

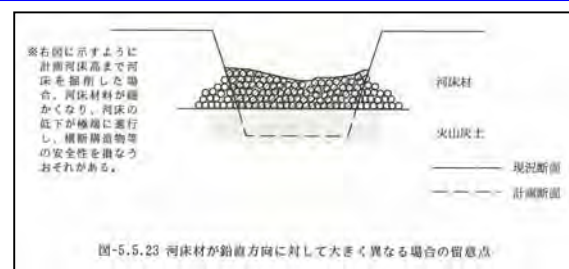
D 河床ボーリング調査

1 調査目的

- ①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。
- ②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。
- ③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①：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②：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



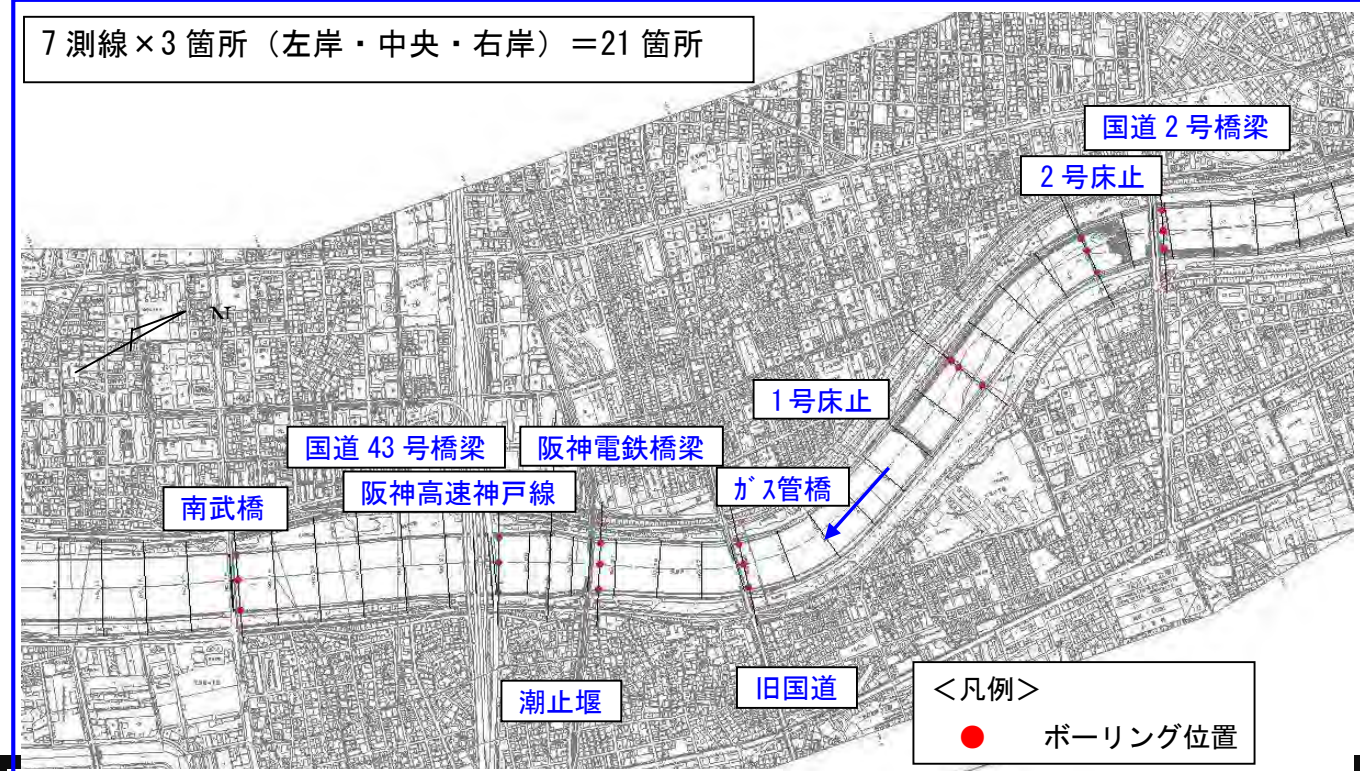
写真 4.15.1 大場川における被災状況(提供)静岡新聞社

4 結論

- ①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。
- ②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。
- ③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。

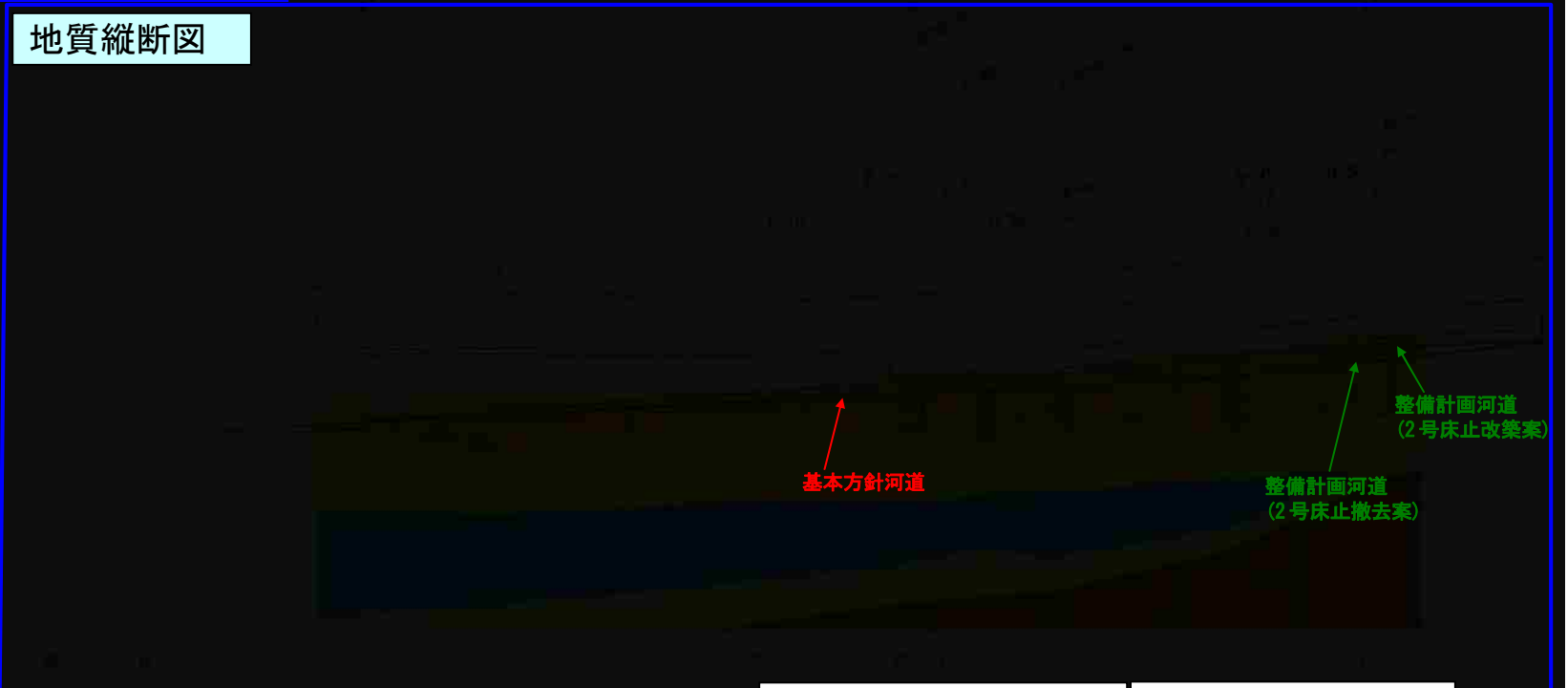
2 ボーリング調査実施箇所

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		含水層区分凡例		柱状図凡例	
■	礫土層(砂礫・礫混じり砂)	▲	砂礫層(砂礫・礫混じり砂)	□	砂礫
■	沖積砂礫層(砂礫・礫混じり砂)	▲	砂礫層(砂礫・礫混じり砂)	□	礫混じり砂
■	沖積砂層(砂・シルト混じり砂)	▲	砂層(透水性)	□	砂
■	沖積粘土(粘土)	▲	砂層(不透水性)	□	シルト混じり砂
■	沖積砂層(砂・シルト混じり砂)	▲	砂層(透水性)	□	粘土・シルト
■	沖積砂礫層(砂礫・粘土質砂礫)	▲	砂層(不透水性)	□	粘土質砂

<地質縦断図の推定方法>

- ①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。
- ②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

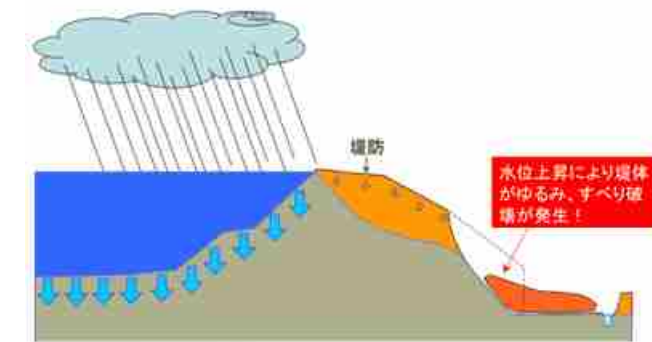
1 検討目的

- ①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。
- ②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。

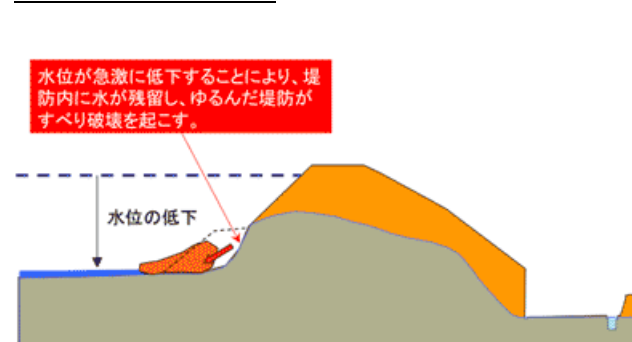
※高水敷については基本方針レベルの掘削を行った「高水敷最大掘削案」について検討し、安全性を確認した。

