

# 一体構造物の安全性の照査結果 (説明資料)

令和 3年 6月 30日

# 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

<span style="background-color: #ffffcc;">■</span> : 侵食解析	<span style="background-color: #c6efce;">■</span> : 耐震解析
<span style="background-color: #d9ead3;">■</span> : 浸透解析	<span style="background-color: #fce4d6;">■</span> : 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「第3回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。

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団構造物の課題	分類記号	現況	施工時	完成時	第3回(結果※3)	第4, 5回		
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、洗掘に対する安全性	洪水・豪雨	堤防の直接侵食に対する安全性	18-①	◎	-	◎	完成時	○		
				堤防の側方侵食に対する安全性	18-②	◎	-	◎	完成時	○		
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	堤防の洗掘に対する安全性	18-③	◎	-	◎	完成時	○		
				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			-	◎		
				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	◎	◎	◎	現況 完成時	●	施工時	
				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	◎※1	-	◎※1	-	-	完成時	
				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	○	施工時	
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	基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性	18-⑧	◎	◎	◎	現況 完成時	●	施工時	
				すべり破壊に対する安全性	18-⑨	◎	◎	◎	現況 完成時	●	施工時	
				地震後の河川外への越流	18-⑩	-	◎	◎	完成時	○	完成時 施工時	
常時の健全性を有する構造であること		・常時のすべり破壊に対する安全性 ・沈下に対する安全性		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	18-⑪	-	◎	◎	完成時	□	完成時 施工時	
				常時のすべり破壊に対する安全性	18-⑫	◎	-	◎	-	-	完成時	
				自重による沈下に対する安全性	18-⑬	◎	-	◎	-	-	完成時 完成時(高規格)	
波浪等に対する安全性を有する構造であること		・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	周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性	18-⑭	◎	-	◎	-	-	完成時 完成時(高規格)	
				高潮時の波浪等による直接侵食に対する安全性	18-⑮	(高潮堤防区間外のため検討対象外)			-	-	-	
				高潮時の波浪等による越波に対する安全性	18-⑯	(高潮堤防区間外のため検討対象外)			-	-	-	
				津波による直接侵食に対する安全性	18-⑰	◎	-	◎	-	-	完成時	
安全な構造の維持の容易性・確実性		・道路構造の内側からの点検の実施 ・道路構造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	18-⑱	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				確実な道路躯体の補修・補強	18-⑲	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				河川管理用通路の確保	18-⑳	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	18-㉑	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				継続監視の確実性	18-㉒	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
19条(材質および構造)												
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	基準に基づく躯体の構造物設計			-	-	◎	
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-②	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				河川管理用通路の確保	19-③	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-④	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
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	継続監視の確実性	19-⑤	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				圧密沈下に対する堤防高の確保	19-⑥	◎	◎	◎	-	-	完成時 完成時(高規格)	
				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 完成時(高規格)	
				継手部からの漏水、土砂流入に対する安全性 ※4	19-⑧	-	-	◎	◎※2	-	-	完成時 完成時(高規格)
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-⑨	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				河川管理用通路の確保	19-⑩	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-⑪	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
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	継続監視の確実性	19-⑫	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				堤防沈下量の把握	19-⑬	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				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	19-⑭	◎	◎	◎	完成時	□	完成時 施工時	
				地下水流動阻害(堤体内浸潤面上昇)による水みち発生	19-⑮	◎	◎	◎	現況 完成時	●	施工時	
				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	○	施工時	
				基礎地盤のバイピング破壊に対する安全性	19-⑰	◎	◎	◎	現況 完成時	●	施工時	
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-⑱	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
嵩上げ、拡幅等が容易であること		・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		河川管理用通路の確保	19-⑲	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-㉑	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
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		継続監視の確実性	19-㉒	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				堤防沈下量の把握	19-㉓	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				嵩上げ・拡幅等の実施時に構設計画に手戻りがないような設計の実施	19-㉔	-	-	◎◎◎◎	-	-	完成時(高規格)	
				地震に対する道路構造物の安全性、供用性	19-㉕	基準に基づく躯体の構造物設計			-	-	◎	
				地震後の変状等に対する点検	19-㉖	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-㉗	数値解析を伴わない検討			-	-	◎	

本委員会でご審議いただく検討項目

※1 3次元浸透流解析 ※2 3次元縦断耐震解析 ※3 ○: 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。

# 検討項目とその方法の整理概要

	： 侵食解析		： 耐震解析
	： 浸透解析		： 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「第3回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, 5回		
耐震機能	・人命を失うような構造物の損傷、変形、移動させない (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	-	-	◎			
			埋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	
			地震時の液状化に対する修復性	U-③	-	-	◎	完成時	□	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	
			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)	完成時(高規格)
			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	
			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	
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	-	-	◎			
			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		-	-	◎			
			堤内地の地下水変動の把握	U-⑩		-	-	◎			
			周辺構造物等の施設管理者による維持管理	U-⑪		-	-	◎			
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		-	-	◎			
			道路の維持管理	・道路施設の点検、補修ができる		U-⑬	-	-	◎		
災害復旧	・被災後の補修・補強による早期の供用 (外カ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, 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 ○：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。

  本委員会でご審議いただく検討項目

## 第2回委員会で確定した検討方針のまとめ

	浸透解析	耐震解析	圧密解析
自立式鋼管矢板 ( No.4～ No.22 )	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板を設置する場合の検討.</li> <li>・矢板を設置しない場合の検討. →2ケースの検討を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板を設置しない場合の検討. ただし, 代表1断面で確認という位置付けのもと自立式鋼管矢板を設置する場合の解析を行う.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢板を設置しない場合の検討. ただし, 代表1断面で確認という位置付けのもと自立式鋼管矢板を設置する場合の解析を行う.</li> </ul>
地盤対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固結工法による地盤改良を行った状態のモデル化を実施.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地盤対策のモデル化を行わず, 原地盤でモデル化を実施.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地盤対策のモデル化を行わず, 原地盤でモデル化を実施.</li> </ul>
遷移区間の地盤条件 ( No.24～ No.28 )	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘性土, 砂質土の両ケースの検討を実施.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘性土, 砂質土の両ケースの検討を実施.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘性土, 砂質土の両ケースの検討を実施.</li> </ul>

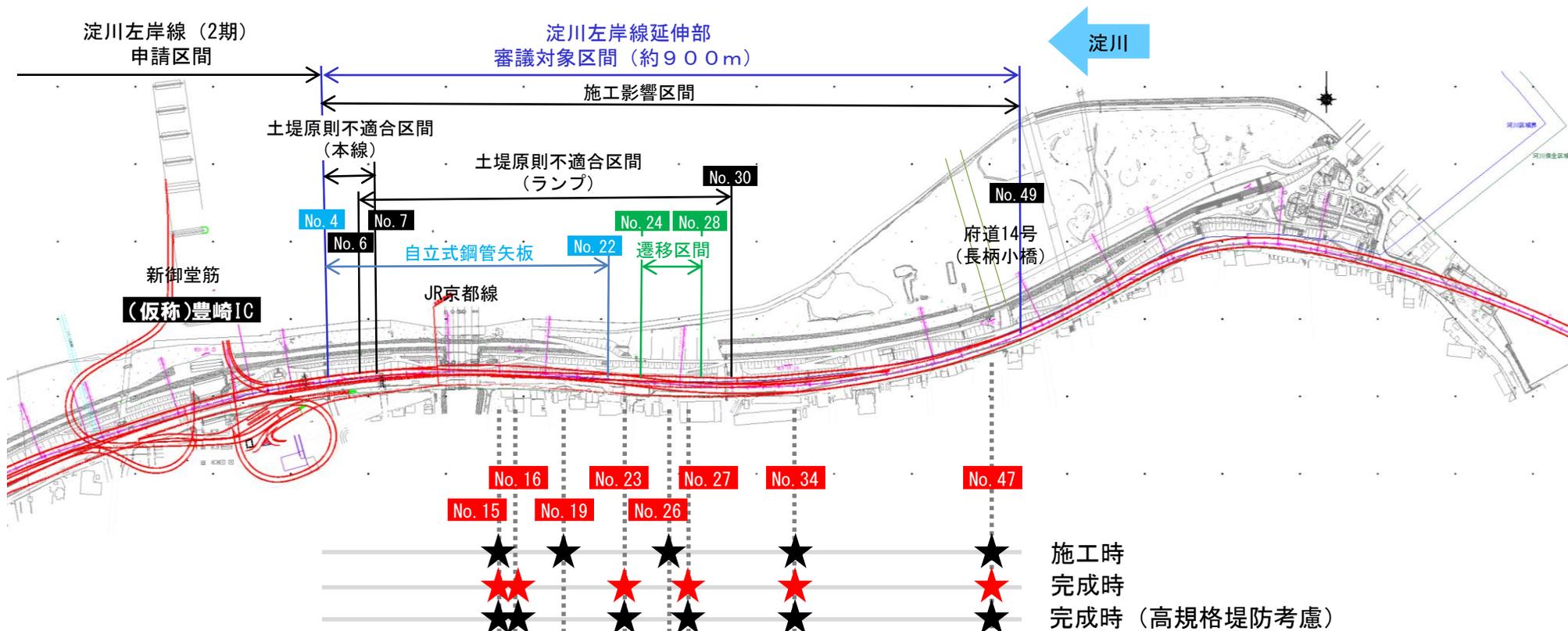
# 第2回委員会で確定した解析検討ケース

## ■ 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）

	No. 15		No. 16		No. 19		No. 23	No. 26		No. 27		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		
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敷設する区間 (No.4~No.22)
  地層の遷移区間 (No.24~No.28)

★ 第3回委員会で解析結果を審議
 ★ 第4回以降の委員会で解析結果を審議



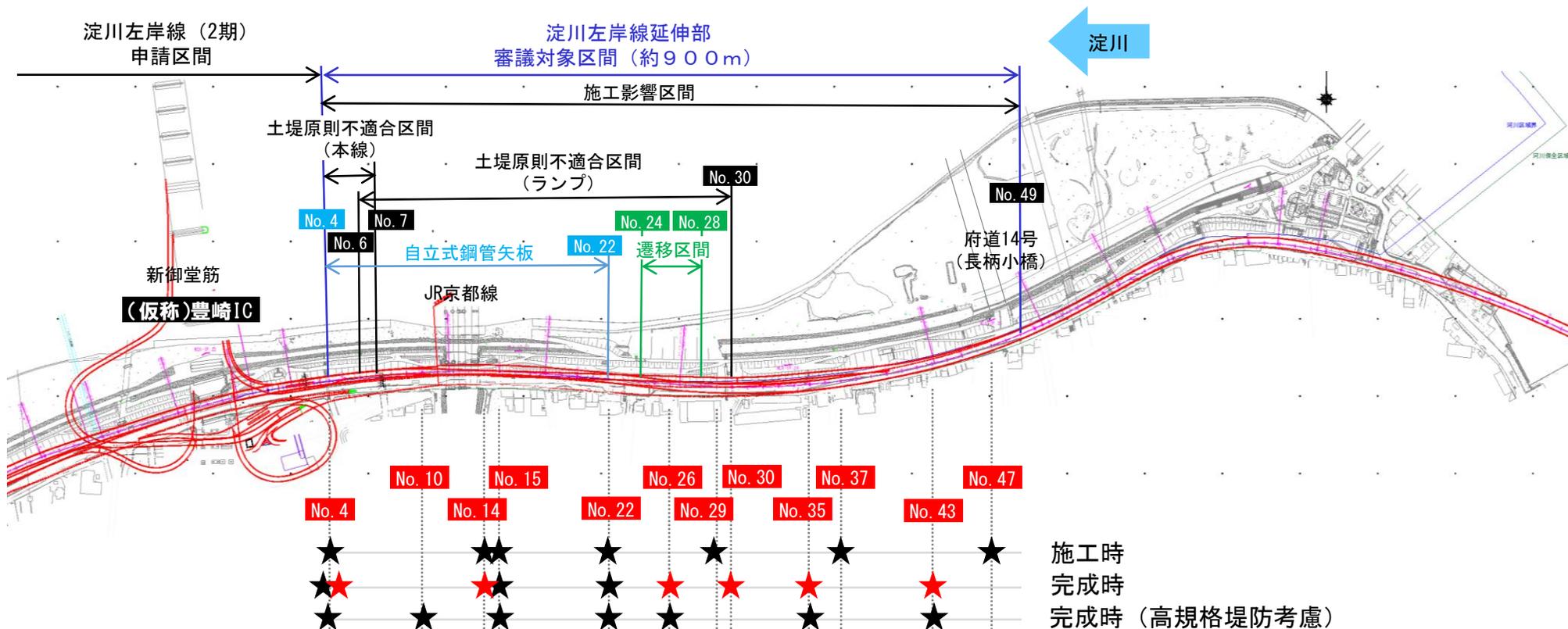
# 第2回委員会で確定した解析検討ケース

## ■ 耐震解析

	No. 4		No. 10	No. 14	No. 15	No. 22	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)	—	★	★	—	★	★	★	★	—	—	★	—	★	—

