

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

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-337 改6
提出年月日	平成30年9月14日

V-2-別添 2-5 防護カバーの耐震性についての計算書

目次

1. 概要.....	1
2. 一般事項.....	2
2.1 配置概要.....	2
2.2 構造計画.....	3
2.3 評価方針.....	4
2.4 適用基準.....	5
2.5 記号の説明.....	6
3. 設計用地震力.....	7
4. 評価部位.....	7
5. 構造強度評価.....	8
5.1 荷重及び荷重の組合せ.....	8
5.2 許容限界.....	8
5.3 計算方法.....	10
5.4 計算条件.....	11
6. 評価結果.....	11

1. 概要

本資料は、添付書類「V-1-1-8-5 溢水防護施設の詳細設計」に示すとおり、防護カバーが、基準地震動 S_0 による地震力に対して、溢水防護対象区画内で発生を想定する配管破断時の漏えい蒸気量を制限する機能の維持及び上位クラス施設である原子炉隔離時冷却系配管に波及的影響を及ぼさないことを確認するために、十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

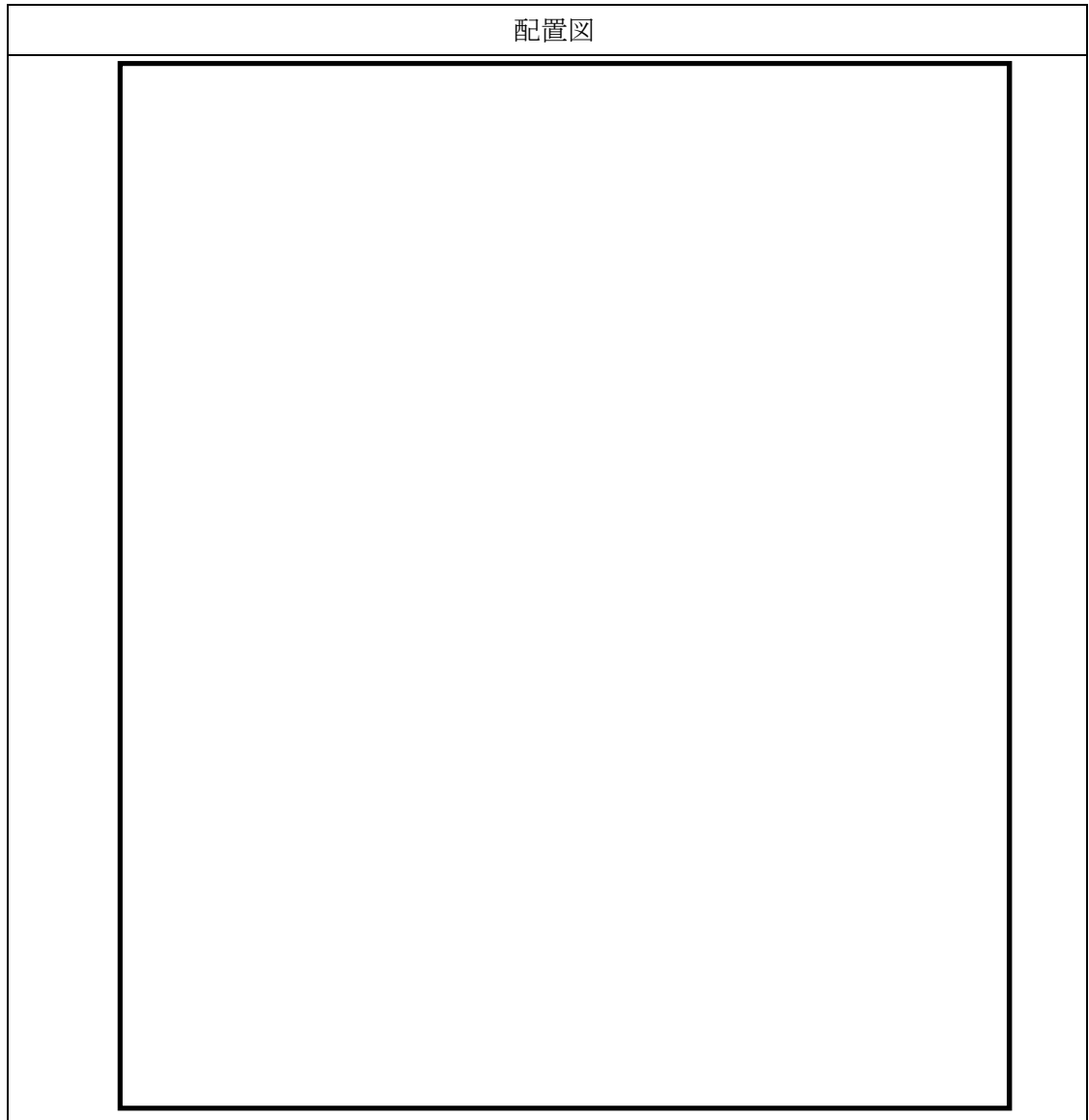
防護カバーは、設計基準対象施設においてはCクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 配置概要

