

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-028 改 03
提出年月日	2022年4月4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計算書)

2022年4月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

各クラス機器の強度に関する計算書の補足説明資料目次

1. 補足説明資料と添付資料の関連

今回提出範囲

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 ボルトの評価断面について

2.2 クラス 3 機器に関する補足説明資料

資料 5 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

2.3 重大事故等クラス 2 機器に関する補足説明資料

資料 6 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 7 重大事故等クラス 2 管の疲労評価について

資料 8 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 9 重大事故等クラス 2 容器のうち、だ円形マンホールの厚さ計算に適用する評価手法の妥当性について

資料 10 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 11 容器の平板の穴の補強計算について

資料 12 空気だめだ円形マンホール管台の座屈に係る解析評価について

2.4 重大事故等クラス 3 機器に関する補足説明資料

資料 13 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

強度に関する説明書における適用規格の整理

クラス1 管の強度計算書における適用規格整理一覧

設計・建設規格 告示第501号 条項	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	原子炉浄化系	
			既設/新設	既設
設計・建設規格 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	改造	無
設計・建設規格 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	DBクラス	DBI
設計・建設規格 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	SAクラス	—
PPB-3411	2.2	管の強度計算		○
PPB-3411準用	2.4	鏡板の強度計算(フランジ部)		—
PPB-3411準用	2.5	レジュューサの強度計算(フランジ部)		—
PPB-3413	2.3	平板の強度計算		—
PPB-3414	2.7	フランジの強度計算		—
PPB-3415	—	管継手の強度計算		—
PPB-3415.1	2.5	レジュューサの強度計算		—
PVC-3124.2準用	—	レジュューサの強度計算(円すい及びその丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))		—
PPB-3415.2	2.4	鏡板の強度計算		—
PPB-3420	2.6	管の穴と補強計算		—
PPB-3422(3)	2.3	平板の強度計算		—
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		—

【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

クラス1弁の強度計算書における適用規格整理一覧

設計・建設規格 告示第501号 条項	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	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	系統		残留熱除去系	残留熱除去系	残留熱除去系
				弁名称 既設/新設 改造	MV222-7 既設 無	MV222-11A, B 既設 無	MV222-14 既設 無	
VVB-3320	2.1.1	一次応力 (弁箱)			止め弁			止め弁
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 (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) (告示第501号)			△		△	
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) (設計・建設規格)			—		—	
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			○		○	
第82条第1項	2.4	弁箱又は弁ふたの最小厚さの計算 (告示第501号)			—		△	
VVB-3210	2.4	弁箱又は弁ふたの最小厚さの計算 (設計・建設規格)			○		—	○
VVB-3220	2.6	管台の最小厚さの計算			—		—	
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 外表面の丸みの半径			○		○	
VVB-3411 (2)	2.5	弁箱の弁座挿入部のすみの丸みの半径			○		○	

クラス3 容器の強度計算書における適用規格整理一覧

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	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	
設計・建設規格 規格番号	備考	機器名	サイトバンカ建物 消火タンク	44m盤消火タンク	45m盤消火タンク	50m盤消火タンク	
		強度計算書の計算式 (章節番号)	円形平板の計算	新設	新設	新設	新設
		2.2	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—
		2.3	開放タンクの底板の計算	DB3	DB3	DB3	DB3
		2.4	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—
		2.5	容器の穴の補強計算 (胴)	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形
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	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	
設計・建設規格 規格番号	備考	機器名	サイトバンカ建物 消火タンク	44m盤消火タンク	45m盤消火タンク	50m盤消火タンク	
		強度計算書の計算式 (章節番号)	円形平板の計算	新設	新設	新設	新設
		2.2	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—
		2.3	開放タンクの底板の計算	DB3	DB3	DB3	DB3
		2.4	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—
		2.5	容器の穴の補強計算 (胴)	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形
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	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	
設計・建設規格 規格番号	備考	機器名	サイトバンカ建物 消火タンク	44m盤消火タンク	45m盤消火タンク	50m盤消火タンク	
		強度計算書の計算式 (章節番号)	円形平板の計算	新設	新設	新設	新設
		2.2	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—
		2.3	開放タンクの底板の計算	DB3	DB3	DB3	DB3
		2.4	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—
		2.5	容器の穴の補強計算 (胴)	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形
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	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	
設計・建設規格 規格番号	備考	機器名	サイトバンカ建物 消火タンク	44m盤消火タンク	45m盤消火タンク	50m盤消火タンク	
		強度計算書の計算式 (章節番号)	円形平板の計算	新設	新設	新設	新設
		2.2	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—
		2.3	開放タンクの底板の計算	DB3	DB3	DB3	DB3
		2.4	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—
		2.5	容器の穴の補強計算 (胴)	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形
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	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	
設計・建設規格 規格番号	備考	機器名	サイトバンカ建物 消火タンク	44m盤消火タンク	45m盤消火タンク	50m盤消火タンク	
		強度計算書の計算式 (章節番号)	円形平板の計算	新設	新設	新設	新設
		2.2	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—
		2.3	開放タンクの底板の計算	DB3	DB3	DB3	DB3
		2.4	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—
		2.5	容器の穴の補強計算 (胴)	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形

クラス3管の強度計算書における適用規格整理一覧

設計・建設規格 規格番号	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	サイトハンカ 床下レン配管	
				強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考
PPD-3411	2.2	管の板厚計算	○	○	—
PPD-3411 準用	2.4	鏡板の強度計算 (フランジ部)	—	—	—
PPD-3411 準用	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	○	—	—
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 容器の強度計算書における適用規格整理一覧 (1/4)

設計・建設規格 告示第501号 条項	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	備考	系統		原子炉圧力容器	燃料プールの 既設 無	燃料プールの 熱交換器 既設 無	燃料プールの冷却系 スキマサージ タンク 既設 無	主蒸気系 逃がし安全弁 逃がし弁機能用 アキユムレータ 既設 無			
			機器名	型式								
設計・建設規格 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	適用規格は個別の強度計算書を参照	既設 無	燃料プールの冷却系 熱交換器 既設 無	スキマサージ タンク 既設 無	主蒸気系 逃がし安全弁 逃がし弁機能用 アキユムレータ 既設 無			
			既設/新設 改造	無								
			DBクラス	DB3								
			SAクラス	SA2								
			型式	ステンレス鋼 内張りプール形 (ラック貯蔵方式)								
			内張り材の評価	有								
			2.2	円筒形の胴の計算						無	有	無
			2.3	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算						○	—	○
			3.2	容器の穴の補強計算 (胴)						○	—	○
			3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算						—	—	—
			2.4	さら形鏡板の計算						○	—	—
			2.5	半球形鏡板の計算						—	—	—
			2.6	半円形鏡板の計算						—	—	—
			2.7	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算						—	—	—
3.2	容器の穴の補強計算 (鏡板)	—	—	—								
2.8	円形平板の計算 (告示第501号)	—	△	△								
2.8	円形平板の計算 (設計・建設規格)	—	—	—								
2.9	だ円形マンホール平板の計算	—	—	—								
3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	—	—	—								
2.10	容器の管板の計算	—	○	○								
2.11	容器の管台の計算	—	○	○								
2.15	熱交換器の伝熱管の計算	—	○	—								
2.12	開放タンクの胴の計算	—	—	○								
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)	—	—	—								
2.13	開放タンクの底板の計算	—	—	—								
2.14	開放タンクの管台の計算	—	—	○								
—	—	—	—	—								
—	既工認	—	—	—								

重大事故等クラス2 容器の強度計算書における適用規格整理一覧 (2/4)

設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	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	備考	系統		原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系 サージタンク	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
			機器名	残留熱除去系				
PVC-3121 PVC-3122 (1)	2.2	円筒形の胴の計算	既設/新設	既設	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
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	改造	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3160	3.2	容器の穴の補強計算 (胴)	DB2 (管側) DB3 (胴側)	DB3	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3162	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	SA2	SA2	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3210 (1) PVC-3220 PVC-3221	2.4	さら形鏡板の計算	ラグ支持 たて置円筒形	SA2	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3210 (2) PVC-3223 (1)	2.5	半球形鏡板の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3210 (3) PVC-3220 PVC-3225	2.6	半だ円形鏡板の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
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	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3240	3.2	容器の穴の補強計算 (鏡板)	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
第34条 第1項 第2項	2.8	円形平板の計算 (告示第501号)	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3310 PVC-3320	2.8	円形平板の計算 (設計・建設規格)	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
J I S B 8 2 0 1	2.9	だ円形マンホール平板の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3320 (2)	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3510	2.10	容器の管板の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3610	2.11	容器の管台の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3610 (1) (2)	2.15	熱交換器の伝熱管の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3920	2.12	開放タンクの胴の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3940	3.3	開放タンクの胴の穴の補強計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3950	(3.4)	(開放タンクの鏡板の穴の補強計算)	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3960	2.13	開放タンクの底板の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3970	2.14	開放タンクの管台の計算	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
PVC-3980	—	—	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
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	—	—	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系
—	—	既工認	無	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系

重大事故等クラス2 容器の強度計算書における適用規格整理一覧 (3/4)

設計・建設規格 告示第501号 条項	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	備考	系統		高圧炉心スプレイ 補機格納系	高圧炉心スプレイ 補機海水ストレート タンク	高圧炉心スプレイ 補機海水系	制御棒駆動水圧系 水圧制御ユニット	ほう酸水注入系 ほう酸水貯蔵タンク	—
			機器名	既設/新設 改造						
PVC-3121 PVC-3122 (1)	2.2	円筒形の胴の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
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	半円形鏡板の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3240	2.7	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
第34条 第1項 第2項	3.2	容器の穴の補強計算 (鏡板)	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3310 PVC-3320	2.8	円形平板の計算 (告示第501号)	—	—	—	—	—	—	—	—
J I S B 8 2 0 1	2.8	円形平板の計算 (設計・建設規格)	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3320 (2)	2.9	だ円形マンホール平板の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3510	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3610	2.10	容器の管板の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3610 (1) (2)	2.11	容器の管台の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3920	2.15	熱交換器の伝熱管の計算	—	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3940	2.12	開放タンクの胴の計算	○	—	—	—	—	—	—	—
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	2.13	開放タンクの底板の計算	○	—	—	—	—	—	—	—
PVC-3970	2.14	開放タンクの管台の計算	○	—	—	—	—	—	—	—
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	—	—	—	—	—	—	—	—
適用規格は個別の強度計算書を参照										

重大事故等クラス2 容器の強度計算書における適用規格整理一覧 (4/4)

設計・建設規格 告示第501号 条項	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	備考	系統	圧力低減設備その他 の安全設備	格納容器フィリタ メント系	格納容器フィリタ メント系	格納容器フィリタ メント系	非常用ディーゼル 発電設備	高压炉心スプレレイ系 ディーゼル発電設備
設計・建設規格 告示第501号 条項	2.2	円筒形の胴の計算	機器名	ベントヘッド	第1ベントフィリタ	第1ベントフィリタ	第1ベントフィリタ	空気だめ	空気だめ
	PVC-3121 PVC-3122(1)		既設/新設	既設	新設	新設	新設	既設	既設
	PVC-3150(2)	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	改造	無	—	—	—	無	無
	PVC-3160	容器の穴の補強計算 (胴)	DBクラス	DB2	—	—	—	DB3	DB3
	PVC-3162	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	SAクラス	SA2	—	—	—	SA2	SA2
	PVC-3210(1) PVC-3220	さら形鏡板の計算	型式	—	—	—	—	スカート支持 たて置円筒形	スカート支持 たて置円筒形
	PVC-3221		内張り材の評価	—	—	—	—	無	無
	PVC-3210(2) PVC-3223(1)	全半球形鏡板の計算		○	○	○	○	○	○
	PVC-3225	半だ円形鏡板の計算		○	○	○	○	○	○
	PVC-3230(2)	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算		—	—	—	—	—	—
	PVC-3240	容器の穴の補強計算 (鏡板)		—	—	—	—	—	—
	第34条 第1項 第2項	円形平板の計算 (告示第501号)		—	—	—	—	—	—
	PVC-3310 PVC-3320	円形平板の計算 (設計・建設規格)		—	—	—	—	—	—
	J I S B 8 2 0 1	だ円形マンホール平板の計算		—	—	—	—	—	—
PVC-3320(2)	容器の穴の補強計算 (平板)		—	—	—	—	—	—	
PVC-3510	容器の管板の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3610	容器の管台の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3610(1)(2)	熱交換器の伝熱管の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3920	開放タンクの胴の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3940	開放タンクの胴の穴の補強計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3950	(開放タンクの鏡板の穴の補強計算)		—	—	—	—	—	—	
PVC-3960	開放タンクの底板の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3970	開放タンクの管台の計算		—	—	—	—	—	—	
PVC-3980	—		—	—	—	—	—	—	
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		△	—	—	—	—	—	—

重大事故等クラス2管の強度計算書における適用規格整理一覧 (1/4)

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	系統		(テイヤ差 より圧検出・ N・11・ほう ノ酸水注入 システムで配 外管)	燃料プールの冷却系	燃料プールのレイ系	原子炉再循環系	主蒸気系	給水系	残留熱除去系	高圧炉心スプレイ系	低圧炉心スプレイ系
			既設/新設 改造	既設/新設 改造									
PPC-3411	2.2	管の板厚計算	DBクラス	SAクラス	DB1	DB3	DB1	DB1/DB3	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2	DB1/DB2
PPC-3411 雑用	2.4	管の板厚計算(フランジ部)			SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
PPC-3411 雑用	2.5	管の板厚計算(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	レジュマの強度計算											
PVC-3124.2 雑用	—	レジュマの強度計算(円すい及びすその 丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))											
PPC-3415.2	2.4	管継手の強度計算											
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											
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算											
重大事故等クラス2機器であつ てクラス2の指定によらない場 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)											
PPC-3500	—	設計・建設規格(設計・建設規格)											
—	—	既設											

重大事故等クラス2管の強度計算書における適用規格整理一覧 (2/4)

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	系統		高圧原子炉代替注水系	低圧原子炉代替注水系	原子炉隔離時冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	高圧原子炉 高圧炉心スプレ イ補機冷却系 及び	原子炉補機代替冷却系	原子炉浄化系	制御棒駆動機構	制御機駆動水圧系	ほう酸水注入系
			既設/新設 改造	既設/新設 改造											
PPC-3411	2.2	管の板厚計算	新設	既設	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3411.1 雑用	2.4	線径の強度計算(フランジ部)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3411.2 雑用	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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3124.2 雑用	—	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	線径の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
重大事故等クラス2機器であつてクラス2の指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)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PPC-3500	—	応力計算(設計・建設規格)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	既設	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

重大事故等クラス2管の強度計算書における適用規格整理一覧 (3/4)

設計・建設規格・規格番号 告示第501号 条項	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	逃がし安全弁装置ガス供給系	中央制御室空調換気系	中央制御室空気供給系	緊急時対策所換気空調系	圧力低減設備その他の安全設備 (ダウンカマ)	原子炉格納容器スプレイ設備	格納容器代替スプレイ系	ベデスタル代替注水系	残留熱代替除去系	非常用ガス処理系	非常用ガス処理系前置ガス処理装置 及び後置ガス処理装置	窒素ガス代替注入系
PPC-3411	強度計算書の計算式 (章節番号)	備考	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
PPC-3411.1	2.2	管の板厚計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PPC-3411.2	2.4	線径の強度計算(フランジ部)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPC-3411.3	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPC-3124.2	-	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	線径の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PPC-3422(3)	2.3	平板の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
重大事故等クラス2機器であつ てクラス2の指定によらない場 合の強度計算方法	-	ダクトの強度計算方法	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
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	-	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	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
設計・建設規格(告示第501号) 第56条から第57条	-	応力計算(告示第501号)	△	-	-	-	-	△	-	△	△	△	△	△
PPC-3500	-	応力計算(設計・建設規格)	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○
-	-	既工認	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

重大事故等クラス2管の強度計算書における適用規格整理一覧 (4/4)

設計・建設規格・規格番号 告示第501号 条項	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	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	系統		格納 容器 フィルタ ベント 系
				既設/新設 改造	既設 有/無	
PPC-3411		2.2	管の板厚計算	SA2クラス	SA2	○
PPC-3411.1		2.4	線径の強度計算(フランジ部)	—	—	—
PPC-3411.2		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	—	—	—
PPC-3124、2準用		—	レジューサの強度計算(円すい及びその他の 丸みの部分(外面に圧力を受けるもの))	—	—	—
PPC-3415.2		2.4	線径の強度計算	—	—	—
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	○	○	○
PPC-3422(3)		2.3	平板の強度計算	—	—	—
重大事故等クラス2機器であつ 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		—	—	—	—	—
PPC-3500		—	応力計算(告示第501号)	△	—	—
—		—	応力計算(設計・建設規格)	○	○	○
—		—	既設	—	—	—

重大事故等クラス2 弁の強度計算書における適用規格整理一覧 (1/5)

告示第501号各条項と対応	設計・建設規格各規格番号及び 強度計算書の計算式 (草節番号)	備考	系統	制御棒駆動水圧系		窒素ガス制御系	
				AV212-126	AV212-127	MV217-4	MV217-5
第85条 第1項	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	弁名称 既設/新設	既設	既設	既設	MV217-18 既設
	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	改造	無	有	有	有
	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算	DBクラス	DB3	DB2	DB2	DB2
	2.3	管台の最小厚さの計算	SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2
耐圧部の設計	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁
	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算		△	△	—	—
	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算		—	—	—	—
	2.3	管台の最小厚さの計算		—	—	—	—
弁の応力評価	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		—	—	—	—
	2.4	弁箱と弁ふたのフランジの応力解析		—	○	○	○
	2.4	フランジボルトの応力解析		—	○	○	○
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	—	—	—	—	—	—	—

重大事故等クラス2 弁の強度計算書における適用規格整理一覧 (2/5)

