

# 一体構造物の安全性の照査結果

【完成時】【施工時】(説明資料)

令和 4年 3月 18日

# 目次

項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となってなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
	構造的安全性	U-⑥, U-⑦	
耐震解析	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	45
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となってなじむこと	19-⑭	
	耐震機能	U-②, U-③	
圧密解析	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	53
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
	構造的安全性	U-④, U-⑤	
まとめ	安全性照査結果のまとめ	-	61

項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となってなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的安全性	U-⑥, U-⑦	
耐震解析	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	45
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となってなじむこと	19-⑭	
	耐震機能	U-②, U-③	
圧密解析	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	53
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的安全性	U-④, U-⑤	
まとめ	安全性照査結果のまとめ	-	61

## 検討項目とその方法の整理概要

# 河川管理施設等構造令第18条, 19条に関する検討項目とその方法の整理概要

  : 浸食解析        : 耐震解析  
  : 浸透解析        : 圧密解析

・現況解析については、圧密解析の第一ステップなど、必ずしも全ての項目で安全性照査を実施しないため、個別に評価した値がある項目のみを「委員会での審議予定」欄に記載した。  
 ・各解析において、対策が必要な場合には、対策後の検討も行うこととする。

※赤字は、本委員会でも報告、第3回は断面形状変更や委員指摘に伴う再検討。

18条(構造の原則)				数値解析対応表					委員会での審議予定							
条項	項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	分類記号	現況	施工時	完成時	第3回(結果※3)	第4回(結果※3)	第5回(※5)	委員会での審議予定				
侵食作用に対して安全な構造であること	耐侵食機能	・堤防表のり面、のり面の直接侵食に対する安全性 ・主流路(低水路等)からの側方侵食、洗濯に対する安全性	洪水・豪雨	堤防の直接侵食に対する安全性 堤防の側方侵食に対する安全性 堤防の洗濯に対する安全性 雨水による堤体の侵食に対する安全性	18-①	◎	◎	◎	完成時	○	施工時	○	資料-4	-		
					18-②	◎	◎	◎	完成時	○	施工時	○	資料-4	-		
					18-③	◎	◎	◎	完成時	○	施工時	○	資料-4	-		
					18-④	◎	◎	◎	完成時	○	施工時	○	資料-4	-		
数値解析を伴わない検討													-	-	-	◇
浸透作用に対して安全な構造であること	耐浸透機能	・すべり破壊に対する安全性 ・基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性	地下水変動 洪水・豪雨	地下水流動障害(堤体内浸潤面の上昇)による水みち発生 地下水流動障害により、構造物に沿った3次元方向の水みち発生 土と構造物間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生 基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性 すべり破壊に対する安全性	18-⑤	◎	◎	◎	現況 完成時	●	現況 完成時	□	資料-4	完成時 (対策工)		
					18-⑥	◎※1	-	◎※1	-	-	-	-	-	-	完成時	
					18-⑦	-	-	-	完成時	○	完成時	○	資料-4	-		
					18-⑧	◎	◎	◎	現況 完成時	●	現況 完成時	●	資料-4	-		
					18-⑨	◎	◎	◎	現況 完成時	●	現況 完成時	○	資料-4	-		
地震動作用に対して安全な構造であること	耐震性能	・地震後においても、河川水の流水の河川外への越流を防止	地震	地震後の河川外への越流 土と構造物間の地震時の変形や剥離(液状化)による堤防沈下や水みち発生 <b>交通震動が堤防の安全性に及ぼす影響に関する検討</b>	18-⑩	-	◎	◎	完成時	○	完成時 施工時	○	資料-4	完成時 施工時		
					18-⑪	-	-	◎	完成時	□	完成時	□	資料-4	完成時		
					18-⑫	◎	-	◎	-	-	-	-	資料-4	完成時		
常時の健全性を有する構造であること	耐圧密性能	・常時のすべり破壊に対する安全性 ・沈下に対する安全性	自重による沈下に対する安全性 周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性	18-⑬	◎	-	◎	-	-	-	完成時	○	資料-4	-		
				18-⑭	◎	-	◎	-	-	-	完成時	●	資料-4	-		
				18-⑮	◎	-	◎	-	-	-	-	-	-	-		
				18-⑯	◎	-	◎	-	-	-	-	-	-	-		
波浪等に対する安全性を有する構造であること	耐波浪性能	・波浪等に対する安全性 ・津波に対する安全性	高潮・風浪 津波	高潮時の波浪等による直接侵食に対する安全性 高潮時の波浪等による越波に対する安全性 津波による直接侵食に対する安全性 津波による越波に対する安全性	18-⑰	◎	-	◎	-	-	-	-	-			
					18-⑱	◎	-	◎	-	-	-	完成時	○	資料-4	-	
					18-⑲	◎	-	◎	-	-	-	-	-	-	-	
					18-⑳	-	◎	◎	完成時	○	完成時 施工時	○	資料-4	完成時 施工時		
安全な構造の維持の容易性・確実性	維持管理性	・道路構造物の内側からの点検の実施 ・道路構造物の内側からの補修の実施 ・河川管理用通路の確保 ・変状を把握可能な点検内容の設定 ・継続監視、点検強化が可能な体制等の整備	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路躯体の精度の高い損傷検知 確実な道路躯体の補修・補強 河川管理用通路の確保 変状を把握可能なモニタリングシステムの導入 継続監視の確実性	18-㉑	-	-	-	-	-	-	-	-	◇		
					18-㉒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◇	
					18-㉓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◇	
					18-㉔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◇	
					18-㉕	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◇	
					18-㉖	-	-	-	-	-	-	-	-	-	◇	
数値解析を伴わない検討													-	-	-	◇
(高潮堤防区間外のため検討対象外)													-	-	-	-

19条(材質および構造)				数値解析対応表					委員会での審議予定							
条項	項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	分類記号	現況	施工時	完成時	第3回(結果※3)	第4回(結果※3)	第5回(※5)	委員会での審議予定				
構造物としての劣化現象が起きにくいこと	維持管理性	・道路構造物の劣化が生じにくい設計、施工 ・劣化が生じた場合の確認手法の確立 ・劣化が生じた場合の補修方法の確立	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物に求められる耐久性を確保するための設計および施工の実施 道路構造物の内側からの点検、補修の実施 河川管理用通路の確保 変状を把握可能なモニタリングシステムの導入 継続監視の確実性	19-①	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-②	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-③	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-④	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-⑤	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
数値解析を伴わない検討													-	-	-	◇(シールド)
不同沈下に対して修復が容易であること	維持管理性	・大きな不同沈下が生じにくい設計、施工 ・不同沈下が生じた場合の確認手法の確立 ・不同沈下が生じた場合の補修方法の確立	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	圧密沈下に対する堤防高の確保 道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差 継手部からの漏水、土砂流入に対する安全性 ※4 道路構造物の内側からの点検、補修の実施 河川管理用通路の確保 変状を把握可能なモニタリングシステムの導入 継続監視の確実性	19-⑥	◎	◎	◎	-	-	完成時(対策工) 施工時	●	資料-4	-		
					19-⑦	◎	-	◎	-	-	完成時	●	資料-4	-		
					19-⑧	-	-	◎	◎※2	-	-	完成時	●	資料-4	完成時	
					19-⑨	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-⑩	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-⑪	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-⑫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-⑬	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
数値解析を伴わない検討													-	-	-	◇(シールド)
基礎地盤と一体となっなじむこと	維持管理性	・道路構造物の存在に起因する堤防に悪影響を与える水みちが生じない設計 ・不同沈下に起因する堤防に悪影響を与える水みちが生じない設計 ・水みちが生じた場合の確認手法の確立 ・水みちが生じた場合の補修方法の確立	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	土と構造物間の地震時の変形や剥離(液状化)による堤防沈下や水みち発生 地下水流動障害(堤体内浸潤面の上昇)による水みち発生 土と構造物間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生 基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性 道路構造物の内側からの点検、補修の実施 河川管理用通路の確保 変状を把握可能なモニタリングシステムの導入 継続監視の確実性 堤防沈下量の把握	19-⑭	-	-	◎	完成時	□	完成時	□	資料-4	完成時		
					19-⑮	◎	◎	◎	現況 完成時	●	現況 完成時	□	資料-4	完成時 (対策工)		
					19-⑯	-	-	◎	完成時	○	完成時	○	資料-4	-		
					19-⑰	◎	◎	◎	現況 完成時	●	現況 完成時	●	資料-4	-		
					19-⑱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-⑲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
数値解析を伴わない検討													-	-	-	◇(シールド)
嵩上げ、拡幅等が容易であること	維持管理性	・嵩上げ、拡幅等の対応の容易性が土堤と同等以上である設計	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	嵩上げ・拡幅等の実施時に構造物に手戻りがないような設計の実施	19-㉑	-	-	◎◎◎◎	-	-	完成時(高規格) 完成時(高規格) 完成時(高規格) 完成時(高規格)	◎◎◎◎	◎◎◎◎	◎◎◎◎	◎◎◎◎	
					19-㉒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-㉓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					19-㉔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
被災した場合の復旧が容易であり、所要工期が短いこと	災害復旧	・洪水や地震により損傷が発生しにくい構造的な対応 ・洪水や地震により生じる損傷が確認できる構造 ・洪水や地震により生じる損傷に対する早期修復性の考慮	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	地震に対する道路構造物の安全性、供用性 地震後の変状等に対する点検 道路構造物の内側からの点検、補修の実施 河川管理用通路の確保 変状を把握可能なモニタリングシステムの導入 継続監視の確実性	19-㉕	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-㉖	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-㉗	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-㉘	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-㉙	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
					19-㉚	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
数値解析を伴わない検討													-	-	-	◇(シールド)

※1 3次元浸透流解析 ※2 3次元縦断耐震解析 ※3 検討結果を以下の通り示す ○:OK ●:対策でOK □:今後対策で対応 ※4 堤防縦断方向で1次元圧密沈下解析を実施し、その結果を参考に検討。 ※5 ◇:解析によらない検討項目

**青字**: 前回委員会から修正させていただきたい項目(後述)

# 検討項目とその方法の整理概要

道路の機能に関する一体構造としての課題

  : 侵食解析       : 耐震解析  
  : 浸透解析       : 圧密解析

・現況解析については、圧密解析の第一ステップなど、必ずしも全ての項目で安全性照査を実施しないため、個別に評価した値がある項目のみを「委員会での審議予定」欄に記載した。

※赤字は、本委員会にて報告。第3回は断面形状変更や委員指摘に伴う再検討。

項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	分類記号	数値解析対応表			委員会での審議予定					
					現況	施工時	完成	第3回(結果※1)		第4回(結果※1)		第5回(※3)	
耐震機能	・人命を失うような構造物の損傷、変形、移動をさせない (部材の限界状態設計、液化化による構造物の浮き上がり・側方移動防止、継手部の段差・離れの発生抑制)	地震	地震に対する道路構造物の安全性、供用性	U-①	基準に基づく躯体の構造物設計			-	-	-	-	-	-
			偏土圧下での地盤変形(液化化)に対する道路構造物の安全性、供用性	U-②	-	-	◎	完成時	□	完成時	□	資料-4	完成時
			地震時の液化化に対する修復性	U-③	-	-	◎	完成時	□	完成時	□	資料-4	完成時
構造的安全性	・構造物周囲の盛土による圧密沈下、地下水による浮き上がりに伴う構造物への影響を抑制	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の沈下に対する安全性、供用性	U-④	◎	-	◎	完成時	□	完成時	●	資料-4	-
			道路構造物の継手部の段差・離れに対する安全性、供用性 ※2	U-⑤	◎	-	◎	-	-	完成時	●	資料-4	-
			道路構造物の浮き上がりに対する安全性、供用性	U-⑥	-	-	◎	完成時	●	完成時	○	資料-4	-
			洪水、豪雨などに対する道路構造物の安全性、供用性	U-⑦	-	-	◎	-	-	完成時	○	資料-4	構造検討
周辺影響の抑制・低減	・構造物設置、盛土による周辺地盤の圧密沈下の抑制 ・構造物設置による地下水流動阻害に伴う堤内地への地下水変動の抑制	地盤変形 地下水変動	道路構造物や盛土の圧密沈下の把握	U-⑧	数値解析を伴わない検討			-	-	◇(開削ボックス)	資料-5	◇(シールド)	
			道路構造物や盛土による周辺地盤の圧密沈下の把握	U-⑨				-	-	◇(開削ボックス)	資料-5	◇(シールド)	
			堤内地の地下水変動の把握	U-⑩				-	-	◇(開削ボックス)	資料-5	◇(シールド)	
			周辺構造物等の施設管理者による維持管理	U-⑪				-	-	◇(開削ボックス)	資料-5	◇(シールド)	
構造物の止水性	・構造物内部への水の侵入を防ぐ	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の本体・継手部の止水性	U-⑫	-	-	◇(開削ボックス)	資料-5	◇(シールド)				
道路の維持管理	・道路施設の点検、補修ができる	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の内部からの点検、補修の実施	U-⑬	-	-	-	-	-	◇			
災害復旧	・被災後の補修・補強による早期の供用 (外力レベルに応じた復旧容易性を設定)	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	管理者間での維持管理体制	U-⑭	-	-	-	-	-	◇			
			河川側の非常時における交通規制	U-⑮	-	-	-	-	-	◇			
材質および構造	・構造物の材質、継手部の構造など、長期的に性能を保持できるような材質、構造の選定	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	老朽化による構造物の損傷の拡大	U-⑯	-	-	-	-	-	◇			

その他の事項に関する一体構造としての課題

項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	分類記号	数値解析対応表			委員会での審議予定				
					現況	施工時	完成	第3回(結果※1)		第4回(結果※1)		第5回
堤防上部利用、環境、景観	・平常時の上面利用や景観		堤内側からの堤防方向への景観	E-①	-			-	-	-	-	◇
			堤防上の自然環境	E-②				-	-	-	-	-
			堤防上の利用者	E-③				-	-	-	-	◇

※1 検討結果を以下の通り示す ○:OK ●:対策工でOK □:今後対策工で対応 ※2 堤防縦断方向で1次元圧密沈下解析を実施し、その結果を参考に検討。 ※3 ◇:解析によらない検討項目

**青字**:前回委員会から修正させていただきたい項目(後述)

## 河川管理施設等構造令第18条, 19条に関する検討項目とその方法の整理概要

前述の一覧表の青字：修正させていただきたい項目

- ・18-①, 18-②, 18-③ : 【侵食】 施工時における堤防の直接侵食, 側方侵食, 洗掘に対する検討の追加.
  - ・施工時(仮堤防時)は堤防を前出しするため, 完成時と川表形状が異なることから, 侵食の検討が必要.
  
- ・18-⑦, 19-⑯ : 【浸透】 現況, 施工時における土と構造物間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生の検討の削除.
  - ・土と**構造物**間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生.  
現況と施工時においては, 道路構造物がないため, 検討項目から削除.
  
- ・18-⑪, 19-⑭ : 【耐震】 現況, 施工時における土と構造物間の地震時の変形や剥離(液状化)による堤防沈下や水みち発生の検討の削除.
  - ・土と**構造物**間の地震時の変形や剥離(液状化)による堤防沈下や水みち発生.  
現況と施工時においては, 道路構造物がないため, 検討項目から削除.
  
- ・E-② : 【その他】 堤防上の自然環境の検討の削除.
  - ・別途審議予定のため検討項目から削除.
  
- ・18-⑳ : 【耐震】 交通振動が堤防の安全性に及ぼす影響に関する検討の追加.
  - ・交通振動による水みちの発生に対する項目を一覧表に明記.

項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となってなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
耐震解析	構造的安全性	U-⑥, U-⑦	45
	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となってなじむこと	19-⑭	
圧密解析	耐震機能	U-②, U-③	53
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
まとめ	構造的安全性	U-④, U-⑤	61
	安全性照査結果のまとめ	-	

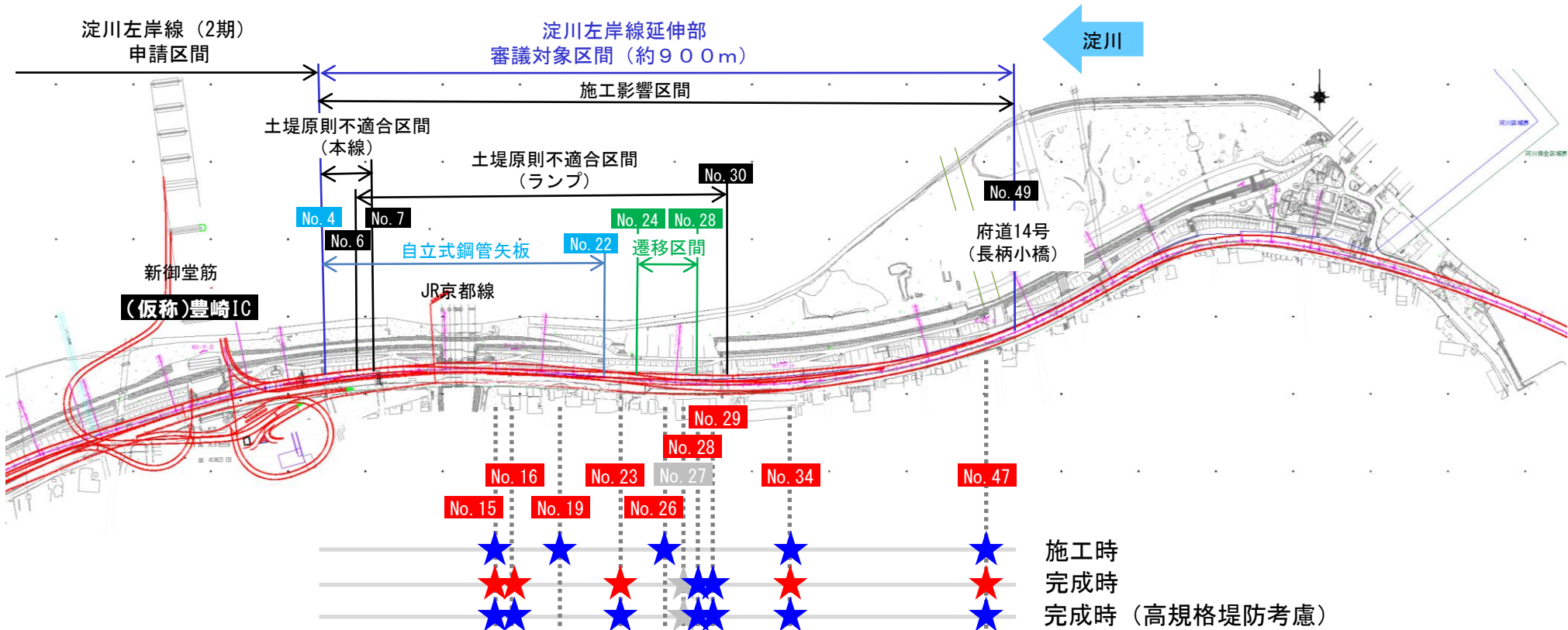
## 解析検討ケース

## ■ 浸透解析（固結工法による地盤改良を行った状態での検討）

資料-3 p16再掲

	No. 15		No. 16		No. 19		No. 23	No. 26		No. 27		No. 28		No. 29	No. 34	No. 47
条件	自立式鋼管 矢板あり	自立式鋼管 矢板なし	自立式鋼管 矢板あり	自立式鋼管 矢板なし	自立式鋼管 矢板あり	自立式鋼管 矢板なし		砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土			
施工時	★	★	—	—	★	★	—	★	★	—	—	—	—	—	★	★
完成時	★	★	★	★	—	—	★	—	—	★	★	★	★	★	★	★
完成時(高規格 堤防考慮)	★	★	★	★	—	—	★	—	—	★	★	★	★	★	★	★

川表に自立式鋼管矢板を設置する区間 (No. 4~No. 22)  
 地層の遷移区間 (No. 24~No. 28)  
★: 第4回委員会で報告（再解析） ★: 第4回委員会で審議（新規） ★: 第5回委員会で審議予定（新規） ★: 見直しで変更した断面





## ■ 耐震解析

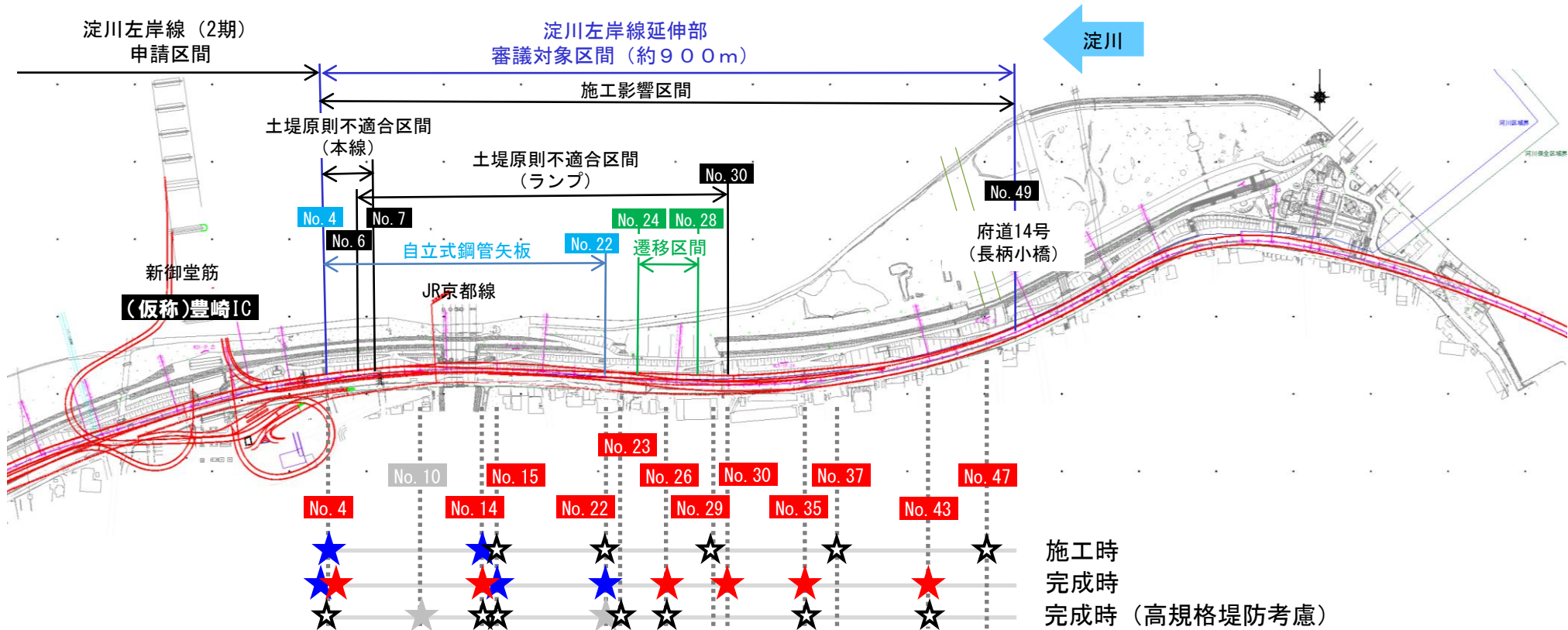
資料-3 p16再掲

	No. 4		No. 10	No. 14	No. 15	No. 22	No. 23	No. 26		No. 29	No. 30	No. 35	No. 37	No. 43	No. 47
条件	自立式鋼管 矢板あり	自立式鋼管 矢板なし						砂質土	粘性土						
施工時	—	★	—	★	★	★		—	—	★	—	—	★	—	★
完成時	★	★	—	★	★	★		★	★	—	★	★	—	★	—
完成時(高規格 堤防考慮)	—	★	★	★	★	★	★	★	★	—	—	★	—	★	—

※完成時（高規格堤防考慮）No. 10はNo. 14に、No. 22はNo. 23に変更

川表に自立式鋼管矢板を設置する区間 (No. 4~No. 22)
  地層の遷移区間 (No. 24~No. 28)

★: 第4回委員会で報告（再解析）   
 ★: 第4回委員会で審議（新規）   
 ★: 第5回委員会で審議予定（新規）   
 ★: 見直しで変更した断面



## ■ 地盤変形（圧密）解析

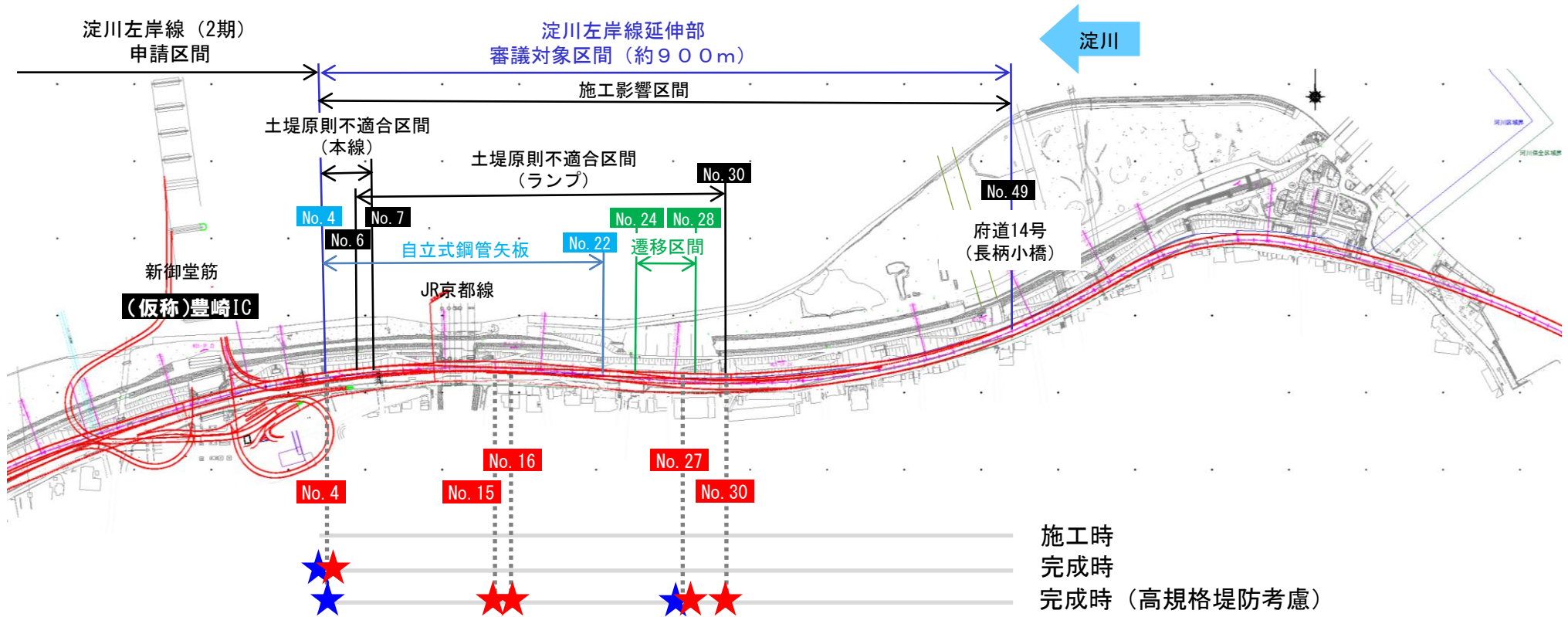
資料-3 p16再掲

	No. 4		No. 15	No. 16	No. 27		No. 30
条件	自立式鋼管矢板あり	自立式鋼管矢板なし			砂質土	粘性土	
施工時	—	—	—	—	—	—	—
完成時	★	★	—	—	—	—	—
完成時（高規格堤防考慮）	—	★	★	★	★	★	★

川表に自立式鋼管矢板を設置する区間  
(No. 4~No. 22)

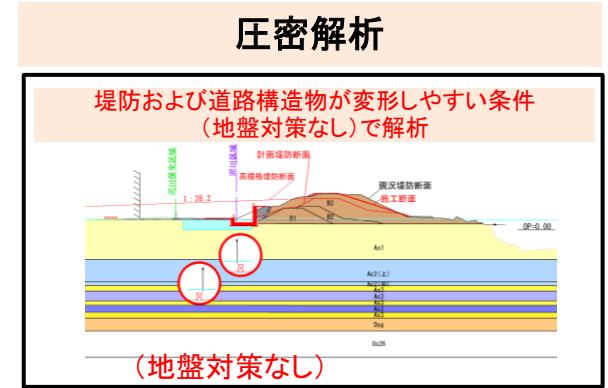
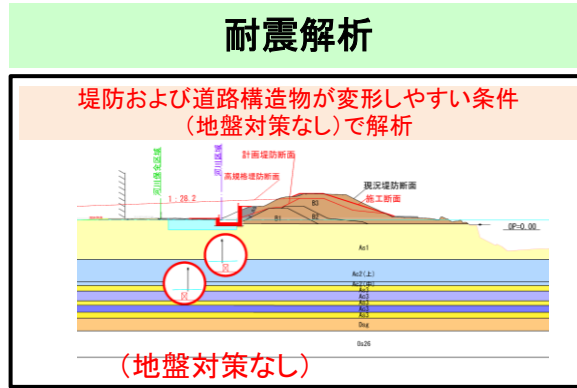
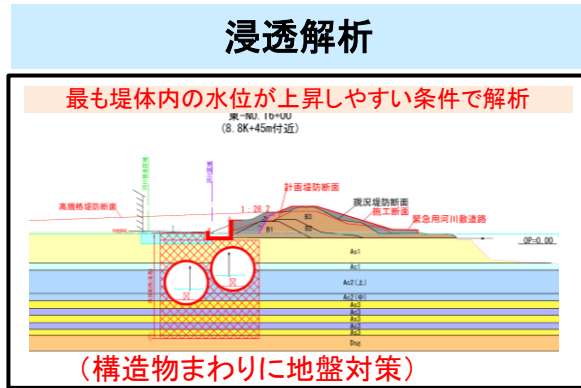
地層の遷移区間  
(No. 24~No. 28)

★：第4回委員会で報告（再解析）
★：第4回委員会で審議（新規）
★：第5回委員会で審議予定（新規）
★：見直しで変更した断面



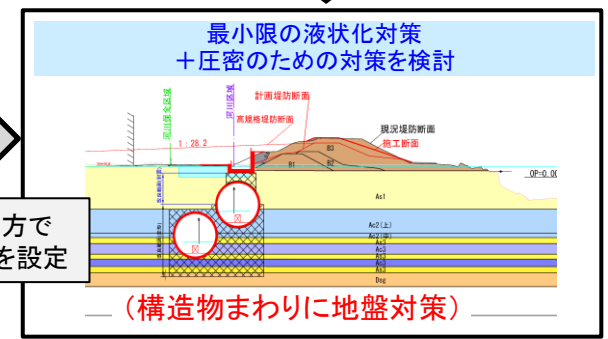
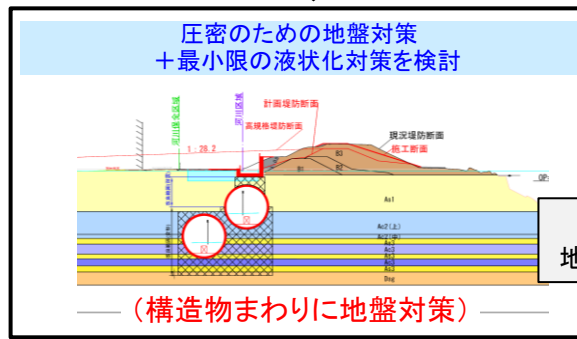
# 解析条件（不確定条件に対する対応）

第2回委員会で示したように、不確定条件に対し、安全側となるような条件で検討を実施する。  
 下記に、各解析における地盤対策の設定の考え方を示す。



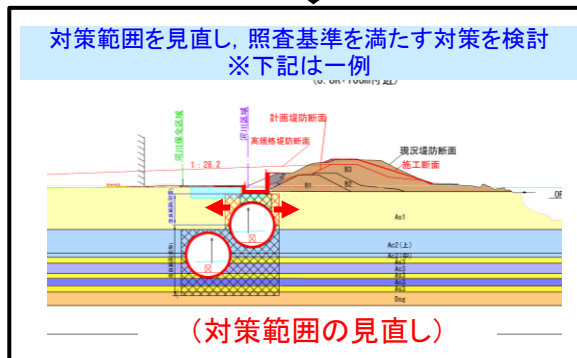
照査基準を  
 満足しない場合

照査基準を  
 満足しない場合



同じ考え方で  
 地盤対策を設定

照査基準を  
 満足しない場合



項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となっ てなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的 安全性	U-⑥, U-⑦	
耐震解析	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	45
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となっ てなじむこと	19-⑭	
	耐震機能	U-②, U-③	
圧密解析	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	53
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的 安全性	U-④, U-⑤	
まとめ	安全性照査結果のまとめ	-	61

