

下流部築堤区間における河道対策の安全性検討

〔兵庫県河川審議会治水部会報告〕

【目次】

1 武庫川の概要	P 1
2 河道対策の概要	P 2
3 河道対策の安全性検討	P 3
A 水理模型実験	P 4
B 1次元河床変動計算	P 6
C 2次元河床変動計算	P 6
D 河床ボーリング調査	P 9
E 堤防の浸透流計算	P 10
F 塩水遡上・地下水計算	P 11
下流築堤区間における高水敷掘削について	P 14
4 検討結果総括	P 18

1 武庫川の概要

1 流域圏の諸元

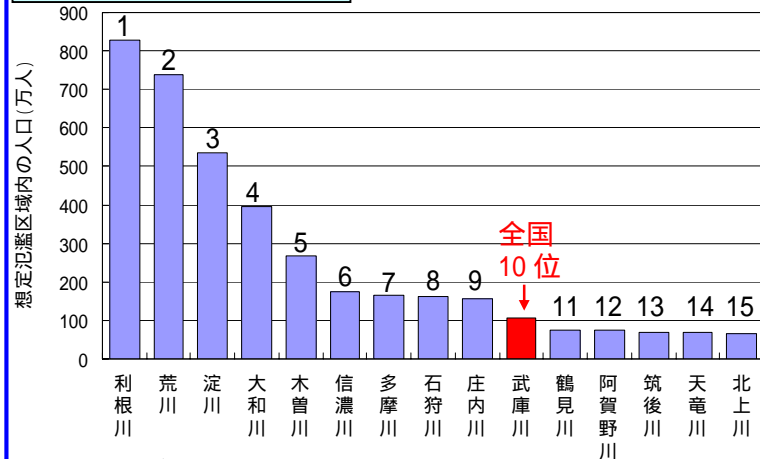
流域圏面積 / 人口 : 約 580km² / 約 140 万人
 (流域圏 = 集水域 500km² + 流域外の想定氾濫区域 80km²)
 本川延長 : 約 66km
 流域市町 : (兵庫県)神戸市、尼崎市、西宮市、伊丹市、宝塚市、三田市、篠山市
 (大阪府)能勢町
 想定氾濫区域内人口 : 約 107 万人
 想定氾濫区域内資産 : 約 17.7 兆円

平成 20 年度 第 8 回河川現況調査より

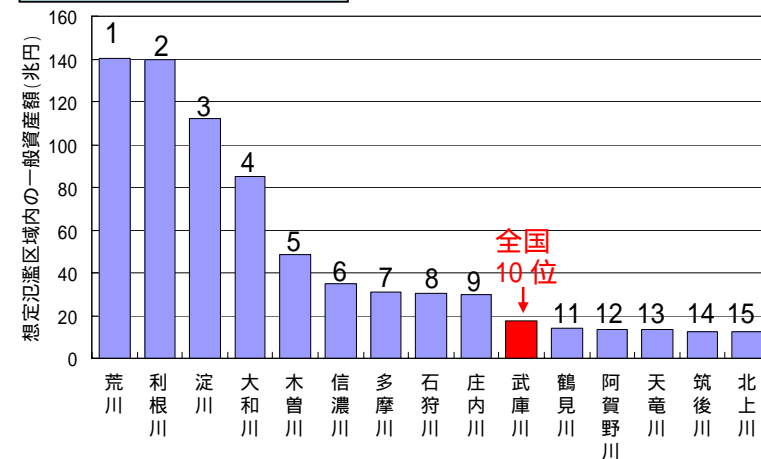
2 想定氾濫区域内の人口・資産ランキング

～国管理河川の上位クラスと肩を並べる武庫川～

想定氾濫区域内人口



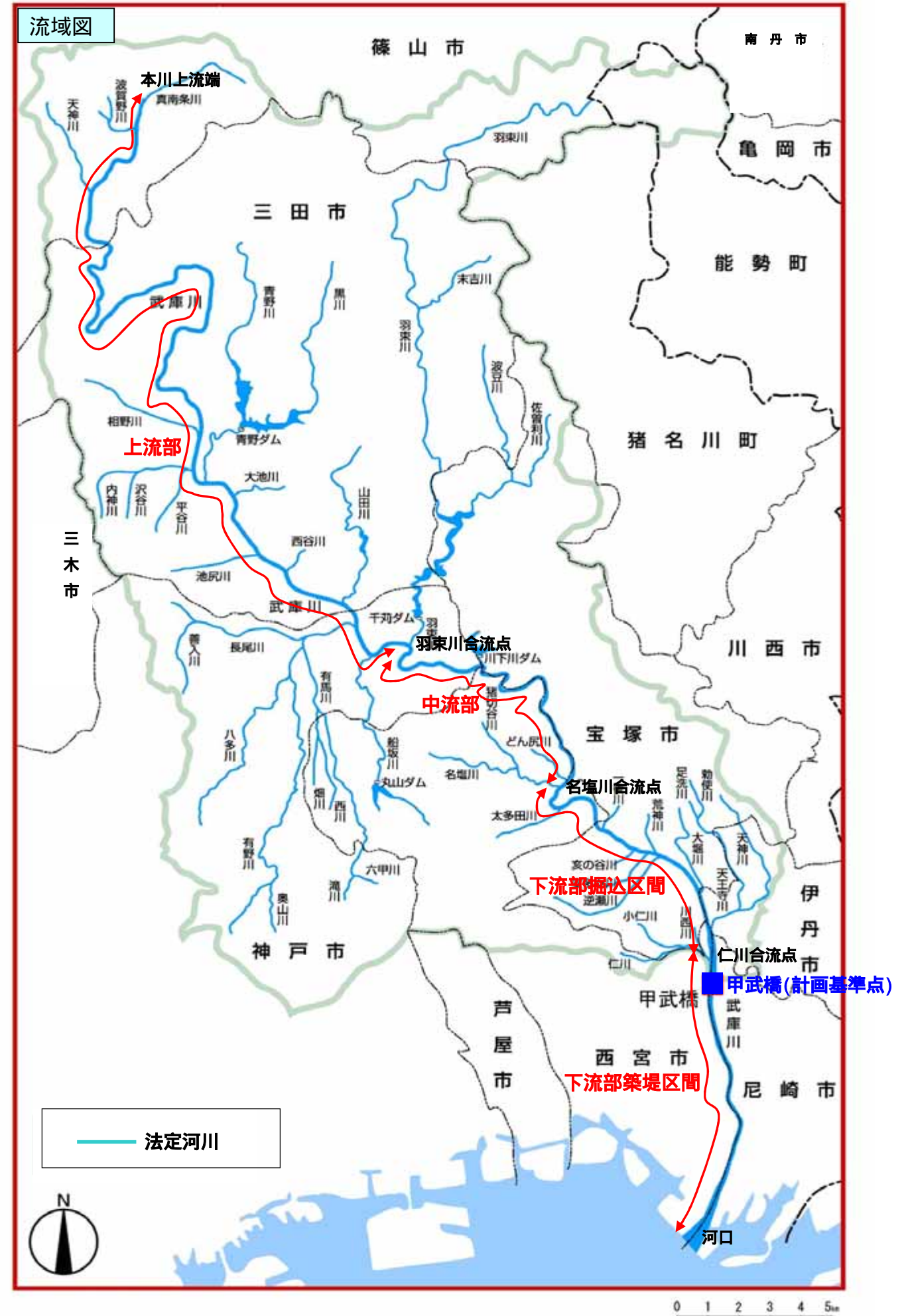
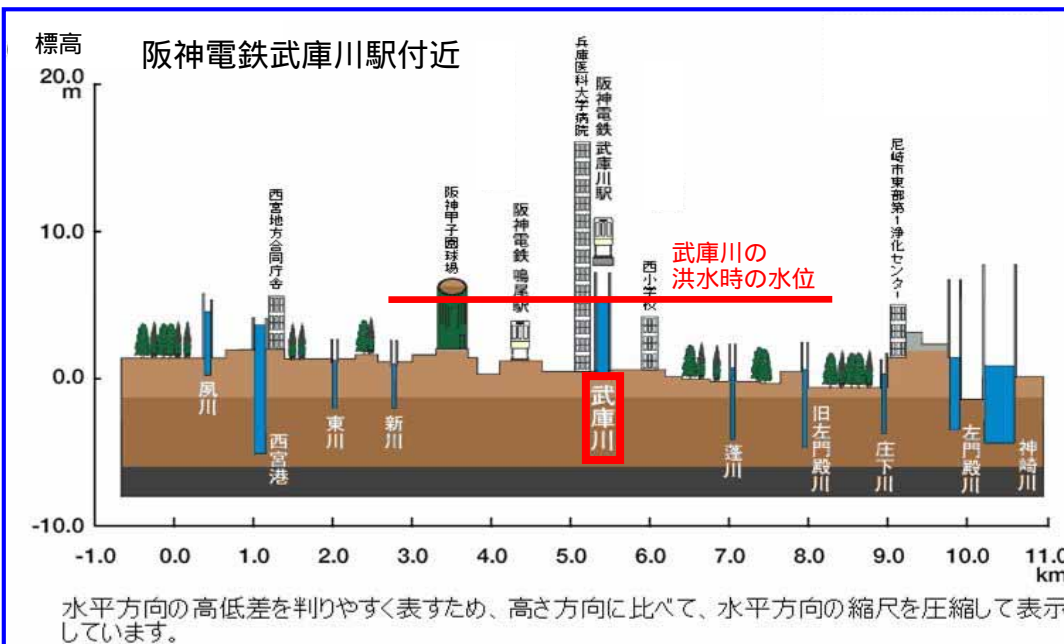
想定氾濫区域内資産



平成 20 年度 第 8 回河川現況調査 より
 全ての一級水系 (109 水系) 及び主要な二級水系 (100 水系) を対象に、全国統一のデータ・手法により調査・集計した結果。
 想定氾濫区域内人口・資産の上位 15 水系のうち、2 級水系は武庫川のみ。

3 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～



2 河道対策の概要

1 河道掘削の必要性

仁川合流点より下流部は、堤防により洪水氾濫を防ぐ築堤区間
ひとたび堤防が決壊すると、甚大な被害が発生

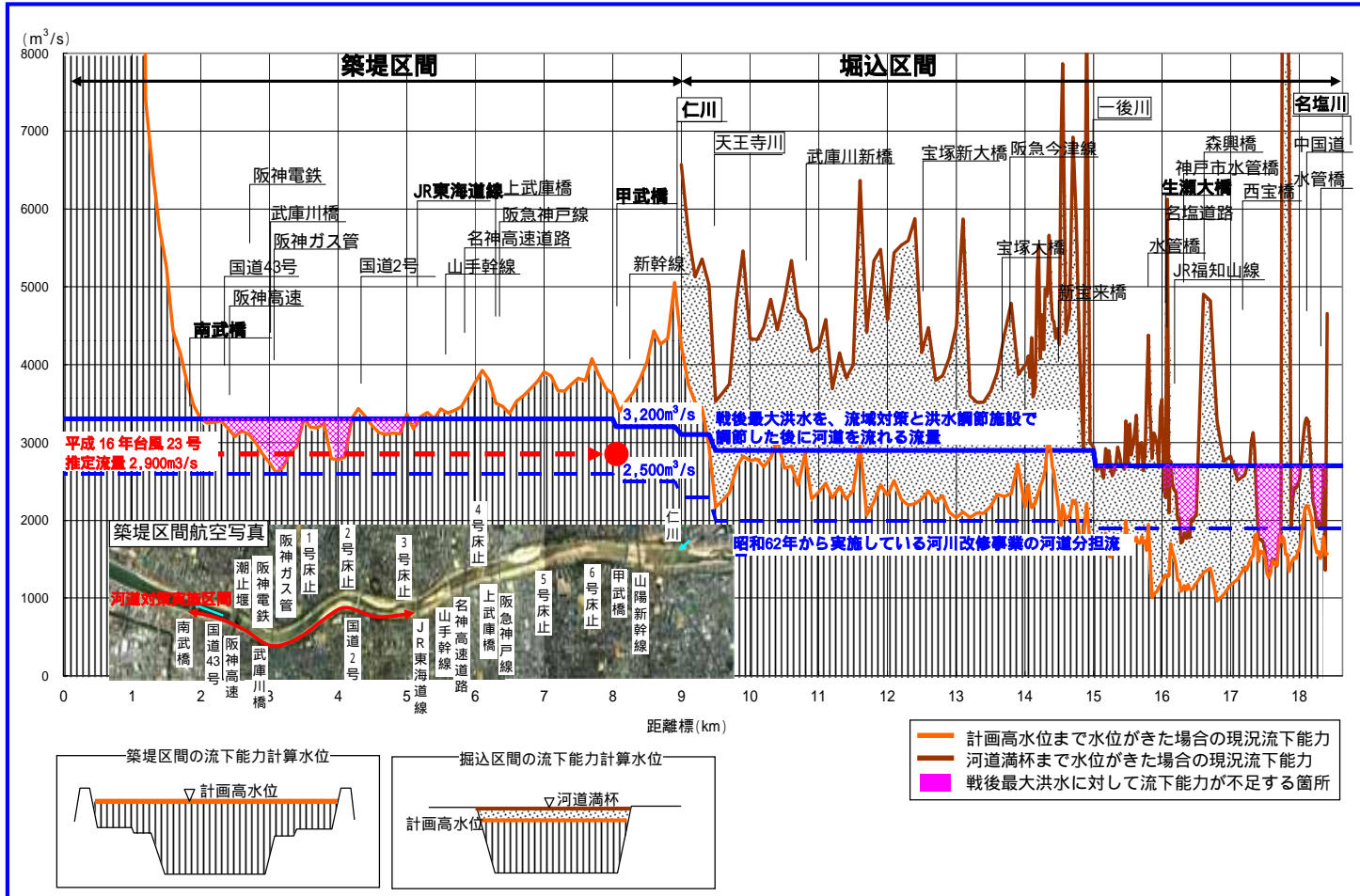
昭和62年より進めてきた河川改修事業の目標流量2,600m³/s(甲武橋下流)を超える規模の洪水2,900m³/sが平成16年に発生

築堤区間の中でも特に流下能力の低い区間(南武橋~JR東海道線橋梁下流)の安全性向上は喫緊の課題

喫緊の課題に対応でき、早期に整備効果が発揮できる対策の1つとして「河床掘削」が必要

武庫川の想定氾濫区域内の人口は約100万人(国管理河川を含めて全国10位)
(平成20年度第8回河川現況調査より)

武庫川下流部の現況流下能力図

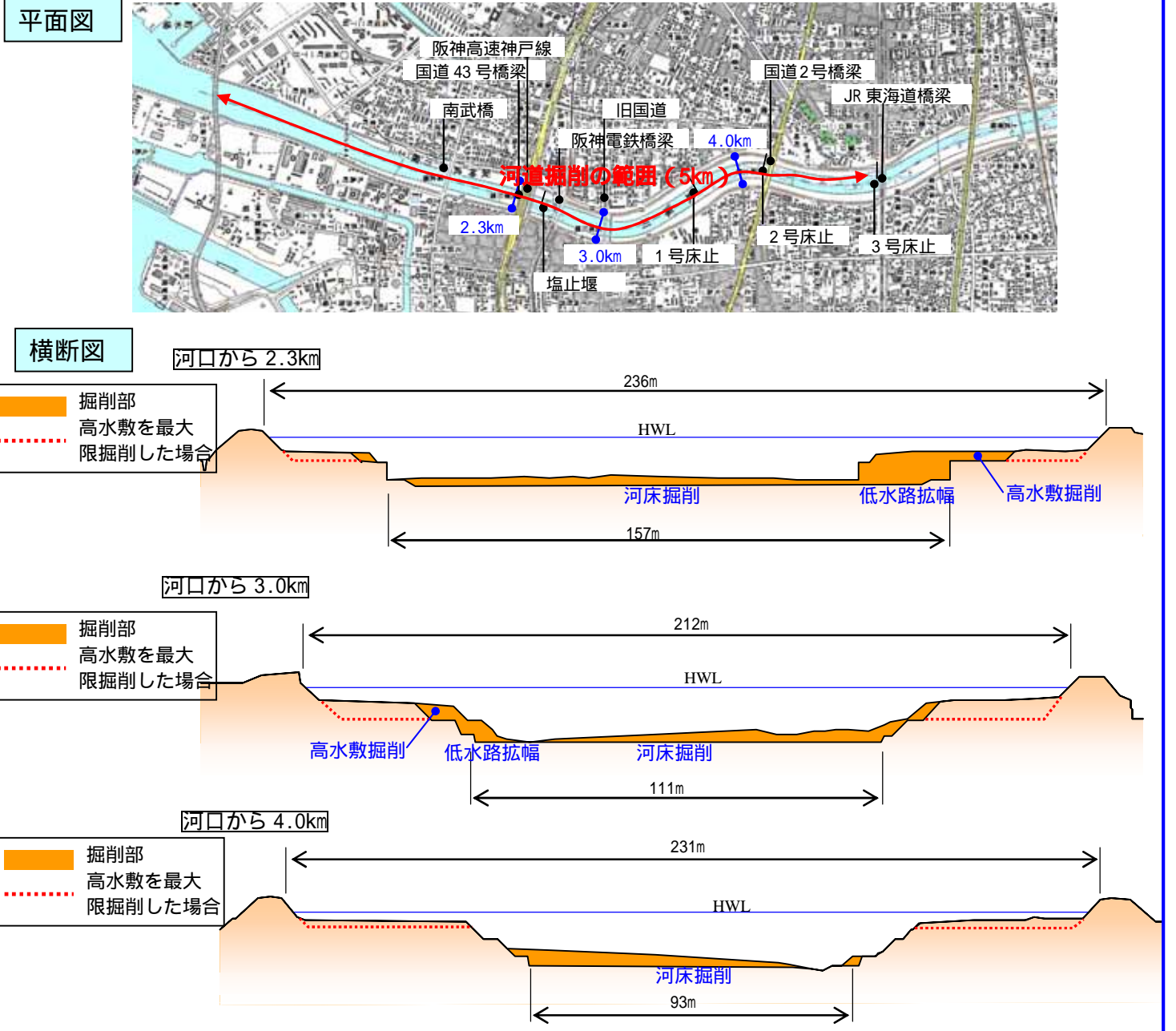


2 河道対策の概要

河道掘削の範囲・・・河口~JR東海道線橋梁下流
戦後最大洪水である昭和36年6月27日洪水を流域対策と洪水調節施設で調節した後に河道を流れる流量3,200m³/s(甲武橋地点)に対して流下能力が不足する区間(南武橋~JR東海道線橋梁下流)の安全性向上を図る。

河道掘削の方法・・・河床掘削、低水路拡幅、高水敷掘削
河床掘削：国道43号橋梁の基礎が河床から突出しない深さまで掘削
低水路拡幅：左岸高水敷下に埋設している流域下水道管渠に影響しない箇所を実施
高水敷掘削：河床掘削と低水路拡幅を実施した上で戦後最大洪水流量を安全に流下させるために必要な部分を掘削

横断構造物の取扱い
橋梁：補強又は改築の方法について橋梁管理者と協議調整を図る。
潮止堰及び床止工：周辺の地下水の利用状況や河床の安定性を勘案し、適切に対応することを前提に撤去



3 河道対策の安全性検討

検討の趣旨

流下能力ネック部の早期解消を図るため、橋脚補強を併用し、また堰・床止工の撤去も視野に入れた河道掘削を行う。

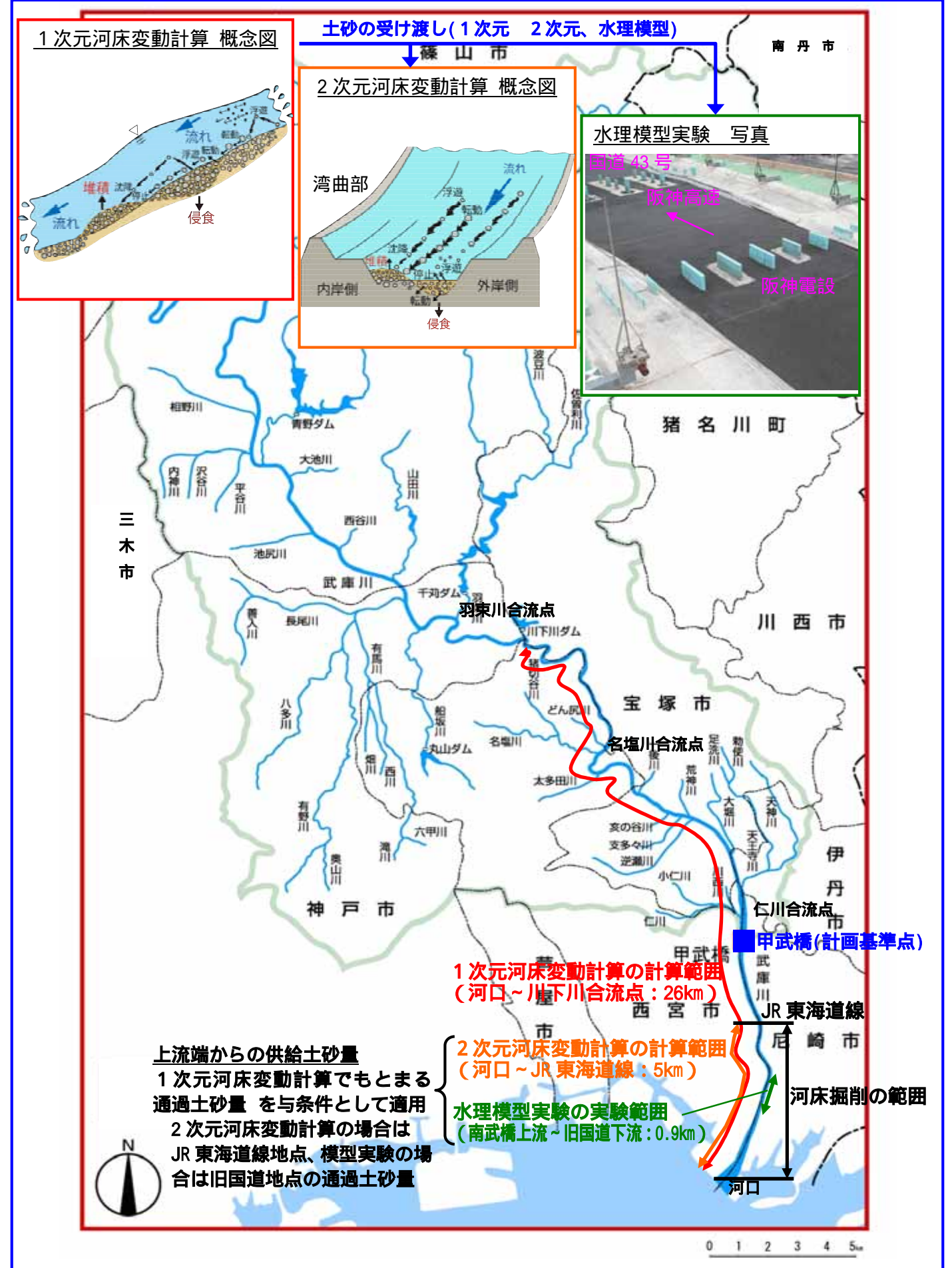
この対策は、密集市街地を流れる築堤区間で実施するため、河道掘削の安全性を確認した。

