

本資料のうち、枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

※なお、本資料は抜粋版のため、防護上の観点から公開できない箇所はありません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-42_改4
提出年月日	2021年11月15日

02-補-E-19-0600-42_改3 (2021年11月12日提出) からの
変更箇所のみ抜粋

補足-600-42 防護設備（防潮堤（鋼管式鉛直壁））の

耐震性についての計算書に関する補足説明資料

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	6
2.3 評価方針	8
2.4 適用規格・基準等	9
3. 評価部位	10
4. 固有周期の評価	13
4.1 鋼製ブラケット	13
4.2 L型擁壁	15
4.3 防護柵	17
4.4 歩廊支持材	18
4.5 手摺	19
5. 耐震評価	21
5.1 荷重及び荷重の組合せ	21
5.2 設計用地震力	22
5.3 使用材料	33
5.4 許容限界	34
5.5 評価方法	46
6. 評価結果	74
6.1 鋼製ブラケット	75
6.2 L型擁壁	79
6.3 防護柵	81
6.4 点検通路	82

 : 本日の説明範囲

2.4 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 日本道路協会 平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編
- (2) 日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説
- (3) 土木学会 2002 年 コンクリート標準示方書[構造性能照査編]
- (4) 建築資料研究社 2006 年 基本建築基準法関係法令集
- (5) 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- (6) 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- (7) 日本建築学会 2019 年 鋼構造許容応力度設計**規準**
- (8) 日本建築学会 2004 年 建築物荷重指針・同解説

5.4 許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

防護設備が設置されている防潮堤背面補強工は土木構造物に適用されている基準により設計していることから、同様の規格・基準を用いて許容限界を設定する。ただし、上記規格・基準に無い項目については、類似する部材の設計に用いられている日本建築学会等の規格・基準を用いて設定する。

表 5-6 に各部材の適用規格・基準を示す。

表 5-6 各部材の適用規格・基準

各部材		規格・基準
鋼製 ブラケット	鋼製ブラケット 本体	日本道路協会 平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編
	アンカーボルト	日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説
	スタッドジベル	日本道路協会 平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編 (せん断力) 日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説 (引張力)
	補強ボルト	日本道路協会 平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編
L 型擁壁	側壁・底版	土木学会 2002 年 コンクリート標準示方書[構造性能照 査編]
防護柵	主柱	日本建築センター 時刻歴応答解析建築物性能評価業務 方法書 (変形量) 建築資料研究社 2006 年 基本建築基準法関係法令集 日本建築学会 2019 年 鋼構造許容応力度設計 規 準 (せん断力)
点検通路	歩廊支持材	日本道路協会 平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編
	歩廊支持材の アンカーボルト	
	手摺支柱	
	手摺支柱の 固定ボルト	

(3) 防護柵

防護柵については、重量物を支持しておらず、防護柵自体が基準地震動 S_s の地震力が作用した際に破断し落下することにより上位クラス施設に波及的影響を及ぼすことが考えられる。このため、支柱に大きな変形が生じ耐力が低下する前の変形量を許容限界とする。

「日本建築センター 時刻歴応答解析建築物性能評価業務方法書」において、倒壊、崩壊限界の評価判定クライテリアが部材の塑性率 4 以下とされていることを参照し、支柱の変形量の許容限界の指標として、許容塑性率を 4 と設定する。