防護カバーは、添付書類「V-1-1-8-5 溢水防護施設の詳細設計」の「4.1 溢水伝播を防止する設備」に示す配置のとおり、原子炉隔離時冷却系配管を囲うように設置する。防護カバーの設置位置図を表2-1に示す。

表 2-1 防護カバーの設置位置図



2.2 構造計画

防護カバーは、添付書類「V-2-別添 2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「2.1 評価対象施設」に示す構造計画を踏まえて、詳細な構造を設定する。

防護カバーの構造計画を表 2-2 に、防護カバーの概略構造図を図 2-1 に示す。

防護カバー本体は、配管のターミナルエンドを覆う構造とし、防護カバー本体とパッドを溶接することで固定する。配管とラグ及び防護カバー本体とシム調整キャップは溶接されており、配管破断時に、ラグとシム調整キャップにより配管の変位を拘束する構造とする。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
防護カバーは配管のターミナルエンド部を覆う形で設置されており、ラグと配管、シム調整キャップと防護カバー本体、パッドと防護カバー本体は溶接し固定する。	防護カバー、シム調整キャップ及びラグで構成する。	図 2-1

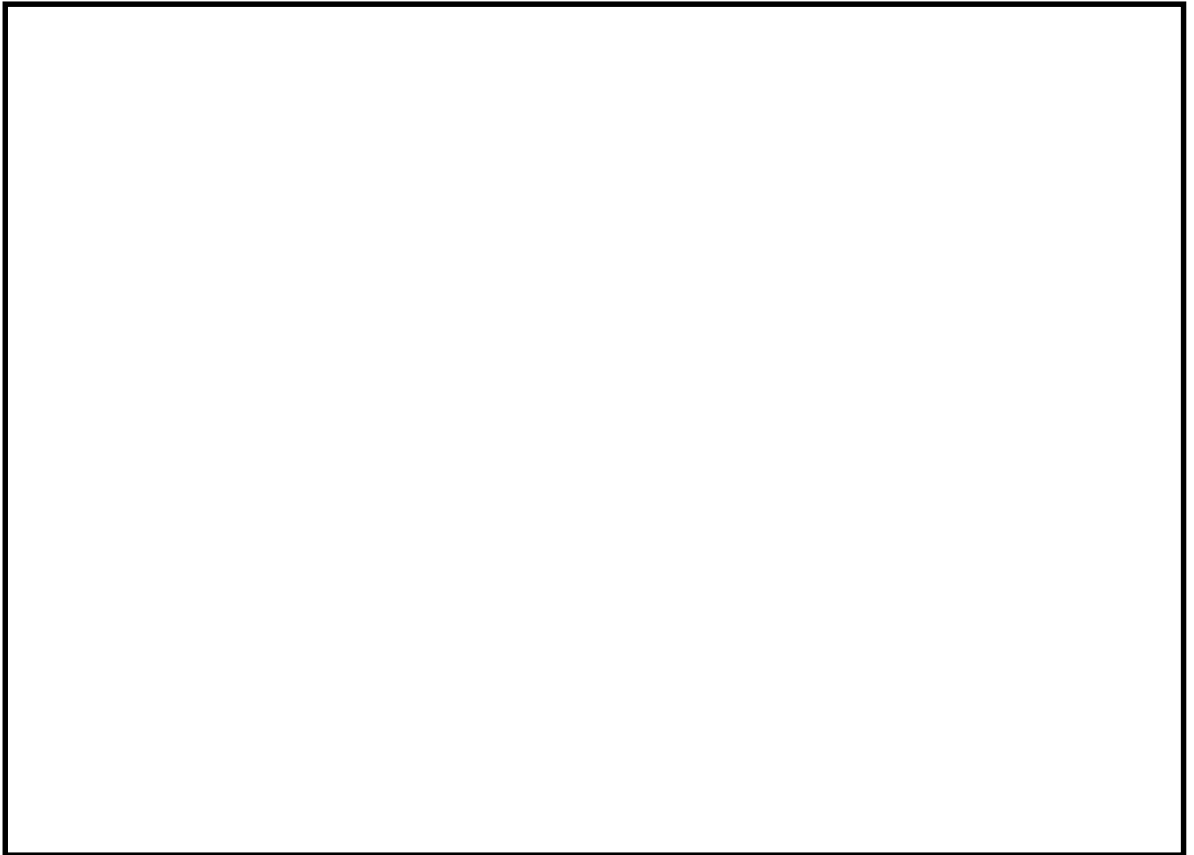


図2-1 防護カバーの概略構造図

2.3 評価方針

評価は、表2-3に示すように質量が最も大きく、設置位置も高い原子炉建屋原子炉棟防護カバー2に対して実施する。

