

資料 1-5 下流部築堤区間における河道対策の安全性の検討について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項

第1節 洪水、高潮等による災害の発生の防止又は軽減に関する事項

1 河川対策 (1)河道対策 ①下流部築堤区間」に関すること

要 旨

密集市街地を流れる下流部築堤区間のうち、南武橋から JR 東海道線橋梁間の約 3km 区間は、洪水の流下能力が著しく低く、この区間の安全性向上は喫緊の課題である。

本資料は、この流下能力不足を根本的に解消し、早期かつ着実に安全性を向上させるため、橋梁補強や堰・床止工の撤去も併用した河道掘削の実現可能性について、以下の技術的検討を行い、その結果をとりまとめたものである。

- ①水理模型実験による橋梁の安全性検討
- ② 1次元河床変動計算による長期的な河床の安定性
- ③ 2次元河床変動計算による湾曲部等での局所的な河床低下
- ④河床ボーリング調査による河床の地質（掘削後の河床の安定性）
- ⑤堤防の浸透流計算による高水敷掘削後の堤防の安全性
- ⑥塩水遡上及び地下水流動計算による河道対策が地下水に及ぼす影響検討

なお、模型実験並びに各種数値シミュレーションは、河道掘削が引き起こす様々な現象の傾向を把握し、事業実施時の留意事項を明確にするために行ったものであり、数値結果を絶対視するものではない。

事業実施にあたっては安全性確保に向けて、更なる検討を行うとともに、事業実施後においてもモニタリングと維持管理を重視することが必要である。

資料構成

検討要旨

- 1 武庫川の概要
- 2 河道対策の概要
- 3 河道対策の安全性検討
 - A 水理模型実験
 - B 1次元河床変動計算
 - C 2次元河床変動計算
 - D 河床ボーリング調査
 - E 堤防の浸透流計算
 - F 塩水遡上・地下水計算

下流築堤区間における高水敷掘削について

- 4 検討結果総括

武庫川水系河川整備計画(原案)等に関する説明用補足資料

下流部築堤区間における河道対策の安全性の検討について

【目次】

検討要旨	P 1
1 武庫川の概要	P 15
2 河道対策の概要	P 16
3 河道対策の安全性検討	P 17
A 水理模型実験	P 18
B 1次元河床変動計算	P 21
C 2次元河床変動計算	P 21
D 河床ボーリング調査	P 23
E 堤防の浸透流計算	P 24
F 塩水遡上・地下水計算	P 25
下流築堤区間における高水敷掘削について	P 28
4 検討結果総括	P 32

＜武庫川水系河川整備計画(原案)＞

下流部築堤区間における 河道対策の安全性検討(要旨)

〈目次〉

- 1 武庫川の概要
- 2 治水対策の考え方
- 3 河道対策の概要
- 4 河道対策の安全性検討の概要
- 5 結果総括

平成22年1月26日

兵庫県

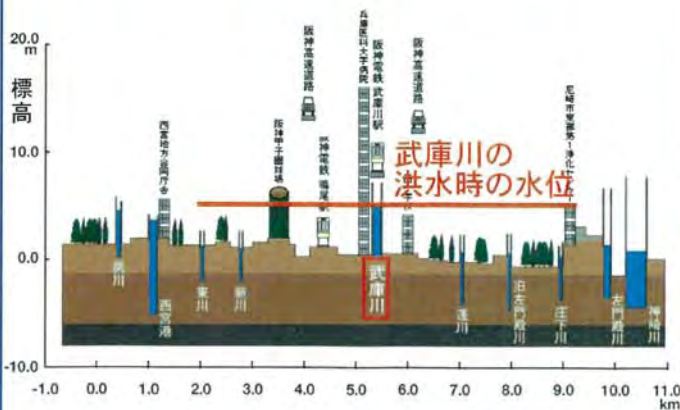
1 武庫川の概要

流域圏の概要

本川延長：約66km
 流域圏面積/人口：約580km²/約140万人
 流域圏＝流域＋想定氾濫区域（流域面積500km²）

武庫川周辺の地形(阪神武庫川駅付近)

堤防により洪水氾濫を防ぐ下流部築堤区間
 ひとたび堤防が決壊すると被害は甚大

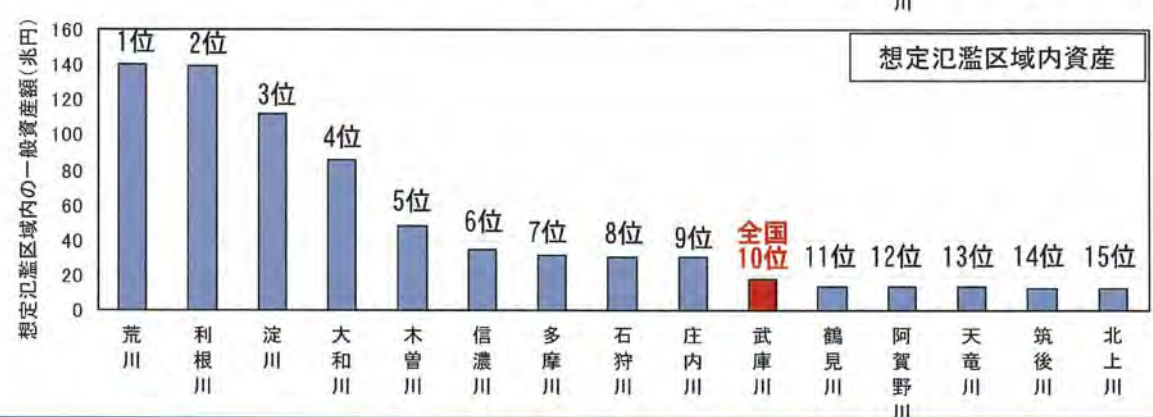
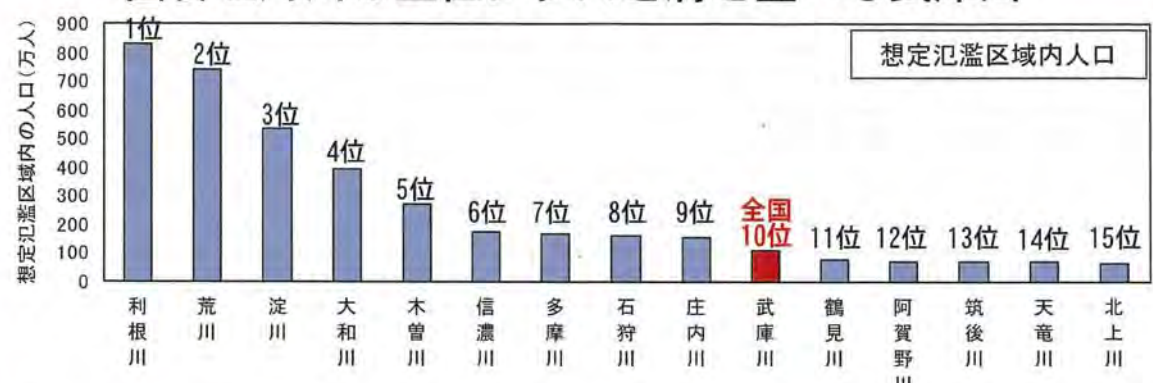