※ 第3回委員会では無対策の検討結果を審議

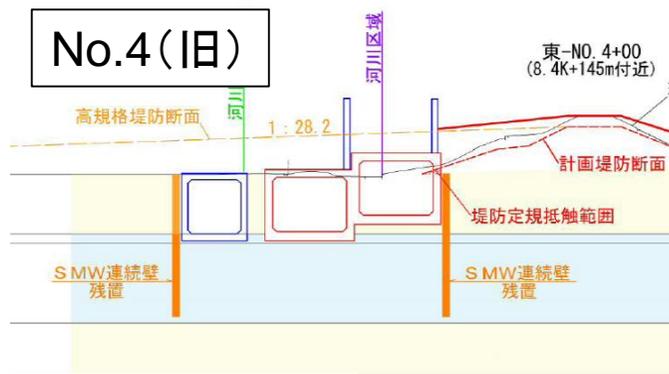
川表に自立式鋼管矢板を敷設する区間 (No.4~No.22)  
 地層の遷移区間 (No.24~No.28)  
★ 第3回委員会で解析結果を審議 ★ 第4回以降の委員会で解析結果を審議



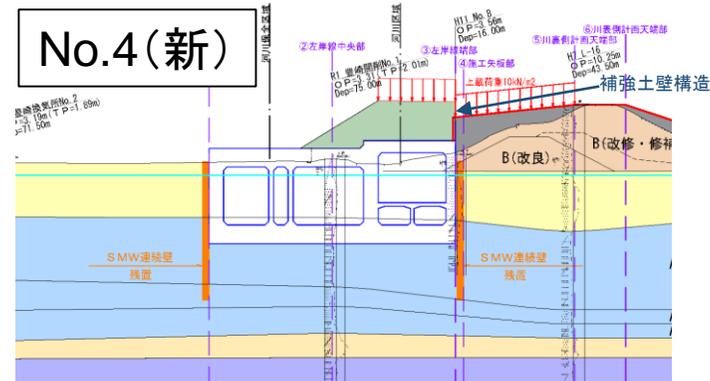


# 開削区間におけるトンネル形状の変更について (No. 4~9)

開削トンネルの設計が進捗し, No.4~9における開削トンネルの断面形状に変更が生じた。



旧断面形状



新断面形状

⇒断面選定の決定因子に影響を与えない変更であり, 計算断面に変更が生じないことを以下の通り確認した。

## ●浸透解析における断面選定の考え方

測点No.		4	10	15	20	25	30	35	40	45	49							
構造形式	本線	開削BOX			立坑	シールドトンネル												
	ランプ	擁壁・掘削			開削BOX			本線シールド切り開き										
土留め	構造	SMW連続壁			鋼矢板 (完成時撤去)			SMW連続壁		鋼製地中連続壁								
	延長	20m			58m	9.5m			15m	20m	25m	30m	30m	35m	45m			
地盤		粘性土層が厚く分布				遷移区間 粘性土層が厚く分布	砂質土層が厚く分布 (深部に薄い粘性土層が存在)		砂質土層が厚く分布									
川表の状況 (自立式鋼管矢板)		自立式鋼管矢板あり				自立式鋼管矢板なし												
Step1カテゴリー		1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	1-⑥	1-⑦	1-⑧	1-⑨	1-⑩	1-⑪	1-⑫	1-⑬	1-⑭	1-⑮	1-⑯	1-⑰
透水層の遮水性		完全遮断状態			構造物間での透水層が狭い			透水幅 (土留め下) が狭い		透水幅 (土留め下) が極めて狭いor完全遮断						遮断なし		
Step2 カテゴリー	施工時	2-①			2-②			2-③		2-④		2-⑤			2-⑥			
	完成時	2-①			2-②			2-③		2-④		2-⑤			2-⑥			
	完成時 (高規格堤防考慮)	2-①			2-②			2-③		2-④		2-⑤			2-⑥			
Step3 カテゴリー	施工時	No. 15 ★			★ No. 19			★ No. 26		★ No. 34		No. 47 ★						
	完成時	No. 15 ★ ★ No. 16			★ No. 23			★ No. 34		★ No. 47 ★								
	完成時 (高規格堤防考慮)	No. 15 ★ ★ No. 16			★ No. 23			★ No. 34		No. 47 ★								

堤防と透水層との距離が小さくなる断面を計算断面として選定。  
 ・開削断面が変わっても立坑部が最も堤防に近いことには変わらないため, 同じ断面が選定される。

# 開削区間におけるトンネル形状の変更について (No. 4~9)

## ●耐震解析における断面選定の考え方

測点No.		4			10			15			20			25			30			35			40			45			49																							
構造形式	本線	開削BOX						立坑	シールドトンネル																																											
	ランプ	擁壁・掘削						開削BOX						本線シールド切り開き																																						
土留め	構造	SMW連続壁						鋼矢板 (施工後撤去)						SMW連続壁						鋼製地中連続壁																																
	延長	20m						58m	9.5m						15m	20m			25m	30m	30m			35m	45m																											
地盤		粘性土層が厚く分布						遷移区間 砂質土層が厚く分布 (深部に薄い粘性土層が存在)			砂質土層が厚く分布 (深部に薄い粘性土層が存在)			砂質土層が厚く分布																																						
川表の状況 (水平部地盤長)		30m ≥ L > 10m			L ≤ 10m			30m ≥ L > 10m						L > 30m																																						
Step1断面カテゴリー		1-①			1-②			1-③			1-④			1-⑤			1-⑥			1-⑦			1-⑧			1-⑨			1-⑩			1-⑪			1-⑫			1-⑬			1-⑭			1-⑮			1-⑯			1-⑰		
Step2 カテゴリー	施工時	2-①			2-②			2-③			2-④			2-⑤			2-⑥			2-⑦			2-⑧																													
	完成時	2-①			2-②			2-③			2-④			2-⑤			2-⑥-1			2-⑥-2			2-⑦			2-⑧																										
	完成時 (高規格堤防考慮)	2-①			2-②			2-③			2-④			2-⑤			2-⑥			2-⑦			2-⑧																													
Step3 カテゴリー	施工時	★ No. 4			No. 14 ★			★ No. 15			No. 22 ★			★ No. 29 ★			No. 37 ★			No. 47 ★																																
	完成時	★ No. 4			No. 14 ★			★ No. 15			No. 22 ★			★ No. 26			★ No. 30			No. 35 ★			★ No. 43																													
	完成時 (高規格堤防考慮)	★ No. 4			★ No. 10			★ No. 15			No. 22 ★			★ No. 26			No. 35 ★			★ No. 43																																

砂質土層 (液状化層) が厚く、増加荷重が大きくなる断面を計算断面として選定。

- ・砂質土層の厚さは変わらない
- ・増加荷重が最も大きくなる断面は変わらないため、同じ断面が選定される。

## ●圧密解析における断面選定の考え方

測点No.		4			10			15			20			25			30			35			40			45			49																							
道路構造	本線	開削BOX						立坑	シールドトンネル																																											
	ランプ	擁壁・掘削						開削BOX						本線シールド切り開き																																						
土留め壁	構造	SMW連続壁						鋼矢板 (完成時撤去)						SMW連続壁						鋼製地中連続壁																																
	長さ	20m						58m	9.5m						15m	20m			25m	30m	30m			35m	45m																											
地盤		粘性土層が厚く分布						遷移区間 粘性土層が厚く分布			砂質土層が厚く分布 (深部に薄い粘性土層が存在)			砂質土層が厚く分布																																						
川表の状況 (水平部地盤長)		L < 1.5 × 軟弱地盤層厚																		L ≥ 1.5 × 軟弱地盤層厚																																
Step1カテゴリー		1-①			1-②			1-③			1-④			1-⑤			1-⑥			1-⑦			1-⑧			1-⑨			1-⑩			1-⑪			1-⑫			1-⑬			1-⑭			1-⑮			1-⑯			1-⑰		
Step2 カテゴリー	施工時																																																			
	完成時	2-①																																																		
	完成時 (高規格堤防考慮)	2-①			2-②			2-③			2-④			2-⑤																																						
Step3 カテゴリー	施工時																																																			
	完成時	★ No. 4			No. 15 ★			★ No. 16			★ No. 27			★ No. 30																																						
	完成時 (高規格堤防考慮)	★ No. 4			No. 15 ★			★ No. 16			★ No. 27			★ No. 30																																						

粘性土層 (圧密対象層) が厚く、増加荷重が大きくなる断面を計算断面として選定。

- ・粘性土層の厚さは変わらない
- ・増加荷重が最も大きくなる断面は変わらないため、同じ断面が選定される。

該当項目：18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

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(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(2007年 (財)国土技術研究センター)

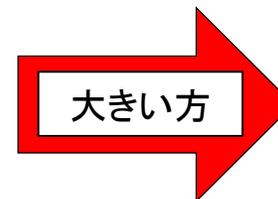
【照査項目】

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】

高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k~8.8k(道路測点No.4~22)の区間については6.95m/s,  
高水敷幅が広い9.0k~9.4k(道路測点No.23~49)の区間は2.89m/sを代表流速として照査を行う。

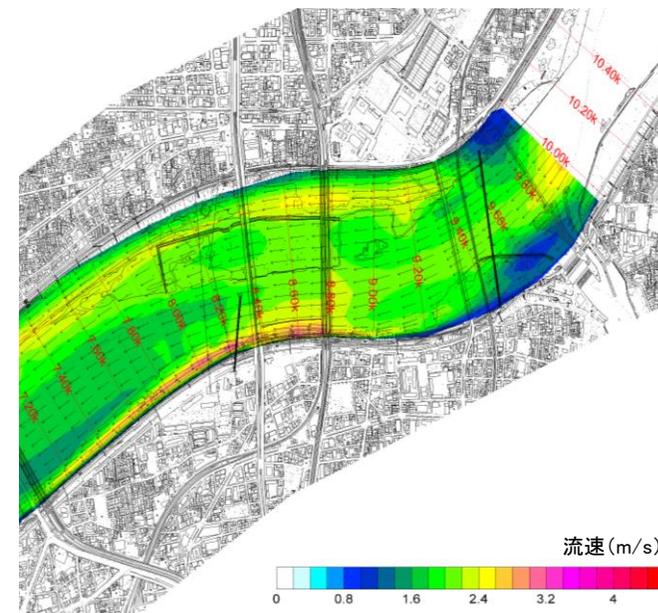
検討対象区間における代表流速 (評価手法① vs. 評価手法②)

