

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2
提出年月日	平成30年6月15日

V-2-別添 2-9 防護カバーの耐震性についての計算書

目次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	2
2.1 位置.....	2
2.2 構造概要.....	2
2.3 評価方針.....	4
2.4 適用規格.....	5
3. 応力評価.....	6
3.1 評価対象部位.....	6
3.2 荷重の組合せ及び許容応力.....	6
3.3 応力評価方法.....	7
3.4 応力評価条件.....	8
4. 評価結果.....	9

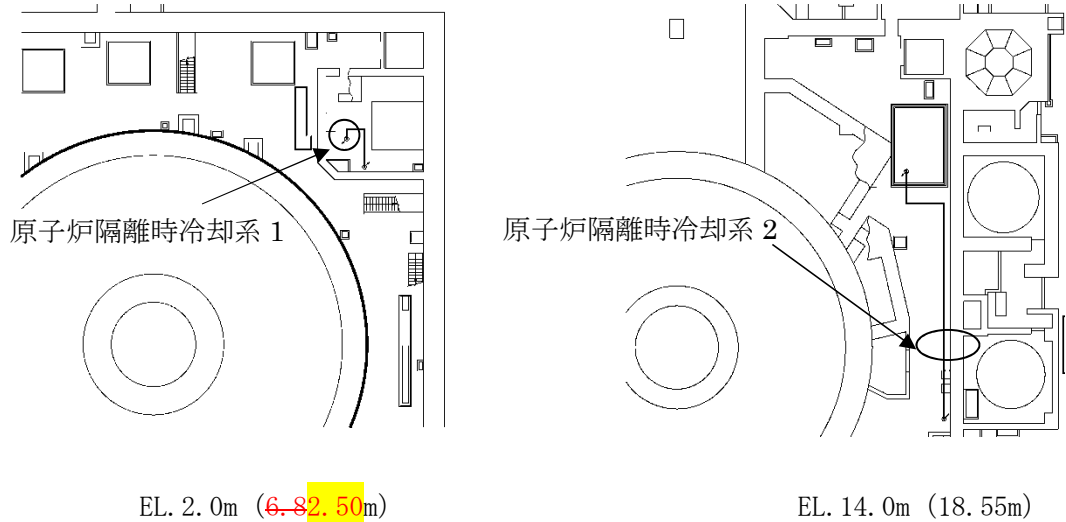
1. 概要

本資料は、V-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」に基づき、防護カバーは基準地震動 S_s による地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認することで、上位クラス施設である原子炉隔離時冷却系配管に対して、波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