また、松田ら^{*1}によると、支柱と類似する鋼管杭について実験を行い、塑性率が 4 程度までは直ちに耐力低下につながらないことが示されている（図 5-11）。

防護柵の許容塑性率を表 5-15 に示す。

注記*1：高レベル地震動履歴を受けた鋼管杭の圧縮耐力について（松田ら，1999）

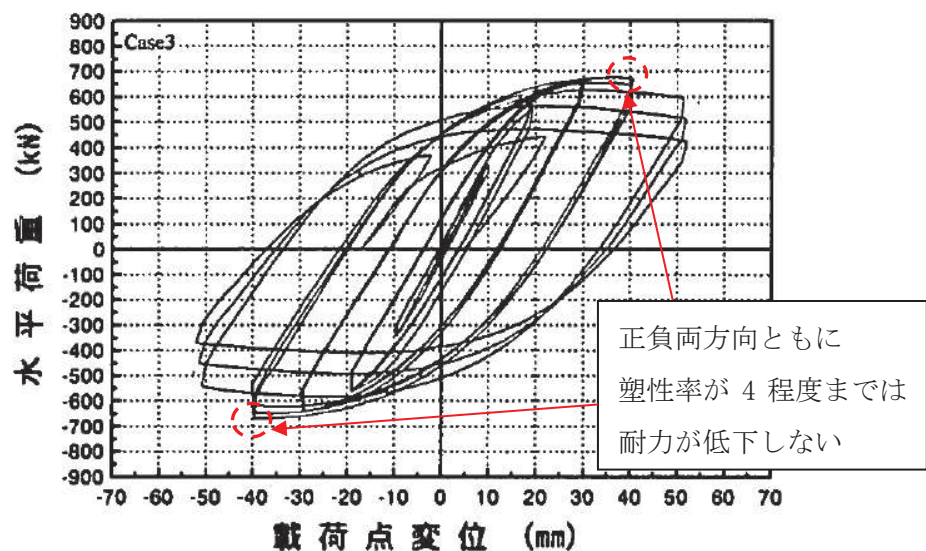


図 5-11 鋼管杭（コンクリート中詰めなし）の水平荷重と載荷点変位の関係

表 5-15 防護柵の許容塑性率

対象	材質	許容塑性率
支柱	STK400	4

せん断力に対する許容限界は、「基本建築基準法関係法令集 建築資料研究社 2006年版」及び「日本建築学会 2019年 鋼構造許容応力度設計規準」に基づき設定する。

防護柵のせん断力に対する短期許容応力度を表 5-16 に示す。

表 5-16 防護柵のせん断力に対する短期許容応力度

対象	材質	許容せん断応力度* (N/mm ²)
主柱	STK400	135

注記*：短期許容応力度は，許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

(4) 点検通路

点検通路の許容限界は、「日本道路協会 平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編」に基づき設定する。

点検通路の短期許容応力度を表 5-17 に示す。

表 5-17 点検通路の短期許容応力度

対象	材質	許容曲げ引張応力度* (N/mm ²)	許容せん断応力度* (N/mm ²)
歩廊支持材	SS400	210	120
手摺支柱	SS400	210	120
アンカーボルト 固定ボルト	強度区分 4.6	210	135

注記*：短期許容応力度は，許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

(3) 評価方法

防護柵の照査は曲げモーメント及び軸力に対する評価については「日本道路協会 平成24年3月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・IV下部構造編」に基づき塑性率を算出し照査を行う。せん断力に対する評価については「基本建築基準法関係法令集 建築資料研究社 2006年版」及び「日本建築学会 2019年 鋼構造許容応力度設計規準」に基づく許容せん断応力度を許容限界とし、算出したせん断力が許容限界を超えないことを確認する。

a. 曲げモーメント及び軸力に対する評価

$$\text{塑性率} = \frac{M_1}{M_p} \leq \text{許容塑性率}$$

$$M_p = M_{p0} \cdot \cos\left(\frac{\alpha \cdot \pi}{2}\right)$$

$$\alpha = \frac{N}{N_0}$$

$$N_0 = \sigma_y \cdot A / 1000$$

$$M_{p0} = Z_p \cdot \sigma_y$$

$$Z_p = \frac{4}{3} \cdot r^3 \left\{ 1 - \left(\frac{1-t}{r}\right)^3 \right\}$$

ここで、 M_1 : 防護柵主柱基部の曲げモーメント (kN・m)

M_p : 全塑性モーメント (kN・m)

M_{p0} : 軸力0の場合の全塑性モーメント (kN・m)

α : 軸力比

N : 作用軸力 (kN)

N_0 : モーメント0の場合の降伏軸力 (kN)

σ_y : 降伏点 (N/mm²)

Z_p : 塑性断面係数 (mm³)

r : 鋼管外径 (mm)

t : 板厚 (mm)

A : 断面積 (mm²)

b. せん断力に対する評価

$$\tau_1 = \frac{V_1}{A'_1}$$

$$\tau_1 \leq \tau_{1a}$$

ここで、 τ_1 : 防護柵主柱の発生せん断応力度 (N/mm²)

V_1 : 防護柵主柱のせん断力 (N)

A'_1 : 防護柵主柱のせん断抵抗断面積 (mm²) (= $A_1/2$)

τ_{1a} : 防護柵主柱の短期許容せん断応力度 (N/mm²)

表 6-4(1) スタッドジベルの照査結果 (引張)

ケース	1 箇所あたりに作用する 最大引張力 (kN)	許容限界 (kN)	照査値
ケース A	59.7	121.1	0.50

表 6-4(2) スタッドジベルの照査結果 (せん断)

ケース	1 本あたりに作用する 最大せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	照査値*
荷重ケース①	32.2	37.1	0.87

注記* : 「日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説」による許容限界 80.7 kN (スタッドジベルのせん断強度により決まる許容せん断力。躯体の支圧強度及びコーン状破壊の許容せん断力と比較し最小値であることを確認した値。)を用いて照査した場合の照査値は 0.40 であり、余裕があることを確認。

6.1.4 補強ボルト

補強ボルトの照査結果を表 6-5 に示す。

発生応力度が許容限界以下であることから、構造部材が十分な健全性を有することを確認した。

表 6-5 補強ボルトの照査結果 (引張)

ケース	1 本あたりに作用する 最大引張力 (kN)	許容限界 (kN)	照査値
ケース C	93.5	132.3	0.71