求められた加速度に防護カバー質量を乗じて基準地震動 S_s による設計用地震力を求め、この設計用地震力が作用することにより防護カバーとパッドの溶接部に生じる応力が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」に示す方法にて確認する。

防護カバーが基準地震動 S_s に対して、防護カバー本体とパッドの溶接部が、概ね弾性状態に留まることを計算により確認する評価方針としていることを踏まえ、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に示しているその他の支持構造物の許容応力状態 IV_{AS} の許容限界を準用する。防護カバーの耐震評価フローを図2-2に示す。

表2-3 防護カバーの設計条件

評価対象設備	質量 (kg)	設置位置 (m)
防護カバー1		EL. 2.50
防護カバー2		EL. 18.55

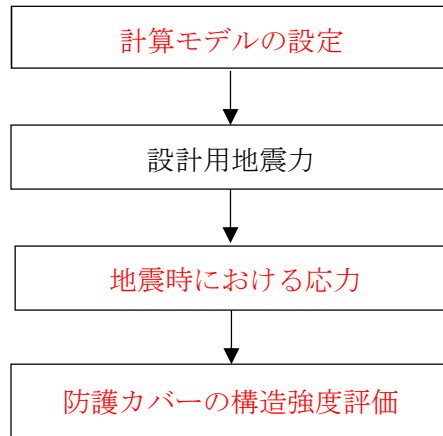


図 2-2 防護カバーの耐震評価フロー

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 (日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 (日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))
J S M E S N C 1 -2005/2007 (日本機械学会)

