

淀川左岸線延伸部の淀川左岸堤防区間に関する 技術検討書

【概要版】

令和6年5月20日

目 次

<u>1. 淀川左岸線延伸部の概要</u>	P.2
<u>2. 淀川左岸線延伸部の基本条件</u>	P.3
<u>3. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討</u>	P.11
<u>4. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討結果</u>	P.17

淀川左岸線延伸部の概要

淀川左岸線延伸部：
豊崎IC（仮称）から門真JCTまで繋ぐ延長約8.7kmの路線

	淀川左岸線延伸部
事業区間	大阪府門真市稗島～大阪市北区豊崎6丁目
事業延長	約8.7km
道路区分	第2種第2級（設計速度60km/h）
幅員構成	往復4車線

【事業の経緯】

- ・H13.8 都市再生プロジェクトに位置付け
- ・H16.3 淀川左岸線延伸部有識者委員会によるPIプロセス導入
- ・H18.12 淀川左岸線延伸部有識者委員会による提言
- ・H28.11 都市計画決定
- ・H29.4 事業化

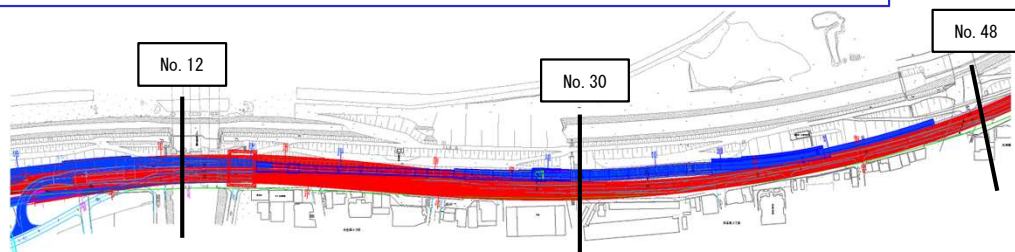
淀川左岸線延伸部 延長 約 8.7km



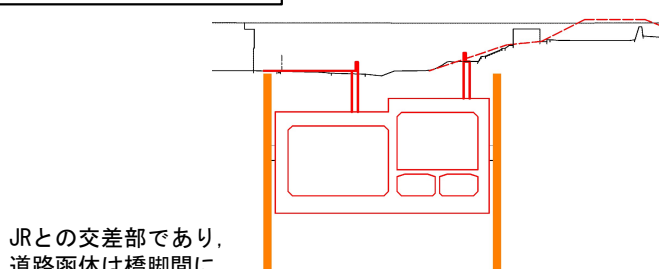
淀川左岸堤防並行区間及び近傍の線形条件

線形コンセプト

- 沿道地域への影響に配慮し、用地買収などの調整区間が少なくなるようトンネル構造を主体とする。
- 河川堤防への影響を極力小さくするため、構造物と河川堤防の距離は極力大きくする。



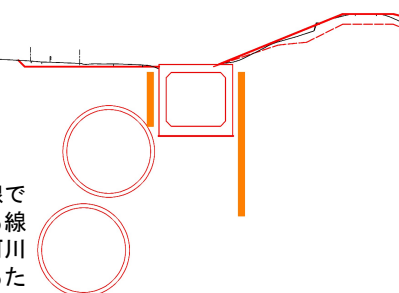
No. 12（JR京都線下）



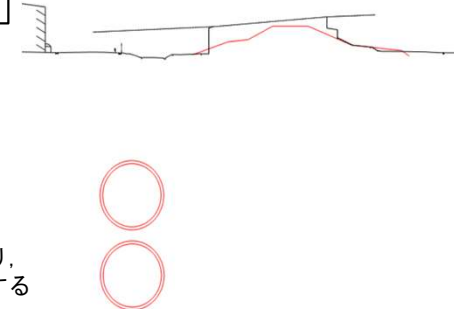
JRとの交差部であり、
道路函体は橋脚間に
配置することが必要となる。

No. 30
（民地境界から1.0m程度）

JR交差部と長柄小橋交差部を曲線で
つなぐにあたり、基準を満足する線
形計画上、当該ポイントが最も河川
堤防から離れるが民地境界があるた
め離隔については制約が発生
（民地境界から1.0m程度）。



No. 48（長柄小橋下）



長柄小橋との交差部であり、
道路函体は橋脚間に
配置することが必要となる。

以下、本資料では「淀川左岸線延伸部」は
「淀川左岸堤防並行区間」を指すものとする。
※河川堤防定規断面抵触区間（施工時影響区間含む）

1. 淀川左岸線延伸部（淀川左岸堤防並行区間）の概要

淀川左岸堤防並行区間の堤防抵触状況

淀川左岸堤防並行区間では堤防定規断面に対し、最大で

幅 5.6m 程度
高さ 1.9m 程度

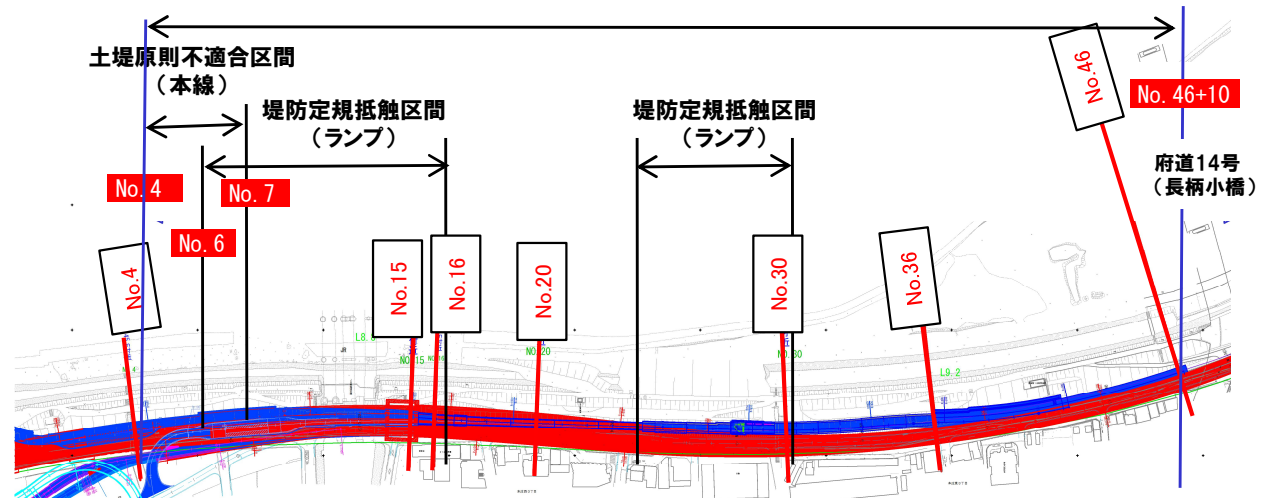
堤防定規に抵触する区間が存在する。

【参考】

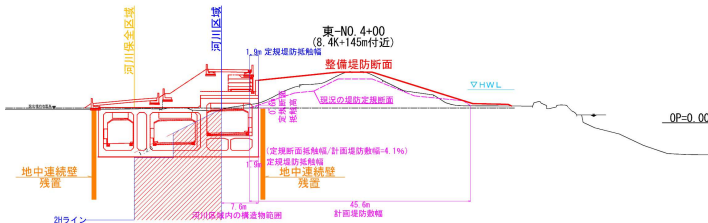
左岸線 2 期区間（大淀ランプ部）では堤防定規断面に対し、最大で

幅 15m 程度
高さ 4m 程度

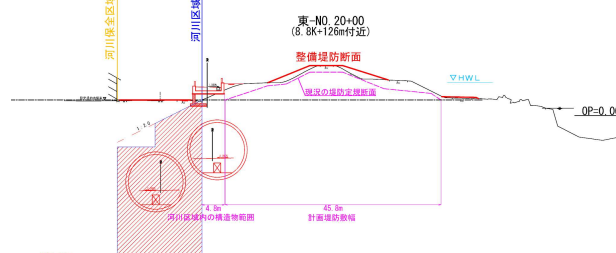
堤防定規に抵触する区間が存在する。



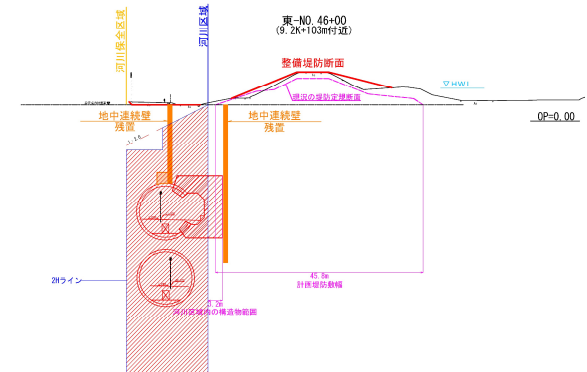
No.4



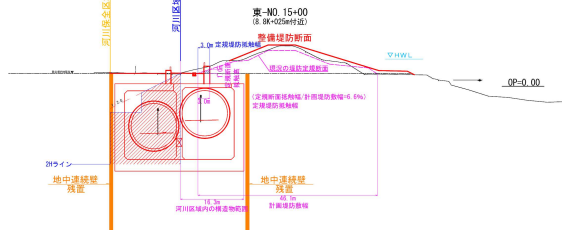
No.20



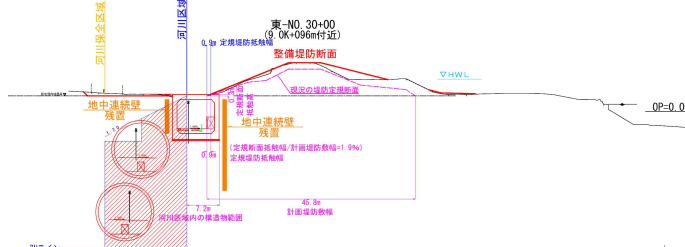
No.46



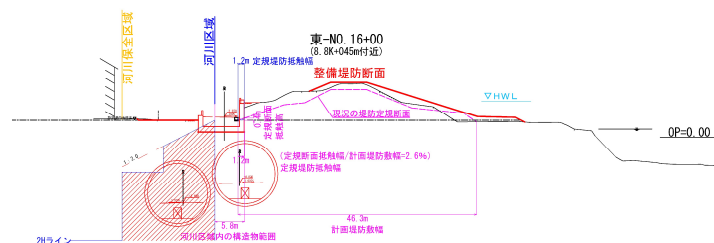
No.15



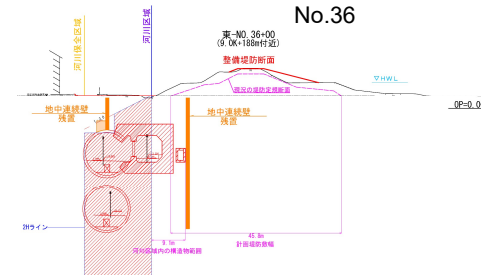
No.30



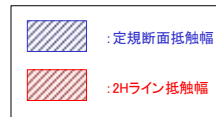
No.16



No.36



凡例



- 淀川左岸線延伸部における河川堤防の基本条件(河川計画縦断)は以下のとおり。
- 水位検討においては、淀川の整備計画流量 10,800m³/s を対象とする。
- 淀川左岸線延伸部における現況河川堤防の形式と築堤履歴は以下のとおり。
- 新淀川放水路設置(明治31年～43年)以降の築堤履歴と、ボーリング調査結果から盛土層の地盤特性をモデル化し、各種解析に用いている。

河川計画縦断

- 計画流量
 - 基本高水流量 17,000m³/s
 - 計画高水流量 12,000m³/s
 - 整備計画流量 10,800m³/s
- 河川縦断計画(直轄河川淀川水系淀川改修計画書, 平成元年)
 - 計画高水位: 自己流区間 [下図参照]
 - 計画堤防高: 計画高水位+2.2m(余裕高)
 - 計画高水敷高: 自己流区間 [下図参照]
- その他
 - 地下水位: 検討では河川堤防の構造検討の手引き(以下「手引き」という)に従いGL-0.5mで設定
 - 設定堤内地盤高: 現況堤内地盤高の平均的な高さ
 - 堤防施工高: 測量調査結果より確認した現況堤防高を平均した高さ

堤防形式と築堤履歴

- 堤防の盛土層(築堤履歴)は、以下のとおり区分される。
 - 淀川改良工事(明治29年～43年) : 新淀川放水路設置
 - 淀川改修増補工事(大正7年～昭和7年) : 大正6年10月1日の大洪水により実施
 - 淀川修補工事(昭和14年～43年) : 昭和13年6月～7月の出水により実施
 - 高水敷の整備(昭和46年以降) : 淀川水系工事実施基本計画により整備

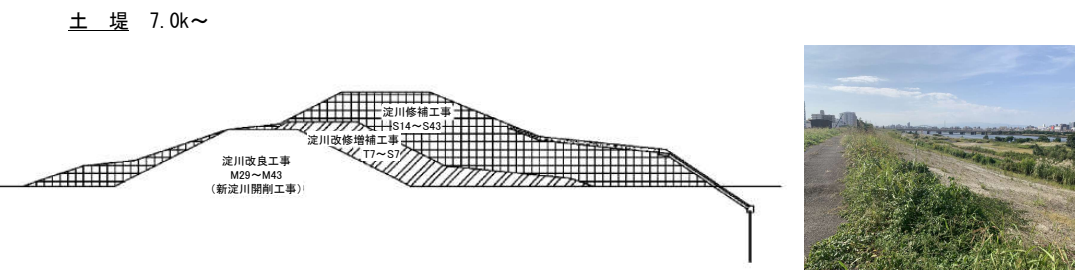
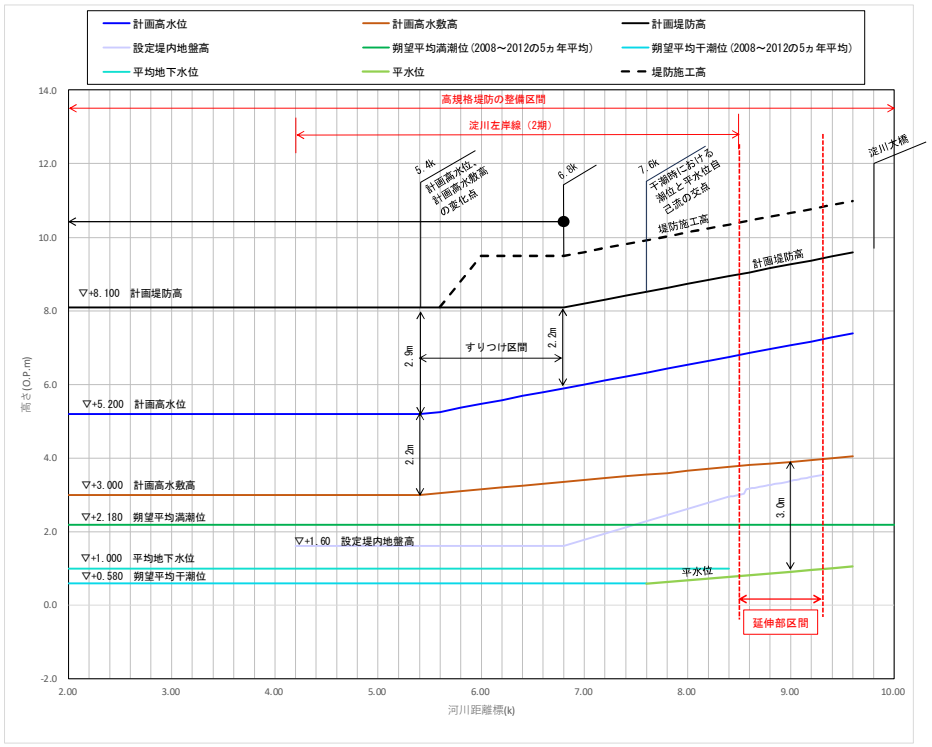


図 淀川定規断面の変遷 (出典:「淀川河川台帳」)に加筆

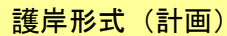
なお、既設堤防天端付近で実施されたボーリング調査結果より淀川改良工事、淀川改修増補工事、淀川修補工事は明確に区分できないが、淀川改良工事は基礎地盤掘削土を用いたことが明記されていることから、浸透流解析、地盤変状解析においては堤外側地盤調査における低水路相当地盤の地盤特性を用いてこの工事盛土層をモデル化している。



5

- 河川計画横断

堤防は土堤となっているが、計画断面は将来の高規格堤防への適応性、堤体への安全性を考慮し、下図に示すとおり堤防形状とする。
淀川左岸線延伸部においては、この計画断面を踏まえ計画する。
また、高規格堤防整備区間であることから、高規格堤防の整備の荷重条件を考慮する。



- 出典：淀川河川整備計画（変更） 令和3年8月6日

- 淀川堤防は、高規格堤防の整備区間に設定されており、淀川左岸線延伸部は、すべてこの区間に該当する。
- 対象区間は、淀川左岸線延伸部の事業スケジュールと併せた高規格堤防整備事業ができないが、ボックスカルバート本体構造や基礎地盤が将来の高規格堤防盛土において手戻りとならないよう、高規格堤防盛土荷重による必要な構造、対策を実施。

高規格堤防

- 淀川では高規格堤防整備断面（1:28.2、越流を考慮した超過外力であることからパラペット形式特殊堤を有しない堤防断面）が計画されている。

国 水 治 第 7 1 号
平成 2 4 年 9 月 3 日

近畿地方整備局
河川部長 様

国 土 交 通 省
水管理・国土保全局 治水課長

高規格堤防の整備区間について

高規格堤防の整備区間について、下記のとおりとすることとしたので通知する。

記

高規格堤防の整備については、「人命を守る」ということを最重視し、そのために必要な区間として「人口が集中した区域で、堤防が決壊すると甚大な人的被害が発生する可能性が高い区間」とすることとした。

具体の考え方は、

- (1) 堤防が決壊すれば十分な避難時間もなく海面下の土地が浸水する区間
- (2) 堤防が決壊すれば建物密集地の建築物が2階まで浸水する区間
- (3) 堤防が決壊すれば破壊力のある氾濫水により沿川の建物密集地に被害が生じる区間

とし、氾濫形態や地形等を考慮して区間を設定することとしたところである。

上記の考えに従い、高規格堤防の整備区間は別紙のとおりとし、その他の区間については、高規格堤防の整備は実施せず、必要な堤防強化対策を積極的に実施するものとする。

別 紙

河川名	下 流	上 流
利根川	右岸	—
	左岸	—
江戸川	右岸	JR京葉線橋梁付近 (市川市) 水元公園付近 (船境付近) (葛飾区)
	左岸	JR京葉線橋梁付近 (市川市) 市川市国府台付近 (市川市)
荒 川	右岸	東京メトロ東西線橋梁付近 (江東区) 国道17号 菅目橋付近 (板橋区)
	左岸	東京メトロ東西線橋梁付近 (江戸川区) 葛蔵川合流部付近 (川口市)
多摩川	右岸	多摩運河付近 (川崎市川崎区) 国道1号多摩川大橋付近 (川崎市幸区)
	左岸	南老取川合流部付近 (大田区) 国道1号多摩川大橋付近 (大田区)
淀 川	右岸	大阪市西淀川区百島橋先 (大阪市西淀川区) JR東海道本線橋梁付近 (大阪市淀川区・西宮川区)
	左岸	大阪市此花区西島地先 (大阪市此花区) 下島公園付近 (守口市)
大和川	右岸	阪神高速南岸線橋梁付近 (大阪市住之江区) 南海高野線橋梁付近 (大阪市住吉区)
	左岸	阪神高速南岸線橋梁付近 (堺市堺区) 南海高野線橋梁付近 (堺市堺区)

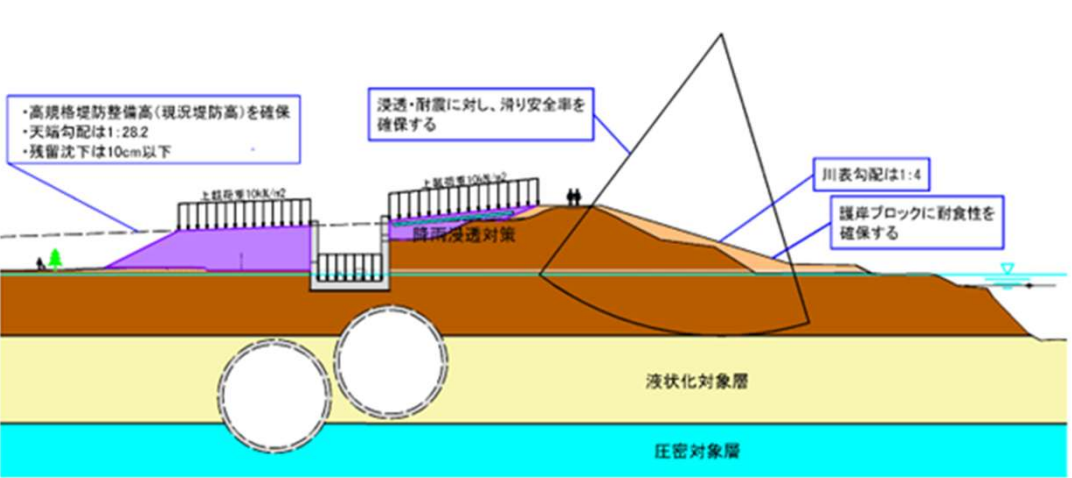
首都圏

近畿圏

—— 整備の区間 (約7.5km)
—— 整備の区間 (約1.25km)

本事業での整備内容

- 対象区間は、淀川左岸線延伸部の事業スケジュールと併せた高規格堤防整備事業ができないが、ボックスカルバート本体構造や基礎地盤が将来の高規格堤防盛土において手戻りとならないよう、高規格堤防盛土荷重による必要な構造、対策を実施する。



2. 淀川左岸線延伸部の基本条件

河川概要

2期との主な相違点

2期との主な相違点である「地層」「道路構造」「高規格堤防」の3点の対応については以下のとおりである。（検討方針・照査項目は2期と同様）

	完成時	高規格堤防時		地層	道路構造	高規格堤防
エリアA 本線BOX＋ランプ擁壁			→	2期と同様	2期と同様	・高規格堤防マニュアルに基づく照査 ・高規格堤防時が危険側となる場合の照査 上記2種類を実施
エリアB 本線シールド＋ランプU型擁壁			→	遷移層を含むため、危険側となる場合の照査 or 両パターンで解析を実施	シールドトンネルは新たに照査基準等を設定	・高規格堤防マニュアルに基づく照査 ・高規格堤防時が危険側となる場合の照査 上記2種類を実施
エリアC 本線シールド＋ランプBOX			→	2期と同様	シールドトンネルは新たに照査基準等を設定	・高規格堤防マニュアルに基づく照査 ・高規格堤防時が危険側となる場合の照査 上記2種類を実施

- 新関西地盤によると、当該地区は28m程度の沖積層が堆積し、その中には厚い海成粘土であるMa13層が挟まれる。
- 当該地区の沖積層はN値が急増する天満層より上部を沖積層とする(G.L.-30m)。
- 当該地区は概ね氾濫平野に分類されているが、堤防の浸透に対する安全性照査において照査基準に影響を及ぼす旧河道、落堀跡等の要注意地形は概ねみられない。

地形特性

■沖積層分布図
淀川左岸線延伸部の下流側では淀川左岸線（2期）同様に粘性土層が分布するが、区間の上流側では右に示す治水地形分類図にあるように、天満砂洲に置き換わっており、粘性土層はほとんど分布していない。
このことから、検討区間の下流部においては、淀川左岸線（2期）同様に圧密沈下に対する配慮が必要となる地質といえる。

■治水地形分類図
淀川左岸線延伸部のうち大川より下流の区間では、海進時に上町台地から北に発達した天満砂洲が分布している。堤防の浸透に対する安全性照査において、照査基準に影響を及ぼす旧河道、落堀跡などの要注意地形はみられないことがわかる。
河道線形は、淀川左岸線(2期)では直線河道であったが、淀川左岸線延伸部では、蛇行部となっている。

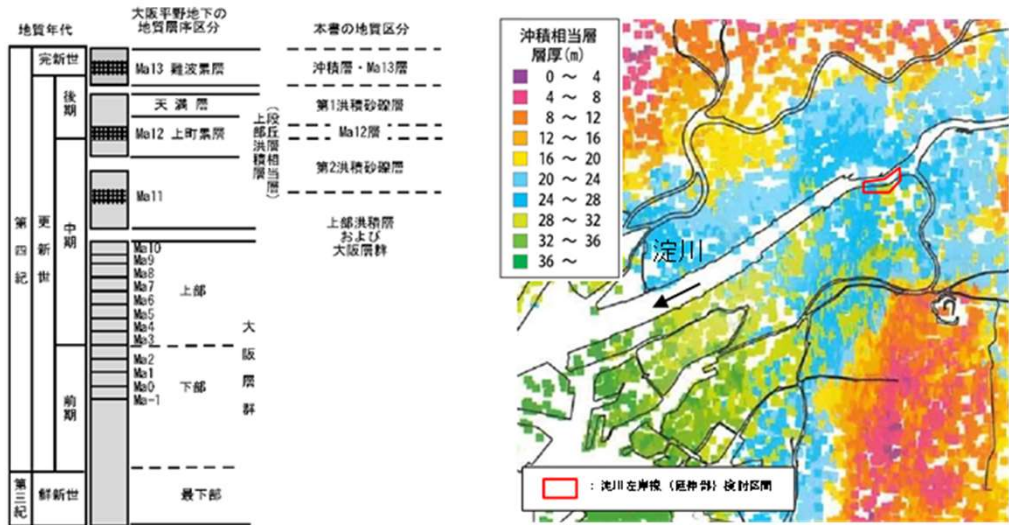


図 大阪平野地下の層序の概要（左），沖積層分布図（右）（出展：「新関西地盤」）

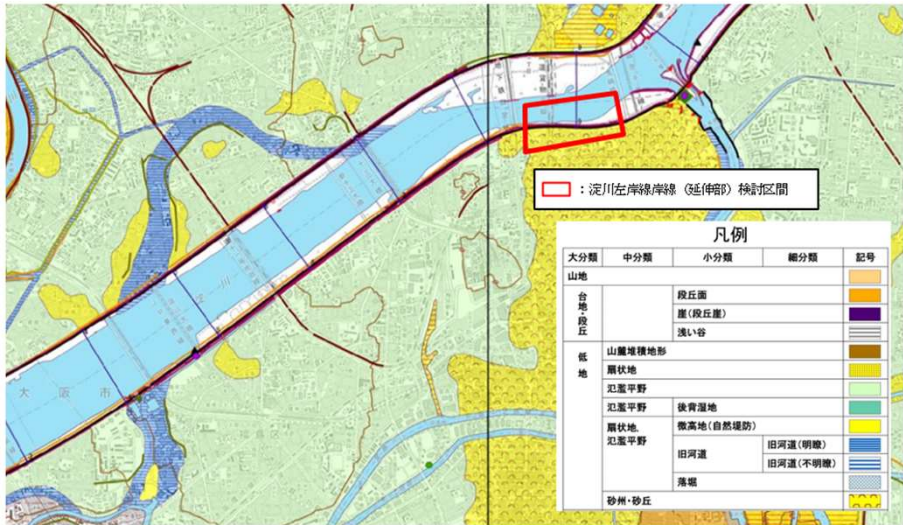
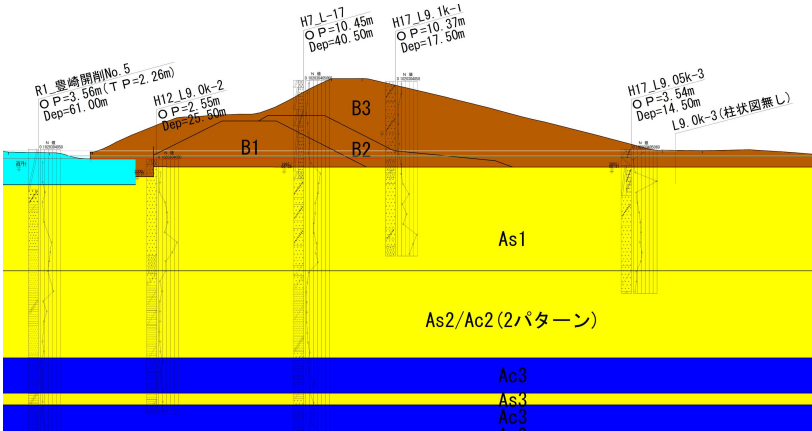


図 治水地形分類図（2007年以降）

■検討に必要な調査が実施され、地質特性が把握できている。

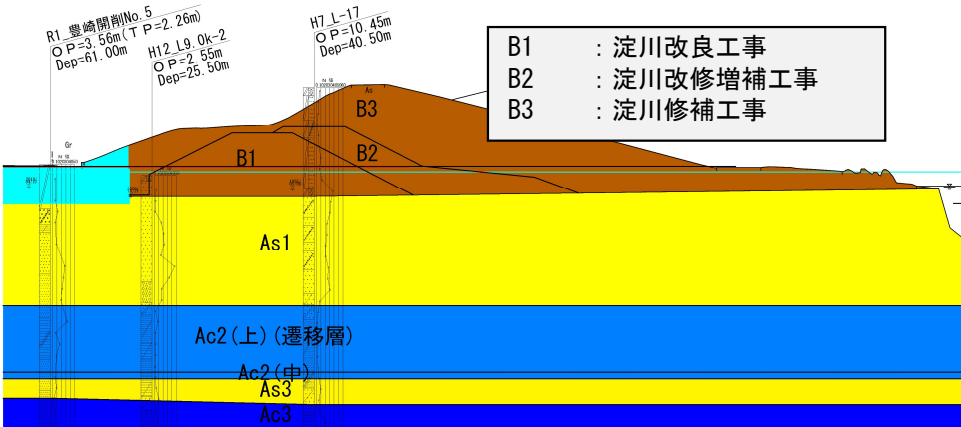
地盤特性（地質調査状況）

■地質特性
距離標毎(200m)に天端、堤内、堤外でボーリング調査を実施し、各ボーリングでは、標準貫入試験や粒度試験等を実施し、代表箇所において孔内水平載荷試験等を実施している。
また堤内側では、道路構造物沿いに、ボーリング調査、室内土質試験、原位置試験を実施し、縦断方向および横断方向の地層の状態を把握している。

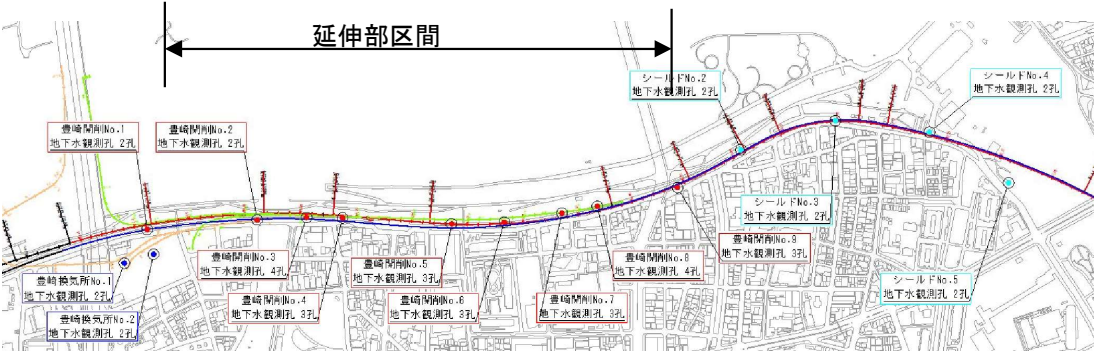


横断方向ボーリング例 No. 26

■築堤履歴
盛土層の地層構成は、築堤履歴より新淀川開削時の築堤（淀川改良工事）とそれ以降の堤防拡幅工事（淀川改修増補工事、淀川修補工事）に分けられる。



堤防形状の経年変化（淀川左岸9.0k）



■ 淀川左岸線延伸部の土層構成は、No.24～No.28でボーリング調査および既往文献より粘性土から砂質土に遷移することが示されている。
また天満砂洲(砂質土)の端部は、ある一定の角度を有しながら漸減していることが示されており、地盤の物性値が変化することは確実であるが、その境界は確定できない。

地盤特性（想定地層図） 淀川左岸線延伸部の想定地質縦断図を示す。

- 基礎地盤の地層構成
- ・ 当該区間における基礎地盤の地層構成は、遷移区間（No. 24～No. 28）を境に粘性土主体から砂質土主体となる。
 - ・ 天満層である洪積層（Dsg）は縦断的に連続している。
 - ・ No. 4～No. 24のDsg層上位には、沖積の砂質土層（As1）、粘性土層（Ac2）、砂質土層（As3）、粘性土層（Ac3）の順に堆積しており、Ac2の層厚は15m程度と厚い。
 - ・ No. 28以降のDsg層上位には、沖積の粘性土層（Ac3）が見られるが、次第に消失し、No. 46付近では、沖積の砂質土層（As2）のみとなる。

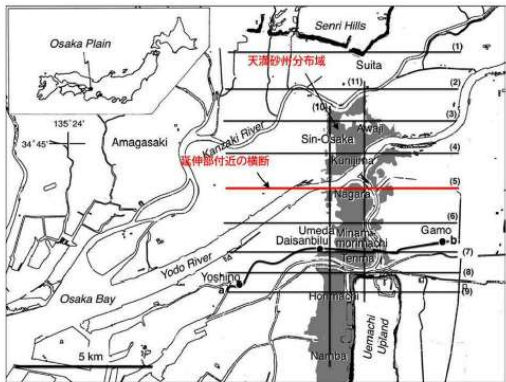
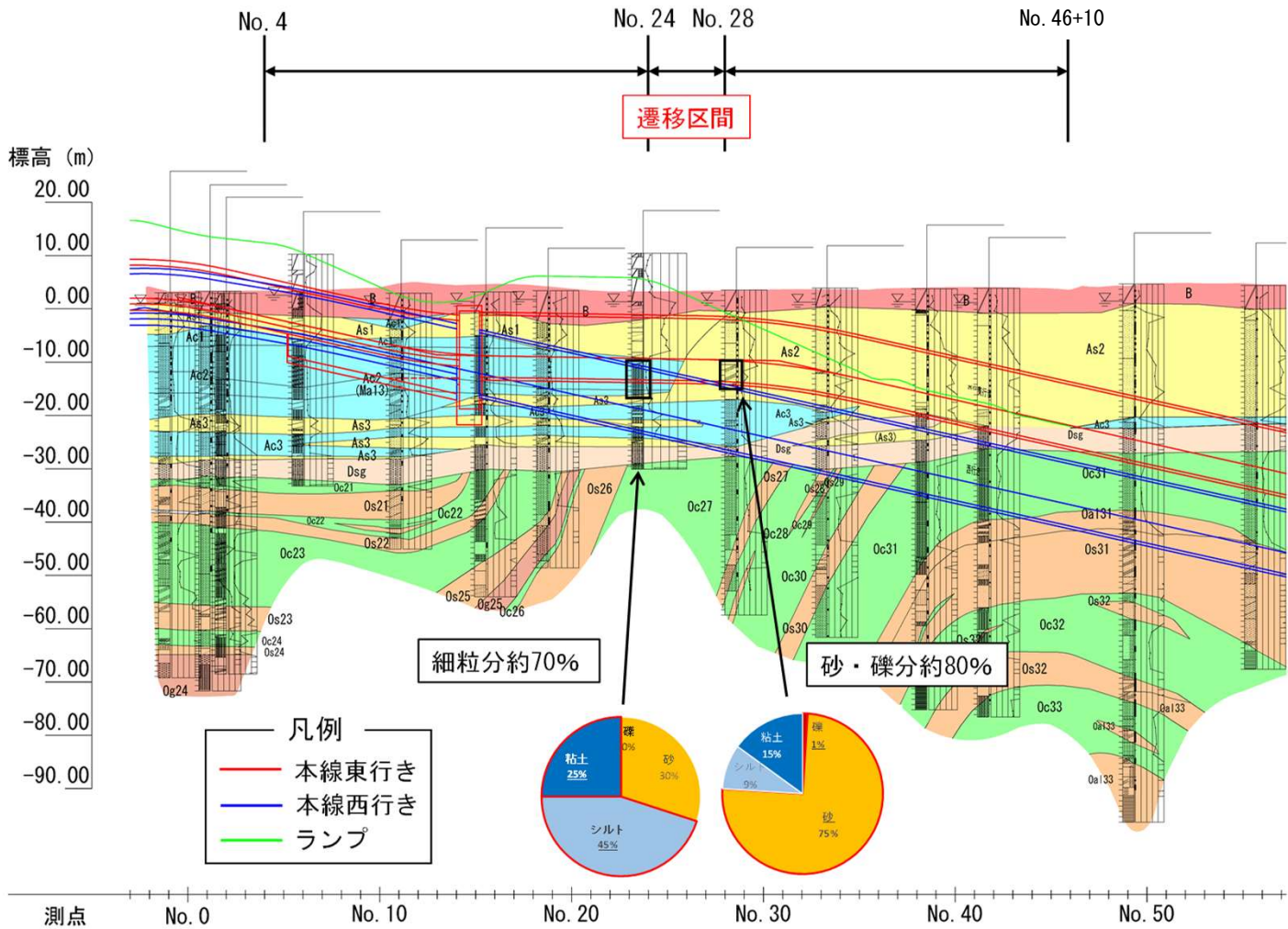


Fig. 1 Map of part of the Osaka Plain showing locations of cross sections. Sections (1) to (11) are shown in Fig. 2, and section a-b is shown in Fig. 3. The shaded area is a low ridge 2-5 m in elevation.

引用) 増田ら: 大阪平野沖積層の天満砂洲堆積物: その分布と層位, 堆積学研究, 第72巻, 第2号, pp.115-123, 2013.

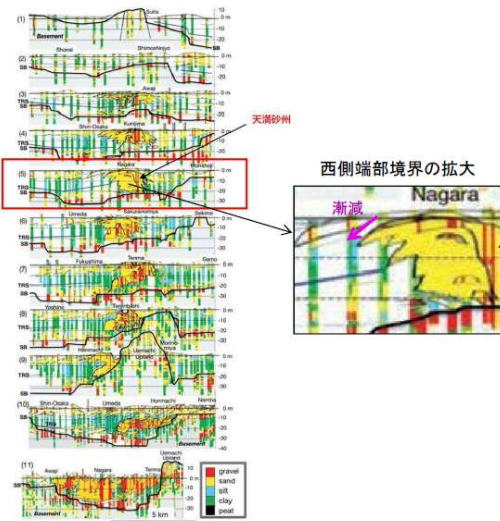
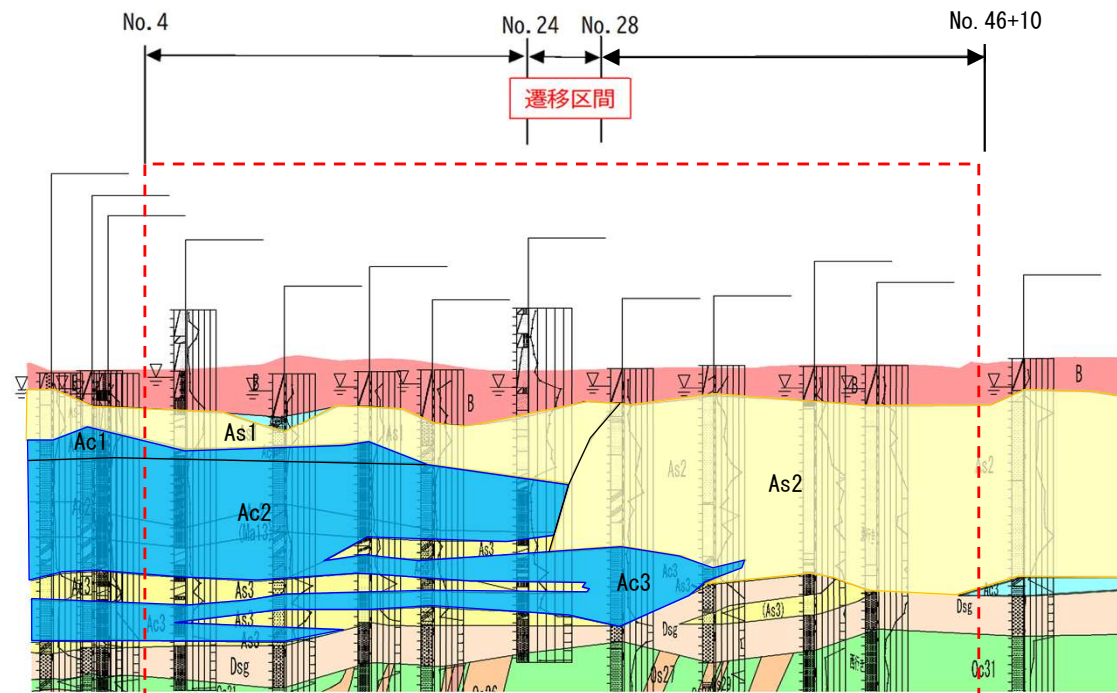


Fig. 2 East-west cross sections (1) to (9) and north-south cross sections (10) and (11) in the Tama spit area. Locations are shown in Fig. 1. Vertical bars are columnar sections with colors corresponding to sediment lithology. Darker yellow areas represent the Tama spit deposit. The black line labeled SB is a sequence boundary, and the blue line labeled TRS is a transgressive regression surface. Elevations (right axis) are relative to sea level.

