

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-340-22 改0
提出年月日	平成30年9月26日

補足-340-22 原子炉格納容器の耐震計算書に係る補足説明資料

平成30年9月

日本原子力発電株式会社

まえがき

本補足説明資料は、添付書類「V-2 耐震性に関する説明書」における原子炉圧力容器付属構造物，原子炉格納容器及び圧力低減設備その他の安全設備のうち，以下の耐震計算書を対象として補足説明するものである。

【添付書類】

V-2-3-4-2 原子炉圧力容器付属構造物の耐震性についての計算書

V-2-3-4-1 原子炉圧力容器スタビライザの耐震性についての計算書

V-2-3-4-2 原子炉格納容器スタビライザの耐震性についての計算書

V-2-3-4-3 制御棒駆動機構ハウジング支持金具の耐震性についての計算書

V-2-9-2 原子炉格納容器の耐震性についての計算書

V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書

V-2-9-2-3 上部シアラグ及びスタビライザの耐震性についての計算書

V-2-9-2-4 下部シアラグ及びダイヤフラムブラケットの耐震性についての計算書

V-2-9-2-5 原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書

V-2-9-2-6 機器搬入用ハッチの耐震性についての計算書

V-2-9-2-7 所員用エアロックの耐震性についての計算書

V-2-9-2-8 サプレッション・チェンバアクセスハッチの耐震性についての計算書

V-2-9-2-9 原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書

V-2-9-2-10 電気配線貫通部の耐震性についての計算書

V-2-9-2-11 サプレッション・チェンバ底部ライナ部の耐震性についての計算書

V-2-9-4 圧力低減設備その他の安全設備の耐震性についての計算書

V-2-9-4-1 ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書

V-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書

目次

補足-340-22 原子炉格納容器の耐震計算書に係る補足説明資料

- 1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書に係る補足説明資料
 - 1-1 応力評価点 P6 の座屈評価について
 - 1-2 原子炉格納容器の地震時のスロッシングに対する考え方について
 - 1-3 板厚（半径）方向の応力を無視してよい理由について
- 2 原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書に係る補足説明資料
 - 2-1 応力計算における評価部位と荷重方向について
 - 2-2 コンクリートのせん断評価の考え方について
- 3 原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書に係る補足説明資料
 - 3-1 配管貫通部の代表性について
- 4 ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書に係る補足説明資料
 - 4-1 ポアソン比 0.2 を用いたダイヤフラム・フロアの評価結果
 - 4-2 ダイヤフラム・フロア 設計震度の考え方について

下線：本日提示資料

1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書に係る補足説明資料

1-1 応力評価点 P6 の座屈評価について

1. 概要

添付書類「V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書」に記載の座屈評価は、J E A G 4 6 0 1・補-1984に基づき評価を実施している。座屈評価において、重大事故時における応力評価点 P6 の評価結果が厳しくなっているが、この原因は入力荷重である軸圧縮荷重の設定方法に起因している。

本図書では、重大事故時における応力評価点 P6 の軸圧縮荷重の設定方法を示す。

2. 重大事故時における応力評価点 P6 の軸圧縮荷重について

応力評価点 P6 の座屈評価に用いる地震荷重である軸圧縮荷重を以下に示す。

- ・重大事故等対処設備としての評価荷重 (S_s)

$$\text{軸圧縮荷重} \quad P = 1.76 \times 10^8 \text{ N}$$

ここで、格納容器内のサプレッション・チェンバール水質量は、本来底部コンクリートマット（底部ライナー部）に作用するものではあるが、座屈評価の際には、重大事故時の水位 (EL. 11191mm) における水質量が、保守的に底部ライナー部に接続される応力評価点 P6 に鉛直荷重として作用するものとしている。

従って、応力評価点 P6 には重大事故時の水位における水質量が含まれるため、評価結果が厳しくなる。なお、応力評価点 P5 については鉛直方向の水質量を受け持つ部位ではないため、水質量による軸圧縮荷重は考慮していない。

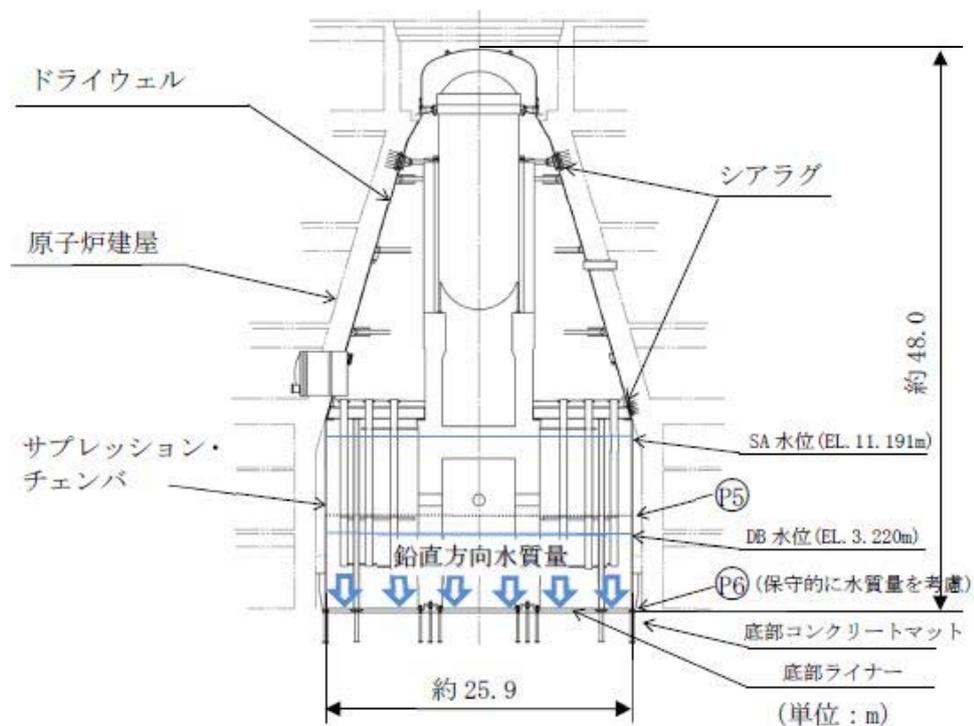


図1 SA時の水位

3. 参考図書

V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書

補足 340-22-1-1-1

1-3 板厚（半径）方向の応力を無視してよい理由について

1. 概要

本資料は、添付資料「V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書」の補足説明資料として原子炉格納容器の円錐胴及び円筒胴等について、板厚（半径）方向応力についての影響についてまとめ、板厚（半径）方向の応力について、無視してよい理由について整理したものである。