堤防護岸として照査をする区間(以下、「堤防護岸部」という)

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 (m/s)	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	2.25

高水護岸として照査する区間(以下、「高水護岸部」という)

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 (m/s)	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	1.96



2次元流況解析結果(流速ベクトル・分布図)

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

【照査結果】

対象区間: 堤防護岸部 8.6k~8.8k(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>)

$A_b$ : 法覆工を上方からみた投影面積 (m<sup>2</sup>),  $A_d$ : 法覆工を流れ方向からみた投影面積 (m<sup>2</sup>)

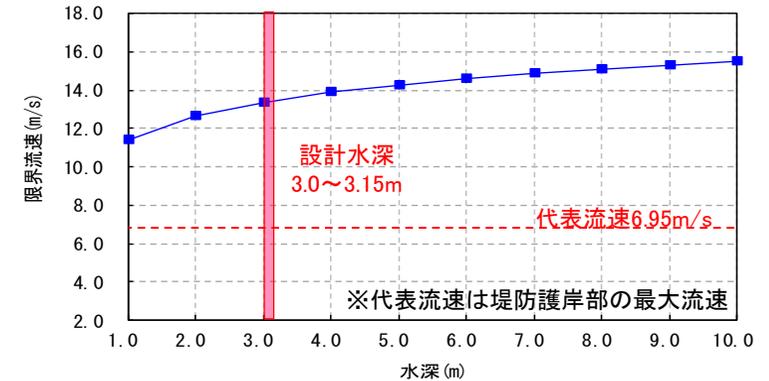
$C_L$ : 法覆工の揚力係数,  $C_D$ : 法覆工の抗力係数

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。

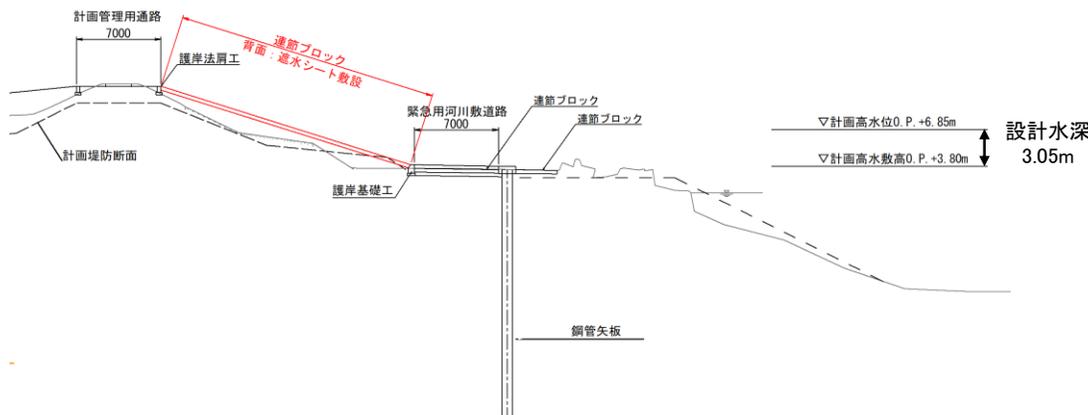
$$V_d = 8.5 \cdot V_0 / (6.0 + 5.75 \log(H_d/k_s))$$

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。

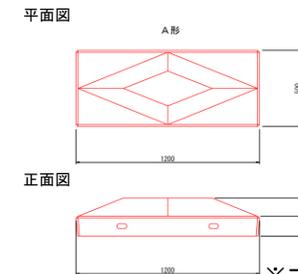
ブロックの移動限界流速 > 代表流速 OK



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 (No.8.4k+197m)



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>
流れ方向からみた投影面積	$A_d$ 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

【照査結果】

②法覆工(高水護岸部: 高水敷幅が十分あるような箇所の堤防を侵食作用から保護するために設置する護岸)

滑動-群体系モデルの基本式

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

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

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

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>)

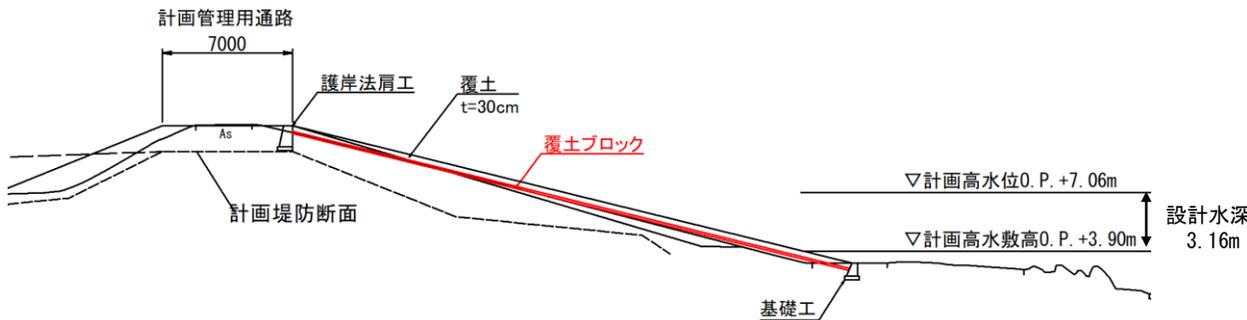
$A_b$ : 法覆工を上方からみた投影面積 (m<sup>2</sup>),  $A_d$ : 法覆工を流れ方向からみた投影面積 (m<sup>2</sup>)

$C_L$ : 法覆工の揚力係数,  $C_D$ : 法覆工の抗力係数

なお、群体系モデルなので、設計流速 $V_d$ は以下の式を用いて算出する。

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

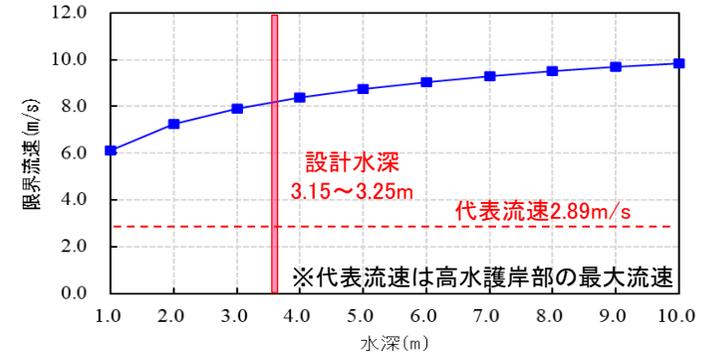
ここに、 $V_d$ : 設計流速 (m/s),  $V_0$ : 代表流速 (m/s),  $H_d$ : 設計水深 (m),  $k_s$ : 相当粗度とする。



護岸の詳細断面図(9.0k+4m)

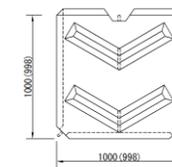
対象区間: 高水護岸部 9.0k~9.4k(道路測点No.23~49)

ブロックの移動限界流速 > 代表流速 OK

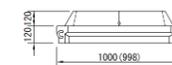


水深と限界流速の関係(覆土ブロック)

平面図



正面図



水理特性値

項目	値
ブロック質量	317 kg
上方からみた投影面積	$A_b$ 0.980 m <sup>2</sup>
流れ方向からみた投影面積	$A_d$ 0.197 m <sup>2</sup>
揚力係数	$C_L$ 0.053
抗力係数	$C_D$ 0.165

※ブロックの仕様は詳細設計時に再検討する

覆土ブロックの詳細(想定)

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

【照査結果】

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、転動一層積み」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以上で安全性が確保される。

「滑動、転動一層積み」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)

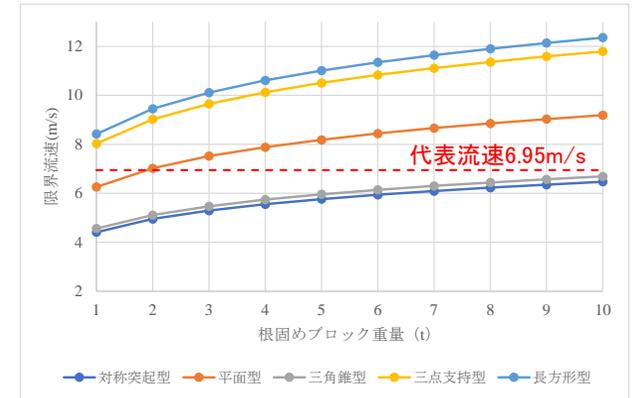
V<sub>d</sub>: 設計流速 (m/s)

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>)

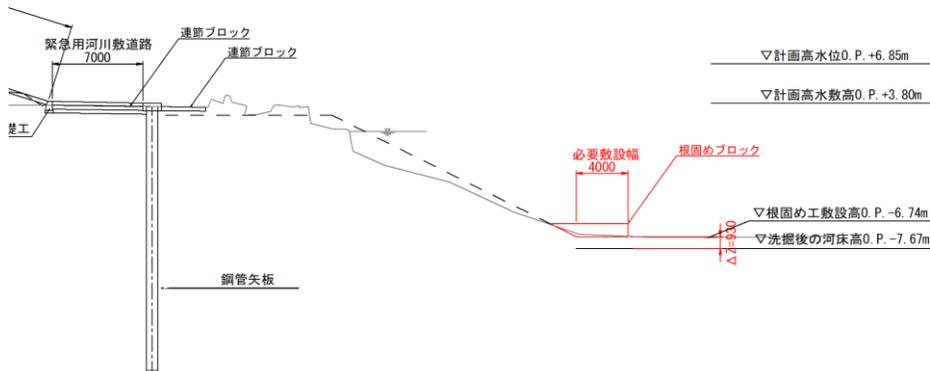
ブロック種別	模型ブロックの比重	a × 10 <sup>-3</sup>	β
A: 対称突起型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.22	1.2	1.5
B: 平面型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.03	0.54	2.0
C: 三角錐型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.35	0.83	1.4
D: 三点支持型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> = 2.25	0.45	2.3
E: 長方形型	ρ <sub>b</sub> /ρ <sub>w</sub> =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

対象区間: 堤防護岸部 8.6k~8.8k(道路測点No.4~22)



※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 (8.4k+197m)

※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定性を確保している



該当項目：18-② 堤防の側方侵食に対する安全性

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こととする。

(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（2007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（2007年（財）国土技術研究センター）

【照査項目・照査手法】

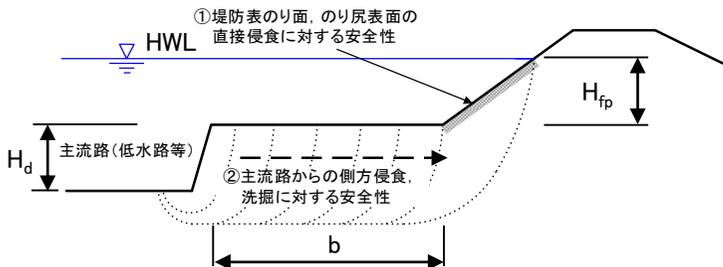
側方侵食に対して必要な高水敷幅が不足する区間に関しては、低水護岸を矢板や根固めブロック等で保護する必要がある。また、保護を行った護岸に対し、「18-①」矢板護岸、根固めブロックが直接侵食に対する安全性を有していること、後述する「18-③」堤防の洗掘に対する安全性を有していることを確認することで、「18-②」側方侵食に対する安全性を満足することができる。

