

完成時における一体構造物の モニタリングに関する検討

令和 6年 5月 20日

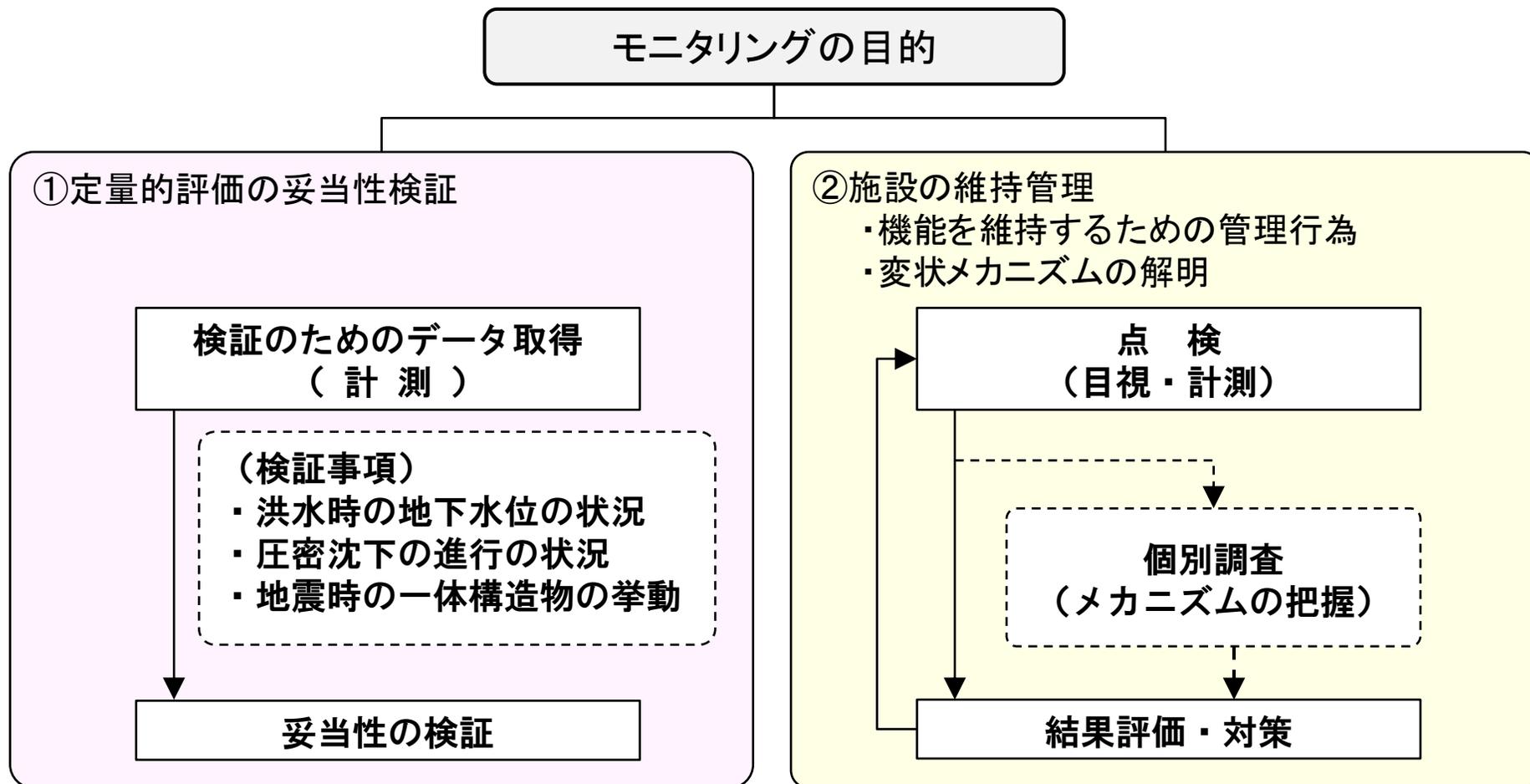
目 次

- | | |
|--------------------------------------------------|------|
| 1. モニタリングの位置づけ | p. 2 |
| 2. モニタリング項目の抽出 | p. 5 |
| 3. 定量的評価の妥当性検証モニタリング
(検証方法, 計測方法, 計測期間, 計測箇所) | p. 8 |
| 4. 維持管理モニタリング
(点検・計測方法, 点検・計測結果の評価方法) | p.17 |
| 5. 想定される課題への対応 | p.51 |
| 6. 管理者間の体制 | p.60 |
| 7. 施工時のモニタリング | p.62 |

1. モニタリングの位置づけ

■ モニタリングの目的

本委員会で実施した解析による「定量的評価の妥当性検証」と、一体構造物の機能確保を継続するための「施設の維持管理」を目的としている。



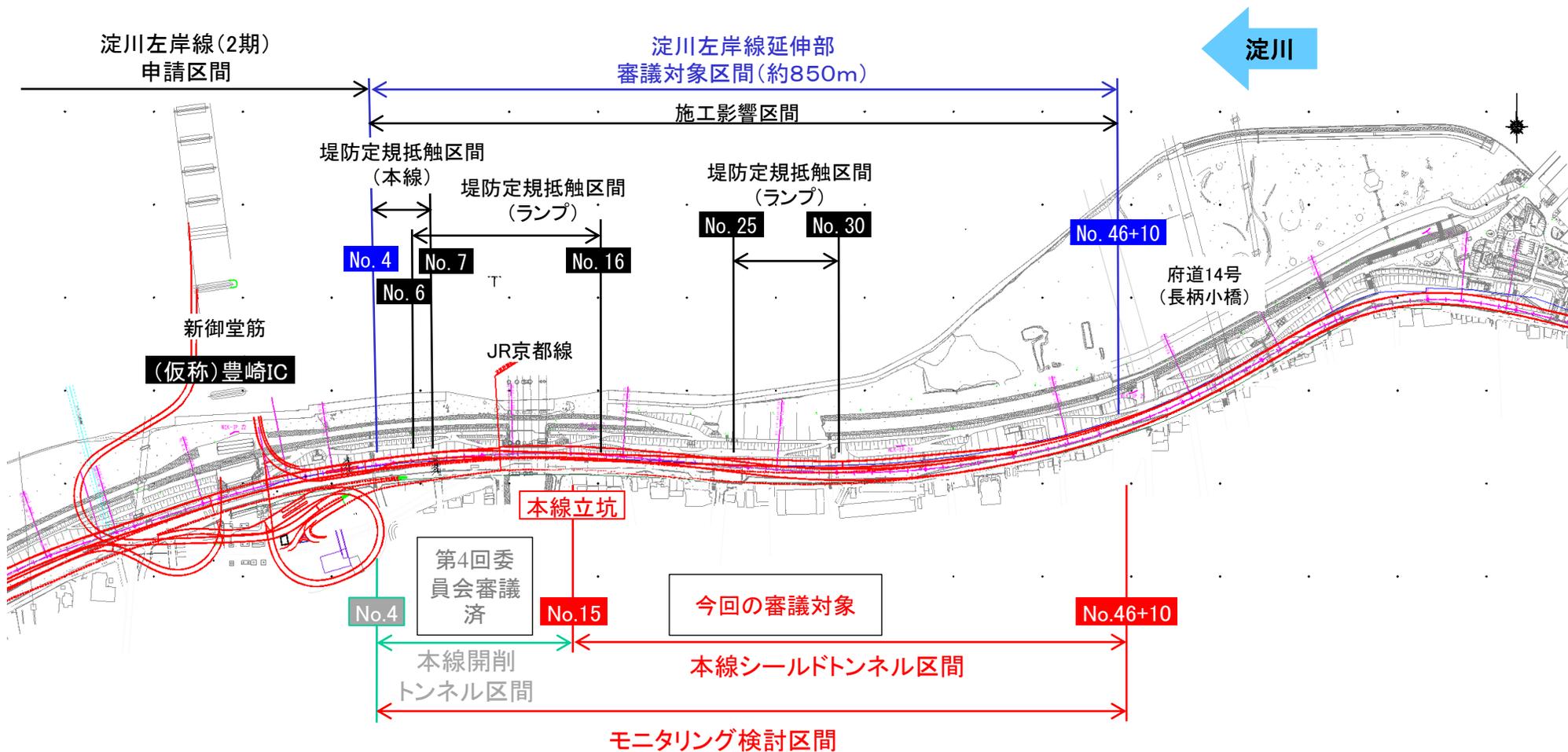
(定量的評価の妥当性検証の結果を踏まえて、維持管理モニタリングにおける管理値設定を見直すものとする。)

1. モニタリングの位置づけ

■ 対象区間

淀川左岸線延伸部のうち、本委員会審議対象区間(No.4~No.46+10)を対象とする。

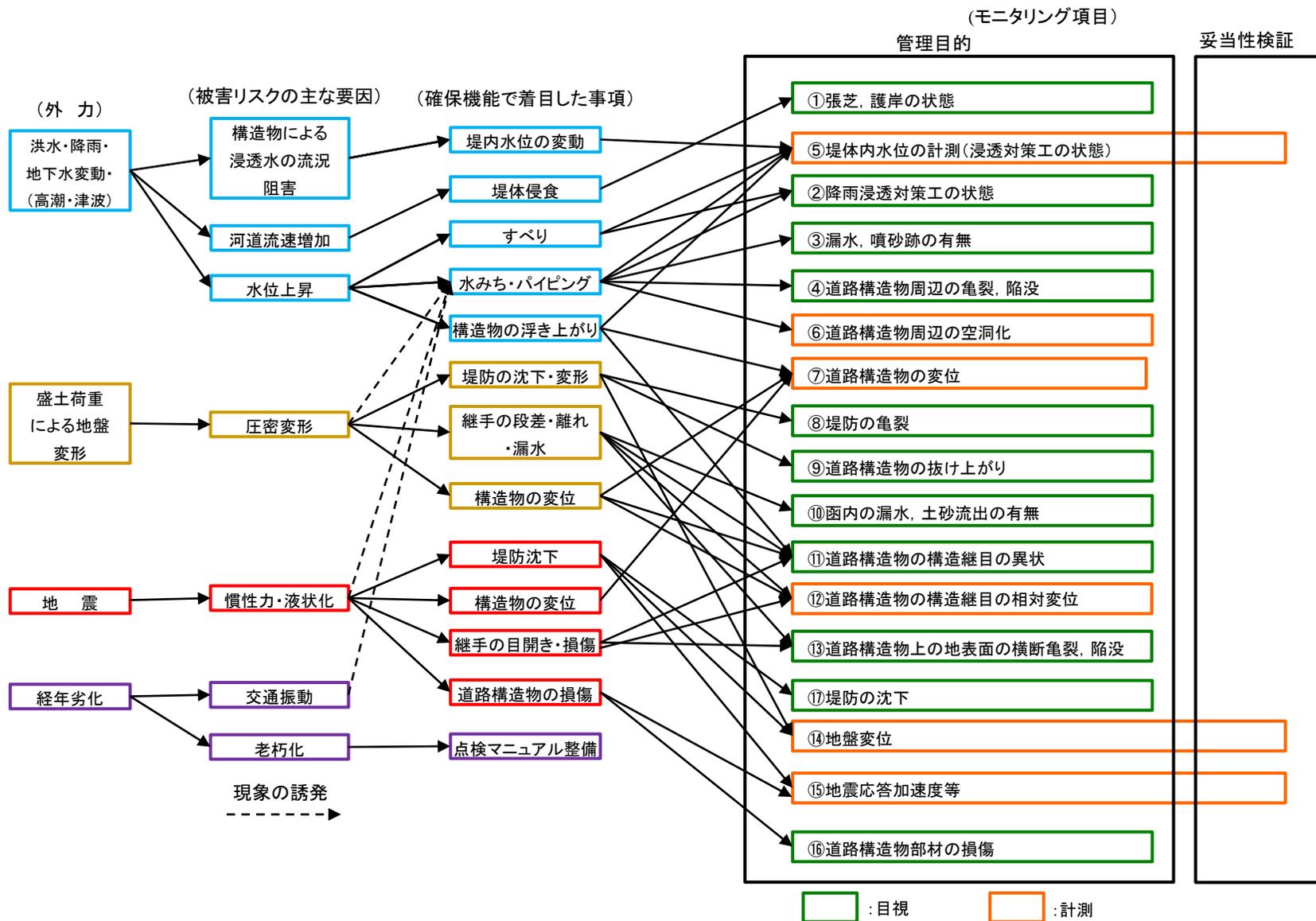
本線の道路構造は、立坑(No.15)を境に開削ボックス区間(No.4~No.15)とシールドトンネル区間(No.15~No.46+10)に分かれる。第4回委員会で開削トンネル区間については審議しており、今回は開削トンネル区間の解析完了に伴うモニタリング箇所の変更等と、シールドトンネル区間について新たに審議を行う。



2. モニタリング項目の抽出

2. モニタリング項目の抽出

■ 被害シナリオから導いたモニタリング項目の整理



2. モニタリング項目の抽出

■ モニタリング項目一覧

定量的評価の妥当性検証目的

番号	モニタリング項目	方法
(1)	堤体内水位, 堤内水位	計測
(2)	地盤変位	計測
(3)	地震応答加速度等	計測

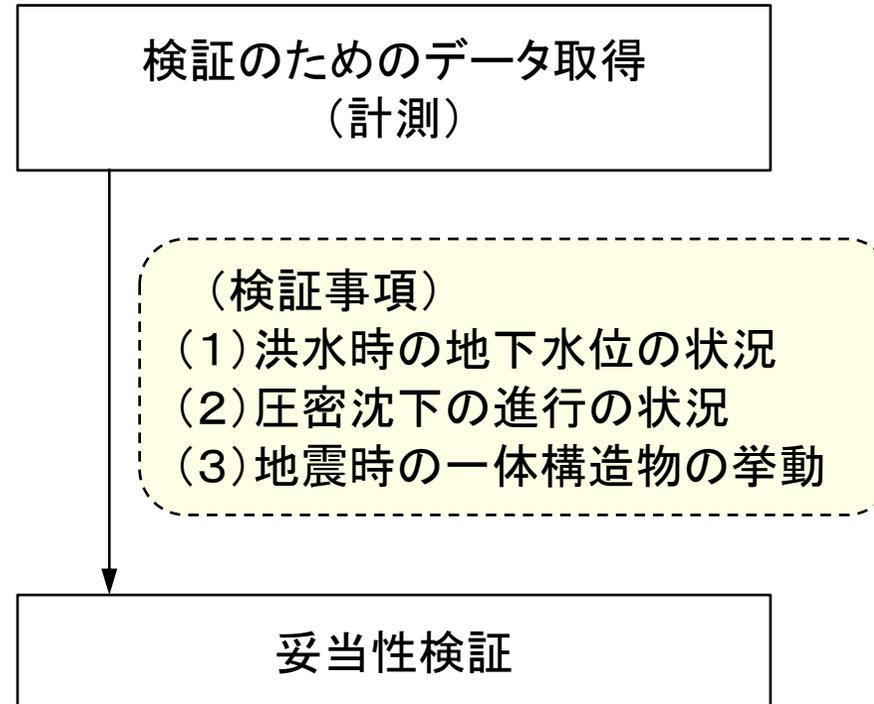
施設の維持管理目的

番号	モニタリング項目	方法
①	張芝, 護岸の状態	目視
②	降雨浸透対策工の状態	目視
③	漏水, 噴砂跡の有無	目視
④	道路構造物周辺の亀裂, 陥没	目視
⑤	堤体内水位(浸透対策工の状態)	計測
⑥	道路構造物周辺の空洞化	計測
⑦	道路構造物の変位	計測
⑧	堤防の亀裂	目視
⑨	道路構造物の抜け上がり	目視
⑩	函内の漏水, 土砂流出の有無	目視
⑪	道路構造物の構造継目の異状	目視
⑫	道路構造物の構造継目の相対変位	計測
⑬	道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没	目視
⑭	地盤変位	計測
⑮	地震応答加速度等	計測
⑯	道路構造物部材の損傷	目視
⑰	堤防の沈下	目視

3. 定量的評価の妥当性検証モニタリング

(検証方法, 計測方法, 計測期間, 計測箇所)

■ モニタリングのながれ



3. 定量的評価の妥当性検証モニタリング

(1) 洪水時の地下水位の状況(堤体内水位・堤内水位)

(目的) 洪水時の地下水位の状況把握.

(検証方法) 堤体内水位・堤内水位のモニタリングを行い, 解析結果との比較を実施.

(計測方法) 観測井戸内に設置した自記水位計による水位の連続計測.

(計測期間) 解析結果の妥当性検証が可能となるような, 大規模な出水等が生じるまで.

※整備前の地下水の状況を把握するため, 工事中の水位も測定する.

※計測期間についての詳細は河川管理者と協議して決定していく.

(計測箇所) 縦断方向: 下記5断面を選定

(川裏浸透対策工種毎の代表断面+地震応答加速度等の計測箇所箇所)

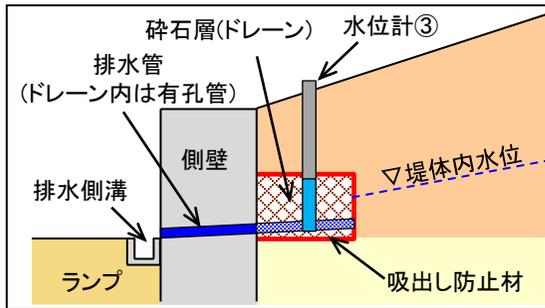
- ・No.15: 開削ボックス区間の中で浸透に対して最も厳しい断面. (道路横断排水工)
- ・No.26: 三次元浸透流解析の結果で堤体内水位が高くなる断面. (碎石置換+道路横断排水工)
- ・No.28: 碎石置換適用断面の中で、道路構造物前面の水位が最も高い断面. (碎石置換)
- ・No.36: のり尻ドレーン適用断面の内、道路構造物前面の水位が高い断面. (のり尻ドレーン)

区間	解析断面	ランプ構造	土留め壁	川裏の浸透対策	完成時における道路構造物前面の最高水位(O.P.+m)
開削ボックス	No.15	U型擁壁	地中連続壁残置	道路横断排水工	3.868(矢板あり)
シールドトンネル	No.16	U型擁壁	鋼矢板壁撤去	道路横断排水工	3.996(矢板あり)
	No.23	U型擁壁	鋼矢板壁撤去	碎石置換	4.083
	No.26	U型擁壁	鋼矢板壁撤去	碎石置換+道路横断排水工	4.080(遷移層:砂質土)
	No.28	ボックス	鋼矢板壁残置	碎石置換	4.125(遷移層:砂質土)
	No.30	ボックス	地中連続壁残置	碎石置換	3.934
	No.34	ボックス	地中連続壁残置	のり尻ドレーン	4.073
	No.36	シールド切上げ	地中連続壁残置	のり尻ドレーン	4.420

(1) 洪水時の地下水位の状況(堤体内水位・堤内水位)

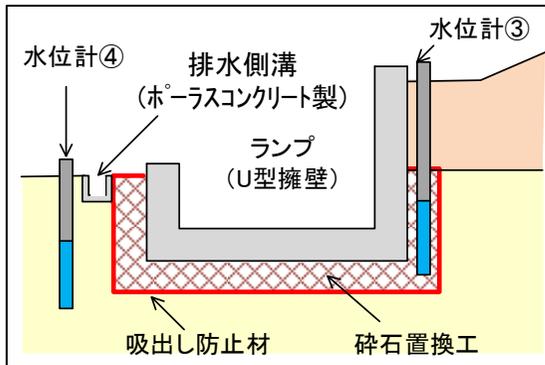
- (計測機器配置) ① 川表側 : 河川水位の影響を受けやすく水位変動が顕著と推定。
 ② 道路構造物と堤防法線の間点付近 : 堤防を代表する位置。
 ③ 川表側道路構造物近傍 : 浸透対策(道路横断排水工, 砕石置換等)の効果の把握。
 ④ 川裏側道路構造物近傍 : 堤内の地下水位計測箇所。