2. 評価方法

原子炉格納容器の内圧による発生応力が最も大きい円筒胴で、原子炉格納容器内圧 $P = 0.310$ MPa、原子炉格納容器の円筒部の直径 $D = \square$ mm、板厚 $t = \square$ mm の部分を例とし、板厚（半径）方向応力の考慮有無による影響を確認する。

3. 評価結果

周方向応力の算出

$$\sigma_t = \sigma_1 = P \cdot D / (2 \cdot t) = 0.310 \times \square / (2 \times \square) = 105.678 \text{ MPa}$$

軸方向応力の算出

$$\sigma_l = \sigma_2 = P \cdot D / (4 \cdot t) = 0.310 \times \square / (4 \times \square) = 52.839 \text{ MPa}$$

半径方向応力（内面と外面の平均）の算出

$$\sigma_r = \sigma_3 = (-P + 0) / 2 = -P / 2 = -0.310 / 2 = -0.155 \text{ MPa}$$

板厚（半径）方向の応力 σ_3 を考慮に入れた応力強さ S

$$\begin{aligned} S &= \max \left| (\sigma_1 - \sigma_2), (\sigma_2 - \sigma_3), (\sigma_3 - \sigma_1) \right| \\ &= \max \left| (105.678 - 52.839), (52.839 - 0.155), (-0.155 - 105.678) \right| \\ &= \max \left| 52.839, 2.994, 105.833 \right| \\ &= 105.833 \Rightarrow 106 \text{ MPa} \end{aligned}$$

板厚（半径）方向の応力 σ_3 を 0 とした場合の応力強さを S'

$$\begin{aligned} S' &= \max \left| \sigma_1, \sigma_2 \right| \\ &= \max \left| 105.678, 52.839 \right| \\ &= 105.678 \Rightarrow 106 \text{ MPa} \end{aligned}$$

上述の通り、 $S = S'$ となり、板厚（半径）方向の応力の考慮の有無による結果への影響は軽微であり、本工認の添付資料では、原子炉格納容器の板厚（半径）方向応力について評価を省略する。よって、板厚（半径）方向の応力は無視も問題はない。

以上

2 原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書
に係る補足説明資料

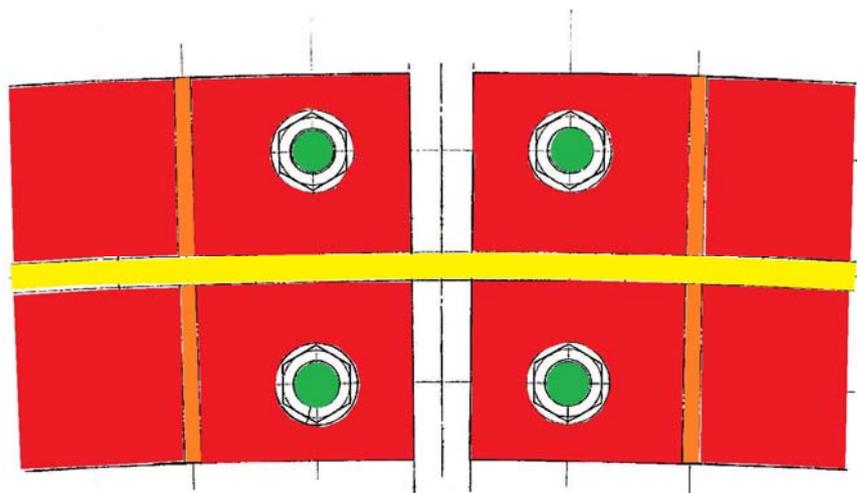
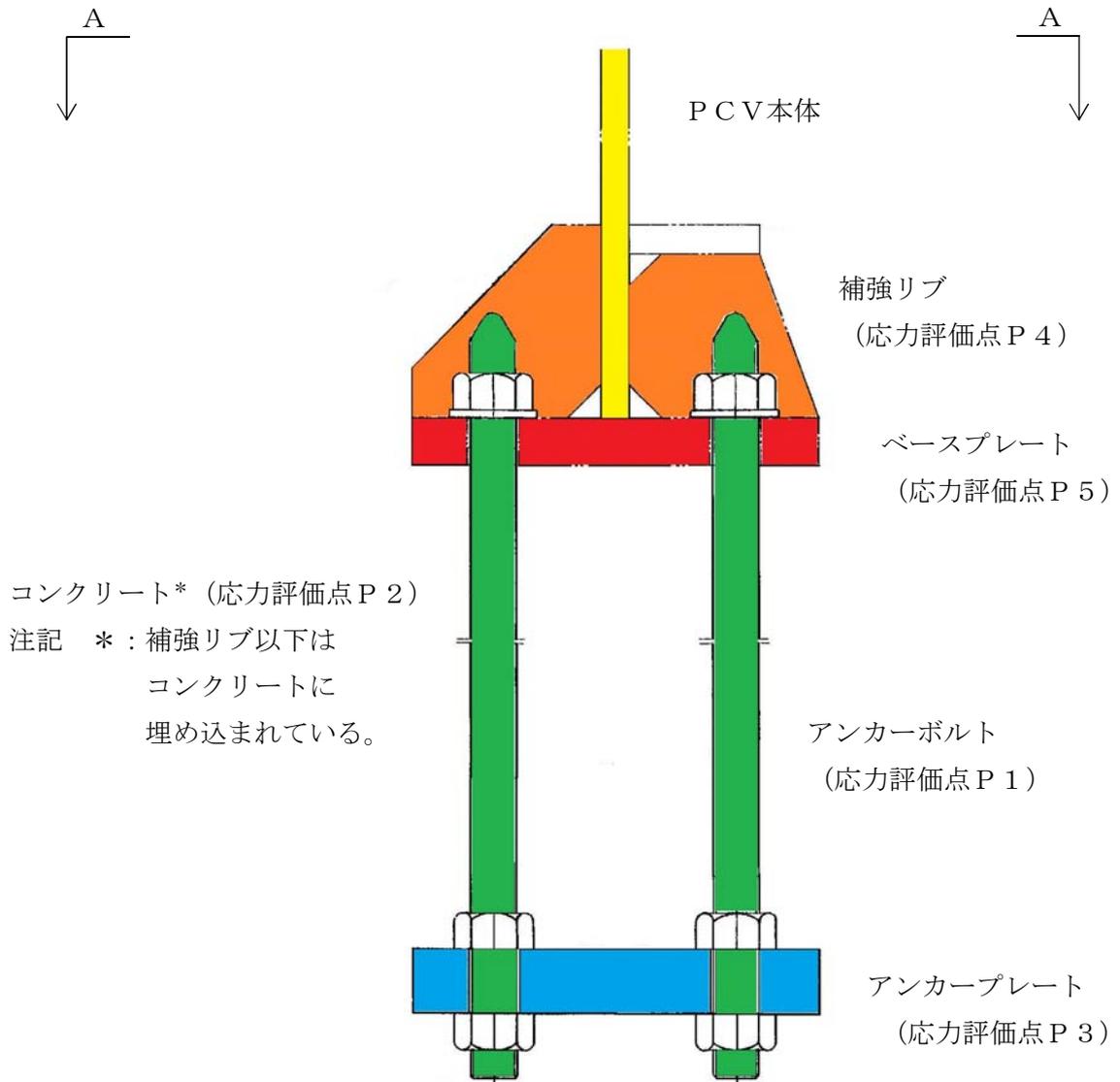
2-1 応力計算における評価部位と荷重方向について

