

淀川左岸線（2期）事業に関する技術検討委員会

技術検討報告書

【概要版】

平成29年11月

# 目次

第1章	技術検討書の位置付け	1	第6章	維持管理手法に関する検討	44
第2章	淀川左岸線（2期）事業計画概要	2	6.1	検討方針	44
2.1	事業計画概要	2	6.2	定量的評価の妥当性検証のためのモニタリング	44
2.2	路線概要	3	6.3	一体構造物の維持管理手法に関する検討	45
2.3	河川概要	5	6.4	まとめ	29
第3章	想定される被害シナリオ	10	第7章	その他	50
3.1	河川管理施設等構造令上の取扱い	10	7.1	その他の配慮すべき事項に関する検討および方針	50
3.2	一体構造物としての課題	11	7.2	実施設計および施工段階における配慮事項	50
第4章	安全性に関する検討	16	第8章	まとめ	51
4.1	検討方針	16			
4.2	被害シナリオごとの検討結果	18			
4.2.1	洪水・豪雨・地下水変動による影響検討	18			
4.2.2	地震による影響検討	25			
4.2.3	盛土・構造物設置に伴う地盤変状による影響検討	29			
4.2.4	交通振動・老朽化による影響検討	32			
4.2.5	定量的評価の妥当性検証	33			
4.3	まとめ	34			
第5章	施工方法に関する検討	35			
5.1	検討方針	35			
5.2	施工概要および仮締切堤	36			
5.3	土堤仮締切の安全性に関する検討	39			
5.4	施工時におけるモニタリング	42			
5.5	まとめ	43			

- 大阪市と阪神高速道路株式会社との合併施行により事業を行うことになってから、道路線形を精査したこと等に伴い本委員会を設立。
- 道路構造物と堤防を一体構造とした場合の河川堤防としての安全性の照査方法、施工方法に関すること、道路構造物の建設および完成後の維持管理手法並びにモニタリングに関すること等を検討。
- 本技術検討報告書は、本委員会での検討事項について取りまとめたものであり、今後の詳細設計、施工計画等の基となる技術的検討結果として活用するものである。

### 委員会設立趣意書

淀川左岸線（2期）事業に関する技術検討委員会

#### 設立趣意書

淀川左岸線（2期）は此花区高見から北区豊崎まで約4.3kmの区間の自動車専用道路であり、広域幹線道路ネットワークの形成や大阪市北部中心地域の交通混雑緩和などを目的に計画された路線である。

平成8年3月15日に都市計画決定され、旧阪神高速道路公団が平成11年3月31日に基本計画指示を受け、平成11年12月24日に工事実施計画書の認可を受けている。その後、平成15年度の道路四公団民営化の議論に伴う事業見直しの結果、平成18年度より大阪市の街路事業と阪神高速道路株式会社の有料道路事業の合併施行方式により事業を継続中である。

淀川左岸線（2期）については、昭和60年～62年度にわたり「淀川左岸線と淀川の河川構造物に関する検討委員会」（委員長：土岐憲三京都大学防災研究所教授）にて検討され、その後、堤防の取り扱いの変更、道路構造物の変更、地震の影響、コスト削減その他の要因等の課題に対し、平成11年～15年度にかけて「淀川左岸線2期の建設に関する検討委員会」（委員長：大西有三京都大学大学院教授）が設置され、堤防の安全性などの技術的諸問題について検討されてきた。

今般、淀川左岸線（2期）に関して、道路線形を精査したことに伴い、河川堤防の治水機能を維持するための技術的な指標（堤防と道路構造物の一体構造物が堤防として要求される機能を満足すること、かつ現況堤防と同等以上の機能を有すること。また、施工に際して仮設構造物が堤防として要求される機能を確保すること等）を明確にし、安全性を検証することが必要となってきている。また、既往検討委員会の課題とされた施工方法、堤防耐震性能照査及びモニタリング手法等に対し、改めて技術的な検討を加えるため、本委員会を設立するものである。

### 委員名簿

#### <委員>

- 宇野 尚雄 岐阜大学 名誉教授
- 大津 宏康 京都大学大学院 工学研究科 都市社会学専攻 教授
- 大西 有三 関西大学 環境都市工学部 特任教授、京都大学 名誉教授
- 岡 二三生 京都大学 名誉教授
- 清野 純史 京都大学大学院 工学研究科 都市社会学専攻 教授
- 中川 一 京都大学防災研究所 流域災害研究センター長 教授
- 服部 敦 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究室長
- 佐々木 哲也 独立行政法人土木研究所 地質・地盤研究グループ 土質・振動チーム 上席研究員

○委員長（敬称略、五十音順、第7回委員会開催時点）

### 委員会規約

淀川左岸線（2期）事業に関する技術検討委員会 規約

#### （名称）

第1条 本会は、「淀川左岸線（2期）事業に関する技術検討委員会」（以下「委員会」という。）と称する。

#### （目的）

第2条 本委員会は、淀川左岸線（2期）事業の建設にあたり、道路構造物と堤防を一体とした場合の安全性、施工方法及び維持管理手法等について技術的な審議を行うことを目的とする。

#### （検討事項）

- 第3条 本委員会は、第2条の目的を達成するため、次の事項を審議する。
- （1）道路構造物と堤防を一体構造とした場合の河川堤防としての安全性の照査方法等に関すること。
  - （2）道路構造物と堤防を一体構造とした場合の施工方法に関すること。
  - （3）道路構造物の建設および完成後の維持管理手法及びモニタリングに関すること。
  - （4）その他、委員会の目的を遂行するために必要な事項に関すること。

#### （委員の任命）

第4条 委員は学識経験のある者等から、近畿地方整備局長及び大阪市長が委嘱する。

#### （会議）

- 第5条 本委員会には、委員長を置く。
- 2 委員長は、議長として委員会の議事を整理する。
  - 3 委員長は、必要があると認めるときは、委員以外の者に対し、会議に出席してその意見を述べる又は説明を行うことを求めることができる。
  - 4 委員会は原則として非公開で開催する。
  - 5 会議配付資料は、近畿地方整備局及び大阪市のホームページに公開することを原則とする。ただし、委員長の判断により非公開とすることができる。
  - 6 会議における議事録については、会議後速やかに作成するものとする。
  - 7 会議における議事要旨については、あらかじめ委員長に確認の上、近畿地方整備局及び大阪市のホームページに公開するものとする。

#### （事務局）

- 第6条 本委員会の事務局は、近畿地方整備局河川部、近畿地方整備局淀川河川事務所、大阪市建設局、阪神高速道路株式会社に置く。
- 2 事務局は、会議の運営に関する事務その他の事務を処理する。

#### （雑則）

第7条 この規約に定めるもののほか、会議の運営に関し必要な事項は、委員長が定める。

#### （附則）

- 第8条 本規約は、平成23年5月13日より施行する。
- 2 本規約は、平成27年1月29日より施行する。

### 事務局

#### <事務局>

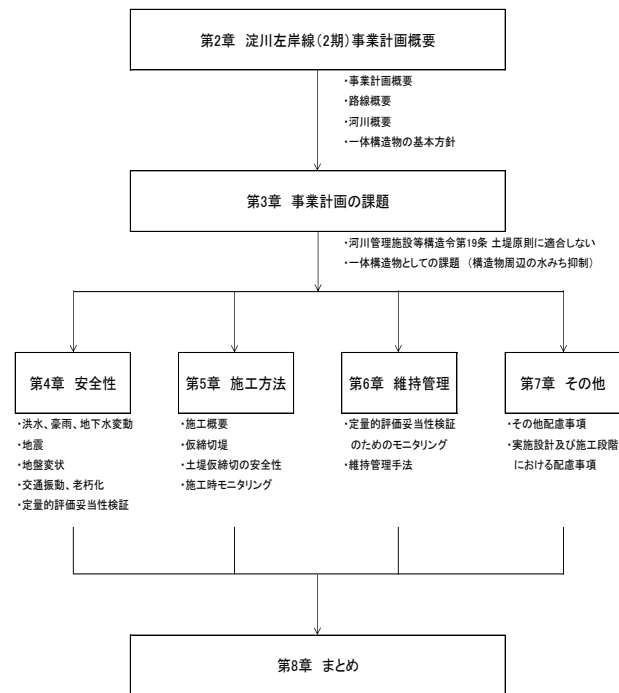
- 近畿地方整備局河川部
- 近畿地方整備局淀川河川事務所
- 大阪市建設局
- 阪神高速道路株式会社

### 技術検討報告書の位置付け

・本技術検討報告書は、本委員会での検討事項について取りまとめたものであり、淀川左岸線（2期）事業の建設に向けた今後の詳細設計、施工計画等の基となる技術的検討結果として活用するものである。

### 技術検討報告書の構成

- 第1章 技術検討書の位置付け
- 第2章 淀川左岸線（2期）事業計画概要
- 第3章 想定される被害シナリオ
- 第4章 安全性に関する検討
- 第5章 施工法に関する検討
- 第6章 維持管理手法に関する検討
- 第7章 その他
- 第8章 まとめ



- 平成8年に都市計画決定され、「大阪都市再生環状道路」の一区画を形成。政府の都市再生プロジェクト(第2次決定)にも指定される重要路線。
- 市中心部の渋滞緩和・環境改善や、関西国際空港・阪神港と新名神高速道路など国土軸を結び、淀川左岸線(1期)・大和川線とともに、近畿圏の広域高速道路ネットワーク強化を図る路線。
- 阪神高速道路公団民営化に伴い、平成18年度から大阪市と阪神高速道路(株)の合併施行方式で事業実施。平成28年11月に淀川左岸線延伸部との接続などの理由により、都市計画変更。
- 構造は、道路トンネルを淀川堤防内に構築する前例のない計画のため、安全性確保のための検討を本委員会で検討実施。

事業概要



- 【事業の経緯】
- ・H7年度 都市計画決定
  - ・H12年度 事業着手(阪神高速道路公団)
  - ・H13年度 都市再生プロジェクトに位置付け
  - ・H18年度 都市計画事業認可(合併施行方式)
  - ・H23年度 淀川左岸線(2期)事業に関する技術検討委員会設立(・H25年度 淀川左岸線(1期)供用開始)

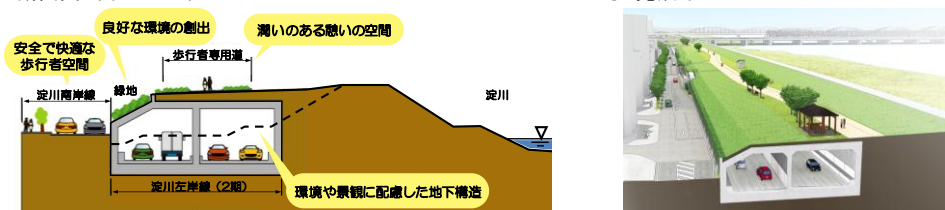
淀川左岸線(2期)事業

- 事業区間 : 此花区高見1丁目～北区豊崎6丁目 ● 事業者 : 大阪市、阪神高速道路(株)【合併施行方式】
- 延長・幅員 : L=約4.3km、W=約25m
- 道路構造 : 本体(地下構造)4車線、ランプ部(掘削・高架構造)



○ 断面図(イメージ)

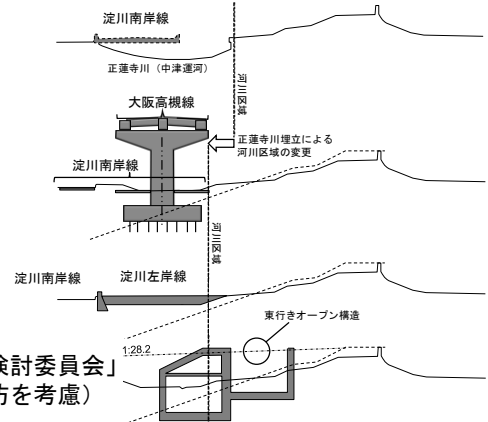
○ 完成イメージパース



道路ボックス基本形状設定の経緯

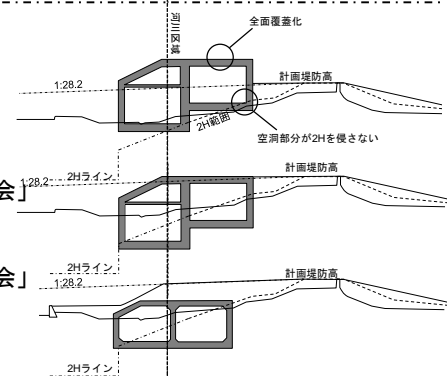
【都市計画決定以前】

- 昭和 21年 「淀川南岸線」都市計画決定
- 昭和 45年 「大阪高槻線」公表(高架構造)
- 昭和 57年 「淀川左岸線」公表(平面構造)
- 昭和60～62年 「淀川左岸線と淀川の河川構造物に関する検討委員会」半地下構造案(\*スーパー堤防を考慮)



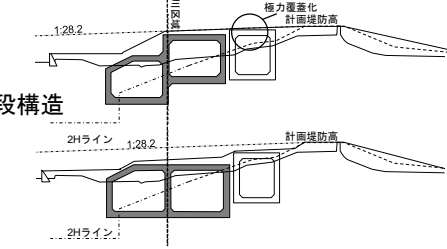
【都市計画決定以降】

- 平成8年 都市計画決定(全面覆蓋化)
  - ・ 函体内空洞部が2Hを侵さない
  - ・ 一部区間で計画堤防高よりも函体突出
- 平成12年 「淀川左岸線(2期)の建設に関する検討委員会」
  - ・ 計画堤防高突出回避(2Hに入ることになる)
- 平成14年 「淀川左岸線(2期)の建設に関する検討委員会」(換気ダクト廃止)
  - ・ 断面縮小により堤防との離隔を確保するよう線形見直し



【現技術検討委員会での変更】

- 平成23年 道路構造見直し(ランプ部のみ階段2連BOX)
  - ・ ランプ部等定規に大きく重複する区間のみ階段構造
  - ・ ランプ部極力覆蓋化
- 平成23年11月 「本技術検討委員会(第3回)」(形状決定)
  - ・ ランプ部も平面2連BOXを基本形



■淀川左岸線(1期)終点部(海老江JCT)から国道423号(新御堂筋)・地下鉄御堂筋線交差点までの約4.3kmの自動車専用道の道路幾何構造、コントロール条件と道路線形方針は以下のとおり

幾何構造

■淀川左岸線(2期)本線

事業区間: 大阪市此花区高見1丁目~大阪市北区豊崎6丁目

事業延長: 約4.3km

道路区分: 第2種第2級(自動車専用道)

非常駐車帯: 設置間隔300mを標準

避難通路: 幅2.0m×高さ2.5m

標準横断勾配: 2.0%

曲線部片勾配: トンネル部3%・あかり部9%

縦断勾配: 3%(トンネル区間)・5%(移行区間)

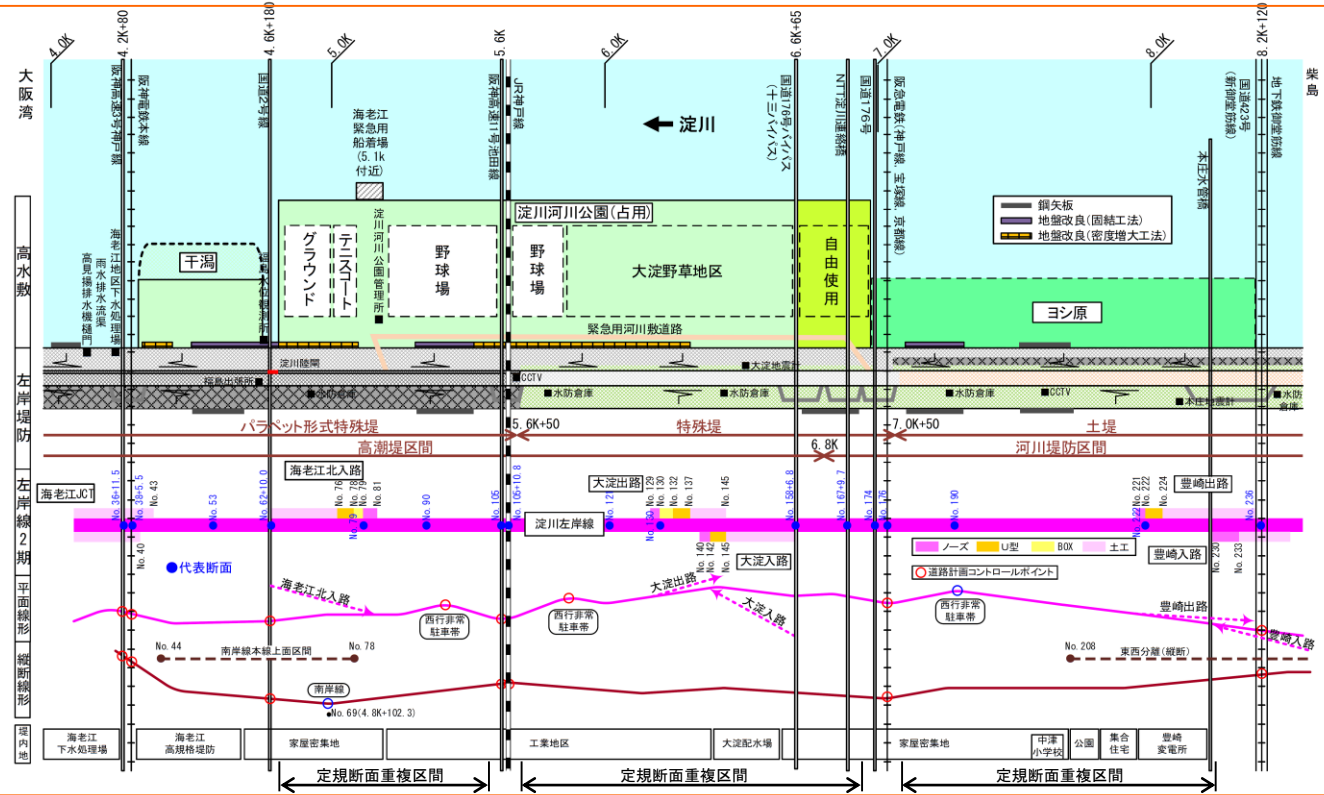
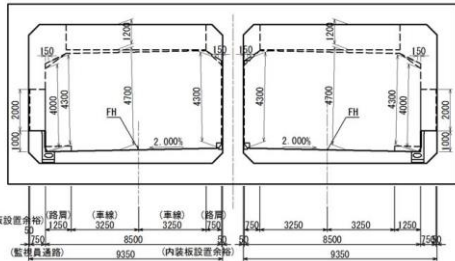
幅員構成: 往復4車線 標準部 約22m

■淀川左岸線(2期)出入路

標準横断勾配: 1.5%

曲線部片勾配: A規格ランプ・トンネル部2%・あかり部8%

C規格ランプ・トンネル部

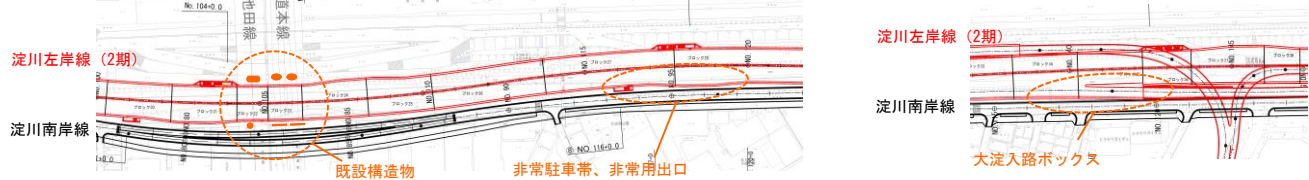


コントロールポイントと道路線形方針

河川距離	道路測点	交差施設名	平面コントロール	縦断コントロール	淀川左岸線(2期)構造形式
4.2k+74.7m	No.36+11.5	阪神高速3号神戸線	橋脚基礎	橋脚基礎・桁下	U型擁壁(あかり区間)
4.2k+108.8m	No.38+5.5	阪神電鉄本線	橋脚基礎	橋脚基礎・桁下	U型擁壁(あかり区間)
4.6k+164.3m	No.62+10	国道2号	-	水管橋桁下	1層2連ボックス(トンネル区間)
5.6k+4.6m	No.105+0	阪神高速11号池田線	橋脚基礎	桁下	1層2連ボックス(トンネル区間)
5.6k+15.4m	No.105+10.8	JR神戸線	橋脚フーチング・基礎	桁下	1層2連ボックス(トンネル区間)
6.6k+6m	No.158+6.8	国道176号バイパス(十三バイパス)	-	-	1層2連ボックス(トンネル区間)
6.8k+47m	No.167+9.7	NTT淀川連絡橋	-	-	1層2連ボックス(トンネル区間)
6.8k+187.6m	No.174+0	国道176号	-	-	1層2連ボックス(トンネル区間)
7.0k+6.8m	No.176+0	阪急神戸線 阪急宝塚線 阪急京都線	-	軌道高	1層2連ボックス(上載盛土なし)
8.2k+107.1m	No.236+0	国道423号(新御堂筋)	橋脚フーチング	橋脚フーチング・桁下	1層2連ボックス(トンネル区間)

■平面線形上のコントロール

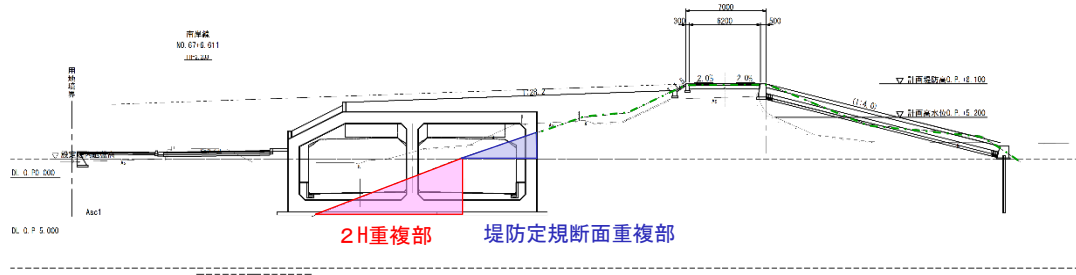
- ・淀川南岸線を左岸線(2期)ボックスカルバートの南側に並行配置
- ・淀川左岸線(2期)は、道路構造令に準拠し、300mごとに非常駐車帯、非常用出口が設置。また入路ボックスが併設される。
- ・既設交差構造物(阪高神戸線、阪神電車本線、阪高池田線、JR神戸線、国道423号)の橋脚間等



■縦断線形上のコントロール

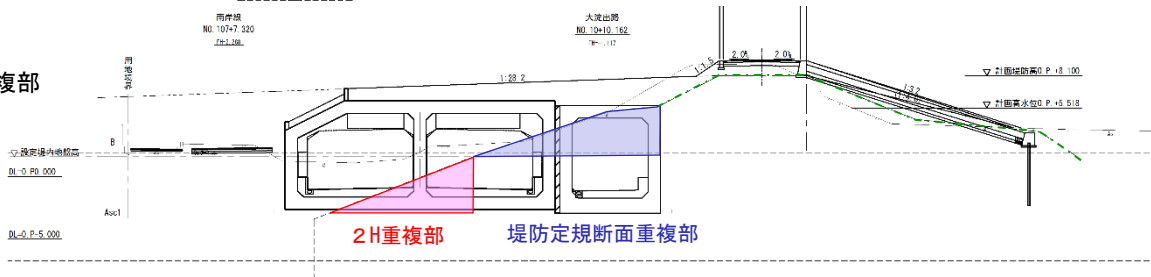
- ・起点部は淀川南岸線を左岸線(2期)ボックスカルバートに上載し、国道2号と平面交差
- ・既設交差構造物(阪高神戸線、阪神電車本線、阪高池田線、JR神戸線、阪急電鉄、国道423号)の桁下高や軌道高

●一般的な断面



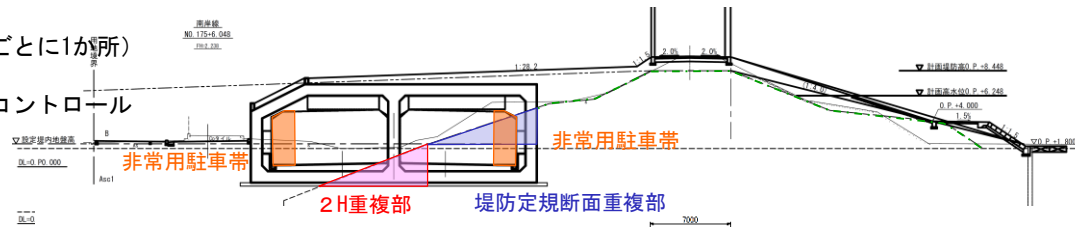
NO. 90  
(標準部)

●土堤原則への最大重複部



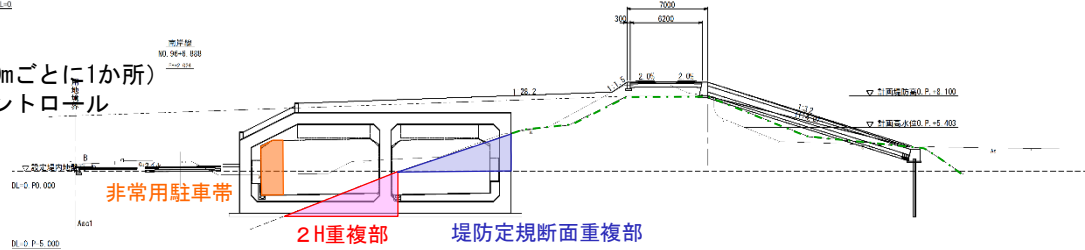
NO. 130  
(大淀出路)  
【最大重複部】

- 非常用駐車帯設置部 (300mごとに1か所)
- 両側に非常駐車帯設置箇所
- 道路線形上, 河川側へ寄るコントロール



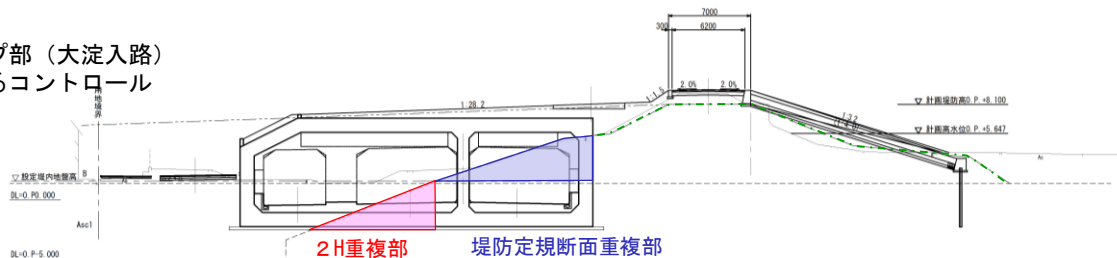
NO. 198  
(西行・東行非常駐車帯部)  
【線形コントロール】

- 西行非常用駐車帯設置部 (300mごとに1か所)
- 道路線形上, 河川側へ寄るコントロール



NO. 119  
(西行非常駐車帯部)  
【線形コントロール】

- 堤内側に設置されるランプ部 (大淀入路)
- 道路線形上, 河川側へ寄るコントロール

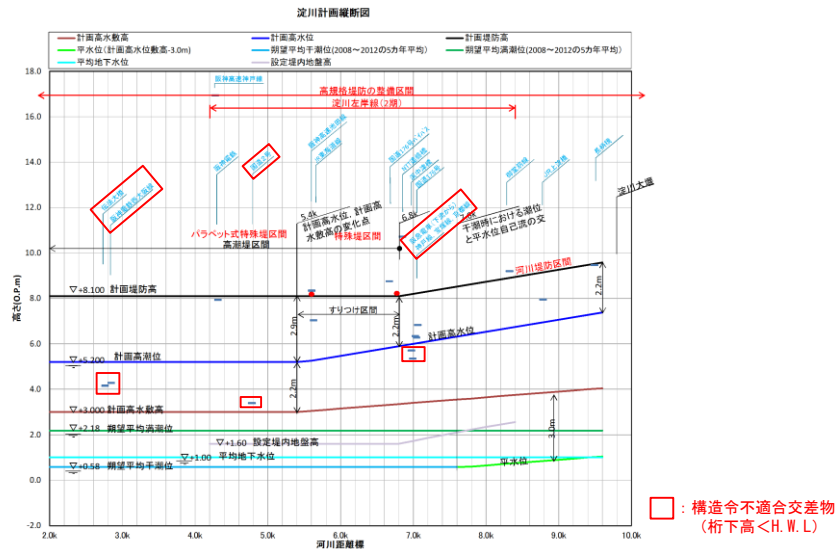


NO. 142  
(大淀入路)  
【線形コントロール】

- 淀川左岸線(2期)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 10,700m<sup>3</sup>/s を対象とする。
- 淀川左岸線(2期)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

- 高潮計画(大阪湾高潮報告書, 昭和40年7月)
  - 計画高潮位: O.P.+5.20m
  - 計画高潮堤防高: O.P.+8.10m
- 計画流量
  - 基本高水流量 17,500m<sup>3</sup>/s
  - 計画高水流量 12,000m<sup>3</sup>/s
  - 整備計画流量 10,700m<sup>3</sup>/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: 5.4k より下流の高潮区間 O.P.+5.20m
  - 5.4k より上流の自己流区間 [下図参照]
  - 計画堤防高: 5.4k より下流の高潮区間 O.P.+8.10m
  - 6.8k より上流の自己流区間 計画高水位+2.2m(余裕高)
  - 5.4k から6.8k はすり付け区間
  - 計画高水敷高: 5.4k より下流の高潮区間 O.P.+3.00m
  - 5.4k より上流の自己流区間 [下図参照]
- その他
  - 期望平均満潮位: 大阪検潮所, 2008~2012年平均値 O.P.+2.18m
  - 期望平均干潮位: 大阪検潮所, 2008~2012年平均値 O.P.+0.58m
  - 平均地下水位: 近傍の地下水位観測井データより設定 O.P.+1.00m
  - 2003年の高見小学校観測井, 大東小学校観測井データを使用し, 高見小学校観測井の最大値程度の数値を採用。
  - 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31年~43年) : 新淀川放水路設置
- 淀川改修増補工事(大正14年~昭和3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

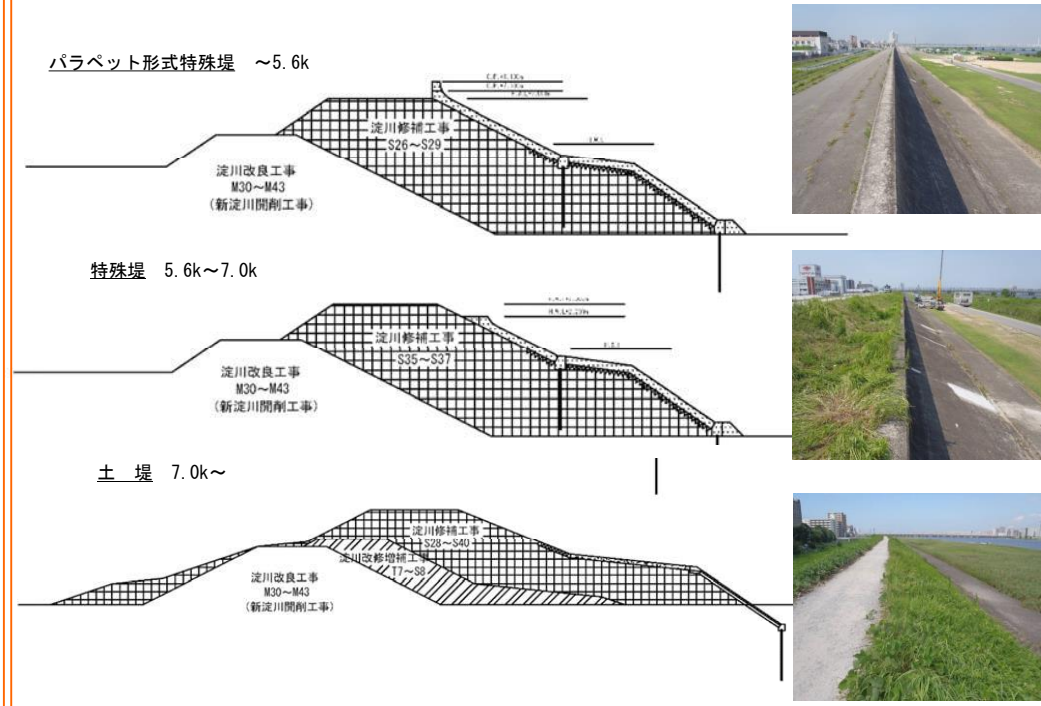


図 淀川定規断面の変遷 (出典:「淀川河川台帳」)