流域図



想定氾濫区域内の人口・資産ランキング上位15

国管理河川の上位クラスと肩を並べる武庫川

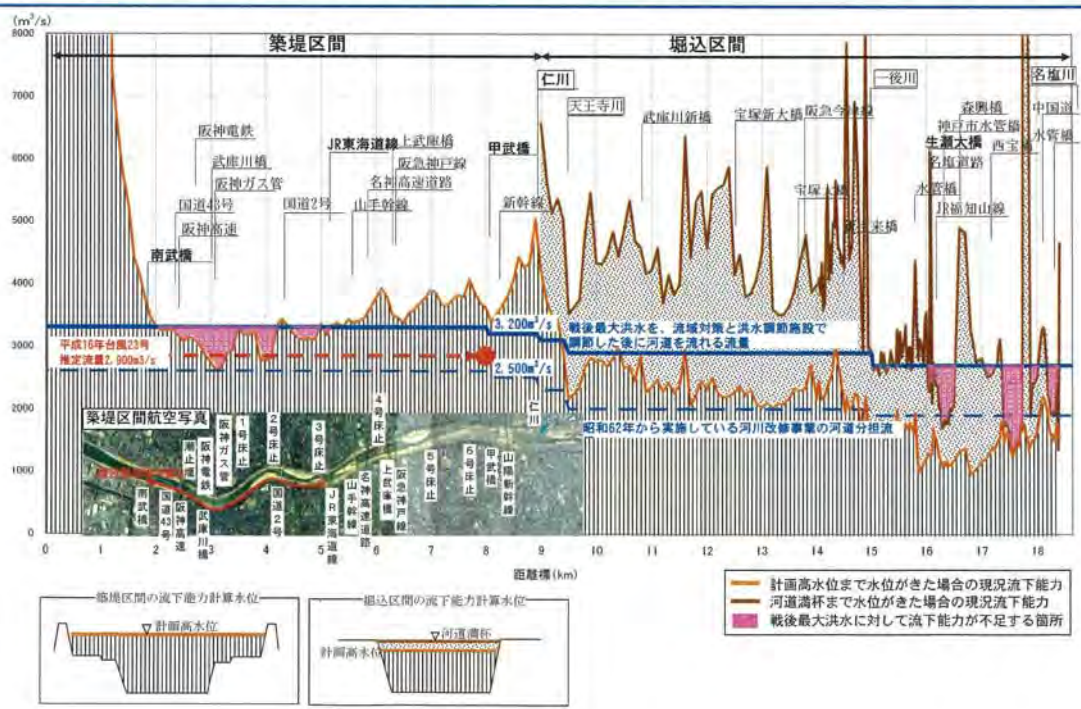


平成20年度 第8回河川現況調査より

2 治水対策の考え方

武庫川における治水上の課題

- ①近年大規模な集中豪雨が多発（平成16年台風23号、平成21年兵庫県西・北部豪雨災害等）
- ②沿川に多くの人口や資産が集積する下流部築堤区間ではこのような豪雨への対応が急務
- ③この下流築堤区間に流下能力のネック部が存在、このネック部の安全性向上が喫緊の課題



河床掘削(案)を選定するに至った経緯

④

(1) 河床掘削(案)に関するこれまでの課題

流下能力のネック部を解消するためには河床掘削は有効な対策であるが、橋梁や堰等の横断工作物の改築に多大な時間と費用を要するため改修が進まないという課題がある

- ①河床掘削によって橋脚の基礎が河床から突出する橋梁 → 架替が必要
- ②河床掘削によって一旦撤去が必要となる潮止堰や床止工 → 再築が必要

(2) 課題解決に向けた工夫

治水効果の早期発現に向けて柔軟に対応する

- ①橋梁対策は、その安全性を確認した上で、“補強”や“部分改良”も選択肢とする
- ②潮止堰や床止工は、その役割を検証した上で、“撤去”も選択肢とする

➡ 河床掘削の安全性(橋梁の安全性、河床の安定性、地下水利用への影響)の確認が必要

(3) 河床掘削(案)の選定理由

①河床掘削の安全性について学識者と集中審議 → 安全性が確認(河川審議会治水部会)

②早期に整備効果が発揮できる治水対策の組合せを検討

○千苅ダムの治水活用(案)、新規ダム(案)

→合意形成に多大な時間を要する。

完成までに十数年と時間を要し、その間は整備効果を発揮しない。

○河床掘削(案)

→ネック部の流下能力不足を根本的に解決できる。

「早期」かつ「確実」に治水効果を発揮できる。

} 喫緊の課題に対応できる

➡ 河道の維持管理を徹底すること、河床安定上の問題や地下水利用への問題に順応的に対応することを前提に、河床掘削の実施を決断

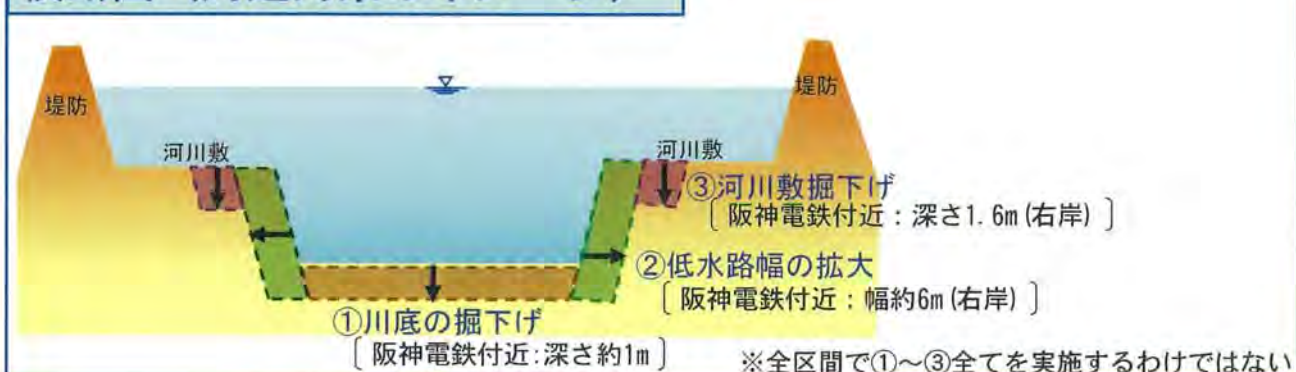
3 河道対策の概要

⑤

平面図 築堤区間の中でも特に洪水が流れにくい「南武橋～JR東海道線」の安全性向上が喫緊の課題

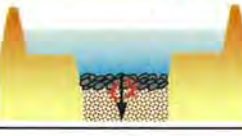


横断図 (河道対策のイメージ)