1. 概要

本書は、V-2-9-2-5 原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書に記載の応力評価における評価部位と荷重方向を図示する。

2. 評価部位と荷重方向について

図 2-1 に胴アンカ部を構成する部材を示す。また、2.2 及び 2.3 に応力評価種類毎の評価部位（評価断面等）と荷重方向を示す。



A-A矢視

図 2-1. 胴アンカ部を構成する部材
補足 340-22-2-1-2

2.1 アンカーボルト及びコンクリート（応力評価点P1及び応力評価点P2）

評価方法については、J E A G 4 6 0 1 - 1 9 8 7 のスカート支持たて置円筒容器のボルトの計算と同様であるため、説明を割愛する。

2.2 コンクリート及びアンカープレート（応力評価点P2及び応力評価点P3）

(1) アンカープレートと接するコンクリートの圧縮応力

アンカープレートと接するコンクリートの圧縮応力評価面と荷重方向を図2-2に示す。

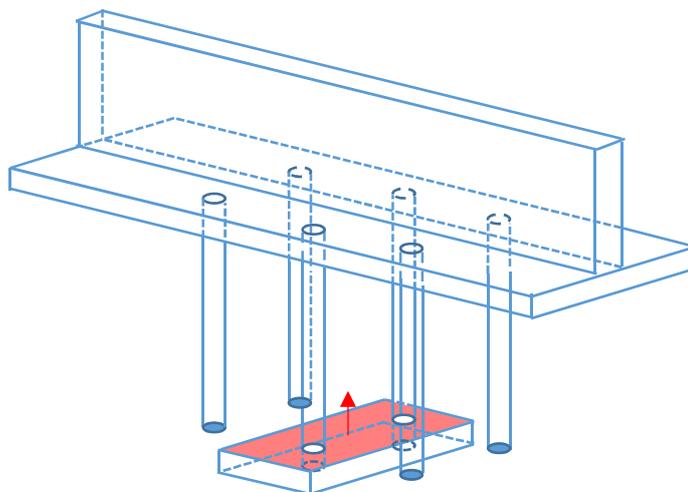


図2-2 アンカープレートと接するコンクリートの圧縮応力（応力評価点P2）

(2) アンカープレートの曲げ応力

アンカープレートに生じる曲げ応力の荷重方向を図2-3に示す。

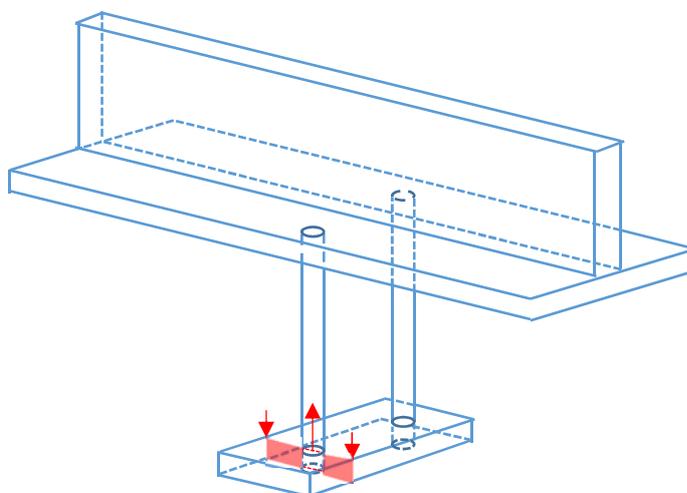


図2-3 アンカープレートの曲げ応力（応力評価点P3）

(3) アンカープレートによるコンクリートのせん断応力

アンカープレートによるコンクリートのせん断応力評価面と荷重方法を図 2-4 に示す。