河道掘削の安全性検討項目

評価項目	検討内容
A 国道43号橋梁の安全性 (基礎土被りが無い上、橋脚が4基連続して複雑な洪水流となる)	水理模型実験
B 長期的な河床の安定性	1次元河床変動計算
C 湾曲部などの局所的な河床低下	2次元河床変動計算
D 河床掘削後の河床の地質 (河床掘削によって河床材料が細粒化すると急激な河床低下を招く恐れがある)	河床ボーリング調査
E 高水敷掘削が堤防の強度に及ぼす影響	堤防の浸透流解析
F 潮止堰や床止工を撤去し、河床掘削した場合の地下水位の低下、周辺井戸水への塩水混入の影響	塩水遡上計算(鉛直2次元) 地下水流動計算(3次元)

河道掘削の安全性検討は、下流築堤部の流下能力を出来る限り向上させた「高水敷最大掘削案」(河床掘削と低水路拡幅を可能な限り実施し、更に高水敷については基本方針レベルの掘削を行ったもの)について検討し、安全性を確認した。

河床変動に係わる検討の全体スキーム (河道掘削の安全性検討項目 ~)



A 水理模型実験

1 検討目的

数値計算では把握することができない橋脚周辺の局所洗掘を模型実験で確認する。対象とする橋梁は、橋脚が4基連続しているため複雑な流れとなる上に、河床掘削によって橋脚基礎の土被りがなくなる国道43号橋梁とする。

2 実験条件

(1) 模型諸元

縮尺	1/50
範囲	南武橋より200m上流～旧国道直下流(河口から2.0km地点～2.9km地点)
延長	18m(現地スケール900m)
川幅	4m(現地スケール200m)
粒径	0.4mmの石炭粉 [*] (現地:平均粒径4.5mmの砂(国道43号橋梁付近)) [*] 現地4.5mmの砂を1/50に縮小すると0.09mmとなるが、比重はそのまま粒径だけを極端に小さくすると、実際の河川の砂とは異なる動きをする。一般に模型の粒径が0.6mmより小さくなる場合は、軽量骨材(石炭粉等)を用いて、実際の砂の挙動と相似させる。 $4.5\text{mm(現地粒径)} \times 1/50(\text{模型縮尺}) \times 1.65/0.4(\text{砂と石炭の水中比重の比}) = 0.4\text{mm}$

(2) 実験ケース

実験ケース	甲武橋地点流量	河道	実験内容
検証実験	2,900m ³ /s ¹⁾	現況河道	台風23号直後の河床高の再現
護床ブロックの選定実験	3,200m ³ /s ²⁾ 3,700m ³ /s ³⁾	整備計画河道	H型ブロック、平型ブロック、平型ブロック+吸出防止剤
最終確認実験	3,700m ³ /s	整備計画河道	平型ブロック(護床ブロックの選定実験で機能を発揮したブロックのうち安価な方)

- 平成16年台風23号推定流量
- 整備計画の河道分担流量:昭和36年6月27日洪水を流域対策と洪水調節施設で調節した後に河道を流れる流量
- 基本方針の河道分担流量:橋脚の安全性に万全を期すため、基本方針レベルの洪水に対しても安全確認をした

(3) 実験の境界条件

実験ケース	甲武橋地点流量	下流端水位(河口から2.0km地点)	上流端供給土砂量(河口から2.9km地点)
検証実験	2,900m ³ /s	平成16年台風23号時の尼崎港実績潮位を下流端水位として計算した河口から2km地点の不定流計算水位ハイドロ	20万m ³
護床ブロックの選定実験	3,200m ³ /s 3,700m ³ /s	朔望平均満潮位(O.P.+2.31m)を下流端水位として計算した河口から2km地点	19万m ³ 22万m ³
最終確認実験	3,700m ³ /s	の不等流計算による水位と流量の関係	22万m ³

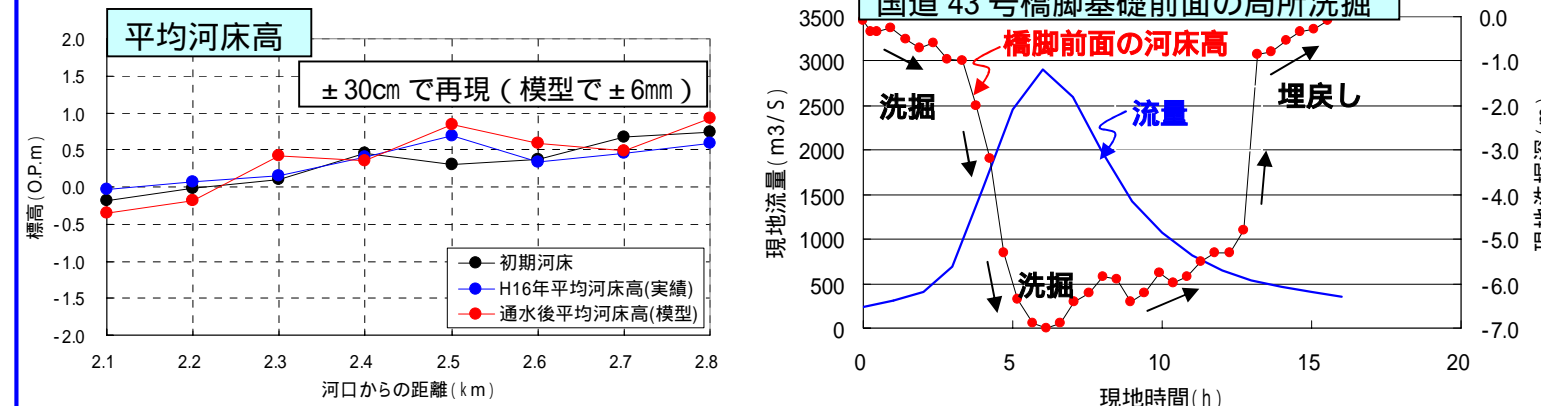
1 洪水中に2.9km地点(模型上流端)を通過する1次元河床変動計算の全土砂量(ウォッシュロード除く)

模型実験の範囲

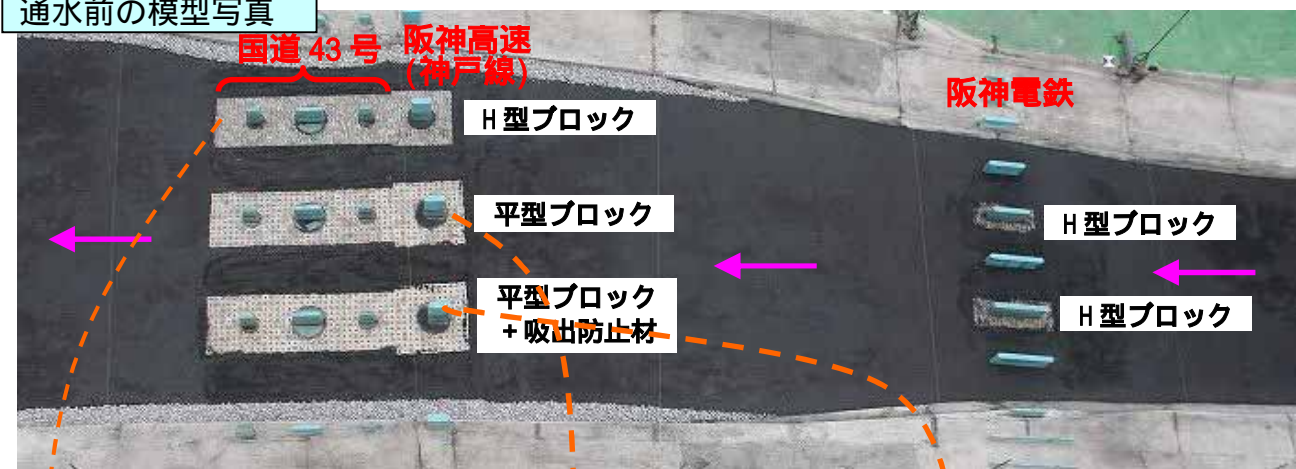


3 実験結果

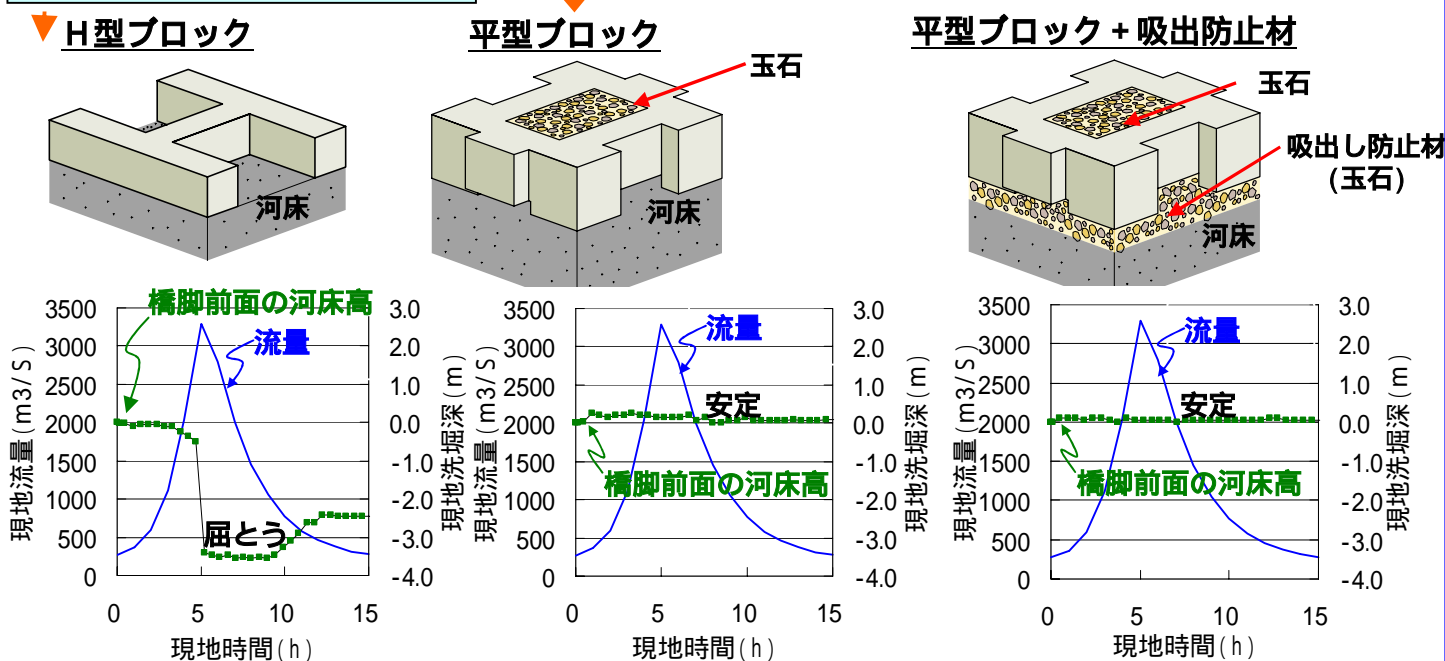
検証実験(平成16年台風23号洪水後の河床高の再現:甲武橋地点流量2,900m³/s)



