRB系漏え い)	原子炉冷却材圧力バウンダリ内に荷重が発生する事象ではないため、評価対象外。					
大破断LOCA 事象	大LOCA +代替注水 +PCVスプレイ +代替循環冷却	配管破断によるジェ ット反力が生じる。	7.07	287	冷却材喪失 のジェット 反力に包絡 される。	— *4	冷却材喪失 の温度289℃ に包絡され る

注記*1: 事故時に発生する機械的荷重。SRV吹き出し反力は全事象に対して評価上考慮している荷重であるため記載を省略する。

*2: 有効性評価において確認したピーク圧力(圧力容器ドーム部)を示す。なお、有効性評価では、不確かさを一律に重畳させた評価なども行っているが、今回の重大事故等事象に対する荷重の整理においては、有効性評価の不確かさの重畳までは考慮していない。

*3：想定する破断は、原子炉压力容器底部ドレン配管であり、圧力バウンダリから除外される漏えい面積よりも十分小さく、ジェット反力による荷重は無視できるほど小さい。

*4：事故時においても、初期原子炉圧力から圧力上昇しないため、圧力の観点では運転状態Ⅳに包絡される。

表4-2 設計基準事故事象に対する事故時荷重

事象		事故時荷重*1	ピーク圧力 (MPa[gage])	温度 (°C)	強度評価上の 取扱い	備考
運転状態Ⅲ	過大圧力	配管破断を伴わない事象であり、事故時荷重は生じない。	9.48	308	ピーク圧力及び差圧（動圧含む）に機械的荷重及び自重を加えた荷重を用いる。	
運転状態Ⅳ	冷却材喪失事故	配管破断によるジェット反力が生じる。	7.24	289	ピーク圧力、差圧（動圧含む）に及び事故時荷重に機械的荷重及び自重を加えた荷重を用いる。	配管破断に係のある事象は本事象のみである。

注記*1：事故時に発生する機械的荷重。SRV吹き出し反力は運転状態Ⅲ、Ⅳに生じる荷重であるが、表4-1に合わせて記載を省略する。

5. 重大事故等クラス2管でクラス1管の強度評価方法

5.1 応力評価

重大事故等クラス2管でクラス1管の応力評価については設計・建設規格 PPB-3500による評価を実施する。加えて、施設時に適用された規格が告示第501号の範囲については、告示第501号第46条による評価を実施する。

重大事故等時の評価は、設計・建設規格での供用状態D（運転状態IV）の管の応力評価を準用する。

具体的な応力評価方法についてはV-3-2-9「重大事故等クラス2管の強度計算方法（4）重大事故等クラス2管であってクラス1管の応力計算方法」を参照。

5.2 板厚評価

重大事故等クラス2管でクラス1管の板厚計算については、供用状態D（運転状態IV）に続く供用状態（運転状態）である重大事故等時の評価を実施する。評価の際は、供用状態D（運転状態IV）の許容限界（設計条件における圧力の2倍）を適用する。なお、既工認においては、昭和55年告示により、設計条件、供用状態CおよびD（運転状態IIIおよびIV）の評価を実施し、その評価結果を計算書に記載している。

既工認と重大事故時等の各運転時の評価条件の比較表を表5-1に示す。同表に示すとおり、運転状態IIIの評価圧力及び評価温度は、重大事故時における評価圧力及び評価温度を包絡している。また、重大事故時における許容限界は、供用状態C（運転状態III）における許容限界よりも高いことが確認できる。

よって、既工認における供用状態C（運転状態III）における評価結果にて重大事故等時の評価結果を包絡できることから、既工認の結果を確認することで重大事故等時の評価を行う。

表5-1 評価条件比較表

運転状態	設計条件	I	II	III	IV	重大事故等時
評価温度(°C)	302	299	299	308	289	306
評価圧力(MPa)	8.62	8.55	8.55	9.66	7.42	9.22
許容限界(MPa)	—	—	—	12.93	17.24	17.24

6. 重大事故等クラス2弁でクラス1弁の強度評価方法

重大事故等クラス2弁でクラス1弁の応力評価については設計・建設規格 VVC-3300による評価を実施する。耐圧部の設計（板厚評価）については設計・建設規格 VVC-3200による評価を実施する。加えて、施設時に適用された規格が告示第501号の範囲については、告示第501号第85条による評価を実施する。

具体的な強度評価方法についてはV-3-2-11「重大事故等クラス2弁の強度計算方法」を参照。

重大事故等クラス 2 管の疲労評価について

1. はじめに

本資料では、重大事故等クラス2管の疲労評価省略について説明するものである。

2. 重大事故等クラス2管の疲労評価について

重大事故等時の疲労評価については、発生回数が少ないことから先行審査同様に省略できると考えているが、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会）（以下「設計・建設規格」という。）、発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和45年9月3日通商産業省告示第501号及び昭和55年10月30日通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）において、疲労評価として一次＋二次応力の規定があることから、以下に二次応力について整理する。なお、二次応力の規定については、告示第501号と設計・建設規格は同等の規定であることから、以降は設計・建設規格にて説明を実施する。

二次応力については、設計・建設規格 解説GNR-2130の5.において以下のとおり規定されている。

【設計・建設規格 解説 GNR-2130】

5. 二次応力は、容器の自己拘束によって発生する応力である。すなわち、その特性は、自己制御性があることである。換言すると、二次応力が発生し、部材が降伏を起こしたりまたはわずかにひずみを生じた場合、もはやそれ以上の応力の増加はなく、応力の飽和状態に達する。

従って、二次応力のみによっては破損を起こすことは考えられない。ただし、二次応力により生ずるひずみが無制限に許されるのではなく、シェイクダウン特性を考慮して応力強さの限界を設けている。

二次応力の代表例として、熱応力と不連続応力がある。熱応力は、部材内部に温度差が発生することにより生ずるものであり、この応力によって変形を生ずるかまたは応力の増加により塑性流れの状態を生ずると、応力分布は全体として均等化する。

不連続応力は、部材の肉厚が一様でない管台等において、変形が不連続になることにより発生する応力である。これは、内圧や外荷重の増減に伴い変化するが、容器全体からみると極めて限られた部分であり、一次応力のようにいつまでもその応力状態を維持しているわけではなく、応力が増加すれば局部的な塑性流れを発生し応力分布は均等化することになる。

クラス2管については、疲労による破壊の防止の評価として、設計・建設規格 PPC-3530「供用状態AおよびBにおける一次+二次応力制限」が規定されており、高温、高圧となる系統などについては設計（使用）条件に応じて適切に考慮する必要がある。

ここで、設計・建設規格における一次+二次応力評価については、供用状態A及び供用状態Bについてのみ規定されているが、これは設計・建設規格 解 PVB-3112において解説されており、一次+二次応力評価は疲労評価の前提であり、供用状態C及び供用状態Dについては、発電設備の寿命中において、発生する回数が非常に少なく疲労破壊には顕著な影響を与えないため、あらかじめ疲労解析は不要とされており、従って、一次応力と二次応力を加えて求めて応力強さの評価も必要ないとされている。

重大事故等事象は設計・建設規格に規定が無いが、従来の設計基準事象において「原子炉施設の故障、異常な作動等により原子炉の運転の停止が緊急に必要とされる運転状態」と規定される運転状態Ⅲ、「原子炉施設の安全性を評価する観点から異常な状態を想定した運転状態」と規定される運転状態Ⅳを超える事象であり、疲労評価が不要とされている事象よりもさらに発生する回数が少ないものである（複数回発生することを想定しない）ことから、設計・建設規格 解説 PVB-3112に基づき、重大事故等事象に対して疲労評価（一次応力+二次応力評価）は省略可能であると考えられる。

以上のことから、重大事故等クラス2管の疲労評価については、重大事故等時は発生回数が少なく疲労に顕著な影響を及ぼす繰返し応力は発生しないことから評価を省略することとしている。

ここで、配管に各荷重により生じる応力は、表 2-1 のとおりに分類されるが、重大事故等時の強度評価は、上述のとおり一次応力を評価する。

表 2-1 応力分類

	重大事故等時（V）	耐震 V _A S
一次応力	自重による応力	自重による応力
	圧力による応力	圧力による応力
	機械荷重による応力*	機械荷重による応力*
	—	地震慣性力による応力
二次応力	ジェットにより原子炉圧力容器等に変位が生じることで配管に生じる応力	
	熱応力	地震相対変位による応力

注記*：SRVの取り付く配管モデルでは、機械荷重としてSRV吹き出し反力が入る。

重大事故等クラス 2 機器における
クラス 2 機器の規定によらない場合の評価

1. クラス2機器の規定によらない場合の評価対象機器

設計・建設規格又は告示第501号に評価式が規定されていない場合、又は、より精緻な評価を実施する必要がある場合について、同等性又は精緻な評価を行うために使用する規定及び適用系統・設備を以下に示す。適用式の詳細については「2. クラス2機器の規定によらない場合の評価」にて説明を行う。

評価方法	適用規格・適用式	適用系統・設備										
a. 評価式が規定されていない場合												
(a)長方形板の大たわみ式を用いた評価	<p>機械工学便覧 (4辺単純支持長方形板が等分布荷重を受ける場合の長方形板の大たわみ式)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">計算式</p> $\frac{256(1-\nu^2)}{\pi^6 E \cdot t^4} (P + g \cdot D_p) =$ $\frac{4}{3} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \frac{\delta_{max}}{t} + \left\{ \frac{4\nu}{a^2 \cdot c^2} + (3-\nu^2) \left(\frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \left(\frac{\delta_{max}}{t} \right)^3$ $\sigma_{max} = \frac{\pi^2 E \cdot \delta_{max}}{8(1-\nu^2)} \left\{ \frac{(2-\nu^2)\delta_{max} + 4t}{a^2} + \frac{\nu(\delta_{max} + 4t)}{c^2} \right\}$ </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室外気取入れ・排気ダクト ・非常用ガス処理系乾燥装置 ・非常用ガス処理系フィルタ装置 <p>注1：設計・建設規格クラス2管の規格が適用できない長方形ダクトについて評価 注2：「2. (1) 長方形の大たわみ式を用いた矩形ダクトの評価」に記載</p>										
(b)クラス3ポンプの規定を準用した評価	<p>設計・建設規格 (クラス3機器の評価式)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 15%;">ポンプ型式</th> <th colspan="2" style="width: 60%;">設計・建設規格 強度評価式</th> <th rowspan="2" style="width: 25%;">備考</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">クラス2</th> <th style="width: 20%;">クラス3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>立形ポンプ</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$</td> <td>・内圧をうける円筒の応力式であるLameの修正式に基づく。</td> </tr> </tbody> </table>	ポンプ型式	設計・建設規格 強度評価式		備考	クラス2	クラス3	立形ポンプ	-	$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$	・内圧をうける円筒の応力式であるLameの修正式に基づく。	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却海水ポンプ <p>注3：設計・建設規格クラス2ポンプの規格が適用できない立形ポンプについて評価 注4：「2. (2) 立形ポンプの評価」に記載</p>
ポンプ型式	設計・建設規格 強度評価式		備考									
	クラス2	クラス3										
立形ポンプ	-	$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$	・内圧をうける円筒の応力式であるLameの修正式に基づく。									