告示第501号各条項	設計・建設規格各規格番号及び 規格番号 告示第501号各条項	強度計算書の 計算式 (草節番号)	格納容器フィルター ベント系	基本設計方針対象設備			
				MV222-1002 新設	MV222-1010 新設	MV222-1011 新設	MV222-1020 新設
耐圧部の設計	第85条 第1項	2.1	弁名称 既設/新設 改造	—	—	—	—
	WVC-3210	2.1	備考	—	—	—	—
	WVC-3220	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算	DB2 SA2	DB2 SA2	DB2 SA2	DB2 SA2
	WVC-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	—	—	—	—
	WVC-3310 (a)	2.4	弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	○	—	—	○
	WVC-3310 (b)	2.4	フランジボルトの応力解析	○	—	—	○
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	—	—	—	—	—	—	—

重大事故等クラス2 弁の強度計算書における適用規格整理一覧 (3/5)

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		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 (草節番号)	備考	系統		MV221-1		MV221-2		MV221-3		MV221-6	
			弁名称 既設/新設	改造	新設	既設	既設	無	既設	無	既設	無
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WVC-3210	2.1	弁箱又は弁ふたの最少 厚さの計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	WVC-3220	2.2	2.1項の規定に適合し ない場合の計算	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	WVC-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	—	△	—	—	—	—	—	—	—
	WVC-3310 (a)	2.4	弁箱と弁ふたのフラン ジの応力解析	—	—	—	—	—	—	○	—	—
	WVC-3310 (b)	2.4	フランジボルトの応力 解析	—	—	—	—	—	—	○	—	—
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

重大事故等クラス2 弁の強度計算書における適用規格整理一覧 (4/5)

告示第501号各条項	設計・建設規格各規格番号及び 規格番号 告示第501号 条項	強度計算書の 計算式 (草節番号)	備考	基本設計方針対象設備					
				系統	MV221-7	MV221-22	MV221-34	V221-575	V221-577
第85条 第1項	耐圧部の設計	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	弁名称	既設	既設	新設	既設	既設
				既設/新設	無	無	—	無	既設
				改造	無	無	—	無	無
				DBクラス	DB2	DB2	DB2	Non	Non
WVC-3210	2.1	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
				型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁
				弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	—	—	—	—	—
				2.1項の規定に適合しない場合の計算	—	—	—	—	—
WVC-3220	2.2	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算	管台の最小厚さの計算	—	—	—	—	—
				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	—	—	—	—	—
				弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	—	—	—	—	—
WVC-3230	2.3	2.3	管台の最小厚さの計算	フランジボルトの応力解析	—	—	—	—	—
				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	—	—	—	—	—
				弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	—	—	—	—	—
第85条 第4項	弁の応力評価	2.4	2.4	フランジボルトの応力解析	—	—	—	—	—
				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	—	—	—	—	—
				弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	—	—	—	—	—
WVC-3310 (a)	2.4	2.4	2.4	フランジボルトの応力解析	—	—	—	—	—
				弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	—	—	—	—	—
WVC-3310 (b)	2.4	2.4	2.4	フランジボルトの応力解析	—	—	—	—	—
				弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	—	—	—	—	—
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—	—

重大事故等クラス2 弁の強度計算書における適用規格整理一覧 (5/5)

告示第501号各条項と対応	設計・建設規格各規格番号及び 規格番号 告示第501号各条項	強度計算書の 計算式 (草節番号)	備考	系統		基本設計方針対象設備			
				弁名称 既設/新設 改造	AV264-5 既設 無	AV264-6 既設 無	AV264-5 既設 無	AV264-6 既設 無	MV2BB-7 新設 —
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	—	—	—	—	—	—
	WVC-3210	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	○	○	○	○	○	○
	WVC-3220	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算	—	—	—	—	—	—
	WVC-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	—	—	—	—	—	—
	WVC-3310 (a)	2.4	弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	○	○	○	○	○	○
	WVC-3310 (b)	2.4	フランジボルトの応力解析	○	○	○	○	○	○
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	—	—	—	○	○	○	○	○	—

重大事故等クラス2支持構造物（容器）の強度計算書における適用規格整理一覧

設計・建設規格 規格番号	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 冷却系	高圧炉心サブレイ 補機冷却系	格納容器フィルタ ベント系	格納容器フィルタ ベント系	非常用ディーゼル 発電設備	高圧炉心サブレイ 系ディーゼル発電 設備
SSC-3010	強度計算書 の計算式 (章節番号)	既設/新設	既設	既設	新設	新設	既設	既設
		改造	無	無	—	—	無	無
		DBクラス	Non	Non	—	—	Non	Non
		SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
SSC-3010	2.1.2(1)	評価応力	○	○	○	○	○	○
SSC-3010	2.1.2(2)	スカー卜部の応力計算	○	○	○	○	○	○
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）の強度計算書における適用規格整理一覧

設計・建設規格 規格番号	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 ポンプ	低圧原子炉代替 注水系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	残留熱代替除去 ポンプ	
		機器名	備考							
SSC-3010	2.1.2(1)	機器名	既設/新設	燃料プール冷却 ポンプ	低圧原子炉代替 注水泵	原子炉補機海水 ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却水ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機海水ポンプ	残留熱代替除去 ポンプ	
		備考	既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	
			改造	無	有	有	有	有	有	有
			DBクラス	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
		SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
SSC-3010	2.1.2(1)	評価心力	○	○	○	○	○	○	○	
SSC-3010	2.1.2(2)	一次心力及び 許容心力の計算	○	○	○	○	○	○	○	

重大事故等クラス3容器的強度計算書における適用規格整理一覧 (1/3)

設計・建設規格各規格番号、 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格各規格番号、 強度計算書と強度計算書との対応		系統	燃料プールの スプレイス	原子炉補機代替冷却系		逃がし安全弁窒素 ガス供給系	中央制御室 空気供給系	
	設計・建設規格 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)			機器名	移動式代替熱交換 設備プレート式 熱交換器			移動式代替熱交換 設備ストレート式
設計・建設規格 一般産業品の規格及び基準	備考	既設/新設 改造 DBクラス SAクラス	新設	新設	新設	新設	新設	新設	
			—	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—
			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 評価方法	型式	U型 ストレート	プレート式	T型 ストレート	一般継目なし 鋼製容器	—	
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 日本産業規格等	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	型式	□	□	□	□	□	

重大事故等クラス3 容器の強度計算書における適用規格整理一覧 (2/3)

設計・建設規格各規格番号、 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格各規格番号、 強度計算書と強度計算書との対応		系統	緊急時対策所 換気空調系	高圧発電機車		可搬式窒素供給 装置用発電設備	緊急時対策所用 発電機
	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考			高圧発電機車付 燃料タンク	タンクローリ		
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格及び基準		備考	機器名	空気ポンベ 加圧設備 (空気ポンベ)	高圧発電機車付 燃料タンク	タンクローリ	可搬式窒素供給 装置付燃料タンク	緊急時対策所用 発電機
			既設/新設 改造	新設	新設	新設	新設	新設
			DBクラス	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
			型式	一般継目なし 鋼製容器	角形	だ円型	角型	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 日本産業規格等		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 容器の強度計算書における適用規格整理一覧 (3/3)

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	緊急時対策所用 発電機	燃料設備	
			大量送水車付燃料 タンク	大型送水ポンプ車 付燃料タンク
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格及び基準	機器名	タンクローリ	大量送水車付燃料 タンク	大型送水ポンプ車 付燃料タンク
	既設/新設 改造	新設	新設	新設
	DBクラス	—	—	—
	SAクラス	SA3	SA3	SA3
	型式	だ円型	角形	角形
PPD-3414 PPD-3415	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	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 日本産業規格等	2.1		重大事故等クラス3 機 器のうち完成品の強度 評価方法	<input type="checkbox"/>
	2.2			<input type="checkbox"/>

重大事故等クラス3 管の強度計算書における適用規格整理一覧 (1/5)

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		燃料プールのスプレイ系	系統	
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	
			既設/新設	新設
PPD-3411	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	大量送水車 入口ライン 取水用10m ホース	新設
			大量送水車 出口ライン 取水用10m, 5m, 1m ホース	新設
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 日本産業規格等	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	大量送水車 入口ライン 取水用10m 吸水管	新設
			大量送水車 出口ライン 取水用20m, 5m, 2m, 1m ホース	新設
			大量送水車 出口ライン 送水用20m ホース	新設
			大量送水車 出口ライン 送水用20m, 5m, 2m, 1m ホース	新設
			大量送水車 出口ライン 送水用50m, 10m, 5m, 1m ホース	新設
			大量送水車 出口ライン 送水用20m, 5m, 2m, 1m ホース	新設
			大量送水車 出口ライン 送水用20m ホース	新設
			可搬型 スプレイ ノズル	新設

重大事故等クラス3 管の強度計算書における適用規格整理一覧 (2/5)

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	設計・建設規格各規格番号、 一般産業品の規格及び基準 (章節番号)	備考	系統	原子炉建物放水設備			低圧原子炉 代替注水系	原子炉補機代替冷却系		
				大型送水 ポンプ車 入口ライン 取水用 20m, 5m, 1m ホース	大型送水 ポンプ車 出口ライン 送水用 50m, 5m, 2m ホース	放水砲		大量送水車 出口ライン 送水用10m ホース	大型送水 ポンプ車 入口ライン 取水用 20m, 5m, 1m ホース	大型送水 ポンプ車 出口ライン 送水用 50m, 5m, 2m ホース
PPD-3411	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	既設/新設 改造 DBクラス SAクラス	新設	新設	新設	新設	新設	新設	新設
				—	—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—	—	—
				SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	
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 日本産業規格等	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 管の強度計算書における適用規格整理一覧 (5/5)

設計・建設規格 一般産業品の規格及び基準	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	備考	系統	窒素ガス 代替注入系	高圧発電機車		緊急時対策所用発電機	
					タンクローリ 給油用20m, 7m ホース	タンクローリ 送油用20m ホース	タンクローリ 給油用7m ホース	タンクローリ 送油用20m ホース
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	可搬式窒素 供給装置用 10m, 20m, 2m ホース	新設	新設	新設	新設
					—	—	—	—
PPD-3411	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	既設/新設	—	—	—	—	
			改造	—	—	—		
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 日本産業規格等	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	DBクラス	—	—	—	—	
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	

重大事故等クラス3ポンプの強度計算書における適用規格整理一覧

設計・建設規格 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格各規格番号, 強度計算書の規格及び基準と強度計算書との対応	系統	燃料プール スプレイ系	原子炉建物 放水設備	原子炉補機代替冷却系	原子炉補機代替冷却系	高圧発電機車	緊急時対策所用 発電機
設計・建設規格 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	既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設
			改造	—	—	—	—	—
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	DBクラス	—	—	—	—	—
			SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
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 日本産業規格等	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	種類	ダイヤフューザ型	うず巻型	うず巻型	うず巻形	うず巻形
				—	—	—	—	—

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
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	図書番号 (基本板厚)	VI-3-3-3-7-1-1-1
強度計算書の計算式 (章節番号)	図書番号 (応力計算)	VI-3-3-3-7-1-1-2
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	系統	原子炉浄化系
	既設/新設	既設
	改造	無
	DBクラス	DB1
	SAクラス	—
PPB-3411	管の強度計算	○
PPB-3411準用	鏡板の強度計算(フランジ部)	—
PPB-3411準用	レジュューサの強度計算(フランジ部)	—
PPB-3413	平板の強度計算	—
PPB-3414	フランジの強度計算	—
PPB-3415	管継手の強度計算	—
PPB-3415.1	レジュューサの強度計算	—
PVC-3124.2準用	レジュューサの強度計算(円すい及びその丸み部分(外面に圧力を受けるもの))	—
PPB-3415.2	鏡板の強度計算	—
PPB-3420	管の穴と補強計算	—
PPB-3422(3)	平板の強度計算	—
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	—

【表の記号】

代表して説明

○：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

クラス1 弁の強度計算書の説明分類

設計・建設規格 告示第501号 条項	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	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	分類	A (止め弁)	A (止め弁)	A (止め弁)	
					図書番号	図書番号	図書番号	
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	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	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	図書番号	VI-3-3-3-1-7	VI-3-3-3-1-7	VI-3-3-3-1-7	
				系統	残留熱除去系	残留熱除去系	残留熱除去系	
				弁名称	MV222-7	MV222-11A, B	MV222-14	
				既設/新設	既設	既設	既設	
				改造	無	無	無	
				DBクラス	DBI	DBI	DBI	
				SAクラス	—	—	—	
				型式	止め弁	止め弁	止め弁	
				2.1.1	一次応力 (弁箱)	〇	〇	〇
				2.1.2	配管反力による応力 (弁箱)	〇	〇	〇
				2.1.3	一次+二次応力 (弁箱)	〇	〇	〇
				2.1.4	一次局部応力 (弁箱)	〇	〇	〇
				2.1.5	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ (告示第501号)	△	△	△
2.1.5	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ (弁箱) (設計・建設規格)	—	—	—				
2.1.6	繰返しピーク応力強さ (弁箱) (告示第501号)	△	△	△				
2.1.6	繰返しピーク応力強さ (弁箱) (設計・建設規格)	—	—	—				
2.2	弁体の一次応力	〇	〇	〇				
2.3	フランジの強度計算	〇	〇	〇				
2.4	弁箱又は弁ふたの最小厚さの計算 (告示第501号)	—	△	—				
2.4	弁箱又は弁ふたの最小厚さの計算 (設計・建設規格)	〇	—	〇				
2.6	管台の最小厚さの計算	—	—	—				
2.5	弁箱のネック部内径と弁入口流路内径の比	〇	〇	〇				
2.5	弁箱のネック部と流路部が交わる部分の 外表面の丸みの半径	〇	〇	〇				
2.5	弁箱の弁座挿入部のすみの丸みの半径	〇	〇	〇				

クラス3 容器の強度計算書の説明分類

設計・建設規格 規格番号	設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応	分類	A			
			VI-3-3-8-2-1	VI-3-3-8-2-2	VI-3-3-8-2-3	VI-3-3-8-2-4
		図書番号	VI-3-3-8-2-1	VI-3-3-8-2-2	VI-3-3-8-2-3	VI-3-3-8-2-4
		系統	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備	火災防護設備
		機器名	サイトバンク建物 消火タンク	44m盤消火タンク	45m盤消火タンク	50m盤消火タンク
		既設/新設	新設	新設	新設	新設
		改造	—	—	—	—
		DBクラス	DB3	DB3	DB3	DB3
		SAクラス	—	—	—	—
		型式	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形	たて置円筒形
PVD-3310, PVD-3320	2.2	備考	○	○	○	○
PVD-3010 (PVC-3920準用)	2.3	円形平板の計算 開放タンクの胴の計算	○	○	○	○
PVD-3010 (PVC-3960, PVC-3970準用)	2.4	開放タンクの底板の計算	○	○	○	○
PVD-3010 (PVC-3980準用)	2.5	開放タンクの管台の計算	○	○	○	○
PVD-3010 (PVC-3160準用)	3.2	容器の穴の補強計算 (胴)	○	○	○	○
PVD-3010, PVD-3510 (PVC-3950準用)	3.3	開放タンクの胴の穴の補強計算	○	○	○	○

クラス3 管の強度計算書の説明分類

設計・建設規格 規格番号	強度計算書の計算式(章節番号)	設計・建設規格各規格番号と強度計算書との対応	分類	
			図書番号	A
PPD-3411	2.2	備考 管の板厚計算	VI-3-3-8-2-5-1~13	VI-3-3-5-1-1-1
PPD-3411準用	2.4		火災防護設備	サイトバンカ
PPD-3411準用	2.5		レジュューサの強度計算 (フランジ部)	床トレン配管
PPD-3413	2.3		平板の強度計算	既設
PPD-3414	2.7		フランジの強度計算	新/既
PPD-3415	—		管継手の強度計算	—/有/無
PPD-3415.1	2.5		レジュューサの強度計算	DB3/Non→DB3
PVC-3124.2準用	—		レジュューサの強度計算 (円すい及びその丸み部分 (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	○
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容器的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	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)	A (開放タンク 内張り材評価有)	B (横置円筒形)	D (ラグ支持たて置 円筒形)
設計・建設規格 告示第501号 条項	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	—	燃料プール	燃料プール冷却系	燃料プール冷却系	燃料プール冷却系	燃料プール冷却系	残留熱除去系
	2.2 ①	円筒形の胴の計算	—	既設	既設	既設	既設	既設	—
	2.3 ②	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	—	無	無	無	無	無	—
	3.2 ③	容器の穴の補強計算 (胴)	—	DB3	DB3	DB3	DB3	DB3 (胴側)	DB3 (胴側)
	3.5	2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	—	—	—	—	—	—	—
	2.4 ④	さら形鏡板の計算	—	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2
	2.5	半球形鏡板の計算	—	有	無	有	無	無	無
	2.6 ⑤	半だ円形鏡板の計算	—	—	—	—	—	—	—
	2.7 ⑥	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	—	—	—	—	—	—	—
	3.2 ⑦	容器の穴の補強計算 (鏡板)	—	—	—	—	—	—	—
設計・建設規格 告示第501号 条項	第34条 第1項 第2項	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.8 ⑧	円形平板の計算 (告示第501号)	—	—	—	—	—	—	—
	2.8 ⑨	円形平板の計算 (設計・建設規格)	—	—	—	—	—	—	—
	2.9 ⑩	だ円形メンホール平板の計算	—	—	—	—	—	—	—
	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)	—	—	—	—	—	—	—
	2.10 ⑪	容器の管板の計算	—	—	—	—	—	—	—
	2.11 ⑫	容器の管台の計算	—	—	—	—	—	—	—
	2.15 ⑬	熱交換器の伝熱管の計算	—	—	—	—	—	—	—
	2.12 ⑭	開放タンクの胴の計算	—	—	—	—	—	—	—
	3.3 ⑮ (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	開放タンクの底板の計算	—	—	—	—	—	—	—	
PVC-3970	開放タンクの管台の計算	—	—	—	—	—	—	—	
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	—	—	—	—	—	—	—	△