【開削ボックス区間】

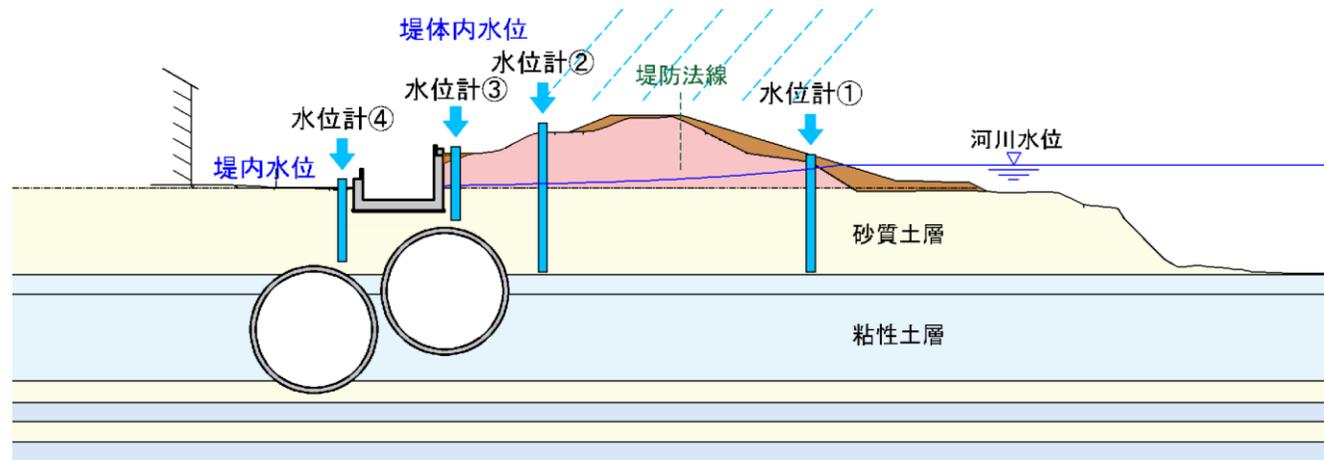
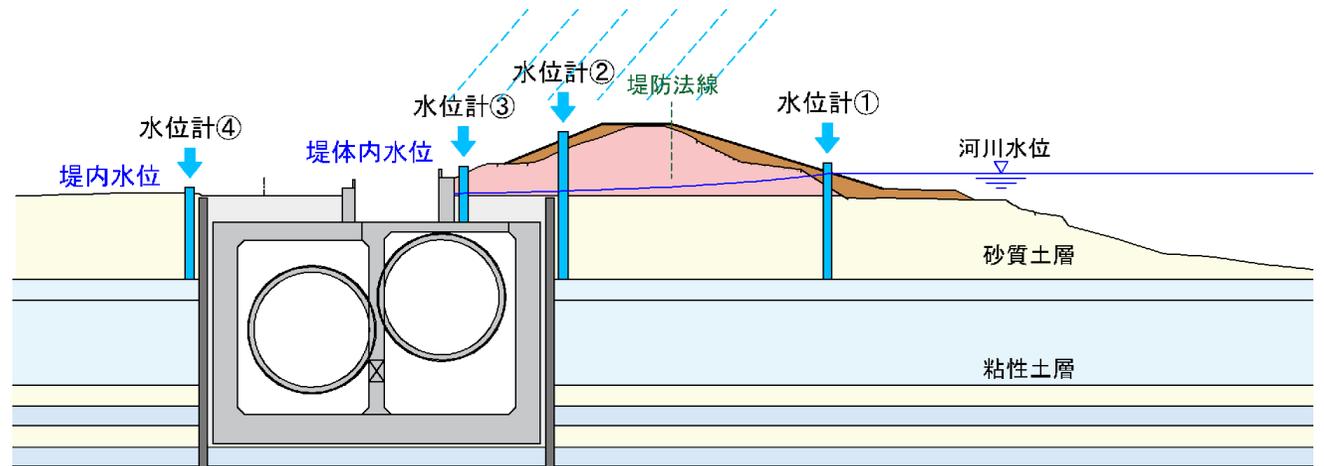


道路横断排水工付近概要図

【シールドトンネル区間】



砕石置換工付近概要図



(2) 圧密沈下の進行状況(地盤変位)

(目的) 圧密沈下の進行の状況把握.

(検証方法) 地盤変位のモニタリングを行い, 解析結果との比較を実施.

- (計測方法) ① 地表面変位量 : 測量鉤を設置し, 測量により計測.
② 層別沈下量 : 層別沈下計により計測.
③ 地中水平変位量 : 挿入式傾斜計により計測.

(計測期間) 工事完了後(圧密度90%程度)から年1回程度とし, 圧密沈下が概ね収束したと判断できるまで.
※計測期間についての詳細は河川管理者と申請後に協議して決定していく.

(計測箇所) 【開削ボックス区間】

①地表面変位: 解析箇所その他, 1~2箇所程度.

例) No.4(解析箇所), No.9(区間中央付近), No.14(区間終点付近)

②層別沈下, ③地中水平変位: No.4

→ 解析結果との比較検討を行うことから, 完成時における解析箇所を抽出(No.4)
+ α (施工段階で問題となった箇所等).

【シールドトンネル区間】

①地表面変位: 解析箇所その他, 2~3箇所程度.

例) No.16(解析箇所), No.19, No.23(No.16~No.27の中間付近), No.27(解析箇所),
No.30(解析箇所), No.34(地盤変形(圧密)解析対象区間の終点付近)

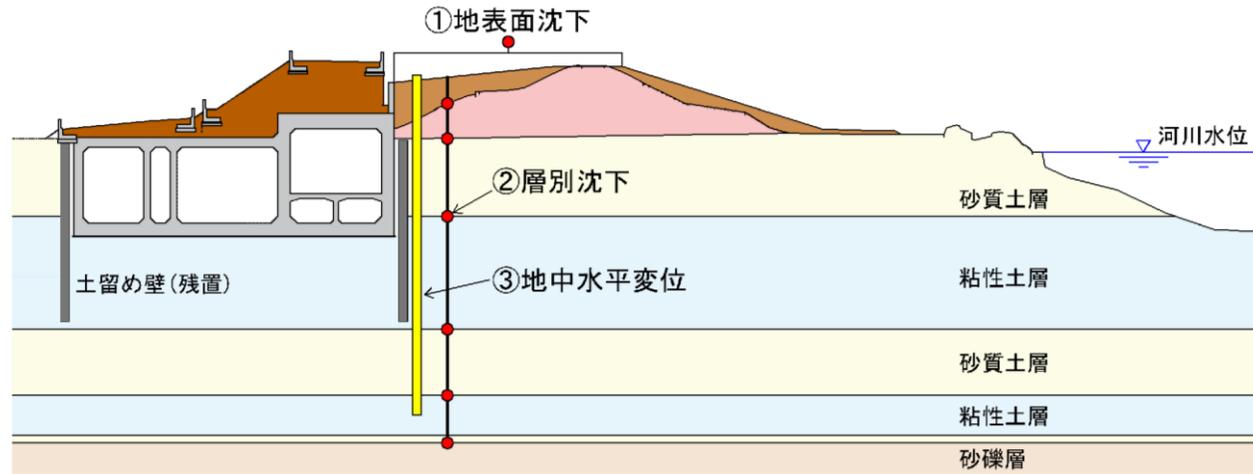
②層別沈下, ③地中水平変位: No.27

→ シールドトンネル区間において, 堤防天端の沈下量や道路構造物と堤防との不同沈下量が最も大きい解析箇所を選定.

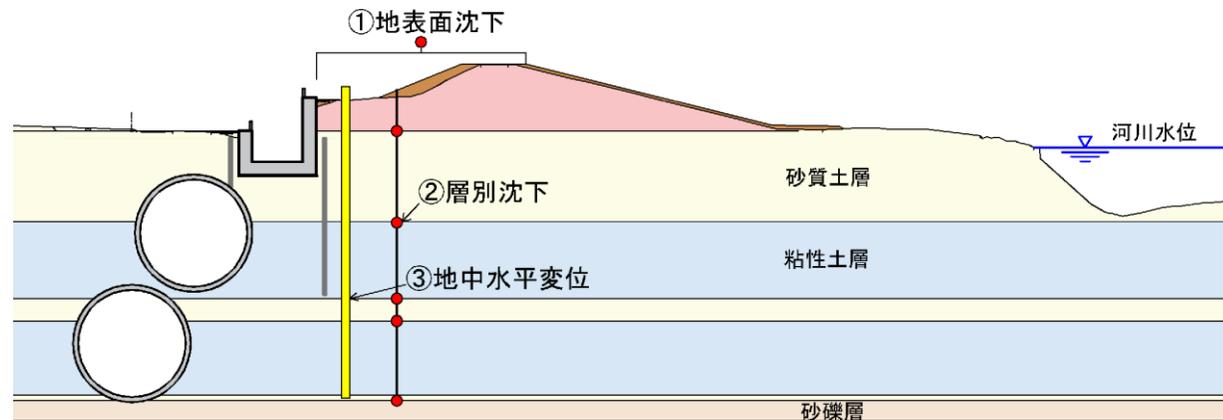
(2) 圧密沈下の進行状況(地盤変位)

(計測機器配置) 盛土による沈下の影響が大きいデルタ部を主体に配置。
地表面変位は堤防天端から道路構造物周辺にわたる数地点で計測。

【開削ボックス区間】



【シールドトンネル区間】



(3) 地震時の一体構造物の挙動(地震応答加速度等)

(目的) 地震時の一体構造物の挙動の把握.

(検証方法) 大規模地震時の一体構造物の応答と、解析による応答値の比較を実施.

(計測方法) 地震応答加速度 : 地震計
間隙水圧 : 間隙水圧計

(計測期間) 大阪北部地震程度以上の規模が大きな地震により、一体構造物の応答と解析の妥当性検証ができるまで連続して計測.
※計測期間についての詳細は河川管理者と協議して決定していく.

(計測箇所) 【開削ボックス区間】

完成時における解析箇所のうち、堤防沈下量や道路構造物の挙動が大きい箇所を選定(No.4).

【シールドトンネル区間】

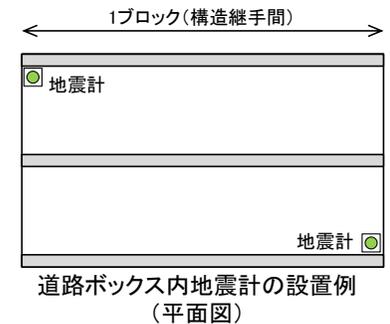
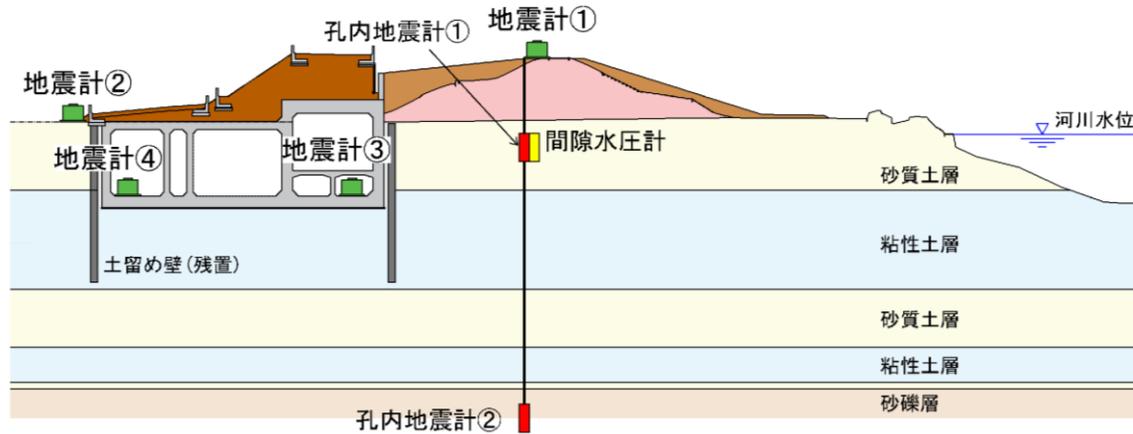
完成時における解析箇所のうち、道路構造物(U型擁壁)の挙動が大きい箇所を選定(No.26).

(3) 地震時の一体構造物の挙動(地震応答加速度等)

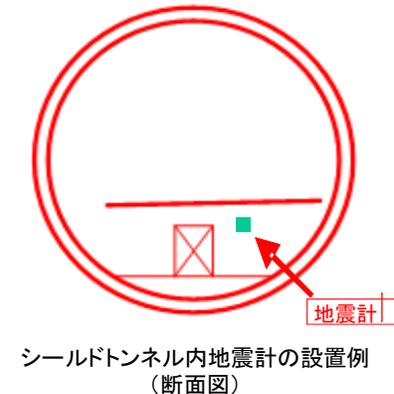
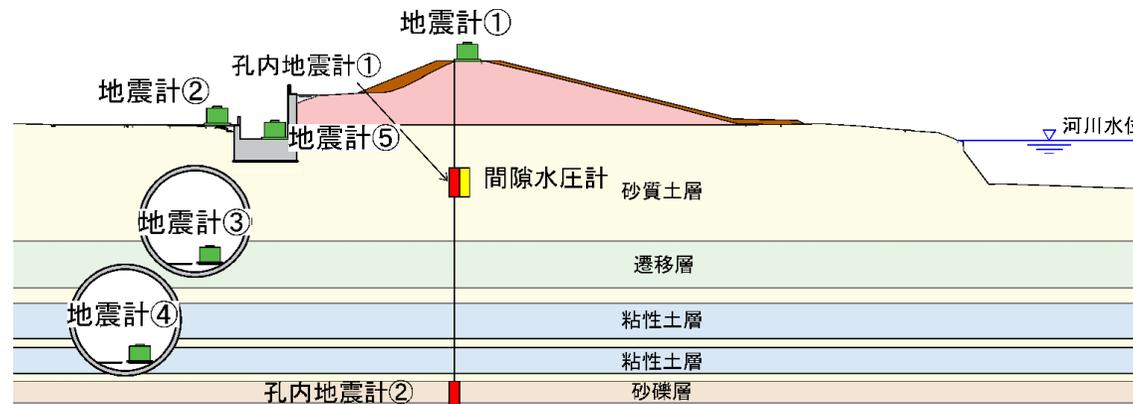
(計測機器配置) 地震計(道路構造物内, 堤内側地表面, 堤防天端, 堤防部地中(液状化層中, 工学的基盤面)間隙水圧計(堤防部地中(液状化層中))

※ 堤防地中部の地震計は, 既設本庄地震計(左岸8k100付近)と毛馬地震計(左岸9k500付近)の活用も考えられるが, 本対象区間より下流側に500m程度, 上流側に1000m程度離れており, 沖積粘性土層厚や液状化の対象となる沖積砂質土層厚など地質状況が異なるため, 新たに設置を計画する。

【開削ボックス区間】



【シールドトンネル区間】



■ 妥当性検証モニタリング まとめ

モニタリング項目	(1)洪水時の地下水位の状況 (堤体内水位・堤内水位)	(2)圧密沈下の進行状況 (地盤変位)	(3)地震時の一体構造物の挙動 (地震応答加速度等)
目的	洪水時の地下水位の状況把握	圧密沈下の進行の状況把握	地震時の一体構造物の挙動の把握
検証方法	堤体内水位・堤内水位の計測を行い、解析結果と比較	地盤変位の計測を行い、解析結果と比較	大規模地震時の一体構造物の応答と、解析による応答値の比較
計測方法	水位計	地表面変位量 : 測量 層別沈下量 : 層別沈下計 地中水平変位量 : 挿入式傾斜計	地震応答加速度 : 地震計 間隙水圧 : 間隙水圧計
計測期間	大規模な出水等により解析結果の妥当性が検証できるまで(連続計測)	工事完了後(圧密度90%程度)から年1回程度とし、圧密沈下が概ね収束したと判断できるまで(年1回程度～収束)	大阪北部地震程度以上の規模が大きな地震による一体構造物の応答と、解析の妥当性検証ができるまで(連続計測)
計測箇所	・ボックス区間: 2箇所(No.4, No.15) ・シールド区間: 3箇所(No.26, No.28, No.36)	・ボックス区間: 1箇所(No.4) ・シールド区間: 1箇所(No.27) ※地表面変位は、解析箇所(No.4, 16, 27, 30)の他、3～5箇所程度	・ボックス区間: 1箇所(No.4) ・シールド区間: 1箇所(No.26)
計測機器配置	①川表側 ②道路構造物と堤防法線の間付近 ③道路構造物近傍 ④堤内側の道路構造物近傍	盛土による沈下の影響が大きいデルタ部を主体に配置し、地表面変位は堤防天端から道路構造物周辺にわたる数地点で計測	地震計(道路構造物内, 堤内側地表面, 堤防天端, 堤防部地中) 間隙水圧計(堤防部地中)

注) 施工中の影響は施工計画とあわせて検討する。

4. 維持管理モニタリング

(点検・計測方法, 点検計測結果の評価方法)

4. 維持管理モニタリング

■ 維持管理モニタリング項目一覧

- ・ 一体構造物として河川堤防の機能確保上懸念されることは、道路構造物周辺に水みちが発生し、それが堤体の内部侵食を助長し、堤防破壊の危険性が高まることである。
- ・ 堤防や道路構造物において単独で実施されるのモニタリング項目に加えて、構造物周辺に現れる変状や、堤体内水位の上昇を抑制するために敷設する降雨浸透対策工の状態、道路横断排水工や砕石置換工の状態など、変状の進行が水みち発生につながると考えられる項目を新たにモニタリング項目として設定する。
- ・ シールドトンネルは安定した円形構造物で、構成するセグメント等はプレキャスト製で高品質である。また、高強度の緻密なコンクリートで構成されることから、ボックス等のRC構造物に比べて損傷・劣化は生じにくい特徴がある。ただし、立坑や切り上げ区間などの構造継目は弱点部となる可能性があり、道路ボックスに準じたモニタリングを実施する。

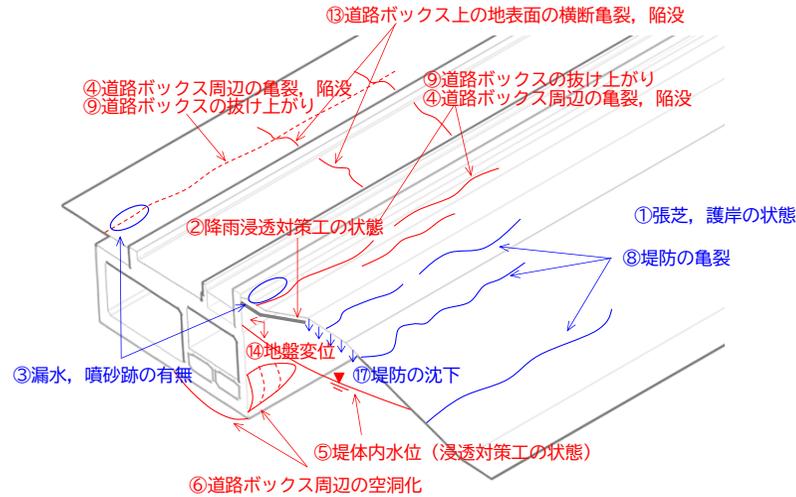
番号	モニタリング項目	方法
①	張芝、護岸の状態	目視
②	降雨浸透対策工の状態	目視
③	漏水、噴砂跡の有無	目視
④	道路構造物周辺の亀裂、陥没	目視
⑤	堤体内水位	計測
⑥	道路構造物周辺の空洞化	計測
⑦	道路構造物の変位	計測
⑧	堤防の亀裂	目視
⑨	道路構造物の抜け上がり	目視