2. 淀川左岸線延伸部の基本条件

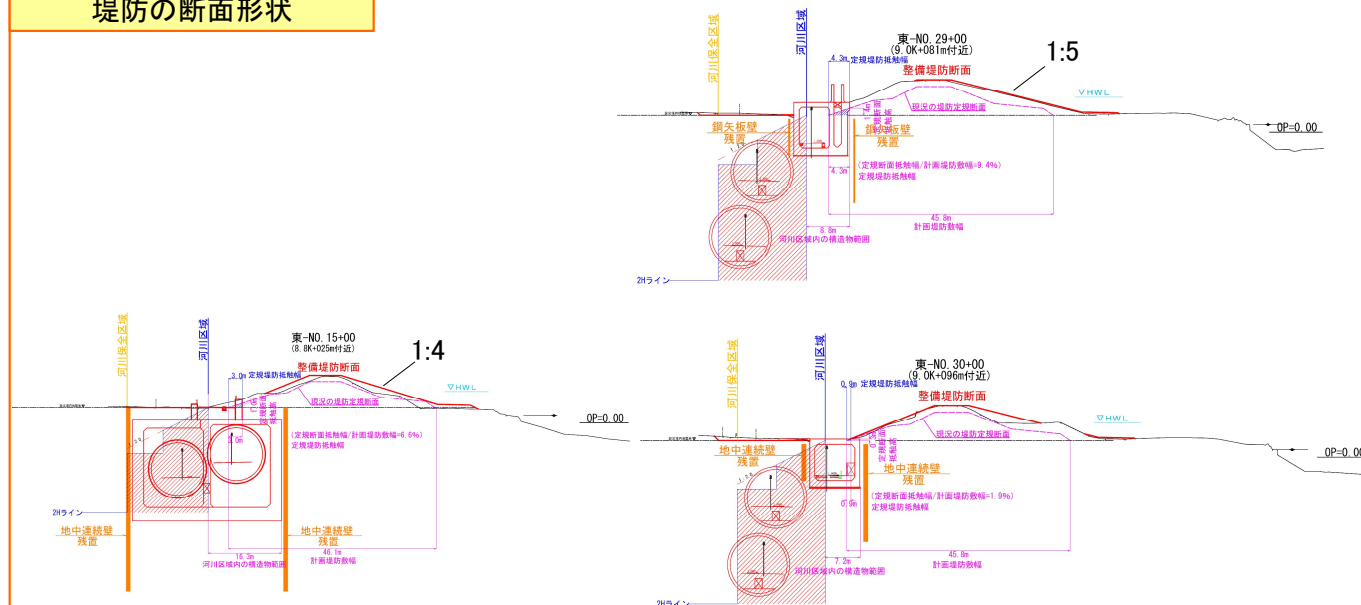
地質条件



- : As1, As2 液状化層
 : Ac2, Ac3 圧密層

液状化層は遷移区間を境に終点に向かって層厚が大きくなり、その増加量は非常に大きい。
一方、圧密層は遷移区間を境に終点に向かって層厚が小さくなり、次第に圧密層は消失する。

堤防の断面形状



川表のり勾配:

No.4～No.22は1:4(堤防護岸)の傾斜勾配とし、
No.22～は1:5の傾斜勾配を基本とする。

川裏のり勾配:

堤防天端から、堤防定規断面から1:28.2の勾配を
包含する断面とする。

天端:

アスファルト舗装を実施する。

川裏側については、淀川左岸線(2期)と同様に、
降雨浸透対策を実施する。

- 淀川左岸線延伸部の堤防内には、本線またはランプ構造物が設置され、全長の内約380mが堤防定規断面に対し、最大で幅5.6m程度、高さは1.9m程度が堤防定規に抵触し、河川管理施設等構造令（以下「河川構造令」という）における第19条「堤防は、盛土により築造するものとする」を満足しない
- 構造令第73条第4号に定める特殊な構造の河川管理施設（河川堤防と道路構造物の一体構造物）として構造令第3章の規定と同等以上の効力について、河川砂防技術基準（以下「河砂技術基準」という）等の技術基準に照らして評価する。

淀川左岸線延伸部における河川管理施設等構造令第3章（堤防）の各条項の適用

※赤文字：照査実施項目

条	項	条 文	適用状況
適用の範囲 （第17条）		この章の規定は、流水が河川外に流出することを防止するために設ける堤防及び霞堤について適用する。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。
構造の原則 （第18条）	第1項	堤防は、護岸、水制その他これらに類する施設と一体として、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とするものとする。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
	第2項	高規格堤防にあつては、前項の規定によるほか、高規格堤防特別区域内の土地が通常の利用に供されても、高規格堤防及びその地盤が、護岸、水制その他これらに類する施設と一体として、高規格堤防設計水位以下の水位の流水的作用に対して耐えることができるものとするものとする。	本申請構造物は高規格堤防でないため該当しない。
	第3項	高規格堤防は、予想される荷重によって洗掘破壊、滑り破壊又は浸透破壊が生じない構造とするものとし、かつ、その地盤は、予想される荷重によって滑り破壊、浸透破壊又は液状化破壊が生じないものとするものとする。	本申請構造物は高規格堤防でないため該当しない。
材質及び構造 （第19条）		堤防は、盛土により築造するものとする。ただし、高規格堤防以外の堤防にあつては、土地利用の状況その他の特別の事情によりやむを得ないと認められる場合においては、その全部若しくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれに準ずるものによる構造のものとし、又はコンクリート構造若しくはこれに準ずる構造の胸壁を有するものとすることができる。	本申請構造物の構造は、「盛土により築造するもの」に適合しないため、本規定を適用できない。よって、本申請構造物の構造が本規定を満足しないため、その効力を治水上の観点から解釈し、本申請構造物の構造がそれと同等以上の効力を有するか技術的に検討する。
高さ （第20条）	第1項	堤防（計画高水流量を定めない湖沼の堤防を除く。）の高さは、計画高水流量に応じ、計画高水位に次の表の下欄に掲げる値を加えた値以上とするものとする。ただし、堤防に隣接する堤内の土地の地盤高（以下「堤内地盤高」という。）が計画高水位より高く、かつ、地形の状況等により治水上の支障がないと認められる区間にあつては、この限りでない。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
	第2項	前項の堤防のうち計画高水流量を定める湖沼又は高潮区間の堤防の高さは、同項の規定によるほか、湖沼の堤防にあつては計画高水位に、高潮区間の堤防にあつては計画高潮位に、それぞれ波浪の影響を考慮して必要と認められる値を加えた値を下回らないものとするものとする。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
	第3項	計画高水流量を定めない湖沼の堤防の高さは、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位。第5項において同じ。）に波浪の影響を考慮して必要と認められる値を加えた値以上とするものとする。	本申請構造物は湖沼の堤防ではないため該当しない。
	第4項	津波区間の堤防の高さは、前3項の規定によるほか、計画津波水位に河口付近の海岸堤防の高さ及び漂流物の影響を考慮して必要と認められる値を下回らないものとするものとする。	整備区間における津波高が計画高水位又は計画高潮位以下のため津波区間に該当しない。
	第5項	胸壁を有する堤防の胸壁を除いた部分の高さは、計画高水位以上とするものとする。	本申請構造物は胸壁を有する堤防でないため該当しない。

淀川左岸線延伸部における河川管理施設等構造令第3章(堤防)の各条項の適用

※赤文字:照査実施項目

条	項	条 文	適用状況
天端幅 (第21条)	第1項	堤防(計画高水流量を定めない湖沼の堤防を除く。)の天端幅は、堤防の高さと堤内地盤高との差が0.6メートル未満である区間を除き、計画高水流量に応じ、次の表の下欄に掲げる値以上とするものとする。ただし、堤内地盤高が計画高水位より高く、かつ、地形の状況等により治水上の支障がないと認められる区間にあつては、計画高水流量が1秒間につき500立方メートル以上である場合においても、3メートル以上とすることができる。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
	第2項	計画高水流量を定めない湖沼の堤防の天端幅は、堤防の高さ及び構造並びに背後地の状況を考慮して、3メートル以上の適切な値とするものとする。	本申請構造物は湖沼の堤防でないため該当しない。
盛土による堤防の法勾配等 (第22条)	第1項	盛土による堤防(胸壁の部分及び護岸で保護される部分を除く。次項において同じ。)の法勾配は、堤防の高さと堤内地盤高との差が0.6メートル未満である区間を除き、50パーセント以下とするものとする。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
	第2項	盛土による堤防の法面(高規格堤防の裏法面を除く。)は、芝等によって覆うものとする。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
高規格堤防に作用する荷重の種類 (第22条の2)		高規格堤防及びその地盤に作用する荷重としては、河道内の水位に応じ、次の表に掲げるものを採用するものとする。	本申請構造物は高規格堤防でないため該当しない。
荷重等の計算方法 (第22条の3)		前条の規定する荷重の計算その他高規格堤防の構造計算に関し必要な技術基準は、国土交通省令で定める。	本申請構造物は高規格堤防でないため該当しない。
小段 (第23条)	第1項	堤防の安定を図るために必要がある場合においては、その中腹に小段を設けるものとする。	本申請構造物は法勾配が比較的緩いため、堤防の安定を図るための小段の設置は必要ないため該当しない。
	第2項	堤防の小段の幅は、3メートル以上とするものとする。	本申請構造物は法勾配が比較的緩いため、堤防の安定を図るための小段の設置は必要ないため該当しない。
側帯 (第24条)		堤防の安定を図るため必要がある場合又は非常用の土砂等を備蓄し、若しくは環境を保全するため特に必要がある場合においては、国土交通省令で定めるところにより、堤防の裏側の脚部に側帯を設けるものとする。	本申請構造物は側帯を設けないため該当しない。
護岸 (第25条)		流水の作用から堤防を保護するため必要がある場合においては、堤防の表法面又は表小段に護岸を設けるものとする。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
水制 (第26条)		流水の作用から堤防を保護するため、流水の方向を規制し、又は水勢を緩和する必要がある場合においては、適当な箇所に水制を設けるものとする。	本申請構造物は水制を設けないため該当しない。
堤防に沿って整備する樹林帯 (第26条の2)		堤防に沿って設置する樹林帯は、国土交通省令で定めるところにより、洪水時における破堤の防止等について適切に配慮された構造とするものとする。	本申請構造物は樹林帯を設けないため該当しない。
管理用通路 (第27条)		堤防には、国土交通省令で定めるところにより、河川の管理のための通路(以下「管理用通路」という。)を設けるものとする。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。

淀川左岸線延伸部における河川管理施設等構造令第3章(堤防)の各条項の適用

※赤文字:照査実施項目

条	項	条 文	適用状況
津波又は波浪の影響を著しく受ける堤防に講ずべき措置 (第28条)	第1項	湖沼、津波区間、高潮区間又は2以上の河川の合流する箇所の堤防その他の堤防で津波又は波浪の影響を著しく受けるものには、必要に応じ、次に掲げる措置を講ずるものとする。 一 表法面又は表小段に護岸又は護岸及び波返工を設けること。 二 前面に消波工を設けること。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
	第2項	前項の堤防で越波のおそれがあるものには、同項に規定するもののほか、必要に応じ、次に掲げる措置を講ずるものとする。 一 天端、裏法面及び裏小段をコンクリートその他これに類するもので覆うこと。 二 裏法尻に沿って排水路を設けること。	本申請構造物は、堤防に該当するため、本条を適用する。 本申請構造物の構造が河川構造令の規定を満たしているか確認する。
背水区間の堤防の高さ及び天端幅の特例 (第29条)	第1項	甲河川と乙河川が合流することにより乙河川に背水が生ずることとなる場合においては、合流箇所より上流の乙河川の堤防の高さは、第20条第1項から第3項までの規定により定められるその箇所における甲河川の堤防の高さを下回らないものとするものとする。ただし、堤内地盤高が計画高水位より高く、かつ、地形の状況等により治水上の支障がないと認められる区間及び逆流を防止する施設によって背水が生じないようにすることができる区間にあっては、この限りではない。	本申請構造物は背水区間ではないため該当しない。
	第2項	前項本文の規定により乙河川の堤防の高さが定められる場合においては、その高さとは乙河川の背水が生じないとした場合に定めるべき計画高水位に、計画高水流量に応じ、第20条第1項の表の下欄に掲げる値を加えた高さが一致する地点から当該合流箇所までの乙河川の区間(湖沼である河川の区間を除く。以下「背水区間」という。)の堤防の天端幅は、第21条第1項又は第2項の規定により定められるその箇所における甲河川の堤防の天端幅を下回らないものとするものとする。ただし、堤内地盤高が計画高水位より高く、かつ、地形の状況等により治水上の支障がないと認められる区間にあっては、この限りでない。	本申請構造物は背水区間ではないため該当しない。
湖沼等の堤防の天端幅の特例 (第30条)		計画高水流量を定める湖沼、津波区間又は高潮区間の堤防に第28条第1項第1号に掲げる措置を講ずる場合においては、当該堤防の天端幅は、第21条第1項及び前条第2項の規定にかかわらず、第28条の規定により講ずる措置の内容及び当該堤防に接続する堤防(計画横断形が定められている場合には、計画堤防)の天端幅を考慮して、3メートル以上の適切な値とすることができる。	本申請構造物は第28条第1項に掲げる措置を講じないため該当しない。
天端幅の規定の適用除外等 (第31条)	第1項	その全部又は主要な部分がコンクリート、鋼矢板又はこれらに準ずるものによる構造の堤防については、第21条、第29条第2項及び前条の規定は、適用しない。	本申請構造物は全部又は主要な部分がコンクリート、鋼矢板又はこれらに準ずるものによる構造の堤防ではないため該当しない。
	第2項	胸壁を有する堤防に関する第21条、第29条第2項及び前条の規定の適用については、胸壁を除いた部分の上面における堤防の幅からの胸壁の直立部分の幅を減じたものを堤防の天端幅とみなす。	本申請構造物は胸壁を有する堤防ではないため該当しない。
連続しない工期を定めて段階的に築造される堤防の特例 (第32条)		堤防の地盤の地質、対岸の状況、上流及び下流における河岸及び堤防の高さその他の特別の事情により、連続しない工期を定めて段階的に堤防を築造する場合においては、それぞれの段階における堤防について、計画堤防高さ当該段階における堤防の高さとの差に相当する値を計画高水位(高潮区間にあつては、計画高潮位。以下この条において同じ。)から減じた値の水位を計画高水位とみなして、この章(第29条及び前文を除く。)の規定を準用する。	本申請構造物は段階的に堤防を築造するものではないため該当しない。

3. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討

■ 淀川左岸線延伸部の堤防内には、本線またはランプ構造物が設置され、全長の内約380mが堤防定規断面に対し、最大で幅5.6m程度、高さは1.9m程度が堤防定規に抵触する。

第19条に対する整理

河川管理施設等構造令(抜粋)
(材質及び構造)

第19条 堤防は、盛土により築造するものとする。ただし、高規格堤防以外の堤防にあっては、土地利用の状況その他の特別の事情によりやむを得ないと認められる場合においては、その全部もしくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれに準ずるものによる構造のものとし、又はコンクリート構造若しくはこれに準ずる構造の胸壁を有するものとしてすることができる。

堤防定規との関係

・淀川左岸線延伸部は、道路構造物が大部分の区間で定規断面内に食い込む計画であるため、構造令の「堤防は、盛土により築造するものとする」に抵触する。

堤防横断構造物等との関係

・左岸線延伸部の構造物は連続的に堤防内に道路BOXが設置されるものであり、部分的に設置される横断構造物や、裏法尻付近の堤防表面部分に小規模な擁壁等を設置する場合とは堤防機能へ及ぼす影響度合いが大きく異なる。

土堤と同等以上の効力を有することの評価項目

土堤の利点

- ① 工事の費用が比較的低廉であること
- ② 材料の取得が容易であり、構造物としての劣化現象が起きにくいこと
- ③ 堤防は連続した長大構造物であり不同沈下が起きやすいが、この修復が容易であること
- ④ 基礎地盤と一体としてなじむこと
- ⑤ 嵩上げ、拡幅等が容易であること
- ⑥ 地震時において被災した場合の復旧の容易さ、所要工期の短さ

また、一体構造物として通常の堤防と同等以上の効力を有するために、以下の項目に対する安全性を確保する。

- ⑦ 計画高水位以下の水位の流水の通常的作用(浸透、侵食、地震)に対する安全性

土堤と同等以上の効力を有することの評価項目(構造面)

・上記の土堤の利点を踏まえ、土堤と同等以上の効力を有することの評価項目について、左岸線(2期)では構造面を主眼に置いて以下のとおり大別して検討することにより、一体構造物が構造令第3章(堤防)の規定によるものと同等以上の効力を有することを確認する。

- 1) 基礎地盤とのなじみ(利点④に対応)
検討内容(検討記号で明示) : k, z
- 2) 沈下後の復旧性(利点③⑥に対応)
検討内容(検討記号で明示) : h, y, z
- 3) 嵩上げ、拡幅等の容易性(利点⑤に対応)
検討内容(検討記号で明示) : C2
- 4) 道路構造物の耐久性(利点②に対応)
検討内容(検討記号で明示) : x
- 5) 浸透・侵食・耐震機能の確保(構造令第18条(構造の原則))
(利点⑦に対応)
検討内容(検討記号で明示) : a-2 ~ k

土堤と同等以上の効力を有することの評価項目(管理面)

・通常の土堤は、その維持管理や災害復旧の容易さが利点として挙げられるため、一体構造物として、堤防内に設置される構造物やその周辺についても、適切に維持管理、災害復旧が実施される体制などを構築する。

- 1) 維持管理(修復等)が容易(利点③に対応)
- 2) 災害復旧が容易(利点⑥に対応)

大分類	項目
侵食	直接侵食に対する安全性
侵食	側方侵食に対する安全性
侵食	洗堀に対する安全性
侵食	天端からの雨水排水による堤防侵食に対する安全性
侵食	堤防ののり勾配等の構造的条件
浸透	堤体内浸潤面の上昇に伴うすべり破壊に対する安全性
浸透	水位上昇による道路ボックスの安定性及び部材の強度
浸透	道路ボックス周りの水みちの発生に対する安全性
浸透	継手部から漏水・土砂が流入することに対する安全性
浸透	平均動水勾配が現況より低減することの確認
浸透	地下水流動阻害による堤体内浸潤面の変化
浸透	基礎地盤のパイピング破壊に対する安全性
地震	地震後の堤防の変形(沈下)に対する安全性
地震	レベル2地震の横断方向の作用に対する道路ボックスの構造部材の安全性
地震	レベル2地震の縦断方向の作用に対する道路ボックスの構造部材の安全性
地震	構造物損傷による堤体材料流出に伴う陥没の発生に対する安全性
地震	地震時の道路ボックスの回転に対する安定性
地震	レベル2地震動の作用に対する道路ボックスの安定性
地震	レベル1地震動の横断方向作用に対する道路ボックスの構造部材の安全性
地震	レベル2地震における水みち発生に対する安全性
常時	常時のすべり破壊に対する安全性
波浪	津波による直接侵食に対する安全性
波浪	津波による越波に対する安全性
維持管理	道路ボックス内部からの点検
維持管理	河川管理用通路の確保の検討
維持管理	堤体及び道路ボックスの変状を把握できる点検体系の構築の検討
維持管理	継続監視・点検強化のための体制整備
維持管理	道路ボックス内部からの補修
維持管理	道路ボックスの設計基準の遵守
不同沈下	圧密沈下に伴う堤防高の確保
不同沈下	道路ボックスと堤防の圧密沈下差による地表面の段差の発生
不同沈下	堤防沈下量を評価する手法の設定
高規格堤防	拡幅について土堤と同等以上の容易さを有することの確認

3. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討

- 洪水・豪雨や地震等の現象による被害シナリオから堤防、道路、周辺環境への被害を想定。
- 想定される被害よりボックスカルバート周辺に水みちが発生し、内部浸食により堤防破壊の危険性が高まり、堤防の安全性の低下が懸念される。

ボックス区間における被害シナリオごとの被害想定

■洪水（高潮）・豪雨による被害想定



【堤防の被害】

- ・水みち発生（パイピングの誘発）
- ・基礎地盤のパイピング破壊
- ・堤体のすべり破壊
- ・直接侵食・側方侵食・洗掘
- ・天端からの雨水排水による堤防のり面の侵食

【道路の被害】

- ・越水による上載土の流出・浮き上がり・道路冠水・土砂流入
- ・内水氾濫による道路冠水
- ・継手損傷部からの漏水・土砂流入

【周辺環境への被害】

- ・堤防および道路被害に伴う浸水被害

■地下水変動による被害想定



【堤防の被害】

- ・地下水流動阻害による水みち発生（パイピングの誘発）
- ・構造物に沿った3次元方向の水みち発生（パイピングの誘発）

【道路の被害】

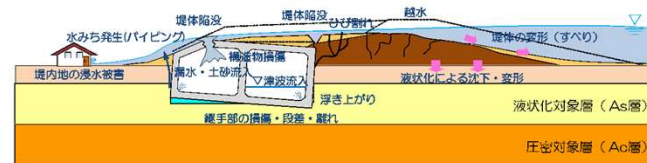
- ・水位上昇による構造物の浮き上がりに伴う段差発生
- ・継手部からの漏水、土砂流入
- ・構造物の浮き上がり

【周辺環境への被害】

- ・堤内地の地下水位低下

赤字：一体構造物特有の被害想定

■地震による被害想定



【堤防の被害】

- ・変形（すべり、液状化）
- ・ひび割れ、水みち（パイピングの誘発）
- ・構造物損傷による堤防天端面での陥没
- ・構造物損傷による堤体土流出に伴う陥没

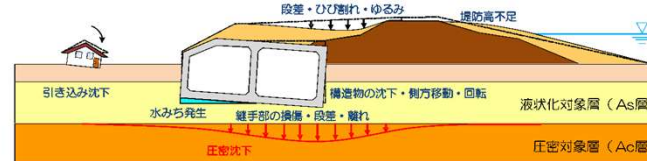
【道路の被害】

- ・構造物の変形（倒壊、損傷）
- ・液状化による構造物の移動（浮き上がり、沈下、回転）
- ・構造物の損傷等に伴う道路内への漏水、土砂流入
- ・継手部の損傷・段差・離れの発生
- ・津波の流入

【周辺環境への被害】

- ・堤防および道路被害に伴う浸水被害

■地盤変形による被害想定



【堤防の被害】

- ・圧密沈下による堤防高不足（沈下・変形）
- ・構造物周囲と基礎地盤の隙間形成による水みち発生
- ・構造物～地盤の不同沈下による地表面の段差、ひび割れ、ゆるみの発生

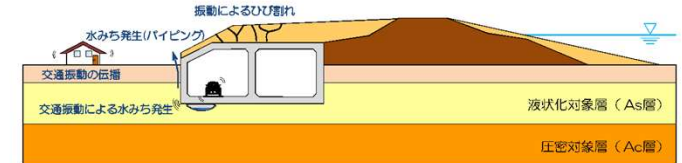
【道路の被害】

- ・圧密沈下による構造物の沈下、側方移動、回転
- ・不同沈下による継手部の損傷・段差・離れの発生
- ・継手損傷部からの漏水、土砂流入

【周辺環境への被害】

- ・盛土部・構造物の圧密沈下による周辺地盤の引き込み沈下

■交通振動による被害想定



【堤防の被害】

- ・交通振動による堤防のひび割れ、水みち（パイピングの誘発）

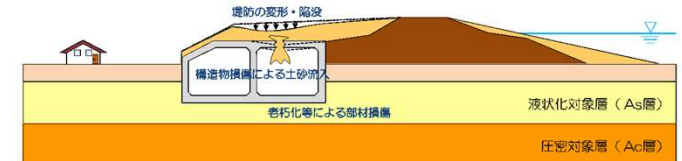
【道路の被害】

—

【周辺環境への被害】

- ・交通振動による家屋振動

■老朽化による被害想定



【堤防の被害】

- ・堤防の変形、陥没
- ・構造物損傷による堤防天端面の陥没
- ・構造物損傷による堤体土流出に伴う陥没

【道路の被害】

- ・構造物の老朽化等による部材損傷
- ・継手損傷部からの漏水、土砂流入

【周辺環境への被害】

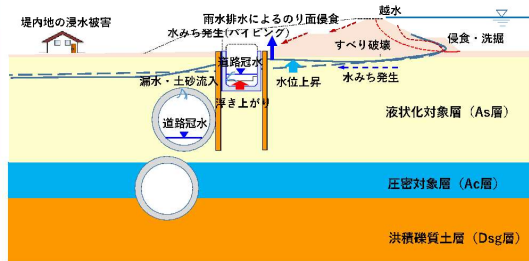
—

3. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討

- 洪水・豪雨や地震等の現象による被害シナリオから堤防、道路、周辺環境への被害を想定。
- 想定される被害よりシールドトンネル周辺に水みちが発生し、内部浸食により堤防破壊の危険性が高まり、堤防の安全性の低下が懸念される。

シールド区間における被害シナリオごとの被害想定

■洪水（高潮）・豪雨による被害想定



【堤防の被害】

- ・水みち発生（パイピングの誘発）
- ・基礎地盤のパイピング破壊
- ・堤体のすべり破壊
- ・直接侵食・側方侵食・洗掘
- ・天端からの雨水排水による堤防のり面の侵食

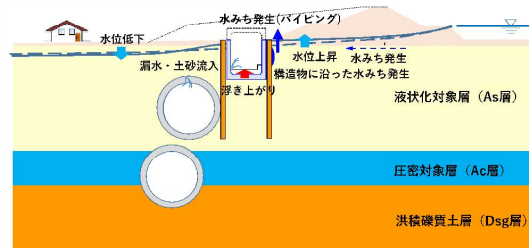
【道路の被害】

- ・越水による上載土の流出・浮き上がり・道路冠水・土砂流入
- ・内水氾濫による道路冠水
- ・継手損傷部からの漏水・土砂流入

【周辺環境への被害】

- ・堤防および道路被害に伴う浸水被害

■地下水変動による被害想定



【堤防の被害】

- ・地下水流動阻害による水みち発生（パイピングの誘発）
- ・構造物に沿った3次元方向の水みち発生（パイピングの誘発）

【道路の被害】

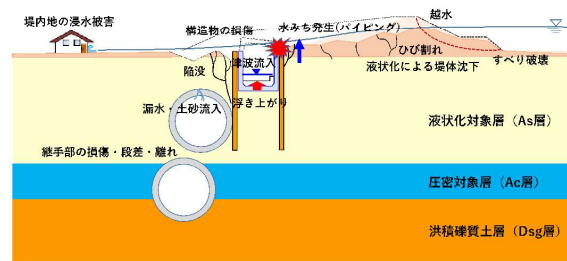
- ・水位上昇による構造物の浮き上がりに伴う段差発生
- ・継手部からの漏水・土砂流入
- ・構造物の浮き上がり

【周辺環境への被害】

- ・堤内地の地下水位低下

赤字：一体構造物特有の被害想定

■地震による被害想定



【堤防の被害】

- ・変形（すべり、液状化）
- ・ひび割れ、水みち（パイピングの誘発）
- ・構造物損傷による堤防天端面での陥没
- ・構造物損傷による堤体土流出に伴う陥没

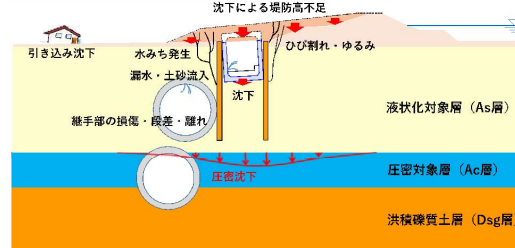
【道路の被害】

- ・構造物の変形（倒壊、損傷）
- ・液状化による構造物の移動（浮き上がり、沈下、回転）
- ・構造物の損傷等に伴う道路内への漏水、土砂流入
- ・継手部の損傷・段差・離れの発生
- ・津波の流入

【周辺環境への被害】

- ・堤防および道路被害に伴う浸水被害

■地盤変形による被害想定



【堤防の被害】

- ・圧密沈下による堤防高不足（沈下・変形）
- ・構造物周囲と基礎地盤の隙間形成による水みち発生
- ・構造物～地盤の不同沈下による地表面の段差、ひび割れ、ゆるみの発生

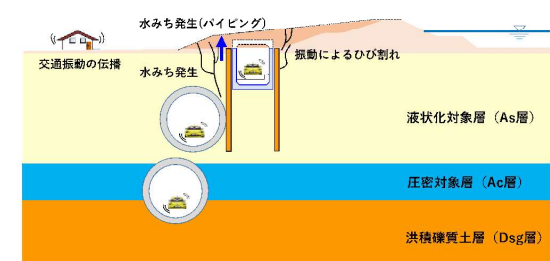
【道路の被害】

- ・圧密沈下による構造物の沈下、側方移動、回転
- ・不同沈下による継手部の損傷・段差・離れの発生
- ・継手損傷部からの漏水、土砂流入

【周辺環境への被害】

- ・盛土部・構造物の圧密沈下による周辺地盤の引き込み沈下

■交通振動による被害想定



【堤防の被害】

- ・交通振動による堤防のひび割れ、水みち（パイピングの誘発）

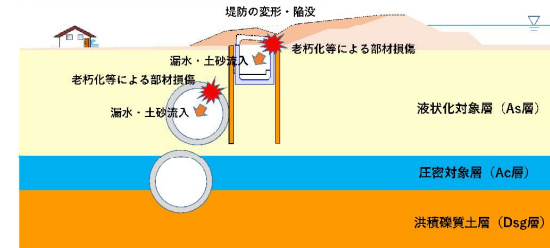
【道路の被害】

—

【周辺環境への被害】

- ・交通振動による家屋振動

■老朽化による被害想定



【堤防の被害】

- ・堤防の変形、陥没
- ・構造物損傷による堤防天端面の陥没
- ・構造物損傷による堤体土流出に伴う陥没

【道路の被害】

- ・構造物の老朽化等による部材損傷
- ・継手損傷部からの漏水、土砂流入

【周辺環境への被害】

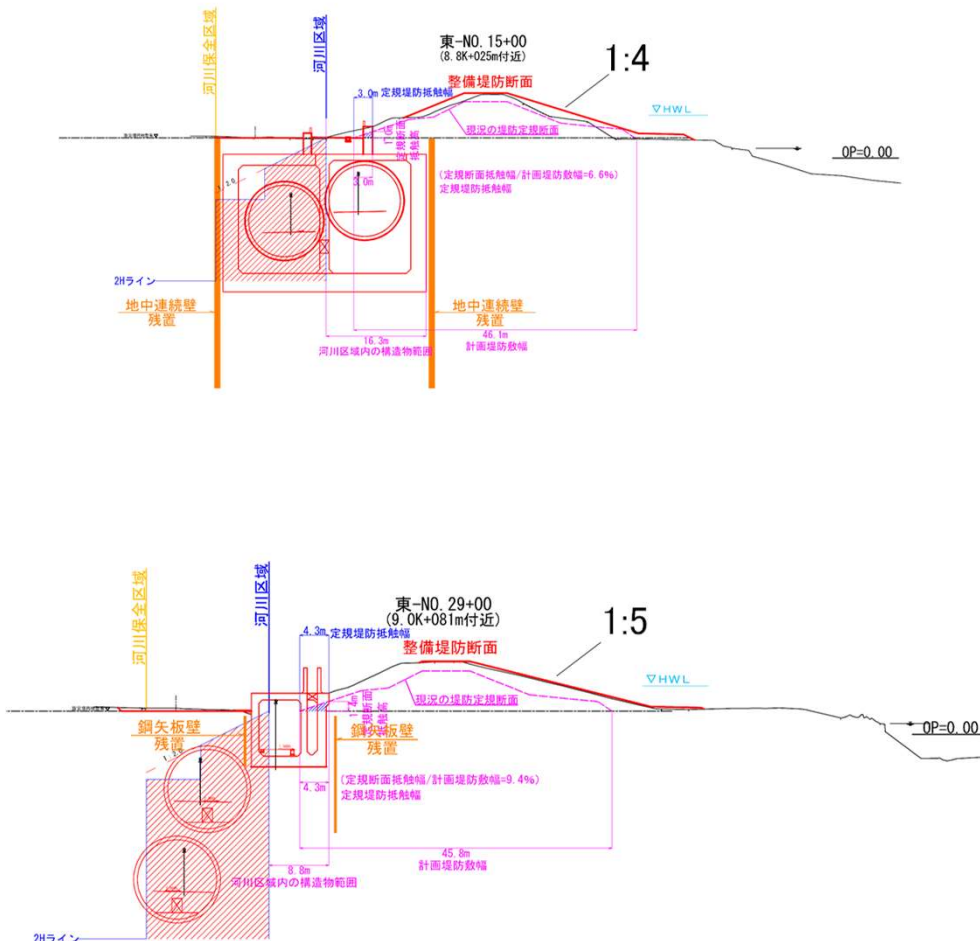
—

3. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討

道路ボックスと堤防の一体構造物の計画断面の考え方

■川表形状はNo.4～No.22の水衝部は2期と同様にのり勾配1:4とし、No.23以降の川表形状ののり勾配は1:5の一枚のりを基本とする。

土堤区間（淀川左岸線延伸部）



淀川左岸線延伸部についても各機能に対して必要な安全性を確保できることを確認し、土堤と同等以上の効力があることを評価する。

土堤と同等以上の効力があることを評価するための検討事項・評価事項・照査基準

第18条第1項に関する検討		
検討項目1	堤防の作用に対して安全な構造であること	
評価項目1	堤防の直接浸食に対する安全性	
判断基準1	a+2	直接浸食に対する安全性が基準値に規定される照査基準を満足すること
評価項目2	堤防の側方浸食に対する安全性	
判断基準1	b+2	側方浸食に対する安全性が基準値に規定される照査基準を満足すること
判断基準2	b+3	堤防の側方浸食に対する安全性が基準値に規定される照査基準を満足すること
評価項目3	雨水による堤体の浸食に対する安全性	
判断基準1	c	浸食が生じるような雨水の集中が生じないこと
判断基準2	d	雨水による浸食に対して安全な構造となっていること
検討項目2	浸透の作用に対して安全な構造であること	
評価項目1	浸透の作用に対する本申請構造物の安全性	
判断基準1	f	堤防と河川水位の上昇による堤体内浸透の作用に対して、本申請構造物の安全性が基準値に規定される照査基準を満足するとともに、堤防より安全性が低下しないこと
判断基準2	g	道路ボックスの浸透の作用に対する安全性について、関連基準値に規定される照査基準を満足すること
判断基準3	h	堤体及び基礎地盤の不均質性を考慮した設計となっていること
評価項目2	浸透の作用に対する基礎地盤の安全性	
判断基準1	i	堤防と河川水位の上昇による堤体内浸透の作用に対して、基礎地盤のバリエーションに対する安全性が、基準値に規定される照査基準を満足するとともに、堤防より安全性が低下しないこと
判断基準2	j	道路ボックスの浸透の作用に対する安全性について、関連基準値に規定される照査基準を満足すること
判断基準3	k	堤体及び基礎地盤の不均質性を考慮した設計となっていること
検討項目3	地震の作用に対して安全な構造であること	
評価項目1	地震後の本申請構造物の安全性(越流防止)	
判断基準1	l	レベル2地震動に対する耐震性能の照査において考慮する外水位に対して耐震性能照査上の堤防としての機能を満足すること
判断基準2	m	レベル2地震動に対して耐震性能照査上の堤防に影響するほどの道路ボックスの損傷が生じないこと
評価項目2	地震後の本申請構造物の修復性	
判断基準1	n	レベル2地震動に対し道路ボックスの損傷が限定的なものととなり、本申請構造物の堤防としての機能回復を速やかに行うこと
判断基準2	o	レベル1地震動に対して道路ボックスの健全性が損なわれないこと
検討項目4	常時の健全性を有する構造であること	
評価項目1	常時のすべり破壊に対する安全性	
判断基準1	p1	基礎地盤の強度不足によるすべり破壊に対する安全性
評価項目2	自重による沈下に対する安全性	
判断基準1	q	「不同沈下に対して修復が容易であること」の照査項目を参照
評価項目3	周辺地盤に与える影響	
判断基準1	r	周辺地盤の沈下・傾斜に対する安全性
検討項目5	波浪に対する安全性を有する構造であること	
評価項目1	高潮時及び風浪時の波浪に対する安全性	
判断基準1	A1	高潮時の波浪による直接浸食に対して安全性が基準値に規定される照査基準を満足すること
判断基準2	A2	高潮時の波浪による堤防の越流が生じないこと、あるいは越流が生じて浸食に対して安全な構造であること及び洪水の集中が生じないこと
評価項目2	施設計画上の津波に対する安全性	
判断基準1	A3	施設計画上の津波に対する安全性が基準値に規定される照査基準を満足すること
判断基準2	A4	施設計画上の津波による越流が生じないこと、あるいは越流が生じて浸食に対して安全な構造であること及び洪水の集中が生じないこと
検討項目6	安全な構造の維持の容易性・確実性	
評価項目1	堤防の安全性に係る性能の維持	
判断基準1	s	堤防の安全性に影響する変状が生じた際にそれを確認出来る構造であること
判断基準2	t	堤防の安全性に影響する変状が確認された場合に補修が可能な構造であること
第19条に関する検討		
検討項目1	構造物として変状現象が認めにくいこと	
評価項目1	u	構造物の劣化が生じにくい設計、施工がなされること
評価項目2	v	劣化が生じた場合にそれを確認できる構造であること
評価項目3	w	劣化が生じた場合に補修が可能な構造であること
検討項目2	不同沈下に対して修復が容易であること	
評価項目1	x	堤防機能に影響するほどの不同沈下が生じない設計であること、あるいは不同沈下が生じても容易に修復できる範囲に収まるよう設計されていること
評価項目2	y	不同沈下が生じた場合にそれを確認できる構造であること
評価項目3	z	不同沈下が生じた場合は迅速な修復が可能な構造であること
検討項目3	基礎地盤と堤体の一体となることが望ましいこと	
評価項目1	aa	道路ボックスが存在することに起因して堤防機能に影響するほどの水みちが生じない設計であること
評価項目2	ab	不同沈下に起因して堤防機能に影響するほどの水みちが生じない設計であること
評価項目3	ac	水みちが生じた場合にそれを確認できる構造であること
評価項目4	ad	水みちが生じた場合に補修が可能な構造であること
検討項目4	嵩上げ、拡張等の機能増強が容易であること	
評価項目1	ae	嵩上げ、拡張の必要がない設計であること、あるいは嵩上げ、拡張について土堤と同等以上の容易さを有する設計であること
検討項目5	損傷した場合の復旧が容易であり、所要工期が短いこと	
評価項目1	af	地震時に構造物が損傷しない設計であること、あるいは地震が生じた場合でも損傷が修復性を有する範囲に収まる設計であること
評価項目2	ag	地震による損傷が生じた場合にそれを確認出来る構造であること
評価項目3	ah	地震による損傷が生じた場合に迅速な補修が可能な構造であること
評価項目4	ai	洪水による損傷が生じた場合にそれを確認出来る構造であること
評価項目5	aj	洪水による損傷が生じた場合に迅速な補修が可能な構造であること
検討項目6	基礎地盤及び堤体の構造及び性状に係る調査精度に起因する不確実性の設計への反映	
評価項目1	aj	「堤体及び基礎地盤の不均質性を考慮した設計となっていること」の照査項目を参照
検討項目7	基礎地盤及び堤体の不均質性に起因する不確実性の設計への反映	
評価項目1	aj	「堤体及び基礎地盤の不均質性を考慮した設計となっていること」の照査項目を参照

道路の機能に関する一体構造としての課題

項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造物の課題
耐震機能	・人命を失うような構造物の損傷、変形、移動をさせない （部材の限界状態設計、液状化による構造物の浮き上がり・側方移動防止、継手部の段差・離れの発生抑制）	地震	地震に対する道路構造物の安全性、供用性
			偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する道路構造物の安全性、供用性
			地震時の液状化に対する修復性
構造的安全性	・構造物周囲の盛土による圧密沈下、地下水による浮き上がりに伴う構造物への影響を抑制	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の沈下に対する安全性、供用性
			道路構造物の継手部の段差・離れに対する安全性、供用性
			道路構造物の浮き上がりに対する安全性、供用性
			洪水、豪雨などに対する道路構造物の安全性、供用性
周辺影響の抑制・低減	・構造物設置、盛土による周辺地盤の圧密沈下の抑制 ・構造物設置による地下水流動阻害に伴う堤内地への地下水変動の抑制	地盤変形 地下水変動	道路構造物や盛土の圧密沈下の把握
			道路構造物や盛土による周辺地盤の圧密沈下の把握
			堤内地の地下水変動の把握
			周辺構造物等の施設管理者による維持管理
構造物の止水性	・構造物内部への水の侵入を防ぐ	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の本体・継手部の止水性
道路の維持管理	・道路施設の点検、補修ができる	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	道路構造物の内部からの点検、補修の実施
災害復旧	・被災後の補修・補強による早期の供用 （外カレベルに応じた復旧容易性を設定）	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	管理者間での維持管理体制
			河川側の非常時における交通規制
材質および構造	・構造物の材質、継手部の構造など、長期的に性能を保持できるような材質、構造の選定	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	老朽化による構造物の損傷の拡大

その他の事項に関する一体構造としての課題

項目	内容	現象	被害シナリオから導いた一体構造物の課題
堤防上部利用、環境、景観	・平常時の上面利用や景観		堤内側からの堤防方向への景観
			堤防上の自然環境
			堤防上の利用者

■堤防表のり面およびのり尻面の直接侵食と、主流路（低水路等）からの側方侵食を対象に、洪水時の流水による侵食に対する照査を実施する。

堤防の直接侵食に対する安全性照査(a2)

【照査基準(既往の基準)】
河川砂防技術基準設計編(令和5年10月 国土交通省 水管理・国土保全局)
改訂護岸の力学設計法(令和5年10月 (一財)国土技術研究センター)

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

【代表流速の算出方法】
設計水位は整備計画流量の10,800m³/sとし
改訂護岸の力学設計法に示す解析解(評価手法①)と
平面2次元流況解析による数値解析解(評価手法②)の
大きい方の値を代表流速として採用

評価手法①
改訂護岸の力学設計法
に示す解析解

比較

大きい方

代表流速

評価手法②
平面2次元流況解析による数値解析解

代表流速

高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k～8.8k付近(道路測点No.4～22)の区間については6.96m/s、
高水敷幅が広い9.0k～9.4k付近(道路測点No.23～46)の区間は、2.89m/sを代表流速として照査を行う。

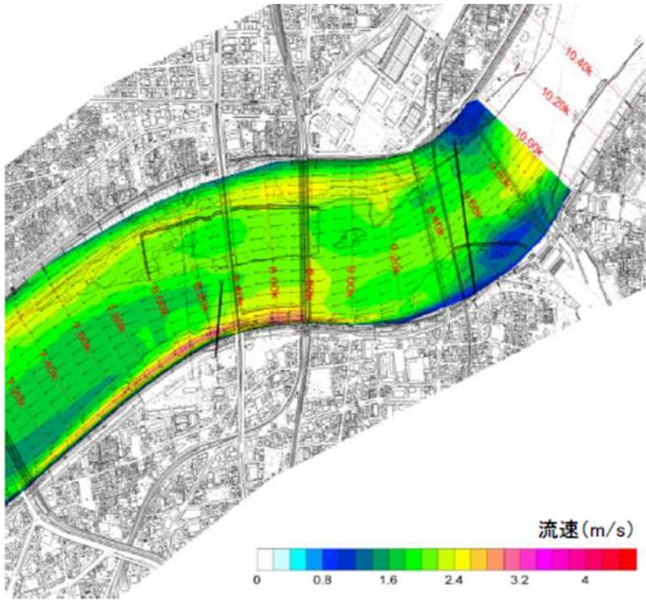
検討対象区間における代表流速（評価手法① vs.評価手法②）

堤防護岸

距離標			8.60k								8.80k							
道路測点			No.4～13								No.14～22							
低水路部	評価手法① 護岸の力学設計法	(m/s)	6.96								5.90							
	評価手法② 平面2次元流況解析	(m/s)	2.99	3.01	2.95	2.89	2.89	2.92	2.99	3.04	2.68	2.43	2.46	2.46	2.42	2.38	2.33	2.26

高水護岸

距離標			9.00k								9.20k								9.40k
道路測点			No.23～36								No.37～46								参考
高水路部	評価手法① 護岸の力学設計法	(m/s)	2.89								2.53								1.54
	評価手法② 平面二次元流況解析	(m/s)	2.54	2.44	2.39	2.38	2.34	2.28	2.21	2.17	2.13	2.04	2.01	2.04	2.04	2.00	1.96	1.95	1.97



2次元流況解析結果(流速ベクトル・分布図)

■堤防表のり面およびのり尻面の直接侵食と、主流路（低水路等）からの側方侵食を対象に、洪水時の流水による侵食に対する照査を実施する。

堤防の直接侵食に対する安全性照査結果(a2)

- ①法覆工（堤防護岸部：高水敷幅が狭く、堤防と低水路河岸を一体として保護しなければならない場合に設置する護岸） 対象区間:堤防護岸部 8.6k～8.8k付近（道路測点No.4～22）
- ②法覆工（高水護岸部：高水敷幅が十分あるような箇所の堤防を侵食作用から保護するために設置する護岸） 対象区間:高水護岸部 9.0k～9.4k付近（道路測点No.23～46）

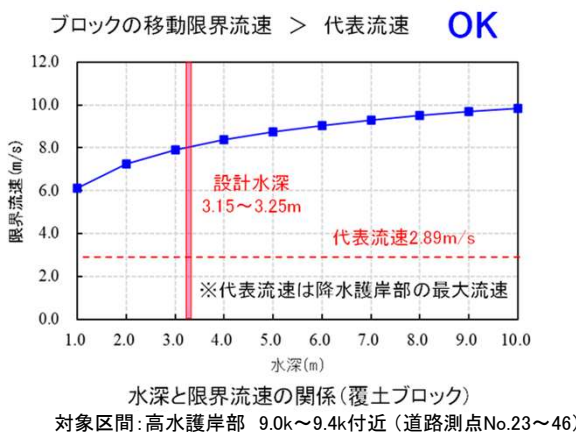
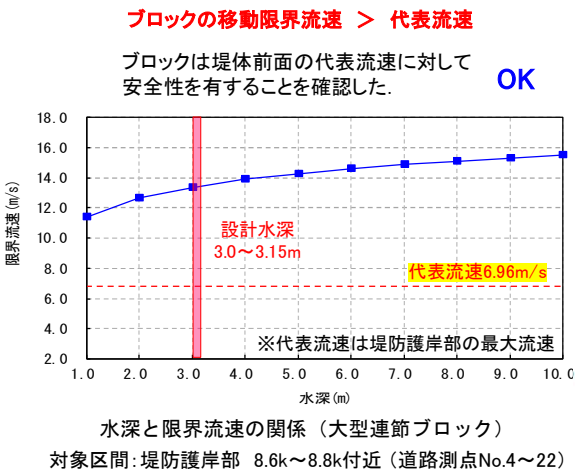
滑動-群体モデルの基本式

$$\mu(W_w \cdot \cos \theta - L) \geq ((W_w \cdot \sin \theta)^2 + D^2)^{1/2}$$
$$L = \rho_w / 2 \cdot C_L \cdot A_b \cdot V_d^2$$
$$D = \rho_w / 2 \cdot C_D \cdot A_d \cdot V_d^2$$