4 河道対策の安全性検討の概要

⑥

検討項目			検討方法
川底の土砂	A	橋脚周辺の川底の深ぼれ	 実験で確認
	B	長期的な川底の安定性	 計算で予測
	C	蛇行水あたり部の川底の深掘れ	 計算で予測
	D	掘下げ後の川底が弱い地層にあたらぬか	 地質調査で確認
堤防	E	河川敷の掘下げによって堤防が弱くならないか	 計算で予測
地下水	F	「川底の掘下げ」や「潮止堰の撤去による塩水遡上」が地下水にどのような影響を及ぼすか	 計算で予測

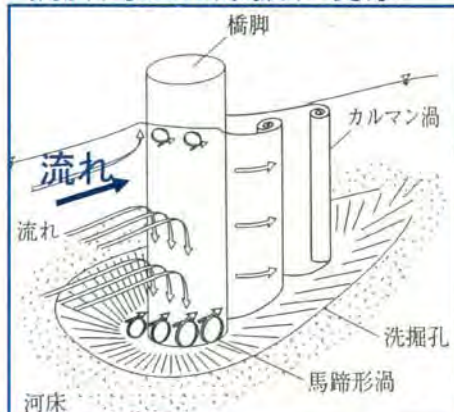
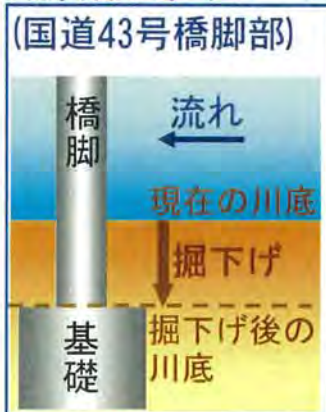
A 橋脚周辺の川底の深ぼれ

⑦

実験の目的

計算では把握できない橋脚周辺の深掘れ対策の効果 ⇒ 実験で確認
 対象とする橋 ⇒ 基礎の高さぎりぎりの深さまで川底を掘り下げる国道43号橋梁

河床掘下げイメージ 橋脚周辺の深掘れ現象



橋脚周辺の深掘れの事例



出典：土木学会関西支部編「川のなんでも小事典」ブルーバックス 講談社 1998年

出典：(財)国土技術研究センター「河川を横過する橋梁に関する計画の手引(案)」平成21年7月

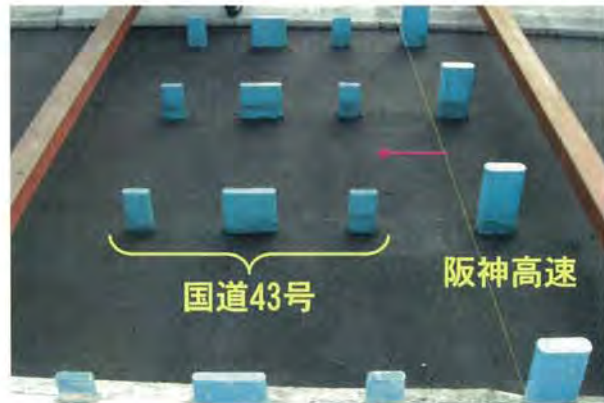
実験の範囲



実験の範囲 (900m)

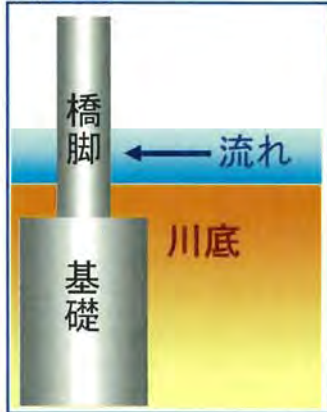
実験模型

縮尺 1/50, 模型の延長 18m, 模型の川幅 4m

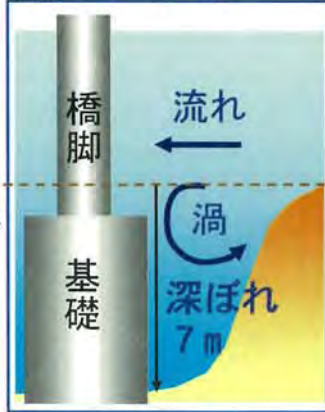


(検証実験で分かったこと) 国道43号橋脚の川底の変化

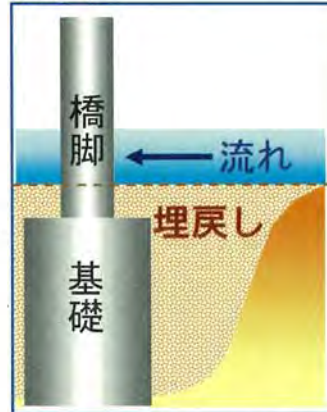
洪水前



洪水ピーク時



洪水後

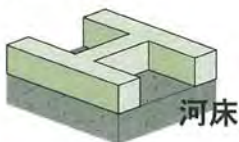


※川底の形はイメージ図

深ぼれ対策の比較実験

ブロックの種類

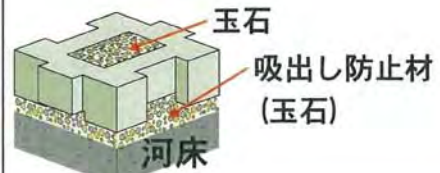
対策1⇒H型ブロック
(阪神電鉄や潮止堰で
現在使用)



