

一体構造物の安全性の照査結果

【完成時】【施工時】(補足資料)

令和 4年 3月 18日

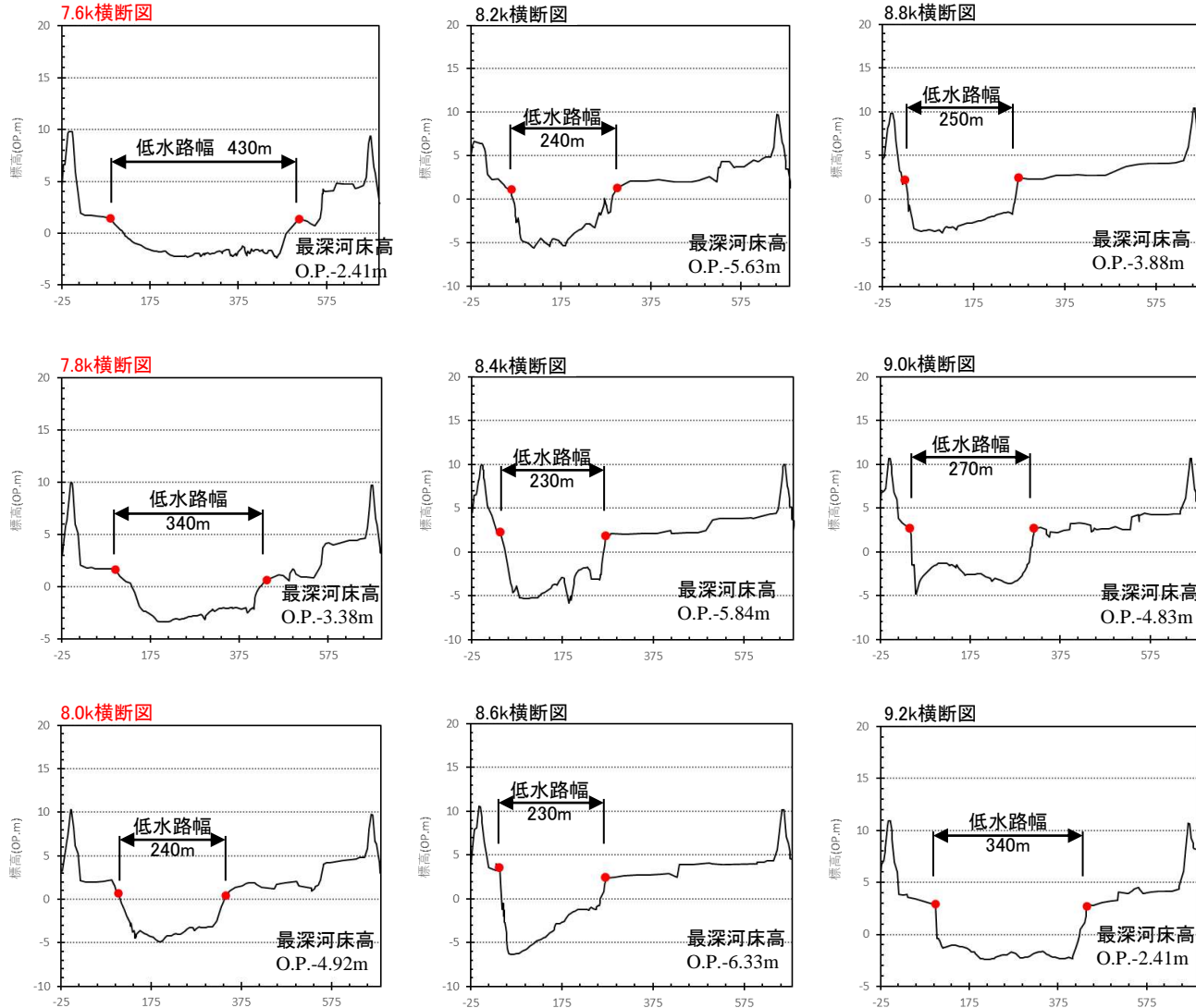
目次

侵食作用に対する安全性検証・・・・・・・・	2
浸透作用に対する安全性検証・・・・・・・・	4
地震動作用に対する安全性検証・・・・・・・・	41
不同沈下に対する修復の容易性検証・・・・	75

侵食作用に対する安全性検証

該当項目: 18-① 堤防の直接侵食に対する安全性

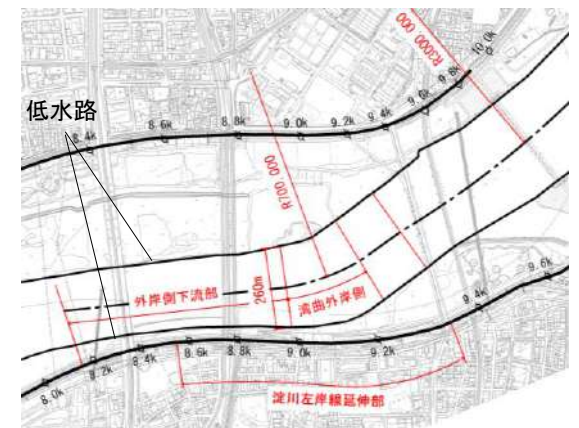
参考として、評価手法①改訂護岸の力学設計法で用いた計算断面を示す。



評価手法① 計算断面

本検討の対象区間周辺の計算断面と平面図を示す。

- 7.6k~8.0kの間で、上流8.0kから下流7.6kに向けて低水路幅は漸拡している(240m⇒430m)。
- 評価手法①は横断方向に3分割したモデル、評価手法②は横断方向に20分割したモデルを使用することから、評価手法①の方が断面変化の影響が大きくなりやすい傾向がある。
- 評価手法①は縦断方向に200m毎のモデル、評価手法②は縦断方向に200m間を8分割したモデルを使用することから、評価手法①の方が断面変化の影響が大きくなりやすい傾向がある。
- 対象区間は河道湾曲部であることから、湾曲部補正が加わることで評価手法①の流速はさらに大きくなる。



平面図

浸透作用に対する安全性検証

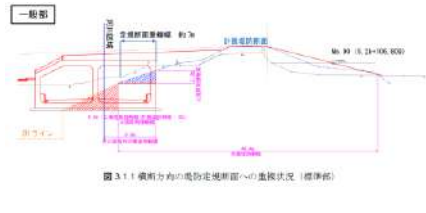
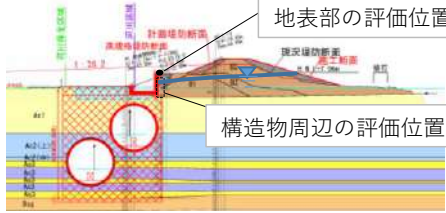
■浸透対策工法の要否の整理

淀川左岸線(2期)と淀川左岸線延伸部(今回)の浸透検討において、照査項目ごとの対策工の検討要否について整理した。完成時と施工時において、下記の照査項目で対策工法の検討が必要となった。下表を踏まえて、淀川左岸線(2期)と今回の対策工法の検討フローの比較表を次頁以降に示す。

【完成時】照査項目①堤体内の浸潤面位置 :対策工法 U型擁壁周辺の碎石置換, 表のり面遮水シート

【施工時】照査項目②水平・鉛直方向の局所動水勾配 :対策工法 のり尻ドレーン

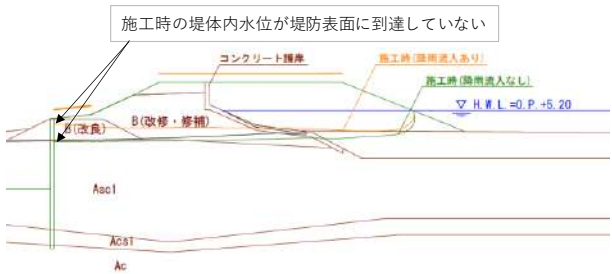
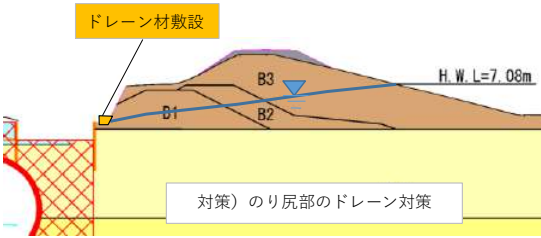
完成時と施工時の浸透に対する照査結果一覧表

対象段階	照査項目	淀川左岸線(2期)	淀川左岸線延伸部
—	断面形状		
完成時	①堤体内の浸潤面位置	川裏(無対策) :NG 川裏(遮水シート敷設):OK 対策)降雨浸透対策(天端舗装・遮水シート)	川裏(無対策) :NG(淀川左岸線(2期)の成果を参考に計算は未実施) 川裏(遮水シート敷設):NG 前提とする対策)降雨浸透対策(天端舗装・遮水シート) 対策)碎石置換 :OK 対策)碎石置換+表のり面遮水シート:OK, NG
	②平均動水勾配	OK	OK
	③レーンの加重クリープ比	OK	OK
	④水平・鉛直方向の局所動水勾配	地表部 :評価なし (浸潤面が地表に達しない) 構造物周辺:OK	地表部 :評価なし (浸潤面が地表に達しない) 構造物周辺:OK
	⑤円弧すべり安全率	OK	OK
施工時	①堤体内の浸潤面位置	川裏(無対策) :NG 川裏(遮水シート敷設):OK	川裏(無対策) :NG(淀川左岸線(2期)の成果を参考に計算は未実施) 川裏(遮水シート敷設):OK
	②水平・鉛直方向の局所動水勾配	地表部 :検討なし 構造物周辺:検討なし 施工時の堤体内水位が地表面に到達して いないため、局所動水勾配の評価が不要であ った。	地表部 :NG (施工時に堤防のり尻部に堤体内水位が到達するため) 構造物周辺 :対象なし (施工時に道路構造物がないため) 対策)のり尻ドレーン対策 :OK 対策)のり尻ドレーン対策+表のり面遮水シート敷設:OK
	⑤円弧すべり安全率	OK	OK

【施工時】淀川左岸線(2期)と淀川左岸線延伸部の検討フローの比較(1)

対象段階	照査項目	淀川左岸線(2期)	淀川左岸線延伸部
施工時	①堤体内の浸潤面位置	<p>川裏(無対策) : NG 川裏(遮水シート敷設) : OK</p> <p>対策) 降雨浸透対策(天端舗装・遮水シート)</p> <p>【施工時】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●検討事項(照査基準を満足しない事項) 地下水流動阻害(堤体内浸潤面上昇)による水みち発生 ●照査基準 構造物前面位置および天端中央位置での水位について、完成時の水位≦現況の水位 	<p>川裏(無対策) : NG (2期区間の成果を参考に計算は未実施) 川裏(遮水シート敷設) : OK</p> <p>前提とする対策) 降雨浸透対策(天端舗装・遮水シート)</p> <p>【施工時】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●検討事項(照査基準を満足しない事項) 地下水流動阻害(堤体内浸潤面上昇)による水みち発生 ●照査基準 構造物前面位置および天端中央位置での水位について、完成時の水位≦現況の水位 <p>【検討省略】</p> <p>検討省略理由: 淀川左岸線(2期)の検討で得られた知見より、道路構造物が川裏側に設置された場合には堤体内水位が上昇し照査基準を満足しないことは明らかであるため。</p>
		<p>出典: 「淀川左岸線(2期)事業に関する技術検討報告書, p.5-34」より引用</p> <p>図 5.3.6 No.94 における現況堤防と施工時の堤体内水位比較</p>	<p>対策: 降雨浸透対策</p>

【施工時】淀川左岸線(2期)と淀川左岸線延伸部の検討フローの比較(2)

対象段階	照査項目	2期区間	延伸部(今回)
<p>施工時</p> <p>②水平・鉛直方向の局所動水勾配</p>	<p>局所動水勾配を照査項目として設定していない</p> <p>【理由】下図に示すように、施工時の堤体内水位は堤防地表面に到達しておらず、局所動水勾配の照査の必要性がないため</p>	<p>地表部 : 検討なし 構造物周辺 : 検討なし</p>	<p>地表部 : NG (施工時に堤防のり尻部に浸潤面が到達するため) 構造物周辺 : 対象なし (施工時に道路構造物がないため) 対策) のり尻ドレーン : OK</p>
		<p>出典：「淀川左岸線(2期)事業に関する技術検討報告書, p.5-34」より引用</p>	<p>【施工時】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●検討事項 (照査基準を満足しない事項) 水平・鉛直方向の局所動水勾配 (18-⑧, 19-⑩) ●照査基準 $ih < 0.3$, $iv < 0.5$ (手引きに準拠) <p>【検討省略】</p> <p>解析の実行 解析条件：天端・川裏平場は降雨浸透を考慮する のり面は降雨浸透を考慮しない</p> <p>照査基準を満足するか？</p> <p>Yes → 無対策</p> <p>No</p> <p>対策：降雨浸透対策 →天端・川裏平場の降雨浸透を考慮しない</p> <p>照査基準を満足するか？</p> <p>Yes → 川裏の降雨浸透対策</p> <p>No</p> <p>対策：のり尻部のドレーン対策</p> <p>照査基準を満足するか？</p> <p>Yes → 対策工法を決定</p> <p>No → 対策：のり尻部のドレーン対策</p>
		 <p>図 5.3.6 No.94 における現況堤防と施工時の堤体内水位比較</p>	 <p>対策) のり尻部のドレーン対策</p>

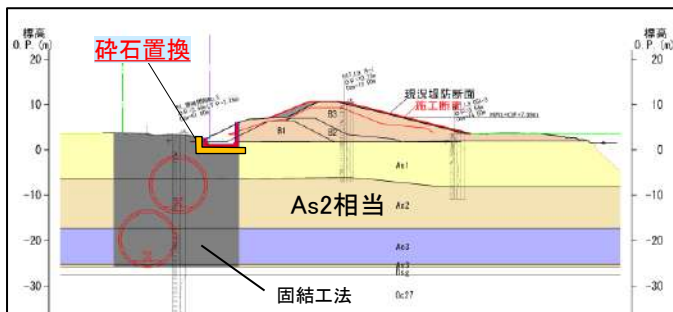
検討省略理由：淀川左岸線(2期)の検討で得られた知見より、道路構造物が川裏側に設置された場合には堤体内水位が上昇し照査基準を満足しないことは明らかであるため。

【変更前断面と比較して対策規模が増加する原因】

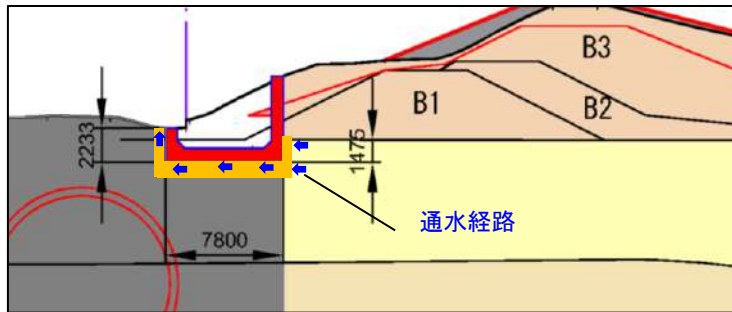
- ・地質断面構造がほぼ同様であるNo.27完成時(砂質土)(変更前断面), No.28完成時(砂質土), No.29完成時の3断面の地質断面モデルを以下に示す。
- ・下図より, 変更前断面であるNo.27完成時(砂質土)の砕石置換部分の通水長は11.5mであることに対して, 今回の検討断面であるNo.28完成時(砂質土)の通水長は22.9mと約2倍の長さとなっている。このことから, No.28完成時(砂質土)の排水効果は, No.27完成時(砂質土)(変更前断面)より低く, 砕石置換のみでは必要な対策効果が得られないと考えられる。

【No.28完成時(砂質土)とNo.29完成時の必要対策規模の違い】

- ・下図より, No.29完成時の通水長は, No.28完成時(砂質土)より2.7m長く, このことから, No.29完成時の排水効果は, No.28完成時(砂質土)よりも低くなると考えられる。

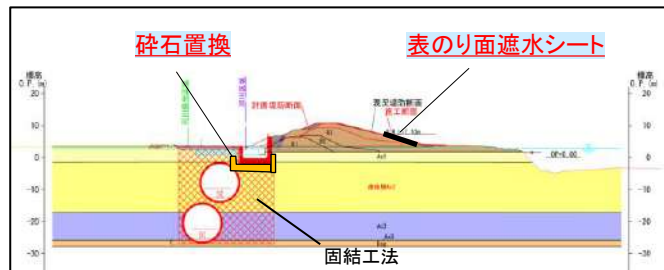


No.27完成時(砂質土)(変更前断面)

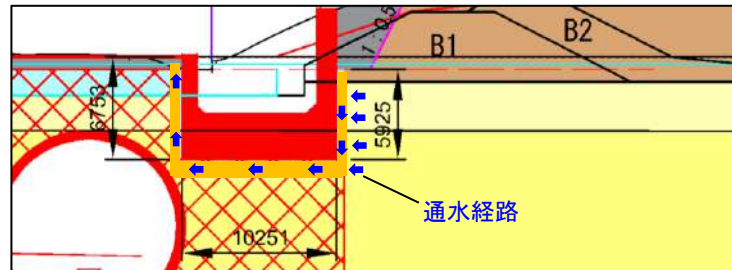


No.27完成時(砂質土)(変更前断面) U型擁壁

■ No.27完成時(砂質土)(変更前断面)の通水長
・通水長さ=2.23m+7.80m+1.48m=11.5m



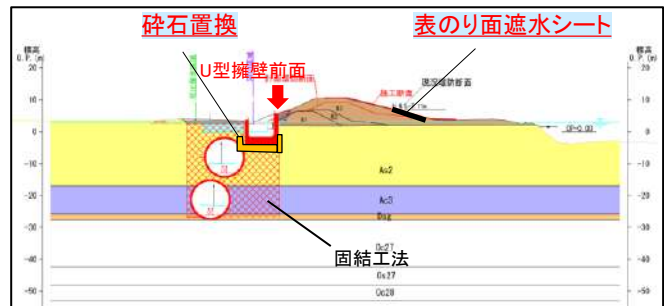
No.28完成時(砂質土)(変更後断面)



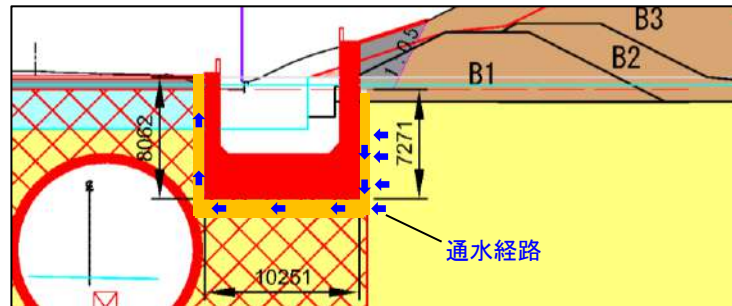
No.28完成時(砂質土)(変更後断面) U型擁壁部の拡大

排水効果が小

■ No.28完成時(砂質土)の通水長
・通水長さ=6.75m+10.25m+5.93m=22.9m



No.29完成時(変更後断面)



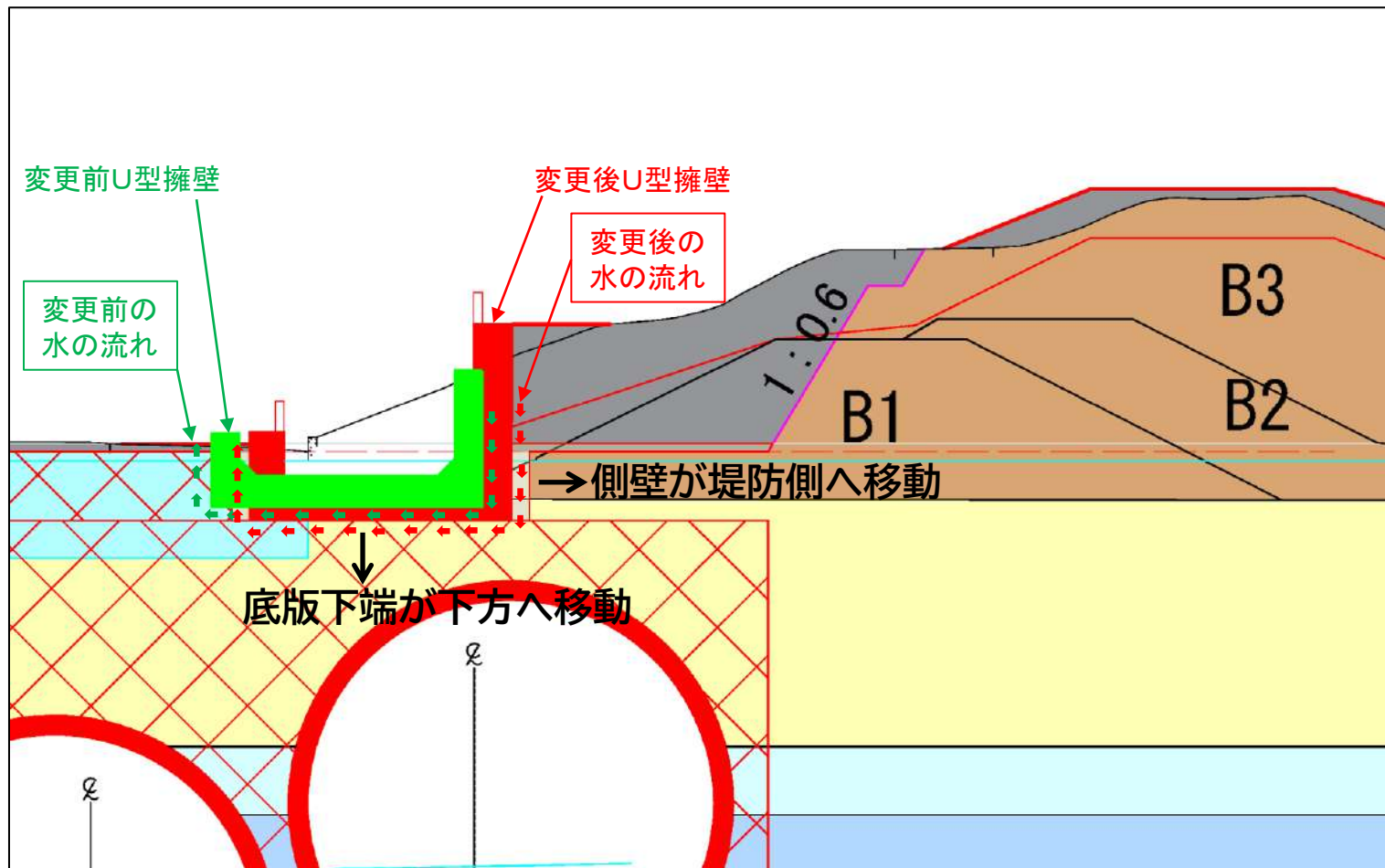
No.29完成時(変更後断面) U型擁壁部の拡大

排水効果が小

■ No.29完成時の通水長
・通水長さ=8.06m+10.25m+7.27m=25.6m

【変更前断面と比較して対策規模が増加する原因(No.16)】

- No.16完成時のU型擁壁の変更前と変更後の断面図を以下に示す。
- 下図より、変更後のU型擁壁の側壁位置は、堤防側にシフトし河川水の影響を受けやすい状況となる。
- さらに、底板下端が深くなったため、変更前と比較して砕石置換部の排水能力が低下する。
- 上記の影響により、砕石置換の効果は変更前断面と比較して低下することとなるため、No.16(鋼管矢板)は砕石置換のみでは照査基準を満足しない結果となった。
- なお、No.16(鋼管矢板無し)においては、変更前断面と比較して砕石置換の効果は低下したが、わずかに照査基準を満足する結果となった。

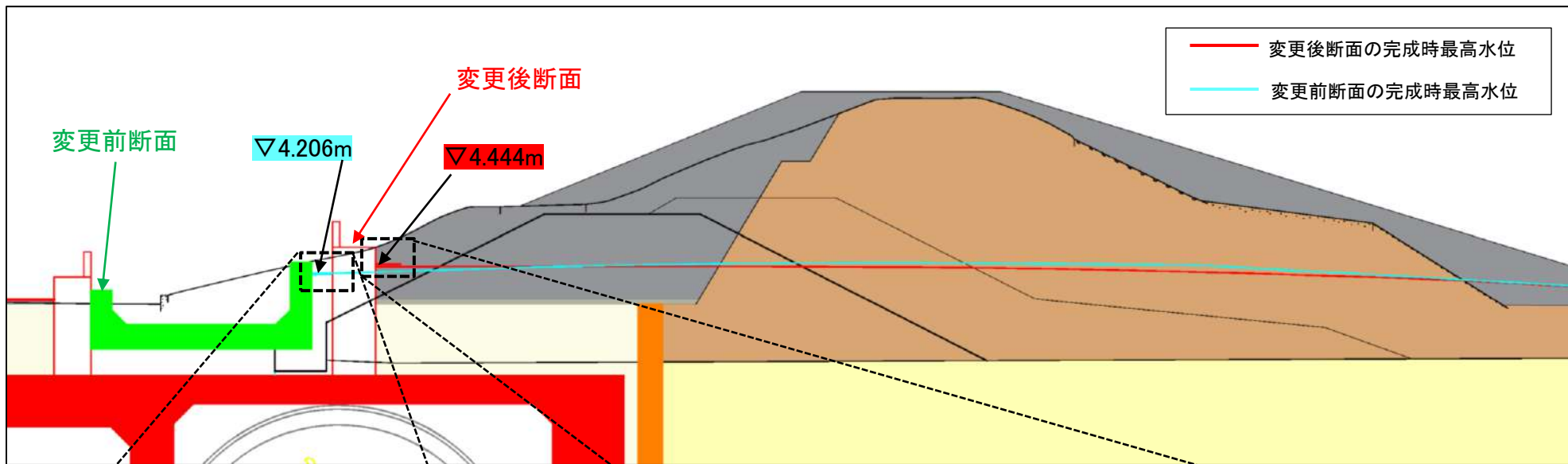


No.16完成時(変更前断面)と変更後断面のU型擁壁の位置図

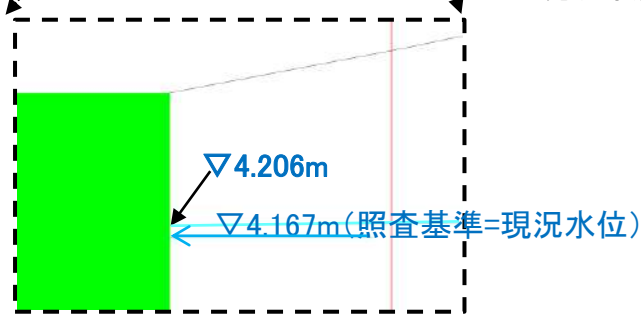
※矢印は砕石置換部の水の流れを模式化

【変更前断面と比較して水位の照査結果がOKになった原因(No.15完成時)】

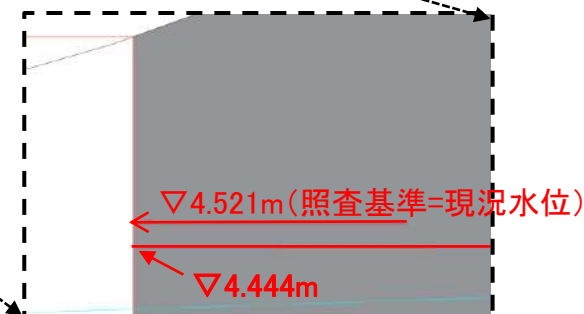
- No.15完成時のU型擁壁の変更前と変更後の断面図と完成時の水位を以下に示す。また、変更前断面近傍と変更後断面近傍の拡大図も以下に示す。
- 変更前断面の照査基準(現況)水位は、現況ドレーン内に位置し、照査基準水位は低くなるため、完成時水位に対して約4cm上回りNGとなった。
- 一方、変更後のU型擁壁断面が堤防側にシフトしたことで、照査基準(現況)水位は、現況ドレーン外(堤防側)に位置し、照査基準水位が高くなったため、完成時水位に対して約8cm下回ることとなりOKとなった。このため、U型擁壁が堤防側にシフトしたことで、照査基準水位の変化も相まってわずかに照査基準を満足する結果になったと考えられる。
- さらに、洪水波形低下時(河川への排水時)に最高水位となることから、変更後のU型擁壁が堤防側にシフトしたことで、堤体内の通水長がわずかに短くなり、変更後断面のほうが排水しやすくなったことも一因と考えられる。



No.15完成時(変更前断面)と変更後断面のU型擁壁の位置図



変更前 U型擁壁前面の完成時水位と現況水位の比較

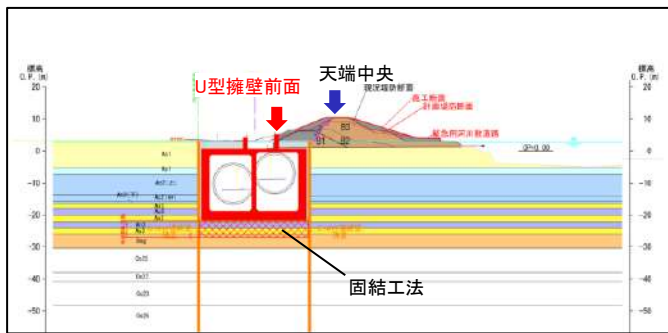


変更後 U型擁壁前面の完成時水位と現況水位の比較

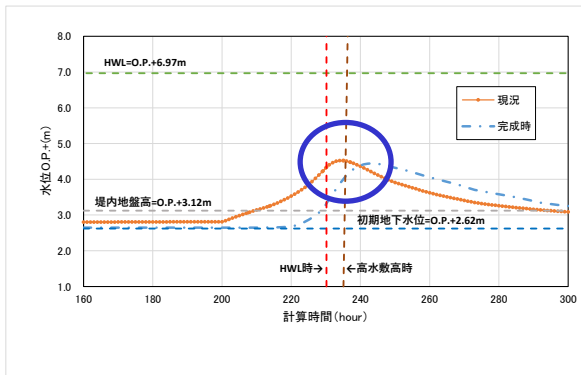
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

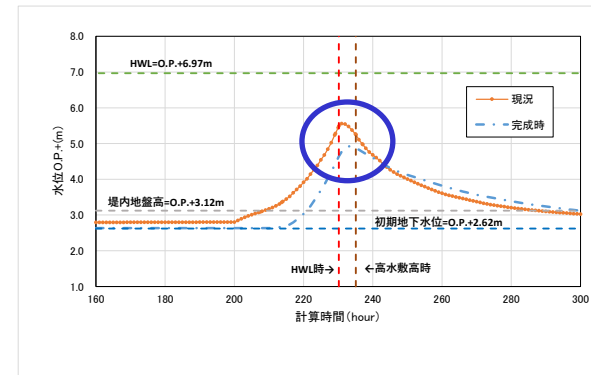
・No.15完成時のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足する**。



No.15完成時の水位着目位置



No.15完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.15完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

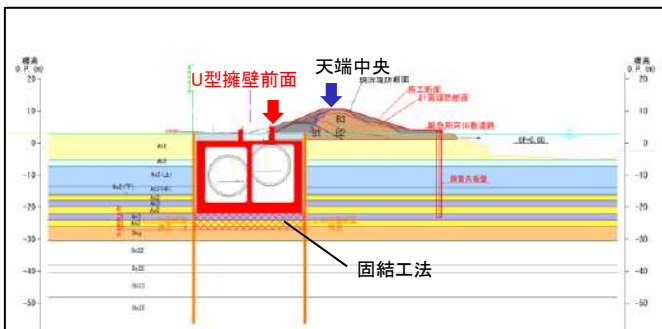
【考察】

・No.15完成時では、降雨浸透対策により現況と比較して堤体内の浸潤面上昇が抑制されている。

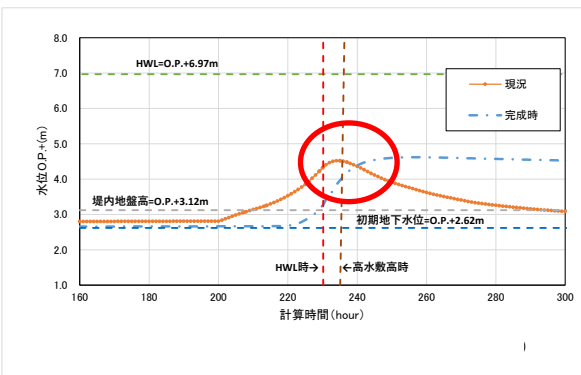
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

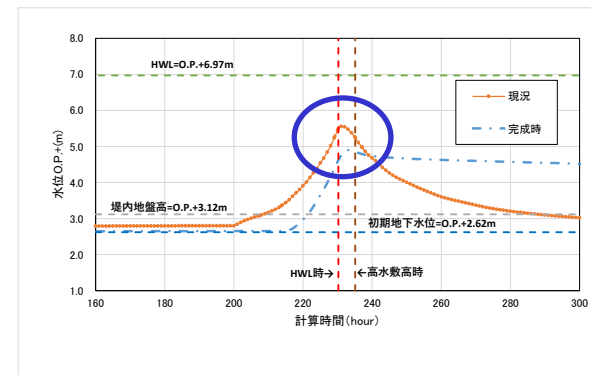
・No.15完成時(自立式鋼管矢板)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.15完成時(自立式鋼管矢板)の水位着目位置



No.15完成時(自立式鋼管矢板)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.15完成時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

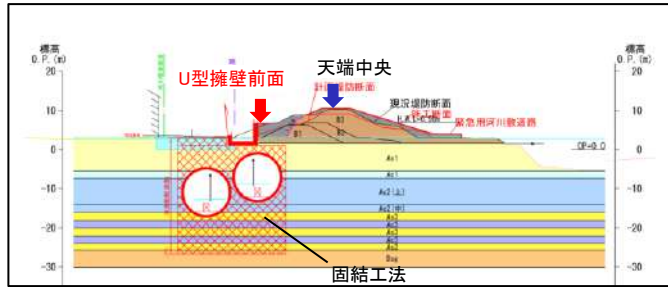
【考察】

・No.15完成時(自立式鋼管矢板)では、河川水位低下時に川表への排水が遅れることで、U型擁壁前面と堤防天端中央において高い水位が長時間継続する。

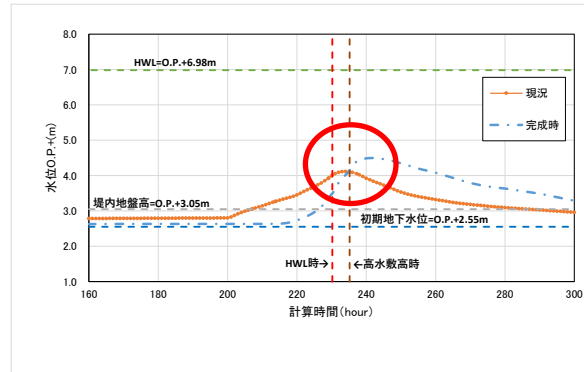
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

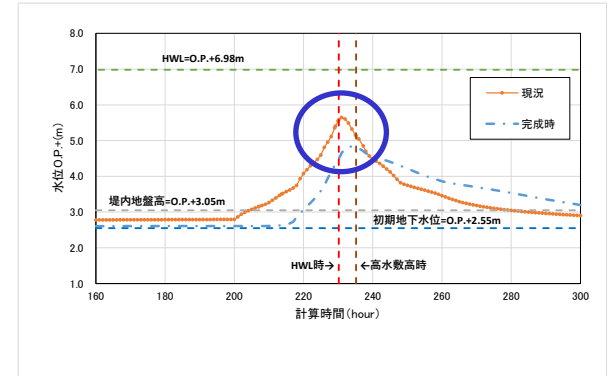
・No.16完成時のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.16完成時の水位着目位置



No.16完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.16完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

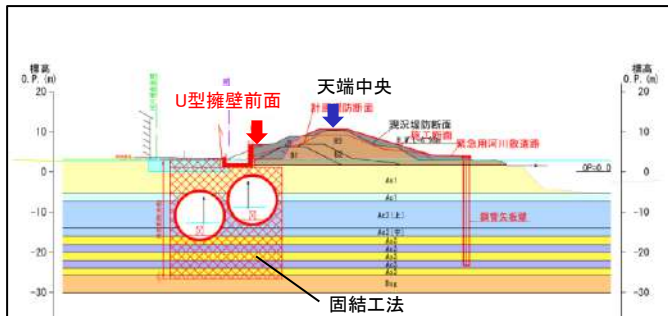
【考察】

・No.16完成時では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面の水位は現況より高くなる。

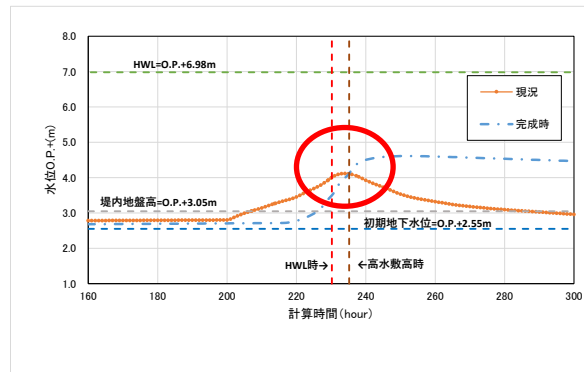
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

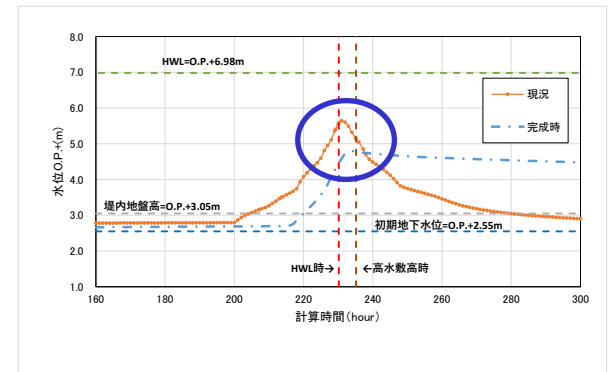
・No.16完成時(自立式鋼管矢板)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.16完成時(自立式鋼管矢板)の水位着目位置



No.16完成時(自立式鋼管矢板)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.16完成時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

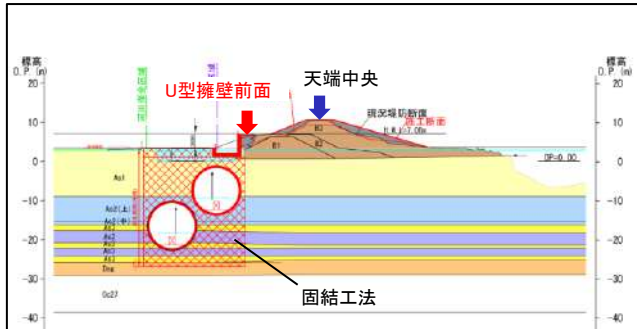
【考察】

・No.16完成時(自立式鋼管矢板)では、河川水位低下時に川表への排水が遅れることで、U型擁壁前面と堤防天端中央において高い水位が長時間継続する。

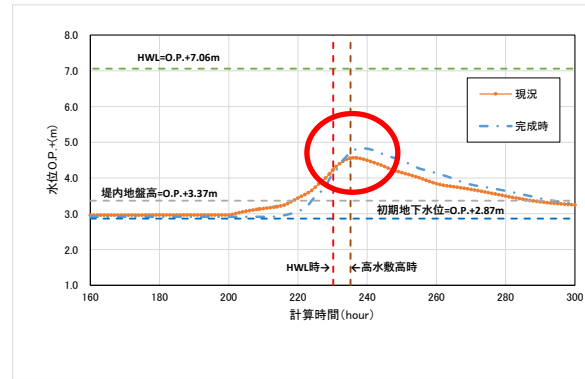
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

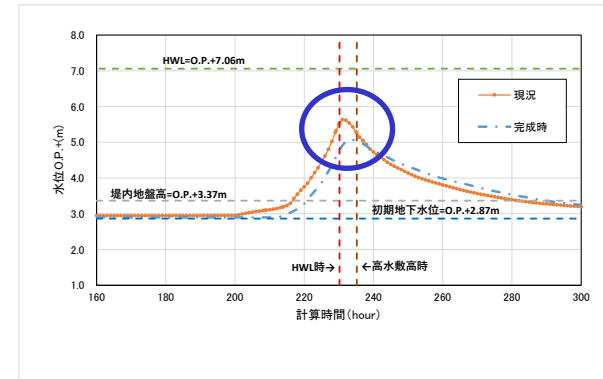
・No.23完成時のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.23完成時の水位着目位置



No.23完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.23完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

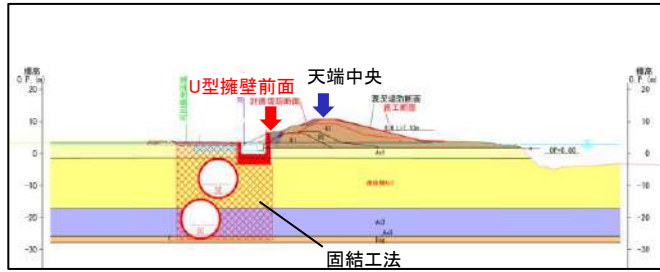
【考察】

・No.23完成時では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面の水位は現況より高くなる。

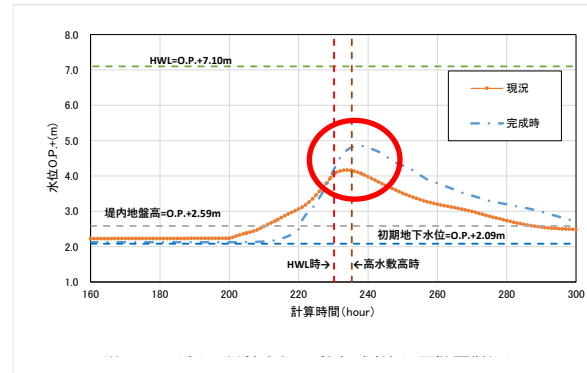
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

① 堤体内の浸潤面位置

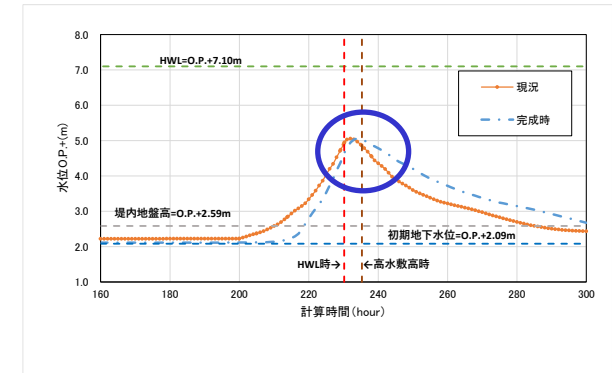
・No.28完成時(砂質土)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.28完成時(砂質土)の水位着目位置



No.28完成時(砂質土)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.28完成時(砂質土)
堤防天端中央部の水位の経時変化

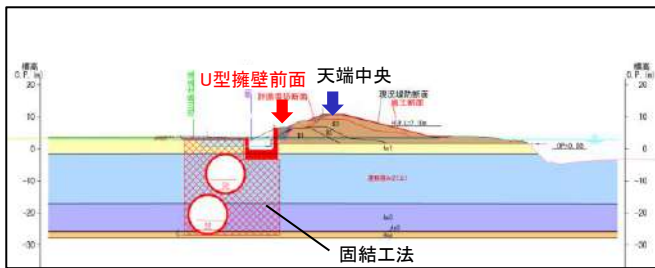
【考察】

・No.28完成時(砂質土)では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層から堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面の水位は現況より高くなる。

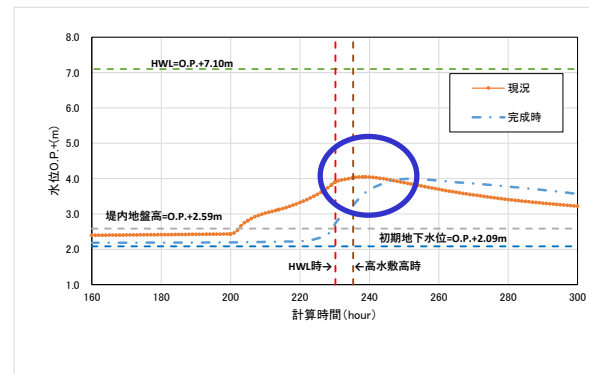
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

① 堤体内の浸潤面位置

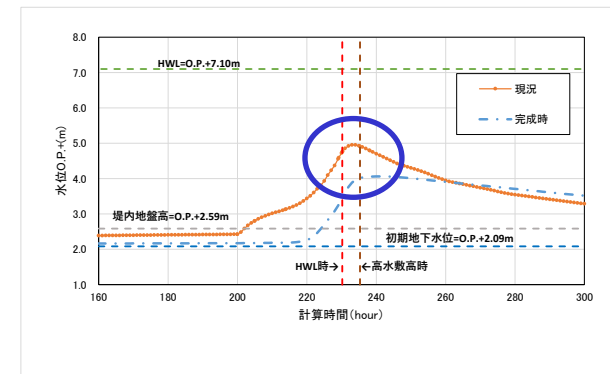
・No.28完成時(粘性土)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足する**。



No.28完成時(粘性土)の水位着目位置



No.28完成時(粘性土)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.28完成時(粘性土)
堤防天端中央部の水位の経時変化

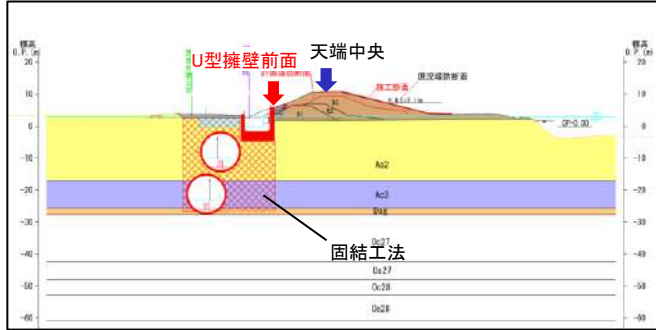
【考察】

・No.28完成時(粘性土)では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面の水位は現況より高くなる。

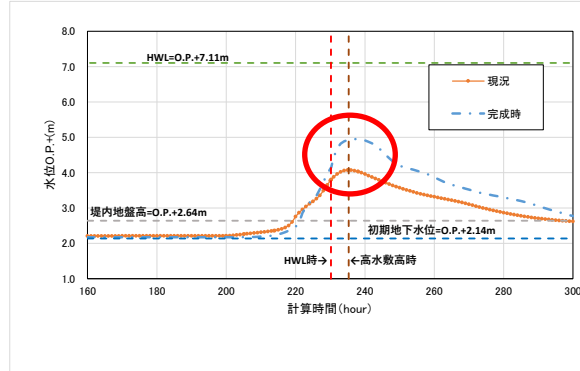
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

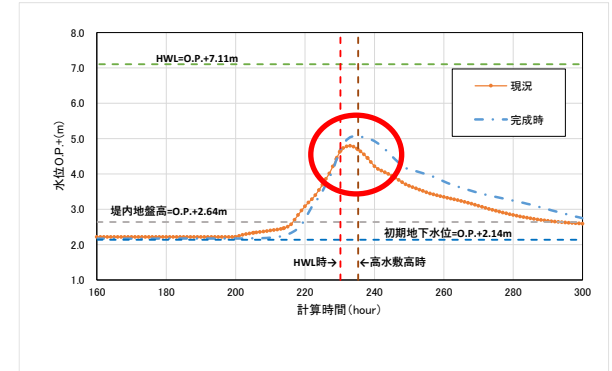
・No.29完成時のU型擁壁前面(河川側)と堤防天端中央の堤体内水位は、照査基準を満足しないため、対策工の検討が必要となる。



No.29完成時の水位着目位置



No.29完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.29完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

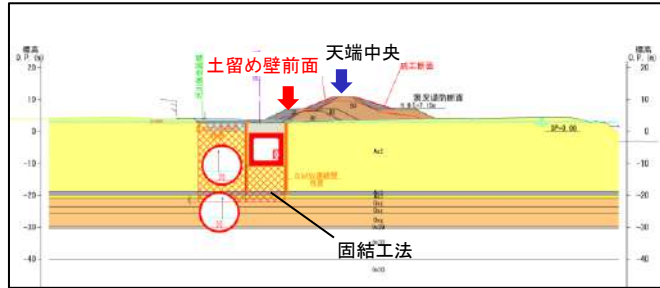
【考察】

・ No.29完成時では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面と堤防天端中央部の水位は現況より高くなる。

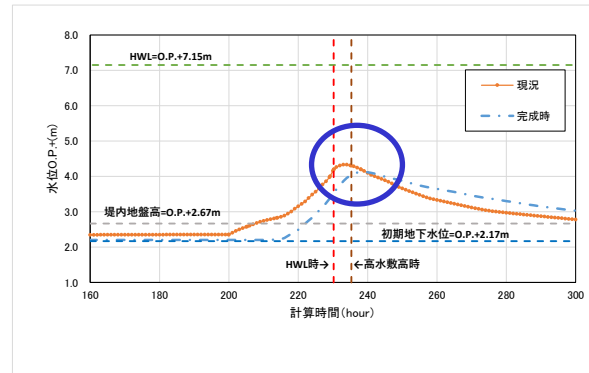
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

