

4. 東南海・南海地震に対する強化工法の紹介

4.1 強化工法の選定

液状化対策工法の種類

液状化対策工法には多種多様の工法があるが、設計上以下のように大別される。

地盤系対策工法：基本的に対策域(改良体)を地盤として取り扱う。堤防の安定は、円弧すべり法により求めた安全率により照査する。

構造系対策工法：基本的に対策域(改良体)を構造物として取り扱う。堤防の安定は、円弧すべり法により求めた安全率による照査に加えて、構造物(改良体)の外的安定および内的安定により照査する。

工法	安定性の評価	改良仕様の設定	取り扱う工法	
地盤系対策工法	過剰間隙水圧を用いた円弧すべり計算で安定性を評価	所用の過剰間隙水圧比を満足するように設定	サドコンパクション工法 振動棒工法 バグフローテーション工法 低振動締固め工法	
			静的締固め工法	静的締固め砂杭工法 コンパクションラッキング工法 特殊石灰バール工法
			ドレーン工法	グラベルドレーン工法 プラスチックドレーン工法
			押え盛土工法	
構造系対策工法	円弧すべり安全率による照査に加えて、構造物の外的安定及び内的安定により照査する	円弧すべり安全率による照査に加えて、構造物の外的安定及び内的安定により照査する	深層混合処理工法 高圧噴射攪拌工法 注入固化工法	
			鋼(鋼管)矢板工法 鋼(鋼管)矢板工法(排水機能付)	

対策工法選定の基本方針

対策工法選定の基本方針は、これまでの検討経過を踏まえ、以下のとおりとする。

堤内地への影響を極力避けるために、堤外側でできる対策を優先する。

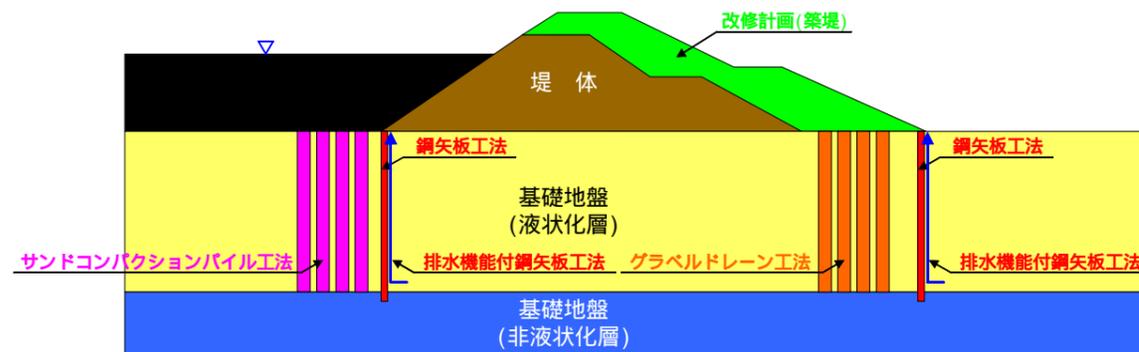
地下水利用があることから、そのような地域では地下水に影響を与えない工法とする。なお、施工時の地下水汚濁が懸念されるため、原則として固結工法は採用しない。

中規模地震対策として実施された対策工を東南海・南海地震対策に組み込む。

これまで、吉野川下流域では上記した対策工法のうち、以下に示す工法を除外している。

振動締固め工法：振動、騒音が大きいとされる工法であり、周辺環境(近接する住家)への影響があるため、堤内側には採用しない。

固結工法：吉野川下流域では地下水利用が多く、施工時に地下水汚濁などの可能性があるため採用しない。



吉野川下流域における液状化対策工法の概要図

4.2 強化工法の効果検討例

吉野川左岸0k600および旧吉野川左岸2k600では、レベル1地震動(中規模地震)に対する対策として、既に堤外側に鋼矢板が施工されている。以下では、既設の鋼矢板工法に新たな対策を追加した場合の堤防沈下量低減効果を検討した。

追加工法は、以下の理由により堤内外側の鋼矢板工法および堤外側の振動締め固め工法(サンドコンパクションパイル工法)とした。

- ・理由 : 堤内側は家屋が近接していることから、わずかなスペースで施工できる鋼矢板工法以外は採用しない。
- ・理由 : 吉野川下流域では地下水利用が多く、施工時に地下水汚濁などの可能性があるため、固結工法は採用しない。

【検討ケース】

- Case1: 無対策
- Case2: 矢板を堤外側に1列打設した場合(現況: 堤外1列矢板)
- Case3: 矢板を堤内外側に1列打設した場合(堤内外1列矢板)
- Case4: 矢板を堤外側に2重に打設した場合(堤外2重矢板)
- Case5: 矢板の外側にサンドコンパクションパイル(4m)を打設した場合
- Case6: 矢板の外側にサンドコンパクションパイル(8m)を打設した場合
- Case7: 矢板の外側にサンドコンパクションパイル(12m)を打設した場合