重大事故等クラス2容器的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	設計・建設規格 の計算式 (章節番号)	備考	分類	B (横置円筒形)		C (開放タンク 内張り材評価無)		既工認呼び込み	B (横置円筒形)		C (開放タンク 内張り材評価無)		既工認呼び込み
				図書番号	図書番号	図書番号	図書番号		図書番号	図書番号	図書番号	図書番号	
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	円筒形の胴の計算	既設/新設	VI-3-3-3-6-1-1	VI-3-3-3-6-1-4	VI-3-3-3-6-1-5	既設	既設	VI-3-3-3-6-2-1	VI-3-3-3-6-2-4	VI-3-3-3-6-2-5	
			容器的の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	無	原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	無	無	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	
			容器的の穴の補強計算 (胴)	DBクラス	原子炉補機冷却系 熱交換器	原子炉補機冷却系	原子炉補機海水系	DB3	DB3	DB3	DB3	DB3	
			2つ以上の穴が接近しているときの補強計算	SAクラス	原子炉補機冷却系 熱交換器	原子炉補機冷却系 サージタンク	原子炉補機海水 ストレートナ	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
			さら形鏡板の計算	型式	既設	無	既設	無	無	無	無	無	無
			全半球形鏡板の計算	内張り材の評価	既設	無	既設	無	無	無	無	無	無
			半だ円形鏡板の計算	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
			容器的の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
			容器的の穴の補強計算 (鏡板)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
			円形平板の計算 (告示第501号)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
円形平板の計算 (設計・建設規格)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無			
だ円形メンホール平板の計算	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無			
容器的の穴の補強計算 (平板)	3.2	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
容器的の管板の計算	2.10 ⑪	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
容器的の管台の計算	2.11 ⑫	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
熱交換器の伝熱管の計算	2.15 ⑬	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
開放タンクの胴の計算	2.12 ⑭	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
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)	3.3 ⑮ (3.4)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
開放タンクの底板の計算	2.13 ⑯	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
開放タンクの管台の計算	2.14 ⑰	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無		
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	— ⑱	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	
既工認	—	既工認	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	

重大事故等クラス2容器的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	設計・建設規格 の計算式 (規格番号)	備考	分類	E (スカート支持 たて置円筒形) 【0.18説明】	E (スカート支持 たて置円筒形) たて置円筒形			
						図書番号		
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 (規格番号)	備考	図書番号	VI-3-3-8-1-1-1-1	VI-3-3-8-1-1-2-1			
			系統	非常用ディーゼル 発電設備	高圧炉心スプレイス ディーゼル発電設備			
			機器名	空気だめ	空気だめ			
			既設/新設	既設	既設			
			改造	無	無			
			DBクラス	DB3	DB3			
			SAクラス	SA2	SA2			
			型式	スカート支持 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			
			PVC-3121 PVC-3122 (1)	2.2 ①	円筒形の胴の計算		○	○
			PVC-3150 (2)	2.3 ②	容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算		○	○
			PVC-3160	3.2 ③	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 ④	さら形鏡板の計算		—	—
PVC-3210 (2) PVC-3223 (1) PVC-3225	2.5	半球形鏡板の計算		—	—			
PVC-3230 (2)	2.6 ⑤	半だ円形鏡板の計算		○	○			
PVC-3240	2.7 ⑥	容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算		○	○			
第34条 第1項 第2項	3.2 ⑦	容器の穴の補強計算 (鏡板)		—	—			
PVC-3310 PVC-3320	2.8 ⑧	円形平板の計算 (告示第501号)		—	—			
J I S B 8 2 0 1	2.8 ⑨	円形平板の計算 (設計・建設規格)		—	—			
PVC-3320 (2)	2.9 ⑩	だ円形メンホール平板の計算		□	□			
PVC-3510	3.2	容器の穴の補強計算 (平板)		—	—			
PVC-3610	2.10 ⑪	容器の管板の計算		—	—			
PVC-3610 (1) (2)	2.11 ⑫	容器の管台の計算		○	○			
PVC-3920	2.15 ⑬	熱交換器の伝熱管の計算		—	—			
PVC-3940 PVC-3950	2.12 ⑭ 3.3 ⑮ (3.4)	開放タンクの胴の計算 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 ⑯ 2.14 ⑰	開放タンクの底板の計算 開放タンクの管台の計算		—	—			
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	— ⑱	—		○	○			
—	—	既工認		—	—			

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)

告示第501号 設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	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	C (うず巻)		D (立形ターボ)		B (横軸ターボ)		D (立形ターボ)		B (横軸ターボ)		E (往復)		B (横軸ターボ)				
			図書番号	系統	図書番号	系統	図書番号	系統	図書番号	系統	図書番号	系統	図書番号	系統	図書番号	系統	図書番号	系統	
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	既設/新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設		
			改置	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	
			DRクラス	Non	Non	Non	Non	Non	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	SA2	SA2
			種類	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸	横軸
			型式	うず巻	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形	ターボ形
			ケーシング	軸平行割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割	軸垂直割
			ケーシング	両吸込2重	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形	1段立形
			ポンプの型式判別	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			うず巻ポンプ又はターボポンプのケーシングの厚さ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
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部分の厚さ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
ケーシング各部形状の規定 (告示第501号)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
ケーシング各部形状の規定 (設計・建設規格)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
往復ポンプのリキッドリンダー及び 往復ポンプのケーシング又は往復ポン プのケーシングカバールの厚さ (告示第501号)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
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ルの厚さ (告示第501号)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
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ルの厚さ (設計・建設規格)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
ボルトの平均引張応力 (告示第501号)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
吸込み及び吐出フランジ	—*2	—*2	—*2	—*2	—*2	—*2	—*2	—*2	—*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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

注記 *1: 立形ポンプのため、クラス3の規定を使用。
 *2: JIS 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カバール材について実施。
 *4: 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管の強度計算書の説明分類 (3/4)

設計・建設規格 告示第501号 条項	設計・建設規格 告示第501号 条項	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	備考	分類	A		A		A		A		A		A		A	
					【⑥、⑧説明】	【⑦説明】	図書番号 (基本版厚)	図書番号 (応力計算)	VI-3-3-6-1- 1-2-1	VI-3-3-6-1- 2-2-2	VI-3-3-6-1- 3-2-2	VI-3-3-7-2- 1-1	VI-3-3-7-2- 2-1-1, 3	VI-3-3-7-2- 2-2-1, 2	VI-3-3-7-2- 2-3-1, 2	VI-3-3-7-2- 2-4-3-1		VI-3-3-7-3- 1-1-1
設計・建設規格 告示第501号 条項	設計・建設規格 告示第501号 条項	強度計算書 の計算式 (章節番号)	備考	系統	図書番号 (基本版厚)	VI-3-3-4-4- 1-2-1	VI-3-3-4-4- 1-2-2	VI-3-3-6-1- 1-2-1	VI-3-3-6-1- 2-2-2	VI-3-3-6-1- 3-2-2	VI-3-3-7-2- 1-1	VI-3-3-7-2- 2-1-1, 3	VI-3-3-7-2- 2-2-1, 2	VI-3-3-7-2- 2-3-1, 2	VI-3-3-7-2- 2-4-3-1	VI-3-3-7-3- 1-1-1	VI-3-3-7-3- 2-1-1	A
					図書番号 (応力計算)	VI-3-3-4-4- 1-2-2	VI-3-3-6-1- 1-2-1	VI-3-3-6-1- 2-2-2	VI-3-3-7-2- 1-1	VI-3-3-7-2- 2-1-1, 3	VI-3-3-7-2- 2-2-1, 2	VI-3-3-7-2- 2-3-1, 2	VI-3-3-7-2- 2-4-3-1	VI-3-3-7-3- 1-1-1	VI-3-3-7-3- 2-1-1			
					既設/新設	既設 有/無	既設 無	既設 無	既設 無	既設 無	既設 無	既設 無	既設 無	既設 有/無	既設 無			
					改造	有/無	無	無	無	無	無	無	無	有/無	無			
					DRクラス	-/DB2/DB3	Non	SA2	SA2	DB2	DB2	-/DB2 /DB3/Non	-/DB2	-/DB4	DB4			
					SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2		
					2.2 ①	管の板厚計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
					2.4	鋼板の強度計算(フランジ部)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					2.5	レジュマの強度計算(フランジ部)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					2.3	平板の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2.7 ②	フランジの強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2.5	管継手の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
レジュマの強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
丸みの部分(外面に圧力を受けるもの)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2.4 ③	鋼板の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2.8 ④	伸縮継手の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2.6 ⑤	管の穴と補強計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2.3	平板の強度計算	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
重大事故等クラス2機器であつてクラス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⑥ ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継手の評価⑦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
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	第56条から第57条	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
PPC-3500	PPC-3500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

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 規格番号 告示第501号 条項	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	備考	分類	A		A
				図書番号 (基本版厚)	図書番号 (応力計算)	VI-3-3-7-4- 1-2-1
設計・建設規格 規格番号 告示第501号 条項	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	強度計算書 の計算式 (章節番号)	系統	VI-3-3-7-4- 1-2-1	VI-3-3-7-4- 1-2-2	格納 容器 フィルタ ベント系
PPC-3411	2.2 ①	管の板厚計算	既設/新設 改造	—	—	—
PPC-3411 種用	2.4	縦板の強度計算 (フランジ部)	DRクラス	DB2	—	—
PPC-3411 種用	2.5	レジュマサの強度計算 (フランジ部)	SAクラス	SA2	—	SA2
PPC-3413	2.3	平板の強度計算	—	—	—	—
PPC-3414	2.7 ②	フランジの強度計算	—	—	—	—
PPC-3415	—	管継手の強度計算	—	—	—	—
PPC-3415.1	2.5	レジュマサの強度計算	—	—	—	—
PPC-3124.2 種用	—	レジュマサの強度計算 (田すい及びその 丸みの部分 (外面に圧力を受けるもの))	—	—	—	—
PPC-3415.2	2.4 ③	縦板の強度計算	—	—	—	—
PPC-3416	2.8 ④	伸縮継手の強度計算	—	—	—	—
PPC-3420	2.6 ⑤	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機器であつ 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 ⑥ ねじ山のせん断破壊式を用いたねじ込み継 手の評価 ⑦	—	—	—	—
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	— ⑧	—	—	—	—	—
第56条から第57条	— ⑨	応力計算 (告示第501号)	—	△	—	—
PPC-3500	— ⑩	応力計算 (設計・建設規格)	—	○	—	—
—	—	既工認	—	—	—	—

重大事故等クラス2弁の強度計算書の説明分類 (1/5)

告示第501号各条項及び設計・建設規格各規格番号及び規格番号 告示第501号各条項	強度計算書の計算式(章節番号)	備考	分類		A		A		A		A		
			図書番号	系統	VI-3-3-4-2-1-2	VI-3-3-4-2-1-2	VI-3-3-7-4-1-1	VI-3-3-7-4-1-1	VI-3-3-7-4-1-1	VI-3-3-7-4-1-1			
耐圧部の設計	第85条 第1項 WVC-3210 WVC-3220 WVC-3230	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算 弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算 2.1項の規定に適合しない場合の計算 管台の最小厚さの計算	AV212-126	制御棒駆動水圧系	AV212-127	MV217-4	MV217-5	MV217-18	既設	既設	既設	MV217-18	
			既設/新設改造	無	無	有	有	有	有	有	有	有	
			DBクラス	DB2	DB3	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	DB2	
			SAクラス型式	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
			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	
			△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
弁の応力評価	第85条 第4項 WVC-3310 (a) WVC-3310 (b)	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 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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

重大事故等クラス2弁の強度計算書の説明分類 (2/5)

告示第501号各条項	設計・建設規格各規格番号及び 強度計算書の計算式 (章節番号)	分類	図書番号				A	A	A	A	
			VI-3-3-7-5-1-1 格納容器フィラタ メント系	VI-3-3-3-3-1-7	VI-3-3-3-3-1-7	VI-3-3-3-3-1-7					
第85条 第1項 耐圧部の設計	設計・建設規格 規格番号 告示第501号各条項	備考	系統	基本設計方針対象設備							
			弁名称	MV217-23	MV222-1010	MV222-1010	MV222-1011	MV222-1020			
			既設/新設	新設	新設	新設	新設	新設			
			改造	—	—	—	—	—			
			DBクラス	—	DB2	DB2	DB2	DB2			
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2			
型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁						
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	—	—	—	—	—	—	—		
第85条 第4項	2.4	弁箱と弁ふたのフラン ジの応力解析	—	—	—	—	—	—	—		
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	○	○	○	○	○	○	○		
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	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

重大事故等クラス2弁の強度計算書の説明分類 (3/5)

告示第501号各条項	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	
			図書番号	VI-3-3-3-4-3-2 基本設計方針 対象設備	VI-3-3-3-5-1-2 基本設計方針対象設備	VI-3-3-3-5-1-2 基本設計方針対象設備		
第85条 第1項 耐圧部の設計	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	図書番号	VI-3-3-3-4-3-2	VI-3-3-3-5-1-2	VI-3-3-3-5-1-2	A	
			系統	基本設計方針 対象設備	基本設計方針対象設備	基本設計方針対象設備	基本設計方針対象設備	A
			弁名称	MV2B1-4	MV2B1-4	MV2B1-4	MV2B1-4	MV221-6
			既設/新設 改造	新設	新設	既設	既設	既設
第85条 第4項 弁の応力評価	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	DBクラス	—	DB2	DB2	DB2	
			SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	
			型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁
			弁箱又は弁ふたの最少 厚さの計算	—	—	—	—	—
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	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	弁箱又は弁ふたの最少 厚さの計算	○	○	○	○	
			2.1項の規定に適合し ない場合の計算	—	—	—	—	
			管台の最小厚さの計算	—	—	—	—	
			弁箱と弁ふたのフラン ジの応力解析	—	—	—	—	
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	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	フランジの応力解析	—	—	—	—	
			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 (4/5)

告示第501号各条項及び設計・建設規格各規格番号及び強度計算書との対応		分類	A	A	A	A	A
告示第501号各条項		図書番号	VI-3-3-3-5-1-2				
設計・建設規格規格番号及び強度計算書の計算式(章節番号)		系統	基本設計方針対象設備				
第85条 第1項	耐圧部の設計	弁名称	MV221-7	MV221-22	MV221-34	V221-575	V221-577
		既設/新設	既設	既設	新設	既設	既設
		改造	無	無	—	無	無
		DBクラス	DB2	DB2	DB2	Non	Non
VVC-3210	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
VVC-3220	型式	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	止め弁	
VVC-3230	2.1	—	—	—	—	—	
第85条 第4項	弁の応力評価	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	—	—	—	—	—
		弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	○	○	○	○	○
		2.1項の規定に適合しない場合の計算	—	—	—	—	—
		管台の最小厚さの計算	—	—	—	—	—
VVC-3310 (a)	2.4	—	—	—	—	—	
VVC-3310 (b)	2.4	—	—	—	○	○	
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	—	—	—	—	—	—	

重大事故等クラス2 弁の強度計算書の説明分類 (5/5)

告示第501号各条項及び 設計・建設規格各規格番号及び 規格番号 告示第501号各条項	強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	分類	A			A
				図書番号	VI-3-3-6-1-1-1	VI-3-3-7-2-2-4-2	
第85条 第1項 耐圧部の設計	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	系統	基本設計方針対象設備	基本設計方針対象設備	基本設計方針対象設備	A
	2.1	弁箱又は弁ふたの最少厚さの計算	弁名称 既設/新設 改造	AV264-5 既設 無	AV264-6 既設 無	MV2BB-7 新設 —	—
	2.2	2.1項の規定に適合しない場合の計算	DBクラス	Non	Non	—	—
	2.3	管台の最小厚さの計算	SAクラス 型式	SA2 止め弁	SA2 止め弁	SA2 止め弁	—
第85条 第4項 弁の応力評価	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	—	—	—	—	—
	2.4	弁箱と弁ふたのフランジの応力解析	—	○	○	○	○
	2.4	フランジボルトの応力解析	—	○	○	○	○
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	—	—	—	○	○	○	—

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 規格番号	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
			図書番号	VI-3-3-6-1-4 原子炉補機 冷却系	VI-3-3-6-2-4 高圧炉心スプレイ 補機冷却系	VI-3-3-7-5-1-3 格納容器フィルタ ベント系	VI-3-3-7-5-1-4 格納容器フィルタ ベント系	
設計・建設規格 規格番号	強度計算書 の計算式 (章節番号)	機器名	原子炉補機冷却系 サージタンク	高圧炉心スプレイ 補機冷却系サージ タンク	第1ベントフィルタ スクラバ容器	第1ベントフィルタ 銀ゼオライト容器	空気だめ	空気だめ
			既設/新設	既設	新設	新設	既設	既設
			改造	無	—	—	無	無
			DBクラス	Non	—	—	Non	Non
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）の強度計算書の説明分類

設計・建設規格 規格番号	設計・建設規格各規格番号と 強度計算書との対応	分類	A (凹形)				B (平板形)				C (円輪板形)				B (平板形)							
			図書番号	VI-3-3-2-2-1-2	VI-3-3-4-5-1	VI-3-3-6-1-3	VI-3-3-6-2-2	VI-3-3-6-2-3	VI-3-3-6-2-4-1	VI-3-3-6-2-2	VI-3-3-6-2-3	VI-3-3-6-2-4-1	VI-3-3-6-2-2	VI-3-3-6-2-3	VI-3-3-6-2-4-1	VI-3-3-6-2-2	VI-3-3-6-2-3	VI-3-3-6-2-4-1				
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	系統	燃料プールの冷却系	低圧原子炉代替 注水系	原子炉補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系	高圧炉心スプレイ 補機冷却系	高圧炉心スプレイ 補機海水系				
			機器名	燃料プール冷却 ポンプ	低圧原子炉代替 注水ポンプ	原子炉補機海水 ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ	高圧炉心スプレイ 補機冷却ポンプ			
			既設/新設	既設	新設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設	既設		
			DBクラス	Non	—	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	
SSC-3010	2.1.2(1)	評価応力	SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2		
			評価応力及び 許容応力の計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
SSC-3010	2.1.2(2)	評価応力及び 許容応力の計算	SAクラス	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	SA2	
			評価応力及び 許容応力の計算	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

