東海第二発電所 審査資料		
資料番号	PD-2-10 改 8	
提出年月日	平成 29 年 8 月 1 日	

東海第二発電所

津波による損傷の防止

平成 29 年 8 月 日本原子力発電株式会社

本資料のうち, は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

下線部:今回提出資料

目 次

第1部

- 1. 基本方針
- 1.1 要求事項の整理
- 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置,構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
- 1.3 気象等
- 1.4 設備等
- 1.5 手順等

第2部

- . はじめに
- . 耐津波設計方針
- 1. 基本事項
- 1.1 設計基準対象施設の津波防護対象の選定
- 1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
- 1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
- 1.4 入力津波の設定
- 1.5 水位変動・地殻変動の評価
- 1.6 設計または評価に用いる入力津波
- 2. 設計基準対象施設の津波防護方針
- 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 2.2 敷地への浸水防止(外郭防護1)
- (1) 遡上波の地上部からの到達,流入防止
- (2) 取水路, 放水路等の経路からの津波の流入防止
- 2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止(外郭防護2)
- 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)
- (1) 浸水防護重点化範囲の設定
- (2) 浸水防護重点化範囲における浸水対策
- 2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
 - (1) 非常用海水冷却系の取水性
- (2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認
- 2.6 津波監視設備

- 3. 施設・設備の設計方針
- 3.1 津波防護施設の設計
- 3.2 浸水防止設備の設計
- 3.3 津波監視設備
- 3.4 施設・設備の設計・評価に係る検討事項

添付資料

- 1 審査ガイドとの整合性(耐津波設計方針)
- 2 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について
- 3 耐津波設計における現場確認プロセスについて
- 4 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
- 5 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について
- 6 管路解析のモデルについて
- 7 管路解析のパラメータスタディについて
- 8 港湾内の局所的な海面の励起について
- 9 入力津波に用いる潮位条件について
- 10 津波防護対策の設備の位置付けについて
- (17) 常用海水ポンプ停止の運用手順について
- (18) 残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果について
- (19) 貯留堰設置位置及び天端高さの決定の考え方について
- (20) 基準津波に伴う砂移動評価
- (21) 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
- (22) 津波漂流物の調査要領について
- (27) 漂流物の移動量算出の考え方
- (23) 燃料等輸送船の係留索の耐力について
- (24) 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
- (15) 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて
- () 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
- (11) 防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について
- (26) 基準類における衝突荷重の算定式
- (25)鋼管杭鉄筋コンクリート防潮堤の設計方針について
- ())防潮堤の地山への寄り付き部の設計について
- () 防潮扉の設計と運用について
- () 放水路ゲートの設計と運用について
- () 貯留堰の構造及び仕様について
- () 貯留堰継ぎ手部の漏水量評価について
- (16) 貫通部止水対策箇所について
- (29) 地震後の防波堤の津波による影響評価について
- (12) 日立港日立港区及び常陸那珂港区の整備計画に基づく防波堤等 モデル化した津波遡上解析結果について
- (13) 防波堤の有無による敷地南側の津波高さについて
- (14) 防潮堤設置に伴う隣接する周辺の原子炉施設への影響について

(28) 津波の流況をふまえた漂流物の取水口到達可能性評価について

注:採番されていない資料は,今後追加予定の添付資料

(11) ~ <mark>(29)</mark>は , 今後追加される添付資料により , 添付資料番号が変更 になる。 東海第二発電所の防潮堤については,地下部の構造の変更,地盤改良等の 実施及び敷地北側における設置ルートを変更することを現在説明させていた だいております。

本資料は,上記変更及び設置ルート変更に伴う各影響については未反映であり,今後,審査資料に適時反映してまいります。

添付資料(29)

