

東海第二発電所 浸水防護施設の強度計算書における
敷地に遡上する津波時の許容限界の考え方について

1. はじめに

浸水防護施設の強度計算書における敷地に遡上する津波（津波時及び重畳時）の許容限界の考え方について整理した。

2. 許容限界の設定方針

- (1) 設置許可基準規則^{※1}第 5 条及び技術基準規則^{※2}第 6 条では、設計基準対象施設が基準津波により、その安全性が損なわれるおそれがないよう要求している。このため、「敷地への浸水防止（外郭防護 1）」、「漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）」、「重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」等への対応として、浸水防護施設（津波防護施設及び浸水防止設備）を設置することにより防護する設計としている。
- (2) また、設置許可基準規則第 5 条及び技術基準規則第 6 条では、津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性及び津波の繰返しの襲来を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、津波防護機能を保持することを要求している。このため、浸水防護施設を構成する部材は弾性設計内にとどまる設計としている。
- (3) 東海第二発電所の特徴として、上述の基準津波に対する施設の防護のほか、基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）を考慮し、敷地に遡上する津波に対して、重大事故等に対処するために必要な機能を有する設備を設置する建屋及び区画を防護する方針としている。敷地に遡上する津波は、津波の確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となる津波として、防潮堤前面において T.P. +24m の高さを設定している。
- (4) 敷地に遡上する津波に対する浸水防護施設においても、基準津波に対する浸水防護施設と同様に、地震後、津波後の再使用性及び津波の繰返しを想定し、浸水防護施設を構成する部材が弾性設計内にとどまる設計とする。しかし、図 1 に示すとおり、敷地に遡上する津波の年超過確率は 3.3×10^{-7} （基準津波の年超過確率は 2.6×10^{-5} ）と極めて低いことから、基準津波を想定した津波時及び重畳時並びに基準地震動 S_s を想定した地震時に適用する許容限界と区別して、敷地に遡上する津波の許容限界を設定する。

※1 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

※2 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈

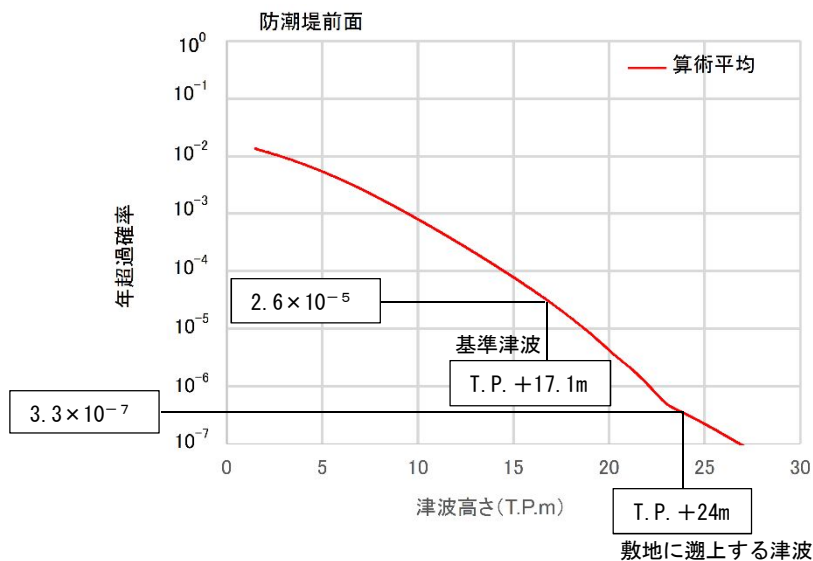


図1 東海第二発電所 津波ハザード曲線

3. 浸水防護施設の適用規格基準

浸水防護施設に適用する規格基準を表1に示す。

表1 浸水防護施設に適用する規格基準

適用規格	設計設備 (例)
①発電用原子力設備規格設計・建設規格 (JSME)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 取水路点検用開口部浸水防止蓋 ・ 海水ポンプ室ケーブル点検用開口部浸水防止蓋 ・ 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用ハッチ ・ 海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁 他
②道路橋示方書	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼製防護壁 止水機構
③ダム・堰施設技術基準 (案)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 放水路ゲート ・ 防潮扉 ・ 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋 ・ 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋 他

(1) 道路橋示方書の適用性について

鋼製防護壁の止水機構は、鋼製防護壁と取水路間の隙間から津波が敷地に流入することを防止することを目的として、鋼製防護壁の構成部材の一部として設置する。鋼製防護壁の設計に当たっては、道路橋示方書に基づき実施しているため、止水機構についても道路橋示方書を適用して設計することとしている。道路橋示方書は一般産業界を始め原子力発電所施設において多数の適用実績がある基準であるため、止水機構の設計に適用することに問題はないと考える。