検討Caseごとの沈下低減効果を下表に示す。

検討の結果、堤防断面が大きく、のり勾配の緩い吉野川堤防は沈下低減効果が小さく、堤防断面が小さく、のり勾配の急な旧吉野川堤防は沈下低減効果が大きいことを確認した。また、旧吉野川における対策工法のうち、堤外2重矢板(既設矢板の内側に矢板を追加打設する)の場合が、最も大きな沈下低減効果を得られることがわかった。

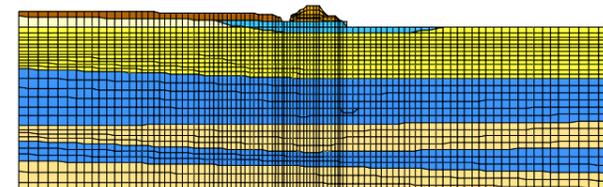
解析地点	検討Case	解析結果(沈下量) ¹⁾ (m)	沈下低減効果 ²⁾ (%)
吉野川 左岸0k600	Case1 無対策	0.53	-
	Case2 堤外1列矢板(現況)	0.53	0.0
	Case3 堤内外1列矢板	0.52	1.9
	Case4 堤外2重矢板	0.52	1.9
	Case5 サンドコンパクションパイル(4m)	0.52	1.9
	Case6 サンドコンパクションパイル(8m)	0.52	1.9
	Case7 サンドコンパクションパイル(12m)	0.52	1.9
旧吉野川 左岸2k600	Case1 無対策	1.00	-
	Case2 堤外1列矢板(現況)	0.80	20.0
	Case3 堤内外1列矢板	0.62	38.0
	Case4 堤外2重矢板	0.34	66.0
	Case5 サンドコンパクションパイル(4m)	0.68	32.0
	Case6 サンドコンパクションパイル(8m)	0.60	40.0
	Case7 サンドコンパクションパイル(12m)	0.57	43.0

1) 堤防沈下量は、天端堤外のり肩部での沈下量を示す。

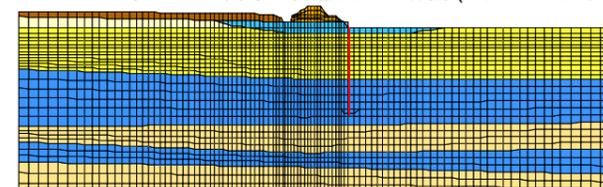
2) 沈下低減効果は無対策に対する効果を示す。沈下低減効果 = (無対策 - 対策有り) / 無対策

旧吉野川左岸2k600の検討結果(ALIDによる解析)

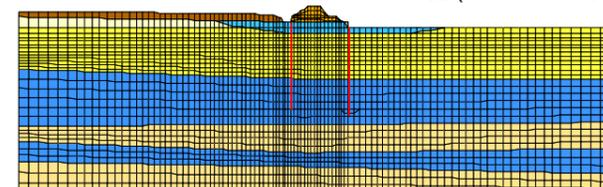
Case1: 無対策



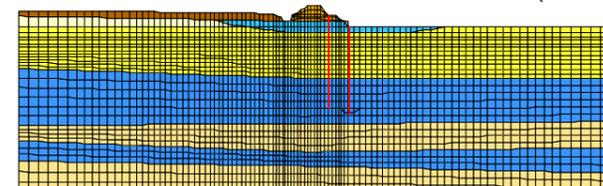
Case2: 矢板を堤外側に打設した場合(現況: 堤外1列矢板)



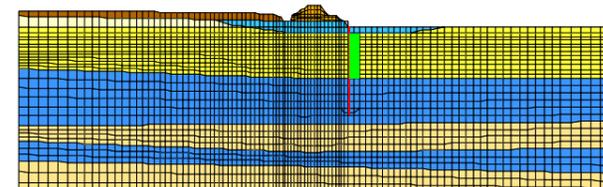
Case3: 矢板を堤内外側に打設した場合(堤内外1列矢板)



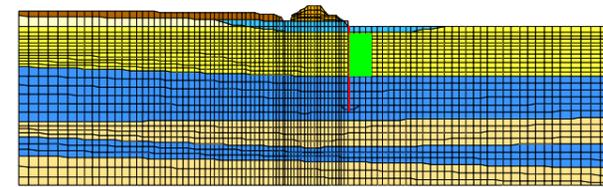
Case4: 矢板を堤外側に二重に打設した場合(堤外2重矢板)