重大事故等クラス3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、 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格各規格番号、 強度計算書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)	B (ボンベ)
			図書番号	燃料プール スプレー系	原子炉補機代替冷却系	移動式代替熱交換 設備プレート式 熱交換器	逃がし安全弁室系 ガス供給系
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格及び基準	備考	既設/新設 改造	新設	新設	新設	新設	新設
		DBクラス	—	—	—	—	—
		SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
		型式	U型 ストレーナ	プレート式	T型 ストレーナ	— 一般継目なし 鋼製容器	— 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 日本産業規格等	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 (2/3)

設計・建設規格各規格番号、 一般産業品の規格及び基準	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)	設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格及び基準	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 (ポンプ)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)	A (容器等)
				図書番号	緊急時対策所 換気空調系						
PPD-3414 PPD-3415	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 日本産業規格等	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	図書番号	VI-3-3-6-1-3-1	VI-3-3-8-1-1-3-2	VI-3-3-8-1-1-3-3	VI-3-3-8-1-1-4-1	VI-3-3-8-1-1-5-2	緊急時対策所用 発電機	緊急時対策所用発 電機付燃料タンク
				系統	緊急時対策所 換気空調系	高圧発電機車	高圧発電機車	可搬式窒素供給 装置用発電設備	可搬式窒素供給 装置付燃料タンク		
				機器名	空気ポンプ 加圧設備 (空気ポンプ)	高圧発電機車付 燃料タンク	タンクローリ	可搬式窒素供給 装置付燃料タンク			
				既設/新設 改造	新設	新設	新設	新設			
				DBクラス	—	—	—	—			
				SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3			
				型式	一般継目なし 鋼製容器	角形	だ円型	角型	角形		
					—	—	—	—	—		
					□	□	□	□	□		
					□	□	□	□	□		

重大事故等クラス3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、 一般産業品の規格及び基準	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	分類	A (容器等)		
					図書番号	VI-3-3-8-1-1-5-3 緊急時対策所用 発電機	VI-3-3-8-3-1-1 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	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	大量送水車付燃料 タンク	大型送水ポンプ車 付燃料タンク
				既設/新設 改造	新設	新設	新設
				DBクラス	—	—	—
				SAクラス	SA3	SA3	SA3
				型式	だ円型	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 日本産業規格等		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	<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 (1/5)

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)					
		図書番号	VI-3-3-2-2-2-3-3					
		系統	燃料プールのプレイ系					
		機器名	大量送水車 入口ライン 取水用10m 吸水管	大量送水車 入口ライン 取水用10m ホース	大量送水車 出口ライン 送水用50m, 10m, 5m, 1m ホース	大量送水車 出口ライン 送水用20m, 5m, 2m, 1m ホース	大量送水車 出口ライン 送水用20m ホース	可搬型 スプレイ ノズル
		備考	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—
			SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3
PPD-3411	2.1	強度計算書の 計算式 (章節番号)	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 日本産業規格等	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管の強度計算書の説明分類 (2/5)

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)	
		図書番号	VI-3-3-2-2-3-2-1	VI-3-3-3-4-5-2-3	VI-3-3-3-6-3-5-3
設計・建設規格 規格番号 一般産業品の規格及び基準	系統	原子炉建物放水設備		原子炉補機代替冷却系	
		大型送水ポンプ車 入口ライン 取水用 20m, 5m, 1m ホース	大型送水ポンプ車 出口ライン 送水用 50m, 5m, 2m ホース	大型送水ポンプ車 放水砲	大型送水ポンプ車 出口ライン 送水用 50m, 5m, 2m ホース
強度計算書の計算式 (章節番号)	機器名	放水砲		大量送水車 出口ライン 送水用10m ホース	
		大型送水ポンプ車 取水用 20m, 5m, 1m ホース	大型送水ポンプ車 出口ライン 送水用 50m, 5m, 2m ホース	大型送水ポンプ車 入口ライン 取水用 20m, 5m, 1m ホース	大型送水ポンプ車 出口ライン 送水用 50m, 5m, 2m ホース
PPD-3411 高圧ガス保安法に基づき容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則等 日本産業規格等	備考	既設/新設	新設	新設	新設
		改造	-	-	-
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	DBクラス	-	-	-
		SAクラス	SA3	SA3	SA3
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	既設/新設	新設	新設	新設
		改造	-	-	-

重大事故等クラス3管の強度計算書の説明分類 (3/5)

設計・建設規格 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格各規格番号, 強度計算書の規格及び基準と強度計算書との対応	分類	A (完成品)				B (完成品を除く)	
			図書番号	VI-3-3-3-6-3-5-3	VI-3-3-4-4-1-2-3	VI-3-3-6-1-2-2-3		
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)	機器名	原子炉補機代替冷却系	大型送水ポンプ車 出口ライン 送水用1m ホース	移動式代替 熱交換設備 入口ライン 戻り用5m ホース	移動式代替 熱交換設備 出口ライン 供給用5m ホース	連結管	中央制御室 空気供給系
			大型送水ポンプ車 出口ライン 送水用10m, 5mホース	新設	新設	新設	新設	空気供給 装置連結管
		既設/新設 改造	新設	新設	新設	新設		
		DBクラス	—	—	—	—		
		SAクラス	SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	
PPD-3411	2.1	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き容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則等 日本産業規格等	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管の強度計算書の説明分類 (4/5)

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	VI-3-3-6-1-3-2-3					A (完成品)	
		B (完成品を除く)	B (完成品を除く)	B (完成品を除く)	B (完成品を除く)	B (完成品を除く)		
	図書番号	VI-3-3-6-1-3-2-3						
	系統	緊急時対策所換気空調系						
強度計算書の 計算式 (章節番号)	備考	機器名	空気ボンベ 加圧設備 空気ボンベ 連結管	空気ボンベ 加圧設備 空気ボンベ 連結管接続口 ～ フレキシブル チューブ 接続口 (上流側)	空気ボンベ 加圧設備用 フレキシブル チューブ	フレキシブル チューブ 接続口 (下流側) ～ 建物加圧 空気配管 接続口 (上流側)	空気ボンベ 加圧設備用 フレキシブル ホース	緊急時対策所 空気浄化装置用 2.5m, 1.5m 可搬型ダクト
		既設/新設 改造	新設	新設	新設	新設	新設	新設
			—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	
			SA3	SA3	SA3	SA3	SA3	
PPD-3411	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き容器保 安規則及び一般高圧ガス保安規 則等 日本産業規格等	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管の強度計算書の説明分類 (5/5)

設計・建設規格 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格各規格番号, 設計書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)	系統	窒素ガス 代替注入系	高圧発電機車	緊急時対策所用発電機
		機器名	可搬式窒素 供給装置用 10m, 20m, 2m ホース	タンクローリ 給油用20m 7m ホース	タンクローリ 給油用7m ホース
		既設/新設 改造	新設	新設	新設
		DBクラス	-	-	-
		SAクラス	SA3	SA3	SA3
PPD-3411	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き容器保 安規則及び一般高圧ガス保安規 則等 日本産業規格等	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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

重大事故等クラス3ポンプの強度計算書の説明分類

設計・建設規格 一般産業品の規格及び基準	設計・建設規格名規格番号, 強度計算書の規格及び基準と強度計算書との対応	分類	A (ポンプ)	A (ポンプ)	A (ポンプ)	A (ポンプ)	A (ポンプ)	B (発電装置)	B (発電装置)		
設計・建設規格 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	VI-3-3-2-2-1	VI-3-3-2-2-3-1	VI-3-3-3-6-3-2	VI-3-3-3-6-3-3	VI-3-3-8-1-1-3-1	VI-3-3-8-1-1-5-1		
			系統	燃料プールの スプレイス	原子炉建物 放水設備	原子炉補機代替冷却系	原子炉補機代替冷却系	原子炉補機代替冷却系	原子炉補機代替冷却系	原子炉補機代替冷却系	
			機器名	大量送水車	大型送水ポンプ車	移動式代替熱交換 設備淡水ポンプ	大型送水ポンプ車	大型送水ポンプ車	大型送水ポンプ車	冷却水ポンプ	
			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	
			種類	ダイヤユューガ型	うず巻型	うず巻型	うず巻型	うず巻型	うず巻型	うず巻型	
			PPD-3414	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	—	—	—	—	—	—
			PPD-3415	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	□	□	□	□	□	□
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 日本産業規格等											

強度評価対象弁の選定について

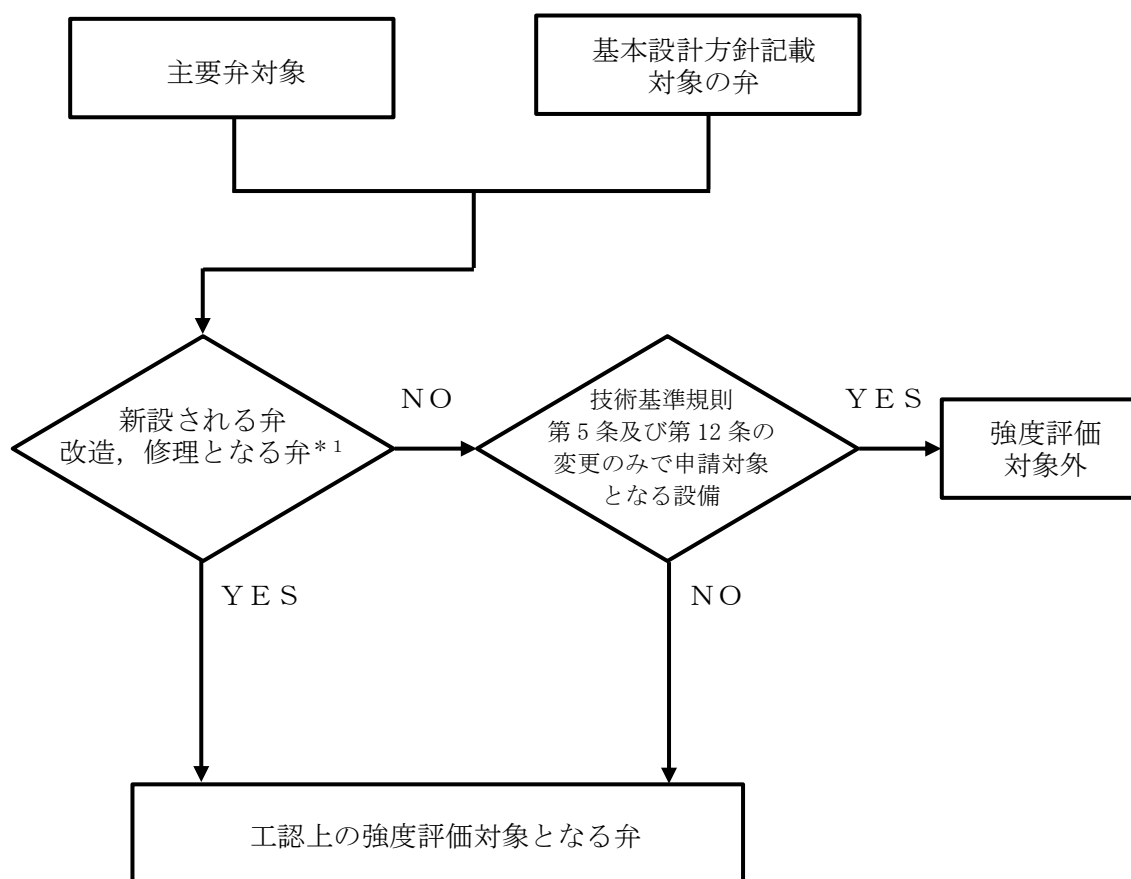
目 次

1. 概要	1
-------------	---

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「NS 2 補足-28 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

目 次

1. はじめに	1
2. 評価部位ごとの評価方法	1
3. まとめ	3

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。この評価断面の違いについては既工認から考え方は変わらないものであり、今回工認で新たに適用しているものではないが、本資料は、評価部位ごとのボルトの応力評価における断面積の考え方を改めてまとめたものである。

なお、本資料が関連する工認図書は以下のとおり。

- ・「VI-2 耐震性に関する説明書」
- ・「VI-3 強度に関する説明書」

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、鋼構造設計規程^(4.6.0.1, 4.6.2)、「J E A G 4 6 0 1・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(1) および(2) に定める許容応力 f_t 、 f_s の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3) に定める f_{ts} の式において、 f_{to} を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。

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(1) および(2) に定める許容応力 f_t 、 f_s の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3) に定める f_{ts} の式において、 f_{to} を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。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。

（解説 SSB-3131）供用状態 A および B での許容応力

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 フランジの評価

設計・建設規格（J S M E S N C 1-2005/2007）の PPB-3414 の記載は以下のとおり。

PPB-3414 フランジ

- (2) 管と管をフランジ継手により接続する場合は、次の a. から c. に適合するものでなければならない。
- b. ボルト等の最高使用圧力におけるボルト荷重およびガスケット締付時のボルト荷重により生ずる平均引張応力は、それぞれ最高使用温度における付録材料図表 Part 5 表 7 に定める値を超えないこと。
- c. 上記 a.、b. の応力は日本工業規格 JIS B 8265(2003) 「圧力容器の構造—一般事項」により算出すること。

以上より、フランジ部のボルトは J I S B 8 2 6 5 附属書 3 を適用して評価している。

2.2.2 評価断面

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。

2.2.3 許容応力

設計・建設規格の規定に基づきボルト材料の許容応力を評価する。2.2.1項に記載の通り、PPB-3414ではボルト材料は、付録材料図表 Part5 表7に定めるボルト材の許容引張応力 S に基づき評価している。

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。

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)

美用発電用原子炉及びその付属施設の 技術基準に関する規制 (クラ 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																		
<p>(材料及び構造)</p> <p>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また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号の規定については、使用前に適用されるものとす。</p>	<p>高圧ガス保安法 (容器保安規則)</p> <p>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。</p> <p>(注5) 最高充てん圧力 (容器保安規則第 2 条第 1 項第 25 項) 次の表 (抜粋) の上欄に掲げる容器の区分に応じて、それぞれの同表の下欄に掲げる圧力 (ゲージ圧力) をいう。以下同じ。</p> <table border="1" data-bbox="826 831 1070 1592"> <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 【ハロゲン化物ポンプ】</td> <td>温度 35 度においてその容器に充てんすることの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。)</td> <td>第 26 号の表に規定する耐圧試験圧力の 5 分の 3 倍 (再充てん禁止容器の場合あっては、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> <tr> <td>【二酸化炭素ポンプ】</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(注6) 耐圧試験圧力 (容器保安規則第 2 条第 26 号)</p> <table border="1" data-bbox="1098 831 1238 1592"> <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</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>【ハロゲン化物ポンプ】</td> <td></td> </tr> <tr> <td>液化炭酸ガス</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【二酸化炭素ポンプ】</td> <td>19.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注7) 一般高圧ガス保安規則第 6 条第 2 項第 8 号ボ</p>	容器の区分	圧力	圧縮ガスを充てんする容器 【ハロゲン化物ポンプ】	温度 35 度においてその容器に充てんすることの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。)	第 26 号の表に規定する耐圧試験圧力の 5 分の 3 倍 (再充てん禁止容器の場合あっては、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	【二酸化炭素ポンプ】		高圧ガスの種類	圧力 (MPa)	その他のガス	温度 48 度における圧力の数値の 3 分の 5 倍又は 24.5	【ハロゲン化物ポンプ】		液化炭酸ガス		【二酸化炭素ポンプ】	19.6	<p>クラ 3 容器 (クラ 3 容器又はクラ 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。</p> <p>イ クラ 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。</p> <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 項)</p>
容器の区分	圧力																			
圧縮ガスを充てんする容器 【ハロゲン化物ポンプ】	温度 35 度においてその容器に充てんすることの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。)	第 26 号の表に規定する耐圧試験圧力の 5 分の 3 倍 (再充てん禁止容器の場合あっては、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																			
【二酸化炭素ポンプ】																				
高圧ガスの種類	圧力 (MPa)																			
その他のガス	温度 48 度における圧力の数値の 3 分の 5 倍又は 24.5																			
【ハロゲン化物ポンプ】																				
液化炭酸ガス																				
【二酸化炭素ポンプ】	19.6																			
<p>クラ 3 容器 (クラ 3 容器又はクラ 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。</p> <p>イ クラ 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。</p> <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 項)</p> <p>対象とする機器又は炉心支持構造物がある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)</p> <p>対象とする機器、支持構造物又は炉心支持構造物が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 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>クラ 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。</p> <p>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 3 容器の材料及び使用条件 (圧力、温度、荷重その他の使用条件) と高圧ガス保安法に定めるポンベの材料及び使用条件 (圧力、温度、荷重その他の使用条件) に関する要求は、同等の水準である。</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」を条件としており、高圧ガス保安法におけるポンベ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。</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」を条件としており、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值と同等である。</p>	<p>クラ 3 容器 (クラ 3 容器又はクラ 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。</p> <p>イ クラ 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。</p> <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 項)</p> <p>対象とする機器又は炉心支持構造物がある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)</p> <p>対象とする機器、支持構造物又は炉心支持構造物が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 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>																		

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)

美用発電用原子炉及びその付属施設の 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
<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成分及び機械的強度を有するものを使用する。</p>	<p>(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、クロモ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。</p> <p>(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。</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。</p> <p>○その他の使用条件 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。</p> <p>一方、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「その他の使用条件」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。</p> <p>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保安水準は同等である。</p>
<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>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。</p> <p>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。</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>	<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>高圧ガス保安法では、「一般継目なし容器 (ハロゲン化物ボンベ) 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、材料の降伏点を起えることの無いよう許容応力を規定していることから、要求する保安水準は同等である。</p>