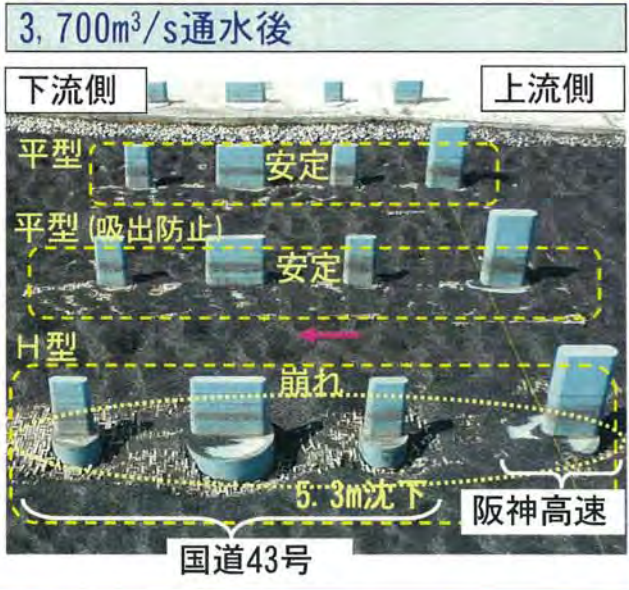
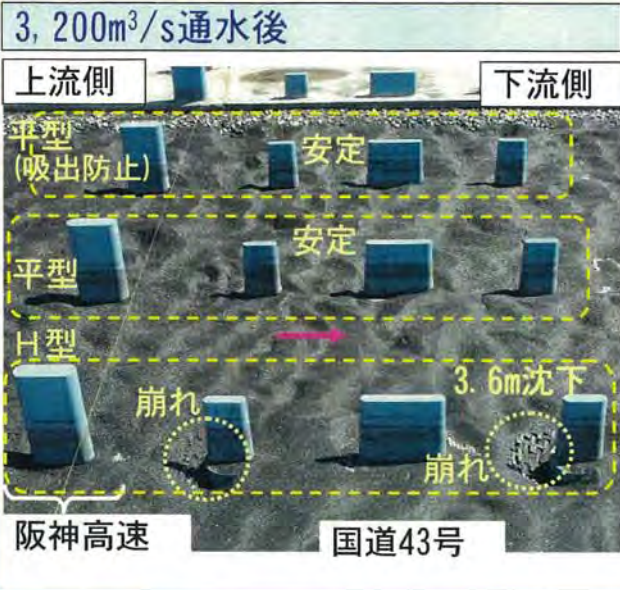
対策2⇒平型ブロック



対策3⇒平型+吸出し防止材



実験結果



結論

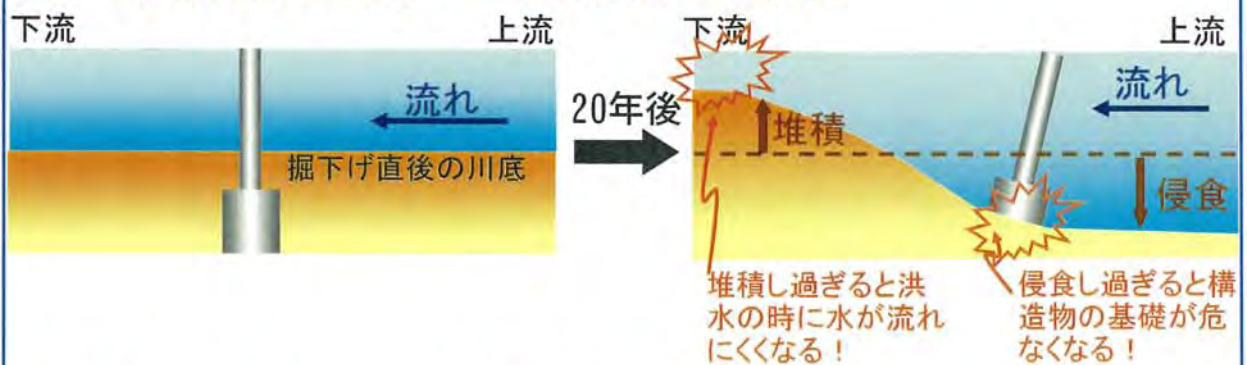
- ①H16年台風23号洪水のピーク時 ⇒ 最大で約7m深掘れした可能性
- ②深掘れ対策 ⇒ 平型ブロックが有効
(潮止堰、阪神電鉄で使用実績があり安全性も実験で確認できたH型ブロックは国道43号部分では不可)

B 長期的な川底の安定性

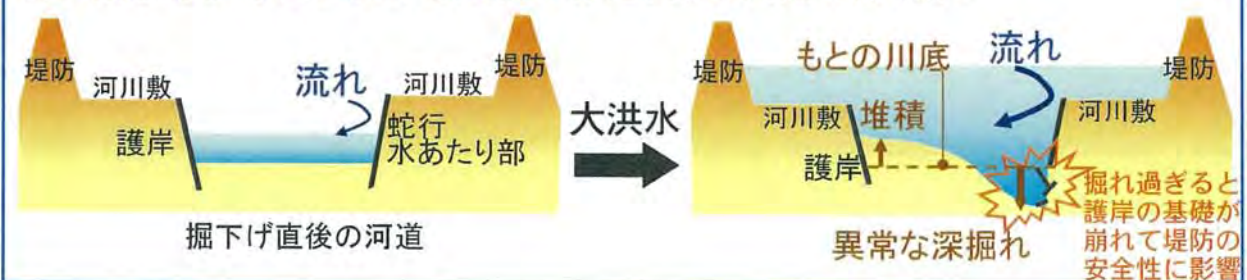
C 蛇行水あたり部の川底の深ぼれ

検討の目的 以下の傾向を予測し維持管理の目安とする

①上下流方向の全体的かつ長期的な川底の安定性



②大規模な洪水時における蛇行水あたり部の川底の深ぼれ



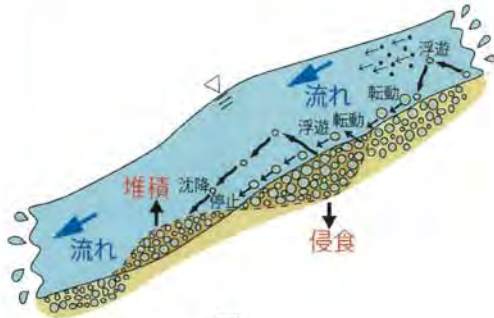
検討の方法

水の流れと土砂の動きを一体的に計算する

1次元河床変動計算

(特徴)