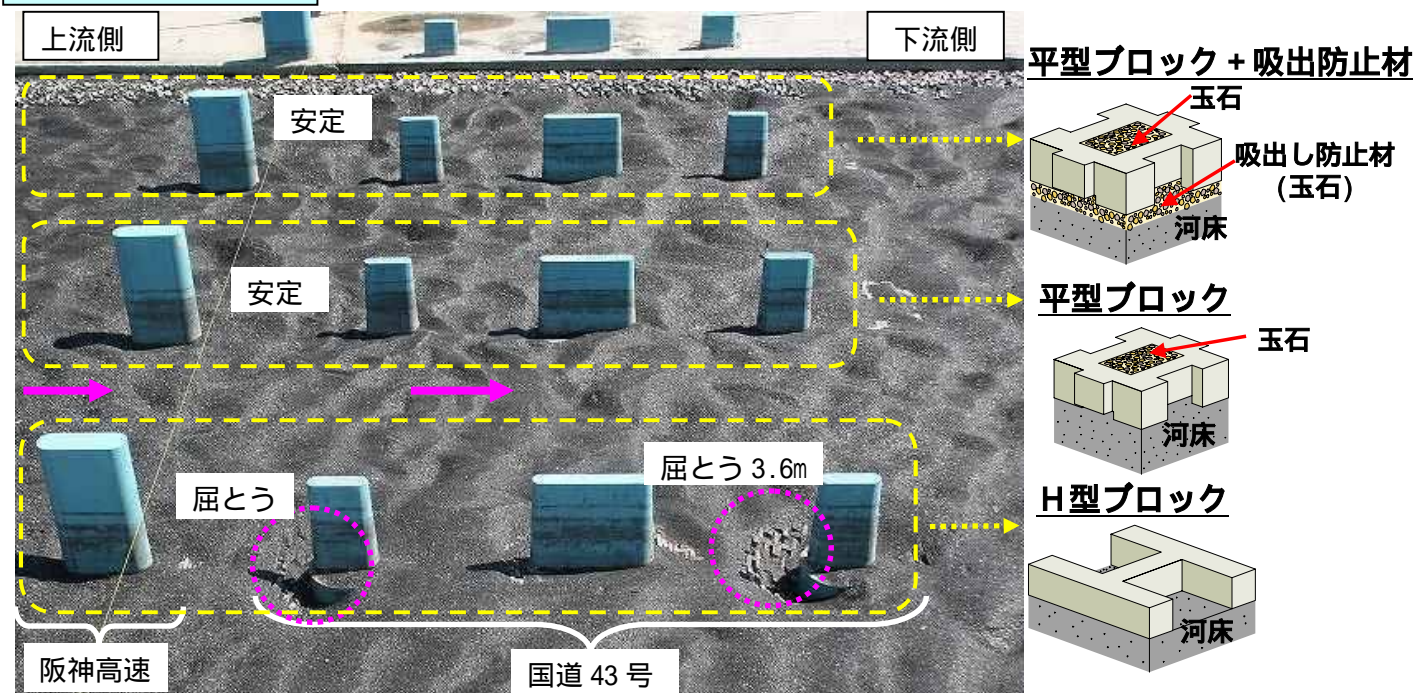
通水前の模型写真



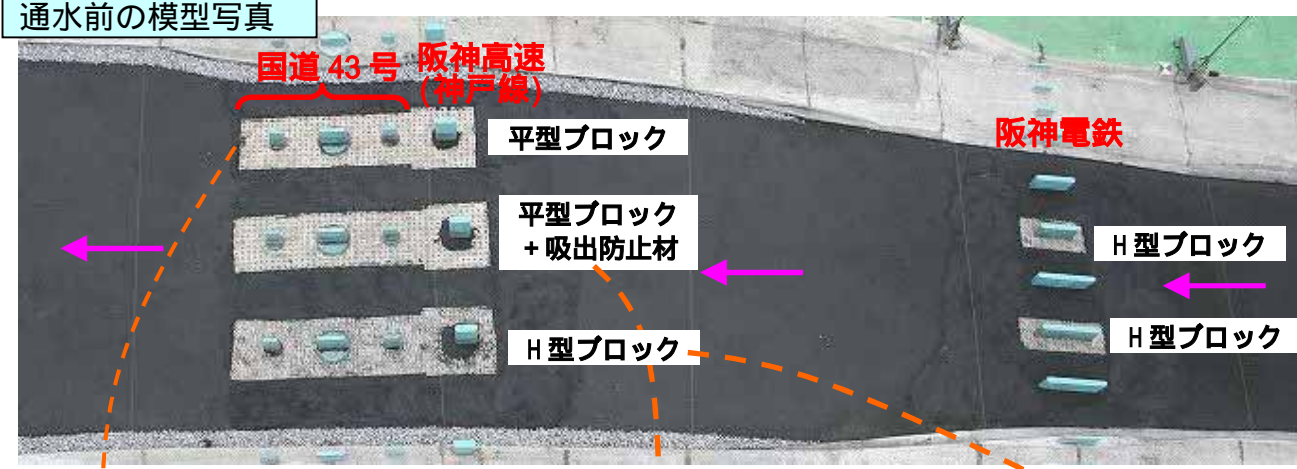
橋脚全面の河床高の時間変化



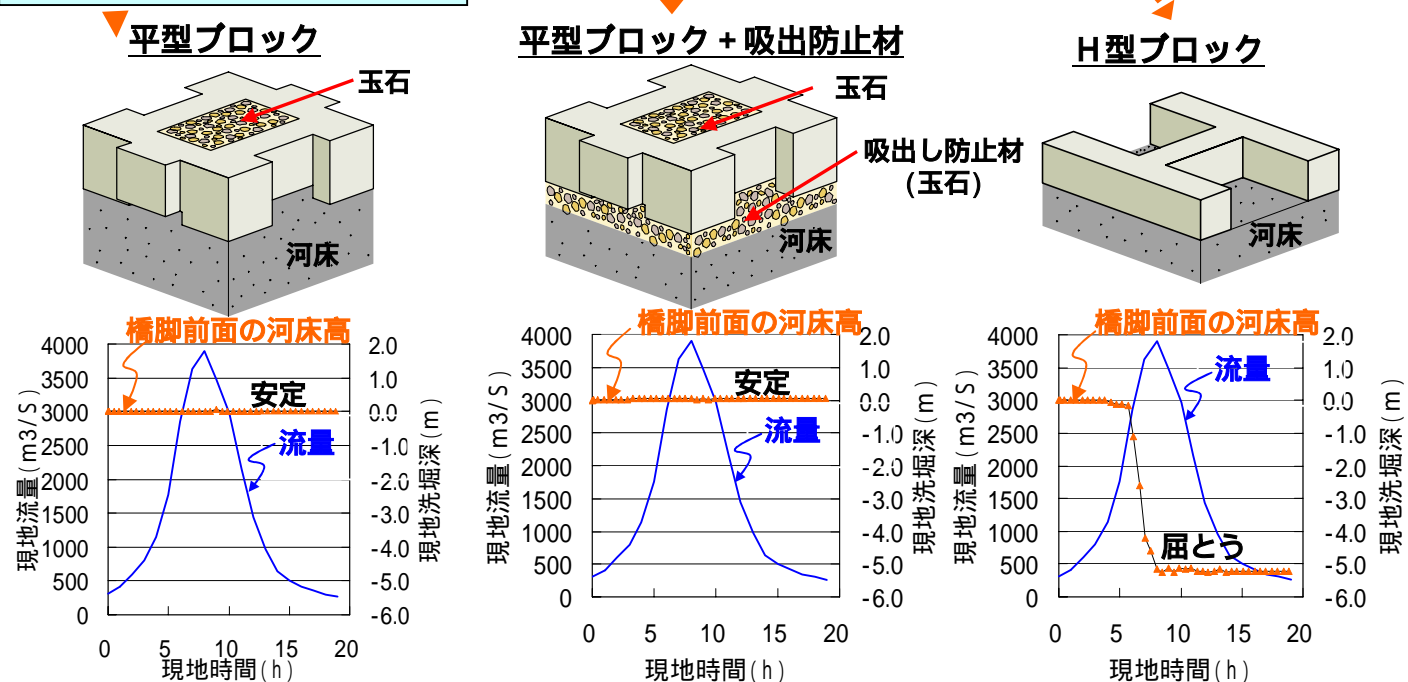
通水後の模型写真



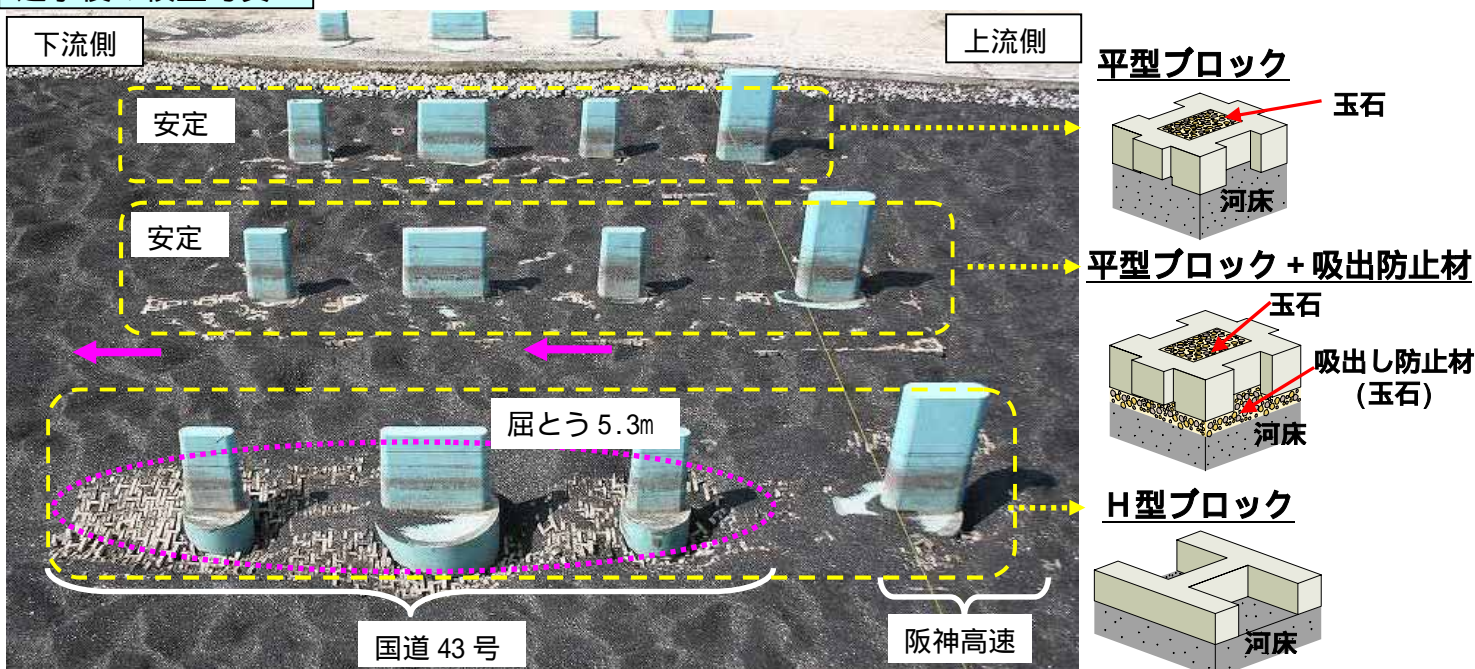
通水前の模型写真



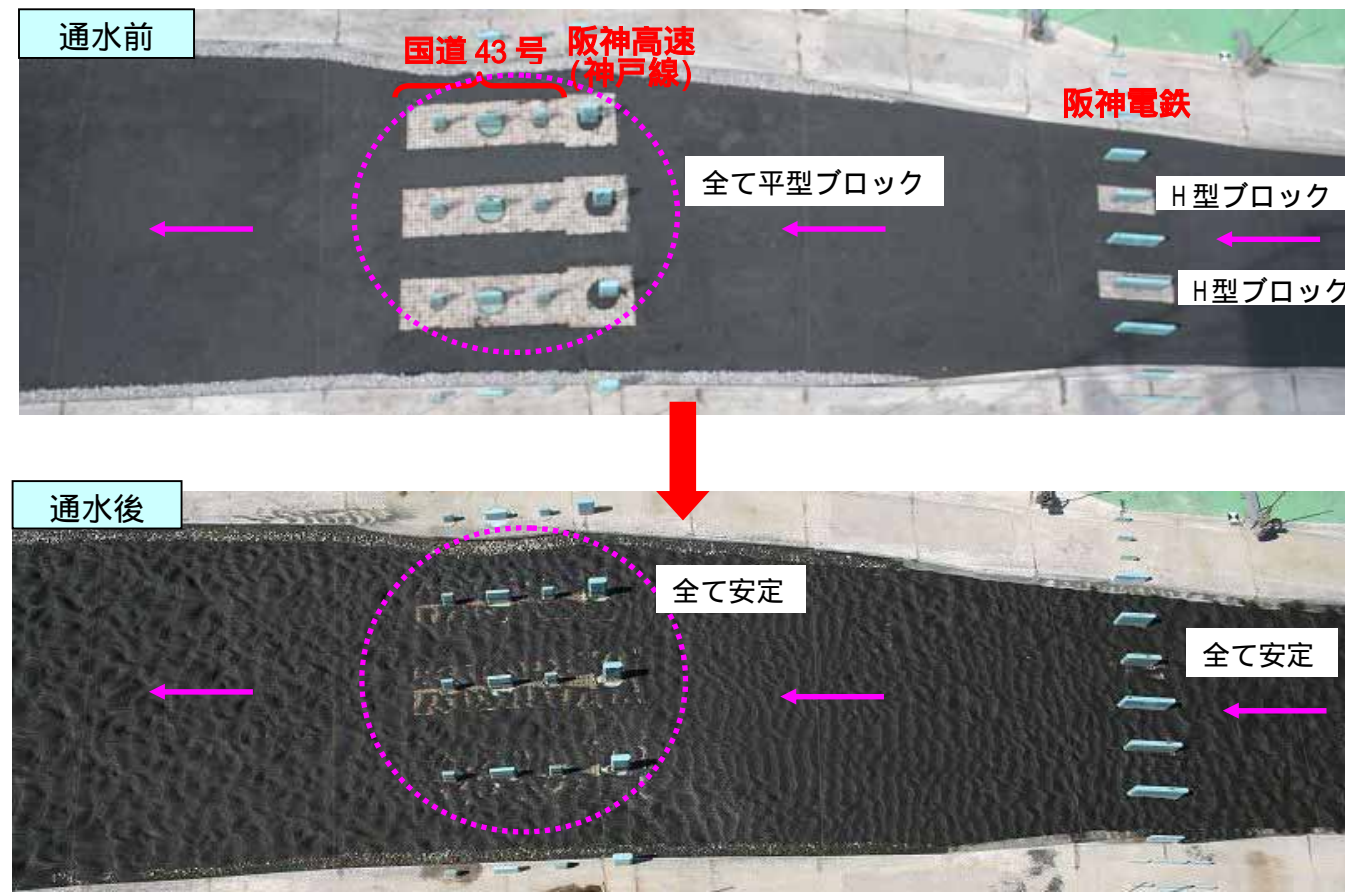
橋脚全面の河床高の時間変化



通水後の模型写真



最終確認実験（基本方針流量に対する安全性確認：平型ブロック）



阪神電鉄橋梁の護床ブロックについて
護床ブロックを敷設していない橋脚（左岸側、中央、右岸側）
今回の河床掘削によって橋脚基礎の天端が河床から突出するため、基礎の天端が河床から突出しないように（河川管理施設等構造令で定められた最低必要な土被り2mを確保するように）橋脚を部分改良する工法について検討した。このため、護床ブロックの必要はないと考え、これらの河床には護床ブロックを敷設していない。
護床ブロックを敷設した橋脚について
今回の河床掘削によって橋脚基礎の天端が河床から突出はしないが、河川管理施設等構造令で定められた最低必要な土被り2mに対して不足するため、現在敷設しているH型ブロックを再利用した。
阪神電鉄では、河床掘削後においても現在使用しているH型ブロックが有効に機能することを確認した。

4 結論

(1) 検証実験

国道43号橋梁基礎部（現在護床ブロックなし）では、平成16年台風23号洪水のピーク時には最大で7mもの局所洗掘が発生し、洪水低減期に埋戻された可能性がある。

(2) 護床ブロックの選定実験

H型ブロック（阪神電鉄や潮止堰で現在使用し安全性が確認されている）を国道43号橋梁の基礎部分に適用すると、洪水時に屈とうし、橋梁の安全性を確保できないことが分かった。

国道43号橋梁の護床工は、平型ブロックが局所洗掘に対して有効に機能することが確認できた。

B・C 河床変動計算（1次元及び2次元）

1 検討目的

河床掘削や堰・床止工の撤去による計画河床の安定性を以下の方法で確認する。
 通常出水による長期的な河床変動 1次元河床変動計算
 大規模出水による湾曲部などの局所的な河床低下 2次元河床変動計算

2 計算条件

(1) 検証計算の条件

条件	1次元河床変動計算	2次元河床変動計算
	計算範囲	河口～川下川合流点(26km)
初期河道	平成12年度の測量横断と河床材料	
検証河道	平成16年台風23号直後の測量横断と河床材料	
流況	平成13年初～平成16年末の全時間流量(4年間分)	平成16年台風23号洪水(1出水)
下流端水位	平成13年初～平成16年末の尼崎港実績潮位	平成16年台風23号時の尼崎港実績潮位
上流端供給土砂量	流量に応じて土砂輸送能力見合いで供給	1次元河床変動計算によるJR東海道線地点の粒径別通過土砂量

(2) 予測計算の条件

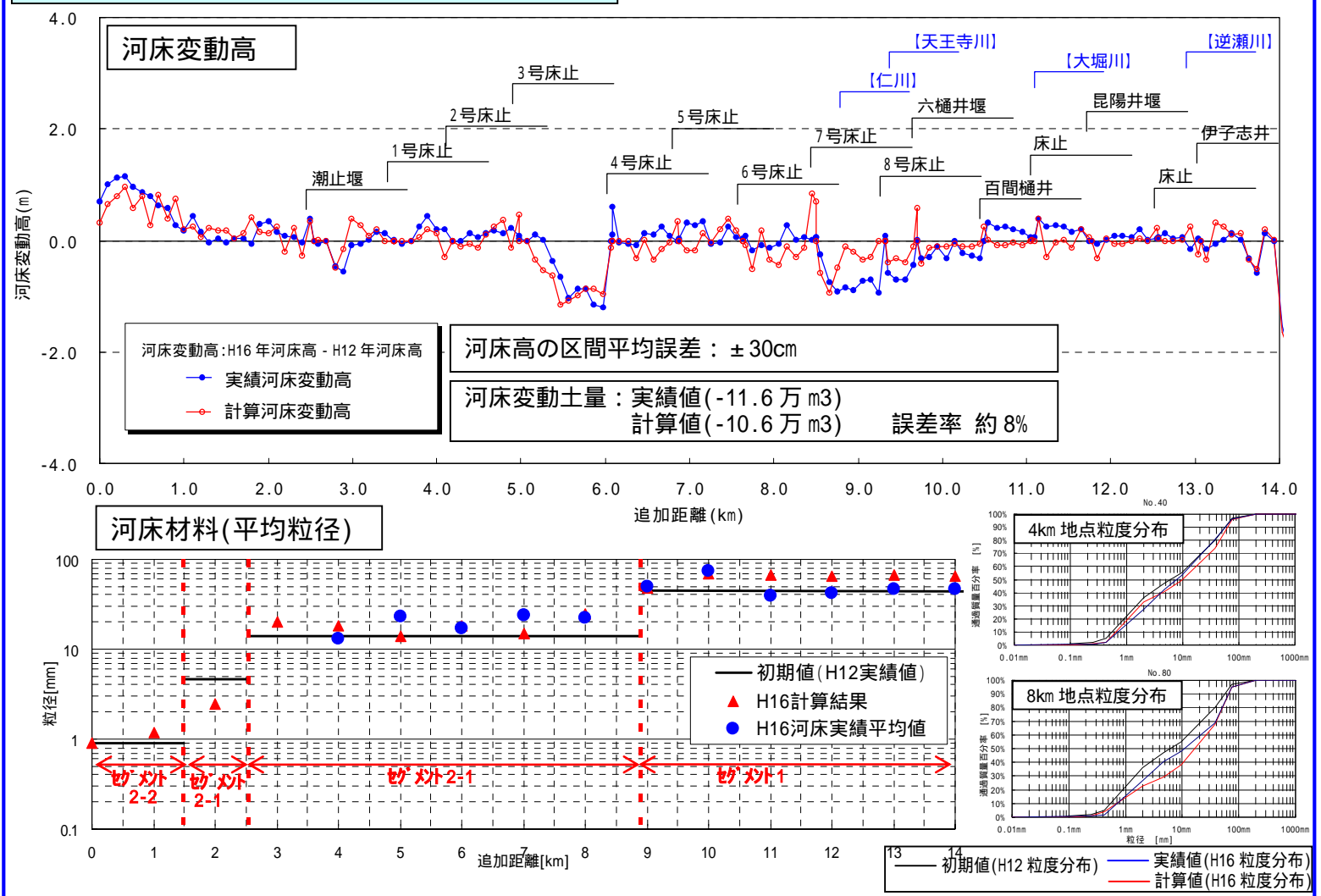
条件		1次元河床変動計算	2次元河床変動計算
初期河道	ケース	現況河道(平成12年度の測量横断)	
	ケース	整備計画河道(2号床止改築案、2号床止撤去案)	
		河床材料は何れも平成12年調査データ	
流況等	通常出水による長期的な河床変動	(流況)S62年～H18年の実績流量(20年間) (下流端水位)S62年～H18年の尼崎港実績潮位	
	大規模出水時の局所洗掘(1出水)	(流況)3,200m ³ /s(整備計画の河道分担流量) 3,700m ³ /s(基本方針の河道分担流量) (下流端水位)期望平均満潮位+海水と淡水の密度差による水位上昇量	
上流端供給土砂量		流量に応じて土砂輸送能力見合いで供給	1次元河床変動計算によるJR東海道線地点の粒径別通過土砂量

昭和36年6月27日洪水を流域対策と洪水調節施設で調節した後に甲武橋地点を流れる流量

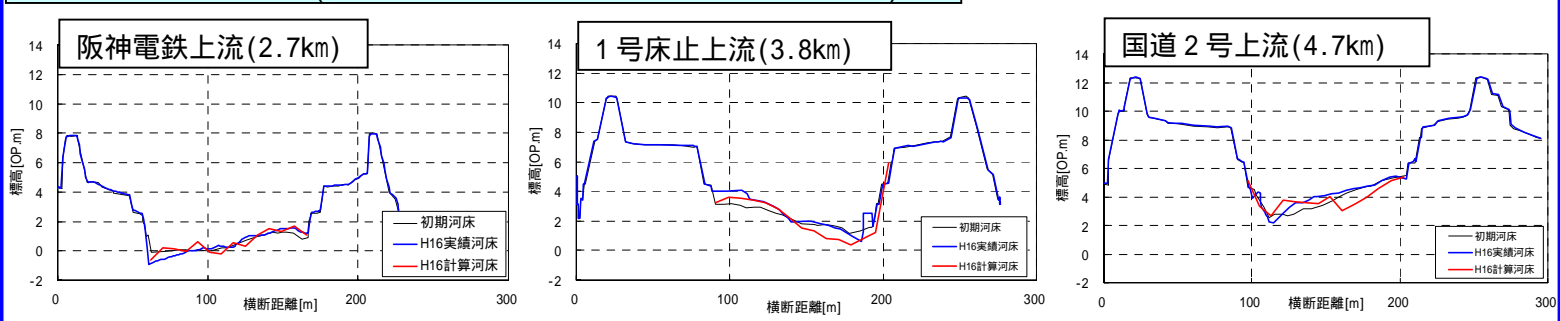
3 計算結果

(1) 検証計算結果

1次元河床変動計算(H13年～H16年の4年間)



2次元河床変動計算(H16年台風23号1出水による河床変動)



(参考) 1次元河床変動計算の流出土砂量について

「流域及びその近傍のダム堆砂量から推定した実績の比流出土砂量」と「河床変動計算の比流出土砂量」を名塩川合流点直下流で比較したところ両者は一致しており、計算による土砂移動量は概ね妥当であると判断した。

武庫川流域及び近傍の貯水ダムの比堆砂量

ダム	ダム流域の主な地質	流域面積(km ²)	経過年数(年)	累積堆砂量(m ³)	比堆砂量(m ³ /km ² /年)
青野ダム	流紋岩類	51.8	19年(S62～H18)	114,000	120
丸山ダム	花崗岩類	7.9	27年(S52～H16)	318,000	1,490
呑吐ダム	礫岩・砂岩・泥質岩類	49.8	19年(S61～H17)	501,700	530

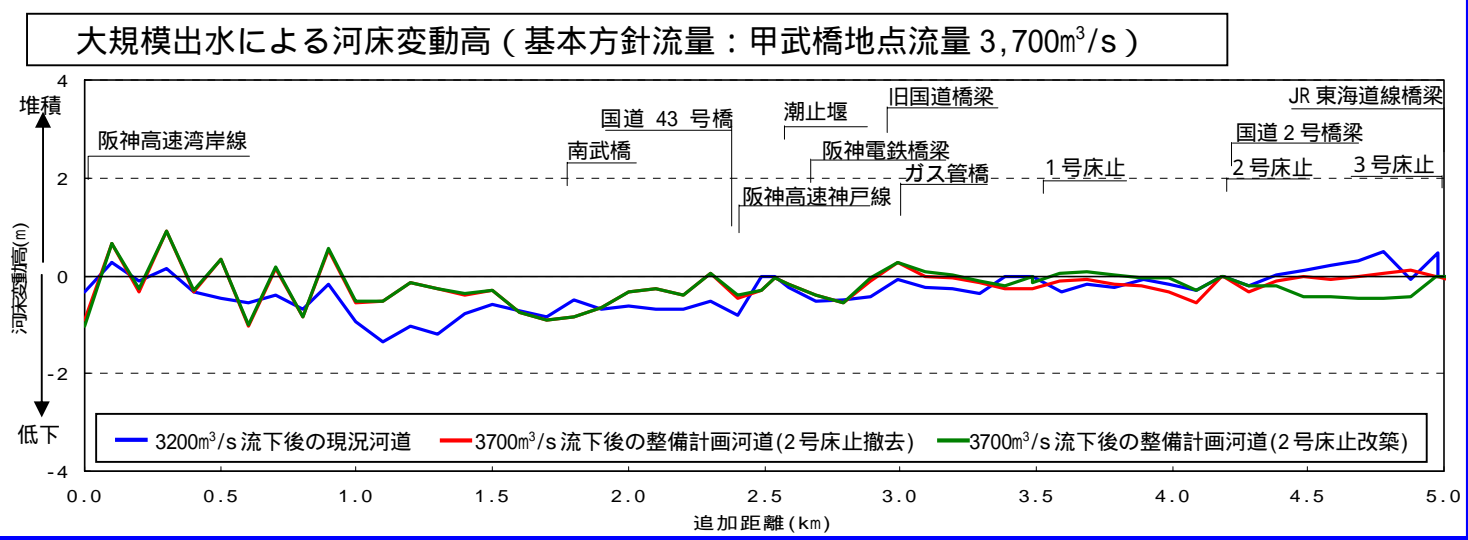
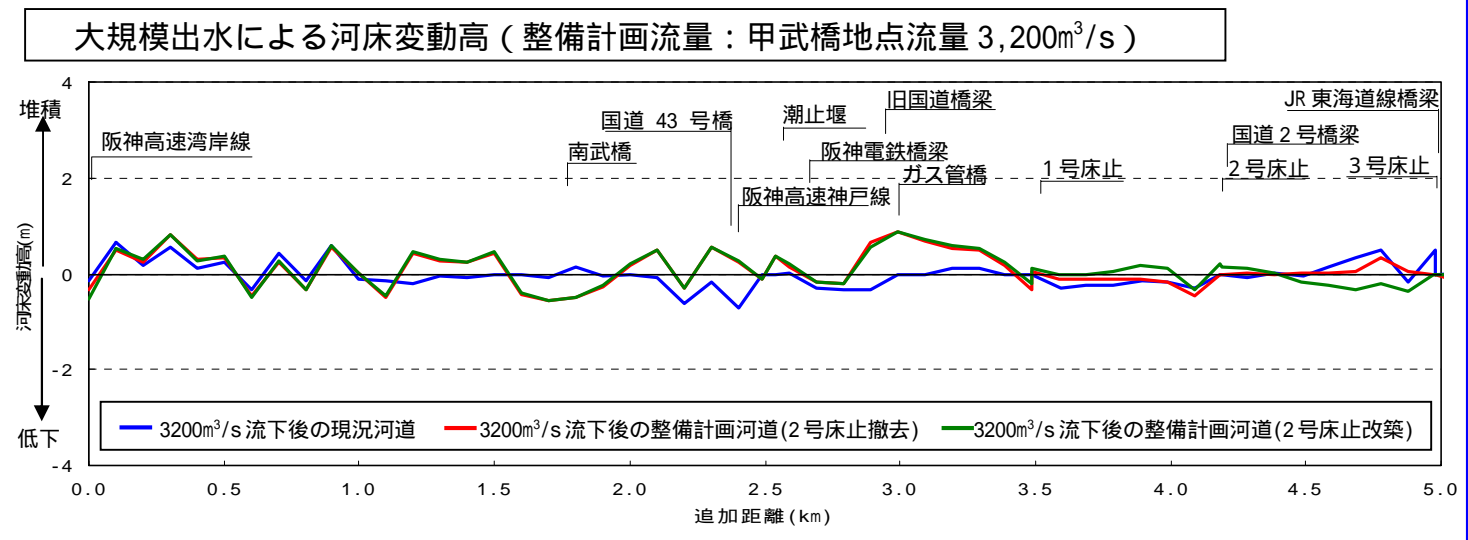
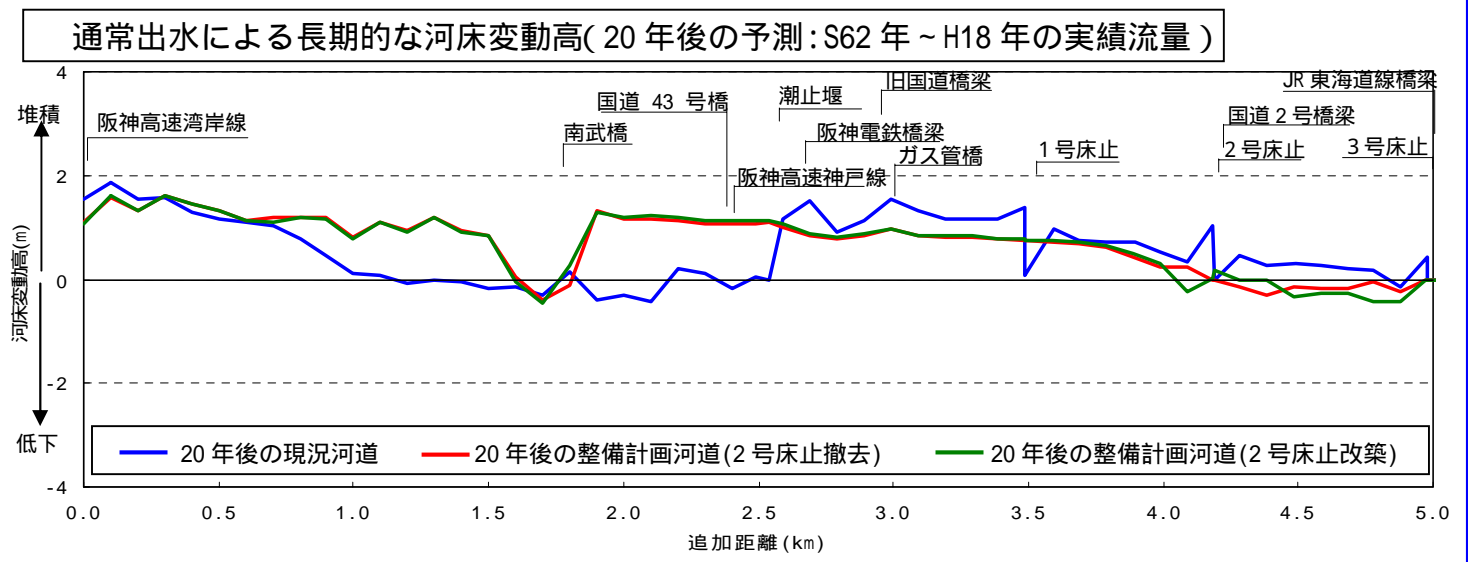
名塩川合流点の比流出土砂量(地質別比堆砂量の面積加重平均で算定)