・No.34完成時の土留め壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足する**。

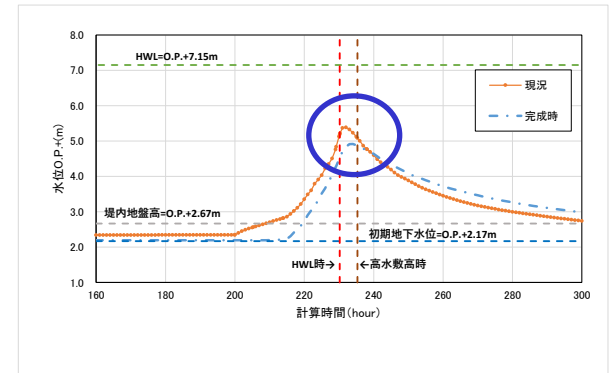


No.34完成時の水位着目位置



No.34完成時

土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.34完成時

堤防天端中央部の水位の経時変化

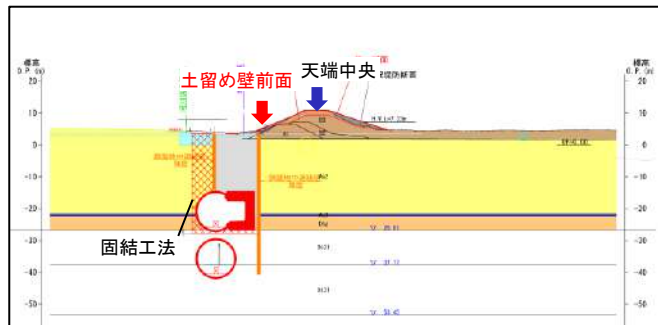
【考察】

・No.34完成時では、降雨浸透対策の効果により、土留め壁前面と堤防天端中央の水位は現況より低くなる。

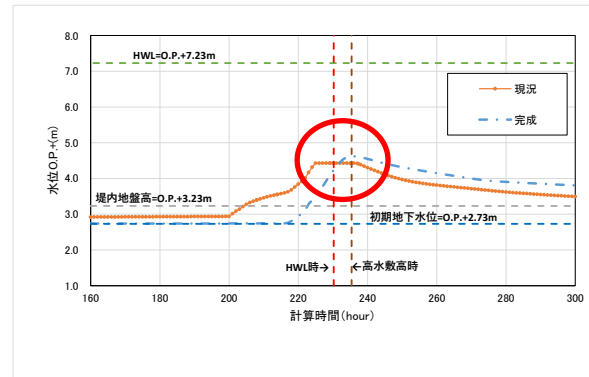
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

・No.47完成時の土留め壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。

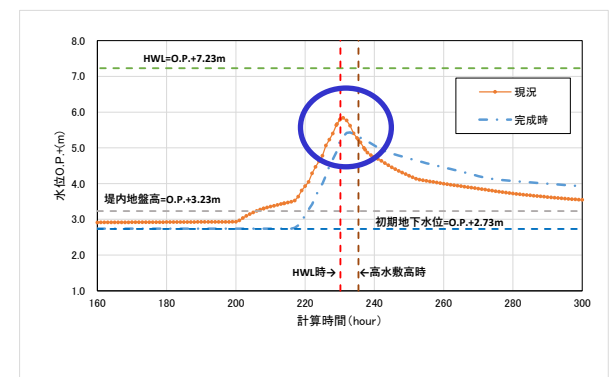


No.47完成時の水位着目位置



No.47完成時

土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.47完成時

堤防天端中央部の水位の経時変化

【考察】

・No.47完成時では、土留め壁の遮水効果により、土留め壁前面の水位は現況より高くなる。

前述のとおり、浸透作用に対する安全性検証のうち、「①堤体内の浸潤面位置」については照査基準を満足しない結果となった。淀川左岸線延伸部の現況堤防はのり尻ドレーンが整備されているため、現況の堤体内水位は淀川左岸線(2期)と比べて低くなり、照査基準がより厳しくなったと考えられる。

以上を踏まえて、堤体内の浸潤面の上昇を抑制するための対策工法の検討フローを以下に示す。

● 検討事項

地下水流動阻害(堤体内浸潤面の上昇)による水みち発生 (18-⑤, 19-⑮)

● 照査基準

構造物前面位置および堤防天端中央位置での水位について、完成時の水位 ≤ 現況の水位

■ 浸潤面対策

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

照査基準を満足するか？

Yes → 川裏の降雨浸透対策

No

対策1：碎石置換
 対策2：対策1+表のり面の遮水シート敷設
 ※対策1～対策2の順で検討

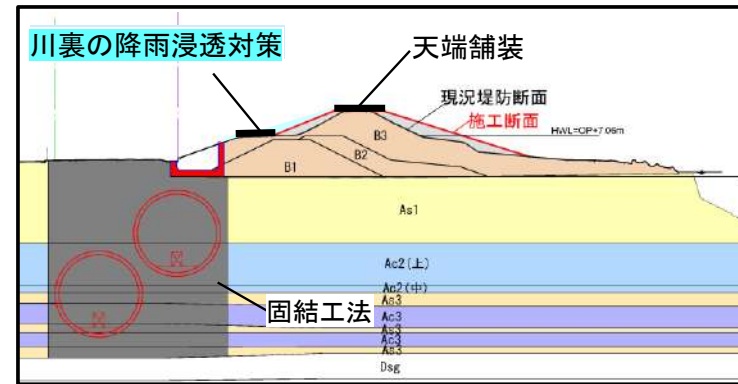
照査基準を満足するか？

No

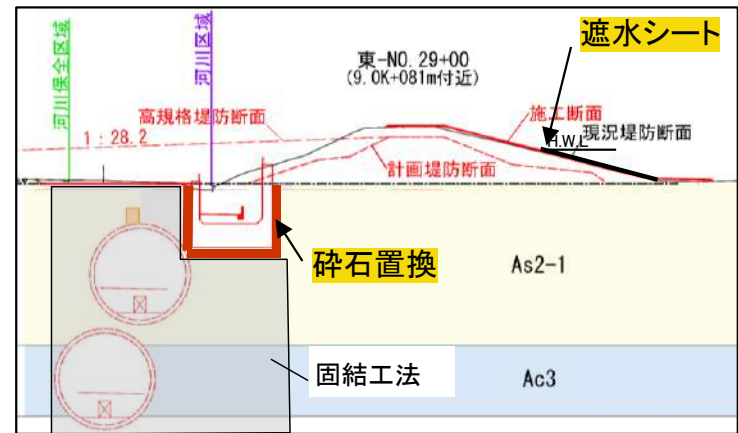
Yes

対策工法を決定

対策工法の検討フロー



天端舗装+川裏の降雨浸透対策(遮水シート)

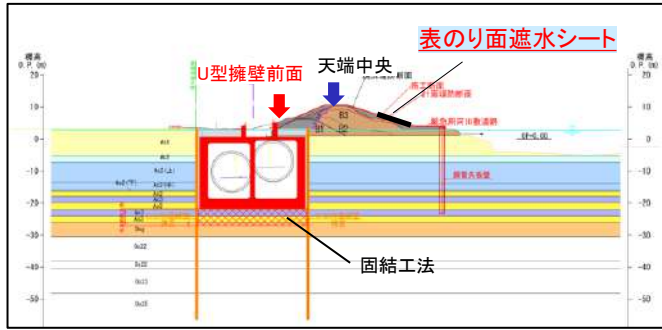


対策1: 碎石置換
 対策2: 表のり面遮水シート

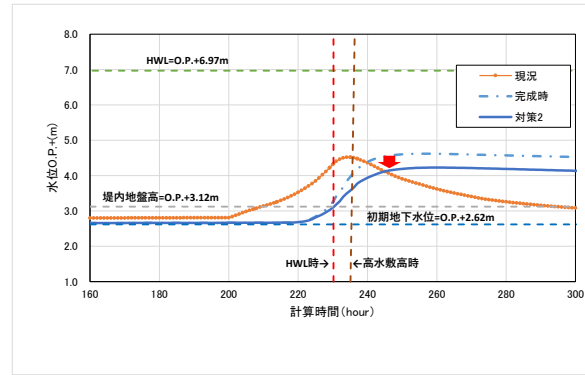
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

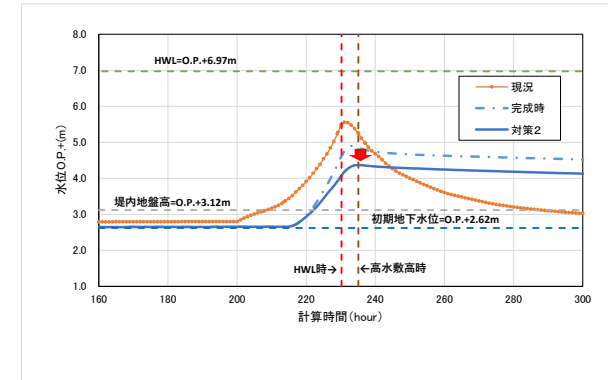
・No.15完成時(自立式鋼矢板)に対策2(表のり面遮水シート)を行った場合, U型擁壁前面の水位は照査基準を満足する。



No.15完成時(自立式鋼矢板)の水位着目位置



No.15完成時(自立式鋼矢板)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.15完成時(自立式鋼矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

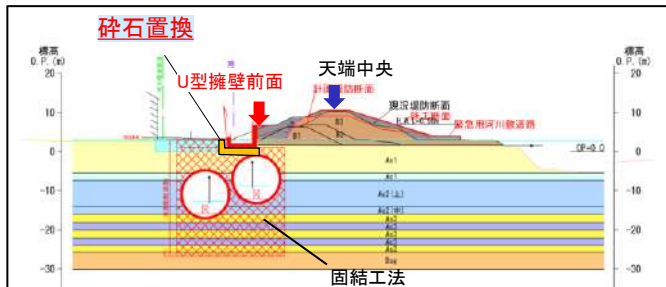
【考察】

・No.15完成時(自立鋼管矢板)では, 道路の構造上, 砕石置換による対策が不可能なため, 「表のり面遮水シート」によりU型擁壁前面の水位上昇は改善される。

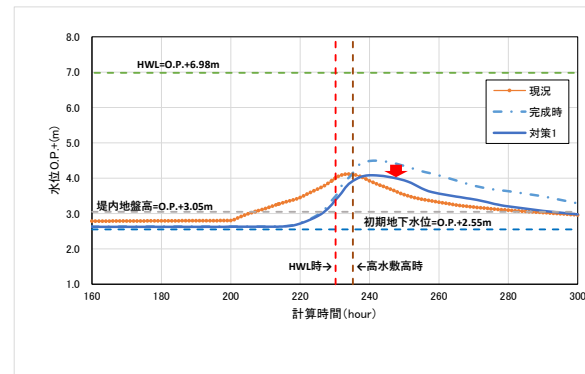
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

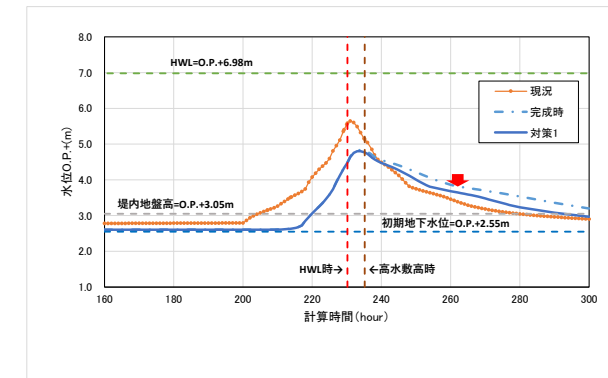
・No.16完成時に対策1(砕石置換)を行った場合, U型擁壁前面の水位は照査基準を満足する。



No.16完成時の水位着目位置



No.16完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.16完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

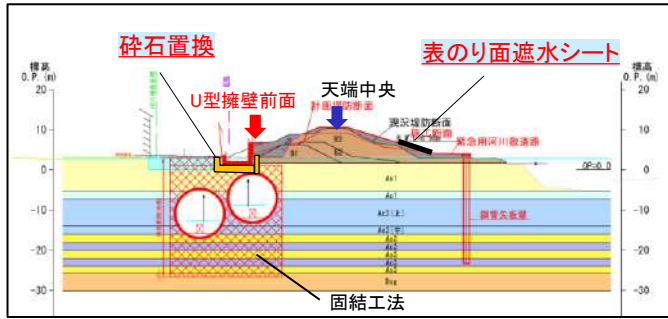
【考察】

・No.16完成時では, 「対策1」により完成時のU型擁壁前面の水位上昇の抑制効果が大きく, 堤防天端中央部においては最高水位からの水位低下速度が速くなる。

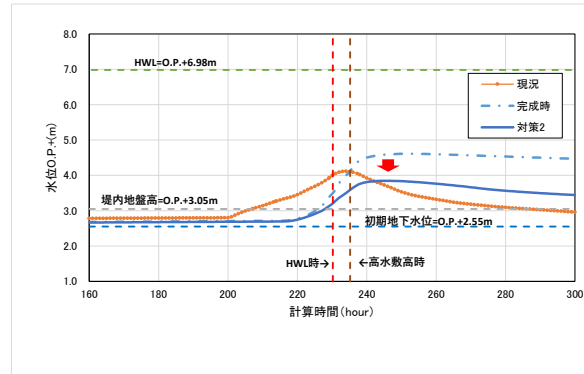
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

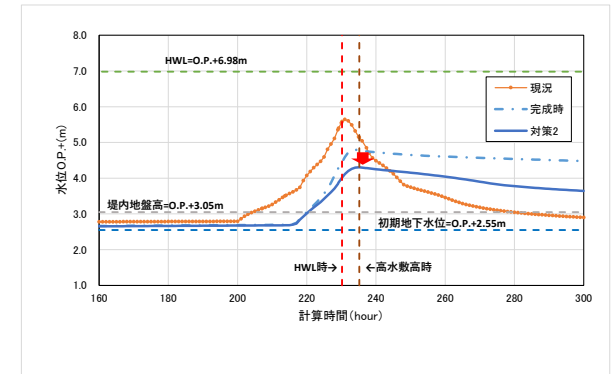
・No.16完成時(自立式鋼管矢板)に対策2(砕石置換+表のり面遮水シート)を行った場合, U型擁壁前面の堤体内水位は照査基準を**満足する**.



No.16完成時(自立式鋼管矢板)の水位着目位置



No.16完成時(自立式鋼管矢板)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.16完成時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

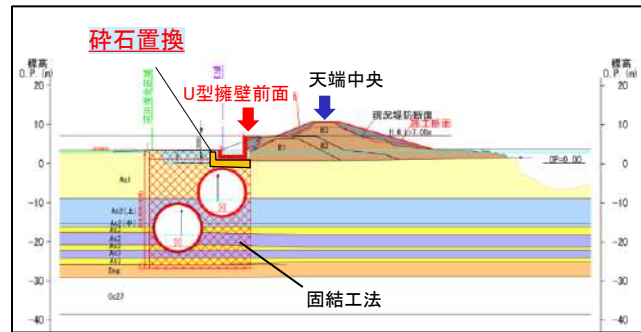
【考察】

・No.16完成時(自立式鋼管矢板)では、「対策2」により完成時のU型擁壁前面の水位上昇は改善される。

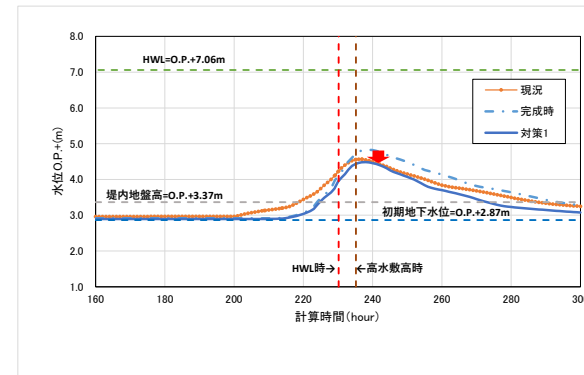
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

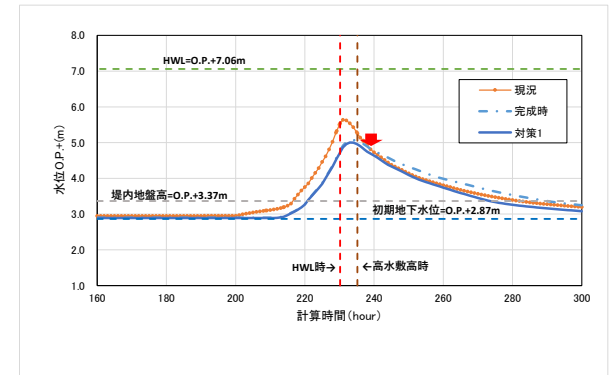
・No.23完成時に対策1(砕石置換)を行った場合, U型擁壁前面の堤体内水位は照査基準を**満足する**.



No.23完成時の水位着目位置



No.23完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.23完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

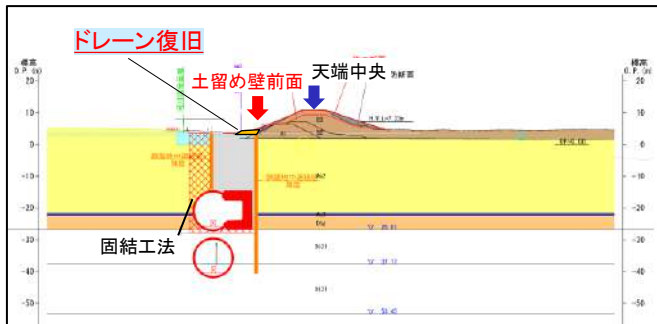
【考察】

・No.23完成時では、「対策1」により完成時のU型擁壁前面の水位上昇の抑制効果が大きく, 堤防天端中央部においては最高水位からの水位低下速度が速くなる。

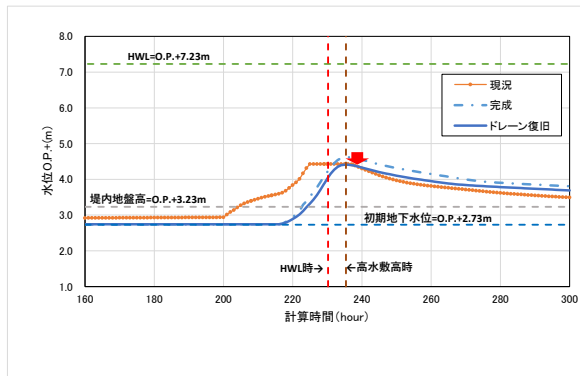
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

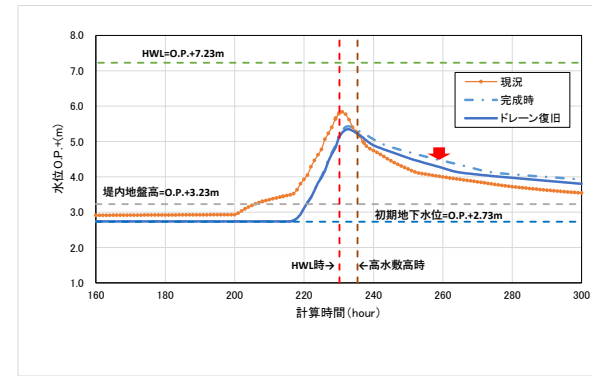
・No.47完成時に「ドレーン復旧+土留め壁頭部1.5m撤去」を行った場合、土留め壁前面の堤体内水位は照査基準を満足する。



No.47完成時の水位着目位置



No.47完成時
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.47完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

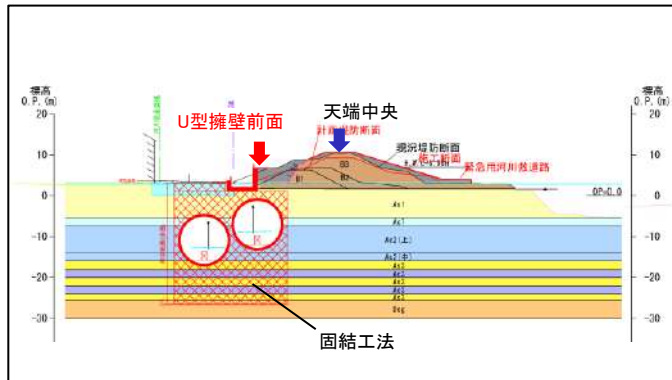
【考察】

・No.47完成時では、「ドレーン復旧」により土留め壁前面の水位上昇を抑制し、堤防天端中央部においては最高水位からの水位低下速度が速くなる。

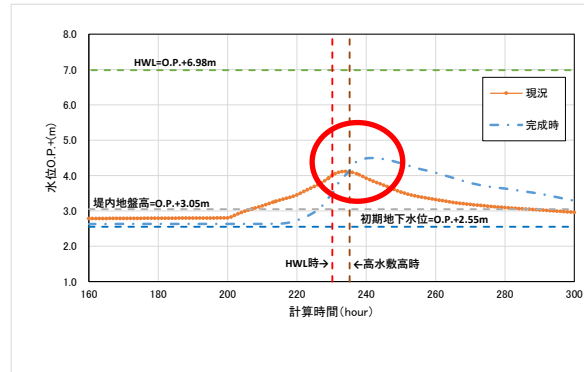
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

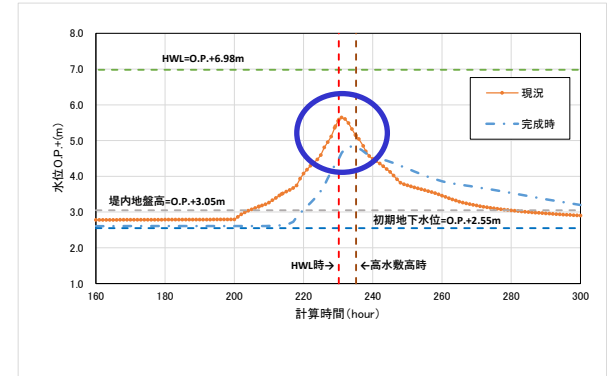
・No.16完成時のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.16完成時の水位着目位置



No.16完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



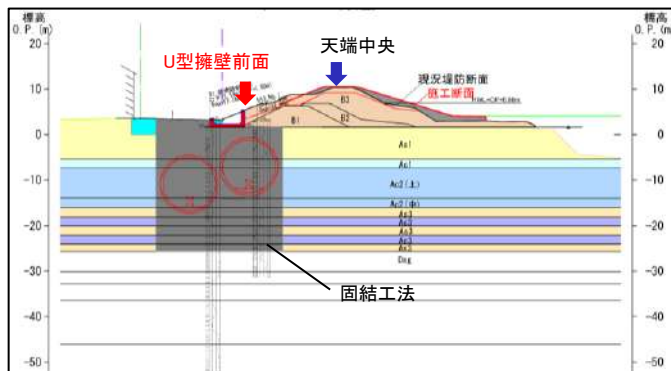
No.16完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

・No.16の完成時では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面の水位は現況より高くなる。

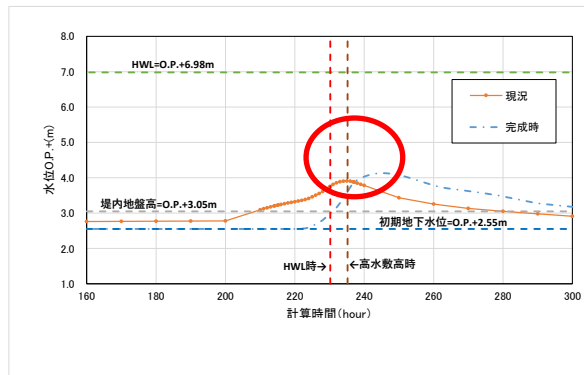
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

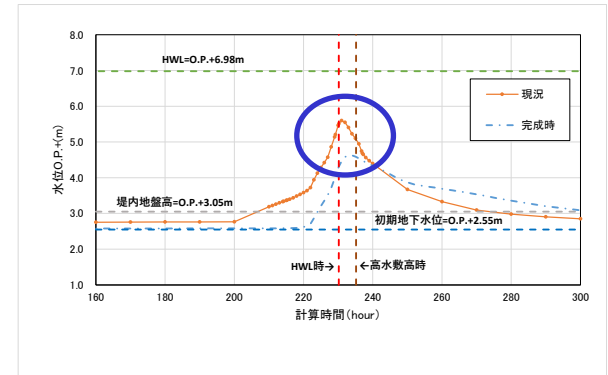
・No.16完成時(変更前断面)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.16完成時(変更前断面)の水位着目位置



No.16完成時(変更前断面)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化

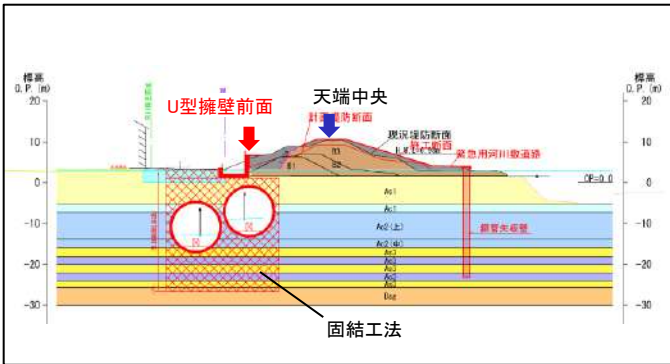


No.16完成時(変更前断面)
堤防天端中央部の水位の経時変化

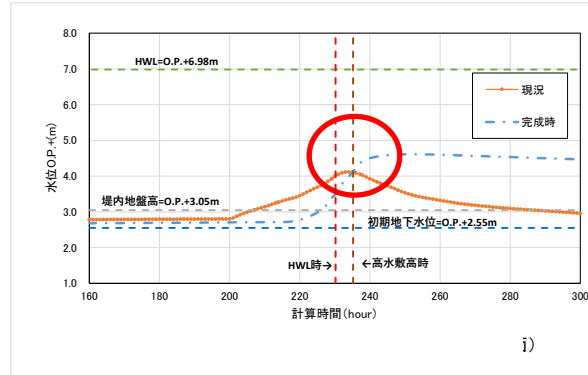
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

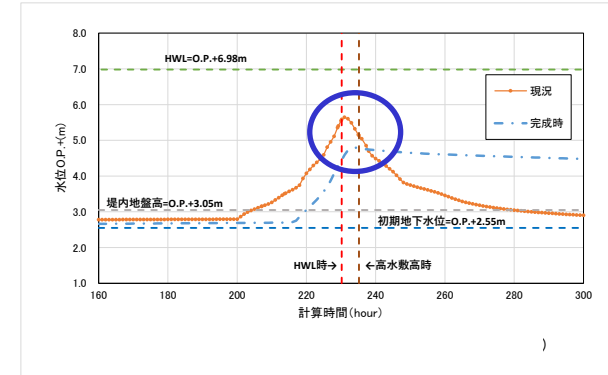
・No.16の完成時(自立式鋼管矢板)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.16完成時(自立式鋼管矢板)の水位着目位置



No.16完成時(自立式鋼管矢板)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.16完成時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

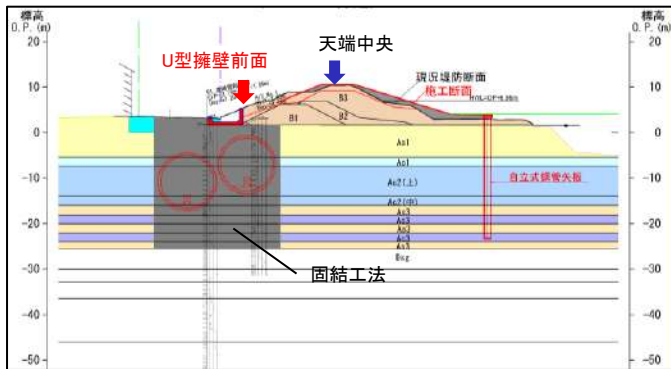
【考察】

・No.16の完成時(自立式鋼管矢板)では、河川水位低下時に川表への排水が遅れることで、U型擁壁前面と堤防天端中央において高い水位が長時間継続する。

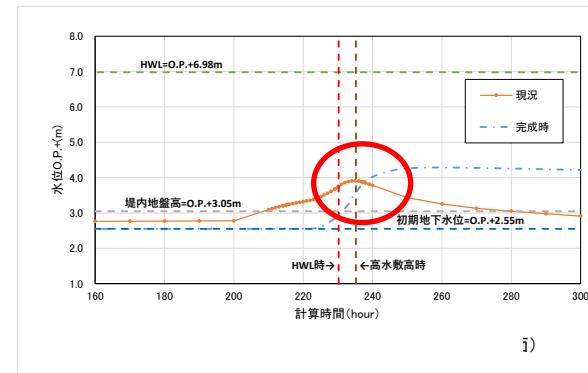
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

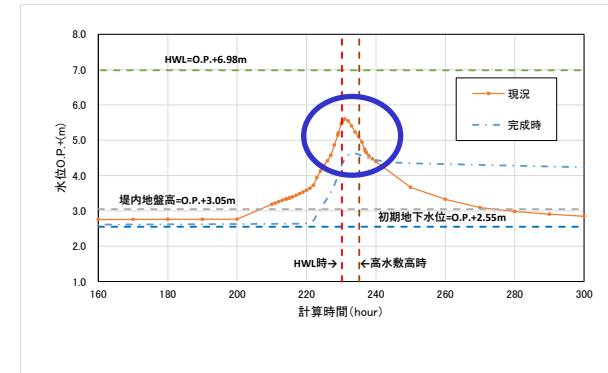
・No.16(変更前断面)の完成時(自立式鋼管矢板)のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.16完成時(自立式鋼管矢板)(変更前断面)
の水位着目位置



No.16完成時(自立式鋼管矢板)(変更前断面)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化

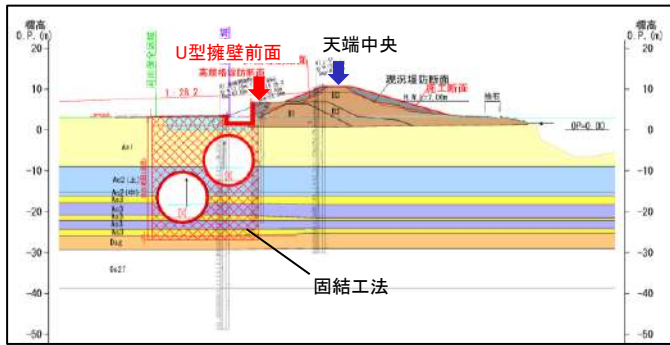


No.16完成時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

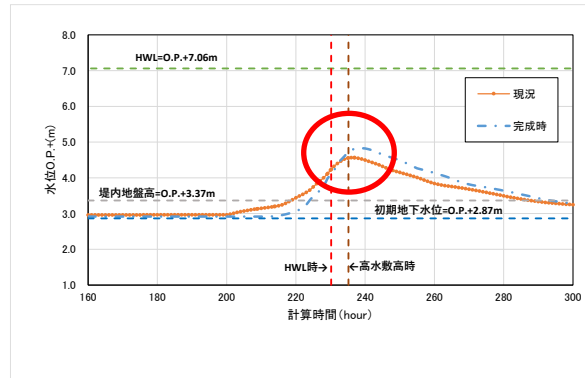
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

① 堤体内の浸潤面位置

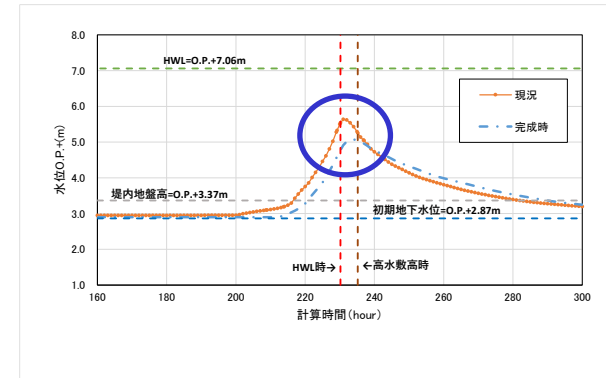
・No.23の完成時のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.23完成時の水位着目位置



No.23完成時
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.23完成時
堤防天端中央部の水位の経時変化

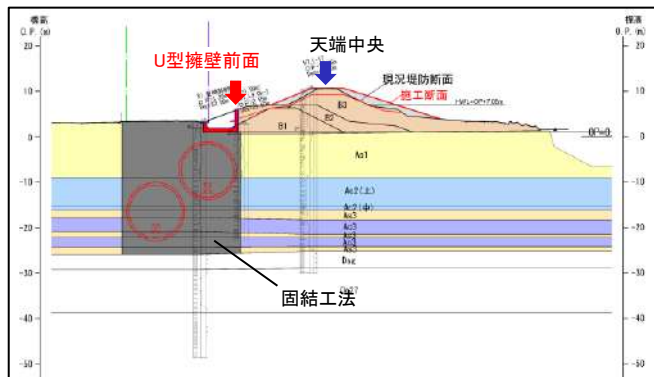
【考察】

・No.23の完成時では、U型擁壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤体内への水の流入が増加し、U型擁壁前面の水位は現況より高くなる。

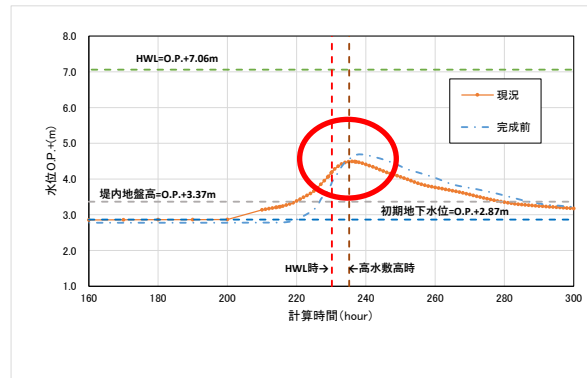
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

① 堤体内の浸潤面位置

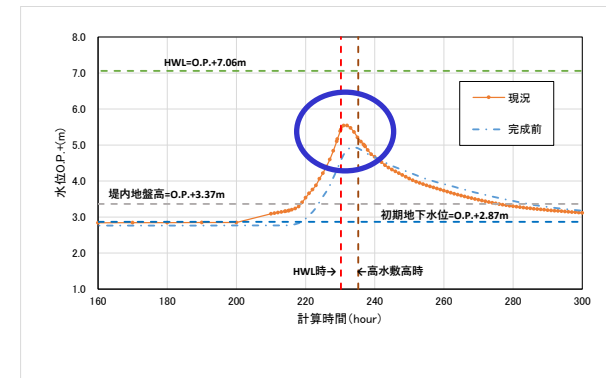
・No.23(変更前断面)の完成時のU型擁壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を**満足しない**ため、対策工の検討が必要となる。



No.23完成時(変更前断面)の水位着目位置



No.23完成時(変更前断面)
U型擁壁前面(河川側)の水位の経時変化

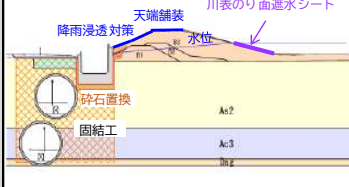
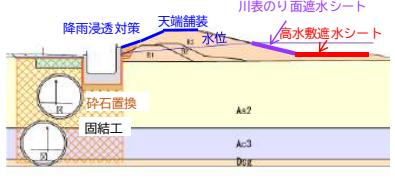
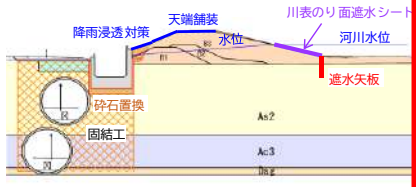



No.23完成時(変更前断面)
堤防天端中央部の水位の経時変化

■追加の浸透対策工の検討対象と追加対策工案(18-⑤, 19-⑮)

堤体内の浸潤面位置の照査において, No.28およびNo.29では解析フローの対策(降雨浸透対策+砕石置換工法+表のりの遮水シート)を行ったとしても照査の判定はNGとなったため, 更なる対策の検討(追加の対策3)が必要となる。

対策(案)

工法名	【当初案】砕石置換+川表のり面遮水	① 砕石置換+川表のり面遮水+高水敷遮水	② 砕石置換+川表のり面遮水+遮水矢板	③ 砕石置換+通水管+川表のり面遮水
概要	 <p>降雨浸透対策 天端舗装 川表のり面遮水シート 砕石置換 固結工</p>	 <p>降雨浸透対策 天端舗装 川表のり面遮水シート 砕石置換 固結工 高水敷遮水シート</p>	 <p>降雨浸透対策 天端舗装 川表のり面遮水シート 砕石置換 固結工 遮水矢板</p>	 <p>降雨浸透対策 天端舗装 川表のり面遮水シート 砕石置換 固結工 通水管① 通水管②</p> <p>通水管①: 底版下への配置を想定 通水管②: 底版内への配置を想定</p>
前提条件としての天端舗装, 川裏側の降雨浸透対策, U型擁壁周囲の砕石置換と川表のり面の遮水シート敷設を行い, 河川水の浸透対策及び川裏への地下水の排水を行う。	当初案に加え, 高水敷に遮水シートを敷設し, 河川水の浸透を地表面で抑制する。	当初案に加え, 川表のり尻に遮水矢板を打設し, 河川水の浸透を地中で抑制する。	当初案に加え, 擁壁底版下もしくは底版内に通水管を追加設置し, 砕石置換の効果を高めることで, 川裏への地下水排出を促進する。	
長所	—	<ul style="list-style-type: none"> 河川水の浸透流入の抑制効果は当初案に比べ高い。 一般的な浸透対策工法である。 施工が容易で経済性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川水の浸透流入の抑制効果は当初案に比べさらに高い。 一般的な浸透対策工法であり実績が多い。 施工が容易。 メンテナンスをほとんど必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> 堤体内の流入水を排出する能力は砕石層に比べて高い。
短所	—	<ul style="list-style-type: none"> シート張替えなどの定期的なメンテナンスを必要とする可能性がある。 地表面での浸透対策のため, 他に比べて対策効果が劣る。 高水敷水没時に損傷を受ける可能性や, シートの耐久性など, 他の対策と比較して効果の持続性の面で劣る。 堤体内の流入水を排出する能力は当初案と同程度。 	<ul style="list-style-type: none"> コストは遮水シートに比べて劣る。 堤体内の流入水を排出する能力は当初案と同程度。 	<ul style="list-style-type: none"> 浸透対策工法としての適用実績は少ない。 管路部の吸出し防止対策を確実に行う必要がある。 目詰まり防止対策としてのメンテナンスを必要とする。 通水管を底版内に設置する場合には, 躯体に一定間隔で孔があくため, 構造的な問題を検討する必要がある。 透水効果の検討手法や維持管理手法を新たに設定する必要がある。 流入量の抑制効果は当初案と同程度。
効果	No.28, 29断面において, 照査基準を満足しない。	河床からAs2層への水の流入は遮断できないため対策効果は3案の中で最も低い。	堤体内に流入する水量を減らす効果は高い。(試算の結果5m程度の鋼矢板で対応可能)	対策効果は最も高いが, 効果の持続性等に課題がある。
総合評価	—	△	○	×
備考	<ul style="list-style-type: none"> 第3, 4回委員会提示案 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水シート上には高水敷保護工(平張ブロック等)を設置することで, 浮き上がりや損傷を防止。 河川構造物を対象とする対策。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川構造物を対象とする対策。 	<ul style="list-style-type: none"> 浸透流解析結果をもとに, 地下水流動保全対策工法の設計方法を準用して検討。 道路構造物を対象とする対策。

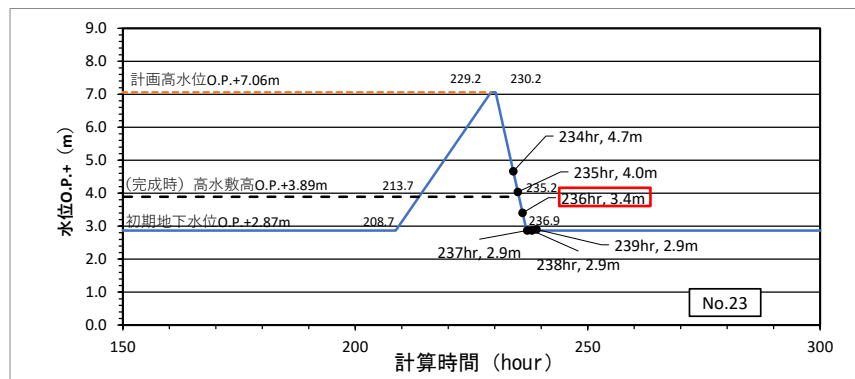


対策工の施工性, 対策効果, メンテナンス性を考慮し, 「②遮水矢板による浸透対策工」を追加の対策工法として選定する。

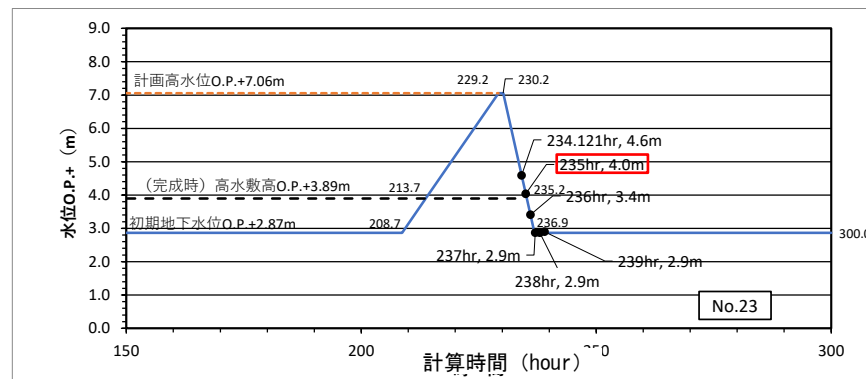
【照査結果】18-⑨

⑤円弧すべり安全率

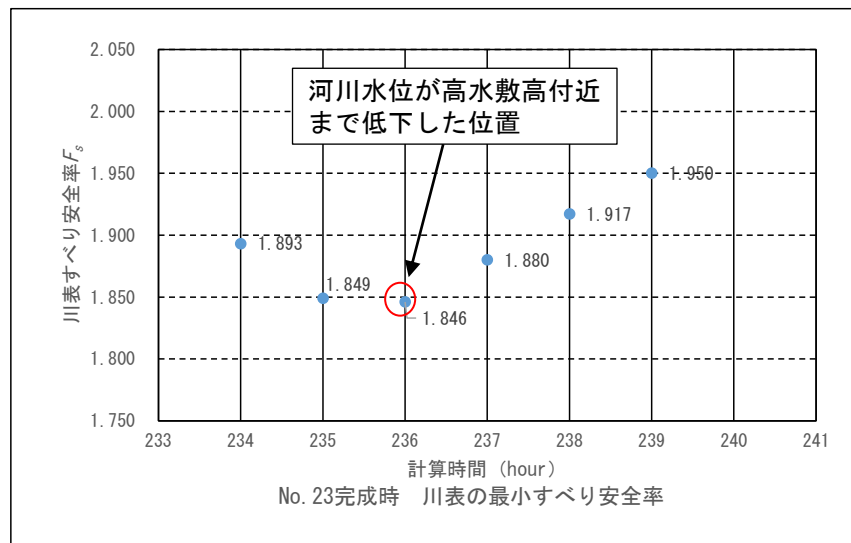
- ・No.23完成時について、河川水位と川表すべり安全率の経時変化を示す。
- ・川表すべりの安全率は、高水敷高付近まで低下した時点で最小となる。最小安全率の値は $F_s=1.846$ であり、照査基準を満足する。



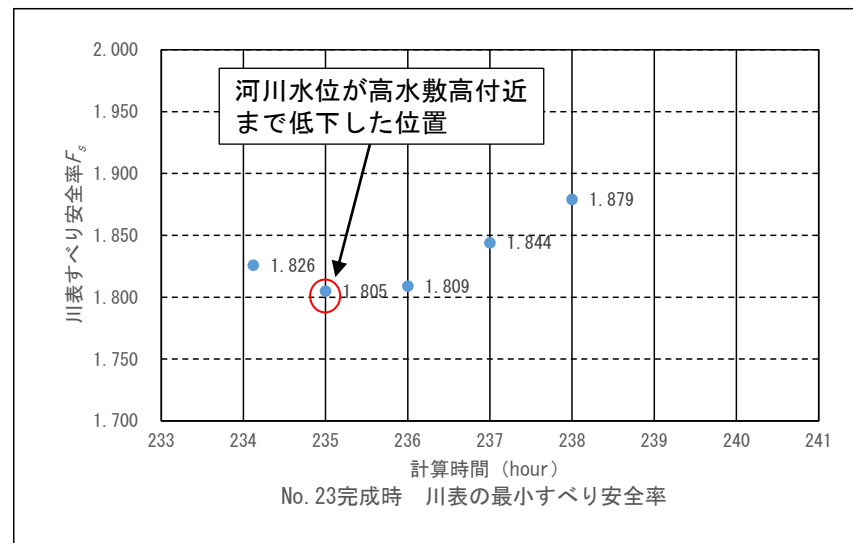
(a) 河川水位の経時変化



(a) 河川水位の経時変化図



(b) 最小すべり安全率の経時変化
No.23完成時(川表)



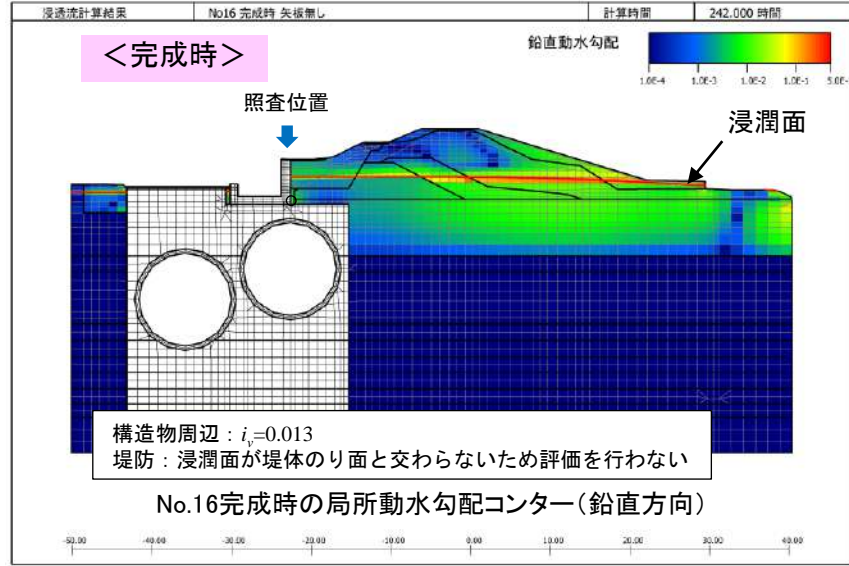
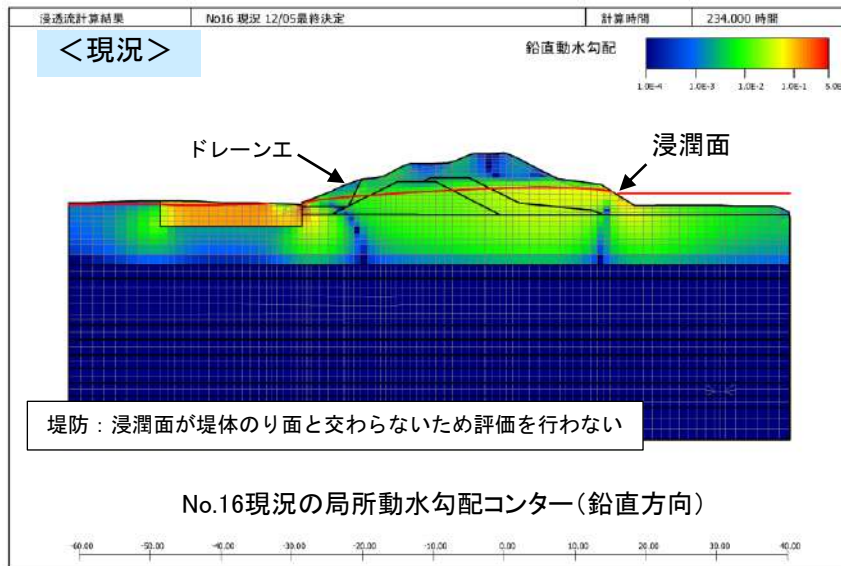
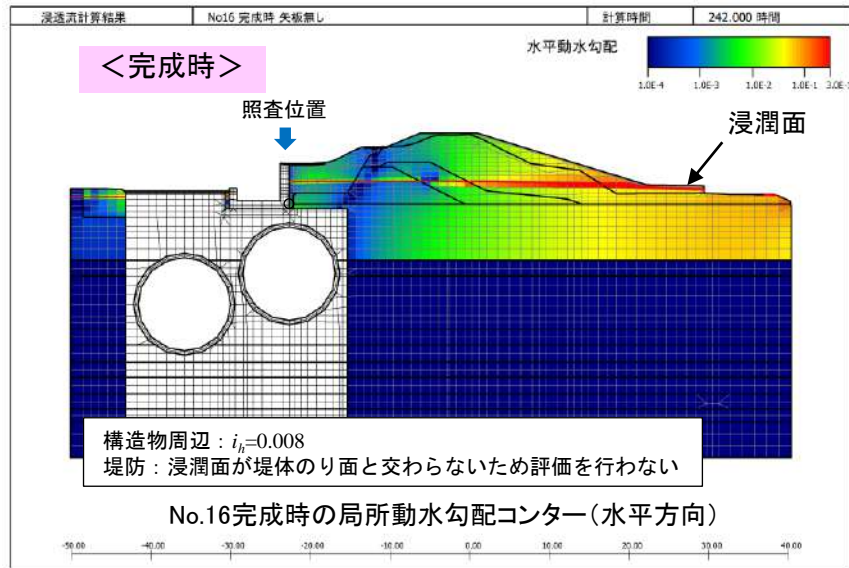
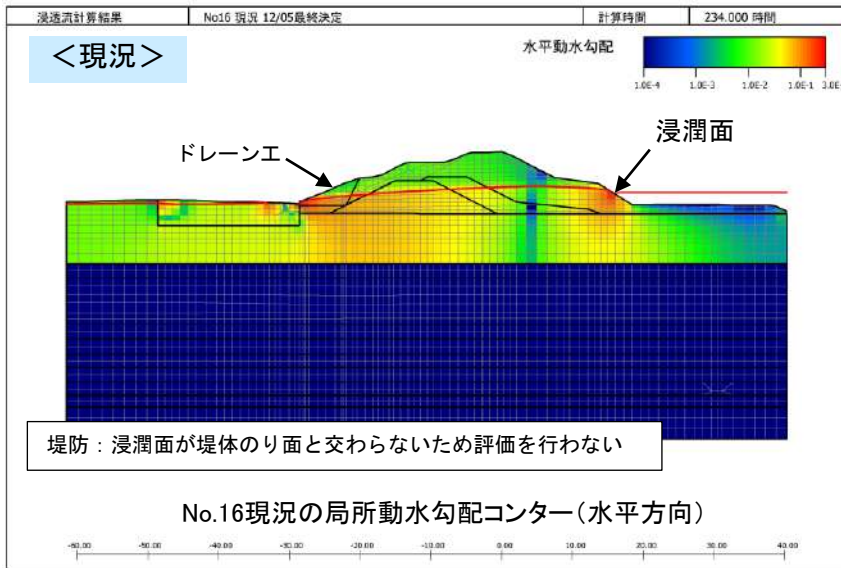
(b) 最小すべり安全率の経時変化
No.23完成時(川表) (変更前断面)