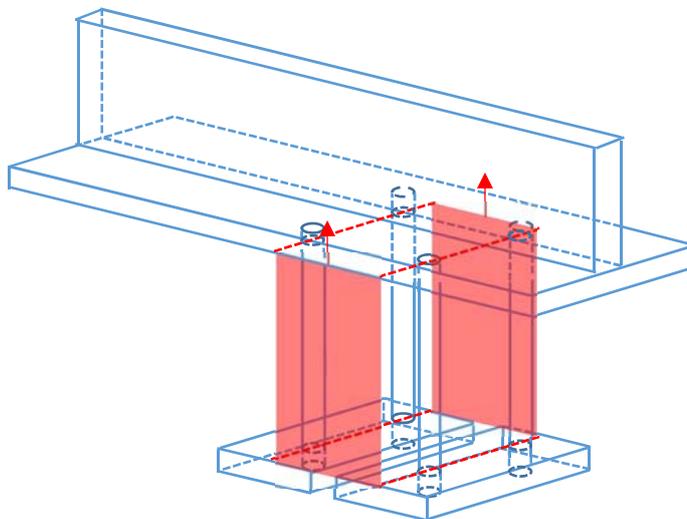


図 2-4 アンカープレートによるコンクリートのせん断応力（応力評価点 P 2）

2.3 補強リブ及びベースプレート（応力評価点 P 4 及び P 5）

(1) サプレッション・チェンバ本体及び補強リブの溶接部の応力

サプレッション・チェンバ本体及び補強リブの溶接部の引張り，せん断応力評価面と荷重方向を図 2-5 に示す。

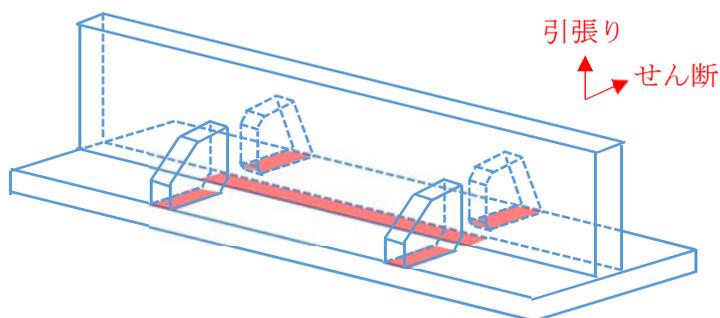


図 2-5 サプレッション・チェンバ本体及び補強リブの溶接部の応力（応力評価点 P 4 及び P 5）

(2) 補強リブ及びサプレッション・チェンバ本体の圧縮応力

補強リブ及びサプレッション・チェンバ本体の圧縮応力における評価面と荷重方向を図 2-6 に示す。

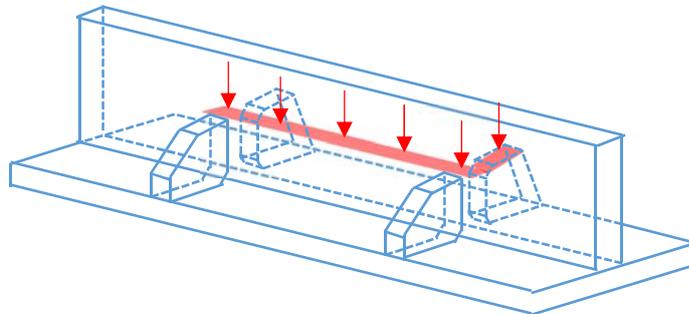


図 2-6 補強リブ及びサプレッション・チェンバ本体の圧縮応力 (応力評価点 P 4)

(3) ベースプレートの曲げ応力

ベースプレートの曲げ応力の評価モデルと、拘束条件、荷重方向を図 2-7 に示す。

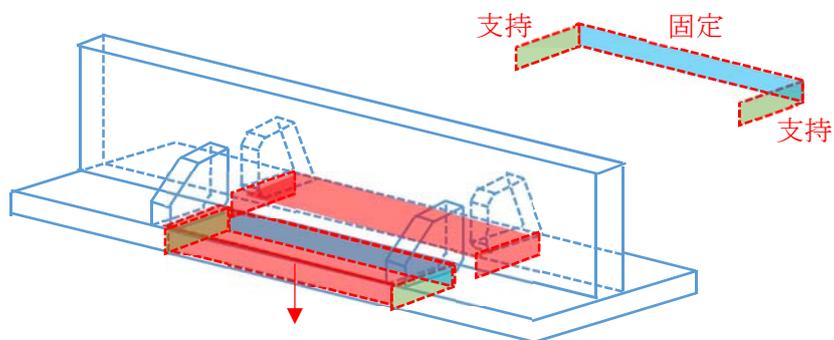


図 2-7 ベースプレートの曲げ応力 (応力評価点 P 5)

2-2 コンクリートのせん断評価の考え方について

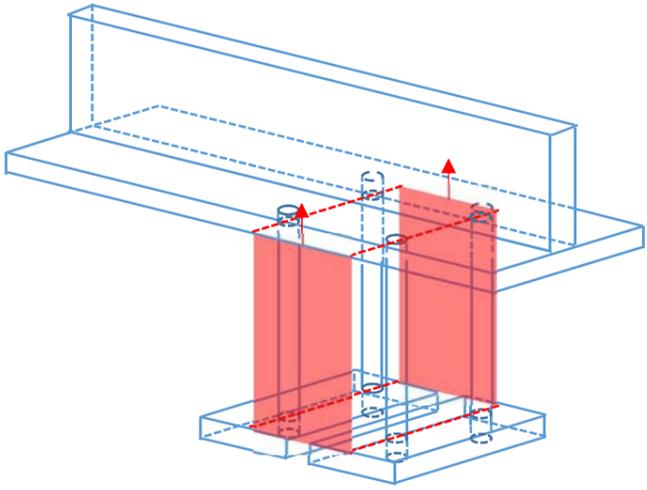
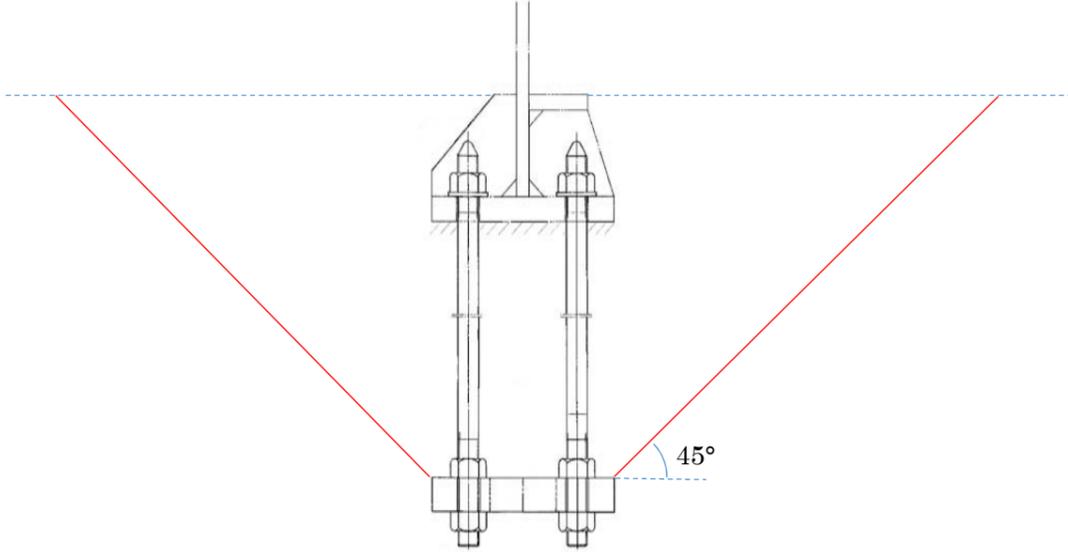
1. 概要

