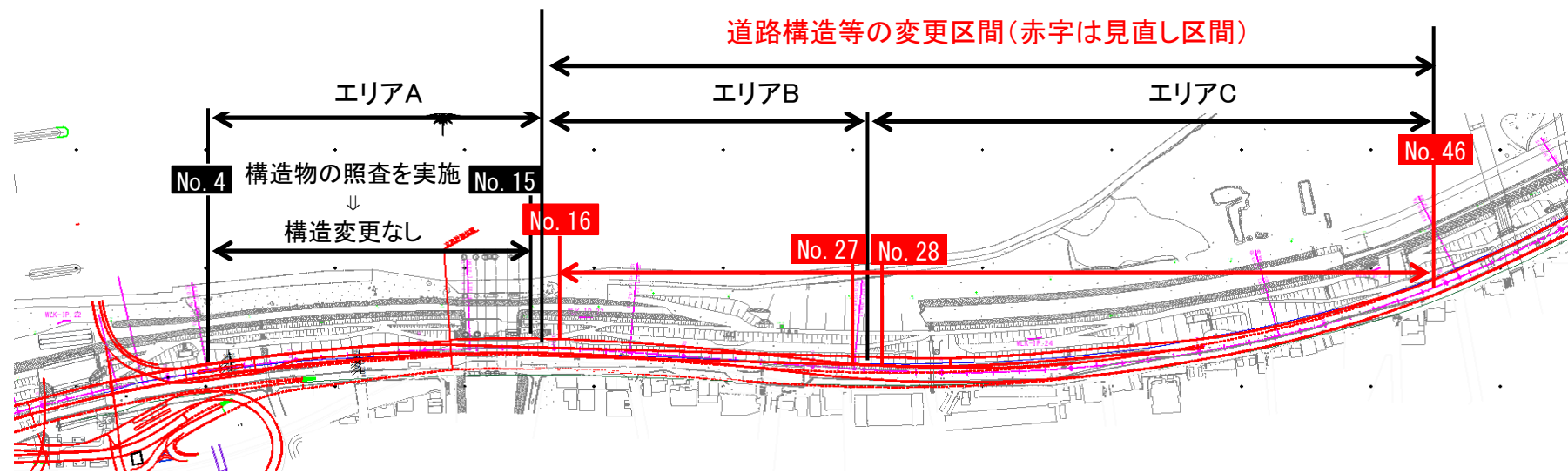


一体構造物の安全性の照査結果 (説明資料)

令和 6年 5月 20日

【1】 第4回委員会後の解析断面形状の変更

第4回委員会後から、下記エリアBおよびエリアCにおいて、堤体内水位の上昇等の対応を目的に、ランプの縦断線形及び構造等を変更しており、検討断面の選定を見直した。



概略設計の進捗による道路構造物の変更

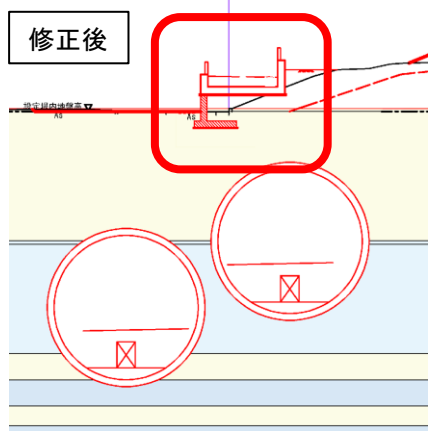
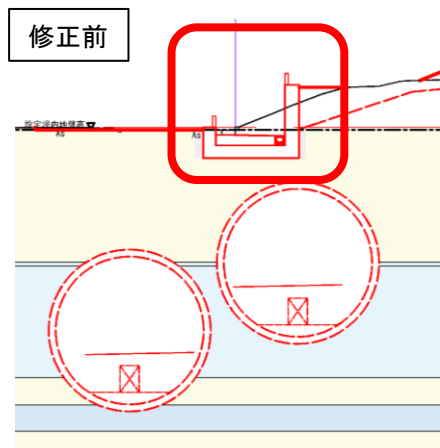
① ランプの縦断線形の変更	16	30
② ランプの構造の変更	16	46
③ ランプと土留めの遊間の変更	16	46
④ ランプの本線切詰め区間の変更	36	46

検討条件の変更

⑤ 道路構造変更に伴う土留めの変更	16	26	27	29	30	46
		②-1 鋼矢板完成時撤去	②-2 鋼矢板 (残置)	②-3 地中連続壁		
⑥ 施工時の検討断面の変更	16				30	

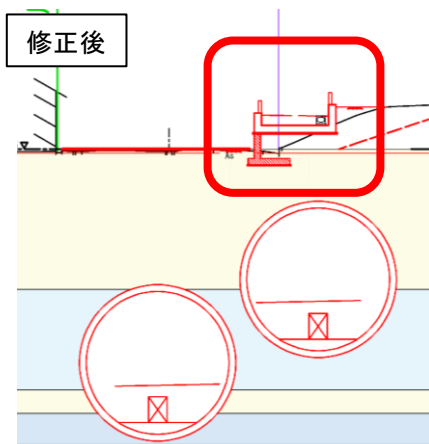
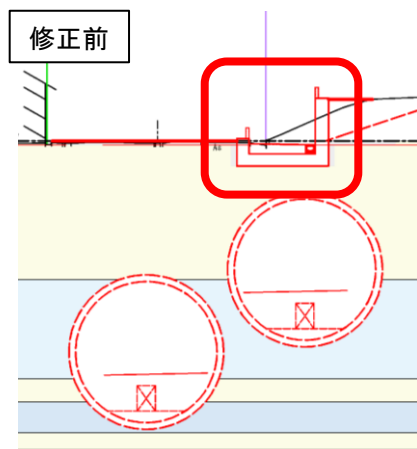
① ランプの縦断線形の変更

ランプの縦断線形の変更結果を反映



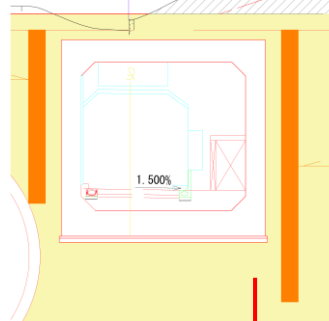
② ランプの構造の変更

ランプの縦断線形の変更及び概略設計の進捗に伴うランプ構造の変更結果を反映



③ 土留め壁と構造物の遊間の変更

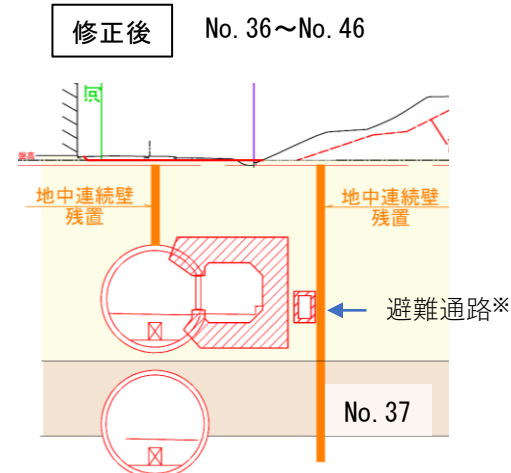
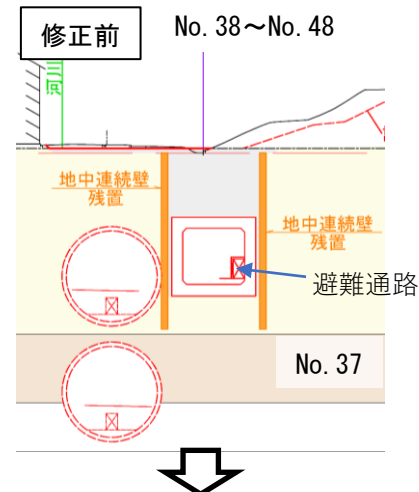
土留め壁と構造物の遊間について、土留め壁の施工精度と施工余裕を考慮して、500mmから800mmに変更。なお、堤防定規内の矢板については撤去を基本とする。



修正前 500mm
修正後 800mm

④ ランプの本線切上げ区間の変更

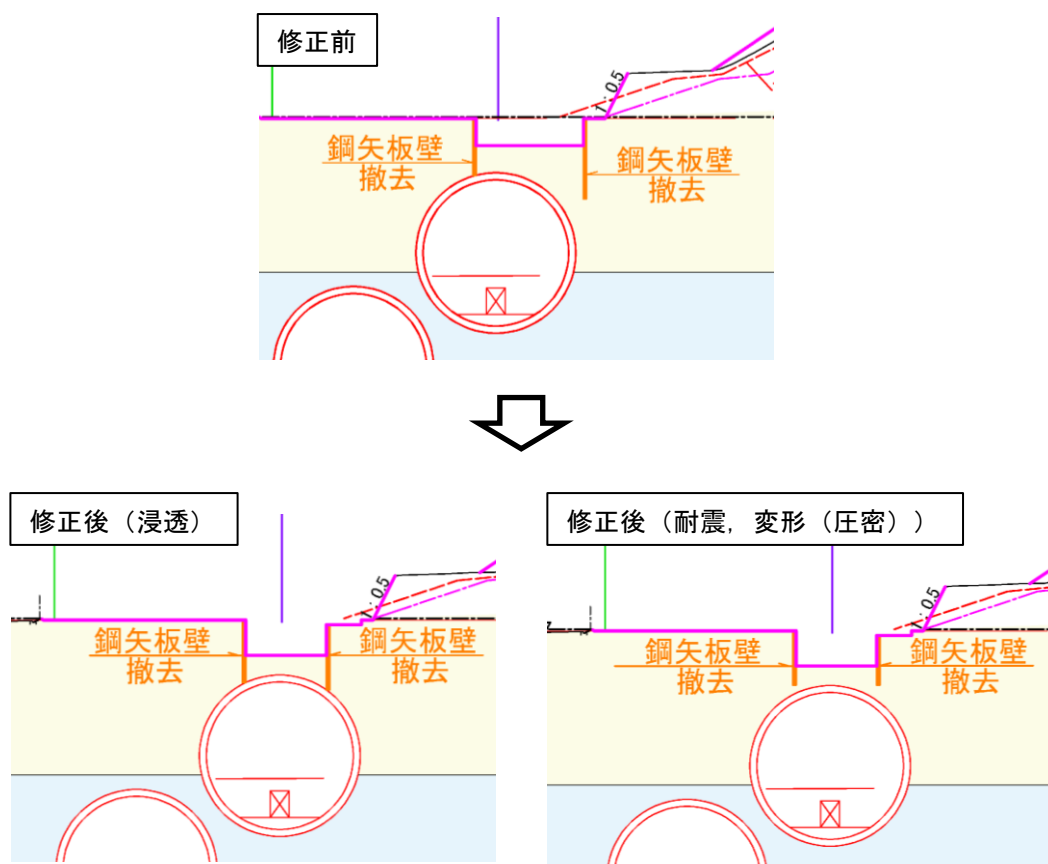
ランプが本線に合流する本線切上げ区間について、始終点をそれぞれ2測線下流側へ変更



※シールドトンネル設計の結果独立避難通路に変更

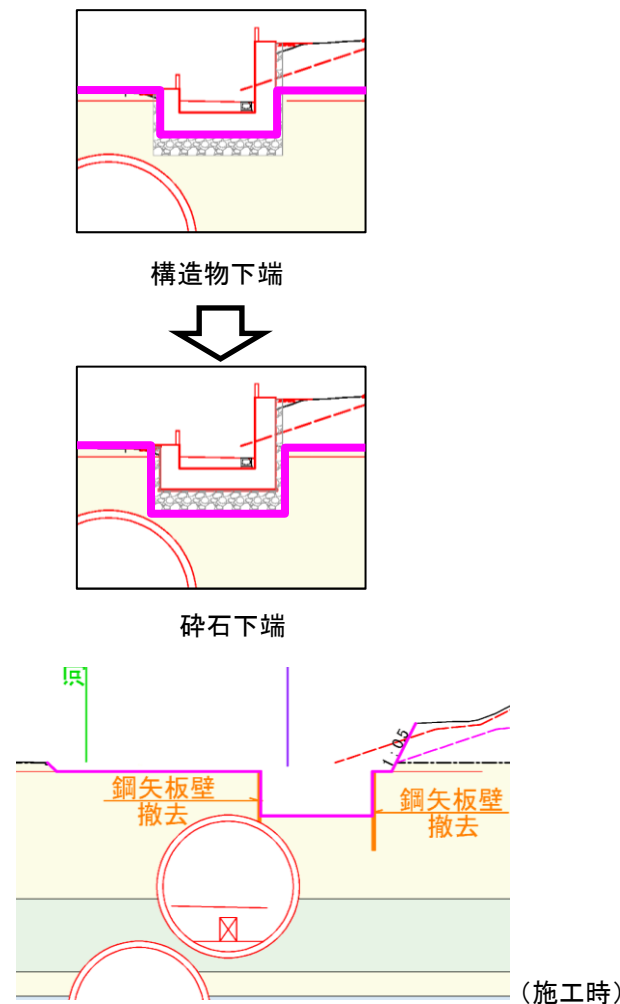
⑤ 土留めの変更

構造物の再設計や概略設計の進捗に伴い、土留め延長及び構造の見直しを行った。なお、耐震・圧密変形に対しては、土留長が短い方が厳しい条件となることから、今後の土留検討で長さが変化する可能性を考慮して、最小根入れ長3.0mとして検討する。



⑥ 施工時の検討断面の変更

浸透対策として砕石置換が想定される区間において、施工時の厳しい条件として、砕石置換を考慮した掘削範囲について検討する。



【2】 断面選定への影響について

資料-2-2のNo.1対応

4

道路構造物の断面形状の変更に伴い、第4回委員会において選定した検討断面が妥当であるか、その影響について確認した。

まずStep1として、構造形式や地盤条件によって、カテゴリーを詳細に分類した。今回の変更は、構造形式や地盤条件の分類に変更はないが、ランプ構造や土留長の見直しによりカテゴリーの一部が変更となる。現時点の分類を下記に示す。

【浸透の例】

※第4回委員会より

測点No.		4			10			15		20			25			30			35			40			45			49			
道路構造	本線	開削ボックス							立坑	シールドトンネル																					
	ランプ	擁壁・掘割											開削ボックス					本線シールド切詰め													
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・砂質土層）			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）		水衝部（自立式鋼管矢板あり）											高水敷（自立式鋼管矢板なし）																		
区分		①							②	③			④	⑤		⑥	⑦	⑧	⑨		⑩	⑪		⑫	⑬	⑭		⑮		⑯	⑰



測点No.		4		10				15		20				25				30				35				40				45				46	
構造形式	本線	開削ボックス								立坑	シールドトンネル																								
	ランプ	擁壁・掘割												開削ボックス (地上突出)				開削ボックス (地下埋設)				本線シールド切詰め													
土留め	構造	地中連続壁						鋼矢板（完成時撤去）						鋼矢板		地中連続壁																			
	長さ	20m				>20m	20m	58m	H=7m						H=17m		H=20m				H=25m		H=35m												
地盤		粘性土層が厚く分布										遷移区間 (粘性土・砂質土層)				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(矢板)		矢板あり										矢板なし																							
区分		①				②	③	④	⑤				⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫		⑬	⑭	⑮												

【構造形式】

- ・ 本 線：開削ボックス、立坑、シールドトンネルの種別と、その位置に変更がない。
- ・ ラ ン プ：擁壁・掘割、開削ボックス、本線シールド切詰めは種別は変更ないが、開削ボックスと本線シールド切詰め区間の始点がやや下流側となる見込みである。また開削ボックス区間では地上突出と地下埋設区間について、浸透や耐震等で特性の違いが想定されることから、区分した。
- ・ 土留め構造：鋼矢板は完成時に撤去される区間の一部が残置される区間に変更となる。さらに、鉄道交差部は、地中連続壁が適用される。
- ・ 地 盤：地盤条件は見直しを行っていない。
- ・ 川表の状況：川表の状況は見直しを行っていない。

(1) 浸透解析における選定断面

一部道路構造の見直しの断面がある区間では、見直しが終了したのちに、再選定を実施する。
本検討により、No. 16, No. 23, No. 24 (施工時のみ), No. 26, No. 36を選定することとする。

【ケースA (遷移区間は粘性土層が厚く分布と仮定)】

※構造諸元の変更なし

※赤字が第4回委員会から変更

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	
施工時	No. 15 ★	★ No. 16 ←No. 19	★ No. 24 ←No. 26	★ No. 28	No. 34 ★	★ No. 36 ←No. 47	
完成時	No. 15 ★	★ No. 16	No. 26 ★	★ No. 28	No. 34 ★	★ No. 36 ←No. 47	
完成時 (高規格堤防考慮)	No. 15 ★	★ No. 16	No. 26 ★	★ No. 28	No. 34 ★	★ No. 36 ←No. 47	

【ケースB (遷移区間は砂質土層が厚く分布と仮定)】

※構造諸元の変更なし

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	
施工時	No. 15 ★	★ No. 16 ←No. 19	★ No. 23 ←No. 26	No. 30 ★	No. 34 ★	★ No. 36 ←No. 47	
完成時	No. 15 ★	★ No. 16	No. 26 ★	No. 30 ★ ←No. 29	No. 34 ★	★ No. 36 ←No. 47	
完成時 (高規格堤防考慮)	No. 15 ★	★ No. 16	No. 26 ★	No. 30 ★ ←No. 29	No. 34 ★	★ No. 36 ←No. 47	

【ケースC (地盤対策(固結工法)) ※構造諸元の変更なし

施工時	2-①	2-②	
完成時	2-①-1	2-①-2	2-②
完成時 (高規格堤防考慮)	2-①-1	2-①-2	2-②
施工時	No. 15 ★		★ No. 36 ←No. 47
完成時	No. 15 ★	★ No. 23	★ No. 36 ←No. 47
完成時 (高規格堤防考慮)	No. 15 ★	★ No. 23	★ No. 36 ←No. 47

【解析ケース案】

※構造諸元の変更なし

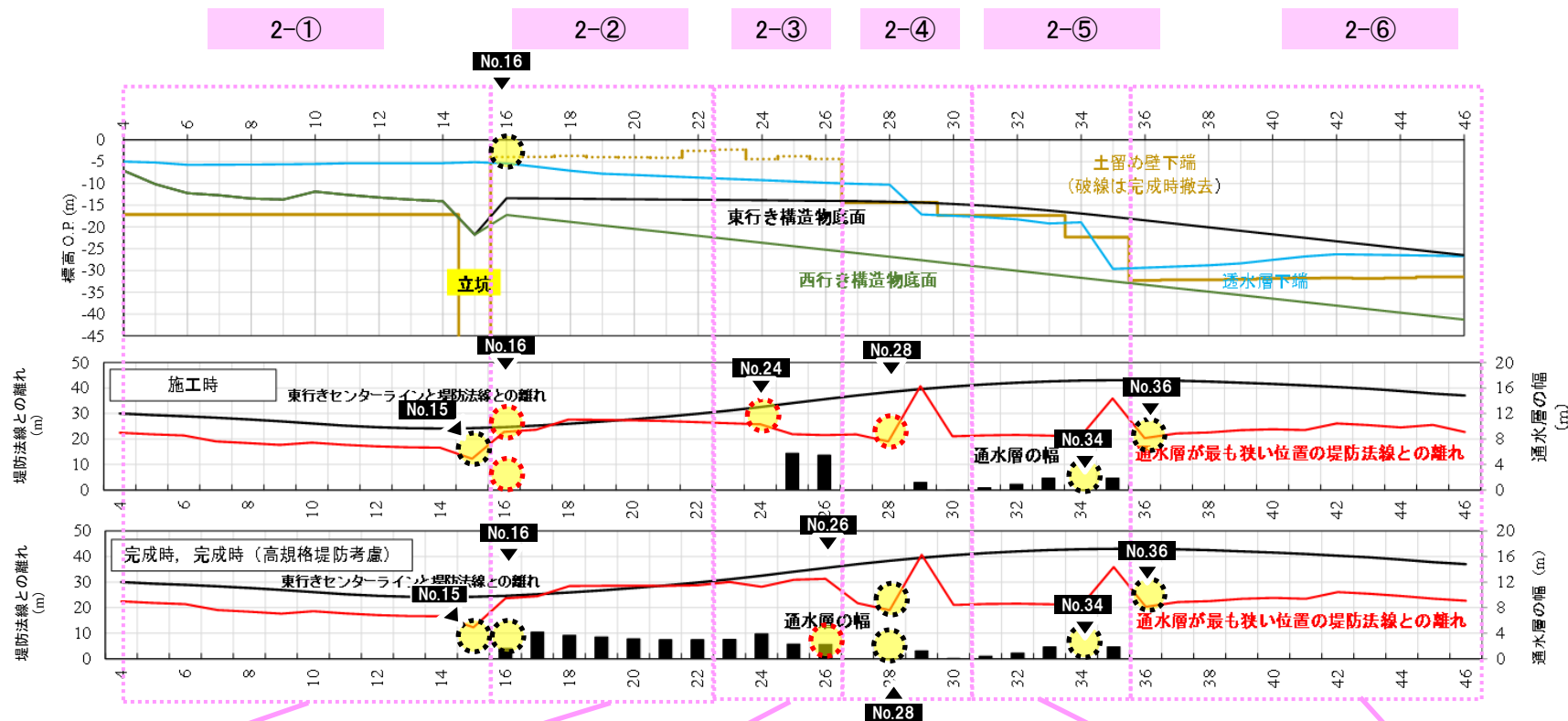
※断面を再選定した範囲

測線	No. 15	No. 16	No. 19	No. 23	No. 24	No. 26	No. 28	No. 29	No. 30	No. 34	No. 36	No. 47
条件	矢板あり 矢板なし	矢板あり 矢板なし	矢板あり 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)	★	★	—	★	—	★	★	★	★	★	★	★

川表に矢板を設置する区間
(No. 4～No. 22)

地層の遷移区間
(No. 24～No. 28)

☆：変更で新たに選定された断面



【施工時・完成時・完成時
(高規格堤防考慮)】
No. 15: 透水層が遮断され、
構造物が最も堤防に近接する
立坑断面を選定

【施工時】
No. 16: 施工時に透水層
を遮断している位置
が堤防に最も近い断面
を選定

【完成時・完成時
(高規格堤防考慮)】
No. 16: 透水層幅が最
も狭く、その位置が堤
防に最も近い断面を選
定

【施工時】
No. 24: 施工時に透水層
を遮断している位置が
堤防に最も近い断面を
選定し、No. 26から変更

【完成時・完成時(高
規格堤防考慮)】
No. 26: 透水層幅が最も
狭い断面を選定
ケースBで詳述

【施工時・完成時・完
成時(高規格堤防考
慮)】
No. 28: 完成時にも残置
される鋼矢板が遷移層
(粘性土層)に入り、
透水層を遮断している
位置が堤防に最も近い
断面を選定

【施工時・完成時・完成
時(高規格堤防考慮)】
No. 34: 土留め壁が深く、
局部的に透水層を遮断す
る断面を選定

【施工時・完成時・完成
時(高規格堤防考慮)】
No. 36: 透水層を遮断して
いる位置が堤防に最も近い
断面を選定

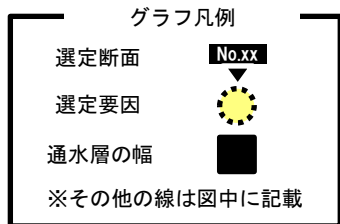
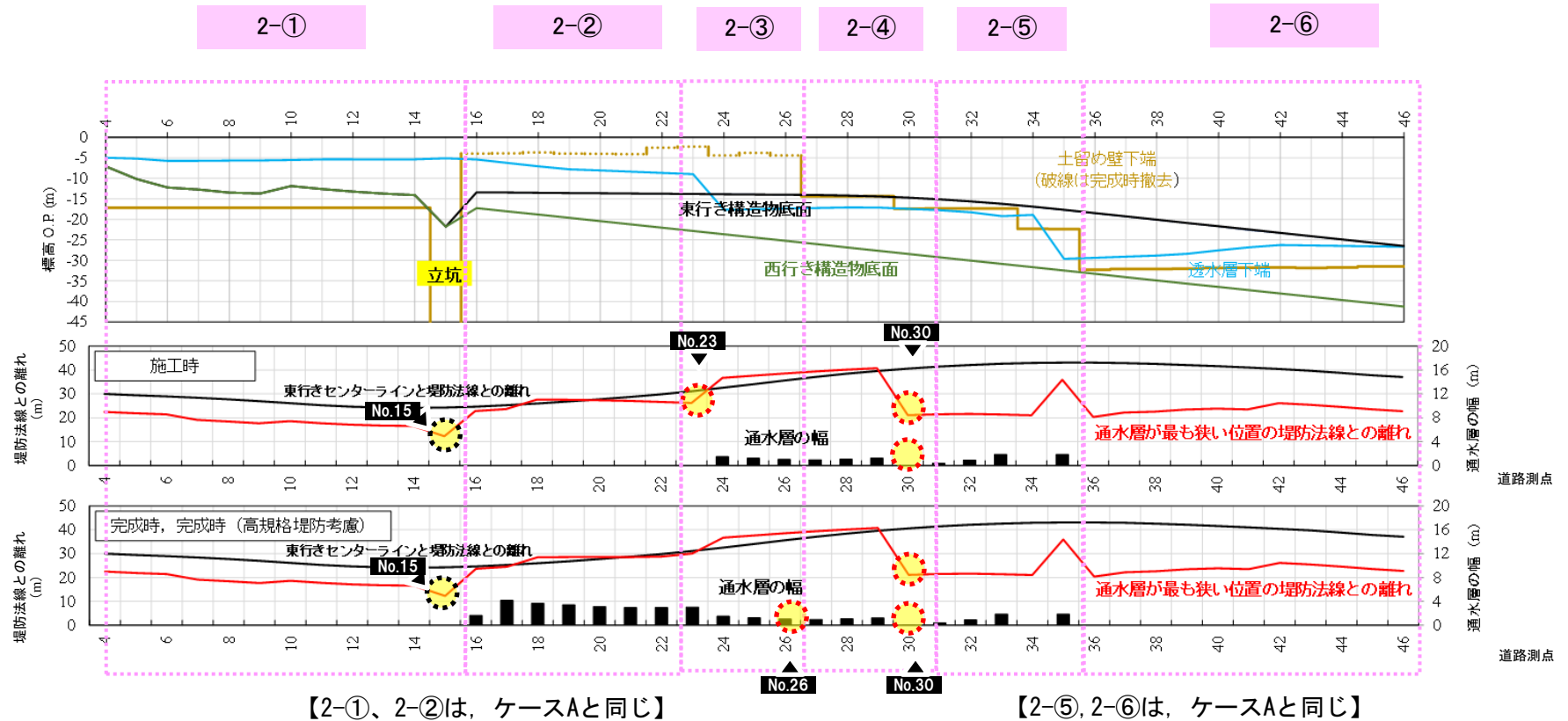
グラフ凡例

選定断面 No.xx

選定要因

透水層の幅

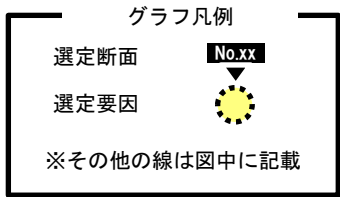
※その他の線は図中に記載



【施工時】
No. 23：施工時に透水層が遮断され、その位置が堤防に最も近い断面を選定

【完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
No. 26：透水層幅が最も狭い断面を選定
次ページに詳述

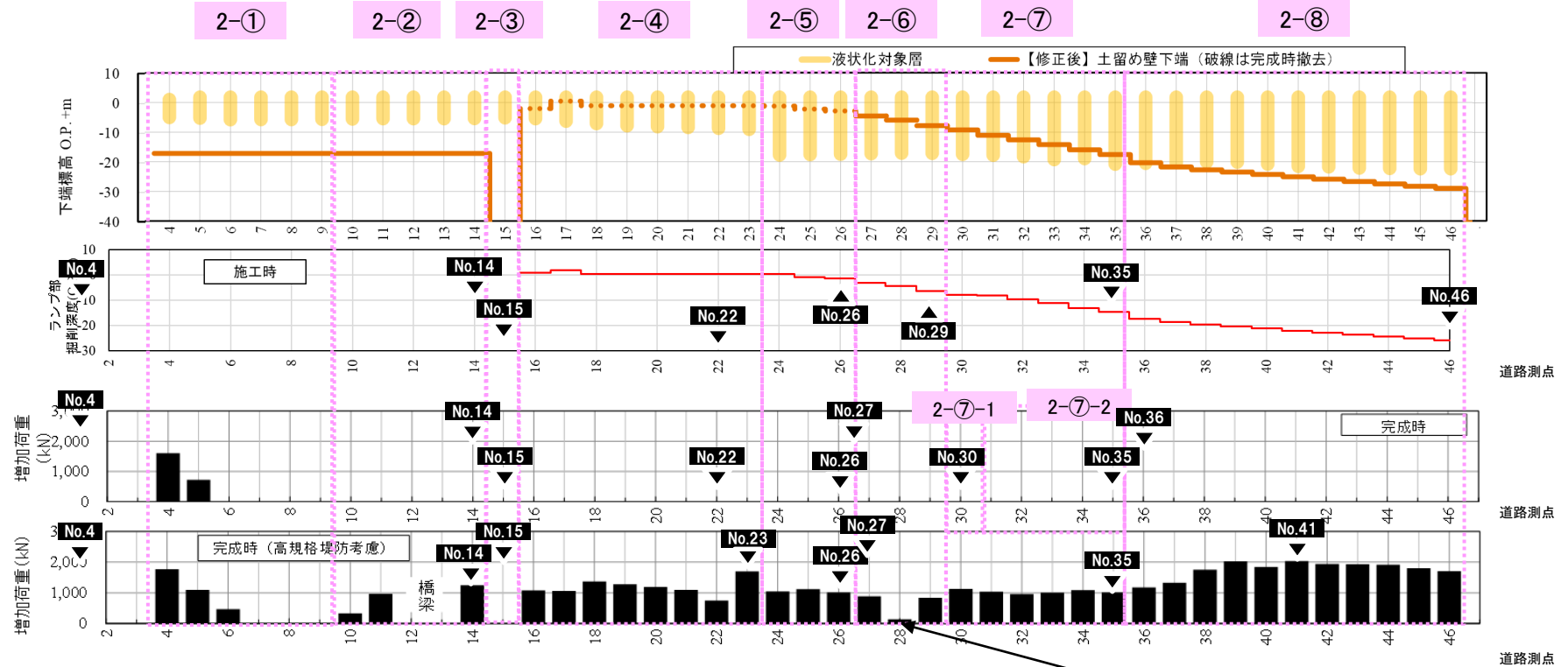
【施工時・完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
No. 30：完成時にも残置される鋼矢板が粘性土層に入るため、透水層は遮断され、その位置が堤防に最も近い断面を選定



(2) 耐震解析における選定断面

資料-2-2のNo.1対応

9



【施工時・完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
No. 4 : 荷重増加が最も大きい断面を選定

【施工時・完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
荷重増加が大きい断面を選定。
No. 10からNo. 14に変更

【施工時・完成時】
No. 22 : 液状化層厚が厚く、水平部地盤長が短い断面を選定

【完成時（高規格堤防考慮）】
No. 23 : 液状化層が厚く、増加荷重が相対的に大きい断面を選定

【施工時】
No. 26 : ランプ部の開削深度が最も深い断面を選定

【完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
No. 26 : 増加荷重に大きな差はなく、ランプ底面の液状化層が厚いNo. 26を選定

【施工時】
No. 29 : ランプ部の開削深度が最も深いNo. 29を選定

【完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
No. 27 : ランプ底面の液状化層が厚くランプ幅の狭いNo. 27を選定

【完成時】
No. 30 : 完成時の単独区間として選定

【施工時・完成時・完成時（高規格堤防考慮）】
No. 35 : 土留め壁が非液状化層に根入れされていないため、液状化層厚が最も厚い断面を選定

【施工時】
No. 46 : ランプ部の開削深度が最も深いNo. 46を選定
区間終点の変更によりNo. 47から変更

【完成時】
No. 36 : ランプ、土留め下端が非液状化層に根入れされていない区間で液状化層が最も厚い断面を選定

【完成時（高規格堤防考慮）】
No. 41 : 増加荷重が最も大きい断面を選定。

グラフ凡例

選定断面

No.xx

選定要因

●

増加荷重

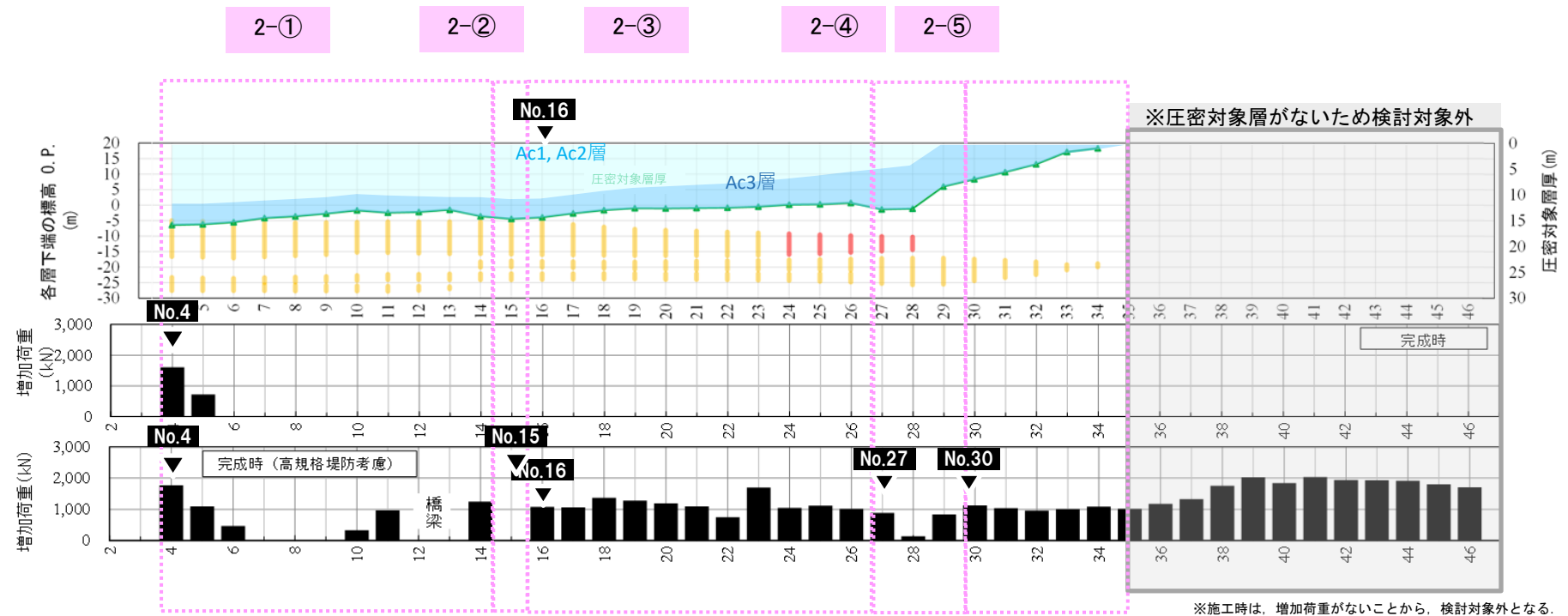
■

※その他の線は図中に記載

(3) 地盤変形(圧密)解析における選定断面

資料-2-2のNo.1対応

10



【完成時】
No. 4 : 圧密層が厚く、
増加荷重が最大となる
断面を選定

【完成時 (高規格堤防考慮)】
No. 15 : 立坑

【完成時 (高規格堤防考慮)】
No. 16 : 圧密対象層厚が厚く、特
に表層で相対的に圧密しやすい
Ac1, Ac2層が厚く分布している
断面を選定

【完成時 (高規格堤防
考慮)】
No. 27 : 区間内で増
加荷重が大きく、圧
密対象層厚が最も厚
い断面を選定

【完成時 (高規格堤防
考慮)】
No. 30 : 区間内で増加荷
重が大きく、圧密対象
層厚が最も厚い断面を
選定

グラフ凡例

選定断面

No.xx

選定要因

●

増加荷重

■

※その他の線は図中に記載

浸透流解析

測線	No. 15		No. 16		No. 23	No. 24		No. 26		No. 28		No. 30	No. 34	No. 36
条件	矢板あり	矢板なし	矢板あり	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)	○	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	○

