

福島第一原子力発電所
特定原子力施設に係る実施計画

別冊集

本資料は、「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画」の内容を補足するものです。

本資料は、東京電力株式会社またはその他の企業の秘密情報が含まれていることから、一部マスキングを実施しております。

平成 25 年 8 月 12 日

東京電力株式会社

別冊 1 原子炉压力容器・格納容器注水設備に係る補足説明

I 原子炉压力容器・格納容器注水設備の構造強度及び耐震性について

別冊 2 原子炉格納容器内窒素封入設備に係る補足説明

I 原子炉格納容器内窒素封入設備の構造強度及び耐震性について

別冊 3 使用済燃料プール設備に係る補足説明

I 使用済燃料プール設備の構造強度及び耐震性について

別冊 4 原子炉压力容器・格納容器ホウ酸水注入設備に係る補足説明

I 原子炉压力容器・格納容器ホウ酸水注入設備の構造強度及び耐震性について

別冊 5 汚染水処理設備等に係る補足説明

I 汚染水処理設備等の構造強度及び耐震性について

別冊 6 原子炉格納容器ガス管理設備に係る補足説明

I 原子炉格納容器ガス管理設備の構造強度及び耐震性について

別冊 7 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備に係る補足説明

I 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性について

別冊 8 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に係る補足説明

I 乾式キャスク仮保管設備の構造強度及び耐震性について

II 乾式キャスク仮保管設備に関する要目表

別冊 9 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設に係る補足説明

I 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設の構造強度及び耐震性について

別冊 10 福島第一原子力発電所 原子力事業者防災業務計画

別冊 11 福島第一原子力発電所 5 号炉／6 号炉 長期保守管理方針 変更評価書

別冊 1

原子炉圧力容器・格納容器注水設備に係る補足説明

I 原子炉圧力容器・格納容器注水設備の構造強度及び耐震性について

1. 新設設備の構造強度および耐震性

1.1 ポンプ

1.1.1 常用高台炉注水ポンプおよび非常用高台炉注水ポンプ

(1) 耐震性

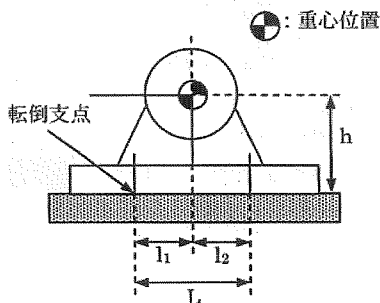
常用高台炉注水ポンプおよび非常用高台炉注水ポンプについては、ポンプユニットを、ダンパを有するトラックに搭載することにより耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、およびトラックが転倒しないことの評価を行った。なお、基準地震動 S_s に対する動的解析を行うことが困難であることから、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価を行った。

a. ボルトの強度評価

原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った結果、ボルトの強度が確保されることを確認した。なお、耐震 S クラス設備に適用される静的地震力に対しても、ボルトの強度が確保されることを確認した (表-1 参照)。

表-1 常用および非常用高台炉注水ポンプのボルトの強度評価結果

	耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価		耐震 S クラス設備に適用される静的地震力による評価	
	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
引張応力	作用しない	158	5	190
せん断応力	3	122	5	146



- L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離 (■ mm)
 m 機器の運転時質量 (■ kg)
 g 重力加速度 (9.80665 m/s²)
 h 据付面から重心までの距離 (■ mm)
 M_P ポンプ回転により働くモーメント
 ※基礎ボルトに M_P は作用しない
 l_1 重心と基礎ボルト間の水平方向距離 (■ mm)
 n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 (■)
 n 基礎ボルトの本数 (■)
 A_b 基礎ボルトの軸断面積 (■ mm²)
 C_H 水平方向設計震度
 〔耐震 B クラス設備に適用される加速度 : 0.36 (1.8Ci)
 耐震 S クラス設備に適用される加速度 : 0.72 (3.6Ci) 〕
 C_V 鉛直方向設計震度
 〔耐震 B クラス設備に適用される加速度 : -
 耐震 S クラス設備に適用される加速度 : 0.29 〕
 C_P ポンプ振動による震度 (■)

$$\text{ボルトに作用する引張力 : } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

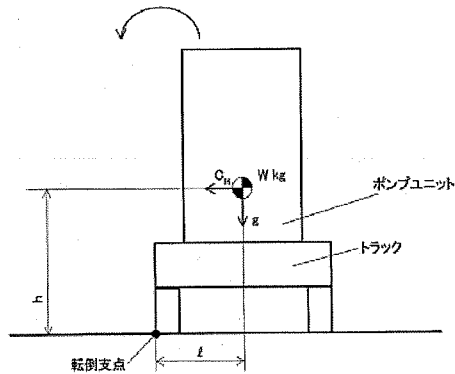
$$\text{ボルトの引張応力 : } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{ボルトに作用するせん断力 : } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{ボルトのせん断応力 : } \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

b. トラックの転倒評価

ポンプユニット、およびそれを搭載しているトラックについて、地震によるモーメントと自重によるモーメントを算出し、それらを比較することで転倒評価を行った。ポンプユニットおよびトラックが転倒するのは、地震によるモーメント > 自重によるモーメントとなる場合であるが、耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価の結果、地震によるモーメント < 自重によるモーメントとなることから、ポンプユニットおよびトラックが転倒しないことを確認した。なお、耐震 S クラス設備に適用される静的地震力に対しても、トラックが転倒しないことを確認した。



C_H 水平方向設計震度

〔耐震 B クラス設備に適用される加速度 : 0.36 (1.8Ci)
耐震 S クラス設備に適用される加速度 : 0.72 (3.6Ci)〕

W 機器重量

g 重力加速度

h 据付面から重心までの距離 (mm)

l 転倒支点から機器重心までの距離 (mm)

■ 転倒評価

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times g \times l$

$$M_1 - M_2 = (WgC_Hh) - (Wgl) = Wg(C_Hh - l)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 : } (C_Hh - l) = -$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合 : } (C_Hh - l) = -$$

1.1.2 純水タンク脇炉注水ポンプ

(1) 耐震性

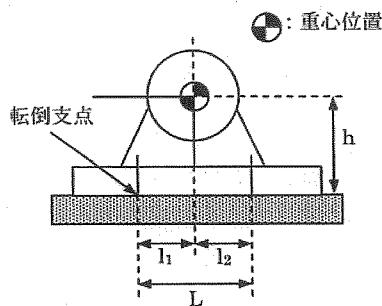
純水タンク脇炉注水ポンプは、常用高台炉注水ポンプと同様の構造（ポンプユニットをトラックに搭載し、ボルト等で固定）であることから、耐震性についても同様に評価を行った。なお、基準地震動 S_s に対する動的解析を行うことが困難であることから、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価を行った。

a. ボルトの強度評価

常用高台炉注水ポンプと同様の手法でボルトの評価を行った結果、ボルトの強度が確保されることを確認した。なお、耐震 S クラス設備に適用される静的地震力に対しても、ボルトの強度が確保されることを確認した（表-2 参照）。

表-2 純水タンク脇炉注水ポンプのボルトの強度評価結果

	耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価		耐震 S クラス設備に適用される静的地震力による評価	
	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
引張応力	作用しない	158	6	190
せん断応力	3	122	5	146



- : 重心位置
- L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離 (mm)
- m 機器の運転時質量 (kg)
- g 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- h 据付面から重心までの距離 (mm)
- M_P ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_Pは作用しない
- l₁ 重心と基礎ボルト間の水平方向距離 (mm)
- n_r 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 ()
- n 基礎ボルトの本数 ()
- A_b 基礎ボルトの軸断面積 (mm²)
- C_H 水平方向設計震度
〔耐震 B クラス設備に適用される加速度: 0.36 (1.8Ci)
耐震 S クラス設備に適用される加速度: 0.72 (3.6Ci)〕
- C_V 鉛直方向設計震度
〔耐震 B クラス設備に適用される加速度: -
耐震 S クラス設備に適用される加速度: 0.29〕
- C_P ポンプ振動による震度 ()

$$\text{ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

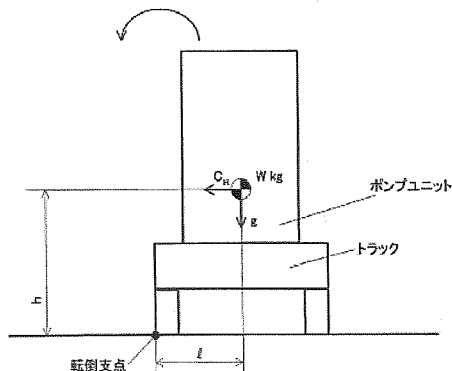
$$\text{ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_r A_b}$$

$$\text{ボルトに作用するせん断力: } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

b. トラックの転倒評価

常用高台炉注水ポンプと同様に、耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価を行った結果、地震によるモーメント < 自重によるモーメントとなることから、純水タンク脇ポンプのポンプユニットおよびトラックが転倒しないことを確認した。



- C_H 水平方向設計震度
〔耐震 B クラス設備に適用される加速度: 0.36 (1.8Ci)
耐震 S クラス設備に適用される加速度: 0.72 (3.6Ci)〕
- W 機器重量
- g 重力加速度
- h 据付面から重心までの距離 (mm)
- l 転倒支点から機器重心までの距離 (mm)

■ 転倒評価

地震によるモーメント： $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント： $M_2 = W \times g \times \ell$

$$M_1 - M_2 = (WgC_H h) - (Wg\ell) = Wg(C_H h - \ell)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合：} (C_H h - \ell) = -$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合：} (C_H h - \ell) =$$

1.1.3 タービン建屋内炉注水ポンプ

(1) 耐震性

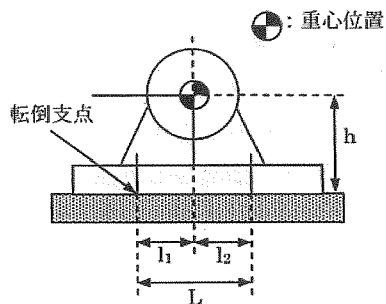
タービン建屋内炉注水ポンプは、基礎ボルトによりタービン建屋 1 階の床面に固定されていることを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されることの評価を行った。なお、基準地震動 S_s に対する動的解析を行うことが困難であることから、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価を行った。

a. ボルトの強度評価

常用高台炉注水ポンプと同様の手法でボルトの評価を行った結果、ボルトの強度が確保されることを確認した。なお、耐震 S クラス設備に適用される静的地震力に対しても、ボルトの強度が確保されることを確認した（表-3 参照）。

表-3 タービン建屋内炉注水ポンプのボルトの強度評価結果

号機	応力分類	耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価		耐震 S クラス設備に適用される静的地震力による評価	
		算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
1F-1	引張応力	作用しない	158	2	190
	せん断応力	2	122	3	146
1F-2/3	引張応力	作用しない	180	3	207
	せん断応力	3	139	4	159



- L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離 (1 号機 ■ mm、2/3 号機 ■ mm)
- m 機器の運転時質量 (1 号機 ■ kg、2/3 号機 ■ kg)
- g 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- h 据付面から重心までの距離 (1 号機 ■ mm、2/3 号機 ■ mm)
- M_P ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_P は作用しない
- l₁ 重心と基礎ボルト間の水平方向距離 (1 号機 ■ mm、2/3 号機 ■ mm)
- n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 (1 号機 ■ 本、2/3 号機 ■ 本)
- n 基礎ボルトの本数 (1/2/3 号機 ■ 本)
- A_b 基礎ボルトの軸断面積 (1/2/3 号機 ■ mm²)
- C_H 水平方向設計震度
〔耐震 B クラス設備に適用される加速度：0.36 (1.8Ci)
耐震 S クラス設備に適用される加速度：0.72 (3.6Ci)〕
- C_V 鉛直方向設計震度
〔耐震 B クラス設備に適用される加速度：－
耐震 S クラス設備に適用される加速度：0.29〕
- C_P ポンプ振動による震度 (■)

$$\text{ボルトに作用する引張力：} F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{ボルトの引張応力：} \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{ボルトに作用するせん断力：} Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{ボルトのせん断応力：} \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

1.1.4 CST 炉注水ポンプ

(1) 耐震性

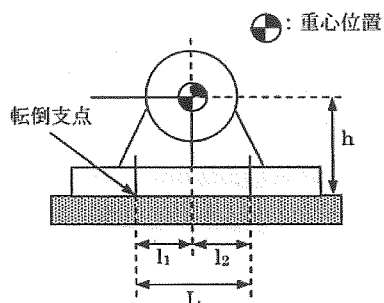
CST 炉注水ポンプは、基礎ボルトによりタービン建屋 1 階の床面に固定されていることを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されることの評価を行う。なお、耐震 S クラス相当の設備に求められる解析評価を行うことが困難であることから、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価を行う。

a. ボルトの強度評価

常用高台炉注水ポンプと同様の手法でボルトの評価を行った結果、ボルトの強度が確保されることを確認した。なお、耐震 S クラス設備に適用される静的地震力に対しても、ボルトの強度が確保されることを確認した。(表-4 参照)。

表-4 CST 炉注水ポンプのボルトの強度評価結果

号機	応力分類	耐震 B クラス設備に適用される静的地震力による評価		耐震 S クラス設備に適用される静的地震力による評価	
		算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	算出応力 [MPa]	許容応力 [MPa]
1F-1/2/3	引張応力	作用しない	180	2	207
	せん断応力	3	139	4	159



- L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離 (1/2/3 号機 ■ mm)
- m 機器の運転時質量 (1/2/3 号機 ■ kg)
- g 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- h 据付面から重心までの距離 (1/2/3 号機 ■ mm)
- M_P ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_P は作用しない
- l₁ 重心と基礎ボルト間の水平方向距離 (1/2/3 号機 ■ mm)
- n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 (1/2/3 号機 ■ 本)
- n 基礎ボルトの本数 (1/2/3 号機 ■ 本)
- A_b 基礎ボルトの軸断面積 (1/2/3 号機 ■ mm²)
- C_H 水平方向設計震度
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{耐震 B クラス設備に適用される加速度 : } 0.36 \text{ (1.8Ci)} \\ \text{耐震 S クラス設備に適用される加速度 : } 0.72 \text{ (3.6Ci)} \end{array} \right\}$
- C_V 鉛直方向設計震度
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{耐震 B クラス設備に適用される加速度 : } - \\ \text{耐震 S クラス設備に適用される加速度 : } 0.29 \end{array} \right\}$
- C_P ポンプ振動による震度 (■)

$$\text{ボルトに作用する引張力 : } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{ボルトの引張応力 : } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{ボルトに作用するせん断力 : } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{ボルトのせん断応力 : } \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

1.2 タンクの構造強度および耐震性

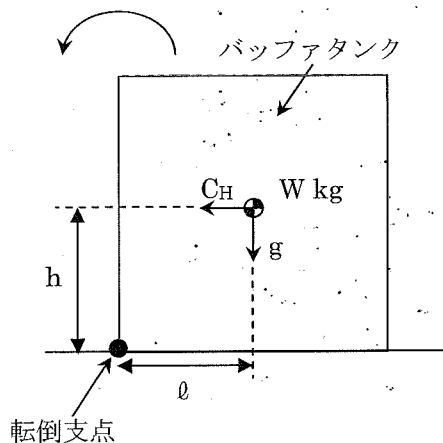
1.2.1 処理水バッファタンク

(1) 耐震性

処理水バッファタンクは、事務本館脇海側駐車場に設置されており、ボルトによる固定はされていないことを踏まえ、耐震性の評価として、タンクが転倒しないことの評価を行った。なお、基準地震動 S_s に対する動的解析を行うことが困難であることから、静的地震力を用いて、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. 処理水バッファタンクの転倒評価

タンクについて、地震によるモーメントと自重によるモーメントを算出し、それらを比較することで転倒評価を行った。タンクが転倒するのは、地震によるモーメント > 自重によるモーメントの場合であるが、評価の結果、地震によるモーメント < 自重によるモーメントであり、タンクが転倒しないことを確認した。



C_H 水平方向設計震度

〔耐震 B クラス設備に適用される加速度：0.36 (1.8Ci)
耐震 S クラス設備に適用される加速度：0.72 (3.6Ci)〕

W 機器重量

g 重力加速度

h 据付面から重心までの距離 (■■■■ mm)

l 転倒支点から機器重心までの距離 (■■■■ mm)

■ 転倒評価

地震によるモーメント： $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント： $M_2 = W \times g \times l$

$$M_1 - M_2 = (WgC_Hh) - (Wgl) = Wg(C_Hh - l)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合：} (C_Hh - l) = -■■■■$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合：} (C_Hh - l) = -■■■■$$

1.3 管の構造強度及び耐震性

1.3.1 鋼管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、原子炉注水系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している（表-4 参照）。

表-4 原子炉注水系における鋼管の構造強度評価結果※¹

	材料	外径 : D0 [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t [mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※ ² [mm]
【1～3 号機高台 炉注水ライン】 ポンプユニット	SUS304TP	60.5	1.4	128	3.5	0.33	—
	SUS304TP	76.3	1.4	128	3.5	0.42	—
	SUS304TP	89.1	1.4	128	4.0	0.49	—
【1～3 号機高台 炉注水ライン】	SUS304TP	60.5	0.98	128	3.9	0.24	—
	SUS304TP	89.1	0.98	128	5.5	0.35	—
	SUS304TP	165.2	0.98	128	7.1	0.64	—
	STPT370	89.1	0.98	93	5.5	0.47	3.0
	STPT370	60.5	0.98	93	5.5	0.32	2.4
	STPT410	318.5	0.98	103	10.3	1.51	3.8
	STPG370	60.5	0.98	93	3.9	0.32	2.4
	STPG370	76.3	0.98	93	5.2	0.41	2.7
	STPG370	89.1	0.98	93	5.5	0.47	3.0
	STPG370	60.5	0.98	93	5.5	0.32	2.4
【1～3 号機純水 タンク脇炉注水ラ イン】 ポンプユニット	SUS304TP	60.5	1.4	128	3.5	0.33	—
	SUS304TP	76.3	1.4	128	3.5	0.42	—
	SUS304TP	89.1	1.4	128	5.5	0.49	—
【1～3 号機純水 タンク脇炉注水ラ イン】	SGP	165.2	0.98	74	5.0	1.09	3.8
	SGP	216.3	0.98	74	5.8	1.43	3.8
【1～3 号機ター ビン建屋内炉注水 ライン】 ポンプユニット	STPT370	76.3	1.4	93	5.2	0.41	2.7
	STPT370	60.5	1.4	93	5.5	0.32	2.4
	SUS304TP	60.5	1.4	128	5.5	0.33	—
【1～3 号機ター ビン建屋内炉注水 ライン】	STPT370	76.3	0.98	93	5.2	0.41	2.7
	STPT370	89.1	0.98	93	5.5	0.47	3.0
	STPT370	114.3	0.98	93	6.0	0.6	3.4
	STPT370	165.2	0.98	93	7.1	0.87	3.8

	STPT370	60.5	0.98	93	8.7	0.32	2.4
	STPG370	89.1	0.98	93	5.5	0.47	3.0
	STPG370	165.2	0.98	93	7.1	0.87	3.8
	STPG370	318.5	0.98	93	10.3	1.68	3.8
	STPG370	60.5	0.98	93	5.5	0.32	2.4
	STPT410	60.5	0.96	103	5.5	0.29	2.4
	STPT410	76.3	0.96	103	5.2	0.36	2.7
【1～3 号機 CST 炉注水ライン】 ポンプユニット	STPT410	34.0	0.96	103	4.5	0.16	1.7
	STPT410	60.5	0.96	103	5.5	0.29	2.4
	STPT410	89.1	0.96	103	5.5	0.42	3.0
【1～3 号機 CST 炉注水ライン】	STPT410	60.5	0.96	103	5.5	0.29	2.4
	STPT410	60.5	0.96	103	3.9	0.29	2.4
	STPT410	76.3	0.96	103	5.2	0.36	2.7
	STPT410	89.1	0.96	103	5.5	0.42	3.0
	STPT410	114.3	0.96	103	6.0	0.54	3.4
	STPT410	165.2	0.96	103	7.1	0.77	3.8

※1 長手継手の効率 η は全て 1

※2 表-5 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-5 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (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)

η : 長手継手の効率で、「設計・建設規格 PVC-3130」に定めるところによる。

表-5 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

別冊 2

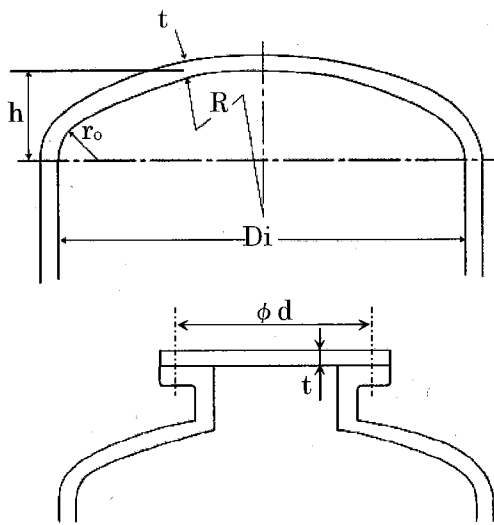
原子炉格納容器内窒素封入設備に係る補足説明

I 原子炉格納容器内窒素封入設備の構造強度及び耐震性について

1. 窒素ガス分離装置の構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

窒素ガス分離装置 (A), (B), (C) 及び非常用窒素ガス分離装置に用いる容器の一部については、圧力容器構造規格の第二種圧力容器構造規格を適用しており、JIS B 8265 (圧力容器の構造—一般事項) の規格計算を行い、必要板厚を満足することを確認する。



- t : 必要計算厚さ (mm)
- P : 設計圧力 (MPa)
- D_i : 胴の内径 (mm)
- σ_a : 設計温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)
- η : 溶接継手効率
- α : 腐れ代 (mm)
- M : 皿形鏡板の形状による係数
- R : 皿形鏡板の中央の球形部の内半径 (mm)
- r_o : 皿形鏡板のすみの丸みの内半径 (mm)
- D : 半だ円形鏡板のだ円の内長径 (mm)
- $2h$: 半だ円形鏡板のだ円の内短径 (mm)
- K : 半だ円形鏡板の形状による係数
- d : 円形平ふた板のボルト中心円の直径 (mm)

$$\text{円筒胴の計算厚さ (内径基準)} : t = \frac{PD_i}{2\sigma_a\eta - 1.2P} + \alpha \quad P \leq 0.385\sigma_a\eta \text{ の場合}$$

$$\text{皿形鏡板の計算厚さ (内径基準)} : t = \frac{PRM}{2\sigma_a\eta - 0.2P} + \alpha$$

$$\text{皿形鏡板の形状による係数} : M = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R}{r_o}} \right)$$

$$\text{半だ円形鏡板の計算厚さ (内径基準)} : t = \frac{PDK}{2\sigma_a\eta - 0.2P} + \alpha$$

$$\text{半だ円形鏡板の形状による係数} : K = \frac{1}{6} \left(2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right)$$

$$\text{円形平ふた板の計算厚さ} : t = d \sqrt{\frac{0.25P}{\sigma_a\eta}}$$

必要板厚計算に用いるパラメータは下表の通り。

設備名		部位	P	D_i	σ_a	η	α
窒素ガス 分離装置 (A)	吸着槽	胴板					
	製品槽						
窒素ガス 分離装置 (B)	吸着槽						
	製品槽						
窒素ガス 分離装置 (C)	活性炭槽						
	空気槽						
	吸着槽						
	製品槽						
非常用 窒素ガス 分離装置	活性炭槽						
	吸着槽						
	製品槽						

設備名		部位	P	R	σ_a	η	α	r_o
窒素ガス 分離装置 (A)	吸着槽	皿形鏡板						
	製品槽							
窒素ガス 分離装置 (B)	吸着槽							
	製品槽							
非常用 窒素ガス 分離装置	活性炭槽							
	製品槽							

設備名		部位	P	D	σ_a	η	α	2h
窒素ガス 分離装置 (A)	吸着槽	半だ円形 鏡板						
窒素ガス 分離装置 (B)	吸着槽							
窒素ガス 分離装置 (C)	活性炭槽							
	空気槽							
	吸着槽							
	製品槽							
非常用 窒素ガス 分離装置	吸着槽							

設備名		部位	P	σ_a	η	d
窒素ガス 分離装置 (A)	吸着槽	円形 平ふた板				
窒素ガス 分離装置 (B)	吸着槽					
窒素ガス 分離装置 (C)	活性炭槽					
	吸着槽					

表一1に板厚計算の結果を示す。当該機器は必要板厚を満足しており、原子炉格納容器内窒素封入設備の最高使用圧力に十分耐えうる構造強度を有していることを確認した。

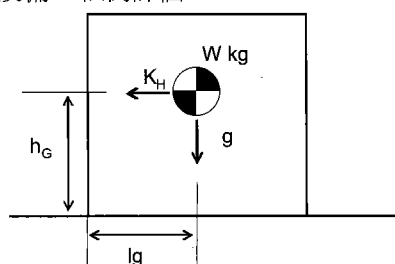
表一1 第二種压力容器 板厚計算結果

設備名		部位	必要板厚 (mm)	使用板厚 (mm)
窒素ガス 分離装置 (A)	吸着槽	胴板	5.56	9
		皿形鏡板	5.86	9
		半楕円形鏡板	4.17	12
		平ふた板	21.93	26
	製品槽	胴板	5.21	6
		皿形鏡板	5.49	6
窒素ガス 分離装置 (B)	吸着槽	胴板	4.86	6
		皿形鏡板	5.11	6
		半楕円形鏡板	3.69	9
		平ふた板	21.93	26
	製品槽	胴板	4.86	6
		皿形鏡板	5.11	6
窒素ガス 分離装置 (C)	活性炭 槽	胴板	3.51	4.5
		半楕円形鏡板	2.75	4.5
		平ふた板	11.94	22
	空気槽	胴板	4.23	4.5
		半楕円形鏡板	3.24	4.5
	吸着槽	胴板	4.23	4.5
		半楕円形鏡板	3.24	4.5
		平ふた板	17.67	24
	製品槽	胴板	4.23	4.5
		半楕円形鏡板	3.24	4.5
非常用 窒素ガス 分離装置	活性炭 槽	胴板	4.07	6
		皿形鏡板	4.27	5
	吸着槽	胴板	4.39	6
		半楕円形鏡板	4.19	5
	製品槽	胴板	3.77	6
		皿形鏡板	3.94	5

(2) 耐震性

窒素ガス分離装置（A），（B），（C）及び非常用窒素ガス分離装置については、「建築設備耐震設計・施工指針（2005 年版）」を参考とし、静的地震力を用いて、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス相当の地震力（ $1.2C_i = 0.24$ ）にて設備が転倒しないことの評価を行う。

・設備の転倒評価



K_H 水平方向設計震度
 W 機器重量
 g 重力加速度
 h_G 据付面から重心までの距離
 l_g 転倒支点から機器重心までの距離

地震によるモーメント： $M_1 = W \times g \times K_H \times h_G$

自重によるモーメント： $M_2 = W \times g \times l_g$

転倒評価に用いるパラメータは下表の通り。

	K_H	g	W	h_G	l_g
窒素ガス分離装置（A）	0.24	9.80665	■	■	■
窒素ガス分離装置（B）			■	■	■
窒素ガス分離装置（C）			■	■	■
非常用窒素ガス分離装置			■	■	■

表一2 に転倒評価の結果を示す。当該機器は地震力に対して転倒せず、必要な耐震性を有していることを確認した。

表一2 窒素ガス分離装置 転倒評価結果（耐震Cクラス相当の静的震度）

設備名称	地震によるモーメント M_1 [N・m]	自重によるモーメント M_2 [N・m]	評価
窒素ガス分離装置（A）	4920	14023	転倒しない
窒素ガス分離装置（B）	3602	9169	転倒しない
窒素ガス分離装置（C）	7259	15877	転倒しない
非常用窒素ガス分離装置	24172	85219	転倒しない

なお、非常用窒素ガス分離装置については耐震Ｓクラス相当の静的震度（ $3.6C_i = 0.72$ ）での評価も行い、転倒しないことを確認した。表－３に転倒評価の結果を示す。

表－３ 非常用窒素ガス分離装置 転倒評価結果（耐震Ｓクラス相当の静的震度）

設備名称	地震によるモーメント M_1 [N・m]	自重によるモーメント M_2 [N・m]	評価
非常用窒素ガス分離装置	72515	85219	転倒しない

２. ゴムホース

(1) 構造強度

ゴムホースは設計・建設規格に記載がない材料であるが、通常運転状態における漏えい確認試験を行い、有意な変形や漏えいがないことを確認していることから、必要な構造強度を有しているものと判断する。

(2) 耐震性

ゴムホースは、フレキシビリティを有しており、地震変位による有意な応力は発生しないと考えられる。

３. 既設設備の耐震性

原子炉圧力容器及び原子炉格納容器への窒素の封入ライン（既設配管）の耐震性は以下の表－３の通り。

表－３ 窒素封入ライン（既設配管）の耐震性

	原子炉圧力容器	原子炉格納容器
１号機	原子炉圧力容器頂部冷却系 (耐震Ｓクラス)	不活性ガス系 (耐震Ｃクラス)
２号機	原子炉圧力容器水位計装ライン (耐震Ｓクラス)	可燃性ガス濃度制御系 (耐震Ｓクラス)
３号機	原子炉圧力容器水位計装ライン (耐震Ｓクラス)	原子炉格納容器漏えい率検査用予備ライン (耐震Ｓクラス)

２／３号機については、原子炉圧力容器及び原子炉格納容器とも耐震Ｓクラス配管より窒素が供給されており、耐震上問題はない。

１号機については原子炉格納容器への窒素の封入は耐震Ｃクラス設備である不活性ガス系より行われているため、大きな地震が発生した場合、既設配管の影響が懸念される。しかし、原子炉圧力容器への窒素封入ラインが耐震Ｓクラスであることから、原子炉圧

力容器へ封入した窒素が原子炉格納容器側に流入し窒素で満たされるため問題はない。
これらの既設封入ラインは東北地方太平洋沖地震でも健全性が維持されていたものであることから、実力的にSクラス相当の耐震性を有しているものと考えられる。

なお、既設設備の強度、耐震性等については以下の工事計画認可申請書等による。

- ・ 1号機 原子炉圧力容器頂部冷却系

建設時第7回工事計画認可申請書（43公第13412号 昭和44年4月7日認可）

建設時第4回工事計画軽微変更届出書（総官第503号 昭和45年7月2日届出）

工事計画認可申請書（53資庁第10621号 昭和53年9月25日認可）

工事計画認可申請書（平成20・08・26原第10号 平成20年9月10日認可）

- ・ 2号機 原子炉圧力容器水位計装ライン

建設時第14回工事計画認可申請書（46公第11145号 昭和46年8月17日認可）

建設時第3回工事計画軽微変更届出書（総官第685号 昭和47年9月28日届出）

工事計画認可申請書（53資庁第13643号 昭和54年1月5日認可）

- ・ 3号機 原子炉圧力容器水位計装ライン

建設時第11回工事計画認可申請書（47公第8267号 昭和47年9月28日認可）

建設時第26回工事計画軽微変更届出書（総官第459号 昭和49年7月11日届出）

別冊 3

使用済燃料プール設備に係る補足説明

I 使用済燃料プール設備の構造強度及び耐震性について

1. ポンプ

1.1 1号機二次系ポンプ

(1) 耐震性

1号機二次系ポンプについては、サージタンクや配管、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、二次系ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、二次系ユニットについては、1号機原子炉建屋脇の屋外に設置し、敷鉄板と溶接等を行い転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること及び二次系ユニットが転倒しないことの評価を行った。なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である $0.36G$ とし、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

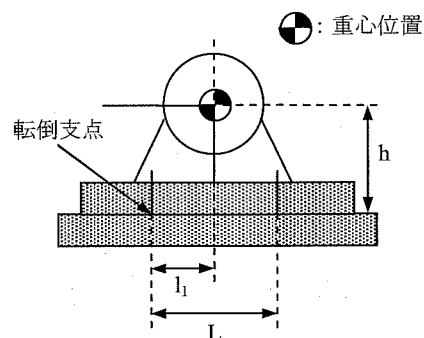
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態 Cs における許容応力を適用し、ボルトの評価温度は 100°C とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601 (2008)」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{せん断力 } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{せん断応力 } \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる
基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_P ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_P は作用しない

l₁ 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_P ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 Cs における許容応力を適用し、以下の式で設定

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : 1.5f_t = \min(f_{t0}, f_{ts})$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : 1.5f_s = F/\sqrt{3}$$

ここで、F は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$$F = \min(Sy, 0.7Su)$$

$$Sy : \text{表 8 より } 100^\circ\text{C} : 194\text{MPa}$$

$$Su : \text{表 9 より } 100^\circ\text{C} : 373\text{MPa}$$

従って、

$$F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{基礎ボルトの許容引張応力} : 1.5f_t &= \min(f_{t0}, f_{ts}) = (145, 199) \\ &= 145 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{MPa} \rightarrow 145 \text{MPa}$$

$$f_{ts} = 1.4 \times f_{to} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 2 = 199.8 \text{MPa}$$

→ 199MPa

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : 1.5f_s = F/\sqrt{3} = 112.0 \text{MPa}$$

→ 112 MPa

・ 設計震度：水平方向のみを考慮

$$C_H = 0.36$$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l ₁
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n _f	n	A _b	C _H	C _P
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S _y	S _u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

* 保守的な評価となるように‘40mm<径≤100mm’の値を使用。

(iii) 評価結果

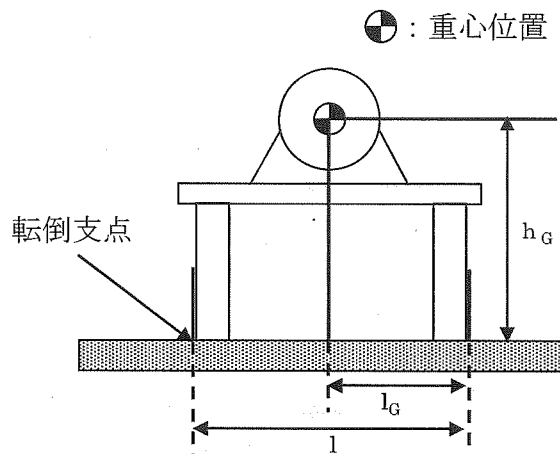
	算出応力	許容応力
引張	作用しない	145[MPa]
せん断	2[MPa]	112[MPa]

※ 浮き上がりが生じないため引張応力は評価不要

b. 二次系ユニットの転倒評価

「建築設備耐震設計・施工指針（2005 年版）」を準用し、敷鉄板との溶接を考慮しない状態で、二次系ユニットに発生する垂直力により転倒評価を行った。

発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{\{0.36 \times \text{[redacted]} \times \text{[redacted]} - (\text{[redacted]} - 0) \times \text{[redacted]} \times 9.80665}{\text{[redacted]} \times \text{[redacted]}}$$

$$= -1938.9[N] \rightarrow -1938[N]$$

ここに、 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \times \text{[redacted]} = \text{[redacted]} [kg]$

K_H : 設計用水平震度 = 0.36

W : 機器重量 = $\text{[redacted]} [kg]$

h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\text{[redacted]} [mm]$

F_V : 設計用鉛直地震力 = 0

l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\text{[redacted]} [mm]$

l : 検討する方向から見た評価点スパン = [redacted]

n_t : 機器転倒を考えた場合の引張を受ける評価点の数 = [redacted]

転倒評価結果

設備名称	発生する垂直力[N]	評価
1号機二次系ユニット	-1938	転倒しない

1.2 2号機一次系ポンプ

(1) 耐震性

2号機一次系ポンプについては、熱交換器、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、熱交換器ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、熱交換器ユニットについては2号機FSTR（フィルター・スラッジタンクルーム）建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、熱交換器ユニットが転倒しないこと及びアンカボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

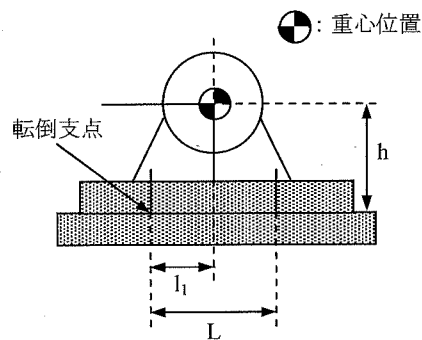
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態Csにおける許容応力を適用し、ボルトの評価温度は100℃とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601 (2008)」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{せん断力 } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{せん断応力 } \tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる
基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_p ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_p は作用しない

l_i 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_P ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 Cs における許容応力を適用し、以下の式で設定

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : 1.5f_t = \min(f_{t_o}, f_{t_s})$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : 1.5f_s = F/\sqrt{3}$$

ここで、F は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$$F = \min(Sy, 0.7Su)$$

Sy : 表 8 より 100°C : 194MPa

Su : 表 9 より 100°C : 373MPa

従って、

$$F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{基礎ボルトの許容引張応力} : 1.5f_t &= \min(f_{t_o}, f_{t_s}) = (145, 198) \\ &= 145 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f_{t_o} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{ MPa} \rightarrow 145 \text{ MPa}$$

$$f_{t_s} = 1.4 \times f_{t_o} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 3 = 198.2 \text{ MPa}$$

→ 198MPa

基礎ボルトの許容せん断応力： $1.5f_s = F/\sqrt{3} = 112.0 \text{ MPa}$

→ 112 MPa

・設計震度：水平方向のみを考慮

$C_H=0.36$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l_1
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n_f	n	A_b	C_H	C_P
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S_y	S_u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

* 保守的な評価となるように‘40mm<径≤100mm’の値を使用。

(iii) 評価結果

	算出応力	許容応力
引張	作用しない	145[MPa]
せん断	3[MPa]	112[MPa]

※ 浮き上がりが生じないため引張応力は評価不要

b. 熱交換器ユニットの転倒評価及びアンカボルトの強度評価

後述の「3.2 2号機熱交換器ユニット（1）耐震性」において、水平方向震度 0.36G で、熱交換器ユニットは転倒しない及び熱交換器ユニットを固定しているアンカボルトの強度が確保される評価となっている。

1.3 2号機二次系ポンプ

(1) 耐震性

2号機二次系ポンプについては、2号機FSTR（フィルター・スラッジタンクーム）建屋の屋外にハウスを設置し、ハウスにボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。

これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

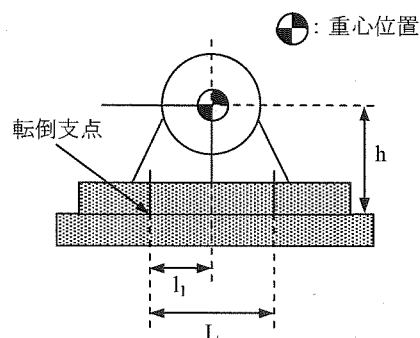
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態Csにおける許容応力を適用し、ボルトの評価温度は100℃とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601（2008）」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{せん断力 } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{せん断応力 } \tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる
基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_p ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_p は作用しない

l_i 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_P ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 Cs における許容応力を適用し、以下の式で設定

基礎ボルトの許容引張応力 : $1.5f_t = \min(f_{to}, f_{ts})$

基礎ボルトの許容せん断応力 : $1.5f_s = F/\sqrt{3}$

ここで、F は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$F = \min(Sy, 0.7Su)$

Sy : 表 8 より 100℃ : 194MPa

Su : 表 9 より 100℃ : 373MPa

従って、

$F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力 : $1.5f_t = \min(f_{to}, f_{ts}) = (145, 198)$
= 145 MPa

$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{ MPa} \rightarrow 145 \text{ MPa}$

$f_{ts} = 1.4 \times f_{to} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 3 = 198.2 \text{ MPa}$
→ 198MPa

基礎ボルトの許容せん断応力 : $1.5f_s = F/\sqrt{3} = 112.0 \text{ MPa}$

→ 112 MPa

・設計震度：水平方向のみを考慮

$$C_H=0.36$$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l_1
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n_f	n	A_b	C_H	C_P
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S_y	S_u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

* 保守的な評価となるように ‘40mm<径≤100mm’ の値を使用。

(iii) 評価結果

	算出応力	許容応力
引張	2[MPa]	145[MPa]
せん断	3[MPa]	112[MPa]

1.4 3号機一次系ポンプ

(1) 耐震性

3号機一次系ポンプについては、熱交換器、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、熱交換器ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、熱交換器ユニットについては3号機廃棄物処理建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、熱交換器ユニットが転倒しないこと及びアンカボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

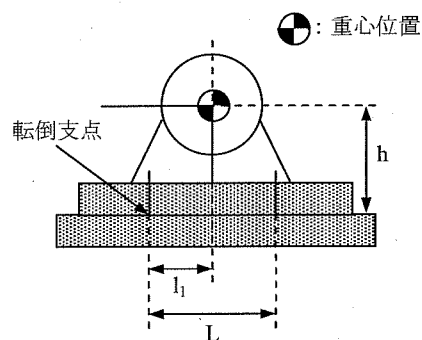
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態Csにおける許容応力を適用し、ボルトの評価温度は100℃とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601 (2008)」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 $Q_b = mg(C_H + C_P)$

せん断応力 $\tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる
基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_P ポンプ回転により働くモーメント

※基礎ボルトに M_P は作用しない

l_1 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_P ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 C_s における許容応力を適用し、以下の式で設定

基礎ボルトの許容引張応力 $: 1.5f_t = \min(f_{t_o}, f_{t_s})$

基礎ボルトの許容せん断応力 $: 1.5f_s = F/\sqrt{3}$

ここで、Fは日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$F = \min (Sy, 0.7Su)$

Sy : 表 8 より 100℃ : 194MPa

Su : 表 9 より 100℃ : 373MPa

従って、

$F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力 $: 1.5f_t = \min(f_{t_o}, f_{t_s}) = (145, 198)$
 $= 145 \text{ MPa}$

$f_{t_o} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{ MPa} \rightarrow 145 \text{ MPa}$

$f_{t_s} = 1.4 \times f_{t_o} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 3 = 198.2 \text{ MPa}$
 $\rightarrow 198 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容せん断応力 $: 1.5f_s = F/\sqrt{3} = 112.0 \text{ MPa}$

→ 112 MPa

・設計震度：水平方向のみを考慮

$C_H=0.36$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l_1
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n_f	n	A_b	C_H	C_p
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S_y	S_u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

* 保守的な評価となるように‘40mm<径≤100mm’の値を使用。

(iii) 評価結果

	算出応力	許容応力
引張	作用しない	145[MPa]
せん断	3[MPa]	112[MPa]

※ 浮き上がりが生じないため引張応力は評価不要

b. 熱交換器ユニットの転倒評価及びアンカボルトの強度評価

後述の「3.4 3号機熱交換器ユニット(1)耐震性」において、水平方向震度0.36Gで、熱交換器ユニットは転倒しない及び熱交換器ユニットを固定しているアンカボルトの強度が確保される評価となっている。

1.5 3号機二次系ポンプ

(1) 耐震性

3号機二次系ポンプについては、3号機廃棄物処理建屋の屋外にハウスを設置し、ハウスにボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。

これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

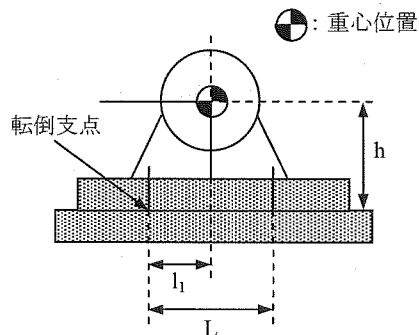
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態Csにおける許容応力を適用し、ボルトの評価温度は100℃とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601 (2008)」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{せん断力 } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{せん断応力 } \tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる
基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_p ポンプ回転により働くモーメント

※基礎ボルトに M_pは作用しない

l_l 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_p ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 Cs における許容応力を適用し、以下の式で設定

基礎ボルトの許容引張応力 : $1.5f_t = \min(f_{to}, f_{ts})$

基礎ボルトの許容せん断応力 : $1.5f_s = F/\sqrt{3}$

ここで、F は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$F = \min(Sy, 0.7Su)$

Sy : 表 8 より 100℃ : 194MPa

Su : 表 9 より 100℃ : 373MPa

従って、

$$F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{基礎ボルトの許容引張応力 : } 1.5f_t &= \min(f_{to}, f_{ts}) = (145, 198) \\ &= 145 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{ MPa} \rightarrow 145 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} f_{ts} &= 1.4 \times f_{to} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 3 = 198.2 \text{ MPa} \\ &\rightarrow 198 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{基礎ボルトの許容せん断応力 : } 1.5f_s &= F/\sqrt{3} = 112.0 \text{ MPa} \\ &\rightarrow 112 \text{ MPa} \end{aligned}$$

・設計震度：水平方向のみを考慮

$$C_H=0.36$$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l_1
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n_f	n	A_b	C_H	C_p
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S_y	S_u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

*保守的な評価となるように‘40mm<径≤100mm’の値を使用。

(iii) 評価結果

	算出応力	許容応力
引張	2[MPa]	145[MPa]
せん断	3[MPa]	112[MPa]

1.6 4号機一次系ポンプ

(1) 耐震性

4号機一次系ポンプについては、熱交換器、弁等と共に架台に組み込み、架台含めてユニット化（以下、熱交換器ユニット）することで、耐震性を向上させるとともに、ボルト等に固定することで転倒防止策を講じている。また、熱交換器ユニットについては4号機廃棄物処理建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、熱交換器ユニットが転倒しないこと及びアンカボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である 0.36G とし、耐震設計審査規定「JEAC4601 (2008)」の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

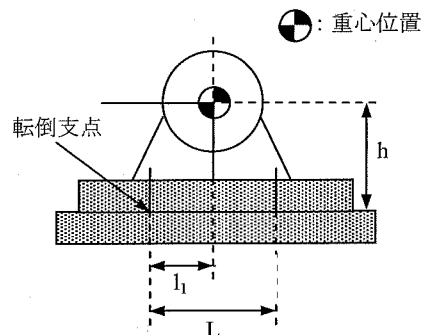
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態 Cs における許容応力を適用し、ボルトの評価温度は 100℃とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601 (2008)」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 $Q_b = mg(C_H + C_P)$

せん断応力 $\tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_p ポンプ回転により働くモーメント

※基礎ボルトに M_p は作用しない

l_l 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_P ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 C_s における許容応力を適用し、以下の式で設定

基礎ボルトの許容引張応力 $: 1.5f_t = \min(f_{t_o}, f_{t_s})$

基礎ボルトの許容せん断応力 $: 1.5f_s = F/\sqrt{3}$

ここで、Fは日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$F = \min(Sy, 0.7Su)$

Sy : 表 8 より 100°C : 194MPa

Su : 表 9 より 100°C : 373MPa

従って、

$F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力 $: 1.5f_t = \min(f_{t_o}, f_{t_s}) = (145, 195)$
 $= 145 \text{ MPa}$

$f_{t_o} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{ MPa} \rightarrow 145 \text{ MPa}$

$f_{t_s} = 1.4 \times f_{t_o} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 5 = 195 \text{ MPa}$
 $\rightarrow 195 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容せん断応力 $: 1.5f_s = F/\sqrt{3} = 112.0 \text{ MPa}$

→ 112 MPa

・設計震度：水平方向のみを考慮

$C_H=0.36$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l_1
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n_f	n	A_b	C_H	C_P
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S_y	S_u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

* 保守的な評価となるように‘40mm<径≤100mm’の値を使用。

(iii) 評価結果

	算出応力	許容応力
引張	作用しない	145[MPa]
せん断	5[MPa]	112[MPa]

※ 浮き上がりが生じないため引張応力は評価不要

b. 熱交換器ユニットの転倒評価及びアンカボルトの強度評価

後述の「3.6 4号機熱交換器ユニット（1）耐震性」において、水平方向震度 0.36G で、熱交換器ユニットは転倒しない及び熱交換器ユニットを固定しているアンカボルトの強度が確保される評価となっている。

1.7 4号機二次系ポンプ

(1) 耐震性

4号機二次系ポンプについては、サージタンクや配管、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、二次系ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、二次系ユニットについては、共用プール建屋脇の屋外に設置し、敷鉄板と溶接等行い転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること及び二次系ユニットが転倒しないことの評価を行った。なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である 0.36G とし、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. ボルトの強度評価

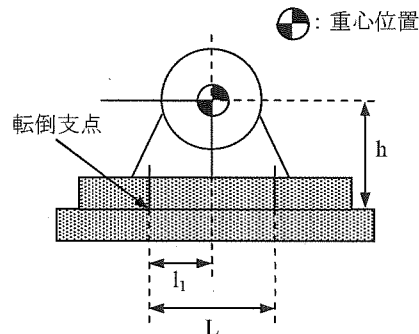
原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)の横型ポンプの強度評価方法に準拠して評価を行った。また、ボルトの許容応力については、供用状態 Cs における許容応力を適用し、ボルトの評価温度は 100℃とみなして、許容応力を求めた。

評価結果を以下に示す。算出応力は全て許容応力以下となっている。

(i) 評価方法及び条件

適用基準：原子力発電所耐震設計技術規定「JEAC4601 (2008)」

横形ポンプの強度評価方法に準拠して計算を行う。



- ・評価部位：基礎ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / ポンプ振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力 } F_b = \frac{1}{L} \{ mg(C_H + C_P)h + M_P - mg(1 - C_V - C_P)l_1 \}$$

$$\text{引張応力 } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

$$\text{せん断力 } Q_b = mg(C_H + C_P)$$

$$\text{せん断応力 } \tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$$

L 支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる
基礎ボルトまでの距離

m 機器の運転時質量

g 重力加速度(=9.80665)

h 据付面から重心までの距離

M_p ポンプ回転により働くモーメント
※基礎ボルトに M_p は作用しない

l₁ 重心と基礎ボルト間の水平方向距離

n_f 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数

n 基礎ボルトの本数

A_b 基礎ボルトの軸断面積

C_H 水平方向設計震度

C_V 鉛直方向設計震度 (=0)

C_P ポンプ振動による震度

・許容応力：供用状態 Cs における許容応力を適用し、以下の式で設定

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力 } : 1.5f_t = \min(f_{t_o}, f_{t_s})$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力 } : 1.5f_s = F/\sqrt{3}$$

ここで、F は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、以下となる。

$$F = \min(Sy, 0.7Su)$$

Sy : 表 8 より 100℃ : 194MPa

Su : 表 9 より 100℃ : 373MPa

従って、

$$F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(194, 0.7 \times 373) = 194 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{基礎ボルトの許容引張応力} : 1.5f_t &= \min(f_{t_o}, f_{t_s}) = (145, 199) \\ &= 145 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f_{t_o} = F/2 \times 1.5 = 145.5 \text{ MPa} \rightarrow 145 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} f_{t_s} &= 1.4 \times f_{t_o} - 1.6 \times \tau_b = 1.4 \times 145 - 1.6 \times 2 = 199.8 \text{ MPa} \\ &\rightarrow 199 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : 1.5f_s = F/\sqrt{3} = 112.0 \text{ MPa}$$

→ 112 MPa

・設計震度：水平方向のみを考慮

$$C_H=0.36$$

(ii) 機器要目

L	m	g	h	l ₁
■[mm]	■[kg]	9.80665	■[mm]	■[mm]

n _f	n	A _b	C _H	C _P
■	■	■[mm ²]	0.36	■

S _y	S _u	F
194*[MPa] (40mm<径≤100mm)	373*[MPa] (40mm<径≤100mm)	194[MPa]

* 保守的な評価となるように‘40mm<径≤100mm’の値を使用。

(iii) 評価結果

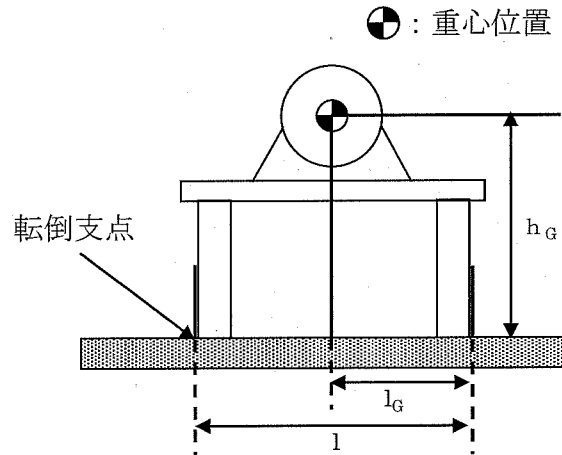
	算出応力	許容応力
引張	作用しない	145[MPa]
せん断	2[MPa]	112[MPa]

※ 浮き上がりが生じないため引張応力は評価不要

b. 二次系ユニットの転倒評価

「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、敷鉄板との溶接を考慮しない状態で、二次系ユニットに発生する垂直力により転倒評価を行った。

発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot \ell_G}{\ell \cdot n_t} \times 9.80665$$

$$= \frac{0.36 \times \blacksquare \times \blacksquare - (\blacksquare - 0) \times \blacksquare}{\blacksquare \times \blacksquare} \times 9.80665$$

$$= -1938.9[N] \rightarrow -1938[N]$$

ここに、 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \blacksquare = \blacksquare$ [kg]

K_H : 設計用水平震度 = 0.36

W : 機器重量 = $\blacksquare$ [kg]

h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\blacksquare$ [mm]

F_V : 設計用鉛直地震力 = 0

ℓ_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\blacksquare$ [mm]

ℓ : 検討する方向からみた評価点スパン = $\blacksquare$ [mm]

n_t : 機器転倒を考えた場合の評価点の数 = $\blacksquare$

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
4号機二次系ユニット	-1938	転倒しない

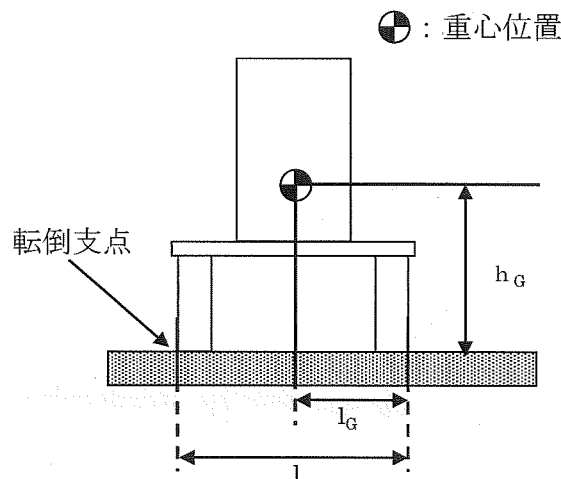
2. タンク

2.1 1号機サージタンク

(1) 耐震性

1号機サージタンクについては、二次系ポンプや配管、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（二次系ユニット）することで耐震性を向上させている。二次系ユニットは、1号機原子炉建屋脇の屋外に設置し、敷鉄板と溶接等を行い転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、二次系ユニットに発生する垂直力により転倒評価を行った。

1.1 の「b.二次系ユニットの転倒評価結果」より、二次系ユニットに発生する垂直力は圧縮の方向に働いているため、本条件における転倒は発生しないといえる。



(機器重心までの高さおよび評価点から機器重心までの距離は、1号機二次系ポンプと同様の値となる。)

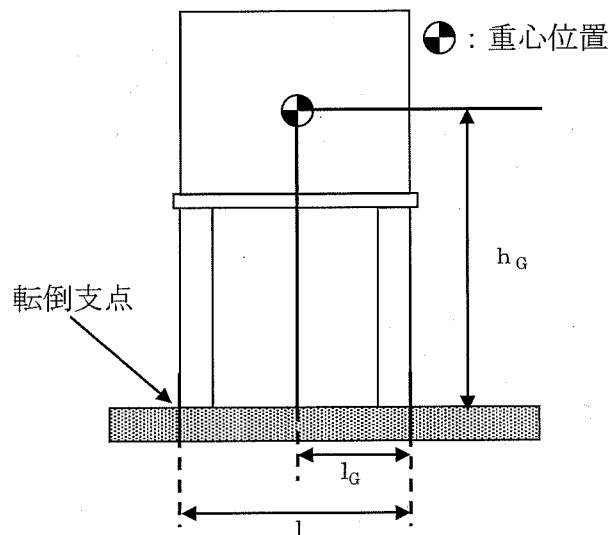
2.2 2号機サージタンク

(1) 耐震性

2号機サージタンクについては、2号機FSTR（フィルター・スラッジタンクーム）建屋の屋外に設置し、杭またはワイヤーロープ等を用いた転倒防止策を講じているが、これら転倒防止策を考慮せず、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、サージタンクに発生する垂直力により転倒評価を行った。なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. 転倒評価

機器に発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t} \times 9.80665 \\
 &= \frac{\blacksquare \times \blacksquare - (\blacksquare - 0) \times \blacksquare}{\blacksquare \times \blacksquare} \times 9.80665 \\
 &= 292.3[N] \rightarrow 293[N]
 \end{aligned}$$

ここに、 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \blacksquare = \blacksquare$ [kg]

K_H : 設計用水平震度 = 0.36

W : 機器重量 = $\blacksquare$ [kg]

h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\blacksquare$ [mm]

F_V : 設計用鉛直地震力 = 0

l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\blacksquare$ [mm]

ℓ : 検討する方向から見た評価点スパン = [mm]

n_t : 機器転倒を考えた場合の評価点の数 =

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
2号機サージタンク	293	転倒する

なお、耐震Bクラス相当の評価(静的震度0.36G)では転倒の恐れがあることから、杭またはワイヤー等を用いた転倒防止策を講じている。

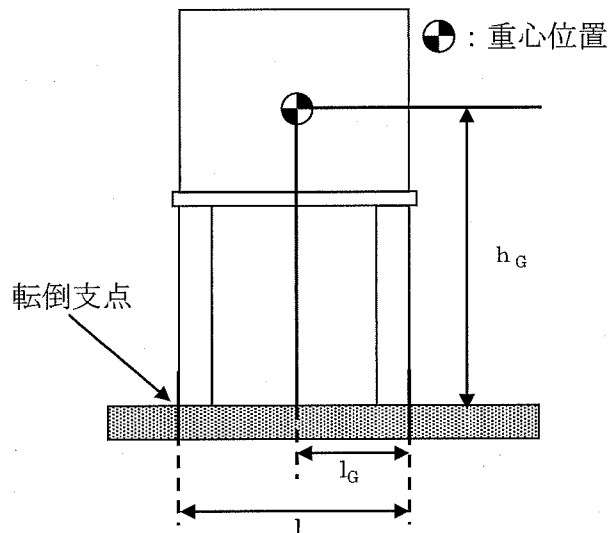
2.3 3号機サージタンク

(1) 耐震性

3号機サージタンクについては、3号機廃棄物処理建屋の屋外に設置し、杭またはワイヤーロープ等を用いた転倒防止策を講じているが、これら転倒防止策を考慮せず、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、サージタンクに発生する垂直力により転倒評価を行った。なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. 転倒評価

機器に発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t} \times 9.80665$$

$$= \frac{\text{ } \times \text{ } - (\text{ } - 0) \times \text{ }}{\text{ } \times \text{ }} \times 9.80665$$

$$= 292.3 \text{ [N]} \rightarrow 293 \text{ [N]}$$

ここに、 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \text{ } = \text{ } \text{ [kg]}$

K_H : 設計用水平震度 = 0.36

W : 機器重量 = $\text{ } \text{ [kg]}$

h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\text{ } \text{ [mm]}$

F_V : 設計用鉛直地震力 = 0

l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\text{ } \text{ [mm]}$

l : 検討する方向から見た評価点スパン = [mm]

n_t : 機器転倒を考えた場合の評価点の数 =

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
3号機サージタンク	293	転倒する

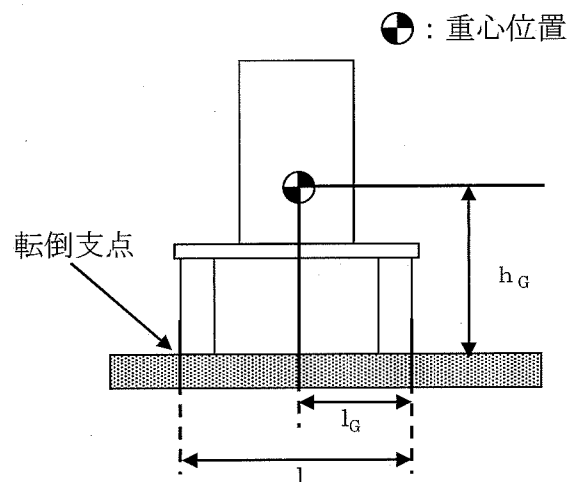
なお、耐震 B クラス相当の評価（静的震度 0.36G）では転倒の恐れがあることから、杭またはワイヤー等を用いた転倒防止策を講じている。

2.4 4号機サージタンク

(1) 耐震性

4号機サージタンクについては、二次系ポンプや配管、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、二次系ユニット）することで耐震性を向上させている。二次系ユニットは、共用プール建屋脇の屋外に設置し、敷鉄板と溶接等を行い転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、二次系ユニットに発生する垂直力により転倒評価を行った。

1.7 の「b.二次系ユニットの転倒評価結果」より、二次系ユニットに発生する垂直力は圧縮の方向に働いているため、本条件における転倒は発生しないといえる。



（機器重心までの高さおよび評価点から機器重心までの距離は、4号機二次系ポンプと同様の値となる。）

3.熱交換器

3.1 2号機熱交換器

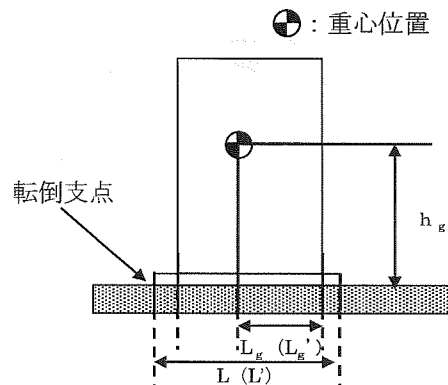
(1) 耐震性

2号機プレート式熱交換器については、一次系ポンプや配管、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、熱交換器ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、熱交換器ユニットについては2号機FSTR（フィルター・）建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、熱交換器ユニットが転倒しないこと及びアンカボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gに余裕を持たせた0.66G、耐震Bクラス相当の評価では求められていないが、メーカー基準として設定した垂直方向震度0.33Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

また、許容応力については、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」の短期許容応力度（ボルト材質SS400）を適用した。

a. ボルトの強度評価



(i) 評価条件

- ・機器質量 $W = \text{■} [\text{kg}]$
- ・重心高さ $h_g = \text{■} [\text{mm}]$
- ・重心位置（長辺） $L_g = \text{■} [\text{mm}]$
- ・重心位置（短辺） $L_{g'} = \text{■} [\text{mm}]$
- ・基礎ボルト片側本数 $n_t = \text{■} \text{本}$
- ・基礎ボルト総本数 $n = \text{■} \text{本}$
- ・基礎ボルト断面積 $A = \text{■} [\text{mm}^2]$ (■)
- ・ボルトスパン（長辺） $L = \text{■} [\text{mm}]$

- ・ ボルトスパン（短辺） $L' = \blacksquare$ [mm]
- ・ 水平震度 $K_h = 0.66$
- ・ 鉛直震度 $K_v = 0.33$

(ii) 評価結果

- ・ 基礎ボルトにかかる長辺方向の引張応力 σ_1

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= (K_h \times W \times G \times h_g - (W - K_v \times W) \times L_g \times G) / (L \times n \times t \times A) \\ &= (0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 \times \blacksquare - (\blacksquare - 0.33 \times \blacksquare) \times \blacksquare \times 9.80665) / \\ &\quad (\blacksquare \times \blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 9.6 \text{ [MPa]} \rightarrow 10 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

- ・ 基礎ボルトにかかる短辺方向の引張応力 σ_2

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= (K_h \times W \times G \times h_g - (W - K_v \times W) \times L_g' \times G) / (L' \times n \times t \times A) \\ &= (0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 \times \blacksquare - (\blacksquare - 0.33 \times \blacksquare) \times \blacksquare \times 9.80665) / \\ &\quad (\blacksquare \times \blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 46.2 \text{ [MPa]} \rightarrow 47 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

- ・ 基礎ボルト 1 本にかかるせん断応力 τ_1

$$\begin{aligned}\tau_1 &= K_h \times W \times G / (n \times A) \\ &= 0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 / (\blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 11.0 \text{ [MPa]} \rightarrow 11 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

許容応力との比較を下表に示す。

応力評価結果

部位	材料	応力種類	算出応力[MPa]	許容応力[MPa]
基礎ボルト	SS400	引張	47	176
		せん断	11	101

発生する引張応力、せん断応力は、基礎ボルト許容応力を下回っており十分な強度を有している。

b. 熱交換器ユニットの転倒評価及びアンカボルトの強度評価

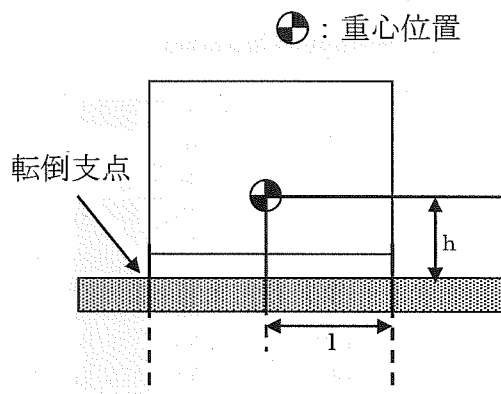
後述の「3.2 2号機熱交換器ユニット (I) 耐震性」において、水平方向震度 0.36G で熱交換器ユニットは転倒しない及び熱交換器ユニットを固定しているアンカボルトの強度が確保される評価となっている。

3.2 2号機熱交換器ユニット

(1) 耐震性

2号機熱交換器ユニットは、熱交換器、一次系ポンプ、配管及び弁等をトレーラ上に組み込んだものであり、トレーラ含めて重心が低い構造となっている。熱交換器ユニットは、床面での転倒及び滑り防止のため、2号機FSTR（フィルター・スラッジタンクルーム）建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。また、ユニット内に組み込まれる各機器はフレームにボルト等で強固に固定される構造とし、ユニット内における転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、熱交換器ユニットに対して、転倒に伴う引張力が発生しない水平力を算出するとともに、アンカボルトの評価を行った。

なお、アンカボルトの許容荷重はカタログ値を適用した。



a. 転倒評価

熱交換器ユニット及びそれを搭載するトレーラの固定部に、転倒に伴う引張力が発生しない水平力を算出した結果、転倒しない水平力は、水平震度 0.71G の地震時であり、耐震 B クラス相当の水平方向震度 0.36G に対して余裕があることを確認した。

b. アンカボルト評価

a. 転倒評価にて算出した水平力によるアンカボルトの評価結果を以下に示す。アンカボルトに発生する荷重は、許容荷重を下回っており十分な強度を有している。

評価結果

部位	材料	荷重	算出荷重[N]	許容荷重[N]
アンカボルト	SUS304	引張	作用しない	41000
		せん断	30114	58000

※ 浮き上がりが生じないため引張荷重は評価不要

遮へい板は、熱交換器ユニットの側壁に設置しており、熱交換器ユニットの最大機器荷重に含み評価している。

3.3 3号機熱交換器

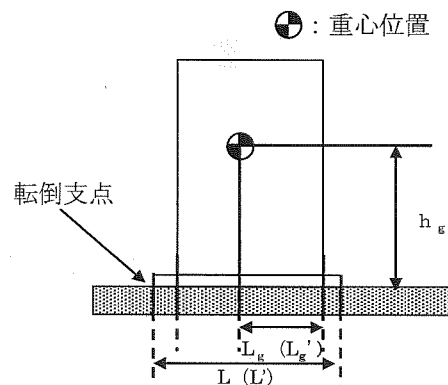
(1) 耐震性

3号機プレート式熱交換器については、一次系ポンプや配管、弁等と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、熱交換器ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、熱交換器ユニットについては3号機廃棄物処理建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、熱交換器ユニットが転倒しないこと及びアンカボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である 0.36G に余裕を持たせた 0.66G、耐震 B クラス相当の評価では求められていないが、メーカー基準として設定した垂直方向震度 0.33G とし、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

また、許容応力については、「建築設備耐震設計・施工指針（2005 年版）」の短期許容応力度（ボルト材質 SS400）を適用した。

a. ボルトの強度評価



(i) 評価条件

- ・機器質量 $W = \text{[kg]}$
- ・重心高さ $h_g = \text{[mm]}$
- ・重心位置（長辺） $L_g = \text{[mm]}$
- ・重心位置（短辺） $L_g' = \text{[mm]}$
- ・基礎ボルト片側本数 $n_t = \text{本}$
- ・基礎ボルト総本数 $n = \text{本}$
- ・基礎ボルト断面積 $A = \text{[mm}^2\text{]} (\text{ })$
- ・ボルトスパン（長辺） $L = \text{[mm]}$

- ・ボルトスパン（短辺） $L' = \blacksquare$ [mm]
- ・水平震度 $K_h = 0.66$
- ・鉛直震度 $K_v = 0.33$

(ii) 評価結果

- ・基礎ボルトにかかる長辺方向の引張応力 σ_1

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= (K_h \times W \times G \times h_g - (W - K_v \times W) \times L_g \times G) / (L \times n \times t \times A) \\ &= (0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 \times \blacksquare - (\blacksquare - 0.33 \times \blacksquare) \times \blacksquare \times 9.80665) / \\ &\quad (\blacksquare \times \blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 9.6 \text{ [MPa]} \rightarrow 10 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

- ・基礎ボルトにかかる短辺方向の引張応力 σ_2

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= (K_h \times W \times G \times h_g - (W - K_v \times W) \times L_g' \times G) / (L' \times n \times t \times A) \\ &= (0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 \times \blacksquare - (\blacksquare - 0.33 \times \blacksquare) \times \blacksquare \times 9.80665) / \\ &\quad (\blacksquare \times \blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 46.2 \text{ [MPa]} \rightarrow 47 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

- ・基礎ボルト 1 本にかかるせん断応力 τ_1

$$\begin{aligned}\tau_1 &= K_h \times W \times G / (n \times A) \\ &= 0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 / (\blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 11.0 \text{ [MPa]} \rightarrow 11 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

許容応力との比較を下表に示す。

応力評価結果

部位	材料	応力種類	算出応力[MPa]	許容応力[MPa]
基礎ボルト	SS400	引張	47	176
		せん断	11	101

発生する引張応力、せん断応力は、基礎ボルト許容応力を下回っており十分な強度を有している。

b. トレーラの転倒評価及びアンカボルトの強度評価

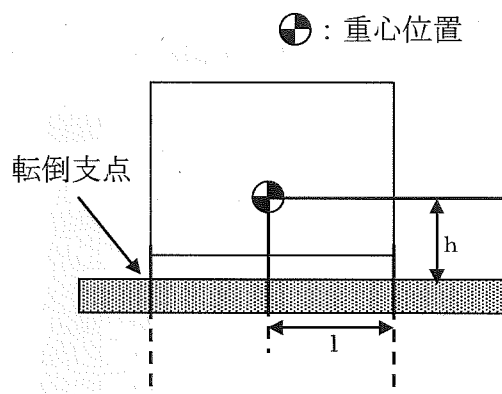
後述の「3.4 3号機熱交換器ユニット（1）耐震性」において、水平方向震度 0.36G で熱交換器ユニットは転倒しない及び熱交換器ユニットを固定しているアンカボルトの強度が確保される評価となっている。

3.4 3号機熱交換器ユニット

(1) 耐震性

3号機熱交換器ユニットは、熱交換器、一次系ポンプ、配管及び弁等をトレーラ上に組み込んだものであり、トレーラ含めて重心が低い構造となっている。熱交換器ユニットは、床面での転倒及び滑り防止のため、3号機廃棄物処理建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。また、ユニット内に組み込まれる各機器はフレームにボルト等で強固に固定される構造とし、ユニット内における転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、熱交換器ユニットに対して、転倒に伴う引張力が発生しない水平力を算出するとともに、アンカボルトの評価を行った。

なお、アンカボルトの許容荷重はカタログ値を適用した。



a. 転倒評価

熱交換器ユニット及びそれを搭載するトレーラの固定部に、転倒に伴う引張力が発生しない水平力を算出した結果、転倒しない水平力は、水平震度 1G の地震時であり、耐震 B クラス相当の水平方向震度 0.36G に対して余裕があることを確認した。

b. アンカボルト評価

a. 転倒評価にて算出した水平力によるアンカボルトの評価結果を以下に示す。アンカボルトに発生する荷重は、許容荷重を下回っており十分な強度を有している。

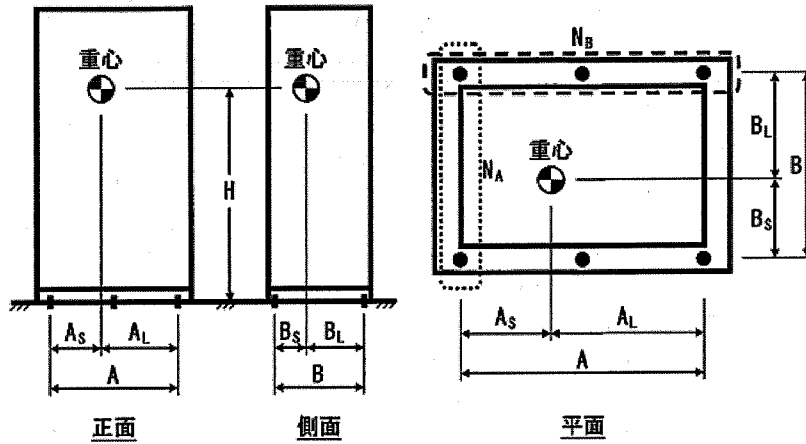
評価結果

部位	材料	荷重	算出荷重[N]	許容荷重[N]
アンカボルト	SUS304	引張	作用しない	41000
		せん断	23782	58000

※ 浮き上がりが生じないため引張荷重は評価不要

遮へい板は、熱交換器ユニットの側壁に設置しており、熱交換器ユニットの最大機器荷重に含み評価している。

< 1F-3 SFP代替冷却ユニット検討 転倒限界加速度 検討 >



・ 機器名称		1F-3 SFP代替冷却ユニット検討 転倒限界加速度	
・ 耐震クラス		-	
・ 最大機器荷重		W= (kg)	
・ 鉛直設計震度		CV= 0	
・ 水平設計震度		CH= 1.00	
・ 重心位置までの高さ		H= (mm)	
・ 後打ちアンカ総数		N= (本)	
・ 引張を受ける後打ちアンカ数		N _A = (本)	
		N _B = (本)	
・ 重心位置までの距離		A _s = (mm) (A _s ≤ A _L)	
		A _L = (mm)	
		B _s = (mm) (B _s ≤ B _L)	
		B _L = (mm)	
・ 後打ちアンカスパン		A= (mm)	
		B= (mm)	
・ 後打ちアンカサイズ		(J'ラット) 1F-3 (マルアンカ)	
・ 後打ちアンカ許容荷重		(長期) T0= (N) (短期) (N)	
		T1= (N) (N)	
		S0= (N) (N)	
・ 転倒モーメント		MA= 40180591 (N・cm) MB= 40180591 (N・cm)	
・ 最大水平力		S= 23782 (N)	
・ 垂直力(引張)		TA= -26699 (N) TB= -34 (N)	
・ 垂直力(圧縮)		PA= 115989 (N) PB= 47529 (N)	

表-3 基礎荷重表							
設計震度		地震時				最大 機器荷重 (kg)	耐震クラス
水平	垂直	転倒モーメント (N・cm)	最大 水平力 (N)	最大垂直力			
				引張 (N)	圧縮 (N)		
1	0	40180591	23782	0	115989	29100	-

後打ちアンカ検討	引張T= 0 (N)	K= 0.411
	せん断S= 23782 (N)	判定: OK

3.5 4号機熱交換器

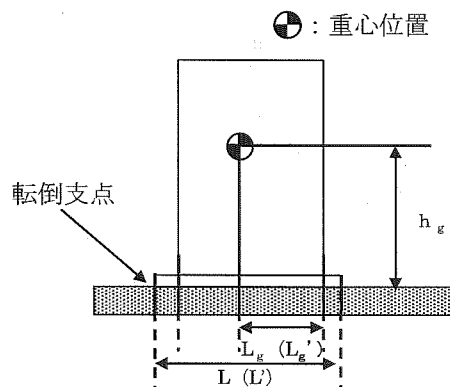
(1) 耐震性

4号機プレート式熱交換器については、一次系ポンプや配管、弁等と共に架台に組み込み、架台含めてユニット化（以下、熱交換器ユニット）することで耐震性を向上させるとともに、ボルト等で固定することで転倒防止策を講じている。また、熱交換器ユニットは4号機廃棄物処理建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること、熱交換器ユニットが転倒しないこと及びアンカボルトの強度が確保されることの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である 0.36G に余裕を持たせた 0.66G、耐震 B クラス相当の評価では求められていないが、メーカー基準として設定した垂直方向震度 0.33G とし、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

また、許容応力については、「建築設備耐震設計・施工指針（2005 年版）」の短期許容応力度（ボルト材質 SS400）を適用した。

a. ボルトの強度評価



(i) 評価条件

- ・機器質量 $W = \text{[mm]}$ [kg]
- ・重心高さ $h_g = \text{[mm]}$ [mm]
- ・重心位置（長辺） $L_g = \text{[mm]}$ [mm]
- ・重心位置（短辺） $L_g' = \text{[mm]}$ [mm]
- ・基礎ボルト片側本数 $n_t = \text{[mm]}$ 本
- ・基礎ボルト総本数 $n = \text{[mm]}$ 本
- ・基礎ボルト断面積 $A = \text{[mm}^2\text{]} (\text{[mm]})$ [mm²]
- ・ボルトスパン（長辺） $L = \text{[mm]}$ [mm]

- ・ボルトスパン（短辺） $L' = \blacksquare$ [mm]
- ・水平震度 $K_h = 0.66$
- ・鉛直震度 $K_v = 0.33$

(ii) 評価結果

- ・基礎ボルトにかかる長辺方向の引張応力 σ_1

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= (K_h \times W \times G \times h_g - (W - K_v \times W) \times L_g \times G) / (L \times n \times t \times A) \\ &= (0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 \times \blacksquare - (\blacksquare - 0.33 \times \blacksquare) \times \blacksquare \times 9.80665) / \\ &\quad (\blacksquare \times \blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 13.3 \text{ [MPa]} \rightarrow 14 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

- ・基礎ボルトにかかる短辺方向の引張応力 σ_2

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= (K_h \times W \times G \times h_g - (W - K_v \times W) \times L_g' \times G) / (L' \times n \times t \times A) \\ &= (0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 \times \blacksquare - (\blacksquare - 0.33 \times \blacksquare) \times \blacksquare \times 9.80665) / \\ &\quad (\blacksquare \times \blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 54.1 \text{ [MPa]} \rightarrow 55 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

- ・基礎ボルト1本にかかるせん断応力 τ_1

$$\begin{aligned}\tau_1 &= K_h \times W \times G / (n \times A) \\ &= 0.66 \times \blacksquare \times 9.80665 / (\blacksquare \times \blacksquare) \\ &= 12.9 \text{ [MPa]} \rightarrow 13 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

許容応力との比較を下表に示す。

表1 応力評価結果

部位	材料	応力種類	算出応力[MPa]	許容応力[MPa]
基礎ボルト	SS400	引張	55	176
		せん断	13	101

発生する引張応力、せん断応力は、基礎ボルト許容応力を下回っており十分な強度を有している。

b. 熱交換器ユニットの転倒評価及びアンカボルトの強度評価

後述の「3.6 4号機熱交換器ユニット(1)耐震性」において、水平方向震度0.36Gで熱交換器ユニットは転倒しない及び熱交換器ユニットを固定しているアンカボルトの強度が確保される評価となっている。

3.6 4号機熱交換器ユニット

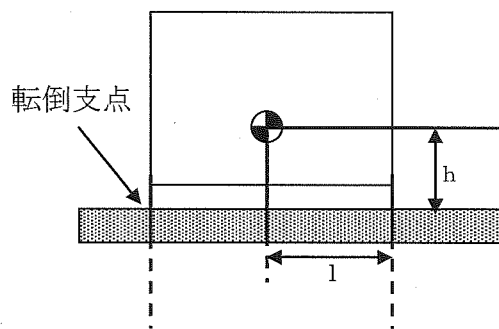
(1) 耐震性

4号機熱交換器ユニットは、熱交換器、一次系ポンプ、配管及び弁等を架台上に組み込んだものであり、架台含めて重心が低い構造となっている。熱交換器ユニットは、床面での転倒及び滑り防止のため、4号機廃棄物処理建屋の床面にアンカボルトにより固定することで、転倒防止策を講じている。また、ユニット内に組み込まれる各機器はフレームにボルト等で強固に固定される構造とし、ユニット内における転倒防止策を講じている。

これを踏まえ、耐震性の評価として地震の水平荷重による転倒モーメントよりも自重による安定モーメントが大きいことを確認するとともに、アンカボルトの評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である 0.36G とし、アンカボルトの許容荷重はカタログ値を適用した。

⊙：重心位置



- ・製品重量 [N]
- ・水平重心距離 $l =$ [mm]
- ・重心高さ $h =$ [mm]
- ・水平震度 0.36[G]

a. 転倒評価

計算過程を以下に示す。

$$[\text{水平荷重}] = [\text{水平震度}] \times [\text{製品重量}] = 28224[\text{N}]$$

$$[\text{転倒モーメント}] = [\text{水平荷重}] \times [\text{重心高さ}] = 31611 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$$[\text{安定モーメント}] = [\text{製品重量}] \times [\text{水平重心距離}] = 47040 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

以上から、転倒モーメント < 安定モーメントであり、水平震度 0.36G に対しユニットは転倒しないことを確認した。

b. アンカボルト評価

アンカボルトの評価結果を下表に示す。水平震度 0.36G によりアンカボルトに発生する荷重は許容荷重を下回っており、十分な強度を有している。

部位	材料	荷重種類	算出荷重[N]	許容荷重[N]
アンカボルト	SS400 相当	引張	作用しない	381000
		せん断	28224	286000

※ 浮き上がりが生じないため引張応力は評価不要

4.配管

4.1 1号機配管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、使用済燃料プール循環冷却系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している。

1号機二次系鋼管の構造強度評価結果※1

	材料	外径 : D ₀ [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t[mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※2 [mm]
1号機 二次系ライン	STPG370	60.5	1.0	93	5.5	0.33	2.4
	STPG370	89.1	1.0	93	5.5	0.48	3.0
	STPG370	114.3	1.0	93	6.0	0.62	3.4
	STPG370	165.2	1.0	93	7.1	0.89	3.8
	STPT370	60.5	1.0	93	5.5	0.33	2.4
	STPT370	165.2	1.0	93	7.1	0.89	3.8

※1 長手継手の効率 η は全て 1

※2 表-1 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-1 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (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)

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。

表-1 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

(2) 耐震性

二次系設備のうち、配管の耐震性についての評価結果を示す。

1. 評価条件

配管は、基本的に、配管軸直角 2 方向拘束サポートを用いた、両端単純支持の配管系（両端単純支持はり構造）とする。また、配管は水平方向主体のルートを想定し、管軸方向については、サポート設置フロアの水平方向震度を鉄と鉄の静止摩擦係数 0.52^{注)}よりも小さいものとし、地震により管軸方向は動かないものと仮定する。

水平方向震度は、耐震 B クラス相当の評価である 0.36G とする。

2. 評価方法

水平方向震度が静止摩擦係数よりも小さく、地震により管軸方向は動かないと考えられることから、水平方向震度による管軸直角方向の配管応力評価を考える。

管軸直角方向の地震による応力は、下図に示す自重による応力の震度倍で表現でき(4.2)式で表すことができる。

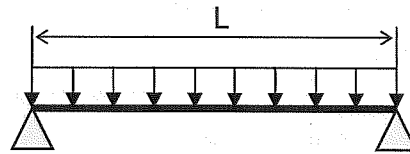
$$\bullet S_w = \frac{wL^2}{8Z}$$

S_w : 自重による応力 [MPa]

L : サポート支持間隔 [mm]

Z : 断面係数 [mm³]

w : 等分布荷重 [N/mm]



両端単純支持はりの等分布荷重より求まる自重による応力

$$\bullet S_s = \alpha S_w \quad (4.2)$$

S_w : 自重による応力 [MPa]

S_s : 地震による応力 [MPa]

α : 水平方向震度

注) 日本機械学会編 機械工学便覧 α . 基礎編 表 4-1, α 2-27

また、崩壊制限に「JEAG4601 (1984 年版)」のクラス 2 配管の供用状態 D_s の場合の一次応力制限を用いるとすると、地震評価としては(4.3)式で表すことができる。

$$\bullet S = S_p + S_w + S_s = S_p + S_w + \alpha S_w = S_p + (1 + \alpha) S_w \leq 0.9 S_u \quad (4.3)$$

S_p : 内圧による応力 [MPa]

S_w : 自重による応力 [MPa]

Ss:地震による応力[MPa]

S:内圧、自重、地震による応力[MPa]

α :水平方向震度

従って、上記(4.3)式を満足するように、配管サポート配置を設定することにより、配管は十分な強度を有していると考えることができる。

3. 評価結果

両端単純支持はりで自重による応力 $S_w=40$ [MPa]の配管サポート配置を仮定する。

配管設置フロアの水平方向震度を前述の 0.36、内圧による応力 $S_p=10$ [MPa]、自重による応力 $S_w=40$ [MPa]、許容応力を STPT370[100℃]の $0.9S_u=315$ [MPa]とし、(4.3)に代入すると以下となる。

$$\bullet S=S_p+(1+\alpha)S_w = 10+(1+0.36)\times 40= 64.4\text{[MPa]} \leq 0.9S_u = 315\text{[MPa]} \quad (4.4)$$

また、継手がある場合には、応力係数も存在する。例えば応力係数を 3 とし、(4.4)式の自重による応力 S_w に 3 を乗じ、 $S_w=120$ [MPa]とすると以下となる。

$$\bullet S=S_p+(1+\alpha)S_w\times 3= 10+(1+0.36)\times 120= 173.2\text{[MPa]} \leq 0.9S_u = 315\text{[MPa]} \quad (4.5)$$

以上のことから、両端単純支持はりで自重による応力 S_w を 40[MPa]程度の配管サポート配置とした場合、発生応力は許容応力に対して十分な裕度を有する結果となった。

なお、1号機代表配管に対するサポート支持間隔等の値を以下に示す。

(サポート支持間隔が最も長くなる配管を選定)

口径	材質	サポート 支持間隔 (mm)	断面係数 (mm ³)	配管自重 (N/mm)	配管自重による応力 (MPa)
50A/Sch80	STPT370	■	■	■	■

4.2 2号機配管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、使用済燃料プール循環冷却系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している。

2号機一次系／二次系鋼管の構造強度評価結果※1

	材料	外径 : D0 [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t[mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※2 [mm]
2号機 一次系ライン	STPG370	114.3	1.0	93	6.0	0.62	3.4
	STPG370	165.2	1.0	93	7.1	0.89	3.8
	STPG370	216.3	1.0	93	8.2	1.16	3.8
2号機 二次系ライン	STPG370	139.8	0.5	93	6.6	0.38	3.8
	STPG370	165.2	0.5	93	7.1	0.45	3.8
	STPG370	216.3	0.5	93	8.2	0.59	3.8

※1 長手継手の効率 η は全て 1

※2 表-1 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-1 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (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)

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。

表-1 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

(2) 耐震性

一次系設備のうち、既設取合～熱交換器ユニット間の配管についての耐震性の評価結果を示す。

1. 解析条件

・解析モデル：

既設 FG69A～熱交換器ユニット：KFPC-901

熱交換器ユニット～既設 FE52A：KFPC-902

- ・水平地震力：耐震 B クラス相当の評価である 0.36G
- ・鉛直地震力：耐震 B クラス相当の評価では求められていないが、鉛直方向における地震加速度大トリップ設定値である 100Gal の担保として 0.10G
- ・配管仕様：解析に用いた配管仕様を以下に示す。

配管仕様	
呼び径／厚さ	100A／Sch. 40 150A／Sch. 40 200A／Sch. 40
材質	STPG370
最高使用圧力	1.0MPa
最高使用温度	100℃

2. 評価結果

以下に配管の応力評価結果を示す。

応力評価結果

	一次応力[MPa]	許容応力[MPa]
既設 FG69A ～熱交換器ユニット	77	189
熱交換器ユニット ～既設 FE52A	46	189

解 析 結 果 及 び 評 価

固 有 周 期 及 び 設 計 震 度

鳥 瞰 図

KFPC-901

耐震クラス		B		
適用する地震動等		S _B 及び静的震度		
モード	固有周期 (s)	応 答 水 平 震 度		鉛直震度
		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向
1 次	0.134	0.00	0.00	——
2 次	0.109	0.00	0.00	——
3 次	0.104	0.00	0.00	——
4 次	0.097	0.00	0.00	——
5 次	0.093	0.00	0.00	——
6 次	0.089	0.00	0.00	——
7 次	0.087	0.00	0.00	——
8 次	0.086	0.00	0.00	——
15 次	0.051	0.00	0.00	——
16 次	0.047	——	——	——
動 的 震 度		0.36	0.36	0.10
静 的 震 度		——	——	——

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 KFPC-901

モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次	0.134	0.177	0.018	0.127
2 次	0.109	0.308	0.001	0.083
3 次	0.104	0.007	0.007	0.102
4 次	0.097	0.303	0.036	0.076
5 次	0.093	0.012	0.251	0.020
6 次	0.089	0.059	0.016	0.241
7 次	0.087	0.440	0.005	0.026
8 次	0.086	0.048	0.068	0.214
15 次	0.051	0.067	0.084	0.068

結 論

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

クラス 2 管

鳥 瞰 図	供 用 状 態	最大応力 評 価 点	最大応力 区 分	一 次 応 力 評 価 (MPa)		一 次 + 二 次 応 力 評 価 (MPa)		疲労評価 疲れ累積係数 US ₁ US ₂
				計算応力 ①+② ①+②+③	許容応力 1.5・Sh 1.8・Sh Sy* 0.9・Su	計算応力 ①+②+④ ①+②+③+④ Ss (S ₁) Ss (S ₂)	許容応力 Sa (c) Sa (d) 2・Sy 2・Sy	
KFPC-901	(A, B)	811	①+②	61	139	33	232	—
	(A, B)	101	①+②+④	29	139	115	232	—
	(A, B)	811	①+②+③	61	167	34	251	—
	(A, B)	101	①+②+③+④	30	167	116	251	—
	C (Ⅲ _A S)	101	①+②+③	77	189	74	378	—
	C (Ⅲ _A S)	114	Ss (S ₁)	73	189	74	378	—
	D (Ⅳ _A S)	—	①+②+③	—	—	—	—	—
	D (Ⅳ _A S)	—	Ss (S ₂)	—	—	—	—	—