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と用いてこの工事盛土層をモデル化している。

- 淀川左岸線(2期)における河川堤防の基本条件(河川計画横断)は以下のとおり。
- 淀川における高規格堤防の整備区間は、「高規格堤防の整備区間について」(国土治第71号 H24. 9. 3)の通知とおり、淀川左岸線(2期)全区間が整備区間となっている。
- 護岸形式(左岸線(2期)整備後)は、高潮堤区間と河川堤防区間に分けて設定。

河川計画横断

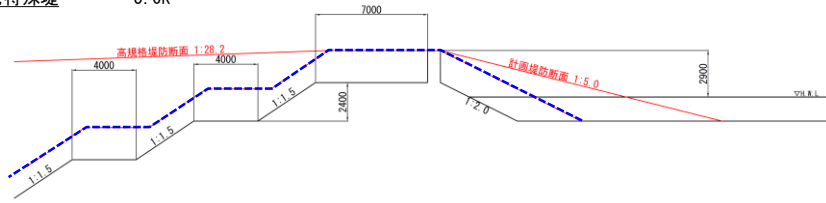
■ 堤防定規断面

現状の高潮堤区間(7.0kより下流)ではパラペット形式特殊堤および特殊堤、これより上流は土堤となっているが、計画断面は将来のスーパー堤防への適応性、堤体への安全性を考慮し、下図に示すと通りの堤防形状とする。

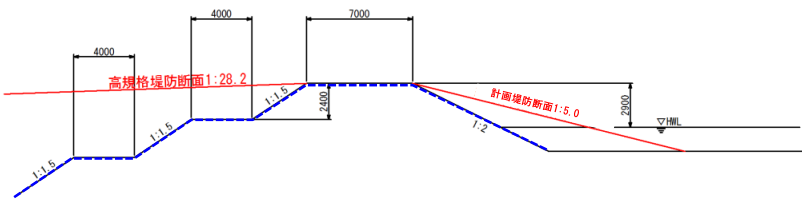
淀川左岸線(2期)においては、この計画断面を踏まえ計画する。

また、高規格堤防整備期間であることから、高規格堤防の整備の荷重条件を考慮する。

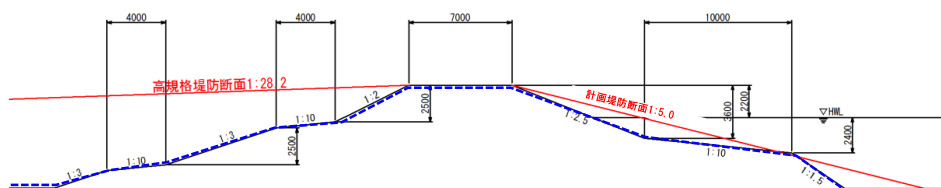
パラペット形式特殊堤 ~5.6k



特殊堤 5.6k~7.0k



土堤 7.0k~



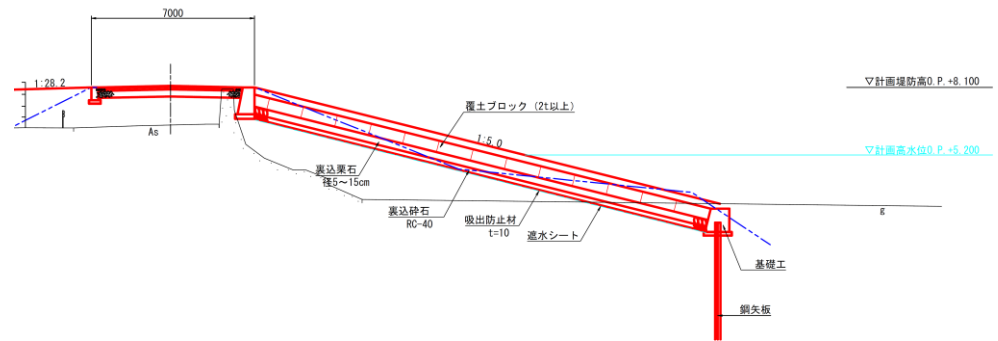
護岸形式(計画)

■ 高潮堤区間(7.0kより下流)

計画高潮位O.P.+5.200mから打ち上げ高2.9mを加算した計画高潮堤防高O.P.+8.100mまで護岸を設置。

高潮時の越波を考慮し堤防天端はアスファルト舗装、堤防裏のり面は張コンクリートを設置。

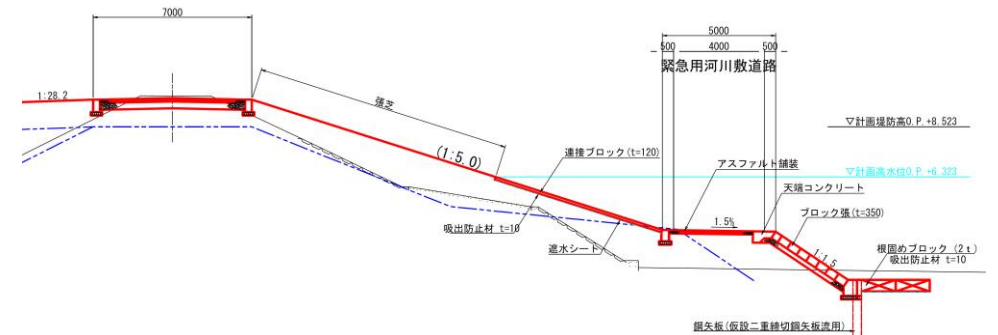
表のり面に設置するブロックは淀川の施工実績に準じて2tブロックとし、景観・環境に配慮して覆土を行う。



■ 河川堤防区間(7.0kより上流)

「直轄河川淀川水系淀川改修計画書平成元年」に従い、計画高水位まで護岸設置。堤防天端はアスファルト舗装を施す。

護岸は複断面とし、暫定的な緊急用河川敷道路として利用するものとする。





- 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(2期)区間は、すべてこの区間に該当
- 海老江地区においては、淀川左岸線(2期)事業に合わせて高規格堤防整備に必要な断面の確保、基礎地盤の対策を施し、高規格堤防としての要件を満足
- 海老江地区以外では、淀川左岸線(2期)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)が計画されているが、淀川左岸線(2期)区間において高規格堤防が整備されている区間は海老江地区(4.4k付近~4.8k付近)であり、その他の区間においては、まちづくりと一体的に整備を行うこととしている。

別紙

河川名	下流	上流
鴨川	右岸 - 左岸 -	-
江戸川	右岸 JR京東線橋梁付近(市川市) 左岸 JR京東線橋梁付近(市川市)	水元公園付近(葛飾区) 市川市国分台付近(市川市)
荒川	右岸 東京メトロ東西線橋梁付近(江東区) 左岸 東京メトロ東西線橋梁付近(江東区)	国道17号印習目橋付近(葛飾区) 葛藤川合流部付近(川口市)
多摩川	右岸 多摩河川付近(川崎市川崎区) 左岸 両毛川合流部付近(大田区)	国道1号多摩川大橋付近(川崎市幸区) 国道1号多摩川大橋付近(大田区)
淀川	右岸 大阪市淀川区西島地先(大阪市淀川区) 左岸 大阪市此花区西島地先(大阪市此花区)	JR東海道本線橋梁付近(大阪市淀川区・住吉区) 下島公園付近(守口市)
大和川	右岸 阪神高速湾岸線橋梁付近(大阪市住之江区) 左岸 阪神高速湾岸線橋梁付近(堺市堺区)	南海高野線橋梁付近(大阪市住吉区) 南海高野線橋梁付近(堺市堺区)

国土法第71号  
平成24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。

具体的考え方は、

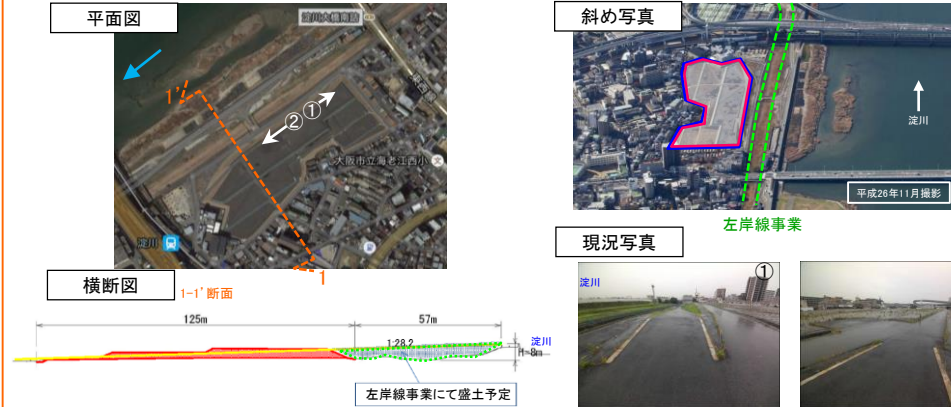
- (1) 堤防が決壊すれば十分な避難時間もなく海面下の土地が浸水する区間
- (2) 堤防が決壊すれば建物密集地の建築物が2階まで浸水する区間
- (3) 堤防が決壊すれば破壊力のある氾濫水により沿川の建物密集地に被害が生じる区間とし、氾濫形態や地形等を考慮して区間を設定することとしたことである。

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。



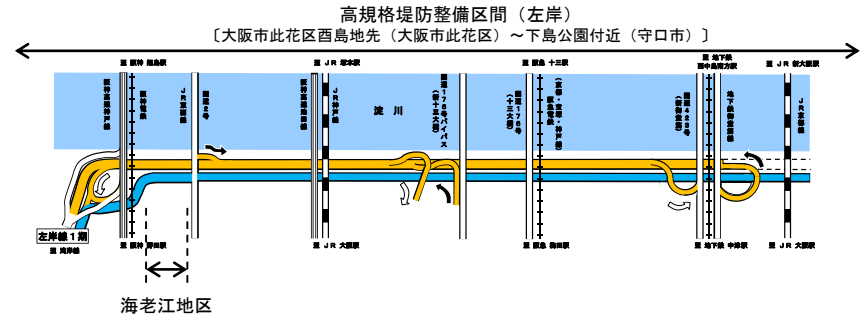
海老江地区の高規格堤防事業の概要

- 平成14年2月より、大阪市、阪神高速道路(株)、東洋ガラス㈱と海老江地区高規格堤防協議開始。
- 平成24年10月に高規格堤防整備が完了。整備箇所と堤防の谷地については、淀川左岸線事業にて盛土予定。

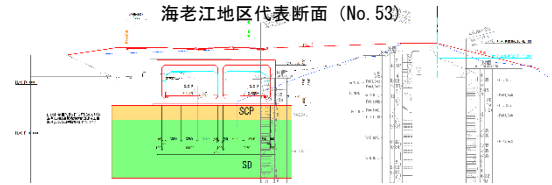


本事業での整備内容

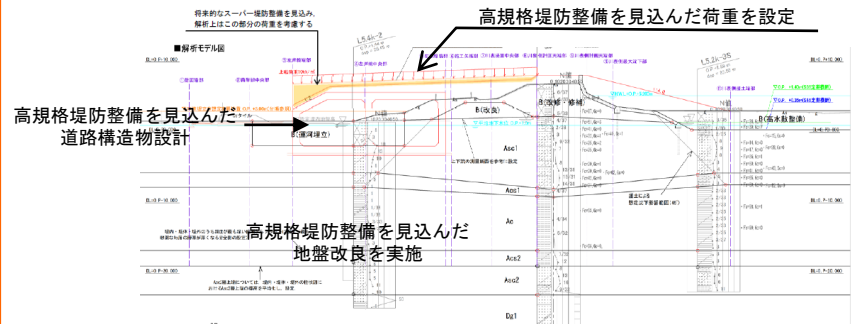
- 淀川左岸線(2期)区間はすべて、高規格堤防整備区間(H24.9)



- 海老江地区において将来の手戻りを回避するため、高規格堤防整備に必要な断面の確保、基礎地盤の対策を施し、高規格堤防としての要件を満足



- 海老江地区以外では、淀川左岸線(2期)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。

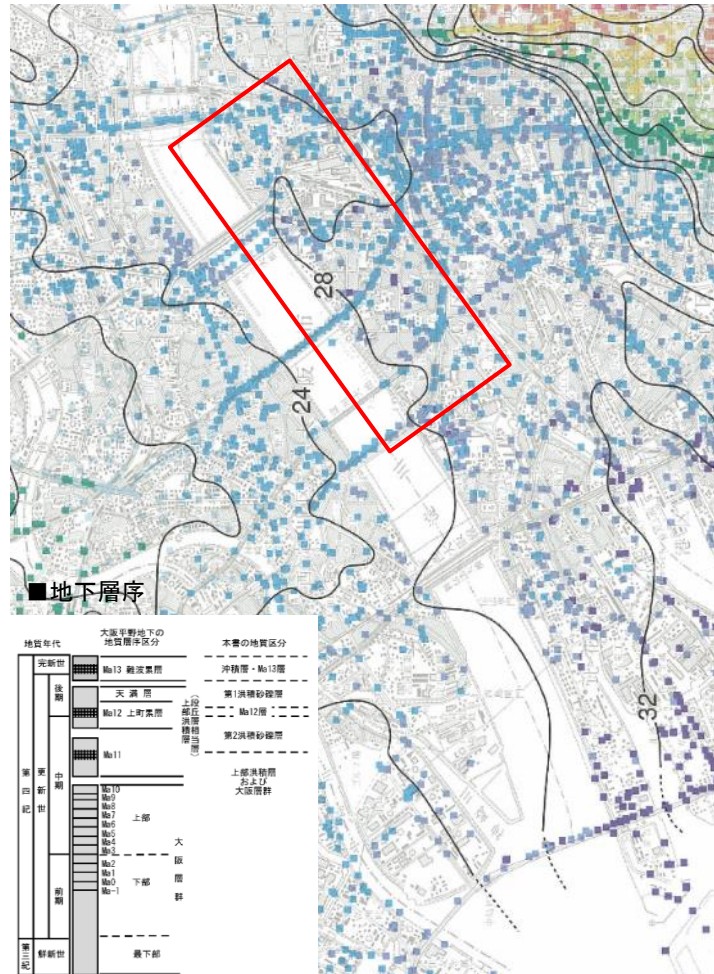


- 新関西地盤によると、当該地区は28m程度の沖積層が堆積し、その中には厚い海成粘土であるMa13層が挟まれる。
- 当該地区の沖積層はN値が急増する天満層より上部を沖積層とする(G.L.-30m)。
- 当該地区は概ね氾濫平野に分類されているが、堤防の浸透に対する安全性照査において照査基準に影響を及ぼす旧河道、落掘跡等の要注意地形は概ねみられない。

地形特性

■沖積層分布図

左岸線(2期)の地質は、地表から28m程度は沖積層であり、その下位に洪積砂礫層(天満層)が分布している。沖積層には海成の粘性土(Ma13)を挟む。液状化、圧密沈下に対する配慮が必要となる地質と言える。



■治水地形分類図

左岸線(2期)概ね氾濫平野に分類されている。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、落掘跡などの要注意地形は概ねみられないことがわかる。河道線形は国道423号(新御堂筋)付近では内岸となっているが、淀川左岸線(2期)にわたり概ね直線河道となっている。

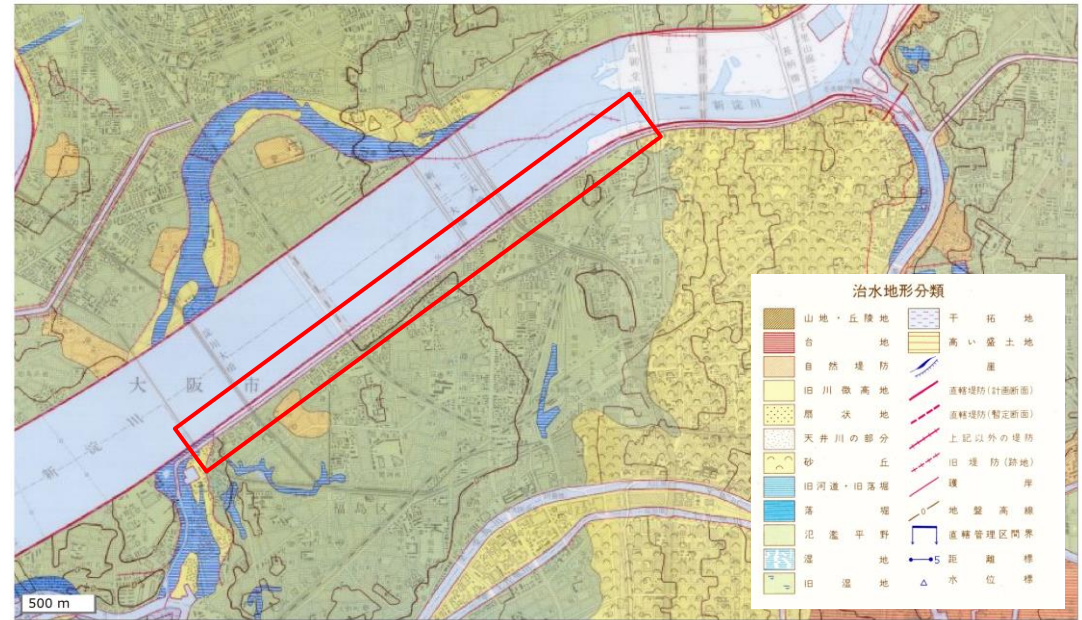


図 治水地形分類図(2013年)

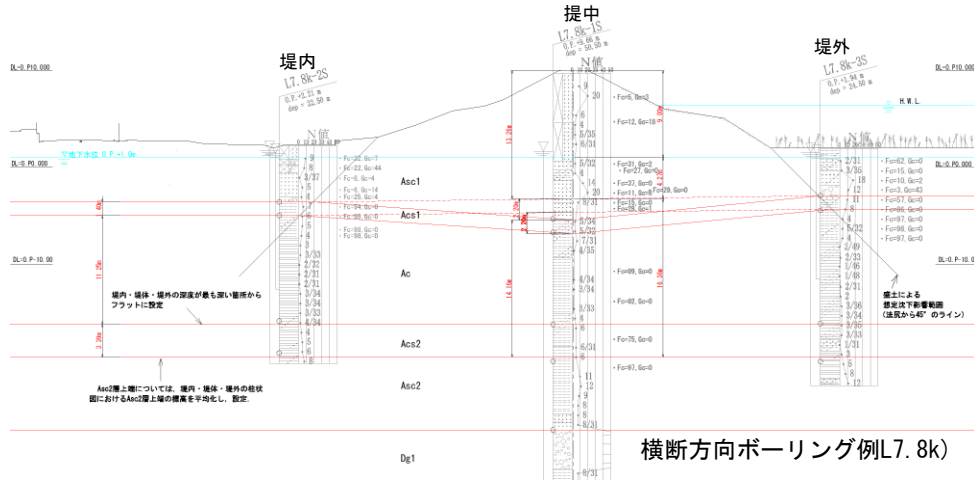
図 大阪平野地下の層序の概要(左)、沖積層分布図(右)(出展:「新関西地盤」)

- 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。
- 淀川左岸線(2期) 区間内の土層構成は概ね一様、N値や粒度などの分布が概ね一様

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、縦断方向および横断方向の地層の状態を把握している。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。



■ 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縦断的に連続しており、天満層である洪積層(Dg)の上位には、沖積のシルト質砂層(Asc2)、砂質粘土層(Acs2)、粘土層(Ac)、砂質シルト層(Acs1)、シルト質砂層(Asc1)の順に堆積している。粘性土層(Acs1・Ac・Acs2)の層厚は概ね14m程度であり、軟弱なAc層が10m程度と最も厚い。

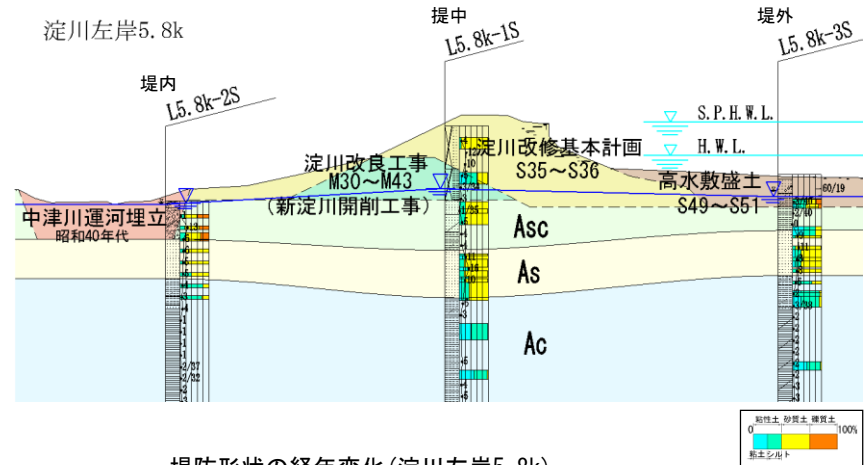
■ 透水係数

不飽和土に対しては、精度よく透水係数を把握するため、原位置での透水試験(締め固めた地盤の透水係数試験)を実施している

堤防形式	断面No	距離標	締め固めた地盤の透水試験(MS)				
			堤内		堤外		
			運河埋立	改良	改修・修補	高水敷整備	
パラペット部	ランプ部	79	L5.0k+95m	○	—	—	—
	一般部	94	L5.2k+188m	○	—	—	—
特殊堤	一般部	117	5.8k+38m	○	○	○	○
	ランプ部	130	6.0k+100m	○	○	○	○
		142	L6.2k+139m	○	○	○	○
	一般部	152	L6.4k+139m	—	○	○	○
土堤	一般部	190	L7.2k+97m	—	○	○	—
	ランプ部	221+15	L7.8k+162m	○	○	○	—
		233	L8.2k+46m	○	○	○	—

■ 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。



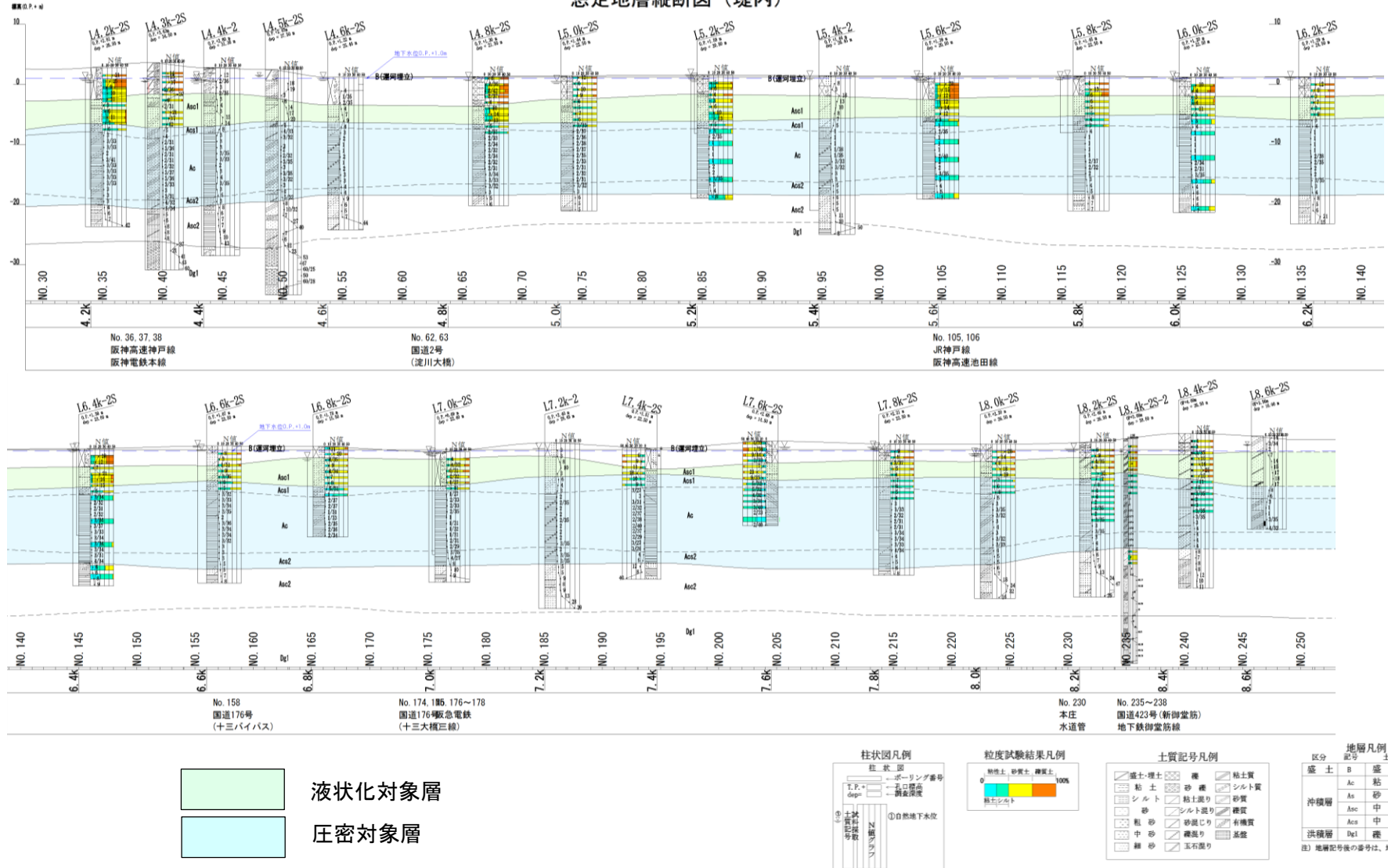
堤防形状の経年変化(淀川左岸5.8k)

- 淀川左岸線(2期)区間内の土層構成は概ね一様
- N値や粒度などの分布が概ね一様

地盤特性 (想定地層図)

堤内ボーリングの縦断面を示す。左岸線(2期)区間において、大きな変化は見られない(堤体、堤外でも同様)

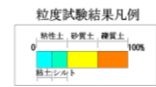
想定地層縦断面図(堤内)



液状化対象層  
 圧密対象層

柱状図凡例

柱状図	ボーリング番号
土質記号	調査深度
圧密試験結果	N値
自然地下水位	



土質記号凡例

盛土・埋土	礫	粘土質
粘土	砂	シルト質
シルト	粘土質	砂質
砂	シルト混り	礫質
粗砂	砂混り	有機質
中砂	礫混り	基盤
細砂	玉石混り	

地層凡例

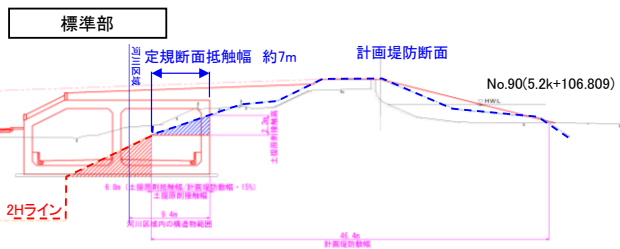
区分	記号	土質名
沖積層	B	盛土層
	Ac	粘性土
	As	砂質土
	Asc	中間土
	Aca	中固土
洪積層	Dg1	礫質土

(注) 地層記号後の番号は、地層番号を示す。

- 左岸線(2期)の堤防は、約4.3kmの区間にわたって連続的に堤防内にボックスカルバートが設置されるものであり、全長の内約2.9kmが堤防定規断面に対し、最大で幅15m程度、高さは5m程度が「土堤原則」に適合しない。(ただし書きに規定する特殊堤には該当しない。)
- 左岸線(2期)の一体構造物は、構造令の第3章(堤防)の規定によるものと同様以上の効力があるものとする必要がある。

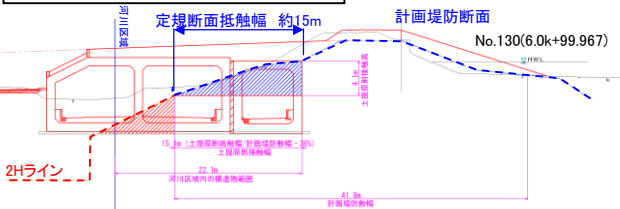
堤防定規との位置関係

■延長約4.3kmの内約2.9kmの区間で、幅最大約15m、高さ約5mが「土堤原則」に適合しない

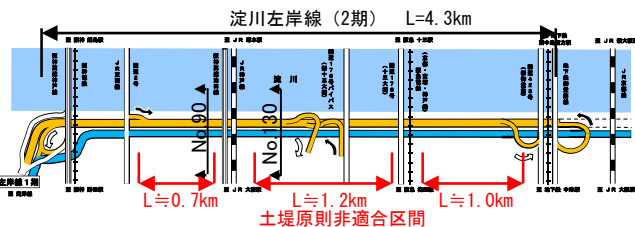


・堤防定規内に道路ボックスが設置される箇所は、定規断面と重複する幅が裏のり小段程度となっている。

最大抵触部(ランプ部約200m程度)



・ランプボックスが本線ボックスに併設される箇所は、堤防定規断面に大きく構造物が設置され、最大幅約15m、高さ約5m程度、土堤原則に適合しないこととなる。



・定規断面内に構造物が設置される区間は、淀川左岸線(2期)区間約4.3kmの内、約2.9kmとなる。

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することができる。

土堤原則との関係

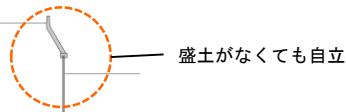
・左岸線(2期)は、道路構造物が大部分の区間で計画堤防断面内に食い込む計画であるため、構造令の「堤防は、盛土により築造するものとする」に適合しない

19条ただし書きの構造(特殊堤)との関係

○自立式構造といえるか

・ただし書き「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」とは、盛土の部分がなくとも自立する構造(自立式構造)のものである。  
 ・左岸線(2期)の構造は殆どがボックスカルバートであり、盛土なしで堤防機能が確保されるような自立式構造とはなっていない。

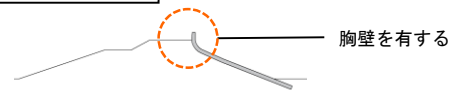
自立式構造



○パラベット構造の特殊堤といえるか

・ただし書き「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」とは、パラベット構造の特殊堤であり、左岸線(2期)の構造はこれに該当しない。

パラベット構造

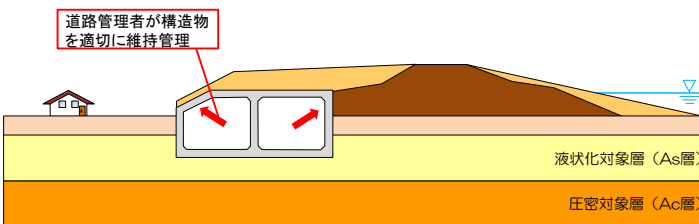


堤防横断構造物等との関係

・左岸線(2期)の構造物は連続的に堤防内にボックスカルバート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、裏土戻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

一体構造物が土堤と同様以上の効力を有する必要性

■道路管理者がボックスカルバートを適切に維持管理することを前提に、堤防の一部がボックスカルバートとなる特殊な堤防構造の一体構造物が土堤と同様以上の効力を有するかが課題



○通常の土堤が有する機能

- ・第18条(構造の原則)
  - 1) 耐浸透機能
  - 2) 耐侵食機能
  - 3) 耐震機能
- ・第19条(材質及び構造)
  - 1) 維持管理(修復等)が容易
  - 2) 災害復旧が容易

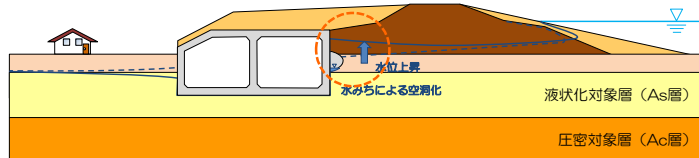
・前例のない特殊な構造の堤防となるため、新たに照査手法を立案し、必要な対策を検討する必要