2 浸透による破堤のメカニズム

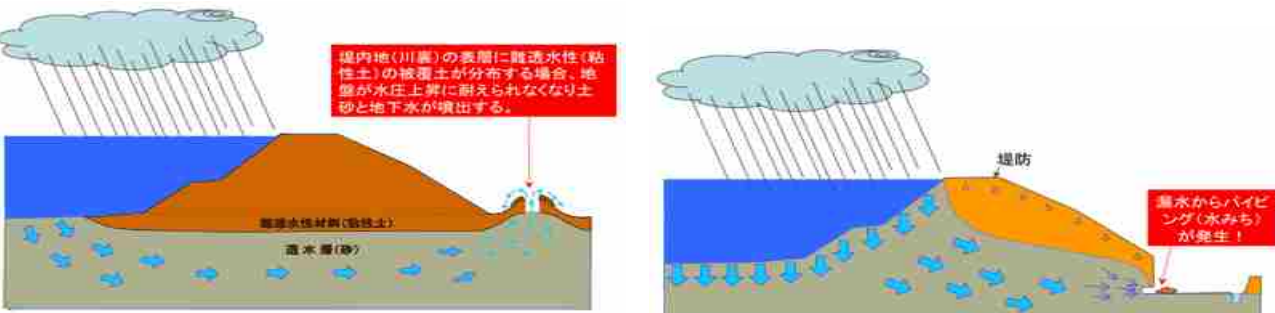
裏法すべり破壊



表法すべり破壊



パイピング破壊



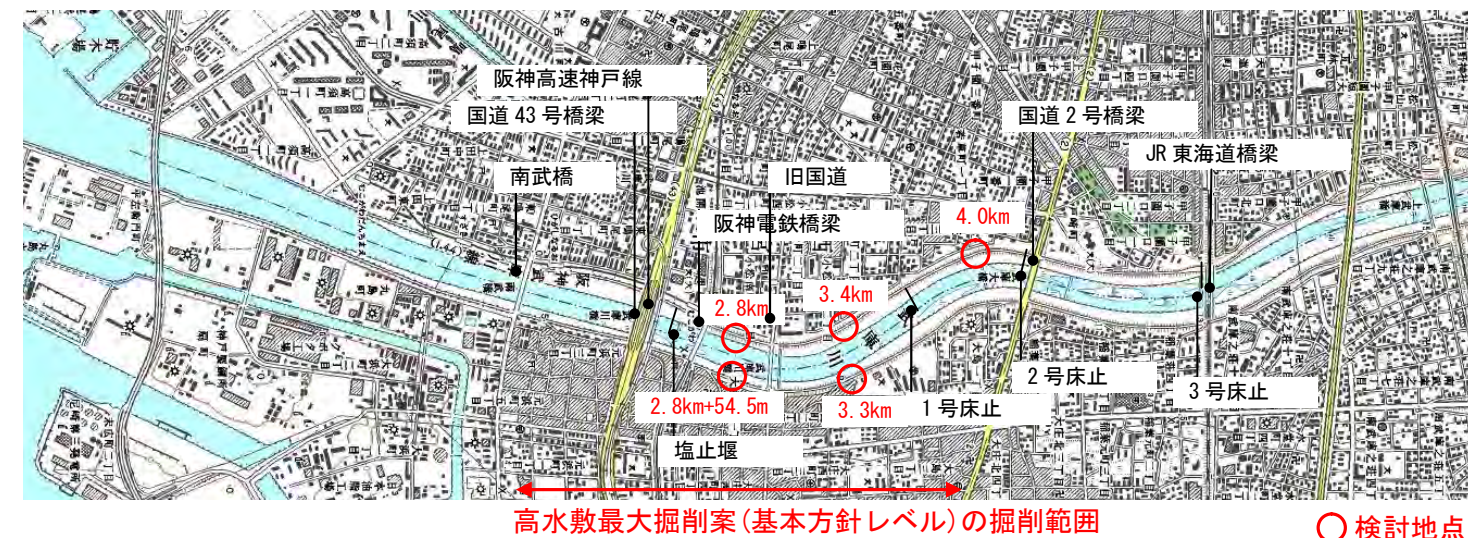
3 検討内容

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	⇒	0.44
	水平	0.41	⇒	0.44		水平	0.37	⇒	0.38
円弧滑り	裏法	1.34	⇒	1.32	円弧滑り	裏法	1.27	⇒	1.22
	表法	1.55	⇒	1.20		表法	1.52	⇒	1.45

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	⇒	0.78
	水平	0.34	⇒	0.38		水平	0.51	⇒	0.80
円弧滑り	裏法	1.29	⇒	1.25	円弧滑り	裏法	1.19	⇒	1.16
	表法	1.57	⇒	1.23		表法	1.73	⇒	1.11

3.3k左岸	動水勾配、滑り安全率			(参考) 基準安全率					
	現況	⇒	掘削後						
動水勾配	鉛直	0.41	⇒	0.42	動水勾配	鉛直	0.73	⇒	0.73
	水平	0.73	⇒	0.73		水平	0.73	⇒	0.73
円弧滑り	裏法	1.29	⇒	1.27	円弧滑り	裏法	1.29	⇒	1.27
	表法	2.14	⇒	1.52		表法	2.14	⇒	1.52

6 結論

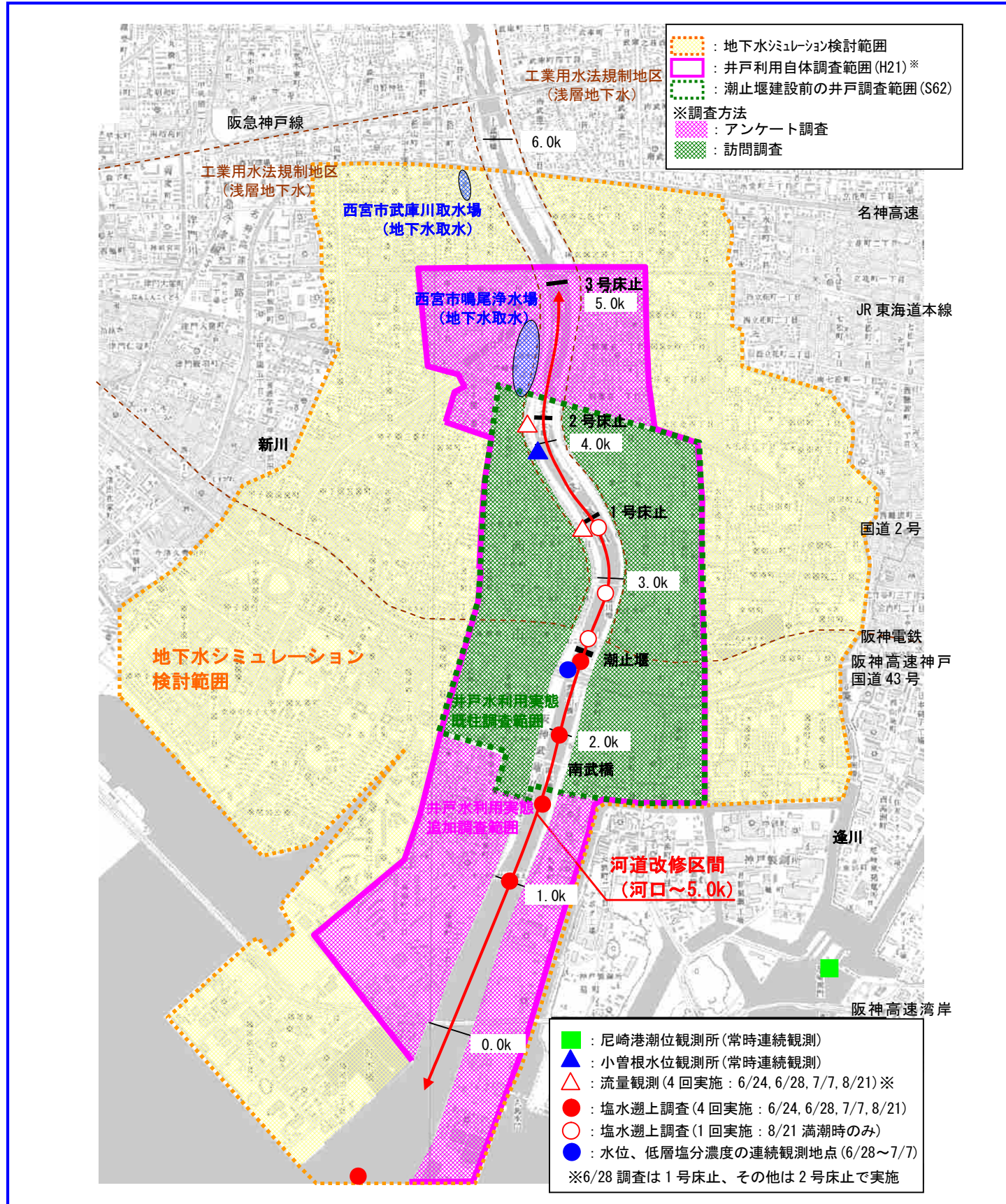
高水敷掘削が浸透に対する堤防の著しい強度低下（円弧滑り、パイピング）をもたらすことはなく、現在予定している堤防強化を行えば、所定の安全率は確保できると考えられる。
事業実施時には、更に詳細検討を行う。

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

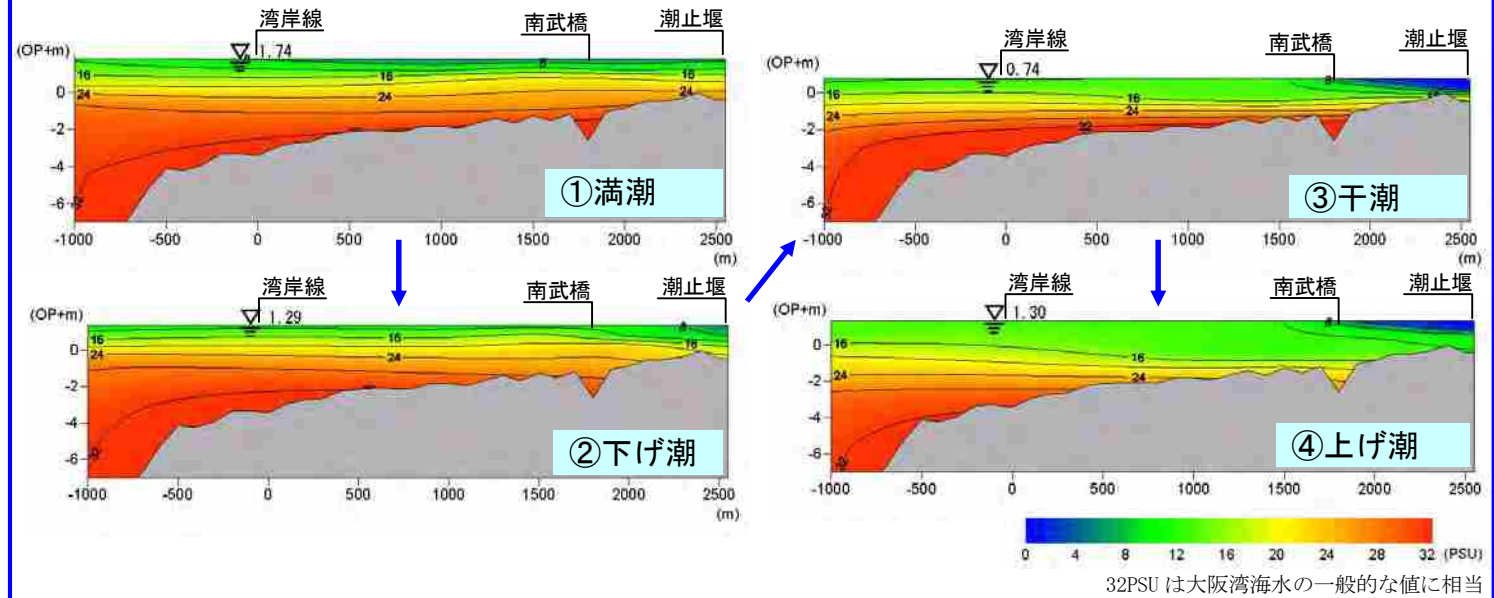
(1) 塩水遡上調査

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（①満潮時、②下げ潮時、③干潮時、④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