川表に矢板を設置する区間
(No. 4～No. 22)

地層の遷移区間
(No. 24～No. 28)

耐震解析

	No. 4		No. 14	No. 15	No. 22	No. 23	No. 26		No. 27		No. 29	No. 30	No. 35	No. 36	No. 41	No. 46
条件	矢板あり	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)	—	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	—	○	—	○	—

川表に矢板を設置する区間
(No. 4～No. 22)

地層の遷移区間
(No. 24～No. 28)

圧密解析

	No. 4		No. 15	No. 16	No. 27		No. 30
条件	矢板あり	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回委員会までに報告済 ※今回の形状変更に伴う再解析箇所は除く	第5回委員会で報告
侵食	整備計画流量10,700m ³ /sに対する完成時・施工時の安全性	整備計画流量10,800m ³ /sに対する完成時・施工時の安全性
浸透流	(施工時) No.15 (完成時) No.15 (高規格堤防時) No.15	(施工時) No.16, No.23, No.24, No.28, No.30, No.34, No.36 (完成時) No.16, No.23, No.26, No.28, No.30, No.34, No.36 (高規格堤防時) No.16, No.23, No.26, No.28, No.30, No.34, No.36 3次元浸透流解析
耐震	(施工時) No.4, No.14 (完成時) No.4, No.14, No.15	(施工時) No.15, No.22, No.26, No.29, No.35, No.46 (完成時) No.22, No.26, No.27, No.30, No.35, No.46 (高規格堤防時) No.4, No.14, No.15, No.23, No.26, No.27, No.35, No. 41 3次元縦断耐震解析
圧密沈下	(完成時) No.4 (高規格堤防時) No.4, No.15,	(完成時) — (高規格堤防時) No.16, No.27, No.30
交通振動	—	交通振動の検討
解析を伴わない検討	—	解析を伴わない検討

河川管理施設等構造令第18条に関する検討項目とその方法の整理概要

：侵食解析

：浸透解析

：耐震解析

：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・意見交換会での審議予定」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体構造物の課題	分類記号	現況	施工時	完成時	第4回（結果※3）		第5回（結果※3）			
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	◎	◎	◎	施工時	○	完成時・施工時	○	資料-3	
				堤防の側方侵食に対する安全性	18-②	◎	◎	◎	施工時	○	完成時・施工時	○	資料-3	
				堤防の洗掘に対する安全性	18-③	◎	◎	◎	施工時	○	完成時・施工時	○	資料-3	
				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（堤体内浸潤面上昇）による水みち発生	18-⑤	◎	◎	◎	現況、完成時 施工時	□ ○	現況、完成時 施工時	●	資料-3	
				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	●	資料-3	
				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	○	完成時	○	資料-3	
				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	●	現況、完成時 施工時	●	資料-3	
				すべり破壊に対する安全性	18-⑨	◎	◎	◎	現況、完成時 施工時	○	現況、完成時 施工時	●	資料-3	
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 施工時	○	完成時 施工時	○	資料-3	
				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	-	-	◎	◎※2	完成時	□	完成時	●	資料-3
				交通振動が堤防の安全性に及ぼす影響に関する検討	18-⑭	-	-	◎	-	-	-	-	資料-3	
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		常時のすべり破壊に対する安全性	18-⑫	◎	-	◎	完成時	○	完成時	○	資料-3	
				自重による沈下に対する安全性	18-⑬	◎	-	◎	完成時	●	完成時	●	資料-3	
				周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性	18-⑭	◎	-	◎	完成時	●	完成時	●	資料-3	
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	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									
				津波による直接侵食に対する安全性	18-⑰	◎	-	◎	完成時	○	完成時	○	資料-3	
				津波による越波に対する安全性	18-⑱	-	◎	◎	完成時 施工時	○	完成時 施工時	○	資料-3	
安全な構造の維持の容易性・確実性		・道路構造物の内側からの点検の実施 ・復旧作業を実施する作業ルートの検討 ・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	数値解析を伴わない検討			-	-	◇	-	資料-3	
				堤防欠損等の復旧作業を早期に行うための作業ルートの検討	18-㉕						◇	-	資料-3	
				確実な道路躯体の補修・補強	18-㉔				-	-	◇	-	資料-3	
				河川管理用通路の確保	18-㉑				-	-	◇	-	資料-3	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	18-㉒				◇（開閉ボックス）			◇（シールド）	-	資料-4
				継続監視の確実性	18-㉓				-	-	◇	-	資料-3	

※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

・3次元縦断耐震解析 について、構造令19条(材料および構造)に対する項目としていましたが、構造令18条の地震動に対して安全であること、という項目に該当しますので、19-⑧ から、18-⑪ に変更させていただきます。

河川管理施設等構造令第19条に関する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

14

- ・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・意見交換会での審議予定」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。

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	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			-	-	◇	-	資料-3	
				河川管理用通路の確保	19-③				-	-	◇	-	資料-3	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-④				◇(開削ボックス)		◇(シールド)	-	資料-4	
				継続監視の確実性	19-⑤				-	-	◇	-	資料-3	
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	19-⑥	◎	◎	◎	完成時(対策工) 施工時	●	完成時(対策工) 施工時	●	資料-3	
				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	●	資料-3	
				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	●	資料-3
				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			-	-	◇	-	資料-3	
				河川管理用通路の確保	19-⑩				-	-	◇	-	資料-3	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-⑪				◇(開削ボックス)		◇(シールド)	-	資料-4	
				継続監視の確実性	19-⑫				-	-	◇	-	資料-3	
				堤防沈下量の把握	19-⑬				◇(開削ボックス)		◇(シールド)	-	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	19-⑭	-	-	◎	完成時	□	完成時	●	資料-3	
				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	◎	◎	◎	現況、完成時 施工時	□ ○	現況、完成時 施工時	●	資料-3	
				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	○	完成時	○	資料-3	
				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	●	現況、完成時 施工時	●	資料-3	
				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			-	-	◇	-	資料-3	
				河川管理用通路の確保	19-⑲				-	-	◇	-	資料-3	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-⑳				◇(開削ボックス)		◇(シールド)	-	資料-4	
				継続監視の確実性	19-㉑				-	-	◇	-	資料-3	
				堤防沈下量の把握	19-㉒				◇(開削ボックス)		◇(シールド)	-	資料-4	
				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		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	19-㉓	-	-	◎	◎	◎
										完成時(高規格) 浸透○	完成時(高規格) 浸透○	完成時(高規格) 浸透○	資料-3	
										完成時(高規格) 耐震-	完成時(高規格) 耐震-	完成時(高規格) 耐震-	資料-3	
										完成時(高規格) 変形●	完成時(高規格) 変形●	完成時(高規格) 変形●	資料-3	
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	19-㉔	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	19-㉕	数値解析を伴わない検討			-	-	◇	-	資料-3	
				道路構造物の内部からの点検、補修の実施	19-㉖				-	-	◇	-	資料-3	
				河川管理用通路の確保	19-㉗				-	-	◇	-	資料-3	
				変状把握可能なモニタリングシステムの導入	19-㉘				◇(開削ボックス)		◇(シールド)	-	資料-4	
				継続監視の確実性	19-㉙				-	-	◇	-	資料-3	

※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

- ・3次元縦断耐震解析 について、構造令第19条(材料および構造)に対する項目としていましたが、構造令第18条の地震動に対して安全であること、という項目に該当しますので、19-⑧ から、19-⑪ に変更させていただきます。

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

・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・意見交換会での審議予定」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・意見交換会での審議予定				
					現況	施工時	完成	第4回		第5回(結果※1)		
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-3
			地震時の液状化に対する修復性	U-③	-	-	◎	完成時	□	完成時	●	資料-3
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(高規格)	●	完成時 完成時(高規格)	●	資料-3
			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 完成時(高規格)	●	完成時 完成時(高規格)	●	資料-3
			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-3
			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	○	完成時	○	資料-3
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)		◇(シールド)		資料-4
			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)		◇(シールド)		資料-4
			堤内地の地下水変動の把握	U-⑩				◇(開削ボックス)		◇(シールド)		資料-4
			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)		◇(シールド)		資料-4
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)		◇(シールド)		資料-4
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				-	-	◇		資料-3
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				-	-	◇		資料-3
			河川側の非常時における交通規制	U-⑮				-	-	◇		資料-3
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				-	-	◇		資料-3

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	これまでの委員会・意見交換会で審議(結果※3)				
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	数値解析を伴わない検討			-	-	◇		資料-3
			堤防上の自然環境	E-②				-	-	-		
			堤防上の利用者	E-③				-	-	◇		資料-3

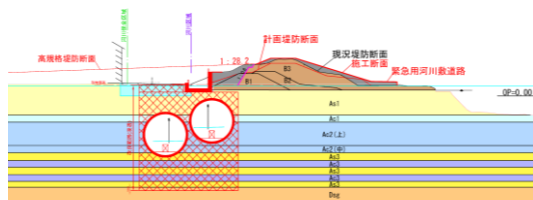
※1 ○:OK ●:対策工でOK □:今後対策工で対応 ※2 堤防縦断方向で1次元圧密沈下解析を実施し、その結果を参考に検討。

下記に、各解析における地盤対策の設定の考え方を示す。

浸透解析

最も堤体内の水位が上昇しやすい条件で解析

(第1期: 10+0.0)
(8.8K+45m付近)

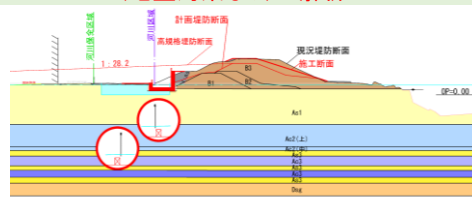


(構造物まわりに地盤対策)

地盤対策範囲がこの範囲より**狭くなる**場合は、地下水の行き止まりが緩和されることから、**追加の検討は不要**。

耐震解析

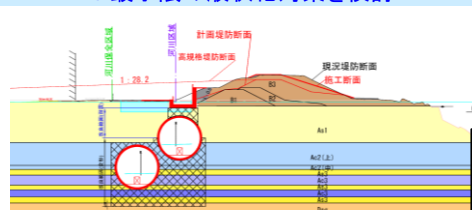
堤防および道路構造物が変形しやすい条件
(地盤対策なし)で解析



(地盤対策なし)

照査基準を
満足しない場合

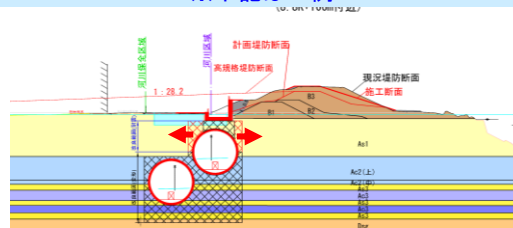
圧密のための地盤対策
+ 最小限の液状化対策を検討



(構造物まわりに地盤対策)

照査基準を
満足しない場合

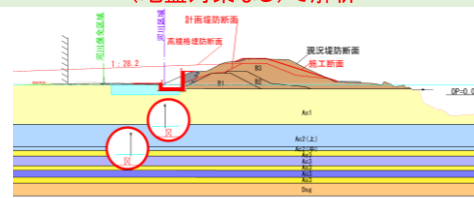
対策範囲を見直し、照査基準を満たす対策を検討
※下記は一例



(対策範囲の見直し)

圧密解析

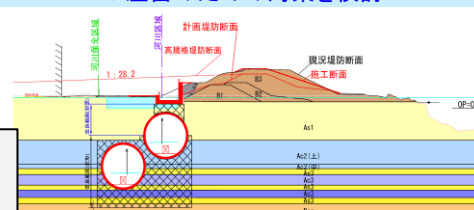
堤防および道路構造物が変形しやすい条件
(地盤対策なし)で解析



(地盤対策なし)

照査基準を
満足しない場合

最小限の液状化対策
+ 圧密のための対策を検討



(構造物まわりに地盤対策)

同じ考え方で
地盤対策を設定

地盤対策範囲がこの範囲より**広くなる**場合は、沈下量は少なくなることから、**追加の検討は不要**。

地盤対策範囲は、圧密沈下対策か、耐震対策のいずれかで決定。

項目		記号	ページ
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①	p.18
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	p.22
	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	p.48
	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	p.68
	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	
交通振動	地震動作用に対して安全な構造であること	18-㉔	p.77
解析を伴わない検討・その他配慮すべき事項		18-④, 18-⑲, 18-㉕など	p.83

侵食作用に対して安全な構造であること
18-①

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

淀川水系河川整備計画(変更)において、**河道目標流量が $10,700\text{m}^3/\text{s}$ から $10,800\text{m}^3/\text{s}$ に見直された。**
河道目標流量の見直しに伴い、照査に使用する代表流速について検討を実施した。

【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(令和5年10月 一般財団法人 国土技術研究センター)

【照査項目】

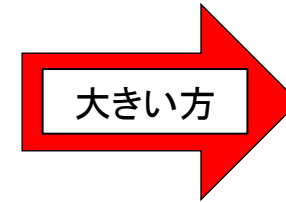
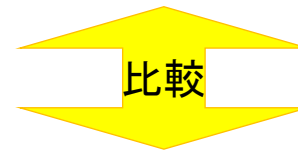
照査地点での代表流速を算出し、構造物等の限界流速より下回ることを確認
護岸・根固め工の移動限界流速 > 堤体前面の代表流速

【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

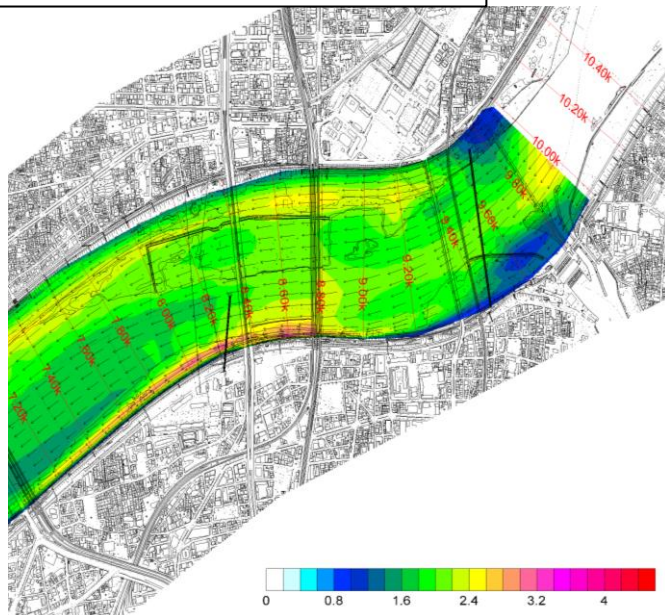


代表流速

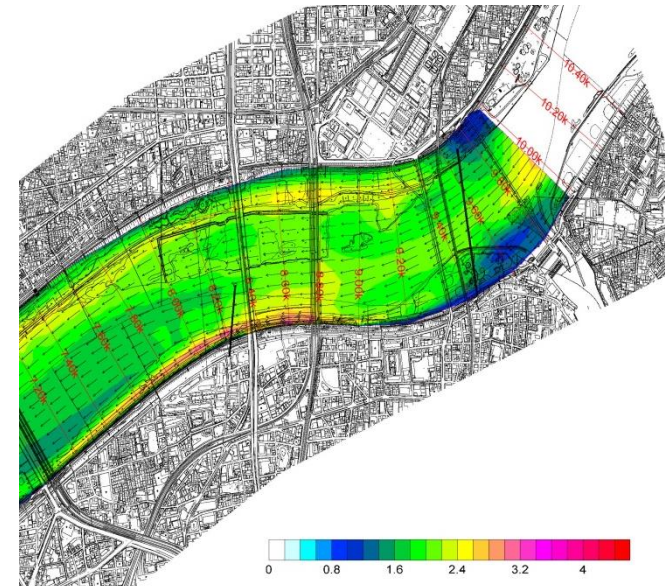
評価手法②

平面2次元流況解析による数値解析解

変更前(河道目標流量 $10,700\text{m}^3$)



変更後(河道目標流量 $10,800\text{m}^3$)



(評価手法②) 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(完成時)
【代表流速】

河道目標流量の見直しに伴い、再度照査に使用する代表流速の算出を実施した。

検討の結果、堤防護岸部及び高水護岸部共について河道目標流量の見直しに伴う、代表流速の変化は生じなかった。

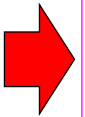
変更前(河道目標流量 10,700m³)

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	(m/s)	6.96										5.90									
	評価手法② 平面二次元流況解析	(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	(m/s)	2.89										2.53								1.54
	評価手法② 平面二次元流況解析	(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		



変更後(河道目標流量 10,800m³)

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	(m/s)	6.96										5.90									
	評価手法② 平面二次元流況解析	(m/s)	2.99	3.01	2.95	2.89	2.89	2.92	2.99	3.04	2.68	2.43	2.46	2.46	2.42	2.38	2.33	2.26				

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	(m/s)	2.89										2.53								1.54
	評価手法② 平面二次元流況解析	(m/s)	2.54	2.44	2.39	2.38	2.34	2.28	2.21	2.17	2.13	2.04	2.01	2.04	2.04	2.00	1.96	1.95	1.97		

完成時の代表流速に変更が生じなかったため、第3回河川委員会において提示した「堤防の直接侵食に対する安全性」の照査結果から照査基準を満足することを確認した。

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性(施工時)
【代表流速】

河道目標流量の見直しに伴い、再度照査に使用する代表流速の算出を実施した。

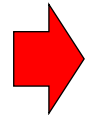
検討の結果、堤防護岸部及び高水護岸部共について河道目標流量の見直しに伴う、代表流速の変化は生じなかった。

変更前(河道目標流量 10,700m³)

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



変更後(河道目標流量 10,800m³)

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

施工時の代表流速に変更が生じなかったため、第4回河川委員会において提示した「堤防の直接侵食に対する安全性(施工時)」の照査結果から照査基準を満足することを確認した。

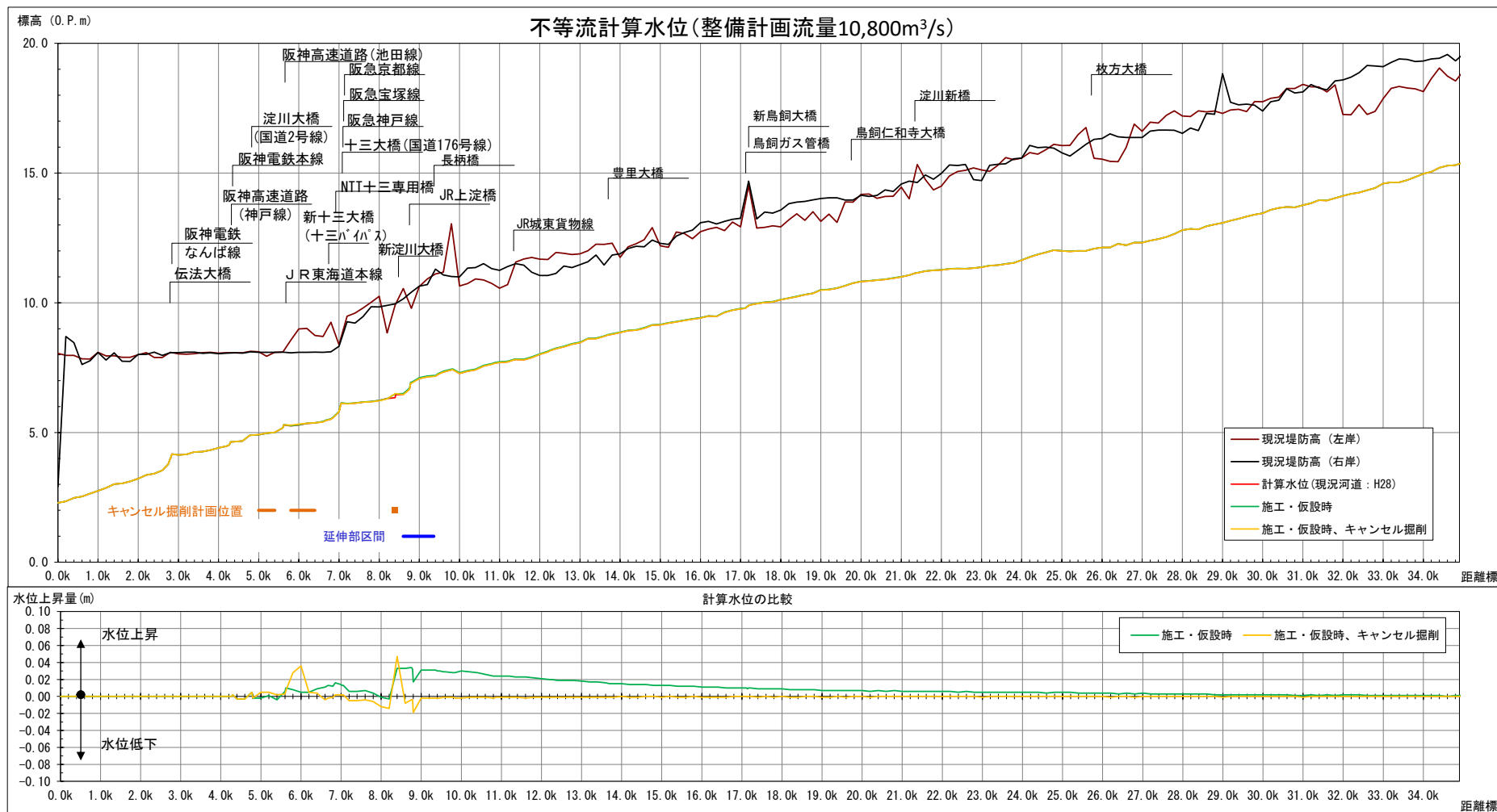
該当項目:18-① 堤防の直接侵食に対する安全性(施工時)

洪水時の河道内水位

河道目標流量の見直しに伴い、洪水時の河道内水位について検討を実施した。水位上昇量は流量の変更によらず、流量変更前の第4回委員会と同様の傾向を示した。

【照査結果】

- 検討の結果、流量変更前と同様に、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。
- 既に淀川左岸線で計画されたキャンセル掘削を考慮した結果、流量変更前と同様に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。
- 検討の結果、淀川左岸線(2期)区間と同様に、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。



項目		記号	ページ
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①	p.18
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	p.22
	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	p.48
	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	p.68
	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	
交通振動	地震動作用に対して安全な構造であること	18-㉔	p.77
解析を伴わない検討・その他配慮すべき事項		18-④, 18-⑲, 18-㉕など	p.83

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

19-⑳

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、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。対策については川裏側への排水ルートを確保可能な対策工を選定した。

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 ≤ 現況の i_h , i_v

⑤円弧すべり安全率【18-⑨】

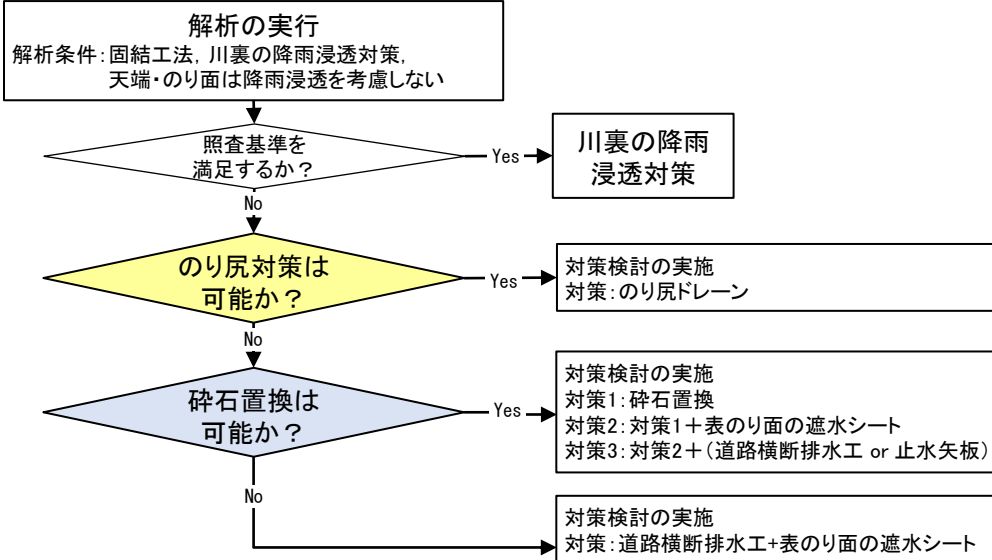
$\max(\text{現況安全率}, 1.44) \leq F_s(\text{川表})$, $\max(\text{現況安全率}, 1.44) \leq F_s(\text{川裏})$

【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

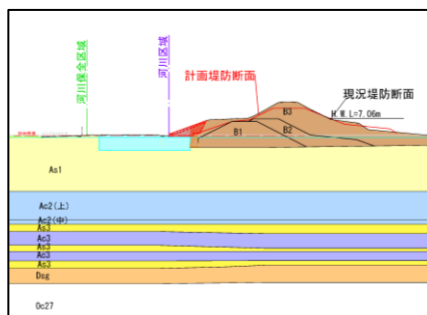
【検討フロー図】

■浸潤面对策

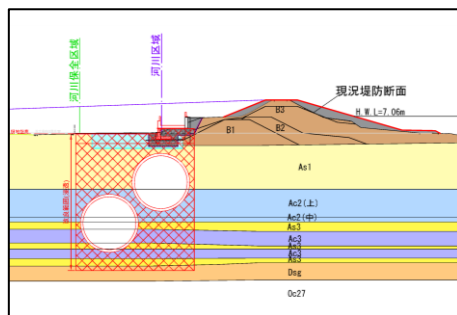


【解析入力条件】

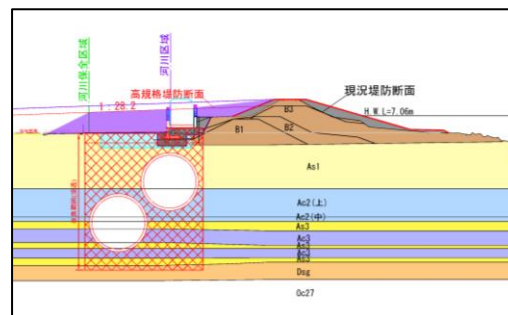
- ・現況、完成時、完成（高規格堤防考慮）時のモデル断面の作成
- ・各断面の照査外力（降雨・河川水位）の設定
- ・各地層の地盤定数（透水係数、強度定数）の設定



No.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)	9.70×10^{-5}
B(改修・修補)	9.70×10^{-5}
B(運河埋立)	1.17×10^{-6}
As1: 沖積砂質土	7.55×10^{-5}
As2: 沖積砂質土	8.59×10^{-5}
As3: 沖積砂質土	3.27×10^{-4}
Ac1~3: 沖積粘性土	1.00×10^{-8}
Dsg: 洪積礫質土	6.42×10^{-4}

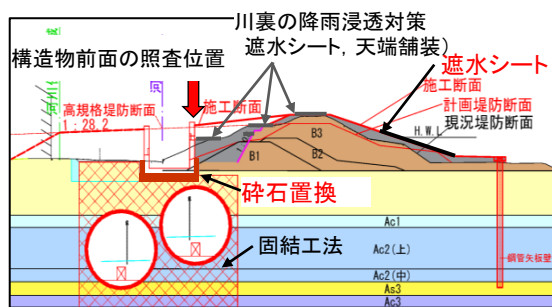
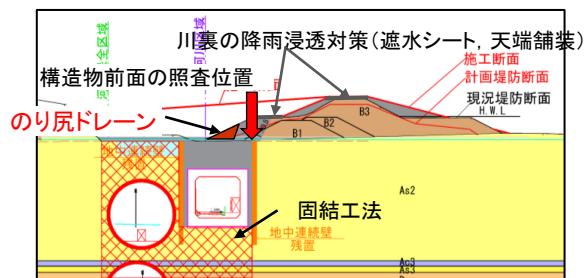
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

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.16については、No.17から対策工が変更になることから複数の対策工で照査を実施した。なお、構造物前面については土留を残置し、道路構造物頂版が土留頭部より深くなる区間については安全側の検討として土留前面とした。

■照査結果

- ・No.15, No.28(粘性土), No.34, No.36の道路構造物前面(河川側)水位は、照査基準を**満足する**。
- ・上記以外の断面に関しては、浸潤面対策の検討フローに基づき、浸潤面対策を実施することで照査基準を**満足する**。



参考図：構造物前面位置

※：川裏の降雨浸透対策

- ：浸潤面対策（砕石置換）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
- ：浸潤面対策（砕石置換＋表のり面遮水シート＋止水矢板）を実施した場合の照査結果
- ：浸潤面対策（道路横断排水工＋表のり面遮水シート）を実施した場合の照査結果

現況と完成時における堤体内水位の最高値の比較一覧

検討断面	浸潤面対策		道路構造物前面（河川側）		判定	堤防天端中央		判定
	川裏	川表	完成時における堤体内水位の標高値（m）	【照査基準】 現況における堤体内水位の標高値（m）		完成時における堤体内水位の標高値（m）	【照査基準】 現況における堤体内水位の標高値（m）	
No. 15	—※	—	4.444	4.521	OK	4.923	5.558	OK
No.15（矢板）	—※	—	4.619	4.521	NG	4.902	5.558	OK
	—※	表のり面遮水シート	4.228	4.521	OK	4.371	5.558	OK
No. 16	—※	—	4.462	4.072	NG	4.816	5.645	OK
	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3.639	4.072	OK	4.327	5.645	OK
No.16（矢板）	—※	—	4.616	4.072	NG	4.809	5.645	OK
	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3.653	4.072	OK	4.319	5.645	OK
No. 16	砕石置換	—	4.159	4.072	NG	4.769	5.645	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	3.911	4.072	OK	4.328	5.645	OK
No.16（矢板）	砕石置換	—	4.287	4.072	NG	4.78	5.645	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	3.972	4.072	OK	4.317	5.645	OK
No. 23	—※	—	4.695	4.514	NG	5.017	5.637	OK
	砕石置換	—	4.083	4.514	OK	4.936	5.637	OK
No. 26（砂質土）	—※	—	4.731	4.099	NG	4.946	5.142	OK
	砕石置換	—	4.514	4.099	NG	4.888	5.142	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	4.128	4.099	NG	4.400	5.142	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート＋止水矢板L=1m	4.080	4.099	OK	4.343	5.142	OK
No. 26（粘性土）	—※	—	4.400	4.008	NG	4.573	5.075	OK
	砕石置換	—	4.175	4.008	NG	4.506	5.075	OK
No. 28（砂質土）	砕石置換	表のり面遮水シート	3.738	4.008	OK	3.971	5.075	OK
	—※	—	4.907	4.167	NG	5.093	5.057	NG
	砕石置換	—	4.719	4.167	NG	5.040	5.057	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	4.269	4.167	NG	4.527	5.057	OK
No. 28（粘性土）	砕石置換	表のり面遮水シート＋止水矢板L=3m	4.125	4.167	OK	4.340	5.057	OK
	—※	—	3.955	4.048	OK	4.063	4.953	OK
No. 30	—※	—	4.352	3.970	NG	4.930	4.984	OK
	砕石置換	—	4.299	3.970	NG	4.903	4.984	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	4.090	3.970	NG	4.504	4.984	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート＋止水矢板L=4m	3.934	3.970	OK	4.245	4.984	OK
No. 34	—※	—	4.073	4.356	OK	4.862	5.388	OK
No. 36	—※	—	4.420	4.594	OK	5.376	5.415	OK

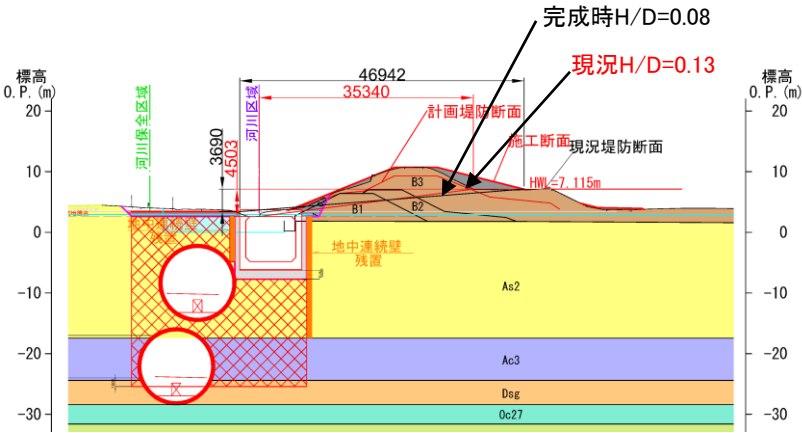
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

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	No. 15	3.69	45.00	0.08	3.85	35.98	0.11	OK
	No. 15 (矢板)	3.69	45.00	0.08	3.85	35.98	0.11	OK
No. 16	No. 16	3.69	44.41	0.08	3.93	35.68	0.11	OK
	No. 16 (矢板)	3.69	44.41	0.08	3.93	35.68	0.11	OK
No. 23		3.69	43.28	0.09	3.83	35.18	0.11	OK
No. 26		3.69	45.32	0.08	4.47	42.27	0.11	OK
No. 28		3.69	46.50	0.08	4.51	42.97	0.11	OK
No. 30		3.69	46.94	0.08	4.50	35.34	0.13	OK
No. 34		3.69	43.10	0.09	4.48	35.79	0.13	OK
No. 36		3.69	43.30	0.09	4.43	35.94	0.12	OK



No.30 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**。

検討断面のレーンの加重クリーブ比の算出結果一覧

検討断面		浸透路長		水位差			レーンの加重 クリーブ比C	【照査基準】	判定
		L ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+m)	H ₂ (OP+m)	ΔH (OP+m)			
No. 15	No. 15	23.65	21.35	6.97	3.28	3.69	8.34	6.0	OK
	No. 15 (矢板)	23.65	21.35	6.97	3.28	3.69	8.34		OK
No. 16	No. 16	27.97	16.44	6.98	3.29	3.69	9.06		OK
	No. 16 (矢板)	27.97	16.44	6.98	3.29	3.69	9.06		OK
No. 23		35.21	8.07	7.06	3.37	3.69	10.26		OK
No. 26		36.16	9.16	7.08	3.39	3.69	10.63		OK
No. 28		33.35	13.15	7.10	3.41	3.69	10.23		OK
No. 30		35.04	11.90	7.12	3.43	3.69	10.57		OK
No. 34		43.10	0.00	7.15	3.46	3.69	11.68		OK
No. 36		43.30	0.00	7.16	3.47	3.69	11.73		OK