- ・ 上下流方向の土砂の動きを計算
- ・ 長区間かつ長期間の計算が可能

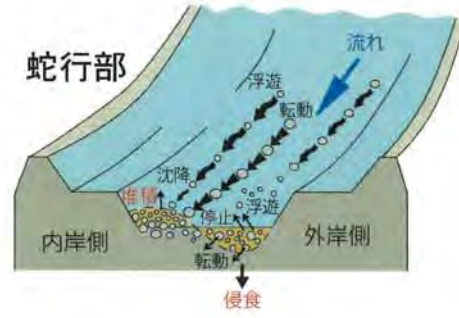


20年間の長期的な川底の安定性を予測

2次元河床変動計算

(特徴)

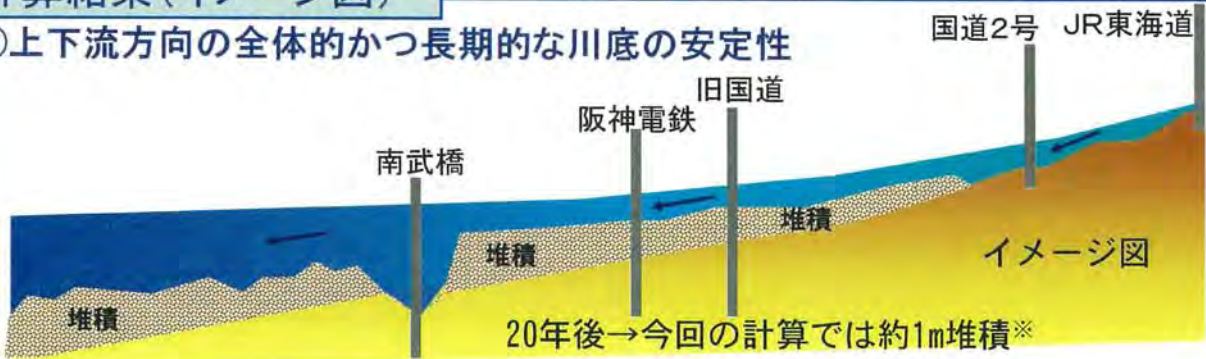
- ・ 上下流+横断方向の土砂の動きを計算
- ・ 長区間かつ長期間の計算は不向き



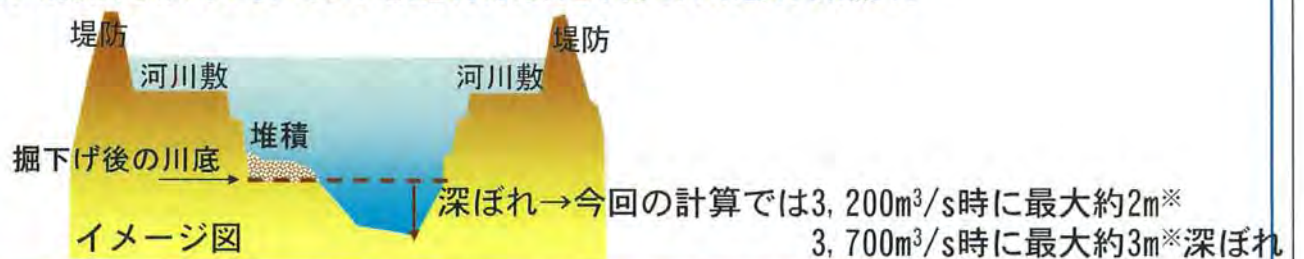
大洪水時の蛇行水あたり部における川底の異常洗掘を予測

計算結果(イメージ図)

①上下流方向の全体的かつ長期的な川底の安定性



②大規模な洪水時における蛇行水あたり部の川底の深掘れ



結論

※予測の数値はある前提条件に基づいたものであり絶対的なものではない。

- ①通常時は堆積傾向 ⇒ 現況河道と同様に維持掘削が必要
⇒ 定期的な横断測量を実施 ⇒ 重点的な維持管理を行う
- ②蛇行水あたり部 ⇒ ブロック等による洗掘防止が必要

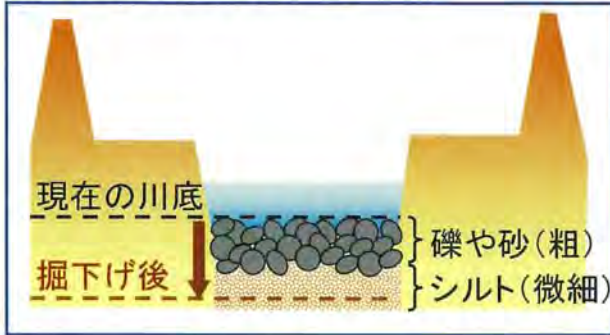
D 掘下げ後の川底が弱い地層にあたらぬか

(14)

調査の目的

掘下げ後の川底の地質が細かくなると、
⇒川底の侵食が一気に進行して、⇒大きな災害を招く恐れがあるため、
あらかじめ川底の地質を調査する。

川底の地質変化のイメージ



災害事例(大場川:静岡県)

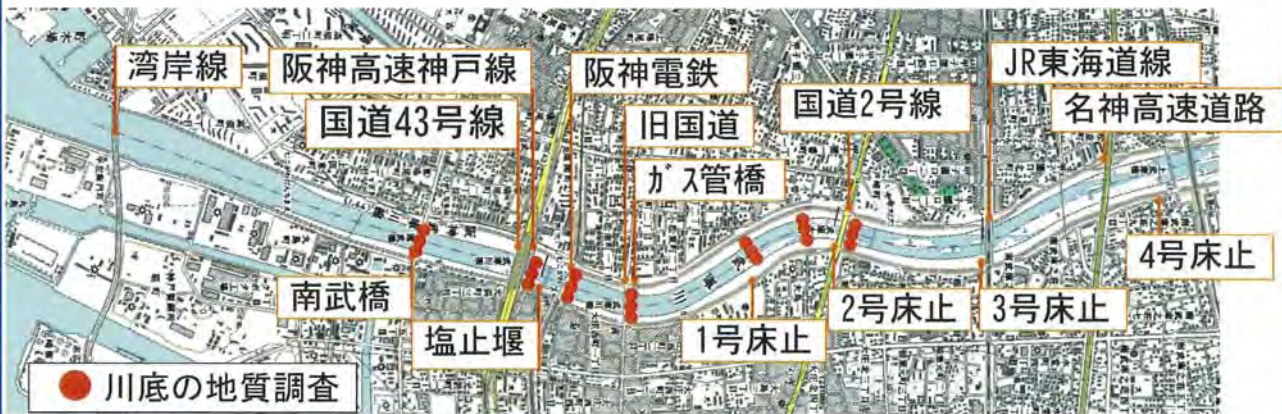


洪水疎通能力を増大させるために
1~2m程度川底の掘下げを実施
⇒掘下げに伴って川底の砂が礫から細砂に変化
⇒その後の洪水により急激に川底が侵食
写真：末次忠司著、「河川の減災マニュアル」, 山海道, P186, 187