- ① 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)
- ② 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※

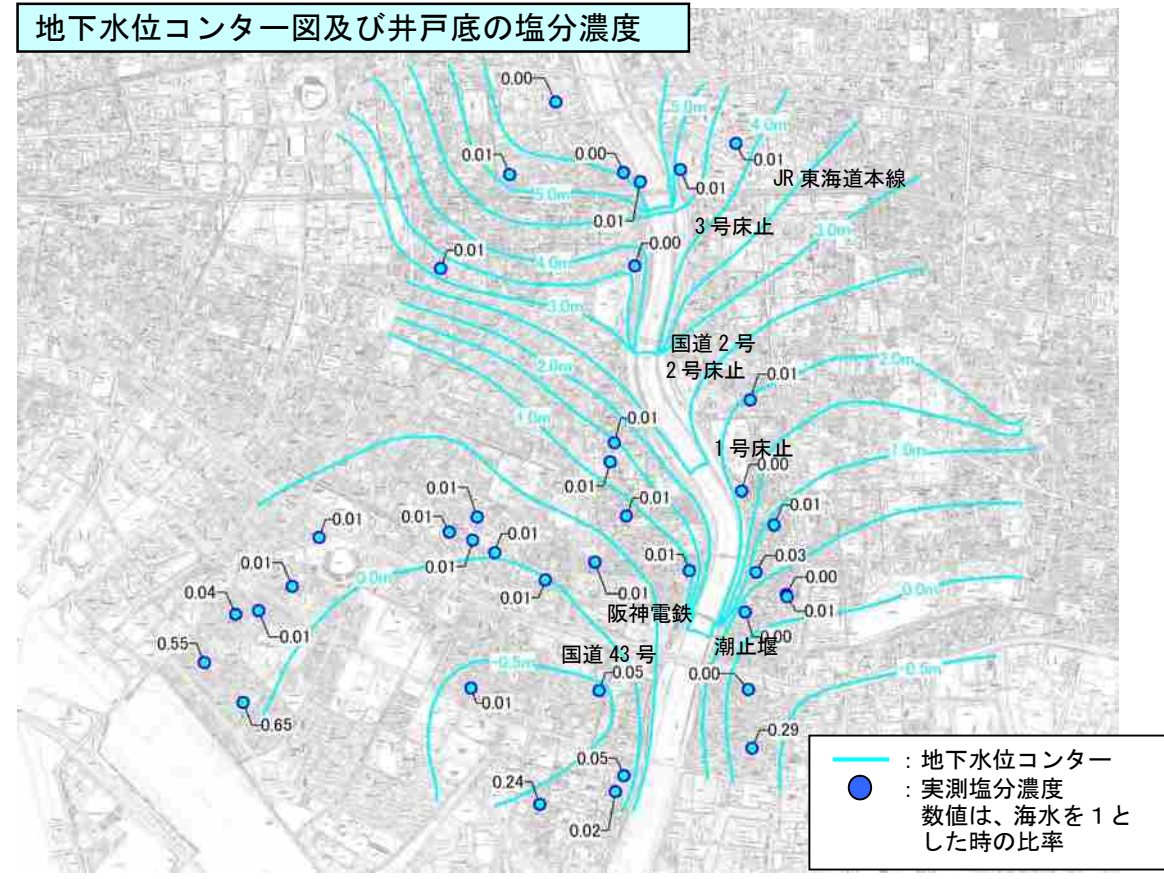
昭和 62 年	平成 14 年	平成 21 年
約 110 箇所	約 50 箇所	約 40 箇所

※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



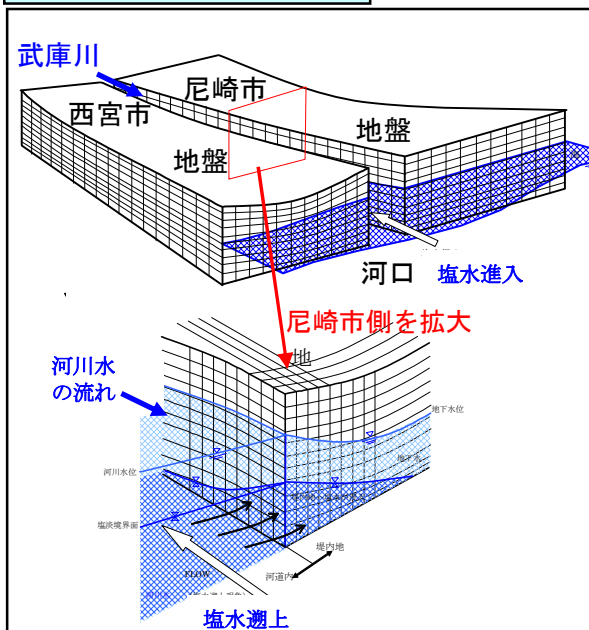
4 計算条件

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	①H21. 6. 22～H21. 7. 7 ②H21. 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



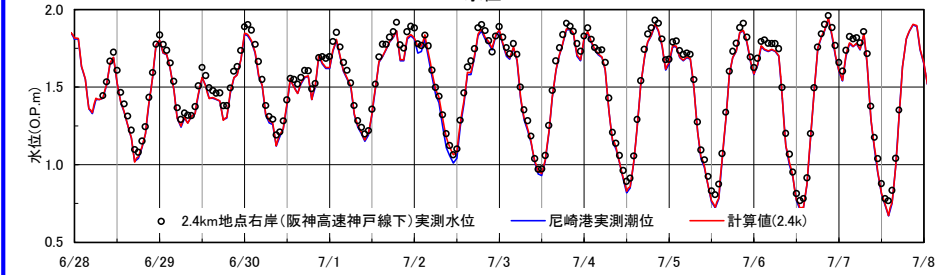
予測計算の条件

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)

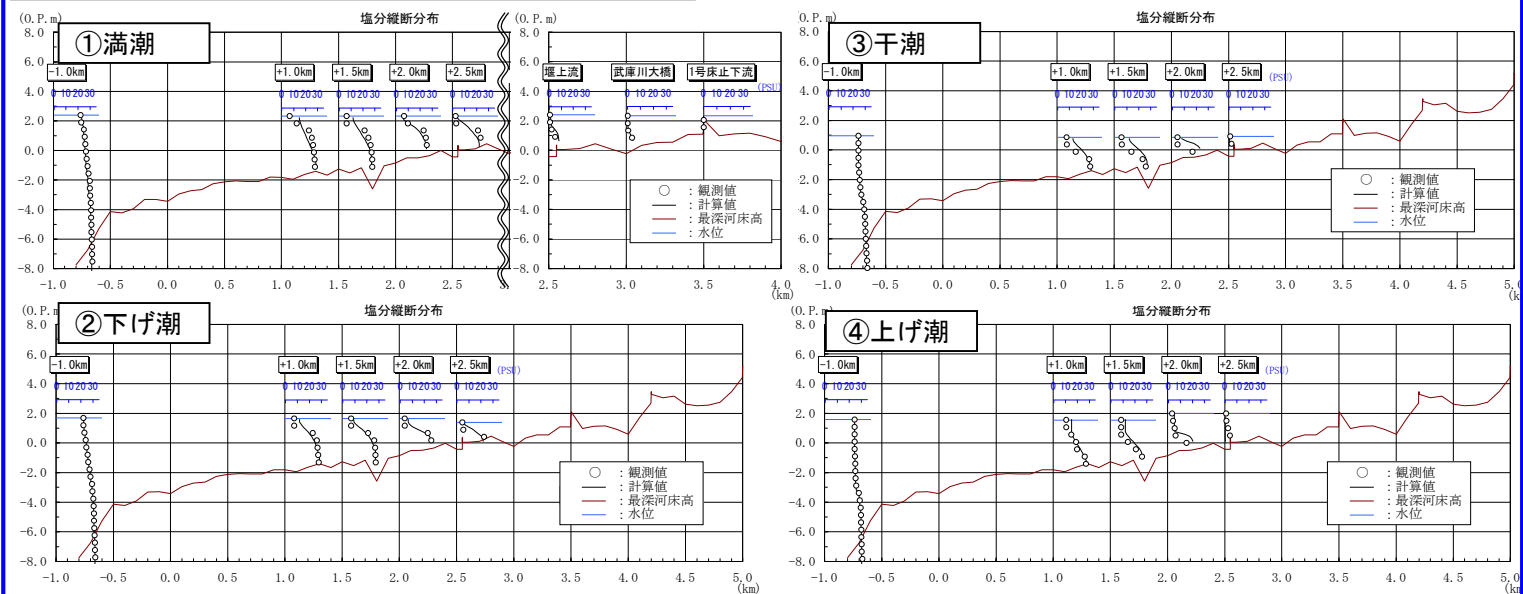
5 計算結果

(1) 検証計算

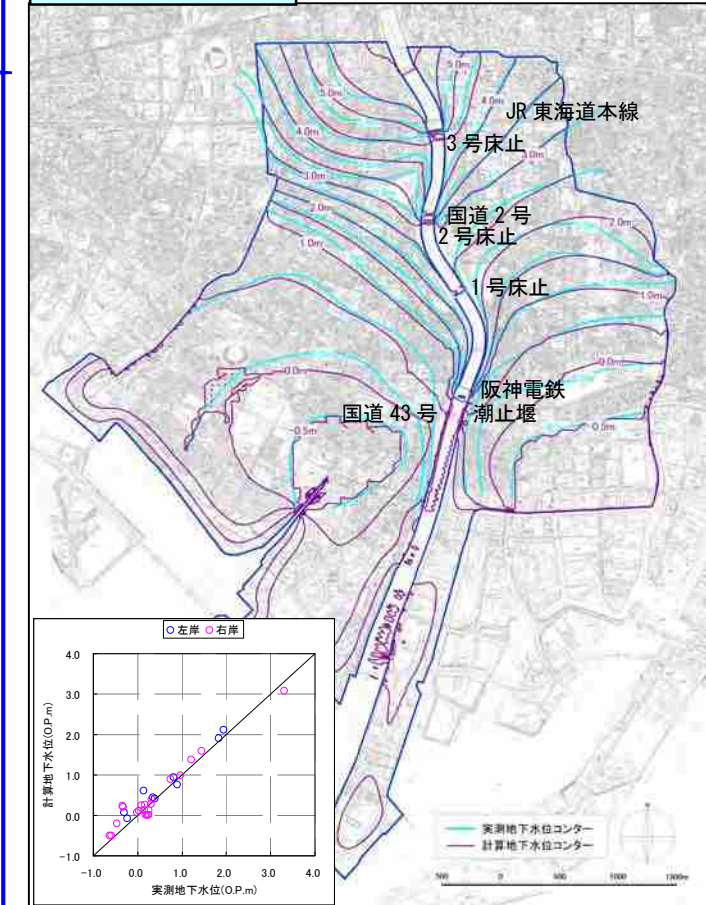
水位計算(阪神高速神戸線地点)