(c)ねじ山のせん断破壊式を用いた評価	<p>機械工学便覧 (ねじ山のせん断破壊荷重評価式)</p> <p style="text-align: center;">計算式</p> $A B = (P/2) + (d_p - D_c) \tan \alpha$ $W_B = \pi D_c (A B) z \tau_B$ $F_B = (W_B - F_t) / A$	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室退避室換気空調系 ・緊急時対策所換気空調系 ・格納容器圧力逃がし装置 (可搬の連結管と常設配管の継手) <p>注5：設計・建設規格クラス2管の規格が適用できないねじ込み継手について評価</p> <p>注6：「2. (3) ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継手の評価」に記載</p>
b. 精緻な評価を実施する必要がある場合		
(a)クラス1容器の規定を準用した評価	<p>設計・建設規格 (第1種容器の規定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クラス1容器の規定を準用し、解析による評価を実施 ・機器によっては、公式による評価と解析による評価を組み合わせ、その健全性を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ <p>注7：設計・建設規格クラス2機器の評価において、公式による評価を満足しない部位について評価</p> <p>注8：「2. (4) クラス1容器の規定を準用又は参考とした評価」に記載</p>

2. クラス2機器の規定によらない場合の評価

ここでは、設計・建設規格又は告示第501号に評価式*1が規定されていない場合、又は、より精緻な評価を実施する必要がある場合の評価方法について説明する。

設計・建設規格及び告示第501号に評価式が規定されていない場合、同等性を示す評価式により評価を実施する。より精緻な評価が必要な場合は、クラス1容器の規定を準用した評価により十分な強度を有することを確認する。

図2-1に重大事故等クラス2機器の技術基準規則適合性確認フローを示す。今回の申請対象設備である重大事故等クラス2機器の評価のうち、フローに基づき抽出された同等性評価方法を以下に示す。

a. 評価式が規定されていない場合

- (a) 長方形板の大たわみ式*2を用いた評価
- (b) クラス3ポンプの規定を準用した評価
- (c) ねじ山のせん断破壊式*3を用いた評価

b. 精緻な評価を実施する必要がある場合

- (a) クラス1容器（第1種容器）の規定を準用した評価

注記*1：評価式とは設計・建設規格にて評価する場合は、クラス2機器の評価式、告示第501号にて評価する場合は、第3種機器の評価式を示す。

*2：機械工学便覧に記載されている4辺単純支持の長方形板が等分布荷重を受ける場合の長方形板の大たわみ式

*3：機械工学便覧に記載されているねじ山のせん断破壊荷重評価式

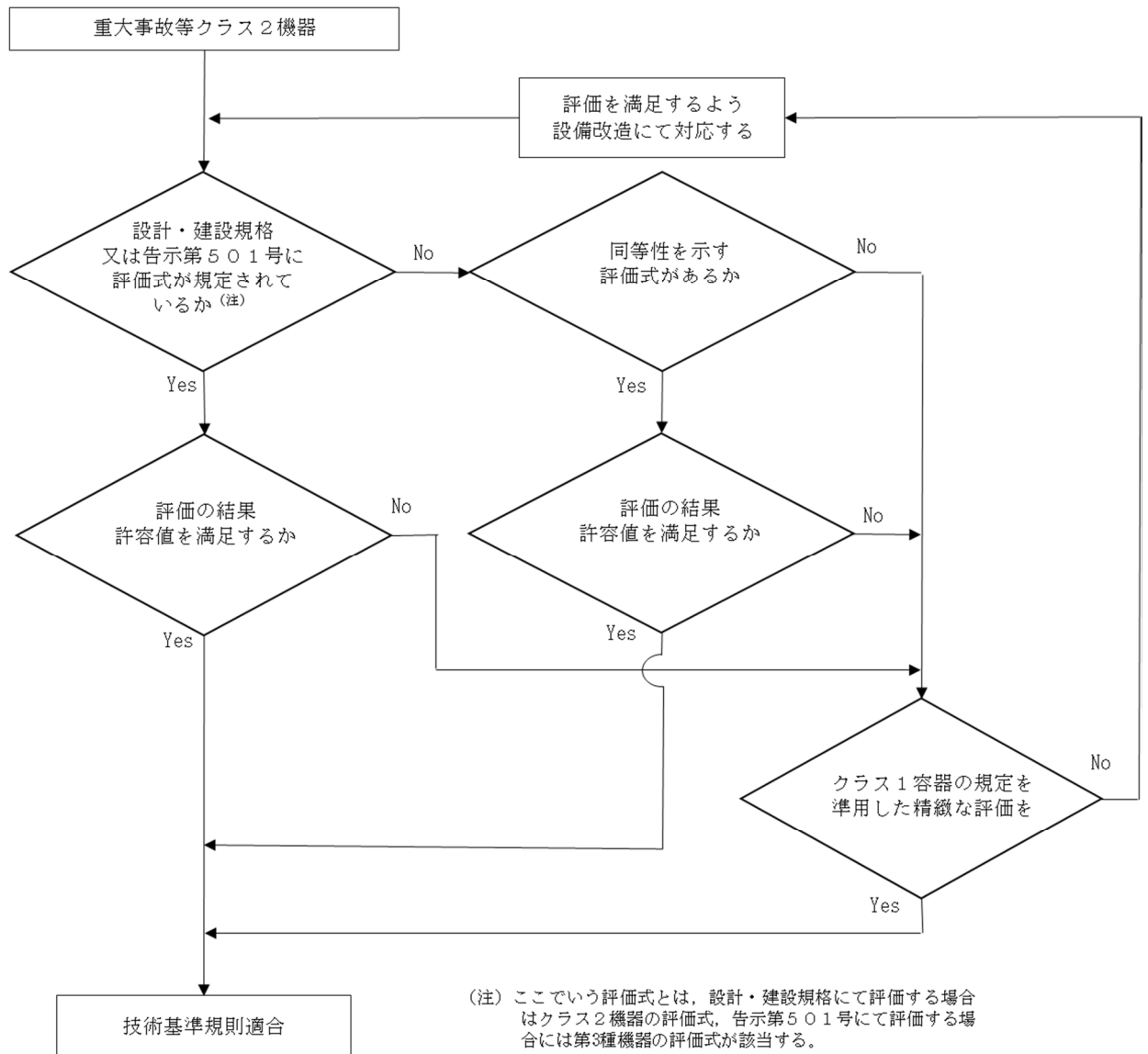


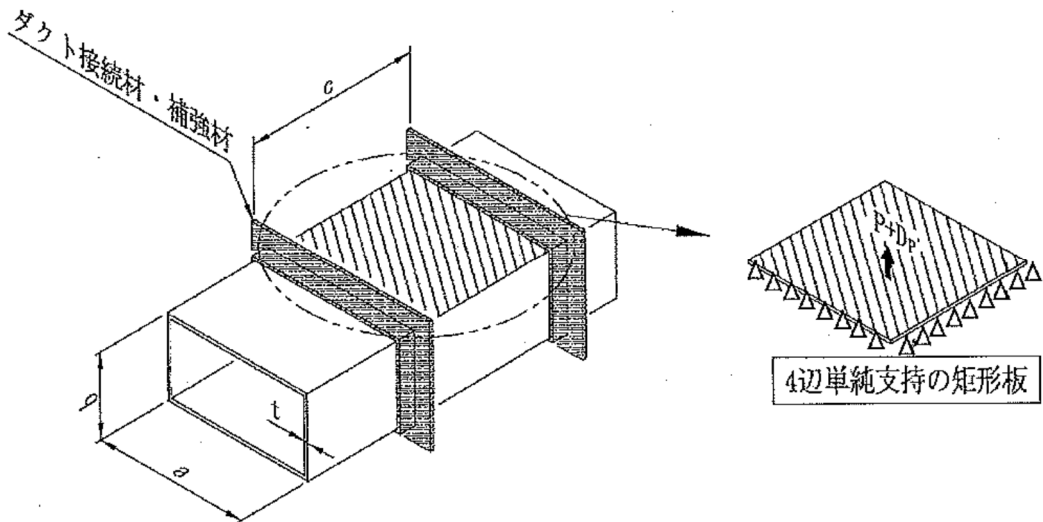
図 2-1 重大事故等クラス2機器の技術基準規則適合性確認フロー

(1) 長方形板の大たわみ式を用いた矩形ダクトの評価

重大事故等クラス2管のうち矩形ダクトについては、形状が円形でないことから、設計・建設規格に規定されているクラス2管の円形を前提とした評価式を適用することができない。このため、矩形ダクトの強度評価については、以下に示すとおりの重大事故等クラス2管の評価手法として妥当性を確認した機械工学便覧に記載されている長方形板の大たわみ式及び判断基準を用いた評価を実施する。

a. 評価式

クラス2管の評価式を適用できない矩形ダクトについて、矩形ダクトの任意のダクト鋼板面のうち2辺は他の2つの側面のダクト鋼板で支持されており、残りの2辺は補強部材（及び接続材）で支持された、4辺単純支持長方形板と見なすことができる。実際の使用条件では、この鋼板面に圧力と自重の等分布荷重である面外荷重が作用する。鋼板面は、この面外荷重により薄い平板が板厚の半分以上大きくたわみ、膜引張応力状態で応力の釣合いが保たれ、鋼板中心部で最大応力が発生する。このように、薄い平板が板厚の半分以上の比較的大きなたわみを生じる挙動を示す場合の応力評価には、機械工学便覧記載の長方形板の大たわみの式（次項に示す2つの式）が適していることから、矩形ダクトの強度評価には、機械工学便覧記載の4辺単純支持長方形板の大たわみ式を用いる。



計算に使う記号

記号	単位	定義
t	mm	ダクトの厚さ
a	mm	ダクト長辺寸法
b	mm	ダクト短辺寸法
c	mm	ダクト接続材・補強材の接続ピッチ
P	MPa	最高使用圧力
g	m/s ²	重力加速度
D _p	kg/mm ²	単位面積当たりのダクト鋼板の質量
E	MPa	ヤング率
ν	—	ポアソン比
δ _{max}	mm	面外荷重によるダクト鋼板の最大変位量
σ _{max}	MPa	面外荷重による一次応力

