

1 武庫川の概要

1 流域圏の諸元

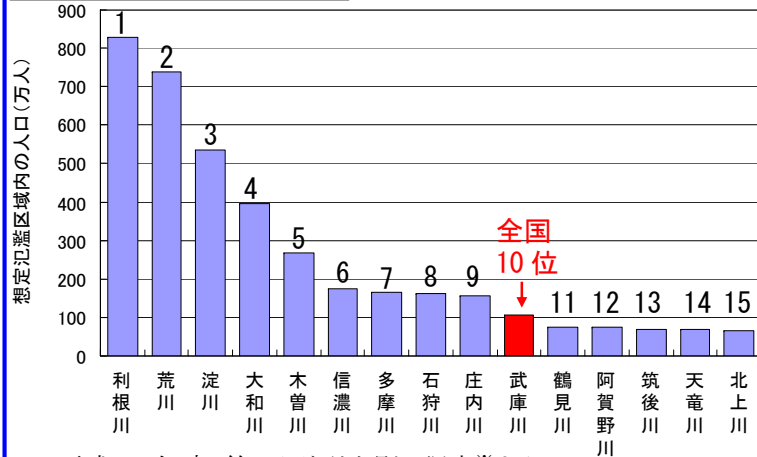
- ① 流域圏面積／人口 : 約 580km²／約 140 万人
(流域圏＝集水域 500km²＋流域外の想定氾濫区域 80km²)
- ② 本川延長 : 約 66km
- ③ 流域市町 : (兵庫県)神戸市、尼崎市、西宮市、伊丹市、宝塚市、三田市、篠山市
(大阪府)能勢町
- ④ 想定氾濫区域内人口 : 約 107 万人^{*}
- ⑤ 想定氾濫区域内資産 : 約 17.7 兆円^{*}

※平成 20 年度 第 8 回河川現況調査より

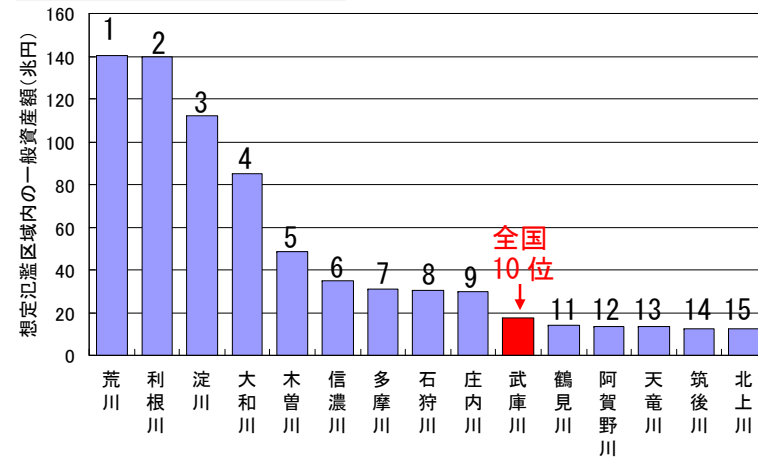
2 想定氾濫区域内の人口・資産ランキング

～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



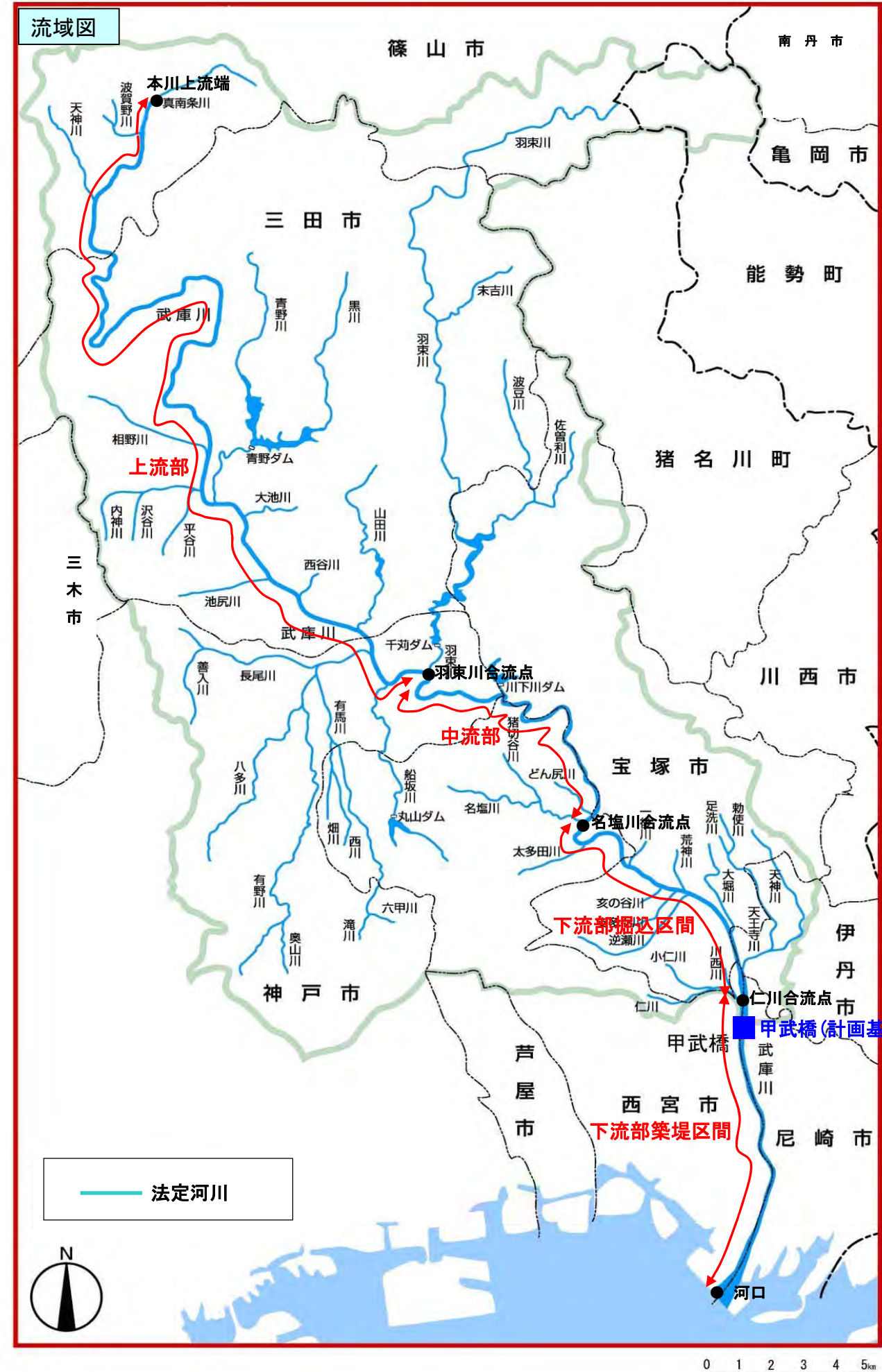
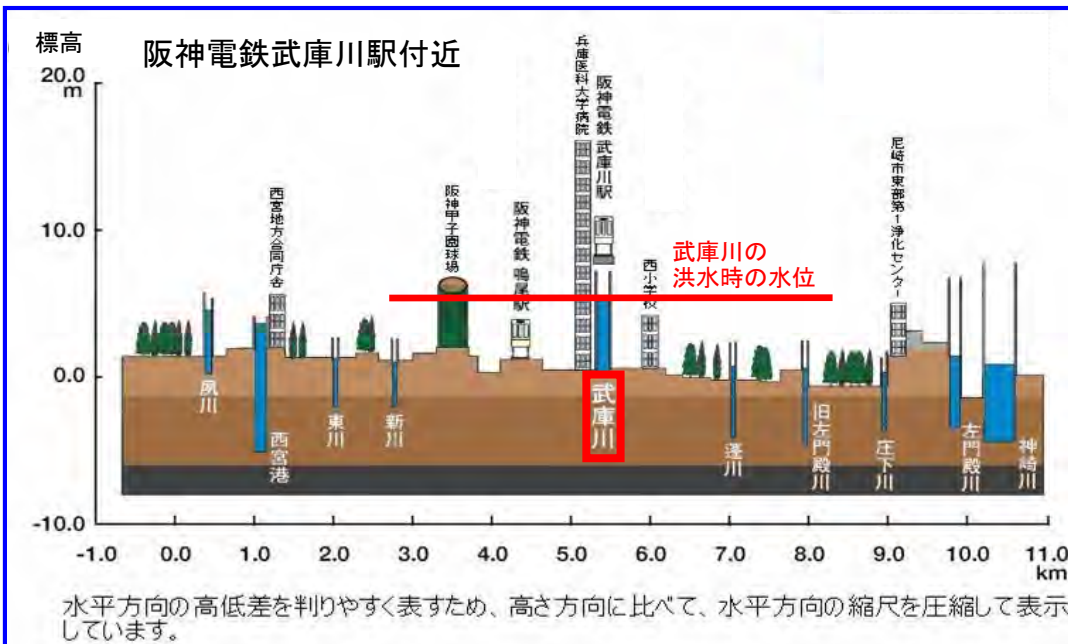
想定氾濫区域内資産



