

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4
提出年月日	平成30年8月2日

V-2-別添 2-6 防護カバーの耐震性についての計算書

目次

1. 概要.....	3
2. 一般事項.....	4
2.1 配置概要.....	4
2.2 構造計画.....	5
2.3 評価方針.....	6
2.4 適用基準.....	7
2.5 記号の説明.....	8
3. 評価部位.....	9
4. 構造強度評価.....	9
4.1 荷重及び荷重の組合せ.....	9
4.2 許容限界.....	9
4.3 計算方法.....	11
4.4 計算条件.....	12
5. 評価結果.....	12

1. 概要

本資料は、資料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_s 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。

資料V-2-1-4「重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」より、防護カバーの耐震設計上の重要度分類は、Cである。

2. 一般事項

2.1 配置概要

防護カバーは、資料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第2-1表に示す。

第2-1表 防護カバーの設置位置図

設備名称	配置図
防護カバー	

2.2 構造計画

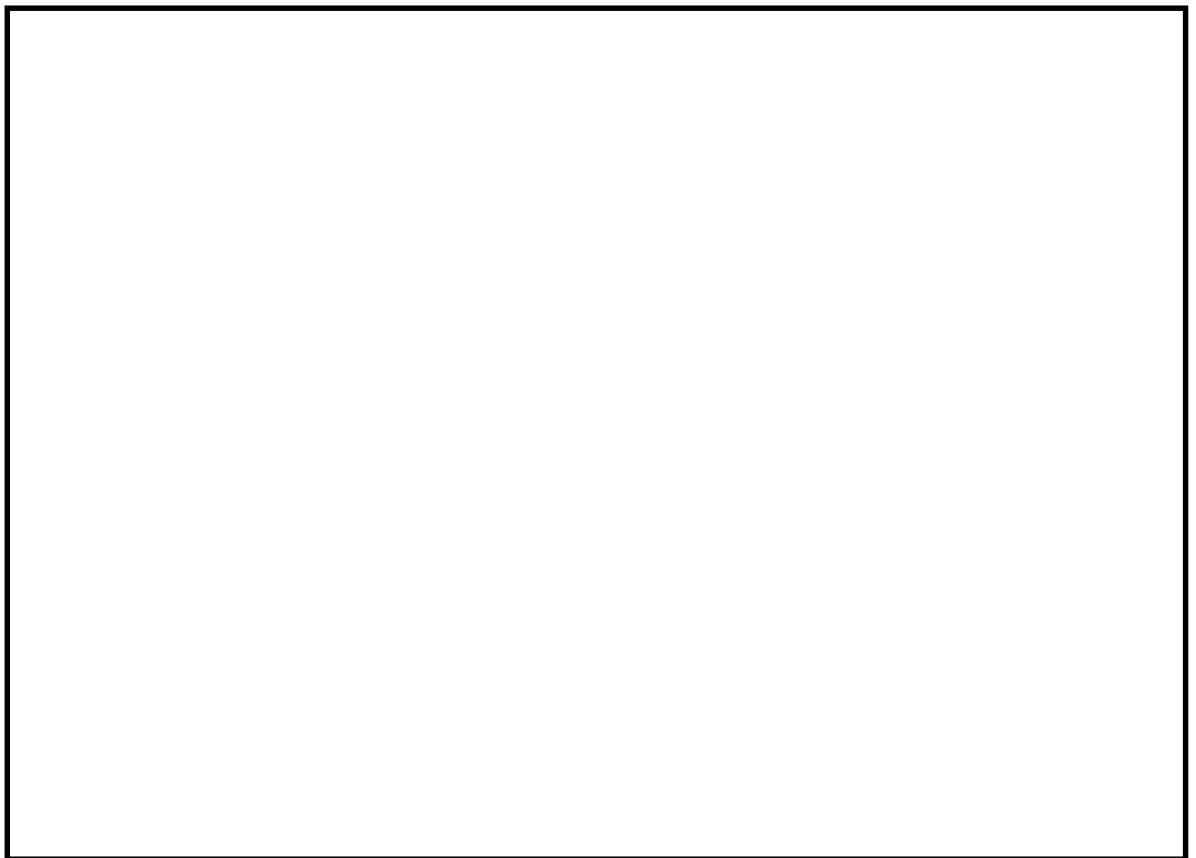
防護カバーは、V-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「2.1 評価対象施設」に示す構造計画を踏まえて、詳細な構造を設定する。