- 1) 耐浸透機能
  - ・すべり破壊に対する安全性
  - ・基礎地盤のパイピング破壊に対する安全性
- 2) 耐侵食機能
  - ・堤防表のり面、のり戻の直接侵食に対する安全性
  - ・主流路(低水路等)からの側方侵食、洗掘に対する安全性
- 3) 耐震機能
  - ・地震後においても、河川水の流水の河川外への越流を防止

・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構造や体制が必要

- 1) 維持管理(修復等)が容易
  - ・適切な点検、モニタリングと必要に応じた強化を施して、堤体本体の安定性、構造物周辺が堤防に比べて弱点とならないか
- 2) 災害復旧が容易
  - ・堤防被災時に早急な復旧ができるか

○被害シナリオから想定した被害想定によると、水みちが発生し内部浸食による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

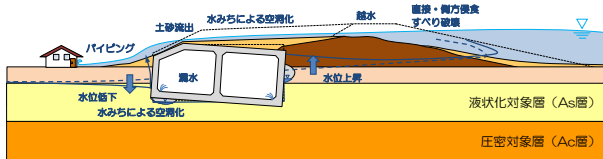


- 洪水・豪雨や地震等の現象による被害シナリオから堤防、道路、周辺環境への被害を想定。
- 想定される被害よりボックスカルバート周辺に水みちが発生し、内部浸食により堤防破壊の危険性が高まり、堤防の安全性の低下が懸念される。

被害シナリオごとの被害想定

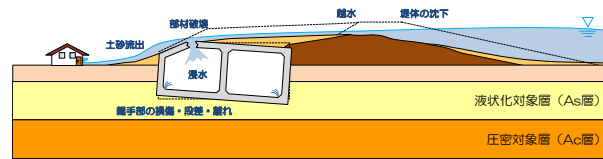
赤字：一体構造物特有の被害想定

■洪水（高潮）・豪雨による被害想定



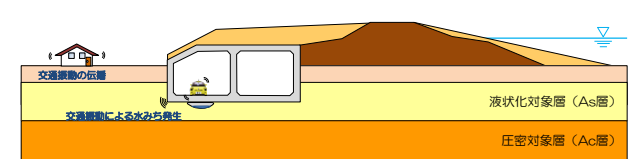
- 【堤防の被害】
- ・ **水みち発生** (パイピングの誘発)
  - ・ 裏のり堤内地の盤ぶくれ
  - ・ 直接侵食、側方侵食
  - ・ 天端からの雨水排水による堤防のり面の侵食
- 【道路の被害】
- ・ 構造物の変形・移動
  - ・ 継手部の損傷・段差・離れの発生
  - ・ 越水による上載土の流出・浮上り・道路冠水・土砂流入
  - ・ 内水氾濫による道路冠水
  - ・ 継手損傷部からの漏水・土砂流入
- 【周辺環境への被害】
- ・ 堤防および道路被害に伴う浸水被害

■地震による被害想定



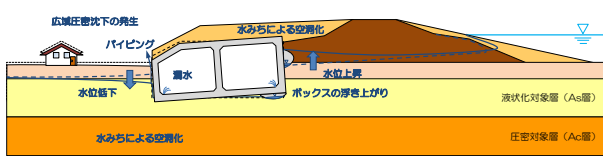
- 【堤防の被害】
- ・ 変形 (すべり、液状化)
  - ・ **ひび割れ、水みち** (パイピングの誘発)
  - ・ 構造物損傷による堤防天端面での陥没
  - ・ 構造物損傷による堤体材流出での陥没
- 【道路の被害】
- ・ 構造物の変形 (倒壊、損傷)
  - ・ 液状化による構造物の移動 (浮き上り、沈下、回転)
  - ・ 構造物の損傷等に伴う道路内への漏水、土砂流入
  - ・ 構造物の損傷、段差・離れの発生
  - ・ 津波の流入
- 【周辺環境への被害】
- ・ 堤防および道路被害に伴う浸水被害

■交通振動による被害想定



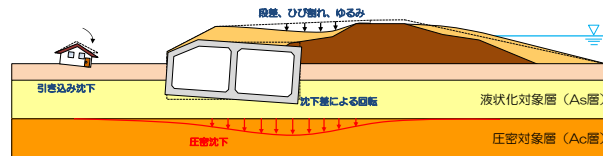
- 【堤防の被害】
- ・ 交通振動による堤防の **ひび割れ、水みち** (パイピングの誘発)
- 【道路の被害】
- 
- 【周辺環境への被害】
- ・ 交通振動による家屋振動

■地下水変動による被害想定



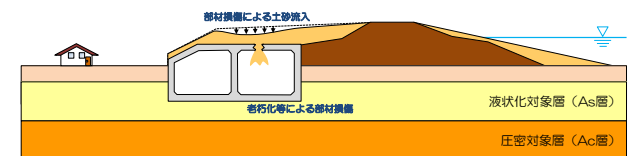
- 【堤防の被害】
- ・ 地下水流動阻害による **水みちの発生** (パイピングの誘発)
  - ・ 構造物に沿った縦断方向の **水みちの発達** (パイピングの誘発)
- 【道路の被害】
- ・ 水位上昇による道路構造物の浮上りに伴う段差発生
  - ・ 継手部からの漏水・土砂流入
- 【周辺環境への被害】
- ・ 堤内地の地下水水位低下

■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)
  - ・ 道路底版と基盤底面の間隔による **水みちの発生**
  - ・ 構造物～地盤の圧密沈下差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
  - ・ 圧密沈下差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・道路構造物の圧密沈下による周辺地盤の引込沈下

■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材流出での陥没
- 【道路の被害】
- ・ 構造物の耐荷力低下による破壊
  - ・ 継手部損傷による漏水、土砂流入
- 【周辺環境への被害】
-

堤防(土堤)の機能に関する一体構造物としての課題

条 項	項目および内容	現象	想定される被害シナリオから導いた一体構造物の課題
<b>第18条(構造の原則)</b>			
・堤防が浸透作用に対して安全でなければならない	耐浸透機能 ・すべり破壊に対する安全性 ・基礎地盤のパイピング破壊に対する安全性	地下水変動 洪水・豪雨	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地下水流動阻害(堤体内浸潤面の上昇)により水みち発生</li> <li>○地下水流動阻害により、構造物に沿った縦断方向の水みち発生</li> <li>○土と構造物間が洪水・降雨時の浸透や変形により、堤体の弱体化や水みち発生</li> <li>○基礎地盤のパイピング破壊に対する安全性</li> <li>○すべり破壊に対する安全性</li> </ul>
・堤防が浸食作用に対して安全でなければならない	耐侵食機能 ・堤防表のり面、のり尻の直接侵食に対する安全性 ・主流路(低水路等)からの側方侵食、洗掘に対する安全性	洪水・豪雨	<ul style="list-style-type: none"> <li>○直接侵食に対する安全性</li> <li>○主流路(低水路等)からの側方侵食、洗掘に対する安全性</li> <li>○道路からの雨水排水による堤防侵食</li> </ul>
・地震により壊れても浸水による二次災害を起さない	耐震機能 ・地震後においても、河川水の流水の河川外への越流を防止	地震	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地震後の河川外への越流</li> <li>○土と構造物間が地震時の変形や剥離(液状化)より、堤防沈下や水みち発生</li> </ul>
<b>第19条(材質及び構造)</b>			
・構造物としての劣化現象が生じにくい	河川の維持管理 ・河川の状態把握、河川巡視、点検、維持管理対策等により河川の機能低下を適確に把握し、対策を行う	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	<ul style="list-style-type: none"> <li>○完成後の堤防沈下</li> <li>○堤内地の地下水低下</li> <li>○構造物間の変形等の把握</li> <li>○管理者間での平常時および地震発生後の点検実施体制・時期</li> <li>○圧密沈下による堤防高の不足および周辺影響</li> <li>○圧密変形による堤体の沈下・変形</li> <li>○道路底版と基盤底面のすき間による水みち発生</li> <li>○交通振動による水みち発生</li> <li>○堤防高不足分の盛土を行えること</li> <li>○短期間(14日)で隙間の復旧</li> <li>○隙間が生じた際の補修方法</li> <li>○損傷などの異常のレベルに応じた補修・補強</li> <li>○堤防欠損等の復旧作業</li> <li>○洪水時の水防活動、自治体への避難情報の提供</li> <li>○津波予報発令時における二次被害防止のための施設操作</li> <li>○堤内側から河川への避難ルートの確保</li> <li>○堤内側から河川への復旧用作業ルートの確保</li> <li>○堤防縦断方向の復旧用作業ルートの確保</li> </ul>
・基礎地盤と一体としてなじむ ・不同沈下が起きても修復が容易 ・嵩上げ・拡幅等が容易	堤防本体の点検と強化 構造物周辺の堤防の点検と強化 ・適切な点検、モニタリングと必要に応じた強化を施して、堤体本体の安定性、構造物周辺が堤防に比べて弱点とならない		
・地震時において被災した場合の復旧の容易さ	災害復旧 ・堤防被災時に早急な復旧ができる		

道路の機能に関する一体構造物としての課題

項目	内容	現象	想定される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	○地震に対するボックスの安全性, 供用性 ○偏土圧下での地盤変形(液状化)に対する道路ボックスの安全性, 供用性 ○地震時の液状化による安全性, 供用性
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での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	○道路躯体の沈下に対する安全性, 供用性 ○道路躯体の継手部の段差・離れに対する安全性, 供用性 ○道路躯体の浮き上がりに対する安全性, 供用性 ○洪水, 大雨などによるボックスの安全性, 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での周辺地盤の圧密沈下の抑制	地盤変形 地下水変動	○圧密沈下による周辺影響 ○圧密沈下による周辺影響の把握 ○堤内地の地下水変動 ○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浸入を防ぐ	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	○道路躯体の本体・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	○管理者間での点検実施体制
災害復旧	・被災後の補修・補強により早期に供用できる (外力レベルに応じた復旧容易性を設定)	地盤変形 地下水変動 経年変化 洪水・豪雨 地震	○管理者間での維持管理体制 ○河川側の非常時における交通規制
材質及び構造	・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物としての課題

項目	内容	現象	想定される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		○堤防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

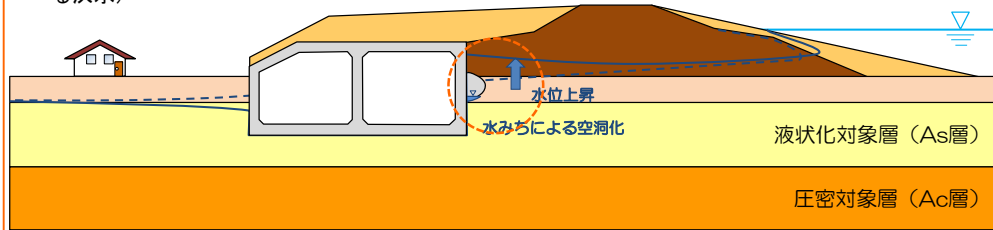




- 一体構造物に被害を及ぼす外力から想定した被害シナリオから、特に地盤変形及び洪水・豪雨による**水みち**が一体構造物の課題。
- 道路構造物と堤防との沈下差や堤体内浸潤面の上昇により、水みちの発生が懸念されるため、課題に対して**堤防機能を確保するための対応方針を検討**。
- 堤防機能を確保するための照査項目については、その**照査手法等について検討**。

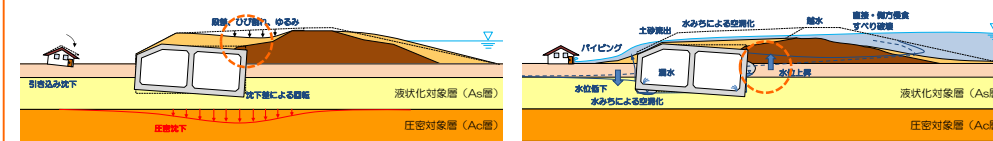
一体構造物特有の課題

- 一体構造物特有の課題としては、構造物周辺の**水みち**が懸念（特に地盤変形による空洞化に作用する洪水）



課題に対する対応方針

- 構造物周辺の水みちは、**道路構造物と堤防との不同沈下、堤体内浸潤面の上昇**が大きく起因すると推察
- 道路構造物と堤防の荷重条件、施工ステップを考慮した上で、道路構造物完成後の**残留沈下差をシミュレーション**
- 道路構造物の阻害による影響を考慮した上で、**堤体内浸潤面の水位上昇をシミュレーション**



- (水みち発生シナリオ)
- ・ 道路構造物構築後、堤防のみ沈下
  - ・ 道路構造物周辺に剥離や空洞化発生
  - ・ 堤体内浸透水が水みちを形成

- (水みち発生シナリオ)
- ・ 道路構造物が地下水流動阻害
  - ・ 堤体内浸潤面が上昇
  - ・ 横断方向、縦断方向に水みちが形成

■ 堤防と道路構造物との残留沈下差を地盤変形解析によりシミュレーション	■ 堤体内浸潤面の上昇を浸透流解析によりシミュレーション
↓	↓
■ 道路構造物の残留沈下を10cm未満に抑え、堤防との残留沈下差を極力抑制	■ 堤体内浸潤面の上昇を現況の地下水流況以下に抑制
↓	↓
■ 施工時から堤体の沈下量をモニタリングし、解析の妥当性を検証	■ 堤体内地下水位をモニタリングし、解析の妥当性を検証

- 一体構造物としての照査項目（残留沈下差、堤体内浸潤面の上昇）については、これまでに定められた基準類はないため、照査手法等について検討し、特別な照査手法を立案
- 検討した照査手法等により、通常の盛土による堤防が有する治水機能へ悪影響（水みち発生等）が生じないかを以下のとおり評価する。
  - ① 堤防と道路構造物との残留沈下差が極力発生していないか
  - ② 堤体内浸潤面が現況以下となっているか

既往基準類の適用

- 既往基準類は通常の盛土による堤防（特殊堤含む）を想定しているため、今回の構造に適用できる可能性が低い。

【河川堤防の構造検討の手引き】

- ・ 対象としている堤防は普通の堤防、すなわち土質材料により構成される堤防（いわゆるゆる堤）である。
- 【河川構造物の耐震性能照査指針（案）・同解説】
- ・ 堤防、自立式構造の特殊堤、水門・樋門及び堰並びに揚排水機場の耐震性能の照査に適用する。

- 耐浸透機能  
すべり安全率…土堤規定断面を原則として設定されている。  
⇒ 規定断面内に構造物が設置されているため、既往基準値の適用性について検討  
パイピング …裏のり尻近傍の基礎地盤の局所動水勾配の最大値  
⇒ 裏のり尻近傍に道路構造物が設置されるため、道路構造物周辺の基準値について検討
- 耐侵食機能  
直接侵食・側方侵食…既往基準類を適用（護岸工等は構造令に準拠）
- 耐震機能  
照査外水位 …L2-2の照査外水位は、これまでの応急復旧が概ね14日間で実施できていることから設定されている  
⇒ 一体構造物整備後の応急復旧が14日間以内で実施可能であるかを検討

■ 通常の盛土による堤防での照査項目と同様の項目（耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能等）については、その照査手法や照査基準値について既往基準類の準用も含め検討を実施し、特別な照査手法等を立案。

■ 検討した照査手法等により、通常の盛土による堤防が有する治水機能と同等以上となっているかを以下のとおり評価する。

- ① 耐浸透機能  
すべり安全率…**現況の堤防が有する安全率以上**  
パイピング …局所動水勾配（鉛直0.5以下、**水平0.3以下**）
- ② 耐侵食機能  
直接・側方侵食…既往基準のとおり
- ③ 耐震機能  
残留堤防高 …照査外水位以上（L2-1：施設設計上津波高 L2-2：14日間1/10水位）  
**災害復旧性 …14日間以内での緊急復旧**

※赤字：一体構造物特有の設定

- 海老江北入路および大淀出路のランプBOXは、堤防天端に極めて近接し部分開削をした場合、残る既設堤防の断面が小さい。(約50%程度)
- これらの区間は、一体構造物完成後の土壌部分の断面が特に小さくなることから、耐浸透機能や耐震機能を確実に確保できるよう、全開削し新規築堤を行う。
- 堤体直下には、液状化対策工及び軟弱地盤対策工を実施の上、新規築堤を行う。(各約100m区間)

最大重複部(ランプ部)の取扱い

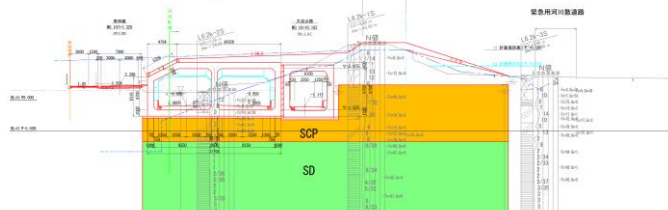
- 海老江北入路、大淀出路部のランプBOX並行区間(約100mずつ)は、施工時に既設堤防の約50%近く開削
- 堤防開削規模が大きいため、標準部とは別の取り扱いとする

■海老江北入路 (N0.79)  
特殊堤 (パラベット)



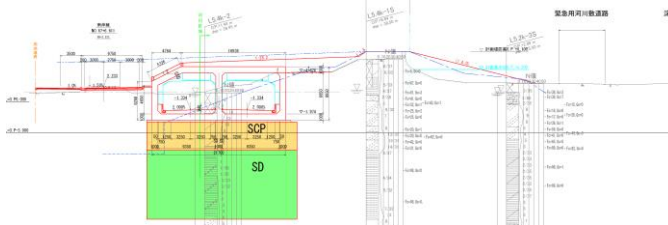
堤体下も含め地盤改良

■大淀出路 (N0.130)  
特殊堤 (すり付け)



堤体下も含め地盤改良

(参考) 標準部 (N0.90)



道路ボックス下地盤改良



- 施工パターン
- A1: 鋼矢板二重式仮締切(部分開削)
  - A2: 鋼矢板二重式仮締切(全開削)
  - B1: 土壌仮締切(狭域部分開削)
  - B2: 土壌による一枚のり護岸(開削無)
  - C: 仮締切不要(開削無)

- ランプボックス並行区間は、既設堤防を撤去し、堤体直下の地盤改良を行い新規に築堤を行う
- 液状化対策、圧密沈下対策、新規築堤を行うことから、耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能を確保
- 同時にプレロード盛土を行うことにより、道路ボックスと堤防の残留沈下差も抑制

【最大重複部 施工ステップ】

仮締切設置  
↓  
既設堤防撤去

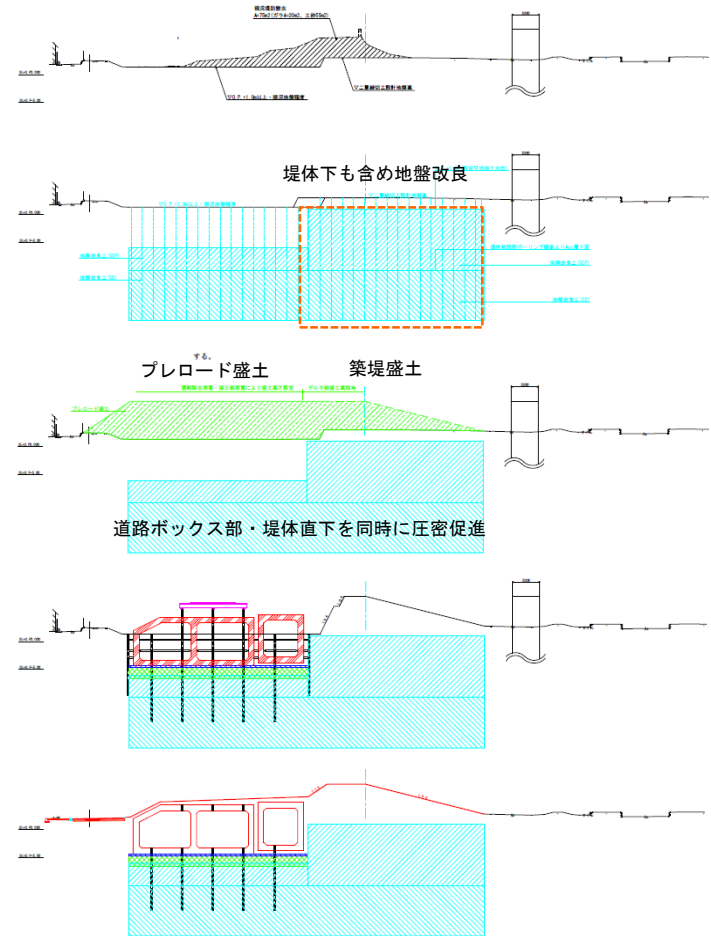
地盤改良  
(軟弱地盤対策工)  
(液状化対策工)

築堤盛土  
プレロード盛土

ボックス構築

護岸工  
天端舗装  
デルタ部・上面盛土  
↓  
仮締切撤去

■海老江北入路 (N0.79)



- 洪水時における堤体内水位の上昇を抑制することを目的に、完成時の川裏のり面に**降雨浸透対策**を設置することを条件とし、解析上川裏のり面には降雨が浸透しないものとした。
- 水みち、パイピング破壊に対する安全性を照査するため、**洪水時の構造物周辺の局所動水勾配**を評価する。
- パイピングに対する安全性を照査するため、**レーンの加重クリープ比**を評価する。
- すべり破壊に対する安全性の検討として、洪水時の**川表の最小すべり安全率**が照査基準を下回ることを照査する。
- 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、**交差部における橋脚周りの三次元的な浸潤挙動**、**縦断的な浸透挙動**を把握する。

既往基準類の適用上の課題

- ・変形(すべり)、裏のり堤内地の浸透破壊(パイピング)

■既往基準：河川堤防の構造検討の手引き

解析手法：飽和-不飽和浸透流解析

照査項目：パイピング、円弧すべり

照査基準：パイピング  $iv, ih < 0.5$

円弧すべり  $Fs(\text{川表}) > 1.0$

$Fs(\text{川裏}) < 1.44$  (左岸線区間)

■適用上の課題

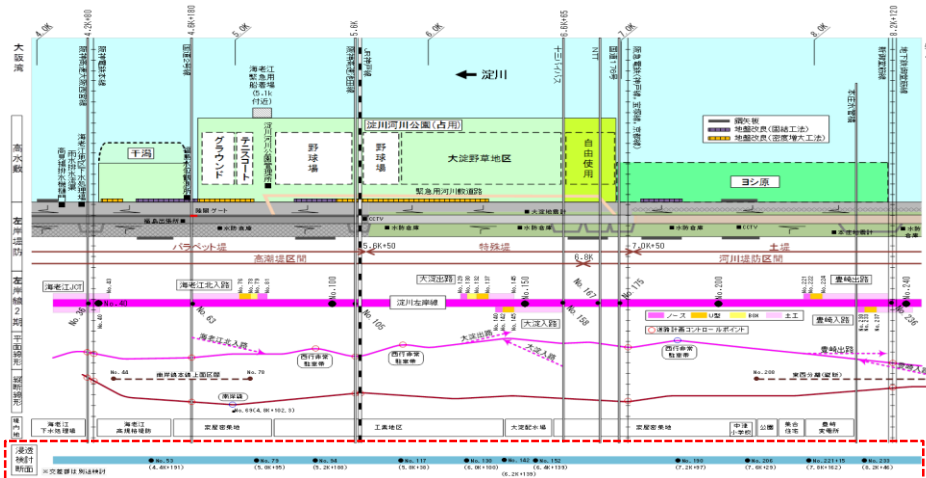
- ・土堤を前提とした基準である。
- ・鉛直方向の局所動水勾配( $iv$ )と水平方向の局所動水勾配( $ih$ )は、本来メカニズムが異なる

■左岸線での実施内容

- ・川表のすべり安全率は、形状規定で増築してきた現況堤防の安全率以上を確保する。
- ・水平方向の局所動水勾配( $ih$ )は、既往研究成果(赤井の式、久保田の式)を参考として、本検討では  $ih < 0.3$  を設定

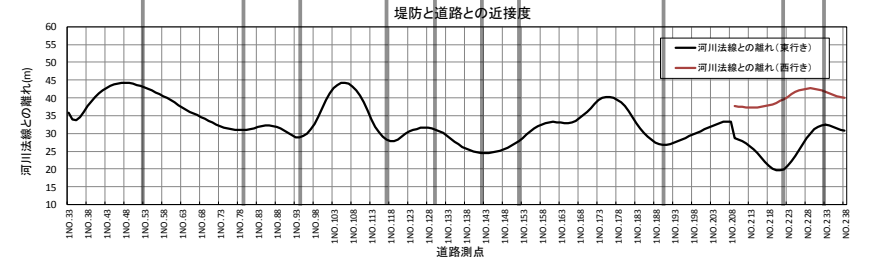
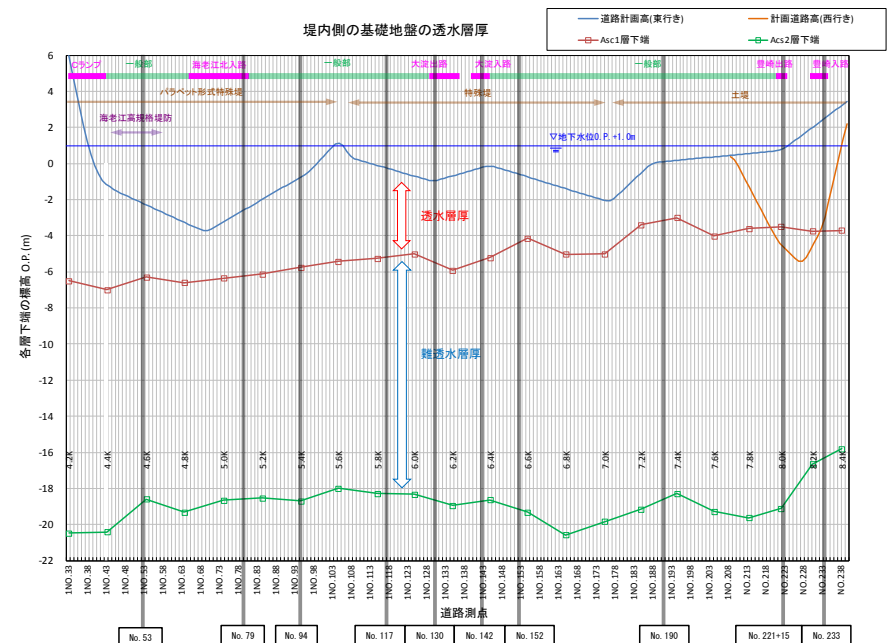
検討対象断面の平面位置

- ・検討対象断面の平面位置を以下に示す。



検討対象断面の抽出

- ・検討対象断面は、**堤防形式**(バラベツト形式特殊堤、特殊堤、土堤)、**道路形式**(一般部、ランプ部)、**堤防と道路との近接度**(道路計画平面線形)、**基礎地盤の透水層厚**に着目して選定する。
- ・基礎地盤の透水層厚と、堤防と道路の近接度を以下に整理する。



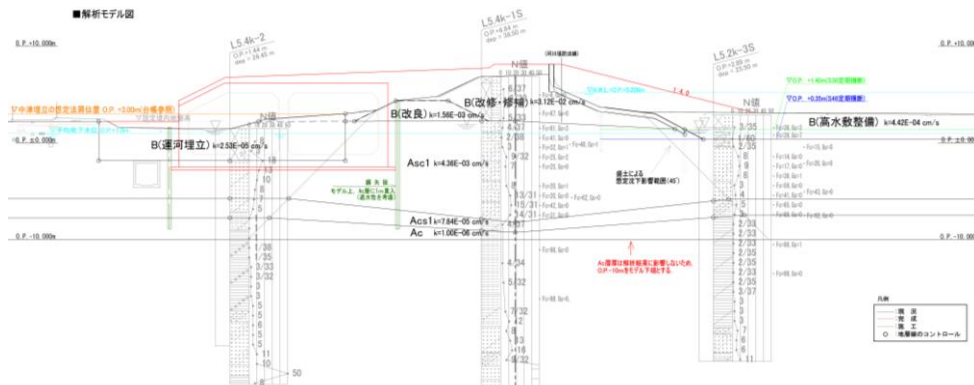
検討対象断面の抽出

堤防形式	一般部	ON ランプ部	OFF ランプ部	高規格堤防
パラペット形式特殊堤	No.94	No.79	—	No.53
特殊堤	No.117,No.152	No.142	No.130	—
土堤	No.190	No.233	No.221+15	—

■各断面の選定理由

- ・No.53: 透水層圧が比較的薄い。(パラペット堤・高規格堤防)
- ・No.94: 道路が堤防に近接する。(パラペット堤・一般部)
- ・No.117: 道路が堤防に近接する。(特殊堤・一般部)
- ・No.152: 道路が堤防に近接する。(特殊堤・一般部)
- ・No.190: 道路が堤防に近接し、透水層厚が比較的薄い。(土堤・一般部)
- ・No.79: 道路が堤防に近接する。(パラペット堤・ランプ部)
- ・No.130: 道路が堤防に近接する。(特殊堤・ランプ部)
- ・No.142: 道路が堤防に近接する。(特殊堤・ランプ部)
- ・No.221+15: 道路が堤防に近接する。(土堤・ランプ部)
- ・No.233: 西行きボックスが、基礎地盤の浸透流を大きく阻害する。(土堤区間・ランプ部)

解析モデル

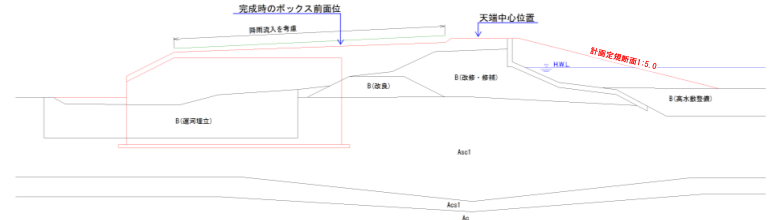


・淀川左岸線(2期)を、堤防形式の異なる3区間(パラペット堤・特殊堤・土堤)に分け、洪水・降雨の境界条件を設定する。

検討条件

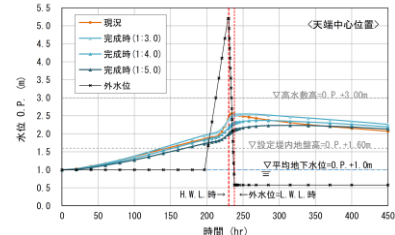
■降雨流入の条件

堤防天端はアスファルト舗装のため、(降雨が入らないとしている)



■川表のり勾配

河川計画断面では1:5の勾配であるが、道路として必要断面かつ現況堤防の機能復旧として、表のり勾配の比較検討(1:3, 1:4, 1:5)を行い、**堤体内浸潤面が現況以下となる1:4の勾配で整備することとする。**  
以降、表のり勾配1:4として検討を行う。



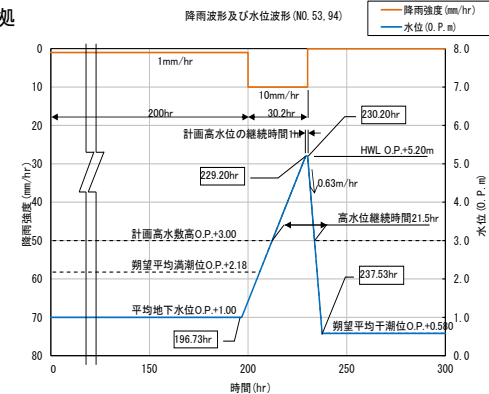
■透水係数

現場透水試験結果や室内試験結果を用いて設定

設定土層	平均(cm/sec)	-σ (cm/sec)	+σ (cm/sec)	変動係数	設定値(cm/sec)
B (改良)	$5.64 \times 10^{-3}$	$1.56 \times 10^{-3}$	$1.05 \times 10^{-2}$	0.17	$1.56 \times 10^{-3}$
B (改修・修補)	$1.31 \times 10^{-2}$	$3.89 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	0.23	$3.12 \times 10^{-2}$
B (高水敷整備)	$1.66 \times 10^{-4}$	$1.81 \times 10^{-5}$	$4.42 \times 10^{-4}$	0.17	$4.42 \times 10^{-4}$
B (運河埋立)	$5.08 \times 10^{-4}$	$2.53 \times 10^{-5}$	$6.23 \times 10^{-2}$	0.58	$2.53 \times 10^{-5}$
Asc1 沖積シルト質砂	$1.33 \times 10^{-3}$	$3.56 \times 10^{-4}$	$4.36 \times 10^{-3}$	0.18	$4.36 \times 10^{-3}$
Ac 沖積砂質シルト	$1.28 \times 10^{-4}$	$7.84 \times 10^{-5}$	$8.10 \times 10^{-4}$	0.14	$7.84 \times 10^{-5}$
Ac 沖積粘土質シルト	※下面不透水層と同等判断し設定				$1.00 \times 10^{-6}$