河川水位と最小すべり安全率の経時変化(川表)

【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

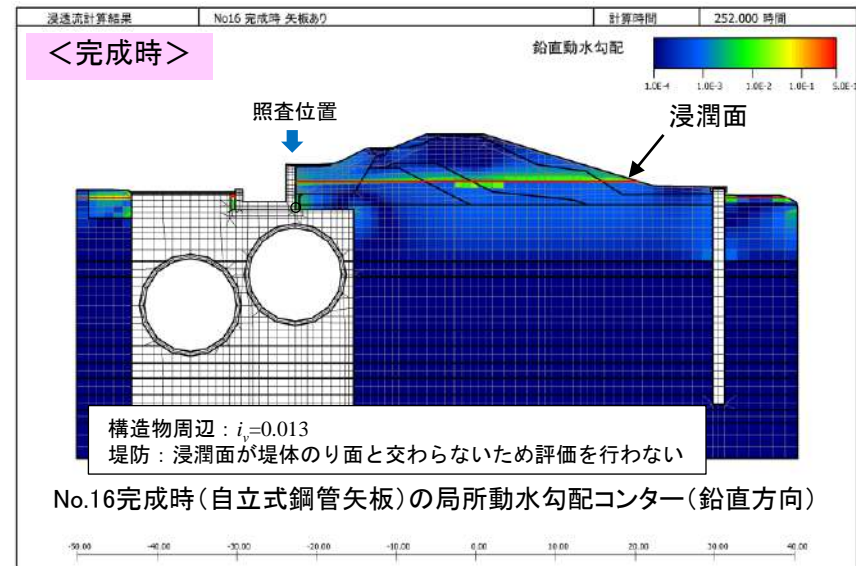
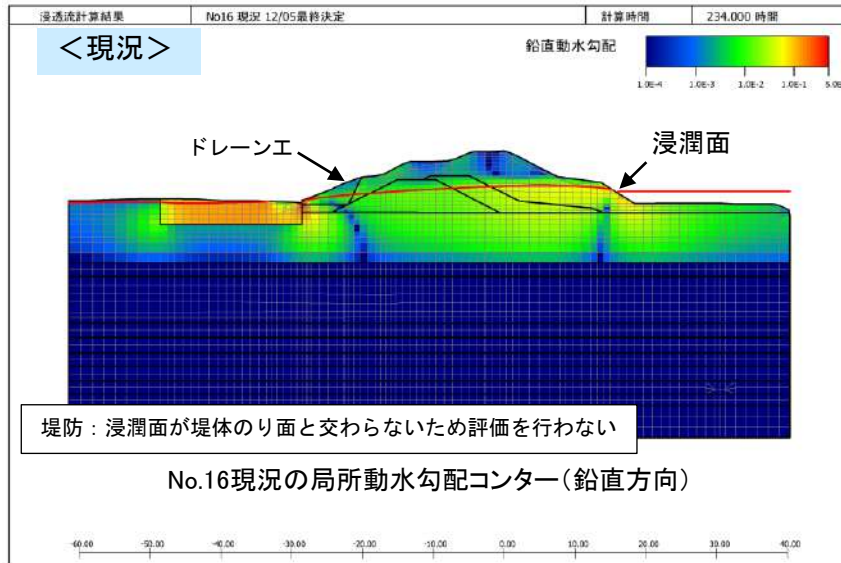
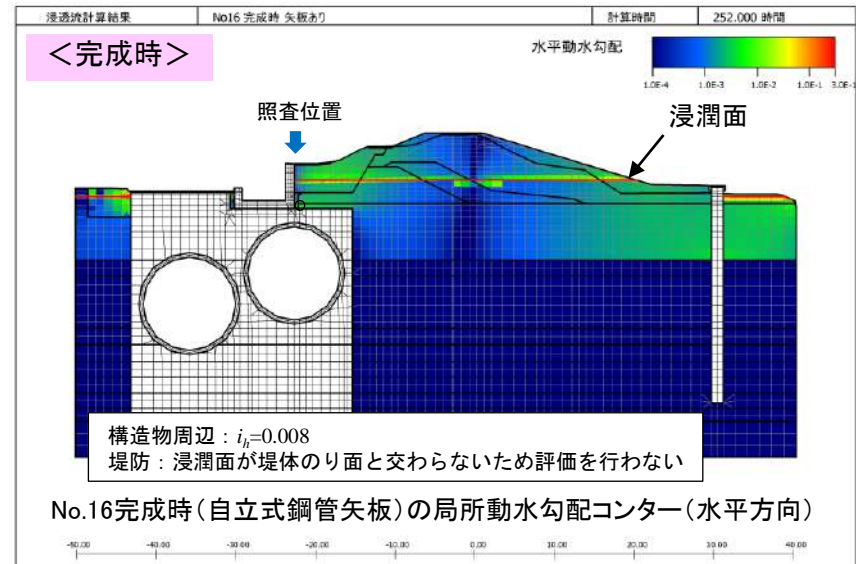
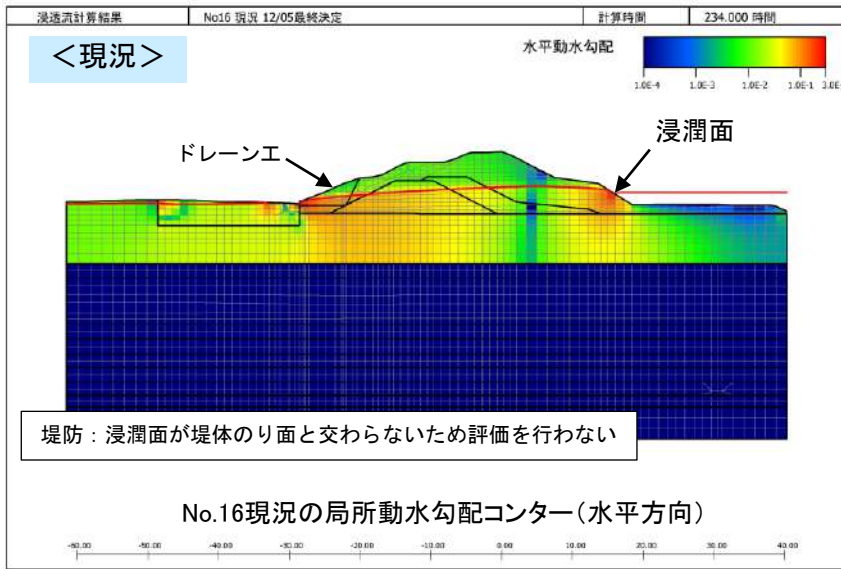
No.16現況と完成時の浸潤面は、照査位置に到達していないことから、水平方向と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を満足する。



【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

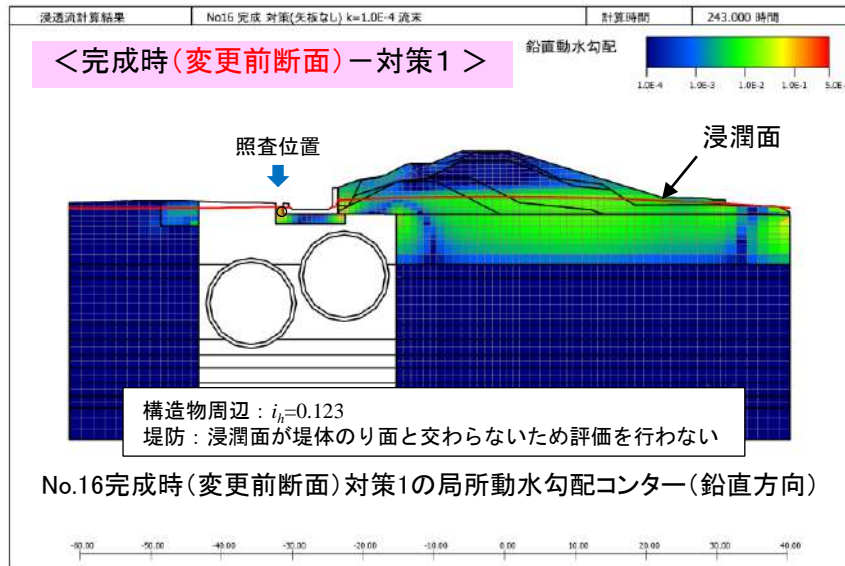
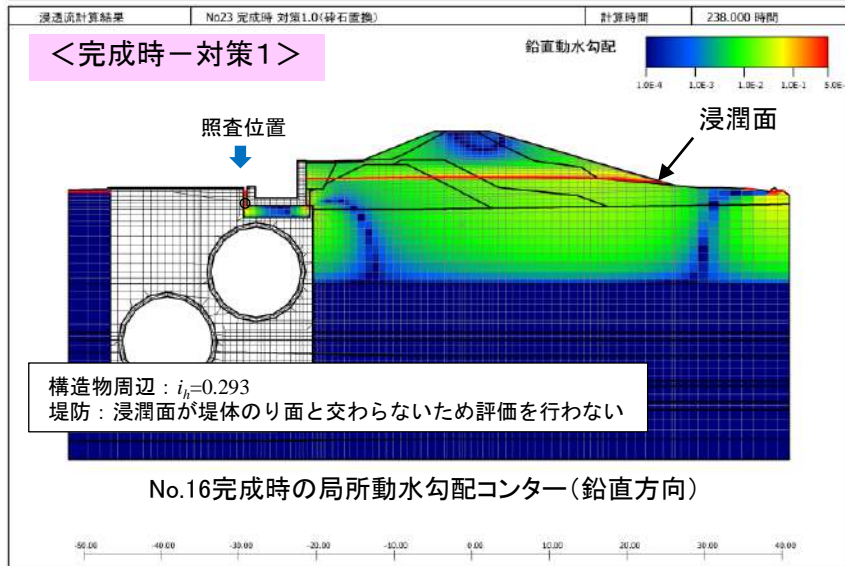
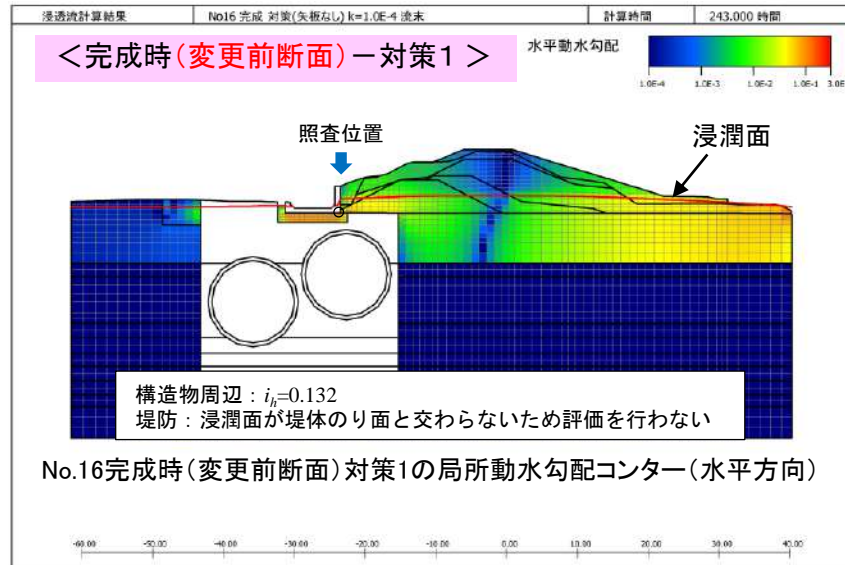
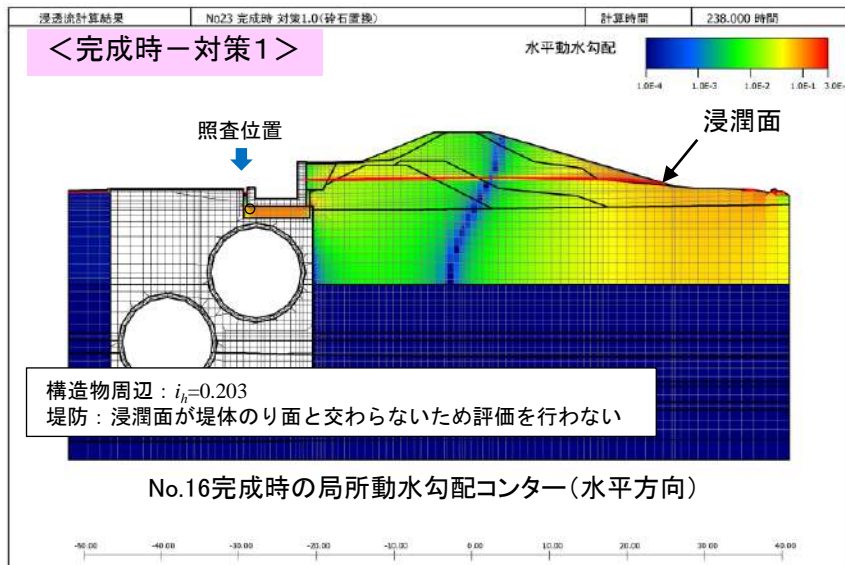
No.16現況と完成時(自立式鋼管矢板)の浸潤面は、照査位置に到達していないことから、水平方向と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を満足する。



【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

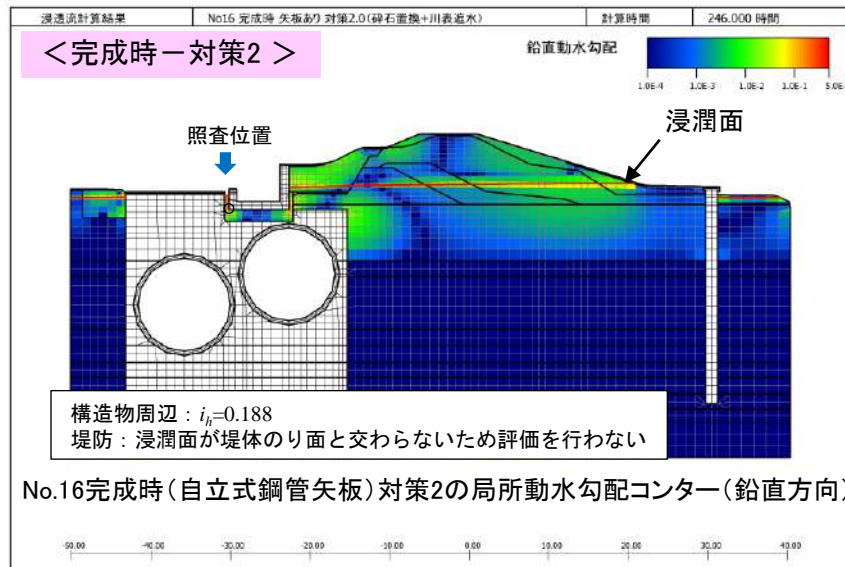
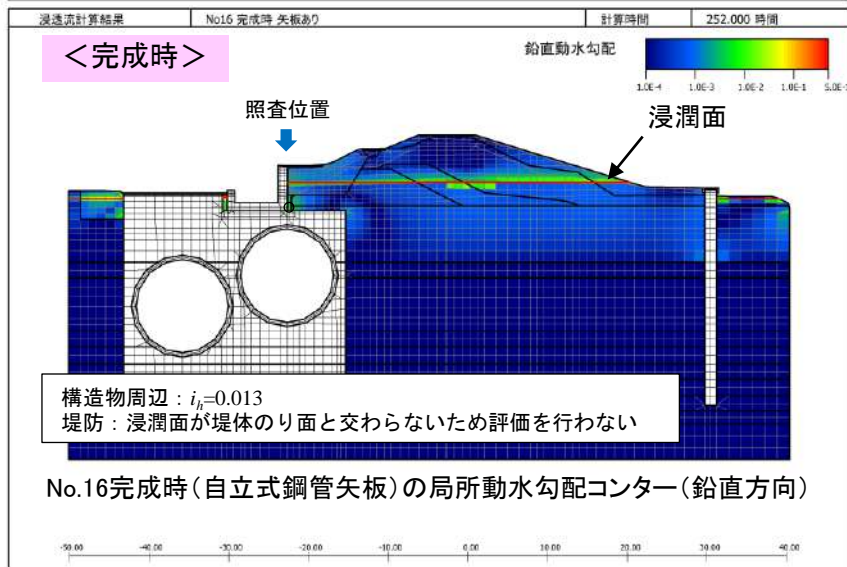
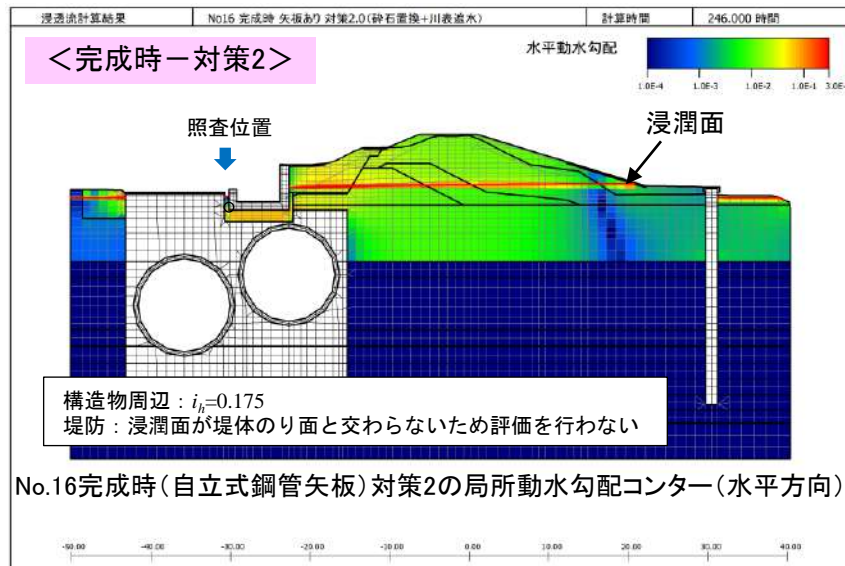
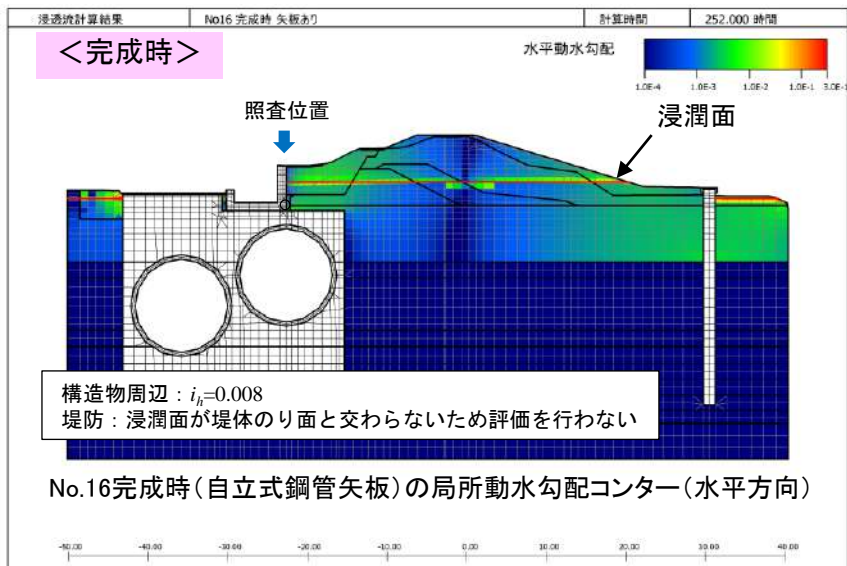
No.16完成時とNo.16完成時(変更前断面)の浸潤面は、照査位置に到達していないことから、水平方向と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を満足する。



【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

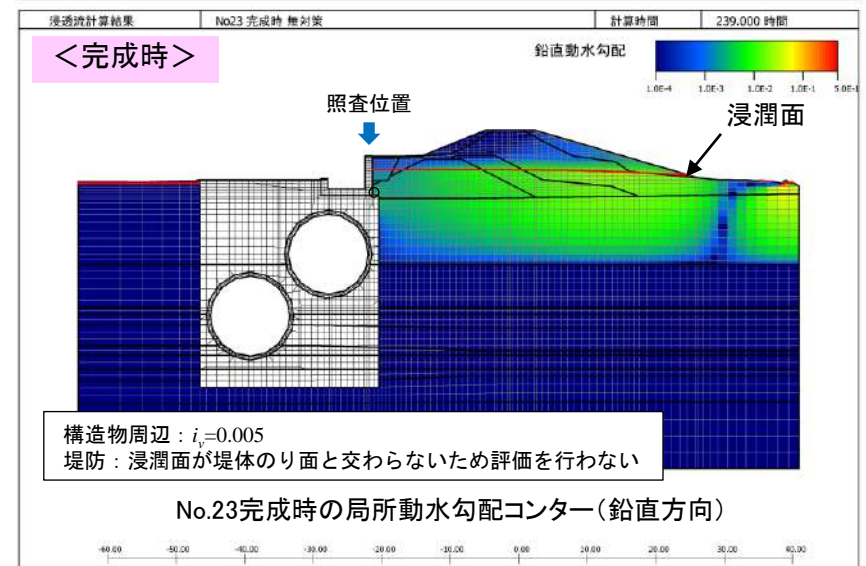
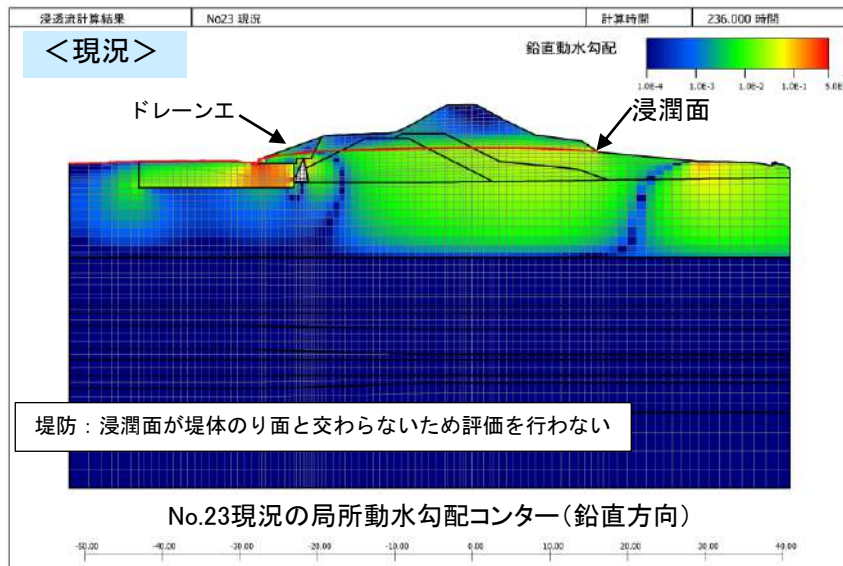
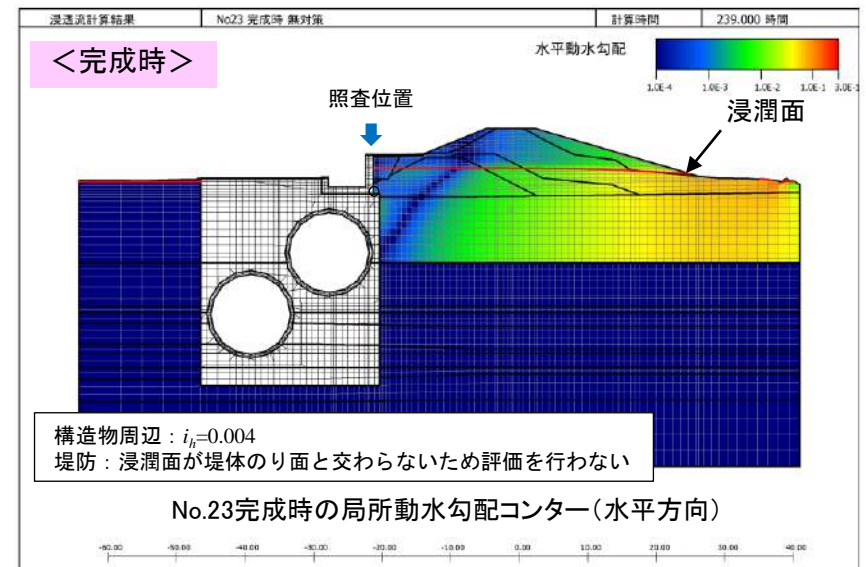
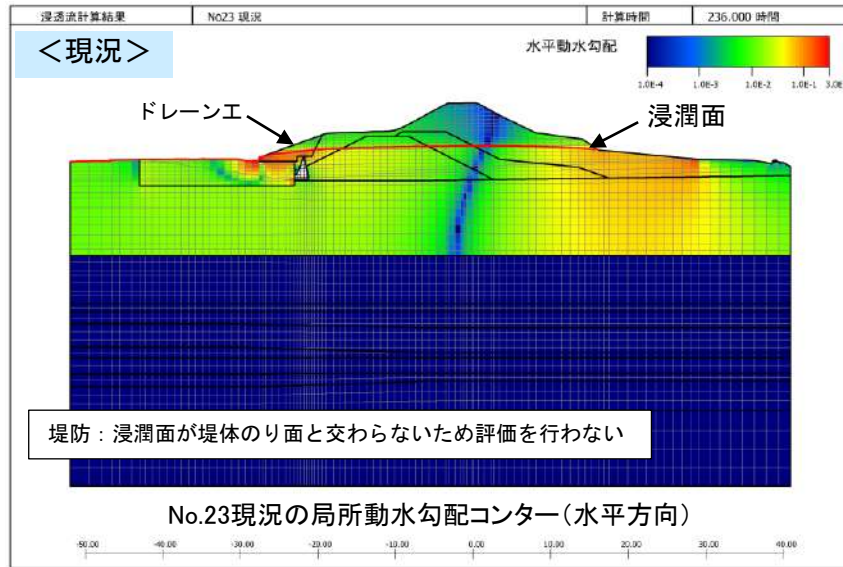
No.16完成時(自立式鋼管矢板)と対策2(砕石置換+表のり面遮水シート)の浸潤面は、照査位置に到達していないことから、水平方向と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を満足する。



【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

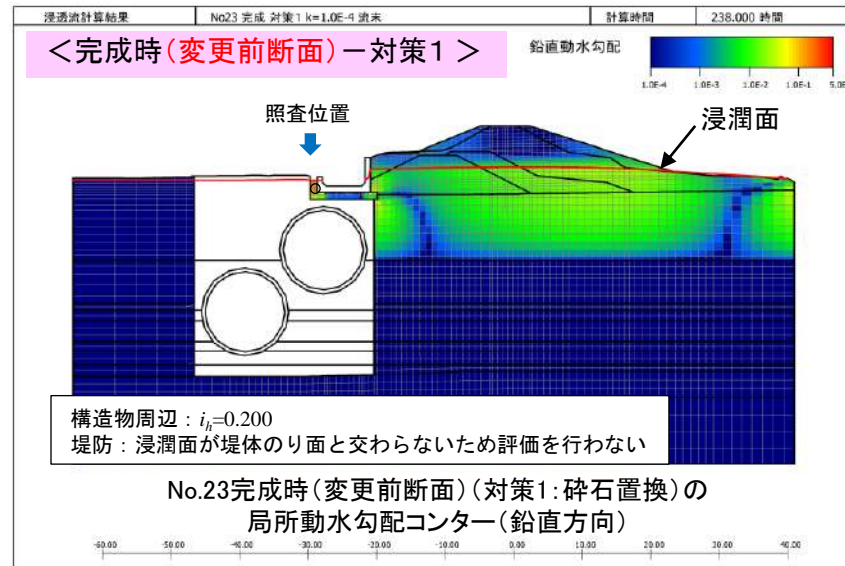
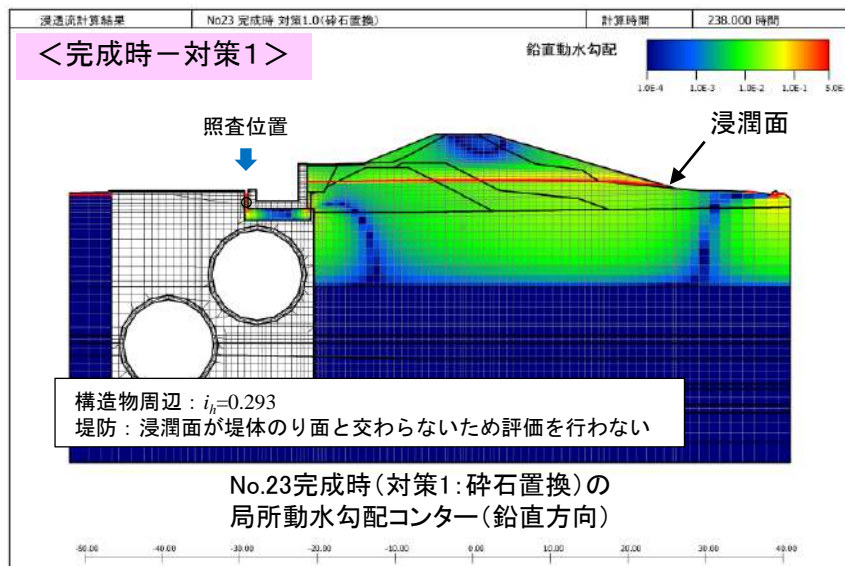
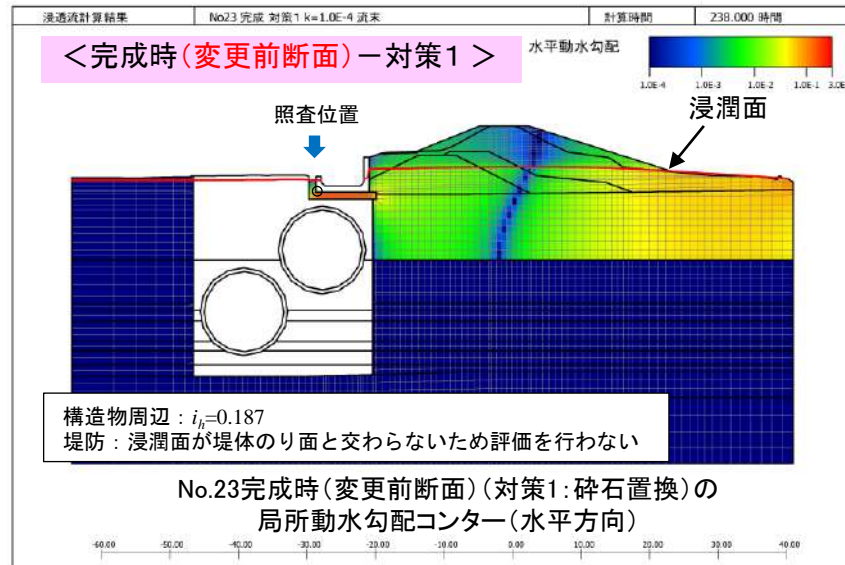
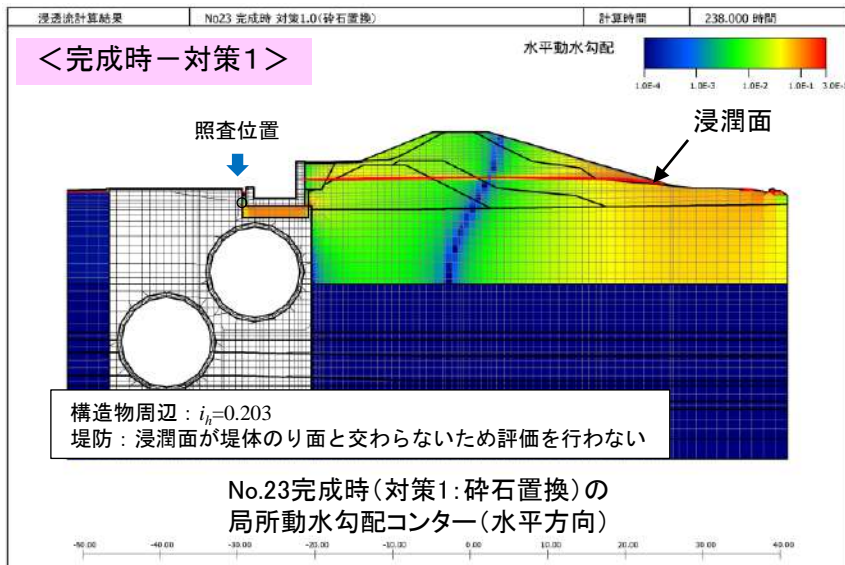
No.23現況と完成時の浸潤面は、照査位置に到達していないことから、水平方向と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を満足する。



【調査結果】 18-⑧, 19-⑰

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

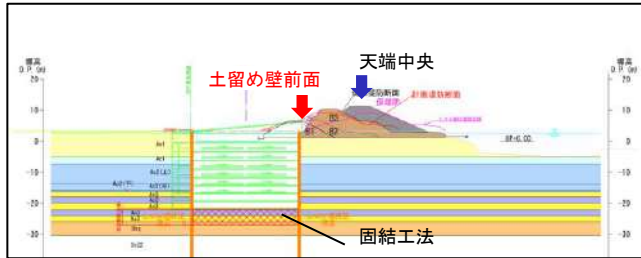
No.23完成時(対策1)とNo.23完成時(変更前断面)(対策1)の浸潤面は、照査位置に到達していないことから、水平方向と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を満足する。



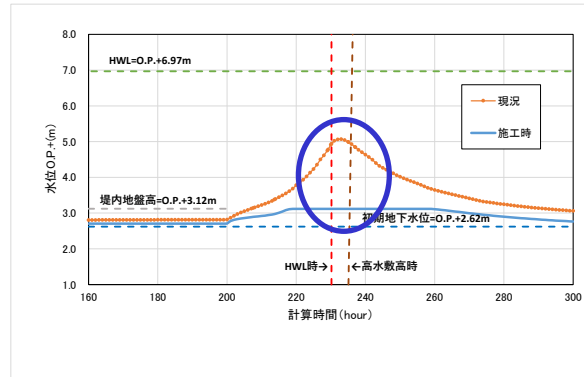
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

① 堤体内の浸潤面位置

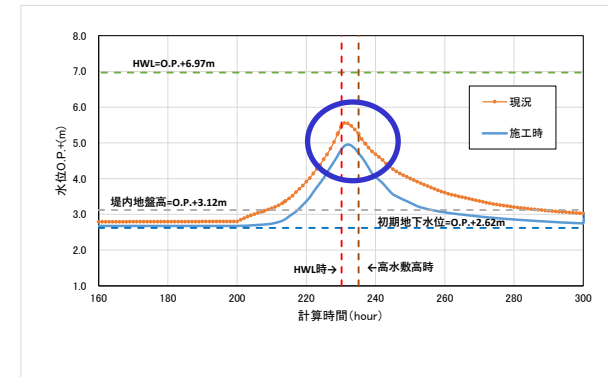
・No.15施工時の土留め壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を満足する。



No.15施工時の水位着目位置

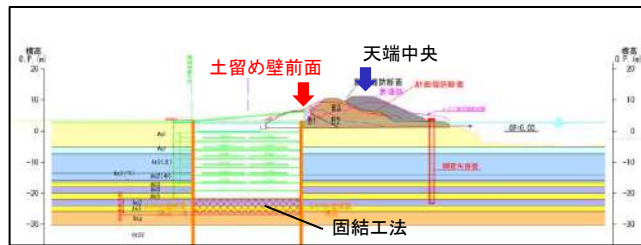


No.15施工時
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化

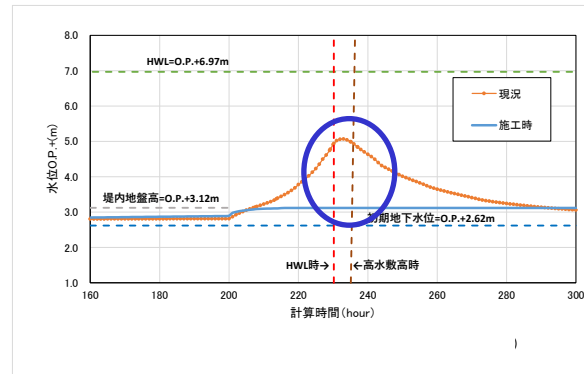


No.15施工時
堤防天端中央部の水位の経時変化

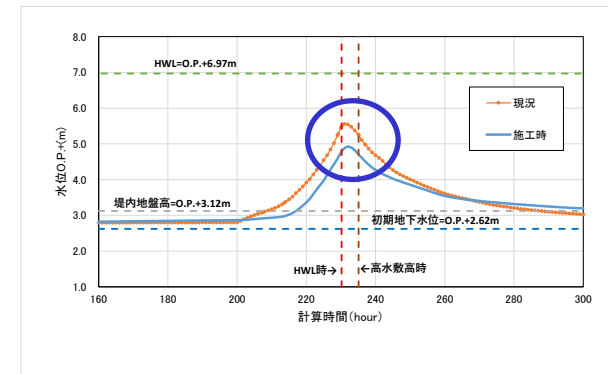
・No.15施工時(自立式鋼管矢板)の土留め壁前面(河川側)の堤体内水位は、照査基準を満足する。



No.15施工時(自立式鋼管矢板)の水位着目位置



No.15施工時(自立式鋼管矢板)
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.15施工時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

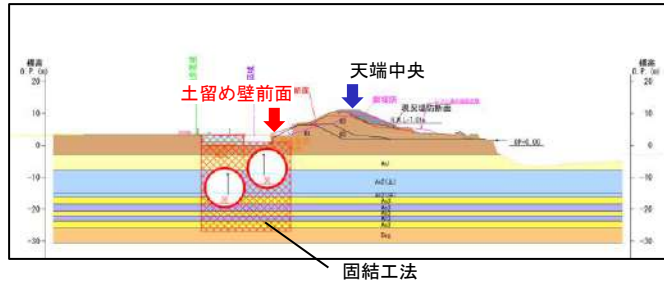
【考察】

・No.15施工時(自立式鋼管矢板)では、土留め壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤防への水の流入が増加し、土留め壁前面の水位は掘削のり面の地表面に達する。

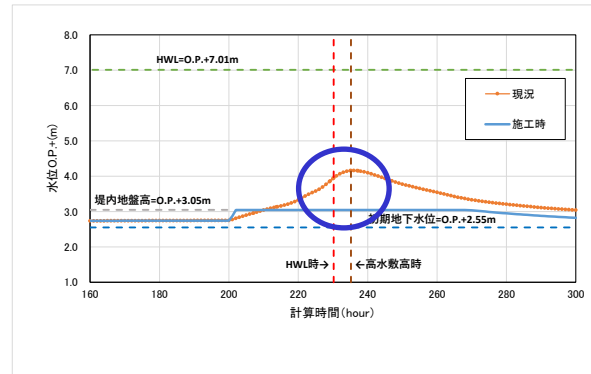
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

① 堤体内の浸潤面位置

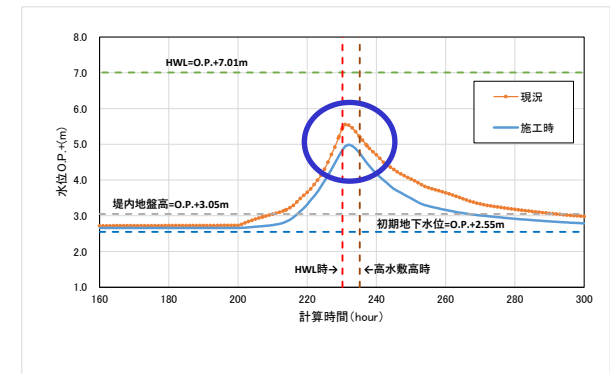
・No.19の施工時の土留め壁前面(河川側)水位は、照査基準を満足する。



No.19施工時の水位着目位置

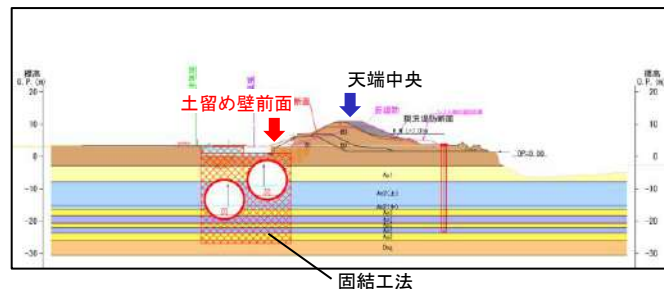


No.19施工時
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化

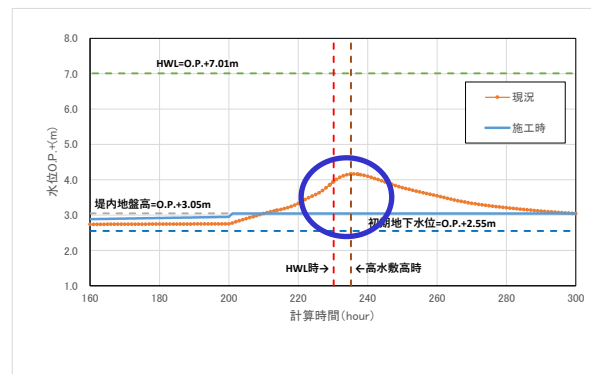


No.19施工時
堤防天端中央部の水位の経時変化

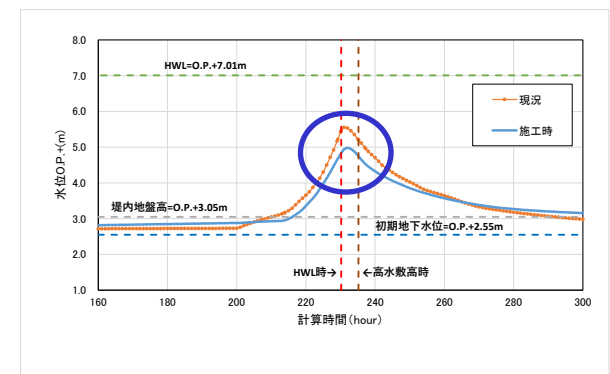
・No.19の施工時(自立式鋼管矢板)の土留め壁前面(河川側)水位は、照査基準を満足する。



No.19施工時(自立式鋼管矢板)の水位着目位置



No.19施工時(自立式鋼管矢板)
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.19施工時(自立式鋼管矢板)
堤防天端中央部の水位の経時変化

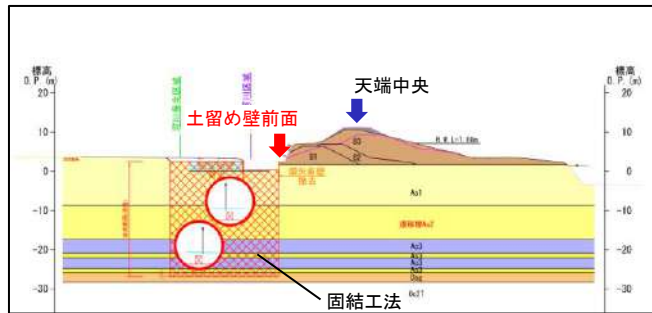
【考察】

・No.19施工時では、土留め壁と固結工法による地盤改良範囲の遮水効果により、基礎地盤である砂質土層からの堤防への水の流入が増加し、土留め壁前面の水位は掘削のり面の地表面に達する。

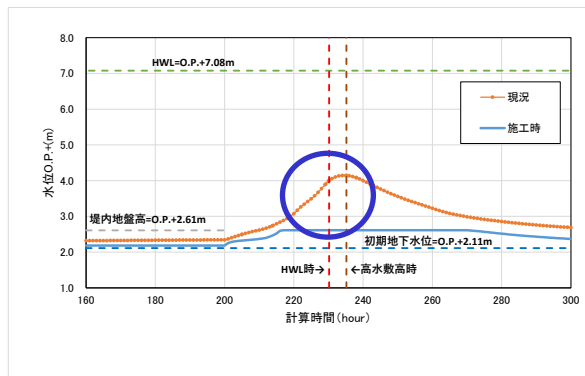
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

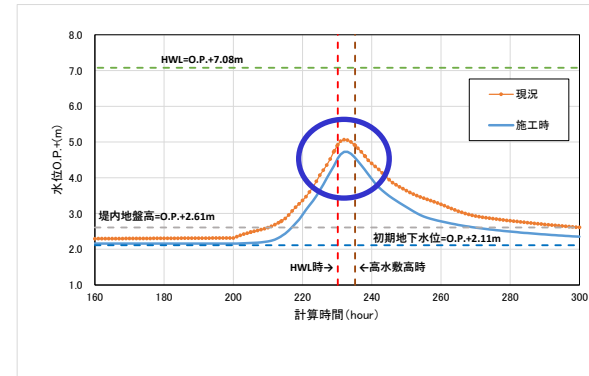
・No.26(砂質土)の施工時の土留め壁前面(河川側)水位は、照査基準を満足する。



No.26施工時(砂質土)の水位着目位置

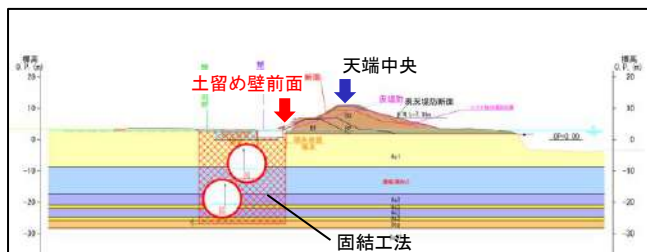


No.16施工時(砂質土)
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化

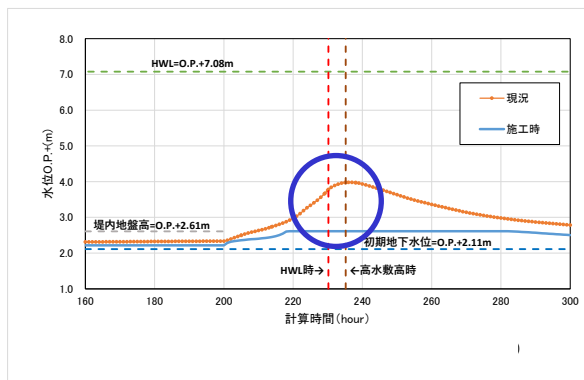


No.16施工時(砂質土)
堤防天端中央部の水位の経時変化

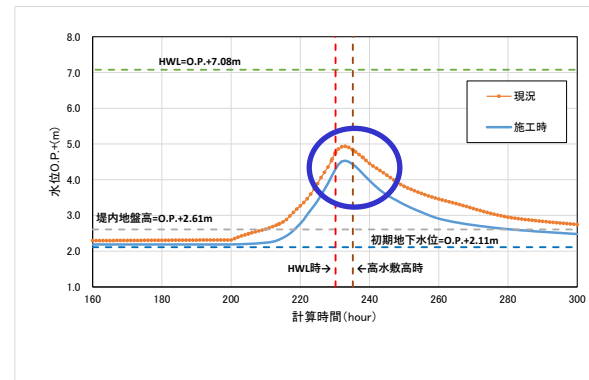
・No.26施工時(粘性土)の土留め壁前面(河川側)水位は、照査基準を満足する。



No.26施工時(粘性土)の水位着目位置



No.16施工時(粘性土)
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.16施工時(粘性土)
堤防天端中央部の水位の経時変化

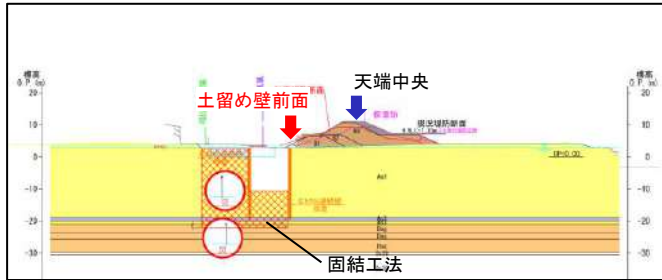
【考察】

・No.26施工時(砂質土)では、基礎地盤の砂質土層厚が厚いため、基礎地盤から堤体への浸透量が多くなり、堤体内の浸潤面がNo.26施工時(粘性土)より高くなる。

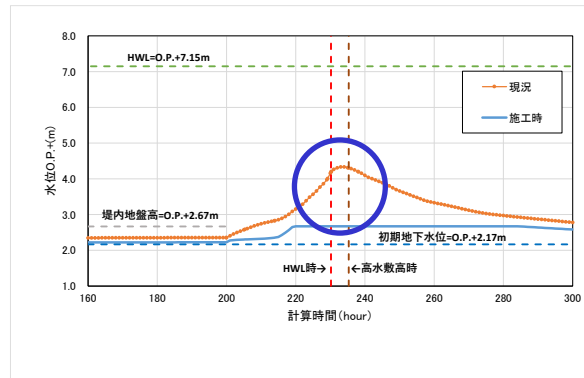
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

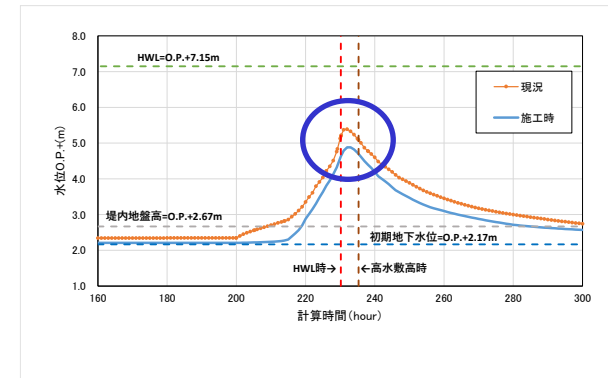
・No.34の施工時の水位は, SMW連続壁前面と堤防天端中央において照査基準を**満足する**.