計算式

$$\frac{256(1-\nu^2)}{\pi^6 E \cdot t^4} (P + g \cdot D_p) = \frac{4}{3} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \frac{\delta_{max}}{t} + \left\{ \frac{4\nu}{a^2 \cdot c^2} + (3-\nu^2) \left(\frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \left(\frac{\delta_{max}}{t} \right)^3$$

$$\sigma_{max} = \frac{\pi^2 E \cdot \delta_{max}}{8(1-\nu^2)} \left\{ \frac{(2-\nu^2)\delta_{max} + 4t}{a^2} + \frac{\nu(\delta_{max} + 4t)}{c^2} \right\}$$

b. 判断基準

矩形ダクトの強度評価では，設計・建設規格のクラス2管に規定のある厚さ計算及び応力計算を参考とし，機械工学便覧記載のたわみの式を適用した評価を実施する。また，判断基準については以下のとおりとし，裕度については設計・建設規格のクラス2管の規定における許容引張応力S値を適用する。

(a) 厚さ計算

最少板厚を求める場合は，面外荷重による一次応力 σ_{max} を許容引張応力S値に置換えて，2式を解き，両辺を満足する δ_{max} 及び t を求める。この時の t を矩形ダクトの計算上必要な厚さと定義し，ダクトの実際使用厚さが計算上必要な厚さを満足することを確認する。

(b) 応力計算

一次応力を求める場合は，ダクトの実際使用厚さを用いて，2式を解き，両辺を満足する δ_{max} 及び σ_{max} を求める。この時の σ_{max} を矩形ダクトの一次応力と定義し，一次応力が許容引張応力S値の1.5倍以下であることを確認する。

(2) クラス 3 ポンプの規定を準用した立形ポンプの評価

重大事故等クラス 2 ポンプのうち立形ポンプについては、設計・建設規格におけるクラス 2 ポンプに評価式が規定されていないため、立形ポンプの強度評価については、以下に示すとおり重大事故等クラス 2 ポンプの評価手法として妥当性を確認した設計・建設規格に規定されているクラス 3 ポンプの評価式及び判断基準を用いた評価を実施する。

a. 評価式

クラス 2 ポンプ及びクラス 3 ポンプのケーシングの強度評価式を表 2-1 に示す。

ケーシングの厚さの評価式については、一般的な材料力学における内圧を受ける薄肉円筒の式又は内圧を受ける円筒の応力式である Lamé の修正式に基づいており、横形ポンプにおいては、クラス 2 ポンプとクラス 3 ポンプの考え方は同一であり、技術的に同一の強度を有することが要求されている。この考え方については、クラス 2 管とクラス 3 管の厚さ計算についても同様であることから、クラス 2 ポンプに評価式が規定されていない重大事故等クラス 2 ポンプのうち立形ポンプのケーシングの強度評価については、クラス 3 ポンプに規定されている立形ポンプの評価式を用いる。

表 2-1 設計・建設規格 ケーシングの強度評価式

ポンプ型式	設計・建設規格 強度評価式		備考
	クラス 2	クラス 3	
横形ポンプ	$t = \frac{P \cdot A}{2S}$	$t = \frac{P \cdot A}{2S}$	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同じ式である。 ・ 内圧を受ける薄肉円筒の式に基づく。
立形ポンプ	—	$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内圧をうける円筒の応力式である Lamé の修正式に基づく。
配管 (参考)	$t = \frac{P \cdot D_o}{2S \cdot \eta + 0.8P}$	$t = \frac{P \cdot D_o}{2S \cdot \eta + 0.8P}$	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同じ式である ・ 内圧をうける円筒の応力式である Lamé の修正式に基づく。

t : ケーシング及び吐出エルボ, 揚水管又はボウルの計算上必要な厚さ (mm)
 P : 最高使用圧力 (MPa)
 A : 設計・建設規格 図 PMC-3320-1 から図 PMC-3320-6 又は設計・建設規格 図 PMD-3320-1 から図 PMD-3320-6 までに示す寸法 (mm)
 S : 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力 (MPa)
 D_o : 設計・建設規格 図 PMD-3310-7 に示す吐出エルボの外径寸法, 揚水管の外形寸法, 個々のボウルの吸い込み側の最大外径寸法 (mm)
 η : 長手継手の効率で, 設計・建設規格 PVD-3110 に定めるところによる
 y : 0.4 ($D_o / t \geq 6.0$ の場合)
 $d / (d + D_o)$ ($D_o / t < 6.0$ の場合)

b. 判断基準

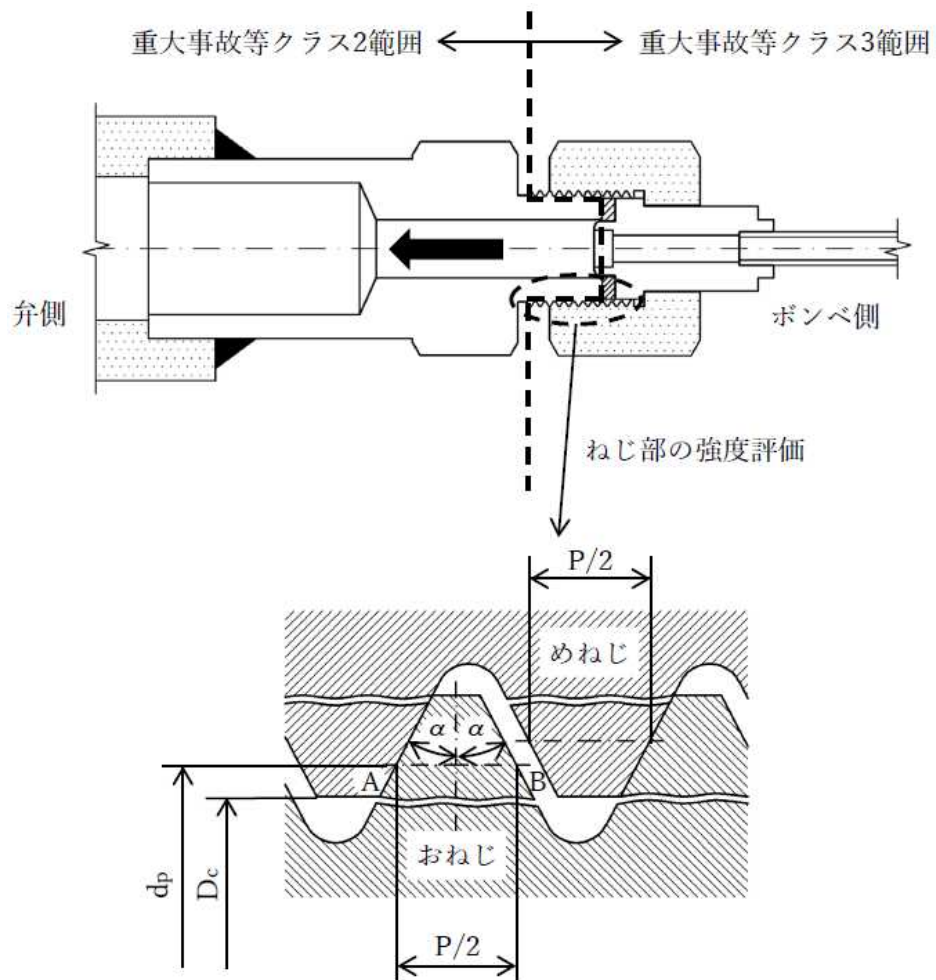
立形ポンプのケーシングの強度評価は, クラス 3 ポンプに規定されている立形ポンプの評価式を用いた評価を実施するが, 裕度については設計・建設規格のクラス 2 ポンプのケーシングの規定における許容引張応力 S 値を適用する。

(3) ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継手の評価

重大事故等クラス2管のうちねじ込み継手については端部がねじ部であるため設計・建設規格に規定されているクラス2管の評価式を適用することができない。このため、ねじ部の強度評価については、以下に示す機械工学便覧に記載されているねじ部のせん断破壊評価式を準用した評価を実施する。

a. 評価式

クラス2管の評価式を適用できないねじ部のせん断応力評価について、使用するねじはJ I S B 8 2 4 6 (2004)「高圧ガス容器用弁」におけるガス充てん口ねじに適合したものを使用することから、ねじ部の強度評価に用いられる機械工学便覧記載のねじ山のせん断破壊式を用い、また、継手部の厚さ計算については設計・建設規格に規定されている計算上必要な厚さの規定を用いる。



計算に使う記号

記号	単位	定義
AB	mm	おねじのせん断長さ
P	mm	ピッチ
d_p	mm	おねじの有効径
D_c	mm	めねじの内径
α	°	ねじ角度
W_B	N	おねじのねじ山の許容軸方向荷重
z	—	負荷能力があるとみなされる、ねじ山の数 $z = (L - 0.5P) / P$
τ_B	MPa	おねじ材料の許容せん断応力
L	mm	ねじの基準長さ
F_B	MPa	おねじの耐圧力
F_t	N	ねじ締付トルクによる引抜荷重
A	mm ²	内圧評価断面積

計算式
$AB = (P/2) + (d_p - D_c) \tan \alpha$ $W_B = \pi D_c (AB) z \tau_B$ $F_B = (W_B - F_t) / A$

b. 許容値

ねじ部のせん断評価は、機械工学便覧記載のせん断破壊式を準用した評価を実施するが、ねじ込み継手は管と管とを接続する継手であることから、許容値については設計・建設規格クラス2管の規定における許容引張応力 S を基に求めた許容せん断応力 $S/\sqrt{3}$ を適用する。

(4) クラス 1 容器の規定を準用又は参考とした評価

重大事故等クラス 2 機器の評価において、公式による評価を満足しない部位については、より精緻な評価を実施する必要があるため、設計・建設規格にて規定されている準用規定に基づき、クラス 1 容器の規定を準用し、解析による評価を実施する。そのための機器によっては、公式による評価と解析による評価を組合せ、その健全性を確認する方針とする。

a. 公式による評価と解析による評価の組合せ

設計・建設規格のクラス 2 機器の評価は公式による評価が基本となるが、公式による評価を満足しない部位を含む機器は、公式による評価と解析による評価を組合せた評価を実施する。

(a) クラス 2 機器の公式による評価

設計・建設規格クラス 2 機器の評価については、設計・建設規格 PVC-3000 (クラス 2 容器の設計)、PPC-3000 (管の設計)、PMC-3000 (クラス 2 ポンプの設計) の各機器の規定において、胴、管、ケーシング等の一般部の板厚評価式、開口部に対する補強及びフランジの簡易評価式等、強度評価式が種々に与えられているが、構造不連続部等の局所に着目した強度評価手法については明確にされていない。

設計・建設規格のクラス 2 機器であっても、構造不連続部等の局所的に応力が高い部位も存在すると考えられるが、各機器の規定されている強度評価は、一般部に対し、許容値を低く設定 (許容引張応力 S) して裕度のある評価を行うことで、局所の健全性も担保している。