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～



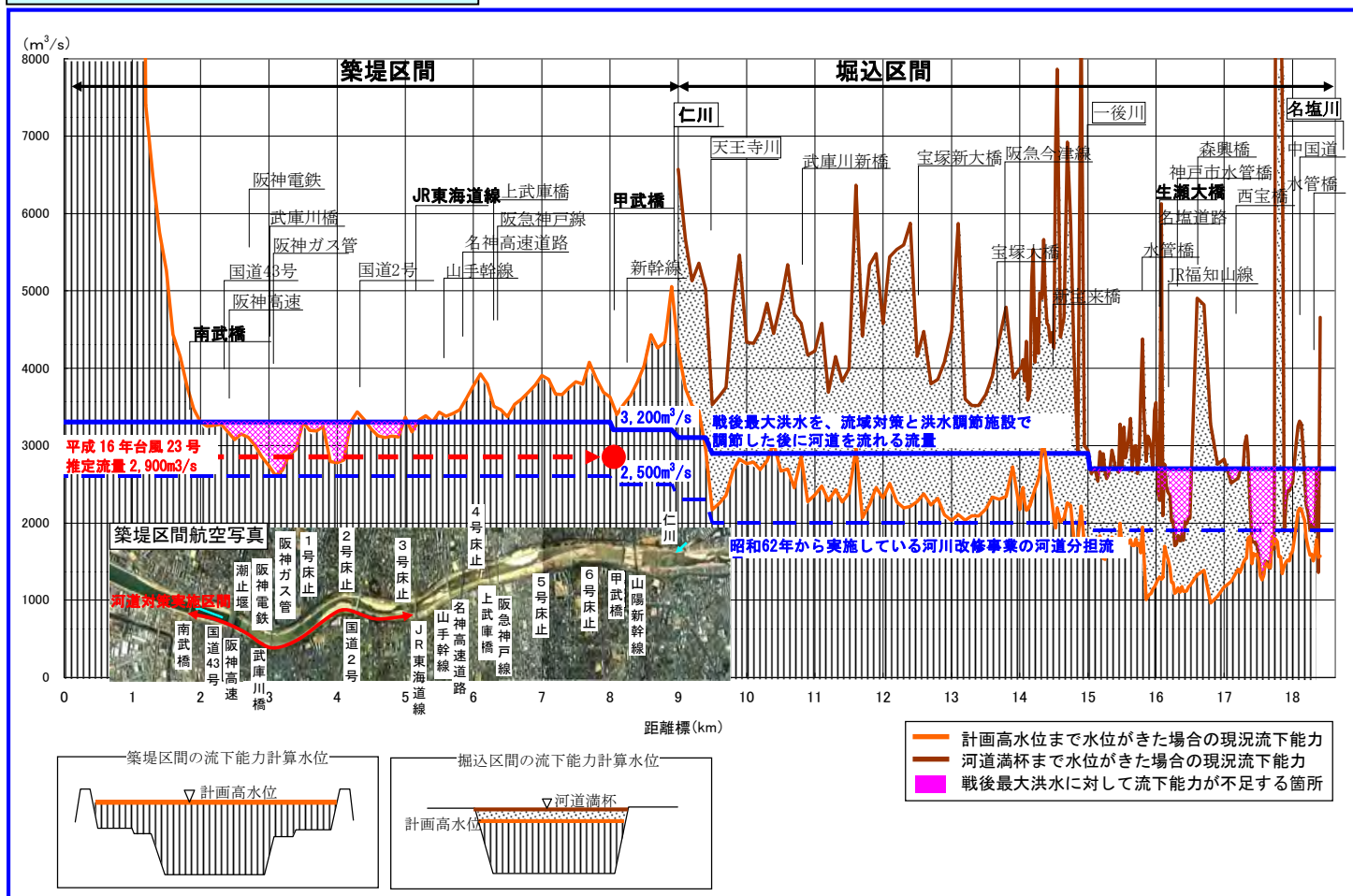
2 河道対策の概要

1 河道掘削の必要性

- ①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*
- ②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
- ③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**
- ④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)