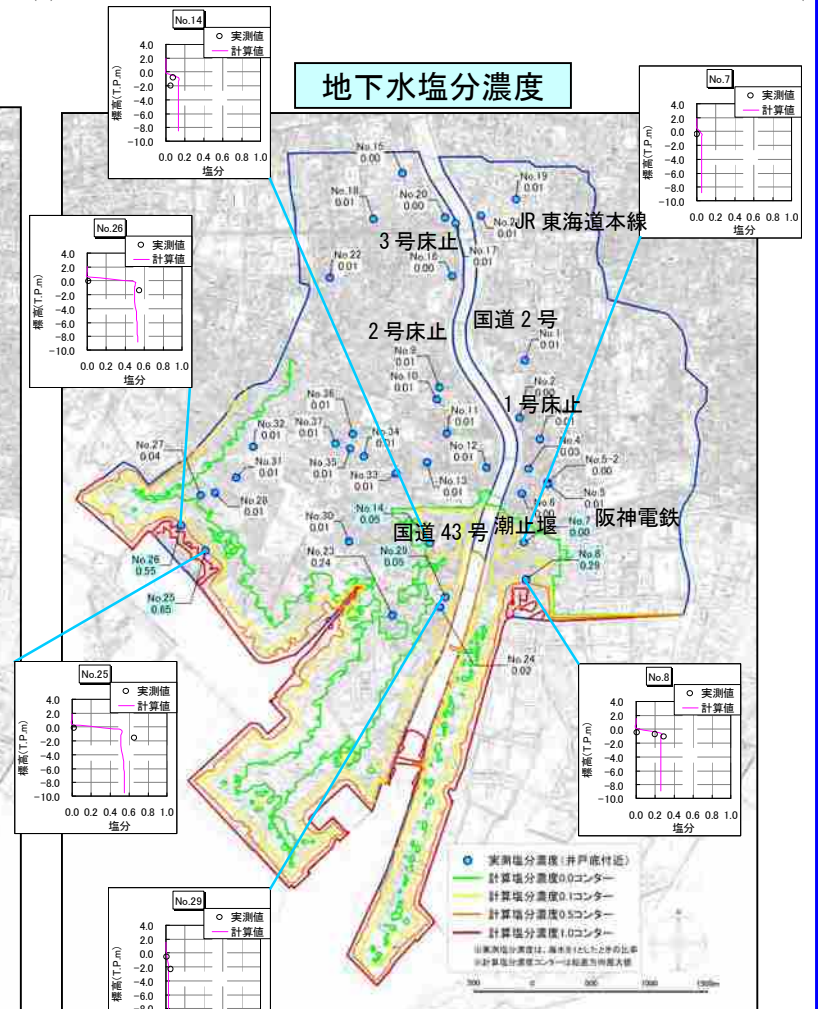
塩水遡上計算結果の例(8/21大潮の場合)