番号	モニタリング項目	方法
⑩	函内の漏水、土砂流出の有無	目視
⑪	道路構造物の構造継目の異状	目視
⑫	道路構造物の構造継目の相対変位	計測
⑬	道路構造物上の地表面の横断亀裂、陥没	目視
⑭	地盤変位	計測
⑮	地震応答加速度等	計測
⑯	道路構造物部材の損傷	目視
⑰	堤防の沈下	目視

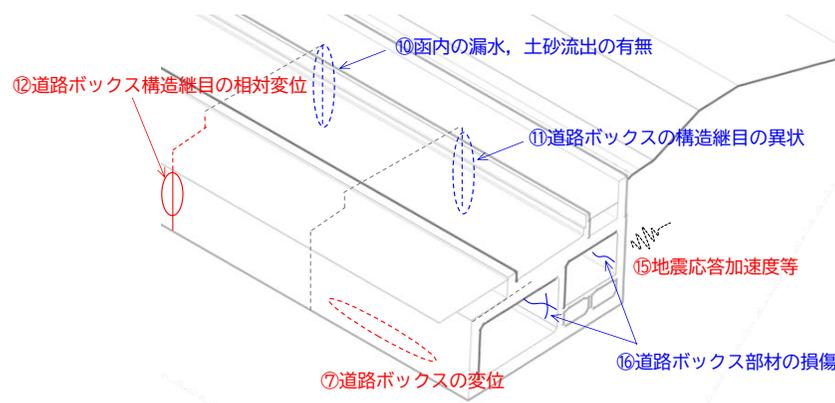
赤字：一体構造物特有の事項 青字：既往基準類で想定している事項

■ 施設の維持管理を目的としたモニタリング項目

【開削ボックス区間】

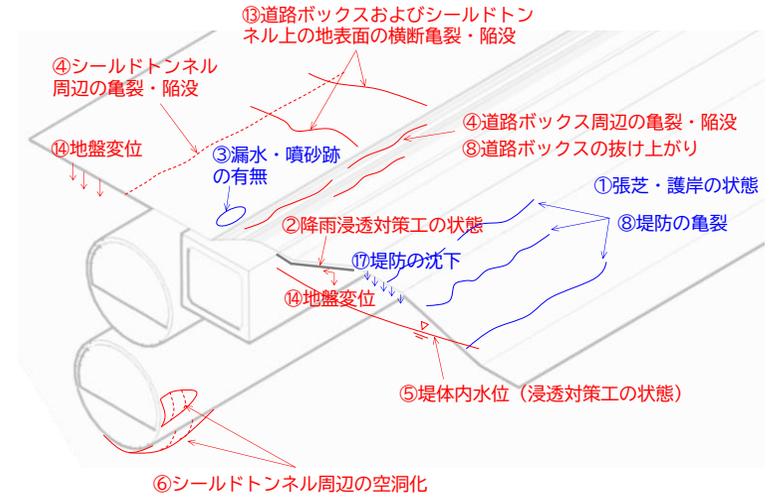


(a) 河川堤防の状態把握

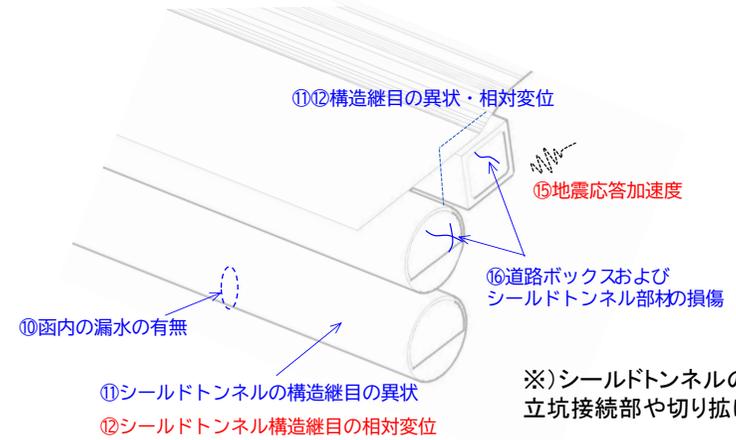


(b) 道路施設の状態把握

【シールドトンネル区間】



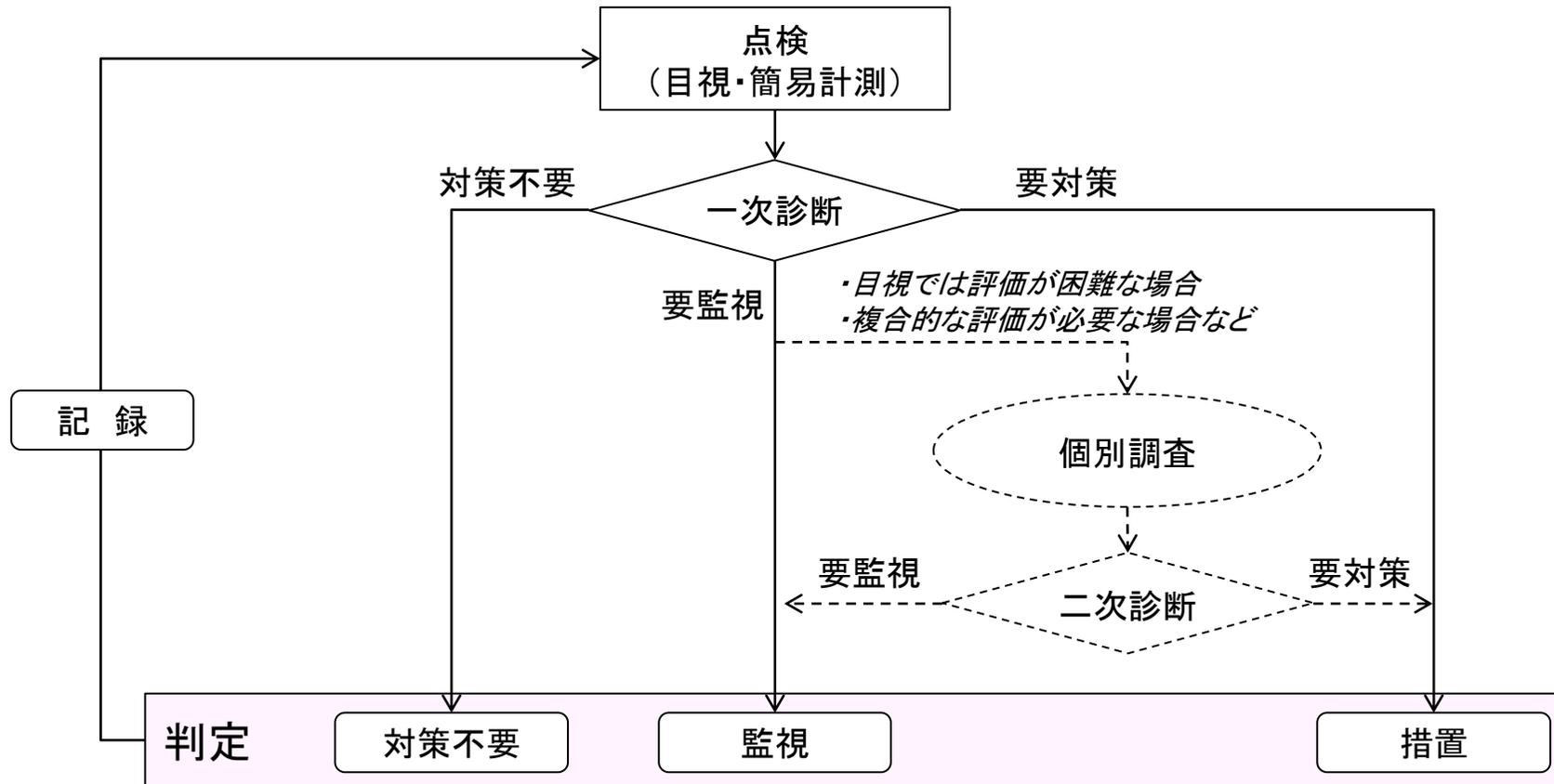
(a) 河川堤防の状態把握



(b) 道路施設の状態把握

※) シールドトンネルの構造継目は、立坑接続部や切り拡げ部が対象

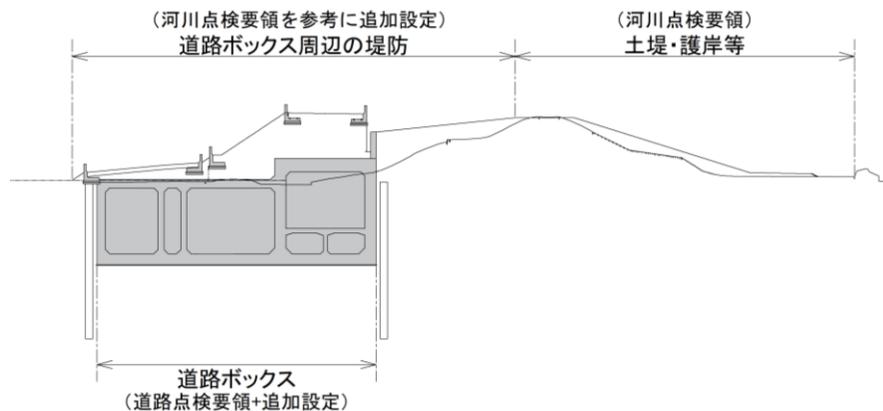
■ モニタリングのながれ



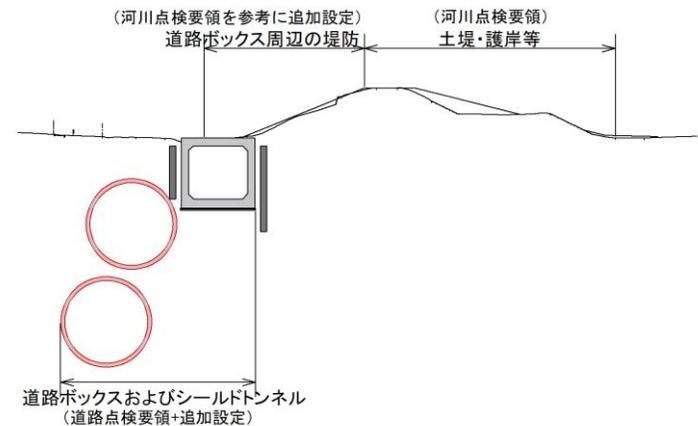
●維持管理モニタリングの基本方針

- ・モニタリングは、既往の河川施設、道路施設の点検体系を基本として実施する。「道路構造物の点検要領」によれば、RCセグメント構造のシールドトンネルの点検は、「開削トンネル・カルバート」の点検を準用するとされているため、道路ボックスとシールドトンネルは同じ点検手法で実施する。
- ・点検、点検結果の評価は、それぞれの点検・評価要領に基づき実施する。
- ・ただし、点検要領に記載のない項目については、淀川左岸線(2期)と同様、既往要領を参考に追加して設定(以降、追加設定と表現する)。

【開削ボックス区間】



【シールドトンネル区間】



※1) 堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領 令和5年3月 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課(以降、河川の点検要領と表現する)
堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領 参考資料 平成31年4月 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課

※2) 道路構造物の点検要領 平成30年10月 阪神高速道路(株)(以降、「道路構造物の点検要領」と表現する)

淀川左岸線(2期)の審議時から河川の点検要領や道路の点検要領が改訂となっているため、淀川左岸線延伸部では上記の要領に基づいた区分で点検・評価を行う。

●点検および点検結果の評価の実施時期

- ・ 常時の点検は、出水期前、台風期に実施。
- ・ 非常時の点検は、出水後、地震後に実施(出水や地震の規模により判断)。
- ・ 点検結果の評価は1年に1回以上の頻度で実施。

目視点検を行う時期の一覧

点検対象		常時		非常時		備考
		出水期前	台風期	出水後	地震後	
堤防	土堤	○	○*	○	○	
	護岸・鋼矢板護岸・ 根固め工・水制工	○		○	○	
	道路構造物周辺の堤防	○	○*	○	○	・年1回以上の定点の計測を必要に応じて実施 ・詳細点検は10年に1回以上
道路ボックス シールドトンネル		○	○*	○	○	

※出水後の点検と時期が異なる場合には両者を併せて実施できる

上記のほか、通常の河川施設、道路施設で実施する点検等は通常通り実施。

●点検事項の整理

(既往点検要領)

要領	項目
河川*1	土堤
	護岸・鋼矢板護岸・根固工・水制工
	高潮堤防
	特殊堤
	陸閘
	樋門等構造物周辺の堤防
	橋梁
道路*2	トンネル
	カルバート
	のり面
	路上構造物
	排水施設
	防護柵など
	標識等
	避難誘導施設
	トンネル非常用設備
	橋梁検査設備
	環境施設
	その他の施設

* 1) 河川の点検要領

* 2) 道路構造物の点検要領

既往の点検要領から該当箇所を抜粋

要領	項目
河川*1	土堤
	護岸・鋼矢板護岸・根固工・水制工
道路*2	カルバート (シールドトンネル)

+

要領	項目
河川*1	樋門等構造物周辺の堤防

+

追加設定

↓

点検事項

一体構造物のモニタリング項目

①張芝, 護岸の状態	既往要領で対応
③漏水, 噴砂跡の有無	
⑧堤防の亀裂	
⑰堤防の沈下	
⑩道路構造物函内の漏水, 土砂流出の有無	
⑪道路構造物の構造継目の異状	
⑯道路構造物の部材の損傷	

④道路構造物周辺の亀裂, 陥没	既往要領を準用
⑥道路構造物周辺の空洞化	
⑨道路構造物の抜け上がり	
⑬道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没	

②降雨浸透対策工の状態	既往要領から追加して設定
⑤堤体内水位	
⑦道路構造物の変位	
⑫道路構造物の構造継目の相対変位	
⑭地盤変位	
⑮地震応答加速度等	

既往の点検要領で対応していない項目は追加して設定

4. 維持管理モニタリング

● 既往(河川・道路)点検要領による点検事項の一覧 (出水期前, 台風期)

(出水後, 地震後)

項目	箇所	モニタリング事項	常時		
			出水期前	台風期	
土堤	法面・小段	法面・小段の亀裂、陥没、はらみだし、法崩れ、寺勾配化、侵食等はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		張芝のはがれ等、堤防植生、表土の状態に異状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		雨水排水上の問題となっているような、小段の逆勾配箇所や局所的に低い箇所がないか	○	○	
		法面・小段に不陸はないか	○	○	
		モグラ等の小動物の穴が集中することによって、堤体内に空洞を生じていないか	○	○	
		樹木の侵入、拡大は生じていないか	○	○	
	天端	坂路・階段取り付け部の路面排水の集中に伴う洗堀、侵食がないか	○	○	
		堤防天端及び法肩に亀裂、陥没、不陸、沈下等の変状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		天端肩部が侵食されているところはないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		堤脚付近の排水不良に伴う浸潤状態はないか	○	○	
		堤脚付近の堤体土が軟弱化し、流動化の恐れはないか	○	○	
		しぼり水でいつも浸潤状態のところはないか	○	○	
裏法尻部	法尻付近の漏水、噴砂はないか	○	○		
	堤脚保護工の変形はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○		
	局部的に湿性を好む植生種が群生していないか	○	○		
	ドレーン工の目詰まり、あるいは漏水の排水が生じていないか	○	○		
堤脚水路	堤脚水路の経目からの漏水・噴砂がないか	○	○		
	堤脚水路の閉塞がないか	○	○		
堤防	堤防護岸 高水護岸 低水護岸	堤防護岸・高水護岸に目地の開き、亀裂、破損等の変状はないか	○	○	
		堤防護岸・高水護岸に浸透対策として表法面に被覆工が施されている箇所において、遮水シートの露出や破断がないか	○	○	
		護岸及びその端部に洗堀、侵食がないか	○	○	
		コンクリート構造、鋼構造に劣化や腐食が生じていないか	○	○	
	鋼矢板護岸	コンクリートブロックや捨て石等の積み構造が、沈下、崩れ等の変形を生じていないか	○	○	
		コンクリートブロック等の積み構造が、はらみ出しを生じていないか	○	○	
		低水護岸に沈下、崩れ、陥没等変状発生が懸念される河床低下や局所洗掘が生じていないか	○	○	
		鋼矢板	コンクリート構造、鋼構造に劣化や腐食が生じていないか	○	○
		背後地盤	コンクリート構造、鋼構造に不同沈下、傾き、土構造との接合部に隙間や吸出し等が見られないか	○	○
		笠コンクリート	背後地盤に沈下、陥没はないか	○	○
根固工 水制工	根固工	コンクリート構造、鋼構造に劣化や腐食が生じていないか	○	○	
	水制工	水制工の変状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
道路構造物 周辺の堤防	道路構造物上の 地表面	道路構造物上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか、幅、段差が拡大していないか、 道路構造物上の地表面の堤体法尻部、小段部や堤脚水路より漏水・噴砂等の吸出しの痕跡はないか	○	○	
	堤防間盛土 (デルタ部)	道路構造物上の地表面、堤脚水路に陥没はないか	○	○	
	堤防間盛土 (デルタ部)	降雨浸透対策工の露出や損傷がないか	○	○	
道路構造物	道路構造物躯体	道路構造物の積み、折れ曲がりや継手の開き、函体やセグメントにひび割れはないか、ひび割れは拡大していないか	○	○	
	構造物同士の 接合部	構造物各部の接合部の開きの状態に変化はないか、幅、段差が拡大していないか、道路ボックス部とシールドトンネル部の接続箇所に変状や漏水が生じていないか、 構造物各部の接合部から吸出しの痕跡が生じていないか	○	○	

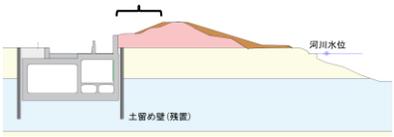
項目	箇所	モニタリング事項	非常時		
			出水後	地震後	
土堤	法面・小段	法面・小段の亀裂、陥没、はらみだし、法崩れ、寺勾配化、侵食等はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		張芝のはがれ等、堤防植生、表土の状態に異状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		法面及び小段が泥濘化しているような箇所はないか	○	○	
		モグラ等の小動物の穴が集中していた箇所陥没等を生じていないか	○	○	
		堤防天端及び法肩に亀裂、陥没、不陸、沈下等の変状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		天端肩部が侵食されているところはないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
	裏法尻部	堤脚付近の堤体土が軟弱化し、流動化の恐れはないか	○	○	
		法尻付近の漏水、噴砂はないか	○	○	
		堤脚保護工の変形はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
		ドレーン工の目詰まり、あるいは漏水の排水が生じていないか	○	○	
		堤脚水路の経目からの漏水・噴砂がないか	○	○	
		堤脚水路の閉塞がないか	○	○	
堤防	堤防護岸 高水護岸 低水護岸	堤防護岸・高水護岸に目地の開き、亀裂、破損等の変状はないか	○	○	
		堤防護岸・高水護岸に浸透対策として表法面に被覆工が施されている箇所において、遮水シートの露出や破断がないか	○	○	
		護岸及びその端部に洗堀、侵食がないか	○	○	
		コンクリート構造、鋼構造に劣化や腐食が生じていないか	○	○	
	鋼矢板護岸	コンクリートブロックや捨て石等の積み構造が、沈下、崩れ等の変形を生じていないか	○	○	
		コンクリートブロック等の積み構造が、はらみ出しを生じていないか	○	○	
		低水護岸に沈下、崩れ、陥没等変状発生が懸念される河床低下や局所洗掘が生じていないか	○	○	
		鋼矢板	コンクリート構造、鋼構造に劣化や腐食が生じていないか	○	○
		背後地盤	コンクリート構造、鋼構造に不同沈下、傾き、土構造との接合部に隙間や吸出し等が見られないか	○	○
		笠コンクリート	背後地盤に沈下、陥没はないか	○	○
根固工 水制工	根固工	根固工の変状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
	水制工	水制工の変状はないか(あるいは出水期前よりも進行していないか)	○	○	
道路構造物 周辺の堤防	道路構造物上の 地表面	道路構造物上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか、幅、段差が拡大していないか、 道路構造物上の地表面の堤体法尻部、小段部や堤脚水路より漏水・噴砂等の吸出しの痕跡はないか	○	○	
	堤防間盛土 (デルタ部)	道路構造物上の地表面、堤脚水路に陥没はないか	○	○	
	堤防間盛土 (デルタ部)	降雨浸透対策工の露出や損傷がないか	○	○	
道路ボックス シールドトンネル	構造物躯体	道路構造物の積み、折れ曲がりや継手の開き、函体やセグメントにひび割れはないか、ひび割れは拡大していないか	○	○	
	構造物同士の 接合部	構造物各部の接合部の開きの状態に変化はないか、幅、段差が拡大していないか、道路ボックス部とシールドトンネル部の接続箇所に変状や漏水が生じていないか、 構造物各部の接合部から吸出しの痕跡が生じていないか	○	○	

