東海第二発電所

鋼製防護壁の設計方針について

平成30年9月21日 日本原子力発電株式会社

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。

目次 鋼製防護壁の設計方針について

- 1. 基本方針
- 2. 鋼製防護壁の設計方針
- 3. 鋼製防護壁の耐震設計方法
- 4. 鋼製防護壁の耐津波設計方法
- 5. 2次元及び3次元時刻歴照査法並びに3次元組合せ係数法の適用先
- 6. 使用材料
- 7. 許容限界
- 8. 設計方針のまとめ

【参考資料1】 鋼製防護壁上部構造へのSBHS500材及び SBHS700材の採用について

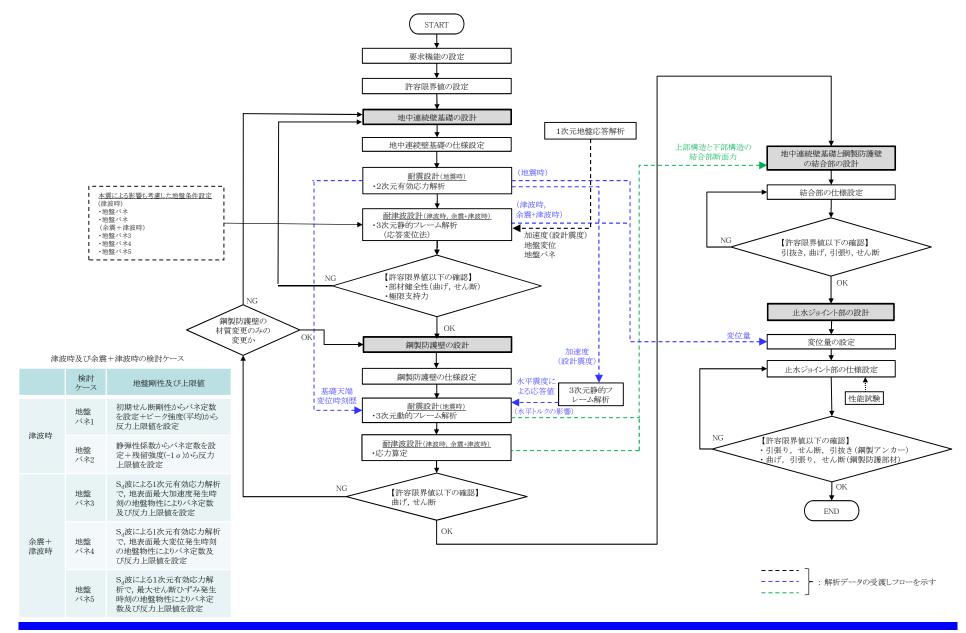
【参考資料2】水平2方向及び鉛直鉄筋方向地震力による発生応力の算定における3次元組合せ係数法の保守性の確認

1. 基本方針

- 鋼製防護壁上部構造は、約50mの支間長を有する構造物であり、地震時の慣性力や津波波圧に対する上下流方向の水平回転モーメント(トルク)への対応のため、3次元解析モデルを用いた設計を行う。
- 鋼製防護壁の耐震設計は、動的解析による2次元及び3次元時刻歴照査法を用いる。
- 鋼製防護壁の耐津波設計では、余震荷重について3次元組合せ係数法を用い、重畳時の津波荷重とともに静的解析モデルに与えて 照査する方法を用いる。
- 3次元組合せ係数法を用いる場合は、3次元時刻歴照査法と比較することにより、3次元組合せ係数法の保守性を確認の上で適用する。
- 耐震設計における許容限界は、許容応力度の割増し係数1.5倍を用いる。耐津波設計の敷地に遡上する津波時及び余震+敷地に遡上する津波時の許容限界は、許容応力度の割増係数1.7倍を用いる。
- 使用材料として添接板での施工を可能とするため、SBHS500材及びSBHS700材を用いる。

2. 鋼製防護壁の設計方針

全体設計フロー





2. 鋼製防護壁の設計方針 解析手法

対象荷重	評価対象	目 的 水平2方向地震力の影響 に対する評価手法		設計断面力の 算定手法	解析 プログラム
地震時	下部工 (地中連続壁基礎)	"地中是桃堂奉姬妙到的手到計画————————————————————————————————————		2次元動的 有効応力解析	FLIP
	上部構造・接合部	·鋼製防護壁モデルの精緻化 ·鋼製防護壁の動的挙動評価			TDAP
津波時	下部工 (地中連続壁基礎)	中連続壁基礎) 地中連続壁基礎の3次元挙動評価 フ		3次元静的 フレーム解析	Engineer's Studio
	上部構造・接合部				
余震+津波時	下部工 (地中連続壁基礎)	・津波荷重による水平トルクを受ける 地中連続壁基礎の3次元挙動評価 ・組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)			
	上部構造·接合部	・鋼製防護壁モデルの精緻化 ・津波荷重による水平トルクを受ける 鋼製防護壁の3次元挙動評価	・組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)		



2. 鋼製防護壁の設計方針

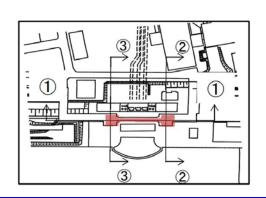
南北基礎天端の相対変位を考慮した地震波選定のスクリーニング方法

検討対象とする地震動の選定

- ・鋼製防護壁上部工の地震応答解析は、入力地震動としての南北基礎天端の時刻歴 応答から、南北基礎天端の相対変位が最大となるケースを抽出する。
- ・検討ケース(基本ケース)①の中から選定した地震動について、敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース④において、着目する相対変位成分が基本ケース①を上回ることから、解析ケース④にて応力照査を実施する。