地下水計算結果

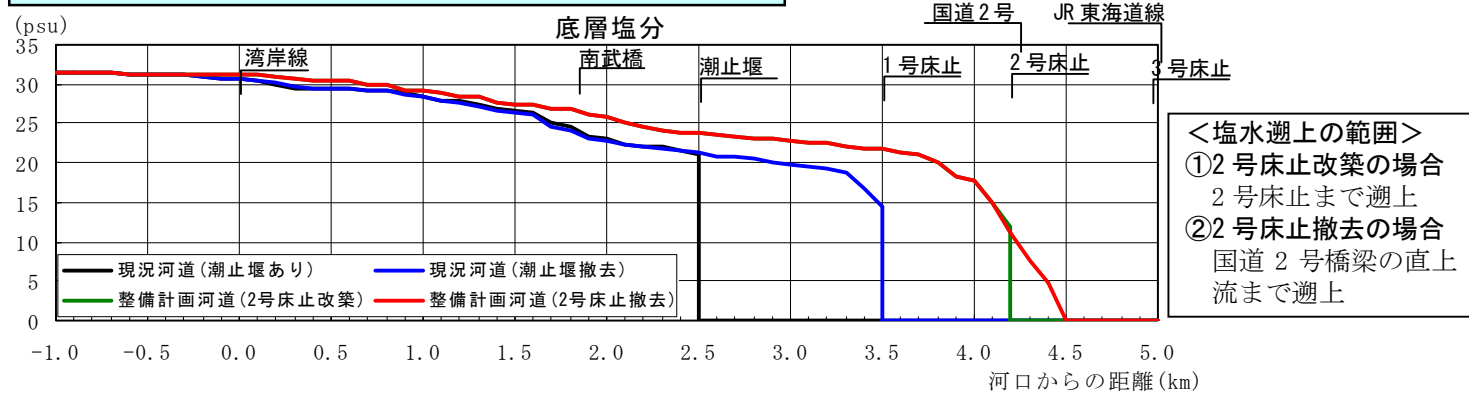


地下水塩分濃度



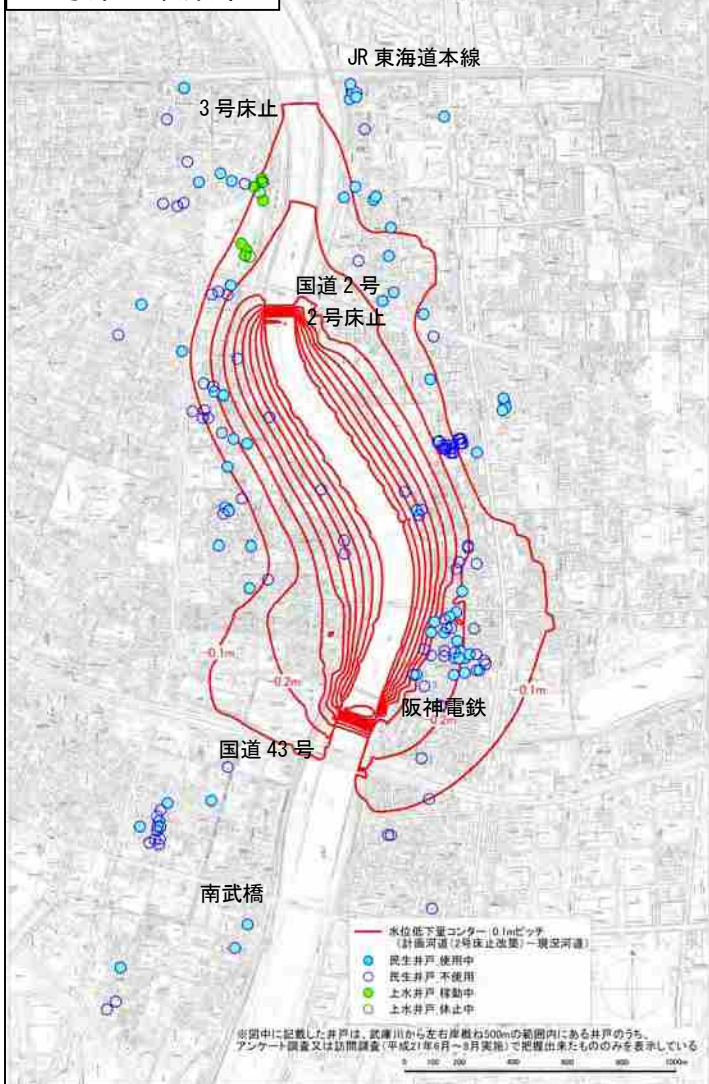
(2) 予測計算

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

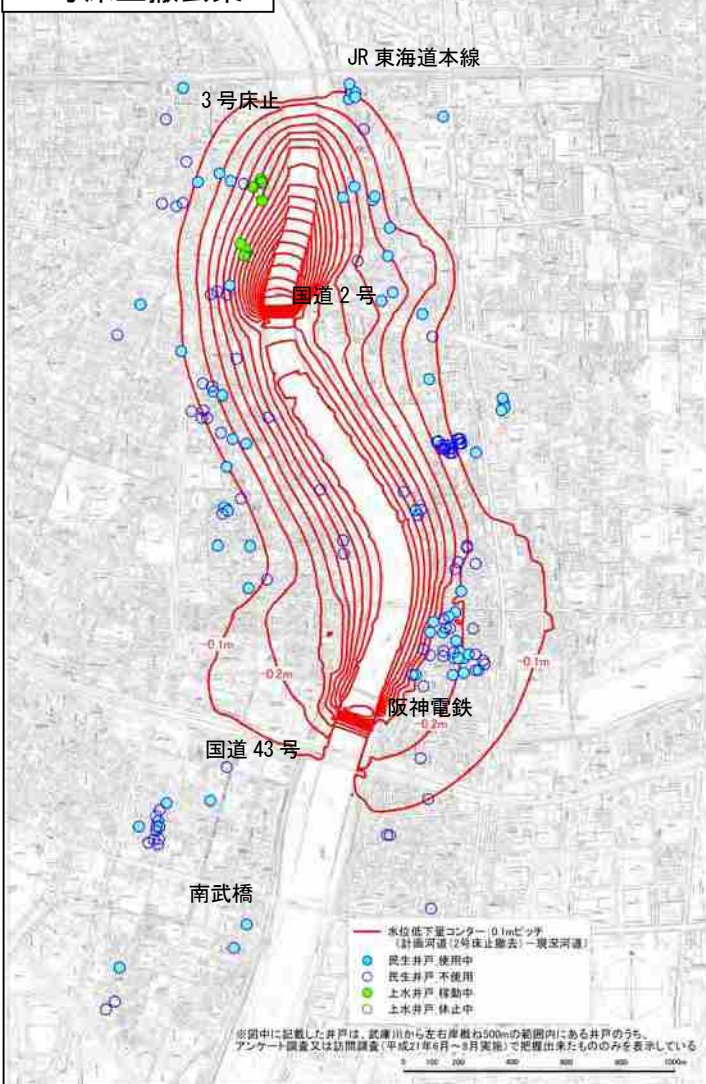
2号床止改築案



<地下水位低下>

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

2号床止撤去案



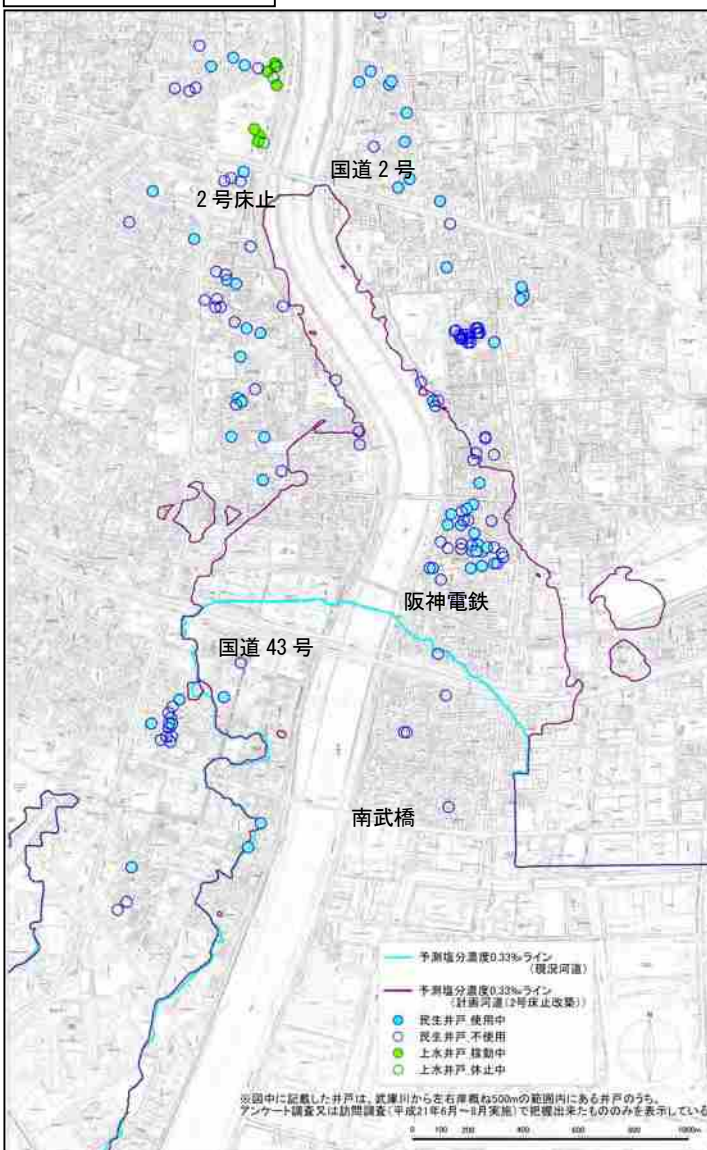
<地下水位低下>

- ①使用中の民生井戸の水位 ⇒最大約 60cm 低下
- ②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

2号床止改築案



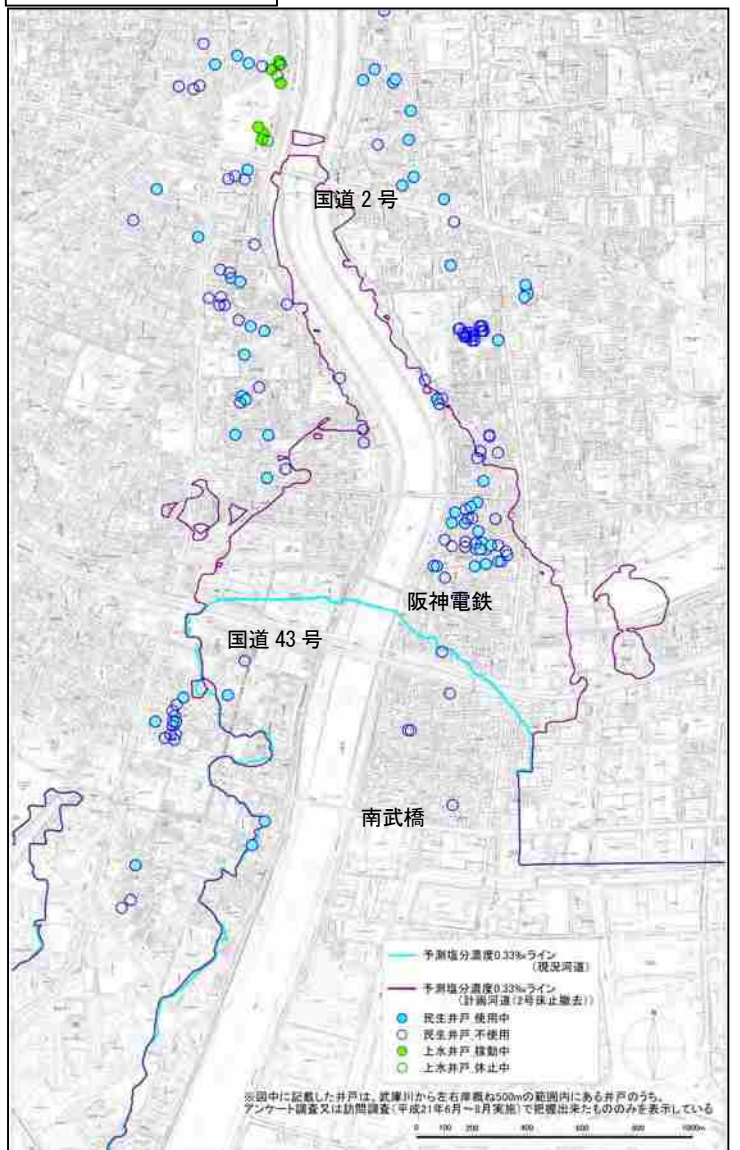
<民生井戸水への塩水混入※>

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

2号床止撤去案



<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)

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	

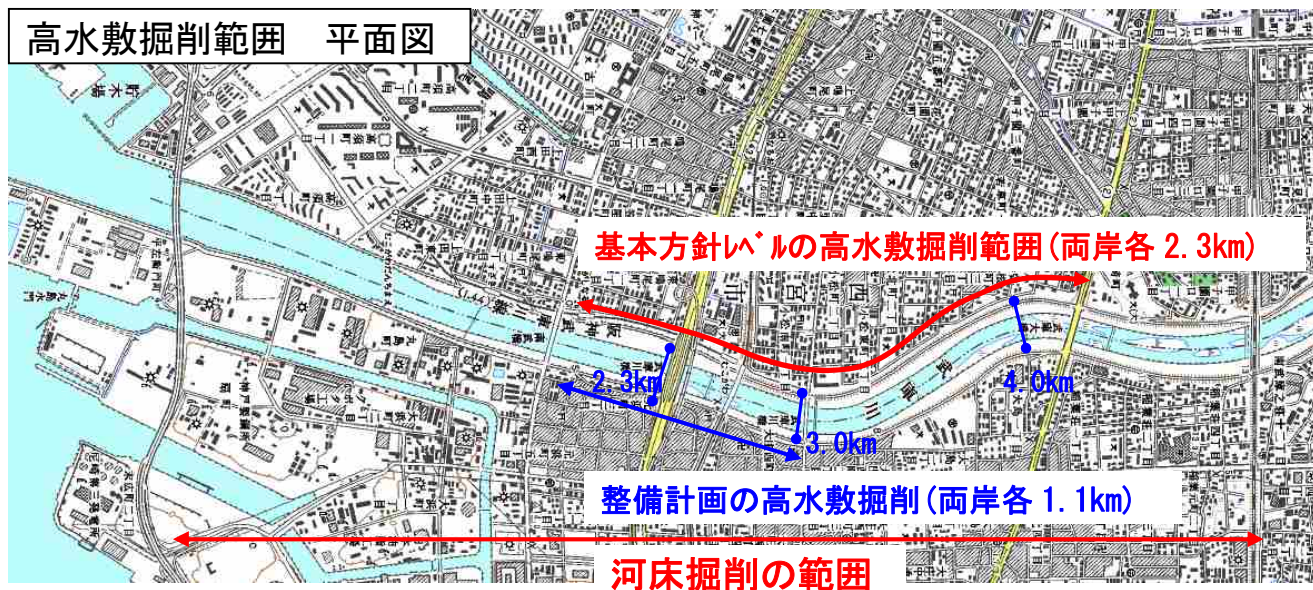
井戸の箇所及び利用状況は概略調査の結果であり、事業実施時には詳細調査が必要

下流築堤区間における高水敷掘削について

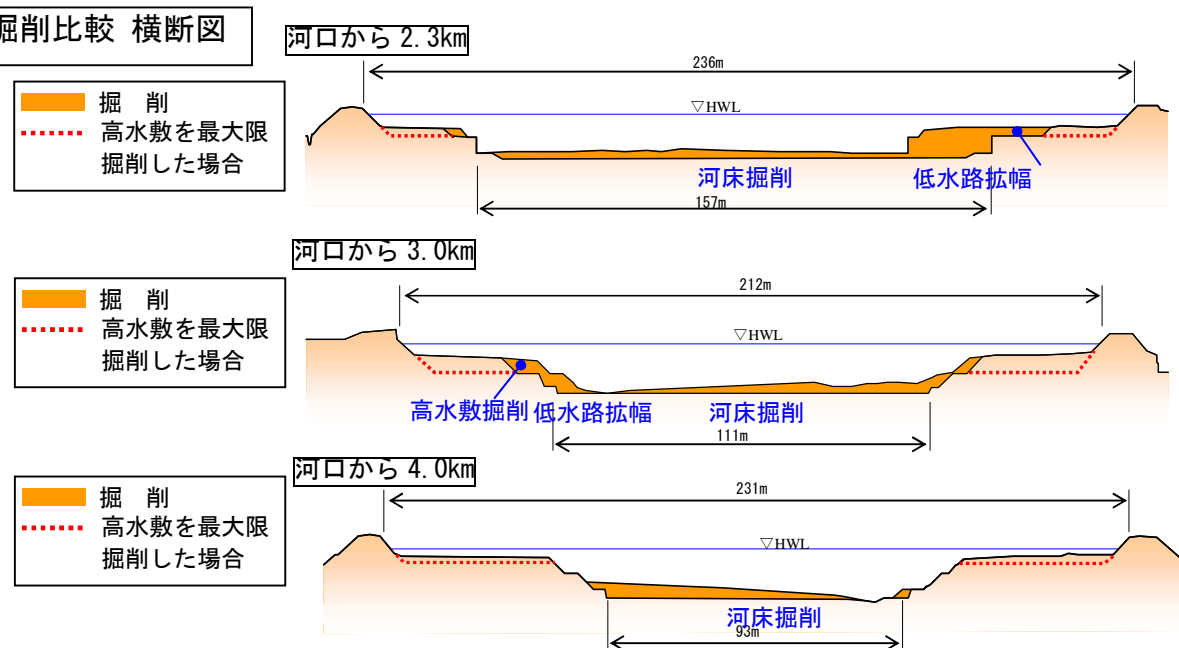
1 高水敷掘削の考え方

- ①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
- ②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。
- ③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。