● 計測機器等によるモニタリング項目

項目	箇所	モニタリング事項	計測時期			
			出水期前	連続計測		
堤防	土堤	天端	地表面沈下	圧密沈下の傾向を把握	○	
	道路構造物 周辺の堤防	堤防間盛土	堤体内地下水位	堤防内の水位に大きな変動はないか	○	○
道路ボックス シールドトンネル	ボックス トンネル		地震加速度	道路ボックスおよびシールドトンネルに発生する地震応答加速度を把握		○

維持管理モニタリング 点検・計測方法

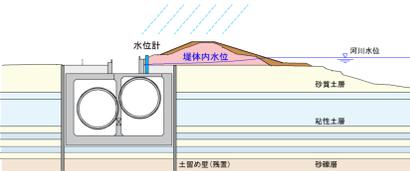
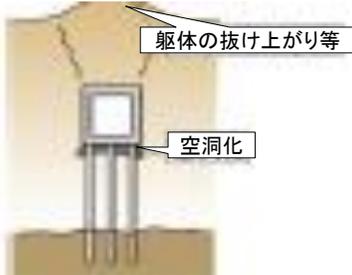
●実施方法(1)

点検項目		点検の時期	点検事項	点検方法	摘要
①	張芝, 護岸の状態	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後) 上記に加え豪雨発生後にも点検	【河川点検要領】 (土堤)法面・小段 (護岸)堤防護岸・高水護岸・低水護岸	【外観目視】 河川点検要領を基本に実施 (変状種別) 堤防 11) 侵食(ガリ), 13) 護岸・被覆工の破損等 (確認事項) ・法面・小段の亀裂, 陥没, はらみだし, 法崩れ, 遮水シートの露出や破断, コンクリートブロックや捨て石等の沈下や崩れ等の変形	 
②	降雨浸透対策の状態	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後) 上記に加え豪雨発生後にも点検	【追加設定】 降雨浸透対策工の露出や損傷がないか	【外観目視】 (変状種別) 道路構造物周辺堤防 1) 降雨浸透対策の状態 (確認事項) ・クラック, 段差, 堤内側の排水, シートの露出欠損 ・クラックが生じている場合は幅, 深さ, 長さを記録 ・段差が生じている場合は, 高低差・方向(堤外側or堤内側, 上流側or下流側)を記録	降雨浸透対策設置範囲 
③	漏水・噴砂跡の有無	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後)	【河川点検要領】 (土堤)裏法尻部	【外観目視】 河川点検要領を基本に実施 (変状種別) 堤防 12) 漏水・噴砂 (確認事項) ・漏水が発生している場合は, 動画による撮影や, 漏水量を計測し, 漏水の位置や規模の判定ができるように記録	 

凡例
 : 追加設定

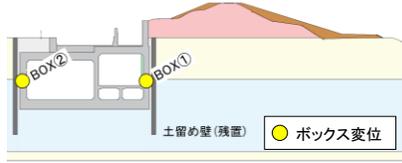
4. 維持管理モニタリング

●実施方法 (2)

	点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	摘 要
④	道路構造物周辺の亀裂、陥没	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)	<p>【河川点検要領の樋門等構造物周辺堤防を準用】</p> <p>道路構造物上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか 幅や段差が拡大していないか</p>	<p>【外観目視】 河川点検要領を基本に実施</p> <p>(変状種別) 堤防 1) 亀裂, 2) 陥没や不陸 道路構造物周辺堤防 2) 道路構造物周辺の亀裂・陥没</p> <p>(確認事項) ・亀裂, 陥没が発生している場合には, 長さや深さ, ずれの方向についても記録 ・道路構造物周辺の陥没は, 構造物周辺に水みちが発生している可能性があることから, 修復が必要なレベルの亀裂, 陥没の場合には, 追加調査等を検討</p>	 <p>堤体からの漏水</p>
⑤	堤体内水位	<p>常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後)</p> <p>上記に加え豪雨発生後にも計測データを確認</p>	<p>【追加設定】</p> <p>堤体内の水位に大きな変動はないか ※縦断的な水位勾配についても留意</p>	<p>【機器等による計測】 水位計による計測(連続計測)</p> <p>(変状種別) 堤防(計測) 1) 堤体内水位 堤防 9) 排水不良, 12) 漏水・噴砂</p> <p>(確認事項) ・道路構造物川表側近傍の観測井 ・縦断方向 数箇所程度</p>	 <p>水位計 堤体内水位 河川水位 砂質土層 粘性土層 土留め壁(橋脚) 砂礫層</p>
⑥	道路構造物周辺の空洞化	個別調査時 (道路構造物上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態により空洞化が疑われる場合)	<p>【河川点検要領の樋門等構造物周辺堤防を準用】</p> <p>道路構造物周辺に空洞化が発生していないか</p>	<p>【個別調査】</p> <p>(変状種別) 道路構造物周辺堤防 2) 道路構造物周辺の亀裂・陥没等</p> <p>(確認事項) ・具体的な方法については, 変状が生じた際に, 調査方法を選定 ・物理探査等による空洞化の観測は, 現時点では確実な方法は確立されていない ・将来, 調査を行う際に活用するため, 施工直後の初期値を調査</p>	 <p>躯体の抜け上がり等 空洞化</p>

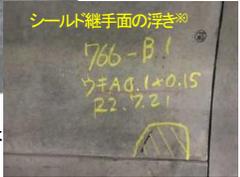
凡例
 : 追加設定

●実施方法 (3)

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	摘要
⑦ 道路構造物の変位	個別調査時 (外観目視等により変位が懸念される場合、詳細な変位量を把握する必要がある場合)	【追加設定】 道路構造物の変位量の把握	【機器等による計測】 測量により計測 (変状種別) 道路構造物 4)沈下, 6)道路構造物の構造継目の異状等 (確認事項) ・道路構造物の両端や内空の変位を計測 ・道路構造物の検査路に測量鉞を設置 ・将来的には車両搭載型レーザー計測装置等の新技術の導入による効率化を検討	
⑧ 堤防の亀裂	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)	【河川の点検要領】 (土堤)天端, 法面・小段	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施 (変状種別) 堤防 1)亀裂 (確認事項) ・亀裂, 陥没が発生している場合には, 長さや深さ, ずれの方向についても記録	
⑨ 道路構造物の抜け上がり	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)	【河川点検要領の樋門等構造物周辺堤防を準用】 道路構造物上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか 幅や段差が拡大していないか	【外観目視】 河川点検要領を基本に実施 (変状種別) 道路構造物周辺堤防 3)道路構造物の抜け上がり (確認事項) ・抜け上がりが発生している場合は, その量を記録	

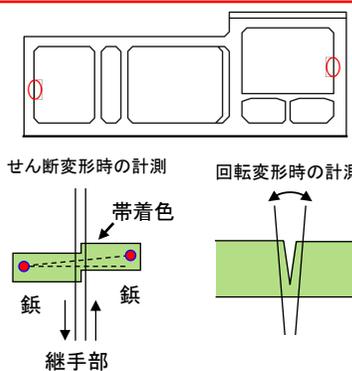
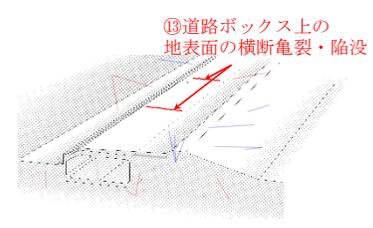
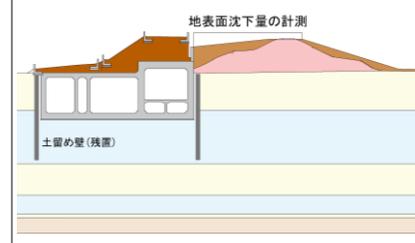
凡例
 :追加設定

●実施方法 (4)

点検項目		点検の時期	点検事項	点検方法	摘 要
⑩	<p>函内の漏水、土砂流出の有無</p>	<p>常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)</p> <p>上記に加え豪雨発生後にも点検</p>	<p>【道路点検要領】 【河川点検要領の樋門等構造物周辺堤防を準用】</p> <p>構造物各部の接合部から吸出しの痕跡が生じていないか</p>	<p>【外観目視】 道路点検要領を基本に実施</p> <p>(変状種別) 道路構造物 5) 漏水</p> <p>(確認事項) ・構造物の継目やシールドトンネル注入孔等からの漏水, 土砂流出が発生している場合には, 動画による撮影や漏水量を計測し, 漏水の位置や規模が判定できるように記録</p>	 <p>継目からの漏水</p>  <p>シールド注入孔からの漏水[※]</p> <p>※)シールドトンネルの耐久性向上に関する研究, 土木研究所より引用</p>
⑪	<p>道路構造物の構造継目の異状</p>	<p>常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)</p>	<p>【道路点検要領】 【河川点検要領の樋門等構造物周辺堤防を準用】</p> <p>構造物各部の接合部の開きの状態に変化はないか 幅, 段差が拡大していないか</p>	<p>【外観目視】 道路点検要領を基本に実施</p> <p>(変状種別) 道路構造物 3) 目地の異状, 6) 道路構造物の構造継目の異状</p> <p>(確認事項) ・幅, 段差については, ⑩道路構造物の構造継目の相対変位計測により管理する</p>	 <p>継目の開き</p>  <p>シールド継手面の浮き[※]</p> <p>766-B.1 ウキA0.1x0.15 22.7.21</p> <p>※)シールドトンネルの耐久性向上に関する研究, 土木研究所より引用</p>

凡例
 : 追加設定

●実施方法 (5)

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	摘要
⑫ 道路構造物の構造継目の相対変位	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)	【追加設定】 構造物各部の接合部の開きの状態に変化はないか 幅, 段差が拡大していないか 道路構造物同士の相対変位が進行していないか	【機器等による計測】 簡易計測(スケール等) (変状種別) 道路構造物 7) 道路構造物の構造継目の相対変位 (確認事項) ・全ての構造継手を対象 ・構造継目を挟んで鋺を2箇所設置し, 距離を計測 ・(構造継目の相対変位計測の位置は設置までに検討)	
⑬ 道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)	【河川点検要領の樋門等構造物周辺堤防を準用】 道路構造物上部の堤防天端, 法面, 小段に横断方向の亀裂や陥没はないか	【外観目視】 河川点検要領を基本に実施 (変状種別) 道路構造物周辺堤防 4) 道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没 (確認事項) ・変位置, 止水ゴムの破断 ・亀裂, 陥没が発生している場合には, 長さや深さ, ずれの方向についても記録	
⑭ 地盤変位	常時(出水期前) 非常時(地震後)	【追加設定】 圧密沈下の沈下傾向を把握	【機器等による計測】 地表面の沈下量(測量により計測) (変状種別) 堤防(計測) 2) 地表面の沈下量, 堤防 4) 沈下, 道路構造物周辺堤防 3) 道路構造物の抜け上がり等 (確認事項) ・堤防天端～構造物周辺に測量鋺等を設置し, 地表面沈下量を計測 ・将来的には車両搭載型レーザー計測装置等の新技術の導入による効率化を検討	

凡例
 : 追加設定

●実施方法 (6)

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	摘要
⑮ 地震応答加速度等	連続計測	<p>【追加設定】</p> <p>堤防天端や堤内地、道路構造物に発生する地震応答加速度の把握</p>	<p>【機器等による計測】 地震計による計測(連続計測)</p> <p>(確認事項) ・道路構造物内に地震計を設置 ・地震発生直後の初動体制を決定するために計測</p>	
⑯ 道路構造物部材の損傷	常時(出水期前, 台風期) 非常時(出水後, 地震後)	<p>【道路点検要領】</p> <p>道路構造物内部のひび割れやはく離, 鉄筋露出の有無, 状態に変化はないか, 拡大していないか</p>	<p>【外観目視】 道路点検要領を基本に実施</p> <p>(変状種別) 道路構造物 1)ひび割れ, 2)はく離, 欠落, 鉄筋の露出, 豆板, 4)沈下</p> <p>(確認事項) ・道路構造物内部の変状状況</p>	
⑰ 堤防の沈下	非常時(地震後)	地震後に堤防が沈下していないか	<p>【外観目視】 河川点検要領を基本に実施</p> <p>(変状種別) 堤防 4)沈下</p> <p>(確認事項) ・地震後の堤防の沈下や陥没, 亀裂等の変状</p>	

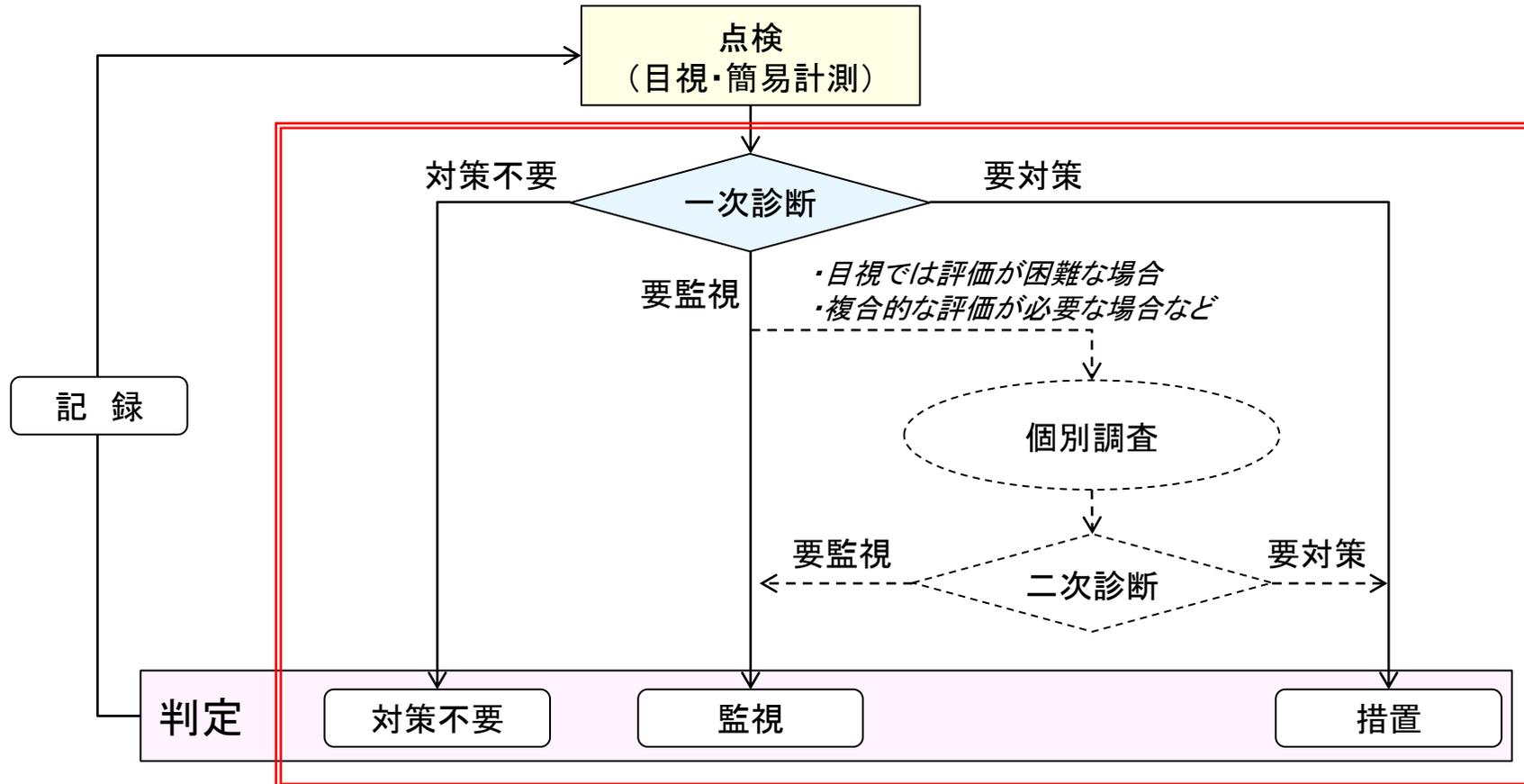
凡例
 : 追加設定

■ 維持管理モニタリングまとめ

番号	モニタリング項目	方法	要領	実施時期						
				常時		非常時			個別調査時	連続計測
				出水期前	台風期	出水後	豪雨後	地震後		
①	張芝, 護岸の状態	目視	河川の点検要領	○	○	○	○	○		
②	降雨浸透対策工の状態	目視	追加設定	○	○	○	○	○		
③	漏水, 噴砂跡の有無	目視	河川の点検要領	○	○	○				
④	道路構造物周辺の亀裂, 陥没	目視	河川の点検要領	○	○	○		○		
⑤	堤体内水位	計測	追加設定	○	○	○	○			○
⑥	道路構造物周辺の空洞化	計測	河川の点検要領						○	
⑦	道路構造物の変位	計測	追加設定						○	
⑧	堤防の亀裂	目視	河川の点検要領	○	○	○		○		
⑨	道路構造物の抜け上がり	目視	河川の点検要領	○	○	○		○		
⑩	函内の漏水, 土砂流出の有無	目視	道路構造物の点検要領	○	○	○	○	○		
⑪	道路構造物の構造継目の異状	目視	道路構造物の点検要領	○	○	○		○		
⑫	道路構造物の構造継目の相対変位	計測	追加設定	○	○	○		○		
⑬	道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没	目視	河川の点検要領	○	○	○		○		
⑭	地盤変位	計測	追加設定	○				○		
⑮	地震応答加速度等	計測	追加設定					○		○
⑯	道路構造物部材の損傷	目視	道路構造物の点検要領	○	○	○		○		
⑰	堤防の沈下	目視	河川の点検要領					○		

維持管理モニタリング 点検・計測結果の評価

■ 点検結果の評価のながれ



※点検結果として一体構造物に修復等が必要になった場合の役割分担については、河川管理者と今後協議し、決定する。

維持管理モニタリング 一次診断

4. 維持管理モニタリング

一次診断 (変状種別)

(堤防)