地震後の防波堤の津波による影響評価について

目 次

- 1.防波堤の施設概要
- 2.防波堤の漂流物化に係る検討方針
- 3. 地震時評価
- (1)解析方法
- (2)荷重及び荷重の組合せ
- (3)入力地震動
- (4)解析モデル
- (5)使用材料及び材料の物性値
- (6)評価結果
- (7) 地震による防波堤損壊の影響評価のまとめ
- 4.津波時評価
- (1)評価方法
- (2) 傾斜堤の津波時安定性
- (3)ケーソン堤の津波時安定性
- (4)防波堤漂流物の重要施設への到達の可能性評価
- (5) 取水施設における取水機能の成立性
- (6)津波のよる防波堤損壊の影響評価のまとめ

1.防波堤の施設概要

東海第二発電所の防波堤は,傾斜堤,ケーソン堤及び物揚場からな る。傾斜堤は捨石や消波ブロック類からなり,上端には上部工を設置 し道路として使用している。ケーソン堤は傾斜堤の先端部に2函ずつ 設置されている。また,物揚場は北側の防波堤にあり,港内側は控え 杭式鋼管矢板の岸壁からなる。平面図及び構造図を図 1~図 4 に示す。



図 1 防波堤平面図



図2 傾斜堤断面(-)







図 4 物揚場断面 (-)

2.防波堤の漂流物化に係る検討方針

防波堤の耐震・耐津波性について評価し,防波堤の損傷に伴う漂流 物化について検討する。防波堤の漂流物化に係る検討フローを図5に 示す。



図 5 防波堤の漂流物化に係る検討フロー

3. 地震時評価

(1)解析方法

防波堤の基礎地盤は,液状化検討対象層が分布しているため,地震後の状態を確認する上で,二次元有効応力解析(FLIP Ver.7.3.0_2)を用いた地震応答解析を行う。

1)構造部材

ケーソン及び上部工は,剛体として挙動するため線形弾性体と してモデル化する。

傾斜堤を構成する捨石,被覆石等の石材はマルチスプリング要素でモデル化し,傾斜堤の基礎部ではない消波ブロックは節点荷 重でモデル化する。

物揚場の鋼管矢板,鋼管杭は,バイリニア型の非線形はり要素 でモデル化し,タイロッドは,引張り方向に抵抗し,圧縮方向に は抵抗しないバイリニア型の非線形バネ要素とする。

2) 地盤

地盤の動的変形特性には,Hardin-Drnevich モデルを適用した マルチスプリング要素により,割線せん断剛性比と履歴減衰率の せん断ひずみ依存性を考慮する。

3) 減衰定数

減衰特性は、数値計算の安定のための Rayleigh 減衰と、地盤の履歴減衰を考慮する。

(2)荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは,以下の通り設定する。

1)荷重

地震応答解析において考慮する荷重を以下に示す。

a.常時荷重

常時荷重として,構造物及び海水の自重を考慮する。

b. 地震荷重

地震荷重として,基準地震動Ssによる地震力を考慮する。
2)荷重の組合せ

荷重の組合せを表1に示す。

表1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時(Ss)	a + b

(3)入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は,解放基盤表面で定義される 基準地震動Ssを一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端 位置で評価した地震波を用いる。

入力地震動算定の概念図を図6に示す。



図 6 入力地震動算定の概念図

(4)解析モデル

地震応答解析モデルを図7及び図8に示す。

1)解析領域

解析領域は,側面境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう,構造物と側面境界及び底面境界との距離が十分長くなるよう広く設定する。

2) 境界条件

解析領域の側面及び底面には,エネルギーの逸散効果を評価す るため,粘性境界を設ける。

3)構造物のモデル化

構造物のコンクリート部材は線形平面要素,鋼部材は非線形は リ要素および非線形バネ要素でモデル化する。また,傾斜堤の石 材はマルチスプリング要素,消波ブロックは節点荷重でモデル化 する。

4) 地盤のモデル化

地盤は,地質区分に基づき,平面ひずみ要素でモデル化する。 5)ジョイント要素

構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることにより, 構造物と地盤の剥離・すべりを考慮する。

6)水位条件

海面の水位は,基準津波時の水位評価に用いた朔望平均干潮位 L.W.L.T.P.-0.81mとする。



図7 地震応答解析モデル(傾斜堤,ケーソン断面)



図8 地震応答解析モデル(物揚場断面)