(b) 解析による評価

評価対象部位のうち公式による評価を満足しない部位については、より精緻な評価としてクラス 1 容器の規定を準用し、解析による評価を実施する。解析による評価は、構造不連続部等の局所的に応力が高い部位を模擬した詳細な解析に応じた許容値 (設計応力強さ S_m) を設定し、より精緻な評価を行うことで、局所の健全性を確認している。

(c) 評価対象部位間の相互影響

前述の(b)項に記載の機器は、評価対象部位ごとに公式と解析による評価が混在する機器であり、以下に示すとおり部位間の相互影響を適切に考慮することで、機器としての健全性を確認する。

イ. 一体構造体

主管に設けられた管台等の一体構造体中に存在する構造不連続部等の局所では、一般部に比べ発生応力が大きくなり、その局部応力により局所周辺も発生応力が引き上げられると考えられる。そのため、局部応力が隣接する部位に及ぼす影響の有無を適切に評価する必要がある。

局部応力が隣接する部位に及ぼす影響については、設計・建設規格解説にその考え方が示されており、設計・建設規格 解説 PVB-3513（補強面積の設置条件）及び設計・建設規格 解説 PVB-3530（補強をしない穴の適合条件）では、殻理論に基づく軸対称殻上の局所が及ぼす影響範囲について示されている。

設計・建設規格 解説 PVB-3513 には「 $0.5\sqrt{R \cdot t}$ 内に局部応力のほとんどが収まる」と示されている。

以上のことから、主配管に設けられた管台等の一体構造体内に存在する構造不連続部等の局所の評価について、局部応力が及ぼす影響範囲 $0.5\sqrt{R \cdot t}$ を網羅するように適切にモデル化することで、一体構造物として評価を実施する。

ロ. 一体でない構造体

フランジとボルト等の一体でない異なる構造体中に存在する評価対象部位間では、荷重・変位伝達等を個別に設定することで、独立した部位として個々に評価を実施する。

重大事故等クラス 2 容器にクラス 1 容器の応力評価の規定を用いる妥当性について

1. PVB 規定準用の妥当性について

- ① **PVC-1210 クラス 2 容器の材料および構造の特例**
PVC-2000 から PVC-2400、PVC-3100 から PVC-3800 および PVC-4100 までの規定にかかわらず、クラス 2 容器の材料および構造の規格は、PVB-2000 から PVB-2400 および PVB-3100 から PVB-4100 までの規定に準ずることができる。

⇒クラス 2 容器の規定は、クラス 1 容器の規定に準ずることができると示されている。

2. 許容値に許容引張応力 S 値を用いる妥当性について

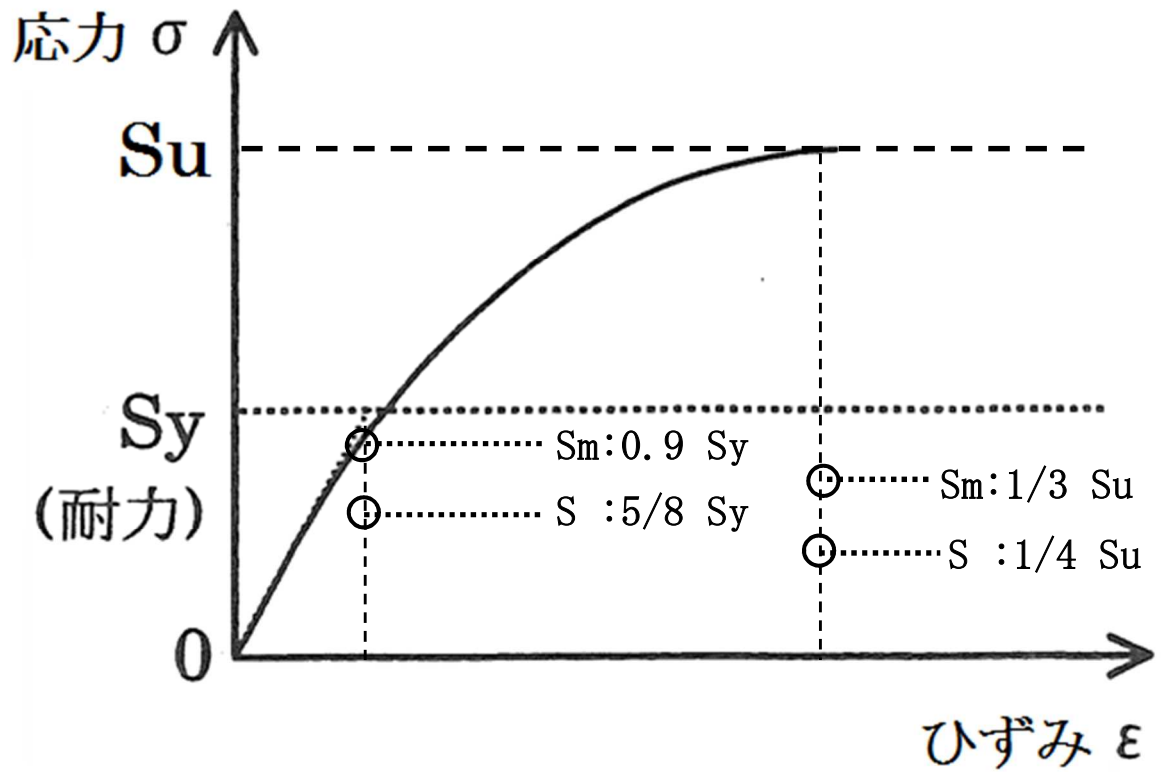
以下、①～③の内容により、クラス 1 容器の規定の許容値に許容引張応力 S 値を用いることは妥当であるとする。

- ① 上記 1. ①より、「クラス 2 容器の材料および構造の規格は～（省略）」とあり、クラス 2 機器で使用可能である材料は、「クラス 1 の規定に準じた評価に適用させることが出来る」と読めること。
- ② 材料の S_m 値についてはオーステナイト系ステンレス鋼の場合、「引張強さ S_u の 1/3、またはひずみ硬化を考慮して耐力（降伏点） S_y の 0.9 倍のいずれか小さい方の値がとられている」と解説されている（設計・建設規格 解説 PVB-3110）。一方、許容引張応力 S 値については「ASME B&PV Code Section II Appendix の算出法に従い、 S_u 、 S_y に対して 1/4、5/8 基準で設計引張強さ S 値を算出」と解説されており（設計・建設規格 解説 GNR-2200）、許容引張応力 S 値の方が保守的であること。
- ③ 実際に当該容器平板の材料 SUS304 では 171℃において $S_m=133$ MPa、 $S=113$ MPa と規定されており、許容引張応力 S 値が保守的な数値であることは明らかであること。

参考資料

降伏点及び引張強さは、材料の引張試験の結果求められる。

求められた降伏点及び引張強さを基に、設計応力強さ S_m 及び許容引張応力 S 値を定義している。



重大事故等クラス 2 管のうち，伸縮継手の全伸縮量について

1. 概要

重大事故等クラス2管の強度評価における伸縮継手の全伸縮量について、計算過程を以下に示す。なお、本資料ではV-3-3-3-1-1-3-1「管の基本板厚計算書」(主蒸気系)のNO.E1を例として示す。

2. 全伸縮量の算出方法

(1) 変位量

伸縮継手の全伸縮量算出条件として、V-3-3-3-1-1-3-2「管の応力計算書」(主蒸気系)に示す配管系の解析により算出される変位量を表1に示す。

表1 変位量[mm]

荷重条件	軸方向 変位量 X	軸直角方向 変位量 Y	軸直角方向 変位量 Z
熱	34.6	24.4	16.9

(2) 軸方向変位量

$$X=34.6 \text{ [mm]}$$

(3) 軸直角方向変位を軸方向変位に換算した変位量

軸直角方向に変位することにより、軸方向に伸縮が発生することから、軸直角方向変位を軸方向変位に換算する必要がある。以下の式を用いて、軸直角方向の変位量を軸方向の変位量に換算し、全伸縮量を算出する。

$$\text{換算式: } \frac{3 \cdot d_p \cdot \sqrt{Y^2 + Z^2}}{L} = 4.55 \text{ [mm]}$$

$$d_p : \text{伸縮継手の平均直径} \quad 56.5 \text{ [mm]}$$

$$Y : Y \text{ 方向変位量} \quad 24.4 \text{ [mm]}$$

$$Z : Z \text{ 方向変位量} \quad 16.9 \text{ [mm]}$$

$$L : \text{伸縮継手の全長} \quad 1108 \text{ [mm]}$$

(4) 全伸縮量

$$\text{全伸縮量: } 34.6 \text{ [mm]} + 4.55 \text{ [mm]} = 39.15 \text{ [mm]} \Rightarrow 40.00 \text{ [mm]}$$

3. 参考資料

別紙-1 全伸縮量の導出の妥当性について

全伸縮量の導出の妥当性について

設計・建設規格 PPC-3416 に規定される伸縮継手の評価式において、継手部応力 σ の計算に用いる全伸縮量 δ の明確な定義は記載されていない^{(*)1}。一方、同規格において PPC-3416 と同様の規定である PVE-3800 の解説(解説 PVE-3800)より、PPC-3416 は米国 Kellogg 社の図書 (Design of Piping Systems のうちエキスパンションジョイントの設計より) に記載されている計算式を採用したものであることがわかる^{(*)2}。Kellogg の計算式において全伸縮量 Δ は下記の通り明確に定義されている^{(*)3}。

Δ = total movement range, extension and compression, plus equivalent axial movement

伸縮継手の疲労評価における応力計算式は“内圧による発生応力” + “伸縮継手の伸縮による発生応力” で与えられている。ここで、式(解説 PVE-19-14)の記号の説明において δ は軸方向変位と定義されていることから^{(*)2}、伸縮継手の伸縮による発生応力は軸方向変位量により発生する応力として計算式が与えられていると解釈される。しかしながら、実際の伸縮継手は軸方向だけではなく軸直角方向にも変位しており、軸直角変位による曲げ応力が発生している。すなわち、軸方向変位量のみでは実際の発生応力を表すことは出来ず、軸直角変位量を軸方向に換算した等価軸方向変位量(応力の観点で換算した等価な軸方向変位量)を軸方向変位量に加算したものを全伸縮量 δ とし、応力計算をすることが妥当であると考えられる。Kellogg の計算式における全伸縮量の定義も上記と同様の考え方によるものと推定される。

以上より、Kellogg の計算式を元とした PPC-3416 の評価においても、下記で定義する全伸縮量を用いて評価を実施することが妥当であると考えられる。

“全伸縮量” = “軸方向変位量” + “等価軸方向変位量(軸直角方向変位量の軸方向換算値)”