レーンの加重クリーブ比の設定

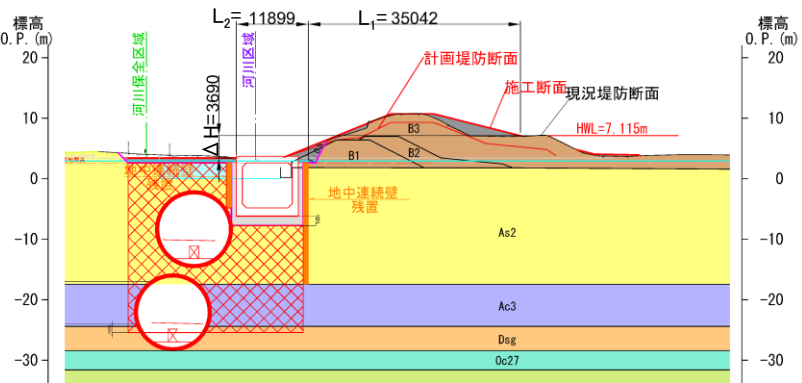
地盤の土質区分	C	地盤の土質区分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	粗砂利	4.0
細砂	7.0	中砂利	3.5
中砂	6.0	栗石を含む粗砂利	3.0
粗砂	5.0	栗石と砂利を含む	2.5

※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)、碎石である。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_e:水平方向の有効浸透路長、L₁:水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ、L₂:水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ、ΣL: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.30 レーンの加重クリーブ比の算出図

【照査結果】 18-⑧, 19-⑪

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

- ・No.30, No.34, No.36を除く全断面において局所動水勾配は照査基準を満足する。
- ・No.30では、浸潤面対策を考慮した場合の局所動水勾配は、照査基準を満足する。
- ・No.34, No.36では、のり尻ドレーンを考慮した場合の局所動水勾配は、照査基準を満足する。

なお、No.34とNo.36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

検討断面	浸潤面対策		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
				完成時	【照査基準】		完成時	【照査基準】		
	川裏	川表			現況	赤井の式ほか		現況	赤井の式ほか	
No. 15完成時	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.004	—	0.3	0.009	—	0.5	OK
No. 15（矢板）完成時	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.007	—	0.3	0.006	—	0.5	OK
No. 16完成時	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.015	—	0.3	0.021	—	0.5	OK
No. 16（矢板）完成時	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.015	—	0.3	0.021	—	0.5	OK
No. 23完成時	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.013	—	0.3	0.020	—	0.5	OK
No. 26（砂質土）	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.004	—	0.3	0.006	—	0.5	OK
No. 26（粘性土）	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.022	—	0.3	0.005	—	0.5	OK
No. 28（砂質土）	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.013	—	0.3	0.004	—	0.5	OK
No. 28（粘性土）	—※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.016	—	0.3	0.007	—	0.5	OK
No. 30完成時	—※	—	堤防	0.392	評価なし	0.3	0.024	評価なし	0.5	NG
			構造物周辺	0.085	—	0.3	0.108	—	0.5	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート ＋止水矢板4m	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.055	—	0.3	0.061	—	0.5	OK
No. 34完成時	—※	—	堤防	0.091	評価なし	0.3	0.085	評価なし	0.5	NG
	ドレーン復旧	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
No. 36完成時	—※	—	堤防	0.206	評価なし	0.3	0.111	評価なし	0.5	NG
	ドレーン復旧	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK

※：川裏の降雨浸透対策

■：浸潤面対策（砕石置換＋表のり面遮水シート＋止水矢板）を実施した場合の照査結果

■：浸潤面対策（ドレーン復旧）を実施した場合の照査結果

【照査結果】 18-⑨

⑤円弧すべり安全率

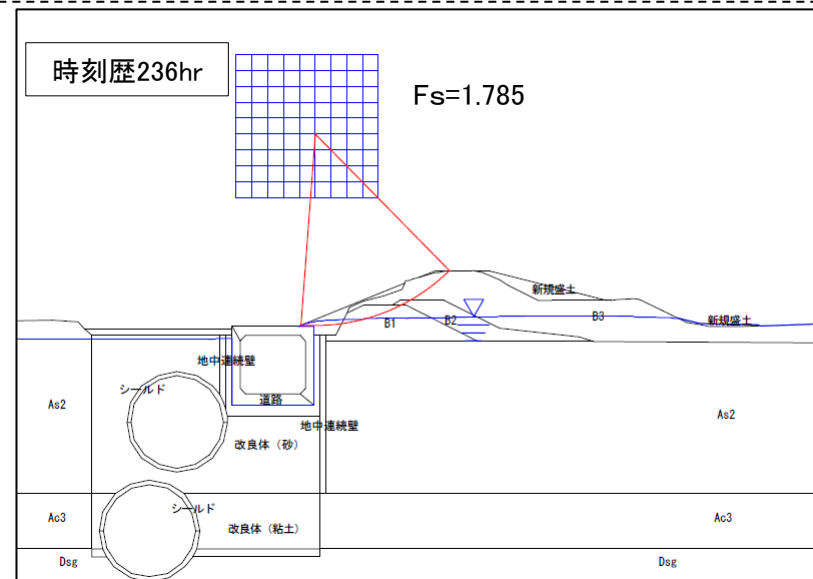
・全断面において、すべり破壊に対する安全率は、照査基準を**満足する**。

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

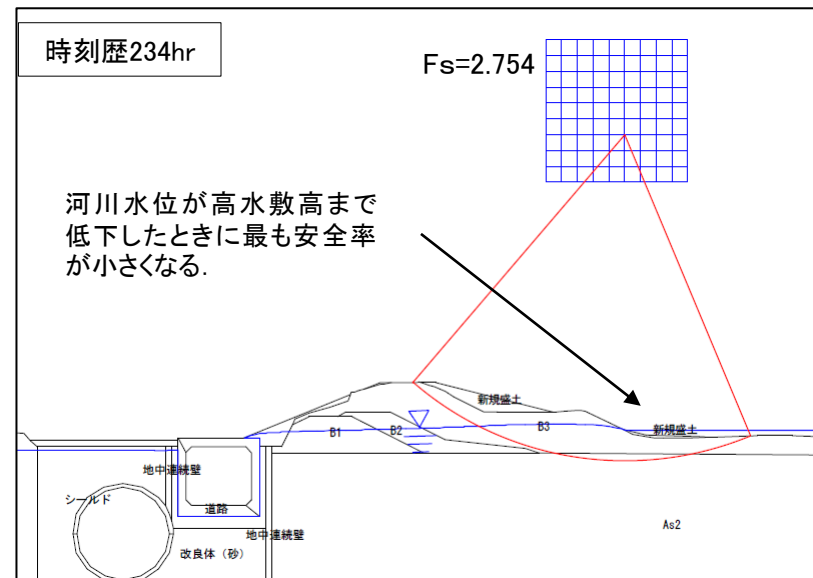
検討断面		川裏				川表					
		照査対象		【照査基準】		判定	照査対象		【照査基準】		判定
		完成時 最小安全率	現況 最小安全率	手引き	完成時 最小安全率		現況 最小安全率	手引き			
No. 15	No. 15	2.434	2.325	1.44	OK	1.883	1.647	1.44	OK		
	No. 15（矢板）	2.460	2.325		OK	1.884	1.647		OK		
No. 16	No. 16	3.124	1.804		OK	1.844	1.658		OK		
	No. 16（矢板）	3.124	1.804		OK	1.843	1.658		OK		
No. 23		2.971	2.452		OK	1.936	1.801		OK		
No. 26	No. 26（砂質土）	2.517	2.396		OK	2.400	2.160		OK		
	No. 26（粘性土）	2.517	2.396		OK	2.437	2.139		OK		
No. 28	No. 28（砂質土）	3.210	2.431		OK	2.356	2.337		OK		
	No. 28（粘性土）	3.210	2.294		OK	2.406	2.221		OK		
No. 30		1.785	1.704		OK	2.754	2.707		OK		
No. 34		2.314	2.220		OK	2.729	2.718		OK		
No. 36		2.273	2.198		OK	2.514	2.462		OK		

※1:ここに、 $Fs=1.2 \times \alpha_f \times \alpha_g=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$
築堤履歴が複雑 $\alpha_f=1.2$ 、要注意地形なし $\alpha_g=1.0$

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。



No.30完成時の川裏すべり安定計算結果



No.30完成時の川表すべり安定計算結果

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、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

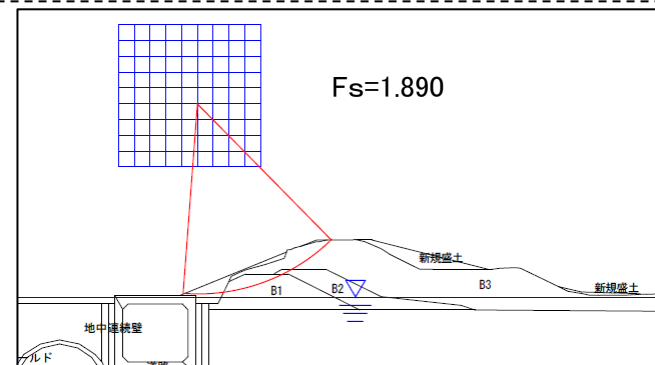
①完成時の常時すべり安全率

・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。

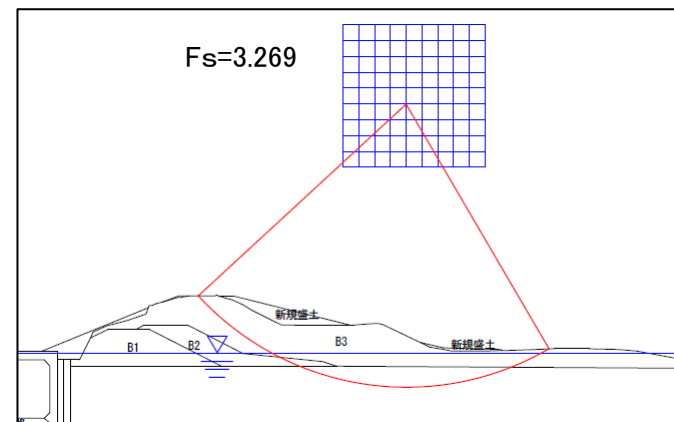
完成時の常時のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

検討断面		川裏				川表			
		照査対象		判定		照査対象		判定	
		完成時(常時) 最小安全率	【照査基準】 現況 最小安全率 河川土工			完成時(常時) 最小安全率	【照査基準】 現況 最小安全率 河川土工		
No. 15	No. 15	2.434	2.325	OK	1.2	2.449	1.647	OK	1.2
	No. 15(矢板)	2.434	2.325			2.449	1.647		
No. 16	No. 16	3.124	1.804			2.436	1.658		
	No. 16(矢板)	3.124	1.804			2.436	1.658		
No. 23		2.700	2.452			2.572	1.801		
No. 26	No. 26(砂質土)	2.517	2.396			2.968	2.160		
	No. 26(粘性土)	2.517	2.396			2.968	2.139		
No. 28	No. 28(砂質土)	2.562	2.431			2.953	2.337		
	No. 28(粘性土)	2.562	2.294			2.953	2.221		
No. 30		1.890	1.704			3.269	2.707		
No. 34		2.479	2.220			3.082	2.718		
No. 36		2.338	2.198			3.441	2.590		

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.30完成時の常時の川裏すべり安定計算結果



No.30完成時の常時の川表すべり安定計算結果

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】

- ・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

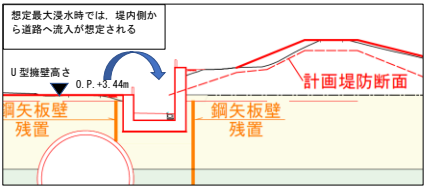
- ・道路構造物に対する浮き上がりの照査結果を示す。
完成時の道路構造物前面水位は、淀川左岸線(2期)と同様に、降雨浸透対策を考慮しない水位とする。
- ・水位1の場合、各断面の完成時において、道路構造物の浮き上がりに対する安全性は1.1以上であることから、浮き上がりに対して照査基準を満足する。

- ・水位2の場合、各断面の完成時において、照査基準1.0を満足する。
水位2は、想定最大規模でO.P.+9.0mとなり、水位が道路構造物よ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。

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)	躯体荷重(kN)	舗装荷重※1(kN)	本線内の埋戻し土荷重※2(kN)	合計荷重(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	6758	147	3972	11930	5.0	8862	1.346	1.1	OK
	No.15(矢板)	1054	6758	147	3972	11930	5.0	8862	1.346		OK
No.16	No.16	—	379	121	—	500	5.5	395	1.267		OK
	No.16(矢板)	—	379	121	—	500	5.5	395	1.267		OK
No.23		249	204	93	—	546	5.5	228	2.389		OK
No.26	No.26(砂質土)	—	556	94	—	650	5.0	395	1.644		OK
	No.26(粘性土)	—	556	94	—	650	5.0	395	1.644		OK
No.28	No.28(砂質土)	—	1161	171	—	1332	5.5	1006	1.324		OK
	No.28(粘性土)	—	1161	171	—	1332	5.0	946	1.409		OK
No.30		198	992	143	—	1333	4.5	1172	1.137		OK
No.34		1165	1320	143	—	2628	4.5	1899	1.384		OK
No.36		2080	2938	104	—	5122	5.0	2877	1.780		OK

※1：舗装厚さ0.25mと路盤砕石の厚さ0.55m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/m³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

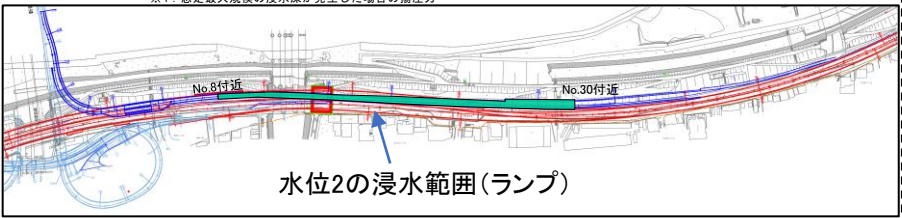


No.27完成時のU型擁壁

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	躯体荷重	舗装荷重※1	本線内の埋戻し土荷重※2	頂版上または擁壁天端上の水の荷重※3	合計荷重	道路構造物前面標高水位(0.5m丸め)	揚圧力※4	安全率		
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	O. P. + (m)	(kN)			
No. 15	No. 15	1054	6758	147	3972	315	12245	9.0	10186	1.202	1.0	OK
	No. 15（矢板）	1054	6758	147	3972	315	12245	9.0	10186	1.202		OK
No. 16	No. 16	—	379	121	—	294	793	9.0	706	1.123		OK
	No. 16（矢板）	—	379	121	—	294	793	9.0	706	1.123		OK
No. 23		249	204	93	—	164	710	9.0	461	1.539		OK
No. 26	No. 26（砂質土）	—	556	94	—	317	967	9.0	730	1.326		OK
	No. 26（粘性土）	—	556	94	—	317	967	9.0	730	1.326		OK
No. 28	No. 28（砂質土）	—	1161	171	—	864	2195	9.0	1430	1.536		OK
	No. 28（粘性土）	—	1161	171	—	864	2195	9.0	1430	1.536		OK
No. 30		198	992	143	—	395	1727	9.0	1633	1.058		OK
No. 34		1165	1320	143	—	613	3240	9.0	2396	1.352		OK
No. 36		2080	2938	104	—	713	5835	9.0	3393	1.720		OK

※1：舗装厚さ0.25mと路盤砕石の厚さ0.55m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/m³を想定
※3：構造物の頂版上または擁壁天端上の水の荷重(No.28は構造物内の水の荷重も考慮)
※4：想定最大規模の浸水深が発生した場合の揚圧力



水位2の浸水範囲(ランプ)

■3次元浸透流解析について

局所的な地下水流動の阻害など2次元で考慮できない条件について3次元解析によって安全性を確認する

■完成時における解析を実施し、確認項目は以下とする。

- | | |
|------------------|-----------------|
| ①堤体内の水位 | ④水平・鉛直方向の局所動水勾配 |
| ②浸潤面位置に基づく平均動水勾配 | ⑤流速分布 |
| ③レーンの加重クリープ比 | ⑥円弧すべり |

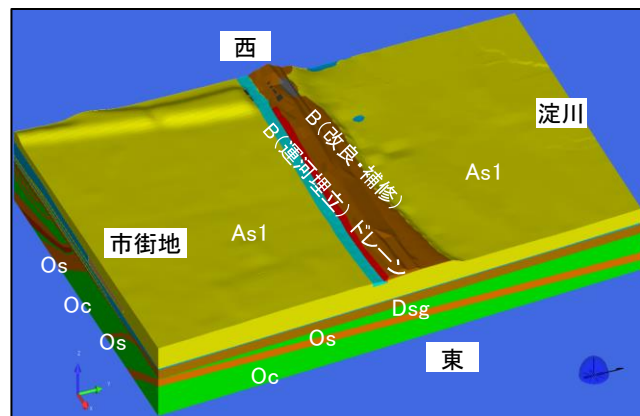
■モデル化

- ・完成時と現況をモデル化する。
- ・縦断方向: No.10～No.34の約480mの区間とする。
- ・横断方向: 川表側は計画高水位発生時の河道中心を超えた位置まで(約350m)とし、川裏側は川表側と同程度(約350m)とする。
- ・深さ方向: 立坑部における遮水壁(地中連続壁)の根入れ深さを考慮(Op-60m)してOp.-70mまでとする。
- ・完成時では、土堤に加えて本線ボックス・シールドトンネル、ランプ、碎石層、土留壁、矢板、固結改良などをモデル化した。
- ・JR交差部については、張コンクリートが施工されているが、ひび割れ等により浸水する可能性があるため、安全側の配慮として現況、完成時ともに土堤(張コンクリート部からの降雨浸透を考慮)と特殊堤(2期と同様に張コンクリート部から降雨浸透を与えない)の2種類のモデルを作成した。
- ・地層条件について遷移層区間は2次元浸透流解析の結果に基づき砂層と設定した。
- ・川裏側に設置を予定している難透水性材料については、降雨量をゼロにする。施工にあたっては覆土ブロックや段切りなどにより、勾配のある斜面においても境界面で滑りが発生しないような対策を講じる。

■照査範囲

照査範囲はNo.12～33とする。なお、主な照査箇所としては以下に着目する。

- ・堤体内に浸透流を阻害する構造物(立坑)が存在する区間(No.15周辺)
- ・地盤条件が大きく変化する区間(No.23,24周辺)
- ・水道発生リスクが懸念される土留めの引抜・残置の変化点(No.26,27周辺)



現況の解析モデル(南東側から鳥瞰)

■境界条件の設定

水位設定

A (堤外側): 照査区間を200mごとに分けて、その中間位置での水位を代表値として設定する。ここでは、No.12～No.22の中央のNo.17の水位、No.22～No.32の中央のNo.27を設定。端部に近いNo.10～No.12は端部のNo.10の水位、No.32～No.34は端部のNo.34の水位を設定。【2期と同様の考え方】

B (堤内側): モデル端部でO.P.+2.45m(「堤内地盤高-0.5m」の平均値)にて固定水頭条件

地表面は浸出面条件。【2期と同様の考え方】

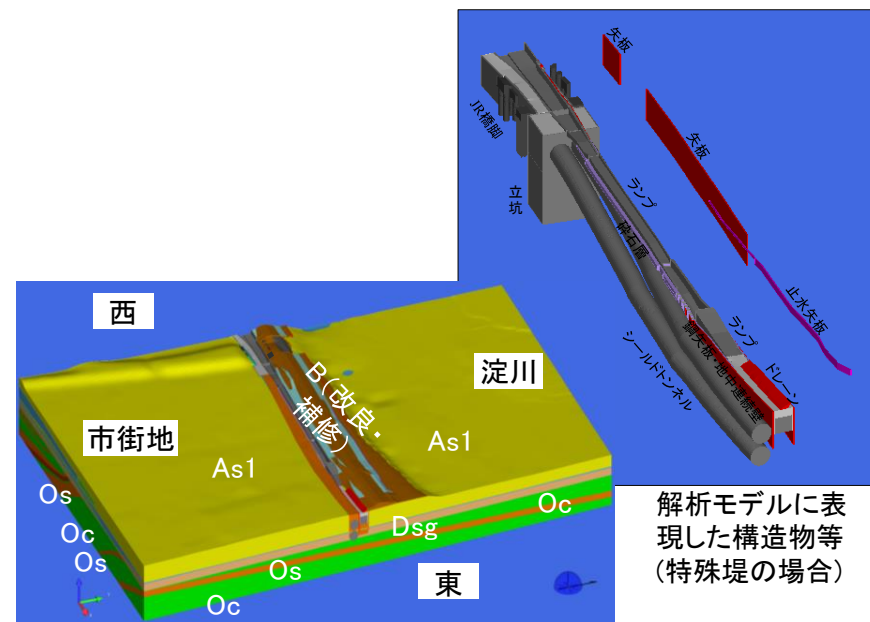
C (側面部): 時間ごとに水頭が変化する変動水頭条件(三次元解析の条件設定用に断面二次元浸透流解析を行い、その計算結果を三次元解析のモデルの端部に設定する。これによって路線縦断方向の水の出入りが表現される。No.10とNo.34で導出する。)【2期と同様の考え方】

浸透設定

A (堤外側): 現況では堤防川表側法面から河川水が浸透する。(遮水シートなし) 完成時では遮水シートによる対策効果を考慮する。高水敷は河川水が浸透する。

降雨設定

B (堤内側): 現況では安全側の検討として堤防の法面は降雨を与えず、天端と小段に降雨を与える。完成時では難透水性材料による降雨浸透対策を実施することから降雨を与えない。

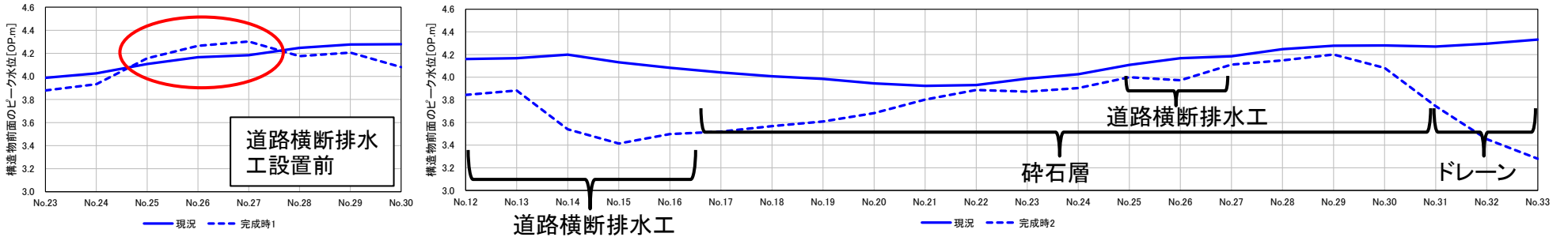


解析モデルに表現した構造物等(特殊堤の場合)

完成時の解析モデル(南東側から鳥瞰)

【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置(3次元解析)
・No.25～27において道路横断排水工を設置する前では現況より水位が高くなることを確認できたため、当該区間に道路横断排水工を設置することで、全ての区間において完成時水位が現況水位を下回っていることを確認した。



【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

②平均動水勾配
・着目箇所について、全断面で照査基準を満足することを確認した。

平均動水勾配の算出結果一覧

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. 14	3. 69	46. 06	0. 08	3. 95	37. 82	0. 10	OK
No. 15	3. 69	45. 00	0. 08	3. 85	35. 98	0. 11	OK
No. 16	3. 69	44. 41	0. 08	3. 93	35. 68	0. 11	OK
No. 23	3. 69	43. 28	0. 09	3. 83	35. 18	0. 11	OK
No. 24	3. 69	44. 00	0. 08	3. 75	42. 50	0. 09	OK
No. 26	3. 69	45. 32	0. 08	4. 47	42. 27	0. 11	OK
No. 27	3. 69	45. 54	0. 08	4. 48	42. 47	0. 11	OK
No. 28	3. 69	46. 50	0. 08	4. 51	42. 97	0. 11	OK

【照査結果】 18-⑦, 19-⑯

- ③レーンの加重クリープ比
- ・着目箇所について、全断面で照査基準を満足することを確認した。

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_e :水平方向の有効浸透路長、 L_1 :水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ、 L_2 :水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ、 $\sum L$: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。

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 ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+m)	H ₂ (OP+m)	ΔH(OP+m)			
No. 14	27.92	18.14	6.96	3.27	3.69	9.20	6.0	OK
No. 15	23.65	21.35	6.97	3.28	3.69	8.34	6.0	OK
No. 16	27.97	16.44	6.98	3.29	3.69	9.06	6.0	OK
No. 23	35.21	8.07	7.06	3.37	3.69	10.26	6.0	OK
No. 24	36.87	7.15	7.07	3.38	3.69	10.64	6.0	OK
No. 26	36.16	9.16	7.08	3.39	3.69	10.63	6.0	OK
No. 27	36.13	9.41	7.09	3.40	3.69	10.64	6.0	OK
No. 28	33.35	13.15	7.10	3.41	3.69	10.23	6.0	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。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

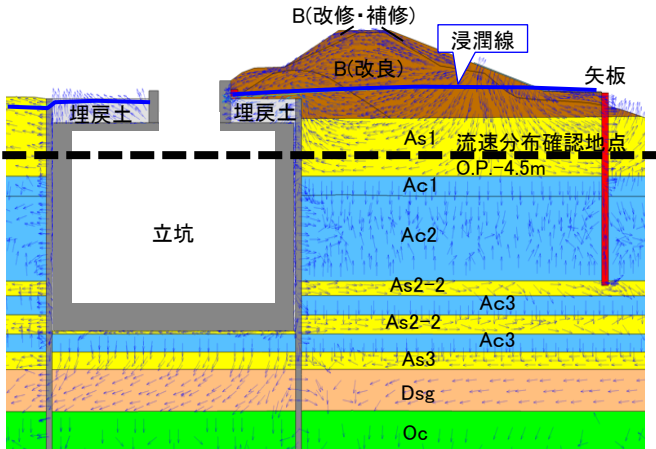
(出典:「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編[Ⅰ]、平成9年10月」より引用)

【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

- ④水平・鉛直方向の局所動水勾配
- ・着目箇所について、全断面で照査基準を満足することを確認した。

局所動水勾配の算出結果一覧

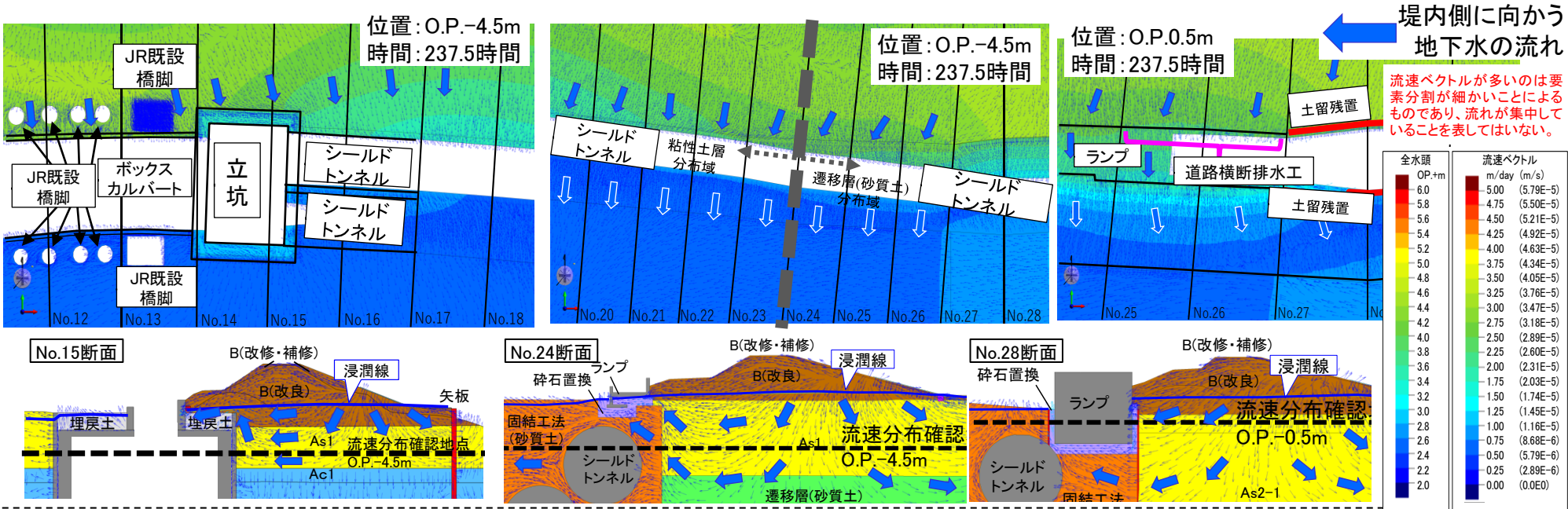
検討断面	浸潤面対策		評価位置	局所動水勾配（最大値）水平 i_h			局所動水勾配（最大値）鉛直 i_v			判定
	川裏	川表		完成時	【照査基準】		完成時	【照査基準】		
					現況	赤井の式ほか		現況	赤井の式ほか	
No. 14	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.30	－	0.3	0.03	－	0.5	OK
No. 15	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.24	－	0.3	0.10	－	0.5	OK
No. 16	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.00	－	0.3	0.15	－	0.5	OK
No. 23	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.21	－	0.3	0.15	－	0.5	OK
No. 24	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.17	－	0.3	0.10	－	0.5	OK
No. 26	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.00	－	0.3	0.10	－	0.5	OK
No. 27	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.02	－	0.3	0.25	－	0.5	OK
No. 28	－※	－	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.24	－	0.3	0.15	－	0.5	OK



No.15断面の完成時の浸潤線(237.5時間後)

【照査結果】 18-⑥

- ⑤流速分布
- ・今回着目する各構造変化点付近においても、地下水が川表側から川裏側に様に流れしており、地下水の流れに偏りは見られていない。
 - ・上記は碎石層と道路横断排水工によって、水が川裏側へ排出されているためだと考えられる。
 - ・As層内の最大流速は $8.68 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 以下であり、一般的な砂質土の限界流速の範囲 $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{m/s}$ に比べ小さい値であった。



【照査結果】 18-⑨

- ⑥円弧すべり安全率
- ・断面2次元浸透流解析での構造物前面の最高水位と比較して、3次元浸透流解析の最高水位が高くなったNo.28とNo.30について円弧すべり安全率を確認した。
 - ・完成時の円弧すべり安全率は照査基準値である1.44を満足し、現況よりも高くなることを確認した。

円弧すべり安全率

検討断面	川裏				川表			
	照査対象 完成時 最小安全率	【照査基準】		判定	照査対象 完成時 最小安全率	【照査基準】		判定
		現況 最小安全率	手引き			現況 最小安全率	手引き	
No. 28	2.36	2.13	1.44	OK	2.59	2.49	1.44	OK
No. 30	2.02	2.01	1.44	OK	3.05	1.61	1.44	OK

水位上昇による道路構造物の滑動・転倒・地盤支持力の安全性

■判断基準: 降雨と河川水位の上昇による堤体内湿潤面の上昇に対して、本申請構造物の安全性が基準類に規定される照査基準を満足すること

■照査基準

- 以下の基準類から設定
- 滑動: 滑動力に対する安全率 $F_s > 1.5$ (道路土工 擁壁工指針, カルバート工指針)
- 転倒: 荷重の合力の偏心距離 $|e| \leq \text{底面幅} B / 6$ (道路土工 擁壁工指針)
- 地盤の支持力 (道路土工 擁壁工指針)
 - 道路構造物底面地盤 地盤の極限支持力 $Q_u / 2 > \text{地盤反力} Q_c$
 - 道路構造物下の改良地盤の支持層の許容支持力 $> \text{改良地盤底版部の地盤反力}$
- 道路構造物の部材の強度: (開削トンネル設計指針, シールドトンネル設計マニュアル)
- コンクリートの圧縮応力 $\sigma_c < \text{コンクリートの許容圧縮応力} \sigma_{ca}$
- 鉄筋引張応力 $\sigma_s < \text{鉄筋の許容引張応力} \sigma_{sa}$
- 部材に作用するせん断応力 $Sh < \text{コンクリートのせん断耐力} Sc + \text{スターラップのせん断耐力} Ss$

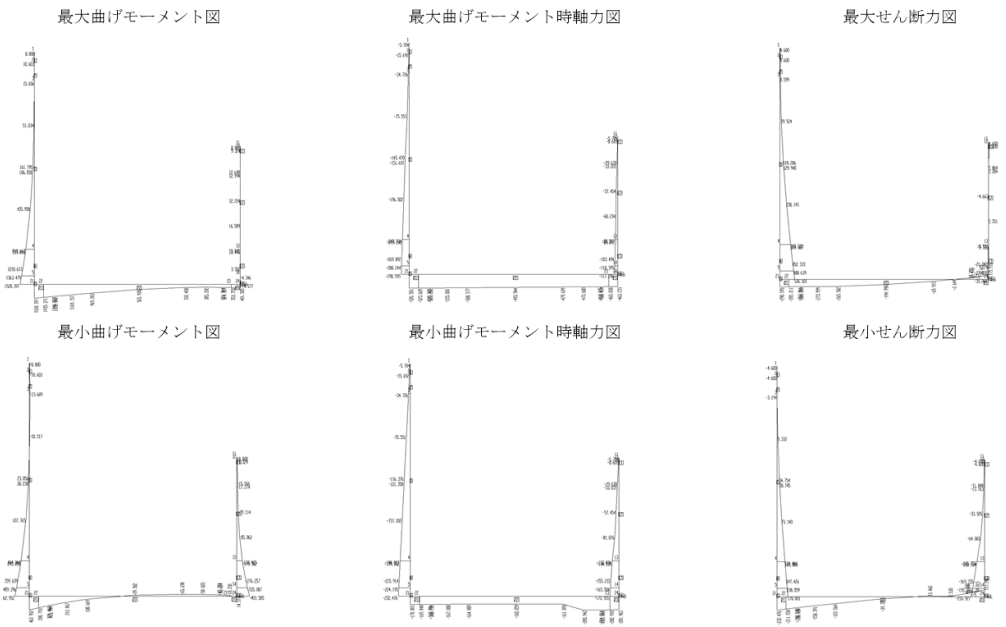
■照査結果

いずれの照査においても許容値を満足することを確認した。

偏荷重を受けるU型擁壁区間の中で
土圧、水圧が大きくなる縦断的に最も深い断面を例示
(No.27)

	地下水上昇時		
	結果	照査基準	判定
滑動	10.29	1.5以上	OK
転倒(m)	0.064	4.03以下	OK
地盤支持力(kN)	241.73	1,508以下	OK

部材名	照査位置	せん断力	せん断耐力	判定
側壁	左側下端H/2点	384.39	566.77	OK
	右側下端H/2点	128.76	590.60	OK
底版	左側側壁H/2点	293.36	572.80	OK
	右側側壁H/2点	79.17	1170.00	OK



部材名	照査位置	コンクリート圧縮応力度			鉄筋引張応力		
		発生圧縮応力	許容圧縮応力	判定	発生引張応力	許容引張応力	判定
左側側壁	上端内面側	0.1	10	OK	0.4	180	OK
	下端外面側	5.5	7.5	OK	161.5	180	OK
右側側壁	下端内面側	0.1	10	OK	-	180	OK
	下端外面側	1.6	7.5	OK	58.9	180	OK
底版	支間上面側	0.4	10	OK	-	180	OK
	端部下面側	6.4	7.5	OK	165.6	180	OK