【選定結果】

- ・堤軸断面方向(強軸断面方向, ①一①断面)については, 水平方向の基礎天端変位, 南北基礎の相対変位の絶対値が最大となり, 地震動の継続時間も比較的長いS_s-D 1[H+, V+]を選定する。
- ・堤軸直交断面方向(弱軸断面方向, ②一②断面, ③一③断面)については, 南北基礎の相対水平変位の絶対値が最大となり, 地震動の継続時間も比較的長いS_s-D1 [H-, V+]を選定する。
- ・提軸直交断面方向への水平回転成分を考慮するための静的解析に用いる水平震度
- は、上記で選定した地震動における南北 基礎の最大値より算定する。

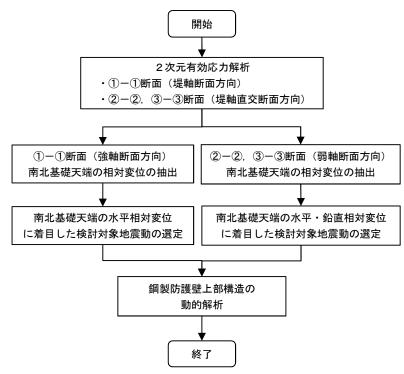


①一①断面における南北基礎天端の相対変位の抽出結果

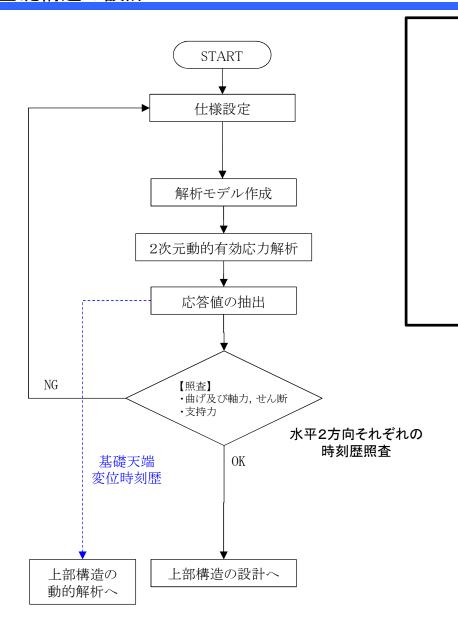
検討	地震動	位相	水平相対	水平相对变位 (mm)		鉛直相対変位 (mm)	
ケース	7巴 灰 977	11/2.1611	最大	最小	最大	最小	
		(H+, V+)	2.6	-4.3	20. 1	-20, 8	
	S s -D 1	[H+, V-]	3. 0	-4. 2	21.6	-19. 1	
	S 8 - D 1	(H-, V+)	3.4	-3.7	14. 4	-24.0	
		(H-, V-)	3. 7	-3. 7	15. 6	-23. 4	
	S s - 1 1	(H+, V+)	1.2	-3.0	12. 5	-6.5	
ケース①	S s - 1 2	[H+, V+]	2, 3	-3, 8	15. 5	-8.3	
ケースロ	S s - 1 3	[H+, V+]	1.9	-3, 7	13, 3	-9.5	
	S s - 1 4	(H+, V+)	1.3	-2.9	9, 8	-8, 4	
	S s - 2 1	(H+, V+)	2. 1	-2, 8	10. 1	-14.4	
	S s - 2 2	[H+, V+]	1.4	-2, 9	9.8	-10.5	
	S s - 3 1	(H+, V+)	3, 9	-3, 0	13. 4	-26. 6	
		[H-, V+]	1.9	-3. 4	26. 4	-17. 5	
ケース④	S s - D 1	[H+, V+]	3. 2	-4.6	23. 7	-29. 2	

②_② ②_②断面になける南北某歴王端の相対亦位の抽出結果

検討	地震動	位相	水平相対	水平相対変位 (mm)		鉛直相対変位 (mm)	
ケース	745.0F 900	16.48	最大	最小	最大	最小	
		(H+, V+)	265.5	-127.6	0.4	-12.4	
	S s - D 1	(H+, V-)	257.4	-130.5	0.6	-12.7	
	S s - D 1	(H-, V+)	298, 8	-140, 4	0.5	-13, 0	
		(H-, V-)	295.7	-145, 7	0.4	-14. 1	
	S s - 1 1	(H+, V+)	64.5	-51.5	0.9	-7. 5	
ケース①	S s - 1 2	(H+, V+)	115. 2	-80.7	0.4	-9. 7	
ケース①	S s - 1 3	(H+, V+)	102.5	-77.5	0.4	-9.7	
	S s - 1 4	(H+, V+)	90.5	-69. 0	1.4	-8, 4	
	S s - 2 1	(H+, V+)	89. 9	-36.5	0.3	-8. 8	
	S s - 2 2	(H+, V+)	95. 9	-69. 9	0.2	-9, 9	
		(H+, V+)	203.7	-72.8	0.8	-8, 5	
	S s - 3 1	(H+, V-)	185. 4	-157.9	0.2	-7. 5	
ケース④	S s - D 1	[H-, V+]	356, 4	-80.7	0.4	-12.0	