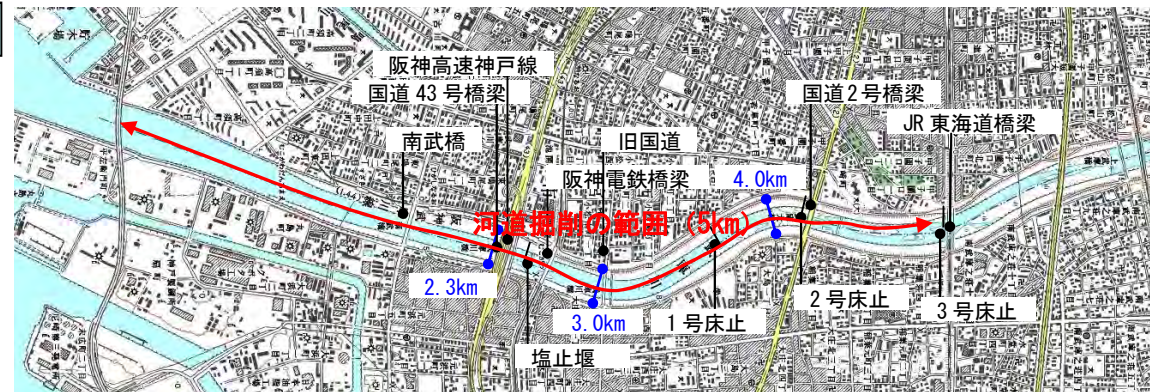
武庫川下流部の現況流下能力図



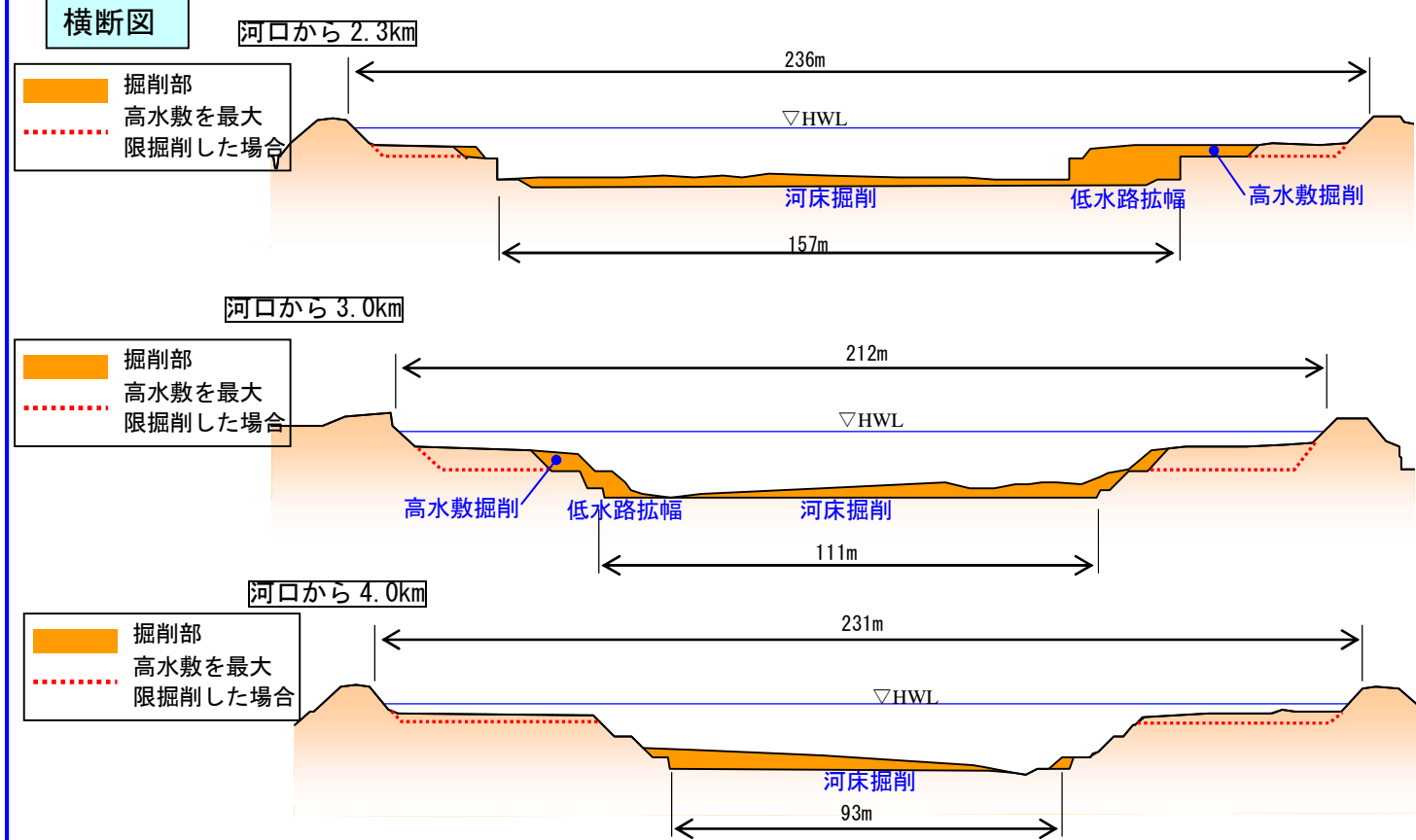
2 河道対策の概要

- ①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。
- ②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
- ③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察し、適切に対応することを前提に撤去

平面図



横断面図



3 河道対策の安全性検討

検討の趣旨

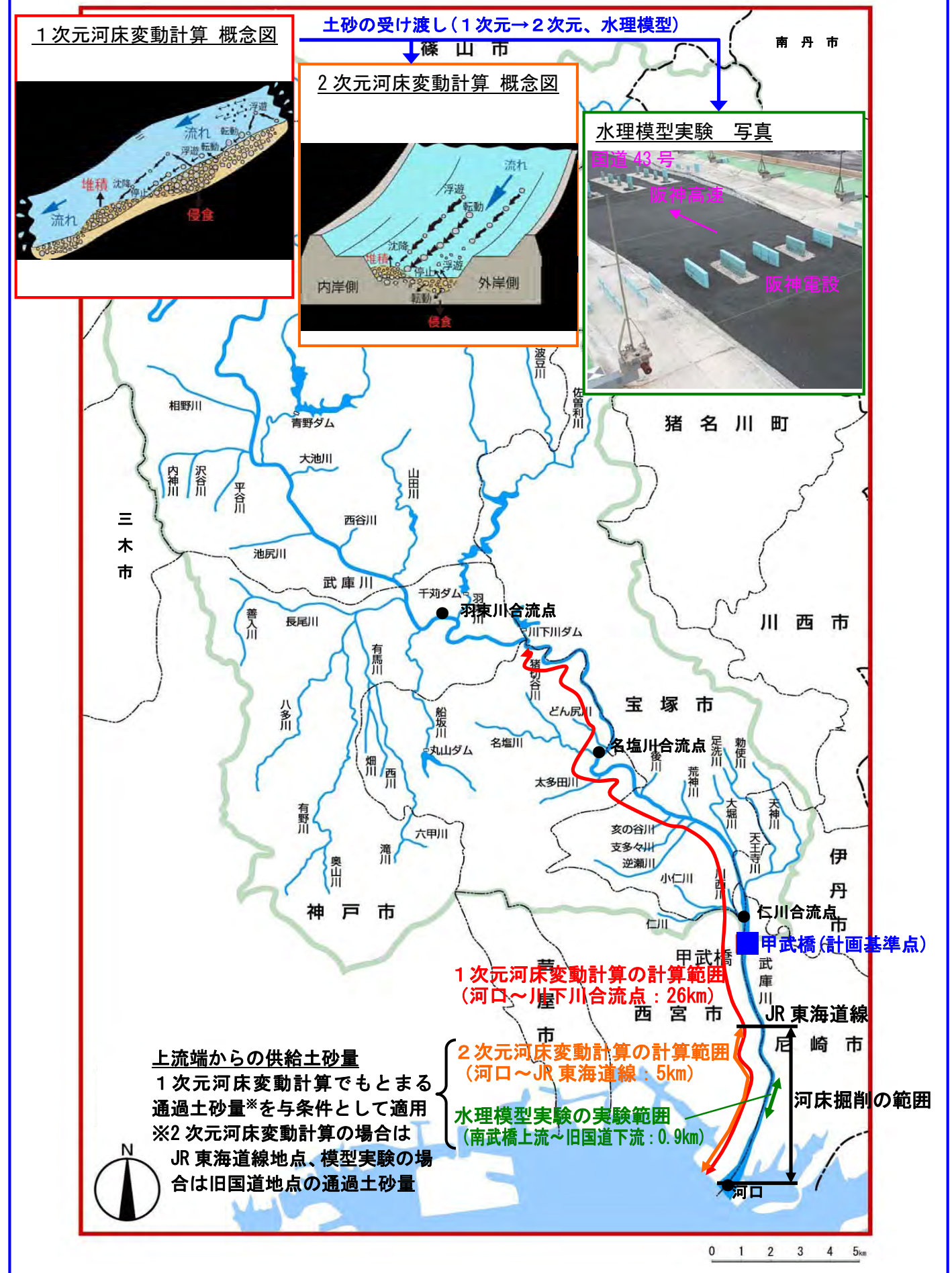
- ① 流下能力ネック部の早期解消を図るため、橋脚補強を併用し、また堰・床止工の撤去も視野に入れた河道掘削を行う。
- ② この対策は、密集市街地を流れる築堤区間で実施するため、**河道掘削の安全性を確認**した。

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①～③)



A 水理模型実験

1 検討目的

- ①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。
- ②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。 ⇒4.5mm（現地粒径）×1/50（模型縮尺）×1.65/0.4（砂と石炭の水の中比重の比）≒0.4mm

(2) 実験ケース

実験ケース	甲武橋地点流量	河道	実験内容
①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
②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	①H型ブロック、②平型ブロック、③平型ブロック+吸出防止剤
③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）

- 1)平成16年台風23号推定流量
- 2)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
- 3)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）
①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
②護床ブロックの選定実験	3,200m 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地点の不等流計算による水位と流量の関係	19万m ³
	3,700m ³ /s		22万m ³
③最終確認実験	3,700m ³ /s		22万m ³