No.34施工時の水位着目位置



No.34施工時
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.34施工時
堤防天端中央部の水位の経時変化

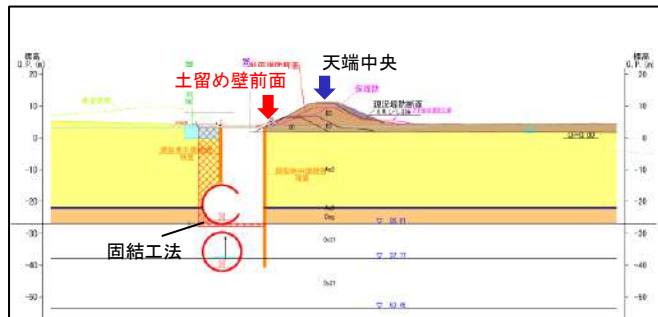
【考察】

・No.34の施工時では, 堤防のり尻部に道路構造物がないため, 堤防内への水位上昇の影響は少ない。

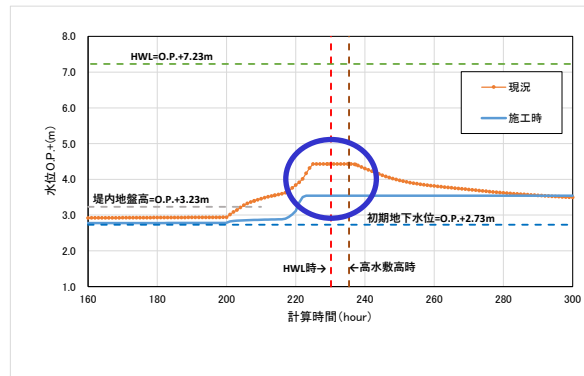
【照査結果】 18-⑤, 19-⑮

①堤体内の浸潤面位置

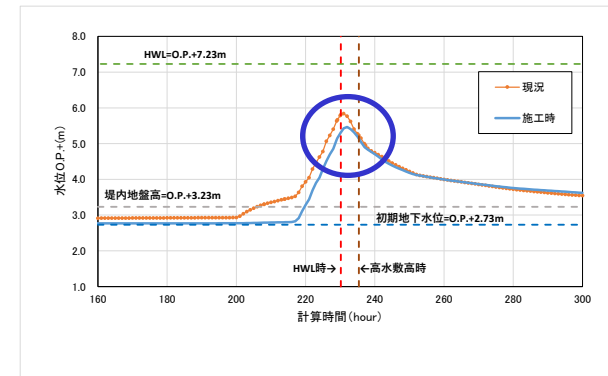
・No.47の施工時の水位は, 鋼製地中連続壁前面と堤防天端中央において照査基準を**満足する**.



No.47施工時の水位着目位置



No.47施工時
土留め壁前面(河川側)の水位の経時変化



No.47施工時
堤防天端中央部の水位の経時変化

【考察】

・No.47の施工時では, 土留め壁の遮水効果により, 土留め壁前面の水位上昇が長時間続く状態となる。

浸透作用に対する安全性検証のうち、「②水平・鉛直方向の局所動水勾配」については照査基準を**満足しない**結果となった。施工時では、土留め壁による遮水の影響により、切土のり尻部での水位、局所動水勾配が上昇する。

以上を踏まえて、切土のり尻部の局所動水勾配を抑制するための対策工法の検討フローを以下に示す。

●検討事項

水平・鉛直方向の局所動水勾配 (18-⑧, 19-⑰)

●照査基準

水平方向の局所動水勾配 $i_h < 0.3$

鉛直方向の局所動水勾配 $i_v < 0.5$

■局所動水勾配対策

解析の実行

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

照査基準を
満足するか？

Yes

川裏の降雨
浸透対策

No

対策1：のり尻ドレーン対策の検討

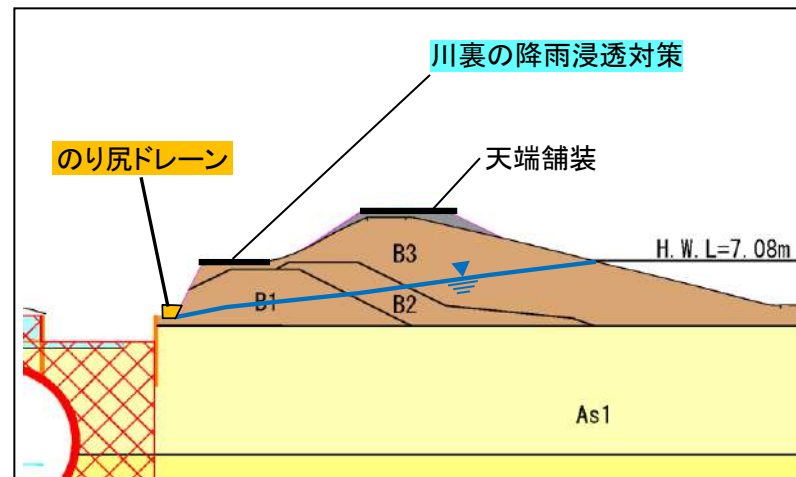
照査基準を
満足するか？

No

Yes

対策工法を決定

対策工法の検討フロー

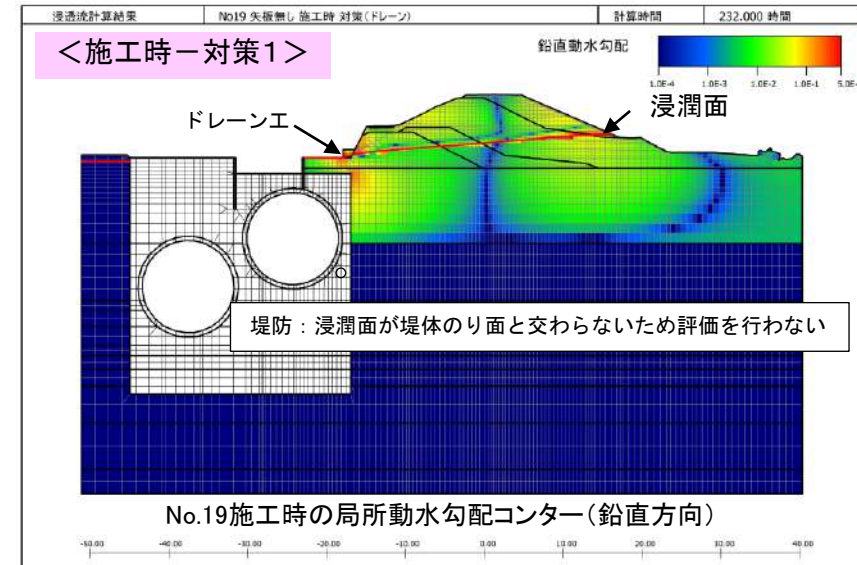
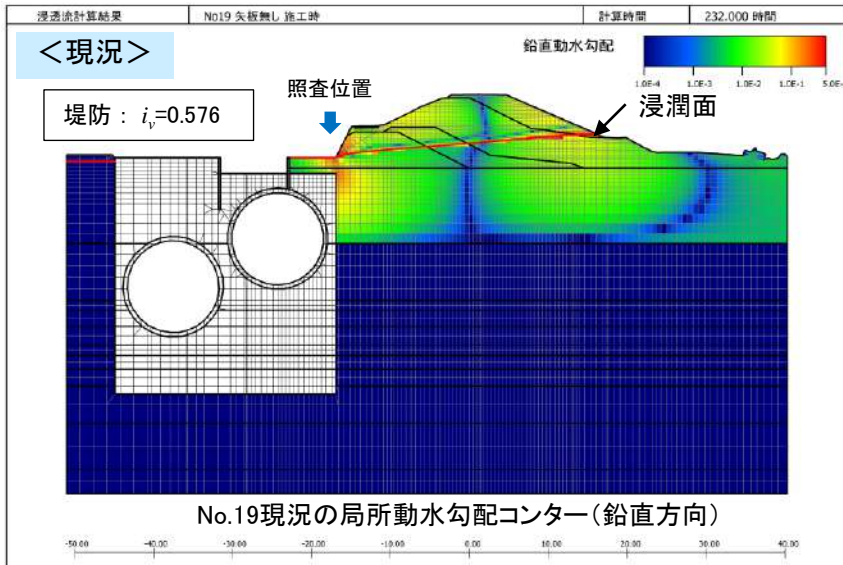
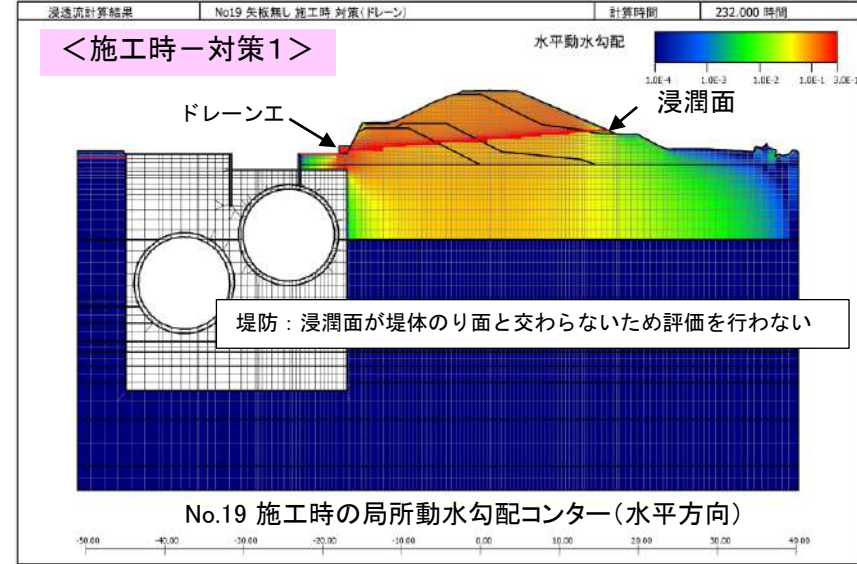
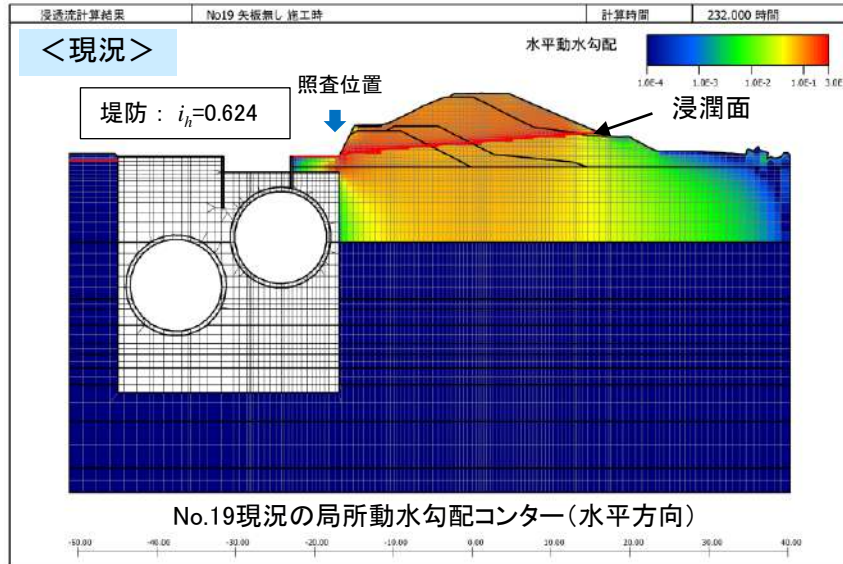


対策1：のり尻ドレーン

【照査結果】 18-⑧, 19-⑰

②水平・鉛直方向の局所動水勾配

No.19施工時の浸潤面は、掘削のり面のり尻(照査位置)に到達し、水平と鉛直方向の局所動水勾配はいずれも照査基準を**満足しない**。
 ただし、のり尻部に「ドレーン」を設置することで、浸潤面は地表面と交わらないため「**評価なし**」となることから照査基準を**満足する**。他の検討断面においても同様である。



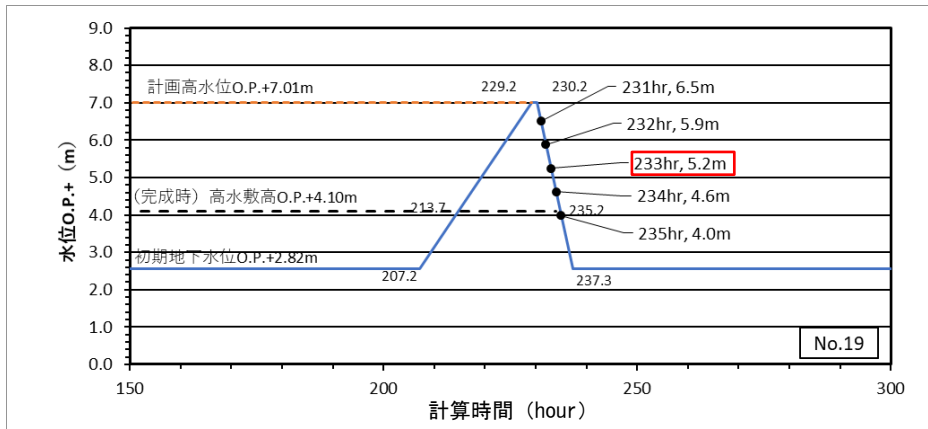
【照査結果】 18-⑨

⑤円弧すべり安全率

No.19施工時について、河川水位とすべり安全率の経時変化を示す。川裏すべりと川表すべりの安全率は、いずれも照査基準を満足する。

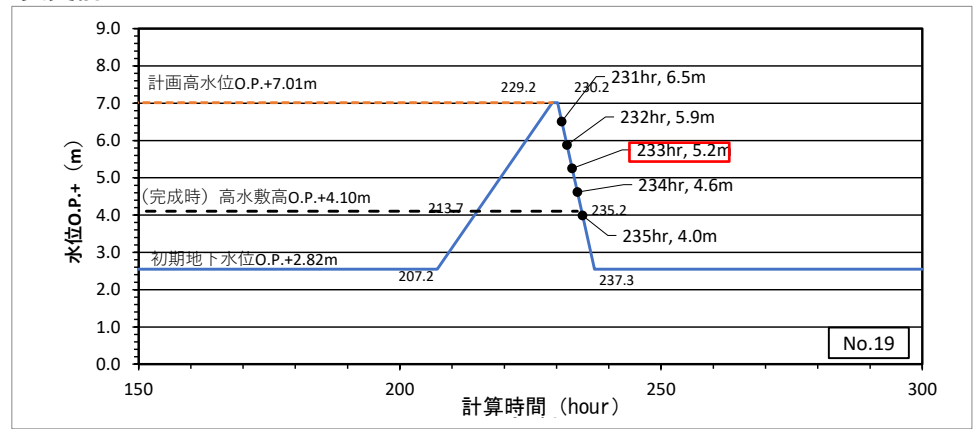
川表すべりの安全率は、高水敷高付近まで低下した時点で最小となる。最小安全率の値は $F_s=1.619$ であり、照査基準を満足する。

変更後

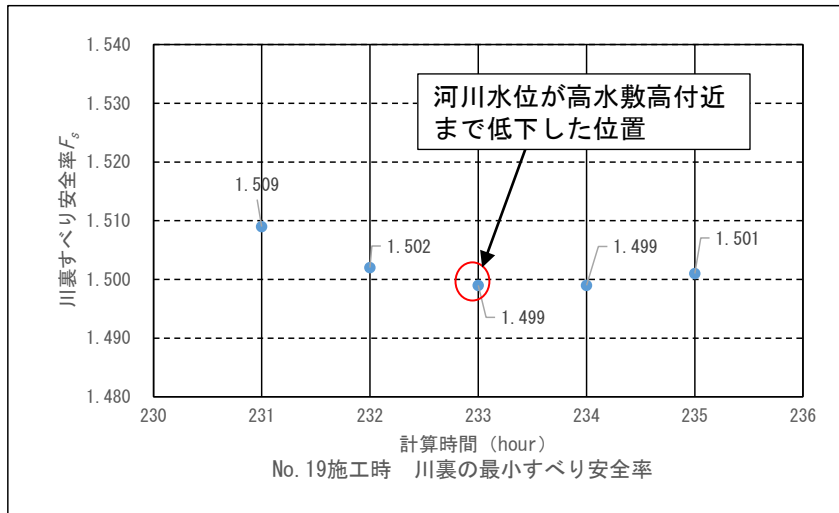


(a)河川水位の経時変化

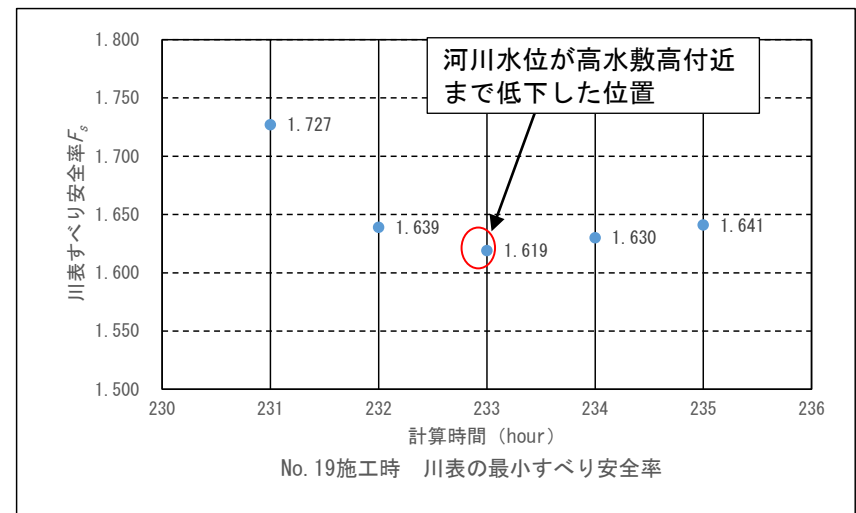
変更前



(a)河川水位の経時変化



(b)最小すべり安全率の経時変化
No.19施工時(川裏)

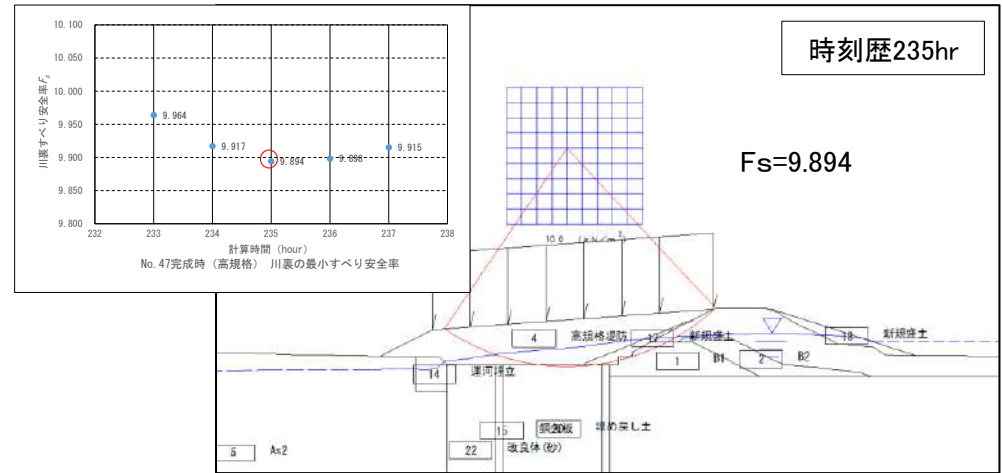
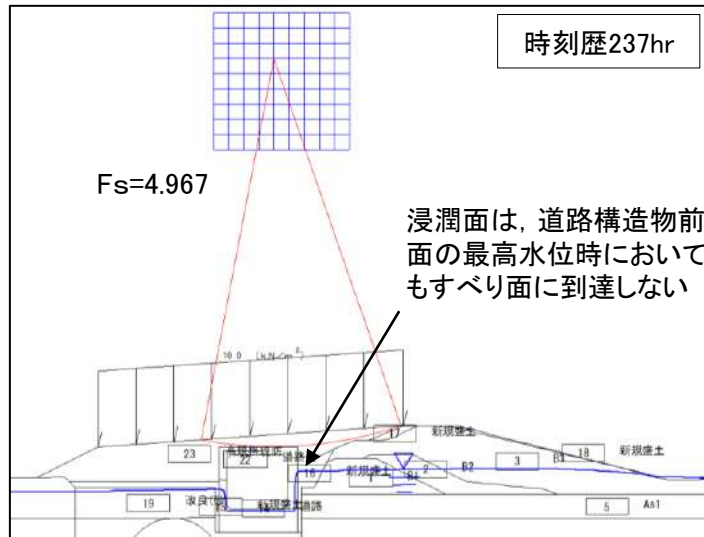


(b)最小すべり安全率の経時変化
No.19施工時(川表)

河川水位と最小すべり安全率の経時変化

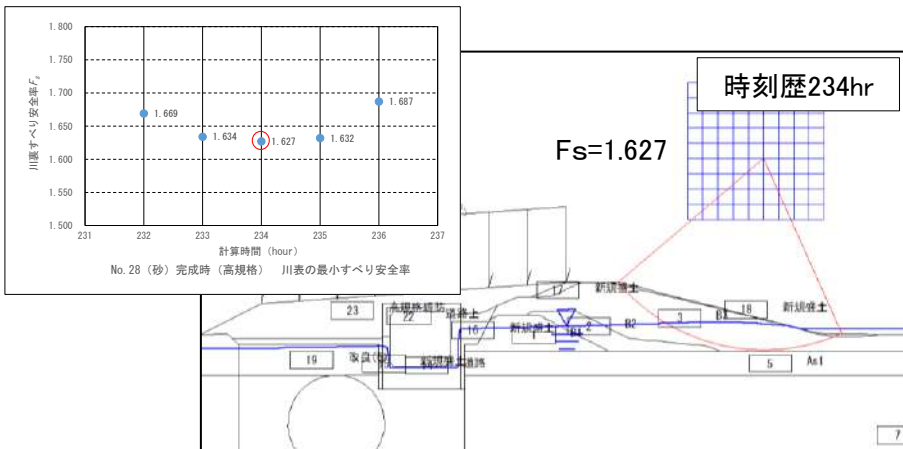
【考察】

- No.28(砂質土)完成時(高規格堤防考慮)川裏の最小すべり安全率は、浸潤面がすべり円弧に到達しないため、経時変化は生じない。
高規格堤防内の道路構造物の制約により、すべり円弧は、ボックスの上面に位置する。
- No.28(砂質土)完成時(高規格堤防考慮)川表の最小すべり安全率は、河川水位が高水敷に低下した時点で最小となる。
- No.47完成時(高規格堤防考慮)川裏のすべり安全率は、浸潤面上昇により変化する。道路構造物は高規格堤防の基礎地盤以深となるため、すべり円弧は堤防内の深い位置を通過する。
- No.47完成時(高規格堤防考慮)川表の最小すべり安全率は、河川水位が高水敷高に低下した時点で最小となる。

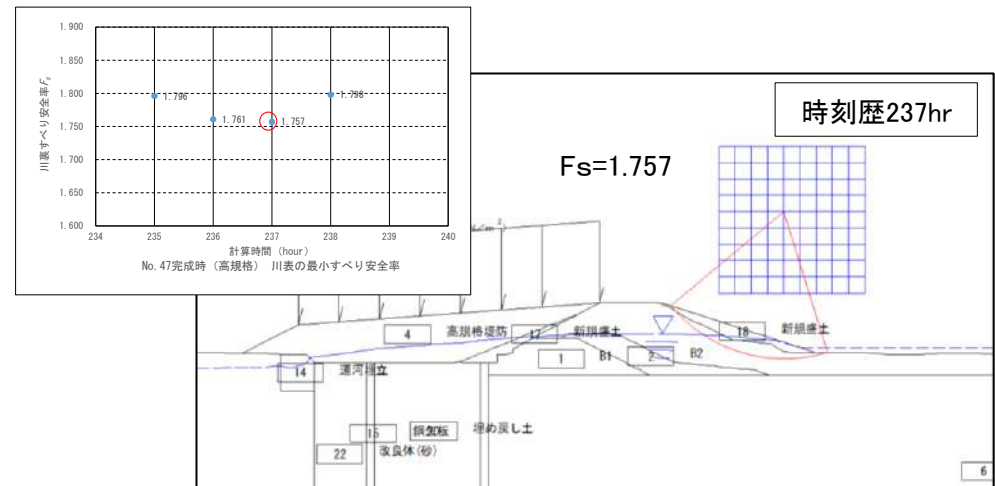


No.47完成時(高規格堤防考慮) 川裏すべり安定計算結果(ケース2)

No.28(砂質土)完成時(高規格堤防考慮) 川裏すべり安定計算結果(ケース1)



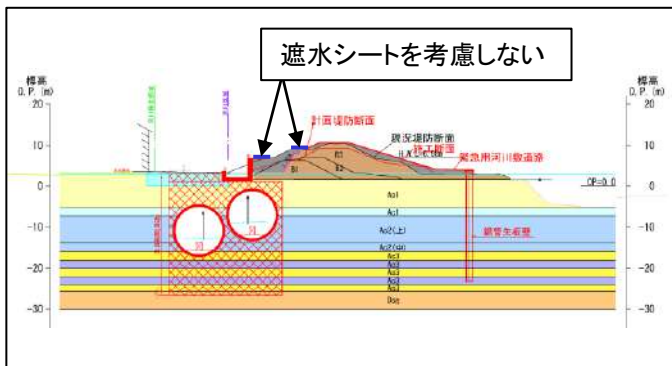
No.28(砂質土)完成時(高規格堤防考慮) 川表すべり安定計算結果(ケース1)



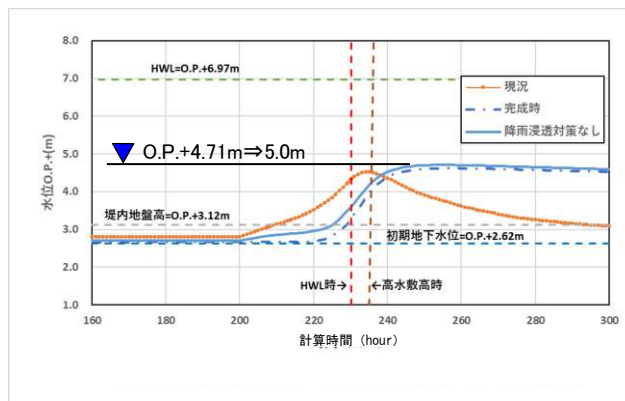
No.47完成時(高規格堤防考慮) 川表すべり安定計算結果(ケース2)

【水位1】降雨浸透対策を考慮しない場合

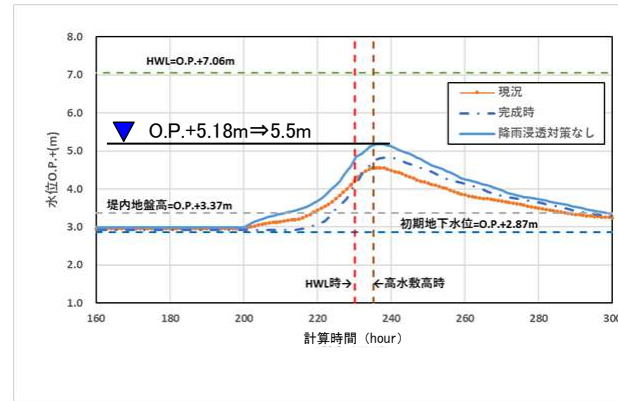
・水位1は、降雨浸透対策を考慮せず、川裏小段平場より降雨が堤体へ浸透した場合の最高水位を算出し、0.5mラウンドして設定した。



No.16完成時(自立式鋼管矢板)



No.16完成時(自立式鋼管矢板) U型擁壁前面の水位



No.23完成時 U型擁壁前面の水位

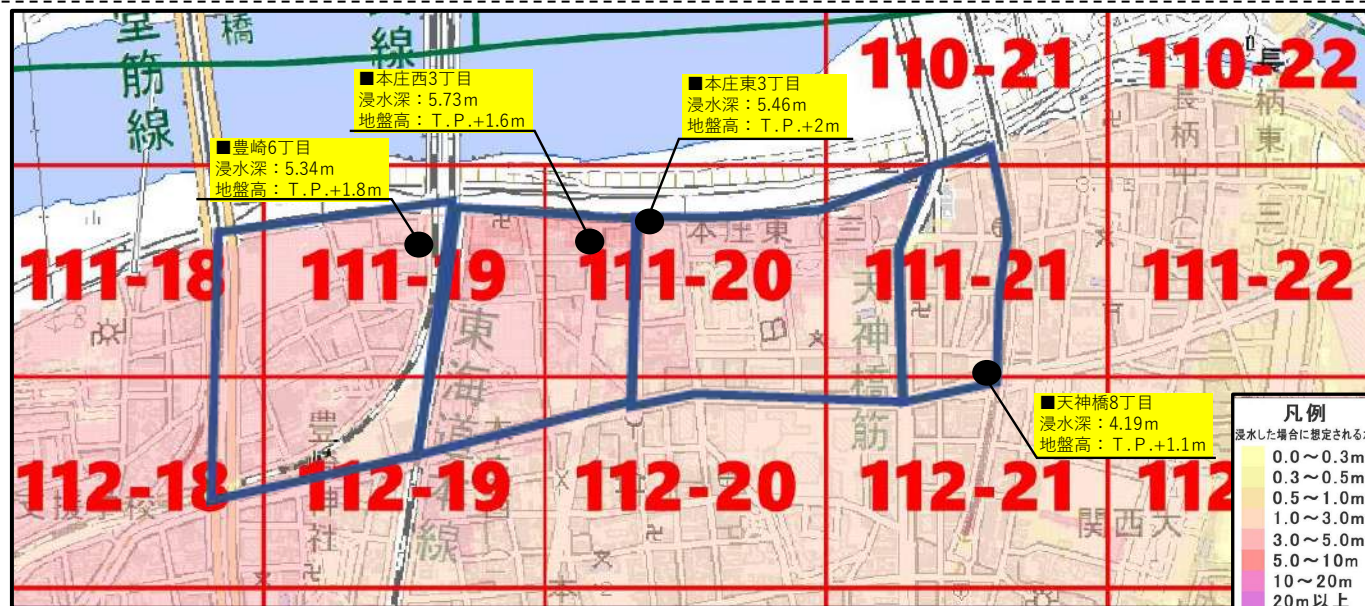
【水位2】想定最大規模の浸水深が発生した場合

・水位2は、「浸水想定区域図(想定最大)」より堤内側の最大浸水深を読み取り、その標高水位を設定した。その結果は以下のとおりである。

最大浸水位の換算結果

地区	浸水想定区域図より		浸水位	
	浸水深(m)	地盤高T.P.+(m)	地盤高T.P.+(m)	O.P.+(m)
豊崎6丁目	5.34	1.8	7.14	8.44
本庄西3	5.73	1.6	7.33	8.63
本庄東3	5.46	2.0	7.46	8.76
天神橋8	4.19	1.1	5.29	6.59

上記より、本庄東3丁目における浸水位の標高が最大でO.P. +8.76mとなる。0.5mラウンドすることで、水位2をO.P. +9.0mとした。



淀川の浸水想定区域図より読み取った浸水深

(出典:「淀川浸水想定区域図 <https://stream.kkr.mlit.go.jp/public/yodogawa/bosai/>」より引用加筆)

地震動作用に対する安全性検証

地震動作用に対する安全性検証

【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, 18-⑪】

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）

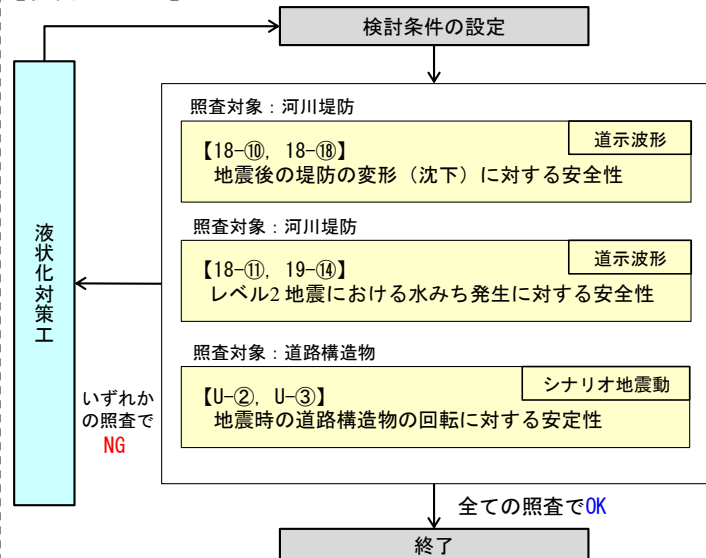
【照査項目】

- ①地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位 【18-⑩, 18-⑪】
- 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】

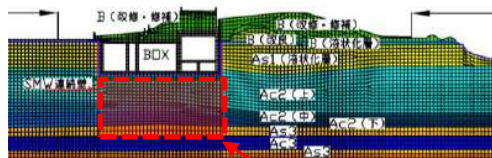
一体構造物としての動的挙動を評価できる2次元動的有効応力解析（LIQCA）

【検討フロー】



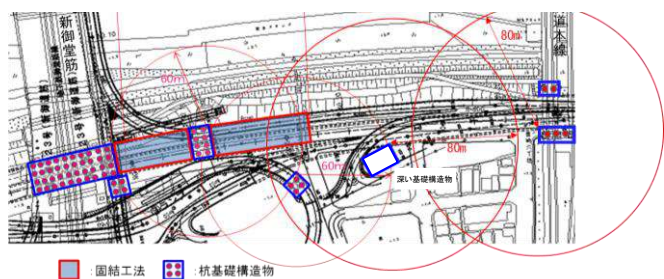
解析条件

地盤改良については、その範囲や強度設定が不確定であるため、安全側の検討という観点で地盤改良のモデル化は行わず、原地盤でのモデル化を実施している。【第2回委員会 審議結果より】



原地盤によるモデル化

検討フローに従い、液状化対策工が必要と判断された場合は、液状化対策としての地盤改良を考慮した解析を実施する。地盤改良の工法の選定については、周辺地盤や既設構造物への影響を十分考慮して選定を行う。



No. 4～No. 15の区間では、既設構造として杭基礎構造物が多数存在しているため、引き込み沈下等の悪影響が最も小さいと考えられる固結工法を採用する。

不確定条件に対する対応方針

■自立式鋼管矢板

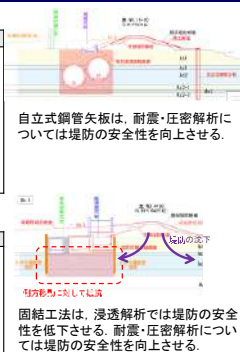
浸透解析	耐震解析	圧密解析
河床からの水の流入は小さくなるが流出量も小さくなるが推定される。ただし、堤体内に溜まる水の総量は両者の相関により決まるものであり、透水係数や堤防形状といった様々な条件との関係で決まるため、定性的に結論付けられない。自立式鋼管矢板は、堤防の安全性を向上させる。または低下させる両方の可能性がある。	堤防盛土の直下にあたる地盤の側方移動を抑え、堤防の沈下を抑止することに寄与する。 →自立式鋼管矢板は、堤防の安全性を向上させる。	堤防盛土の直下にあたる地盤の側方移動を抑え、堤防の沈下を抑止することに寄与する。 →自立式鋼管矢板は、堤防の安全性を向上させる。

■地盤対策（固結工法の場合）

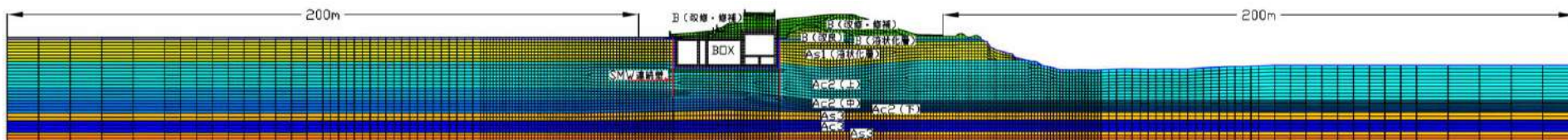
浸透解析	耐震解析	圧密解析
川裏側の雨水の流入はないことを踏まえ、固結工法の場合、流出境界を完全遮断状態になることで堤防内の浸透面を上昇しやすくする。 →固結工法による地盤改良は、堤防の安全性を低下させる。	堤防盛土の直下にあたる地盤の側方移動を抑え、堤防の沈下を抑止することに寄与する。 →固結工法による地盤改良は、堤防の安全性を向上させる。	堤防盛土の直下にあたる地盤の側方移動を抑え、堤防の沈下を抑止することに寄与する。 →固結工法による地盤改良は、堤防の安全性を向上させる。

安全側の検討という観点でのモデル化の方針

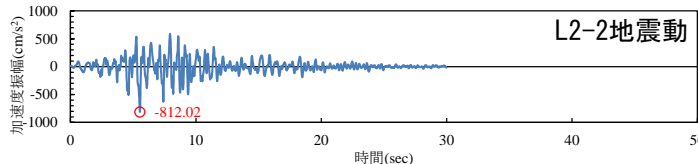
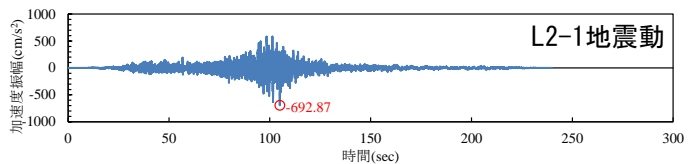
	浸透解析	耐震解析	圧密解析
自立式鋼管矢板	・透水層を完全に遮断するように矢板をモデル化。 ・矢板のモデル化を行わない。 →ケースの検討を実施	・矢板のモデル化を行わない。	・矢板のモデル化を行わない。
地盤対策	・地盤対策の中でも堤防に与える影響の大きい固結工法による地盤改良を行った状態のモデル化を行う。	・地盤対策のモデル化を行わず、原地盤でモデル化を実施。	・地盤対策のモデル化を行わず、原地盤でモデル化を実施。



【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】
解析メッシュ（No.4 完成時）



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水水面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

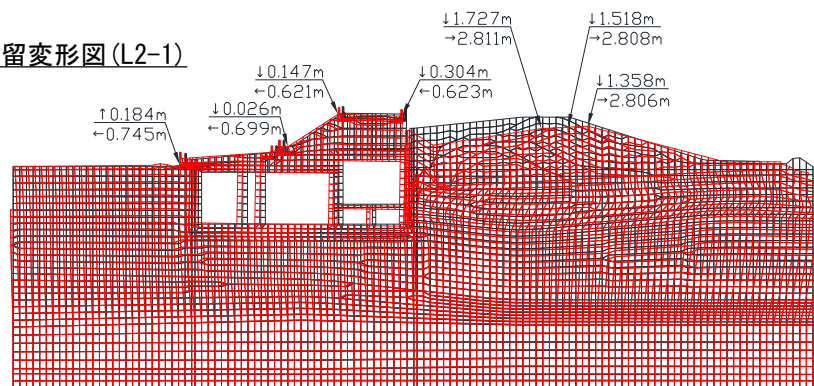
【解析結果および照査結果】（No.4 完成時）18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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

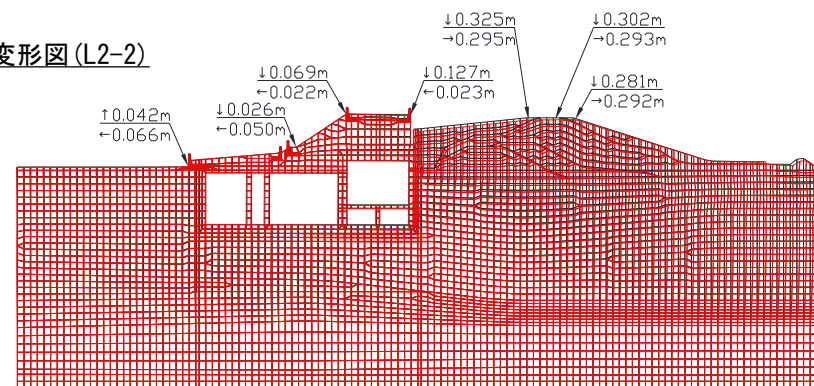
解析結果に対する考察

- ・堤内側に道路構造物があることで，堤防天端が川裏側へ流動するモードが抑制され，全体として川表側に流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

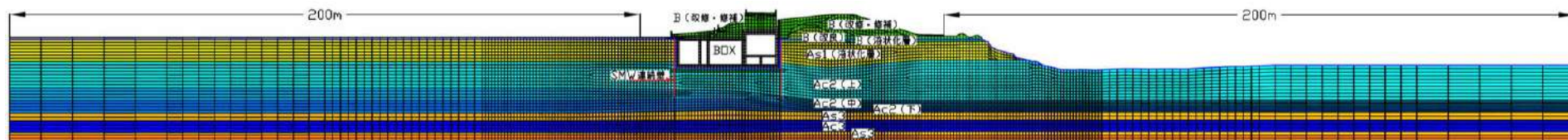
残留変形図 (L2-1)



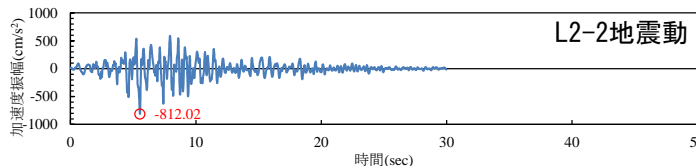
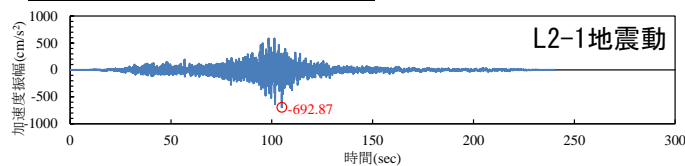
残留変形図 (L2-2)



【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】
解析メッシュ（No.4 完成時）



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

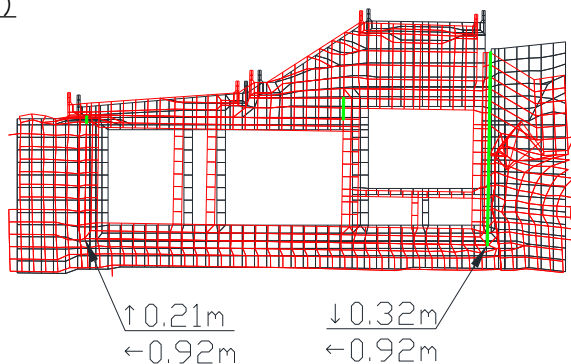
【解析結果および照査結果】（No.4 完成時）18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

断面	レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					判定	
	剥離状況						剥離状況						
	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						
	左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下	左側壁横		右側壁横	頂版上	底版下				
No.4	ボックス	一部発生	発生	一部発生	発生無し	—	OK	一部発生	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK

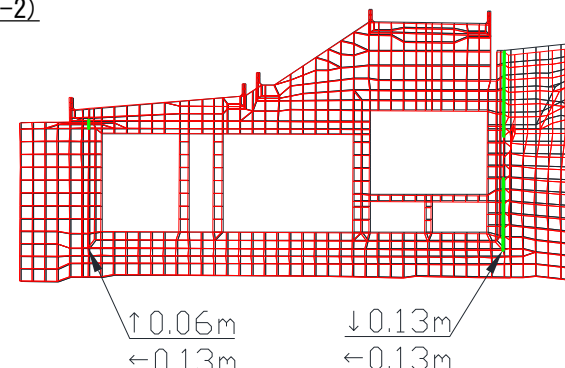
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

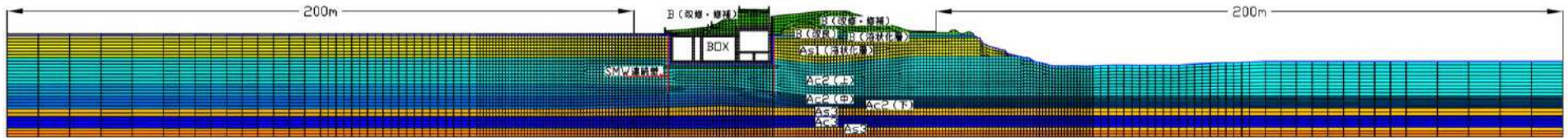
残留変形図（L2-1）



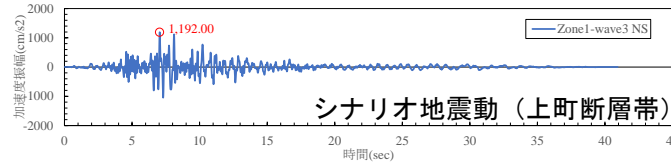
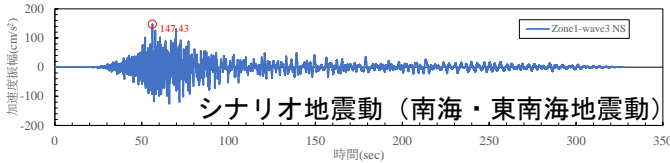
残留変形図（L2-2）



【解析入力条件 U-②, U-③】
解析メッシュ（No.4 完成時）



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

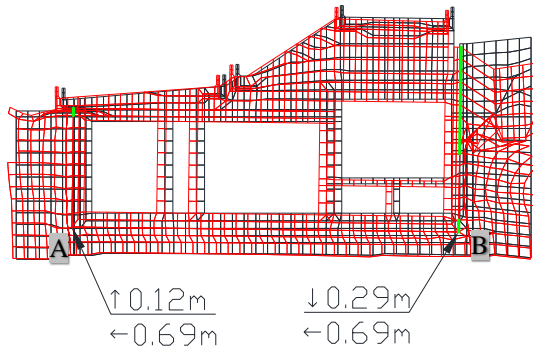
【解析結果および照査結果】（No.4 完成時）U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性，U-③：地震時の液状化による修復性

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

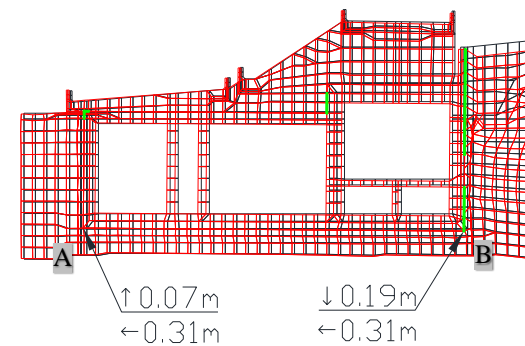
解析結果に対する考察

- ・ボックスの回転角は，レベル2地震動に対して照査基準を満足する結果となった。
- ・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は確保できると考えられる。