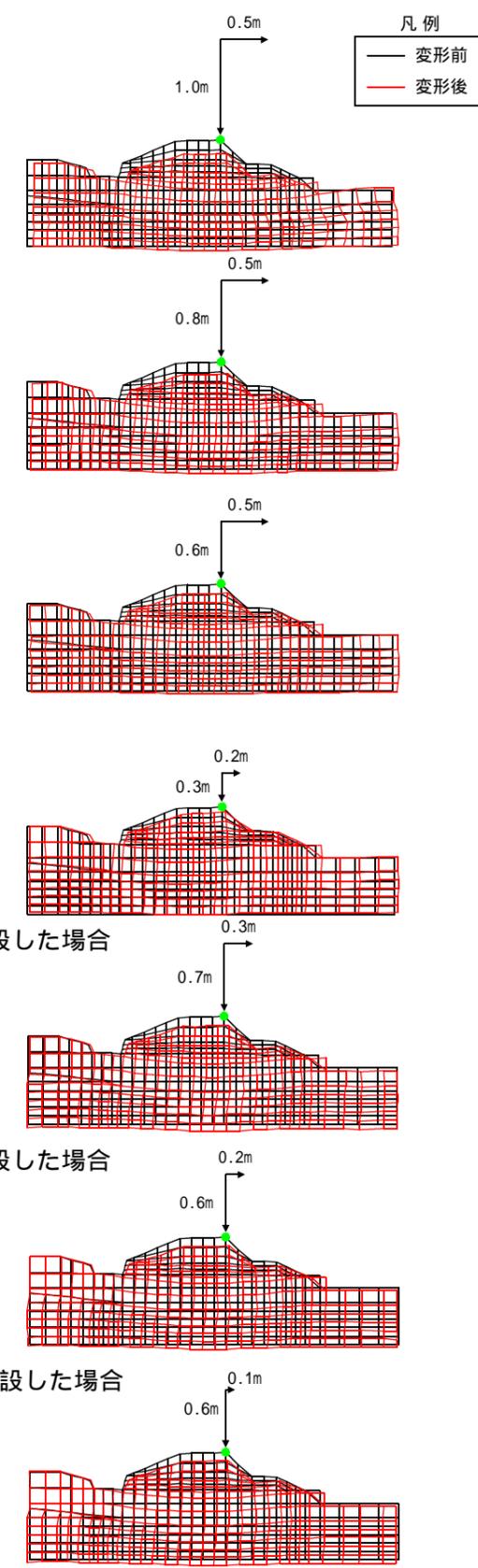
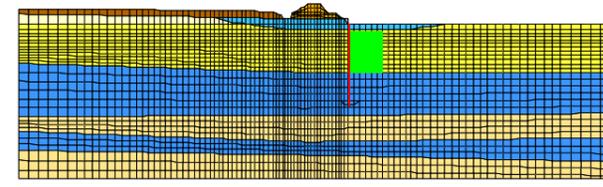
Case5: 矢板の外側にサンドコンパクションパイル(4m)を打設した場合



Case6: 矢板の外側にサンドコンパクションパイル(8m)を打設した場合

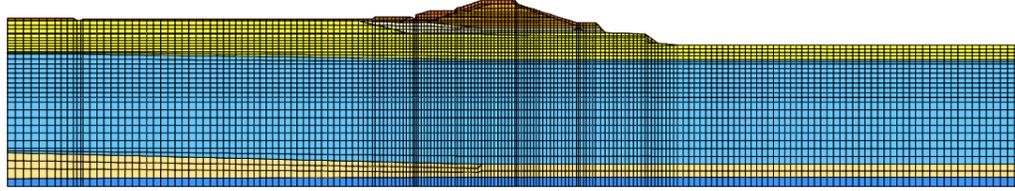


Case7: 矢板の外側にサンドコンパクションパイル(12m)を打設した場合

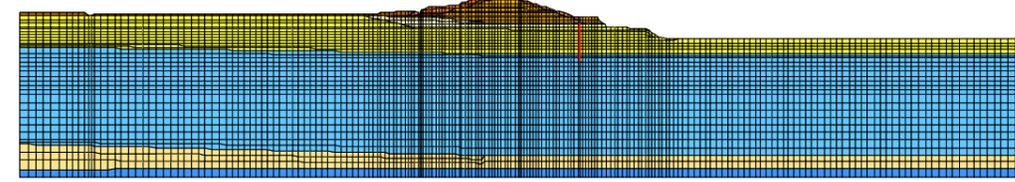


吉野川左岸0k600の検討結果(ALIDによる解析)