工種	機能	機能低下の状態	変状種別	点検項目	摘要
土堤	<ul style="list-style-type: none"> 越水防止機能 耐浸透機能 耐侵食機能 	<ul style="list-style-type: none"> 沈下 すべり破壊 パイピングの発生 侵食 等	1) 亀裂	④⑧	既往基準 (河川) に準拠
			2) 陥没や不陸	④	
			3) 法崩れ	①	
			4) 沈下	⑭⑰	
			5) 堤脚保護工の変形	①	
			6) はらみ出し	①	
			7) 寺勾配	①	
			8) モグラ等小動物の穴	①	
			9) 排水不良	①⑤⑭	
			10) 樹木の侵入	①	
			11) 侵食(ガリ)・植生異状	①	
			12) 漏水・噴砂	③⑤	
			13) 護岸・被覆工の破損	①	
			14) はらみ出し	①	
			15) 基礎部の洗掘	①	
			16) 端部の侵食	①	
			17) 鋼矢板の変形, はらみ出し, 破損	①	
			18) 鋼矢板の腐食(サビ, 孔, 肉厚の減少)	①	
			19) 鋼矢板継手部の開き, 欠損	①	
			20) 背後地盤の沈下, 陥没	①	
			21) 笠コンクリートの変形, 破損	①	
護岸 (堤防護岸, 高水護岸, 低水護岸)	<ul style="list-style-type: none"> 耐侵食機能 耐浸透機能 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸の損壊 漏水の発生 等	13) 護岸・被覆工の破損	①	
鋼矢板護岸	<ul style="list-style-type: none"> 耐侵食機能 土留め機能 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼矢板および笠コンクリート等の傾倒 鋼矢板護岸からの吸出し(漏水) 等	14) はらみ出し	①	
			15) 基礎部の洗掘	①	
			16) 端部の侵食	①	
			17) 鋼矢板の変形, はらみ出し, 破損	①	
			18) 鋼矢板の腐食(サビ, 孔, 肉厚の減少)	①	

(道路構造物 周辺の堤防)

工種	機能	機能低下の状態	変状種別	点検項目	摘要
道路構造物 周辺の堤防	耐浸透機能	<ul style="list-style-type: none"> 沈下 パイピングの発生 内部侵食 	1) 降雨浸透対策の状態	②	淀川左岸線 (2期)を参考 に設定
			2) 道路構造物周辺の亀裂, 陥没	④⑥	
			3) 道路構造物の抜け上がり	⑥⑨⑭	
			4) 道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没	⑥⑬	

(道路構造物)

工種	対象構造物	変状種別	点検項目	摘要
道路ボックス シールドトンネル U型擁壁	ボックスカルバート シールドトンネル U型擁壁	1) ひび割れ	⑯	既往基準 (道路) に準拠
		2) はく離, 欠落, 鉄筋の露出, 腐食, 空洞, 豆板	⑯	
		3) 目地の異常	⑦⑪	
		4) 沈下, 洗掘	⑦⑯	
		5) 泥水, 漏水, 遊離石灰	⑩	
		6) 道路構造物の構造継目の異状	⑦⑪	淀川左岸線(2期) を参考に設定
		7) 道路構造物の構造継目の相対変位	⑦⑫	

(計測機器等)

工種	機能	機能低下の状態	変状種別	点検項目	摘要
堤防	越流防止機能 耐浸透機能	沈下, すべり, パイピング	1) 堤体内水位	⑤	淀川左岸線(2期) を参考に設定
			2) 地盤変位	⑭	

※) 点検項目はp26~31に該当する項目

一次診断(変状毎の評価区分)

(堤防)「河川の点検要領:令和5年3月」に準拠

区分		状態	変状確認	機能支障	措置
a	異常なし	・目視できる変状がない, または目視できる軽微な変状が確認されるが, 堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていない健全な状態	なし	なし	
b	要監視段階	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが, 進行する可能性のある変状が確認され, 経過を監視する必要がある状態(軽微な補修を必要とする場合を含む)	あり	なし	
c	予防保全段階	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じていないが, 進行性があり予防保全の観点から, 対策を実施することが望ましい状態 ・詳細点検(調査を含む)によって, 堤防等河川管理施設の機能低下状態を再評価する必要がある状態	あり	なし	○
d	措置段階	・堤防等河川管理施設の機能に支障が生じており, 補修または更新等の対策が必要な状態 ・詳細点検(調査を含む)によって機能に支障が生じていると判断され, 対策が必要な状態	あり	あり	○

(道路構造物)「道路構造物の点検要領:平成30年10月 阪神高速道路株式会社」に準拠

判定区分		損傷状況	適用
S	S1	機能低下が著しく, 道路構造物の安全性から緊急に対策の必要がある場合	緊急に対策を実施すべきである. それが出来ない場合は, 少なくとも応急的な措置を行い当面の安全策を講ずる必要がある.
	S2	第三者への影響があると考えられ, 緊急に対策の必要がある場合	
A		機能低下があり, 対策の必要がある場合	実務的に可能な限り早急に対策を講ずる必要がある.
B		損傷の状態を観察する必要がある場合	原則として次回点検までに対策を実施する必要はないが, 他の補修計画を考慮したうえで計画的に補修するのが良い.
C		損傷が軽微である場合	
OK		上記以外の場合	

【参考】

「河川の点検要領の点検結果評価区分」と「道路構造物の点検要領の点検結果評価区分」の比較

堤防及び護岸等(河川の点検要領)			道路構造物(道路構造物の点検要領)		
a	異状なし	軽微な変状が確認されるが、施設の機能に支障が生じていない健全な状態	OK	対策不要	下記以外
			C		損傷が軽微である
b	要監視段階	施設の機能に支障が生じていないが、進行する可能性のある変状が確認され、経過を監視する必要がある状態	B	経過観察	損傷の状態を観察する必要がある 次回点検までに対策を実施する必要はないが、計画的に補修するのが良い
c	予防保全段階	施設の機能に支障が生じていないが、進行性があり予防保全の観点から対策を実施することが望ましい状態 詳細点検によって、施設の機能低下を再評価する必要がある状態			
d	措置段階	施設の機能に支障が生じており、補修または更新等の対策が必要な状態 詳細点検によって機能に支障が生じていると判断され、対策が必要な状態	A	対策必要	機能低下があり対策の必要がある
			S	緊急対策	機能低下が著しく、安全性や第三者への影響から、緊急に対策の必要がある

追加して設定する判定基準(一次診断)

【道路構造物周辺の堤防】

- ・降雨浸透対策の状態
- ・道路構造物周辺の亀裂, 陥没
- ・道路構造物の抜け上がり
- ・道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没

【道路構造物】

- ・道路構造物の構造継目の異状
- ・道路構造物の構造継目の相対変位

【計測機器等】

- ・堤体内水位
- ・地盤変位(地表面の沈下量)

【道路構造物周辺の堤防】 降雨浸透対策の状態

判定区分		判定基準	
		難透水性材料	遮水シート系材料
a	異状なし	地表面の植生状態が概ね良好な状態であり、轍やクラック等がない状態	地表面の植生状態が概ね良好な状態であり、轍やクラック等がない状態
b	要監視段階	地表面の植生に一部裸地が確認でき、軽微な轍やクラックが確認できる状態	地表面の植生に一部裸地が確認でき、軽微な轍やクラックが確認できる状態
c	予防保全段階	地表面にクラックが確認でき、降雨後の堤内側の排水が少ない状態	地表面の覆土がすべり、シートが露出している状態
d	措置段階	地表面にクラックが生じ、段差が生じている状態	シートが露出し、欠損している状態

河川の点検要領の護岸を参考に、外観上に大きな変化がない状態を「a:異状なし」、軽微な損傷がある状態を「b:経過観察段階」、部分的に機能に問題がある状態を「c:予防保全段階」、機能に問題がある状態を「d:措置段階」として判定基準を設定した。

【道路構造物周辺の堤防】 道路構造物周辺の亀裂、陥没

判定区分		変状種別
a	異状なし	・亀裂(クラック), 陥没なし
b	要監視段階	・不陸が生じている
c	予防保全段階	・目視で確認できる亀裂(クラック)が発生している
d	措置段階	・堤体からの漏水 ・陥没が発生している

河川の点検要領の樋門・樋管「堤防のクラック, ゆるみ, 取付護岸のクラック」を参考に、漏水が発生した場合には措置段階, 亀裂や陥没が確認された時点で予防保全段階として判定基準を設定した。

【道路構造物周辺の堤防】 道路構造物の抜け上がり

判定区分		変状種別
a	異状なし	・亀裂(クラック), 陥没なし
b	要監視段階	・抜け上がり10cm未満
c	予防保全段階	・抜け上がり10cm以上30cm未満
d	措置段階	・抜け上がり30cm以上 ・堤体からの漏水, パイピングの発生

河川の点検要領の樋門・樋管「函体底版下等の空洞化」を参考に判定区分を設定。

漏水やパイピングが発生した場合には措置段階とし、抜け上がり量が10cm以上30cm未満の場合を予防保全段階とした。

【道路構造物周辺の堤防】 道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没

判定区分		変状種別
a	異状なし	・亀裂(クラック), 陥没なし
b	要監視段階	・不陸が発生している
c	予防保全段階	・目視で確認できる亀裂(クラック), 不陸が発生しているが道路構造物内に変状・漏水がない
d	措置段階	・目視で確認できる亀裂, 陥没が発生しており, 道路構造物内に変状・漏水が発生している

河川の点検要領の樋門・樋管「堤防のクラック, ゆるみ, 取付護岸のクラック」, 「函体等の破損」を参考に判定区分を設定。

地表面に横断亀裂や陥没が発生している箇所や, その近傍の道路構造物内の構造継目から漏水が発生している場合には, 土砂の流出を伴っている可能性が高いため, 措置段階とした。

4. 維持管理モニタリング

【道路構造物】 道路構造物の構造継目の異状

判定区分		判定基準	(堤防)
OK		・目地のずれ、開き、段差がなく、漏水もない	(a)
C		・軽微な目地のずれ、開き、段差があるが、漏水を伴わない	
B	経過観察	・目地のずれ、開き、段差などがあるが、漏水を伴わない	(b),(c)
A	対策必要	・著しい目地ずれ、開き、段差などがある ・土砂を含まない漏水が発生している	(d)
S	緊急対策	・土砂流出を伴う漏水が発生している ・目地に異状があり、止水板などの落下の恐れがある ・つららが落下し、走行車両に影響がある	

河川堤防との一体構造では、漏水に加えて土砂の流入の有無が重要と考え、漏水、段差、土砂の流入の有無を判定基準として設定した。

【道路構造物】 道路構造物の構造継目の相対変位

判定区分		判定基準	(堤防)
OK		・継手開きなし	(a)
C		・軽微な継手の開き	
B	経過観察	・変位が止水ゴムやシール材の設計許容値未満	(b),(c)
A	対策必要	・変位が止水ゴムやシール材の設計許容値以上	(d)
S	緊急対策	・継手の止水ゴムやシール材の破断	

構造継目には止水ゴムやシール材が設置されており、これらが損傷すると漏水の発生に繋がることから、止水材の状態把握を適切に行うことができる管理値を定めた。

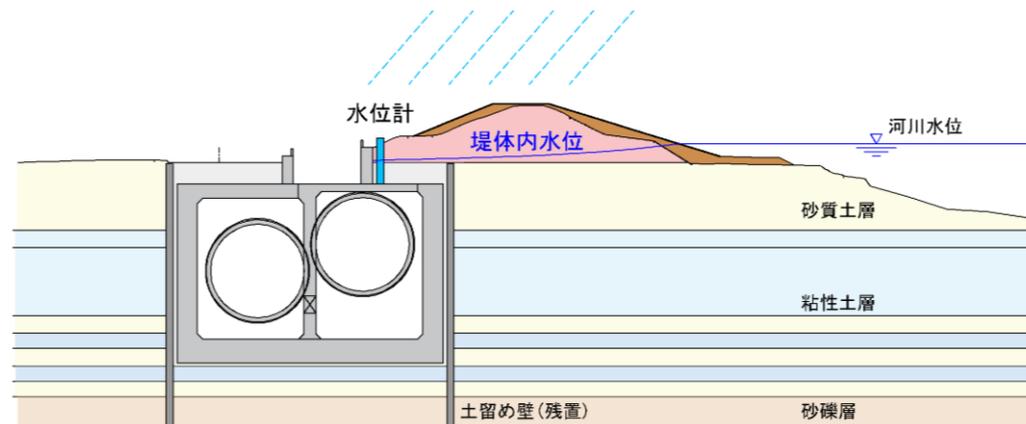
河川の点検要領の樋門・樋管「継手の変形、破断」を参考に、止水板に対して定められた管理値を判定基準として組み込んだ。

4. 維持管理モニタリング

【計測機器等】 堤体内水位

【管理値の設定】

- ・委員会検討時点での現況堤防と同等の安全率を満足する水位を管理値として設定。



計測箇所 (道路測点)	解析値 (O.P.+)	円弧すべり安全率		管理値* (O.P.+)	計測方法
		川裏	川表		
No.4	—	—	—	—	連続計測
No.15	3.868	2.460	1.884	3.48	連続計測
No.26	4.080	2.517	2.400	3.67	連続計測
No.28	4.125	3.210	2.536	3.71	連続計測
No.36	4.420	2.273	2.514	3.98	連続計測

* 管理値は、現況堤防の安全率を確保する水位の値であり、すべり破壊や道路構造物の浮き上がりを生じる限界の水位ではない(安全側の検討として、解析値の90%とした)。

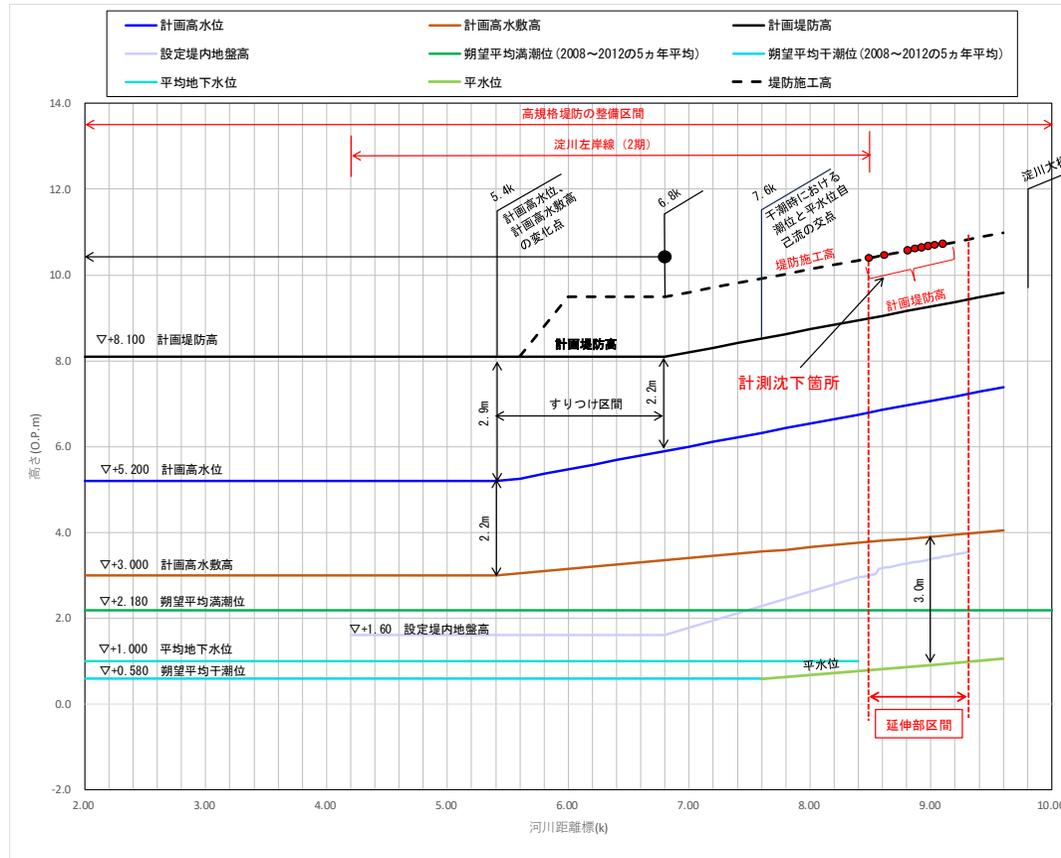
(堤体内の水位が解析で推定した範囲内に収まっているかを把握することが目的であり、管理値を上回っても直ちに危険な状態ではない。ただし管理値を超過した場合は、弱点部の可能性があることから、個別調査により要因究明を行うものとする。)

なお、管理値については、工事中、供用後のデータの蓄積・定量的評価の検証とともに見直していく必要がある。

【計測機器等】 地盤変位(地表面の沈下量)

【管理値の設定】

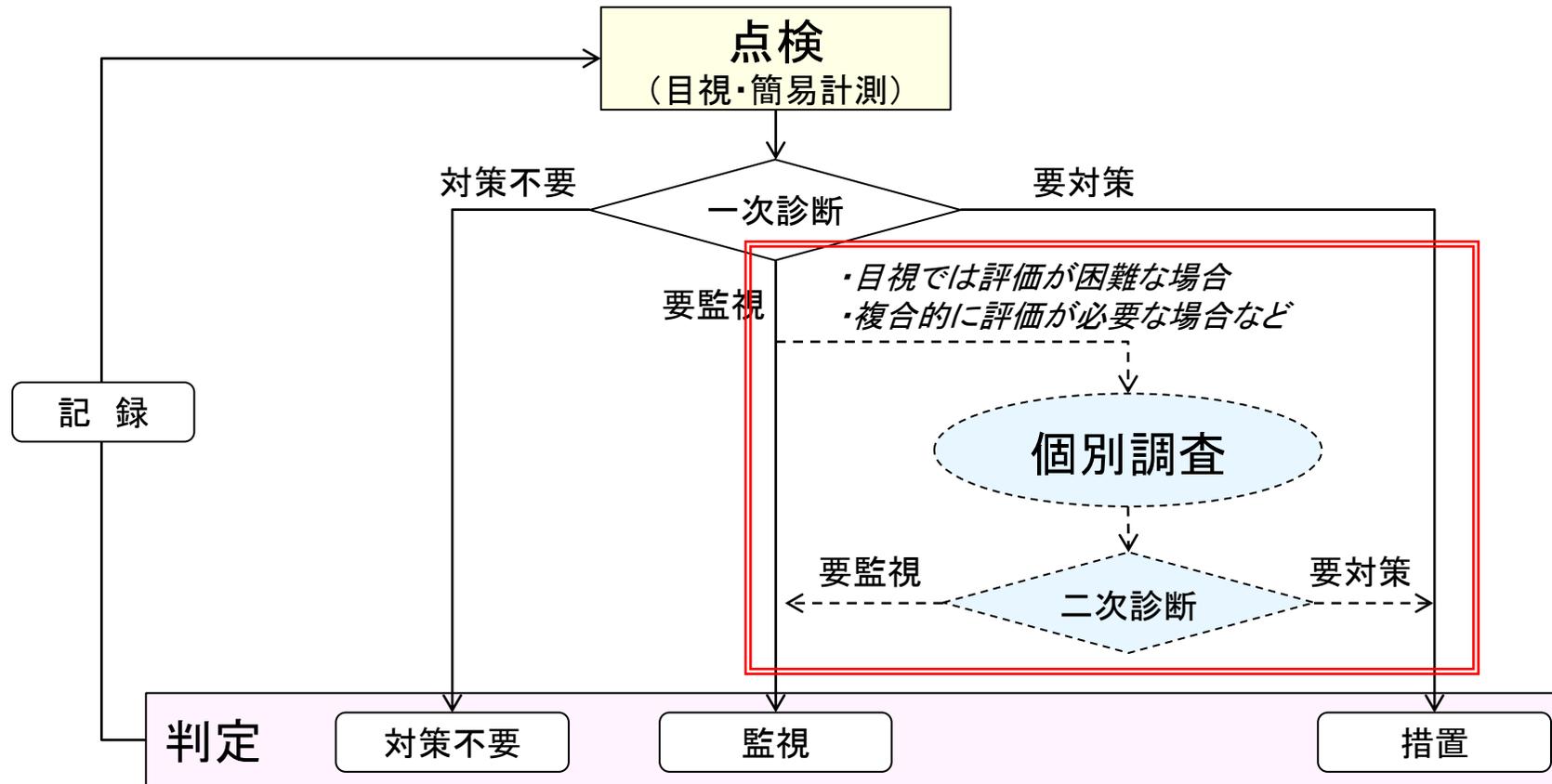
- ・横断方向の計測位置は堤防天端とする.
- ・縦断方向の計測箇所は8~10箇所程度とする(施工工区を考慮して設定).
- ・地表面の沈下量計測の評価における管理値は, 計画堤防高とそれに対して余盛を加えた堤防施工高の間で設定する(引き渡し時に適切に設定).