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の上昇、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】

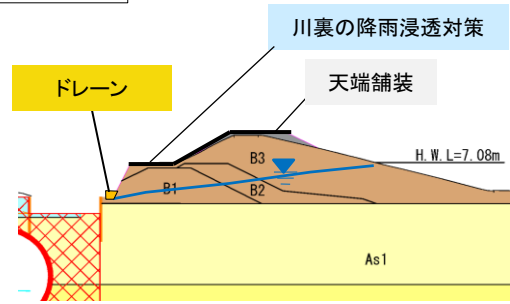
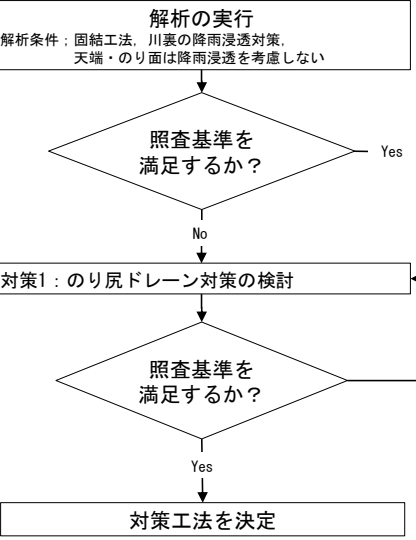
- ①堤体内の浸潤面位置【18-⑤, 19-⑮】
施工時の堤体内水位 ≤ 現況の堤体内水位
- ②水平・鉛直方向の局所動水勾配【18-⑧, 19-⑰】
 $i_h < 0.3, i_v < 0.5$
- ③円弧すべり安全率【18-⑨】
 $F_s(\text{川表}) \geq 1.44, F_s(\text{川裏}) \geq 1.44$

【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】

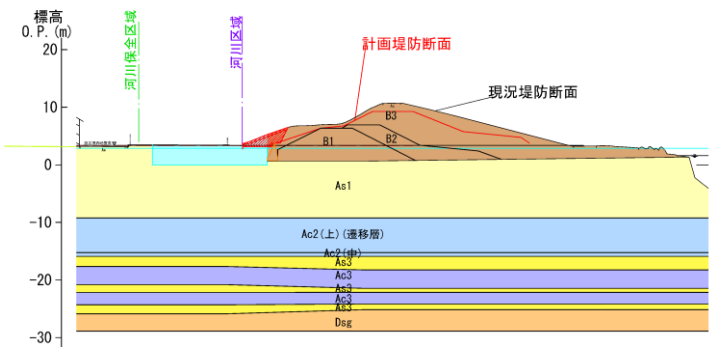
■局所動水勾配対策



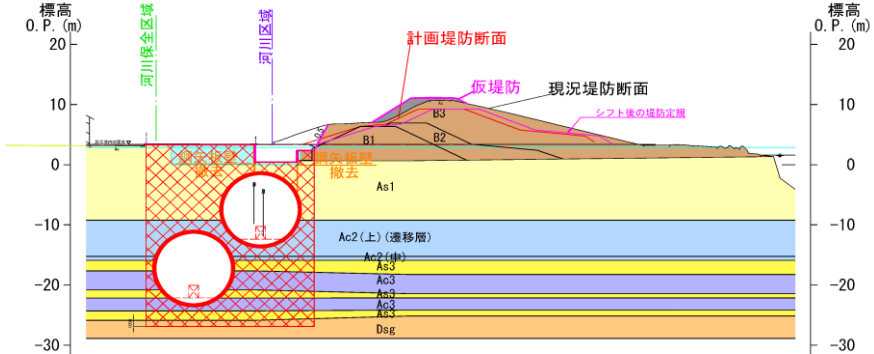
対策1:ドレーン

【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.24現況



No.24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、道路構造物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。

■照査結果

・全断面において、土留め壁前面水位は、照査基準を満足する。

現況および施工時の堤体内の最高水位の比較一覧

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 (矢板)	3.119	5.067	OK	4.926	5.558	OK
No. 16	No. 16	3.055	4.234	OK	5.087	5.645	OK
	No. 16 (矢板)	3.055	4.234	OK	5.083	5.645	OK
No. 23		2.874	4.170	OK	5.213	5.637	OK
No. 24	No. 24 (砂質土)	2.365	4.126	OK	4.620	5.370	OK
	No. 24 (粘性土)	2.365	4.116	OK	4.437	5.362	OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	2.582	4.167	OK	4.967	5.057	OK
	No. 28 (粘性土)	2.582	4.048	OK	4.569	4.953	OK
No. 30		2.609	3.970	OK	4.780	4.984	OK
No. 34		2.673	4.356	OK	4.872	5.388	OK
No. 36		2.735	4.594	OK	5.294	5.415	OK

【照査結果】18-⑧, 19-⑪

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、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

検断断面		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	No. 15	—※	堤防	0.990	0.3	0.614	0.5	NG
	No. 15	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 15（矢板）	—※	堤防	1.008	0.3	0.674	0.5	NG
	No. 15（矢板）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 16	No. 16	—※	堤防	0.433	0.3	0.262	0.5	NG
	No. 16	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 16（矢板）	—※	堤防	0.433	0.3	0.263	0.5	NG
	No. 16（矢板）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 23	No. 23	—※	堤防	0.870	0.3	1.202	0.5	NG
	No. 23	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 24	No. 24（砂質土）	—※	堤防	0.915	0.3	0.840	0.5	NG
	No. 24（砂質土）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 24（粘性土）	—※	堤防	0.817	0.3	0.700	0.5	NG
	No. 24（粘性土）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 28	No. 28（砂質土）	—※	堤防	0.768	0.3	0.489	0.5	NG
	No. 28（砂質土）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 28（粘性土）	—※	堤防	0.268	0.3	0.198	0.5	OK
No. 30	No. 30	—※	堤防	0.755	0.3	0.692	0.5	NG
	No. 30	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 34	No. 34	—※	堤防	0.507	0.3	0.487	0.5	NG
	No. 34	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 36	No. 36	—※	堤防	1.125	0.3	0.899	0.5	NG
	No. 36	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK

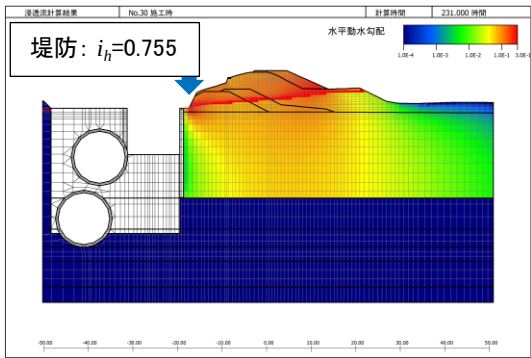
※:川裏の降雨浸透対策

■:局所動水勾配対策(ドレーン工法)を実施した場合の照査結果

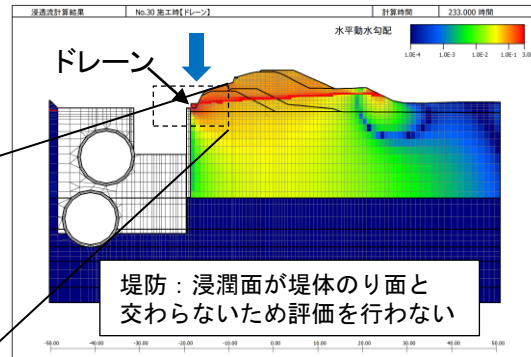
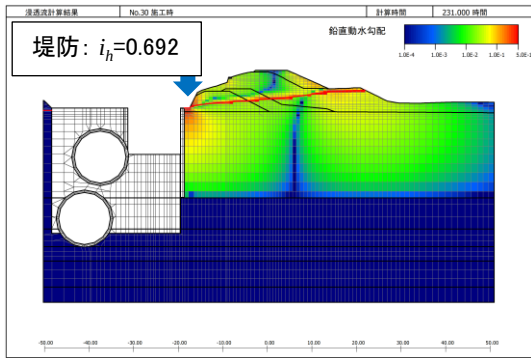
浸潤面は地表面に
到達しない

ドレーン

対策工部の拡大図



No.30施工時の水平方向の局所動水勾配コンター



No.30施工時(対策時)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 最小安全率			施工時 最小安全率		
No. 15	No. 15	1.707	1.44	OK	1.452	1.44	OK
	No. 15 (矢板)	1.708		OK	1.604		OK
No. 16	No. 16	1.569		OK	1.451		OK
	No. 16 (矢板)	1.569		OK	1.536		OK
No. 23		1.667		OK	1.506		OK
No. 24	No. 24 (砂質土)	1.559		OK	2.204		OK
	No. 24 (粘性土)	1.579		OK	2.206		OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	1.521		OK	1.862		OK
	No. 28 (粘性土)	1.528		OK	1.858		OK
No. 30		1.511		OK	2.192		OK
No. 34		1.579		OK	2.359		OK
No. 36		1.454		OK	2.230		OK

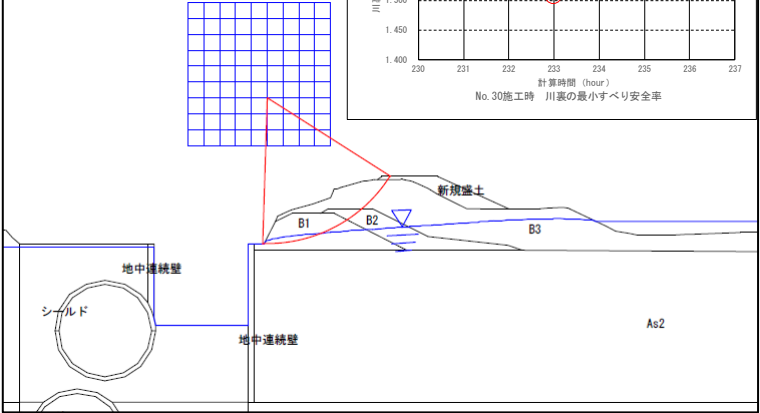
※1:ここに、 $Fs=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$

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

時刻歴233hr

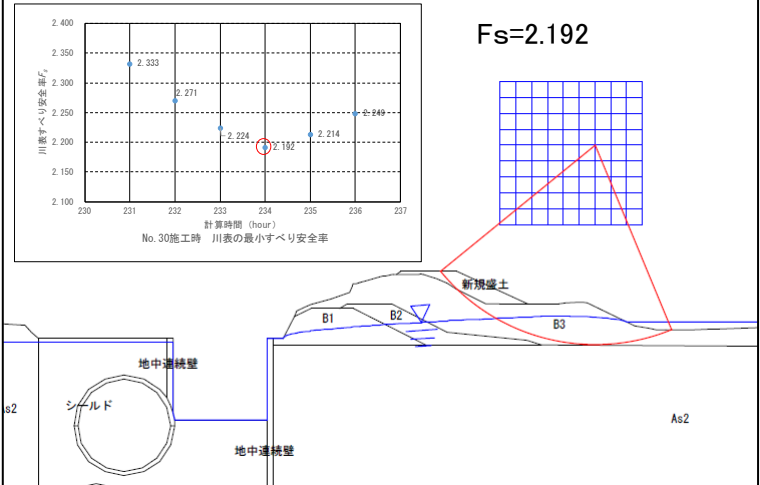
Fs=1.511



No.30施工時の川裏すべり安定計算結果

時刻歴234hr

Fs=2.192



No.30施工時の川表すべり安定計算結果

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 $F_s \geq 1.2$ (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 $K_h=0.075$ (強震帯(大阪)地域の設計震度0.15 の2分の1)

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。

ケース1)完成時(高規格堤防考慮)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 (矢板)	4. 438		OK	1. 538		OK
No. 16	No. 16	4. 201		OK	1. 535		OK
	No. 16 (矢板)	4. 188		OK	1. 537		OK
No. 23		4. 117		OK	1. 559		OK
No. 26	No. 26 (砂質土)	4. 446		OK	1. 562		OK
	No. 26 (粘性土)	4. 427		OK	1. 582		OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	4. 393		OK	1. 532		OK
	No. 28 (粘性土)	4. 393		OK	1. 575		OK
No. 30		4. 914		OK	1. 743		OK
No. 34		4. 972		OK	1. 896		OK
No. 36		4. 946		OK	1. 796		OK

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

ケース2)完成時(高規格堤防考慮)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	11. 866	1. 2	OK	1. 674	1. 2	OK
	No. 15 (矢板)	11. 864		OK	1. 672		OK
No. 16	No. 16	9. 864		OK	1. 661		OK
	No. 16 (矢板)	9. 864		OK	1. 660		OK
No. 23		7. 170		OK	1. 788		OK
No. 26	No. 26 (砂質土)	7. 251		OK	1. 891		OK
	No. 26 (粘性土)	8. 906		OK	1. 918		OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	10. 380		OK	1. 756		OK
	No. 28 (粘性土)	10. 370		OK	1. 784		OK
No. 30		9. 676		OK	2. 116		OK
No. 34		9. 255		OK	2. 288		OK
No. 36		9. 056		OK	2. 254		OK

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

第3回委員会資料抜粋

淀川左岸線延伸部での高規格堤防の照査(案)

赤字: 定性的に完成時(高規格堤防考慮)のほうが安全性が向上すると考えられる項目
青字: 定性的に完成時(高規格堤防考慮)の際、安全性に対し配慮が必要であると考えられる項目

	(a) 完成時	(b) 完成時 (高規格堤防考慮)
侵食	- 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) - 堤防の洗堀に対する安全性 (18-③) - 津波による直接侵食に対する安全性 (18-⑦)	- 堤防の直接侵食に対する安全性 (堤防天端水位での検討) (19-②③) - 耐越水性に対する検討 (19-②③)
浸透	- 堤体内の浸潤面位置 (18-⑤, 19-⑮) - 平均動水勾配 (18-⑤, 19-⑮) - レーンの加重クリープ比 (18-⑦, 19-⑮) - 水平・鉛直方向の局所動水勾配 (18-⑧, 19-⑮) - 円弧すべり安全率 (18-⑨) - 浮き上がり (U-⑥, U-⑦)	円弧すべり安定計算 (SPHMLでの検討) (19-②③)
耐震	- 地震後残留堤防高: 残留堤防高 > 照査外水位 (18-⑩, 18-⑮) - 地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生 (18-⑪, 19-⑭) - 地震時における底面回転角 < 許容値 (U-②, U-③)	地震時の円弧すべり安定計算 (Δu法, Kh法) (19-②③)
圧密	- 道路構造物の残留沈下量 (U-④) - 堤防天端位置の最終沈下量 (18-⑬, 19-⑥) - 道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差 (19-⑦, U-④) - 道路構造物の継手部の段差・離れ (19-⑧, U-⑤) - 周辺地盤の沈下, 傾き (18-⑭)	- デルタ部盛土の残留沈下量 (19-②③) - 道路構造物の残留沈下量 (U-④) - 堤防天端位置の最終沈下量 (18-⑬, 19-⑥) - 道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差 (19-⑦, U-④) - 道路構造物の継手部の段差・離れ (19-⑧, U-⑤) - 周辺地盤の沈下, 傾き (18-⑭)

・赤字の項目については、確認のため、完成時(高規格堤防考慮)の断面のうちの任意の1断面で照査を行い、完成時と結果を比較・確認する。
・任意の1断面については以下の通り選定する。
浸透解析: 完成時の照査において浸潤面が最も高くなるNo.27(砂質土)、耐震解析: 完成時の照査において地震後残留堤防高が最も低くなるNo.43

3

浸透に関して

- ・堤体内の浸潤面位置
- ・平均動水勾配
- ・レーンの加重クリープ比
- ・水平・鉛直方向の局所動水勾配
- ・円弧すべり安全率
- ・浮き上がり

については、定性的に高規格堤防考慮時の安全性が向上すると考えられるため、高規格堤防時の安全性照査は確認のため任意の1断面で実施し、完成時と結果を比較・確認する

【解析ケース】

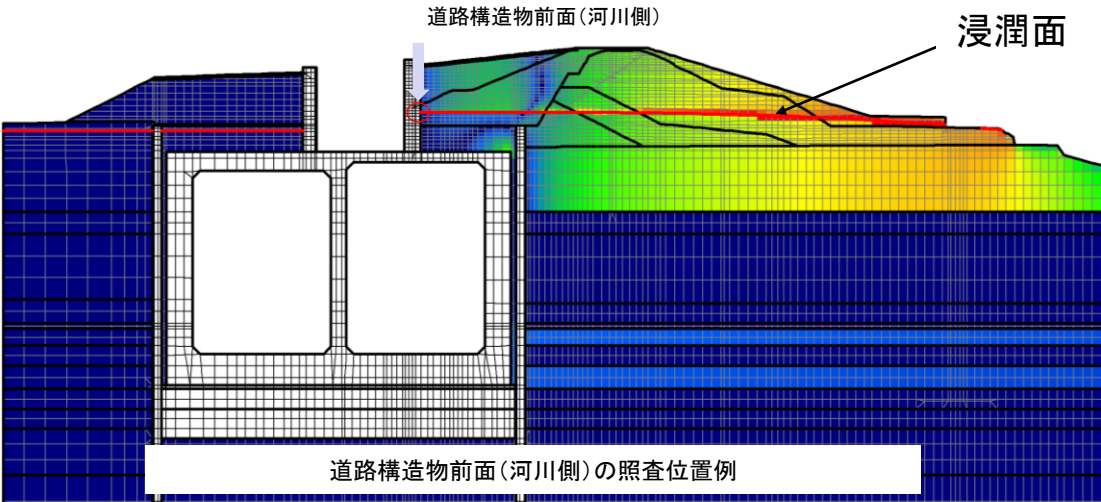
※構造諸元の変更なし

測線	No. 15		No. 16		No. 23	No. 26		No. 28		No. 30	No. 34	No. 36
条件	矢板あり	矢板なし	矢板あり	矢板なし	—	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	—	—	—
完成時	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★

川表に矢板を設置する区間
(No. 4～No. 22)

地層の遷移区間
(No. 24～No. 28)

上記の完成時の浸透流解析を実施した断面の中から1断面を抽出し、完成時（高規格堤防考慮）との照査結果を比較する。検討断面は第3回河川委員会で提示した考え方にに基づき、道路構造物前面（河川側）における堤体内水位の標高値が最も高くなる完成時断面を選定し、同解析断面に高規格堤防の条件を付加した場合の結果と比較する。



完成時の検討断面において、照査基準を満足する浸潤面对策時の堤体内水位を比較した結果No.15の断面が全ての検討断面の中で最も高い水位であることが判明した。

完成時の検討断面において、照査基準を満足する浸潤面对策時の堤体内水位について

検討断面	浸潤面对策		道路構造物前面（河川側）		判定
	川裏	川表	完成時における堤体内水位の標高値（m）	【照査基準】 現況における堤体内水位の標高値（m）	
No. 15	—※	—	4. 444	4. 521	OK
No. 15（矢板）	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3. 695	4. 521	OK
No. 16	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3. 950	4. 072	OK
No. 16（矢板）	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3. 996	4. 072	OK
No. 23	砕石置換	—	4. 083	4. 514	OK
No. 26（砂質土）	砕石置換	表のり面遮水シート ＋止水矢板L=1m	4. 080	4. 099	OK
No. 26（粘性土）	砕石置換	表のり面遮水シート	3. 738	4. 008	OK
No. 28（砂質土）	砕石置換	表のり面遮水シート ＋止水矢板L=3m	4. 125	4. 167	OK
No. 28（粘性土）	—※	—	3. 955	4. 048	OK
No. 30	砕石置換	表のり面遮水シート ＋止水矢板L=4m	3. 934	3. 970	OK
No. 34	—※	—	4. 073	4. 356	OK
No. 36	—※	—	4. 420	4. 594	OK

※：川裏側の降雨浸透対策

【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

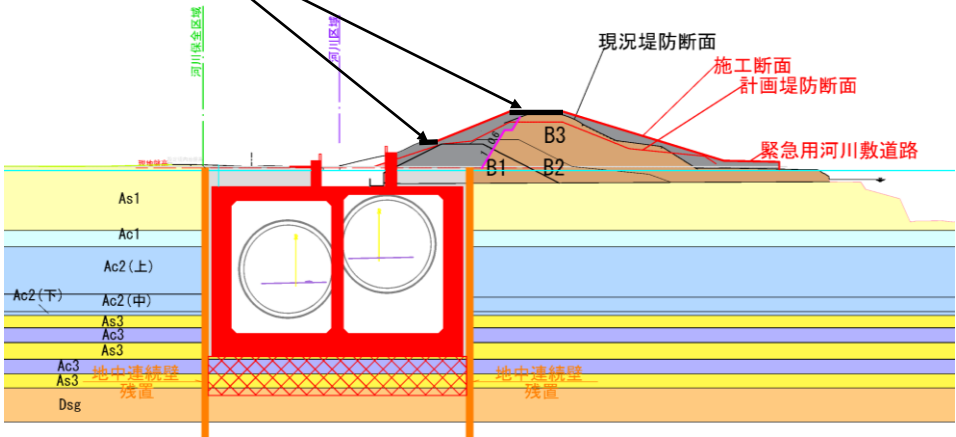
- ①堤体内の浸潤面位置
- ・検討断面について堤体内の浸潤面の位置は、完成時（高規格堤防考慮）が完成時を下回り、安全性が向上していることを確認した。

完成時・完成時（高規格堤防考慮）における堤体内水位の最高値の比較一覧

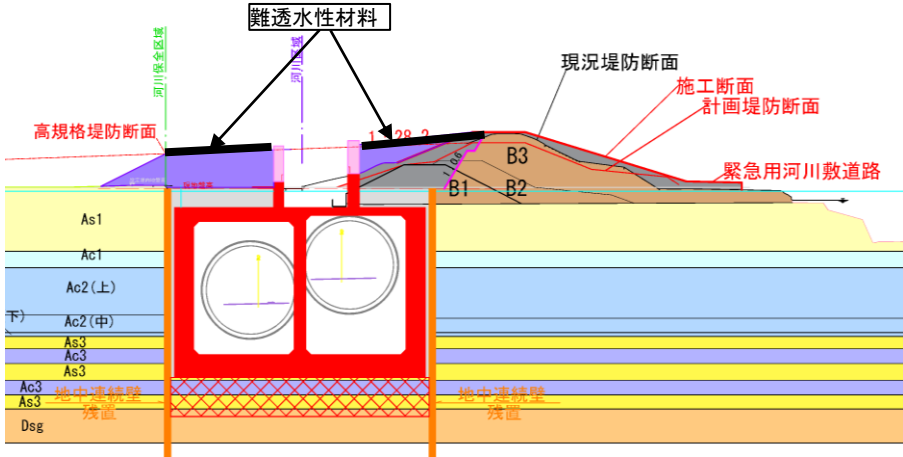
検討断面		道路構造物前面（河川側）	堤防天端中央
		完成時における堤体内水位の最高値（m）	完成時における堤体内水位の最高値（m）
No. 15	完成時	4.444	4.923
	完成時（高規格堤防考慮）	4.407	4.883

川裏の降雨浸透対策
(遮水シート, 天端舗装)

難透水性材料



No.15完成時



No.15完成時（高規格堤防考慮）

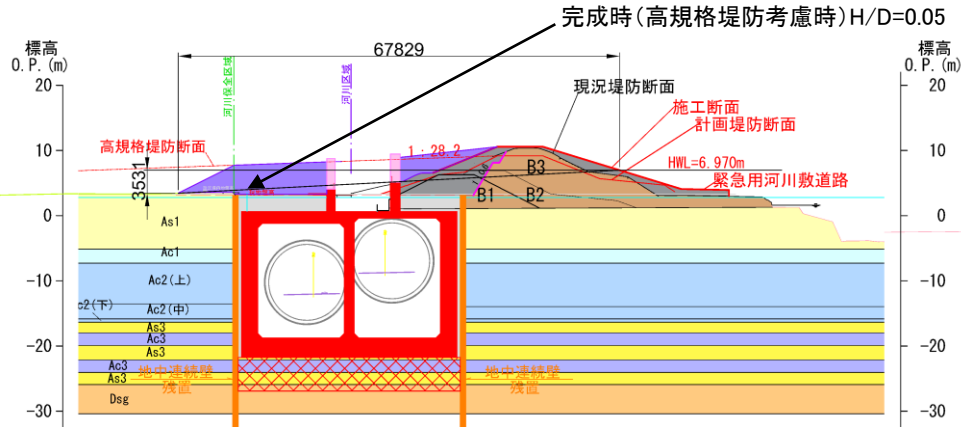
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

②平均動水勾配

・検討断面について平均動水勾配は、完成時（高規格堤防考慮）が完成時を下回り、安全性が向上していることを確認した。

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		
		H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D
No. 15	完成時	3.69	45.00	0.08
	完成時（高規格堤防考慮時）	3.53	67.83	0.05



No.15(高規格堤防考慮) 平均動水勾配の比較図

【照査結果】 18-⑦, 19-⑰

③レーンの加重クリープ比

・検討断面についてレーンの加重クリープ比は、完成時（高規格堤防考慮）が完成時を上回り、安全性が向上していることを確認した。

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
		L ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+m)	H ₂ (OP+m)	ΔH (OP+m)	
No. 15	No. 15	23.65	21.35	6.97	3.28	3.69	8.34
	No. 15（高規格堤防考慮時）	32.03	35.80	6.97	3.44	3.53	12.45

レーンの加重クリープ比の設定

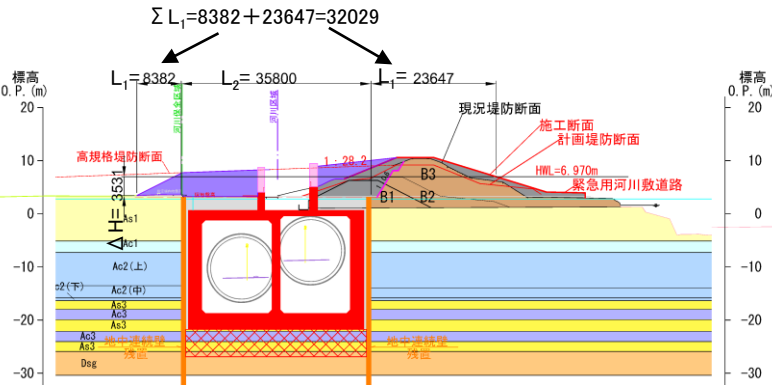
地盤の土質区分	C	地盤の土質区分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	粗砂利	4.0
細砂	7.0	中砂利	3.5
中砂	6.0	栗石を含む粗砂利	3.0
粗砂	5.0	栗石と砂利を含む	2.5

※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_e：水平方向の有効浸透路長、L₁：水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ、L₂：水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ、ΣL：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完成時(高規格堤防考慮時)
レーンの加重クリープ比の算出図

(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)

【照査結果】18-⑧, 19-⑪

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

・検討断面について水平・鉛直方向の局所動水勾配は、完成時（高規格堤防考慮）が完成時を下回り、安全性が向上していることを確認した。

検討断面の局所動水勾配の算出結果一覧

検討断面		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
No. 15	完成時	堤防	評価なし	評価なし
		構造物周辺	0.004	0.009
	完成時（高規格堤防考慮）	堤防	評価なし	評価なし
		構造物周辺	0.0001	0.0006

【照査結果】18-⑨

⑤円弧すべり安全率

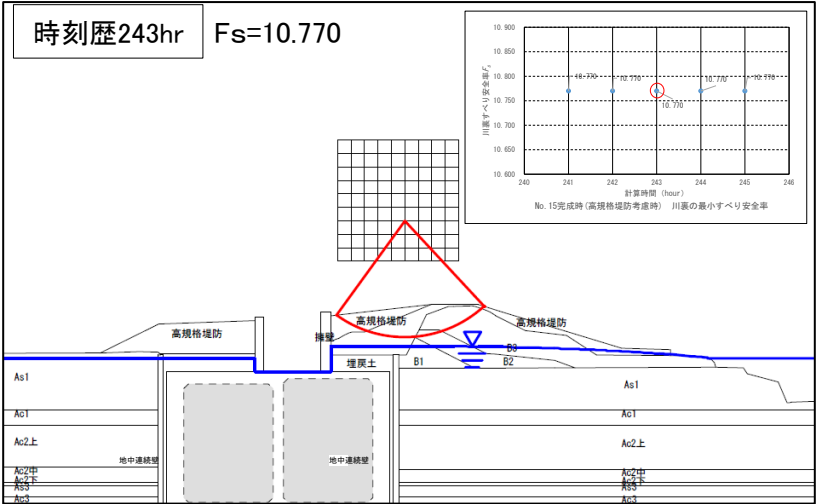
・検討断面についてすべり破壊に対する安全率は、完成時（高規格堤防考慮）が完成時を上回り、安全性が向上していることを確認した。

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

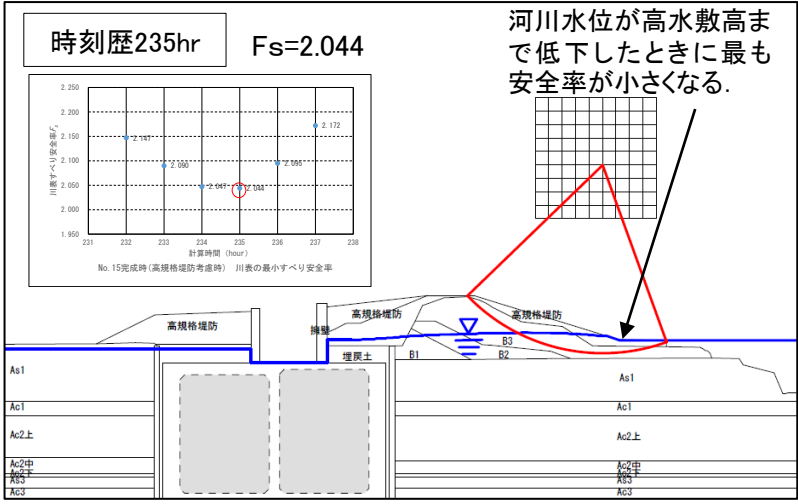
検討断面	川裏		川表	
	完成時（高規格堤防考慮） 最小安全率	完成時 最小安全率	完成時（高規格堤防考慮） 最小安全率	完成時 最小安全率
No. 15	10.770	2.434	2.044	1.883

※1:ここに、 $Fs=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$
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。



No.15完成時(高規格堤防考慮時)の川裏すべり安定計算結果



No.15完成時(高規格堤防考慮時)の川表すべり安定計算結果

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】

- ・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

【照査結果】 U-⑥、U-⑦

- ・検討断面について水位1および水位2対する浮き上がり照査を実施し、完成時(高規格堤防考慮)が完成時を上回り、安全性が向上していることを確認した。

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		水位1							
		上載土荷重	躯体荷重	舗装荷重※1	本線内の埋戻し土荷重※2	合計荷重	道路構造物前面標高水位(0.5m丸め)	揚圧力※3	安全率
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	O. P. +(m)	(kN)	
No. 15	完成時	1054	6758	147	3972	11930	5.0	8862	1.346
	完成時(高規格堤防考慮)	3156	7065	147	3972	14339	6.5	9359	1.532

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		(水位2)								
		上載土荷重	躯体荷重	舗装荷重※1	本線内の埋戻し土荷重※2	頂版上または擁壁天端上の水の荷重※3	合計荷重	道路構造物前面標高水位(0.5m丸め)	揚圧力※4	安全率
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	O. P. +(m)	(kN)	
No. 15	完成時	1054	6758	147	3972	315	12245	9.0	10186	1.202
	完成時（高規格堤防考慮）	3156	7065	147	3972	0	14339	9.0	10186	1.408

項目		記号	ページ
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①	p.18
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	p.22
	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	p.48
	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	p.68
	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	
交通振動	地震動作用に対して安全な構造であること	18-㉔	p.77
解析を伴わない検討・その他配慮すべき事項		18-④, 18-⑲, 18-㉕など	p.83

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

嵩上げ, 拡幅等が容易であること

19-㉓

耐震機能

U-②, U-③

地震動作用に対する安全性検証（完成時）

地震後の堤防の変形（沈下）に対する安全性【18-⑩, 18-⑱】

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】

地震時の道路構造物の回転に対する安定性【U-②, U-③】

【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）

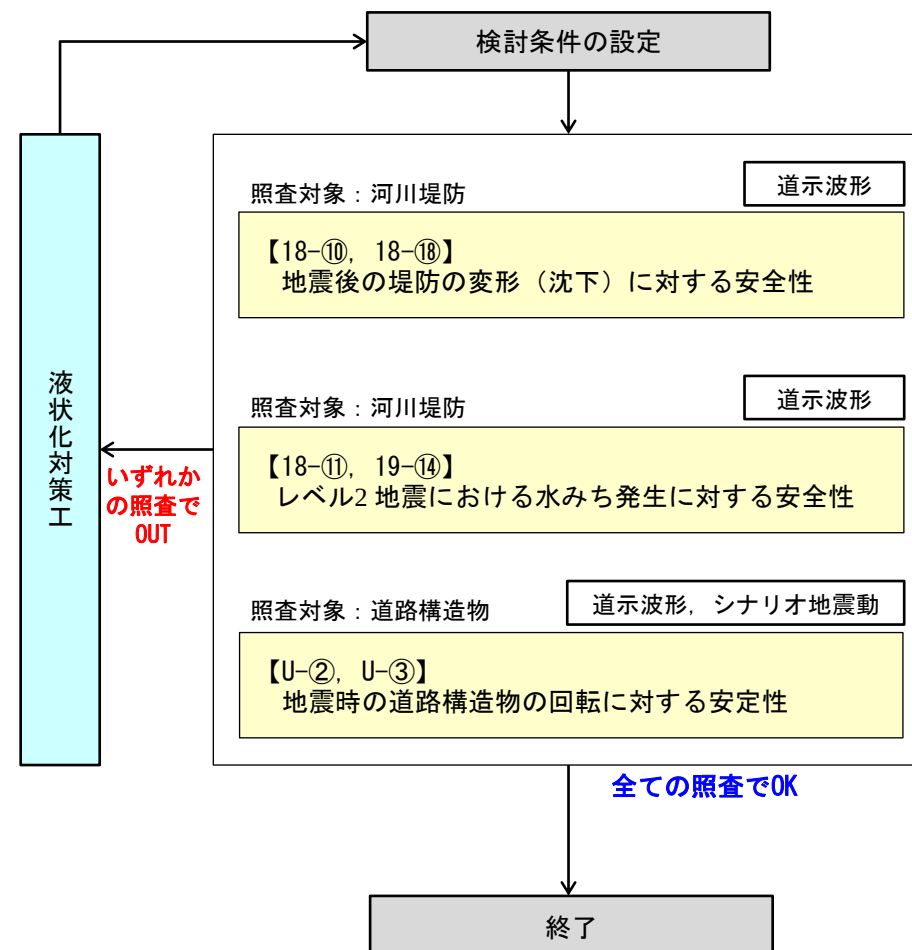
【照査項目】

- 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】

①地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位

いずれの断面においても、レベル2-1地震動およびレベル2-2地震動に対して沈下後残留堤防高は照査外水位よりも高くなり、河川堤防は完成時において耐震性能を満足することが確認できた。