ここに、 μ ：摩擦係数（ $\mu = 0.65$ 土と吸出し防止材の間の摩擦係数）
 W_w ：法覆工の部材の水中質量（kg）
 θ ：法面の傾き、 ρ_b ：法覆工の密度（kg/m³）、 ρ_w ：水の密度（kg/m³）
 A_b ：法覆工を上方から見た場合の投影面積（m²）、 A_d ：法覆工の抗力に関する投影面積（m²）
 C_L ：法覆工の揚力係数、 C_D ：法覆工の抗力係数

なお、群体モデルなので、設計流速 V_d は以下の式を用いて算出する。
$$V_d = 8.5 \cdot V_0 / (6.0 + 5.75 \log(H_d/k_s))$$

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



- ③根固め工（堤防護岸部：高水敷幅が狭く、堤防と低水路河岸を一体として保護しなければならない場合に設置） 対象区間:堤防護岸部 8.6k～8.8k付近（道路測点No.4～22）

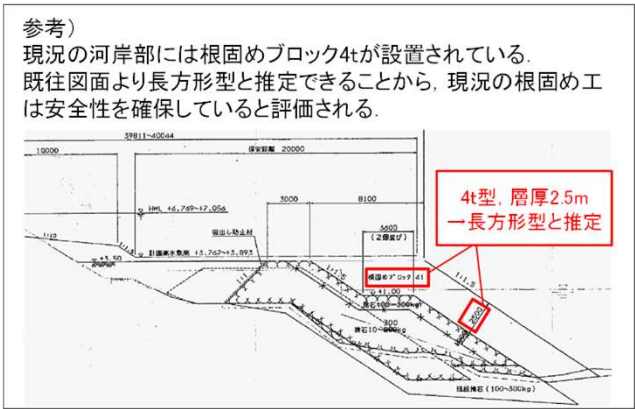
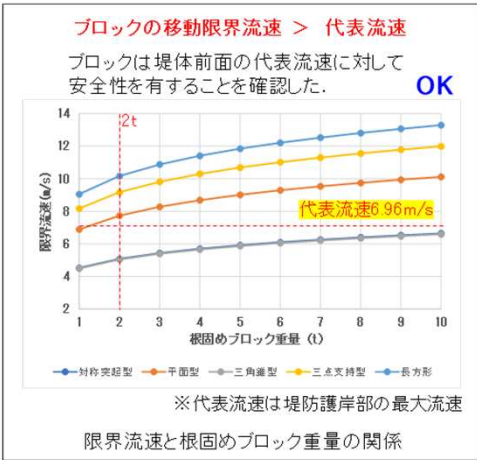
護岸の力学設計法に示す照査手法の「滑動、転動一層積み」モデルを用いて、ブロック種別毎に算出された限界流速と重量の関係より照査を行う。
照査の結果、長方形型、三点支持型もしくは平面型の2t以上で安全性を有することを確認した。

「滑動、転動一層積み」モデルの基本式

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

W ：ブロックの必要重量（t）
 V_d ：設計流速（m/s）
 ρ_w ：水の密度（kg/m³）
 ρ_b ：ブロックの密度（kg/m³）

ブロック種別	$\alpha \times 10^{-3}$	β
A：対称突起型	1.2	1.5
B：平面型	0.54	2.0
C：三角錐型	0.83	1.4
D：三点支持型	0.45	2.3
E：長方形	0.79	2.8



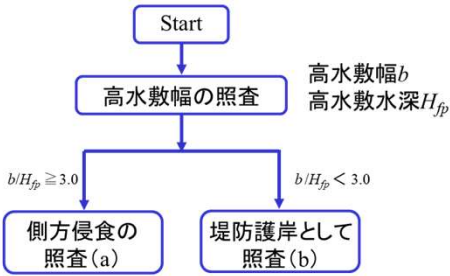
■堤防表のり面およびのり尻面の直接侵食と、主流路（低水路等）からの側方侵食を対象に、洪水時の流水による侵食に対する照査を実施する。

堤防の側方侵食に対する安全性照査(b2)

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

(a) 高水敷幅が十分にあると評価される場合の安全性照査

- 【照査基準（既往の基準）】
改訂護岸の力学設計法（令和5年10月 （一財）国土技術研究センター）
河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）（平成24年2月（財）国土技術研究センター）
- 【照査項目・照査手法】
高水敷幅 > 照査対象時間で侵食される高水敷の幅 （低水河岸高の2～3倍）
 $b / H_d > 2 \sim 3$ 高水敷幅：b 低水河岸高：H_d

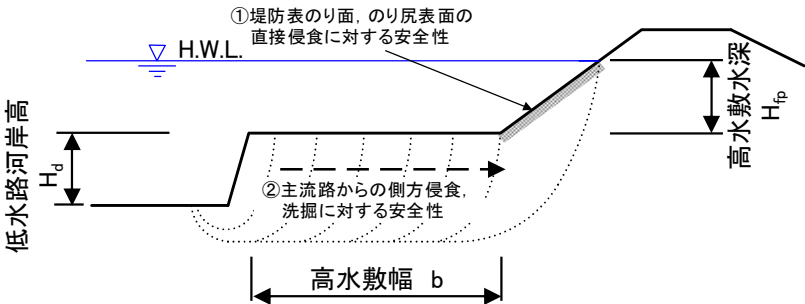


(b) 高水敷幅が十分になく堤防護岸として評価される場合の安全性照査

- 【照査基準（既往の基準）】
改訂護岸の力学設計法（令和5年10月 （一財）国土技術研究センター）
河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）（平成24年2月（財）国土技術研究センター）
- 【照査項目・照査手法】
側方侵食に対して必要な高水敷幅が不足する区間に関しては、低水護岸を矢板や根固めブロック等で保護する必要がある。また、保護を行った護岸に対し、矢板護岸、根固めブロックが直接侵食に対する安全性を有していること、後述する堤防の洗掘に対する安全性を有していることを確認することで、側方侵食に対する安全性を満足することができる。

堤防の側方侵食に対する安全性照査結果

- (a) 9.0k～9.4k付近(道路測点No.23～46)は、施工時の側方侵食に対する安全性を有している。
- (b) 8.6k～8.8k付近(道路測点No.4～22)は、高水敷幅の照査の結果、堤防護岸として評価されるため、直接侵食と洗掘に対する安全性を照査する。
- 直接侵食については前述のとおり、安全性を有している。



側方侵食に対する照査結果

距離標	道路測点	セグメント	高水敷幅 b (m)	高水敷水深 H _{fp} (m)	低水河岸高 H _d (m)	b/H _{fp}	照査方法	b/H _d	側方侵食の判定 (b/H _d > 2～3)
8.6K	No.4～13	3	0	4.3	6.7	0.0	(b)	-	直接侵食と洗掘 における照査に移 行する
8.8K	No.14～22	3	0	4.7	5.2	0.0	(b)	-	
9.0K	No.23～36	3	17.2	5.0	4.9	3.4	(a)	3.5	OK
9.2K	No. 46 49	3	74.3	4.1	5.3	18.1	(a)	14.0	OK
9.4K	参考	3	185.5	3.4	6.5	54.6	(a)	28.5	OK

■堤防表のり面およびり尻面の直接侵食と、主流路（低水路等）からの側方侵食を対象に、洪水時の流水による侵食に対する照査を実施する。

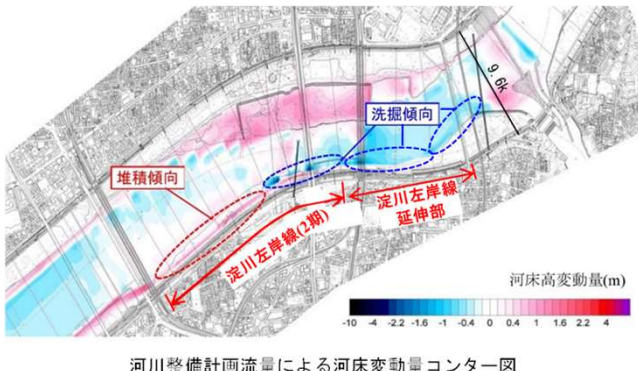
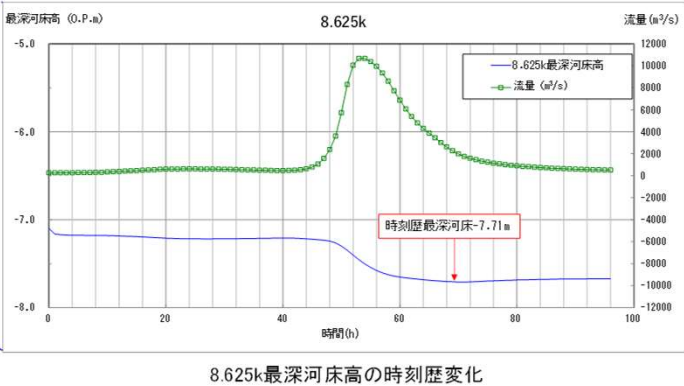
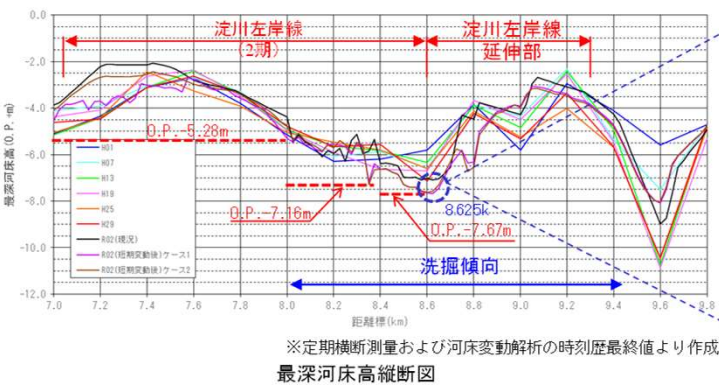
堤防の洗堀に対する安全性照査 (b3)

既往の河床変動の実績や数値解析により最大洗堀深を推定し、既設の護岸被覆工が十分でない場合、根固めブロックおよび対策工の構造設計を実施する。

- 【照査基準（既往の基準）】
- 改訂護岸の力学設計法（令和5年10月 （一財）国土技術研究センター）
 - 災害復旧工事の設計要領（令和5年8月（公社）全国防災協会）
- 【照査項目】
- 根固め工の敷設幅 > 最大洗堀深から求まる敷設幅
 - 対策工が基準類に基づき設計されること
- 【照査手法】
- 既往の河床変動の実績
 - 計画流量時の河床変動予測により求められた最大洗堀深

最大洗堀深

- 最深河床高縦断面図に示すとおり、淀川左岸線延伸部上流の9.6kにおいて局所洗堀が発生しているが洗堀箇所は移動していない。
- 河床変動量コンター図より、出水後の9.6k付近は堆積傾向にある。
- 上記から、9.6kの局所洗堀箇所が下流に移動する可能性は低いと考えられる。
- 淀川左岸線延伸部を含む8.0k～9.4k付近は洗堀傾向にある。
- したがって、淀川左岸線延伸部の最深河床高の評価高は、淀川左岸線延伸部の中で最も低い8.625kにおける河床変動解析から得られる時刻歴の河床高から最も低い値となる0.P.-7.71mを採用する。



■堤防表のり面およびのり尻面の直接侵食と、主流路（低水路等）からの側方侵食を対象に、洪水時の流水による侵食に対する照査を実施する。

堤防の洗堀に対する安全性照査結果 (b3)

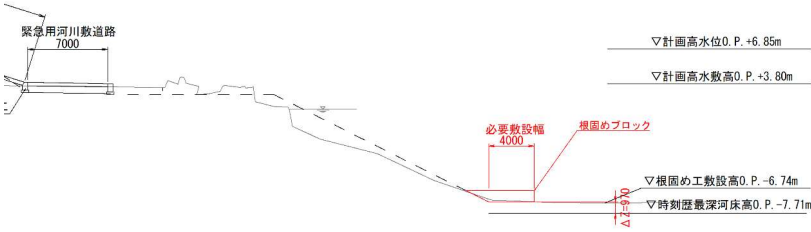
対象区間：堤防護岸部 8.6k～8.8k付近（道路測点No. 4～22） ※詳細設計時に再検討が必要

①根固め工

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

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

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

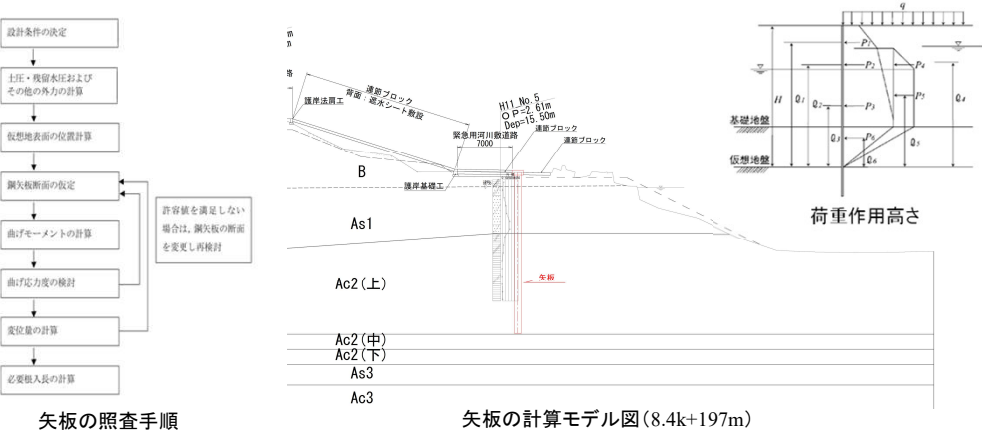


根固め工の必要敷設幅 $B_c = L_n + \Delta Z / \sin \theta = 2 + 0.97 / \sin 30^\circ = 3.94 \approx 4.0 \text{ m}$

対象区間：堤防護岸部 8.6k～8.8k（道路測点No. 4～22） ※詳細設計時に再検討が必要

②矢板（対策の一例）

対策の一例として、災害復旧工事の設計要領に従い、常時（土圧および水圧）および地震時外力を作用させた状態で成立する矢板の検討を行う。
以下に示す照査手順に従い、矢板背面に働く主働土圧強度と残留水圧強度との和が受働土圧強度と等しくなる位置に仮想地盤面を設定し、土圧等の横荷重を根入地盤の横支持力と、矢板の曲げ剛性により支えられる根入れ長と曲げ応力度の照査を行う。
なお、根固め工により洗堀の安全性が確保されていることを考慮し、設計地盤面は現況の最深河床高と根固め工の高さの1/2とする。
設計計算の結果、構造諸元を「鋼管矢板φ1000，t=19mm，L=20.0m+ハット型鋼矢板 SP-10H，L=11.5m」とすることで、照査基準を満足することとなる。



設計に用いた土質定数一覧

土種	N値	単位体積重量 γ_s (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 c (kN/m ²)	変形係数 E (kN/m ²)	α	αE (kN/m ²)
B	6	18.2	33.0	-	16800	1	16800
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	No6 三軸 CD 試験結果の平均値		E-2800N		
As1	15	19.2	39.9	-	15403	4	60172
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	No6 三軸 CD 試験結果の平均値		No6 の LLT 試験結果		
Ac2 (上)	4	17.1	-	59.7	8400	1	8400
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	No6 三軸 UU 試験結果の平均値		E-2800N		
Ac2 (中)	7	18.2	-	62.5	8320	4	33280
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	No6 三軸 UU 試験結果の平均値		No6 の LLT 試験結果		
Ac2 (下)	10	18.1	-	78.5	19600	1	19600
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	No6 三軸 UU 試験結果の平均値		E-2800N		
As3	29	19.5	32.1	-	7578	4	30312
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	No6 三軸 UU 試験結果の平均値		No6 の LLT 試験結果		
As3	10	18.1	-	16365	143.3	4	65460
	No6 の標準貫入試験結果の平均値	延伸部区間の縦断密度試験結果の平均値	N 値から推定した値		No6 の LLT 試験結果		

構造設計計算結果

前面矢板 φ1000x19 コンビ

		常時		地震時	
断面二次モーメント	I (cm ⁴)	391000			
断面係数	Z (cm ³)	7830			
最大曲げモーメント	M _{max} (kN・m/m)		499.07 (67 (140))		565.69 (76 (210))
応力度	σ (N/mm ²)		47.35 (50.0))		52.14 (75.0))
水平変位	δ (mm)		14.53		14.21
根入れ長	D (m)	20.00			
矢板全長	L (m)				

前面矢板 ハット型鋼矢板 SP-10H

		常時		地震時	
断面二次モーメント	I (cm ⁴)	10500			
断面係数	Z (cm ³)	902			
最大曲げモーメント	M _{max} (kN・m/m)		128.29 (180 (235))		141.77 (199 (352))
応力度	σ (N/mm ²)		3.65		23.38
根入れ長	D (m)	11.50			
矢板全長	L (m)				

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

嵩上げ、拡幅等の容易性（侵食に対する検討）(c2)

大臣特認項目外

【照査基準】

河川砂防技術基準設計編(令和5年10月 国土交通省 水管理・国土保全局)
改訂護岸の力学設計法(令和5年10月 (一財)国土技術研究センター)

【照査項目】

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

【代表流速の算出方法】

設計水位は堤防天端高相当の流量 $Q=20,000\text{m}^3/\text{s}$ とし、完成時の検討で2次元流況解析に比べて大きな流速が得られている改訂護岸の力学設計法を用いて算出した。

【代表流速】

高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k～8.8k付近(道路測点No.4～22)の区間については8.11m/s、高水敷幅が広い9.0k～9.4k付近(道路測点No.23～46)の区間は3.92m/sを代表流速として照査を行う。

堤防天端高相当水位の代表流速算出結果

堤防護岸部

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

高水護岸部

距離標	9.0k	9.2k	9.4k
道路測点	No.23～36	No.37～46	参考
代表流速 (m/s)	3.92	3.58	2.23

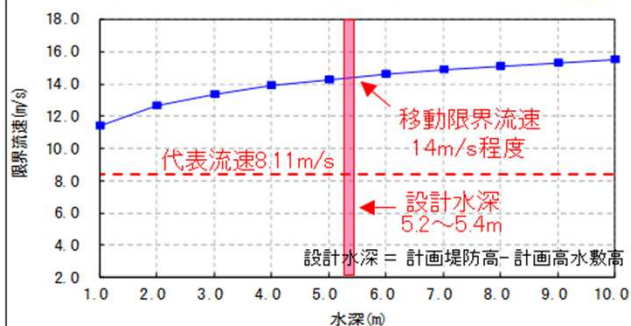
照査結果

対象区間8.6k～8.8k付近: 堤防護岸部(連節ブロック+ 根固め工)

ブロックの移動限界流速 > 代表流速

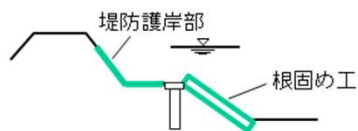
ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK



水深と限界流速の関係(大型連節ブロック)

※ブロックは完成時と同じものを想定

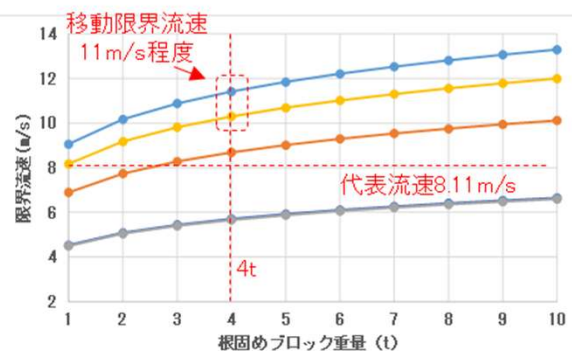


ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK

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



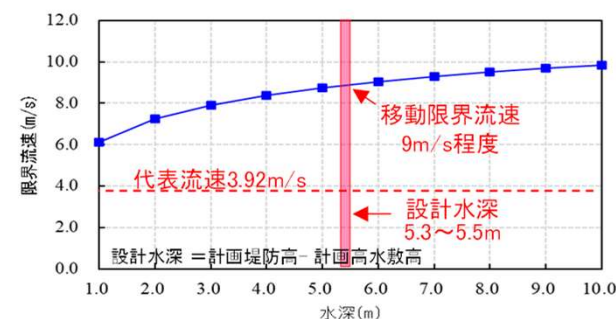
限界流速と根固めブロック重量の関係

対象区間9.0k～9.4k付近: 高水護岸部(覆土ブロック)

ブロックの移動限界流速 > 代表流速

ブロックは堤体前面の代表流速に対して安全性を有することを確認した。

OK



水深と限界流速の関係(覆土ブロック)

※ブロックは完成時と同じものを想定



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

■津波遡上時に洪水時を超える流速が発生しないことを確認する.

津波による直接侵食に対する安全性(A3)

【照査基準】

河川砂防技術基準設計編(令和5年10月 国土交通省 水管理・国土保全局)
改訂護岸の力学設計法(令和5年10月 (一財)国土技術研究センター)

【照査項目・照査手法】

津波遡上解析で得られた津波遡上時における流速が洪水時の代表流速より下回ることを確認
洪水時の代表流速 > 津波遡上時流速

照査結果

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

- ・ 高水敷幅が狭く堤防護岸として評価される8.6k~8.8付近k(道路測点No.4~22) : 洪水時代代表流速 6.96m/s > 津波遡上時流速 2.00m/s
- ・ 高水敷幅が広い9.0k~9.4k付近(道路測点No.23~46) : 洪水時代代表流速 2.89m/s > 津波遡上時流速 1.64m/s

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

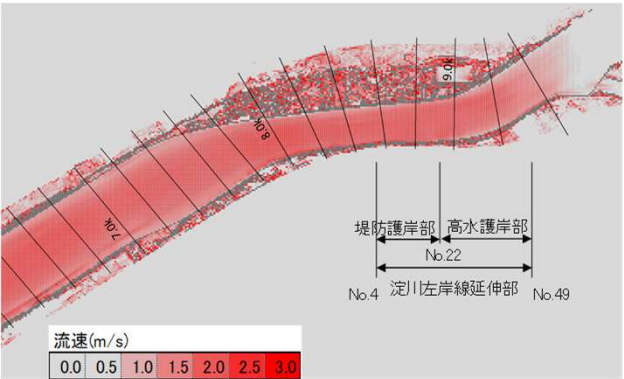
洪水時と津波時の流速の比較

堤防護岸部

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

高水護岸部

距離標		9.00k								9.20k							
道路測点		No.23~36								No.37~46							
高水部 洪水時の流速	(m/s)	2.89								2.53							
津波流速	(m/s)	1.54	1.32	0.93	1.16	0.74	0.89	0.94	0.78	0.95	0.99	0.86	0.98	1.17	1.37	1.64	1.62



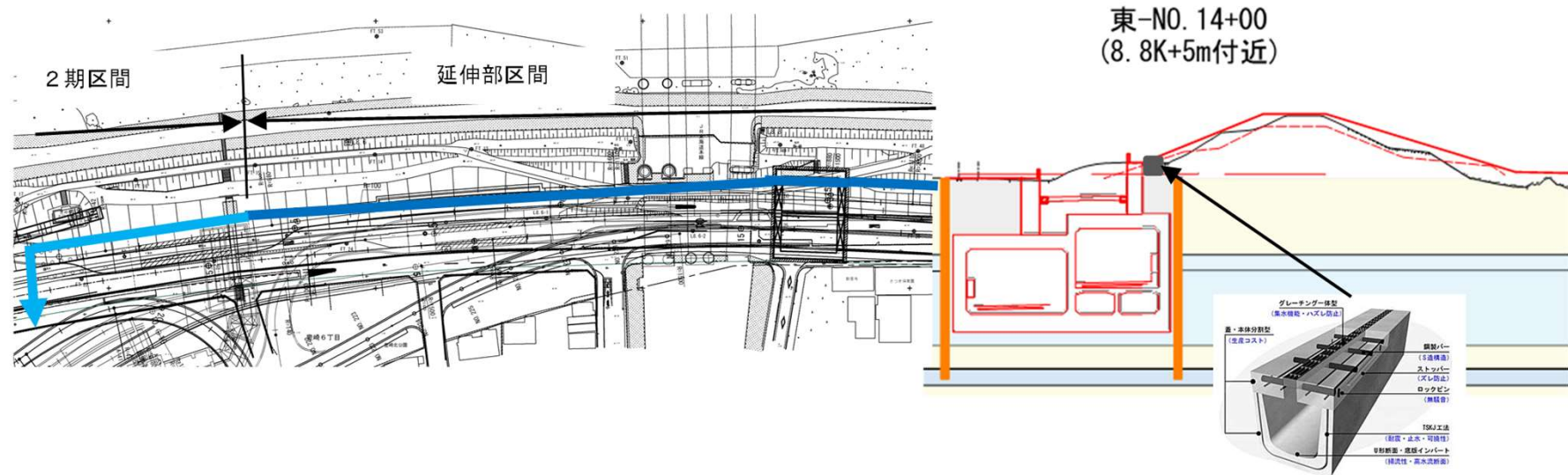
項目	解析条件
基礎基準	津波浸水想定の設定の手引きVer2.10 平成31年4月 国土交通省
地形条件	横断測量成果やLP データを用い、詳細領域データ(10m 格子)を作成
モデル方程式	非線形長波理論式
対象津波	淀川河道内において津波高が高くなる想定 昭和南海地震(M8.4)を選定
粗度係数	0.025(マニング粗度係数)
潮位	朔望平均満潮位 T.P.+0.9m=O.P.+2.2m

津波遡上解析による最大流速分布

■雨水による堤体侵食に対する安全性

天端からの雨水排水による堤防侵食に対する安全性(c)

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

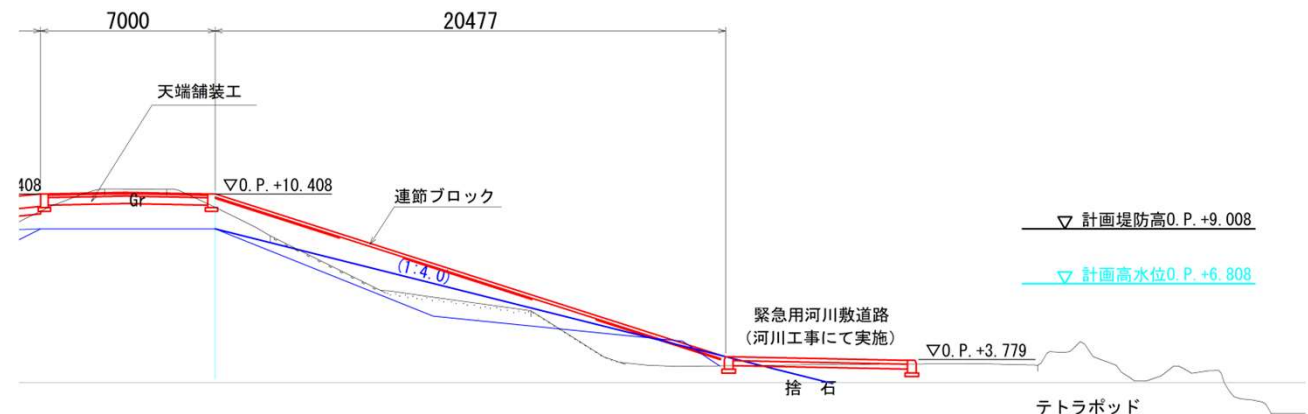


堤防ののり勾配等の構造的条件(d)

川表側について、堤防護岸区間はのり勾配1:4、高水護岸区間はのり勾配1:5の緩傾斜の一枚のり化を行うが、緩傾斜の途中で現況堤防に当たる場合は、現況堤防から天端までを緩傾斜とする。

さらに、堤防川表部については護岸を設置するとともに、堤防天端はアスファルト舗装、川裏側の土が露出する部分は張芝を実施する。

のり勾配など適切な構造計画が考慮されており、護岸天端における適切な構造対応がなされることから、雨水の流出による堤防侵食に対する安全性を確保できると評価する。



- 洪水や豪雨による河川水位の上昇に伴う堤体内浸潤面の上昇に対して、基礎地盤のパイピング破壊（水みち発生）および堤体のすべり破壊が生じないかを照査する。
- 道路構造物（U型擁壁、ボックス、シールドトンネル）の設置による地下水流動阻害に対する堤体内浸潤面高さの変化や、パイピング破壊（水みち発生）が生じないかを照査する。
- 堤体および基礎地盤の不均質性を考慮し、一体構造物が経験的に規定された基本的な土堤形状を満足するかを照査する。
- 地下水流動阻害による、構造物縦断方向の水みち発生を照査するため、立坑部、土留め壁撤去・残置の変化点等を含む区間の三次元的な浸潤挙動、縦断的な浸透挙動を把握する。

浸透作用に対する安全性検証(i, j, k, g)

【完成時－照査基準】

河川堤防の構造検討の手引き(改訂版)(平成24年2月(財)国土技術研究センター)

河川砂防技術基準設計編(令和5年10月 国土交通省 水管理・国土保全局)

【照査項目】

①堤体内の浸潤面位置

完成時の堤体内水位 ≤ 現況の堤体内水位(j)

②平均動水勾配

完成時平均動水勾配 ≤ 現況平均動水勾配(i)

③レーンの加重クリープ比

レーンの加重クリープ比 > レーンの加重クリープ比の許容値(g)

④水平・鉛直方向の局所動水勾配

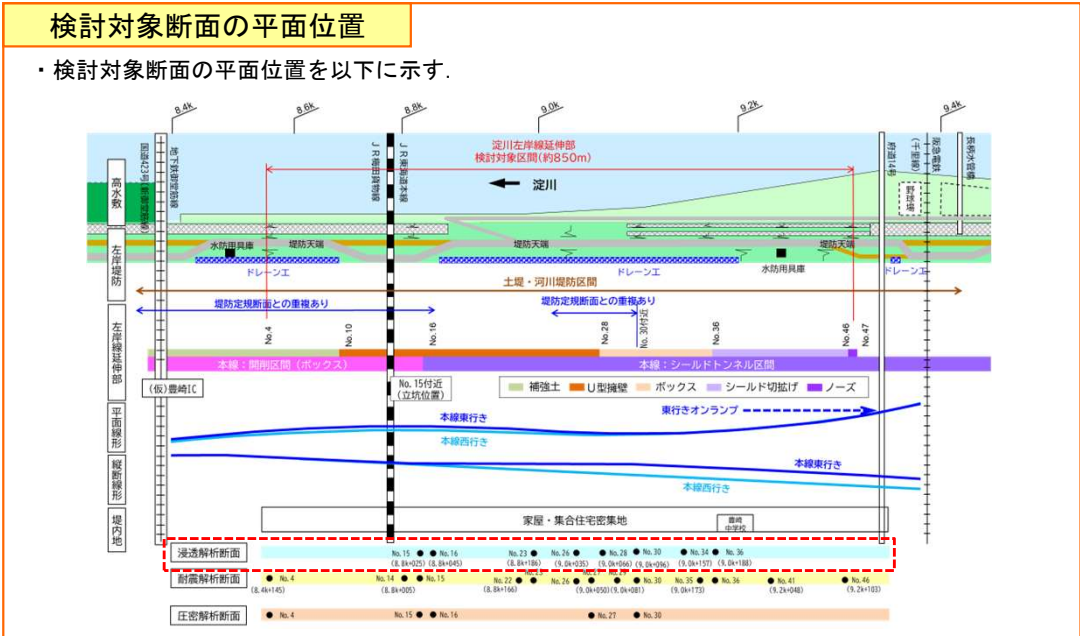
$i_h < 0.3, i_v < 0.5$ かつ完成時の $i_h, i_v \leq$ 現況の i_h, i_v (k)

⑤円弧すべり安全率

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

【照査手法】

鉛直2次元の飽和-不飽和浸透流解析, 円弧すべり計算



浸透に関する検討断面の選定の考え方

- ・淀川左岸線延伸部では2期の考え方を踏襲しつつ、延伸部特有の地層構成、土留め壁の深度方向の延長、道路構造、堤防と土留め壁との近接度を考慮したカテゴリーに分類し、その中で浸透作用に対して大きな影響を与える断面を選定。
- ・遷移区間(No.24～No.28)について、透水係数、水の流入・排出条件等の相関関係次第で結果が大きく変わることが予想されるため、両ケース(粘性土・砂質土)とも検討する。
- ・軟弱地盤が存在し、川裏の地盤対策の実施が必要となることが予想されるため、地盤対策（固結工法）も検討する。
- ・川表側の矢板や河床の深掘れが解析結果に及ぼす影響が大きいため、カテゴリー分類における因子として追加する。
- ・透水層の遮水性もカテゴリー分類における因子として追加する。

【検討断面選定の指標】

◇ 基礎地盤の透水層厚

層厚が薄い箇所を選定する。

土留め壁による透水層の遮断の程度を考慮する。

◇ 堤防と道路構造物との近接度

堤防と道路構造物との近接度に加え、堤防と土留め壁に近い箇所を選定する。

【カテゴリーについて（遷移区間：粘性土・砂質土）】

2-①：土留め壁より川裏の構造の差異による影響はなく完全遮断状態である。

2-②：土留め壁は鋼矢板となり完成時に撤去され、透水層（砂質土層）が遮断されない。堤防から河岸までの距離が狭い堤防護岸区間であるとともに矢板が検討される区間

2-③：土留め壁は鋼矢板となり完成時に撤去され、透水層（砂質土層）が遮断されない。矢板の設置もなく、堤防から河岸までの距離が徐々に広がる高水護岸区間

2-④：開削ボックスが地上に突出し、土留め壁は鋼矢板及び地中連続壁であり完成時にも残置され、土留め壁が透水層（砂質土層）の大部分を遮断している区間

2-⑤：土留め壁は地中連続壁であり完成時にも残置され、土留め壁が透水層（砂質土層）の大部分を遮断している区間

2-⑥：土留め壁は地中連続壁であり完成時にも残置され、土留め壁が透水層（砂質土層）の大部分を遮断している区間

浸透カテゴリー分類（遷移区間：粘性土・砂質土）

測点No.	4	10	15	20	25	30	35	40	45	46
構造形式	本線	開削ボックス	堤防	堤防	堤防	堤防	堤防	堤防	堤防	堤防
ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ	ランブ
土留め	土留め	土留め	土留め	土留め	土留め	土留め	土留め	土留め	土留め	土留め
長さ	20m	>20m	20m	50m	H=7m	H=7m	H=20m	H=25m	H=35m	H=35m
地盤	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布	粘性土層が厚く分布
川表の状況(矢板)	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり	矢板あり
Step1カテゴリー	1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	1-⑥	1-⑦	1-⑧	1-⑨	1-⑩
透水層の遮水性	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態	完全遮断状態
Step2カテゴリー	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩
完成時	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩
完成時(高規格堤防考慮)	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩

浸透に関する検討断面の選定の考え方

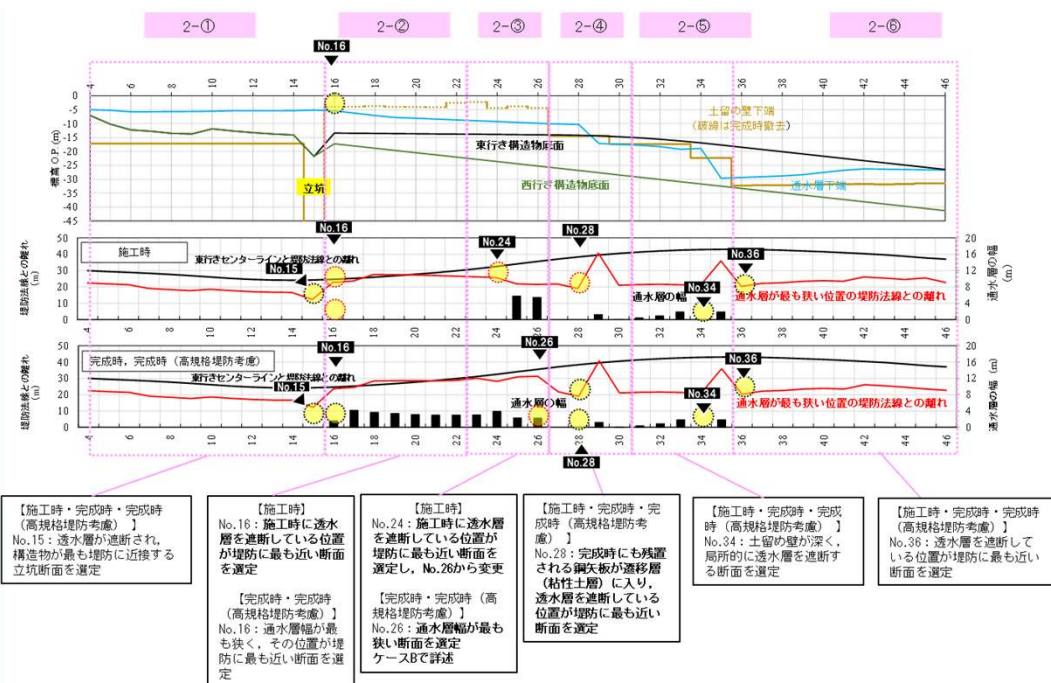
【カテゴリーについて（地盤対策 固結工法）】

- 2-①：液状化、圧密対策として地盤改良を想定したときに、上部の砂質土層の下位に粘性土層が分布することから透水層が遮断する条件となる。
さらに完成時、完成時（高規格堤防考慮）では、川表側に矢板が設置される堤防護岸区間と、堤防から河岸までの距離が徐々に広がる高水護岸区間に分割する。
- 2-②：上部の砂質土層の下位に礫質土層が分布し、地盤改良によって透水層が遮断されないか、土留め壁等で遮断されたとしてもさらに深い深度の粘性土層での遮断となる区間

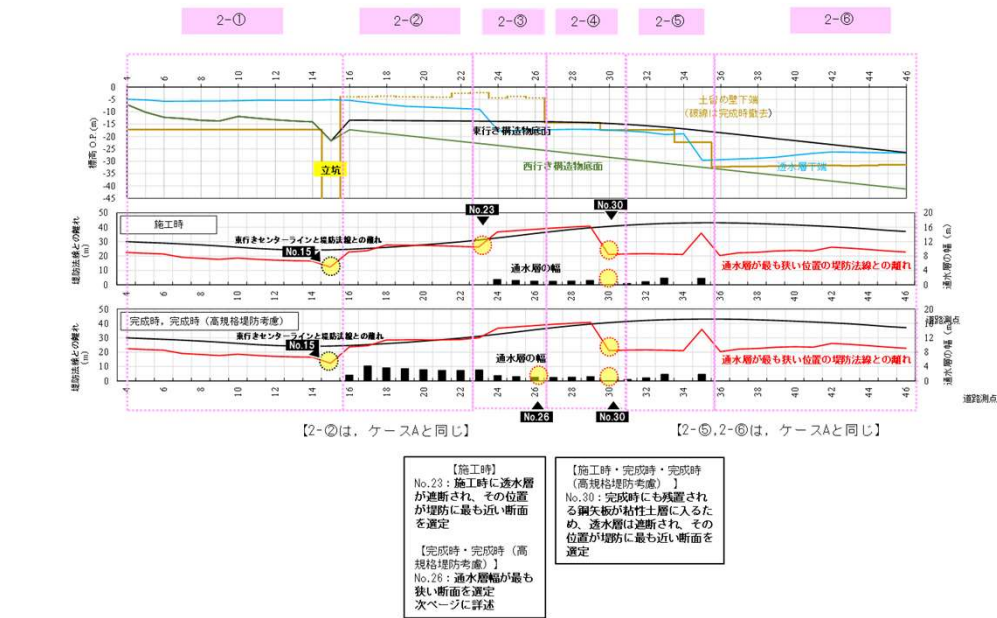
浸透カテゴリー分類(地盤改良 固結工法)

測点No.	4	10	15	20	25	30	35	40	45	46
構造形式	本線	開削ボックス	立坑	シールドトンネル	開削ボックス (地上埋設)	開削ボックス (地下埋設)	本線シールド切掘			
土留め壁	構造	地中連続壁	鋼矢板 (完成時撤去)	鋼矢板	H=7m	H=20m	H=25m	地中連続壁		
長さ	20m	>20m	20m/50m							
地盤	粘性土層が厚く分布				遷移区間 (粘性土・砂質土層)	砂質土層が厚く分布 (深部に薄い粘性土層が存在)	砂質土層が厚く分布 (透水層が厚い)			
川表の状況 (矢板)	矢板あり				矢板なし					
Step1カテゴリー	1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	1-⑥	1-⑦	1-⑧	1-⑨	1-⑩
地盤改良による透水状況	完全遮断状態				完全遮断状態					
Step2カテゴリー	施工時	2-①				2-②				2-③
完成時		2-①-1				2-①-2				2-②
完成時 (高規格堤防考慮)		2-①-1				2-①-2				2-②

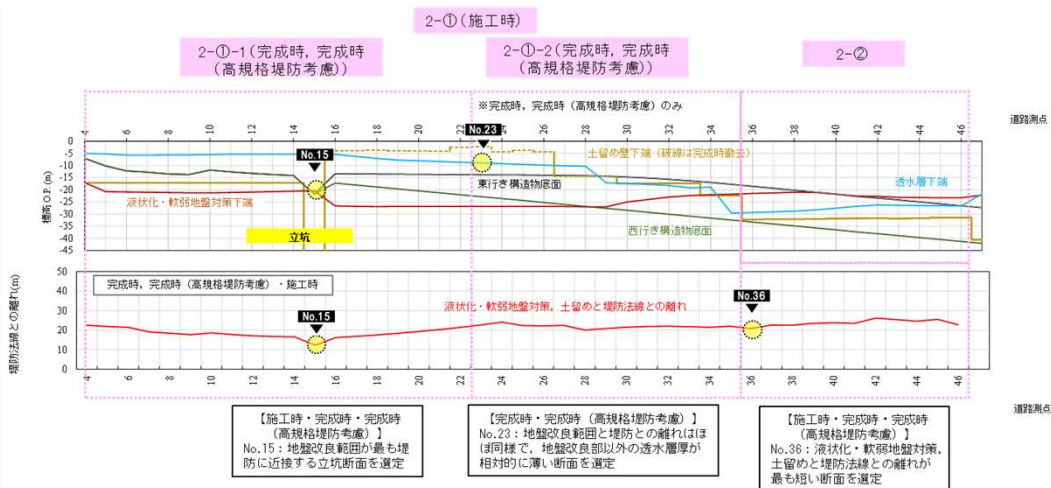
断面選定【ケースA（遷移区間は粘性土層が厚く分布と仮定）】



断面選定【ケースB（遷移区間は砂質土層が厚く分布と仮定）】



断面選定【ケースC（地盤対策（固結工法））】



検討対象断面の抽出

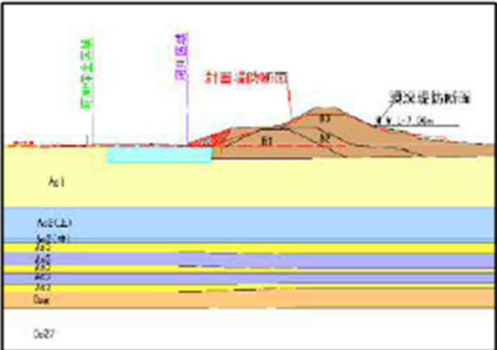
測線	No. 15		No. 16		No. 23	No. 24		No. 26		No. 28		No. 30	No. 34	No. 36
条件	矢板あり	矢板なし	矢板あり	矢板なし	—	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	—	—	—
施工時	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○
完成時	○	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	○
完成時(高規格堤防考慮)	○	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	○