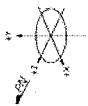
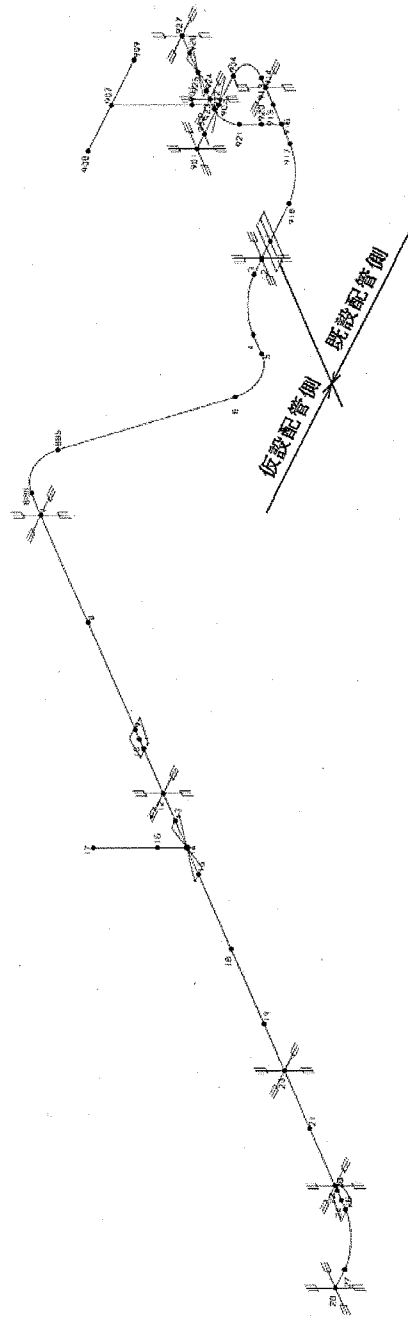
注記*: オーステナイト系ステンレス鋼 及び 高ニッケル合金については Sy と 1.2・Sh のうち大きい方の値とする。

注: ①は内圧応力(S P (S P m)) ②は自重応力(S M a) ③は地震応力(他の短期的機械荷重による応力を含む)(S M b)

④は二次応力(S M c)を示す。

图例	比例	备注
1:1	1:1	1:1

图例	比例	备注
1:1	1:1	1:1



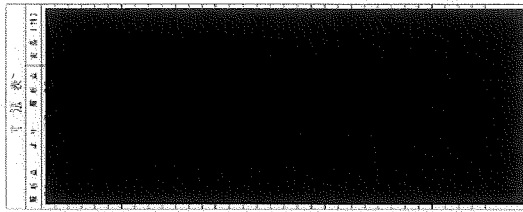
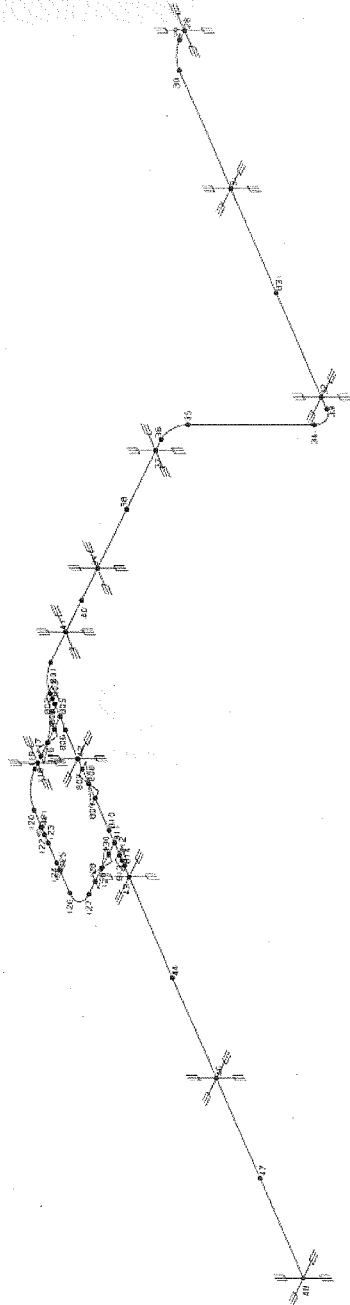
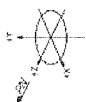
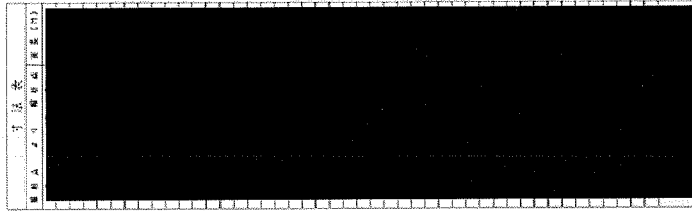


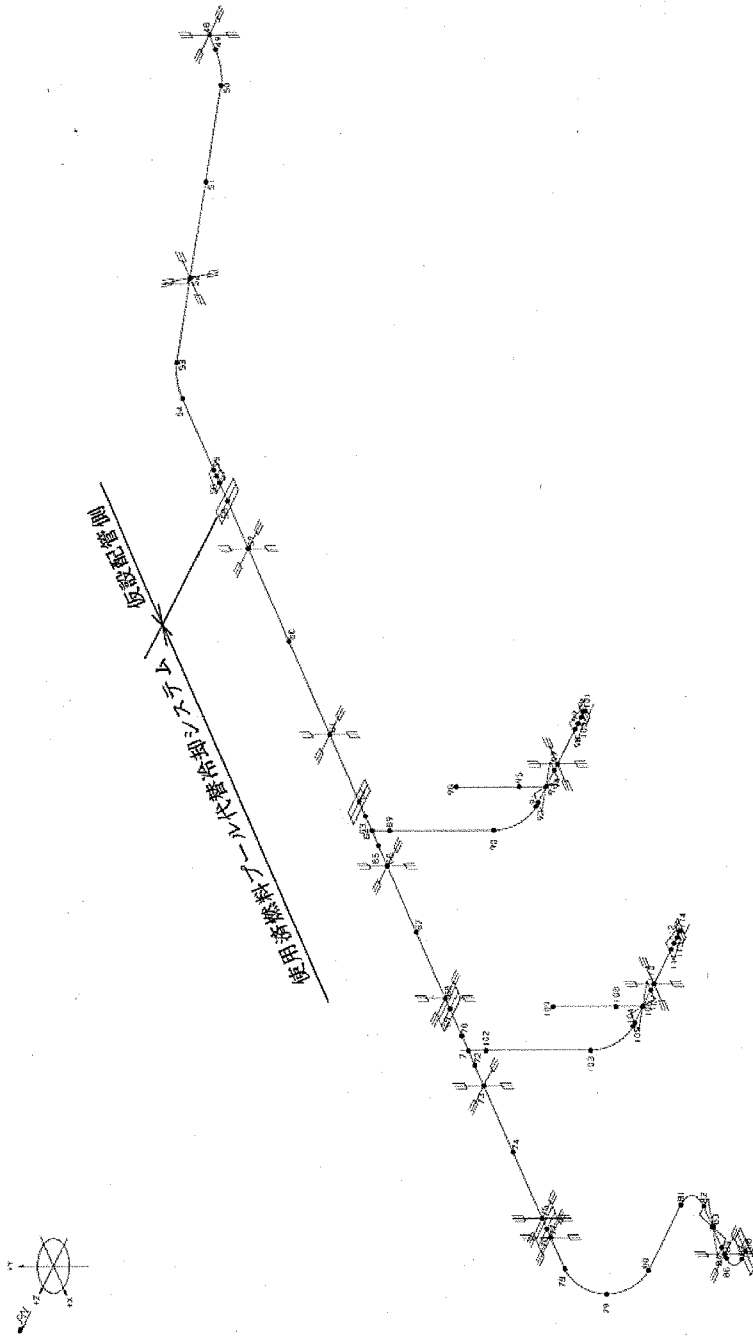
図 1F-2 KPC-901
 部分 2/3





第 1 図
 第 1 図 第 1 図 第 1 図

第 1 図
 IF-2 KPC-901
 第 1 図 第 1 図



解 析 結 果 及 び 評 価

固 有 周 期 及 び 設 計 震 度

鳥 瞰 図 K F P C - 9 0 2

耐震クラス		B		
適用する地震動等		S _B 及び静的震度		
モード	固有周期 (s)	応 答 水 平 震 度		鉛直震度
		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向
1 次	0.089	0.00	0.00	—
2 次	0.087	0.00	0.00	—
3 次	0.072	0.00	0.00	—
4 次	0.067	0.00	0.00	—
5 次	0.061	0.00	0.00	—
6 次	0.058	0.00	0.00	—
7 次	0.057	0.00	0.00	—
8 次	0.055	0.00	0.00	—
11 次	0.051	0.00	0.00	—
12 次	0.048	—	—	—
動 的 震 度		0.36	0.36	0.10
静 的 震 度		—	—	—

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 KFPC-902

モード	固有周期 (s)	刺激係数		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次	0.089	0.287	0.001	0.002
2 次	0.087	0.124	0.003	0.078
3 次	0.072	0.010	0.002	0.156
4 次	0.067	0.095	0.003	0.089
5 次	0.061	0.072	0.032	0.128
6 次	0.058	0.014	0.067	0.020
7 次	0.057	0.054	0.002	0.033
8 次	0.055	0.353	0.005	0.007
11 次	0.051	0.034	0.050	0.009

結 論

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

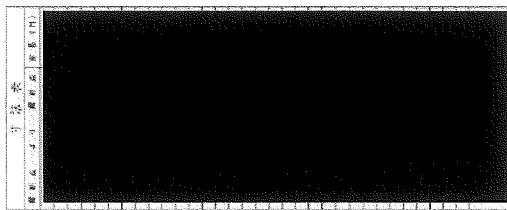
クラス 2 管

鳥 瞰 図	供 用 状 態	最大応力 評価点	最大応力 区 分	一 次 応 力 評 価 (MPa)		一 次 + 二 次 応 力 評 価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 ①+② ①+②+③	許容応力 $1.5 \cdot S_h$ $1.8 \cdot S_h$ S_y^* $0.9 \cdot S_u$	計算応力 ①+②+④ ①+②+③+④ $S_s (S_1)$ $S_s (S_2)$	許容応力 $S_a (c)$ $S_a (d)$ $2 \cdot S_y$ $2 \cdot S_y$	疲れ累積係数 US_1 US_2
KFPC-902	(A, B)	2	①+②	25	139	20	232	—
	(A, B)	104	①+②+④	23	139	107	232	—
	(A, B)	2	①+②+③	25	167	20	251	—
	(A, B)	104	①+②+③+④	24	167	108	251	—
	C (Ⅲ _A S)	104	①+②+③	46	189	30	378	—
	C (Ⅲ _A S)	114	$S_s (S_1)$	44	189	30	378	—
	D (Ⅳ _A S)	—	①+②+③	—	—	—	—	—
	D (Ⅳ _A S)	—	$S_s (S_2)$	—	—	—	—	—

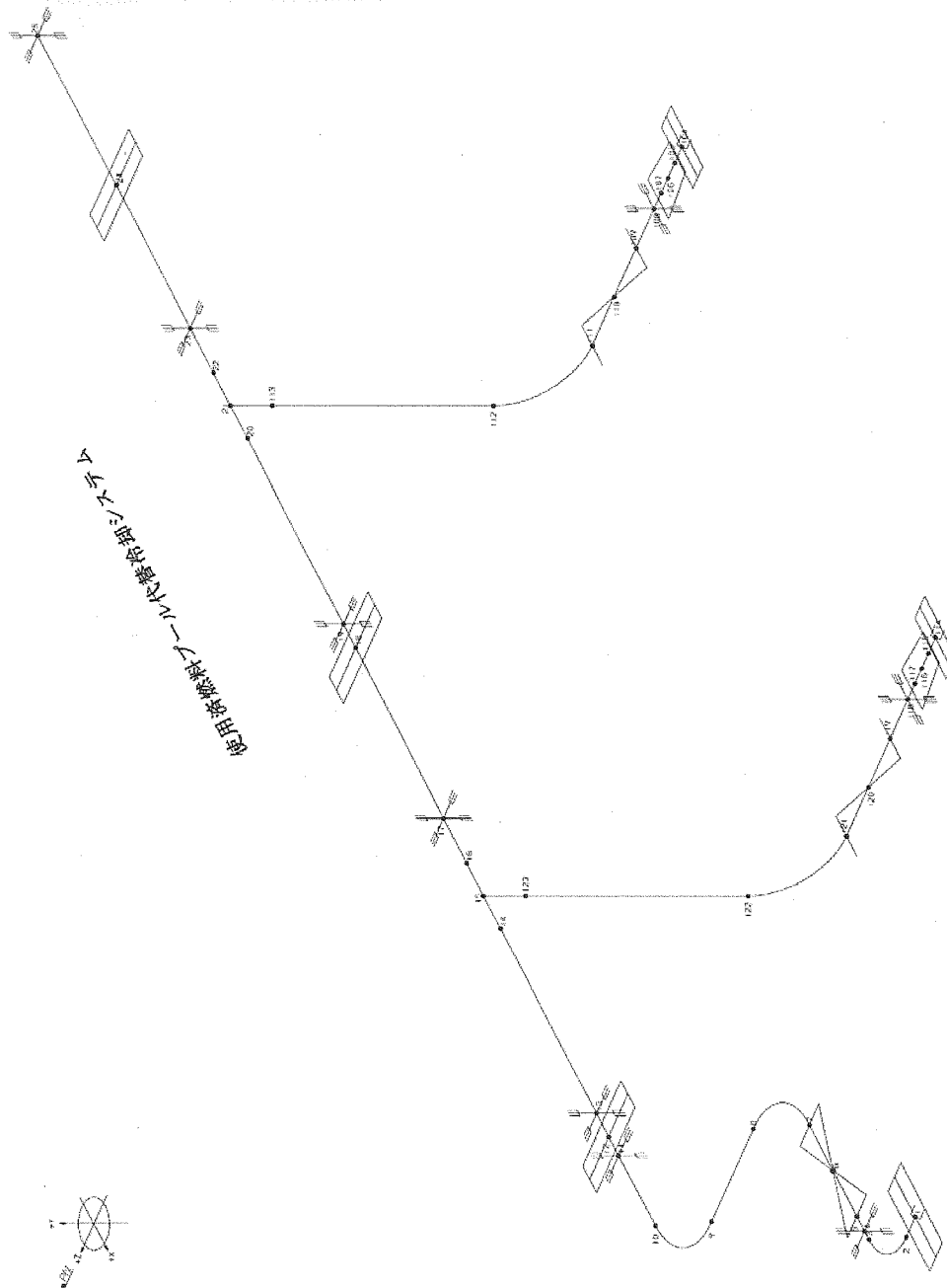
注記 *: オーステナイト系ステンレス鋼 及び 高ニッケル合金については S_y と $1.2 \cdot S_h$ のうち大きい方の値とする。

注 : ①は内圧応力(S P (S P m))②は自重応力(S M a)③は地震応力(他の短期的機械荷重による応力を含む)(S M b)

④は二次応力(S M c)を示す。

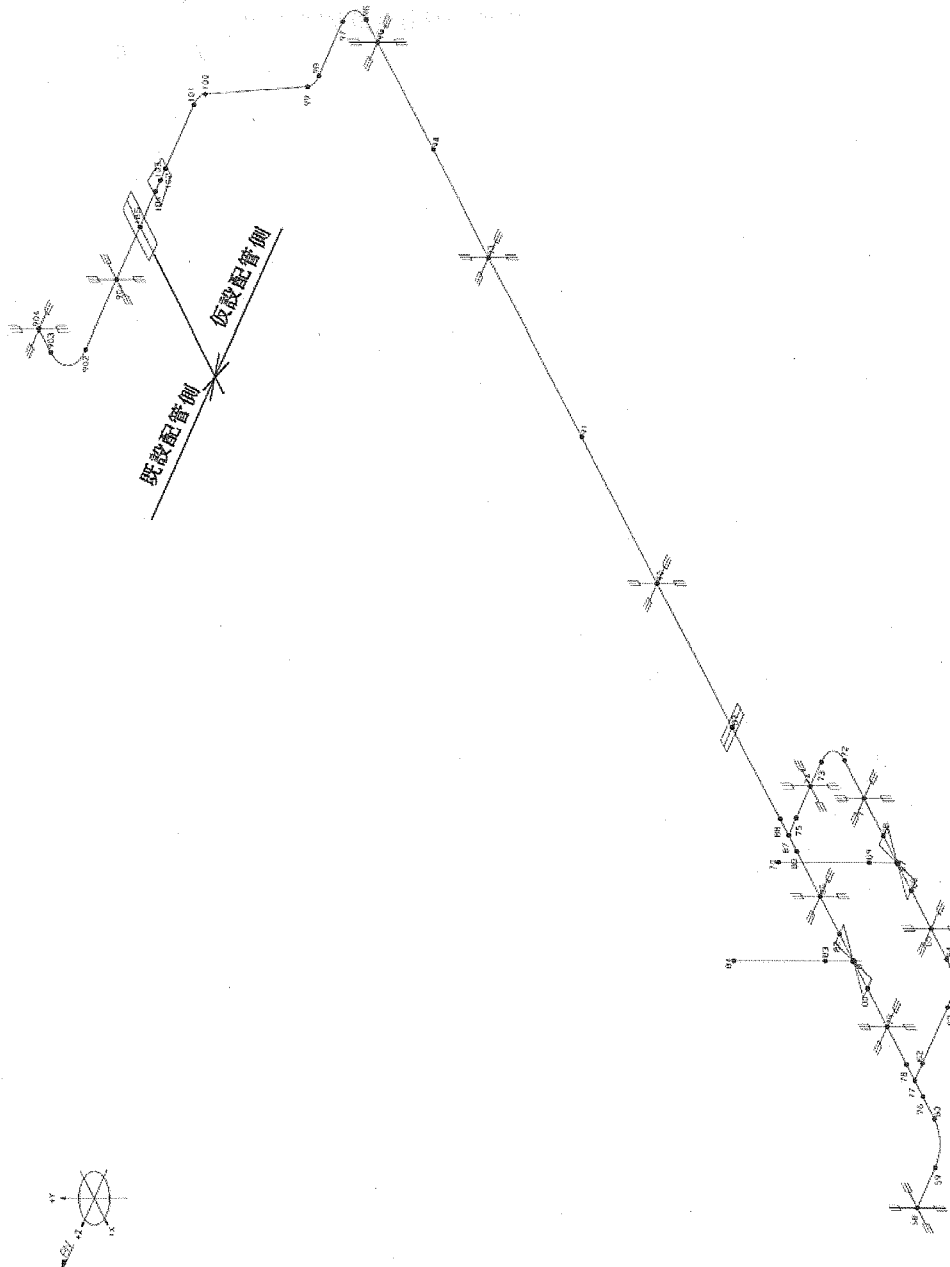


第 1 図
IF-2 KPC-902
部分図 1/3



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

送付図	図
IF-2 KFC-902	
部分図	3/3



4.3 3号機配管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、使用済燃料プール循環冷却系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している。

3号機一次系／二次系鋼管の構造強度評価結果※1

	材料	外径 : D0 [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t[mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※2 [mm]
3号機 一次系ライン	STPG370	114.3	1.0	93	6.0	0.62	3.4
	STPG370	165.2	1.0	93	7.1	0.89	3.8
	STPG370	216.3	1.0	93	8.2	1.16	3.8
3号機 二次系ライン	STPG370	139.8	0.5	93	6.6	0.38	3.8
	STPG370	165.2	0.5	93	7.1	0.45	3.8
	STPG370	216.3	0.5	93	8.2	0.59	3.8

※1 長手継手の効率 η は全て 1

※2 表-1 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-1 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (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)

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。

表-1 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

(2) 耐震性

一次系設備のうち、既設取合～熱交換器ユニット間の配管についての耐震性の評価結果を示す。

1. 解析条件

・解析モデル：

既設 FG101B～熱交換器ユニット：KFPC-901

熱交換器ユニット～既設ストレーナ 29B：KFPC-902

- ・水平地震力：耐震 B クラス相当の評価である 0.36G
- ・鉛直地震力：耐震 B クラス相当の評価では求められていないが、鉛直方向における地震加速度大トリップ設定値である 100Gal の担保として 0.10G
- ・配管仕様：解析に用いた配管仕様を以下に示す。

配管仕様	
呼び径／厚さ	100A／Sch. 40 150A／Sch. 40 200A／Sch. 40
材質	STPG370
最高使用圧力	1.0MPa
最高使用温度	100℃

2. 評価結果

以下に配管の応力評価結果を示す。

応力評価結果

	一次応力[MPa]	許容応力[MPa]
既設 FG101B ～熱交換器ユニット	83	173
熱交換器ユニット ～既設ストレーナ 29B	53	173

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 KFPC-901

耐震クラス		B		
適用する地震動等		S _B 及び 静的 震 度		
モード	固有周期 (s)	応 答 水 平 震 度		鉛 直 震 度
		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向
1 次	0.146	0.00	0.00	0.00
2 次	0.132	0.00	0.00	0.00
3 次	0.119	0.00	0.00	0.00
4 次	0.107	0.00	0.00	0.00
5 次	0.102	0.00	0.00	0.00
6 次	0.100	0.00	0.00	0.00
7 次	0.074	0.00	0.00	0.00
8 次	0.070	0.00	0.00	0.00
17 次	0.050	0.00	0.00	0.00
18 次	0.049	—	—	—
動的震度		0.00	0.00	—
静的震度		0.36	0.36	0.10

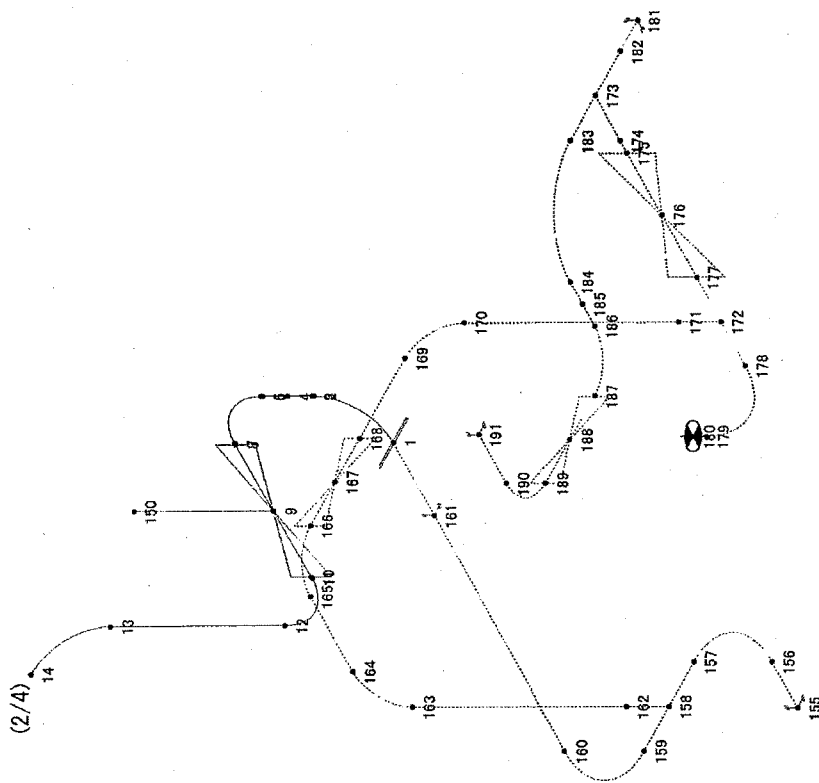
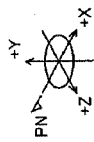
結 論

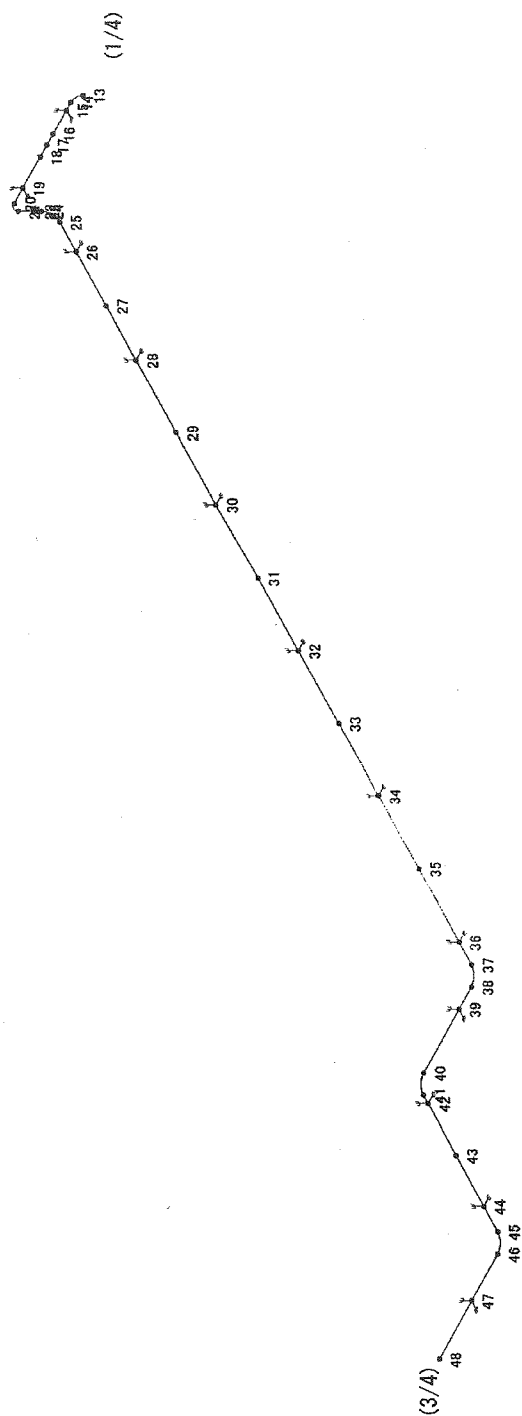
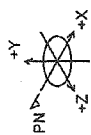
下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。

クラス 3 配管

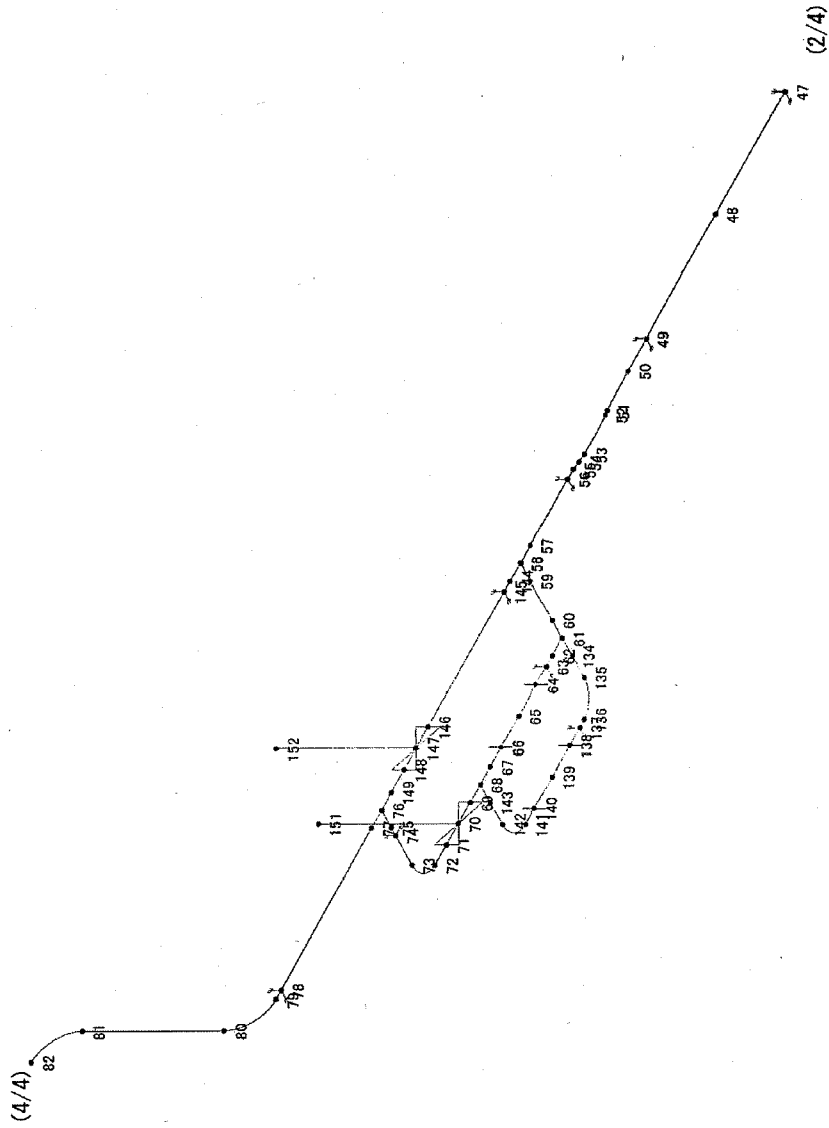
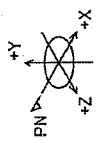
鳥 瞰 図	供 用 状 態	最大応力 評 価 点	最大応力 区 分	一 次 応 力 評 価 (MPa)		一 次 + 二 次 応 力 評 価 (MPa)	
				計 算 応 力	許 容 応 力	計 算 応 力	許 容 応 力
				①+② ①+②+③	1.5・S _h 1.8・S _h S _y *	①+②+④ ①+②+③+④ S _s (S _B)	S _a (c) S _a (d) 2・S _y
KFPC-901	(A, B)	121	①+②	39	139	84	232
	(A, B)	23	①+②+④	11	139	124	232
	(A, B)	121	①+②+③	39	167	85	251
	(A, B)	23	①+②+③+④	12	167	125	251
	C(B&S)	121	①+②+③	83	173	88	346
	C(B&S)	133	S _s (S _B)	73	173	94	346

注記 *: オーステナイト系ステンレス鋼 及び 高ニッケル合金については S_y と 1.2・S_h のうち大きいほうの値とする。
注: ①は内圧応力(S_{Pm}) ②は自重応力(S_{Ma}) ③は地震応力(他の短期的機械的荷重による応力を含む)(S_{Mb}) を示す。

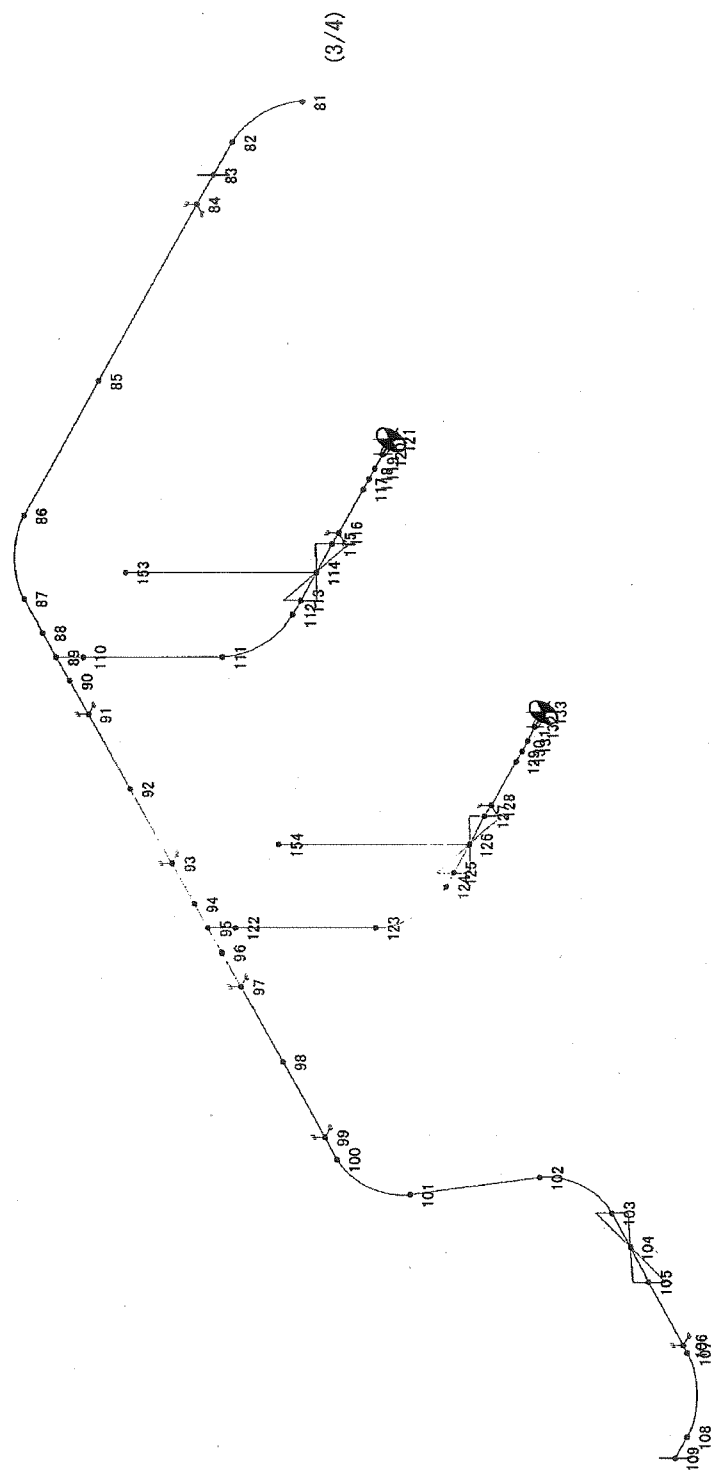
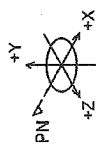




鳥瞰図 KFPC-901 (2/4)



島嶼図 KFPC-901 (3/4)



島嶼図 KFPC-901 (4/4)

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 KFPC-902

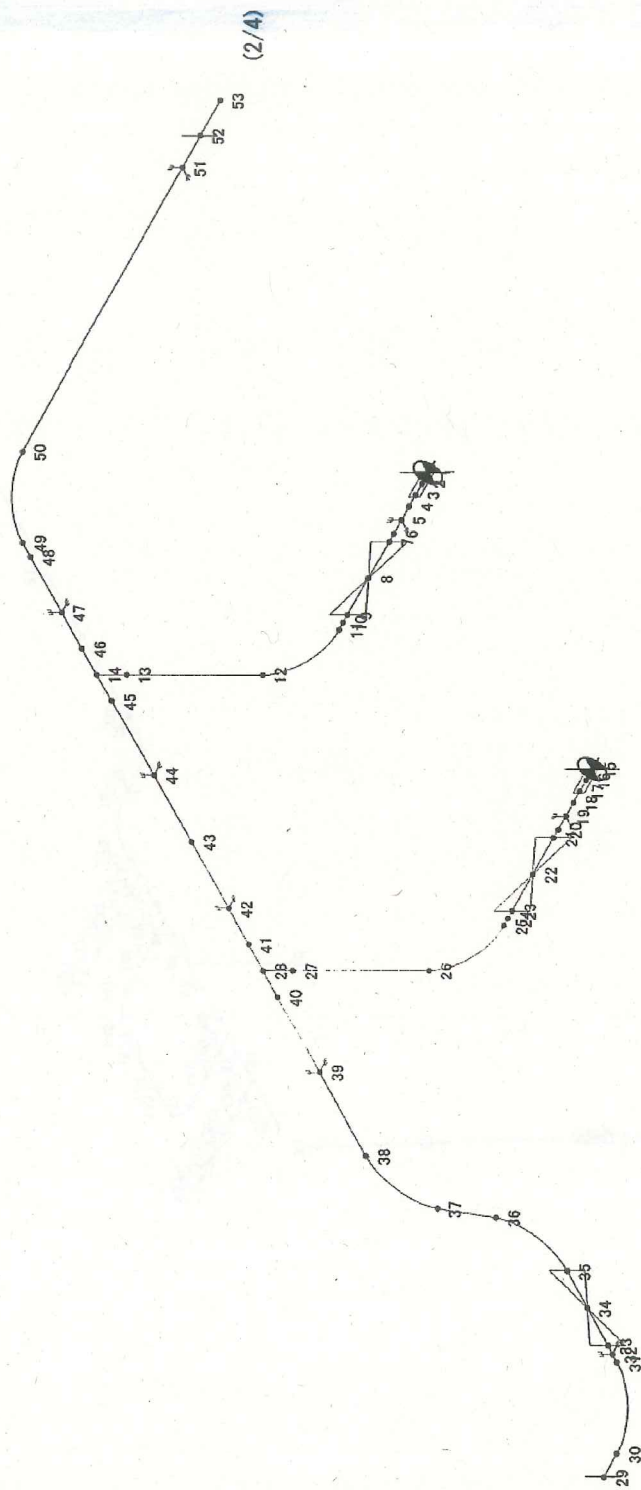
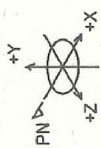
耐震クラス		B		
適用する地震動等		S _B 及び 静的震度		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		鉛直震度
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.137	0.00	0.00	0.00
2 次	0.105	0.00	0.00	0.00
3 次	0.081	0.00	0.00	0.00
4 次	0.077	0.00	0.00	0.00
5 次	0.072	0.00	0.00	0.00
6 次	0.062	0.00	0.00	0.00
7 次	0.056	0.00	0.00	0.00
8 次	0.054	0.00	0.00	0.00
9 次	0.051	0.00	0.00	0.00
10 次	0.045	—	—	—
動的震度		0.00	0.00	—
静的震度		0.36	0.36	0.10

結 論

下表に示すごとく最大応力はすべて許容応力以下である。
クラス 3 配管

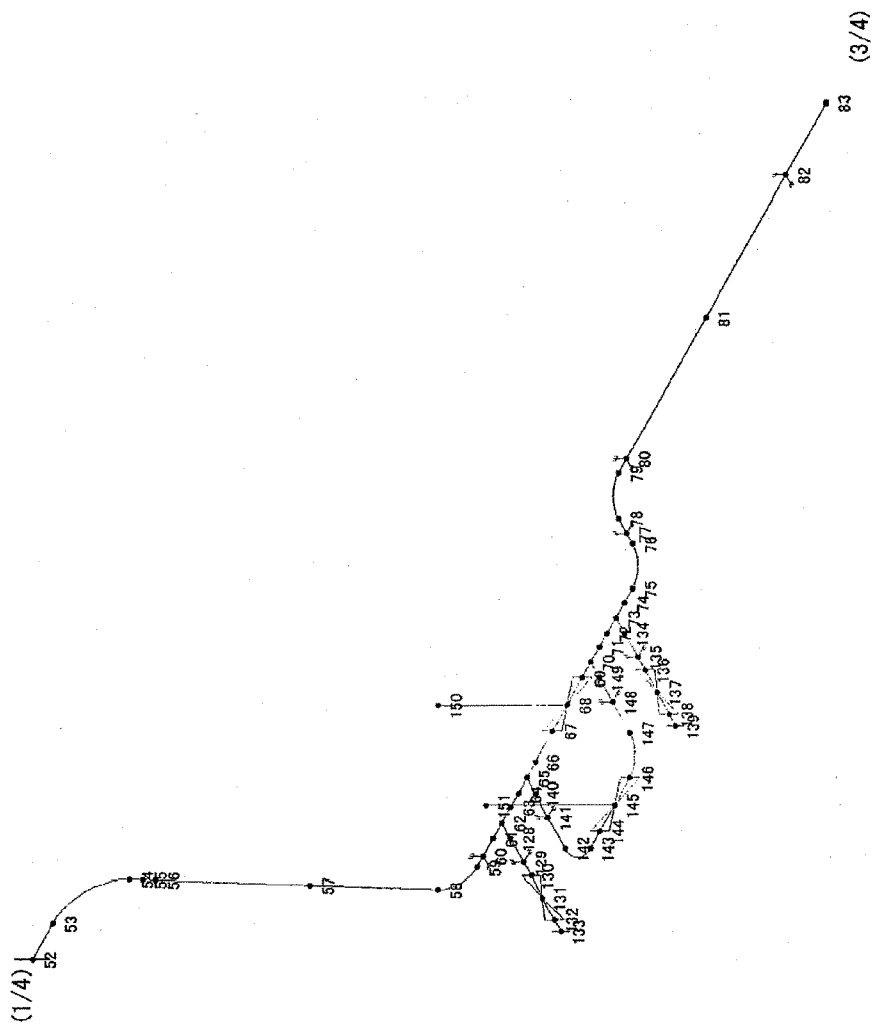
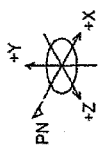
鳥 瞰 図	供 用 状 態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一 次 応 力 評 価 (MPa)		一 次 + 二 次 応 力 評 価 (MPa)	
				計算応力 ①+② ①+②+③	許容応力 1.5・S _h 1.8・S _h S _y *	計算応力 ①+②+④ ①+②+③+④ S _s (S _s)	許容応力 S _a (c) S _a (d) 2・S _y
KFPC-902	(A, B)	1	①+②	30	139	115	232
	(A, B)	15	①+②+④	29	139	126	232
	(A, B)	1	①+②+③	31	167	116	251
	(A, B)	15	①+②+③+④	30	167	127	251
	C (B _A S)	1	①+②+③	53	173	48	346
	C (B _A S)	1	S _s (S _B)	53	173	48	346

注記 *: オーステナイト系ステンレス鋼 及び 高ニッケル合金については S_y と 1.2・S_h のうち大きいほうの値とする。
注: ①は内圧応力 (S_{Pm}) ②は自重応力 (S_{Ma}) ③は地震応力 (他の過期的機械的荷重による応力を含む) (S_{Mb}) を示す。

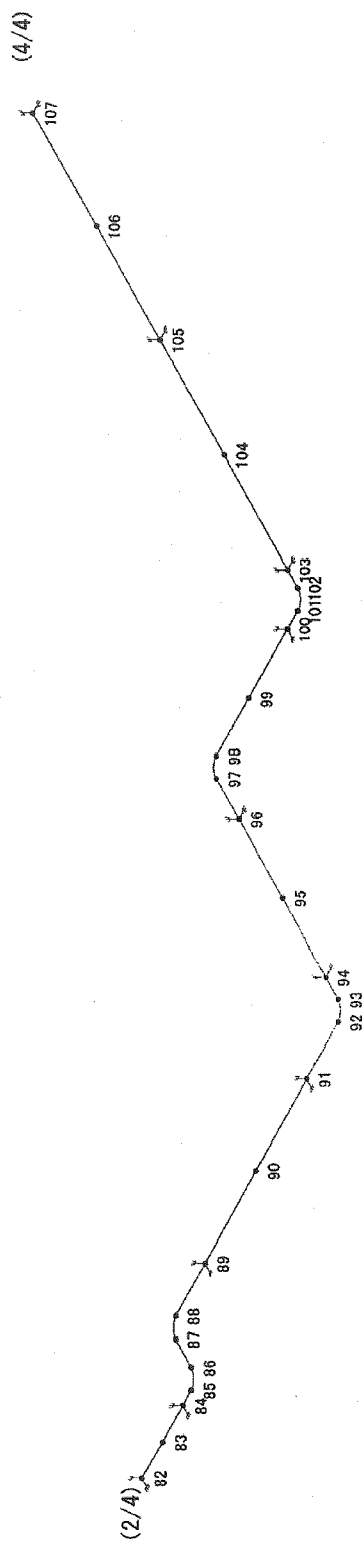
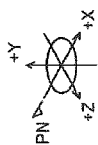


(2/4)

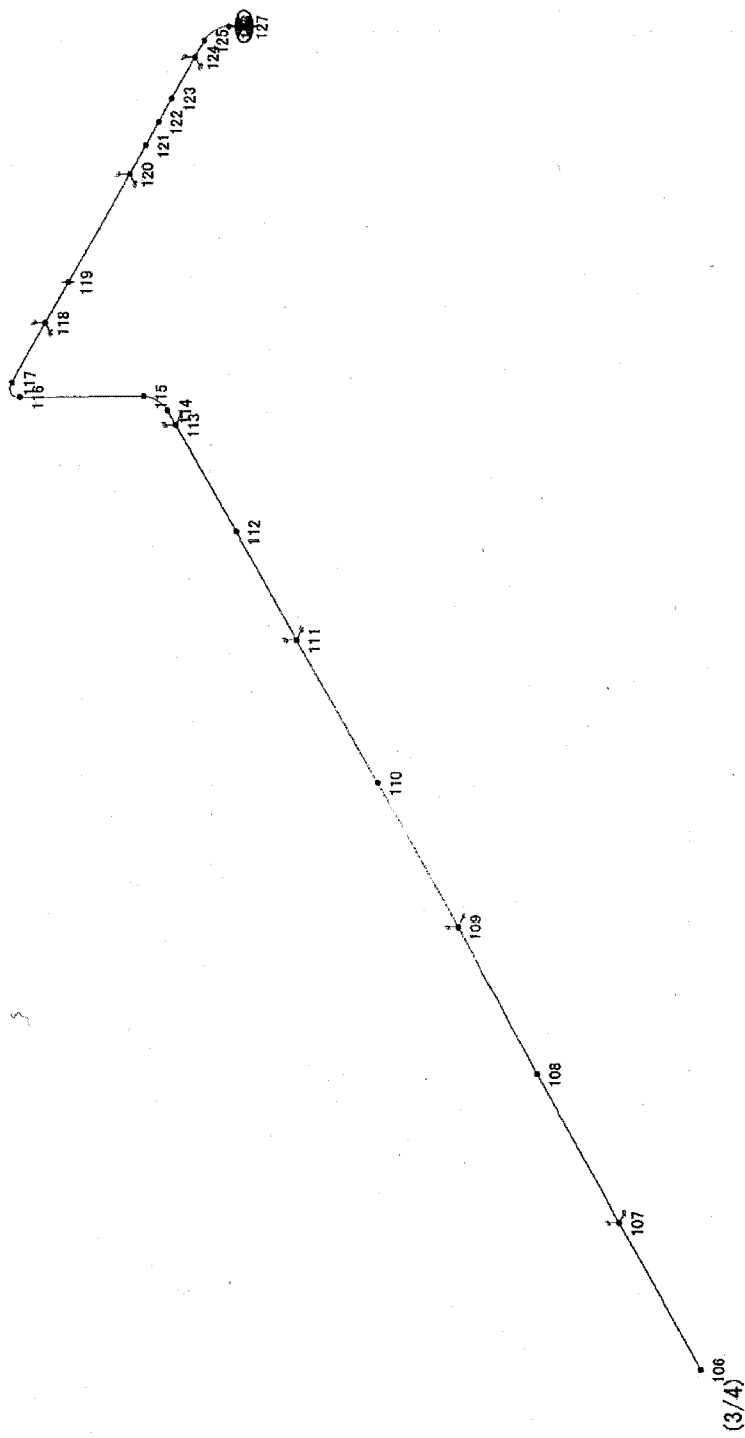
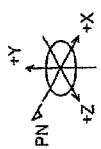
鳥瞰図 KFC-902 (1/4)



鳥瞰図 KFP0-902 (2/4)



鳥瞰図 KFPC-902 (3/4)



4.4 4号機配管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、使用済燃料プール循環冷却系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している。

4号機一次系／二次系鋼管の構造強度評価結果※¹

	材料	外径 : D ₀ [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t[mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※ ² [mm]
4号機 一次系ライン	STPT370	114.3	1.0	93	6.0	0.62	3.4
	STPT370	165.2	1.0	93	7.1	0.89	3.8
	STPT410	114.3	1.0	103	6.0	0.56	3.4
	STPT410	165.2	1.0	103	7.1	0.80	3.8
	SUS304TP	114.3	1.0	122	6.0	0.47	—
4号機 二次系ライン	STPG370	114.3	1.0	93	6.0	0.62	3.4
	STPG370	139.8	1.0	93	6.6	0.75	3.8
	STPG370	165.2	1.0	93	7.1	0.89	3.8
	STPG370	216.3	1.0	93	8.2	1.16	3.8
	STPT370	114.3	1.0	93	6.0	0.62	3.4
	STPT370	216.3	1.0	93	8.2	1.16	3.8

※¹ 長手継手の効率 η は全て 1

※² 表-1 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-1 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (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)

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。

表-1 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

(2) 耐震性

一次系、二次系設備のうち、配管の耐震性についての評価結果を示す。

1. 評価条件

配管は、基本的に、配管軸直角 2 方向拘束サポートを用いた、両端単純支持の配管系（両端単純支持はり構造）とする。また、配管は水平方向主体のルートを想定し、管軸方向については、サポート設置フロアの水平方向震度を鉄と鉄の静止摩擦係数 0.52^{注)}よりも小さいものとし、地震により管軸方向は動かないものと仮定する。

水平方向震度は、耐震 B クラス相当の評価である 0.36G とする。

2. 評価方法

水平方向震度が静止摩擦係数よりも小さく、地震により管軸方向は動かないと考えられることから、水平方向震度による管軸直角方向の配管応力評価を考える。

管軸直角方向の地震による応力は、下図に示す自重による応力の震度倍で表現でき(4.6)式で表すことができる。

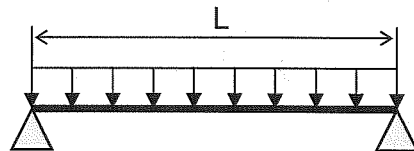
$$S_w = \frac{wL^2}{8Z}$$

S_w : 自重による応力 [MPa]

L : サポート支持間隔 [mm]

Z : 断面係数 [mm³]

w : 等分布荷重 [N/mm]



両端単純支持はりの等分布荷重より求まる自重による応力

$$S_s = \alpha S_w$$

(4.6)

S_w : 自重による応力 [MPa]

S_s : 地震による応力 [MPa]

α : 水平方向震度

注) 日本機械学会編 機械工学便覧 α 基礎編 表 4-1, $\alpha 2-27$

また、崩壊制限に「JEAG4601 (1984 年版)」のクラス 2 配管の供用状態 Ds の場合の

一次応力制限を用いるとすると、地震評価としては(4.7)式で表すことができる。

$$S = S_p + S_w + S_s = S_p + S_w + \alpha S_w = S_p + (1 + \alpha) S_w \leq 0.9 S_u \quad (4.7)$$

S_p : 内圧による応力 [MPa]

S_w : 自重による応力 [MPa]

S_s : 地震による応力 [MPa]

S : 内圧、自重、地震による応力 [MPa]

α : 水平方向震度

従って、上記(4.7)式を満足するように、配管サポート配置を設定することにより、配管の崩壊は抑制できる。

3. 評価結果

両端単純支持はりで自重による応力 $S_w=40$ [MPa]の配管サポート配置を仮定する。

配管設置フロアの水平方向震度を前述の 0.36、内圧による応力 $S_p=10$ [MPa]、自重による応力 $S_w=40$ [MPa]、許容応力を STPT370[100℃]の $0.9S_u=315$ [MPa]とし、(4.7)に代入すると以下となる。

$$S = S_p + (1 + \alpha) S_w = 10 + (1 + 0.36) \times 40 = 64.4 \text{ [MPa]} \leq 0.9 S_u = 315 \text{ [MPa]} \quad (4.8)$$

また、継手がある場合には、応力係数も存在する。例えば応力係数を 3 とし、(4.8)式の自重による応力 S_w に 3 を乗じ、 $S_w=120$ [MPa]とすると以下となる。

$$S = S_p + (1 + \alpha) S_w \times 3 = 10 + (1 + 0.36) \times 120 = 173.2 \text{ [MPa]} \leq 0.9 S_u = 315 \text{ [MPa]} \quad (4.9)$$

以上のことから、両端単純支持はりで自重による応力 S_w を 40[MPa]程度の配管サポート配置とした場合、発生応力は許容応力に対して十分な裕度を有する結果となった。

なお、4 号機代表配管に対するサポート支持間隔等の値を以下に示す。

(サポート支持間隔が最も長くなる配管を選定)

口径	材質	サポート支持間隔(mm)	断面係数 (mm ³)	配管自重 (N/mm)	配管自重による応力 (MPa)
150A/Sch40	STPT370	■	■	■	■

4.5 1～4号機フレキシブルチューブ

(1) 耐震性

1～4号機フレキシブルチューブは、フレキシビリティを有しており、地震変位による有意な応力は発生しないと考えられる。フレキシブルチューブの仕様を以下に示す。

フレキシブルチューブ仕様

名 称	仕 様	
1号機二次系フレキシブルチューブ	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当／0.5mm SUS304 1.0MPa 60℃
2号機二次系フレキシブルチューブ	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当／0.5mm 200A 相当／0.6mm SUS304 0.5MPa 100℃
3号機二次系フレキシブルチューブ	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当／0.5mm 200A 相当／0.6mm SUS304 0.5MPa 100℃
4号機一次系フレキシブルチューブ	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A 相当／0.4mm 150A 相当／0.5mm SUS316L 1.0MPa 100℃
4号機二次系フレキシブルチューブ	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A 相当／0.5mm SUS316L 1.0MPa 60℃

4.6 1号機／4号機ポリエチレン管

(1) 耐震性

1／4号機ポリエチレン管は、フレキシビリティを有しており、地震変位による有意な応力は発生しないと考えられる。ポリエチレン管の仕様を以下に示す。

ポリエチレン管仕様

名 称	仕 様	
1号機二次系ポリエチレン管	呼び径／厚さ	100A 相当／11.4mm 150A 相当／16.4mm
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa
	最高使用温度	40℃
4号機二次系ポリエチレン管	呼び径／厚さ	50A 相当／5.8mm 150A 相当／16.4mm
	材質	ポリエチレン
	最高使用圧力	1.0MPa
	最高使用温度	40℃

5. エアフィンクーラ、冷却塔

5.1 1号機エアフィンクーラ

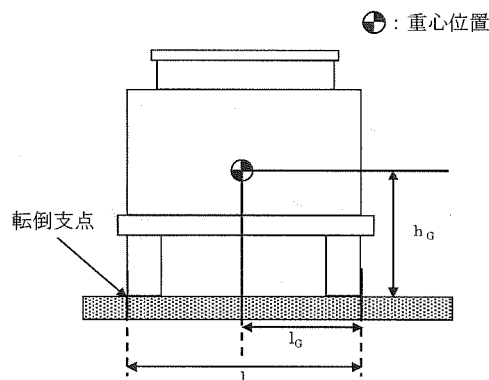
(1) 耐震性

1号機エアフィンクーラは、弁、配管と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、エアフィンクーラユニット）することで耐震性を向上させている。また、エアフィンクーラユニットについては、1号機原子炉建屋脇の屋外に設置し、敷鉄板と溶接等を行い転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005 年版）」を準用し、敷鉄板との溶接を考慮しない状態で、エアフィンクーラユニットに発生する垂直力により転倒評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震 B クラス相当の評価である 0.36G とし、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. 転倒評価

機器に発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{\{0.36 \times \text{[redacted]} \times \text{[redacted]} - (\text{[redacted]} - 0) \times \text{[redacted]}\} \times 9.80665}{\text{[redacted]} \times \text{[redacted]}}$$

$$= -2248.5[N] \rightarrow -2248[N]$$

ここに、 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \text{[redacted]} = \text{[redacted]} [kg]$

K_H : 設計用水平震度 = 0.36

W : 機器重量 = $\text{[redacted]} [kg]$

h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\text{[redacted]} [mm]$

F_V : 設計用鉛直地震力 = 0

l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\text{[redacted]} [mm]$

l : 検討する方向から見た評価点スパン = $\text{[redacted]} [mm]$

n_t : 機器転倒を考えた場合の引張を受ける評価点の数 = [redacted]

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
1号機エアフィンクーラユニット	-2248	転倒しない

5.2 2号機冷却塔

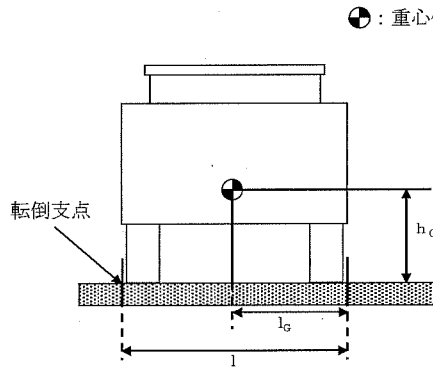
(1) 耐震性

2号機冷却塔は、2号機FSTR建屋（フィルター・スラッジタンクルーム）の屋外に設置し、杭またはワイヤーロープ等を用いた転倒防止策を講じているが、これら転倒防止策を考慮せず、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、冷却塔に発生する垂直力により転倒評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. 転倒評価

機器に発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{\{0.36 \times \text{[redacted]} \times \text{[redacted]} - (\text{[redacted]} - 0) \times \text{[redacted]}\} \times 9.80665}{\text{[redacted]} \times \text{[redacted]}}$$

$$= -680.3[N] \rightarrow -680[N]$$

ここに、
 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \text{[redacted]} = \text{[redacted]}[kg]$
 K_H : 設計用水平震度 = 0.36
 W : 機器重量 = $\text{[redacted]}kg$
 h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\text{[redacted]}[mm]$
 F_V : 設計用鉛直地震力 = 0
 l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\text{[redacted]}[mm]$
 l : 検討する方向から見た評価点スパン = $\text{[redacted]}[mm]$
 n_t : 機器転倒を考えた場合の引張を受ける評価点の数 = [redacted]

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
2号機冷却塔	-680	転倒しない

5.3 3号機冷却塔

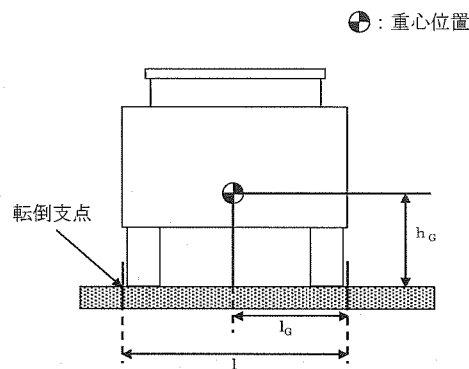
(1) 耐震性

3号機冷却塔は、3号機廃棄物処理建屋の屋外に設置し、杭またはワイヤーロープ等を用いた転倒防止策を講じているが、これら転倒防止策を考慮せず、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、冷却塔に発生する垂直力により転倒評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. 転倒評価

機器に発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{\{0.36 \times \text{[value]} \times \text{[value]} - (\text{[value]} - 0) \times \text{[value]}\} \times 9.80665}{\text{[value]} \times \text{[value]}}$$

$$= -3587.3[N] \rightarrow -3587[N]$$

ここに、
 F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \text{[value]} = \text{[value]} [kg]$
 K_H : 設計用水平震度 = 0.36
 W : 機器重量 = $\text{[value]} [kg]$
 h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\text{[value]} [mm]$ (機器重心高さ $\text{[value]} [mm]$ + 架台高さ $\text{[value]} [mm]$)
 F_V : 設計用鉛直地震力 = 0
 l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\text{[value]} [mm]$
 l : 検討する方向から見た評価点スパン = $\text{[value]} [mm]$
 n_t : 機器転倒を考えた場合の引張を受ける評価点の数 = [value]

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
3号機冷却塔	-3587	転倒しない

5.4 4号機エアフィンクーラ

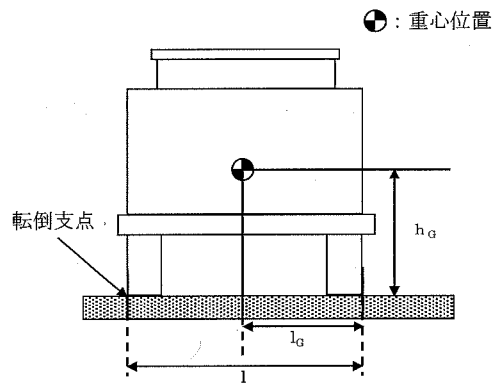
(1) 耐震性

4号機エアフィンクーラは、弁、配管と共にトレーラ上に搭載し、トレーラ含めてユニット化（以下、エアフィンクーラユニット）することで耐震性を向上させている。また、エアフィンクーラユニットについては、4号機共用プール建屋脇の屋外に設置し、敷鉄板と溶接等を行い転倒防止策を講じている。これを踏まえ、耐震性の評価として、「建築設備耐震設計・施工指針（2005年版）」を準用し、敷鉄板との溶接を考慮しない状態で、エアフィンクーラユニットに発生する垂直力により転倒評価を行った。

なお、評価においては水平方向震度を耐震Bクラス相当の評価である0.36Gとし、耐震設計審査指針上の耐震Bクラス相当の評価を行った。

a. 転倒評価

機器に発生する垂直力は以下の計算式で算出することができる。



$$R_b = \frac{F_H \cdot h_G - (W - F_V) \cdot l_G}{l \cdot n_t}$$

$$= \frac{\{0.36 \times \text{[redacted]} \times \text{[redacted]} - (\text{[redacted]} - 0) \times \text{[redacted]}\} \times 9.80665}{\text{[redacted]} \times \text{[redacted]}}$$

$$= -2248.5[N] \rightarrow -2248[N]$$

ここに、

F_H : 設計水平地震力 ($K_H \cdot W$) = $0.36 \cdot \text{[redacted]} = \text{[redacted]} [kg]$

K_H : 設計用水平震度 = 0.36

W : 機器重量 = $\text{[redacted]} [kg]$

h_G : 据付面より機器重心までの高さ = $\text{[redacted]} [mm]$

F_V : 設計用鉛直地震力 = 0

l_G : 検討する方向からみた評価点から機器重心までの距離 = $\text{[redacted]} [mm]$

l : 検討する方向から見た評価点スパン = $\text{[redacted]} [mm]$

n_t : 機器転倒を考えた場合の引張を受ける評価点の数 = [redacted]

転倒評価結果

設備名称	機器に発生する垂直力[N]	評価
4号機エアフィンクーラユニット	-2248	転倒しない

別冊 4

原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備に係る補足説明

I 原子炉压力容器・格納容器ホウ酸水注入設備の構造強度及び耐震性について

1. ホウ酸水タンク

(1) 構造強度

ホウ酸水タンクについては、定格容量 20m^3 （水位 2m）における静水圧に対し、実験により確認した側板及び底板の許容水圧が大きいことを確認しており、ほう酸水注入系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している（図-1 参照）。

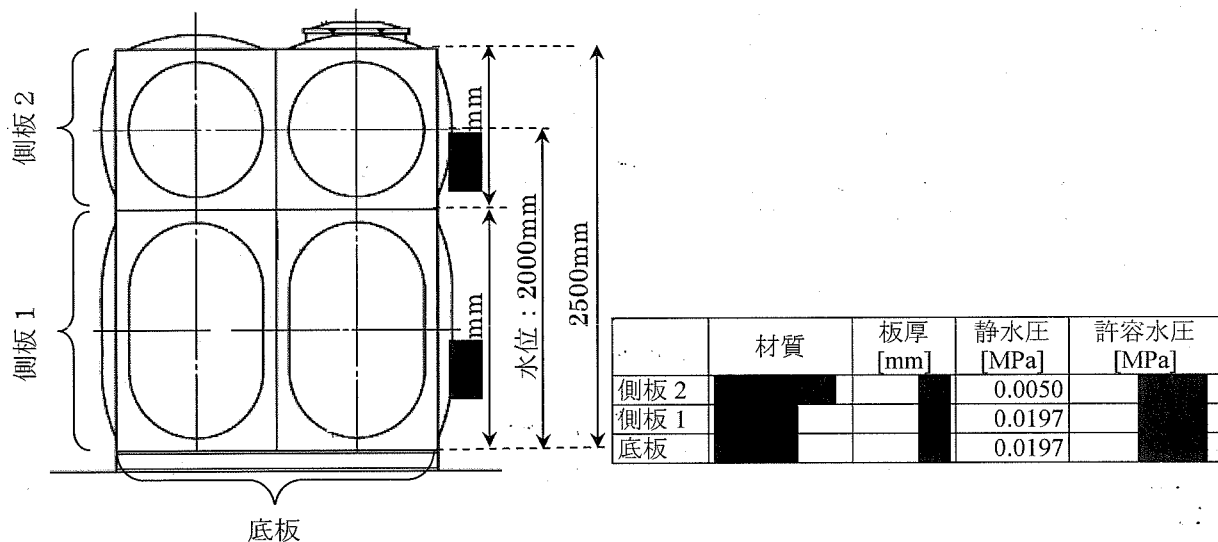


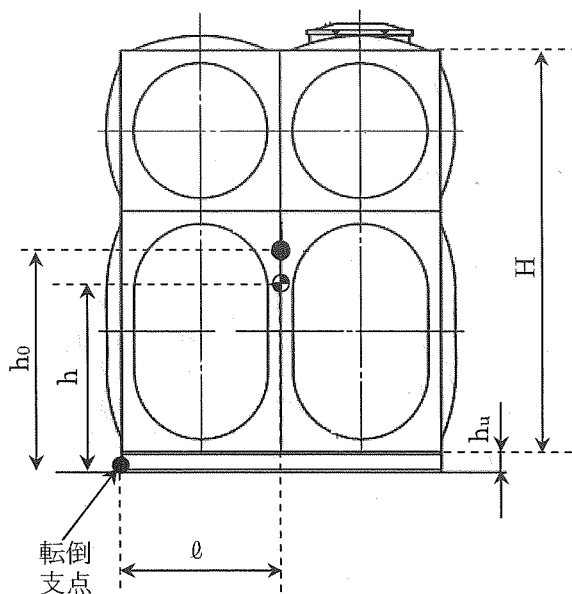
図-1 ホウ酸水タンクの構造強度評価結果

(2) 耐震性

ホウ酸水タンクは、事務本館脇海側駐車場に設置されており、ボルトにより固定されていないことを踏まえ、耐震性の評価として、タンクが転倒しないことの評価を行った。なお、基準地震動 S_s に対する動的解析を行うことが困難であることから、静的地震力を用いて、耐震設計審査指針上の耐震 B クラス相当の評価を行った。

a. ホウ酸水タンクの転倒評価

地震によるモーメントと自重によるモーメントを算出し、それらを比較することで転倒評価を行った。タンクが転倒するのは、地震によるモーメント > 自重によるモーメントの場合であるが、評価の結果、地震によるモーメント < 自重によるモーメントであり、タンクが転倒しないことを確認した。



C_H : 水平方向加速度

〔耐震 B クラス設備に適用される加速度 : 0.36 (1.8Ci)
耐震 S クラス設備に適用される加速度 : 0.72 (3.6Ci)〕

W : 機器重量 (■■■■ kg)

g : 重力加速度

H : 水槽の高さ (■■■■ mm)

h : 据付面から水槽の重心までの高さ (■■■■ mm)
(保有水ありの場合)

h_0 : 据付面から水槽の重心までの高さ (■■■■ mm)
(保有水なしの場合)

h_u : 受台高さ (■■■■ mm)

ℓ : 転倒支点から機器重心までの距離 (■■■■ mm)

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times G \times \ell$

■ 転倒評価 (保有水がある場合)

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times g \times \ell$

$$M_1 - M_2 = (WgC_H h) - (Wg\ell) = Wg(C_H h - \ell)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 : } (C_H h - \ell) = -\text{■■■■}$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合 : } (C_H h - \ell) = -\text{■■■■}$$

■ 転倒評価 (保有水がない場合)

地震によるモーメント : $M_1 = W \times g \times C_H \times h_0$

自重によるモーメント : $M_2 = W \times g \times \ell$

$$M_1 - M_2 = (WgC_H h_0) - (Wg\ell) = Wg(C_H h_0 - \ell)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 : } (C_H h - \ell) = -\text{■■■■}$$

$$C_H = 0.72 \text{ の場合 : } (C_H h - \ell) = -\text{■■■■}$$

2. 鋼管

(1) 構造強度

鋼管については、「設計・建設規格」に基づき、最高使用圧力に対して十分な厚さを有していることを確認しており、ほう酸水注入系における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると評価している（表-1 参照）。

表-1 ほう酸水注入系における鋼管の構造強度評価結果※1

	材料	外径 : D ₀ [mm]	最高 使用 圧力 : P [MPa]	許容引張 応力 : S [MPa]	公称 肉厚 [mm]	管の計算上 必要な 厚さ : t [mm]	炭素鋼 鋼管の必要 最小厚さ※2 [mm]
ほう酸水タンクから ほう酸水タンク出口ヘッダ まで	SGP	76.3	0.98	74	4.2	0.51	2.7
	SGP	89.1	0.98	74	4.2	0.59	3.0
	SGP	165.2	0.98	74	5.0	1.09	3.8

※1 長手継手の効率 η は全て 1

※2 表-2 に定める値

■ 内圧を受ける直管

最高使用圧力に対する直管の厚さは、(式 1-1) により計算した値および表-2 に定める値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \quad (\text{式 1-1})$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

D₀ : 管の外径 (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)

η : 長手継手の効率で、「設計・建設規格 PVC-3130」に定めるところによる。

表-2 炭素鋼鋼管の必要最小厚さ

管の外径 (mm)	管の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

別冊 5

汚染水処理設備等に係る補足説明

I 汚染水処理設備等の構造強度及び耐震性について

汚染水処理設備等を構成する設備について、構造強度評価の基本方針及び耐震性評価の基本方針に基づき構造強度及び耐震性等の評価を行う。

1. 汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）

1.1. 基本方針

1.1.1. 構造強度評価の基本方針

汚染水処理設備、貯留設備及び関連設備を構成する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において、廃棄物処理設備に相当するクラス 3 機器と位置付けられる。この適用規格は、「JSME S NC-1 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。）で規定されるものであるが、設計・建設規格は、鋼材を基本とした要求事項を設定したものであり、ポリエチレン管等の非金属材料についての基準がない。

従って、鋼材を使用している設備については、設計・建設規格のクラス 3 機器相当での評価を行い、非金属材料については、当該設備に加わる機械的荷重により損傷に至らないことをもって評価を行う。この際、JIS や独自の製品規格等を有している場合や、試験等を実施した場合はその結果などを活用できるものとし、評価を行う。

また、構造強度に関連して経年劣化の影響を評価する観点から、原子力発電所での使用実績がない材料を使用する場合は、他産業での使用実績等を活用しつつ、必要に応じて試験等を行うことで、経年劣化の影響についての評価を行う。なお、試験等の実施が困難な場合にあつては、巡視点検等による状態監視を行うことで、健全性を確保する。

1.1.2. 耐震性評価の基本方針

汚染水処理設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の B クラス相当の設備と位置づけられる。耐震性を評価するにあたっては、「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」（以下、「耐震設計技術規程」という。）等に準拠して構造強度評価を行うことを基本とするが、評価手法、評価基準について実態にあわせたものを採用する。B クラス施設に要求される水平震度に対して耐震性を確保できない場合は、その影響について評価を行う。支持部材がない等の理由によって、耐震性に関する評価ができない設備を設置する場合においては、可撓性を有する材料を使用するなどし、耐震性を確保する。

なお、汚染水処理設備等のうち高濃度の滞留水を扱う設備等については、参考として S クラス相当の評価を行う。

1.2. 評価結果

1.2.1. 滞留水移送装置

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満たすものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、滞留水移送装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

移送ポンプは、水中ポンプのため地震により有意な応力は発生しない。

1.2.2. 油分分離装置

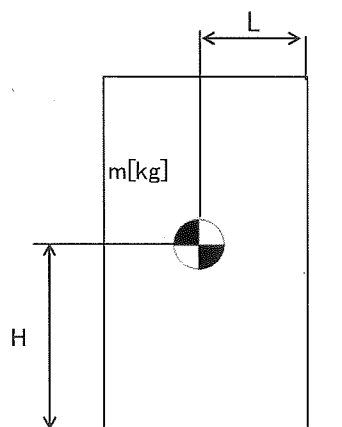
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満たすものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、油分分離装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した（表-1）。



m : 機器質量 (kg)

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H : 据付面からの重心までの距離 (m)

L : 転倒支点から機器重心までの距離 (m)

C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)

地震による転倒モーメント : $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

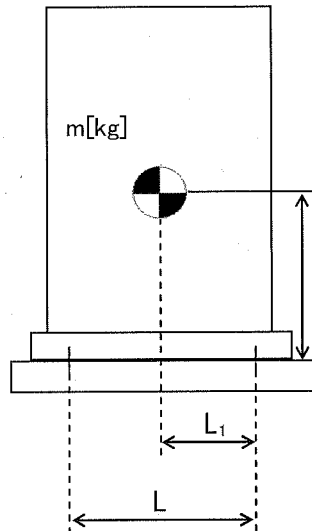
$C_H=0.36$ の場合 $M_1 = 49,615 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 50 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$C_H=0.57$ の場合 $M_1 = 78,558 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 79 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント : $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L = 83,942 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 83 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－1）。



- m : 機器質量 ($\blacksquare$ kg)
 g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
 H : 据付面からの重心までの距離 ($\blacksquare$ mm)
 L : 基礎ボルト間の水平方向距離 ($\blacksquare$ mm)
 L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離 ($\blacksquare$ mm)
 n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 ($\blacksquare$ 本)
 n : 基礎ボルトの本数 ($\blacksquare$ 本)
 A_b : 基礎ボルトの軸断面積 ($\blacksquare$ mm²)
 C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)
 C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$C_H=0.36$ の場合 $F_b = -16,481 \text{ N} < 0$ よって、引張力は発生しない。

$C_H=0.57$ の場合 $F_b = -2,585 \text{ N} < 0$ よって、引張力は発生しない。

$$\text{基礎ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$C_H=0.36$ の場合 $F_b < 0$ のため、引張応力は発生しない。

$C_H=0.57$ の場合 $F_b < 0$ のため、引張応力は発生しない。

$$\text{基礎ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

$C_H=0.36$ の場合 $\tau_b = 23.04 \rightarrow 24 \text{ MPa}$

$C_H=0.57$ の場合 $\tau_b = 36.48 \rightarrow 37 \text{ MPa}$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力: } f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

ここで、F は設計・建設規格 付属図表 part5 表 8 及び表 9 より、SS400 の設計温度 66℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (Sy, 0.7Su)$$

・ Sy : 表 8 より 40℃ : 235 MPa, 75℃ : 222 MPa

$$Sy = 222 + (235 - 222) \times (75-66)/(75-40) = 225 \text{ MPa}$$

・ Su 40℃ : 400 MPa, 75℃ : 381 MPa

$$Su = 381 + (400 - 381) \times (75-66)/(75-40) = 385 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (225, 0.7 \times 385) = 225 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 129 \text{ MPa}$$

表－1 油分分離装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
油分分離装置	本体	転倒	0.36	50	83	kN・m
			0.57	79		
	基礎ボルト	せん断	0.36	24	129	MPa
			0.57	37		
		引張	0.36	<0	—	MPa
			0.57	<0		

1.2.3. 処理装置（セシウム吸着装置）

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。

また、吸着塔の円筒型容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、内圧に耐えられることを確認した（表－2）。

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

$$= 6.76 \text{ mm}$$

$$\rightarrow 6.8 \text{ mm}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ
 D_i : 胴の内径 (mm)
 P : 最高使用圧力 (0.97 MPa)
 S : 最高使用温度 (66℃) における
 材料 (SUS316L) の許容引張応力 (108 MPa)
 η : 長手継手の効率 (0.60)

ただし、 t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t=3[\text{mm}]$ 以上、その他の金属の場合は $t=1.5[\text{mm}]$ 以上とする。

表－2 セシウム吸着装置構造強度結果

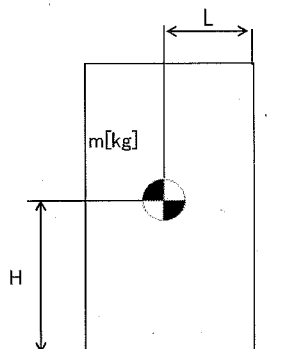
機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	6.8	9.5※

※ 最小値

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を行った。評価に用いた数値を表－3－1に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した（表－3－3）。



- m : 機器質量
 g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
 H : 据付面からの重心までの距離
 L : 転倒支点から機器重心までの距離
 C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.51, 0.57)

地震による転倒モーメント： $M_1[N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント： $M_2[N \cdot m] = m \times g \times L$

表－３－１ セシウム吸着装置の転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	C_H	M_1 [N・m]	M_2 [N・m]
セシウム 吸着塔				0.36	89,879 → 90 kN・m	130,209 → 130 kN・m
				0.51	127,328 → 128 kN・m	
スキッド (本体)				0.36	512,018 → 513 kN・m	881,804 → 881 kN・m
				0.57	810,695 → 811 kN・m	
スキッド (基礎)				0.36	615,632 → 616 kN・m	958,825 → 958 kN・m
				0.57	974,751 → 975 kN・m	
セシウム吸着 処理水タンク				0.36	143,165 → 144 kN・m	175,759 → 175 kN・m
				0.57	226,677 → 227 kN・m	
セシウム吸着 処理水移送 ポンプ				0.36	2,086 → 2.1 kN・m	7,293 → 7.2 kN・m
				0.57	3,303 → 3.4 kN・m	

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した（表－３－３）。なお、Sクラス相当の評価では、セシウム吸着塔において地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから、FEMによるトラニオンとピンガイドの強度評価を行った。

地震時の水平荷重によるすべり力： $F_L = C_H \times m \times g \rightarrow F_L / (m \times g) = C_H$

接地面の摩擦力： $F_\mu = \mu \times m \times g \rightarrow F_\mu / (m \times g) = \mu$

m：機器質量

g：重力加速度

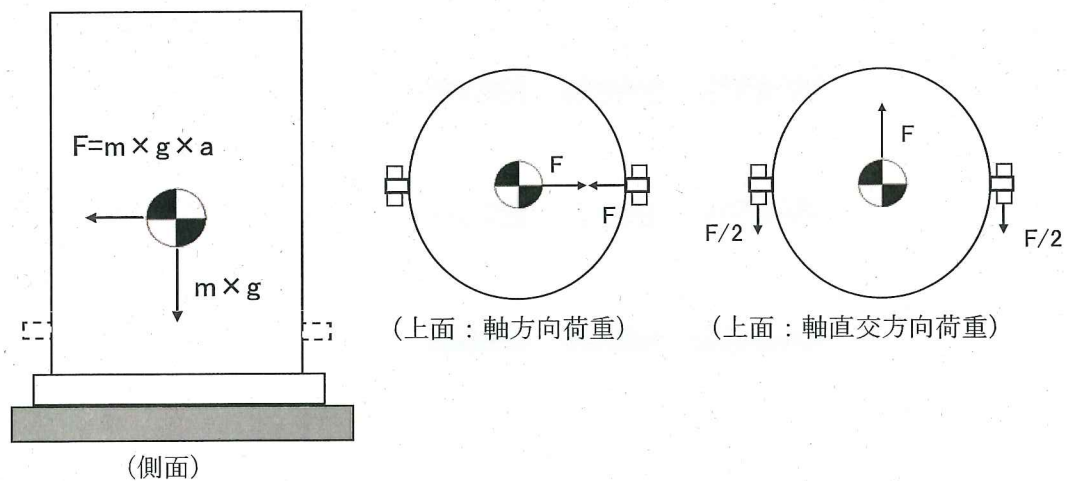
C_H ：水平方向設計震度（0.36, 0.57）

μ ：摩擦係数（鉄／鉄：0.52）

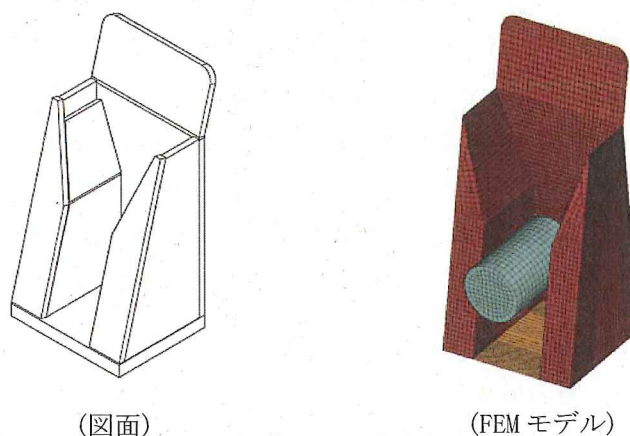
c. FEM によるトラニオンとピンガイドの強度評価

セシウム吸着塔は、本体下部に位置決めのためのトラニオンが施工されており、スキッド側ピンガイドと取合構造となっている（図－1 参照）。

b. 滑動評価において、地震時の水平荷重によるすべり力が接地面の摩擦力より大きくなったことから、軸方向荷重及び軸直交方向荷重を想定し、トラニオンとピンガイドの強度を FEM により確認する。なお、FEM モデルは、ピンガイドについては各部材の中立面にシェル要素で、トラニオンはソリッド要素で作成した（図－2 参照）。FEM による強度評価の結果ピンガイドは破断せず吸着塔を支持することを確認した（表－3－3）。



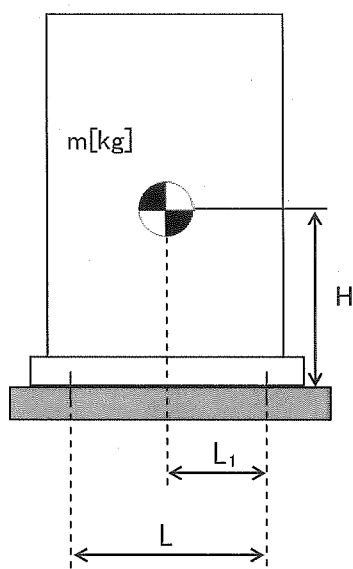
図－1 トラニオン～ピンガイド概要



図－2 FEM モデル形状

d. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－3－2に示す。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－3－3）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L₁ : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)
- C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力: } f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力: } f_{ts} = \min(1.4f_{to} - 1.6\tau_b, f_{to})$$

ここで、F は設計・建設規格 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SS400 の設計温度 66℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min(Sy, 0.7Su)$$

$$\bullet \text{ Sy } 40^\circ\text{C} : 235 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 222 \text{ MPa}$$

$$Sy = 222 + (235 - 222) \times (75 - 66) / (75 - 40) = 225 \text{ MPa}$$

・ Su 40℃ : 400 MPa, 75℃ : 381 MPa

$$Su = 381 + (400 - 381) \times (75-66)/(75-40) = 385 \text{ MPa}$$

従って, $F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (225, 0.7 \times 385) = 225 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

・ スキッドの場合 ($C_H=0.57$)

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 168 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 168 - 1.6 \times 52, 168) = \min(152, 168) = 152 \text{ MPa}$$

・ セシウム吸着設備処理水タンクの場合 ($C_H=0.57$)

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 168 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 168 - 1.6 \times 30, 168) = \min(187.2, 168) = 168 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

・ 処理装置 (セシウム吸着装置) 共通

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 129 \text{ MPa}$$

表-3-2 セシウム吸着装置の基礎ボルト強度評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L ₁ [mm]	n _f [本]	n [本]	A _b [mm ²]	C _{fl}	F _b [N]	σ _b [MPa]	τ _b [MPa]
スキッド	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	0.36	-135,115	<0	32.8 → 33
								0.57	6,270	1.4 → 2	51.9 → 52
セシウム吸着 処理水タンク	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	0.36	-17,909	<0	18.45 → 19
								0.57	27,977	22.27 → 23	29.22 → 30
セシウム吸着 処理水移送 ポンプ	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	0.36	-3,641	<0	5.62 → 6
								0.57	-2,790	<0	8.90 → 9

表-3-3 セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
セシウム 吸着塔	本体	転倒	0.36	90	130	kN・m
			0.51	128		
		滑動	0.36	0.36	0.52	-
			0.57	0.57		
	ピンガイド	相当応力	0.57	182	Sy=159 Su=459	MPa
スキッド	本体	転倒	0.36	513	881	kN・m
			0.57	811		
	基礎	転倒	0.36	616	958	kN・m
			0.57	975		
	基礎ボルト	せん断	0.36	33	129	MPa
			0.57	52		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	2	152	
セシウム吸着 処理水タンク	本体	転倒	0.36	144	175	kN・m
			0.57	227		
	基礎ボルト	せん断	0.36	19	129	MPa
			0.57	30		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	23	168	
セシウム吸着 処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	2.1	7.2	kN・m
			0.57	3.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	6	129	MPa
			0.57	9		
		引張	0.36	<0	-	MPa
			0.57	<0		

1.2.4. 処理装置（第二セシウム吸着装置）

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。

また、吸着塔の円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、内圧に耐えられることを確認した（表－4）。

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ
 D_i : 胴の内径 (mm)
 P : 最高使用圧力 (1.37 MPa)
 S : 最高使用温度 (66℃) における
 材料 (SUS316L) の許容引張応力 (108 MPa)
 η : 長手継手の効率 (0.60)

$= 9.53$
 $\rightarrow 9.6$

ただし、 t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t=3$ [mm] 以上、その他の金属の場合は $t=1.5$ [mm] 以上とする。

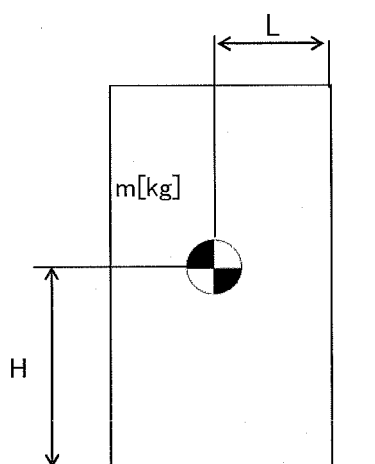
表－4 第二セシウム吸着装置構造強度結果

機器名称	評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
第二セシウム吸着装置 吸着塔	板厚	9.6	12

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表－５－１に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した（表－５－３）。



m : 機器質量

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H : 据付面からの重心までの距離

L : 転倒支点から機器重心までの距離

C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.42, 0.60)

地震による転倒モーメント : $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

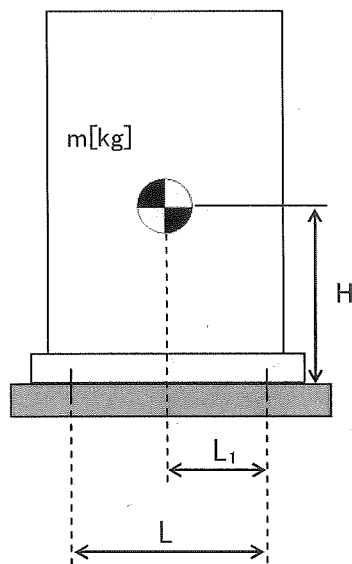
自重による安定モーメント : $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L$

表－５－１ 第二セシウム吸着装置の転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	C_H	M_1 [N・m]	M_2 [N・m]
第二セシウム 吸着塔				0.36	143,794 → 144 kN・m	169,194 → 169 kN・m
				0.42	167,760 → 168 kN・m	
ポンプ スキッド				0.36	3,839.7 → 3.9 kN・m	6,936.1 → 6.9 kN・m
				0.60	6,399.5 → 6.4 kN・m	

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－５－２に示す。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－５－３）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L₁ : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.55, 0.60)
- C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : f_{ts} = \min(1.4f_{to} - 1.6\tau_b, f_{to})$$

ここで、F は設計・建設規格 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SS400 の設計温度 50℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min(Sy, 0.7Su)$$

$$\bullet \text{ Sy : 表 8 より } 40^\circ\text{C} : 235 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 222 \text{ MPa}$$

$$Sy = 222 + (235 - 222) \times (75 - 50) / (75 - 40) = 231 \text{ MPa}$$

$$\bullet \text{ Su : 表 9 より } 40^\circ\text{C} : 400 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 381 \text{ MPa}$$

$$Su = 381 + (400 - 381) \times (75 - 50) / (75 - 40) = 394 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \min (S_y, 0.7S_u) = \min (231, 0.7 \times 394) = 231 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

- ・第二セシウム吸着塔の場合 ($C_H=0.55$)

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 173 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 173 - 1.6 \times 108, 173) = \min(69.4, 173) = 69 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

- ・処理装置（第二セシウム吸着装置）共通

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 133 \text{ MPa}$$

表-5-2 第二セシウム吸着装置の基礎ボルト強度評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L ₁ [mm]	n _f [本]	n [本]	A _b [mm ²]	C _q	F _b [N]	σ _b [MPa]	τ _b [MPa]
第二セシウム 吸着塔								0.36	-14,519	<0	70.2 → 71
								0.55	42,466	67.6 → 68	107.3 → 108
ポンプ スキッド								0.36	-2,258	<0	3.76 → 4
								0.60	-391	<0	6.27 → 7

表－５－３：第二セシウム吸着装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
第二セシウム 吸着塔	本体	転倒	0.36	144	169	kN・m
			0.42	168		
	基礎ボルト	せん断	0.36	71	133	MPa
			0.55	108		
		引張	0.36	<0	69	MPa
			0.55	68		
ポンプスキッド	本体	転倒	0.36	3.9	6.9	kN・m
			0.60	6.4		
	基礎ボルト	せん断	0.36	4	133	MPa
			0.60	7		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.60	<0		

1.2.5. 処理装置（除染装置）

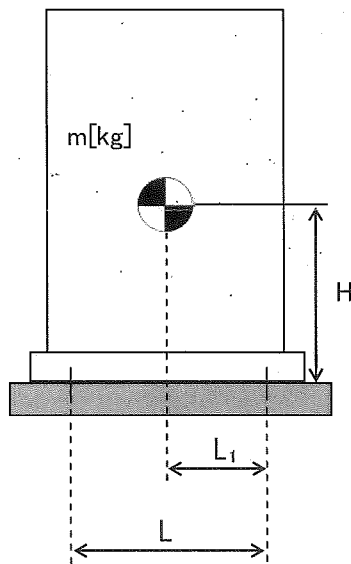
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満たすものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、除染装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－6－1に示す。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－6－2）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.50, 0.60)
- C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

基礎ボルトに作用する引張力：

$$\cdot \text{反応槽} \quad : F_b = \frac{4}{nD} (m \times g \times C_H \times H) - \frac{m \times g \times (1 - C_V)}{n}$$

$$\cdot \text{凝集沈殿装置 (マルチフロー)} : F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : f_{ts} = \min(1.4f_{to} - 1.6\tau_b, f_{to})$$

ここで、F は設計・建設規格 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、設計温度（常温）における Sy 値、Su 値を用いて設定した。

$$F = \min(Sy, 0.7Su)$$

・反応槽（SUS304）

$$Sy : \text{表 8 より } 40^\circ\text{C} : 205 \text{ MPa}, Su : \text{表 9 より } 40^\circ\text{C} : 520 \text{ MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(205, 0.7 \times 520) = 205 \text{ MPa}$$

・凝集沈殿装置（マルチフロー）（SS400）

$$Sy : \text{表 8 より } 40^\circ\text{C} : 235 \text{ MPa}, Su : \text{表 9 より } 40^\circ\text{C} : 400 \text{ MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min(Sy, 0.7Su) = \min(235, 0.7 \times 400) = 235 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

・反応槽

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 153 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 153 - 1.6 \times 49, 153) = 135 \text{ MPa} \quad (C_H=0.36)$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 153 - 1.6 \times 68, 153) = 105 \text{ MPa} \quad (C_H=0.60)$$

・凝集沈殿装置（マルチフロー）

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 176 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 176 - 1.6 \times 119, 176) = 56 \text{ MPa} \quad (C_H=0.60)$$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