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
No.4 (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
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	1.200	1.224	1.231	1.218	9.428	4.58	OK	0.288	0.302	0.305	0.298	10.348	2.29	OK
No.26 (砂質土地盤)	10.683	1.918	1.845	1.788	1.850	8.833	4.58	OK	0.268	0.276	0.280	0.275	10.408	2.30	OK
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.270	1.208	1.153	1.210	9.473	4.58	OK	0.224	0.231	0.232	0.229	10.454	2.30	OK
No.27 (砂質土地盤)	10.691	1.639	1.597	1.580	1.605	9.086	4.58	OK	0.242	0.251	0.255	0.249	10.442	2.30	OK
No.27 (粘性土地盤)	10.691	1.036	1.024	1.010	1.023	9.668	4.58	OK	0.190	0.200	0.205	0.198	10.493	2.30	OK
No.30	10.715	1.578	1.624	1.654	1.619	9.096	4.58	OK	0.229	0.243	0.259	0.244	10.471	2.30	OK
No.35	10.755	2.084	2.139	2.172	2.132	8.623	4.58	OK	0.427	0.455	0.475	0.452	10.303	2.30	OK
No.36	10.764	2.105	2.169	2.199	2.158	8.606	4.59	OK	0.417	0.442	0.456	0.438	10.326	2.30	OK

第4回委員会の
結果再掲

今回報告内容

※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※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

※4 No. 4では第3回委員会（資料3-1, p4）で決定した方針から矢板を設置する場合の検討も実施する。

【照査結果一覧】

■水みち発生に対する照査結果【18-⑪, 19-⑭】

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。

いずれの断面も地震による剥離が一部発生することが明らかとなった。ただし、剥離がいずれの道路構造物においても全周にわたって発生することはないため、地震直後に水みちが形成される可能性は低いと考えられる。また、No. 35については底版で連続した剥離が発生するため水みちの有無について液状化対策の検討時に確認を行う。

断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					
		剥離状況				判定	剥離状況				判定		
		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		シールド	左側壁横	右側壁横	頂版上		底版下	シールド
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
No.4 (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
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
No.22	U型擁壁	発生	一部発生	—	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	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	一部発生	一部発生	—	発生	—	OK	一部発生	一部発生	—	発生無し	—	OK
	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.26 (粘性土地盤)	U型擁壁	一部発生	一部発生	—	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	—	発生無し	—	OK
	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.27 (砂質土地盤)	U型擁壁	発生	一部発生	—	発生	—	OK	一部発生	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	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.27 (粘性土地盤)	U型擁壁	発生	一部発生	—	一部発生	—	OK	発生無し	発生	—	発生無し	—	OK
	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.30	ボックス	発生	発生	一部発生	発生無し	—	OK	一部発生	一部発生	一部発生	発生無し	—	OK
	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.35 (L2-1は地盤改良考慮)	ボックス	一部発生	一部発生	発生無し	一部発生	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK
	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.36	ボックス	発生無し	発生無し	発生無し	発生	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	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

第4回委員会の結果再掲

今回報告内容

※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※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となった断面については、照査基準を満足する液状化対策を検討する。

※4 No. 4では第3回委員会（資料3-1, p4）で決定した方針から矢板を設置する場合の検討も実施する。

【照査結果一覧】

■底面回転角に対する照査結果【U-②, U-③】

③地震時における底面回転角 < 許容値（シナリオ地震動）

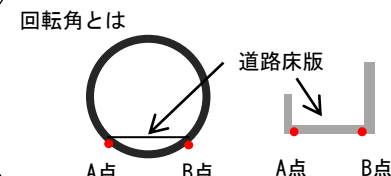
No. 26, No. 27, No. 30において、道路構造物の回転角はシナリオ地震動に対して照査基準を満足しない結果となった。

また、上部シールドが側方流動するとともに浮き上がる結果となった。

偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性や、地震時の液状化による修復性が確保できないため、液状化対策が必要と判断する。

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	-0.29	32.94	1.25	2.00	OK	0.07	-0.19	32.94	0.79	2.00	OK
No.4 (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	0.00	24.45	0.05	2.00	OK	-0.01	0.00	24.45	0.05	2.00	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	-0.29	-0.35	6.650	0.91	2.00	OK	-0.09	-0.07	6.650	0.31	2.00	OK
	シールド上	0.03	0.01	6.375	0.32	2.00	OK	0.02	0.01	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	0.08	-0.67	8.360	8.98	2.00	NG	0.10	-0.16	8.360	3.12	2.00	NG
	シールド上	0.14	0.16	6.375	0.32	2.00	OK	0.05	0.04	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土地盤)	U型擁壁	0.38	-0.27	8.360	7.78	2.00	NG	0.14	-0.09	8.360	2.76	2.00	NG
	シールド上	0.05	0.06	6.375	0.16	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (砂質土地盤)	U型擁壁	0.17	-0.72	8.360	10.65	2.00	NG	0.08	-0.18	8.360	3.12	2.00	NG
	シールド上	0.15	0.11	6.375	0.63	2.00	OK	0.04	0.02	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (粘性土地盤)	U型擁壁	0.38	-0.31	8.360	8.26	2.00	NG	0.12	-0.10	8.360	2.64	2.00	NG
	シールド上	0.05	0.04	6.375	0.16	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.30	ボックス	0.39	-0.46	10.25	8.30	2.00	NG	0.11	-0.12	10.25	2.25	2.00	NG
	シールド上	0.28	0.19	6.375	1.42	2.00	OK	0.07	0.06	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.35	ボックス	-0.07	-0.07	11.05	0.00	2.00	OK	-0.02	-0.04	11.05	0.19	2.00	OK
	シールド上	0.15	0.10	6.375	0.79	2.00	OK	0.05	0.04	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.36	ボックス	0.00	-0.17	12.90	1.32	2.00	OK	0.00	-0.05	12.90	0.39	2.00	OK
	シールド上	0.12	0.02	6.375	1.57	2.00	OK	0.03	0.00	6.375	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

第4回委員会の
結果再掲



今回報告内容

※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※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。

※4 No. 4では第3回委員会（資料3-1, p4）で決定した方針から矢板を設置する場合の検討も実施する。

【照査結果一覧】

■底面回転角に対する照査結果【U-②, U-③】

③地震時における底面回転角 < 許容値（レベル2地震動）

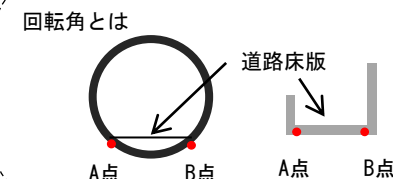
No. 26, No. 27, No. 30, No. 35, No. 36において、道路構造物の回転角はレベル2地震動に対して照査基準を満足しない結果となった。

また、上部シールドが側方流動するとともに浮き上がる結果となった。

偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性や、地震時の液状化による修復性が確保できないため、液状化対策が必要と判断する。

断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					
		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	0.21	-0.32	32.94	1.61	2.00	OK	0.06	-0.13	32.94	0.58	2.00	OK
No.4 (矢板考慮)	ボックス	0.21	-0.29	32.94	1.52	2.00	OK	0.06	-0.13	32.94	0.58	2.00	OK
No.14	ボックス	0.00	0.08	24.45	0.33	2.00	OK	0.00	0.03	24.45	0.13	2.00	OK
No.15	ボックス	0.00	-0.01	33.10	0.04	2.00	OK	0.00	0.00	33.10	0.00	2.00	OK
No.22	U型擁壁	-0.31	-0.27	6.650	0.61	2.00	OK	-0.13	-0.09	6.650	0.61	2.00	OK
	シールド上	0.08	0.03	6.375	0.79	2.00	OK	0.03	0.01	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (砂質土盤)	U型擁壁	0.61	-1.31	8.360	22.97	2.00	NG	0.15	-0.13	8.360	3.35	2.00	NG
	シールド上	0.53	0.34	6.375	2.99	2.00	NG	0.05	0.05	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土盤)	U型擁壁	1.17	-0.36	8.360	18.31	2.00	NG	0.15	-0.09	8.360	2.88	2.00	NG
	シールド上	0.07	0.11	6.375	0.63	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (砂質土盤)	U型擁壁	0.58	-1.41	8.360	23.81	2.00	NG	0.15	-0.14	8.360	3.47	2.00	NG
	シールド上	0.50	0.26	6.375	3.77	2.00	NG	0.05	0.05	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	-0.01	0.01	6.375	0.32	2.00	OK
No.27 (粘性土盤)	U型擁壁	1.13	-0.66	8.360	21.42	2.00	NG	0.12	-0.09	8.360	2.52	2.00	NG
	シールド上	0.07	0.09	6.375	0.32	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	-0.01	0.01	6.375	0.32	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.30	ボックス	1.06	-1.01	10.25	20.20	2.00	NG	0.11	-0.11	10.25	2.15	2.00	NG
	シールド上	0.70	0.40	6.375	4.71	2.00	NG	0.07	0.06	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.35	ボックス	0.16	-0.30	11.05	4.17	2.00	NG	-0.01	-0.05	11.05	0.37	2.00	OK
	シールド上	0.53	0.36	6.375	2.67	2.00	NG	0.07	0.05	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.36	ボックス	0.10	-0.59	12.90	5.35	2.00	NG	0.00	-0.08	12.90	0.63	2.00	OK
	シールド上	0.54	0.19	6.375	5.50	2.00	NG	0.04	0.01	6.375	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

第4回委員会の
結果再掲



今回報告内容

※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※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が基本になるものの、本検討では液状化に伴う流動変形を扱うため、液状化した地盤のような長周期化する事象もターゲットとする必要がある。このため、シナリオ地震よりも長周期成分が卓越しているL2-1地震動及びL2-2地震動に対しても照査を行う。

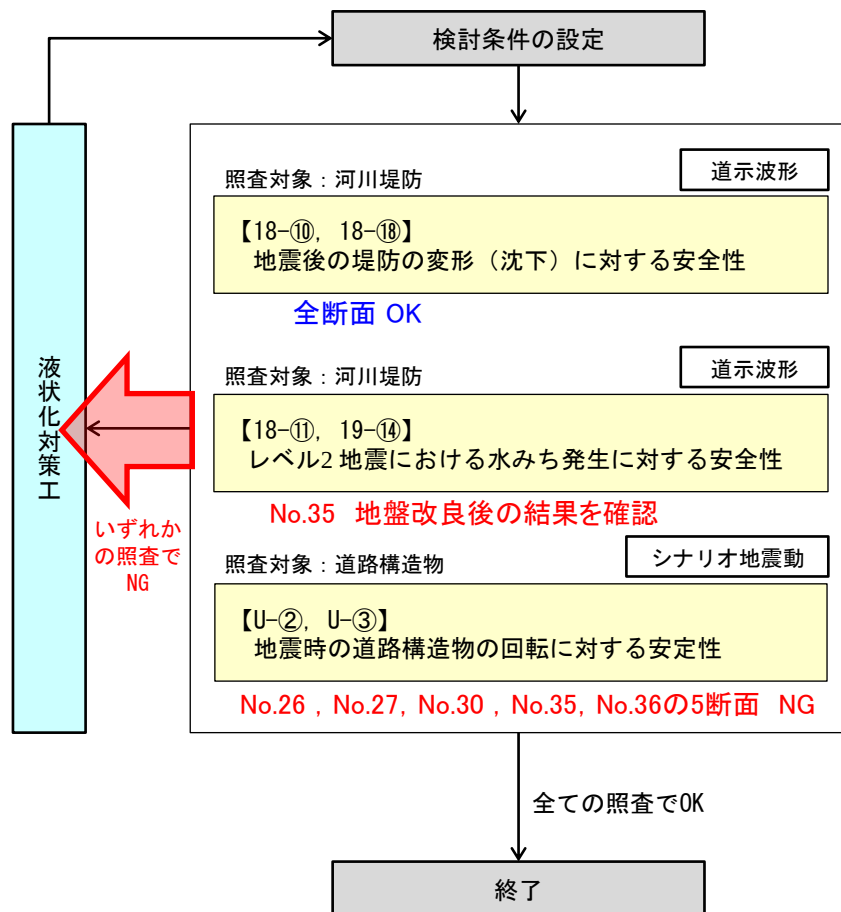
※3 表中のA点およびB点は、道路ボックスもしくはU型擁壁の両端位置、シールドの回転角算定の着目点を表す。距離はA点とB点の水平距離を表す。

※4 No. 4では第3回委員会（資料3-1, p4）で決定した方針から矢板を設置する場合の検討も実施する。

■ 液状化対策の検討対象

下記フローに示すとおり、5断面（No. 26, No. 27, No. 30, No. 35, No. 36）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】



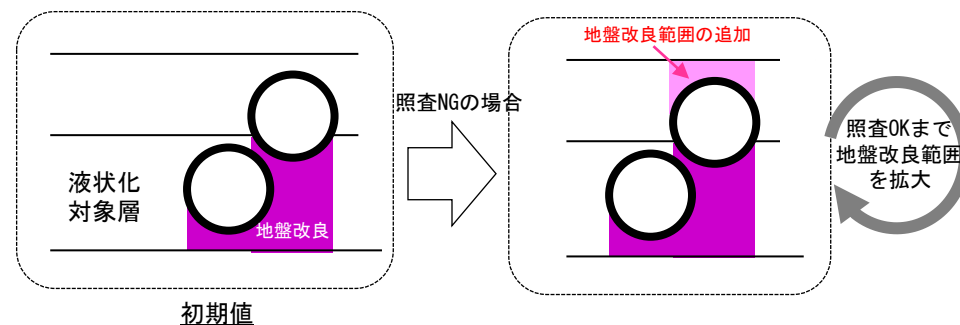
■ 液状化対策の検討に関する基本方針

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

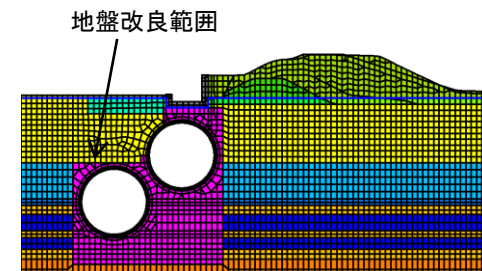
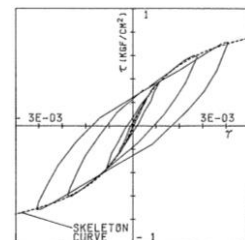
液状化対策が必要と評価された範囲はシールドトンネル区間であるが、シールドトンネルの構造検討により浮き上がり対策として下図の範囲の地盤改良が必要となることが明らかとなっている。

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。



地盤改良のイメージ

【照査結果】

■水みち発生に対する照査結果【18-⑪， 19-⑭】

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。（地盤改良を反映）

無対策時に連続した水みち発生懸念があったNo. 35について、地盤改良考慮した場合に構造物周辺で連続した剥離は発生しないため、地震直後に水みちが形成される可能性は低いと考えられる。

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				判定	
		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.35 (レベル2-1地震動 は地盤改良考慮)	ボックス	一部発生	一部発生	発生無し	一部発生	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK
	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

【照査結果】

■底面回転角に対する照査結果【U-②， U-③】

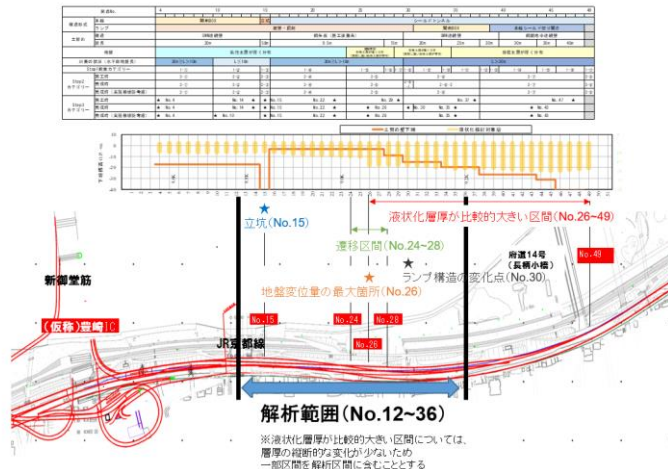
③地震時における底面回転角 < 許容値

地震後の地盤変形量に与える影響を考慮して、主要動の継続時間が長いタイプⅠ地震動について地盤改良後の回転角を確認した。
地盤改良考慮後については全ての断面で照査基準を満足することを確認した。

断面		L2-1地震動						シナリオ地震動（南海・東南海地震動）					
		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.26 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK	0.00	0.00	8.360	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.17	0.03	8.360	1.68	2.00	OK	0.01	0.01	8.360	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.01	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK
	シールド上	0.00	-0.01	6.375	0.16	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (粘性土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.03	0.03	8.360	0.00	2.00	OK	0.02	0.01	8.360	0.12	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.30 地盤改良考慮	ボックス	0.00	-0.01	10.25	0.10	2.00	OK	0.00	-0.01	10.25	0.10	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.35 地盤改良考慮	ボックス	-0.01	0.00	11.05	0.10	2.00	OK	-0.07	-0.07	11.05	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.15	0.10	6.375	0.79	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.36 地盤改良考慮	ボックス	0.00	-0.01	12.90	0.08	2.00	OK	0.00	-0.17	12.90	1.32	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.12	0.02	6.375	1.57	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

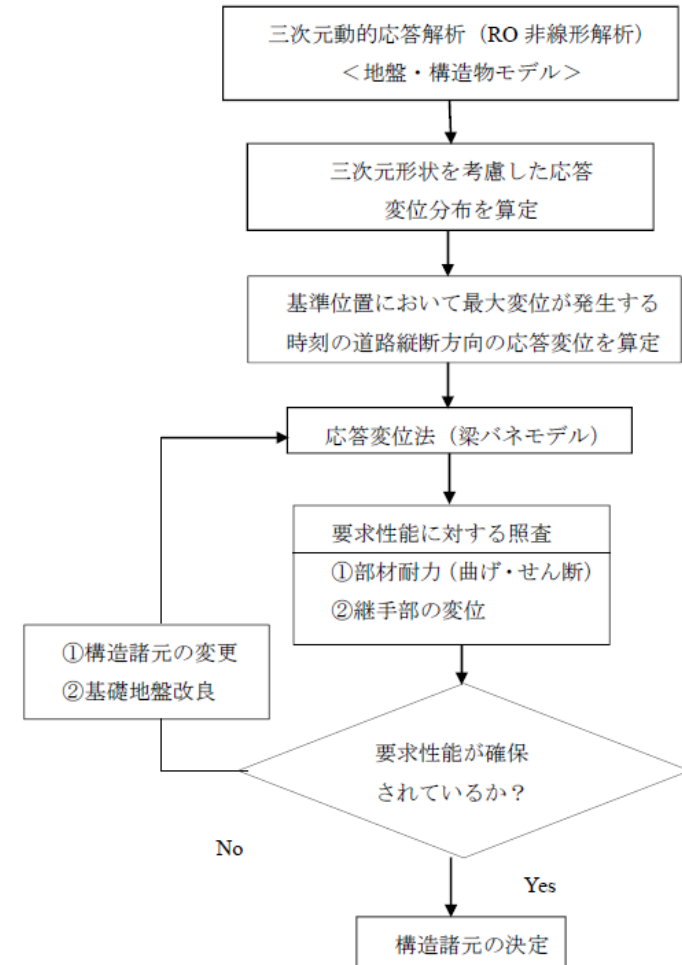
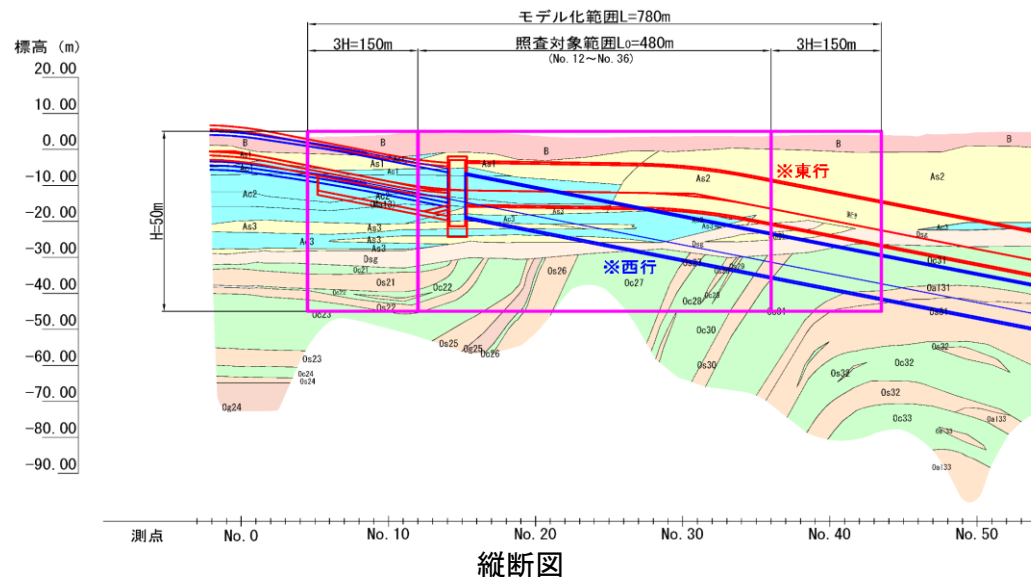
地震時の道路構造物の照査に関しては、別途構造物設計及び堤防との一体構造物について2次元の耐震解析で確認しているが、軸圧縮力・軸引張力などの縦断方向の躯体の照査、構造継手部からの土砂流入等を防止できるかどうかという観点での構造継手部照査として目開き量やせん断力について照査を実施する。第3回委員会(資料-5参照)において3次元縦断耐震解析の解析範囲を構造物や地盤の変化点を含んだNo.12~No.36(モデル化範囲はNo.4~No.44)の約480mと決定した。

3次元縦断耐震解析の解析範囲について



第3回委員会(資料-5抜粋)

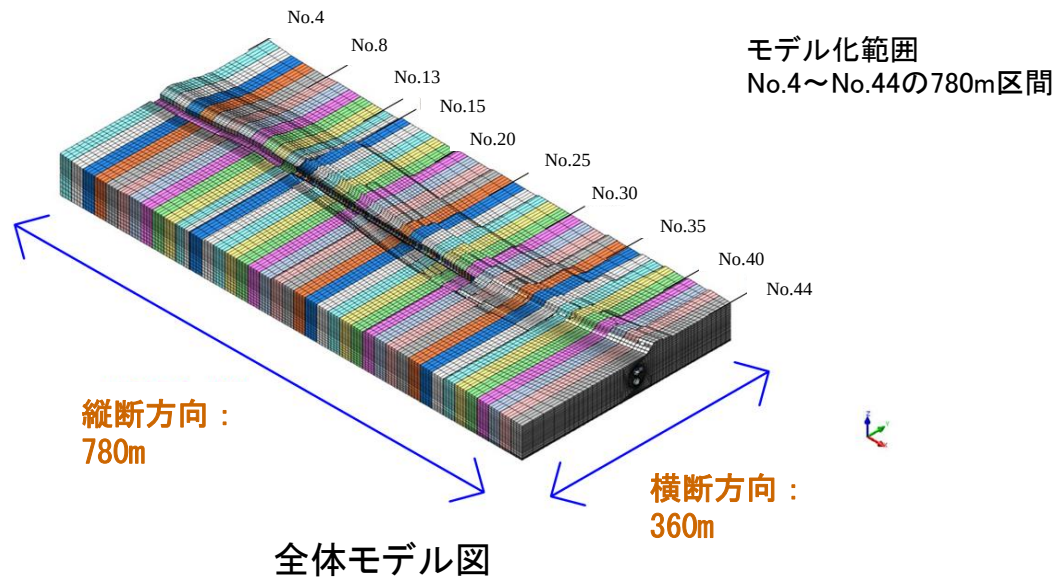
モデル化範囲について



検討フロー図

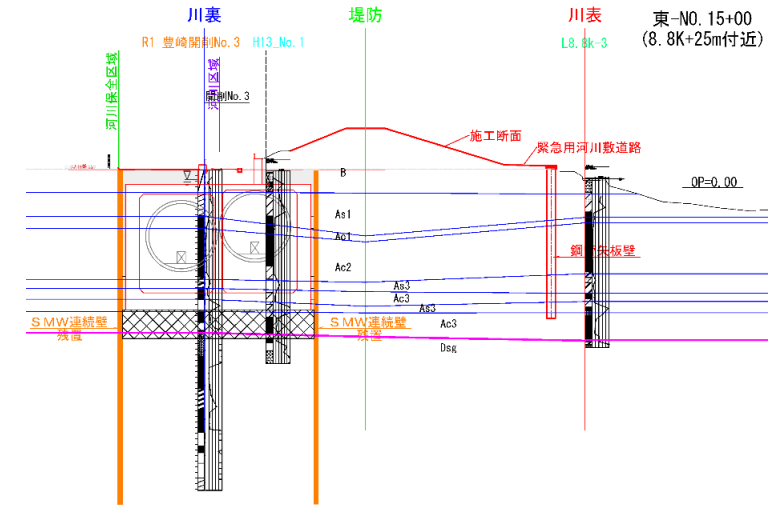
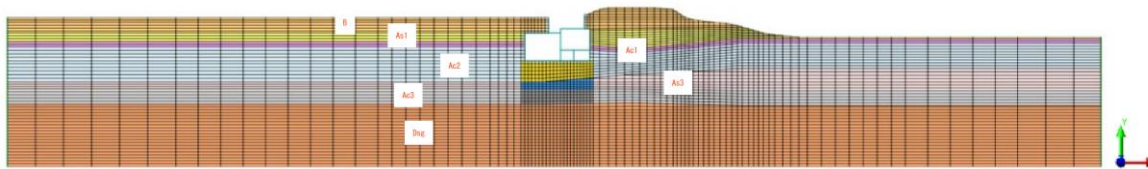
【モデル化】

- ・完成時をモデル化する。
- ・縦断方向:立坑, 地層の遷移区間, 地盤変位量の最大箇所, 液状化層厚の大きい区間を含む No.12~No.36の約480mの区間を照査対象範囲とし, 側方境界の影響を考え, モデル化は高さ方向の3倍(150m)を考慮し, 780m(150m+480m+150m)とする。
- ・横断方向:照査対象範囲(60m)に側方境界の影響を考え, 360m(150m+60m+150m)とする。
- ・深さ方向:解析範囲内で耐震設計上の基盤面高さが異なるため, 構造物の10m程度下方である GL.-50m($V_s=350\text{m/s}$ 程度)をモデル下端とし, 設計地震動は基盤面高さに合わせて引き戻し・引き戻し計算を実施する。

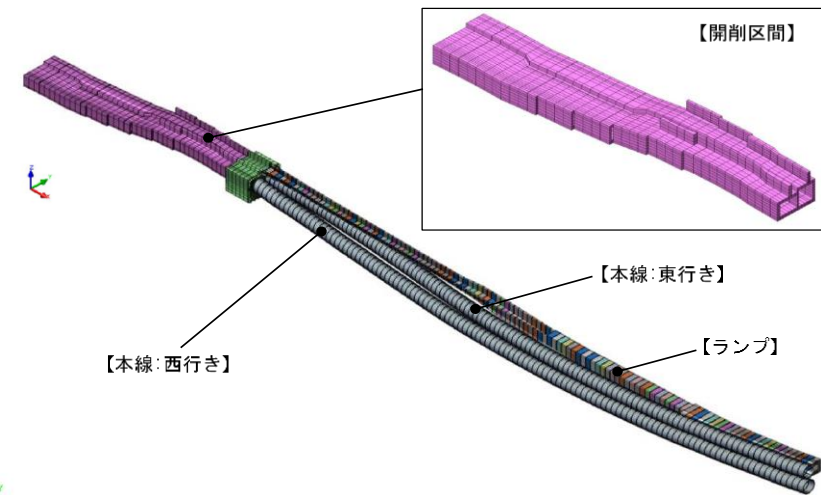


【代表的なモデル断面図】

No.12(開削区間)



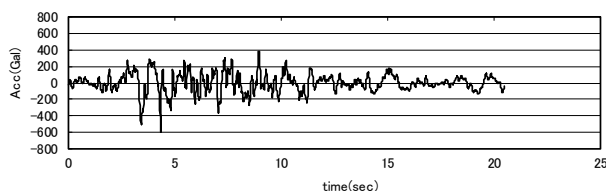
No.15(立坑)の地質横断面図



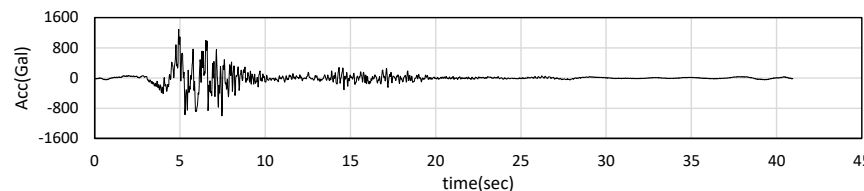
構造モデル図

【入力地震動】

下図に示すレベル2地震動とシナリオ地震動を入力地震動とする。入力地震動は立坑位置を基準として、トンネル軸方向および軸直角方向に対して下図の波形を入力する。



レベル2地震動



シナリオ地震動

【照査項目】

完成時における3次元縦断耐震解析を実施し、確認項目は第3回委員会で決定した以下に加えて、シールドトンネル設計マニュアル(平成23年2月一部改訂阪神高速道路株式会社)を参考にセグメント本体部の軸圧縮力についても照査を追加実施する。なお、軸方向加振時のセグメント継手部の照査については、マニュアルではレベル2地震動での照査項目ではあるが、継手部からの土砂流入など堤防への影響を考慮し、安全側の照査としてレベル2地震動より目開き量や継手のせん断力が大きくなると考えられるシナリオ地震動で照査を実施する。継手部の目開き量については、製品によって許容量が異なるが、目安の許容値として開削トンネルで150mm、シールドトンネルで30mmとして設定した。開削トンネルの引張応力についてはコンクリートの許容引張応力超過後も鉄筋が抵抗するため、超過した場合はRC部材の曲げ耐力照査を実施する。

【開削トンネル】

- ・躯体の発生応力度(引張(曲げ)、圧縮)
- ・継手部目開き量<地震発生時の許容目開き量(150mm)
- ・継手部せん断力<地震時の発生せん断力

【シールドトンネル】

- ・セグメント本体部 設計軸圧縮耐力 > 発生軸圧縮力
- ・セグメント本体部 設計せん断耐力 > 発生せん断力
- ・継手部 許容目開き量 > 地震発生時の目開き量(30mm)
- ・継手部 設計せん断力 > 地震時の発生せん断力



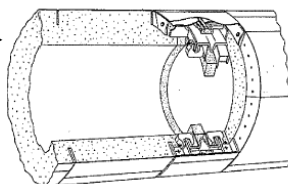
シナリオ地震動で照査を実施
軸方向についてはシナリオ地震動で照査を実施
軸方向についてはシナリオ地震動で照査を実施。軸直角方向についてはレベル2地震動で照査を実施

【継手条件】

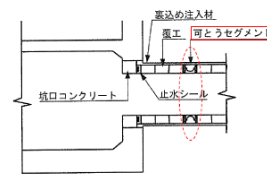
開削トンネル区間では構造継手および施工継手が等間隔に配置されており、継手間隔は約20m～55m間隔とする。

シールドトンネル区間では継手間隔は約1.8m、ランプ区間では約35m間隔とする。立坑との接続部について、せん断力が大きくなることが想定される。立坑に取り付く開削トンネルは鉄道との交差部付近となり、用地上の制約から土留の鋼製連壁を本体利用する構造であるため、施工上設置が可能な可とう継手構造を採用する。また、また、立坑東側のランプ接続部、シールドトンネル接続部についても目開き量、断面力の低減を図る対策として可とう継手、可とうセグメントを採用する。

<可とうセグメントの例>



出典:トンネルライブラリー19
シールドトンネルの耐震設計
(H19.12, 土木学会, p175)



出典:トンネル標準示方書
[シールド工法変]・同解説
(H28.8, 土木学会, p342)

【地盤改良範囲】

道路構造物の浮き上がり、滑動などの安定計算と2次元の耐震解析(課題③)の結果から必要な地盤改良範囲をモデル化する。
また、土留め、矢板、トンネル躯体の内部部材は変位を抑制することから安全側の配慮としてモデル化しない。

2次元耐震では確認できない軸方向の応力状態や継手部などについて3次元応答解析を用いて確認を行った。目開き量については構造継手
で対応可能な範囲であることを確認し、その他の応答については一部対策が必要になるものの、必要な対策を講じることで許容値内に収まるこ
とを確認した。このことから継手部からの土砂流入等を防止できると判断する。[解析結果詳細:資料-3-2 p190～205]

地震動レベル	構造物	加振方向	照査項目		応答の 最大値(最小値)	照査値	判定
			部位	照査内容			
レベル2地震動	シールドトンネル	軸直角方向	継手部	目開き量	0.17mm	3.0mm	OK
				せん断力	8,576.4kN	11,758kN	OK
シナリオ地震動	開削トンネル (本線)	軸方向	躯体	圧縮応力	0.64N/mm ²	30.0N/mm ²	OK
				引張応力	0.93N/mm ²	2.0N/mm ²	OK
			継手部	目開き量	122mm	150mm	OK
				せん断力	-13,418.8kN	± 30,601.2kN	OK
		軸直角方向	躯体	圧縮応力	0.24N/mm ²	30.0N/mm ²	OK
				引張応力	0.24N/mm ²	2.0N/mm ²	OK
			継手部	目開き量	28mm	150mm	OK
				せん断力	46,975.9kN	63,009.2kN	OK
	開削トンネル (ランプ)	軸方向	躯体	圧縮応力	1.85N/mm ²	30.0N/mm ²	OK
				引張応力(曲げ)	46,732kN・m	134,827kN・m	OK
			継手部	目開き量	31.0mm	150mm	OK
				せん断力	-4,669.9kN	± 58,689.8kN	OK
		軸直角方向	躯体	圧縮応力	4.66N/mm ²	30.0N/mm ²	OK
				引張応力(曲げ)	110,520kN・m	134,826kN・m	OK
			継手部	目開き量	29.8mm	150mm	OK
				せん断力	-48,708.1kN	± 58,689.8kN	OK
	シールドトンネル	軸方向	躯体	圧縮応力	14.0N/mm ²	40.8N/mm ²	OK
				せん断力	2,434.5kN	11,758kN	OK
			継手部	目開き量	2.8mm	3.0mm	OK
				せん断力	2,434.5kN	11,758kN	OK

レベル2地震後の道路構造物の部材の安全性、部材の修復性の照査

判断基準：地震発生後に道路構造物の損傷状態が修復できる程度の限定的なものに収まっているかを確認する。

■検討基準：開削トンネル耐震設計指針 ―横断方向の耐震設計―(H20改訂)阪神高速

- ・地震時の部材の最大曲率応答塑性率 $\mu_{\phi R} < \text{許容曲率塑性率}$
- ・地震時に発生するせん断力 $< \text{せん断耐力}$
- ・地震時における層間回転角 $< \text{許容値}$

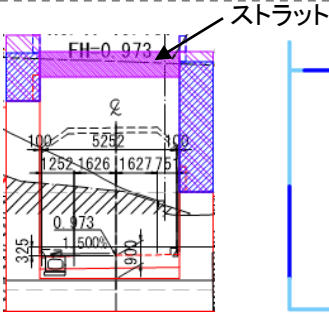
■検討外力：河川構造物の耐震性能照査指針に示される標準加速度応答スペクトル(L2-1,L2-2)に合致する地震動波形として、道路橋示方書・同解説V耐震設計編に示される地震動波形と、開削トンネル設計指針に示される上町断層の破壊シナリオを反映して作成された最大級シナリオ地震動とする。