なお、JIS B 2352 「ベローズ形伸縮管継手」の JB. 3.5 には Kellogg の計算式を用いた評価が規定されており、JB. 3.5 の評価に使用するベローズの 1 山当たりの全動き量 e (ベローズ 1 山当たりの全伸縮量に相当) は下記にて定義されている。

ベローズの 1 山当たりの全動き量 : $e = \text{Max.}[|e_e|, |e_c|]$

伸び側 1 山当たりの動き量 : $e_e = e_x + e_y + e_\theta$

縮み側 1 山当たりの動き量 : $e_c = e_x - e_y - e_\theta$

全軸方向変位によるベローズの 1 山当たりの動き量 : e_x

全軸直角方向変位によるベローズの 1 山当たりの動き量 : e_y

全軸曲げ変位によるベローズの 1 山当たりの動き量 : e_θ

ここで、 e_y は軸直角方向変位量を軸方向に換算した等価変位量を表す。すなわち、軸曲げ変位が生じない場合において、JIS B 2352 でも“軸方向変位量” + “等価軸方向変位量(軸直角方向変位量の軸方向換算値)”を用いて評価することがわかる。

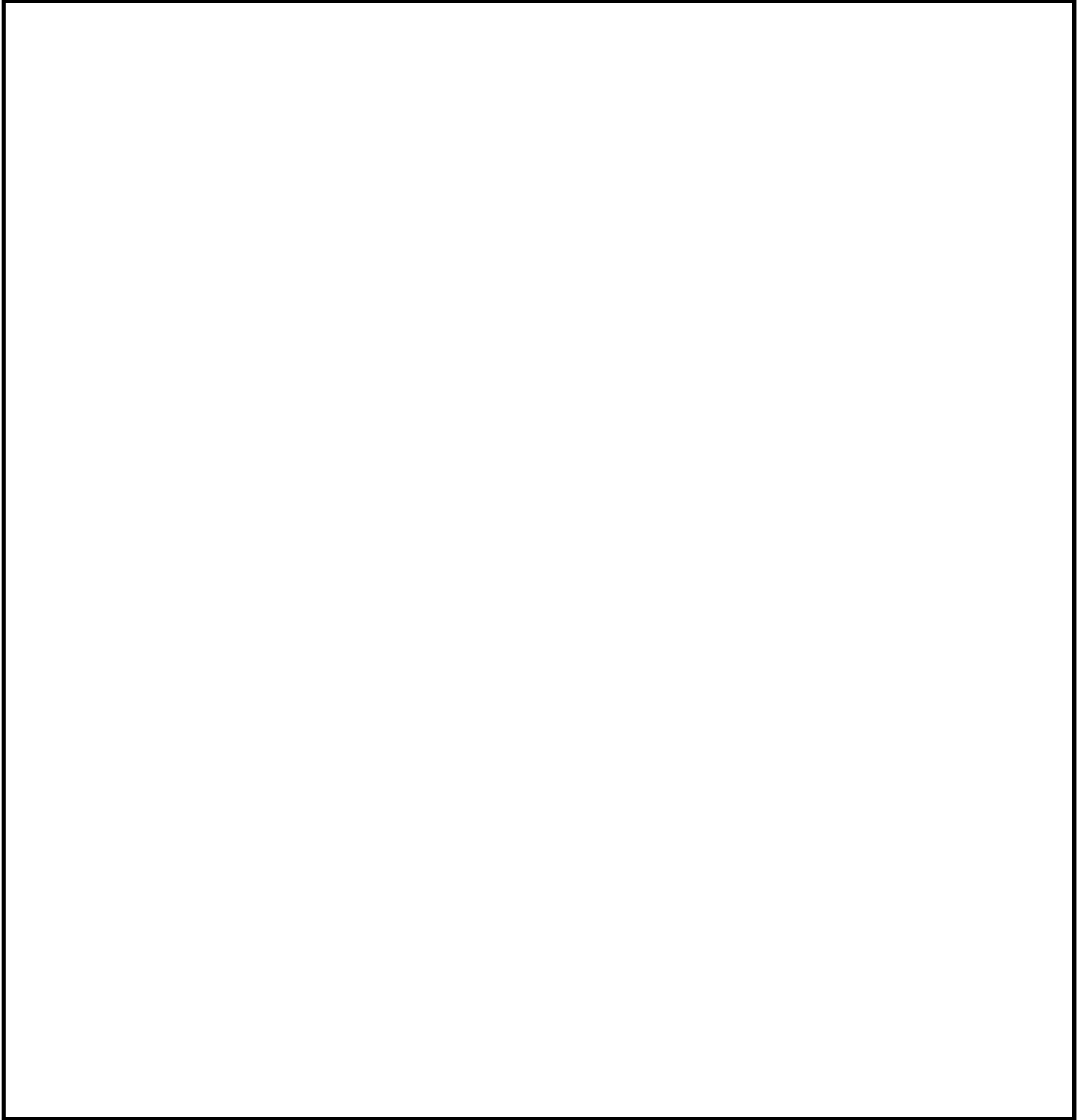
なお、等価軸方向変位量は Kellogg 及び JIS において表 1 の式で与えられている。JIS の換算

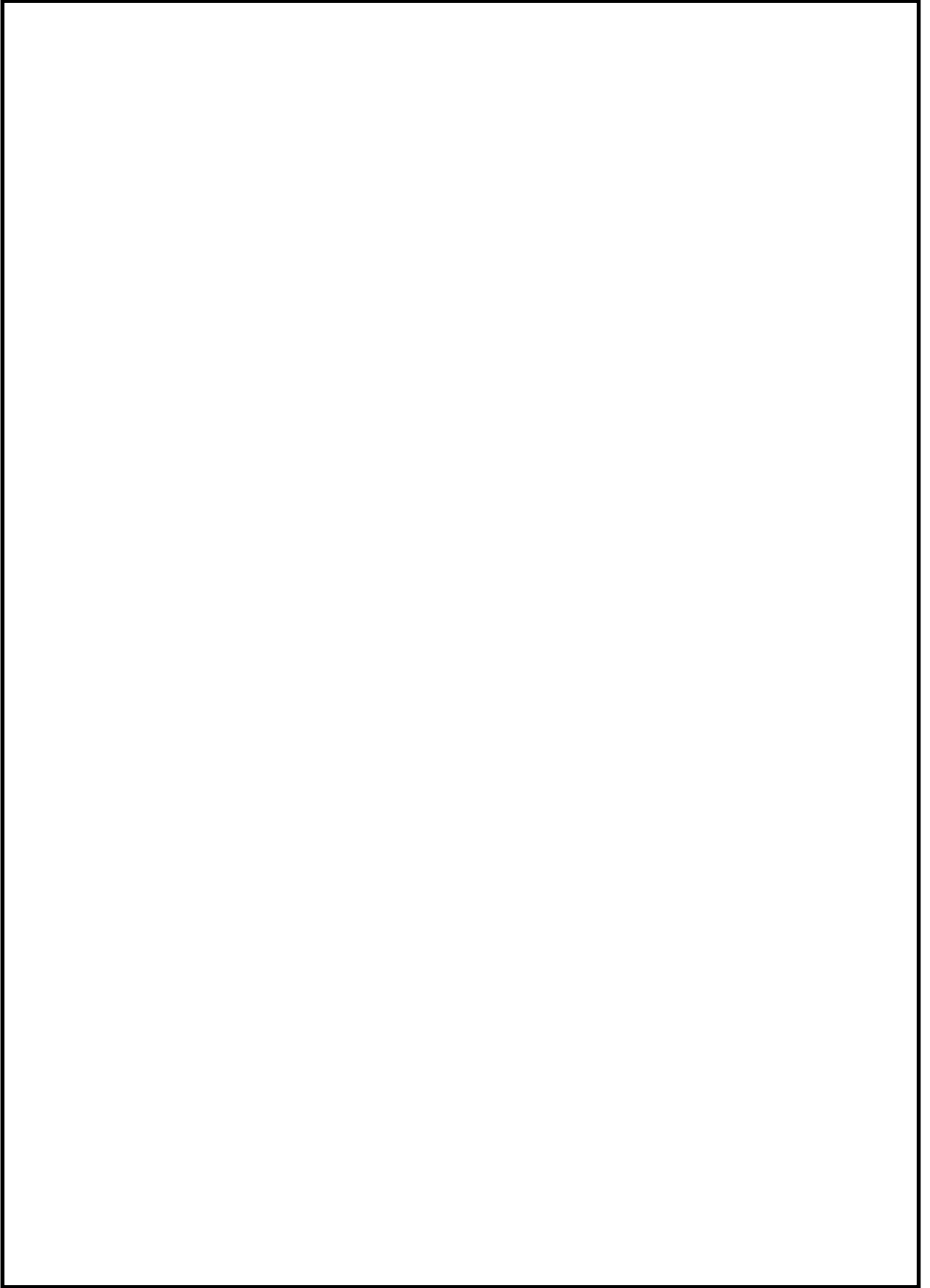
式はEJMA規格 (Standard of the Expansion Joint Manufacturers Association, Inc.)を出典としており、JIS/EJMAの換算式は分母で軸方向変位量を加味している点でKellogg社の換算式と相違するが、設計・建設規格 PVE-3800 において Kellogg 社の換算式を採用していること及びKellogg社の換算式がより保守的であることから工認計算及び設計上はKellogg社の換算式を採用している。これら等価軸方向変位量は、梁の軸直角方向変位による曲げ応力から換算される等価な軸方向の変位量として導出される。