表層地質	流域面積(km ²)	比流出土砂量(m ³ /km ² /年)	比流出土砂量の根拠
花崗岩	4.6	1,490	丸山ダム堆砂量
流紋岩	125.2	120	青野ダム堆砂量
礫岩・砂岩・泥質岩類	104.2	530	呑吐ダム堆砂量
名塩川合流点(面積加重平均)	234.0	330	

1次元河床変動計算による名塩川合流点の比流出土砂量330m³/km²/年と一致

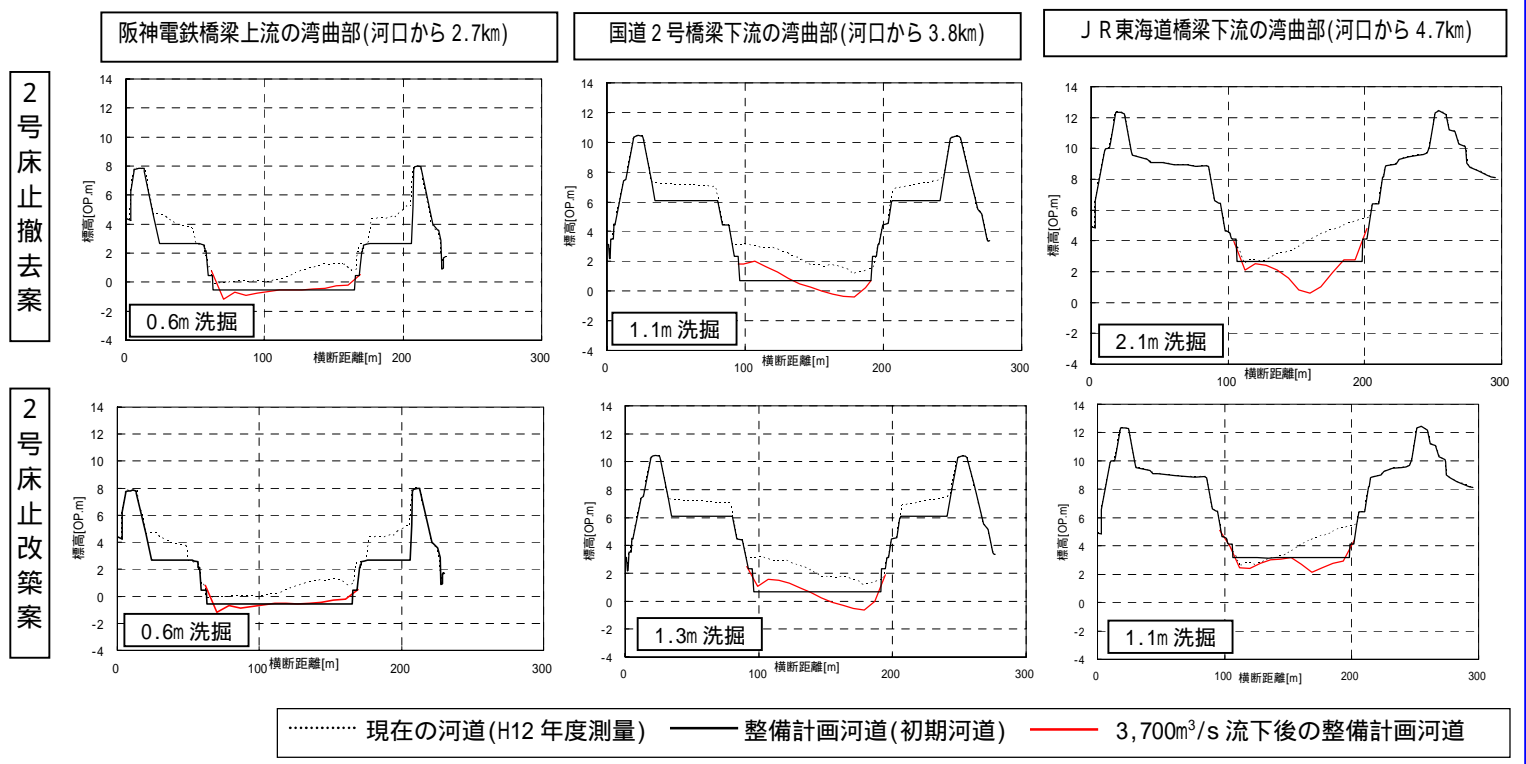
(2) 予測計算結果

1 次元河床変動計算

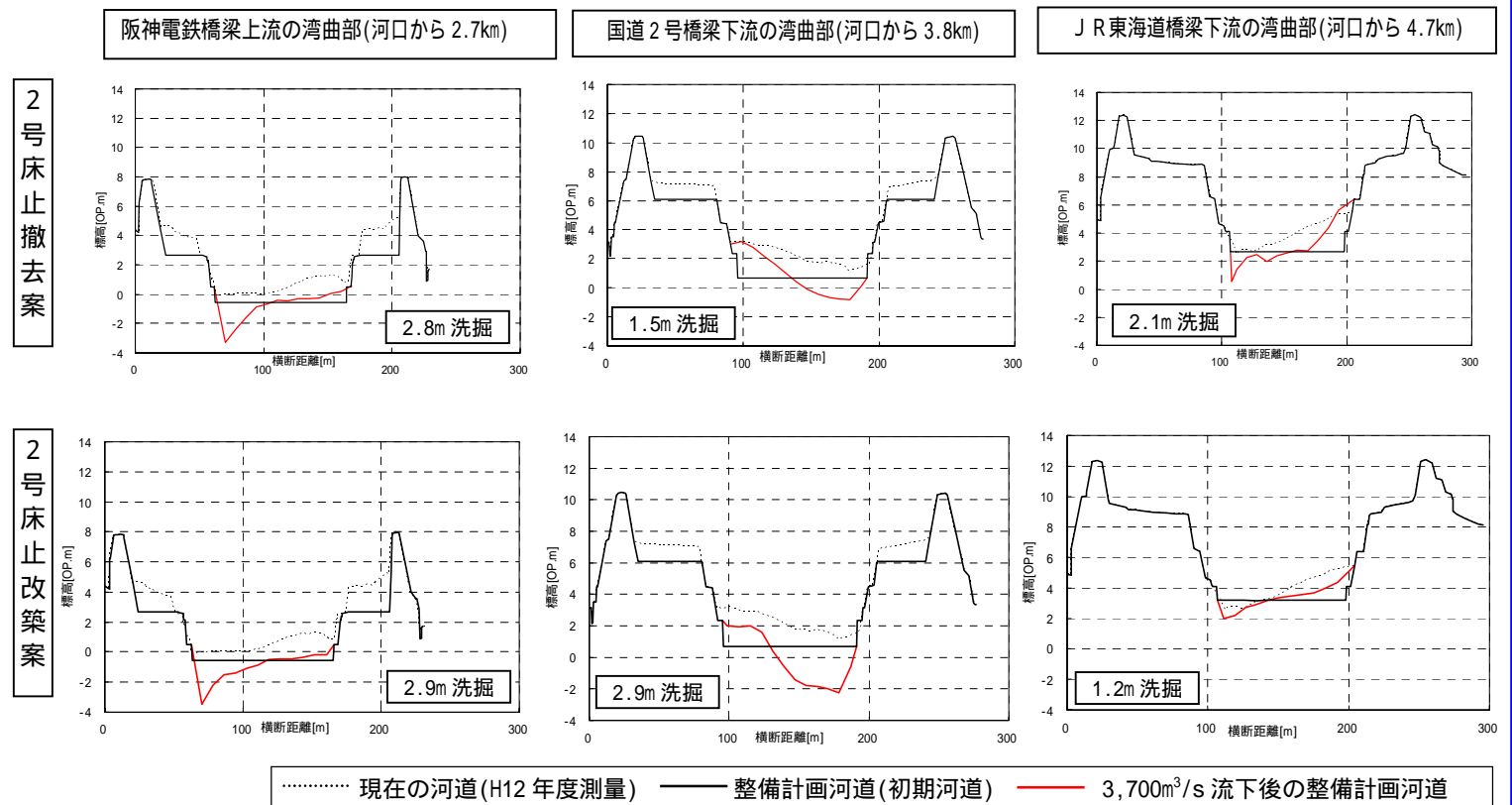


2次元河床変動計算

大規模出水による河床変動(整備計画流量:甲武橋地点流量3,200m³/s)



大規模出水による河床変動(整備計画流量:甲武橋地点流量3,700m³/s)



4 結論

- (1) 通常出水による長期的な河床の安定性
現況河道・計画河道共に堆積傾向である。河床掘削後も現況河道と同様に維持掘削が必要である。
- (2) 大規模出水による湾曲部などの局所的な河床低下
湾曲部で局所洗掘が生じる。護床ブロックによる局所洗掘対策が必要である。

D 河床ボーリング調査

1 調査目的

今次整備計画における河床掘削の規模は、潮止堰付近で 1.0m、1号床止付近で 1.7m、2号床止付近で 1.9m(2号床止を撤去した場合)を想定している。

河床掘削前後で河床の地質が変化し河床材料が極端に細粒化した場合、大規模な河床低下を招く恐れがあるため、ボーリング調査で計画河床付近の地質を確認する。

調査地点は、河床低下による構造物の安全性に主眼を置き、横断構造物付近(橋梁・床止工付近)を対象とした。

<参考 : 中小河川計画の手引(案) P131 より>

河床を大規模に掘削する場合、掘削後の河床材料が現河床材料よりも小さくなる場合がある。

その場合、河床の低下が進行し、大きな災害を招く恐れがある。従って、大規模な掘削を行う際は、計画河床高付近の地質状況をボーリングデータ等で確認しておくことが望まれる。



<参考 : 災害事例「大場川(静岡県)」>

大場川では、1990年9月洪水後、洪水疎通能力を増大させるために、1~2m程度の河道掘削を実施した。

そして、掘削に伴って、河床材料が礫から細砂に変わった区間で1998年8月洪水により急激な河床低下が生じたことがボーリング調査の結果より明らかとなった。

出典:「河川の減災マニュアル」P186,187 末次忠司著



写真 4.15.1 大場川における被災状況(提供) 静岡新聞社

4 結論

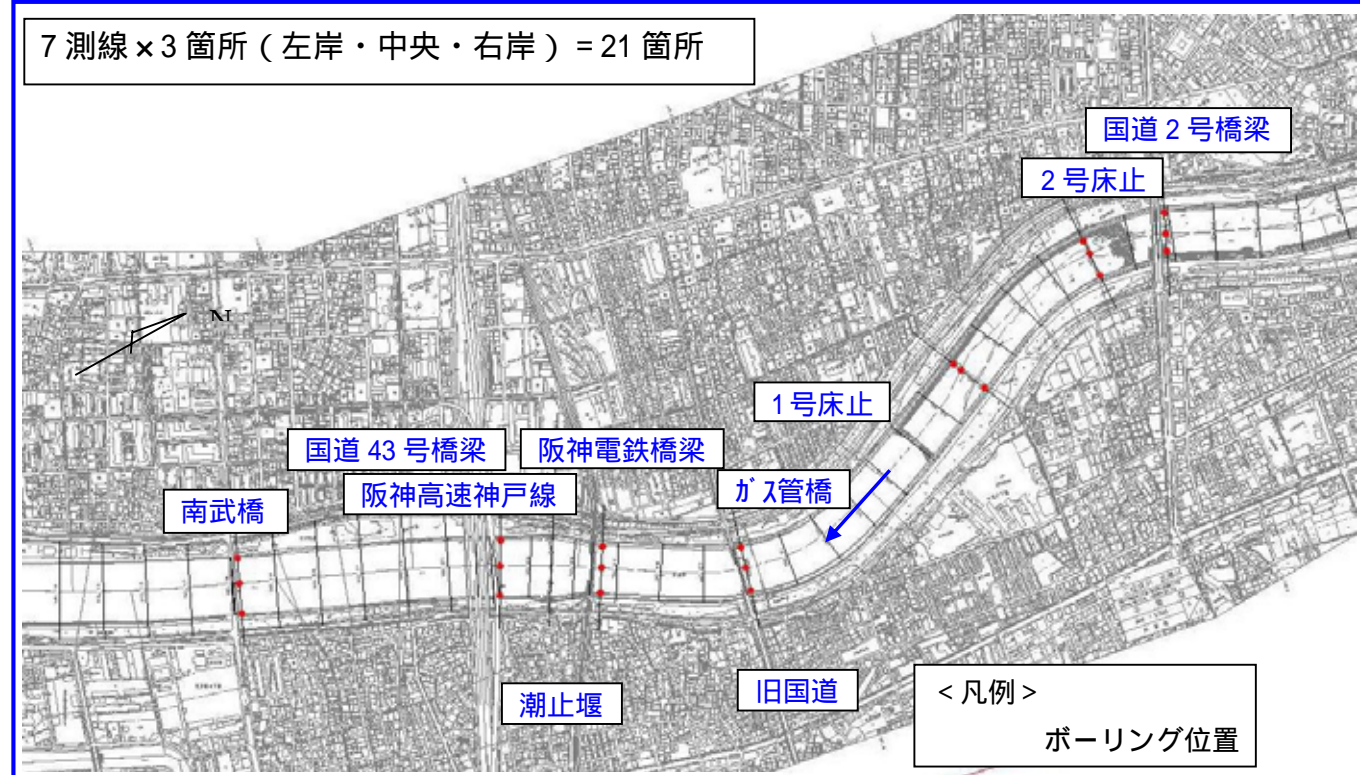
現況河床よりも 5~8mの深さまでは、沖積砂礫層(砂礫・礫混じり砂)で構成されており、その下に沖積砂層(砂、シルト混じり砂)が存在する。

基本方針河床まで掘削しても、沖積砂層は現れないため、河床掘削が大規模な河床低下を引き起こす危険性は低い。

但し、南武橋付近については、基本方針河床の約 50cm 下に沖積砂層(砂・シルト混じり砂)が存在することから、この箇所が弱点部にならないようモニタリングが必要である。

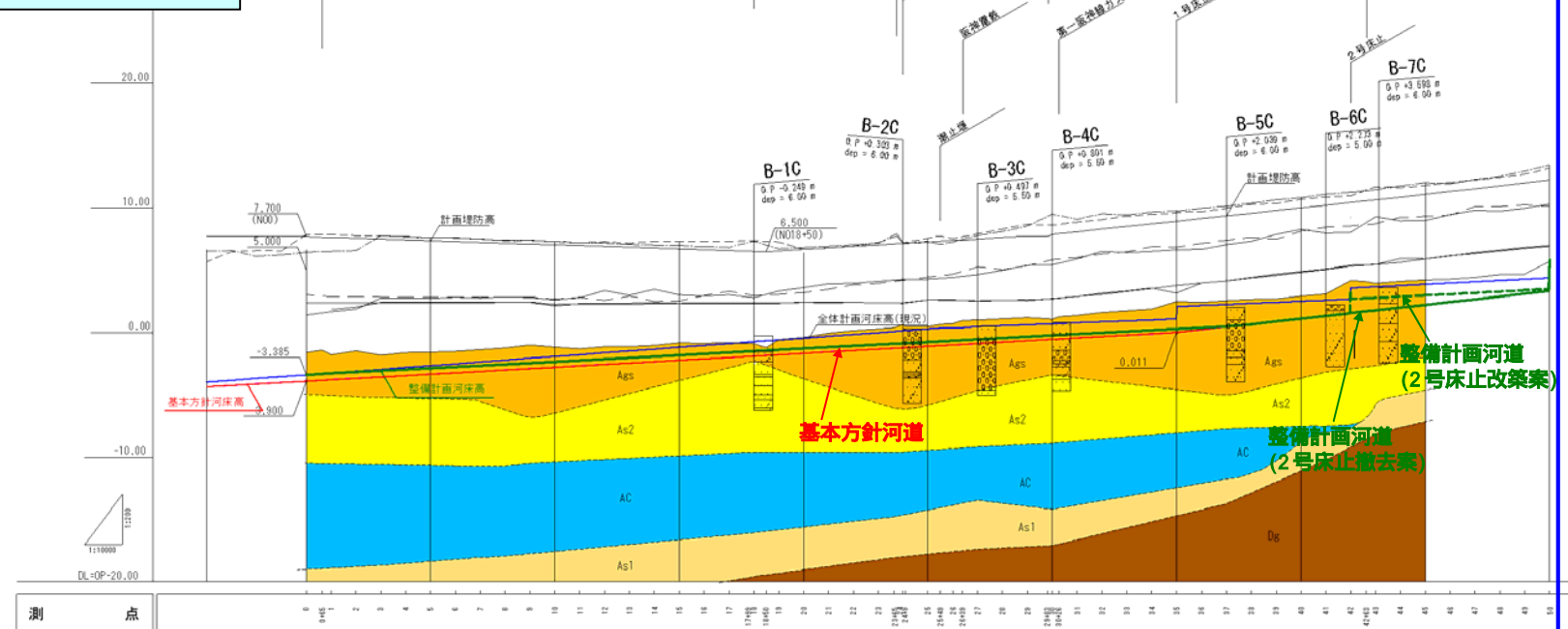
2 ボーリング調査実施箇所

7 測線 × 3 箇所(左岸・中央・右岸) = 21 箇所



3 調査結果

地質縦断図



土層区分凡例		帯水層区分凡例		柱状図凡例	
B	盤土層(砂礫・礫混り砂)	A層	(浅層帯水層)	砂礫	砂・礫混在層
Ag1	沖積砂礫層(砂礫・礫混り砂)	J層	(潜水層)	礫混り砂	
As2	沖積砂層(砂・シルト混り砂)	A層	(深層帯水層)	砂	細粒分層
Ac	沖積粘土(Ma13)	B層	(不透水層)	シルト混り砂	
As1	沖積砂層(砂・シルト混り砂)			粘土・シルト	
Dg	洪積砂礫層(砂礫・粘土質砂礫)			粘土質砂	

<地質縦断図の推定方法>

現河床から深さ 5m 程度までは、本調査による河道中心部のボーリングデータにより層境界を推定した。それ以下については、既往堤防調査の両岸のボーリングデータ(22本)に基づき推定した。

E 堤防の浸透流計算

1 検討目的

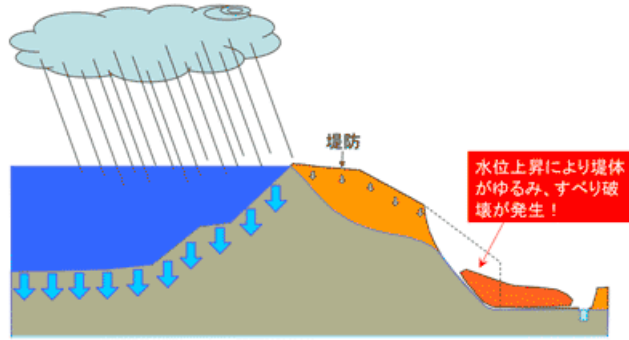
高水敷掘削によって、流水にさらされる堤体の面積が増加し、堤防の浸透に対する強度低下が懸念される。

そこで、堤防の浸透流解析を行い、高水敷掘削が堤防の浸透に関する強度に及ぼす影響を把握する。検討箇所は、湾曲部周辺で実施した。

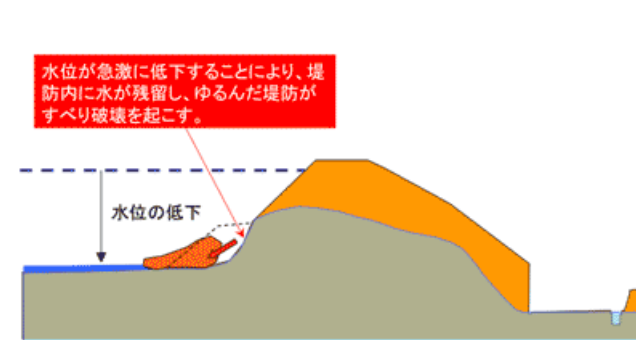
高水敷については基本方針レベルの掘削を行った「高水敷最大掘削案」について検討し、安全性を確認した。