(15)

調査箇所

川底が侵食されることによる構造物の安全性に着目
⇒橋や床止付近の21箇所で実施(7地点×3ポイント(川底左岸・中央・右岸側))



結論

- ①基本方針で定めた川底まで掘っても弱い地層にはあたらないため安全。
- ②但し南武橋地点は現況でも深掘れしており、かつ弱い地層が浅い位置にあるため、定期横断測量によるモニタリングが必要。

E 河川敷の掘下げによって堤防が弱くならないか ①⑥

検討の目的

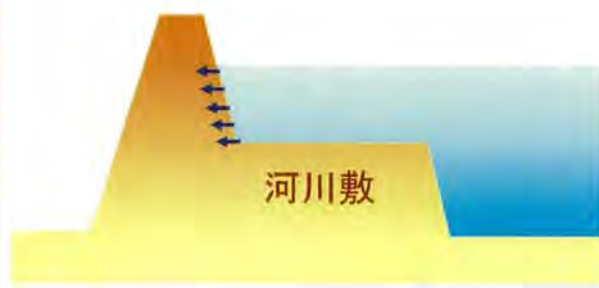
河川敷を掘下げることによって堤防がやせ細り、その結果堤防が弱くならないかを計算で予測する。

※今回の整備計画では、堤防前面から幅20mの範囲の河川敷は掘下げないが、本検討では河川敷を堤防の前面まで掘下げた案(基本方針対応)について安全性を確認した。

河川敷掘下げのイメージ

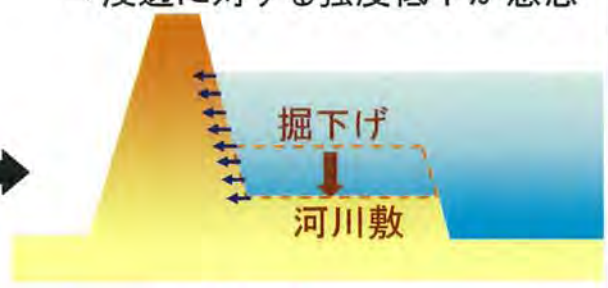
<現状>

河川敷によって堤防が守られている



<河川敷掘下げ後>

- ・見かけ上、堤防が痩せ細る
- ・堤防が流水にさらされる面積が増える
⇒浸透に対する強度低下が懸念

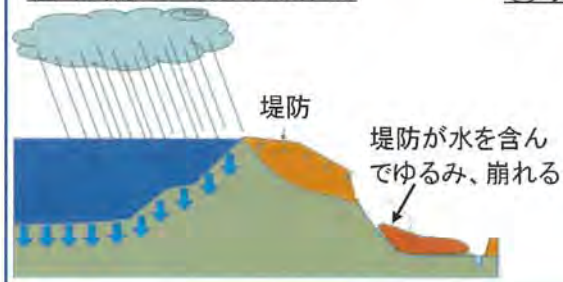


検討の方法

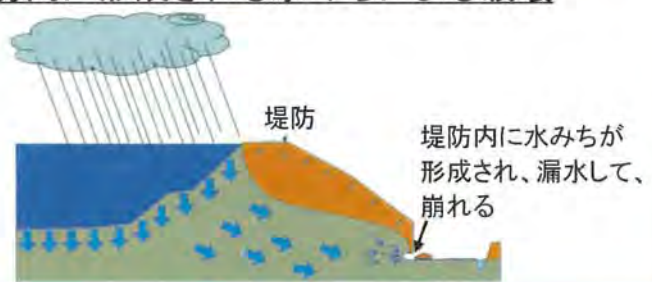
堤防が水で飽和した時の、①堤防のり面の崩れ、②堤防内に形成される水みちに対する強度を、蛇行部の5箇所をチェック。

浸透による堤防破壊イメージ

①堤防のり面の崩れ



②堤防内に形成される水みちによる破壊



結論

河川敷の掘下げ⇒浸透に対する堤防の強度低下はほとんどない。
(安全率は掘下げ前後でほとんど変化しない)
事業実施時には、更に詳細検討を行う。

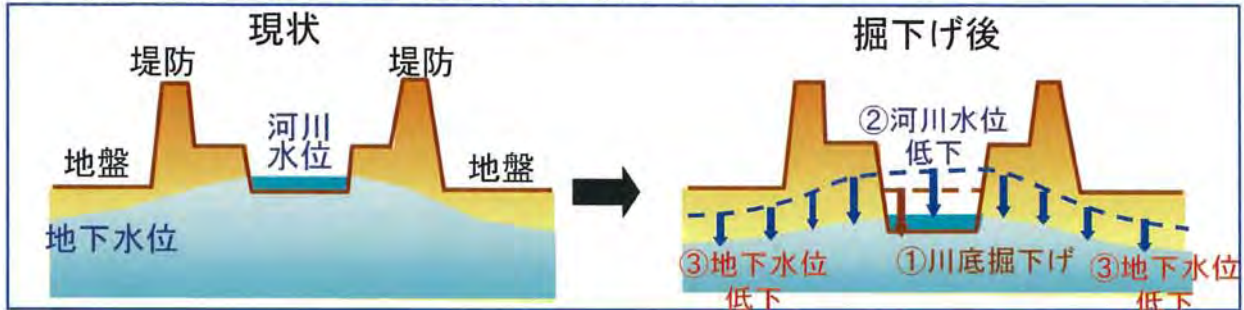
F 地下水にどのような影響を及ぼすか

(18)

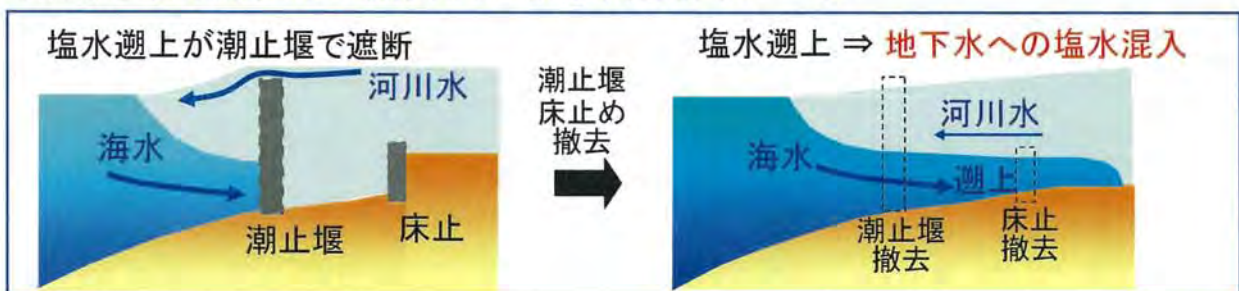
検討の目的

- (1) 川底の掘下げによる地下水位の低下
- (2) 潮止堰や床止の撤去による地下水への塩分混入を「計算で予測」

(1) 川底の掘下げによる地下水位の低下イメージ



(2) 潮止堰や床止めの撤去による塩水遡上イメージ



検討の範囲



計算の範囲

南北: 河口～名神高速道路
東西: 蓬川～新川

井戸利用 (河口～JR東海道)