2.5 記号の説明

防護カバーの耐震評価に用いる記号を表 2-4 に示す。

表 2-4 耐震評価に用いる記号

記号	説明	単位
F_H	防護カバーに作用する水平方向荷重	N
F_V	防護カバーに作用する鉛直方向荷重	N
A_p	防護カバーとパッドの溶接部断面積	mm ²
b	防護カバーのパッド接触端部間の直線距離	mm
f_t^*	許容応力状態IV _A Sでの許容引張応力	MPa
f_s^*	許容応力状態IV _A Sでの許容せん断応力	MPa
f_t	許容引張応力 (f_t^* を1.5倍した値)	MPa
f_s	許容せん断応力 (f_s^* を1.5倍した値)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h	防護カバー切欠部長さ	mm
m	防護カバー質量	kg
t_{wp}	防護カバーとパッド溶接部脚長	mm
C_H	水平方向設計震度 (=1.34)	-
C_V	鉛直方向設計震度 (=1.01)	-
σ_p	引張応力	MPa
τ_p	せん断応力	MPa
σ	組合せ応力	MPa

3. 設計用地震力

基準地震動 S_0 による設計用地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

防護カバーは機器・配管として評価する。防護カバー及び架構は十分に剛であるため、防護カバーに作用する加速度は、設置床の最大応答加速度より求める。防護カバーの設置床の最大応答加速度から算出した設計震度を表3-1に示す。

表 3-1 地震荷重の算定に用いる設計震度

据付場所及び床面高さ (m)	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
 EL. 20.30	1.34	1.01

4. 評価部位

原子炉隔離時冷却系配管に対しての波及的影響を確認するために、基準地震動 S_0 による荷重の伝達経路となる防護カバー本体とパッドの溶接部について評価する。なお、パッドから防護カバーの地震荷重が伝達する配管支持構造物であるラグについては、添付書類「V-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書」において、配管系から生じる地震荷重に適切に組み合わせることにより健全性の確認を行う。

5. 構造強度評価

5.1 荷重及び荷重の組合せ

基準地震動 S_s による荷重及び防護カバーの自重を考慮する。

なお、基準地震動 S_s による荷重は防護カバー重心位置に作用するものとし、床応答曲線から求めた水平方向及び鉛直方向の加速度による設計用地震力、並びに防護カバーの自重による組み合わせを考慮する。

$$\text{水平方向荷重： } F_H = m \times C_H \times g$$

$$\text{鉛直方向荷重： } F_V = m \times (1 + C_v) \times g$$

5.2 許容限界

防護カバー本体とパッドの溶接部の許容応力は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-1 のとおりとする。また、表 5-2 に使用材料の許容応力評価条件を示す。

表 5-1 許容応力（その他の支持構造物(設計基準対象施設)）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV_{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記 *1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-2 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