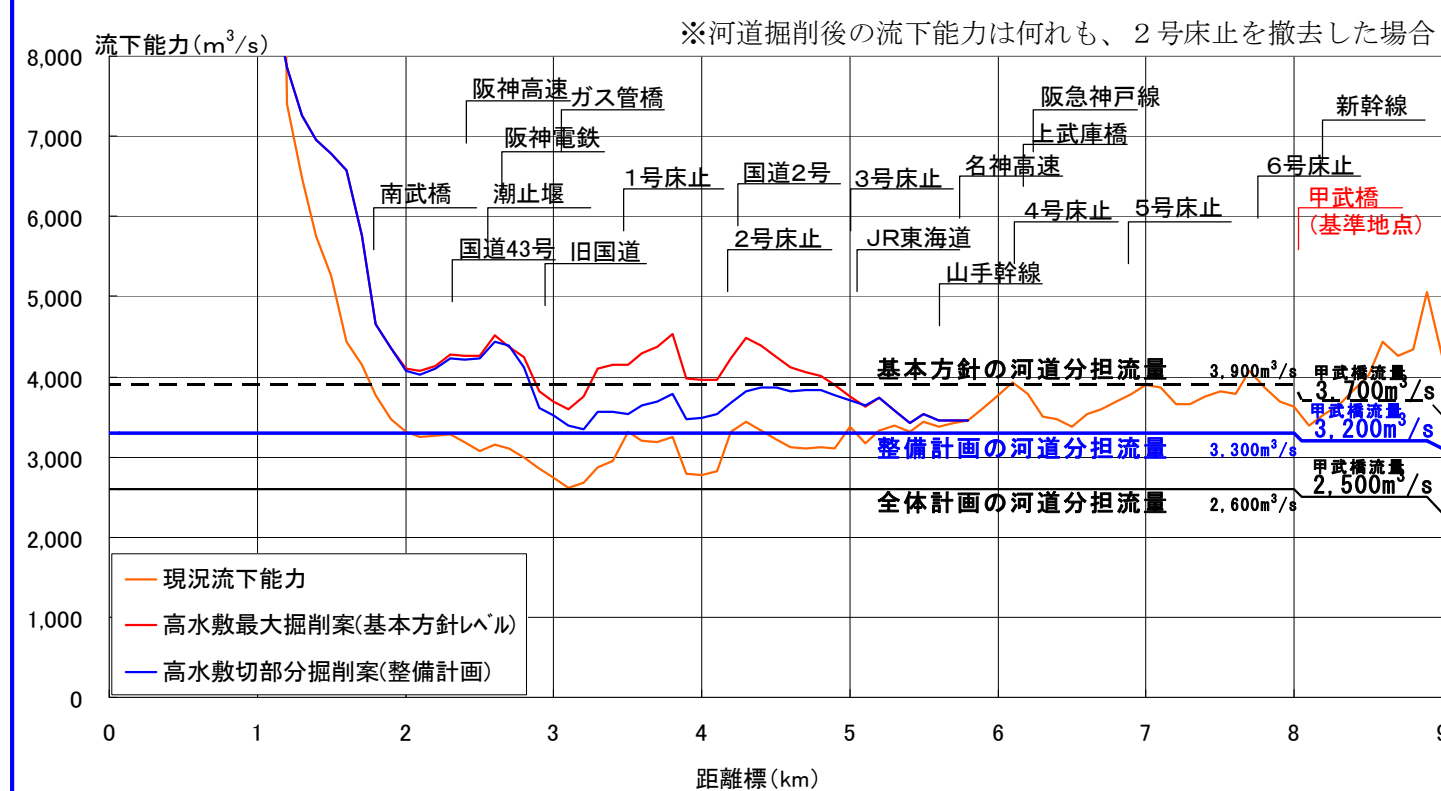
高水敷掘削範囲 平面図



高水敷掘削比較 横断面図



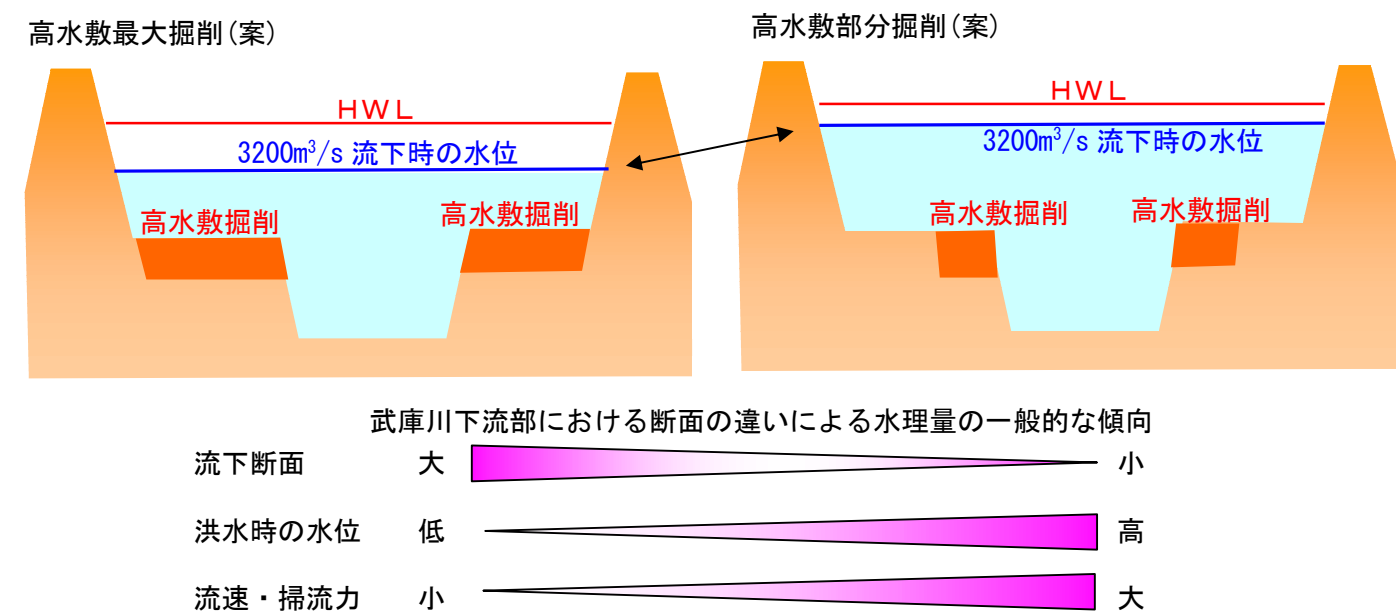
2 高水敷掘削の違いによる流下能力比較



3 河床変動計算による河床安定性の再確認の必要性

- ①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。
- ②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