・反応槽

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 118 \text{ MPa}$$

・凝集沈殿装置（マルチフロー）

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 135 \text{ MPa}$$

表-6-1 除染装置の基礎ボルト強度評価数値根拠

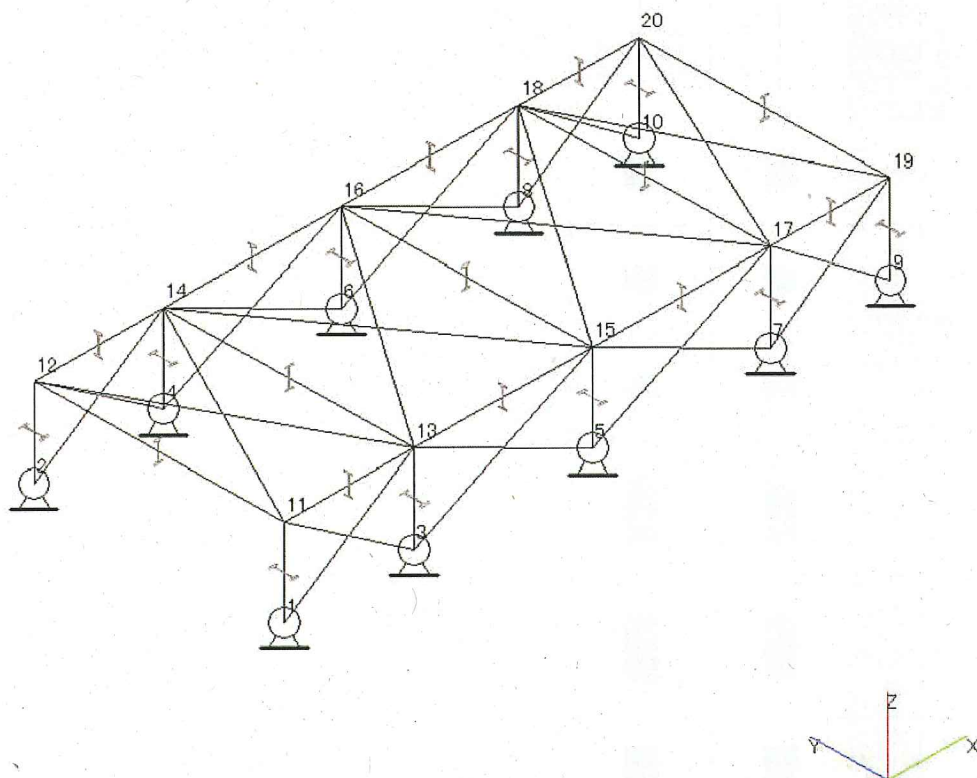
機器名称	m [kg]	H [mm]	L又はD [mm]	L ₁ [mm]	n _f [本]	n [本]	A _b [mm]	C _{II}	F _b [N]	σ_b [MPa]	τ_b [MPa]
反応槽	■	■	■	■	■	■	■	0.36	3,260	16.2 → 17	48.9 → 49
								0.50	15,134	75.3 → 76	67.8 → 68
凝集沈殿装置 マルチフロー	■	■	■	■	■	■	■	0.36	-226,926	<0	70.8 → 71
								0.60	13,075	6.94 → 7	118.1 → 119

b. 有限要素法によるフレーム構造解析

主要設備についてはコンクリートにアンカーを打った上で架台にて強固に据え付けられていることから、加圧浮上分離装置（DAF）、凝集沈殿装置（アクチフロー）、ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて基礎ボルトの強度評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度に問題がないことを確認した（表－6－2）。

① 加圧浮上分離装置（DAF）

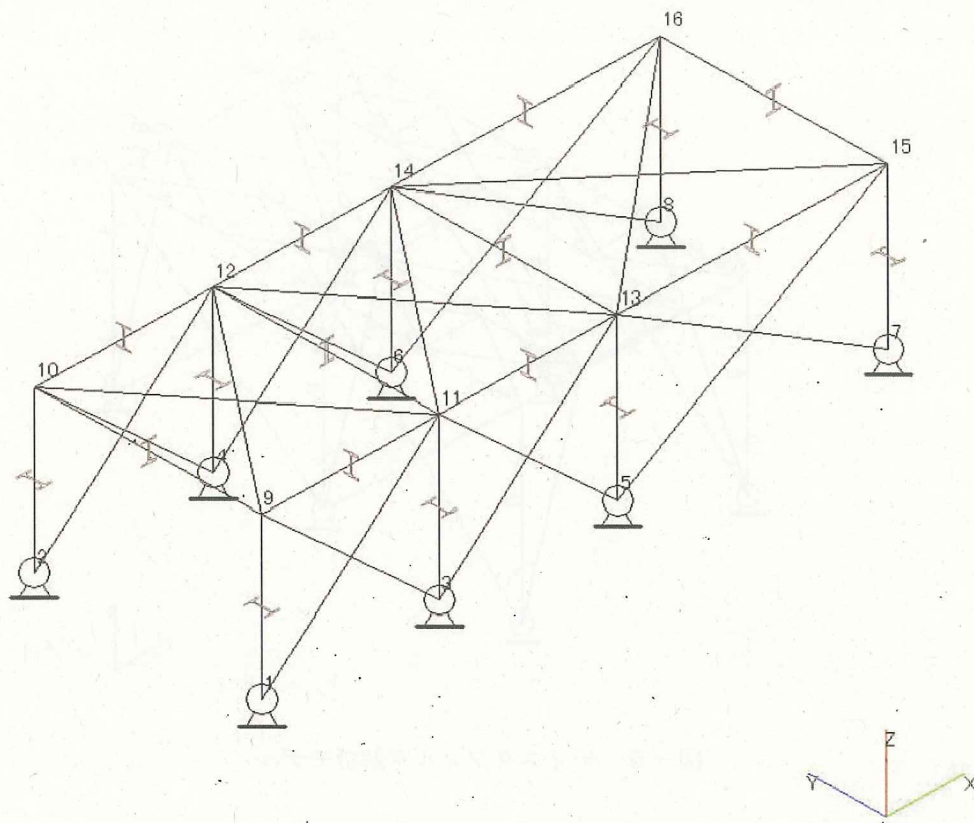
設計用水平震度：0.6G



図－3 加圧浮上分離装置（DAF）解析モデル

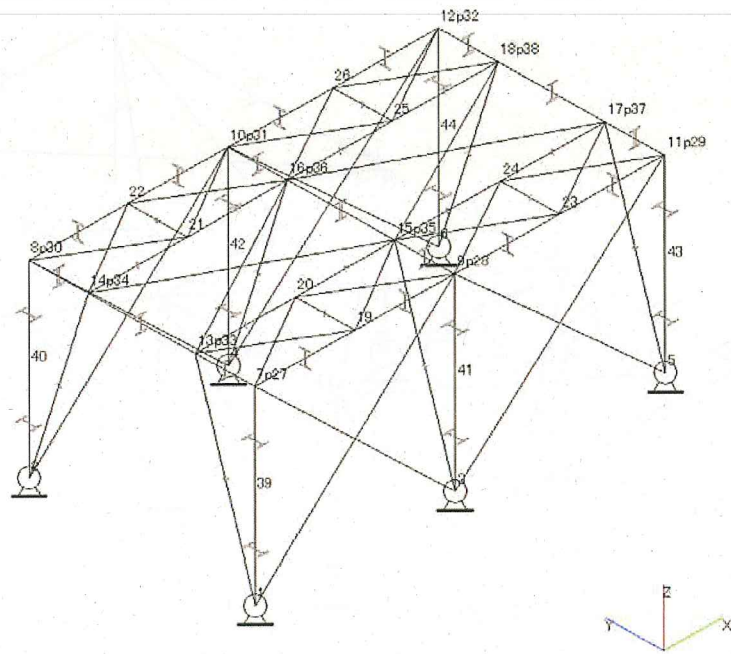
② 凝集沈殿装置（アクチフロー）

設計用水平震度：0.6G



図ー4 凝集沈殿装置（アクチフロー）解析モデル

③ ディスクフィルタ
設計用水平震度：0.6G



図－5 ディスクフィルタ解析モデル

c. 架台強度評価

加圧浮上分離装置（DAF）、凝集沈殿装置（マルチフロー）、凝集沈殿装置（アクチフロー）、ディスクフィルタについて有限要素法によるフレーム構造解析を用いて各部材に発生するたわみ量の評価を実施した。評価の結果、架台強度に問題がないことを確認した（表－6－2）。

表－６－２ 除染装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
加圧浮上分離装置 (DAF)	架台（柱脚）	変位	0.60	1/290	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.60	27	118	MPa
		引張	0.60	6	153	MPa
反応槽	基礎 ボルト	せん断	0.36	49	118	MPa
			0.50	68		
		引張	0.36	17	135	MPa
			0.50	76	105	
凝集沈殿装置 (マルチフロー)	本体（壁パネル）	変位	0.60	1/515	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.36	71	135	MPa
			0.60	119		
		引張	0.36	<0	－	MPa
			0.60	7	56	
凝集沈殿装置 (アクチフロー)	架台（柱脚）	変位	0.6	1/936	1/120	変位量
	基礎 ボルト	せん断	0.60	38	118	MPa
		引張	0.60	51	153	MPa
ディスク フィルタ	架台（柱脚）	変位	0.6	1/527	1/120	変位量
	基礎 ルト	せん断	0.60	44	118	MPa
		引張	0.60	19	143	MPa

1.2.6. 淡水化装置

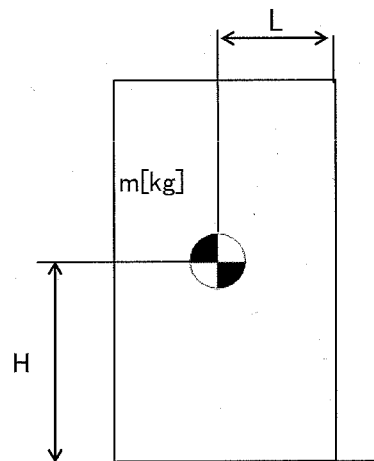
(1) 構造強度評価

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，淡水化装置は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表 7-1，2 に示す。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表 7-6）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36)

$$\text{地震による転倒モーメント : } M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H$$

$$\text{自重による安定モーメント : } M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times L$$

(a) ポンプ、配管・弁モジュール

転倒モーメント及び安定モーメントの評価式を以下の様に変更し、評価を実施した。

$$\text{地震による転倒モーメント} : M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H \rightarrow M_1 / (m \times g) = C_H \times H$$

$$\text{自重による安定モーメント} : M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times L \rightarrow M_2 / (m \times g) = L$$

表-7-1 淡水化装置（ポンプ、配管・弁モジュール）の転倒評価数値根拠

機器名称	水平 震度	H [m]	算出値 $C_H \times H$ [m]	許容値 L [m]
SPT 受入水移送ポンプ	0.36	■	0.202 → 0.21	■ → 0.77
廃液 RO 供給ポンプ	0.36	■	0.200 → 0.21	■ → 0.92
RO 処理水供給ポンプ	0.36	■	0.202 → 0.21	■ → 0.77
RO 処理水移送ポンプ	0.36	■	0.467 → 0.47	■ → 0.77
RO 濃縮水供給ポンプ	0.36	■	0.202 → 0.21	■ → 0.77
RO 濃縮水貯槽移送ポンプ	0.36	■	0.350 → 0.36	■ → 0.77
RO 濃縮水移送ポンプ	0.36	■	0.347 → 0.35	■ → 0.71
濃縮水供給ポンプ	0.36	■	0.194 → 0.20	■ → 0.78
蒸留水移送ポンプ	0.36	■	0.202 → 0.21	■ → 0.86
濃縮処理水供給ポンプ	0.36	■	0.194 → 0.20	■ → 0.78
濃縮処理水移送ポンプ	0.36	■	0.347 → 0.35	■ → 0.71
濃縮水移送ポンプ	0.36	■	0.194 → 0.20	■ → 0.77
配管・弁モジュール	0.36	■	0.185 → 0.19	■ → 0.28

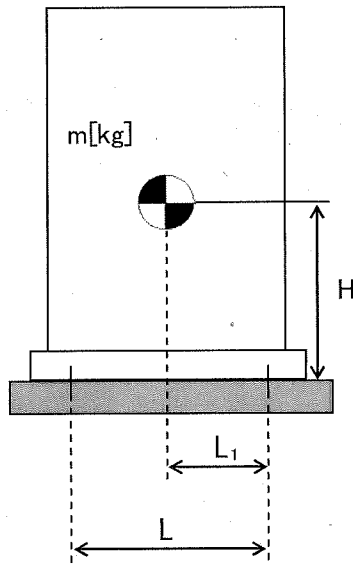
(b) 逆浸透膜装置（RO-2, RO-3）

表-7-2 淡水化装置（RO-2, RO-3）の転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	M_1 [kN・m]	M_2 [kN・m]
逆浸透膜装置 RO-2	■	■	■	19.06 → 19.1	20.83 → 20.8
逆浸透膜装置 RO-3	■	■	■	1.691 → 1.70	1.801 → 1.80

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表－７－３，４，５に示す。評価の結果，基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－７－６）。



- m : 機器質量
 g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
 H : 据付面からの重心までの距離
 L : 基礎ボルト間の水平方向距離
 L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
 n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
 n : 基礎ボルトの本数
 A_b : 基礎ボルトの軸断面積
 C_H : 水平方向設計震度 (0.36)
 C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

$$\text{アンカーに作用するせん断荷重: } Q = \frac{m \times g \times C_H}{n}$$

(a) 淡水化装置（逆浸透膜装置 R0-1A, 1B）

表－７－３ 淡水化装置（逆浸透膜装置 R0-1A, 1B）の基礎ボルト強度評価数値根拠

	m [kg]	h [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_f [本]	n [本]	C_H	F_b [N]	Q [N]
逆浸透膜装置 (R0-1A)	■	■	■	■	■	■	0.36	-7,700 → <0	1,147.4 → 1,148
逆浸透膜装置 (R0-1B)	■	■	■	■	■	■	0.36	-7,781 → <0	1,059.1 → 1,060

アンカーの許容せん断荷重は以下の式で設定した。

$$Qa = 0.74 \cdot \phi_{s3} \left(0.5 \cdot {}_{sc}a \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c} \right) \quad \begin{array}{l} \phi_{s3} : \text{短期荷重に対する低減係数} \\ (0.6) \\ {}_{sc}a : \text{定着部の断面積} \quad (\quad \text{mm}) \\ F_c : \text{コンクリートの圧縮強度} \\ (\quad \text{N/mm}^2) \\ E_c : \text{コンクリートのヤング率} \\ (\quad \text{N/mm}^2) \end{array}$$

$$= 23,419.7$$

$$\rightarrow 23,419 \text{ N}$$

(b) 淡水化装置 (蒸発濃縮装置-1A, 1B, 1C)

表一 7 - 4 淡水化装置 (蒸発濃縮装置-1A, 1B, 1C) の基礎ボルト強度評価数値根拠

	m [kg]	h [mm]	L [mm]	L ₁ [mm]	n _f [本]	n [本]	A _b [mm ²]	C _H	F _b [N]	τ [MPa]
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1A)								0.36	-9,373 → <0	29.3 → 30
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1B)								0.36	-9,567 → <0	38.1 → 39
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1C)								0.36	-4,000 → <0	35.1 → 36

また、基礎ボルトの許容せん断応力は以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

ここで、F は設計・建設規格 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SS400 の設計温度 60℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (Sy, 0.7Su)$$

$$\cdot Sy \quad 40^\circ\text{C} : 235 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 222 \text{ MPa}$$

$$Sy = 222 + (235 - 222) \times (75-60)/(75-40) = 227 \text{ MPa}$$

$$\cdot Su \quad 40^\circ\text{C} : 400\text{Pa}, 75^\circ\text{C} : 381 \text{ MPa}$$

$$Su = 381 + (400 - 381) \times (75-60)/(75-40) = 389 \text{ MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (227, 0.7 \times 389) = 227 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 131 \text{ MPa}$$

(c) 淡水化装置（蒸発濃縮装置-2A, 2B, 3A, 3B, 3C）

表－７－５ 淡水化装置（蒸発濃縮装置-2A, 2B, 3A, 3B, 3C）の
基礎ボルト強度評価数値根拠

	m [kg]	h [mm]	L [mm]	L ₁ [mm]	n _f [本]	n [本]	A _b [mm ²]	C _H	F _b [N]	τ [MPa]
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-2A, B) (濃縮装置)	■	■	■	■	■	■	■	0.36	-55,702 → <0	87.8 → 88
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-3A, B, C) (濃縮装置)	■	■	■	■	■	■	■	0.36	-106,472 → <0	97.5 → 98

また、基礎ボルトの許容せん断応力は以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力: } f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

ここで、F は設計・建設規格 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SUS304 の設計温度 66℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (Sy, 0.7Su)$$

・ Sy 40℃ : 205 MPa, 75℃ : 183 MPa

$$Sy = 183 + (205 - 183) \times (75-66)/(75-40) = 188 \text{ MPa}$$

・ Su 40℃ : 520Pa, 75℃ : 466 MPa

$$Su = 466 + (520 - 466) \times (75-66)/(75-40) = 479 \text{ MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (188, 0.7 \times 479) = 188 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 108 \text{ MPa}$$

c. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した（表－７－６）。

地震時の水平荷重によるすべり力 : $F_L = C_H \times m \times g \rightarrow F_L / (m \times g) = C_H$

接地面の摩擦力 : $F_\mu = \mu \times m \times g \rightarrow F_\mu / (m \times g) = \mu$

m : 機器質量

g : 重力加速度

C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)

μ : 摩擦係数 (コンクリート鉄 : 0.40)

表-7-6 淡水化装置耐震評価結果 (1/2)

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
SPT 受入水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
廃液 RO 供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.92	m
RO 処理水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.47	0.77	m
RO 濃縮水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.77	m
RO 濃縮水貯槽移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.36	0.77	m
RO 濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.35	0.71	m
濃縮水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.20	0.78	m
蒸留水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.21	0.86	m
濃縮処理水供給ポンプ	本体	転倒	0.36	0.20	0.78	m
濃縮処理水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.35	0.71	m
濃縮水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	0.20	0.77	m
配管・弁モジュール	本体	転倒	0.36	0.19	0.28	m
逆浸透膜装置 (RO-1A)	基礎 ボルト	せん断	0.36	1,148	23,419	N
		引張	0.36	<0	-	N
逆浸透膜装置 (RO-1B)	基礎 ボルト	せん断	0.36	1,060	23,419	N
		引張	0.36	<0	-	N
逆浸透膜装置 (RO-2)	本体	転倒	0.36	19.1	20.8	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.40	-
逆浸透膜装置 (RO-3)	本体	転倒	0.36	1.70	1.80	kN・m

表－７－６ 淡水化装置耐震評価結果 (2/2)

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1A)	基礎	せん断	0.36	30	131	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1B)	基礎	せん断	0.36	39	131	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-1C)	基礎	せん断	0.36	36	131	MPa
	ボルト	引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-2A, B) (濃縮装置)	本体	転倒	0.36	<0	－	kN
	基礎 ボルト	せん断	0.36	88	108	MPa
		引張	0.36	<0	－	MPa
蒸発濃縮装置 (蒸発濃縮-3A, B, C) (濃縮装置)	本体	転倒	0.36	<0	－	kN
	基礎 ボルト	せん断	0.36	98	108	MPa
		引張	0.36	<0	－	MPa

1.2.7. 高濃度滞留水受タンク

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、気密試験等を行い、漏えいがないことを確認した。

また、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施し、内圧に耐えられることを確認した（表－8）。

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

$$= 5.34 \text{ mm}$$

$$\rightarrow 5.4 \text{ mm}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ
 D_i : 胴の内径 (mm)
 P : 最高使用圧力 (0.2 MPa)
 S : 最高使用温度 (66℃) における材料 (SS400) の許容引張応力 (100 MPa)
 η : 長手継手の効率 (0.6)

ただし、 t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t \geq 3$ [mm] 以上、その他の金属の場合は $t \geq 1.5$ [mm] 以上とする。

表－8 円筒型タンク（横置き）板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
高濃度滞留水受タンク	100m³ 容量 円筒型（横置き）	タンク板厚	5.4	9

(2) 耐震性評価

当該タンクは地中に埋設され、タンク内部に高濃度滞留水を保管するものであり、設備全体としては耐震クラス B に相当することから、地中構造物の耐震 B クラスに要求される水平地震力 $K_h=0.3$ に対する静的解析により、その耐震安全性を評価した。その結果、B クラスに要求される強度を有するものと評価した（表－9）。詳細は別添－1 に示す。

表－9 円筒型タンク（横置き）耐震評価結果

機器名称		評価項目	作用震度	算出値	許容値	単位
高濃度滞留水受タンク	100m³ 容量 円筒型 （横置き）	曲げ	B クラス	21.9	210	N/mm²
			S クラス	60.0	245	
		せん断	B クラス	0.019	120	N/mm²
			S クラス	0.311	141	

1.2.8. 中低濃度タンク

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、水頭圧による漏えい試験を行い、有意な変形や漏えいがないことを確認した。また、タンクは全て大気開放のため、水頭圧以上の内圧が作用することは無い。

以上のことから、中低濃度タンクは必要な構造強度を有していると評価できる。

また、円筒型タンクについては、主要仕様から必要肉厚を評価し、十分な肉厚を有していることを確認した。

なお、サプレッションプール水サージタンクは、工事計画認可申請書(57 資庁第 2974 号 昭和 57 年 4 月 20 日認可)において確認を実施している。

a. 円筒型タンク

円筒型タンクについては、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表-10-1 に示す。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した(表-10-2)。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径

H : 水頭

ρ : 液体の比重

S : 最高使用温度における
材料の許容引張応力

η : 長手継手の効率

ただし、t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t=3[\text{mm}]$ 以上、その他の金属の場合は $t=1.5[\text{mm}]$ 以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－１０－１ 円筒型タンク板厚評価の数値根拠

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [°C]	S [MPa]	η	t [mm]
RO 処理水貯槽	300m ³ 容量	■	■※ ³	1	SS400	常温	100	1.00	2.88 → 4.5※ ¹
	450m ³ 容量	■	■※ ³	1	SS400	常温	100	1.00	3.24 → 4.5※ ¹
RO 濃縮水貯槽	500m ³ 容量	■	■※ ³	1	SS400	常温	100	1.00	3.77 → 4.5※ ¹
RO 処理水貯槽 RO 濃縮水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m ³ 容量	■	■※ ³	1	SS400	常温	100	1.00	5.69 → 5.7
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m ³ 容量 (溶接)	■	■※ ³	1	SS400	常温	100	0.65	8.78 → 8.8
濃縮廃液貯槽	100m ³ 容量 円筒型 (横置き)	■	■	1	SS400	常温	100	0.60	0.84 → 3.0※ ²
RO 濃縮水貯槽	120m ³ 容量 円筒型 (横置き)	■	■	1	SS400	常温	100	0.60	0.94 → 3.0※ ²

※１： 内径 5[m] 以上のため、内径区分により 4.5[mm] となる。

※２： 炭素鋼の必要厚さにより 3[mm] となる。

※３： 水位計 100% での水頭。

表－１０－２ 円筒型タンク板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
RO 処理水貯槽	300m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0
	450m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0※
RO 濃縮水貯槽	500m ³ 容量	タンク板厚	4.5	9.0※
RO 処理水貯槽 RO 濃縮水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m ³ 容量	タンク板厚	5.7	12.0
RO 濃縮水貯槽 多核種処理水貯槽	1000m ³ 容量 (溶接)	タンク板厚	8.8	12.0
濃縮廃液貯槽	100m ³ 容量 (円筒型 (横置き))	タンク板厚	3.0	9.0
RO 濃縮水貯槽	120m ³ 容量 (円筒型 (横置き))	タンク板厚	3.0	9.0

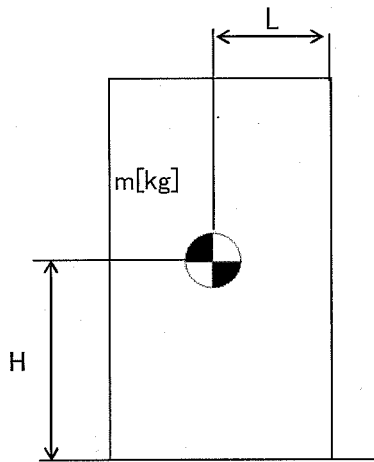
※ 最小値

(2) 耐震性評価

サプレッションプール水サージタンクは、工事計画認可申請書(57資庁第2974号 昭和57年4月20日認可)において確認を実施している。その他の中低濃度タンクに関する耐震性評価を以下に示す。

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表-11-1, 2に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した(表-11-3)。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36)

各記号の下付文字は、下記を意味する。

t : タンク, w : 保有水,
 b : ベース

地震による転倒モーメント：

$$\begin{aligned} M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times C_H \times H \\ &= g \times C_H \times (m_t \times H_t + m_w \times H_w + m_b \times H_b) \end{aligned}$$

自重による安定モーメント：

$$\begin{aligned} M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times L \\ &= (m_t \times L_t + m_w \times L_w + m_b \times L_b) \times g \end{aligned}$$

表-111-1 タンク・槽類の転倒評価計算根拠

機器名称	m_t [t]	m_v [t]	H_t [m]	H_v [m]	L_t [m]	L_{v2} [m]	M_1 [kN・m]	M_2 [kN・m]
SPT 受入水タンク							574 → 5.8×10 ²	2,927 → 2.9×10 ³
廃液 R0 供給 タンク	35m ³ 容量						170.3 → 1.8×10 ²	425 → 4.2×10 ²
	40m ³ 容量						223 → 2.3×10 ²	544 → 5.4×10 ²
	42m ³ 容量						194 → 2.0×10 ²	557 → 5.5×10 ²
	110m ³ 容量						574 → 5.8×10 ²	2,927 → 2.9×10 ³
R0 処理水受タンク							574 → 5.8×10 ²	2,927 → 2.9×10 ³
R0 処理水 一時貯槽	16m ³ 容量						68.2 → 6.9×10 ¹	178 → 1.7×10 ²
	35m ³ 容量						159 → 1.6×10 ²	389.7 → 3.8×10 ²
	42m ³ 容量						189 → 1.9×10 ²	534 → 5.3×10 ²
R0 処理水 貯槽	300m ³ 容量			※1			5,234 → 5.3×10 ³	11,553 → 1.1×10 ⁴
	450m ³ 容量			※1			6,658 → 6.7×10 ³	22,079 → 2.2×10 ⁴
	1000m ³ 容量			※1			20,183 → 2.1×10 ⁴	70,252 → 7.0×10 ⁴
R0 濃縮水受タンク							574 → 5.8×10 ²	2,927 → 2.9×10 ³
R0 濃縮水 貯槽	500m ³ 容量			※1			8,939 → 9.1×10 ³	25,587 → 2.5×10 ⁴
	1000m ³ 容量			※1			19,911 → 2.0×10 ⁴	69,408 → 6.9×10 ⁴
多核種処理水貯槽				※1			19,911 → 2.0×10 ⁴	69,408 → 6.9×10 ⁴
濃縮水受タンク							205 → 2.1×10 ²	544 → 5.4×10 ²
蒸留水タンク							205 → 2.1×10 ²	544 → 5.4×10 ²
濃縮処理水タンク							205 → 2.1×10 ²	544 → 5.4×10 ²
蒸発濃縮処理水貯槽				※1			20,183 → 2.1×10 ⁴	70,252 → 7.0×10 ⁴
濃縮水タンク							205 → 2.1×10 ²	544 → 5.4×10 ²

※1 : 水位計 100%での据付面から重心までの距離。

表-1 1 1 - 2 円筒横置きタンクの転倒評価計算根拠

機器名称	m [t]		H [m]		L [m]		M ₁ [kN・m]	M ₂ [kN・m]
	m _t		H _t		L _t			
RO 濃縮水貯槽 120m ³ 容量	m _w		H _w		L _w		1,332 → 1.4×10 ³	3,264 → 3.2×10 ³
	m _{b1}		H _{b1}		L _{b1}			
	m _{b2}		H _{b2}		L _{b2}			
	m _t		H _t		L _t			
濃縮廃液貯槽	m _w		H _w		L _w		1,023 → 1.1×10 ³	2,330 → 2.3×10 ³
	m _{b1}		H _{b1}		L _{b1}			
	m _{b2}		H _{b2}		L _{b2}			
	m _t		H _t		L _t			

表-11-3 タンク・槽類の転倒評価結果

機器名称		評価部位	評価項目	水平地震動	算出値	許容値	単位
SPT 受入水タンク		本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m
廃液 RO 供給タンク	35m ³ 容量	本体	転倒	0.36	1.8×10^2	4.2×10^2	kN・m
	40m ³ 容量	本体	転倒	0.36	2.3×10^2	5.4×10^2	kN・m
	42m ³ 容量	本体	転倒	0.36	2.0×10^2	5.5×10^2	kN・m
	110m ³ 容量	本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m
RO 処理水受タンク		本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m
RO 処理水 一時貯槽	16m ³ 容量	本体	転倒	0.36	6.9×10^1	1.7×10^2	kN・m
	35m ³ 容量	本体	転倒	0.36	1.6×10^2	3.8×10^2	kN・m
	42m ³ 容量	本体	転倒	0.36	1.9×10^2	5.3×10^2	kN・m
RO 処理水 貯槽	300m ³ 容量	本体	転倒	0.36	5.3×10^3	1.1×10^4	kN・m
	450m ³ 容量	本体	転倒	0.36	6.7×10^3	2.2×10^4	kN・m
	1000m ³ 容量	本体	転倒	0.36	2.1×10^4	7.0×10^4	kN・m
RO 濃縮水受タンク		本体	転倒	0.36	5.8×10^2	2.9×10^3	kN・m
RO 濃縮水 貯槽	120m ³ 容量	本体	転倒	0.36	1.4×10^3	3.2×10^3	kN・m
	500m ³ 容量	本体	転倒	0.36	9.0×10^3	2.5×10^4	kN・m
	1000m ³ 容量	本体	転倒	0.36	2.0×10^4	6.9×10^4	kN・m
多核種処理水貯槽		本体	転倒	0.36	2.0×10^4	6.9×10^4	kN・m
濃縮水受タンク		本体	転倒	0.36	2.1×10^2	5.4×10^2	kN・m
蒸留水タンク		本体	転倒	0.36	2.1×10^2	5.4×10^2	kN・m
濃縮処理水タンク		本体	転倒	0.36	2.1×10^2	5.4×10^2	kN・m
蒸発濃縮処理水貯槽		本体	転倒	0.36	2.1×10^4	7.0×10^4	kN・m
濃縮水タンク		本体	転倒	0.36	2.1×10^2	5.4×10^2	kN・m
濃縮廃液貯槽		本体	転倒	0.36	1.1×10^3	2.3×10^3	kN・m

b. 基準地震動 S_s に対する評価

円筒型タンクに対し、基準地震動 S_s による地震力にて発生する応力等を算出し許容値と比較することにより、タンクの貯水機能維持について評価を実施した。評価の結果、基準地震動による地震力に対して発生する応力等は許容値よりも小さく、機能が維持されることを確認した（表－１２）。

表－１２ 円筒型タンクの基準地震動 S_s に対する評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	算出値	許容値	単位
R0 処理水貯槽 R0 濃縮水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	側板	膜応力	246	360	MPa
		座屈	0.66	1	－
	接続ボルト (水平方向)	引張	355	525	MPa
	接続ボルト (鉛直方向)	引張	506	525	MPa

1.2.9. 地下貯水槽

(1) 構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、社団法人雨水貯留浸透技術協会「プラスチック製地下貯留浸透施設技術指針」に準じたプラスチック製枠材及び日本遮水工協会により製品認定を受けている遮水シートを使用することで、高い信頼性を確保する。

(2) 耐震性評価

(2)-1.1. 評価の項目・目的

地下貯水槽の耐震性評価は次の 2 項目について実施する。

- ① 地下貯水槽の地震発生時の止水シートの強度（止水性）の確認
- ② 地下貯水槽に地震が作用した場合の貯水槽内部の貯水枠材の強度の確認
 - a) 地表面載荷荷重として 10kN/m^2 を考慮した場合
 - b) 地下貯水槽の上盤に車両が載った場合

表－13 に、それぞれの評価項目の目的及び内容についてまとめたものを示す。このうち、最も重要なのは①にあげた地震発生時の止水性の確認であり、貯水枠材の強度に関しては、仮に貯水枠材が破壊に至っても不具合事象としては上盤の陥没等が発生する程度と想定され、最も重要な貯水槽の性能である止水性に悪影響はないと考えられる。

表－13 評価項目毎の目的・内容

評価項目	目的・内容	想定不具合事象
①止水シート強度	○ 地震力が作用した場合の止水シートの発生ひずみ量を解析し、シートが破断しないか、即ち漏えい事象が発生しないかを確認する。	○ 止水シートが破断すると、地中に貯水が漏えい拡散するリスクが生じる。
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m^2	○ 貯水枠材に地震力が作用した場合の貯水枠材応力度を検討して枠材の強度を確認する。	○ 貯水枠材が破壊すると、枠材が崩れて貯水槽の上盤が陥没する。それにより、上盤に敷設している PE シートが破断する可能性があるが、このシートは雨水混入防止用のものであり、漏えいには直接関係ない。
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	○ 貯水槽の上盤に車両が載った場合(自動車荷重を考慮した場合)の貯水枠材の強度を確認する。	

(2)-1.2. 計算条件

各評価項目の作用荷重等の与条件の概要を表－14に示す。

表－14 評価項目毎の与条件

評価項目	作用震度	作用荷重
①止水シート強度	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6	各自重
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m ²	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6 鉛直震度 0.3	地表載荷荷重 覆土荷重 貯水枠材荷重 地震時水平土圧
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	鉛直震度 0.3	自動車荷重 (T-25) 覆土荷重

(2)-1.3. 照査結果

照査結果を表－15に示す。また各項目の検討の詳細は表－15に示す別添資料に示す。

表－15 評価項目毎の照査結果

評価項目	照査対象	作用震度	計算結果	許容値	詳細
①止水シート強度	止水シートの ひずみ量	Bクラス	0.148%	560%	別添－2
		Sクラス	0.206%	560%	
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m ²	貯水枠材の 水平・鉛直 強度	Bクラス	水平：23.0kN/m ²	30.0kN/m ²	別添－3
		Sクラス	水平：46.8kN/m ² 垂直：33.7kN/m ²	52.5kN/m ² 102.1kN/m ²	
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	貯水枠材の 鉛直強度	—	77.3kN/m ²	102.1kN/m ²	別添－4

(3) スロッシングに対する評価

地下貯水槽の場合、プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 25cm 以下と小規模であり、スロッシングのような長周期問題は顕在化しないと考えられる。なお、検討の詳細については別添－5に示す。

(4) 地下貯水槽を設置する地盤の評価

地下貯水槽は地盤を掘削して設置するため、掘削完了時の地盤は加圧密状態となっている。また設置するプラスチック製枠材と貯留する水の重量は、掘削した土砂（地盤）よりも小さいことから、地下貯水槽が掘削完了後の地盤上に設置されても、地盤が強度破壊等の不具合を発生することはないと考えられる。しかしながら、念のため、表層 0.5m の部分にはセメント系改良材による地盤改良を施し、地盤を補強する。

1.2.10. ポンプ

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満たすものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、ポンプは必要な構造強度を有すると評価した。

なお、海外製の一部ポンプを除き、JIS 規格に準用したポンプを使用している。

1.2.11. 配管等

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満たすものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また、配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表-16-1に示す。評価の結果、最高使用圧力に耐えられることを確認した（表-16-2）。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$$

t : 管の計算上必要な厚さ

D₀ : 管の外径

P : 最高使用圧力[MPa]

S : 最高使用温度における

材料の許容引張応力[MPa]

η : 長手継手の効率

表－１６－１ 配管構造強度評価の計算根拠

評価 機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [℃]	Do [mm]	S [MPa]	η	t [mm]
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	114.3	93	1.00	0.837 → 0.84
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	216.3	93	1.00	1.584 → 1.6
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	1.00	0.382 → 0.39
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	1.00	0.562 → 0.57
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	60.5	110	0.60	0.137 → 0.14
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	89.1	110	0.60	0.202 → 0.21
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	114.3	110	0.60	0.259 → 0.26
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	165.2	110	0.60	0.375 → 0.38
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	216.3	110	0.60	0.491 → 0.50
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	60.5	93	1.00	0.443 → 0.45
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	89.1	93	1.00	0.652 → 0.66
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	165.2	93	1.00	1.210 → 1.3
配管⑬	25A	80	STPG370	0.5	66	34.0	93	1.00	0.091 → 0.10
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	60.5	93	1.00	0.162 → 0.17
配管⑮	80A	80	STPG370	0.5	66	89.1	93	1.00	0.239 → 0.24
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	114.3	93	1.00	0.307 → 0.31
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	60.5	108	1.00	0.271 → 0.28
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	89.1	108	1.00	0.399 → 0.40
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	0.60	0.634 → 0.64
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	0.60	0.934 → 0.94

表－16－2 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (℃)	必要肉厚 (mm)	肉厚 (mm)
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.84	8.6
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.6	12.7
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.14	3.5
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.21	4.0
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	0.26	4.0
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	0.38	5.0
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	0.50	6.5
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.45	5.5
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.66	7.6
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.3	11.0
配管⑬	25A	80	STPG370	0.5	66	0.10	4.5
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	0.17	5.5
配管⑮	80A	80	STPG370	0.5	66	0.24	7.6
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	0.31	8.6
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	0.28	3.9
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	0.40	5.5
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.64	3.9
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.94	5.5

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定した上で、漏えい試験等を行い、漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。従って、耐圧ホースは、必要な構造強度を有していると評価した。

c. ポリエチレン管

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定している。また、ポリエチレン管は、一般に耐食性、電気特性（耐電気腐食）、耐薬品性を有しており、鋼管と同等の信頼性を有している。また、以下により高い信頼性を確保している。

- ・ 日本水道協会規格に適合したポリエチレン管を採用。
- ・ 継手は可能な限り融着構造とする。
- ・ 敷設時に漏えい試験等を行い、運転状態に異常がないことを確認している。

以上のことから、ポリエチレン管は、必要な構造強度を有するものと評価した。

1.2.12. ろ過水タンク

(1) 構造強度評価

ろ過水タンクは、本来ろ過水を貯留するため、設計・建設規格に準拠して設計されていない。

今回、逆浸透膜装置の廃水を貯留することから、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－17－1に示す。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した（表－17－2）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ
Di : 胴の内径
H : 水頭
ρ : 液体の比重
S : 最高使用温度における
材料の許容引張応力
η : 長手継手の効率

ただし、t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t=3[\text{mm}]$ 以上、その他の金属の場合は $t=1.5[\text{mm}]$ 以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表－１７－１ No.1 ろ過水タンク板厚評価の数値根拠

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	温度 [°C]	S [MPa]	η	t [mm]
No.1 ろ過水タンク	最下段	24.8	9.6	1	SM400C	常温	100	0.70	16.7 → 17
	下から４段目	24.8	0.6	1	SS400	常温	100	0.70	1.04 → 6※１

※１ : 内径 16[m] 以上のため、内径区分により 6[mm] となる。

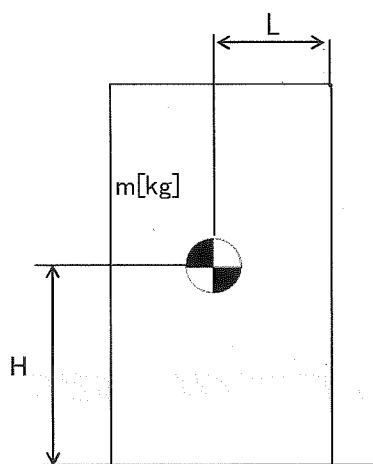
表－１７－２ No.1 ろ過水タンク 板厚評価結果

評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
板厚 (最下段)	17	18
板厚 (下から４段目)	6	8

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表－１８－１に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した (表－１８－２)。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- w : 機器重量 (m × g)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度 (0.36)

(各記号の下付文字は、下記を意味する。)

- t : タンク, r : 屋根,
- w : 保有水

地震による転倒モーメント:

$$M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H = g \times C_H \times (m_t \times H_t + m_r \times H_r + m_w \times H_w)$$

自重による安定モーメント:

$$M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times L = (m_t \times L_t + m_r \times L_r + m_w \times L_w) \times g$$

表－１８－１ No.1 ろ過水タンクの転倒評価計算根拠

機器名称	W[kN]		H[m]		L[m]		M ₁ [kN・m]	M ₂ [kN・m]
No.1 ろ過水タンク	m _t		H _t		L _t		93,324 → 9.4×10 ⁴	613,165 → 6.1×10 ⁵
	m _r		H _r		L _r			
	m _w		H _w		L _w			

表－１８－２ No.1 ろ過水タンク 転倒評価結果

水平震度	転倒モーメント M ₁ [kN・m]	安定モーメント M ₂ [kN・m]
0.36	9.4×10 ⁴	6.1×10 ⁵

b. スロッシング評価

容器構造設計指針（日本建築学会）を参考にスロッシング波高の評価を行った結果、スロッシング時のタンク内の液位はろ過水タンク高さ以下であることを確認した（表－１９）。

$$\eta_s = 0.802 \cdot Z_s \cdot I \cdot S_{v1} \sqrt{(D/g) \tanh(3.682 \cdot H_l / D)}$$

η_s : スロッシング波高

Z_s : 地域係数 (1)

I : 用途係数 (1.2)

S_{v1} : 設計応答スペクトル値 (2.11 m/s)

D : 貯槽内径 (24.8 m)

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

H_l : 液高さ (9.6 m)

$$\eta_s = 3.05$$

$$\rightarrow 3.1 \text{ m}$$

表－１９ No.1 ろ過水タンク スロッシング評価

スロッシング波高 [m]	スロッシング時液位 [m]	タンク高さ [m]
3.1	12.7※ ¹	18.1

※¹ 4600m³貯留時の液位 9.6m にスロッシング波高を加えたもの

2. 使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設

2.1. 基本方針

2.1.1. 構造強度評価の基本方針

使用済セシウム吸着塔保管施設及び廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器のうち放射性物質を内包する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」で定めるクラス 3 機器と位置づけられ、原則としてクラス 3 機器に要求される基準を満足するように設計する。万一適合しないものがある場合においても、温度、圧力、使用環境等を考慮し、一般民間規格に従う産業品を使用するとともに、機器の設計、製作、設置、検査等の各段階において、適切なものとなっていることを確認し、クラス 3 機器と同等以上の構造強度を持たせる。

2.1.2. 耐震性評価の基本方針

使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設を構成する機器は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の B クラス相当の設備と位置づけられる。

使用済セシウム吸着塔保管施設、廃スラッジ貯蔵施設の耐震性に関する評価にあたっては、「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」に準拠することを基本とするが、必要に応じて現実的な評価を行う。

また、配管に関しては、変位による破壊を防止するため、定ピッチスパン法による配管サポート間隔の設定や、可撓性のある材料を使用する。

なお、廃スラッジ一時保管施設等は、高濃度の放射性物質を貯蔵することから参考として S クラス相当の評価を行う。

2.2. 評価結果

2.2.1. 使用済セシウム吸着塔保管施設

(1) 構造強度評価

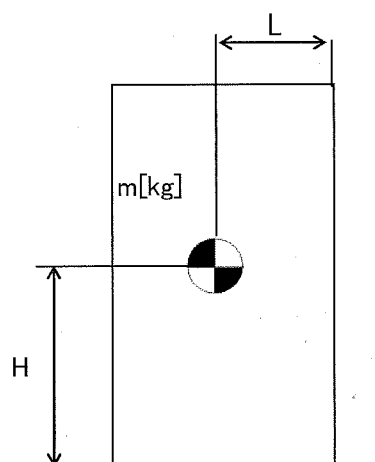
材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。また、吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

以上のことから、吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を行った。評価に使用した数値を表-20-1に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから、転倒しないことを確認した(表-20-2)。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s^2)
- w : 機器重量 ($m \times g$)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C_H : 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント: $M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント: $M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] = m \times g \times L$

表-20-1 使用済セシウム吸着塔仮保管施設の転倒評価数値根拠

機器名称		m / w	$H [\text{m}]$	$L [\text{m}]$	C_H	$M_1 [\text{kN} \cdot \text{m}]$	$M_2 [\text{kN} \cdot \text{m}]$
ボックス カルバート		■ [kN]	■	■	0.30	136 → 1.4×10^2	298 → 2.9×10^2
	セシウム吸着装置 吸着塔	■ [kN]	■	■	0.36	81.1 → 8.2×10^1	124 → 1.2×10^2
第二セシウム 吸着装置吸着塔	吸着塔	■ [t]	■	■	0.36	180.3 → 1.9×10^2	421 → 4.2×10^2
	架台	■ [t]	■	■	0.60	300.1 → 3.1×10^2	

b. 滑動評価

地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより，滑動評価を実施した。評価の結果，地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから，滑動しないことを確認した（表－２０－２）。

$$\text{地震時の水平荷重によるすべり力} : F_L = C_H \times m \times g \rightarrow F_L / (m \times g) = C_H$$

$$\text{接地面の摩擦力} : F_\mu = \mu \times m \times g \rightarrow F_\mu / (m \times g) = \mu$$

m : 機器質量

g : 重力加速度

C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)

μ : 摩擦係数 (コンクリート/鉄 : 0.40, 鉄/鉄 : 0.52)

表－２０－２ 使用済セシウム吸着塔仮保管施設耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
ボックス カルバート	本体	転倒	0.30	1.4×10^2	2.9×10^2	kN・m
		滑動	0.30	0.30	0.40	－
セシウム吸着装置 吸着塔	本体	転倒	0.36	8.2×10^1	1.2×10^2	kN・m
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
第二セシウム 吸着装置吸着塔	本体	転倒	0.36	1.9×10^2	4.2×10^2	kN・m
			0.60	3.1×10^2		
		滑動	0.36	0.36	0.52	－
			0.52	0.52		

2.2.2. 使用済セシウム吸着塔一時保管施設

(1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。また、吸着塔の主要仕様から必要肉厚を評価し十分な肉厚を有していることを確認した。

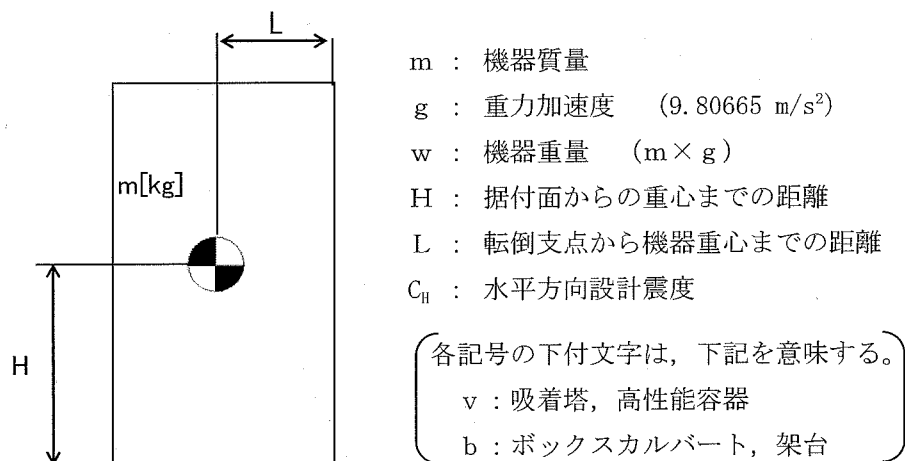
以上のことから、吸着塔は必要な構造強度を有すると評価した。

(2) 耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を行った。なお、セシウム吸着装置吸着塔はそれを格納するボックスカルバートと合わせて吸着塔 32 塔と蓋付ボックスカルバート 16 基での評価、第二セシウム吸着装置吸着塔はそれを格納する架台と合わせて吸着塔 10 塔と架台 2 台（一組）で評価を実施した。

評価に用いた数値を表－21－1に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから、転倒しないことを確認した（表－21－2）。



$$\begin{aligned}
 \text{地震による転倒モーメント : } M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times C_H \times H \\
 &= g \times C_H \times (m_v \times H_v + m_b \times H_b)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{自重による安定モーメント : } M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times L \\
 &= (m_v \times L_v + m_b \times L_b) \times g
 \end{aligned}$$

表-21-1 使用済セシウム吸着塔一時保管施設の耐震評価数値根拠

機器名称	数量	m / w	H [m]	L [m]	水平 震度	M ₁ [kN・m]	M ₂ [kN・m]
吸着塔+カルバート (セシウム吸着装置 吸着塔 32 塔と ボックスカルバート 16 基)	吸着塔	■ [kN]	■ ※1	■	0.36	7,864 → 7.9 × 10 ³ ※2	18,120 → 1.8 × 10 ⁴ ※3
	ボックス カルバート	■ [kN]	■				
	ボックス カルバート蓋	■ [kN]	■		0.60	13,107 → 1.4 × 10 ⁴ ※2	
	遮へい	■ [kN]	■				
吸着塔+架台 (第二セシウム吸着装置 吸着塔 10 本と架台 2 台)	吸着塔	■ [kg]	■	■	0.36	1,685 → 1.7 × 10 ³	3,775 → 3.7 × 10 ³
	架台	■ [kg]	■		0.60	2,808 → 2.9 × 10 ³	
高性能容器	1	■ [kg]	■	■	0.36	20.3 → 2.1 × 10 ¹	45.6 → 4.5 × 10 ¹
					0.60	33.9 → 3.4 × 10 ¹	

※1：ボックスカルバートへの荷重作用高さ

※2：吸着塔の水平荷重の半分がボックスカルバートに作用するとして評価

※3：ボックスカルバート及び遮へい（吸着塔を含まず）の評価

b. 滑動評価

セシウム吸着装置吸着塔については、ボックスカルバートとあわせ地震時の水平荷重によるすべり力と接地面の摩擦力を比較することにより、滑動評価を実施した。評価の結果、地震時の水平荷重によるすべり力は接地面の摩擦力より小さいことから、滑動しないことを確認した（表－2 1－2）。なお、S クラス相当の評価では、地震時の水平荷重によるすべり力が設置面の摩擦力より大きくなり、滑動する結果となったことから、別途すべり量の評価を実施した。

$$\begin{aligned} \text{地震時の水平荷重によるすべり力} & : F_L = C_H \times m \times g \rightarrow F_L / (m \times g) = C_H \\ \text{接地面の摩擦力} & : F_\mu = \mu \times m \times g \rightarrow F_\mu / (m \times g) = \mu \end{aligned}$$

m : 機器質量

g : 重力加速度

C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.57)

μ : 摩擦係数 (コンクリート/鉄 : 0.40, 鉄/鉄 : 0.52)

第二セシウム吸着装置吸着塔については、基礎ボルトにて固定していることから基礎ボルトに作用するせん断荷重と許容せん断荷重を比較することより滑動評価を実施した。基礎ボルトの許容せん断荷重は「日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説」に基づき次式を用いた。評価の結果、基礎ボルトの破断による滑動が生じないことを確認した（表－2 1－2）。

$$\begin{aligned} q &= mg(C_H - \alpha) \div n \\ &= g(m_v + m_b)(C_H - \alpha) \div n \\ q_a &= 0.75 \cdot \phi_{s3} \left(0.5 \cdot s_c a \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c} \right) \end{aligned}$$

q : アンカーボルト一本に作用するせん断荷重

q_a : アンカーボルト一本当たりの許容せん断荷重

C_H : 水平方向設計震度 (0.36, 0.60)

m : 機器重量 (吸着塔 m_v : ■ kg, 架台 m_b : ■ kg)

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

α : 機器と床版の摩擦係数 (0.4)

n : 機器あたりのアンカーボルト本数 (■ 本)

ϕ_{s3} : 短期荷重に対する低減係数 (0.6)

$s_c a$: アンカーボルトの定着部の断面積 (■ mm²)

F_c : コンクリート設計基準強度 (■ N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング率 (■ N/mm²)

$C_H=0.36$ の場合 $q = -1.6 \text{ kN} \rightarrow$ せん断荷重は発生しない。

$C_H=0.60$ の場合 $q = 7.9 \text{ kN} \rightarrow 8 \text{ kN}$

$q_a = 77.4 \text{ kN} \rightarrow 77 \text{ kN}$

c. すべり量評価

吸着塔と架台等の地震時におけるすべり量は、剛体の地震時変形量評価手法である Newmark 法を用いて算出する。評価の結果すべり量が架台間の許容値を超えないことを確認した（表－２２）。

表－２１－２ 使用済セシウム吸着塔一時保管施設耐震評価結果

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
吸着塔＋カルバート (セシウム吸着装置 吸着塔 32 塔と ボックルカルバート 16 基)	転倒	0.36	7.9×10^3	1.8×10^4	$\text{kN} \cdot \text{m}$
		0.60	1.4×10^4		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		
吸着塔＋架台 (第二セシウム吸着装置 吸着塔 10 本と架台 2 台)	転倒	0.36	1.7×10^3	3.7×10^3	$\text{kN} \cdot \text{m}$
		0.6	2.9×10^3		
	滑動 (ボルトせん断)	0.36	<0	77	kN
		0.6	8		
高性能容器	転倒	0.36	2.1×10^1	4.5×10^1	$\text{kN} \cdot \text{m}$
		0.60	3.4×10^1		
	滑動	0.36	0.36	0.40	—
		0.60	0.60		

表－２２ 使用済セシウム吸着塔一時保管施設すべり量評価結果

機器名称	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
吸着塔＋カルバート (セシウム吸着装置 吸着塔 32 塔と ボックルカルバート 16 基)	すべり量	0.60	93.3	494	mm

2.2.3. 廃スラッジ一時保管施設

(1) 構造強度評価

スラッジ貯槽について、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した（表－２３）。

$$t = \frac{D_i H \rho}{0.204 S \eta}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ
 D_i : 胴の内径 (mm)
 H : 水頭 (mm)
 ρ : 液体の比重 (1.2)
 S : 最高使用温度 (50℃) における
 材料 (SS400) の許容引張応力 (100 MPa)
 η : 長手継手の効率 (0.7)

$= 0.86$
 $\rightarrow 0.9$

ただし、 t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t=3$ [mm] 以上、その他の金属の場合は $t=1.5$ [mm] 以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

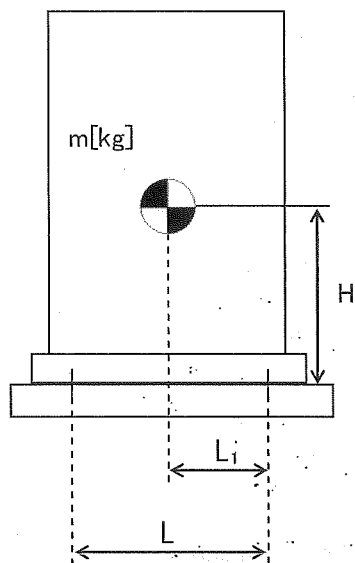
表－２３ スラッジ貯槽板厚評価結果

機器名称		評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
スラッジ貯槽	円筒型（横置き）	タンク板厚	3.0	25.0

(2) 耐震性評価

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程に準拠して評価を行った結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表－２４）。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- L_i : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- n : 基礎ボルトの本数
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
- C_V : 鉛直方向設計震度 (0)

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_i)$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

表－２４ スラッジ貯槽の基礎ボルトの強度評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
スラッジ貯槽	基礎ボルト	引張	0.36	11	439	MPa
			0.94	131		
		せん断	0.36	42	337	MPa
			0.94	122		

2.2.4. 配管等

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく，設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが，漏えい試験等を行い，有意な変形や漏えい，運転状態に異常がないことを確認した。従って，配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また，配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表－25－1に示す。評価の結果，最高使用圧力に耐えられることを確認した（表－25－2）。

$$t = \frac{PD_o}{2S\eta + 0.8P}$$

t : 管の計算上必要な厚さ
 D_o : 管の外径
 P : 最高使用圧力[MPa]
 S : 最高使用温度における
 材料の許容引張応力[MPa]
 η : 長手継手の効率

表－25－1 配管構造強度評価の計算根拠

評価 機器	口径	Sch.	材質	温度 [℃]	P [MPa]	Do [mm]	S [*] [MPa]	η	t [mm]
配管①	50A	20S	SUS316L	50	0.3	60.5	110	1.00	0.082 → 0.09
配管②	80A	20S	SUS316L	50	0.3	89.1	110	1.00	0.121 → 0.13
配管③	50A	20S	SUS316L	50	0.98	60.5	110	1.00	0.269 → 0.27
配管④	80A	20S	SUS316L	50	0.98	89.1	110	1.00	0.395 → 0.40
配管⑤	50A	40	SUS316L	50	0.98	60.5	110	1.00	0.269 → 0.27
配管⑥	80A	40	SUS316L	50	0.98	89.1	110	1.00	0.395 → 0.40
配管⑦	80A	40	SUS329J4L	50	0.98	89.1	110	1.00	0.395 → 0.40
配管⑧	100A	40	SUS329J4L	50	0.98	114.3	110	1.00	0.507 → 0.51
配管⑨	125A	40	SUS329J4L	50	0.98	139.8	110	1.00	0.621 → 0.63
配管⑩	100A	40	SUS316L	50	0.98	114.3	110	1.00	0.507 → 0.51

※：SUS329J4Lの許容引張応力は設計・建設規格にて定められていないため，保守的にSUS316Lの値を使用。

表－２５－２ 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (℃)	必要肉厚 (mm)	肉厚 (mm)
配管①	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.09	3.5
配管②	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.13	4.0
配管③	50A	20S	SUS316L	0.98	50	0.27	3.5
配管④	80A	20S	SUS316L	0.98	50	0.40	4.0
配管⑤	50A	40	SUS316L	0.98	50	0.27	3.9
配管⑥	80A	40	SUS316L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑦	80A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.40	5.5
配管⑧	100A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.51	6.0
配管⑨	125A	40	SUS329J4L	0.98	50	0.63	6.6
配管⑩	100A	40	SUS316L	0.98	50	0.51	6.0

b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定した上で、漏えい試験等を行い、漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。従って、耐圧ホースは、必要な構造強度を有していると評価した。

以上

別冊 6

原子炉格納容器ガス管理設備に係る補足説明

I 原子炉格納容器ガス管理設備の構造強度及び耐震性について

1. 1号機

(1) 排気ファンの構造強度及び耐震性

(a) 構造強度

排気ファンについては、工場試験にて締切運転（約 6kPa）を実施し、異常がないことを確認しており、排気ファンの運転にあたり十分な構造強度を有していると評価する。

(b) 耐震性

排気ファンの耐震性評価として、「JEAG4601(1987 年度)」を準用し、ファン基礎ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震 C クラス設備に適用される静的地震力（1号機：0.21G）を採用した。基礎ボルトの許容応力については、供用状態 D における許容応力を適用し、ボルトの評価温度は 100℃とした。ボルト 1 本当たりの引張荷重及びせん断荷重を評価した結果、ボルトに生じる引張及びせん断荷重は許容荷重以下であり、ボルトの強度が確保されることを確認した（表-1 参照）。

$$\text{ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{W(C_H + C_P) \cdot h + M_P - W(1 - C_P) \cdot l_1}{1/2 \cdot n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

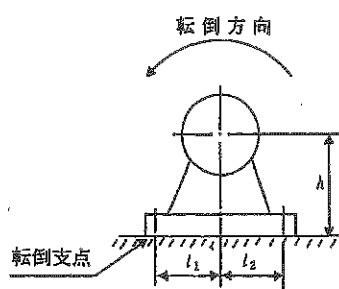
$$\text{ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

$$\text{ボルトに作用するせん断力} : Q_b = W(C_H + C_P)$$

$$\text{ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b}$$

$$\text{ボルトの許容引張応力} : 1.5f_t^* = 1.5 \times \frac{F^*}{2}, \quad F^* = \min[1.2S_y, 0.7S_u]$$

$$\text{ボルトの許容せん断応力} : 1.5f_s^* = 1.5 \times \frac{F^*}{1.5\sqrt{3}}$$



C_H : 水平方向設計震度 (0.21)
 C_p : ファン振動による震度 ()
 M_P : ファン回転により働くモーメント (N・mm)
 l_1 : 軸心と基礎ボルト間の距離 (mm)
 l_2 : 軸心と基礎ボルト間の距離 ($l_1 \leq l_2$) (mm)
 d : 基礎ボルトの呼び径 (mm)
 n : 基礎ボルトの本数 ()
 n_r : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 ()
 h : 据付面から重心までの距離 (mm)
 W : 据付面に作用する重量 (N)
 A_b : 基礎ボルトの軸断面積 (mm²)
 S_y : 設計降伏応力 (MPa,)
 S_u : 設計引張強さ (MPa,)

表-1 排気ファンの基礎ボルトの強度評価結果

号機	系統	応力種類	耐震Cクラス設備に適用される 静的地震力による評価	
			発生荷重[MPa]	許容荷重[MPa]
1	A, B	引張	5	174
		せん断	2	133

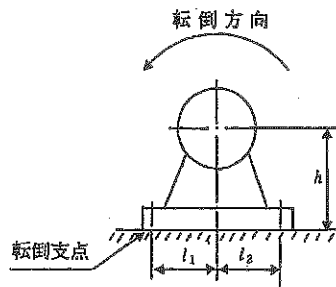
(2) フィルタユニットの構造強度及び耐震性

(a) 構造強度

フィルタユニットについては、最高使用圧力 0.35MPa に対し、工場にて 0.5MPa の耐圧試験を実施し、破損等の異常がないことを確認している。以上のことから、フィルタユニットについては、通常運転時の内圧に十分耐えうる構造強度を有していると判断する。

(b) 耐震性

フィルタユニットの耐震性評価として、「JEAG4601(1987 年度)」を準用し、1.(1)(b)と同様の方法で基礎ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力(1号機:0.21G)を採用した。基礎ボルトの許容応力については、供用状態Dにおける許容応力を適用し、ボルトの評価温度は100℃とした。ボルト1本当たりの引張荷重及びせん断荷重を評価した結果、ボルトに生じる引張及びせん断荷重は許容荷重以下であり、ボルトの強度が確保されることを確認した(表-2 参照)。



C_H : 水平方向設計震度 (0.21)
 C_p : ファン振動による震度 ()
 M_P : ファン回転により働くモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$)
 l_1 : 軸心と基礎ボルト間の距離 (mm)
 l_2 : 軸心と基礎ボルト間の距離 ($l_1 \leq l_2$) (mm)
 d : 基礎ボルトの呼び径 (mm)
 n : 基礎ボルトの本数 ()
 n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 ()
 h : 据付面から重心までの距離 (mm)
 W : 据付面に作用する重量 (N)
 A_b : 基礎ボルトの軸断面積 (mm^2)
 S_y : 設計降伏応力 (MPa ,)
 S_u : 設計引張強さ (MPa ,)

ボルトに作用する引張力 :
$$F_b = \frac{W(C_H + C_p) \cdot h + M_P - W(1 - C_p) \cdot l_1}{1/2 \cdot n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

ボルトの引張応力 :
$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

ボルトに作用するせん断力 :
$$Q_b = W(C_H + C_p)$$

ボルトのせん断応力 :
$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b}$$

ボルトの許容引張応力 :
$$1.5f_t^* = 1.5 \times \frac{F^*}{2}, \quad F^* = \min[1.2S_y, 0.7S_u]$$

ボルトの許容せん断応力 :
$$1.5f_s^* = 1.5 \times \frac{F^*}{1.5\sqrt{3}}$$

表-2 フィルタユニットの基礎ボルトの強度評価結果

号機	系統	応力種類	耐震Cクラス設備に適用される 静的地震力による評価	
			発生荷重[MPa]	許容荷重[MPa]
1	A, B	引張	作用しない	174
		せん断	10	133

(3) 凝縮配管室空調機ユニットの耐震性

(a) 構造強度

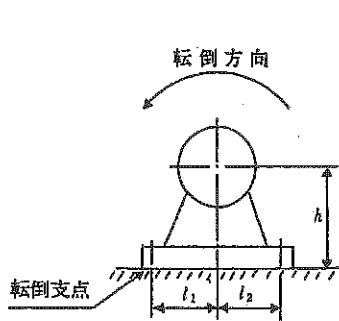
凝縮配管室空調機については、凝縮配管室内の空気を冷却するものであり原子炉格納容器から抽気したガスを通気するものではなく、一般的な汎用機器を使用している。

(b) 耐震性

凝縮配管室空調機ユニットの耐震性評価として、「JEAG4601(1987年度)」を準用し、1.(1)(b)と同様の方法で基礎ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力(1号機:0.21G)を採用した。基礎ボルトの許容応力については、保守的に供用状態Dにおける許容応力を適用し、ボルトの評価温度は100℃とした。ボルト1本当たりの引張荷重及びせん断荷重を評価した結果、ボルトに生じる引張及びせん断荷重は許容荷重以下であり、ボルトの強度が確保されることを確認した(表-3参照)。

表-3 凝縮配管室空調機ユニットの基礎ボルトの強度評価結果

号機	系統	応力種類	耐震Cクラス設備に適用される 静的地震力による評価	
			発生荷重[MPa]	許容荷重[MPa]
1	A, B	引張	作用しない	174
		せん断	8	133



C_H : 水平方向設計震度 (0.21)
 C_p : ファン振動による震度 ()
 M_P : ファン回転により働くモーメント (N・mm)
 l_1 : 軸心と基礎ボルト間の距離 (mm)
 l_2 : 軸心と基礎ボルト間の距離($l_1 \leq l_2$) (mm)
 d : 基礎ボルトの呼び径 (mm)
 n : 基礎ボルトの本数 ()
 n_t : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数 ()
 h : 据付面から重心までの距離 (mm)
 W : 据付面に作用する重量 (N)
 A_b : 基礎ボルトの軸断面積 (113mm²)
 S_y : 設計降伏応力 (MPa,)
 S_u : 設計引張強さ (MPa,)

(4) 管の構造強度及び耐震性

(a) 構造強度

配管については、「設計・建設規格(2005年版)」に基づき、クラス4配管の必要最小厚さに対して十分な厚さを有していることを確認しており、十分な構造強度を有していると評価している(表-4参照)。

表-4 配管強度確認結果

外径[mm]	型式	公称肉厚 [mm]	設計・建設規格上の 必要最小厚さ[mm]
34.0	円型	4.5	0.5
60.5	円型	5.5	0.5
89.1	円型	5.5	0.5
114.3	円型	6.0	0.5
165.2	円型	7.1	0.5

(b) 耐震性

a. 評価条件

配管は、配管軸直角2方向拘束サポートを用いた両端単純支持の配管系（両端単純支持はり構造）とする。また、配管は水平方向主体のルートを想定し、管軸方向については地震により管軸方向は動かないものとし、水平方向震度による管軸直角方向の配管応力評価を考える。水平方向震度は、0.21Gとする。

b. 評価方法

管軸直角方向の地震による応力は、下図に示す自重による応力の震度倍で表現でき(1)式で表すことができる。

$$S_s = \alpha S_w \quad (1)$$

S_s : 地震による応力 [MPa]

α : 水平方向震度[-]

S_w : 自重による応力 [MPa]

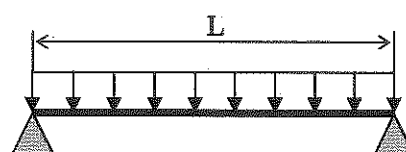
$$\text{ここで, } S_w = \frac{wL^2}{8Z}$$

S_w : 自重による応力 [MPa]

L : サポート支持間隔 [mm]

Z : 断面係数 [mm³]

w : 等分布荷重 [N/mm]



両端単純支持はりの等分布荷重より
求まる自重による応力

また、崩壊制限に「JEAG4601（1984年度）」を準用し、供用状態Dの場合の一次応力制限を用いるとすると、地震評価としては(2)式で表すことができる。

$$S = S_p + S_w + S_s = S_p + S_w + \alpha S_w = S_p + (1 + \alpha) S_w \leq 0.9 S_u \quad (2)$$

S_p : 内圧による応力 [MPa]

S_w : 自重による応力 [MPa]

S_s : 地震による応力 [MPa]

S : 内圧, 自重, 地震による応力 [MPa]

α : 水平方向震度[-]

従って、上記(2)式を満足するように、配管サポート配置を設定することにより、配管の崩壊は抑制できる。

c. 評価結果

両端単純支持はりで自重による応力 S_w が 40 MPa 程度の配管サポート配置とした場合、発生応力は許容応力に対して十分な裕度を有すると評価した。

一例として、この時の 150A (Sch. 40) 配管のサポート間隔 L は約 9.7m となる。

Z : 断面係数 ($1.337 \times 10^5 \text{ mm}^3$)

w : 等分布荷重 (0.45 N/mm)

・内圧による応力 $S_p=10 \text{ MPa}$, 許容応力を STPT370 (100℃) の $0.9S_u=315 \text{ MPa}$ とし、(2)式に代入すると以下となる。

$$S = 59 \text{ MPa} \leq 0.9S_u = 315 \text{ MPa} \quad (3)$$

・継手がある場合には、応力係数も存在する。応力係数を 3 とし、以下となる。

$$S = S_p + (1 + \alpha) S_w \times 3 = 156 \text{ MPa} \leq 0.9S_u = 315 \text{ MPa} \quad (4)$$

2. 2／3号機

(1) 排気ファンユニットの構造強度及び耐震性

(a) 構造強度

排気ファンについては、系統最高使用圧力 5.2kPa に対し、工場にて 7.0kPa の気密試験を実施し、漏えい等の異常がないことを確認していることから、ファンの最高使用圧力に十分耐えうる構造強度を有していると判断する。

(b) 耐震性

ファンを鋼材と共にユニット化し、支持しているキャスタの回転をストッパ（車輪止め）で防止し、ストッパをボルト（2号：鋁アンカ、3号：メカニカルアンカ）で固定している。これを踏まえ、耐震性の評価として、ボルトの強度が確保されること及びキャスタがストッパを乗り越えないことの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力（2、3号機：0.21G）による評価を行った。

a. ボルトの強度評価及び転倒評価

ボルト強度評価に当たっては、JEAC4601-2008を準用し、ボルト1本当たりの引張荷重及びせん断荷重を評価した。その結果、ボルトに生じる引張及びせん断荷重は許容荷重以下であり、ボルトの強度が確保されることを確認した（表-5参照）。

表-5 排気ファンユニットの基礎ボルトの強度評価結果

号機	系統	応力種類	耐震Cクラス設備に適用される 静的地震力による評価	
			発生荷重[N]	許容荷重[N]
2	A	引張	作用しない	200
		せん断	158	200
	B	引張	作用しない	200
		せん断	167	200
3	A	引張	作用しない	2843
		せん断	474	1725
	B	引張	作用しない	2843
		せん断	502	1725

ボルトに作用するせん断力: $Q = \frac{C_H \cdot m \cdot g}{n}$

ボルトに作用する引張力: $F = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot L_1}{n_f \cdot (L_1 + L_2)}$

C_H : 水平方向設計震度 (0.21)

m : 機器の運転時質量 (A 系: $\square$ kg, B 系: $\square$ kg),

h : 重心高さ (A 系: $\square$ mm, B 系: $\square$ mm)

L_1, L_2 : 重心とボルト間の水平距離 ($L_1 \leq L_2$)

(A 系: $L_1 = \square$ mm, $L_2 = \square$ mm, B 系: $L_1 = \square$ mm, $L_2 = \square$ mm)

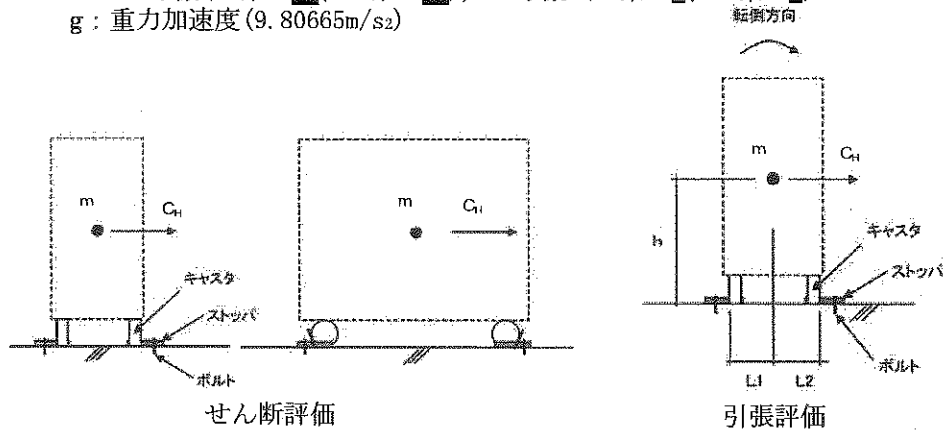
n_f : 評価上引張力を受けるボルト本数

2号機 (A 系: $\square$, B 系: $\square$), 3号機 (A 系: $\square$, B 系: $\square$)

n : 評価上せん断力を受けるボルト本数

2号機 (A 系: $\square$, B 系: $\square$), 3号機 (A 系: $\square$, B 系: $\square$)

g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)

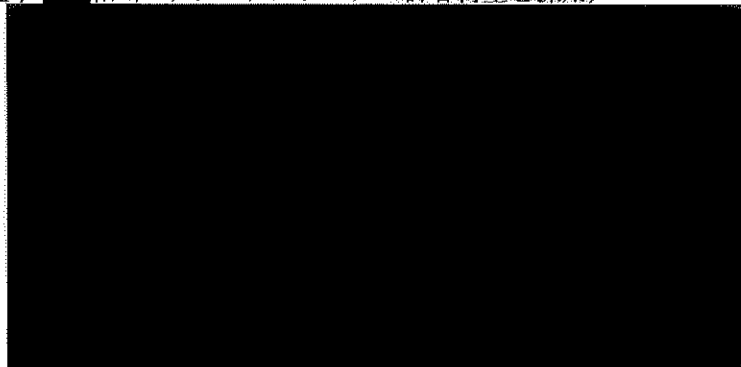


ここで、2号機の鉚アンカ及び3号機のメカニカルアンカの許容荷重の設定については以下の通り。

- 2号機 (鉚メーカーの製品カタログから $\square$ の値を採用)

許容安全荷重			
ピンコンクリート貫入長	$14\text{mm} \leq h < 18\text{mm}$	$18\text{mm} \leq h < 22\text{mm}$	$22\text{mm} \leq h$
引張荷重	$\square$		
せん断荷重	$\square$		

- 3号機 (柏崎刈羽原子力発電所6号機建設時の後打ちアンカ使用基準に基づき, $\square$ 相当のメカニカルアンカの許容荷重を採用)



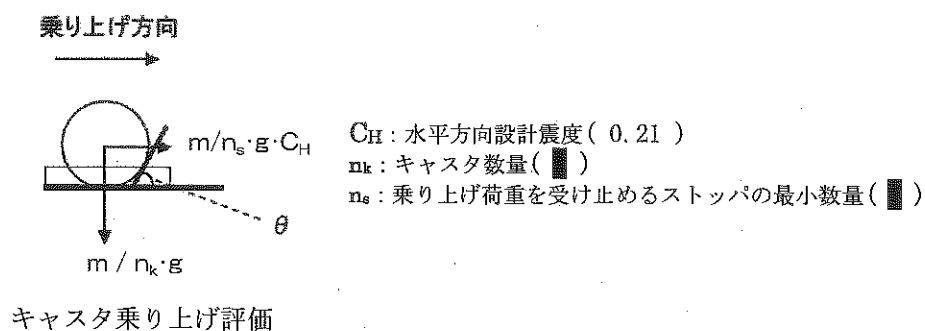
b. キャスタ乗り上げ評価

キャスタが回転する方向に対し、地震力によりキャスタがストッパ斜め部を乗り越えないことを力の釣り合いにより確認した。その結果、乗り越え最大角度は約 23° と計算され、実際の据え付け角度 60° より小さいことから、キャスタの乗り越えは発生しないことを確認した（表-6 参照）。

表-6 排気ファンユニットのキャスタ乗り上げ評価結果

号機	系統	ストッパ角度	乗り越え最大角度
2, 3	A, B	60°	約 23°

$$\text{乗り越えないためのストッパ角度： } \theta \geq \tan^{-1} \left(\frac{\frac{m}{n_s} \cdot g \cdot C_H}{\frac{m}{n_k} \cdot g} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{C_H \cdot n_k}{n_s} \right)$$



(2) フィルタユニットの構造強度及び耐震性

(a) 構造強度

フィルタユニットについては、系統最高使用圧力 5.2kPa に対し、工場にて 7.0kPa の気密試験を実施し、漏えい等の異常がないことを確認している。以上のことから、フィルタユニットについては、系統の最高使用圧力に十分耐えうる構造強度を有していると判断する。

(b) 耐震性

フィルタを鋼材と共にユニット化し、支持しているキャスタの回転をストッパ（車輪止め）で防止し、ストッパをボルト（2号：鉚アンカ、3号：メカニカルアンカ）で固定している。これを踏まえ、耐震性の評価として、2.(1)(b)と同様、ボル

トの強度が確保されること及びキャスタがストッパを乗り越えないことの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力（2，3号機：0.21G）による評価を行った。

a. ボルトの強度評価及び転倒評価

ボルト強度評価に当たっては、JEAC4601-2008を準用し、ボルト1本当当たりの引張荷重及びせん断荷重を評価した。その結果、ボルトに生じる引張及びせん断荷重は許容荷重以下であり、ボルトの強度が確保されることを確認した（表-7参照）。

$$\text{ボルトに作用するせん断力： } Q = \frac{C_H \cdot m \cdot g}{n}$$

$$\text{ボルトに作用する引張力： } F = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot L_1}{n_f \cdot (L_1 + L_2)}$$

C_H ：水平方向設計震度（0.21）

m ：機器の運転時質量（ $\blacksquare$ kg）

h ：重心高さ（ $\blacksquare$ mm）

L_1, L_2 ：重心とボルト間の水平距離（ $L_1 \leq L_2$ ）（ $L_1 = \blacksquare$ mm、 $L_2 = \blacksquare$ mm）

n_f ：評価上引張力を受けるボルト本数2号機（ $\blacksquare$ ），3号機（ $\blacksquare$ ）

n ：評価上せん断力を受けるボルト本数2号機（ $\blacksquare$ ），3号機（ $\blacksquare$ ）

g ：重力加速度（9.80665m/s²）

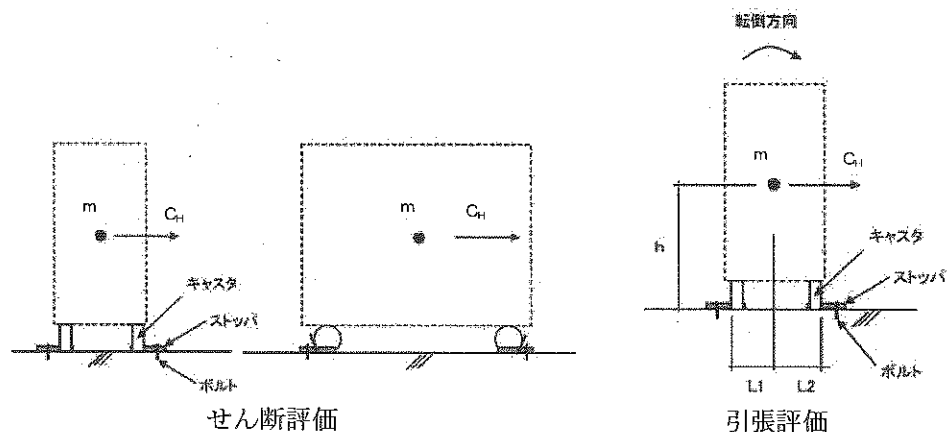


表-7 フィルタユニットの基礎ボルトの強度評価結果

号機	系統	応力種類	耐震Cクラス設備に適用される 静的地震力による評価	
			発生荷重[N]	許容荷重[N]
2	—※	引張	作用しない	200
		せん断	169	200
3	—※	引張	作用しない	2843
		せん断	506	1725

※ フィルタは2つ(2系統)で1つのユニットとなっている。

b. キャスタ乗り上げ評価

キャスタが回転する方向に対し、地震力によりキャスタがストップ斜め部を乗り越えないことを力の釣り合いにより確認した。その結果、乗り上げ最大角度は約23°と計算され、実際の据え付け角度60°より小さいことから、キャスタの乗り上げは発生しないことを確認した(表-8参照)。

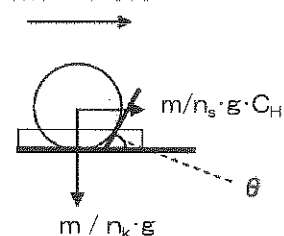
表-8 フィルタユニットのキャスタ乗り上げ評価結果

号機	系統	ストップ角度	乗り上げ最大角度
2, 3	—※	60°	約23°

※ フィルタは2つ(2系統)で1つのユニットとなっている。

$$\text{乗り越えないためのストップ角度: } \theta \geq \tan^{-1} \left(\frac{\frac{m}{n_s} \cdot g \cdot C_H}{\frac{m}{n_k} \cdot g} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{C_H \cdot n_k}{n_s} \right)$$

乗り上げ方向



C_H : 水平方向設計震度(0.21)

n_k : キャスタ数量()

n_s : 乗り上げ荷重を受け止めるストップの最小数量()

キャスタ乗り上げ評価

(3) 放熱器ユニットの構造強度及び耐震性

(a) 構造強度

放熱器ユニットについては、系統最高使用圧力 5.2kPa に対し、工場にて 7.0kPa の気密試験を実施し、漏えい等の異常がないことを確認している。以上のことから、放熱器ユニットについては、通常運転時の内圧に十分耐えうる構造強度を有していると判断する。

(b) 耐震性

放熱器を鋼材と共にユニット化し、支持しているキャスタの回転をストッパ（車輪止め）で防止し、ストッパをボルト（2号：鉚アンカ、3号：メカニカルアンカ）で固定している。これを踏まえ、耐震性の評価として、2.(1)(b)同様、ボルトの強度が確保されること、及びキャスタがストッパを乗り越えないことの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力(2, 3号機：0.21G)による評価を行った。

a. ボルトの強度評価及び転倒評価

ボルト強度評価に当たっては、JEAC4601-2008を準用し、ボルト1本当たりの引張荷重及びせん断荷重を評価した。その結果、ボルトに生じる引張及びせん断荷重は許容荷重以下であり、ボルトの強度が確保されることを確認した(表-9 参照)。

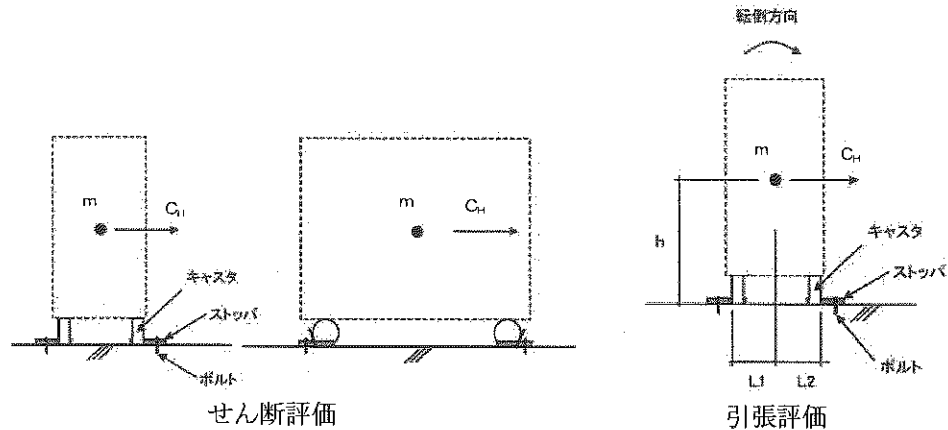
表-9 放熱器ユニットの基礎ボルトの強度評価結果

号機	系統	応力種類	耐震Cクラス設備に適用される 静的地震力による評価	
			発生荷重[N]	許容荷重[N]
2	A, B	引張	作用しない	200
		せん断	149	200
3	A, B	引張	作用しない	2843
		せん断	447	1725

$$\text{ボルトに作用するせん断力} : Q = \frac{C_H \cdot m \cdot g}{n}$$

$$\text{ボルトに作用する引張力} : F = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot L_1}{n_f \cdot (L_1 + L_2)}$$

C_H : 水平方向設計震度 (0.21)
 m : 機器の運転時質量 (■ kg)
 h : 重心高さ (■ mm)
 $L1, L2$: 重心とボルト間の水平距離 ($L1 \leq L2$) ($L1 = \text{■ mm}$, $L2 = \text{■ mm}$)
 n_f : 評価上引張力を受けるボルト本数 2 号機 (■), 3 号機 (■)
 n : 評価上せん断力を受けるボルト本数 2 号機 (■), 3 号機 (■)
 g : 重力加速度 (9.80665 m/s²)



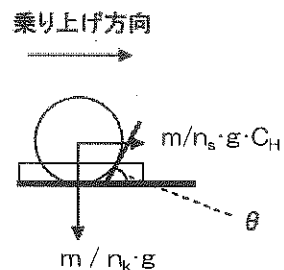
b. キャスタ乗り上げ評価

キャスタが回転する方向に対し、地震力によりキャスタがストッパ斜め部を乗り越えないことを力の釣り合いにより確認した。その結果、乗り越え最大角度は約 37° と計算され、実際の据え付け角度 60° より小さいことから、キャスタの乗り越えは発生しないことを確認した (表-10 参照)。

表-10 放熱器ユニットのキャスタ乗り上げ評価結果

号機	系統	ストッパ角度	乗り越え最大角度
2, 3	A, B	60°	約 37°

$$\text{乗り越えないためのストッパ角度: } \theta \geq \tan^{-1} \left(\frac{\frac{m}{n_s} \cdot g \cdot C_H}{\frac{m}{n_k} \cdot g} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{C_H \cdot n_k}{n_s} \right)$$



C_H : 水平方向設計震度 (0.21)
 n_k : キャスタ数量 (■)
 n_s : 乗り越え荷重を受け止めるストッパの最小数量 (■)

キャスタ乗り上げ評価

(4) 管の構造強度及び耐震性

(4) - 1 鋼管及び鋼板ダクト

(a) 構造強度

鋼管及び鋼板ダクトについては、「設計・建設規格(2005年版)」を準用し、クラス4配管の必要最小厚さに対して十分な厚さを有していることを確認しており、原子炉格納容器ガス管理設備における使用条件に対し、十分な構造強度を有していると判断する(表-11 参照)。

表-11 配管強度確認結果

外径[mm]	型式	公称肉厚 [mm]	設計・建設規格上の 必要最小厚さ[mm]
27.2	円型	2.8	0.5
60.5	円型	3.5	0.5
60.5	円型	3.8	0.5
139.8	円型	2.0	0.5
139.8	円型	3.4	0.5
139.8	円型	5.0	0.5
216.3	円型	6.5	0.6
260.0	角型	5.0	0.8
267.4	円型	4.0	0.6
267.4	円型	6.5	0.6

(b) 耐震性

鋼管及び鋼板ダクトは分岐ヘッダ等の短い部分に使用しているが、その前後はフレキシビリティを有したフレキシブルチューブ(SUS製)・ダクトホース(シリコン製)・防振継手と接続されており地震変位による有意な応力は発生しないと考える。

(4) - 2 ダクトホース

(a) 構造強度

ダクトホースは設計・建設規格に記載がない機器であるが、通常運転状態における漏えい確認試験を行い、有意な変形や漏えいがないことを確認していることから、必要な構造強度を有しているものと判断する。

(b) 耐震性

ダクトホースは、フレキシビリティを有しており、地震変位による有意な応力は発生しないと考えられる。

(4) - 3 フレキシブルホース

(a) 構造強度

フレキシブルホースは設計・建設規格に記載がない機器であるが、通常運転状態における漏えい確認試験を行い、有意な変形や漏えいがないことを確認していることから、必要な構造強度を有しているものと判断する。

(b) 耐震性

フレキシブルホースは、フレキシビリティを有しており、地震変位による有意な応力は発生しないと考えられる。

別冊 7

使用済燃料プールからの燃料取り出し設備に係る補足説明

I 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性について

1. 構造強度

燃料取り出し用カバー換気設備は、その用途から換気空調設備に類似すると考える。当該設備は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」に定められた内包する流体の放射性物質の濃度が $37\text{mBq}/\text{cm}^3$ 未満であることから適用除外の設備と位置付けられるが、系統機能試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認することで、必要な構造強度を有するものと評価する。

2. 耐震性

2.1 基本方針

燃料取り出し用カバーの換気設備は、換気空調系であるCクラス相当と位置付けられることから、一般構造物と同等の耐震性を有する設計とする。

2.2 主要設備の耐震構造

「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」等を準用し、静的震度（1.2Ci）に基づく主要機器の転倒等の評価を行い、Cクラス相当の耐震性を有するものと評価する。

2.3 第4号機燃料取り出し用カバー換気設備の耐震性

2.3.1 送風機・排風機の耐震性

送風機・排風機の耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、送風機・排風機基礎の溶接部の評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力に余裕を持たせた $0.36G$ を採用した。基礎の溶接部の許容応力については、供用状態Dにおける許容応力を適用し、溶接部の評価温度は 50°C とした。基礎の溶接部のせん断応力を評価した結果、基礎の溶接部に生じるせん断応力は許容応力以下であり、基礎の溶接部の強度が確保されることを確認した（表4 参照）。

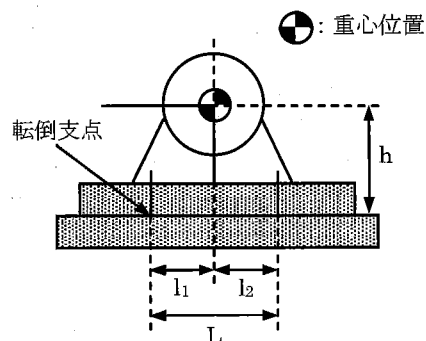


図1 送風機・排風機の耐震評価モデル

- ・評価部位：基礎の溶接部
- ・考慮する荷重：地震荷重 / 送風機・排風機振動による荷重

・計算に用いる数式

$$\text{鉛直方向のせん断力 } Q_v = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h + M_p - W \cdot g \cdot (1 - C_P) \cdot l_1}{\frac{1}{2} n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$\text{鉛直方向のせん断応力 } \tau_v = \frac{Q_v}{A_w}$$

$$\text{水平方向のせん断力 } Q_H = W \cdot g \cdot (C_H + C_P)$$

$$\text{水平方向のせん断応力 } \tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_w}$$

W : 据付面に作用する重量

g : 重力加速度 (=9.80665)

h : 据付面から重心までの距離

M_p : 送風機・排風機回転により働くモーメント

※基礎溶接部に M_p は作用しない

l₁ : 送風機・排風機重心と基礎の溶接部間の距離

l₂ : 送風機・排風機重心と基礎の溶接部間の距離 (l₁ ≤ l₂)

n_f : 鉛直方向のせん断力の作用する基礎の溶接部の評価箇所数

n : 基礎の溶接部の箇所数

A_w : 基礎の溶接部の断面積

C_H : 水平方向設計震度

C_P : 送風機・排風機振動による震度

表 1 送風機緒言

W (kg)	g (m/s ²)	h (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)
2520	9.80665	860	305	345
n _f	n	A _w (mm ²)	C _H	C _P
2	4	353.6	0.36	0.1
Sy (MPa) ※	Su (MPa) ※	F (MPa) ※		
211	394	114		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

表 2 排風機緒言

W (kg)	g (m/s ²)	h (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)
3460	9.80665	1130	365	425
n _f	n	A _w (mm ²)	C _H	C _P
2	4	353.6	0.36	0.1
Sy (MPa) ※	Su (MPa) ※	F (MPa) ※		
211	394	114		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

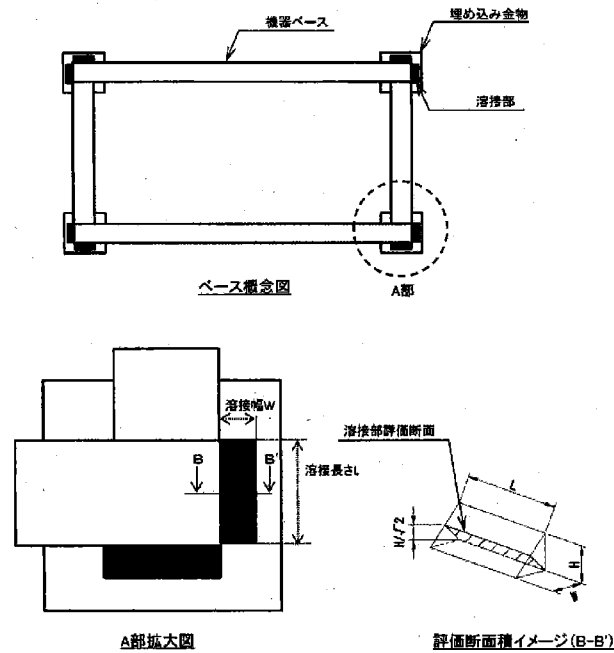


図 2 送風機・排風機機器ベース溶接箇所概念図

表 3 送風機・排風機機器ベース緒言

機器名称	溶接長さ L (mm)	溶接幅 W (mm)	溶接高さ H (mm)	のど厚 [(H/√2)] (mm)	溶接部 断面積 A _w (mm ²)
送風機	50	10	10	7.071	353.6
排風機	50	10	10	7.071	353.6