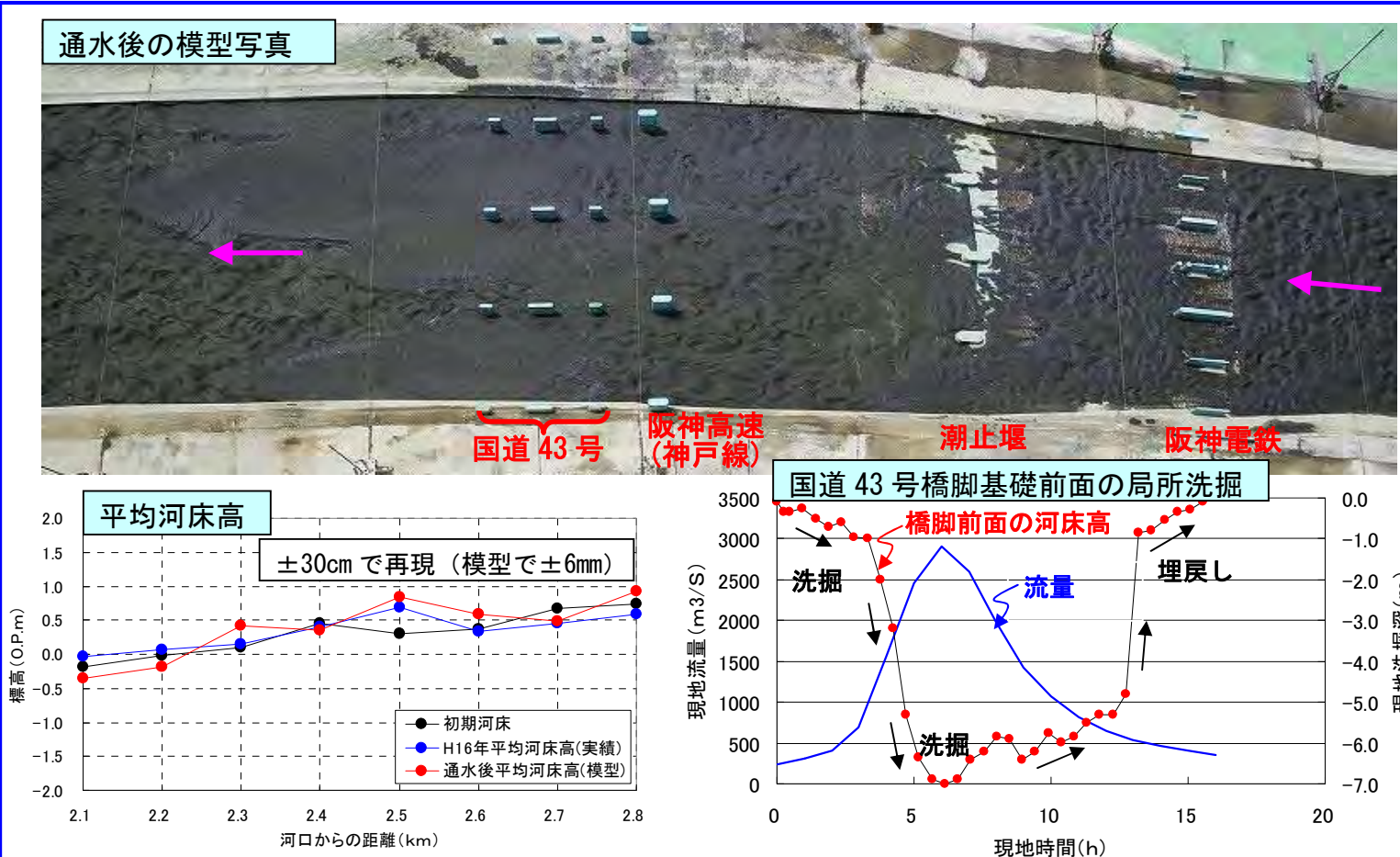
※1洪水中に2.9km地点（模型上流端）を通過する1次元河床変動計算の全土砂量（ウォッシュロード除く）

④ 模型実験の範囲

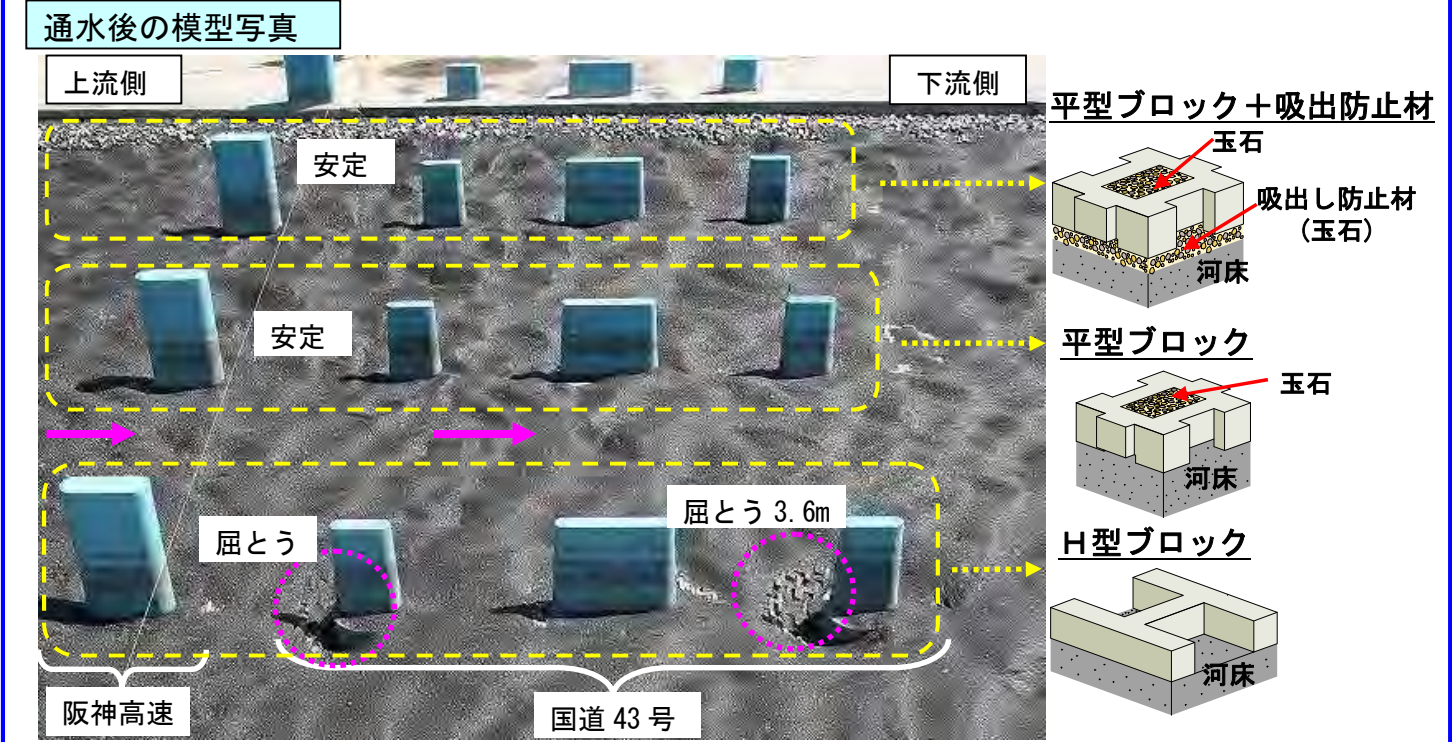
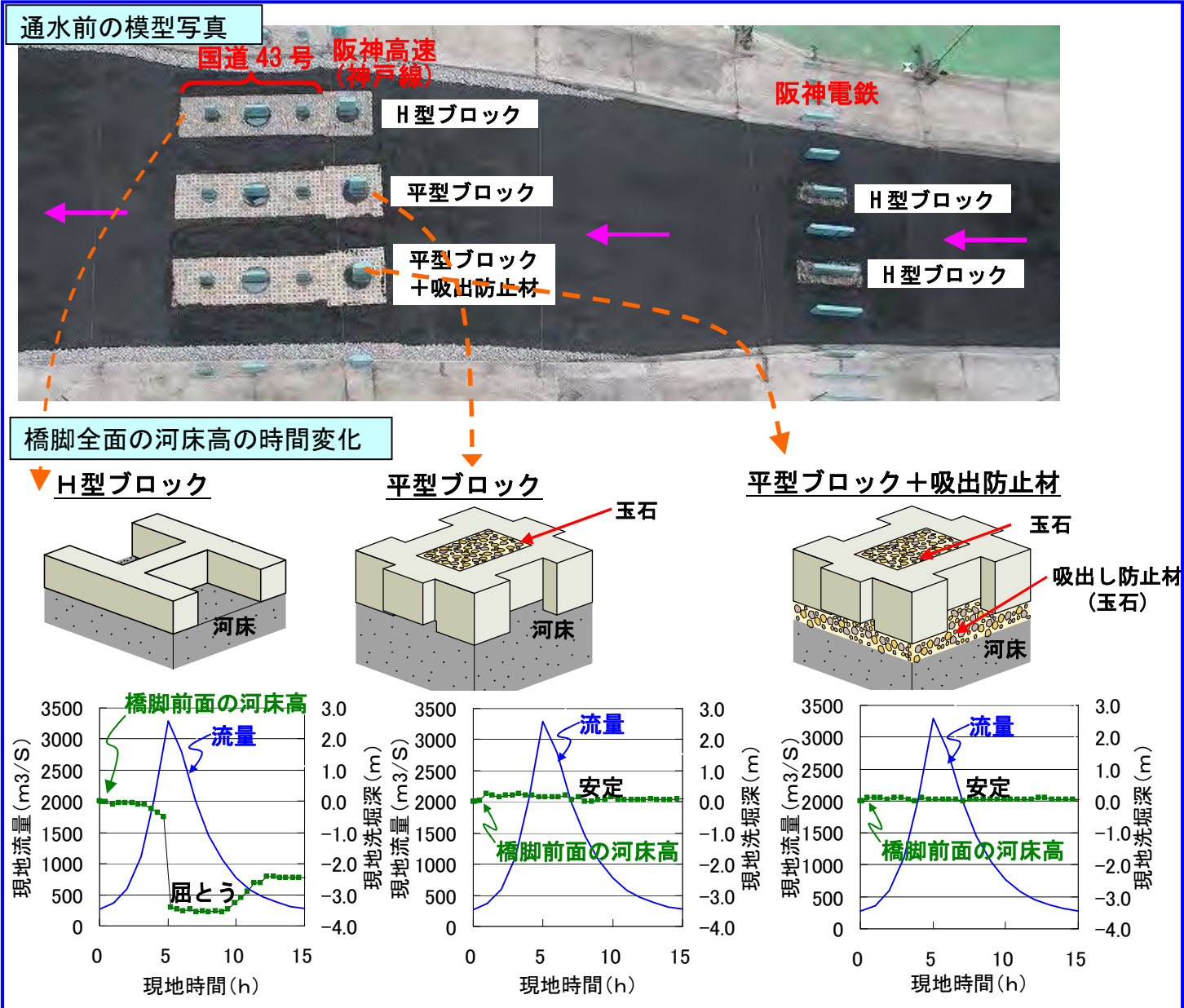