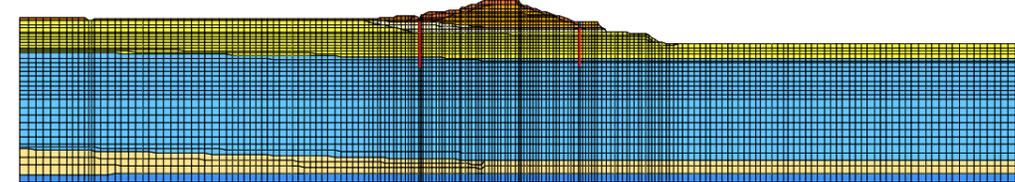
Case1：無対策



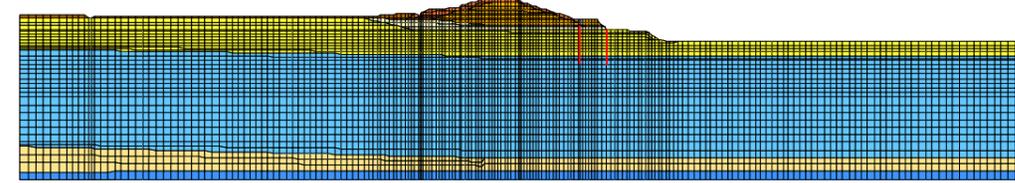
Case2：矢板を堤外側に打設した場合(現況：堤外1列矢板)



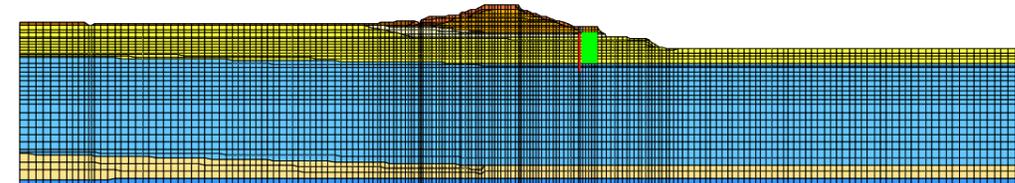
Case3：矢板を堤内外に打設した場合(堤内外1列矢板)



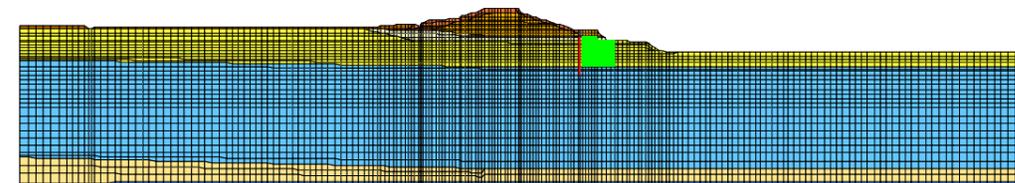
Case4：矢板を堤外側に二重に打設した場合(堤外2重矢板)