V-2-9-2-5 原子炉格納容器胴アンカ部の耐震性についての計算書に記載のコンクリート部のせん断評価については、J E A G 4 6 0 1 -1987 と同様のアンカプレートの投影断面を考慮した手法を用いている。一方で、J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版ではコーン状破壊を考慮した評価手法となっている。このため、本書では、J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の手法での評価結果を示す。

2. J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の手法を用いた評価結果について

表 2-1 に J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の手法を用いたコンクリート部の評価結果を示す。J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の評価手法を用いても許容荷重を満足することを確認した。

表 2-1 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の手法を用いたコンクリート部の評価結果

	耐震性についての計算書に記載の方法	J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の方法
式	$\tau_c = \frac{2 \cdot w_t \cdot A_{B2}}{(l_{BPO} + l_{BPI}) \cdot l_4}$ <p> w_t : アンカボルト最大引張応力 (MPa) τ_c : アンカプレートによるコンクリートのせん断力 (N/mm²) A_{B2} : ボルトの谷径有効断面積 (mm²) l_{BPO} : 外側ボルト間の距離 (mm) l_{BPI} : 内側ボルト間の距離 (mm) l_4 : ベースプレートとアンカプレート間の距離 (mm) </p>	$p \leq \text{MIN}(p_{a1}, p_{a2})$ $p_{a1} = 0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c}$ $p_{a2} = K_2 \cdot \alpha_c \cdot A_0 \cdot F_c$ <p> p : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N) p_a : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N) p_{a1} : コンクリート躯体がコーン状破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N) p_{a2} : 基礎ボルト頭部に接するコンクリート部が支圧破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N) K_1 : コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数 (Ⅲ_AS=0.45, Ⅳ_AS=0.6) K_2 : 支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数 (Ⅲ_AS=2/3, Ⅳ_AS=0.75) F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²) A_c : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm²) α_c : 支圧面積と有効投影面積から定まる定数, $= \sqrt{A_c/A_0}$かつ 10 以下 A_0 : 支圧面積 (mm²) </p>
せん断面		
許容値	せん断応力 $f_s = 1.0 \text{ N/mm}^2$ (基準強度 $F_c = 22.0 \text{ N/mm}^2$ から JEAG-補-1984 に基いた許容応力算出式で算出)	Ⅲ _A S $0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c} = 1.100 \times 10^6 \text{ N}$ ($0.31 \cdot K_1 \cdot \sqrt{F_c} = 0.31 \times 0.45 \times \sqrt{22.0} = 0.65 \text{ N/mm}^2$) Ⅳ _A S $0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c} = 1.466 \times 10^6 \text{ N}$ ($0.31 \cdot K_1 \cdot \sqrt{F_c} = 0.31 \times 0.65 \times \sqrt{22.0} = 0.87 \text{ N/mm}^2$)
結果	Ⅲ _A S (D+P+M+S _d *) 発生値/許容値=0.2/1.0 (N/mm ²) 比 0.2 Ⅳ _A S (D+P _L +M _L +S _d *) 発生値/許容値=0.6/1.0 (N/mm ²) 比 0.6 Ⅳ _A S (D+P+M+S _s) 発生値/許容値=0.3/1.0 (N/mm ²) 比 0.3 V _A S (D+P _{SAL} +M _{SAL} +S _d *) 発生値/許容値=0.7/1.0 (N/mm ²) 比 0.7 V _A S (D+P _{SALL} +M _{SALL} +S _s) 発生値/許容値=0.7/1.0 (N/mm ²) 比 0.7	Ⅲ _A S (D+P+M+S _d *) 発生引張荷重/許容引張荷重=2.317×10 ⁵ /1.100×10 ⁶ 比 0.21 Ⅳ _A S (D+P _L +M _L +S _d *) 発生引張荷重/許容引張荷重=1.131×10 ⁶ /1.466×10 ⁶ 比 0.77 Ⅳ _A S (D+P+M+S _s) 発生引張荷重/許容引張荷重=5.537×10 ⁶ /1.466×10 ⁶ 比 0.38 V _A S (D+P _{SAL} +M _{SAL} +S _d *) 発生引張荷重/許容引張荷重=1.429×10 ⁶ /1.466×10 ⁶ 比 0.97 V _A S (D+P _{SALL} +M _{SALL} +S _s) 発生引張荷重/許容引張荷重=1.284×10 ⁶ /1.466×10 ⁶ 比 0.88