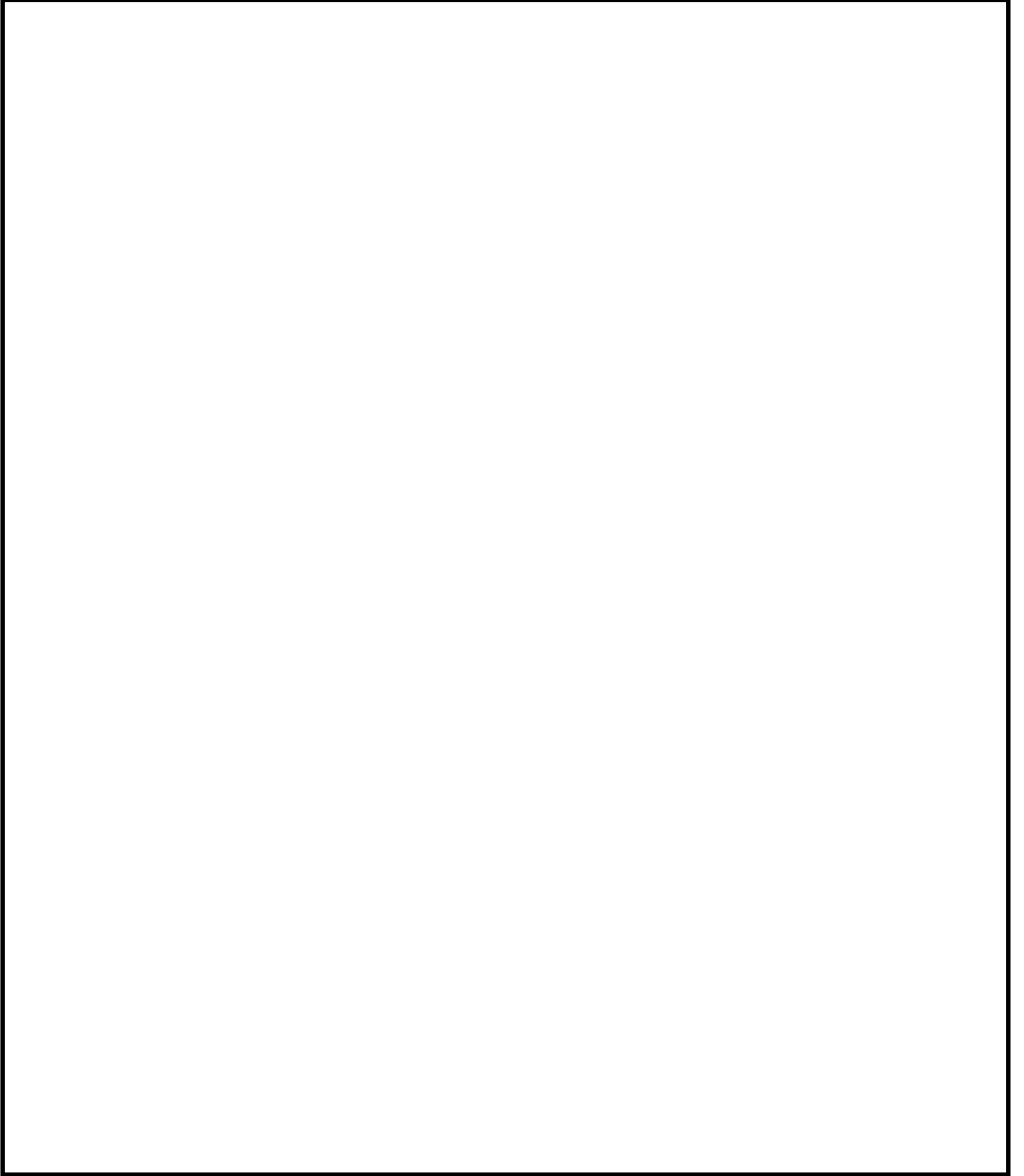
表 1 等価軸方向変位量 (軸直角方向変位量の軸方向変位量への換算式)

Kellogg 社の換算式	JIS/EJMA の換算式
$\Delta = 3Dh_r/L$ <p> Δ : 全軸直角方向変位による 軸方向変位量 (mm) D : ベローズの平均径 (mm) h_r : 全軸直角方向変位量 (mm) L : ベローズの全長 (mm) </p>	$e_y = \frac{3D_m y_{(n,o)}}{N(L_b + x_{(e,c)})}$ <p> e_y : 全軸直角方向変位による ベローズの毎山動き量 (mm) D_m : ベローズの平均径 (mm) $y_{(n,o)}$: 全軸直角方向変位量 (mm) N : ベローズの山数 L_b : ベローズ 1 つ当りの有効長さ (mm) $x_{(e,c)}$: 全軸方向変位量 (mm) </p>

[添付資料]







容器の平板の穴の補強計算について

1. はじめに

本資料では、重大事故等クラス2容器の強度計算方法のうち、平板の穴の補強計算について補足説明するものである。

2. 重大事故等クラス2容器の強度計算方法

重大事故等クラス2容器の強度計算方法では、平板の穴の補強を設計・建設規格のクラス2容器の規定PVC-3320に従い、以下の条件を満足すれば十分であると記載している。

$$A_o > A_r / 2$$

A_o : 補強に有効な総面積

A_r : 穴の補強に必要な面積

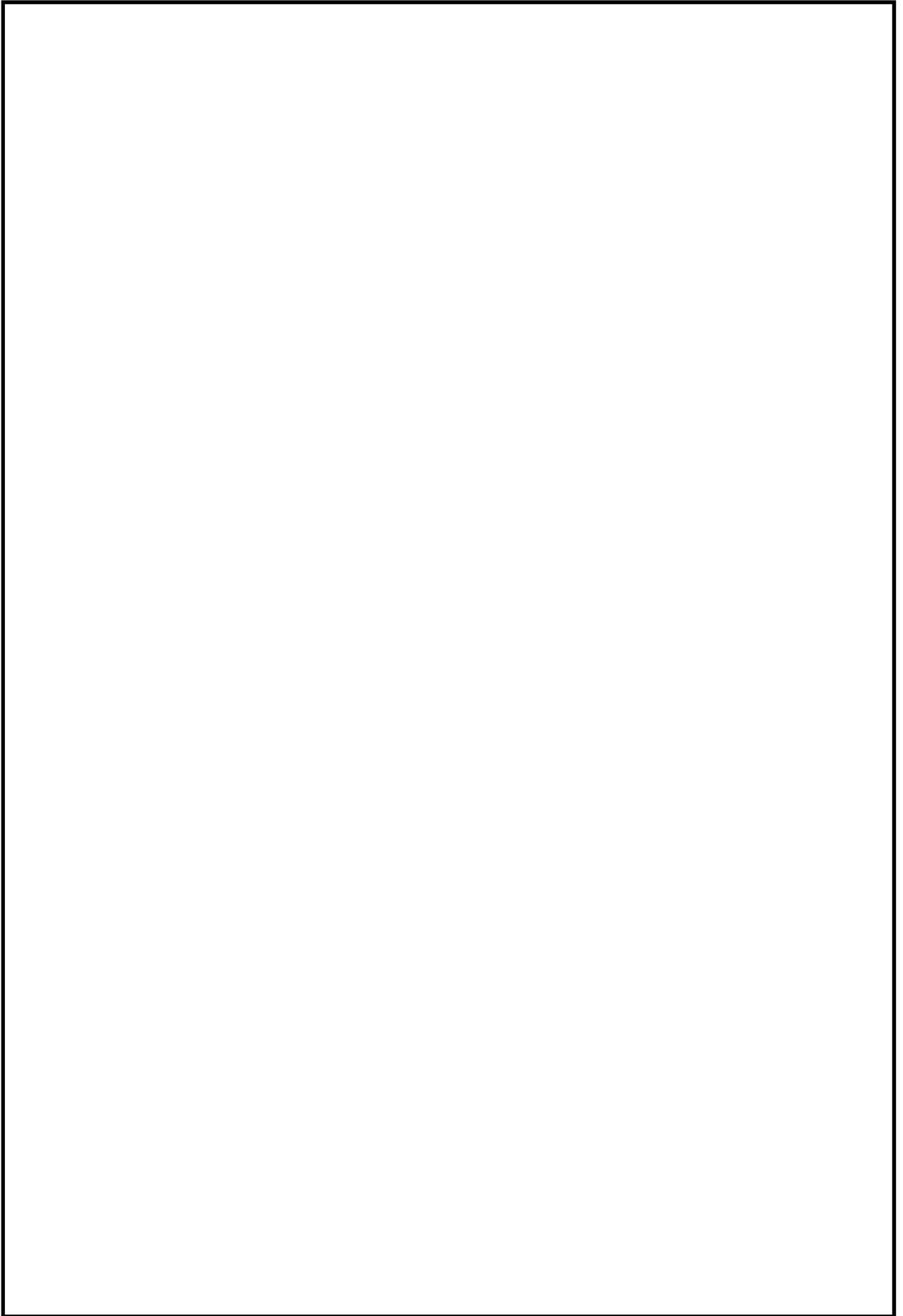


3. 強度計算方法の記載の妥当性について

PVC-3320で平板の穴の補強に有効な面積は補強に必要な面積の1/2まで減ずることができる」と規定されている理由は、設計・建設規格のクラス1容器の規定であるPVB-3511 解説に記載されている。

また、クラス1容器の規定であるPVB-3511では、平板の穴の補強に有効な面積は補強に必要な面積の1/2まで減じた評価式のみを規定している。

以上のことからクラス2容器の平板の穴の補強の評価対象となる全ての設備について2.に記載した評価方法を用いることが妥当であると考ええる。



原子炉格納容器の適用規格について

1. はじめに

本資料では、強度評価における適用規格の考え方及び原子炉格納容器の各部位に用いる適用規格について説明するものである。

2. 強度評価における適用規格の考え方について

強度評価における適用規格については、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「技術基準規則の解釈」という。）第17条第10項において「この規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によること」と規定されており、既設設備の強度評価は施設時に適用された規格にて評価することを基本とする。

但し、工認審査の標準化、合理化に関する実務者面談において、技術基準要求を満たせる（施設時に適用された規格と同等）ことの説明ができればよいとの見解が示された。原子炉格納容器以外の既設設備については計算書作成開始時に評価対象設備および評価に必要な規格番号の整理が完了していないこともあり、設計・建設規格と施設時に適用された規格を比較し同等以上と判断できる場合は設計・建設規格による評価を実施する方針とする。