以下に代表として送風機の計算過程を示す。

<算出応力>

$$Q_v = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h + M_P - W \cdot g \cdot (1 - C_P) \cdot l_1}{\frac{1}{2} n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{2520 \times 9.80665 \times (0.36 + 0.0968679) \times 860 + 0 - 2520 \times 9.80665 \times (1 - 0.0968679) \times 305}{\frac{1}{2} \times 2 \times (305 + 345)} = 4465.45(\text{N})$$

$$\tau_v = \frac{Q_v}{A_w} = \frac{4465.45}{353.553} = 12.6303(\text{MPa}) \rightarrow 13(\text{MPa})$$

$$Q_H = W \cdot g \cdot (C_H + C_P) = 2520 \times 9.80665 \times (0.36 + 0.0968679) = 11290.5(\text{N})$$

$$\tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_w} = \frac{11290.5}{4 \times 353.553} = 7.98360(\text{MPa}) \rightarrow 8(\text{MPa})$$

鉛直方向のせん断応力 τ_v と水平方向のせん断応力 τ_H の最大値が 13 (MPa) となる。

<許容応力>

許容応力については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) による。

F は、 $1.2S_y$ と $0.7S_u$ の小さい値の 0.45 倍。

$$\text{許容せん断応力} = \frac{F}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = \frac{114}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = 65.8179 (\text{MPa}) \rightarrow 65 (\text{MPa})$$

表 4 送風機・排風機基礎の溶接部の強度評価

評価対象機器	部位	材料	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
送風機	基礎の溶接部	SS400 相当	せん断	13	65
排風機	基礎の溶接部	SS400 相当	せん断	23	65

2.3.2 フィルタユニットの耐震性

フィルタユニットの耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、2.3.1 項と同様の方法で基礎の溶接部の評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震 C クラス設備に適用される静的地震力に余裕を持たせた $0.36G$ を採用した。基礎の溶接部の許容応力については、供用状態 D における許容応力を適用し、溶接部の評価温度は 50°C とした。基礎の溶接部のせん断応力を評価した結果、基礎の溶接部に生じるせん断応力は許容応力以下であり、基礎の溶接部の強度が確保されることを確認した (表 9 参照)。

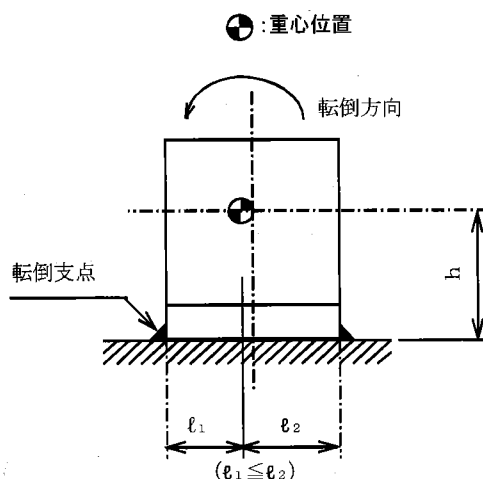


図 3 フィルタユニットの耐震評価モデル

- ・評価部位：基礎の溶接部
- ・考慮する荷重：地震荷重

・計算に用いる数式

$$\text{鉛直方向せん断力 } Q_v = \frac{W \cdot g \cdot C_H \cdot h - W \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$\text{鉛直方向せん断応力 } \tau_v = \frac{Q_v}{A_w}$$

$$\text{水平方向せん断力 } Q_H = W \cdot g \cdot C_H$$

$$\text{水平方向せん断応力 } \tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_w}$$

W : 据付面に作用する重量

g : 重力加速度(=9.80665)

h : 据付面から重心までの距離

l_1 : フィルタユニット重心と基礎の溶接部間の距離

l_2 : フィルタユニット重心と基礎の溶接部間の距離 ($l_1 \leq l_2$)

n_f : 鉛直方向のせん断力の作用する基礎の溶接部の評価箇所数

n : 基礎の溶接部の箇所数

A_w : 基礎の溶接部の断面積

C_H : 水平方向設計震度

C_v : 鉛直方向設計震度

表5 給気フィルタユニット（プレフィルタ）緒言

W(kg)	g(m/s ²)	h(mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)
4139	9.80665	1471	1043.4	1856.6
n_f	n	A_w (mm ²)	C_H	C_v
2	4	353.6	0.36	0
Sy(MPa)※	Su(MPa)※	F(MPa)※		
211	394	114		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

表6 給気フィルタユニット（高性能粒子フィルタ）緒言

W(kg)	g(m/s ²)	h(mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)
3600	9.80665	1326.5	1010	1240
n_f	n	A_w (mm ²)	C_H	C_v
2	4	353.6	0.36	0
Sy(MPa)※	Su(MPa)※	F(MPa)※		
211	394	114		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

表7 排気フィルタユニット緒言

W (kg)	g (m/s ²)	h (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)
6215	9.80665	1404	1012	1238
n _f	n	A _w (mm ²)	C _H	C _V
2	4	495.0	0.36	0
Sy (MPa)※	Su (MPa)※	F (MPa)※		
211	394	114		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

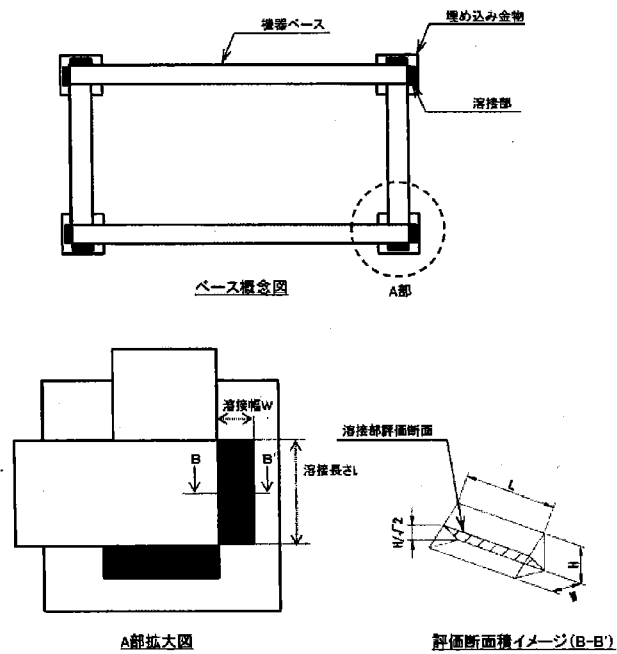


図4 フィルタユニット機器ベース溶接箇所概念図

表8 フィルタユニット機器ベース緒言

機器名称	溶接長さ L (mm)	溶接幅 W (mm)	溶接高さ H (mm)	のど厚 [(H/√2)] (mm)	溶接部断面積 A _w (mm ²)
給気フィルタユニット (プレフィルタ)	50	10	10	7.071	353.6
給気フィルタユニット (高性能粒子フィルタ)	50	10	10	7.071	353.6
排気フィルタユニット	50	14	14	9.899	495.0

以下に代表として給気フィルタユニット（プレフィルタ）の計算過程を示す。

<計算応力>

$$Q_v = \frac{W \cdot g \cdot C_H \cdot h - W \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{4139 \times 9.80665 \times 0.36 \times 1471 - 4139 \times 9.80665 \times (1 - 0) \times 1043.4}{2 \times (1043.4 + 1856.6)} = -3595.96(\text{N})$$

$$\tau_v = \frac{Q_v}{A_w} = \frac{-3595.96}{353.553} = -10.1709(\text{MPa}) \rightarrow -10(\text{MPa})$$

$$Q_H = W \cdot g \cdot C_H = 4139 \times 9.80665 \times 0.36 = 14612.3(\text{N})$$

$$\tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_w} = \frac{14612.3}{4 \times 353.553} = 10.3325(\text{MPa}) \rightarrow 11(\text{MPa})$$

鉛直方向のせん断応力 τ_v と水平方向のせん断応力 τ_H の最大値が 11 (MPa) となる。

<許容応力>

許容応力については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) による。

F は、1.2Sy と 0.7Su の小さい値の 0.45 倍。

$$\text{許容せん断応力} = \frac{F}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = \frac{114}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = 65.8179(\text{MPa}) \rightarrow 65(\text{MPa})$$

表 9 フィルタユニット基礎の溶接部の強度評価

評価対象機器	部位	材料	応力種類	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
給気フィルタユニット (プレフィルタ)	基礎の 溶接部	SS400 相当	せん断	11	65
給気フィルタユニット (高性能粒子フィルタ)	基礎の 溶接部	SS400 相当	せん断	9	65
排気フィルタユニット	基礎の 溶接部	SS400 相当	せん断	11	65

2.3.3 ダクトの耐震性

ダクトの耐震性評価として、許容座屈曲げモーメント以下となる基準支持間隔の評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力に余裕を持たせた0.36Gを採用した。ダクトは基準支持間隔（表11）よりも小さい間隔で支持することで耐震性を確保する計画である。

なお、燃料取り出し用カバー内のダクトは、燃料取り出し用カバーのクレーン支持用架構を利用している（添付資料－3－1 図2.2参照）。クレーン支持用架構は、添付資料－4－2「燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書」で、基準地震動Ssに対する地震応答解析を実施し崩壊しないことを確認していることから、使用済燃料プールへ波及的影響は与えない。

①角ダクトの耐震計算

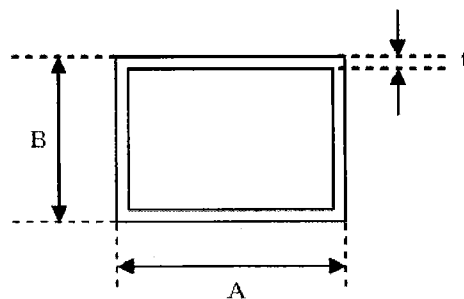


図7 角ダクトの評価モデル

- ・評価部位：角ダクト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

自重による許容座屈曲げモーメント以下とする基準支持間隔

$$L = \sqrt{\frac{8 \cdot M_x \cdot 1000}{W \cdot g}}$$

地震による許容座屈曲げモーメント以下とする基準支持間隔

$$L = \sqrt{\frac{8 \cdot M_y \cdot 1000}{W \cdot g} \cdot \frac{1}{C_H}}$$

許容曲げモーメントとの関係は次式となる

$$\frac{M_x}{M_{x_a}} = \frac{M_y}{M_{y_a}} = 1$$

上記式を解くと

$$\text{基準支持間隔} \quad L = \frac{1}{\sqrt{\frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{x_a}} + C_H \frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{y_a}}}}$$

L : 基準支持間隔

M_x : 水平方向座屈曲げモーメント
 $M_{x a}$: 水平方向許容座屈曲げモーメント
 M_y : 鉛直方向座屈曲げモーメント
 $M_{y a}$: 鉛直方向許容座屈曲げモーメント
 W : ダクト単位長さ当たり質量
 g : 重力加速度 (=9.80665)
 C_H : 水平方向設計震度

表 10 角ダクトの基準支持間隔

A (mm)	B (mm)	t (mm)	W (kg/m)	$M_{x a}$ (N・mm)	$M_{y a}$ (N・mm)	C_H	L (mm)
1100	1100	1.0	66.3	13371009	13371009	0.36	10998
850	850	1.0	41.0	12835422	12835422	0.36	13703

以下に計算過程の 1 例を示す。

<計算基準支持間隔>

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{1}{\sqrt{\frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{x a}} + C_H \frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{y a}}}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{66.3 \times 9.80665}{1000 \times 8 \times 13371009} + 0.36 \frac{66.3 \times 9.80665}{1000 \times 8 \times 13371009}}} = 10998.7(\text{mm}) \rightarrow 10998(\text{mm})
 \end{aligned}$$

表 11 角ダクトの評価

評価対象ダクト	材料	基準支持間隔 (mm)
1100×1100×1.0t	溶融亜鉛めっき鋼板	10998
850×850×1.0t	溶融亜鉛めっき鋼板	13703

2.4 第3号機燃料取り出し用カバー換気設備の耐震性

2.4.1 排風機の耐震性

排風機の耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、排風機の基礎ボルト・取付ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力に余裕を持たせた 0.36G を採用した。基礎ボルトの許容荷重及び取付ボルトの許容応力については、評価温度 50℃とした。基礎ボルト・取付ボルトのせん断・引張を評価した結果、基礎ボルト・取付ボルトに生じる荷重・応力は許容値以下であり、基礎ボルト・取付ボルトの強度が確保されることを確認した(表 13, 15 参照)。

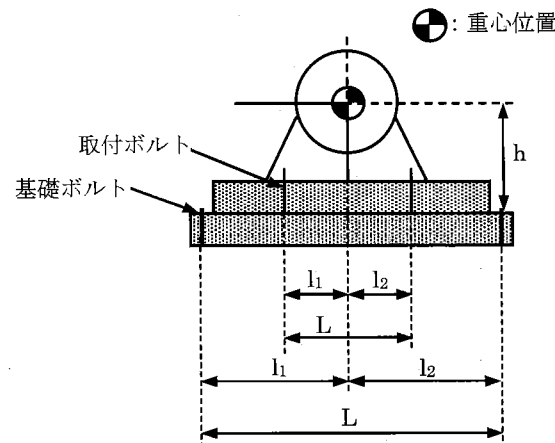


図5 排風機の耐震評価モデル

- ・評価部位：基礎ボルト・取付ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重 / 排風機振動による荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力} \quad Q_v = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h + M_p - W \cdot g \cdot (l - C_P) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$\text{引張応力} \quad \tau_v = \frac{Q_v}{A_b}$$

$$\text{せん断力} \quad Q_H = W \cdot g \cdot (C_H + C_P)$$

$$\text{せん断応力} \quad \tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_b}$$

W : 据付面に作用する重量

g : 重力加速度 (=9.80665)

h : 据付面から重心までの距離

M_p : 排風機回転により働くモーメント

※基礎ボルト・取付ボルト部に M_p は作用しない

l₁ : 排風機重心と基礎ボルト・取付ボルト間の距離

l₂ : 排風機重心と基礎ボルト・取付ボルト間の距離 (l₁ ≤ l₂)

n_f : 評価上引張を受けるボルト本数

n : 全ボルト本数
 A_b : 基礎ボルト・取付ボルトの断面積
 C_H : 水平方向設計震度
 C_p : 排風機振動による震度

①排風機基礎ボルトの耐震計算

表 12 排風機基礎ボルト緒言

W (kg)	g (m/s ²)	h (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)
4250	9.80665	1688	1074.5	1418
n_f	n	A_b (mm ²)	C_H	C_p
3	8	113.1	0.36	0.11

以下に計算過程を示す。

<計算荷重>

$$Q_v = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_p) \cdot h + M_p - W \cdot g \cdot (1 - C_p) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{4250 \times 9.80665 \times (0.36 + 0.11) \times 1688 + 0 - 4250 \times 9.80665 \times (1 - 0.11) \times 1074.5}{3 \times (1074.5 + 1418)} = -908.226(\text{N})$$

$$Q_H = W \cdot g \cdot (C_H + C_p) = 4250 \times 9.80665 \times (0.36 + 0.11) = 19588.8(\text{N})$$

引張荷重 Q_v はマイナスとなるため作用しない。

せん断荷重 Q_H は 19588.8 (N) となり、ボルト 8 本で取り付けられていることから、ボルト 1 本当たり荷重は 2449 (N) となる。

<許容荷重>

許容荷重（せん断：3900 (N)，引張：4900 (N)）は設計値

表 13 排風機の基礎ボルトの強度評価

評価対象 機器	部位※	材料	評価 項目	算出荷重 (N) / 本		許容荷重 (N) / 本※	
				せん断	引張	せん断	引張
排風機	基礎 ボルト	SS400	荷重	2449	作用 しない	3900	4900

※基礎ボルトの評価部位及び許容荷重は、ケミカルアンカー部を示す。

②排風機取付ボルトの耐震計算

表 14 排風機取付ボルト緒言

W (kg)	g (m/s ²)	h (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)
2220	9.80665	900	528	652
n _f	n	A _b (mm ²)	C _H	C _P
5	10	314	0.36	0.11
Sy (MPa)※	Su (MPa)※	F (MPa)※		
241	394	276		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

以下に計算過程を示す。

<計算応力>

$$Q_v = \frac{W \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h + M_P - W \cdot g \cdot (1 - C_P) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{2220 \times 9.80665 \times (0.36 + 0.11) \times 900 + 0 - 2220 \times 9.80665 \times (1 - 0.11) \times 528}{5 \times (528 + 652)} = -173.132(\text{N})$$

$$\tau_v = \frac{Q_v}{A_b} = \frac{-173.132}{314} = -0.551375(\text{MPa})$$

$$Q_H = W \cdot g \cdot (C_H + C_P) = 2220 \times 9.80665 \times (0.36 + 0.11) = 10232.3(\text{N})$$

$$\tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_b} = \frac{10232.3}{10 \times 314} = 3.25870(\text{MPa}) \rightarrow 4(\text{MPa})$$

引張応力 τ_v はマイナスとなるため作用しない。

せん断応力 τ_H は, 4 (MPa) となる。

<許容応力>

許容応力については, 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) による。

F は, 1.2Sy と 0.7Su の小さい値。

$$\text{許容引張応力} = \frac{F}{2} \times 1.5 = \frac{276}{2} \times 1.5 = 207(\text{MPa}) \rightarrow 207(\text{MPa})$$

$$\text{許容せん断応力} = \frac{F}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = \frac{276}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = 159.348(\text{MPa}) \rightarrow 159(\text{MPa})$$

表 15 排風機の取付ボルトの強度評価

評価対象 機器	部位	材料	評価 項目	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	
				せん断	引張	せん断	引張
排風機	取付 ボルト	SS400	応力	4	作用 しない	159	207

2.4.2 フィルタユニットの耐震性

フィルタユニットの耐震性評価として、「JEAG4601-1987 原子力発電所耐震設計技術指針」を準用し、2.4.1 項と同様の方法で基礎ボルト・取付ボルトの評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力に余裕を持たせた0.36Gを採用した。基礎ボルトの許容荷重及び取付ボルトの許容応力については、評価温度50℃とした。基礎ボルト・取付ボルトのせん断・引張を評価した結果、基礎ボルト・取付ボルトに生じる荷重及び応力は許容値以下であり、基礎ボルト・取付ボルトの強度が確保されることを確認した（表 17, 19 参照）。

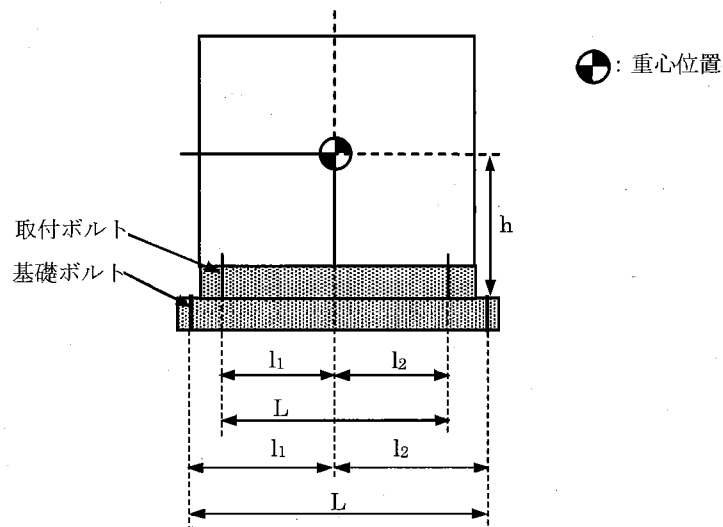


図6 フィルタユニットの耐震評価モデル

- ・評価部位：基礎ボルト・取付ボルト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

$$\text{引張力} \quad Q_v = \frac{W \cdot g \cdot C_H \cdot h - W \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$\text{引張応力} \quad \tau_v = \frac{Q_v}{A_b}$$

$$\text{せん断力} \quad Q_H = W \cdot g \cdot C_H$$

$$\text{せん断応力} \quad \tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_b}$$

W : 据付面に作用する重量

g : 重力加速度(=9.80665)

h : 据付面から重心までの距離

l₁ : フィルタユニット重心と基礎ボルト・取付ボルト間の距離

l₂ : フィルタユニット重心と基礎ボルト・取付ボルト間の距離

(l₁ ≤ l₂)

n_f : 評価上引張を受けるボルト本数
 n : 全ボルト本数
 A_b : 基礎ボルト・取付ボルトの断面積
 C_H : 水平方向設計震度
 C_V : 鉛直方向設計震度

①フィルタユニットの基礎ボルトの耐震計算

表 16 フィルタユニットの基礎ボルト緒言

W(kg)	g(m/s ²)	h(mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)
6110	9.80665	2020	1221	1704
n_f	n	A_b (mm ²)	C_H	C_V
4	10	113.1	0.36	0

以下に計算過程を示す。

<計算荷重>

$$Q_v = \frac{W \cdot g \cdot C_H \cdot h - W \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{6110 \times 9.80665 \times 0.36 \times 2020 - 6110 \times 9.80665 \times (1 - 0) \times 1221}{4 \times (1221 + 1704)} = -2528.87(\text{N})$$

$$Q_H = W \cdot g \cdot C_H = 6110 \times 9.80665 \times 0.36 = 21570.8(\text{N})$$

引張荷重 Q_v はマイナスとなるため作用しない。

せん断荷重 Q_H は 21570.8(N) となり、ボルト 10 本で取り付けられていることから、ボルト 1 本当たり荷重は 2158(N) となる。

<許容荷重>

許容荷重（せん断：3900(N)，引張：4900(N)）は設計値

表 17 フィルタユニットの基礎ボルトの強度評価

評価対象機器	部位※	材料	評価項目	算出荷重(N)/本		許容荷重(N)/本※	
				せん断	引張	せん断	引張
排気フィルタユニット	基礎ボルト	SS400	荷重	2158	作用しない	3900	4900

※基礎ボルトの評価部位及び許容荷重は、ケミカルアンカー部を示す。

②フィルタユニットの取付ボルトの耐震計算

表 18 フィルタユニットの取付ボルト緒言

W(kg)	g(m/s ²)	h(mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)
1150	9.80665	1100	329	329
n _f	n	A _b (mm ²)	C _H	C _V
4	8	113.1	0.36	0
Sy(MPa)※	Su(MPa)※	F(MPa)※		
231	394	276		

※発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) の Sy, Su を 50℃換算による。

以下に計算過程を示す。

<計算応力>

$$Q_v = \frac{W \cdot g \cdot C_H \cdot h - W \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot l_1}{n_f \cdot (l_1 + l_2)}$$

$$= \frac{1150 \times 9.80665 \times 0.36 \times 1100 - 1150 \times 9.80665 \times (1 - 0) \times 329}{4 \times (329 + 329)} = 287.083(\text{N})$$

$$\tau_v = \frac{Q_v}{A_b} = \frac{287.083}{113.1} = 2.53832(\text{MPa}) \rightarrow 3(\text{MPa})$$

$$Q_H = W \cdot g \cdot C_H = 1150 \times 9.80665 \times 0.36 = 4059.96(\text{N})$$

$$\tau_H = \frac{Q_H}{n \cdot A_b} = \frac{4059.96}{8 \times 113.1} = 4.48714(\text{MPa}) \rightarrow 5(\text{MPa})$$

引張応力 τ_v は、3 (MPa) となる。

せん断応力 τ_H は、5 (MPa) となる。

<許容応力>

許容応力については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005) による。

F は、1.2Sy と 0.7Su の小さい値。

$$\text{許容引張応力} = \frac{F}{2} \times 1.5 = \frac{276}{2} \times 1.5 = 207(\text{MPa}) \rightarrow 207(\text{MPa})$$

$$\text{許容せん断応力} = \frac{F}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = \frac{276}{1.5 \times \sqrt{3}} \times 1.5 = 159.348(\text{MPa}) \rightarrow 159(\text{MPa})$$

表 19 フィルタユニットの取付ボルトの強度評価

評価対象機器	部位	材料	評価項目	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	
				せん断	引張	せん断	引張
排気フィルタユニット	取付ボルト	SS400	応力	5	3	159	207

2.4.3 ダクトの耐震性

ダクトの耐震性評価として、許容座屈曲げモーメント以下となる基準支持間隔の評価を行った。なお、震度については、耐震設計審査指針上の耐震Cクラス設備に適用される静的地震力に余裕を持たせた 0.36G を採用した。ダクトは基準支持間隔（表 21, 23 参照）よりも小さい間隔で支持することで耐震性を確保する計画である。

なお、燃料取り出し用カバー内のダクトは、使用済燃料プール上に配置しないことから、使用済燃料プールへ波及的影響は与えない。

①角ダクトの耐震計算

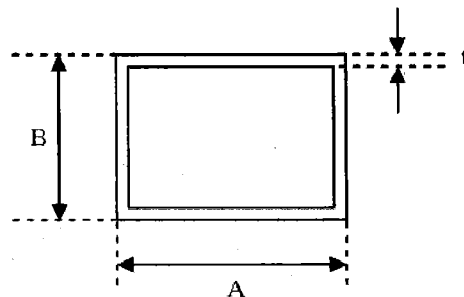


図7 角ダクトの評価モデル

- ・評価部位：角ダクト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

自重による許容座屈曲げモーメント以下とする基準支持間隔

$$L = \sqrt{\frac{8 \cdot M_x \cdot 1000}{W \cdot g}}$$

地震による許容座屈曲げモーメント以下とする基準支持間隔

$$L = \sqrt{\frac{8 \cdot M_y \cdot 1000}{W \cdot g} \cdot \frac{1}{C_H}}$$

許容曲げモーメントとの関係は次式となる

$$\frac{M_x}{M_{x_a}} = \frac{M_y}{M_{y_a}} = 1$$

上記式を解くと

$$\text{基準支持間隔 } L = \frac{1}{\sqrt{\frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{x_a}} + C_H \frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{y_a}}}}$$

- L : 基準支持間隔
- M_x : 水平方向座屈曲げモーメント
- M_{x_a} : 水平方向許容座屈曲げモーメント
- M_y : 鉛直方向座屈曲げモーメント

M_{Y_a} : 鉛直方向許容座屈曲げモーメント
 W : ダクト単位長さ当たり質量
 g : 重力加速度 (=9.80665)
 C_H : 水平方向設計震度

表 20 角ダクトの基準支持間隔

A (mm)	B (mm)	t (mm)	W (kg/m)	M_{X_a} (N・mm)	M_{Y_a} (N・mm)	C_H	L (mm)
1100	1100	3.2	161.0	380135185	380135185	0.36	37633
900	900	3.2	132.0	364014675	364014675	0.36	40671
650	500	3.2	85.4	262049779	300286615	0.36	43643
1100	1100	2.3	127.7	144288561	144288561	0.36	26033
1300	1300	1.2	148.5	23486326	23486326	0.36	9740
1300	1000	1.2	126.7	22241400	23486326	0.36	10334
1100	1100	1.2	101.2	22662712	22662712	0.36	11589
900	900	1.2	67.9	21816667	21816667	0.36	13882
700	700	1.2	53.3	20975522	20975522	0.36	15364

以下に計算過程の 1 例を示す。

<計算基準支持間隔>

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{1}{\sqrt{\frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{X_a}} + C_H \frac{W \cdot g}{1000 \cdot 8 \cdot M_{Y_a}}}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{161.0 \times 9.80665}{1000 \times 8 \times 380135185} + 0.36 \frac{161.0 \times 9.80665}{1000 \times 8 \times 380135185}}} = 37633.2(\text{mm}) \rightarrow 37633(\text{mm})
 \end{aligned}$$

表 21 角ダクトの評価

評価対象ダクト	材料	基準支持間隔 (mm)
1100×1100×3.2t	ガルバニウム鋼板	37633
900×900×3.2t	ガルバニウム鋼板	40671
650×500×3.2t	ガルバニウム鋼板	43643
1100×1100×2.3t	ガルバニウム鋼板	26033
1300×1300×1.2t	ガルバニウム鋼板	9740
1300×1000×1.2t	ガルバニウム鋼板	10334
1100×1100×1.2t	ガルバニウム鋼板	11589
900×900×1.2t	ガルバニウム鋼板	13882
700×700×1.2t	ガルバニウム鋼板	15364

①丸ダクトの耐震計算

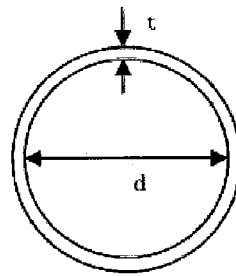


図 8 丸ダクトの評価モデル

- ・評価部位：丸ダクト
- ・考慮する荷重：地震荷重
- ・計算に用いる数式

自重と地震を合成した座屈曲げモーメント

$$M = \sqrt{1^2 + C_H^2} \cdot \frac{W \cdot g}{1000} \cdot \frac{L^2}{8}$$

$$\frac{M}{M_a} = 1$$

上記式を解くと

$$\text{基準支持間隔} \quad L = \sqrt{\frac{8 \cdot M_a}{\frac{W \cdot g}{1000} \sqrt{(1 + C_H^2)}}}$$

L : 基準支持間隔

M : 座屈曲げモーメント

M_a : 許容座屈曲げモーメント
 W : ダクト単位長さ当たり質量
 g : 重力加速度 (=9.80665)
 C_H : 水平方向設計震度

表 22 丸ダクトの基準支持間隔

d (mm)	t (mm)	W (kg/m)	M_a (N・mm)	C_H	L (mm)
1200	3.2	132.2	313826615	0.36	42685
700	3.2	77.6	184113325	0.36	42674

以下に計算過程の 1 例を示す。

<計算基準支持間隔>

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{\frac{8 \cdot M_a}{\frac{W \cdot g}{1000} \sqrt{(1 + C_H^2)}}} \\
 &= \sqrt{\frac{8 \times 313826615}{\frac{132.2 \times 9.80665}{1000} \times \sqrt{(1 + 0.36^2)}}} = 42685.7(\text{mm}) \rightarrow 42685(\text{mm})
 \end{aligned}$$

表 23 丸ダクトの評価

評価対象ダクト	材料	基準支持間隔 (mm)
1200 ϕ $\times$ 3.2t	鋼板	42685
700 ϕ $\times$ 3.2t	鋼板	42674

別冊 8

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に係る補足説明

I 乾式キャスク仮保管設備の構造強度及び耐震性について

乾式キャスク仮保管を構成する設備の耐震性の評価結果のうち、応力評価式を用いた評価の妥当性を示す。

構造強度評価と耐震性評価は評価手法が酷似することから、評価範囲の広い耐震性評価について、各設備について評価手順を示す。

1. 輸送貯蔵兼用キャスク A

輸送貯蔵兼用キャスク A については今後評価結果を記載する。

2. 輸送貯蔵兼用キャスク B

2.1. 設計荷重

設計加速度を以下のように定める。

$$\left. \begin{array}{l} G_1 = C_H \cdot G \\ G_2 = (1 + C_V) \cdot G \end{array} \right\} \text{(軸方向水平地震力+鉛直方向地震力+自重の場合)}$$

ここで、 C_H ：水平方向設計震度 (=0.79)

C_V ：鉛直方向設計震度 (=0.49)

$$\left. \begin{array}{l} G_3 = C_H \cdot G \\ G_2 = (1 + C_V) \cdot G \end{array} \right\} \text{(軸直角方向水平地震力+鉛直方向地震力+自重の場合)}$$

ここで、 C_H ：水平方向設計震度 (=0.79)

C_V ：鉛直方向設計震度 (=0.49)

2.2. 応力評価

2.2.1. キャスク容器及び二次蓋

胴とバスケット側面との接触部に発生する平均支圧応力 (σ_p) は次式で計算する。

$$\sigma_p = \frac{m_G \cdot G_2}{A}$$

ここで、 G_2 ：2.1. と同じ

m_G ：バスケットプレート及び燃料の質量 (kg)

A ：胴の接触面積 (mm²)

2.2.2. バスケット

2.2.2.1. 地震力が鉛直方向と軸直角方向に作用する場合

2.2.2.1.1. 一次一般膜応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート端部（図 2 ①部）である。
鉛直方向加速度により発生する一次一般膜応力（ σ_x ）は次式で計算する。

$$\sigma_x = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 2.1. 同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

2.2.2.1.2. 一次一般膜＋一次曲げ応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート格子端部（図 2 ②部）である。
水平方向加速度により発生する一次一般膜応力（ σ_y ）は次式で計算する。

$$\sigma_y = \frac{m_A \cdot G_3}{A_1}$$

ここで G_3 : 2.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

鉛直方向加速度により発生する一次曲げ応力（ σ_y ）は次式で計算する。

$$\sigma_y = \frac{M}{Z}$$

$$M = \frac{m_B \cdot G_2 \cdot l_p}{12 \cdot \frac{l_w}{2}}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

M : バスケットプレート格子端部の単位幅当たりの曲げモーメント (N・mm/mm)

Z : バスケットプレートの単位幅当たりの断面係数 (■■■■ mm³/mm)

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

l_p : バスケットプレートの内り (■■■■ mm)

l_w : バスケットプレートのキャスク容器軸方向長さ (■■■■ mm)

ただし, バスケットプレート同士の嵌合のため切欠きがあり, 実際の荷重負荷面の長さを $l_w/2$ とする。

鉛直方向加速度によりバスケットプレート格子端部（図 2 ②部）に発生する平均せん断応力（ τ_{xy} ）は, 次式で計算する。

$$\tau_{xy} = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

2.2.2.1.3. 平均せん断応力

バスケットプレート格子端部（図 2 ②部）に発生する平均せん断応力（ σ_s ）は次式で計算する。

$$\sigma_s = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

2.2.2.1.4. 平均支圧応力

バスケットプレート端部 (図 2 ①部) に発生する平均支圧応力 (σ_p) は次式で計算する。

$$\sigma_p = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

2.2.2.1.5. 圧縮応力

バスケットプレート端部 (図 2 ①部) に発生する圧縮応力 (σ_c) は次式で計算する。

$$\sigma_c = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

2.2.2.2. 地震力が鉛直方向と軸水平方向に作用する場合

2.2.2.2.1. 一次一般膜応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート端部 (図 2 ①部) である。

鉛直方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_x) は次式で計算する。

$$\sigma_x = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで, G_2 : 2.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (■■■■ kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (■■■■ mm²)

水平方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_z) は次式で計算する。

$$\sigma_z = \rho \cdot l_w \cdot G_1$$

ここで, G_1 : 2.1. と同じ

ρ : バスケットプレートの密度 (■■■■ kg/mm³)

l_w : バスケットプレートの全長 (■■■■ mm)

2.2.2.2.2. 一次一般膜＋一次曲げ応力

最大応力が発生するのはバスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) である。

鉛直方向加速度により発生する一次曲げ応力 (σ_y) は次式で計算する。

$$\sigma_y = \frac{M}{Z}$$

$$M = \frac{m_B \cdot G_2 \cdot l_p}{12 \cdot \frac{l_w}{2}}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

M : バスケットプレート格子端部の単位幅当たりの曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}/\text{mm}$)

Z : バスケットプレートの単位幅当たりの断面係数 (mm^3/mm)

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (kg)

l_p : バスケットプレートの内り (mm)

l_w : バスケットプレートのキャスク容器軸方向長さ (mm)

ただし, バスケットプレート同士の嵌合のため切欠きがあり, 実際の荷重負荷面の長さを $l_w/2$ とする。

水平方向加速度により発生する一次一般膜応力 (σ_z) は次式で計算する。

$$\sigma_z = \rho \cdot l_w \cdot G_1$$

ここで, G_1 : 2.1. と同じ

ρ : バスケットプレートの密度 (kg/mm^3)

l_w : バスケットプレートの全長 (mm)

鉛直方向加速度により発生するバスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) に発生する平均せん断応力 (τ_{xy}) は次式で計算する。

$$\tau_{xy} = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

2.2.2.2.3. 平均せん断応力

バスケットプレート格子端部 (図 2 ②部) に発生する平均せん断応力 (σ_s) は次式で計算する。

$$\sigma_s = \frac{m_B \cdot G_2}{2 \cdot \frac{A_1}{2}}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_B : 使用済燃料, 伝熱プレート及びバスケットプレートの合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm^2)

2.2.2.2.4. 平均支圧応力

バスケットプレート端部 (図 2 ①部) に発生する平均支圧応力 (σ_p) は次式で計算する。

$$\sigma_p = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm²)

2.2.2.2.5. 圧縮応力

バスケットプレート端部 (図 2 ①部) に発生する圧縮応力 (σ_c) は次式で計算する。

$$\sigma_c = \frac{m_A \cdot G_2}{A_1}$$

ここで G_2 : 2.1. と同じ

m_A : 使用済燃料とバスケットプレート等の合計質量 (kg)

A_1 : バスケットプレートの断面積 (mm²)

2.2.3 トラニオン

2.2.3.1. 地震力が鉛直方向と軸直角方向に作用する場合

2.2.3.1.1. 一次応力

2.2.3.1.1.1. せん断応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点①である。

鉛直方向加速度により発生するせん断応力 (τ) は、次式で計算する。

$$\tau = \frac{F_m}{A}$$

$$F_m = \frac{m_2 \cdot G_2}{4}$$

ここで、 G_2 : 2.1. と同じ

F_m : 地震力によりトラニオンに作用する荷重 (N)

m_2 : 保管時における金属キャスクの質量 (kg)

A : 評価点①の断面積 (mm²)

2.2.3.1.1.2. 曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点②である。

鉛直方向加速度により発生する曲げ応力 (σ_b) は次式で計算する。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

$$M = F_m \cdot L$$

ここで、 F_m : 2.2.3.1.1.1. と同じ

Z : 評価点②の断面係数 (mm³)

L : 評価点②と荷重作用位置との距離 (mm)

2.2.3.1.1.3. 圧縮応力

最大応力が発生する箇所は図 1 に示す下部トラニオンの評価点②である。

水平方向加速度により発生する圧縮応力 (σ_c) は、次式で計算する。

$$\sigma_c = \frac{F_m}{A}$$

$$F_m = \frac{m_2 \cdot G_3}{2}$$

ここで、 G_3 : 2.1. と同じ

F_m : 地震力によりトラニオンに作用する荷重(N)

m_2 : 保管時における金属キャスクの質量([] kg)

A : 評価点②の断面積([] mm²)

2.2.3.1.1.4. 組合せ応力

2.2.3.1.1.4.1. せん断応力と曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図1に示す下部トラニオンの評価点①である。

せん断応力(τ)と曲げ応力(σ_b)との組合せ応力(σ_T)は、次式で計算する。

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、 τ : 2.2.3.1.1.1. と同じ

σ_b : 2.2.3.1.1.2. と同じ

ただし、 Z : 評価点①の断面係数([] mm³)

L : 評価点①と荷重作用位置との距離([] mm)

2.2.3.1.2. 一次+二次応力

2.2.3.1.2.1. せん断応力

地震力によるせん断応力(τ)の全振幅は、2.2.3.1.1.1. で求めたせん断応力(τ)の2倍とする。

2.2.3.1.2.2. 曲げ応力

地震力による曲げ応力(σ_b)の全振幅は、2.2.3.1.1.2. で求めた曲げ応力(σ_b)の2倍とする。

2.2.3.1.2.3. 圧縮応力

地震力による圧縮応力(σ_c)は左右方向荷重により作用し、左右方向が反転した場合、対向する別のトラニオンで荷重を受ける。地震力による圧縮応力(σ_c)の最大値は、2.2.3.1.1.3. で求めた圧縮応力(σ_c)と同様である。

2.2.3.2. 地震力が鉛直方向と軸水平方向に作用する場合

2.2.3.2.1. 一次応力

2.2.3.2.1.1. せん断応力

最大応力が発生する箇所は図1に示す下部トラニオンの評価点①である。

水平方向加速度及び鉛直方向加速度により発生するせん断応力(τ)は、次式で計算する。

$$\tau = \frac{F_m}{A}$$

$$F_m = \frac{m_2 \sqrt{4G_1^2 + G_2^2}}{4}$$

ここで、 F_m :地震力によりトラニオンに作用する荷重(N)

m_2 :保管時における金属キャスクの質量([] kg)

A :評価点①の断面積([] mm²)

2.2.3.2.1.2. 曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図1に示す下部トラニオンの評価点②である。

水平方向加速度及び鉛直方向加速度により発生する曲げ応力(σ_b)は次式で計算する。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

$$M = F_m \cdot L$$

ここで、 F_m : 2.2.3.2.1.1. と同じ

Z : 評価点②の断面係数([] mm³)

L : 評価点②と荷重作用位置との距離([] mm)

2.2.3.2.1.3. 組合せ応力

2.2.3.2.1.3.1. せん断応力と曲げ応力

最大応力が発生する箇所は図1に示す下部トラニオンの評価点①である。

せん断応力(τ)と曲げ応力(σ_b)との組合せ応力(σ_T)は次式で計算する。

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、 τ : 2.2.3.2.1.1. と同じ

σ_b : 2.2.3.2.1.2. と同じ

ただし、 Z : 評価点①の断面係数([] mm³)

L : 評価点①と荷重作用位置との距離([] mm)

2.2.3.2.2. 一次+二次応力

2.2.3.2.2.1. せん断応力

地震力によるせん断応力(τ)の全振幅は、2.2.3.2.1.1. で求めたせん断力(τ)の2倍と

する。

2.2.3.2.2.2. 曲げ応力

地震力による曲げ応力(σ_b)の全振幅は、2.2.3.2.1.2. で求めた曲げ応力(σ_b)の2倍とする。

2.3. 評価結果

計算結果 (キャスク容器)

(単位：MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	平均支圧応力	
			計算値	許容応力
胴	炭素鋼	供用状態 D (IVAS)	2	377

計算結果 (バスケット)

(単位：MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	一次一般膜応力強さ		一次一般膜＋一次曲げ応力強さ	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力
バスケット プレート	ボロン添加 ステンレス鋼板	供用状態 D (IVAS)	2	291	7	437

計算結果 (バスケット)

(単位：MPa)

部 位	材 料	許容応力 区分	平均せん断応力		平均支圧応力		圧縮応力	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力
バスケット プレート	ボロン添加 ステンレス鋼板	供用状態 D (IVAS)	1	175	2	404	2	176

計算結果（トラニオン）

(単位：MPa)

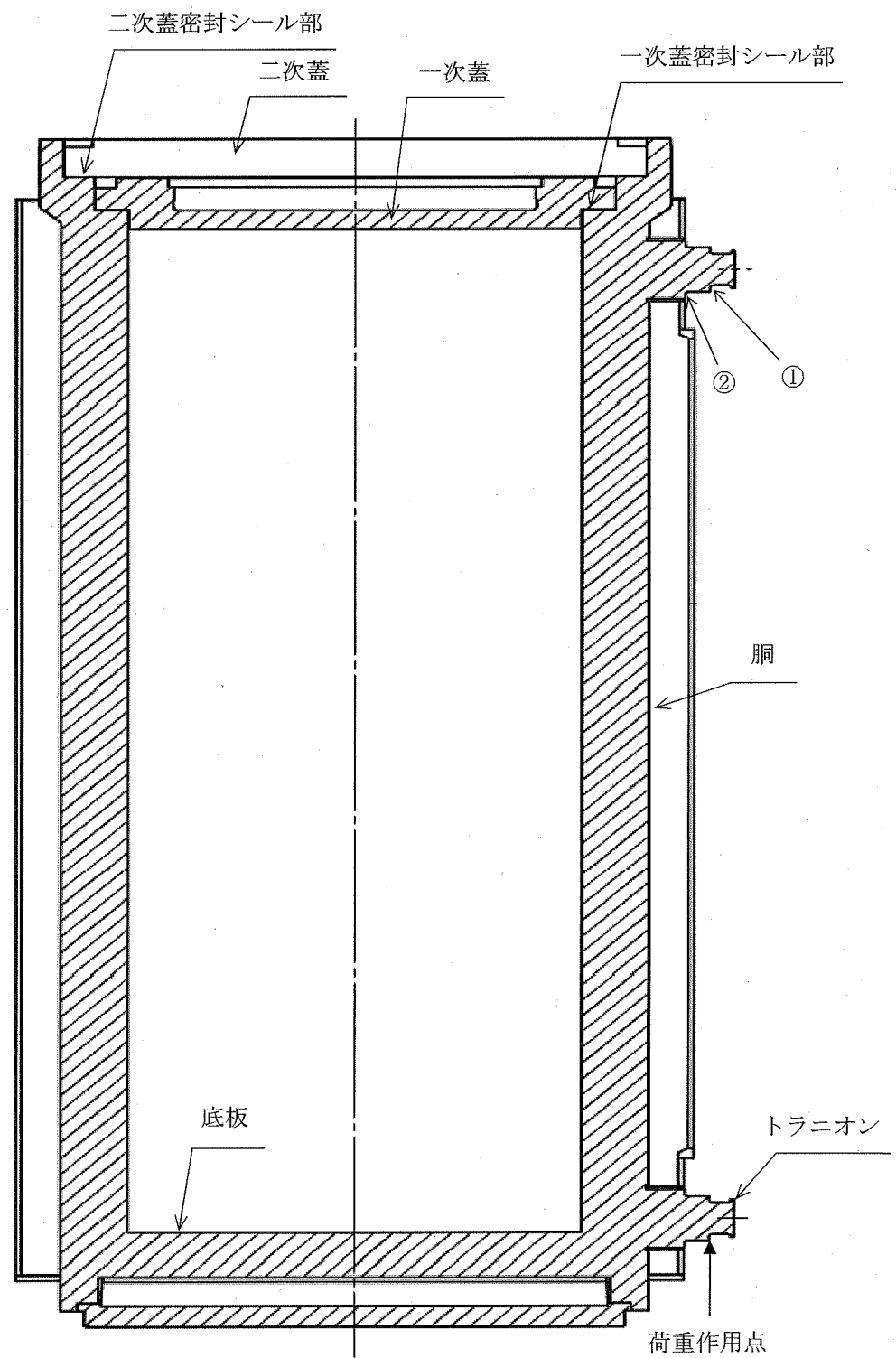
部 位	材 料	許容応力 区分	一次応力					
			圧縮応力		せん断応力		曲げ応力	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力
トラニオン	ステンレス鋼	供用状態 D (IVAS)	13	590	42	341	81	591
							96	591

垂直応力とせん断
応力の組合せ

計算結果（トラニオン）

(単位：MPa)

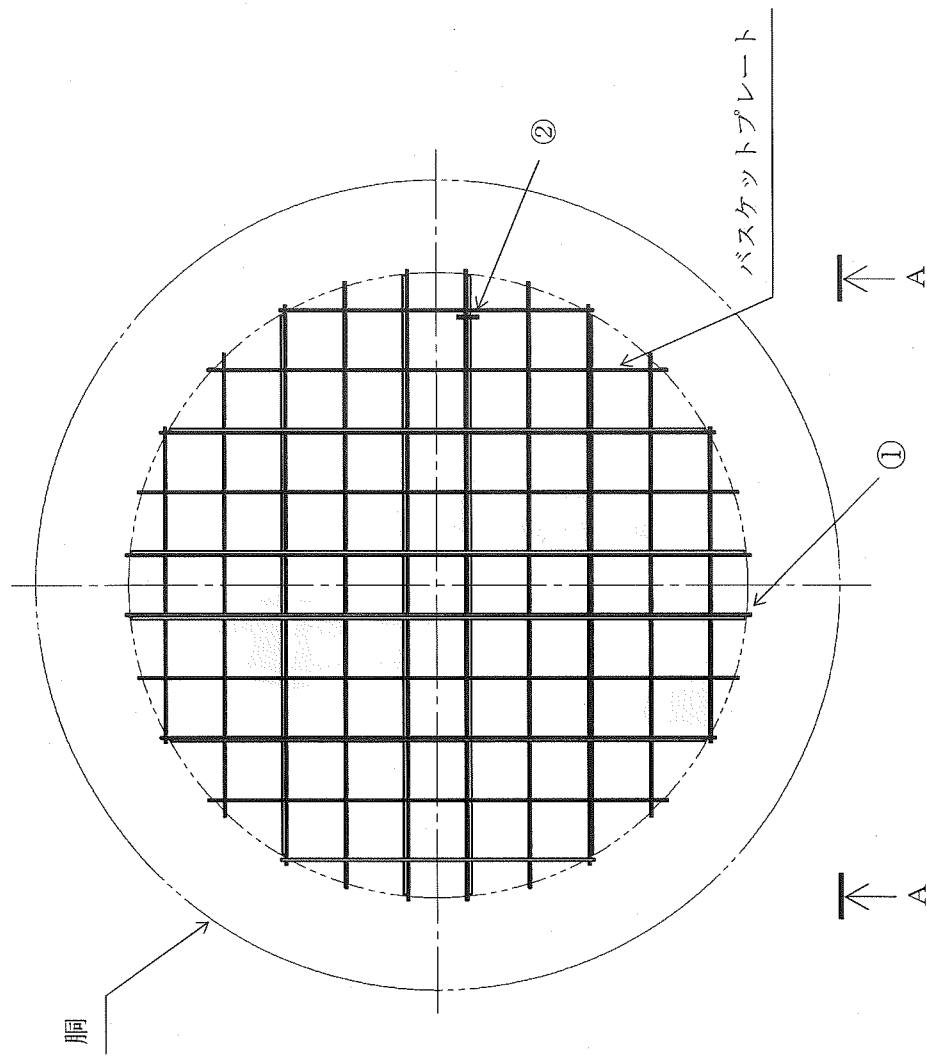
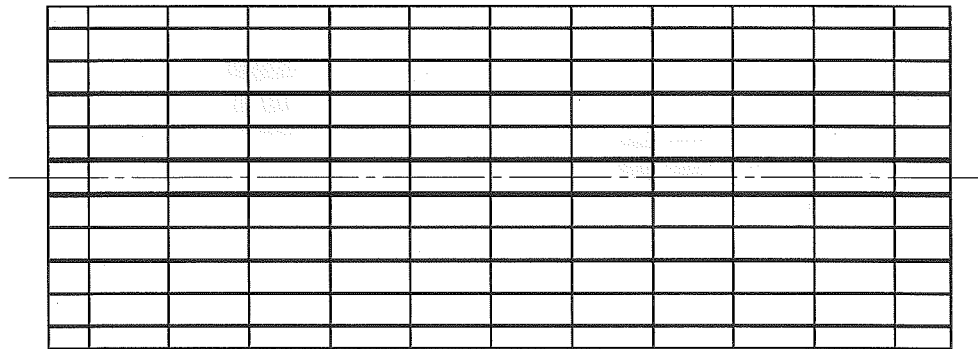
部 位	材 料	許容応力 区分	一次＋二次応力					
			圧縮応力		せん断応力		曲げ応力	
			計算値	許容応力	計算値	許容応力	計算値	許容応力
トラニオン	ステンレス鋼	供用状態 D (IVAS)	13	590	84	682	163	1182



①、②はトラニオンの評価点を示す

図1 キャスク容器等の応力解析箇所

A～A矢视图



①,②：応力評価点（面）

図2 バスケットの応力解析箇所

3. 輸送貯蔵兼用キャスク用支持架台

3.1. 設計荷重

図3に示す鋼製支持架台1脚に作用するキャスクの自重(F_{WU} , F_{WL})は次式で表される。

$$F_{WU} = \frac{P_W}{2} \cdot \frac{b}{(a+b)}$$

$$F_{WL} = \frac{P_W}{2} \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

$$P_W = W \cdot g$$

ここで,

F_{WU} : 鋼製支持架台1脚(上部側)に作用するキャスクの自重(N)

F_{WL} : 鋼製支持架台1脚(下部側)に作用するキャスクの自重(N)

P_W : キャスク自重(N)

a : キャスク重心から上部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

b : キャスク重心から下部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

W : キャスク設計質量([kg])

g : 重力加速度(=9.80665m/s²)

図3に示す鋼製支持架台1脚に作用する鉛直方向地震力(F_{VU} , F_{VL})は次式で表される。

$$F_{VU} = \frac{P_V}{2} \cdot \frac{b}{(a+b)}$$

$$F_{VL} = \frac{P_V}{2} \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

$$P_V = W \cdot C_V \cdot g$$

ここで,

F_{VU} : 鋼製支持架台1脚(上部側)に作用する鉛直方向地震力(N)

F_{VL} : 鋼製支持架台1脚(下部側)に作用する鉛直方向地震力(N)

P_V : キャスクに作用する鉛直方向地震力(N)

a : キャスク重心から上部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

b : キャスク重心から下部トラニオン軸心までの距離(HDP [mm])

W : キャスク設計質量([kg])

C_V : 鉛直方向震度(=0.49)

g : 重力加速度(=9.80665m/s²)

図 3 に示す鋼製支持架台 1 脚に作用する軸方向水平地震力(F_{HXU} , F_{HXL})は次式で表される。
 なお、上部側のトラニオン受けには、キャスク軸方向にスライドする機構を備えており、
 軸方向水平地震力は作用しない。

$$F_{HXU} = 0$$

$$F_{HXL} = \frac{P_{HX}}{2}$$

$$P_{HX} = W \cdot C_H \cdot g$$

ここで、

F_{HXU} : 鋼製支持架台 1 脚 (上部側) に作用する軸方向水平地震力 (N)

F_{HXL} : 鋼製支持架台 1 脚 (下部側) に作用する軸方向水平地震力 (N)

P_{HX} : キャスクに作用する軸方向水平地震力 (N)

W : キャスク設計質量 (■■■■ kg)

C_H : 水平方向震度 (=0.79)

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

図 3 に示す鋼製支持架台 1 脚に作用する軸直角方向水平地震力(F_{HYU} , F_{HYL})は次式で表される。
 なお、トラニオン受けには、鋼製支持架台に作用する軸直角方向荷重が、キャスクから支持架台の方向のみ作用する機構を備えている。

$$F_{HYU} = P_{HY} \cdot \frac{b}{(a+b)}$$

$$F_{HYL} = P_{HY} \cdot \frac{a}{(a+b)}$$

$$P_{HY} = W \cdot C_H \cdot g$$

ここで、

F_{HYU} : 鋼製支持架台 1 脚 (上部側) に作用する軸直角方向水平地震力 (N)

F_{HYL} : 鋼製支持架台 1 脚 (下部側) に作用する軸直角方向水平地震力 (N)

P_{HY} : キャスクに作用する軸直角方向水平地震力 (N)

a : キャスク重心から上部トラニオン軸心までの距離 (HDP ■■■■ mm)

b : キャスク重心から下部トラニオン軸心までの距離 (HDP ■■■■ mm)

W : キャスク設計質量 (■■■■ kg)

C_H : 水平方向震度 (=0.79)

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

3.2. 応力評価

3.2.1. 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力

3.2.1.1. 鋼製支持架台 (評価断面①)

3.2.1.1.1. 一次応力

図4において自重のみによる圧縮応力(σ_{cW})と鉛直方向地震力による圧縮応力(σ_{cV})の合成圧縮応力(σ_{cT})は次式で表される。

$$\sigma_{cW} = \frac{F_W}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図4において軸方向水平地震力による曲げ応力(σ_{bHX})は次式で表される。

$$\sigma_{bHX} = \frac{F_{HX} \cdot l}{t \cdot B^2 / 6}$$

図4において軸方向水平地震力による平均せん断応力(τ_{HX})は次式で表される。

$$\tau_{HX} = \frac{F_{HX}}{B \cdot t}$$

以上の合成圧縮応力(σ_{cT})、曲げ応力(σ_{bHX})、平均せん断応力(τ_{HX})による組合せ応力(σ_{THX})は次式で表される。

$$\sigma_{THX} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bHX})^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2}$$

ここで、

F_W : 図3に示す自重の設計用値(N)

F_V : 図3に示す鉛直方向地震力の設計用値(N)

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値(N)

B : 図4に示す評価断面の幅(mm)

t : 図4に示すトラニオン受部の板厚(mm)

l : 図4に示す軸方向水平地震力に対するモーメントアーム(mm)

3.2.1.1.2. 一次+二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲($\Delta \sigma_c$)、曲げの応力範囲($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲($\Delta \tau$)、及び座屈応力(σ_{bc})は次式により表される。

なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\Delta \sigma_c = 2 \cdot \sigma_{cV}$$

$$\Delta \sigma_b = 2 \cdot \sigma_{bHX}$$

$$\Delta \tau = 2 \cdot \tau_{HX}$$

$$\sigma_{bc} = \sigma_{cT}$$

3.2.1.2. 鋼製支持架台(評価断面②)

3.2.1.2.1. 一次応力

図5において自重のみによる圧縮応力 (σ_{cW}) と鉛直方向地震力による圧縮応力 (σ_{cV}) の合成圧縮応力 (σ_{cT}) は次式で表される。

$$\sigma_{cW} = \frac{F_W}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図5において自重による曲げ応力 (σ_{bW1} , σ_{bW2}) , 鉛直方向地震力による曲げ応力 (σ_{bV1} , σ_{bV2}) , 及び軸方向水平地震力による曲げ応力 (σ_{bHX1} , σ_{bHX2}) の合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) は次式で表される。

$$\sigma_{bW1} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bW2} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bV1} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bV2} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bHX1} = \frac{F_{HX} \cdot l}{I_Y} \cdot L_3 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bHX2} = \frac{F_{HX} \cdot l}{I_Y} \cdot L_4 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bT1} = \sigma_{bW1} + \sigma_{bV1} + \sigma_{bHX1} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bT2} = \sigma_{bW2} + \sigma_{bV2} + \sigma_{bHX2} \quad (\text{リブ側})$$

図5において軸方向水平地震力による平均せん断応力 (τ_{HX}) は次式で表される。

$$\tau_{HX} = \frac{F_{HX}}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

以上の合成圧縮応力 (σ_{cT}) , 合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) , 平均せん断応力 (τ_{HX}) による組合せ応力 (σ_{THX1} , σ_{THX2}) は次式で表される。

$$\sigma_{THX1} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT1})^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{THX2} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT2})^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2} \quad (\text{リブ側})$$

ここで,

F_w : 図3 に示す自重の設計用値 (N)

F_v : 図3 に示す鉛直方向地震力の設計用値 (N)

F_{HX} : 図3 に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

B_1 : 図5に示すトラニオン受部の幅 (mm)

B_2 : 図5に示すリブの幅 (HDP mm)

t_1 : 図5に示すトラニオン受部の板厚 (mm)

t_2 : 図5に示すリブの板厚 (mm)

L_1 : 図5に示す中立軸(X 軸)からトラニオン受け端部までのY方向距離
(HDP mm)

L_2 : 図5に示す中立軸(X 軸)からリブ端部までのY方向距離 (HDP mm)

L_3 : 図5に示す中立軸(Y 軸)からトラニオン受け端部までのX方向距離, L_3' 及び L_3'' の大きい方の値 (HDP mm)

L_4 : 図5に示す中立軸(Y軸)からリブ端部までのX 方向距離, L_4' 及び L_4'' の大きい方の値 (HDP mm)

l : 図5に示す軸方向水平地震力に対するモーメントアーム (HDP mm)

I_x : 図5に示す断面の中立軸(X 軸)に関する断面二次モーメント
(HDP mm⁴)

I_y : 図5に示す断面の中立軸(Y 軸)に関する断面二次モーメント
(HDP mm⁴)

3. 2. 1. 2. 2. 一次+二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲 ($\Delta \sigma_c$), 曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_{b1}, \Delta \sigma_{b2}$), せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$), 及び座屈応力 (σ_{bc}) は次式により表される。なお, この部位では支圧応力, せん断座屈, 曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\Delta \sigma_c = 2 \cdot \sigma_{cV}$$

$$\Delta \sigma_{b1} = 2 \cdot (\sigma_{bV1} + \sigma_{bHX1}) \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\Delta \sigma_{b2} = 2 \cdot (\sigma_{bV2} + \sigma_{bHX2}) \quad (\text{リブ側})$$

$$\Delta \tau = 2 \cdot \tau_{HX}$$

$$\sigma_{bc} = \sigma_{cT}$$

3. 2. 1. 3. 鋼製支持架台(評価断面③)

3. 2. 1. 3. 1. 一次応力

図6において自重，鉛直方向地震力及び軸方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力（ σ_{bHXb} ），コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する曲げ応力（ σ_{bHXc} ）は次式で表される。

$$\sigma_{bHXb} = \frac{T_{HX} \cdot L_1}{B \cdot t^2 / 6}$$

$$\sigma_{bHXc} = \frac{\sigma_{ccHX} \cdot L_2^2 / 2}{t^2 / 6}$$

$$T_{HX} = \sigma_{tbHX} \cdot A_m$$

ここで，

σ_{tbHX} ：図6に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張応力（N/mm²）

σ_{ccHX} ：図6に示すコンクリートに発生する本荷重条件下における圧縮応力（N/mm²）

T_{HX} ：図6に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張力（N）

t ：図6に示す鋼製支持架台底板の板厚（mm）

B ：図6に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力の評価断面幅（HDP mm）

L_1 ：図6に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げモーメントのモーメントアーム長さ（HDP mm）

L_2 ：図6に示すコンクリートから圧縮力を受ける長さ（HDP mm）

A_m ：基礎ボルト呼び径断面積（mm²）

図6において自重，鉛直方向地震力及び軸方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する平均せん断応力（ τ_{HXb} ），コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する平均せん断応力（ τ_{HXc} ）は次式で表される。

$$\tau_{HXb} = \frac{T_{HX}}{B \cdot t}$$

$$\tau_{HXc} = \frac{\sigma_{ccHX} \cdot L_2}{t}$$

ここで，各記号は上記と同様である。

以上の曲げ応力（ σ_{bHXb} ， σ_{bHXc} ），平均せん断応力（ τ_{HXb} ， τ_{HXc} ）による組合せ応力（ σ_{THXb} ， σ_{THXc} ）は次式で表される。

$$\sigma_{THXb} = \sqrt{\sigma_{bHXb}^2 + 3 \cdot \tau_{HXb}^2}$$

$$\sigma_{THXc} = \sqrt{\sigma_{bHXc}^2 + 3 \cdot \tau_{HXc}^2}$$

3.2.1.3.2. 一次＋二次応力

地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$) , せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHXb} + \sigma_{bHXc}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HXb} + \tau_{HXc}$$

3.2.1.4. 埋め込み金物

自重及び鉛直方向地震力により埋め込み金物に発生する応力は微小であるためこれらの荷重は無視する。

3.2.1.4.1. 一次応力

自重及び鉛直方向地震力は無視する。

図7において軸方向水平地震力により発生する曲げ応力 (σ_{bHX1}) , 軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大曲げ応力 (σ_{bHX2}) とその合成曲げ応力 (σ_{bHX}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHX1} = \frac{F_{HX} \cdot H/2}{4 \cdot B \cdot t^2 / 6}$$

$$\sigma_{bHX2} = \sigma_{bHX1} \cdot \frac{\tau_{HX2}}{\tau_{HX1}}$$

$$\sigma_{bHX} = \sigma_{bHX1} + \sigma_{bHX2}$$

ここで,

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

H : 図7に示すシアプレート部の高さ (mm)

B : 図7に示すシアプレート部の幅 (mm)

t : 図7に示すシアプレート部の板厚 (mm)

τ_{HX1} : 図7において軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (N/mm²)

τ_{HX2} : 図7において軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (N/mm²)

図7において軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (τ_{HX1}) , 軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (τ_{HX2}) とその合成せん断応力 (τ_{HX}) は次式で表される。

$$\tau_{HX1} = \frac{F_{HX}}{4 \cdot B \cdot t}$$

$$\tau_{HX2} = \frac{F_{HX} \cdot l}{I_p} \cdot r_{\max}$$

$$\tau_{HX} = \tau_{HX1} + \tau_{HX2}$$

ここで、

F_{HX} : 図7に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

B : 図7に示すシアプレート幅 (mm)

t : 図7に示すシアプレート部の板厚 (mm)

l : 図7に示す軸方向水平地震力作用点から振りせん断中心までのY 方向距離 (HDP mm)

I_p : 図7に示すシアプレートの断面二次極モーメント (mm⁴)

r_{max} : 図7に示す振りせん断中心からシアプレートまでの最大距離 (mm)

以上の合成曲げ応力 (σ_{bHX}) , 合成せん断応力 (τ_{HX}) による組合せ応力 (σ_{THX}) は次式で表される。

$$\sigma_{THX} = \sqrt{\sigma_{bHX}^2 + 3 \cdot \tau_{HX}^2}$$

3. 2. 1. 4. 2. 一次+二次応力

地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$) , せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。なお、この部位では圧縮応力、支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じない。

$$\Delta \sigma_b = 2 \cdot \sigma_{bHX}$$

$$\Delta \tau = 2 \cdot \tau_{HX}$$

3. 2. 1. 5. 基礎ボルト

3. 2. 1. 5. 1. 一次応力

3. 2. 1. 5. 1. 1. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(+Z) + 軸方向水平地震力(±X)

基礎ボルトに発生する合成引張応力 (σ_{iT}) 及び合成せん断応力 (τ_T) は次式で表される。

$$\sigma_{iT} = \sigma_{iV} + \sigma_{iHX}$$

$$\tau_T = \tau_{HX1} + \tau_{HX2}$$

ここで、

σ_{iV} : 自重及び鉛直方向地震力により発生する引張応力 (N/mm²)

σ_{iHX} : 軸方向水平地震力により発生する引張応力 (N/mm²)

τ_{HX1} : 軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (N/mm²)

τ_{HX2} : 軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (N/mm²)

3. 2. 1. 5. 1. 1. 1. 自重及び鉛直方向地震力による引張応力

図8において自重及び鉛直方向地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{iV}) は、

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版)より次式で表される。

$$\sigma_{IV} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t - X_n) \cdot A_b}{X_n \cdot A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \{X_{n1}^2 / 2 - n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{n1})\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \{X_{n1}^3 / 3 + n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{n1})^2\} b \cdot D^3$$

$$X_{n1} = X_n / D$$

$$d_{t1} = d_t / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_b$$

ここで,

σ_{cc} : 図8に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 ()

D : 図8に示す断面高さ (HDP mm)

b : 図8に示す断面幅 (mm)

d_t : 図8に示す引張側ボルトに関する距離 (mm)

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図8に示す中立軸距離 (mm)

$$X_n - D/2 + e = I_n / S_n$$

ただし, e : 図8に示す鉛直力偏心距離 (mm) (HDP mm)

X_{n1} : 中立軸比 (-)

N : 図8に示す鉛直力であり, 次式により算出した値 (N)

$$N = [\text{自重の設計用値}] - [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$$

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 (mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

N_b : 有効引張側ボルト本数 (本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

3. 2. 1. 5. 1. 1. 2. 軸方向水平地震力による引張応力

図8において軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{thx}) は, 鉄筋コ

ンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版)より次式で表される。

$$\sigma_{HX} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot n \cdot (d - X_n) \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot X_n$$

$$X_{n1} = -n \cdot P_t + \sqrt{n \cdot P_t \cdot (2 + n \cdot P_t)}$$

$$X_n = d \cdot X_{n1}$$

$$a_t = A_b \cdot N_b$$

$$P_t = a_t / (b \cdot d)$$

ここで,

σ_{cc} : 図8に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

F_{HX} : 図3 に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

I : 断面の断面二次モーメント (HDP mm^4)

n : ヤング係数比 ()

l_1 : 軸方向水平地震力作用点から鋼製支持架台下面までのZ 方向距離
(HDP mm)

b : 図8に示す断面幅 (HDP mm)

d : 図8に示す断面有効高さ (mm)

X_n : 図8に示す中立軸距離 (mm)

X_{n1} : 中立軸比 (-)

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 (mm^2)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm^2)

N_b : 有効引張側ボルト本数 (本)

3. 2. 1. 5. 1. 1. 3. 軸方向水平地震力により発生するせん断応力

軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HX1}) , 及び軸方向水平地震力作用点が図8に示す基礎ボルト重心位置から偏心していることにより発生する最大せん断応力 (τ_{HX2}) は次式で表される。

$$\tau_{HX1} = \frac{F_{HX}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

$$\tau_{HX2} = \frac{F_{HX} \cdot l_2}{I_P} \cdot r_{\max}$$

ここで,

F_{HX} : 図3に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

N_{bs} : 図8に示す基礎ボルト本数 (本)

A_b : 図8に示す基礎ボルト有効断面積 (mm^2)

I_p : 図8に示す基礎ボルトの断面二次極モーメント (mm^4)

l_2 : 図8に示す軸方向水平地震力作用点から基礎ボルト有効断面の図心位置 (振りせん断中心) までのY 方向距離 (HDP mm)

$r_{\max}$: 上記図心位置から基礎ボルトまでの最大距離 (= mm)

3. 2. 1. 5. 1. 2. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(-Z) + 軸方向水平地震力(±X)

基礎ボルトに発生する合成引張応力 (σ_{tT}) 及び合成せん断応力 (τ_T) は次式で表される。

$$\sigma_{tT} = \sigma_{tV} + \sigma_{tHX}$$

$$\tau_T = \tau_{HX1} + \tau_{HX2}$$

ここで,

σ_{tV} : 自重及び鉛直方向地震力により発生する引張応力 (N/mm^2)

σ_{tHX} : 軸方向水平地震力により発生する引張応力 (N/mm^2)

τ_{HX1} : 軸方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (N/mm^2)

τ_{HX2} : 軸方向水平地震力作用点の偏心により発生する最大せん断応力 (N/mm^2)

3. 2. 1. 5. 1. 2. 1. 自重及び鉛直方向地震力による引張応力

図 9 において自重及び鉛直方向地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{tV}) は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版)より次式で表される。

$$\sigma_{tV} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t - X_n) \cdot A_b}{X_n \cdot A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \{X_{n1}^2 / 2 - n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{n1})\} \cdot b \cdot D^2$$

$$I_n = \{X_{n1}^3 / 3 + n \cdot P_t \cdot (1 - d_{t1} - X_{n1})^2\} \cdot b \cdot D^3$$

$$X_{n1} = X_n / D$$

$$d_{t1} = d_t / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_{bt}$$

ここで,

σ_{cc} : 図 9 に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm^2)

n : ヤング係数比 ()

D : 図 9 に示す断面高さ (HDP $\square$ mm)

b : 図 9 に示す断面幅 ($\square$ mm)

d_t : 図 9 に示す引張側ボルトに関する距離 ($\square$ mm)

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図 9 に示す中立軸距離を表し、次式を満足する値 (mm)

$$X_n - D/2 + e = I_n / S_n$$

ただし、e : 図 9 に示す鉛直力偏心距離 (HDP $\square$ mm)

X_{n1} : 中立軸比 (-)

N : 図 9 に示す鉛直力であり、次式により算出した値 (N)

$$N = [\text{自重の設計用値}] + [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$$

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm^2)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 ($\square$ mm^2)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 ($\square$ mm^2)

N_{bt} : 有効引張側ボルト本数 ($\square$ 本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm^3)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm^4)

3. 2. 1. 5. 1. 2. 2. 軸方向水平地震力により発生する引張応力

図 9 において軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{tHX}) は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版)より次式で表される。

$$\sigma_{tHX} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot n \cdot (d - X_n) \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = \frac{F_{HX} \cdot l_1}{I} \cdot X_n$$

$$X_{n1} = -n \cdot P_t + \sqrt{n \cdot P_t \cdot (2 + n \cdot P_t)}$$

$$X_n = d \cdot X_{n1}$$

$$a_t = A_b \cdot N_{bt}$$

$$P_t = a_t / (b \cdot d)$$

ここで、

σ_{cc} : 図 9 に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/ mm^2)

F_{HX} : 図 3 に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)

I : 断面の断面二次モーメント (HDP $\square$ mm^4)

n : ヤング係数比 ($\square$)

l_1 : 軸方向水平地震力作用点から鋼製支持架台下面までの Z 方向距離 (HDP ■■■ mm)
 b : 図 9 に示す断面幅 (HDP ■■■ mm)
 d : 図 9 に示す断面有効高さ (■■■ mm)
 X_n : 図 9 に示す中立軸距離 (mm)
 X_{n1} : 中立軸比 (-)
 a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)
 P_t : 引張鉄筋比 (-)
 A_b : 基礎ボルト有効断面積 (■■■ mm²)
 A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (■■■ mm²)
 N_b : 有効引張側ボルト本数 (■■ 本)

3. 2. 1. 5. 1. 2. 3. 軸方向水平地震力により発生するせん断応力

軸方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HX1}), 及び軸方向水平地震力作用点が図 9 に示す基礎ボルト重心位置から偏心していることにより発生する最大せん断応力 (τ_{HX2}) は次式で表される。

$$\tau_{HX1} = \frac{F_{HX}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

$$\tau_{HX2} = \frac{F_{HX} \cdot l_2}{I_p} \cdot r_{\max}$$

ここで,

F_{HX} : 図 3 に示す軸方向水平地震力の設計用値 (N)
 N_{bs} : 図 9 に示す基礎ボルト本数 (■■ 本)
 A_b : 図 9 に示す基礎ボルト有効断面積 (■■■ mm²)
 I_p : 図 9 に示す基礎ボルトの断面二次極モーメント (■■■ mm⁴)
 l_2 : 図 9 に示す軸方向水平地震力作用点から基礎ボルト有効断面の図心位置 (振りせん断中心) までの Y 方向距離 (HDP ■■■ mm)
 $r_{\max}$: 上記図心位置から基礎ボルトまでの最大距離 (■■■ mm)

3. 2. 2. 自重+鉛直方向地震力+軸直角方向水平地震力

3. 2. 2. 1. 鋼製支持架台 (評価断面①)

3. 2. 2. 1. 1. 一次応力

図 10 において自重のみによる圧縮応力 (σ_{cw}) と鉛直方向地震力による圧縮応力 (σ_{cv}) の合成圧縮応力 (σ_{ct}) は次式で表される。

$$\sigma_{cw} = \frac{F_w}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B \cdot t}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図 10 において軸直角方向水平地震力による曲げ応力 (σ_{bHY}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHY} = \frac{F_{HY} \cdot l}{B \cdot t^2 / 6}$$

図 10 において軸直角方向水平地震力による平均せん断応力 (τ_{HY}) は次式で表される。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{B \cdot t}$$

以上の合成圧縮応力 (σ_{cT})、曲げ応力 (σ_{bHY})、平均せん断応力 (τ_{HY}) による組合せ応力 (σ_{THY}) は次式で表される。

$$\sigma_{THY} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bHY})^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2}$$

ここで、

F_W : 図 3 に示す自重の設計用値 (N)

F_V : 図 3 に示す鉛直方向地震力の設計用値 (N)

F_{HY} : 図 3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

B : 図 10 に示す評価断面の幅 (mm)

t : 図 10 に示すトラニオン受部の板厚 (mm)

l : 図 10 に示す軸方向水平地震力に対するモーメントアーム (mm)

3. 2. 2. 1. 2. 一次＋二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲 ($\Delta \sigma_c$)、曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$)、及び座屈応力 (σ_{bc}) は次式により表される。

なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\Delta \sigma_c = 2 \cdot \sigma_{cV}$$

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHY}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HY}$$

$$\sigma_{bc} = \sigma_{cT}$$

3. 2. 2. 2. 鋼製支持架台 (評価断面②)

3. 2. 2. 2. 1. 一次応力

図 11 において自重のみによる圧縮応力 (σ_{cW}) と鉛直方向地震力による圧縮応力 (σ_{cV}) の合成圧縮応力 (σ_{cT}) は次式で表される。

$$\sigma_{cW} = \frac{F_W}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cV} = \frac{F_V}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

$$\sigma_{cT} = \sigma_{cW} + \sigma_{cV}$$

図11において自重による曲げ応力 (σ_{bW1} , σ_{bW2}) , 鉛直方向地震力による曲げ応力 (σ_{bV1} , σ_{bV2}) , 及び軸直角方向水平地震力による曲げ応力 (σ_{bHY1} , σ_{bHY2}) の合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) は次式で表される。

$$\sigma_{bW1} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bW2} = \frac{F_W \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bV1} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bV2} = \frac{F_V \cdot (L_1 - t_1/2)}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bHY1} = \frac{F_{HY} \cdot l}{I_X} \cdot L_1 \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bHY2} = \frac{F_{HY} \cdot l}{I_X} \cdot L_2 \quad (\text{リブ側})$$

$$\sigma_{bT1} = \sigma_{bW1} + \sigma_{bV1} + \sigma_{bHY1} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{bT2} = \sigma_{bW2} + \sigma_{bV2} + \sigma_{bHY2} \quad (\text{リブ側})$$

図11において軸直角方向水平地震力による平均せん断応力 (τ_{HY}) は次式で表される。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{B_1 \cdot t_1 + 2B_2 \cdot t_2}$$

以上の合成圧縮応力 (σ_{cT}) , 合成曲げ応力 (σ_{bT1} , σ_{bT2}) , 平均せん断応力 (τ_{HY}) による組合せ応力 (σ_{THY1} , σ_{THY2}) は次式で表される。

$$\sigma_{THY1} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT1})^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2} \quad (\text{トラニオン受側})$$

$$\sigma_{THY2} = \sqrt{(\sigma_{cT} + \sigma_{bT2})^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2} \quad (\text{リブ側})$$

ここで,

- F_w : 図3 に示す自重の設計用値 (N)
 F_v : 図3 に示す鉛直方向地震力の設計用値 (N)
 F_{hx} : 図3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)
 B_1 : 図11に示すトラニオン受部の幅 (mm)
 B_2 : 図11に示すリブの幅 (HDP mm)
 t_1 : 図11に示すトラニオン受部の板厚 (mm)
 t_2 : 図11に示すリブの板厚 (mm)
 L_1 : 図11に示す中立軸(X 軸)からトラニオン受け端部までのY方向距離 (HDP mm)
 L_2 : 図11に示す中立軸(X 軸)からリブ端部までのY方向距離 (HDP mm)
 1 : 図11に示す軸直角方向水平地震力に対するモーメントアーム (HDP mm)
 I_x : 図11に示す断面の中立軸(X 軸)に関する断面二次モーメント (HDP mm⁴)

3. 2. 2. 2. 2. 一次＋二次応力

地震力のみによる引張・圧縮の応力範囲 ($\Delta \sigma_c$) , 曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_{b1}$, $\Delta \sigma_{b2}$) , せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) , 及び座屈応力 (σ_{bc}) は次式により表される。なお、この部位では支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じないので圧縮応力に対する座屈応力を評価する。

$$\begin{aligned}
 \Delta \sigma_c &= 2 \cdot \sigma_{cV} \\
 \Delta \sigma_{b1} &= 2 \cdot \sigma_{bV1} + \sigma_{bHY1} \quad (\text{トラニオン受側}) \\
 \Delta \sigma_{b2} &= 2 \cdot \sigma_{bV2} + \sigma_{bHY2} \quad (\text{リブ側}) \\
 \Delta \tau &= \tau_{HY} \\
 \sigma_{bc} &= \sigma_{cT}
 \end{aligned}$$

3. 2. 2. 3. 鋼製支持架台(評価断面③)

3. 2. 2. 3. 1. 一次応力

図12において自重、鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力 (σ_{bHYb}) , コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する曲げ応力 (σ_{bHYc}) は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bHYb} &= \frac{T_{HY} \cdot L_1}{B \cdot t^2 / 6} \\
 \sigma_{bHYc} &= \frac{\sigma_{ccHY} \cdot L_2^2 / 2}{t^2 / 6}
 \end{aligned}$$

$$T_{HY} = \sigma_{tbHY} \cdot A_m$$

ここで、

- σ_{tbHY} : 図12に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張応力 (N/mm²)
- σ_{ccHY} : 図12に示すコンクリートに発生する本荷重条件下における圧縮応力 (N/mm²)
- T_{HY} : 図12に示す基礎ボルトに発生する本荷重条件下における引張力 (N)
- t : 図12に示す鋼製支持架台底板の板厚 (mm)
- B : 図12に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げ応力の評価断面幅 (HDP mm)
- L_1 : 図12に示す基礎ボルトから引張力を受けて発生する曲げモーメントのモーメントアーム長さ (HDP mm)
- L_2 : 図12に示すコンクリートから圧縮力を受ける長さ (HDP mm)
- A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

図12において自重、鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトから引張力を受けて発生する平均せん断応力 (τ_{HYb})、コンクリート支持架台から圧縮力を受けて発生する平均せん断応力 (τ_{HYc}) は次式で表される。

$$\tau_{HYb} = \frac{T_{HY}}{B \cdot t}$$

$$\tau_{HYc} = \frac{\sigma_{ccHY} \cdot L_2}{t}$$

ここで、各記号は上記と同様である。

以上の曲げ応力 (σ_{bHYb} , σ_{bHYc})、平均せん断応力 (τ_{HYb} , τ_{HYc}) による組合せ応力 (σ_{THYb} , σ_{THYc}) は次式で表される。

$$\sigma_{THYb} = \sqrt{\sigma_{bHYb}^2 + 3 \cdot \tau_{HYb}^2}$$

$$\sigma_{THYc} = \sqrt{\sigma_{bHYc}^2 + 3 \cdot \tau_{HYc}^2}$$

3. 2. 2. 3. 2. 一次＋二次応力

地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$)、せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。なお、この部位では圧縮応力、支圧応力、せん断座屈、曲げ座屈は生じない。

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHYb} + \sigma_{bHYc}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HYb} + \tau_{HYc}$$

3.2.2.4. 埋め込み金物

3.2.2.4.1. 一次応力

図13において軸直角方向水平地震力により発生する曲げ応力 (σ_{bHY}) は次式で表される。

$$\sigma_{bHY} = \frac{F_{HY} \cdot H / 2}{(L - 4 \cdot t) \cdot t^2 / 6}$$

ここで、

F_{HY} : 図3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

H : 図13に示すシアプレート部の高さ (mm)

L : 図13に示すシアプレート部の幅 (mm)

t : 図13に示すシアプレート部の板厚 (mm)

図 13 において軸直角方向水平地震力により発生する平均せん断応力 (τ_{HY}) は次式で表される。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{(L - 4 \cdot t) \cdot t}$$

ここで、

F_{HY} : 図3 に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

L : 図13に示すシアプレート部の幅 (mm)

t : 図13に示すシアプレート部の板厚 (mm)

以上の曲げ応力 (σ_{bHY}) , 平均せん断応力 (τ_{HY}) による組合せ応力 (σ_{THY}) は次式で表される。

$$\sigma_{THY} = \sqrt{\sigma_{bHY}^2 + 3 \cdot \tau_{HY}^2}$$

3.2.2.4.2. 一次+二次応力

軸直角方向水平地震力は一方向のみ (図13に示す-Y 方向のみ) に作用し、応力の振幅は片側のみとなるため、地震力のみによる曲げの応力範囲 ($\Delta \sigma_b$) , せん断の応力範囲 ($\Delta \tau$) は次式により表される。なお、せん断座屈、曲げ座屈は生じない。

$$\Delta \sigma_b = \sigma_{bHY}$$

$$\Delta \tau = \tau_{HY}$$

3.2.2.5. 基礎ボルト

3.2.2.5.1. 一次応力

3.2.2.5.1.1. 自重 (-Z) + 鉛直方向地震力 (+Z) + 軸方向水平地震力 (-Y)

3.2.2.5.1.1.1. 自重，鉛直方向地震力，軸直角水平方向地震力による引張応力

図14において自重，鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに引張応力が発生するかは下記条件により定まる。

- (i) $e_T < -(D/6 + d_t'/3)$ のとき
基礎ボルトに引張応力が発生する。
- (ii) $-(D/6 + d_t'/3) \leq e_T < -D/6$ のとき
鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり，基礎ボルトに引張応力が発生しない。
- (iii) $-D/6 \leq e_T < D/6$ のとき
鋼製支持架台底板の全面が圧縮となり，基礎ボルトに引張応力が発生しない。
- (iv) $D/6 \leq e_T < D/6 + d_t'/3$ のとき
鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり，基礎ボルトに引張応力が発生しない。
- (v) $D/6 + d_t'/3 \leq e_T$ のとき
基礎ボルトに引張応力が発生する。

ただし，

$$e_T = e_N + e_M$$

$$e_M = -F_{HY} \cdot l / N$$

ここで，

- D : 図14に示す断面高さ (HDP mm)
- d_t : 図14に示す引張側ボルトに関する距離 (キャスクと反対側) (mm)
- d_t' : 図14に示す引張側ボルトに関する距離 (キャスク側) (HDP mm)
- e_T : 合成荷重偏心距離 (mm)
- e_N : 図14に示す鉛直力偏心距離 (HDP mm)
- e_M : 曲げモーメント置換偏心距離 (mm)
- l : 図14に示す軸直角方向水平地震力作用点から鋼製支持架台下面までのZ 方向距離 (HDP mm)
- F_{HY} : 図14に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)
- N : 図14に示す鉛直力であり，次式により算出した値 (N)
$$N = [\text{自重の設計用値}] - [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$$

各条件で発生する基礎ボルトの引張応力は以下に示すとおり計算する。

- (i) $e_T < -(D/6 + d_t'/3)$ のとき
基礎ボルトに引張応力が発生する。図14において自重，鉛直方向地震力，軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力 (σ_{HY}) は，鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版)より次式で表される。

$$\sigma_{tHY} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t' - X_n)}{X_n} \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \left\{ X_{n1}^2 / 2 - n \cdot P_t (1 - d_{t1} - X_{n1}) \right\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \left\{ X_{n1}^3 / 3 + n \cdot P_t (1 - d_{t1} - X_{n1})^2 \right\} b \cdot D^3$$

$$X_{n1} = X_n / D$$

$$d_{t1} = d_t' / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_{bt}'$$

ここで、

σ_{cc} : 図14に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 ()

D : 上記と同じ

b : 図14に示す断面幅 (mm)

d_t' : 上記と同じ

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図14に示す中立軸距離を表し、次式を満足する値 (mm)

$$X_n - D/2 + |e_T| = I_n / S_n$$

ただし、 e_T : 上記と同じ

X_{n1} : 中立軸比 (-)

N : 上記と同じ

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 (mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (mm²)

N_{bt}' : 有効引張側ボルト本数 (本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

(ii) $-(D/6 + d_t'/3) \leq e_T < -D/6$ のとき

鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり、基礎ボルトに引張応力が発生しないが、ここでは、コンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力を算出する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力によりコンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力

(σ_{cc}) は、次式で表される。

$$\sigma_{cc} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot b \cdot (D/2 - |e_T|)}$$

ここで、

N, e_t , D, b: 上記と同じ

(iii) $-D/6 \leq e_T < D/6$ のとき

鋼製支持架台底板の全面が圧縮となり、基礎ボルトに引張応力が発生しないが、ここでは、コンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力を算出する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力によりコンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力(σ_{cc}) は、次式で表される。

$$\sigma_{cc} = \frac{N \cdot |e_T|}{b \cdot D^2 / 6} + \frac{N}{b \cdot D}$$

ここで、

N, e_t , D, b: 上記と同じ

(iv) $D/6 \leq e_T < D/6 + d_t/3$ のとき

鋼製支持架台底板の一部が圧縮となり、基礎ボルトに引張応力が発生しないが、ここでは、コンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力を算出する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力によりコンクリート支持架台に発生する最大圧縮応力(σ_{cc}) は、次式で表される。

$$\sigma_{cc} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot b \cdot (D/2 - |e_T|)}$$

ここで、

N, e_t , D, b: 上記と同じ

(v) $D/6 + d_t/3 \leq e_T$ のとき

基礎ボルトに引張応力が発生する。図14において自重、鉛直方向地震力、軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する引張応力(σ_{thY}) は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版)より次式で表される。

$$\sigma_{thY} = \sigma_{cc} \cdot n \cdot \frac{(D - d_t - X_n)}{X_n} \cdot \frac{A_b}{A_m}$$

$$\sigma_{cc} = N \cdot X_n / S_n$$

$$S_n = \{X_{n1}^2 / 2 - n \cdot P_t (1 - d_{t1} - X_{n1})\} b \cdot D^2$$

$$I_n = \{X_{n1}^3 / 3 + n \cdot P_t (1 - d_{t1} - X_{n1})^2\} b \cdot D^3$$

$$X_{n1} = X_n / D$$

$$d_{t1} = d_t / D$$

$$P_t = a_t / (b \cdot D)$$

$$a_t = A_b \cdot N_{bt}$$

ここで、

σ_{cc} : 図14に示すコンクリートの最大圧縮応力 (N/mm²)

n : ヤング係数比 (■)

D : 上記と同じ

b : 上記と同じ

d_t : 上記と同じ

d_{t1} : 引張側ボルトに関する係数 (-)

X_n : 図14に示す中立軸距離を表し、次式を満足する値 (mm)

$$X_n - D / 2 + |e_T| = I_n / S_n$$

ただし、 e_T : 上記と同じ

X_{n1} : 中立軸比 (-)

N : 上記と同じ

a_t : 有効ボルト総断面積 (mm²)

P_t : 引張鉄筋比 (-)

A_b : 基礎ボルト有効断面積 (■ mm²)

A_m : 基礎ボルト呼び径断面積 (■ mm²)

N_{bt} : 有効引張側ボルト本数 (■ 本)

S_n : 有効等価断面一次モーメント (mm³)

I_n : 有効等価断面二次モーメント (mm⁴)

3. 2. 2. 5. 1. 1. 2. 軸直角方向水平地震力によるせん断応力

軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HY}) , は次式で算出する。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

ここで、

F_{HY} : 図3に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

N_{bs} : 図14に示す基礎ボルト本数 (本)

A_b : 図14に示す基礎ボルト有効断面積 (mm²)

3.2.2.5.1.2. 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(-Z) + 軸直角方向水平地震力(-Y)

3.2.2.5.1.2.1. 自重, 鉛直方向地震力, 軸直角方向水平地震力による引張応力

図15において自重, 鉛直方向地震力及び軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに引張応力が発生するかは3.2.2.5.1.1.と同様に求められる。ただし, 鉛直力 (N) については以下のとおりとする。

N : 図15に示す鉛直力であり, 次式により算出した値 (N)

$$N = [\text{自重の設計用値}] + [\text{鉛直方向地震力の設計用値}]$$

3.2.2.5.1.2.2. 軸直角方向水平地震力によるせん断応力

軸直角方向水平地震力により基礎ボルトに発生する平均せん断応力 (τ_{HY}), は次式で算出する。

$$\tau_{HY} = \frac{F_{HY}}{A_b \cdot N_{bs}}$$

ここで、

F_{HY} : 図3に示す軸直角方向水平地震力の設計用値 (N)

N_{bs} : 図15に示す基礎ボルト本数 (本)

A_b : 図15に示す基礎ボルト有効断面積 (mm²)