(5)使用材料及び材料の物性値

1)構造物の物性値

使用材料を表2に、材料の物性値を表3に示す。

表 2 使用材料

材料	部 位	諸元	
	上部工	設計基準強度 24.0N/mm2	
コンク	基礎	設計基準強度 18.0N/mm2	
リート	ケーソン(気中)	設計基準強度 24.0N/mm2	
	ケーソン(海中)	設計基準強度 24.0N/mm2	
4四 ++	鋼管矢板,控え組杭	SKY490 , SKK490	
蓟 则 1/2	タイロッド	HT690	

材料	部位	単位体積重量 (kN/m3)	ヤング係数 (kN/mm2)	ポアソン比
	上部工	24.0	25	0.2
	基礎	22.6	22	0.2
	ケーソン(気中)	21.8	25	0.2
ין – פ	ケーソン(海中)	21.8	25	0.2
	根固方塊	22.6	22	0.2
(四 ++	鋼管矢板,控え組杭	77.0	200	0.3
蓟则 1/2	タイロッド	-	200	-

表 3 材料の物性値

2) 地盤の物性値

解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを表 4 に示す。 液状化検討対象層とする du 層, Ag2 層, As 層, Ag1 層及び D2g-3 層について液状化強度特性を設定する。液状化パラメータについ ては,液状化強度試験結果より設定する。

試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を図 8 に示す。 なお,液状化強度特性が保守的に評価されるように,液状化強度 試験結果値の平均-1 の液状化強度特性を再現するように設定す る(液状化強度試験値のほぼ下限値を通る液状化パラメータとな っている)。

名称	記号	単位	du	Ag2	Ac	As
単位体積質量		t/m³	1.98	2.01	1.65	1.74
間隙率	n	-	0.43	0.40	0.61	0.55
基準せん断弾性係数	G m a	kN/m ²	253,389	278,044	121,857	143,367
基準体積弾性係数	K _{ma}	kN/m ²	443,431	463,407	111,702	250,892
基準平均有効主応力	ma	kN/m ²	358	497	480	378
拘束圧依存係数	mG,mK	-	0.50	0. 50	0.50	0.50
ポアソン比		-	0.26	0.25	0.10	0.26
内 部 摩 擦 角		٥	37.3	37.4	29.1	41.0
粘着力	C	kN/m ²	0	0	25	0
最大減衰定数	h _{max}	-	0.220	0.233	0.200	0.216
	р	0	34.8	34.9	-	38.3
	s1	-	0.047	0.028	-	0.046
	w 1	-	6.5	56.5	-	6.9
泡 れ に ハラメータ	p1	-	1.26	9.00	-	1.00
	p2	-	0.80	0.60	-	0.75
	c1	-	2.00	3.40	-	2.27

表 4(1) 地盤の物性値と液状化パラメータ

表 4(2) 地盤の物性値と液状化パラメータ

名称	記号	単位	Ag1	D2c-3	D2g-3	Km
単位体積質量		t / m ³	2.01	1.77	2.15	1.72-1.03 × 10 ⁻⁴ × Z
間隙率	n	-	0.40	0.52	0.30	0.54
基準せん断弾性係数	G m a	kN/m ²	392,183	285,240	1,361,843	x V _s ²
基準体積弾性係数	K _{ma}	kN/m^2	653,638	414,277	2,383,225	2(1+)/3/(1-2) × G ma
基準平均有効主応力	ma	kN/m²	814	696	1167	動 的 変 形 試 験 にお ける有 効 上 載 圧 と静 ポアソン比より深 度 毎 に設 定
拘束圧依存係数	mG,mK	-	0.50	0.50	0.50	0.00
ポアソン比		-	0.25	0.22	0.26	0.16+0.00025 × Z
内部摩擦角		0	37.4	35.6	44.4	23.2+0.099 × Z
粘着力	С	kN/m ²	0	26	0	358-6.03 × Z
最 大 減 衰 定 数	h _{max}	-	0.221	0.186	0.130	履 歴 減 衰 率 のせん断 ひず み依 存 性 試 験 データを最 小 二 乗 法 誤 差 で再 現 する 最 大 履 歴 減 衰 率 を設 定
	р	0	34.9	-	41.4	-
	s1	-	0.029	-	0.030	-
	w 1	-	51.6	-	45.2	-
112 11 11 ハラメータ	p1	-	12.0	-	8.00	-
	p2	-	0.60	-	0.60	-
	c1	-	3 3 5		3 82	_