3 実験結果

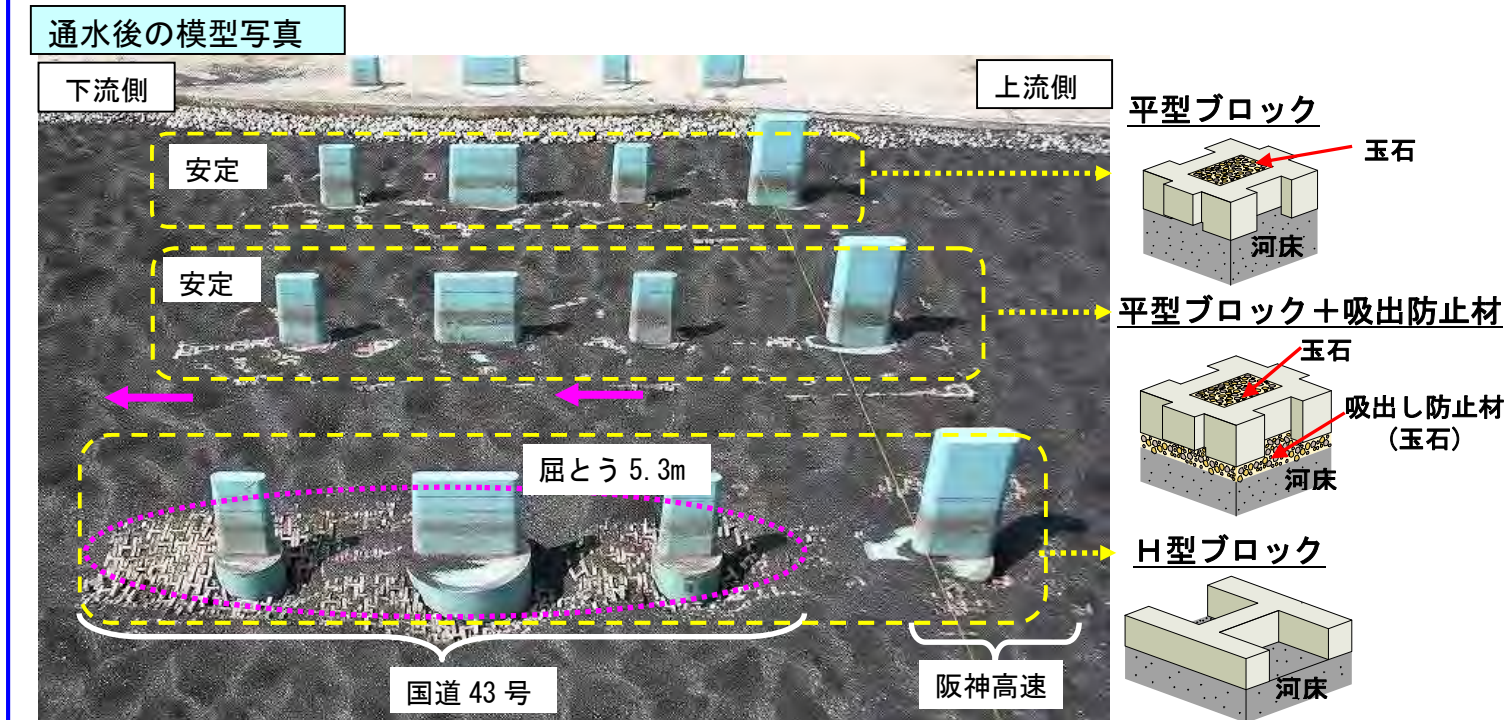
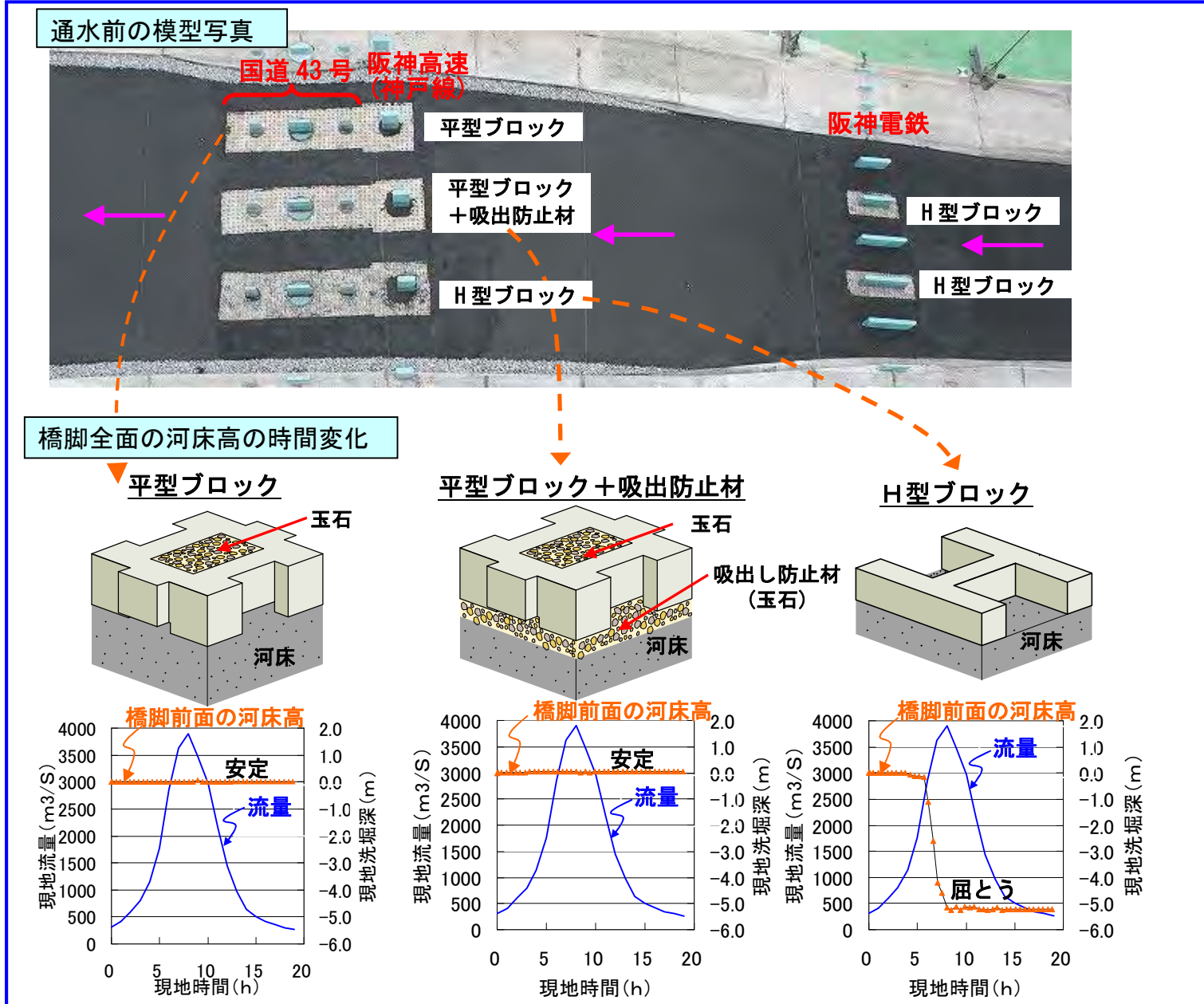
① 検証実験（平成16年台風23号洪水後の河床高の再現：甲武橋地点流量2,900m³/s）