3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 基礎構造の設計フロー



基礎構造の解析モデル (2次元動的有効応力解析) (地盤-構造物の連成モデル)

解析手法	2次元動的有効応力解析	
プログラム	FLIP	
対象荷重 地震時		
目的	・地中連続壁基礎の動的挙動評価・地層の不陸を反映	
データ利用	・地中連続壁基礎,基礎地盤の照査・基礎天端の変位時刻歴(上部工の動的解析に入力)・鋼製防護壁の最大水平加速度(上部工の静的解析に入力)	
照査方法	水平2方向それぞれの時刻歴照査	



3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 基礎構造の解析モデル (二次元動的有効応力解析)

解析の目的

- ・地層の不陸を反映した地震時の地中連続壁基礎の挙動を動的に評価
- ・地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮するため、 地盤ー構造物の連成系モデルに対して、2次元動的有効応力解 析法を適用

結果の利用

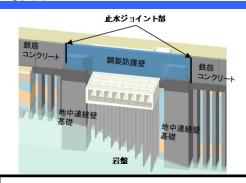
- ・地中連続壁基礎の応力照査、基礎の支持性能の評価
- ・上部構造の動的解析に入力する基礎天端の変位時刻歴

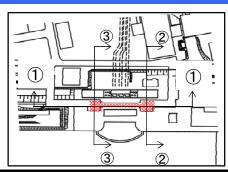
モデル化方針

- ・地中連続壁基礎及び鋼製防護壁は線形梁要素, 地盤はマルチスプリング要素でモデル化
- ・地中連続壁基礎は、縦梁(構造梁)、横梁(仮想剛梁)で構成し、側面にジョイント要素配置のために仮想柔梁を配置
- ・鋼製防護壁は構造梁として配置

2次元時刻歷照查法

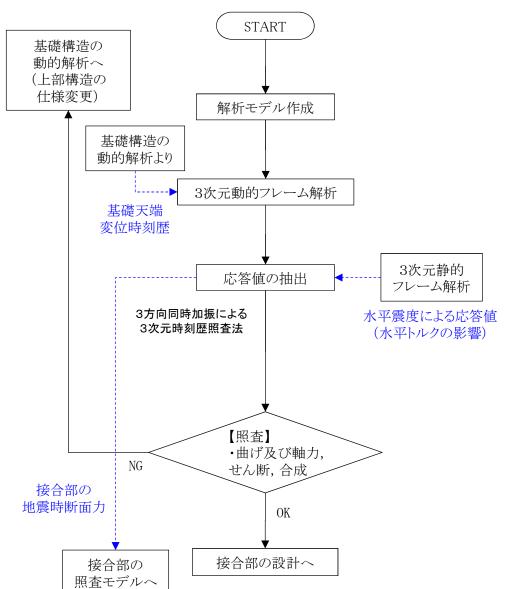
※水平2方向のそれぞれの断面力の時刻歴を用いた 3次元時刻歴照査による確認







3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 上部構造の設計フロー





上部構造の解析モデル (3次元動的フレーム解析)

解析手法	3次元動的フレーム解析
プログラム	TDAP
対象荷重	地震時
目的	·鋼製防護壁モデルの精緻化 ·鋼製防護壁の動的挙動評価
データ利用	・鋼製防護壁の照査
照査方法	3方向同時加振による3次元時刻歴照査法

3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 上部構造の解析モデル

解析の目的

・主桁、横桁部材ごとの要素で精緻にモデル化した 鋼製防護壁の地震による挙動を動的に評価する。

結果の利用

鋼製防護壁の部材応力照査

変位時刻歴入力による動的解析

- ・地中連続壁基礎の2次元有効応力解析から算出される基礎天端中心における並進3成分及び回転2成分の変位時刻歴を強制変位として入力して3次元動的フレーム解析を実施する。
- ・①堤軸断面方向、②堤軸直交断面方向及び③鉛直 方向の解析結果それぞれの最大応答値を組合せ係 数法により重ね合わせて応力照査を実施する。
- ・2次元有効応力解析では水平回転成分の算出ができないため、水平震度による静的解析により応答値を算出し、3次元動的フレーム解析の結果と重ね合わせることにより、水平回転の影響を考慮する。
- ・静的解析で与える水平震度は、南北両断面の最大応 答加速度から算定される水平震度を一律で与える。