Z : 標 高



図 8 液状化強度曲線

3)ジョイント要素

構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることを基本と し、境界部での剥離・すべりを考慮する。ジョイント要素の特性 は法線方向、接線方向に分けて設定する。法線方向では、引張応 力が生じた場合、剛性及び応力を0として剥離を考慮する。接線 方向では、構造物と地盤の境界部のせん断抵抗力以上のせん断応 力が発生した場合、剛性を0とし、すべりを考慮する。静止摩擦 力、t Mohr-Coulomb 式により規定する。

4)荷重の入力方法

a.常時荷重

常時荷重である自重は,鉄筋コンクリートや鋼管矢板等の単 位体積重量を踏まえ,構造物の断面の大きさに応じて算定する。 5条 添付(29)-11 b. 地震荷重

地震荷重は,解放基盤表面で定義される基準地震動Ssを, 一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価し た地震波を用いて算定する。 (6)評価結果

1)ケーソン堤

ケーソン堤は地震後に多少傾斜し,水平残留変位量は約 30cm, 鉛直残留変位量は約 26cm である。

したがって,基準地震動Ss後,津波襲来前のケーソン堤の状態としては,ほぼ当初の位置,高さを確保しているものと判断される。残留変位図を図 10,過剰間隙水圧比分布図を図 11 に示す。





図 11 過剰間隙水圧比分布図

5条 添付(29)-13

2) 傾斜堤

傾斜堤の基準地震動 Ssによる水平残留変位量は約 43cm,鉛直 残留変位量は堤外側で約 97cm である。

したがって,基準地震動Ss後,津波襲来前の傾斜堤の状態としては,ほぼ当初の位置に存在するものの,傾斜堤天端高さとしては約 1m 低い状態にあると判断される。残留変位図を図 12,過剰間隙水圧比分布図を図 13 に示す。





図 13 過剰間隙水圧比分布図

3)物揚場

a.残留变位量

鋼管矢板は,基準地震動 S s により多少前面に変形し,水平残 留変位量は約 63cm,鉛直残留変位量は約 2cm である。

残留変位図を図 14,過剰間隙水圧比分布図を図 15 に示す。







図 15 過剰間隙水圧比分布図

b.照查結果

前面鋼管矢板の最大曲げモーメント分布図を図 16,タイロッド の軸方向伸び量時刻歴図を図 17,控え工鋼管杭(斜杭)の最大曲 げモーメント図を図 18,控え工鋼管杭(斜杭)の最大軸力分布図 を図 19,M-N 図を図 20,支持力の照査結果を表 6 に示す。

基準地震動 Ss に対し前面鋼管矢板の曲げモーメントが全塑性 モーメントに達し,タイロッドの引張伸び量も降伏点に達する。 また,控え工鋼管杭(斜杭)は降伏を超える。



図 16 前面鋼管矢板の最大曲げモーメント分布図



図 17 タイロッドの軸方向伸び量時刻歴図



図 18 控え工鋼管杭(斜杭)の最大曲げモーメント図



図 19 控え工鋼管杭(斜杭)の最大軸力分布図 5条 添付(29)-17



図 20 控え工鋼管杭(斜杭)の M-N 図(最大モーメント位置)

	作用軸力 (kN / 本)	極限支持力 (kN/本)	判定
押込杭	5,642	10,267	О.К
引抜杭	5,633	10,040	0.K

表 6 控え工鋼管杭(斜杭)の支持力照査結果

極限支持力:道路橋示方書式より算定

c.物揚場の評価結果

基準地震動 S s により,物揚場の前面鋼管矢板は,曲げに対して 海底面付近で全塑性モーメントに至る。また,控え工鋼管杭(斜杭) 及び前面鋼管矢板を支えるタイロッドは降伏点に至る。