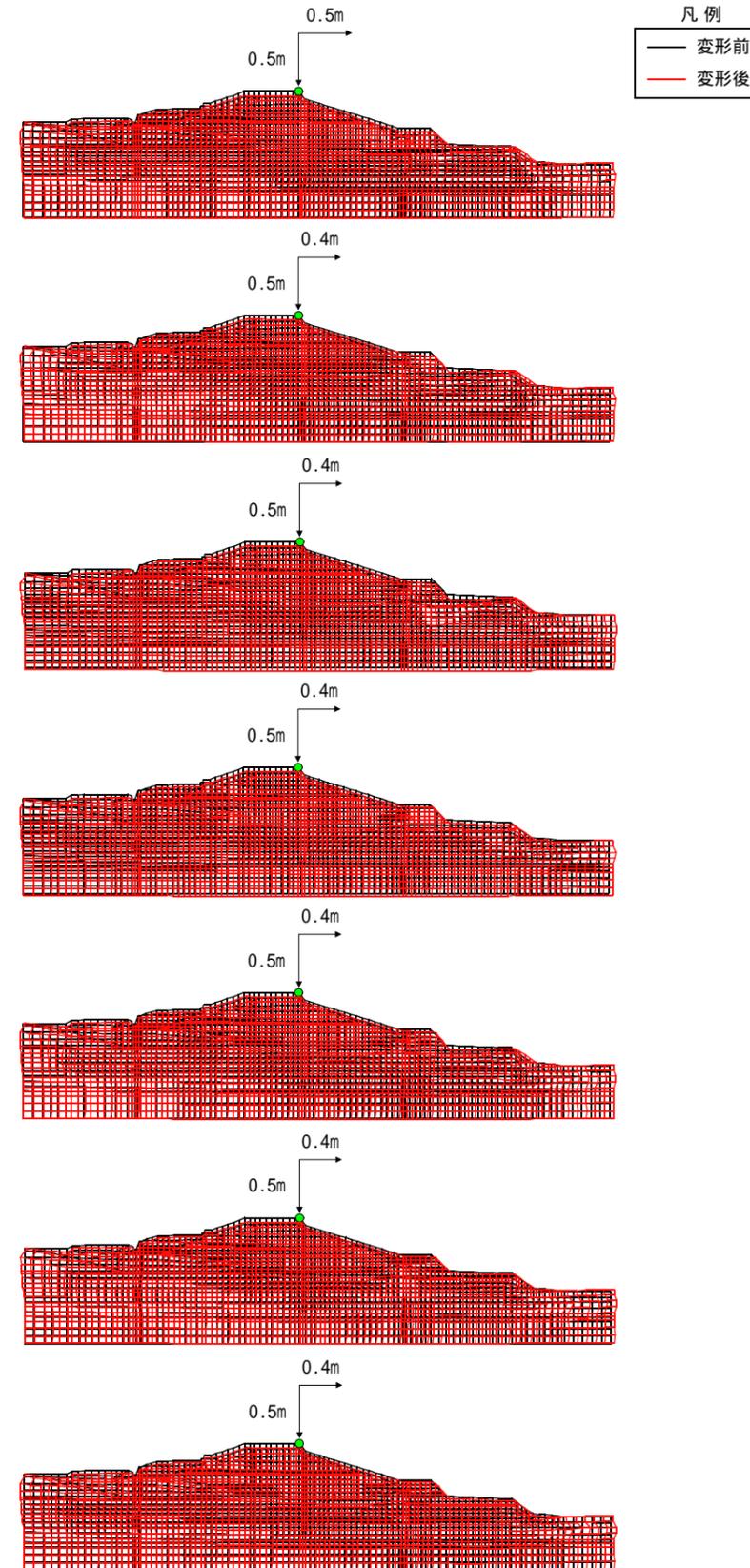
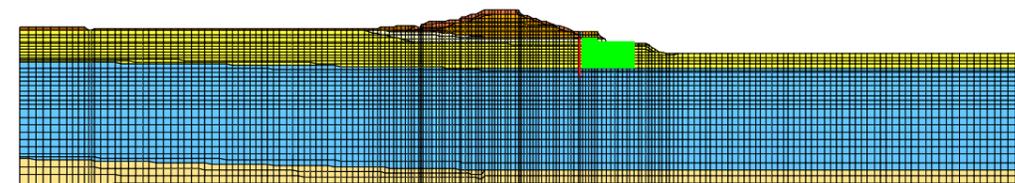
Case5：矢板の外側にサンドコンパクションパイル(4m)を打設した場合



Case6：矢板の外側にサンドコンパクションパイル(8m)を打設した場合



Case7：矢板の外側にサンドコンパクションパイル(12m)を打設した場合



吉野川左岸0k600の施工例(案)

【現地状況】



【堤内側】



【堤外側】



- 堤外側
- ・護岸は、のり枠コンクリート張工(パラペットあり)で、前面には消波ブロックが設置されている。
 - ・釣り人の利用が多い。
- 堤内側
- ・堤防小段は県道として利用(通行量は比較的多い)。
 - ・堤防のり尻に堤脚水路が設置されている。
 - ・畑地など耕作地として利用。民家が点在している。
 - ・地下水利用はない。