2 浸透による破堤のメカニズム

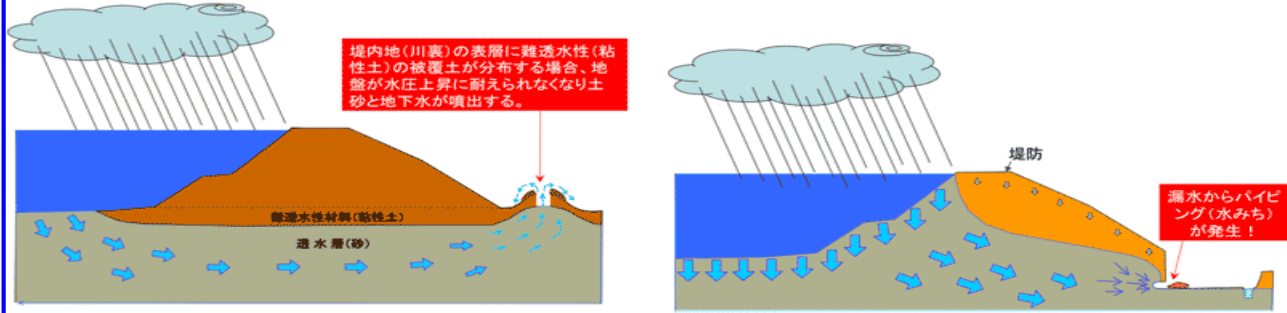
裏法すべり破壊



表法すべり破壊



パイピング破壊



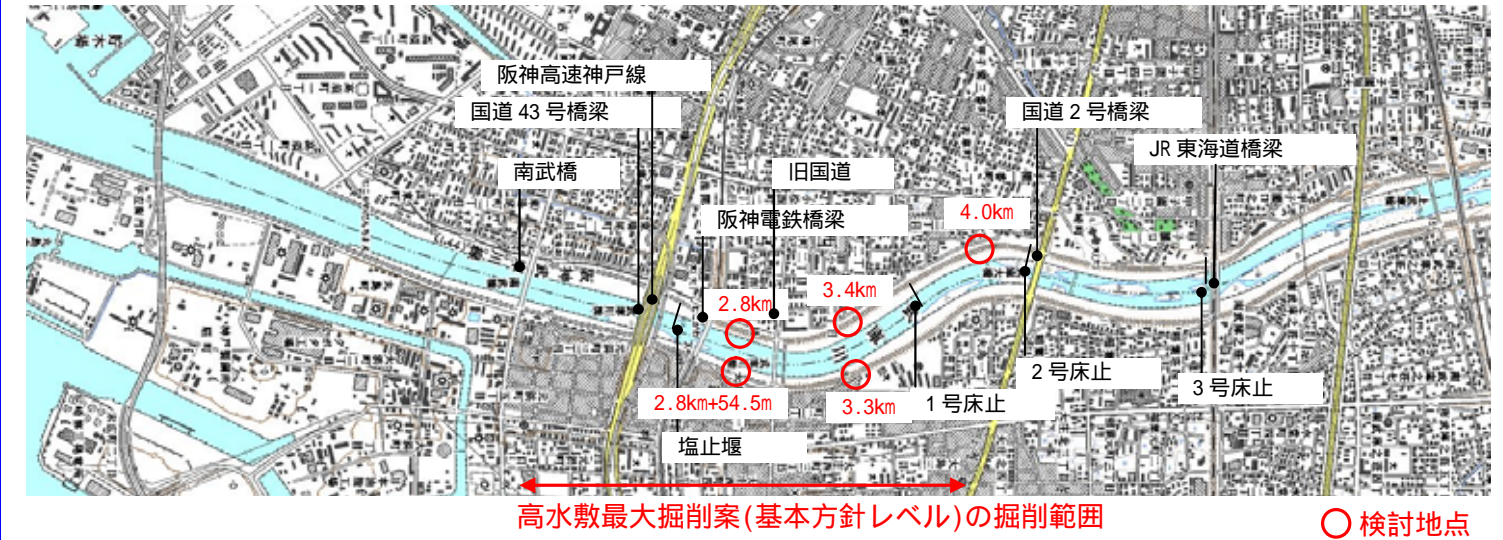
3 検討内容

照査項目		検討内容	基準安全率 ¹
パイピング	鉛直方向	堤体内の土砂が浸透流によって移動しないかを確認	動水勾配が0.5未満
	水平方向		
円弧滑り	裏法側	河川水位が上昇した場合の円弧すべり	安全率が1.3又は1.4以上 ²
	表法側	河川水位低下時の円弧すべり	安全率が1.0以上

1 基準安全率は「河川堤防設計指針（国土交通省 H14年）」に基づく

2 円弧滑りの安全率1.3は築堤履歴が単純な場合、1.4は築堤履歴が単純かつ堤防の基礎地盤に要注意地形（落掘跡、旧河道など堤防の不安定化に繋がる地形）がある場合

4 検討箇所



5 検討結果

高水敷掘削によって、現況堤防の安全率は大きく変化しない。
なお検討箇所は堤防強化実施予定箇所であり、現在は基準安全率を満足していない。

2.8k右岸	動水勾配、滑り安全率		(参考) 基準安全率	4.0k右岸	動水勾配、滑り安全率		(参考) 基準安全率
	現況	掘削後			現況	掘削後	
動水勾配	鉛直	0.35	0.37	動水勾配	鉛直	0.42	0.5未満
	水平	0.41	0.44		水平	0.37	
円弧滑り	裏法	1.34	1.32	円弧滑り	裏法	1.27	1.4以上
	表法	1.55	1.20		表法	1.52	
3.4k右岸	動水勾配、滑り安全率		(参考) 基準安全率	2.8k+54.5左岸	動水勾配、滑り安全率		(参考) 基準安全率
	現況	掘削後			現況	掘削後	
動水勾配	鉛直	0.24	0.30	動水勾配	鉛直	0.64	0.5未満
	水平	0.34	0.38		水平	0.51	
円弧滑り	裏法	1.29	1.25	円弧滑り	裏法	1.19	1.4以上
	表法	1.57	1.23		表法	1.73	
3.3k左岸	動水勾配、滑り安全率		(参考) 基準安全率	動水勾配	鉛直	0.41	0.5未満
	現況	掘削後			水平	0.73	
円弧滑り	裏法	1.29	1.27	円弧滑り	裏法	1.29	1.4以上
	表法	2.14	1.52		表法	2.14	

6 結論

高水敷掘削が浸透に対する堤防の著しい強度低下（円弧滑り、パイピング）をもたらすことはなく、現在予定している堤防強化を行えば、所定の安全率は確保できると考えられる。

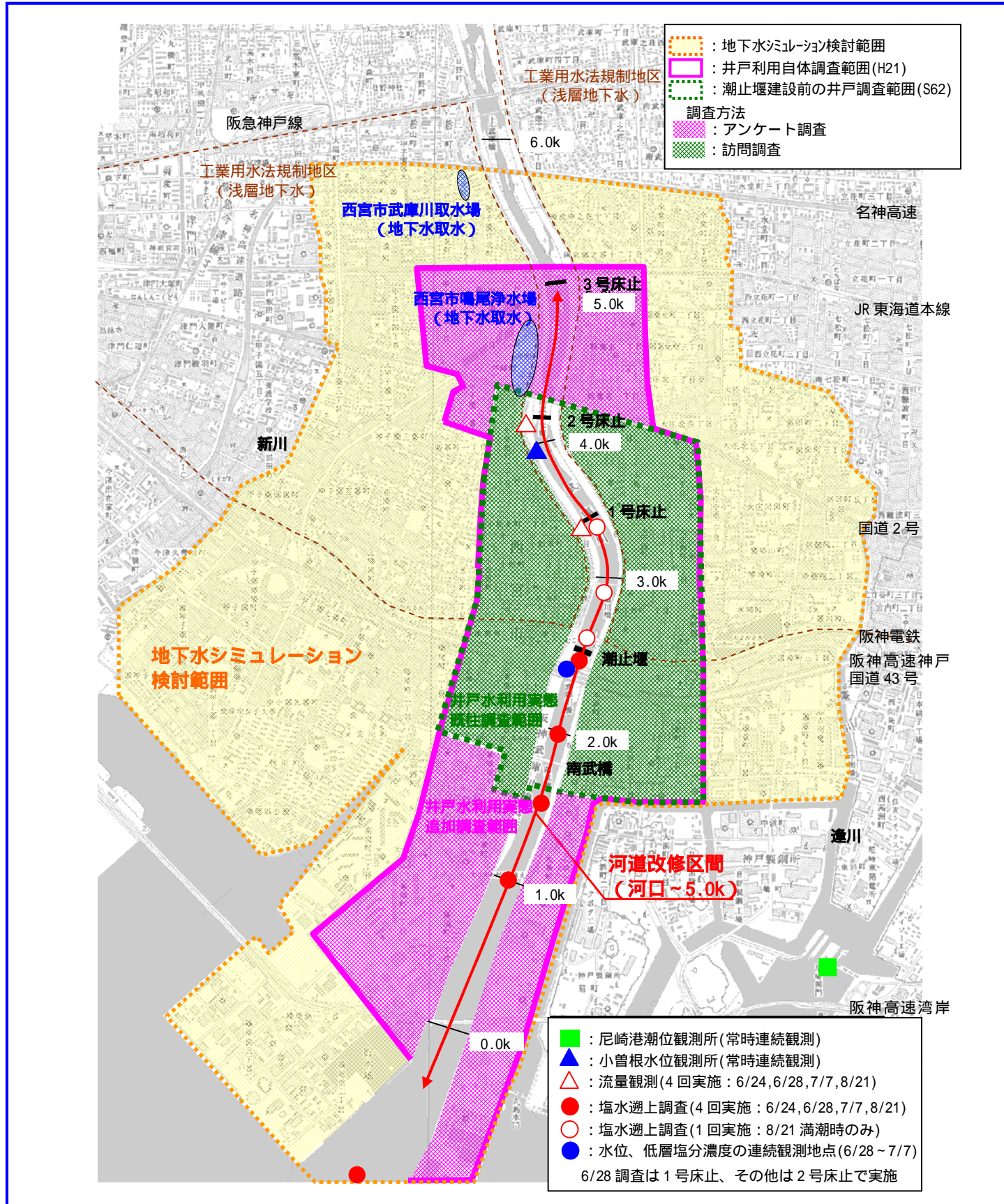
事業実施時には、更に詳細検討を行う。

F 塩水遡上・地下水計算

1 検討目的

河床を掘削し潮止堰や床止工を撤去した場合に想定される周辺地下水位の低下量や周辺井戸への塩水混入量を予測する。

2 検討対象範囲



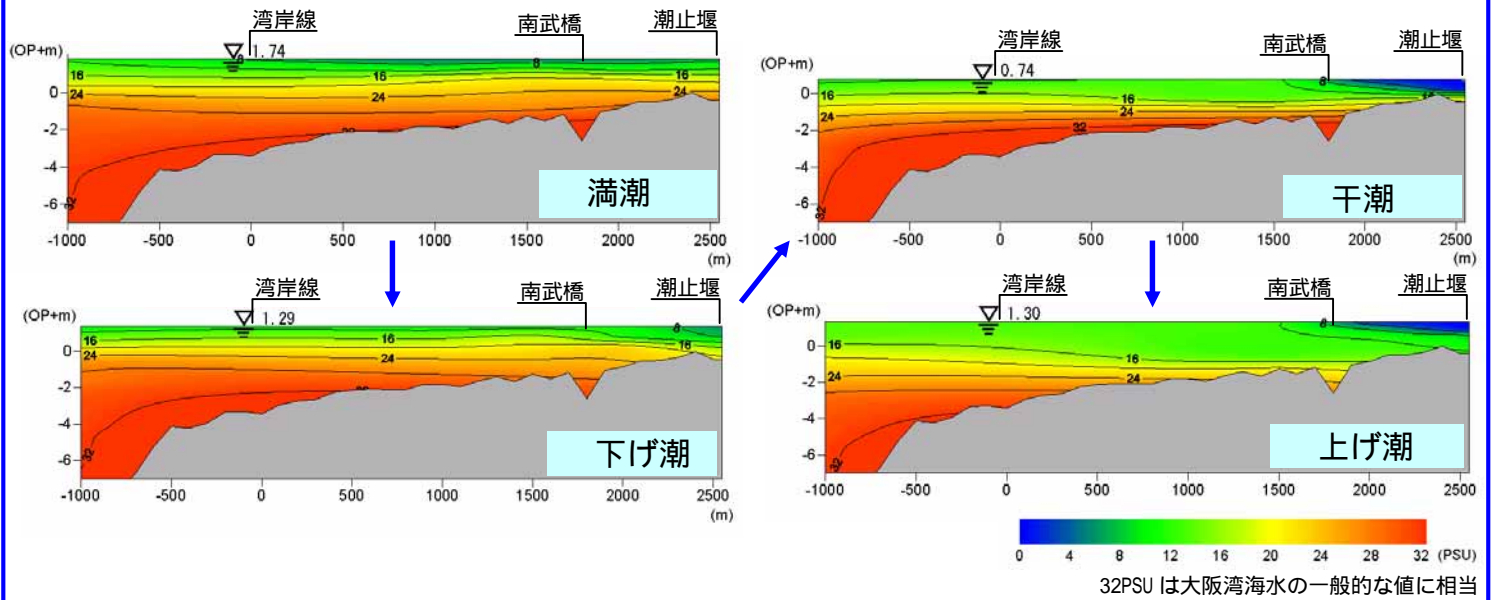
3 実態調査

(1) 塩水遡上調査

調査方法	
地点	河口～潮止堰下流の5地点(検討対象範囲図参照)
時期	4回測定(大潮: H21.6/24, 7/7, 8/21, 小潮: H21.6/28)
時間	1回につき4時点測定(満潮時、下げ潮時、干潮時、上げ潮時)
測定項目	塩分と水温(鉛直方向0.5mピッチ)
測定方法	ボートからのセンサー測定

6/28 調査以降は堰直上流地点を追加
 更に 8/21 調査では水面が潮止堰より高くなったため満潮時に武庫川橋と1号床止下流地点の調査を追加

塩分遡上調査結果の例(7/7 大潮の場合)



(2) 井戸利用実態調査

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

調査方法		
井戸利用調査の範囲	JR 東海道線以南の河川から約 500m 内(検討対象範囲図参照)	
調査方法	訪問調査又は自治会単位のアンケート調査	
地下水調査	箇所	地下水シミュレーション範囲内の 38 箇所の井戸
	時期	H21.7/7 満潮時及び干潮時の一斉観測
	内容	水位、塩分濃度

水位観測可能な構造で、所有者の協力が得られた民生井戸と防火水槽

井戸利用状況

今回の河床掘削範囲周辺(河口～JR 東海等橋梁周辺)の民生井戸数は約 60 箇所(利用目的は、約 2 割は炊事・洗濯・風呂の何れかに利用、約 8 割は散水等に利用)
 潮止堰建設前(昭和 62 年度)に、南武橋～国道 2 号橋梁周辺で使用されていた民生井戸 106 箇所を追跡調査した結果、井戸利用は年々減少傾向。

参考: 潮止堰建設前(昭和 62 年度)に使用されていた民生井戸約 110 箇所の使用状況の変遷

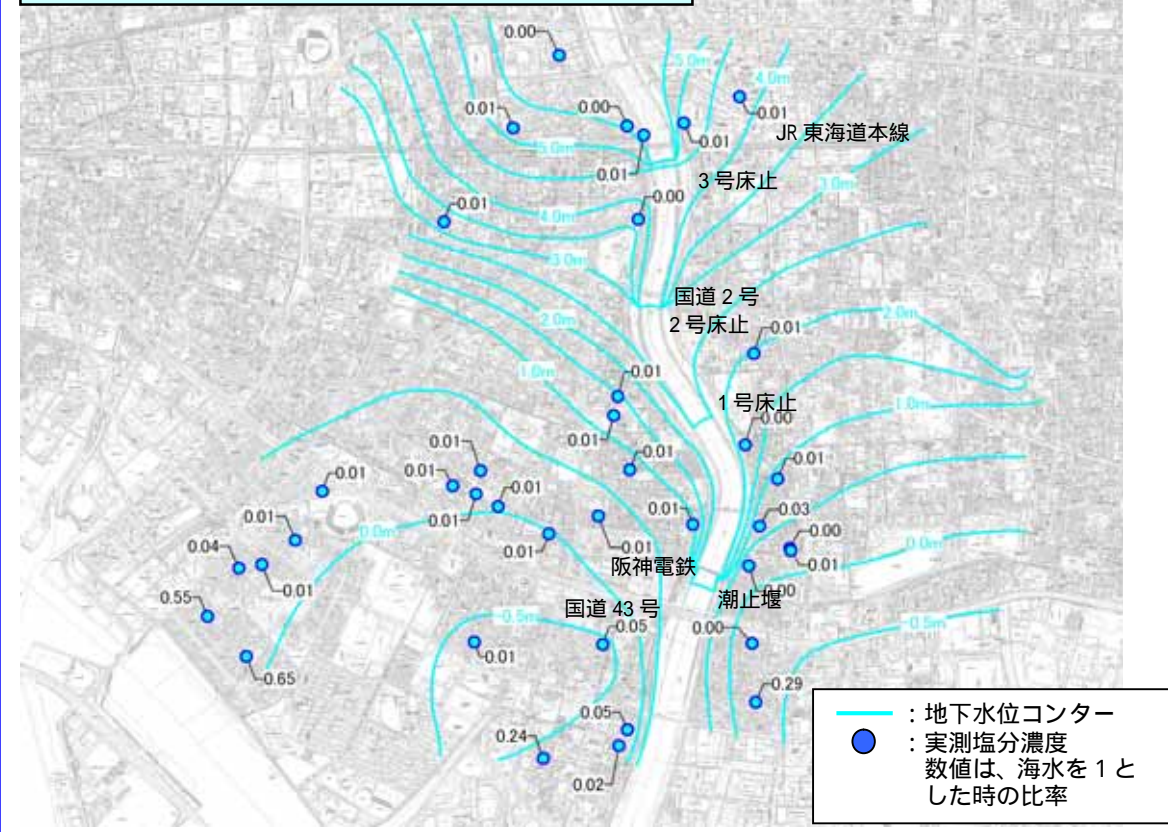
昭和 62 年	平成 14 年	平成 21 年
約 110 箇所	約 50 箇所	約 40 箇所

昭和 62 年はアンケート調査、平成 14 年及び平成 21 年は訪問調査

対象範囲はいずれも南武橋～国道 2 号橋梁周辺(検討対象範囲図のうち緑色区域)

(3) 地下水調査

地下水位コンター図及び井戸底の塩分濃度



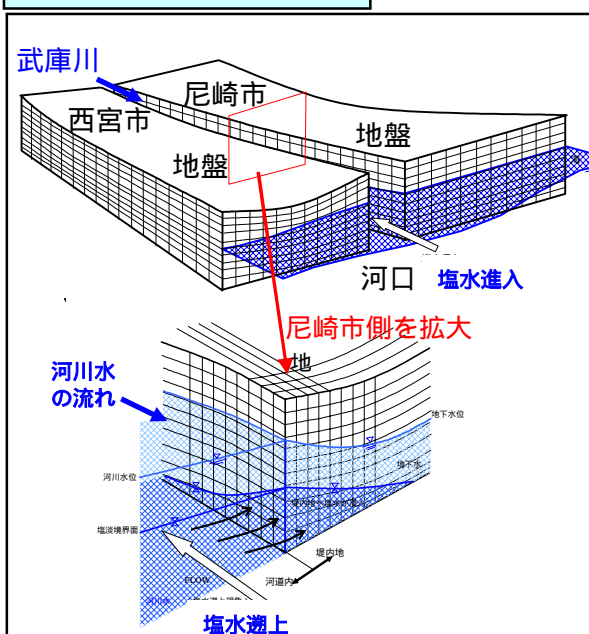
4 計算条件

検証計算の条件

塩水遡上 (鉛直2次元計算)	範囲	河口～JR 東海道線
	期間	H21.6.22～H21.7.7 H21.8.19～H21.8.21
	下流端	潮位：尼崎港実測値 塩分：河口部実測値
地下水 (3次元地下水 流動計算)	範囲	南北：河口～名神高速道路、東 西：蓬川～新川
	メッシュ	50m×50m×1m(深さ15m)
	河川水	塩水遡上計算による 水位・塩分濃度の計算値

地表から約15m付近に縄文粘土層がある。河床掘削が縄文粘土層よりも下の被圧(深層)地下水に及ぼす直接的影響は少ないと考え、地表から約15mまでの不圧(浅層)地下水を対象とした。

計算モデルの概念図



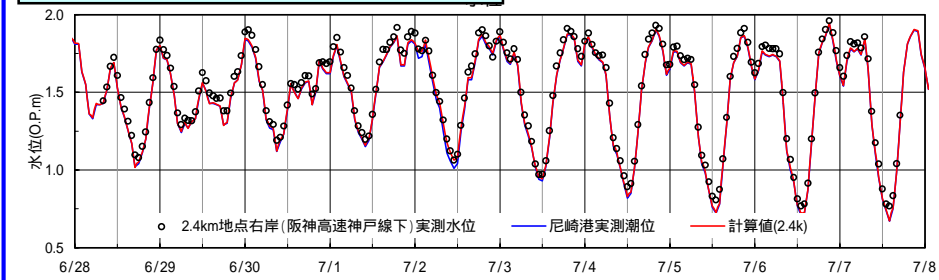
予測計算の条件

シナリオ	潮位条件
地下水位の低下を予測する場合の潮位条件	近年10年間で月平均潮位が最も低いH14年2月潮位 (H14.2.8～2.24天文潮位)
地下水への塩水混入を予測する場合の潮位条件	近年10年間で月平均潮位が最も高いH21年9月潮位 (H21.8.31～9.16天文潮位)