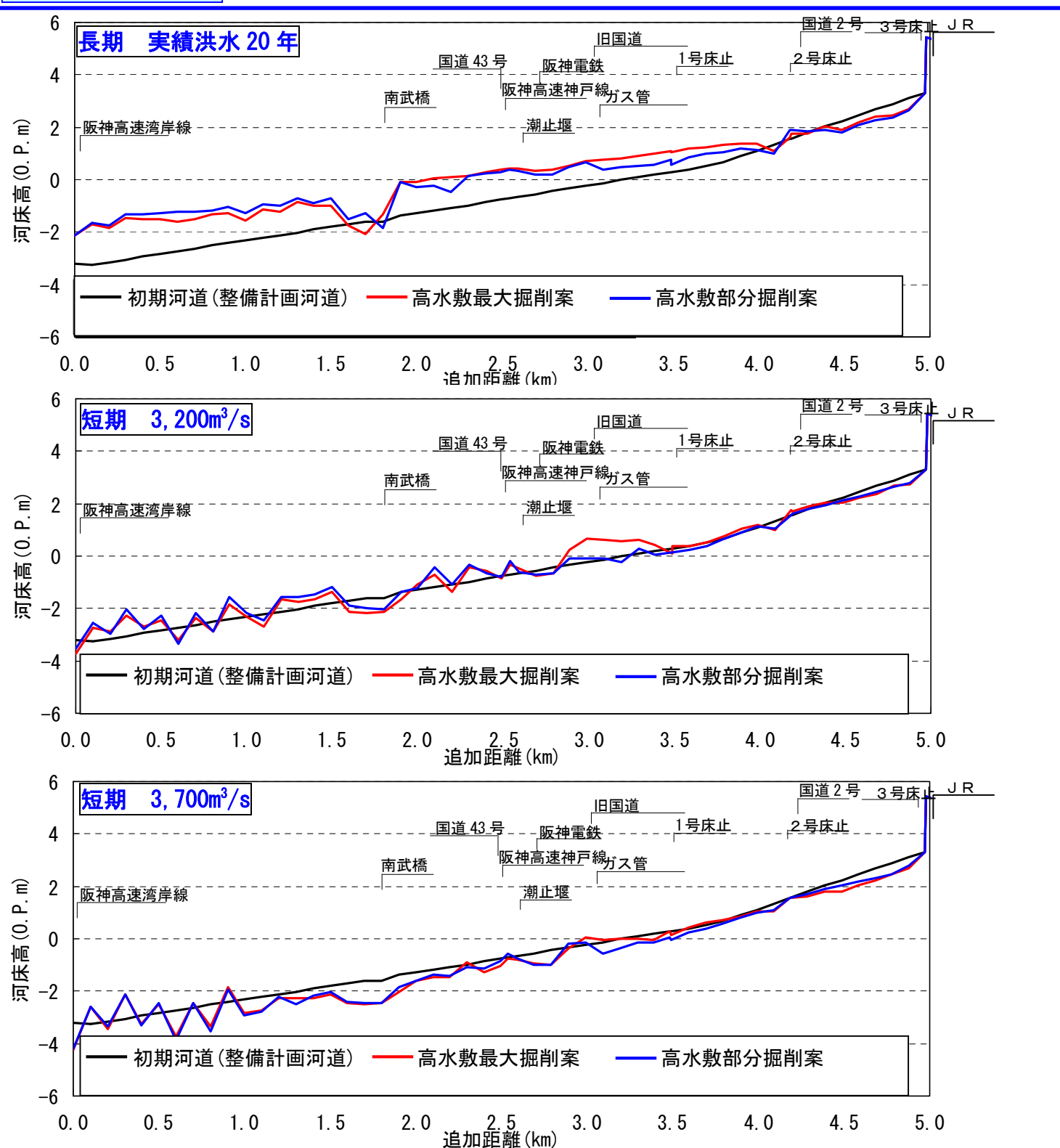


4 1次元河床変動計算（予測計算）

予測条件

初期河道	整備計画河道 ①高水敷最大掘削 ②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肩まで	(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)
①河口～南武橋直上流 No. 0～No.19	高さ(区間平均)	1.0 m	1.2 m	0.2 m
	土量	25 万m ³	30 万m ³	5 万m ³
②南武橋直上流～旧国道 No.19～No.30	高さ(区間平均)	1.1 m	0.9 m	-0.2 m
	土量	16 万m ³	13 万m ³	-3 万m ³
③旧国道～国道2号 No.30～No.42	高さ(区間平均)	0.6 m	0.4 m	-0.2 m
	土量	7 万m ³	5 万m ³	-2 万m ³
④国道2号～JR東海道手前 No.42～No.50	高さ(区間平均)	-0.2 m	-0.2 m	0.0 m
	土量	-2 万m ³	-2 万m ³	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)	0.7 m	0.7m	0.0 m
	土量	46 万m ³	46 万m ³	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肩まで	(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)
①河口～南武橋直上流 No. 0～No.19	高さ(区間平均)	0.1 m	0.2 m	0.1 m
	土量	3 万m ³	5 万m ³	2 万m ³
②南武橋直上流～旧国道 No.19～No.30	高さ(区間平均)	0.2 m	0.2 m	0.0 m
	土量	2 万m ³	3 万m ³	1 万m ³
③旧国道～国道2号 No.30～No.42	高さ(区間平均)	0.2 m	-0.1 m	-0.3 m
	土量	3 万m ³	-1 万m ³	-4 万m ³
④国道2号～JR東海道手前 No.42～No.50	高さ(区間平均)	-0.1 m	-0.1m	0.0 m
	土量	-1 万m ³	-1 万m ³	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)	0.1 m	0.1 m	0.0m
	土量	7 万m ³	6 万m ³	-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肩まで	(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)
①河口～南武橋直上流 No. 0～No.19	高さ(区間平均)	-0.3 m	-0.3 m	0.0 m
	土量	-7 万m ³	-7 万m ³	0 万m ³
②南武橋直上流～旧国道 No.19～No.30	高さ(区間平均)	-0.2 m	-0.1 m	0.1m
	土量	-3 万m ³	-2 万m ³	1 万m ³
③旧国道～国道2号 No.30～No.42	高さ(区間平均)	0.0 m	-0.2 m	-0.2m
	土量	0 万m ³	-2 万m ³	-2 万m ³
④国道2号～JR東海道手前 No.42～No.50	高さ(区間平均)	-0.3 m	-0.2 m	0.1m
	土量	-2 万m ³	-2 万m ³	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)	-0.2 m	-0.2 m	0.0m
	土量	-12 万m ³	-13 万m ³	-1 万m ³

結論

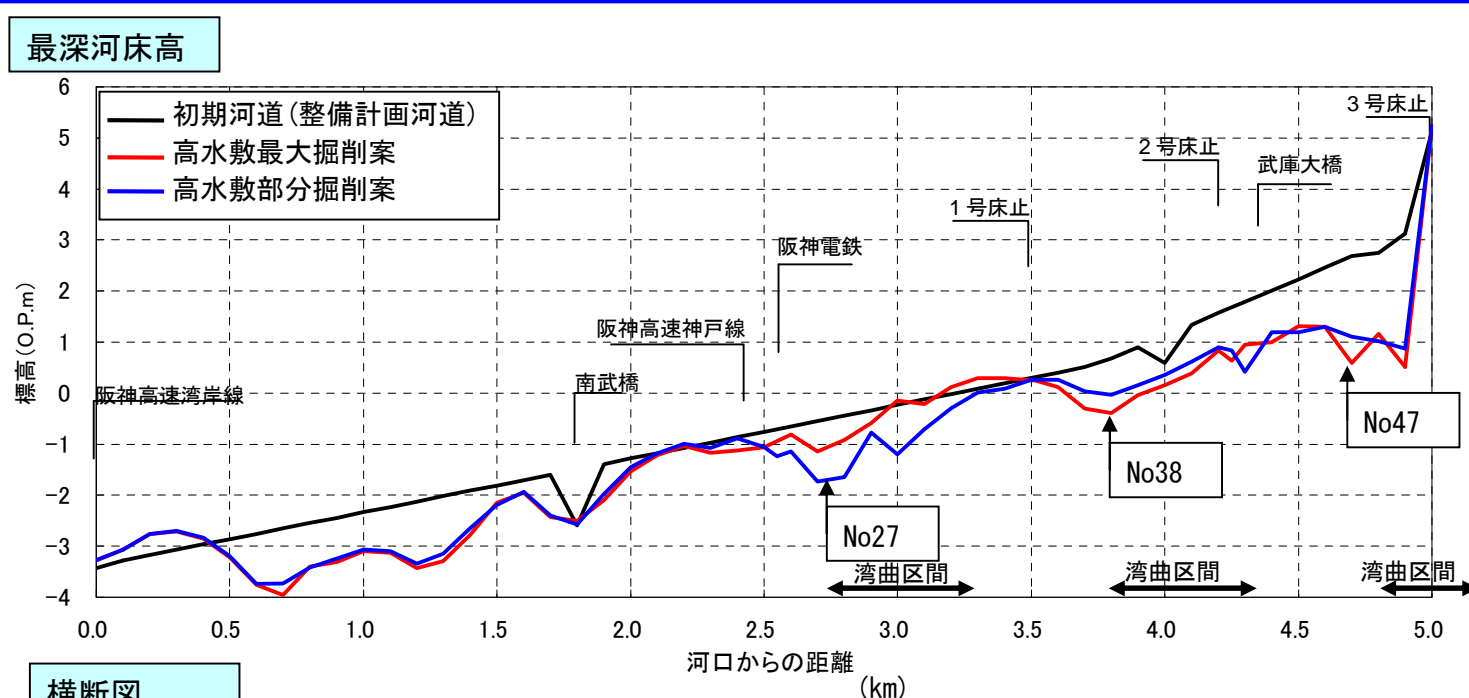
高水敷部分掘削案は、高水敷最大掘削案に比べて流下断面が狭いため、掃流力が大きく、長期的な土砂の堆積傾向が若干軽減されるが、現況河道と同様に維持掘削が必要であるという結論は変わらない。

5 2次元河床変動計算（予測計算）

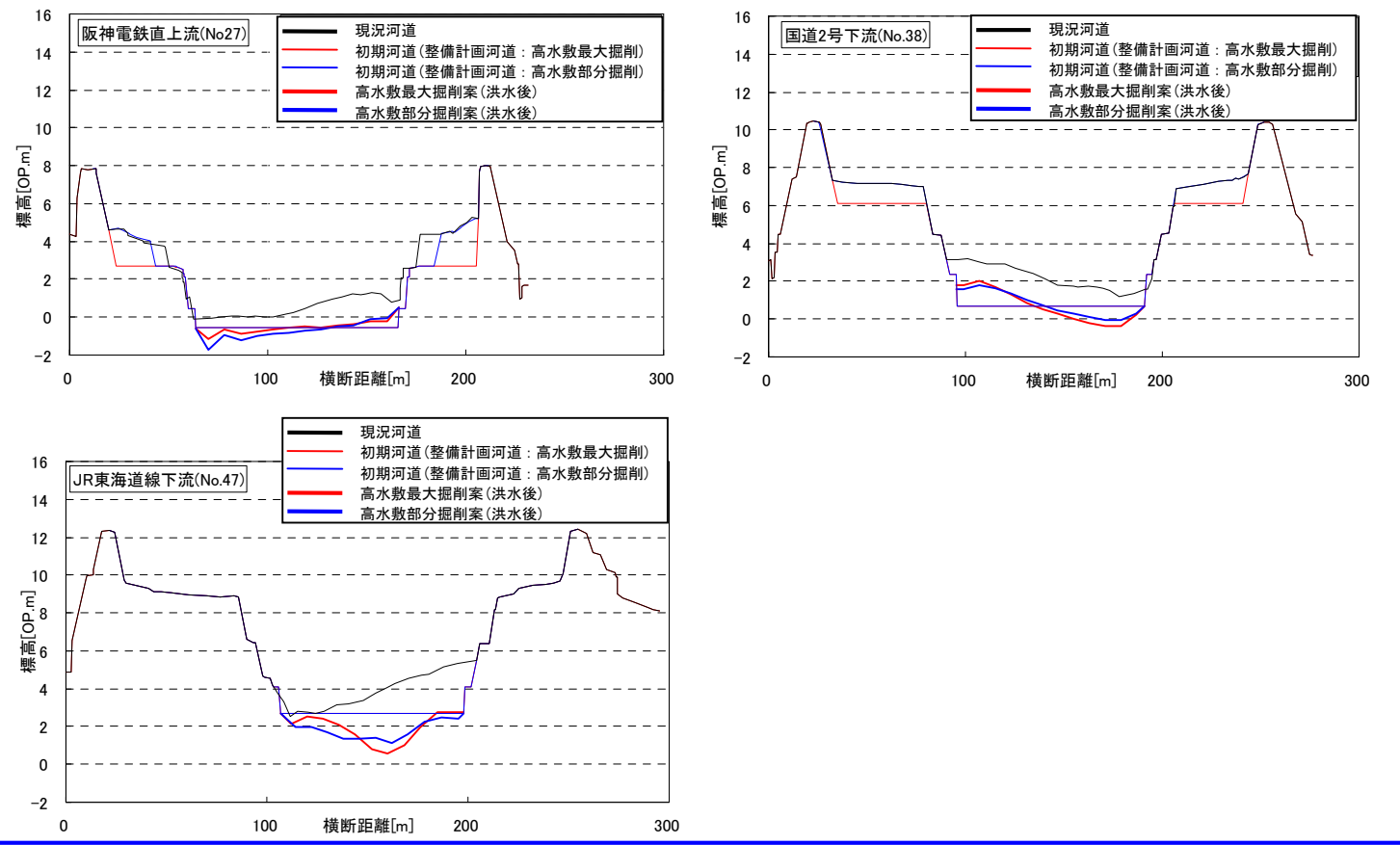
予測条件

初期河道	整備計画河道	①高水敷最大掘削 ②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)