防護カバーの構造計画を第 2-2 表に、防護カバーの外観図を第 2-1 図に示す。

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。

第 2-2 表 防護カバーの構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
防護カバー	防護カバー、シム調整キャップ及びラグで構成する。	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。	第 2-1 図



第 2-1 図 防護カバーの説明図

2.3 評価方針

評価は、第2-3表に示すように重量が最も大きく、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。

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、据え付けられる床面における床応答より求める。資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき算定された床応答加速度から、地震荷重の算定に用いる設計用加速度を抽出し、第2-4表に示す。求められた加速度に防護カバー重量を乗じて基準地震動 S_s による荷重を求め、この荷重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を評価する。

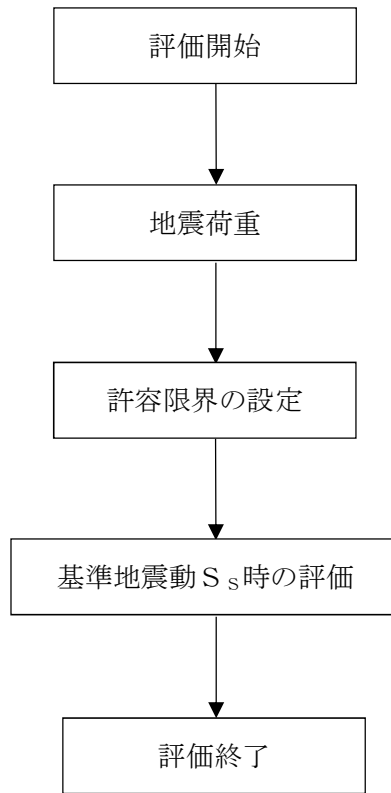
防護カバーが基準地震動 S_s に対し十分な強度を有することを示すために、許容応力状態 IV_A Sとする。防護カバーの耐震評価フローを第2-2図に示す。

第2-3表 防護カバーの設計条件

評価対象設備	重量 (kg)	設置位置 (m)
原子炉建屋原子炉棟 防護カバー1		EL. 2.50
原子炉建屋原子炉棟 防護カバー2		EL. 18.55

第2-4表 地震荷重の算定に用いる設計震度

設計用床応答曲線 建屋及び高さ (m)	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
原子炉建屋原子炉棟 EL. 20.30	1.34	1.01



第 2-2 図 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。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC 1-2005/2007」(社) 日本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4 6 0 1-1987」(社) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4 6 0 1・補-1984」(社) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4 6 0 1-1991 追補版」(社) 日本電気協会

2.5 記号の説明

防護カバーの耐震評価に用いる記号を第2-5表に示す。

第2-5表 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_s^*	許容応力状態IV _A Sでの許容せん断応力	MPa
f_t^*	許容応力状態IV _A Sでの許容引張応力	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	防護カバー重量	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

3. 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_s 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。尚、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、資料 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。

4. 構造強度評価

4.1 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荷重、並びに防護カバーの自重による組み合わせを考慮する。

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

鉛直方向荷重：
$$F_V = m \times (1 + C_V) \times g$$

4.2 許容限界

防護カバー本体とパッドの溶接部の許容応力については、支持構造物の許容応力状態 $IV_A S$ の許容応力を適用する。第 4-1 表に許容応力を、第 4-2 表に使用材料の許容応力評価条件を示す。

第 4-1 表 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 (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張	せん断	組合せ
$IV_A S$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