■外力条件

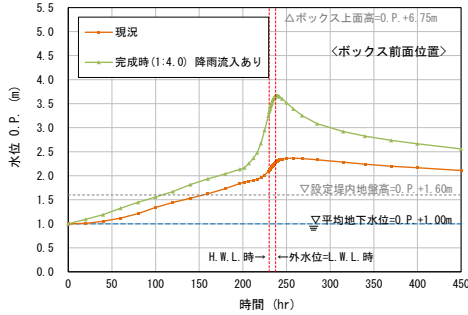
構造検討の手引きに準拠



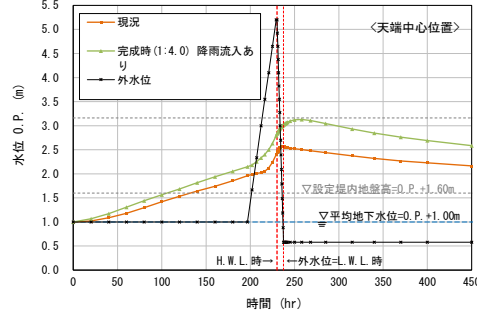
堤体内水位抑制の対策

■堤体内の浸潤面の評価

現況の堤体内水位と比較して、完成後、降雨流入を考慮した場合、現況に比べて水位が大きく上昇する。(ボックス前面で1.4m程度、天端中心で0.6m程度)



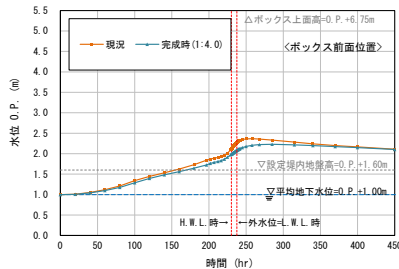
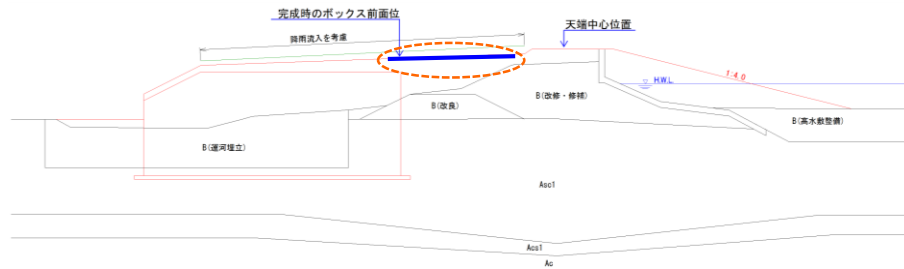
ボックス前面位置



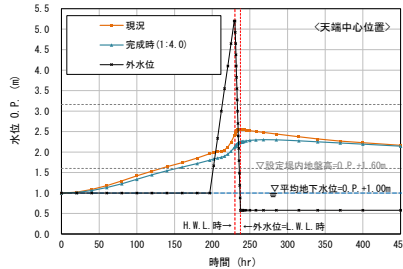
天端中心位置

■降雨浸透対策

堤防天端とボックス間に降雨浸透対策を実施し、降雨流入を抑制すると、水位が現況以下となる



ボックス前面位置

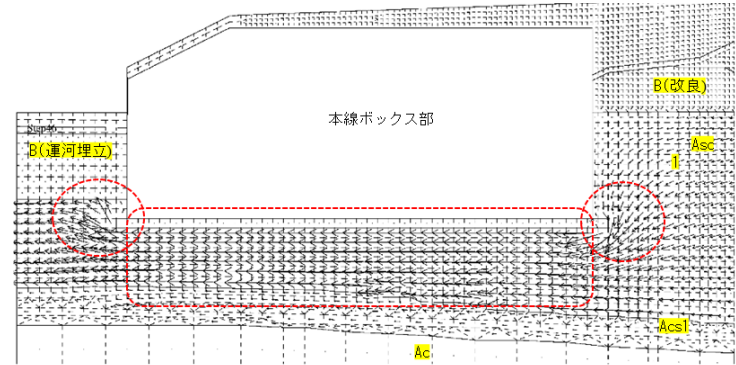


天端中心位置

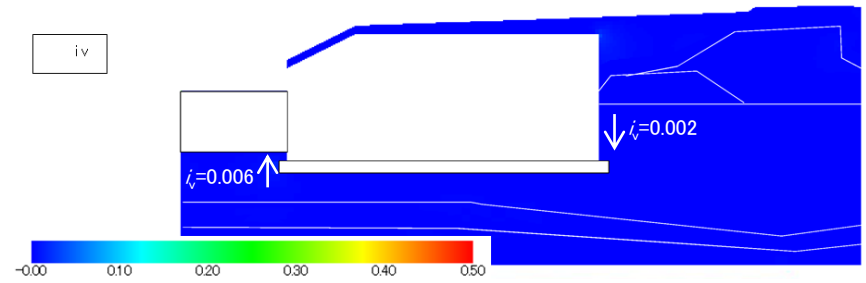
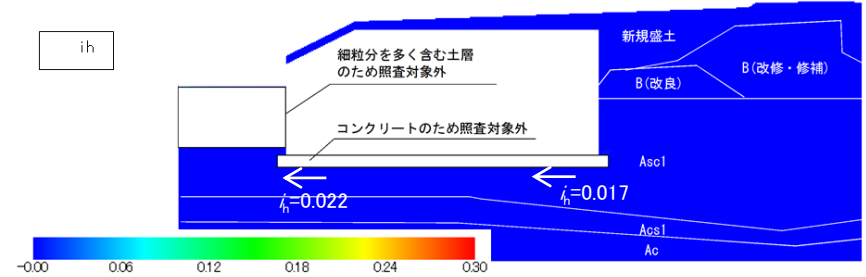
・堤防天端とボックス間に降雨浸透対策を実施することにより、堤体内水位を現況堤防以下に抑制することができる。

構造物周辺の局所動水勾配の照査 (一体構造物特有の項目)

流水ベクトル図

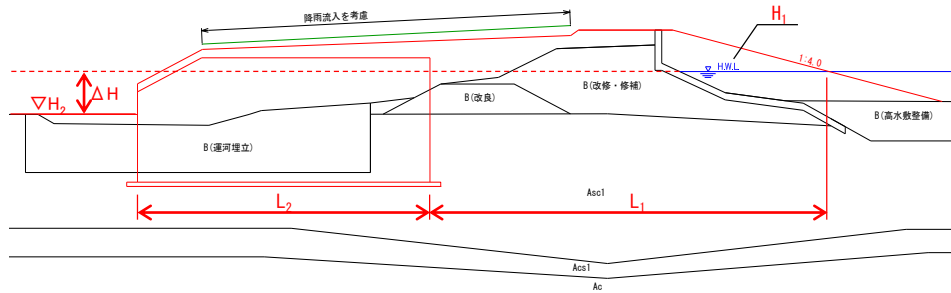


動水勾配コンター図



・堤体内の水の流れは横断方向が支配的であるが、その局所動水勾配の値は今回設定した許容値0.3に比べて十分小さいため、洪水・豪雨による水みちの形成の可能性は低い。

レーン加重クリープ比の照査（一体構造物特有の項目）

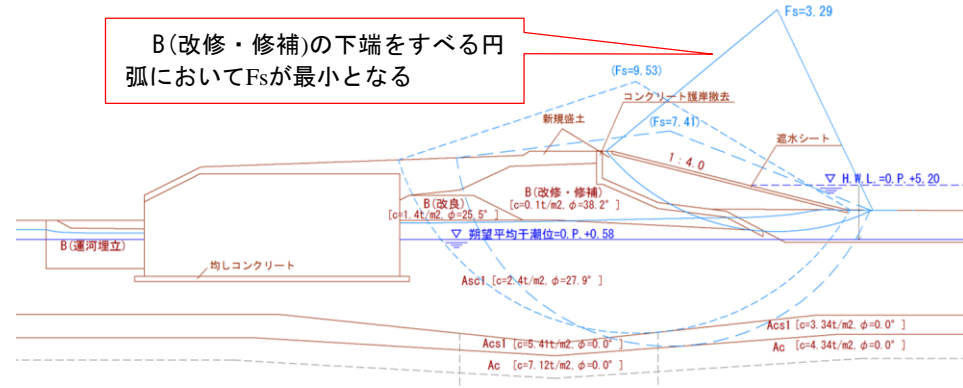


■レーンの加重クリープ比は、下式で評価する。  
 $C=(L_1+L_2)/\Delta H=(L_1+L_2/3+\Sigma)/\Delta H$

	断面No	距離標	浸透路長		水位差			レーンの加重クリープ比 C	照査基準	
			L <sub>1</sub> (m)	L <sub>2</sub> (m)	H <sub>1</sub> (O.P.m)	H <sub>2</sub> (O.P.m)	ΔH (m)			
パラベット形式特殊堤	高規格堤防	53	高規格堤防区間のため、十分安全性を有すると考える						6.0	
	ランプ部	79	L5.0k+95m	22.8	30.5	5.2	1.6	3.6		14.8
	一般部	94	L5.2k+188m	29.6	21.7	5.2	1.6	3.6		14.3
特殊堤	一般部	117	5.8k+38m	29.0	21.7	5.5	1.6	3.9		13.0
	ランプ部	130	6.0k+100m	22.9	30.2	5.6	1.6	4.0		13.3
		142	L6.2k+139m	24.6	29.9	5.7	1.6	4.1		13.3
一般部	152	L6.4k+139m	28.2	21.5	5.8	1.6	4.2	11.8		
土堤	一般部	190	L7.2k+97m	27.0	21.7	6.3	1.9	4.4		11.1
		206	L7.6+29m	33.7	21.7	6.5	2.1	4.4		12.6
	ランプ部	221	L7.8k+162m	24.8	32.5	6.6	2.8	3.8		15.1
233		L8.2k+46m	37.5	21.9	6.8	2.9	3.9	15.2		

・全ての断面で許容値を上回っていることから、完成断面のパイピング破壊に対する安全性は確保できると判断する。

すべり破壊に対する照査

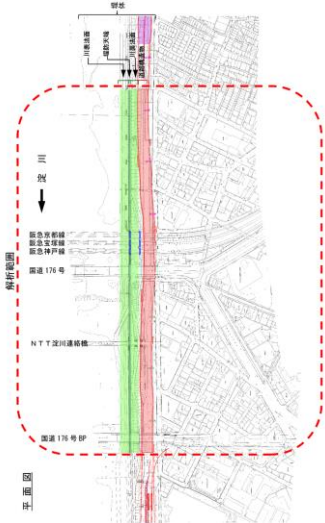


	断面No	距離標	川表			
			現況(基準値)	完成(法勾配1:4.0)	既往基準による照査基準	
パラベット形式特殊堤	高規格堤防	53	4.4k+191	2.057	2.570	1.44
	ランプ部	79	L5.0k+95m	2.266	3.092	
	一般部	94	L5.2k+188m	1.990	3.297	
特殊堤	一般部	117	5.8k+38m	2.346	3.342	
	ランプ部	130	6.0k+100m	2.456	3.231	
		142	L6.2k+139m	2.410	3.160	
一般部	152	L6.4k+139m	2.098	2.907		
土堤	一般部	190	L7.2k+97m	1.380	1.482	
	ランプ部	221	L7.8k+162m	1.378	1.577	
		233	L8.2k+46m	1.492	1.578	

・全ての断面で、現況のすべり安全率(かつ所要安全率)以上となり、堤体に対するすべり安定性は確保できると判断する。

縦断方向の水みちに対する照査（一体構造物特有の項目）

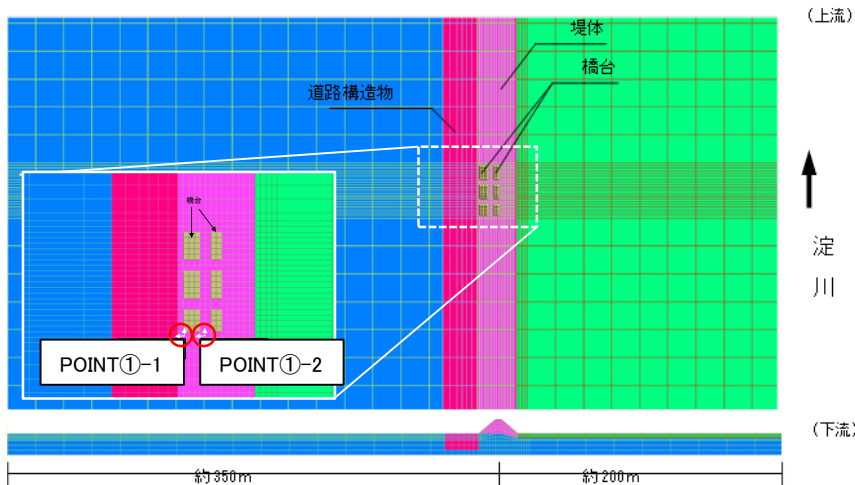
- 検討内容: 交差部橋台等の構造物により水位が上昇し、縦断方向の水みち発生が懸念
- 検討条件



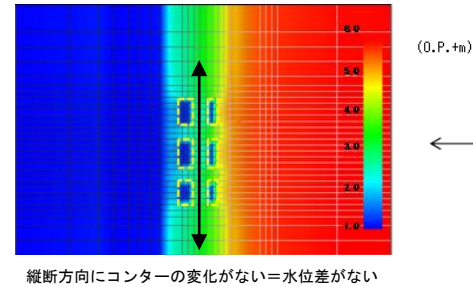
	道路構造物	橋台
CASE1(現況時)	無	有
CASE2(完成時)	有	有

・検討範囲: 堤体に位置する橋台を含む橋梁交差部

■ 解析モデル: 3次元飽和-不飽和浸透流解析

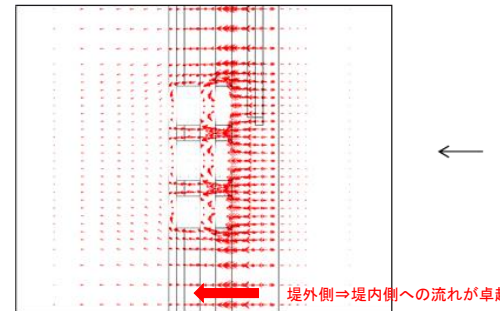


■ 解析結果



ピーク時の水位分布:  
縦断方向の水位差は見られない

縦断方向にコンターの变化がない=水位差がない



流速ベクトル図:  
横断方向の流速ベクトルが卓越

堤外側⇒堤内側への流れが卓越

■ 照査結果: 橋台上流における局所動水勾配 (ih)

	照査POINT①-1	照査POINT①-2
CASE1 (現況時): 縦断方向	0.077	0.050
CASE2 (完成時): 縦断方向	0.067	0.056
CASE2 (完成時): 横断方向	-	0.123

・ 構造物周りの縦断方向の動水勾配は、照査ポイント①-2で、完成時に現況より大きくなるが、横断方向のそれと比べて小さい。  
 ・ 外力である水頭差が、横断方向に卓越しており、縦断的な水位勾配により水みちが発生する可能性は低いと判断。



■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浸食に対する照査を実施する。

既往基準類の適用上の課題

・侵食（直接侵食、側方侵食）

- 既往基準：河川堤防の構造検討の手引き
- 照査項目：代表流速（直接侵食）、高水敷幅(側方侵食)
- 照査基準：代表流速<護岸耐流速  
高水敷幅>低水路河岸高Hの2~3倍

■適用上の課題

- ・特になし
- ・既往基準を適用

■左岸線での実施内容

- ・左岸線完成時の河道断面に対し、整備計画流量を考慮して、流速を算出。護岸設計流速は、5m/s（大型接続ブロック）

検討条件

不等流計算条件は整備計画検討時と同様の値を用いる。

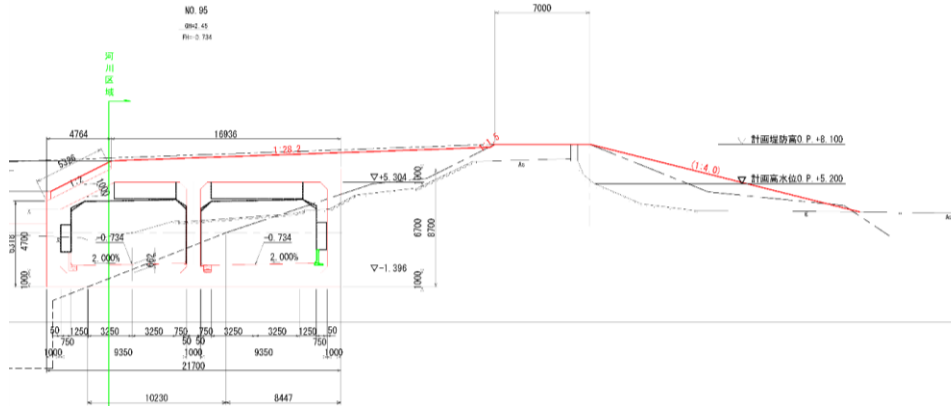
対象流量：10,500m<sup>3</sup>/s(H13断面\_流下能力相当流量)

10,700 m<sup>3</sup>/s(整備計画流量)

出発水位：O.P.+2.29m

断面：H13測量断面(整備計画はH13断面で検討が行われている。)

：検討断面として、淀川左岸線(2期)完成時堤防(表のり勾配1:4.0)を対象とする。



■低水路粗度係数

区間	粗度係数
0.0km~9.8km	0.015
9.8km~22.8km	0.022
22.8km~35.0km	0.025

■高水敷粗度係数

区間	左岸高水敷粗度係数	区間	右岸高水敷粗度係数
0.0km~7.0km	0.020	0.0km~7.6km	0.020
7.2km~8.4km	0.055	7.8km~9.4km	0.055

■橋脚の堰上げはドビソン公式により算定する。

直接侵食に対する照査結果

距離標	検討条件：緩傾斜堤防1:4.0、整備計画流量Q=10700m <sup>3</sup> /s流下時		判定	備考
	高水敷代表流速V <sub>d</sub> (m/s)	護岸設計流速(m/s)		
4.4	1.744	5	○	既設低水護岸(矢板)あり
4.6	1.650	5	○	既設低水護岸(消波ブロック)あり
4.8	1.704	5	○	淀川大橋(R2)付近の緩傾斜堤防としない区間であり、既設特殊堤設置済み区間
5.0	1.491	5	○	
5.2	1.492	5	○	
5.4	1.357	5	○	
5.6	1.383	5	○	阪神高速池田線、JR東海道線の橋梁付近の緩傾斜堤防としない区間であり、既設特殊堤設置済み区間
5.8	1.312	5	○	
6.0	1.242	5	○	
6.2	1.219	5	○	
6.4	1.257	5	○	
6.6	1.178	5	○	
6.8	1.279	5	○	
7.0	2.204	5	○	阪急電鉄の橋梁付近の緩傾斜堤防としない区間であり、既設特殊堤設置済み区間
7.2	0.940	5	○	
7.4	0.906	5	○	
7.6	0.914	5	○	
7.8	0.898	5	○	
8.0	0.918	5	○	
8.2	0.942	5	○	

・護岸設計流速が、代表流速を上回っていることから、表面侵食耐力が代表流速以上であると評価し、直接侵食に対する安全性を確保していると判断する。

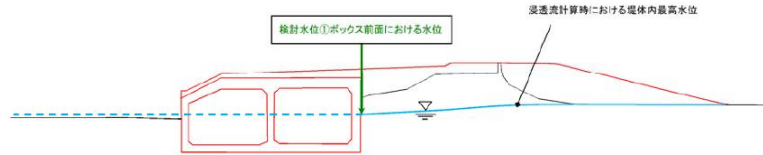
側方侵食に対する照査結果

距離標	セグメント	堤防の諸条件		検討条件：緩傾斜堤防1:4.0、整備計画流量Q=10700m <sup>3</sup> /s流下時		判定 (b/H>2~3)	備考
		高水敷幅 b(m)	低水路河岸高 Hd(m)	高水敷幅b/低水路河岸高Hd	判定 (b/H>2~3)		
4.4	3	21.6	8.76	2.47		○	
4.6	3	23.2	8.73	2.65		○	
4.8	3	-	-	高水敷なし		-	
5.0	3	102.5	8.70	11.78		○	
5.2	3	108.5	8.68	12.50		○	
5.4	3	99.9	8.66	11.54		○	
5.6	3	92.9	8.69	10.69		○	
5.8	3	94.9	8.78	10.81		○	
6.0	3	92.5	8.87	10.43		○	
6.2	3	92.4	8.95	10.33		○	
6.4	3	88.5	9.04	9.79		○	
6.6	3	90.8	9.13	9.95		○	
6.8	3	89.0	9.21	9.66		○	
7.0	3	-	-	-		-	
7.2	3	-	-	-		-	
7.4	3	-	-	-		-	
7.6	3	-	-	-		-	
7.8	3	-	-	-		-	
8.0	3	-	-	-		-	
8.2	3	-	-	-		-	

・ヨシ原区間は高水敷がなく、側方侵食の照査は行わないが、直接侵食の照査で、安全性を照査している。  
・全ての断面でb/H>2~3を満足していることから側方侵食に対する安全性を満足していると判断する。

- 洪水・豪雨・地下水位変動による道路構造物の浮き上がりに対する検討を行う。
- 浮き上がりの検討は、**洪水時の浸透流解析から推定される水位**（検討水位1）、および**淀川が氾濫した場合を想定した水位**（検討水位2）に対して実施する。
- 両検討水位に対しての結果、道路構造物の浮き上がりに対する安全性を確保できていると判断した。

**（検討水位1）浸透流解析で推定した水位**

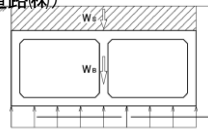


・完成時浸透流解析結果では、堤体上面からの降雨流入の有無について検討しており、本施設は降雨浸透対策を行い堤体内に直接降雨が流入しない構造とするが、浮き上がりの検討においては安全側を考慮し降雨が流入した場合のボックス前面水位を対象とする。

■既往基準：開削トンネル設計指針(案) 平成20年10月一部改訂（阪神高速道路株）

浮き上がりに対する安全率Fs：(Ws+WB)/U

- 〔ここに、FS：安全率 ≥ 1.1
- WS：上載土の重量 (kN)
- WB：トンネル躯体の重量、路床材の重量 (kN)
- U：トンネル躯体底面に作用する揚圧力 (kN)



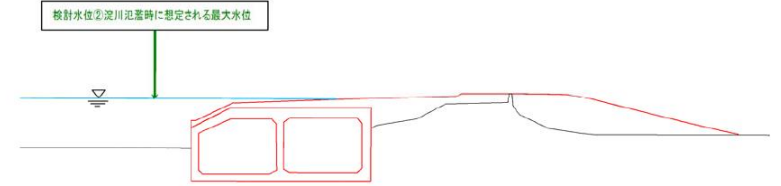
照査基準：安全率Fs > 1.1

■検討結果

・すべての検討断面において浮き上がりに対する安全性を満足

検討断面	検討水位1 O.P.+m	上載土荷重 (kN)	躯体重量 (kN)	揚圧力 (kN)	安全率 Fs ≥ 1.1
No.53	4.0	916.1	1788.7	1683.6	1.607
No.79	3.0	329.8	1760.4	1767.2	1.183
No.94	4.0	329.8	1734.6	1433.1	1.441
No.117	4.0	329.8	1731.0	1228.2	1.678
No.130	4.0	329.8	1734.6	1439.4	1.434
No.142	3.5	430.6	2494.9	1662.5	1.760
No.152	4.0	536.0	1775.0	1284.4	1.799
No.190	4.0	329.8	1738.7	1147.1	1.803
No.221	4.0	474.0	3699.7	2637.5	1.582
No.223	4.5	110.2	1014.0	641.4	1.753

**（検討水位2）淀川が氾濫した場合**



・H18.3 浸水想定区域図より設定した氾濫時の想定浸水水位を検討水位2とする。想定浸水水位はO.P.+5.5m。

■検討結果

- ・施設設計上、**淀川が氾濫した場合は、トンネル内への浸水を許容することとする。**
- ・この場合、ボックスが満水状態となり、水の比重(ρw=1.0)に対してコンクリートの比重(ρc=2.3)が明らかに大きいことから浮き上がりが発生することはない。
- ・ただし、ボックス内の雨水流入時の利用者の避難や、通行止め、トンネル施設の復旧等の運用計画を整理する必要がある。

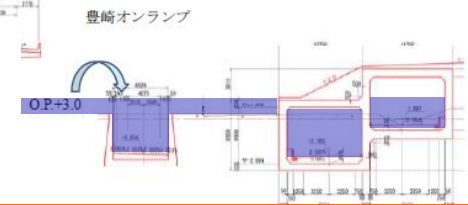
測点	ランプ名称	ランプ天端高 O.P.+(m)
No.40	Bランプ・Cランプ	2.0
No.77	海老江北入路	5.5
No.132	大淀出路	7.5
No.143	大淀入路	3.0
No.223	豊崎出路	3.5
No.232	豊崎入路	3.0



豊崎入路

浸水イメージ

- ・氾濫水位O.P.+5.50m
- ・ランプから、トンネル内に流入、浸水
- ⇒浮力が相殺されるため、浮き上がりに対しては安全
- ※避難・通行規制・復旧等の対応は別途必要



■本検討では、河川が氾濫時には、ボックス内に水が浸水することを前提として検討したが、津波時などにおいてボックスが満水する前にボックス周辺の水位が上昇することも考えられるため、詳細検討時には検討を深度化し必要な箇所については対策を検討する。

(ボックス上面の盛土高、頂版の増厚、底版の堤内側への張出等による浮き上がり防止対策)

- 外水位の越流に対する安全性を照査するため、照査外水位と応答解析における残留堤防高を比較する。
- 構造物周辺の水みち発生を照査することを目的に、土(河川堤防)と構造物(左岸線ボックス)間の地震時の変形や剥離を確認する。
- 道路構造物本体・継手部の、地震に対する安全性、供用性を評価する。

既往基準類の適用上の課題

- ・外水位の越流
- 既往基準：河川構造物の耐震性能照査指針 堤防編  
解析手法：自重変形解析(静的解析：ALID)  
照査項目：地震後残留堤防高  
照査基準：地震後残留堤防高>照査外水位
- 適用上の課題
  - ・解析手法が土堤を対象としている
  - ・照査外水位は14日間1/10確率水位であるが、これは、土堤の仮復旧期間が 概ね14日間であることに基づく
  - ・既往基準は、南海トラフ地震のような継続時間の長い外力が考慮されない
- 左岸線での実施内容
  - ・兵庫県南部地震の淀川被災事例の再現性の比較を、動的解析手法(LIQCA, FLIP),静的解析手法(ALID)で実施。⇒LIQCAを採用。
  - ・被災時に復旧が速やかに行えるように、復旧作業用ルートを確認
  - ・南海トラフ巨大地震も検討外力として設定

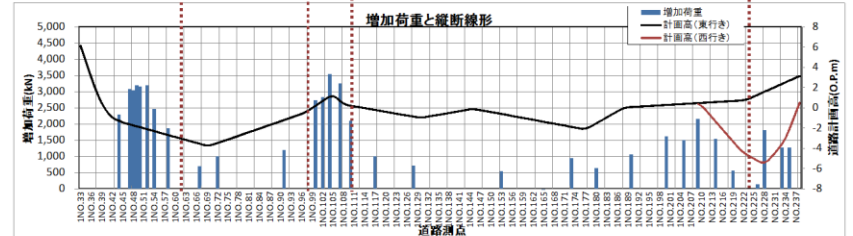
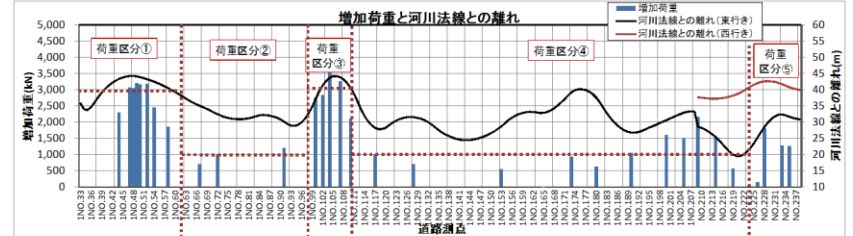
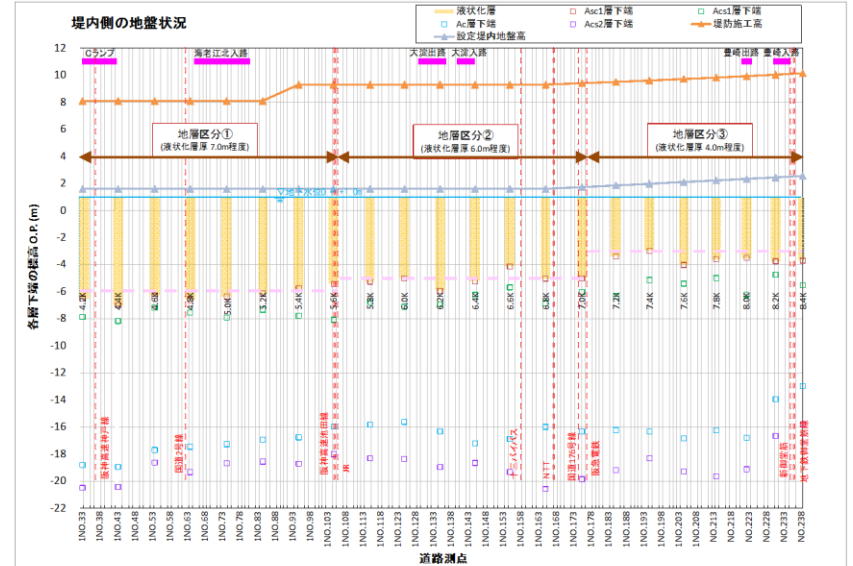
検討対象断面の抽出

- ・堤内側盛土荷重・液状化層厚に着目して、検討対象断面を抽出する。盛土荷重、液状化層厚の整理を、右図に示す。
- ・5つの荷重区分と、3つの地層区分から、下記の検討対象断面を選定した。
- 各断面の選定理由(ランプ部は全箇所抽出(No.45, No.80, No.129, No.142, No.228))【一般部として選定】
  - ・No.53 : 高規格堤防整備断面の内、増加荷重が大きな断面
  - ・No.90 : ランプや交差点を除く一般区間で、液状化層厚7m程度の増加荷重が大きな断面
  - ・No.103 : 堤防開削を行わない区間で、増加荷重が大きな断面
  - ・No.121 : ランプや交差点を除く一般区間で、液状化層厚6m程度の増加荷重が大きな断面
  - ・No.208 : ランプや交差点を除く一般区間で、液状化層厚4m程度の増加荷重が大きな断面

荷重区分	地層区分	道路構造	検討対象断面
①	①	ランプ部(海老江JCT)	No.45 (4.4k+31m)
		一般部	No.53 (4.4k+191m)
②	液状化層厚	ランプ部(海老江北入路)	No.80 (5.0k+115m)
		一般部	No.90 (5.2k+107m)
③	7m	一般部(堤防掘削無)	No.103 (5.4k+166m)
		一般部	No.121 (5.8k+120m)
④	②	ランプ部(大淀出路)	No.129 (6.0k+80m)
		ランプ部(大淀入路)	No.142 (6.2k+139m)
⑤	③	一般部	No.208 (7.6k+69m)
		ランプ部(豊嶋出路)	No.228 (8.0k+116m)

堤内側盛土荷重・液状化層厚

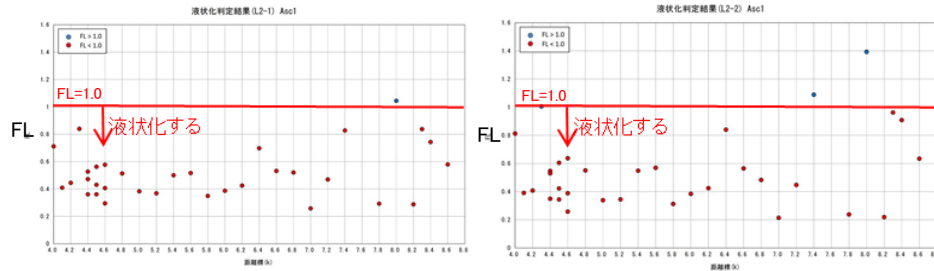
- ・堤内側盛土荷重と液状化層厚を以下に整理した。



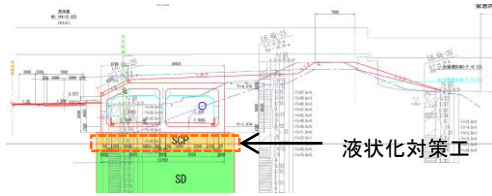
検討条件

■Asc1層の液状化判定結果\*  
\*第2章 河川概要(地盤特性)に記載

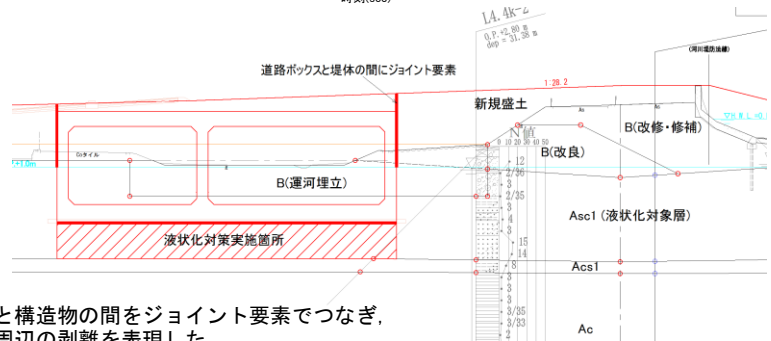
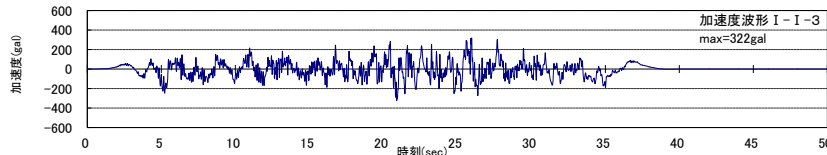
「道路土工-軟弱地盤対策工指針(平成24年度版)」  
FL<1.0 OUT(液状化)



- ・淀川左岸線の範囲では、Asc1層が全線を通して液状化する。
- ・道路構造物直下は液状化対策を実施するため、それを考慮したモデル化とする。



入力地震動と解析モデルの一例



- ・堤体と構造物の間をジョイント要素でつなぎ、構造物周辺の剥離を表現した。

外水位の越流に対する照査

■L2-1(海溝型)  
残留堤防高>照査外水位 (津波水位)

OK

L2-1地震動 (プレート境界型)

解析断面	完成堤防高 (0.P.+m)	堤防天端沈下量(m)				残留堤防高 (0.P.+m) ①	照査外水位 (0.P.+m) ②	判定 ①>②
		川裏	中央	川表	平均沈下量			
No. 45	8.10	0.47	0.51	0.52	0.50	7.60	4.55	O.K.
No. 53	8.10	0.51	0.50	0.47	0.49	7.61	4.55	O.K.
No. 80	8.10	0.50	0.59	0.73	0.60	7.50	4.55	O.K.
No. 90	8.10	0.65	0.69	0.71	0.68	7.42	4.55	O.K.
No. 103	8.10	0.60	0.58	0.54	0.57	7.53	4.55	O.K.
No. 121	9.30	0.63	0.66	0.65	0.64	8.66	4.55	O.K.
No. 129	9.30	0.43	0.51	0.66	0.53	8.77	4.56	O.K.
No. 142	9.30	0.49	0.56	0.60	0.55	8.75	4.56	O.K.
No. 208	9.76	0.50	0.52	0.52	0.51	9.25	4.57	O.K.
No. 228	10.04	0.55	0.58	0.62	0.58	9.46	4.58	O.K.