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)

美用発電用原子炉及びその付属施設の 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 (ハログン化物ポンペ) 及び一般継目なし容器 (二酸化炭素ポンペ及びハログン化物ポンペ) に必要な肉厚を、溶接容器 (ハログン化物ポンペ) 及び一般継目なし容器 (二酸化炭素ポンペ及びハログン化物ポンペ) の最高充填圧力及び材料の許容応力より算出する。	消火設備用ポンペに対し、伸縮継手を使用していないため、対象外。
ロ クラス 3 機器に属する伸縮継手においては、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。		消火設備用ポンペ外面には圧力が加わらないことから、消火設備用ポンペに座屈が生じることはない。
ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。		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。
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。		(注 12) 「美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。
イ 不連続で特異な形状でないものであること。		(1) 一③ 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。
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。		
ハ 適切な強度を有するものであること。		
二 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であり溶接したものであること。		

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)

美用発電用原子炉及びその付属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋) (材料及び構造)	消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)	評 価
<p>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また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号の規定については、使用前に適用されるものとす。</p>	<p>(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を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。</p>	<p>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組成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、荷重その他の使用条件) と消防法に定める消火器の材料及び使用条件 (圧力、温度、荷重その他の使用条件) に関する要求は、同等の水準である。</p>
<p>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^(注 4)に対して、適切な機械的強度及び化学的組成^(注 4)を有すること。</p>		

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付属施設の 技術基準に関する規則 (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 項) 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 PartI 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。</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ぬ。</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お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ぬ。</p> <p>一 化学泡消火器 5 度以上 40 度以下 二 化学的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」を条件としており、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)

<p>美用発電用原子炉及びその付属施設の 技術基準に関する規制 (クラス 3 容器に係る事項を抜粋)</p>	<p>消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令) (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="502 846 734 1579"> <thead> <tr> <th colspan="2">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>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 1.2mm</td> </tr> <tr> <td>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 120mm 未満 1.0mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>内径 100mm 以上 1.0mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>内径 100mm 未満 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	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 120mm 未満 1.0mm			内径 100mm 以上 1.0mm			内径 100mm 未満 0.8mm	<p>評価</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														
	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 120mm 未満 1.0mm														
		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断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>○その他の使用条件 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を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「その他の使用条件」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的成分を有する材料を使用することが要求されている。 一方、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通り同等であることから、材料に対して要求する保安水準は同等である。 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)

美用発電用原子炉及びその付属施設の 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)^(注 3) 最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態。</p>	<p>消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)</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ぬ。</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。</p> <table border="1" data-bbox="598 840 805 1232"> <caption>表 (抜粋)</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">区分</th> <th>圧力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">加圧式の消火器の本体容器</td> <td>非耐食性材料を用いたもの</td> <td>P×2.0</td> </tr> <tr> <td>耐食性材料を用いたもの</td> <td>P×1.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">蓄圧式の消火器の本体容器</td> <td>非耐食性材料を用いたもの</td> <td>Q×2.0</td> </tr> <tr> <td>耐食性材料を用いたもの</td> <td>Q×1.6</td> </tr> </tbody> </table>	区分		圧力	加圧式の消火器の本体容器	非耐食性材料を用いたもの	P×2.0	耐食性材料を用いたもの	P×1.6	蓄圧式の消火器の本体容器	非耐食性材料を用いたもの	Q×2.0	耐食性材料を用いたもの	Q×1.6	<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>一方、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 1.3~2.0 倍) で耐圧試験を実施し、強度上支障のある永久ひずみ (円筒部分にあっては、円周長の 0.5%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出来る水準であることから、要求する保安水準は同等である。</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	非耐食性材料を用いたもの	P×2.0													
	耐食性材料を用いたもの	P×1.6													
蓄圧式の消火器の本体容器	非耐食性材料を用いたもの	Q×2.0													
	耐食性材料を用いたもの	Q×1.6													
	<p>二 安全弁のない消火器の本体容器にあっては、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>表 省略</p>														

技術基準規則第 17 条と消防法の規定の比較 (5/6)

美用発電用原子炉及びその付属施設の 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、それぞれの圧力値 (単位メガパスカル) を表すものとする。</p> <p>一 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 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) としてした場合における閉そく圧力の最大値</p> <p>二 Q 普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) 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ぬ。</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、ポンペ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)

<p>実用発電用原子炉及びその付属施設の 技術基準に関する規則 (クラス3 容器に係る事項を抜粋)</p>	<p>消防法 (消火器の技術上の規格を定める省令)</p>	<p>評価</p>
<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とをあらかじめ確認したものに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付属施設の技術基準に関する規則の解説」第17条第15項第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)一③ 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わずかに外れる）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。

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

目 次

1. はじめに	1
2. 施設時の要求と既工認の強度評価状況	1
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	2
4. 原子炉圧力容器の強度評価方法	3
4.1 確認内容	3
5. 重大事故等クラス2管でクラス1管の強度評価方法	7
5.1 応力評価	7
5.2 板厚評価	7

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、島根原子力発電所第2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及び重大事故等クラス2管でクラス1管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

原子炉圧力容器及び重大事故等クラス2管でクラス1管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
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
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*)

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Ⅲ_A，Ⅳ_Aの強度評価における許容応力と許容応力状態Ⅲ_A S，Ⅳ_A Sの耐震評価における許容応力が同値であり，耐震評価における応力が強度評価における応力を包絡していることから，既工認においては，許容応力状態Ⅲ_A S，Ⅳ_A Sの耐震評価結果のみを示しており，許容応力状態Ⅲ_A，Ⅳ_Aの強度評価結果を確認することはできないため，既工認の確認による評価を実施することができない。今回，改めて許容応力状態Ⅲ_A，Ⅳ_A（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。

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

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 (1/2)

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 (°C)	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+低圧原子炉代替注水系(常設)+原子炉格納容器除熱(代替スプレイ/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。	約7.59	約292	—	過大圧力のピーク圧力9.31MPa[gage]に包絡される。	過大圧力の温度306°Cに包絡される。
高圧注水・減圧 機能喪失 (給水喪失)	給水喪失+残留熱除去系(低圧注水モード)+原子炉格納容器除熱(残留熱除去系)	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。	約7.59	約292	—	過大圧力のピーク圧力9.31MPa[gage]に包絡される。	過大圧力の温度306°Cに包絡される。
全交流動力電源 喪失 (長期TB)	全交流動力電源喪失+原子炉隔離時冷却系停止+低圧原子炉代替注水系(可搬型)+残留熱除去系(低圧注水モード)+原子炉格納容器除熱(代替スプレイ/残留熱除去系)	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。	約7.59	約292	—	過大圧力のピーク圧力9.31MPa[gage]に包絡される。	過大圧力の温度306°Cに包絡される。
全交流動力電源 喪失 (TBD, TBU)	全交流動力電源喪失/全電源喪失+高圧原子炉代替注水+低圧原子炉代替注水系(可搬型)+残留熱除去系(低圧注水モード)+原子炉格納容器除熱(代替スプレイ/残留熱除去系)	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。	約7.74	約294	—	過大圧力のピーク圧力9.31MPa[gage]に包絡される。	過大圧力の温度306°Cに包絡される。
全交流動力電源 喪失 (TBP)	全交流動力電源喪失+原子炉隔離時冷却系停止+低圧原子炉代替注水系(可搬型)+残留熱除去系(低圧注水モード)+原子炉格納容器除熱(代替スプレイ/残留熱除去系)	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。	約7.59	約292	—	過大圧力のピーク圧力9.31MPa[gage]に包絡される。	過大圧力の温度306°Cに包絡される。
崩壊熱除去機能 喪失 (取水機能喪失)	全交流動力電源喪失+原子炉隔離時冷却系停止+残留熱除去系(低圧注水モード)+原子炉格納容器除熱(残留熱除去系)	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。	約7.59	約292	—	過大圧力のピーク圧力9.31MPa[gage]に包絡される。	過大圧力の温度306°Cに包絡される。

表4-1 重大事故等事象に対する荷重の整理表 (2/2)

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 (°C)	事故時荷重 の包絡性	ピーク圧力 の包絡性	温度 の包絡性
崩壊熱除去機能 喪失 (RHR機能喪失)	給水喪失+原子炉 隔離時冷却系停止 +低圧原子炉代替 注水系(常設)+ 原子炉格納容器除 熱(代替スプレイ /バント)	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。	約7.59	約292	—	過大圧力の ピーク圧力 9.31MPa[gag e]に包絡さ れる。	過大圧力の 温度306°Cに 包絡され る。
原子炉停止機能 喪失	主蒸気隔離弁誤閉 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。	約8.68	約304	—	過大圧力の ピーク圧力 9.31MPa[gag e]に包絡さ れる。	過大圧力の 温度306°Cに 包絡され る。
LOCA時注水機能 喪失(中小破断)	外部電源喪失+中 小LOCA+低圧 原子炉代替注水系 (常設)+原子炉 格納容器除熱(代 替スプレイ/ベン ト)	配管破断による ジェット反力が 生じる。	約7.59	約292	— *3	過大圧力の ピーク圧力 9.31MPa[gag e]に包絡さ れる。	過大圧力の 温度306°C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 (残留熱除去系 (低圧注水モー ド)の破断)	格納容器外漏洩 の事故シーケ ンスであり、事 故時荷重は生じ ない。	約7.59	約292	—	過大圧力の ピーク圧力 9.31MPa[gag e]に包絡さ れる。	過大圧力の 温度306°Cに 包絡され る。
大破断LOCA 事象	大LOCA +低圧原子炉代替 注水系(常設)+ 原子炉格納容器除 熱(格納容器スプ レイ/残留熱代替 除去系)	配管破断による ジェット反力が 生じる。	約6.93	約286	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°C 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、原子炉圧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。	9.31	306	ピーク圧力及び差圧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。	配管破断に関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VI-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	298	298	306	289	304
評価圧力(MPa)	8.62	8.45	8.45	9.48	7.41	8.98
許容限界(MPa)	—	—	—	12.93	17.24	17.24

重大事故等クラス 2 管の疲労評価について

目 次

1. はじめに 1
2. 重大事故等クラス2管の疲労評価について 1

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、事象の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・建設規格において説明を実施する。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所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 解説 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+二次応力評価）は省略可能であると考ええる。

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

目 次

1. クラス 2 機器の規定によらない場合の評価対象機器…………… 1
2. クラス 2 機器の規定によらない場合の評価…………… 3

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> $\frac{256(1-\nu^2)}{\pi^6 E \cdot t} (P+g \cdot D_p) =$ $\frac{4}{3} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{c} \right)^2 \frac{\delta_{max}}{t} + \left\{ \frac{4\nu}{a^2} + (3-\nu^2) \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{c} \right)^4 \right\} \left(\frac{\delta_{max}}{t} \right)^3$ $\sigma_{max} = \frac{\pi^2 E \cdot \delta_{max}}{8(1-\nu^2)} \left\{ \frac{\delta_{max}}{a^2} + \frac{\nu(\delta_{max} + 4t)}{c^2} \right\}$ </div>	<ul style="list-style-type: none"> 中央制御室空調換気系ダクト 非常用ガス処理系前置ガス処理装置、後置ガス処理装置 <p>注1：設計・建設規格クラス2管の規格が適用できない矩形ダクトについて評価</p> <p>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ポンプの規定を用いた評価	<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">ポンプ型式</th> <th colspan="2">設計・建設規格 強度評価式</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>クラス2</th> <th>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> <ul style="list-style-type: none"> 内圧を受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	-	$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$	<ul style="list-style-type: none"> 内圧を受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"> 原子炉補機海水ポンプ 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ <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</p> <p>注4：「2.(2) クラス3ポンプの規定を準用した立形ポンプの評価」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	-	$t = \frac{P \cdot D_o}{2(S \cdot \eta + P \cdot y)}$	<ul style="list-style-type: none"> 内圧を受ける円筒の応力式であるLameの修正式に基づく。 									

<p>(c) ねじ山のせん断破壊式を用いた評価</p>	<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> $AB = (P/2) + (d_p - D_c) \tan \alpha$ $W_B = \pi D_c (AB) z \tau_B$ $F_B = (W_B - F_t) / A$	<ul style="list-style-type: none"> ・逃がし安全弁室素ガス供給系 ・中央制御室空気供給系 (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>
<p>b. 精緻な評価を実施する必要がある場合</p> <p>(a) クラス1 容器の規定を準用した評価</p>	<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"> ・対象なし <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

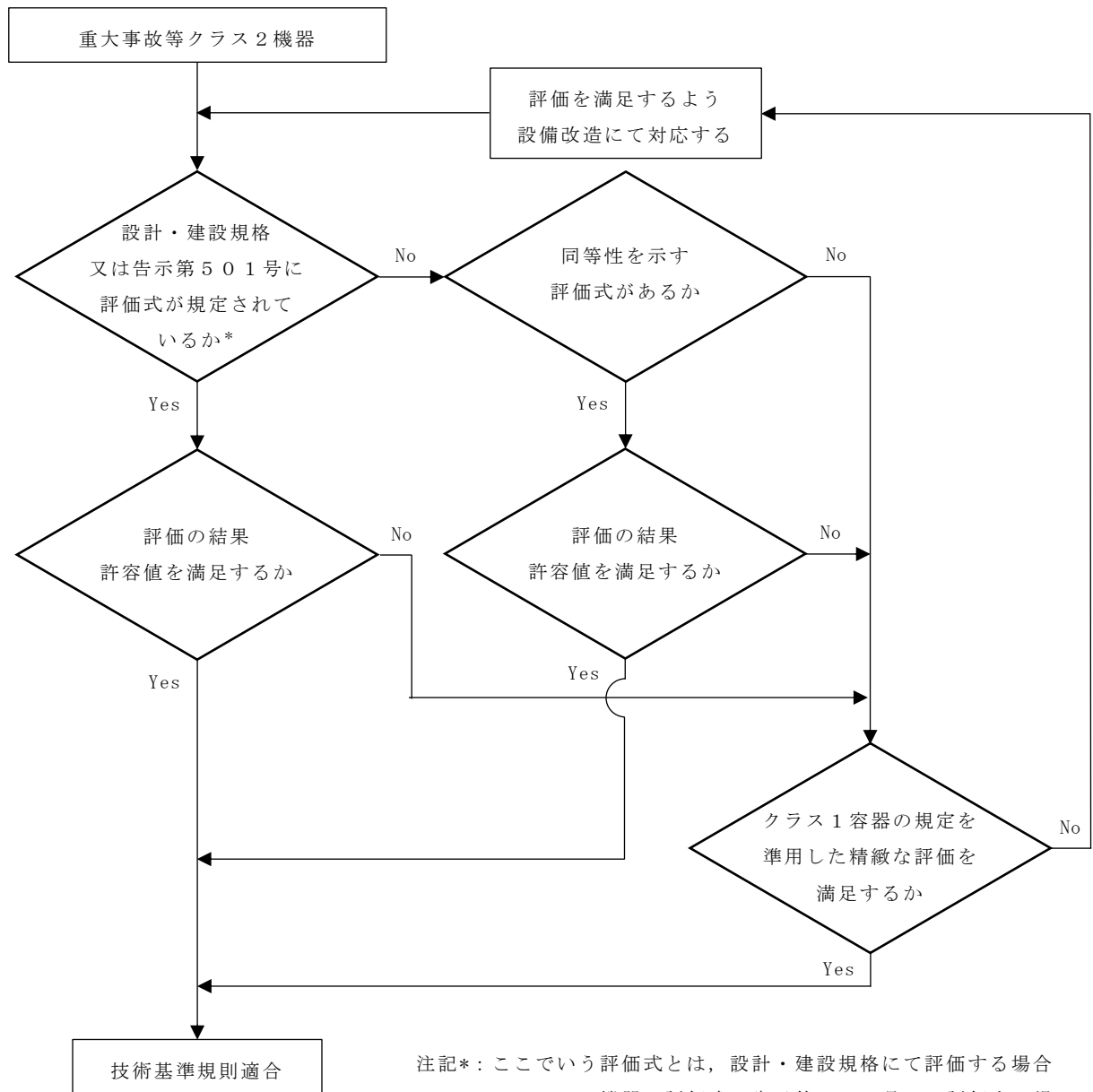


図 2-1 重大事故等クラス2 機器の技術基準規則適合性確認フロー

(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、以下に示すと通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。

図2-2に矩形ダクトの概要図を示す。

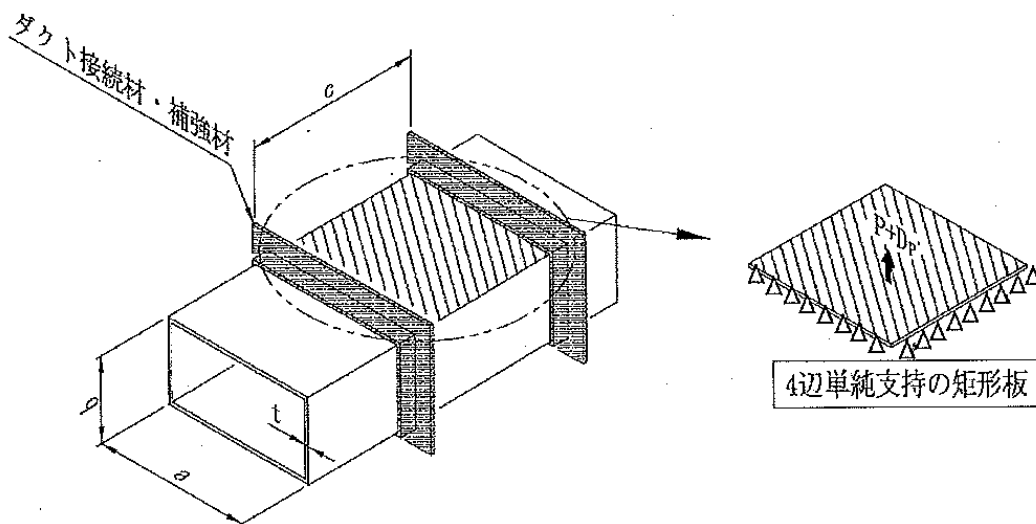


図2-2 矩形ダクト概要図

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

最小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。このときの 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、ダクトの公称値を用いて、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、以下に示すと通りの重大事故等クラス 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"> ・ 内圧を受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。 ・ 内圧を受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 ≥ 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, 評価式に用いる許容引張応力 S 値については設計・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。