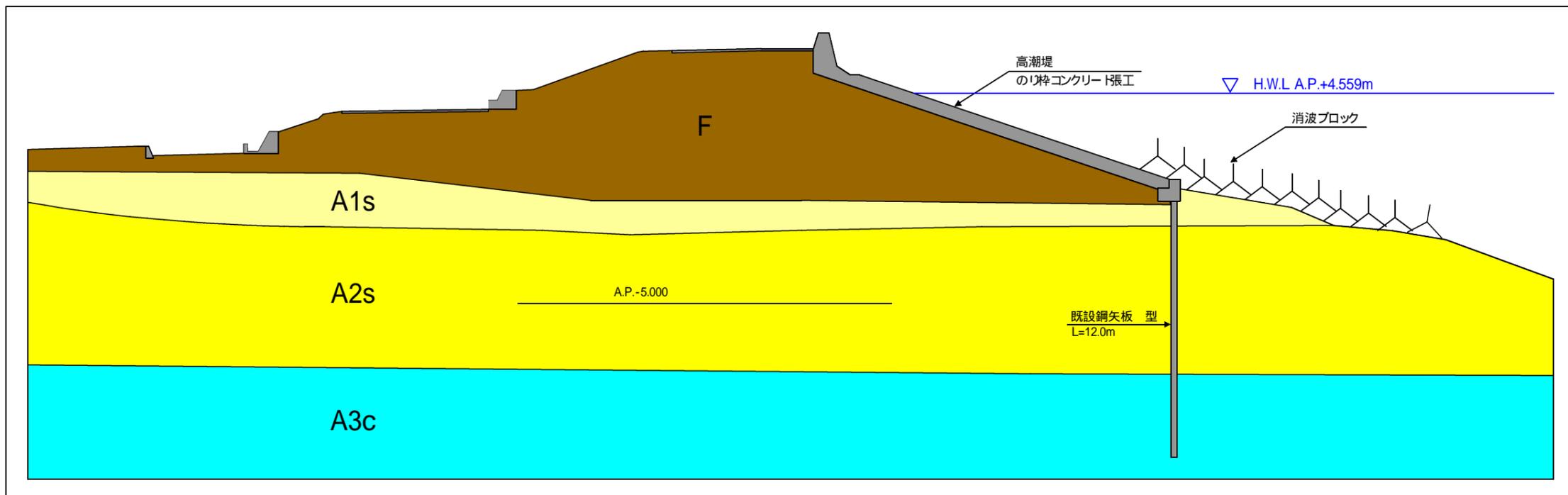
【既設対策工】

堤外側：鋼矢板 型(L=12.0m)を施工済み(地震対策)。

【地震対策(追加)の検討】

堤防の解析結果：地震による堤防の変形(沈下)はほとんどなく、また、地震後の河川水位(A.P.+3.679m)に対して、沈下後堤防高は既設対策工にて、十分な高さを確保できる。
 対策工の効果：堤防断面が大きく、のり勾配の緩い吉野川堤防は、対策工による沈下低減効果が少ない。現況のまま対策完了とする。

【標準断面図】



旧吉野川左岸2k600の施工例(案)

【現地状況】



【堤内側】



【堤外側】



- 堤外側
 - ・コンクリート護岸(パラペットあり)で、アシが繁茂している。
- 堤内側
 - ・堤防のり尻に水路が設置されている。
 - ・畑地など耕作地として利用。民家が点在している。
 - ・地下水利用はない。

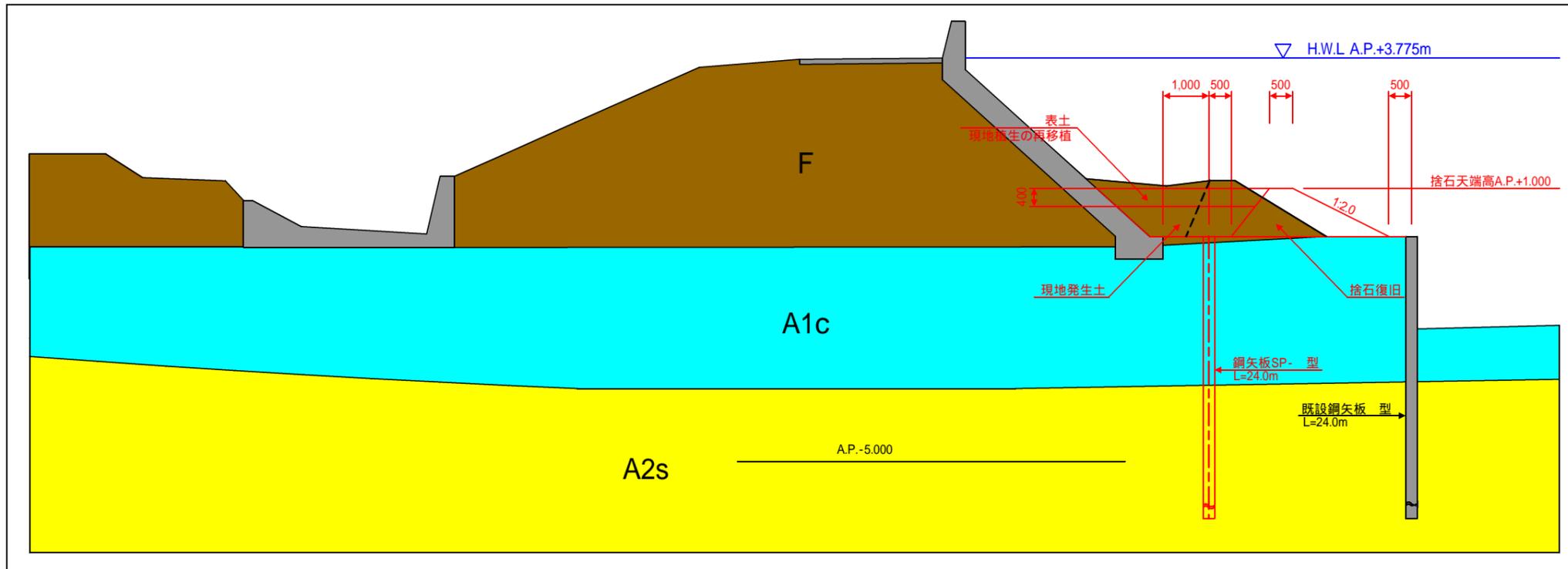
【既設対策工】

堤外側：鋼矢板 型(L=24.0m)を施工済み(地震対策)。

【地震対策(追加)の選定】

堤防の解析結果：地震により堤外側(川側)の基礎地盤が液状化し、堤防が川側に側方流動(沈下)するため、追加対策工を必要とする。
 対策工の効果：追加対策工として堤外側に鋼矢板を1列追加し、2重矢板とすることにより最も大きな沈下低減効果を得られる(pp4-2参照)。
 最終的な対策工は、詳細検討による定量的な評価を行った上で決定する。