侵食作用に対して安全な構造であること

18-①, 18-②, 18-③

波浪等に対する安全性を有する構造であること

18-⑰

嵩上げ, 拡幅等が容易であること

19-⑳

該当項目:18-③ 堤防の洗掘に対する安全性

最深河床高の評価高について時刻歴で最も低い値を使用すべきとのご指摘を受け、第3回委員会で示した検討について再検討を行った(本資料のP12~P16)。

【照査基準(既往の基準)】

改訂護岸の力学設計法(平成19年(財)国土技術研究センター)  
災害復旧工事の設計要領(令和2年(公社)全国防災協会)

【照査項目】

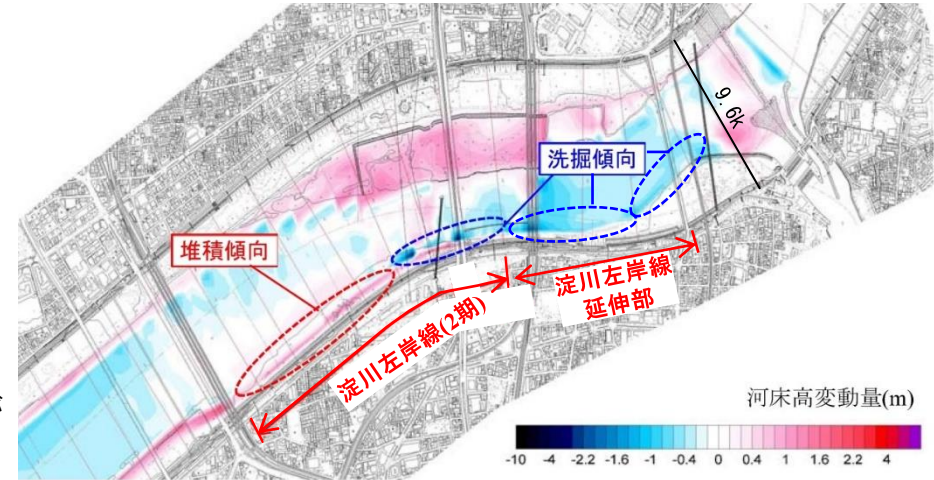
- ・根固め工の敷設幅 > 最大洗掘深から求まる敷設幅
- ・自立式鋼管矢板が基準類に基づき設計されること

【照査手法】

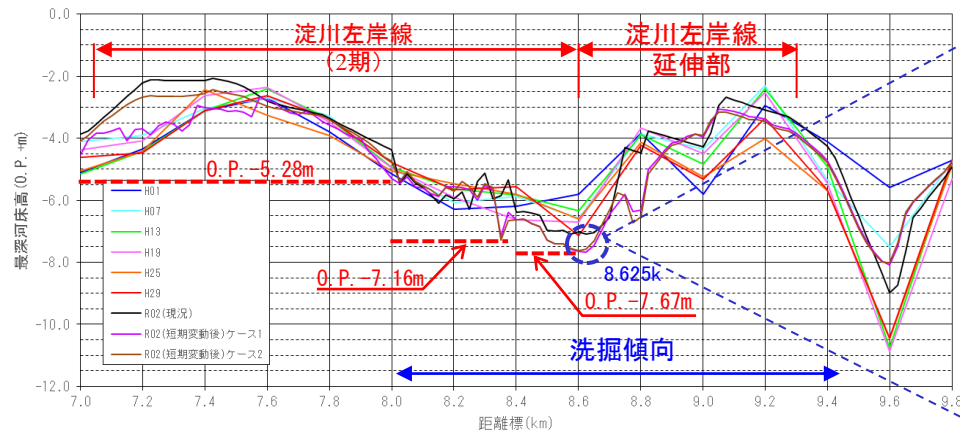
- ・既往の河床変動の実績
- ・計画流量時の河床変動予測により求められた最大洗掘深

【最大洗掘深】

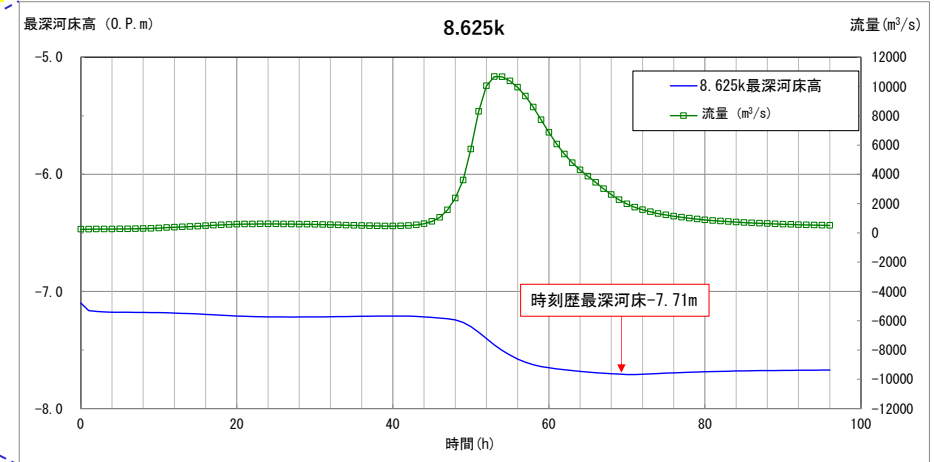
- ・最深河床高縦断面図に示すとおり、淀川左岸線延伸部上流の9.6kにおいて局所洗掘が発生しているが洗掘箇所は移動していない。
- ・河床変動量コンター図より、出水後の9.6k付近は堆積傾向にある。
- ・上記から、9.6kの局所洗掘箇所が下流に移動する可能性は低いと考えられる。
- ・淀川左岸線延伸部を含む8.0k~9.4k付近は洗掘傾向にある。
- ・したがって、**淀川左岸線延伸部の最深河床高の評価高は、淀川左岸線延伸部の中で最も低い8.625kにおける河床変動解析から得られる時刻歴の河床高から最も低い値となるO.P.-7.71mを採用する。**



河川整備計画流量による河床変動量コンター図



※定期横断測量および河床変動解析の時刻歴最終値より作成  
最深河床高縦断面図



8.625k最深河床高の時刻歴変化

該当項目：18-③ 堤防の洗掘に対する安全性

最深河床高を0. P. -7. 67m から0. P. -7. 71mに見直しを行っても、根固め工は第3回委員会と同じ必要敷設幅となった。

【照査結果】

対象区間：堤防護岸部 8. 6k~8. 8k付近（道路測点No. 4~22）

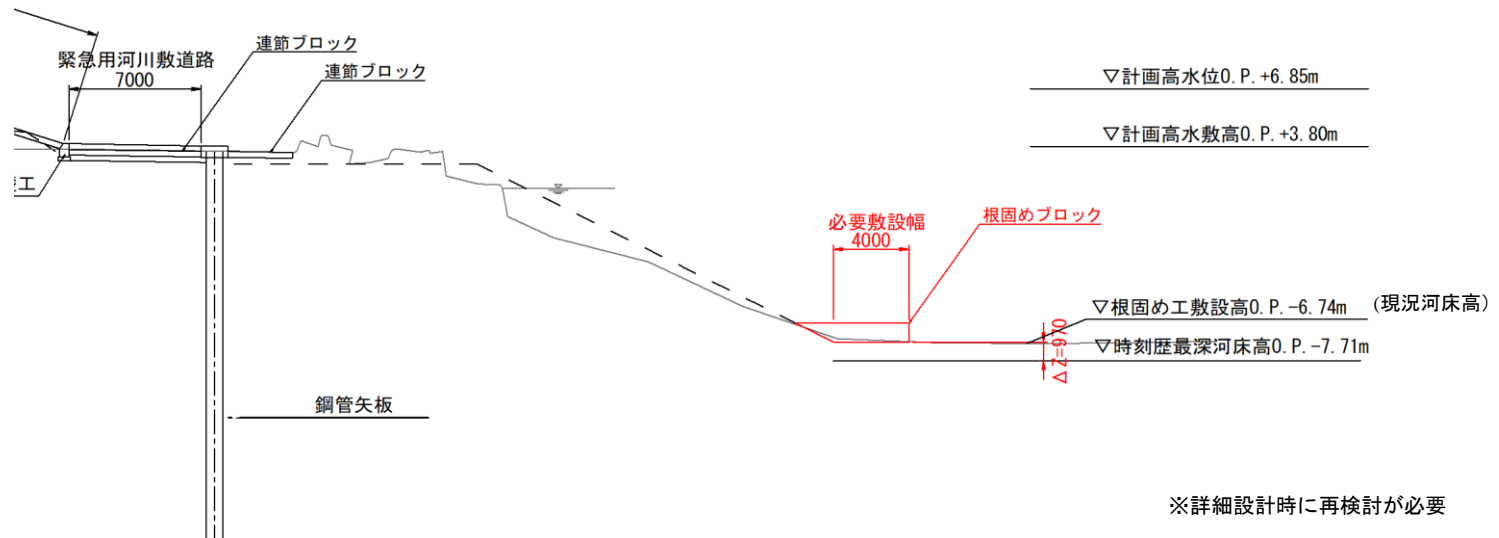
①根固め工

根固めブロックが平坦に設置された形式の場合、改訂護岸の力学設計法に示す以下の式に基づいて敷設幅が算定される。  
 現況の根固めブロックの先端に必要な敷設幅 $B_c$ の根固めブロックを敷設することで、洗掘に対する安全性を確保することとする。

$$B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta$$

- ここに、 $B_c$ ：根固め工の必要敷設幅：（m）
- $L_n$ ：護岸前面の平坦幅（ブロック1列もしくは2m程度以上）：（m）
- $\theta$ ：河川洗掘時の斜面勾配（一般に30°）
- $\Delta Z$ ：根固め工敷設高から時刻歴最深河床高の標高までの高低差：（m）

根固め工の必要敷設幅  $B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta = 2 + 0.97 / \sin 30^\circ = 3.94 \approx 4.0 \text{ m}$



根固め工の詳細断面図（河川距離標：8.4k+197m 道路測点：No.6）

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

最深河床高を時刻歴変化で最も低い値である0. P. -7.71mに変更し、堤防の直接侵食に対する安全性検証を行う。

【照査基準(既往の基準)】

河川砂防技術基準設計編(令和元年7月 国土交通省 水管理・国土保全局)  
改訂護岸の力学設計法(平成19年 (財)国土技術研究センター)

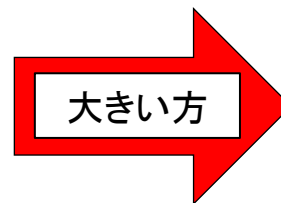
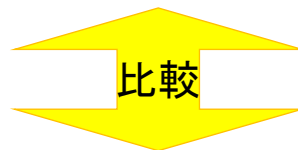
【照査項目】

照査地点での代表流速を算出し、構造物等の限界流速より下回ることを確認  
護岸・根固め工の移動限界流速 > 堤体前面の代表流速

【代表流速の算出方法】

改訂護岸の力学設計法に示す解析解(評価手法①)と  
平面2次元流況解析による数値解析解(評価手法②)の  
大きい方の値を代表流速として採用

評価手法①  
改訂護岸の力学設計法  
に示す解析解



代表流速

評価手法②  
平面2次元流況解析による数値解析解

【代表流速】

最深河床高を時刻歴変化で最も低い値である0. P. -7.71mに変更した結果、高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k~8.8k付近(道路測点No.4~22)の間については6.96m/sとなった。高水敷幅が広い9.0k~9.4k付近(道路測点No.23~49)の間は、第3回委員会で示した結果と同じであった。

検討対象区間における代表流速 (評価手法① vs. 評価手法②)

第3回委員会で示した代表流速

堤防護岸部

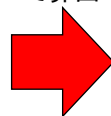
距離標		8.60k										8.80k					
道路測点		No.4~13										No.14~22					
低水部	評価手法① 護岸の力学設計法	6.95										5.89					
	評価手法② 平面2次元流況解析	(m/s)	2.98	3.00	2.94	2.88	2.88	2.91	2.98	3.03	2.67	2.42	2.45	2.45	2.41	2.37	2.32

高水護岸部

距離標		9.00k										9.20k					9.40k	
道路測点		No.23~36										No.37~49					参考	
高水部	評価手法① 護岸の力学設計法	2.89										2.53					1.54	
	評価手法② 平面2次元流況解析	(m/s)	2.53	2.43	2.38	2.37	2.33	2.27	2.20	2.16	2.12	2.03	2.00	2.03	2.03	2.00	1.95	1.94

変更

時刻歴の  
最深河床高  
で算出



堤防護岸部

距離標		8.60k										8.80k					
道路測点		No.4~13										No.14~22					
低水部	評価手法① 護岸の力学設計法	6.96										5.90					
	評価手法② 平面2次元流況解析	(m/s)	2.98	3.00	2.94	2.88	2.88	2.91	2.98	3.03	2.67	2.42	2.45	2.45	2.41	2.37	2.32

高水護岸部は変更なし

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

最深河床高を時刻歴変化で最も低い値としたことにより代表流速が変わるため、堤防護岸の安全性検証の再照査を実施する。

【照査結果】

対象区間: 堤防護岸部 8.6k~8.8k付近 (道路測点No.4~22)

①法覆工 (堤防護岸部: 高水敷幅が狭く、堤防と低水路河岸を一体として保護しなければならない場合に設置する護岸)

滑動-群体モデルの基本式

$$\mu(W_w \cdot \cos \theta - L) \geq ((W_w \cdot \sin \theta)^2 + D^2)^{1/2}$$

$$L = \rho_w / 2 \cdot C_L \cdot A_b \cdot V_d^2$$

$$D = \rho_w / 2 \cdot C_D \cdot A_d \cdot V_d^2$$

ここに、 $\mu$ : 摩擦係数 ( $\mu = 0.65$  土と吸出し防止材の間の摩擦係数)

$W_w$ : 法覆工の部材の水中質量 (kg)

$\theta$ : 法面の傾き,  $\rho_b$ : 法覆工の密度 (kg/m<sup>3</sup>),  $\rho_w$ : 水の密度 (kg/m<sup>3</sup>)

$A_b$ : 法覆工を上方から見た場合の投影面積 (m<sup>2</sup>),  $A_d$ : 法覆工の抗力に関する投影面積 (m<sup>2</sup>)

$C_L$ : 法覆工の揚力係数,  $C_D$ : 法覆工の抗力係数

なお、群体モデルなので、設計流速 $V_d$ は以下の式を用いて算出する。

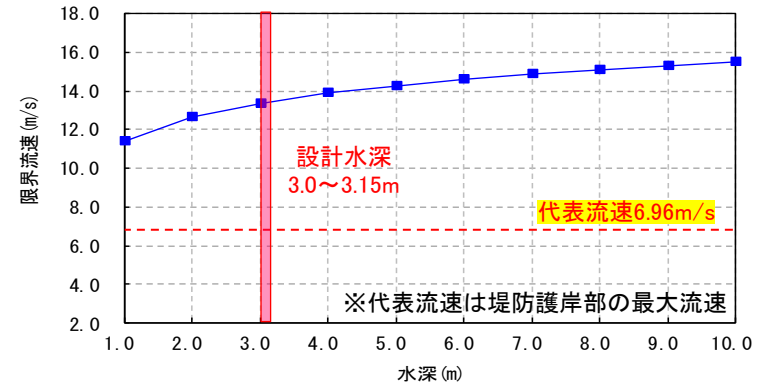
$$V_d = 8.5 \cdot V_0 / (6.0 + 5.75 \log(H_d/k_s))$$

ここに、 $V_d$ : 設計流速 (m/s),  $V_0$ : 代表流速 (m/s),  $H_d$ : 設計水深 (m),  $k_s$ : 相当粗度とする。

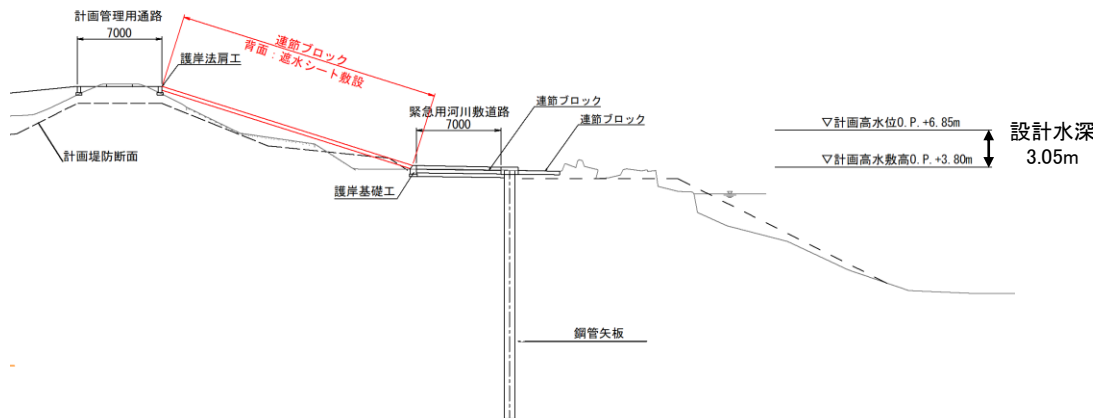
ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK

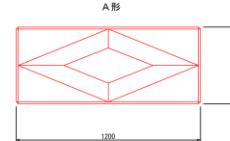


水深と限界流速の関係 (大型連節ブロック)

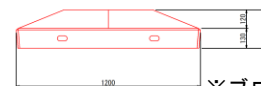


護岸の詳細断面図 (河川距離標: 8.4k+197m 道路測点: No.6)

平面図



正面図



水理特性値

項目	値
ブロック質量	217 kg
上方からみた投影面積 $A_b$	0.600 m <sup>2</sup>
抗力に関する投影面積 $A_d$	0.106 m <sup>2</sup>
揚力係数 $C_L$	0.041
抗力係数 $C_D$	0.139

※ブロックの仕様は詳細設計時に再検討する

大型連節ブロック構造の詳細(想定)



該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

最深河床高を時刻歴変化で最も低い値としたことにより代表流速が変わるため、根固め工の安全性検証の再照査を実施する。

【照査結果】

対象区間: 堤防護岸部 8.6k~8.8k付近(道路測点No.4~22)

③根固め工(堤防護岸部: 高水敷幅が狭く、堤防と低水路河岸を一体として保護しなければならない場合に設置)

護岸の力学設計法に示す照査手法の「滑動、転動-層積み」モデルを用いて、ブロック種別毎に算出された限界流速と重量の関係より照査を行う。

**照査の結果、長方形型、三点支持型もしくは平面型の2t以上で安全性を有することを確認した。**

「滑動、転動-層積み」モデルの基本式

$$W > a \left( \frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left( \frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

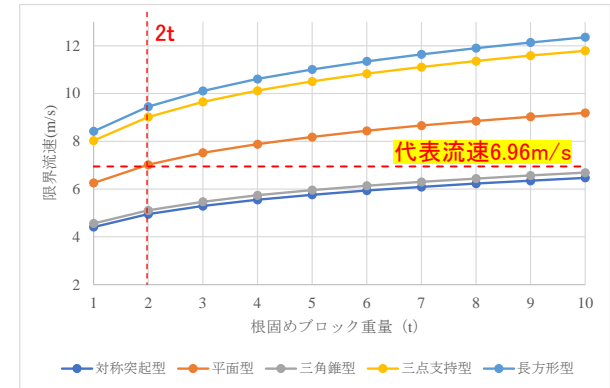
W: ブロックの必要重量 (t)  
 V<sub>d</sub>: 設計流速 (m/s)  
 ρ<sub>w</sub>: 水の密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 ρ<sub>b</sub>: ブロックの密度 (kg/m<sup>3</sup>)

ブロック種別	模型ブロックの比重	a × 10 <sup>-3</sup>	β
A: 対称突起型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.22	1.2	1.5
B: 平面型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.03	0.54	2.0
C: 三角錐型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.35	0.83	1.4
D: 三点支持型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.25	0.45	2.3
E: 長方形型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.09	0.79	2.8

**ブロックの移動限界流速 > 代表流速**

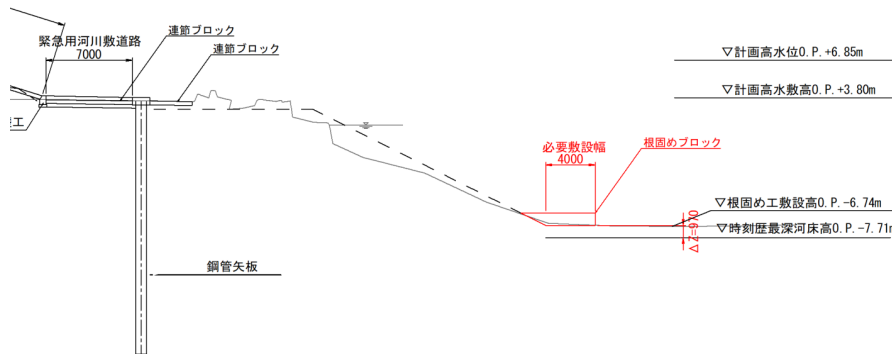
ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK



※代表流速は堤防護岸部の最大流速

限界流速と根固めブロック重量の関係

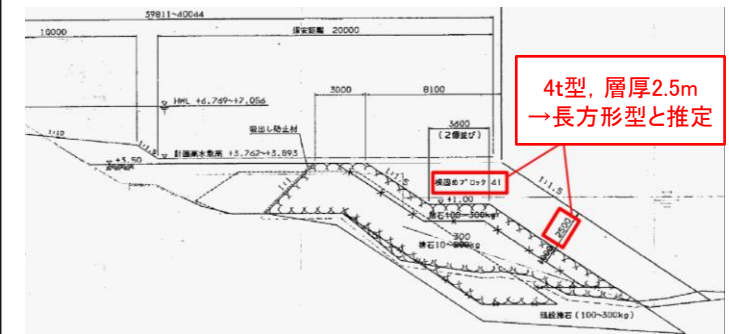


根固め工の詳細断面図 (河川距離標: 8.4k+197m 道路測点: No.6)

※堤防護岸部には、基礎工(ここでは鋼管矢板)前面の河床の洗掘を防止し、基礎工の安定を図るため根固め工が設置されている。

参考)

現況の河岸部には根固めブロック4tが設置されている。既往図面より長方形型と推定できることから、現況の根固め工は安全性を確保していると評価される。



該当項目 : 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

評価手法①改訂護岸の力学設計法と評価手法②平面二次元流況解析による流速の違いについて検証した。

流速にかかわる計算条件の比較

計算条件	評価手法① 改訂護岸の力学設計法 (近畿地方整備局 設計便覧 に定められた手法)	評価手法② 平面二次元流況解析 (参考)
	代表流速 $V_0=6.96\text{m/s}$	最大流速 $3.03\text{m/s}$
地形	H13年測量	R2年6月測量
計算密度	計算断面の間隔は200m間隔	解析領域のメッシュは距離標間(200m)を8分割, 横断方向を20分割
粗度係数	0.015 (マンニング式で0.020とした場合, $V_0=5.22\text{m/s}$ )	0.020
解析手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>マンニング式 (<math>V_m = \frac{1}{n} \cdot H_a^{2/3} \cdot I_e^{1/2}</math>) に補正係数<math>\alpha</math>を乗じて代表流速を算定</li> <li><math>I</math>は準二次元不等流計算で求められたエネルギー勾配</li> <li>水位は各断面で一定値が求められる</li> <li>流速は各断面の高水部と低水部で算出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>河床高はメッシュごとに設定</li> <li>水位はメッシュごとに算出</li> <li>流速もメッシュごとに算出</li> </ul>
補正係数 $\alpha$	考慮する ( $\alpha=1.337$ ) (考慮しない場合, $V_0=3.90\text{m/s}; n=0.020$ )	考慮しない

評価手法①と評価手法②で流速の差が生じる要因

- 評価手法①の粗度係数が0.015と評価手法②より小さいため、流速が大きく算出される。
- 評価手法①は、200m間隔の断面で計算していることから、資料-4-2補足資料(p3)に示すように水路幅の変化や局所洗掘による断面変化が顕著な場合には、評価手法②と比較してエネルギー勾配や流速が大きく算出される可能性がある。
- 評価手法①の代表流速 $V_0$ は、マンニング式で求めた平均流速に補正係数を乗じて求めており、評価手法②で得られる流速よりも大きくなる可能性がある。(本検討の場合、マンニング式の粗度係数を0.020として、補正係数を考慮しない場合には、 $V_0=3.90\text{m/s}$ となる。)
- これらの要因が複合的に影響し、流速の差が生じていると考えられる。

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性(施工時)

洪水時の河道内水位

施工時に設置される仮締切堤は、現況河道断面を阻害することとなる。洪水時の河道内水位を上昇させると考えられることから、仮締切堤やキャンセル掘削※を考慮した施工時断面による不等流計算を実施し、河道内水位の照査を実施する。

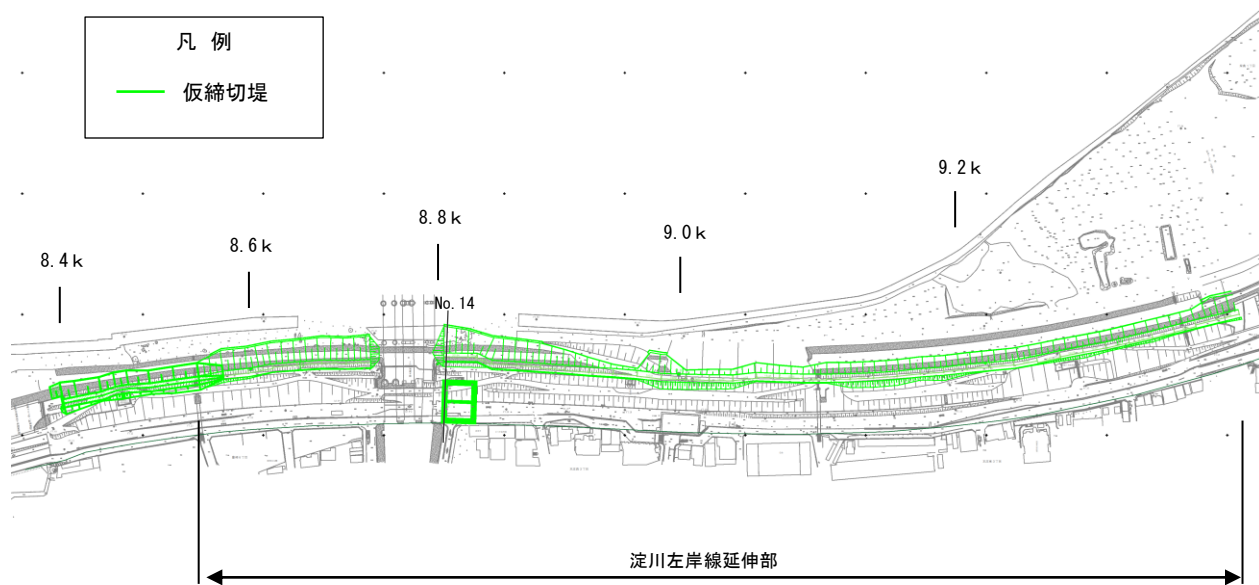
※仮締切設置後の断面で一連区間の現況流下能力を確保することを目的に、河道掘削を行うことをキャンセル掘削という。

【照査基準】

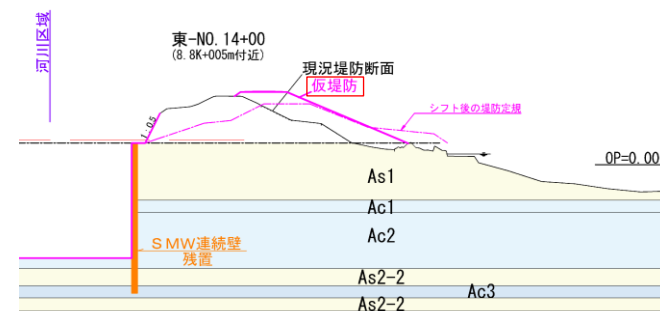
河川砂防技術基準調査編(平成26年4月 国土交通省 水管理・国土保全局)  
河道計画の手引き(平成14年2月 (財)国土技術研究センター)

【照査項目・照査手法】

仮締切を考慮した施工時断面と現況断面による計算水位を比較し、縦断的に連続した水位上昇がないことを確認



土堤仮締切平面図



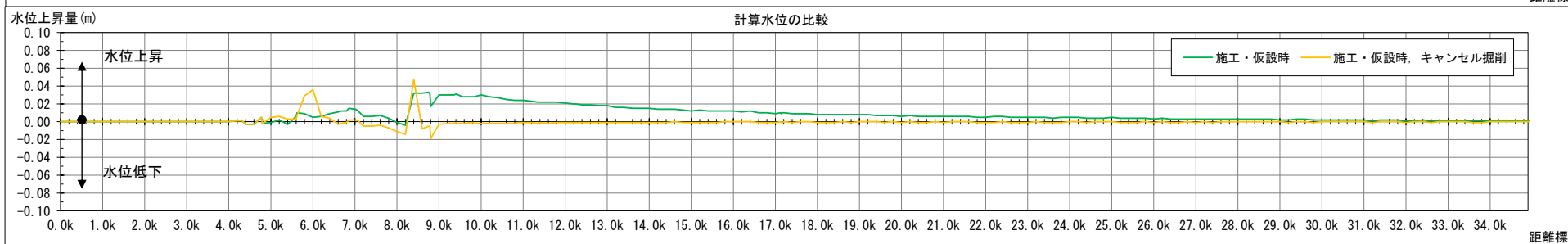
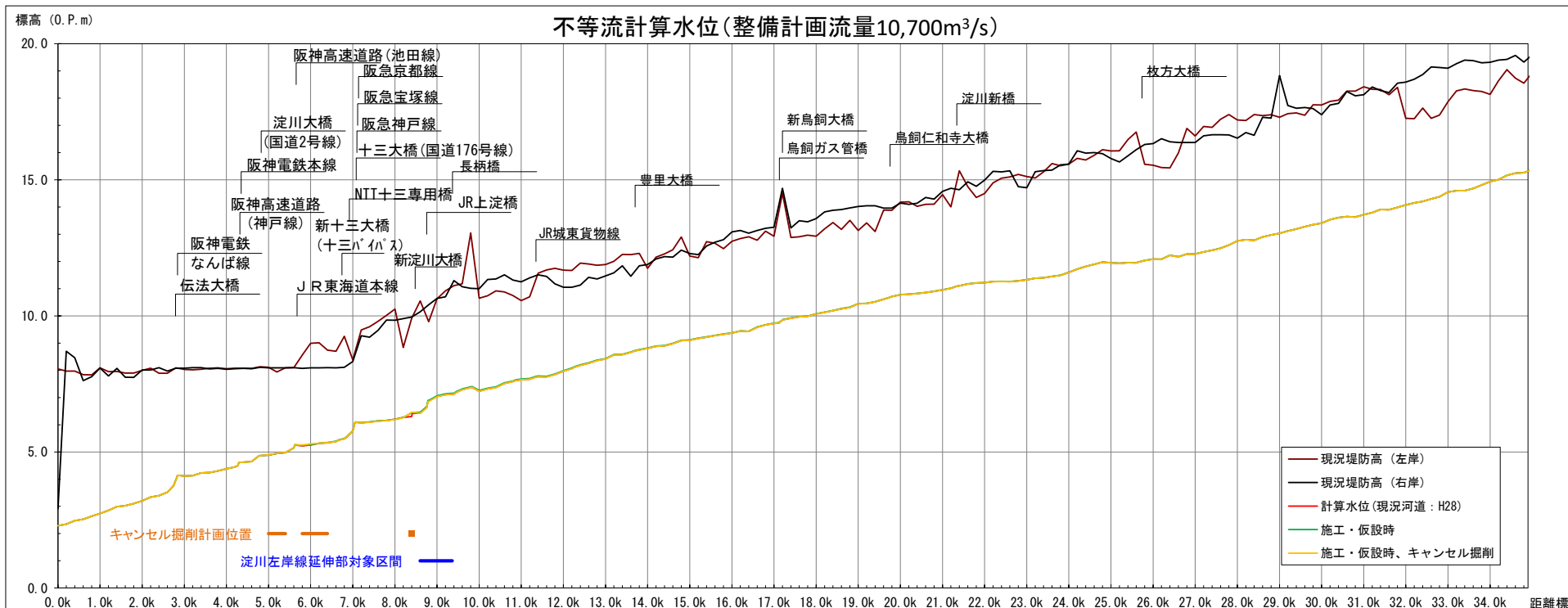
土堤仮締切横断図

該当項目:18-① 堤防の直接侵食に対する安全性(施工時)

洪水時の河道内水位

【照査結果】

- 施工時断面の計算の結果, 現況から最大3cmの水位上昇が生じ, 水位上昇の影響が35.0kまで及ぶ結果となった.
- 淀川左岸線(2期)で検討されたキャンセル掘削を考慮した結果, 施工区間上流まで及ぶ水位上昇は解消されたため, 仮締切による影響はほとんどない.
- 淀川左岸線(2期)と同様に, キャンセル掘削により現況水位を若干上回る水位が発生しているが, 局所的なため影響はほとんどないと考えられる.