計算対象部位	材料	温度条件 (°C)	S_y (MPa)	S_u (MPa)	F (MPa)
防護カバー本体		302			
パッド		302			

5.3 計算方法

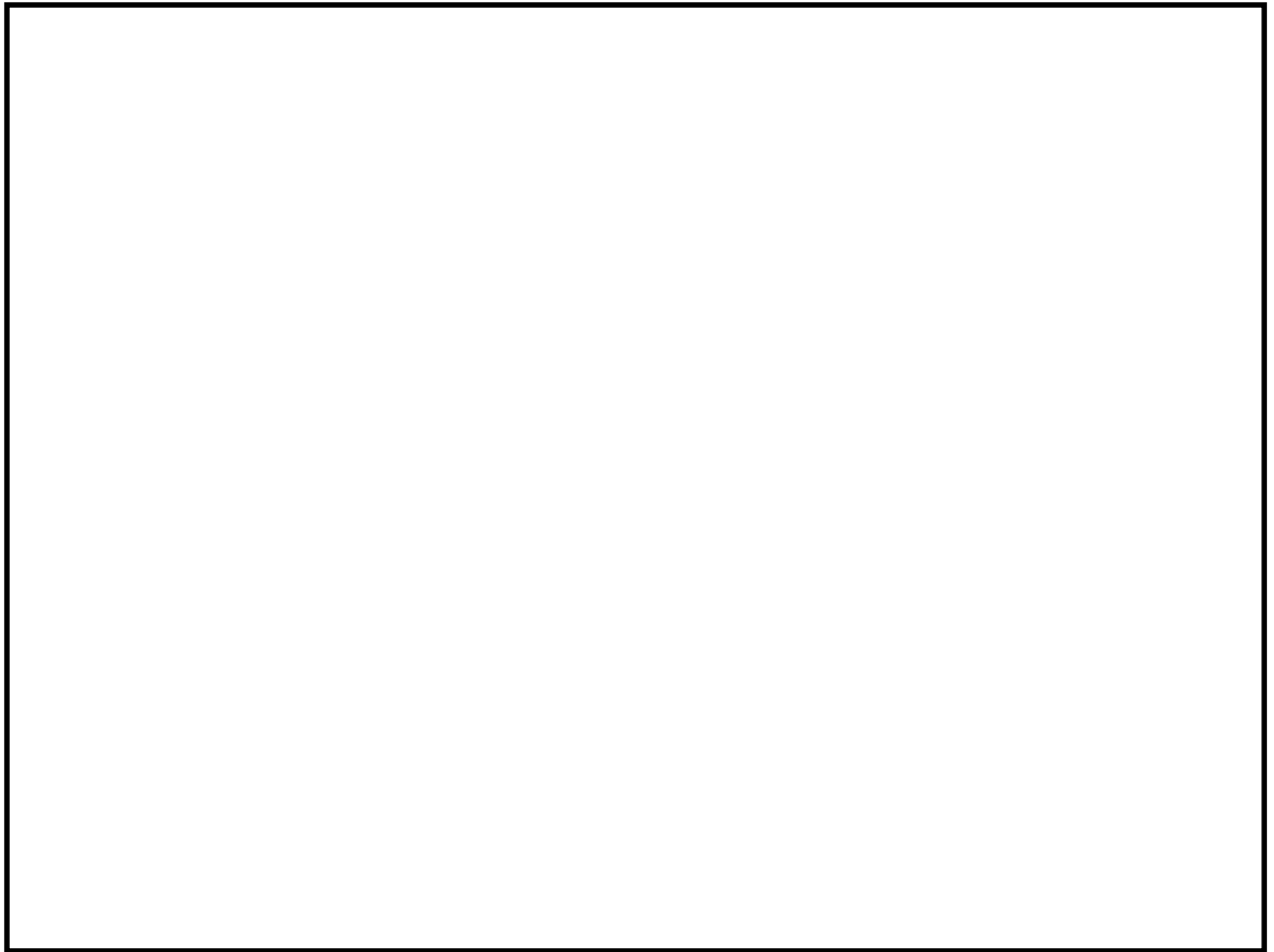
防護カバー本体とパッドの溶接部における引張応力、せん断応力及び組合せ応力を算出し、許容せん断応力以下であることを確認する。

発生応力は次の計算式により求める。なお、円周部の長さについては、安全側に防護カバーのパッド接触端部間の直線距離とする。

$$\sigma_p = \frac{F_V}{A_p} \quad \tau_p = \frac{F_H}{A_p}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_p^2 + \tau_p^2}$$

$$A_p = 2(b+h) \frac{t_{wp}}{\sqrt{2}}$$



注：x-y は水平面を表す。

図 5-1 防護カバーの溶接部の構造図

5.4 計算条件

表 5-3 に防護カバーの計算条件を示す。

表 5-3 防護カバーとパッド溶接部の計算条件

名称	F _H (N)	F _V (N)	主要寸法		
			b (mm)	h (mm)	t _{w p} (mm)
原子炉建屋原子炉棟 防護カバー2					

6. 評価結果

防護カバーの評価結果を表 6-1 に示す。発生する応力は、許容限界以下であることを確認した。

表 6-1 基準地震動 S_s に対する応力評価結果

評価部位	応力の種類	算出応力	許容限界
		(MPa)	(MPa)
防護カバーとパッドの 溶接部	引張応力		
	せん断応力		
	組合せ応力		