※レベル1地震動については、延伸部では切掛け区間や地盤条件の遷移区間など2期と比べて特異な区間を有する。
一方で、レベル2地震動で耐震照査を実施しており、レベル2-1地震動では降伏耐力以下に収まっていることを確認している。
また、延伸部区間ではレベル2-1地震動と比較してレベル1地震動の応答スペクトルが小さい。
このことから、レベル1地震動の照査基準を満足すると判断する。

■検討手法：応答震度法

■照査結果

- ①部材の最大曲率応答塑性率 $\mu_{\phi R}$ は許容曲率塑性率 $\mu_{\phi a}$ を満足することから、曲げ損傷に対する安全性が確保できていることを確認。
- ②発生せん断力がせん断耐力を超過することがないことから、せん断破壊に対する安全性が確保できていることを確認。
- ③中壁は、せん断破壊ではなく曲げ破壊先行型の損傷が生じることを確認。
- ④隅角部において、正負の曲げモーメントに対して耐震性能を有していることを確認。
- ⑤層間回転角は右振り、左振りにおいて両側壁とも許容値を下回り安全性を確保できていることを確認。



Md: 発生応力
Mc: ひび割れ耐力
My: 降伏耐力
Mu: 終局耐力

Md < Mc
Mc ≤ Md < My
My ≤ Md < Mu
Mu < Md

※ ■ 表示がNG

地震作用に対する道路構造物の滑動・転倒・地盤支持力の安全性

判断基準：地震作用に対して、本申請構造物の安全性が基準類に規定される照査基準を満足すること

■照査基準

- ・以下の基準類から設定
- 滑動：滑動力に対する安全率 $F_s > 1.5$ （道路土工 擁壁工指針）
- 転倒：荷重の合力の偏心距離 $|e| \leq \text{底面幅} B / 6$ （道路土工 擁壁工指針）
- 地盤の支持力（道路土工 擁壁工指針）
道路構造物底面地盤 地盤の極限支持力 $Q_u / 2 > \text{地盤反力} Q_c$
道路構造物下の改良地盤の支持層の許容支持力 $> \text{改良地盤底版部の地盤反力}$

■照査結果

許容値を満足することを確認した。

U型擁壁区間で土圧、水圧が大きくなる縦断的に最も深い断面を例示(No.27)

	地震時		
	結果	照査基準	判定
滑動	8.3	1.2以上	OK
転倒(m)	1.7	4.4以下	OK
地盤支持力(kN)	371.1	4,976.0以下	OK

【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
No.15	10.570	1.107	1.144	1.164	1.138	9.432	4.58	OK	0.270	0.287	0.295	0.284	10.286	2.29	OK
No.22	10.646	1.384	1.391	1.387	1.387	9.259	4.58	OK	0.318	0.338	0.346	0.334	10.312	2.29	OK
No.26 (砂質土地盤)	10.683	1.590	1.603	1.630	1.608	9.075	4.58	OK	0.254	0.274	0.287	0.272	10.411	2.30	OK
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.376	1.346	1.314	1.345	9.338	4.58	OK	0.233	0.247	0.253	0.244	10.439	2.30	OK
No.29	11.104	1.632	1.759	1.847	1.746	9.358	4.58	OK	0.267	0.292	0.311	0.290	10.814	2.30	OK
No.35	10.755	2.169	2.335	2.440	2.315	8.440	4.58	OK	0.443	0.487	0.519	0.483	10.272	2.30	OK
No.46	11.225	2.293	2.670	2.554	2.506	8.719	4.59	OK	0.548	0.581	0.526	0.552	10.673	2.31	OK

第4回委員会の
結果再掲

今回報告内容

【照査目的】
高規格堤防の地震時のすべりに対する安全性
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地震時における安全性について数値解析による検証を実施する。【19-㉓】

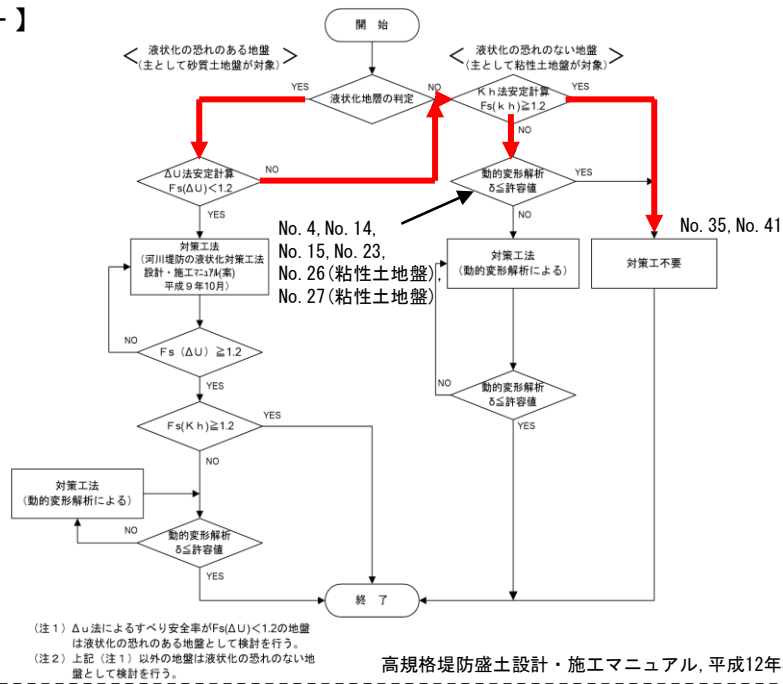
【照査基準（既往の基準）】
高規格堤防盛土設計・施工マニュアル（平成12年3月、（財）リバーフロント整備センター）

【照査項目】
地震時のすべりに対する安全率 ≥ 1.2 【19-㉓】

【照査手法】
 ΔU 法, Kh法

【その他】
Kh法ですべり安全率が1.2を確保できない場合は、動的変形解析による沈下量が許容値※以下になることを確認する。
※許容残留沈下量：堤防天端および堤外側表法面50cm、高規格堤防特別区域20cm

【検討フロー】



【地震時のすべりに対する安全性の照査結果】

解析断面	解析手法	川裏すべり			川表すべり		
		すべり安全率	照査基準	照査結果	すべり安全率	照査基準	照査結果
No.4	ΔU 法	2.953	1.2	OK	1.891	1.2	OK
	Kh法	1.192	1.2	NG	0.980	1.2	NG
No.14	ΔU 法	1.554	1.2	OK	1.877	1.2	OK
	Kh法	1.210	1.2	OK	1.031	1.2	NG
No.15	ΔU 法	1.555	1.2	OK	1.924	1.2	OK
	Kh法	1.210	1.2	OK	1.034	1.2	NG
No.23	ΔU 法	1.561	1.2	OK	1.892	1.2	OK
	Kh法	1.210	1.2	OK	1.020	1.2	NG
No.26 (砂質土地盤)	ΔU 法	1.597	1.2	OK	2.983	1.2	OK
	Kh法	1.245	1.2	OK	1.820	1.2	OK
No.26 (粘性土地盤)	ΔU 法	1.597	1.2	OK	2.086	1.2	OK
	Kh法	1.245	1.2	OK	1.050	1.2	NG
No.27 (砂質土地盤)	ΔU 法	1.611	1.2	OK	2.897	1.2	OK
	Kh法	1.259	1.2	OK	1.815	1.2	OK
No.27 (粘性土地盤)	ΔU 法	1.611	1.2	OK	2.099	1.2	OK
	Kh法	1.259	1.2	OK	1.020	1.2	NG
No.35	ΔU 法	1.601	1.2	OK	1.772	1.2	OK
	Kh法	1.254	1.2	OK	1.929	1.2	OK
No.41	ΔU 法	1.613	1.2	OK	5.067	1.2	OK
	Kh法	1.260	1.2	OK	1.975	1.2	OK

※1： ΔU 法に対する安全率は、地震により発生した過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり安定計算式による算出した。
※2：Kh法に対する安全率は、地震時の慣性力を考慮した円弧すべり安定計算式により算定した。

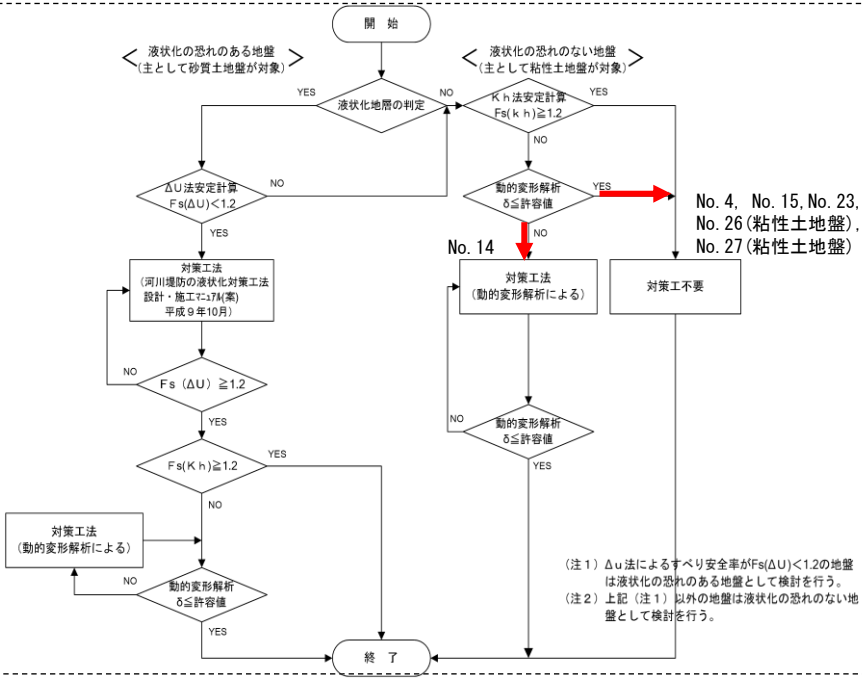
検討フローに従い、地震時のすべりに対する安全性の照査でNGとなった6断面（No. 4, No. 14, No. 15, No. 23, No. 26粘性土地盤, No. 27粘性土地盤）に対して、動的変形解析LIQCAを用いた照査を実施した。

【動的変形解析による照査結果まとめ】

すべりに対する安全性照査でNGとなったNo. 4, No. 14, No. 15, No. 23, No. 26(粘性土地盤), No. 27(粘性土地盤)に対して、高規格堤防盛土設計・施工マニュアルのフローに基づき動的変形解析による照査を実施した。No. 14以外では照査基準を満足した。No. 14についてはフローに基づき対策工法を検討する。

動的変形解析による照査結果

解析断面	堤防天端、堤外川表法面および既設堤防裏法部			高規格堤防特別区域		
	沈下量(m)	許容沈下量(m)	照査結果	沈下量(m)	許容沈下量(m)	照査結果
No.4	0.21	0.50	OK	0.09	0.20	OK
No.14 裏法尻側に地盤改良	0.26	0.50	OK	0.05	0.20	OK
No.15	0.16	0.50	OK	0.09	0.20	OK
No.23	0.17	0.50	OK	0.15	0.20	OK
No.26 (粘性土地盤)	0.16	0.50	OK	0.10	0.20	OK
No.27 (粘性土地盤)	0.15	0.50	OK	0.09	0.20	OK



【対策工法の検討】

【対策工法の検討内容】

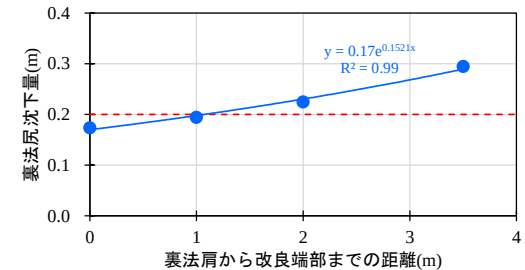
- ・No.14断面(完成時高規格堤防)に対して、高規格堤防特別区域の許容沈下量を満足する改良幅を把握するための感度解析を行った。
- ・許容沈下量は高規格堤防特別区域内で最も大きかった裏法尻部で評価した。
- ・裏法肩から改良端部までの距離:0m, 1m, 2m, 3.5mの4ケースで実施した。(土留め壁からの改良幅はそれぞれ5m, 4m, 3m, 1.5m)

【対策工法の検討結果】

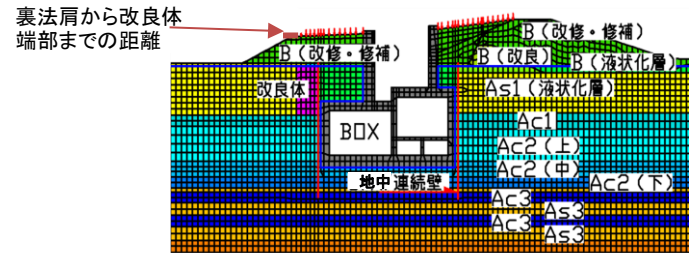
- ・土留め壁からの改良幅を5mおよび4mとしたケース(土留め壁から裏法肩まで改良したケース)では、許容沈下量を満足する結果となった。それ以外のケースでは許容値を満足しなかった。
- ・裏法肩から改良端部までの距離と裏法尻部の沈下量の関係より、裏法肩から改良端部までの距離が1.0mまでであれば、許容沈下量を満足すると判断する。

【追加検討】

- ・のり尻部で沈下量が多いことから道路構造物側に地盤改良を配置するのではなく、裏法尻側に地盤改良を配置した場合の検討も実施した。
- ・高規格堤防形状と施工計画による制約があるものの、今回検討したモデルでは道路構造物側に地盤改良を配置した場合の改良幅は4mであったのに対して、裏法尻側に地盤改良を配置した場合は改良幅が3mでも許容値を満足することを確認した。



改良体範囲と沈下量に関する感度分析の結果

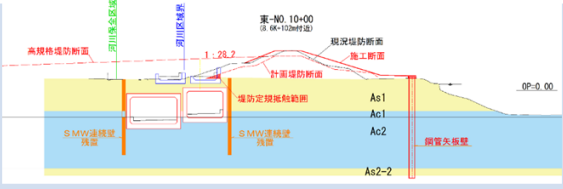
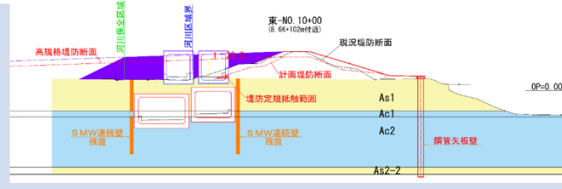


地盤改良後の解析モデル

淀川左岸線延伸部での高規格堤防の照査(案)

赤字: 定性的に完成時(高規格堤防考慮)のほうが安全性が向上すると考えられる項目
青字: 定性的に完成時(高規格堤防考慮)の際、安全性に対し配慮が必要であると考えられる項目

第3回委員会資料抜粋

	(a) 完成時	(b) 完成時（高規格堤防考慮）
侵食	 - 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) - 堤防の洗掘に対する安全性 (18-③) - 津波による直接侵食に対する安全性 (18-⑪) ※川床の形状は完成時と完成時(高規格堤防考慮)で同じであり、川床の形状は川床の侵食照査に影響しないため、(a)=(b)の照査項目となる	 - 堤防の直接侵食に対する安全性（堤防天端水位での検討） (19-②③) - 耐越水性に対する検討 (19-②③)
浸透	- 堤体内の浸潤面位置 (18-⑤, 19-⑮) - 平均動水勾配 (18-⑤, 19-⑮) - レーンの加重クリーブ比 (18-⑦, 19-⑮) - 水平・鉛直方向の局所動水勾配 (18-⑧, 19-⑮) - 円弧すべり安全率 (18-⑨) - 浮き上がり (U-⑥, U-⑦)	円弧すべり安定計算（SPHWLでの検討） (19-②③)
耐震	- 地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位 (18-⑩, 18-⑮) - 地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生 (18-⑪, 19-⑮) - 地震時における底面回転角 < 許容値 (U-②, U-③)	地震時の円弧すべり安定計算（Δu法, Kh法） (19-②③)
圧密	- 道路構造物の残留沈下量 (U-④) - 堤防天端位置の最終沈下量 (18-⑬, 19-⑥) - 道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差 (19-⑦, U-④) - 道路構造物の継手部の段差・離れ (19-⑧, U-⑤) - 周辺地盤の沈下、傾き (18-⑭)	- デルタ部盛土の残留沈下量 (19-②③) - 道路構造物の残留沈下量 (U-④) - 堤防天端位置の最終沈下量 (18-⑬, 19-⑥) - 道路構造物と堤防間での圧密沈下による段差 (19-⑦, U-④) - 道路構造物の継手部の段差・離れ (19-⑧, U-⑤) - 周辺地盤の沈下、傾き (18-⑭)

・赤字の項目については、確認のため、完成時(高規格堤防考慮)の断面のうちの任意の1断面で照査を行い、完成時と結果を比較・確認する。
・任意の1断面については以下の通り選定する。
浸透解析: 完成時の照査において浸潤面が最も高くなるNo.27(砂質土)、耐震解析: 完成時の照査において地震後残留堤防高が最も低くなるNo.43

耐震に関して

- ・地震後残留堤防高
- ・地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生
- ・地震時における底面回転角

については定性的に高規格堤防考慮の方が安全性が向上すると考えられるため、
完成時で照査を実施し、高規格堤防時は確認のため任意の1断面で照査を行い、完成時と結果を比較・確認することとしていた。

高規格堤防時の断面選定

照査NGが生じている地震時における底面回転角の照査で特に大きな回転角(20%以上)が生じているNo.26とNo.27のうち堤防沈下量も比較的大きな値が生じたNo.26を検討断面とする。

許容回転角の照査結果

断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					
		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	0.21	-0.32	32.94	1.61	2.00	OK	0.06	-0.13	32.94	0.58	2.00	OK
No.4 (次期工事)	ボックス	0.21	-0.29	32.94	1.52	2.00	OK	0.06	-0.13	32.94	0.58	2.00	OK
No.14	ボックス	0.00	0.08	24.45	0.33	2.00	OK	0.00	0.03	24.45	0.13	2.00	OK
No.15	ボックス	0.00	-0.01	33.10	0.04	2.00	OK	0.00	0.00	33.10	0.00	2.00	OK
No.22	シールド上	-0.31	-0.27	6.650	0.61	2.00	OK	-0.13	-0.09	6.650	0.61	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.03	6.375	0.79	2.00	OK	0.03	0.01	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.61	-1.31	8.360	22.97	2.00	NG	0.15	-0.13	8.360	3.35	2.00	NG
No.26 (砂質土盤)	シールド上	0.53	0.34	6.375	2.99	2.00	NG	0.05	0.05	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド上	1.17	-0.36	8.360	18.31	2.00	NG	0.15	-0.09	8.360	2.88	2.00	NG
	シールド下	0.07	0.11	6.375	0.63	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土盤)	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.58	-1.41	8.360	23.81	2.00	NG	0.15	-0.14	8.360	3.47	2.00	NG
	シールド上	0.50	0.26	6.375	3.77	2.00	NG	0.05	0.05	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	-0.01	0.01	6.375	0.32	2.00	OK
No.27 (砂質土盤)	シールド上	1.13	-0.66	8.360	21.42	2.00	NG	0.12	-0.09	8.360	2.52	2.00	NG
	シールド下	0.07	0.09	6.375	0.32	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド上	-0.01	0.01	6.375	0.32	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	1.06	-1.01	10.25	20.20	2.00	NG	0.11	-0.11	10.25	2.15	2.00	NG
No.30	シールド上	0.70	0.40	6.375	4.71	2.00	NG	0.07	0.06	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	ボックス	0.16	-0.30	11.05	4.17	2.00	NG	-0.01	-0.05	11.05	0.37	2.00	OK
	シールド上	0.53	0.36	6.375	2.67	2.00	NG	0.07	0.05	6.375	0.32	2.00	OK
No.35	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	ボックス	0.10	-0.59	12.90	5.35	2.00	NG	0.00	-0.08	12.90	0.63	2.00	OK
	シールド上	0.54	0.19	6.375	5.50	2.00	NG	0.04	0.03	6.375	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.36 近路環道橋 基礎対向車道	ボックス	-0.01	0.00	11.05	0.10	2.00	OK	-0.01	-0.05	11.05	0.37	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.07	0.05	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	ボックス	0.00	-0.01	12.90	0.08	2.00	OK	0.00	-0.08	12.90	0.63	2.00	OK
No.36 近路環道橋 基礎対向車道	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.04	0.03	6.375	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

断面		レベル2-1地震動					
		鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点				
No.26 (砂質土盤)	U型擁壁	0.61	-1.31	8.360	22.97	2.00	NG
	シールド上	0.53	0.34	6.375	2.99	2.00	NG
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土盤)	U型擁壁	1.17	-0.36	8.360	18.31	2.00	NG
	シールド上	0.07	0.11	6.375	0.63	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (砂質土盤)	U型擁壁	0.58	-1.41	8.360	23.81	2.00	NG
	シールド上	0.50	0.26	6.375	3.77	2.00	NG
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (粘性土盤)	U型擁壁	1.13	-0.66	8.360	21.42	2.00	NG
	シールド上	0.07	0.09	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド下	-0.01	0.01	6.375	0.32	2.00	OK

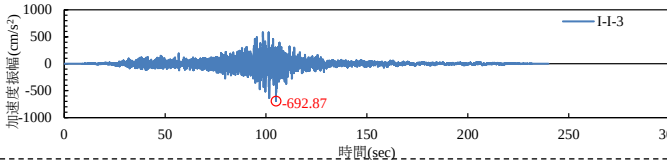
堤防残留高の照査結果

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.26 (砂質土地盤)	10.683	1.918	1.845	1.788	1.850	8.833	4.58	OK	0.268	0.276	0.280	0.275	10.408	2.30	OK
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.270	1.208	1.153	1.210	9.473	4.58	OK	0.224	0.231	0.232	0.229	10.454	2.30	OK
No.27 (砂質土地盤)	10.691	1.639	1.597	1.580	1.605	9.086	4.58	OK	0.242	0.251	0.255	0.249	10.442	2.30	OK
No.27 (粘性土地盤)	10.691	1.036	1.024	1.010	1.023	9.668	4.58	OK	0.190	0.200	0.205	0.198	10.493	2.30	OK

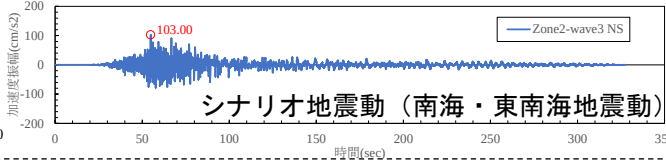
入力地震動

すべての照査で比較的大きな応答が生じた海溝型地震動(レベル2-1, シナリオ地震動 南海・東南海地震動)で照査を行う。

レベル2-1地震動(道路橋示方書)



入力地震動(開削トンネル耐震設計指針)



地震後残留堤防高及び水みち発生について、高規格堤防考慮後に著しく安全性が低下しないことを確認した。道路構造物の底面回転角については高規格堤防を考慮した場合に増加傾向ではあるものの、増加量は限定的であり、液状化による回転が大きい断面においても地盤改良を考慮することで許容値を大きく下回ることを確認した。

地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位（レベル2地震動）

解析断面	完成堤防高 (O.P.m)	完成時							完成時（高規格堤防考慮）						
		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.26 (砂質土地盤) 液状化対策	10.683	2.079	1.914	1.780	1.924	8.759	4.58	OK	1.926	1.749	1.610	1.762	8.921	4.58	OK

レベル2 地震における水みち発生に対する安全性

断面		完成時						完成時（高規格堤防考慮）					
		剥離状況				判定	剥離状況				判定		
		U型擁壁およびボックス					シールド	U型擁壁およびボックス				シールド	
		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.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	発生	発生	—	一部発生	—	OK	発生	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

地震時における底面回転角 < 許容値（シナリオ地震動）

断面		完成時						完成時（高規格堤防考慮）					
		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.26 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.00	0.00	8.360	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	8.360	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	-0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

地震時における底面回転角 < 許容値（レベル2地震動）

断面		完成時						完成時（高規格堤防考慮）					
		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.26 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK	-0.01	0.01	8.360	0.24	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	-0.01	-0.01	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	-0.01	6.375	0.16	2.00	OK

項目		記号	ページ
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①	p.18
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	p.22
	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つてなじむこと	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	p.48
	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つてなじむこと	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	p.68
	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	
交通振動	地震動作用に対して安全な構造であること	18-㉔	p.77
解析を伴わない検討・その他配慮すべき事項		18-④, 18-⑲, 18-㉕など	p.83

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

不同沈下に対する修復の容易性検証

解析条件および解析結果

不同沈下に対する修復の容易性検証

・道路構造物の沈下に対する安全性・供用性 (U-④)

無対策の検討対象断面において、計画盛土・構造物を同時に载荷した場合の土一水連成2次元弾塑性解析を実施し、躯体の残留沈下量（粘性土層の圧密沈下量）が許容残留沈下量を満足することを照査する。

【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

道路構造物の残留沈下量 < 許容残留沈下量（10cm）

【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）

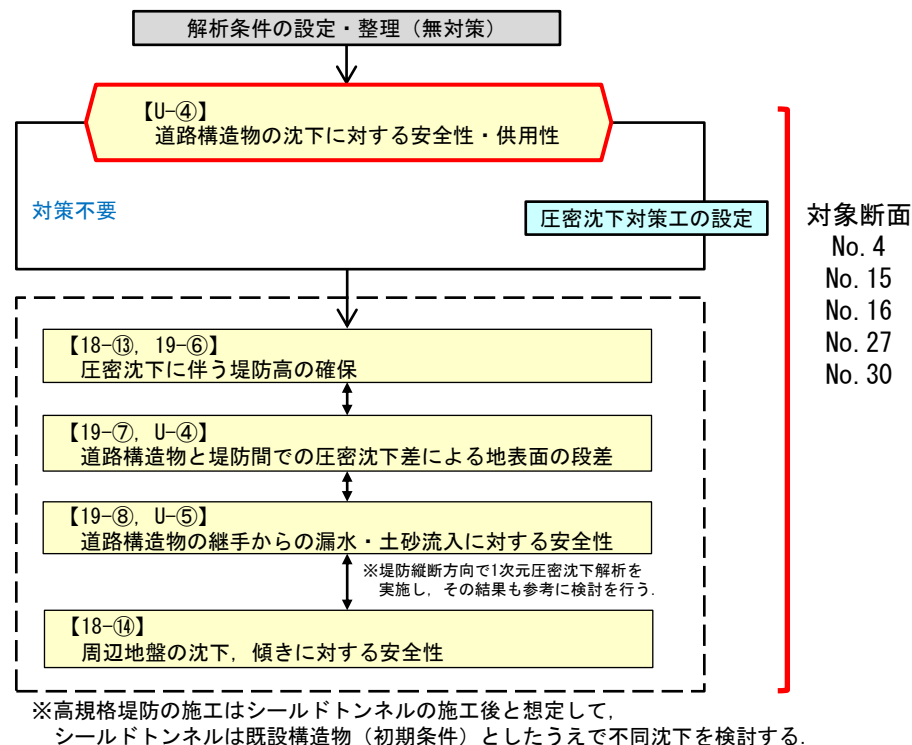
【照査手法の検討】

解析にあたっては、施工時から完成時の時間変化を考慮した堤防高を把握する必要があることから、**施工ステップに応じた荷重増減と変位の時系列を考慮できる土一水連成2次元弾塑性解析**を用いる。ただし、**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**する。

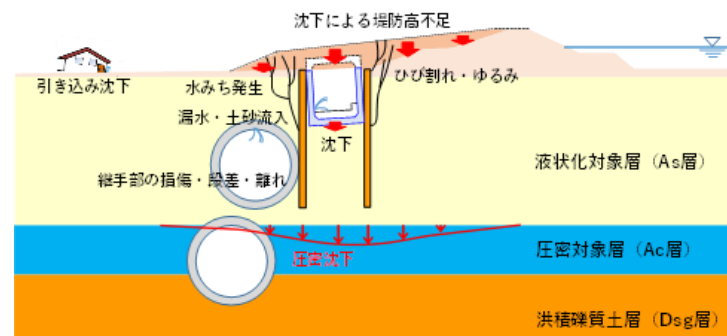
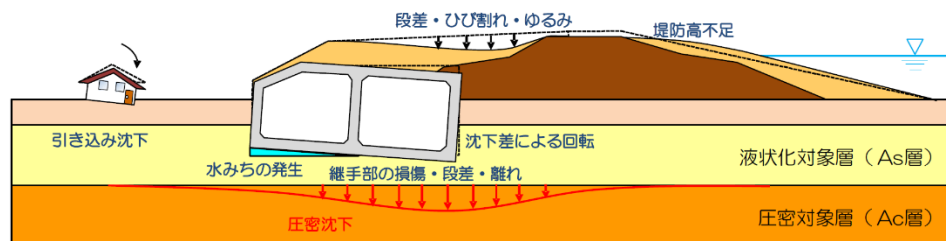
・弾塑性解析：一次圧密を考慮した変形解析手法

・弾粘塑性解析：一次圧密＋二次圧密を考慮した変形解析手法

【検討フロー図】



被害シナリオごとの被害想定



【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/m²）¹⁾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）

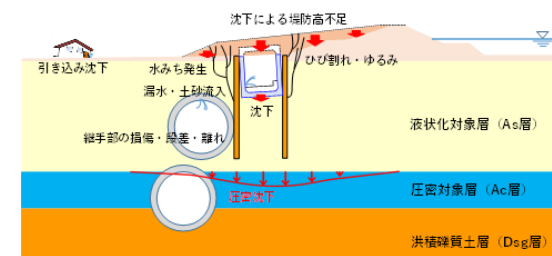
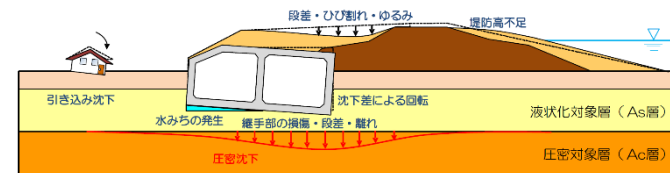
【照査結果：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性（U-④）】

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。

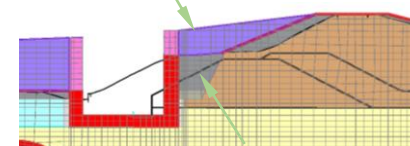
立坑位置であるNo. 15の残留沈下量は10cm未満で照査基準を満足し、対策工は不要である。そのため、圧密対象層が確認されているNo. 4～No. 14、及び、No. 16～No. 34で対策工が必要となる。

解析断面			地盤 条件	道路構造物 中央 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
完成時	No. 4	矢板なし	無対策	27.5	10	NG	必要	34.9	道路構造物 右端部
		矢板あり	無対策	27.5	10	NG	必要	35.0	道路構造物 右端部
完成時・高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	無対策	28.4	10	NG	必要	34.9	道路構造物 右端部
		矢板あり	無対策	28.4	10	NG	必要	35.0	道路構造物 右端部
	No. 15（立坑）		無対策	0.4	10	OK	不要	0.9	道路構造物 左端部
	No. 16		無対策	12.7	10	NG	必要	14.7	道路構造物 左端部
	No. 27※	粘性土	無対策	23.9	10	NG	必要	26.3	道路構造物 左端部
		砂質土	無対策	10.5	10	NG	必要	11.0	道路構造物 右端部
	No. 30		無対策	15.8	10	NG	必要	16.0	道路構造物 右端部

※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Ac2（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

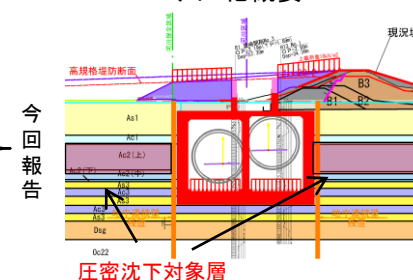


高規格堤防盛土



堤防の埋戻し
（暫定形状の計画盛土含む）

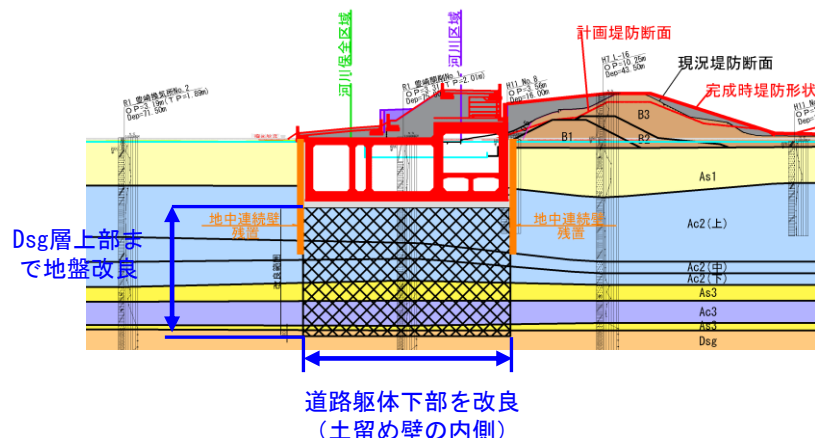
No. 15 モデル化概要



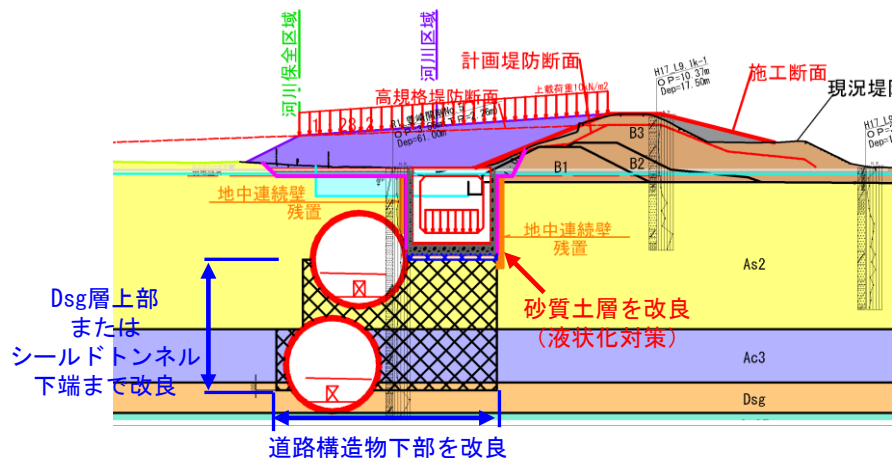
【圧密沈下対策工の設定】

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、固結工法による地盤対策を考慮し解析を行う。

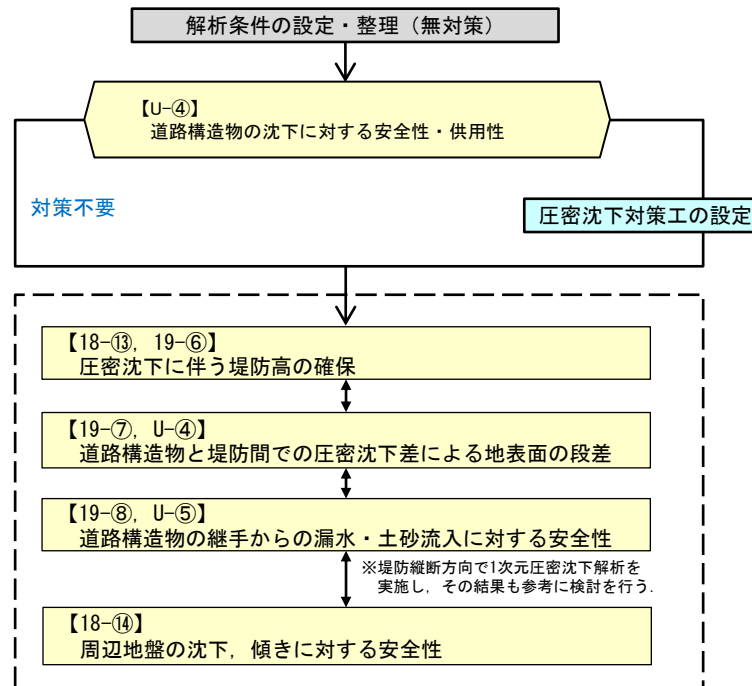
■開削ボックス区間の対策範囲（案）



■シールドトンネル区間の対策範囲（案）



【検討フロー図】

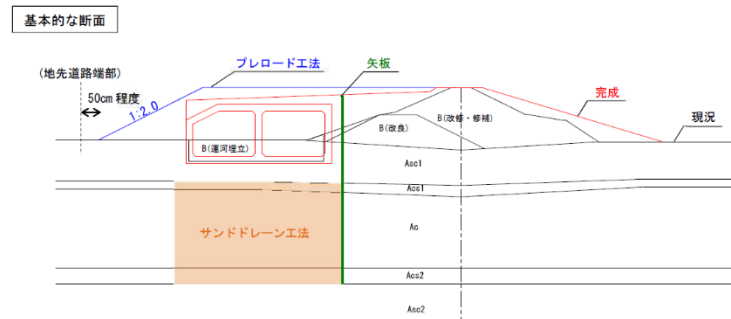


対象断面
No. 4
No. 15
No. 16
No. 27
No. 30

※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. 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。