該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性(施工時)

改訂護岸の力学設計法の考え方にに基づき、堤防護岸、高水護岸、根固め工の安全性検証を行う。

【照査基準】

河川砂防技術基準設計編(令和元年7月 国土交通省 水管理・国土保全局)  
改訂護岸の力学設計法(平成19年 (財)国土技術研究センター)

【照査項目】

照査地点での代表流速を算出し、構造物等の限界流速より下回ることを確認  
護岸の移動限界流速 > 堤体前面の代表流速

【代表流速の算出方法】

改訂護岸の力学設計法に示す解析解

【代表流速】

高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k~8.8k付近(道路測点No.4~22)の区間については6.17m/s、高水敷幅が広い9.0k~9.4k付近(道路測点No.23~49)の区間は2.84m/sを代表流速として照査を行う。

施工時の代表流速算出結果

堤防護岸部

距離標	8.6k	8.8k
道路測点	No.4~13	No.14~22
代表流速(m/s)	6.17	5.70

高水護岸部

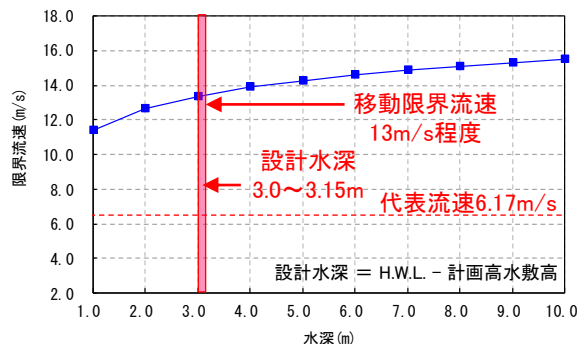
距離標	9.0k	9.2k	9.4k
道路測点	No.23~36	No.37~49	参考
代表流速(m/s)	2.84	2.47	1.51

【照査結果】

対象区間8.6k~8.8k付近: 堤防護岸部(連節ブロック+根固め工)

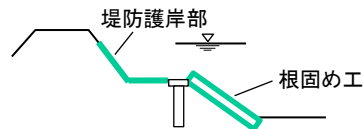
ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。 OK



水深と限界流速の関係(大型連節ブロック)

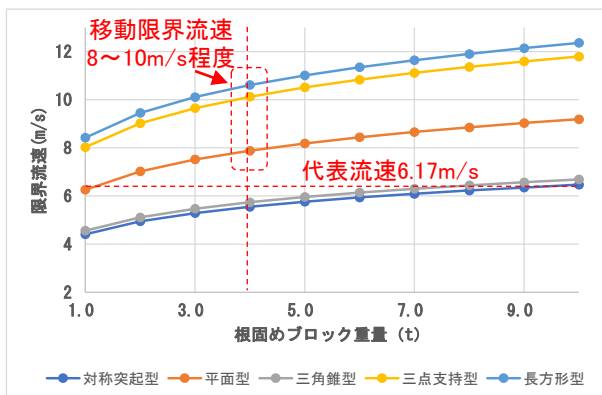
※ブロックは完成時と同じものを想定



ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。 OK

※長方形型、三点支持型、平面型の4t使用を想定(現況は長方形型4tが使用されている)

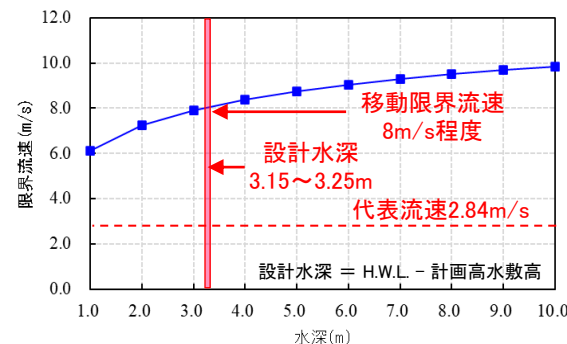


限界流速と根固めブロック重量の関係

対象区間9.0k~9.4k付近: 高水護岸部(覆土ブロック)

ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。 OK



水深と限界流速の関係(覆土ブロック)

※ブロックは完成時と同じものを想定



該当項目：18-② 堤防の側方侵食に対する安全性(施工時)

改訂護岸の力学設計法の考え方にに基づき、堤防護岸、高水護岸の安全性検証を行う。なお、判定上堤防護岸に分類される場合は、堤防護岸として照査を実施する。

(a) 高水敷幅が十分であると評価される場合の安全性照査

【照査基準（既往の基準）】

改訂護岸の力学設計法（平成19年（財）国土技術研究センター）

【照査項目・照査手法】

高水敷幅 > 照査対象時間で侵食される高水敷の幅（低水河岸高の2~3倍）

$$b / H_d > 2 \sim 3 \quad \text{高水敷幅} : b \quad \text{低水河岸高} : H_d$$

(b) 高水敷幅が十分になく堤防護岸として評価される場合の安全性照査

【照査基準（既往の基準）】

改訂護岸の力学設計法（平成19年（財）国土技術研究センター）

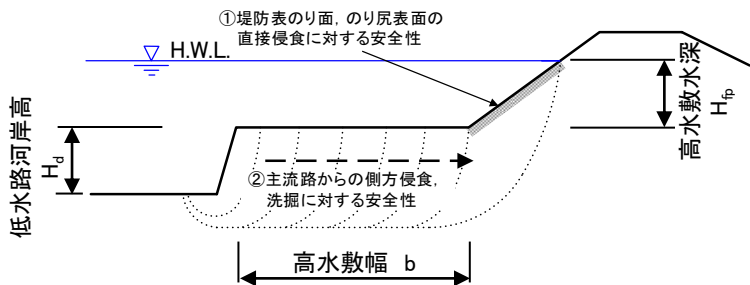
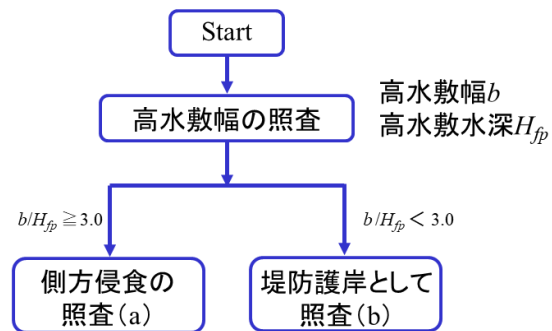
【照査項目・照査手法】

側方侵食に対して必要な高水敷幅が不足する区間に関しては、低水護岸を矢板や根固めブロック等で保護する必要がある。また、保護を行った護岸に対し、「18-①」矢板護岸、根固めブロックが直接侵食に対する安全性を有していること、後述する「18-③」堤防の洗掘に対する安全性を有していることを確認することで、「18-②」側方侵食に対する安全性を満足することができる。

【照査結果】

(a) 9.0k~9.4k付近（道路測点No.23~49）は、施工時の側方侵食に対する安全性を有している。

(b) 8.6k~8.8k付近（道路測点No.4~22）は、高水敷幅の照査の結果、堤防護岸として評価されるため、施工時の直接侵食と洗掘に対する安全性をそれぞれ18-①と18-③において照査する。



側方侵食に対する照査結果

距離標	道路測点	セグメント	高水敷幅 b (m)	高水敷水深 H <sub>fp</sub> (m)	低水河岸高 H <sub>d</sub> (m)	b/H <sub>fp</sub>	照査方法	b/H <sub>d</sub>	側方侵食の判定 (b/H <sub>d</sub> > 2~3)
8.6K	No.4~13	3	0	4.3	6.7	0.0	(b)	-	18-①、18-③における照査に移行する
8.8K	No.14~22	3	0	4.7	5.2	0.0	(b)	-	
9.0K	No.23~36	3	17.2	5.0	4.9	3.4	(a)	3.5	OK
9.2K	No.37~49	3	74.3	4.1	5.3	18.1	(a)	14.0	OK
9.4K	参考	3	185.5	3.4	6.5	54.6	(a)	28.5	OK

該当項目:18-③ 堤防の洗掘に対する安全性(施工時)

既往の河床変動の実績や数値解析により最大洗掘深を推定し、根固めブロックおよび自立式鋼管矢板の照査を実施する。

【照査基準(既往の基準)】

改訂護岸の力学設計法(平成19年(財)国土技術研究センター)  
 災害復旧工事の設計要領(令和2年(公社)全国防災協会)

【照査項目】

- ・根固め工の敷設幅 > 最大洗掘深から求まる敷設幅
- ・自立式鋼管矢板が基準類に基づき設計されること

【照査手法】

- ・既往の河床変動の実績
- ・計画流量時の河床変動予測により求められた最大洗掘深

【照査結果】対象区間:堤防護岸部 8.6k~8.8k付近(道路測点No.4~22)

根固めブロック、自立式鋼管矢板のいずれも、照査条件は完成時と同じである。施工時においても、完成時と同等の構造とすることで安全性が確保できる。

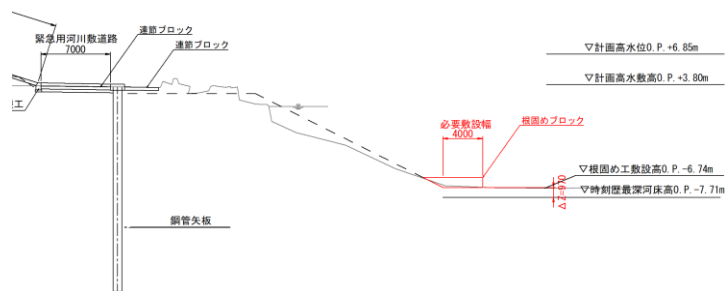
【参考】完成時の検討結果

①根固めブロック

根固めブロックが平坦に設置された形式の場合、改訂護岸の力学設計法に示す以下の式に基づいて敷設幅が算定される。  
 現況の根固めブロックの先端に必要な敷設幅 $B_c$ の根固めブロックを敷設することで洗掘に対する安全性を確保することとする。

$$B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta$$

- ここに、 $B_c$ :根固め工の必要敷設幅:(m)  
 $L_n$ :護岸前面の平坦幅(ブロック1列もしくは2m程度以上):(m)  
 $\theta$ :河川洗掘時の斜面勾配(一般に $30^\circ$ )  
 $\Delta Z$ :根固め工敷設高から最深河床高の標高までの高低差:(m)

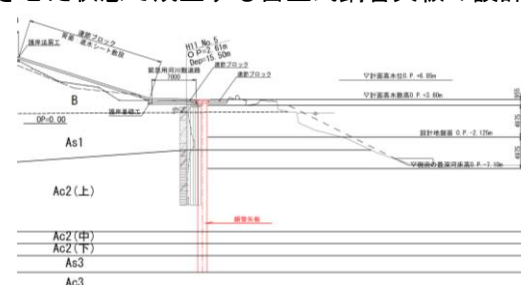


$$B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta = 2 + 0.97 / \sin 30^\circ = 3.94 \approx 4.0 \text{ m}$$

根固め工の詳細断面図(河川距離標:8.4k+197m 道路測点:No.6)

②自立式鋼管矢板

災害復旧工事の設計要領に従い、常時(土圧および水圧)および地震時外力を作用させた状態で成立する自立式鋼管矢板の設計を行う。



自立式鋼管矢板の計算モデル図  
 (河川距離標:8.4k+197m 道路測点:No.6)

照査結果  
 鋼管矢板φ900, t=16mm, L=20.5m

断面二次モーメント 断面係数 最大曲げモーメント 応力度 水平変位 根入れ長 矢板全長	I (cm <sup>4</sup> ) Z (cm <sup>3</sup> ) M <sub>max</sub> (kN·m/m) σ (N/mm <sup>2</sup> ) δ (mm) D (m) L (m)	照査結果	
		常時	地震時
402000	8930	499.98	566.47
		60 (140)	68 (210)
		46.99 (50.0)	51.69 (75.0)
		14.64	14.31
20.50			

上記諸元の根固め工や自立式鋼管矢板を設置することで照査基準を満足する。

該当項目:19-㉓ 嵩上げ, 拡幅等の容易性 (侵食に対する検討)

高規格堤防が越水を想定していることから, 堤防天端高相当の水位となる流量に対する河道流速(代表流速)を用いて, 護岸の耐侵食性の照査を実施する。

【照査基準】

河川砂防技術基準設計編(令和元年7月 国土交通省 水管理・国土保全局)  
改訂護岸の力学設計法(平成19年 (財)国土技術研究センター)

【照査項目】

照査地点での代表流速を算出し, 構造物等の限界流速より下回ることを確認  
護岸の移動限界流速 > 堤体前面の代表流速

【代表流速の算出方法】

改訂護岸の力学設計法に示す解析解

【代表流速】

高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k~8.8k付近(道路測点No.4~22)の区間については8.11m/s, 高水敷幅が広い9.0k~9.4k付近(道路測点No.23~49)の区間は3.92m/sを代表流速として照査を行う。

堤防天端高相当水位の代表流速算出結果

堤防護岸部

距離標	8.6k	8.8k
道路測点	No.4~13	No.14~22
代表流速(m/s)	8.11	6.52

高水護岸部

距離標	9.0k	9.2k	9.4k
道路測点	No.23~36	No.37~49	参考
代表流速(m/s)	3.92	3.58	2.23

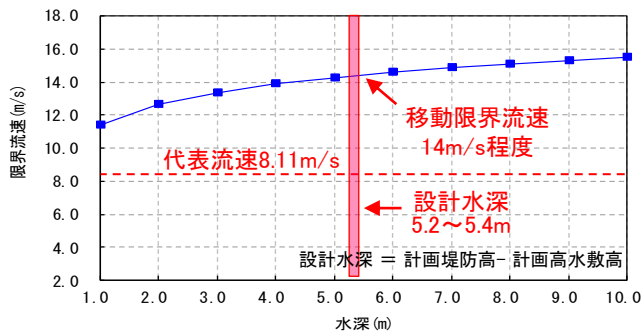
【照査結果】

対象区間8.6k~8.8k付近: 堤防護岸部(連節ブロック+根固め工)

ブロックの移動限界流速 > 代表流速

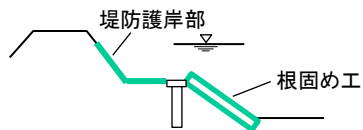
ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK



水深と限界流速の関係 (大型連節ブロック)

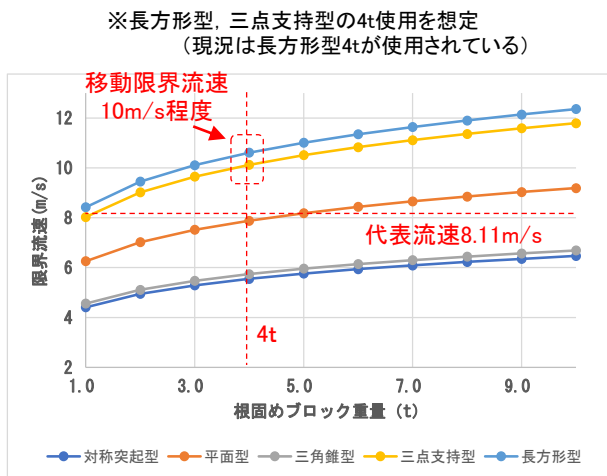
※ブロックは完成時と同じものを想定



ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK



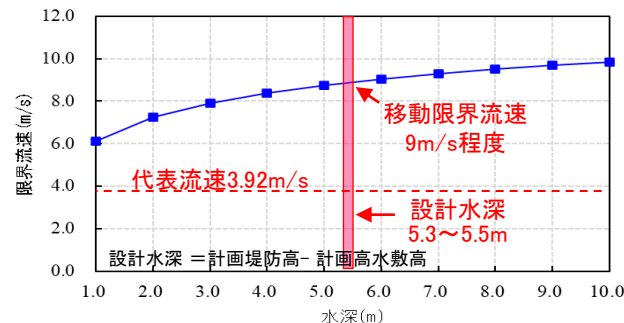
限界流速と根固めブロック重量の関係

対象区間9.0k~9.4k付近: 高水護岸部(覆土ブロック)

ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK



水深と限界流速の関係(覆土ブロック)

※ブロックは完成時と同じものを想定





該当項目:19-㉓ 嵩上げ, 拡幅等の容易性 (耐越水性に対する検討)

淀川左岸線延伸部の高規格堤防の川裏のり面は, 主に張芝として整備されることから, 越流水の流速を算出し, 張芝の耐侵食性を評価する。

【照査基準】

高規格堤防盛土設計・施工マニュアル (平成12年3月(財)リバーフロント整備センター)

【照査項目】

越流水の流速を算出し, 張芝の侵食耐力より下回ることを確認  
越流水の流速 < 張芝の侵食耐力

【越流水流速の算出方法】

高規格堤防整備事業の手引 (平成10年2月 (財)リバーフロント整備センター)

【越流水の流速】

・堤防を越流する流量 $q$

$$q = c \cdot h^{(3/2)} = 0.093 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$c$ : 流量係数 ( $\text{m}^{(1/2)}/\text{s}$ ) (一般値1.6を採用)

$h$ : 淀川における越流水深(15cm)

・のり面を流下する際の流量 $q$

$$q = h \cdot (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)}$$

$I$ : 勾配=1:8.0 (淀川左岸線延伸部の最急勾配)

$n$ : 粗度係数=0.04(芝),  $R$ : 径深(m),  $h$ : のり面を流下する水深(m)

ここで, のり面を流下する水深 $h$ は幅に対して十分小さいとし, 径深 $R \doteq h$ とすると

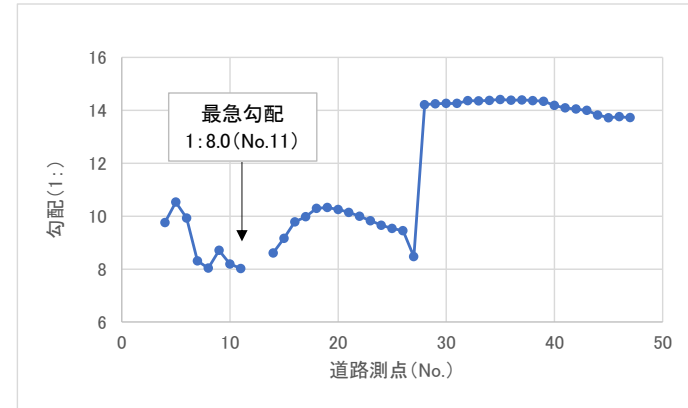
$$q = h \cdot (1/n) \cdot h^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)}$$

$$h = [q \cdot n / I^{(1/2)}]^{(3/5)} = 0.055 \text{ m}$$

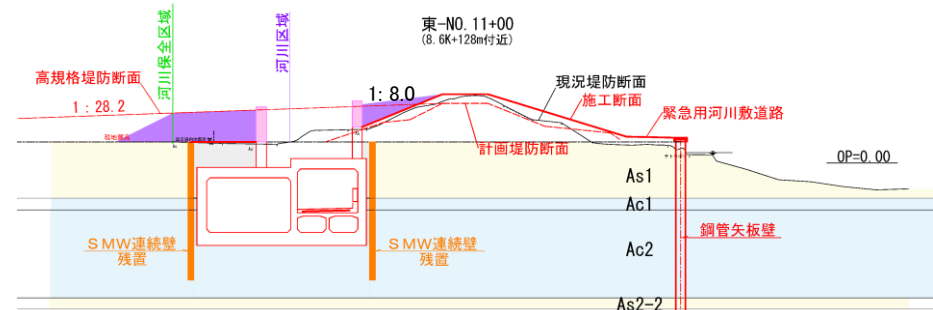
・のり面を流下する流速 $v$

$$v = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)} \quad \text{径深} R \doteq h \text{として,}$$

$$= 1.70 \text{ m/s}$$



高規格堤防の川裏のり面の勾配



※淀川左岸線延伸部において川裏のり面の勾配が最も急な断面を選定

耐越水性検討断面(No.11 8.6k+128m付近)

【照査結果】

河川堤防の構造検討の手引きでは, 「芝の耐侵食性について代表流速2m/sを目安とし, これ以下であれば堤防の表のり面およびのり尻表面の耐侵食性は一応確保されている」と記載されている。

このことより, 越流水の流速 1.70m/s < 張芝の耐侵食 2m/s OK となり, 張芝を施工することで, 越流水の侵食に耐え得る。

該当項目：18-⑪ 津波による直接侵食に対する安全性

津波遡上時に洪水時を超える流速が発生しないことを確認する。

【照査基準】

河川砂防技術基準設計編(令和元年7月 国土交通省 水管理・国土保全局)  
改訂護岸の力学設計法(平成19年 (財)国土技術研究センター)

【照査項目・照査手法】

津波遡上時における流速が構造物等の限界流速より下回ることを確認  
護岸の移動限界流速 > 津波遡上時流速

【照査結果】

洪水時の代表流速は直接侵食の照査基準を満足することが確認されていることから、津波遡上時の流速が洪水時の代表流速を下回ることを確認した。

- ・ 高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k~8.8付近k(道路測点No.4~22) : **洪水時代表流速 6.96m/s > 津波遡上時流速 2.00m/s OK**
- ・ 高水敷幅が広い9.0k~9.4k付近(道路測点No.23~49) : **洪水時代表流速 2.89m/s > 津波遡上時流速 1.64m/s OK**

以上のとおり、いずれの区間においても洪水時代表流速より津波流速が小さくなっている。

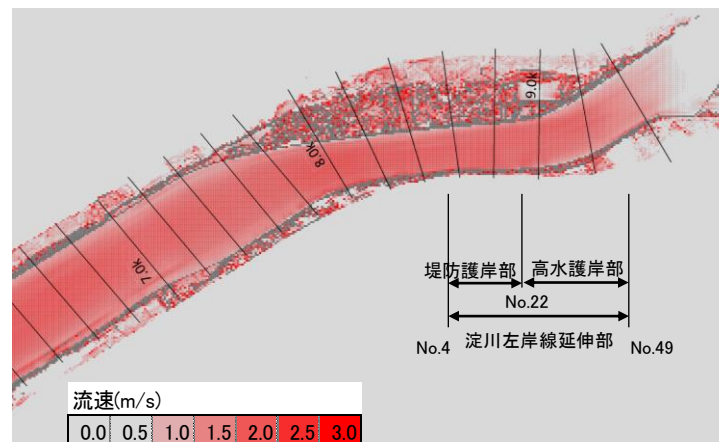
洪水時と津波時の流速の比較

堤防護岸部

距離標	8.60k							8.80k								
道路測点	No.4~13							No.14~22								
低水部 洪水時の流速 (m/s)	6.96							5.89								
津波流速 (m/s)	1.87	1.92	1.96	2.00	1.93	1.86	1.76	1.73	1.70	1.71	1.68	1.65	1.58	1.58	1.71	1.58

高水護岸部

距離標	9.00k							9.20k								
道路測点	No.23~36							No.37~49								
高水部 洪水時の流速 (m/s)	2.89							2.53								
津波流速 (m/s)	1.54	1.32	0.93	1.16	0.74	0.89	0.94	0.78	0.95	0.99	0.86	0.98	1.17	1.37	1.64	1.62



項目	解析条件
準拠基準	津波浸水想定の設定の手引きVer2.10 平成31年4月 国土交通省
地形条件	横断測量成果やLP データを用い、詳細領域データ(10m 格子)を作成
モデル方程式	非線形長波理論式
対象津波	淀川河道内において津波高が高くなる想定 昭和南海地震(M8.4)を選定
粗度係数	0.025(マニング粗度係数)
潮位	朔望平均満潮位 T.P.+0.9m=O.P.+2.2m

津波遡上解析による最大流速分布

項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となっ てなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的 安全性	U-⑥, U-⑦	
耐震解析	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	45
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となっ てなじむこと	19-⑭	
	耐震機能	U-②, U-③	
圧密解析	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	53
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的 安全性	U-④, U-⑤	
まとめ	安全性照査結果のまとめ	-	61

浸透作用に対して安全な構造であること

18-⑤, 18-⑦~18-⑨

常時の健全性を有する構造であること

18-⑫

基礎地盤と一体となっ  
てなじむこと

19-⑮~19-⑰

嵩上げ, 拡幅等が容易であること

19-㉓

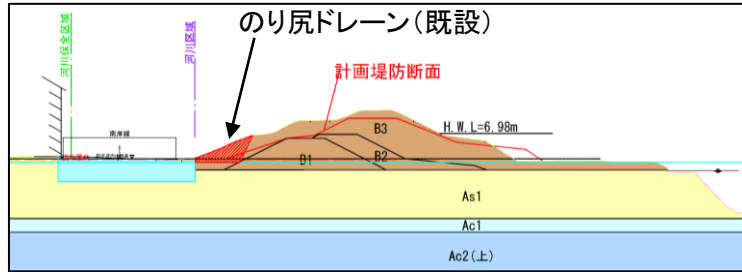
構造的  
安全性

U-⑥, U-⑦

洪水や豪雨による河川水位の上昇に伴う堤体内浸潤面上昇に対して、照査基準を満足しない場合、以下の方針で対策工法を検討する。

【対策工の検討方針】

- ・淀川左岸線(2期)区間で得られた知見を踏まえて、川裏のり面には遮水シートによる「降雨浸透対策」を実施することを基本とする。
- ・対象区間では、現況堤防に「のり尻ドレーン」が設置されていることを踏まえて、原則として、のり尻ドレーンによる「川裏側の排水対策」について検討する。



No16現況(既設構造としてのり尻ドレーンが設置されている)

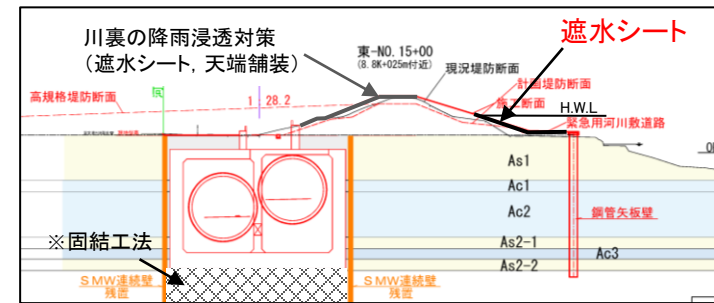
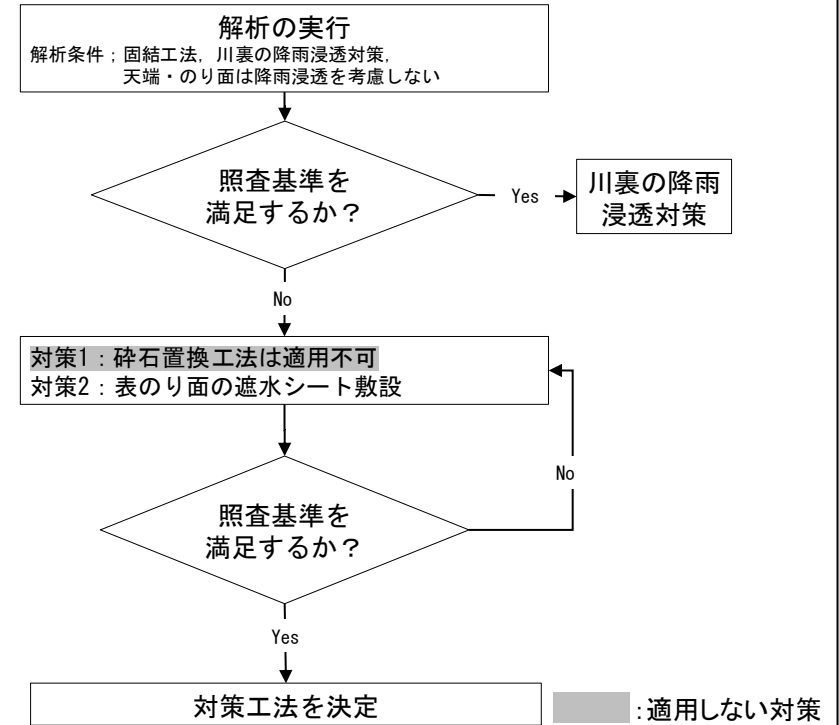
- ・のり尻ドレーンの設置が困難な場合、またはのり尻ドレーンにより照査基準を満足しない場合は、道路構造物の周りに通水部を設ける浸透対策(砕石置換工法)について検討する。
- ・砕石置換の適用が困難な場合、または砕石置換により照査基準を満足しない場合には、川表のり面遮水シートの浸透対策について検討する。
- ・淀川左岸線延伸部では道路構造が複雑であり、道路構造に応じた浸透対策工を検討する必要がある。ここでは、道路構造を3つのパターンに分けて、各パターンにおける対策工法の検討フローを示した。

【完成時の浸透対策工の検討フロー】

パターン①での浸透対策工の検討フローを以下に示す。

■No.4~No.15(パターン①) 検討断面:No.15

- ・本線とランプが一体構造で川裏側の排水対策の実施が困難であるため、表のり面遮水シートの適用が考えられる。

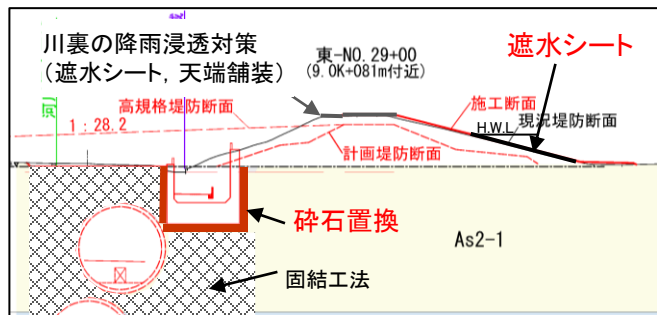
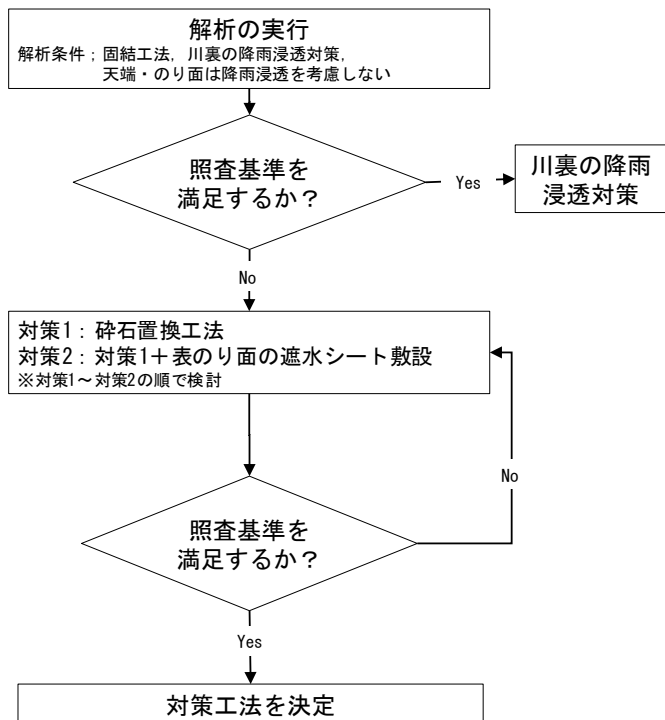


No15完成時(本線とランプは一体構造)

【完成時の浸透対策工の検討フロー】

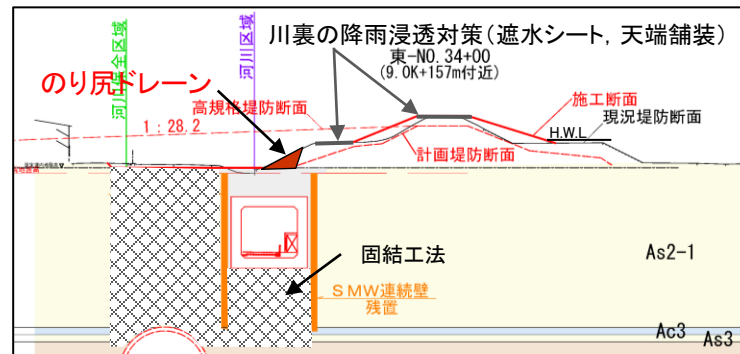
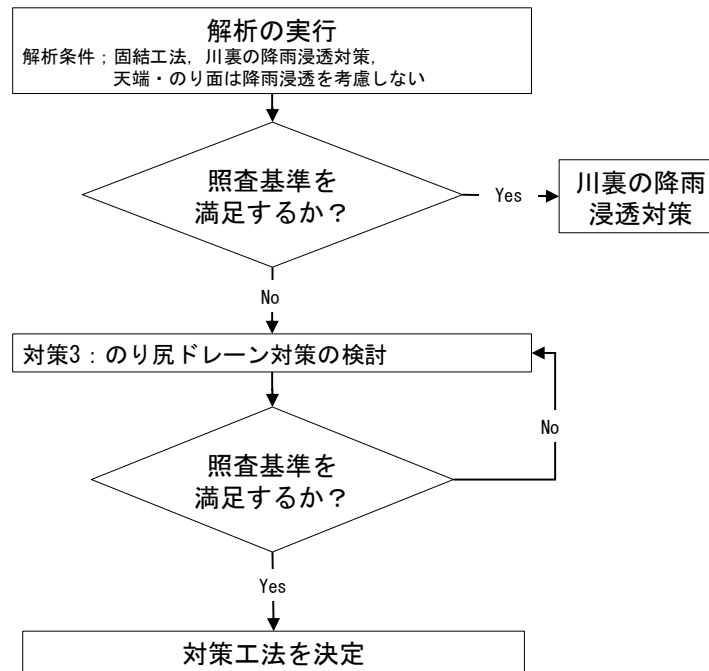
パターン②とパターン③での浸透対策工の検討フローを以下に示す。