【照査結果】

- 9.0k～9.4k（道路測点No.23～49）は、側方侵食の安全性を有している。
- 8.6k～8.8k（道路測点No.4～23）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、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	なし	4.3	6.9	0.0	(b)	-	-
8.8K	No.14~22	3	なし	4.7	5.4	0.0	(b)	-	-
9.0K	No.23~36	3	17.2	5.0	4.9	3.4	(a)	3.5	○
9.2K	No.37~49	3	74.3	4.1	5.3	18.1	(a)	14.0	○
9.4K	参考	3	185.5	3.4	6.7	54.6	(a)	27.7	○



該当項目:18-③ 堤防の洗掘に対する安全性

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、既設の護岸被覆工が十分でない場合、根固めブロックおよび自立式鋼管矢板の構造設計を実施する。

【照査基準（既往の基準）】

- 改訂護岸の力学設計法（2007年（財）国土技術研究センター）
- 災害復旧工事の設計要領（2020年（公社）全国防災協会）

【照査項目】

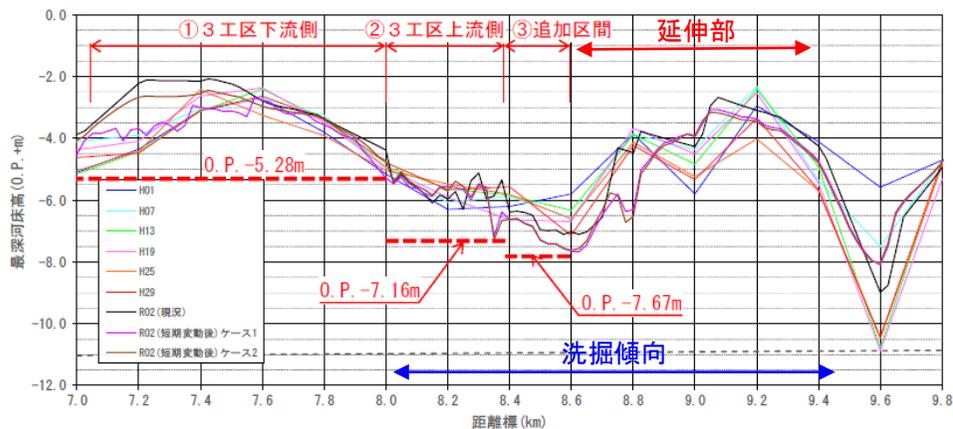
- 根固め工の敷設幅 > 最大洗掘深から求まる敷設幅
- 自立式鋼管矢板が基準類に基づき設計されること

【照査手法】最大洗掘深

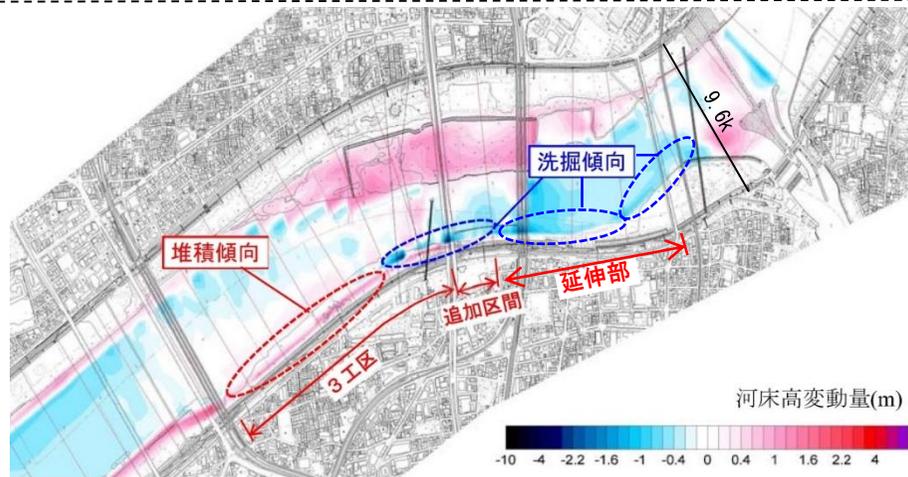
- 既往の河床変動の実績
- 計画流量時の河床変動予測により求められた最大洗掘深

【最大洗掘深】

- 最深河床高縦断面図に示す通り、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。
- 上記のことから、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。
- 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、**延伸部の最深河床高の評価高は、8.6k付近の河床変動解析の予測値であるO.P. -7.67mを採用する。**



最深河床高縦断面図



河川整備計画流量による河床変動量コンター図

河床変動解析の解析条件

項目	内容	
解析対象区間	下流端：-5.0k（水深10m付近） 上流端：10.0k（淀川大堰）	
河道条件	河道：H25河道（低水路部はR2年），海域：H20海図	
対象外力	河川整備計画目標流量（最大10,700m <sup>3</sup> /s）	
下流端水位	河道計画での出発水位（O.P.2.290m）一定	
解析メッシュ分割	縦断方向：25m間隔	
	横断方向：高水敷は左右岸とも5分割（約25m間隔） 低水路は10分割（約50m間隔）	
高水敷粗度係数	計画粗度（左岸）	計画粗度（右岸）
	0.0k~7.0k（裸地）：0.020	0.0k~7.6k（裸地）：0.020
	7.2k~8.4k（ヨシ群落）：0.055	7.8k~9.4k（ヨシ群落）：0.055
	8.6k~10.0k（裸地）：0.020	9.6k~10.0k（裸地）：0.020
低水路粗度係数	計画粗度：0.015（解析区間一定値）	
樹木群の諸元・分布	なし（解析区間内に樹木なし）	
河床材料	H28調査結果	
掃流紗	芦田・道上式（上流端供給土砂は掃流力見合いで設定）	
浮遊砂	Lane-Kalinske式（上流端供給土砂は掃流力見合いで設定）	

該当項目：18-③ 堤防の洗掘に対する安全性

【照査結果】

対象区間：堤防護岸部 8.6k~8.8k (道路測点No. 4~22)

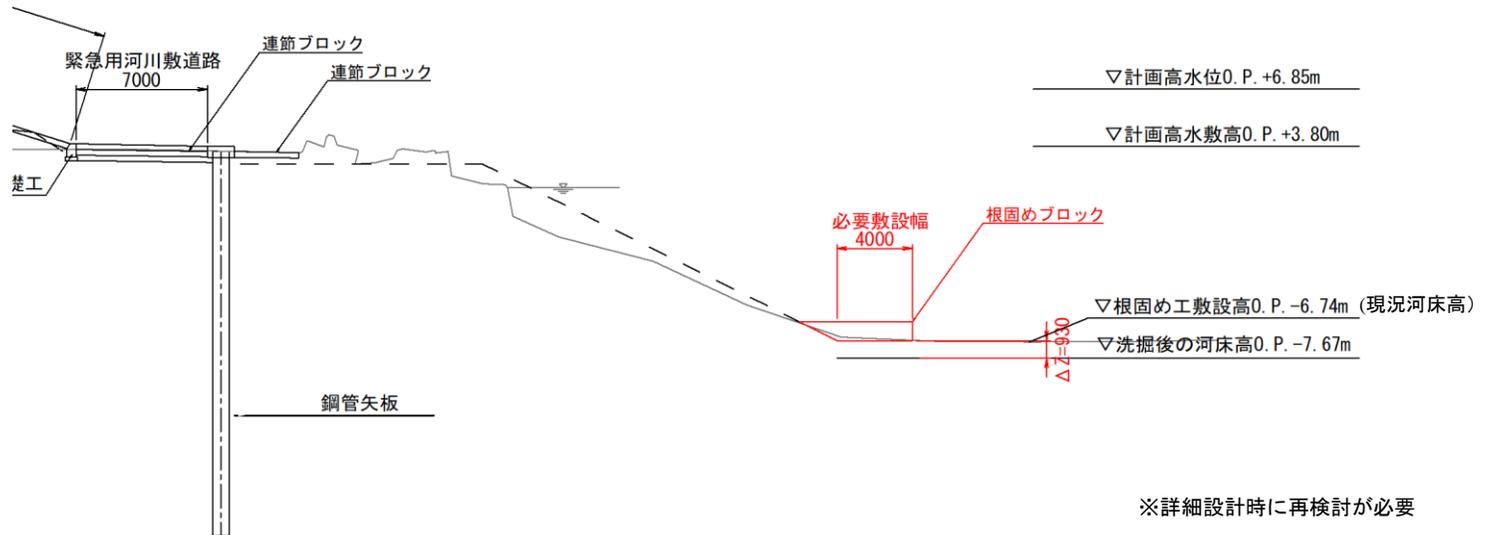
①根固め工

根固めブロックが平坦に設置された形式の場合、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最深河床高の標高までの高低差 (m)

延伸部  $B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta = 2 + 0.93 / \sin 30^\circ = 3.86 \approx 4.0 \text{ m}$



根固め工の詳細断面図 (8.4k+197m)



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(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, 18-⑦~18-⑨(=19-⑮~19-⑰)

【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)

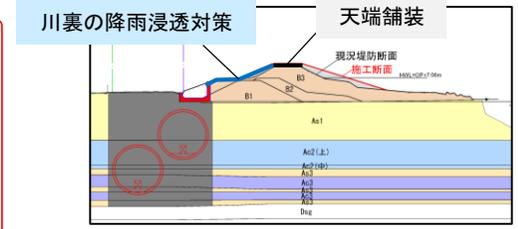
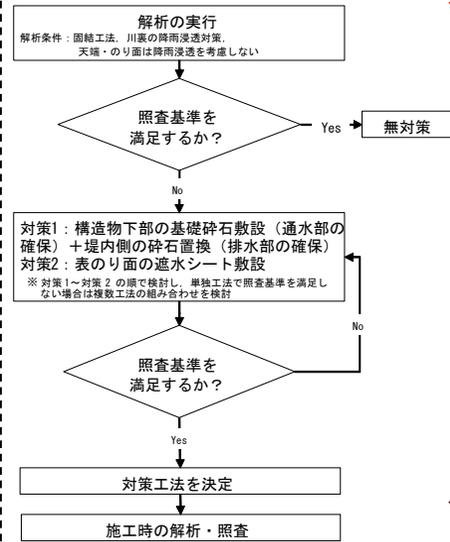
【照査項目】

- 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】  
 $\max(\text{現況安全率}, 1.44) \leq F_s(\text{川表}), \max(\text{現況安全率}, 1.44) \leq F_s(\text{川裏})$

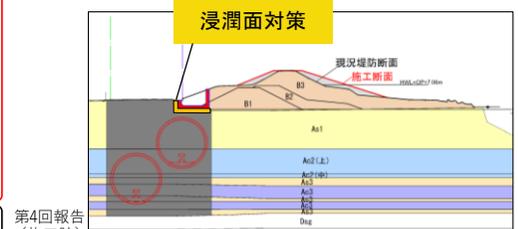
【照査手法】

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】



第3回報告 (現況・完成時) 天端舗装+川裏の降雨浸透対策(遮水シート)

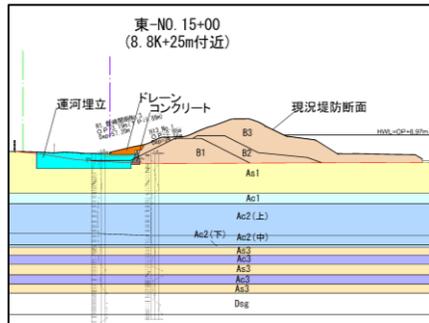


第4回報告 (施工時) 対策1 浸潤面対策 (基礎砕石+堤内側の砕石置換)