3方向同時加振による 3次元時刻歴照査法

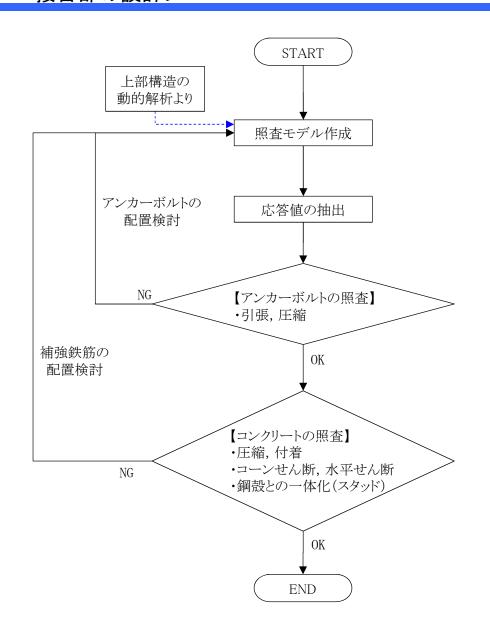


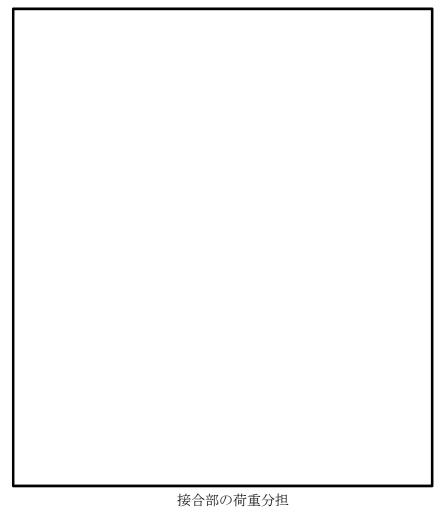
3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 上部構造への変位時刻歴入力

■2次元有効応力解析による変位時刻歴の入力



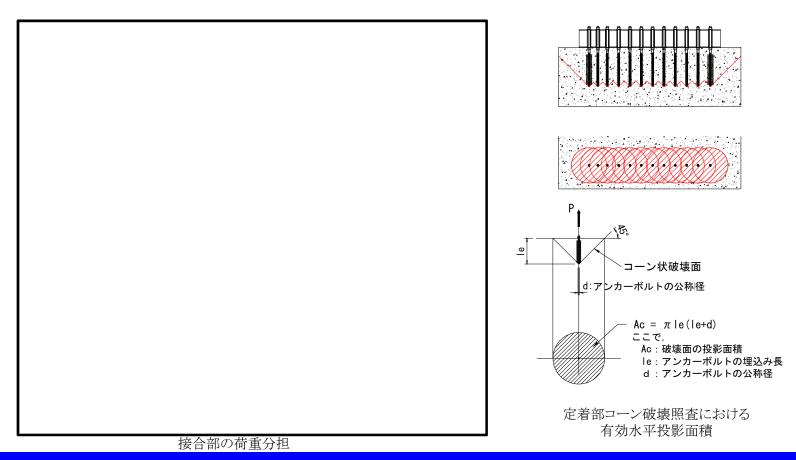
3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 接合部の設計フロー



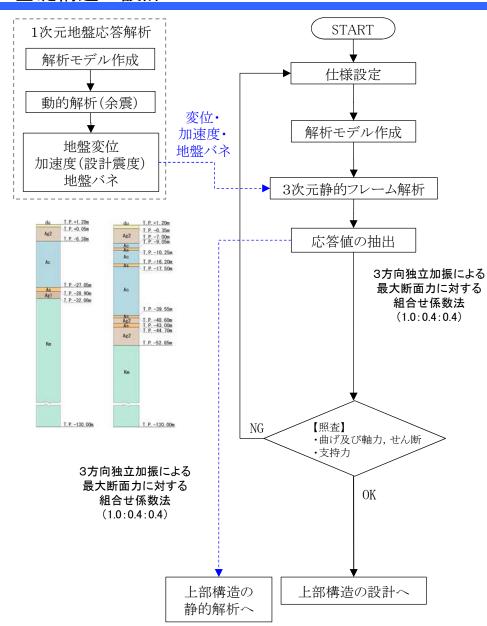


3. 鋼製防護壁の耐震設計方法 接合部の設計

- ・アンカーボルトは、2軸複鉄筋断面の鉄筋コンクリート断面として設計する。
- ・上部構造の3方向同時加振による動的解析結果から軸力の最大及び最小ならびに堤軸断面・堤軸直交断面方向の各曲げモーメントが最大となる断面力の組合せを抽出後、最大の引張応力が生じる断面力の組合せを設計断面力として照査を行なう。
- ・アンカーボルトは鉛直軸力と堤軸断面方向及び堤軸直交断面方向の曲げモーメントによる2軸曲げ軸力に対して抵抗するものとし、せん断力と水平回転 モーメントについては、基礎と一体の中詰め鉄筋コンクリート及び頂版鉄筋コンクリートにより負担する。
- 中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻との一体化に必要なジベル筋量を算出する。



4. 鋼製防護壁の耐津波設計方法 基礎構造の設計フロー



	<u> </u>
解析手法	3次元静的フレーム解析
プログラム	Engineer's Studio
対象荷重	余震+津波時
目的	・鋼製防護壁モデルの精緻化 ・津波荷重による水平トルクならびに 3方向の余震の影響を受ける地中 連続壁基礎の3次元挙動評価
データ利用	・地中連続壁基礎の照査 ・鋼製防護壁の照査
照査方法	3方向独立載荷による最大断面力に 対する組合せ係数法



4. 鋼製防護壁の耐津波設計方法 基礎構造・上部構造の解析モデル (三次元静的フレーム解析)

解析の目的

・津波荷重による水平トルクならびに3方向の余震の影響を受ける地中連続壁基礎及び鋼製防護壁の3次元的な挙動を評価する。

結果の利用

- 地中連続壁基礎の応力照査
- 鋼製防護壁の応力照査

モデル化方針

- ・上部構造・下部構造を一体でモデル化する。
- ・地中連続壁基礎は縦梁(構造梁)とその周囲の仮想剛梁で構成し、仮想剛梁に地盤バネを設定する。
- ・鋼製防護壁は、外面及び隔壁部材を構造梁により モデル化する。
- ・余震の影響を考慮した地盤バネは、1次元有効応力解析 結果に基づき算定する。