- No.16～No.29(パターン②) 検討断面:No.16, No.23, No.28, No.29
- ・本線シールドとランプが分離しており、ランプ(U型擁壁)の基礎部を利用した碎石置換、遮水シートの適用が考えられる。



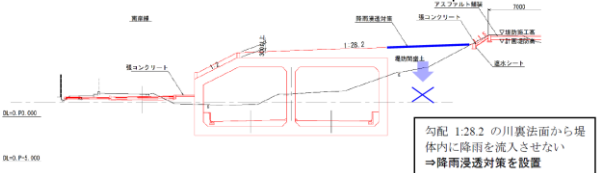
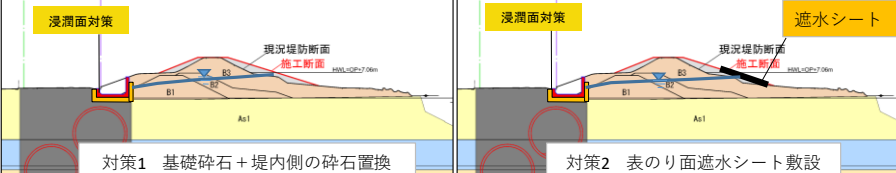
No29完成時(本線とランプは分離構造)

- No.30～No.47(パターン③) 検討断面:No.34, No.47
- ・本線とランプが地中構造(ボックス)となり、堤防のり尻形状は現況とほぼ同じ形状となるため、のり尻ドレーンの適用が考えられる。



No34完成時(本線とランプは地中構造)

【完成時】淀川左岸線(2期)と淀川左岸線延伸部(今回)の検討フローの比較

対象段階	照査項目	淀川左岸線(2期)	淀川左岸線延伸部
完成時	①堤体内の浸潤面位置	<p>川裏(無対策) : NG 川裏(遮水シート敷設) : OK</p> <p>対策 降雨浸透対策(天端舗装・遮水シート)</p>	<p>川裏(無対策) : — (淀川左岸線(2期)の成果を参考に計算は未実施) 川裏(遮水シート敷設) : NG</p> <p>前提とする対策 降雨浸透対策(天端舗装・遮水シート) 追加対策1) 砕石置換 : 要検討 追加対策2) 砕石置換+表のり遮水シート : 要検討</p>
		<p>【完成時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●検討事項(照査基準を満足しない事項) 地下水流動阻害(堤体内浸潤面上昇)による水みち発生</li> <li>●照査基準 道路構造物前面位置および天端中央位置での水位について、完成時の水位 ≤ 現況の水位</li> </ul> <p>解析の実行 解析条件：天端・川裏平場は降雨浸透を考慮するのり面は降雨浸透を考慮しない</p> <p>照査基準を満足するか？ Yes → 無対策 No → 対策：降雨浸透対策 → 天端・川裏平場の降雨浸透を考慮しない</p> <p>照査基準を満足するか？ Yes → 対策工法を決定 No → 対策：降雨浸透対策 → 天端・川裏平場の降雨浸透を考慮しない</p>	<p>【完成時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●検討事項(照査基準を満足しない事項) 地下水流動阻害(堤体内浸潤面上昇)による水みち発生(18-⑤, 19-⑮)</li> <li>●照査基準 道路構造物前面位置および天端中央位置での水位について、完成時の水位 ≤ 現況の水位</li> </ul> <p>解析の実行 解析条件：天端・川裏平場は降雨浸透を考慮するのり面は降雨浸透を考慮しない</p> <p>【検討省略】 照査基準を満足するか？ Yes → 無対策 No → 対策：降雨浸透対策 → 天端・川裏平場の降雨浸透を考慮しない</p> <p>照査基準を満足するか？ Yes → 川裏の降雨浸透対策 No → 追加対策</p> <p>【追加対策】 対策1：砕石置換 対策2：対策1+表のり面の遮水シート敷設 ※対策1～対策2の順で検討</p> <p>照査基準を満足するか？ Yes → 対策工法を決定 No → 追加対策</p> <p>検討省略理由：淀川左岸線(2期)の検討で得られた知見より、道路構造物が川裏側に設置された場合には堤体内水位が上昇し、照査基準を満足しないことは明らかであるため。</p>
		<p>出典：「淀川左岸線(2期)事業に関する技術検討報告書, p.4-20」より引用</p>  <p>図 4.2.7 降雨浸透対策</p>	 <p>対策1 基礎砕石+堤内側の砕石置換</p> <p>対策2 表のり面遮水シート敷設</p>

洪水や豪雨による河川水位の上昇に伴う堤体内浸潤面上昇に対して、基礎地盤のパイピング破壊(水みち発生)および堤体のすべり破壊が生じないかを照査する。また、道路構造物(U型擁壁、ボックス、シールドトンネル)(以下「道路構造物」とする)の設置による地下水流動阻害に対する堤体内浸潤面高さの変化や、パイピング破壊(水みち発生)が生じないかを照査する。さらに、堤体および基礎地盤の不均質性を考慮し、一体構造物が経験的に規定された基本的な土堤形状を満足するかを照査する。

該当項目: 18-⑤(=19-⑮), 18-⑦(=19-⑯), 18-⑧(=19-⑰), 18-⑨

【完成時—照査基準】

河川堤防の構造検討の手引き(改訂版)(平成24年2月(財)国土技術研究センター)  
河川砂防技術基準設計編(令和元年7月 国土交通省 水管理・国土保全局)

【照査項目】

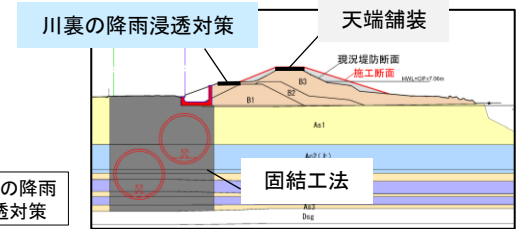
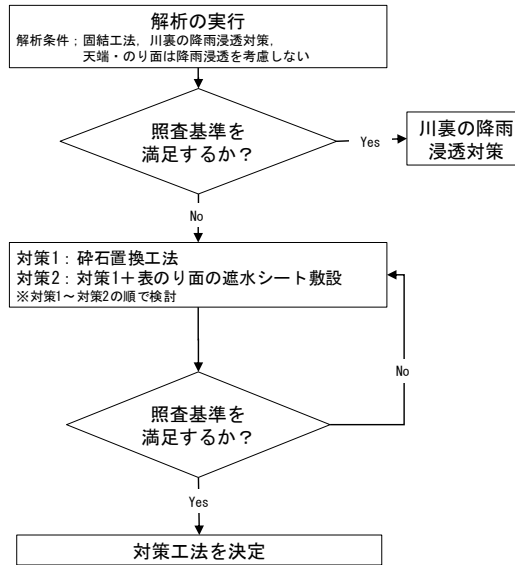
- ①堤体内の浸潤面位置【18-⑤, 19-⑮】  
完成時の堤体内水位 ≤ 現況の堤体内水位
- ②平均動水勾配【18-⑤, 19-⑮】  
完成時平均動水勾配 ≤ 現況平均動水勾配
- ③レーンの加重クリープ比【18-⑦, 19-⑯】  
レーンの加重クリープ比 > レーンの加重クリープ比の許容値
- ④水平・鉛直方向の局所動水勾配【18-⑧, 19-⑰】  
 $i_h < 0.3$ ,  $i_v < 0.5$ かつ完成時の $i_h$ ,  $i_v \leq$  現況の $i_h$ ,  $i_v$
- ⑤円弧すべり安全率【18-⑨】  
 $\max(\text{現況安全率}, 1.44) \leq F_s(\text{川表}), \max(\text{現況安全率}, 1.44) \leq F_s(\text{川裏})$

【照査手法】

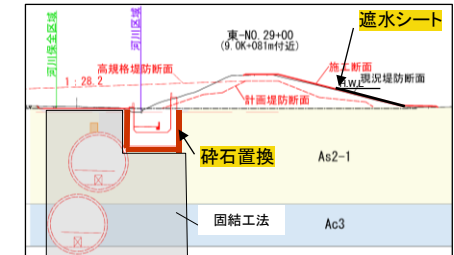
鉛直2次元の飽和-不飽和浸透流解析, 円弧すべり計算

【検討フロー図】

■ 浸潤面対策



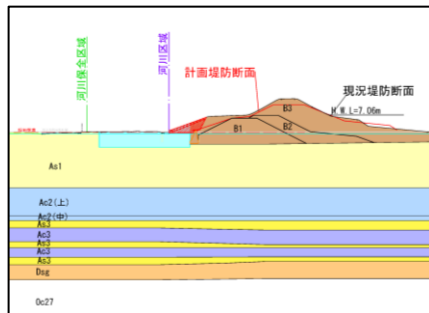
天端舗装+川裏の降雨浸透対策(遮水シート)



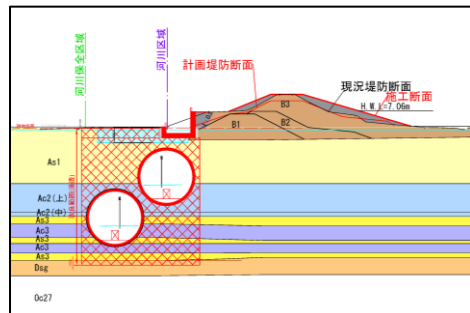
対策1: 砕石置換  
対策2: 表のり面遮水シート

【解析入力条件】

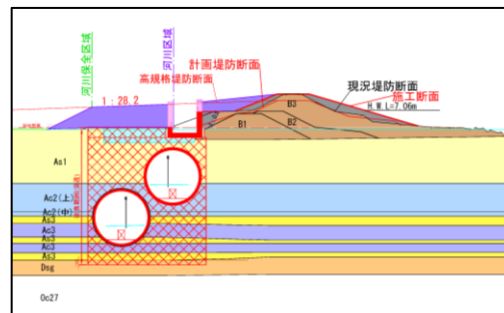
- ・現況, 完成時, 完成(高規格堤防考慮)時のモデル断面の作成
- ・各断面の照査外力(降雨・河川水位)の設定
- ・各地層の地盤定数(透水係数, 強度定数)の設定



No.23 現況



No.23 完成時



No.23 完成時(高規格堤防考慮)

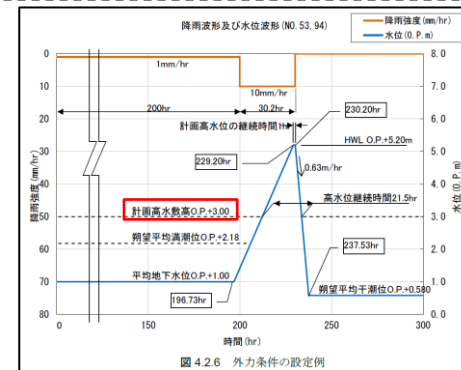
設定透水係数一覧

設定土質	透水係数(m/s)
B(改良)	$9.70 \times 10^{-5}$
B(改修・修補)	$9.70 \times 10^{-5}$
B(運河埋立)	$1.17 \times 10^{-6}$
As1: 沖積砂質土	$7.55 \times 10^{-5}$
As2: 沖積砂質土	$8.59 \times 10^{-5}$
As3: 沖積砂質土	$3.27 \times 10^{-4}$
Ac1~3: 沖積粘性土	$1.00 \times 10^{-8}$
Dsg: 洪積礫質土	$6.42 \times 10^{-4}$

【河川水位波形の変更】

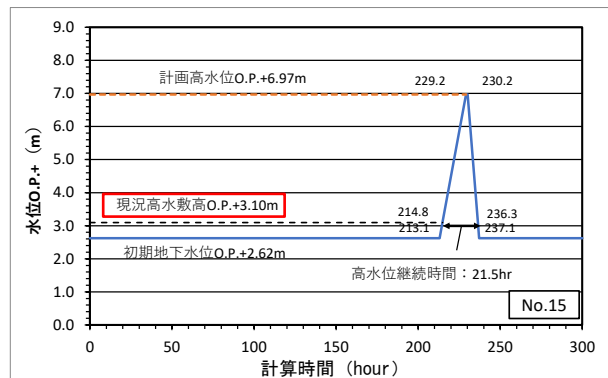
河川水位波形について、以下に変更理由を示す。

- 断面変更前の河川水位波形は、検討断面の「現況高水敷高」以上の水位継続時間を21.5時間として設定していた。
- 断面変更後の河川水位波形は、右図に示すように「計画高水敷高」以上の水位継続時間を21.5時間として設定した。
- そのため、断面変更後の河川水位波形の幅は、No.15(下図参照)、No.16、No.23で大きくなり、No.34とNo.47(下図参照)では小さくなった。

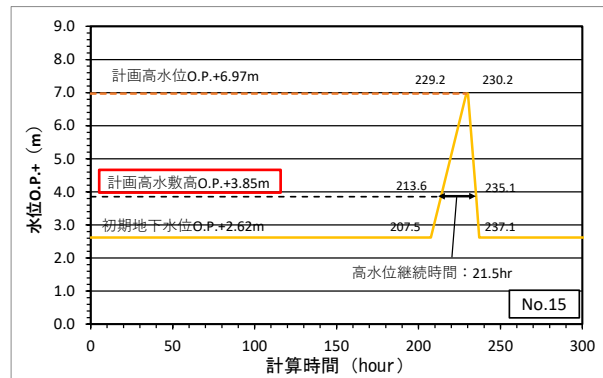


淀川左岸線(2期)区間の外力条件の設定

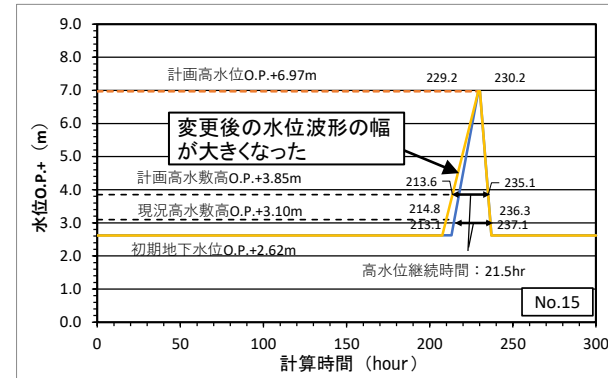
(出典: 淀川左岸線(2期)事業に関する技術検討報告書, 平成29年11月)



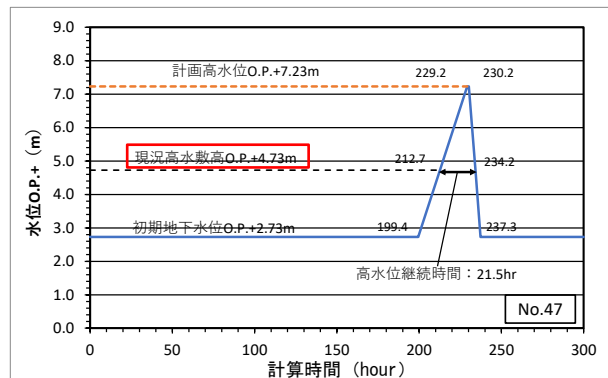
No.15変更前断面で使用した河川水位波形



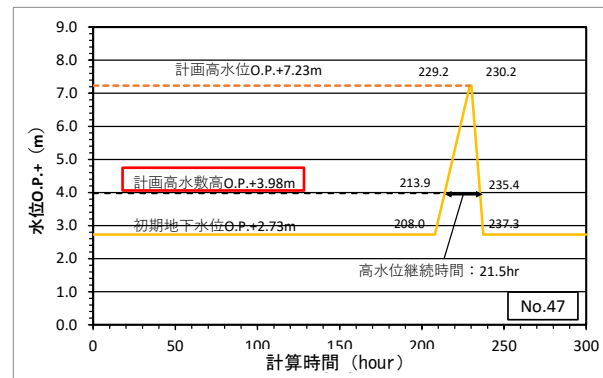
No.15変更後断面で使用した河川水位波形



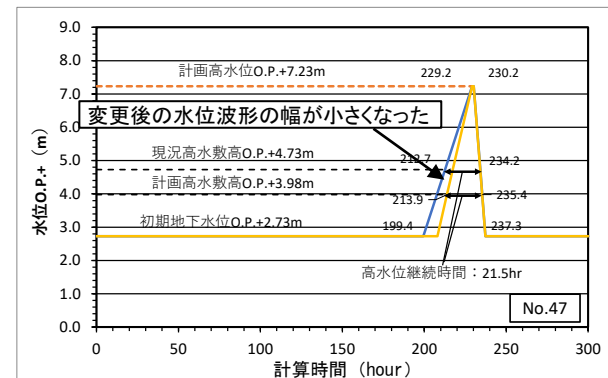
No.15変更前後で使用した河川水位波形の重ね比較図



No.47変更前断面で使用した河川水位波形



No.47変更後断面で使用した河川水位波形



No.47変更前後で使用した河川水位波形の重ね比較図



【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

- ・現況と完成時において、道路構造物(U型擁壁、土留め壁)前面および堤防天端中央における堤体内水位の最高値の比較一覧を以下に示す。
- ・No.15, No.28(粘性土)とNo.34を除けば、完成時の構造物前面(河川側)水位は、照査基準を**満足しない**。  
また、No.29では、堤防天端中央でも照査基準を**満足しない**。川表のり面の勾配が完成時とほぼ同程度であり、完成時の緩傾斜効果が見込めないためと考えられる。
- ・No.15(鋼管矢板), No.16, No.23, No.28(粘性土)は、浸潤面対策(砕石置換+表のり面遮水シート)を実施することで照査基準を**満足する**。
- ・No.47は、ドレーン復旧および土留め壁頭部1.5mを撤去することで照査基準を**満足する**。
- ・No.28(砂質土)とNo.29は、浸潤面対策(砕石置換+表のり面遮水シート)を実施しても照査基準を**満足しない**。

現況と完成時における堤体内水位の最高値の比較一覧 [解析結果詳細:資料-4-2 p.11~p.16, p.18~p.23参照]

検討断面	対策条件	道路構造物前面(河川側)				堤防天端中央								
		完成時における堤体内水位の最高値(m)		【照査基準】 現況における堤体内水位の最高値(m)		判定		完成時における堤体内水位の最高値(m)		【照査基準】 現況における堤体内水位の最高値(m)		判定		
No. 15	No. 15	—※	4.444	(4.206)	4.521	(4.167)	OK	(NG)	4.923	(4.586)	5.558	(5.446)	OK	(OK)
	No. 15(鋼管矢板)	—※	4.619	(4.412)	4.521	(4.167)	NG	(NG)	4.902	(4.592)	5.558	(5.446)	OK	(OK)
	No. 15(鋼管矢板)	遮水シート	4.228	—	4.521	—	OK	—	4.371	—	5.558	—	OK	—
No. 16	No. 16	—※	4.495	(4.129)	4.116	(3.908)	NG	(NG)	4.834	(4.631)	5.645	(5.599)	OK	(OK)
	No. 16	砕石置換	4.085	(3.698)	4.116	(3.908)	OK	(OK)	4.802	(4.622)	5.645	(5.599)	OK	(OK)
	No. 16(鋼管矢板)	—※	4.612	(4.287)	4.116	(3.908)	NG	(NG)	4.799	(4.634)	5.645	(5.599)	OK	(OK)
	No. 16(鋼管矢板)	砕石置換	4.122	(3.763)	4.116	(3.908)	NG	(OK)	4.761	(4.633)	5.645	(5.599)	OK	(OK)
	No. 16(鋼管矢板)	砕石置換(側面あり)	4.120	—	4.116	—	NG	—	4.759	—	5.645	—	OK	—
	No. 16(鋼管矢板)	砕石置換(側面あり)+遮水シート	3.846	—	4.116	—	OK	—	4.303	—	5.645	—	OK	—
No. 23	No. 23	—※	4.833	(4.691)	4.563	(4.490)	NG	(NG)	5.071	(4.940)	5.637	(5.542)	OK	(OK)
	No. 23	砕石置換	4.485	(4.377)	4.563	(4.490)	OK	(OK)	5.001	(4.889)	5.637	(5.542)	OK	(OK)
No. 28	No. 28(砂質土)	—※	4.855	—	4.167	—	NG	—	5.056	—	5.057	—	OK	—
	No. 28(砂質土)	砕石置換(側面あり)	4.723	—	4.167	—	NG	—	4.983	—	5.057	—	OK	—
	No. 28(砂質土)	砕石置換(側面あり)+遮水シート	4.303	—	4.167	—	NG	—	4.494	—	5.057	—	OK	—
	No. 28(粘性土)	—※	3.992	—	4.048	—	OK	—	4.062	—	4.953	—	OK	—
No. 29	No. 29	—※	4.952	—	4.075	—	NG	—	5.071	—	4.796	—	NG	—
	No. 29	砕石置換(側面あり)	4.854	—	4.075	—	NG	—	5.021	—	4.796	—	NG	—
	No. 29	砕石置換(側面あり)+遮水シート	4.443	—	4.075	—	NG	—	4.570	—	4.796	—	OK	—
No. 34	—※	4.128	(3.890)	4.333	(4.208)	OK	(OK)	4.918	(5.054)	5.388	(5.492)	OK	(OK)	
No. 47	No. 47	—※	4.620	(4.372)	4.430	(4.372)	NG	(OK)	5.431	(5.628)	5.837	(5.990)	OK	(OK)
	No. 47	ドレーン+土留め壁頭部カット1.0m	4.440	(4.372)	4.430	(4.372)	NG	(OK)	5.362	(5.628)	5.837	(5.990)	OK	(OK)
	No. 47	ドレーン+土留め壁頭部カット1.5m	4.411	(4.372)	4.430	(4.372)	OK	(OK)	5.346	(5.628)	5.837	(5.990)	OK	(OK)

※: 川裏の降雨浸透対策 ( ): 第3回委員会で示した変更前断面における算出結果

□: 該当照査基準と算出結果

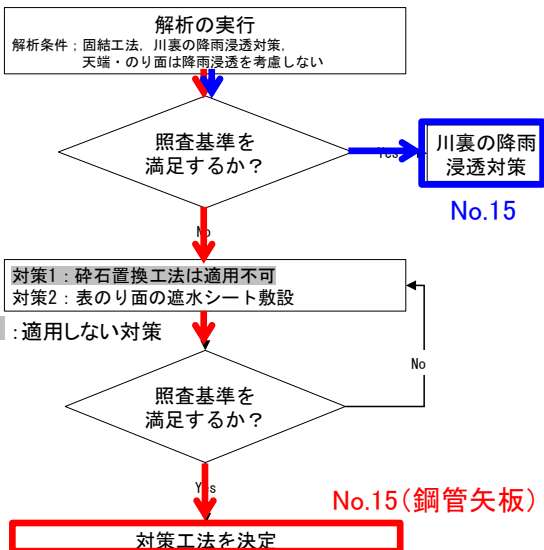
■: 浸潤面対策(砕石置換(基礎砕石敷設を含む))を実施した場合の照査結果

■: 浸潤面対策(砕石置換+表のり面遮水シート)を実施した場合の照査結果

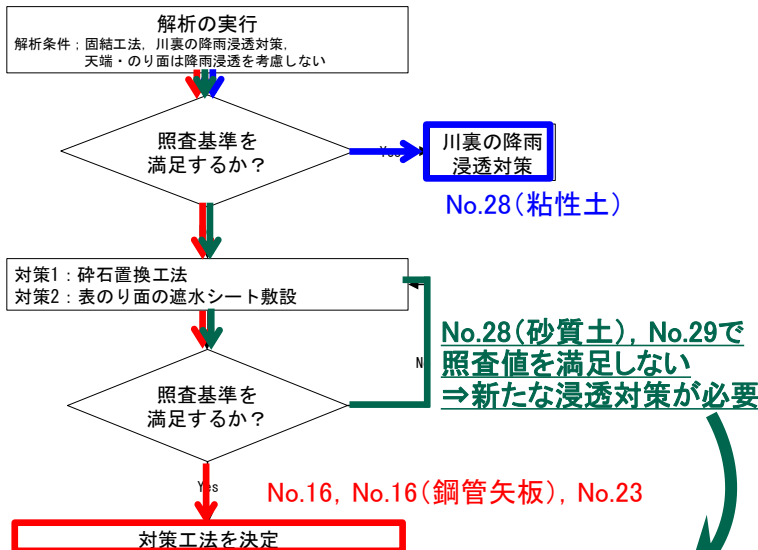
■ 浸透対策工の検討対象

下記フローに示すとおり、No. 28, No. 29において新たな浸透対策が必要。

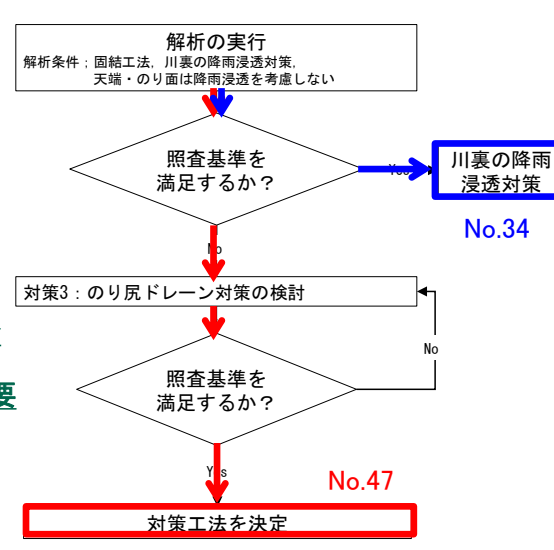
No.4~No.15(パターン①)  
検討断面: No.15



No.16~No.29(パターン②)  
検討断面: No.16, No.23, No.28, No.29



No.30~No.47(パターン③)  
検討断面: No.34, No.47



■ 新たな浸透対策案の選定  
(No. 28(砂質土), No. 29)

右表に示すとおり、新たな浸透対策案を検討した。対策工法としての効果, 施工性, 経済性等の総合的な観点から, 案2の対策を選定。

◎:非常に優れている  
○:優れている  
△:やや劣る  
×:劣る

工法名	【当初案】砕石置換+川表のり面遮水	① 砕石置換+川表のり面遮水+高水敷遮水	② 砕石置換+川表のり面遮水+遮水矢板	③ 砕石置換+通水管+川表のり面遮水
概要				
特徴	前提条件としての天端舗装, 川裏側の降雨浸透対策, U型擁壁周囲の砕石置換と川表のり面の遮水シート敷設を行い, 河川水の浸透対策及び川裏への地下水の排水を行う。	当初案に加え, 高水敷に遮水シートを敷設し, 河川水の浸透を地表面で抑制する。	当初案に加え, 川表のり面に遮水矢板を打設し, 河川水の浸透を地中で抑制する。	当初案に加え, 擁壁底版下もしくは底版内に通水管を追加設置し, 砕石置換の効果を高めることで, 川裏への地下水排水を促進する。
総合評価	× (No.28(砂質土), No.29は照査を満足しない)	△	○	×

【照査結果】18-⑤, 19-⑮

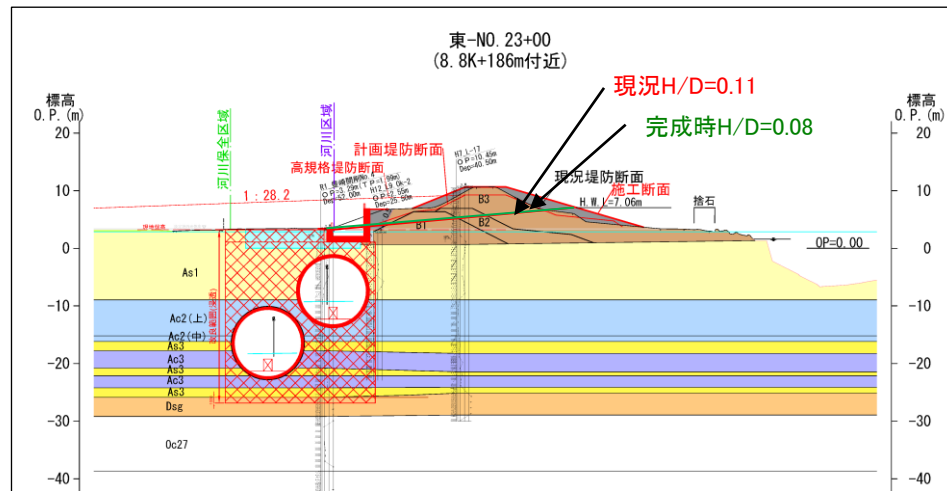
②平均動水勾配

・全断面において、平均動水勾配は照査基準を満足する。

検計断面の平均動水勾配(完成時と現況の比較)の算出結果一覧

検計断面	完成時			現況			判定
	H(m)	D(m)	平均動水勾配 H/D	H(m)	D(m)	【照査基準】 平均動水勾配H/D	
No. 15	3.69 (3.84)	45.00 (43.74)	0.08 (0.09)	3.85	35.98	0.11	OK (OK)
No. 15 (鋼管矢板)	3.69 (3.84)	45.00 (43.74)	0.08 (0.09)	3.85	35.98	0.11	OK (OK)
No. 16	3.69 (3.77)	42.89 (43.98)	0.09 (0.09)	3.93	35.68	0.11	OK (OK)
No. 16 (鋼管矢板)	3.69 (3.77)	42.89 (43.98)	0.09 (0.09)	3.93	35.68	0.11	OK (OK)
No. 23	3.69 (3.85)	43.47 (42.32)	0.08 (0.09)	3.83	35.18	0.11	OK (OK)
No. 28	3.69 —	45.42 —	0.08 —	4.51	42.97	0.11	OK (OK)
No. 28 (砂質土)	3.69 —	45.42 —	0.08 —	4.51	42.97	0.11	OK (OK)
No. 28 (粘性土)	3.69 —	45.42 —	0.08 —	4.51	42.97	0.11	OK (OK)
No. 29	3.69 —	46.18 —	0.08 —	4.47	42.90	0.10	OK (OK)
No. 34	3.69 (4.48)	40.55 (44.16)	0.09 (0.10)	4.48	35.80	0.13	OK (OK)
No. 47	3.69 (4.00)	39.44 (42.26)	0.09 (0.09)	4.00	35.11	0.11	OK (OK)

( ) : 第3回委員会で示した変更前断面における算出結果      □ : 該当照査基準と算出結果



No.23 平均動水勾配の比較図

【照査結果】18-⑦, 19-⑯

③レーンの加重クリーブ比

・全断面において、レーンの加重クリーブ比は照査基準を満足する。

検計断面のレーンの加重クリーブ比の算出結果一覧

検計断面	浸透路長		水位差			レーンの加重クリーブ比C	照査基準	判定
	L <sub>1</sub> (m)	L <sub>2</sub> (m)	H <sub>1</sub> (OP+m)	H <sub>2</sub> (OP+m)	ΔH(OP+m)			
No. 15	23.6 (25.5)	21.3 (18.3)	6.97 (6.97)	3.28 (3.13)	3.69 (3.84)	8.3 (8.2)	6.0	OK (OK)
No. 15 (鋼管矢板)	23.6 (25.5)	21.3 (18.3)	6.97 (6.97)	3.28 (3.13)	3.69 (3.84)	8.3 (8.2)		OK (OK)
No. 16	28.0 (28.1)	14.9 (16.0)	6.98 (6.98)	3.29 (3.20)	3.69 (3.78)	8.9 (8.9)		OK (OK)
No. 16 (鋼管矢板)	28.0 (28.1)	14.9 (16.0)	6.98 (6.98)	3.29 (3.20)	3.69 (3.78)	8.9 (8.9)		OK (OK)
No. 23	35.0 (34.0)	8.5 (8.3)	7.06 (7.06)	3.51 (3.21)	3.55 (3.86)	10.7 (9.5)		OK (OK)
No. 28	34.7 —	10.8 —	7.10 —	3.41 —	3.69 —	10.4 —		OK (OK)
No. 28 (砂質土)	34.7 —	10.8 —	7.10 —	3.41 —	3.69 —	10.4 —		OK (OK)
No. 28 (粘性土)	34.7 —	10.8 —	7.10 —	3.41 —	3.69 —	10.4 —		OK (OK)
No. 29	35.4 —	10.8 —	7.11 —	3.42 —	3.69 —	10.6 —		OK (OK)
No. 34	40.6 (44.2)	0.0 (0.0)	7.15 (7.15)	3.46 (2.67)	3.69 (4.48)	11.0 (9.9)		OK (OK)
No. 47	39.4 (42.3)	0.0 (0.0)	7.23 (7.23)	3.54 (3.23)	3.69 (4.00)	10.7 (10.6)		OK (OK)