なお、耐震設計に係る工認審査ガイド及び耐津波設計における工認審査ガイドにおいても参考規格・基準類として道路橋示方書が挙げられている。

(2) ダム・堰施設技術基準（案）の適用性について

浸水防護施設のうち、端桁構造を有する放水路ゲート、防潮扉、浸水防止蓋、逆流防止設備の施設は、構造仕様・設計方法等について詳細に規定しているダム・堰施設技術基準（案）を適用して設計することとしている。ダム・堰施設技術基準（案）は、水力発電所の施設を始め原子力発電所の施設において多数の適用実績がある基準であるため、浸水防護施設の設計に適用することに問題はないと考える。

4. 基準津波及び敷地に遡上する津波（津波時及び重畳時）における許容限界の設定

「2. 許容限界の設定方針」を踏まえて、浸水防護施設の許容限界を以下のように設定する。

(1) 許容限界の考え方

基準津波の許容限界は、地震後、津波後の再使用性及び津波の繰返しの襲来を想定し、適切な裕度を持って弾性状態にとどまるよう短期許容応力度を設定する。

敷地に遡上する津波は想定する津波高さの増大に伴い、考慮する津波波力が大きく施設設計上厳しい条件となるが、想定する津波が発生する年超過確率が極めて低いことから、敷地に遡上する津波に対する許容限界は、おおむね弾性状態にとどまるように降伏点（又は耐力）以下となるよう短期許容応力度を設定する。ここで、道路橋示方書の割増し係数及びダム・堰施設技術基準（案）の安全率（以下、割増し係数及び安全率を総称する場合は「安全率」という。）並びに短期許容応力度の比較を表2に示す。表2に示すとおり、「道路橋示方書」及び「ダム・堰施設技術基準（案）」に規定する安全率を考慮した短期許容応力度は同じである。また、道路橋示方書及びダム・堰施設技術基準（案）の安全率を、それぞれ1.7倍及び2.0倍とした短期許容応力度は、JIS規格の降伏点又は耐力と同じである。

表2 道路橋示方書及びダム・堰施設技術基準（案）の安全率及び短期許容応力度の比較

規格基準	材料種類	許容引張応力度 (N/mm ²)	許容限界				JIS規格降伏点又は耐力 (N/mm ²)
			基準津波（津波時、重畳時）及び地震時		敷地に遡上する津波（津波時、重畳時）		
			安全率	短期許容応力度 (N/mm ²)	安全率	短期許容応力度 (N/mm ²)	
道路橋示方書	SS400	140	1.5 ^{*1}	210	1.7 ^{*1}	235	235
	SM490	185	1.5 ^{*1}	277.5	1.7 ^{*1}	315	315
ダム・堰施設技術基準	SS400	120	1.5 ^{*2}	180	2.0 ^{*3}	235	235
	SM490	160	1.5 ^{*2}	240	2.0 ^{*3}	315	315
	SUS304	100	1.5 ^{*2}	150	2.0 ^{*3}	205	205

* 1 : 「道路橋示方書（平成14年3月）」の許容応力度の割増し係数

* 2 : 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）」の許容応力度の安全率及び「道路橋示方書（平成14年3月）」の許容応力度の割増し係数

* 3 : 「ダム・堰施設技術基準（案）（平成25年6月）」の許容応力度の安全率

(2) 許容限界の設定

基準津波による津波時及び重畳時並びに地震時の浸水防護施設の許容応力度については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格、道路橋示方書及びダム・堰施設技術基準（案）に準じて、安全率を1.5倍として設計することにより、**浸水防護機能**に対する機能保持限界として、**適切**な裕度を持って弾性状態にとどまるよう短期許容応力度を設定する。

敷地に遡上する津波による津波時及び重畳時の浸水防護施設の許容応力度については、道路橋示方書を適用する浸水防護施設については割増し係数1.7倍、ダム・堰施設技術基準（案）を適用する浸水防護施設については、安全率を1.9倍にて設計することにより、**浸水防護機能**に対する機能保持限界として、おおむね弾性状態にとどまるよう短期許容応力度を設定する。

ここで、表2に示したとおり、ダム・堰施設技術基準（案）で既定する長期許容応力度（許容引張応力）が道路橋示方書で既定する長期許容応力度（許容引張応力）よりも厳しく設定されていることに鑑み、ダム・堰施設技術基準（案）を適用する浸水防護施設の短期許容応力度を設定するに当たっては、安全率を2.0倍ではなく1.9倍としている。

5. 浸水防護施設の強度計算書における強度計算書の記載

上記を踏まえ、浸水防護施設の強度計算書における許容限界の記載を表3に示すとおりとする。

表3 浸水防止施設の強度計算書における許容限界の記載

規格基準	許容応力度	許容限界（短期許容応力度）	
		基準津波（津波時，重畳時）及び地震時	敷地に遡上する津波（津波時，重畳時）
①発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME）	f (Ⅲ _A S)	1.5・f	1.5・f
②道路橋示方書	σ	1.5・σ	1.7・σ
③ダム・堰施設技術基準（案）	σ	1.5・σ	1.9*・σ

*：設計上の裕度として割増し係数（安全率）を1.9倍とする。

以上