図2-3にねじ込み継手の概要図を示す。

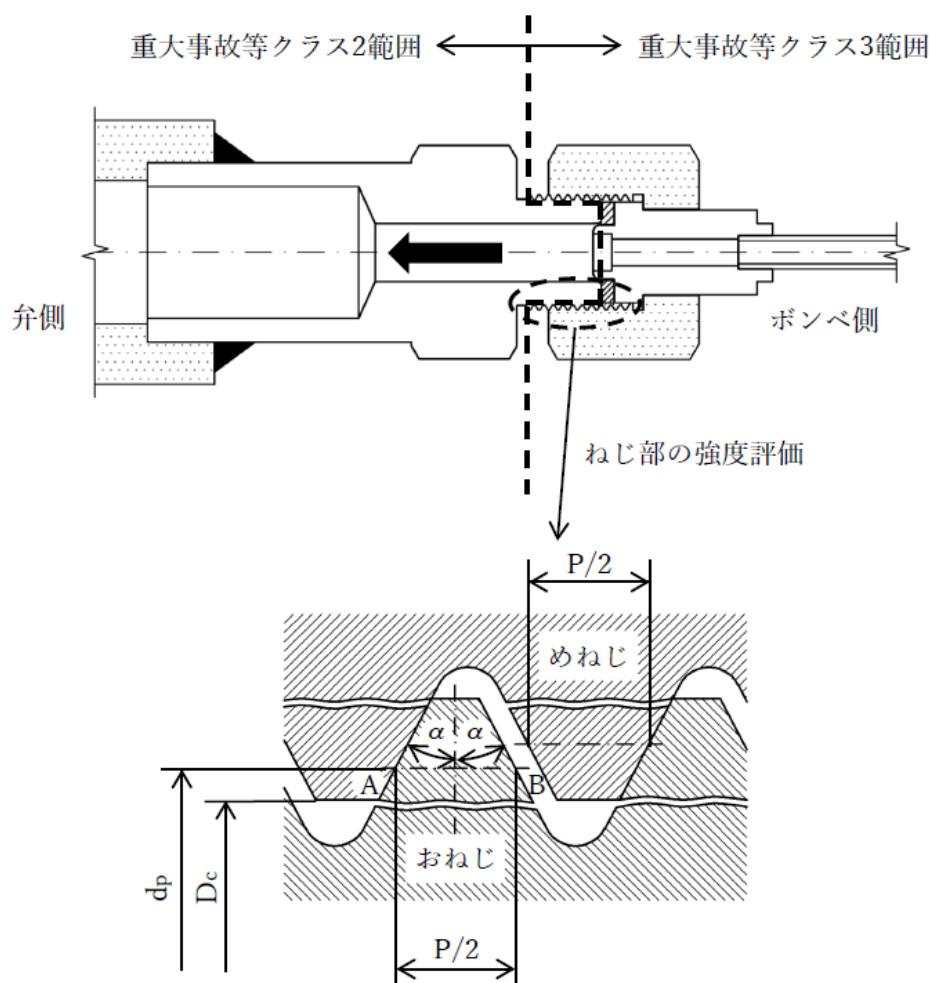


図2-3 ねじ込み継手概要図

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。

クラス1容器の規定を満足しない場合は、重大事故等時に求められる機能を発揮できるよう、クラス1容器の規定を参考とした評価を実施する。

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、一体構造体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 容器のうち, だ円形マンホールの厚さ計算に
適用する評価手法の妥当性について

目 次

1. 概要	1
2. 昭和55年告示第501号質疑応答集におけるだ円形マンホールの板厚計算の扱いについて	1
3. 告示第501号及び設計・建設規格における容器の平板の厚さの算出式の比較	1
4. マンホールの構造による適用	2
5. まとめ	4

1. 概要

本資料は、重大事故等クラス2容器のうち非常用ディーゼル発電設備の空気だめ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の空気だめのうち、だ円形マンホールの強度計算（板厚計算）に「J I S B 8201 陸用鋼製ボイラー構造（以下「J I S B 8201」という。）」を適用することが妥当であることを説明するものである。

2. 昭和55年告示第501号質疑応答集におけるだ円形マンホールの板厚計算の扱いについて

「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 質疑応答集（5年改訂版）（平成5年3月31日火力原子力発電技術協会）（以下「質疑応答集」という。）において、昭和55年告示第501号第43条第6項に対し、次のことが記載されている。

- ・ 円形又はだ円形マンホールの平板のふたの厚さの計算式（第43条第6項）

[質問]

『円形マンホールの平板のふたの厚さの計算は、告示第43条第6項により d を円形マンホールの直径として計算するか又は「J I S B 8201 陸用鋼製ボイラの構造」の「10.8 マンホールカバーの最小厚さ」の計算式を用いて計算してよいか。

また、だ円形マンホールの平板のふたの厚さの計算も d をだ円形マンホールの長径として同様に扱ってよいか。』

[回答]

『差し支えない。』

3. 告示第501号及び設計・建設規格における容器の平板の厚さの算出式の比較 容器の平板の最小厚さの算出式の比較結果を表1に示す。

ここで、2項で示した質疑応答集は、昭和55年告示第501号第4種容器の平板の厚さの計算に対し J I S B 8201 を適用してよいこととしているが、昭和55年告示第501号第3種容器及び第4種容器並びに設計・建設規格クラス2容器及びクラス3容器において規定されている平板の厚さの計算式は同じであることから、クラス2容器の平板の厚さの計算に J I S B 8201 を適用することも問題ないと判断した。

表1 平板の最小厚さの算出式の比較

比較項目	規格名	
	昭和55年告示第501号*	設計・建設規格
容器の平板に関する評価式	第3種容器 (34条第1項 容器の平板の厚さ)	クラス2容器 (PVC-3310 平板の厚さの規定)
	$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$ <p> t : 平板の計算上必要な厚さ (mm) d : 平板の径又は最小内のり (mm) K : 平板の取付け方法による係数 P : 最高使用圧力 (MPa) S : 材料の許容引張応力 (MPa) </p>	$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$ <p> t : 平板の計算上必要な厚さ (mm) d : 平板の径又は最小内のり (mm) K : 平板の取付け方法による係数 P : 最高使用圧力 (MPa) S : 材料の許容引張応力 (MPa) </p>
	第4種容器 (第43条第6項 容器の平板の厚さ)	クラス3容器 (PVD-3310 平板の厚さの規定)
	同上	同上

注記 * : SI単位化した式を示す。

4. マンホールの構造による適用

J I S B 8201の算出式を表2, だ円形マンホールについて図1に示す。

「旧 J I S B 8275 圧力容器のふた板」(現: 「J I S B 8265 圧力容器の構造—一般事項」, 「J I S B 8266 圧力容器の構造—特定規格」) においても円形平板の最小厚さの算出式として3項の式と同じものが規定されているが, 解説^[1]において導出過程が示されており, 本式は平板の周辺が固定されている場合の式であるとされている。

一方で, 今回評価に適用する J I S B 8201のうちマンホールカバーの最小厚さの式は, 項の冒頭で「マンホールに用いる平鋼板製カバーで, 周囲が自由支持されているもの」に対する式であるとされている。

よって, 図1のような周囲をボルトにより固定されておらず自由支持されているマンホールカバーに J I S B 8201のマンホールカバーの最小厚さの式を適用することは妥当である。

表2 J I S B 8 2 0 1 の算出式

	規格名
	J I S B 8 2 0 1
<p>容器の平板に 関する評価式</p>	<p>だ円形マンホール平板の計算上必要な厚さは次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。</p> <p>a. 平板の計算上必要な厚さ：t_1</p> $t_1 = \frac{5 \cdot b}{c} \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma_a} + \alpha}$ <p>b. 規格上必要な最小厚さ：t_2 平板の中央部の厚さは14mm以下としてはならない。</p> <p>a：穴の長径 b：穴の短径 c：穴の短径と長径の比によって定める係数 (J I S B 8 2 0 1 図6.20による。) t_1：マンホール平板の計算上必要な厚さ t_2：マンホール平板の中央部の規格上必要な最小厚さ α：付け代で，1mm以上とする。ただし，取替えのできるマンホール平板にあつては，0とする。 σ_a：材料の許容引張応力 設計・建設規格付録材料図表Part5 表5又は表6による。</p>

【マンホールふたの支持方法】

マンホールふたは、ブリッジによりマンホールふたとガスケット位置を調整し、空気だめの内圧でマンホールへ押し付ける。

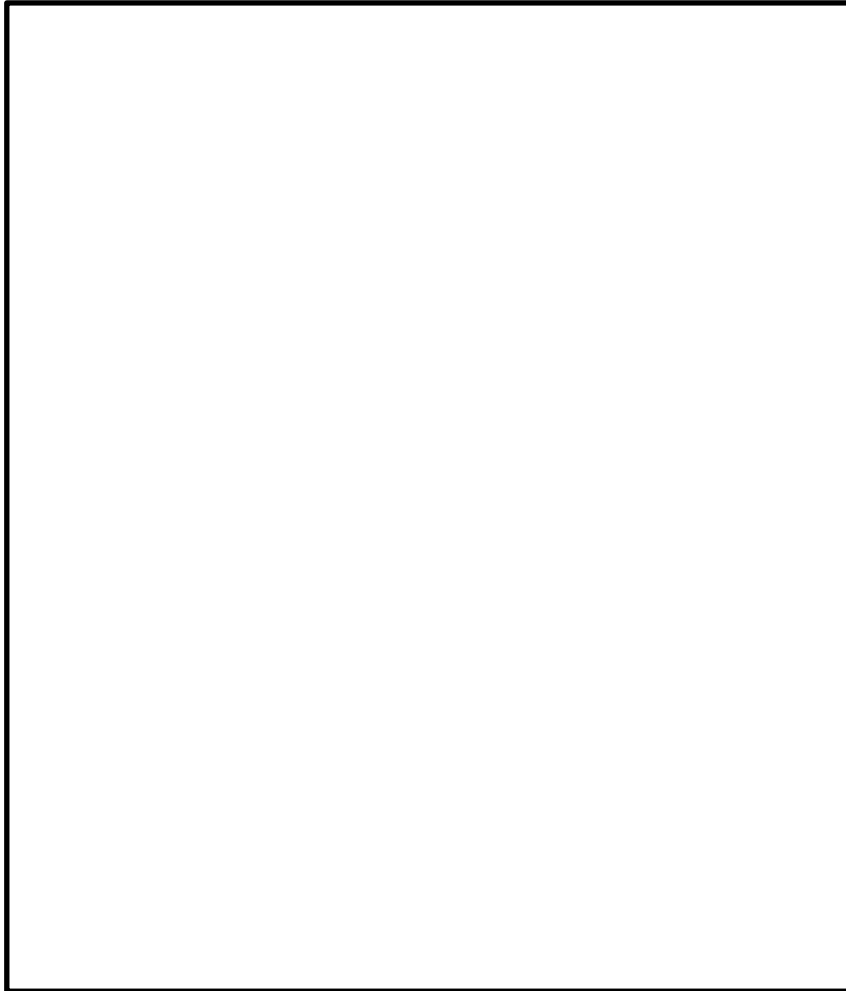


図1 マンホールカバー概要図

5. まとめ

2～4項より、だ円形マンホールの強度計算（板厚計算）に「J I S B 8 2 0 1 陸用鋼製ボイラー構造」における評価手法を適用することは妥当である。

【参考文献】

- [1] J I S 使い方シリーズ圧力容器 ④ 設計・解析（1995年 10月 25日 日本規格協会）

重大事故等クラス2管のうち，伸縮継手の全伸縮量算出について

目 次

1. 概要	1
2. 全伸縮量の算出方法	1
3. 全伸縮量の算出結果	2
4. 参考資料	3

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算出について、計算過程を以下に示す。なお、本資料では「VI-3-3-7-3-1-1-1 管の基本板厚計算書（非常用ガス処理系）」の伸縮継手No.E1を例として示す。

2. 全伸縮量の算出方法

(1) 概要

非常用ガス処理系前置ガス処理装置伸縮継手の全伸縮量は、非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの変位量と非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管の変位量より算出する。

なお、伸縮継手は、機器の運転時の熱による変位を吸収する目的で設置しているため、当該変位量を考慮する。

(2) 機器ノズルの変位量算出

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの変位量は、

$\Delta L [\text{mm}] = L [\text{mm}] \times \Delta t [^{\circ}\text{C}] \times \text{熱膨張係数 } \alpha [\text{mm}/(\text{mm}^{\circ}\text{C})]$ で求められる。

なお、当該変位量には30% (×1.3)の余裕を見込んでいる。

(3) 配管の変位量算出

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管の変位量は、解析により求められる。

3. 全伸縮量の算出結果

- (1) 非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの変位量, 非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管の変位量及び伸縮継手の伸縮量
 非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの変位量, 非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管の変位量及び伸縮継手の伸縮量を表1に示す。

表1 ノズルと配管の変位量及び伸縮継手の伸縮量 [mm]

系列	A		B	
	非常用ガス処理系 前置ガス処理装置 入口ノズル	非常用ガス処理系 前置ガス処理装置 入口配管	非常用ガス処理系 前置ガス処理装置 入口ノズル	非常用ガス処理系 前置ガス処理装置 入口配管
軸方向	Z : 水平	10.2	-1.9	1.9
	伸縮量	10.2 - (-1.9) = 12.1		-10.2 - 1.9 = -12.1
軸直角方向	X : 水平	0	0	0
	Y : 垂直	1.6	0	1.6
	XY : 伸縮量	$\sqrt{(0^2 + 1.6^2)} = 1.6$		$\sqrt{(0^2 + 1.6^2)} = 1.6$

(2) 伸縮継手の全伸縮量の算出

軸方向及び軸直角方向の伸縮量は次のとおりとなる。

軸方向伸縮量 12.1 mm

軸直角方向伸縮量 1.6 mm

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

$$\text{換算式：} \frac{3 D_m \times X Y}{L} = 13.65 [\text{mm}]$$

D_m	：伸縮継手の平均直径	455	mm
$X Y$	：伸縮量	1.6	mm
L	：伸縮継手の長さ（ $b \times n$ ）	160	mm
b	：継手部の波のピッチの2分の1	20	mm
n	：継手部の波数の2倍の値	8	

$$\text{全伸縮量：} 12.1 [\text{mm}] + 13.65 [\text{mm}] = 25.75 [\text{mm}]$$

4. 参考資料

別紙1 全伸縮量の導出の妥当性について

別紙2 伸縮継手の全伸縮量の算出過程について

以 上

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分かる^(*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 の計算式を基にした 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事が妥当であると考ええる。

“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、J I S B 2352 「ベローズ形伸縮継手」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、J I S 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。

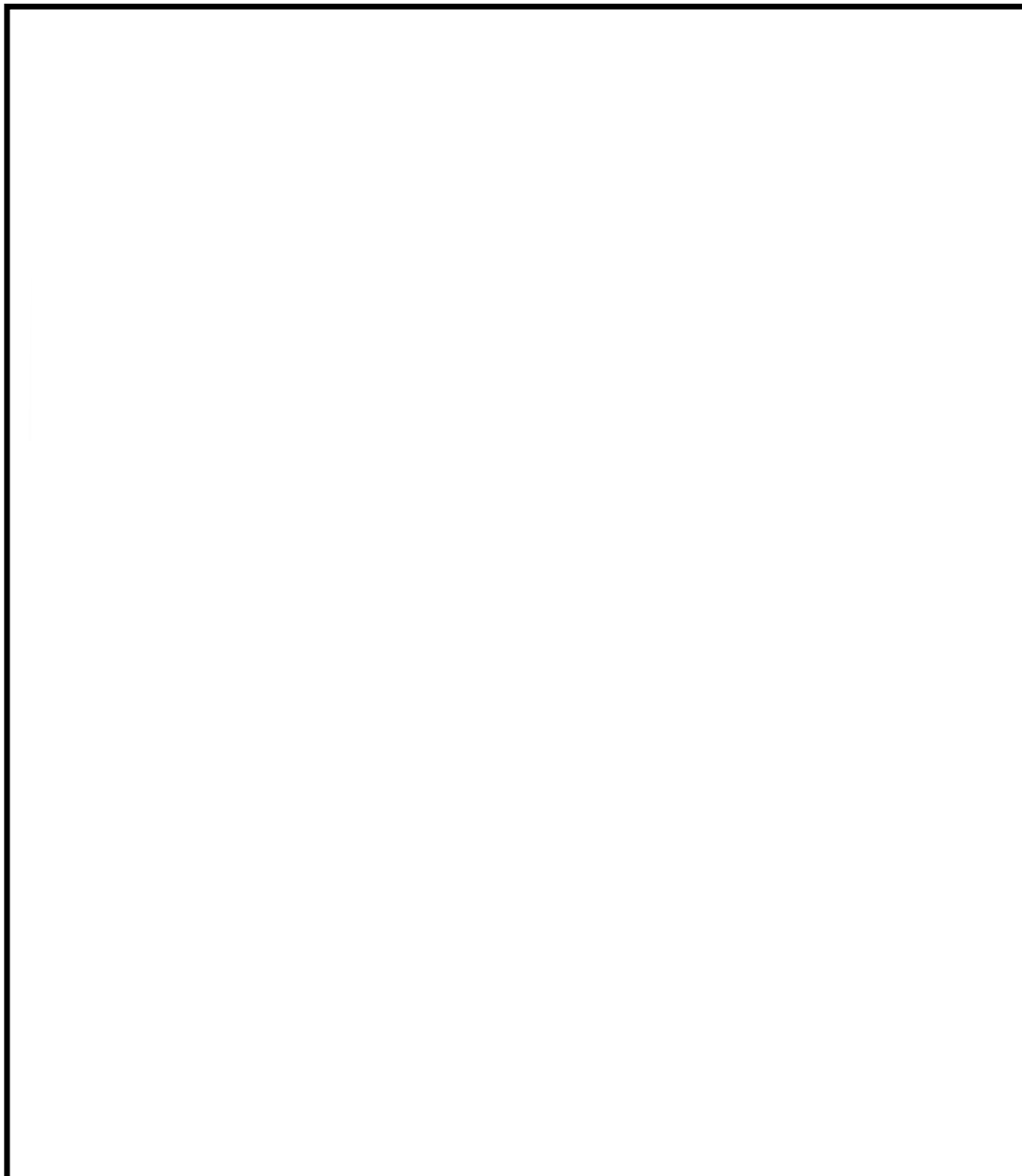
なお、等価軸方向変位量は Kellogg 及び J I S において表 1 の式で与えられている J I S の換算式は E J M A 規格(Standard of the Expansion Joint Manufacturers Association, Inc.)を出典としており、J I S / E J M A の換算式は分母で軸方向変位量を加味している点で Kellogg 社の換算式と相違するが、設計・建設規格 PVE-3800 において Kellogg 社の換算式を採用していること及び Kellogg 社の換算式がより保守的であることから工認計算及び設計上は Kellogg 社の換算式を採用している。これら等価軸方向変位量は、はり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)