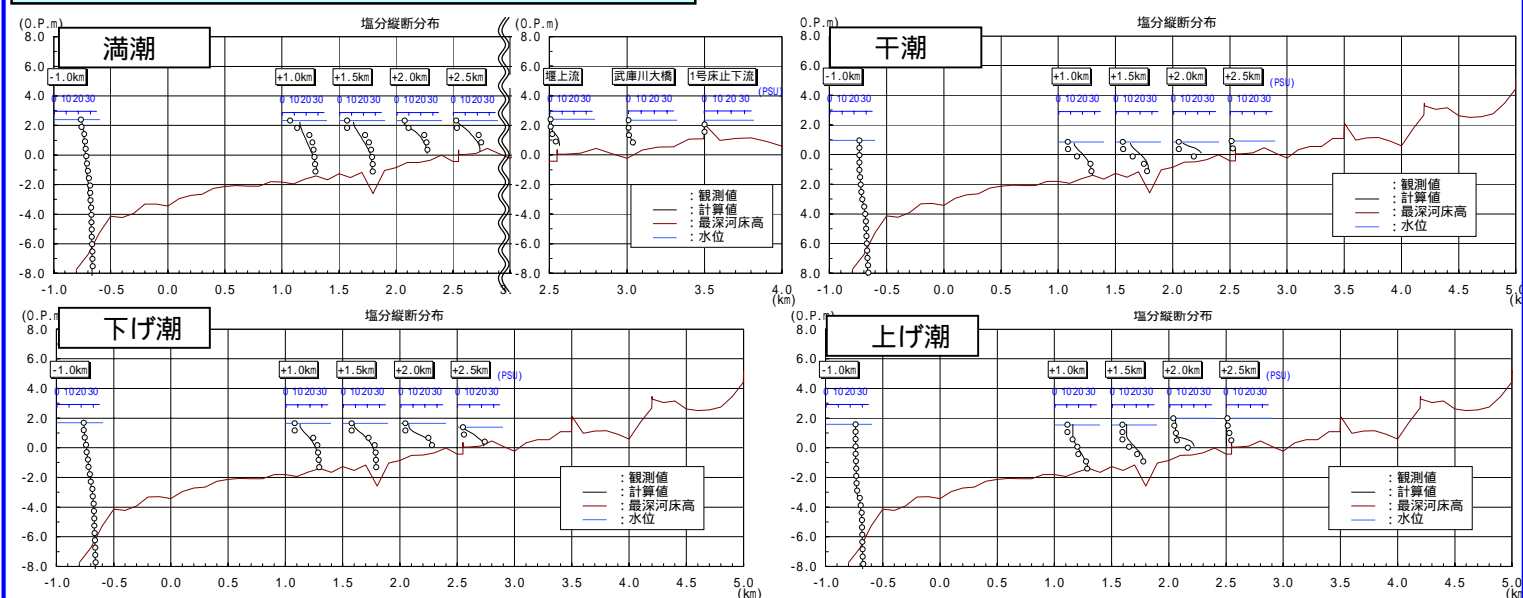
5 計算結果

(1) 検証計算

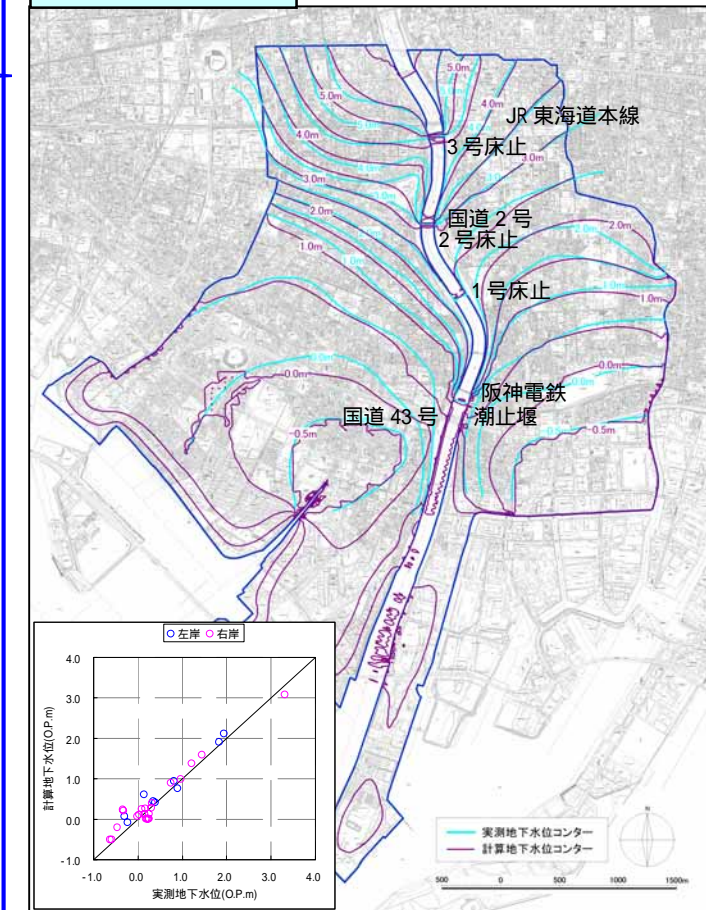
水位計算(阪神高速神戸線地点)



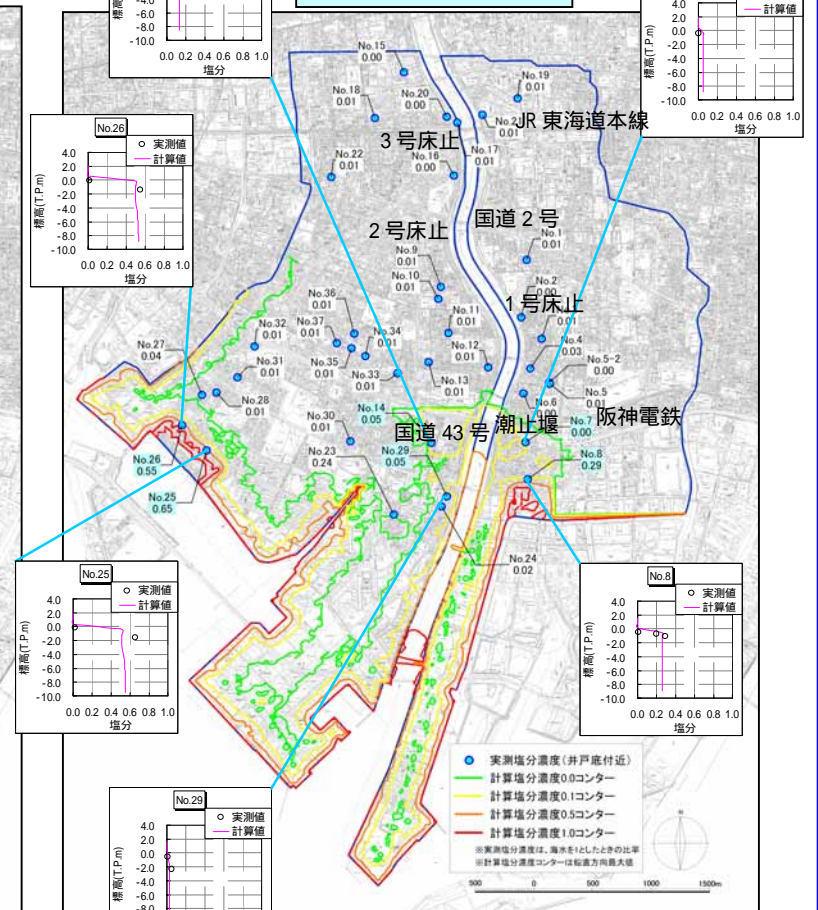
塩水遡上計算結果の例(8/21大潮の場合)



地下水計算結果

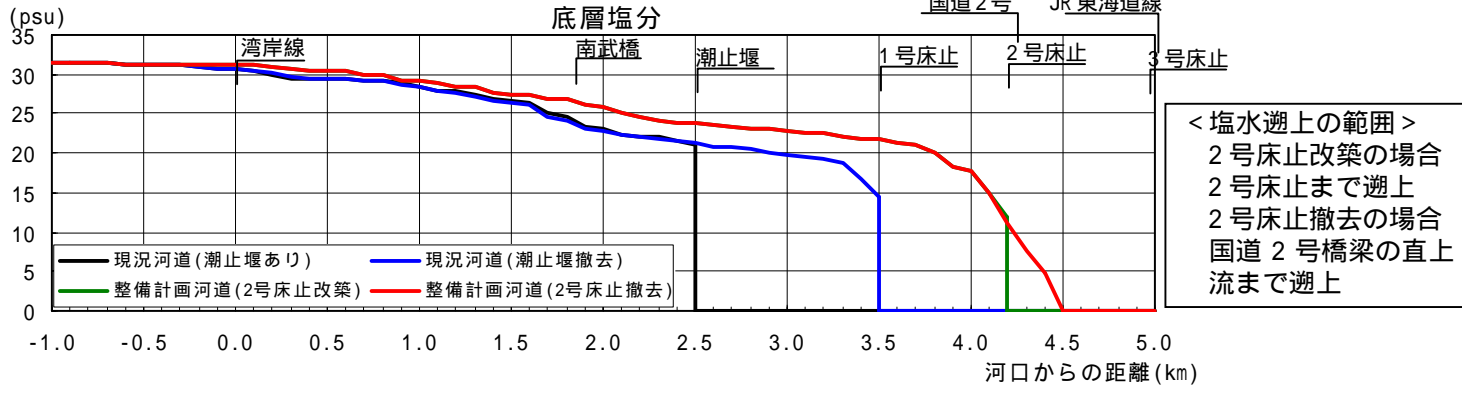


地下水塩分濃度

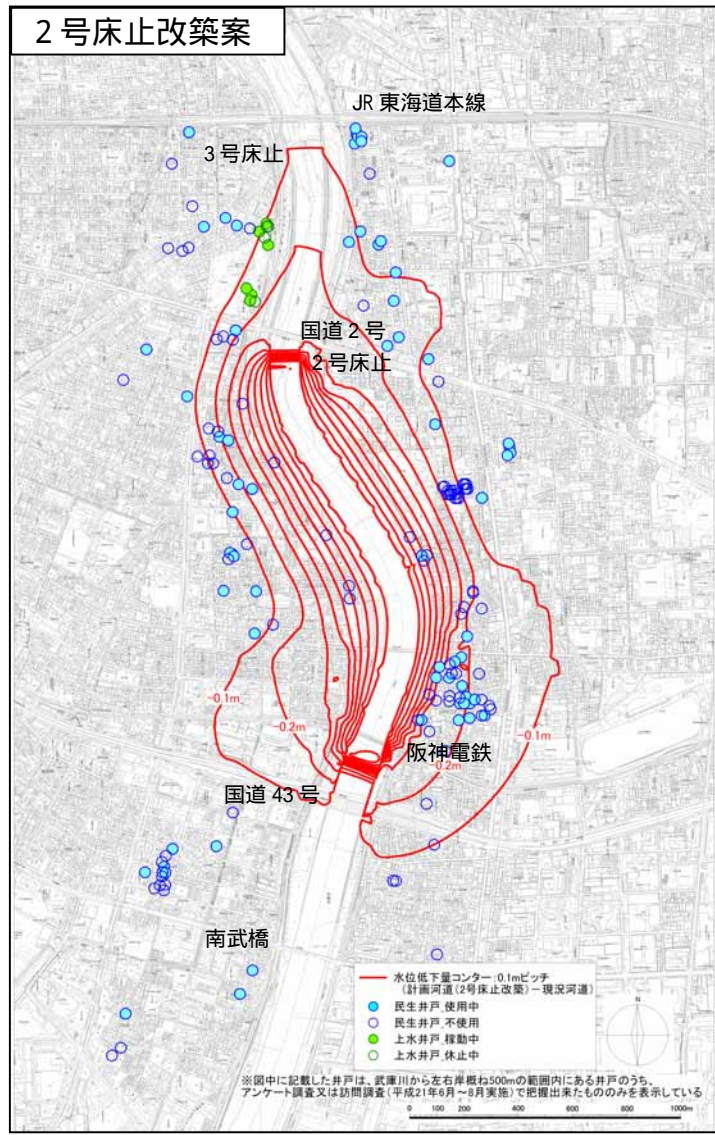


(2) 予測計算

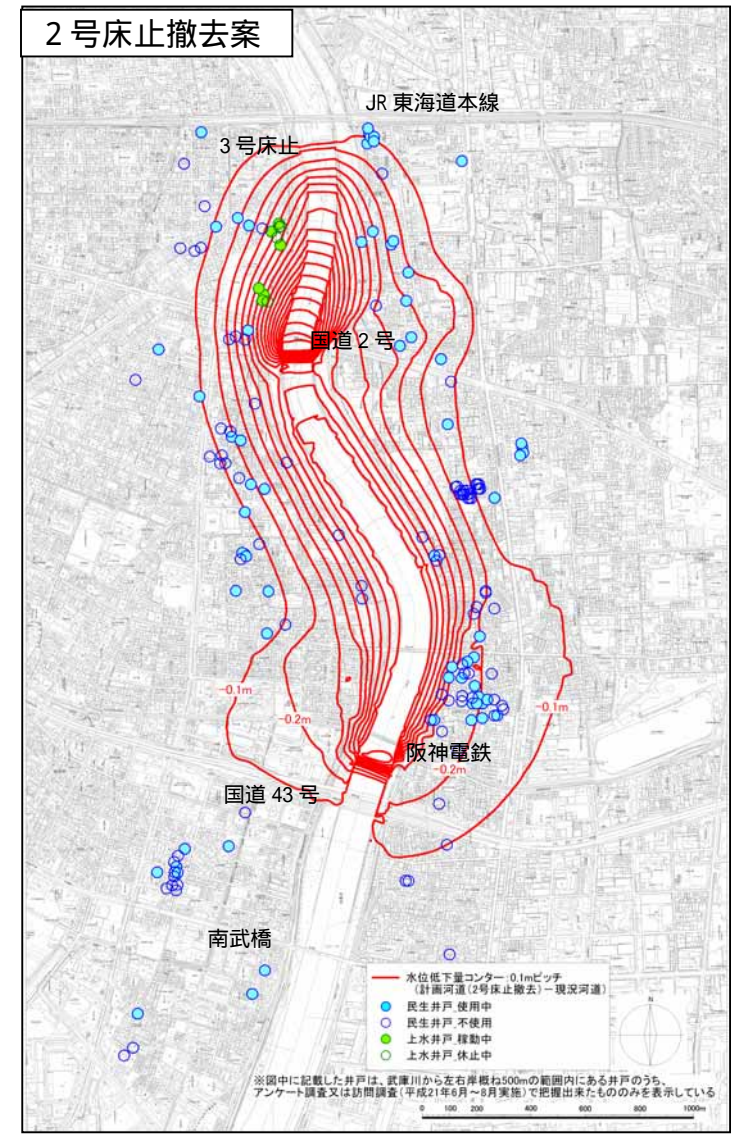
河川の塩水遡上範囲(河川の底層の塩分濃度縦断面図)



地下水位の低下範囲

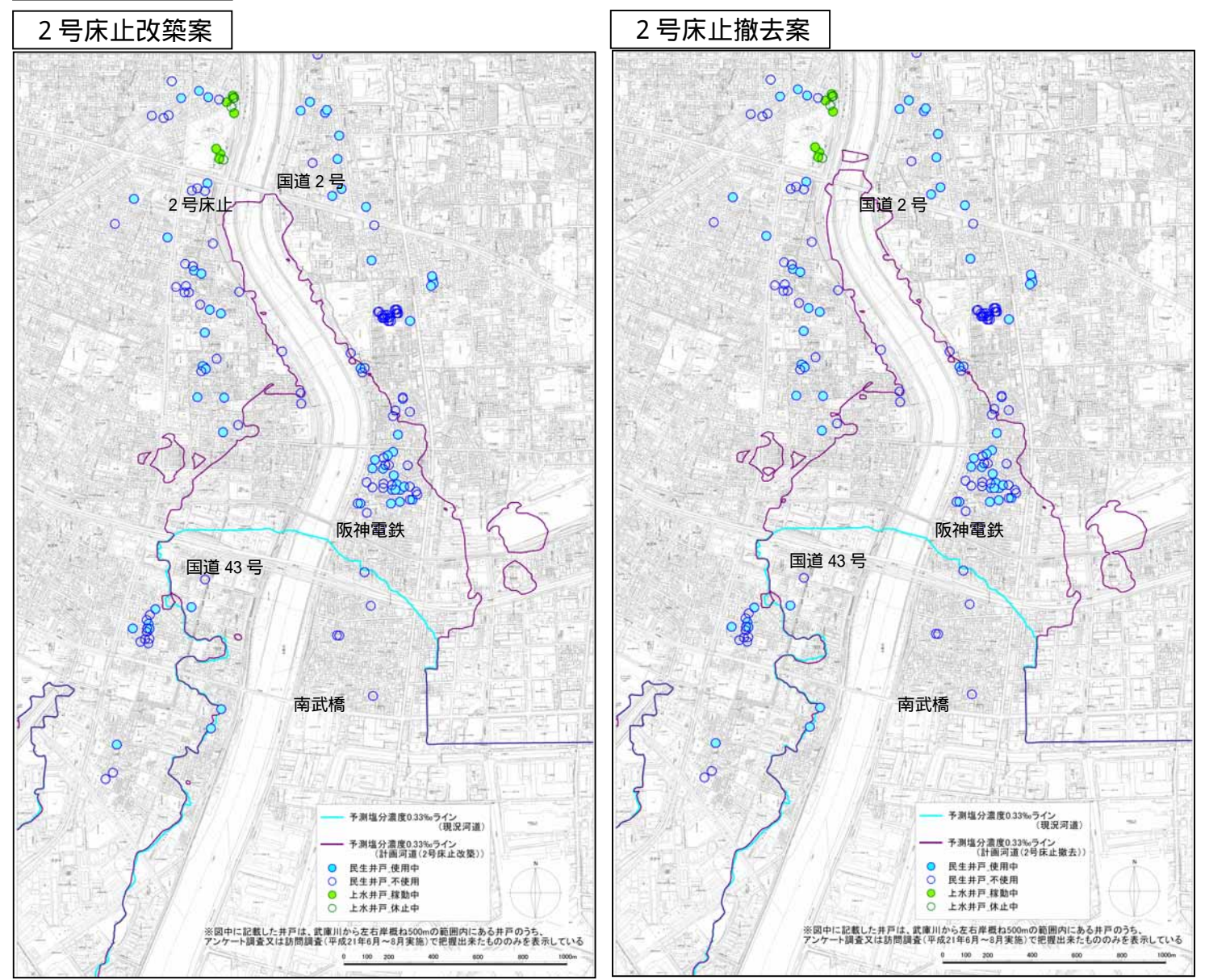


<地下水位低下>
 使用中の民生井戸の水位 最大約60cm低下
 鳴尾浄水場の井戸の水位 最大約15cm低下



<地下水位低下>
 使用中の民生井戸の水位 最大約60cm低下
 鳴尾浄水場の井戸の水位 最大約80cm低下

塩分混入範囲 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



<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)
 新たに塩分濃度が0.33‰以上(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
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