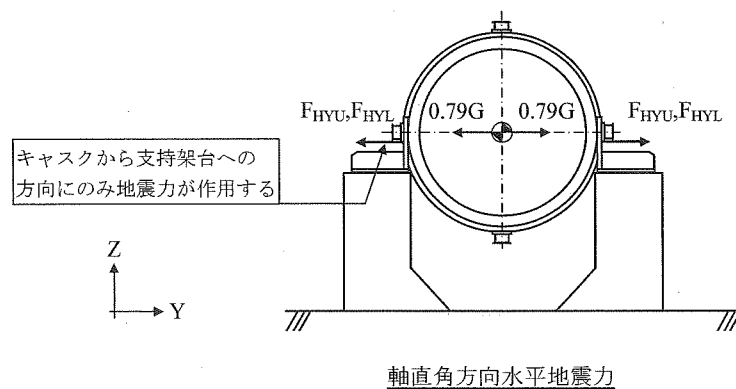
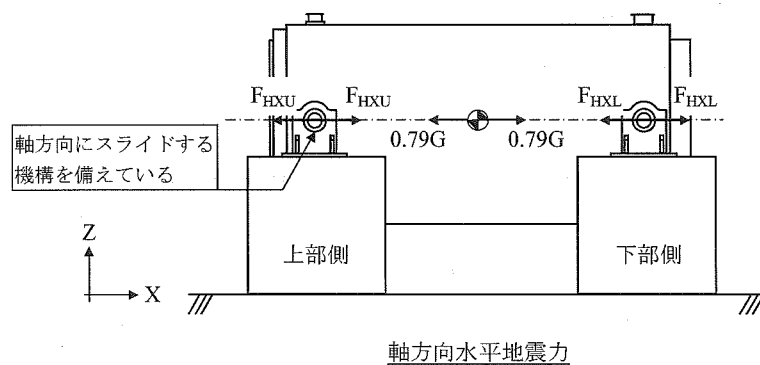
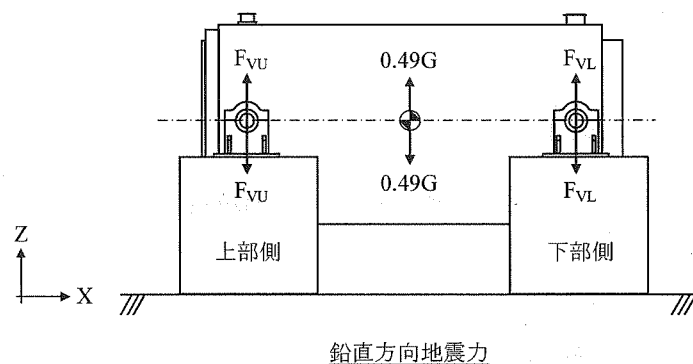
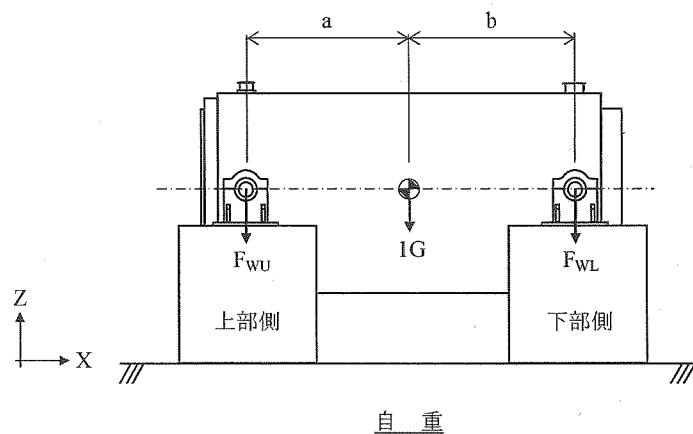


図3 鋼製支持架台に作用する荷重

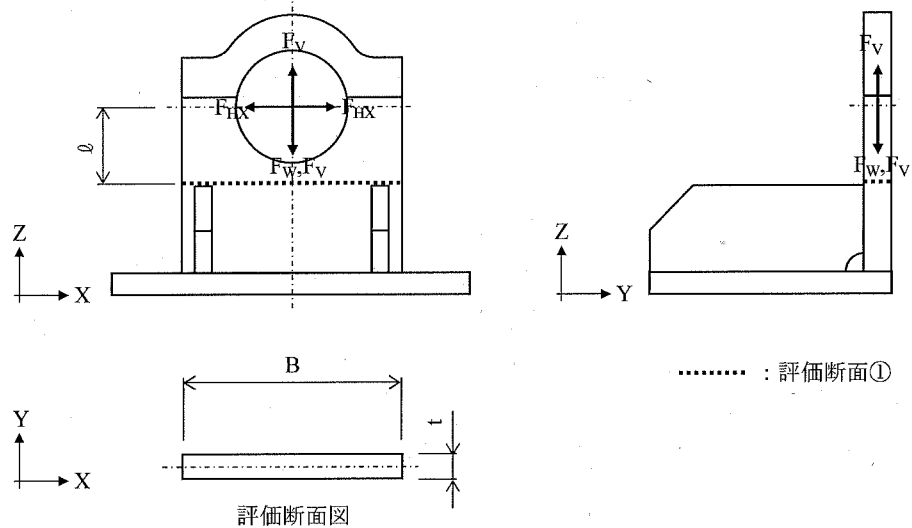


図4 計算モデル図（鋼製支持架台,評価断面①）

[設計事象 I + S_s , 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力]

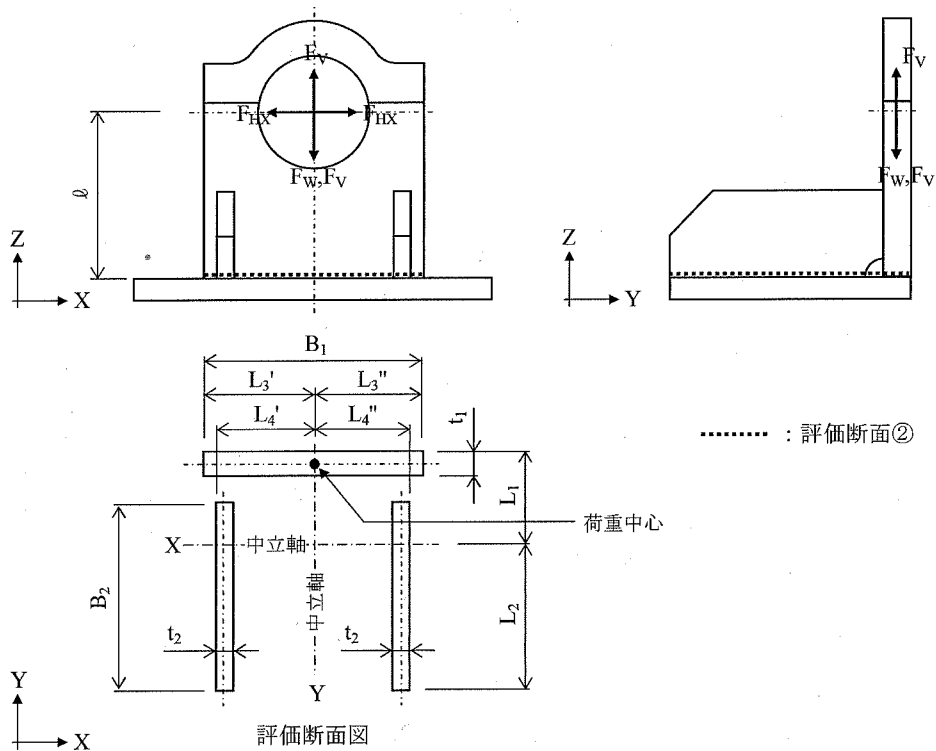


図5 計算モデル図（鋼製支持架台,評価断面②）

[設計事象 I + S_s , 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力]

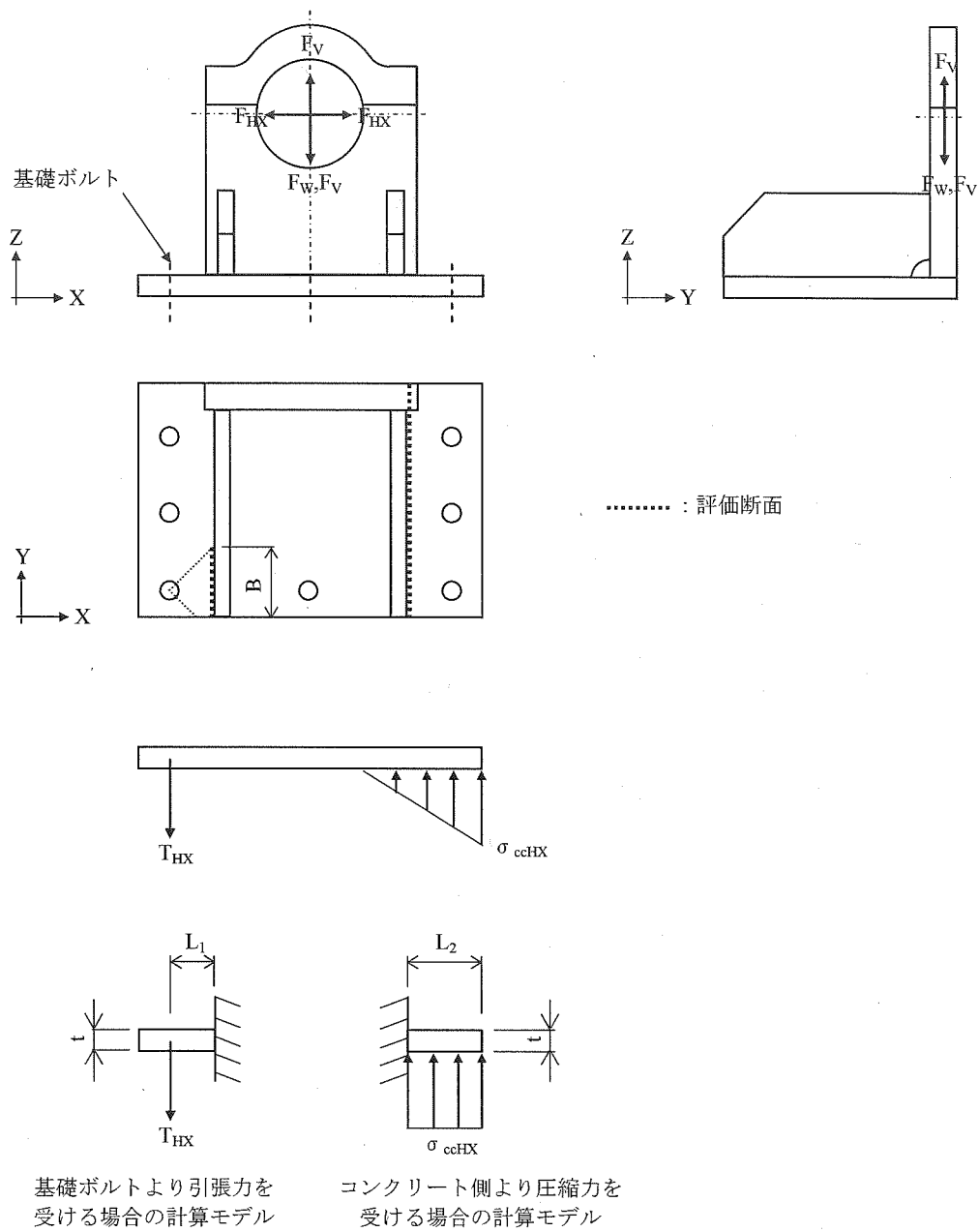


図6 計算モデル図（鋼製支持架台,評価断面③）
 [設計事象 I + S_s, 自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力]

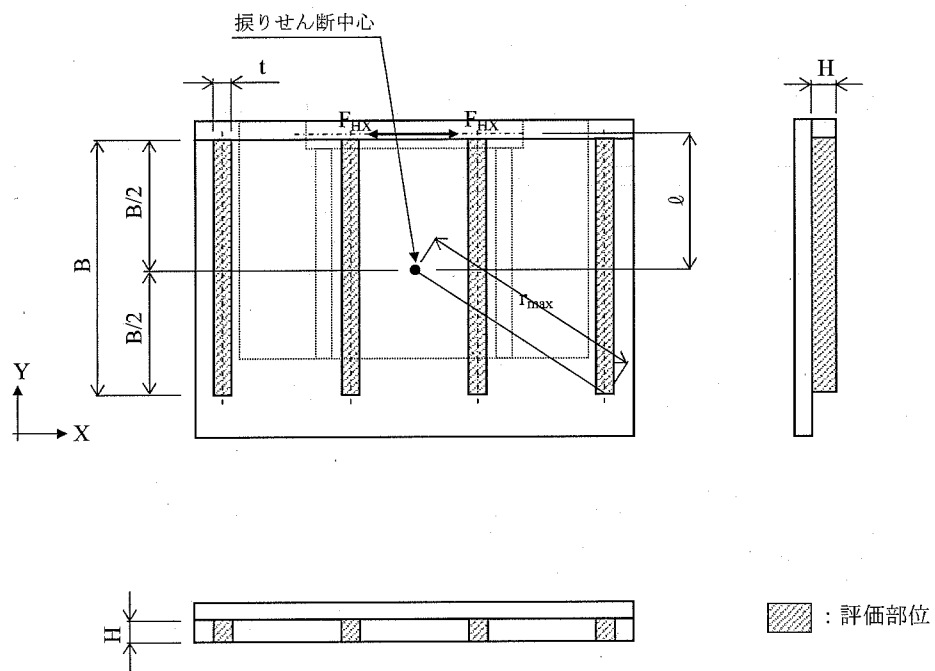


図7 計算モデル図（埋め込み金物）
 [設計事象 I + S_s, (自重+鉛直方向地震力+軸方向水平地震力)]

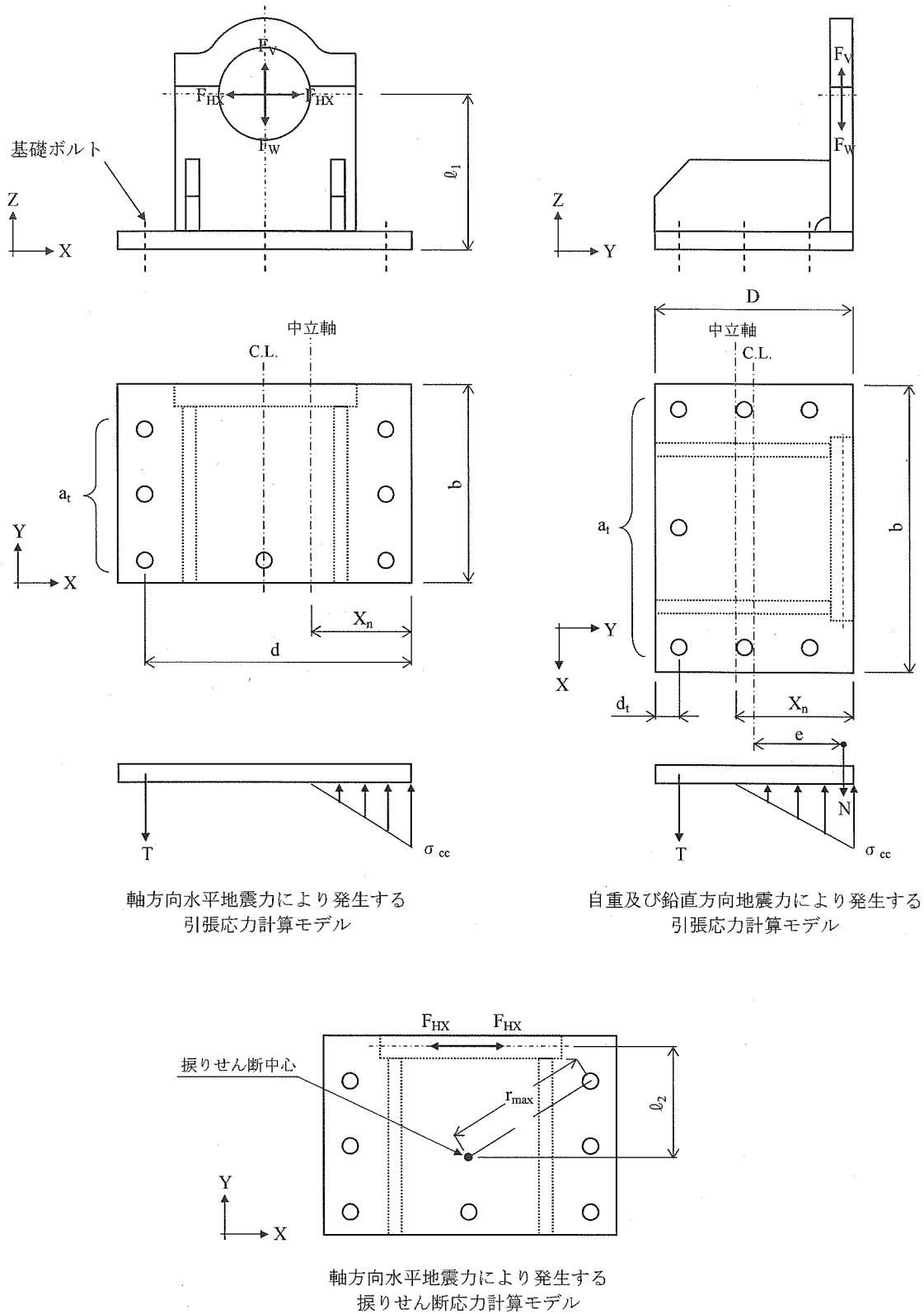


図 8 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S_s, 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(+Z) + 軸方向水平地震力(±X)]

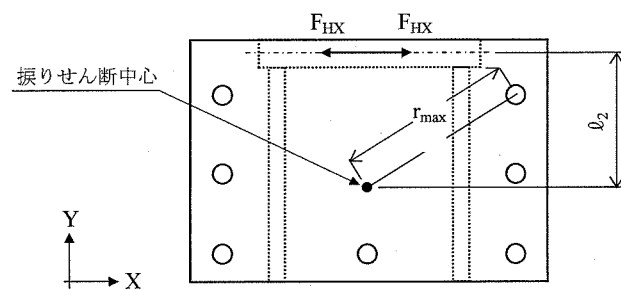
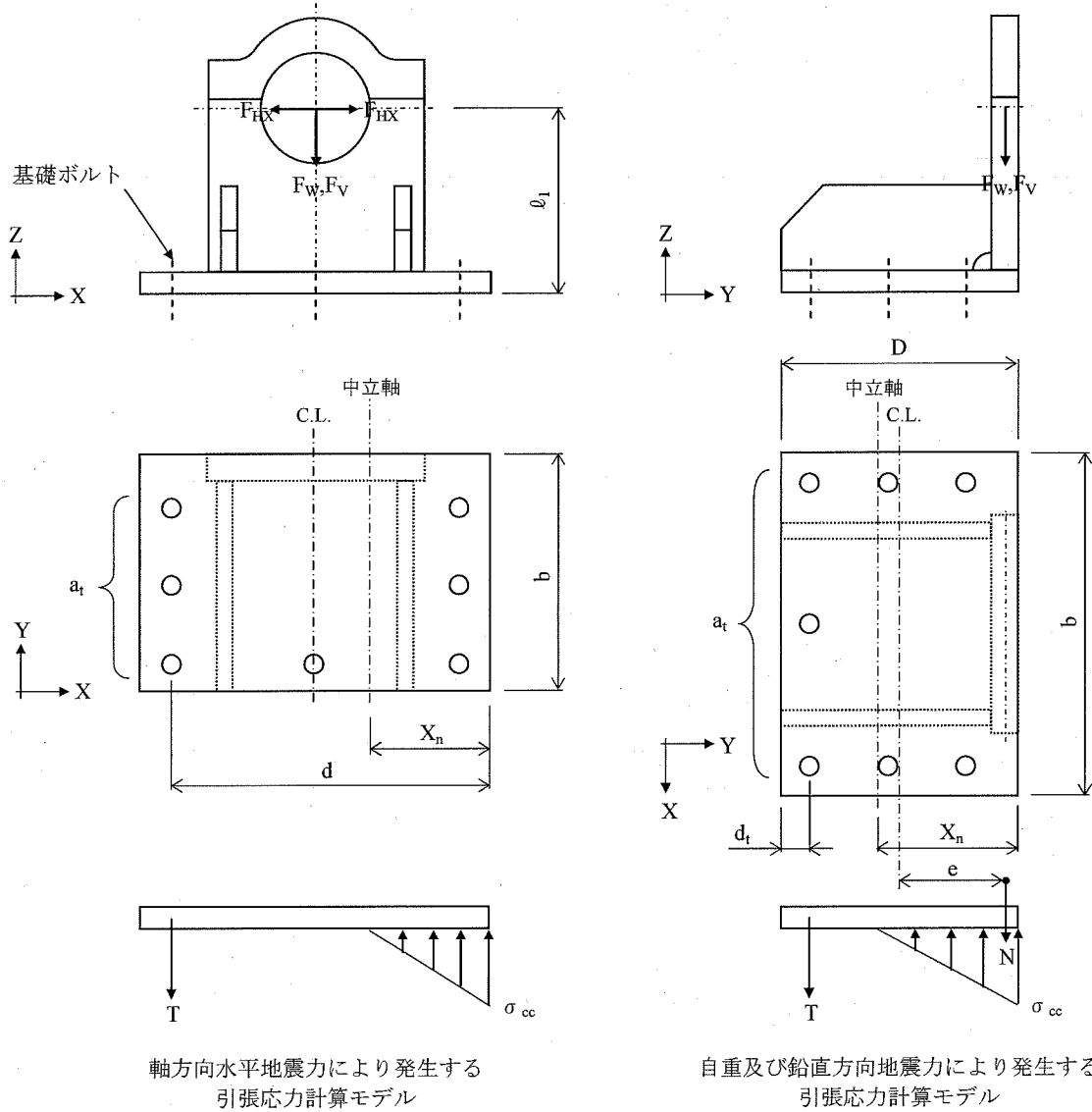


図9 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S_s, 自重(-Z)+鉛直方向地震力(-Z)+軸方向水平地震力(±X)]

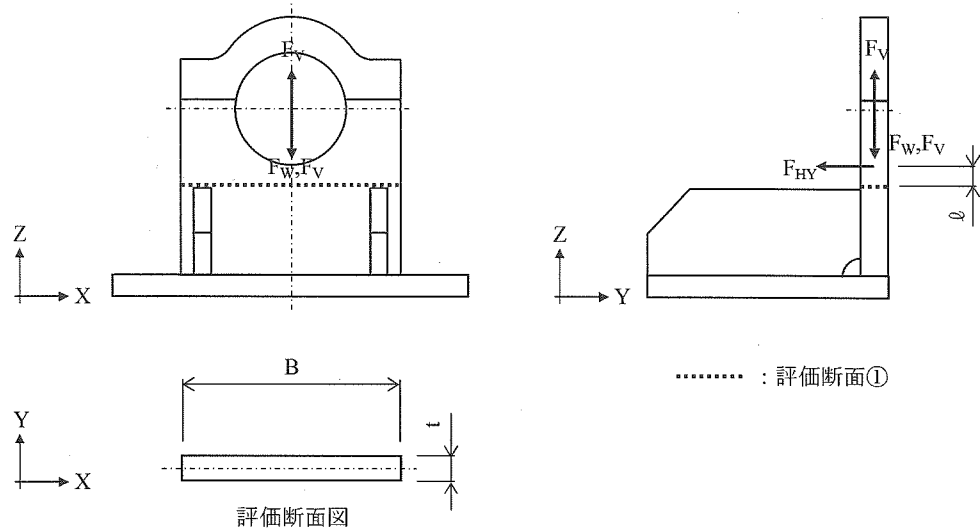


図 10 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面①)

[設計事象 I + S_s, 自重 + 鉛直方向地震力 + 軸直角方向水平地震力]

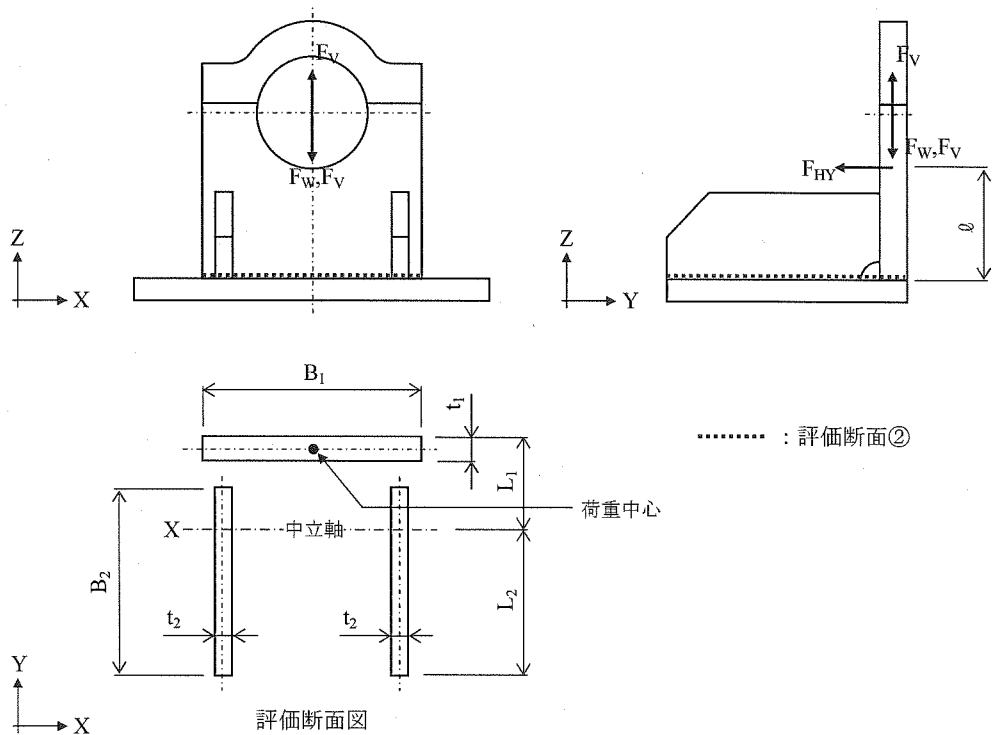


図 11 計算モデル図 (鋼製支持架台, 評価断面②)

[設計事象 I + S_s, 自重 + 鉛直方向地震力 + 軸直角方向水平地震力]

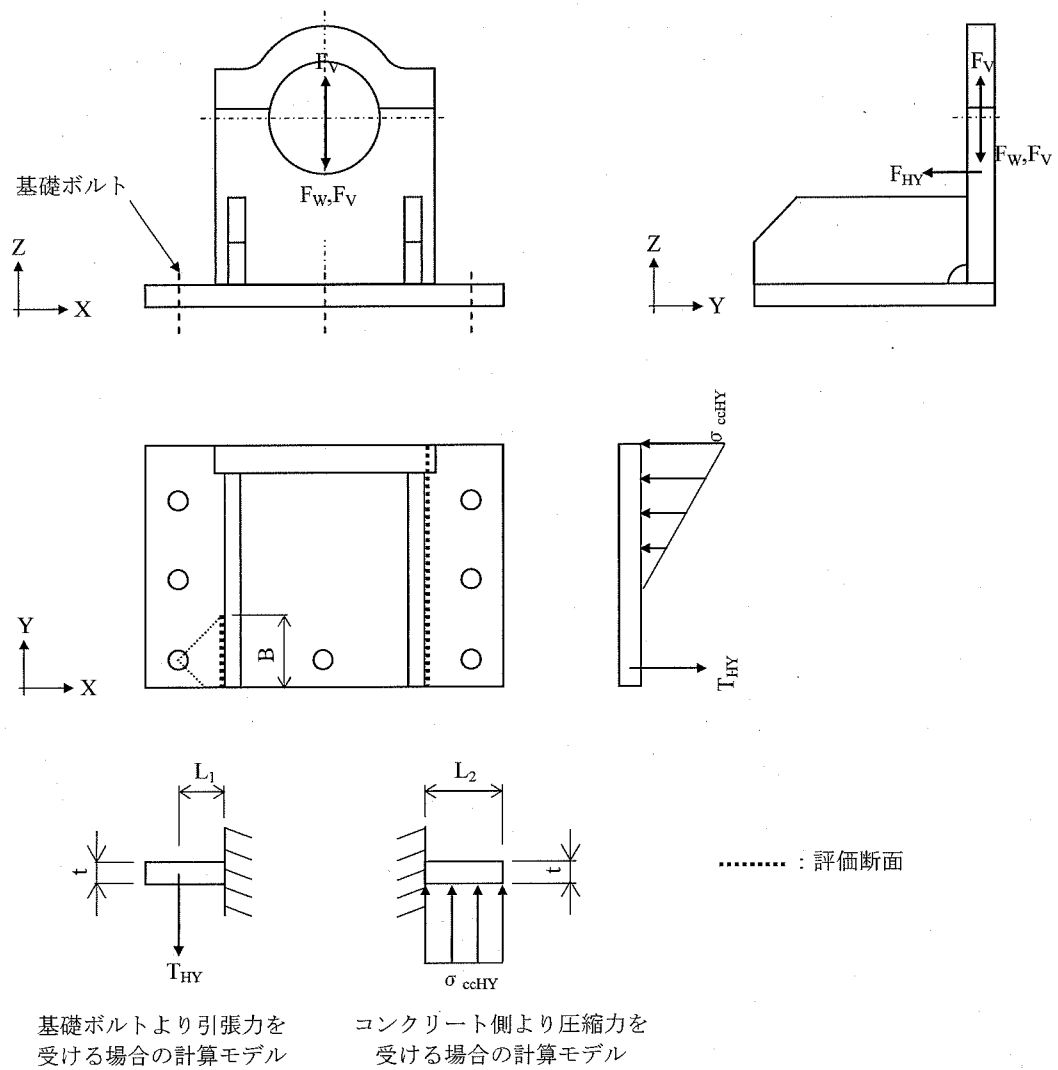


図 12 計算モデル図（鋼製支持架台, 評価断面③）
 「設計事象 I + S」, 自重 + 鉛直方向地震力 + 軸直角方向水平地震力

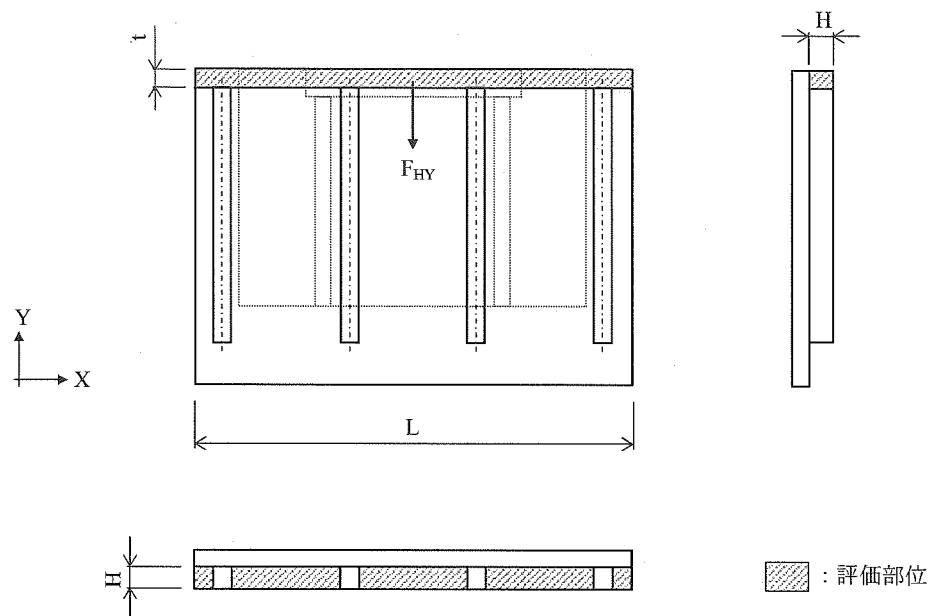


図 13 計算モデル図 (埋め込み金物)
 [設計事象 I + S_s , 自重 + 鉛直方向地震力 + 軸直角方向水平地震力]

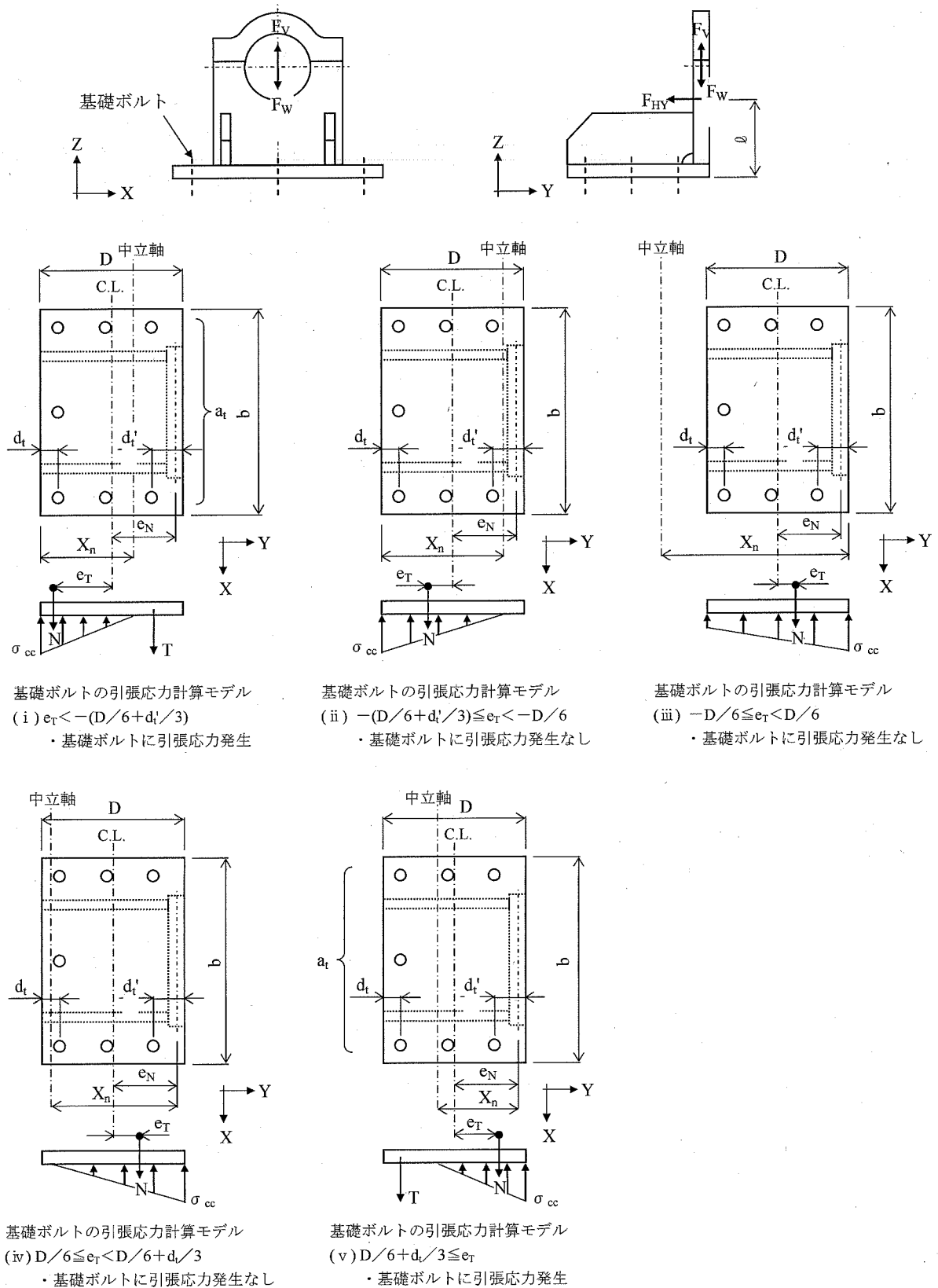


図 14 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S s, 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(+Z) + 軸直角方向水平地震力(-Y)]

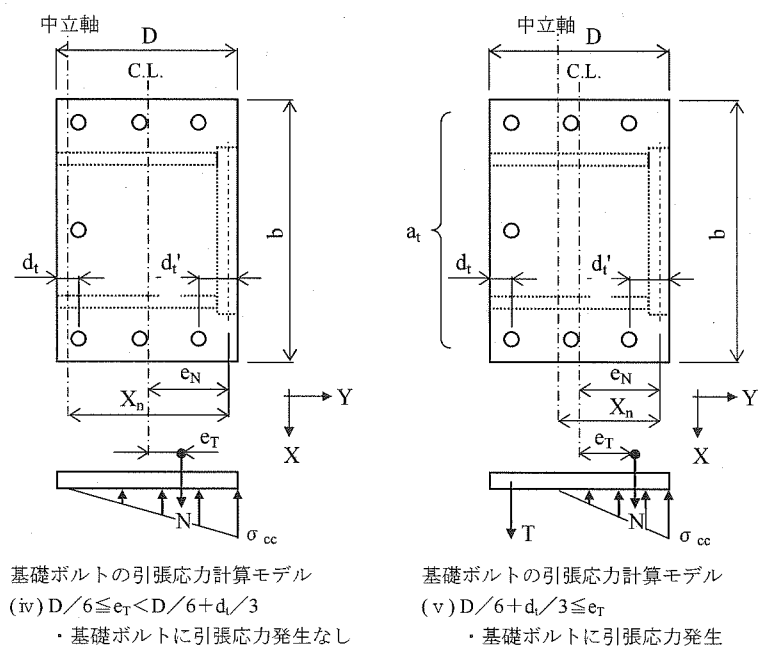
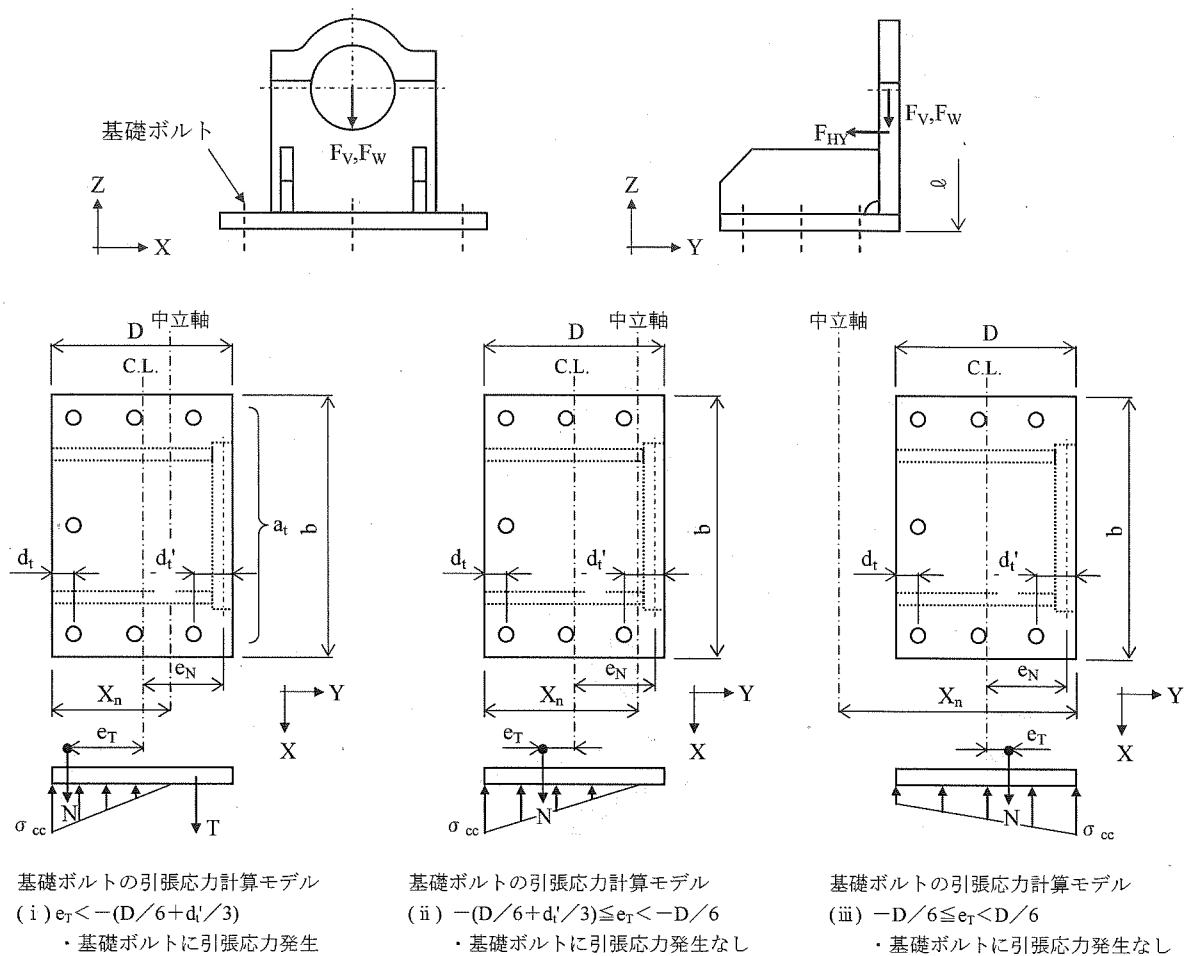


図 15 計算モデル図 (基礎ボルト)

[設計事象 I + S s, 自重(-Z) + 鉛直方向地震力(-Z) + 軸直角方向水平地震力(-Y)]

3.3. 評価結果

鋼製支持架台の応力評価（設計事象 I + Ss, 輸送貯蔵兼用キャスク B）

（単位：N/mm²）

部 位		応力の種類		計 算 値 ^(注)		許容応力	評価
				ケース 1	ケース 2		
鋼製 支持架台	評価 断面①	一次応力	圧縮	15	15	322	OK
			曲げ	37	151	326	OK
			せん断	15	16	188	OK
			組合せ	58	168	326	OK
		一次 + 二次応力	引張・圧縮	10	10	564	OK
			曲げ	74	151	564	OK
			せん断	30	16	324	OK
			座屈	15	15	279	OK
	評価 断面②	一次応力	圧縮	7	7	325	OK
			曲げ	27	28	326	OK
			せん断	7	7	188	OK
			組合せ	35	36	326	OK
		一次 + 二次応力	引張・圧縮	5	5	564	OK
			曲げ	37	24	564	OK
			せん断	13	7	324	OK
			座屈	7	7	280	OK
	評価 断面③	一次応力	曲げ	201	111	326	OK
			せん断	23	13	188	OK
			組合せ	205	114	326	OK
		一次+ 二次応力	曲げ	347	201	564	OK
			せん断	38	22	324	OK

（注） ケース 1：自重＋鉛直方向地震力＋軸方向水平地震力

ケース 2：自重＋鉛直方向地震力＋軸直角方向水平地震力

埋め込み金物、基礎ボルトの応力評価（設計事象 I + Ss, 輸送貯蔵兼用キャスク B）

（単位：N/mm²）

部 位	応力の種類		計 算 値 (注1)		許容応力 (注2)	評価
			ケース 1	ケース 2		
埋め込み金物	一次応力	曲げ	66	85	270	OK
		せん断	14	19	155	OK
		組合せ	70	91	270	OK
	一次＋二次応力	曲げ	131	85	450	OK
		せん断	28	19	258	OK
基礎ボルト (注3)	一次応力	引張	109	79	ケース 1：165 ケース 2：332	OK
			129	－		
		せん断	193	89	261	OK
			193	89		

（注 1） ケース 1：自重＋鉛直方向地震力＋軸方向水平地震力

ケース 2：自重＋鉛直方向地震力＋軸直角方向水平地震力

（注 2） 基礎ボルトの許容引張応力は、発生せん断応力を考慮し低減させた値

（注 3） 上段の値は鉛直方向地震力が上向き（+Z 方向）のときの値を示し、下段の値は鉛直方向地震力が下向き（-Z 方向）のときの値を示す

4. クレーン

4. 1. 設計震度

設計震度を以下のように定める。

$$C_H=0.15$$

$$C_{H1}=2.43$$

$$C_{H2}=0.15$$

$$C_{V1}=1.6$$

$$C_{V2}=1.38$$

C_H ：最大静止摩擦係数より求めた水平方向設計震度（EW 方向）

C_{H1} ：水平方向設計震度（NS 方向）

C_{H2} ：最大静止摩擦係数より求めた水平方向設計震度（NS 方向）

C_{V1} ：ガータ中央にトロリがある場合の固有周期より求まる鉛直方向設計震度

C_{V2} ：ガータ端部にトロリがある場合の固有周期より求まる鉛直方向設計震度

4. 2. 応力評価

4. 2. 1. クレーン本体ガータ

4.2.1.1. 曲げ応力

ガーダに対する最大曲げ応力は図 16 の場合である。

$$M_1 = \frac{m_g \cdot g \cdot l}{8}$$

$$M_2 = \frac{m_t \cdot g \cdot l_1}{4}$$

$$M_3 = \frac{m_m \cdot g \cdot l_1}{4}$$

$$M_v = M_1 + M_2 + M_3$$

$$\sigma_{vt} = \frac{M_v}{Z_{xt}} \cdot (1 + C_{v1})$$

$$M_4 = M_1 \cdot C_H$$

$$M_5 = M_2 \cdot C_H$$

$$M_H = M_4 + M_5$$

$$\sigma_H = \frac{M_H}{Z_{y1}}$$

$$\sigma_t = \sigma_{vt} + \sigma_H$$

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

l : 走行レール間距離 (=19000mm)

l_1 : トロリがクレーン中央部にある場合の走行レールとトロリ車輪との距離 (mm)

m_g : ガーダ 1 本当たりの質量 (kg)

m_m : 主巻定格荷重 (=150000kg)

m_t : トロリ質量 (kg)

M_1 : ガーダ質量によるガーダ中央部の垂直曲げモーメント (N・mm)

M_2 : トロリ質量によるガーダ中央部の垂直曲げモーメント (N・mm)

M_3 : 主巻定格荷重 (質量) によるガーダ中央部の垂直曲げモーメント (N・mm)

M_4 : 水平地震力によるガーダ質量に対するガーダ中央部の水平曲げモーメント (N・mm)

M_5 : 水平地震力によるトロリ質量に対するガーダ中央部の水平曲げモーメント (N・mm)

M_H : ガーダ中央部の合計水平曲げモーメント (N・mm)

M_v : ガーダ中央部の合計垂直曲げモーメント (N・mm)

Z_{xt} : ガーダ中央部の X 軸に関する断面係数 (下フランジ側) (mm³)

Z_{y1} : ガーダ中央部の Y 軸に関する断面係数 (横行レール側) (mm³)

σ_H : M_H によるガーダ中央部の曲げ (引張) 応力 (N/mm²)

σ_t : ガーダ中央部の曲げ (引張) 応力 (N/mm²)

σ_{vt} : M_v によるガーダ中央部の曲げ（引張）応力 (N/mm²)

4. 2. 1. 2. せん断応力

ガーダに対する最大せん断応力は図 17 の場合である。

$$Q_1 = \frac{m_g \cdot g}{2} \cdot (1 + C_{v2})$$

$$Q_2 = \frac{m_t \cdot g}{2} \cdot \frac{(\frac{l_2}{2} + l_4)}{l} (1 + C_{v2})$$

$$Q_3 = \frac{m_m \cdot g}{2} \cdot \frac{(\frac{l_2}{2} + l_4)}{l} \cdot (1 + C_{v2})$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\tau = \frac{Q}{A_v}$$

A_v : ガーダ端部のウェブの断面積 (mm²)

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

l : 走行レール間距離 (=19000mm)

l_2 : トロリ車輪間距離 (mm)

l_4 : トロリが走行給電側クレーン端部にある場合の走行レールとトロリ車輪との距離 (mm)

m_g : ガーダ 1 本当たりの質量 (kg)

m_m : 主巻定格荷重 (=150000kg)

m_t : トロリ質量 (kg)

Q_1 : ガーダ質量によるガーダ端部のせん断力 (N)

Q_2 : トロリ質量によるガーダ端部のせん断力 (N)

Q_3 : 主巻定格荷重(質量)によるガーダ端部のせん断力 (N)

Q : ガーダ端部の合計せん断力 (N)

τ : ガーダ端部のせん断応力 (N/mm²)

4. 2. 1. 3. 組合せ応力

$$Q_4 = \left(\frac{m_t \cdot g}{4} + \frac{m_m \cdot g}{4} \right) \cdot (1 + C_{v1})$$

$$\tau_3 = \frac{Q_4}{A_{v1}}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_t^2 + 3\tau_3^2}$$

A_{V1} : ガータ中央部の断面積 (mm^2)

m_m : 主巻定格荷重 (=150000kg)

m_t : トロリ質量 (kg)

Q_4 : 主巻定格荷重(質量)及びトロリ質量によるガータ中央部(横行車輪位置)のせん断力 (N)

τ_3 : ガータ中央部(横行車輪位置)のせん断応力 (N/mm²)

σ_T : ガータ中央部の組合せ応力 (N/mm²)

σ_t : ガータ中央部の曲げ(引張)応力 (N/mm²)

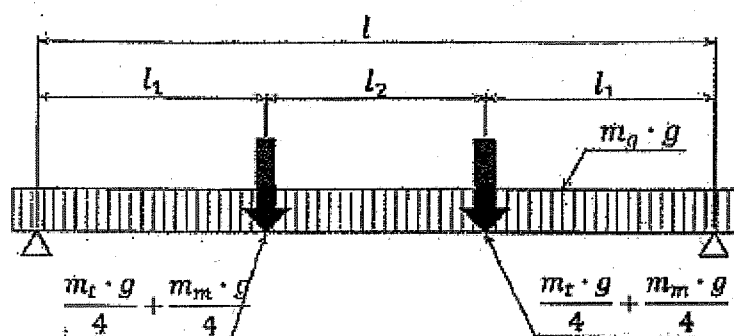


図 16

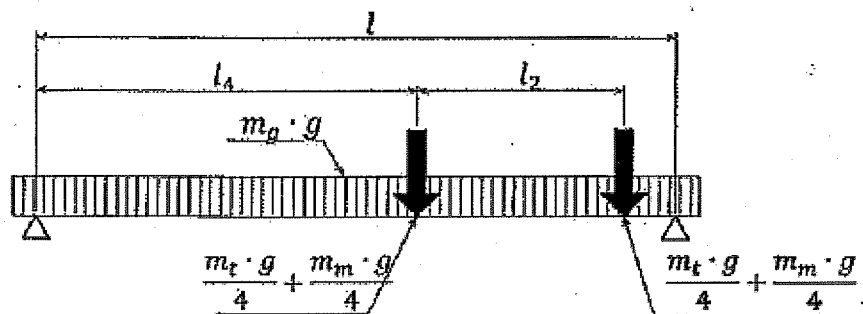


図 17

4. 2. 2. クレーン脚部

4. 2. 2. 1. 曲げ応力

$$k_1 = \frac{I_{x14} \cdot l_{24}}{I_{x11} \cdot l_{22}}$$

$$m_1 = 3 + 2 \times k_1$$

$$M_{B11} = \left| -\frac{P_{k11} \cdot l_{22}}{4 \cdot m_1} \right|$$

$$P_{k11} = \frac{m_g \cdot g + m_{g2} \cdot g}{2} + m_{g3} \cdot g$$

$$V_{a11} = \frac{P_{k11}}{2}$$

$$M_{B11a} = M_{B11} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$M_{B12} = |V_{a12} \cdot l_{25} - H_{a12} \cdot l_{23}|$$

$$P_{k12} = \frac{m_i \cdot g}{2} \cdot \frac{l_4 + \frac{l_2}{2}}{l}$$

$$H_{a12} = \frac{P_{k12} \cdot l_{25}}{l_{23}} + P_{k12} \cdot l_9 \cdot (l_8 + l_9) \cdot \frac{3}{l_{22} \cdot l_{23} \cdot m_1}$$

$$V_{a12} = P_{k12}$$

$$M_{B12a} = M_{B12} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$M_{B13} = |V_{a13} \cdot l_{25} - H_{a13} \cdot l_{23}|$$

$$P_{k13} = \frac{m_m \cdot g}{2} \cdot \frac{l_4 + \frac{l_2}{2}}{l}$$

$$H_{a13} = \frac{P_{k13} \cdot l_{25}}{l_{23}} + P_{k13} \cdot l_9 \cdot (l_8 + l_9) \cdot \frac{3}{l_{22} \cdot l_{23} \cdot m_1}$$

$$V_{a13} = P_{k13}$$

$$M_{B13a} = M_{B13} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$M_{V1} = (M_{B11} + M_{B12} + M_{B13}) \times (1 + C_{V1})$$

$$M_{V1a} = (M_{B11a} + M_{B12a} + M_{B13a}) \times (1 + C_{V1})$$

$$M_{B14} = \left| \frac{V_{a14} \cdot l_{22}}{2} \right|$$

$$P_{k14} = (P_{k11} + 2 \times P_{k12} + m_{l1} \cdot g) \times C_H$$

$$V_{a14} = \frac{P_{k14} \cdot l_{23}}{l_{21}}$$

$$M_{B14a} = M_{B14} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$\sigma_{v11} = \frac{M_{v1} + M_{B14}}{Z_{x11}}$$

$$\sigma_{v11a} = \frac{M_{v1a} + M_{B14a}}{Z_{x13}}$$

$$M_{B15} = \frac{P_{k15} \cdot l_{23}}{2}$$

$$P_{k15} = \frac{m_g \cdot g + m_{g2} \cdot g + m_{g3} \cdot g + m_{g4} \cdot g + m_{l1} \cdot g + m_{l2} \cdot g}{2} \times C_{H1} + P_{k12} \times C_{H2}$$

$$V_{a15} = \frac{P_{k15} \cdot l_{23}}{l}$$

$$M_{B15a} = M_{B15} \cdot \frac{l_{26}}{l_{23}}$$

$$\sigma_{H11} = \frac{M_{B15}}{Z_{y11}}$$

$$\sigma_{H11a} = \frac{M_{B15a}}{Z_{y13}}$$

$$\sigma_{t11} = \sigma_{v11} + \sigma_{H11}$$

$$\sigma_{t11a} = \sigma_{v11a} + \sigma_{H11a}$$

ここで

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

H_{a12} : トロリ質量による剛脚下部の水平方向反力 (N)

H_{a13} : 主巻定格荷重(質量)による剛脚下部の水平方向反力 (N)

I_{x11} : 剛脚上部の X 軸に関する断面二次モーメント (■■■■ mm⁴)

I_{x14} : 剛脚側ガータつなぎの X 軸に関する断面二次モーメント (■■■■ mm⁴)

k_1 : 剛脚の剛比 (-)

l : 走行レール間距離 (=19000mm)

l_2 : トロリ車輪間距離 (■■■■ mm)

l_4 : トロリが走行給電側クレーン端部にある場合の走行レールとトロリ車輪との距離 (■■■■ mm)

l_g : トロリスパン (■■■■ mm)

l_9 : 剛脚上側軸芯～横行レール中心までの距離 (mm)
 l_{21} : 剛脚軸芯間距離 (下側) (mm)
 l_{22} : 剛脚軸芯間距離 (上側) (mm)
 l_{23} : 剛脚高さ (mm)
 l_{24} : 剛脚長さ (mm)
 l_{25} : 剛脚上下軸芯の差 (mm)
 l_{26} : 剛脚最小断面までの高さ (mm)
 m_1 : 剛脚の不静定時数 (-)
 m_g : ガーダ 1 本当たりの質量 (kg)
 m_{g2} : 反横行給電側ガーダの質量 (kg)
 m_{g3} : 走行給電側剛ガーダつなぎ質量 (kg)
 m_{g4} : 反走行給電側ガーダつなぎ質量 (kg)
 m_{11} : 走行給電側剛脚の質量 (kg)
 m_{12} : 反走行給電側剛脚の質量 (kg)
 m_m : 主巻定格荷重 (質量) (=150000kg)
 m_t : トロリ質量 (ワイヤ, フック含む) (kg)
 M_{B11} : ガーダ質量による剛脚の最大曲げモーメント (N・mm)
 M_{B11a} : ガーダ質量による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B12} : トロリ質量による剛脚の最大曲げモーメント (N・mm)
 M_{B12a} : トロリ質量による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚の最大曲げモーメント (N・mm)
 M_{B13a} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B14} : 走行方向水平地震力による剛脚の曲げモーメント (N・mm)
 M_{B14a} : 走行方向水平地震力による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{B15} : 横行方向水平地震力による剛脚の曲げモーメント (N・mm)
 M_{B15a} : 横行方向水平地震力による剛脚最小断面位置 (下部) での曲げモーメント (N・mm)
 M_{V1} : 剛脚の垂直荷重による合計曲げモーメント (N・mm)
 M_{V1a} : 垂直荷重による剛脚最小断面位置 (下部) での合計曲げモーメント (N・mm)
 P_{k11} : ガーダ質量による剛脚に加わる荷重 (N)
 P_{k12} : トロリ質量による剛脚に加わる荷重 (N)
 P_{k13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚に加わる荷重 (N)
 P_{k14} : 走行方向水平地震力 (N)
 P_{k15} : 剛脚 1 本に作用する横行方向水平地震力 (N)
 V_{a11} : ガーダ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)
 V_{a12} : トロリ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)
 V_{a13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a14} : 走行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a15} : 横行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

Z_{x11} : 剛脚上部の X 軸に関する断面係数 (mm³)

Z_{x13} : 剛脚下部の X 軸に関する断面係数 (mm³)

Z_{y11} : 剛脚上部の Y 軸に関する断面係数 (mm³)

Z_{y13} : 剛脚下部の Y 軸に関する断面係数 (mm³)

σ_{vt1} : 剛脚の走行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{ht1} : 剛脚の横行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{t11} : 剛脚の曲げ応力 (N/mm²)

σ_{vt1a} : 剛脚最小断面位置 (下部) での走行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{ht1a} : 剛脚最小断面位置 (下部) での横行方向曲げ応力 (N/mm²)

σ_{t11a} : 剛脚最小断面位置 (下部) での曲げ応力 (N/mm²)

4. 2. 2. 2. 圧縮応力

$$P_{k16} = (V_{a11} + V_{a12} + V_{a13}) \times (1 + C_{v1}) + V_{a14} + V_{a15}$$

$$\sigma_{c11} = \frac{P_{k16}}{A_{13}}$$

A_{13} : 剛脚下部の断面積 (mm²)

P_{k16} : 剛脚軸方向の圧縮力 (N)

V_{a11} : ガーダ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a12} : トロリ質量による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a13} : 主巻定格荷重 (質量) による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a14} : 走行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

V_{a15} : 横行方向水平地震力による剛脚下部の鉛直方向反力 (N)

σ_{c11} : 剛脚の圧縮応力 (N/mm²)

4.3. 評価結果

クレーン各部応力の評価結果

	応力の種類	算出応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)	評価結果
本体ガード	曲げ	146	343	O. K.
	せん断	51	198	O. K.
	組合せ	148	343	O. K.
剛脚（上部）	曲げ	115	280	O. K.
	圧縮	76	246	O. K.
剛脚（下部）	曲げ	174	280	O. K.
	圧縮	76	246	O. K.

II 乾式キャスク仮保管設備に関する要目表

乾式キャスク仮保管設備を構成する機器の寸法等の要目について示す。

別表 1-1 乾式貯蔵キャスク (大型)

名 称		使用済燃料乾式貯蔵容器	
種 類	—	密封監視機能付 横置円筒型	
容 量	体	52	
最高使用圧力		MPa	1.6
最高使用温度	キャスク容器	℃	170
	バスケット	℃	225
主 要 寸 法	キャスク 容器	全 長	mm (5595)
		外 径	mm (2386)
		胴 内 径	mm (1460)
		胴 板 厚 さ	mm [REDACTED]
		底 板 厚 さ	mm [REDACTED]
		一 次 蓋 厚 さ	mm [REDACTED]
		一 次 蓋 外 径	mm (1710)
	バスケット	全 長	mm [REDACTED]
		中心間距離	mm [REDACTED]
		内 の り	mm [REDACTED]
		厚 さ	mm [REDACTED]
材 料	胴 板		— GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)
	一 次 蓋		— GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)
	底 板		— GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)
	バスケット		— B-A0 [REDACTED]

放 射 線 遮 へ い 材	種 類	主 要 寸 法 (最小厚さ mm)		冷却方法	材 料
	使用済燃料 乾式貯蔵容器 (密封監視機能 付横置円筒型)	円筒部	胴 板	自然冷却	低合金鋼
			中 性 子 遮へい材		レジン
		底部	底 板	自然冷却	低合金鋼
			中 性 子 遮へい材		レジン
		蓋部	一 次 蓋	自然冷却	低合金鋼
			二 次 蓋		ステンレス鋼
			中 性 子 遮へい材		レジン

() は公称値を示す。

別表 1-2 乾式貯蔵キャスク（大型）の許容寸法

名称			公称値 ²⁾	許容範囲 ²⁾	根拠
キャスク容器	全長 ¹⁾	mm	5595		製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	外径	mm	2386		製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴内径	mm	1460		バスケットとの取り合い、製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴板厚さ	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	底板厚さ	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋厚さ	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋外径	mm	1710		JIS B 0405 に基づいて設定
バスケット	全長	mm			キャスク容器との取り合い、製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	中心間距離	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	内のり	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	厚さ	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値

名称			公称値 ³⁾	許容範囲 ³⁾	根拠
円筒部	胴板	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
底部	底板	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
蓋部	一次蓋	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	二次蓋	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm			製造能力、製造実績を考慮したメーカー許容値

1)全長は二次蓋含む。

2)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[使用済燃料乾式貯蔵容器]」による。

3)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[放射線遮へい材]」による。

別表 1-3 乾式貯蔵キャスク（中型）

名 称		使用済燃料乾式貯蔵容器	
種 類	—	密封監視機能付 横置円筒型	
容 量	体	37	
最高使用圧力		MPa	1.6
最高使用温度	キャスク容器	℃	170
	バスケット	℃	225
主 要 寸 法	キャスク 容器	全 長	mm (5595)
		外 径	mm (2166)
		胴 内 径	mm (1240)
		胴 板 厚 さ	mm
		底 板 厚 さ	mm
		一 次 蓋 厚 さ	mm
		一 次 蓋 外 径	mm (1490)
	バスケット	全 長	mm
		中 心 間 距 離	mm
		内 の り	mm
		厚 さ	mm
材 料	胴 板		— GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)
	一 次 蓋		— GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)
	底 板		— GLF1 相当 (ASME SA-350 Gr. LF5)
	バスケット		— B-A0

放射線遮へい材	種 類	主 要 寸 法 (最小厚さ mm)		冷却方法	材 料	
	使用済燃料 乾式貯蔵容器 (密封監視機能 付横置円筒型)	円筒部	胴 板	■	自然冷却	低合金鋼
			中 性 子 遮へい材	■		レジン
		底部	底 板	■	自然冷却	低合金鋼
			中 性 子 遮へい材	■		レジン
		蓋部	一 次 蓋	■	自然冷却	低合金鋼
			二 次 蓋	■		ステンレス鋼
			中 性 子 遮へい材	■		レジン

() は公称値を示す。

別表 1-4 乾式貯蔵キャスク（中型）の許容寸法

名称			公称値 ²⁾	許容範囲 ²⁾	根拠
キャスク容器	全長 ¹⁾	mm	5595		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	外径	mm	2166		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴内径	mm	1240		バスケットとの取り合い, 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	胴板厚さ	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	底板厚さ	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋厚さ	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	一次蓋外径	mm	1490		JIS B 0405 に基づいて設定
バスケット	全長	mm			キャスク容器との取り合い, 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中心間距離	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	内のり	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	厚さ	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

名称			公称値 ³⁾	許容範囲 ³⁾	根拠
円筒部	胴板	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
		mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
底部	底板	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
蓋部	一次蓋	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	二次蓋	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm			製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

1)全長は二次蓋含む。

2)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[使用済燃料乾式貯蔵容器]」による。

3)工事計画認可申請書添付書類「IV-5 図面」の「工事計画書記載の公称値の許容範囲[放射線遮へい材]」による。

別表 2-1 輸送貯蔵兼用キャスク B

名 称			金属キャスク	
種 類		—	輸送貯蔵兼用キャスク B	
容 量		体	69	
最高使用圧力		MPa	1.0	
最高使用温度	キャスク容器		℃	150
	バスケット		℃	260
主 要 寸 法	全 長		mm	5320
	外 径		mm	2482
	キャスク 容器	胴 内 径	mm	1664
		胴 板 厚 さ	mm	
		底 板 厚 さ	mm	
		一 次 蓋 厚 さ	mm	
		一 次 蓋 外 径	mm	1910
		高 さ	mm	5320
	バスケット	外 径	mm	
		高 さ	mm	
		内 幅	mm	
		プレート厚さ	mm	
材 料	胴		—	GLF1
	一 次 蓋		—	GLF1
	底 板		—	GLF1
	バスケット		—	B-SUS304P-1

放 射 線 遮 へ い 材	種 類	主 要 寸 法 (最小厚さ mm)		冷却方法	材 料
	輸送貯蔵兼用 キャスク B	円筒部	胴	自然冷却	炭素鋼
			中性子遮へい材 トラニオン 周辺部以外		レジン
			中性子遮へい材 トラニオン 周辺部		
			外 筒		炭素鋼
		底部	底 板	自然冷却	炭素鋼
			中 性 子 遮へい材		レジン
			中 性 子 遮へい材 カバー		炭素鋼
		蓋部	一 次 蓋	自然冷却	炭素鋼
			中 性 子 遮へい材		レジン
			中 性 子 遮へい材 カバー		ステンレス鋼
			二 次 蓋		炭素鋼

() は公称値を示す。

別表 2-2 輸送貯蔵兼用キャスク B の許容寸法

名称		公称値	許容範囲	根拠
全長	mm	5320		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
外径	mm	2482		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
キャスク容器	胴内径	mm	1664	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	胴板厚さ	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	底板厚さ	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	一次蓋厚さ	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	一次蓋外径	mm	1910	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	高さ	mm	5320	製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
バスケット	外径	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	高さ	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	内幅	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準
	プレート厚さ	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー基準

名称		公称値	許容範囲	根拠
円筒部	胴板	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材 トラニオン 周辺部以外	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	トラニオン 周辺部	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	外筒	mm		JIS による材料公差および 製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
底部	底板	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材カバー	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
蓋部	一次蓋	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	中性子遮へい材カバー	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値
	二次蓋	mm		製造能力, 製造実績を考慮したメーカー許容値

別表 3-1 乾式キャスク支持架台（乾式貯蔵キャスク増設分）

名 称			乾式キャスク支持架台 (乾式貯蔵キャスク増設分)
材 料	支持架台(上部脚柱下部)		SS400
	固定ボルト		S35C
	基礎ボルト		SS400
主 要 寸 法	支 持 架 台	固定ボルトの間隔	mm 800
		固定具全長	mm 5600
		固定具幅	mm 3300
		基礎ボルトの間隔	mm 800

別表 3-2 乾式キャスク支持架台(乾式貯蔵キャスク増設分)の許容寸法

名称		公称値	許容範囲	根拠
固定具全長	mm	5600		メーカー基準
固定具幅	mm	3300		メーカー基準 メーカー据付要求
固定ボルトの間隔	mm	800		メーカー基準
基礎ボルトの間隔	mm	800		メーカー基準

別表 4-1 乾式キャスク支持架台（輸送貯蔵兼用キャスク B 分）

名 称			乾式キャスク支持架台 (輸送貯蔵兼用キャスク分)
材 料	鋼製支持架台		SM490A
	基礎ボルト		S45C
主 要 寸 法	鋼 製 支 持 架 台	ボルト穴と反キャスク側 底板端部との距離	mm 70
		ボルト穴とキャスク側底 板端部との距離	mm 190
		底板側端部とボルト穴と の距離	mm 730

別表 4-2 乾式キャスク支持架台（輸送貯蔵兼用キャスク B 分）の許容寸法

名 称		公称値	許容範囲	根拠
ボルト穴と反キャスク 側底板端部との距離	mm	70		メーカー基準
ボルト穴とキャスク側 底板端部との距離	mm	190		メーカー基準
底板側端部とボルト穴 との距離	mm	730		メーカー基準

別表 5-1 コンクリートモジュール

名 称			コンクリートモジュール
材 料	ベースプレート	—	SS400
	側板・天板接合プレート	—	SS400
	側板・天板コーナ接合プレート	—	SS400
	アンカーボルト	—	SS400
主 要 寸 法	天板パネル厚さ	mm	200
	側板パネル厚さ	mm	200
	ベースプレート厚さ	mm	19
	側板・天板接合プレート厚さ	mm	6
	側板・天板コーナ接合プレート厚さ	mm	9
	給・排気口	幅※	1500※ ¹ ／1300※ ² ／1200／1140
		高さ	400

※1: 乾式貯蔵キャスク用コンクリートモジュール

※2: 輸送貯蔵兼用キャスク用コンクリートモジュール

別表 5-2 コンクリートモジュールの許容寸法

名称		公称値	許容範囲	根拠
天板パネル厚さ	mm	200	■	メーカー基準
側板パネル厚さ	mm	200	■	メーカー基準
ベースプレート厚さ	mm	19	■	JIS G3193
側板・天板接合プレート厚さ	mm	6	■	JIS G3193
側板・天板コーナ接合プレート厚さ	mm	9	■	JIS G3193
給・排気口	幅※	mm 1500※ ¹	■	メーカー基準
		mm 1300※ ²	■	メーカー基準
		mm 1200	■	メーカー基準
		mm 1140	■	メーカー基準
	高さ	mm 400	■	メーカー基準

※1: 乾式貯蔵キャスク用コンクリートモジュール

※2: 輸送貯蔵兼用キャスク用コンクリートモジュール

別表 6-1 クレーン

名 称			クレーン
材 料	本体ガータ	—	SM490A
	脚	—	SS400
主 要 寸 法	スパン	mm	19000
	ホイールベース	mm	11000
	車輪ツバ高さ	mm	25
	レール高さ	mm	135
	レールピット深さ	mm	135

別表 6-2 クレーンの許容寸法

名称		公称値	許容範囲	根拠
スパン	mm	19000		JIS B8801
ホイールベース	mm	11000		メーカー基準
車輪ツバ高さ	mm	25		メーカー基準
レール高さ	mm	135		メーカー基準
レールピット深さ	mm	135		国土交通省における 土木工事施工管理基準 及び規格値等

別表 7 密封監視装置警報設定値※

監視対象設備	警報設定値 (kPa)	許容範囲 (kPa)
乾式貯蔵キャスク (大型)	294	
乾式貯蔵キャスク (中型)	294	
輸送貯蔵兼用キャスク B	294	

※警報設定値および許容範囲については設置工事に係る確認実施時の値であり、今後変更の可能性はある。

別表 8 除熱監視装置警報設定値※

監視対象設備	警報設定値 (°C)	許容範囲 (°C)
乾式貯蔵キャスク (大型)	77	
乾式貯蔵キャスク (中型)	69	
輸送貯蔵兼用キャスク B	79	

※警報設定値および許容範囲については設置工事に係る確認実施時の値であり、今後変更の可能性はある。

別表 9-1 エリア放射線モニタ

名 称		エリア放射線モニタ
検出高さ	mm	基礎から 600mm 以上 1800mm 以下
設置位置	—	図 1 に示す位置

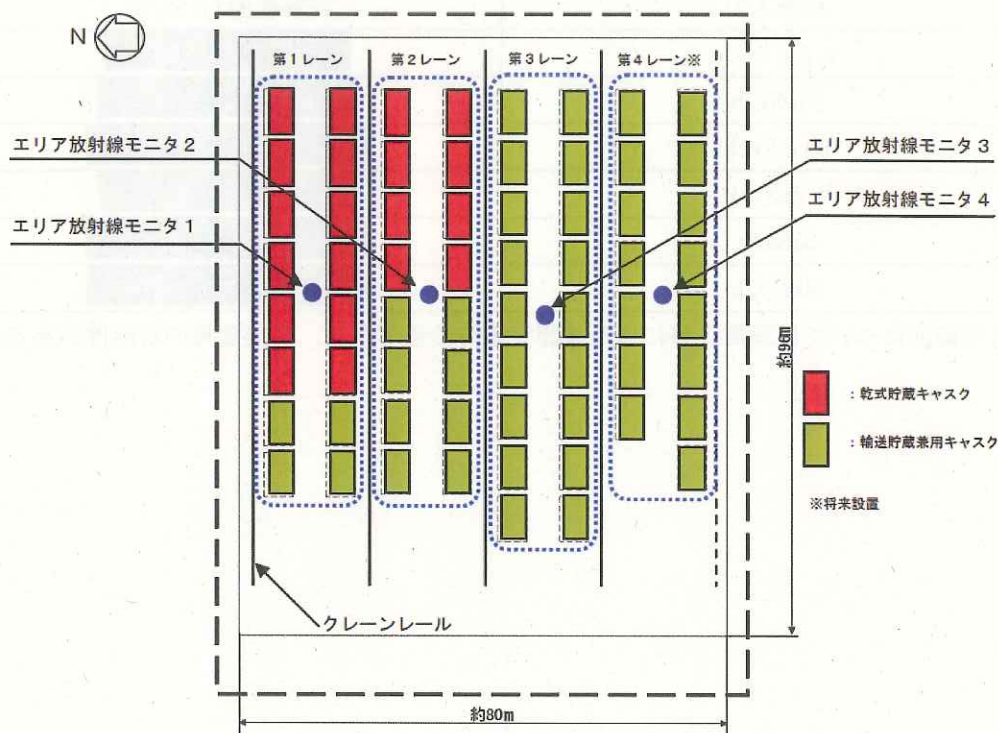


図 1 エリア放射線モニタ配置図

別表 9-2 エリア放射線モニタ警報設定値※

警報設定値 (mSv/h)	許容範囲 (mSv/h)
3.0×10^{-2}	

※警報設定値および許容範囲については設置工事に係る確認実施時の値であり、今後変更の可能性はある。

別表 9-3 エリア放射線モニタの線源校正確認の許容範囲

許容範囲
±30%

別表 9-4 エリア放射線モニタの各校正点の基準入力及び許容範囲※

基準入力	許容範囲 (μ Sv/h)
0.5 μ Sv/h	
5 μ Sv/h	
50 μ Sv/h	
0.5mSv/h	
5mSv/h	
50mSv/h	

※許容範囲については設置工事に係る確認実施時の値であり、今後変更の可能性がある。

別表 10 地盤，基礎コンクリート

名 称			判定基準
地 盤	寸法	地盤改良深度	所定深度まで地盤改良されていること
	強度	地盤改良強度	JEAC4616-2009 に適合すること 設計基準強度：330 kN/m ²
基 礎 コ ン ク リ ー ト	材料	鉄筋	JIS G 3112 に適合すること 鉄筋材質：SD345
	寸法	主筋配置	所定ピッチにほぼ均等に配置されていること
		基礎	所定の厚さであること 乾式貯蔵キャスク基礎部 ：1,000mm 輸送貯蔵兼用キャスク基礎部：800mm
	強度	コンクリート強度	コンクリート標準示方書に適合すること 設計基準強度：24N/mm ²

別冊 9

放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設に係る補足説明

I 放射性液体廃棄物処理施設及び関連施設の構造強度及び耐震性について

放射性液体廃棄物処理設備等を構成する設備の構造強度及び耐震性等の評価結果のうち、設備の代表性を考慮し許容値に対する裕度が小さい設備に対して、計算手順を示し、評価の妥当性を示す。

強度評価は必要肉厚に対する裕度が小さい処理カラム、耐震性評価は安定モーメントに対する裕度が小さい処理済水移送ポンプ、バッチ処理タンクスキッド、HIC、処理カラム交換用クレーン及び一次一般膜応力に対する裕度が小さい処理カラムを代表設備とし、評価手順を以下に示す。

1.1 基本方針

1.1.1 構造強度評価の基本方針

多核種除去設備等を構成する機器は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」において、廃棄物処理設備に相当するクラス3機器と位置付けられる。この適用規格は、「JSME S NC-1 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。）で規定される。ただし、福島第一原子力発電所構内の作業環境、機器等の設置環境等が通常時と大幅に異なっているため、設計・建設規格の要求を全て満足して設計・製作・検査を行うことは困難である。

従って、可能な限り設計・建設規格のクラス3機器相当の設計・製作・検査を行うものの、JIS等の規格に適合した一般産業品の機器等や、設計・建設規格に定める材料と同等の信頼性を有する材料・施工方法等を採用する。

1.1.2 耐震性評価の基本方針

多核種除去設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」のBクラス相当の設備と位置づけられ、耐震性を評価するにあたっては、「JEAC4601 原子力発電所耐震設計技術規程」（以下、「耐震設計技術規程」という。）等に準用する。

また、参考評価として、基準地震動 S_s 相当の水平震度に対して健全性が維持されることを確認する。

1.2 評価結果

1.2.1 ポンプ類

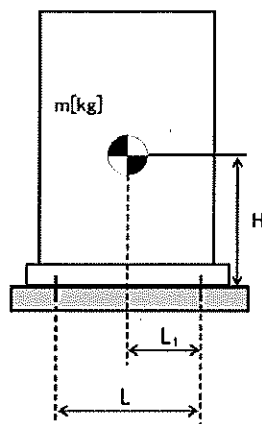
(1) 構造強度評価

ポンプは一般産業品とするため、設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら、以下により高い信頼性を確保した。

- ・ 公的規格に適合したポンプを選定する。
- ・ 耐腐食性（塩分対策）を有したポンプを選定する。
- ・ 試運転により、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。

(2)耐震性評価（代表設備：処理済水移送ポンプ）

a. 基礎ボルトの強度評価耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表1）。



- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
 m : 機器重量
 g : 重力加速度(9.80665m/s^2)
 H : 据付面からの重心までの距離
 L_1 : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
 n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数(2本)
 n : 基礎ボルトの本数(4本)
 A_b : 基礎ボルトの軸断面積
 C_H : 水平方向設計震度
 耐震Bクラス相当 : 0.36
 耐震Sクラス相当 : 0.80
 C_V : 鉛直方向設計震度
 耐震Bクラス相当 : 0
 耐震Sクラス相当 : 0

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$C_H = 0.36$ の場合 $F_b = -625\text{N} < 0$ よって、引張力は発生しない。

$C_H = 0.80$ の場合 $F_b = 1218\text{N}$

$$\text{基礎ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$C_H = 0.36$ の場合 $\sigma_b = -1\text{MPa} < 0$ よって、引張応力は発生しない。

$C_H = 0.80$ の場合 $\sigma_b = 3\text{MPa}$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

$C_H = 0.36$ の場合 $\tau_b = 2\text{MPa}$

$C_H = 0.80$ の場合 $\tau_b = 5\text{MPa}$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : f = \min(f_{to}, f_{ts})$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : f_{sb} = F/\sqrt{3}$$

ここで、Fは日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、設備運転温度（常温）における Sy 値、Su 値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (Sy, 0.7Su)$$

$$Sy : \text{表 8 より } -30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C} : 245\text{MPa}$$

$$Su : \text{表 9 より } -30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C} : 400\text{MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (245, 0.7 \times 400) = 245 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容引張応力：

$$f = \min(f_{to}, f_{ts}) = (183, 253) = 183 \text{ MPa } (C_H=0.36 \text{ の場合})$$

$$f = \min(f_{to}, f_{ts}) = (183, 249) = 183 \text{ MPa } (C_H=0.80 \text{ の場合})$$

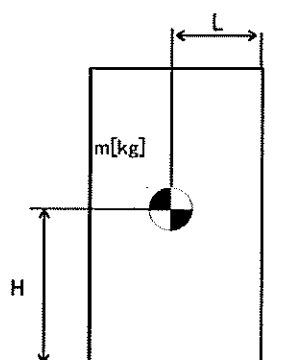
$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 183$$

$$\begin{aligned} f_{ts} &= 1.4 \times f_{to} - 1.6 \times \tau_b \\ &= 253 \text{ } (C_H=0.36 \text{ の場合}) \\ &= 249 \text{ } (C_H=0.80 \text{ の場合}) \end{aligned}$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : f_{sb} = F/\sqrt{3} = 141 \text{ MPa}$$

b. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さくなることから、転倒しないことを確認した。また、地震による転倒モーメント>自重による安定モーメントとなるものについては、a. での計算により基礎ボルトの強度が確保されることから転倒しないことを確認した(表1)。



C_H : 水平方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0.36

耐震Sクラス相当 : 0.80

m : 機器重量

g : 重力加速度(9.80665m/s^2)

H : 据付面からの重心までの距離

L : 転倒支点から機器重心までの距離

$$\text{地震による転倒モーメント} : M_1 = m \times g \times C_H \times H$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 } M_1 = 8.30 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } M_1 = 1.90 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\text{自重による安定モーメント} : M_2 = m \times g \times L = 1.10 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

表1 : 処理済水移送ポンプ耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
処理済水移送ポンプ	本体	転倒	0.36	8.30×10^5	1.10×10^6	N・mm
	基礎ボルト	引張	0.36	—	—	MPa
		せん断	0.36	2	141	MPa
	本体	転倒	0.80	1.90×10^6	1.10×10^6	N・mm
	基礎ボルト	引張	0.80	3	183	MPa
		せん断	0.80	5	141	MPa

※引張評価の算出値「—」については、引張応力が作用していない。

1.2.2 タンク類、吸着塔及び処理カラム

(1) 構造強度評価（代表設備：処理カラム）

タンク類は、SUS316L もしくは炭素鋼（ライニング付）とするが材料の調達において一般産業品とするため、材料証明がなく、設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら、以下により高い信頼性を確保した。

- ・工場にて溶接を行い高い品質を確保する。
- ・水張りによる溶接部の漏えい確認等を行う。

また、吸着塔及び処理カラムは、SUS316L とするが材料の調達において一般産業品とするため、材料証明がなく、設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら、以下を考慮することで、高い信頼性を確保した。

- ・公的規格に適合した一般産業品の SUS316L を用いて吸着塔、処理カラムを製作する。
- ・溶接継手は、PT 検査、運転圧による漏えい確認等を行う。
- ・工場にて溶接を行い高い品質を確保する。

a. スカート支持たて置円筒形容器

スカート支持たて置円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、水頭圧（開放型タンク）、最高使用圧力（密閉型タンク）に耐えられることを確認した（表 2）。

（密閉型の場合）

①胴板の必要肉厚

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$
$$= 12.29\text{mm}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径(1354mm)

P : 最高使用圧力 (1.37MPa)

S : 最高使用温度における材料の許容引張応力 (109MPa)

η : 長手継手の効率 (0.7)

ただし、t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は $t = 3.00[\text{mm}]$ 以上、その他の金属の場合は $t = 1.50[\text{mm}]$ 以上とする。

②鏡板の必要肉厚

$$t = \frac{PRW}{2S\eta - 0.2P}$$
$$= 13.09\text{mm}$$

t : 鏡の計算上必要な厚さ

P : 最高使用圧力(1.37MPa)

R : 鏡板の中央部における内面の半径(1350mm)

W : さら形鏡板の形状による係数(1.54)

r : さら形鏡板のすみの丸みの内半径(135mm)

S : 最高使用温度における材料の許容引張応力(109MPa)

η : 継手の効率(1.0)

表 2 : 処理カラム板厚評価結果

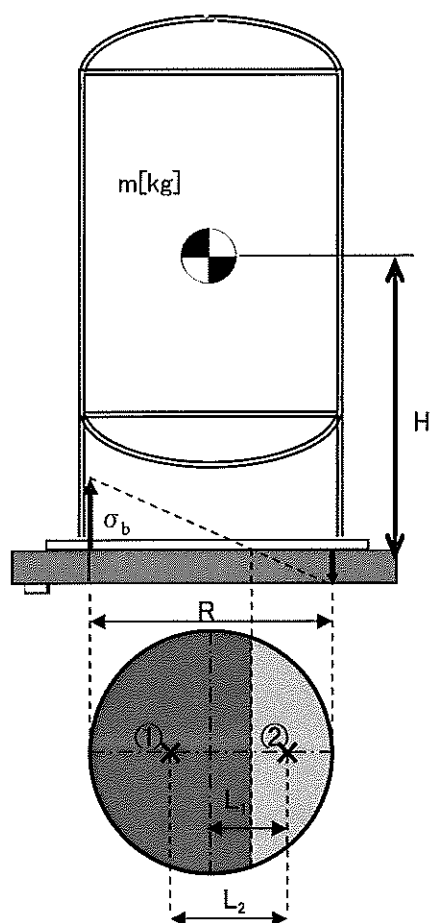
機器名称	評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
処理カラム	胴板	12.29	18.70
	鏡板	13.09	20.70

(2)耐震性評価（代表設備：処理カラム）

a. スカート支持たて置円筒形容器

(a) 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表3）。



m : 機器重量 ()

g : 重力加速度 (9.80665m/s^2)

H : 据付面からの重心までの距離 ()

n : 基礎ボルトの本数 (4本)

A_b : 基礎ボルトの軸断面積 ()

C_H : 水平方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0.36

耐震Sクラス相当 : 0.80

C_V : 鉛直方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0

耐震Sクラス相当 : 0

C_t : 中立軸の位置より求める係数

$C_H = 0.36$ において : 2.245

$C_H = 0.80$ において : 3.056

σ_b : 基礎ボルトに作用する引張応力

F_t : 基礎ボルトに作用する引張力

① : 基礎ボルトに作用する引張力の作用点

② : 基礎部に作用する圧縮力の作用点

R : 基礎ボルトのピッチ円直径 (1258mm)

L_1 : 基礎ボルトのピッチ円中心から②までの距離

$C_H = 0.36$ において : ()

$C_H = 0.80$ において : ()

L_2 : ①から②までの距離

$C_H = 0.36$ において : ()

$C_H = 0.80$ において : ()

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_t = \frac{1}{L_2} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$C_H = 0.36$ の場合 $F_t = 218 \text{ N}$

$C_H = 0.80$ の場合 $F_t = 34303 \text{ N}$

$$\text{基礎ボルトに作用する引張応力：} \sigma_b = \frac{2\pi \times F_t}{n \times A_b \times C_t}$$

$$C_H=0.36 \text{ の場合 } \sigma_b = 1\text{MPa}$$

$$C_H=0.80 \text{ の場合 } \sigma_b = 39\text{MPa}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力：} \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

$$C_H=0.36 \text{ の場合 } \tau_b = 12\text{MPa}$$

$$C_H=0.80 \text{ の場合 } \tau_b = 26\text{MPa}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : f = \min(f_{to}, f_{ts})$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力：} f_{sb} = F/\sqrt{3}$$

ここで、Fは日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、設計温度 50℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))$$

$$Sy : \text{表 8 より } 40^\circ\text{C} : 175\text{MPa}, 75^\circ\text{C} : 154 \text{ MPa}$$

$$Sy = 154 + (175 - 154) \times (75-50)/(75-40) = 169 \text{ MPa}$$

$$Sy(RT) : \text{表 8 より 室温} : 175\text{MPa}$$

$$Sy(RT) = 175\text{MPa}$$

$$Su : \text{表 9 より } 40^\circ\text{C} : 480\text{MPa}, 75^\circ\text{C} : 452\text{MPa}$$

$$Su = 452 + (480 - 452) \times (75-50)/(75-40) = 472 \text{ MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min (1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)) = \min (228, 330, 175) = 175 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容引張応力：

$$f = \min(f_{to}, f_{ts}) = \min(131, 164) = 131 \text{ MPa } (C_H=0.36 \text{ の場合})$$

$$f = \min(f_{to}, f_{ts}) = \min(131, 141) = 131 \text{ MPa } (C_H=0.80 \text{ の場合})$$

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 131$$

$$f_{ts} = 1.4 \times f_{to} - 1.6 \times \tau_b$$

$$= 164 \text{ (} C_H=0.36 \text{ の場合)}$$

$$= 141 \text{ (} C_H=0.80 \text{ の場合)}$$

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力：} f_{sb} = F/\sqrt{3} = 101 \text{ MPa}$$

(b) 胴板の強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して、胴板の強度評価を実施した。

一次一般膜応力 σ_0 を下記の通り評価し、許容値を下回ることを確認した(表 3)。

$$\sigma_0 = \text{Max}\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$C_H=0.36$ の場合 48 MPa

$C_H=0.80$ の場合 48 MPa

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$C_H=0.36$ の場合 48 MPa

$C_H=0.80$ の場合 48 MPa

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$\sigma_{xc} < 0$ となるため評価不要

σ_{0t} : 一次一般膜応力 (引張側)

σ_{0c} : 一次一般膜応力 (圧縮側)

σ_ϕ : 胴の周方向応力の和

$C_H=0.36$ の場合 47.20 MPa

$C_H=0.80$ の場合 47.20 MPa

σ_{xt} : 胴の軸方向応力の和 (引張側)

$C_H=0.36$ の場合 24.96 MPa

$C_H=0.80$ の場合 26.10 MPa

σ_{xc} : 胴の軸方向応力の和 (圧縮側)

$C_H=0.36$ の場合 -22.42 MPa

$C_H=0.80$ の場合 -21.29 MPa

τ : 地震により胴に生じるせん断応力

$C_H=0.36$ の場合 0.49 MPa

$C_H=0.80$ の場合 1.09 MPa

また、許容応力は、以下の式で設定した。

胴板一次一般膜応力の許容応力 : $\sigma = \text{MAX}(\text{Min}(\text{Sy}, 0.6 \cdot \text{Su}), 1.2 \cdot \text{S})$

ここで、 σ は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 5、表 8 及び表 9 より、設計温度 60℃における S 値、Sy 値及び Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

S : 表 5 より 40℃ : 111MPa、75℃ : 108 MPa

$$S = 108 + (111 - 108) \times (75-60)/(75-40) = 109 \text{ MPa}$$

Sy : 表 8 より 40℃ : 175MPa、75℃ : 154 MPa

$$\text{Sy} = 154 + (175 - 154) \times (75-60)/(75-40) = 163 \text{ MPa}$$

Su : 表 9 より 40℃ : 480MPa、75℃ : 452MPa

$$\text{Su} = 452 + (480 - 452) \times (75-60)/(75-40) = 464 \text{ MPa}$$

胴板一次一般膜応力の許容応力 : $\sigma = \text{MAX}(\text{Min}(\text{Sy}, 0.6 \cdot \text{Su}), 1.2 \cdot \text{S})$

$$= \text{MAX}(\text{Min}(163, 278), 130) = 163 \text{ MPa}$$

(c) スカートの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して、スカートの強度評価を実施した。

組合せ応力 σ_s を下記の通り評価し、許容値を下回ることを確認した(表3)。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

$C_H=0.36$ の場合 4 MPa

$C_H=0.80$ の場合 8 MPa

σ_1 : スカートの質量による軸方向応力

$C_H=0.36$ の場合 1.20 MPa

$C_H=0.80$ の場合 1.20 MPa

σ_2 : スカートの鉛直方向地震による軸方向応力

$C_H=0.36$ の場合 0 MPa

$C_H=0.80$ の場合 0 MPa

σ_3 : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力

$C_H=0.36$ の場合 2.29 MPa

$C_H=0.80$ の場合 5.07 MPa

τ : 地震によるスカートに生じるせん断応力

$C_H=0.36$ の場合 0.865 MPa

$C_H=0.80$ の場合 1.93 MPa

また、許容応力は、以下の式で設定した。

スカート組合せ応力の許容応力 : $\sigma = F$

ここで、 σ は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 5、表 8 及び表 9 より、設計温度 50℃における S_y 値、 $S_y(RT)$ 値及び S_u 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min(1.35 \cdot S_y, 0.7 \cdot S_u, S_y(RT))$$

S_y : 表 8 より 40℃ : 205MPa、75℃ : 183 MPa

$$S_y = 183 + (205 - 183) \times (75-50)/(75-40) = 198 \text{ MPa}$$

$S_y(RT)$: 表 8 より 室温 : 205MPa

$$S_y(RT) = 205 \text{ MPa}$$

S_u : 表 9 より 40℃ : 520MPa、75℃ : 466MPa

$$S_u = 466 + (520 - 466) \times (75-50)/(75-40) = 504 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \min(1.35 \cdot S_y, 0.7 \cdot S_u, S_y(RT)) = \min(268, 353, 205) = 205 \text{ MPa}$

スカート組合せ応力の許容応力 : $\sigma_s = F = 205 \text{ MPa}$

また、座屈評価を下記の式により行い、スカートに座屈が発生しないことを確認した(表5)。

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_1 + \sigma_2)}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_3}{f_b} \leq 1$$

σ_1 : スカートの質量による軸方向応力
 $C_H=0.36$ の場合 1.20 MPa
 $C_H=0.80$ の場合 1.20 MPa
 σ_2 : スカートの鉛直方向地震による軸方向応力
 $C_H=0.36$ の場合 0 MPa
 $C_H=0.80$ の場合 0 MPa
 σ_3 : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
 $C_H=0.36$ の場合 2.29 MPa
 $C_H=0.80$ の場合 5.07 MPa
 f_c : 軸圧縮荷重に対する許容座屈応力 205 MPa
 f_b : 曲げモーメントに対する許容座屈応力 205 MPa
 η : 座屈応力に対する安全率 1