( ) : 第3回委員会で示した変更前断面における算出結果      □ : 該当照査基準と算出結果

※浸透路が通過する地盤は基礎地盤As1層(中砂)および堤体土(中砂)、砕石である。  
このため、照査基準は厳しい値である、6.0(=中砂)を採用した。

レーンの加重クリーブ比の設定

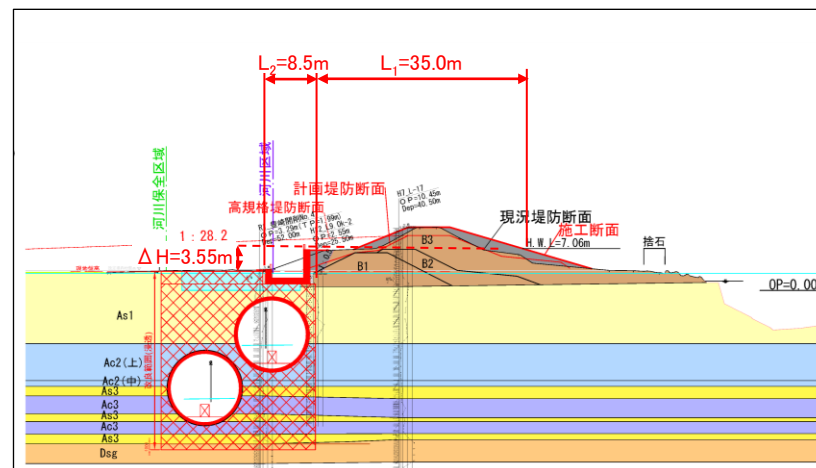
地盤の土質区分	C	地盤の土質区分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	粗砂利	4.0
細砂	7.0	中砂利	3.5
中砂	6.0	栗石を含む粗砂利	3.0
粗砂	5.0	栗石と砂利を含む	2.5

(出典:「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 [ I ]」平成9年10月)より引用)

レーンの加重クリーブ比の計算式

$$C = (L_e + \sum L) / \Delta H = (L_1 + L_2 / 3 + \sum L) / \Delta H > 6.0$$

ここに、C:レーンの加重クリーブ比、L<sub>e</sub>:水平方向の有効浸透路長、L<sub>1</sub>:水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ、L<sub>2</sub>:水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ、∑L:鉛直方向の地盤と構造物の接触長さ(通常0とする)、ΔH:水位差とする。



No.23 レーンの加重クリーブ比の算出図

【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

- ・構造物周辺の局所動水勾配の照査は、完成時の断面を対象とし、浸潤面対策が必要となった断面では対策後の断面を対象とする。  
 なお、No.28(砂質土)とNo.29は、前出の浸潤面対策が未確定のため、当該2断面の浸潤面対策後の局所動水勾配照査は未実施である。
- ・浸潤面対策が必要となったNo.15～No.29は、いずれも照査基準を**満足**する。
- ・No.34とNo.47については、完成時においてのり尻部のドレーン復旧を行うことで照査基準を**満足**する。  
 なお、No.34とNo.47の地中構造物の周りでは地表面への露出がないため、パイピングは**発生しない**。

検討断面の局所動水勾配の算出結果一覧 [解析結果詳細:資料-4-2 p.26～p.31参照]

検討断面	対策状況	評価位置	局所動水勾配 (最大値) 水平 $i_h$				局所動水勾配 (最大値) 鉛直 $i_v$				判定
			完成時		【照査基準】		完成時		【照査基準】		
			現況	赤井の式ほか	現況	赤井の式ほか	現況	赤井の式ほか	現況	赤井の式ほか	
No. 15	—※	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)	
		構造物周辺	0.004 (0.009)	—	0.3	0.009 (0.008)	—	0.5	OK	(OK)	
	No. 15 (鋼管矢板)	—※	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)
			構造物周辺	0.007 (0.008)	—	0.3	0.006 (0.008)	—	0.5	OK	(OK)
	No. 15 (鋼管矢板)	川表遮水	堤防	評価なし	—	0.3	評価なし	—	0.5	OK	—
			構造物周辺	0.006	—	0.3	0.005	—	0.5	OK	—
No. 16	—※	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)	
		構造物周辺	0.008 (0.008)	—	0.3	0.013 (0.012)	—	0.5	OK	(OK)	
	No. 16	砕石置換	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)
			構造物周辺	0.219 (0.132)	—	0.3	0.228 (0.123)	—	0.5	OK	(OK)
	No. 16 (鋼管矢板)	—※	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)
			構造物周辺	0.008 (0.007)	—	0.3	0.013 (0.012)	—	0.5	OK	(OK)
No. 16 (鋼管矢板)	砕石置換 (側面あり) + 川表遮水	堤防	評価なし	—	0.3	評価なし	—	0.5	OK	—	
		構造物周辺	0.175	—	0.3	0.188	—	0.5	OK	—	
No. 23	—※	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)	
		構造物周辺	0.004 (0.003)	—	0.3	0.006 (0.004)	—	0.5	OK	(OK)	
	No. 23	砕石置換	堤防	評価なし (評価なし)	評価なし	0.3	評価なし (評価なし)	評価なし	0.5	OK	(OK)
No. 28	—※	堤防	評価なし	—	0.3	評価なし	—	0.5	OK	—	
		構造物周辺	0.001	—	0.3	0.021	—	0.5	OK	—	
No. 28	—※	堤防	評価なし	—	0.3	評価なし	—	0.5	OK	—	
		構造物周辺	0.001	—	0.3	0.001	—	0.5	OK	—	
No. 29	—※	堤防	評価なし	—	0.3	評価なし	—	0.5	OK	—	
		構造物周辺	0.003	—	0.3	0.007	—	0.5	OK	—	
No. 34	—※	堤防	0.117 (0.263)	評価なし	0.3	0.082 (0.107)	評価なし	0.5	NG	(NG)	
		構造物周辺	—	評価なし	0.3	—	評価なし	0.5	OK	—	
No. 47	—※	堤防	0.247 (0.413)	0.186	0.3	0.210 (0.078)	0.029	0.5	NG	(NG)	
		構造物周辺	—	0.186	0.3	—	0.029	0.5	OK	—	

※: 川裏の降雨浸透対策 ( ): 第3回委員会で示した変更前断面における結果を示す

□: 現況または手引きのいずれかの局所動水勾配の小さい値が、照査基準および算出結果を示す

■: 浸潤面対策(砕石置換(基礎砕石敷設を含む))を実施した場合の照査結果

■: 浸潤面対策(砕石置換+表のり面遮水シート)を実施した場合の照査結果

□: 評価なし: 浸潤面が地表面(のり面)と交わることがなく、浸出水による土砂の流出を伴わないため、パイピングに対する安全性の問題はない

【照査結果】 18-⑨

⑤円弧すべり安全率

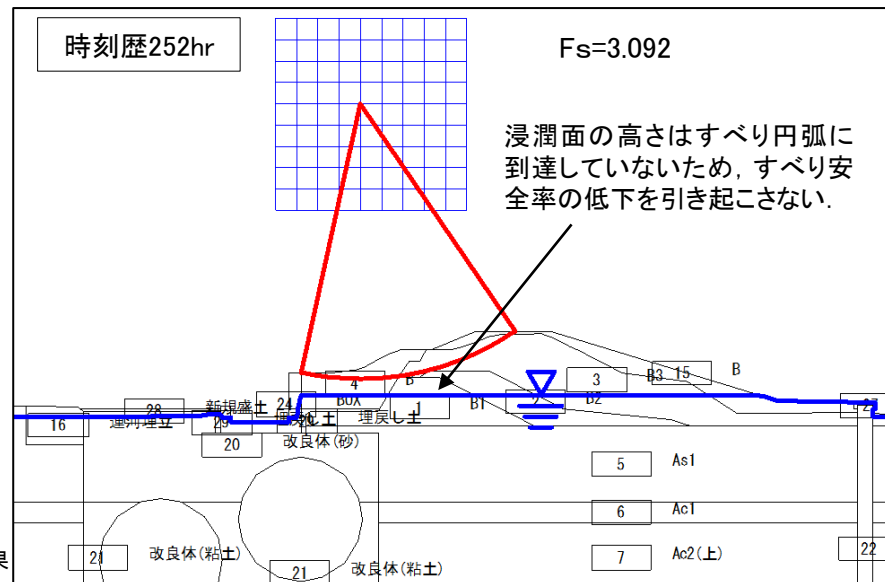
・各断面の完成時において、すべり破壊に対する安全率は、照査基準を満足する。

堤体内浸潤面上昇に伴うすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

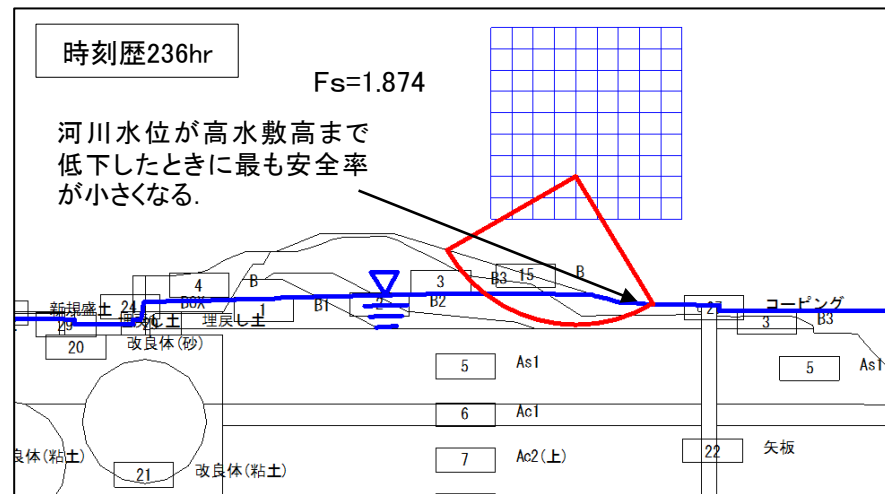
検討断面	川裏				判定	川表				判定	判定	
	照査対象		照査基準			手引き	照査対象		照査基準			
	完成時 最小安全率	現況 最小安全率	手引き	完成時 最小安全率			現況 最小安全率	手引き				
No. 15	2.434 (2.192)	2.325 (2.208)		OK (NG)	1.883 (1.926)	1.647 (1.648)		OK (OK)				
No. 15 (鋼管矢板)	2.460 (2.143)	2.325 (2.208)		OK (NG)	1.884 (1.926)	1.647 (1.648)		OK (OK)				
No. 16	3.114 (2.719)	1.804 (1.838)		OK (OK)	1.875 (1.918)	1.658 (1.672)		OK (OK)				
No. 16 (鋼管矢板)	3.092 (2.719)	1.804 (1.838)		OK (OK)	1.874 (1.915)	1.658 (1.672)		OK (OK)				
No. 23	2.685 (2.929)	2.452 (2.819)		OK (OK)	1.846 (1.805)	1.801 (1.748)		OK (OK)				
No. 28 (砂質土)	3.028 —	2.431 —		OK (OK)	2.364 —	2.337 —		OK (OK)				
No. 28 (粘性土)	3.028 —	2.294 —		OK (OK)	2.335 —	2.221 —		OK (OK)				
No. 29	2.633 —	2.243 —		OK (OK)	2.209 —	2.062 —		OK (OK)				
No. 34	2.286 (2.693)	2.220 (2.515)		OK (OK)	2.722 (2.773)	2.718 (2.744)		OK (OK)				
No. 47	1.685 (1.729)	1.453 (1.454)		OK (OK)	1.877 (2.094)	1.707 (1.738)		OK (OK)				

※1:ここに、 $F_s=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$  ( ):第3回委員会で示した変更前断面における算出結果  
築堤履歴が複雑  $\alpha_1=1.2$ , 要注意地形なし  $\alpha_2=1.0$  □:該当照査基準と算出結果

すべり円弧の探索条件:円弧中心の格子間隔は2mピッチ, 円弧半径は0.1mピッチで確認し, 最も安全率が小さい円弧を探索。



No.16 完成時(鋼管矢板)の川裏すべり安定計算結果



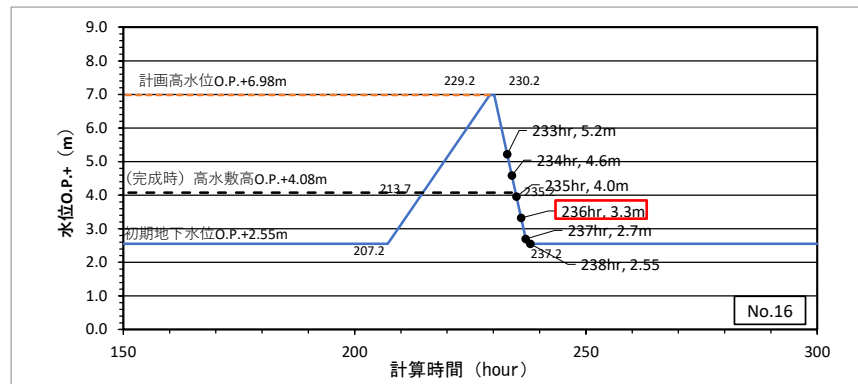
No.16 完成時(鋼管矢板)の川表すべり安定計算結果

【照査結果】18-⑨

⑤円弧すべり安全率

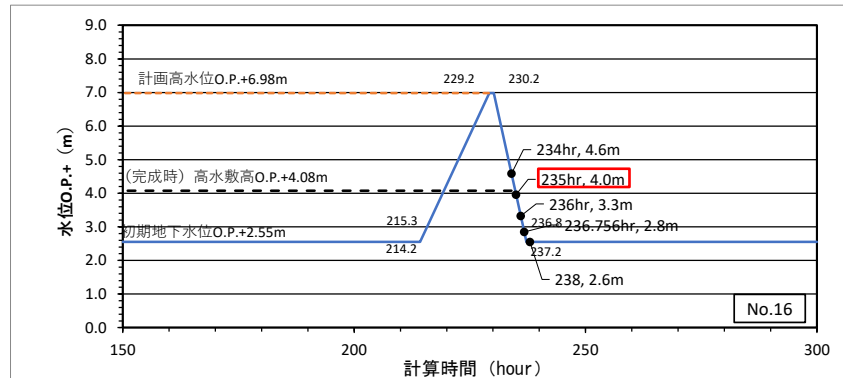
- ・No.16完成時(鋼管矢板)について、河川水位と川表すべり安全率の経時変化を示す。
- ・川表すべりの安全率は、高水敷高付近まで低下した時点で最小となる。最小安全率の値は $F_s=1.874$ であり、照査基準を満足する。

変更後

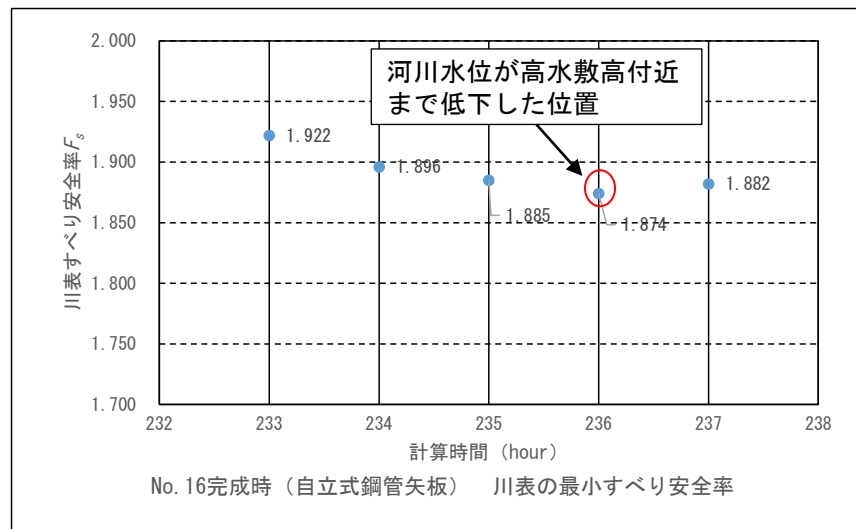


(a) 河川水位の経時変化

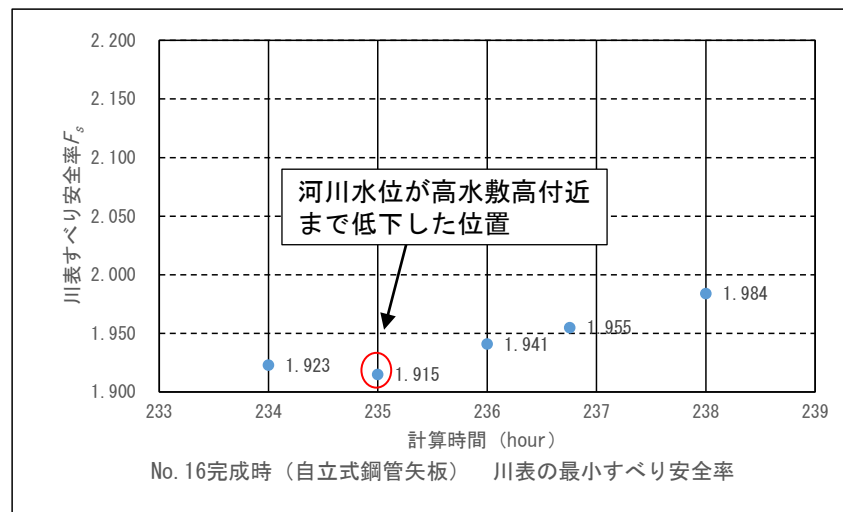
変更前



(a) 河川水位の経時変化



(b) 最小すべり安全率の経時変化  
No.16完成時(鋼管矢板)(川表)



(b) 最小すべり安全率の経時変化  
No.16完成時(鋼管矢板)(川表) 変更前断面

河川水位と最小すべり安全率の経時変化(川表)

洪水や豪雨による河川水位の上昇に伴う堤体内浸潤面の上昇に対して、道路構造物の浮き上がりについて照査する。

該当項目: U-⑥, U-⑦

【照査基準(既往の基準)】

- 開削トンネル設計指針(平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社)
- 設計基準 第3部 構造物設計(土構造物編)第8編シールドトンネル(平成29年4月 阪神高速道路株式会社)
- 道路土工擁壁工指針(平成24年 (公社)日本道路協会)
- 道路橋示方書・同解説IV下部構造編(平成29年11月 (公社)日本道路協会)

【照査項目】

- ・浮き上がり: 揚圧力に対する安全率 $F_s > 1.1$ , ただし, 想定最大規模時の安全率は1.0とした

【照査手法】

- ・ $F_s = (W_s + W_B) / U > 1.1$   
ここに、 $F_s$ : 安全率,  $W_s$ : 上載土の重量,  $W_B$ : 道路構造物の重量, 舗装材の重量,  $U$ : 道路構造物躯体底面に作用する揚圧力とする。

【対象水位】【補足説明:資料-4-2 p.40参照】

- ・水位1: 降雨浸透対策を考慮しない場合の水位
- ・水位2: 対象地区の想定最大規模の浸水深が発生した場合の水位 標高O.P.=+8.76m⇒9.0mを設定

【解析入力条件】

- ・道路構造物の躯体形状と舗装構成: 計画道路の概略設計時のトンネル断面
- ・各種材料の重量: 上記の設計基準で定められた定数

【照査結果】 U-⑥, U-⑦

- ・道路構造物に対する浮き上がりの照査結果を示す。完成時の道路構造物前面水位は、淀川左岸線(2期)と同様に、降雨浸透対策を考慮しない水位とする。
- ・水位1の場合、各断面の完成時において、道路構造物の浮き上がりに対する安全性は1.1以上であることから、浮き上がりに対して照査基準を満足する。
- ・水位2の場合、各断面の完成時において、照査基準1.0を満足しない。しかし、水位2は、想定最大規模でO.P.+9mとなり、水位がU型擁壁よりかなり高い位置となるため、氾濫水は道路へ流入することが考えられる。
- ・シールドトンネルの入口付近に防水扉を設置することでシールドトンネル内への氾濫水の進入を防ぐとともに、NG区間については、道路へ浸水することで、U型擁壁内は満水となり、浮き上がりは発生しないことからOKとした。
- ・また、変更後のU型擁壁断面は底版厚が大きくなったため、水位1の浮き上がりの照査結果がOKになった。

水位1)道路構造物に対する浮き上がりの照査結果

検討断面		完成時(水位1)							照査基準	判定
		上載土荷重(kN)	躯体重量※1(kN)	本線内の埋戻し※2(kN)	道路構造物前面標高水位(0.5m丸め) O.P.+(m)	揚圧力※3(kN)	安全率			
No. 15	No. 15	1054	6853	3995	5.0	8861	1.34	1.1	OK	
	No. 15(鋼管矢板)	1054	6853	3995	5.0	8861	1.34		OK	
No. 16	No. 16	0	410	0	5.5	334	1.22	1.1	OK	
	No. 16(鋼管矢板)	0	410	0	5.5	334	1.22		OK	
No. 23	No. 23	0	410	0	5.5	334	1.23	1.1	OK	
	No. 28(砂質土)	0	1153	0	5.5	906	1.27		OK	
No. 28	No. 28(粘性土)	0	1153	0	5.0	855	1.35	1.1	OK	
	No. 29	0	1207	0	5.0	989	1.22		OK	
No. 34		794	1348	0	4.5	1634	1.31		OK	
No. 47		2616	1801	0	5.0	2516	1.76		OK	

※1: 舗装厚さ0.4mを見込む

※2: 本線躯体内の埋戻し土は新規盛土の単位体積重量18.2kN/m<sup>3</sup>を想定

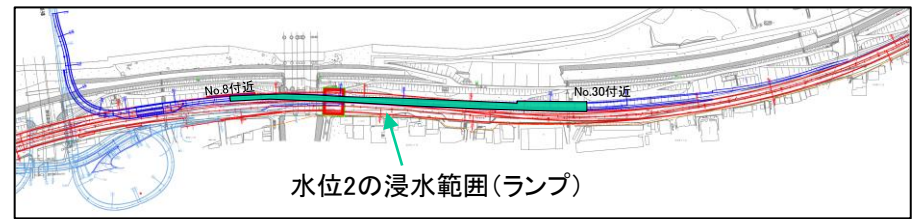
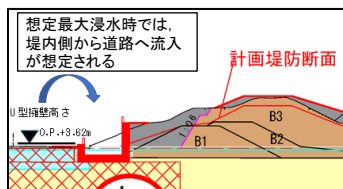
※3: 降雨浸透対策を見込まない場合(道路構造物前面の水位)の揚圧力

水位2)道路構造物に対する浮き上がりの照査結果

検討断面		完成時(水位2)							照査基準	判定
		上載土荷重(kN)	躯体重量※1(kN)	本線内の埋戻し※2(kN)	想定最大水深標高水位(0.5m丸め) O.P.+(m)	揚圧力(kN)	安全率			
No. 15	No. 15	1054	6853	3995	9.0	10185	1.17	1.0	OK	
	No. 15(鋼管矢板)	1054	6853	3995	9.0	10185	1.17		OK	
No. 16	No. 16	0	410	0	9.0	599	0.68	1.0	NG⇒OK	
	No. 16(鋼管矢板)	0	410	0	9.0	599	0.68		NG⇒OK	
No. 23	No. 23	0	410	0	9.0	598	0.69	1.0	NG⇒OK	
	No. 28(砂質土)	0	1153	0	9.0	1265	0.91		NG⇒OK	
No. 28	No. 28(粘性土)	0	1153	0	9.0	1265	0.91	1.0	NG⇒OK	
	No. 29	0	1207	0	9.0	1399	0.86		NG⇒OK	
No. 34		794	1348	0	9.0	2118	1.01		OK	
No. 47		2616	1801	0	9.0	2832	1.56		OK	

□: 該当照査基準と算出結果

※NG⇒OKの説明は左に記載



洪水や豪雨などにより、仮締切堤防等の仮設構造物に対して、河川水位の上昇に伴う堤体内浸潤面上昇、基礎地盤のパイピング破壊(水みち発生)および堤体のすべり破壊が生じないかを照査する。また、土留め壁などの設置による地下水流動阻害に対する堤体内浸潤面高さの変化や、パイピング破壊(水みち発生)が生じないかを照査する。

該当項目: 18-⑤ (=19-⑮), 18-⑧ (=19-⑰), 18-⑨

【施工時の照査基準】

河川堤防の構造検討の手引き(改訂版)(平成24年2月(財)国土技術研究センター)  
河川砂防技術基準設計編(令和元年7月 国土交通省 水管理・国土保全局)

【照査項目】

①堤体内の浸潤面位置【18-⑤, 19-⑮】

施工時の堤体内水位 ≤ 現況の堤体内水位

②水平・鉛直方向の局所動水勾配【18-⑧, 19-⑰】

$$ih < 0.3, iv < 0.5$$

③円弧すべり安全率【18-⑨】

$$F_s(\text{川表}) \geq 1.44, F_s(\text{川裏}) \geq 1.44$$

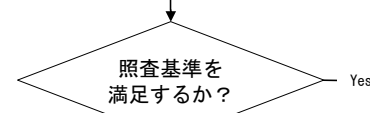
【照査手法】

鉛直2次元の飽和-不飽和浸透流解析, 円弧すべり計算

【検討フロー図】

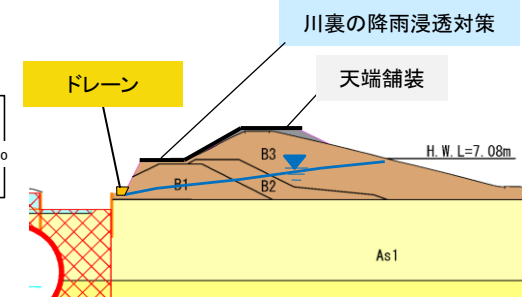
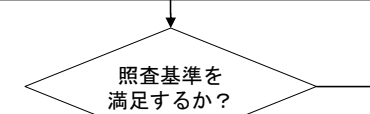
■局所動水勾配対策

解析の実行  
解析条件: 固結工法, 川裏の降雨浸透対策,  
天端・のり面は降雨浸透を考慮しない



Yes → 川裏の降雨浸透対策

No → 対策1: のり戻 dren 対策の検討

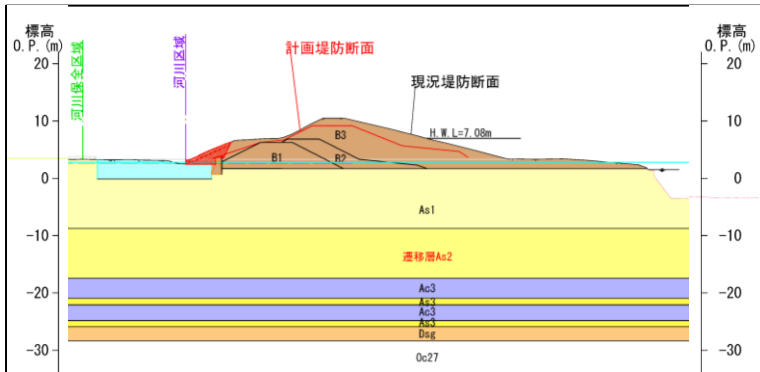


Yes → 対策工法を決定

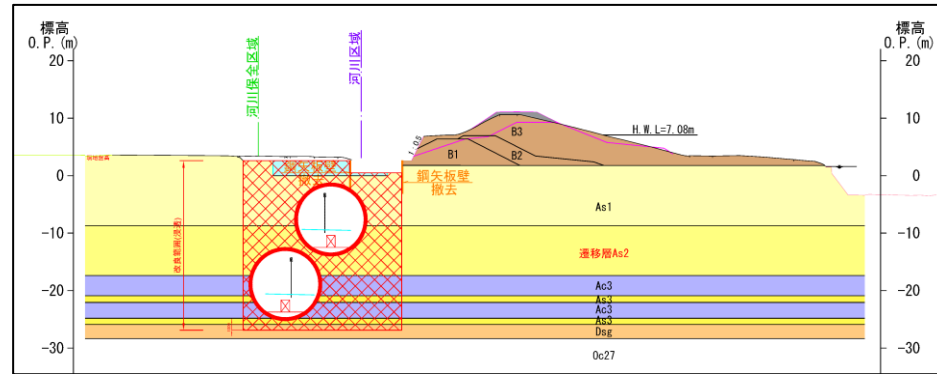
対策1: ドレーン

【解析入力条件】

- ・現況, 施工時のモデル断面の作成
- ・各断面の照査外力(降雨・河川水位)の設定
- ・各地層の地盤定数(透水係数, 強度定数)の設定



No.26現況



No.26施工時



【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

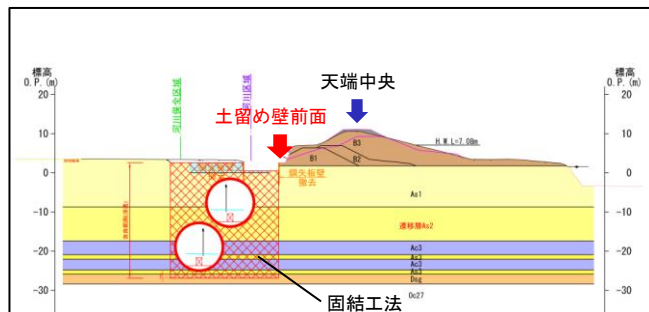
①堤体内の浸潤面位置

- ・現況と施工時において、土留め壁前面および堤防天端中央の堤体内の最高水位の比較一覧を以下に示す。
- ・全ての検討断面において照査基準を**満足する**。なお、土留め壁前面の堤体内水位は地表面まで到達しているため、水位の上昇は抑制されている。
- ・施工時では、完成時と同様に、天端舗装、降雨浸透対策により堤体内の水位上昇が抑制されるため、堤防天端中央部の堤体内の最高水位は、現況より低く抑えられている。

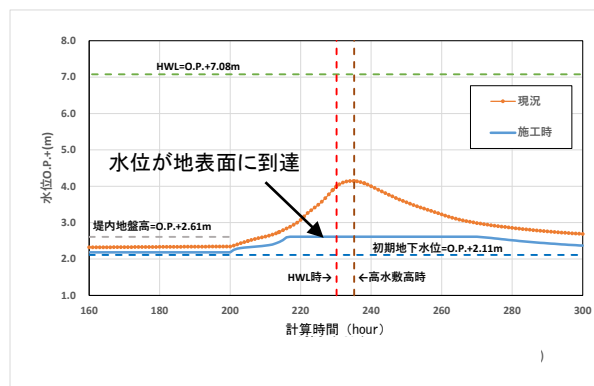
現況および施工時の堤体内の最高水位の比較一覧〔解析結果詳細：資料-4-2 p.32～p.35参照〕

検討断面	土留め壁前面			堤防天端中央			
	施工時における堤体内水位の最高値(m)	【照査基準】 現況水位(m)	判定	施工時における堤体内水位の最高値(m)	【照査基準】 現況水位(m)	判定	
No. 15	No. 15	3.119	5.067	OK	4.962	5.558	OK
	No. 15 (鋼管矢板)	3.119	5.067	OK	4.926	5.558	OK
No. 19	No. 19	3.045	4.161	OK	4.992	5.552	OK
	No. 19 (鋼管矢板)	3.045	4.161	OK	4.986	5.552	OK
No. 26	No. 26 (砂質土)	2.613	4.145	OK	4.725	5.066	OK
	No. 26 (粘性土)	2.613	3.980	OK	4.533	4.934	OK
No. 34		2.673	4.333	OK	4.883	5.388	OK
No. 47		3.541	4.430	OK	5.467	5.837	OK

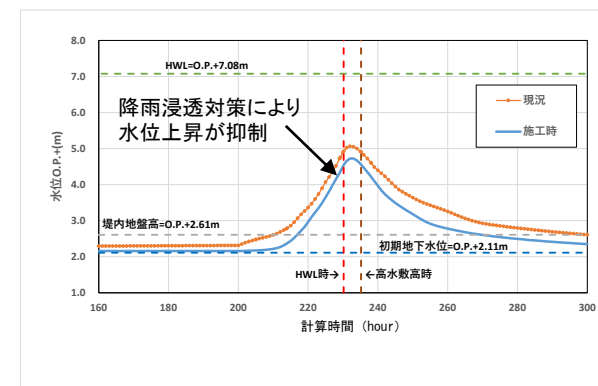
□ : 該当照査基準と算出結果



No.26施工時(砂質土)の水位着目位置



No.26施工時(砂質土)  
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.26施工時(砂質土)  
堤防天端中央部の水位の経時変化