4 ダイアフラム・フロアの耐震性についての計算書
に係る補足説明資料

4-1 ポアソン比 0.2 を用いたダイヤフラム・フロアの評価結果

1. 概要

建設時の工事計画認可申請書の「ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書」における適用規格は、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本機械学会）」（以下「RC規準」という。）であり、本補正工事計画認可申請書における適用規格は「発電用原子力設備規格（コンクリート製原子炉格納容器規格） JSME S NE1-2003（日本機械学会）」（以下「CCV規格」という。）である。

建設時のRC規準と現行のCCV規格のポアソン比には相違があり、RC規準とCCV規格で規定されている値はそれぞれ0.167と0.2である。

本補正工事計画認可申請書の「ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書」では、設計当時からの評価の一貫性を考慮し、建設時のRC規準のポアソン比0.167をそのまま用いている。

本補足説明資料は、CCV規格で規定されているポアソン比0.2を用いた場合においても、ダイヤフラム・フロアの健全性が確保されていることを示すものである。

2. 評価結果

ダイヤフラム・フロアの設計基準対象施設としての耐震評価結果を表1～表11に示す。また、重大事故等対処設備としての耐震評価結果を表12～表20に示す。

この結果から、ポアソン比0.167と0.2で結果に違いは出るものの、その差は微小であり、結果に影響を与えるものではないことを確認した。

また、発生値は許容値を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

表 1 荷重状態Ⅲの軸力及び曲げモーメントによる応力検討結果（円周方向）

評価部位	荷重状態	検討応力	荷重番号	応力状態	設計応力		a t x (mm ² /m)	引張応力及び圧縮応力			許容値			判定
					N _x (kN/m)	M _x (kN・m/m)		c σ c N/mm ²	s σ c N/mm ²	s σ t N/mm ²	c f c N/mm ²	s f c N/mm ²	s f t N/mm ²	
No.1	Ⅲ	c σ c	4	2	-114	-9	3380	-0.5	-6.6	-0.6	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	-97	-9	3380	-0.5	-5.9	-0.2	-20.5	-345	345	可
No.2	Ⅲ	c σ c	4	2	-2680	103	16900	-4.3	-59.9	-30.8	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	3159	103	16900	0.0	73.0	114.1	-20.5	-345	345	可
No.3	Ⅲ	c σ c	4	2	-584	-142	13520	-2.9	-35.2	17.2	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	482	-142	13520	-1.5	-12.4	53.2	-20.5	-345	345	可
No.4	Ⅲ	c σ c	4	2	-633	-174	13520	-3.4	-41.5	23.5	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	669	-174	13520	-1.7	-13.1	68.0	-20.5	-345	345	可

注 1 : は検討応力の最大値を示す。

表 2 荷重状態Ⅳの軸力及び曲げモーメントによるひずみ検討結果（円周方向）

評価部位	荷重状態	検討応力	荷重番号	応力状態	設計応力		a t x (mm ² /m)	引張ひずみ及び圧縮ひずみ			許容値			判定
					N _x (kN/m)	M _x (kN・m/m)		c ε c (×10 ⁻⁶)	s ε c (×10 ⁻⁶)	s ε t (×10 ⁻⁶)	c ε cu (×10 ⁻⁶)	s ε cu (×10 ⁻⁶)	s ε tu (×10 ⁻⁶)	
No.1	Ⅳ	s ε t	5	1	1	-5	3380	-11	-7	26	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	9	-3	3380	-6	-3	22	-3000	-5000	5000	可
No.2	Ⅳ	s ε t	5	1	5212	178	16900	0	579	926	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	2918	114	16900	0	310	533	-3000	-5000	5000	可
No.3	Ⅳ	s ε t	5	1	996	-238	13520	-139	-64	468	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	556	-137	13520	-82	-39	266	-3000	-5000	5000	可
No.4	Ⅳ	s ε t	5	1	1200	-288	13520	-168	-78	564	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	669	-168	13520	-101	-49	324	-3000	-5000	5000	可

注 1 : は検討ひずみの最大値を示す。

表 3 面外せん断力による検討結果（円周方向）

評価部位	荷重状態	荷重番号	応力状態	設計応力		Q _x (N/mm)	許容値 Q _{A1} (N/mm)	判定
				M _x (kN・m/m)	Q _x (kN/m)			
No.1	Ⅲ	4	2	-9	10	10	339	可
	Ⅳ	5	1	-2	16	16	339	可
No.2	Ⅲ	4	2	103	-250	250	5400	可
	Ⅳ	5	1	178	-351	351	5400	可
No.3	Ⅲ	4	2	-143	741	741	3780	可
	Ⅳ	5	1	-239	1275	1275	3780	可
No.4	Ⅲ	4	2	-175	-181	181	3780	可
	Ⅳ	5	1	-288	-301	301	3780	可

注 1 : は面外せん断力の最大値を示す。

表 4 荷重状態Ⅲの軸力及び曲げモーメントによる応力検討結果（半径方向）

評価部位	荷重状態	検討応力	荷重番号	応力状態	設計応力		a ty (mm ² /m)	引張応力及び圧縮応力			許容値			判定
					N _y (kN/m)	M _y (kN・m/m)		c σ c N/mm ²	s σ c N/mm ²	s σ t N/mm ²	c f c N/mm ²	s f c N/mm ²	s f t N/mm ²	
No.1	Ⅲ	c σ c	4	2	11	32	3380	-1.2	-10.9	33.5	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	86	32	3380	-1.0	-7.1	44.3	-20.5	-345	345	可
No.2	Ⅲ	c σ c	4	2	-336	11	16900	-0.6	-7.3	-4.1	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	429	11	16900	0.0	10.5	15.0	-20.5	-345	345	可
No.3	Ⅲ	c σ c	4	2	-88	-231	13520	-3.6	-40.0	55.4	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	38	-231	13520	-3.4	-37.3	59.7	-20.5	-345	345	可
No.4	Ⅲ	c σ c	4	2	-290	-94	13520	-1.8	-21.4	14.3	-20.5	-345	345	可
	Ⅲ	s σ t	4	2	242	-94	13520	-1.1	-10.1	32.4	-20.5	-345	345	可