以上より,前面鋼管矢板、控え工鋼管杭ならびにタイロッドの発 生断面力を低減する対策工を実施する。このため,基準地震動Ss 後,津波襲来前の物揚場の状態としては,ほぼ当初の位置,高さを 確保しているものと判断される。図21に物揚場の対策エイメージを 示す。



図 21 物揚場の対策エイメージ図

(7)基準地震動 Ssによる防波堤への影響評価のまとめ

基準地震動 Ssが防波堤に及ぼす影響としては,主に傾斜堤の沈下 であるが,地震後の残留変位量の評価結果から,大規模な損傷には至 らないと考えられる。 4.津波時評価

(1)評価方法

津波に対する防波堤の安定性を評価するにあたっては,防波堤を 構成する各部材の重量や形状に対して,津波の水位や流速,波圧デ ータに基づき評価を行う。

マウンドの被覆材やブロック類の安定性検討としては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(日本港湾協会,平成 19 年 7 月)」の イスバッシュ式 ¹を用いて評価する。

また,ケーソン堤については,同じく港湾基準の滑動,転倒,支 持力式²に基づき安定性を評価する。なお,津波波力は,「防波堤 の耐波設計ガイドライン(国土交通省,平成25年9月)」の式³を 用いる。

1 「港湾の施設の技術上の基準・同解説(日本港湾協会,平成

19 年 7 月)」のイスバッシュ式

この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗掘を防止する ための捨石質量として示したもの,流れに対する被覆材の安定質量を 求めるものである。

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^3}{48g^3 (y_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3}$$

 M: 捨石等の安定質量(t)
 ρr:捨石等の密度(t/m³)
 U:捨石等の上面における水の流れの速度(m/s)
 g:重力加速度(m/s²)
 y:イスバッシュ(Isbash)の定数 (埋込まれた石は 1.20,露出した石は 0.86)
 Sr:捨石等の水に対する比重
 θ:水路床の軸方向の斜面の勾配(°)

津波防波堤開口部のマウント被覆材

岩崎ら(1984)は,津波防波堤の開口部潜堤のマウントの被覆材と して異形ブロックを用いた場合について二次元定常流による実験を行 っており,上式のイスバッシュの定数として 1.08 を得ている。谷本ら は開口部を対象とした三次元の平面実験を行っており,開口部付近で の三次元的な流れの構造を明らかにするとともに,被覆材としての石 材や異形ブロックを用いた場合のイスバッシュの定数と被害率の関係 を明らかにした。

 2 「港湾の施設の技術上の基準・同解説(日本港湾協会,平 成 19 年 7 月)」の滑動,照査,支持力式

堤体の滑動照査式

f_d(W_d - P_{B_d} - P_{U_d})≥γ_aP_{H_d}

ここに、
f: 壁体底面と基礎との摩擦係数
W: 堤体の重量(kN/m)
P_B: 浮力(kN/m)
P_U: 津波の揚圧力(kN/m)
P_H: 津波の水平波力(kN/m)
y_a: 構造解析係数

堤体の転倒照査式

 $a_1 W_d - a_2 P_{B_d} - a_3 P_{U_d} \ge \gamma_a a_4 P_{H_d}$ ここに、 W: 堤体の重量(kN/m) $P_B: 浮力(kN/m)$ $P_U: 津波の揚圧力(kN/m)$

P_H:津波の水平波力(kN/m)

*a*₁ ~ *a*₄ : 各作用のアーム長(m)

ya:構造解析係数

$$\sum \left[\left\{ c'_{d} s + \left(w'_{d} + q_{d} \right) \tan \phi'_{d} \right\} \sec \theta / \left(1 + \tan \theta \tan \phi'_{d} / F_{f} \right) \right]$$
$$/ \left[\gamma_{a} \left[\sum \left\{ \left(w_{d} + q_{d} \right) \sin \theta \right\} + a P_{Hd} / R \right] \right] = F_{f} \ge 1.0$$