地盤バネの設定

	検討		
	ケース	地盤剛性及び上限値	備考
	地盤 バネ3	S _a 波による1次元有効応力解析で, 地表面最大加速度発生時刻の地盤物性によりバネ定数及び反力上限値を設定	地盤抵抗が 大きいケース
余震+ 津波時	地盤 バネ4	Sa波による1次元有効応力解析で、地表面最大変位発生時刻の地盤物性によりバネ定数及び反力上限値を設定	地盤抵抗が
	地盤 バネ5	Sa波による1次元有効応力解析で、最大せん断ひずみ発生時刻の地盤物性によりバネ定数及び反力上限値を設定	小さいケース

3方向独立加振による最大断面力に対する組合せ係数法(1.0,:0.4:0.4)

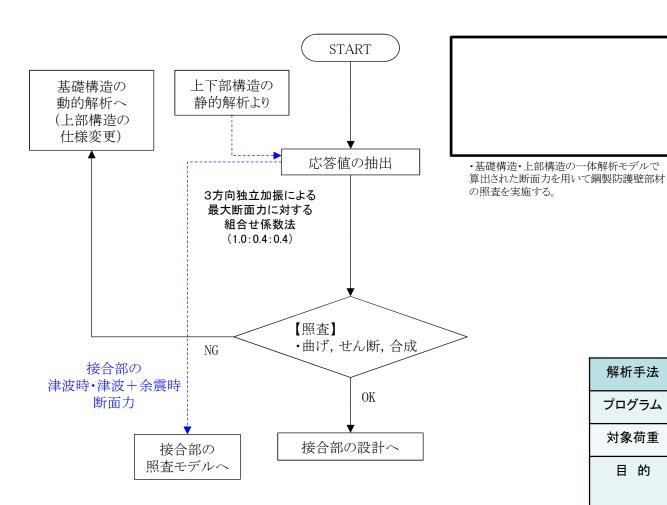


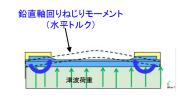
	基礎構造の解析モデル	(断面力の組合せ)
1		

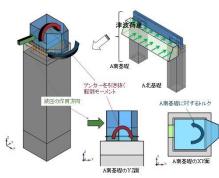


4. 綱製防護壁の耐津波設計方法

4. 鋼製防護壁の耐津波設計方法 上部構造の設計フロー







・津波荷重により地中連続壁基礎及び鋼製防護 壁に作用する鉛直軸回りモーメント(水平トルク)を評価するため3次元解析を実施する。

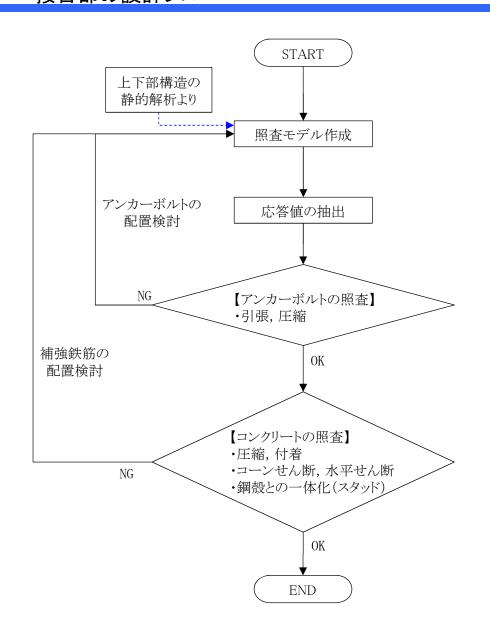
解析手法	3次元静的フレーム解析
プログラム	Engineer's Studio
対象荷重	余震+津波時
目的	・鋼製防護壁モデルの精緻化 ・津波荷重による水平トルクならびに 3方向の余震の影響を受ける地中 連続壁基礎の3次元挙動評価
データ利用	・地中連続壁基礎の照査 ・鋼製防護壁の照査
照査方法	3方向独立載荷による最大断面力に 対する組合せ係数法

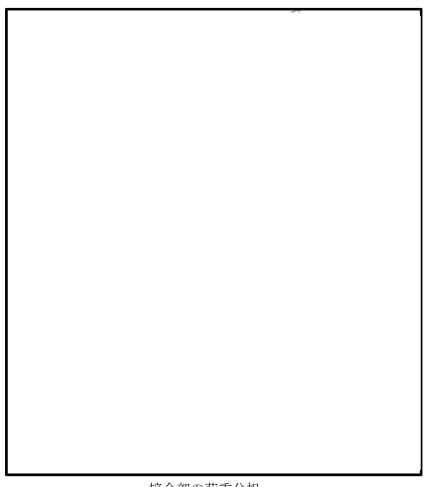


4. 鋼製防護壁の耐津波設計方法 上部構造の解析モデル	(断面力の組合せ)	