第 4-2 表 使用材料の許容応力評価条件

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			

4.3 計算方法

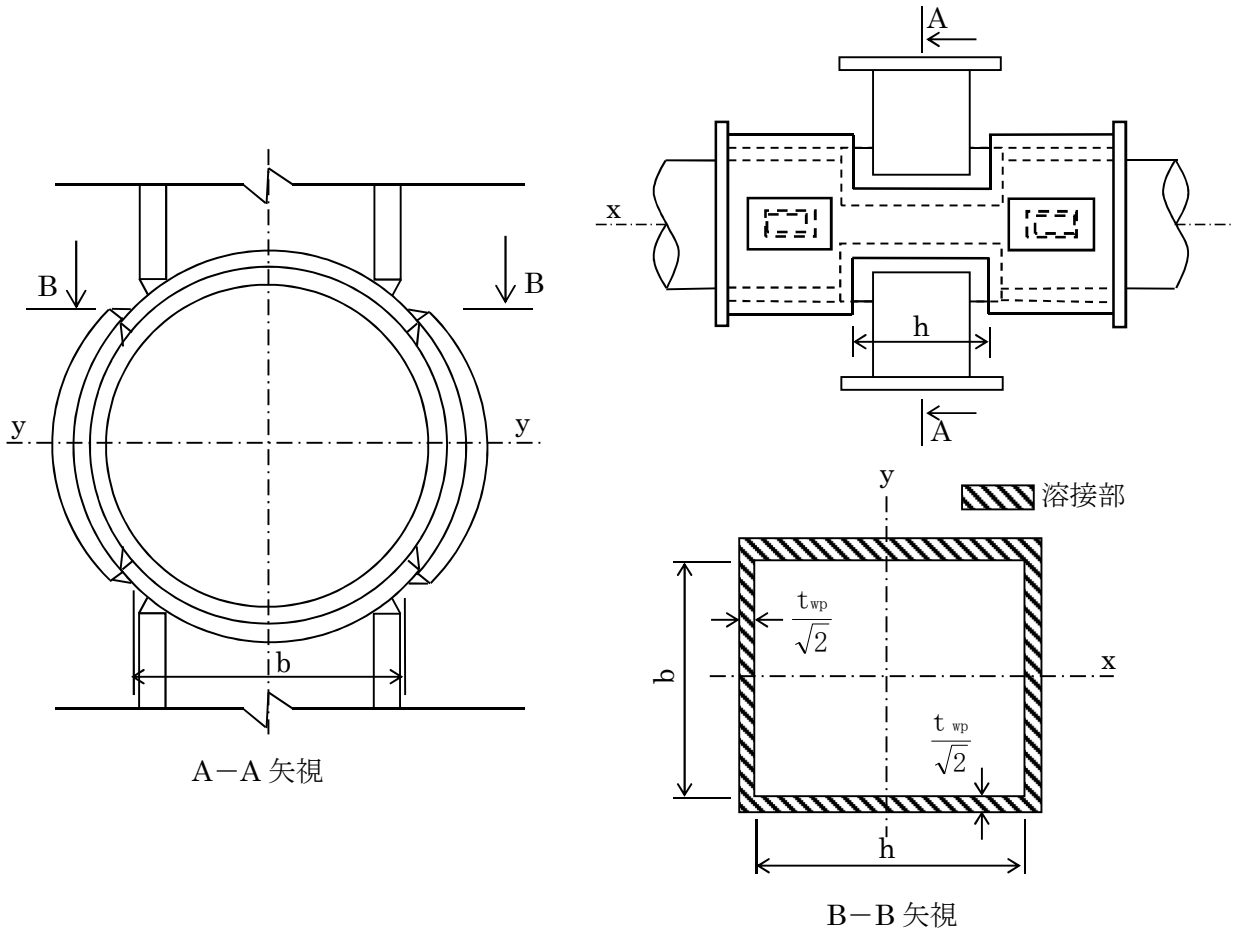
防護カバー本体とパッドの溶接部における引張応力、せん断応力及び組合せ応力を算出し、許容せん断応力以下であることを確認する。

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。

$$\sigma_p = \frac{F_V}{A_p} \leq 1.5f_t^* \quad \tau_p = \frac{F_H}{A_p} \leq 1.5f_s^*$$

$$\sqrt{\sigma_p^2 + \tau_p^2} \leq 1.5f_s^*$$

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



注：x-y は水平面を表す

4.4 計算条件

第4-3表に防護カバーの計算条件を示す。

第4-3表 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 _{wp} (mm)
原子炉建屋原子炉棟 防護カバー2					

5. 評価結果

防護カバーの評価結果を第5-1表に示す。発生する応力は、許容応力以下であることを確認した。

第5-1表 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	許容応力
		(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		