上記から柏崎刈羽原子力発電所第7号機の原子炉格納容器の適用規格を整理すると以下の通りとなる。

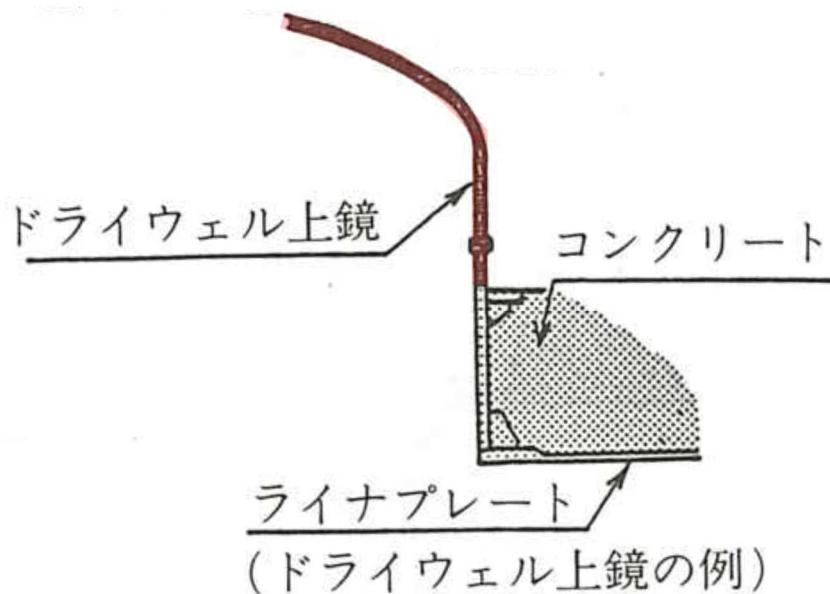
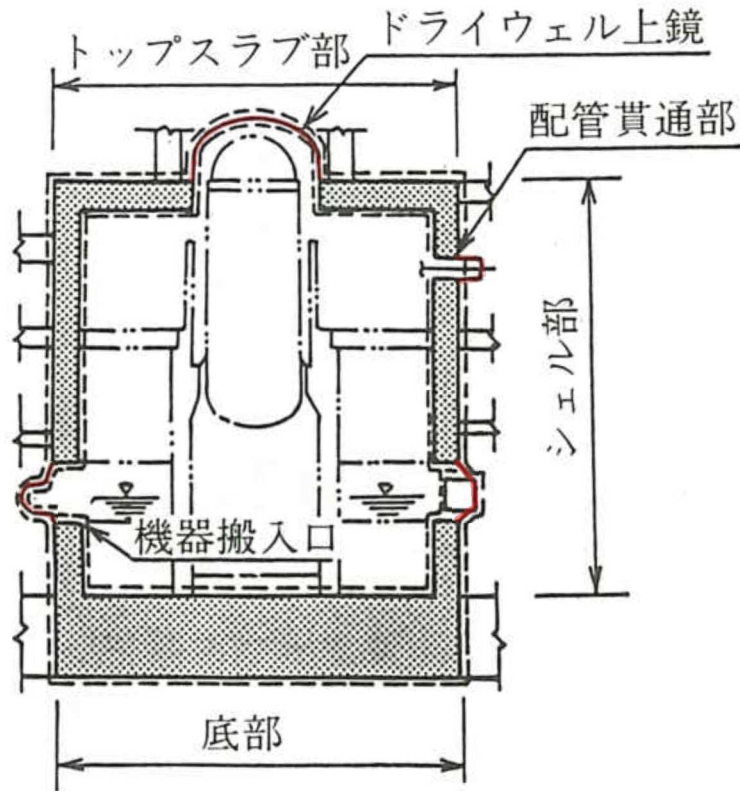
- ・原子炉格納容器（コンクリート製格納容器）の適用規格
施設時の規格（告示第452号）
- ・原子炉格納容器（コンクリート製格納容器を除く）
施設時の規格（告示第501号）

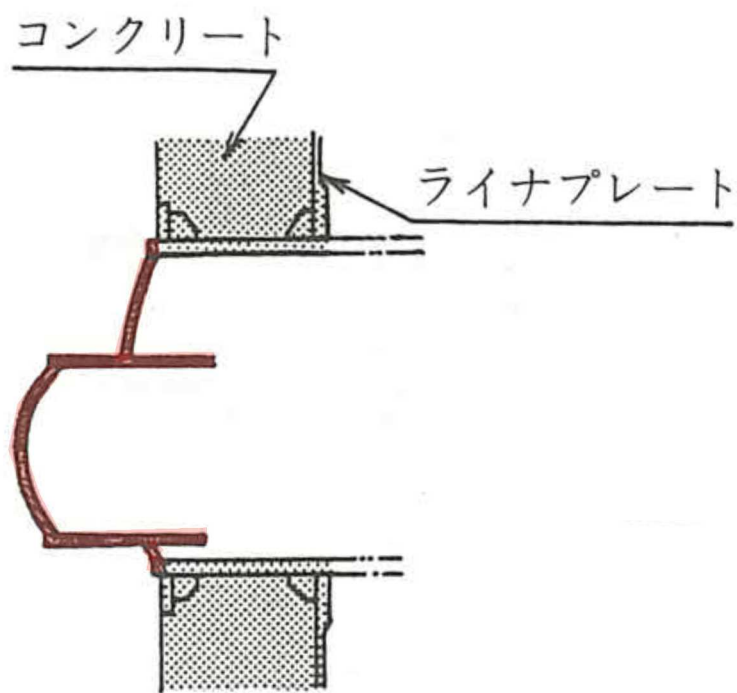
【技術基準規則の解釈（第17条第10項）】

第1号から第5号まで、第7号から第12号まで及び第14号の規定に適合する材料及び構造とは、「設計・建設規格 2005(2007)」又は「設計・建設規格 2012」及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版）(JSME S NJ1-2012)」(以下「材料規格 2012」という。)の規定に、「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって（別記-2）」の要件を付したのものによること。なお、この規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格（「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号）」等）によること。

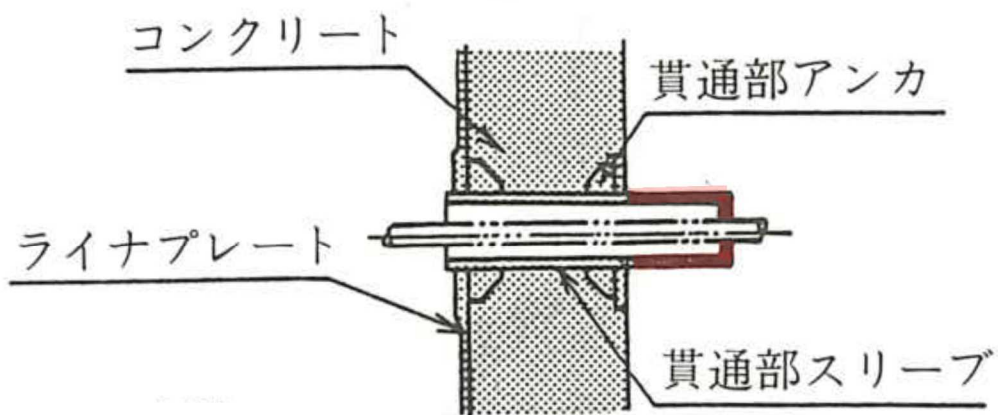
3. 原子炉格納容器の各部位に用いる適用規格について

柏崎刈羽原子力発電所第7号機の鉄筋コンクリート製原子炉格納容器は前述の通り告示第452号と告示第501号を用いて評価を行う。それぞれの規格を適用する範囲を以下に示す。(図中の赤色マーキング範囲が告示第501号対象範囲, その他が告示第452号対象範囲となる。)





(機器搬入口の例)



(配管貫通部の例)

空気だめの座屈に係る解析評価について

1. 概要

本資料は、非常用ディーゼル発電設備の空気だめのうちだ円形マンホール管台の解析を行い、座屈に対して評価上満足することを確認するものである。

2. 解析モデル

解析モデルは評価部位を 3 次元シェル要素にてモデル化をおこない、外圧が作用した状態を考慮する。なお、解析コードは、「NX NASTRAN」を使用する。

解析条件は以下のとおり。空気だめの概略構造図を図 2-1 に解析モデルを図 2-2 に示す。

板厚：22[mm]

管台の外形：(長径) 424[mm]，(短径)：324[mm]

マンホール長さ：120[mm]

外圧：3.24[MPa]

材料：SGV480

境界条件：空気だめ壁面側を固定端とし、もう一方(マンホール蓋側)を自由端とする

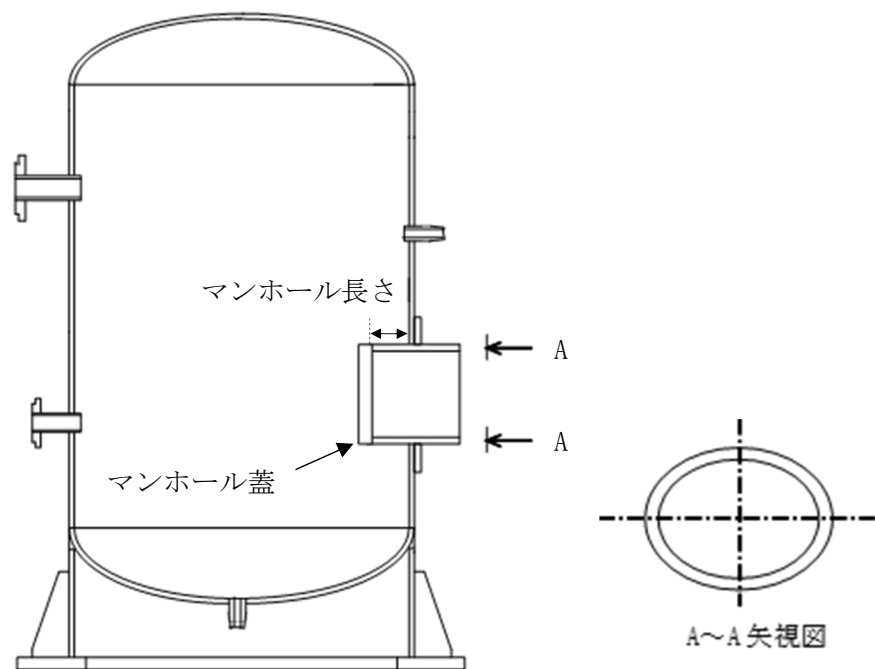


図 2-1 空気だめ概略構造図

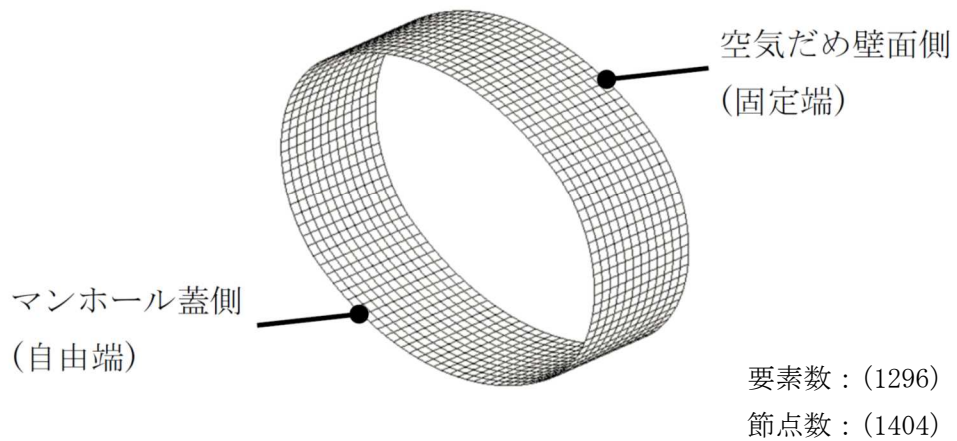


図 2-2 解析モデル

3. 評価内容

評価は線形座屈解析にて限界荷重係数を求めることでおこなう。

座屈荷重係数は、座屈荷重係数=座屈応力/実応力(外圧)で定義する。

解析は下記の 2 ケースの荷重パターンとする。

ケース 1 : 外圧のみ

ケース 2 : 外圧+軸力(圧縮)

なお、軸力は解析モデルにおいて、

外圧×蓋面積 $(3.24 \times \pi \times (424/2) \times (324/2) \approx 349580 \text{ [N]})$