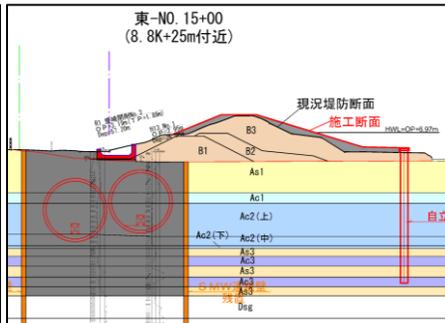
※無対策は、淀川左岸線(2期)区間で行った対策を前提として、解析を実施 (天端舗装, 川裏の降雨浸透対策)

【解析入力条件】

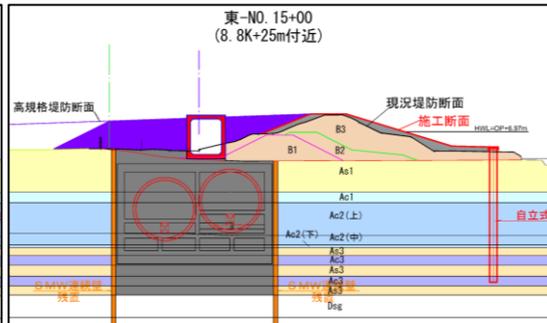
- ・現況, 完成時, 完成(高規格堤防考慮)時のモデル断面の作成
- ・各断面の照査外力(降雨・河川水位)の設定
- ・各地層の地盤定数(透水係数, 強度定数)の設定



No.15現況



No.15完成時



No.15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	$6.42 \times 10^{-4}$

【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(ボックス, 土留め壁)前面および堤防天端中央のピーク水位の比較一覧を以下に示す。(照査基準を満足しない水位は赤字記載)
- ・No.15~No.27において、完成時のボックス前面(河川側)水位は、照査基準を満足しない。
- ・浸潤面対策(基礎砕石敷設+堤内側の砕石置換)を実施することで照査基準を満足する。

現況と完成時のピーク水位の比較一覧〔解析結果詳細:資料3-2 p.3~12参照〕

検討断面	対策	ボックス前面位置 (河川側)			堤防天端中央		
		完成時水位 (m)	【照査基準】 現況水位 (m)	判定	完成時水位 (m)	【照査基準】 現況水位 (m)	判定
No. 15	—	4.206	4.167	NG	4.586	5.446	OK
No. 15	砕石置換	3.805	4.167	OK	4.567	5.446	OK
No. 15 (鋼管矢板)	—	4.412	4.167	NG	4.592	5.446	OK
No. 15 (鋼管矢板)	砕石置換	3.864	4.167	OK	4.547	5.446	OK
No. 16	—	4.129	3.908	NG	4.631	5.599	OK
No. 16	砕石置換	3.698	3.908	OK	4.622	5.599	OK
No. 16 (鋼管矢板)	—	4.287	3.908	NG	4.634	5.599	OK
No. 16 (鋼管矢板)	砕石置換	3.763	3.908	OK	4.633	5.599	OK
No. 23	—	4.691	4.490	NG	4.940	5.542	OK
No. 23	砕石置換	4.377	4.490	OK	4.889	5.542	OK
No. 27 (砂質土)	—	4.907	4.339	NG	5.131	5.242	OK
No. 27 (砂質土)	砕石置換	4.317	4.339	OK	4.813	5.242	OK
No. 27 (粘性土)	—	4.600	4.143	NG	4.790	5.137	OK
No. 27 (粘性土)	砕石置換	3.817	4.143	OK	4.420	5.137	OK
No. 34	—	3.890	4.208	OK	5.054	5.492	OK
No. 47	—	4.372	4.372	OK	5.628	5.990	OK

: 浸潤面対策(基礎砕石敷設+堤内側の砕石置換)を実施した場合の照査結果

【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

②平均動水勾配

・各断面の平均動水勾配は照査基準(現況の平均動水勾配より小さい)を満足する。

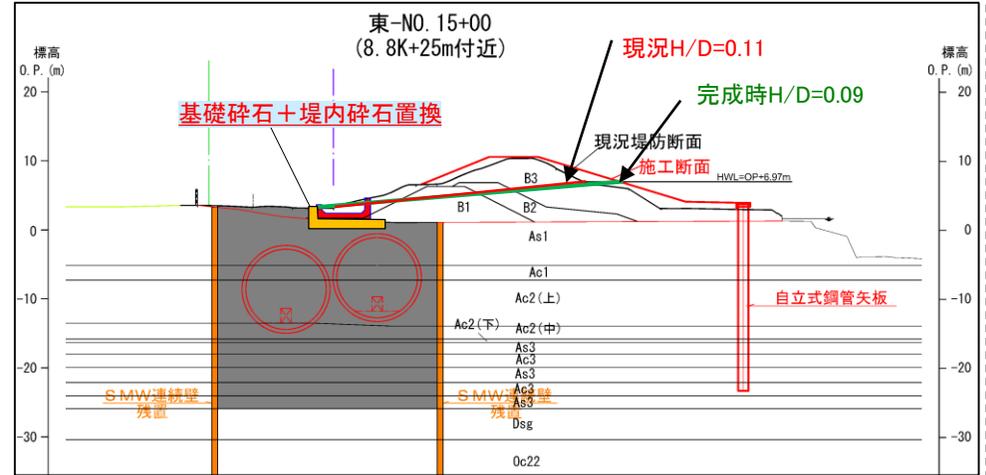
検討断面の平均動水勾配(完成時と現況の比較)の算出結果一覧

検討断面	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	3.84	43.74	0.09	3.85	35.98	0.11	OK
No. 15 (鋼管矢板)	3.84	43.74	0.09	3.85	35.98	0.11	OK
No. 16	3.77	43.98	0.09	3.93	35.68	0.11	OK
No. 16 (鋼管矢板)	3.77	43.98	0.09	3.93	35.68	0.11	OK
No. 23	3.85	42.32	0.09	3.83	35.18	0.11	OK
No. 27 (砂質土)	4.53	44.93	0.10	4.48	42.47	0.11	OK
No. 27 (粘性土)	4.53	44.93	0.10	4.48	42.47	0.11	OK
No. 34	4.48	44.16	0.10	4.48	35.80	0.13	OK
No. 47	4.00	42.26	0.09	4.00	35.11	0.11	OK

【考察】

□: 該当照査基準と算出結果

・道路構造物は現況堤防の川裏のり尻付近に位置し、さらに川表の緩傾斜化に伴い堤防敷幅が広くなることから、平均動水勾配は低下する。



No.15 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プ比

・各断面のレーンの加重クリープ比は、照査基準を満足する。

検討断面のレーンの加重クリープ比の算出結果一覧

検討断面	浸透路長		水位差			レーンの加重 クリープ比 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	25.5	18.3	6.97	3.13	3.84	8.2	6.0	OK
No. 15 (鋼管矢板)	25.5	18.3	6.97	3.13	3.84	8.2		OK
No. 16	28.1	16.0	6.98	3.20	3.78	8.9		OK
No. 16 (鋼管矢板)	28.1	16.0	6.98	3.20	3.78	8.9		OK
No. 23	34.0	8.3	7.06	3.21	3.86	9.5		OK
No. 27 (砂質土)	37.1	7.8	7.09	2.56	4.53	8.8		OK
No. 27 (粘性土)	37.1	7.8	7.09	2.56	4.53	8.8		OK
No. 34	44.2	0.0	7.15	2.67	4.48	9.9		OK
No. 47	42.3	0.0	7.23	3.23	4.00	10.6		OK

\*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。□: 該当照査基準と算出結果  
このため、照査基準は厳しい値である、6.0(=中砂)を採用する。

【考察】

レーンの加重クリープ比の設定

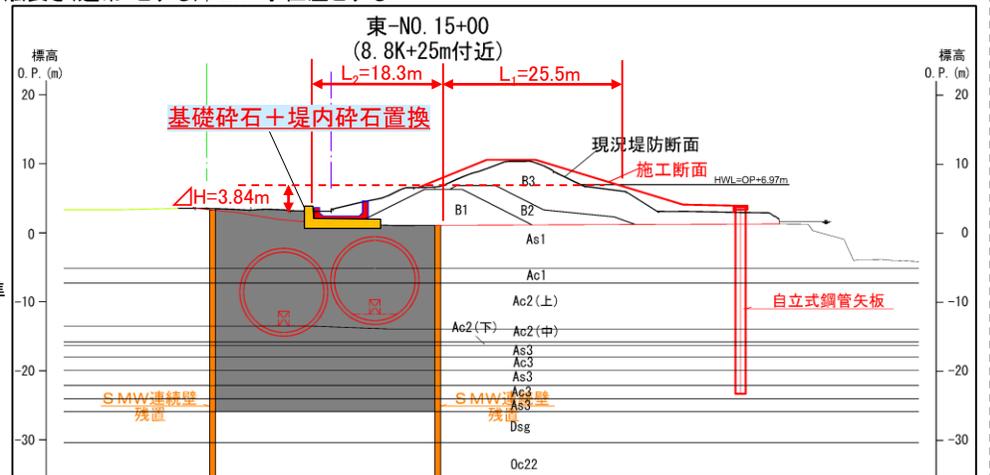
地盤の土質区分	C	地盤の土質区分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	粗砂利	4.0
細砂	7.0	中砂利	3.5
中砂	6.0	栗石を含む粗砂利	3.0
粗砂	5.0	栗石と砂利を含む	2.5

・検討断面のうち、No.15では、改良体部分が最も堤防側に近接しているため、クリープ比が最も小さい値となっている。

レーンの加重クリープ比の計算式

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

ここに、C:レーンの加重クリープ比、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.15 レーンの加重クリープ比の算出図

【照査結果】18-⑧, 19-⑪

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。

・浸潤面対策が必要となったNo.15～No.27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碎石置換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3-2 p.13～16参照】

検討断面	局所動水勾配対策の有無	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	
No. 15	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 15	完成時（無対策）	構造物周辺	0.009	-	0.3	0.008	-	0.5	OK
No. 15	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 15	完成時（無対策）	構造物周辺	0.133	-	0.3	0.134	-	0.5	OK
No. 15（鋼管矢板）	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 15（鋼管矢板）	完成時（無対策）	構造物周辺	0.008	-	0.3	0.008	-	0.5	OK
No. 15（鋼管矢板）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 15（鋼管矢板）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	構造物周辺	0.140	-	0.3	0.141	-	0.5	OK
No. 16	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 16	完成時（無対策）	構造物周辺	0.008	-	0.3	0.012	-	0.5	OK
No. 16	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 16	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	構造物周辺	0.132	-	0.3	0.123	-	0.5	OK
No. 16（鋼管矢板）	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 16（鋼管矢板）	完成時（無対策）	構造物周辺	0.007	-	0.3	0.012	-	0.5	OK
No. 16（鋼管矢板）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 16（鋼管矢板）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	構造物周辺	0.140	-	0.3	0.132	-	0.5	OK
No. 23	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 23	完成時（無対策）	構造物周辺	0.003	-	0.3	0.004	-	0.5	OK
No. 23	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 23	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	構造物周辺	0.187	-	0.3	0.200	-	0.5	OK
No. 27（砂質土）	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 27（砂質土）	完成時（無対策）	構造物周辺	0.003	-	0.3	0.004	-	0.5	OK
No. 27（砂質土）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 27（砂質土）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	構造物周辺	0.250	-	0.3	0.333	-	0.5	OK
No. 27（粘性土）	完成時（無対策）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 27（粘性土）	完成時（無対策）	構造物周辺	0.003	-	0.3	0.003	-	0.5	OK
No. 27（粘性土）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 27（粘性土）	完成時（基礎碎石敷設 +堤内側碎石置換）	構造物周辺	0.194	-	0.3	0.257	-	0.5	OK
No. 34	完成時（無対策）	堤防	0.263	評価なし	0.3	0.107	評価なし	0.5	NG
No. 34	碎石置換（のり尻部）	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 47	完成時（無対策）	堤防	0.413	0.215	0.3	0.078	0.036	0.5	NG
No. 47	碎石置換（のり尻部）	堤防	評価なし	0.215	0.3	評価なし	0.036	0.5	OK