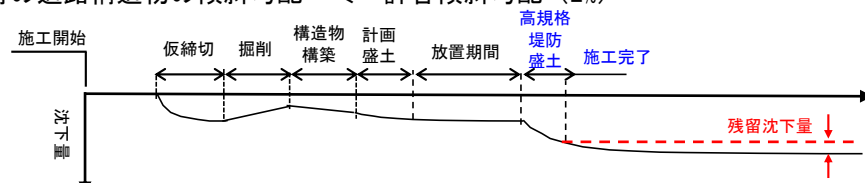


【照査基準（既往の基準）】

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】

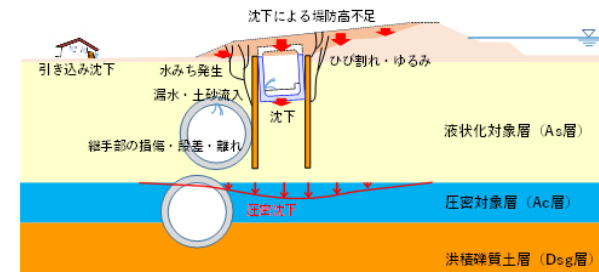
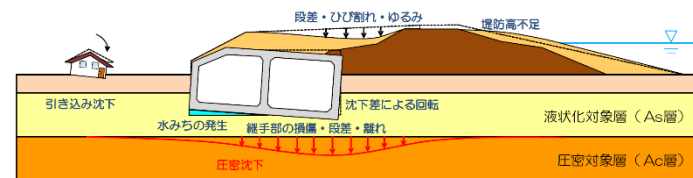
土-水連成2次元弾塑性解析
 （初期状態～施工時～完成時に至るまでの施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することが可能）

【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）】

No. 15を除く検討断面において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。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。

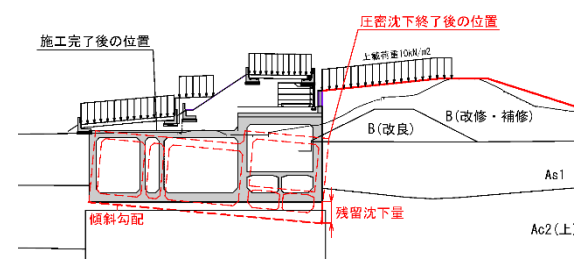
解析断面			地盤 条件	道路構造物の安全性，供用性					
				道路構造物中央 残留沈下量 (cm)	許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定
完成時	No. 4	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
		矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
		矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	No. 15（立坑）		無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	No. 16		対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	0.3	10	OK	0.4	2	OK
		砂質土	対策工	0.0	10	OK	0.3	2	OK
	No. 30		対策工	0.1	10	OK	0.2	2	OK

※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Ac2（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）】

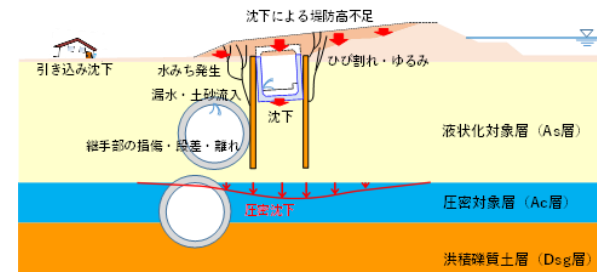
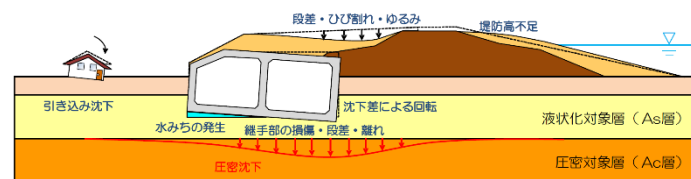
高規格堤防特別区域の残留沈下量は20cm以下とする。ただし、設計時の残留沈下量（設計残留沈下量）は10cmを目標とする。

（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）

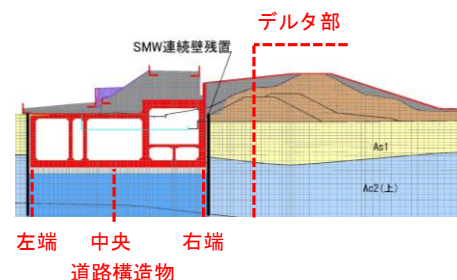


【照査結果：道路構造物と堤防間での圧密沈下差による地表面の段差（19-⑦，U-④）】

No. 15を除く検討断面において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。残留沈下差は、最大で2cm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	矢板なし	対策工	0.1	0.1	0.2	1.8	1.6	10	OK
		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	矢板なし	対策工	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	10	OK
		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	0.2	0.3	0.4	1.1	0.7	10	OK
		砂質土	対策工	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	10	OK
	No. 30		対策工	0.0	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。



※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Ac2（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

【照査基準（既往の基準）】

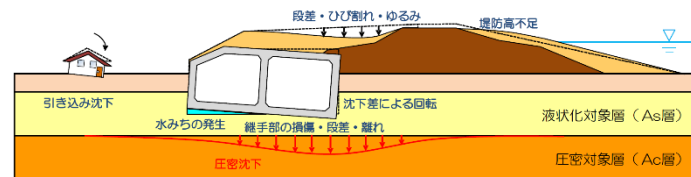
開削トンネル設計指針（平成20年10月一部改訂 阪神高速道路株式会社）

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）】

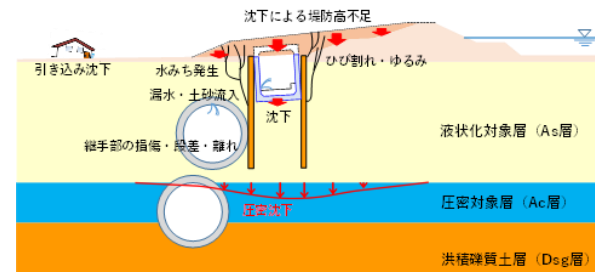
・残留沈下量

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）】

No. 15を除く検討断面において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、躯体沈下量の相対変位量（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	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
		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	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
		矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	矢板なし : 0.0 矢板あり : 0.0	5	OK
	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	粘性土 : 0.2 砂質土 : 0.1	5	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	0.3	10	OK	0.4	2	OK			
		砂質土	対策工	0.0	10	OK	0.3	2	OK			
	No. 30		対策工	0.1	10	OK	0.2	2	OK			

※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Ac2（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）】

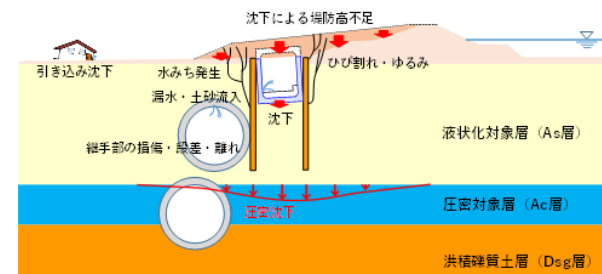
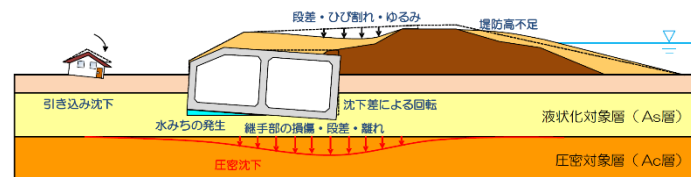
- ・ 傾斜角
最大傾斜角発生時及び圧密沈下終了時の傾斜角 $< 3/1000$

【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）】

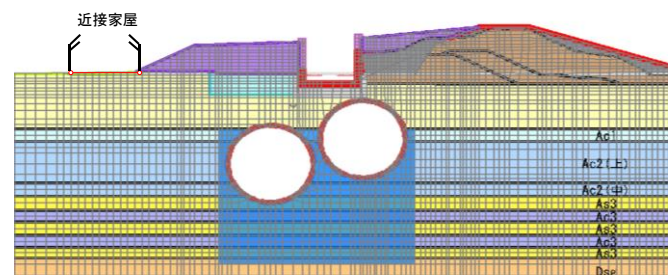
全ての断面において、家屋の傾斜角は、許容値（ $3 / 1000$ ）を満足する。よって，施工開始から高規格堤防による圧密完了までの期間において，圧密沈下で周辺環境を悪化させる可能性は低いと考えられる。

解析断面			地盤 条件	家屋の傾斜角 X / 1000		許容値	判定
				最大傾斜角発生時	圧密沈下終了時	Xa / 1000	
完成時	No. 4	矢板なし	対策工	0.26	0.25	3	OK
		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	矢板なし	対策工	0.26	0.24	3	OK
		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	0.10	0.10	3	OK
		砂質土	対策工	0.10	0.10	3	OK
	No. 30		対策工	0.34	0.34	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。



※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Ac2（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

項目		記号	ページ
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①	p.18
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	p.22
	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	p.48
	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	p.68
	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	
交通振動	地震動作用に対して安全な構造であること	18-㉔	p.77
解析を伴わない検討・その他配慮すべき事項		18-④, 18-⑲, 18-㉕など	p.83

地震動作用に対して安全な構造であること

18-㉔

- ・交通振動による水みち発生を起こさないこと（18-②4）

道路交通荷重による繰り返し載荷に伴い、ボックスカルバートと地盤の間に剥離・水みちが発生し、堤体に影響を及ぼすことが懸念される。そこで、動的応答解析手法を用いて、道路ボックス周りに剥離が生じないかの評価した。

【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：交通振動による水みち発生を起こさないこと（18-②4）】

地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生しない

【道路ボックスと周辺地盤の剥離状態の判定（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

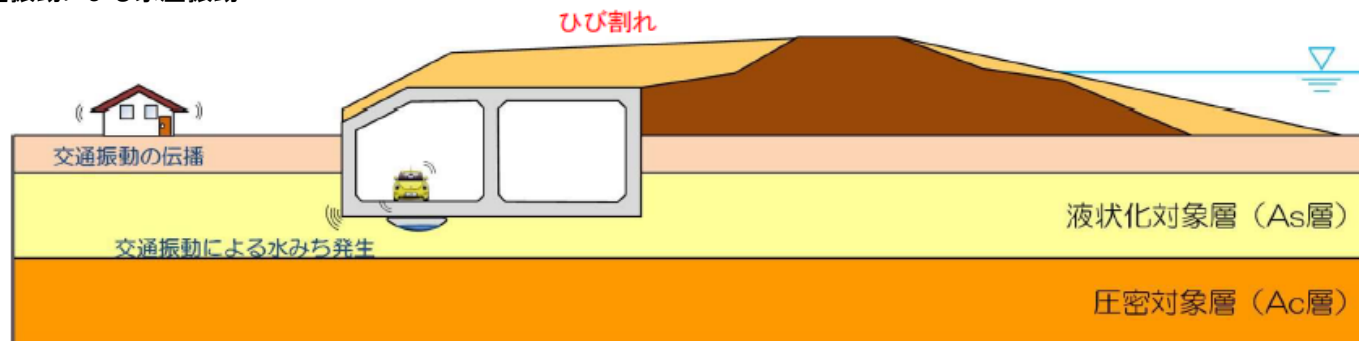
淀川左岸線（2期）では、地震時の懸念事項である水みちの発生は交通振動に起因して生じると考え、数値解析による検証を実施している。検証については、地震時の検討と同様に、**道路ボックスと周辺地盤の剥離状態の判定**を行い、道路ボックスを一周するような構造系全体での剥離が生じないかの評価を行っている。

【照査手法】

2次元FEM 動的応答解析を用いることとし、地盤部についてはR-0 モデルによる非線形要素を、道路ボックスと周辺地盤との境界部には、剥離状態を模擬することのできるジョイント要素を設定して照査する。

被害シナリオごとの被害想定

堤防の被害 : 交通振動による**ひび割れ**、**水みち**（パイピングの誘発）
道路の被害 : ---
周辺環境への被害 : 交通振動による家屋振動



■解析断面：No. 16（道路本線：シールドトンネル区間）

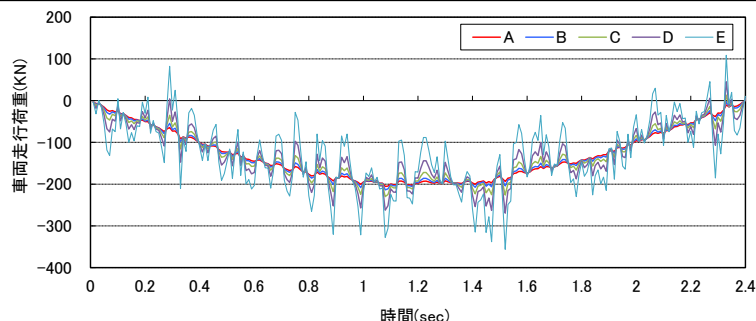
【交通振動荷重】

路面凹凸モデル上に20t 相当の大型車両を走行させた動的応答解析を実施し、車両接地荷重(タイヤの反力)算出し、これを車両走行荷重とする。

ここで、車両走行速度は60km/h とし、車両走行荷重の道路縦断方向の影響範囲は、一般的に安全な車間距離（60-15=45m）を想定し、ボックスカルバートの1スパン分（L=40m）とする。

＜動的解析手法＞

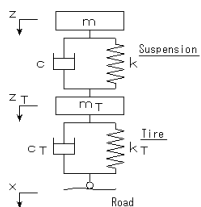
車両走行荷重は、車両-構造物モデルの動的応答を求める手法であるサブストラクチャー法による時刻歴応答解析



ISO で提案されている路面凹凸のパワースペクトル密度

①大型車（20 tトラック）のモデル

大型20tトラックのモデルは、2自由度系振動モデルを採用する。



項目	諸元
荷重	バネ上 m
	バネ下 m _T
バネ定数	懸架部 K
	タイヤ部 K _T
減衰定数	懸架部 C
	タイヤ部 C _T

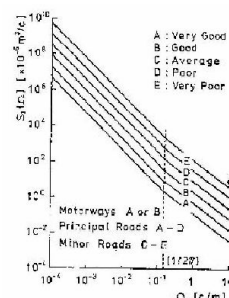
出典：橋梁振動の計測と解析 橋梁振動研究会編，1993 年

m, m_T : バネ上, バネ下質量
 k_T, c_T : タイヤ部のバネ定数, 減衰定数
 x : 路面の凹凸
 k, c : の懸架部のバネ定数, 減衰定数
 z, z_T : バネ上, バネ下の質点の絶対変位

②路面の凸凹

路面凹凸はISO で提案されている路面凹凸のパワースペクトル密度にフィッティングするような凹凸波形とした。

名神高速道路の測定例によれば、施工直後の非常に滑らかな路面凹凸はA（極良）となる。また、非常に悪い路面状況を想定した、E（極悪）でも検討を行う。



$$S_R(\Omega) = S_0(\Omega_0) \left(\Omega / \Omega_0 \right)^{-2.0} \quad \Omega \leq \Omega_0$$

$$S_R(\Omega) = S_0(\Omega_0) \left(\Omega / \Omega_0 \right)^{-1.5} \quad \Omega \geq \Omega_0$$

ここで、

Ω : 路面周波数 (c/m)

Ω_0 : 基準の路面周波数 (1/2π c/m)

$S_0(\Omega), S_0(\Omega_0)$: 路面凹凸のパワースペクトル密度 (m³/c)

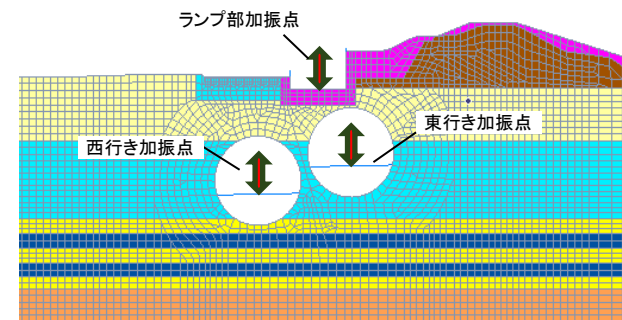
路面凹凸の程度	$S_0(\Omega_0)$
A (極良)	$2 \sim 8 \times 10^{-8}$
B (良)	$8 \sim 32 \times 10^{-8}$
C (普通)	$32 \sim 128 \times 10^{-8}$
D (悪)	$128 \sim 512 \times 10^{-8}$
E (極悪)	$512 \sim 2048 \times 10^{-8}$

車両の動的接地荷重

③交通荷重の加振方法

繰返し荷重として与えることで交通荷重の繰返し効果を考慮し、地盤と道路構造間に発生する剥離の累積状態を確認し、将来交通量に対する予測を行っている。

検討では、交通荷重を100回を加振点に作用させ、大型車が100台通過することを想定している。



交通振動の加振位置 (No. 16)

■代表断面の選定

交通振動下で懸念される水みちの発生原因は、地盤と道路道路構造物の剥離である。このため、交通振動に対する検討に用いる代表断面として、以下の理由により、交通振動下で地盤と道路構造物の剥離現象が最も生じやすいと考えられるNo.16を選定する。

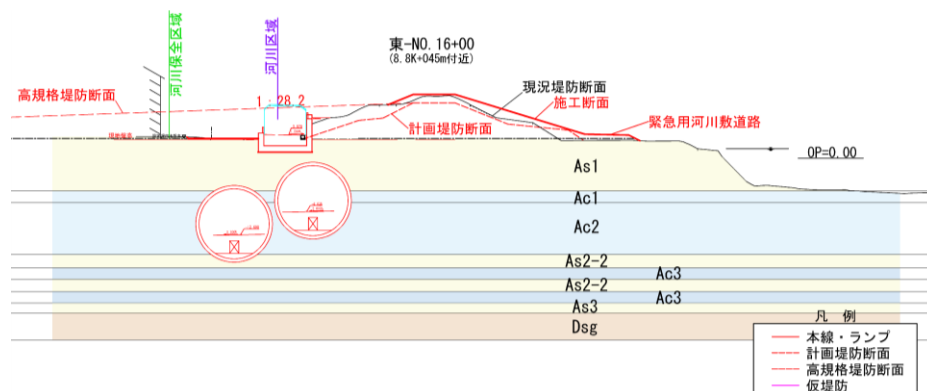
<断面選定理由>

①交通荷重の影響範囲を考慮

2期委員会の結果より、交通荷重による変位は加振点からほぼ同心円状に広がる傾向が確認できる。このため、道路構造物が上下に配置される断面では、下位の道路構造物が上位の構造物からの影響を受けるため、交通荷重の影響も受けやすいと考えられる。

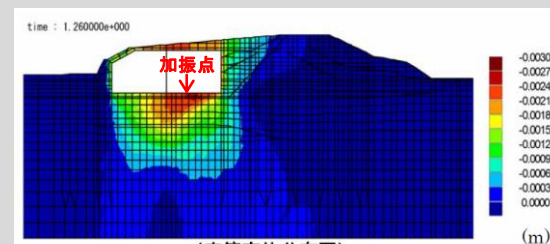
②道路構造物の配置

延伸部では本線の道路構造物がボックス区間とシールドトンネル区間に分かれる。シールドトンネル区間では、中空のたわみ構造であるシールドの上位にU型擁壁等の道路構造物が配置される場合は、さらに厳しい条件になると考えられる。



以上より、U型擁壁とシールドの位置関係が上下に並んでいるシールド区間 (No. 16～No. 29) に該当する。その中でもU型擁壁のほぼ真下かつ浅部にシールドが位置するNo. 16を代表断面に選定する。なお、交通荷重の影響が大きくなる安全側の検討として、地盤改良を見込まない断面にて検討を行う。

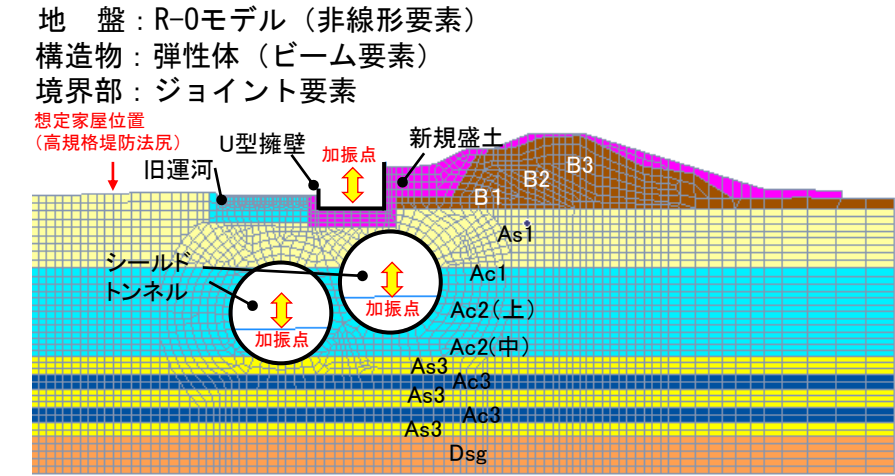
【淀川左岸線（2期）の交通振動解析結果】



出典) 第4回 淀川左岸線(2期)事業に関する技術検討委員会
資料(大阪市HP)より、一部加筆

■解析断面：No. 16（道路本線：シールドトンネル区間）

【解析条件図・解析モデル図】

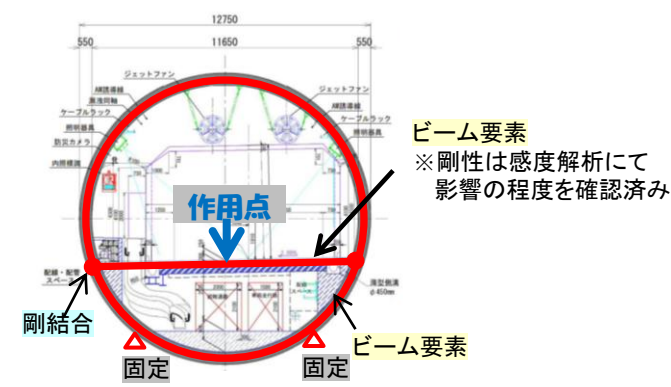


■解析パラメータ(地盤部)

地層名	地層記号	単体重量 γ_t (kN/m ³)	基準ひずみ γ_t	基準 α° ラメータ a	基準 β° ラメータ β
新規盛土	B $\equiv$ B3	18.2	0.000792	1.804	0.851
盛土	B3	18.2	0.000792	1.804	0.851
盛土	B2	20.0	0.000792	1.804	0.851
盛土	B1	20.0	0.000792	1.804	0.851
旧運河	B1 $\sim$ 2同等	20.0	0.000792	1.804	0.851
砂質土	As1	19.2	0.000792	1.804	0.851
粘性土	Ac1	17.8	0.000755	1.896	0.923
粘性土	Ac2(上)	16.8	0.001470	1.698	0.764
粘性土	Ac2(中)	17.1	0.001150	1.836	0.877
砂質土	As3	19.5	0.001037	2.191	1.131
粘性土	Ac3	18.1	0.001200	2.079	1.056
礫質土	Dsg	20.0	---	---	---

【シールドトンネルの内部構築】

内部構造：シールドおよび舗装部はビーム要素
接合部：剛結合
舗装構造：As舗装+合成床版



シールドトンネルの概略設計(令和4年2月)

構造物	単体重量 γ_t (kN/m ³)	断面積A (m ²)	ポアソン比 ν	弾性係数 E_0 (kN/m ²)
シールドトンネル	24.5	21.08	0.17	2.35×10^7
舗装 (As舗装+合成床版)	27.5	0.39	0.17	1.97×10^7

【ジョイント要素】

構造物	初期剛性_垂直 (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$
ボックス (側面)	1.0E+06	0	15
ボックス (下面)	1.0E+06	0	30
シールド (外周縁)	1.0E+06	0	15

【照査項目：交通振動による水みち発生を起こさないこと（18-②④）】
地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生しない

【照査結果】

U型擁壁 : OK（照査項目を満足する）

シールドトンネル : OK（照査項目を満足する）

東行きのシールド及びU型擁壁の一部で剥離が生じるが、全周にわたって連続して発生しないことを確認した。

また、地盤に発生するせん断ひずみは、概ね $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 程度であり、地盤に影響を与える量ではないと考えられる。

[解析結果詳細:資料-3-2 p225]

【道路ボックスと周辺地盤の剥離状態の判定

（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

淀川左岸線（2期）では、地震時の懸念事項である水みちの発生は交通振動に起因して生じると考え、数値解析による検証を実施している。検証については、地震時の検討と同様に、**道路ボックスと周辺地盤の剥離状態の判定**を行い、道路ボックスを一周するような構造系全体での剥離が生じないかの評価を行っている。

剥離箇所を赤表示

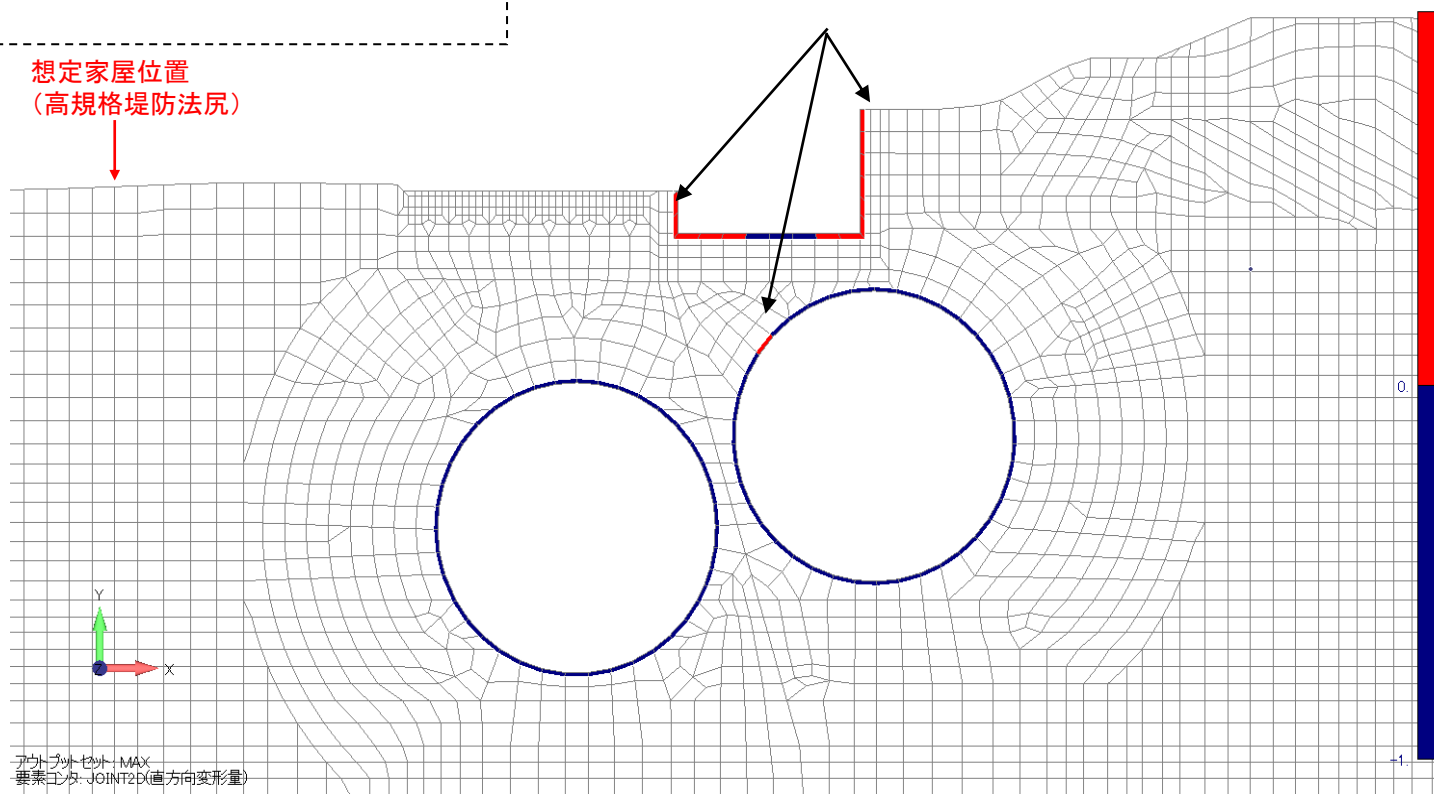


図-1 剥離分布図（構造物周辺）

項目		記号	ページ
侵食解析	侵食作用に対して安全な構造であること	18-①	p.18
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	p.22
	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つてなじむこと	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	p.48
	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つてなじむこと	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	p.68
	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	
交通振動	地震動作用に対して安全な構造であること	18-㉔	p.77
解析を伴わない検討・その他配慮すべき事項		18-④, 18-⑲, 18-㉕など	p.83

侵食作用に対して安全な構造であること 18-①, 18-②, 18-③, 18-④

波浪等に対する安全性を有する構造であること 18-⑤, 18-⑥

安全な管理通路の確保 18-㉑, 19-③, 19-⑩, 19-⑲, 19-㉗

安全な構造の維持の容易性・確実性 18-㉕

構造物としての劣化現象が起きにくいこと 19-①

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

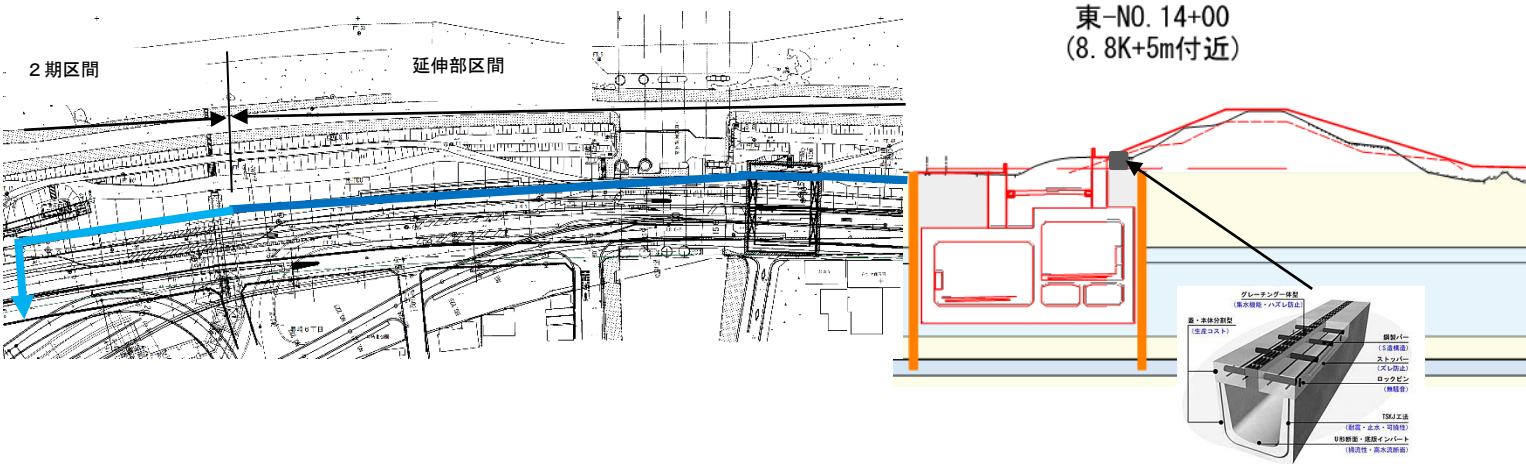
被災した場合の復旧が容易であり, 所要工事が短いこと 19-㉔

災害復旧 U-⑮

堤防上部の利用, 環境, 景観 E-③

雨水による堤体の侵食に対する安全性

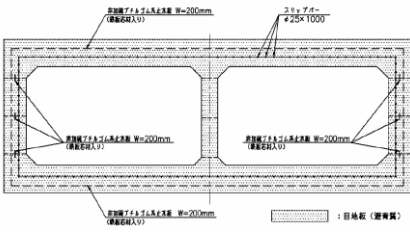
■盛土擁壁の付け根で雨水排水が溜まる可能性があるため、2期と同様に下図のような排水溝を設置し、縦断的に2期区間で検討している排水溝に接続することで、最終的に川裏側に排水することを想定している。



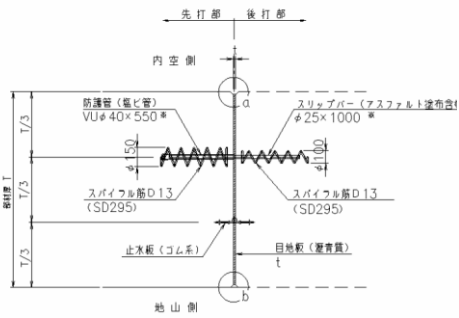
継手部から漏水・土砂が流入することに対する安全性の照査

■判断基準：道路構造物の継手部に対する安全性について、関連基準類に規定される照査基準を満足すること

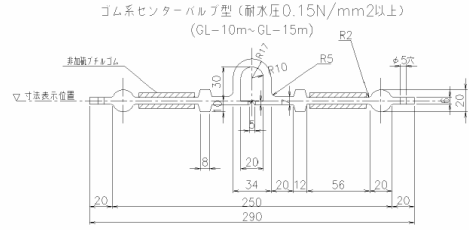
(例) アンカーバーの位置



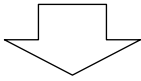
アンカーバーの構造



止水構造の細目



縦断方向の耐震検討により、目開き量や継手部に生じる断面力を算出し、損傷が生じない構造スペックを求めた。



技術検討書(案)で求めた応答の結果、適切な構造スペックの継手部材を用いれば安全性を確保できることを確認した。

河川管理用通路の確保

■当該区間の現況の河川管理用通路は、基本的に堤防天端に設置されており、一部淀川渡河橋梁部は堤内側への坂路を設け、一連区間として巡視、管理が実施されている。しかし、対象区間の下流側では、延伸部の道路構造物ができることで、新御堂筋、JR橋梁部での天端から堤内側への迂回ができないため、川表からのアクセスを検討する。