【標準断面図】



想定される地震後の堤防高(75%沈下後堤防高)が河川水位よりも低い区間と、最大津波遡上範囲を比較し、いずれか長い方の区間を耐震検討区間として再設定した。

再設定した耐震検討区間

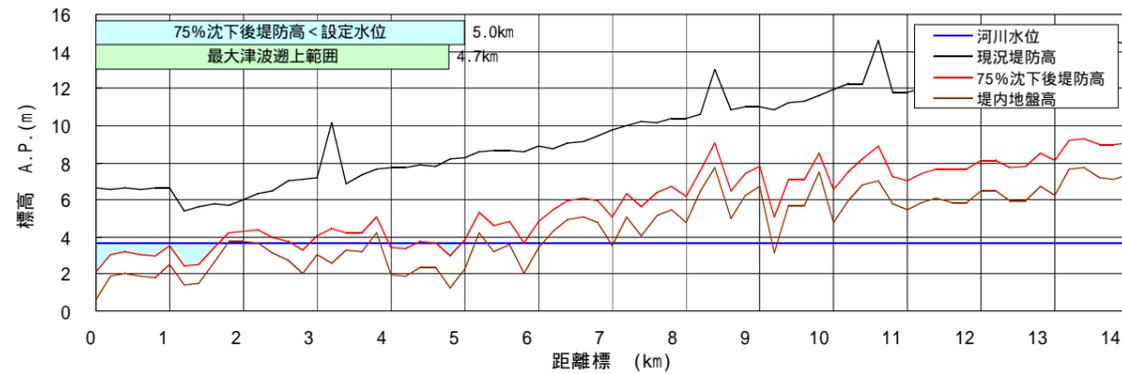
河川名	左右岸	耐震検討区間	
		第5回委員会 ¹⁾	第6回委員会 ²⁾
吉野川	左岸	0.0～5.0km	0.0～5.0km
	右岸	0.0～4.4km	0.0～4.4km
旧吉野川	左岸	0.0～11.8km	0.0～11.8km
	右岸	0.0～12.8km	0.0～12.8km
今切川	左岸	1.0～10.0km	1.0～10.0km
	右岸	1.0～11.4km	1.0～11.4km

耐震検討区間の設定方法

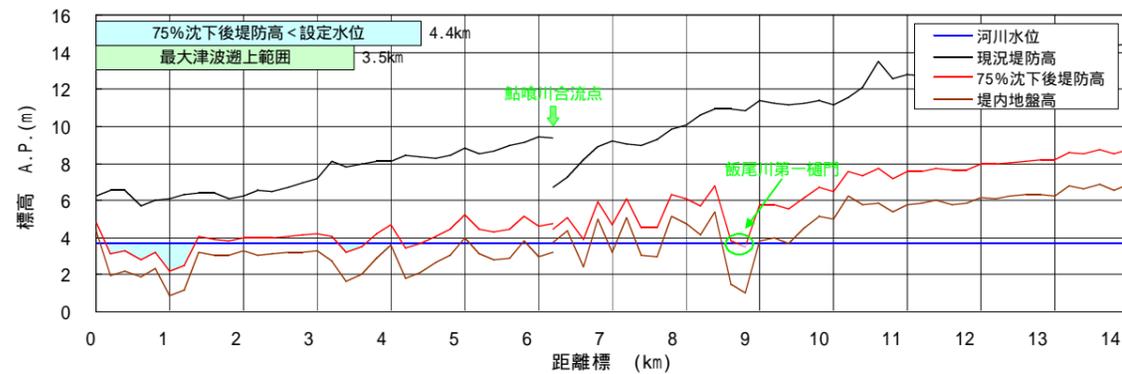
- 1) 第5回委員会：75%沈下後堤防高< 朔望平均満潮位(A.P.+1.679m)+2.0m」
- 2) 第6回委員会：75%沈下後堤防高< 朔望平均満潮位(A.P.+1.679m)+2.0m、または最大津波遡上範囲(徳島県)」