残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）

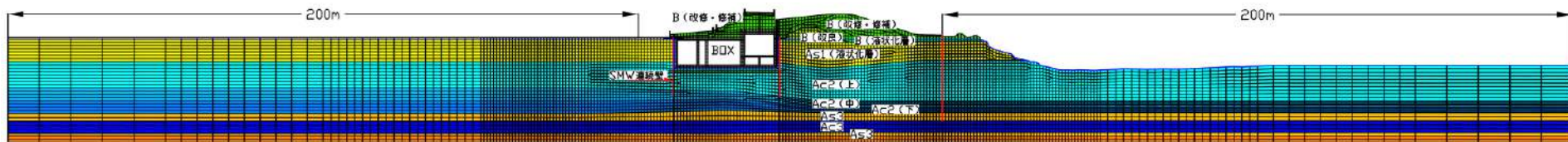


残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）

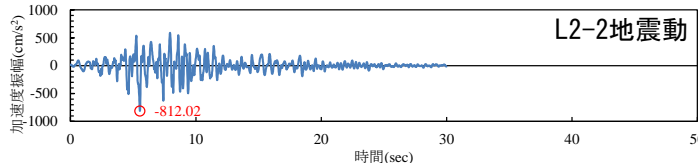
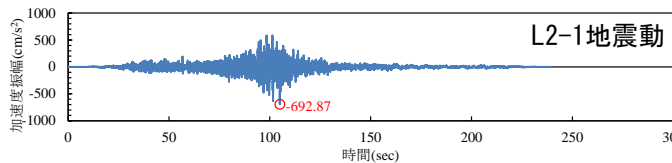


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ（No.4 完成時 鋼管矢板考慮）



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

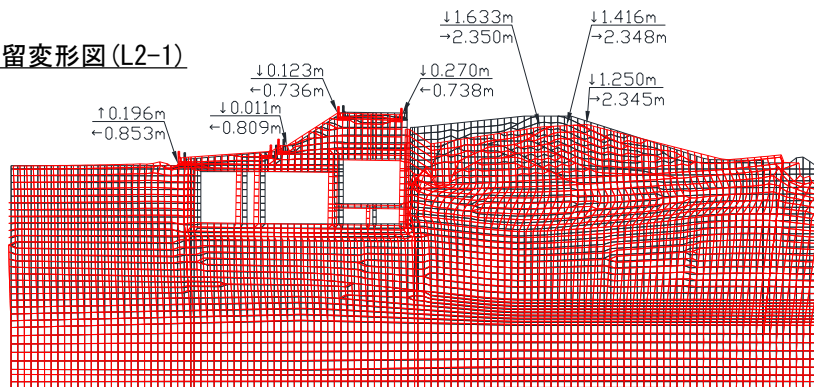
【解析結果および照査結果】（No.4 完成時 鋼管矢板考慮） 18-⑩：地震後の河川外への越流， 18-⑱：津波による越波に対する安全性

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 (鋼管矢板考慮)	10.421	1.633	1.416	1.250	1.433	8.988	4.58	OK	0.315	0.290	0.269	0.291	10.130	2.27	OK

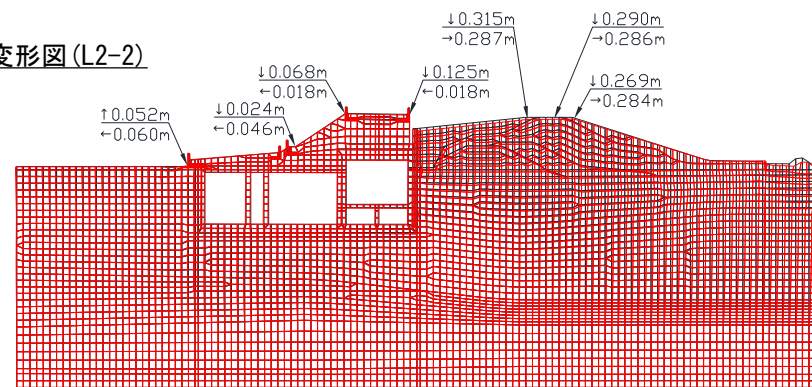
解析結果に対する考察

- ・堤内側に道路構造物があることで，堤防天端が川裏側へ流動するモードが抑制され，全体として川表側に流動するモードが主体となった。ただし鋼管矢板の効果によって，鋼管矢板を考慮しないケースと比較すると，堤防天端沈下量が0.1~0.2m程度小さくなった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

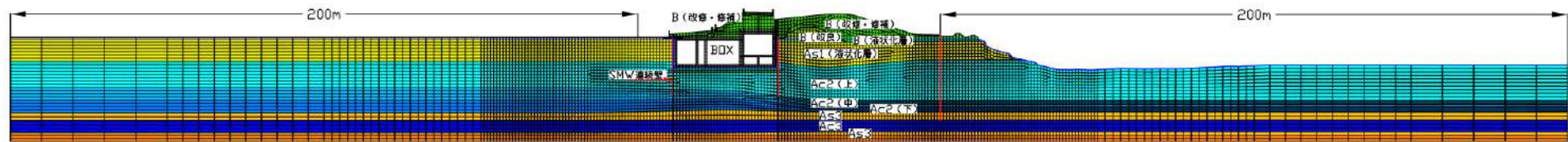


残留変形図 (L2-2)

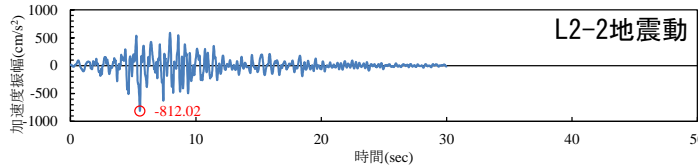
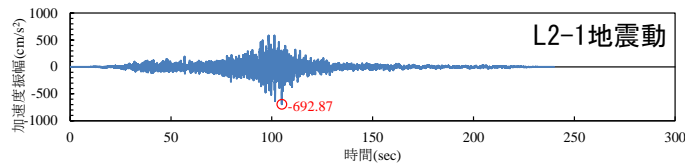


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ（No.4 完成時 鋼管矢板考慮）



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

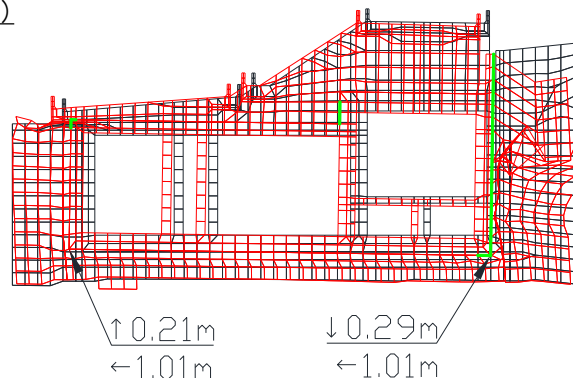
【解析結果および照査結果】（No.4 完成時 鋼管矢板考慮）18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

断面		レベル2-1地震動					レベル2-2地震動					判定	
		剥離状況					剥離状況						
		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 (鋼管矢板考慮)	ボックス	一部発生	発生	一部発生	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK

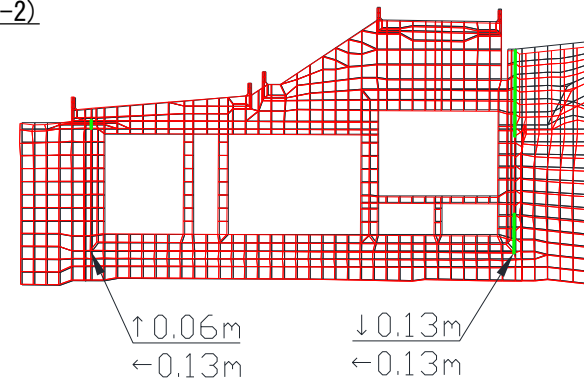
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

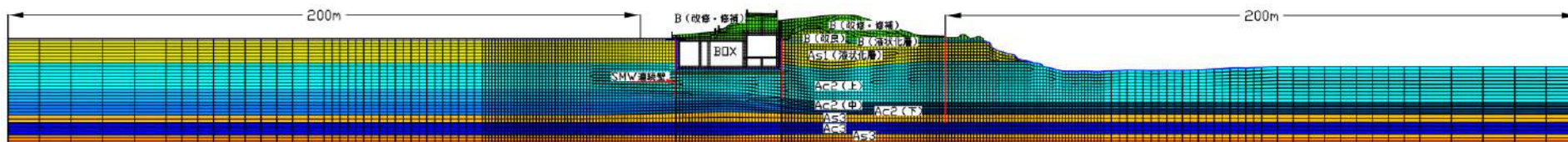


残留変形図 (L2-2)

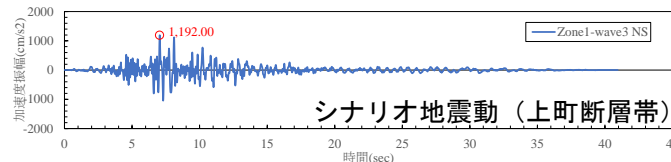
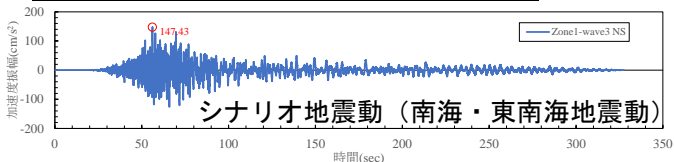


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ (No.4 完成時 鋼管矢板考慮)



入力地震動 (開削トンネル耐震設計指針)



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

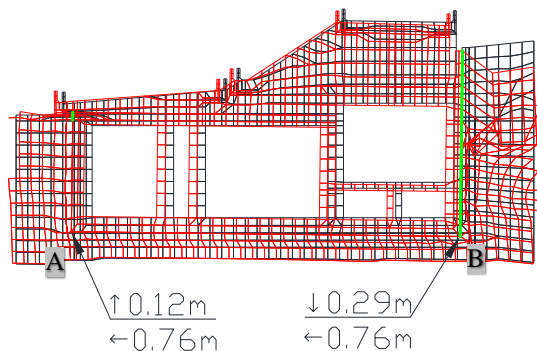
【解析結果および照査結果】 (No.4 完成時 鋼管矢板考慮) U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性，U-③：地震時の液状化による修復性

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 (鋼管矢板考慮)	ボックス	0.12	-0.29	32.94	1.25	2.00	OK	0.07	-0.20	32.94	0.82	2.00	OK

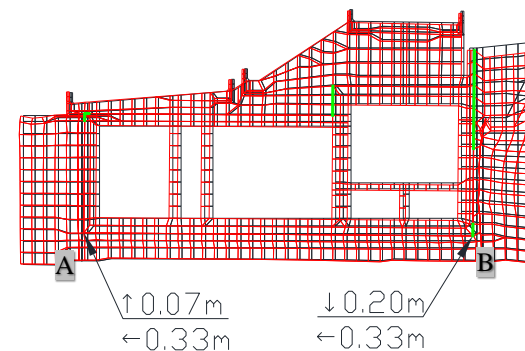
解析結果に対する考察

- ・ボックスの回転角は，レベル2地震動に対して照査基準を満足する結果となった。
- ・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は確保できると考えられる。

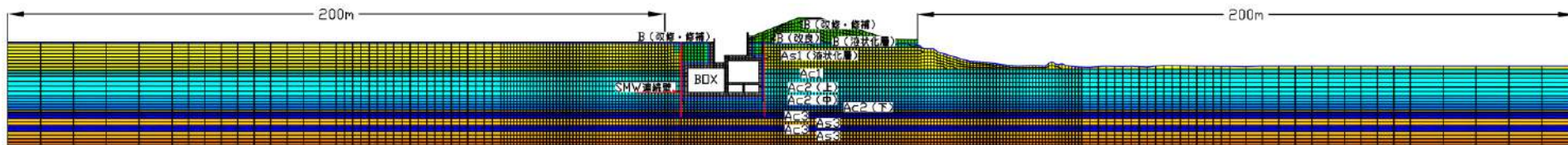
残留変形図 (シナリオ地震動 南海・東南海地震動)



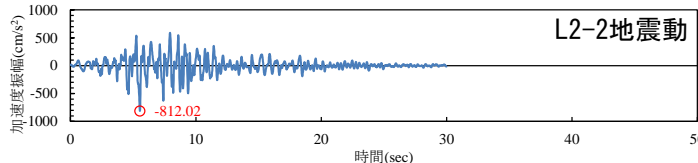
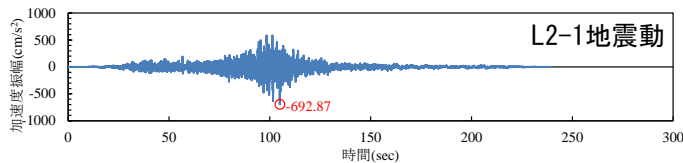
残留変形図 (シナリオ地震動 上町断層帯)



【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】
解析メッシュ (No. 14 完成時)



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

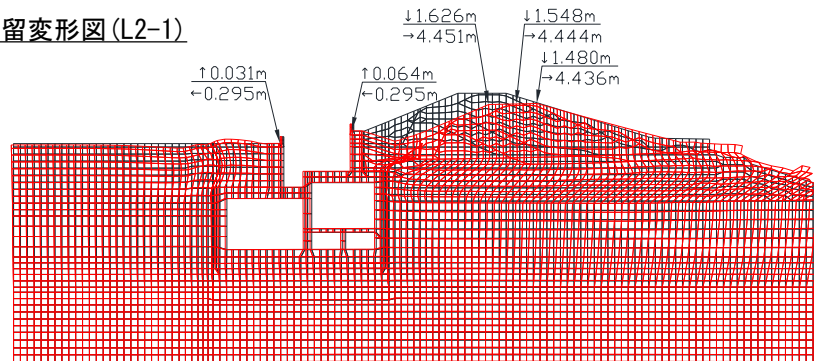
【解析結果および照査結果】 (No. 14 完成時) 18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.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

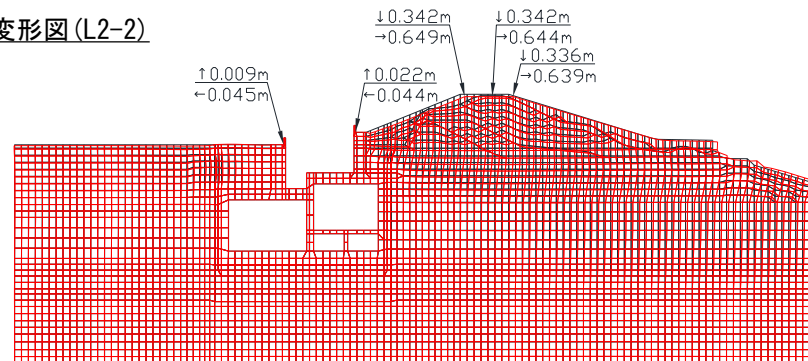
解析結果に対する考察

- ・堤内側に道路構造物があることで，堤防天端が川裏側へ流動するモードが抑制され，全体として川表側に流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

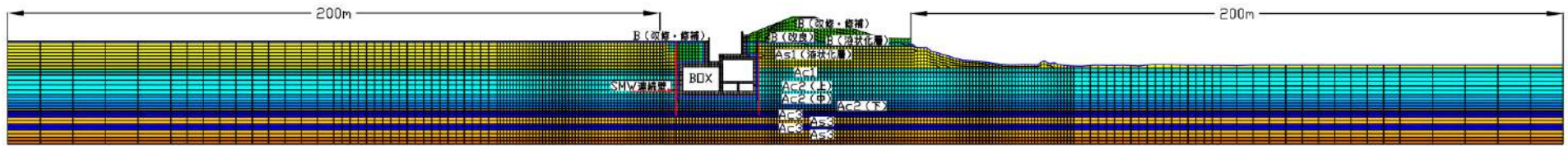
残留変形図 (L2-1)



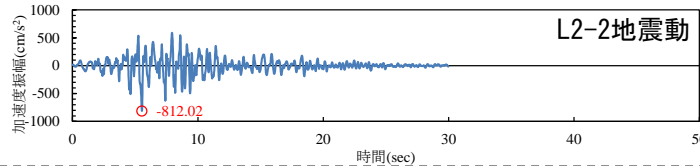
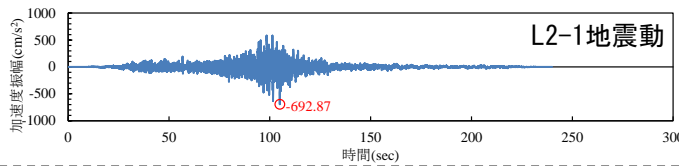
残留変形図 (L2-2)



【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】
解析メッシュ（No.14 完成時）



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

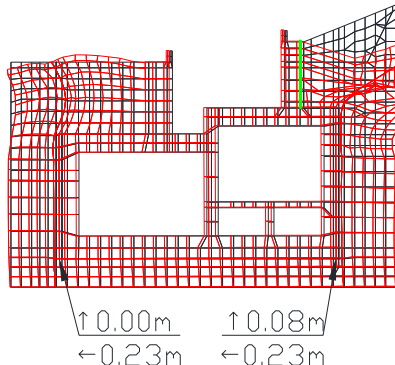
【解析結果および照査結果】（No.14 完成時）18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

断面		レベル2-1地震動					レベル2-2地震動					判定	
		剥離状況					剥離状況						
		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.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

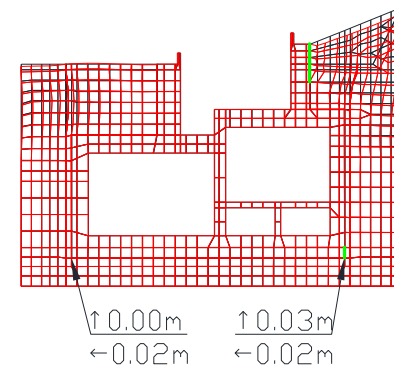
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

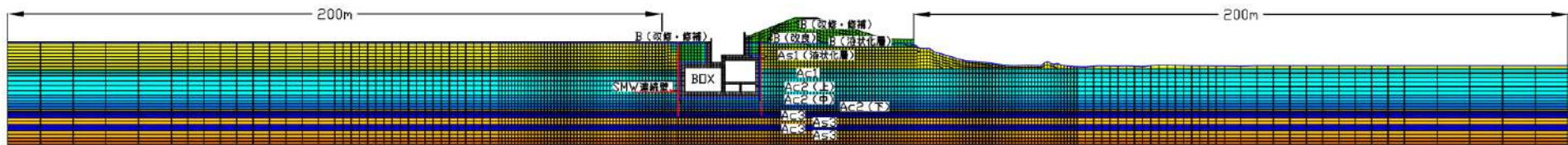
残留変形図（L2-1）



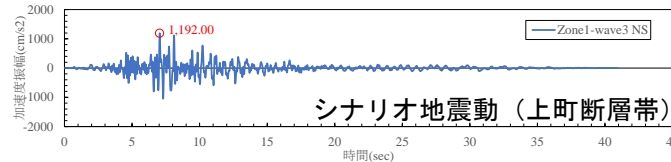
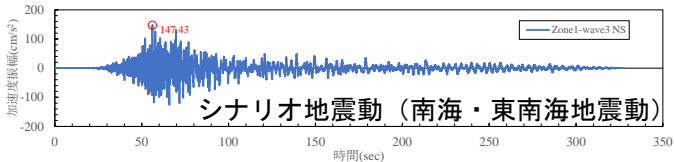
残留変形図（L2-2）



【解析入力条件 U-②, U-③】
解析メッシュ（No.14 完成時）



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

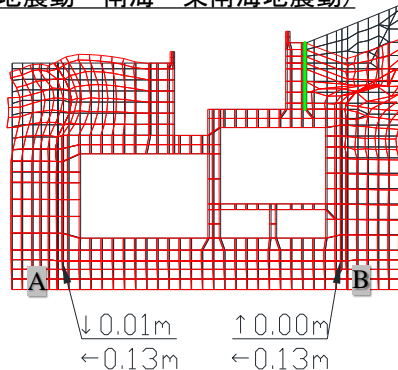
【解析結果および照査結果】（No.14 完成時） U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性， U-③：地震時の液状化による修復性

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.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

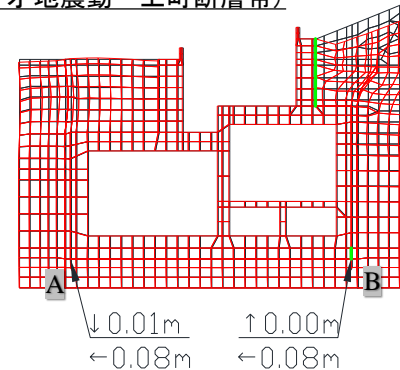
解析結果に対する考察

- ・ボックスの回転角は，レベル2地震動に対して照査基準を満足する結果となった。
- ・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は確保できると考えられる。

残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）

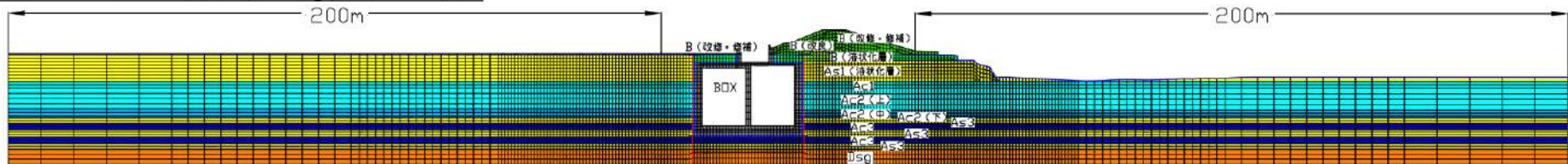


残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）

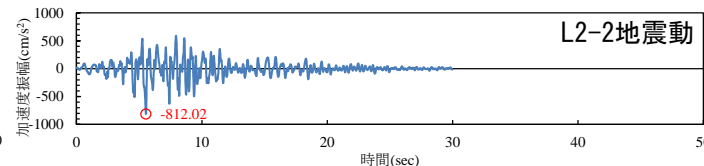
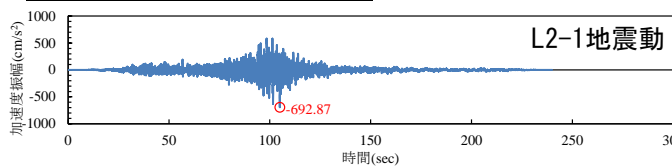


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ (No. 15 完成時) Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

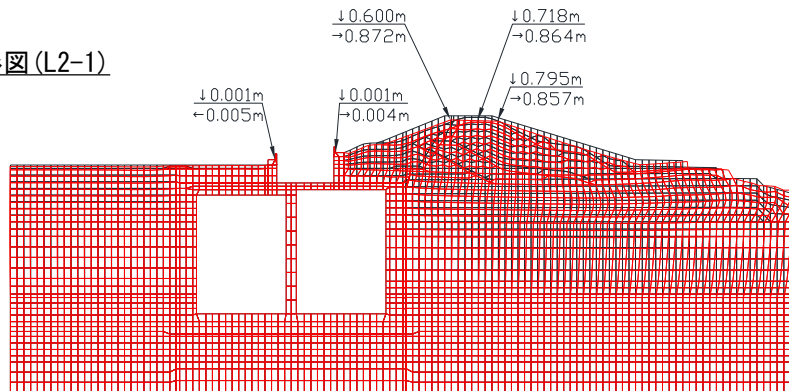
【解析結果および照査結果】 (No. 15 完成時) 18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.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

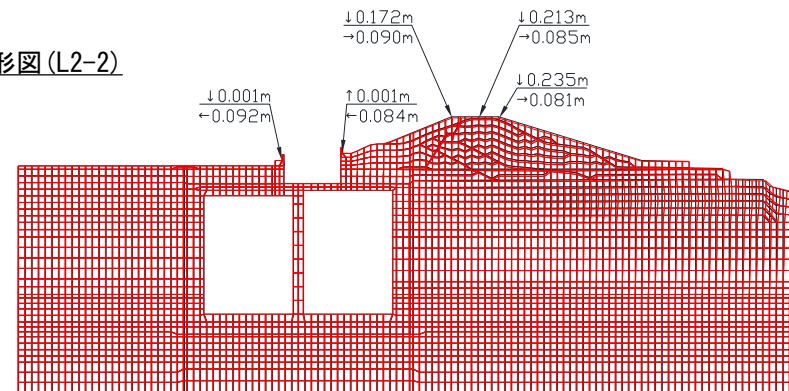
解析結果に対する考察

- ・堤内側に道路構造物があることで，堤防天端が川裏側へ流動するモードが抑制され，全体として川表側に流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

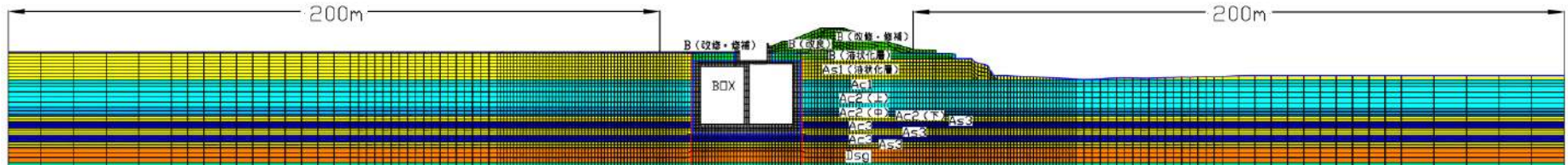


残留変形図 (L2-2)

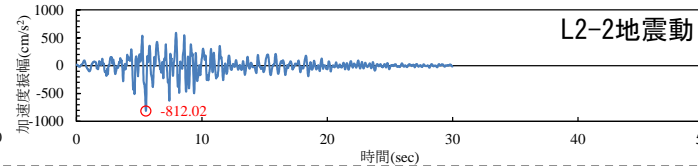
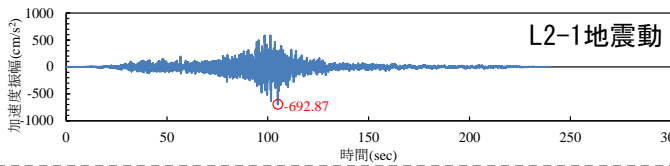


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ (No. 15 完成時) Dsg層以浅のみ表示



入力地震動 (道路橋示方書)



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水水面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

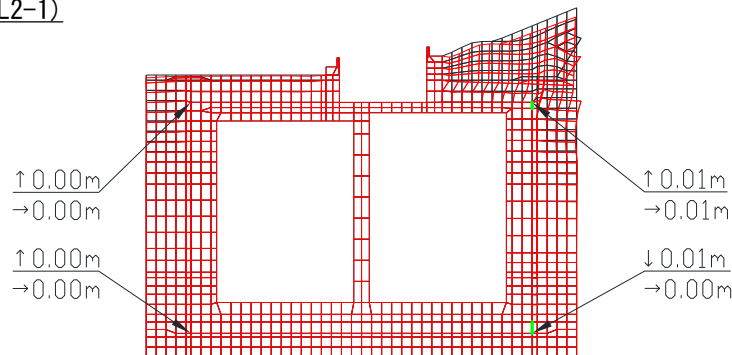
【解析結果および照査結果】 (No. 15 完成時) 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

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.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

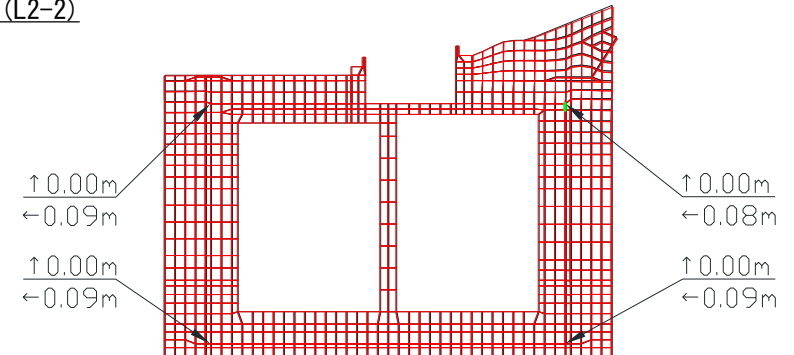
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

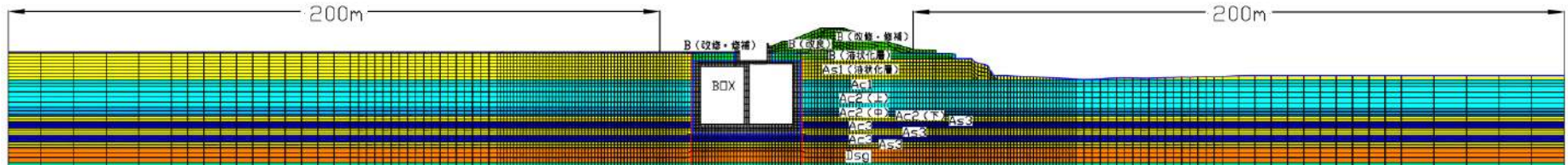


残留変形図 (L2-2)

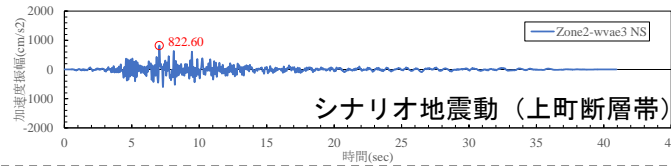
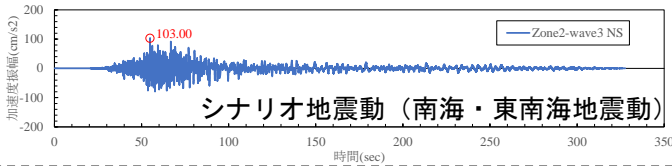


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ (No. 15 完成時) Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

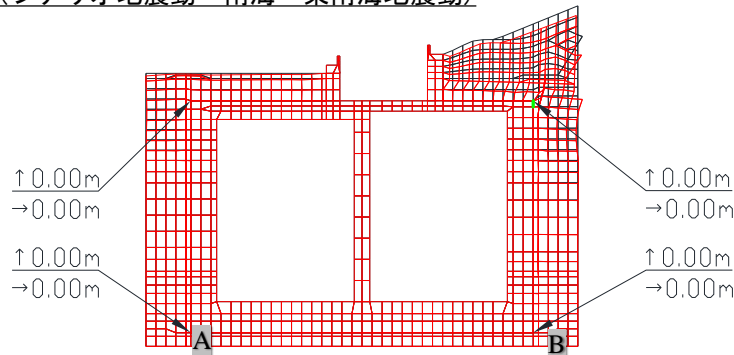
【解析結果および照査結果】 (No. 15 完成時) U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性，U-③：地震時の液状化による修復性

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.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

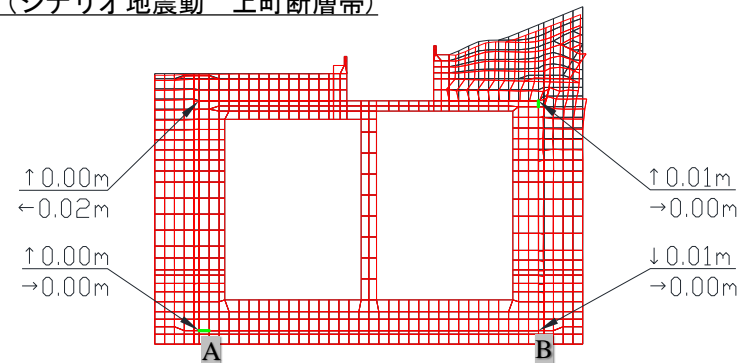
解析結果に対する考察

- ・ボックスの回転角は，レベル2地震動に対して照査基準を満足する結果となった。
- ・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は確保できると考えられる。

残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）

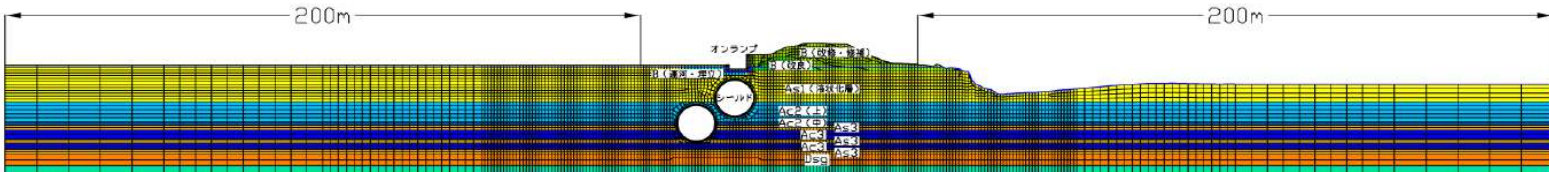


残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）

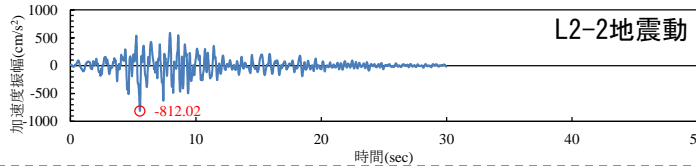
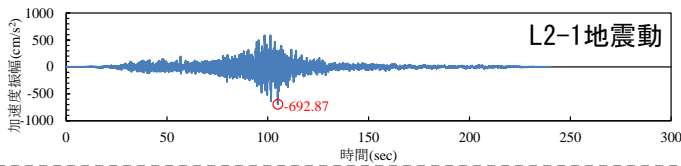


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ（No. 22 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

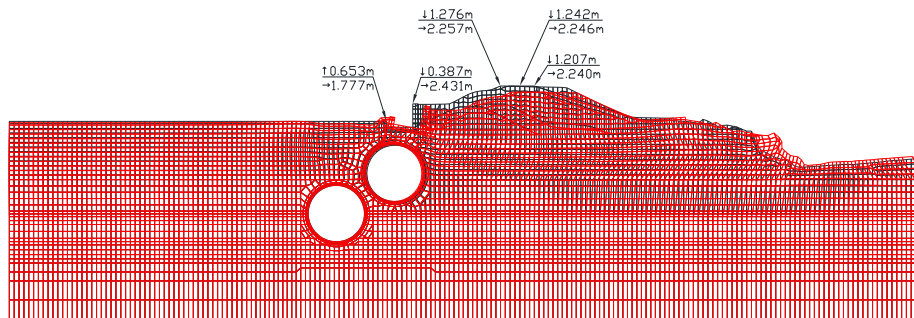
【解析結果および照査結果】（No. 22 完成時） 18-⑩：地震後の河川外への越流， 18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.22	10.646	1.276	1.242	1.207	1.242	9.404	4.58	OK	0.295	0.305	0.306	0.302	10.344	2.29	OK

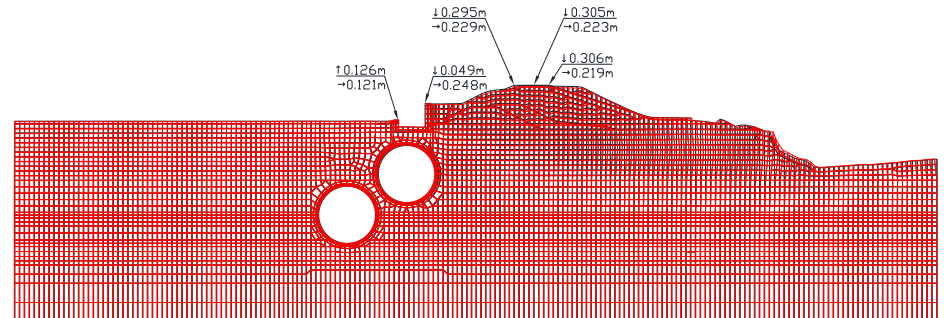
解析結果に対する考察

- ・液状化層中のシールドが川裏側へ変位しながら押し上げられる変形モードとなった。全体としては堤防が川表側へ流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

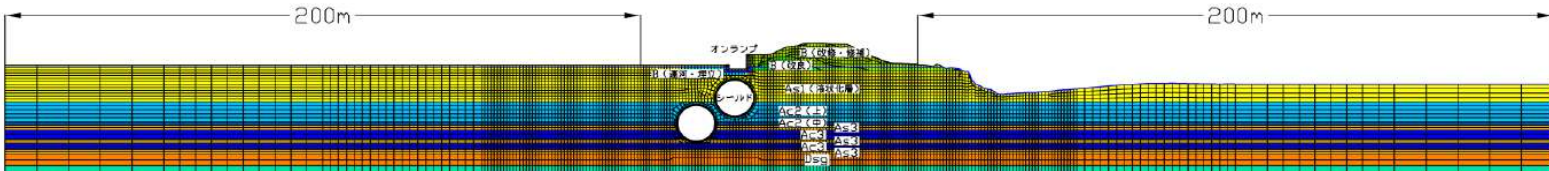


残留変形図 (L2-2)

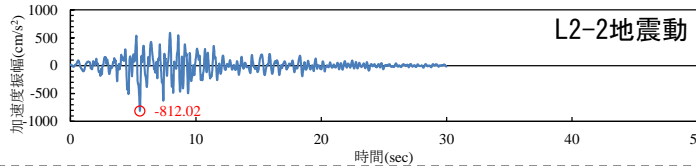
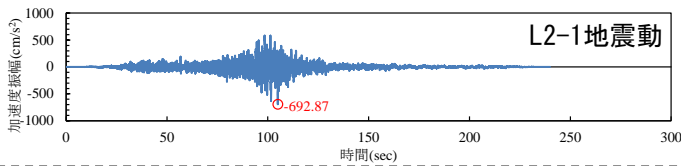


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ（No. 22 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・ 底面：粘性境界
- ・ 側方：疑似自由地盤境界
- ・ 水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・ 地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

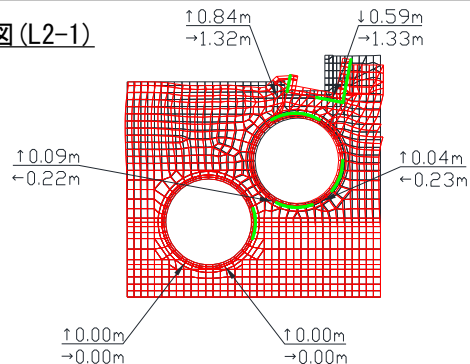
【解析結果および照査結果】（No. 22 完成時） 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

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				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.22	U型擁壁	発生	発生	—	一部発生	—	OK	発生	発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	発生無し	OK

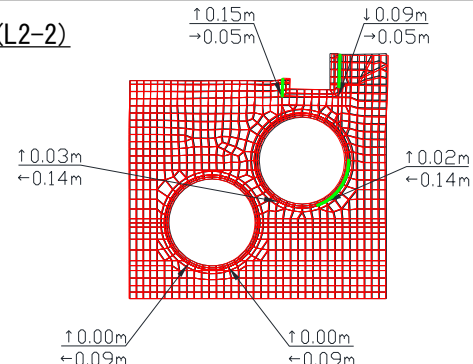
解析結果に対する考察

- ・ レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・ 地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

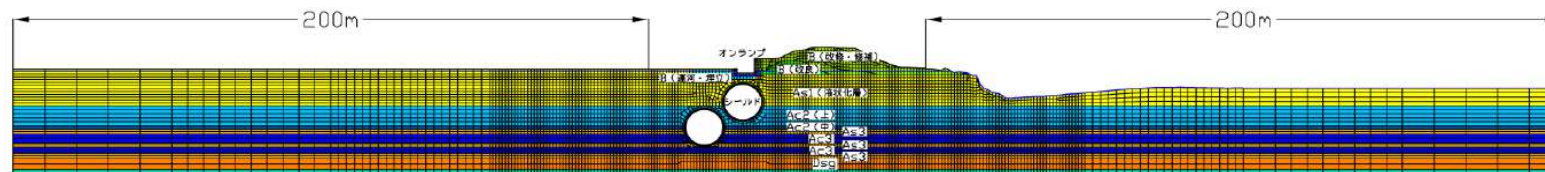


残留変形図 (L2-2)

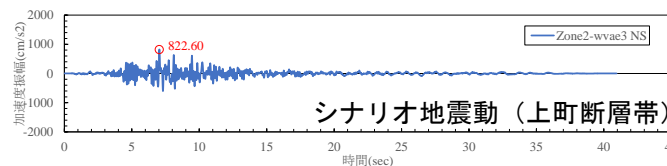
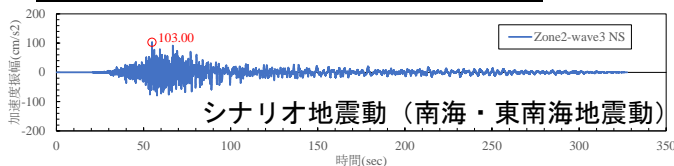


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ（No. 22 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

【解析結果および照査結果】（No. 22 完成時） U-②：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， U-③：地震時の液状化による修復性

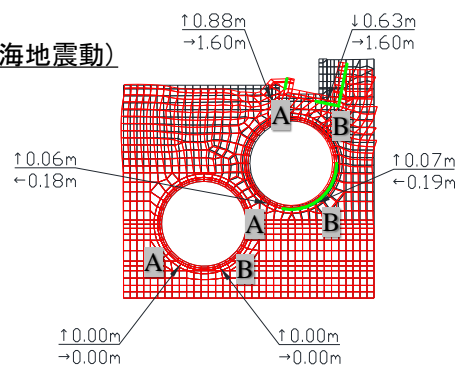
断面	シナリオ地震動（南海・東南海地震動）						シナリオ地震動（上町断層帯）						
	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	
	A点	B点					A点	B点					
No.22	U型擁壁	0.88	-0.63	7.55	20.00	2.00	NG	0.50	-0.34	7.55	11.13	2.00	NG
	シールド上	0.06	0.07	6.38	0.16	2.00	OK	0.03	0.03	6.38	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK	0.00	-0.01	6.38	0.16	2.00	OK

解析結果に対する考察

- ・U型擁壁の回転角は，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考えられる。

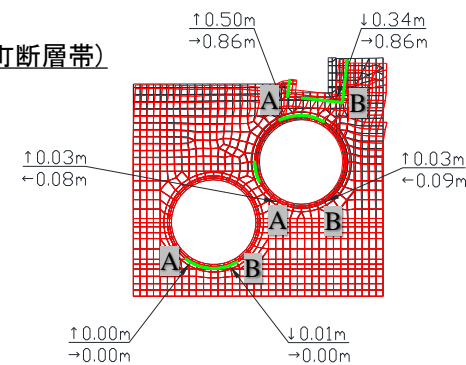
残留変形図

（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）



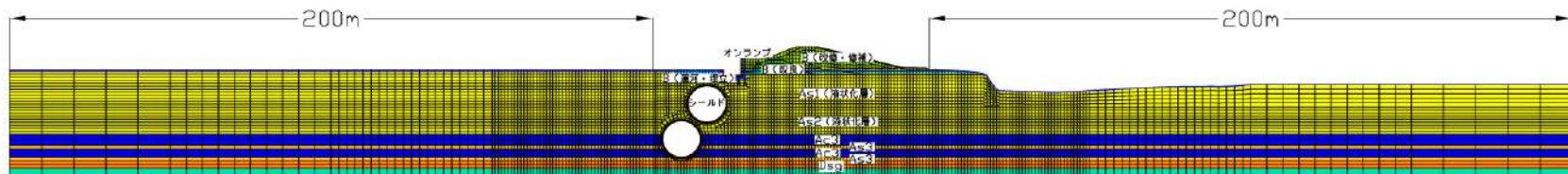
残留変形図

（シナリオ地震動 上町断層帯）

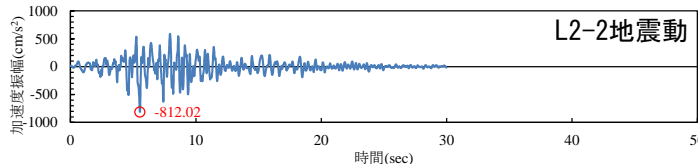
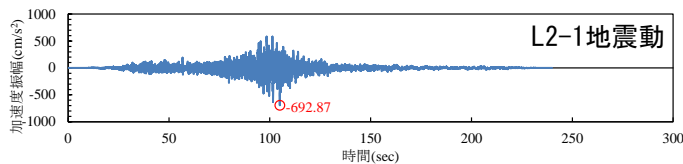


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ（No. 26砂質土地盤 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

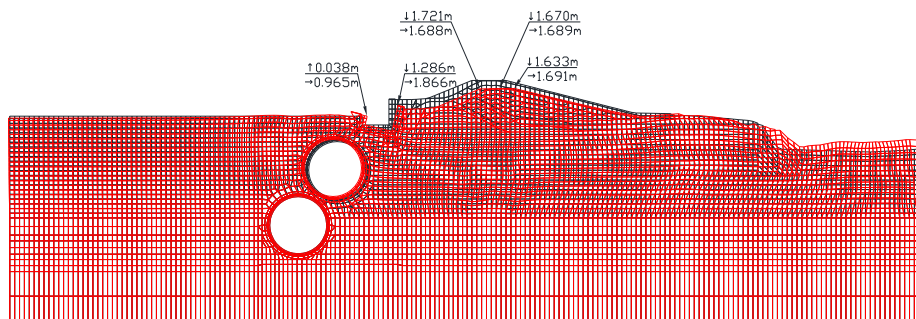
【解析結果および照査結果】（No. 26砂質土地盤 完成時） 18-⑩：地震後の河川外への越流， 18-⑱：津波による越波に対する安全性

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	1.721	1.670	1.633	1.675	9.008	4.58	OK	0.273	0.280	0.283	0.279	10.404	2.30	OK

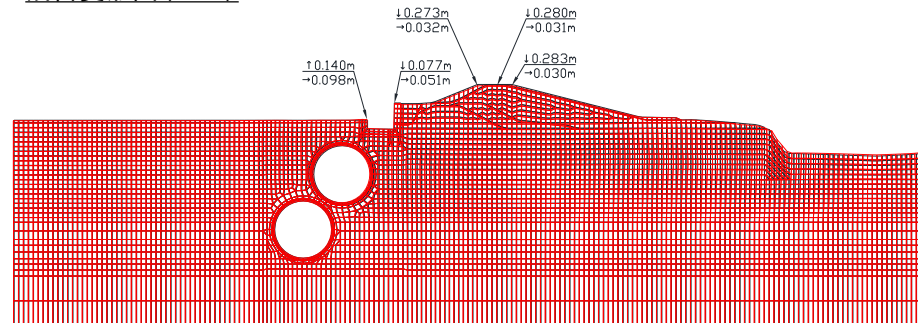
解析結果に対する考察

- ・液状化層中のシールドが川裏側へ変位しながら押し上げられる変形モードとなった。全体としては堤防が川表側へ流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

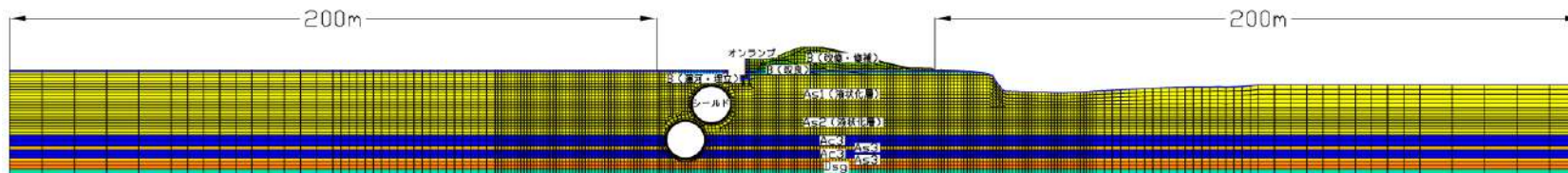


残留変形図 (L2-2)

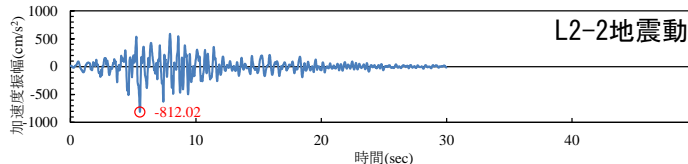
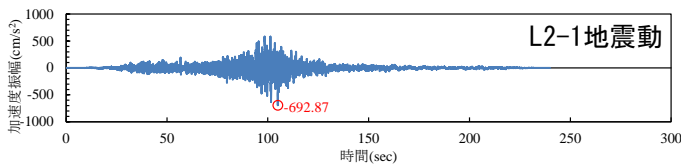


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ（No. 26砂質土地盤 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

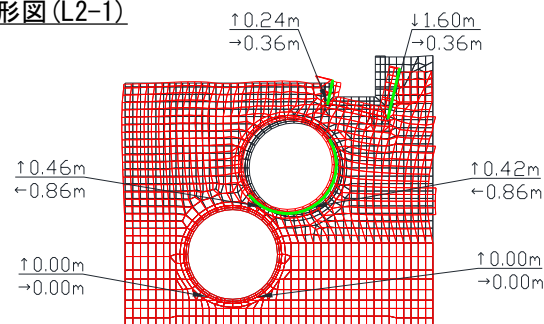
【解析結果および照査結果】（No. 26砂質土地盤 完成時） 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