4. 鋼製防護壁の耐津波設計方法 接合部の設計フロー





接合部の荷重分担

5. 2次元及び3次元時刻歴照査法並びに3次元組合せ係数法の適用先 許容限界と適用手法

耐震設		耐震設計		而	村津波設計	
	地震時		基準津波時,基準津波時十余震時		敷地に遡上する津波時, 敷地に遡上する津波時+余震時	
	許容限界 (割増し係数)	照査方法	許容限界 (割増し係数)	組合せ係数	許容限界 (割増し係数)	組合せ係数
上部構造	鋼材:1.5	3次元時刻歴照査法	鋼材:1.5	組合せ係数法 1.0:0.4:0.4 (余震時)	鋼材:1.7	組合せ係数法* 1.0:0.4:0.4
	コンクリート: 1.5		コンクリート: 1.5	組合せ係数法 1.0:0.4:0.4 (余震時)	コンクリート: 2.0	組合せ係数法*
接合部	鉄筋:1.5	3次元時刻歷照査法	鉄筋:1.5		鉄筋:1.65	1.0:0.4:0.4
	鋼材:1.5		鋼材:1.5		鋼材:1.7	
4p 1++ \4-	コンクリート: 1.5	2次元時刻歴照査 (水平2方向のそれぞれの断	コンクリート:1.5	組合せ係数法 1.0:0.4:0.4 (余震時)	コンクリート: 2.0	組合せ係数法*
下部構造	鉄筋:1.5	面力の時刻歴を用いた3次 元時刻歴照査による確認)	鉄筋:1.5		鉄筋:1.65	1.0:0.4:0.4

*3次元時刻歴照査法との比較により組合せ係 数法(1.0:0.4:0.4)の保守性を確認



6. 使用材料

■使用材料

構造区分	部材名	材料区分	諸元		
上部構造	鋼製防護壁	鋼材	SS400, SM400, SM490, SM490Y, SM570, SBHS500, SBHS700		
接合部構造	頂版鉄筋コンクリート 中詰め鉄筋コンクリート	コンクリート	設計基準強度 50 N/mm ²		
	頂版鉄筋コンクリート 中詰め鉄筋コンクリート	鉄筋	SD345, SD390, SD490		
	アンカーボルト	鋼材	SM520B相当		
基礎構造	中実鉄筋コンクリート 地中連続壁基礎	コンクリート	設計基準強度 40 N/mm ²		
	中実鉄筋コンクリート 地中連続壁基礎	鉄筋	SD345, SD390, SD490		



7. 許容限界 耐震設計における許容限界

■耐震設計における許容限界

構造区分	材料区分	許容限界の 割増し係数	適用基準			
上部構造	鋼材	1. 5	-「道路橋示方書(I共通編・II 鋼橋編・IV下部構造編 同解説((社)日本道路協会, 平成14年3月)」 -「道路橋示方書(II 鋼橋・鋼部材編)・同解説((社)日 道路協会, 平成29年11月)」 -「新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書~ SBHS500(W), SBHS700(W)の設計・製作ガイドライン (案)~((社)土木学会, 平成21年11月)」			
接合部構造	コンクリート	1. 5	・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木学会, 2002年制定)」 ・「道路橋示方書(I共通編・IV下部構造編)・同解説			
	鉄筋	1. 5	((社)日本道路協会, 平成24年3月)」 ・「カルバート工指針(平成21年度版)((社)日本道路協会,			
	鋼材	1. 5	平成22年3月)」 •「鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編,名古屋高速道路 公社,平成15年10月)」			
基礎構造	コンクリート	1. 5	・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木学会, 2002年制定)」			
	鉄筋	1.5	·「道路橋示方書(I共通編·Ⅳ下部構造編)·同解説 ((社)日本道路協会,平成24年3月)」			



7. 許容限界 耐津波設計における許容限界

■耐津波設計における許容限界(その1) (基準津波時)及び(余震時+基準津波時)

構造区分	材料区分	許容限界の 割増し係数	適用基準		
上部構造	錮 材	1. 5	・「道路橋示方書(I共通編・Ⅱ鋼橋編・Ⅳ下部構造編)・ 同解説((社)日本道路協会,平成14年3月)」 ・「道路橋示方書(Ⅱ鋼橋・鋼部材編)・同解説((社)日本 道路協会,平成29年11月)」 ・「新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書~ SBHS500(W), SBHS700(W)の設計・製作ガイドライン (案)~((社)土木学会,平成21年11月)」		
接合部構造	コンクリート	1.5	・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木 学会, 2002年制定)」 ・「道路橋示方書(Ⅰ共通編・IV下部構造編)・同解説		
	鉄 筋	1. 5	((社)日本道路協会, 平成24年3月)」 •「カルバート工指針(平成21年度版)((社)日本道路協会, 平成22年3月)」		
	錮 材	1.5	·「鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編,名古屋高速道路公社,平成15年10月)」		
基礎構造	コンクリート	1.5	・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木 学会, 2002年制定)」		
	鉄筋	1.5	·「道路橋示方書(Ⅰ共通編·Ⅳ下部構造編)·同解説 ((社)日本道路協会, 平成24年3月)」		



■耐津波設計における許容限界(その2) (敷地に遡上する津波時)及び(余震+敷地に遡上する津波時時)

構造区分	材料区分	許容限界の 割増し係数	適用基準
上部構造	錮 材	1. 7	・「道路橋示方書(I共通編・Ⅱ鋼橋編・IV下部構造編)・ 同解説((社)日本道路協会,平成14年3月)」 ・「道路橋示方書(Ⅱ鋼橋・鋼部材編)・同解説((社)日本 道路協会,平成29年11月)」 ・「新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書~ SBHS500(W), SBHS700(W)の設計・製作ガイドライン(案) ~((社)土木学会,平成21年11月)」
	コンクリート	2. 0	・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木学会, 2002年制定)」 ・「道路橋示方書(I共通編・NV下部構造編)・同解説
接合部構造	鉄 筋	1. 65	((社)日本道路協会, 平成24年3月)」 ・「カルバート工指針(平成21年度版)((社)日本道路協会, 平成22年3月)」
	鋼 材	1. 7	·「鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編,名古屋高速道路公社,平成15年10月)」
基礎構造	コンクリート	2. 0	・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]((社)土木学 会, 2002年制定)」
	鉄筋	1. 65	·「道路橋示方書(Ⅰ共通編·Ⅳ下部構造編)·同解説 ((社)日本道路協会,平成24年3月)」