表3：処理カラム耐震評価結果

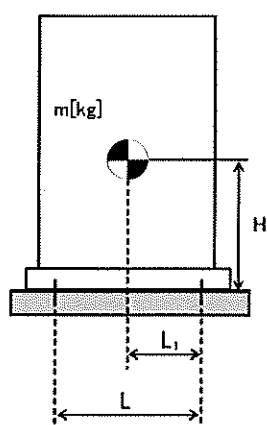
機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
処理カラム	胴板	一次一般膜	0.36	48	163	MPa
	スカート	組合せ	0.36	4	205	MPa
		座屈	0.36	0.02	1	—
	基礎 ボルト	引張	0.36	1	131	MPa
		せん断	0.36	12	101	MPa
	胴板	一次一般膜	0.80	48	163	MPa
	スカート	組合せ	0.80	8	205	MPa
		座屈	0.80	0.03	1	—
	基礎 ボルト	引張	0.80	39	131	MPa
		せん断	0.80	26	101	MPa

1.2.3 スキッド

(I)耐震性評価（代表設備：バッチ処理タンクスキッド）

a. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した（表4）。



- L : 基礎ボルト間の水平方向距離
- m : 機器重量
- g : 重力加速度(9.80665m/s²)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L₁ : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- n_f : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数(12 本)
- n : 基礎ボルトの本数(48 本)
- A_b : 基礎ボルトの軸断面積
- C_H : 水平方向設計震度
 - 耐震Bクラス相当 : 0.36
 - 耐震Sクラス相当 : 0.80
- C_V : 鉛直方向設計震度
 - 耐震Bクラス相当 : 0
 - 耐震Sクラス相当 : 0

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力: } F_b = \frac{1}{L} (m \times g \times C_H \times H - m \times g \times (1 - C_V) \times L_1)$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 } F_b = -43692 \text{ N}$$

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } F_b = 278068 \text{ N}$$

$$\text{基礎ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 } \sigma_b = -18.1 \text{ MPa} < 0 \text{ よって, 引張応力は発生しない。}$$

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } \sigma_b = 116 \text{ MPa}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 } \tau_b = 23 \text{ MPa}$$

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } \tau_b = 51 \text{ MPa}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

基礎ボルトの許容引張応力 : $f = \min(f_{to}, f_{ts})$

基礎ボルトの許容せん断応力 : $f_{sb} = F/\sqrt{3}$

ここで、Fは日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、設計温度 50℃における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (Sy, 0.7Su)$$

Sy : 表 8 より 40℃ : 245MPa、75℃ : 231 MPa

$$Sy = 231 + (245 - 231) \times (75-50)/(75-40) = 241 \text{ MPa}$$

Su : 表 9 より 40℃ : 400MPa、75℃ : 381MPa

$$Su = 381 + (400 - 381) \times (75-50)/(75-40) = 394 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \min (Sy, 0.7Su) = \min (241, 0.7 \times 394) = 241 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力 :

$$f = \min(f_{to}, f_{ts}) = (180, 216) = 180 \text{ MPa } (C_H=0.36 \text{ の場合})$$

$$f = \min(f_{to}, f_{ts}) = (180, 171) = 171 \text{ MPa } (C_H=0.80 \text{ の場合})$$

$$f_{to} = F/2 \times 1.5 = 180$$

$$f_{ts} = 1.4 \times f_{to} - 1.6 \times \tau_b$$

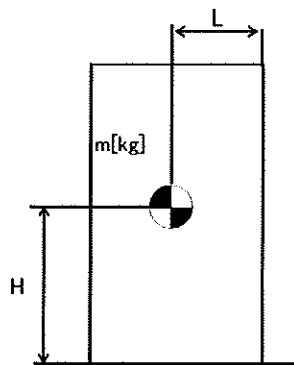
$$= 216 \text{ (} C_H=0.36 \text{ の場合)}$$

$$= 171 \text{ (} C_H=0.80 \text{ の場合)}$$

基礎ボルトの許容せん断応力 : $f_{sb} = F/\sqrt{3} = 139 \text{ MPa}$

b. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さく、転倒しないことを確認した。また、地震による転倒モーメント＞自重による安定モーメントとなるものについては、a. での計算により基礎ボルトの強度が確保されることから転倒しないことを確認した（表4）。



C_H : 水平方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0.36

耐震Sクラス相当 : 0.80

m : 機器重量 ()

g : 重力加速度 (9.80665m/s^2)

H : 据付面からの重心までの距離 ()

L : 転倒支点から機器重心までの距離 ()

地震による転倒モーメント : $M_1 = m \times g \times C_H \times H$

$C_H = 0.36$ の場合 $M_1 = 9.27 \times 10^8 \text{N} \cdot \text{mm}$

$C_H = 0.80$ の場合 $M_1 = 2.06 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{mm}$

自重による安定モーメント : $M_2 = m \times g \times L = 1.08 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{mm}$

表4：バッチ処理タンクスキッド耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
バッチ処理タンク スキッド	本体	転倒	0.36	9.27×10^8	1.08×10^9	$\text{N} \cdot \text{mm}$
	基礎	引張	0.36	—	—	MPa
	ボルト	せん断	0.36	23	139	MPa
	本体	転倒	0.80	2.06×10^9	1.08×10^9	$\text{N} \cdot \text{mm}$
	基礎	引張	0.80	116	171	MPa
	ボルト	せん断	0.80	51	139	MPa

※引張評価の算出値「—」については、引張応力が作用していない。

1.2.4 高性能容器

(1) 構造強度評価

高性能容器本体は、ポリエチレン製の容器であり設計・建設規格の要求に適合するものではない。しかしながら、高性能容器は、米国において低レベル放射性廃棄物の最終処分に使用されている容器であり、米国 NRC (Nuclear Regulatory Commission, 原子力規制委員会) から権限を委譲されたサウスカロライナ州健康環境局 (S.C. Department of Health and Environmental Control) の認可を得ており、高い信頼性を有している。

a. 収容物重量に対する評価

高性能容器の収容物重量は容積から決定しており、当該型式の高性能容器の設計重量は約 4.5t である。多核種除去設備で使用する高性能容器への収容物の重量は最大で 3.5t とすることから、収容物重量に対して十分な強度を有している。

b. 圧力に対する評価

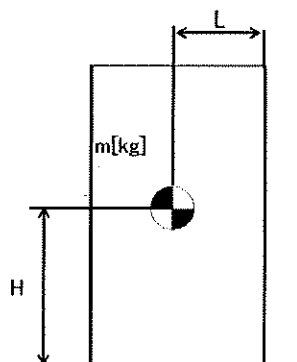
当該型式の高性能容器の外圧に対する設計圧力は、25 kPa である。多核種除去設備で用いる高性能容器の外圧は屋外設置のため大気圧程度であることから、設計圧力を満足している。

一方、内圧に対しては、サウスカロライナ州健康環境局の認可に当たり、50 kPa で試験を行い、容器に歪みがないことを確認している。高性能容器は、ベント機能を設けていることから、多核種除去設備で使用する際の内圧は、大気圧程度となり、試験圧力を満足している。

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を行った。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さく、転倒しないことを確認した（表5）。



C_H ：水平方向設計震度

耐震Bクラス相当：0.36

耐震Sクラス相当：0.80

m ：機器重量：[REDACTED]

g ：重力加速度(9.80665m/s^2)

H ：据付面からの重心までの距離：[REDACTED]

L ：転倒支点から機器重心までの距離：[REDACTED]

地震による転倒モーメント： $M_1 = m \times g \times C_H \times H$

$C_H=0.36$ の場合 $M_1 = 2.04 \times 10^7 \text{N}\cdot\text{mm}$

$C_H=0.80$ の場合 $M_1 = 4.52 \times 10^7 \text{N}\cdot\text{mm}$

自重による安定モーメント： $M_2 = m \times g \times L$

$M_2 = 4.56 \times 10^7 \text{N}\cdot\text{mm}$

表5 高性能容器評価結果

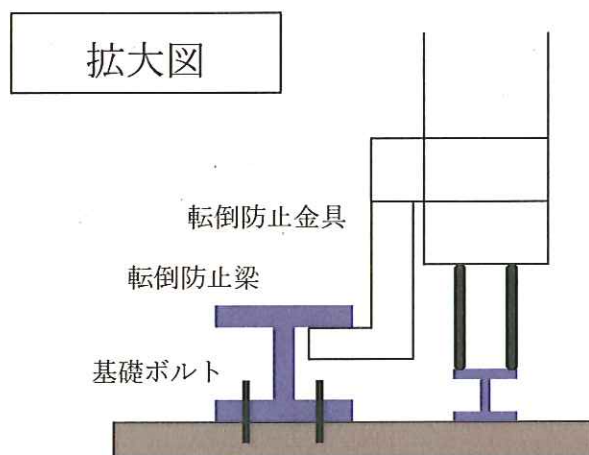
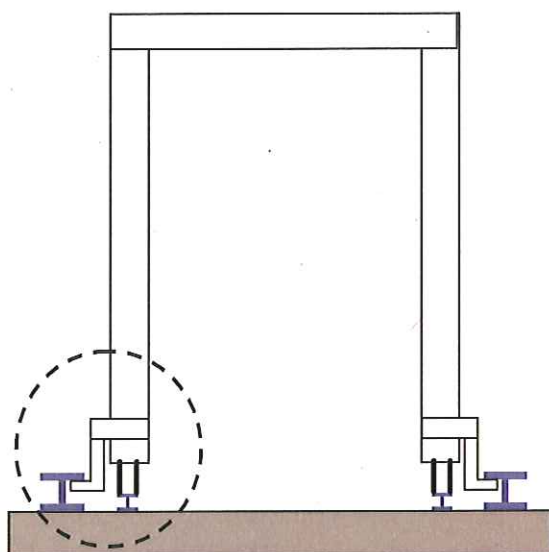
機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
高性能容器 (補強体付き)	本体	転倒	0.36	2.04×10^7	4.56×10^7	N・mm
			0.80	4.52×10^7		

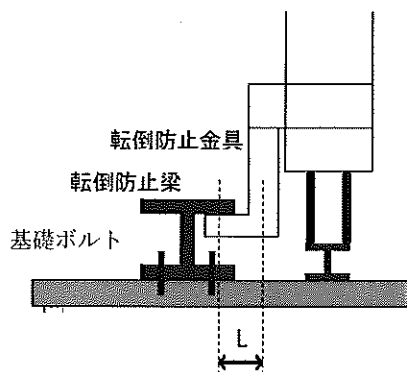
1.2.5 クレーン類

(1)耐震性評価（代表設備：処理カラム交換用クレーン）

a. 基礎ボルト等の強度評価

耐震設計技術規程並びに「クレーン構造規格」（平成7年労働省告示第134号）の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価の結果、基礎ボルト・転倒防止金具・転倒防止梁の強度が確保されることを確認した（表6）。





L : 転倒防止金具の中心軸と転倒防止梁
接触点までの距離(140mm)

g : 重力加速度(9.80665m/s^2)

Z_1 : 転倒防止金具の形状係数($7.90 \times 10^4 \text{mm}^3$)

Z_2 : 転倒防止梁の形状係数 ($8.60 \times 10^5 \text{mm}^3$)

d : ボルトの断面積(149.50mm^2)

l : 転倒防止梁のアンカー固定ピッチ (2000mm)

C_H : 水平方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0.36

耐震Sクラス相当 : 0.80

C_V : 鉛直方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0

耐震Sクラス相当 : 0

「b. 転倒評価」にて、地震による転倒モーメント>自重による安定モーメントとなる場合について、評価を行う。

転倒防止金具に作用する浮き上がり荷重をFとして、

$$F = (\text{地震による転倒モーメント} - \text{自重による安定モーメント}) / (\text{クレーン両脚の距離})$$

$$= (22400 - 22500) / 4.9 = -20 \text{ kg (Bクラス評価の場合)} \quad \leftarrow \text{浮き上がり荷重は発生しない}$$

$$= (49600 - 22500) / 4.9 = 5600 \text{ kg (Sクラス評価の場合)}$$

転倒防止金具は片側に4個設置しているが、うち3個が転倒時に有効に作用するものとする。また、転倒防止梁の基礎ボルトは1箇所あたり4本で固定されている。

$$\text{転倒防止金具にかかる応力} : \sigma_1 = \frac{F \times g \times L}{3 \times Z_1}$$

$C_H = 0.36$ の場合 応力が発生しない

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } \sigma_1 = 32.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{基礎ボルトに作用する引張力} : F_b = \frac{F}{3 \times 4}$$

$C_H = 0.36$ の場合 引張力が発生しない

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } F_b = 467 \text{ kg}$$

$$\text{転倒防止用梁にかかる応力} : \sigma_2 = \frac{F \times g \times l}{3 \times 4 \times Z_2}$$

$C_H = 0.36$ の場合 応力が発生しない

$$C_H=0.80 \text{ の場合 } \sigma_2 = 10.7 \text{ N/mm}^2$$

また、許容応力はクレーン構造規格に基づき以下の式で設定した。

$$\begin{aligned} \text{許容引張応力: } \sigma_{ta} &= \min (\text{降伏点応力}/1.5 , \text{引張強さ}/1.8) \\ &= \min (2400/1.5 , 4100/1.8) \\ &= \min (1600 , 2278) = 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

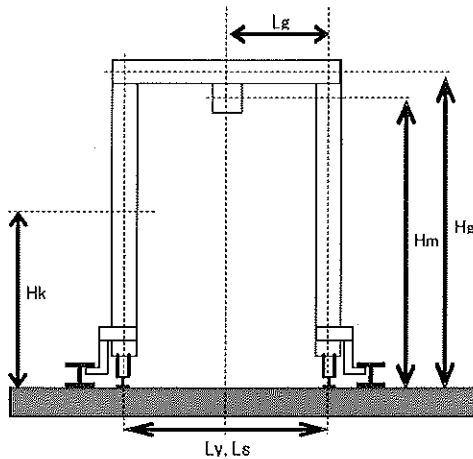
$$\begin{aligned} \text{基礎ボルトの許容引張力: } F_{Ba} &= \sigma_{ta} \times d \times 0.6 \\ &= 1435 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{許容圧縮応力: } \sigma_{ca} = \sigma_{ta}/1.15 = 1391 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{転倒防止金具, 転倒防止梁の許容曲げ応力: } \sigma_{bac} = 1.30 \times \sigma_{ca} = 1800 \text{ kg/cm}^2 = 175 \text{ N/mm}^2$$

b. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらを比較することにより転倒評価を実施した。評価の結果、地震による転倒モーメントが自重による安定モーメントより小さくなるものについては、転倒しないことを確認した。また、地震による転倒モーメントが自重による安定モーメントより大きくなるものについては、a. での計算により基礎ボルト・転倒防止金具・転倒防止梁の強度が確保されることから転倒しないことを確認した（表6）。



C_H : 水平方向設計震度

耐震Bクラス相当 : 0.36

耐震Sクラス相当 : 0.80

m : 機器重量

m_g : ガータ重量 ()

m_k : 脚重量 ()

m_m : 巻上機重量 ()

m_y : 揺脚重量 ()

m_s : サドル重量 ()

g : 重力加速度 (9.80665m/s^2)

H : 据付面からの重心までの距離

H_g : ガータ重心高さ ()

H_k : 脚重心高さ ()

H_m : 巻上機重心高さ ()

L : 転倒支点から機器重心までの距離

L_g : ガータ重心距離 ()

L_y : 揺脚重心距離 ()

L_s : サドル重心距離 ()

地震による転倒モーメント : $M_1 = m \times C_H \times H$

$$M_{1g} = m_g \times H_g \times C_H$$

$$M_{1k} = m_k \times H_k \times C_H$$

$$M_{1m} = m_m \times H_m \times C_H$$

$$M_1 = M_{1g} + M_{1k} + M_{1m}$$

$$C_H = 0.36 \text{ の場合 } M_1 = 2.24 \times 10^4 \text{kg} \cdot \text{m}$$

$$C_H = 0.80 \text{ の場合 } M_1 = 4.96 \times 10^4 \text{kg} \cdot \text{m}$$

自重による安定モーメント： $M_2 = m \times L$

$$M_{2g} = m_g \times L_g$$

$$M_{2y} = m_y \times L_y$$

$$M_{2s} = m_s \times L_s$$

$$M_2 = M_{2g} + M_{2y} + M_{2s} = 2.25 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

表6：クレーン類耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
処理カラム 交換用クレーン	本体	転倒	0.36	2.24×10^4	2.25×10^4	$\text{kg} \cdot \text{m}$
	基礎ボルト	引張	0.36	—	1435	kg
	転倒防止金具	変形	0.36	—	175	N/mm^2
	転倒防止梁	変形	0.36	—	175	N/mm^2
	本体	転倒	0.80	4.96×10^4	2.25×10^4	$\text{kg} \cdot \text{m}$
	基礎ボルト	引張	0.80	467	1435	kg
	転倒防止金具	変形	0.80	32.5	175	N/mm^2
	転倒防止梁	変形	0.80	10.7	175	N/mm^2

※ 算出値「—」については、引張荷重・応力が作用していない。

1.2.6 配管

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼管）

配管（鋼管）はステンレスまたは炭素鋼の一般産業品とするため、設計・建設規格の要求には必ずしも適合しない。しかしながら、以下により高い信頼性を確保する。

- ・ 公的規格に適合した配管（鋼管）を選定する。
- ・ 溶接継手は、運転圧による漏えい確認もしくは代替検査を行う。
- ・ 可能な限り工場にて溶接を行い、現地での溶接作業を少なくする。

また、配管（鋼管）には保温材を取り付け凍結防止対策を施す。

b. 配管（ポリエチレン管）

配管（ポリエチレン管）は鋼材ではなく、一般産業品であるため、設計・建設規格の要求に適合するものではない。しかしながら、配管（ポリエチレン管）は、一般に耐食性、電気特性（耐電気腐食）、耐薬品性を有しており、鋼管と同等の信頼性を有している。また、以下により高い信頼性を確保する。

- ・日本水道協会規格に適合したポリエチレン管を採用する。
- ・継手は、可能な限り融着構造とする。

また、配管（ポリエチレン管）には保温材を取り付け凍結防止対策を施す。なお、本対策は、配管（ポリエチレン管）の紫外線劣化対策を兼ねる。

c. 配管（耐圧ホース）

配管（耐圧ホース）は鋼材ではなく、一般産業品であるため、設計・建設規格の要求に適合するものではない。しかしながら、以下により高い信頼性を確保する。

- ・耐圧ホースで発生した過去の不適合のうち、チガヤによる耐圧ホースの貫通に関してはチガヤが生息する箇所においては鉄板敷き等の対策を施す。
- ・継手金属と樹脂の結合部（カシメ部）の外れ防止対策として、結合部に外れ防止金具を装着する。
- ・通水等による漏えい確認を行う。

また、配管（耐圧ホース）には保温材を取り付け凍結防止対策を施す。

(2)耐震性評価

a. 配管（鋼管）

配管（鋼管）は、原子力発電所の耐震設計に用いられている定ピッチスパン法等によりサポートスパンを確保する。

b. 配管（ポリエチレン管）

配管（ポリエチレン管）は、可撓性を有しており地震により有意な応力は発生しない。

c. 配管（耐圧ホース）

配管（耐圧ホース）は、可撓性を有しており地震により有意な応力は発生しない。

以上

別冊 1 0

福島第一原子力発電所 原子力事業者防災業務計画

福島第一原子力発電所 原子力事業者防災業務計画

平成25年6月

東京電力株式会社

改 定 来 歴

項目 回	年 月 日	改 定 内 容	備 考
0	平成12年6月16日 (原管発官12第147号)	新規制定	
1	平成13年8月1日 (原管発官13第217号)	ICRP Pub. 60 法令化, 中央省庁再編, フィルムバッジ廃止, オフサイトセンター運営要領との整合及び表現の適正化等に伴う一部改定	
2	平成14年8月1日 (原管発官14第200号)	「防災基本計画」修正並びに「原子炉施設等の防災対策について」改訂の取り入れ, 福島県組織改編及び表現の適正化等に伴う一部改定	
3	平成15年8月1日 (原管発官15第168号)	国, 自治体及び社内組織改編, 「原子炉施設等の防災対策について」改訂, 緊急被ばく医療活動の充実強化及び表現の適正化等に伴う一部改定	
4	平成16年8月6日 (原管発官16第228号)	「原子力災害対策特別措置法施行規則」改正, 省庁, 自治体及び社内組織改編, オフサイトセンター派遣要員及び貸与資機材の福島第一, 福島第二原子力発電所間協力の実施の取り入れ等に伴う一部改定	
5	平成17年8月5日 (原管発官17第200号)	各経済産業局等の組織改編及び表現の適正化等に伴う一部改定	
6	平成18年8月8日 (原管発官18第179号)	内閣府告示による指定地方行政機関の変更及び表現の適正化等に伴う一部改定	
7	平成19年8月10日 (原管発官19第254号)	内閣府告示による指定地方行政機関の変更, 表現の適正化及び副原子力防災管理者の代行順位見直し等に伴う一部改定	
8	平成20年8月8日 (原管発官20第230号)	内閣府告示による指定地方行政機関の変更, 自治体及び社内組織改編並びに原子力災害対策特別措置法施行規則一部改正等に伴う一部改定	

項目 回	年 月 日	改 定 内 容	備 考
9	平成21年8月7日 (原管発官21第166号)	火災発生時の対応の明確化及び発電所周辺監視柵の移設による周辺監視区域の変更に伴う一部改定	
10	平成22年8月9日 (原管発官22第210号)	内閣府告示による指定行政機関の変更及びSPDS常時伝送運用等に伴う一部改定	
11	平成23年12月22日 (原管発官23第544号)	省庁組織改編に伴う名称変更及びJEA G改定に伴う通報並びに報告様式の一部改定	
12	平成25年3月12日 (原管発官24第647号) ※1 (原管発官24第648号) ※2	原子力災害対策特別措置法等の改正, 福島県地域防災計画の修正, 発電所の現状等反映に伴う改定	※1 内閣総理大臣へ提出 ※2 原子力規制委員会へ提出
13	平成25年6月19日 (原管発官25第174号) ※1 (原管発官25第175号) ※2	社内組織改編, 社内防災体制の見直し, 通報先の追加に伴う一部改定	※1 内閣総理大臣へ提出 ※2 原子力規制委員会へ提出

目 次

第1章 総則	1
第1節 原子力事業者防災業務計画の目的	1
第2節 定義	1
第3節 原子力事業者防災業務計画の基本構想	5
第4節 原子力事業者防災業務計画の運用	6
第5節 原子力事業者防災業務計画の修正	6
第2章 原子力災害予防対策の実施	7
第1節 防災体制	7
1. 緊急時態勢の区分	7
2. 原子力防災組織	7
3. 原子力防災管理者・副原子力防災管理者の職務	8
第2節 原子力防災組織の運営	10
1. 通報連絡体制及び情報連絡体制	10
2. 緊急時態勢の発令及び解除	10
3. 権限の行使	13
第3節 放射線測定設備及び原子力防災資機材の整備	13
1. 敷地境界付近の放射線測定設備の設置及び検査等	13
2. 原子力防災資機材の整備	14
3. 原子力防災資機材以外の資機材の整備	15
4. 遠隔操作が可能な装置等の整備	15
第4節 原子力災害対策活動で使用する資料の整備	15
1. オフサイトセンターに備え付ける資料	15
2. 原子力規制庁緊急時対応センターに備え付ける資料	15
3. 発電所及び本店等に備え付ける資料	16
第5節 原子力災害対策活動で使用する施設及び設備の整備・点検	16
1. 緊急時対策所	16
2. 原子力事業所災害対策支援拠点	17
3. 本店非常災害対策室	17

4. 退避場所の指定及び避難集合場所	1 8
5. 救急医療施設	1 8
6. 気象観測設備	1 8
7. S P D S	1 8
8. 緊急時サイレン及び所内放送装置	1 8
第6節 防災教育の実施	1 9
第7節 訓練の実施	1 9
1. 社内における訓練	1 9
2. 国又は地方公共団体が主催する訓練	2 0
第8節 関係機関との連携	2 0
1. 国との連携	2 0
2. 地方公共団体との連携	2 1
3. 地元防災関係機関等との連携	2 1
第9節 発電所周辺及び一般の方々を対象とした広報活動	2 1
第3章 緊急事態応急対策等の実施	2 2
第1節 通報及び連絡	2 2
1. 通報の実施	2 2
2. 緊急事態発令時の対応	2 3
3. 情報の収集と提供	2 3
4. 社外関係機関との連絡方法	2 4
5. 通話制限	2 4
第2節 応急措置の実施	2 4
1. 警備及び避難誘導	2 4
2. 放射能影響範囲の推定及び防護措置	2 5
3. 医療活動	2 5
4. 消火活動	2 6
5. 汚染拡大の防止	2 7
6. 線量評価	2 7
7. 広報活動	2 7
8. 応急復旧	2 8

9. 原子力災害の発生又は防止を図るための措置	28
10. 資機材の調達及び輸送	29
11. 事業所外運搬に係る事象発生における措置	29
12. 応急措置の実施報告	30
13. 原子力防災要員等の派遣等	30
第3節 緊急事態応急対策	31
1. 第2次緊急時態勢の発令	31
2. 原子力災害合同対策協議会等との連絡報告	32
3. 応急措置の継続実施	32
4. 事業所外運搬事故における対策	32
第4章 原子力災害事後対策	33
第1節 発電所の対策	33
1. 復旧対策	33
2. 被災者の相談窓口の設置	34
3. 緊急時対策要員の健康管理等	34
4. 緊急時態勢の解除	34
5. 原因究明と再発防止対策の実施	34
第2節 原子力防災要員等の派遣等	34
第5章 その他	36
第1節 他の原子力事業者への協力	36

第 1 章 総則

第 1 節 原子力事業者防災業務計画の目的

この原子力事業者防災業務計画（以下「この計画」という。）は、原子力災害対策特別措置法（平成 11 年法律第 156 号）第 7 条第 1 項の規定並びに原子力災害対策指針に基づき、福島第一原子力発電所（以下「発電所」という。）における原子力災害予防対策、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策その他の原子力災害の発生及び拡大を防止し、並びに原子力災害の復旧を図るために必要な業務を定め、原子力災害対策の円滑かつ適切な遂行に資することを目的とする。

第 2 節 定義

この計画において次に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号の定めるところによる。

1. 原子力災害

原子力緊急事態により公衆の生命、身体又は財産に生ずる被害をいう。

2. 原子力緊急事態

発電所施設の保安及び維持管理等において放射性物質又は放射線が異常な水準で発電所の敷地外（原子力事業所の外における放射性物質の運搬（以下「事業所外運搬」という。）の場合にあっては、当該運搬に使用する容器外）へ放出された事態をいう。

3. 原子力災害予防対策

緊急事態応急対策等及び原子力災害事後対策の実施に必要となる防災体制及び資機材の整備等の対策をいう。

4. 緊急事態応急対策

原子力災害対策特別措置法第 15 条第 2 項の規定に基づく原子力緊急事態宣言があった時から同法第 15 条第 4 項の規定に基づく原子力緊急事態解除宣言があるまでの間において、原子力災害（原子力災害が生ずる蓋然性を含む。）の拡大の防止を図るため実施すべき応急の対策をいう。

5. 原子力災害事後対策

原子力災害対策特別措置法第15条第4項の規定に基づく原子力緊急事態解除宣言があった時以後において、原子力災害（原子力災害が生ずる蓋然性を含む。）の拡大の防止又は原子力災害の復旧を図るため実施すべき対策（原子力事業者が原子力損害の賠償に関する法律の規定に基づき同法第2条第2項に規定する原子力損害を賠償することを除く。）をいう。

6. 原子力事業者

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）第23条第1項の規定に基づく原子炉の設置の許可を受けた者、その他原子力災害対策特別措置法第2条第3号に規定する者をいう。

7. 原子力事業所

原子炉の運転等を行う工場又は事業所をいう。

8. 指定行政機関

国家行政組織法（昭和23年法律第120号）第3条第2項に規定する国の行政機関及び同法第8条から第8条の3までに規定する機関で、内閣総理大臣が指定するものをいう。（内閣府、国家公安委員会、警察庁、金融庁、消費者庁、総務省、消防庁、法務省、外務省、財務省、文部科学省、文化庁、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、資源エネルギー庁、原子力規制委員会、中小企業庁、国土交通省、国土地理院、気象庁、海上保安庁、環境省及び防衛省）

9. 指定地方行政機関

指定行政機関の地方支分部局（国家行政組織法第9条の地方支分部局をいう。）その他の国の地方行政機関で、内閣総理大臣が指定するものをいう。（沖縄総合事務局、管区警察局、総合通信局、沖縄総合通信事務所、財務局、水戸原子力事務所、地方厚生局、都道府県労働局、地方農政局、北海道農政事務所、森林管理局、経済産業局、産業保安監督部、那覇産業保安監督事務所、地方整備局、北海道開発局、地方運輸局、地方航空局、管区气象台、沖縄气象台、管区海上保安本部、地方環境事務所及び地方防衛局）

10. 核燃料物質等

核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物（原子核分裂生成物を含む。）をいう。

1 1. 原子炉の運転等

原子力損害の賠償に関する法律施行令（昭和37年政令第44号）第1条に基づく原子炉の運転及び核燃料物質の使用並びにこれらに付随してする核燃料物質等の運搬又は貯蔵をいう。

1 2. 緊急時態勢

原子力災害が発生するおそれがある場合又は発生した場合であって、発電所の平常組織をもってしては、事故原因の除去、原子力災害の拡大防止等のための活動を迅速かつ円滑に行うことが困難な事態に対処するための態勢をいう。

1 3. 原子力災害対策活動

緊急時態勢発令時に原子力災害の発生及び拡大を防止し、並びに原子力災害の復旧を図るために実施する活動をいう。

1 4. 原子力防災組織

原子力災害対策特別措置法第8条第1項の規定に基づき発電所に設置され、原子力災害対策活動を行う組織をいう。

1 5. 本店原子力防災組織

本店に設置される原子力災害対策活動を行う組織をいう。

1 6. 原子力防災要員

原子力災害対策特別措置法第8条第3項の規定に基づき原子力防災組織に置かれ、原子力災害対策活動を行う要員（ただし、同法第8条第4項の規定に基づき原子力規制委員会等に届け出ている要員に限る。）をいう。

1 7. 緊急時対策要員

原子力防災要員、原子力防災要員の補佐・交替を行う要員及び原子力防災組織を統括管理する要員をいう。

1 8. 本店緊急時対策要員

本店原子力防災組織に置かれ、原子力災害対策活動を行う要員をいう。

1 9. 原子力防災管理者

原子力災害対策特別措置法第9条第1項の規定に基づき選任され、発電所においてその事業の実施を統括管理する者をいう。なお、緊急時態勢発令中は、発電所対策本部長という。

20. 副原子力防災管理者

原子力災害対策特別措置法第9条第3項の規定に基づき選任され、原子力防災組織の統括について原子力防災管理者を補佐する者をいう。

21. 緊急時対策所

原子力事業者が作成すべき原子力事業者防災業務計画等に関する省令第二条第二項第一号に規定する、原子力発電所の敷地内にあり、原子力防災組織の活動拠点となる対策所として、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策の実施を統括管理するための施設をいう。

22. 本店非常災害対策室

原子力事業者が作成すべき原子力事業者防災業務計画等に関する省令第二条第二項第三号に規定する、原子力事業所災害対策の重要な事項に係る意志決定を行い、かつ、緊急時対策所において行う原子力事業所災害対策の統括管理を支援するための施設をいう。

23. 緊急時対応情報表示システム（以下「SPDS」という。）

原子力事業者が作成すべき原子力事業者防災業務計画等に関する省令第二条第二項第四号に規定する、原子力事業所内の状況に関する情報その他の情報を伝送する福島第一原子力発電所5、6号機の原子力事業所内情報等伝送設備をいう。

24. 統合原子力防災ネットワーク

緊急時における情報連絡を確保するため、国が整備を行う、総理大臣官邸、原子力規制庁、緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター）及び独立行政法人原子力安全基盤機構とを接続する情報通信ネットワーク（地上系及び衛星系ネットワーク）をいう。

25. 原子力事業所災害対策支援拠点

原子力事業者が作成すべき原子力事業者防災業務計画等に関する省令第二条第二項第二号に規定する、原子力事業所災害対策の実施を支援するための原子力事業所の周辺の拠点をいう。なお、周辺地域において、必要な機能をすべて満たすことができる施設が存在しない場合は、複数の施設を選定し対処する。

26. 特定原子力施設

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年法律第166号）第64条の2第1項の規定に基づき指定する施設。福島第一原子力発電所は平成24年11月7日、特定原子力施設の指定を受けている。

27. 福島第一安定化センター

発電所におけるプラントの安定状態維持，廃止措置に向けた諸対策，緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策の実施を支援する組織。

第3節 原子力事業者防災業務計画の基本構想

発電所施設に関する保安及び維持管理等に関する事項については，核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に基づく保安規定に基づき，活動を行う。

従って，この計画では，原子力災害対策の遂行に資するため，次に掲げる各段階における諸施策について定めるものとする。

1. 原子力災害予防対策の実施

迅速かつ円滑な応急対策を行うための，緊急事態応急対策等及び原子力災害事後対策の実施に必要となる防災体制の整備及び防災資機材の整備，防災教育並びに防災訓練の実施等。

2. 緊急事態応急対策等の実施

迅速かつ円滑な応急対策を行うための，特定の事象発生時の通報，緊急時態勢の確立，情報の収集と伝達，応急措置の実施，緊急事態応急対策の実施及び関係機関への原子力防災要員等の派遣等。

3. 原子力災害事後対策の実施

適切かつ速やかな災害復旧対策を行うための，原子力災害事後対策の実施及び関係機関への原子力防災要員等の派遣による原子力災害地域復旧等。

第4節 原子力事業者防災業務計画の運用

原子力防災管理者、副原子力防災管理者並びに発電所及び本店の緊急時対策要員は、平素から、原子力災害対策活動等について理解しておくとともに、緊急時には、この計画に従い、円滑かつ適切な原子力災害対策活動を遂行するものとする。

第5節 原子力事業者防災業務計画の修正

原子力防災管理者は、毎年この計画に検討を加え、必要があると認められるときはこれを修正する。なお、原子力防災管理者は、検討の結果、修正の必要がない場合であってもその旨を原子力防災専門官、福島県知事、大熊町長、双葉町長に報告する。また、この計画を修正する場合には、次のとおりとする。

1. 原子力防災管理者は、この計画を修正しようとするときは、福島県地域防災計画、大熊町地域防災計画及び双葉町地域防災計画に抵触するものでないことを確認し、原子力防災専門官の指導及び助言を受ける。
2. この計画を修正しようとするときは、あらかじめ福島県知事、大熊町長及び双葉町長に協議しなければならない。この協議は、この計画を修正しようとする日の60日前までに、社長より福島県知事、大熊町長及び双葉町長にこの計画の案を提出して行うものとする。この場合において、この計画を修正しようとする日を明らかにするものとする。
3. この計画を修正した場合、社長より内閣総理大臣及び原子力規制委員会に速やかに様式1に定める届出書により届け出るとともに、その要旨を公表する。
4. 原子力防災管理者は、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、福島県知事、大熊町長及び双葉町長から、この計画の作成又は修正に関する事項について報告を求められたときに報告できるよう、作成及び修正の履歴を保存しておく。

第2章 原子力災害予防対策の実施

第1節 防災体制

1. 緊急時態勢の区分

別表2－1及び別表2－2の事象が発生した場合に、事故原因の除去、原子力災害（原子力災害が生ずる蓋然性を含む。）の拡大の防止その他必要な活動を迅速かつ円滑に行うため、次表に定める原子力災害の情勢に応じて緊急時態勢を区分する。

表 緊急時態勢の区分

原子力災害の情勢	緊急時態勢の区分
別表2－1の事象が発生し、原子力防災管理者が原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報を行ったときから、第2次緊急時態勢を発令するまでの間、又は別表2－1の事象に該当しない状態となり、事象が収束し第1次緊急時態勢を取る必要が無くなったときまでの間	第1次緊急時態勢
別表2－2の事象が発生し、その旨を関係箇所に報告したとき、又は内閣総理大臣による原子力災害対策特別措置法第15条第2項に基づく原子力緊急事態宣言が行われたときから、内閣総理大臣による原子力災害対策特別措置法第15条第4項に基づく原子力緊急事態解除宣言が行われ、かつ別表2－1及び別表2－2の事象に該当しない状態となり、事象が収束し緊急時態勢を取る必要が無くなったときまでの間	第2次緊急時態勢

注) 原子力災害対策特別措置法第15条第4項の原子力緊急事態解除宣言が行われた後においても、発電所対策本部長の判断により緊急時態勢を継続することができる。

なお、平成23年3月11日、発電所において別表2－2の事象が発生したことから第2次緊急時態勢の発令を行い、現在、原子力災害対策活動を実施している。

2. 原子力防災組織

社長は、発電所に原子力防災組織を、本店に本店原子力防災組織を設置する。

(1) 発電所

- ① 原子力防災組織は、別図2－1に定める業務分掌に基づき、原子力災害の発生又は拡大を防止するために必要な活動を行う。

- ② 原子力防災管理者は、原子力防災組織に原子力災害が発生した場合に別表 2－3 に定める業務を直ちに行える原子力防災要員を置く。
- ③ 原子力防災管理者は、原子力防災要員を置いた場合又は変更した場合、社長より原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長及び双葉町長に様式 2 の届出書により原子力防災要員を置いた日又は変更した日から 7 日以内に届け出る。
- ④ 原子力防災管理者は、原子力防災要員のうち、発電所からの派遣要員をあらかじめ定めておく。
派遣要員は、次に掲げる職務を実施する。
 - a. 指定行政機関の長、指定地方行政機関の長並びに地方公共団体の長その他の執行機関の実施する緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策への協力
 - b. 他の原子力事業者の原子力事業所に係る緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策への協力
- ⑤ 原子力防災管理者は、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、福島県知事、大熊町長及び双葉町長から、原子力防災組織及び原子力防災要員の状況について報告を求められたときはこれを行う。
- ⑥ 原子力防災管理者は、原子力防災組織に原子力防災要員の補佐・交替要員を置く。

(2) 本店

- ① 本店原子力防災組織は、別図 2－2 に定める業務分掌に基づき、本店における原子力災害対策活動を実施し、発電所において実施される対策活動を支援する。
- ② 本店原子力防災組織は本店緊急時対策要員で構成する。
- ③ 第 2 次緊急事態が発令された場合には、緊急事態応急対策等拠点施設（以下「オフサイトセンター」という。）等の関係機関と連携し、全社的に緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策に取り組むものとする。
- ④ 社長は、本店からの派遣要員をあらかじめ定めておく。

3. 原子力防災管理者・副原子力防災管理者の職務

(1) 原子力防災管理者の職務

原子力防災管理者は、発電所長とし、原子力防災組織を統括管理するとともに、次に掲げる職務を行う。

- ① 別表 2－1 又は別表 2－2 の事象の発生について通報を受け、又は自ら発見したときは、直ちに別図 2－3 に示す箇所へ通報し、緊急時態勢を発令する。
- ② 緊急時態勢を発令した場合、直ちに緊急時対策要員を召集し、原子力災害の発生又は拡大の防止のために必要な応急措置を行わせるとともに、その概要を別図 2－4 に示す箇所へ報告する。
- ③ 原子力災害対策特別措置法第 11 条第 1 項に定められた放射線測定設備を設置し、及び維持し、同条第 2 項に定められた放射線障害防護用器具、非常用通信機器その他の資材又は機材を備え付け、随時、保守点検する。
- ④ 内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、福島県知事、大熊町長及び双葉町長から、原子力防災管理者及び副原子力防災管理者の状況について報告を求められたときはこれを行う。
- ⑤ 緊急時対策要員に対し定期的に原子力緊急事態に対処するための防災訓練及び防災教育を実施する。
- ⑥ 旅行又は疾病その他の事故のため長期に亘り不在となり、その職務を遂行できない場合、副原子力防災管理者であるユニット所長（5・6 号）、副所長（技術系）、ユニット所長（廃炉技術統括）、防災安全部長、技術・品質安全部長、1～4 号設備運転管理部長、5・6 号運転管理部長、原子力防災担当、5・6 号保全部長及び原子力防災グループマネージャーの中から、この順位により代行者を指定する。

（2）副原子力防災管理者の職務

副原子力防災管理者は、次に掲げる職務を行う。

- ① 原子力防災組織の統括について原子力防災管理者を補佐する。
- ② 原子力防災管理者が不在の時には、その職務を代行する。

（3）原子力防災管理者・副原子力防災管理者の選任及び解任

原子力防災管理者又は副原子力防災管理者を選任又は解任した場合、社長より原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長及び双葉町長に 7 日以内に様式 3 の届出書により届け出る。

第2節 原子力防災組織の運営

1. 通報連絡体制及び情報連絡体制

(1) 原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報連絡体制

原子力防災管理者は、別表2-1又は別表2-2に該当する事象の発生について通報を受けたとき、又は自ら発見したときに際し、別図2-3に定める通報連絡体制を連絡責任者、通信手段等を含めて整備しておくものとする。

また、原子力防災管理者は、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、福島県知事、大熊町及び双葉町長から、原子力災害対策特別措置法第10条第1項の通報について報告を求められたときに、報告できるようにしておくものとする。

(2) 原子力災害対策特別措置法第10条第1項の通報後の情報連絡体制

① 発電所対策本部と社外関係機関との連絡体制

原子力防災管理者は、原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報を行った後の社外関係機関への報告及び連絡について別図2-4に定める連絡体制を整備しておくものとする。

② 社内の情報連絡体制

社内の情報連絡体制は、別図2-5に定めるとおりとする。

2. 緊急時態勢の発令及び解除

(1) 緊急時態勢の発令

① 発電所

原子力防災管理者は、原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報を行った場合、別図2-6に定める連絡経路により緊急時態勢を発令する。

原子力防災管理者は、緊急時態勢を発令した場合、直ちに本店原子力運営管理部長及び福島第一安定化センター所長に報告する。

② 本店

本店原子力運営管理部長は、原子力防災管理者から発電所における緊急時態勢発令の報告を受けた場合、別図2-7に定める連絡経路により、社長及び原子力・立地本

部長に報告し、社長は、本店における緊急時態勢を発令する。この際、発電所において発令した緊急時態勢の区分を本店においても適用することとする。

(2) 緊急時対策本部の設置

① 発電所

- a. 原子力防災管理者は、緊急時態勢を発令した場合、速やかに発電所の緊急時対策室に緊急時対策本部（以下「発電所対策本部」という。）を設置する。
- b. 発電所対策本部は、別図 2－1 に示す組織で構成する。
- c. 原子力防災管理者は、発電所対策本部長としてその職務を遂行する。

② 本店

- a. 社長は、本店に緊急時態勢を発令した場合、速やかに本店の非常災害対策室に緊急時対策本部（以下「本店対策本部」という。）を設置する。
- b. 本店対策本部は、別図 2－2 に示す組織で構成する。
- c. 本店対策本部長は、社長とする。また、社長が不在の場合には副社長又は常務執行役の中から選任する。
- d. 本店対策本部長は、原子力規制庁より原子力規制委員又は緊急事態対策監が派遣された以降は、原子力規制委員又は緊急事態対策監と綿密に連絡を取り、発電所関連情報を共有するとともに、総理大臣官邸及び原子力規制庁等の関係機関からの指示受領は原子力規制委員又は緊急事態対策監を通じて行う。

(3) 緊急時対策要員の非常召集

① 発電所

原子力防災管理者は、発電所における緊急時態勢発令時（緊急時態勢発令が予想される場合を含む。）に所内放送、緊急時サイレン又は緊急時対策要員緊急連絡網等を使用し、別図 2－6 に定める連絡経路により、緊急時対策要員を発電所の緊急時対策室に非常召集する。なお、原子力防災管理者は、あらかじめ緊急時対策要員を非常召集するための連絡手段を整備しておく。

② 本店

本店総務部長は、本店における緊急時態勢発令時（緊急時態勢発令が予想される場合を含む）に社内放送又は緊急時対策要員緊急連絡網等を使用し、別図 2－7 に定める連絡経路により、本店の緊急時対策要員を非常災害対策室に非常召集する。なお、

本店原子力運営管理部長は、あらかじめ緊急時対策要員の連絡先を記載した名簿を作成・整備しておく。

(4) 緊急時態勢の区分の変更

① 発電所

発電所対策本部長は、緊急時態勢の区分を変更したときは、本店対策本部長にその旨を報告する。

② 本店

本店対策本部長は、発電所対策本部長から緊急時態勢の区分の変更の報告を受けたときは、本店の緊急時態勢の区分も変更する。

(5) 緊急時態勢の解除

① 発電所

発電所対策本部長は、次に掲げる状態となった場合、関係機関と協議し緊急時態勢を解除する。

- a. 第1次緊急時態勢発令後、別表2－1の事象に該当しない状態となり、事象が収束し第1次緊急時態勢を取る必要が無くなったとき。
- b. 第2次緊急時態勢発令後、内閣総理大臣による原子力災害対策特別措置法第15条第4項に基づく原子力緊急事態解除宣言が行われ、かつ別表2－1及び別表2－2の事象に該当しない状態となり、事象が収束し緊急時態勢を取る必要が無くなったとき。ただし、発電所対策本部長の判断により緊急時態勢を継続することができる。

発電所対策本部長は、発電所の緊急時態勢を解除した場合、本店対策本部長に報告する。

② 本店

本店対策本部長は、発電所の緊急時態勢が解除された場合、本店における緊急時態勢を解除する。ただし、本店対策本部長は、原子力災害対策特別措置法第15条第4項に基づく原子力緊急事態解除宣言が行われた場合、本店における緊急時態勢を解除することができる。この場合、本店対策本部長は発電所対策本部長にその旨を報告する。

発電所対策本部長及び本店対策本部長は、緊急時態勢を解除したときは、緊急時対策

本部を廃止し、緊急時対策要員を解散する。

(6) 原子力事業所災害対策支援拠点の設置及び廃止

- a. 本店対策本部長は、事態に応じ原子力事業所災害対策支援拠点を設置し、復旧作業における放射線管理の実施、復旧資機材の受入れ等、事故復旧作業の支援を行う。
- b. 本店対策本部長は、緊急時態勢を解除した場合、原子力事業所災害対策支援拠点を廃止することができる。

3. 権限の行使

- (1) 発電所及び本店の原子力災害対策活動に関する一切の業務は、それぞれの対策本部のもとで互いに綿密な連絡をとり行う。また、本店対策本部は発電所対策本部に対し、最優先で支援を行う。
- (2) 発電所対策本部長は、職制上の権限を行使して活発に原子力災害対策活動を行う。ただし、権限外の事項であっても、緊急に実施する必要があるものについては、臨機の措置をとることとする。なお、権限外の事項については、行使後は速やかに所定の手続きをとるものとする。

第3節 放射線測定設備及び原子力防災資機材の整備

1. 敷地境界付近の放射線測定設備の設置及び検査等

原子力防災管理者は、原子力災害対策特別措置法第11条第1項に基づく放射線測定設備（以下「モニタリングポスト」という。）を別図2-8に定めるとおり整備し、次に掲げる検査等を実施する。

- (1) モニタリングポストの検出部、表示及び記録装置その他の主たる構成要素の外観において放射線量の適正な検出を妨げるおそれのある損傷がない状態とする。
- (2) モニタリングポストを設置している地形の変化その他の周辺環境の変化により、放射線量の適正な検出に支障を生ずるおそれのある状態とならないようにする。
- (3) 毎年1回以上定期的にモニタリングポストの較正を行う。
- (4) モニタリングポストが故障等により監視不能となった場合、速やかに修理するとともに他のモニタリングポストを監視する等の代替手段を講ずる。

- (5) モニタリングポストを新たに設置したとき又は変更したときは、社長より内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長及び双葉町長に 7 日以内に様式 4 に定める届出書により届け出る。
- (6) モニタリングポストを新たに設置したとき又は変更したときは、原子力災害対策特別措置法第 11 条第 5 項の検査を受けるため、(5) の現況届と併せて、次に掲げる事項を記載した様式 5 に定める申請書を社長より原子力規制委員会に提出する。
- ① 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名
 - ② 放射線測定設備を設置した原子力事業所の名称及び所在地
 - ③ 検査を受けようとする放射線測定設備の数及びその概要
- (7) モニタリングポストにより測定した放射線量を記録計により記録し、1 年間保存する。また、モニタリングポストにより測定した放射線量をインターネット又はその他の手段により公表する。
- (8) 内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、福島県知事、大熊町長及び双葉町長から、モニタリングポストの状況、若しくはモニタリングポストにより検出された放射線量の数値の記録又は公表に関する事項について報告を求められたときはこれを行う。

2. 原子力防災資機材の整備

原子力防災管理者は、原子力災害対策特別措置法第 11 条第 2 項に規定される原子力防災資機材に関して次に掲げる措置を講ずる。

- (1) 別表 2-4-1 に定める原子力防災資機材を確保するとともに、定期的に保守点検を行い、平素から使用可能な状態に整備しておく。
- (2) 原子力防災資機材に不具合が認められた場合、速やかに修理するか、代替品を補充あるいは代替手段により必要数量又は必要な機能を確保する。
- (3) 原子力防災資機材を備え付けたときは、社長より内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長及び双葉町長に 7 日以内に様式 6 に定める届出書により届け出る。また、毎年 9 月 30 日現在における備え付けの現況を翌月 7 日までに同様式の届出書により届け出る。
- (4) 内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、福島県知事、大熊町長及び双葉

町長から、原子力防災資機材の状況について報告を求められたときはこれを行う。

3. 原子力防災資機材以外の資機材の整備

(1) 原子力防災管理者及び本店原子力運営管理部防災安全グループマネージャーは、別表2-4-2に定める原子力防災資機材以外の資機材を確保し、定期的に保守点検を行い、平素から使用可能な状態に整備する。

(2) 原子力防災資機材以外の資機材に不具合が認められた場合、速やかに修理するか、代替品を補充あるいは代替手段により必要数量又は必要な機能を確保する。

4. 遠隔操作が可能な装置等の整備

原子力防災管理者は、別表2-4-3に定める遠隔操作が可能な装置等及び操作要員を確保し、平素から使用可能な状態に整備する。

遠隔操作が可能な装置等の不具合が長期に及ぶ場合は、代替品を補充する等必要な措置を講じる。

第4節 原子力災害対策活動で使用する資料の整備

1. オフサイトセンターに備え付ける資料

原子力防災管理者は、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策を講ずるに際して必要となる資料として、次に掲げる資料をオフサイトセンターに備え付けるため、資料を作成したとき又は変更したときに、社長より内閣総理大臣に提出する。

- (1) 原子力事業者防災業務計画
- (2) 原子炉設置（変更）許可申請書
- (3) 原子炉施設保安規定
- (4) プラント配置図

2. 原子力規制庁緊急時対応センターに備え付ける資料

本店原子力運営管理部長は、オフサイトセンターに備え付ける資料と同等の資料を原子力規制庁緊急時対応センターに備え付けるため、原子力規制庁内の指定された場所へ

配置する。

3. 発電所及び本店等に備え付ける資料

(1) 発電所

原子力防災管理者は、別表 2－5 に定める資料を、発電所に備え付ける。また、原子力防災管理者は、これらの資料について定期的に見直しを行う。

(2) 本店

原子力防災管理者は、本店原子力運営管理部長に別表 2－5 に定める資料を送付し、本店原子力運営管理部長は、本店に備え付ける。

(3) 原子力事業所災害対策支援拠点

原子力防災管理者は、原子力事業所災害対策支援拠点が設置される場所において使用する、別表 2－5 に定める資料を支援拠点及び本店に備え付ける。また、これらの資料について定期的に見直しを行う。

第 5 節 原子力災害対策活動で使用する施設及び設備の整備・点検

1. 緊急時対策所

- (1) 原子力防災管理者は、別図 2－9 及び別表 2－6 に示す緊急時対策所を平素から使用可能な状態に整備するとともに、換気浄化設備を定期的に点検する。
- (2) 原子力防災管理者は、緊急時対策所及び S P D S を、地震等の自然災害が発生した場合においてもその機能が維持できる施設及び設備とする。
- (3) 原子力防災管理者は、非常用電源を緊急時対策所及び S P D S に供給できるように整備・点検する。
- (4) 原子力防災管理者は、緊急時対策所に以下の設備を配備し、統合原子力防災ネットワークに接続する。

なお、原子力防災管理者は、これらの設備を定期的に整備・点検し、総理大臣官邸、原子力規制庁、オフサイトセンター及び独立行政法人原子力安全基盤機構との接続が確保できることを確認する。

- a. 非常用通信機器
- b. TV会議システム
- c. SPDS

2. 原子力事業所災害対策支援拠点

- (1) 社長は、別図2-11及び別表2-6に示す原子力事業所災害対策支援拠点を、あらかじめ選定しておく。
- (2) 社長は、原子力事業所災害対策支援拠点を、地震等の自然災害が発生した場合においてもその機能を維持できる施設とする。
- (3) 原子力運営管理部長は、非常用電源を原子力事業所災害対策支援拠点に供給できるように整備・点検する。

3. 本店非常災害対策室

- (1) 社長は、別表2-6に示す本店の非常災害対策室を平素から使用可能な状態に整備する。
- (2) 社長は、本店の非常災害対策室及びSPDSを、地震等の自然災害が発生した場合においても、その機能を維持できる施設及び設備とする。
- (3) 本店総務部長は、非常用電源を本店の非常災害対策室及びSPDSに供給できるように整備・点検する。
- (4) 本店原子力運営管理部長は、本店の非常災害対策室に以下の設備を配備し、統合原子力防災ネットワークに接続する。

なお、本店原子力運営管理部長は、これらの設備を定期的に整備・点検し、総理大臣官邸、原子力規制庁、オフサイトセンター及び独立行政法人原子力安全基盤機構との接続が確保できることを確認する。

- a. 非常用通信機器
- b. TV会議システム
- c. SPDS

4. 退避場所の指定及び避難集合場所

原子力防災管理者は、別図 2－10 に定める場所が退避場所又は避難集合場所であることを関係者に周知する。また、原子力防災管理者は、これらの場所を指定又は変更したときは、関係者に周知する。

5. 救急医療施設

原子力防災管理者は、別図 2－9 に示す救急医療施設を平素から使用可能な状態に整備する。

6. 気象観測設備

原子力防災管理者は、別図 2－8 に示す気象観測設備を平素から使用可能な状態に整備する。また、原子力防災管理者は、気象観測設備に不具合が認められた場合、速やかに修理する。

修理できない場合は代替手段によりデータ採取を行う。

7. SPDS

(1) 発電所

原子力防災管理者は、発電所における SPDS を平素から使用可能な状態であることを確認する。また、原子力防災管理者は、発電所の SPDS データ伝送に不具合が認められた場合、速やかに必要な措置を講じる

(2) 本店

本店原子力運営管理部長は、本店における SPDS を平素から使用可能な状態に整備する。また、本店原子力運営管理部長は、本店の SPDS に不具合が認められた場合、速やかに修理する。

8. 緊急時サイレン及び所内放送装置

原子力防災管理者は、発電所における緊急時サイレン及び所内放送装置を平素から使用可能な状態に整備する。また、原子力防災管理者は、緊急時サイレン又は所内放送装置に不具合が認められた場合、速やかに修理する。

第6節 防災教育の実施

原子力防災管理者及び本店原子力運営管理部長は、緊急時対策要員及び本店緊急時対策要員に対し、原子力災害に関する知識及び技能を習得させ、原子力災害対策活動の円滑な実施に資するため、次に掲げる項目について定期的に実施する。

- (1) 原子力防災組織及び活動に関する知識
- (2) 発電所及び放射性物質の運搬容器等の施設又は設備に関する知識
- (3) 放射線防護に関する知識
- (4) 放射線及び放射性物質の測定方法並びに機器を含む防災対策上の諸設備に関する知識
- (5) シビアアクシデントに関する知識

また、緊急時対策要員を除く発電所員等に対し、原子力災害に関する正しい知識の普及・啓発に努めるものとする。

第7節 訓練の実施

1. 社内における訓練

- (1) 原子力防災管理者及び本店原子力運営管理部長は、原子力災害発生時に原子力防災組織があらかじめ定められた機能を有効に発揮できるようにするため、次に掲げる項目について訓練を実施する。なお、訓練は毎年実施するとともに、訓練後には評価を行い、必要に応じ改善を図る。

- a. 防災訓練（緊急時演習）※ b～g の訓練項目を複数組み合わせたもの
- b. 通報訓練
- c. 緊急被ばく医療訓練
- d. モニタリング訓練
- e. 避難誘導訓練
- f. アクシデントマネジメント訓練
- g. 電源機能等喪失時訓練

- (2) 原子力防災管理者は、(1)に係る訓練実施計画をとりまとめ、原子力防災専門官の指導及び助言を受ける。

なお、訓練実施計画には、原子力規制委員会に実施結果を報告する訓練を定めておく。

(3) 社長は、(2) で定めた訓練について、その実施結果を様式 10 に定める報告書により原子力規制委員会に報告するとともに、その要旨を公表する。

(4) 原子力防災管理者は、(2) で定めた訓練について、その実施結果を福島県、大熊町、双葉町及び関係周辺市町村に情報提供を行う。

2. 国又は地方公共団体が主催する訓練

発電所及び本店の緊急時対策要員は、国又は地方公共団体が主催する原子力防災訓練における訓練計画の策定に参画し、訓練内容に応じて原子力防災要員の派遣、原子力防災資機材の貸与その他必要な措置の実施を模擬して訓練に参加する。なお、訓練参加後には評価を行い、必要に応じ改善を図る。

第 8 節 関係機関との連携

原子力防災管理者又は社長は、原子力災害発生時に、円滑に緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策を進めるために、平素から次に掲げる機関と相互に連携を図るものとする。

1. 国との連携

(1) 国の機関（原子力規制委員会及びその他関係省庁）と平素から協調し、防災情報の収集及び提供等の相互連携を図る。

(2) 内閣総理大臣、原子力規制委員会又は国土交通大臣から原子力災害対策特別措置法第 31 条に基づく業務の報告を求められた場合、その業務について報告を行う。

(3) 内閣総理大臣、原子力規制委員会又は国土交通大臣から原子力災害対策特別措置法第 32 条第 1 項に基づく発電所の立ち入り検査を求められた場合、その立ち入り検査について対応を行う。

(4) 原子力防災専門官からこの計画の修正又は原子力防災組織の設置、防災訓練に係る計画書及び実施要領その他原子力災害予防対策に関する指導及び助言があった場合、速やかにその対応を行う。

また、原子力防災管理者は、原子力防災専門官と協調し、防災情報の収集及び提供等相互連携を図る。

2. 地方公共団体との連携

- (1) 地方公共団体（福島県、大熊町、双葉町及び関係周辺市町村）と平素から協調し、防災情報の収集及び提供等の相互連携を図る。
- (2) 地域防災会議等が開催される場合、必要に応じこれに参加し密接な連携を保つ。
- (3) 福島県知事、大熊町長及び双葉町長から原子力災害対策特別措置法第31条に基づく業務の報告を求められた場合、その業務についての報告を行う。
- (4) 福島県知事、大熊町長及び双葉町長から原子力災害対策特別措置法第32条第1項に基づく発電所の立ち入り検査を求められた場合、その立ち入り検査についての対応を行う。

3. 地元防災関係機関等との連携

地元防災関係機関等（双葉地方広域市町村圏組合消防本部、富岡消防署、浪江消防署、双葉警察署、福島海上保安部及びその他関係機関）と平素から協調し、防災情報の収集及び提供等の相互連携を図る。

第9節 発電所周辺及び一般の方々を対象とした広報活動

原子力防災管理者及び本店広報部長（緊急時態勢発令中は、発電所対策本部長及び本店対策本部広報班長）は、発電所周辺及び一般の方々を対象に国、地方公共団体と協調して次に掲げる事項について広報・情報公開を行い、理解促進に努めるものとする。

- 1. 放射性物質及び放射線の特性
- 2. 原子力災害とその特殊性
- 3. 発電所の現況及び復旧対策の実施状況
- 4. 発電所における防災対策の内容

第3章 緊急事態応急対策等の実施

第1節 通報及び連絡

1. 通報の実施

- (1) 原子力防災管理者は、発電所における別表2-1の事象の発生について通報を受け、又は自ら発見したときは、様式7-1に定められた通報様式に必要事項を記入し、内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長、双葉町長その他の別図2-3に定められた通報先にファクシミリ装置を用いて、直ちに一斉に送信する。別表2-1に定める事象を経ずに別表2-2に定める事象が発生した場合も同様に送信する。さらに、内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長及び双葉町長に対してはその着信を確認する。これ以外の通報先については追って電話等にてファクシミリを送信した旨を連絡する。

なお、原子力防災管理者は、発電所外（発電所が輸送物の安全について責任を有する事業所外運搬（使用済燃料、輸入新燃料等）に限る。）における別表2-1又は別表2-2に定める事象の発生について通報を受け、又は自ら発見したときは、様式7-2に定められた通報様式に必要事項を記入し、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事、市町村長その他の別図2-3に定められた通報先にファクシミリ装置を用いて、直ちに一斉に送信する。さらに、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事及び市町村長に対してはその着信を確認する。これ以外の通報先については追って電話等にてファクシミリを送信した旨を連絡する。

送信した通報用紙については、記録として保存する。

- (2) 原子力防災管理者は、発電所内の事象発生における原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報を行った場合、その旨を内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長及び双葉町長と連絡を取りつつ、報道機関へ発表する。

なお、原子力防災管理者は、事業所外運搬に係る事象発生における原子力災害対策特別措置法第10条第1項に基づく通報を行った場合、その旨を内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事及び

市町村長と連絡を取りつつ、報道機関へ発表する。

2. 緊急時態勢発令時の対応

- (1) 原子力防災管理者は、前項の通報を行った場合、この計画第2章第1節1.「緊急時態勢の区分」に基づき、緊急時態勢を発令する。
- (2) 原子力防災管理者は、緊急時態勢を発令した場合、直ちに本店原子力運営管理部長及び福島第一安定化センター所長に報告する。また、発電所内の事象発生の場合、本店原子力運営管理部長は、SPDSのデータが国に伝送されていることを確認する。なお、伝送されていない場合は、必要な項目について代替手段によりデータを送付する。
- (3) 本店原子力運営管理部長は、原子力防災管理者からの発電所における緊急時態勢の発令の報告を受けた場合、直ちに社長に報告するとともに、本店総務部長に本店緊急時対策要員の非常召集を指示する。
- (4) 社長は、本店原子力運営管理部長から発電所緊急時態勢の発令の報告を受けたときは、本店に緊急時態勢を発令する。
- (5) 原子力防災管理者及び社長は、発電所及び本店に対策本部を設置し、それぞれの対策本部長となり原子力災害対策活動を開始する。
- (6) 発電所対策本部長及び本店対策本部総務班長は、緊急時対策要員及び本店の緊急時対策要員を非常召集する。
- (7) 発電所対策本部長及び本店対策本部長は、緊急時態勢を発令した場合、緊急時対策所、本店非常災害対策室においてテレビ会議システムを起動し、総理大臣官邸、原子力規制庁、オフサイトセンターと独立行政法人原子力安全基盤機構を接続する。

3. 情報の収集と提供

- (1) 発電所対策本部の各班長は、事故状況の把握を行うため、速やかに次に掲げる事項を調査し、事故及び被害状況等を迅速かつ的確に収集し、発電所対策本部長に報告する。
 - ① 事故の発生時刻及び場所
 - ② 事故原因、状況及び事故の拡大防止措置
 - ③ 被ばく及び障害等人身災害にかかわる状況
 - ④ 発電所敷地周辺における放射線並びに放射能の測定結果

⑤ 放出放射性物質の量，種類，放出場所及び放出状況の推移等の状況

⑥ 気象状況

⑦ 収束の見通し

⑧ その他必要と認める事項

(2) 発電所対策本部情報班長は，上記の情報を定期的に収集し，その内容を様式 8－1 又は様式 8－2 に記載し，発電所対策本部通報班長は，それを別図 2－4 に定める連絡箇所にファクシミリにて送信する。

送信した通報用紙については，記録として保存する。

4. 社外関係機関との連絡方法

原子力防災管理者（発電所対策本部が設置されている場合は発電所対策本部長）は，社外関係機関に連絡を行う場合，別図 2－3 及び別図 2－4 の連絡経路により行う。

5. 通話制限

発電所対策本部総務班長及び本店対策本部総務班長は，緊急事態応急対策実施時の保安通信を確保するため，必要と認めたときは，通話制限その他必要な措置を講じるものとする。

第 2 節 応急措置の実施

1. 警備及び避難誘導

発電所対策本部長は，発電所内の事象発生における緊急事態勢を発令した場合，次に掲げる措置を講じる。

(1) 退避場所等の指定

発電所敷地内の入構者に対する退避場所等の必要な事項を指定する。

(2) 退避の周知

発電所敷地内の入構者を所内放送及びページング等により指定する退避場所への移動及びその際の防護措置を周知させる。

(3) 発電所敷地外への避難

発電所敷地内の入構者を発電所敷地外へ避難させる必要がある場合、所内放送及びページング等により発電所敷地外への避難及びその際の防護措置を周知し、負傷者及び放射線障害を受けた者又は受けたおそれのある者（以下「負傷者等」という。）の有無を把握し、発電所敷地外へ避難させる。なお、この際に発電所対策本部通報班長は、その旨を直ちに福島県知事、大熊町長、双葉町長、原子力防災専門官及び各関係機関に連絡する。

（４）発電所への入域制限等

発電所敷地内への入域を制限するとともに、原子力災害対策活動に関係のない車両の使用を禁止させる。

２．放射能影響範囲の推定及び防護措置

発電所対策本部保安班長は、発電所敷地内及び発電所周辺の放射線並びに放射能の測定を行い、放射性物質が発電所敷地外に放出された場合、放射線監視データ、気象観測データ及び緊急時環境モニタリングデータ等から放射能影響範囲を推定する。

また、発電所対策本部保安班長は必要に応じて原子力災害対策活動等に従事する者に対し、防護マスクの着用及び線量計の携帯等の防護措置を定め指示するものとする。

なお、発電所対策本部医療班長は、原子力災害対策活動等に従事する者に対し、別表３－１に定める基準により、安定ヨウ素剤を服用させる。

３．医療活動

発電所対策本部医療班長は、負傷者等が発生した場合、第１発見者等の関係者と協力して次に掲げる措置を講じる。

また、発電所対策本部長は、緊急時対策要員に対し、心身の健康管理に係わる適切な措置を講じる。

（１）救助活動

負傷者等を放射線による影響の少ない場所に速やかに救出する。

（２）応急処置

負傷者等を別図２－９に定める発電所内の救急医療施設（自然災害等の発生により救急医療施設が使用できない場合は免震重要棟医務室）に搬送し、応急処置並びに汚染検査、除染及び汚染拡大防止措置を講じた後、初期被ばく医療機関等へ搬送する。

ただし、個別の具体的な線量評価、臨床所見及び検査結果等により、専門的な医療が

必要であると判断した場合は、二次被ばく医療機関又は三次被ばく医療機関に搬送する。

(3) 福島県への連絡等

負傷者等を初期被ばく医療機関等に搬送する場合には、福島県に状況を連絡する。
また、二次被ばく医療機関又は三次被ばく医療機関に搬送する場合には、福島県に事前に事故及び被ばくの状況とその症状等について連絡し、受け入れる医療機関等について指示を受ける。

(4) 二次災害防止に関する措置

救急・救助隊員及び医療関係者の被ばく防止のため、事故の概要及び負傷者等の放射性物質による汚染の状況等の情報について救出・移送及び治療の依頼を行う時並びに依頼後の情報について順次、消防機関及び医療機関等に連絡する。また、救急・救助隊員到着時に必要な情報を伝達する。

(5) 医療機関等への搬送に関する措置

負傷者等を医療機関等へ搬送する際に、放射性物質や放射線に対する知識を有し、線量評価や汚染の拡大防止措置が行える者を随行させるとともに、医療機関等へ到着時に必要な情報を伝達する。

また、負傷者等の搬送を行った救急車や処置を行った医療機関等の処置室等の汚染検査に協力し、その結果を福島県に報告する。

(6) 緊急時対策要員の健康管理等

発電所対策本部長は、緊急時対策要員の疲弊を防止し、原子力災害対策活動を円滑に行うため、できる限り早期に、活動期間及び交替時期を明確にする。

また、発電所対策本部医療班長は、緊急時対策要員への健康診断及び健康相談による健康不安に対する対策等を適切に実施する。

4. 消火活動

第1発見者等は、速やかに火災の発生状況を把握し、消防機関に通報する。

発電所対策本部復旧班長は、火災が発生した場合、第1発見者等の関係者と協力して次に掲げる措置を講じる。

(1) 初期消火

速やかに火災の状況を把握し、安全を確保しつつ、初期消火を行う。

(2) 二次災害防止に関する措置

消防隊員の被ばく防止のため、事故の概要及び放射性物質の漏えいの有無等の情報について消火の依頼を行う時並びに依頼後の情報について順次、消防機関に連絡する。

(3) 消火活動

消防隊員到着後、消防隊員の安全確保及び消火活動方法の決定に必要な情報を提供し、消防機関と協力して迅速に消火活動を行う。

5. 汚染拡大の防止

発電所対策本部保安班長は、不必要な被ばくを防止するため、関係者以外の者の立入りを禁止する区域を設置し、標識等により明示するとともに、必要に応じ所内放送等により発電所構内にいる者に周知する。また、発電所対策本部保安班長は、放射性物質による予期しない汚染が確認された場合、速やかにその拡大の防止及び除去に努める。

6. 線量評価

発電所対策本部保安班長は、避難者及び原子力災害対策活動に従事している者の線量評価を行うとともに、放射性物質による汚染が確認された場合、速やかにその拡大の防止及び除去に努める。

なお、本店対策本部保安班長は、原子力災害対策活動に従事している者の被ばく線量が、線量限度を超える又は超えるおそれがある場合には、各関係機関に線量限度の取り扱いを確認する。

また、本店対策本部保安班長は、放射線量が上昇し避難者及び原子力災害対策活動に従事している者の汚染検査においてスクリーニングレベルが確認できない又はできなくなるおそれがある場合には、各関係機関にスクリーニングレベルの取り扱いを確認する。

7. 広報活動

(1) 本店対策本部広報班長は、プレス発表を実施するため本店に事業者プレスセンターを開設する。また、本店対策本部広報班長及び発電所対策本部広報班長は、発電所の

事業者プレスセンターとして、社内関係部署の協力を受けてプレス発表が実施可能な施設にプレスセンターを開設する。

(2) オフサイトセンターの運営が開始された場合、プレス発表は原則としてオフサイトセンターのプレスルームで行う。

(3) 発電所対策本部広報班長及び本店対策本部広報班長は、プラントの状況、応急措置の概要等の公表する内容を取りまとめ、別図3-1に示す伝達経路に基づき関係箇所に連絡する。

8. 応急復旧

(1) 施設及び設備の整備並びに点検

発電所対策本部発電班長は、免震重要棟集中監視室又は中央制御室の計器等による監視及び可能な範囲における巡視点検の実施により、発電所設備の状況及び機器の動作状況等を把握する。

(2) 応急の復旧対策

発電所対策本部長は、原子力災害（原子力災害が生ずる蓋然性を含む。）の拡大の防止を図るため、応急復旧計画を策定し、発電所対策本部復旧班長は、応急復旧計画に基づき復旧対策を実施する。

9. 原子力災害の発生又は防止を図るための措置

発電所対策本部の関係する各班長は、事故状況の把握、事故の拡大防止及び被害の拡大に関する推定を行い、原子力災害の発生防止又は事故原因の除去及び拡大の防止を図るため次に掲げる事項について措置を検討し、実施するものとする。

(1) 発電所対策本部発電班長及び技術班長は、主要運転データにより原子炉系の状態を把握し、燃料破損あるいはその可能性の有無を評価する。

(2) 発電所対策本部技術班長は、1～4号機については発生事象に対する原子炉压力容器内、原子炉格納容器内、使用済燃料貯蔵設備内の燃料等を冷却する設備及び未臨界の状態に保つための設備等、5、6号機については工学的安全施設等の健全性並びに運転可能な状態の継続性を把握し、事故の拡大の可能性を予測するとともに、放射能が外部へ放出される可能性を評価する。

- (3) 発電所対策本部技術班長は、可能な限り燃料破損の程度を定量的に推定し、外部へ放出される放射能の予測を行う。
- (4) 発電所対策本部発電班長は、事故の拡大のおそれがある場合、事故拡大防止に関する運転上の措置を検討し、措置を講ずる。
- (5) 発電所対策本部保安班長は、環境への放射性物質の放出状況及び気象状況等から、事故による周辺環境への影響を予測する。
- (6) 発電所対策本部長は、原子炉等規制法第64条第3項の規定に基づく原子力規制庁からの危険時の措置の命令があった場合は、その指示に従う。

10. 資機材の調達及び輸送

発電所対策本部資材班長は、原子力防災資機材及びその他原子力災害対策活動に必要な資機材を調達するとともに、資機材の輸送を行う。資機材の輸送は、陸路等により状況に応じた最適なルートにて行う。また、発電所対策本部資材班長は、発電所において十分に調達できない場合、本店対策本部資材班長に必要とする資機材の調達及び輸送を要請する。

11. 事業所外運搬に係る事象発生における措置

発電所対策本部長及び本店対策本部長は、事業所外運搬に係る事象発生の場合、直ちに現場へ必要な要員を派遣し、運搬を委託された者等とともに、携行した防災資機材等を用いて次に掲げる措置を実施する。また、最寄りの消防機関、警察機関及び海上保安部署の協力を得て、事象の状況を踏まえ必要な措置を実施し、原子力災害の発生の防止を図る。

- (1) 放射線障害を受けた者の救出、避難等の措置
- (2) 消火、延焼防止の措置
- (3) 運搬に従事する者や付近にいる者の退避
- (4) 立入制限区域の設定
- (5) 核燃料物質等の安全な場所への移動
- (6) モニタリングの実施
- (7) 核燃料物質等による汚染及び漏えいの拡大の防止及び汚染の除去

(8) 遮へい対策の実施

(9) その他放射線障害の防止のために必要な措置

1 2. 応急措置の実施報告

発電所対策本部情報班長は、本節の各項に掲げる発電所における応急措置を実施した場合、様式 8-1 に定める報告様式にその概要を記入し、発電所対策本部通報班長は、それを別図 2-4 に定める連絡経路により、内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長、双葉町長、原子力防災専門官及び各関係機関に報告する。

なお、発電所対策本部情報班長は、事業所外運搬に係る事象発生における応急措置を実施した場合、様式 8-2 に定める報告様式にその概要を記入し、発電所対策本部通報班長は、それを別図 2-4 に定める連絡経路により、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事及び市町村長並びに原子力防災専門官及び各関係機関に報告する。

送信した通報用紙については、記録として保存する。

1 3. 原子力防災要員等の派遣等

(1) 本店対策本部長及び発電所対策本部長は、原子力防災専門官その他の国の関係機関から、オフサイトセンターの運営の準備に入る体制を取る旨の連絡を受けた場合、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長並びに福島県知事、大熊町長、双葉町長その他の執行機関の実施する次に掲げる緊急事態応急対策が的確かつ円滑に行われるようにするため、別表 3-2 に定める原子力防災要員等の派遣、原子力防災資機材の貸与その他の必要な措置を講じる。

a. オフサイトセンターにおける業務に関する事項

- ① オフサイトセンターの設営準備助勢
- ② 発電所とオフサイトセンターの情報交換
- ③ 報道機関への情報提供
- ④ 緊急事態応急対策についての相互の協力及び調整
- ⑤ 原子力災害合同対策協議会（原子力災害合同対策協議会が開催されるまでは「現地事故対策連絡会議」に読み替える。以下同じ。）への参加 等

b. 環境放射線モニタリング，汚染検査及び汚染除去に関する事項

①環境放射線モニタリング

②身体又は衣類に付着している放射性物質の汚染の測定

③住民からの依頼による物品又は家屋等の放射性物質による汚染の測定

④放射性物質による汚染が確認されたものの除染

派遣された原子力防災要員等は，原子力災害合同対策協議会の指示に基づき，必要な業務を行う。

(2) 原子力事業所災害対策支援拠点への派遣

本店対策本部長は，発電所における原子力事業所災害対策の実施を支援するために原子力事業所災害対策支援拠点の設置が必要と判断した場合，あらかじめ選定した原子力事業所災害対策支援拠点への緊急時対策要員の派遣その他必要な措置を講じる。

なお，現在，J ヴィレッジ及びその周辺施設を原子力事業所災害対策支援拠点として定め，活動を実施している。

a. 原子力事業所災害対策支援拠点における業務に関する事項

①身体又は衣類に付着している放射性物質の汚染の測定

②車両及び重機等の放射性物質による汚染の測定

③放射性物質による汚染が確認されたものの除染

④資機材等の保管，輸送管理

(3) 他の原子力事業者の協力の要請

発電所対策本部長は，他の原子力事業所に応援を必要とするときは，本店対策本部長に要請する。必要と認められるときは，本店対策本部長は，当社の他原子力発電所に応援を指示し，それでもなお不足する場合，他の原子力事業者に協力を要請する。

第3節 緊急事態応急対策

1. 第2次緊急時態勢の発令

(1) 発電所対策本部長は，別表2-2に定められた事象に至った場合，発電所対策本部通報班長を経由して，様式9-1又は様式9-2に所定の事項を記入して，直ちに別図2-4に定められた箇所に報告する。

送信した通報用紙については、記録として保存する。

- (2) 発電所対策本部長は、この報告を行ったとき、あるいは内閣総理大臣が原子力緊急事態宣言を発令したときは、第2次緊急時態勢を発令する。
- (3) 発電所対策本部長は、別図2-5及び別図2-4に定める連絡経路に基づき、本店対策本部長その他必要な箇所に第2次緊急時態勢を発令した旨を連絡する。
- (4) 本店対策本部長は、発電所対策本部長より第2次緊急時態勢発令の報告を受けた場合、本店における第2次緊急時態勢を発令する。

2. 原子力災害合同対策協議会等との連絡報告

- (1) 発電所対策本部長は、オフサイトセンターの運営が開始された場合、オフサイトセンターに派遣されている原子力防災要員等と連絡を密に取る。原子力災害合同対策協議会において共有された情報については、発電所災害対策本部及び本店災害対策本部、原子力事業所災害対策支援拠点にて情報共有を図る。発電所対策本部長は、原子力災害合同対策協議会から発電所に対して要請された事項に対応するとともに、原子力災害合同対策協議会に対して必要な意見を進言するものとする。
- (2) 発電所対策本部長は、内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長、双葉町長から、原子力緊急事態の状況及び緊急事態応急対策の実施に関する事項について報告を求められたときはこれを行う。

なお、発電所対策本部長は、事業所外運搬に係る事象発生の場合、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事及び市町村長から、原子力緊急事態の状況及び緊急事態応急対策の実施に関する事項について報告を求められたときはこれを行う。

3. 応急措置の継続実施

発電所対策本部長は、この計画第3章第2節「応急措置の実施」に示す各措置を、緊急時態勢が解除されるまでの間、継続して実施する。

4. 事業所外運搬事故における対策

発電所対策本部長及び本店対策本部長は、運搬を委託された者と協力し、発災現場に派遣された専門家による助言を踏まえつつ、原子力施設における原子力災害に準じた緊急事態応急対策を主体的に講じる。

第4章 原子力災害事後対策

発電所対策本部長（発電所対策本部が廃止されているときは、「原子力防災管理者」に読み替える。以下、この章において同じ。）は、原子力災害対策特別措置法第15条第4項の規定による原子力緊急事態解除宣言があった時以後において、原子力災害（原子力災害が生ずる蓋然性を含む。）の拡大の防止又は原子力災害の復旧を図るため、原子力災害事後対策を実施する。

第1節 発電所の対策

1. 復旧対策

発電所対策本部長は、原子力災害発生後の事態収拾の円滑化を図るため、次に掲げる事項について復旧計画を策定して内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長、双葉町長に提出し、当該計画に基づき速やかに復旧対策を実施する。

- （1）原子炉施設の損傷状況及び汚染状況の把握
- （2）原子炉施設の除染の実施
- （3）原子炉施設損傷部の修理及び改造の実施
- （4）放射性物質の追加放出の防止等

発電所対策本部長は、内閣総理大臣、原子力規制委員会、福島県知事、大熊町長、双葉町長から、原子力災害事後対策の実施に関する事項について報告を求められたときはこれを行う。

なお、発電所対策本部長は、事業所外運搬に係る事象発生の場合、原子力災害発生後の事態収拾の円滑化を図るため、次に掲げる事項について復旧計画を策定して内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事及び市町村長に提出し、当該計画に基づき速やかに復旧対策を実施する。

- （1）事象発生輸送物の損傷状況及び汚染状況の把握
- （2）事象発生輸送物の除染の実施
- （3）事象発生輸送物損傷部の修理及び改造の実施
- （4）放射性物質の追加放出の防止等

発電所対策本部長は、内閣総理大臣、原子力規制委員会、国土交通大臣、当該事象が発生した場所を管轄する都道府県知事及び市町村長から、原子力災害事後対策の実施に関する事項について報告を求められたときはこれを行う。

2. 被災者の相談窓口の設置

発電所対策本部長及び本店対策本部長は、原子力緊急事態解除宣言前であっても、可能な限り速やかに被災者の損害賠償請求等のため、国、県、自治体と連携し、相談窓口を設置する等、必要な体制を整備する。

3. 緊急時対策要員の健康管理等

発電所対策本部医療班長は、第3章第2節3.「医療活動」に示す健康診断及び健康相談について、継続して実施する。

4. 緊急時態勢の解除

発電所対策本部長及び本店対策本部長は、緊急時態勢を解除した場合、その旨を別図2-4に定める連絡経路により報告する。

5. 原因究明と再発防止対策の実施

発電所対策本部長は、原子力災害の発生した原因を究明し、必要な再発防止対策を講じる。

第2節 原子力防災要員等の派遣等

1. 本店対策本部長及び発電所対策本部長は、指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長並びに福島県知事、大熊町長、双葉町長、関係周辺市町村長その他の執行機関の実施する次に掲げる原子力災害事後対策が的確かつ円滑に行われるようにするため、別表4-1に定める原子力防災要員等の派遣、原子力防災資機材の貸与その他必要な措置を講じる。

(1) オフサイトセンターにおける業務に関する事項

a. 発電所とオフサイトセンターとの情報交換

b. 報道機関への情報提供

(2) 環境放射線モニタリング, 汚染検査及び汚染除去に関する事項

a. 環境放射線モニタリング

b. 身体又は衣類に付着している放射性物質の汚染の測定

c. 住民からの依頼による物品又は家屋等の放射性物質による汚染の測定

d. 放射性物質による汚染が確認されたものの除染

派遣された原子力防災要員等は, オフサイトセンターに設置される原子力災害合同対策協議会(原子力災害合同対策協議会が解散している場合は派遣先)の指示に基づき, 必要な業務を行う。

2. 発電所対策本部長は, 他の原子力事業所に応援を必要とするときは, 本店対策本部長に要請する。必要と認められるときは, 本店対策本部長は, 当社の他原子力発電所に応援を指示し, それでもなお不足する場合, 他の原子力事業者に協力を要請する。

第5章 その他

第1節 他の原子力事業者への協力

他の原子力事業者の原子力事業所で原子力災害が発生した場合，又は他の原子力事業者が責任を有する事業所外運搬の輸送中に原子力災害が発生した場合，原子力防災管理者は，本店原子力運営管理部長からの要請に応じ，当該事業者，指定行政機関の長，指定地方行政機関の長，地方公共団体の長その他の執行機関の実施する緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策が的確かつ円滑に行われるようにするため，次に掲げる環境放射線モニタリング，周辺区域の汚染検査及び汚染除去に関する事項について別表5－1に定める原子力防災要員の派遣，原子力防災資機材の貸与その他必要な協力を行う。

- (1) 環境放射線モニタリング
- (2) 身体又は衣類に付着している放射性物質の汚染の測定
- (3) 住民からの依頼による物品又は家屋等の放射性物質による汚染の測定
- (4) 放射性物質による汚染が確認されたものの除染

また，社長は，国内の原子力事業所及び事業所外運搬において原子力災害が発生した場合に，原子力事業者間の協力が円滑に実施できるよう，協力活動の方法等についてあらかじめ他の原子力事業者と調整しておくものとする。

福島第一原子力発電所
原子力事業者防災業務計画別冊

平成25年6月

東京電力株式会社

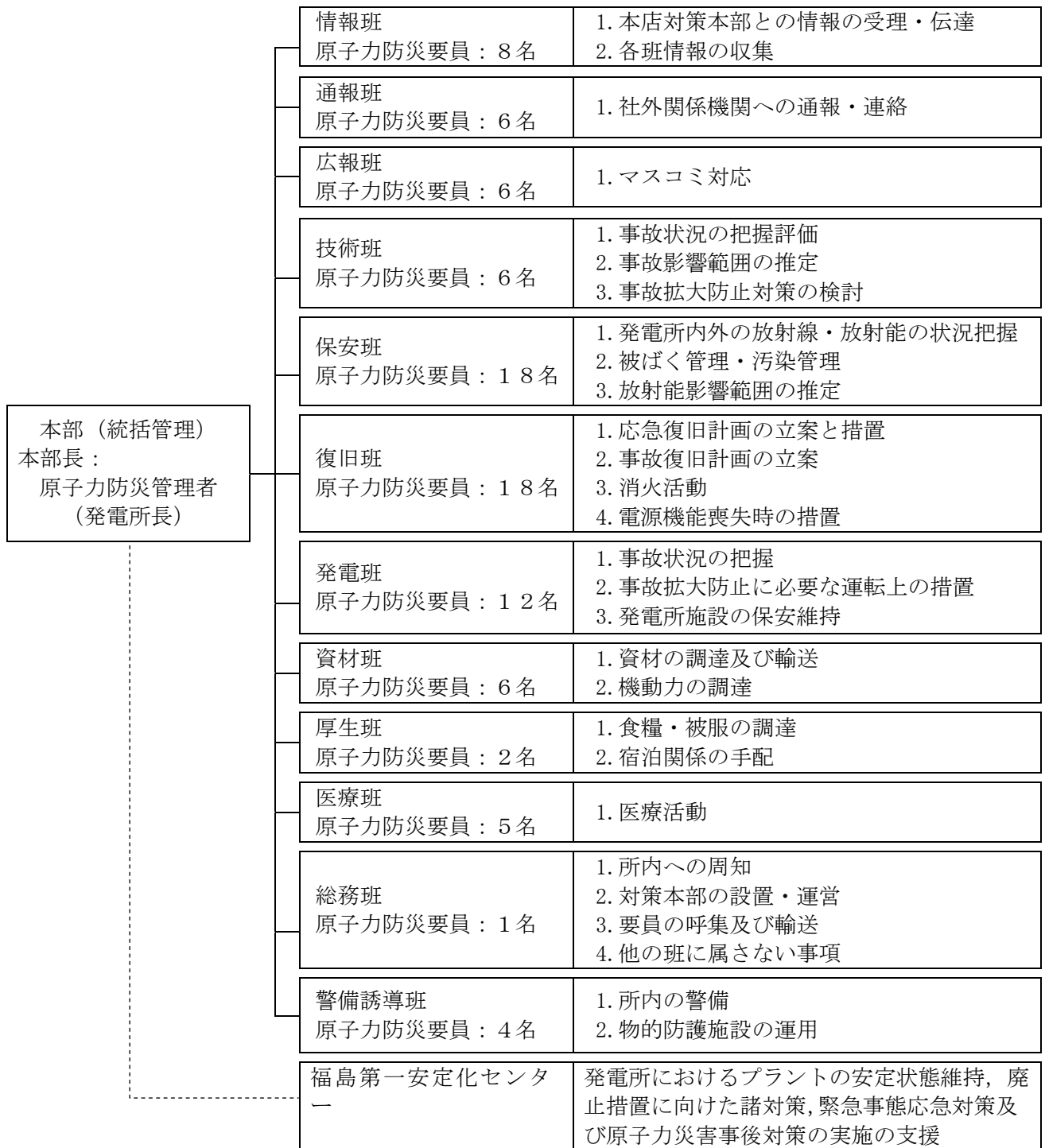
図 表 集

Ⅱ 図表集

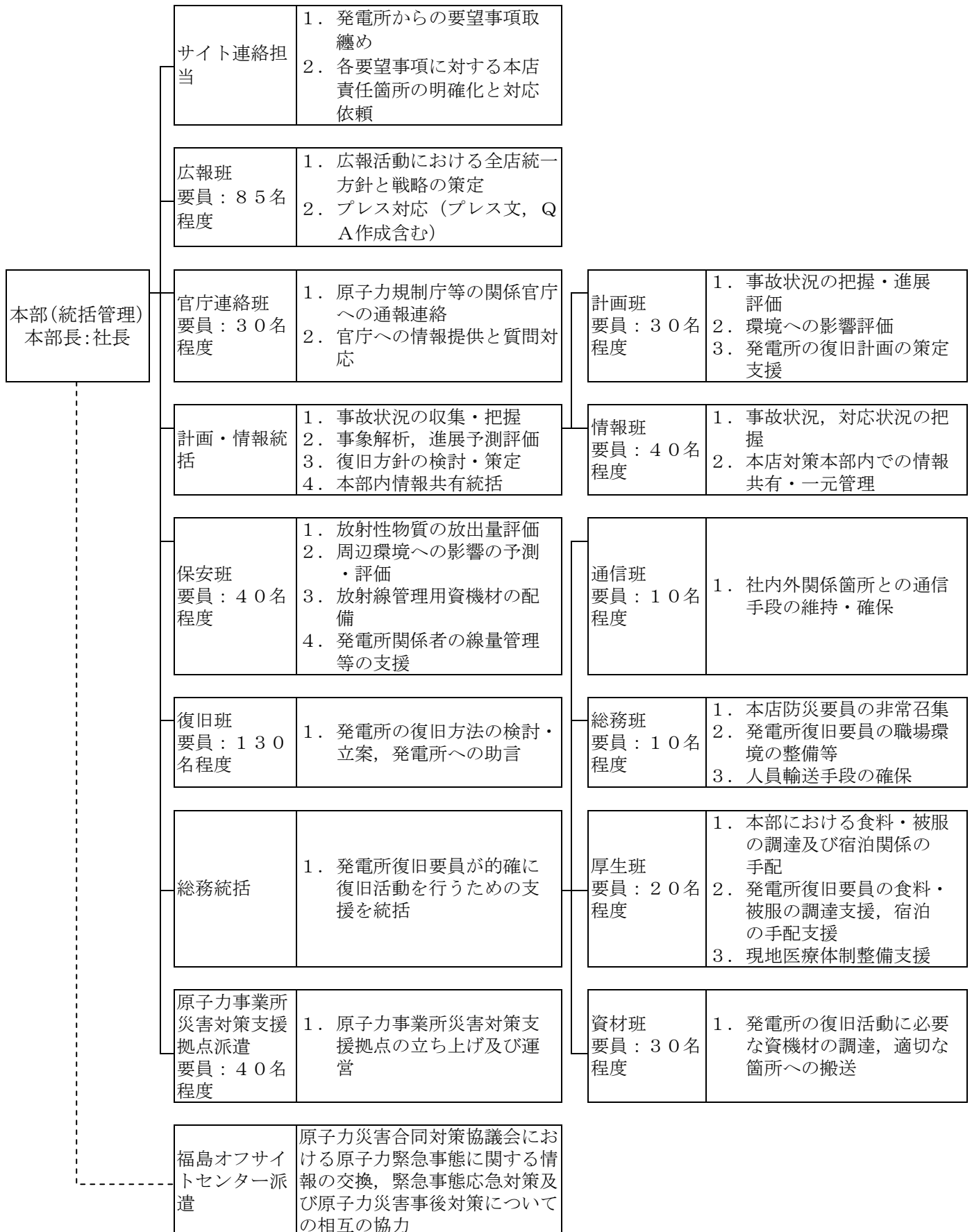
- 別図 2－1 発電所原子力防災組織の業務分掌
- 別図 2－2 本店原子力防災組織の業務分掌
- 別図 2－3 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報経路
- 別図 2－4 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項の通報後の連絡経路
- 別図 2－5 緊急時態勢発令後の社内の伝達経路
- 別図 2－6 発電所における緊急時態勢発令と緊急時対策要員の非常召集連絡経路
- 別図 2－7 本店における緊急時態勢発令と緊急時対策要員の非常召集連絡経路
- 別図 2－8 発電所敷地周辺の放射線測定設備等
- 別図 2－9 発電所敷地内の緊急時対策所及び救急医療施設
- 別図 2－10 発電所敷地内の退避場所及び避難集合場所
- 別図 2－11 原子力事業所及び原子力事業所災害対策支援拠点の位置
- 別図 3－1 公表内容の伝達経路