を外周節点数 108 に対して等分布荷重として作用させる。

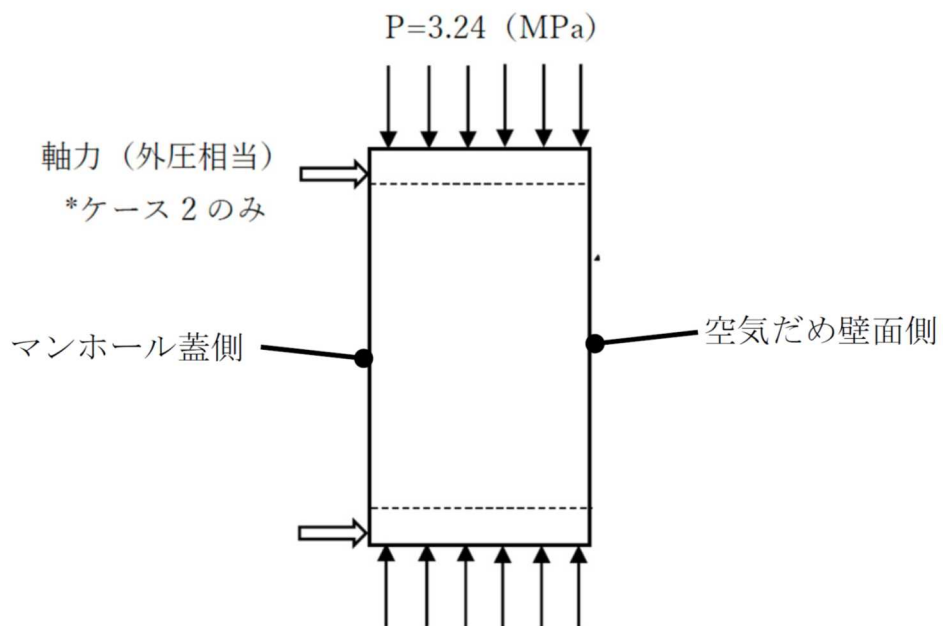


図 3-1 評価荷重イメージ

4. 解析結果

線形座屈解析により求めた、座屈荷重係数および座屈モードを以下に示す。

座屈荷重係数は、ケース1が278、ケース2が202であり、十分な座屈強度があることを確認した。

これは、本構造の長さが短く、かつ板厚が径に対して十分に厚いためと考えられる。

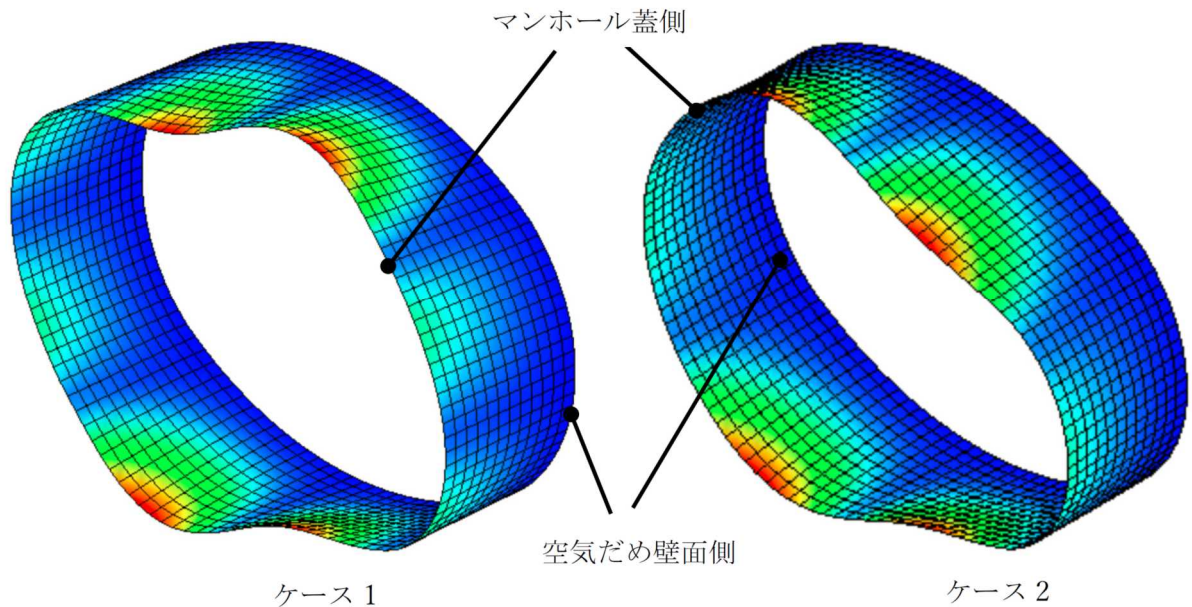


図 4-1 座屈モード

表 4-1 座屈荷重係数

	座屈荷重係数[-]	実応力[MPa]	座屈応力[MPa]
ケース1 (外圧のみ)	278	3.24	900
ケース2 (外圧+軸力)	202	3.24	654

5. 安全率の考慮

安全率を3として、ケース1においては $278/3=92$ 、ケース2においては $202/3=67$ となり、現在の外圧3.24[MPa]において、座屈に対し十分な裕度を有するといえる。

6. 結論

以上のことから、非常用ディーゼル発電設備の空気だめのうち、だ円形マンホール管台は座屈評価上問題ないといえる。

2.5 重大事故等クラス3機器に関する補足説明資料

重大事故等クラス 3 機器の強度評価における
耐圧試験を用いた裕度の考え方について

1. 概要

重大事故等クラス 3 機器の強度評価における最高使用圧力の 1.5 倍の耐圧試験を用いた裕度の考え方を以下に示す。

2. 内容

重大事故等クラス 3 機器のうち完成品については一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認することとし、強度については、対象となる機器の使用条件がメーカー保証値又は指定する仕様の範囲内であることを確認することで、当該機器が十分な強度を有することを確認する。

十分な強度については、耐圧試験圧力から設計裕度の水準を確認し、設計・建設規格の設計許容応力と比較することで行う。

耐圧試験圧力での設計裕度の確認は、以下の考え方から行う。

設計・建設規格クラス 3 機器の設計許容応力は、降伏点 (S_y) に対して $5/8$ を基準としている。この設計許容応力以下となる必要板厚は、最高使用圧力を条件として評価式により求めていることから、最高使用圧力に対して 1.5 倍*以上の圧力で耐圧試験を行い塑性変形が起きない場合は、設計・建設規格と同等の水準で設計が行われていると判断できる。

よって、耐圧試験圧力が使用範囲の最大値の 1.5 倍以上であること、その耐圧試験に合格していること（耐えていること＝塑性変形が起きていないこと）を確認することで、応力制限 (S_y) に達しておらず、設計・建設規格と同等以上の裕度を持った設計が行われていると言える。

注記*：設計・建設規格のクラス 3 機器の最高許容耐圧試験圧力は、機器保全の観点から機器の応力制限 (S_y) を基に定められており、耐圧試験の規定では、耐圧試験圧力は最高使用圧力の 1.5 倍（気体の場合は 1.25 倍）の 106% を超えないこととしている。

$$(5/8 S_y \times 1.5 \times 1.06 = 0.99375 S_y \doteq S_y)$$

(補足説明)

耐圧試験については、機器保全の観点から、設計・建設規格では最高許容耐圧試験圧力を耐圧試験圧力の106%で制限している。そのため、最高使用圧力の1.5倍の耐圧試験を実施し降伏点 S_y に至らなかった場合、以下の関係が成り立つ。

最高許容耐圧試験圧力

$$= \text{最高使用圧力} \times 1.5 \times 1.06 < \text{降伏点 } S_y$$

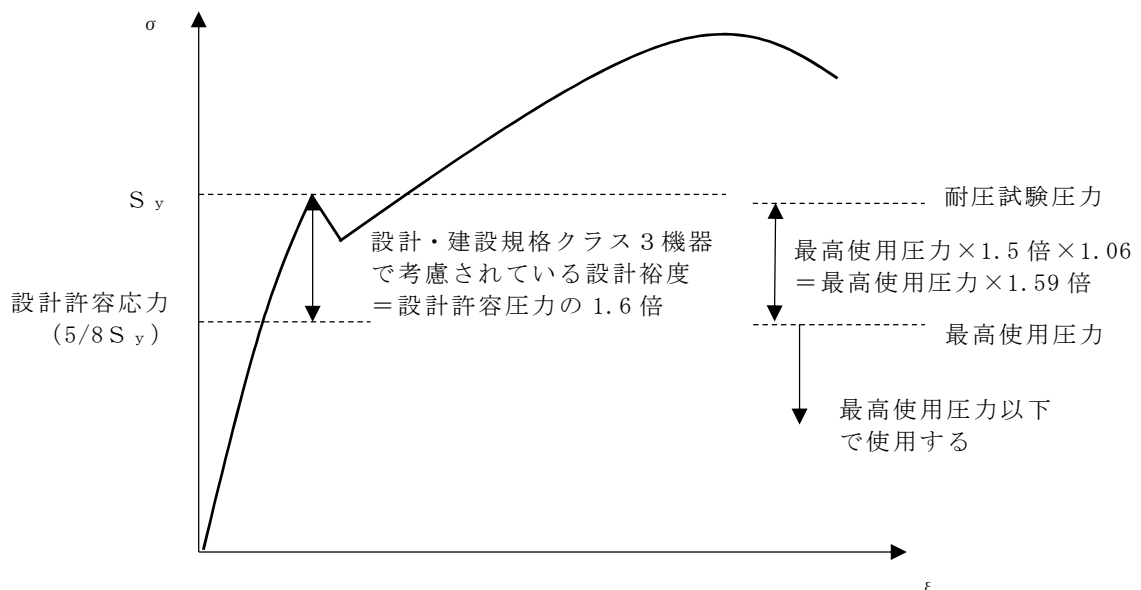
$$\Rightarrow \text{最高使用圧力} \times 1.59 < \text{降伏点 } S_y$$

上記より、最高使用圧力の約1.5倍の耐圧試験に合格すること（耐えること＝塑性変形が起きないこと）で、降伏点 S_y に対し1.59以上の裕度を持っていることを確認できる。

一方、設計・建設規格においては、設計許容応力は材料の降伏点 S_y に対して5/8を基準としており、降伏点に対して1.6以上の裕度を持つよう規定されている。

よって、最高使用圧力の約1.5倍の耐圧試験に合格することで、降伏点 S_y に対する裕度が設計・建設規格と同等である設計が行われていることを確認できる。

なお、耐圧試験の最高使用圧力に対する倍率が大きくなる程、材料の降伏点に対する裕度も大きくなる。



降伏点に対する裕度のイメージ