維持管理モニタリング 二次診断

■ 二次診断の位置づけ

目視・簡易計測では措置の必要性判断を含めた評価が困難であり、詳細調査等を必要とする場合は、個別調査を行い対策の要否を判定する。



例) 道路構造物周辺の空洞化の観測、道路構造物の変位計測、土質調査など(具体的な方法は、変状が生じた時点で個別に検討)

※点検結果として一体構造物に修復等が必要になった場合の役割分担については、河川管理者と今後協議し、決定する。

■ 関連するモニタリング項目

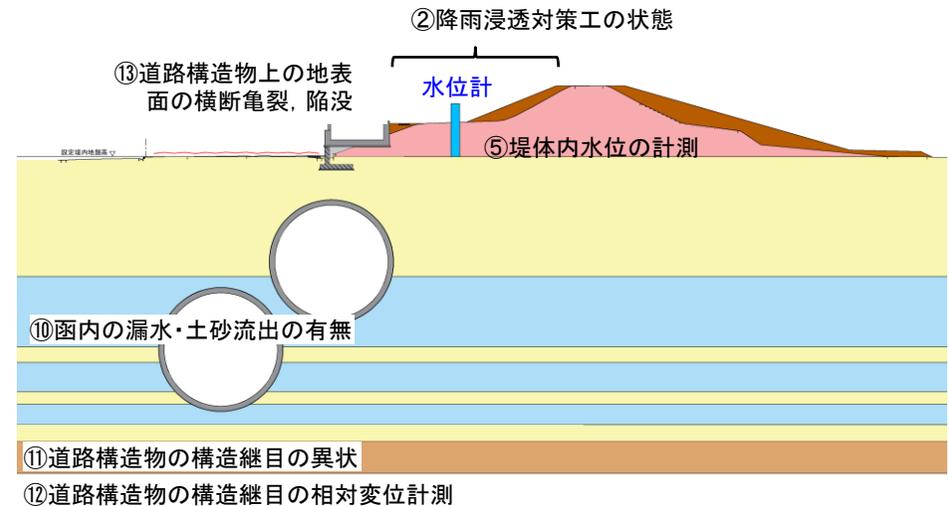
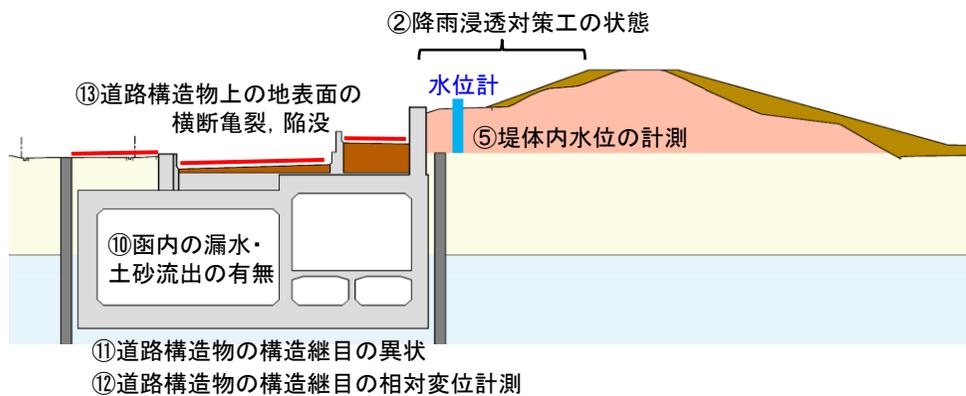
【浸透・パイピングに関する関連項目】

②	降雨浸透対策工の状態
⑤	堤体内水位
⑩	函内の漏水, 土砂流出の有無
⑪	道路構造物の構造継目の異状
⑫	道路構造物の構造継目の相対変位
⑬	道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没

: 道路構造物内部の項目

太字 : 機器等による計測項目

目視によるモニタリングに異状があった場合あるいは、堤体内水位や構造継目の相対変位が異常値を示している場合、道路構造物内部と地表面との双方を点検し、場合によっては個別調査（開削調査等）を実施する。

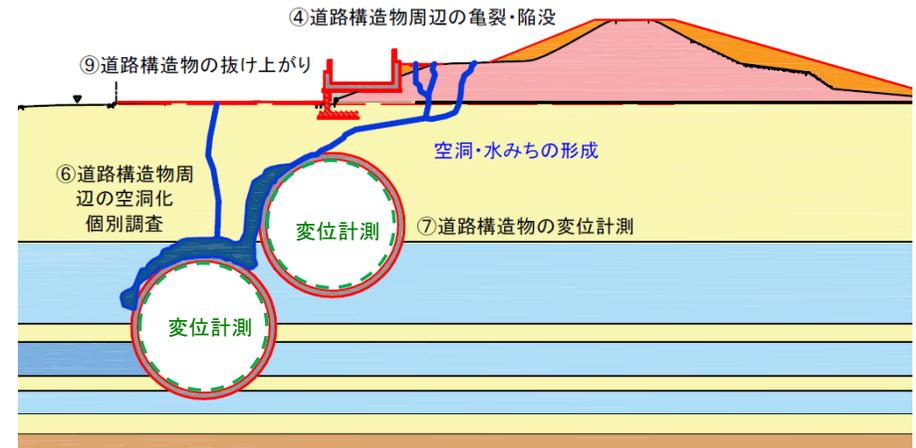
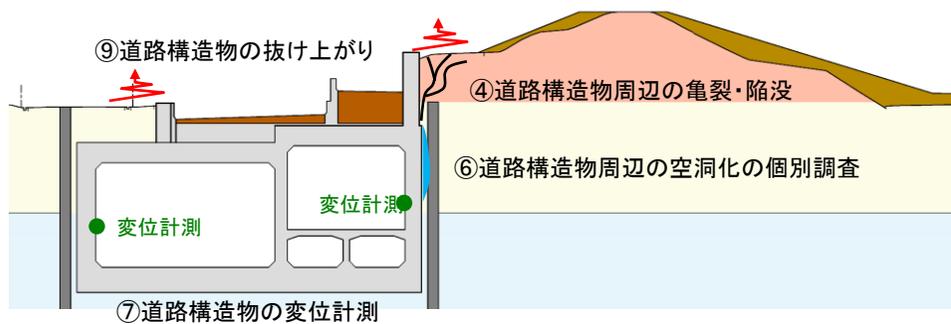


【堤防と道路構造物の境界に関する関連項目】

④	道路構造物周辺の亀裂, 陥没
⑥	道路構造物周辺の空洞化
⑦	道路構造物の変位
⑨	道路構造物の抜け上がり

: 道路構造物内部の項目
太字 : 機器等による計測項目

目視によるモニタリング項目に異状があった場合、道路構造物の変位計測を実施し、異状の有無を確認したうえで、空洞化の有無を個別調査(開削調査、物理探査、ボーリング調査等)を実施し、対策の要否を判定する。

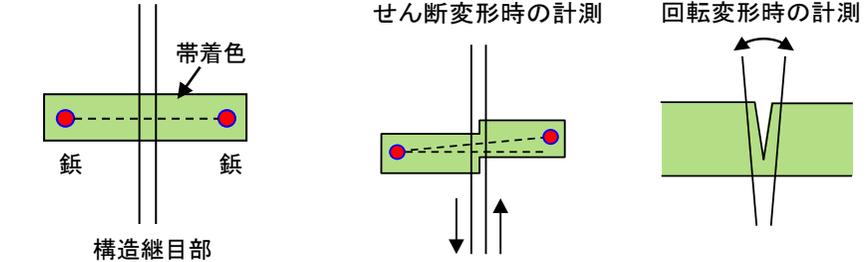
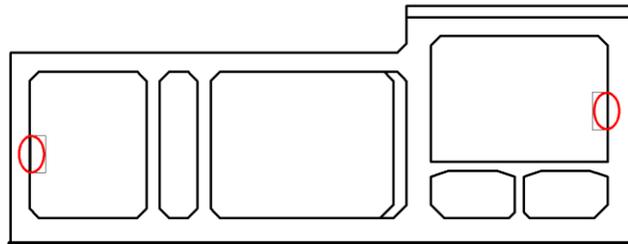


【道路構造物上部の横断方向の段差に関する関連項目】

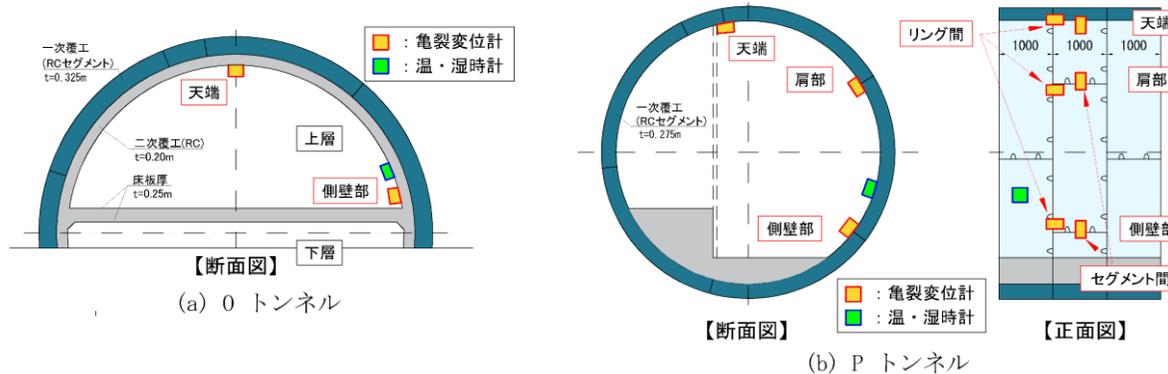
⑫	道路構造物の構造継目の相対変位
⑥	道路構造物上の地表面の横断亀裂, 陥没

■ : 道路構造物内部の項目
太字 : 機器等による計測項目

道路構造物の構造継目の相対変位計測値に増加するなど変化がみられた場合, 地表面の横断亀裂や陥没についても点検を実施する。



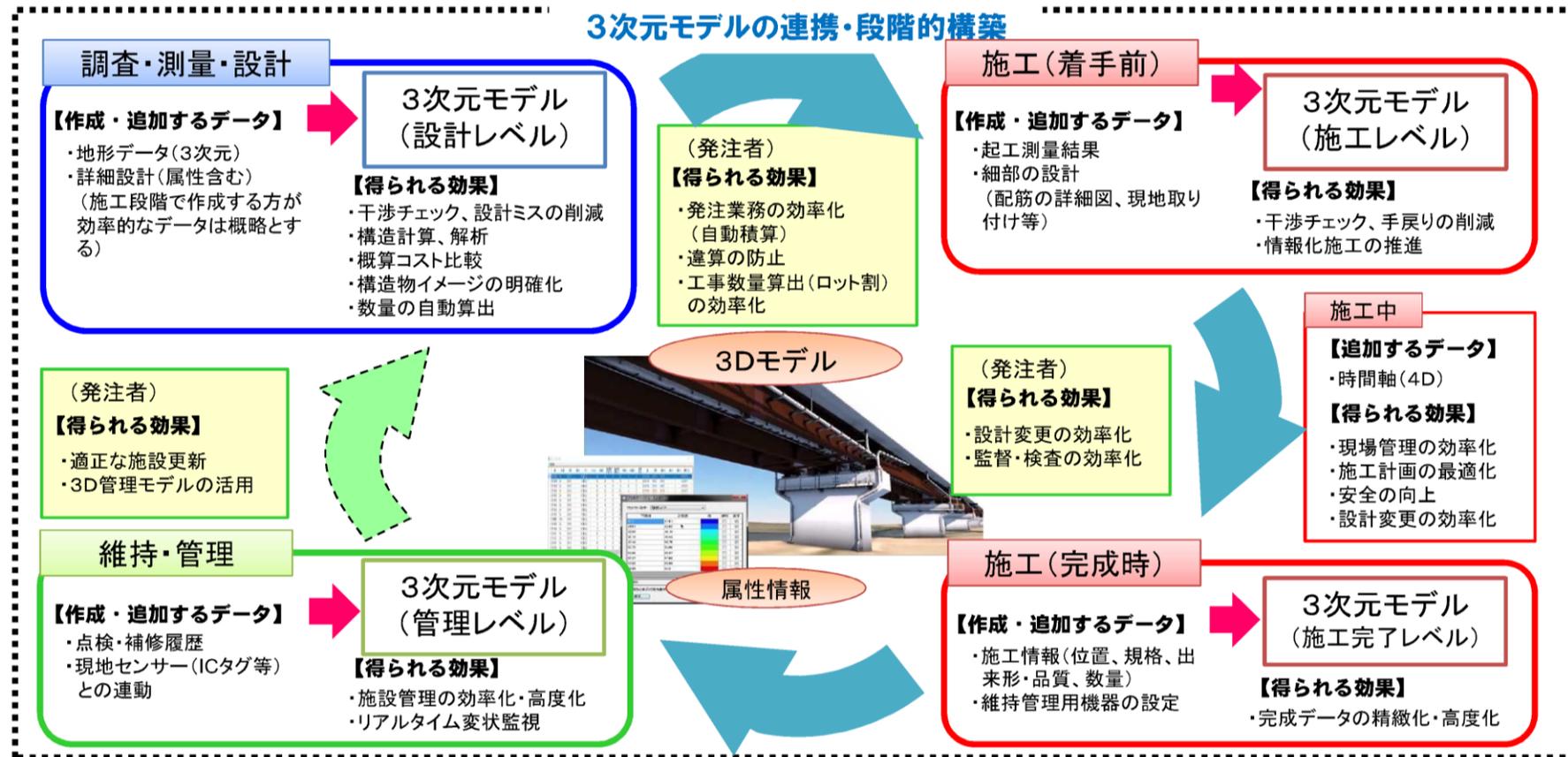
道路ボックス上の横断方向の段差に関連するモニタリング項目



シールドトンネル内のセグメント目地部の計測機設置事例

■ BIM/CIMの活用

阪神高速道路では維持管理の分野でもBIM/CIMの活用を推進しており、妥当性検証モニタリングを含め、当区間の維持管理モニタリングに対しても導入を進める方針である。

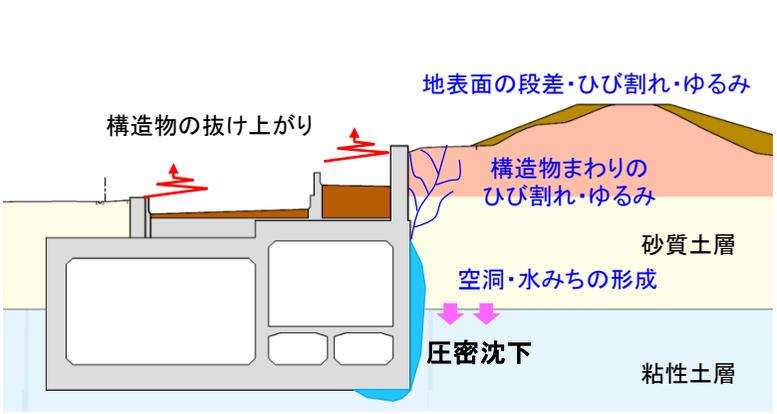


5. 想定される課題への対応案

【課題】 道路構造物および堤体の一体構造において、地表面に不同沈下による段差等が形成された場合には、雨水の排水不良により水溜まりが生じやすくなる。特に、道路構造物と堤体との接合部は、川裏のり面内に位置することもあり、のり面を流下する雨水が溜まりやすい形状となっている。

【対応案】 堤防表面の排水不良は、堤体内水位の上昇や水みち形成を助長する要因となるため、①定期的な点検・補修を行うとともに、②雨水が溜まりやすい箇所への排水処理を施すことで、排水不良を予防する。

＜①定期的な点検・補修による対応＞ 維持管理モニタリングに基づいた定期点検や地盤変位計測を実施することで、沈下や陥没、抜け上がりに伴う段差等の発生箇所を早期に発見し、適切な予防・措置を講じる。



地盤変形(不同沈下)による被害想定

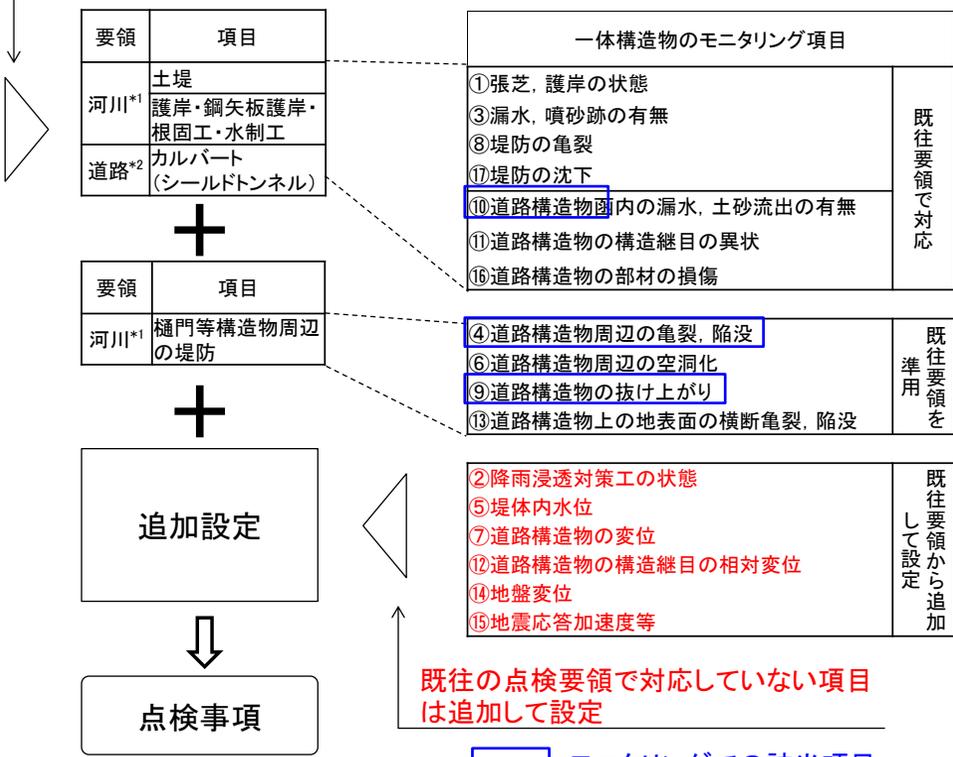
＜措置方法例＞
埋戻し、不陸整正など

(既往点検要領)