■L2-2(直下型)

残留堤防高>照査外水位 (14日間1/10水位)

OK

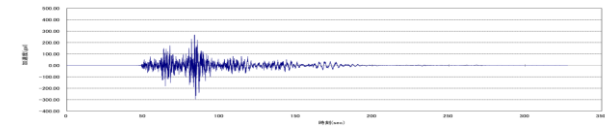
L2-2地震動 (直下型)

解析断面	完成堤防高 (0.P.+m)	堤防天端沈下量(m)				残留堤防高 (0.P.+m) ①	照査外水位 (0.P.+m) ②	判定 ①>②
		川裏	中央	川表	平均沈下量			
No. 45	8.10	0.46	0.47	0.48	0.47	7.63	2.16	O.K.
No. 53	8.10	0.42	0.43	0.42	0.42	7.68	2.16	O.K.
No. 80	8.10	0.54	0.70	0.76	0.67	7.43	2.17	O.K.
No. 90	8.10	0.65	0.67	0.70	0.67	7.43	2.17	O.K.
No. 103	8.10	0.51	0.49	0.45	0.48	7.62	2.19	O.K.
No. 121	9.30	0.59	0.61	0.58	0.59	8.71	2.19	O.K.
No. 129	9.30	0.42	0.50	0.61	0.51	8.79	2.19	O.K.
No. 142	9.30	0.50	0.55	0.57	0.54	8.76	2.20	O.K.
No. 208	9.76	0.50	0.51	0.50	0.50	9.26	2.25	O.K.
No. 228	10.04	0.47	0.48	0.56	0.50	9.54	2.26	O.K.

■南海トラフ

残留堤防高>照査外水位 (津波水位)

OK



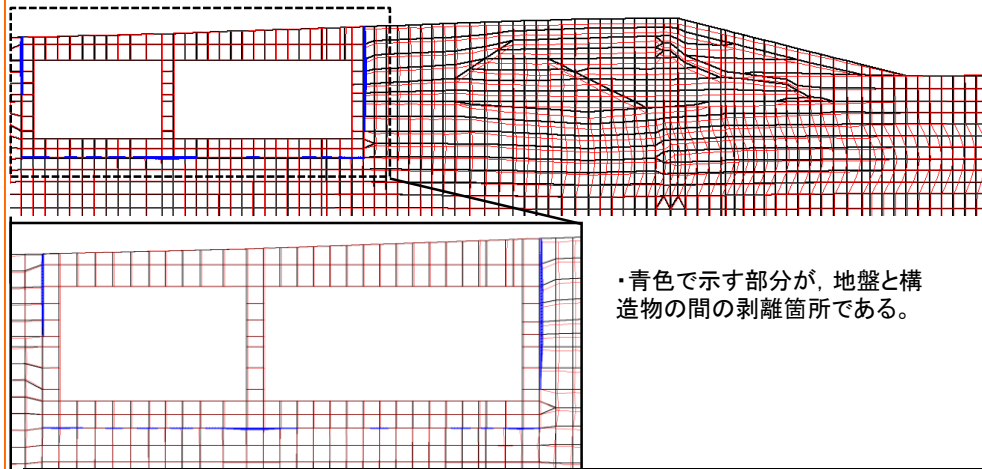
南海トラフ地震動 (プレート境界型)

解析断面	現況堤防高 (0.P.+m)	堤防天端沈下量(m)				残留堤防高 (0.P.+m) ①	照査外水位 (0.P.+m) ②	判定 ①>②
		川裏	中央	川表	平均沈下量			
No.90	8.10	1.10	1.19	1.24	1.18	6.92	4.55	O.K.

注)液状化層が最も厚い断面で検討

なお、将来、断面形状が変更され、盛土荷重が増加する場合は、同様の照査を実施すること。

構造物周辺の剥離の照査（一体構造物特有の項目）



・青色で示す部分が、地盤と構造物の間の剥離箇所である。

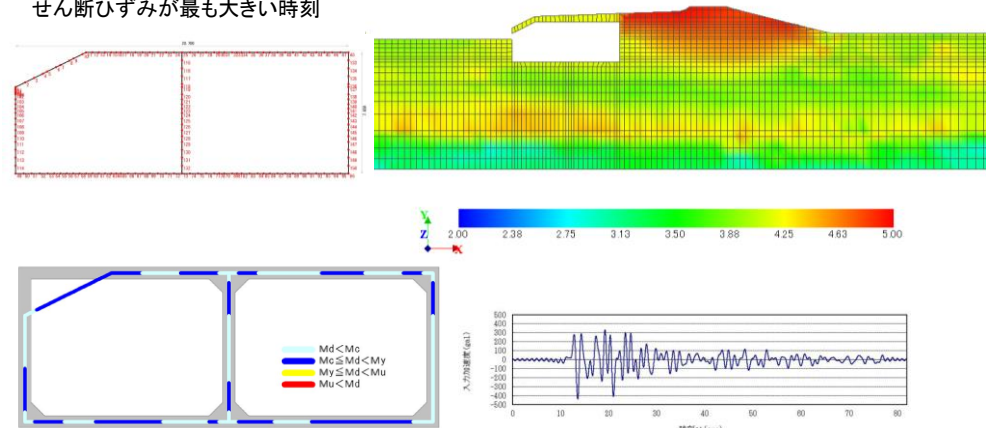
地震動	L2-1地震動（プレート境界型）			L2-2地震動（直下型）		
	左側壁横	右側壁横	底版下	左側壁横	右側壁横	底版下
解析断面	剥離の状況			剥離の状況		
No. 45	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 53	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 80	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 90	発生無し	一部発生	一部発生	発生無し	一部発生	一部発生
No. 103	発生無し	発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 121	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 129	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 142	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 208	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生	一部発生
No. 228（西行き）	一部発生	発生無し	一部発生	一部発生	発生無し	一部発生
No. 228（東行き）	発生無し	一部発生	一部発生	発生無し	一部発生	一部発生

地震動	南海トラフ地震動（プレート境界型）		
解析断面	左側壁横	右側壁横	底版下
		剥離の状況	
No. 90	発生無し	一部発生	一部発生

・地震後に主として道路ボックス堤外側に剥離が発生する可能性があるが、剥離が道路ボックス全周に発生する状況ではないと推定されることから、有害な水みち発生の可能性は低いと判断。  
 ・ただし、地震後には、迅速に点検を実施し、必要があれば補修を行うこととする。

地震による躯体損傷（一体構造物特有の項目）

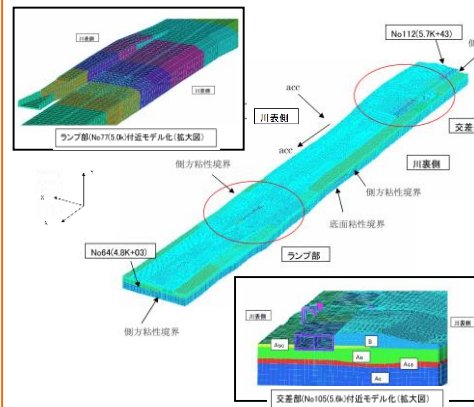
- ・検討基準：開削トンネル耐震設計指針—横断方向の耐震設計—(H20改訂)阪神高速
- ・検討外力：最大級シナリオ地震動
- ・検討手法：応答震度法
- ・時刻歴応答解析結果  
 2次元時刻歴応答解析を行い、構造物に与える応答加速度を算出した。
- ・地盤内の応答加速度分布図(X方向)  
 せん断ひずみが最も大きい時刻



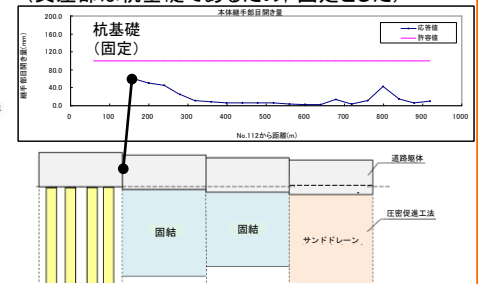
・最大級シナリオ地震時でも、構造物に発生する応力は、耐力以下になっており、構造物が損傷し、堤防へ影響を与える可能性は小さいと判断。

継手部損傷（一体構造物特有の項目）

- ・検討手法：三次元動的応答解析・応答変位法



- ・検討結果  
 (交差部は杭基礎であるため、固定とした)



・無対策では交差部の杭基礎前後において継手の開きが許容値を満足しないため、交差部隣接ボックス下面に段階的に地盤改良（目開き対策）を行い、継手部の開きによる堤防への影響を避ける。

大規模地震時の緊急復旧対応

【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。

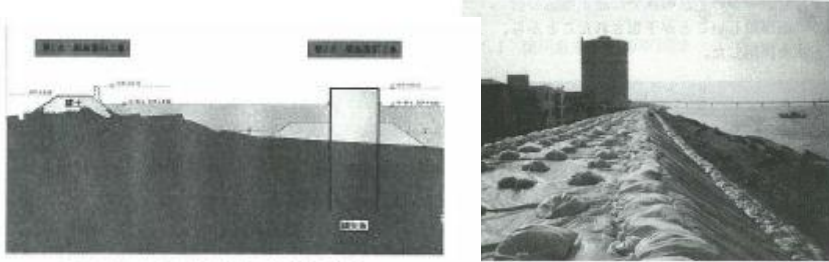


図5.3.1 緊急復旧工事断面図

写真5.3.1 第一次緊急復旧工事

図 緊急復旧事例(平成7年1月 兵庫県南部地震 西島堤防)

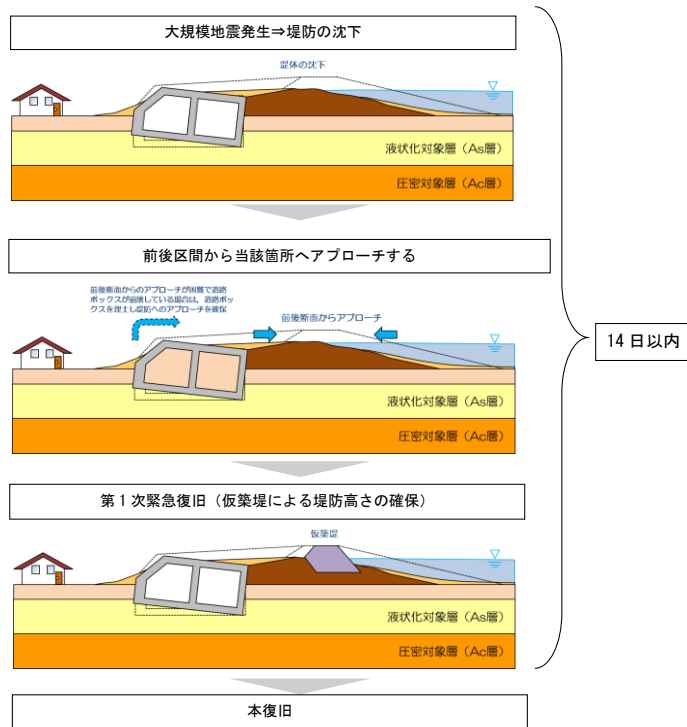
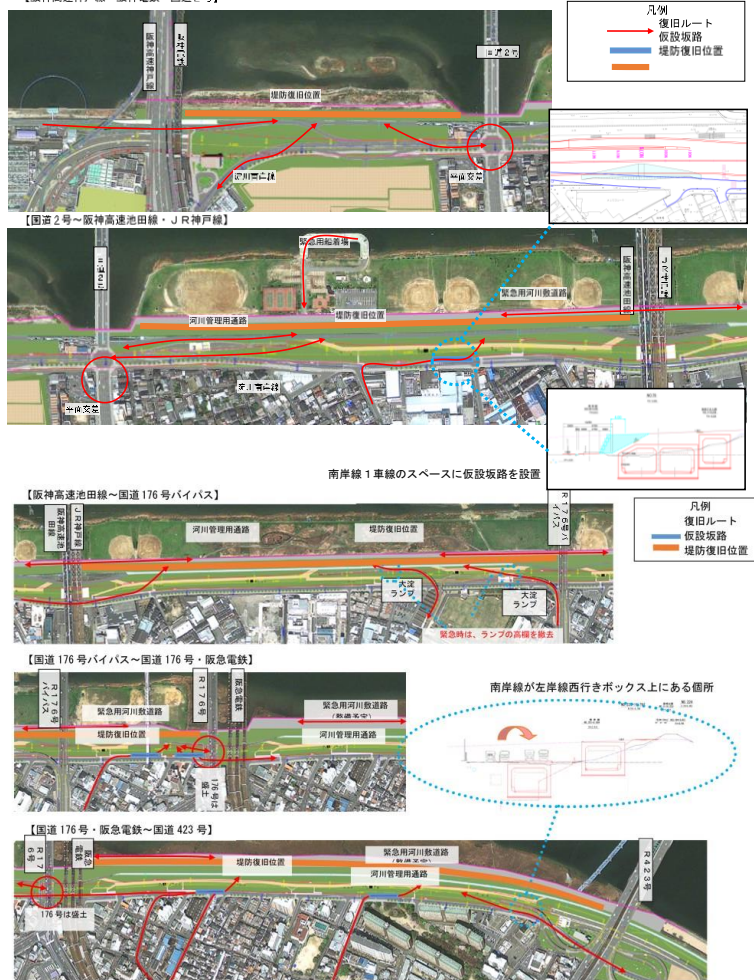


図 第1次緊急復旧シナリオ(案)

【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)
  - ・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堤内側仮路(W=3m)
  - ④淀川南岸線の1車線を利用し、仮設坂路を設置(W=4m程度)
  - ⑤左岸線ボックス上は通行可能(崩壊している場合は安全性確保の上必要に応じて埋土で確保)



一体構造物完成後も堤防復旧位置への作業ルートは複数確保できる。

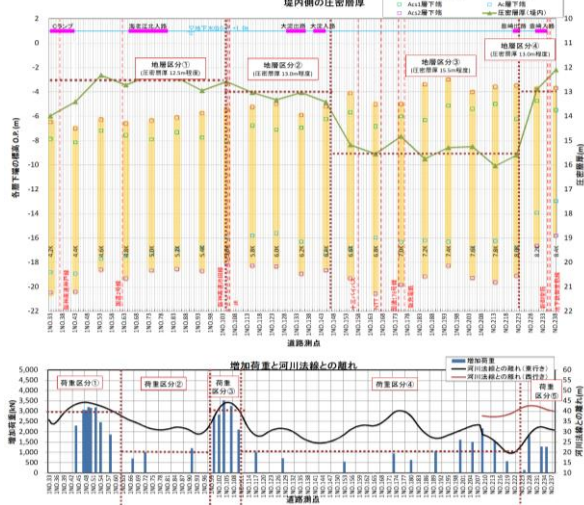
- 圧密沈下による、堤防高の不足を起こさないことを目的として、設定余盛高と最終沈下量を比較する。
- 道路構造物とデルタ部の残留沈下量の差による剥離に起因した水みちの発生を照査するため、残留沈下量の比較を行う。

既往基準類の適用上の課題

- 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
  - ・ 非線形弾性解析により、道路躯体の供用性を検討し、圧密沈下対策が必要となったため、土-水連成弾塑性解析を実施して河川堤防の確保機能の照査をした。

検討条件

- ・ 淀川左岸線の範囲では全線を通して、基礎地盤に粘性土層が堆積している。
- ・ 現況から、完成形に相当する荷重を作用させると、ボックス部と堤防天端の間(デルタ部)で大きな変位差が発生する。



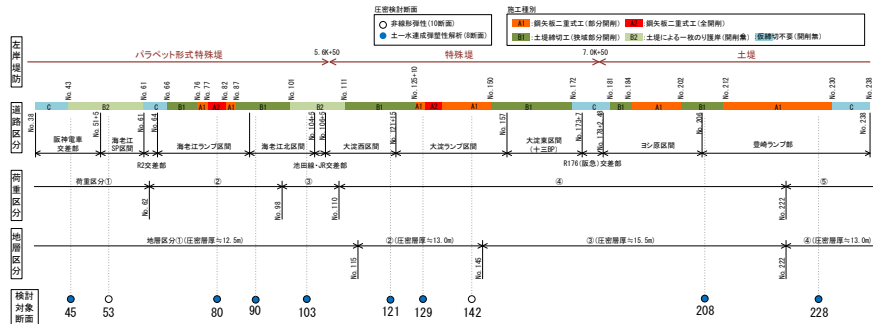
検討対象断面の抽出

- ・ 5つの荷重区分と、4つの地層区分から、下記の検討対象断面を選定した。
- 各断面の選定理由 (ランプ部は全箇所抽出 (No.45, No.80, No.129, No.142, No.228))
- 【一般部として選定】
  - ・ No.53 : 高規格堤防整備断面の内、増加荷重が大きな断面
  - ・ No.90 : ランプや交差部を除く一般区間で、圧密層厚が12.5m程度の増加荷重が大きな断面
  - ・ No.103 : 堤防開削を行わない区間で、増加荷重が大きな断面
  - ・ No.121 : ランプや交差部を除く一般区間で、圧密層厚が13.0m程度の増加荷重が大きな断面
  - ・ No.208 : ランプや交差部を除く一般区間で、圧密層厚が15.5m程度の増加荷重が大きな断面

堤防形式	荷重区分	地層区分	道路構造	検討対象断面
パラペット形式特殊堤	①	①	ランプ部(海老江 JCT)	No.45(4.4k+31m)
			一般部	No.53(4.4k+191m)
			ランプ部(海老江北入路)	No.80(5.0k+115m)
特殊堤	④	②	一般部	No.90(5.2k+107m)
			一般部(堤防掘削無)	No.103(5.4k+166m)
			一般部	No.121(5.8k+120m)
土堤	⑤	④	ランプ部(大淀出路)	No.129(6.0k+80m)
			ランプ部(大淀入路)	No.142(6.2k+139m)
			一般部	No.208(7.6k+69m)
			ランプ部(豊崎出路)	No.228(8.0k+116m)

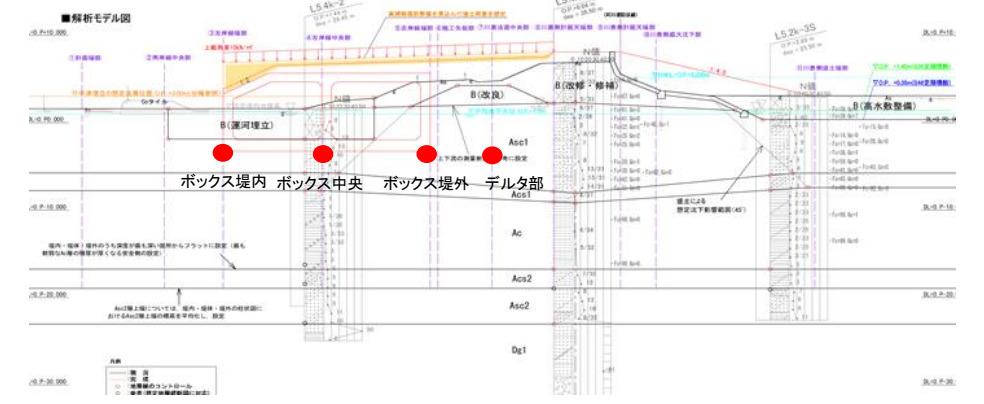
検討対象断面の抽出

- ・ 堤内側盛土荷重、軟弱粘性土層厚に着目して選定する。荷重区分、地層区分は検討条件に示す図より整理した。



解析手法・解析モデル

- ・ 検討に先立ち実施したプレ解析において、クリープ変形量に比べ一次圧密沈下量が卓越すること、施工ステップに応じた荷重増減と、変位の時刻歴を考慮できることから土-水連成弾塑性解析を用いた。



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	解析断面近傍の土質試験によるCc									
	No.45	No.53	No.80	No.90	No.103	No.121	No.129	No.142	No.208	No.228
Acs1	0.62	0.62	0.40	0.44	0.44	0.42	0.42	0.47	0.25	0.25
Ac上	0.79	0.79	0.85	0.76	0.76	0.73	0.73	0.88	0.64	0.64
Ac下	1.07	1.07		1.00	1.00	0.91	0.91	0.78	0.70	0.70
Acs2	0.57	0.57	0.62	0.43	0.43	0.99	0.99	0.81	0.52	0.52

地層	解析断面近傍の土質試験によるOCR									
	No.45	No.53	No.80	No.90	No.103	No.121	No.129	No.142	No.208	No.228
Acs1	1.78	1.78	1.75	2.47	2.47	2.54	2.54	1.36	4.58	4.58
Ac上	1.16	1.16	1.26	1.28	1.28	1.66	1.66	1.34	1.36	1.36
Ac下	1.25	1.25		1.28	1.28	1.37	1.37	1.23	1.33	1.33
Acs2	1.48	1.48	1.89	1.87	1.87	2.25	2.25	1.63	2.01	2.01

以下に設定した土質定数一覧の一例を示す。(解析断面No.45)

土層	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )		変形係数 (kN/m <sup>2</sup> ) $E_m$	圧密特性		
	$\gamma_t$	$\gamma_{sat}$		圧縮指数 $C_c$	膨潤指数 $C_s$	過圧密比 $OCR$
新規盛土	19.0	—	6,150	—※3	—	—
B(改修・修補)	17.0		6,150			
B(改良)	17.7	18.6	1,690			
B(高水敷整備)	18.4	19.7	1,980			
B(運河埋立)	19.1	19.6	12,220			
Asc1	18.3	19.2	7,070			
Acs1	—※1	16.5	—※2	0.62	0.062	1.78
Ac 上		15.6		0.77	0.077	1.16
Ac 下		15.9		1.07	0.107	1.25
Acs2		15.8		0.57	0.057	1.48
Asc2		18.4		25,200	—	—

- (※1) 地下水以下のため設定不要
- (※2) 弾性体としてモデル化しないため設定不要
- (※3) 弾性体としてモデル化するため設定不要

圧密沈下対策工の要否の判定

・圧密沈下対策工の要否判定は、2次元非線形男性解析により実施

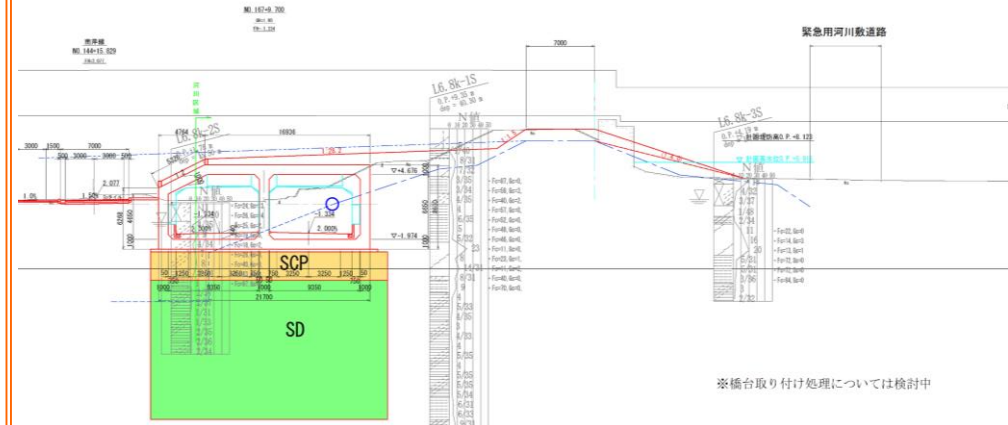
検討対象断面	道路躯体の 残留沈下量 (cm)	許容値 (cm)	対策工 の要否	参考	
				最大圧密 沈下量(cm)	発生位置
No.45	46.4	10	必要	46.4	ボックス左端部
No.53	53.1		必要	53.4	ボックス左端部
No.80	20.1		必要	20.1	ボックス左端部
No.90	14.2		必要	14.2	ボックス左端部
No.103	29.3		必要	30.0	ボックス右端部
No.121(註)	8.2		必要(註)	8.3	ボックス左端部
No.129	12.2		必要	12.2	ボックス左端部
No.142	11.8		必要	11.8	ボックス左端部
No.208	14.6		必要	14.8	ボックス右端部
No.228	19.6, 16.3*		必要	19.9	東行ボックス左の盛土部

※) 順に、西行き、東行きの残留沈下量

・道路躯体の残留沈下量が許容値を上回ることから、**全域において圧密沈下対策工が必要**である。  
(注)許容値を下回っているが、部分的な対策では継手の安全性等に支障がでる可能性があるため、**圧密沈下対策工が必要と判断する。**

対策工の設定

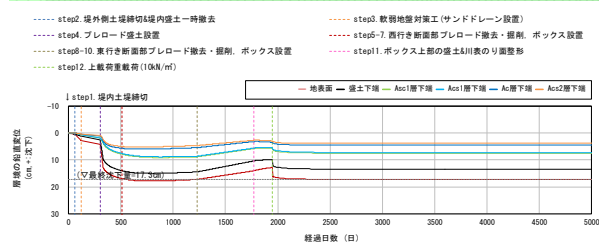
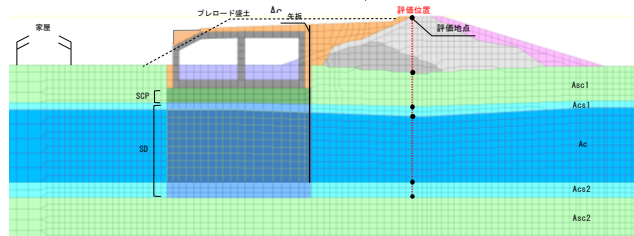
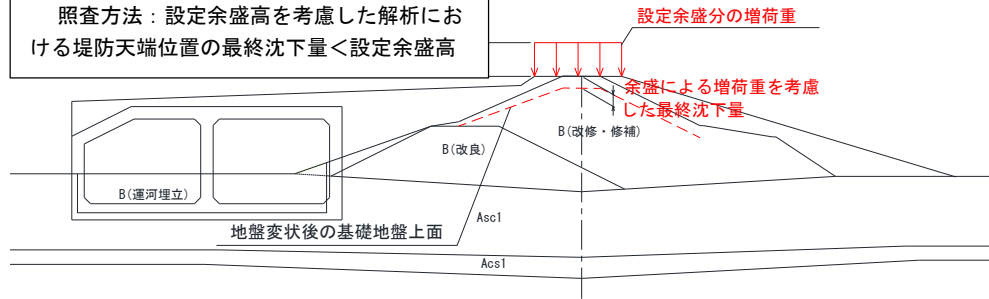
- ・圧密沈下対策には、圧密抑制(固結など)と圧密促進(サンドドレーン工法等)による方法があるが、**周辺地盤との沈下差を減らすという考え方から、圧密促進工法を採用することを基本方針とした。**
- ・サンドドレーンの範囲は、道路構造物直下に行う。(デルタ部はプレロード盛土のみ)





堤防高不足に対する照査

照査方法：設定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<設定余盛高



検討対象断面	設定余盛高 (cm)	堤防天端の最終沈下量 (cm)
No.45	30	19.8
No.80	50	42.9
No.90	30	27.5
No.103	30	19.5
No.121	30	15.5
No.129	50	42.3
No.208	30	17.3
No.228	30	22.0