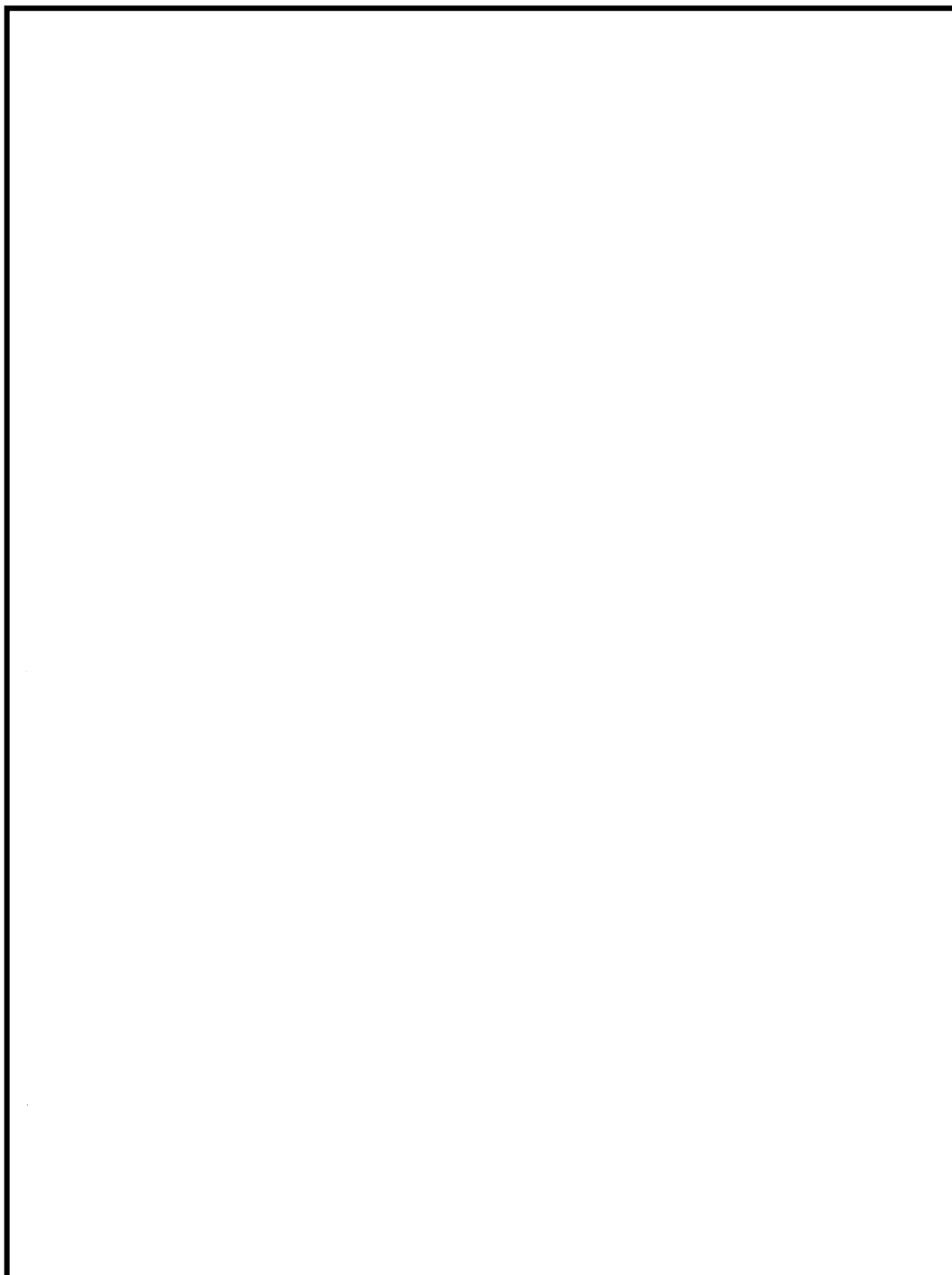
Kellogg 社の換算式	J I S / E J M A の換算式
$\Delta = 3 \cdot D \cdot h_r / L$ <p>Δ : 全軸直角方向変位による 軸方向変位量(mm)</p> <p>D : ベローズの平均径(mm)</p> <p>h_r : 全軸直角方向変位量(mm)</p> <p>L : ベローズの全長(mm)</p>	$e_y = \frac{3 \cdot D_m \cdot y_{(n, 0)}}{N \cdot (L_b + X_{(e, c)})}$ <p>e_y : 全軸直角方向変位による ベローズの毎山動き量(mm)</p> <p>D_m : ベローズの平均径(mm)</p> <p>$y_{(n, 0)}$: 全軸直角方向変位量(mm)</p> <p>N : ベローズの山数</p> <p>L_b : ベローズ 1 つ当たりの有効長さ (mm)</p> <p>$X_{(e, c)}$: 全軸方向変位量(mm)</p>

[添付資料]

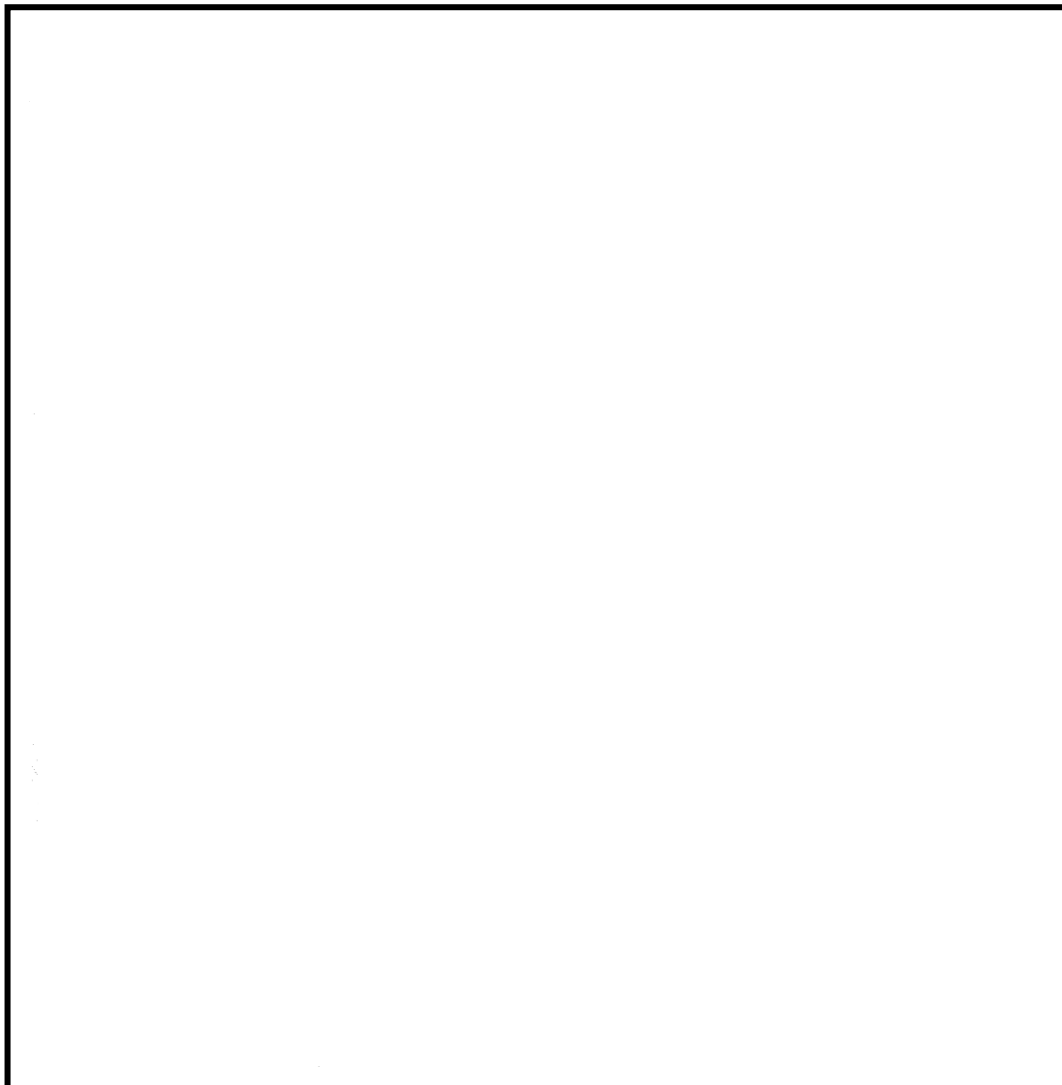
(*1) JSME 設計・建設規格 2005/2007 年追補版 PPC-3416 (抜粋)



(*2) JSME 設計・建設規格 2005/2007 年追補版 解説 PVE-3800 (抜粋)



(*3) Design of Piping Systems Chapter 7(抜粋)



伸縮継手の全伸縮量の算出過程について

伸縮継手の評価においては、伸縮継手軸方向に作用する全伸縮量から許容繰返し回数を計算し、運転条件により設定する実際の繰返し回数との比較評価を実施する。全伸縮量の算出においては、次のことを考慮する。

- ・全伸縮量は伸縮継手の「軸方向変位」と「軸直角変位から生じる軸方向相当変位（等価軸方向変位量）」を足し合わせて求める。
- ・伸縮継手の軸方向変位は非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの計算における変位量と非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管の解析における変位量のZ方向成分（合算値）とし、軸直角変位はX方向成分及びY方向成分の合成値とする。
- ・伸縮継手は運転時の熱変位を吸収することを目的としているため、通常運転時の熱変位量を使用する。

一例として、A系列伸縮継手 No. E1 における全伸縮量の算出過程を以下(1)～(4)に示す。

- (1) A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの変位量算出条件として、温度条件及び材料特性を表 1 に、ノズル位置を表 2 に示す。

表 1 温度条件及び材料特性

周囲温度	10℃	
運転温度（最大値）	70℃ *1	
熱膨張係数 α	<input type="text"/> *2 (70℃)	$16.68 \times 10^{-6} \text{ mm/mm}^\circ\text{C}$

*1：A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口温度 58℃に加熱コイルによる温度上昇温度 11.2℃を加えた約 70℃とする。

*2：A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置本体に使用

表 2 A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置のノズル位置 L [mm]

	軸方向	軸直角方向	
	Z	X	Y
A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズル	7800	0	1170

以上の条件から、伸縮継手が接続するA-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルの変位量（図 1 における No. 11N の変位量）を算出する。変位量は、

$\Delta L [\text{mm}] = L [\text{mm}] \times \Delta t [^\circ\text{C}] \times \text{熱膨張係数 } \alpha [\text{mm}/(\text{mm}^\circ\text{C})]$ で求められることから、例として軸方向の変位量 ΔL の計算過程は以下のとおりとなる。なお、当該変位量には 30% ($\times 1.3$) の余裕を見込んでいる。

$$\Delta L = 7800 \times (70 - 10) \times 16.68 \times 10^{-6} \times 1.3 = 10.2 \text{ [mm]}$$

以上により，軸方向及び軸直角方向の変位量は以下のとおりとなる。

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルのZ方向変位量

$$: dZ_{\text{非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズル}} = 10.2 \text{ [mm]}$$

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルのX方向変位量

$$: dX_{\text{非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズル}} = 0 \text{ [mm]}$$

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズルのY方向変位量

$$: dY_{\text{非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズル}} = 1.6 \text{ [mm]}$$

- (2) 伸縮継手が接続する A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管の変位量 (図 1 における No. 8 の変位量) を配管解析結果から設定する。

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管のZ方向変位量

$$: dZ_{\text{非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管}} = -1.9 \text{ [mm]}$$

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管のX方向変位量

$$: dX_{\text{非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管}} = 0 \text{ [mm]}$$

非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管のY方向変位量

$$: dY_{\text{非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管}} = 0 \text{ [mm]}$$

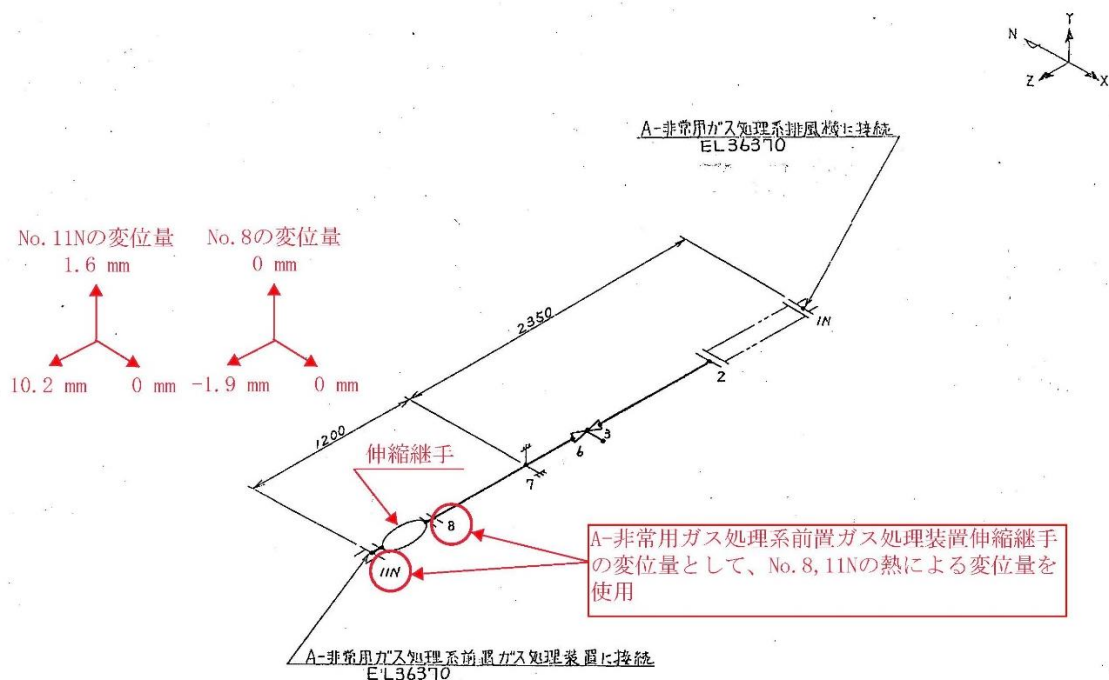


図 1 No. E1 の伸縮継手と取合う A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置廻りの配管モデル図

- (3) 伸縮継手の下流側 (A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズル側) の変位量と上流側 (A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管側) の変位量を伸縮継手の変位量と見なして、伸縮継手の軸方向変位と軸直角方向変位を計算する。ここで、下流側 (A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口ノズル側) の変位量と上流側 (A-非常用ガス処理系前置ガス処理装置入口配管側) の変位量は、それぞれの X Y Z 成分の値を絶対値として合算する。伸縮継手の変位量の内訳を表 3 に示す。

$$\text{軸方向変位} \quad : \quad Z = dZ_{\text{伸縮継手}} = 12.1 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{軸直角方向変位 (X 方向)} \quad : \quad X = dX_{\text{伸縮継手}} = 0 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{軸直角方向変位 (Y 方向)} \quad : \quad Y = dY_{\text{伸縮継手}} = 1.6 \quad [\text{mm}]$$

表 3 ノズルと配管の変位量及び伸縮継手の変位量 [mm]

	入口ノズル	入口配管	伸縮継手の変位量
Z 方向変位量	10.2	-1.9	12.1
X 方向変位量	0	0	0
Y 方向変位量	1.6	0	1.6

- (4) 「軸方向変位量」と「等価軸方向変位量」を計算する。ここで、等価軸方向変位量は軸直角変位量を応力の観点で換算した等価な軸方向変位量を表し、Kellogg 社の換算式により求める。なお、いずれの変位量も絶対値で表し、保守的な評価とする。

$$\text{軸方向変位量} \quad : \quad \delta_z = |Z| = 12.1 \text{ [mm]}$$

$$\text{等価軸方向変位量} \quad : \quad \delta_{xy} = \frac{3 D_m \times X Y}{L} = \frac{3 \times 455 \times 1.6}{160} = 13.65 \text{ [mm]}$$

D_m : 伸縮継手の平均直径 [mm] (No. E1 の場合 $D_m = 455$ [mm])

L : 伸縮継手の全長 [mm] (No. E1 の場合 $L = 160$ [mm])

$X Y$: 全軸直角方向変位量 [mm] (No. E1 の場合 $X Y = 1.6$ [mm])