- ① 河川近傍の使用井戸※
約60箇所
※河川から約500m内の民生井戸
- ② 利用目的
約2割が炊事・洗濯・風呂
約8割は散水等

井戸利用の変遷 (南武橋～国道2号)

S62年 約110箇所
↓
H14年 約50箇所
↓
H21年 約40箇所

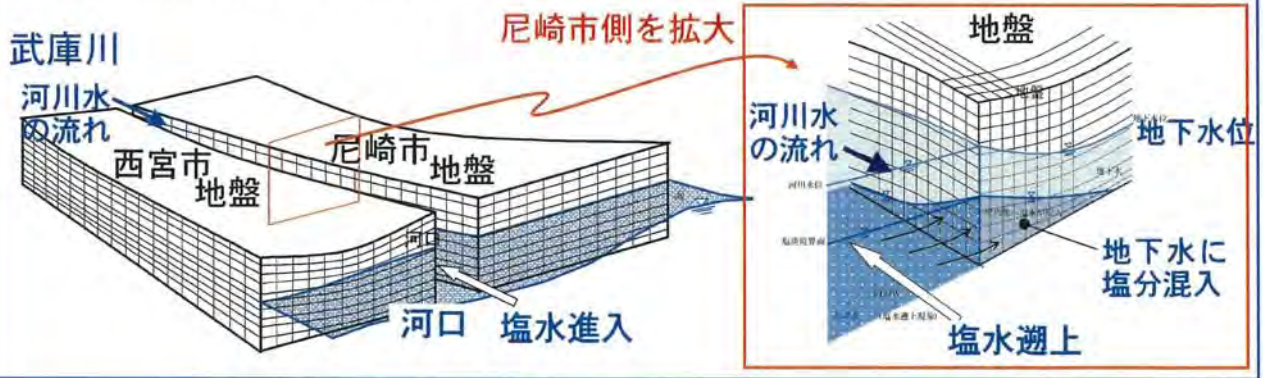
減少傾向

S62年アンケート調査、H14及びH21年訪問調査

井戸の箇所及び利用状況は概略調査の結果であり、事業実施時には詳細調査が必要

検討の方法 河川の塩水遡上と地下水の流れの計算を実施

- ・縦50m×横50m×深さ1mのメッシュ毎に地下水位と塩分濃度を計算
- ・深さ15mの層(粘土層)まで計算



塩水遡上範囲の予測

塩水遡上範囲

現状

潮止堰まで遡上



現状で潮止堰撤去

1号床止まで遡上



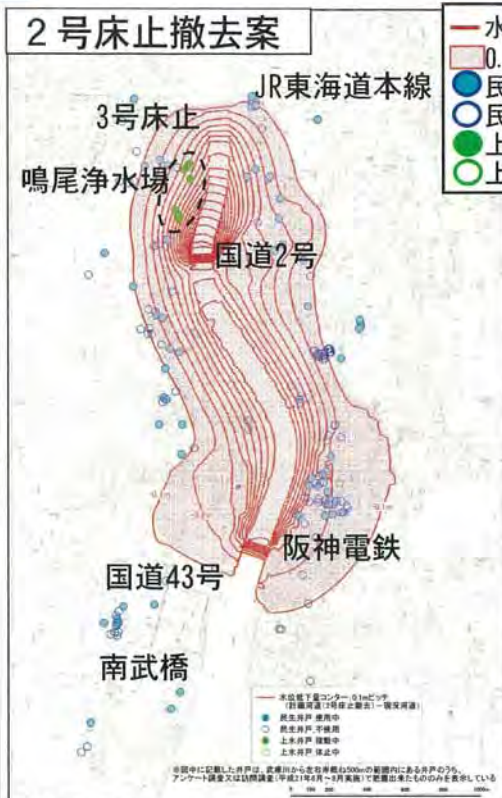
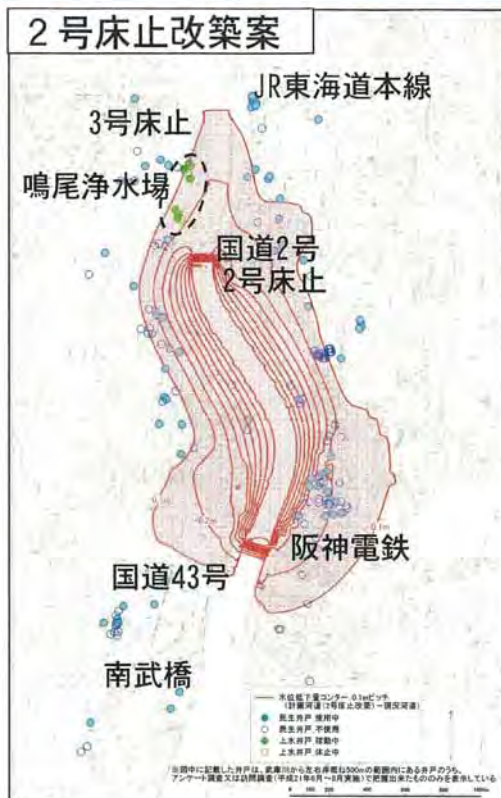
- ・川底掘下げ
- ・潮止堰撤去
- ・1号床止撤去

は2号床止も撤去
国道2号付近まで遡上



地下水の低下範囲の予測

22



- 水位低下量0.1mピッチ
- 0.1m以上の水位低下範囲
- 民生井戸 (使用中)
- 民生井戸 (不使用)
- 上水井戸 (稼働中)
- 上水井戸 (休止中)