防護カバーは、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を第2-1図に示す。



第2-1図 防護カバーの設置位置

2.2 構造概要

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。

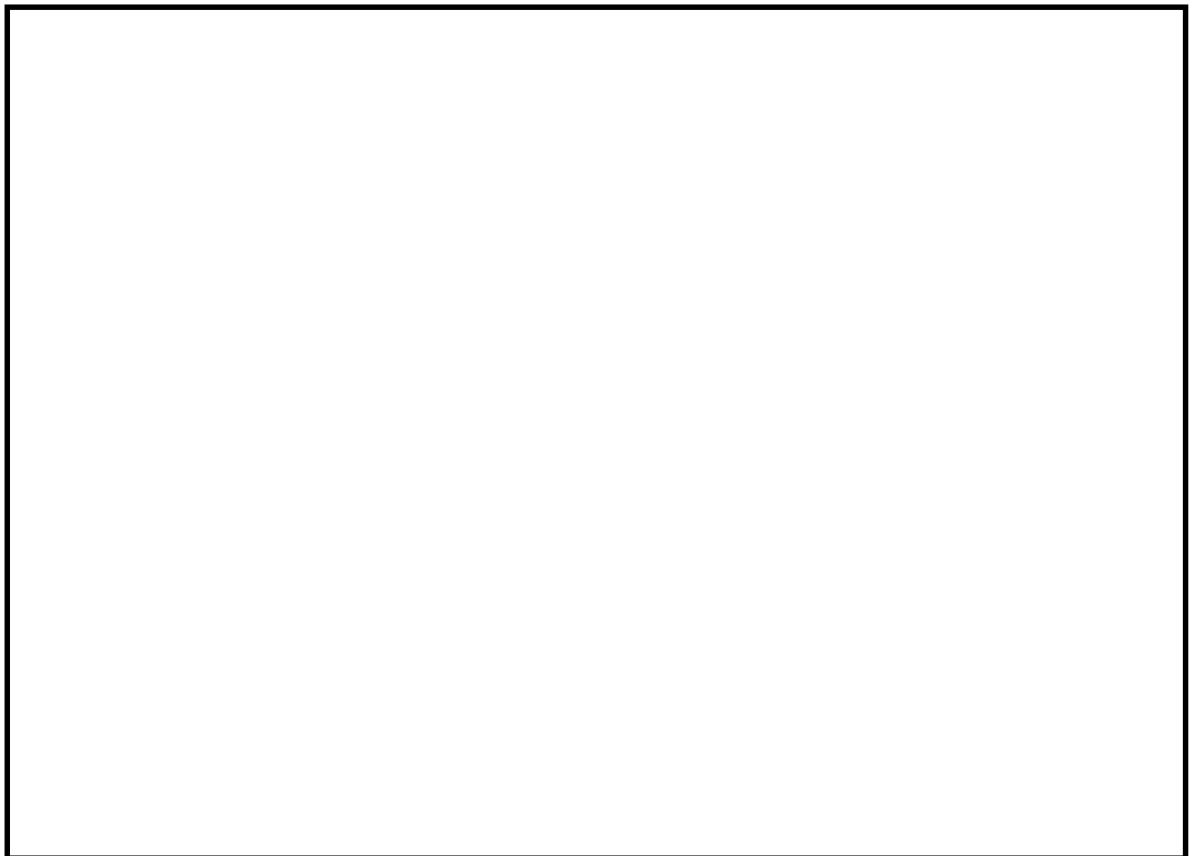
防護カバーの構造計画を第2-1表に、防護カバーの外観図を第2-2図に示す。

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 2-1 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。	<p>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，パッドと防護カバーは溶接し固定する。シェアラグと配管，シム調整キャップと防護カバー本体，配管とパッド，パッドとラグパッドと防護カバー本体は溶接し固定する。</p> <p>また，ラグを溶接にて架構に固定し，架構は基礎ボルトにて躯体へ固定する。</p>	第 2-2 図

NT2 補② V-2-別添 2-9 R0



第2-2図 防護カバーの概観

2.3 評価方針

評価は、第 2-2 表に示すように重量が最も大きく、~~全長が最も長く~~、設置位置も高い防護カバー（原子炉隔離時冷却系 2）に対して実施する。

防護カバー及び架構は十分に剛であるため、防護カバーが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の 1.2ZPA とする。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 2-3 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~~架構天端に作用することとし~~、~~架構~~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。

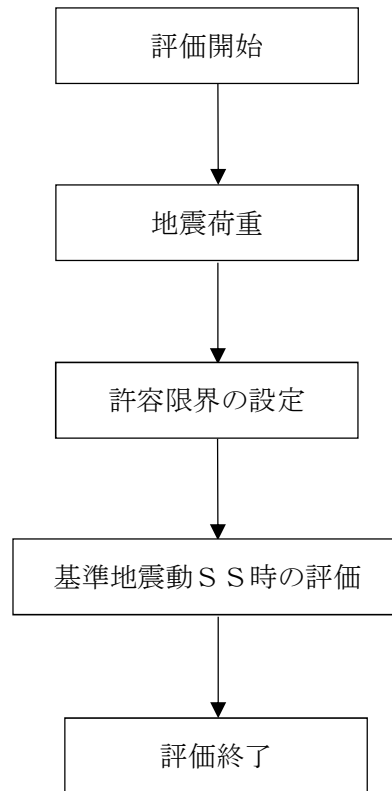
防護カバーが基準地震動 S_s に対し十分な強度を有することを示すために、許容応力状態 IV_A S とする。耐震評価フローを第 2-3 図に示す。

第2-2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)
防護カバー (原子炉隔離時冷却系1)		EL. 6.82 .50
防護カバー (原子炉隔離時冷却系2)		EL. 18.55

第 2-3 表 地震荷重の算定に用いる設計用加速度

設計用床応答曲線 建屋及び高さ (m)	水平方向 (G)	鉛直方向 (G)
原子炉建屋 EL. 20.3	1.34	1.01



第 2-3 図 防護カバーの耐震評価フロー

2.4 適用規格

- ・「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

3. 応力評価

3.1 評価対象部位

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 により大きな荷重が作用する基礎ボルト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、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。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

基準地震動 S_s による荷重、~~原子炉隔離時冷却系配管の配管反力、防護カバー及び架構及び防護カバー~~の自重を考慮する。

なお、基準地震動 S_s による荷重は、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。

~~3.2.1 配管反力~~

支持 構造物 番号	種類	支持点荷重		
		反力(kN)		
		X	Y	Z
追冊	アンカ	追冊	追冊	追冊

3.2.1 許容応力

架構~~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_{AS} の許容応力を適用する。第 3-1 表に許容限界を示す。

第 3-1 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_{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$\text{Min} \{ 1.5 \cdot f_t^*, (2.1 \cdot f_t^* - 1.6 \cdot \tau_b) \}$ $1.5 \cdot f_s^*$

3.3 応力評価方法

~~基礎ボルト部の最大荷重を用いて、表 4-9 の式により最大応力及び組合せ応力を算出する。
また、応力計算式に使用する記号を表 4-10 に示す。~~

表 4-9 応力計算式

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 σ_{b-t}	MPa	$\frac{T}{A}$
せん断応力 τ_{b-s}	MPa	$\frac{Q}{A}$
組合せ応力	MPa	$\frac{T}{A}$