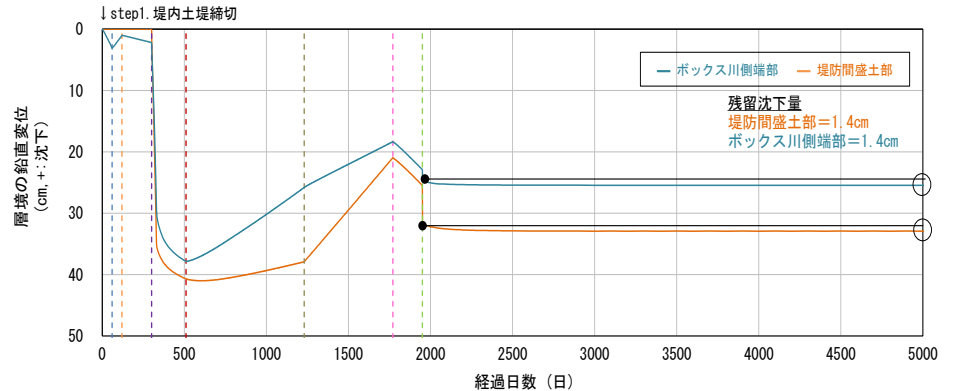
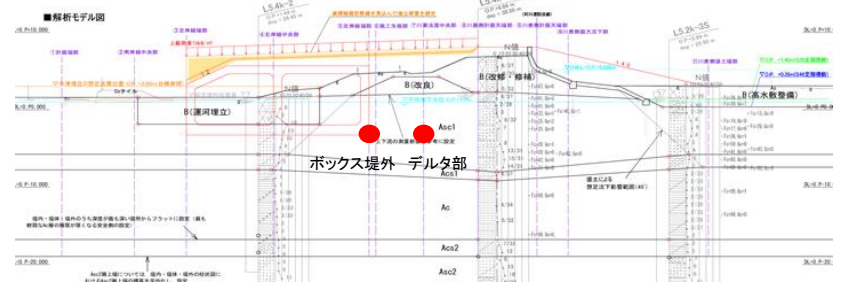
現況堤防の全開削区間であり、築堤による基礎地盤の応力増分が他区間より大きいため、他の断面に比べ堤防天端の最終沈下量が大きい

- ・堤防天端の最終沈下量の計算結果から、各断面における余盛高を設定した。
- ・施工時にはモニタリングを実施しながら、段階的に余盛を行うこととする。

残留沈下量の比較（一体構造物特有の項目）

・工事完成後のボックス部とデルタ部の残留沈下の差を解析により推定

【No.208断面解析結果】



断面	残留沈下量(cm)				ボックス堤外沈とデルタ部の残留沈下差(cm)
	ボックス堤内	ボックス中央	ボックス堤外	デルタ部	
45	3.4	4.0	4.4	2.3	2.1
80	1.2	1.2	1.2	0.5	0.7
90	1.2	1.1	1.0	1.2	0.2
103	1.5	2.4	2.6	2.9	0.3
121	1.3	1.3	1.2	0.6	0.6
129	1.3	1.4	1.6	0.4	1.2
208	1.5	1.5	1.4	1.4	0.0
228	2.4	2.5, 2.4*	2.1	1.5	0.3

(※) 道路躯体の残留沈下量；西行き、東行き

- ・デルタ部とボックス堤外側の残留沈下の差は、約10年間で最大2cm程度と推定
- ・圧密促進工法を採用することで、整備後の残留沈下の差を抑制することで、水みち発生の抑制に有効であると判断。
- ・道路ボックスの残留沈下量も許容値10cm未満となることから、道路ボックスの回転等による水みち発生の可能性も低い。
- ・将来、断面形状が変更され、盛土荷重が増加する場合は、同様の照査を実施すること。

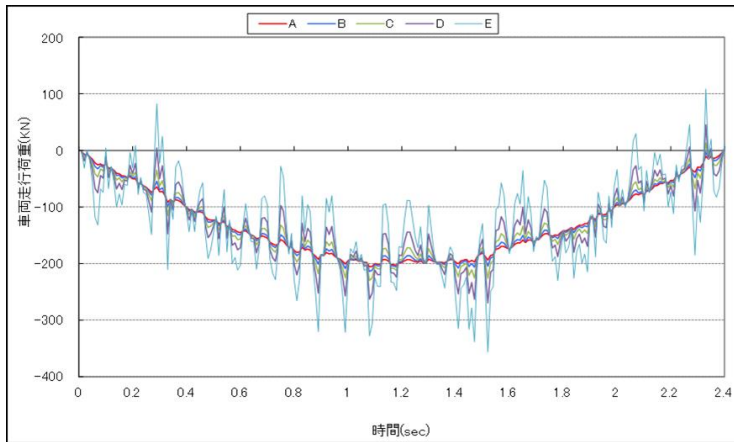
- 交通振動によって、構造物と地盤の間に剥離が生じ、水みち発生が懸念されるため、交通荷重による荷重を外力として、剥離量の照査を行う。
- 老朽化に対しては、「淀川左岸線(2期)一体構造物モニタリングの手引き(案)」を作成し、これに基づいて点検を実施することで対応する。

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

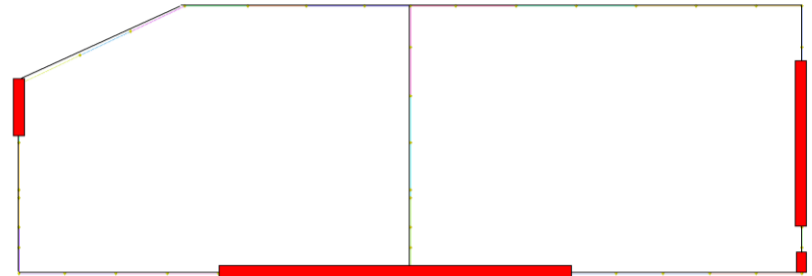


構造物周辺の剥離量の照査 (一体構造物特有の項目)

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

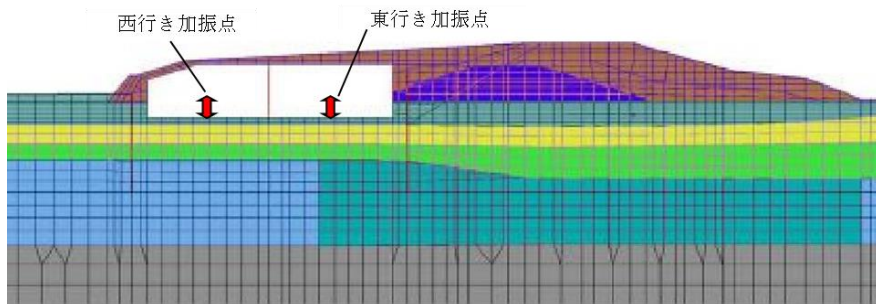


地盤と構造物間の剥離分布図

- ・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。

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



既往基準類の適用上の課題 (老朽化)

- 適用上の課題
  - ・一体構造物特有の変状があることから、既往の維持管理要領の適用が限定される。
- 左岸線での実施内容
  - ・一体構造物特有の変状を抽出し、点検・診断要領に新たに追加するべき事項を整理。

老朽化への対応

- ・道路構造物は、必要な鉄筋かぶりを確保することで、必要な耐久性を確保する構造とするとともに、適切な点検、補修等を実施することで、施設の長寿命化を図る。
- ・一体構造物としては、特に水みちの発生につながるような変状に対し、早期の発見・対策が可能となるよう、維持管理手法の検討、管理体制の確保を行い、老朽化へ対応する。

- これまでにない構造物となることから、解析手法等を検討し、その手法等を用いた結果では、堤防としての安全性を有していると推察された。
- ただし、種々の解析手法には不確定要素を含むため、その妥当性を検証する目的で現地計測を実施する。

定量的評価の妥当性検証

■浸透流解析（地下水位）

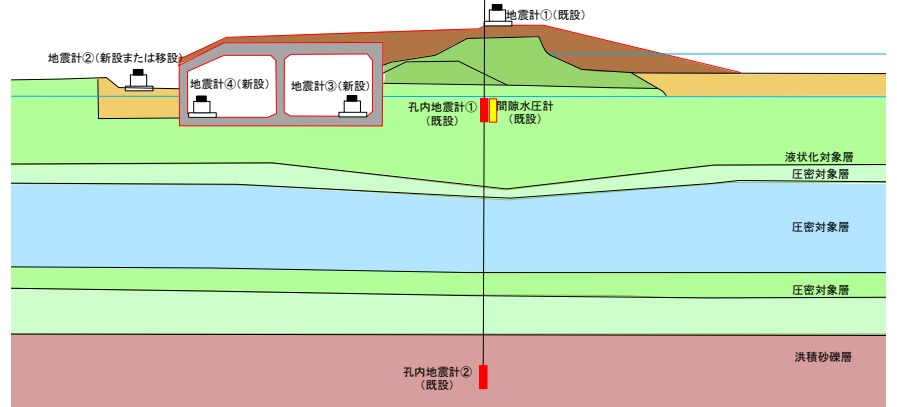
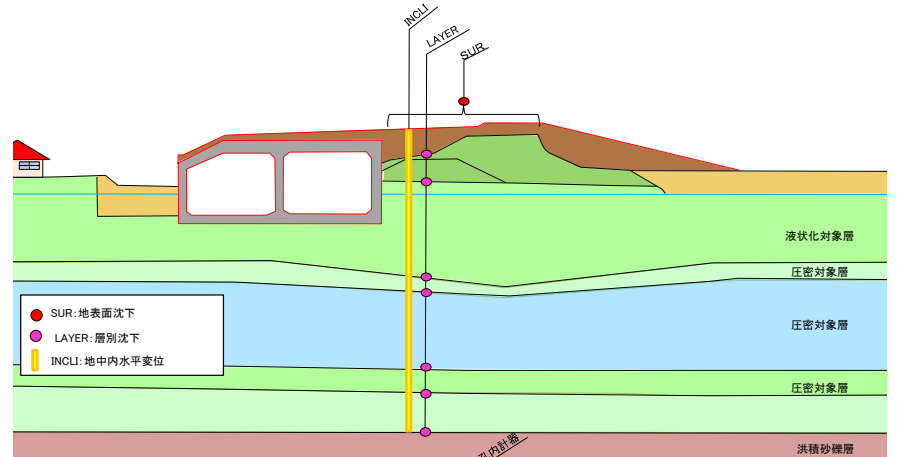
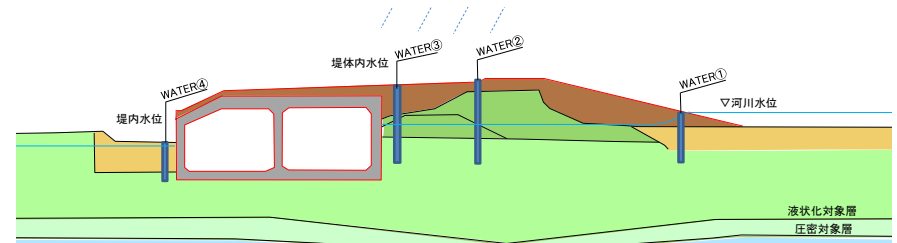
- 【目的】・・・浸透流解析で推定した洪水時の地下水位の状況把握
- 【検証方法】・・・堤体内水位・堤内水位のモニタリングを行い、解析結果と比較
- 【計測方法】・・・水位計
- 【モニタリング期間】・・・大規模な出水等により解析結果の妥当性が検証できるまで（連続計測）

■圧密沈下解析（地盤変位）

- 【目的】・・・圧密沈下の進行の状況把握
- 【検証方法】・・・地盤変位のモニタリングを行い、解析結果と比較【計測方法】
  - ①地表面沈下量：測量鉤を設置し、測量により計測
  - ②層別沈下量：層別沈下計により計測
  - ③地中内水平変位量：挿入式傾斜計により計測
- 【モニタリング期間】・・・工事完了後（圧密度90%程度）から、年1回程度とし、圧密沈下が概ね収束したと判断できるまで

■地震応答解析（地震応答加速度等）

- 【目的】・・・地震時の一体構造物の挙動の把握
- 【検証方法】・・・大規模地震時の一体構造物の応答と、解析による応答値の比較
- 【計測方法】
  - ①地震応答加速度：地震計
  - ②間隙水圧：間隙水圧計
- 【モニタリング期間】・・・巨大地震発生（ex南海トラフ巨大地震）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）



	課 題	考え方と対応方針	検討結果
安全性	<p><b>【水みちに対する安全性】</b></p> <p>■安全性について、被害シナリオを想定し、外力や発生事象から一体構造物に及ぼす被害を想定。</p> <p>■想定された被害の内、特に一体構造物特有の事象として、道路構造物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。</p>	<p>■一体構造物特有の課題である道路構造物周辺の水みち発生は、堤防と道路構造物との残留沈下差、堤体内浸潤面の上昇により誘発されると推定。</p> <p>■堤防と道路構造物との残留沈下差は、道路構造物の残留沈下を10cm未満に抑え、堤防との残留沈下差を極力抑制する方針。</p> <p>■堤体内浸潤面は、現況の地下水流況以下となるように抑制する方針。</p> <p>■各々数値解析でシミュレーションするため、その妥当性を現地モニタリングを行い検証する。</p>	<p>■堤防と道路構造物の残留沈下差を抑制する観点から、圧密促進工法を採用し、残留沈下差を10cm未満に抑えることにより、構造物周辺の空隙の発生が抑制され、水みちが発生する可能性は低いと推定。</p> <p>また、道路構造物の残留沈下を10cm未満にすることにより、構造物の回転等による水みち発生の可能性も低いと推定。</p> <p>■堤防天端と道路構造物間に降雨浸透対策を実施することにより、堤体内水位を現況堤防以下に抑制することが可能と推定。</p> <p>■数値解析による結果には不確実な要素も含まれることから、その妥当性を目的として、地盤変位計測（地表面沈下量、層別沈下量、地中内水平変位量）、堤体内地下水位計測（水位計）を実施することとする。</p>
	<p><b>【既往基準類の適用】</b></p> <p>■その他に、通常の堤防機能としては、これまでにない構造となることから、既往基準類等による照査手法の適用の可否について慎重な検討が必要。</p>	<p>■既往基準類における照査項目（耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能）について、照査基準や照査手法を検討。</p> <p>■耐浸透機能については、すべり安全率を形状規定で築堤してきた現況堤防が有する安全率以上となるよう設定。さらに、水平方向の局所動水勾配を構造物周辺の基準値として通常よりも低い値（<math>ih &lt; 0.5</math>に対し<math>ih &lt; 0.3</math>）以下となるよう設定。</p> <p>■耐震機能の照査は、通常の堤防では静的解析を用いるが、土と構造物の動的相互作用を評価する必要があるため、動的解析を採用。なお、動的解析手法は、複数の手法を兵庫県南部地震等の被災事例をもとに再現性を比較し、採用している。</p>	<p>■基準値を設定しなおした耐浸透機能については、選定したすべての断面で現況堤防が有するすべり安全率以上を確保する結果となり、堤体に対するすべり安全性は確保できると推定。</p> <p>また、堤体内の地下水の流れは横断方向が支配的であるが、その局所動水勾配の値は許容値0.3に比べ十分小さい値となっており、水みち形成の可能性は低いと推定。</p> <p>■動的解析手法を用い、河川基準地震動（L2-1及びL2-2）を作用させた結果、地震後の残留堤防高が選定した全断面において照査外水位以上であり、地震に対する安全性は確保できると推定。</p>
	<p><b>【最大重複部（ランプ部）の取扱い】</b></p> <p>■高速道路出入口ランプ部は、施工時に既設堤防の約50%を開削することとなり、残存する既設堤防断面が小さくなることから、他の区間とは異なる取扱いが必要。</p>	<p>■本線にランプボックスが併設される断面は、堤体中央付近に構造物が設置されることから、構造物周辺の水みち発生による堤体への影響が特に大きいことから、全開削を行い、道路構造物下と同様に、基礎地盤の液化化対策、軟弱地盤対策を実施し、新規築堤を行うものとする。</p>	<p>■道路構造物直下と同様の基礎地盤の改良を行い、施工時にプレロードを行うことで、堤防と道路構造物との残留沈下差を抑制し、堤体中央付近の水みち発生を抑制。</p> <p>■ランプボックスが併設される延長は、計200m程度（ランプ部2か所、各々100m）。</p>

- 淀川左岸線(2期)においては、長区間にわたり河川堤防を開削するため、仮設時には仮締切堤を設置するが、仮締切堤の安全性の確保、河川の流下能力の確保が課題。
- 仮設時には、土留め変形やプレロード盛土による周辺家屋や堤体への影響を抑制することが課題。
- 完成後の堤防機能、工事中の堤防機能の確保のため、施工の品質管理、施工管理や非常時の対応が課題。

仮設時の堤防機能の確保（仮締切堤）

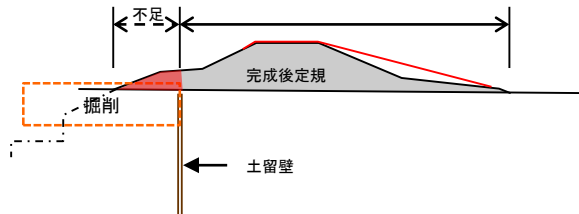
■ 仮締切堤の必要区間の考え方

□ 施工時の仮締切堤設置範囲を、「仮締切堤設置基準(案) 平成22年6月30日改定」に基づき整理  
 ⇒ 淀川左岸線(2期)の施工においては、仮締切堤設置基準(案)の、**河川堤防を部分開削するもの**に該当。(全開削区間 約200m程度あり)  
 ⇒ **堤防の機能が相当に低下する場合には、仮締切堤を設置。**  
 (川表側の盛土は、圧密沈下期間を極力確保するため、ボックス構築に先立って施工することから、堤防の機能が相当に低下する場合は、**完成後定規断面で判定**)

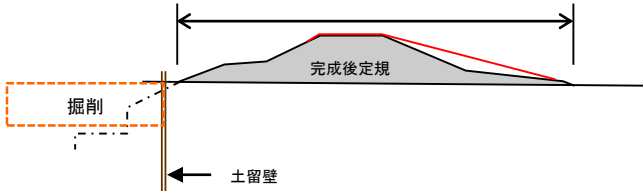
【仮締切堤設置基準(案) 平成22年6月30日(抜粋) 3 仮締切の設置】

3 仮締切の設置  
 河川堤防にかかる仮締切は次の各号の一つに該当する場合に必ず設置するものとする。  
 但し、堤防開削によって洪水または高潮被害の発生する危険が全く無い場合は除く。  
 (1) 河川堤防を全面開削する場合  
 (2) 河川堤防を部分開削するものうち、堤防の機能が相当に低下する場合  
 ※堤防の機能が相当に低下する場合は設計対象水位(後述)に対して、必要な断面が確保されていない場合をいう。

必要な断面が確保されない⇒**仮締切堤設置**

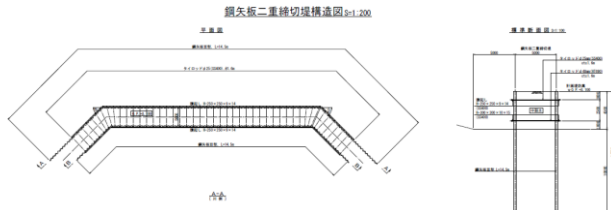


必要な断面が確保される⇒**仮締切堤不要**



【形状】

・「鋼矢板二重式仮締切設計マニュアル(財団法人国土技術研究センター、平成13年5月)」に準じて設定し、**設計対象流量(計画高水位)**、**設計地震動(レベル1地震動)** に対して機能を確保する構造とする



基本的な施工ステップ

川表構築	川表護岸撤去・堤防拡築 (一部全開削→堤防新築)	通年施工	
地盤改良	液状化対策工、軟弱地盤対策工 プレロード盛土～放置～撤去 (全開削部分は、川表側も施工)	通年施工	
仮栈橋	中間杭、橋構架、覆工	通年施工	
土留工 掘削・支保工 図体工	土留鋼矢板 掘削・支保工・躯体構築・埋戻し (一括施工)	通年施工	
盛土 堤防仕上	ゲルや割盛土 ボックス上面盛土 河川管理用通路 堤防仕上げ	通年施工	
仮締切工	鋼矢板二重式仮締切撤去	非出水期	

- ・ 仮締切堤の構造形式は、「仮締切堤設置基準(案)」に基づき、「**鋼矢板二重式仮締切**」を基本とする
- ・ ただし、本事業では長期にわたる仮締切堤での通年施工となるため、工事中の**巨大地震発生により仮締切堤の機能が喪失するリスクが通常の工事よりも高まる**
- ・ 巨大地震により、止水機能を喪失した場合、迅速な施工が可能な土堤による緊急復旧を想定すると、**復旧用土砂の確保**が課題
- ・ そこで、開削幅が比較的小さい区間には、既設堤防と同等の安全度を有する**土堤仮締切**を設置して堤防機能を確保するとともに、有事の際の緊急復旧用土砂を確保する方針とする

仮設時の堤防機能の確保（仮締切堤）

■巨大地震時における緊急復旧シナリオ

【検討概要】

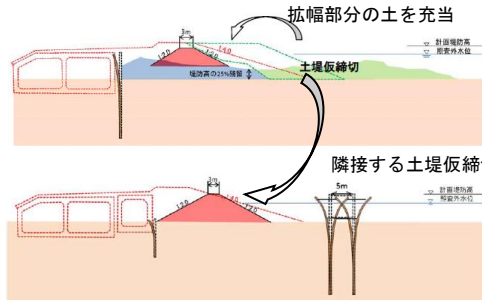
- ・施工時の仮締切堤は、既設堤防と同等の安全度を有する構造とするが、**設計外力を超過するような巨大地震が生じた場合に止水機能を損うおそれがあることから、万が一仮締切堤の止水機能が失われた場合の緊急復旧シナリオ**を検討
- ・緊急復旧に必要な対策工（緊急復旧堤防の構造）を検討
- ・施工計画における条件を整理（復旧用土砂の備蓄）

【仮締切堤の緊急復旧方針】

- ・巨大地震後には、周辺道路が閉塞され、鋼矢板等の資材やクレーン等の復旧に必要な資機材を現地へ運搬できない可能性がある
- ・そのため、緊急時の止水機能の緊急復旧は、**現地で確保、施工できる材料として、土堤により復旧**
- ・緊急復旧堤防は連続性を考慮し、**現況堤防位置での復旧を基本**として考える

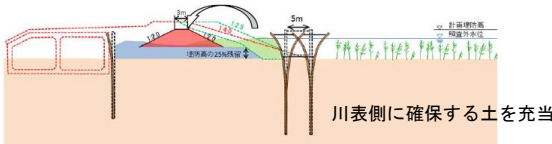
○阪急交差部より下流（高水敷あり）

- ・阪急交差部より下流は、ランプ部の両側に土堤仮締切を設置
- ・2重締切部に変状が生じた場合は、**隣接する土堤仮締切の土を充当**



○阪急交差部より上流（高水敷なし ヨシ原）

- ・阪急交差部より上流は、土堤仮締切の設置区間が短い
- ・緊急復旧に必要な土量を**前面（2重締切内）に備蓄**しておく



【緊急復旧堤防の構造】

- ・緊急復旧堤防の構造は止水機能を満足出来る最小限の構造とし、「河川管理施設等構造令」（平成二十五年七月五日最終改正 政令第二百十四号 以下、「河川構造令」）を参考に設定
- ・締切高：計画堤防高
- ・天端幅：3.0m（河川管理施設等構造令、最小天端幅）
- ・のり勾配：1:2.0（河川管理施設等構造令、土堤の最小のり勾配）
- ・設置位置：現堤位置での復旧を基本とする

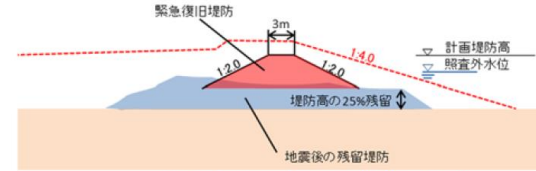


図 8.6.1 緊急復旧堤防の構造

「河川管理施設等構造令」(抜粋)

(天端幅)

第21条 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おいては、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。

項	計画高水流量（単位1秒間につき立方メートル）	天端幅（単位メートル）
1	500未満	3
2	500以上2000未満	4
3	2000以上5000未満	5
4	5000以上10000未満	6
5	10000以上	7

2. 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。

(盛土による堤防の法勾配等)

第22条 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。

2. 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。

仮設時の堤防機能の確保（仮締切堤）

- 【対応方針】
- 緊急復旧シナリオを踏まえた施工計画を行う
  - 阪急交差部より下流
    - ・ランプ部の鋼矢板二重式仮締切の緊急復旧には、隣接する土堤仮締切の拡幅部分の土砂を使用 ⇒ 鋼矢板二重式仮締切部の施工を行う際には、土砂の確保に必要な延長の土堤仮締切を設置  
(被災必要となる土堤仮締切の延長の試算) ⇒ (試算結果) 海老江北入路 鋼矢板二重式仮締切L=220m : 土堤仮締切 L=285m以上必要  
大淀出路 鋼矢板二重式仮締切L=490m : 土堤仮締切 L=540m以上必要
  - 阪急交差部より上流（ヨシ原部）
    - ・川表側に復旧用土砂を確保

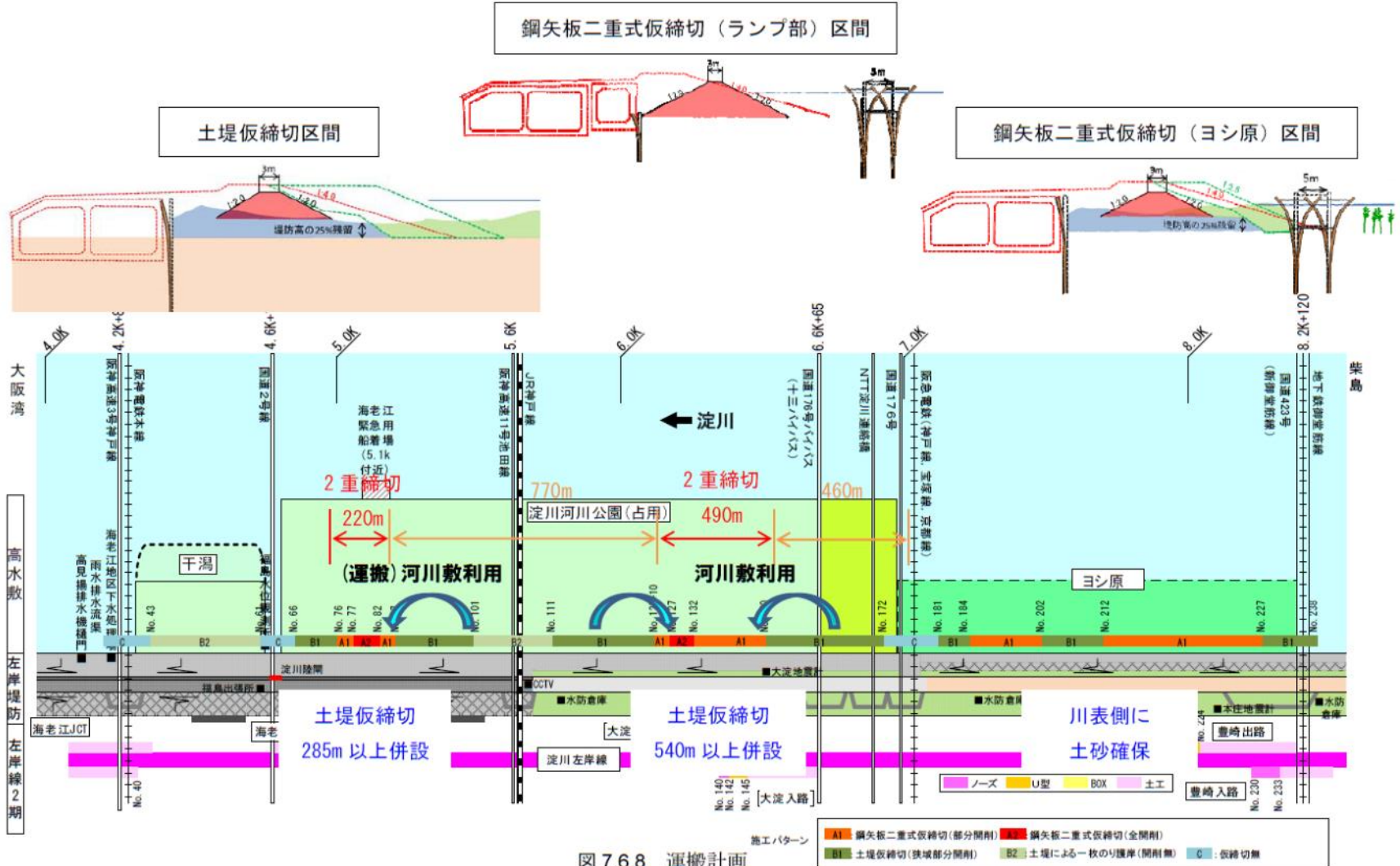
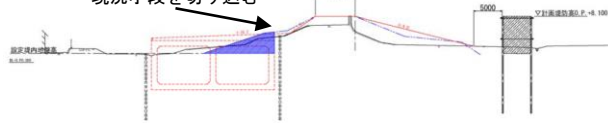


図 7.6.8 運搬計画

■仮締切の構造形式設置範囲の考え方

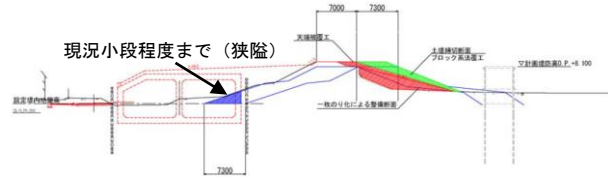
【鋼矢板2重締切】（基本）

- ・現況小段以上を切り込む程の堤防開削
- 現況小段を切り込む



【土堤仮締切】

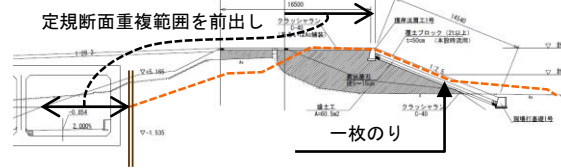
- ・現況小段程度までの堤防開削（狭域部分開削）
- 現況小段程度まで（狭域）



⇒仮締切形式の区間は、上記の考え方を基本に、ブロック割りを考慮して設定

■土堤仮締切の形状

- ・堤防定規断面重複範囲を堤防法線より前出した位置に土堤定規断面を確保
- ・川表前面には浸食防止のための法覆工を設置



■土堤仮締切区間の道路ボックス施工方法

【新規築堤3年放置】

- ・新堤防では、上下流側の堤防あるいは基礎地盤との馴染み及び出水期の経験による機能の確認等のため、「新堤防設置においては、通常、仮堤防を3年放置することとなっている」

- ・土堤仮締切区間では、既設堤防部分の開削の規模・期間を極力短くするため、堤内側（西行ボックス）先行の分割施工を基本とする。

- ・また、西行先行の分割施工を実施することにより、拡築部分の放置期間を極力確保する。

■仮締切堤のタイプ分類

タイプA：鋼矢板2重式締切（A1部分開削、A2全開削）

タイプB：土堤仮締切（B1部分開削、B2開削なし※）

タイプC：仮締切不要（開削なし）

※B2開削なしは、川表側を先行施工することにより定規断面が確保できることから、ここでは、土堤仮締切として整理した。

施工タイプ	締切工法	堤防開削	延長	備考
A1	鋼矢板二重式仮締切	部分開削	L=1,150m	海老江北入路部前後 大淀出路部前後
A2	鋼矢板二重式仮締切	全開削	L=200m	海老江北入路部 大淀出路部
B1	土堤仮締切	狭域部分開削 (裏のり小段まで)	L=1,530m	
B2	土堤による川表護岸 一枚のり化	開削なし	L=560m	海老江高規格堤防付近 阪高池田橋、JR京都線 阪神電鉄本線・国道2号
C	仮締切不要	開削なし	—	国道176号・阪急電鉄・国道423号

■土堤仮締切の安全性の確保

【堤防機能の照査】

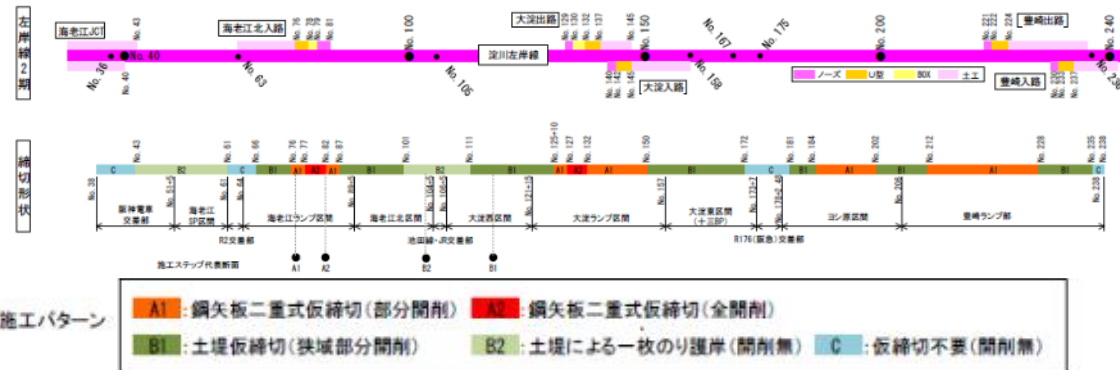
- ・土堤仮締切を大規模に設置する事例は少なく、巨大地震時等には復旧用土砂として活用する方針であり、2重締切と同時被災のリスクを極力低減するため、土堤仮締切は本設堤防と同程度の安全性を確保する