川表に矢板を設置する区間
(No. 4～No. 22)

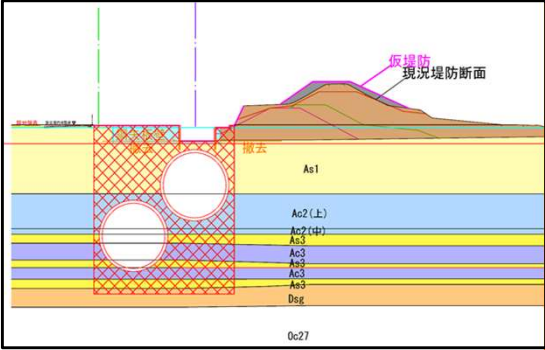
地層の遷移区間
(No. 24～No. 28)

解析入力条件

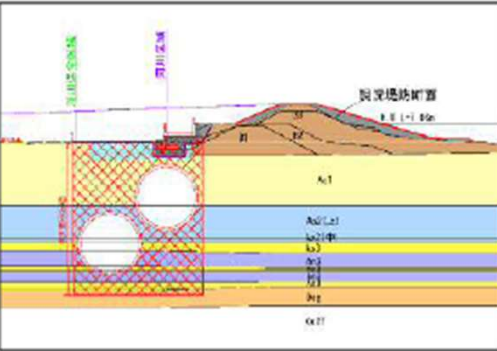
- ・ 現況，施工時，完成時，完成時（高規格堤防考慮）のモデル断面の作成
- ・ 安全側の検討として地盤改良範囲は想定される最大の範囲で設定



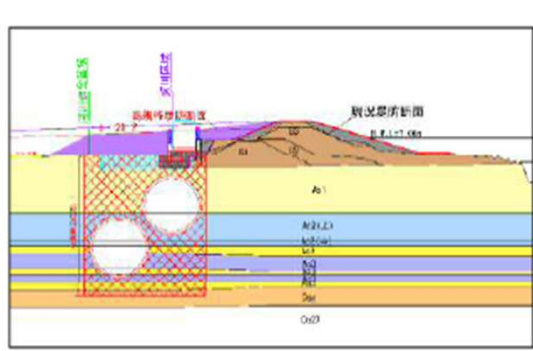
現況（例 No. 23）



施工時（例 No. 23）



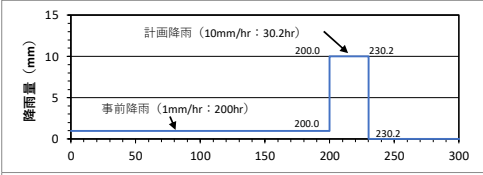
完成時（例 No. 23）



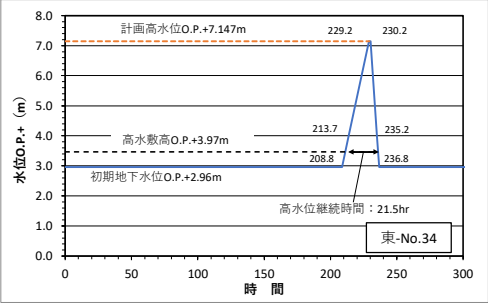
完成時（高規格堤防考慮）（例 No. 23）

解析入力条件

- ・ 各断面の照査外力（降雨・河川水位）の設定
- ※河川堤防の構造の手引きに準拠



例 No. 34



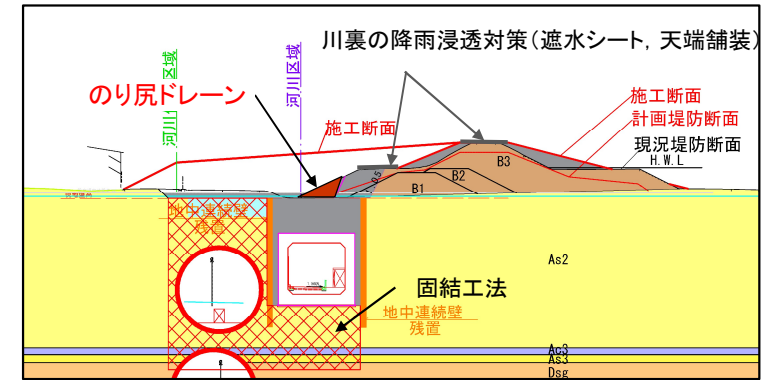
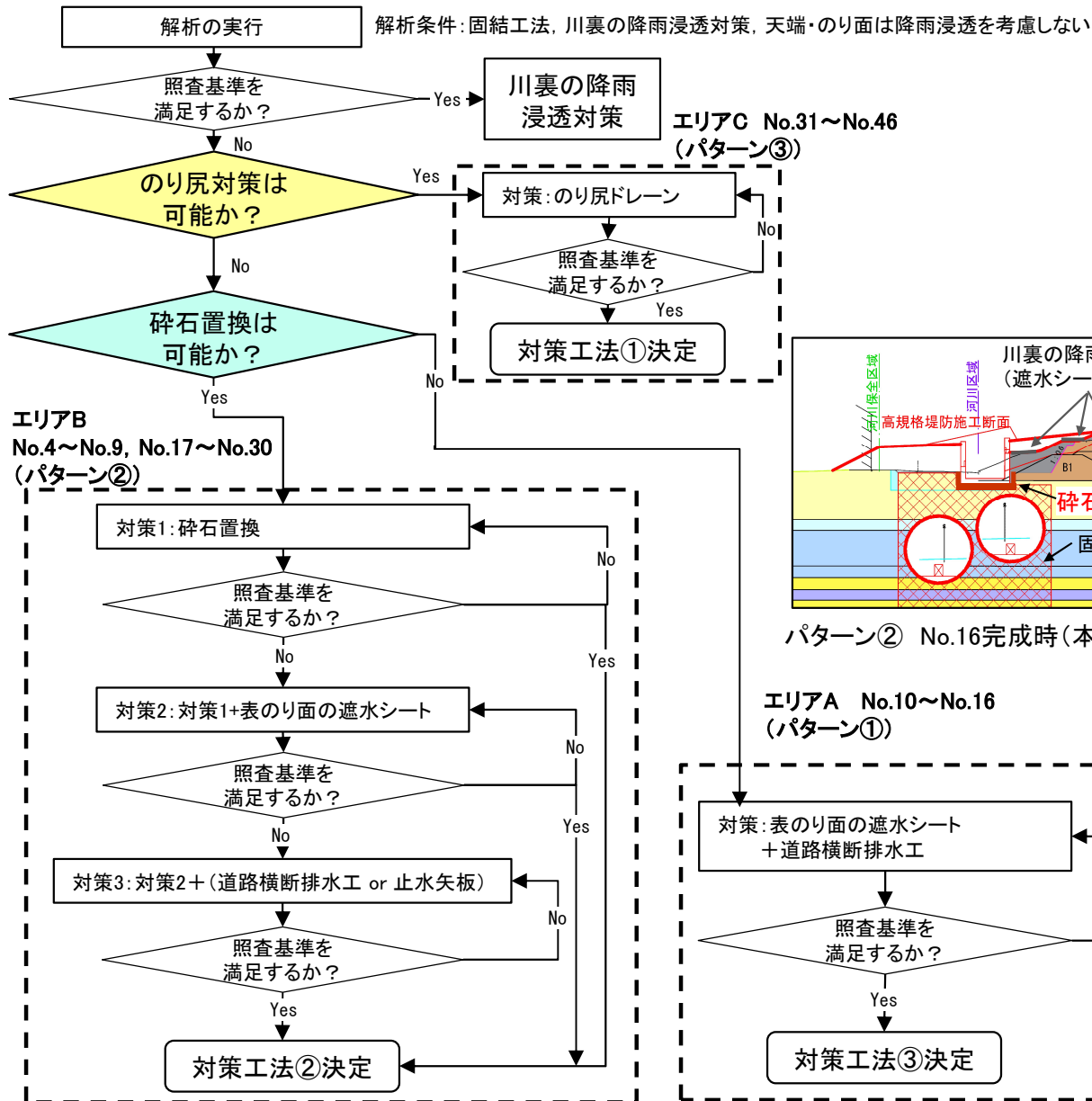
- ・ 各地層の地盤定数（透水係数，比貯留係数）の設定

設定土質	平均 N 値	変形係数 E (kN/m ²)	比貯留係数 S_s (1/m)	透水係数 k_s (kN/m ²)
B (改良)	15	42,000	2.86E-04	9.70×10 ⁻⁵
B (改修・修補)	5	14,000	8.57E-04	9.70×10 ⁻⁵
B (運河埋立)	8	22,400	5.36E-04	1.17×10 ⁻⁶
As1 沖積砂質土	18	50,400	2.38E-04	7.55×10 ⁻⁵
As2 沖積砂質土	26	72,800	1.65E-04	8.59×10 ⁻⁵
As3 沖積砂質土	20	56,000	2.14E-04	3.27×10 ⁻⁴
Ac1 沖積粘性土	7	19,600	6.12E-04	1.00×10 ⁻⁸
Ac2 (上) 沖積粘性土	2	5,600	2.14E-03	1.00×10 ⁻⁸
Ac2 (中) 沖積粘性土	3	8,400	1.43E-03	1.00×10 ⁻⁸
Ac2 (下) 沖積粘性土	4	11,200	1.07E-03	1.00×10 ⁻⁸
Ac3 沖積粘性土	12	33,600	3.57E-04	1.00×10 ⁻⁸
Dsg 洪積礫質土	144	403,200	2.98E-05	6.42×10 ⁻⁴

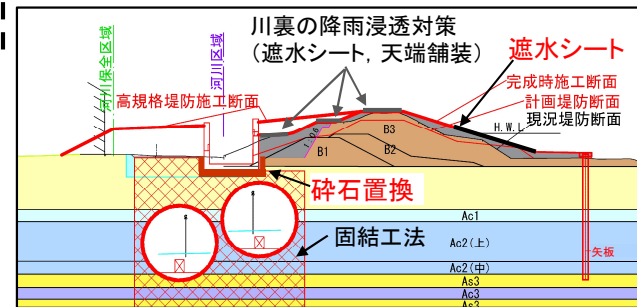
- ・ コンクリートブロック 降雨浸透無
- ・ アスファルト舗装 降雨浸透無
- ・ 市街地 降雨浸透無
- ・ 遮水シート モデル厚さ1cmに対し1.0×10⁻⁹m/sec
- ・ 土留壁 モデル厚さ1cmに対し1.0×10⁻⁹m/sec
- ・ 碎石層 1.0×10⁻⁴m/sec

浸透作用に対する対策工の検討

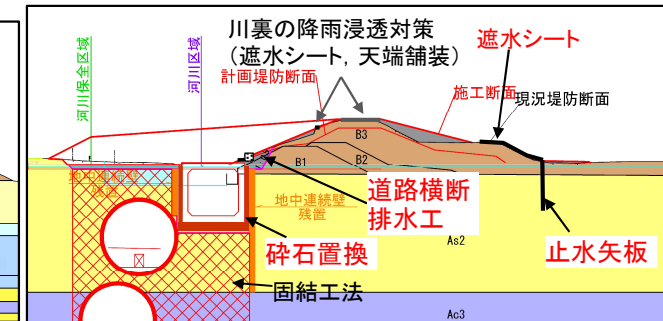
浸透対策工の検討フローを以下に示す。以下のフローに基づいた解析を実施し、対策工の選定と構成成立性の確認を行うが、詳細設計で道路構造物が変更になった場合などについては、再度検討を実施する。



パターン③ No.34完成時（本線とランプは地中構造）

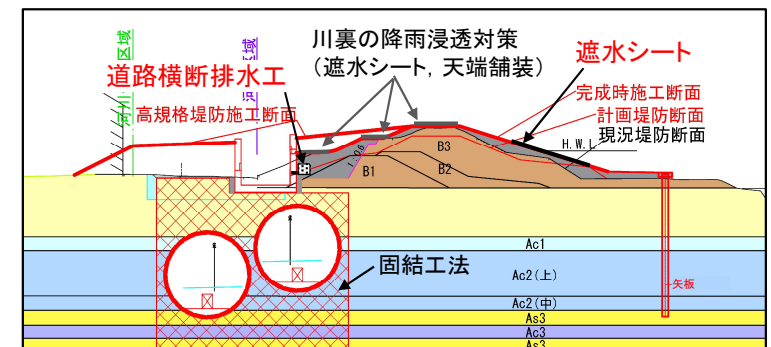
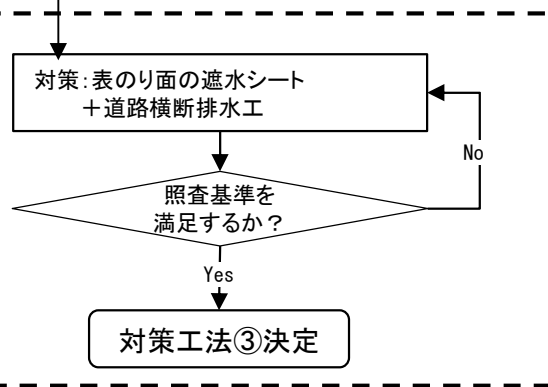


パターン② No.16完成時（本線とランプは分離構造）



パターン② No.30完成時（本線とランプは分離構造）

エリアA No.10～No.16 (パターン①)



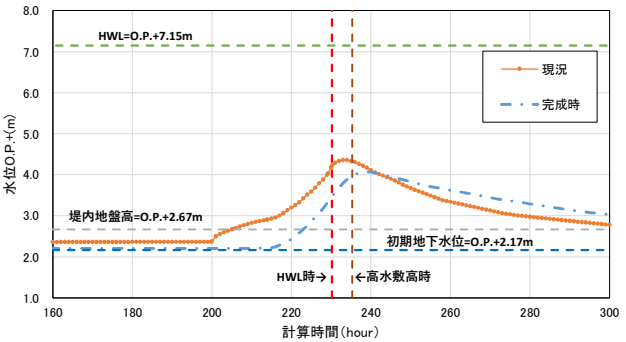
パターン① No.16完成時（本線とランプは一体構造）

照査結果(堤体内の浸潤面位置)(j)

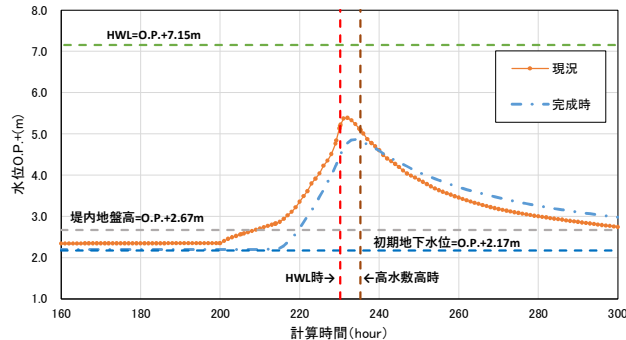
- ・現況と完成時において、道路構造物前面および堤防天端中央における堤体内水位の最高値の比較一覧を以下に示す。
- 照査結果
- ・No.15(矢板), No.16完成時とNo.16 (矢板)完成時およびNo.23完成時の道路構造物前面(河川側)水位は、照査基準を満足しない。
- ・浸潤面对策の検討フローに基づき、No.15(矢板)完成時は表のり面遮水シート, 面No.16 完成時とNo.16 (矢板)完成時は、浸潤面对策(砕石置換+表のり面遮水シート), No.23完成時は砕石置換を実施することで照査基準を満足する。
- ・No.34完成時とNo.36完成時の道路構造物前面(河川側)水位と堤防天端中央は、照査基準を満足する。

現況と完成時における堤体内水位の最高値の比較一覧

検討断面	浸潤面对策		道路構造物前面(河川側)		判定	堤防天端中央		判定
	川裏	川表	完成時における堤体内水位の標高値 (m)	【照査基準】 現況における堤体内水位の標高値 (m)		完成時における堤体内水位の標高値 (m)	【照査基準】 現況における堤体内水位の標高値 (m)	
No. 15	一※	—	4.444	4.521	OK	4.923	5.558	OK
No. 15 (矢板)	一※	—	4.619	4.521	NG	4.902	5.558	OK
	一※	表のり面遮水シート	4.228	4.521	OK	4.371	5.558	OK
	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3.695	4.521	OK	4.352	5.558	OK
No. 16	一※	—	4.462	4.072	NG	4.816	5.645	OK
	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3.639	4.072	OK	4.327	5.645	OK
No. 16 (矢板)	一※	—	4.616	4.072	NG	4.809	5.645	OK
	道路横断排水工	表のり面遮水シート	3.653	4.072	OK	4.319	5.645	OK
No. 16	砕石置換	—	4.159	4.072	NG	4.769	5.645	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	3.911	4.072	OK	4.328	5.645	OK
No. 16 (矢板)	砕石置換	—	4.287	4.072	NG	4.78	5.645	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	3.972	4.072	OK	4.317	5.645	OK
No. 23	一※	—	4.695	4.514	NG	5.017	5.637	OK
	砕石置換	—	4.083	4.514	OK	4.936	5.637	OK
No. 26 (砂質土)	一※	—	4.731	4.099	NG	4.946	5.142	OK
	砕石置換	—	4.514	4.099	NG	4.868	5.142	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	4.128	4.099	NG	4.400	5.142	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート+止水矢板=1m	4.080	4.099	OK	4.343	5.142	OK
No. 26 (粘性土)	一※	—	4.400	4.008	NG	4.573	5.075	OK
	砕石置換	—	4.175	4.008	NG	4.506	5.075	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	3.738	4.008	OK	3.971	5.075	OK
No. 28 (砂質土)	一※	—	4.907	4.167	NG	5.093	5.057	NG
	砕石置換	—	4.719	4.167	NG	5.040	5.057	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	4.269	4.167	NG	4.527	5.057	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート+止水矢板=3m	4.125	4.167	OK	4.340	5.057	OK
No. 28 (粘性土)	一※	—	3.955	4.048	OK	4.063	4.953	OK
	一※	—	4.352	3.970	NG	4.930	4.984	OK
	砕石置換	—	4.299	3.970	NG	4.903	4.984	OK
	砕石置換	表のり面遮水シート	4.090	3.970	NG	4.504	4.984	OK
No. 30	砕石置換	表のり面遮水シート+止水矢板=4m	3.934	3.970	OK	4.245	4.984	OK
	一※	—	4.073	4.356	OK	4.862	5.388	OK
	一※	—	4.420	4.594	OK	5.376	5.415	OK



No.34完成時
道路構造物前面(河川側)の水位の経時変化



No.34完成時
堤防天端中央の水位の経時変化

※: 川裏の降雨浸透対策

表のり面遮水シートを実施した場合の照査結果	道路横断排水工+表のり面遮水シートを実施した場合の照査結果
砕石置換を実施した場合の照査結果	砕石置換+表のり面遮水シート+止水矢板を実施した場合の照査結果

照査結果(堤体内の浸潤面位置)(j)

・現況と施工時において、道路構造物前面および堤防天端中央における堤体内水位の最高値の比較一覧を以下に示す。

■照査結果

・全ての照査断面で道路構造物前面(河川側)水位と堤防天端中央は、照査基準を満足する。

現況と施工時における堤体内水位の最高値の比較一覧

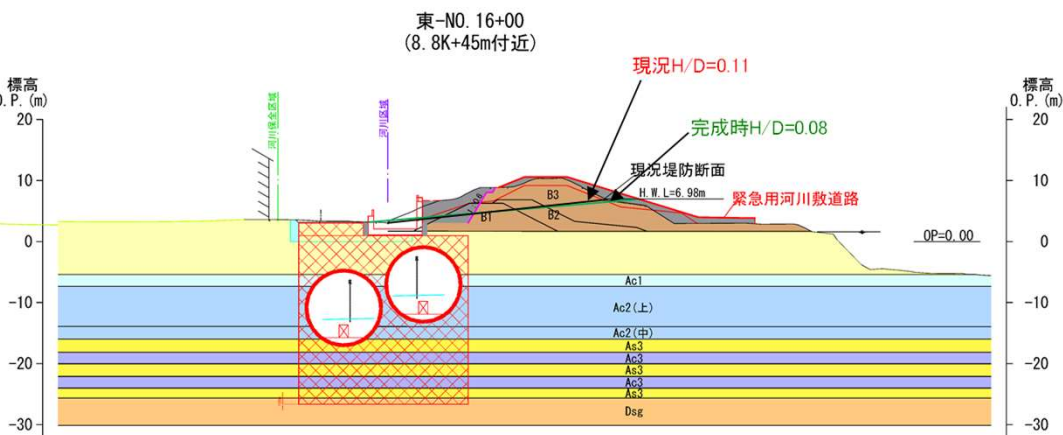
検討断面		土留め壁前面			堤防天端中央		
		施工時における 堤体内水位の最 高値(m)	【照査基準】 現況水位(m)	判定	施工時における 堤体内水位の最 高値(m)	【照査基準】 現況水位(m)	判定
No. 15	No. 15	3.119	5.067	OK	4.962	5.558	OK
	No. 15 (矢板)	3.119	5.067	OK	4.926	5.558	OK
No. 16	No. 16	3.055	4.234	OK	5.087	5.645	OK
	No. 16 (矢板)	3.055	4.234	OK	5.083	5.645	OK
No. 23		2.874	4.170	OK	5.213	5.637	OK
No. 24	No. 24 (砂質土)	2.365	4.126	OK	4.620	5.370	OK
	No. 24 (粘性土)	2.365	4.116	OK	4.437	5.362	OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	2.582	4.167	OK	4.967	5.057	OK
	No. 28 (粘性土)	2.582	4.048	OK	4.569	4.953	OK
No. 30		2.609	3.970	OK	4.780	4.984	OK
No. 34		2.673	4.356	OK	4.872	5.388	OK
No. 36		2.735	4.594	OK	5.294	5.415	OK

照査結果(平均動水勾配)(i)

・全断面において、平均動水勾配は照査基準を満足する。

検討断面の平均動水勾配(完成時と現況の比較)の算出結果一覧

検討断面		完成時			現況			判定
		H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	H (m)	D (m)	【照査基準】 平均動水勾配H/D	
No. 15	No. 15	3. 69	45. 00	0. 08	3. 85	35. 98	0. 11	OK
	No. 15（矢板）	3. 69	45. 00	0. 08	3. 85	35. 98	0. 11	OK
No. 16	No. 16	3. 69	44. 41	0. 08	3. 93	35. 68	0. 11	OK
	No. 16（矢板）	3. 69	44. 41	0. 08	3. 93	35. 68	0. 11	OK
No. 23		3. 69	43. 28	0. 09	3. 83	35. 18	0. 11	OK
No. 26		3. 69	45. 32	0. 08	4. 47	42. 27	0. 11	OK
No. 28		3. 69	46. 50	0. 08	4. 51	42. 97	0. 11	OK
No. 30		3. 69	46. 94	0. 08	4. 50	35. 34	0. 13	OK
No. 34		3. 69	43. 10	0. 09	4. 48	35. 79	0. 13	OK
No. 36		3. 69	43. 30	0. 09	4. 43	35. 94	0. 12	OK



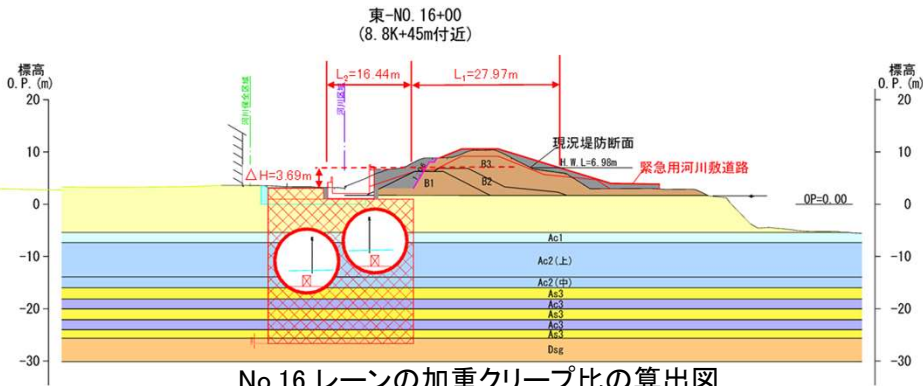
No.16 平均動水勾配の比較図

照査結果(レーンの加重クリープ比較)(g)

・全断面において、レーンの加重クリープ比は照査基準を満足する。

検討断面のレーンの加重クリープ比の算出結果一覧

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



No.16 レーンの加重クリープ比の算出図

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

レーンの加重クリープ比の設定

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

(出典:「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編【I】」,平成9年5月)より引用

レーンの加重クリープ比の計算式

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

ここに、C:レーンの加重クリープ比、L_e:水平方向の有効浸透路長、L₁:水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ、L₂:水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ、ΣL:鉛直方向の地盤と構造物の接触長さ(通常0とする)、ΔH:水位差とする。

照査結果(完成時の水平・鉛直方向の局所動水勾配)(k)

- ・浸潤面対策が必要となったNo.15(矢板)完成時, No.16完成時とNo.16(矢板)完成時. No.23完成時は, いずれも局所動水勾配が照査基準を満足する.
- ・No.34完成時とNo.36完成時は, 無対策では局所動水勾配が照査基準を満足しない.
- ・浸潤面対策の検討フローに基づき, No.34完成時とNo.36完成時には川裏のり尻部のドレーン復旧を行うことで照査基準を満足する.

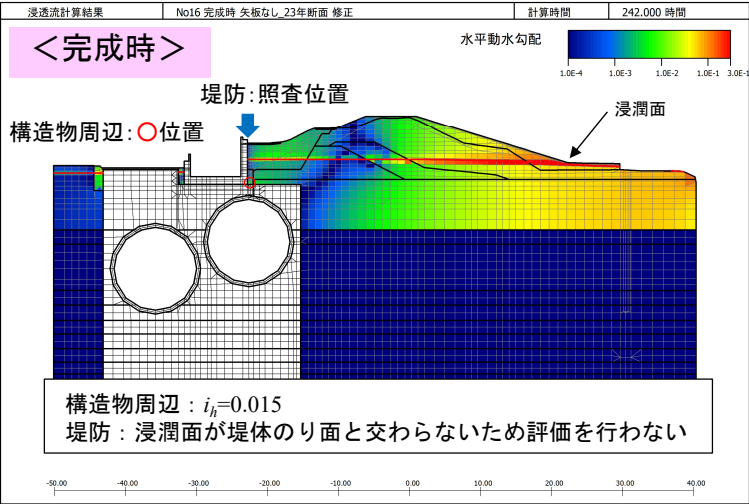
検討断面の局所動水勾配の算出結果一覧

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

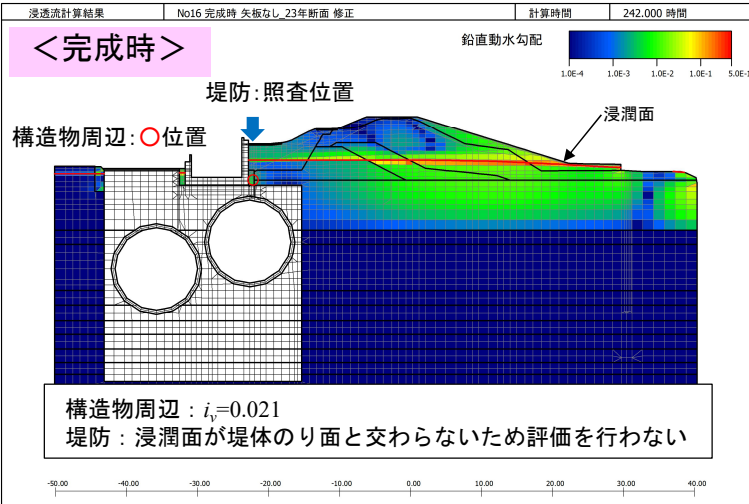
※：川裏の降雨浸透対策

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

■：浸潤面対策（ドレーン復旧）を実施した場合の照査結果



No.16完成時の局所動水勾配コンター（水平方向）



No.16完成時局所動水勾配コンター（鉛直方向）

照査結果(施工時の水平・鉛直方向の局所動水勾配)(k)

- ・全ての照査断面で、無対策では局所動水勾配が照査基準を満足しない。
- ・浸潤面对策の検討フローに基づき、川裏のり尻部のドレーン工法を行うことで照査基準を満足する。

検討断面の局所動水勾配の算出結果一覧

検討断面		局所動水勾配 対策	評価 位置	局所動水勾配（最大値） 水平 i_h		局所動水勾配（最大値） 鉛直 i_v		判定
				施工時	【照査基準】	施工時	【照査基準】	
					赤井の 式ほか		赤井の 式ほか	
No. 15	No. 15	一※	堤防	0.990	0.3	0.614	0.5	NG
	No. 15	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 15（矢板）	一※	堤防	1.008	0.3	0.674	0.5	NG
	No. 15（矢板）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 16	No. 16	一※	堤防	0.433	0.3	0.262	0.5	NG
	No. 16	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 16（矢板）	一※	堤防	0.433	0.3	0.263	0.5	NG
	No. 16（矢板）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 23	No. 23	一※	堤防	0.870	0.3	1.202	0.5	NG
	No. 23	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 24	No. 24（砂質土）	一※	堤防	0.915	0.3	0.840	0.5	NG
	No. 24（砂質土）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 24（粘性土）	一※	堤防	0.817	0.3	0.700	0.5	NG
	No. 24（粘性土）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 28	No. 28（砂質土）	一※	堤防	0.768	0.3	0.489	0.5	NG
	No. 28（砂質土）	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
	No. 28（粘性土）	一※	堤防	0.268	0.3	0.198	0.5	OK
No. 30	No. 30	一※	堤防	0.755	0.3	0.692	0.5	NG
	No. 30	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 34	No. 34	一※	堤防	0.507	0.3	0.487	0.5	NG
	No. 34	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK
No. 36	No. 36	一※	堤防	1.125	0.3	0.899	0.5	NG
	No. 36	ドレーン	堤防	評価なし	0.3	評価なし	0.5	OK

※：川裏の降雨浸透対策

：局所動水勾配対策（ドレーン工法）を実施した場合の照査結果

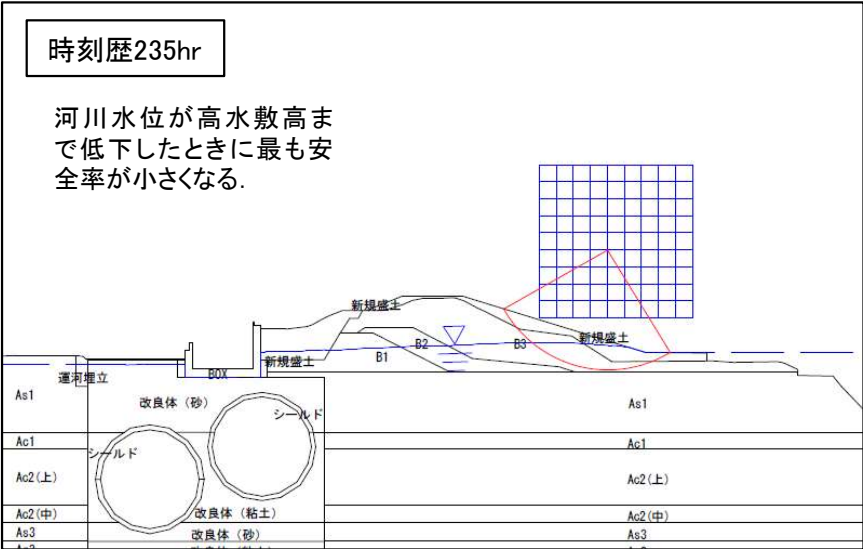
照査結果(完成時の円弧すべり安全率)(e)

・全断面において、すべり破壊に対する安全率は、照査基準を満足する。

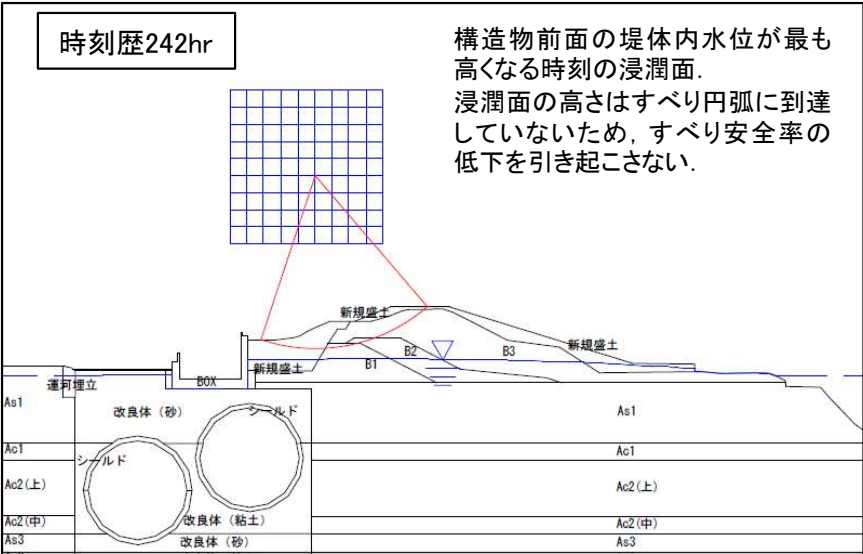
堤体内浸潤面上昇に伴うすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

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

※1:ここに、 $Fs=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$
築堤履歴が複雑 $\alpha_1=1.2$ 、要注意地形なし $\alpha_2=1.0$
すべり円弧の探索条件:円弧中心の格子間隔は2mピッチ、円弧半径は0.1mピッチで確認し、
最も安全率が小さい円弧を探索。



No.16完成時の川表すべり安定計算結果



No.16完成時の川裏すべり安定計算結果

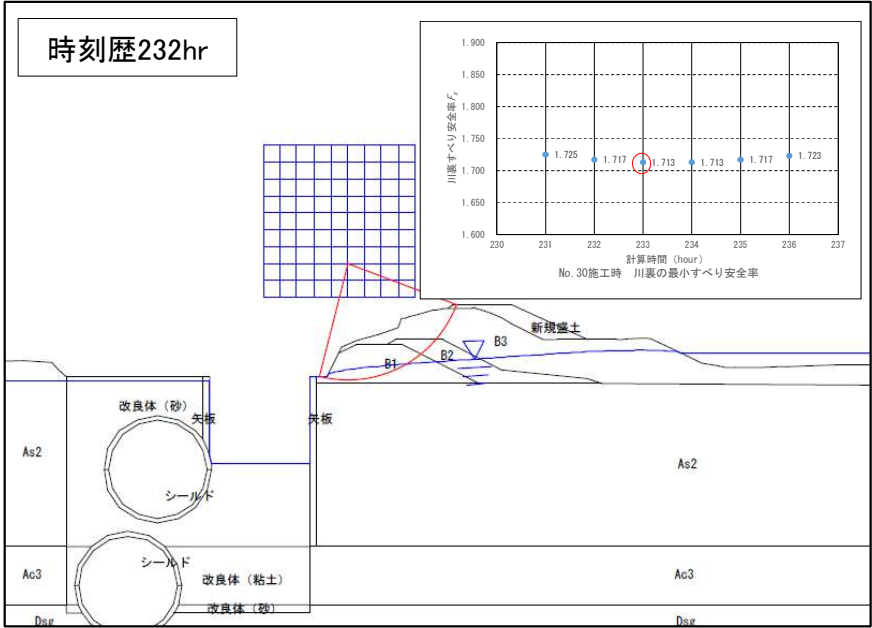
照査結果(施工時の円弧すべり安全率)(e)

・全断面において、すべり破壊に対する安全率は、照査基準を満足する。

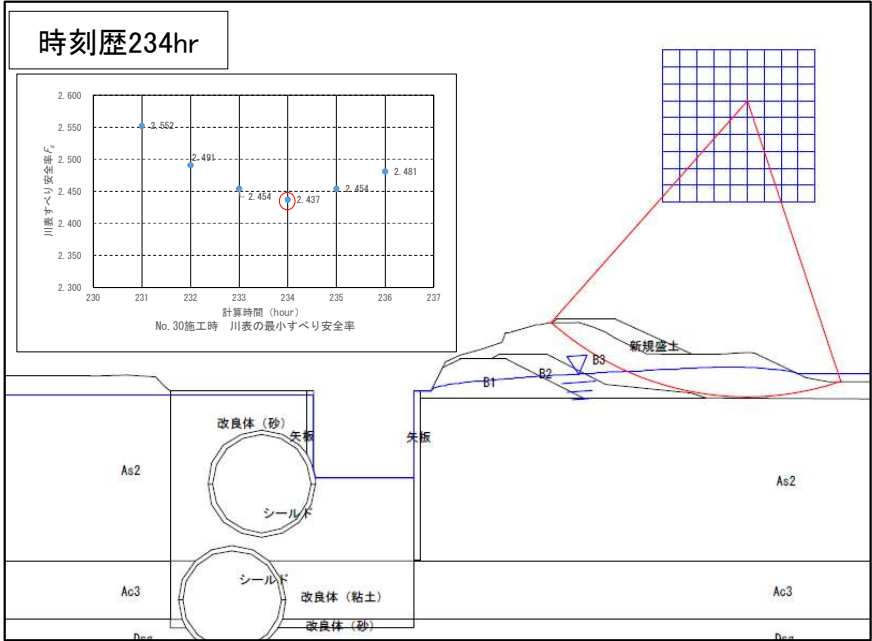
堤体内浸潤面上昇に伴うすべり破壊に対する安全性照査結果一覧

検討断面		川裏			川表		
		照査対象	【照査基準】	判定	照査対象	【照査基準】	判定
		施工時 最小安全率	手引き		施工時 最小安全率	手引き	
No. 15	No. 15	1.707	1.44	OK	1.452	1.44	OK
	No. 15 (矢板)	1.708		OK	1.604		OK
No. 16	No. 16	1.569		OK	1.451		OK
	No. 16 (矢板)	1.569		OK	1.536		OK
No. 23		1.667		OK	1.506		OK
No. 24	No. 24 (砂質土)	1.559		OK	2.204		OK
	No. 24 (粘性土)	1.579		OK	2.206		OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	1.521		OK	1.862		OK
	No. 28 (粘性土)	1.528		OK	1.858		OK
No. 30		1.713		OK	2.437		OK
No. 34		1.579		OK	2.359		OK
No. 36		1.454		OK	2.230		OK

※1:ここに、 $F_s=1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2=1.2 \times 1.2 \times 1.0=1.44$
築堤履歴が複雑 $\alpha_1=1.2$ 、要注意地形なし $\alpha_2=1.0$
すべり円弧の探索条件:円弧中心の格子間隔は2mピッチ、円弧半径は0.1mピッチで確認し、
最も安全率が小さい円弧を探索



No.30施工時の川裏すべり安定計算結果



No.30施工時の川表すべり安定計算結果

浸透作用に対する安全性検証(完成時:高規格堤防考慮)(e)

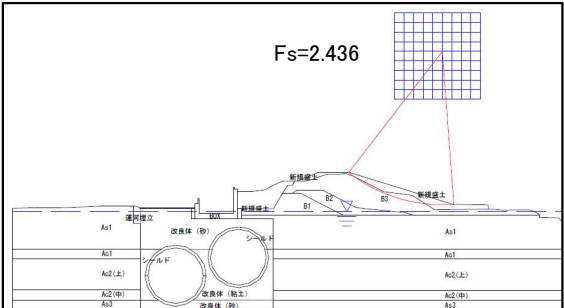
大臣特認項目外

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

【照査基準】 高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(平成12年(財)リバーフロント整備センター) 河川堤防の構造検討の手引き(平成24年2月(財)国土技術研究センター) 【照査項目】 ①すべり安全率 安全率Fs≧ 1.2(ケース1, ケース2とも同様) 【照査手法】 円弧すべり計算, kh法 【対象ケース】 ケース1: (川裏)計画高水位, (川表)計画高水位が平水位まで急激に低下, 地震力Kh=0.075(強震帯(大阪)地域の設計震度0.15 の2分の1) ケース2: (川裏)高規格堤防設計水位, (川表)高規格堤防設計水位が平水位まで急激に低下, 地震力は考慮しない	ケース1)完成時(高規格堤防考慮)のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧						ケース2)完成時(高規格堤防考慮)のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧										
	検討断面		川裏			川表			検討断面		川裏			川表			
			照査対象	【照査基準】	判定	照査対象	【照査基準】	判定			照査対象	【照査基準】	判定	照査対象	【照査基準】	判定	
			高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル				高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		高規格時の最小安全率	高規格堤防盛土設計マニュアル		
	【照査結果】 完成時: 高規格堤防のすべり安全率 ・ケース1とケース2の双方において, 川裏すべり安全率と川表すべり安全率は, 照査基準を満足する。 ・川裏すべり安全率は, 高規格堤防による緩傾斜化のため, すべり安全率は照査基準を大きく上回る。	No. 15	No. 15	4. 433	1. 2	OK	1. 540	1. 2	OK	No. 15	No. 15	11. 866	1. 2	OK	1. 674	1. 2	OK
			No. 15 (矢板)	4. 438		OK	1. 538		OK		No. 15 (矢板)	11. 864		OK	1. 672		OK
		No. 16	No. 16	4. 201		OK	1. 535		OK	No. 16	No. 16	9. 864		OK	1. 661		OK
			No. 16 (矢板)	4. 188		OK	1. 537		OK		No. 16 (矢板)	9. 864		OK	1. 660		OK
		No. 23		4. 117		OK	1. 559		OK	No. 23		7. 170		OK	1. 788		OK
		No. 26	No. 26 (砂質土)	4. 446		OK	1. 562		OK	No. 26	No. 26 (砂質土)	7. 251		OK	1. 891		OK
		No. 26 (粘性土)	4. 427	OK		1. 582	OK			No. 26 (粘性土)	8. 906	OK		1. 918	OK		
		No. 28 (砂質土)	4. 393	OK		1. 532	OK			No. 28 (砂質土)	10. 380	OK		1. 756	OK		
		No. 28 (粘性土)	4. 393	OK		1. 575	OK			No. 28 (粘性土)	10. 370	OK		1. 784	OK		
No. 30			4. 914	OK		1. 743	OK		No. 30		9. 676	OK		2. 116	OK		
No. 34			4. 972	OK		1. 896	OK		No. 34		9. 255	OK		2. 288	OK		
No. 36			4. 946	OK		1. 796	OK		No. 36		9. 056	OK		2. 254	OK		
すべり円弧の探索条件: 円弧中心の格子間隔は2mピッチ, 円弧半径は0.1mピッチで確認し, 最も安全率が小さい円弧を探索						すべり円弧の探索条件: 円弧中心の格子間隔は2mピッチ, 円弧半径は0.1mピッチで確認し, 最も安全率が小さい円弧を探索											

浸透作用に対する安全性検証(完成時)(常時水位に対する安全性照査)(B1)

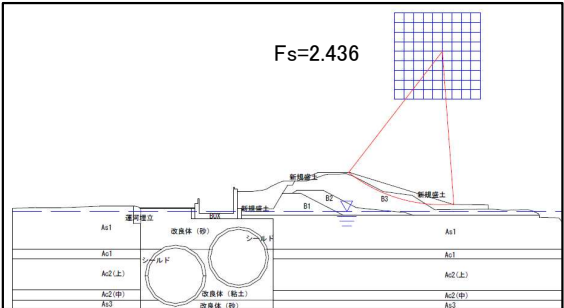
令和元年7月に改訂された河川砂防技術基準の中で, 常時における安全性検証が求められているため, 延伸部では新たな検討項目として検証を実施する。ただし, 検討内容は浸透作用に対する安全性検証の中で実施した堤防のすべり破壊に対する安全性とする。