8. 設計方針のまとめ

- 鋼製防護壁上部構造は、約50mの支間長を有する構造物であり、地震時の慣性力や津波波圧に対する上下流方向の水平回転モーメント(トルク)への対応のため、3次元解析モデルを用いた設計を行う。
- 鋼製防護壁の耐震設計は、動的解析による2次元及び3次元時刻歴照査法を用いる。
- 鋼製防護壁の耐津波設計では、余震荷重について3次元組合せ係数法を用い、重畳時の津波荷重とともに静的解析モデルに与えて 照査する方法を用いる。
- 3次元組合せ係数法を用いる場合は、3次元時刻歴照査法と比較することにより、3次元組合せ係数法の保守性を確認の上で適用する。
- 耐震設計における許容限界は、許容応力度の割増し係数1.5倍を用いる。耐津波設計の敷地に遡上する津波時及び余震+敷地に遡上する津波時の許容限界は、許容応力度の割増係数1.7倍を用いる。
- 設計外力が大きい場合においても、添接板による施工を可能とし、品質及び施工性の向上を図る目的で高強度鋼SBHS500材及び SBHS700材を採用する。

【参考資料1】鋼製防護壁上部構造へのSBHS500材、SBHS700材の採用について(1/3)

■鋼製防護壁上部構造へのSBHS500材、SBHS700材の採用について

【背景】

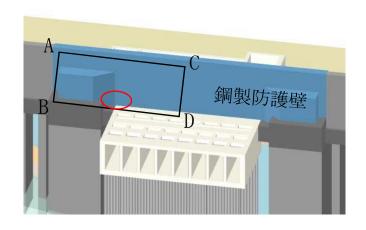
・設計外力が大きい場合においても、添接板による施工を可能とし、品質及び施工性の向上を図る目的で高強度鋼 SBHS500材及びSBHS700材を採用する。

【効果】

- ・SM570材の場合に鋼材厚が95mmであるのに対し、SBHS500材を用いることにより部材厚を60mmに抑制でき、SBHS700材を用いることで更なる鋼材厚の低減が可能となる。
- ・添接板による施工が可能となる。
- ·設計荷重が大きな箇所について、鋼材厚を抑え、施工性の向上及び品質確保並びに安全余裕の確保に寄与する ことができる。

【参考資料1】鋼製防護壁上部構造へのSBHS500材及びSBHS700材の採用について(2/3)

■鋼製防護壁上部構造へのSBHS500材, SBHS700材の採用による鋼材厚の低減



【凡例】

◯ :比轉

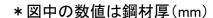
:比較箇所

: SM570

:SBHS500

(上記以外はSM490Y)

SBHS700材を用いることで更なる 鋼材厚の低減が可能



* SBHS700の適用により発生応力 が短期許容応力度以下となる。



【参考資料1】鋼製防護壁上部構造へのSBHS500材、SBHS700材の採用について(1/3)

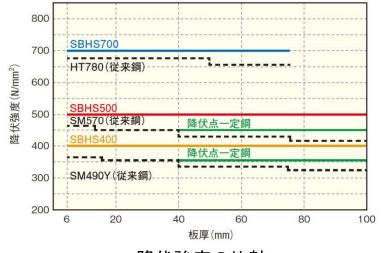
■SBHS材と従来鋼との比較

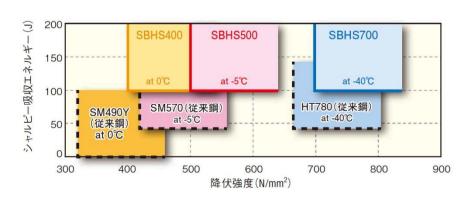
板厚 50mmの例

強度区分特性		490N/mm ² 級鋼		570N/mm ² 級鋼		780N/mm ² 級鋼		
		SBHS400+SBHS400W	従来鋼 (SM490Y·SMA490W)	SBHS500+SBHS500W	従来鋼 (SM570·SMA570W)	SBHS700	SBHS700W	従来鋼 (HT780*)
強度	降伏点 (N/mm ²)	≧400	≥335	≧500	≧430	≧700	≧700	≧685
独度	降伏点一定	0	Δ	0	Δ	0	0	Δ
加工性	高靱性	0	Δ	0	Δ	0	0	Δ
溶接性	予熱温度低減	0	Δ	0	Δ	0	0	Δ
耐食性	耐候性	O (SBHS400W)	O (SMA490W)	O (SBHS500W)	O (SMA570W)	_	0	-

○ 通常仕様で対応 △ 通常仕様では未対応

* HBS G3102 (HT780)





靭性の比較

降伏強度の比較

【参考資料2】水平2方向及び鉛直鉄筋方向地震力による発生応力の算定における3次元組合せ係数法の保守性の確認 検討概要

3次元組合せ係数法を用いる場合は、3次元時刻歴照査法と比較することにより、3次元組合せ係数法の保守性を確認の上で適用する。

手法①(3次元組合せ係数法)