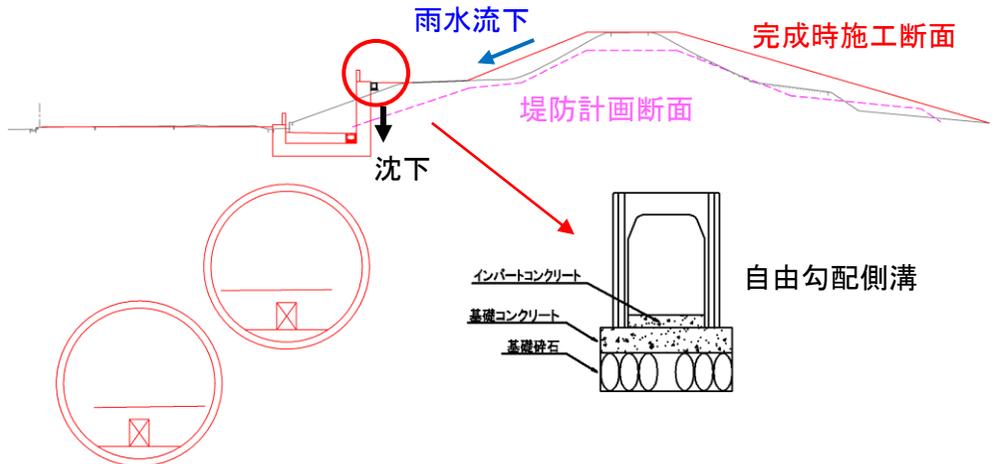
要領	項目	
河川*1	土堤	
	護岸・鋼矢板護岸・根固工・水制工	
	高潮堤防	
	特殊堤	
	陸閘	
	樋門等構造物周辺の堤防	
	道路*2	橋梁
		トンネル
		カルバート
		のり面
路上構造物		
排水施設		
防護柵など		
標識等		
避難誘導施設		
トンネル非常用設備		
橋梁検査設備		
環境施設		
その他の施設		

* 1) 河川の点検要領
* 2) 道路構造物の点検要領

既往の点検要領から該当箇所を抜粋



＜②雨水排水施設の設置＞ 雨水が溜まりやすい道路構造物と堤体との接合部に排水施設を設置する。ランプU型擁壁やボックスに沿って自由勾配側溝等を設置し、適切な排水計画のもと堤内の下水函渠に排水する。

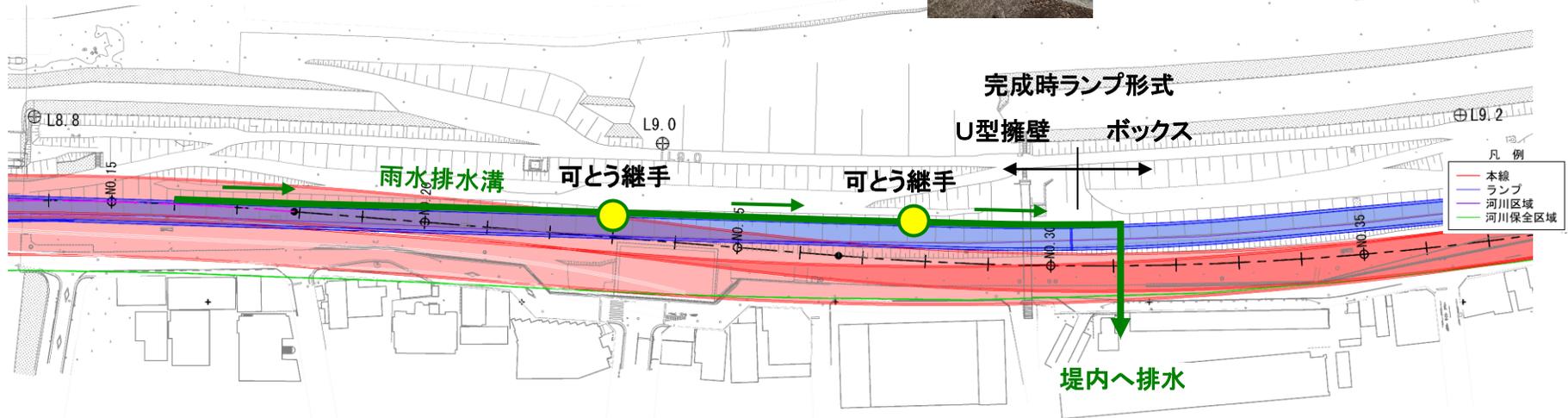


- ・上流側に雨水を排水するため自由勾配側溝などの適用を検討(流末部で幅600mm程度の規模を想定)
- ・圧密対象層厚が変化するような箇所には、損傷防止のため可とう継手等の設置を検討



可とう継手の例

後付型の伸縮可とう継手の採用で経年劣化に応じた取り換えも可能

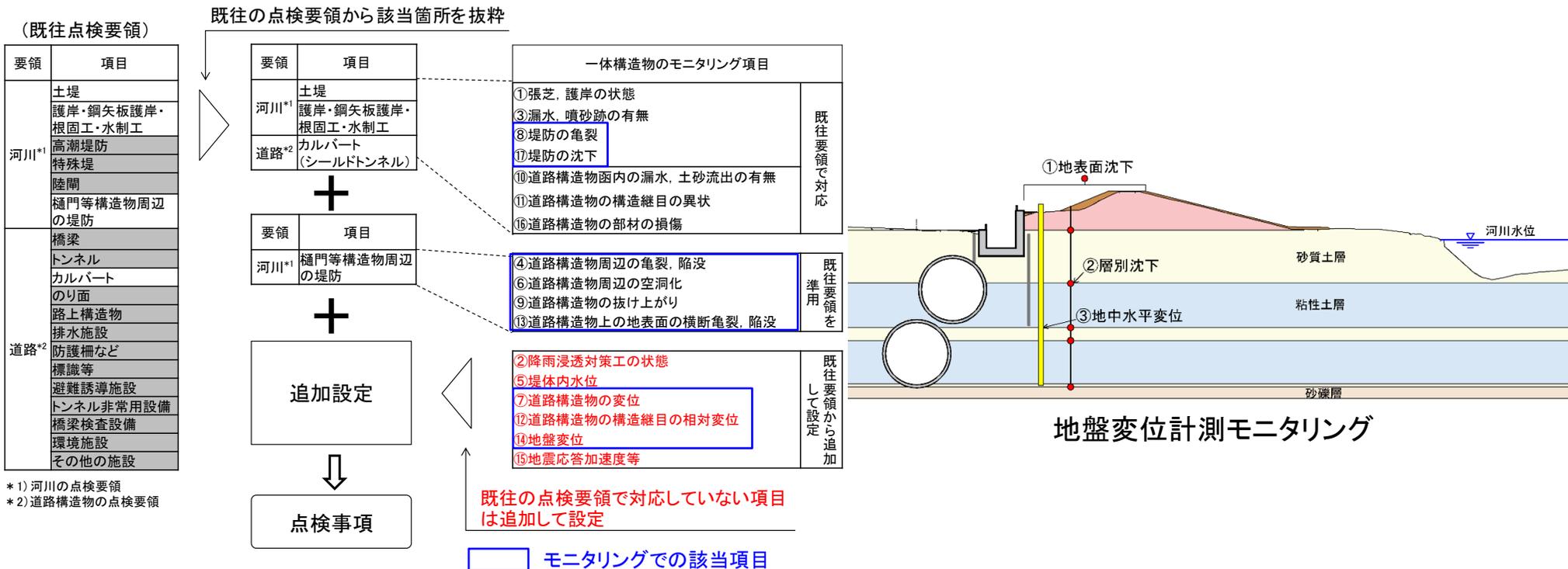


具体的な排水処理計画は、詳細設計時に検討(堤防定規断面を抵触しないように配慮)

【課題】 道路構造物および堤体の一体構造において、不同沈下が大きく生じた場合には、構造物と基礎地盤の間での隙間形成による水みちの発生や、地表面の段差、ひび割れ、ゆるみ、空洞の発生が懸念される。

【対応案】 ①定量的評価の妥当性検証モニタリングによる地盤変位計測や定期的な点検により、不同沈下の発生状況を監視する。②状況に応じて個別調査を行い、構造物まわりのゆるみ、空洞、水みちの形成状況を把握し、③適切な措置方法を実施する。

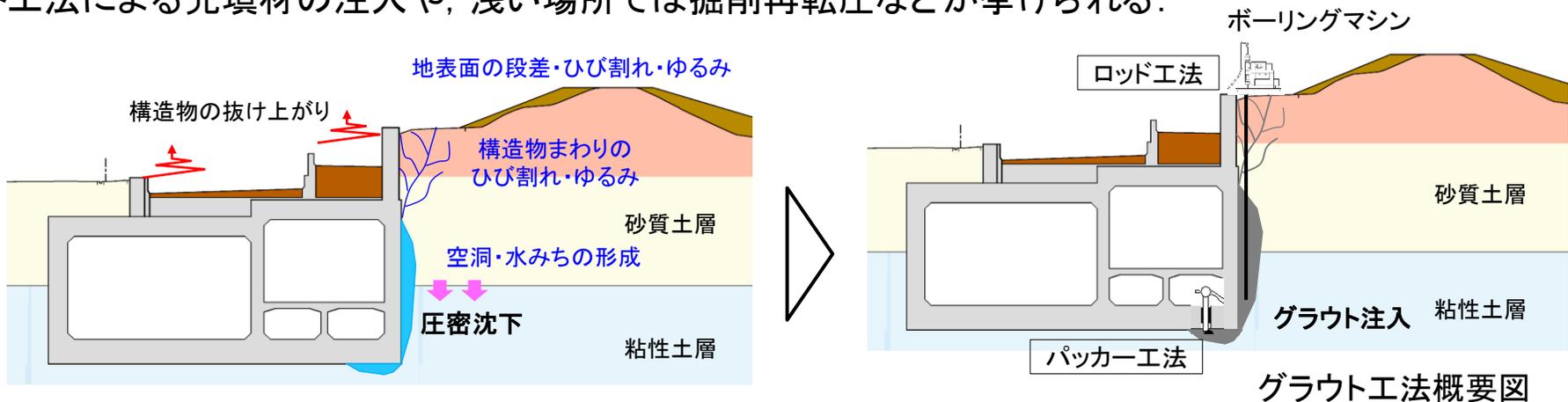
＜①地盤変位のモニタリングおよび定期的な点検＞ 維持管理モニタリングに基づいた定期点検や、代表断面での地盤変位計測、道路構造物の変位計測により、不同沈下の発生状況を監視する。



＜②個別調査＞ 不同沈下が大きく発生し、モニタリング項目に示す変状が明瞭な場合には、個別調査を実施することで、ゆるみや空洞、水みちの形成状況を確認し、対策の要否を検討する。

個別調査の例) 開削調査, 物理探査, ボーリング・サウンディング調査など

＜③対策工法(例)＞ 個別調査により異状が確認された場合は、ゆるみや空洞などの形成範囲を調査し、具体的な対策工法を検討する。適用可能な対策工法として、樋門等構造物周辺の空洞化対策として実績のあるグラウト工法による充填材の注入や、浅い場所では掘削再転圧などが挙げられる。



＜その他の施工上の留意事項＞

道路構造物の接合部付近は、一般に締固め不足が生じやすく、ゆるみ等を形成する要因となりかねないため、構造物に接近できる小型の締固め機械を用いて、薄層で転圧するなど、十分な配慮を施す。



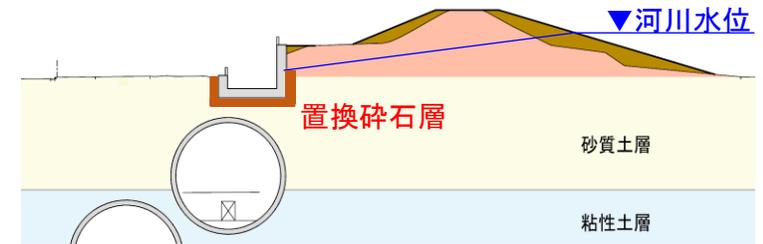
パッカー工法状況例



ロッド工法状況例

砕石置換が適用される区間では排水機能の低下を招くこととなり、また、近隣で地下水利用が行われている箇所では水質に影響を及ぼす可能性があるため、グラウト工法の適用にあたってはこれらの点に配慮が必要である。

【課題】 耐浸透対策のひとつとして、道路構造物周辺地盤の通水性を確保するため、構造物底版下や側壁背面の碎石置換を検討しているが、時間の経過とともに目詰まりが進行することで、通水機能の低下が懸念される。



【対応策】 通水機能を長期的に確保するためには、適切な維持管理が必要となる。そのため、類似する工種での目詰まり対策の実施事例を収集し、それらを参考に検討を進めることで、機能の保全を図ることとする。

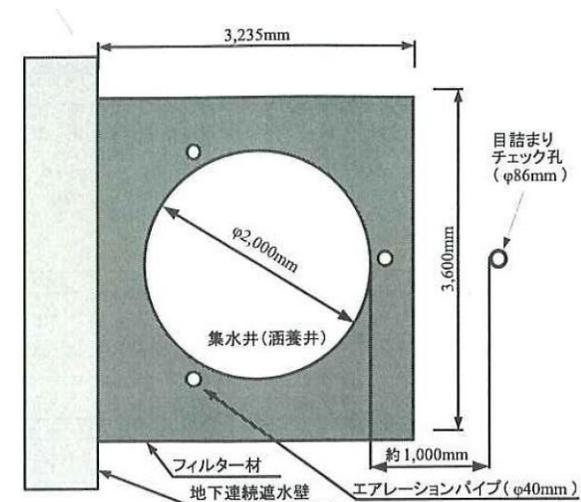
＜事例などから考えられる対策案＞ 目詰まりの原因としては、周辺地盤からの細粒土の流入や、微生物の繁殖が考えられる。類似工種の事例においても、原因を抑制もしくは除去するため、下記の対応が行われている。

- フィルター材で被覆することで、堤体からの細粒土の流入を抑制する。
- 空気や日照の影響を受けにくいいため、微生物の繁殖や酸化鉄の生成を抑制する。

＜目詰まり対策の具体例＞ 阪和自動車道堺地区工事の事例では、目詰まりによる機能障害に備えるため、観測孔を設けて上下流側の水位差を監視するとともに、通水管まわりのフィルター部にエアレーションパイプを配置することで、機能低下時にエアレーションや逆洗による洗浄が可能な構造とされている。

具体的な計画については、詳細設計時に検討する。

阪和道の事例では10年程度経過しても目詰まりが生じていないことが報告されているが、それを越える長期的な耐久性については確認されていない。



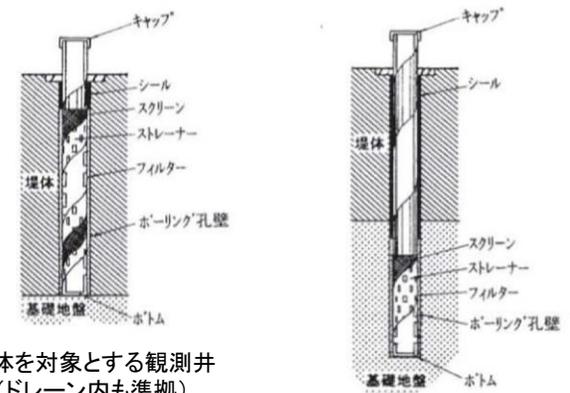
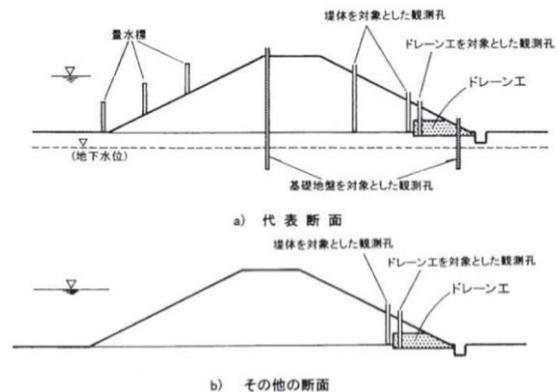
【阪和自動車道堺地区工事での対策事例】

【課題】 浸透対策として必要となる「のり尻ドレーン工，道路横断排水工，砕石置換工」の継続的な効果確認や，定量的評価の妥当性を検証するためには，ドレーンおよびその周辺の目詰まり状況を監視する必要がある。

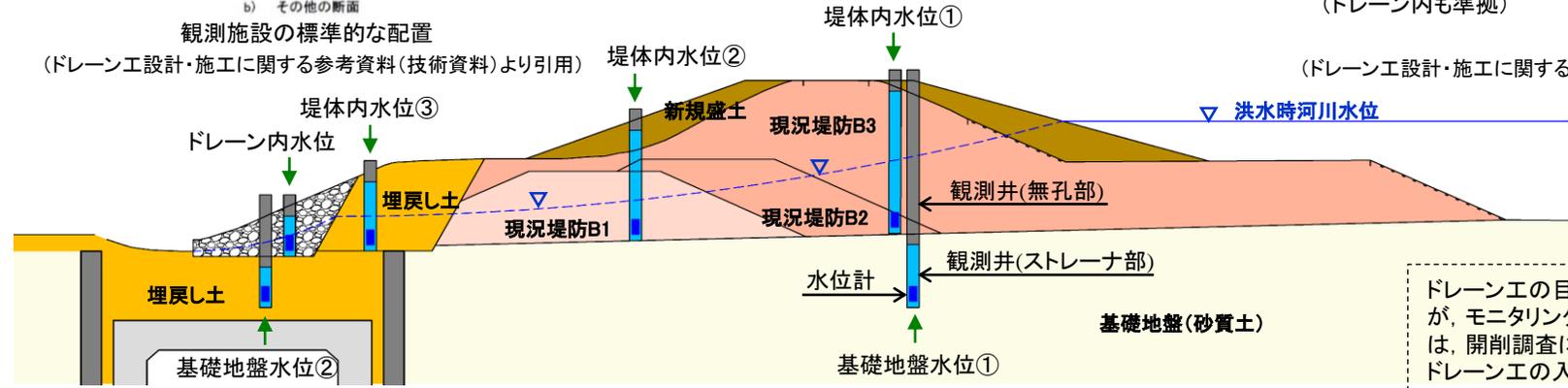
【対応策】 ドレーン工設計・施工に関する参考資料(技術資料)(平成25年7月(財)国土技術研究センター)を参考に，水位計測を主体としたモニタリングを実施する。

【計測方法】 ドレーン内，堤体内，基礎地盤水位 … 水位観測井を設置して水位計により計測(連続計測)
 河川水位，降水量 … 近傍の既設観測所から観測データを入力

【計測箇所】 No.15, No.26, No.28, No.36(浸透流解析断面)およびNo.4(地震時モニタリング箇所)
 その他 ドレーン内水位とドレーン背面の堤体内水位(堤体内水位③)を計測する。
 なお，設置間隔については河川管理者と協議の上決定する



堤体を対象とする観測井 (ドレーン内も準拠)
 基礎地盤を対象とする観測井 (ドレーン工設計・施工に関する参考資料(技術資料)より引用)



ドレーン工の目詰まりの可能性は低いと考えられるが，モニタリングにより目詰まりが疑われる場合には，開削調査にてその状態を確認し，必要に応じてドレーン工の入れ替え等の措置について検討する。