注1： は検討応力の最大値を示す。

表 5 荷重状態Ⅳの軸力及び曲げモーメントによるひずみ検討結果（半径方向）

評価部位	荷重状態	検討応力	荷重番号	応力状態	設計応力		a ty (mm ² /m)	引張ひずみ及び圧縮ひずみ			許容値			判定
					N _y (kN/m)	M _y (kN・m/m)		c ε c (×10 ⁻⁶)	s ε c (×10 ⁻⁶)	s ε t (×10 ⁻⁶)	c ε cu (×10 ⁻⁶)	s ε cu (×10 ⁻⁶)	s ε tu (×10 ⁻⁶)	
No.1	Ⅳ	s ε t	5	1	123	63	3380	-119	-56	388	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	68	37	3380	-71	-34	226	-3000	-5000	5000	可
No.2	Ⅳ	s ε t	5	1	684	23	16900	0	77	121	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	383	15	16900	0	41	70	-3000	-5000	5000	可
No.3	Ⅳ	s ε t	5	1	18	-403	13520	-382	-273	500	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	15	-227	13520	-213	-152	282	-3000	-5000	5000	可
No.4	Ⅳ	s ε t	5	1	490	-159	13520	-110	-62	281	-3000	-5000	5000	可
	Ⅳ	s ε t	6	1	274	-92	13520	-64	-36	161	-3000	-5000	5000	可

注1： は検討ひずみの最大値を示す。

表 6 面外せん断力による検討結果（半径方向）

評価部位	荷重状態	荷重番号	応力状態	設計応力		Q _y (N/mm)	許容値 Q _{A1} (N/mm)	判定
				M _y (kN・m/m)	Q _y (kN/m)			
No.1	Ⅲ	4	2	32	-26	26	339	可
	Ⅳ	5	1	63	-39	39	339	可
No.2	Ⅲ	4	2	12	14	14	5400	可
	Ⅳ	5	1	23	22	22	5400	可
No.3	Ⅲ	4	2	-231	-480	480	3780	可
	Ⅳ	5	1	-403	-850	850	3780	可
No.4	Ⅲ	4	2	-94	303	303	3780	可
	Ⅳ	5	1	-160	530	530	3780	可

注1： は面外せん断力の最大値を示す。

表7 大梁の水平方向荷重に対する評価結果

荷重 番号	M (kN・m)	Q (kN)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	組合せ (N/mm ²)	許容値(N/mm ²)	
						せん断	曲げ 組合せ
(4)	142.7	1426.8	36.7	33.1	68.1	135	235
(5)	220.7	2207.2	56.7	51.1	105.2		
(6)	123.6	1235.5	31.7	28.6	58.9		

表8 大梁の鉛直方向荷重に対する評価結果

荷重 番号	M (kN・m)	Q (kN)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	組合せ (N/mm ²)	許容値(N/mm ²)	
						せん断	曲げ 組合せ
(4)	755.7	999.8	31.4	31.3	62.7	135	235
(5)	1109.1	1554.6	46.1	48.6	96.0		
(6)	725.0	1004.3	30.2	31.4	62.2		

表9 小梁の評価結果

荷重 番号	M (kN・m)	Q (kN)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	組合せ (N/mm ²)	許容値(N/mm ²)	
						せん断	曲げ 組合せ
(4)	624.6	383.9	69.6	26.7	83.6	135	235
(5)	1014.5	651.7	113.0	45.3	137.6		
(6)	643.4	383.1	71.7	26.6	85.3		

表 10 柱の評価結果

荷重 番号	N (kN)	断面積 (mm ²)	σ_c (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)
(4)	2349.9	52440	44.9	144
(5)	3426.7		65.4	
(6)	2355.0		44.9	

表 11 シヤーコネクタの評価結果

荷重 番号	F (kN)	T (kN/本)	本数	許容値 (kN/本)
(4)	1426.9	39.7	36	82
(5)	2207.2	61.4		
(6)	1235.6	34.4		

表 12 荷重状態Vの軸力及び曲げモーメントによる応力検討結果（円周方向）

評価部位	荷重状態	検討応力	荷重番号	応力状態	設計応力		a _{tx} (mm ² /m)	引張ひずみ及び圧縮ひずみ			許容値			判定
					N _x (kN/m)	M _x (kN・m/m)		cεc (×10 ⁻⁶)	sεc (×10 ⁻⁶)	sεt (×10 ⁻⁶)	cεcu (×10 ⁻⁶)	sεcu (×10 ⁻⁶)	sεtu (×10 ⁻⁶)	
No.1	V	sεt	7	1	51	-19	3380	-33	-14	126	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	8	1	25	-22	3380	-44	-24	125	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	9	1	1	-24	3380	-49	-29	114	-3000	-5000	5000	可
No.2	V	sεt	7	1	-46	179	16900	-148	-108	171	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	8	1	3453	218	16900	0	286	711	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	9	1	4774	289	16900	-324	408	971	-3000	-5000	5000	可
No.3	V	sεt	7	1	205	-13	13520	0	21	54	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	8	1	652	-148	13520	-83	-36	297	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	9	1	914	-250	13520	-159	-81	467	-3000	-5000	5000	可
No.4	V	sεt	7	1	-40	92	13520	-89	-65	107	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	8	1	688	-192	13520	-123	-64	356	-3000	-5000	5000	可
	V	sεt	9	1	1099	-275	13520	-165	-80	530	-3000	-5000	5000	可

注： は検討ひずみの最大値を示す。

表 13 荷重状態Vの面外せん断力による検討結果（円周方向）

評価部位	荷重状態	荷重番号	応力状態	設計応力		Q _x (N/mm)	許容値	判定
				M _x (kN・m/m)	Q _x (kN/m)		Q _{A1} (N/mm)	
No.1	V	7	2	-26	7	7	339	可
	V	8	1	-23	15	15	339	可
	V	9	2	-20	19	19	339	可
No.2	V	7	2	179	-595	595	5400	可
	V	8	1	244	-665	665	5400	可
	V	9	2	289	-706	706	5400	可
No.3	V	7	2	-11	144	144	3780	可
	V	8	1	-147	839	839	3780	可
	V	9	2	-250	1344	1344	3780	可
No.4	V	7	2	92	-414	414	3780	可
	V	8	1	-119	-431	431	3780	可
	V	9	2	-275	-432	432	3780	可