【照査結果】18-⑧, 19-⑰

②水平・鉛直方向の局所動水勾配

- ・施工時の局所動水勾配の照査は、土留め壁前面を対象とする。照査位置である土留め壁前面の切土のり尻部における局所動水勾配の算出結果を以下に示す。
- ・照査の結果、全ての断面において照査基準を**満足しない**。ただし、のり尻部において、ドレーンを設置することで、浸潤面は地表面まで到達しないことになり、浸潤面が堤体のり面と交わらないため、照査結果は「**評価なし**」となる。

局所動水勾配の算出結果一覧【解析結果詳細:資料-4-2 p.37参照】

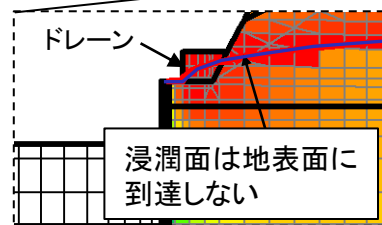
検討断面	局所動水勾配対策	評価位置	局所動水勾配(最大値) 水平 $i_h$		局所動水勾配(最大値) 鉛直 $i_v$		判定
			施工時	【照査基準】	施工時	【照査基準】	
				赤井の式ほか		赤井の式ほか	
No. 15	—※	堤防	0.990	0.3	0.614	0.5	NG
	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 15(鋼管矢板)	—※	1.008	0.3	0.674	0.5	NG
	No. 15(鋼管矢板)	ドレーン	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 19	—※	堤防	0.624	0.3	0.576	0.5	NG
	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 19(鋼管矢板)	—※	0.660	0.3	0.584	0.5	NG
	No. 19(鋼管矢板)	ドレーン	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 26	—※	堤防	1.122	0.3	0.871	0.5	NG
	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 26(粘性土)	—※	0.922	0.3	0.692	0.5	NG
	No. 26(粘性土)	ドレーン	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 34	—※	堤防	0.713	0.3	0.591	0.5	NG
	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 47	—※	堤防	1.034	0.3	0.490	0.5	NG
	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK

※:川裏の降雨浸透対策

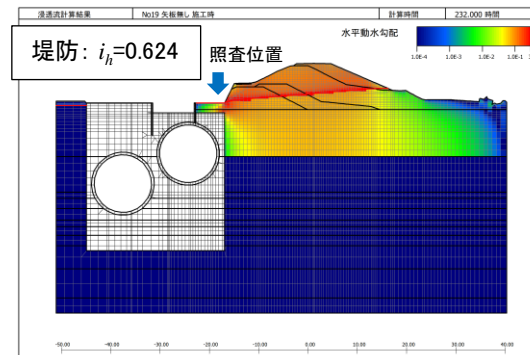
□:該当照査基準と算出結果

【考察】

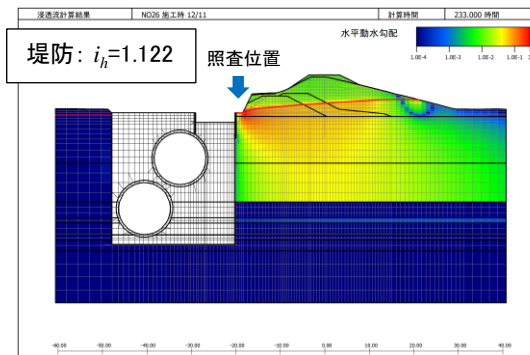
- ・No.26の切土のり尻部の平場幅は検討断面の中で最も狭いため、水平方向の局所動水勾配は他の断面と比較して大きな値となった。



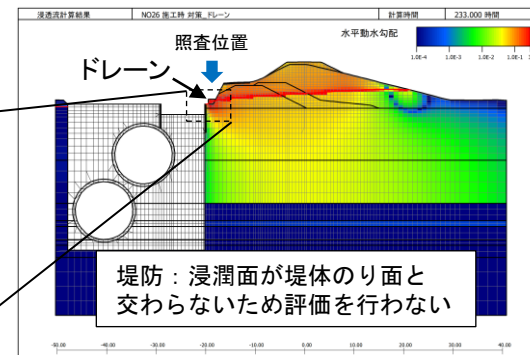
対策工部の拡大図



No.19施工時の水平方向の局所動水勾配コンター



No.26(砂質土)施工時の水平方向の局所動水勾配コンター



No.26(砂質土)施工時(対策)の水平方向の局所動水勾配コンター

【照査結果】 18-⑨

③円弧すべり安全率

・施工時において、各断面とも照査基準を満足する。

堤体内浸潤面上昇に伴うすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

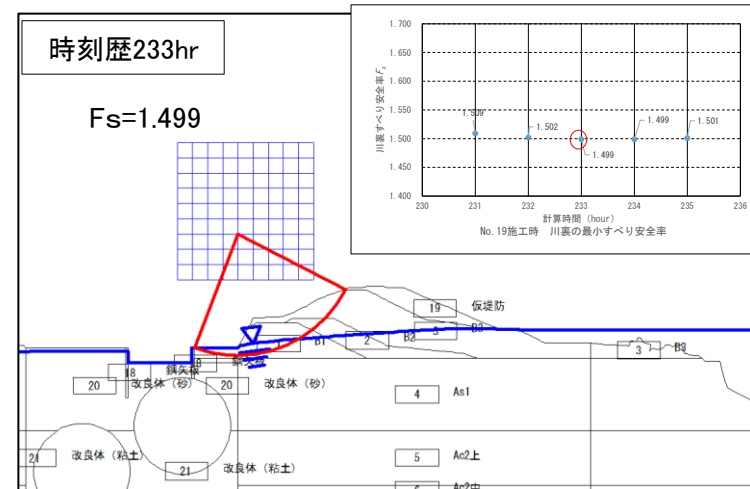
検討断面	川裏			川表			
	照査対象	照査基準	判定	照査対象	照査基準	判定	
	施工時の 最小安全率	手引き		施工時の 最小安全率	手引き		
No. 15	No. 15	1.707	1.44	OK	1.452	1.44	OK
	No. 15 (鋼管矢板)	1.708		OK	1.604		OK
No. 19	No. 19	1.499		OK	1.619		OK
	No. 19 (鋼管矢板)	1.499		OK	1.630		OK
No. 26	No. 26 (砂質土)	1.688		OK	2.043		OK
	No. 26 (粘性土)	1.559		OK	2.049		OK
No. 34		1.475		OK	2.716		OK
No. 47		1.567	OK	1.581	OK		

※1:ここに、 $Fs=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$  1.44 : 該当照査基準と算出結果  
築堤履歴が複雑  $\alpha_1=1.2$ , 要注意地形なし  $\alpha_2=1.0$

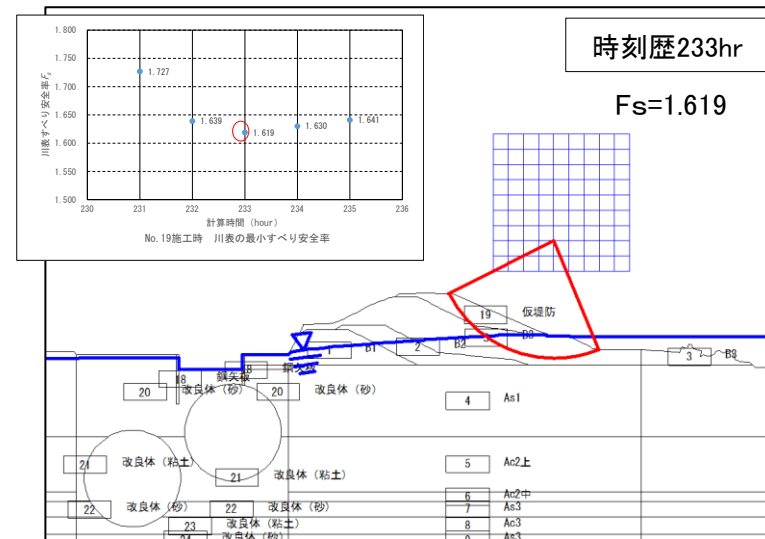
すべり円弧の探索条件: 円弧中心の格子間隔は2mピッチ, 円弧半径は0.1mピッチで確認し,  
最も安全率が小さい円弧を探索

【考察】

・川裏, 川表すべり安全率は, 河川水位が高水敷に低下した時点で最小となる。



No.19施工時の川裏すべり安定計算結果



No.19施工時の川表すべり安定計算結果

淀川左岸線延伸部については高規格堤防が計画されている区間であるため、高規格堤防を実施する際に手戻りが生じないような事前の検討を実施することが必要となる。高規格堤防に求められる洪水時や地震時における安全性を検証する。

該当項目: 19-㉓

【照査基準】

高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(平成12年(財)リバーフロント整備センター)  
河川堤防の構造検討の手引き(平成24年2月(財)国土技術研究センター)

【照査項目】

①すべり安全率

安全率Fs ≥ 1.2(ケース1, ケース2とも同様)

【照査手法】

円弧すべり計算, kh法

【対象ケース】

ケース1:(川裏)計画高水位,(川表)計画高水位が平水位まで急激に低下,地震力kh=0.075

ケース2:(川裏)高規格堤防設計水位,(川表)高規格堤防設計水位が平水位まで急激に低下,地震力は考慮しない

【照査結果】 19-㉓

①完成時:高規格堤防のすべり安全率

- ・ケース1とケース2の双方において,川裏すべり安全率と川表すべり安全率は,照査基準を満足する。
- ・川裏すべり安全率は,高規格堤防による緩傾斜化のため,すべり安全率は照査基準を大きく上回る。

[解析結果詳細:資料-4-2 p.39参照]

ケース1)完成時(高規格)のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

ケース2)完成時(高規格)のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

検討断面	川裏			川表			
	照査対象	照査基準	判定	照査対象	照査基準	判定	
	高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		
No. 15	No. 15	4.433	1.2	OK	1.540	1.2	OK
	No. 15(鋼管矢板)	4.438		OK	1.538		OK
	No. 16	4.139		OK	1.547		OK
No. 16	No. 16(鋼管矢板)	4.312		OK	1.569		OK
No. 23		4.202		OK	1.516		OK
	No. 28(砂質土)	4.967		OK	1.627		OK
No. 28	No. 28(粘性土)	4.967		OK	1.672		OK
No. 29		4.910		OK	1.650		OK
No. 34		4.881		OK	1.921		OK
No. 47		4.842		OK	1.511		OK

検討断面	川裏			川表			
	照査対象	照査基準	判定	照査対象	照査基準	判定	
	高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		
No. 15	No. 15	11.866	1.2	OK	1.674	1.2	OK
	No. 15(鋼管矢板)	11.864		OK	1.672		OK
	No. 16	9.794		OK	1.678		OK
No. 16	No. 16(鋼管矢板)	9.794		OK	1.677		OK
No. 23		7.415		OK	1.715		OK
	No. 28(砂質土)	10.308		OK	1.907		OK
No. 28	No. 28(粘性土)	10.308		OK	1.959		OK
No. 29		10.200		OK	1.879		OK
No. 34		9.201		OK	2.339		OK
No. 47		9.894		OK	1.757		OK

□ : 該当照査基準と算出結果

□ : 該当照査基準と算出結果

すべり円弧の探索条件:円弧中心の格子間隔は2mピッチ,円弧半径は0.1mピッチで確認し,最も安全率が小さい円弧を探索

すべり円弧の探索条件:円弧中心の格子間隔は2mピッチ,円弧半径は0.1mピッチで確認し,最も安全率が小さい円弧を探索

令和元年7月に改訂された河川砂防技術基準の中で、常時における安全性検証が求められているため、淀川左岸線延伸部では新たな検討項目として検証を実施する。ただし、検討内容は浸透作用に対する安全性検証の中で実施した堤防のすべり破壊に対する安全性とする。

該当項目：18-⑫

【照査基準】

河川砂防技術基準(令和元年7月国土交通省水管理・国土保全局)  
河川土工マニュアル(平成21年4月(財)国土技術研究センター)

【照査項目】

①円弧すべり安全率

安全率：川表側、川裏側とも $F_s \geq \max(1.20, \text{現況堤防安全率})$

【照査手法】

円弧すべり計算、設定水位は堤内地盤高-0.5m

【照査結果】 18-⑫

①完成時の常時すべり安全率

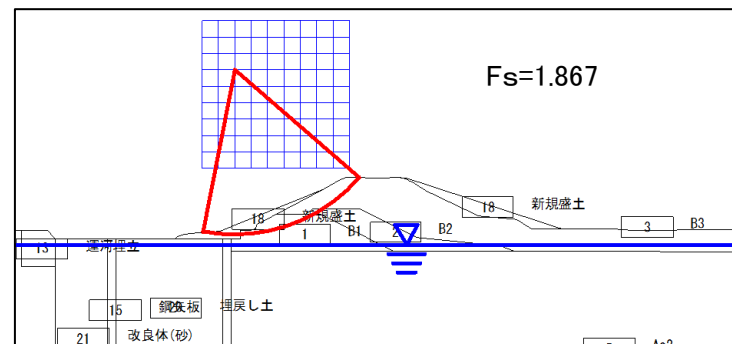
・常時の川裏と川表のすべり安全率は、全て照査基準を満足する。

完成時の常時のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

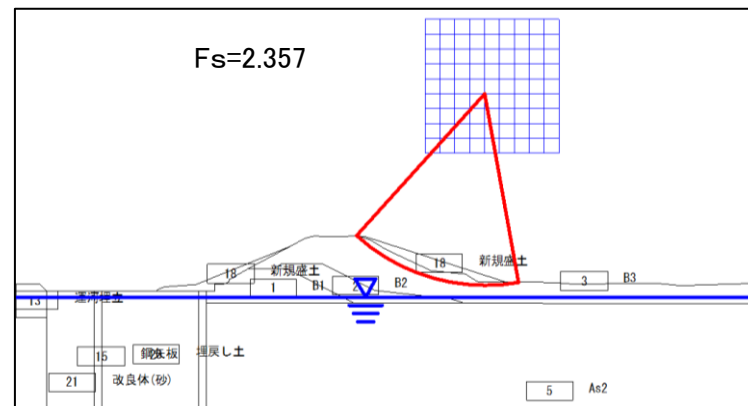
検討断面	川裏				川表					
	照査対象		照査基準		判定	照査対象		照査基準		判定
	完成時(常時) 最小安全率	現況 最小安全率	河川土工	河川土工		完成時(常時) 最小安全率	現況 最小安全率	河川土工	河川土工	
No. 15	No. 15	2.434	2.325	1.2	OK	2.449	1.647	1.2	OK	
	No. 15(鋼管矢板)	2.434	2.325			2.449	1.647			
No. 16	No. 16	3.092	1.804		OK	2.447	1.658		OK	
	No. 16(鋼管矢板)	3.092	1.804		OK	2.460	1.658		OK	
No. 23		2.685	2.452		OK	2.420	1.801		OK	
No. 28	No. 28(砂質土)	2.451	2.431		OK	2.935	2.337		OK	
	No. 28(粘性土)	2.451	2.294		OK	2.912	2.221		OK	
No. 29		2.362	2.243		OK	2.916	2.062		OK	
No. 34		2.479	2.220		OK	2.898	2.718		OK	
No. 47		1.867	1.453		OK	2.357	1.707		OK	

□ : 該当照査基準と算出結果

すべり円弧の探索条件：円弧中心の格子間隔は2mピッチ、円弧半径は0.1mピッチで確認し、最も安全率が小さい円弧を探索



No.47完成時の常時の川裏すべり安定計算結果



No.47完成時の常時の川表すべり安定計算結果

項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となっとなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的安全性	U-⑥, U-⑦	
耐震解析	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	45
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となっとなじむこと	19-⑭	
	耐震機能	U-②, U-③	
圧密解析	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	53
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的安全性	U-④, U-⑤	
まとめ	安全性照査結果のまとめ	-	61

地震動作用に対して安全な構造であること

18-⑩, 18-⑪

波浪等に対する安全性を有する構造であること

18-⑱

基礎地盤と一体となっとなじむこと

19-⑭

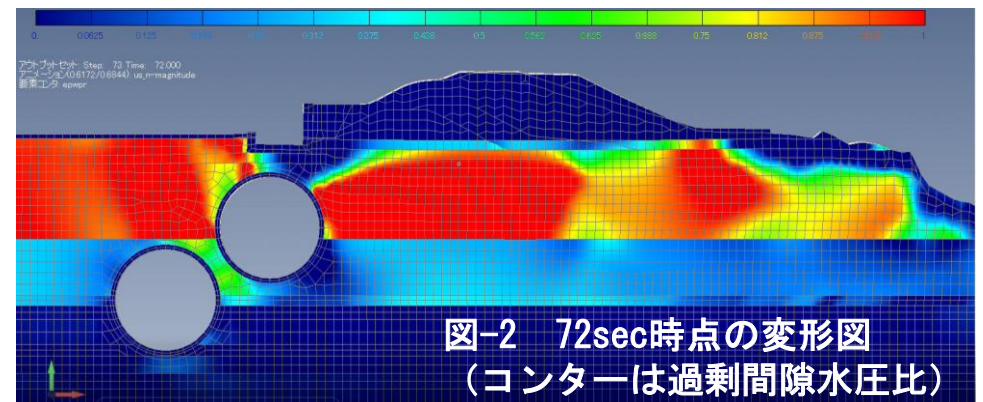
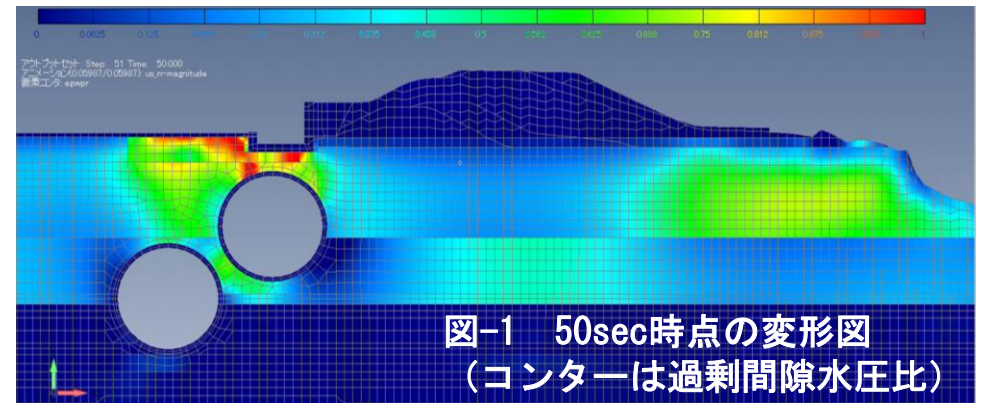
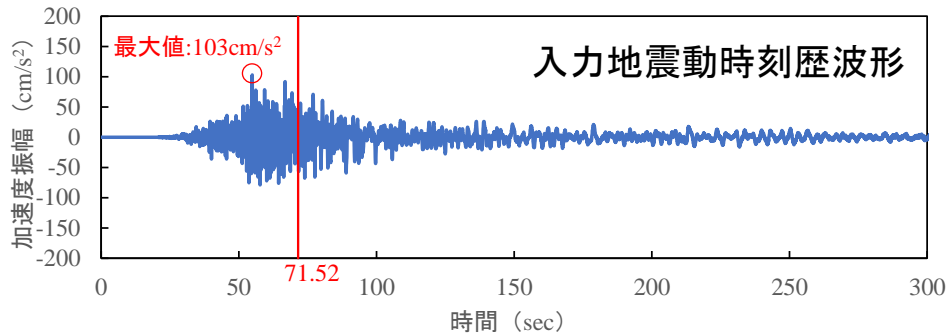
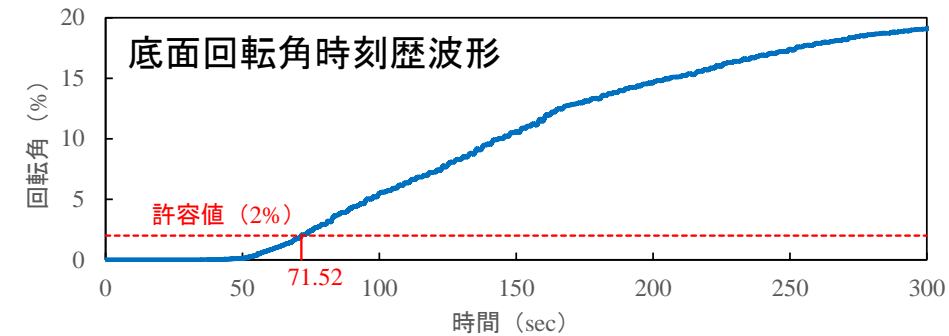
耐震機能

U-②, U-③

## 地震時の道路構造物に対する底面回転角について

- ・U型擁壁の回転角が許容値である2%を超える時刻は、加振開始から71.52秒時点であった。
- ・50秒程度から主要動がはじまるとともに液状化現象が発生し、過剰間隙水圧比が大きくなるエリアが広がるに連れ、U型擁壁の底面回転角も徐々に進展する傾向を示した。
- ・図-2より、U型擁壁の周辺地盤が液状化したことで、U型擁壁の堤内側から堤防側への流動圧や、掘割底面からの液状化層のせり上がり効果などが相まって、U型擁壁に回転モードが生じたと考えられる。

## No.22完成時 U型擁壁の底面回転角時刻歴 シナリオ地震(南海・東南海地震)の例



【照査目的】

- ①地震後の堤防の変形（沈下）に対する安全性  
地震によって道路構造物と堤防の一体構造物に変形、沈下等が生じた場合においても、その変形量が耐震性能照査上の堤防としての機能を保持できる範囲内に収まることを照査する。【18-⑩, 18-⑱】
- ②レベル2地震における水みち発生に対する安全性  
道路構造物が存在することに起因して、堤防機能に影響する水みちが生じない設計であることを照査する。【18-⑪, 19-⑭】
- ③地震時の道路構造物の回転に対する安定性  
偏土圧下で地盤変形（液状化）に対して道路構造物が安全性、供用性を確保するとともに、道路構造物の剛体回転によって道路構造物および堤体の修復が大規模とならないことを照査する。【U-②, U-③】

【照査基準（既往の基準）】

- 河川構造物の耐震性能照査指針（平成28年3月 国土交通省 水管理・国土保全局治水課）
- 開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）
- 設計基準 第3部 構造物設計（土構造物編）第8編  
シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

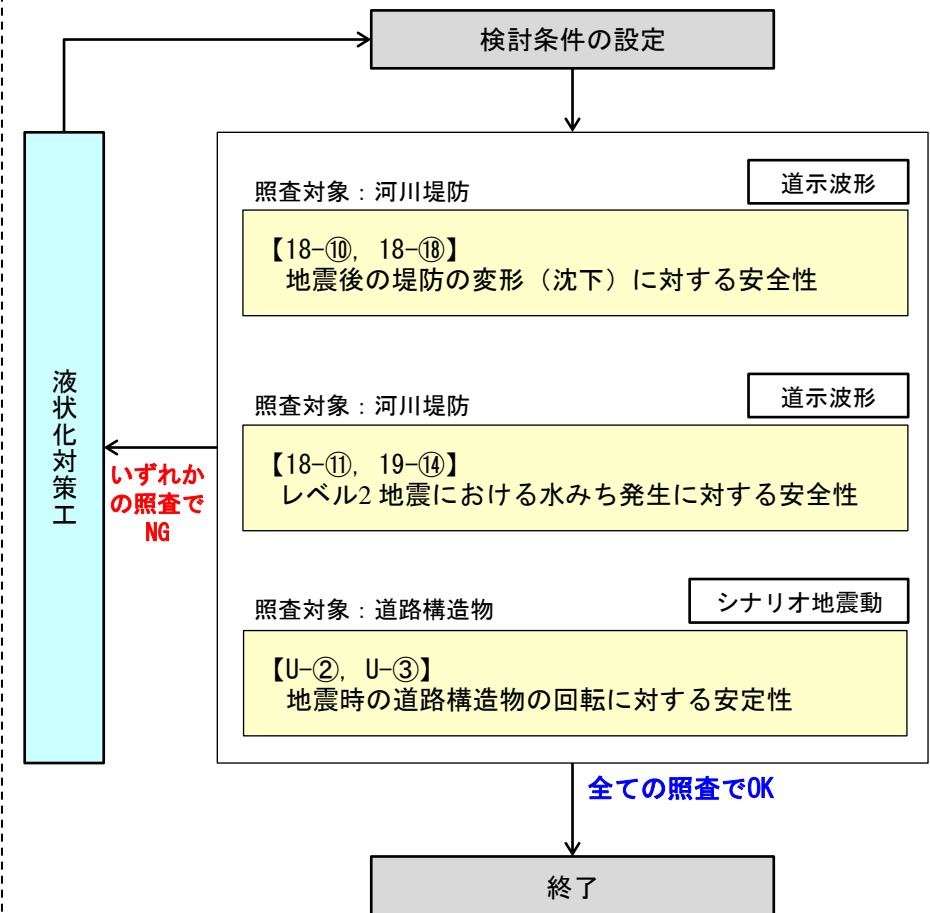
【照査項目】

- ①地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位 【18-⑩, 18-⑱】
- ②地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生しない 【18-⑪, 19-⑭】
- ③地震時における底面回転角 < 許容値 【U-②, U-③】

【照査手法】

一体構造物としての動的挙動を評価できる2次元動的有効応力解析（LIQCA）

【検討フロー】



※照査対象となる構造物が異なるため、対象とする構造物に応じて照査基準に準拠した地震動を使用する。

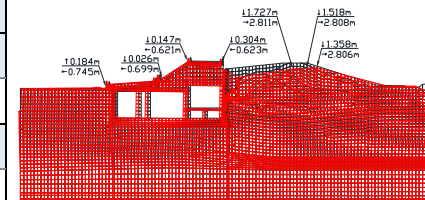


【照査結果一覧】

■地震後の堤防の変形（沈下）に対する安全性【18-⑩, 18-⑱】〔解析結果詳細：資料-4-2 p.43, 46, 49, 52, 55, 58, 61, 64, 67, 70参照〕

解析断面	完成堤防高 (O.P.m)	レベル2-1地震動							レベル2-2地震動						
		堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定	堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定
		川裏	中央	川表	平均値				川裏	中央	川表	平均値			
No.4	10.421	1.727	1.518	1.358	1.534	8.887	4.58	OK	0.352	0.302	0.281	0.312	10.109	2.27	OK
		(1.181)	(1.283)	(1.285)	(1.250)				(9.171)	(0.277)	(0.292)	(0.296)			
No.4 (鋼管矢板考慮)	10.421	1.633	1.416	1.250	1.433	8.988	4.58	OK	0.315	0.290	0.269	0.291	10.130	2.27	OK
		—	—	—	—				—	—	—	—			
No.14	10.560	1.626	1.548	1.480	1.551	9.009	4.58	OK	0.342	0.342	0.336	0.340	10.220	2.29	OK
		(1.183)	(1.462)	(1.652)	(1.432)				(9.128)	(0.392)	(0.450)	(0.478)			
No.15	10.570	0.600	0.718	0.795	0.704	9.866	4.58	OK	0.172	0.213	0.235	0.207	10.363	2.29	OK
		—	—	—	—				—	—	—	—			
No.22	10.646	1.276	1.242	1.207	1.242	9.404	4.58	OK	0.295	0.305	0.306	0.302	10.344	2.29	OK
		—	—	—	—				—	—	—	—			
No.26 (砂質土地盤)	10.683	1.721	1.670	1.633	1.675	9.008	4.58	OK	0.273	0.280	0.283	0.279	10.404	2.30	OK
		(1.870)	(1.181)	(1.758)	(1.603)				(9.080)	(0.281)	(0.289)	(0.294)			
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.306	1.243	1.187	1.245	9.438	4.58	OK	0.231	0.237	0.237	0.235	10.448	2.30	OK
		(1.395)	(1.368)	(1.335)	(1.366)				(9.317)	(0.268)	(0.273)	(0.272)			
No.30	10.715	1.545	1.615	1.658	1.606	9.109	4.58	OK	0.265	0.281	0.290	0.279	10.436	2.30	OK
		(1.787)	(1.804)	(1.807)	(1.799)				(8.916)	(0.337)	(0.354)	(0.368)			
No.35	10.755	2.700	2.739	2.763	2.734	8.021	4.58	OK	0.531	0.554	0.568	0.551	10.204	2.30	OK
		(2.881)	(2.974)	(3.037)	(2.964)				(7.791)	(0.632)	(0.650)	(0.664)			
No.43	10.808	2.634	2.555	2.489	2.559	8.249	4.59	OK	0.561	0.565	0.563	0.563	10.245	2.31	OK
		(3.998)	(3.581)	(3.194)	(3.591)				(7.217)	(0.688)	(0.682)	(0.671)			

No. 4 レベル2-1地震動の結果



第3回委員会で示した変更前断面における結果を、各断面の下段( )の数値等で示した。

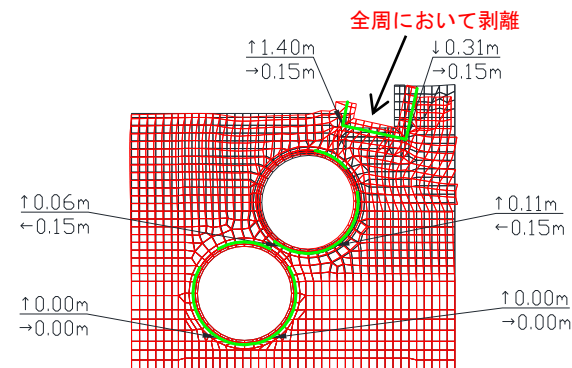
- ※ 18-⑩, 18-⑱の照査は河川構造物の耐震性能照査指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：L2-1地震動、タイプⅡ：L2-2地震動で照査を行う。
- ※ 照査外水位：レベル2-1地震動：昭和南海トラフ地震時の津波を想定した水位  
レベル2-2地震動：淀川の朔望平均満潮位および波浪の影響を考慮した14日間1/10水位

【照査結果一覧】

■レベル2 地震における水みち発生に対する安全性【18-⑪, 19-⑭】〔解析結果詳細:資料-4-2 p.44, 47, 50, 53, 56, 59, 62, 65, 68, 71参照〕

断面		レベル2-1地震動					判定	レベル2-2地震動					判定
		剥離状況				シールド		剥離状況				シールド	
		U型擁壁およびボックス						U型擁壁およびボックス					
左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下		左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下					
No.4	ボックス	一部発生	発生	一部発生	発生無し	—	OK	一部発生	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
		(一部発生)	(一部発生)	(一部発生)	(一部発生)	—	(OK)	(一部発生)	(一部発生)	(一部発生)	(一部発生)	—	(OK)
No.4 (鋼管矢板考慮)	ボックス	一部発生	発生	一部発生	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
No.14	ボックス	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
	U型擁壁	(発生無し)	(発生)	—	(一部発生)	—	(OK)	(発生無し)	(発生無し)	—	(発生無し)	—	(OK)
	ボックス左	(一部発生)	(発生無し)	(発生無し)	(一部発生)	—	(OK)	(発生無し)	(一部発生)	(発生無し)	(一部発生)	—	(OK)
No.15	ボックス	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
	U型擁壁	(発生無し)	(発生)	—	(一部発生)	—	(OK)	(発生無し)	(発生無し)	—	(発生無し)	—	(OK)
No.22	U型擁壁	発生	発生	—	一部発生	—	OK	発生	発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	一部発生	OK	
No.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	発生	発生	—	発生無し	—	OK	発生	一部発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	(発生)	(発生)	—	(発生)	—	(NG)	(発生)	(発生)	—	(一部発生)	—	(OK)
No.26 (粘性土地盤)	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	一部発生	OK	
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	発生無し	OK	
No.30	U型擁壁	発生	発生	—	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	(発生)	(発生)	—	(発生)	—	(NG)	(発生)	(発生)	—	(一部発生)	—	(OK)
No.35	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	一部発生	OK	
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	一部発生	OK	
No.43	ボックス	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK
	シールド上	(発生)	(発生)	(一部発生)	(一部発生)	—	(OK)	(発生)	(発生)	(一部発生)	(一部発生)	—	(OK)
No.43	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	一部発生	OK	
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	発生無し	OK	

No.26 粘性土地盤  
レベル2-1地震動の結果



第3回委員会で示した変更前断面における結果を、各断面の下段( )の数値等で示した。

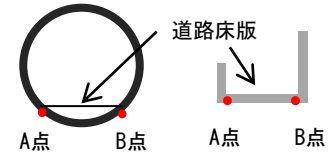
※ 18-⑪, 19-⑭の照査は河川構造物の耐震性能照査指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：L2-1地震動、タイプⅡ：L2-2地震動で照査を行う。