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				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	—	発生無し	—	OK	発生	一部発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	発生無し	OK

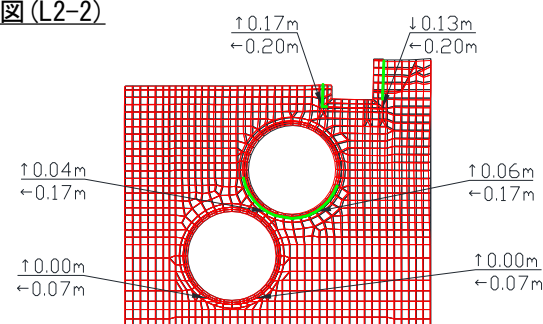
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

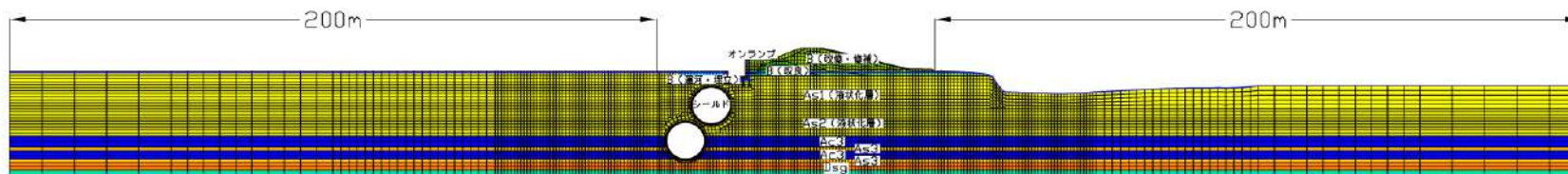


残留変形図 (L2-2)

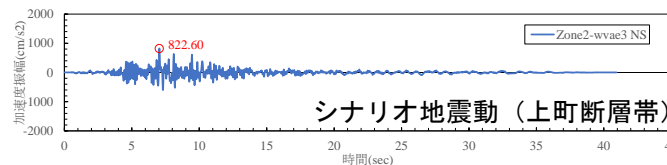
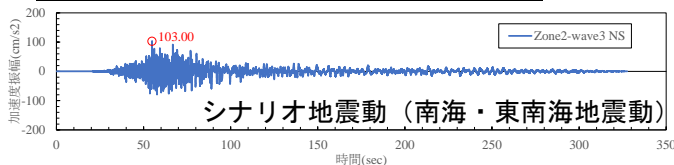


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ（No. 26砂質土地盤 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

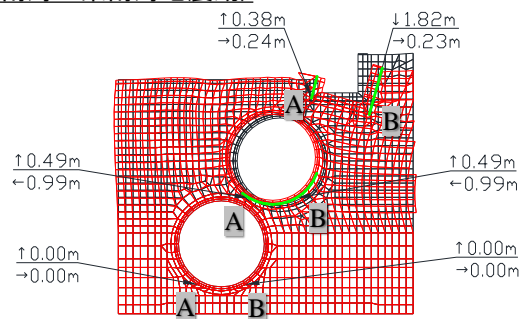
【解析結果および照査結果】（No. 26砂質土地盤 完成時）U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性，U-③：地震時の液状化による修復性

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.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	0.38	-1.82	7.80	28.21	2.00	NG	0.39	-0.67	7.80	13.59	2.00	NG
	シールド上	0.49	0.49	6.38	0.00	2.00	OK	0.18	0.20	6.38	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	4.61	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	4.61	0.00	2.00	OK

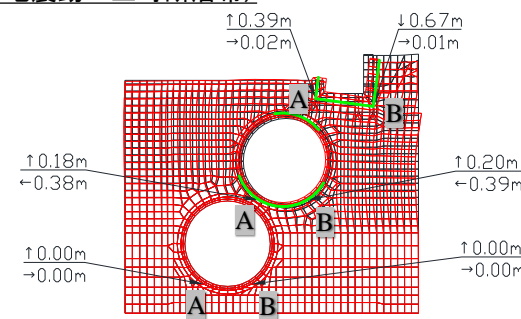
解析結果に対する考察

- ・U型擁壁の回転角は，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考えられる。

残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）

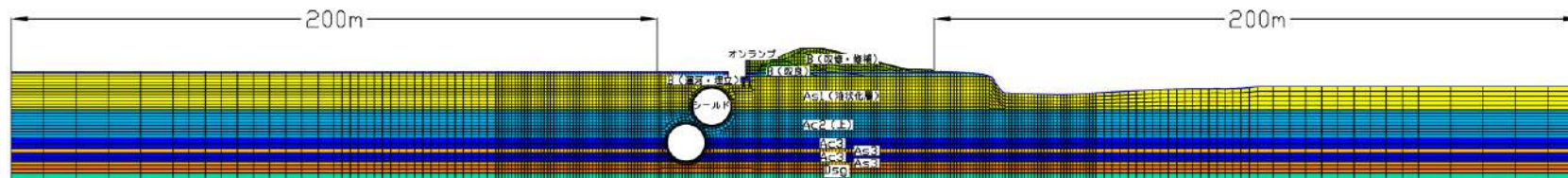


残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）

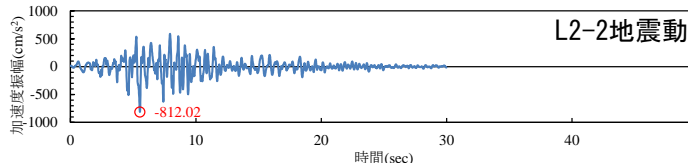
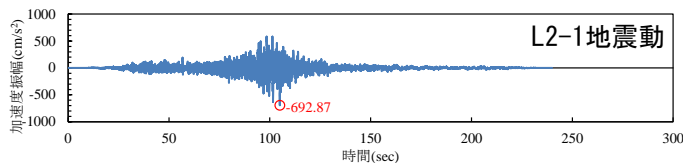


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ（No.26粘性土地盤 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水水面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

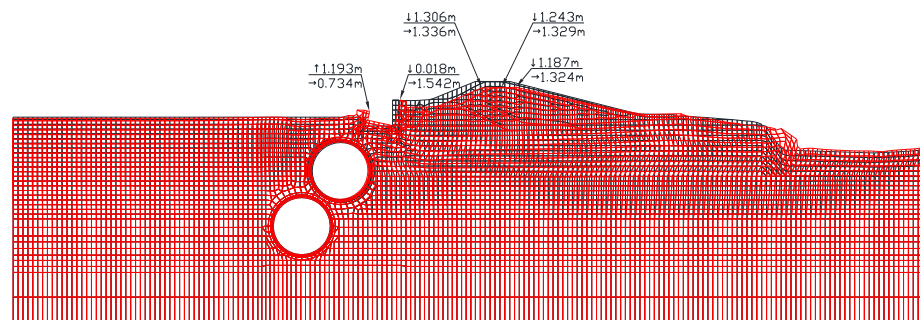
【解析結果および照査結果】（No.26粘性土地盤 完成時） 18-⑩：地震後の河川外への越流， 18-⑱：津波による越波に対する安全性

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 (粘性土地盤)	10.683	1.306	1.243	1.187	1.245	9.438	4.58	OK	0.231	0.237	0.237	0.235	10.448	2.30	OK

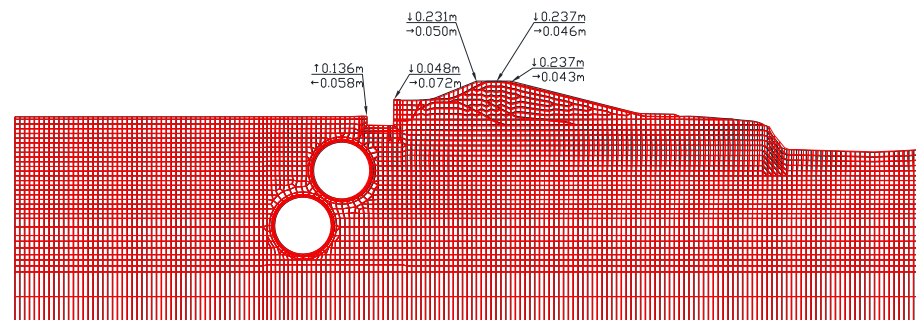
解析結果に対する考察

- ・液状化層中のシールドが川裏側へ変位しながら押し上げられる変形モードとなった。全体としては堤防が川表側へ流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

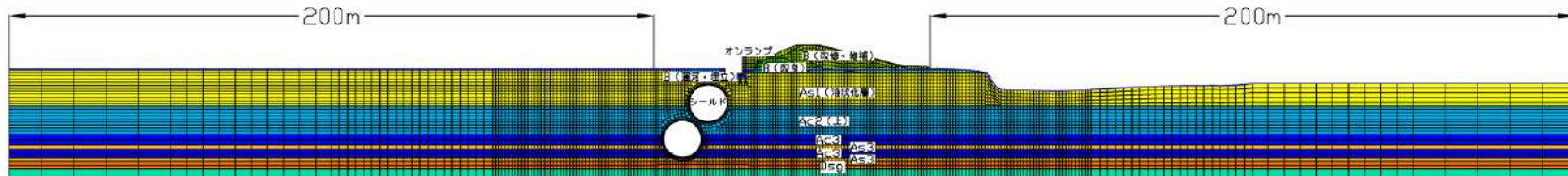


残留変形図 (L2-2)

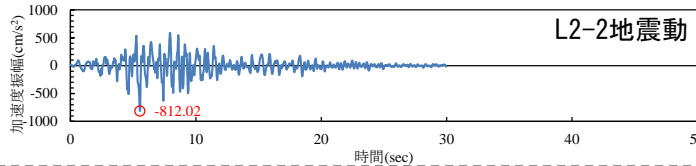
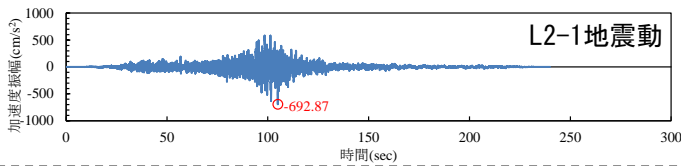


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ（No. 26粘性土地盤 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

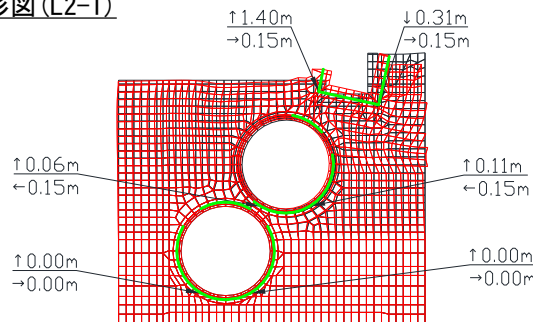
【解析結果および照査結果】（No. 26粘性土地盤 完成時） 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動						
		剥離状況						剥離状況						判定
		U型擁壁およびボックス				シールド	判定	U型擁壁およびボックス				シールド	判定	
		左側壁横	右側壁横	頂版上	底板下			左側壁横	右側壁横	頂版上	底板下			
No.26 (粘性土地盤)	U型擁壁	発生	発生	—	発生	—	NG	発生無し	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	—	—	—	—	発生無し	OK	

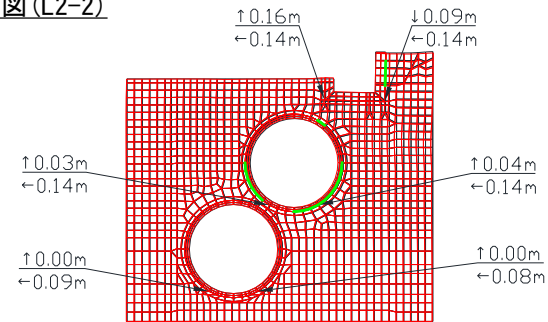
解析結果に対する考察

- ・レベル2-1地震動に対して，U型擁壁は全周にわたって剥離が生じる結果となった。
- ・レベル2-1地震動に対して，地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性があると考えられる。

残留変形図 (L2-1)

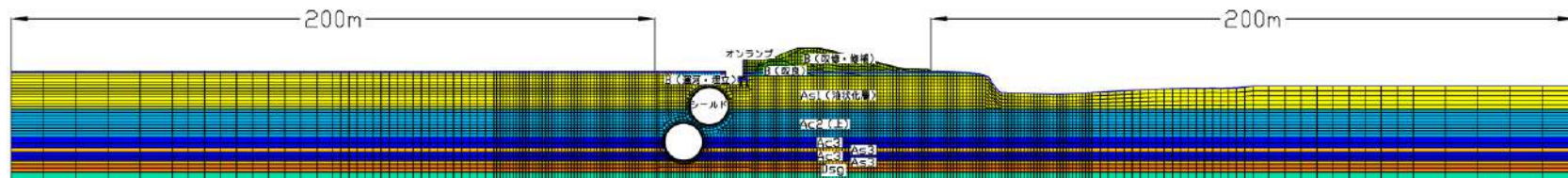


残留変形図 (L2-2)

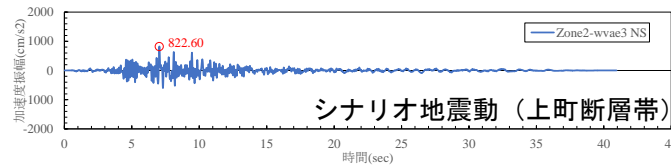
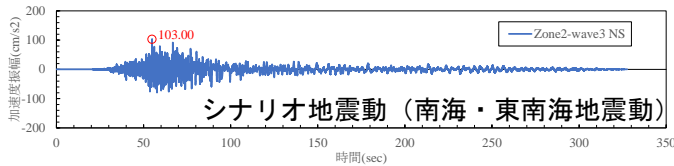


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ（No. 26粘性土地盤 完成時） Dsg層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

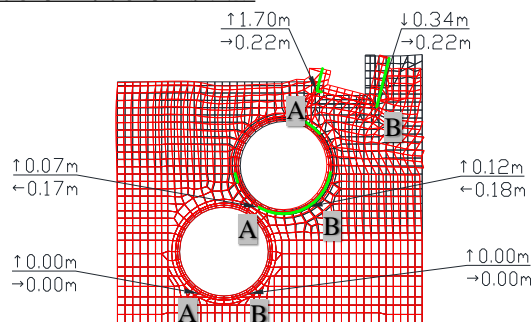
【解析結果および照査結果】（No. 26粘性土地盤 完成時）U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性，U-③：地震時の液状化による修復性

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.26 (粘性土地盤)	U型擁壁	1.70	-0.34	7.80	26.16	2.00	NG	0.73	-0.10	7.80	10.65	2.00	NG
	シールド上	0.07	0.12	6.38	0.79	2.00	OK	0.03	0.05	6.38	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	4.61	0.00	2.00	OK	-0.01	0.00	4.61	0.22	2.00	OK

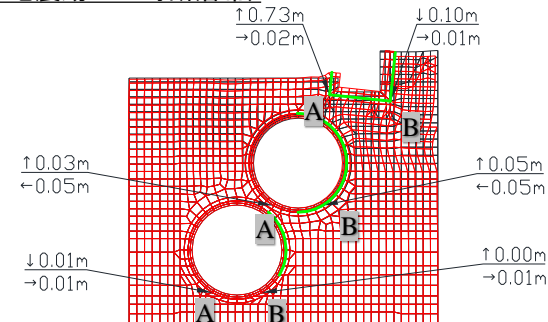
解析結果に対する考察

- ・U型擁壁の回転角は，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考えられる。

残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）

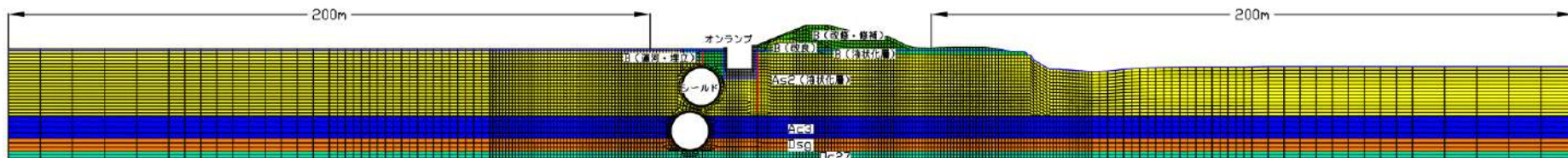


残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）

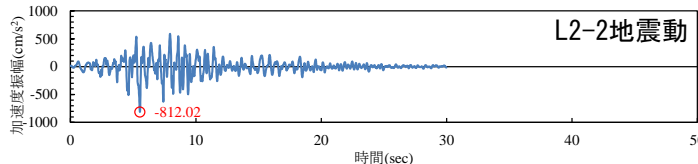
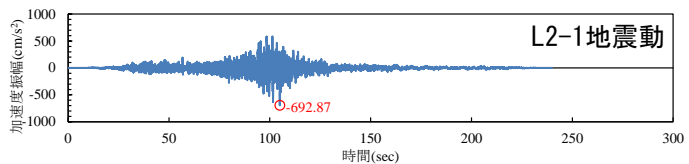


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ (No.30 完成時) 0c27層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水水面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

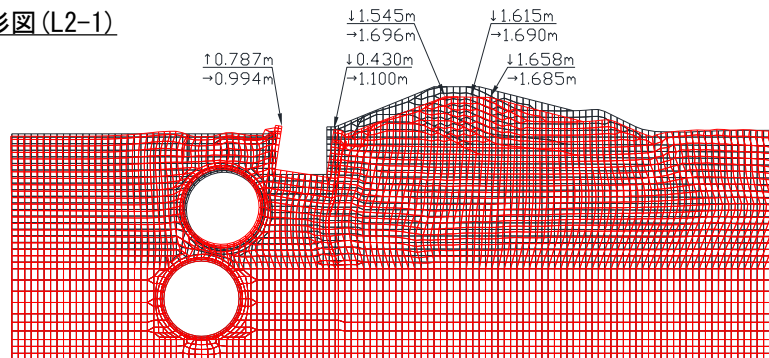
【解析結果および照査結果】 (No.30 完成時) 18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.30	10.715	1.545	1.615	1.658	1.606	9.109	4.58	OK	0.265	0.281	0.290	0.279	10.436	2.30	OK

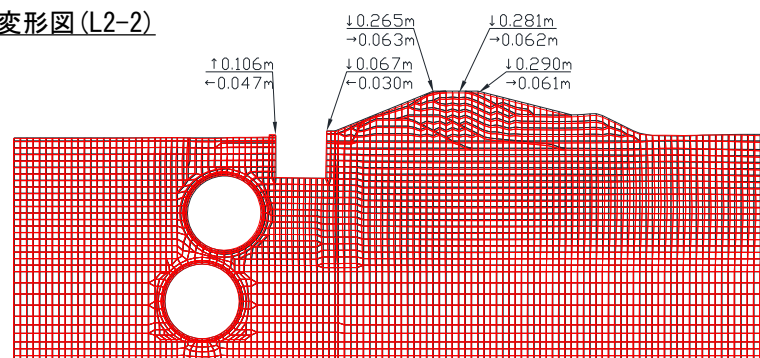
解析結果に対する考察

- ・液状化層中の道路構造物が川裏側へ変位しながら押し上げられる変形モードとなった。全体としては堤防が川表側へ流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

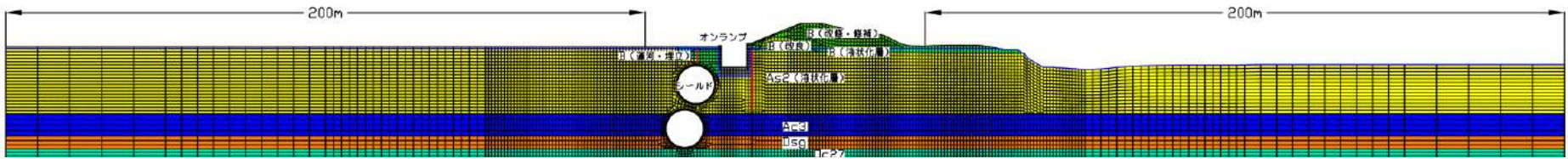


残留変形図 (L2-2)

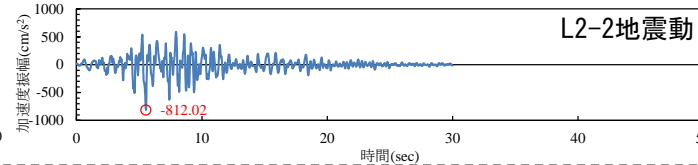
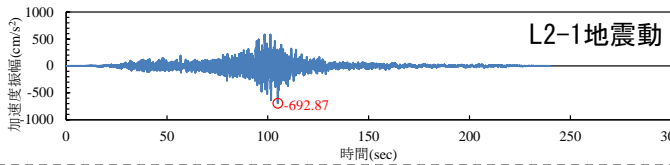


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ (No.30 完成時) 0c27層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

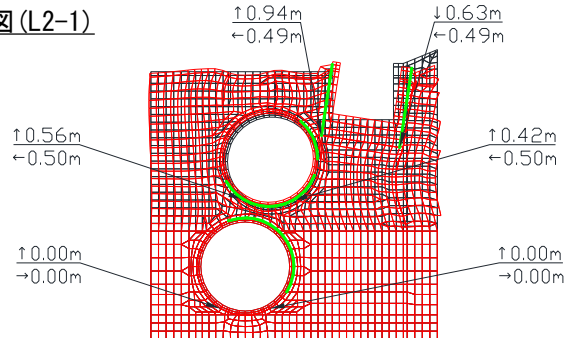
【解析結果および照査結果】 (No.30 完成時) 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

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				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	底板下			左側壁横	右側壁横	頂版上	底板下		
No.30	U型擁壁	発生	発生	—	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	発生無し	OK

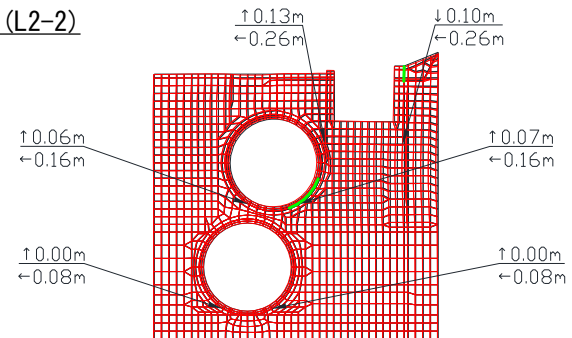
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

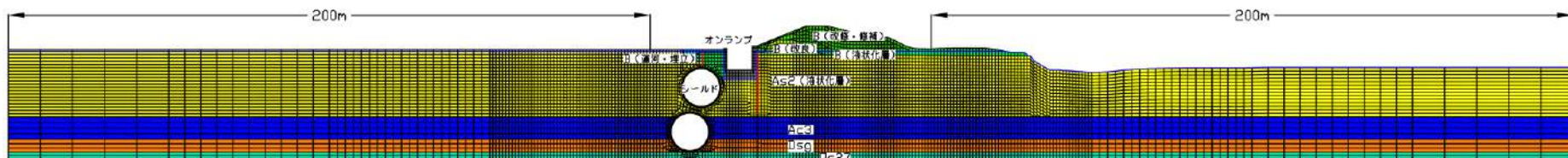


残留変形図 (L2-2)

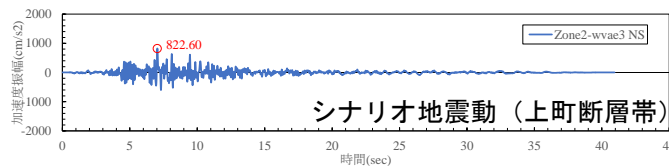
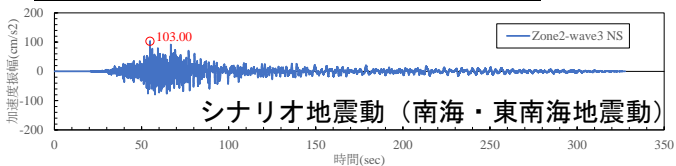


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ (No. 30 完成時) 0c27層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

【解析結果および照査結果】 (No. 30 完成時) U-②：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，U-③：地震時の液状化による修復性

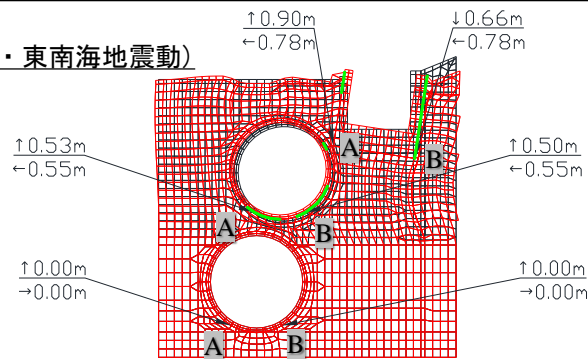
断面	シナリオ地震動（南海・東南海地震動）						シナリオ地震動（上町断層帯）						
	鉛直変位(m) +: 隆起 -: 沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +: 隆起 -: 沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	
	A点	B点					A点	B点					
No.30	U型擁壁	0.90	-0.66	10.25	15.22	2.00	NG	0.68	-0.38	10.25	10.35	2.00	NG
	シールド上	0.53	0.50	6.38	0.48	2.00	OK	0.25	0.22	6.38	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK

解析結果に対する考察

- ・U型擁壁の回転角は，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考えられる。

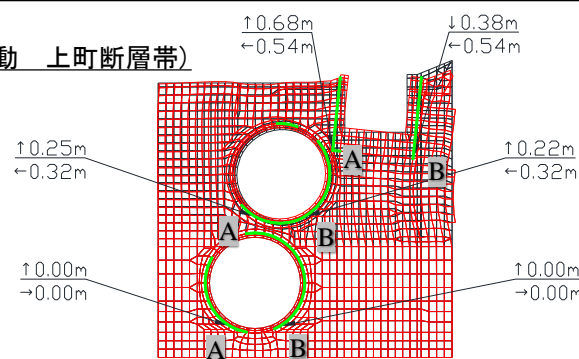
残留変形図

(シナリオ地震動 南海・東南海地震動)



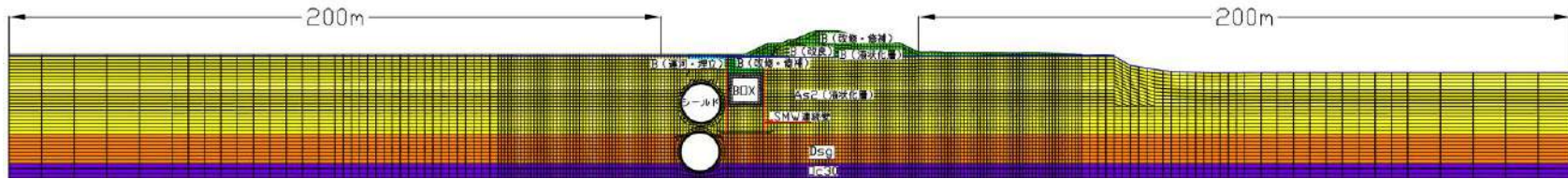
残留変形図

(シナリオ地震動 上町断層帯)

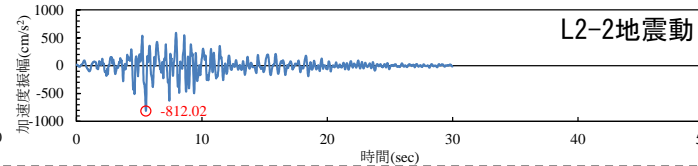
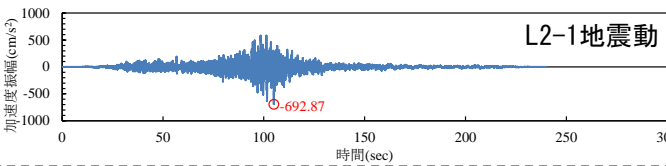


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ (No.35 完成時) 0c30層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

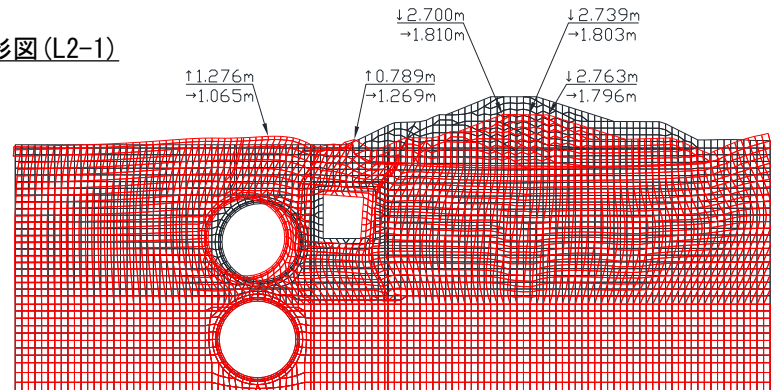
【解析結果および照査結果】 (No.35 完成時) 18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.35	10.755	2.700	2.739	2.763	2.734	8.021	4.58	OK	0.531	0.554	0.568	0.551	10.204	2.30	OK

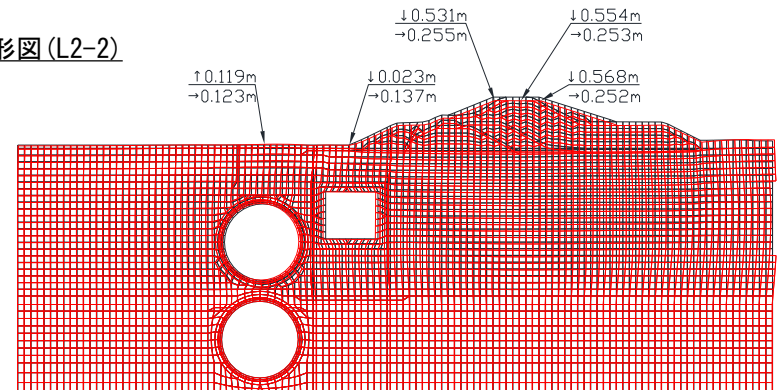
解析結果に対する考察

- ・液状化層中の道路構造物が川裏側へ変位しながら押し上げられる変形モードとなった。全体としては堤防が川表側へ流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

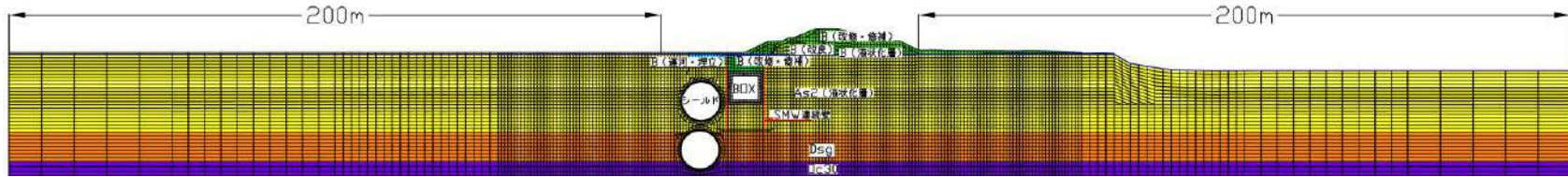


残留変形図 (L2-2)

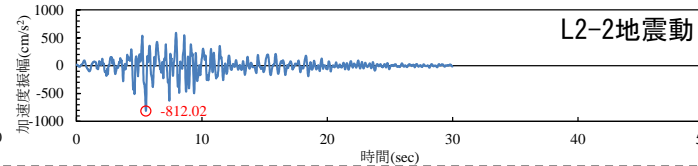
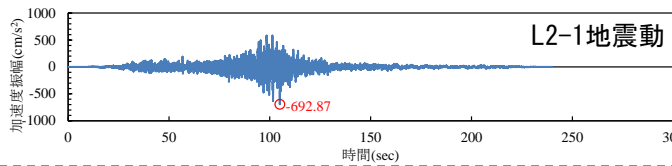


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ (No. 35 完成時) 0c30層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

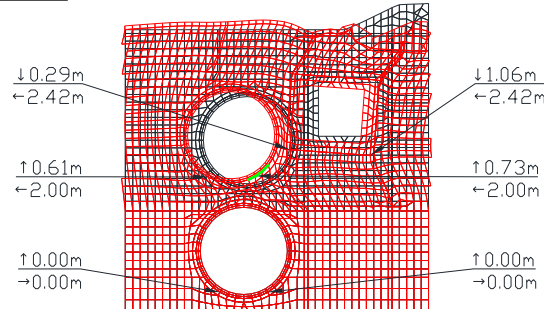
【解析結果および照査結果】 (No. 35 完成時) 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

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				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	底板下			左側壁横	右側壁横	頂版上	底板下		
No.35	ボックス	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	一部発生	OK

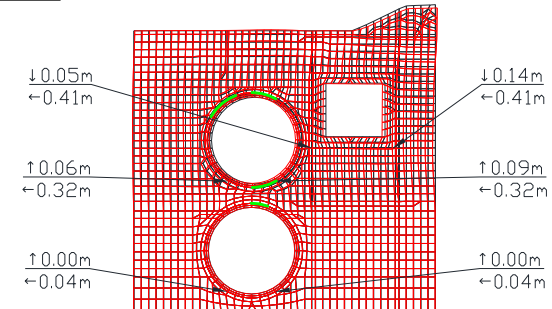
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

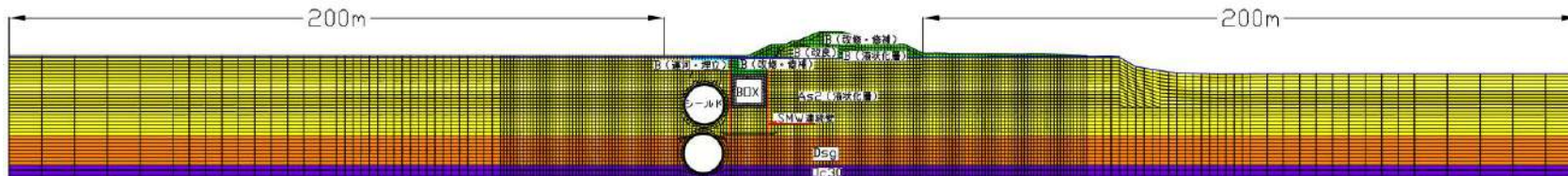


残留変形図 (L2-2)

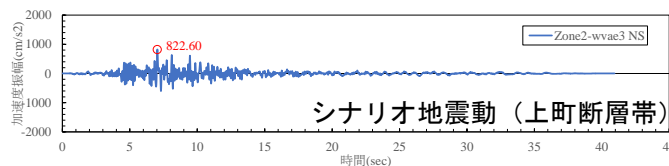
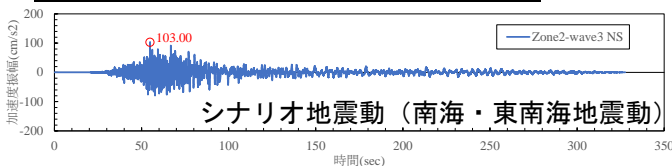


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ（No.35 完成時） 0c30層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

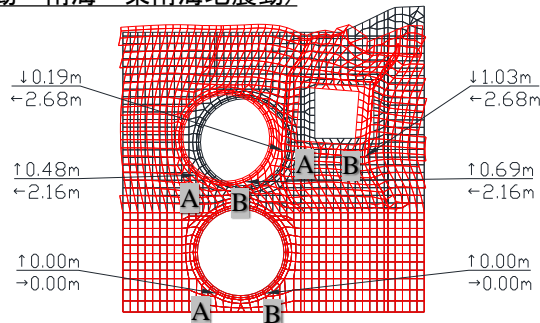
【解析結果および照査結果】（No.35 完成時） U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性， U-③：地震時の液状化による修復性

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.35	ボックス	-0.19	-1.03	10.74	7.83	2.00	NG	-0.19	-0.40	10.74	1.96	2.00	OK
	シールド上	0.48	0.69	6.38	3.30	2.00	NG	0.20	0.25	6.38	0.79	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK

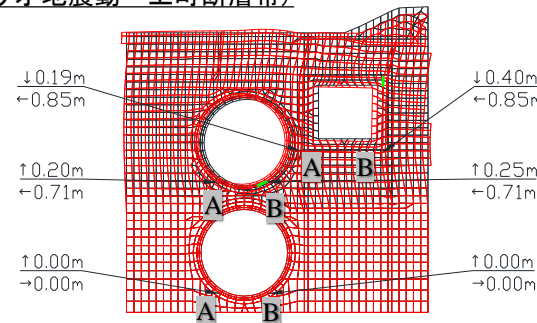
解析結果に対する考察

- ・ボックスおよび上部シールドは，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。
- ・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考えられる。

残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）

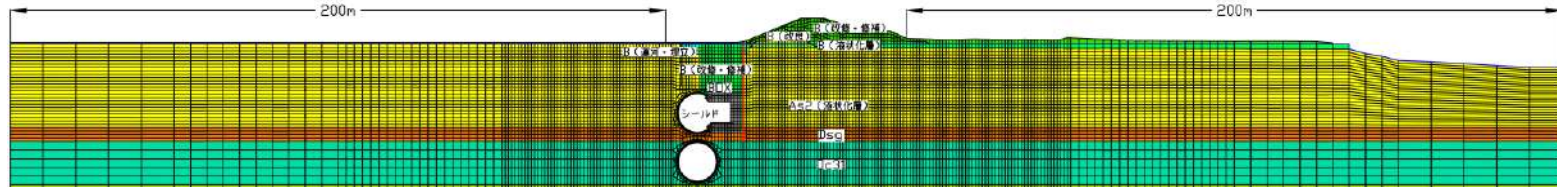


残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）

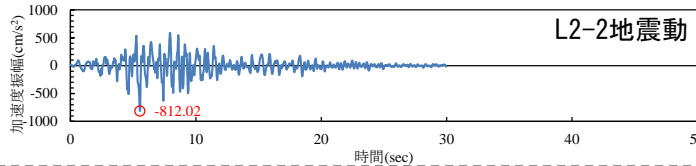
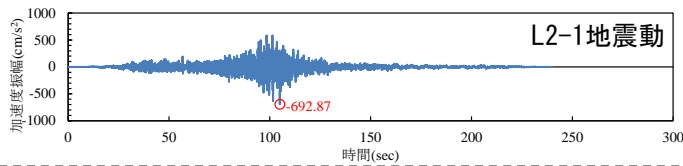


【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】

解析メッシュ (No. 43 完成時) 0c31層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

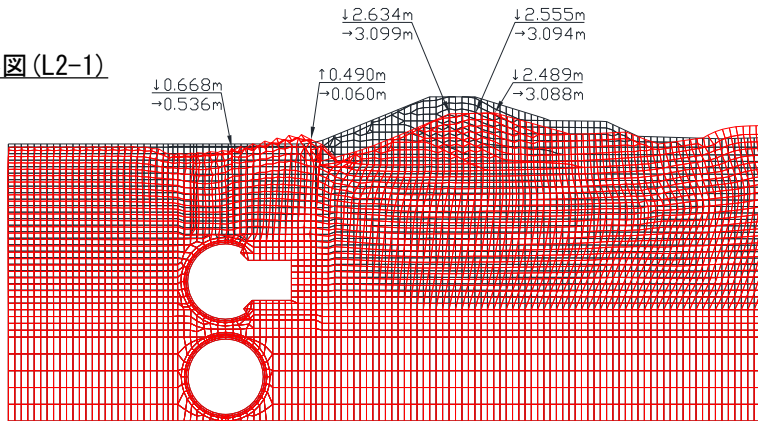
【解析結果および照査結果】 (No. 43 完成時) 18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.43	10.808	2.634	2.555	2.489	2.559	8.249	4.59	OK	0.561	0.565	0.563	0.563	10.245	2.31	OK

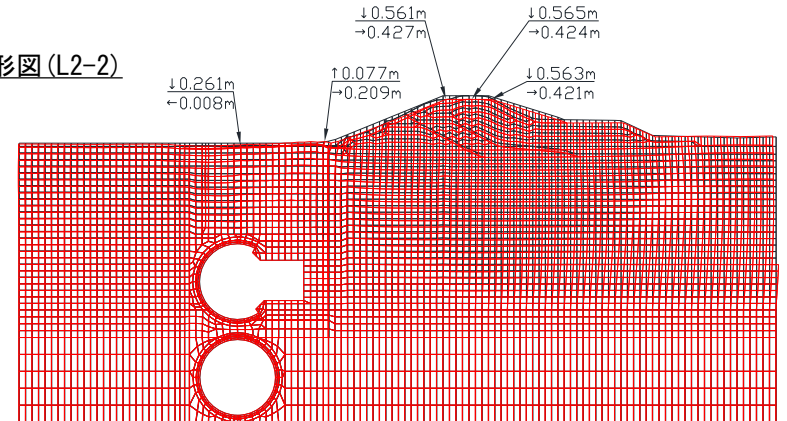
解析結果に対する考察

- ・ Dsg層まで根入れされた土留め壁の影響で川裏側への変位が抑制され，全体的に堤防が川表側へ大きく流動するモードが主体となった。
- ・ 沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は完成時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)

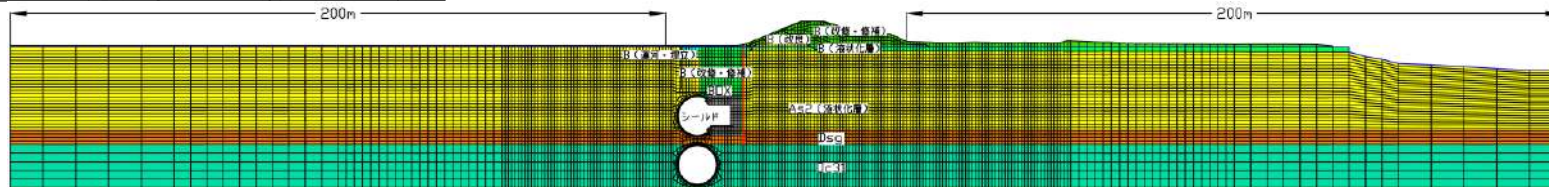


残留変形図 (L2-2)

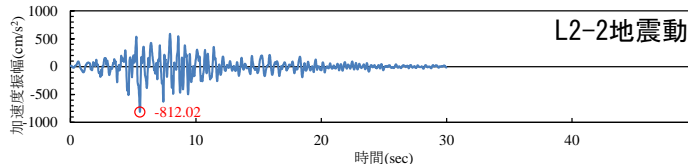
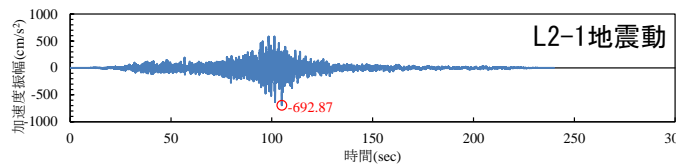


【解析入力条件 18-⑪, 19-⑭】

解析メッシュ (No. 43 完成時) 0c31層以浅のみ表示



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

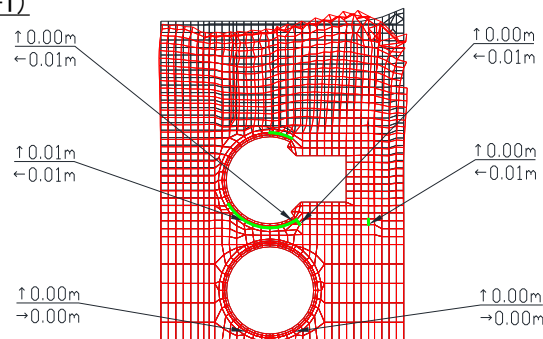
【解析結果および照査結果】 (No. 43 完成時) 18-⑪, 19-⑭：土と構造物間の地震時の変形や剥離（液状化）による水みち発生

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				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	底板下			左側壁横	右側壁横	頂版上	底板下		
No.43	ボックス	—	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK	—	一部発生	発生無し	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

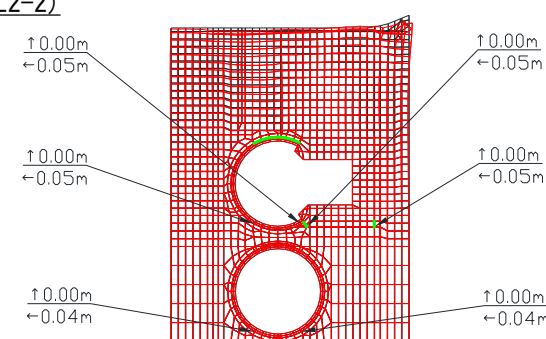
解析結果に対する考察

- ・レベル2地震動に対して，道路構造物全周にわたって剥離が生じないことを確認した。
- ・地震直後に水みち発生の原因となる剥離状態が生じる可能性は低いと考えられる。

残留変形図 (L2-1)

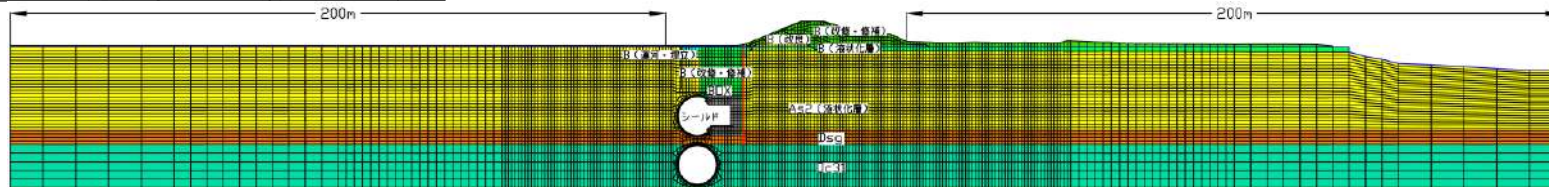


残留変形図 (L2-2)

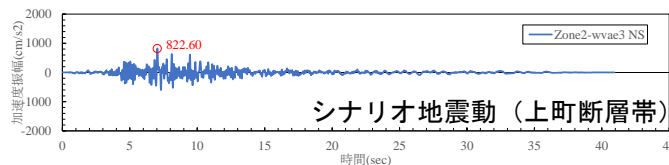
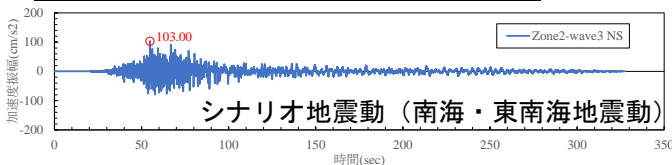


【解析入力条件 U-②, U-③】

解析メッシュ（No.43 完成時） 0c31層以浅のみ表示



入力地震動（開削トンネル耐震設計指針）



境界条件

- ・底面：固定境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

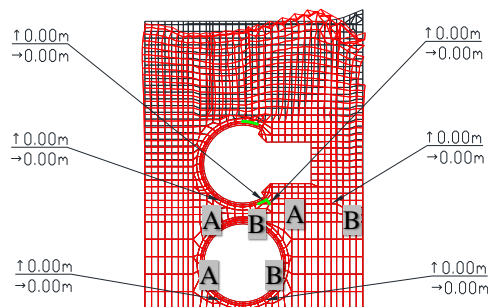
【解析結果および照査結果】（No.43 完成時） U-②：偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性， U-③：地震時の液状化による修復性

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.43	ボックス	0.00	0.00	9.22	0.00	2.00	OK	-0.01	-0.01	7.47	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.37	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.38	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	7.38	0.00	2.00	OK

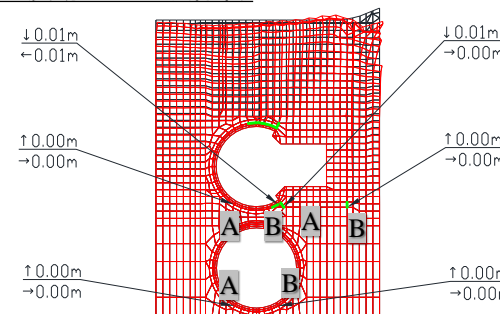
解析結果に対する考察

- ・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する結果となった。
- ・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は確保できると考えられる。

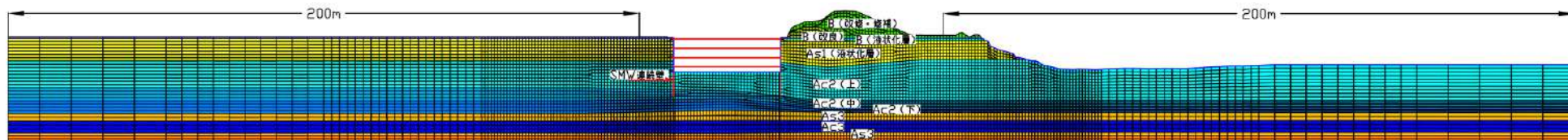
残留変形図（シナリオ地震動 南海・東南海地震動）



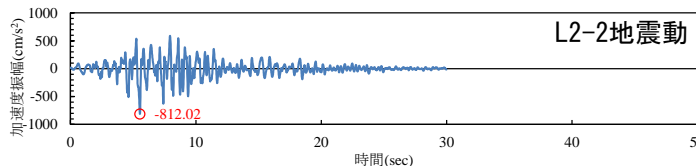
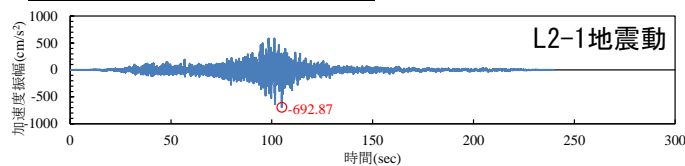
残留変形図（シナリオ地震動 上町断層帯）