また、緊急用河川敷道路は、8.6k付近より下流区間については未整備となっているため、上記のアクセスを確保することを目的に、2期区間と接続することを検討する。

【河川管理用道路】

・延伸部整備後は、堤防天端に必要幅員を確保することを基本とするが、淀川渡河橋梁部等は、道路構造物と堤防天端の間が盛土化されることから、川表側へのアクセスを確保するとともに、河川管理施設等構造令施行規則第15条の「管理用通路に代わるべき適当な通路」として左岸線と並走する「大阪都市計画道路淀川南岸線」を位置付け、上流側では堤内側からも堤防への進入路を設置する方針とする。

(幅員)

・河川管理用通路の幅員については、河川構造令に準拠し、基本的な幅員は3m以上で堤防の天端幅以下の適切な値と示されているが、都市部の河川として4m以上確保することとする。

(縦断勾配)

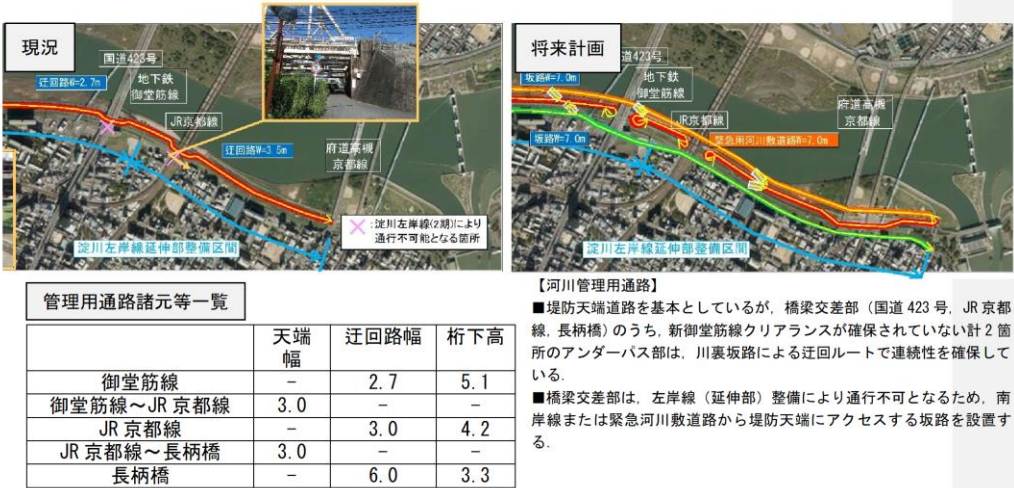
・河川管用通路の縦断勾配は、「設計便覧(案)河川編/近畿地方整備局」に基づき6～10%程度とする。

(建築限界)

・河川管用通路の建築限界は、以下の河川構造令に準拠し4.5mとする。

■南岸線または緊急河川敷道路からの進入路を確保するものとする。

	現況	2期完成後 ※仮案：要協議
延伸部 検討対 象区間	・河川堤防区間となっており、余盛の関係上、管理用通路は幅員 W=3m ・新御堂筋交差部、JR 京都線、長柄橋は堤内側でアンダーパス (W=3m)	・現況堤防高相当で整備するが、管理用通路は幅員 W=7m で整備 ・新御堂上流は、緊急河川敷道路から天端管理用通路へ接続 ・JR 京都線上流については、南岸線及び緊急河川敷道路から天端管理用通路へ接続



河川側の非常時における交通規制

■阪神高速道路株式会社では、「風水害対策マニュアル」、「震災対策マニュアル」の中に通行規制等に関する基準が示されている。

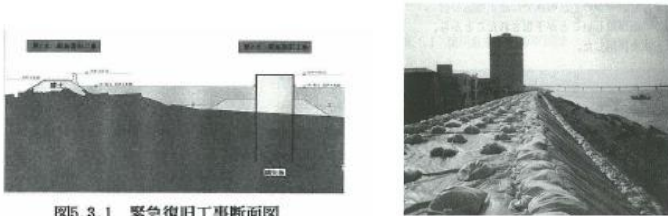
前者の風水害対策マニュアルでは、強風と大雨時における通行規制について示されており、後者の震災対策マニュアルには、震度に応じた通行規制について示されている。

淀川左岸線延伸部は、河川堤防と一体として配置されるため、今後、洪水を対象とした災害時の通行規制に関して検討する必要がある。

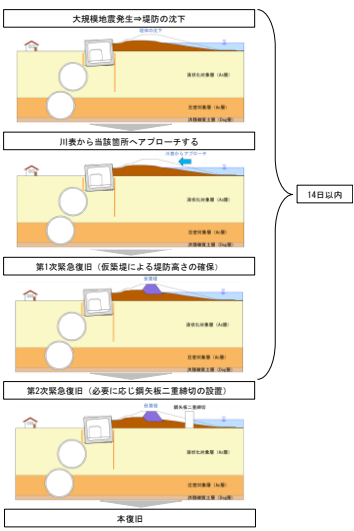
堤防欠損等の復旧作業を早期に行うための作業ルートの検討

■復旧シナリオ

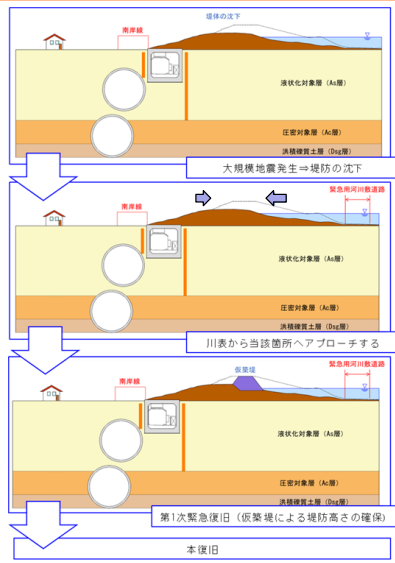
兵庫県南部地震で被災した淀川堤防（西島地区）の実績を踏まえて、復旧シナリオを想定する。
今回の検討で想定した復旧シナリオに示すように、第1次緊急復旧として、14日以内を目標に盛土による緊急復旧を行う。



緊急復旧事例（平成7年1月 兵庫県南部地震 西島堤防）



・なお、河川管理用通路が通行できない場合は、右図に示す対応を行うことで復旧作業が滞りなく実施できるようにする。



■復旧用作業ルートの確保

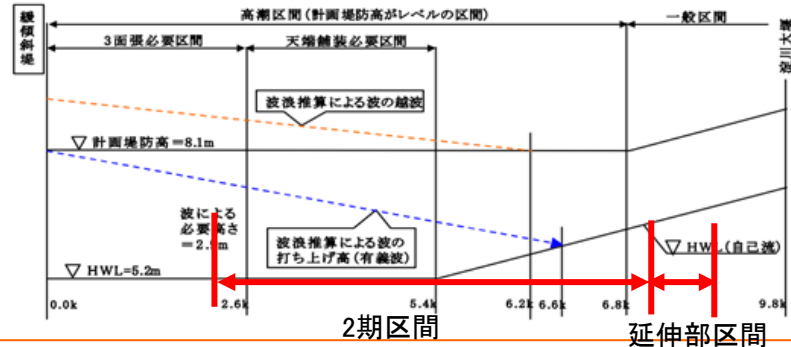
- ・大規模な損傷を受けた堤防の復旧を行えるよう、緊急復旧時の作業、土砂運搬等のルートを確認。（地震後の点検、堤防高不足分の盛土時も同様のルート）
- ・堤防復旧位置へのアクセスルート
 - ① 緊急用河川敷道路（W=7.0m）
 - ② 河川管理用通路（W=7.0m）
 - ③ 淀川南岸線の1車線を利用し、仮設坂路を設置（W=4.0m）
 - ④ 左岸線道路ボックス上は通行可能（崩壊している場合は安全確保の上必要に応じて埋土により確保）

施工時には掘削土を仮置きし、緊急時には①～④のいずれかのルートを利用し、仮築堤による第1次緊急復旧を行う。仮置き場所については今後の施工計画に基づき決定するが、淀川左岸線が緊急輸送路として活用されることから左岸線を活用した運搬もしくは河川から船を利用した運搬によって土量の確保が可能と考えている。



高潮時の波浪による直接侵食及び越波に対する安全性

2期では、高潮区間の被害シナリオとして、高潮時の風浪や高潮時の越波により堤防が直接侵食を受けることや堤内地への越波による被害が生じることを想定した安全性の照査が実施された。
延伸部の検討区間である8.4k～9.2k付近は、図4.6-1に示すように、高潮区間ではないことから高潮時の安全性照査は対象外とする。

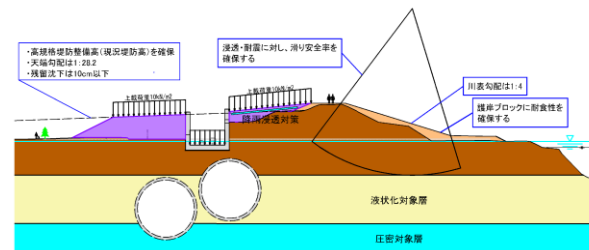


解析を伴わない検討

嵩上げ、拡幅等が容易であることの確認

評価項目：嵩上げ、拡幅の必要がない設計であること、あるいは嵩上げ、拡幅について土堤と同等以上の容易さを有する設計であること

左岸線(2期)と同様に、延伸部でも形状、浸透、侵食、耐震、越水、沈下について検討を行い、高規格堤防としての対策工の要否を確認することで、嵩上げ、拡幅等が容易であることが確認できた。



嵩上げ、拡幅等の必要が生じた場合に手戻りがないように設計していることの確認

1. すべり破壊に対する安全性の照査(耐浸透性)

照査基準：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(H12.3)
照査項目：安全率 $F_s \geq 1.2$
照査手法：円弧すべり計算、Kh法
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 $K_h=0.075$ (強震帯(大阪)地域)の設計深度0.15の2分の1)
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

ケース1)完成時(高規格堤防考慮)のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

検討断面	照査対象 高規格堤防の 最安全率	位置 【照査基準】 高規格堤防の 設計マニュアル	判定	照査対象 高規格堤防の 最安全率	位置 【照査基準】 高規格堤防の 設計マニュアル	判定
No. 15	4.433	OK		1.540	OK	
No. 15 (左側)	4.438	OK		1.538	OK	
No. 16	4.201	OK		1.535	OK	
No. 16 (左側)	4.198	OK		1.537	OK	
No. 23	4.117	OK		1.559	OK	
No. 26	4.446	OK		1.582	OK	
No. 26 (左側)	4.437	OK		1.582	OK	
No. 28	4.293	OK		1.552	OK	
No. 28 (左側)	4.283	OK		1.535	OK	
No. 30	4.914	OK		1.743	OK	
No. 34	4.972	OK		1.868	OK	
No. 38	4.946	OK		1.796	OK	

ケース2)完成時(高規格堤防考慮)のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

検討断面	照査対象 高規格堤防の 最安全率	位置 【照査基準】 高規格堤防の 設計マニュアル	判定	照査対象 高規格堤防の 最安全率	位置 【照査基準】 高規格堤防の 設計マニュアル	判定
No. 15	11.868	OK		1.414	OK	
No. 15 (左側)	11.864	OK		1.472	OK	
No. 16	9.864	OK		1.661	OK	
No. 16 (左側)	9.864	OK		1.680	OK	
No. 23	7.119	OK		1.768	OK	
No. 26	7.251	OK		1.891	OK	
No. 26 (左側)	8.908	OK		1.918	OK	
No. 28	10.380	OK		1.756	OK	
No. 28 (左側)	10.370	OK		1.784	OK	
No. 30	9.676	OK		2.116	OK	
No. 34	9.255	OK		2.288	OK	
No. 38	9.056	OK		2.254	OK	

円弧すべりによる地震時安全性照査結果

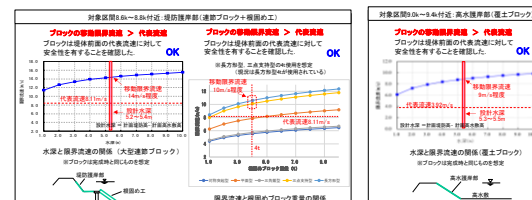
検討断面	基準値	計算値	判定	基準値	計算値	判定
No. 4	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 14	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 23	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 26	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 27	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 30	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 34	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK
No. 38	1.000	1.000	OK	1.000	1.000	OK

道路構造物の残留沈下量、傾斜勾配照査

解析断面	地盤 条件	道路構造物中央 残留沈下量 (cm)	道路構造物の安全性、供用性 許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定
No. 4	矢板なし	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 4	矢板あり	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 4	矢板なし	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 4	矢板あり	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 15 (立坑)	無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 15	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 27	粘性土	0.3	10	OK	0.4	2	OK
No. 27	砂質土	0.0	10	OK	0.3	2	OK
No. 30	対策工	0.1	10	OK	0.2	2	OK

4. 侵食に対する検討

照査基準：河川砂防技術基準設計編(R1.7)、改訂護岸の力学設計法(H19)
照査項目：護岸の移動限界流速 > 堤体前面の代表流速
代表流速の算出法：改訂護岸の力学設計法に示す解析解



堤防護岸部(No.4~No.22)の堤体前面の代表流速は8m/s程度で、護岸の移動限界流は14m/s程度である。
高水護岸部(No.23~No.46)の堤体前面の代表流速は4m/s程度で、護岸の移動限界流は9m/s程度である。
したがって、侵食に対する機能を保持していることを確認。

2. すべり破壊に対する安全性の照査(耐震性)

照査基準：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(H12.3)
照査項目：地震時のすべり安全率 $F_s \geq 1.2$
照査手法： ΔU 法、Kh法

No.4、No.14、No.15、No.23、No.26では無対策時に照査結果NGとなり、
No.4、No.15、No.23では道路構造物直下の地盤改良、No.14では堤内側土留め壁～裏法肩から1mまでの液状化層の地盤改良を考慮した結果、動的変形解析LIQCAによる沈下量は、許容沈下量を下回る結果となった。

3. 自重による堤体の安全性

照査基準：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(H12.3)
照査項目：残留沈下量10cm未満、傾斜勾配2%未満
照査手法：土-水連成2次元弾塑性解析

No.15(立坑)無対策でOKとなり、他の断面では基礎地盤を固結工法による地盤改良、上載荷重10kN/m²を考慮した検討を行った結果、高規格堤防における自重に対する安全性が確保されていることを確認。

5. 越水に対する検討

照査基準：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(H12.3)
照査項目：超越水流速
照査基準：2m/s(シバ)

計算式：
$$v = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)} = 1.70\text{m/s}$$
 (径深R₀として)
$$q = h \cdot (1/n) \cdot h^{(2/3)} \cdot I^{(1/2)}$$

$$h^{(5/3)} = q \cdot n / I^{(1/2)}$$

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

$$n = 0.04$$
 (シバ)、 $I = 1:8.0$ (淀川左岸線延伸部の最急勾配)
より $h = 0.055\text{m}$
$$q = c \cdot h^{(3/2)} = 0.093\text{m}^3/\text{s/m}$$
 (前項の高規格堤防の構造設計に準拠)

計算式による検討の結果、超越水の流速が1.70m/sとシバを設置することで耐越水性が確保されていることを確認。

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に実施

■構造物としての劣化現象が生じにくい構造であることを照査するための基本的考え方

(評価項目の設定)

道路構造物及び堤体の一体構造において劣化現象が生じにくくなっていることを照査するべく、下記に示す項目について、基準類に示す照査基準や照査手法に従うなど、適切な照査方針に従い照査を行う。

項目① 構造物の劣化が生じにくい設計、施工がなされること

項目② 劣化が生じた場合にそれを確認できる構造であること

項目③ 劣化が生じた場合に補修が可能な構造であること

項目①: 構造物の劣化が生じにくい設計、施工がなされること
(道路構造物の設計基準の遵守)

【開削トンネル】

延伸部の開削トンネルは2期と同様に、「開削トンネル設計指針、阪神高速道路株式会社」に基づき開削トンネルに要求される性能を満足するためのコンクリートや鉄筋に対する基準を遵守するとともに、構造細目についても遵守することで、構造物としての劣化現象が起きにくいなど、構造物としての機能低下を招くことのない構造設計を行っている。

道路構造物を構成する材料はコンクリート及び鉄筋となるが、その各材料に対して仕様を厳しく設定すること、劣化や損傷状態を把握することが可能となる。

同指針は日本道路協会発行の道路橋示方書に示す知見も大幅に取り入れているため、コンクリート構造物の劣化損傷等の膨大な知見が取り込まれていることになり、信頼性も高いと言える。

【シールドトンネル】

一方、シールドトンネルは「シールドトンネル設計マニュアル、阪神高速道路株式会社」に基づき、開削トンネルと同様、構造物としての機能低下を招くことのない構造設計を行っている。加えて、シールドトンネルは、①安定した円形の構造物、②セグメントが工場製作であり、材質のムラがなく高品質、③高強度で緻密なコンクリートであることから、より躯体に劣化が生じにくい特徴を有している。

なお、同指針・設計基準を用いて設計を行った阪神高速道路の神戸山手線、淀川左岸線1期、大和川線といった既供用路線の道路構造物において、機能低下に関する報告もないことから、同指針・設計基準を用いた設計を行うことが適切であることを立証していると言える。

項目②: 劣化が生じた場合にそれを確認できる構造であること

(劣化の検知を可能とする構造検討の実施)

内部空間から劣化損傷を検知することができる点検手法が確立されていることから、道路構造物において劣化損傷が生じても、その状態を早い段階で把握することができる。

また、平常時、地震後といったあらゆる段階でも、劣化損傷や損傷といった問題が生じた道路構造物に迅速にかけつけることのできる管理体制が確保されていることにより、補修や修復作業の確実性が確保できていると考える。

効率的な維持管理として、劣化損傷現象が顕著に現れる前の未然の予防として、堤防・道路構造物を一体的に把握するモニタリングシステムが導入されている。

一体的に状況を把握することで、より正確に適切な状況把握が可能となるため、早期の段階から異常を検知し、最小限で最大の効果を発揮する補修対策などを効率的に立案するという理想的な維持管理を実現させることができる。

また、維持管理体制を整備することにより、運用面での障害も取り除き、望ましい維持管理を永続的に行うことを可能とする。

項目③: 劣化が生じた場合に補修が可能な構造であること

(劣化が生じた場合の補修等の対応に関する検討)

劣化損傷を検知した場合、内部からその劣化損傷を補修する手法が確立されていることから、道路構造物の機能低下を生じさせることはない。また、平常時、地震後といったあらゆる段階でも、劣化損傷や損傷といった問題が生じた道路構造物に迅速にかけつけることのできる管理体制が確保されていることにより、補修や修復作業の確実性が確保されている。

地震に対する道路構造物の安全性、供用性

■地震時及び洪水時に被災した場合の復旧の容易性を照査するための基本的考え方

2期委員会では地震時や洪水時に被災した場合の復旧の容易性について5項目を設定し、この復旧の容易性に関する評価が行われた。延伸部においても、これまでの考え方を踏襲し、地震時及び洪水時に被災した場合の復旧の容易性に関する評価として、下記に示す項目について照査を行う。

項目① 地震時に損傷が発生しにくい構造の設計、損傷に対する容易な修復性を確保すること

項目② 地震時に損傷が発生した場合の確認が可能であること

項目③ 地震時に損傷が発生した場合の迅速な補修が可能な構造であること

項目④ 洪水による損傷が生じた場合の確認が可能であること

項目⑤ 洪水による損傷が発生した場合の迅速な補修が可能な構造であること

項目①:地震時に損傷が発生しにくい構造の設計、損傷に対する容易な修復性を確保すること

これまでの検討で、レベル2地震という巨大地震が生じても各部材の安全性は確保されているのと同時に、たとえ損傷が生じてもその損傷は限定的で、かつ、修復も速やかにできる状態になる構造となっている。

これらの検討結果を踏まえて、地震時に構造物が損傷しない設計であること、又は地震が生じた場合でも損傷が修復性を有する範囲に収まる設計がなされているものと評価する。

項目②:地震時に損傷が発生した場合の確認が可能であること

延伸部でも2期や追加区間の考え(解析結果の妥当性を検証するため等)を踏襲し、道路構造物やシールドトンネルの変位に対しては、各構造物の変位の計測、道路構造物の継手の目開き・損傷に対しては、各構造物の構造継目の異常を目視点検、相対変位の計測、構造物地表面の横断亀裂・陥没の目視点検、道路構造物の損傷に対しては、加速度計による地震応答の計測、各構造物部材の損傷の目視点検の実施を行う。

また、堤防の沈下に対しては、目視点検はもとより、堤防位置での地盤変位の計測、加速度計による地震応答等の計測による点検を実施する。

また、道路構造物の内側からの点検手法は確立されており、地震後速やかに損傷状態の把握を行うことが可能となる。

なお、延伸部においても2期と同様に、河川管理用通路を確保していることから、地震後に作業員が現場に急行し点検を行うことができる状態となっている。

これらの検討結果を踏まえて、地震により道路構造物に損傷が生じた場合でも、それを早急かつ適切に確認できる構造であるものと評価する。

項目③:地震時に損傷が発生した場合の迅速な補修が可能な構造であること

延伸部においても2期と同様に、河川管理用通路を確保しており、地震後における損傷の検知や修復活動の復旧作業を行う際に必要となる導線の確保が行われている。

また、たとえ地震により損傷が生じた場合でも、道路構造物の内側から補修・補強を速やかに行うことができる。

また、レベル2地震という巨大地震が生じても部材における損傷は限定的で、かつ、損傷の発見が可能な状況にある。

これらの検討結果を踏まえて、地震により道路構造物に損傷が生じた場合でも、早急かつ適切な補修が行えるものと評価する。

項目④:洪水による損傷が生じた場合の確認が可能であること

道路構造物内側やシールドトンネル内側からの点検手法が確立していること、河川管理用通路の確保による洪水による損傷が生じた後の臨時点検を行うことができる状態となっていること、さらには、道路構造物のみならず堤体も含めた一体構造物として変状を把握する点検手法や点検体制が構築されていることなどから、地震時と同様に洪水発生後において道路構造物に損傷が生じた場合でも、それを早急かつ適切に確認できる構造であると評価する。

項目⑤:洪水による損傷が発生した場合の迅速な補修が可能な構造であること

河川管理用通路を確保していること、たとえ洪水により損傷が生じた場合でも、道路構造物の内側から補修・補強を速やかに行うことなどから、地震時と同様に洪水発生後において道路構造物に損傷が生じた場合でも、早急かつ適切な補修が行えるものと評価する。

景観・自然環境に対する基本的な配慮事項、利用形態

延伸部区間の完成堤防高が約7m程度で計画しており、現況では堤防と地先道路の間に道路構造物を設置することから、南岸線や周辺民家からの景観性、自然環境、堤防上面への利用者のアクセスについて懸念される。

そこで、南岸線や周辺民家からの堤防方向への景観への配慮、堤防周辺の自然環境、堤防上面の利用者に配慮事項に対する基本方針を整理する。

■堤内側からの景観への配慮事項

【課題】

延伸部の建設により、住居地や南岸線から淀川方向に対し、現況の緑の斜面(土手)から、コンクリートの壁が連続する景観へと変わる。

特に、堤内側の道路を通行する歩行者や、ドライバーへの圧迫感や威圧感の低減が必要である。

【堤内側からの景観に対する基本方針(案)】

「道路利用者にとって大規模構造物の圧迫感を低減させるとともに、生活者からは生活環境が向上したと感じていただける道路の景観形成をめざす」ことを基本方針とする。

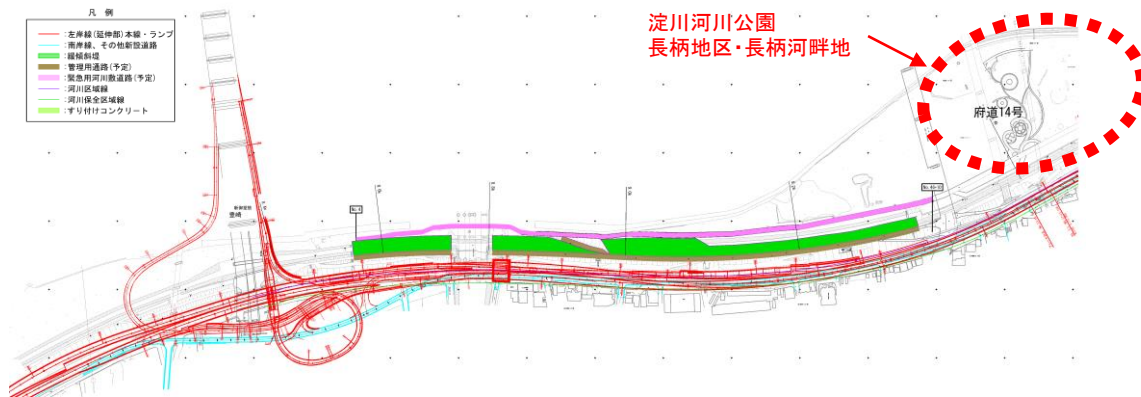
今後、詳細検討段階では、基本方針を満足する計画について、構造形式及び区間に応じた検討を行う。

■堤内地から堤防へのアプローチ

・堤内地から河川堤防へのアクセス路を確保するため、南岸線から淀川左岸線延伸部上部にアクセスするアプローチ施設(階段・スロープ)を設置

堤防上の利用者について

河川堤防周辺では、延伸部から2期の区間ではジョギングやサイクリング等の利用があり、延伸部区間では淀川河川公園 長柄地区・長柄河畔地が存在する。上記の堤内地から堤防へのアプローチを確保することで、これらの利用者への影響は最小限にとどまると考える。



※-大阪都市再生環状道路-

(仮称)淀川左岸線延伸部 都市計画(案)及び環境影響評価準備書の説明会
(平成27年10月 国土交通省 近畿地方整備局 浪速国道事務所) P80より抜粋

土留壁の取扱い

■河川堤防側の土留壁の取扱い

道路構造物構築時に、河川堤防側に打設される土留壁は、根入が深く、撤去困難なものは残置することを想定しているが、河川堤防定規内については、撤去を原則とする。しかし、引抜時に堤体へ影響を考慮し、土留壁の取扱いについては2期での試験施工、本施工の結果及び対策をフィードバックし施工時には再度検討する。

【課題】

- ①2H ルールに基づく河川管理区域における土留壁の撤去
- ②透水層(地下水帯水層)の遮断による現況地下水流況への影響
- ③土留壁撤去時の基礎地盤のとも上がりによる既設堤防盛土への影響

■継手部の土留壁の取扱い

【継手部の土留め壁の取扱い方針】

試験施工による引き抜きの影響や、仮設時の土留壁の設置状況(長さ、頭部の高さ等)を踏まえるとともに、継手部の土留壁を存置するメリット・デメリットを見極めたうえで、取扱いについて決定する。(施工時の対応)

堤外側の仮設鋼矢板について、2期委員会では、「大規模地震により継手部に隙間が発生した場合、継手部付近の鋼矢板を存置することで、堤体盛土の道路ボックス内への流入の抑制等に寄与する可能性がある」という意見をいただいていることから2期の結果を考慮し、慎重に検討する。

堤内側から河川への避難ルートの確保

内水氾濫が生じた場合、堤防上が避難場所となる。淀川左岸線延伸部では、堤内側から堤防上にアクセスできるアプローチ施設を計画している。

【現在】

現在は、堤内側から河川へのアクセスは工事中のため制限されている。

【完成後】

完成後の堤内側から河川へのアクセスは以下の様に計画する。

- ・府道14号(長柄橋)は現在同様に、平面交差となる。
- ・新御堂筋～JR京都線、JR京都線～長柄橋の間にある2か所の避難橋は、現在工事中のため撤去となっているが、機能復旧(階段・スロープ・人道橋等)の方針で検討を進める。

緊急時連絡体制と規制計画の方針

緊急時連絡体制として、以下のリスクに対応した検討を行う。

- ・洪水リスク: 洪水時の水防活動、自治体への避難情報の提供を行う。
- ・津波リスク: 津波予報発令時には二次被害防止のための施設操作を行う。
- ・共通リスク: 非常時に交通規制を行う。

【検討内容】

現段階で定められている緊急時の連絡体制や施設の操作規則を整理して、一体構造物として今後詳細検討していくために必要な連絡体制や操作規則に対する提案を行う。

●緊急時の連絡体制

淀川河川事務所では、「風水害対策部運営計画」を作成しており、洪水予報の伝達については、2期同様に、今後、阪神高速道路株式会社を加える方向で調整する。

●洪水予報の伝達

- 洪水予報の伝達先及び伝達系統については、「風水害対策部運営計画」において、情報伝達の種類と内容が示されており、これによることとする。
 - 現時点の淀川洪水予報通信連絡系統図には、将来的に淀川左岸線延伸部の管理者となる阪神高速道路株式会社が記載されていない。
- 今後、連絡系統に阪神高速道路株式会社を入れる方向で調整する。

●非常時交通規制

阪神高速道路株式会社では、「風水害対策マニュアル」、「震災対策マニュアル」の中に通行規制等に関する基準が示されている。

前者の風水害対策マニュアルでは、強風と大雨時における通行規制について示されており、後者の震災対策マニュアルには、震度に応じた通行規制について示されている。

淀川左岸線延伸部は、河川堤防と一体として配置されるため、今後、洪水を対象とした災害時の通行規制に関して検討する必要がある。

●津波警報発令時の二次被害防止のための施設操作

【道路情報提供装置】

淀川左岸線延伸部では、トンネル内に設置する道路情報提供装置により、必要な情報を提供する。

津波警報発令時は、減速しながらトンネル内から出てもらうことを基本とし、到達時間、津波規模に応じて対応を行う。

道路構造物内に残っている人については、非常用出口から出てもらい、所定の避難場所へ移動してもらうよう非常口の出口付近に周辺マップを設置するなどの検討を行っていく。

実施設計および施工段階における配慮事項

本技術検討書は、堤防と道路構造物の一体構造物が堤防として要求される機能を満足すること、かつ現況堤防と同等以上の機能を有すること、また、施工に際して仮設構造物が堤防として要求される機能を確保することを目的に行った延伸部委員会における技術的見解を示したものである。ここでは、実施にあたっての各留意事項について整理する。

各留意事項は詳細設計時、施工時、維持管理時に分類し、箇条書きは以下の視点で整理した。

実施設計時における配慮事項

淀川左岸線延伸部は、各種基準に順じて設計を行うが、基準に記載していない事項、本線特有の課題に着目し以下に整理した。

(河川へのアクセス)

- 淀川左岸堤防では鉄道橋が交差しているため、堤防天端道路が連続しておらず、交差物件に対して堤防裏法、裏小段等を使用して河川管理用通路を設置・利用している。
淀川左岸線延伸部を設置することにより、現況河川管理用通路の使用が困難になることから、道路構造物を横断する新たな管理用通路の確保が必要となる。
河川管理用通路の設置にあたっては、実際の運用に配慮して検討する必要がある。
- 淀川左岸線延伸部整備後、従来の堤内地から河川への河川管理用通路以外のアクセスが難しくなるが、その機能を確保することも必要である。
堤内側からのアクセスルートについては、階段やバリアフリーに対応したスロープ、横断歩道橋のいずれかのアクセス構造を提案し、現況よりアクセス箇所数が減ることが無いよう（機能が低下しないように）今後の詳細設計時に検討する必要がある。

(降雨浸透対策)

- 降雨浸透対策として、堤防天端から堤内側の上面に対して難透水性材料を設置する必要があるが、圧密沈下の検討結果より、完成後も残留沈下が残る可能性がある。
そのため、特に堤防天端と道路構造物の間のデルタ部において難透水性材が沈下によって破壊、破断等が発生しないように構造的な工夫が必要である。
難透水性材料の性能（耐久性、施工性）を考慮したコスト比較を行い、詳細設計時に検討する。なお、完成後もモニタリングによる点検が必要である。

(土質定数等の適用性)

- 解析で用いた土質定数について、現地地盤の局所的な土質条件の違いにより解析結果が危険側の予測となる可能性が考えられるので、実施設計段階で追加土質調査を実施した上で、土質定数の適用性について確認する必要がある。

(堤防の支持力確認)

- 施工時期までに、一体構造物の施工に伴う新たな盛土に対して、粘性土の一軸圧縮強度試験データの収集と沈下～支持力の関係の把握を行い、今後の詳細設計時に堤防基礎地盤の支持力を評価することで、淀川堤防の安全性向上を図る必要がある。

実施設計および施工段階における配慮事項

施工段階における配慮事項

淀川左岸線延伸部は、各種基準に順じて施工を行うが、特に留意して実施すべき事項について以下整理する。

（品質管理）

- 淀川左岸堤防は堤防高が高いことから、築堤盛土時の締固めの品質管理が重要となる。
盛土の品質管理については基準等を参考に設定する必要があるが軟弱地盤上での施工であることから、盛土速度についても管理基準を設定しておく必要がある。
盛土速度は河川土工マニュアル等を参考にできる。
- 仮締切堤は土堤による仮締切を採用するため、本堤施工時のみにかかわらず施工時の土堤に対しても軟弱地盤上の盛土に配慮する必要がある。
- 本工事は延長約850mを対象とする工事であることから、使用するコンクリート量が多い。そのため、施工時のコンクリート強度等の品質管理について留意する必要がある。
- 道路構造物周辺は水みちの発生が懸念されるため、施工時の締固管理は適切に実施すること。

（仮設構造物）

- 施工時は土留め鋼矢板の変位を抑制するために必要な切梁を設置する。
土留め、切梁、支保工等の仮設構造物の設計においては、想定される最大の地下水位について確認する必要がある。
道路構造物浮き上がりの検討でも実施した通り、飽和－不飽和浸透流解析結果より確認する土留め矢板前面位置での堤体内水位を条件とし、洪水時の浸透水にも対応できる構造にする必要がある。

（施工時の周辺への環境）

- 盛土工事に際しては、側方流動に伴う周辺建物への影響に留意した計測を実施する必要がある。
周辺への影響については、施工前家屋調査を行っておき、施工時のモニタリングと合わせて確認する。

（施工時の河道内水位）

- 施工時の河道内水位の確認においては、検討している手法以外（例えば仮設の構造物等を配置した場での平面二次元不定流解析など）での確認も、検討結果の精度を高めるために考える必要があることから、詳細設計時にモデル化を含めて検討する。

（設計、施工、維持管理の連携）

- 設計、施工、維持管理を連携して行う必要があることから、CIM等の今後の新技術の動向も踏まえ、実施段階において検討する必要がある。

供用時における配慮事項

技術検討書第6章で整理した維持管理・モニタリングに加え、定めなければならない管理者の運用ルール等、今後協議が必要な事項について、以下に整理する。

（点検実施時期の連絡体制）

- 淀川左岸線延伸部の一体構造物は、堤防と道路の兼用工作物となることから、常時（出水期前・台風期）の点検の実施時期は、河川管理者と道路管理者で時期の調整が必要。
- 上記のほか、非常時（出水・地震等）に緊急的に点検を実施する場合の連絡・出動体制が必要。

（点検・計測結果の共有）

- 実施した点検・計測結果について相互の情報共有、伝達方法の検討が必要
- 点検・計測結果の評価は、河川管理者と道路管理者双方の視点から評価を行う体制が必要。

（点検・計測結果の利用方法）

- 計測したデータの利用方法（妥当性検証目的・管理目的）を管理者間で十分に共有するとともに、モニタリング観測データは確実に蓄積していくこと。
- 将来的には、計測データを異常時の通行規制や広域避難勧告等に活用するなど有効な利用方法についても検討することが望ましい。
- データ公開の方法論についても今後検討を深めることとする。