~~ここで、~~

~~基礎ボルトに作用する引張応力 $T = F_x$~~

~~基礎ボルトに作用するせん断応力 $Q = \sqrt{(F_y^2 + F_z^2)}$~~

表 4-10 応力計算式に使用する記号

記号	説明	単位
F_x	基礎ボルトに作用する引張力	N
F_y	基礎ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N
F_z	基礎ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N
A	基礎ボルトの断面積	mm²

3.3.1 強度計算に使用する記号の説明

防護カバーの強度計算に用いる記号を第 3-2 表に示す。

第 3-2 表 防護カバーの強度計算に用いる記号

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
ZPA _H	水平方向設計加速度(=1.34)	G
ZPA _V	鉛直方向設計加速度(=1.01)	G
σ _p	引張応力	MPa
τ _p	せん断応力	MPa

3.3.2 地震力の荷重算出式

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。

$$\text{水平方向荷重: } F_H = m \times 1.2ZPA_H \times g$$

$$\text{鉛直方向荷重: } F_V = m \times (1 + 1.2ZPA_V) \times g$$

3.3.3 耐震評価の計算式

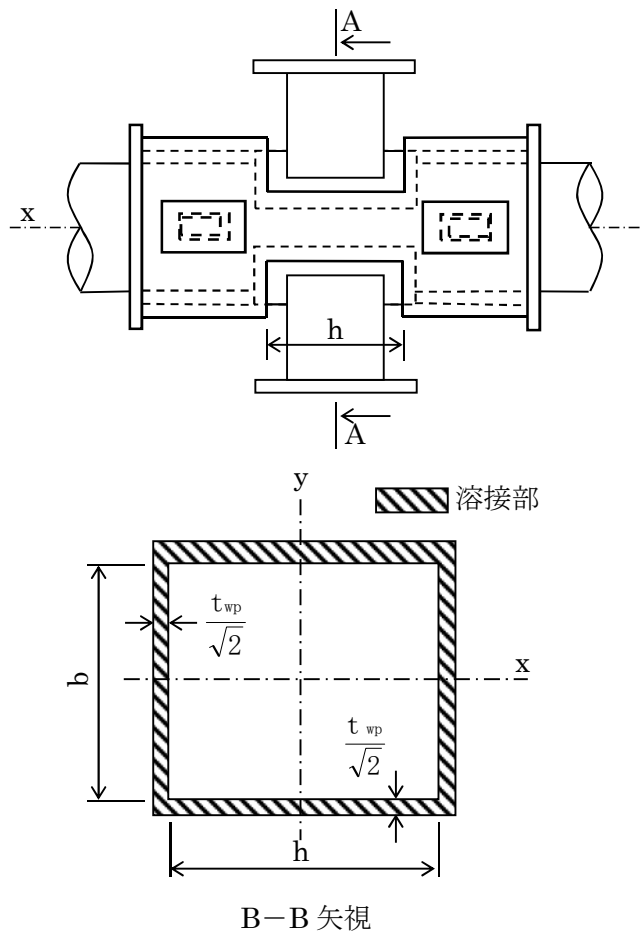
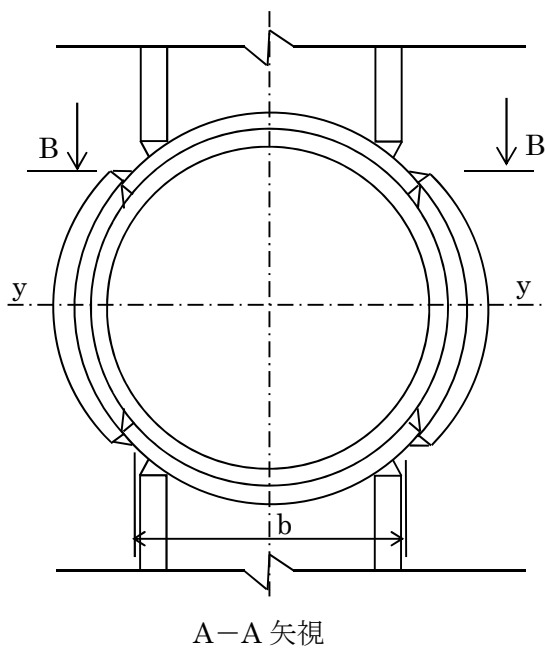
防護カバー本体とパッドの溶接部における引張応力、せん断応力及び組合せ応力を算出し、許容せん断応力以下であることを確認する。

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

3.4 応力評価条件

(1) ~~基礎ボルト~~

項目	単位	入力値
材料	—	
ボルト呼び径	mm	

第 3-3 表に防護カバーの強度評価条件を示す。

第 3-3 表 防護カバーとパッド溶接部の強度評価条件

型式	F _H (N)	F _V (N)	主要寸法		
			b (mm)	h (mm)	t _{WP} (mm)
防護カバー (原子炉隔離時冷却系 2)					

4. 評価結果

防護カバーの評価結果を第 4-1 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 4-1 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		