※図中の井戸は武庫川から概ね左右岸500mの範囲内にある井戸のうち、アンケート又は訪問調査で把握できたもののみを示している。

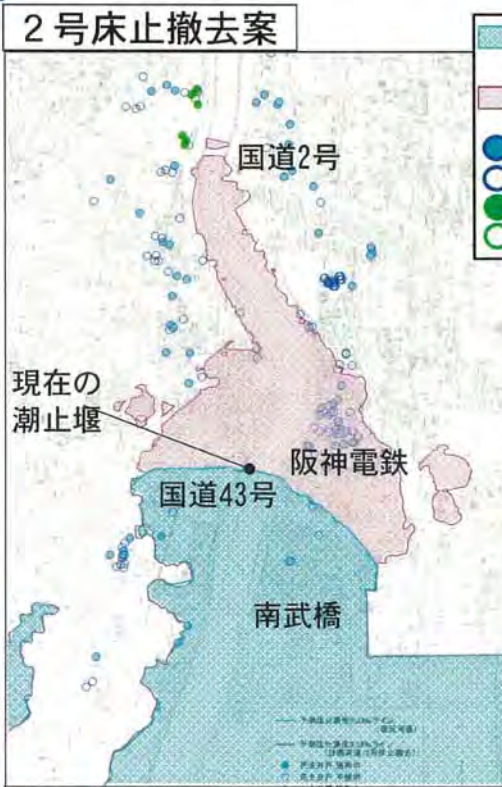
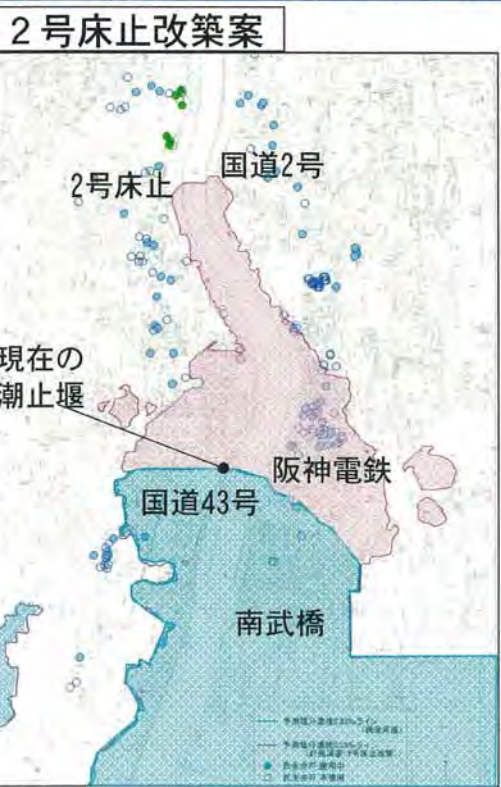
- ①使用中の民生井戸 ⇒ 最大約60cm低下
- ②鳴尾浄水場の井戸 ⇒ 最大約15cm低下

- ①使用中の民生井戸 ⇒ 最大約60cm低下
- ②鳴尾浄水場の井戸 ⇒ 最大約80cm低下

※井戸の箇所及び利用状況は概略調査の結果であり、事業実施時には詳細調査が必要

地下水への塩水混入範囲

23



- 現況における塩分濃度0.33%超過範囲
- 新たな塩分濃度0.33%超過範囲
- 民生井戸 (使用中)
- 民生井戸 (不使用)
- 上水井戸 (稼働中)
- 上水井戸 (休止中)

※図中の井戸は武庫川から概ね左右岸500mの範囲内にある井戸のうち、アンケート又は訪問調査で把握できたもののみを示している。

＜使用中の民生井戸水への塩水混入※＞
16箇所 (現在の1号床止めより下流側)

＜使用中の民生井戸への塩水混入※＞
16箇所 (現在の1号床止めより下流側)

井戸の箇所及び利用状況は概略調査の結果であり、事業実施時には詳細調査が必要

※新たに塩分濃度が0.33%。(水道水質基準の塩化物イオン濃度200mg/L) 以上となる民生井戸

結論

潮止堰は、周辺の地下水の利用状況を勘案し適切に対応することを前提に撤去する。また床止工は、同様のことを前提に撤去又は改築する。

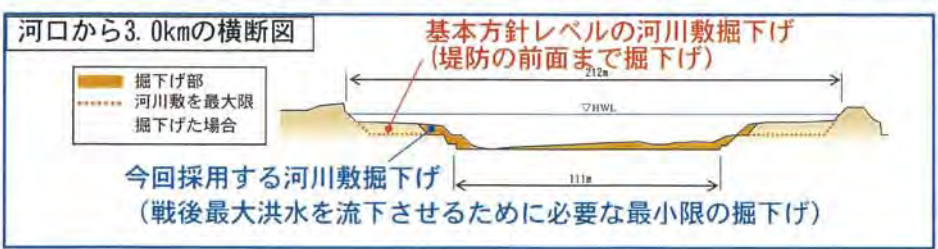
ケース	塩水遡上範囲	民生井戸の水位低下	鳴尾浄水場の井戸の水位低下	井戸への塩水混入 (0.33‰以上)
2号床止を撤去した場合	国道2号橋梁直上流まで遡上	最大約60cm低下	最大約80cm低下	16箇所 (現在の1号床止付近より下流側の井戸)
2号床止を改築した場合	2号床止まで遡上		最大約15cm低下	

※井戸の箇所及び利用状況は概略調査の結果であり、事業実施時には詳細調査が必要

河川敷の掘下げについて

河川敷最大掘下げ案の課題

- ・河川敷の冠水頻度の上昇
 - ・大規模な樹木伐採
- 河川敷の利用形態や景観が大きく変化



河道対策の安全性検討は河川敷最大掘削案で実施

↓

河川敷掘削規模を縮小しても安全性検討の結論には影響がないことを確認

今回の整備計画における対応

- ・戦後最大洪水流量を流下させるために必要な最小限の掘下げにとどめる
- ・更なる河川敷の掘下げ
⇒今後の河川敷利用のあり方について地域住民との合意形成を図る



5 結果総括

検討項目		結論
川底の土砂	A 橋脚周辺の川底の深ぼれ	 平型ブロックを採用
	B 長期的な川底の安定性	 維持掘削が必要
	C 蛇行水あたり部の川底の深掘れ	 ブロックによる深掘れ対策が必要
	D 掘下げ後の川底が弱い地層にあたらないか	 安全。但し、南武橋付近は要注意
堤防	E 河川敷の掘下げによって堤防が弱くならないか	 安全
地下水	F 「川底の掘下げ」や「潮止堰の撤去による塩水遡上」が地下水にどのような影響を及ぼすか	 潮止堰と1号床止は撤去前提、2号床止は改築も視野