注1： は面外せん断力の最大値を示す。

表 14 荷重状態Vの軸力及び曲げモーメントによる応力検討結果（半径方向）

評価部位	荷重状態	検討応力	荷重番号	応力状態	設計応力		a ty (mm ² /m)	引張ひずみ及び圧縮ひずみ			許容値			判定
					N _y (kN/m)	M _y (kN・m/m)		c ε c (×10 ⁻⁶)	s ε c (×10 ⁻⁶)	s ε t (×10 ⁻⁶)	c ε cu (×10 ⁻⁶)	s ε cu (×10 ⁻⁶)	s ε tu (×10 ⁻⁶)	
No.1	V	s ε t	7	1	3	-12	3380	-18	-4	98	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	8	1	42	50	3380	-101	-55	268	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	9	1	118	68	3380	-130	-64	408	-3000	-5000	5000	可
No.2	V	s ε t	7	1	-3	22	16900	-18	-13	21	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	8	1	452	28	16900	0	38	93	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	9	1	625	37	16900	0	54	127	-3000	-5000	5000	可
No.3	V	s ε t	7	1	-21	99	13520	-94	-68	119	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	8	1	25	-229	13520	-214	-152	286	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	9	1	201	363	13520	-329	-229	481	-3000	-5000	5000	可
No.4	V	s ε t	7	1	102	-7	13520	0	10	28	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	8	1	322	-98	13520	-66	-36	177	-3000	-5000	5000	可
	V	s ε t	9	1	449	-166	13520	-120	-70	282	-3000	-5000	5000	可

注： は検討ひずみの最大値を示す。

表 15 荷重状態Vの面外せん断力による検討結果（円周方向）

評価部位	荷重状態	荷重番号	応力状態	設計応力		Q _y (N/mm)	許容値	判定
				M _y (kN・m/m)	Q _y (kN/m)		Q _{A1} (N/mm)	
No.1	V	7	1	-13	-120	120	339	可
	V	8	1	35	-96	96	339	可
	V	9	1	68	-73	73	339	可
No.2	V	7	1	22	29	29	5400	可
	V	8	1	31	37	37	5400	可
	V	9	1	38	43	43	5400	可
No.3	V	7	1	99	123	123	3780	可
	V	8	1	217	429	429	3780	可
	V	9	1	363	789	789	3780	可
No.4	V	7	1	8	-207	207	3780	可
	V	8	1	-106	393	393	3780	可
	V	9	1	-166	528	528	3780	可

注1： は面外せん断力の最大値を示す。

表 16 大梁の水平方向荷重に対する評価結果

荷重 番号	M (kN・m)	Q (kN)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	組合せ (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	
						せん断	曲げ 組合せ
(7)	47.6	475.8	12.3	11.1	22.9	135	235
(8)	145.9	1458.9	37.5	33.8	69.6		
(9)	201.6	2015.9	51.8	46.7	96.1		

表 17 大梁の鉛直方向荷重に対する評価結果

荷重 番号	M (kN・m)	Q (kN)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	組合せ (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	
						せん断	曲げ 組合せ
(7)	1054.9	1357.8	43.9	42.5	85.7	135	235
(8)	1548.1	1633.4	64.4	51.1	109.5		
(9)	1784.5	2150.9	74.2	67.3	138.2		

表 18 小梁の評価結果

荷重 番号	M (kN・m)	Q (kN)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	組合せ (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)	
						せん断	曲げ 組合せ
(7)	202.0	32.1	22.5	2.3	22.9	135	235
(8)	747.3	370.6	83.3	25.8	94.6		
(9)	1132.7	632.3	126.2	43.9	147.4		

表 19 柱の評価結果

荷重 番号	N (kN)	断面積 (mm ²)	σ_c (N/mm ²)	許容値 (N/mm ²)
(7)	4118.5	52440	78.6	144
(8)	5175.2		98.7	
(9)	6144.8		117.2	

表 20 シヤーコネクタの評価結果

荷重 番号	F (kN)	T (kN/本)	本数	許容値 (kN/本)
(7)	475.8	13.3	36	82
(8)	1458.9	40.6		
(9)	2015.9	56.0		

固有値解析結果 0.049 s

参考
ポアソン比0.167の場合 0.049 s

4-2 ダイヤフラム・フロア 設計震度の考え方について

1. 概要

本資料は、ダイヤフラム・フロアの耐震評価における、鉛直方向設計震度の考え方について説明するものである。

2. 設計震度の考え方

ダイヤフラム・フロアの鉛直方向設計震度を整理したものを表1に示す。

ダイヤフラム・フロアの評価においては、動的地震力における水平地震力と鉛直地震力による荷重の組合せ法として、水平：鉛直=1：0.4の場合（ダイヤフラム・フロアにとって支配的な組合せ）における組合せ係数法の考え方を適用しており、弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度については、 $1.2ZPA \times 0.4$ を適用した震度と静的震度の大きい方を評価震度としている。

なお、本来であればダイヤフラム・フロアは $1.0ZPA$ で評価する建物・構築物扱いであるため、機器・配管系の評価震度である $1.2ZPA$ の適用は不要であるが、ダイヤフラム・フロアは、機器・配管の支持構造物であることから、動的影響に対する安全マージンを考慮して動的地震力に対しては保守的に $1.2ZPA$ を適用している。一方、静的荷重の評価に関しては、設置場所の動的影響がないことから、従来より一律に「 $1.0C_v$ 」を使用していることに従った結果である。

表1 鉛直方向設計震度

耐震条件	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s
	地震波	1.2ZPA	静的震度
0.57 (0.23* ¹)		0.24	1.08 (0.44* ¹)
評価震度	0.24* ²		0.44

注記 *1：組合せ係数法として、 $1.2ZPA \times 0.4$ を適用した震度

*2： $1.2ZPA \times 0.4$ を適用した震度と静的震度の大きい方をを用いる

以上