現況堤防高の設定：パラベットは耐震性を有していないため、地震による転倒を考慮してパラベット高を除外した。
旧吉野川・今切川の旧堤がある区間については、旧堤高も評価に加味した。

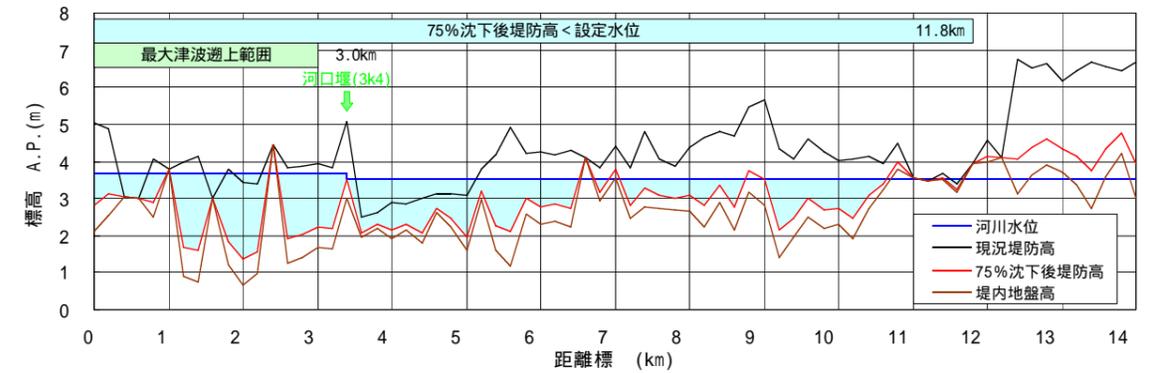
吉野川左岸



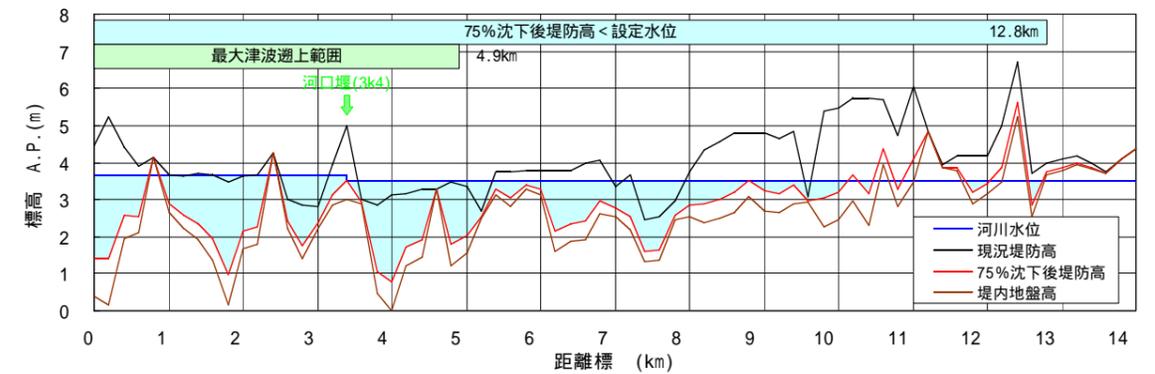
吉野川右岸



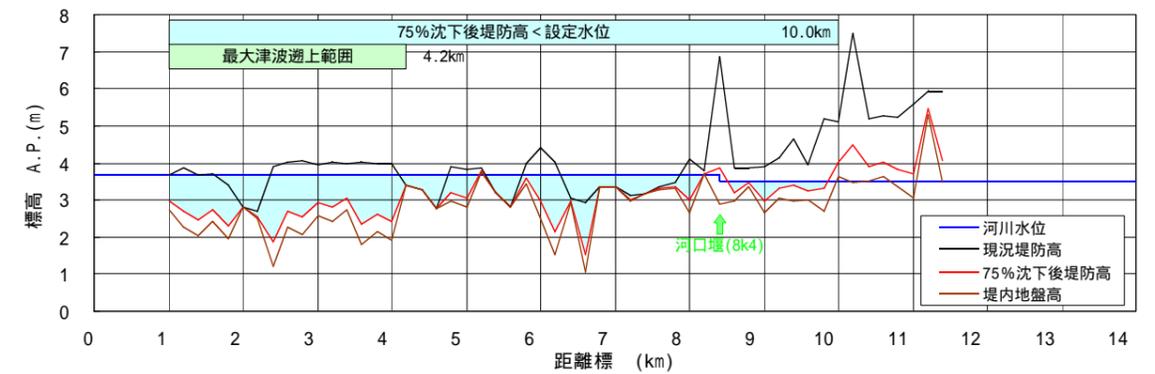
旧吉野川左岸



旧吉野川右岸



今切川左岸



今切川右岸