【照査結果一覧】

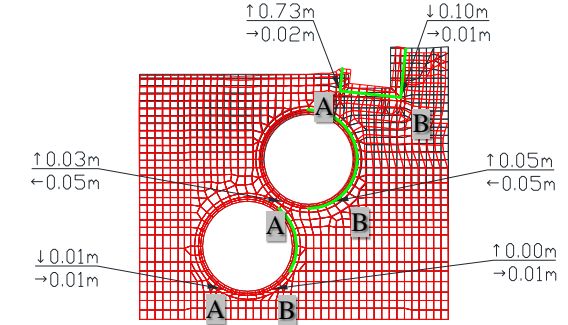
■地震時の道路構造物の回転に対する安定性【U-②, U-③】〔解析結果詳細：資料-4-2 p.45, 48, 51, 54, 57, 60, 63, 66, 69, 72参照〕

断面		シナリオ地震動（南海・東南海地震動）					シナリオ地震動（上町断層帯）						
		鉛直変位(m) +: 隆起 -: 沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +: 隆起 -: 沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点					A点	B点				
No.4	ボックス	0.12 (0.11)	-0.29 (-0.23)	32.94 (33.94)	1.25 (1.01)	2.00	OK (OK)	0.07 (0.04)	-0.19 (-0.14)	32.94 (33.94)	0.79 (0.54)	2.00	OK (OK)
No.4 (鋼管矢板考慮)	ボックス	0.12	-0.29	32.94	1.25	2.00	OK	0.07	-0.20	32.94	0.82	2.00	OK
No.14	ボックス	-0.01 (0.02)	0.00 (-0.01)	24.45 (7.80)	0.05 (0.39)	2.00	OK (OK)	-0.01 (0.02)	0.00 (-0.02)	24.45 (7.80)	0.05 (0.52)	2.00	OK (OK)
	ボックス左	(0.01)	(0.02)	(14.41)	(0.07)		(OK)	(0.01)	(0.02)	(14.41)	(0.07)		(OK)
	ボックス右	(-0.01)	(-0.01)	(11.60)	(0.00)		(OK)	(-0.01)	(-0.02)	(11.60)	(0.09)		(OK)
No.15	ボックス	0.00	0.00	33.10	0.00	2.00	OK	0.00	-0.01	33.10	0.04	2.00	OK
No.22	U型擁壁	0.88	-0.63	7.55	20.00	2.00	NG	0.50	-0.34	7.55	11.13	2.00	NG
	シールド上	0.06	0.07	6.38	0.16	2.00	OK	0.03	0.03	6.38	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK	0.00	-0.01	6.38	0.16	2.00	OK
No.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	0.38 (0.65)	-1.82 (-1.00)	7.80 (7.80)	28.21 (21.16)	2.00	NG (NG)	0.39 (0.62)	-0.67 (-0.57)	7.80 (7.80)	13.59 (15.26)	2.00	NG (NG)
	シールド上	0.49 (0.32)	0.49 (0.79)	6.38 (6.38)	0.00 (7.37)	2.00	OK (NG)	0.18 (0.15)	0.20 (0.34)	6.38 (6.38)	0.32 (2.98)	2.00	OK (NG)
	シールド下	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	4.61 (4.61)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	4.61 (4.61)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)
No.26 (粘性土地盤)	U型擁壁	1.70 (3.14)	-0.34 (-0.10)	7.80 (7.80)	26.16 (41.54)	2.00	NG (NG)	0.73 (1.45)	-0.10 (0.00)	7.80 (7.80)	10.65 (18.59)	2.00	NG (NG)
	シールド上	0.07 (0.07)	0.12 (0.16)	6.38 (6.38)	0.79 (1.42)	2.00	OK (OK)	0.03 (0.05)	0.05 (0.08)	6.38 (6.38)	0.32 (0.48)	2.00	OK (OK)
	シールド下	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)	4.61 (4.61)	0.00 (0.22)	2.00	OK (OK)	-0.01 (-0.01)	0.00 (0.00)	4.61 (4.61)	0.22 (0.22)	2.00	OK (OK)
No.30	U型擁壁	0.90 (1.17)	-0.66 (-0.07)	10.25 (7.80)	15.22 (15.90)	2.00	NG (NG)	0.68 (0.50)	-0.38 (-0.04)	10.25 (7.80)	10.35 (6.93)	2.00	NG (NG)
	シールド上	0.53 (0.51)	0.50 (0.35)	6.38 (6.37)	0.48 (2.52)	2.00	OK (NG)	0.25 (0.18)	0.22 (0.25)	6.38 (6.37)	0.48 (1.10)	2.00	OK (OK)
	シールド下	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.38 (6.97)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.38 (6.97)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)
No.35	ボックス	-0.19 (-0.05)	-1.03 (-0.78)	10.74 (7.80)	7.83 (9.36)	2.00	NG (NG)	-0.19 (-0.06)	-0.4 (-0.34)	10.74 (7.80)	1.96 (3.59)	2.00	OK (NG)
	シールド上	0.48 (0.95)	0.69 (1.16)	6.38 (6.37)	3.30 (3.30)	2.00	OK (NG)	0.2 (0.31)	0.25 (0.39)	6.38 (6.37)	0.79 (1.26)	2.00	OK (OK)
	シールド下	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.38 (6.46)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.38 (6.46)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)
No.43	ボックス	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	9.22 (7.47)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)	-0.01 (0.00)	-0.01 (0.00)	7.47 (7.47)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)
	シールド上	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.38 (6.37)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.37 (6.37)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)
	シールド下	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	6.38 (7.38)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	7.38 (7.38)	0.00 (0.00)	2.00	OK (OK)

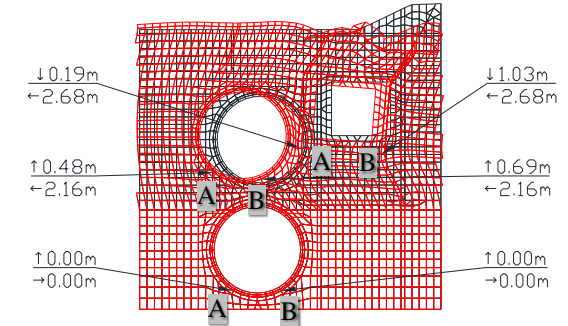
回転角とは



No. 26 粘性土地盤  
シナリオ地震動（上町断層帯）



No. 35 粘性土地盤  
シナリオ地震動（南海・東南海地震動）



第3回委員会で示した変更前断面における結果を、各断面の下段( )の数値等で示した。

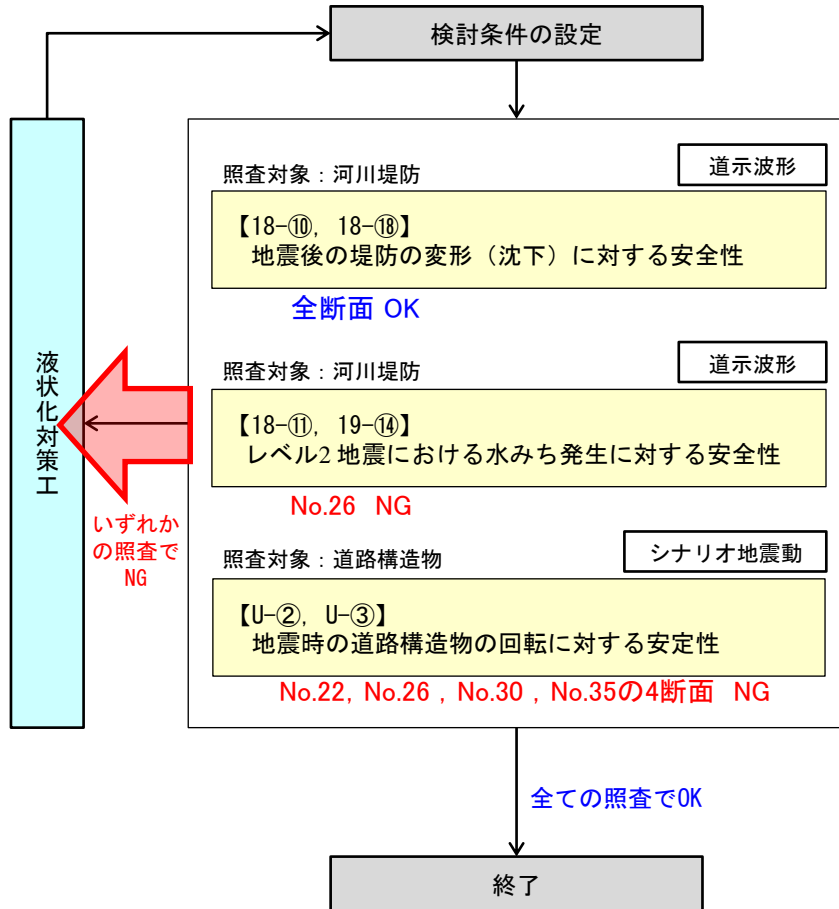
※ U-②, U-③の照査は開削トンネル設計指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：シナリオ地震動（南海・東南海地震動）、タイプⅡ：シナリオ地震動（上町断層帯）で照査を行う。

※ 表中のA点およびB点は、道路ボックスもしくはU型擁壁の両端位置、シールドの回転角算定の着目点を表す。距離はA点とB点の水平距離を表す。

■ 液状化対策の検討対象

下記フローに示すとおり、4断面（No. 22, No. 26, No. 30, No. 35）にて液状化対策として地盤改良の実施が必要。

【検討フロー】



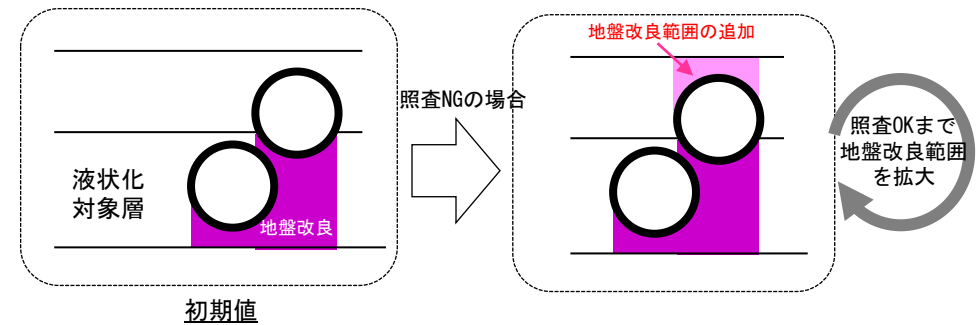
■ 液状化対策の検討に関する基本方針

地盤改良の検討を実施するにあたり、①地盤改良範囲の設定、②地盤改良のモデル化について考え方を下記に示す。

① 地盤改良範囲の設定

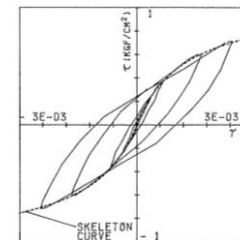
液状化対策が必要と評価された範囲はシールドトンネル区間であるが、シールドトンネルの構造検討により浮き上がり対策として下図の範囲の地盤改良が必要となることが明らかとなっている。

必要最小限の地盤改良範囲を求めることを目的に、上記の地盤改良範囲を初期値として、地盤改良範囲を拡大する繰返し検討を行いながら、照査を満足する地盤改良範囲を求める。



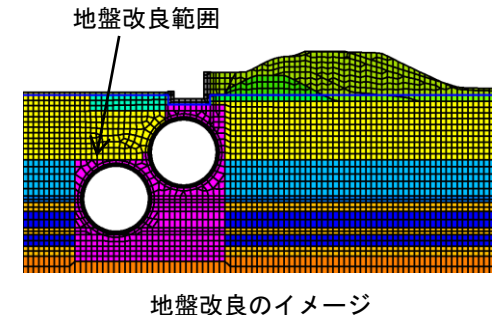
② 地盤改良のモデル化

適切な地盤改良範囲を求められるように、地盤改良における改良体強度にみあった物性値設定を行う。



変形係数や動的特性パラメータを適切に設定。

【出典】平間ほか：セメント混合改良土の動的特性その2—応力—ひずみ関係のモデル化とセメント添加率、初期含水比の影響—大林組技術研究所報。(28).1983



地盤改良のイメージ

【照査目的】

地震後の堤防の変形（沈下）に対する安全性  
 地震によって施工時における現況堤防の変形、沈下等が生じた場合においても、その変形量が耐震性能照査上の堤防としての機能を保持できる範囲内に収まることを照査する。【18-⑩, 18-⑱】

【照査基準（既往の基準）】

河川構造物の耐震性能照査指針（平成28年3月 国土交通省 水管理・国土保全局治水課）

【照査項目】

地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位 【18-⑩, 18-⑱】

【照査手法】

一体構造物としての動的挙動を評価できる2次元動的有効応力解析（LIQCA）

【照査条件】

- 18-⑩, 18-⑱の照査は河川構造物の耐震性能照査指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：L2-1地震動、タイプⅡ：L2-2地震動で照査を行う。
- 照査外水位はL2-1地震動、L2-2地震動に対してそれぞれ下記のとおりとする。  
 L2-1地震動：昭和南海トラフ地震時の津波を想定した水位  
 L2-2地震動：淀川の朔望平均満潮位および波浪の影響を考慮した14日間1/10水位

【照査結果一覧】

■地震後の堤防の変形（沈下）に対する安全性【18-⑩, 18-⑱】〔解析結果詳細：資料-4-2 p. 73, 74参照〕

解析断面	完成堤防高 (O.P.m)	レベル2-1地震動							レベル2-2地震動						
		堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定	堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定
		川裏	中央	川表	平均値				川裏	中央	川表	平均値			
No.4	10.421	1.814	1.755	1.704	1.758	8.663	4.58	OK	0.378	0.385	0.384	0.382	10.039	2.27	OK
No.14	10.560	1.652	1.635	1.617	1.635	8.925	4.58	OK	0.374	0.387	0.391	0.384	10.176	2.29	OK

項目		記号	ページ
検討項目	検討項目とその方法の整理概要	-	2
検討ケース	解析検討ケース	-	6
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①, 18-②, 18-③	11
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-⑳	
浸透解析	浸透作用に対して安全な構造であること	18-⑤, 18-⑦~18-⑨	26
	常時の健全性を有する構造であること	18-⑫	
	基礎地盤と一体となっなじむこと	19-⑮~19-⑰	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的安全性	U-⑥, U-⑦	
耐震解析	地震動作用に対して安全な構造であること	18-⑩, 18-⑪	45
	波浪等に対する安全性を有する構造であること	18-⑱	
	基礎地盤と一体となっなじむこと	19-⑭	
	耐震機能	U-②, U-③	
圧密解析	常時の健全性を有する構造であること	18-⑬, 18-⑭	53
	不同沈下に対して修復が容易であること	19-⑥, 19-⑦, 19-⑧	
	嵩上げ, 拡幅等が容易であること	19-㉓	
	構造的安全性	U-④, U-⑤	
まとめ	安全性照査結果のまとめ	-	61

常時の健全性を有する構造であること

18-⑬, 18-⑭

不同沈下に対して修復が容易であること

19-⑥, 19-⑦, 19-⑧

嵩上げ, 拡幅等が容易であること

19-㉓

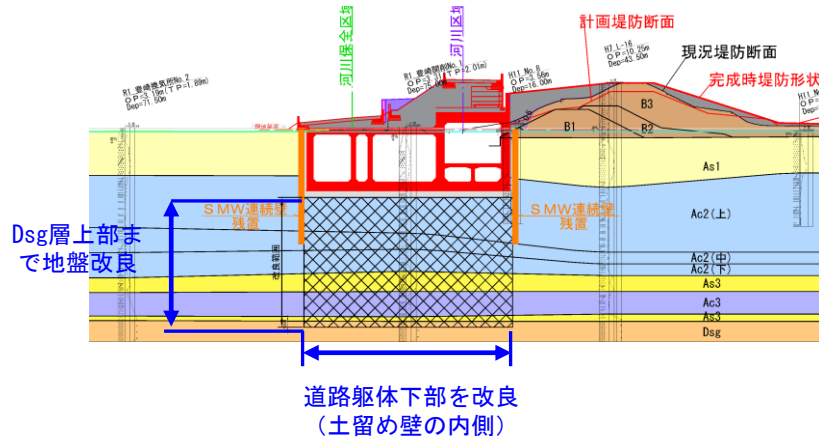
構造的安全性

U-④, U-⑤

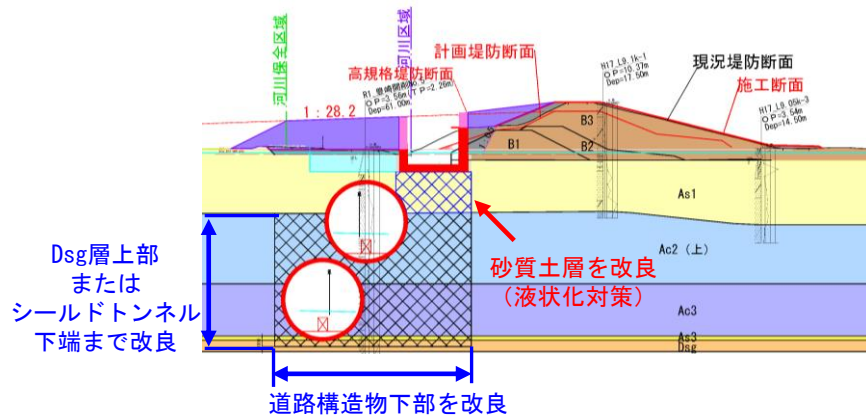
【圧密沈下対策工の設定】

淀川左岸線（2期）と同様に淀川左岸線延伸部の堤防に対して圧密沈下対策工を行う際、圧密沈下による影響を考慮してプレロード盛土を行うことが基本となるが、プレロード盛土が困難な場合、固結工法による地盤対策を考慮し解析を行う。

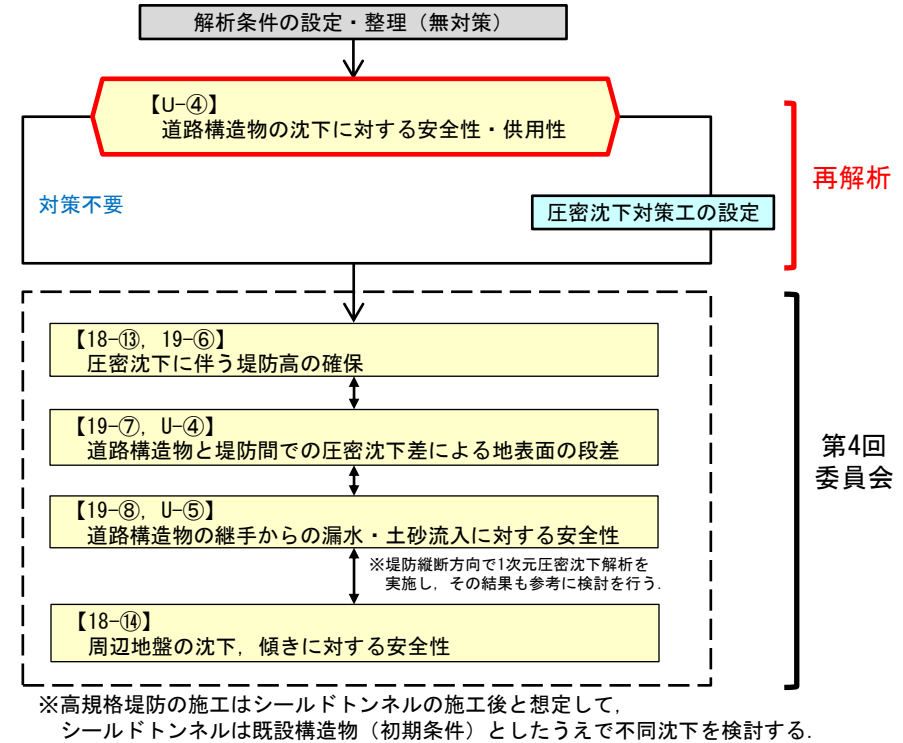
■開削ボックス区間の対策範囲（案）



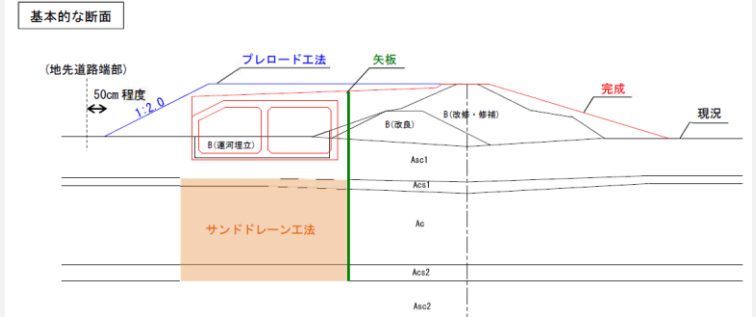
■シールドトンネル区間の対策範囲（案）



【検討フロー図】



【参考資料：淀川左岸線（2期）事業に関する技術検討報告書:p. 4-128】  
 淀川左岸線(2期)では、圧密沈下対策工としてプレロード盛土とサンドドレーン工法を基本としている。対策範囲は、下図に示すように、粘性土層下端、道路躯体下部（土留め壁の内側）とする。ただし、プレロード盛土、サンドドレーン工法が困難な場合は固結工法を採用している。



【照査基準（既往の基準）】

- 道路土工軟弱地盤対策工指針（平成24年度（公社）日本道路協会）
- 開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）
- 設計基準第3部構造物設計（土構造物編）第8編シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

【照査項目：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性（U-④）】

・残留沈下量

道路躯体の残留沈下量 < 許容残留沈下量（10cm） ⇒ 対策工の要否を検討

【残留沈下量の考え方（淀川左岸線(2期)の照査基準と同様）】

対策工要否検討における検討条件：高規格堤防上載荷重（10kN/m<sup>2</sup>）考慮、盛土荷重は解析上最も厳しい条件として、道路構造物構築後に盛土が瞬時に構築されることを想定する。

【照査手法】

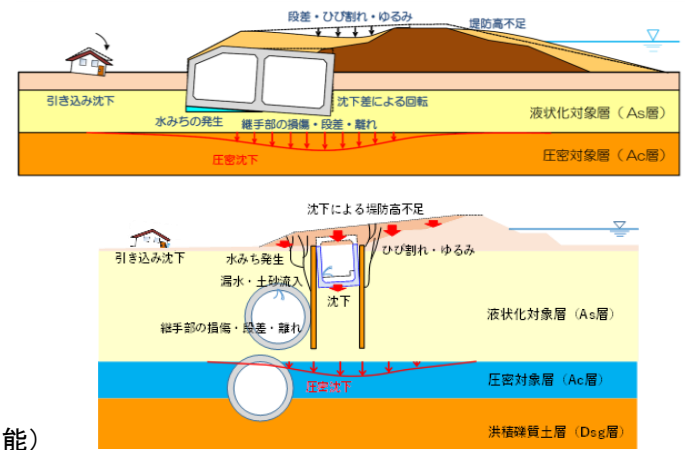
土-水連成2次元弾塑性解析

（初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）

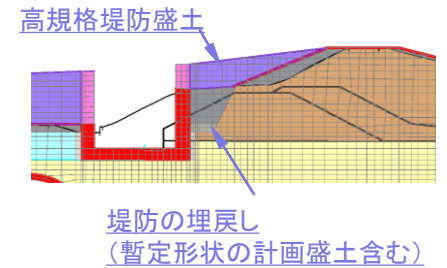
【照査結果：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性（U-④）】〔解析結果詳細：資料-4-2 p.77～79 参照〕

道路構造物の残留沈下量は、No. 15を除く4断面において、許容残留沈下量（10cm）を満足しない。

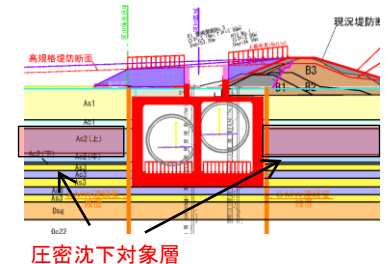
立坑位置であるNo. 15の残留沈下量は10cm未満で照査基準を満足し、対策工は不要である。そのため、圧密対象層が確認されているNo. 4～No. 34までの区間（立坑位置を除く）では対策が必要と考えられる



完成時	解析断面	地盤条件	道路構造物 中央残留沈下 (cm)	許容値 (cm)	判定	対策工の要否	参考	
							最大沈下量 (cm)	発生位置
完成時	No. 4	鋼管矢板なし	27.5 (13.6)	10	NG (NG)	必要	34.9 (23.0)	道路構造物 右端部 (道路構造物 右端部)
		鋼管矢板あり	27.5 (---)	10	NG (---)	必要	35.0 (---)	道路構造物 右端部 (---)
完成時	No. 4	鋼管矢板なし	28.4 (---)	10	NG (---)	必要	34.9 (---)	道路構造物 右端部 (---)
		鋼管矢板あり	28.4 (---)	10	NG (---)	必要	35.0 (---)	道路構造物 右端部 (---)
高規格堤防考慮	No. 15 (立坑)	無対策	0.4 (2.2)	10	OK	不要	0.9 (2.2)	道路構造物 左端部 (道路構造物 中央部)
	No. 16	無対策	13.9 (11.8)	10	NG (NG)	必要	16.2 (13.8)	道路構造物 左端部 (道路構造物 右端部)
	No. 27*	粘性土	21.4 (22.0)	10	NG (NG)	必要	26.0 (23.5)	道路構造物 左端部 (道路構造物 右端部)
		砂質土	9.8 (---)	10	OK (---)	必要注)	11.2注) (---)	道路構造物 左端部 (---)
No. 30	無対策	15.4 (9.8)	10	NG (OK)	必要	16.7 (10.2)	道路構造物 左端部 (道路構造物 左端部)	



No. 15 モデル化概要



※No.27断面のAs1層の下位にある地層は、遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

注) 道路構造物の端部の沈下量が許容値の10cmを満足しないため、対策が必要と判断した。

( ) : 第3回委員会で示した変更前断面における算出結果

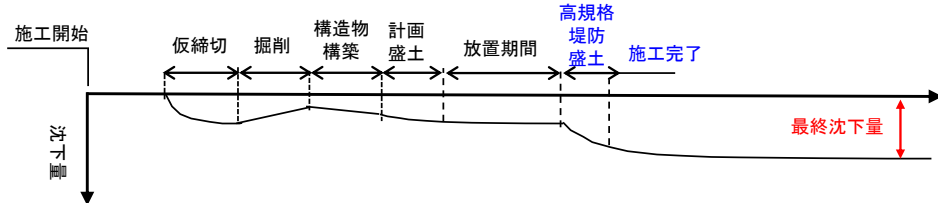
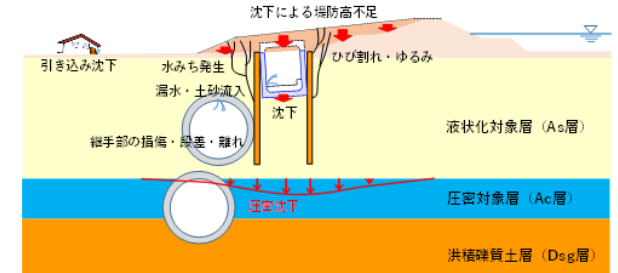
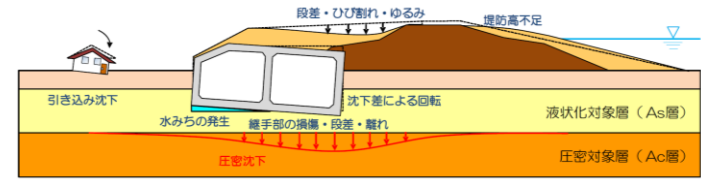


【照査基準（既往の基準）】

- 高規格堤防盛土設計・施工マニュアル（平成12年度（財）リバーフロント整備センター）
- 道路土工軟弱地盤対策工指針（平成24年度（公社）日本道路協会）
- 開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）
- 設計基準第3部構造物設計（土構造物編）第8編シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

【照査項目：圧密沈下に伴う堤防高の確保（18-⑬, 19-⑥）】

- ・最終沈下量
- 余盛高を考慮した解析における堤防天端位置の最終沈下量 < 地盤変状予測により設定した余盛高



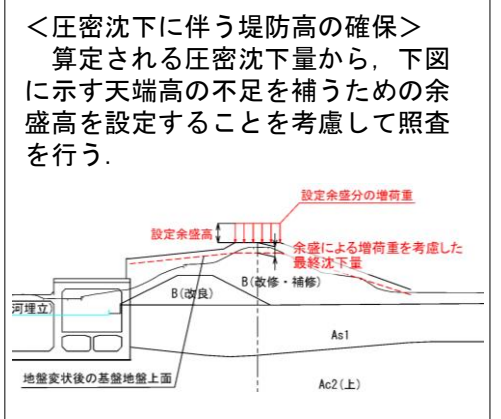
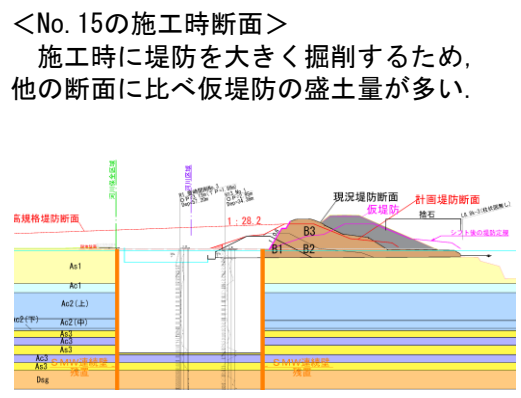
【照査手法】

- 土-水連成2次元弾塑性解析
- （初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）

【照査結果：圧密沈下に伴う堤防高の確保（18-⑬, 19-⑥）】 [解析結果詳細:資料-4-2 p.82~88 参照]

堤防天端の最終沈下量は、全ての断面において、許容値である設定余盛高（30cm）を満足する。No. 15はトンネル発進立坑位置で、施工時に堤防を大きく掘削する。そのため、No. 15では仮堤防の盛土量が他の断面より多く、堤防天端付近で圧密沈下が大きく発生している。高規格堤防盛土を考慮した施工完了後の最終沈下量が、設定余盛高を満足したことから堤防機能に影響するほどの大きな不同沈下が生じることなく、たとえ不同沈下が生じても容易に修復できる範囲に収まると考えられる。

解析断面		地盤条件	堤防天端の最終沈下 (cm)	設定余盛高 (cm)	判定	
完成	No. 4	鋼管矢板なし	11.6	30	OK	
	No. 4	鋼管矢板あり	12.2	30	OK	
高規格	No. 4	鋼管矢板なし	11.6	30	OK	
	No. 4	鋼管矢板あり	12.3	30	OK	
	No. 15 (立坑)		無対策	27.7	30	OK
	No. 16		対策工	3.2	30	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	6.9	30	OK
砂質土		対策工	6.3	30	OK	
No. 30		対策工	9.6	30	OK	



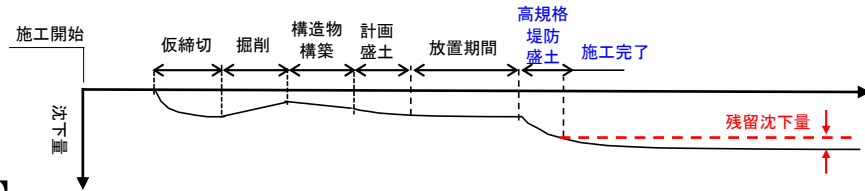
※No27断面のAs1層の下位にある地層は、遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

【照査基準（既往の基準）】

- 高規格堤防盛土設計・施工マニュアル（平成12年度（財）リバーフロント整備センター）
- 道路土工軟弱地盤対策工指針（平成24年度（公社）日本道路協会）
- 開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）
- 設計基準第3部構造物設計（土構造物編）第8編シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

【照査項目：道路構造物と堤防間での圧密沈下差による地表面の段差（19-⑦, U-④）】

- ・ 残留沈下量  
圧密沈下対策工を考慮した解析における道路構造物の残留沈下量 < 許容残留沈下量（10cm）
- ・ 傾斜勾配  
圧密終了時の道路構造物の傾斜勾配 < 許容傾斜勾配（2%）



【照査手法】

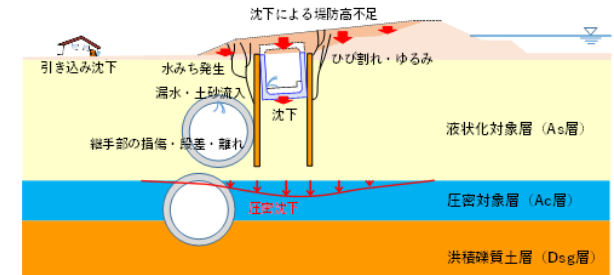
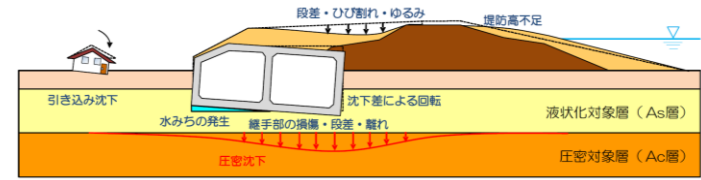
土-水連成2次元弾塑性解析  
 （初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）