■：浸潤面対策（基礎碎石敷設+堤内側の碎石置換）を実施した場合の照査結果    ■：碎石置換（のり尻部）を実施した場合の照査結果

□：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，および算出結果である。

—：現況の堤防断面は道路構造物がなく，構造物周辺の局所動水勾配はないため，表示なし（—表示）とした。

評価なし：浸潤面が地表面（のり面）と交わらない状態で，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No.15とNo.15(自立式鋼管矢板)を除き照査基準を満足する。照査基準を満足しない断面についても、浸潤面対策(砕石置換)を行うことにより照査基準を満足する。

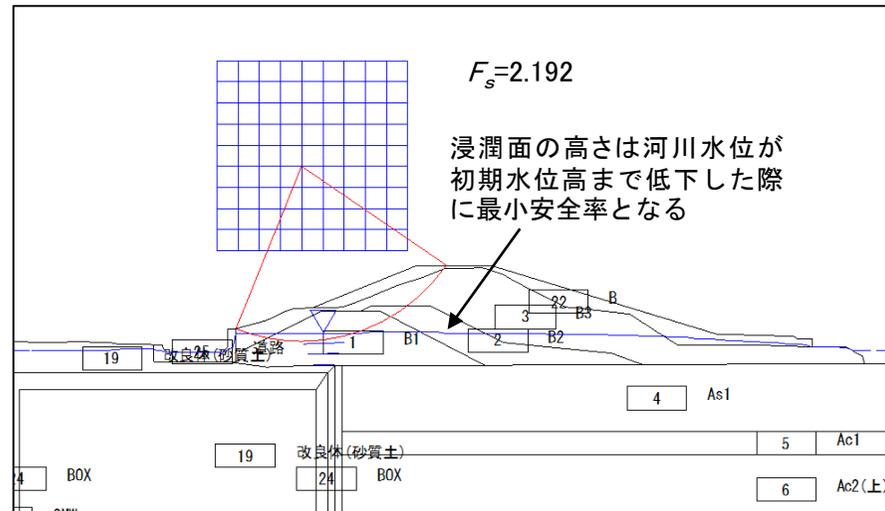
堤体内浸潤面上昇に伴うすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

検討断面	対策	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	現況	手引き	完成時		現況	手引き			
No. 15	-	2.192	2.208	1.44	NG	1.926	1.648	1.44	OK		
No. 15	砕石置換	2.242	2.208		OK	1.925	1.648		OK		
No. 15 (鋼管矢板)	-	2.143	2.208		NG	1.926	1.648		OK		
No. 15 (鋼管矢板)	砕石置換	2.230	2.208		OK	1.926	1.648		OK		
No. 16	-	2.719	1.838		OK	1.918	1.672		OK		
No. 16 (鋼管矢板)	-	2.719	1.838		OK	1.915	1.672		OK		
No. 23	-	2.929	2.819		OK	1.805	1.748		OK		
No. 27 (砂質土)	-	3.038	1.998		OK	2.065	2.052		OK		
No. 27 (粘性土)	-	2.777	1.889		OK	2.098	2.042		OK		
No. 34	-	2.693	2.515		OK	2.773	2.744		OK		
No. 47	-	1.729	1.454		OK	2.094	1.738		OK		

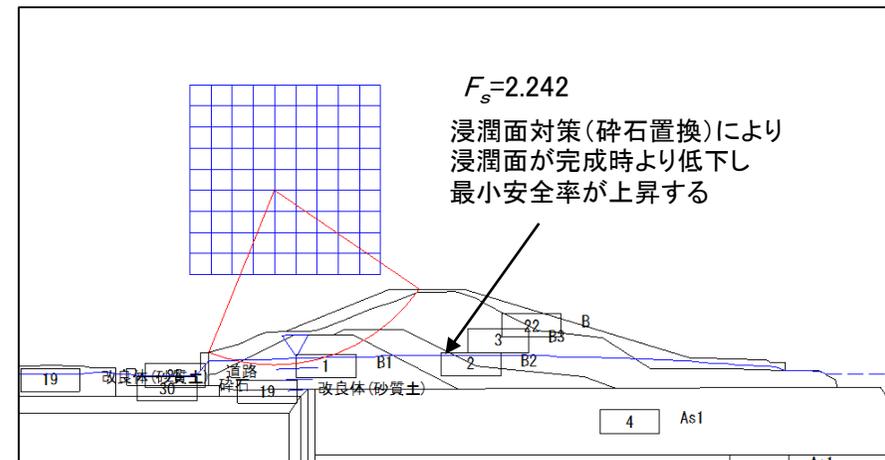
※:ここで、 $F_s=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$     : 浸潤面対策を実施した場合の照査結果  
 築堤履歴複雑  $\alpha_1=1.2$ , 要注意地形なし  $\alpha_2=1.0$     : 該当照査基準と算出結果

【考察】

- ・No.15について、現況より完成時の川裏のすべり安全率が低下した原因は、道路構造物の影響により浸潤面が若干上昇するためであるが、安全率の低下は0.1未満とわずかである。
- ・川表は表のり面の緩傾斜効果も加わり、すべり安全率の低下は見られない。
- ・完成時の安全率は、手引きの照査基準を大きく上回る。
- ・No.15においても浸潤面対策(砕石置換)により、すべり安全率は照査基準を満足する。



No.15 完成時の川裏すべり安定計算結果

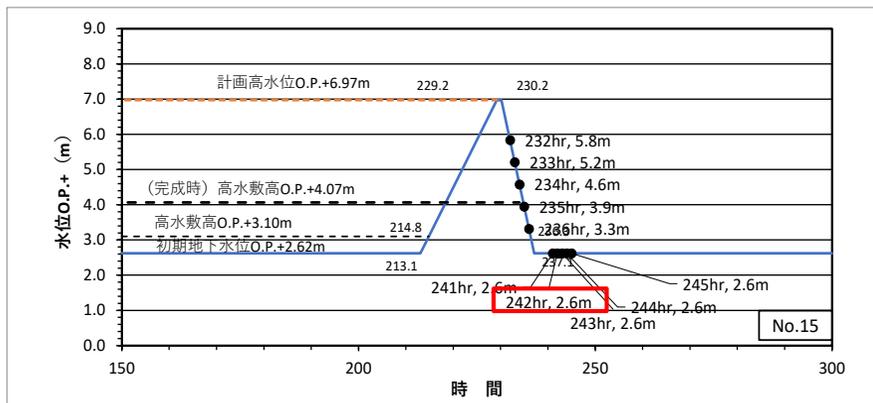


No.15 完成時(砕石置換対策)の川裏すべり安定計算結果

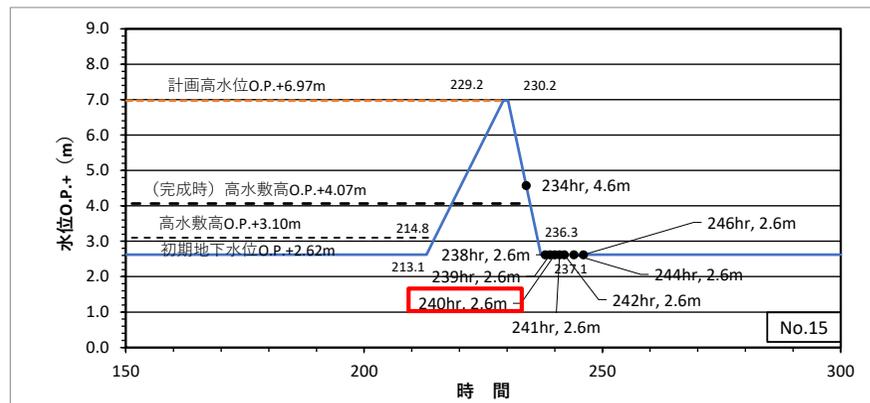
【照査結果】 18-⑨

⑤円弧すべり安全率

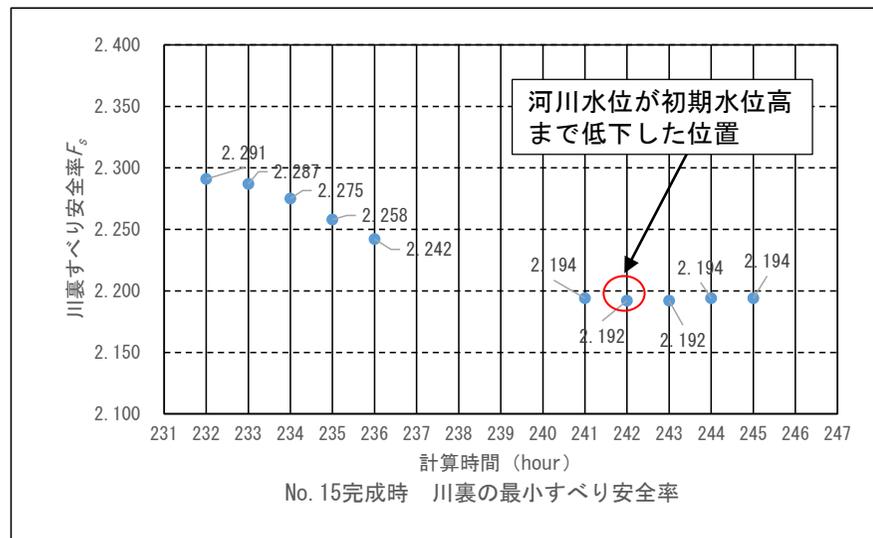
- ・No.15完成時について、河川水位と川裏すべり安全率の時刻歴変化を示す。
- ・川裏すべりの安全率は、河川水位が初期水位高(平水位)まで低下した時点で最小となる。最小安全率の値は、浸潤面对策(碎石置換)を行うことにより、 $F_s=2.192$ から $F_s=2.242$ へと上昇することを確認した。



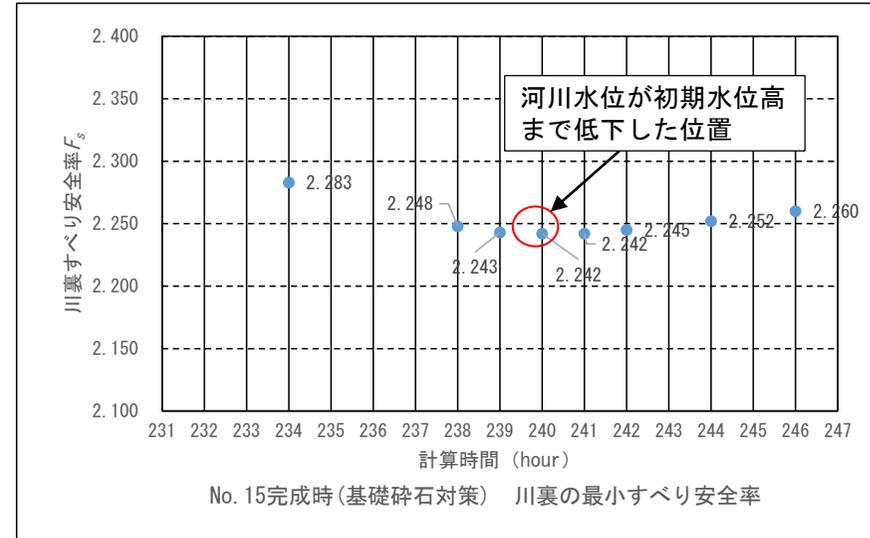
(a) 河川水位の経時変化



(a) 河川水位の経時変化図



(b) 最小すべり安全率の時刻歴  
No.15完成時



(b) 最小すべり安全率の時刻歴  
No.15完成時(碎石置換対策)