ここに、

c':粘性土地盤の場合においては、非排水せん断強度

砂 質 土 地 盤 の 場 合 に お い て は , 非 排 水 条 件 に お け る 見 か け の 粘 着 力 (kN/m²)

- *s*:分割細片の幅(m)
- w':分割細片の有効重量(kN/m)
- q:分割細片に作用する上載荷重(kN/m)
- θ:分割細片底面が水平面となす角(°)
- F_f: 1.0 以上であれば、耐力の設計用値が作用の設計用値を上回

ることを示すパラメータ

- a: P_{Hd} の作用位置の円弧すべりのすべり円中心からの腕の長さ
 (m)
- P_{Hd}:円弧すべりのすべり円内の土塊への水平作用の設計用値 (kN/m)
- R: すべり円弧の半径(m)
- γa:構造解析係数

3 「防波堤の耐波設計ガイドライン(国土交通省,平成 25 年 9 月)」の津波波力算定式



(2)傾斜堤の津波時安定性

1) 各部材の限界流速

イスバッシュ式を適用する防波堤マウンドの被覆材等の種類と その重量及び算定した限界流速について表7に示す。

部位	規格	限 界 流 速 (イスパッシュ式 よ り 算 定)
上部工	600t / 基 (傾 斜 堤 部)	16.8m/s
	32t 根固め方塊ブロック	10.1m/s
	30t 被覆ブロック	10.0m/s
被覆ブロック	8t ガンマエル,8t 被覆ブロック	8.0m/s
	5t ガンマエル	7.4m/s
	2t ガンマエル	6.4m/s
消波ブロック	25t テトラポット	9.6m/s
	基礎割石 100kg/個以下	4.2m/s
石類	基礎栗石 1000kg/個	6.2m/s
	被覆石 500~1000kg/個	5.5m/s
	グラベルマット等 100~500kg/個	4.2m/s

表 7 被覆材等の安定性に係る限界流速表

被覆材等が津波で安定性を失った後は,一旦,液状化している周辺海底面に落下すると考えられることから,埋め込まれた石のイスパッシュ定数を用いる。

2)敷地前面海域の流速

基準津波に対して,防波堤がある場合と,ない場合において, 津波シミュレーションを実施し流速を確認した。その結果,防波 堤範囲における最大流速は,防波堤がない場合の約7.0m/s弱であ ることから,5t 被覆ブロック以上の重量をもつ被覆材については, 安定性が確保されており漂流物化しないものと考える。

敷地前面海域における最大流速分布図を図 22,図 23 に,漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材について表 8 及び図 24 に示す。



図 22 前面海域における最大流速分布図(防波堤あり)



図 23 前面海域における最大流速分布図(防波堤なし)



図 23(2) 前面海域における最大流速分布図(防波堤 1m 沈下)

部 位	規格	
被覆ブロック	2t ガンマエル	
	基礎割石 100kg/個以下	
てお	基礎栗石 1000kg/個	
	被覆石 500~1000kg/個	
	グラベルマット等 100~500kg/個	

表 8 漂流物化の可能性があるマウンドの被覆材



(3)ケーソン堤の津波時安定性

ケーソン堤における基準津波時の波圧を国土交通省の式により算 定し,ケーソン堤の滑動,転倒照査を行った。

ケーソン堤位置の最大津波高さは,南防波堤で T.P.+13m 程度で あり,港湾基準式による滑動,転倒照査の結果,安定性は確保され ない結果となった。ケーソン堤転倒照査図を図 25 に示す。



図 25 ケーソン堤転倒照査イメージ図

(4)防波堤漂流物の重要施設への到達の可能性評価

1)ケーソン堤

海域の沖合に4函設置されているケーソン堤は,取水施設から 直線距離にして 350m~550m 程度の離隔がある。ケーソン堤に関す る既往の津波被災事例を調査した結果,マウンドの洗掘によるケ ーソン堤の転倒が確認されている。また,津波によるケーソン堤 の漂流距離は,最大 150m 程度の事例(東北地方太平洋沖地震,田 老漁港,1,000t 級ケーソン)が報告されている。