【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】
解析メッシュ (No.4 施工時)



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水位面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

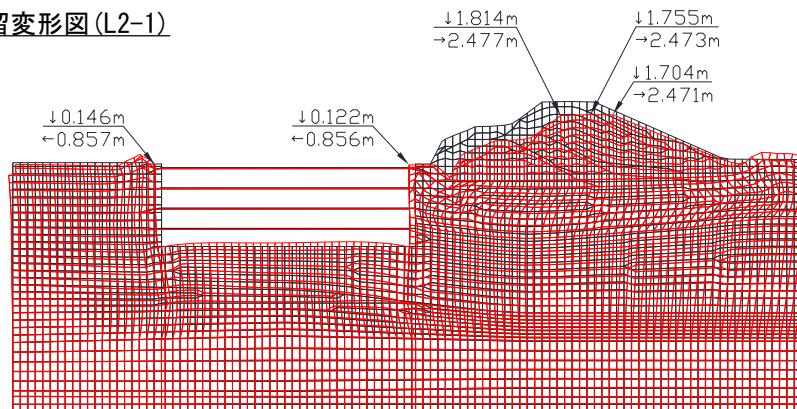
【解析結果および照査結果】 (No.4 施工時) 18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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

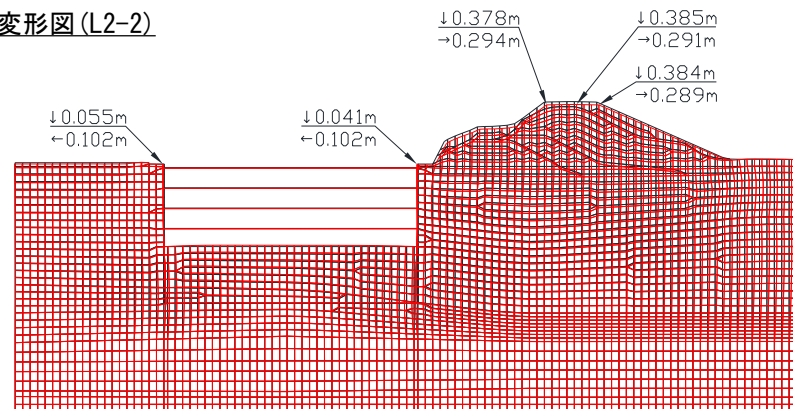
解析結果に対する考察

- ・堤内側が土留め壁により拘束されることで，堤防天端が川裏側へ流動するモードが抑制され，全体として川表側に流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は施工時において耐震性能を満足することを確認した。

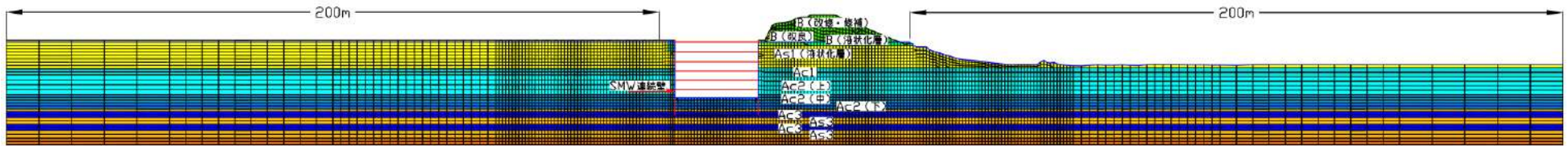
残留変形図 (L2-1)



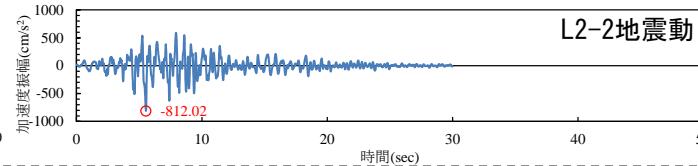
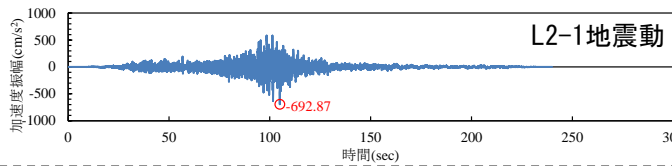
残留変形図 (L2-2)



【解析入力条件 18-⑩, 18-⑱】
解析メッシュ（No.14 施工時）



入力地震動（道路橋示方書）



境界条件

- ・底面：粘性境界
- ・側方：疑似自由地盤境界
- ・水位境界：地下水水面は水頭固定境界，構造物境界，底面境界および側方境界は非排水境界
- ・地盤と構造物の接触面：ジョイント要素

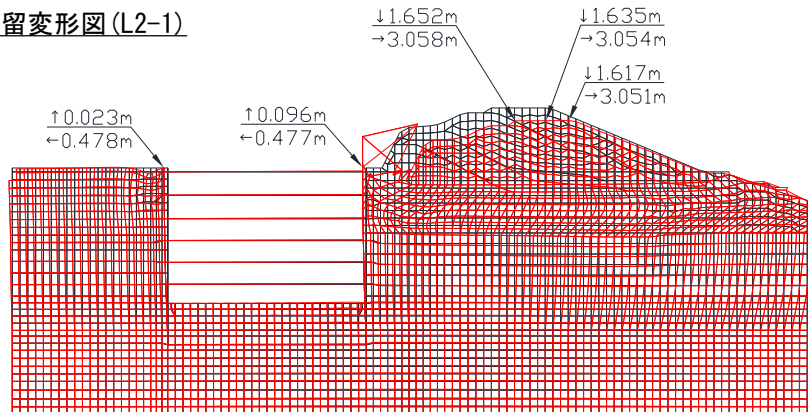
【解析結果および照査結果】（No.14 施工時）18-⑩：地震後の河川外への越流，18-⑱：津波による越波に対する安全性

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.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

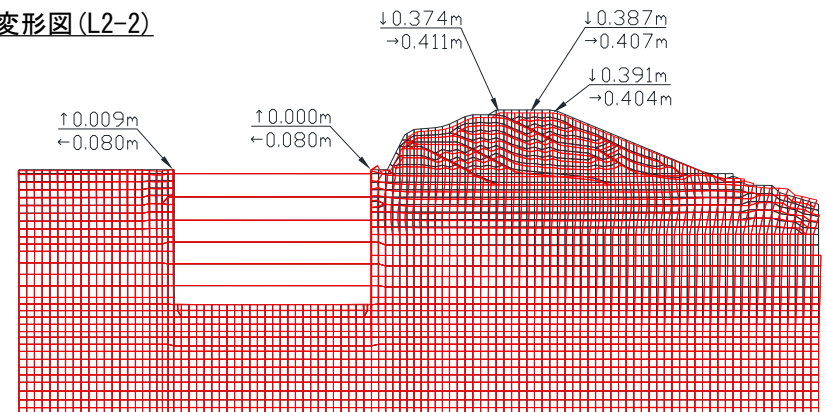
解析結果に対する考察

- ・堤内側が土留め壁により拘束されることで，堤防天端が川裏側へ流動するモードが抑制され，全体として川表側に流動するモードが主体となった。
- ・沈下後も残留堤防高は照査外水位以上の高さを確保しており，河川堤防は施工時において耐震性能を満足することを確認した。

残留変形図 (L2-1)



残留変形図 (L2-2)



不同沈下に対する修復の容易性検証

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・構造物を同時に載荷した場合の土—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)

⇒対策工の要否を検討（第4回報告 再解析）

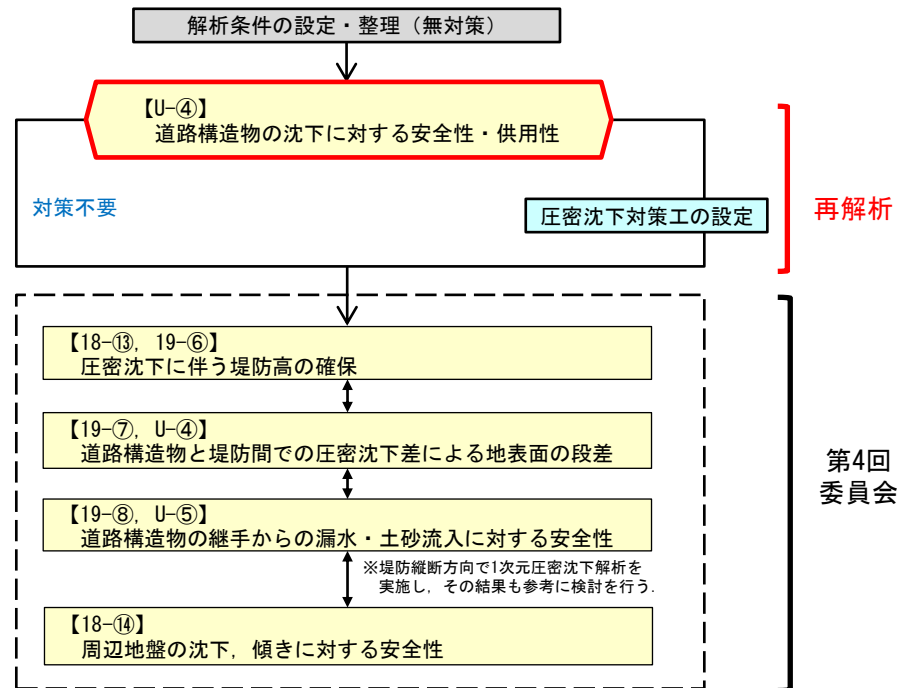
【残留沈下量の考え方（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

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】

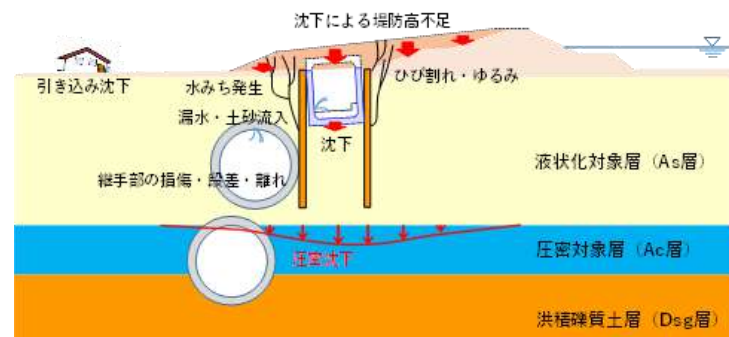
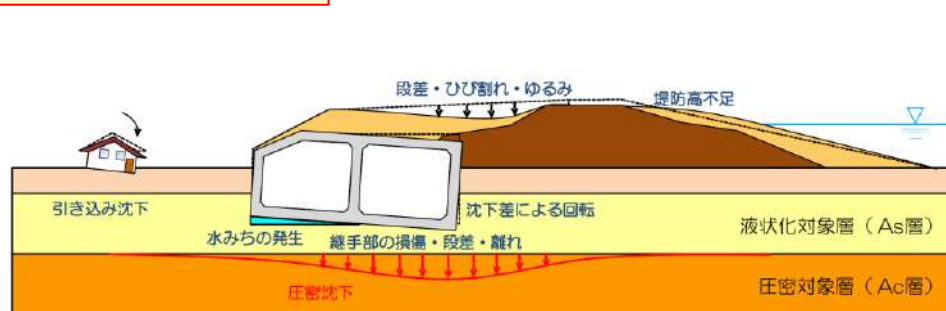
解析にあたっては、施工時から完成時の時間変化を考慮した堤防高を把握する必要があることから、**施工ステップに応じた荷重増減と変位の時系列を考慮できる土—水連成2次元弾塑性解析**を用いる。ただし、**道路構造物構築と同時に計画盛土が完成した条件で照査**する。

【検討フロー図】



※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。

被害シナリオごとの被害想定



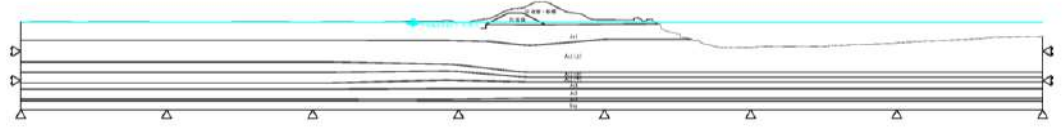
不同沈下に対する修復の容易性検証

■解析断面：No. 4 (道路本線：開削ボックス区間)

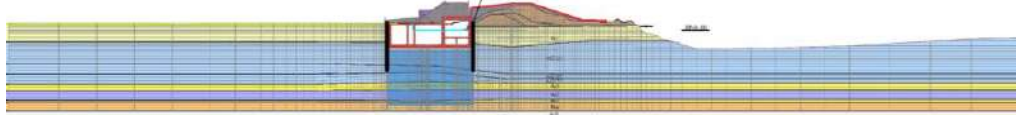
【境界条件図・解析モデル図】

- ・解析モデル下端：洪積礫質土 (Dsg層)
- ・モデル化範囲：モデル高さの5倍程度に設定
- ・境界条件：底面境界は固定し、側方境界には鉛直ローラー
- ・上載荷重：南岸線の道路利用を想定した荷重 (淀川左岸線 (2期) と同等の上載荷重)
- ・排水条件：モデル下端および左右端の水頭を固定

<境界条件図>



<解析モデル図>

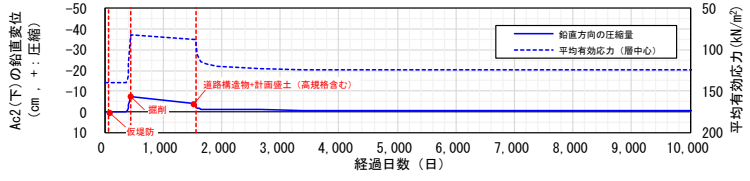
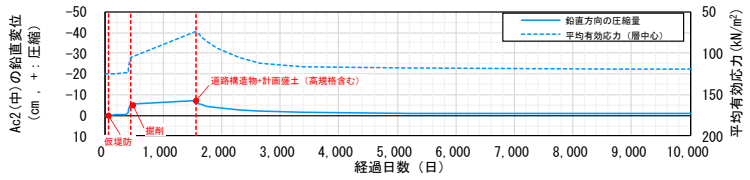
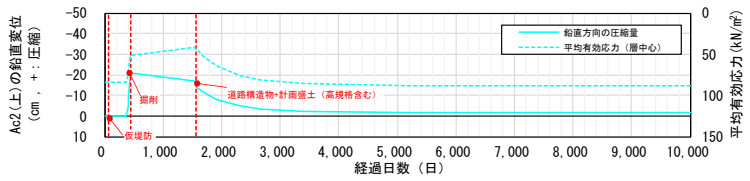
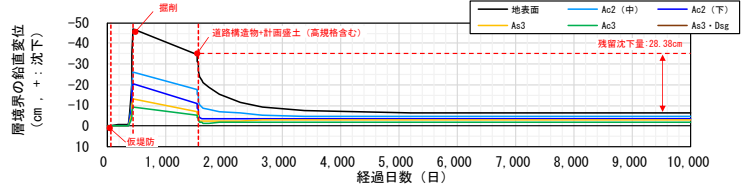
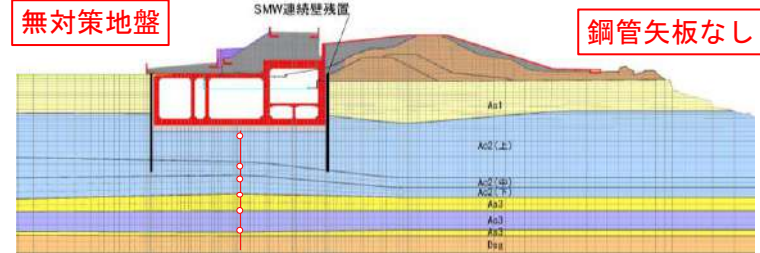


【解析に用いる土質パラメータ】

設定土質	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	変形係数 E_m (kN/m ²)	圧密特性		
			圧縮指数 C_c	膨潤指数 C_s	過圧密比 OCR
B (改修・修補)	18.2	4,200	---	---	---
B (改良)	20.0	4,200	---	---	---
B (運河埋立)	20.0	1,400	---	---	---
As1	19.2	15,000	---	---	---
Ac2 (上)	16.8	---	0.508	0.051	1.08
Ac2 (中)	17.1	---	0.565	0.057	1.91
Ac2 (下)	18.2	---	0.270	0.027	1.97
As3	19.5	16,100	---	---	---
Ac3	18.1	---	0.394	0.039	2.37
Dsg	20.0	94,800	---	---	---

【解析結果：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性 (U-④)】

■土-水連成弾塑性解析結果
 解析断面 No. 4 鋼管矢板なし 評価位置 道路構造物 (中央) 評価項目 地盤変状・応力



【考察】

高規格堤防考慮時の残留沈下量は28.4cmであり、第3回委員会の解析断面に比べて大きな値を示している。これは、ボックス中央部の盛土量が前回より大きくなっていることが主な要因である。

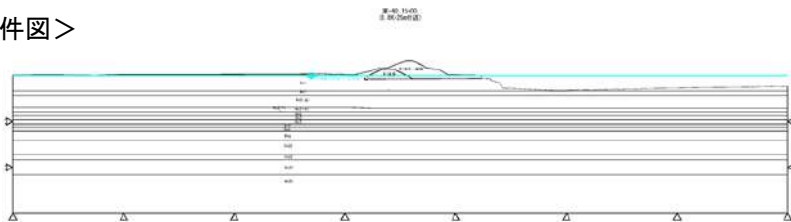
不同沈下に対する修復の容易性検証

■解析断面：No. 15（道路本線：立坑部）

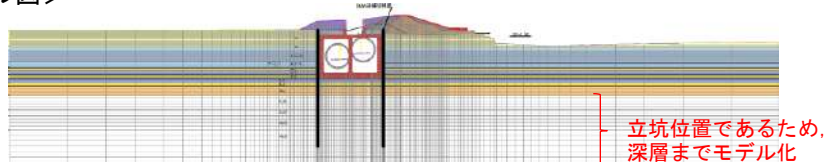
【境界条件図・解析モデル図】

- ・解析モデル下端：洪積砂質土（0s25層）
（立坑位置であるため、深層までモデル化）
- ・モデル化範囲：モデル高さの5倍程度に設定
- ・境界条件：底面境界は固定し、側方境界には鉛直ローラー
- ・上載荷重：南岸線の道路利用を想定した荷重
（淀川左岸線（2期）と同等の上載荷重）
- ・排水条件：モデル下端および左右端の水頭を固定

<境界条件図>



<解析モデル図>



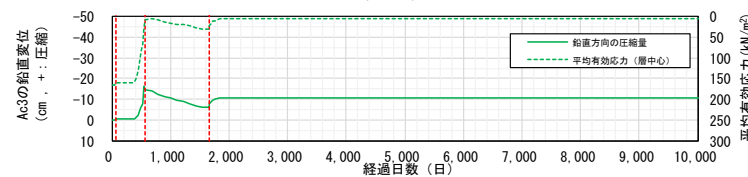
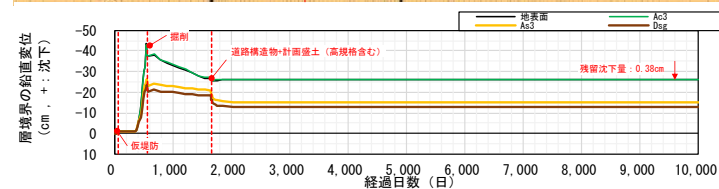
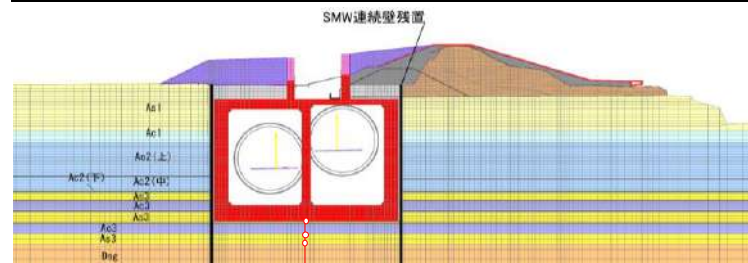
【解析に用いる土質パラメータ】

設定土質	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	変形係数 E_m (kN/m ²)	圧密特性		
			圧縮指数 C_c	膨潤指数 C_s	過圧密比 OCR
B (改修・修補)	18.2	12,600	---	---	---
B (改良)	20.0	12,600	---	---	---
B (運河埋立)	20.0	9,100	---	---	---
As1	19.2	9,585	---	---	---
Ac1	17.8	---	0.270	0.027	2.91
Ac2 (上)	16.8	---	0.682	0.068	1.30
Ac2 (中)	17.1	---	0.386	0.039	1.63
Ac2 (下)	18.2	---	0.270	0.027	1.97
As3	19.5	14,700	---	---	---
Ac3	18.1	---	0.410	0.041	1.38
Dsg	20.0	48,700	---	---	---

【解析結果：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性 (U-④)】

■土-水連成弾塑性解析結果
解析断面 No. 15

評価位置 道路構造物 (中央) 評価項目 地盤変状・応力



【考察】

残留沈下量は、0.4cm程度である。当該地点は、トンネルの発進立坑で掘削深度が深いため、躯体構築後は圧密対象層の厚さが小さくなる。また、掘削による除荷量が大きく、増加荷重が小さいために、圧密沈下量は小さな値を示している。

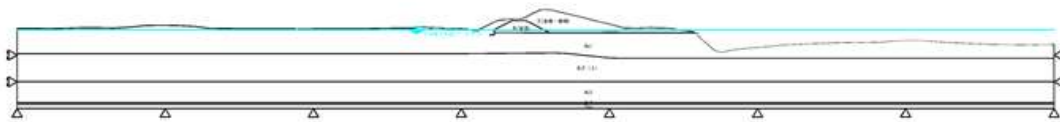
不同沈下に対する修復の容易性検証

■解析断面：No. 27（道路本線：シールドトンネル区間）

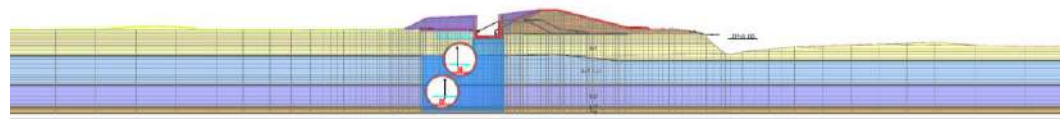
【境界条件図・解析モデル図】

- ・解析モデル下端：洪積礫質土（Dsg層）
- ・モデル化範囲：モデル高さの5倍程度に設定
- ・境界条件：底面境界は固定し、側方境界には鉛直ローラー
- ・上載荷重：南岸線の道路利用を想定した荷重（淀川左岸線（2期）と同等の上載荷重）
- ・排水条件：モデル下端および左右端の水頭を固定

<境界条件図>



<解析モデル図>



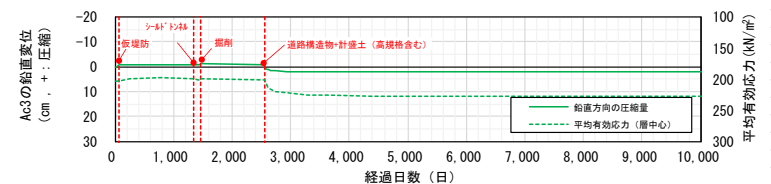
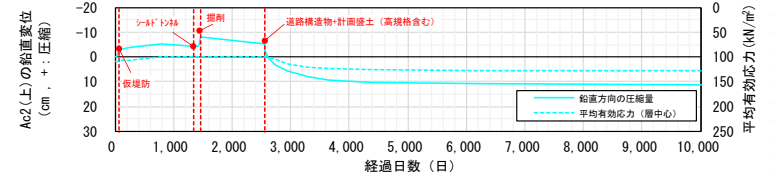
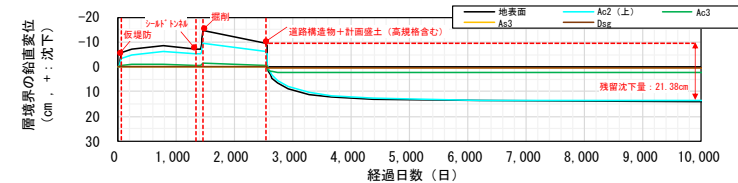
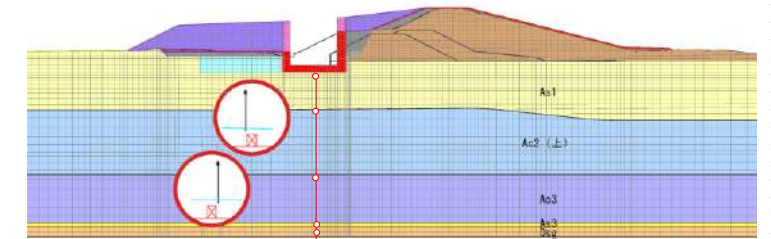
【解析に用いる土質パラメータ】

設定土質	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	変形係数 E_m (kN/m ²)	圧密特性		
			圧縮指数 C_c	膨潤指数 C_s	過圧密比 OCR
B (改修・修補)	18.2	4,200	---	---	---
B (改良)	20.0	7,000	---	---	---
B (運河埋立)	20.0	4,200	---	---	---
As1	19.2	7,291	---	---	---
Ac2 (上)	16.8	---	0.660	0.066	1.19
Ac3	18.1	---	0.310	0.031	2.62
As3	19.5	15,400	---	---	---
Dsg	20.0	20,300	---	---	---

【解析結果：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性（U-④）】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 27 遷移層：粘性土 評価位置 道路構造物（中央） 評価項目 地盤変状・応力



【考察】

道路構造物形状が変更となっているが、残留沈下量は21.4cmで概ね第3回委員会の解析結果と同等である。

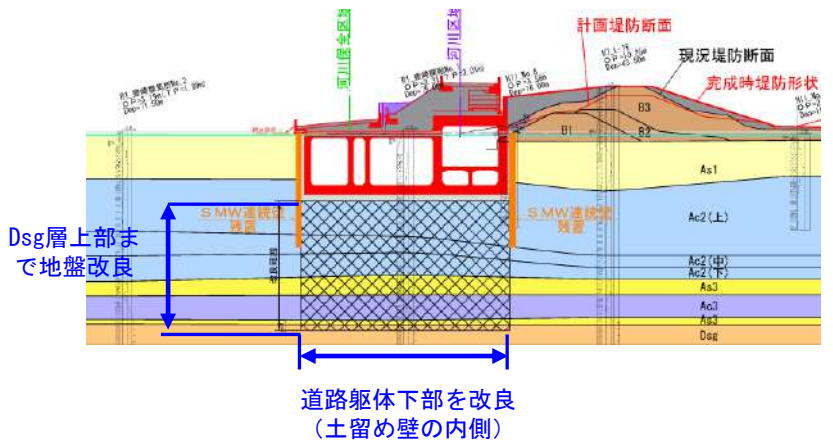
No. 27断面は、圧密対象層であるAc2層が粘性土から砂質土へ遷移する区間である。なお、解析時には、遷移層を圧密沈下が発生しやすい粘性土と評価して、解析を実施した。

不同沈下に対する修復の容易性検証

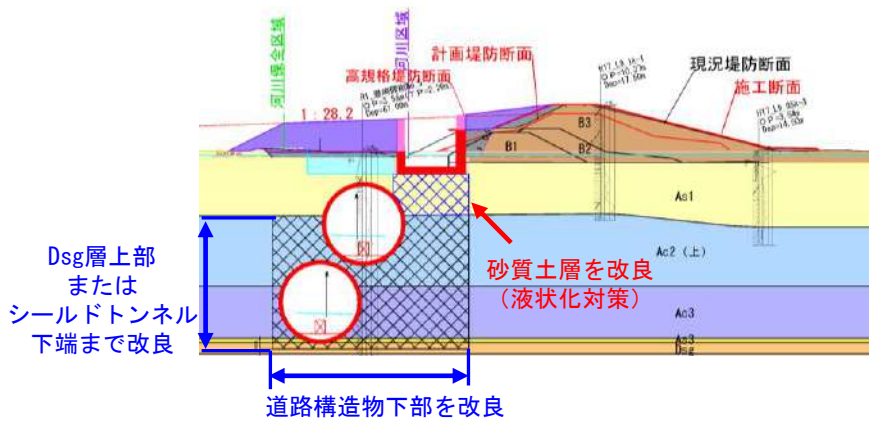
【圧密沈下対策工の設定】

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

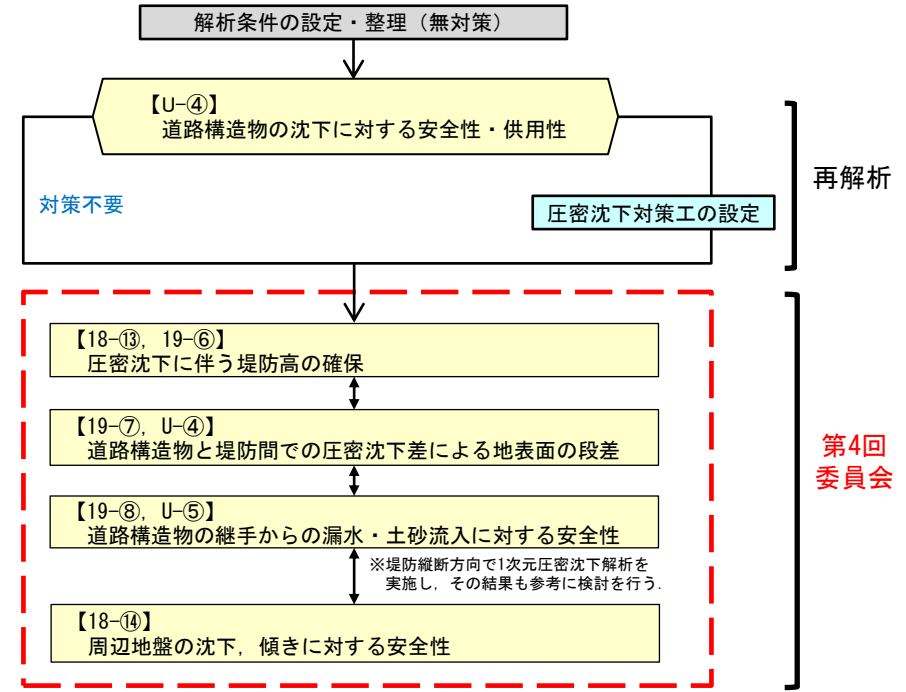
■開削ボックス区間の対策範囲（案）



■シールドトンネル区間の対策範囲（案）

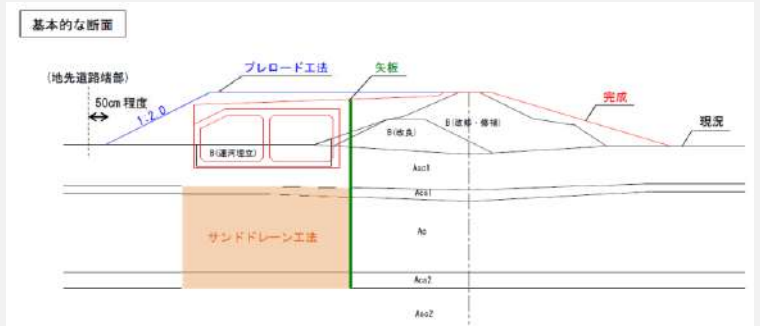


【検討フロー図】



※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。



不同沈下に対する修復の容易性検証

- ・ 圧密沈下に伴う堤防高の確保 (18-⑬, 19-⑥)

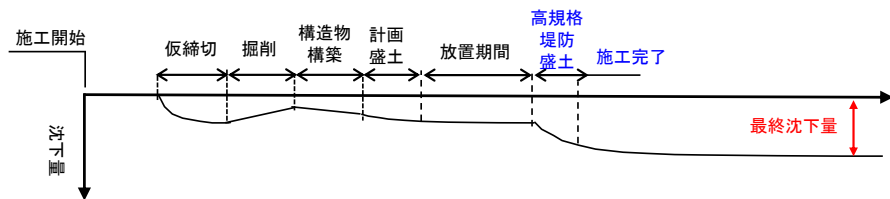
圧密沈下による堤防の変形および変形による道路構造物の損傷はもとより、道路構造物を取り囲む地盤部での水みちの発生や周辺地盤の引き込み沈下が生じると考え、施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することのできる土-水連成2次元弾塑性解析により堤防の最終沈下量を照査する。

【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：圧密沈下に伴う堤防高の確保(18-⑬, 19-⑥)】

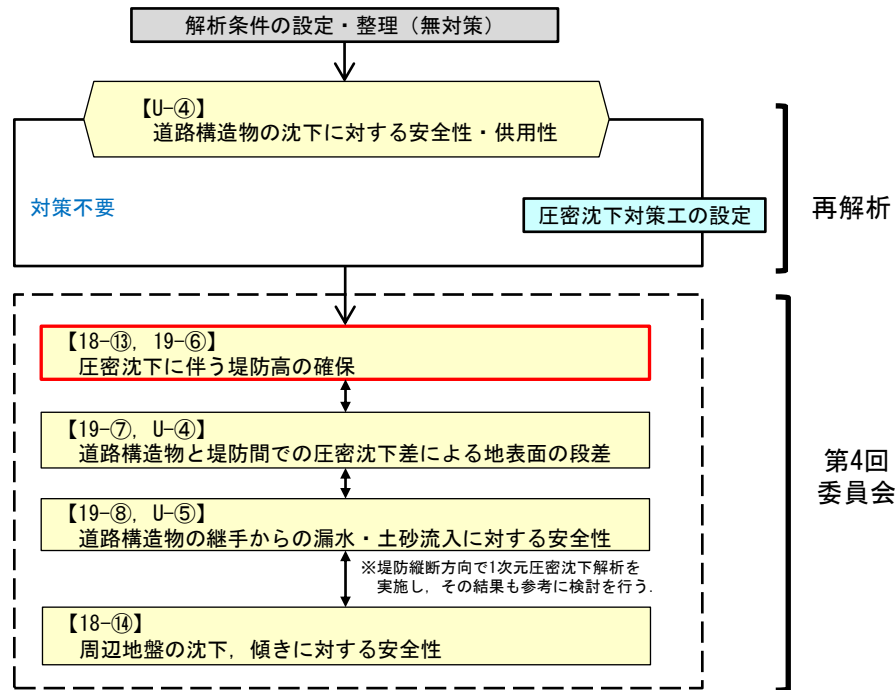
- ・ 残留沈下量
余盛高を考慮した解析における堤防天端位置の最終沈下量
 < 地盤変状予測により設定した余盛高



【照査手法の検討】

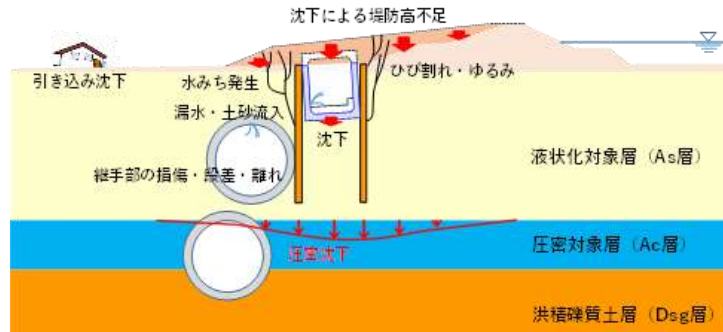
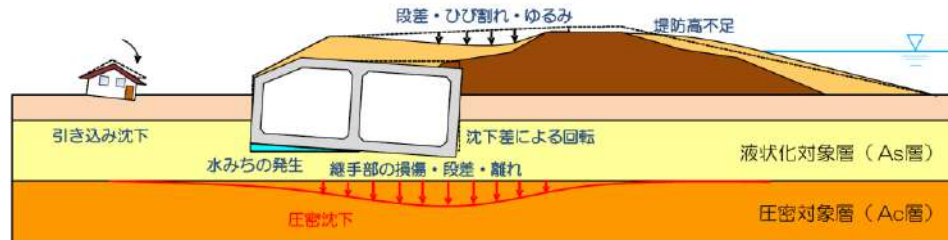
解析にあたっては、施工時から完成時の時間変化を考慮した堤防高を把握する必要があることから、施工ステップに応じた荷重増減と変位の時系列を考慮できる土-水連成2次元弾塑性解析を用いる。

【検討フロー図】



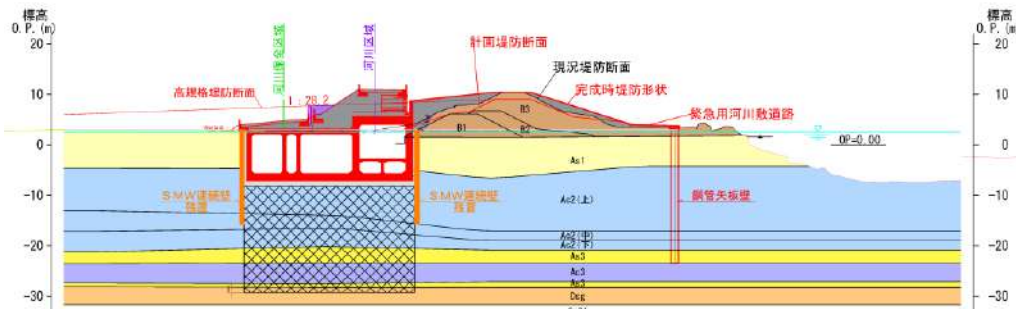
※高規格堤防の施工はシールドトンネルの施工後と想定して、シールドトンネルは既設構造物 (初期条件) としてうえて不同沈下を検討する。

被害シナリオごとの被害想定



■解析断面：No. 4（道路本線：開削ボックス区間）

【解析断面：No. 4】



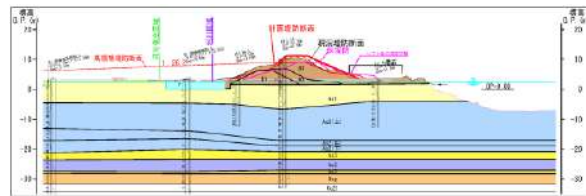
【解析断面：No. 4の各解析ステップの日数】

STEP	内 容	期 間
1	土堤仮締切（堤外側）	1か月
2	堤防掘削・整地（堤内側）	1か月
3	SMW連続壁打設	4か月
4	軟弱地盤対策工法（固結工法を想定）注)	6か月
5	掘削	3か月
6	道路構造物構築（下部）	3年
7	道路構造物構築（上部）・埋戻し	6か月
8	鋼管矢板の設置 放置	3か月 5年
9	高規格堤防盛土・完成（上載荷重載荷）	3か月
合 計		10年3か月

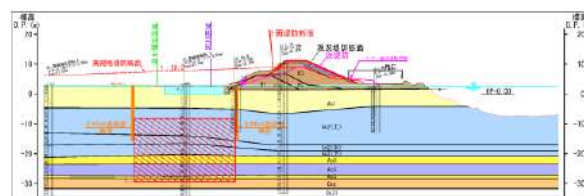
注) 対策工必要時に限る

【解析ステップ図：No. 4】

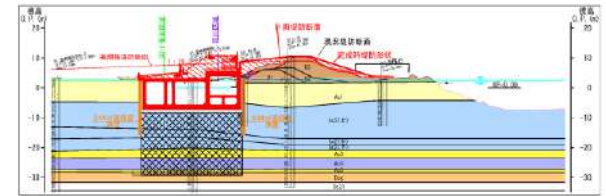
◆STEP1：土堤仮締切（堤外側）



◆STEP4：軟弱地盤対策工法（固結工法を想定）

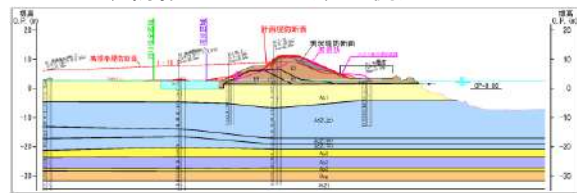


◆STEP7：道路構造物（上部）・埋戻し※

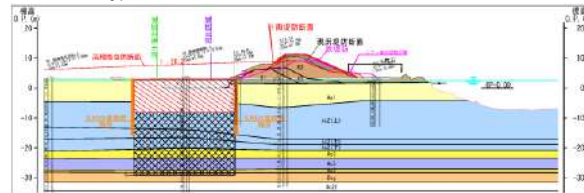


※堤防天端および堤防間盛土については、余盛30cmを考慮

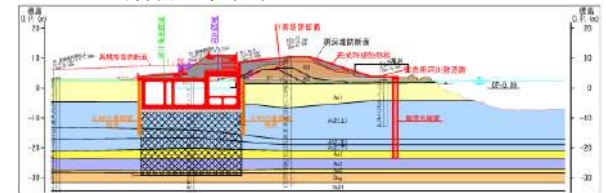
◆STEP2：堤防掘削・整地（堤内側）



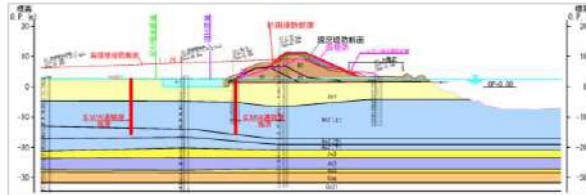
◆STEP5：掘削



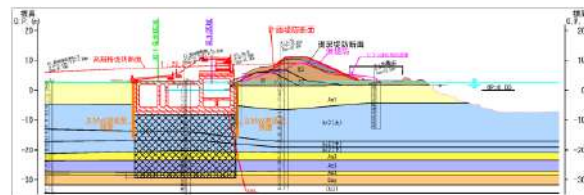
◆STEP8：鋼管矢板設置



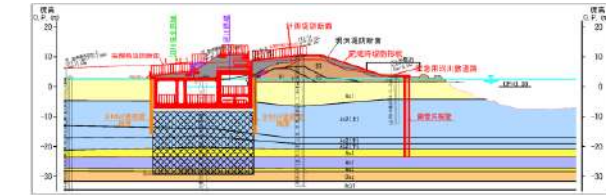
◆STEP3：SMW連続壁打設



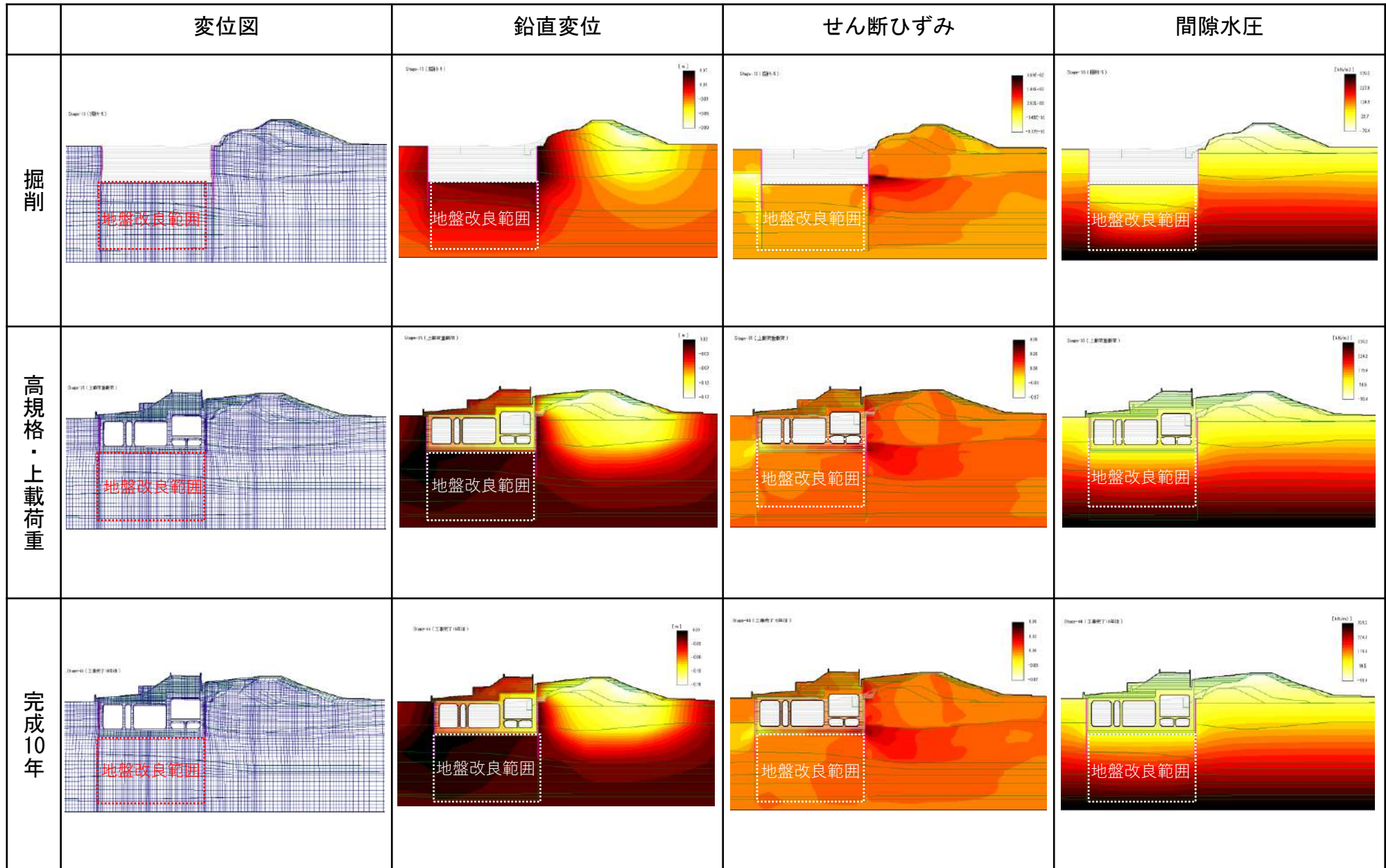
◆STEP6：道路構造物構築（下部）



◆STEP9：高規格堤防・完成（上載荷重載荷）

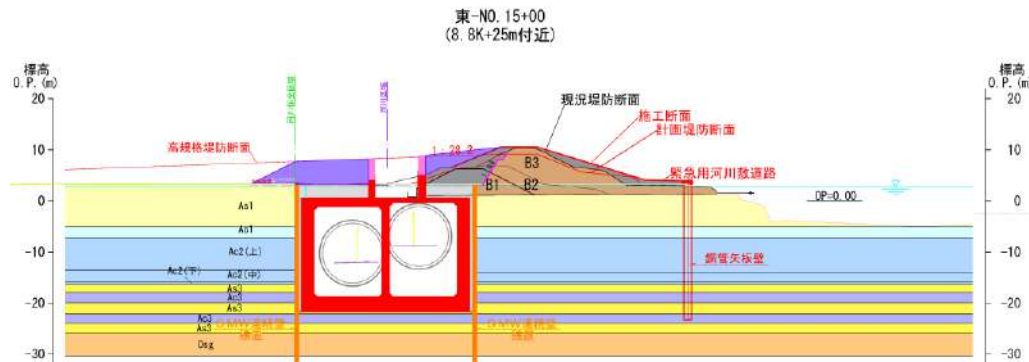


■解析結果：No. 4（道路本線：開削ボックス区間）



■解析断面：No. 15（道路本線：立坑部）

【解析断面：No. 15】



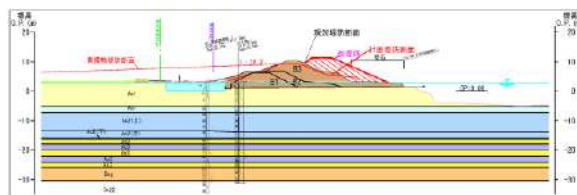
【解析断面：No. 15の各解析ステップの日数】

STEP	内 容	期 間
1	土堤仮締切（堤外側）	1か月
2	堤防掘削・整地（堤内側）	1か月
3	SMW連続壁打設	4か月
4	軟弱地盤対策工法（固結工法を想定）注	6か月
5	掘削	7か月
6	支保工構築	
7	支保工撤去・道路構造物構築	3年
8	埋戻し	6か月
	放置	5年
9	盛土（高規格堤防）	6か月
10	完成（上載荷重載荷）	1か月
	合 計	10年8か月