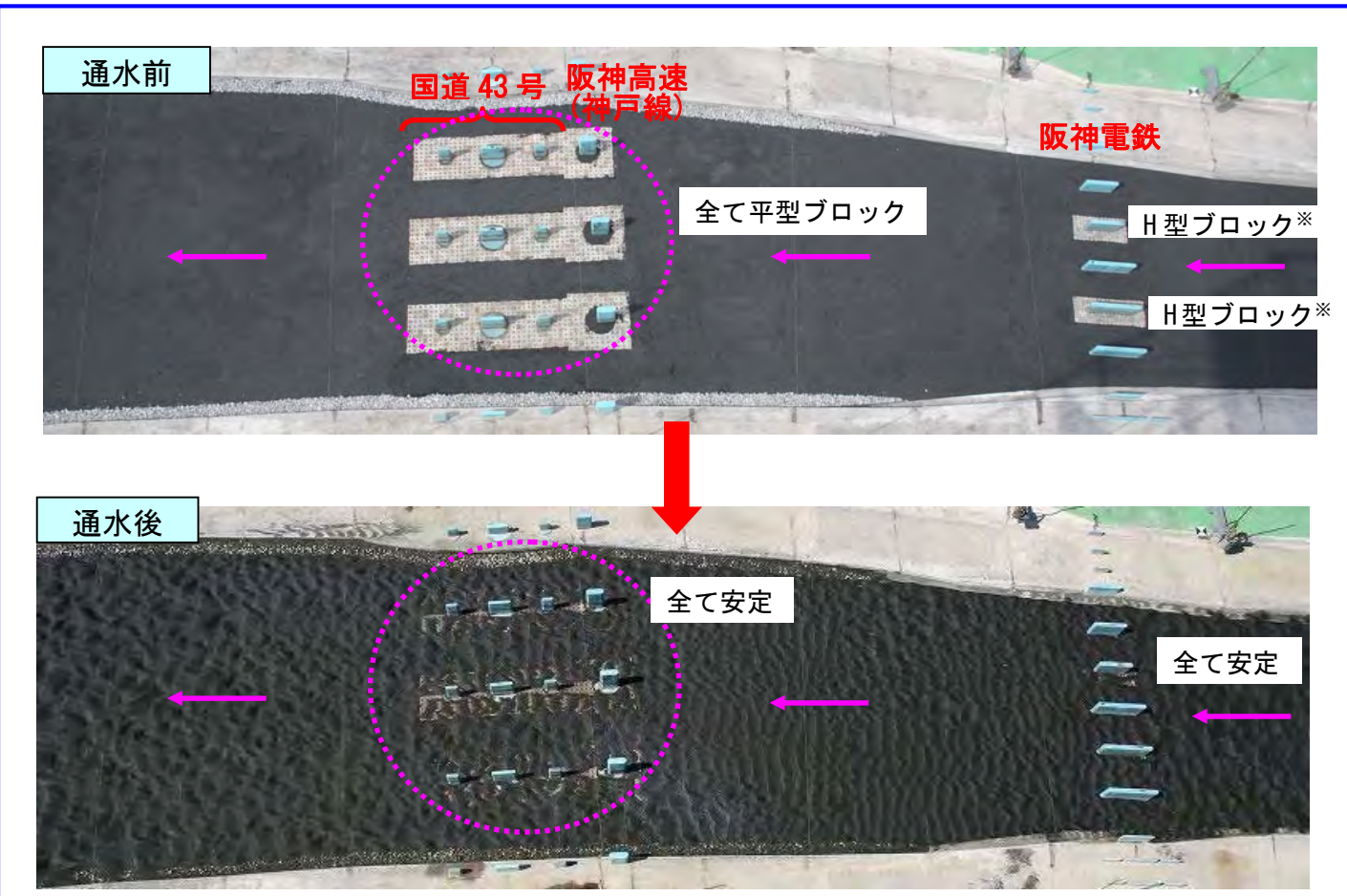
② 護床ブロックの選定実験（整備計画流量：甲武橋地点流量 3,200m³/s）



③ 護床ブロックの選定実験（基本方針流量：甲武橋地点流量 3,700m³/s）



④ 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

①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。

②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

- ①H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。
- ②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。

- ①通常出水による**長期的な河床変動** → 1次元河床変動計算
- ②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)	河口～JR東海道線(5km)
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