- ・以下の機能の照査を行い安全性を確保する構造とする

- ①耐浸透機能（構造検討の手引きによる）
- ②耐侵食機能（構造検討の手引きによる）
- ③耐震機能（完成時の一体構造物の照査方法と同様の手法による）

■土堤仮締切部の基本的な施工ステップ

川表拡築	川表護岸撤去・堤防拡築	非出水期	
地盤改良	液状化対策工、軟弱地盤対策工 プレロード盛土→放置→撤去	通常施工	
仮橋	中間杭、枕杭、覆工	通常施工	
土留工 掘削支保工 躯体工	土留鋼矢板(西行きボックス部) 掘削・支保工・躯体構築・埋戻し (西行きBOX)	通常施工	
土留工 掘削支保工 躯体工	土留鋼矢板(東行きボックス部) 掘削・支保工・躯体構築・埋戻し (東行きBOX)	通常施工	
盛土 堤防仕上	デルタ部盛土 河口上流盛土 河川管理用道路 川表側堤防仕上げ	通常施工 (川表は 非出水期)	





仮設時の堤防機能の確保（仮締切提）

■土堤仮締切（耐浸透機能に対する検討）

【検討概要】

- 土留矢板による堤体内水位の堰上げ効果により堤体中央付近における浸潤域が大きくなり、これに伴い堤体残留水位が高くなる施工段階に着目
- このため、土留矢板が川面川に最も近接する下図のような施工段階を対象に耐浸透機能に対する検討を実施
- 飽和-不飽和浸透流解析を行い、堤体内浸潤挙動をシミュレートし、**堤体中央付近における浸潤域が現況堤防と比較して顕著に増加しないかを照査**
- また、浸透流解析により推定した水位を用いて、**最小すべり安全率を照査**
- なお、パイピングの照査については、仮設設計（土留工）を行い安全性を確保することから、本検討では行っていない。

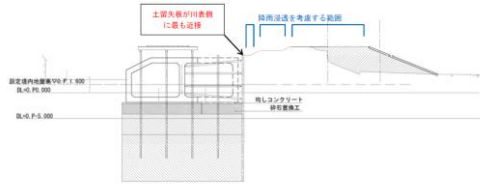
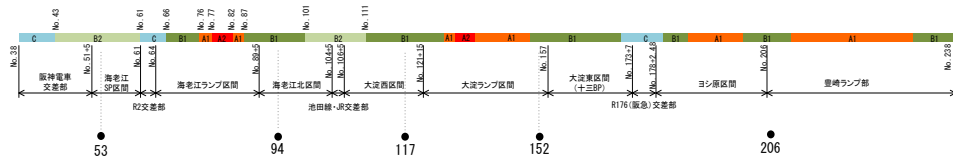


図 8.3.2 施工時における浸透検討時の断面形状のイメージ

【検討対象箇所を選定】

- 完成形に対する耐浸透機能照査対象断面のうち、**施工時に土堤仮締切を実施する断面**（5断面）とした。
  - B1タイプ（狭隘部分開削区間） 4断面：No. 94, No. 117, No. 152, No. 206
  - B2タイプ（川表先行整備（開削なし））1断面：No. 53

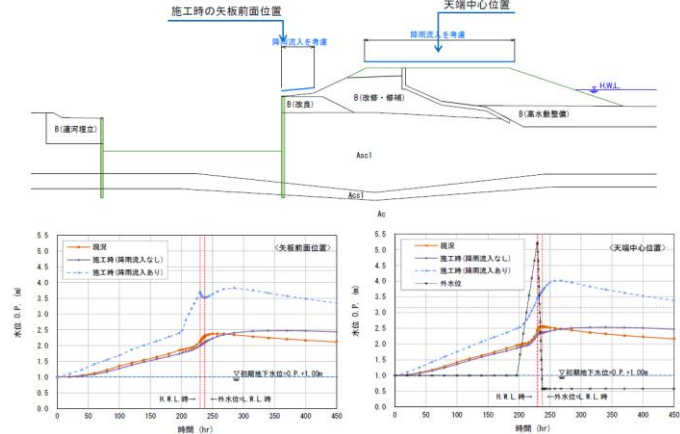


施工パターン

<b>A1</b> : 鋼矢板二重式工（部分開削）	<b>A2</b> : 鋼矢板二重式工（全開削）
<b>B1</b> : 土堤締切工（狭域部分開削）	<b>B2</b> : 土堤による一枚のり護岸（開削無）
<b>C</b> : 締切不要（開削無）	

【堤体内浸潤域の照査】

- 飽和-不飽和浸透流解析を行い、堤体内浸潤挙動をシミュレート
- 着目箇所は、堤体の安定性に重要となる**天端中心付近**、堰上げが考えられる**堤外側鋼矢板前面位置**
- 降雨の流入を考慮した場合**、現況堤防よりも**大きな水位上昇**が推定
- 土堤仮締切に遮水処理を行い、**降雨の流入を抑制した場合**、現況に対し施工時のほうが**ピーク水位は低くなる**と推定



【すべり安全率の照査】

- 円弧すべり計算により**最小安全率の照査を実施**
- 施工時における照査基準値は、「河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）H24.2」を参考に設定（ $F_s=1.44$ ）  
 （当該区間の堤防は、経年的に複雑な築堤履歴を重ねている  $\alpha_1=1.2$ 、要注意地形は見られない  $\alpha_2=1.0$ ）
- 全検討断面において、**最小すべり安全率は照査基準値を満足**

$$F_s \geq 1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2$$

$F_s$  : すべり破壊に対する安全率

$\alpha_1$  : 築堤履歴の複雑さに対する割増係数

築堤履歴が複雑な場合  $\alpha_1=1.2$

築堤履歴が単純な場合  $\alpha_1=1.1$

新設堤防の場合  $\alpha_1=1.0$

$\alpha_2$  : 基礎地盤の複雑さに対する割増係数

被災履歴あるいは要注意地形がある場合  $\alpha_2=1.1$

被災履歴あるいは要注意地形がない場合  $\alpha_2=1.0$

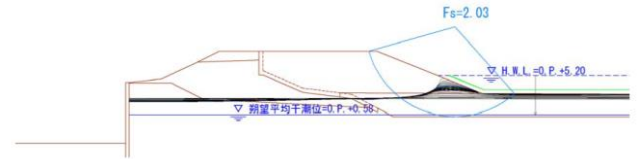
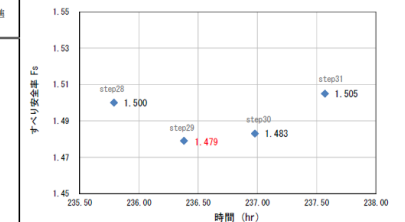


表 8.3.2 施工時における最小すべり安全率の結果一覧

	断面No	距離標	施工	照査基準
バラベツ形式 特殊堤	一般部	53	4.4k+191	2.564
	一般部	94	L5.2k+188m	2.033
特殊堤	一般部	117	5.8k+38m	2.456
	一般部	152	L6.4k+139m	2.356
土堤	一般部	206	L7.6+29m	1.479



【検討結果と対応方針】

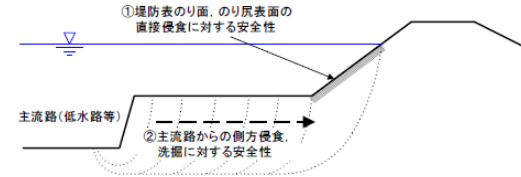
- 耐浸透機能に対する照査を実施した結果、**遮水処理を行うことで耐浸透機能を満足する**  
 （遮水処理の方法は、施工性・経済性を含め施工時に検討）

仮設時の堤防機能の確保（仮締切堤）

■土堤仮締切（耐侵食機能に対する検討）

【検討概要】

- ・浸食に対する検討は、「河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）H24.2」に準じて行う。
- ・侵食による堤防の破壊のメカニズムは、護岸がない場合には示すとおりで、堤防表のり面やのり尻付近に流水が直接作用して表面を被覆する植生が削剥し、堤体を構成する土砂が流失して破壊に至るものと、低水路等の主流路からの側方侵食、洗掘により破壊にいたるものとに大別できる。このことから、侵食に対する堤体の安全性照査の項目を次のように規定している。
  - ① 堤防表のり面、のり尻の**直接侵食に対する安全性**
  - ② 主流路（低水路等）からの**側方侵食、洗掘に対する安全性**



【検討結果】

- ・直接侵食に関しては、**代表流速が2.0m/sを下回る流速**となり、土堤仮締切堤は法覆工を設置する計画であることから、**直接侵食に対する安全性を確保できる**。（護岸の設計流速 5m/s 張芝の設計流速 2m/s）
- ・側方侵食に対しては、**高水敷幅/低水河岸高H**が判定基準となる $b/H > 2 \sim 3$ を満足していることから、**側方侵食に対する安全性を確保できる**。

高水敷の代表流速は2m/s以下  
→直接侵食に対して安全

「美しい山河を守る災害復旧基本方針 平成26年3月」(抜粋)

護岸工法設計流速関係表（C表）

岸の法勾配が1:1.5より緩い場合に適用する工法例  
（工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

素材	構造	工法	設計流速 (m/s)									
			2	3	4	5	6	7	8	9		
コンクリート系	コンクリートブロック築	8	コンクリートブロック築	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		9	ポーラスコンクリートブロック築	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		10	法挿入	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	懸垂ブロック	11	懸垂ブロック	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		12	大間流路ブロック	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13		ポーラス懸垂ブロック	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

距離標	堤防の諸条件		侵食における照査項目(検討条件:仮締切堤設置,整備計画流量Q=10700,流下時)				備考	
	セグメント	高水敷幅 b(m)	低水河岸高 Hd(m)	②側方侵食の照査		①直接侵食の照査		
				高水敷幅b/低水河岸高H	判定 (b/H > 2~3)	高水敷代表流速 V <sub>0</sub> (m/s)		判定 (V <sub>0</sub> < 2.0)
4.4	3	11.6	8.76	-	-	1.676	○	既設低水護岸(矢板)あり
4.6	3	23.2	8.73	-	-	1.586	○	既設低水護岸(消波ブロック)あり
4.8	3	-	-	-	-	1.638	-	国道2号交差部の仮締切堤不要区間
5.0	3	100.8	8.70	11.59	○	1.433	○	
5.2	3	97.0	8.68	11.18	○	1.434	○	
5.4	3	98.2	8.66	11.34	○	1.304	○	
5.6	3	80.7	8.69	9.28	○	1.329	-	阪神高速11号池田線, JR神戸線の仮締切堤不要区間
5.8	3	90.6	8.78	10.32	○	1.261	○	
6.0	3	88.1	8.87	9.93	○	1.194	○	
6.2	3	87.5	8.95	9.78	○	1.172	○	
6.4	3	84.9	9.04	9.39	○	1.208	○	
6.6	3	87.5	9.13	9.58	○	1.132	○	
6.8	3	85.7	9.21	9.31	○	1.229	○	
7.0	3	-	-	-	-	2.118	-	国道176号交差部の仮締切堤不要区間
7.2	3	-	-	-	-	0.904	○	ヨシ原区間
7.4	3	-	-	-	-	0.871	○	ヨシ原区間
7.6	3	-	-	-	-	0.878	○	ヨシ原区間
7.8	3	-	-	-	-	0.863	○	ヨシ原区間
8.0	3	-	-	-	-	0.882	○	ヨシ原区間
8.2	3	-	-	-	-	5	○	ヨシ原区間

高水敷なし低水護岸有

低水護岸のない個所の高水敷幅は低水河岸高の2~3倍以上  
→側方侵食に対して安全

仮設時の堤防機能の確保（仮締切提）

■土堤仮締切（耐震機能に対する検討）

【検討概要】

- 耐震機能を確保するために、時刻歴有効応力地震応答解析を用いて地震時の土堤仮締切の挙動をシミュレート
- 施工時における断面が現況断面と比較して、土留め矢板が最も近接し、掘削量が最も大きくなる施工段階を検討ケースとする。
- 地震後の土堤仮締切の残留堤防高が、地震時の照査外水位を下回らないことを照査

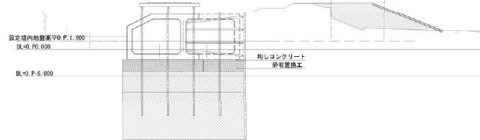


図 8.5.5 施工時における耐震検討ケースのイメージ

(なお、土留・支保工のモデル化は弾性梁部材とし、土留めが崩壊しない状態での土留と土堤での動的相互作用が堤防変形に及ぼす影響を解析的に検証した。土留・支保工の設計はレベル1地震対応であるため、大規模地震時には、「巨大地震時における緊急復旧シナリオ」にて対応することとする。)

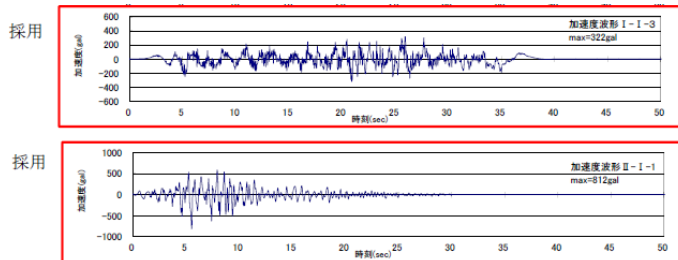
【検討対象箇所を選定】

- 完成形に対する耐震性照査対象断面のうち、施工時に土堤仮締切を実施する断面（3断面）とした。  
B1タイプ（狭削部分削削区間） 3断面：No. 90, No. 121, No. 208



【地震外力】

- 地震外力は、河川構造物の耐震性能照査指針に示された標準加速度応答スペクトルに適合した時刻歴応答波形を用いる
- 耐震性能照査指針には、時刻歴応答波形の記載がないため、道路橋示方書・同解説V耐震設計編H14.3に掲載されている地震動を用いる
- 道示のレベル2地震動の時刻歴波形は、地震動のタイプ別（レベル2タイプI、レベル2タイプII）、地盤種別（I種、II種、III種）に対して、位相の異なる3波形の合計18波形が掲載されている。
- これらの波形は、地表面での波形として定義されているが、本検討では、良好な洪積地盤及び岩盤上の入力地震動に対応するI種地盤波形を用い、3波の中で、地震後の堤防変形量に与える影響を考慮して、次のように選定した
- レベル2タイプI（海溝型）：継続時間が最も長いもの
- レベル2タイプII（直下型）：最大加速度が最も大きいもの



【照査基準】

- 照査基準となる地震時の照査外水位は次の通り設定した
- レベル2タイプI（海溝型）：大阪府想定昭和南海トラフ地震（M8.4：施設設計上の津波、広域地盤沈降を考慮）（広域地盤沈降は、当該区間では、0.22mを考慮）
- レベル2タイプII（直下型）：淀川の期望平均満潮位及び波浪の影響を考慮した14日間1/10水位（14日以内の仮復旧のための緊急復旧シナリオを別途検討）

表 8.5.3 検討対象断面における照査外水位

検討断面	河川距離標	参照距離標	照査外水位 (O.P.+m)	
			L2-1	L2-2
No. 90	L5. 2+107	L5. 4	4.55	2.17
No. 121	L5. 8k+120	L6. 0	4.55	2.19
No. 208	L7. 6k+69	L7. 8	4.57	2.25

【時刻歴応答解析の結果と残留堤防高の照査】

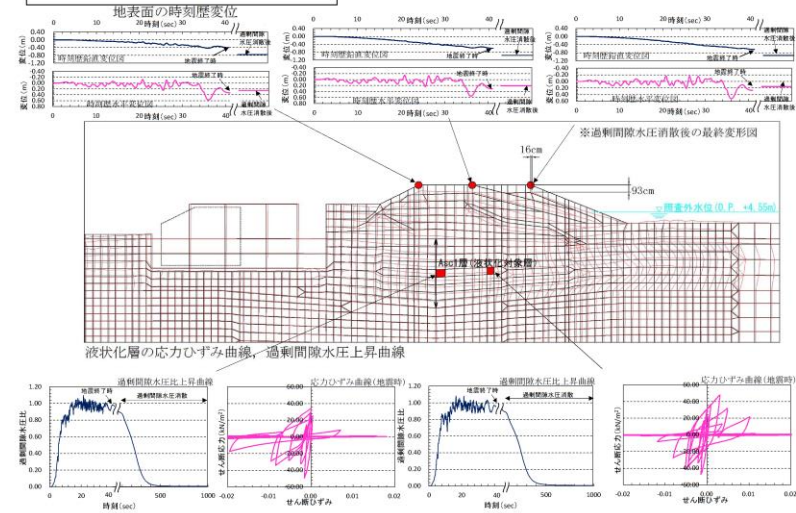
- 時刻歴応答解析により推定した残留堤防高と、照査外水位を比較
- 結果、選定したすべての断面において、残留堤防高が照査外水位を上回る
- したがって、土堤仮締切は、河川指針の地震外力（レベル2地震）に対して安全性を有していると判断

検討結果 残留堤防高 > 照査外水位

解析断面	堤防高 (O.P.+m)	堤防沈下量 (m)	残留堤防高 (1) (O.P.+m)	照査外水位 (O.P.+m) (2)		判定 (1)>(2)	参考: 現況堤防沈下量 (m)
				L2-1地震動	L2-2地震動		
No.90	8.10	0.93	7.17	4.55	2.17	O.K.	0.73
No.121	9.03	0.83	8.20	4.55	2.19	O.K.	0.56
No.208	9.93	0.67	9.26	4.57	2.25	O.K.	0.55

解析断面	現況堤防高 (O.P.+m)	堤防沈下量 (m)	残留堤防高 (1) (O.P.+m)	照査外水位 (O.P.+m) (2)		判定 (1)>(2)	参考: 現況堤防沈下量 (m)
				L2-1地震動	L2-2地震動		
No.90	8.10	0.88	7.22	4.55	2.17	O.K.	0.72
No.121	9.03	0.75	8.28	4.55	2.19	O.K.	0.62
No.208	9.93	0.73	9.20	4.57	2.25	O.K.	0.55

耐震検討結果【No90】 施工時 タイプI地震動



仮設時の掘削、躯体構築、盛土時の安全性の確保

■仮設時の土留め・支保工の安全性の確保

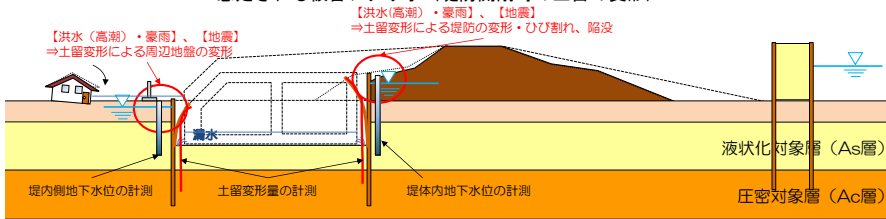
【検討概要】

・堤防開削時の土留め変形による堤防、周辺影響についての被害シナリオは次の通り想定される

堤防：  
洪水（高潮）・豪雨等による水位上昇あるいは、地震外力などによる土留壁の変形により堤防にひび割れ、陥没等の機能低下が生じる

周辺影響：  
土留変形による周辺地盤の変形により家屋等に影響が生じる。

想定される被害シナリオ（堤防開削時の土留め変形）



【施工時の土留め変形の抑制】

■適切な設計条件を設定するとともに、土留掘削時においては、土留変位量、地下水位等のモニタリング（施工管理）を実施することにより機能を確保する。

- ・洪水の浸透水や、地下水変動による土留め・支保工の変形・倒壊を抑制  
→設計時には、土留設計時の地下水位をH.W. Lまたは背面地盤高の低い方に設定（土留掘削時には、堤体内地下水位、堤内側地下水位を計測）
- ・土留時に鋼矢板の変形を抑制  
→設計時には、当該個所の土質調査結果等を十分に考慮し、安全側の設計となるよう土質定数を設定（土留掘削時には、土留変形量を計測）
- ・土留変形による周辺地盤への影響を抑制  
→設計時には、土留変位による堤内地への影響の評価を実施する。（土留掘削時には、周辺地盤の変位量を計測）

【変状が生じた場合の補修・補強】

■土留工法選定時には、対処方法の実績のある工法を採用することで機能を確保する

- ・地震等により、土留に変状が生じた場合、補修・補強ができること  
→工法選定時には、変状が生じた場合の対処方法について、実績のある工法を採用する。（鋼矢板土留等）

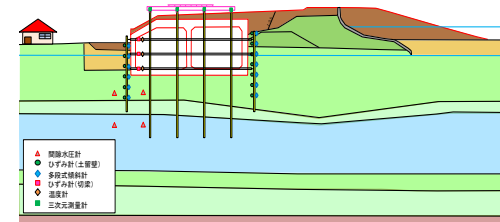
■仮設時のモニタリング（施工管理）について

【検討概要】

- ・仮設時の土留め・支保工の安全性の確保のほか、盛土による周辺影響の抑制、周辺地下水位変動の抑制が課題
- ・盛土による周辺影響については、施工ステップを考慮した地盤変状解析を実施し、影響を事前に予測
- ・周辺地下水位の変動については、浸透流解析により、地下水位の変動を事前に予測
- ・ただし、設計時に設定した各種解析パラメータ、調査結果のばらつきや施工条件などの不確実性の担保として、施工時にはモニタリングを併用する
- ・現時点では、土留壁に対するモニタリング、圧密沈下に対するモニタリング、地下水位に対するモニタリングを実施する方針

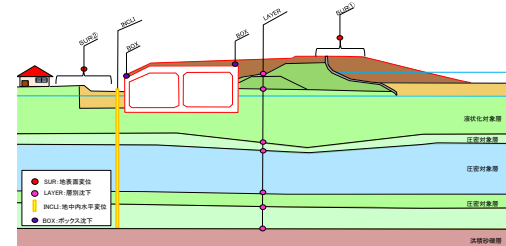
●土留壁に対するモニタリング

- ・土留・支保工の応力状態、周辺地盤の状況、地下水位を計測し、施工時の安全性の確保、周辺地盤や既設構造物への影響を抑制



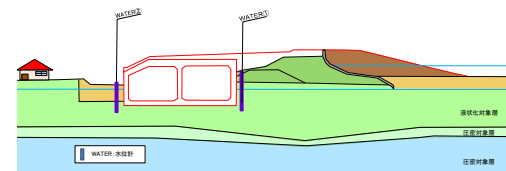
●圧密沈下に対するモニタリング

- ・施工時の圧密沈下を対象に、調査・設計時に予測した現象が実際に生じているか、対策工の効果が予測通りであるかを照合し、予期しない挙動が生じたときの原因の追究・対処を行う
- ・また、施工期間中に仮締切堤の管理を目的に堤防天端の高さを計測する



●地下水変動に対するモニタリング

- ・施工時の土留矢板設置に伴う地下水流動阻害の有無、洪水・降雨による堤体内水位状況を把握するため定期的に水位計測を行う

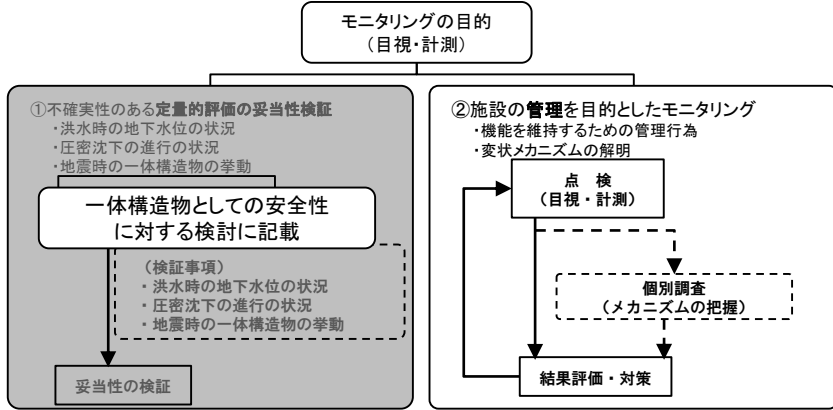


	課 題	考え方と対応方針	検討結果
施 工 時	<p><b>【仮設時の堤防機能の確保】</b></p> <p>■長区間にわたり堤防開削を行うため、仮締切堤を設置するが、仮締切堤の安全性確保が課題となる。 また、長期にわたる仮締切堤での通年施工となるため、工事中の巨大地震発生により仮締切堤の機能が喪失するリスクが通常の工事より高い。</p>	<p>■仮設は二重締切を原則とするが、巨大地震等により止水機能が失われた場合を想定し、現場内での土砂確保を念頭に復旧用土砂も兼ねた土堤による仮締切を併設し、緊急復旧計画を検討する。</p>	<p>■施工時に現況小段以上を切り込む程度の開削が必要となる場合は二重締切とし、それ未満の区間は土堤仮締切区間とする。 二重締切が被災した場合の緊急復旧に必要な土砂量を確保できる延長の土堤締切を併設することとする。</p>
		<p>■土堤仮締切の構造・安全性については、長期にわたり設置されることから、本設と同等の治水機能（耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能）を設定する。 また、土留矢板設置に伴う堤体内浸潤面は、現況堤防以下にすることとする。</p>	<p>■土堤仮締切設置時の堤体内浸潤面は、降雨の流入を抑制した場合、現況以下になると推定され、降雨浸透対策を実施した断面では、最少すべり安全率は既往基準の照査基準値を満足する。</p> <p>■仮設時の耐震機能については、一体構造物での検討と同様の手法（動的解析手法）を用いて照査を行った結果、河川基準の地震動を作用させた後の残留堤防高は照査外水位以上となっており、地震に対する安全性を有していると推定。</p>
	<p><b>【施工の品質確保、非常時対応】</b></p> <p>■完成後の堤防機能、工事中の堤防機能の確保のため、施工の品質管理、施工管理や非常時の対応が課題となる。</p>	<p>■仮締切堤や堤防盛土等の材料選定や締固め度等の品質管理を徹底し、安全性を確保するとともに、非常時に対しては、緊急復旧計画を検討、応急対策を実施。</p>	<p>■仮締切態や堤防盛土等の材料選定や品質管理については、詳細設計・施工時に十分に配慮することとする。（今後、必要に応じて有識者に意見聴取を行うことも検討）</p> <p>■工事中は、水防上特に注意を要する箇所として重要水防箇所（要注意区間）として位置付ける。</p> <p>■巨大地震時の緊急復旧の検討に基づき、今後施工計画を立案する。</p>

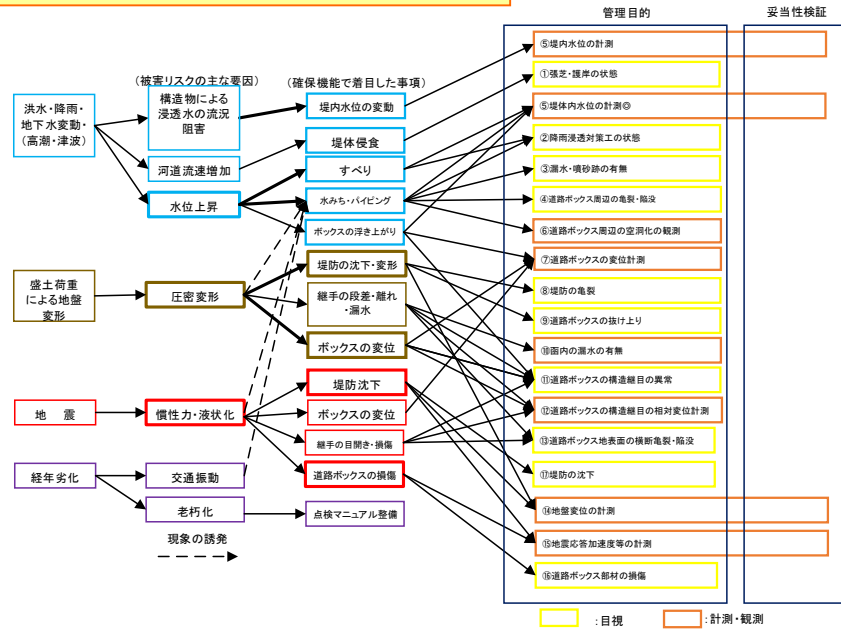
- これまでにない構造形式となることから、一体構造物の特徴を踏まえた点検や評価など、維持管理の手法について整理し、具体的な手法について検討を行う。
- 堤防と道路構造物との兼用工作物となることから、管理区分を明確にし、各々が担当する内容と、共同で担当する内容を明確にする必要がある。

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不確実性を含む解析等の妥当性を検証する（前述）。
  - 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。

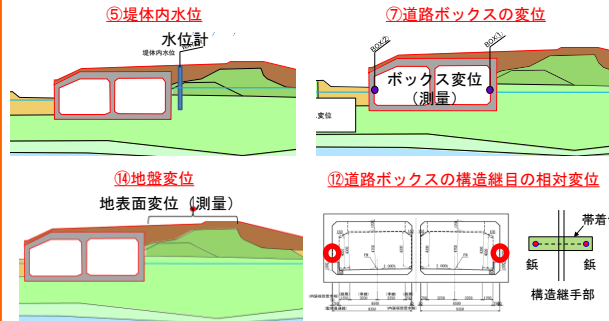
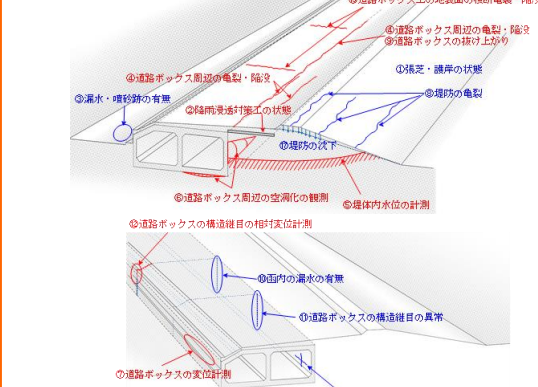


被害シナリオから導いたモニタリング項目



点検項目の抽出

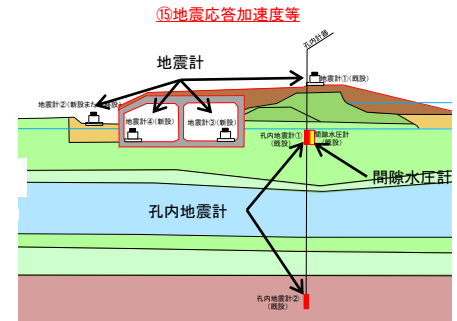
■想定される損傷状況とモニタリング項目



■モニタリング項目一覧

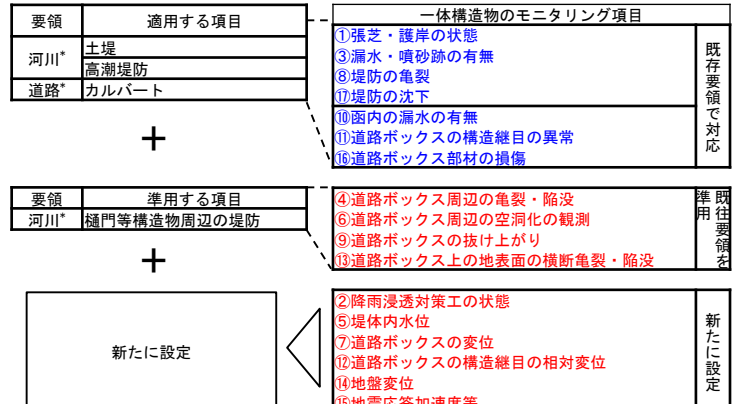
番号	モニタリング項目	方法
①	張乏・護岸の状態	目視
②	降雨浸透対策工の状態	目視
③	漏水・噴砂跡の有無	目視
④	道路ボックス周辺の亀裂・陥没	目視
⑤	堤体内水位	計測
⑥	道路ボックス周辺の空洞化	計測
⑦	道路ボックスの変位	計測
⑧	堤防の亀裂	目視
⑨	道路ボックスの抜け上がり	目視
⑩	管内の漏水の有無	目視
⑪	道路ボックスの構造継目の異常	目視
⑫	道路ボックスの構造継目の相対変位	計測
⑬	道路ボックス上の地表面の横断亀裂・陥没	目視
⑭	地盤変位	計測
⑮	地震応答加速度等	計測
⑯	道路ボックス部材の損傷	目視
⑰	堤防の沈下	目視