・直交する2次元有効応力解析結果から得られる3方向の時刻歴応答を独立に入力し、各方向の入力による全時刻の最大断面力を求め組合せ係数 (1.0:0.4:0.4)を乗じた断面力の組合せ対して照査する。

手法②(3次元時刻歴照査法)

・3方向の地震力の同時入力による断面力の時刻歴を用いて、同要素及び同時刻の断面力を組合せて照査する。



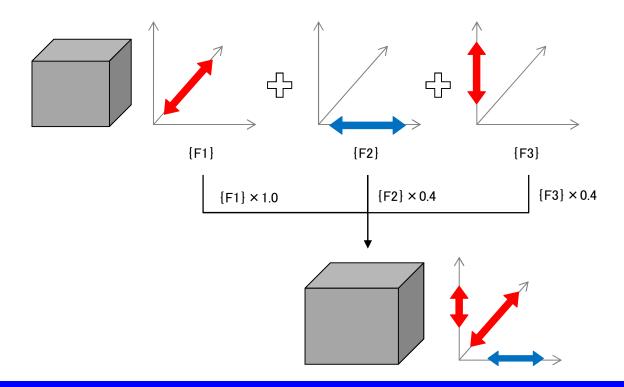
【参考資料2】水平2方向及び鉛直鉄筋方向地震力による発生応力の算定における3次元組合せ係数法の保守性の確認 検討手法

検討手法(1)(3次元組合せ係数法)

- ・敷地に遡上する津波と余震の重畳時において、余震荷重に対し適用する。
- ・直交する2次元有効応力解析結果から得られる3方向の時刻歴応答を独立に入力し、各方向の入力による全時刻の最大断面力を求め組合せ係数 (1.0:0.4:0.4)を乗じた断面力の組合せ対して照査する。

照査断面力

- =堤軸直交断面方向:水平加振による最大断面力{F1}×1.0
- +堤軸直交断面方向:鉛直加振による最大断面力{F2}×0.4
- +堤軸断面方向:水平加振による最大断面力{F3}×0.4



【参考資料2】水平2方向及び鉛直鉄筋方向地震力による発生応力の算定における3次元組合せ係数法の保守性の確認 検討手法

検討手法② (3次元時刻歴照査法)

・3方向の地震力の同時入力による断面力の時刻歴を用いて、同要素及び同時刻の断面力を組合せて照査する。

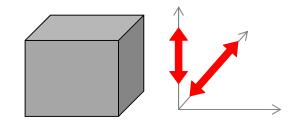
照査断面力

=堤軸直交断面方向:水平成分

+堤軸直交断面方向:鉛直成分

+堤軸断面方向:水平成分

の同時時刻の断面力

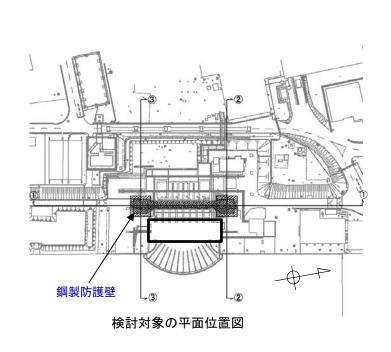


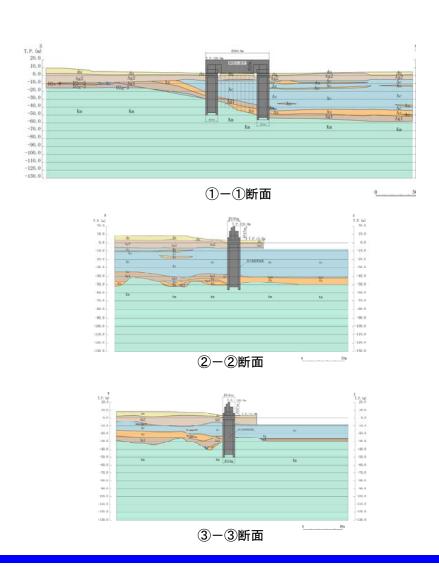


【参考資料2】水平2方向及び鉛直鉄筋方向地震力による発生応力の算定における3次元組合せ係数法の保守性の確認 検討手法

検討内容

・3次元時刻歴照査法と3次元組合せ係数法による最大照査を比較する。







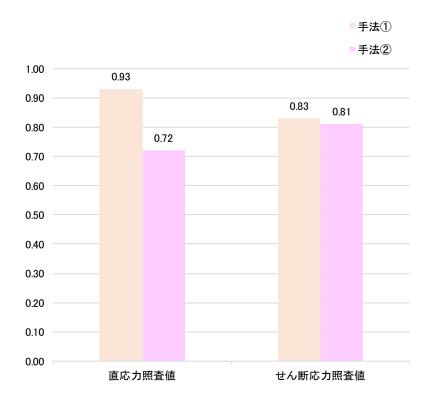
【参考資料2】水平2方向及び鉛直鉄筋方向地震力による発生応力の算定における3次元組合せ係数法の保守性の確認 検討結果

検証結果

・手法(1)(3次元組合せ法),手法(2)(3次元時刻歴照査法)の最大照査値は、

手法①(3次元組合せ法) > 手法②(3次元時刻歴照査法)

の関係にあり、組合せ係数法の保守性を確認した。



同一要素における最大照査値比較