6 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

下流築堤区間における高水敷掘削について

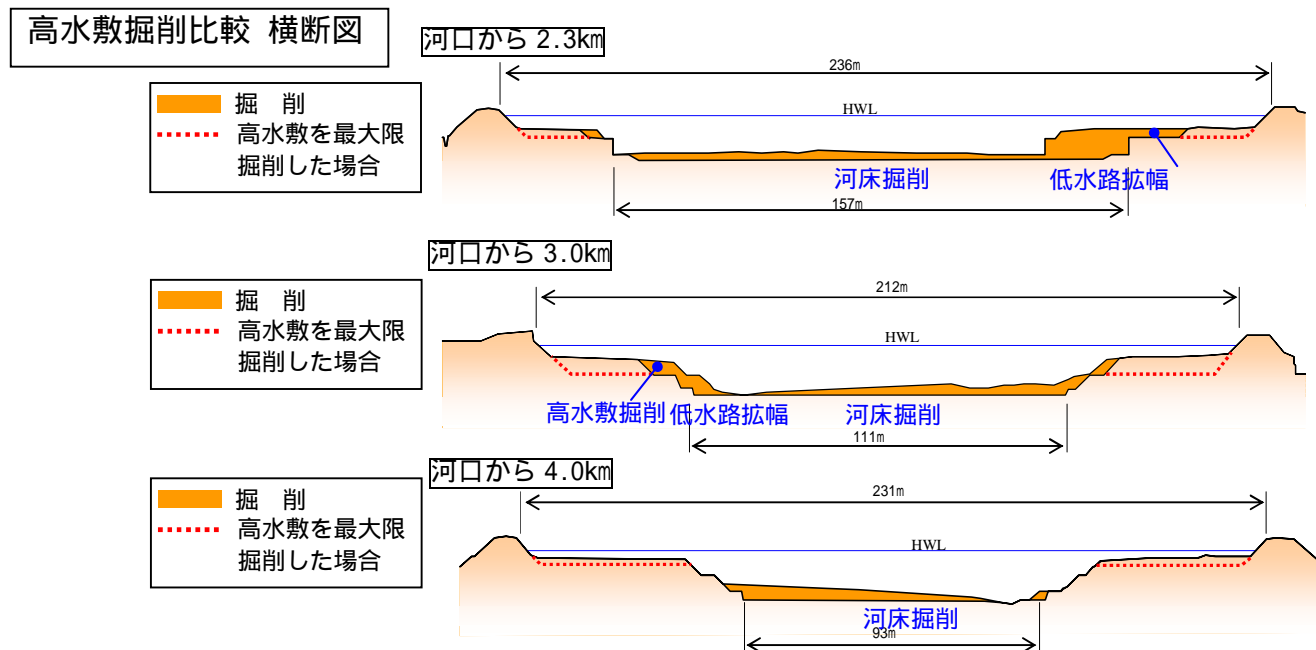
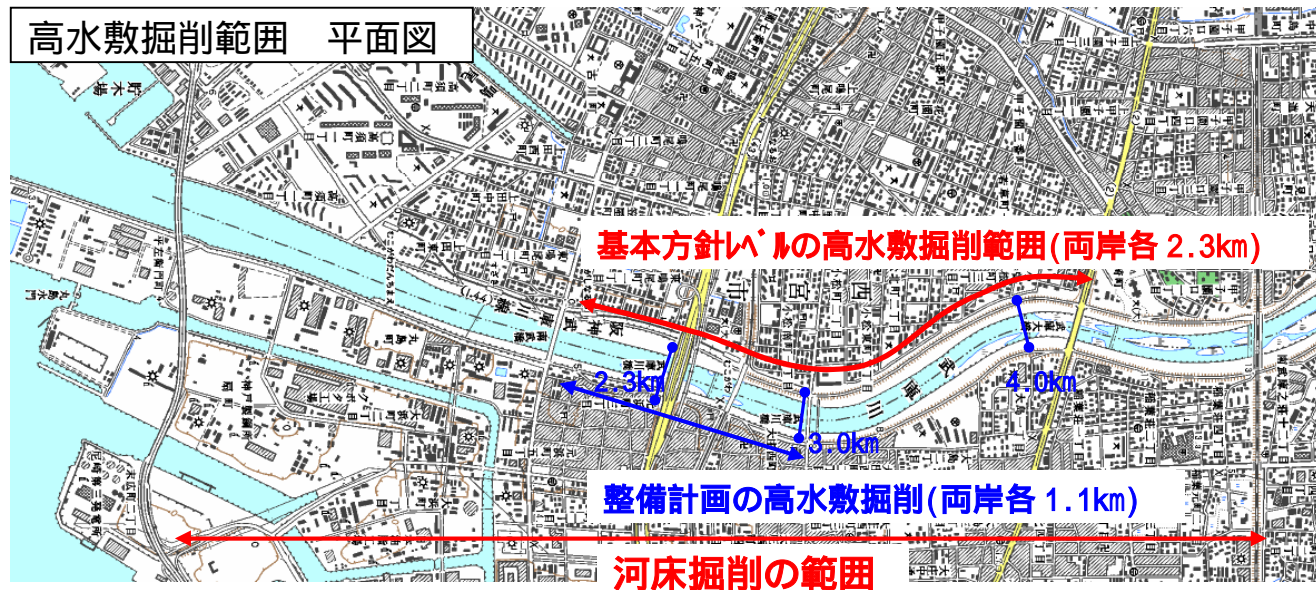
1 高水敷掘削の考え方

河道掘削の安全性検討は、下流築堤部の流下能力を出来る限り向上させた「高水敷最大掘削案」について検討し、安全性を確認した。

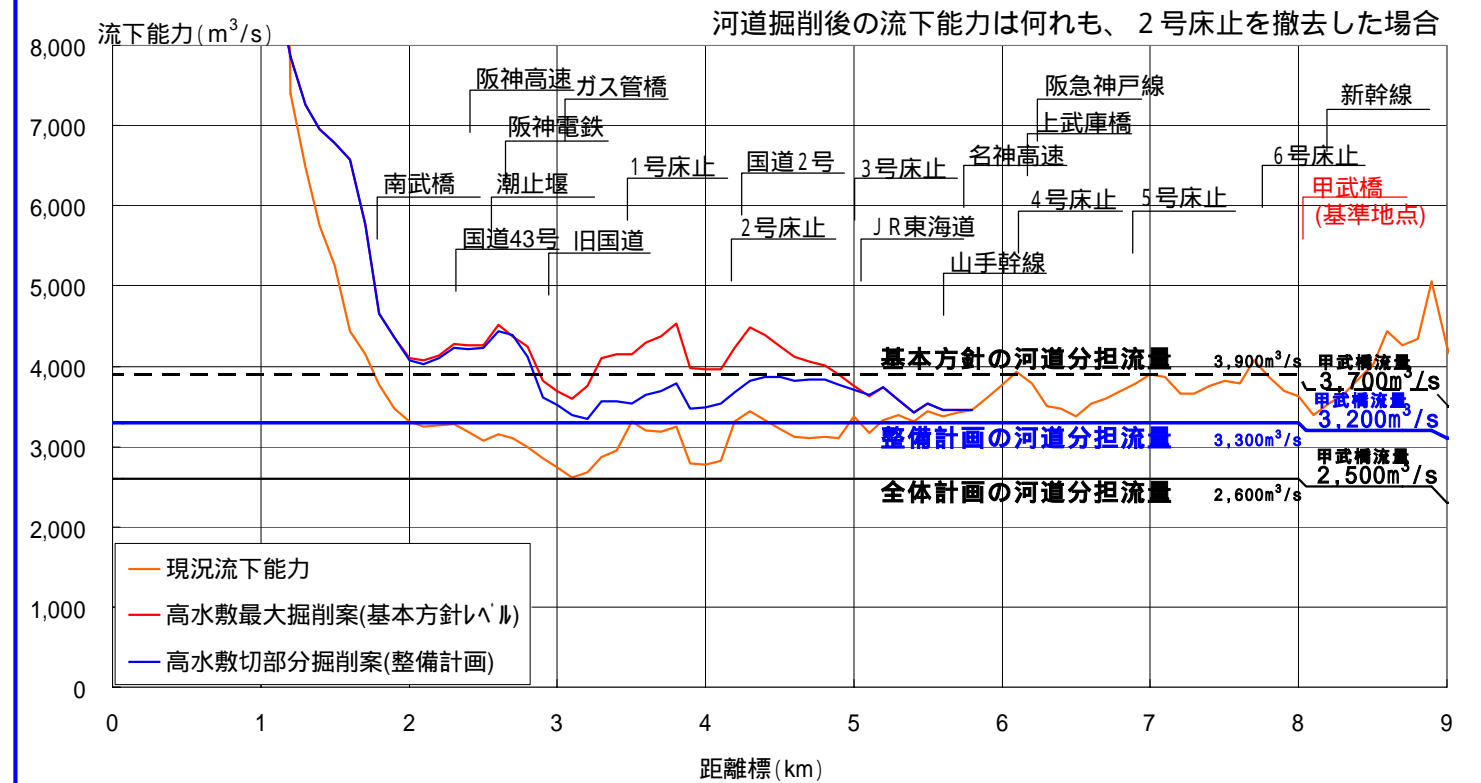
河床掘削と低水路拡幅を可能な限り実施し、更に高水敷については基本方針レベルの掘削を行ったもの

しかしながら高水敷を基本方針レベルまで掘削すると、高水敷の冠水頻度の上昇や大規模な樹木伐採を伴い、高水敷の利用形態や景観が大きく変化することが予想される。

そこで今次整備計画では、戦後最大洪水流量を流下させるために必要な最小限の高水敷掘削にとどめ、更なる高水敷の掘削にあたっては、今後の高水敷利用のあり方について、地域住民との合意形成を図る。



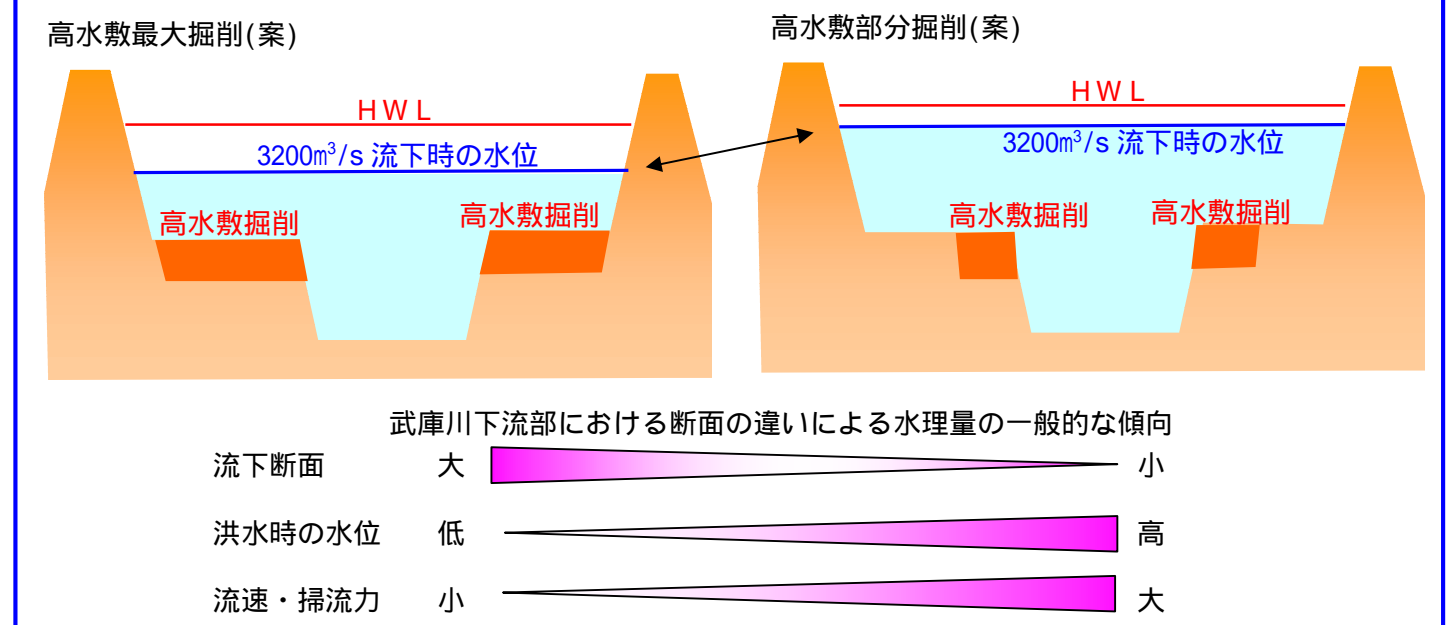
2 高水敷掘削の違いによる流下能力比較



3 河床変動計算による河床安定性の再確認の必要性

高水敷部分掘削案は、最大掘削案に比べて流下断面が小さいため水位が高く、掃流力が大きくなることが予想され、高水敷最大掘削案よりも河床低下し易いと考えられる。そこで高水敷部分掘削案の河床の安定性を河床変動計算で再確認する

高水敷掘削の違いによる洪水時の水位 イメージ図

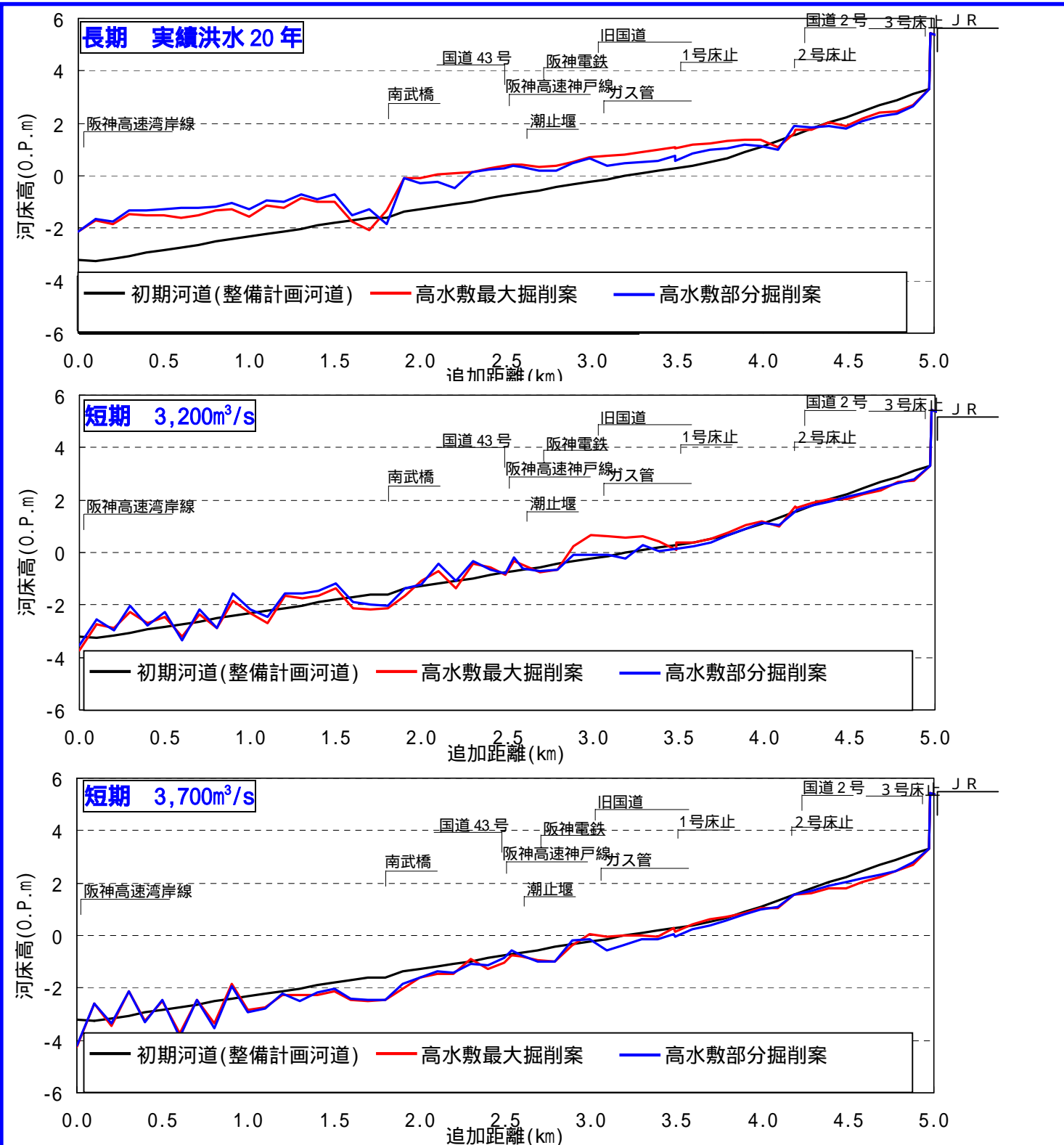


4 1次元河床変動計算（予測計算）

予測条件

初期河道	整備計画河道	高水敷最大掘削	高水敷部分掘削
流況	長期(平常出水)	S62年～H18年の実績流量(20年間)	
	短期(大規模出水)	3,200m ³ /s(整備計画河道分担流量)	
		3,700m ³ /s(基本方針河道分担流量)	

予測結果(縦断面図)



予測結果(河床変動高・河床変動土量)

長期 実績洪水 20年

区間	河床変動	(前回)高水敷全面切下げ 区間: No.19～No.42 幅: 堤防法尻から低水路岸まで	(今回)高水敷切下げ縮小 区間: No.19～No.30 幅: 堤防から20mまで切下げなし	断面変更による変化量 (今回) - (前回)
河口～南武橋直上流 No. 0～No.19	高さ(区間平均) 土量	1.0 m 25万m ³	1.2 m 30万m ³	0.2 m 5万m ³
南武橋直上流～旧国道 No.19～No.30	高さ(区間平均) 土量	1.1 m 16万m ³	0.9 m 13万m ³	-0.2 m -3万m ³
旧国道～国道2号 No.30～No.42	高さ(区間平均) 土量	0.6 m 7万m ³	0.4 m 5万m ³	-0.2 m -2万m ³
国道2号～JR東海道手前 No.42～No.50	高さ(区間平均) 土量	-0.2 m -2万m ³	-0.2 m -2万m ³	0.0 m 0万m ³
(全区間) 河口～JR東海道手前 No. 0～No.50	高さ(区間平均) 土量	0.7 m 46万m ³	0.7 m 46万m ³	0.0 m 0万m ³

短期 3,200m³/s

区間	河床変動	(前回)高水敷全面切下げ 区間: No.19～No.42 幅: 堤防法尻から低水路岸まで	(今回)高水敷切下げ縮小 区間: No.19～No.30 幅: 堤防から20mまで切下げなし	断面変更による変化量 (今回) - (前回)
河口～南武橋直上流 No. 0～No.19	高さ(区間平均) 土量	0.1 m 3万m ³	0.2 m 5万m ³	0.1 m 2万m ³
南武橋直上流～旧国道 No.19～No.30	高さ(区間平均) 土量	0.2 m 2万m ³	0.2 m 3万m ³	0.0 m 1万m ³
旧国道～国道2号 No.30～No.42	高さ(区間平均) 土量	0.2 m 3万m ³	-0.1 m -1万m ³	-0.3 m -4万m ³
国道2号～JR東海道手前 No.42～No.50	高さ(区間平均) 土量	-0.1 m -1万m ³	-0.1 m -1万m ³	0.0 m 0万m ³
(全区間) 河口～JR東海道手前 No. 0～No.50	高さ(区間平均) 土量	0.1 m 7万m ³	0.1 m 6万m ³	0.0 m -1万m ³

短期 3,700m³/s

区間	河床変動	(前回)高水敷全面切下げ 区間: No.19～No.42 幅: 堤防法尻から低水路岸まで	(今回)高水敷切下げ縮小 区間: No.19～No.30 幅: 堤防から20mまで切下げなし	断面変更による変化量 (今回) - (前回)
河口～南武橋直上流 No. 0～No.19	高さ(区間平均) 土量	-0.3 m -7万m ³	-0.3 m -7万m ³	0.0 m 0万m ³
南武橋直上流～旧国道 No.19～No.30	高さ(区間平均) 土量	-0.2 m -3万m ³	-0.1 m -2万m ³	0.1 m 1万m ³
旧国道～国道2号 No.30～No.42	高さ(区間平均) 土量	0.0 m 0万m ³	-0.2 m -2万m ³	-0.2 m -2万m ³
国道2号～JR東海道手前 No.42～No.50	高さ(区間平均) 土量	-0.3 m -2万m ³	-0.2 m -2万m ³	0.1 m 0万m ³
(全区間) 河口～JR東海道手前 No. 0～No.50	高さ(区間平均) 土量	-0.2 m -12万m ³	-0.2 m -13万m ³	0.0 m -1万m ³

結論

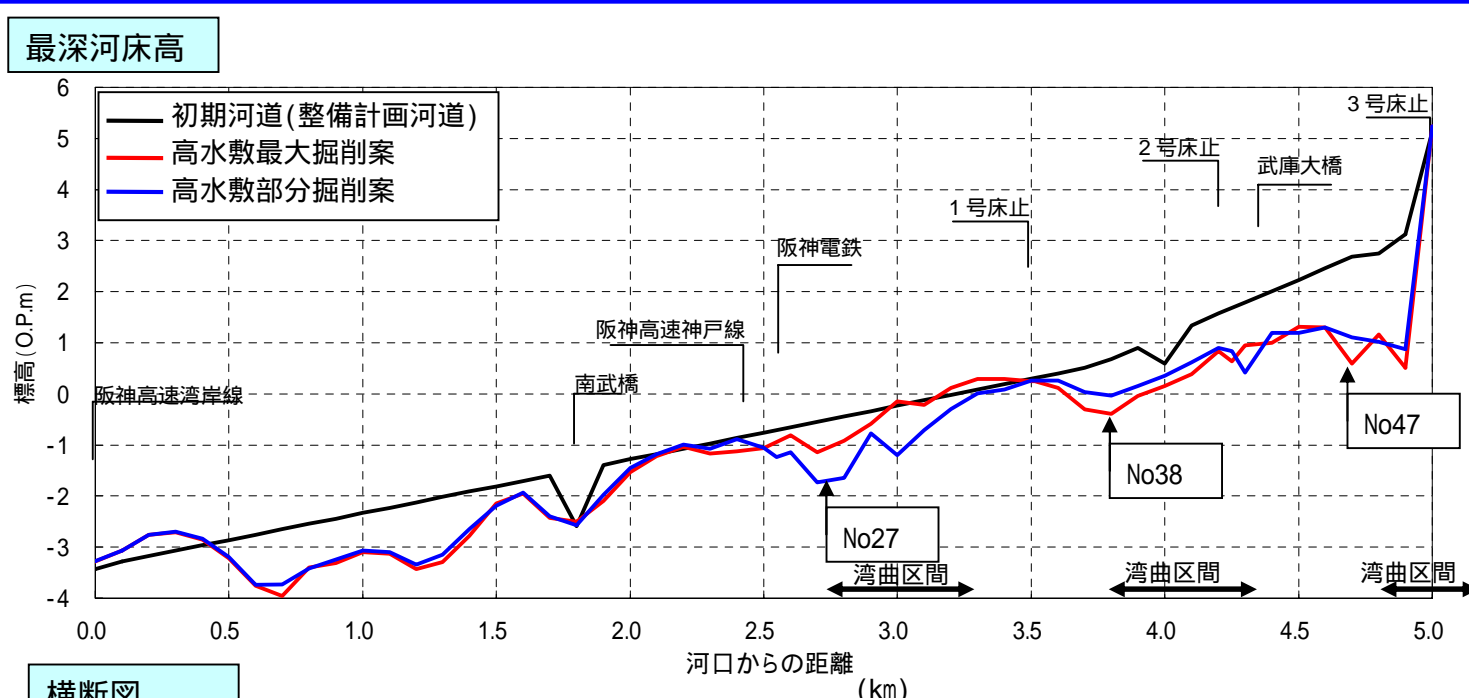
高水敷部分掘削案は、高水敷最大掘削案に比べて流下断面が狭いため、掃流力が大きく、長期的な土砂の堆積傾向が若干軽減されるが、現況河道と同様に維持掘削が必要であるという結論は変わらない。