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



■点検要領の整理

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



点検項目の内容

■被害シナリオから想定した一体構造物の各種損傷について、具体的な点検手法を検討した。

点検項目		点検の時期	点検事項	点検方法	摘 要
①	張芝、護岸の状態	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後）	【河川要領】 （土堤） （1）法面、堤防護岸、小段	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施。 （変状種別） 堤防⑩侵食（ガリ）、護岸⑭法覆工の流出	
②	降雨浸透対策の状態	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後、地震後）	【新たに設定】 降雨浸透対策工の露出や損傷がないか。	【外観目視】 （変状種別） 18）降雨浸透対策工の状態 （確認事項） クラック・段差・堤内側の排水・シートの露出欠損 ・クラックが生じている場合は、幅、深さ、長さを記録 ・段差が生じている場合は、高低差・方向（堤外側or堤内側、上流側or下流側）を記録	
③	漏水・噴砂跡の有無	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後）	【河川要領】 （土堤） （5）裏法尻部	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施。 （変状種別） 堤防⑪漏水・噴砂 ・漏水が発生している場合は、動画による撮影や、漏水量を計測し、漏水の位置や規模の判定ができるように記録する	
④	道路ボックス周辺の亀裂、陥没	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後、地震後）	【樋門等構造物周辺準用】 道路ボックス上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか。 幅、段差が拡大していないか。	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施。 （変状種別） 堤防①亀裂、②陥没や不陸 ・亀裂、陥没が発生している場合には、長さや深さ、ずれの方向についても記録。 ・道路ボックス周辺の陥没は構造物周辺に水みちが発生している可能性があることから、修復が必要なレベルの亀裂、陥没の場合は、追加調査等を検討する。	
⑤	堤体内水位	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後）	【新たに設定】 堤体内の水位に大きな変動はないか。 ※縦断的な水位勾配についても留意	【機器等による計測】 （確認事項） 堤体内水位  川表側の道路ボックス近傍の観測井 縦断方向 約10箇所程度 水位計（連続計測）	

点検項目の内容



点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	摘 要
⑥ 道路ボックス周辺の空洞化	個別調査時 (道路ボックス上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態により空洞化が疑われる場合)	【個別に検討】 道路ボックス周辺に空洞化が発生していないか	【機器等による計測】 具体的な方法については、変状が生じた際に、調査方法を選定する。 物理探査等による空洞化の観測は、現時点では確実な方法は確立されていない。 将来、調査を行う際に、活用するため、施工直後の初期値を調査しておく。	
⑦ 道路ボックスの変位	個別調査時 (外観目視等により変位が懸念される場合、詳細な変位量を把握する必要がある場合)	【新たに設定】 道路ボックスの変位量の把握。	【機器等による計測】 (確認事項) 道路ボックスの変位量 測量により計測 道路ボックスの両端部の変位を計測 道路ボックスの検査路に測量紙を設置 将来的には、車両搭載型レーザー計測装置等の新技術の導入による効率化を検討	
⑧ 堤防の亀裂	常時 (出水期前、台風期) 非常時 (出水後、地震後)	【河川要領】 (土堤) (3)天端	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施 (変状種別) 堤防①亀裂 ・亀裂、陥没が発生している場合には、長さや深さ、ずれの方向についても記録する	
⑨ 道路ボックスの抜け上がり	常時 (出水期前、台風期) 非常時 (出水後、地震後)	【樋門等構造物周辺準用】 道路ボックス上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか。 幅、段差が拡大していないか	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施 (変状種別) 樋門②函体底版下の空洞化 ・抜け上がりが発生している場合は、その量を記録する	
⑩ 函内の漏水の有無	常時 (出水期前、台風期) 非常時 (出水後)	【樋門等構造物周辺準用】 構造物各部の接合部から吸出しの痕跡が生じていないか	【外観目視】 道路構造物の点検要領を基本に実施 (点検項目) ⑤漏水 漏水が発生している場合には、動画による撮影や、漏水量を計測し、漏水の位置や規模が判定できるように記録する	



点検項目の内容

点検項目		点検の時期	点検事項	点検方法	摘要
⑪	道路ボックスの構造継目の異常	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後、地震後）	【樋門等構造物周辺準用】 構造物各部の接合部の開きの状態に変化はないか。 幅、段差が拡大していないか。	【外観目視】 道路構造物の点検要領を基本に実施（点検項目） ③目地の異常  幅、段差については、⑫道路ボックスの構造継目の相対変位計測により管理する	
⑫	道路ボックスの構造継目の相対変位	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後、地震後）	【新たに設定】 （樋門等構造物周辺参考） 構造物各部の接合部の開きの状態に変化はないか。 幅、段差が拡大していないか。 道路ボックス同士の相対変位が進行していないか。	【機器等による計測】 簡易計測（スケール等） 全ての構造継手を対象 構造継手を挟んで鋺を2か所設置し、距離を計測する。 （構造継目の相対変位計測の位置は設置までに検討）	
⑬	道路ボックス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）	【樋門等構造物周辺準用】 道路ボックス上の地表面の抜け上がりや亀裂の状態に変化はないか。 幅、段差が拡大していないか。	【外観目視】 河川の点検要領を基本に実施（変状種別） 樋門①堤防のクラック、ゆるみ、取付護岸のクラック （確認事項） 変化量・止水ゴムの破断 亀裂、陥没が発生している場合には、長さや深さ、ずれの方向についても記録する	
⑭	地盤変位	常時（出水期前） （圧密沈下の収束が確認できるまで計測する。収束後は、通常の堤防管理（目視点検、河川定期縦横断測量）に切り替える。）	【新たに設定】 圧密沈下の沈下傾向を把握	【機器等による計測】 （確認事項） 地表面の沈下量 測量により計測 堤防天端の地表面沈下量計測 測量鋺を設置 将来的には、車両搭載型レーザー計測装置等の新技術の導入による効率化を検討	
⑮	地震応答加速度	連続計測	【新たに設定】 道路ボックスに発生する地震応答加速度の把握	【機器等による計測】 （確認事項） 地震応答加速度 地震計により計測（常時計測） 道路ボックス内に地震計を設置 地震発生直後の初動体制を決定するために計測	

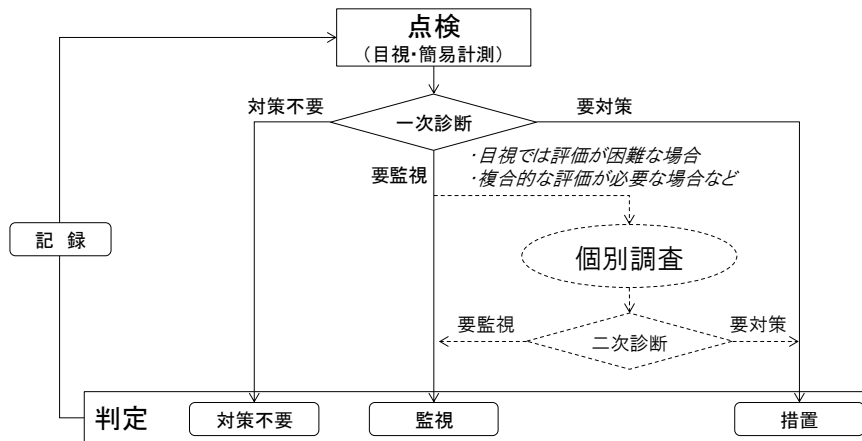
点検項目の内容

点検項目	点検の時期	点検事項	点検方法	摘要
⑯ 道路ボックス部材の損傷	常時（出水期前、台風期） 非常時（出水後、地震後）	【準用】 （樋門等構造物周辺参考） 道路ボックスの撓み、折れ曲がりや継手の開き、函体のクラックの状態に変化はないか。 拡大していないか	【外観目視】 （道路構造物の点検要領を基本に実施。点検項目①ひび割れ、②はく離、欠落、鉄筋の露出、豆板、④沈下、洗掘）	
⑰ 堤防の沈下	非常時（地震後）	地震後に堤防が沈下していないか。	【外観目視】 （河川の点検要領を基本に実施。変状種別 堤防④沈下）	

点検結果の評価

■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は、複合的な評価や個別調査を実施し、二次診断を行う。



■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。

工種	機能	機能低下の状態	変状		
			変状	判定	
堤防	越流防止機能 耐浸透機能 耐侵食機能	沈下、すべり、 パイピング、侵食	0) 形状の変化	1) 亀裂	既往基準 (河川) に準拠
				2) 陥没や不陸	
				3) 法崩れ	
				4) 沈下	
				5) 堤脚保護工の変形	
				6) はらみ出し	
				7) 寺勾配	
			8) モグラ等小動物の穴	新たに 設定	
			9) 樹木の侵入		
			10) 侵食(ガリ)		
			11) 漏水・噴砂		
			12) 植生の異常		
			13) 排水不良		
			14) 法覆工の流出		
護岸	耐侵食機能	護岸の崩壊	15) 背面土砂の吸出し	新たに 設定	
			16) 基礎部の洗掘		
			17) 端部の侵食		
道路ボックス 周辺の堤防	耐浸透機能	沈下、パイピング、 内部浸食	18) 降雨浸透対策の状態	新たに 設定	
			19) 道路ボックス周辺の亀裂・陥没		
			20) 道路ボックスの抜け上がり		
			21) 道路ボックス上の地表面の横断亀裂、陥没		

工種	対象構造物	変状		
道路ボックス	鉄筋コンクリート カルバート	1) ひび割れ	既往基準 (道路) に準拠	
		2) はく離、欠落、鉄筋の露出、豆板		
		3) 目地の異常		
		4) 沈下、洗掘		
		5) 漏水		
		6) 道路ボックス構造継目の異常		新たに 設定
		7) 道路ボックス構造継目の相対変位		

工種	機能	機能低下の状態	変状	判定
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	新たに 設定
			2) 地表面の沈下量	

	課 題	考え方と対応方針	検討結果
維持管理	<p><b>【維持管理手法】</b></p> <p>■一体構造物に被害を及ぼす外力から想定した被害シナリオから、特に地盤変形及び洪水・豪雨による水みちが一体構造物特有の課題となり、既往基準類に追加すべき項目整理を行い、その管理手法等について整理が必要。</p>	<p>■これまででない構造形式となることから、一体構造物の特徴を踏まえた点検や評価など、維持管理の手法について整理し、具体的な手法について検討を行う。</p>	<p>■数値解析による検討結果の妥当性について現地計測を実施し、検証を行うとともに、前例のない構造物であることや、土構造の不確実性等を念頭に、一体構造物としての特徴を踏まえたモニタリングを実施することにより、その機能確保に対する状態監視が可能。</p>
	<p><b>【管理者間の体制】</b></p> <p>■堤防と道路構造物との一体構造物となることから、河川管理者と道路管理者間での連絡体制、情報共有等の維持管理体制の構築が必要</p>	<p>■堤防と道路の一体構造物となることから、両管理者の役割分担を明確にし、確実な施設管理を行う。</p>	<p>■点検実施時期の連絡体制、点検・計測結果の共有、点検・計測結果の利用方法について、今後両管理者で検討を深める。</p> <p>■両管理者の役割分担等について今後明確にしていく。</p>

土留め鋼矢板の取り扱いについて

■堤外側（河川堤防側）の鋼矢板の取り扱い（引き抜きor残置）

- ・道路ボックス構築時に、堤外側に打設される土留め鋼矢板は、完成形において、大部分が河川堤防規定内にあり、仮設物であるため撤去することが原則
- ・しかし、延長約4kmにわたる長いものとなるため、引抜時に堤体へ悪影響を及ぼすことが懸念されるため、土留め鋼矢板の取り扱いについて検討

■堤外側（河川堤防側）鋼矢板残置に関する課題及び検討結果

【課題】

- ① 2H ルールに基づく河川管理区域における矢板の撤去
- ② 透水層（地下水帯水層）の遮断による現況地下水流況への影響
- ③ 矢板撤去時の基礎地盤のとも上がりによる既設堤防盛土への影響

【検討結果】

- ① 2Hルールに基づく鋼矢板の取り扱い
  - ・矢板の腐食、矢板と地盤との隙間の発生に伴う水みちの発生などが定量的に評価することは難しいことから、これまでの河川管理における取り扱いに準拠し、撤去することを基本とする。（しかしながら、これまでの河川事業においても周辺地盤への影響が想定される場合は存置することもある。）
- ② 透水層（地下水帯水層）の遮断による現況地下水流況への影響
  - ・矢板は不透水層へ貫入することから、浸透流解析により地下水流況への影響を推定した結果、**浸潤面の影響は僅かであった。**

- ③ 矢板撤去時の基礎地盤のとも上がりによる既設堤防盛土への影響
  - ・矢板撤去時の基礎地盤のとも上がりによる既設堤防盛土への影響について、既往文献の手法を用いて推定したところ、**10~20cm程度の沈下、10~11mの影響範囲が予想された。**
  - （矢板の引抜による沈下量及び影響範囲の予測）
  - ・鋼矢板引抜に伴う最大沈下量および影響範囲の推定方法について、2つの文献資料の手法を用いて、矢板引き抜きにより生じる沈下量と周辺への影響範囲を算定した。
  - “文献1”：「森崎、杉本隆男、田代郁夫、田中禎、軟弱粘性土地盤における矢板の引抜きに伴う地盤変形に関する研究、土木学会論文集No.454/Ⅲ-20, pp.113~122, 1992.9」
  - “文献2”：道路土工指針「仮設構造物設計指針」（仮定条件としては、引き抜き時の影響を安全側に最大限見込むために、引き抜きにより矢板の幅（IV型、幅40cm）の土砂が矢板と共に上がることとした。）
  - ・2つの参考文献の予測手法によれば、鋼矢板引き抜きによる影響は次のように推定される。  
沈下量：おおよそ10cm~20cm程度  
影響範囲：10m~11m程度

（算定結果）

表 1-3 矢板引き抜きにより予想される沈下量及び影響範囲

断面	河川距離標	堤防構造	矢板引き抜き延長 (m)	軟弱粘性土地盤における矢板壁の引き抜きに伴う地盤変形に関する研究 (森・杉本・田代・田中・土木学会論文集No.454/Ⅲ-20, pp.113~122, 1992.9)		道路土工指針「仮設構造物設計指針」	
				沈下量 (cm)	影響範囲 (m)	沈下量 (cm)	影響範囲 (m)
77	5.0k+55	高潮特殊堤ランブ部	12.7	14.98	10.22	19.80	10.91
89	5.2k+87	高潮特殊堤一般部	11.71	13.39	10.22	17.80	11.16
132	6.0k+139	高潮堤防ランブ部	9.53	10.15	10.22	17.40	9.33
204	7.4k+185	土堤一般部	10.08	10.93	10.22	15.00	11.40

（実測されている沈下量及び影響範囲（文献調査結果））

- ・文献調査の結果、鋼矢板引き抜きにより生じた実際の影響は、次の通り  
沈下量：4cm~約15cm  
影響範囲：影響範囲は9m~40m程度
- ・軟弱地盤の場合は、矢板長の2~3倍まで、影響することも言われている。

(文献調査結果)

矢板種別	矢板有効長さ (cm)	実測引抜き長さ (m)	実測沈下量 (cm)	沈下観測点	観測時期	影響範囲 (m)	地盤状況	参考文献名
不明	不明	9.0	4.0~5.0	矢板直近	引抜き後7日~10日	9.0以内	東京工業大学ゼラチン土、細砂、シルト	第20回土木工学研究発表会、昭和40年6月、矢板引抜時の立ち上げによる周辺地盤の沈下計測調査、安井和夫、田中孝二
IV	17.0	8.5	0.4	矢板から6m	不明	14.0	シルト混じり砂	土留め鋼矢板引抜による背面地盤の沈下計測調査、池村隆雄、岩切直樹、清水正義、角田安史
Ⅱ	10.0	10.5	1.1	矢板から2m	不明	18.0	粘土、砂、砂礫	地下空間シボシボシウム論文・報告書、第4巻、土木学会「一般仮設構造物鋼矢板引抜きに伴う周辺地盤の沈下とその対策、市川英夫、橋本春樹、藤丸敏郎、鶴岡浩治
IV		13.5	11.3	矢板直近	約60日	31.0	粘土、シルト混じり砂	平成21年度土木学会関西支部年次講演会、第IV部門鋼矢板の引抜きに伴う周辺地盤の沈下とその対策、市川英夫、橋本春樹、藤丸敏郎、鶴岡浩治
IV	17.0	15.0	15.5	矢板直近	30	砂	砂	
IV		13.0	10.0	矢板直近	約60日	40.0	粘土、シルト混じり砂	
Ⅲ	12.5	10.0	3.3 <sup>①</sup>	矢板から0.65m	20時間	-	シルト混じり砂	平成21年度土木学会関西支部年次講演会、第IV部門鋼矢板の引抜きに伴う周辺地盤の沈下とその対策、市川英夫、橋本春樹、藤丸敏郎、鶴岡浩治
			2.4 <sup>②</sup>	矢板から1.15m				
			1.5 <sup>③</sup>	矢板から1.63m				
			0.7 <sup>④</sup>	矢板から2.63m				
Ⅲ型	10.0	8.0	6.0	矢板背面60cm	引抜き後3日	-	シルト	下水道技術報告書No.41(587年3月)(大阪下水道局)
			8.0	矢板背面60cm	引抜き後30日	-	(地下水位GL-2m)	

※砂の水締め充填対策を実施した場合の沈下量。その他は無対策。



■堤外側（河川堤防側）の鋼矢板の取り扱い方針

- ・河川堤防規定に重複する堤外側の土留め鋼矢板は、これまでの河川管理における取り扱いに準拠し、撤去を行うことを基本とする
- ・しかし、鋼矢板引き抜きによる堤体への悪影響が懸念されるため、工事に先立って、鋼矢板を引き抜いたときの影響を試験施工により把握し、本施工の際の対策にフィードバック  
（試験施工は、当該区間で施工されている堤防の耐震対策工法で打設されている既存の鋼矢板を利用。当該矢板はボックスの構築時に、支障となり引き抜く必要があるため、試験施工としてこの鋼矢板引抜時に計測を行い、堤体に及ぼす影響を測定。また、対策工法選定の参考とするため、引き抜き孔への埋め戻し材（砂、流動化砂など）の効果確認も同時に実施。）

■継手部の仮設鋼矢板の取り扱いについて

- ・上記により、堤外側の仮設鋼矢板は、撤去を基本とする
- ・一方、技術検討委員会では、「大規模地震により継手部に隙間が発生した場合、継手部付近の鋼矢板を存置することで、堤体盛土の道路ボックス内への流入の抑制等に寄与する可能性がある」という意見をいただいた。  
【継手部の仮設鋼矢板の取り扱い方針】
- ・試験施工による引き抜きの影響や、仮設時の鋼矢板の設置状況（矢板長、矢板頭部の高さ等）を踏まえるとともに、継手部の矢板を存置するメリット・デメリットを見極めたうえで、今後、取り扱いについて決定する。

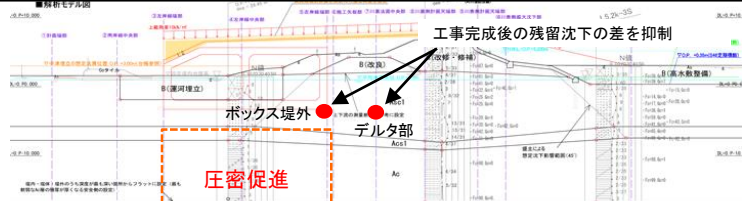
その他の事項に関する一体建造物の課題に対する検討結果

- ・景観・自然環境に関する基本的な配慮事項
- ・上面利用者への配慮事項
- ・実施設計時における配慮事項
- ・施工段階における配慮事項
- ・供用時における配慮事項

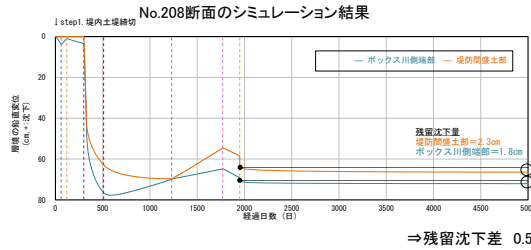
- 堤防定期断面内にボックスカルバートが設置されることにより、水みちが発生し内部浸食による堤防破壊の危険性が高まり堤防の安全性の低下が懸念される。
- 水みちの発生を抑制するため、**圧密促進工法の実施によるボックス部とデルタ部の残留沈下差を抑制するとともに、降雨浸透対策工の実施による堤体内浸潤面の抑制を行う。**
- 解析によるシミュレーションの結果、残留沈下差、堤体内浸潤面上昇を抑制できると推察。ただし、完成後のモニタリングにより解析の妥当性検証を行う。
- 完成後には、通常の堤防点検に加え、計測機器によるモニタリングや、構造物周辺の堤防のモニタリングを追加実施することにより、機能を維持する。

残留沈下差の抑制

- 対策工
  - ・圧密沈下対策は、**圧密促進工法を基本**とすることにより、ボックス部とデルタ部の残留沈下の差を抑制

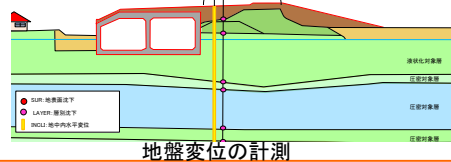


- 地盤変状解析によるシミュレーション
  - ・圧密促進工法を行うことにより、ボックス部とデルタ部の**残留沈下差を抑制できると推定**



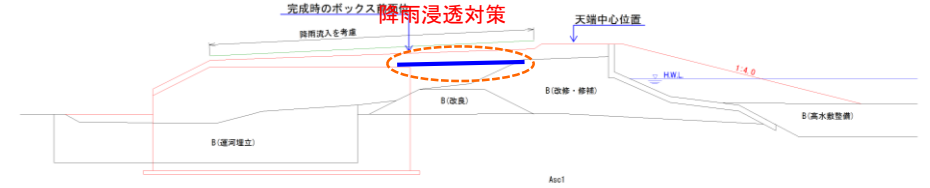
断面	残留沈下量 (cm)		残留沈下差 (cm)
	ボックス部外	デルタ部	
45	4.3	7.2	2.9
80	0.9	0.6	0.3
90	1.0	1.7	0.7
103	2.3	6.6	4.3
121	0.5	0.8	0.3
129	1.3	0.5	0.8
208	1.8	2.3	0.5
228	3.5	7.3	3.8

- 解析の妥当性の検証
  - ・地盤変位のモニタリング

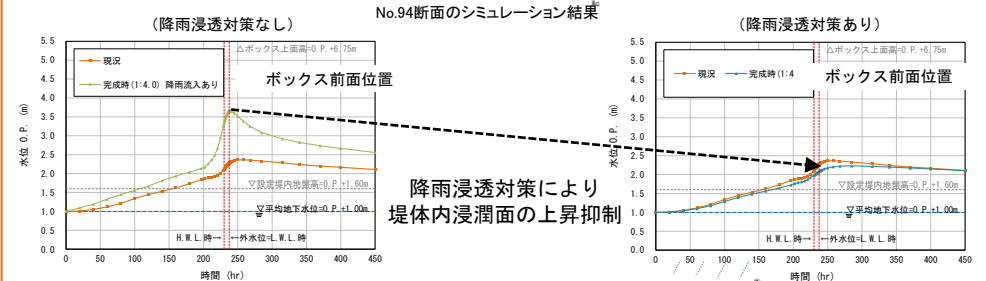


堤体内浸潤面上昇の抑制

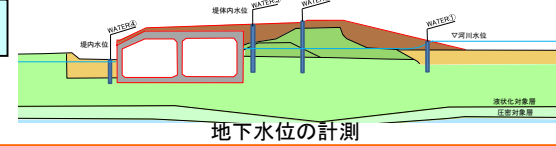
- 対策工
  - ・**降雨浸透対策工**により堤体内浸潤面上昇を抑制



- 浸透流解析によるシミュレーション
  - ・降雨浸透対策工により**堤体内浸潤面上昇を抑制できると推定**



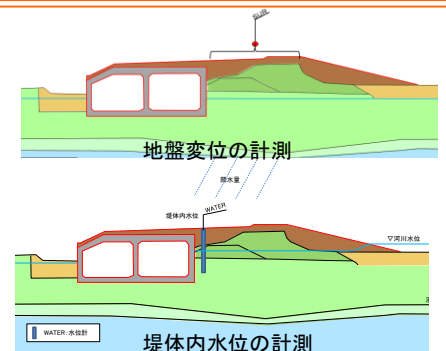
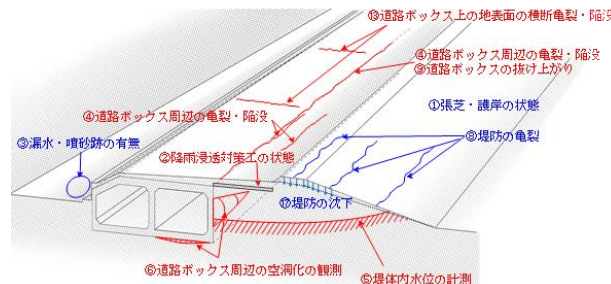
- 解析の妥当性の検証
  - ・堤体内地下水位のモニタリング



完成後の維持管理

- 維持管理・モニタリング
  - ・一体構造物となることにより、水みち発生につながると考えられる変状を抽出
  - ・通常の堤防の点検に加えて一体構造物特有の点検・モニタリングを実施
  - ・河川管理者と道路管理者が連携して維持管理体制を確保

- 地盤変位の計測：圧密沈下収束の確認
- 堤体内地下水位の計測：地下水位の変動の把握
- 水みち発生につながる変状の目視モニタリング
  - ・降雨浸透対策の状態
  - ・道路ボックス周辺の亀裂、陥没
  - ・道路ボックスの抜け上がり（空洞化の予兆）
  - ・道路ボックス上の地表面の横断亀裂、陥没



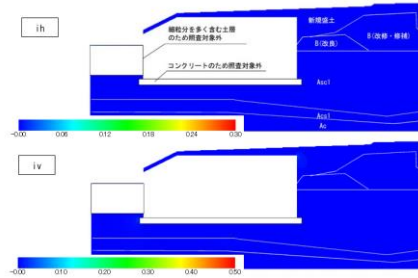
- 通常の堤防が有する耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能について、既往基準類は土堤による定規断面が確保されていることを前提としているため、その適用性について検討を行った。
- 検討した照査手法等を用いて通常の堤防が有する治水機能の照査を行い、堤防としての安全性を有すると推定。
- ただし、これまでにない構造及び照査手法(解析)であるため、その妥当性や一体構造物としての機能維持を目的としたモニタリングを実施することとする。

通常の堤防が有する機能に対する検討

■耐浸透機能

- ・すべり破壊に対する安全性の照査については、土堤定規断面確保を原則として設定されているため、形状規定で増改築されてきた既設堤防が有する安全率を照査基準値とし、全線で耐浸透機能を有すると評価。
- ・裏のり尻付近のパイピング破壊については、道路構造物が設置されることから、構造物周辺の基準値について既往研究成果を参考に、水平方向の局所動水勾配 $i_h < 0.3$ とした。

	断面No	距離標	川表		
			現況 (基準値)	完成 (法勾配1:4.0)	
バレット形式 特殊堤	高規格堤防	53	4.4k+191	2.057	2.570
	ランブ部	79	L5.0k+95m	2.266	3.092
	一般部	94	L5.2k+188m	1.990	3.297
特殊堤	一般部	117	5.8k+38m	2.346	3.342
	ランブ部	130	6.0k+100m	2.456	3.231
		142	L6.2k+139m	2.410	3.160
	一般部	152	L6.4k+139m	2.098	2.907
土堤	一般部	190	L7.2k+97m	1.380	1.482
	ランブ部	221	L7.8k+162m	1.378	1.577
		233	L8.2k+16m	1.492	1.578



⇒局所動水勾配も基準値を大きく下回るため、パイピング破壊の可能性は低いと推定

■耐震機能

- ・照査手法については、堤防と道路構造物との動的相互作用を考慮できる動的解析(LIQCA)を用いて照査を実施※。
- ・全線において地震後の残留堤防高が照査外水位以上となる。

L2-1地震動(プレート境界型) L2-2地震動(直下型)

解析断面	完成堤防高 (0. P. +m)	L2-1地震動(プレート境界型)		L2-2地震動(直下型)		判定 ①>②
		残留堤防高 (0. P. +m) ①	照査外水位 (0. P. +m) ②	残留堤防高 (0. P. +m) ①	照査外水位 (0. P. +m) ②	
No. 45	8.10	7.60	4.55	7.63	2.16	O.K.
No. 53	8.10	7.61	4.55	7.68	2.16	O.K.
No. 80	8.10	7.50	4.55	7.43	2.17	O.K.
No. 90	8.10	7.42	4.55	7.43	2.17	O.K.
No. 103	8.10	7.53	4.55	7.62	2.19	O.K.
No. 121	9.30	8.66	4.55	8.71	2.19	O.K.
No. 129	9.30	8.77	4.56	8.79	2.19	O.K.
No. 142	9.30	8.75	4.56	8.76	2.20	O.K.
No. 208	9.76	9.25	4.57	9.26	2.25	O.K.
No. 228	10.04	9.46	4.58	9.54	2.26	O.K.

※通常の照査手法は静的解析(ALID)で行うが、液状化や土と構造物の動的相互作用を評価するために動的解析を実施。  
動的解析手法はFLIP及びLIQCAを用いて、兵庫県南部地震等の被災事例の再現解析を行い、適用性について検討。本検討では、兵庫県南部地震の被災事例の実績からLIQCAを採用した。

■耐侵食機能

- ・淀川左岸線(2期)事業で整備する護岸形状は、河川管理施設等構造令に準拠して設置されるため、既往基準を用いて照査を実施。全線で耐侵食機能を有すると評価。

まとめ

●安全性について

- ・一体構造物特有の検討事項(水みちの発生等)に対し、堤体内水位上昇や堤防と道路構造物の残留沈下差の抑制対策を実施することにより堤防機能への影響は微小
- ・通常の堤防と同様に検討すべき事項(耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能)に対する評価は、当該区間の現況堤防と同等以上
- ・地震等により被災した場合、土砂運搬等の復旧用作業ルートが複数確保できることから災害復旧性についても現況堤防と同等

●施工時について

- ・巨大災害時等の緊急復旧に配慮した仮締切堤防の配置、土堤仮締切の治水機能の照査(耐浸透機能、耐侵食機能、耐震機能)、安定期間や仮設時の流下能力の確保を行うことにより、仮設時の堤防機能を確保
- ・トンネル構築時の土留めによる地下水変動や圧密沈下による周辺地盤への影響についても、施工上の対策やモニタリングによる状態監視により、影響を抑制可能と評価

●維持管理について

- ・上記検討・評価で用いた数値解析による結果の妥当性について現地計測を実施し、検証を実施
- ・前例のない構造物であることや土構造の不確実性等を念頭に、一体構造物としての特徴を踏まえたモニタリングを実施することにより、その機能確保に対する状態監視が可能

■結論

一体構造物に対する堤防機能に関する安全性の検討・評価の結果、堤防と道路構造物との一体構造物として、堤防機能に及ぼす影響は安全性を損なわない程度であり、加えて施工時・完成後の適切な維持管理・モニタリングにより、機能確保や非常時の効率的対応も可能になることから、淀川左岸線(2期)の構造物は、**堤防として要求される機能を満足し、かつ、現況堤防と同等以上の機能を有するものとして、整備することが可能であるものと評価する。**