河川水位(安定計算時点)と最小すべり安全率の時刻歴図(川裏)

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  $F_s > 1.1$

【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、 $W_B$ :道路ボックス躯体の重量、舗装材の重量、 $U$ :道路ボックス躯体底面に作用する揚圧力とする。

【解析入力条件】

- ・ボックス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(試算)】 U-⑥, U-⑦

・ボックスに対する浮き上がりの照査結果を示す。

完成時のボックス前面水位は、淀川左岸線(2期)区間の方針を踏襲し、降雨浸透対策を考慮しない水位を原則とする。

・各断面の完成時において、ボックスの浮き上がりに対する安全率は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。ただし、No.27では基礎砕石対策の効果を踏まえ、照査基準を満足する。

・シールドの浮き上がりについては、地盤改良の検討の後、照査を実施する。

ボックスに対する浮き上がりの照査結果

検討断面	対策	完成時						判定
		上載土荷重(kN)	躯体重量※1(kN)	ボックス前面水位(0.5m丸め)(m)	揚圧力※2(kN)	安全率	照査基準	
No. 15		0	315	4.5	232	1.35	1.1	OK
No. 15 (鋼管矢板)		0	315	5.0	271	1.16		OK
No. 16		0	331	5.0	276	1.20		OK
No. 16 (鋼管矢板)		0	331	5.0	276	1.20		OK
No. 23		0	356	5.0	314	1.13		OK
No. 27 (砂質土)		0	367	5.5	403	0.91		NG
No. 27 (砂質土)	基礎砕石	0	367	4.5	325	1.13		OK
No. 27 (粘性土)		0	367	5.0	364	1.01		NG
No. 27 (粘性土)	基礎砕石	0	367	4.0	286	1.28		OK
No. 34		652	685	4.0	1116	1.20		OK
No. 47		2540	1495	4.5	2225	1.81	OK	

※1: 舗装厚さ0.4mを見込む

※2: 降雨浸透対策を見込まない場合(水位)の揚圧力

※3: 計画高水位HWLを用いて算出した揚圧力

■ : 浸潤面対策を実施した場合の照査結果

□ : 該当照査基準と算出結果

【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）

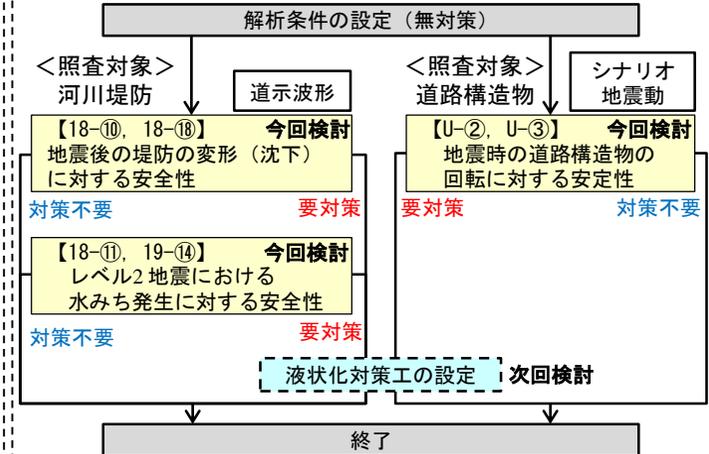
【照査項目】

- 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】

■地震後残留堤防高に対する照査結果【18-⑩, 18-⑱】〔解析結果詳細：資料3-2 p.18, 21, 24, 27, 30, 33, 36参照〕

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	1.181	1.283	1.285	1.250	9.171	4.58	OK	0.277	0.292	0.296	0.288	10.133	2.27	OK
No.14	10.560	1.183	1.462	1.652	1.432	9.128	4.58	OK	0.392	0.450	0.478	0.440	10.120	2.29	OK
No.26 (砂質土地盤)	10.683	1.870	1.181	1.758	1.603	9.080	4.58	OK	0.281	0.289	0.294	0.288	10.395	2.30	OK
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.395	1.368	1.335	1.366	9.317	4.58	OK	0.268	0.273	0.272	0.271	10.412	2.30	OK
No.30	10.715	1.787	1.804	1.807	1.799	8.916	4.58	OK	0.337	0.354	0.368	0.353	10.362	2.30	OK
No.35	10.755	2.881	2.974	3.037	2.964	7.791	4.58	OK	0.632	0.650	0.664	0.649	10.106	2.30	OK
No.43	10.808	3.998	3.581	3.194	3.591	7.217	4.59	OK	0.688	0.682	0.671	0.680	10.128	2.31	OK

※1 完成時の断面形状に関する照査結果を表記

※2 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。

※3 照査外水位は次のとおり ⇒ 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】

■水みち発生に対する照査結果【18-⑪, 19-⑭】〔解析結果詳細:資料3-2 p.19, 22, 25, 28, 31, 34, 37参照〕

断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					
		剥離状況				シールド	判定	剥離状況				シールド	判定
		掘割部およびボックス						掘割部およびボックス					
		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		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.14	掘割部	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
	ボックス右	発生無し	一部発生	一部発生	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	発生無し	一部発生	—	OK
No.26 (砂質土地盤)	掘割部	発生	発生	—	発生	—	NG	発生	発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	発生無し	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.26 (粘性土地盤)	掘割部	発生	発生	—	発生	—	NG	発生	発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	発生無し	OK
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.30	掘割部	発生	発生	—	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	発生無し	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	発生無し	OK
No.35	ボックス	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
	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.43	ボックス	—	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	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	発生無し	OK
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	発生無し	OK

※1 完成時の断面形状に関する照査結果を表記。

※2 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。

※3 NGとなったNo.26(砂質土地盤)およびNo.26(粘性土地盤)については、照査基準を満足する液状化対策を検討する。

## 【照査結果一覧】

■底面回転角に対する照査結果【U-②, U-③】〔解析結果詳細:資料3-2 p.20, 23, 26, 29, 32, 35, 38参照〕

断面		シナリオ地震動（南海・東南海地震動）						最大級シナリオ地震動（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		0.11	-0.23	33.94	1.01	2.00	OK	0.04	-0.14	33.94	0.54	2.00	OK
No.14	掘割部	0.02	-0.01	7.80	0.39	2.00	OK	0.02	-0.02	7.80	0.52	2.00	OK
	ボックス左	0.01	0.02	14.41	0.07	2.00	OK	0.01	0.02	14.41	0.07	2.00	OK
	ボックス右	-0.01	-0.01	11.60	0.00	2.00	OK	-0.01	-0.02	11.60	0.09	2.00	OK
No.26 (砂質土地盤)	掘割部	0.65	-1.00	7.80	21.16	2.00	NG	0.62	-0.57	7.80	15.26	2.00	NG
	シールド上	0.32	0.79	6.38	7.37	2.00	NG	0.15	0.34	6.38	2.98	2.00	NG
	シールド下	0.00	0.00	4.61	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	4.61	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土地盤)	掘割部	3.14	-0.10	7.80	41.54	2.00	NG	1.45	0.00	7.80	18.59	2.00	NG
	シールド上	0.07	0.16	6.38	1.42	2.00	OK	0.05	0.08	6.38	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.01	4.61	0.22	2.00	OK	-0.01	0.00	4.61	0.22	2.00	OK
No.30	掘割部	1.17	-0.07	7.80	15.90	2.00	NG	0.50	-0.04	7.80	6.93	2.00	NG
	シールド上	0.51	0.35	6.37	2.52	2.00	NG	0.18	0.25	6.37	1.10	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.97	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.97	0.00	2.00	OK
No.35	ボックス	-0.05	-0.78	7.80	9.36	2.00	NG	-0.06	-0.34	7.80	3.59	2.00	NG
	シールド上	0.95	1.16	6.37	3.30	2.00	NG	0.31	0.39	6.37	1.26	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.46	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.46	0.00	2.00	OK
No.43	ボックス	0.00	0.00	7.47	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	7.47	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.37	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.37	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	7.38	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	7.38	0.00	2.00	OK

※1 完成時の断面形状に関する照査結果を表記。

※2 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：最大級シナリオ地震動（上町断層帯）で照査を行う。

※3 表中のA点およびB点は、道路ボックスもしくは掘割部の両端位置、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。

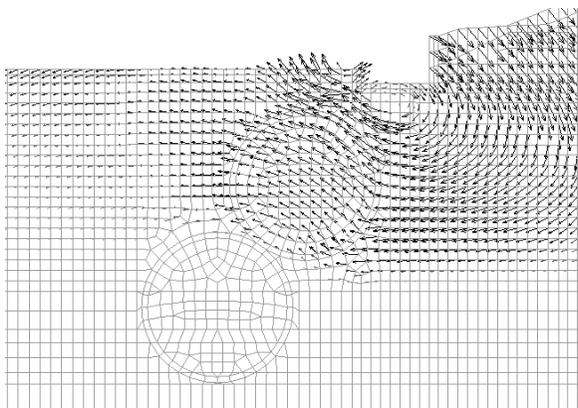
■照査結果

<地震後の堤防の変形(沈下)に対する安全性について>

・いずれの断面も照査基準を満足する。

<水みち発生に対する安全性, 道路構造物の回転に対する安全性について>

・No.26, No.30, No.35の断面において, 流動現象に起因する回転挙動が卓越するため, 照査基準を満足しない。



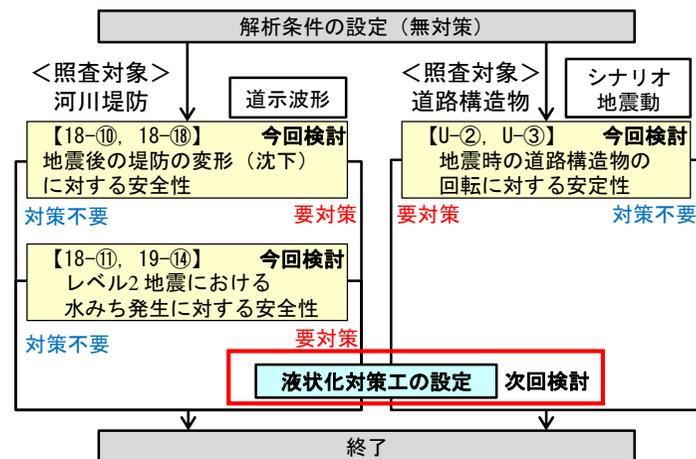
変位ベクトル図(No.26(砂質土地盤)の例)

[元図:資料3-2 p.29 残留変形図(シナリオ地震動)]