- 別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準
- 別表 2－2 原子力災害対策特別措置法第 15 条第 1 項の原子力緊急事態宣言発令の基準
- 別表 2－3 原子力防災要員の職務と配置
- 別表 2－4－1 原子力防災資機材
- 別表 2－4－2 原子力防災資機材以外の資機材
- 別表 2－4－3 遠隔操作が可能な装置等
- 別表 2－5 原子力災害対策活動で使用する資料
- 別表 2－6 原子力災害対策活動で使用する施設
- 別表 2－7 SPDS データ伝送項目
- 別表 3－1 原子力災害対策活動等に従事する者の安定ヨウ素剤服用基準
- 別表 3－2 緊急事態応急対策における原子力防災要員等の派遣，原子力防災資機材等の貸与
- 別表 4－1 原子力災害事後対策における原子力防災要員等の派遣，原子力防災資機材等の貸与
- 別表 5－1 他の原子力事業者で発生した原子力災害への原子力防災要員の派遣，原子力防災資機材の貸与

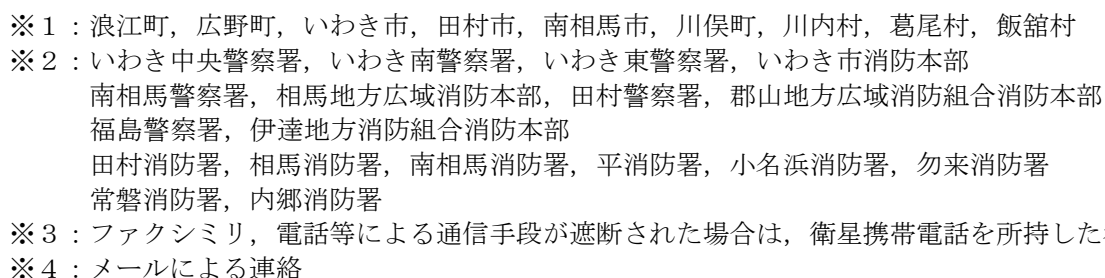
別図 2－1 発電所原子力防災組織の業務分掌



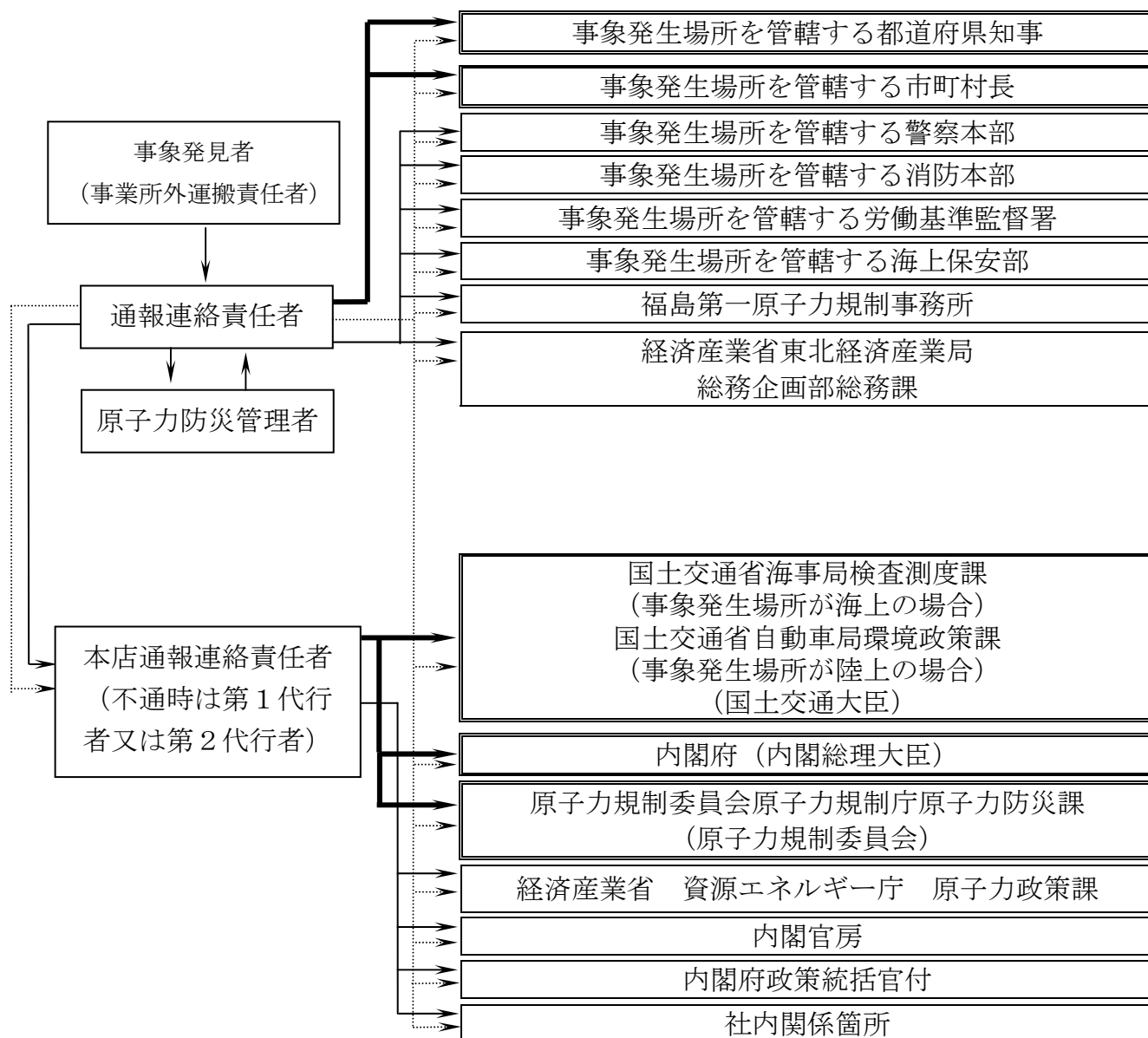
別図 2-2 本店原子力防災組織の業務分掌



(1) 発電所内での事象発生時の通報経路



別図 2 - 3 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報経路 (2 / 2)
(2) 事業所外運搬での事象発生時の通報経路



☐ : 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報先

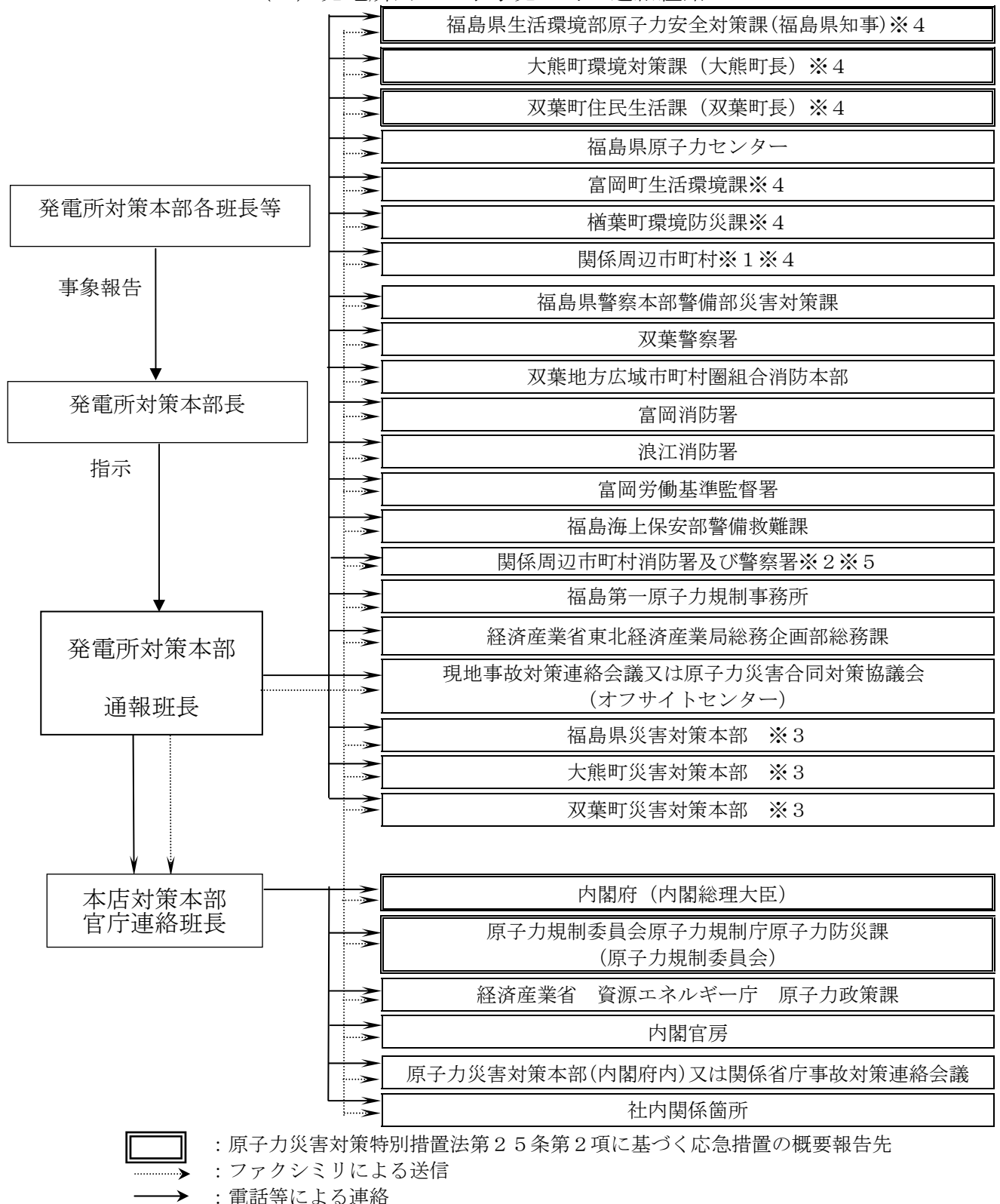
→ : 電話によるファクシミリ着信の確認

.....→ : ファクシミリによる送信

→ : 電話等による連絡

別図 2－4 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項の通報後の連絡経路（1／2）

（1）発電所内での事象発生時の連絡経路



※1：浪江町，広野町，いわき市，田村市，南相馬市，川俣町，川内村，葛尾村，飯館村

※2：いわき中央警察署，いわき南警察署，いわき東警察署，いわき市消防本部
南相馬警察署，相馬地方広域消防本部，田村警察署，郡山地方広域消防組合消防本部
福島警察署，伊達地方消防組合消防本部
田村消防署，相馬消防署，南相馬消防署，平消防署，小名浜消防署，勿来消防署
常磐消防署，内郷消防署

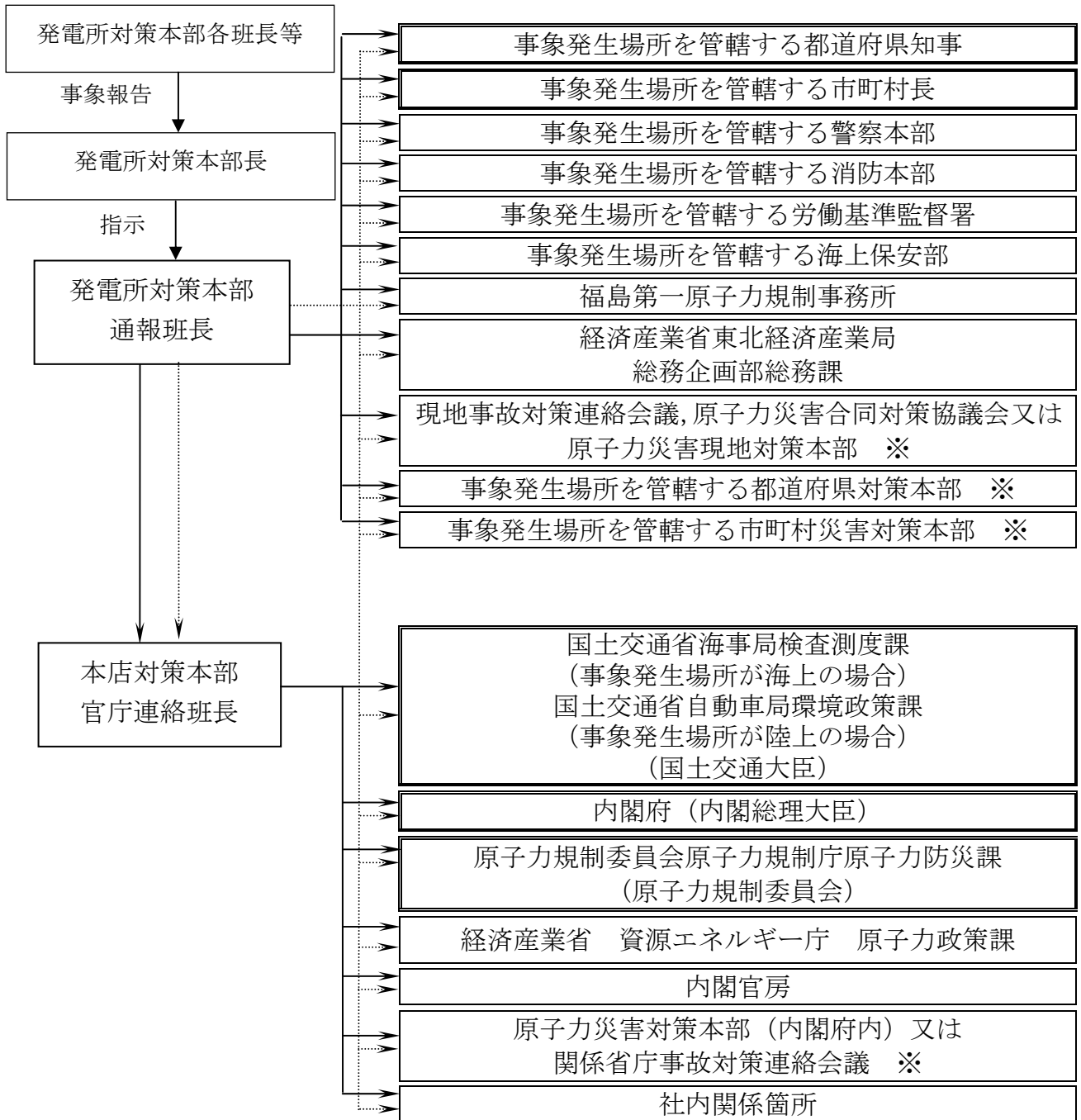
※3：災害対策本部等が設置されている場合に限る。

※4：ファクシミリ，電話等による通信手段が遮断された場合は，衛星携帯電話を所持した者を派遣

※5：メールによる連絡

別図 2 - 4 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項の通報後の連絡経路 (2 / 2)

(2) 事業所外運搬での事象発生時の連絡経路



: 原子力災害対策特別措置法第 25 条第 2 項に基づく応急措置の概要報告先



: ファクシミリによる送信

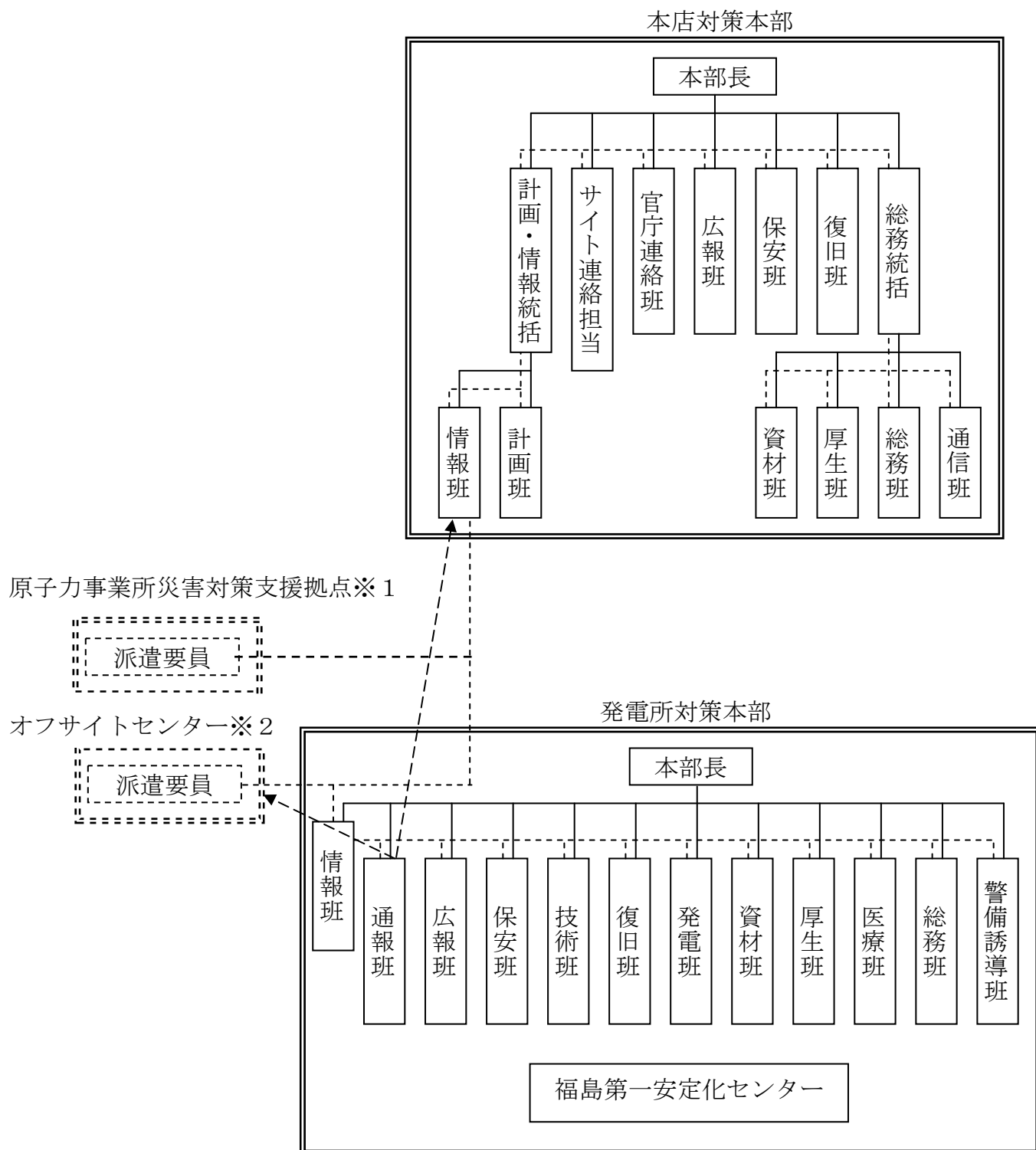


: 電話等による連絡

※

: 災害対策本部等が設置されている場合に限る。

別図 2－5 緊急時態勢発令後の社内の伝達経路（第 1 次緊急時態勢発令時）（1／2）



—— 社内の情報連絡・指示

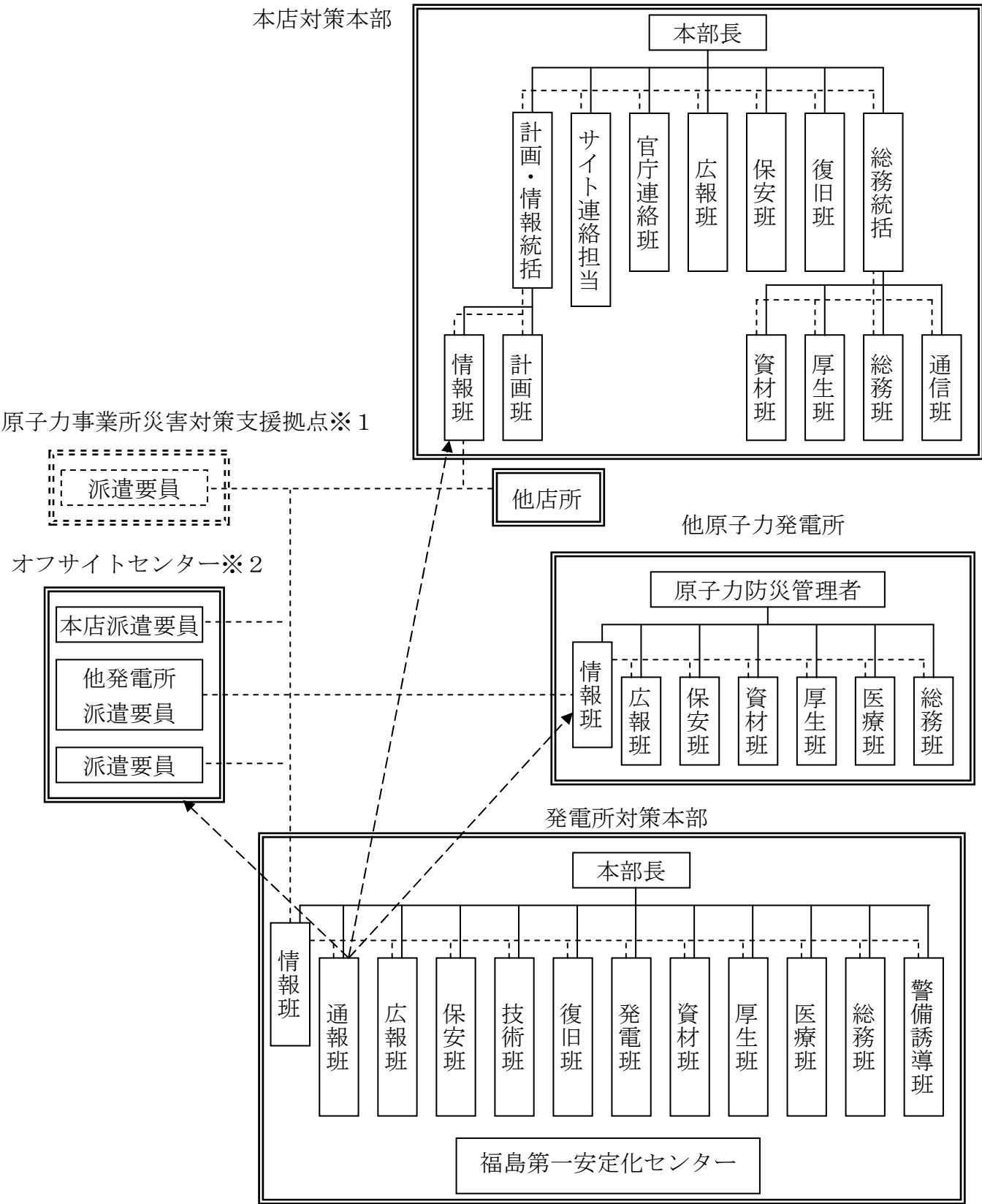
----- 情報連絡経路

-----▶ ファクシミリによる通報と報告

※ 1 原子力事業所災害対策支援拠点が設置されている場合に限る。

※ 2 事業所外運搬に係る事象発生の場合、「事象発生場所」に読み替える。

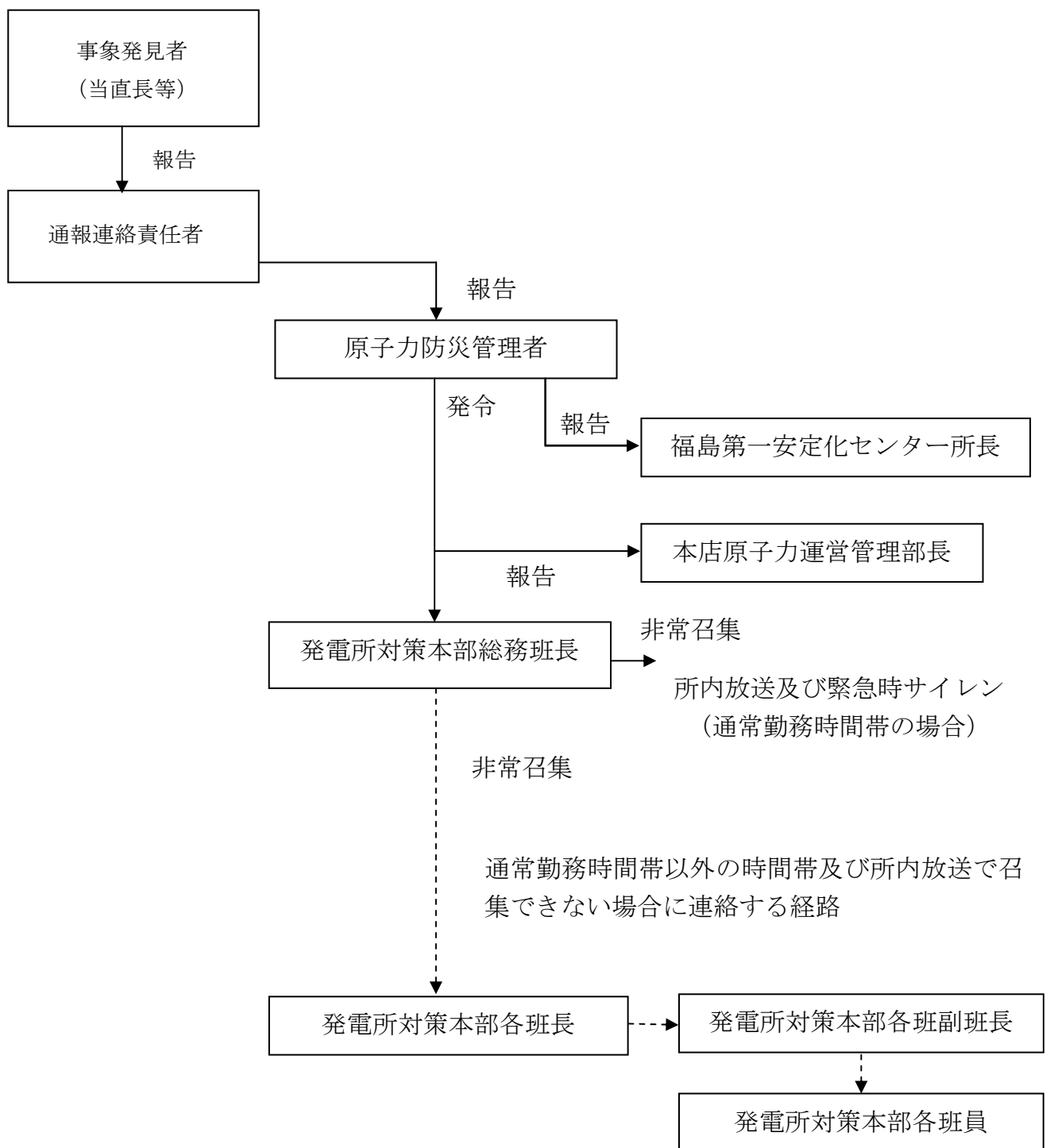
別図 2－5 緊急時態勢発令後の社内の伝達経路（第 2 次緊急時態勢発令時）（2／2）



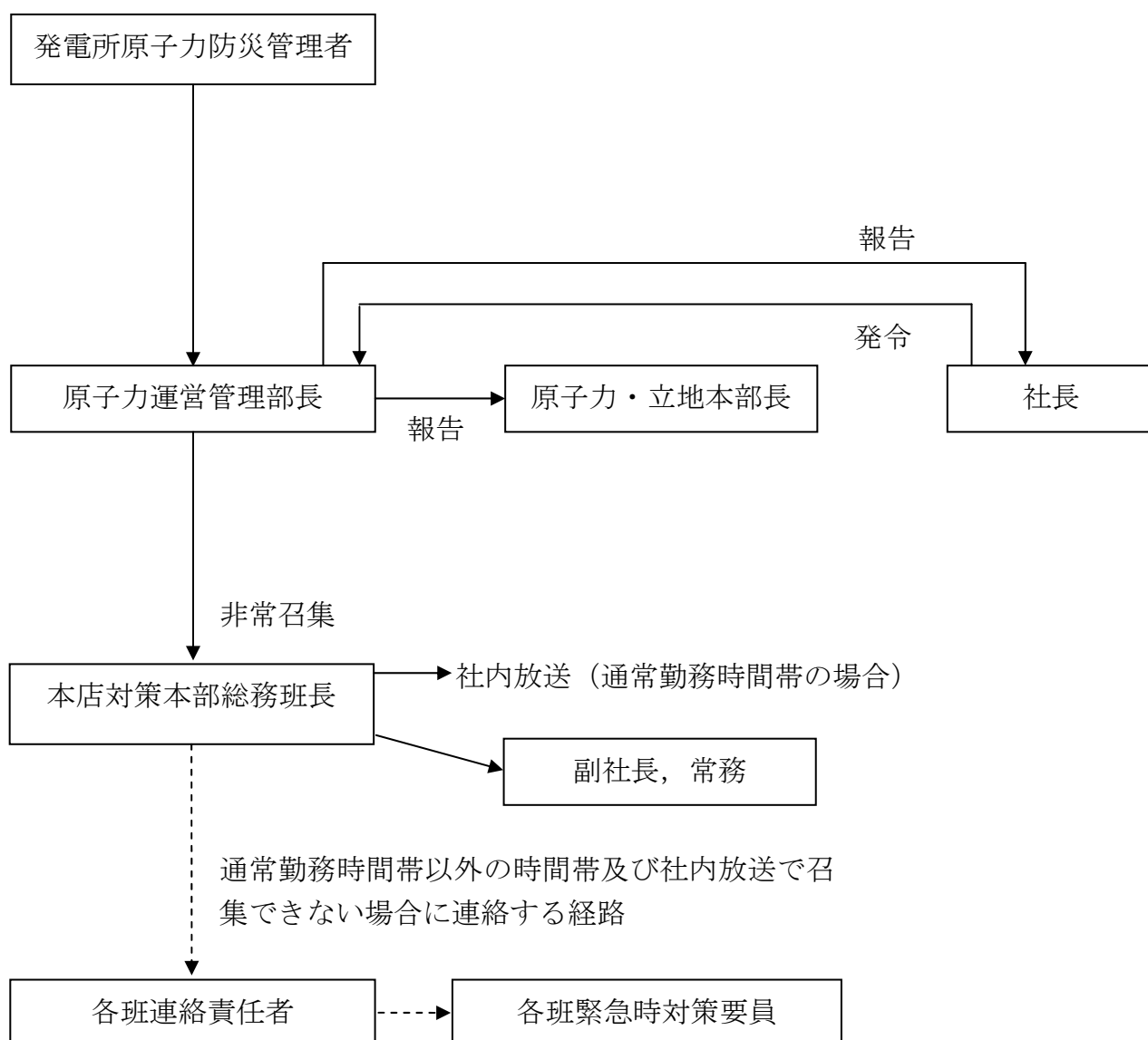
- 社内の情報連絡・指示
----- 情報連絡経路
-----> ファクシミリによる通報と報告

※1 原子力事業所災害対策拠点が設置されている場合に限る。
※2 事業所外運搬に係る事象発生の場合、「事象発生場所」に読み替える。

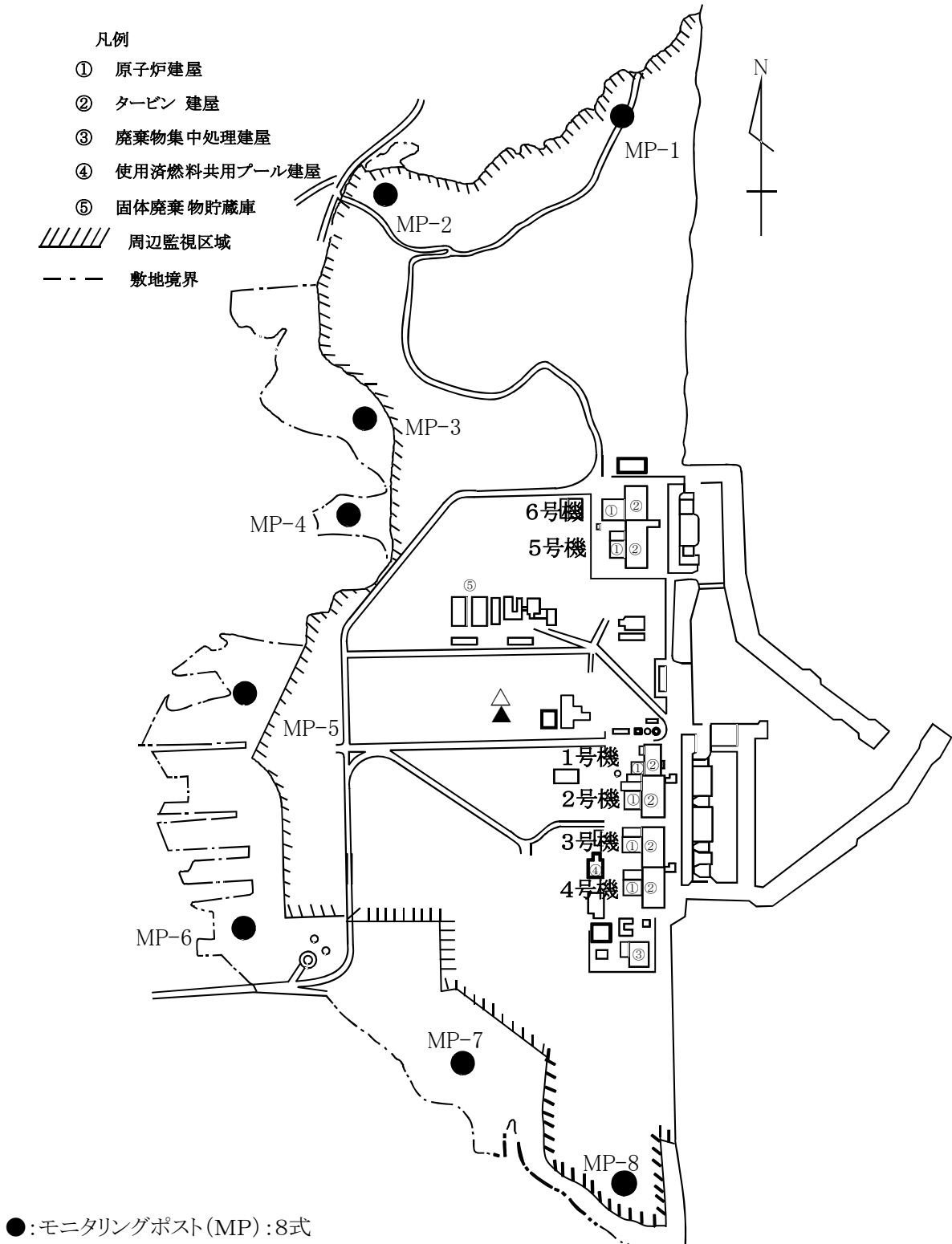
別図 2－6 発電所における緊急時態勢発令と発電所緊急時対策要員の非常召集連絡経路



別図 2－7 本店における緊急時態勢発令と緊急時対策要員の非常召集連絡経路



別図2-8 発電所敷地周辺の放射線測定設備等



検出器種類	計測範囲	点検内容	点検頻度
NaIシンチレーション検出器	10～10 ⁴ nGy/h	点検校正	1回／年
電離箱	10～10 ⁸ nGy/h	点検校正	1回／年

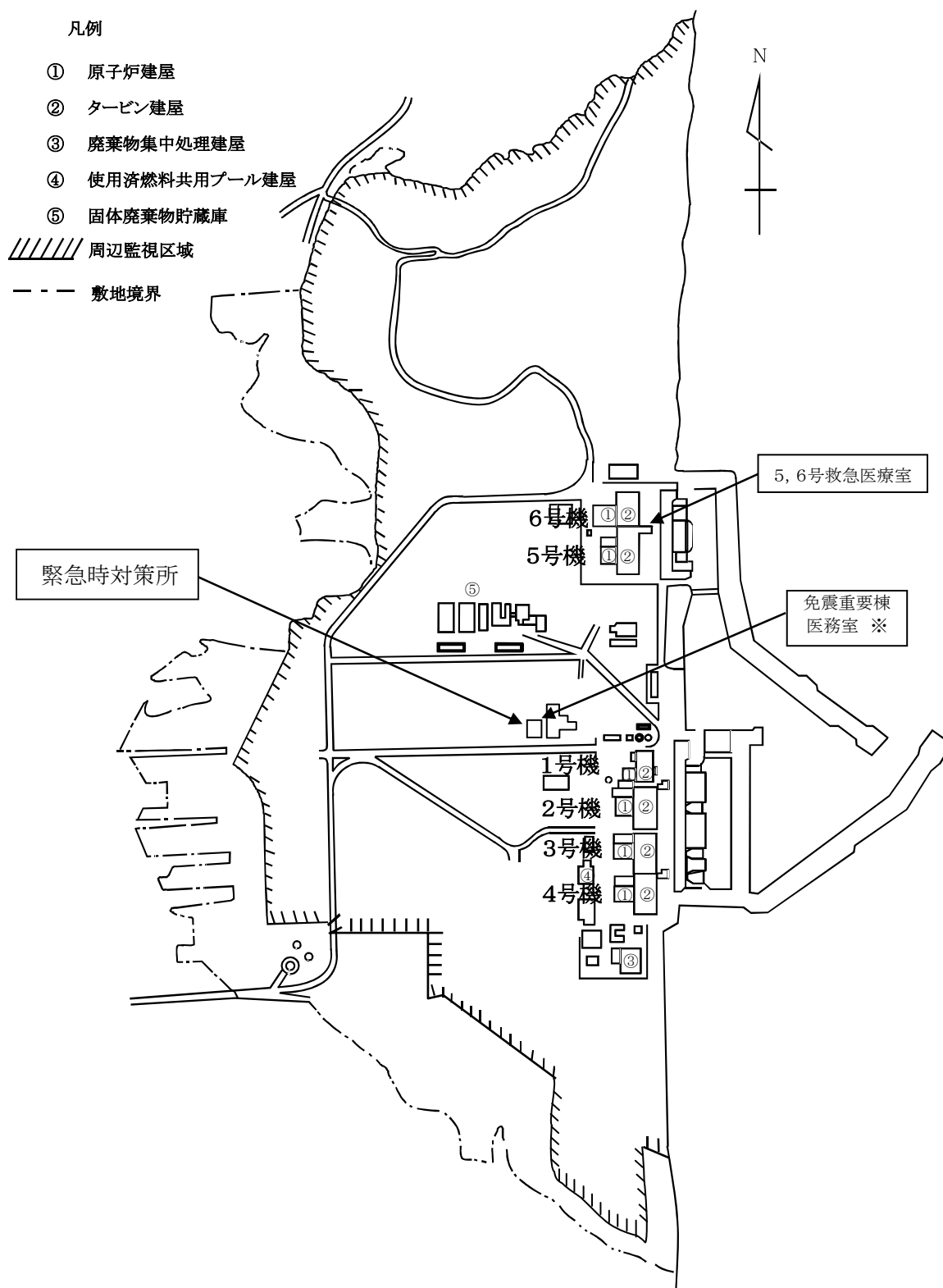
▲: 気象観測装置(風向・風速): 1式

種類	測定高さ	点検内容	点検頻度
ドップラーソーダ	地上高約10m 及び約95m	点検・調整	1回／年

△: 気象観測装置(風向・風速): 1式

種類	測定高さ	点検内容	点検頻度
超音波式風向風速計	地上高約10m	点検・調整	1回／年

別図2-9 発電所敷地内の緊急時対策所及び救急医療施設



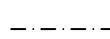
※ 自然災害等の発生により救急医療施設が使用できない場合に使用

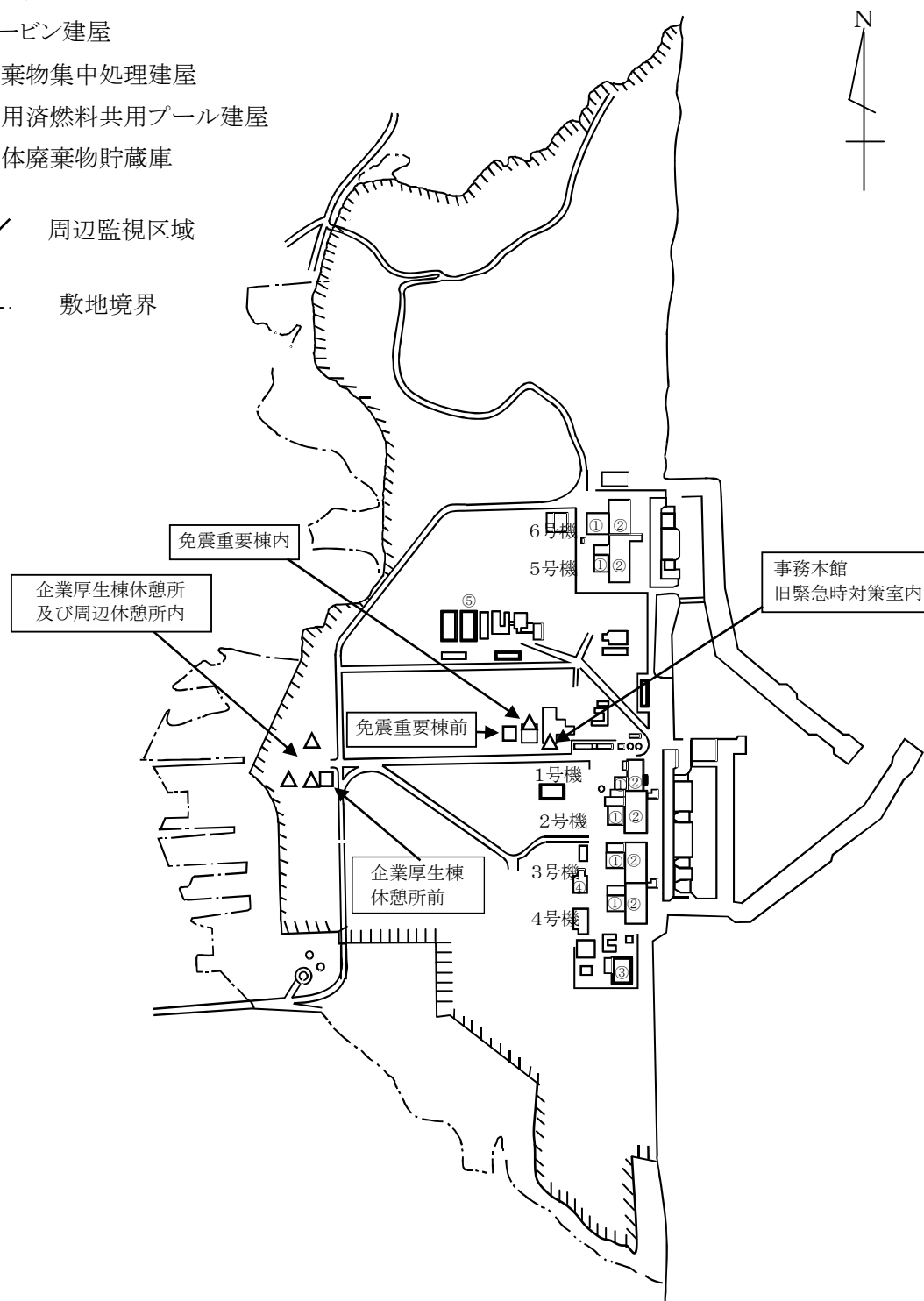
別図 2 - 1 0 発電所敷地内の退避場所及び避難集合場所

凡例

- ① 原子炉建屋
- ② タービン建屋
- ③ 廃棄物集中処理建屋
- ④ 使用済燃料共用プール建屋
- ⑤ 固体廃棄物貯蔵庫

 周辺監視区域

 敷地境界



△：退避場所（発電所敷地内の者が屋内で放射線による危険を避ける場所）

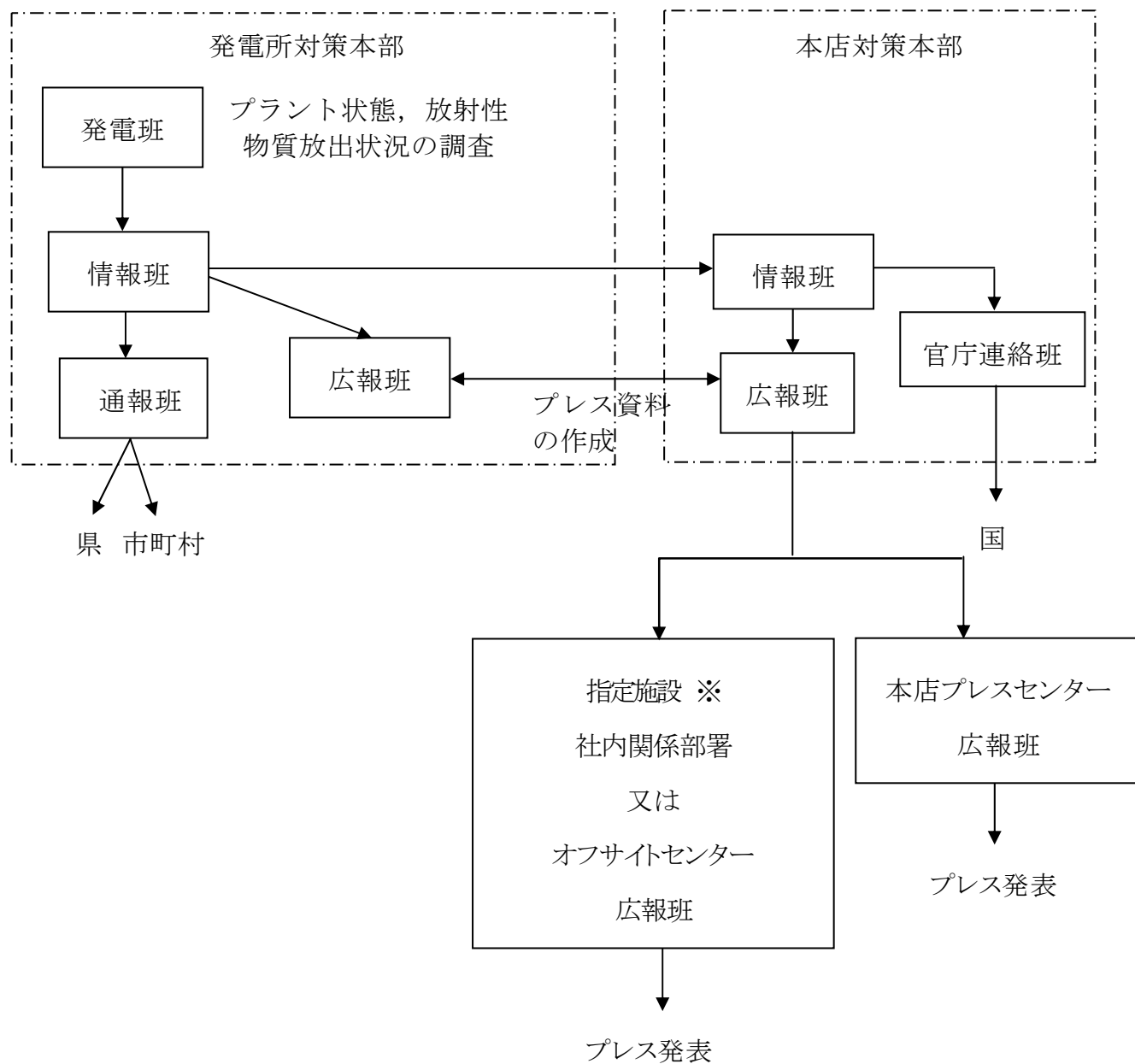
□：避難集合場所（発電所外へ避難するために車両乗車等円滑に行う場所）

別図2-11 原子力事業所及び原子力事業所災害対策支援拠点の位置



この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから配信されたものである。

別図 3－1 公表内容の伝達経路



※ プレス発表実施箇所は関係者へ周知する。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（1／8）

略 称	法 令
(1) 敷地境界 放射線量 上昇	政令第 4 条第 4 項第 1 号 <u>第 1 項に規定する基準以上の放射線量が第 2 項又は前項の定めによるところにより検出されたこと。</u> 政令第 4 条第 1 項（<u>第 1 項に規定する基準</u>） 法第 10 条第 1 項の政令で定める基準は、5 μ Sv/h の放射線量とする。 政令第 4 条第 2 項（<u>第 2 項の定めによるところ</u>） 法第 10 条第 1 項の規定による放射線量の検出は、法第 11 条第 1 項の規定により設置された放射線測定設備の一又は二以上について、それぞれ単位時間（2 分以内のものに限る。）ごとのガンマ線の放射線量を測定し 1 時間当たりの数値に換算して得た数値が、前項の放射線量以上のものとなっているかどうかを点検することにより行うものとする。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、当該数値は検出されなかったものとみなす。 一 当該数値が 1 地点のみにおいて検出された場合（検出された時間が 10 分間未満であるときに限る。） 二 当該数値が落雷の時に検出された場合 政令第 4 条第 3 項（<u>第 3 項の定めによるところ</u>） <u>前項の定めによるところにより検出された放射線量が法第 11 条第 1 項の規定により設置された放射線測定設備のすべてについて第 1 項の放射線量を下回っている場合において、当該放射線測定設備の一又は二以上についての数値が 1 μ Sv/h 以上であるときは、法第 10 条第 1 項の規定による放射線量の検出は、前項の規定にかかわらず、同項の定めるところにより検出された当該各放射線測定設備における放射線量と原子炉の運転等のための施設の周辺において原子力規制委員会規則で定めるところにより測定した中性子線の放射線量とを合計することにより行うものとする。</u> 通報すべき事象等に関する省令 4 条（<u>原子力規制委員会規則で定めるところ</u>） 令第 4 条第 3 項の規定による中性子線の測定は、中性子線（自然放射線によるものを除く。）が検出されないことが明らかとなるまでの間、防災業務計画等に関する省令第 4 条第 1 項の規定により備え付けることとされた中性子線測定用可搬式測定器によって、瞬間ごとの中性子線の放射線量を測定し、1 時間当たりの数値に換算することにより行うものとする。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（2／8）

略 称	法 令		
(2) 放射 性 物 質 通 常 経 路 放 出	政令第 4 条第 4 項第 2 号 当該原子力事業所における原子炉の運転等のための施設の排気筒，排水口 その他これらに類する場所において，当該原子力事業所の区域の境界付近 に達した場合におけるその放射能水準が第 1 項に規定する放射線量に相 当するものとして原子力規制委員会規則で定める基準以上の放射性物質 が原子力規制委員会規則で定めるところにより検出されたこと。 第 1 項に規定する放射線量：5 μSv/h （1）参照。 原子力規制委員会規則で定める基準，原子力規制委員会規則で定めると ころ：通報すべき事象等に関する省令第 5 条。添付参照。		
(3) 火 災 爆 発 等 に よ る 放 射 性 物 質 放 出	政令第 4 条第 4 項第 3 号 当該原子力事業所の区域内の場所のうち原子炉の運転等のための施設の 内部に設定された管理区域（その内部において業務に従事する者の被ばく 放射線量の管理を行うべき区域として原子力規制委員会規則で定める区 域をいう。）外の場所（前号に規定する場所を除く。）において，次に掲げ る放射線量又は放射性物質が原子力規制委員会規則で定めるところによ り検出されたこと。 イ 50 μSv/h 以上の放射線量 ロ 当該場所におけるその放射能水準が5 μSv/h の放射線量に相当する ものとして原子力規制委員会規則で定める基準以上の放射性物質 通報すべき事象等に関する省令第 6 条第 1 項（原子力規制委員会規則で定 める区域） 令第 4 条第 4 項第 3 号に規定する区域は，次の表の上欄に掲げる原子力事 業者の区分に応じ，それぞれ同表下欄に掲げる区域とする。 (抜粋) <table><tr><th>原子炉設置者</th></tr><tr><td>実用発電用原子炉の設置の許可を受けた者にあつては実用発電用原子 炉の設置，運転等に関する規則第 1 条第 2 項第 4 号に，(略) 規定する 管理区域。</td></tr></table> 前号に規定する場所：当該原子力事業所における原子炉の運転等のための 施設の排気筒，排水口その他これらに類する場所。 （2）参照。	原子炉設置者	実用発電用原子炉の設置の許可を受けた者にあつては実用発電用原子 炉の設置，運転等に関する規則第 1 条第 2 項第 4 号に，(略) 規定する 管理区域。
原子炉設置者			
実用発電用原子炉の設置の許可を受けた者にあつては実用発電用原子 炉の設置，運転等に関する規則第 1 条第 2 項第 4 号に，(略) 規定する 管理区域。			

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（3／8）

略 称	法 令
	通報すべき事象等に関する省令第 6 条第 3 項（<u>原子力規制委員会規則で定めるところ</u>） 令第 4 条第 4 項第 3 号の規定による放射線量又は放射性物質の検出は、次に定めるところによるものとする。 一 放射線量については、火災、爆発その他これらに類する事象の発生の際に、令第 4 条第 4 項第 3 号イの放射線量の水準を 10 分間以上継続して検出すること 二 放射性物質については、火災、爆発その他これらに類する事象の発生の際に、前項の規定に基づく放射性物質の濃度の水準を検出すること 通報すべき事象等に関する省令第 6 条第 4 項 火災、爆発その他これらに類する事象の状況により放射線量又は放射性物質の濃度の測定が困難である場合であって、その状況に鑑み、前項の検出により令第 4 条第 4 項第 3 号イの放射線量の水準又は第 2 項の規定に基づく放射性物質の濃度の水準が検出される蓋然性が高い場合には、前項の規定にかかわらず、当該放射線量又は放射性物質の濃度の水準が検出されたものとみなす。 通報すべき事象等に関する省令第 6 条第 2 項（<u>原子力規制委員会規則で定める基準</u>） 令第 4 条第 4 項第 3 号ロの原子力規制委員会規則で定める基準は、空気中の放射性物質について、次に掲げる放射能水準とする。 一 検出された放射性物質の種類が明らかで、かつ、一種類である場合にあっては、放射性物質の種類に応じた空气中濃度限度に 50 を乗じて得た値 二 検出された放射性物質の種類が明らかで、かつ、二種類以上の放射性物質がある場合にあっては、それらの放射性物質の濃度のそれぞれその放射性物質についての前号の規定により得られた値に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度 三 検出された放射性物質の種類が明らかでない場合にあっては、空气中濃度限度（当該空气中に含まれていないことが明らかである放射性物質の種類に係るものを除く。）のうち、最も低いものに 50 を乗じて得た値
（4） 事業所外運搬放射線量上昇	政令第 4 条第 4 項第 4 号 事業所外運搬に使用する容器から 1 m 離れた場所において、100 μ Sv/h 以上の放射線量が<u>原子力規制委員会規則・国土交通省令で定めるところ</u>により検出されたこと。 通報すべき事業所外運搬に係る事象等に関する省令第 2 条第 1 項（<u>原子力規制委員会規則・国土交通省令で定めるところ</u>） 令第 4 条第 4 項第 4 号の規定による放射線量の検出は、火災、爆発その他これらに類する事象の発生の際に検出することとする。 通報すべき事業所外運搬に係る事象等に関する省令第 2 条第 2 項 火災、爆発その他これらに類する事象の状況により放射線量の測定が困難である場合であって、その状況に鑑み、前項の検出により令第 4 条第 4 項第 4 号の放射線量の水準が検出される蓋然性が高い場合には、前項の規定にかかわらず、当該放射線量の水準が検出されたものとみなす。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（4／8）

略 称	法 令
(5) スクラム 失敗	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（1） 原子炉の非常停止が必要な場合において、通常の中性子の吸収材（略）により原子炉を停止することができないこと。
(6) 原子炉冷却材漏えい	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（2） 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材（略）の漏えいが発生すること。
(7) 原子炉給水喪失	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（3） 原子炉（略）の運転中に当該原子炉へのすべての給水機能が喪失した場合において、非常用炉心冷却装置（当該原子炉へ高圧で注水する系に限る。）が作動しないこと。
(8) 原子炉除熱機能喪失	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（5） 原子炉（略）の運転中に主復水器による当該原子炉から熱を除去する機能（略）が喪失した場合において、当該原子炉から残留熱を除去する機能が喪失すること。
(9) 全交流電源喪失	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（6） 原子炉の運転中にすべての交流電源からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が 5 分以上継続すること。
(10) 直流電源喪失（部分喪失）	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（7） 原子炉の運転中に非常用直流母線が一となった場合において、当該直流母線に電気を供給する電源が一となる状態が 5 分以上継続すること。
(11) 停止時原子炉水位低下	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（8） 原子炉（略）の停止中に原子炉容器内に照射済み燃料集合体がある場合において、当該原子炉容器内の水位が非常用炉心冷却装置が作動する水位（略）まで低下すること。
(12) 燃料プール水位低下	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（10） 照射済み燃料集合体の貯蔵槽の液位が、当該燃料集合体が露出する液面まで低下すること。
(13) 中央制御室使用不能	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 1 号イ（11） 原子炉制御室が使用できなくなることにより、原子炉制御室からの原子炉を停止する機能又は原子炉から残留熱を除去する機能が喪失すること。
(14) 原子炉外臨界蓋然性	通報すべき事象等に関する省令第 7 条第 1 項第 2 号 原子炉の運転等のための施設の内部（原子炉の内部を除く。）において、核燃料物質の形状による管理、質量による管理その他の方法による管理が損なわれる状態その他の臨界状態の発生の蓋然性が高い状態にあること。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（5／8）

略 称	法 令
(15) 事業所外 運搬放射 性物質漏 えい	通報すべき事業所外運搬に係る事象等に関する省令第 3 条 火災、爆発その他これらに類する事象の発生の際に、当該事象に起因して、事業所外運搬（核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示第 3 条並びに第 5 条第 1 項第 1 号（液体又は気体であって専用積載としないで運搬する場合におけるものを除く。）及び第 2 項第 1 号、船舶による放射性物質等の運送基準の細目等を定める告示第 4 条並びに第 10 条第 1 項第 1 号（液体又は気体であって専用積載としないで運搬する場合におけるものを除く。）及び第 2 項第 1 号並びに航空機による放射性物質等の輸送基準を定める告示第 4 条並びに第 7 条第 1 項第 1 号（液体又は気体であって専用積載としないで運搬する場合におけるものを除く。）及び第 2 項第 1 号に規定する核燃料物質等の運搬を除く。）に使用する容器から放射性物質が漏えいすること又は当該漏えいの蓋然性が高い状態にあること。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（6／8）

添付 原子力防災管理者が通報すべき事象等に関する省令第 5 条第 1 項の規定に基づく水準
（1／2）

場 合	基 準	検 出
一 検出された放射性物質の種類が明らかで、かつ、1 種類の放射性物質である場合	イ 濃度の測定により管理すべき空気中の放射性物質にあつては、放射性物質の種類に応じた空气中濃度限度を排気筒その他これらに類する場所における 1 秒間当たりの放出風量で除して得た値に、当該放射性物質が放出される地点の特性に係る別表に基づく係数を乗じて得た値	イの値を 10 分間以上継続して検出すること。
	ロ 放射能の測定により管理すべき空気中の放射性物質にあつては、放射性物質の種類に応じた空气中濃度限度に、当該放射性物質が放出される地点の特性に係る別表に基づく係数を乗じて得た値	ロの値を累積（原子炉の運転等のための施設の通常の運転状態における放射性物質の放出による累積を除く。）して検出すること。
	ハ 水中の放射性物質にあつては、放射性物質の種類に応じた水中濃度限度に 50 を乗じて得た値	ハの値を 10 分間以上継続して検出すること。
二 検出された放射性物質の種類が明らかで、かつ、2 種類以上の放射性物質がある場合	イ 濃度の測定により管理すべき空気中の放射性物質にあつては、それらの放射性物質の濃度のそれぞれその放射性物質の濃度についての前号イの規定により得られた値に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度	イの値を 10 分間以上継続して検出すること。
	ロ 放射能の測定により管理すべき空気中の放射性物質にあつては、それらの放射性物質の放射能のそれぞれその放射性物質の放射能についての前号ロの規定により得られた値に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の放射能の値	ロの値を累積（原子炉の運転等のための施設の通常の運転状態における放射性物質の放出による累積を除く。）して検出すること。
	ハ 水中の放射性物質にあつては、それらの放射性物質の濃度のそれぞれその放射性物質の濃度についての前号ハの規定により得られた値に対する割合の和が一となるようなそれらの放射性物質の濃度	ハの値を 10 分間以上継続して検出すること。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（7／8）
 添付 原子力防災管理者が通報すべき事象等に関する省令第 5 条第 1 項の規定に基づく水準
 （2／2）

場 合	基 準	検 出
三 検出された放射性物質の種類が明らかでない場合	イ 濃度の測定により管理すべき空気中の放射性物質にあつては、空気中濃度限度（当該空気中に含まれていないことが明らかである放射性物質の種類に係るものを除く。）を排気筒その他これらに類する場所における 1 秒間当たりの放出風量で除して得た値のうち、最も低いものに、当該放射性物質が放出される地点の特性に係る別表に基づく係数を乗じた値	イの値を 10 分間以上継続して検出すること。
	ロ 放射能の測定により管理すべき空気中の放射性物質にあつては、空気中濃度限度（当該空気中に含まれていないことが明らかである放射性物質の種類に係るものを除く。）のうち、最も低いものに、当該放射性物質が放出される地点の特性に係る別表に基づく係数を乗じて得た値	ロの値を累積（原子炉の運転等のための施設の通常の運転状態における放射性物質の放出による累積を除く。）して検出すること。
	ハ 水中の放射性物質にあつては、水中濃度限度（当該水中に含まれていないことが明らかである放射性物質の種類に係るものを除く。）のうち、最も低いものに 50 を乗じて得た値	ハの値を 10 分間以上継続して検出すること。

空気中濃度限度：実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 15 条第 4 号の原子力規制委員会が定める濃度限度に係るもの（略）をいう。

水中濃度限度：実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 15 条第 7 号の原子力規制委員会が定める濃度限度に係るもの（略）をいう。

別表 2－1 原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に基づく通報基準（8／8）

別表（原子力防災管理者が通報すべき事象等に関する省令第 5 条関係）

（1）濃度の測定により管理すべき空気中の放射性物質に関する係数

単位 [m³／s]

排気筒等の放射性物質の測定を行っている場所から敷地境界までの水平距離（m）																					
放射性物質が放出される拠点の地表からの高さ（注）（m）		20 未満	20 以上 30 未満	30 以上 40 未満	40 以上 50 未満	50 以上 60 未満	60 以上 70 未満	70 以上 80 未満	80 以上 90 未満	90 以上 100 未満	100 以上 200 未満	200 以上 300 未満	300 以上 400 未満	400 以上 500 未満	500 以上 600 未満	600 以上 700 未満	700 以上 800 未満	800 以上 900 未満	900 以上 1000 未満	1000 以上	
	1 未満	1×10	5×10	1×10 ²	1×10 ²	1×10 ²	5×10 ²	5×10 ²	5×10 ²	1×10 ³	1×10 ³	5×10 ³	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	
	1 以上 10 未満	1×10 ²	1×10 ²	1×10 ²	1×10 ²	5×10 ²	5×10 ²	5×10 ²	1×10 ³	1×10 ³	1×10 ³	5×10 ³	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	
	10 以上 20 未満	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	1×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	5×10 ⁴	
	20 以上 30 未満	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	
	30 以上 40 未満	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	
	40 以上 50 未満	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	
	50 以上 60 未満	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	60 以上 70 未満	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	5×10 ⁵	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	70 以上 80 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	80 以上 90 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	90 以上 100 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	100 以上 110 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	110 以上 120 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	120 以上 130 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	130 以上 140 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	
	140 以上 150 未満	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	5×10 ⁶	
	150 以上	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	1×10 ⁶	5×10 ⁶	5×10 ⁶	5×10 ⁶	5×10 ⁶

（注）高さは、吹き上げ高さや建屋、地形の影響等を考慮した見かけの放出源高さを用いることができる。

別表２－２ 原子力災害対策特別措置法第１５条第１項の原子力緊急事態宣言発令の基準（１／４）

略 称	法	令
(１) 敷地境界 放射線量 異常上昇	法第１５条第１項第１号 第１０条第１項前段の規定により内閣総理大臣、原子力規制委員会が受けた通報に係る検出された放射線量又は<u>政令で定める放射線測定設備及び測定方法により検出された放射線量が、異常な水準の放射線量の基準として政令で定めるもの</u>以上である場合。 政令第６条第１項（<u>政令で定める放射線測定設備</u>） 法第１５条第１項第１号の政令で定める放射線測定設備は、所在都道府県知事又は関係周辺都道府県知事がその都道府県の区域内に設置した放射線測定設備であって法第１１条第１項の放射線測定設備の性能に相当する性能を有するものとする。 政令第６条第２項（<u>政令で定める測定方法</u>） 法第１５条第１項第１号の政令で定める測定方法は、単位時間（１０分以内のものに限る。）ごとのガンマ線の放射線量を測定し、１時間当たりの数値に換算することにより行うこととする。ただし、当該数値が落雷の時に検出された場合は、当該数値は検出されなかったものとみなす。 政令第６条第３項（<u>政令で定める基準</u>） 法第１５条第１項第１号の政令で定める基準は、次の各号に掲げる検出された放射線量の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める放射線量とする。 一 第４条第４項第１号に規定する検出された放射線量（法第１１条第１項の規定により設置された放射線測定設備の一又は二以上についての数値が５μSv/h以上である場合にあっては、当該各放射線測定設備における放射線量と第４条第３項に規定する中性子線の放射線量とを合計して得られる放射線量）又は第１項の放射線測定設備及び前項の測定方法により検出された放射線量 ５００μSv/h 二 （以下、略）	
(２) 放射性物質通常経路異常放出	政令第６条第４項第１号 第４条第４項第２号に規定する場所において、当該原子力事業所の区域の境界付近に達した場合におけるその放射能水準が前項第１号に定める放射線量に相当するものとして<u>原子力規制委員会規則で定める基準以上の放射性物質が原子力規制委員会規則で定めるところにより検出されたこと。</u> 通報すべき事象等に関する省令第１２条第１項（原子力規制委員会規則で定める基準及び原子力規制委員会規則で定めるところ） 令第６条第４項第１号の原子力規制委員会規則で定める基準及び同号の規定による放射性物質の検出は、加工事業者、原子炉設置者、貯蔵事業者、廃棄事業者又は使用者にあっては、通報すべき事象等に関する省令第５条の表の上欄に掲げる場合に応じ、基準についてはそれぞれ同表の中欄に掲げる基準に１００を乗じて得たものとし、検出についてはそれぞれ同表の下欄に掲げるところによるものとする。	

別表2-2 原子力災害対策特別措置法第15条第1項の原子力緊急事態宣言発令の基準(2/4)

略 称	法 令
(3) 火 災 爆 発 等 に よ る 放 射 性 物 質 異 常 放 出	政令第6条第3項 法第15条第1項第1号の政令で定める基準は、次の各号に掲げる検出された放射線量の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める放射線量とする。 一 (略) 二 第4条第4項第3号イに規定する検出された放射線量 5mSv/h 三 (略) 政令第6条第4項第2号 第4条第4項第3号に規定する場所において、当該場所におけるその放射能水準が500 μSv/hの放射線量に相当するものとして<u>原子力規制委員会規則で定める基準</u>以上の放射性物質が<u>原子力規制委員会規則で定めるところ</u>により検出されたこと。 通報すべき事象等に関する省令第13条第1項(<u>原子力規制委員会規則で定める基準及び原子力規制委員会規則で定めるところ</u>) 令第6条第4項第2号の原子力規制委員会規則で定める基準は、通報すべき事象等に関する省令第6条第2項各号の場合に応じ、それぞれ当該各号の基準に100を乗じて得たものとする。 2 令第6条第4項第2号の規定による放射性物質の検出は、火災、爆発その他これらに類する事象の発生の際に、前項の規定に基づく放射性物質の濃度の水準を検出することとする。 3 火災、爆発その他これらに類する事象の状況により放射性物質の測定が困難である場合であって、その状況に鑑み、前項の検出により第1項の規定に基づく放射性物質の濃度の水準が検出される蓋然性が高い場合には、前項の規定にかかわらず、当該放射性物質の濃度の水準が検出されたものとみなす。
(4) 事 業 所 外 運 搬 放 射 線 量 異 常 上 昇	政令第6条第3項 法第15条第1項第1号の政令で定める基準は、次の各号に掲げる検出された放射線量の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める放射線量とする。 一 (略) 二 (略) 三 第4条第4項第4号に規定する検出された放射線量 10mSv/h
(5) 原 子 炉 外 臨 界	政令第6条第4項第3号 原子炉の運転等のための施設の内部(原子炉の本体の内部を除く。)において、核燃料物質が臨界状態(原子核分裂の連鎖反応が継続している状態をいう。)にあること。
(6) 原 子 炉 停 止 機 能 喪 失	通報すべき事象等に関する省令第14条第1項イ 原子炉の非常停止が必要な場合において、原子炉を停止するすべての機能が喪失すること。

別表２－２ 原子力災害対策特別措置法第１５条第１項の原子力緊急事態宣言発令の基準（３／４）

略 称	法 令
(7) 非常用炉心 冷却装置注 水不能	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ロ 原子炉（略）の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生した場合又は沸騰水型軽水炉等において当該原子炉へのすべての給水機能が喪失した場合（略）において、非常用炉心冷却装置による当該原子炉への注水ができないこと。
(8) 格納容器圧 力異常上昇	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ハ 原子炉の運転中に原子炉冷却材の漏えいが発生した場合において、原子炉格納容器内の圧力が当該格納容器の設計上の最高使用圧力に達すること。
(9) 圧力抑制機 能喪失	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ニ 原子炉（略）の運転中に主復水器による当該原子炉から熱を除去する機能が喪失した場合において、当該原子炉から残留熱を除去する機能が喪失したときに、原子炉格納容器の圧力抑制機能が喪失すること。
(1 0) 原子炉冷却 機能喪失	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ホ 原子炉の運転中（沸騰水型軽水炉等及び加圧水型軽水炉についてはすべての交流電源からの電気の供給が停止した場合に限る。）において、原子炉を冷却するすべての機能（略）が喪失すること。
(1 1) 直流電源喪 失（全喪失）	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ヘ 原子炉の運転中にすべての非常用直流電源からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が５分以上継続すること。
(1 2) 炉心溶融	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ト 原子炉容器内の炉心の溶融を示す原子炉格納容器内の放射線量又は原子炉容器内の温度を検知すること。
(1 3) 停止時原子 炉水位異常 低下	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項チ 原子炉の停止中に原子炉容器内の照射済み燃料集合体の露出を示す原子炉容器内の液位の変化その他の事象を検知すること。
(1 4) 中央制御室 等使用不能	通報すべき事象等に関する省令第１４条第１項ヌ 原子炉制御室及び原子炉制御室外からの原子炉を停止する機能又は原子炉から残留熱を除去する機能が喪失すること。

別表２－２ 原子力災害対策特別措置法第１５条第１項の原子力緊急事態宣言発令の基準（４／４）

略 称	法 令
(１５) 事業所外 運搬放射 性物質異 常漏えい	通報すべき事業所外運搬に係る事象等に関する省令第４条 火災、爆発その他これらに類する事象の発生の際に、当該事象に起因して、放射性物質の種類（核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示別表第一，別表第二，別表第三，別表第四，別表第五又は別表第六の第一欄，船舶による放射性物質等の運送基準の細目等を定める告示別表第一，別表第二，別表第三，別表第四，別表第五又は別表第六の第一欄及び航空機による放射性物質等の輸送基準を定める告示別表第二，別表第三，別表第四，別表第五，別表第六又は別表第七の第一欄に掲げるものに限る。）に応じ，それぞれ核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示別表第一の第三欄，別表第二の第三欄，別表第三の第三欄，別表第四の第二欄，別表第五の第二欄又は別表第六の第三欄，船舶による放射性物質等の運送基準の細目等を定める告示別表第一の第三欄，別表第二の第三欄，別表第三の第三欄，別表第四の第二欄，別表第五の第二欄又は別表第六の第三欄及び航空機による放射性物質等の輸送基準を定める告示別表第二の第三欄，別表第三の第三欄，別表第四の第三欄，別表第五の第二欄，別表第六の第二欄又は別表第七の第三欄に掲げる値の放射性物質が事業所外運搬（核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則第３条第２項，危険物船舶運送及び貯蔵規則第８０条第２項及び航空法施行規則第１９４条第２項第２号イ(４)に規定する低比放射性物質又は表面汚染物の運搬を除く。）に使用する容器から漏えいすること又は当該漏えいの蓋然性が高い状態にあること。

別表 2－3 原子力防災要員の職務と配置

原子力防災要員の職務	配 置	原子力防災組織の班名と人員
(1) 特定事象が発生した場合における当該特定事象に関する情報の整理及び内閣総理大臣，原子力規制委員会（事業所外の運搬の場合にあつては内閣総理大臣，原子力規制委員会及び国土交通大臣），関係地方公共団体の長その他の関係者との連絡調整	発電所内	通報班 4 名 情報班 4 名
(2) 原子力災害合同対策協議会における原子力緊急事態に関する情報の交換，緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策についての相互の協力	発電所内	通報班 2 名 情報班 2 名
	オフサイトセンター	情報班 2 名 技術班 2 名 総務班 1 名
(3) 特定事象が発生した場合における当該特定事象に関する広報	発電所内	広報班 4 名
	オフサイトセンター	広報班 2 名
(4) 原子力事業所内外の放射線量の測定その他の特定事象に関する状況の把握	発電所内	保安班 4 名 発電班 4 名
	オフサイトセンター	保安班 10 名
(5) 原子力災害の発生又は拡大の防止のための措置の実施	発電所内	技術班 4 名 発電班 4 名
(6) 防災に関する施設又は設備の整備及び点検並びに応急の復旧	発電所内	復旧班 18 名 発電班 4 名
(7) 放射性物質による汚染の除去	発電所内	保安班 4 名
	オフサイトセンター	保安班 5 名 ※1
(8) 被ばく者の救助その他の医療に関する措置の実施	発電所内	医療班 4 名
	オフサイトセンター	医療班 1 名
(9) 原子力災害の発生又は拡大の防止のために必要な資機材の調達及び輸送	発電所内	資材班 6 名 厚生班 2 名
(10) 原子力事業所内の警備及び原子力事業所内における従業者等の避難誘導	発電所内	警備誘導班 4 名

※1：（7）のオフサイトセンター人員は（4）のオフサイトセンター人員に含まれる。

別表 2-4-1 原子力防災資機材 (1/2)

分類	法令による名称		具体的名称	数 量	保管場所	点検頻度
具放射線障害防護用器	汚染防護服		C 装備, アノラック	70 組	免震重要棟	1 回/年 員数確認
	呼吸用ボンベ(交換用のものを含む)その他の機器と一体となって使用する防護マスク		セルフエアセット	8 個	免震重要棟	1 回/年
	フィルター付き防護マスク		チャコール付き全面マスク	70 個	免震重要棟	1 回/年
非常用通信機器	通常の業務に使用しない電話回線		緊急時用電話回線	※1 10 回線	免震重要棟	1 回/年
	ファクシミリ装置		一斉ファクシミリ装置	1 台	福島第二原子力発電所※2	1 回/年
	特定事象が発生した場合における施設内の連絡を確保するために使用可能な携帯電話その他の使用場所を特定しない通信機器		携帯電話	40 台	特別管理職以上が携行	1 回/年 通話確認
			所内用 PHS	60 台	発電所員が携行	1 回/年 通話確認
			衛星携帯電話	1 台	免震重要棟	1 回/年 通話確認
計測機等	排気筒その他通常時に建屋の外部に放出する放射性物質を測定するための固定式測定器		排気筒モニタ※3	1 台	5, 6 号機共用 EL約14m	1 回/年
			放水口モニタ※4	一台	—	—
	ガンマ線測定用可搬式測定器		シンチレーションサーベイメータ	10 台	免震重要棟	1 回/年
			電離箱サーベイメータ	36 台	免震重要棟	1 回/年
	中性子線測定用可搬式測定器		中性子線サーベイメータ	3 台	免震重要棟	1 回/年
	熱ルミネセンス線量計又は蛍光ガラス線量計	素子	蛍光ガラス線量計素子	100 個	免震重要棟	1 回/年 員数確認
		リーダー	蛍光ガラス線量計リーダー	1 台	Jヴィレッジ※5	1 回/年
	表面の放射性物質の密度を測定することが可能な可搬式測定器		汚染密度測定用サーベイメータ	17 台	免震重要棟	1 回/年
			汚染密度測定用(α線)サーベイメータ	3 台	免震重要棟	1 回/年
	可搬式ダスト測定関連機器	サンプラ	ダストサンプラ	9 台	免震重要棟	1 回/年
		測定器	ダスト測定器(放射線測定車に搭載)	1 台	免震重要棟	1 回/年
	可搬式の放射性ヨウ素測定関連機器	サンプラ	ヨウ素サンプラ	7 台	免震重要棟	1 回/年
		測定器	ヨウ素測定器(放射線測定車に搭載)	1 台	免震重要棟	1 回/年
	個人用外部被ばく線量測定器		電子式線量計	250 台	免震重要棟	1 回/年 員数確認

別表 2-4-1 原子力防災資機材 (2/2)

分類	法令による名称	具体的名称	数 量	保管場所	点検頻度
その他資機材	ヨウ化カリウムの製剤	安定ヨウ素剤	30,000錠	免震重要棟	1回/年 員数確認
	担架	担架	1台	5, 6号機 救急医療室	1回/年 員数確認
	除染器具	除染キット	1式	5, 6号機 救急医療室	1回/年 員数確認
	被ばく者の輸送のために使用可能な車両	急患移送車	1台	発電所構内	道路運送車 両法に基づく点検頻度
	屋外消火栓設備又は動力消防ポンプ設備	動力消防ポンプ設備(化学消防自動車及び水槽付き消防ポンプ自動車)	1式	発電所構内	1回/年
	環境中の放射線量又は放射性物質の測定のための車両	放射線測定車	1台	発電所構内	道路運送車 両法に基づく点検頻度

※1：大熊町，双葉町，浪江町，富岡町，楡葉町，双葉警察署，双葉地方広域市町村圏組合消防本部，福島海上保安部，福島県原子力センター，消防署（浪江及び富岡）との専用回線（ホットライン）である。緊急時用電話回線が使用できない場合は，電気通信事業者(NTT等)の有線電話・携帯電話・衛星携帯電話等の通信手段により情報連絡を行う。

※2：福島第一原子力発電所内では一斉ファクシミリ機能が使用できないことから福島第二原子力発電所に設置している。

※3：1～4号機における排気筒モニタについては東北地方太平洋沖地震に伴い設備が損壊した状況にある。代替措置として，モニタリングポスト及び可搬式測定器により，周辺監視区域付近及び施設周辺の放射線量，放射性物質の測定を行う。

※4：放水口モニタについては東北地方太平洋沖地震に伴い設備が損壊した状況にある。代替措置として，海水サンプリングにより放射性物質の測定を行う。

※5：福島第一原子力発電所内では使用できないためJヴィレッジに設置している。

別表 2-4-2 原子力防災資機材以外の資機材

福島第一原子力発電所

分類	名称	数量	保管場所	点検頻度
緊急時対応に必要な主な資機材	電源車（500kVA以上）	4台	計装予備品倉庫（1） 予備変電所（1） No1固体廃棄物貯蔵庫前（2）	1回／月
	電源車（75kVA）	1台	無線局舎	1回／年
	ポンプ（消防車両）	9台	シュラウド事務所駐車場（3） 水処理建屋（3） 厚生棟前（1） 正門周辺駐車場（1） 事務本館北側駐車場（1）	1回／月
	コンクリートポンプ車	1台	技能訓練センター脇駐車場	1回／月
	消防用ホース	1式	シュラウド事務所駐車場 水処理建屋付近 正門消防車庫 5，6号機原子炉建屋内	1回／年
	瓦礫撤去用重機 （ホイールローダー等）	2台	構内駐車場	1回／年
	タンクローリー	2台	構外給油所	1回／年
	燃料（軽油）	約22キロリットル	構外給油所	—
	燃料（ガソリン）	約3.8キロリットル	No.5危険物倉庫 構外給油所	—

Jヴィレッジ

	名称	数量	保管場所	点検頻度
原子力事業所災害対策支援拠点に必要な主な資機材	衛星携帯電話	1台	Jヴィレッジ	1回／年
	携帯電話	3台	Jヴィレッジ	—
	FAX	1台	Jヴィレッジ	—
	汚染密度測定用サーベイメータ	36台	Jヴィレッジ	1回／年
	シンチレーションサーベイメータ	1台	Jヴィレッジ	1回／年
	電離箱サーベイメータ	1台	Jヴィレッジ	1回／年
	簡易式入退域管理装置	1台	Jヴィレッジ	—
	作業者証発行装置	1台	Jヴィレッジ	—
	入域許可証発行装置	2台	Jヴィレッジ	—
	個人線量計	810台	Jヴィレッジ	1回／年
	保護衣類（タイベック）	3400着	Jヴィレッジ	—
	保護具類（全面マスク）	700個	Jヴィレッジ	—

別表 2－4－3 遠隔操作が可能な装置等

分類	名称	数量	保管場所	点検頻度
遠隔操作 ロボット	偵察, 空間線量率測定ロボット	1台	発電所構内	運用時
	偵察, 瓦礫撤去ロボット	1台	発電所構内	運用時

別表 2 - 5 原子力災害対策活動で使用する資料

資 料 名		
1. 発電所周辺地図		
①	発電所周辺地域地図 (1 / 25, 000)	※
②	発電所周辺地域地図 (1 / 50, 000)	※
2. 発電所周辺航空写真パネル		
3. 発電所気象観測データ		
①	統計処理データ	
②	毎時観測データ	
4. 発電所周辺環境モニタリング関連データ		
①	空間線量モニタリング設備配置図	
②	環境試料サンプリング位置図	
③	環境モニタリング測定データ	
5. 発電所周辺人口関連データ		
①	方位別人口分布図	
②	集落の人口分布図	
③	市町村人口表	
6. 主要系統模式図 (各ユニット)		
7.	原子炉設置 (変更) 許可申請書 (各ユニット)	※
8. 系統図及びプラント配置図		
①	系統図	
②	プラント配置図	※
9. プラント関係プロセス及び放射線計測配置図 (各ユニット)		
10. プラント主要設備概要 (各ユニット)		
11. 原子炉安全保護系ロジック一覧表 (各ユニット)		
12. 規定類		
①	原子炉施設保安規定	※
②	原子力事業者防災業務計画	※
13. 事故時操作基準		

□ : 原子力災害対策特別措置法第 12 条第 4 項に基づき、オフサイトセンターに備え付けるために、内閣総理大臣に提出する資料

※ : 原子力事業所災害対策支援拠点で使用する資料

別表 2－6 原子力災害対策活動で使用する施設

1. 緊急時対策所

項 目	仕 様
所在地	福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2 福島第一原子力発電所構内 免震重要棟 2 階
床面積	・面積：約 5 5 0 m ²
地震・津波対策	・免震構造を備えた鉄骨鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造） ・1 階床高さ EL 約 3 4 m
放射線防護対策	・遮へい：コンクリート壁等による遮へい ・空調：HEPA・よう素除去フィルターを備えた空調設備
非常用電源	・ガスタービン発電機：1 式〔定格容量：1, 000kVA〕 ・備蓄燃料：3 日分を備蓄 ・タンクローリー等にて補充
非常用通信機器※	・TV 会議システム 1 台 1 回/年 通話確認 ・I P 電話 5 台 1 回/年 通話確認 ・I P F A X 3 台 1 回/年 通話確認

※地上系については配備済。衛星系については平成 2 5 年度配備予定。

2. 原子力事業所災害対策支援拠点

J ヴィレッジ及びその周辺施設※

項 目	仕 様
所在地	福島県双葉郡楡葉町大字山田岡字美シ森 8
発電所からの方位，距離	南 約 2 0 k m 標高約 4 0 m
敷地面積	約 5 2 . 6 万 m ²
非常用電源	ディーゼル発電機 3 0 0 kVA
非常用通信機器	・電話（衛星系，地上系） ・FAX（地上系）
その他	消耗品等（燃料，食料，飲料水等）は原子力事業所災害対策支援拠点に予め配備及び本店等からの輸送により確保するとともに，調達可能な小売店等から調達を行う。

※J ヴィレッジ（センター棟，ホテル棟，サッカー場 1 1 面，スタジアム棟），メディカルセンター，J ヴィレッジ多目的駐車場，広野サッカー場を借用し，使用している。

以下の施設は現在使用していないが，候補地とする。

- ・楡葉町中高一貫教育施設（JFA アカデミー福島女子寄宿舎，JFA アカデミー福島女子用練習場）

3. 本店非常災害対策室

項 目	仕 様
所在地	東京都千代田区内幸町 1－1－3
建物の仕様	鉄筋コンクリート造（震度 6 強相当の耐震性を有する）
床面積	・面積：約 5 0 0 m ² ・階数：地上 2 階
非常用電源	・非常用ディーゼル発電機 2 台（定格容量：2, 000kVA） 備蓄燃料：3 日分を備蓄
非常用通信機器※	・TV 会議システム 1 台 1 回/年 通話確認 ・I P 電話 5 台 1 回/年 通話確認 ・I P F A X 5 台 1 回/年 通話確認
その他	食料及び飲料水については 3 日以上を備蓄

※地上系については配備済。衛星系については平成 2 5 年度配備予定。

別表 2 - 7 S P D S データ伝送項目

福島第一原子力発電所5号機

番	パラメータ	単位
1	主排気筒放射線モニタ高レンジ	mSv/h
2	主排気筒放射線モニタ低レンジA	CPS
3	主排気筒放射線モニタ低レンジB	CPS
4	S G T S 放射線モニタ高レンジA	mSv/h
5	S G T S 放射線モニタ高レンジB	mSv/h
6	S G T S 放射線モニタ低レンジA	CPS
7	S G T S 放射線モニタ低レンジB	CPS
8	風向 1 0 M (角度)	°
9	風向 9 5 M (角度)	°
10	風速 1 0 M	m/s
11	風速 9 5 M	m/s
12	大気安定度	—
13	モニタリングポスト 1 H	nGy/h
14	モニタリングポスト 2 H	nGy/h
15	モニタリングポスト 3 H	nGy/h
16	モニタリングポスト 4 H	nGy/h
17	モニタリングポスト 5 H	nGy/h
18	モニタリングポスト 6 H	nGy/h
19	モニタリングポスト 7 H	nGy/h
20	モニタリングポスト 8 H	nGy/h
21	モニタリングポスト 1 L	nGy/h
22	モニタリングポスト 2 L	nGy/h
23	モニタリングポスト 3 L	nGy/h
24	モニタリングポスト 4 L	nGy/h
25	モニタリングポスト 5 L	nGy/h
26	モニタリングポスト 6 L	nGy/h
27	モニタリングポスト 7 L	nGy/h
28	モニタリングポスト 8 L	nGy/h
29	原子炉圧力 B V 5 号	MP a
30	再循環ポンプ入口温度 A 1	°C
31	再循環ポンプ入口温度 A 2	°C
32	再循環ポンプ入口温度 B 1	°C
33	再循環ポンプ入口温度 B 2	°C
34	H P C I 系統流量	t/h
35	C S 系統 流量 A	t/h
36	C S 系統 流量 B	t/h
37	A D S A 作動	DIGITAL
38	A D S B 作動	DIGITAL
39	H P C I 系 起動	DIGITAL
40	C S 系 A 起動	DIGITAL
41	C S 系 B 起動	DIGITAL
42	R H R 系統流量 A	t/h
43	R H R 系統流量 B	t/h
44	R H R 系 A 運転	DIGITAL
45	R H R 系 B 運転	DIGITAL

番	パラメータ	単位
46	RHR系 C 運転	DIGITAL
47	RHR系 D 運転	DIGITAL
48	原子炉水位 (W) BV 5号	mm
49	原子炉水位 (F) BV 5号	mm
50	APRM平均値 5号	%PWR
51	全制御棒全挿入	DIGITAL
52	D/W圧力 (W/R)	kPaabs
53	S/C圧力 (W/R)	kPaabs
54	PCIS隔離信号 内側 トリップ	DIGITAL
55	PCIS隔離信号 外側 トリップ	DIGITAL
56	主蒸気隔離弁 内側A 全開	DIGITAL
57	主蒸気隔離弁 内側B 全開	DIGITAL
58	主蒸気隔離弁 内側C 全開	DIGITAL
59	主蒸気隔離弁 内側D 全開	DIGITAL
60	主蒸気隔離弁 外側A 全開	DIGITAL
61	主蒸気隔離弁 外側B 全開	DIGITAL
62	主蒸気隔離弁 外側C 全開	DIGITAL
63	主蒸気隔離弁 外側D 全開	DIGITAL
64	MSIV 内側 閉	DIGITAL
65	MSIV 外側 閉	DIGITAL
66	6.9KVBUS 5A キロボルト	KV
67	6.9KVBUS 5B キロボルト	KV
68	6.9KVBUS 5C キロボルト	KV
69	6.9KVBUS 5D キロボルト	KV
70	6.9KVBUS 5SA1 電圧 5入力	KV
71	6.9KVBUS 5SA2 電圧 5入力	KV
72	6.9KVBUS 5SB1 電圧 5入力	KV
73	6.9KVBUS 5SB2 電圧 5入力	KV
74	ディーゼル発電 5A 運転	DIGITAL
75	ディーゼル発電 5B 運転	DIGITAL
76	CAMS 放射線モニタA (D/W)	Sv/h
77	CAMS 放射線モニタB (D/W)	Sv/h
78	CAMS 放射線モニタC (S/C)	Sv/h
79	CAMS 放射線モニタD (S/C)	Sv/h
80	D/W温度 (MAX) 5号	℃
81	S/C温度 (MAX) 5号	℃
82	S/C 水位	cm
83	CAMS H2 モニタ D/W	%
84	CAMS H2 モニタ S/C	%
85	CAMS O2 モニタ D/W	%
86	CAMS O2 モニタ S/C	%
87	原子炉給水流量 (TOTAL)	t/h
88	RCCタービン 起動	DIGITAL
89	RCC 系統 流量	t/h
90	S/R弁 開	DIGITAL

番	パラメータ	単位
91	RHR注入弁 A (CCSモード) 開	DIGITAL
92	RHR注入弁 B (CCSモード) 開	DIGITAL
93	RHR注入弁 A (LPCIモード) 開	DIGITAL
94	RHR注入弁 B (LPCIモード) 開	DIGITAL
95	SRNM 対数計数率 CH-A	CPS
96	SRNM 対数計数率 CH-B	CPS
97	SRNM 対数計数率 CH-C	CPS
98	SRNM 対数計数率 CH-D	CPS
99	SRNM 対数計数率 CH-E	CPS
100	SRNM 対数計数率 CH-F	CPS
101	SRNM 対数計数率 CH-G	CPS
102	SRNM 対数計数率 CH-H	CPS
103	SRNM 計数率高高 CH-A	DIGITAL
104	SRNM 計数率高高 CH-B	DIGITAL
105	SRNM 計数率高高 CH-C	DIGITAL
106	SRNM 計数率高高 CH-D	DIGITAL
107	SRNM 計数率高高 CH-E	DIGITAL
108	SRNM 計数率高高 CH-F	DIGITAL
109	SRNM 計数率高高 CH-G	DIGITAL
110	SRNM 計数率高高 CH-H	DIGITAL
111	SGTS A 運転	DIGITAL
112	SGTS B 運転	DIGITAL
113	主蒸気管 放射能高 A	DIGITAL
114	主蒸気管 放射能高 B	DIGITAL
115	主蒸気管 放射能高 C	DIGITAL
116	主蒸気管 放射能高 D	DIGITAL
117	放水口モニタ線量率 5号	CPS