5 2次元河床変動計算（予測計算）

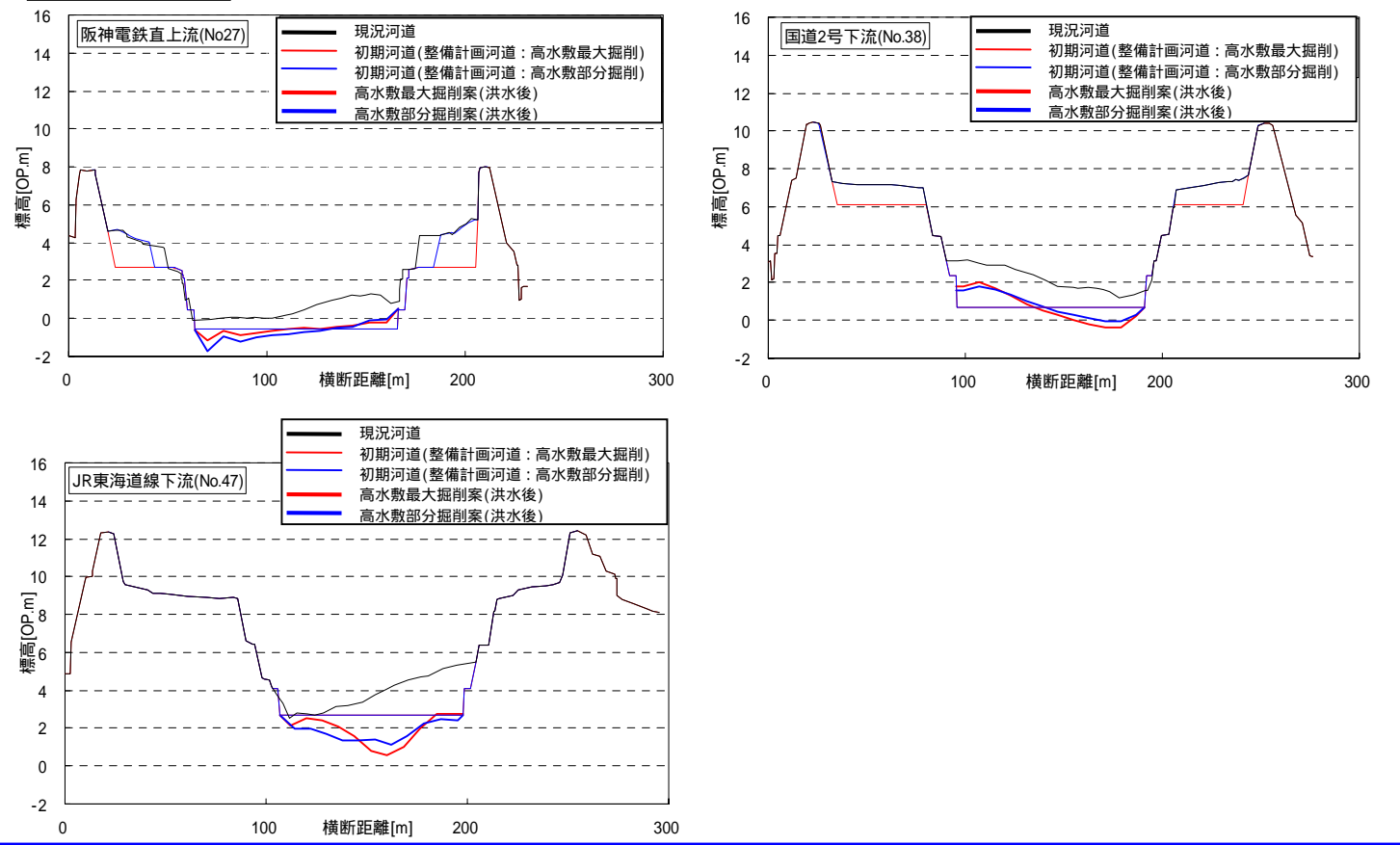
予測条件

初期河道	整備計画河道	高水敷最大掘削	高水敷部分掘削
流況	短期 (大規模出水)	3,200m ³ /s(整備計画河道分担流量)	3,700m ³ /s(基本方針河道分担流量)

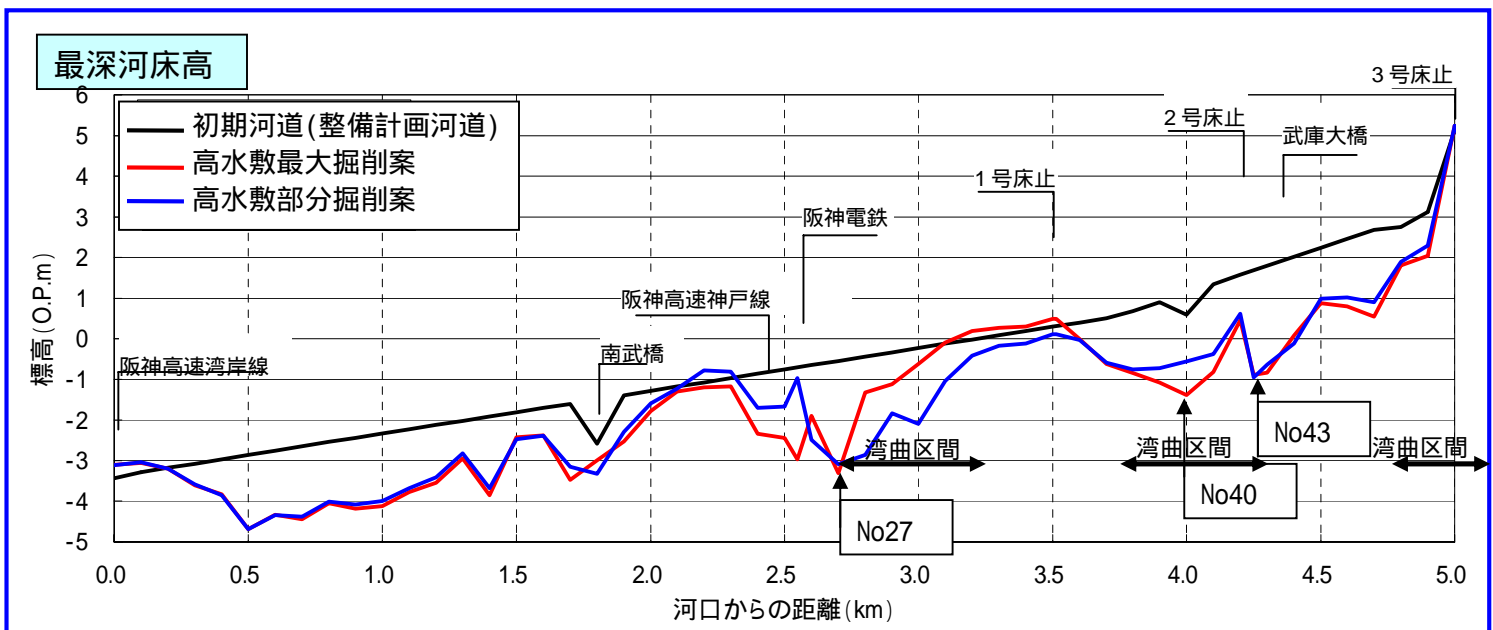
予測結果（3,200m³/s）



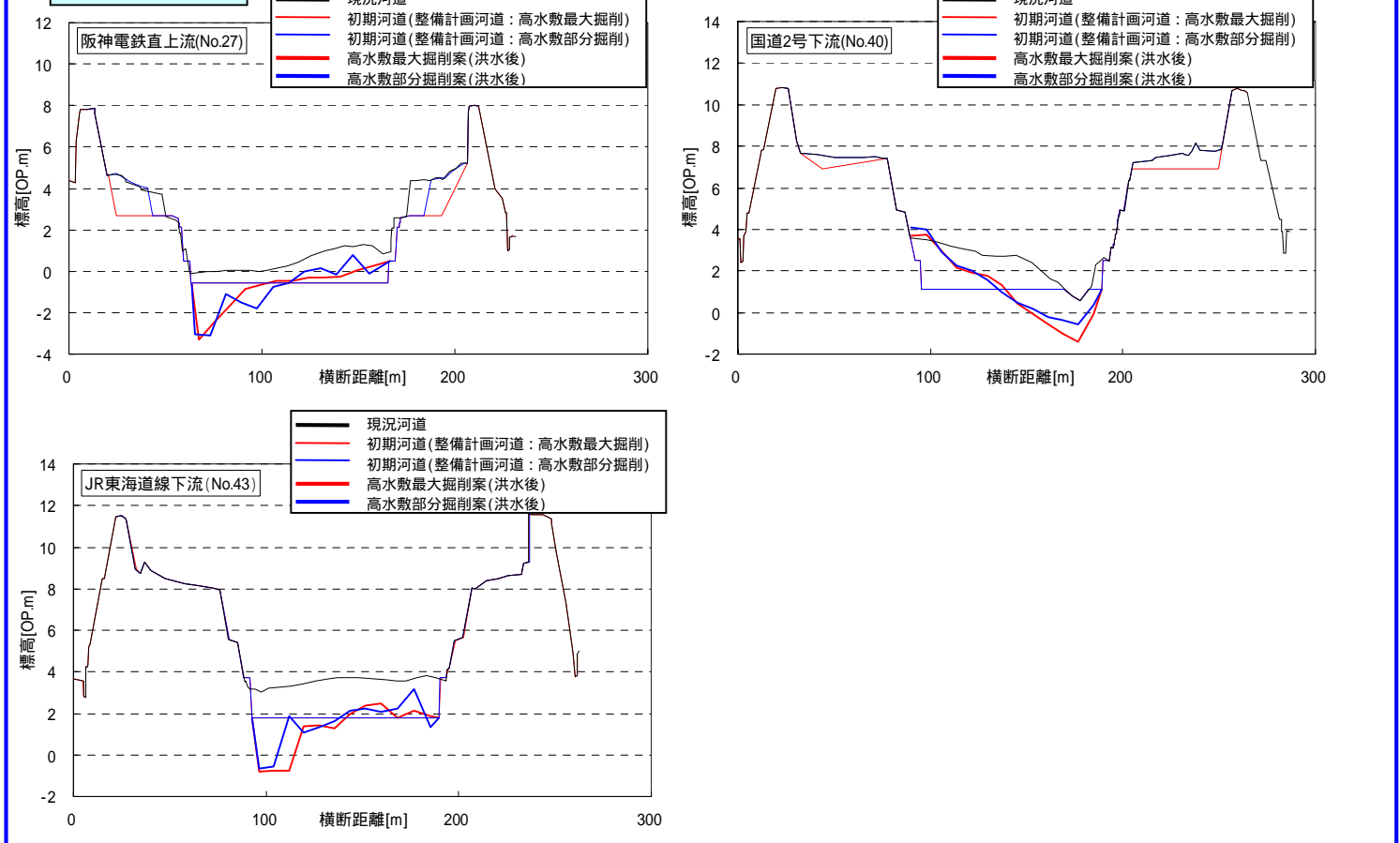
横断面



予測結果（3,700m³/s）



横断面



結論

高水敷部分掘削案は、高水敷最大掘削案に比べて流下断面が狭いため、掃流力が大きく、湾曲外岸部の侵食傾向がやや助長されるが、深掘れ発生箇所は概ね一致しており、護床ブロックによる局所洗掘対策が必要であるという結論は変わらない。

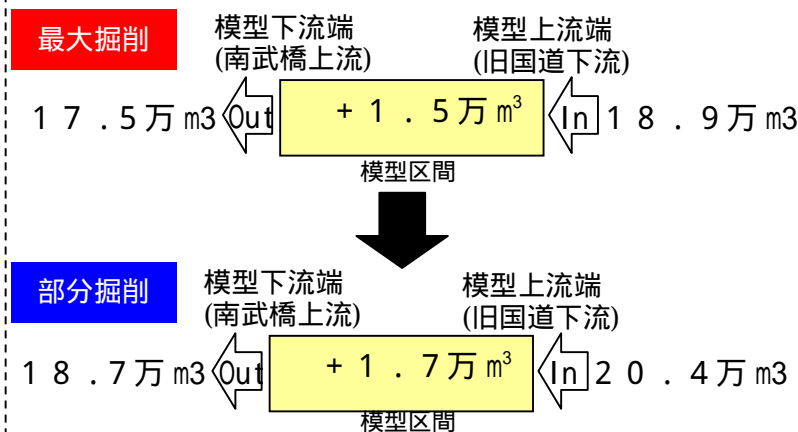
6 水理模型実験の必要性

高水敷掘削の違いによる土砂動態の変化（河床変動計算結果より）

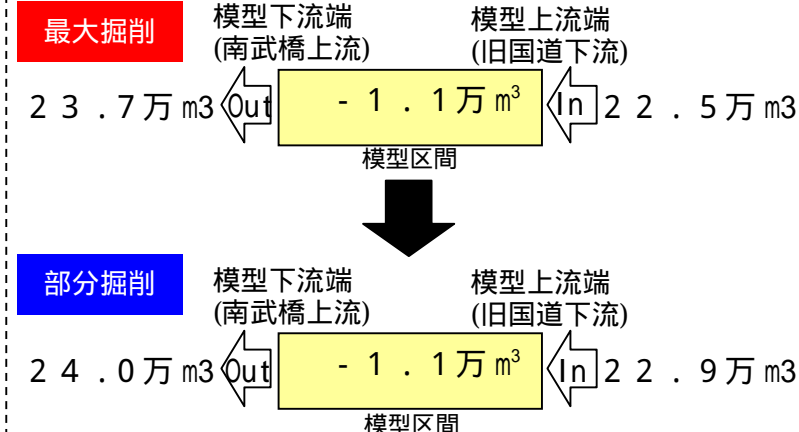
1次元河床変動計算結果：模型区間土砂収支及び平均河床高(南武橋上流～旧国道)

高水敷掘削の違いによって、模型実験の与条件である上流端供給土砂量(1次元河床変動計算の旧国道地点通過土砂量)及び模型区間の土砂収支、平均河床高に大きな変化はないことが確認できた。

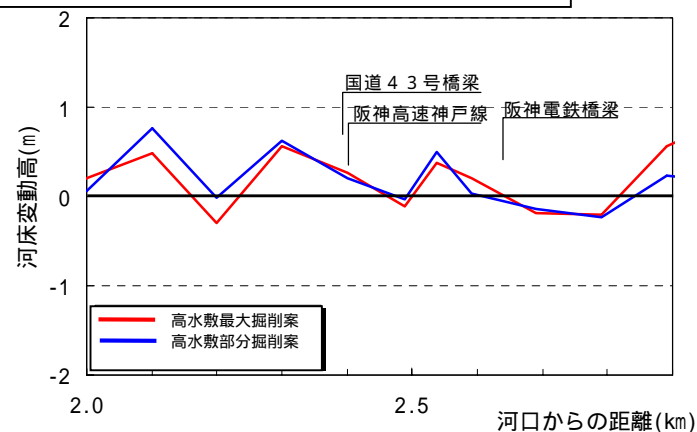
3,200m³/s 流下時の模型区間土砂収支



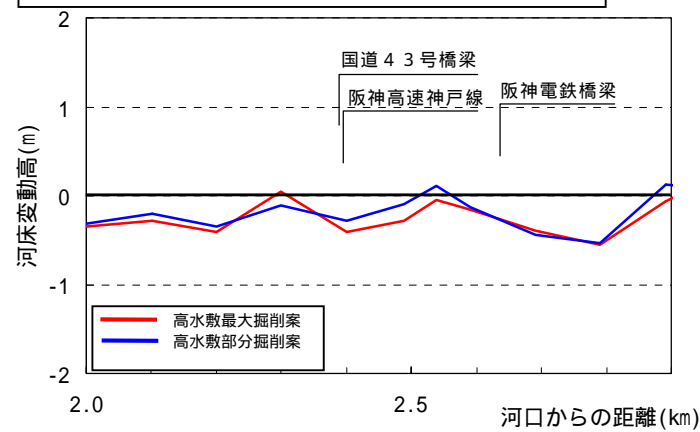
3,700m³/s 流下時の模型区間土砂収支



3,200m³/s 流下時の河床変動高

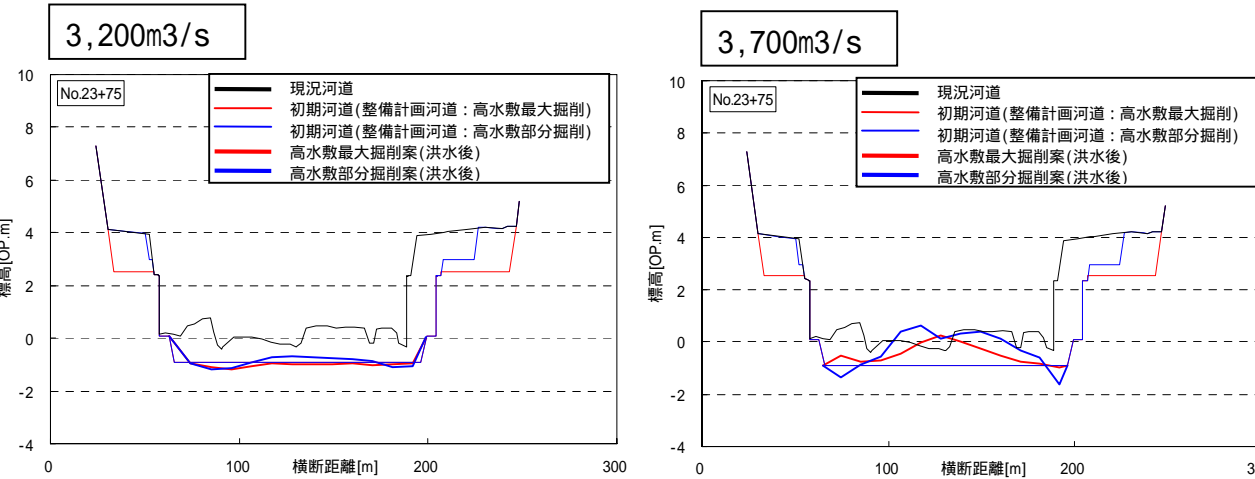


3,700m³/s 流下時の河床変動高



2次元河床変動計算結果：(国道43号橋梁地点)

高水敷掘削の違いによって、国道43号橋梁地点の横断形状に大きな変化はないことを確認した。



水理模型実験の追加実験の必要性に対する見解

高水敷掘削の違いによって、模型区間の土砂動態に大きな変化がないことが確認できた。

従って、護床ブロック選定結果(阪神電鉄や潮止堰で利用実績のあるH型ブロックが国道43号橋梁では安定しない、国道43号橋梁においては平型ブロックが有効に機能する)は、高水敷切下げの規模によって変わらないと考えられる。

従って、護床ブロックの選定結果は、高水敷最大掘削案の結果を採用する。

4 検討結果総括

安全性検討	目的	高水敷最大掘削案(第3回治水部会)	高水敷部分掘削(整備計画原案)
水理模型実験	国道43号橋梁の安全性を確認(護床工のタイプ選定)	平成16年台風23号洪水のピーク時には最大で7mもの局所洗掘が発生し、洪水低減期に埋戻された可能性がある。H型ブロック(阪神電鉄や潮止堰で現在使用し安全性が確認できている)を国道43号橋梁の基礎部分に適用すると、洪水時に屈とうし、橋梁の安全性が確保できない。国道43号橋梁の護床工は、平型ブロックが局所洗掘に対して有効に機能する。	検証結果につき変更なし。 河床変動計算の結果、土砂動態に大きな変化がないことから、 <u>変更なし</u> 。
1次元河床動計算	長期的な河床の安定性を把握	現況河道、計画河道ともに堆積傾向。 河床掘削後も現況河道と同様に維持掘削が必要。	共に再計算の結果 <u>変更なし</u> 。
2次元河床変動計算	湾曲外岸部の局所洗掘を把握	湾曲部で局所洗掘が生じる。 護床ブロックによる局所洗掘対策が必要。	共に再計算の結果 <u>変更なし</u> 。
河床ボーリング調査	掘削後の河床の地質に変化がないかを確認	現況河床よりも5~8mの深さまでは、沖積砂礫層(砂礫・礫混じり砂)で構成されており、その下に沖積砂層(砂、シルト混じり砂)が存在する。 基本方針河床まで掘削しても、沖積砂層は現れないため、河床掘削が大規模な河床低下を引き起こす危険性は低い。但し、南武橋周辺については、基本方針河床の約50cm下に沖積砂層(砂・シルト混じり砂)が存在することから、この箇所が弱点部にならないようモニタリングが必要である。	実績ベースの議論であり、 <u>変更なし</u> 。
堤防の浸透に対する強度	浸透に対する安全率の低下量を把握	高水敷掘削が浸透に対する堤防の著しい強度低下(円弧滑り、パイピング)をもたらすことはない、現在予定している堤防強化を行えば、所定の安全率は確保できると考えられる。 事業実施時には、更に詳細検討を行う。	共に高水敷全面切下げに比べてより安全側となるため <u>変更なし</u> 。
塩水遡上・地下水解析	周辺井戸水への影響(枯渇、減水、塩水混入)	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。 河床を掘削し潮止堰及び1号及び2号床止を撤去した場合河川の塩水は国道2号直上流まで遡上し、民生井戸の水深は最大で約60cm低下 2号床止を撤去し河床掘削すると、鳴尾浄水場の井戸水位が最大約80cm低下。(2号床止を改築すると、鳴尾浄水場の水位低下は最大約15cm)	低水を対象とした検討のため <u>変更なし</u> 。