【照査基準】 河川砂防技術基準(令和5年10月国土交通省水管理・国土保全局) 河川土工マニュアル(平成21年4月(財)国土技術研究センター) 【照査項目】 ①円弧すべり安全率 安全率: 川表側, 川裏側とも $F_s \geq \max(1.20, \text{現況堤防安全率})$ 【照査手法】 円弧すべり計算, 設定水位は堤内地盤高-0.5m	完成時の常時のすべり破壊に対する安全性照査結果一覧						No.16完成時の常時の川裏すべり安定計算結果			
	検討断面	川裏			判定	川表			判定	
		照査対象	【照査基準】			照査対象	【照査基準】			
		完成時(常時) 最小安全率	現況 最小安全率	河川土工	完成時(常時) 最小安全率	現況 最小安全率	河川土工			
	No. 15	No. 15	2. 434	2. 325	1. 2	OK	2. 449	1. 647	1. 2	OK
		No. 15 (矢板)	2. 434	2. 325		OK	2. 449	1. 647		OK
	No. 16	No. 16	3. 124	1. 804		OK	2. 436	1. 658		OK
		No. 16 (矢板)	3. 124	1. 804		OK	2. 436	1. 658		OK
	No. 23		2. 700	2. 452		OK	2. 572	1. 801		OK
	No. 26	No. 26 (砂質土)	2. 517	2. 396		OK	2. 968	2. 160		OK
		No. 26 (粘性土)	2. 517	2. 396		OK	2. 968	2. 139		OK
		No. 28 (砂質土)	2. 562	2. 431		OK	2. 953	2. 337		OK
		No. 28 (粘性土)	2. 562	2. 294		OK	2. 953	2. 221		OK
	No. 30		1. 890	1. 704		OK	3. 269	2. 707		OK
	No. 34		2. 479	2. 220		OK	3. 082	2. 718		OK
	No. 36		2. 338	2. 198		OK	3. 441	2. 590		OK

No.16完成時の常時の川表すべり安定計算結果



No.16完成時の常時の川裏すべり安定計算結果



No.16完成時の常時の川表すべり安定計算結果

水位上昇時における道路ボックスの浮上りに対する安全性の照査(f)

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

【照査基準(既往の基準)】

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

【照査項目】

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

【照査手法】

・ $F_s = (W_s + W_B) / U > 1.1$

ここに、 F_s :安全率、 W_s :上載土の重量、 W_B :道路構造物の重量、舗装材の重量、 U :道路構造物躯体底面に作用する揚圧力とする。

【対象水位】〔補足説明:資料-4-2 p.40参照〕

- ・水位1: 降雨浸透対策を考慮しない場合の水位 浸透流解析の結果から各断面でO.P.=+4.5m~+5.5mを設定
- ・水位2: 対象地区の想定最大規模の浸水深が発生した場合の水位 標高O.P.=+8.76m⇒9.0mを設定

【解析入力条件】

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

照査結果

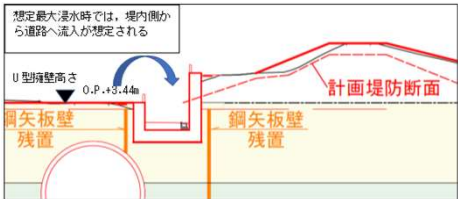
- ・道路構造物に対する浮き上がりの照査結果を示す。
完成時の道路構造物前面水位は、淀川左岸線(2期)と同様に、降雨浸透対策を考慮しない水位とする。
- ・水位1の場合、各断面の完成時において、道路構造物の浮き上がりに対する安全性は1.1以上であることから、浮き上がりに対して照査基準を満足する。

- ・水位2の場合、各断面の完成時において、照査基準1.0を満足する。
水位2は、想定最大規模でO.P.+9.0mとなり、水位が道路構造物より高い位置となるため、氾濫水は道路へ流入することが考えられる。なお、シールド区間に浸水させないように止水施設を設置する。

水位1)道路構造物に対する浮き上がりの照査結果

検討断面		完成時(水位1)										照査基準	判定
		上載土荷重 (kN)	躯体荷重 (kN)	舗装荷重※1 (kN)	本線内の埋戻し土荷重※2 (kN)	合計荷重 (kN)	道路構造物前面標高水位 (0.5m丸め) O. P. +(m)	揚圧力※3 (kN)	安全率				
No. 15	No. 15	1054	6758	147	3972	11930	5.0	8862	1.346			1.1	OK
	No. 15 (矢板)	1054	6758	147	3972	11930	5.0	8862	1.346				OK
No. 16	No. 16	—	379	121	—	500	5.5	395	1.267				OK
	No. 16 (矢板)	—	379	121	—	500	5.5	395	1.267				OK
No. 23		249	204	93	—	546	5.5	228	2.389				OK
No. 26	No. 26 (砂質土)	—	556	94	—	650	5.0	395	1.644				OK
	No. 26 (粘性土)	—	556	94	—	650	5.0	395	1.644				OK
No. 28	No. 28 (砂質土)	—	1161	171	—	1332	5.5	1006	1.324				OK
	No. 28 (粘性土)	—	1161	171	—	1332	5.0	946	1.409				OK
No. 30		198	992	143	—	1333	4.5	1172	1.137				OK
No. 34		1165	1320	143	—	2628	4.5	1899	1.384				OK
No. 36		2080	2938	104	—	5122	5.0	2877	1.780				OK

※1: 舗装厚さ0.25mと路盤砕石の厚さ0.55mを見込む
※2: 本線躯体内の埋戻し土は新規盛土の単位体積重量18.2kN/m³を想定
※3: 降雨浸透対策を見込まない場合(道路構造物前面の水位)の揚圧力

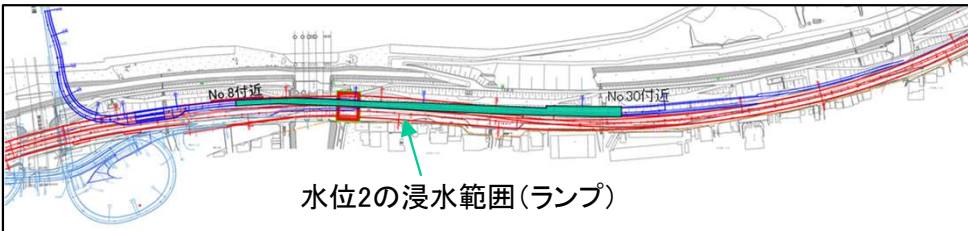


No.27完成時のU型擁壁

水位2)道路構造物に対する浮き上がりの照査結果

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

※1: 舗装厚さ0.25mと路盤砕石の厚さ0.55mを見込む
※2: 本線躯体内の埋戻し土は新規盛土の単位体積重量18.2kN/m³を想定
※3: 構造物の頂版上または擁壁天端上の水の荷重(No. 28は構造物内の水の荷重も考慮)
※4: 想定最大規模の浸水深が発生した場合の揚圧力



水位上昇時における道路ボックスの滑動・転倒・地盤支持力・部材の安全性の照査 (f)

洪水や豪雨による河川水位の上昇に伴う堤体内浸潤面の上昇に対して、道路構造物の滑動・転倒・地盤支持力・部材の安全性について照査する。

降雨と河川水位の上昇による堤体内浸潤面の上昇に対して、本申請構造物の安全性が基準類に規定される照査基準を満足するとともに、現況堤防より安全性が低下しないこと【判断基準1】

水位上昇による道路ボックスの安定性及び部材の強度【f】

・水位が上昇した場合の道路ボックスの安定性及び部材の強度を確認する

■照査手法

- ・堤体内の水位が上昇した場合の道路ボックス固結改良基礎の安定性について、浮き上がり、滑動、転倒、地盤の極限支持力及び道路ボックスの部材の強度を確認
- ・鉛直二次元の飽和－不飽和浸透流解析により堤体内浸潤面を評価

■照査基準

・それぞれ下記の基準類から設定

滑動：滑動力に対する安全率 $F_s > 1.5$ （道路土工 擁壁工指針、カルバート工指針）

転倒：荷重の合力の偏心距離 $|e| \leq \text{底面幅} B / 6$ （道路土工 擁壁工指針、カルバート工指針）

地盤の支持力：地盤の極限支持力 $Q_u / 3 > \text{地盤反力} Q_c$ （道路土工 擁壁工指針、カルバート工指針）

道路構造物の部材の強度：（開削トンネル指針）

コンクリートの圧縮応力 $\sigma_c < \text{コンクリートの許容圧縮応力} \sigma_{ca}$

鉄筋引張応力 $\sigma_s < \text{鉄筋の許容引張応力} \sigma_{sa}$

部材に作用するせん断応力 $Sh < \text{コンクリートのせん断耐力} S_c + \text{スターラップのせん断耐力} S_s$

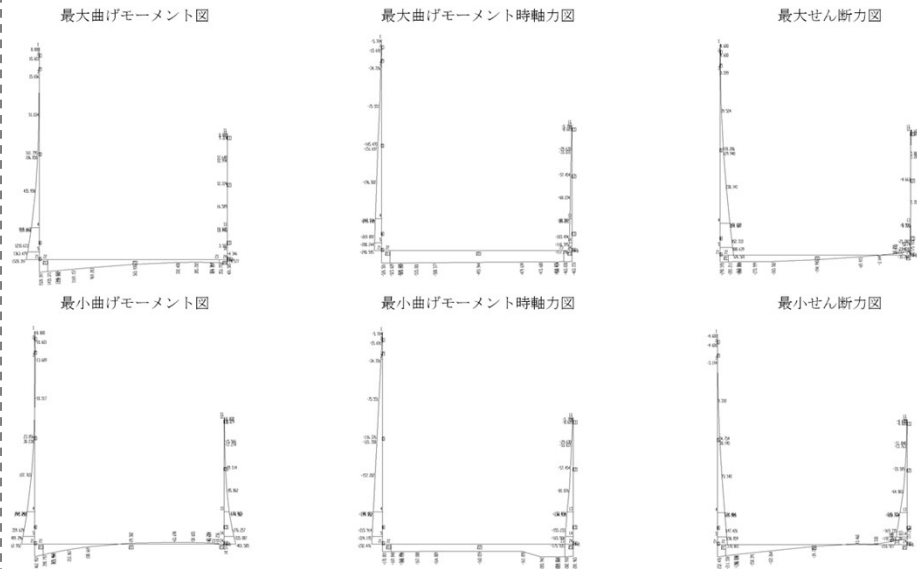
隅角部に発生する引張応力がコンクリートの引張強度を上回る場合は補強鉄筋を配置

■照査結果

下記により道路ボックスの安定性及び部材の強度は確保されていることを確認

- ・滑動、転倒、地盤の極限支持力、部材の強度について照査し、いずれも許容値を満足する

U型擁壁区間で最も土圧・揚圧力が大きくなるNo.27で照査を実施



照査結果

各照査項目に対していずれも許容値を満足することから、河川水位の上昇に伴う構造物の滑動・転倒・地盤支持力・部材に対して安全であることを確認した

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

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

U型擁壁区間で最も土圧・揚圧力が大きくなるNo.27で照査を実施

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

地下水流動阻害による浸潤面の高さに対する照査(j)

■3次元浸透流解析について

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

■完成時における解析を実施し、確認項目は以下とする。

- ・堤体内の水位
- ・浸潤面位置に基づく平均動水勾配
- ・水平・鉛直方向の局所動水勾配
- ・流速分布

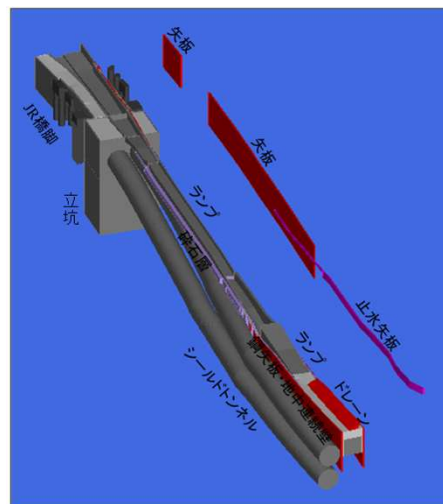
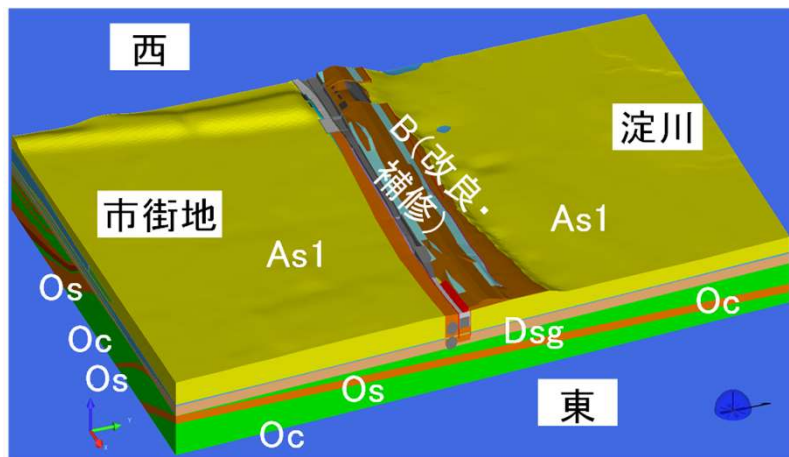
■モデル化

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

■照査範囲

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

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



■境界条件の設定

水位設定

- A (堤外側): 照査区間を200mごとに分けて、その中間位置での水位を代表値として設定する。ここでは、No.12～No.22の中央のNo.17の水位、No.22～No.32の中央のNo.27を設定。端部に近いNo.10～No.12は端部のNo.10の水位、No.32～No.34は端部のNo.34の水位を設定。【2期と同様の考え方】
- B (堤内側): モデル端部でO.P.+2.45m(「堤内地盤高-0.5m」の平均値)にて固定水頭条件。地表面は浸出面条件。【2期と同様の考え方】
- C (側面部): 時間ごとに水頭が変化する変動水頭条件(三次元解析の条件設定用に断面二次元浸透流解析を行い、その計算結果を三次元解析のモデルの端部に設定する。これによって路線縦断方向の水の出入りが表現される。No.10とNo.34で導出する。)【2期と同様の考え方】

浸透設定

- A (堤外側): 堤防川表側法面から河川水が浸透する。(遮水シートなし) 高水敷は河川水が浸透する。

降雨設定

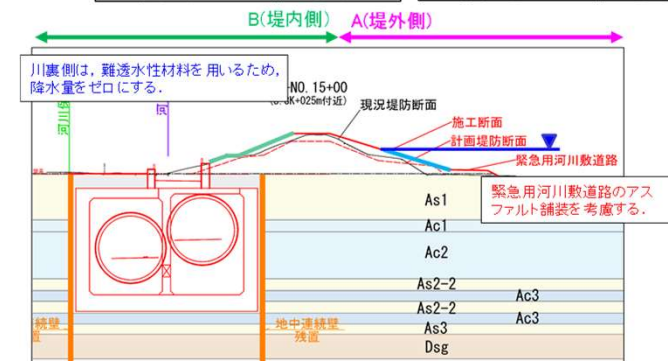
- B (堤内側): 堤防の法面は降雨を与えず、天端と小段に降雨を与える。

堤防形式		降雨				河川水	
		堤内地	緩勾配(小段の勾配以下)	左記以外	天端	川表	川裏
パラベット	現況	×	×	×	×	×	×
形式特殊堤	完成	×	×	×	×	×	×
特殊堤	現況	×	○	×	○	×	×
	完成	×	×	×	×	×	×
土堤	現況	×	○	×	○	×	○
	完成	×	×	×	×	×	○

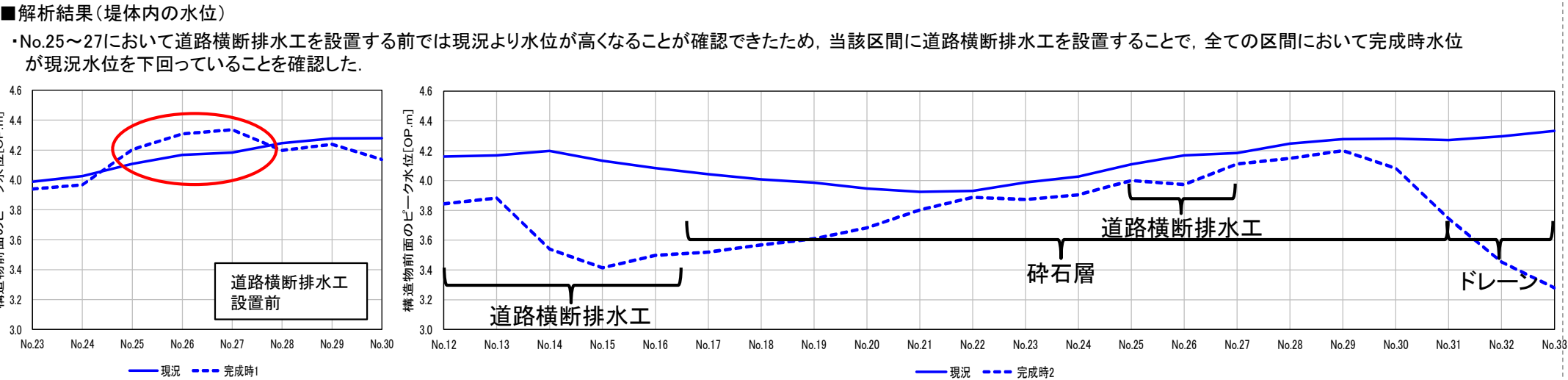
※表中の「○」は堤体内への浸透を考慮すること、「×」は考慮しないことを示す

降雨浸透対策
(難透水性材料の導入)
降雨は「×」となる

降雨浸透対策
(難透水性材料の導入)
降雨は「×」となる

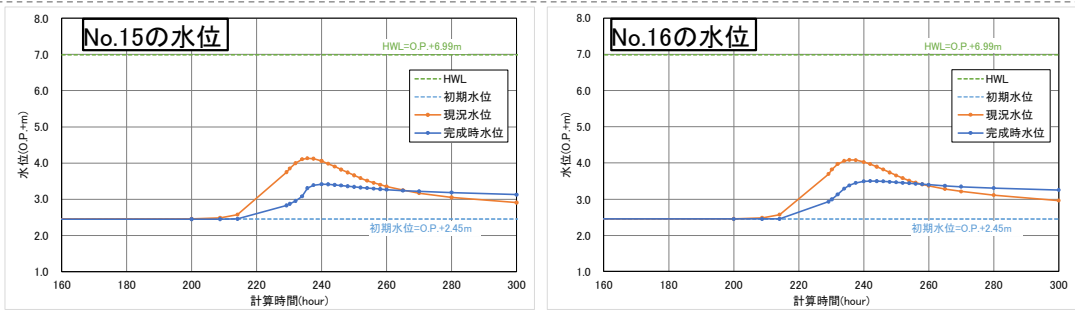
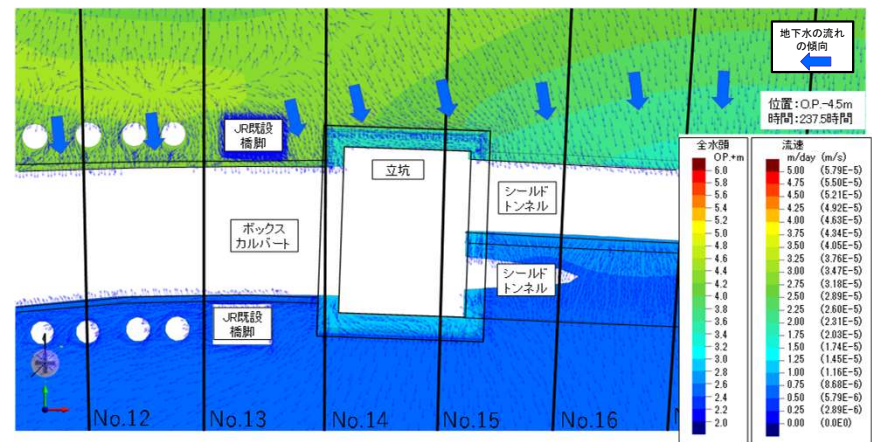


地下水流動阻害による浸潤面の高さに対する照査(j)



構造物が大きく変化する区間周辺における浸潤面の高さ、局所動水勾配・平均動水勾配・流速分布に対する照査(k)

- 解析結果(立坑周辺:No.14～No.16)
- 立坑周辺においても地下水が川表側から川裏側に一様に流れており、地下水の流れに偏りは見られていない。なお、流向の矢印の密度は要素分割によるものであり、流れの集中は表してはいない。
 - 道路横断排水工によって、川裏側の地下水位が下げられる効果が大きいと考えられる。
 - As層内の最大流速は $8.68 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 以下であり、一般的な砂質土の限界流速の範囲 $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{m/s}$ に比べ小さい値であった。
 - 局所動水勾配、平均動水勾配、レーンの加重クリープ比についても照査基準を満足する。



検討断面	浸潤面対策		評価位置	局所動水勾配（最大値）水平 i_h			局所動水勾配（最大値）鉛直 i_v			判定
	川裏	川表		完成時	【照査基準】		完成時	【照査基準】		
					現況	赤井の式ほか		現況	赤井の式ほか	
No. 14	一※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.30	—	—	0.03	—	0.5	OK
No. 15	一※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.24	—	—	0.10	—	0.5	OK
No. 16	一※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.00	—	—	0.15	—	0.5	OK

検討断面	完成時			現況			判定
	H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	
No. 14	3.69	46.06	0.08	3.95	37.82	0.10	OK
No. 15	3.69	45.00	0.08	3.85	35.98	0.11	OK
No. 16	3.69	44.41	0.08	3.93	35.68	0.11	OK

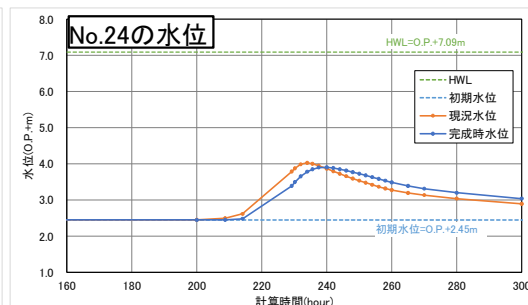
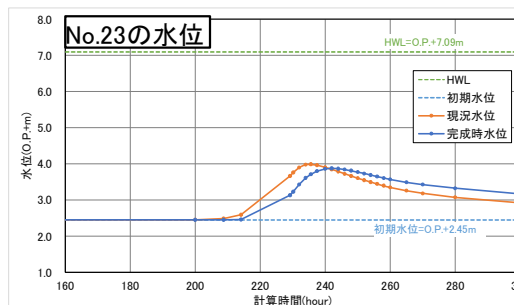
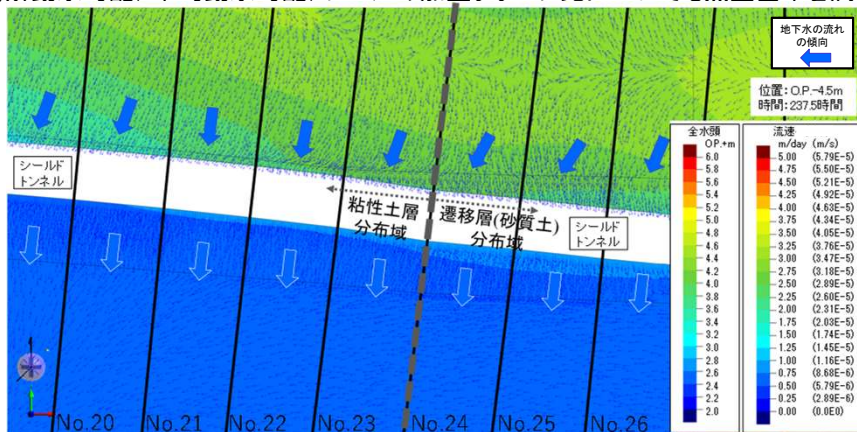
検討断面	浸透路長		水位差			レーンの加重 クリーブ比C	【照査基準】	判定
	L ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+m)	H ₂ (OP+m)	ΔH (OP+m)			
No. 14	27.92	18.14	6.96	3.27	3.69	9.20	6.0	OK
No. 15	23.65	21.35	6.97	3.28	3.69	8.34	6.0	OK
No. 16	27.97	16.44	6.98	3.29	3.69	9.06	6.0	OK

矢印は流向のみを表している。
流速はコンター図で表している。

地盤条件が大きく変化する区間における浸潤面の高さ、局所動水勾配・平均動水勾配・流速分布に対する照査(k)

■解析結果（遷移層端部付近：No.23～No.24）

- 遷移層による砂質土層と粘性土層のギャップがみられる箇所においては、上位の砂質土層内の地下水位は連続的に変化しており、局所的な変化は見られない。なお、流向の矢印の密度は要素分割によるものであり、流れの集中は表してはいない。
- As層内の最大流速は 8.68×10^{-6} m/s以下であり、一般的な砂質土の限界流速の範囲 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ m/sに比べ小さい値であった。
- 局所動水勾配、平均動水勾配、レーンの加重クリープ比についても照査基準を満足する。



検討断面	浸潤面対策		評価位置	局所動水勾配（最大値）水平 i_h			局所動水勾配（最大値）鉛直 i_v			判定
				【照査基準】			【照査基準】			
	完成時	現況		赤井の式ほか	完成時	現況	赤井の式ほか			
No. 23	一※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.21	—	0.3	0.15	—	0.5	OK
No. 24	一※	—	堤防	評価なし	評価なし	0.3	評価なし	評価なし	0.5	OK
			構造物周辺	0.17	—	0.3	0.10	—	0.5	OK

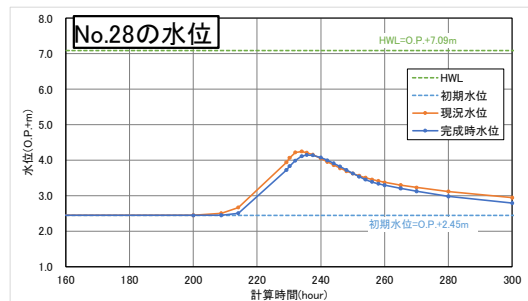
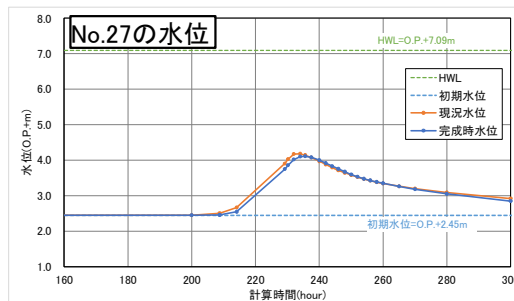
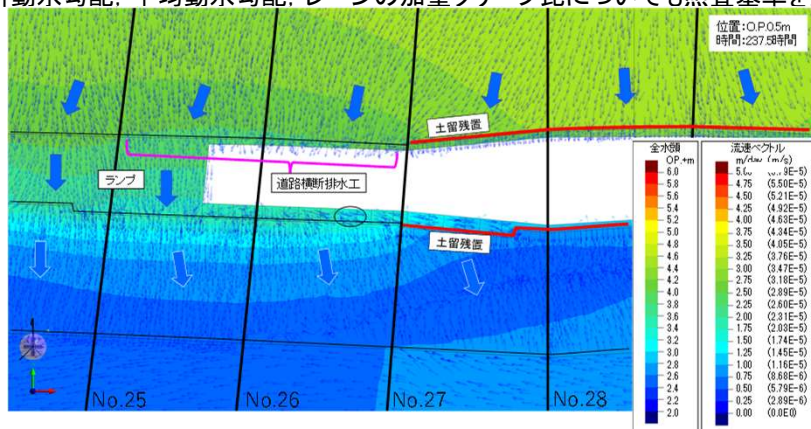
検討断面	完成時			現況			判定
	H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	
No. 23	3.69	43.28	0.09	3.83	35.18	0.11	OK
No. 24	3.69	44.00	0.08	3.75	42.50	0.09	OK

検討断面	浸透路長		水位差			レーンの加重 クリープ比C	【照査基準】	判定
	L ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+mm)	H ₂ (OP+mm)	ΔH (OP+mm)			
No. 23	35.21	8.07	7.06	3.37	3.69	10.26	6.0	OK
No. 24	36.87	7.15	7.07	3.38	3.69	10.64	6.0	OK

水みち発生リスクが懸念される土留めの引抜・残置の変化点における浸潤面の高さ、局所動水勾配・平均動水勾配・流速分布に対する照査(k)

■解析結果（土留の引抜・残置の変化点：No.26～No.28）

- 土留めの引抜・残置の変化点付近においても、地下水が川表側から川裏側に一様に流れており、地下水の流れに偏りは見られていない。なお、流向の矢印の密度は要素分割によるものであり、流れの集中は表してはいない。
- 砕石層と道路横断排水工によって、水が川裏側へ排出されているためだと考えられる。
- As層内の最大流速は 8.68×10^{-6} m/s以下であり、一般的な砂質土の限界流速の範囲 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ m/sに比べ小さい値であった。
- 局所動水勾配、平均動水勾配、レーンの加重クリープ比についても照査基準を満足する。



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

検討断面	完成時			現況			判定
	H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	H (m)	D (m)	平均動水勾配 H/D	
No. 26	3.69	45.32	0.08	4.47	42.27	0.11	OK
No. 27	3.69	45.54	0.08	4.48	42.47	0.11	OK
No. 28	3.69	46.50	0.08	4.51	42.97	0.11	OK

検討断面	浸透路長		水位差			レーンの加重 クリープ比C	【照査基準】	判定
	L ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+mm)	H ₂ (OP+mm)	ΔH (OP+mm)			
No. 26	36.16	9.16	7.08	3.39	3.69	10.63	6.0	OK
No. 27	36.13	9.41	7.09	3.40	3.69	10.64	6.0	OK
No. 28	33.35	13.15	7.10	3.41	3.69	10.23	6.0	OK

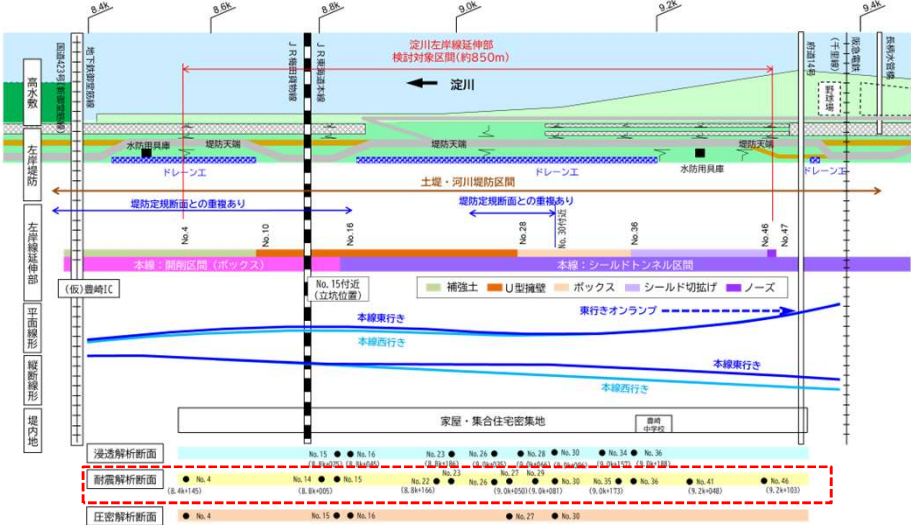
- 地震によって道路構造物と堤防の一体構造物に変形、沈下等が生じた場合においても、その変形量が耐震性能照査上の堤防としての機能を保持できる範囲内に収まることを照査する。
- 道路構造物が存在することに起因して、堤防機能に影響する水みちが生じない設計であることを照査する。
- 偏土圧下で地盤変形（液状化）に対して道路構造物が安全性、供用性を確保するとともに、道路構造物の剛体回転によって道路構造物および堤体の修復が大規模とならないことを照査する。

耐震作用に対する安全性検証(Ⅰ、b2、p)

- 【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
シールドトンネル設計マニュアル（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(Ⅰ)
 - 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(b2)
 - ③地震時における底面回転角 < 許容値(p)
- 【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）

検討対象断面の平面位置

・検討対象断面の平面位置を以下に示す。



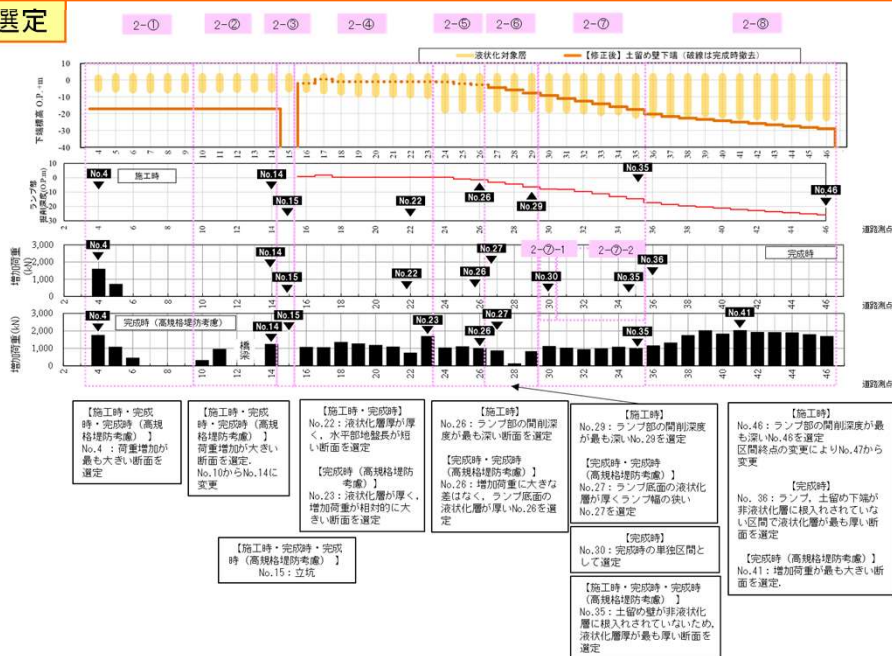
耐震に関する検討断面の選定の考え方

- ・淀川左岸線延伸部では2期の考え方を踏襲しつつ、延伸部特有の地層構成、道路構造、土留め壁の延長等を考慮して考慮したカテゴリーに分類し、その中で地震動作用に対して大きな影響を与える断面を選定。
 - ・地震時は堤防の変形量に対してはのり尻部の地盤状況が大きく影響する。のり尻の地盤が急激に下がるなど、形状が大きな影響を及ぼすことが予想されるため、川表のり尻からの水平部地盤長の長さを因子として設定する。
 - ・遷移区間(No.24~No.28)について、液状化現象の影響が大きくなるように、対象とする地層を砂質土(As2-1)として設定する。
 - ・川表側の矢板は堤防の安全性を向上させるため、モデル化は行わない。また地盤対策（固結工法）も同様に安全性を向上させるため、地盤対策のモデル化は行わず、原地盤でモデル化を実施する。
- 【検討断面選定の指標】
- ◇ 増加荷重
増加荷重の大きい箇所を選定。
 - ◇ 液状化層厚
層厚の厚い箇所を選定。
土留め壁と液状化層の位置関係を考慮。
- 【カテゴリーについて】
- 2-①、2-②：川裏側は構造に大きな差がないが、川表の水平部地盤長が異なる区間。
 - 2-③：立坑部であり、地震時変形モードが異なることが予想される区間。
 - 2-④：土留め壁は鋼矢板となり完成時に撤去される。水平部地盤長がやや短い区間（30m≧水平部地盤長>10mであり）、下部に粘性土層が分布し、上流と比較すると相対的に液状化層が薄い区間
 - 2-⑤：土留め壁は鋼矢板となり完成時に撤去される。水平部地盤長がやや短い区間（30m≧水平部地盤長>10mであり）、液状化層（砂質土層）が厚く分布する区間
 - 2-⑥：土留め壁は鋼矢板となり完成時に残置される。水平部地盤長がやや短い区間（30m≧水平部地盤長>10m）であり、液状化層（砂質土層）が厚く分布する区間。
 - 2-⑦：土留め壁は地中連続壁であり完成時に残置され、水平部地盤長が長い区間（水平部地盤長>30m）。また完成時では、ランプは地上に出ている区間と地盤の下にもぐる区間に分類した。
 - 2-⑧：本線シールド切り抜け区間であり、土留め壁は地中連続壁であり完成時にも残置される区間

耐震カテゴリー分類

断面No.	4	10	15	20	25	30	35	40	45	48	49
道路構造	本線	本線	本線	本線	本線	本線	本線	本線	本線	本線	本線
土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁	土留め壁
地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤	地盤
川表の状況（水深・水深変動）	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動	水深変動
Step1カテゴリー	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩	2-⑪
Step2カテゴリー	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩	2-⑪
解説時（基礎・基礎部）	2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤	2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩	2-⑪

断面選定



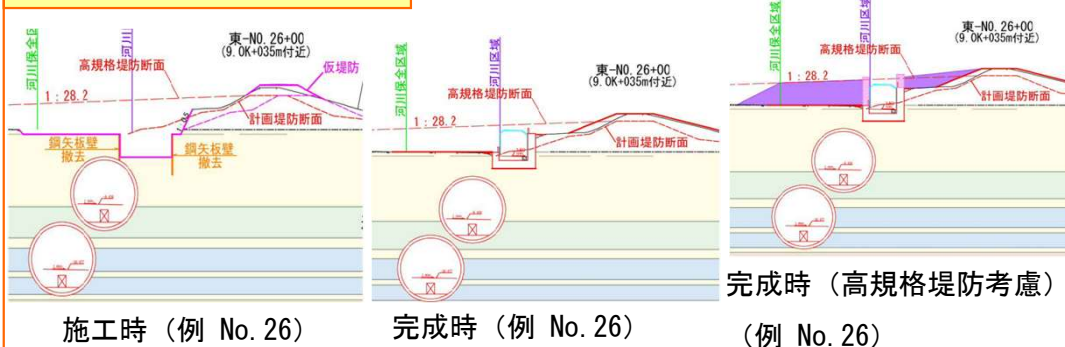
検討断面の抽出

	No. 4	No. 14	No. 15	No. 22	No. 23	No. 26	No. 27	No. 29	No. 30	No. 35	No. 36	No. 41	No. 46
条件	矢板あり	矢板なし				砂質土	粘性土	砂質土	粘性土				
施工時	—	○	○	○	—	○	○	—	○	—	○	—	○
完成時	○	○	○	○	—	○	○	○	—	○	○	—	—
完成時（高規格堤防考慮）	—	○	○	○	—	○	○	○	—	—	○	○	—

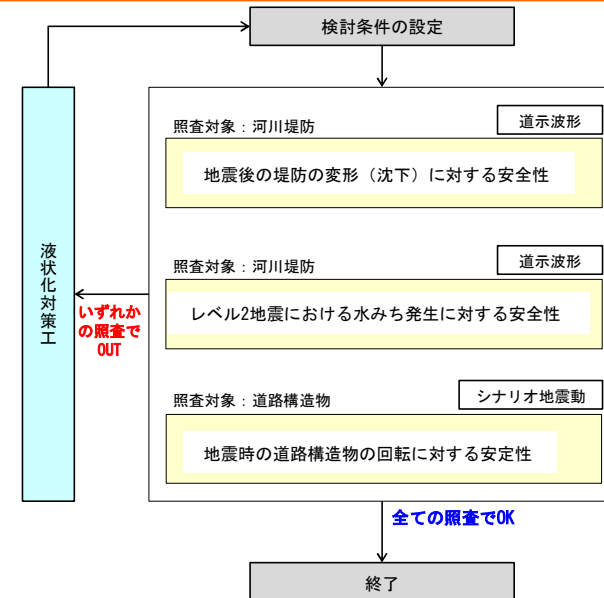
矢板を設置する区間 (No. 4～No. 22)

地層の遷移区間 (No. 24～No. 28)

解析入力条件



検討フロー



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

液状化対策の検討に関する基本方針

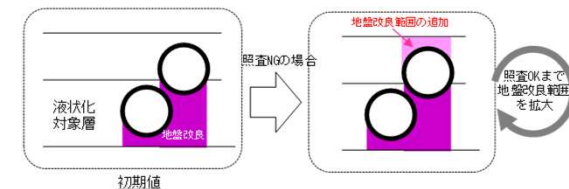
地盤改良の検討を実施するにあたり、

- ①地盤改良範囲の設定、
- ②地盤改良のモデル化についての考え方を示す。

① 地盤改良範囲の設定

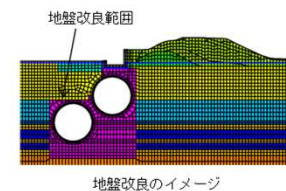
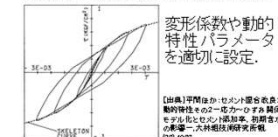
液状化対策が必要と評価された範囲はシールドトンネル区間であるが、シールドトンネルの構造検討により浮き上がり対策として下図の範囲の地盤改良が必要となることが明らかとなっている。

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



② 地盤改良のモデル化

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



解析入力条件

【検討条件】

■検討断面

- 土留め、矢板、トンネル躯体の内部部材は変位を抑制することから安全側の配慮としてモデル化しない。地盤改良については、初期状態としてはモデル化せず、照査結果に応じて地盤改良範囲を追加する。道路構造物と堤体・碎石の境界にはジョイント要素（圧縮は応力伝達する・剥離は応力伝達しない・せん断方向は摩擦力まで応力伝達する要素）を考慮する。

■地盤パラメータ

- 液状化層、沖積粘性土層は繰返し弾塑性モデルを用いた。
- 沖積層下位の洪積層については弾性域内での挙動となることを想定して線形弾性体を用いた。その他の層はR-0モデルを用いた。

■構造物パラメータ

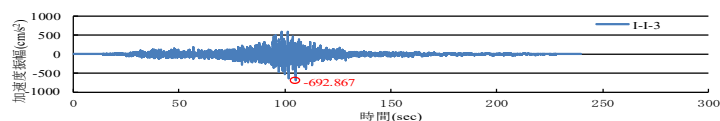
- 道路構造物は線形弾性体でモデル化し、残置する土留壁は線形はり要素を用いた。

■入力地震動（照査項目①、②対象）

- 照査項目①、②については、河川構造物の耐震性能照査指針（国土交通省水管理・国土保全局治水課，H28.3）に基づき照査を行うため、レベル2地震動のタイプⅠ、Ⅱの地震動を用いる。また、地震動はⅠ種地盤の地震動を採用する。

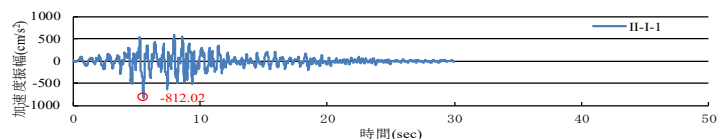
<レベル2-1地震動に対する解析に用いる地震動>

Ⅰ種地盤波形の3波の中で、主要動の継続時間が最も長い波形として呼び名「Ⅰ-I-3」を選定。



<レベル2-2 地震動に対する解析に用いる地震動>

最大加速度が最も大きい波形として呼び名「Ⅱ-I-1」を選定。

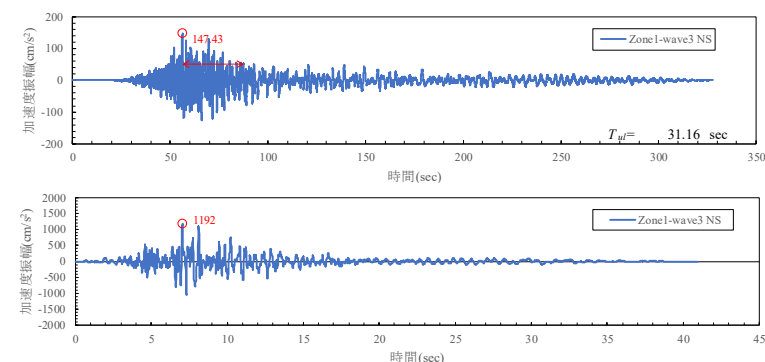


■入力地震動（照査項目③対象）

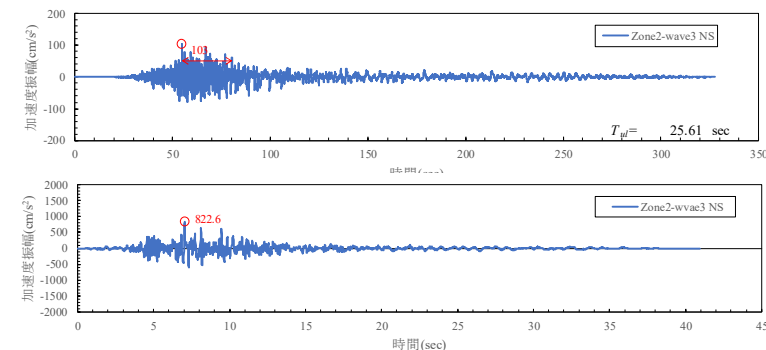
- 照査項目③については道路構造物に対する検討のため、開削トンネル耐震設計指針（阪神高速道路，H20.10）に基づき、レベル2地震動及び地域特性を考慮して作成されたシナリオ地震動の加速度時刻歴波形を入力地震動として用いる。なお、シナリオ地震動は地盤特性等に基づき、No. 4～No. 14とNo. 15～No. 46で作成した。
- タイプⅠでは T_u が最も長い地震動を、タイプⅡでは最大加速度が最も大きい波形を採用する。採用する波形を道路測線No. ごとに整理して以下に示す。