東海第二発電所のケーソン堤は,5,000t級の重要構造物であり, 取水施設まで十分な離隔距離があることから,漂流物として取水 施設まで到達を考慮しない。図 26 に取水設備からの離隔距離図を 示す。



図 26 取水設備からの離隔距離図

2) 傾斜堤

傾斜堤を構成するマウンドの被覆材については,基本的に漂流 物化しないブロック類に覆われているものの,保守的に漂流物化 する可能性があるものとして取り扱う。

取水口及び貯留堰は,防波堤から 100m 程度の距離内にあること, SA用海水ピット取水塔は,南側傾斜堤の数十 m に位置している ことから,これらの取水施設への到達を仮定する。

3)物揚場

物揚場は,天端高さT.P.+2.61mの控え杭式鋼管矢板護岸であり, 前面鋼管矢板の杭長は約 47m である。地震時においては,前面鋼管 矢板の天端は約 63cm 前面に傾きが認められ,海底面付近では曲げ モーメントが全塑性モーメントに達する。

したがって,大型船舶の緊急離岸に影響する可能性があると判断 し,前面鋼管矢板の発生断面力を低減させる対策工を実施すること から漂流物として取水施設への到達は考慮しない。 (5) 取水施設における取水機能の成立性

1) 取水口

取水口周りの概念図を図 27 に示す。

取水口の吞口は 8 口あり,幅 42.8m,高さ 10.35m(1 口当たり の内部寸法は幅 4.1m,高さ 8.35m)である。また,呑口下端高さ は T.P. - 6.04m,呑口前面の海底面高さは T.P. - 6.89m であり, 取水口前面(カーテンウォール外側)には,天端高さ T.P. - 4.9m の貯留堰を設置する。

取水口の前面には貯留堰があること,取水口吞口下端レベルと 海底面高さに約 85cmの段差があることから,漂流物が流入しに くい構造である。

仮に図 28 のような巨礫で間隙が大きい高透水性の防波堤被覆 材が取水口前面に堆積しても,取水性が失われることはない。



図 27 取水口周りの概念図





基礎捨石 50~200kg/個

基礎捨石 20~1,000 kg / 個

図 28 被覆材のイメージ図

2) 貯留堰

貯留堰は,取水口の前面に設置されており,50t級船舶の衝突 荷重を考慮した設計としている。

仮に幾何学的な形状の防波堤被覆材が貯留堰内に堆積しても, 間隙が大きいことから取水性が失われることはない。

なお,貯留堰は,引き波が貯留堰天端高 T.P.-4.9m を下回る時 間が約3分であるのに対し,約33分間の引き波時間に耐え得る 取水量が確保されている。防波堤被覆材が貯留堰内に堆積しても 堆積高さ1.23m分は有効水量外であるとともに,取水口吞口まで の区間が全て防波堤被覆材で埋まったと仮定しても,有効貯水量 は約半分になるが,引き波時間約3分の貯水量は十分確保される ことから,冷却機能に問題は生じない。

貯留堰による有効水深図を図 29 に,貯留堰前面の引き波の継 続時間を図 30 に示す。



図 29 貯留堰による有効水深図



図 30 引き波の継続時間

3) SA用海水ピット取水塔

SA用海水ピット取水塔の平面図を図 31,断面図を図 32 に示す。

SA用海水ピット取水塔は,海底面からRC構造の立坑が1m程 度突出した構造であり,立坑内には鋼製の取水管を設置している。

当該取水塔は,50t級船舶の衝突荷重を考慮した設計としている。また取水塔上面には,約30cm角の格子状の鋼材により開口を設けた蓋を設置することで,漂流物化した防波堤被覆材による進入を防ぎ,取水機能が失われることはない。



図 31 SA用海水ピット取水塔の平面図



(6)津波による防波堤損壊の影響評価のまとめ

基準津波が防波堤に及ぼす影響としては、防波堤被覆材の漂流物化が考えられる。

防波堤被覆材が漂流し,取水施設に到達しても,被覆材の重量や形 状から取水機能へ与える影響(通水性に与える影響,衝突耐性に係る 影響)はないものと判断する。