【照査結果：道路構造物と堤防間での圧密沈下差による地表面の段差（19-⑦, U-④）】〔解析結果詳細:資料-4-2 p.90 参照〕

基礎地盤を固結工法による地盤改良した場合、道路構造物の残留沈下量および圧密終了時の道路構造物の傾斜勾配は、全ての断面において、許容残留沈下量（10cm）および許容傾斜勾配（2%）を**満足する**。たとえ不同沈下が生じても容易に修復できる範囲に収まっているものと考えられる。

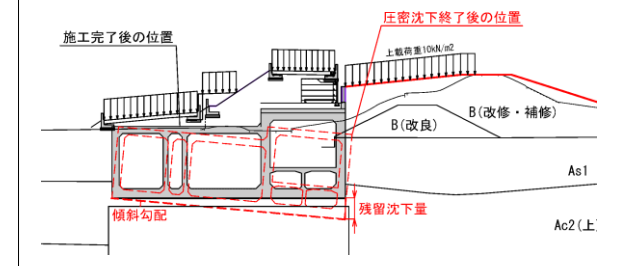
解析断面	地盤条件	道路構造物の安全性, 供用性							
		道路構造物中央 残留沈下 (cm)	許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定		
完成時 No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	
	鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	
完成時 No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	
	鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	
高規格堤防考慮	No. 15 (立坑)	無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK	
	No. 16	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	
	No. 27*	粘性土	対策工	0.2	10	OK	0.1	2	OK
		砂質土	対策工	0.0	10	OK	0.1	2	OK
No. 30	対策工	0.1	10	OK	0.0	2	OK		

※No27断面のAs1層の下位にある地層は、遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価



＜道路構造物における残留沈下量＞

道路の供用性を考慮して、道路構造物の残留沈下量の照査を行う。また、道路横断方向の排水勾配を考慮して、道路構造物の傾斜勾配の照査を行う。



【照査基準（既往の基準）】

- 高規格堤防盛土設計・施工マニュアル（平成12年度（財）リバーフロント整備センター）
- 道路土工軟弱地盤対策工指針（平成24年度（公社）日本道路協会）
- 開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）
- 設計基準第3部構造物設計（土構造物編）第8編シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

【照査項目：道路構造物と堤防間での圧密沈下差による地表面の段差（19-⑦，U-④）】

- ・ 残留沈下量
- 道路構造物端部とデルタ部の残留沈下差 < 許容残留沈下差（10cm）

【参考：高規格堤防マニュアルの基準値（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

高規格堤防特別区域の残留沈下量は20cm以下とする。ただし、設計時の残留沈下量（設計残留沈下量）は10cmを目標とする。

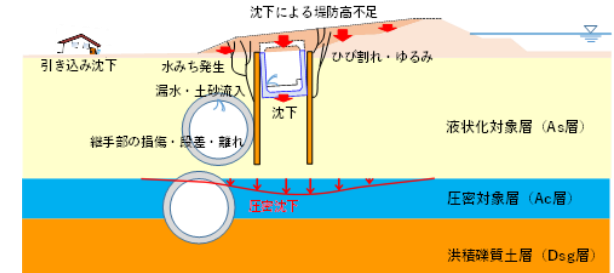
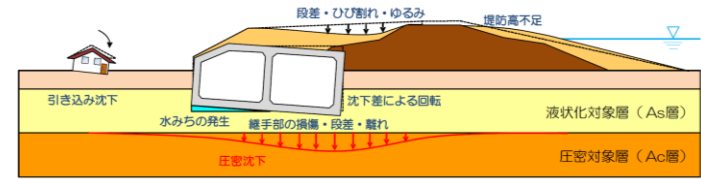
（出典：「高規格堤防マニュアル」より引用）

【照査手法】

- 土-水連成2次元弾塑性解析
- （初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）

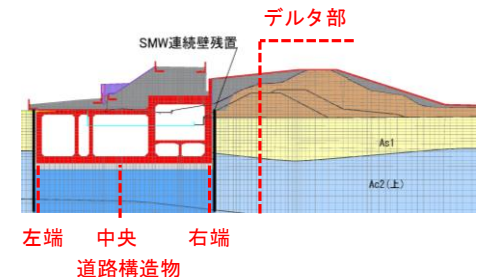
【照査結果：道路構造物と堤防間での圧密沈下差による地表面の段差（19-⑦，U-④）】〔解析結果詳細：資料-4-2 p.91 参照〕

基礎地盤を固結工法により地盤改良した場合、道路構造物端部とデルタ部の残留沈下差は、全ての断面において、許容残留沈下差（10cm）を満足する。残留沈下量は、最大で1cm程度と微小であるため、残留変形による水みちは発生しないと考えられる。



解析断面	地盤条件	残留沈下量				道路構造物右端とデルタ部の残留沈下差 (cm)	許容値 (cm)	判定	
		道路構造物左端 (cm)	道路構造物中央 (cm)	道路構造物右端 (cm)	デルタ部 (cm)				
完成時	No. 4	鋼管矢板なし 対策工	0.1	0.1	0.2	1.8	1.6	10	OK
		鋼管矢板あり 対策工	0.1	0.1	0.3	2.0	1.7	10	OK
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	鋼管矢板なし 対策工	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	10	OK
		鋼管矢板あり 対策工	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5	10	OK
	No. 15 (立坑)	無対策	0.1	0.1	0.1	1.7	1.6	10	OK
	No. 16	対策工	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	10	OK
	No. 27※	粘性土 対策工	0.1	0.2	0.3	0.7	0.4	10	OK
		砂質土 対策工	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	10	OK
No. 30	対策工	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	10	OK	

<道路構造物とデルタ部の残留沈下差>  
道路構造物とデルタ部の残留沈下差より、残留変形による水みちが発生しないかを照査する。



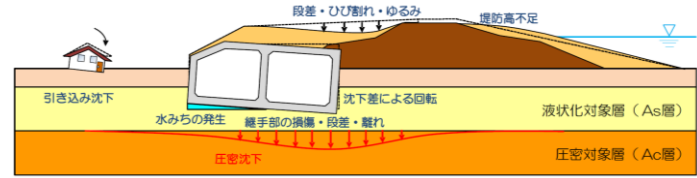
※No27断面のAs1層の下位にある地層は、遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

【照査基準（既往の基準）】

開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）  
 設計基準第3部構造物設計（土構造物編）第8編シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

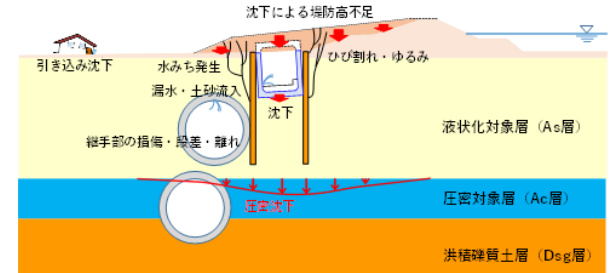
【照査項目：道路構造物の継手からの漏水・土砂流入に対する安全性（19-⑧, U-⑤）】

- ・ 残留沈下量
- ・ 圧密沈下対策工を考慮した解析における圧密沈下に対する縦断方向の相対変位 < 許容残留沈下量（5cm）



【照査基準：許容残留沈下量の考え方（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

躯体、継手、地盤を弾性床上の梁モデルとした解析から求めた結果、継手のせん断力が許容値を満足する地盤沈下量（相対変位量）は10cm程度となる。地震時の地盤変位が別途発生することから、圧密沈下に伴う道路の機能確保のために継手部の許容相対変位量は5cmと設定する。



【照査手法】

土-水連成2次元弾塑性解析  
 （初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）

【照査結果：道路構造物の継手からの漏水・土砂流入に対する安全性（19-⑧, U-⑤）】 【解析結果詳細：資料-4-2 p.93 参照】

基礎地盤を固結工法により地盤改良した場合、圧密沈下対策工を考慮した解析における圧密沈下に対する縦断方向の相対変位は、全ての断面において、許容残留沈下差（5cm）を満足する。圧密沈下に対する相対変位は許容値である5cmを満足するとともに、継手部は変形性能が高い仕様の構造継手が存在するため、余裕度は非常に大きい。

圧密沈下に伴う変形に対する継手部からの漏水・土砂流入が生じる可能性は極めて低いといえ、漏水・土砂流入に対する安全性が確保できるものと考えられる。

解析断面	地盤条件	道路構造物の安全性、供用性						継手部の安全性、供用性					
		残留沈下量 (cm)	許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定	躯体沈下量の相対変位 (cm)	許容値 (cm)	判定			
完成時	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK				
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK				
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK				
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK				
	No. 15（立坑）		無対策		0.1	10	OK	0.1	2	OK	鋼管矢板なし：0.0 鋼管矢板あり：0.0	5	OK
	No. 16		対策工		0.1	10	OK	0.1	2	OK	0.0	5	OK
	No. 27※	粘性土	対策工		0.2	10	OK	0.1	2	OK	粘性土：0.1 砂質土：0.1	5	OK
		砂質土	対策工		0.0	10	OK	0.1	2	OK	粘性土：0.1 砂質土：0.1	5	OK
No. 30		対策工		0.1	10	OK	0.0	2	OK				

※No27断面のAs1層の下位にある地層は、遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

【照査基準（既往の基準）】

- 小規模建築物基礎設計指針（平成20年度（社）日本建築学会）
- 開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）
- 設計基準第3部構造物設計（土構造物編）第8編シールドトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）

【照査項目：周辺地盤の沈下，傾きに対する安全性（18-⑭）】

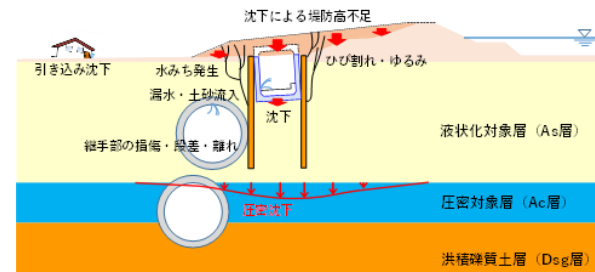
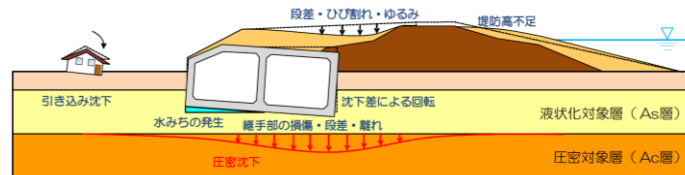
- ・傾斜角  
最大傾斜角発生時及び圧密沈下終了時の傾斜角 < 3/1000

【照査基準：許容傾斜角の考え方（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

施工開始直後から発生する近接家屋位置の傾斜角を評価し，許容値3/1000 を下回ることを照査する。着目する時間は，最大傾斜角発生時および圧密沈下終了時とする。

【照査手法】

土-水連成2次元弾塑性解析  
（初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）



【照査結果：周辺地盤の沈下，傾きに対する安全性（18-⑭）】〔解析結果詳細：資料-4-2 p.95 参照〕

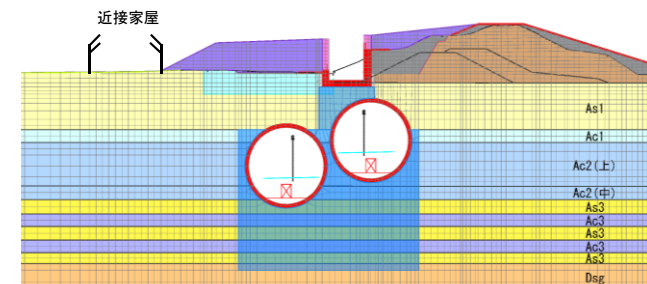
全ての断面において、家屋の傾斜角は、許容値（3 / 1000）を満足する。よって，施工開始から高規格堤防による圧密完了までの期間において，圧密沈下で周辺環境を悪化させる可能性は低いと考えられる。

解析断面	地盤条件	家屋の傾斜角 X / 1000		許容値 Xa / 1000	判定		
		最大傾斜角発生時	圧密沈下終了時				
完成時 No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.26	0.25	3	OK	
	鋼管矢板あり	対策工	0.26	0.25	3	OK	
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.26	0.24	3	OK
		鋼管矢板あり	対策工	0.26	0.25	3	OK
	No. 15（立坑）	無対策	1.22	1.18	3	OK	
	No. 16	対策工	0.42	0.42	3	OK	
	No. 27*	粘性土	対策工	0.24	0.24	3	OK
		砂質土	対策工	0.25	0.25	3	OK
No. 30	対策工	0.35	0.35	3	OK		

<周辺地盤の沈下，傾きに対する安全性>

不同沈下の設計目標値の参考値 3/1000 を下回ることを照査する。着目する時間は，最大傾斜角発生時および圧密沈下終了時とする。

本検討では，最も危険な状態である高規格盛土ののり尻に家屋端部があると想定し，盛土・構造物設置に伴う地盤変状による家屋の傾斜角を評価する。



※No27断面のAs1層の下位にある地層は，遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

# 安全性照査結果のまとめ

照査結果一覧

侵食作用に対する安全性検証結果一覧

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
18-①	堤防の直接侵食に対する安全性（施工時）	河道内水位	キャンセル掘削を考慮した結果、仮締切による影響はほとんどない
		法覆工	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防護岸部 ブロックの移動限界流速 &gt; 代表流速 13m/s程度 6.17m/s 照査基準を満足する</li> <li>高水護岸部 ブロックの移動限界流速 &gt; 代表流速 8m/s程度 2.84m/s 照査基準を満足する</li> </ul>
		根固め工	ブロックの移動限界流速 > 代表流速 8~10m/s程度（4tの場合） 6.17m/s 照査基準を満足する
18-②	堤防の側方侵食に対する安全性（施工時）	9.0k~9.4k	いずれも $b/H_d > 2 \sim 3$ 照査基準を満足する
18-③	堤防の洗掘に対する安全性（施工時）	根固め工	必要敷設長（L=4.0m）を確保した根固めブロックの設置で照査基準を満足する
		自立式鋼管矢板	鋼管矢板φ900, t=16mm, L=20.5mで照査基準を満足する
19-㉓	嵩上げ、拡幅等の容易性 （侵食に対する検討） （耐越水性に対する検討）	法覆工	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防護岸部 ブロックの移動限界流速 &gt; 代表流速 14m/s程度 8.11m/s 照査基準を満足する</li> <li>高水護岸部 ブロックの移動限界流速 &gt; 代表流速 9m/s程度 3.92m/s 照査基準を満足する</li> </ul>
		根固め工	ブロックの移動限界流速 > 代表流速 10m/s程度（4tの場合） 8.11m/s 照査基準を満足する
		川裏のり面を越流水が 流下する流速	張芝の耐侵食 > 越流水の流速 2.0m/s 1.7m/s 照査基準を満足する
18-②	津波による直接侵食に対する安全性	川表堤防近傍の流速	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防護岸部 洪水時流速 &gt; 津波遡上時流速 6.96m/s 2.00m/s 照査基準を満足する</li> <li>高水護岸部 洪水時流速 &gt; 津波遡上時流速 2.89m/s 1.64m/s 照査基準を満足する</li> </ul>

照査結果一覧

浸透作用に対する安全性検証結果一覧

No.28 (砂質土), No.29 提示した案で再度照査を実施

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
18-⑤ 19-⑮	地下水流動障害（堤体内浸潤面上昇）による水みち発生	堤体内の浸潤面位置	No.15, No.28 (粘性土) とNo.34 : 照査基準を <b>満足する</b> No.15 (鋼管矢板), No.16, No.16 (鋼管矢板), No.23, No.47 : 対策工を施すことで照査基準を <b>満足する</b> <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">No.28 (砂質土), No.29</span> : 照査基準を <b>満足しない</b>
		平均動水勾配	No.15, No.15 (鋼管矢板), No.16, No.16 (鋼管矢板), No.23, No.28 (砂質土), No.28 (粘性土), No.29, No.34, No.47: 照査基準を <b>満足する</b>
18-⑦ 19-⑯	土と構造物間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生	レーンの加重クリープ比	No.15, No.15 (鋼管矢板), No.16, No.16 (鋼管矢板), No.23, No.28 (砂質土), No.28 (粘性土), No.29, No.34, No.47: 照査基準を <b>満足する</b>
18-⑧ 19-⑰	基礎地盤のパイピング破壊に対する安全性	水平・鉛直方向の局所動水勾配	No.15, No.15 (鋼管矢板), No.16, No.16 (鋼管矢板), No.23, No.28 (砂質土), No.28 (粘性土), No.29: 照査基準を <b>満足する</b> No.34, No.47: 照査基準を <b>満足しない</b> ※ドレーン復旧で照査基準を <b>満足する</b>
18-⑨	すべり破壊に対する安全性	円弧すべり安全率	No.15, No.15 (鋼管矢板), No.16, No.16 (鋼管矢板), No.23, No.28 (砂質土), No.28 (粘性土), No.29, No.34, No.47: 照査基準を <b>満足する</b>
U-⑥	道路構造物の浮き上がりに対する安全性, 供用性	揚圧力に対する安全率	No.15, No.15 (鋼管矢板), No.16, No.16 (鋼管矢板), No.23, No.28 (砂質土), No.28 (粘性土), No.29, No.34, No.47: 照査基準を <b>満足する</b>



照査結果一覧

浸透作用に対する安全性検証結果一覧(施工時)

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
18-⑤ 19-⑮	地下水流動阻害(堤体内浸潤面上昇)による水みち発生	堤体内の浸潤面位置	No.15, No.15(鋼管矢板), No.19, No.19(鋼管矢板), No.26(砂質土), No.26(粘性土), No.34, No.47: 照査基準を満足する
18-⑧ 19-⑰	基礎地盤のパイピング破壊に対する安全性	水平・鉛直方向の局所動水勾配	No.15, No.15(鋼管矢板), No.19, No.19(鋼管矢板), No.26(砂質土), No.26(粘性土), No.34, No.47: 照査基準を満足しない ※法尻ドレーン工で照査基準を満足する
18-⑨	すべり破壊に対する安全性	円弧すべり安全率	No.15, No.15(鋼管矢板), No.19, No.19(鋼管矢板), No.26(砂質土), No.26(粘性土), No.34, No.47: 照査基準を満足する

浸透作用に対する安全性検証結果一覧(完成時(高規格堤防考慮))

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
19-㉓	嵩上げ・拡幅等の実施時に構造計画に手戻りがないような設計の実施	円弧すべり安全率	No.15, No.15(鋼管矢板), No.16, No.16(鋼管矢板), No.23, No.28(砂質土), No.28(粘性土), No.29, No.34, No.47: 照査基準を満足する

浸透作用に対する安全性検証結果一覧(常時)

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
18-⑫	常時のすべり破壊に対する安全性	円弧すべり安全率	No.15, No.15(鋼管矢板), No.16, No.16(鋼管矢板), No.23, No.28(砂質土), No.28(粘性土), No.29, No.34, No.47: 照査基準を満足する

## 照査結果一覧

## 地震動作用に対する安全性検証結果一覧（完成時）

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
18-⑩	地震後の河川外への越流	地震後残留堤防高	照査基準を満足する
18-⑱	津波による越波に対する安全性	地震後残留堤防高	照査基準を満足する
18-⑪ 19-⑭	土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による堤防沈下や水みち発生	地盤－道路構造物間の剥離	No.4, No.14, No.15, No.22, No.30, No.35, No.43 : 照査基準を満足する No.26 : 照査基準を満足しない
U-② U-③	偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性、供用性 地震時の液状化に対する修復性	地震時における底面回転角	No.4, No.14, No.15, No.43 : 照査基準を満足する No.22, No.26, No.30, No.35 : 照査基準を満足しない

No.26 提示した案で再度照査を実施

## 地震動作用に対する安全性検証結果一覧（施工時）

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
18-⑩	地震後の河川外への越流	地震後残留堤防高	No.4, No.14 : 照査基準を満足する
18-⑱	津波による越波に対する安全性	地震後残留堤防高	No.4, No.14 : 照査基準を満足する

照査結果一覧

不同沈下に対する修復の容易性検証結果一覧

分類番号	被害シナリオから導いた一体構造物の課題	照査対象	照査結果
U-④	道路構造物の沈下に対する安全性・供用性	残留沈下量 (道路構造物)	無対策時 No.15 : 照査基準を満足する No.4, No.16, No.27, No.30 : 照査基準を満足しない  地盤対策時 照査基準を満足する
18-⑬ 19-⑥	自重による沈下に対する安全性 圧密沈下に伴う堤防高の確保	残留沈下量 (堤防天端)	照査基準を満足する ※軟弱地盤対策工を考慮
19-⑦	道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差	道路構造物の傾斜角 残留沈下量 (デルタ部, 道路構造物)	照査基準を満足する ※軟弱地盤対策工を考慮
19-⑧ U-⑤	継手部からの漏水・土砂流入に対する安全性 道路構造物の継手部の段差・離れに対する安全性, 供用性	躯体沈下量の相対変位 (道路構造物)	照査基準を満足する ※軟弱地盤対策工を考慮
18-⑭	周辺地盤の沈下, 傾きに対する安全性	地盤傾斜角 (近接家屋)	照査基準を満足する ※軟弱地盤対策工を考慮

# 河川管理施設等構造令第18条, 19条に関する検討項目とその方法の整理概要

⇒赤字以外の検討は本委員会まで完了

・現況解析については、圧密解析の第一ステップなど、必ずしも全ての項目で安全性照査を実施しないため、個別に評価した値がある項目のみを「委員会での審議予定」欄に記載した。  
 ・各解析において、対策が必要な場合には、対策後の検討も行うこととする。

: 侵食解析	: 耐震解析
: 浸透解析	: 圧密解析

18条(構造の原則)				数値解析対応表			委員会での審議予定				
条項	項目	内容	現象	分類記号	現況	施工時	完成時	第3回(結果※3)	第4回(結果※3)	第5回(※5)	
侵食作用に対して安全な構造であること	耐侵食機能	・堤防表のり面、のり尻の直接侵食に対する安全性 ・主流路(低水路等)からの側方侵食、洗濯に対する安全性	洪水・豪雨	堤防の直接侵食に対する安全性	18-1	○	○	○	完成時	○	資料-4
				堤防の側方侵食に対する安全性	18-2	○	○	○	完成時	○	資料-4
				堤防の洗濯に対する安全性	18-3	○	○	○	完成時	○	資料-4
				雨水による堤体の侵食に対する安全性	18-4	数値解析を伴わない検討			-	-	-
浸透作用に対して安全な構造であること	耐浸透機能	・すべり破壊に対する安全性 ・基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性	地下水変動 洪水・豪雨	地下水流動阻害(堤体内浸潤面の上昇)による水みち発生	18-5	○	○	○	完成時	○	資料-4
				地下水流動阻害により、構造物に沿った3次元方向の水みち発生	18-6	○	○	○	完成時	○	資料-4
				土と構造物間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生	18-7	○	○	○	完成時	○	資料-4
				基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性	18-8	○	○	○	完成時	○	資料-4
				すべり破壊に対する安全性	18-9	○	○	○	完成時	○	資料-4
地震動作用に対して安全な構造であること	耐震性能	・地震後においても、河川水の流水の河川外への越流を防止	地震	地震後の河川外への越流	18-10	○	○	○	完成時	○	資料-4
				土と構造物間の地震時の変形や剝離(液状化)による堤防沈下や水みち発生	18-11	○	○	○	完成時	○	資料-4
常時の健全性を有する構造であること	耐震性能	・常時のすべり破壊に対する安全性 ・沈下に対する安全性	地震	交通振動が堤防の安全性に及ぼす影響に関する検討	18-12	○	○	○	完成時	○	資料-4
				常時のすべり破壊に対する安全性	18-13	○	○	○	完成時	○	資料-4
				自重による沈下に対する安全性	18-14	○	○	○	完成時	○	資料-4
				周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性	18-15	○	○	○	完成時	○	資料-4
波浪等に対する安全性を有する構造であること	耐震性能	・波浪等に対する安全性 ・津波に対する安全性	高潮・風浪 津波	高潮時の波浪等による直接侵食に対する安全性	18-16	○	○	○	完成時	○	資料-4
				高潮時の波浪等による越波に対する安全性	18-17	○	○	○	完成時	○	資料-4
				津波による直接侵食に対する安全性	18-18	○	○	○	完成時	○	資料-4
安全な構造の維持の容易性・確実性	維持管理性	・道路構造物の内側からの点検の実施 ・道路構造物の内側からの補修の実施 ・河川管理用通路の確保 ・変状を把握可能な点検内容の設定 ・継続監視、点検強化が可能な体制等の整備	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路躯体の精度の高い損傷検知	18-19	○	○	○	完成時	○	資料-4
				確実な道路躯体の補修・補強	18-20	○	○	○	完成時	○	資料-4
				河川管理用通路の確保	18-21	○	○	○	完成時	○	資料-4
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	18-22	○	○	○	完成時	○	資料-4
				継続監視の確実性	18-23	○	○	○	完成時	○	資料-4
19条(材質および構造)				数値解析対応表			委員会での審議予定				
構造物としての劣化現象が起きにくいこと	長期耐久性 維持管理性	・道路構造物の劣化が生じにくい設計、施工 ・劣化が生じた場合の確認手法の確立 ・劣化が生じた場合の補修方法の確立	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物に求められる耐久性を確保するための設計および施工の実施	19-1	○	○	○	完成時	○	資料-4
不同沈下に対して修復が容易であること	維持管理性	・大きな不同沈下が生じにくい設計、施工 ・不同沈下が生じた場合の確認手法の確立 ・不同沈下が生じた場合の補修方法の確立	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-2	○	○	○	完成時	○	資料-4
				河川管理用通路の確保	19-3	○	○	○	完成時	○	資料-4
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-4	○	○	○	完成時	○	資料-4
				継続監視の確実性	19-5	○	○	○	完成時	○	資料-4
				圧密沈下に対する堤防高の確保	19-6	○	○	○	完成時	○	資料-4
基礎地盤と一体となつてなじむこと	維持管理性	・道路構造物の存在に起因する堤防に悪影響を与える水みちが生じない設計 ・不同沈下に起因する堤防に悪影響を与える水みちが生じない設計 ・水みちが生じた場合の確認手法の確立 ・水みちが生じた場合の補修方法の確立	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差	19-7	○	○	○	完成時	○	資料-4
				継手部からの漏水、土砂流入に対する安全性 ※4	19-8	○	○	○	完成時	○	資料-4
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-9	○	○	○	完成時	○	資料-4
				河川管理用通路の確保	19-10	○	○	○	完成時	○	資料-4
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-11	○	○	○	完成時	○	資料-4
				継続監視の確実性	19-12	○	○	○	完成時	○	資料-4
				堤防沈下量の把握	19-13	○	○	○	完成時	○	資料-4
嵩上げ、拡幅等が容易であること	維持管理性	・嵩上げ、拡幅等の対応の容易性が土堤と同等以上である設計	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	土と構造物間の地震時の変形や剝離(液状化)による堤防沈下や水みち発生	19-14	○	○	○	完成時	○	資料-4
				地下水流動阻害(堤体内浸潤面の上昇)による水みち発生	19-15	○	○	○	完成時	○	資料-4
				土と構造物間の洪水・降雨時の浸透や変形による堤体の弱体化や水みち発生	19-16	○	○	○	完成時	○	資料-4
				基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性	19-17	○	○	○	完成時	○	資料-4
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-18	○	○	○	完成時	○	資料-4
河川管理用通路の確保	19-19	○	○	○	完成時	○	資料-4				
変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-20	○	○	○	完成時	○	資料-4				
継続監視の確実性	19-21	○	○	○	完成時	○	資料-4				
堤防沈下量の把握	19-22	○	○	○	完成時	○	資料-4				
被災した場合の復旧が容易であり、所要工期が短いこと	災害復旧	・洪水や地震により損傷が生じにくい構造的な対応 ・洪水や地震により生じる損傷が確認できる構造 ・洪水や地震により生じる損傷に対する早期修復性の考慮	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路躯体の精度の高い損傷検知	19-23	○	○	○	完成時	○	資料-4
				確実な道路躯体の補修・補強	19-24	○	○	○	完成時	○	資料-4
				河川管理用通路の確保	19-25	○	○	○	完成時	○	資料-4
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-26	○	○	○	完成時	○	資料-4
				継続監視の確実性	19-27	○	○	○	完成時	○	資料-4

※1 3次元浸透流解析 ※2 3次元縦断耐震解析 ※3 検討結果を以下の通り示す ○:OK ●:対策でOK □:今後対策で対応 ※4 堤防縦断方向で1次元圧密沈下解析を実施し、その結果を参考に検討。 ※5 ◇:解析によらない検討項目

赤字:第5回委員会で審議予定

# 検討項目とその方法の整理概要

⇒赤字以外の検討は本委員会まで完了

<span style="background-color: #ffffcc; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : 侵食解析	<span style="background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : 耐震解析
<span style="background-color: #bbdefb; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : 浸透解析	<span style="background-color: #ffe0b2; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : 圧密解析

道路の機能に関する一体構造としての課題

・現況解析については、圧密解析の第一ステップなど、必ずしも全ての項目で安全性照査を実施しないため、個別に評価した値がある項目のみを「委員会での審議予定」欄に記載した。

項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造の課題	分類記号	数値解析対応表			委員会での審議予定					
					現況	施工時	完成	第3回(結果※1)	第4回(結果※1)	第5回(※3)			
耐震機能	・人命を失うような構造物の損傷、変形、移動をさせない (部材の限界状態設計、液状化による構造物の浮き上がり・側方移動防止、継手部の段差・離れの発生抑制)	地震	地震に対する道路構造物の安全性、供用性	U-①	基準に基づく躯体の構造物設計								
			偏土圧下での地盤変形(液状化)に対する道路構造物の安全性、供用性	U-②	-	-	○	完成時	□	完成時	□	資料-4	完成時
			地震時の液状化に対する修復性	U-③	-	-	○	完成時	□	完成時	□	資料-4	完成時
構造的安全性	・構造物周囲の盛土による圧密沈下、地下水による浮き上がりに伴う構造物への影響を抑制	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の沈下に対する安全性、供用性	U-④	○	-	○	完成時 (高規格)	□	完成時 (高規格)	●	資料-4	
			道路構造物の継手部の段差・離れに対する安全性、供用性 ※2	U-⑤	○	-	○	-	-	完成時 (高規格)	●	資料-4	-
			道路構造物の浮き上がりに対する安全性、供用性	U-⑥	-	-	○	完成時	●	完成時	○	資料-4	-
			洪水、豪雨などに対する道路構造物の安全性、供用性	U-⑦	-	-	○	-	-	完成時	○	資料-4	構造検討
周辺影響の抑制・低減	・構造物設置、盛土による周辺地盤の圧密沈下の抑制 ・構造物設置による地下水流動阻害に伴う堤内地への地下水変動の抑制	地盤変形 地下水変動	道路構造物や盛土の圧密沈下の把握	U-⑧	-	-	-	○(前期ボックス)	資料-5	◇(シールド)			
			道路構造物や盛土による周辺地盤の圧密沈下の把握	U-⑨	-	-	-	○(前期ボックス)	資料-5	◇(シールド)			
			堤内地の地下水変動の把握	U-⑩	-	-	-	○(前期ボックス)	資料-5	◇(シールド)			
			周辺構造物等の施設管理者による維持管理	U-⑪	-	-	-	○(前期ボックス)	資料-5	◇(シールド)			
構造物の止水性	・構造物内部への水の侵入を防ぐ	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の本体・継手部の止水性	U-⑫	-	-	-	○(前期ボックス)	資料-5	◇(シールド)			
道路の維持管理	・道路施設の点検、補修ができる	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の内部からの点検、補修の実施	U-⑬	数値解析を伴わない検討			-	-	-	◇		
災害復旧	・被災後の補修・補強による早期の供用 (外力レベルに応じた復旧容易性を設定)	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	管理者間での維持管理体制	U-⑭	-	-	-	-	-	-	◇		
			河川側の非常時における交通規制	U-⑮	-	-	-	-	-	-	-	◇	
材質および構造	・構造物の材質、継手部の構造など、長期的に性能を保持できるような材質、構造の選定	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	老朽化による構造物の損傷の拡大	U-⑯	-	-	-	-	-	-	◇		

その他の事項に関する一体構造としての課題

項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造の課題	分類記号	数値解析対応表			委員会での審議予定			
					現況	施工時	完成	第3回(結果※1)	第4回(結果※1)	第5回	
堤防上部利用、環境、景観	・平常時の上面利用や景観		堤内側からの堤防方向への景観	E-①	-	-	-	-	-	-	◇
			堤防上の自然環境	E-②	-	-	-	-	-	-	-
			堤防上の利用者	E-③	-	-	-	-	-	-	-

※1 検討結果を以下の通り示す ○:OK ●:対策でOK □:今後対策工で対応 ※2 堤防縦断方向で1次元圧密沈下解析を実施し、その結果を参考に検討。 ※3 ◇:解析によらない検討項目

**赤字: 第5回委員会での審議予定**