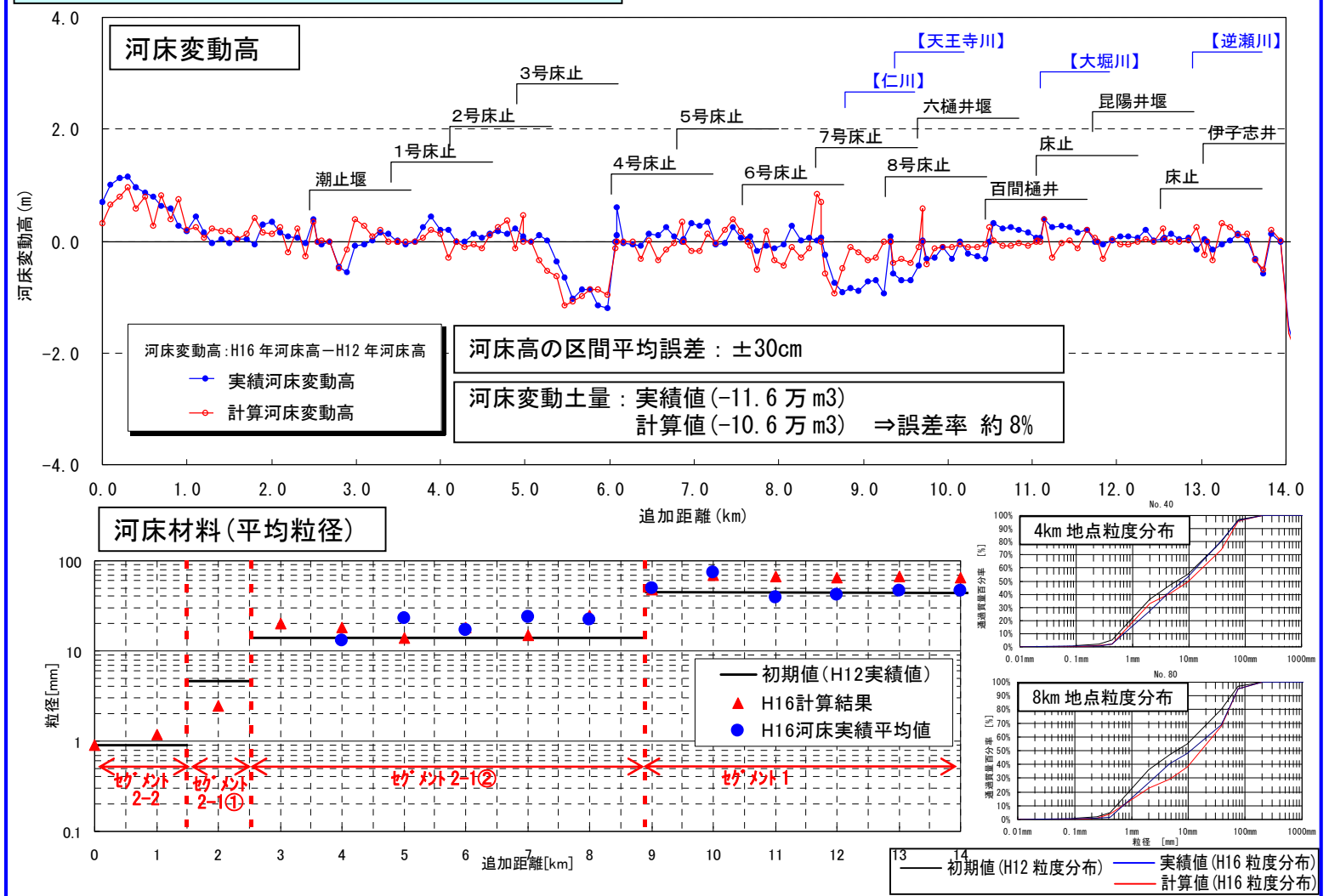
条件		1次元河床変動計算	2次元河床変動計算
初期河道		ケース①：現況河道(平成12年度の測量横断) ケース②：整備計画河道(2号床止改築案、2号床止撤去案) 河床材料は何れも平成12年調査データ	
流況等	通常出水による長期的な河床変動	(流況)S62年～H18年の実績流量(20年間) (下流端水位)S62年～H18年の尼崎港実績潮位	—
	大規模出水時の局所洗掘(1出水)	(流況)3,200m ³ /s(整備計画の河道分担流量) [*] 3,700m ³ /s(基本方針の河道分担流量) (下流端水位)朔望平均満潮位+海水と淡水の密度差による水位上昇量	
上流端供給土砂量	流量に応じて土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

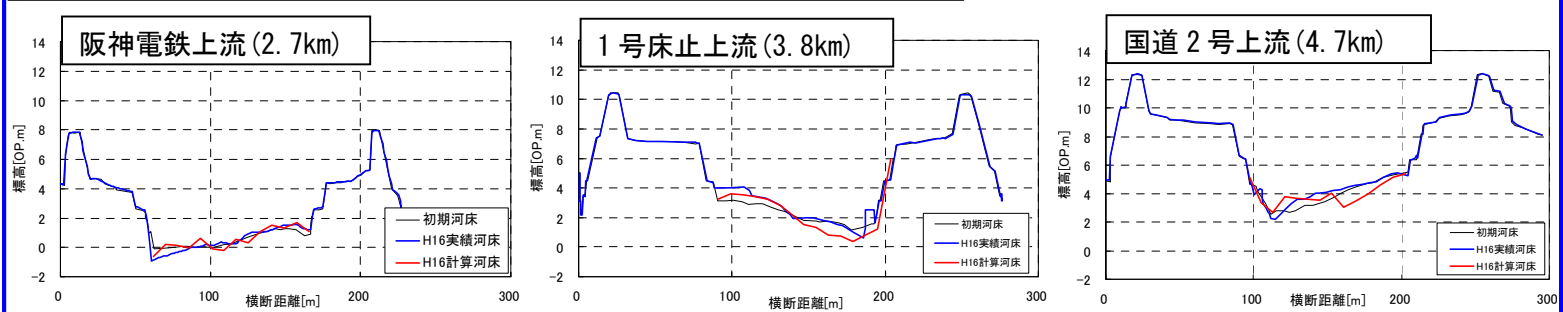
3 計算結果

(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

①「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②「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)

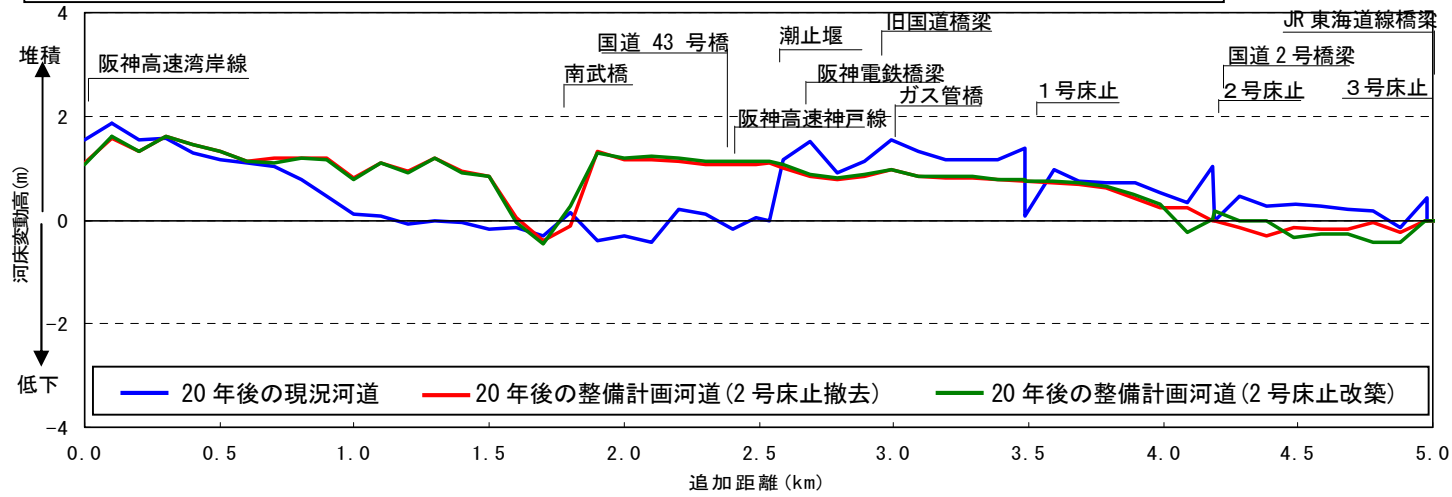
表層地質	流域面積(km ²)	比流出土砂量(m ³ /km ² /年)	比流出土砂量の根拠
花崗岩	4.6	1,490	丸山ダム堆砂量
流紋岩	125.2	120	青野ダム堆砂量
礫岩・砂岩・泥質岩類	104.2	530	呑吐ダム堆砂量
名塩川合流点(面積加重平均)	234.0	330	