福島第一原子力発電所6号機

番	パラメータ	単位
1	主排気筒放射線モニタ高レンジ	MS/H
2	主排気筒放射線モニタ低レンジA	CPS
3	主排気筒放射線モニタ低レンジB	CPS
4	S G T S放射線モニタ高レンジA	MS/H
5	S G T S放射線モニタ高レンジB	MS/H
6	S G T S放射線モニタ低レンジA	CPS
7	S G T S放射線モニタ低レンジB	CPS
8	風向10M（16方位）	DEG
9	風向95M（16方位）	DEG
10	風速10M	m/s
11	風速95M	m/s
12	大気安定度A－F	—
13	モニタリングポスト1H	NG/H
14	モニタリングポスト2H	NG/H
15	モニタリングポスト3H	NG/H
16	モニタリングポスト4H	NG/H
17	モニタリングポスト5H	NG/H
18	モニタリングポスト6H	NG/H
19	モニタリングポスト7H	NG/H
20	モニタリングポスト8H	NG/H
21	モニタリングポスト1L	NG/H
22	モニタリングポスト2L	NG/H
23	モニタリングポスト3L	NG/H
24	モニタリングポスト4L	NG/H
25	モニタリングポスト5L	NG/H
26	モニタリングポスト6L	NG/H
27	モニタリングポスト7L	NG/H
28	モニタリングポスト8L	NG/H
29	原子炉圧力	MPA
30	再循環ポンプ入口温度A（BV）	DEGC
31	再循環ポンプ入口温度B（BV）	DEGC
32	HPCS系統流量	L/S
33	LPCS系統流量	L/S
34	ADS A 作動	DIGITAL
35	ADS B 作動	DIGITAL
36	HPCSポンプ 遮断器 動作	DIGITAL
37	LPCSポンプ 遮断器 動作	DIGITAL
38	RHR系統流量A	L/S
39	RHR系統流量B	L/S
40	RHR系統流量C	L/S
41	RHRポンプ A 遮断器 動作	DIGITAL
42	RHRポンプ B 遮断器 動作	DIGITAL
43	RHRポンプ C 遮断器 動作	DIGITAL
44	原子炉水位（W/R）（BV値）	mm
45	原子炉水位（F/R）（BV値）	mm

番	パラメータ	単位
46	A P R M 平均値	%PWR
47	全制御棒全挿入	DIGITAL
48	ドライウェル圧力 (W/R)	KPAA
49	S/C 圧力 (W/R)	KPAA
50	P C I S 隔離信号 (内側) トリップ	DIGITAL
51	P C I S 隔離信号 (外側) トリップ	DIGITAL
52	主蒸気隔離弁 内側 A 開	DIGITAL
53	主蒸気隔離弁 内側 B 開	DIGITAL
54	主蒸気隔離弁 内側 C 開	DIGITAL
55	主蒸気隔離弁 内側 D 開	DIGITAL
56	主蒸気隔離弁 外側 A 開	DIGITAL
57	主蒸気隔離弁 外側 B 開	DIGITAL
58	主蒸気隔離弁 外側 C 開	DIGITAL
59	主蒸気隔離弁 外側 D 開	DIGITAL
60	M S I V 閉 (内側)	DIGITAL
61	M S I V 閉 (外側)	DIGITAL
62	6.9KV 6A-1 母線電圧	KV
63	6.9KV 6A-2 母線電圧	KV
64	6.9KV 6B-1 母線電圧	KV
65	6.9KV 6B-2 母線電圧	KV
66	6.9KV 5SA1 母線電圧	KV
67	6.9KV 5SA2 母線電圧	KV
68	6.9KV 5SB1 母線電圧	KV
69	6.9KV 5SB2 母線電圧	KV
70	6.9KV 6C 母線電圧	KV
71	6.9KV 6D 母線電圧	KV
72	6.9KV HPCS 母線電圧	KV
73	ディーゼル発電機 6A 運転	DIGITAL
74	ディーゼル発電機 6B 運転	DIGITAL
75	HPCS D/G 遮断器 閉	DIGITAL
76	CAMS 放射線モニタ A (D/W)	S/H
77	CAMS 放射線モニタ B (D/W)	S/H
78	CAMS 放射線モニタ A (S/P)	S/H
79	CAMS 放射線モニタ B (S/P)	S/H
80	D/W 温度 (MAX)	DEGC
81	S/C 水温 (MAX)	DEGC
82	S/P 水位	cm
83	CAMS H ₂ 濃度 A	%
84	CAMS H ₂ 濃度 B	%
85	CAMS A サンプル切替 (D/W)	DIGITAL
86	CAMS B サンプル切替 (D/W)	DIGITAL
87	CAMS O ₂ 濃度 A	%
88	CAMS O ₂ 濃度 B	%
89	原子炉給水流量	t/h
90	R C I C タービン起動	DIGITAL

番	パラメータ	単位
91	R C I C 系統流量	L/S
92	S / R 弁 開	DIGITAL
93	R H R 注入弁 A (C C Sモード) 開	DIGITAL
94	R H R 注入弁 B (C C Sモード) 開	DIGITAL
95	R H R 注入弁 A (L P C Iモード) 開	DIGITAL
96	R H R 注入弁 B (L P C Iモード) 開	DIGITAL
97	R H R 注入弁 C (L P C Iモード) 開	DIGITAL
98	S R N M 対数計数率 C H - A	CPS
99	S R N M 対数計数率 C H - B	CPS
100	S R N M 対数計数率 C H - C	CPS
101	S R N M 対数計数率 C H - D	CPS
102	S R N M 対数計数率 C H - E	CPS
103	S R N M 対数計数率 C H - F	CPS
104	S R N M 対数計数率 C H - G	CPS
105	S R N M 対数計数率 C H - H	CPS
106	S R N M A 計数率高高	DIGITAL
107	S R N M B 計数率高高	DIGITAL
108	S R N M C 計数率高高	DIGITAL
109	S R N M D 計数率高高	DIGITAL
110	S R N M E 計数率高高	DIGITAL
111	S R N M F 計数率高高	DIGITAL
112	S R N M G 計数率高高	DIGITAL
113	S R N M H 計数率高高	DIGITAL
114	S G T S A 運転	DIGITAL
115	S G T S B 運転	DIGITAL
116	主蒸気管 A1 放射能高	DIGITAL
117	主蒸気管 B1 放射能高	DIGITAL
118	主蒸気管 A2 放射能高	DIGITAL
119	主蒸気管 B2 放射能高	DIGITAL
120	放水口モニタ線量率 6号	CPS

別表3－1 原子力災害対策活動等に従事する者の安定ヨウ素剤服用基準

項目	内容
安定ヨウ素剤予防服用に関する防護対策指標	性別・年齢に関係なく全ての対象者に対し一律に、放射性ヨウ素による小児甲状腺等価線量で100mSv に相当する予測線量となる場合
服用対象者	40歳未満を対象とする。ただし、かなりの被ばくが予測されるおそれがある場合は、甲状腺機能低下症を予防するため、40歳以上の防災業務関係者に対して、念のため、安定ヨウ素剤服用について考慮する。なお、以下の者には安定ヨウ素剤を服用させないように配慮する。 ・ヨウ素過敏症の既往歴のある者 ・造影剤過敏症の既往歴のある者 ・低補体性血管炎の既往歴のある者又は治療中の者 ・ジューリング疱疹状皮膚炎の既往歴のある者又は治療中の者
服用量	医薬品ヨウ化カリウムの丸薬2丸(ヨウ素量76mg, ヨウ化カリウム量100mg)を用いる。

別表３－２ 緊急事態応急対策における原子力防災要員等の派遣，原子力防災資機材等の貸与

	原子力防災組織の人員	原子力防災資機材及び資料等		備 考
オフサイトセンター における業務に関する事項	執行役 (合同対策協議会派遣) 1名	配管計装線図	1冊	
	8名	機器配置図	1冊	
		設備関係資料(必要な資料のみ)	1部	
		業務車	1台	
		広報車(スピーカ搭載車)	1台	
環境放射線モニタリ ング等に関する事項	10名	シンチレーションサーベイメータ	5台	※1：放射線測定車に搭載
		電離箱サーベイメータ	10台	
		中性子線サーベイメータ	2台	
		汚染密度測定用サーベイメータ	5台	
		汚染密度測定用(α 線)サーベイメータ	1台	
		蛍光ガラス線量計素子	30個	
		電子式線量計	50台	
		ヨウ素測定器	サンブラ 5台	
			※1 測定器 1台	
		ダスト測定器	サンブラ 5台	
			※1 測定器 1台	
		放射線測定車	1台	
		モニタリング用車両	1台	
原子力規制庁緊急時対 応センター(ERC)に おける業務に関する事項	5名程度			

※緊急事態応急対策の活動状況により要員については派遣先と調整する。

別表４－１ 原子力災害事後対策における原子力防災要員等の派遣，原子力防災資機材等の貸与

	原子力防災組織の人員	原子力防災資機材等		備 考
オフサイトセンターにおける業務に関する事項	執行役			
	（合同対策協議会派遣） 1名			
	8名			
環境放射線モニタリング等に関する事項	10名	シンチレーションサーベイメータ	5台	※1：放射線測定車に搭載
		電離箱サーベイメータ	10台	
		中性子線サーベイメータ	2台	
		汚染密度測定用サーベイメータ	5台	
		汚染密度測定用（ α 線）サーベイメータ	1台	
		蛍光ガラス線量計素子	30個	
		電子式線量計	50台	
		ヨウ素測定器	サンブラ 5台	
			※1測定器 1台	
		ダスト測定器	サンブラ 5台	
			※1測定器 1台	
		放射線測定車	1台	
		モニタリング用車両	1台	
原子力規制庁緊急時対応センター（ERC）における業務に関する事項	5名程度			

※原子力災害事後対策の活動状況により要員については派遣先と調整する。

別表５－１ 他の原子力事業者で発生した原子力災害への原子力防災要員の派遣，原子力防災資機材の貸与

環境放射線モニタリング等に関する事項	原子力防災組織の人員	原子力防災資機材		備 考
	１０名	シンチレーションサーベイメータ	５台	※１：放射線測定車に搭載
		電離箱サーベイメータ	１０台	
		中性子線サーベイメータ	２台	
		汚染密度測定用サーベイメータ	５台	
		汚染密度測定用（α線）サーベイメータ	１台	
		蛍光ガラス線量計素子	３０個	
		電子式線量計	５０台	
		ヨウ素測定器	サンプ ラ ５台	
			※１ 測定器 １台	
		ダスト測定器	サンプ ラ ５台	
			※１ 測定器 １台	
		放射線測定車	１台	

様式集

Ⅲ 様式集

様式 1	原子力事業者防災業務計画作成（修正）届出書
様式 2	原子力防災要員現況届出書
様式 3	原子力防災管理者（副原子力防災管理者）選任・解任届出書
様式 4	放射線測定設備現況届出書
様式 5	放射線測定設備の性能検査申請書
様式 6	原子力防災資機材現況届出書
様式 7－1	特定事象発生通報（原子炉施設）
様式 7－2	特定事象発生通報（事業所外運搬）
様式 8－1	応急措置の概要（原子炉施設）
様式 8－2	応急措置の概要（事業所外運搬）
様式 9－1	応急措置の概要（原子炉施設）第 1 5 条報告
様式 9－2	応急措置の概要（事業所外運搬）第 1 5 条報告
様式 1 0	防災訓練実施結果報告書

原子力事業者防災業務計画作成（修正）届出書

平成 年 月 日	
内閣総理大臣，原子力規制委員会 殿	
届出者	
住 所	
氏 名	
印	
(法人にあってはその名称及び代表者の氏名)	
(担当者 所属 電話)	
別添のとおり，原子力事業者防災業務計画作成（修正）したので，原子力災害対策特別措置法第 7 条第3項の規定に基づき届け出ます。	
原子力事業所の名称及び場所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2
当該事業所に係る核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に基づき受けた指定，許可又は承認の種別とその年月日	原子炉設置許可 昭和 4 1 年 1 2 月 1 日
原子力事業者防災業務計画作成（修正）年月日	平成 年 月 日
協議した都道府県知事及び市町村長	
予定される要旨の公表の方法	

備考 1 この用紙の大きさは，日本工業規格 A 4 とする。

2 協議が調っていない場合には，「協議した都道府県知事及び市町村長」の欄にその旨を記載するものとする。

3 氏名を記載し，押印することに代えて，署名することができる。この場合において，署名は必ず本人が自署するものとする。

原子力防災要員現況届出書

平成 年 月 日		
原子力規制委員会，福島県知事，大熊町長，双葉町長 殿		
届出者		
住 所		
氏 名		
印		
(法人にあってはその名称及び代表者の氏名)		
(担当者 所属 電話)		
原子力防災組織の原子力防災要員の現況について，原子力災害対策特別措置 法第 8 条第 4 項の規定に基づき届け出ます。		
原子力事業所の名称及び場所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2	
業 務 の 種 別	防 災 要 員 の 職 制	その他防災要員
情報の整理，関係者との連絡調整		名
原子力災害合同対策協議会における情報の交換等		名
広 報		名
放射線量の測定その他の状況の把握		名
原子力災害の発生又は拡大の防止		名
施設設備の整備・点検，応急の復旧		名
放射性物質による汚染の除去		名
医 療 に 関 す る 措 置		名
原子力災害に関する資機材の調達及び輸送		名
原子力事業所内の警備等		名

備考 1 この用紙の大きさは，日本工業規格 A 4 とする。

2 氏名を記載し，押印することに代えて，署名することができる。この
場合において，署名は必ず本人が自署するものとする。

原子力防災管理者（副原子力防災管理者）選任・解任届出書

平成 年 月 日			
原子力規制委員会，福島県知事，大熊町長，双葉町長 殿			
届出者			
住 所			
氏 名			
印			
(法人にあってはその名称及び代表者の氏名)			
(担当者 所属 電話)			
原子力防災管理者（副原子力防災管理者）を選任・解任したので，原子力災害 対策特別措置法第9条第5項の規定に基づき届け出ます。			
原子力事業所の名称 及び場所		東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原22	
区 分		選 任	解 任
正	氏 名		
	選任・解任年月日		
	職務上の地位		
副	氏 名		
	選任・解任年月日		
	職務上の地位		

- 備考 1 この用紙の大きさは，日本工業規格A4とする。
- 2 複数の副原子力防災管理者を選任した場合にあっては，必要に応じて欄を追加するものとする。
- 3 氏名を記載し，押印することに代えて，署名することができる。この場合において，署名は必ず本人が自署するものとする。

放射線測定設備現況届出書

平成 年 月 日		
内閣総理大臣，原子力規制委員会，福島県知事，大熊町長，双葉町長 殿		
届出者		
住 所		
氏 名		
印		
(法人にあってはその名称及び代表者の氏名)		
(担当者 所属 電話)		
放射線測定設備の現況について，原子力災害対策特別措置法第 11 条第 3 項の規定に基づき届け出ます。		
原子力事業所の名称及び場所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2	
原子力事業所内の放射線測定設備	設 置 数	式
	設置場所	
原子力事業所外の放射線測定設備	設 置 者	
	設置場所	
	検出される数値の把握方法	

- 備考 1 用紙の大きさは，日本工業規格 A 4 とする。
- 2 「原子力事業所外の放射線測定設備」の欄は，第 11 条第 1 項ただし書の規定により代えることとした放射線測定設備を記載するものとする。
- 3 氏名を記載し，押印することに代えて，署名することができる。この場合において，署名は必ず本人が自署するものとする。

放射線測定設備の性能検査申請書

原管発官 第 号
平成 年 月 日

原子力規制委員会 殿

住 所 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号

氏 名 東京電力株式会社

印

原子力災害対策特別措置法第 11 条第 5 項の規定により次のとおり放射線測定設備の性能検査を受けたいので申請します。

原子力事業所の名称及び所在地		福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2
原子力事業所内の 放射線測定設備	設 置 数	式
	そ の 概 要	別紙のとおり

原子力防災資機材現況届出書

平成 年 月 日			
内閣総理大臣，原子力規制委員会，福島県知事，大熊町長，双葉町長 殿			
届出者			
住 所			
氏 名			
印			
(法人にあってはその名称及び代表者の氏名)			
(担 当 者 所 属 電 話)			
原子力防災資機材の現況について、原子力災害対策特別措置法第 11 条第 3 項の規定に基づき届け出ます。			
原子力事業所の名称及び場所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2		
放射線障害防護用器具	汚染防護服	組	
	呼吸用ボンベ付一体型防護マスク	個	
	フィルター付き防護マスク	個	
非常用通信機器	緊急時電話回線	回線	
	ファクシミリ	台	
	携帯電話等	台	
計測機等	固定式測定器	台	
	ガンマ線測定用サーベイメータ	台	
	中性子線線量当量率測定用サーベイメータ	台	
	熱ルミネセンス線量計	素子	個
	又は蛍光ガラス線量計	リーダー	台
	表面汚染密度測定用サーベイメータ	台	
	可搬式ダスト測定関連機器	サンブラ	台
		測定器	台
	可搬式の放射性ヨウ素測定関連機器	サンブラ	台
		測定器	台
個人用外部被ばく線量測定器	台		
その他資機材	ヨウ素剤	錠	
	担架	台	
	除染器具	式	
	被ばく者の輸送のために使用可能な車両	台	
	屋外消火栓設備又は動力消防ポンプ設備	式	
	その他 モニタリングカー	台	

備考 1 用紙の大きさは、日本工業規格 A 4 とする。

2 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署するものとする。

特定事象発生通報（原子炉施設）

平成 ____ 年 ____ 月 ____ 日	
内閣総理大臣，原子力規制委員会，福島県知事，大熊町長，双葉町長 殿	
第 10 条 通 報 通報者名 _____	
連絡先 _____	
特定事象の発生について，原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項の規定に基づき通報します。	
原子力事業所の名称及び場所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2
特定事象の発生箇所	福島第一原子力発電所 ____ 号機
特定事象の発生時刻	平成 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 時 ____ 分 （24 時間表示）
発生した特定事象の概要	特定事象の種類 ① 敷地境界放射線量上昇 ⑧ 全交流電源喪失 ② 放射性物質通常経路放出 ⑨ 直流電源喪失（部分喪失） ③ 火災爆発等による放射性物質放出 ⑩ 停止時原子炉水位低下 ④ スクラム失敗 ⑪ 燃料プール水位低下 ⑤ 原子炉冷却材漏えい ⑫ 中央制御室使用不能 ⑥ 原子炉給水喪失 ⑬ 原子炉外臨界蓋然性 ⑦ 原子炉除熱機能喪失
	想定される原因 故障，誤操作，漏えい，火災，爆発，地震，調査中，その他（_____）
	検出された放射線量の状況，検出された放射性物質の状況又は主な施設・設備等の状態等 原子炉の運転状態 発生前（運転中，起動操作中，停止操作中，停止中） 発生後（状態継続，停止操作中，全制御棒全挿入） ECCS 系の作動状態 （要求信号／有・無，成功，一部失敗，全台失敗） 排気筒放射線モニタの指示値（排気筒名：_____） 変化無し，変化有り（発生前の値 ____ cps → 最大値 ____ cps） モニタリングポストの指示値 変化無し，変化有り （発生前の値 ____ nGy/h → 最大値 ____ nGy/h，MPNo. ____） その他 _____ _____ _____
その他特定事象の把握に参考となる情報	_____ _____ _____

特定事象発生通報（事業所外運搬）

平成 ____ 年 ____ 月 ____ 日		
内閣総理大臣，原子力規制委員会，国土交通大臣，都道府県知事，市町村長 殿		
第 10 条 通 報 通報者名 _____		
連絡先 _____		
特定事象の発生について，原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項の規定に基づき通報します。		
原子力事業所の名称及び場所	東京電力株式会社 福島第一原子力発電所 福島県双葉郡大熊町大字夫沢字北原 2 2	
特定事象の発生箇所	_____都道府県_____市町村_____ _____（海上の場合：沖合 _____ k m）	
特定事象の発生時刻	平成 ____ 年 ____ 月 ____ 日 ____ 時 ____ 分頃（24 時間表示）	
発生した特定事象の概要	特定事象の種類	① 事業所外運搬放射線量上昇 ② 事業所外運搬放射性物質漏えい
	想定される原因	火災，爆発，沈没，衝突，交通事故，調査中， その他（_____）
	検出された放射線量の状況，検出された放射性物質の状況又は主な施設・設備等の状態等	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
その他特定事象の把握に参考となる情報		_____ _____ _____

応急処置の概要（原子炉施設）

内閣総理大臣
原子力規制委員会
福島県知事
大熊町長
双葉町長

殿

第 2 5 条 報 告

原子力災害対策特別措置法第 2 5 条第 2 項に基づき、応急措置の概要を以下のとおり報告します。

発信日時	平成 年 月 日 時 分	送信者	
受信日時	平成 年 月 日 時 分	受信者	

1. 事 故 件 名 :

2. 事故発生場所 :

3. 事故発生日時 :

4. 発生事象と対応の概要

5. 緊急時対策本部その他の事項の概要

応急措置の概要 (プラントの状況)

6. プラントの状況

確認時刻 :

事故発生時の状況	発電所状態		原子炉出力	%
	停止時刻	時 分	炉心平均燃焼度	MWD/MIU
現在の状況	原子炉出力	%	1 次系圧力	MPa (gage)
	1 次系 (ホットレグ) 温度	℃	原子炉水位	%
	格納容器圧力	kPa (gage)	格納容器内水素濃度 (ドライ値)	%

7. 放射性物質の放出状況等

確認時刻 :

放出状況 放出状況の評価を開始した時刻 (時刻　：　)	放出開始時刻	日　：　頃			放出停止時刻				
	放出箇所				放出高さ (地上高)		m		
	放出実績評価	評価時点での放出率				評価時刻までの放出量			
	希ガス	Bq/h				Bq			
	ヨウ素	Bq/h				Bq			
	その他 (核種)	Bq/h				Bq			
排気筒モニタ	格納容器 (主排気筒)	cps cpm			補助建屋		cps cpm		
モニタポスト	名称	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
	nSv/h μ Sv/h								
気象情報	天候					風向			
	風速	m/s				大気安定度			

8. 放射性物質の放出評価

確認時刻 :

放出見通し		希ガス	ヨウ素	合計
	放出評価時刻以降の放出見通し	Bq	Bq	Bq
最大地点の線量の推定		方位	距離	被ばく線量
	外部全身被ばく		km	mSv
	甲状腺被ばく		km	mSv

9. その他

--

応急処置の概要(事業所外運搬)

内閣総理大臣
原子力規制委員会
国土交通大臣
都道府県知事
市町村長

殿

第 2 5 条 報 告

原子力災害対策特別措置法第 2 5 条第 2 項に基づき、応急措置の概要を以下のとおり報告します。

発信日時	平成 年 月 日 時 分	送信者	
受信日時	平成 年 月 日 時 分	受信者	

1. 事 故 件 名 :

2. 事故発生場所 :

3. 事故発生日時 :

4. 発生事象と対応の概要

5. 緊急時対策本部その他の事項の概要

応急措置の概要(輸送容器の状況)

6. 輸送容器の状況

確認時刻 :

事故発生時の状況	輸送物		使用容器	型
	出発地／到着予定地	／	輸送手段	
現在の状況	火災の有無		爆発の有無	
	漏えいの有無			
	特記事項			

7. 放射性物質の放出状況等

確認時刻 :

放出状況	放出, 漏えい開始時刻	日 : 頃		放出, 漏えい停止時刻				
	放出, 漏えい箇所							
放射線量	距離・場所							
	nSv/h μSv/h							

8. 放射性物質の放出評価

評価時刻 :

放出見通し	放出評価時刻以降の放出見通し			
最大地点の線量の推定		方位	距離	被ばく線量
	外部全身被ばく		m	mSv

9. その他

--

応急措置の概要(原子炉施設)

内閣総理大臣

原子力規制委員会

福島県知事

大熊町長

双葉町長 殿

第 1 5 条 報 告

原子力災害対策特別措置法第 2 5 条第 2 項に基づき、応急措置の概要（同法第 1 5 条第 1 項に係る原子力緊急事態事象の発生）を以下のとおり報告します。

発信日時	平成 年 月 日 時 分	送信者	
受信日時	平成 年 月 日 時 分	受信者	

1. 事 故 件 名 :

2. 事故発生場所 :

3. 事故発生日時 :

4. 報告する内容 :

5. 発生事象と対応の概要

6. 緊急時対策本部その他の事項の概要

応急措置の概要(事業所外運搬)

内閣総理大臣
原子力規制委員会
国土交通大臣
都道府県知事
市町村長

殿

第 1 5 条 報 告

原子力災害対策特別措置法第 2 5 条第 2 項に基づき、応急措置の概要(同法第 1 5 条第 1 項に係る原子力緊急事態事象の発生)を以下のとおり報告します。

発信日時	平成 年 月 日 時 分	送信者	
受信日時	平成 年 月 日 時 分	受信者	

1. 事 故 件 名 :

2. 事故発生場所 :

3. 事故発生日時 :

4. 報告する内容 :

5. 発生事象と対応の概要

6. 緊急時対策本部その他の事項の概要

防災訓練実施結果報告書

年 月 日	
原子力規制委員会 殿	
報告者	
住所 _____	
氏名	
印	
(法人にあってはその名称及び代表者の氏名)	
(担当者 所属 電話)	
防災訓練の実施の結果について、原子力災害対策特別措置法第 13 条の2第1項の規定に基づき報告します。	
原子力事業所の名称及び場所	
防 災 訓 練 実 施 年 月 日	年 月 日
防災訓練のために想定した原子力災害の概要	
防 災 訓 練 の 項 目	
防 災 訓 練 の 内 容	
防 災 訓 練 の 結 果 の 概 要	
今後の原子力災害対策に向けた改善点	

備考1 用紙の大きさは、日本工業規格A4とする。

2 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署するものとする。

別冊 1 1

福島第一原子力発電所 5 号炉／6 号炉 長期保守管理方針 変更評価書

福島第一原子力発電所 5 号炉／6 号炉

長期保守管理方針 変更評価書

平成 2 5 年 6 月

東京電力株式会社

I 長期保守管理方針実施項目における実施時期見直しに対する妥当性評価

I-1. はじめに

福島第一原子力発電所は、平成23年3月11日の東日本大震災（以下、震災という）の発生を受け、それ以降原子力災害対策特別措置法が適用されており、5、6号炉については安定停止に向けた復旧作業を行いつつ、当面は冷温停止維持に向けた機器について設備の維持管理に努めている。

こうした状況を踏まえ、30年目の高経年化技術評価（以下、PLM評価と言う）にて定めた長期保守管理方針の実施項目の内、短期的対応としていた項目について、機器等の使用状況を踏まえて実施時期を再検討し、この見直しに対する妥当性評価をI-2節に示す。

また、震災による影響評価として以下の観点についての評価をII章に示す。

(1) 震災影響による機器の劣化状況への影響評価

(2) 当面の運転状態がプラントの通常運転から変化することを踏まえた影響評価

この震災による影響評価は、福島第二原子力発電所1号炉PLM評価において実施した震災影響評価の内容を考慮したものとし、プラントによる被災状況や、点検の進捗状況を踏まえて評価機器及び内容を検討した。

I-2. 各項目の実施時期見直しに対する妥当性評価

(1) 気体排気物処理系排ガス予熱器等の粒界型応力腐食割れ（5号炉・6号炉共通）

（気体排気物処理系排ガス予熱器，気体排気物処理系排ガス復水器，気体排気物処理系排ガス再結合器，気体廃棄物処理系ステンレス鋼配管）

①保守管理の項目

上記機器の粒界型応力腐食割れに対しては、耐圧部の溶接部について超音波探傷検査による点検を実施する。

②現状の設備状況

設備停止状態であり，乾燥保管中。

③評価当時、「短期」とした理由

当該部は，UTを実施した実績が無かったことから，念のため早期に実施することが望ましいと判断していた。

④保守管理の実施状況

未実施

⑤実施時期見直しに対する妥当性評価

粒界型応力腐食割れについては，100℃以上の環境下においてステンレス製容器・配管溶接部等の熱影響部に発生する可能性は否定できないが，現在はプラント停止しており，上記機器が属する気体廃棄物処理系については，補助蒸気の通気（排ガス予熱器及び周辺配管）や再結合反応熱（排ガス再結合器・排ガス復水器及び周辺配管）による温度上昇は起こり得ず，現在の環境温度は大気温度と同等であることから，100℃以上になることはない。

また、5、6号炉ともに冷温停止状態が維持された状態であるため、気体廃棄物処理系の機能要求が求められる事態は考え難い。

以上のことから、現在の使用環境が継続する限り、排ガス予熱器等の粒界型応力腐食割れが発生することは考え難く、早期に点検を実施する必要性が低くなったことから、実施時期を「短期」から「中長期」に変更することは妥当と評価している。

(2) ジェットポンプの粒界型応力腐食割れ（6号炉）

①保守管理の項目

ジェットポンプの粒界型応力腐食割れに対しては、JSME規格・内規等に基づく点検を実施する。

②現状の設備状況

設備停止状態であり、満水保管中。

③評価当時、「短期」とした理由

当該部は、標準検査による目視点検（VT-3）を実施し異常がないことを確認していたが、個別検査による目視点検（MVT-1）の実績が無かったことから、念のため早期に実施することが望ましいと判断していた。

④保守管理の実施状況

未実施

⑤実施時期見直しに対する妥当性評価

粒界型応力腐食割れについては、100℃以上の環境下において、溶接部に発生する可能性は否定できないが、プラント停止している現在、炉水温度は30～40℃程度で管理されており、100℃以上になることはない。

また、5、6号炉ともに冷温停止状態が維持された状態であるため、ジェットポンプの機能要求が求められる事態は考え難い。

以上のことから、現在の使用環境が継続する限り、ジェットポンプの粒界型応力腐食割れが発生することは考え難く、早期に点検を実施する必要性が低くなったことから、実施時期を「短期」から「中長期」に変更することは妥当と評価している。

(3) 原子炉格納容器ドライウェルスプレイヘッダ、サブプレッションチェンバスプレイヘッダの腐食（5号炉・6号炉共通）

①保守管理の項目

上記機器の腐食（全面腐食）に対しては、内面の目視点検を実施する。

②現状の設備状況

設備停止状態であり、乾燥保管中。

③評価当時、「短期」とした理由

当該部は、点検実績が無かったことから、念のため早期に実施することが望ましいと判断していた。

④保守管理の実施状況

5号炉の上記機器については、ファイバースコープ等を用いて内部の目視点検を実

施し、異常のないことを確認している。

6号炉については、未実施である。

⑤実施時期見直しに対する妥当性評価

6号炉の上記機器の腐食（全面腐食）については、現在は大気曝露環境下であり、長期的には腐食が進展する可能性は否定できない。

しかしながら、通常運転時においては、原子炉格納容器ドライウェルスプレイヘッダ、サプレッションチェンバスプレイヘッダ雰囲気は窒素で置換され、腐食環境下になく、定期検査中においても一時的に空気環境下に晒されるものの、水中曝露や乾湿交番を繰り返すような腐食助長環境下ではなく、腐食進展は非常に緩やかであると推測される。なお、ほぼ同様な環境にある5号炉の同機器については、点検により健全性が確認されており、6号炉も同様の状況であると考えている。

また、5、6号炉ともに定期検査中に震災を受けたため、現在炉内にある燃料の発生熱量は非常に小さく、上記機器に機能要求が求められる事態（逃がし安全弁動作等によるサプレッションチェンバス温度上昇）は考え難い。なお、今後数年以内を目途に炉内にある燃料を移動する計画であるため、その際には当該機器に対する機能要求も無くなることとなる。

以上のことから、現在の使用環境が継続する限り、原子炉格納容器ドライウェルスプレイヘッダ及びサプレッションチェンバスプレイヘッダの腐食進展は極めて緩慢であると考えられ、早期に点検を実施する必要性が低くなったことから、実施時期を「短期」から「中長期」に変更することは妥当と評価している。

（4）可燃性ガス濃度制御系設備等の腐食（5号炉・6号炉共通）

（可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器、配管）、蒸気式空気抽出器（胴））

①保守管理の項目

上記機器の腐食に対しては、肉厚測定を実施する。

②現状の設備状況

設備停止状態であり、乾燥保管中。

③評価当時、「短期」とした理由

当該部は、肉厚測定実績が無かったことから、念のため早期に実施することが望ましいと判断していた。

④保守管理の実施状況

5号炉の可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器）については、第24回定期検査において肉厚測定を実施し、異常のないことを確認している。

上記以外の機器については、未実施である。

5号炉 可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器）肉厚測定結果概要

番号	最小値(mm)	公称肉厚(mm)	最小肉厚(mm)	備考
①	9.1	7.11	3.80	
②	12.5	9.27	3.80	
③	11.0	7.11	3.80	

⑤実施時期見直しに対する妥当性評価

5号炉の可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器）以外の上記機器の腐食については、現在は乾燥保管中であることから、著しい腐食進展が生じることは考え難い。

また、5、6号炉ともに冷温停止状態が維持された状態であるため、可燃性ガス濃度制御系及び蒸気式空気抽出器（胴）の機能要求が求められる事態は考え難い。なお、今後数年以内を目途に炉内にある燃料を移動する計画である。

以上のことから、現在の使用条件が継続する限り、可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器、配管）及び蒸気式空気抽出器（胴）の腐食進展は極めて緩慢であると考えられ、早期に点検を実施する必要性が低くなったことから、実施時期を「短期」から「中長期」に変更することは妥当と評価している。

（5）炭素鋼配管及び低合金配管内面のFAC、LDI

（5号炉・6号炉共通）

①保守管理の項目

炭素鋼配管及び低合金配管内面のFAC、LDIに対しては、安全基盤研究の成果が得られた場合には保全への反映要否を判断し、要の場合には指針を改定する。また、肉厚測定実績に基づく耐震評価を実施した炭素鋼配管（5号：グランド蒸気系・抽気系、6号：グランド蒸気系、原子炉冷却材浄化系）については、今後の減肉進展の実測データに基づく再評価を実施する。

②現状の設備状況

設備停止状態であり、乾燥保管中。（6号炉の原子炉冷却材浄化系配管については、冷温停止状態において間欠運転中）

③評価当時、「短期（終了は中長期）」とした理由

当該部は、肉厚測定実績を拡充するため、10年間を通じて計画的に実施することが望ましいと判断していた。

④保守管理の実施状況

震災以前は、「発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格(JSME S NH1-2006)」に基づき、適切に管理していたが、震災以降は未実施。

⑤実施時期見直しに対する妥当性評価

6号炉の原子炉冷却材浄化系を除く配管については、現在は乾燥保管中であることから、FAC、LDIによる配管減肉が進展することは考え難い。

また、6号炉の原子炉冷却材浄化系については、冷温停止維持のために一時的に使

用することはあるが、通常環境下と比べ低温状態にあり、水素注入も実施していないことから、配管減肉の進展は極めて緩慢であると考えられる。なお、6号炉の原子炉冷却材浄化系の通常環境下における余寿命予測においてもデータ拡充箇所（4箇所）の余寿命の最小値は18年以上であり、十分な裕度を有している。

6号炉 CUW系肉厚測定データ拡充箇所における余寿命評価結果概要

番号	測定箇所 No	余寿命(年)
①	CU-CP18-010-B	18.4
②	CU-CP1-010-T1	71.6
③	CU-CP1-010-P3	150.0
④	CU-CP3-010-P	73.6

以上のことから、現在の使用環境が継続する限り、炭素鋼配管及び低合金配管内面のFAC、LDIに伴う配管減肉の進展は極めて緩慢であることから、早期にデータ拡充を図る必要性がなくなったことから、実施時期を「短期（終了は中長期）」から「中長期」に変更することは妥当と評価している。

Ⅱ 震災影響評価

Ⅱ－１．はじめに

福島第一原子力発電所 5 号炉および 6 号炉は、5 号炉は 1978 年 4 月 18 日に、6 号炉は 1979 年 10 月 24 日に営業運転を開始し、それぞれ運転開始後 30 年目までに経年劣化に関する技術的な評価（以下、「P L M 評価」という）を行い、その結果に基づいた長期保守管理方針を定めている。

この後、福島第一原子力発電所では平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災（以下、「震災」という）の発生を受け、原子力災害対策特別措置法が適用されており、5 号炉および 6 号炉については冷温停止に向けた復旧作業を行いつつ、当面は冷温停止維持に必要な設備（※）について、保安規定（ただし、実施計画認可後は実施計画Ⅲ保安）に基づく「特別な保全計画」を定め、設備の維持管理に努めている。

こうした状況を踏まえ、本評価において震災後の現在の運転状況を反映し、P L M 評価対象機器から原子炉施設の冷温停止の維持に必要な設備を抽出、これらについて震災による影響評価を実施し、30 年目に定めた長期保守管理方針に対して追加的に実施すべき項目の有無を検討した。震災による影響評価としては、以下の観点についての評価を行い、追加評価として定める。

- (1) 震災影響（地震・津波）による設備の劣化状況への影響評価
- (2) 当面の運転状態がプラントの通常運転から変化（運転時間等）することを踏まえた影響評価

※冷温停止維持に必要な設備とは、冷温停止の維持に必要な設備、保安規定遵守に必要な設備、発電所維持運営に必要な設備をいう。

この震災による影響評価は、福島第二原子力発電所 1 号炉 P L M 評価において実施した震災影響評価の内容を考慮したものとし、個々のプラントによる被災状況や、点検の進捗状況を踏まえて評価対象設備及び内容を検討した。

この結果、「特別な保全計画」に従った保全を継続していくことにより、今後のプラント冷温停止維持において、新たに追加すべき保全はなく、技術的には問題がないことを確認した。また、30 年目までに定めた長期保守管理方針の実施項目に対して項目の削除は行わないことを確認した。

今後も「特別な保全計画」に基づき、保全活動を実施していくとともに、適切な時期に P L M 評価の再評価を実施していくことにより、機器・構造物の健全性を維持していく。

Ⅱ－２．震災による影響評価

震災影響評価は、福島第二原子力発電所１号炉ＰＬＭ評価において既に実施した震災影響評価と同様の手順にて行うこととする。

評価対象設備は、当面は原子炉施設の冷温停止維持に必要な設備の復旧・保守管理を行う状況であることを踏まえて選定する。

震災による影響評価にあたっては、５，６号炉が震災時にはプラント停止状態であったことや「特別な保全計画」に従った点検が進捗している状況等を踏まえて、主に地震・津波による被水の影響や新たな劣化事象等を抽出する。

この抽出された劣化事象について、現状保全および今後数年以内を目途に炉内にある燃料を移動する計画を予定していること等の状況を踏まえた評価を行い、長期保守管理方針へ追加すべき事項を抽出する。

Ⅱ－２．１ 評価対象設備および劣化事象の抽出

この震災による影響内容および運転状態による環境条件を踏まえて、想定すべき経年劣化事象一覧を表１に示す。

表１に示す経年劣化事象は、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準 2008 (AESJ-SC-P005:2008)」の付属書 E に示される原子力発電所で発生が想定される経年劣化事象およびこれまでに実施している福島第一５／６号機ＰＬＭ評価に記載した劣化事象を参照し、震災の影響を考慮して対象とすべき劣化事象をまとめたものである。

表１に示す劣化事象について今後のプラント運転状態・設備状態の変化および地震・津波により影響を受けたことを考慮し、以下のように検討対象とすべき事象を分類し、表２にて個々の設備・機器へ展開した。

- ：震災により影響を受けた設備やその後の運転状態により環境が変化する設備に想定される劣化事象であって、震災以降詳細な点検や評価を実施しておらず、評価により影響の確認が必要なもの
- ：震災により影響を受けた設備やその後の運転状態により環境が変化する設備に想定される劣化事象であって、震災以降詳細な点検や評価を実施し、従来のＰＬＭ評価の知見等から着目すべき劣化事象ではないと判断したもの
- ×：震災により影響を受けた設備やその後の運転状態により環境が変化する設備ではあるものの、従来のＰＬＭ評価にて想定した条件に網羅されるもの

なお、評価対象設備はＰＬＭ評価対象機器のうち冷温停止維持に必要な設備とし、この対象となる設備について、震災の影響により運転状態・設備状態の変化、地震・津波による影響を考慮して、想定すべき経年劣化事象の検討を行っている。

表1 想定すべき経年劣化事象一覧

		参考：機器への展開（表2）のまとめ	
想定すべき経年劣化事象		運転状態・設備状態の変化 (圧力・温度・運転時間・湿潤 環境等)	地震・津波による影響（被水、 漂砂等の影響）
腐食	FAC・LDI	○	×
	全面腐食	○	●
	孔食・すきま腐食	×	○
疲労	高サイクル疲労割れ	×	×
	低サイクル疲労割れ	○	×
	フレッティング疲労	×	×
割れ	IGSCC	○	×
	TGSCC	×	○
	IASCC	×	×
	熱時効	×	×
その他	摩耗	○	○
	中性子照射脆化	×	×
	クリープ	×	×
	剥離	×	×
	異物付着	○	×
	固着	×	○
	緩み	×	×
	絶縁特性低下	○	●(*1)
	導通不良	○	○
	特性変化	○	○
	コンクリート強度低下	×	○
	フィル性能低下	○	×

●：運転状態・設備状態の変化，地震・津波による影響を考慮すると，劣化事象として留意すべき事項があるもの

○：運転状態・設備状態の変化，地震・津波による影響を考慮した場合でも，通常運転状態から環境等の条件が大きく変化せず，評価上留意すべき事項はないと判断したもの

×

(*1)絶縁特性低下については、最も有意な劣化として津波により没水したケーブルの絶縁低下を●評価として記載した。（○評価も同欄の中に含む）

表 2-1 (1/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
ポンプ	ターボポンプ	残留熱除去系海水ポンプ	○	○	×	○	○摩耗	
		給水加熱器ドレンポンプ	×	—	—	—		
		高圧注水系ポンプ	×	—	—	—		
		高圧復水ポンプ	×	—	—	—		
		タービン駆動原子炉給水ポンプ	×	—	—	—		
		制御棒駆動水圧系駆動水ポンプ	○	×	×	×		
		電動機駆動原子炉給水ポンプ	×	—	—	—		
		原子炉隔離時冷却系ポンプ	×	—	—	—		
		高圧注水系ブースターポンプ	×	—	—	—		
		RFP インジェクションブースターポンプ	×	—	—	—		
		炉心スプレイ系ポンプ	○	×	×	×		
		残留熱除去系ポンプ	○	○	×	×	○摩耗	
		原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	○	×	×	×		
	往復ポンプ	ほう酸水注入系ポンプ	×	—	—	—		
	原子炉再循環 系ポンプ	原子炉再循環系ポンプ	×	—	—	—		

表 2－1 （2/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
熱交換器	U字管式 熱交換器	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	○	×	×	×		
		原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	○	×	×	×		
		グラント蒸気蒸化器	×	—	—	—		
		給水加熱器	×	—	—	—		
		グラント蒸気復水器	×	—	—	—		
		残留熱除去系熱交換器	○	○	×	×	○異物付着	
		気体廃棄物処理系排ガス予熱器	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系排ガス復水器	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系排ガス乾燥器	×	—	—	—		

表 2－1 （3/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
ポンプ モータ	高圧ポンプ モータ	残留熱除去系海水ポンプモータ	○	○	×	○	○絶縁特性低下	
		残留熱除去系ポンプモータ	○	○	×	×	○絶縁特性低下	
		炉心スプレイ系ポンプモータ	○	×	×	×		
	低圧ポンプ モータ	原子炉冷却材浄化系循環ポンプ モータ	○	×	×	×		
		ほう酸水注入系ポンプモータ	×	—	—	—		

表 2 - 1 (4/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持に 必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
容器	タンク	気体廃棄物処理系排ガス再結合器	×	—	—	—		
		湿分分離器	×	—	—	—		
		湿分分離器ドレンタンク	×	—	—	—		
		制御棒駆動水圧系スクラム排出容器	×	—	—	—		
		復水貯蔵タンク	○	×	×	×		
		ほう酸水注入系タンク	×	—	—	—		
	ライニング槽	使用済燃料貯蔵設備貯蔵プール	○	×	×	×		
	アキュム レータ	主蒸気系隔離弁アキュムレータ	×	—	—	—		
		主蒸気系逃し安全弁自動減圧機能 用アキュムレータ	×	—	—	—		
		主蒸気系逃し安全弁逃し弁機能用 アキュムレータ	×	—	—	—		
	フィルタ等	気体廃棄物処理系活性炭ホールド アップ塔	×	—	—	—		
		制御棒駆動水圧系駆動水フィルタ	○	×	×	×		
		原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器	○	×	×	×		
	容器	原子炉圧力容器	○	×	×	×		
		原子炉格納容器	×	—	—	—		

表 2 - 1 (5/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	ステンレス鋼	原子炉再循環系 (PLR)	×	—	—	—		
		RPV, PCV バンタリー一次計装配管系	×	—	—	—		
		原子炉圧力容器ベント系 (RV)	○	×	×	×		
		制御棒駆動水压系 (CRD)	○	×	×	×		
		ほう酸水注入系 (SLC)	×	—	—	—		
		原子炉冷却材浄化系 (CUW)	○	×	×	×	○IGSCC	
		燃料プール冷却浄化系 (FPC)	○	×	×	×	○IGSCC	
		液体廃棄物処理系 (RW)	×	—	—	—		
		復水補給水系 (MUW)	○	×	×	×		
		試料採取系 (PSA)	×	—	—	—		
		残留熱除去海水系 (RHRS)	○	○	×	○	○孔食・すきま腐食 ○TGSCC	
		格納容器内雰囲気モニタ系 (CAMS)	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系 (OG)	×	—	—	—		
		計装用圧縮空気系 (IA)	○	×	×	×		
		発電機水素ガス供給系 (HGC)	×	—	—	—		

表 2 - 1 (6/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	炭素鋼	主蒸気系 (MS)	×	—	—	—		
		原子炉再循環系 (PLR)	×	—	—	—		
		制御棒駆動水圧系 (CRD)	○	×	×	×		
		残留熱除去系 (RHR)	○	○	×	×	○腐食 (FAC・LDI) ○低サイクル疲労割れ	
		原子炉冷却材浄化系 (CUW)	○	×	×	×		
		原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	×	—	—	—		
		炉心スプレイ系 (CS)	○	×	×	×		
		燃料プール冷却浄化系 (FPC)	○	×	×	×		
		高圧注水系 (HPCI)	×	—	—	—		
		復水系 (C)	×	—	—	—		
		給水系 (FDW)	×	—	—	—		
		給水加熱器ドレン系 (HD)	×	—	—	—		
		復水補給水系 (MUW)	○	×	×	×		
		原子炉補機冷却系 (RCW)	○	×	×	×		
		ドライウェル除湿系 (DHC)	×	—	—	—		
		原子炉圧力容器ベント系 (RV)	○	×	×	×		
		高圧注水系 (HPCI)	×	—	—	—		

表 2 - 1 (7/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	炭素鋼	リークオフ管系(VGL)	×	—	—	—		
		グラント蒸気系(TGS)	×	—	—	—		
		補助蒸気系(AS)	×	—	—	—		
		抽気系(ES)	×	—	—	—		
		給水加熱器ベント系(HV)	×	—	—	—		
		不活性ガス系(AC)	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系(OG)	×	—	—	—		
		復水器空気抽出系(AO)	×	—	—	—		
		計装用圧縮空気系(IA)	○	×	×	×		
		所内用圧縮空気系(SA)	×	—	—	—		
		非常用ガス処理系(SGTS)	○	×	×	○	●全面腐食(外面腐食)	
		発電機水素ガス供給系(HGC)	×	—	—	—		
		残留熱除去海水系(RHRS)	○	○	×	○	●全面腐食(外面腐食) ○全面腐食	
		非常用ディーゼル発電機冷却海水系(DGSW)	○	×	×	○	●全面腐食(外面腐食)	
	低合金鋼	給水系(FDW)	×	—	—	—		
		給水加熱器ドレン系(HD)	×	—	—	—		
		抽気系(ES)	×	—	—	—		
		給水加熱器ベント系(HV)	×	—	—	—		

表 2 - 1 (8/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
弁	主蒸気系統弁 (MS・NB)	×	—	—	—		
	給水・復水系統弁 (C・FDW・NB)	×	—	—	—		
	原子炉再循環系統弁 (PLR)	×	—	—	—		
	原子炉冷却材浄化系統弁 (CUW)	○	×	×	×		
	高圧注水系統弁 (HPCI)	×	—	—	—		
	抽気系統弁 (ES)	×	—	—	—		
	給水加熱器ドレン系統弁 (HD)	×	—	—	—		
	給水加熱器ベント系統弁 (HV)	×	—	—	—		
	炉スプレイ系統弁 (CS)	○	×	×	×		
	原子炉補機冷却系統弁 (RCW)	○	×	×	×		
	タービングランド蒸気系統弁 (TGS)	×	—	—	—		
	制御棒駆動水圧系統弁 (CRD)	○	×	×	×		
	ほう酸水注入系統弁 (SLC)	×	—	—	—		
	計装用圧縮空気系統弁 (IA)	○	×	×	×		
	使用済燃料プール冷却浄化系統弁 (FPC)	○	×	×	×		
	原子炉圧力容器ベント系統弁 (RV)	○	×	×	×		
	非常用ガス処理系統弁 (SGTS)	○	×	×	×		
	所内用圧縮空気系統弁 (SA)	×	—	—	—		
	不活性ガス系統弁 (AC)	×	—	—	—		

表 2 - 1 (9/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持に 必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
弁	液体廃棄物処理系統弁(RW)	×	—	—	—		
	格納容器雰囲気モニタ系統弁(CAMS)	×	—	—	—		
	原子炉圧力容器フランジリークオフ系統弁(RVF)	○	×	×	×		
	原子炉配管系統弁(RVI)	×	—	—	—		
	タービン補助蒸気系統弁(AS)	×	—	—	—		
	気体廃棄物処理系統弁(OG)	×	—	—	—		
	復水器空気抽出系統弁(AO)	×	—	—	—		
	復水補給水系統弁(MUW)	○	×	×	×		
	主蒸気逃がし安全弁室素ガス供給系統弁(NGS)	×	—	—	—		
	残留熱除去系統弁(RHR)	○	○	×	×		
	残留熱除去海水系統弁(RHRS)	○	○	×	○	○固着	
	原子炉隔離時冷却系統弁(RCIC)	×	—	—	—		
	ドライウェル除湿冷却系統弁(DHC)	×	—	—	—		
	試料採取系統弁(PSA)	×	—	—	—		
	トーラスドレン移送系統弁(MSC)	×	—	—	—		
	非常用ディーゼル発電機冷却海水系統弁(DGSW)	○	×	×	○	○固着	
	発電機水素ガス供給系統弁(HGC)	×	—	—	—		
	換気空調系統弁(HVAC)	×	—	—	—		

表 2－1 （10/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
炉内構造物	炉心シュラウド	×	—	—	—		
	シュラウドサポート	×	—	—	—		
	上部格子板	×	—	—	—		
	炉心支持板	×	—	—	—		
	燃料支持金具（中央，周辺）	×	—	—	—		
	制御棒案内管	×	—	—	—		
	炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・ スパージャ	×	—	—	—		
	給水スパージャ	×	—	—	—		
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 （原子炉压力容器内部）	×	—	—	—		
	ジェットポンプ	×	—	—	—		
	中性子束計測案内管	×	—	—	—		

表 2 - 1 (11/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
ケーブル	高圧	高圧難燃 CV ケーブル	○	×	×	○	●絶縁特性低下	
		高圧 CV ケーブル	○	×	×	○	●絶縁特性低下	
	低圧	EV ケーブル	○	×	×	×		
		CV ケーブル (ビニル)	○	×	×	○	●絶縁特性低下	
		CV ケーブル (耐熱ビニル)	○	×	×	×		
		KGB ケーブル	○	×	×	×		
		難燃 PN ケーブル	○	×	×	×		
		難燃 CV ケーブル	○	×	×	○	●絶縁特性低下	
		難燃 CC ケーブル	○	×	×	×		
	同軸	難燃一重同軸ケーブル	○	×	×	×		
		一重同軸ケーブル	○	×	×	×		
		難燃二重同軸ケーブル	○	×	×	×		
		難燃三重同軸ケーブル	○	×	×	×		
	ケーブルトレイ, 電線管	ケーブルトレイ	○	×	×	○	●全面腐食(外面腐食)	
		電線管	×	—	—	—		
	ケーブル 接続部	端子台接続	○	×	×	×		
		端子接続	○	×	×	×		
		電動弁コネクタ接続	○	×	×	×		
		同軸コネクタ接続	○	×	×	×		

表 2 - 1 (12/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
タービン	高压タービン	高压タービン	×	—	—	—		
	低压タービン	低压タービン	×	—	—	—		
	RFPタービン	RFPタービン	×	—	—	—		
	主要配管	リード管	×	—	—	—		
		クロスアラウンド管	×	—	—	—		
		クロスアラウンド安全弁出口管	×	—	—	—		
	主要弁	主蒸気止め弁	×	—	—	—		
		蒸気加減弁	×	—	—	—		
		組合せ中間弁	×	—	—	—		
		タービンバイパス弁	×	—	—	—		
		クロスアラウンド安全弁	×	—	—	—		
		高压蒸気止め弁	×	—	—	—		
		高压蒸気加減弁	×	—	—	—		
		低压蒸気止め弁	×	—	—	—		
		低压蒸気加減弁	×	—	—	—		
	タービン制御 装置	高压油ポンプ	×	—	—	—		
		高压油ポンプ吸込・吐出フィルタ	×	—	—	—		
		配管・弁	×	—	—	—		

表 2－1 （13/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
タービン	グラント蒸気 排風機	グラント蒸気排風機	×	—	—	—		
	HPCIタービン及び 付属装	HPCIタービン及び付属装置	×	—	—	—		
	RCICタービン及び 付属装置	RCICタービン及び付属装置	×	—	—	—		

表 2 - 1 (14/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
コンクリート及び鉄骨 構造物	原子炉建屋 (鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨造)	○	×	×	○	○コンクリート 強度低下	
	タービン建屋 (鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨造)	○	×	×	○	○コンクリート 強度低下	
	コントロール建屋 (鉄筋コンクリート造)	○	×	×	○	○コンクリート 強度低下	
	廃棄物処理建屋 (鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨造)	×	—	—	—		
	所内ボイラ建屋 (鉄骨造)	×	—	—	—		
	取水構造物 (鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	復水貯蔵タンク基礎・埋設ダクト (鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	非常用ガス処理系配管ダクト (鉄筋コンクリート造)	○	×	×	○	○コンクリート 強度低下	
	海水配管ダクト (鉄筋コンクリート造)	○	×	×	○	○コンクリート 強度低下	
	軽油タンク基礎・軽油配管トレンチ (鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	排気筒 (鉄骨造)	○	×	×	×		

表 2－1（15/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
計測制御 設備	圧力	原子炉圧力計測装置	○	×	×	×		
		CS 補助油ポンプ吐出圧力計測装置	○	×	×	×		
		SLCポンプ潤滑油圧力計測装置	×	—	—	—		
		蒸気加減弁急速閉検出用圧力計測装置	×	—	—	—		
	温度	主蒸気管トンネル温度計測装置	×	—	—	—		
		圧力抑制室水温度計測装置	○	×	×	×		
		DG潤滑油温度計測装置	○	×	×	×		
		キャピラリー式SGTSトレイン温度計測装置	○	×	×	×		
		バイメタル式SGTSトレイン温度計測装置	○	×	×	×		
	流量	主蒸気管流量計測装置	×	—	—	—		
	水位	原子炉水位計測装置	○	×	×	×		
		スクラム排出容器水位計測装置	○	×	×	×		
	中性子束	SRNM計測装置	○	×	×	×		
	放射線	主蒸気管放射線計測装置	×	—	—	—		
		原子炉建屋換気系放射線計測装置	○	×	×	×		
		活性炭吸着塔出口放射線計測装置	×	—	—	—		
	振動	地震加速度計測装置	○	×	×	×		
	濃度	原子炉格納容器内水素濃度計測装置	×	—	—	—		

表 2－1 （16/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状 態変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
計測制御 設備	位置	主蒸気止め弁位置計測装置	×	—	—	—		
		RHR 海水出口弁開度計測装置	○	×	×	×		
	回転数	高圧注水系タービン回転数計測装置	×	—	—	—		
	補助継電器盤	Aチャンネル原子炉保護系制御盤	○	×	×	×		
	操作制御盤	原子炉制御盤	○	×	×	×		

表 2 - 1 (17/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
空調設備	ファン及び空調機	非常用ガス処理系排風機	○	×	×	×		
		中央制御室空調機	○	×	×	×		
		残留熱除去系ポンプ室空調機	○	○	×	×	○摩耗	
		炉心スプレイポンプ室空調機	○	×	×	×		
		電気品室空調機	×	—	—	—		
		スイッチギヤ室空調機	×	—	—	—		
		中央制御室ブースター排風機	○	○	×	×	○摩耗	
		非常用ディーゼル制御室送風機	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電機室天井換気扇	○	×	×	×		
	冷凍機	中央制御室冷凍機	×	—	—	—		
	フィルタ ユニット	非常用ガス処理系フィルタユニット	○	×	×	×		
		中央制御室再循環フィルタユニット	○	○	×	×	○フィルタ性能低下	
		非常用ディーゼル発電設備給気フィルタユニット	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル制御室給気フィルタユニット	○	×	×	×		
	ダクト	中央制御室系ダクト	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電設備系ダクト	○	×	×	×		

表 2-1 (18/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
空調設備	ダンパ及び弁	中央制御室外気入口ダンパ	○	×	×	×		
		非常用ガス処理系排風機入口ダンパ	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電機室ダンパ	○	×	×	×		
		中央制御室空調機出口ダンパ	○	×	×	×		
		中央制御室ブースター排風機出口ダンパ	○	×	×	×		
		非常用ガス処理系排風機出口ダンパ	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル制御室送風機出口ダンパ	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電機室天井換気扇出口ダンパ	○	×	×	×		
		原子炉建屋隔離弁	○	×	×	×		

表 2－1 (19/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
機械設備	制御棒	○	×	×	×		
	制御棒駆動機構	×	—	—	—		
	水圧制御ユニット	×	—	—	—		
	非常用ディーゼル機関	○	×	×	×		
	可燃性ガス濃度制御系設備	×	—	—	—		
	燃料取替機	○	○	×	×	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
	原子炉建屋クレーン	○	○	×	×	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
	計装用圧縮空気系設備	○	×	×	×		
	蒸気式空気抽出器	×	—	—	—		
	新燃料貯蔵ラック	×	—	—	—		
	所内ボイラ設備	×	—	—	—		
	濃縮設備	×	—	—	—		
	廃スラッジ・廃樹脂処理系設備	×	—	—	—		
	機器付基礎ボルト	×	—	—	—		
	後打メカニカルアンカ	×	—	—	—		
	後打ケミカルアンカ	×	—	—	—		

表 2－1 (20/21) 冷温停止維持に必要な設備 (5号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
電源設備	高圧閉鎖配電盤	非常用 M/C (MBB)	○	×	×	○	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
		非常用 M/C (VCB)	○	×	×	○	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
	動力用変圧器	非常用 P/C 変圧器	○	×	×	○	○絶縁特性低下	
	低圧閉鎖配電盤	非常用 P/C	○	×	×	○	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
		直流 P/C	○	×	×	×		
		計測用P/C	○	×	×	×		
	コントロールセンタ	非常用MCC	○	×	×	○	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
		直流MCC	○	×	×	×		
	ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備	○	×	×	×		
	MGセット	RPS－MGセット	○	×	×	×		
	バイタル電源用CVCF	バイタル電源用CVCF	○	×	×	×		
	直流電源設備	250 V蓄電池	○	×	×	×		

表 2－1 （21/21） 冷温停止維持に必要な設備（5号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
電源設備	直流電源設備	125 V 蓄電池	○	×	×	×		
		24 V 蓄電池	○	×	×	×		
		250 V 充電器盤	○	×	×	×		
		125 V 充電器盤	○	×	×	×		
		24 V 充電器盤	○	×	×	×		
	計測用変圧器	計測用変圧器	○	×	×	×		
	計測用分電盤	交流計測用分電盤	○	×	×	×		
		RPS 計測用分電盤	○	×	×	×		
		直流分電盤	○	×	×	×		
		バイタル計測用分電盤	○	×	×	×		

表 2 - 2 (1/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
ポンプ	ターボポンプ	電動機駆動原子炉給水ポンプ	×	—	—	—		
		制御棒駆動水圧系駆動水ポンプ	○	×	×	×		
		原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	○	×	×	×		
		RFP インジェクションブースターポンプ	×	—	—	—		
		高圧復水ポンプ	×	—	—	—		
		タービン駆動原子炉給水ポンプ	×	—	—	—		
		残留熱除去系封水ポンプ	○	×	×	×		
		高圧炉心スプレイ系封水ポンプ	×	—	—	—		
		低圧炉心スプレイ系封水ポンプ	○	×	×	×		
		原子炉隔離時冷却系ポンプ	×	—	—	—		
		5, 6 号電気品室空調機冷却水系冷水ポンプ	×	—	—	—		
		残留熱除去系海水ポンプ	○	○	×	○	○摩耗	
		残留熱除去系ポンプ	○	○	×	×	○摩耗	
		高圧炉心スプレイ系ポンプ	×	—	—	—		
		低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	×	×	×		
		給水加熱器ドレンポンプ	×	—	—	—		
	往復ポンプ	ほう酸水注入系ポンプ	×	—	—	—		
	原子炉再循環系ポンプ	原子炉再循環系ポンプ	×	—	—	—		

表 2－2 (2/23) 冷温停止維持に必要な設備（6号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
熱交換器	U字管式 熱交換器	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	○	×	×	×		
		原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	○	×	×	×		
		グラント蒸気蒸化器	×	—	—	—		
		給水加熱器	×	—	—	—		
		グラント蒸気復水器	×	—	—	—		
		残留熱除去系熱交換器	○	○	×	×	○異物付着	
		気体廃棄物処理系排ガス予熱器	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系排ガス復水器	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系排ガス乾燥器	×	—	—	—		

表 2 - 2 (3/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
ポンプ モータ	高圧ポンプ モータ	残留熱除去系海水ポンプモータ	○	○	×	○	○絶縁特性低下	
		残留熱除去系ポンプモータ	○	○	×	×	○絶縁特性低下	
		高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	×	—	—	—		
		低圧炉心スプレイ系ポンプ モータ	○	×	×	×		
	低圧ポンプ モータ	5, 6 号電気品室空調機冷却水 ポンプモータ	×	—	—	—		
		ほう酸水注入系ポンプモータ	×	—	—	—		

表 2 - 2 (4/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
容器	タンク	気体廃棄物処理系前置気水分離器	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系排ガス再結合器	×	—	—	—		
		湿分分離器	×	—	—	—		
		5, 6 号電気品室膨脹タンク	×	—	—	—		
		湿分分離器ドレンタンク	×	—	—	—		
		制御棒駆動水圧系スクラム排出容器	×	—	—	—		
		復水貯蔵タンク	○	×	×	×		
		ほう酸水注入系タンク	×	—	—	—		
	ライニング槽	使用済燃料貯蔵設備貯蔵プール	○	×	×	×		
	アキュム レータ	主蒸気系内側隔離弁アキュムレータ	×	—	—	—		
		主蒸気系外側隔離弁アキュムレータ	×	—	—	—		
		主蒸気系逃し安全弁自動減圧機能用 アキュムレータ	×	—	—	—		
		主蒸気系逃し安全弁逃し弁機能用ア キュムレータ	×	—	—	—		
	フィルタ等	気体廃棄物処理系活性炭ホールドア ップ塔	×	—	—	—		
		原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器	○	×	×	×		
		制御棒駆動水圧系駆動水フィルタ	○	×	×	×		
	容器	原子炉圧力容器	○	×	×	×		
		原子炉格納容器	×	—	—	—		

表 2－2 (5/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	ステンレス鋼	主蒸気系 (MS)	×	—	—	—		
		原子炉再循環系 (PLR)	×	—	—	—		
		制御棒駆動水压系 (CRD)	○	×	×	×		
		残留熱除去系 (RHR)	○	○	×	×	○IGSCC	
		ほう酸水注入系 (SLC)	×	—	—	—		
		原子炉冷却材浄化系 (RWCU)	○	×	×	×	○IGSCC	
		原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	×	—	—	—		
		高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	×	—	—	—		
		低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	○	×	×	×		
		燃料プール冷却浄化系 (FPC)	○	×	×	×	○IGSCC	
		液体固体廃棄物処理系 (RW)	×	—	—	—		
		復水系 (C)	×	—	—	—		
		給水系 (FDW)	×	—	—	—		
		復水補給水系 (MUW)	○	×	×	×		
		事故後サンプリング系 (PASS)	×	—	—	—		
		不活性ガス系 (AC)	×	—	—	—		
		格納容器内雰囲気モニタ系 (CAMS)	×	—	—	—		

表 2 - 2 (6/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	ステンレス鋼	気体廃棄物処理系 (OG)	×	—	—	—		
		試料採取系 (SP)	×	—	—	—		
		計装用圧縮空気系 (IA)	○	×	×	×		
		残留熱除去海水系 (RHRS)	○	○	×	○	○孔食・すきま腐食 ○TGSCC	
	炭素鋼	主蒸気系 (MS)	×	—	—	—		
		原子炉再循環系 (PLR)	×	—	—	—		
		制御棒駆動水压系 (CRD)	○	×	×	×		
		残留熱除去系 (RHR)	○	○	×	×	○腐食(FAC・LDI) ○低サイクル疲労割れ	
		原子炉冷却材浄化系 (RWCU)	○	×	×	×		
		原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	×	—	—	—		
		高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	×	—	—	—		
		低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	○	×	×	×		
		燃料プール冷却浄化系 (FPC)	○	×	×	×		
		液体固体廃棄物処理系 (RW)	×	—	—	—		
		復水系 (C)	×	—	—	—		
		給水系 (FDW)	×	—	—	—		
		給水加熱器ドレン系 (HD)	×	—	—	—		
		復水補給水系 (MUW)	○	×	×	×		

表 2 - 2 (7/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	炭素鋼	原子炉補機冷却系 (RCW)	○	×	×	×		
		ドライウエル除湿冷却系 (DHC)	×	—	—	—		
		非常用電気品室空調機冷却水系 (HVCW)	×	—	—	—		
		タービングランド蒸気系 (TGS)	×	—	—	—		
		タービン補助蒸気系 (AS)	×	—	—	—		
		抽気系 (ES)	×	—	—	—		
		給水加熱器ベント系 (HV)	×	—	—	—		
		不活性ガス系 (AC)	×	—	—	—		
		気体廃棄物処理系 (OG)	×	—	—	—		
		復水器空気抽出系 (AO)	×	—	—	—		
		計装用圧縮空気系 (IA)	○	×	×	×		
		非常用ガス処理系 (SGTS)	○	×	×	○	●全面腐食(外面腐食)	
		発電機水素ガス供給系 (HGC)	×	—	—	—		
		残留熱除去海水系 (RHRS)	○	○	×	○	●全面腐食(外面腐食) ○全面腐食	
		非常用ディーゼル発電機冷却海 水系 (DGSW)	○	×	×	○	●全面腐食(外面腐食)	

表 2－2 (8/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
配管	低合金鋼	主蒸気系 (MS)	×	—	—	—		
		原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	×	—	—	—		
		復水系 (C)	×	—	—	—		
		給水系 (FDW)	×	—	—	—		
		給水加熱器ドレン系 (HD)	×	—	—	—		
		タービンランド蒸気系 (TGS)	×	—	—	—		
		タービン補助蒸気系 (AS)	×	—	—	—		
		抽気系 (ES)	×	—	—	—		
		給水加熱器ベント系 (HV)	×	—	—	—		

表 2 - 2 (9/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
弁	原子炉再循環系統弁 (PLR)	×	—	—	—		
	給水系統弁 (FDW・NB)	×	—	—	—		
	主蒸気系統弁 (MS・NB)	×	—	—	—		
	制御棒駆動水圧系統弁 (CRD)	○	×	×	×		
	残留熱除去系統弁 (RHR)	○	○	×	×		
	残留熱除去海水系統弁 (RHRS)	○	○	×	○	○固着	
	ほう酸水注入系統弁 (SLC)	×	—	—	—		
	原子炉冷却材浄化系統弁 (RWCU)	○	×	×	×		
	原子炉隔離時冷却系統弁 (RCIC)	×	—	—	—		
	不活性ガス系統弁 (AC)	×	—	—	—		
	燃料プール冷却浄化系統弁 (FPC)	○	×	×	×		
	液体固体廃棄物処理系統弁 (RW)	×	—	—	—		
	気体廃棄物処理系統弁 (OG)	×	—	—	—		
	復水器空気抽出系統弁 (AO)	×	—	—	—		
	復水系統弁 (C)	×	—	—	—		
	タービン補助蒸気系統弁 (AS)	×	—	—	—		
	抽気系統弁 (ES)	×	—	—	—		

表 2-2 (10/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
弁	タービングランド蒸気系統弁 (TGS)	×	—	—	—		
	給水加熱器ドレン系統弁 (HD)	×	—	—	—		
	給水加熱器ベント系統弁 (HV)	×	—	—	—		
	原子炉補機冷却系統弁 (RCW)	○	×	×	×		
	発電機水素ガス供給系統弁 (HGC)	×	—	—	—		
	非常用ディーゼル発電機冷却海水系統弁 (DGSW)	○	×	×	○	○固着	
	試料採取系統弁 (SP)	×	—	—	—		
	計装用圧縮空気系統弁 (IA)	○	×	×	×		
	非常用電気品室空調機冷却水系統弁 (HVCW)	×	—	—	—		
	非常用ガス処理系統弁 (SGTS)	○	×	×	×		
	復水補給水系統弁 (MUW)	○	×	×	×		
	格納容器雰囲気モニタ系統弁 (CAMS)	×	—	—	—		
	ドライウェル除湿冷却系統弁 (DHC)	×	—	—	—		
	低圧炉心スプレイ系統弁 (LPCS)	○	×	×	×		
	高圧炉心スプレイ系統弁 (HPCS)	×	—	—	—		
	事故後サンプリング系統弁 (PASS)	×	—	—	—		
	可燃性ガス濃度制御系統弁 (FCS)	×	—	—	—		

表 2 - 2 (11/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持に 必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
炉内構造物	炉心シュラウド	×	—	—	—		
	シュラウドサポート	×	—	—	—		
	上部格子板	×	—	—	—		
	炉心支持板	×	—	—	—		
	燃料支持金具 (中央, 周辺)	×	—	—	—		
	制御棒案内管	×	—	—	—		
	残留熱除去系 (低圧注水系) 配管 (圧力容器内部)	×	—	—	—		
	炉心スプレイ配管 (原子炉圧力容器内部) ・ スパージャ	×	—	—	—		
	給水スパージャ	×	—	—	—		
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉圧力容器内部)	×	—	—	—		
	ジェットポンプ	×	—	—	—		
	中性子束計測案内管	×	—	—	—		

表 2 - 2 (12/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
ケーブル	高圧	高圧難燃 CV ケーブル	○	×	×	○	●絶縁特性変化	
	低圧	KGB ケーブル	○	×	×	×		
		難燃 PN ケーブル	○	×	×	×		
		難燃 CV ケーブル	○	×	×	○	●絶縁特性変化	
		難燃 CC ケーブル	○	×	×	×		
	同軸	難燃一重同軸ケーブル	○	×	×	×		
		難燃二重同軸ケーブル	○	×	×	×		
		難燃三重同軸ケーブル	○	×	×	×		
	ケーブルトレイ 電線管	ケーブルトレイ	○	×	×	○	●全面腐食(外面腐食)	
		電線管	×	—	—	—		
	ケーブル 接続部	端子台接続	○	×	×	×		
		端子接続	○	×	×	×		
		電動弁コネクタ接続	○	×	×	×		
		同軸コネクタ接続	○	×	×	×		

表 2-2 (13/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
タービン	高压タービン	高压タービン	×	—	—	—		
	低压タービン	低压タービン	×	—	—	—		
	RFPタービン	RFPタービン	×	—	—	—		
	主要配管	リード管	×	—	—	—		
		クロスアラウンド管	×	—	—	—		
		クロスアラウンド安全弁出口管	×	—	—	—		
	主要弁	主蒸気止め弁	×	—	—	—		
		蒸気加減弁	×	—	—	—		
		組合せ中間弁	×	—	—	—		
		タービンバイパス弁	×	—	—	—		
		クロスアラウンド安全弁	×	—	—	—		
		高压蒸気止め弁	×	—	—	—		
		高压蒸気加減弁	×	—	—	—		
		低压蒸気止め弁	×	—	—	—		
		低压蒸気加減弁	×	—	—	—		
	タービン制御装置	主タービン電気油圧式制御装置	×	—	—	—		
	グラント蒸気 排風機	グラント蒸気排風機	×	—	—	—		
	RCICタービン及び 付属装置	RCICタービン及び付属装置	×	—	—	—		

表 2-2 (14/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持に必要な設備	通常運転状態変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化事象	備考
				地震	津波		
コンクリート及び鉄骨構造物	原子炉建屋(鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨造)	○	×	×	○	○コンクリート強度低下	
	タービン建屋(鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨造)	○	×	×	○	○コンクリート強度低下	
	ディーゼル発電機建屋(鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	使用済燃料輸送容器保管建屋(鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨鉄筋コンクリート造または鉄骨造)	×	—	—	—		
	高温焼却炉設備建屋(鉄筋コンクリート造)	×	—	—	—		
	プロセス主建屋(鉄筋コンクリート造)	×	—	—	—		
	焼却工作建屋(鉄筋コンクリート造, 一部鉄骨鉄筋コンクリート造)	×	—	—	—		
	取水構造物(鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	復水貯蔵タンク基礎・埋設ダクト(鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	海水配管ダクト(鉄筋コンクリート造)	○	×	×	○	○コンクリート強度低下	
	軽油タンク基礎・軽油配管トレンチ(鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		
	非常用電源設備連絡ダクト(鉄筋コンクリート造)	○	×	×	×		

表 2 - 2 (15/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
計測制御 設備	圧力	原子炉圧力計測装置	○	×	×	×		
		RHRSポンプ吐出圧力計測装置	○	×	×	×		
		DG潤滑油機関入口圧力計測装置	○	×	×	×		
		蒸気加減弁急速閉検出用圧力 計測装置	×	—	—	—		
	温度	主蒸気管トンネル温度計測装置	×	—	—	—		
		EECW空気冷却器入口空気温度 計測装置	○	×	×	×		
		SGTSトレイン温度計測装置	○	×	×	×		
	流量	主蒸気管流量計測装置	×	—	—	—		
	水位	原子炉水位計測装置	○	×	×	×		
		スクラム排出容器水位計測装置	○	×	×	×		
	中性子束	SRNM計測装置	○	×	×	×		
	放射線	主蒸気管放射線計測装置	×	—	—	—		
		原子炉建屋換気系放射線計測装置	○	×	×	×		
		活性炭吸着塔出口放射線計測装置	×	—	—	—		
	振動	地震加速度計測装置	○	×	×	×		
	濃度	原子炉格納容器内水素濃度 計測装置	×	—	—	—		

表 2－2（16/23） 冷温停止維持に必要な設備（6号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
計測制御 設備	位置	主蒸気止め弁位置計測装置	×	—	—	—		
	回転数	原子炉隔離時冷却系タービン回転 数計測装置	×	—	—	—		
	補助継電器盤	Aチャンネル原子炉保護系制御盤	○	×	×	×		
	操作制御盤	原子炉制御盤	○	×	×	×		

表 2 - 2 (17/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
空調設備	ファン及び空調機	残留熱除去系ポンプ室空調機	○	○	×	×	○摩耗	
		高圧炉心スプレイ系ポンプ室 空調機	×	—	—	—		
		低圧炉心スプレイ系ポンプ室 空調機	○	×	×	×		
		非常用スイッチギヤ室空調機	×	—	—	—		
		非常用スイッチギヤ室排風機	×	—	—	—		
		中央制御室空調機	○	×	×	×		
		中央制御室ブースター排風機	○	○	×	×	○摩耗	
		非常用ガス処理系排風機	○	×	×	×		
		5,6号電気品室空調機	×	—	—	—		
		非常用ディーゼル発電機(A) (HPCS) 室天井換気扇	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電機(B) 室送 風機	○	×	×	×		
		D/G(B) 常非常用送風機	○	×	×	×		
		D/G(B) 常非常用排風機	○	×	×	×		
	冷凍機	中央制御室冷凍機	×	—	—	—		
		5,6号電気品室空調機冷却水系冷 凍機	×	—	—	—		

表 2 - 2 (18/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状 態変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
空調設備	フィルタ ユニット	非常用ガス処理系フィルタユニット	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電機(A)(HPCS) 室給気フィルタユニット	×	—	—	—		
		非常用ディーゼル発電機(B)室給気 フィルタユニット	○	×	×	×		
		非常用電気品室給気フィルタユニット	×	—	—	—		
	ダクト	中央制御室系ダクト	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電設備系ダクト	○	×	×	×		
		非常用電気品室系ダクト	×	—	—	—		
		非常用スイッチギヤ室系ダクト	×	—	—	—		
	ダンパ及び弁	中央制御室系ダンパ (空気作動式)	○	×	×	×		
		非常用ディーゼル発電設備系ダンパ (空気作動式)	○	×	×	×		
		非常用電気品室系ダンパ (空気作動式)	○	×	×	×		
		中央制御室系ダンパ (電動式)	○	×	×	×		
		中央制御室系ダンパ (重力式)	○	×	×	×		

表 2 - 2 (19/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持に 必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
空調設備	ダンパ及び弁	非常用ディーゼル発電設備系ダンパ (重力式)	○	×	×	×		
		非常用ガス処理系ダンパ (重力式)	○	×	×	×		
		非常用電気品室系ダンパ (重力式)	×	—	—	—		
		非常用スイッチギヤ室系ダンパ (重力式)	×	—	—	—		
		原子炉建屋隔離弁	○	×	×	×		

表 2 - 2 (20/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6 号炉)

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
機械設備	制御棒	○	×	×	×		
	制御棒駆動機構	×	—	—	—		
	水圧制御ユニット	×	—	—	—		
	非常用ディーゼル機関 A 号機	○	×	×	×		
	非常用ディーゼル機関 B 号機	○	×	×	×		
	HPCS ディーゼル機関	×	—	—	—		
	可燃性ガス濃度制御系設備	×	—	—	—		
	燃料取替機	○	○	×	×	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
	原子炉建屋クレーン	○	○	×	×	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
	計装用圧縮空気系設備	○	×	×	×		
	主蒸気逃がし安全弁自動減圧機構用圧縮設備	×	—	—	—		
	蒸気式空気抽出器	×	—	—	—		
	新燃料貯蔵ラック	×	—	—	—		
	所内ボイラ設備	×	—	—	—		
	濃縮設備	×	—	—	—		
	固化設備	×	—	—	—		
	機器付基礎ボルト	○	×	×	×		

表 2－2 （21/23） 冷温停止維持に必要な設備（6号炉）

大分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
				地震	津波		
機械設備	後打メカニカルアンカ	○	×	×	×		
	後打ケミカルアンカ	○	×	×	×		

表 2 - 2 (22/23) 冷温停止維持に必要な設備 (6号炉)

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状 態変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
電源設備	高圧閉鎖配電盤	非常用 M/C (VCB)	○	×	×	×		
	動力用変圧器	非常用 P/C 変圧器	○	×	×	×		
		HPCS MCC 変圧器	×	—	—	—		
	低圧閉鎖配電盤	非常用 P/C	○	×	×	×		
		直流 P/C	○	×	×	×		
		計測用P/C	○	×	×	×		
	コントロール センタ	非常用MCC	○	×	×	○	○導通不良 ○特性変化 ○絶縁特性低下	
		直流MCC	○	×	×	×		
	ディーゼル発電 設備	非常用ディーゼル発電設備	○	×	×	×		
		HPCSディーゼル発電設備	×	—	—	—		
	MGセット	RPS-MGセット	○	×	×	×		
	バイタル電源用 CVCF	バイタル電源用CVCF	○	×	×	×		
	直流電源設備	250 V蓄電池	○	×	×	×		
		125 V蓄電池	○	×	×	×		
		24 V蓄電池	○	×	×	×		

表 2－2（23/23） 冷温停止維持に必要な設備（6号炉）

大分類	小分類	機器名称	冷温停止維持 に必要な設備	通常運転状態 変化有無	震災影響(有○無×)		想定すべき劣化 事象	備考
					地震	津波		
電源設備	直流電源設備	250 V 充電器盤	○	×	×	×		
		125 V 充電器盤	○	×	×	×		
		24 V 充電器盤	○	×	×	×		
	計測用変圧器	計測用変圧器	○	×	×	×		
	計測用分電盤	交流計測用分電盤	○	×	×	×		
		RPS 計測用分電盤	○	×	×	×		
		直流分電盤	○	×	×	×		
		バイタル計測用分電盤	○	×	×	×		

Ⅱ－２．２ 個別の劣化事象に対する技術評価

Ⅱ－２．２．１ 経年劣化事象として留意すべき事項があるもの

(1) 腐食

①全面腐食（RHR S配管，SGTS配管，DG SW配管，ケーブルトレイ（没水部））

地震・津波による影響については、炭素鋼製配管では、海水の浸水により配管外面からの腐食進展の恐れがある。現在も海水系配管の一部（RHR S系配管，DG SW配管），空調系配管の一部（SGTS系配管），ケーブルトレイがトレンチ内で没水状態にあるため、長期的には腐食による損傷の可能性が否定出来ないことから、今後の水抜・設備健全性確認を行う必要があると考える。

なお、より腐食が進展すると思われる乾湿境界面（没水・気中曝露部近傍）における状態を確認した限りでは特に有意な腐食進展は確認されていないものの、念のため今後１～２年を目途に計画的に水抜を行いながら、設備の健全性確認を行っていくことを特別な保全計画に定め、実施していくこととしている。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

(2) その他

①絶縁特性低下（ケーブル（没水部））

屋外トレンチ内の高圧ケーブルで津波による没水部位については、水トリー対策を施しているケーブルではあるものの、没水環境下にあり、その発生の可能性は否定できないことから、出来るだけ早期にケーブル没水部の水抜による環境改善を図ることが望ましいと考える。

しかしながら、同高圧ケーブルについては、既にバックアップ用のケーブルを敷設して、万一の場合はバックアップ用ケーブルに切り替える準備を完了しており、冷却システム自体が機能故障を生じることが無いよう、設備機能維持に万全を図っている。また、念のため今後１～２年を目途に計画的に水抜を行いながら、設備の健全性確認を行っていくことを特別な保全計画に定め、実施していくこととしている。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

Ⅱ－２．２．２ 経年劣化事象として留意すべき事項がないと判断したもの

(1) 腐食

①全面腐食（RHR S配管）

冷温停止維持にあたり、現在RHR S系については炉内燃料冷却のため常時運転しており、これまでの主に定検時のみの運転時間と比べて多くなっていることから、配管内面からの腐食進展が早まる可能性は否定できない。

しかしながら、停止時間が長かったこれまでも満水状態で保管していたこと及び内面にライニングが施されていることを勘案すると、配管内面からの全面腐食について

今回の運用状態の変化が劣化を加速させることは考え難い。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

②FAC・LDI（RHR系配管）

冷温停止維持にあたり、現在RHR系については、炉内燃料冷却のため常時運転しており、これまでの主に定検時のみの運転時間と比べて多くなっている。

しかしながら、これらの系統は40度程度と温度も十分低くFACが想定し難い環境にあること、またLDIを起すような圧力変動域を有しておらず、また今後数年以内を目途に炉内にある燃料を移動する計画としており、それ以降は同配管を介した冷却機能は当面不要となる。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

③孔食・すきま腐食（RHR S系配管）

地震・津波による影響については、ステンレス製配管では、海水の浸水により腐食進展の恐れがある。

しかしながら、津波による被水影響を受けた配管のうち冷温停止維持にあたり現在運用しているRHR S系配管については炭素鋼製であり、孔食・すきま腐食は考え難い。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

（2）疲労

①低サイクル疲労割れ（RHR系配管）

運転状態・設備状態の変化により、低サイクル疲労割れのリスクを早める可能性は否定できないが、冷温停止維持にあたり現在運用しているRHR系については、現在長期冷温停止中であり通常運転状態にて想定したサーマルサイクルよりもより安全側であることから、地震・津波に伴う新たに保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

なお、震災時の地震による影響については、「平成23年東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いた原子炉建屋及び耐震安全上重要な機器・配管系の地震応答解析結果に関する報告書」（H23年8月）においてRHR系配管に対して耐震解析を行い、地震による影響は基準地震動（Ss）によるものに包絡されることが確認されている。

（3）応力腐食割れ

①粒界型応力腐食割れ（IGSCC）（RHR系配管，FPC系配管，CUW系配管）

運転状態・設備状態の変化により、IGSCCの感受性を高める可能性は否定できないが、冷温停止維持にあたり現在運用しているRHR系・FPC系・CUW系につ

いては、現在長期冷温停止中であり40度程度と温度は十分低く、100度を十分下回っている。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

②貫粒型応力腐食割れ（TGSCC）（RHR S系配管）

地震・津波による影響により海水を被水したステンレス鋼製配管等においてTGSCCの感受性を高める可能性は否定できないが、津波による被水影響を受けた配管のうち冷温停止維持にあたり現在運用しているRHR S系については、炭素鋼製でありTGSCCは発生し難い。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

（４）その他

①絶縁特性低下（RHRポンプモータ、RHR Sポンプモータ、燃料取替機、原子炉建屋クレーン、電源設備（ケーブル（没水部）を除く。））

長期的劣化としての絶縁特性低下については、冷温停止維持に必要な設備の電動機の状態監視（保護継電器の動作状況等）により健全性を確認しているが、圧力・運転時間等の運転状態の変化には殆ど関係なく、燃料取出までの期間を考えても短期的に劣化が進むことは考え難い。

また、地震・津波による影響により、海水を被水した電源設備の主な絶縁材（支持サポート、主回路断路部、絶縁支持板等）及び一部空調停止に伴う湿潤環境下に晒された主な絶縁材（支持サポート、主回路断路部、絶縁支持板等）は、絶縁特性低下となる可能性が否定できないことから、目視点検、清掃を行うとともに、計器用変圧器については必要に応じ取替を行っている。今後も目視点検、清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁抵抗低下を監視し、不良が発生した場合は補修・交換等の適切な対応をすることとしている。また、これまでの点検実績からも異常は確認されておらず、現在の使用環境が継続する限り、絶縁抵抗が急激に変化する可能性は小さい。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

②摩耗（RHRポンプ、RHR Sポンプ、MCRブースター排風機、RHRポンプ室空調機）

運転状態・設備状態の変化により、RHRポンプ・RHR Sポンプ・MCRブースター排風機・RHRポンプ室空調機については運転時間の長期化による主軸の摩耗進展が早まる可能性は否定できないが、これまでの点検結果からは短期的に摩耗が進展することは確認されていない。また、振動診断・サーモグラフィー等の状態監視保全にて異常の検知は可能であるが、これまでのところこうした不具合は確認されていない。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

また、地震・津波による影響については、浚渫が出来ない状況下において海水系ポンプにおけるシルト巻き込み等による主軸の摩耗が短期的に進展する可能性は否定できない。しかしながら、これまでの点検結果からは短期的に摩耗が進展することはない。振動診断・サーモグラフィー等の状態監視保全にて異常の検知は可能であるが、これまでのところこうした不具合は確認されていない。またこれまでの点検結果からも異常な摺動摩耗は確認されていない。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

③異物付着（RHRHx）

RHRHxにおいては、運転時間の長期化により、海生物等の異物付着が早まる可能性は否定できないが、適宜水室の開放点検により伝熱管の洗浄を行っていることから、異物付着による伝熱性能低下は無視できると考える。なお、交換熱量については、各出口温度等により適切に管理されており、交換熱量自体も十分に低いことから、これまで異物付着による伝熱性能低下は確認されていない。

なお、上記の通り異物除去を図っていることから、長期運転に伴うデポジットアタック発生のポテンシャルは変化がないと考える。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

④固着（RHRS系弁、DGSW系弁）

冷温停止維持設備の弁のうち、屋外で津波により被水・没水した弁については、固着による動作不良の可能性は否定できないが、これまでのところ弁の固着等の不具合は確認されていない。なお、津波漂流物の衝突等により弁棒が一部変形したものについては、適宜交換を実施している。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

⑤導通不良（燃料取替機、原子炉建屋クレーン、電源設備）

地震・津波の影響により海水を被水した電源設備のスイッチ、及び一部空調停止に伴う湿潤環境下に晒された電源設備のスイッチは、接点部の腐食により導通不良となる可能性は否定できないことから、確認試験を実施し必要に応じて交換しており、交換後には導通試験による健全性の確認を行っている。また今後も目視点検、清掃及び動作試験を実施することにより導通状態を監視し、不良が発生した場合は補修・交換等の適切な対応をすることとしている。更に、これまでの点検実績からも異常は確認されておらず、現在の使用環境が継続する限り、導通不良が急激に変化する可能性は小さい。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

⑥特性変化（燃料取替機，原子炉建屋クレーン，電源設備）

地震・津波の影響により海水を被水した保護継電器，及び一部空調停止に伴う湿潤環境下に晒された保護継電器は，特性が変化する可能性は否定できないことから，確認試験を実施し必要に応じ交換しており，交換後には健全性の確認を行っている。今後も目視点検，清掃及び特性測定を実施することにより特性変化を監視し，特性不良が発生した場合は補修・交換等の適切な対応をすることとしている。また，これまでの点検実績からも異常は確認されておらず，現在の使用環境が継続する限り，特性が急激に変化する可能性は小さい。

以上のことから、現状の保全計画に対して新たな保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

⑦コンクリート強度低下（コンクリート構造物）

津波の影響により海水を被水したコンクリート構造物は，塩化物イオンの浸透傾向が変化する可能性は否定できないが，平成 23 年 12 月まで津波による浸水を受けていたキャスク保管建屋の鉄筋コンクリート壁において，塩分浸透に関する調査を実施した結果（平成 24 年 8 月実施），鉄筋の腐食がないことを確認している。また，海水を被水したコンクリート壁面の内，アクセス可能な範囲において目視確認を行っており，鉄筋腐食に伴うさび汁の漏出やコンクリートの浮き等がないことを確認している。

以上のことから，塩分浸透による鉄筋腐食が急激に進展する可能性は小さく，新たに保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

⑧フィルタ性能低下（MC R フィルタユニット）

MC R フィルタユニットについては，通常運転時とは異なり，現在も使用中であるため，長期使用に伴う性能低下が早まる可能性は否定できない。

こうしたことを踏まえ，現在同フィルタユニットについては，差圧管理等を行いながら必要に応じて交換することとしている。

以上のことから，新たに保全内容への追加すべき項目は無いと考える。

Ⅱ－２．３ 評価結果

Ⅱ－２．２の評価結果から，本評価により保全計画へ追加すべき項目は無い。また 30 年目までに定めた長期保守管理方針の実施項目については今後計画的に実施することとしており、項目の削除は行わない。以上より震災の影響により長期保守管理方針に対して変更すべき項目はない。

以上