道路測線No.	地震動タイプ
No.4～No.14	タイプⅠ
	タイプⅡ
No.15～No.46	タイプⅠ
	タイプⅡ

<No. 4～No. 14 採用波形>



<No. 15～No. 46 採用波形>



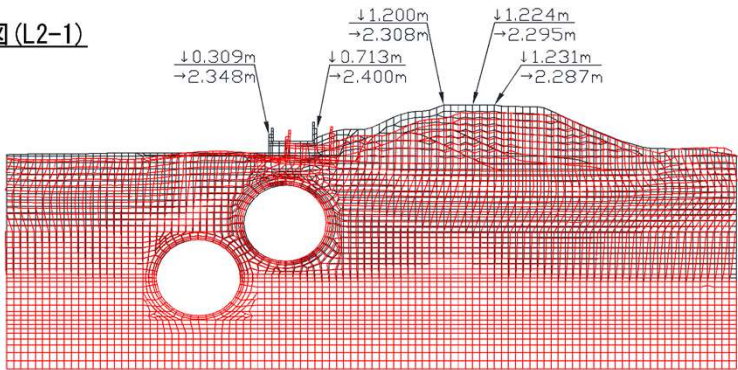
地震後残留堤防高に対する照査結果（完成時）(I、A-4)

①地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位

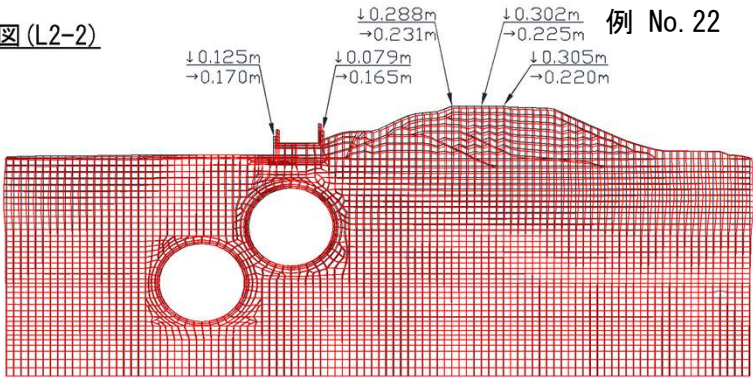
■いずれの断面においても、レベル2-1地震動およびレベル2-2地震動に対して沈下後残留堤防高は照査外水位よりも高くなり、河川堤防は施工時において耐震性能を満足することが確認できた。

解析断面	完成堤防高 (O.P.m)	レベル2-1地震動							レベル2-2地震動						
		堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定	堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定
		川裏	中央	川表	平均値				川裏	中央	川表	平均値			
No.4	10.421	1.727	1.518	1.358	1.534	8.887	4.58	OK	0.352	0.302	0.281	0.312	10.109	2.27	OK
No.4 (矢板考慮)	10.421	1.633	1.416	1.250	1.433	8.988	4.58	OK	0.315	0.290	0.269	0.291	10.130	2.27	OK
No.14	10.560	1.626	1.548	1.480	1.551	9.009	4.58	OK	0.342	0.342	0.336	0.340	10.220	2.29	OK
No.15	10.570	0.600	0.718	0.795	0.704	9.866	4.58	OK	0.172	0.213	0.235	0.207	10.363	2.29	OK
No.22	10.646	1.200	1.224	1.231	1.218	9.428	4.58	OK	0.288	0.302	0.305	0.298	10.348	2.29	OK
No.26 (砂質土地盤)	10.683	1.918	1.845	1.788	1.850	8.833	4.58	OK	0.268	0.276	0.280	0.275	10.408	2.30	OK
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.270	1.208	1.153	1.210	9.473	4.58	OK	0.224	0.231	0.232	0.229	10.454	2.30	OK
No.27 (砂質土地盤)	10.691	1.639	1.597	1.580	1.605	9.086	4.58	OK	0.242	0.251	0.255	0.249	10.442	2.30	OK
No.27 (粘性土地盤)	10.691	1.036	1.024	1.010	1.023	9.668	4.58	OK	0.190	0.200	0.205	0.198	10.493	2.30	OK
No.30	10.715	1.578	1.624	1.654	1.619	9.096	4.58	OK	0.229	0.243	0.259	0.244	10.471	2.30	OK
No.35	10.755	2.084	2.139	2.172	2.132	8.623	4.58	OK	0.427	0.455	0.475	0.452	10.303	2.30	OK
No.36	10.764	2.105	2.169	2.199	2.158	8.606	4.59	OK	0.417	0.442	0.456	0.438	10.326	2.30	OK

残留変形図 (L2-1)



残留変形図 (L2-2)



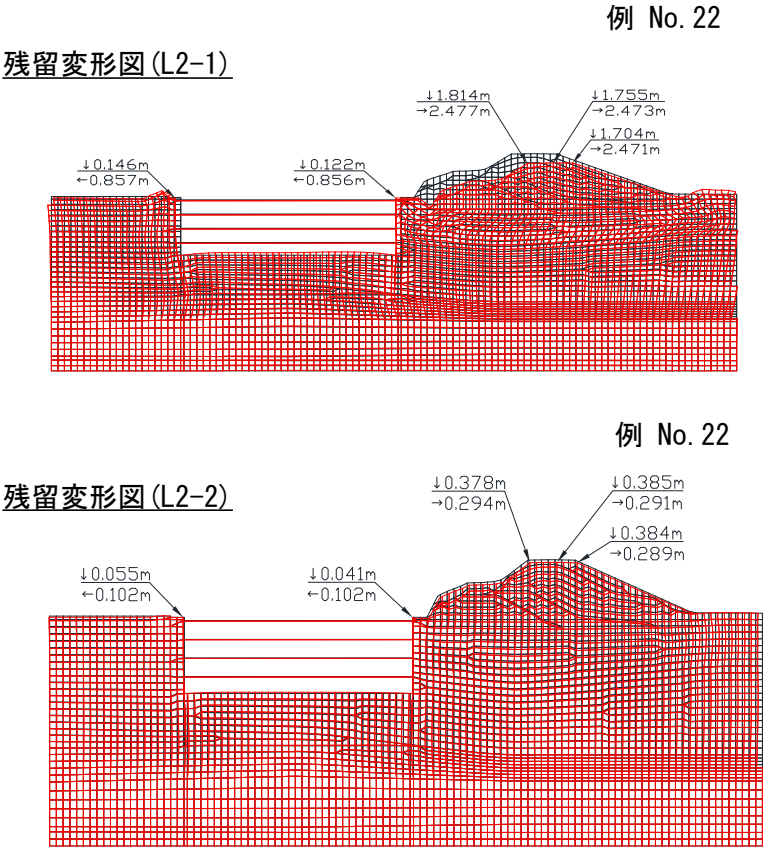
※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。
※2 地震後残留堤防高に対する照査は河川構造物の耐震性能照査指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：L2-1地震動、タイプⅡ：L2-2地震動で照査を行う。
※3 照査外水位は次のとおり ⇒ レベル2-1地震動：昭和南海トラフ地震時の津波を想定した水位
レベル2-2地震動：淀川の朔望平均満潮位および波浪の影響を考慮した14日間1/10水位

地震後残留堤防高に対する照査結果（施工時）(I、A-4)

①地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位

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

解析断面	完成堤防高 (O.P.m)	レベル2-1地震動							レベル2-2地震動						
		堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定	堤防天端沈下量 (m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定
		川裏	中央	川表	平均値				川裏	中央	川表	平均値			
No.4	10.421	1.814	1.755	1.704	1.758	8.663	4.58	OK	0.378	0.385	0.384	0.382	10.039	2.27	OK
No.14	10.560	1.652	1.635	1.617	1.635	8.925	4.58	OK	0.374	0.387	0.391	0.384	10.176	2.29	OK
No.15	10.570	1.107	1.144	1.164	1.138	9.432	4.58	OK	0.270	0.287	0.295	0.284	10.286	2.29	OK
No.22	10.646	1.384	1.391	1.387	1.387	9.259	4.58	OK	0.318	0.338	0.346	0.334	10.312	2.29	OK
No.26 (砂質土地盤)	10.683	1.590	1.603	1.630	1.608	9.075	4.58	OK	0.254	0.274	0.287	0.272	10.411	2.30	OK
No.26 (粘性土地盤)	10.683	1.376	1.346	1.314	1.345	9.338	4.58	OK	0.233	0.247	0.253	0.244	10.439	2.30	OK
No.29	11.104	1.632	1.759	1.847	1.746	9.358	4.58	OK	0.267	0.292	0.311	0.290	10.814	2.30	OK
No.35	10.755	2.169	2.335	2.440	2.315	8.440	4.58	OK	0.443	0.487	0.519	0.483	10.272	2.30	OK
No.46	11.225	2.293	2.670	2.554	2.506	8.719	4.59	OK	0.548	0.581	0.526	0.552	10.673	2.31	OK



※1 いずれの断面も、施工時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※2 地震後残留堤防高に対する照査は河川構造物の耐震性能照査指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：L2-1地震動、タイプⅡ：L2-2地震動で照査を行う。

※3 照査外水位は次のとおり ⇒ レベル2-1地震動：昭和南海トラフ地震時の津波を想定した水位
レベル2-2地震動：淀川の朔望平均満潮位および波浪の影響を考慮した14日間1/10水位

水みち発生に対する照査結果(b2)

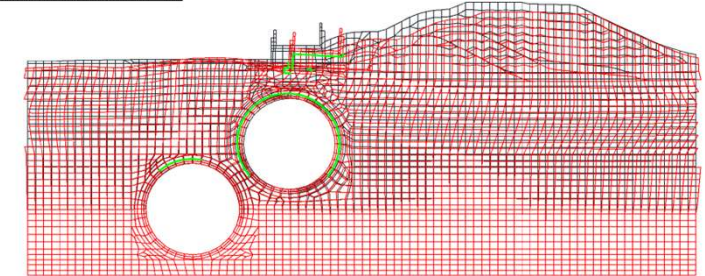
②地盤-道路構造物間の剥離が全周に連続して発生しない。

■いずれの断面も地震による剥離が一部発生することが明らかとなった。

ただし、剥離がいずれの道路構造物においても全周にわたって発生することはないため、地震直後に水みちが形成される可能性は低いと考えられる。

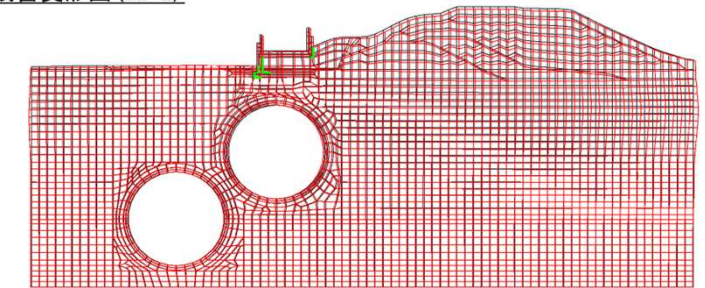
断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					
		剥離状況					判定	剥離状況					判定
		U型擁壁およびボックス				シールド		U型擁壁およびボックス				シールド	
		左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下			左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下		
No.4	ボックス	一部発生	発生	一部発生	発生無し	—	OK	一部発生	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
No.4 (矢板考慮)	ボックス	一部発生	発生	一部発生	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
No.14	ボックス	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
No.15	ボックス	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK	発生無し	一部発生	発生無し	発生無し	—	OK
No.22	U型擁壁	発生	一部発生	—	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.26 (砂質土地盤)	U型擁壁	一部発生	一部発生	—	発生	—	OK	一部発生	一部発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.26 (粘性土地盤)	U型擁壁	一部発生	一部発生	—	一部発生	—	OK	一部発生	一部発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.27 (砂質土地盤)	U型擁壁	発生	一部発生	—	発生	—	OK	一部発生	発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.27 (粘性土地盤)	U型擁壁	発生	一部発生	—	一部発生	—	OK	発生無し	発生	—	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.30	ボックス	発生	発生	一部発生	発生無し	—	OK	一部発生	一部発生	一部発生	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.35 (L2-1は地盤改良考慮)	ボックス	一部発生	一部発生	発生無し	一部発生	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	発生無し	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
No.36	ボックス	発生無し	発生無し	発生無し	発生	—	OK	発生無し	発生無し	発生無し	発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	発生無し	OK

残留変形図 (L2-1)



例 No. 22

残留変形図 (L2-2)



例 No. 22

※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※2 水みち発生に対する照査は河川構造物の耐震性能照査指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：L2-1地震動，タイプⅡ：L2-2地震動で照査を行う。

※3 NGとなった断面については、照査基準を満足する液状化対策を検討する。

底面回転角に対する照査結果(シナリオ地震動)(p)

③地震時における底面回転角 < 許容値

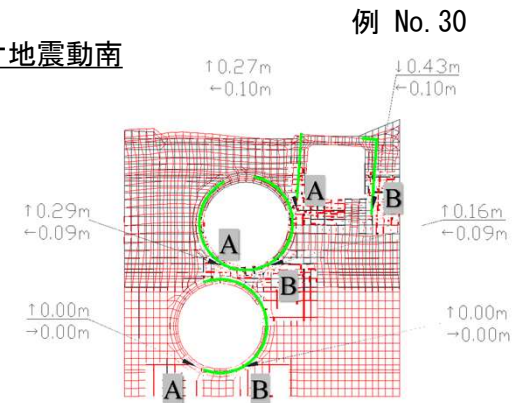
■No. 26, No. 27, No. 30において、道路構造物の回転角はシナリオ地震動に対して照査基準を満足しない結果となった。

また、上部シールドが側方流動するとともに浮き上がる結果となった。

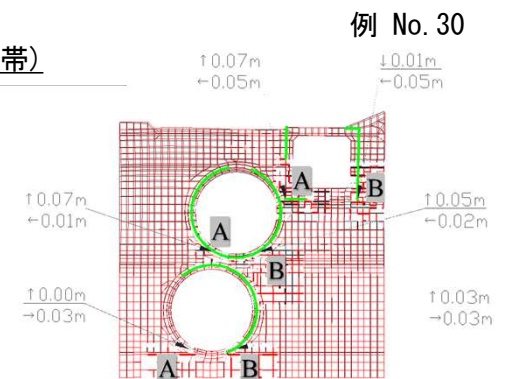
偏土圧下での地盤変形（液状化）に対する安全性および供用性や、地震時の液状化による修復性が確保できないため、液状化対策が必要と判断する。

断面		シナリオ地震動（南海・東南海地震動）						シナリオ地震動（上町断層帯）					
		鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点					A点	B点				
No.4	ボックス	0.12	-0.29	32.94	1.25	2.00	OK	0.07	-0.19	32.94	0.79	2.00	OK
No.4 (矢板考慮)	ボックス	0.12	-0.29	32.94	1.25	2.00	OK	0.07	-0.20	32.94	0.82	2.00	OK
No.14	ボックス	-0.01	0.00	24.45	0.05	2.00	OK	-0.01	0.00	24.45	0.05	2.00	OK
No.15	ボックス	0.00	0.00	33.10	0.00	2.00	OK	0.00	-0.01	33.10	0.04	2.00	OK
No.22	U型擁壁	-0.29	-0.35	6.650	0.91	2.00	OK	-0.09	-0.07	6.650	0.31	2.00	OK
	シールド上	0.03	0.01	6.375	0.32	2.00	OK	0.02	0.01	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (砂質土盤)	U型擁壁	0.08	-0.67	8.360	8.98	2.00	NG	0.10	-0.16	8.360	3.12	2.00	NG
	シールド上	0.14	0.16	6.375	0.32	2.00	OK	0.05	-0.04	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土盤)	U型擁壁	0.38	-0.27	8.360	7.78	2.00	NG	0.14	-0.09	8.360	2.76	2.00	NG
	シールド上	0.05	0.06	6.375	0.16	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (砂質土盤)	U型擁壁	0.17	-0.72	8.360	10.65	2.00	NG	0.08	-0.18	8.360	3.12	2.00	NG
	シールド上	0.15	0.11	6.375	0.63	2.00	OK	0.04	0.02	6.375	0.32	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (粘性土盤)	U型擁壁	0.38	-0.31	8.360	8.26	2.00	NG	0.12	-0.10	8.360	2.64	2.00	NG
	シールド上	0.05	0.04	6.375	0.16	2.00	OK	0.03	0.03	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.30	ボックス	0.39	-0.46	10.25	8.30	2.00	NG	0.11	-0.12	10.25	2.25	2.00	NG
	シールド上	0.28	0.19	6.375	1.42	2.00	OK	0.07	0.06	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.35	ボックス	-0.07	-0.07	11.05	0.00	2.00	OK	-0.02	-0.04	11.05	0.19	2.00	OK
	シールド上	0.15	0.10	6.375	0.79	2.00	OK	0.05	0.04	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.36	ボックス	0.00	-0.17	12.90	1.32	2.00	OK	0.00	-0.05	12.90	0.39	2.00	OK
	シールド上	0.12	0.02	6.375	1.57	2.00	OK	0.03	0.00	6.375	0.48	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

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（上町断層帯）



※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※2 底面回転角に対する照査は開削トンネル設計指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：シナリオ地震動（南海・東南海地震動）、タイプⅡ：最大級シナリオ地震動（上町断層帯）で照査を行う。

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

底面回転角に対する照査結果(レベル2地震動)(p)

③地震時における底面回転角 < 許容値

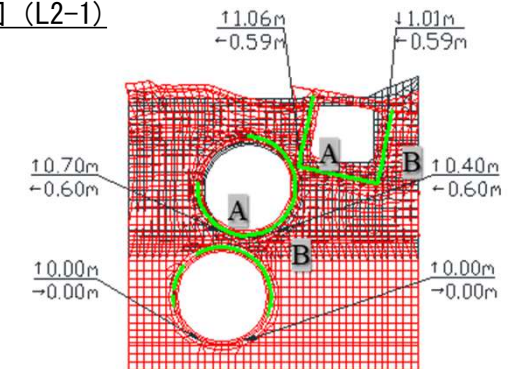
■No. 26, No. 27, No. 30, No. 35, No. 36において、道路構造物の回転角はレベル2地震動に対して照査基準を満足しない結果となった。

また、上部シールドが側方流動するとともに浮き上がる結果となった。

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

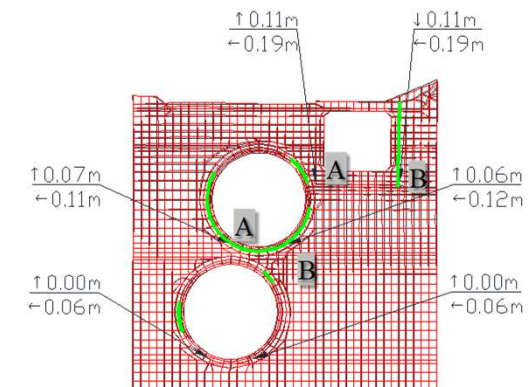
断面		レベル2-1地震動						レベル2-2地震動					
		鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点					A点	B点				
No.4	ボックス	0.21	-0.32	32.94	1.61	2.00	OK	0.06	-0.13	32.94	0.58	2.00	OK
No.4 (矢板考慮)	ボックス	0.21	-0.29	32.94	1.52	2.00	OK	0.06	-0.13	32.94	0.58	2.00	OK
No.14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

残留変形図 (L2-1)



例 No. 30

残留変形図 (L2-2)



例 No. 30

※1 いずれの断面も、完成時の断面形状に対して照査を行った結果である。

※2 底面回転角に対する照査は開削トンネル設計指針に基づく照査であるため、地震動は、タイプⅠ：シナリオ地震動（南海・東南海地震動）、タイプⅡ：最大級シナリオ地震動（上町断層帯）で照査を行う。

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

底面回転角に対する照査結果(p)

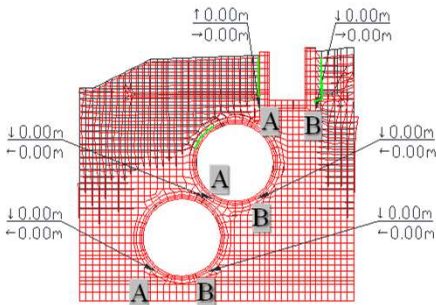
③地震時における底面回転角 < 許容値

■照査を満足する地盤改良範囲の検討

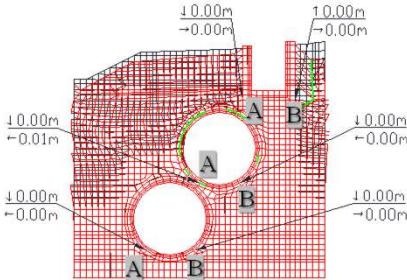
照査NGが生じているNo. 26, No. 27, No. 30, No. 35, No. 36において、地盤改良（液状化対策）後の地震時における底面回転角の照査を実施した。
No. 26, No. 27, No. 30, No. 35, No. 36については、地盤改良（液状化対策）を実施することで照査を満足する。

断面		L2-1地震動						シナリオ地震動（南海・東南海地震動）					
		鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点					A点	B点				
No.26 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK	0.00	0.00	8.360	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.26 (粘性土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.17	0.03	8.360	1.68	2.00	OK	0.01	0.01	8.360	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.01	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK	0.00	0.01	8.360	0.12	2.00	OK
	シールド上	0.00	-0.01	6.375	0.16	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.27 (粘性土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.03	0.03	8.360	0.00	2.00	OK	0.02	0.01	8.360	0.12	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.30 地盤改良考慮	ボックス	0.00	-0.01	10.25	0.10	2.00	OK	0.00	-0.01	10.25	0.10	2.00	OK
	シールド上	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.35 道路構造物 地盤改良考慮	ボックス	-0.01	0.00	11.05	0.10	2.00	OK	-0.07	-0.07	11.05	0.00	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.15	0.10	6.375	0.79	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK
No.36 道路構造物 地盤改良考慮	ボックス	0.00	-0.01	12.90	0.08	2.00	OK	0.00	-0.17	12.90	1.32	2.00	OK
	シールド上	0.01	0.00	6.375	0.16	2.00	OK	0.12	0.02	6.375	1.57	2.00	OK
	シールド下	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK	0.00	0.00	6.375	0.00	2.00	OK

例 No. 26（砂質土地盤 液状化対策）
残留変形図(L2-1 完成時（高規格堤防考慮））

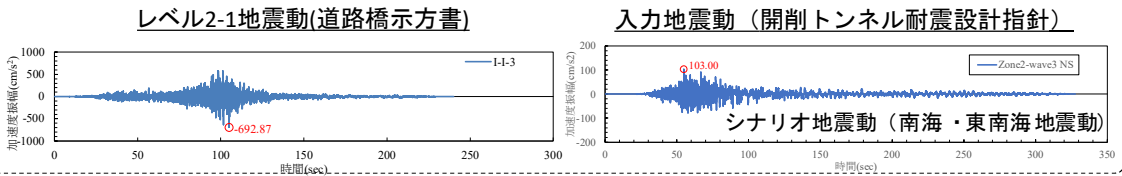


例 No. 26（砂質土地盤 液状化対策）
残留変形図(シナリオ地震動 完成時（高規格堤防考慮））



入力地震動

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



嵩上げ、拡幅等が容易であることの確認（地震時）（c2） 大臣特認項目外

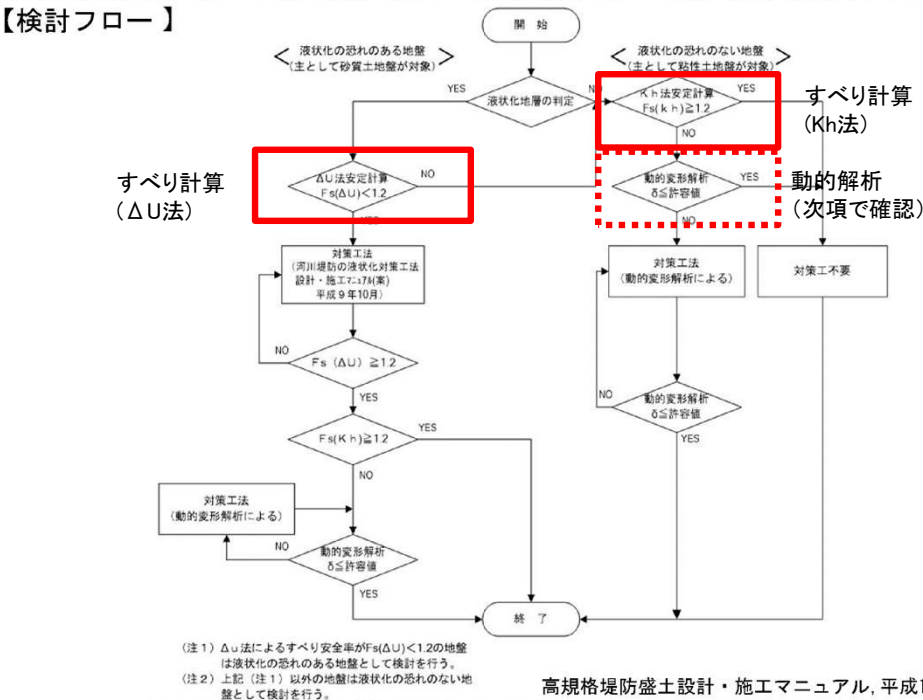
【照査目的】
高規格堤防の地震時のすべりに対する安全性
延伸部については高規格堤防が計画されている区間であるため、高規格堤防を実施する際に手戻りが生じないような事前の検討を実施することが必要となる。高規格堤防に求められる地震時における安全性について数値解析による検証を実施する。【19-23】

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

【照査項目】
地震時のすべりに対する安全率 ≥ 1.2 【19-23】

【照査手法】
 ΔU 法, Kh法

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



【地震時のすべりに対する安全性の照査結果】

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

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

※2：Kh法に対する安全率は、地震時の慣性力を考慮した円弧すべり安定計算式により算定した。

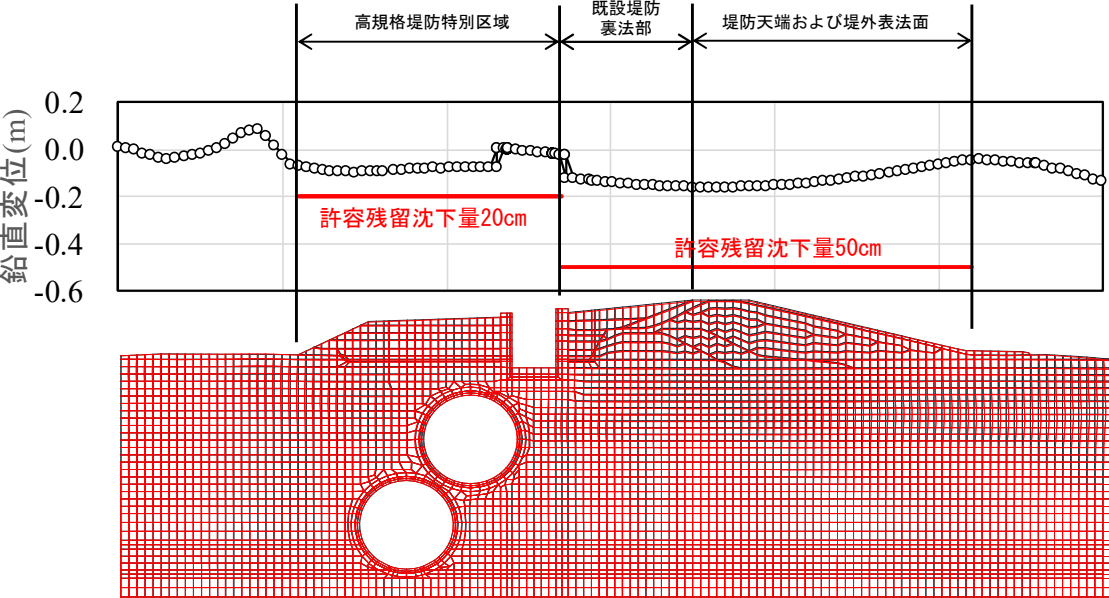
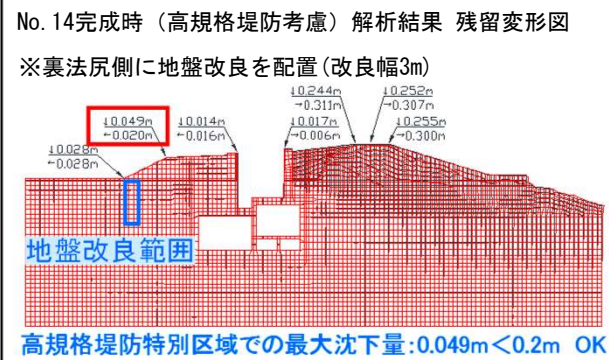
検討フローに従い、地震時のすべりに対する安全性の照査でNGとなった5断面（No. 4, No. 14, No. 15, No. 23, No. 26粘性土地盤, No. 27粘性土地盤）に対して、動的変形解析LIQCAを用いた照査を実施する。

嵩上げ、拡幅等が容易であることの確認（地震時）（c2）

大臣特認項目外

■動的解析を実施し、許容沈下量を確認した。No. 14以外の断面では照査を満足する。
No. 14の結果についてはNo. 11～No. 14において下図のとおり地盤改良を追加することで照査を満足する。

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



高規格堤防の耐震性能と許容残留変位量の目安
(高規格堤防盛土設計・施工マニュアル, 平成12年3月)

位置	位置	
	堤防天端および堤外側表法面	高規格堤防特別区域
許容残留変位量等		
現行の設計震度に相当する地震動レベルに対する耐震性能	治水機能の確保を前提とし、堤防天端については長期復旧を要しない程度の被害に留めることとする。	宅地の機能に重大な支障が生じないこととする。（すなわち、想定したレベルの地震動によって引き起こされた盛土の変状により、通常の維持管理の範疇を上回る補強工事や改築工事等の対策を要しないこととする。）
許容残留変位量の目安	堤防天端の許容残留沈下量50cm	許容残留沈下量20cm

注) 既設堤防裏法部については、公園・緑地等の長期にわたる利用が特定でき、地震による変位の影響が少ない場合に限り、堤防天端および堤外側表法面と同等の耐震性能とすることができる。

4. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討結果（耐震）

レベル2地震後の道路ボックスの継手の離れ、回転を照査(n, o, h)

判断基準：レベル2地震動に対する耐震性能照査上の堤防としての機能に影響するほどの道路ボックスの損傷が生じないこと

レベル2地震動の縦断方向の作用に対する構造部材の安全性[n, h]

以下の照手法及び照査基準に基づき、レベル2地震動の縦断方向の作用に対する構造部材の安全性を確認する

■照査手法

- 地盤のみを三次元でモデル化した等価線形式による三次元的応答解析による応答変位を求め、得られた応答変位を用いて、躯体と地盤を梁バネモデル、継手部をバネモデルで表現した応答変位法により求めた縦断的な応答変位量が道路ボックス継手部許容値を上回らないことを確認する
- 対象とする外力は、地震時の加速度応答が大きく、構造物の応答に最も厳しい、上町断層の破壊シナリオを反映して作成された最大級シナリオ地震動と、シールドトンネル設計マニュアル(阪神高速道路)に基づき、兵庫県南部地震における強震記録をもとに規定した内陸直下型のレベル2地震動とする

■照査区間

- 最も地震応答(変位)が大きくなるNo.26付近を含み、構造的に変化のある立坑やランプ坑口、地盤条件の変化の大きいNo.24～No.28を含んだ、8.8k～9.2kの区間を選定

■照査基準

- 開削トンネル耐震設計指針、シールドトンネル設計マニュアルによる下記の基準値を設定する
レベル2地震時の地盤変状による目開き量 < 構造継手の対応可能な目開き量の目安(150mm)
構造部材の発生応力度(圧縮、引張、せん断) < 道路部材の設計基準強度/材料係数
継手部材の発生せん断力 < 継手部材の設計せん断力

■照査結果

- 液状化対策や地盤沈下対策で必要となる地盤改良を考慮した3次元縦断耐震解析の結果から、躯体の圧縮応力、引張応力や継手部の目開き量やせん断応力が許容値内に収まることを確認した。

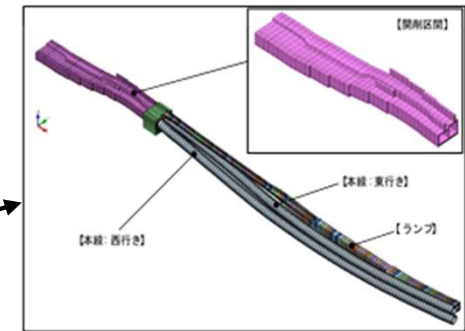
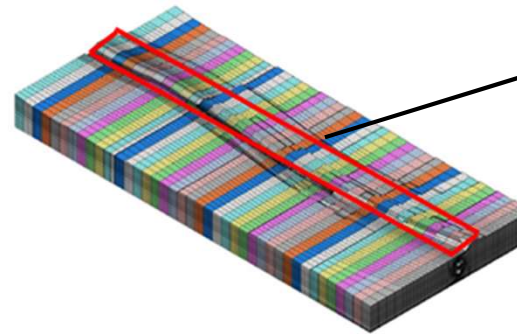
構造物損傷による堤体材料流出に伴う陥没の発生に対する安全性[o]

- 構造物損傷による堤体材料流出に伴う陥没の発生に対する安全性を確認する

■照査結果(上記照査結果を準用)

- 照査では目開き量について構造継手で対応可能な変位量として150mmとして設定した。照査断面において、地震時における目開き量が構造継手で150mm以下であることを確認し、構造物損傷による堤体材料流出に伴う陥没の発生に対する安全性を有することを確認した。

三次元的動的解析手法による応答変位の算出



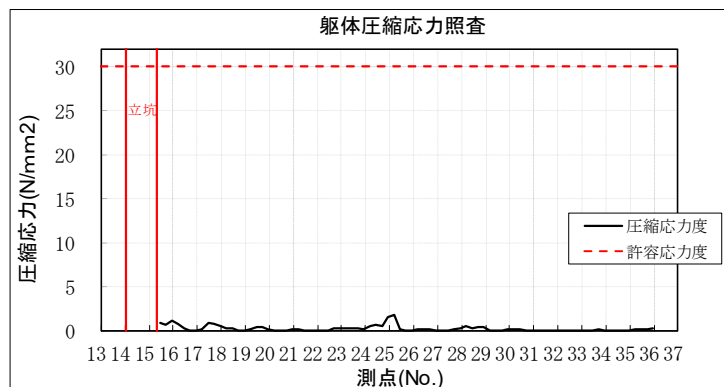
道路構造物モデル(3次元解析)

三次元的動的解析により地盤の応答変位分布を算定
↓
躯体と地盤を梁ばねモデル、継手部をバネモデルで表現した応答変位法により道路縦断方向の構造物の応答変位を算定
↓
要求性能に対する部材耐力、継手部の変位の照査
↓
構造諸元の決定

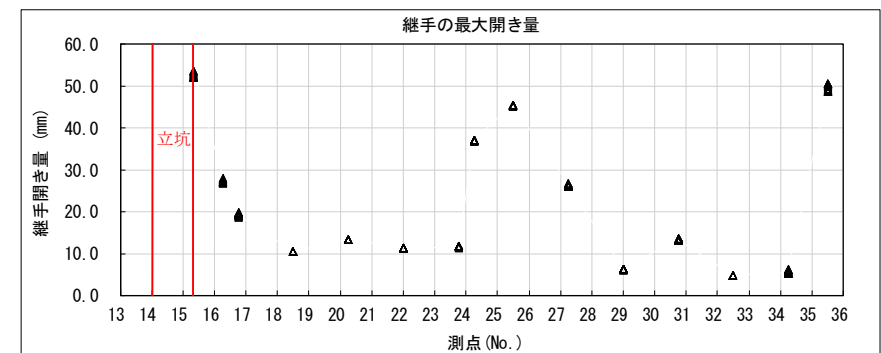


梁ばねモデルによる縦断的な応答変位量の算出

縦断耐震照査フロー



ランプ躯体の圧縮応力照査



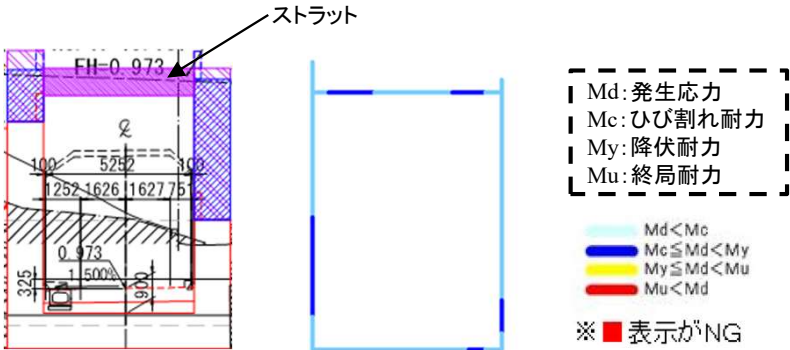
ランプ継手部の目開き量

地震後の本申請構造物の安全性(越流防止)【評価項目1】

レベル2地震動に対して耐震性能上の堤防としての機能に影響するほどの道路ボックスの損傷が生じないこと【判断基準2】

レベル2地震動の横断方向の作用に対する構造部材の安全性【m】

- レベル2地震動の横断方向の作用に対する構造部材の安全性を確認する
- 照査手法
 - 道路構造物の基準における道路ボックスへの要求性能(レベル2地震動に対して限定された損傷にとどめることを目標)を満足すれば、河川堤防としての安全性の低下に影響しないことを前提して評価(以下、道路構造物の構造照査において同様)
 - 開削トンネル設計指針に示す応答震度法により道路ボックス部材の断面力を算出し、照査基準を満足することを確認する
 - 対象とする外力は、河川構造物の耐震性能照査指針に示される標準加速度応答スペクトル(L2-1,L2-2)に合致する地震動波形として、道路橋示方書・同解説V耐震設計編に示される地震動波形と、開削トンネル設計指針に示される上町断層の破壊シナリオを反映して作成された最大級シナリオ地震動とする
- 照査断面
 - U型擁壁区間とシールド区間で縦断的に最も深くなるNo.27とNo.46を選定
- 照査基準
 - 開削トンネル耐震設計指針、シールドトンネル設計マニュアルによる下記の基準値を設定する
 - 地震時の部材の最大曲率応答塑性率 < 許容曲率塑性率
 - 地震時のせん断力 < せん断耐力
 - ボックス構造における地震時の層間回転角が許容値以下
 - 中壁が曲げ破壊になること



- 照査結果(部材の強度照査:No.27の高規格堤防時)
- 地震時の部材の最大曲率応答塑性率0.45(右側壁) < 許容曲率塑性率26.58
- 地震時に発生するせん断力 384 kN(左側壁) < せん断耐力 567 kN
- ※その他の函体についても基準を満足することを確認
- ・構造体(各函体)毎に照査を実施、地震時における各照査基準を満足しており、レベル2地震動の横断方向の作用に対する構造部材の安全性を有することを確認した

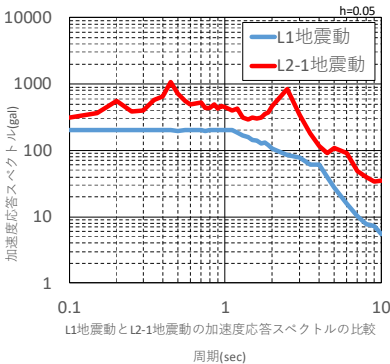
レベル1地震動に対して道路ボックス上の健全性が損なわれないこと【判断基準2】

レベル2地震動の作用に対する道路ボックスの安定性【a】

- レベル2地震動の作用に対する道路ボックスの安定性を確認する
- 照査手法
 - レベル2地震動による慣性力に対し、転倒、滑動、地盤の支持力に対する安定性を確認する
- 照査断面
 - U型擁壁区間で最も縦断的に深くなるNo.27を選定
- 照査基準
 - それぞれ以下の基準類から設定する
 - 滑動 滑動力に対する安全率 $F_s > 1.2$ (道路土工 擁壁工指針、カルバート工指針)
 - 転倒 荷重の合力の偏心距離 $|e| \leq$ 底面幅 $B/3$ (道路土工 擁壁工指針、カルバート工指針)
 - 地盤の支持力 (道路土工 擁壁工指針、カルバート工指針)
 - 道路ボックス底面地盤 地盤の極限支持力 $Q_u/2 >$ 地盤反力 Q_c
 - 道路ボックス下の改良地盤の支持層の許容支持力 $>$ 改良地盤底版部の地盤反力
- ・対象とする外力(設計震度)
- 【滑動、転倒、道路ボックス底面地盤の支持力の照査】
 - レベル2地震動(Ⅲ種地盤) (道路土工 擁壁工指針)
- 【道路ボックス底版下の地盤改良の支持力に対する照査】
 - レベル2地震動(Ⅲ種地盤) (土木研究所資料 河川堤防液状化対策の手引き)
- 照査結果
 - ・照査対象断面において、地震時における滑動、転倒、地盤の維持力が照査基準値を満足することを確認し、レベル2地震動の作用に対する道路ボックスの安定性を有することを確認した。

レベル1地震動の横断方向の作用に対する構造部材の安全性【r】

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



(滑動・転倒・地盤の支持力の照査結果)

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

U型擁壁区間で最も土圧・揚圧力が大きくなるNo.27で照査を実施

施工時の仮締切堤欠損等の復旧作業を早期に行うことが可能な作業ルートの設定

- 評価項目1：地震による損傷が生じた場合にそれを確認できる構造であること
- 評価項目2：地震による損傷が生じた場合に迅速な補修が可能な構造であること

【復旧シナリオ】

- 兵庫県南部地震で被災した淀川堤防(西島地区)の実績を踏まえて、復旧シナリオを想定
- 被災時には、第1次緊急復旧として、14日以内を目標に盛土による緊急復旧を行う。

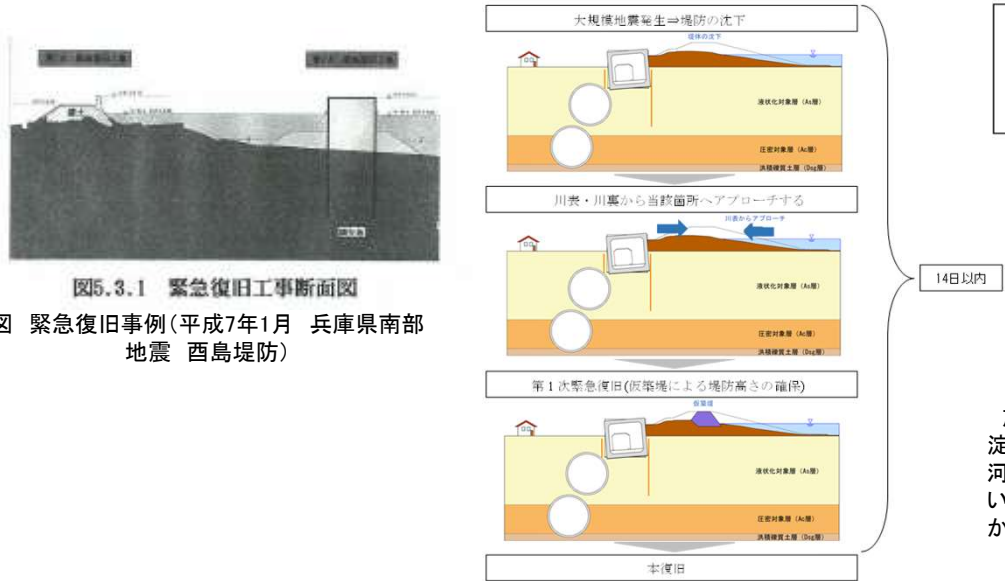


図 緊急復旧事例(平成7年1月 兵庫県南部地震 西島堤防)