- (5) 軸方向変位量と等価軸方向変位量の和より全伸縮量を求める。

$$\text{全伸縮量} \quad : \quad \delta = \delta_z + \delta_{xy} = 12.1 \text{ [mm]} + 13.65 \text{ [mm]} = 25.75 \text{ [mm]}$$

- (6) 同一仕様の伸縮継手が複数ある場合は、上記と同様の方法により全伸縮量を求め、全伸縮量が最も大きなものを代表として許容繰返し回数を計算し、実際の繰返し回数との比較評価を実施する。なお、実際の繰返し回数は運転条件から設定される合計の繰返し回数に安全余裕を考慮し決定しており、その内訳を表 2 に示す。

表 2 実際の繰返し回数の内訳

運転条件	回数
サーバランステスト (12 回/年×40 年)	480
定検時の試験 (2 回/年×40 年)	80
合計	560
安全余裕を考慮した繰返し回数	1000

容器の平板の穴の補強計算について

目 次

1. はじめに	1
2. 重大事故等クラス2容器の強度計算方法	1
3. 強度計算方法の記載の妥当性について	1

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。

$$A_0 > A_r / 2$$

A_0 : 補強に有効な総面積

A_r : 穴の補強に必要な面積

PVC-3320【抜粋】

- (a) PVC-3160 の規定に準じて補強すること。この場合において、 t_{sr} は、平板の計算上必要な厚さ (mm) とし、かつ、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。

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。

PVB-3511 解説【抜粋】

PVB-3511(3)c.の根拠は次の通りである。

平板に穴のある場合の必要な補強面積 $0.5dt_r$ は野原石松著「圧力容器」によると次の通りである。

平板には内圧力による曲げ応力を生じる。この曲げ応力は $\sigma = M / Z$ (M : 曲げモーメント、 Z : 断面係数) で表わされる。平板に穴を設けると、その部分の板が削りとられ、断面係数が小さくなる。従って、曲げ応力 σ を一定におさえるためには、この断面係数が小さくならないように強め材の大きさを決めれば良いということになる。解説図 PVB-3511-4 において、穴を設けない前の断面係数を Z_0 、穴を設けた後の断面係数を Z とすると、

$$\frac{Z}{Z_0} = \frac{\frac{1}{6}(d'-d)(t_0+t)^2}{\frac{1}{6}d't_0^2} = \left(1 - \frac{d}{d'}\right) \left(1 + \frac{t}{t_0}\right)^2 \quad (\text{解説 PVB-7.7})$$

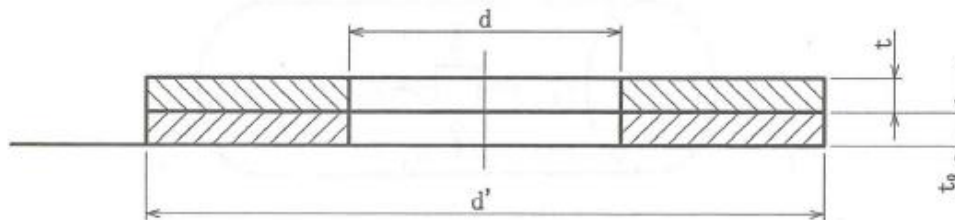
いま、強め材の断面積を A 、平板に設けられた穴の断面積を A' とすると、

$$K = \frac{A}{A'} = \frac{(d'-d)t}{dt_0} = \left(\frac{d'}{d} - 1\right) \frac{t}{t_0}$$

$$\therefore \frac{t}{t_0} = \frac{K}{\frac{d'}{d} - 1} \quad (\text{解説 PVB-7.8})$$

$$\frac{Z}{Z_0} = 1 \quad \text{とおくと、} \frac{d}{d'} = \frac{\left(\frac{t}{t_0}\right)^2 + 2\left(\frac{t}{t_0}\right)}{\left\{1 + \left(\frac{t}{t_0}\right)\right\}^2} \text{となるから、} \quad K = \frac{1}{\frac{t}{t_0} + 2}$$

すなわち、 K は $1/2$ より小さくなり、強め材の所要断面積は、設けられた穴の断面積の $1/2$ あれば十分であることがわかる。以上のことから、平板に設けられた穴に対する強め材の所要断面積は $0.5dt_r$ (t_r : 計算上必要な平板の厚さ) と定めている。



解説図 PVB-3511-4 平板に設けられた穴の補強

空気だめ だ円形マンホール管台の座屈に係る
解析評価について

目 次

1. 概要	1
2. 解析モデル	1
3. 評価内容	2
4. 解析結果	3
5. 安全率の考慮	4
6. 結論	4

1. 概要

本資料は、非常用ディーゼル発電設備の空気だめ及び高圧炉心スプレイ系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評価を行い、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。

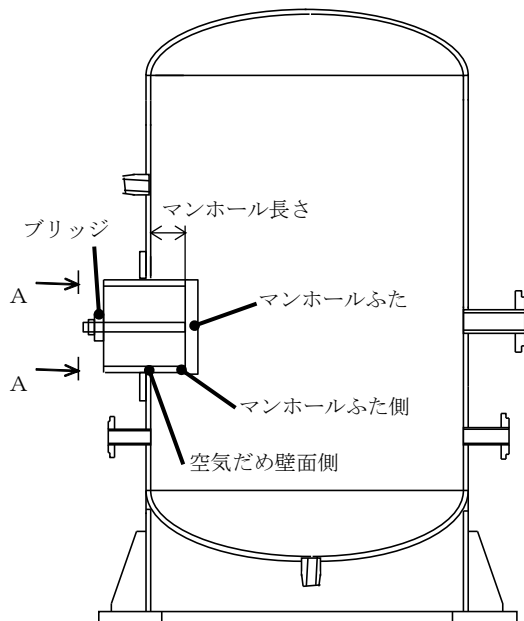
2. 解析モデル

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行い、外圧が作用した状態を考慮する。解析コードは、「NX/NASTRAN Ver8.1」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、補足説明資料「NS2 補足-031 工事計画に係る説明資料（計算機プログラム（解析コード）の概要）」に示す。

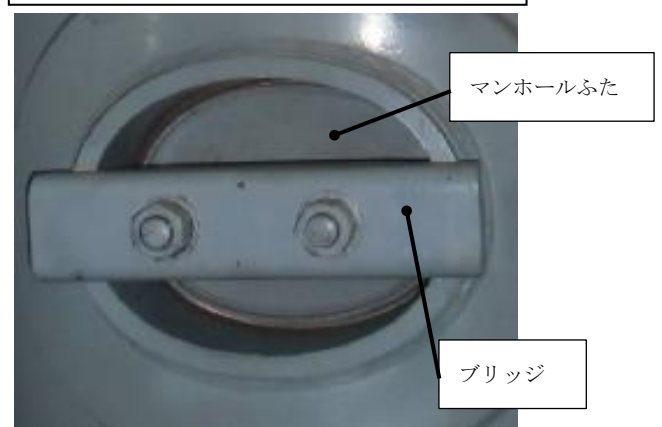
解析条件を表2-1に、空気だめの概略構造図を図2-1に、解析モデルを図2-2に示す。

表2-1 解析条件

解析コード	NX/NASTRAN Ver8.1
板厚 (mm)	25
管台の外径 (mm)	長径 : 455 短径 : 355
マンホール長さ (mm)	<input type="text"/>
材料	SB46 (SB450 相当)
外圧 (MPa)	3.24 (最高使用圧力 33.0 kg/cm ² より)
境界	空気だめ壁面側を固定端とし、 マンホールふた側を自由端とする



【マンホールふたの支持方法】
マンホールふたは、ブリッジによりマンホールふたとガスケット位置を調整し、空気だめの内圧でマンホールへ押し付ける。



A～A矢視図 (写真)

図2-1 空気だめ概略構造図

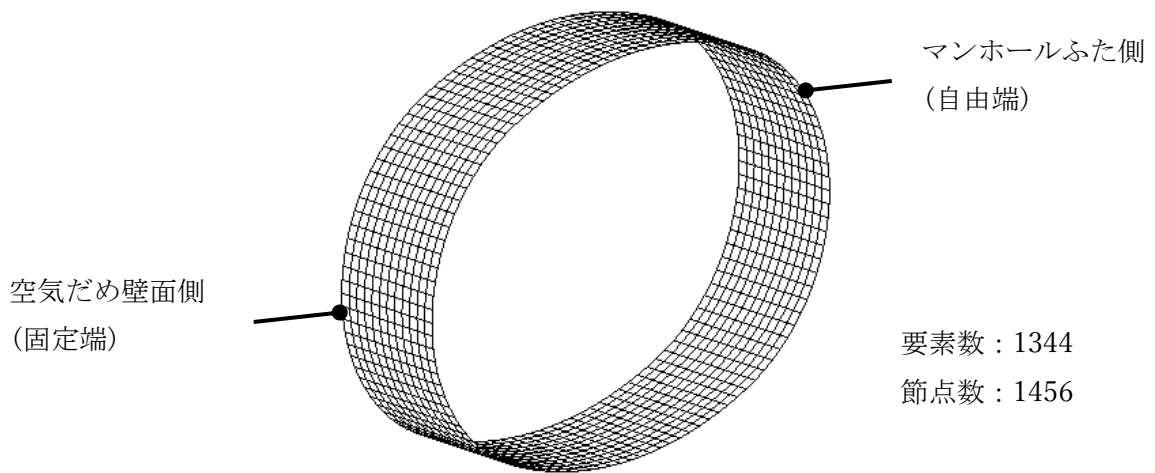


図 2-2 解析モデル

3. 評価内容

評価は線形座屈解析にて座屈荷重係数を求める事で行う。

座屈荷重係数は、以下の式で定義する。

$$\text{座屈荷重係数} = \text{座屈圧力} / \text{設計圧力} \dots\dots\dots (3. 1)$$

解析は下記の 2 ケースの荷重パターンとした。付与した荷重のイメージを図 3-1 に示す。

ケース 1 : 外圧のみ

ケース 2 : 外圧 + 軸力* (圧縮)

注記 * : 軸力は、外圧にマンホールふた面積を掛けて算出した荷重を、だ円形マンホール管台の周上に等分布荷重として付加する。

なお、マンホールふたとガスケットの位置調整に使用するブリッジは締め付けを行うものではないことから、ブリッジによる軸力は考慮不要とする。

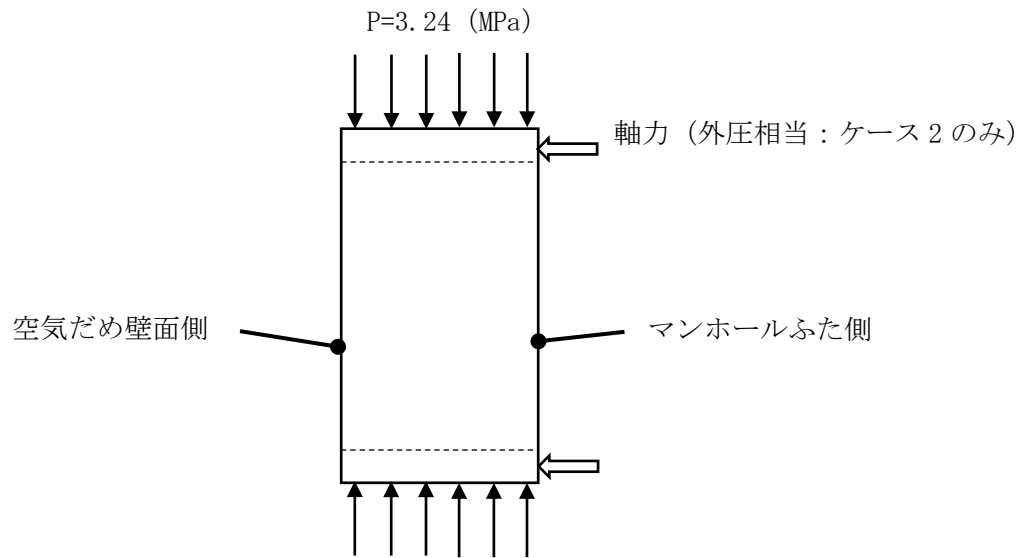


図 3-1 評価荷重イメージ

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 594、ケース 2 が 335 であり、十分な座屈強度があることを確認した。

これは、本構造の管台長さが短く、かつ板厚が径に対して十分に厚いためと考える。

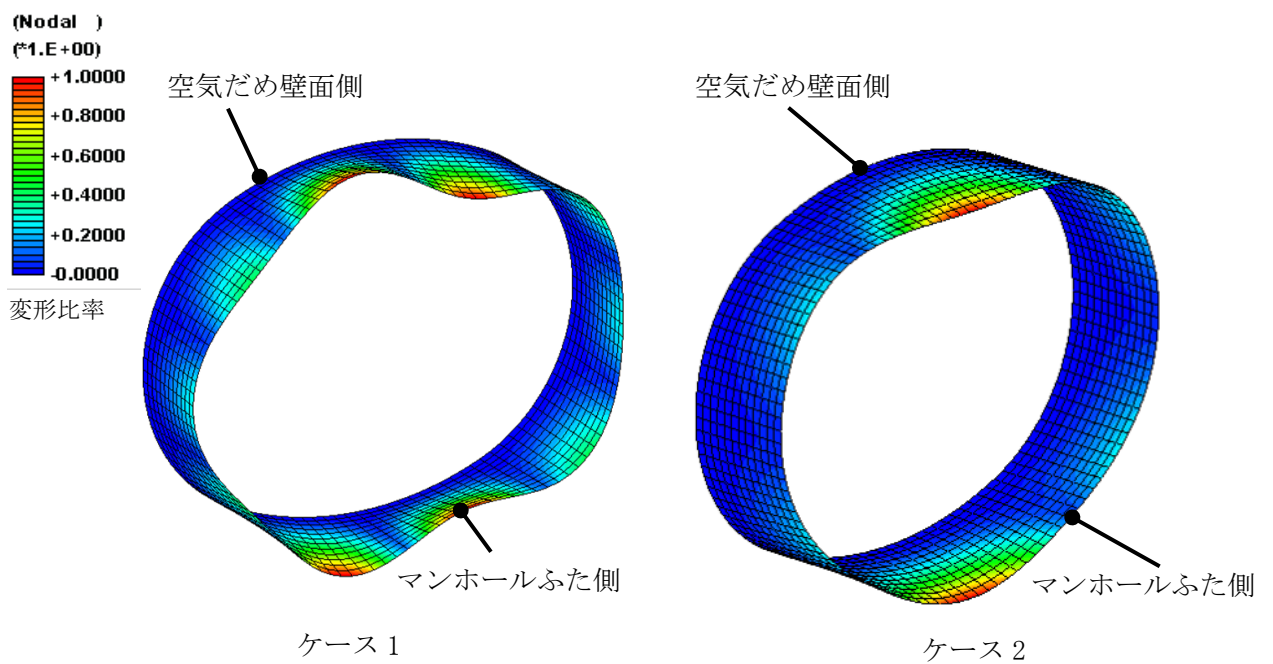


図 4-1 座屈モード (描画倍率: 20 倍)

表 4-1 解析結果

	座屈荷重係数[-]	設計圧力[MPa]	座屈圧力[MPa]
ケース 1 (外圧のみ)	594	3.24	1924
ケース 2 (外圧+軸力(圧縮))	335	3.24	1085

5. 安全率の考慮

安全率を 4 として、ケース 1 においては $594/4 = 148$ 、ケース 2 においては $335/4 = 83$ となり、設計圧力 3.24[MPa]において、座屈に対して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及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の空気だめのだ円形マンホール管台は座屈評価上問題ないといえる。

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

目 次

1. 概要	1
2. 内容	1

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保障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、「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。）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

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

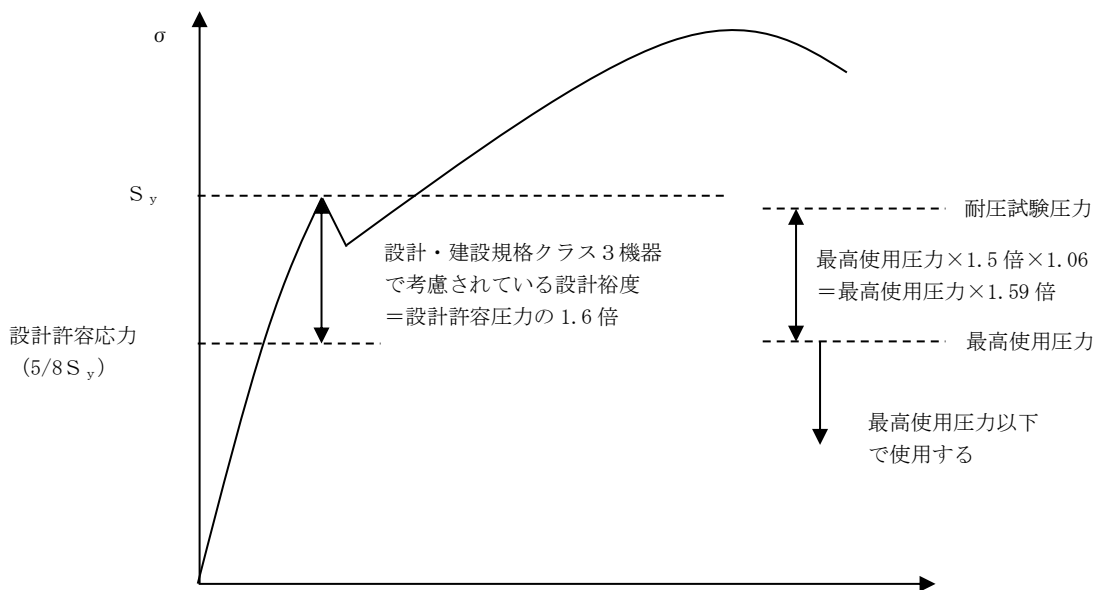
$$\Rightarrow \text{最高使用圧力} \times 1.59 < \text{降伏点 } S_y$$

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