■液状化対策の検討

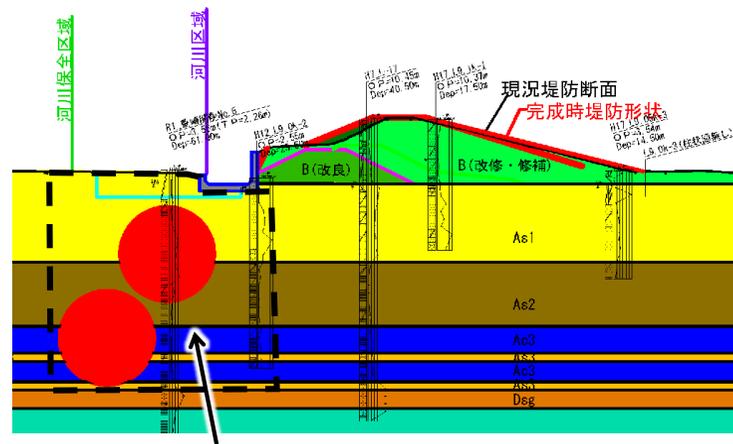
水みちの発生や道路構造物の回転に対する液状化対策として固結工法による地盤対策を考慮し解析を行う。

■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。

■No.26(砂質土地盤)に対する対策範囲案



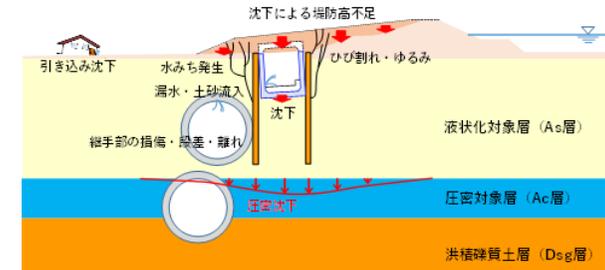
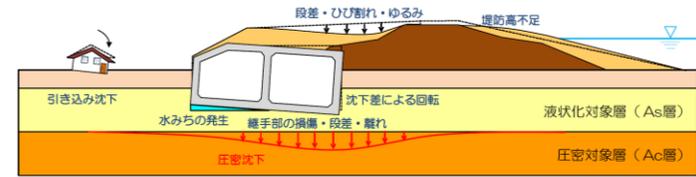
対策範囲案 幅 : 道路構造物幅+1m  
深さ : 道路構造物下端まで

【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】

- ・ 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（第3回）



【残留沈下量の考え方（淀川左岸線(2期)の照査基準と同様）】  
 対策工要否検討時には、完成形状全荷重が作用した際の道路構造物の沈下量を評価する。  
 （道路構造物構築と同時に計画盛土が完成した条件で照査）

【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】

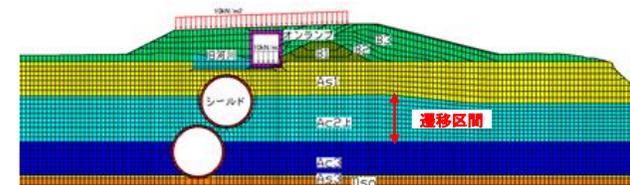
No. 15, No. 30を除く3断面において、道路躯体の残留沈下量が許容残留沈下量10cmを満足していない。なお、No. 15の道路躯体の残留沈下量は、躯体構築により圧密対象層が大幅に減少するため、2.2cmと沈下量が小さくなる。No. 30の道路躯体の残留沈下量は10cm未満であるが、ボックス左端部の許容残留沈下量は10.2cmと基準値を満足しない。

立坑位置であるNo. 15の残留沈下量は10cm未満で、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。

解析断面	道路躯体の 残留沈下量 (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
No. 4	13.6	10	NG	必要	23.0	ボックス右端部
No. 15（立坑）	2.2	10	OK	不要	2.2	ボックス中央部
No. 16	11.8	10	NG	必要	13.8	ボックス右端部
No. 27	22.0	10	NG	必要	23.5	ボックス右端部
No. 30	9.8	10	OK	必要注)	10.2	ボックス左端部

<解析断面：No. 27>

No. 27は、圧密対象層であるAc2層が粘性土から砂質土へ遷移する区間である。解析時には、圧密沈下が発生しやすい条件である「粘性土」と評価して解析を実施しており、他の断面に比べて、道路躯体の残留沈下量が22cmと大きな沈下が発生している。



〔解析結果詳細：資料3-2 p. 42, 43参照〕

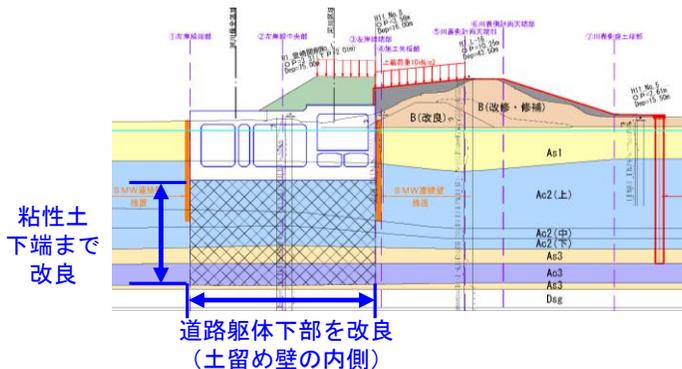
注) ボックス左端部の沈下量は10.2cmで基準値を満足しないため、対策が必要と判断する。

不同沈下に対する修復の容易性検証

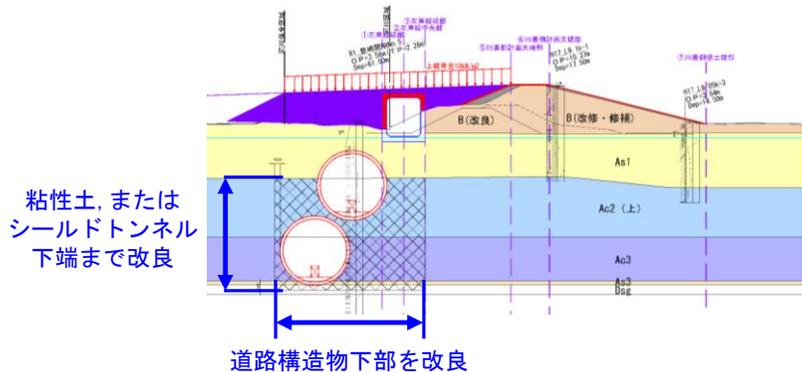
【圧密沈下対策工の設定】

淀川左岸線（2期）と同様に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。

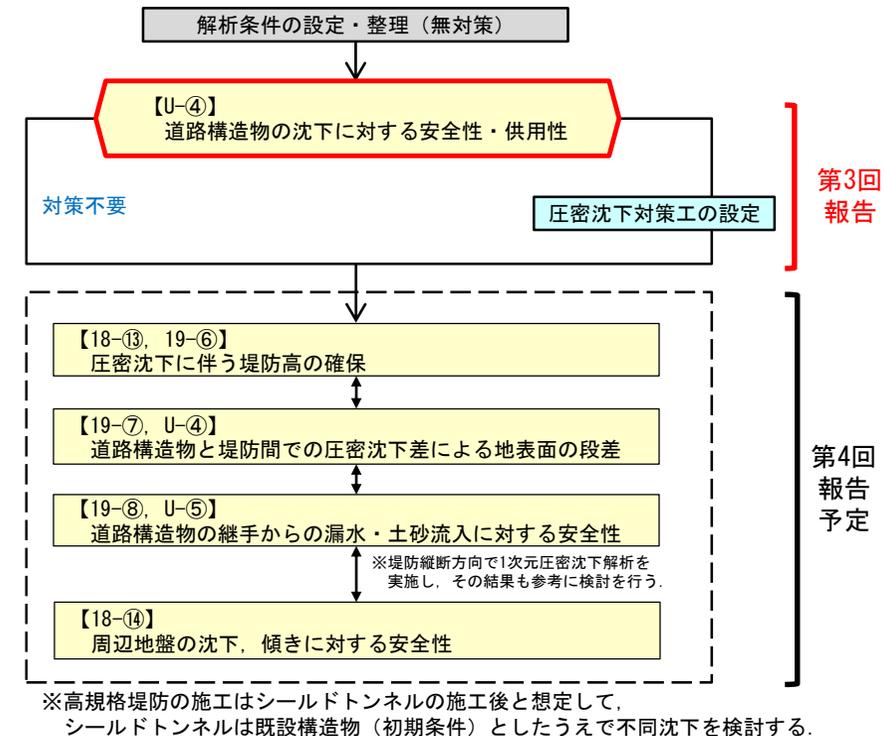
■開削ボックス区間の対策範囲（案）



■シールドトンネル区間の対策範囲（案）



【検討フロー図】



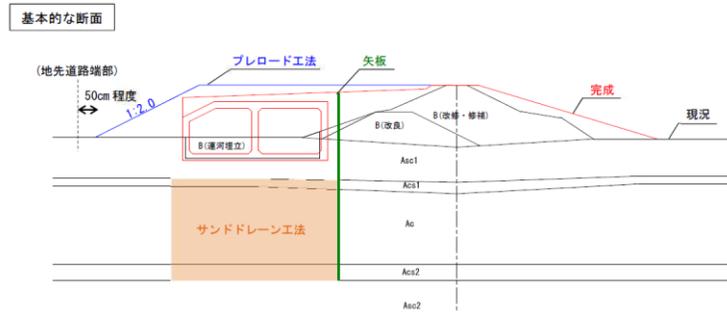
第3回  
報告

第4回  
報告  
予定

※高規格堤防の施工はシールドトンネルの施工後と想定して、シールドトンネルは既設構造物（初期条件）としたうえで不同沈下を検討する。

【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. 5-7】

淀川左岸線(2期)区間では、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、範囲は道路躯体下部（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。



## 照査結果についてのまとめを示す

## ●侵食作用に対する安全性検証結果一覧

- ・堤防の直接侵食に対する安全性【18-①】，堤防の側方侵食に対する安全性【18-②】については照査基準を満足する。
- ・堤防の洗掘に対する安全性【18-③】については，自立式鋼管矢板の設計計算の結果，構造諸元を「鋼管矢板φ900，t=16mm，L=20.5m」とすることで，照査基準を満足することとなる。また，根固めブロックを新たに4m設置することが必要となる。

## ●浸透作用に対する安全性検証結果一覧

- ・①堤体内の浸潤面位置【18-⑤，19-⑮】，②平均動水勾配【18-⑤，19-⑮】，③レーンの加重クリープ比【18-⑦，19-⑯】，④水平・鉛直方向の局所動水勾配【18-⑧，19-⑰】，⑤円弧すべり安全率【18-⑨】の安全性照査については，適切な対策工（道路下部の砕石敷設）を実施することで照査基準を満足する。

## ●地震動作用に対する安全性検証結果一覧

- ・液状化対策工なしの検討で照査基準を満足するかの確認を行った。
- ・地震後の河川外への越流【18-⑩】，津波による越波に対する安全性【18-⑱】については照査基準を満足する。
- ・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【18-⑪，19-⑭】や地震時の液状化に対する修復性【U-③】については，No. 26，No. 30，No. 35の断面で照査基準を満足しないため，液状化対策工を行った断面で，今後解析検討を進め安全性の照査を行う。

## ●不同沈下に対する修復の容易性検証

- ・圧密沈下対策工なしの検討で照査基準を満足するかの確認を行った。
- ・道路構造物の沈下に対する安全性・供用性【U-④】については，No. 15は対策工が不要だが，No. 4，No. 16，No. 27，No. 30の断面で照査基準を満足しない。また，圧密対象層が確認されている区間では軟弱地盤対策工が必要であるため，今後圧密沈下対策工を行った解析を進めていく。