図 第1次緊急復旧シナリオ(案)

表 土量収支

対象区間				確保土量	緊急復旧に必要な土量	残土	延長	土量収支
区間	締切タイプ	対象範囲	道路測点	m ²	m ²	m ²	m	m ³
2期線	-	Np. 43～244 (4)	43 ～ 244 (4)	2	-	2	1140	2,460
国道423号より上流	B1	No. 4～12	4 ～ 12	43	50	-9	160	-1,400
	-	No. 12～14	12 ～ 14	-	-	-	40	-
	B1	No. 14～21	14 ～ 21	51	49	2	140	242
	C	No. 21～22	21 ～ 22	0	46	-46	20	-919
仮置きヤード	B1	No. 22～46	22 ～ 46	16	43	-27	490	-13,255
	-	姫島	-	-	-	-	-	3,000
	-	北港西	-	-	-	-	-	12,000
計				110	188	-80	1990	2,128

【復旧作業ルートの確保】

- 大規模な損傷を受けた堤防の復旧を行えるよう、緊急復旧時の作業、土砂運搬ルートを確保(地震後の点検、堤防高不足分の盛土時も同様のルート)
 - 工事範囲における堤防復旧位置へのアクセスルート
- ①緊急用河川敷道路(W=7m)
 - ②河川管理用通路(W=7m)
 - ③淀川南岸線の1車線を利用し、仮設坂路を設置(W=4m程度)
 - ④左岸線道路ボックス上は通行可能(崩壊している場合は安全確保の上必要に応じて埋土により確保)



施工時には掘削土を仮置きしているため、緊急時には仮置きヤードから運搬する。淀川左岸線、神戸線が緊急輸送路として活用されることから、これらを活用した運搬もしくは河川から船を利用した運搬によって必要な土量の確保が可能と考えている。施工区間においては、車両の輻輳が考えられるが、①～④の複数のルートを確保できることから、いずれかのルートを利用することで仮築堤による第1次緊急復旧を行う。



- 無対策の検討対象断面において、道路構造物の残留沈下量（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（圧密沈下対策工要否の検討）。
- 圧密沈下による、堤防高の不足を起こさないことを目的として、設定余盛高と最終沈下量を比較する。
- 道路構造物とデルタ部の残留沈下量の差による剥離に起因した水みちの発生を照査するため、残留沈下量の比較を行う。

圧密作用に対する安全性検証(y, z)

【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
シールトンネル（平成29年4月 阪神高速道路株式会社）
- 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）
- 小規模建築物基礎設計指針（平成20年度（社）日本建築学会）

【照査項目】

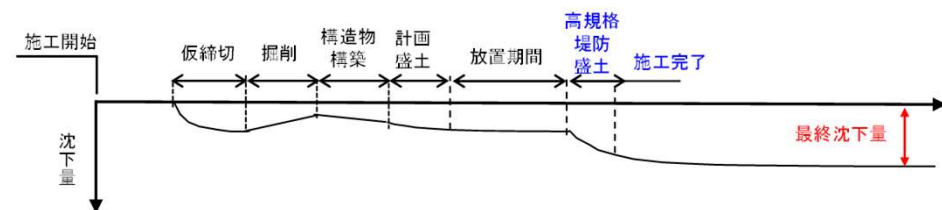
- ①道路構造物の沈下に対する安全性・供用性（圧密沈下対策工要否の検討）（z）
- ・道路構造物の残留沈下量 < 許容残留沈下量（10cm）

【残留沈下量の考え方（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

対策工要否検討における検討条件：高規格堤防上載荷重（10kN/m²）考慮、盛土荷重は解析上最も厳しい条件として、道路構造物構築後に盛土が瞬時に構築されることを想定する。

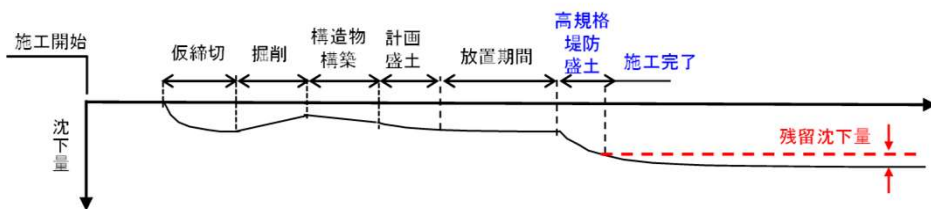
②圧密沈下に伴う堤防高の確保(y)

- ・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



③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(z)

- ・道路構造物構築後も施工ステップ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）
- ・圧密終了時の道路構造物の傾斜勾配 < 許容傾斜勾配（2%）



- ・道路構造物とデルタ部の残留沈下差 < 許容残留沈下量（10cm）

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

高規格堤防特別区域の残留沈下量は20cm以下とする。ただし、設計時の残留沈下量（設計残留沈下量）は10cmを目標とする。（出典：「高規格堤防マニュアル」より引用）

④道路構造物の継手からの漏水・土砂流入に対する安全性

- ・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）(h)

【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）】

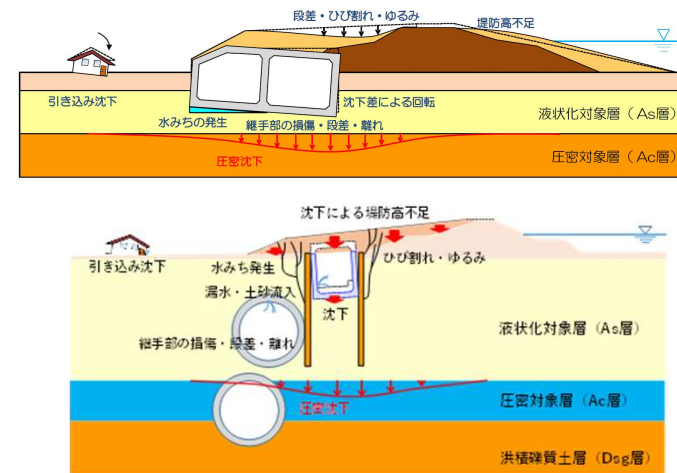
躯体、継手、地盤を弾性床土上の梁モデルとした解析から求めた結果、継手のせん断力が許容値を満足する地盤沈下量（相対変位量）は10cm程度となる。地震時の地盤変位が別途発生することから、圧密沈下に伴う道路の機能確保のために継手部の許容相対変位量は5cmと設定する。

⑤周辺地盤の沈下・傾きに対する安全性

- ・最大傾斜角発生時及び圧密沈下終了時の傾斜角 < 3/1000

【照査基準：許容傾斜角の考え方（淀川左岸線（2期）の照査基準と同様）】

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

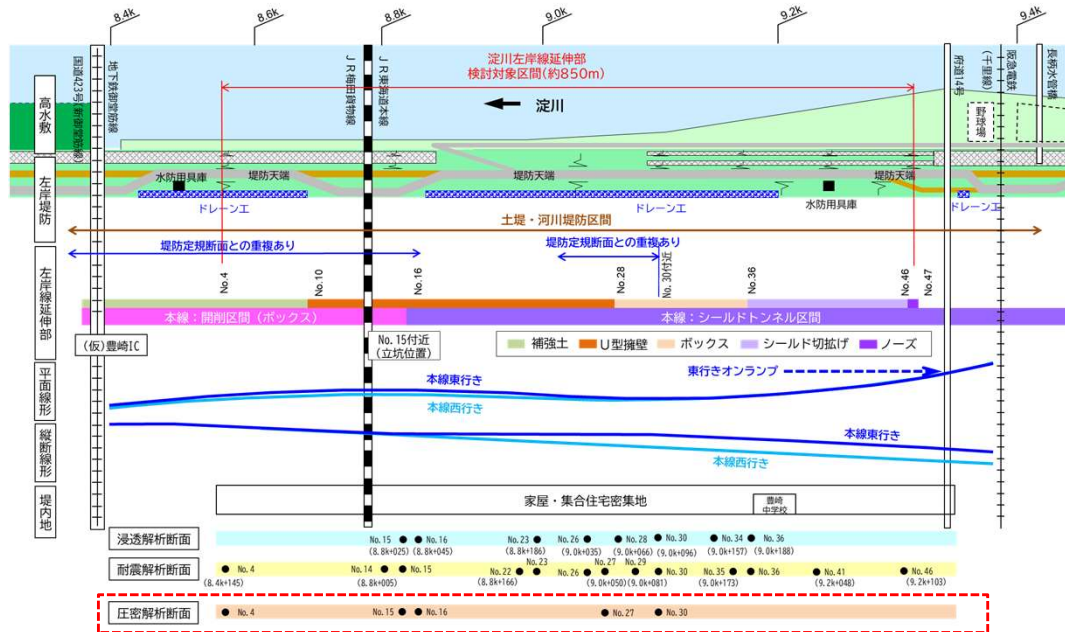


【照査手法】

初期状態～施工時～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、照査項目①は、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。

検討対象断面の平面位置

- ・ 検討対象断面の平面位置を以下に示す.



圧密に関する検討断面の選定の考え方

- ・淀川左岸線延伸部では2期の考え方を踏襲しつつ、延伸部特有の地層構成、道路構造、土留め壁の延長等を考慮したカテゴリーに分類し、その中で圧密作用に対して大きな影響を与える断面を選定。
- ・圧密変形時は堤防の変形量に対してはのり尻部の地盤状況が影響する。のり尻の地盤が急激に下がるなど、地表面形状が大きな影響を及ぼすことが予想されるため、のり尻からの水平部地盤長の長さを因子として設定する。
- ・断面選定時点では、遷移区間(No.24～No.28)について、圧密沈下現象の影響が大きくなるように、対象とする地層を粘性土(Ac2)として断面検討を実施する。
- ・川表側の矢板は堤防の安全性を向上させるため、矢板は施工しない状態を想定して断面選定を行う。また地盤対策(固結工法)も同様に安全性を向上させるため、地盤対策のモデル化は行わず、原地盤でモデル化を実施する。

【検討断面選定の指標】

◇ 增加荷重

増加荷重の大きい箇所を選定.

◇ 軟弱粘性土層厚

層厚の厚い箇所を選定.

土留め壁と軟弱粘性土の位置関係を考慮.

【カテゴリーについて】

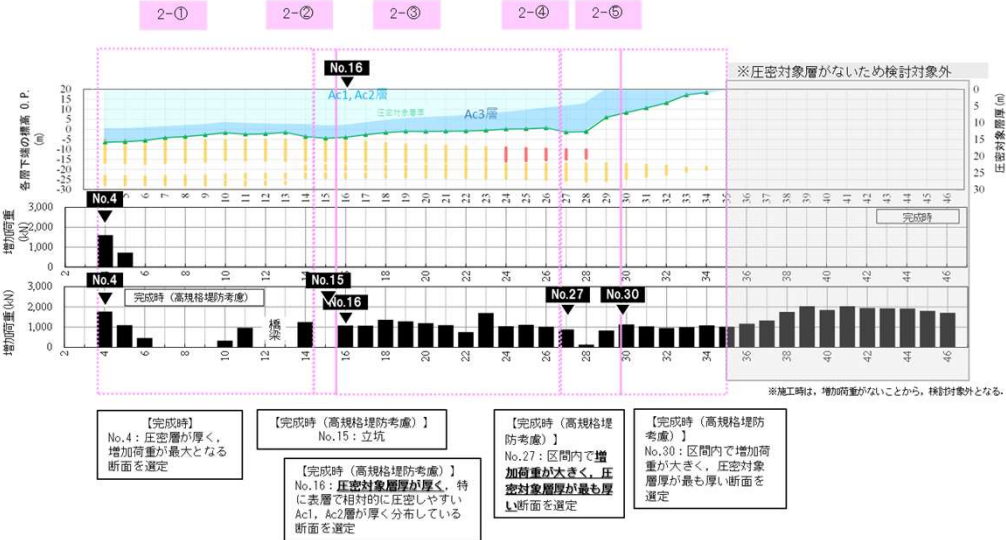
- 2-②：立坑部であり構造が大きく異なる区間。
2-③：川表の水平部地盤長と軟弱地盤層厚との相関がほぼ同じで、ランプがシールドのほぼ直上に位置する区間。
2-④：ランプが堤防とシールドの間に存在する区間。
2-⑤：ランプが堤防とシールドの間に存在し、SMW連続壁が残置される区間
※No.35～No.46では圧密対象層が存在しないため、除外

圧密カテゴリー分類

測点No.		4	10	15	20	25	30	35	40	45	46
道路構造	本線	開削ボックス			立坑	シールドトンネル					
	ランプ				掘削・掘削			開削ボックス (地上発出)	開削ボックス (地下建設)	本線シールド切替	
土留め壁	構造	地中連続壁			鋼矢板 (完成時撤去)			鋼矢板	地中連続壁		
	長さ	20m	>20m	20m	58m	H≤10m		15mCH≤20m	>20	20mCH≤30m	H>30m
	地盤	粘性土層が厚く分布				遷移区間 粘性土層が厚く分布		砂質土層が厚く分布 (深部に粘性土層が存在)		砂質土層が厚く分布	
川表の状況 (水平部地盤長)		L<1.5×軟弱地盤層厚									
Step1 カテゴリー		1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	1-⑥	1-⑦	1-⑧	1-⑨	1-⑩
Step2 カテゴリー	完成時	2-①									1-⑩
	完成時 (高規格堤防考慮)	2-①	2-②			2-③		2-④		2-⑤	
	施工時										

- 圧密沈下による、堤防高の不足を起こさないことを目的として、設定余盛高と最終沈下量を比較する。
- 道路構造物とデルタ部の残留沈下量の差による剥離に起因した水みちの発生を照査するため、残留沈下量の比較を行う。

断面選定



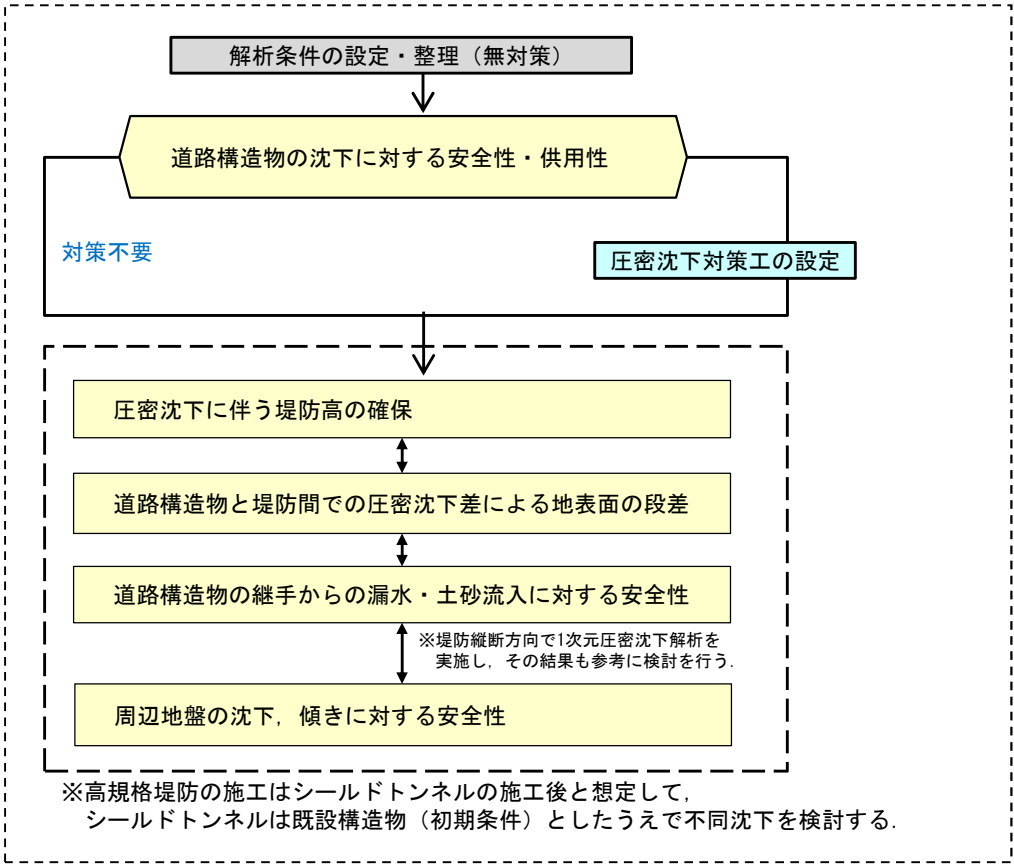
検討断面の抽出

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

川表に矢板を設置する区間 (No. 4～No. 22)

地層の遷移区間 (No. 24～No. 28)

検討フロー



地盤特性の整理

・当該区間では、堤内側、堤体部、堤外側のボーリングデータがあるため、解析断面近傍の室内試験から得られた結果を、各解析断面のパラメータ設定に用いる。

地層	解析に用いる土質パラメーター（圧縮指数 C_c ）				
	No. 4	No. 15	No. 16	No. 27	No. 30
Ac1	-	0.270	0.270	-	-
Ac2（上）	0.508	0.682	0.068	0.660	-
Ac2（中）	0.565	0.386	0.039	-	-
Ac2（下）	0.270	0.270	-	-	-
Ac3	0.394	0.410	0.041	0.310	0.310

地層	解析に用いる土質パラメーター（過圧密 OCR ）				
	No. 4	No. 15	No. 16	No. 27	No. 30
Ac1	-	2.91	2.91	-	-
Ac2（上）	1.08	1.3	1.3	1.19	-
Ac2（中）	1.91	1.63	1.63	-	-
Ac2（下）	1.97	1.97	-	-	-
Ac3	2.37	1.38	1.38	2.62	2.62

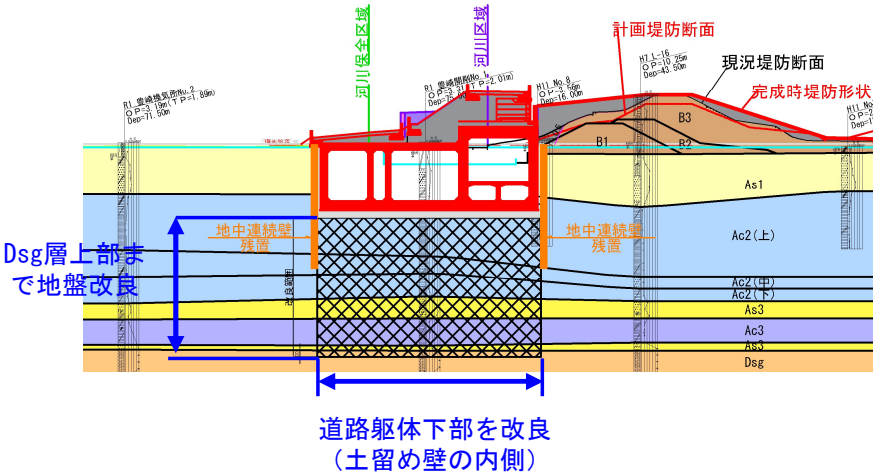
設定土質	解析に用いる土質パラメーター（単位体積重量 γ_s ）(kN/m ³)				
	No. 4	No. 15	No. 16	No. 27	No. 30
B（改修・修補）	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
B（改良）	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
B（運河埋立）	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
As1	19.2	19.2	19.2	19.2	-
As2	-	-	-	-	18.5
Ac2（上）	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8
Ac2（中）	17.1	17.1	17.1	-	17.1
Ac2（下）	18.2	18.2	18.2	-	18.2
As3	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
Ac3	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Dsg	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
0c27	-	-	-	-	18.0

設定土質	解析に用いる土質パラメーター（変形係数 E_s ）(kN/m ²)				
	No. 4	No. 15	No. 16	No. 27	No. 30
B（改修・修補）	4,200	12,600	12,600	4,200	4,200
B（改良）	4,200	12,600	12,600	7,000	7,000
B（運河埋立）	1,400	9,100	9,100	4,200	4,200
As1	15,000	9,585	9,585	7,291	-
As2	-	-	-	-	7,840
Ac2（上）	-	-	-	-	-
Ac2（中）	-	-	-	-	-
Ac2（下）	-	-	-	-	-
As3	16,100	14,700	14,700	15,400	-
Ac3	-	-	-	-	-
Dsg	94,800	48,700	48,700	20,300	19,600
0c27	-	-	-	-	14,000

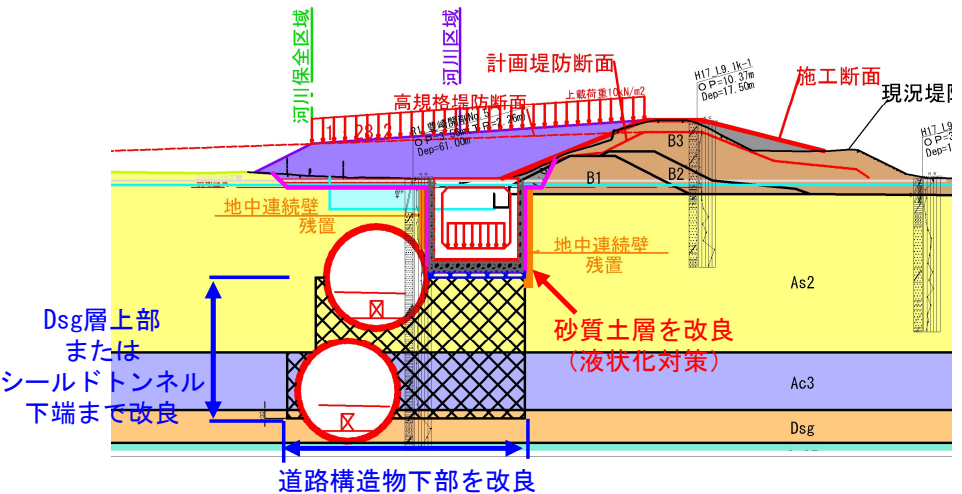
対策工の設定

淀川左岸線延伸部の堤防に対して圧密沈下対策工を行う際、固結工法による地盤対策を考慮し解析を行う。

■開削ボックス区間の対策範囲（案）



■シールドトンネル区間の対策範囲（案）



照査結果：道路構造物の沈下に対する安全性・供用性（z）

・道路構造物の残留沈下量は、No.15を除く4断面において、許容残留沈下量（10cm）を満足しない。立坑位置であるNo.15の残留沈下量は10cm未満で照査基準を満足し、対策工は不要である。よって立坑を除き、圧密対象層が確認されているNo.4～No.34までの区間は圧密沈下対策が必要となる。

解析断面			地盤条件	道路構造物中央 残留沈下（cm）	許容値 （cm）	判定	対策工 の要否	参 考	
								最大沈下量（cm）	発生位置
完成時	No. 4	矢板なし	無対策	27.5	10	NG	必要	34.9	道路構造物 右端部 （道路構造物 右端部）
		矢板あり	無対策	27.5	10	NG	必要	35.0	道路構造物 右端部
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	無対策	28.4	10	NG	必要	34.9	道路構造物 右端部
		矢板あり	無対策	28.4	10	NG	必要	35.0	道路構造物 右端部
	No. 15（立坑）		無対策	0.4	10	OK	不要	0.9	道路構造物 左端部
	No. 16		無対策	12.7	10	NG	必要	14.7	道路構造物 左端部
	No. 27※	粘性土	無対策	23.9	10	NG	必要	26.3	道路構造物 左端部
		砂質土	無対策	10.5	10	NG	必要	11.0	道路構造物 右端部
	No. 30		無対策	15.8	10	NG	必要	16.0	道路構造物 右端部

高規格堤防盛土

堤防の埋戻し
（暫定形状の計画盛土含む）

No. 15 モデル化概要

圧密沈下対象層

照査結果：圧密沈下に伴う堤防高の確保（y）

・堤防天端の最終沈下量は、いずれの断面も許容値である設定余盛高（30cm）を満足する。No.15は立坑位置で、施工時に堤防を大きく掘削する。そのため、仮堤防の盛土量が他の断面より多く、堤防天端付近で圧密沈下が大きく発生している。

・施工時にモニタリングしながら、段階的な余盛を行うことで圧密沈下に伴う堤防高は確保できることを確認

解析断面			地盤条件	堤防天端の 最終沈下 （cm）	設定余盛高 （cm）	判定
完成	No. 4	矢板なし	対策工	11.6	30	OK
		矢板あり	対策工	12.2	30	OK
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	対策工	11.6	30	OK
		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	3.4	30	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	9.7	30	OK
		砂質土	対策工	8.5	30	OK
	No. 30		対策工	9.4	30	OK

<No. 15の施工時断面>
施工時に堤防を大きく掘削するため、他の断面に比べ仮堤防の盛土量が多い。

<圧密沈下に伴う堤防高の確保>
算定される圧密沈下量から、下図に示す天端高の不足を補うための余盛高を設定することを考慮して照査を行う。

※No.27断面のAs1層の下位にある地層は、遷移層と評価して粘性土Ac2（上）と砂質土As2のそれぞれで評価

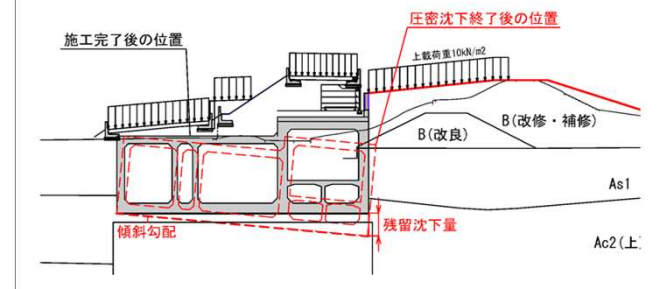
照査結果：道路構造物と堤防間での圧密沈下差による地表面の段差(z)

・No.15断面を除き、基礎地盤を固結工法による地盤改良した場合、道路構造物の残留沈下量および圧密終了時の道路構造物の傾斜勾配は、いずれの断面においても許容残留沈下量(10cm)および許容傾斜勾配(2%)を満足する。たとえ不同沈下が生じても容易に修復できる範囲に収まっているものと考えられる。

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

<道路構造物における残留沈下量>

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

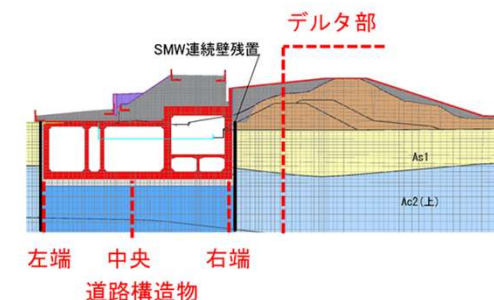


・No.15断面を除き、基礎地盤を固結工法による地盤改良した場合、道路構造物とデルタ部の残留沈下差は、いずれの断面においても許容残留沈下量(10cm)を満足する。残留沈下量差は、最大で1.7cm程度と微小であるため、残留変形による水みちは発生しないと考えられる。

解析断面			地盤条件	残留沈下量				道路構造物右端と デルタ部の残留 沈下差 (cm)	許容値 (cm)	判定
				道路構造物 左端 (cm)	道路構造物 中央 (cm)	道路構造物 右端 (cm)	デルタ部 (cm)			
完成時	No. 4	矢板なし	対策工	0.1	0.1	0.2	1.8	1.6	10	OK
		矢板あり	対策工	0.1	0.1	0.3	2.0	1.7	10	OK
完成時 高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	対策工	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	10	OK
		矢板あり	対策工	0.1	0.1	0.1	0.6	0.5	10	OK
	No. 15 (立坑)		無対策	0.1	0.1	0.1	1.7	1.6	10	OK
	No. 16		対策工	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	10	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	0.2	0.3	0.4	1.1	0.7	10	OK
		砂質土	対策工	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	10	OK
	No. 30		対策工	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	10	OK

<道路構造物とデルタ部の残留沈下差>

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



※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Ac2(上)と砂質土As2とそれぞれで評価

4. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討結果（圧密） 【盛土・構造物設置に伴う地盤変状による影響検討】

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 (h)

・No.15断面を除き、基礎地盤を固結工法により地盤改良した場合、圧密沈下に対する縦断方向の相対変位は、いずれの断面も許容残留沈下差(5cm)を満足する。圧密沈下に対する相対変位は許容値である5cmを満足するとともに、変形性能が高い仕様の構造継手を採用することで変形に対する対応が可能である。

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低いと考えられ、漏水・土砂の流入に対する安全性が確保できるものとする。

解析断面			地盤条件	道路構造物の安全性、供用性						継手部の安全性、供用性		
				残留沈下量 (cm)	許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定	躯体沈下量の相対変位 (cm)	許容値 (cm)	判定
完成時	No. 4	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
		矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
完成時高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
		矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK			
	No. 15 (立坑)		無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK	矢板なし： 0.0 矢板あり： 0.0	5	OK
	No. 16		対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK	0.0	5	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	0.3	10	OK	0.4	2	OK	粘性土：0.2 砂質土：0.1	5	OK
		砂質土	対策工	0.0	10	OK	0.3	2	OK	粘性土：0.2 砂質土：0.1	5	OK
	No. 30		対策工	0.1	10	OK	0.2	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Ac2（上）と砂質土As2とそれぞれで評価

照査結果：周辺地盤の沈下、傾きに対する安全性 (B2)

・家屋の傾斜角は、いずれの断面も許容値(3/1000)を満足する。よって、施工開始から高規格堤防による圧密完了までの期間において、圧密沈下で周辺環境を悪化させる可能性は低いものと判断する。

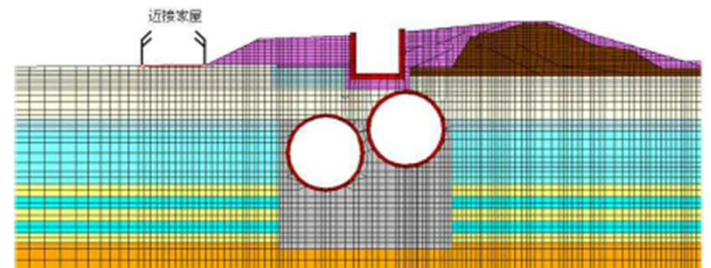
解析断面			地盤条件	家屋の傾斜角 X / 1000		許容値	判定
				最大傾斜角発生時	圧密沈下終了時	Xa / 1000	
完成時	No. 4	矢板なし	対策工	0.26	0.25	3	OK
		矢板あり	対策工	0.26	0.25	3	OK
完成時高規格堤防考慮	No. 4	矢板なし	対策工	0.26	0.24	3	OK
		矢板あり	対策工	0.26	0.25	3	OK
	No. 15 (立坑)		無対策	1.22	1.18	3	OK
	No. 16		対策工	0.42	0.42	3	OK
	No. 27※	粘性土	対策工	0.10	0.10	3	OK
		砂質土	対策工	0.10	0.10	3	OK
	No. 30		対策工	0.34	0.34	3	OK

※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Ac2（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>

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

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



交通振動による堤防のひび割れ、水みちの発生に対する安全性

評価項目：道路ボックスが存在することに起因して堤防機能に影響するほどの水みちが生じない設計であること

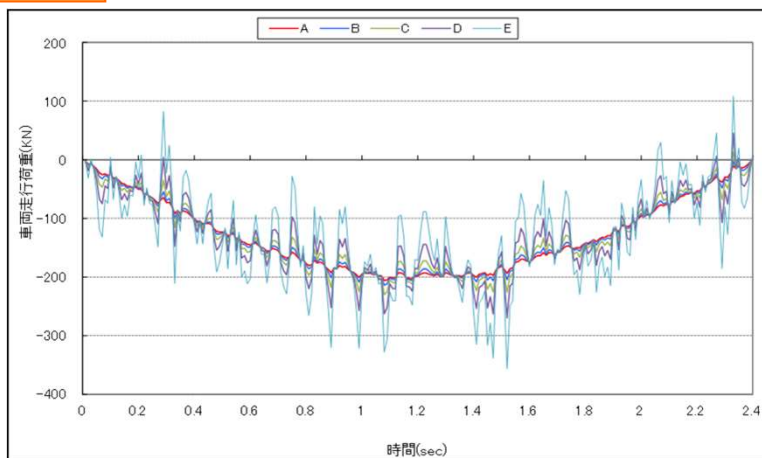
- 交通振動によって、構造物と地盤の間に剥離が生じ、水みち発生が懸念されるため、交通荷重による荷重を外力として、剥離量の照査を行う。
- 老朽化に対しては、「淀川左岸線(2期)一体構造物モニタリングの手引き(案)」を作成し、これに基づいて点検を実施することで対応する。

既往基準類の適用上の課題（交通振動）

- 適用上の課題
 - ・既往基準が定められていないため、照査手法を検討する必要がある。
- 左岸線での実施内容
 - ・交通振動による荷重を外力とした動的応答解析手法を用いて、その影響を評価する。

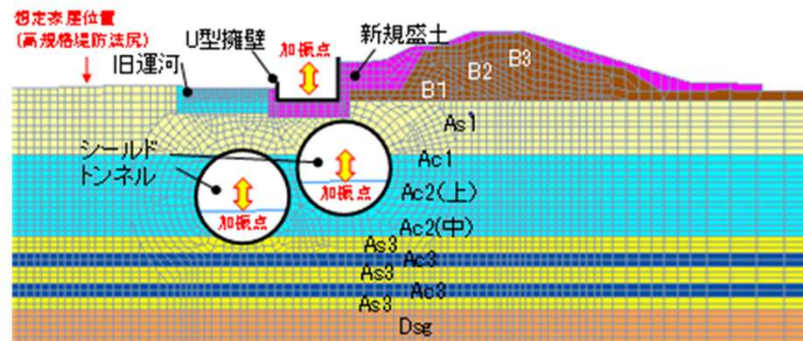
検討条件（交通振動）

- 検討手法
 - ・動的応答解析手法
- 交通振動荷重
 - ・20t相当の大型車両を
時速60kmで走行



解析モデル（交通振動）

- ・地盤：R-Oモデル
- ・道路構造物と地盤の間：ジョイント要素



構造物が近接するNo.16を代表断面として選定（固結工法は未採用）

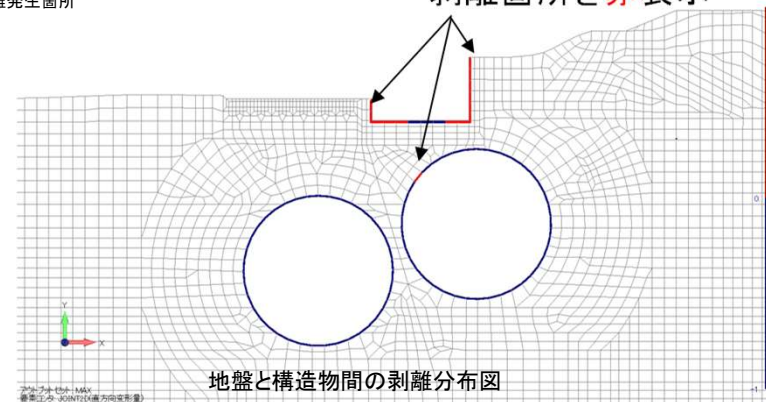
構造物周辺の剥離量の照査

大型車通過台数100台時の剥離分布図

地盤と構造物間の剥離分布

— 剥離発生箇所

剥離箇所を赤表示



- ・大型車通過台数100台時には、躯体底面および側面に剥離が生じるが、道路ボックス周辺の全周に発生しない。
- ・交通振動による水みち発生を起こさないと判断される。

延伸部では固結工法を採用するため、交通荷重による道路ボックスの変形量が抑えられる。変形自体が小さくなるため、道路ボックスとそれを取り囲む周辺地盤との剥離は生じにくくなることが予想される。

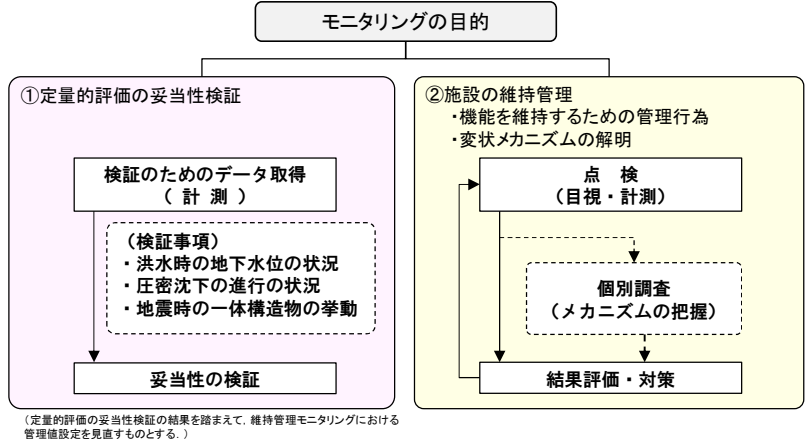
なお、左岸線(2期、追加区間)では、解析の妥当性を評価するためにも、現地計測による評価を実施することとなっているため、延伸部についても、同様の対応を行うことで、交通振動による水みちの発生に対する安全性を確保する。

変状把握可能なモニタリング項目の設定(u,s)

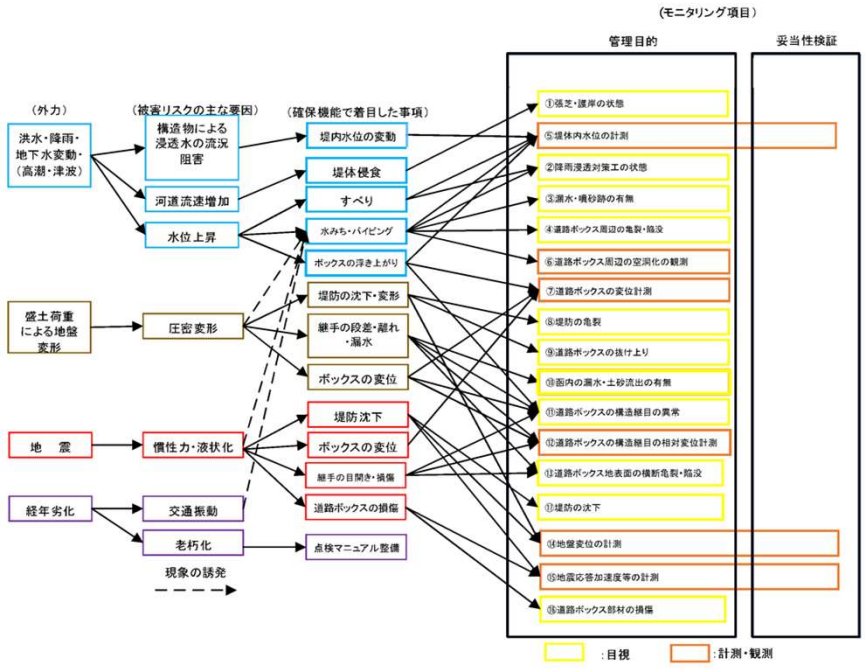
判断基準 : 堤防の安全性に影響する変状が生じた際にそれを確認できる構造であること

モニタリングの目的

- 維持管理、モニタリングの目的は大きく以下の二つに分類。
 - ①不確実性を含み解析等の妥当性を検証する。
 - ②これまでにない構造物が有する機能を維持するための管理行為及び変状メカニズムの解明。



被害シナリオから導いたモニタリング項目



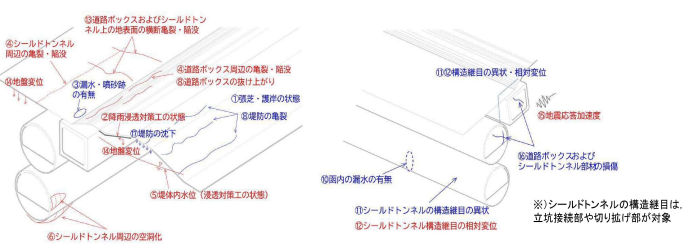
点検項目の抽出(s)

■維持管理モニタリング項目一覧

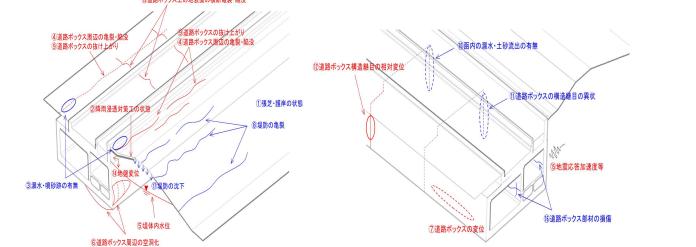
番号	モニタリング項目	方法
①	張芝・護岸の状態	目視
②	降雨浸透対策工の状態	目視
③	漏水・噴砂跡の有無	目視
④	道路構造物周辺の亀裂・陥没	目視
⑤	堤体内水位	計測
⑥	道路構造物周辺の空洞化	計測
⑦	道路構造物の変位	計測
⑧	堤防の亀裂	目視
⑨	道路構造物の抜け上がり	目視
⑩	断面内の漏水の有無	目視
⑪	道路構造物の構造継目の異常	目視
⑫	道路構造物の構造継目の相対変位	計測
⑬	道路構造物上の地表面の横断亀裂・陥没	目視
⑭	地盤変位	計測
⑮	地震応答加速度等	計測
⑯	道路構造物部材の損傷	目視
⑰	堤防の沈下	目視

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

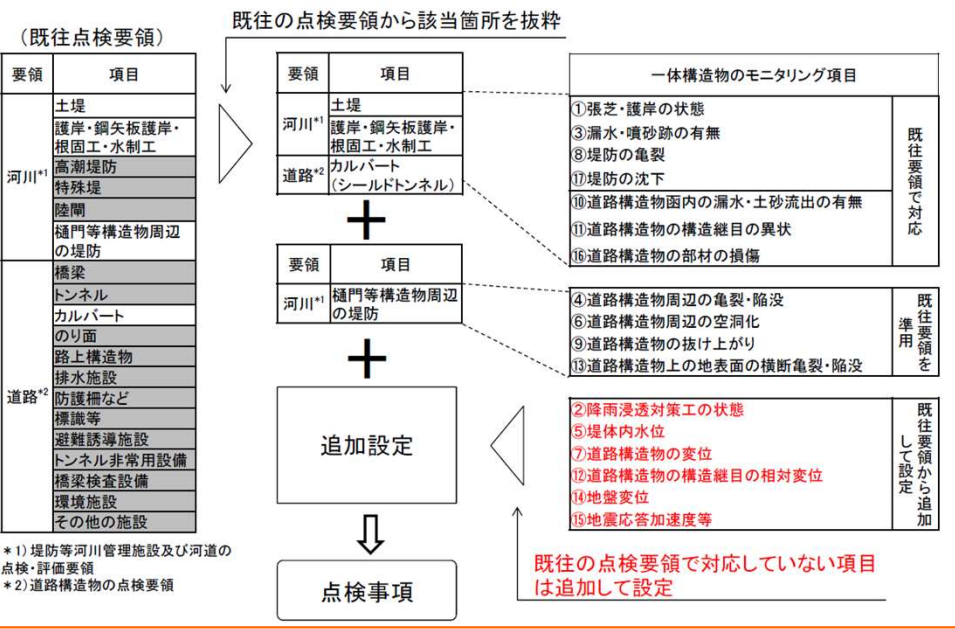
■想定される損傷状況とモニタリング項目 (シールドトンネル区間)



■想定される損傷状況とモニタリング項目 (開削ボックス区間)