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

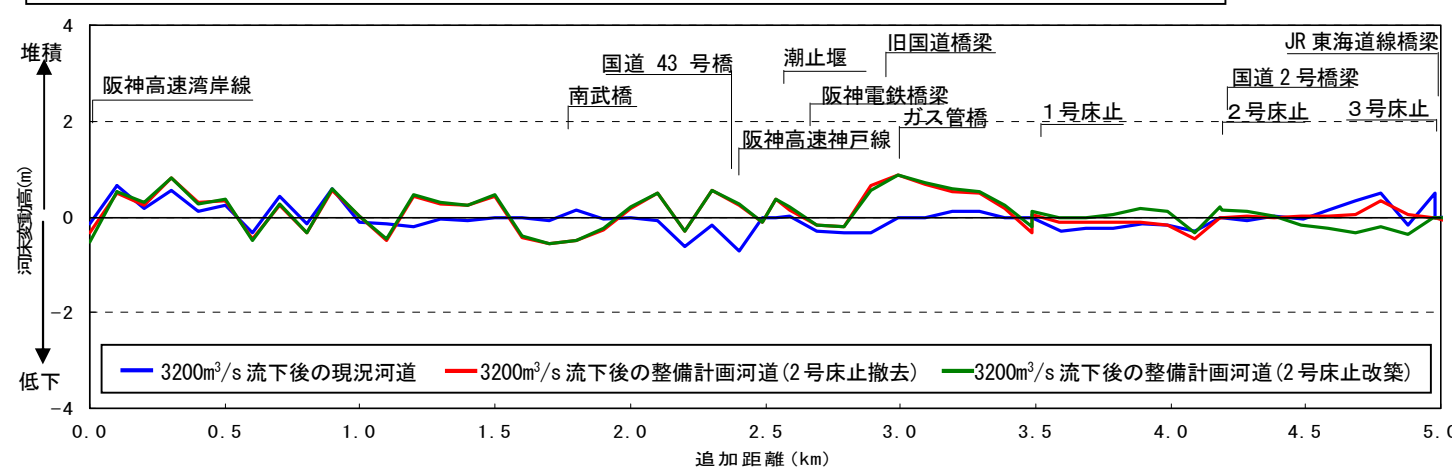
(2) 予測計算結果

1次元河床変動計算

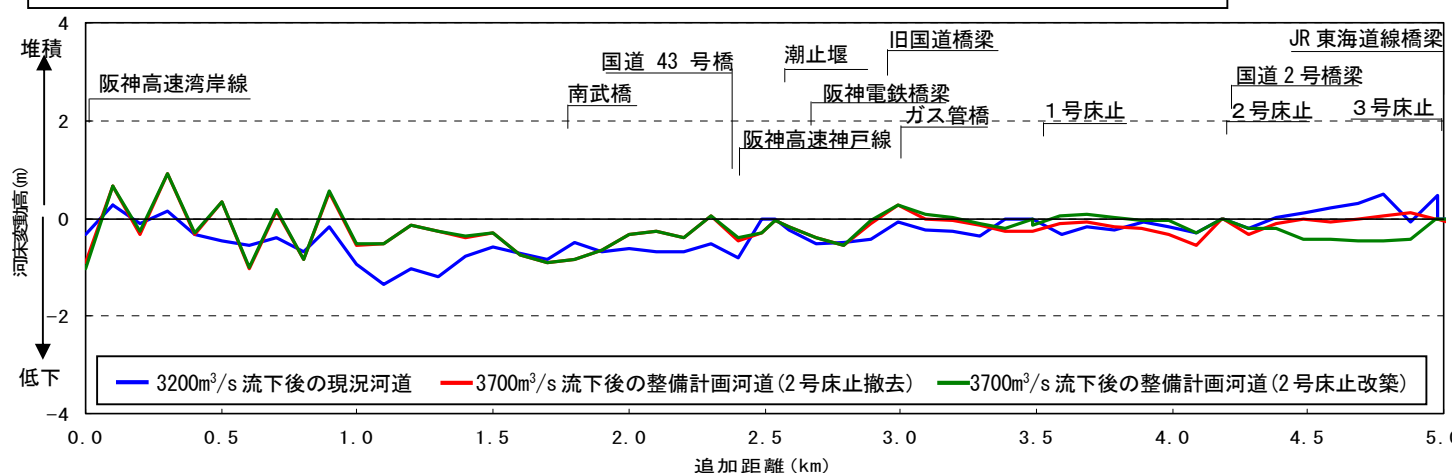
①通常出水による長期的な河床変動高(20年後の予測:S62年~H18年の実績流量)



②大規模出水による河床変動高(整備計画流量:甲武橋地点流量3,200m³/s)



③大規模出水による河床変動高(基本方針流量:甲武橋地点流量3,700m³/s)

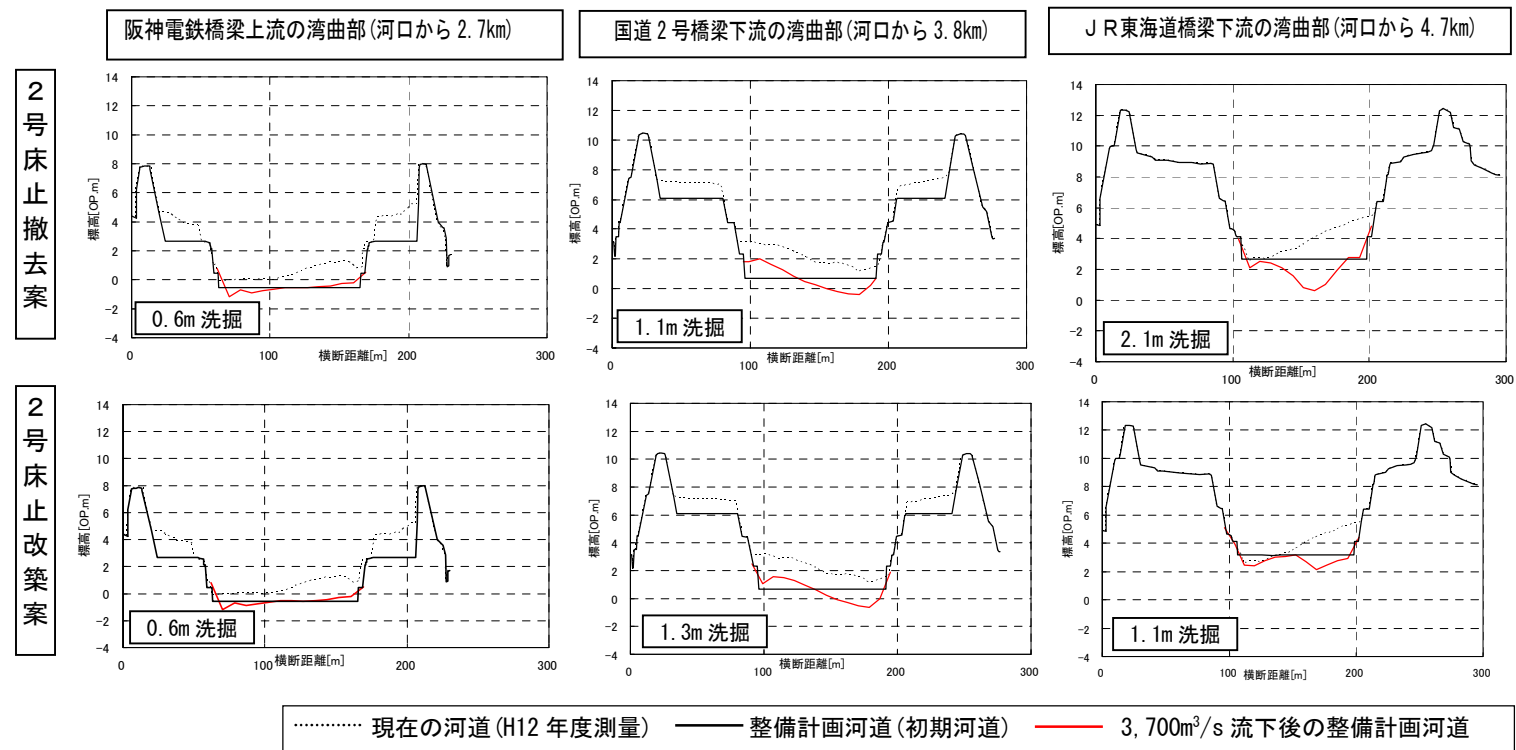


4 結論

- (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。

2次元河床変動計算

①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)



②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)