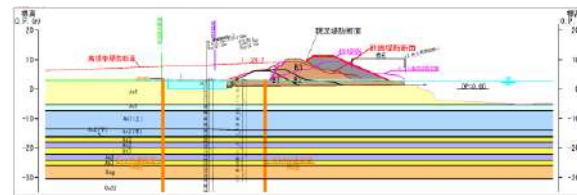
注) 対策工必要時に限る

【解析ステップ図：No. 15】

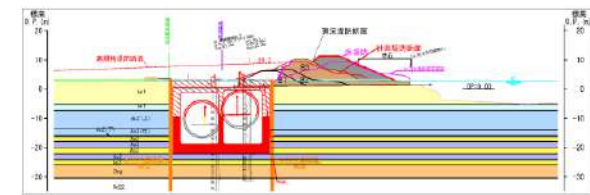
◆STEP1：土堤仮締切（堤外側）



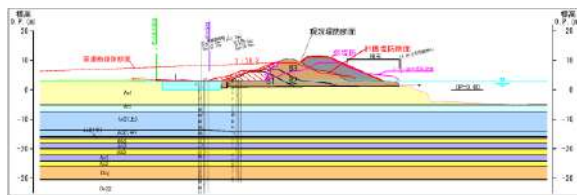
◆STEP4：軟弱地盤対策工法（固結工法を想定）



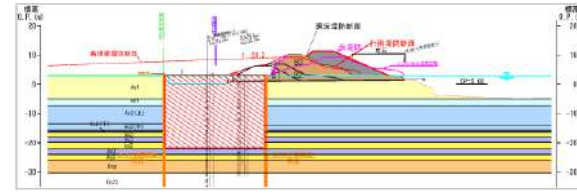
◆STEP7：支保工撤去・道路構造物構築



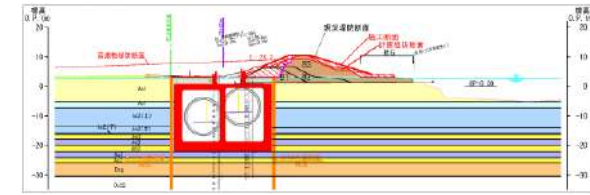
◆STEP2：堤防掘削・整地（堤内側）



◆STEP5：掘削

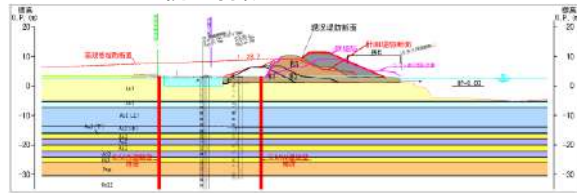


◆STEP8：埋戻し*

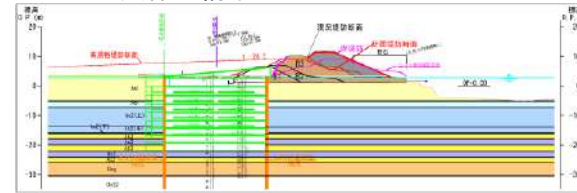


*堤防天端および堤防間盛土については、余盛30cmを考慮

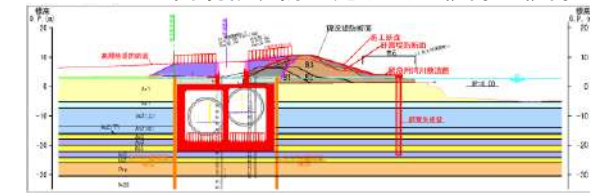
◆STEP3：SMW連続壁打設



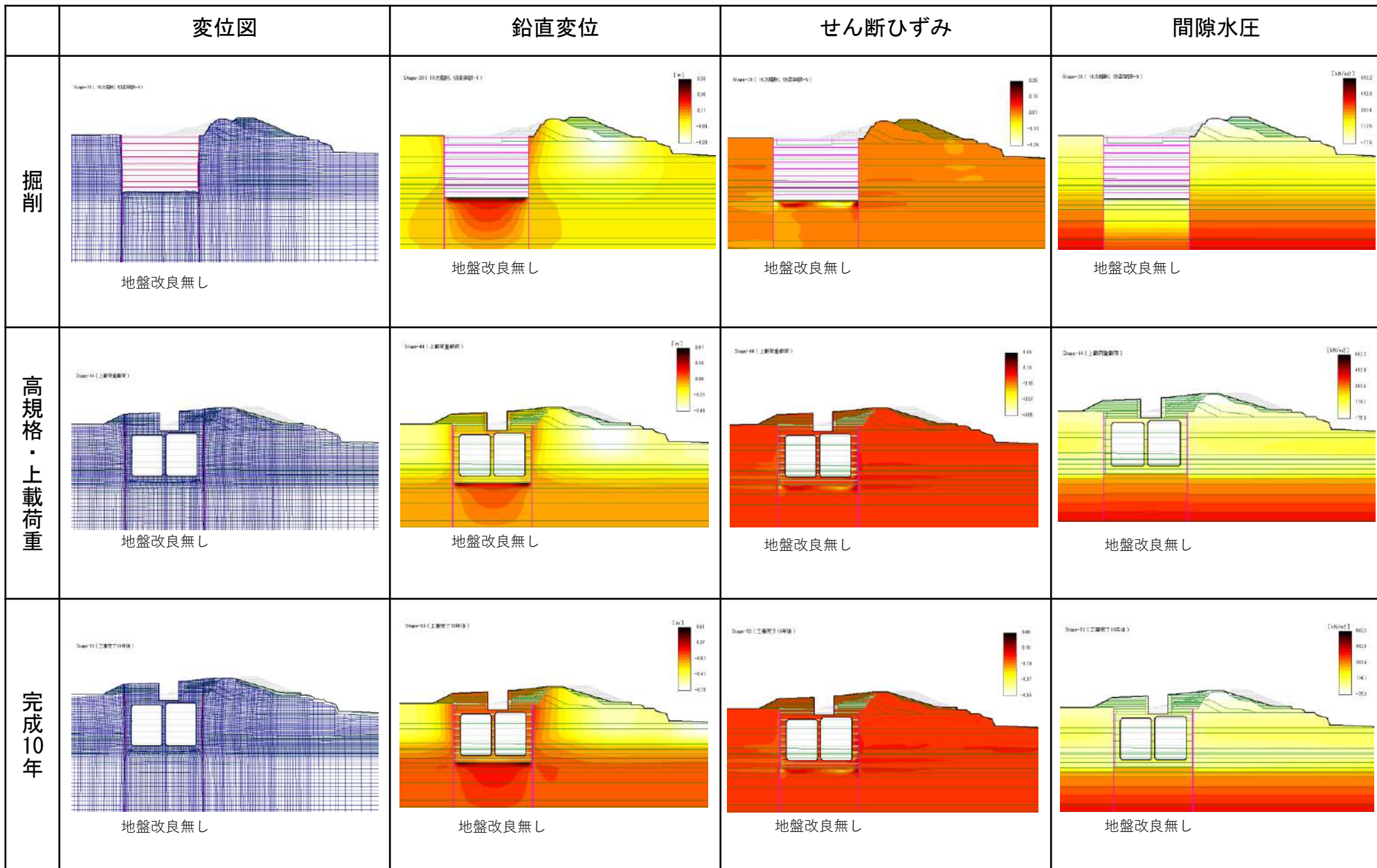
◆STEP6：支保工構築



◆STEP9・10：高規格堤防・完成（上載荷重載荷）



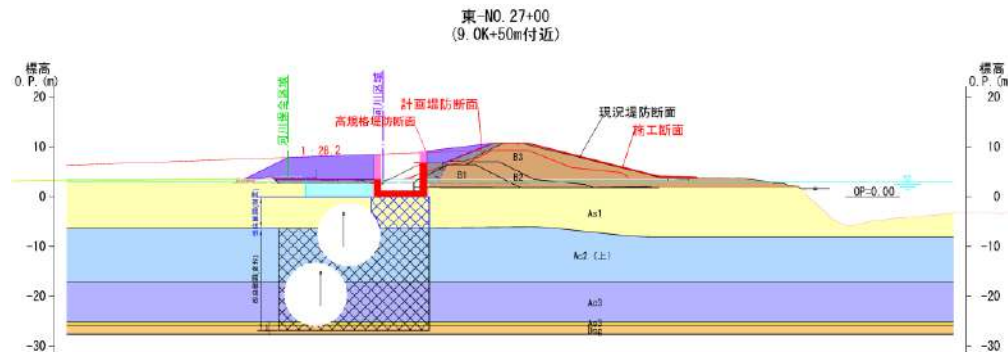
■解析結果： No. 15 (道路本線：立坑部)



不同沈下に対する修復の容易性検証

■解析断面：No. 27（道路本線：シールドトンネル区間）

【解析断面：No. 27】



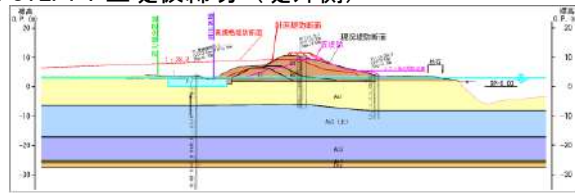
【解析断面：No. 27の各解析ステップの日数】

STEP	内容	期間
1	土堤仮締切（堤外側）	1か月
2	堤防掘削・整地（堤内側）	1か月
3	軟弱地盤対策工法（固結工法を想定）	6か月
4	シールド掘削	3年
5	鋼矢板打設	3か月
6	掘削	1か月
7	道路構造物構築	3年
8	埋戻し・鋼矢板撤去	6か月
9	盛土（高規格堤防）	5年
10	完成（上載荷重載荷）	6か月
合計		13年1か月

注) 対策工必要時に限る

【解析ステップ図：No. 27】

◆STEP1：土堤仮締切（堤外側）



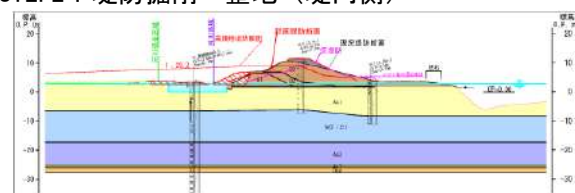
◆STEP4：シールド掘削



◆STEP7：道路構造物構築



◆STEP2：堤防掘削・整地（堤内側）



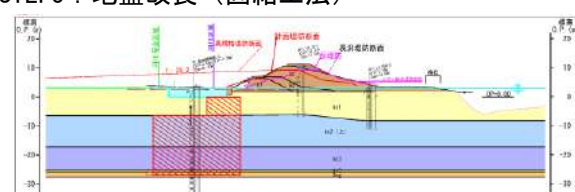
◆STEP5：鋼矢板打設



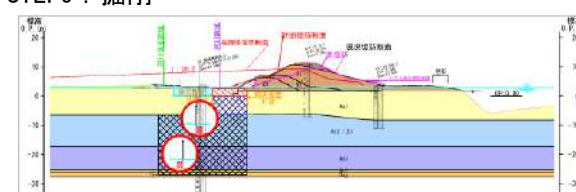
◆STEP8：埋戻し・鋼矢板撤去*



◆STEP3：地盤改良（固結工法）



◆STEP6：掘削

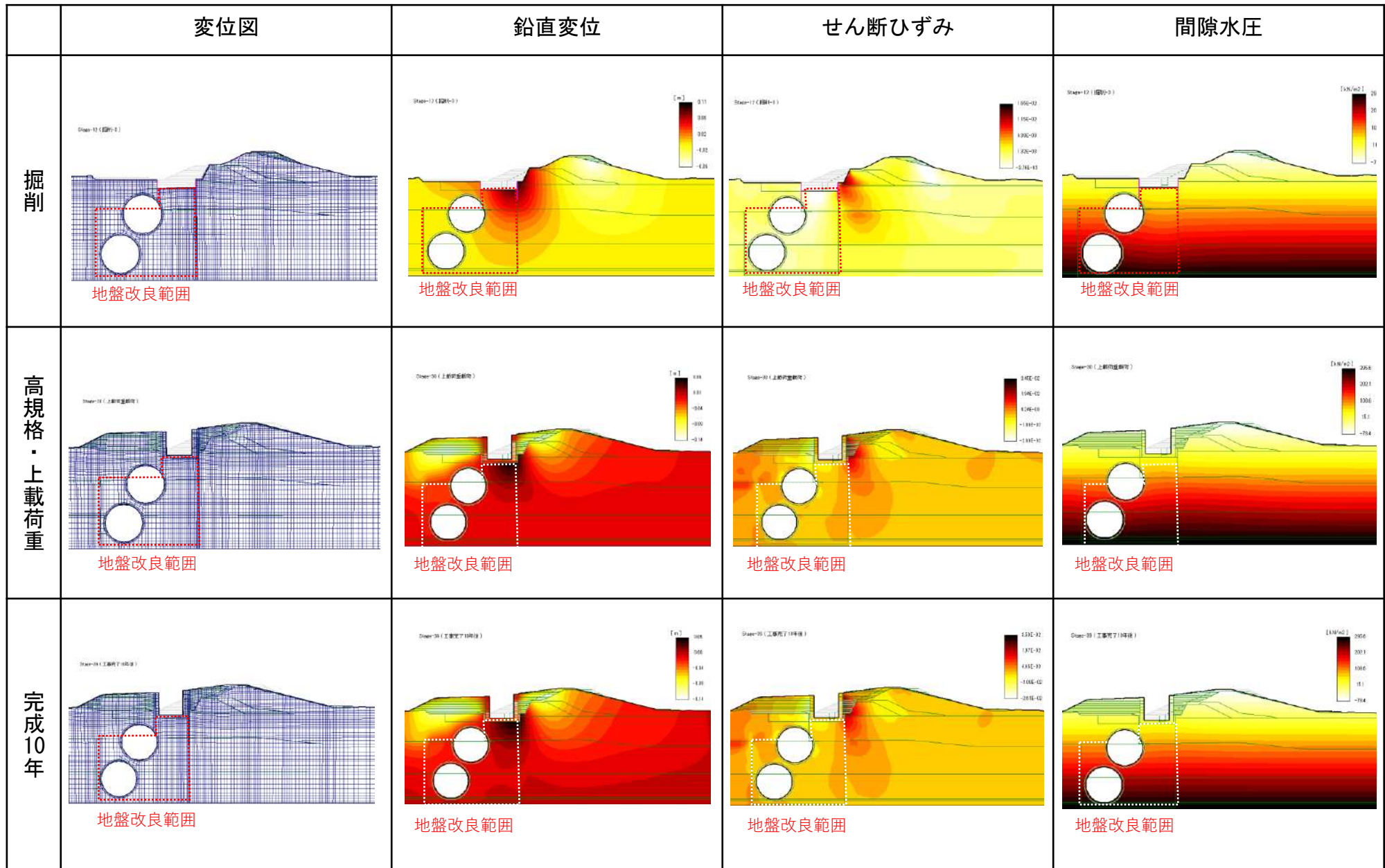


◆STEP9・10：高規格堤防・完成（上載荷重載荷）



*堤防天端および堤防間盛土については、余盛30cmを考慮

■解析結果：No. 27（道路本線：シールドトンネル区間）



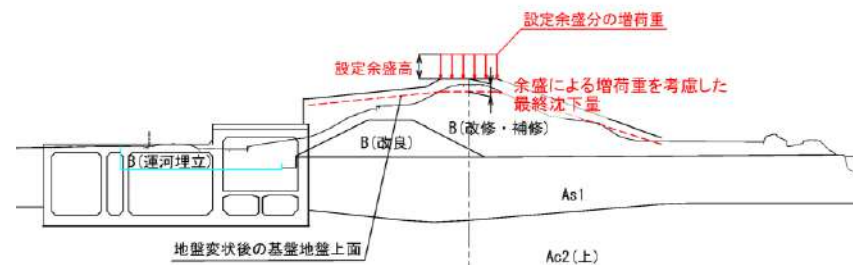
不同沈下に対する修復の容易性検証

【照査結果：圧密沈下に伴う堤防高の確保（18-⑬，19-⑥）】

照査の結果，高規格堤防盛土を考慮した施工完了後の最終沈下量が，設定余盛高を満足したことから，堤防機能に影響するほどの大きな不同沈下が生じないことや，たとえ不同沈下が生じても容易に修復できる範囲に収まると考えられる。

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

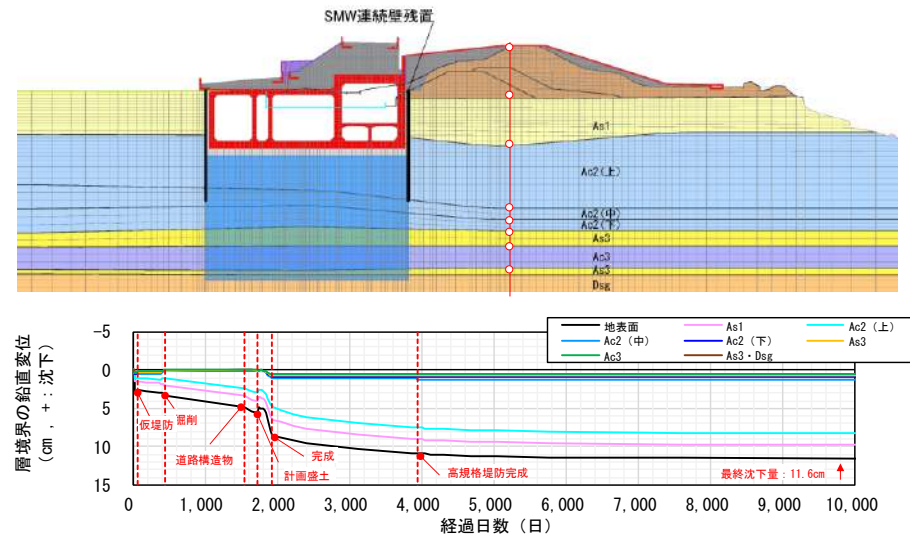
※No.27断面のAs1層の下位にある地層は，遷移層と評価して粘性土Ac（上）と砂質土As2とそれぞれで評価



【解析結果：No. 4断面】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 4 鋼管矢板なし 評価位置 川裏側法肩 評価項目 地盤変状・応力

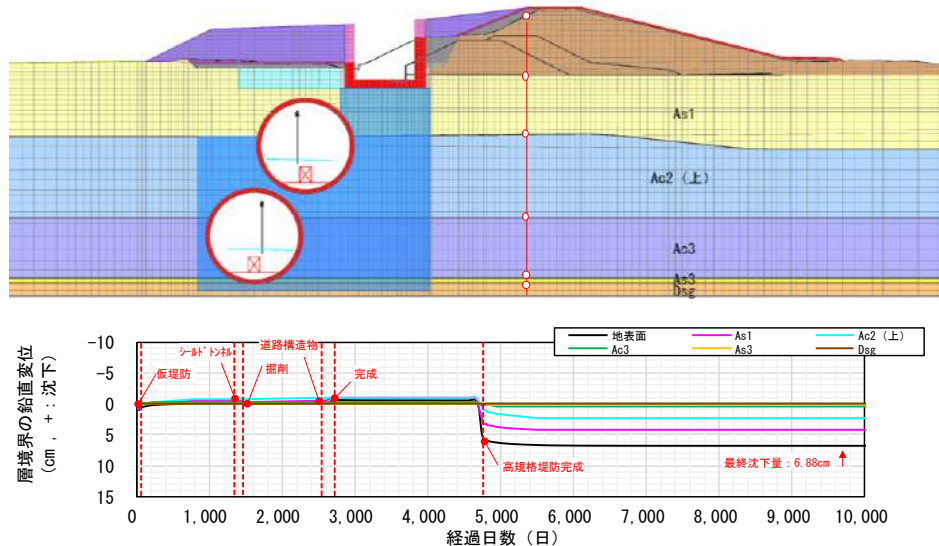


仮堤防の構築時より圧密沈下が進行し，道路構造物の構築および上部盛土の施工時の荷重により圧密沈下がさらに進行している。堤防のり肩部の最終沈下量は11.6cm，高規格堤防完成以降の残留沈下量は3.2cm程度であり，許容値を満足する。

【解析結果：No. 27断面 遷移層：粘性土】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 27 遷移層：粘性土 評価位置 川裏側法肩 評価項目 地盤変状・応力



高規格堤防整備前にはほとんど圧密沈下は生じず，高規格堤防整備に伴う荷重に伴い，圧密沈下が進行している。のり肩部の最終沈下量は6.9cmで，高規格堤防完成以降の残留沈下量は1.0cm程度であり，許容値を満足する。

不同沈下に対する修復の容易性検証

・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)

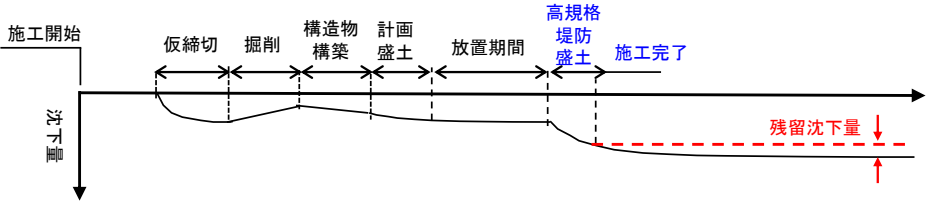
圧密沈下による堤防の変形および変形による道路構造物の損傷はもとより、道路構造物を取り囲む地盤部での水みちの発生や周辺地盤の引き込み沈下が生じると考え、施工ステップを考慮した地盤挙動を精緻に評価することのできる土-水連成2次元弾塑性解析により堤防の最終沈下量を照査する。

【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)】

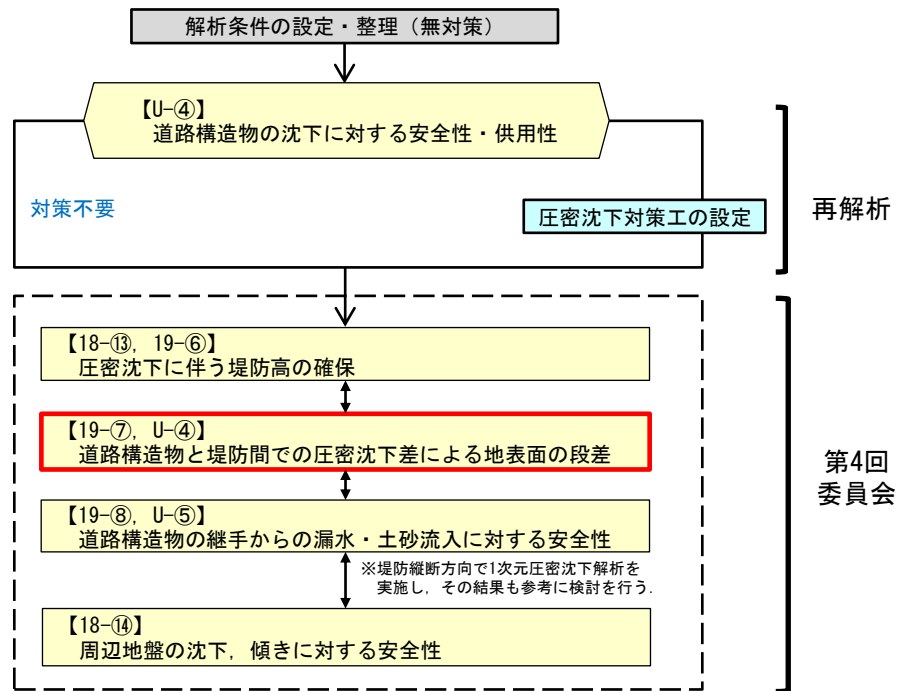
- ・残留沈下量
圧密沈下対策工を考慮した解析における道路構造物の残留沈下量 < 許容残留沈下量 (10cm)
- ・傾斜勾配
圧密終了時の道路構造物の傾斜勾配 < 許容傾斜勾配 (2%)



【照査手法の検討】

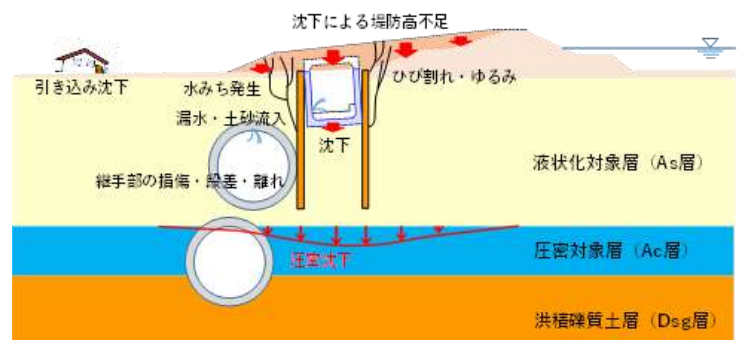
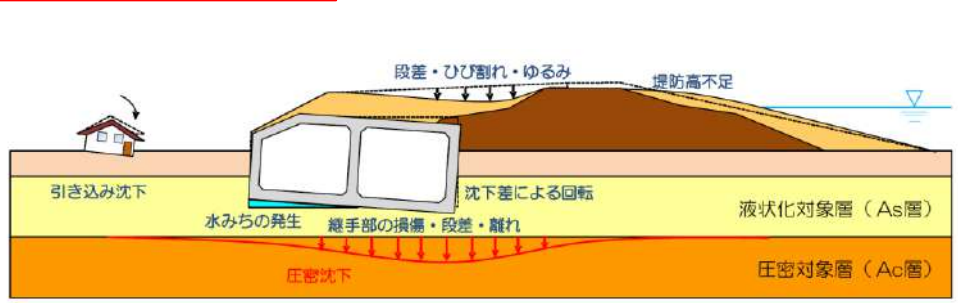
解析にあたっては、施工時から完成時の時間変化を考慮した堤防高を把握する必要があることから、施工ステップに応じた荷重増減と変位の時系列を考慮できる土-水連成2次元弾塑性解析を用いる。

【検討フロー図】



※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) としてうえで不同沈下を検討する。

被害シナリオごとの被害想定



不同沈下に対する修復の容易性検証

【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）】

道路構造物における残留沈下量は1cmを下回る非常に小さい値となり，許容値（10cm）を満足する。傾斜勾配についても0.1%と非常に小さな値であり，許容値（2%）を大きく満足する。

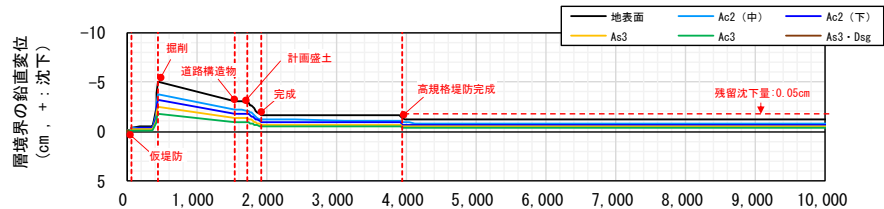
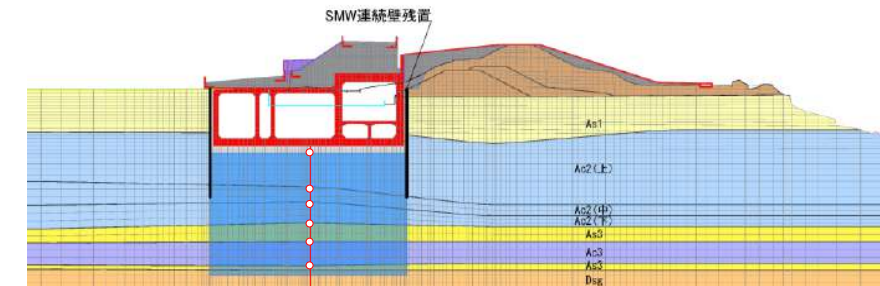
解析断面		地盤条件	道路構造物の安全性，供用性						
			残留沈下量 (cm)	許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定	
完成	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
高規格	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	No. 15（立坑）		無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	No. 16		対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	No. 27※	粘性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

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

【解析結果：No. 4断面】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 4 鋼管矢板なし 評価位置 道路構造物（中央） 評価項目 地盤変状・応力

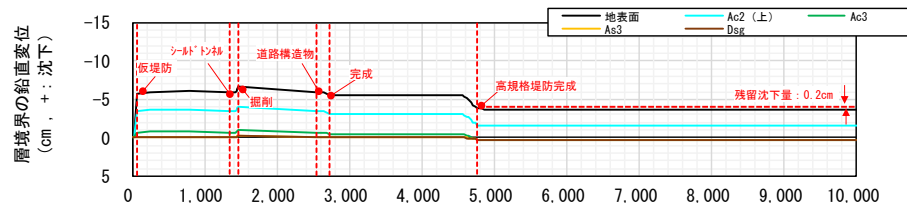
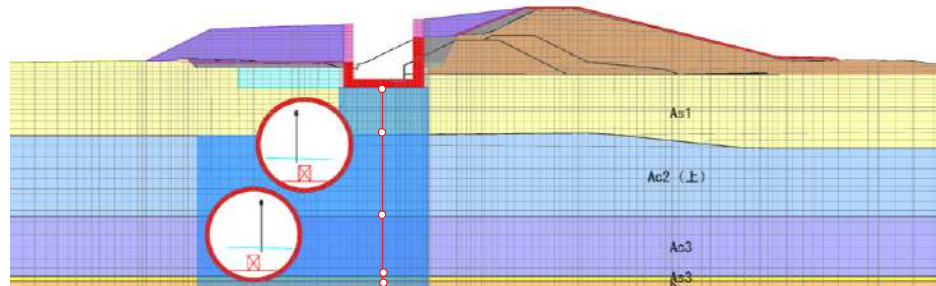


道路構造物の下部は，固結工法による地盤改良を施工しており，計画盛土および高規格堤防整備後の圧密沈下量は1cm未満である。

【解析結果：No. 27断面 遷移層：粘性土】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 27 遷移層：粘性土 評価位置 道路構造物（中央） 評価項目 地盤変状・応力



道路構造物の下部は，固結工法による地盤改良を施工しており，計画盛土および高規格堤防整備後の圧密沈下量は1cm未満である。

不同沈下に対する修復の容易性検証

【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）】

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

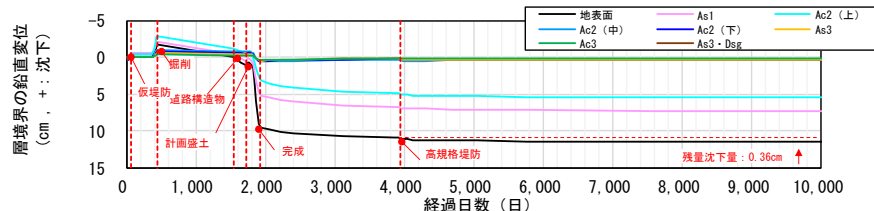
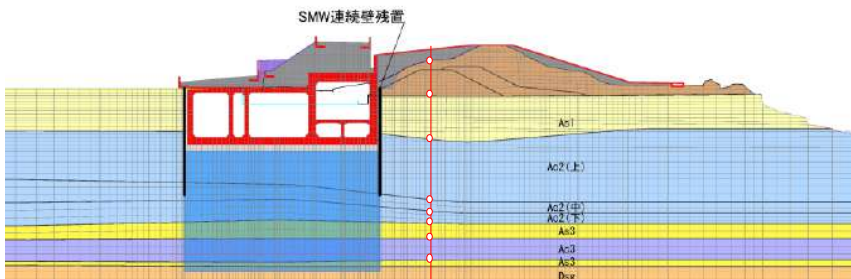
解析断面			地盤条件	残留沈下量				道路構造物右端と デルタ部の残留沈下差 (cm)	許容値 (cm)	判定
				道路構造物 左端 (cm)	道路構造物 中央 (cm)	道路構造物 右端 (cm)	デルタ部 (cm)			
完成	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	0.1	0.2	1.8	1.6	10	OK
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	0.1	0.3	2.0	1.7	10	OK
高規格	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	10	OK
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5	10	OK
	No. 15 (立坑)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

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

【解析結果：No. 4断面】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 4 鋼管矢板なし 評価位置 デルタ部 評価項目 地盤変状・応力

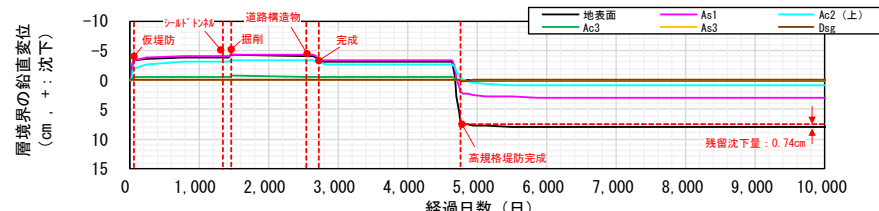
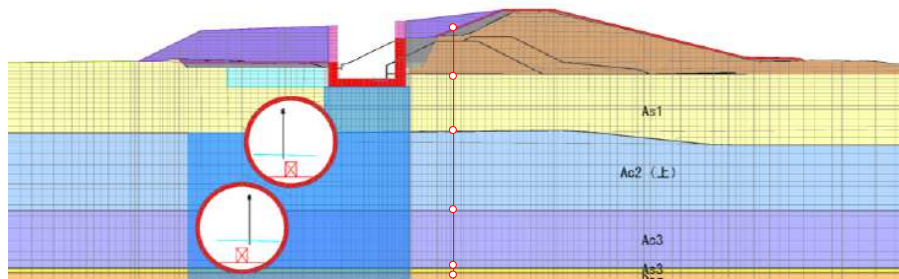


デルタ部では、計画盛土施工時にAs1層の即時沈下とAc2（上）層の圧密沈下によって、大きく沈下が発生している。計画盛土施工後からの残留沈下量は2cmで、高規格堤防整備後の残留沈下量は0.4cmである。

【解析結果：No. 27断面 遷移層：粘性土】

■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 27 遷移層：粘性土 評価位置 デルタ部 評価項目 地盤変状・応力



デルタ部では、高規格堤防整備時にAs1層の即時沈下とAc2（上）層の圧密沈下によって大きく沈下している。高規格堤防整備後の残留沈下量は、主にAc2（上）の圧密沈下のみであり、残留沈下量0.7cmである。

不同沈下に対する修復の容易性検証

- ・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)

圧密沈下に伴う道路構造物の継手からの漏水・土砂流入は、圧密沈下に対する縦断方向の相対変位にて照査を行う。

【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)

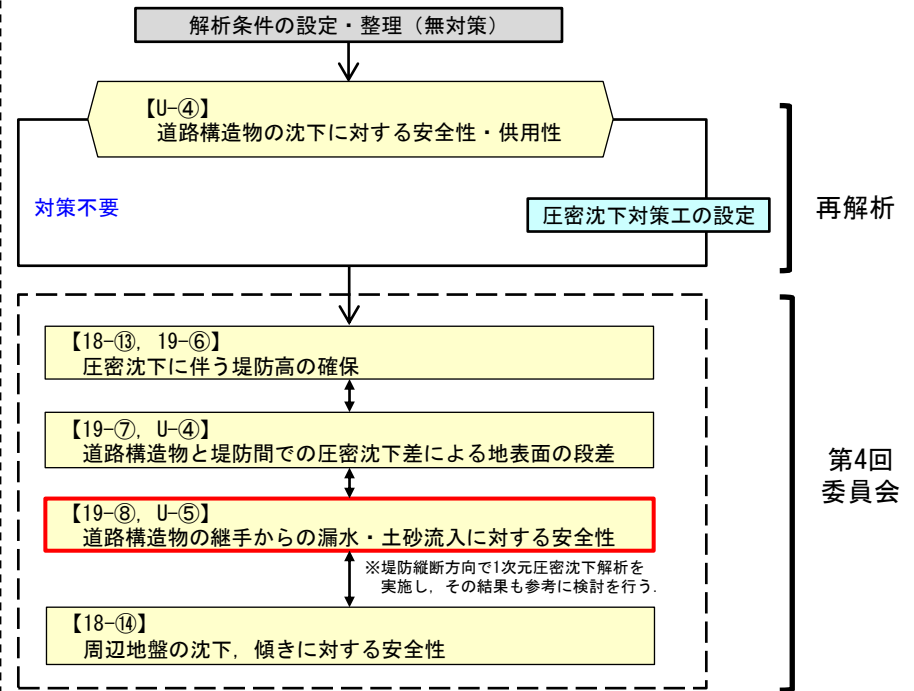
【照査基準：許容残留沈下量の考え方（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

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】

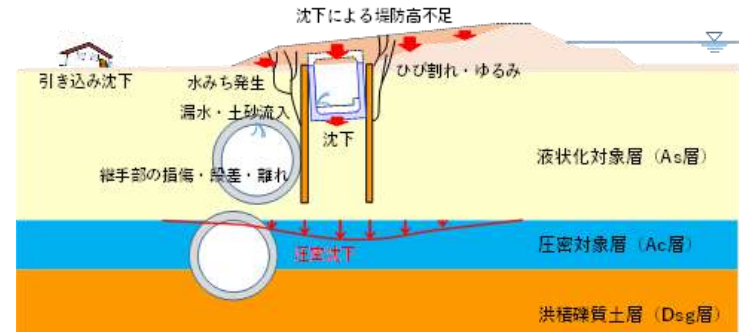
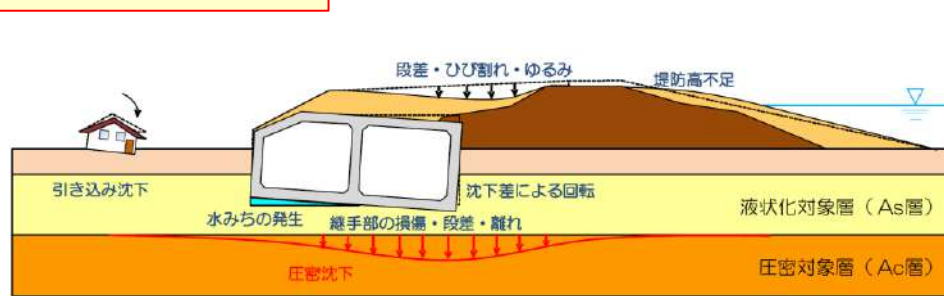
解析にあたっては、施工時から完成時の時間変化を考慮した堤防高を把握する必要があることから、施工ステップに応じた荷重増減と変位の時系列を考慮できる土一水連成2次元弾塑性解析を用いる。

【検討フロー図】



※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。

被害シナリオごとの被害想定



不同沈下に対する修復の容易性検証

【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）】

基礎地盤を固結工法により地盤改良した場合、圧密沈下対策工を考慮した解析における圧密沈下に対する縦断方向の相対変位は、全ての断面において、許容残留沈下差（5cm）を満足する。圧密沈下に対する相対変位は許容値（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・土砂が流入する可能性は極めて低いといえ、安全性が確保できるものと考える。

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	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
高規格	No. 4	鋼管矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
		鋼管矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	鋼管矢板なし：0.0 鋼管矢板あり：0.0	5	OK
	No. 15（立坑）		無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK	0.0	5	OK
	No. 16		対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
	No. 27※	粘性土	対策工	0.2	10	OK	0.1	2	OK	粘性土：0.1 砂質土：0.1	5	OK
		砂質土	対策工	0.0	10	OK	0.1	2	OK			
No. 30		対策工	0.1	10	OK	0.0	2	OK	粘性土：0.1 砂質土：0.1	5	OK	

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

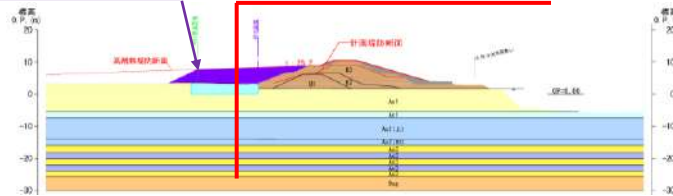
<縦断的な沈下解析>

堤防縦断方向の圧密沈下傾向を把握するために、一次元圧密沈下解析(Cc法)を検討中である。なお、縦断方向の一次元圧密沈下解析では、現地盤（無対策）において高規格堤防を施工した場合の縦断的な圧密沈下量を算出する。

断面：No16

【照査外力】高規格盛土

【解析地点】道路構造物（中央部）



■解析手法（Cc法）

・過圧密領域

$$S = \frac{C_s}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

・正規圧密領域

$$S = \frac{C_s}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{p_c}{p_0} + \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

ここに、 S : 圧密沈下量 (mm)

e_0 : 初期間隙比

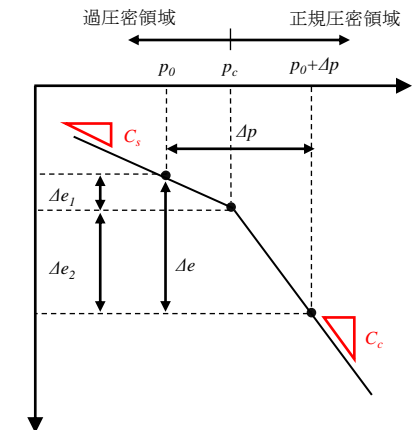
C_s : 再圧縮指数

C_c : 圧縮指数

H : 沈下対象層の層厚 (mm)

p_c : 圧密降伏応力 (kN/m²)

Δp : 盛土による増加応力 (kN/m²)



不同沈下に対する修復の容易性検証

・周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性 (18-⑭)

地盤変状による周辺環境への影響に焦点を当て、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、不同沈下の設計目標値の参考値 3/1000 を満足することを照査する。

【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)
- 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: 周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性 (18-⑭)】

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

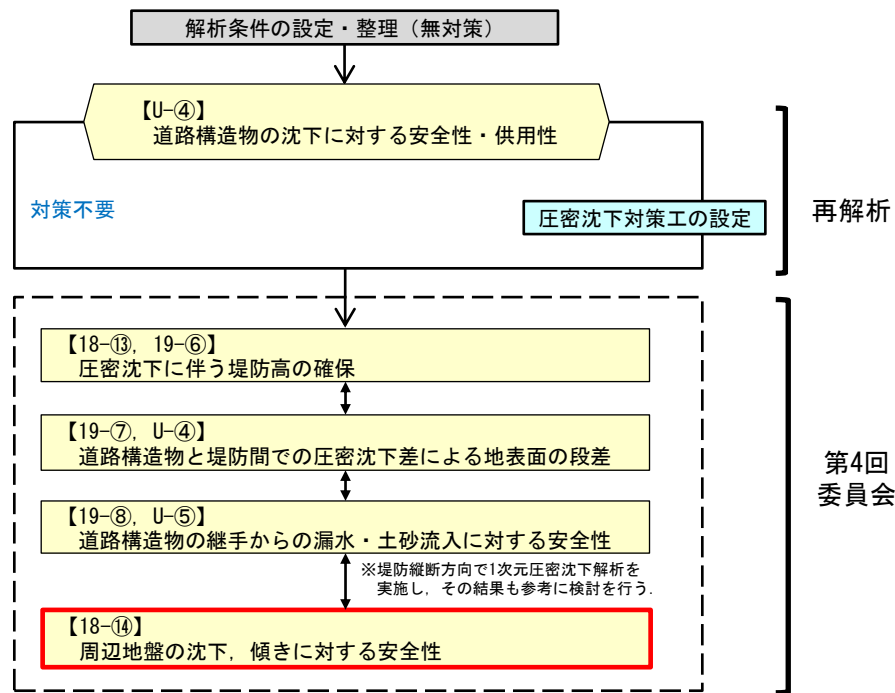
【照査基準: 許容傾斜角の考え方 (淀川左岸線 (2期) の照査基準と同様)】

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】

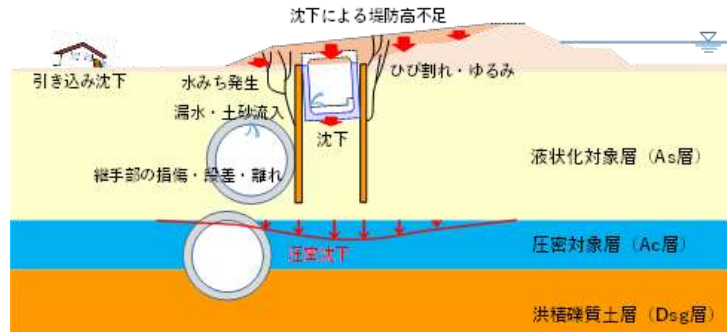
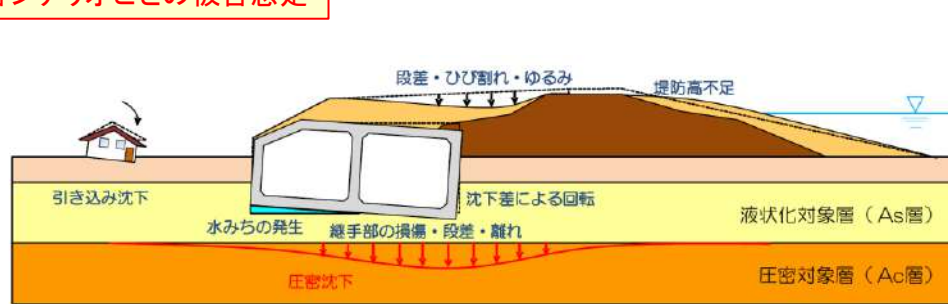
解析にあたっては、施工時から完成時の時間変化を考慮した堤防高を把握する必要があることから、施工ステップに応じた荷重増減と変位の時系列を考慮できる土一水連成2次元弾塑性解析を用いる。

【検討フロー図】



※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) としてうえて不同沈下を検討する。

被害シナリオごとの被害想定



不同沈下に対する修復の容易性検証

【照査結果：周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性（18-⑭）】

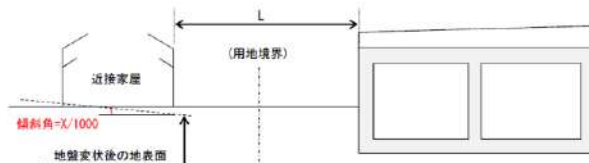
家屋の傾斜角は許容値3 / 1000 を満足する。

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

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

＜周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性＞

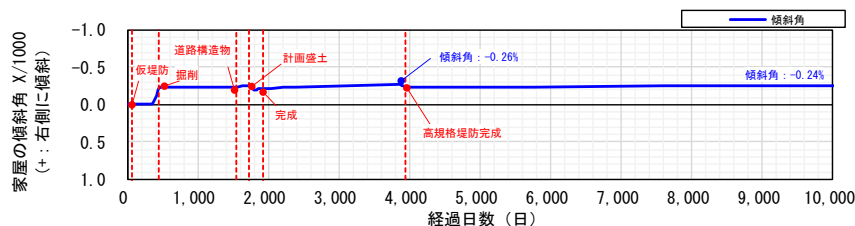
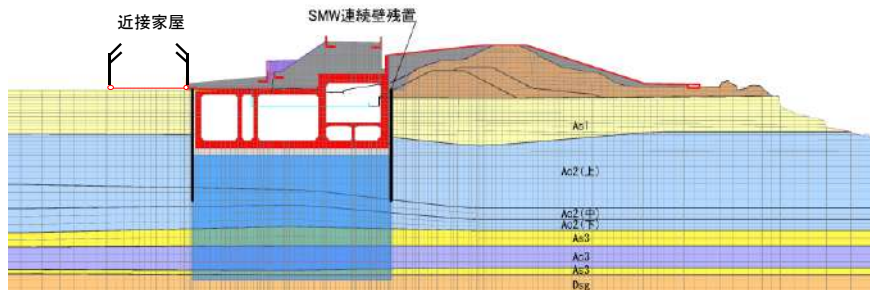
本検討では、最も危険状態である高規格盛土ののり尻に家屋端部があると想定し、盛土・構造物設置に伴う地盤変状による家屋の傾斜角を評価する。



【解析結果：No. 4断面】

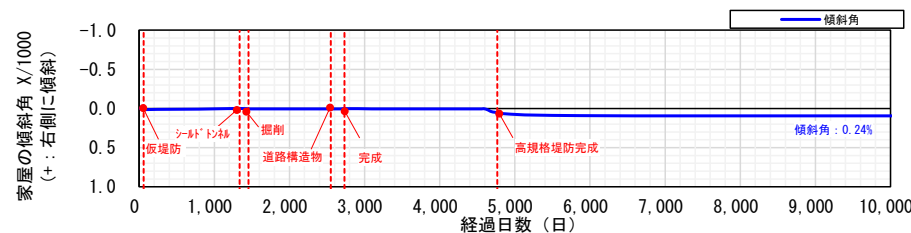
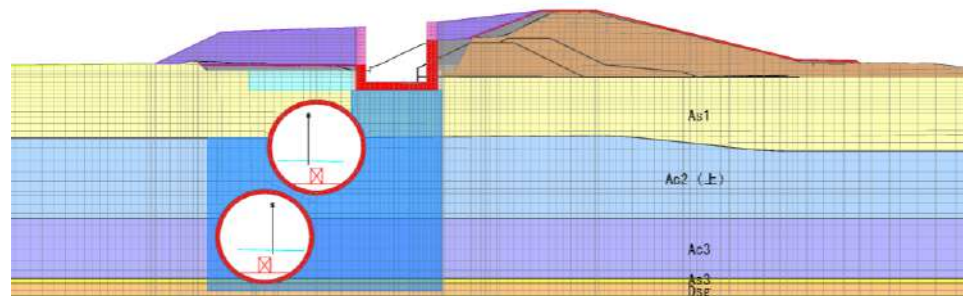
■土-水連成弾塑性解析結果

解析断面 No. 4 鋼管矢板なし 評価位置 川表側法尻 評価項目 沈下量・傾斜角



掘削時に傾斜が発生するが傾斜角は0.25%程度であり、以降の計画盛土や高規格堤防整備では地盤傾斜は悪化していない。圧密沈下が周辺環境を悪化させる可能性は低いと考える。

【解析結果：No. 27断面 遷移層：粘性土】



高規格堤防の施工とともに圧密沈下しているが傾斜角は1%未満であり、圧密沈下が周辺環境を悪化させる可能性は低いと考える。