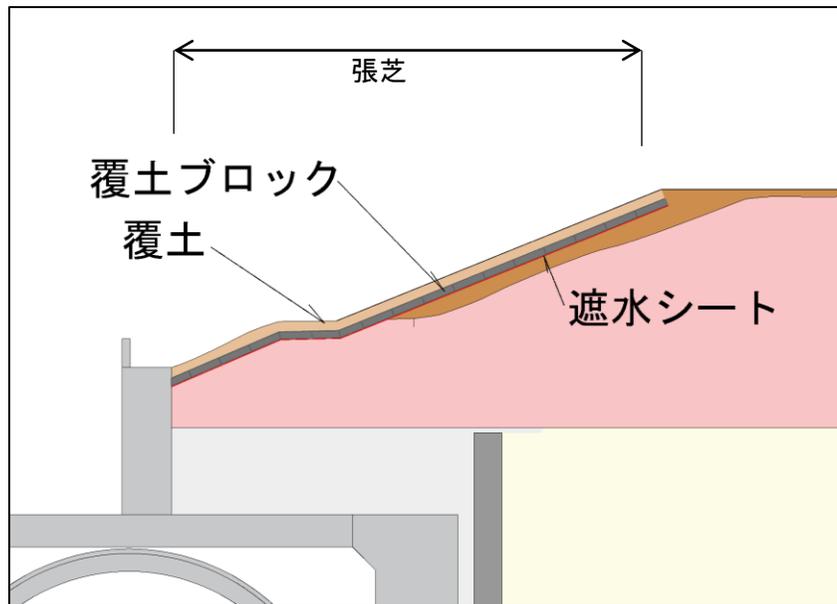
【課題】 川裏側の降雨浸透対策として、緩勾配以外ののり面に難透水性材料を施工する場合は、施工面で滑りが発生することが懸念される。

【対応策】 川裏のり面の緩勾配以外の箇所に難透水性材料を用いる場合は、施工面で滑りが生じないように以下のような対応が考えられる。具体的な計画については、詳細設計時に検討する。

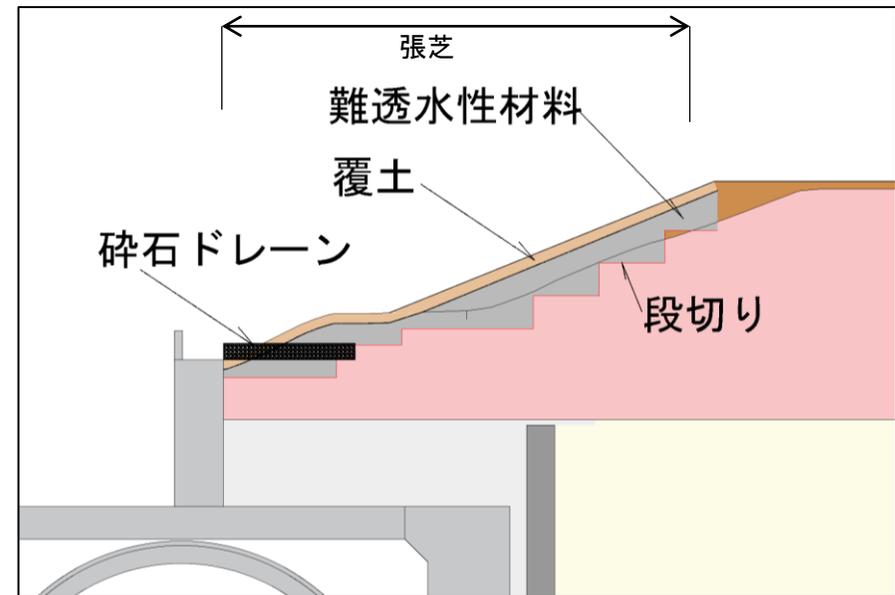
①遮水シートの上を覆土ブロックで押える。ブロックは覆土のすべり対応型を使用する。

②既設堤部を段切りし、その上を難透水性材料で腹付けする。

覆土のすべり対策として、のり尻部に碎石ドレーン等で降雨による覆土内の水位上昇を抑制する。



①遮水シートと覆土ブロック

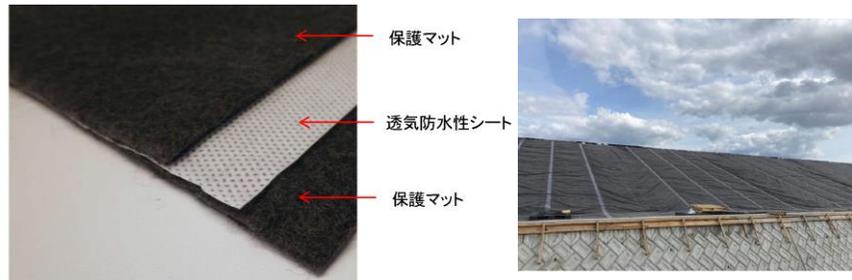
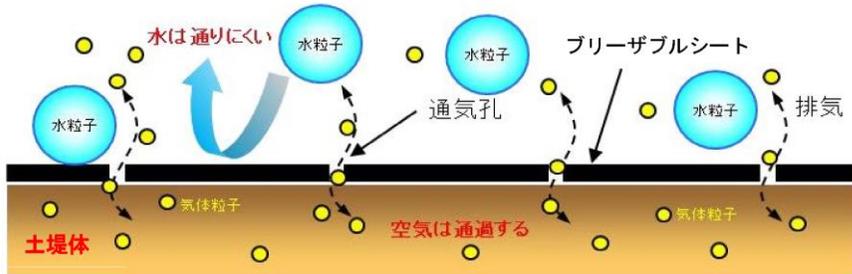


②段切りと難透水性材料

【課題】 川裏側の降雨浸透対策として遮水シートを敷設する場合は、堤体内水位が上昇する洪水時には残留空気の揚圧力の影響でシートが破損する恐れがあるため、通気性を確保するような工夫が必要となる。

【対応策】 河川堤防での施工実績をはじめ、ため池、調整池、最終処分場などでの適用事例も踏まえると、揚圧力対策として以下のような工法の適用が考えられる。

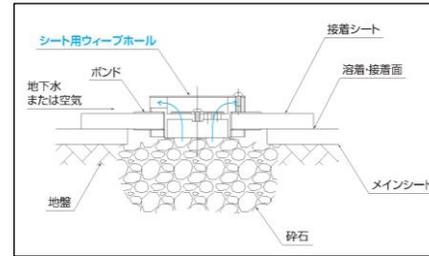
- ①透気防水シート(ブリーザブルシート)の敷設
- ②遮水シート用ウィープホールの設置
- ③遮水シート下面へのエア抜き管(有孔管)の配置



透気防水シートの構造と概念図

(透気防水シート「ブリーザブルシート」の河川堤防への適用マニュアル：(財)リバーテクノ研究会監修，太陽工業(株)より抜粋)

- ・優れた防水性能と透気性能を有する透気防水性シートを保護マットで挟み込んだ三層一体型のシート
- ・実堤防の1/10模型実験により対策効果を検証，河川堤防への実績あり(矢作川堤防補強工事)



遮水シート用ウィープホールの例 (中部美化企業(株) シート用ウィープホールカタログより抜粋)

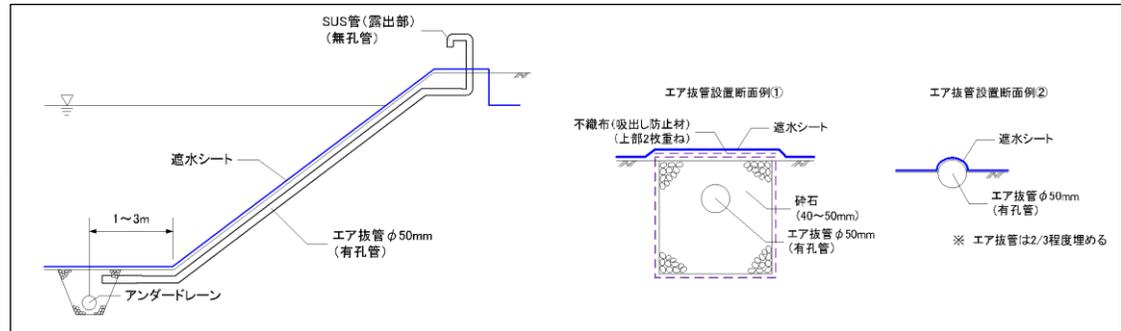
特長

- 簡単取付 ●
厚さ4mmまでの遮水シートに対応
工具必要なし
- 薄型 ●
取付後も凹凸が殆ど目立たない
- 高い耐久性 ●
本体材質に合成樹脂とステンレスを使用
・ドレーンパイプやエアー抜きパイプと併用することにより、いっそうの安全をはかることができます。

仕様

GP型 シート用ウィープホール (単位: mm)

品番	A	C	E	F	G	J
GP-50S	53	100	13	25	4	75



エア抜き管の設置例 (ジオシンセティックス技術情報 2017.7より抜粋)

適用にあたっては、各工法の特徴(長所および短所)を念頭に、詳細設計時に比較検討を行い、具体の計画を検討する。

6. 管理者間の体制

6. 管理者間の体制

● 点検実施時期の連絡体制

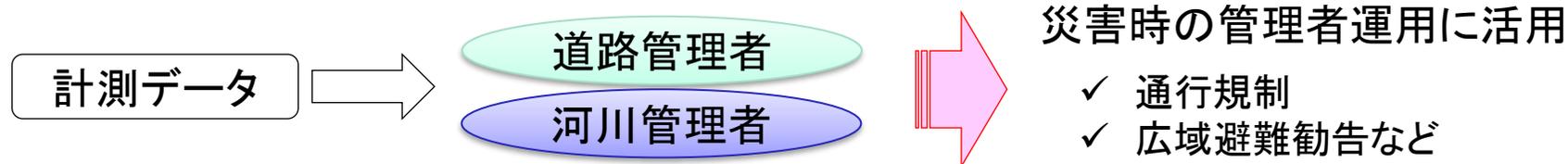
- ・淀川左岸線延伸部の一体構造は、2期と同様に、堤防と道路の兼用工作物となることから、常時（出水期前・台風期）の点検の実施時期は、河川管理者と道路管理者で調整を行う。
- ・また、非常時（出水・地震等）に緊急的に点検を実施する場合の連絡・出動体制も必要となることから、監視、点検のための体系化された管理体制の構築を予定している。

● 点検・計測結果の共有

- ・点検・計測結果は、河川管理者と道路管理者相互で共有する必要があるため、その伝達方法等を協議する。
- ・点検・計測結果の評価は、河川管理者と道路管理者双方の視点から評価を行う体制を構築する。

● 点検・計測結果の利用方法

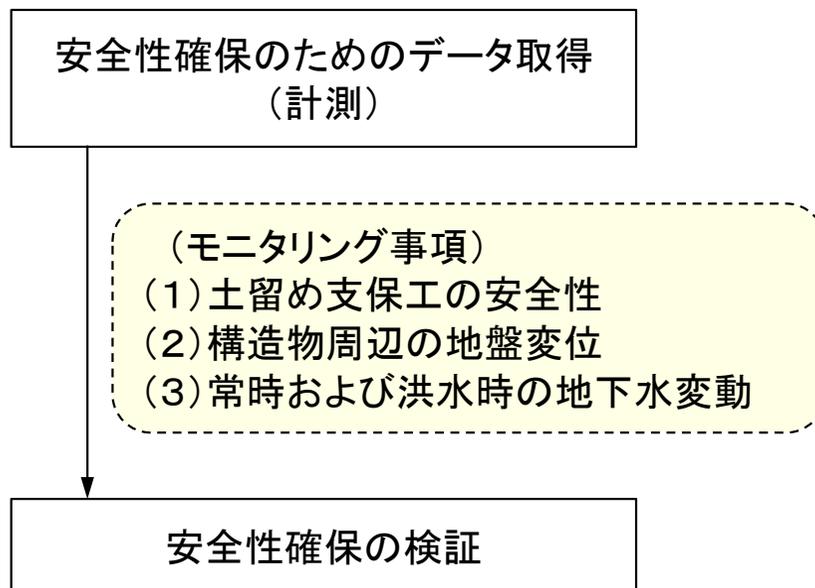
- ・計測データの利用方法（妥当性検証目的・管理目的）を管理者間で共有する。将来的には、計測データを異常時の通行規制や広域避難勧告等に活用するなど、有効な利用方法についても今後の協議により決定していくことを予定している。



7. 施工時のモニタリング

■ モニタリングの目的

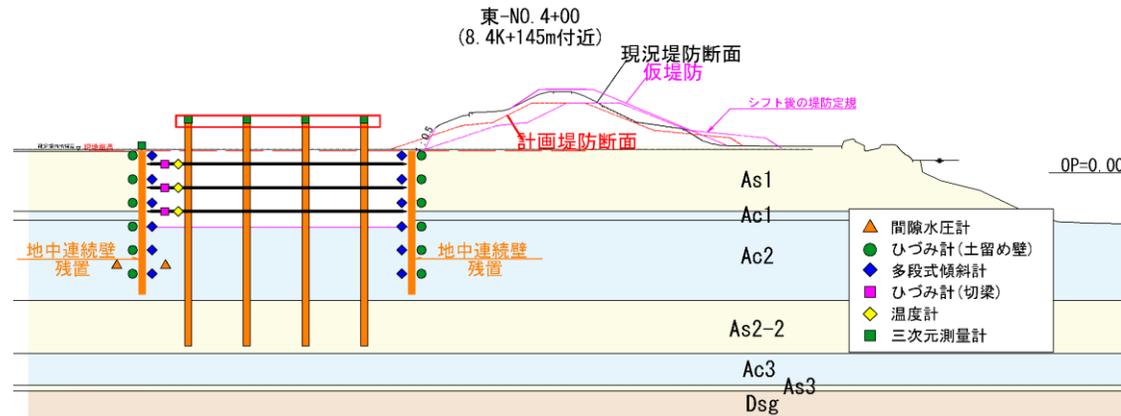
土留め支保工の安定性や周辺環境への影響抑制, 仮締切堤防として洪水防御機能を確保する必要がある。施工時の安全性については各解析で確認しており, モニタリング計測の結果と比較することで, その妥当性を確認する。



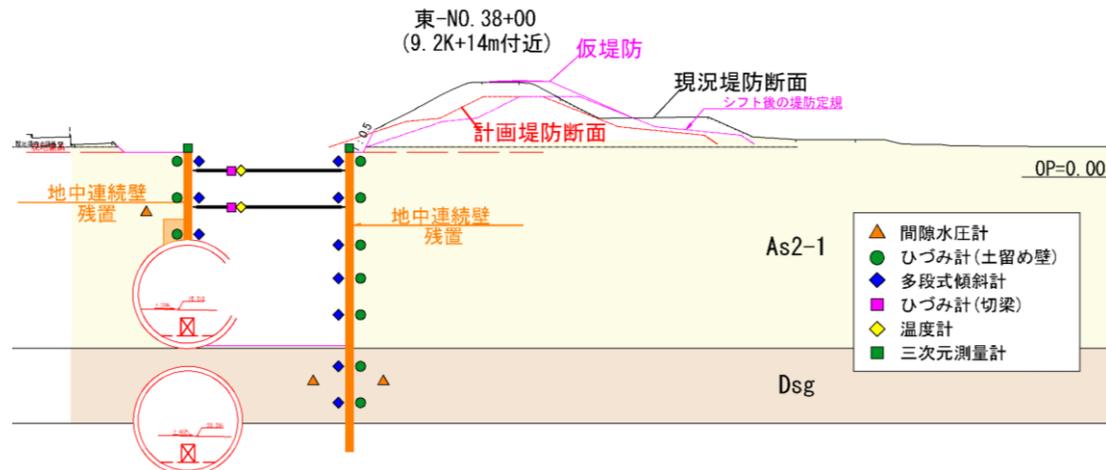
(1) 土留め支保工の安全性

施工時の土留め壁や切梁の応力状態，周辺地盤の状況や地下水位をモニタリングしながら施工することにより，施工時の安全性を確保し，周辺地盤や既設構造物への影響を極力抑えることを目的とする。

【開削ボックス区間】



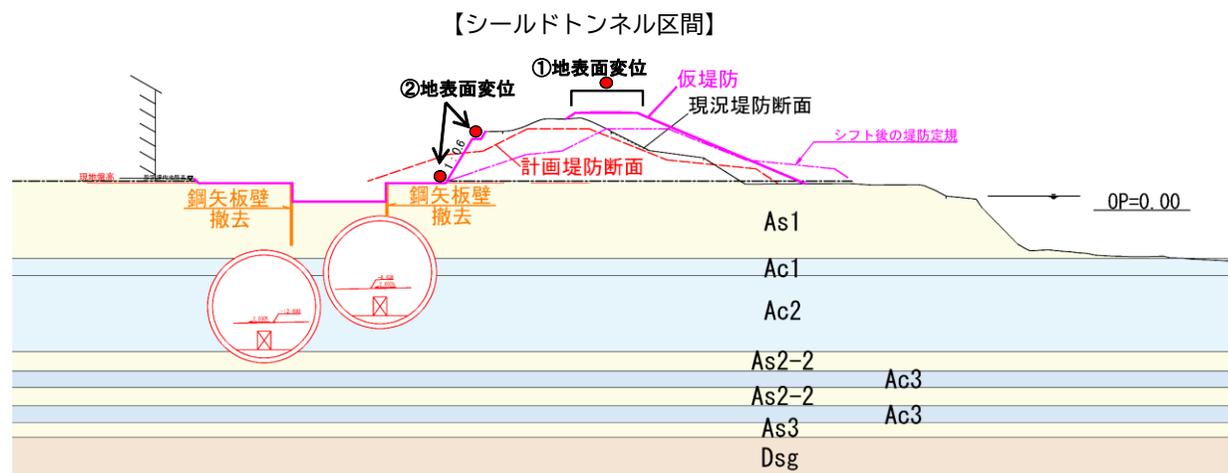
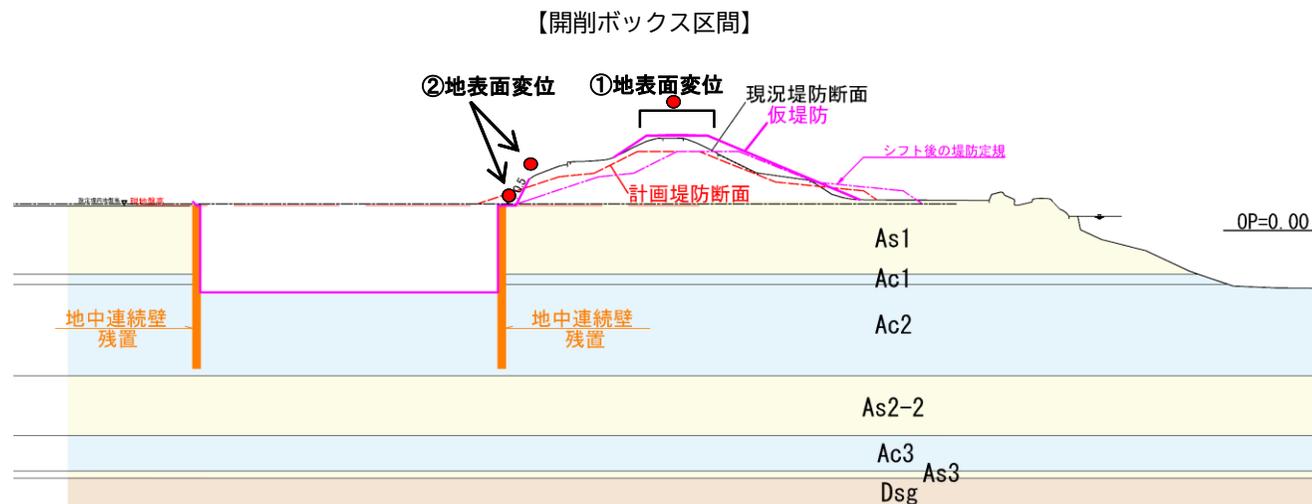
【シールドトンネル区間】



7. 施工時のモニタリング

(2) 構造物周辺の地盤変位

施工時における地盤変位を対象に、調査・設計時に予測した現象が実際に生じているか、対策工の効果が予測通りであるかを照合する目的で、仮堤防や掘削に伴う荷重の増減による地盤変位、堤体変位を把握するため、下図の計測を実施する。



(3) 常時および洪水時の地下水変動

施工時の地下水位が、調査・設計時に予測した現象が実際に生じているか、対策工の効果が予定通りであるかを照合する目的で、下図のとおり水位計を設置する。