■点検要領の整理



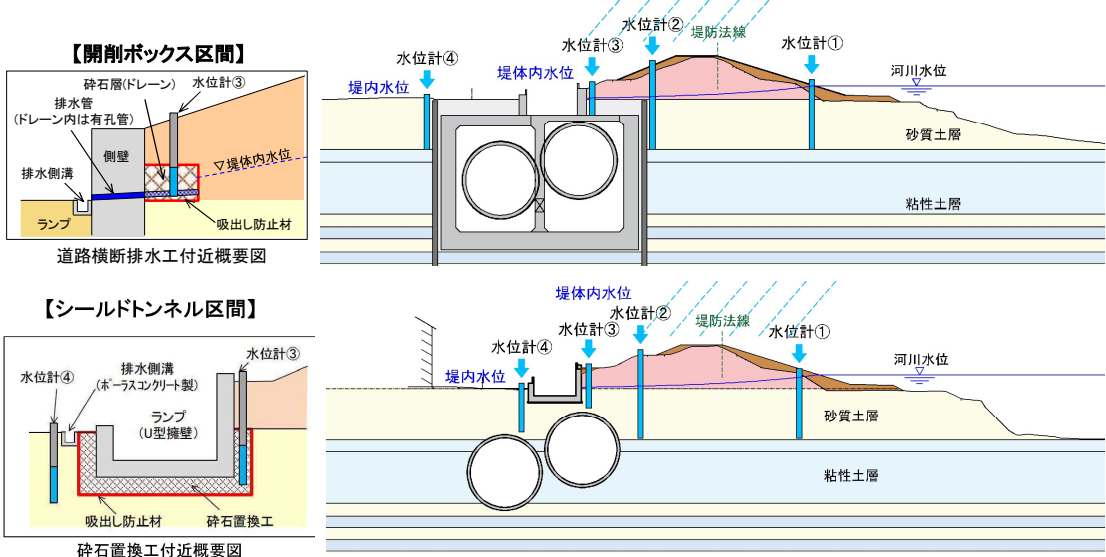
定量的評価の妥当性モニタリングについて(a2,d2)

■妥当性検証モニタリング まとめ

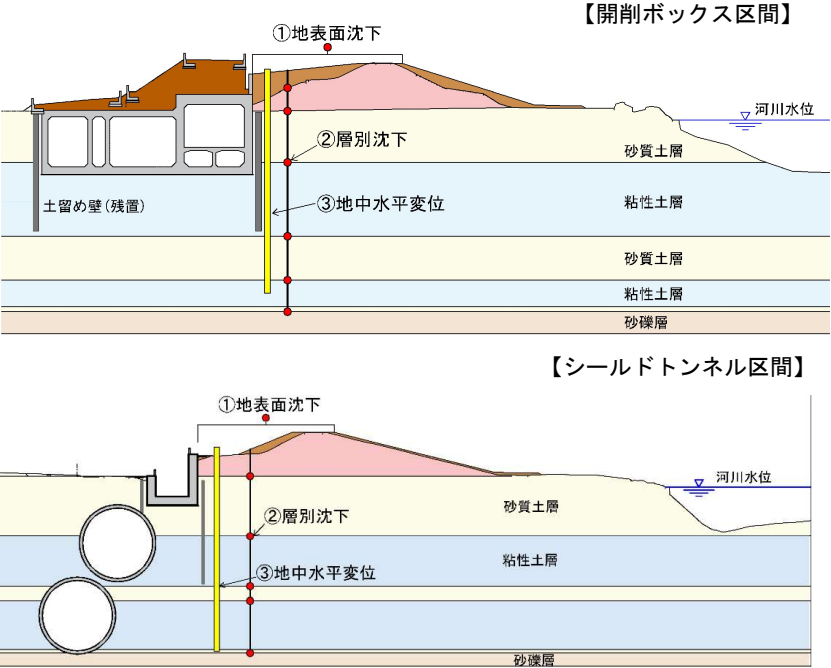
維持管理上、即時の対応が求められる内容についてはリアルタイム計測についても河川管理者とともに検討を実施する。

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)	巨大地震発生(例、南海トラフ)など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)
計測箇所の例	・ボックス区間: No.4, No.15 ・シールド区間: No.26, No.30, No.34	・ボックス区間: (No.4) ・シールド区間: (No.27) ※地表面変位はの例(No.9, 14, 16, 19, 23, 30, 34)	・ボックス区間: No.4 ・シールド区間: No.30
断面上の位置	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とする。	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)

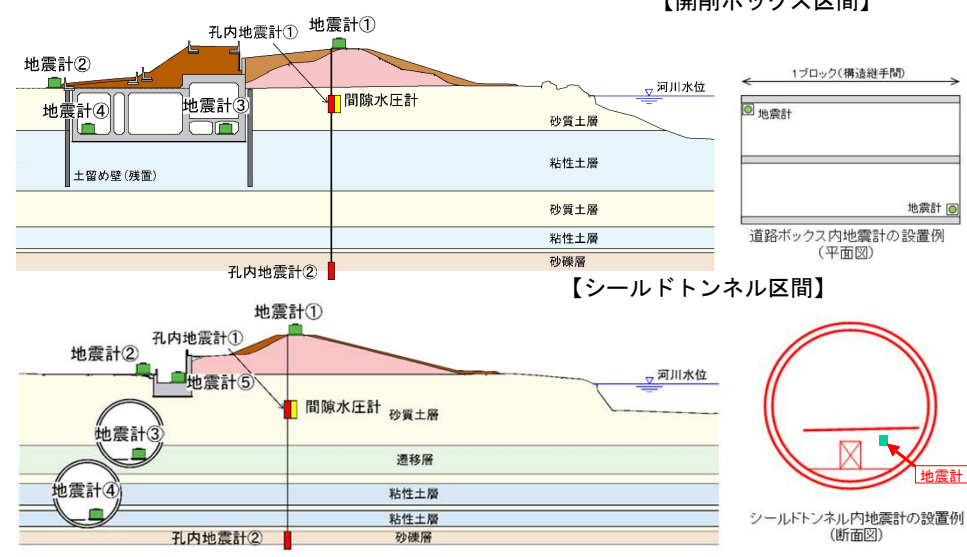
■ (1) 洪水時の地下水状況 (計測機器配置)



■ (2) 圧密沈下の進行状況 (計測機器配置)



■ (3) 地震時の一体構造物の挙動 (計測機器配置)

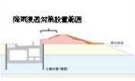


維持管理モニタリング 点検・計測方法(u)

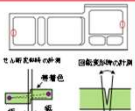
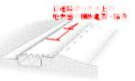
■維持管理モニタリング まとめ

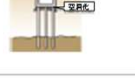
番号	モニタリング項目	方法	要領	実施時期						
				常時		非常時			個別調査時	継続計測
				出水期前	台風期	出水後	豪雨後	地震後		
①	張芝、護岸の状態	目視	河川点検要領	○	○	○	○	○		
②	降雨浸透対策工の状態	目視	追加設定	○	○	○	○	○		
③	漏水、噴砂跡の有無	目視	河川点検要領	○	○	○				
④	道路構造物周辺の亀裂、陥没	目視	河川点検要領	○	○	○		○		
⑤	堤体内水位	計測	追加設定	○	○	○	○			○
⑥	道路構造物周辺の空洞化	計測	河川点検要領						○	
⑦	道路構造物の変位	計測	追加設定						○	
⑧	堤防の亀裂	目視	河川点検要領	○	○	○		○		
⑨	道路構造物の抜け上がり	目視	河川点検要領	○	○	○		○		
⑩	函内の漏水、土砂流出の有無	目視	道路点検要領	○	○	○	○	○		
⑪	道路構造物の構造継目の異状	目視	道路点検要領	○	○	○		○		
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	道路点検要領	○	○	○		○		
⑰	堤防の沈下	目視	河川点検要領					○		

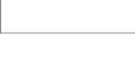
■維持管理モニタリング 実施方法

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	描 写
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)護岸・小段 (堤岸)堤防の崩壊・高水 岸・低水堤岸 【確認事項】 ・道路小段の亀裂、陥没、はみだし、法面崩 壊・シートの露出や破損、コンクリートブロック や石等の落下や崩壊等の発生	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 堤防 1) 侵食(ガリ)、1.2) 崩壊・法 面崩壊等の発生 (確認事項) ・道路小段の亀裂、陥没、はみだし、法面崩 壊・シートの露出や破損、コンクリートブロック や石等の落下や崩壊等の発生	
② 降雨浸透対策工の状態	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 損傷の有無	【外観目録】 【実測目録】 (実測) 降雨浸透対策工の 状態 (確認事項) ・フック、鉄線、堤内側の排水シートの露出 や、フックが生じている場合は、長さ、長さ記 録 ・設置が生じている場合は、高部(高部)・堤内 側・堤内側、上流側(下流側)を記録	
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)法面崩壊	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 堤防 1) 漏水・噴砂 【確認事項】 ・漏水が発生している場合は、位置による浸透 や、漏水量を計測し、漏水の位置や浸透の判定 ができるように記録	

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	描 写
④ 道路構造物の変位	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】 道路構造物の変位量の把握	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	
⑤ 堤防の亀裂	常時(出水期前、台風期) 非常時(出水後、地震後)	【河川点検要領】 (土堤)天端、法面・小段	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 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、すべり方向についても記録	
⑥ 道路構造物の 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】 道路構造物の抜け上がり	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 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	

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	描 写
⑦ 道路構造物の 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】 道路構造物の相対変位の把握	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	
⑧ 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】 道路構造物上の地表面の横断亀裂、陥没	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	
⑨ 地盤変位	常時(出水期前、台風期) 非常時(出水後、地震後)	【追加設定】 地盤変位の把握	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 地盤変位 【確認事項】 ・地盤変位の発生による地盤の変位を計測 ・地盤変位の発生による地盤の変位を計測 ・地盤変位の発生による地盤の変位を計測	

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	描 写
⑩ 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) 上記に加え豪雨発生後にも点検	【河川点検要領】 道路構造物周辺の亀裂、陥没	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	
⑪ 堤体内水位	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】 堤体内水位の計測	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 堤体内水位 【確認事項】 ・堤体内水位の計測による水位の変動を記録 ・堤体内水位の計測による水位の変動を記録 ・堤体内水位の計測による水位の変動を記録	
⑫ 道路構造物周辺の 空洞化	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】 道路構造物周辺の空洞化の計測	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	

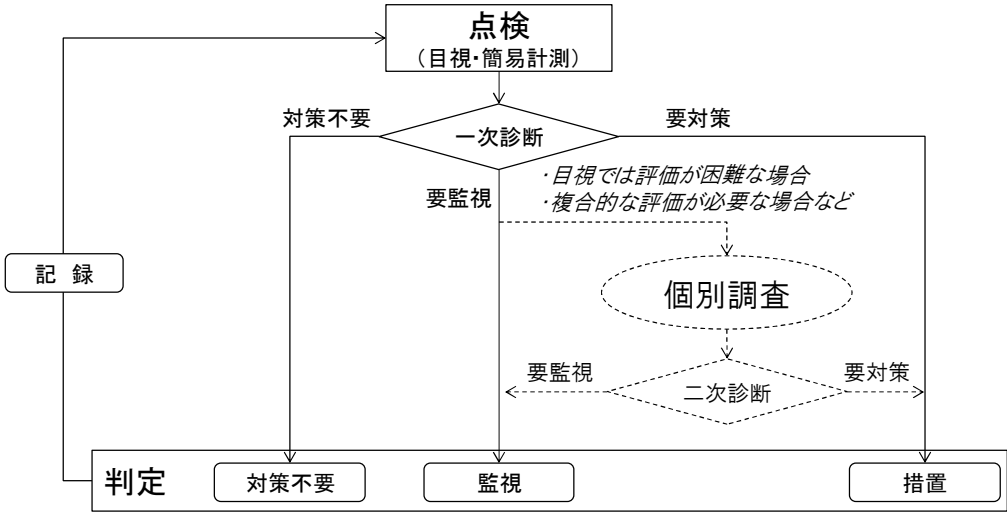
点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	描 写
⑬ 函内の漏水、土砂流出の有無	常時(出水期前、台風期) 非常時(出水後、地震後) 上記に加え豪雨発生後にも点検	【河川点検要領】 函内の漏水、土砂流出の有無	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 函内の漏水、土砂流出の有無 【確認事項】 ・函内の漏水、土砂流出の有無を計測 ・函内の漏水、土砂流出の有無を計測 ・函内の漏水、土砂流出の有無を計測	
⑭ 道路構造物の の相対変位	常時(出水期前、台風期) 非常時(出水後、地震後) 上記に加え豪雨発生後にも点検	【追加設定】 道路構造物の相対変位の把握	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	
⑮ 道路構造物の の相対変位	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】 道路構造物の相対変位の把握	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物 4) 変位、5) 道路構 造物の構造継目の異状 【確認事項】 ・道路構造物の内部や内部の変位を計測 ・道路構造物の構造継目に測量計を設置 ・計測時に道路構造物のシール・計測装置等 の崩壊等の発生による変位を記録	

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	描 写
⑯ 地震応答加速度等	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】 地震応答加速度等の計測	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 地震応答加速度等の計測 【確認事項】 ・地震応答加速度等の計測による地震の変動を記録 ・地震応答加速度等の計測による地震の変動を記録 ・地震応答加速度等の計測による地震の変動を記録	
⑰ 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) 上記に加え豪雨発生後にも点検	【追加設定】 道路構造物部材の損傷の計測	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 道路構造物部材の損傷の計測 【確認事項】 ・道路構造物部材の損傷の計測による損傷の変動を記録 ・道路構造物部材の損傷の計測による損傷の変動を記録 ・道路構造物部材の損傷の計測による損傷の変動を記録	
⑱ 堤防の沈下	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】 堤防の沈下の計測	【外観目録】 河川点検要領を基本に実施 【実測目録】 (実測) 堤防の沈下の計測 【確認事項】 ・堤防の沈下の計測による沈下の変動を記録 ・堤防の沈下の計測による沈下の変動を記録 ・堤防の沈下の計測による沈下の変動を記録	

点検・モニタリングについて(u)

判断基準：堤防の安全性に影響する変状が生じた際にそれを確認できる構造であること

■点検結果の評価
目視などにより点検を行った結果は、既往基準類に準じて一次診断を行い、目視で評価が困難な場合においては、複合的な評価や個別調査を実施し、二次診断を行う。



- 【判定基準】
- ・既往基準（河川）：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
 - ・既往基準（道路）：道路構造物の点検要領 平成30年10月 阪神高速道路（株）
 - ・追加して設定する判定基準：淀川左岸線（2期）を参考に設定

■二次診断（個別調査）

【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 管内の漏水、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
- ⑧ 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
- 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

道路構造物の構造継目の相対変位計測値に増加がみられ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。

■一次診断（変状種別）

工種	機能	機能低下の状態	変状種別	点検項目	摘要
土堤	・越水防止機能 ・耐浸透機能 ・耐侵食機能	・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	④⑫⑬	
			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	
護岸 (堤防護岸、高水護岸、低水護岸)	・耐侵食機能 ・耐浸透機能	・護岸の損壊 ・漏水の発生 等	13) 護岸・被覆工の破損	①	
			14) はらみ出し	①	
鋼矢板護岸	・耐侵食機能 ・土留め機能	・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	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	

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	・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	

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	⑬	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	⑬	
		3) 目地の異常	⑦⑪	
		4) 沈下、洗掘	⑦⑬	
		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	

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	

※点検項目は前頁に該当する項目

4. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討(モニタリングおよび補修)

継続監視、点検強化を実施可能な体制等の整備(v)

判断基準：堤防の安全性に影響する変状が生じた際にそれを確認できる構造であること

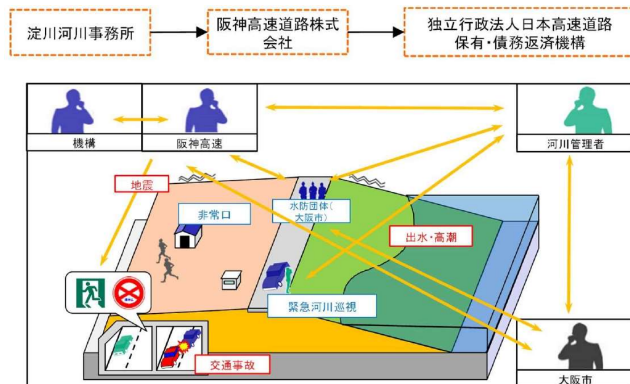
■点検・計測結果の共有

- ・河川管理者と道路管理者は、実施したモニタリング結果について、遅滞なく相互に情報共有を行う。
- ・河川管理者と道路管理者は、一体構造物の健全性や必要となる対策について協議する。
- ・点検結果より緊急対応が必要と判断される場合には、管理者間で協議を行い、対応を検討する。

■管理者間の体制

- ・地震、出水、交通事故時は一体構造物としての機能を確保するため、関係機関が連絡調整を行い、体制を立ち上げた上で巡視や通行止めの措置を適宜実施する。

状態	体制	通行止の措置
出水・高潮時	■水防活動 ・陸間操作等の水防活動時には通行規制を実施 ■排水計画 ・越水15cmを想定しており、道路構造物内が浸水した場合は速やかに排水活動を実施 ・道路構造物内の排水ポンプを用いて、大阪市の下水道で処理 ■排水後の点検 ・排水後には道路管理者が道路構造物内の点検、報告を実施 ■出水後点検 ・枚方水位観測所が氾濫注意水位を超えた場合(高潮区間では顕著な高潮発生時)に出水後点検を実施	・枚方水位観測所が氾濫危険水位を突破した場合、堤内側の内水等により道路構造物内が浸水した場合 ・河川管理に支障が想定される場合、河川管理者からの要請により道路管理者において通行止措置を行う
地震時	■地震後点検 ・一体構造物の地震時の挙動が不明確であることから、当面は震度4以上で点検を実施	・震度5強の地震が発生した場合
交通事故時	■緊急巡視 ・交通事故が発生した際には、堤防に影響があるとされた場合に道路管理者から河川管理者に緊急巡視を要請 ・堤防に影響がないとした場合には道路管理者から堤防管理者に通知のみ実施	・一体構造物に影響するような損傷が生じた場合



道路ボックス内部からの補修(s)

・劣化現象や地震時に道路ボックスに損傷が生じた場合は、ひび割れ損傷等の軽微な損傷に対しては左下写真に示すようなひび割れ注入法による補修を実施する。ひび割れ注入は内部空間から実施できる工法であることから、車線規制等の通行規制さえ行えば比較的簡易に実施できる補修対策となる。

・また、ひび割れ損傷が進展し、かぶりコンクリートの剥落や鉄筋の腐食など損傷の程度が進んだ場合には、右下写真に示すような断面補修工法を実施することで力学的な性能を補修することを行う。



ひび割れ注入工法のイメージ



断面修復工法のイメージ

シールドトンネル内部からの補修(w)

・シールドトンネルの補修対策工事例を下表に示す。シールドトンネルの補修対策にあたっては、点検および調査の結果に基づいて変状の状況を十分に把握し、その損傷状況より発生原因を推定し、損傷に対する対策工を検討する。

・セグメントのクラックや剥離などの損傷に対しては、道路ボックスと同様、ひび割れ注入工や断面補修工による補修対策を行う。また、セグメント継手部やセグメントのクラックから漏水が認められる場合は、目地注入工やセグメント背面注入工を実施することで止水性能を確保する補修対策を行う。

補修対策工事例(シールド工法)

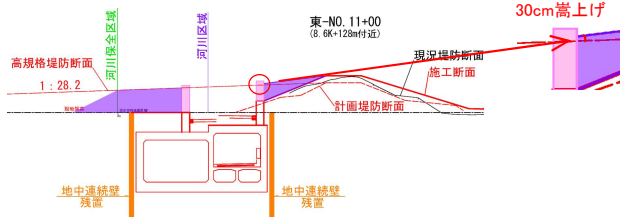
損傷状況	損傷の原因	補修対策工
RCセグメントのクラック、剥離	乾燥収縮や温度変化等による材質劣化	ひび割れ注入工、断面補修工
RCセグメント継手部の漏水	シール材の劣化、セグメント継手部の目開きによるシール材の損傷	セグメント目地注入工
RCセグメントのクラックからの漏水	セグメントに発生したクラックがセグメント背面まで達して漏水	セグメント背面注入工
RCセグメント継手部のコンクリート欠損、欠損部での露出鉄筋の腐食	セグメントに段差があるため、軸力によるせん断力によってコンクリート欠損	鉄筋の防錆処理と断面補修工
RCセグメントの損傷、継手部からの漏水、漏水に伴うコンクリートの劣化(セグメント、道路床版)	不十分な裏込め、鉄筋腐食、地震等の外力によるセグメントの段差や継手部の目開きによるシール材の損傷	二次覆工(場所打ちコンクリート)
シールドトンネル坑口部のセグメントと躯体コンクリートが接する部分で剥離	地震等による外力	断面補修工
シールドトンネル坑口部のセグメントと躯体コンクリート間から漏水	シールドトンネル坑口部のセグメントと躯体コンクリート間の間詰めコンクリートの損傷	止水注入、坑口部にゴムジョイントを設置

※)「首都高速道路株式会社;中央環状線山手トンネル点検要領(案)土木編、2010」を基に加筆修正

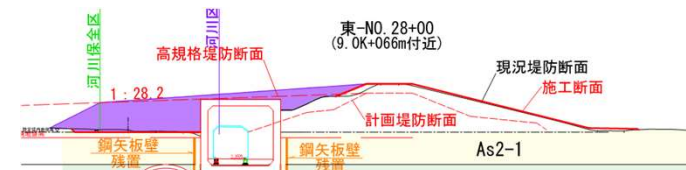
※)阪神高速における、既設構造物の補修の中でも、内部から着実に実施できる補修方法を採用し、適切な維持管理を実施する。

大臣特認項目外

堤防側(デルタ部)の盛土を計画高規格堤防断面まで上げ、さらに道路構造物の端部で30cm嵩上げを行い、天端肩と結ぶ。



堤防天端肩から、高規格堤防盛土の法肩に設定した河川保全区域界で、計画高規格堤防断面に擦り付ける。



大臣特認項目外

侵食に対する検討

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

No.		検討事項	照会対象者	【調査事項】	照会先	調査結果	【調査結果】	備考
No. 15	15	高規格の 住宅の発生率	4.433	高規格住宅建設率 の住宅セグメント	明定	0.540	明定	
No. 15	15 (矢張)	4.438		0.538	0.538	0.538		
No. 16	16	4.201	1.535	0.535	0.535	0.535		
No. 16	16 (矢張)	4.188	1.537	0.537	0.537	0.537		
No. 23	23	4.117	0.539	0.539	0.539	0.539		
No. 26	26 (移住)	4.446	0.562	0.562	0.562	0.562		
No. 26	26 (移住)	4.447	0.563	0.563	0.563	0.563	1.2	
No. 28	28 (移住)	4.393	0.532	0.532	0.532	0.532		
No. 28	28 (移住)	4.393	0.532	0.532	0.532	0.532		
No. 30	30	4.914	0.676	0.676	0.676	0.676		
No. 30	30	4.972	0.786	0.786	0.786	0.786		
No. 36	36	4.949	0.788	0.788	0.788	0.788		

		川東			川南		
検討断面	調査対象 高橋新設防士土 の計算位置	《調査基準》 高橋新設防士土 の計算位置	判定	調査対象 高橋新設防士土 の計算位置	《調査基準》 高橋新設防士土 の計算位置	判定	
No. 15	11.865		OK	1.674		OK	
No. 15 (矢高)	11.864		OK	1.672		OK	
No. 16	9.864		OK	1.601		OK	
No. 16 (矢高)	9.864		OK	1.600		OK	
No. 23	7.170		OK	1.788		OK	
No. 26 (砂質土)	7.251		OK	1.801		OK	
No. 26 (粘土)	8.106	1.2	OK	1.918	1.2	OK	
No. 28 (砂質土)	10.380		OK	1.756		OK	
No. 28 (粘土)	10.370		OK	1.784		OK	
No. 30	9.676		OK	2.116		OK	
No. 34	9.255		OK	2.288		OK	
No. 38	9.058		OK	2.256		OK	

対象区画⑧a～⑧f: 堤防、護岸整備等(遊歩アプロックを考慮)す

フロアの増設が顕著な区画へ「代表流速」
 フローは10年更新率の代表流速(10年更新率)に対して
 安全性を有するものと確認した。 OK

設計洪水・代表流速・有防壁区画

フロアの増設が顕著な区画へ「代表流速」
 フローは10年更新率の代表流速(10年更新率)に対して
 安全性を有するものと確認した。 OK

※ 対象区画③、⑤は堤防・護岸整備等(遊歩アプロックを考慮)す

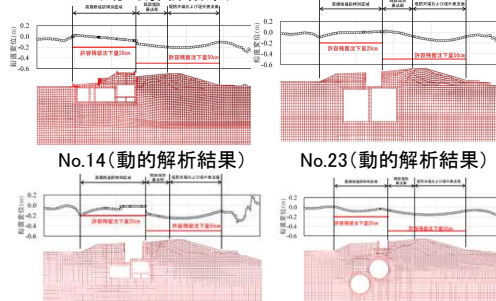
設計洪水・代表流速・有防壁区画

水源と境界流路の高低 (大型遊歩アプロック)
 フローは水位の高低により変動する

水源と境界流路の高低 (橋梁・遊歩アプロック)
 フローは水位の高低により変動する

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

No.15(動的解析結果)

[illegible]

道路構造物の残留沈下量、傾斜勾配照査

照查手法：土—水連成2次元彈塑性解析

解析断面		地盤 条件	道路構造体の安全性、供用性					
			道路構造体中央 残留深さ (cm)	許容値 (cm)	判定	傾斜勾配 (%)	許容値 (%)	判定
No. 4	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 4	矢板なし	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
	矢板あり	対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 15 (立坑)		無対策	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 16		対策工	0.1	10	OK	0.1	2	OK
No. 27 [※]	粘性土	対策工	0.3	10	OK	0.4	2	OK
	砂質土	対策工	0.0	10	OK	0.3	2	OK
No. 30		対策工	0.1	10	OK	0.2	2	OK

No.15 (立坑) 無対策でOKとなり、他の断面では基礎地盤を固結工法による地盤改良、上載荷重 10kN/m^2 を考慮した検討を行った結果、高規格堤防における自重に対する安全性が確保されていることを確認。

より $h=0.055\text{m}$
 $q=c \cdot h^{(3/2)}=0.093\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ (前項の高規格堤防の構造設計に準拠)

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

4. 土堤と同等以上の効力を有することの評価検討

嵩上げ、拡幅等の必要が生じた場合に手戻りがないように設計していることの確認(c2,l,k,i,j,g)

大臣特認項目外

完成時と高規格堤防考慮時の比較を行い、高規格堤防に嵩上げ、拡幅等が生じた場合にも手戻りが生じないことを確認した。

【浸透流解析】(i,j,k,g)

すべての項目で高規格堤防考慮時の方が安全側となる結果となることを確認した。

堤体内水位の最高値

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

平均動水勾配

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

レーンの荷重クリープ比

検討断面		浸透路長		水位差			レーンの加重 クリープ比C
		L ₁ (m)	L ₂ (m)	H ₁ (OP+m)	H ₂ (OP+m)	ΔH(OP+m)	
No. 15	完成時	23.65	21.35	6.97	3.28	3.69	8.34
	完成時（高規格堤防考慮時）	56.56	11.27	6.97	3.44	3.53	17.08

局所動水勾配

検討断面		評価位置	局所動水勾配（最大値）水平 i_h	局所動水勾配（最大値）鉛直 i_v
No. 15	完成時	堤防	評価なし	評価なし
		構造物周辺	0.004	0.009
	完成時【高規格堤防考慮】	堤防	評価なし	評価なし
		構造物周辺	0.0001	0.0006

すべり破壊

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

【耐震解析】(l)

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

地震後残留堤防高：残留堤防高 > 照査外水位

解析断面	完成堤防高 (O.P.m)	完成時							完成時（高規格堤防考慮）						
		堤防天端沈下量(m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定	堤防天端沈下量(m)				堤防残留高 (O.P.m)	照査外水位 (O.P.m)	判定
		川裏	中央	川表	平均値				川裏	中央	川表	平均値			
No.26 (砂質土地盤) 液状化対策	10.683	2.079	1.914	1.780	1.924	8.759	4.58	OK	1.926	1.749	1.610	1.762	8.921	4.58	OK

レベル2 地震における水みち発生に対する安全性

断面		完成時						完成時（高規格堤防考慮）					
		剝離状況				シールド	判定	剝離状況				シールド	判定
		U型擁壁およびボックス						U型擁壁およびボックス					
		左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下			左側壁横	右側壁横	頂版上	底版下		
No.26 （砂質土地盤）	U型擁壁	発生	発生	—	一部発生	—	OK	発生	発生	—	一部発生	—	OK
	シールド上	—	—	—	—	一部発生	OK	—	—	—	—	一部発生	OK
	シールド下	—	—	—	—	発生無し	OK	—	—	—	—	発生無し	OK

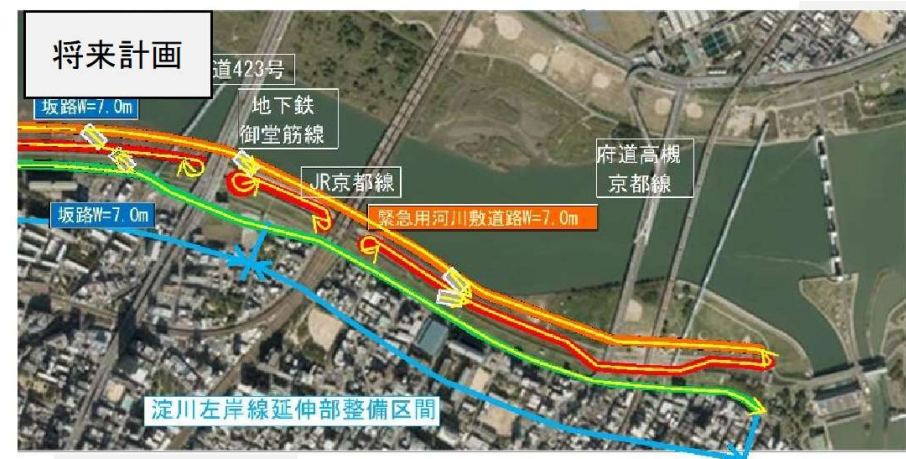
地震時における底面回転角 < 許容値（シナリオ地震動）

断面		完成時						完成時（高規格堤防考慮）					
		鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点					A点	B点				
No.26 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	0.003	0.002	8.360	0.02	2.00	OK	-0.002	0.000	8.360	0.03	2.00	OK
	シールド上	0.001	0.000	6.375	0.02	2.00	OK	-0.010	-0.002	6.375	0.13	2.00	OK
	シールド下	0.001	-0.001	6.375	0.04	2.00	OK	0.001	-0.004	6.375	0.08	2.00	OK

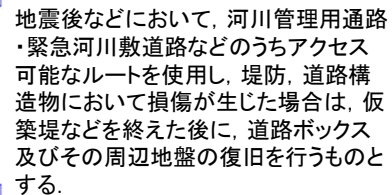
地震時における底面回転角 < 許容値（レベル2地震動）

断面		完成時						完成時（高規格堤防考慮）					
		鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定	鉛直変位(m) +:隆起 -:沈下		距離 (m)	回転角 (%)	許容値 (%)	判定
		A点	B点					A点	B点				
No.26 (砂質土地盤) 地盤改良考慮	U型擁壁	-0.001	0.014	8.360	0.18	2.00	OK	-0.010	0.009	8.360	0.23	2.00	OK
	シールド上	0.000	-0.002	6.375	0.04	2.00	OK	-0.014	-0.006	6.375	0.13	2.00	OK
	シールド下	0.001	-0.003	6.375	0.07	2.00	OK	0.001	-0.008	6.375	0.15	2.00	OK

判断基準：堤防の安全性に影響する変状が生じた際にそれを確認できる構造であること

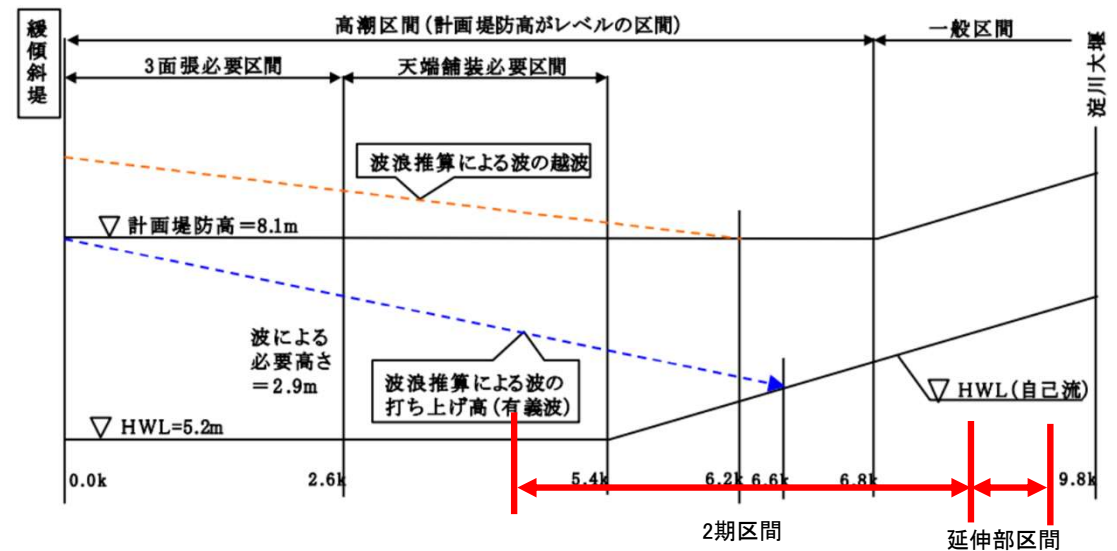


判断基準 : 堤防に安全性に影響する変状が確認された場合に補修が可能な構造であること



2期では、高潮区間の被害シナリオとして、高潮時の風浪や高潮時の越波により堤防が直接侵食を受けることや堤内地への越波による被害が生じることを想定した安全性の照査が実施された。

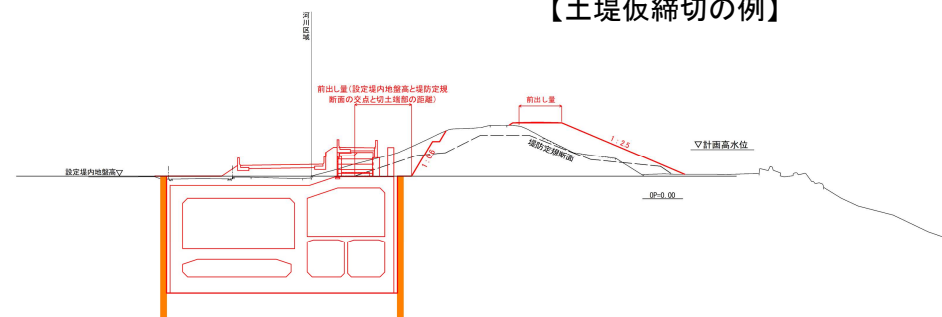
延伸部の検討区間である8.4k～9.2k付近は、図4.6-1に示すように、高潮区間ではないことから高潮時の安全性照査は対象外とする。



施工方法に関する検討

延伸部は堤防が土堤形式であるため、仮締切工法として土堤仮締切を採用する。仮締切堤については2期追加区間で定められた治水機能(耐浸透機能, 耐侵食機能, 耐震機能)を有することを確認しており, 豪雨・洪水・地震・地盤変形に対して変形の抑制, 機能低下に繋がらないように配慮する。

【土堤仮締切の例】



施工時のモニタリングについて

施工時には以下に配慮し, モニタリングを実施する

(1)土留壁に対するモニタリング

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し, 土留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する。

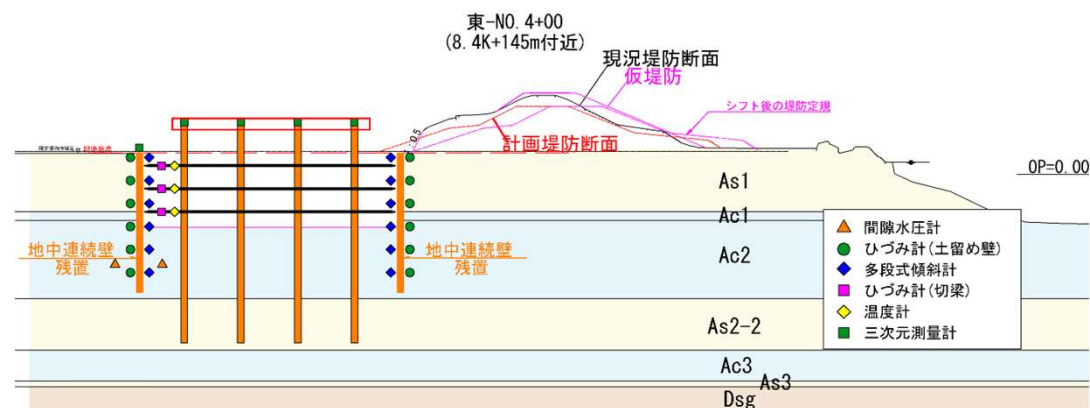
(2)地盤変位に対するモニタリング

調査・設計時に予測した現象が実際に生じているか, 対策工の効果が予想通りであるかを照合し, 予期しない挙動が生じたときの原因究明, その対処に活用することを目的とし, 仮堤防やデルタ部の盛土荷重による地盤変位, 堤防掘削後の堤体変位を把握するため, 地表面変位(堤防天端), 層別沈下, 地中内水平変位, 堤防掘削のり面の変位, 道路構造物の変位の観測を想定している。

(3)地下水変動に対するモニタリング

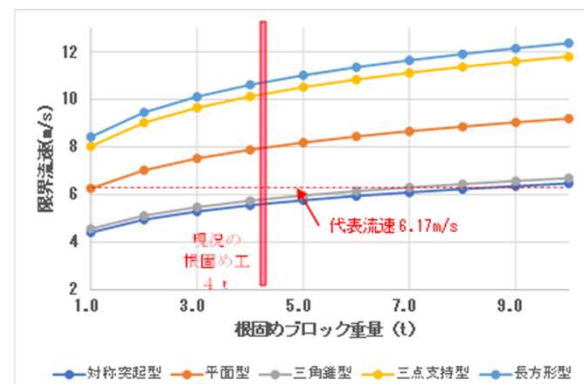
地盤変位と同様に予測した現象が生じているか, 不測の事態への対応を目的として, 堤内地, 堤体内, ドレーン内の水位を自記水位計で計測することを想定している。

【土留計測の例】



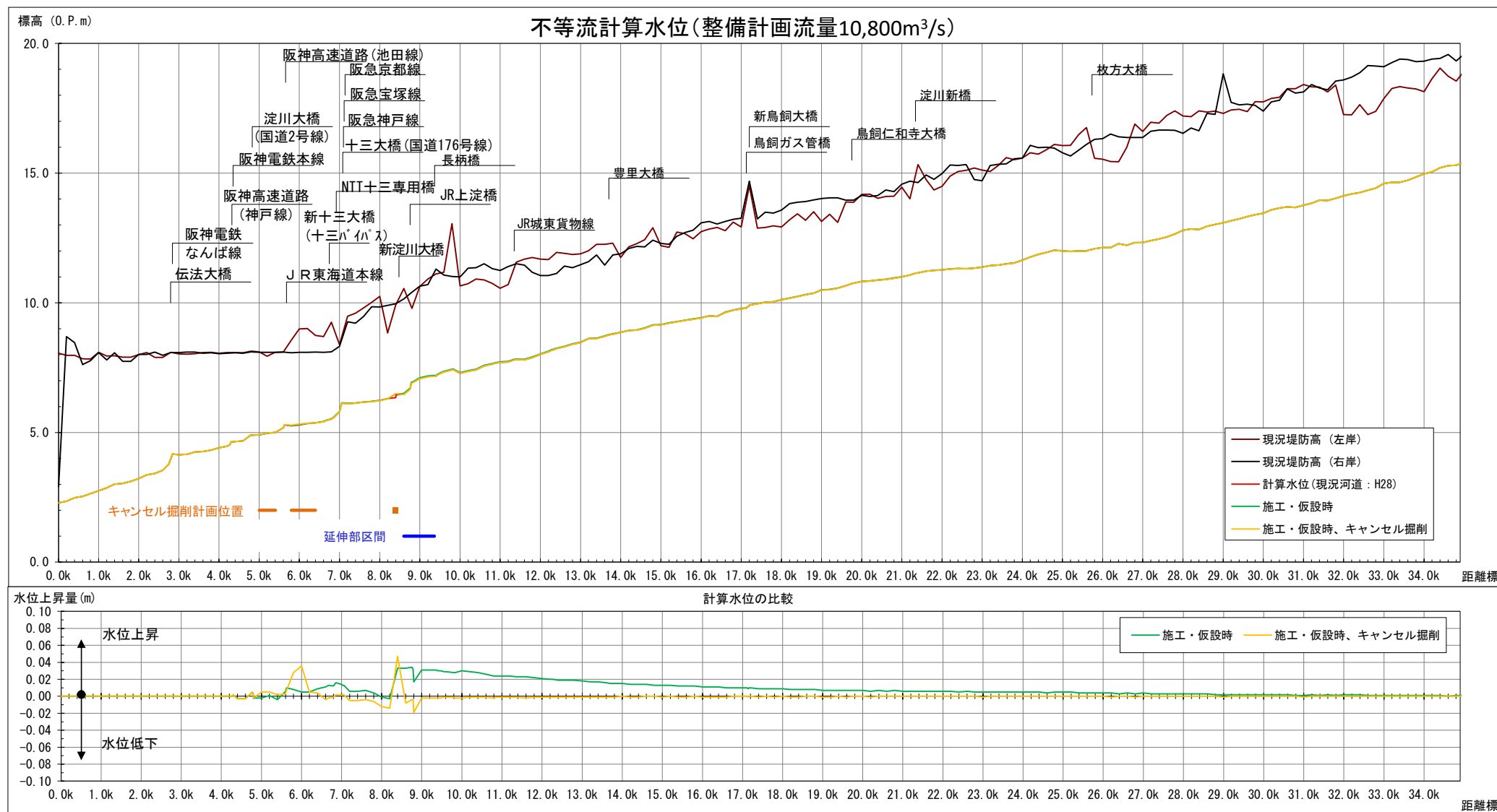
施工時の侵食に関する検討

施工時の土堤仮締切の構造に対して, 各侵食(直接侵食, 側方侵食, 洗堀)の照査を実施した。完成時と同様の対策を実施することで安全性が確保できることを確認した。



施工時の洪水時の河道内水位に関する検討

洪水時の河道内水位についても整備計画流量 $10,800\text{m}^3/\text{s}$ での不等流計算を実施し、現況河道に対する施工時河道の水位上昇量を確認し、2期及び延伸部区間のキャンセル掘削を考慮した場合、施工区間上流まで及び水位上昇は解消され、現況水位と比較して影響はないと考えられる。



道路構造物に求められる耐久性を確保するための設計および施工に実施(x,s,t,u,v,a2,w)

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

(評価項目の設定)

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

- 項目① 構造物の劣化が生じにくい設計、施工がなされること
- 項目② 劣化が生じた場合にそれを確認できる構造であること
- 項目③ 劣化が生じた場合に補修が可能な構造であること

項目①: 構造物の劣化が生じにくい設計、施工がなされること(x)

(道路構造物の設計基準の遵守)

【道路ボックス】

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

道路ボックスを構成する材料はコンクリート及び鉄筋となるが、その各材料に対して仕様を設定すること、劣化や損傷状態を把握することが可能となる。

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

【シールドトンネル】

一方、シールドトンネルは「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、阪神高速道路株式会社」に基づき、道路ボックスと同様、構造物としての機能低下を招くことのない構造設計を行っている。

加えて、シールドトンネルは、①安定した円形の構造物、②セグメントが工場製作であり、材質のムラがなく高品質、③高強度で緻密なコンクリートであることから、より躯体に劣化が生じにくい特徴を有している。

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

項目②: 劣化が生じた場合にそれを確認できる構造であること(s),(t),(u),(v),(a2)

(劣化の検知を可能とする構造検討の実施)

内部空間から劣化損傷を検知することができる点検手法が確立されていることから、道路ボックスやシールドトンネルにおいて劣化損傷が生じても、その状態を早い段階で把握することができる。

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

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

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

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

項目③: 劣化が生じた場合に補修が可能な構造であること(t),(w)

(劣化が生じた場合の補修等の対応に関する検討)

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