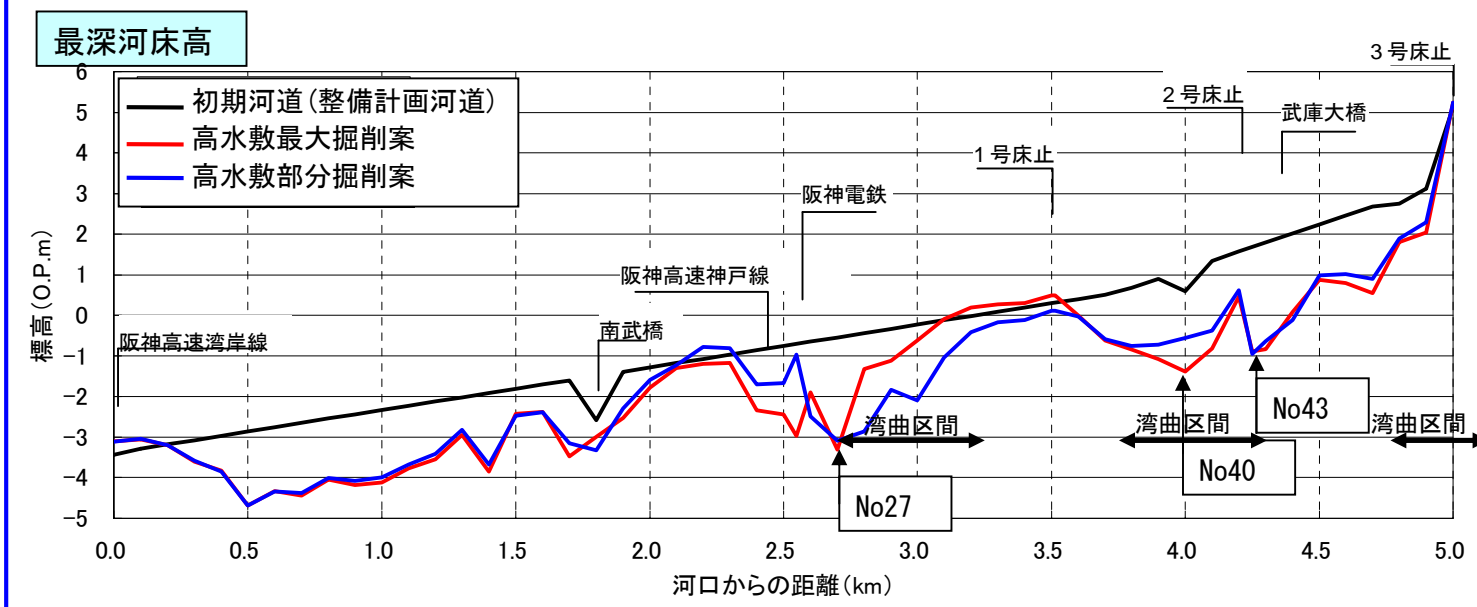
予測結果 (3,200m³/s)



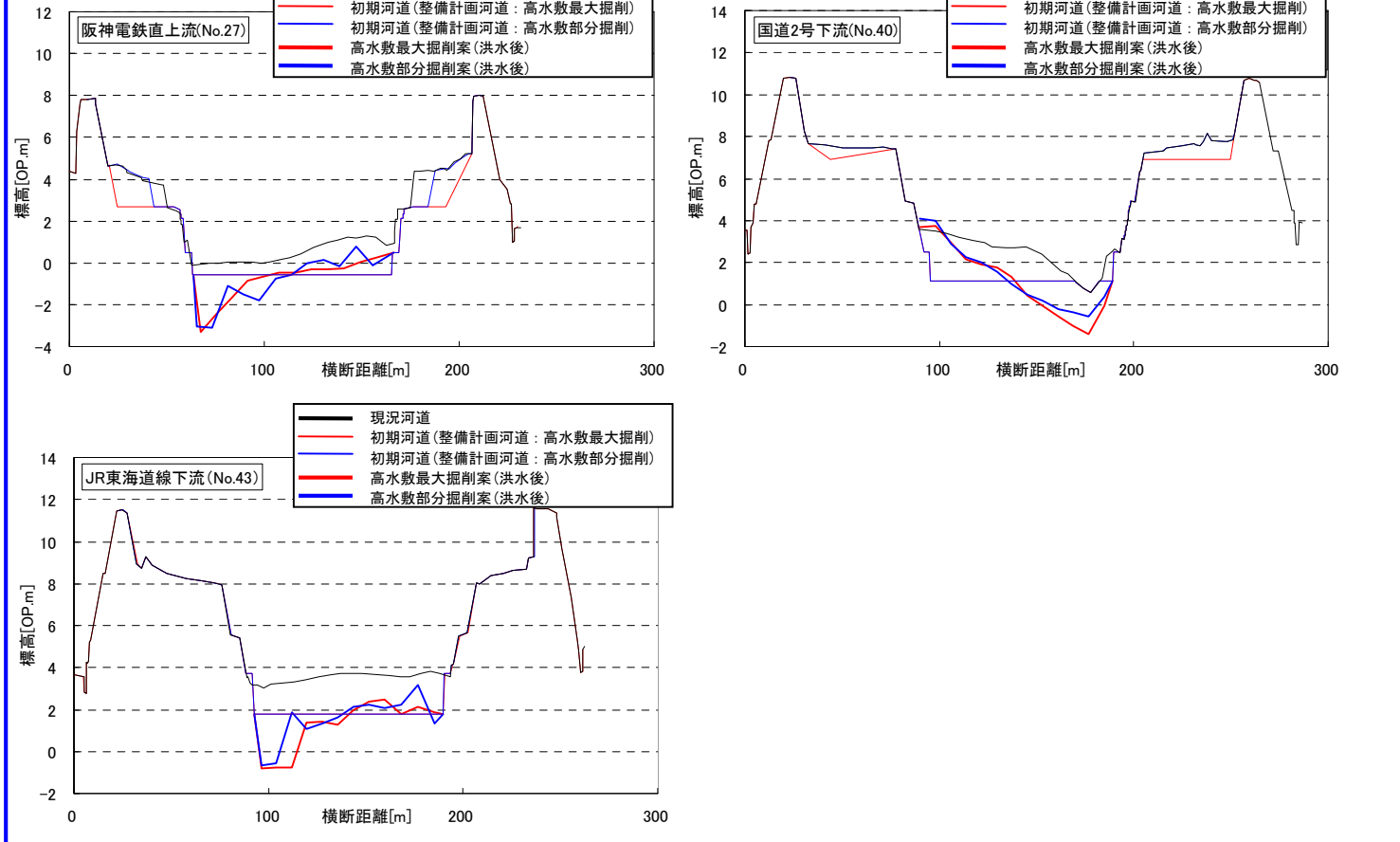
横断面



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。

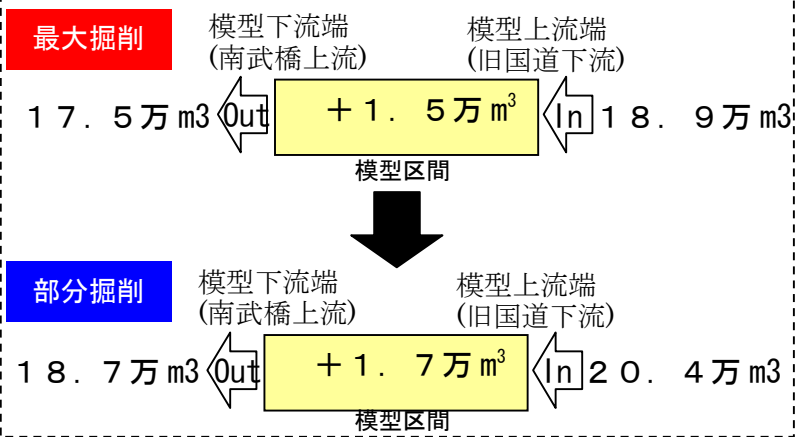
6 水理模型実験の必要性

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）

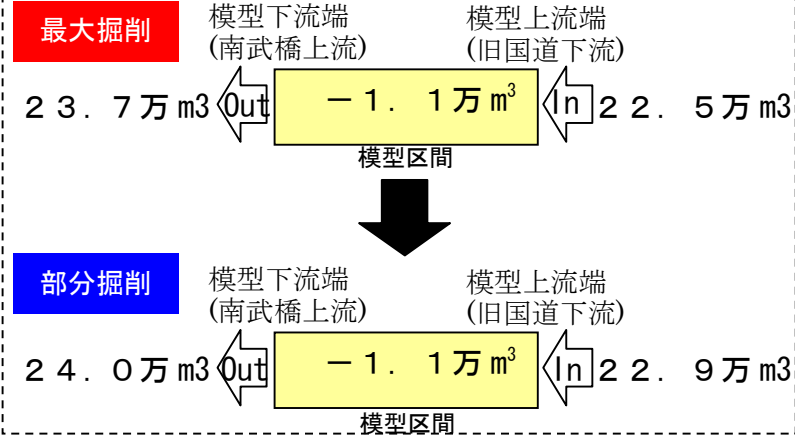
1 次元河床変動計算結果：模型区間土砂収支及び平均河床高(南武橋上流～旧国道)

高水敷掘削の違いによって、①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②模型区間の土砂収支、③平均河床高に大きな変化はないことが確認できた。

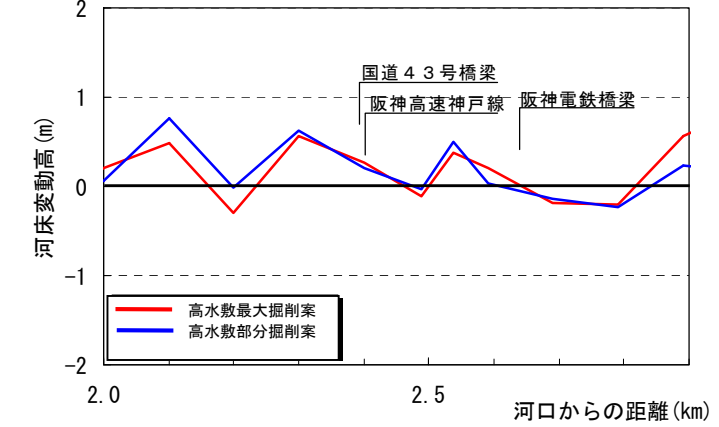
3, 200m³/s 流下時の模型区間土砂収支



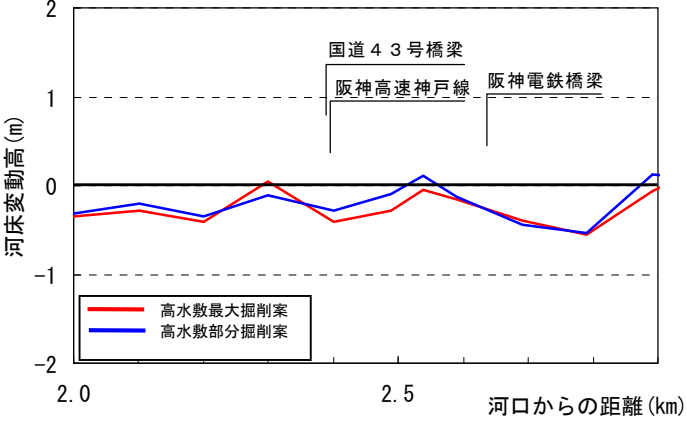
3, 700m³/s 流下時の模型区間土砂収支



3, 200m³/s 流下時の河床変動高

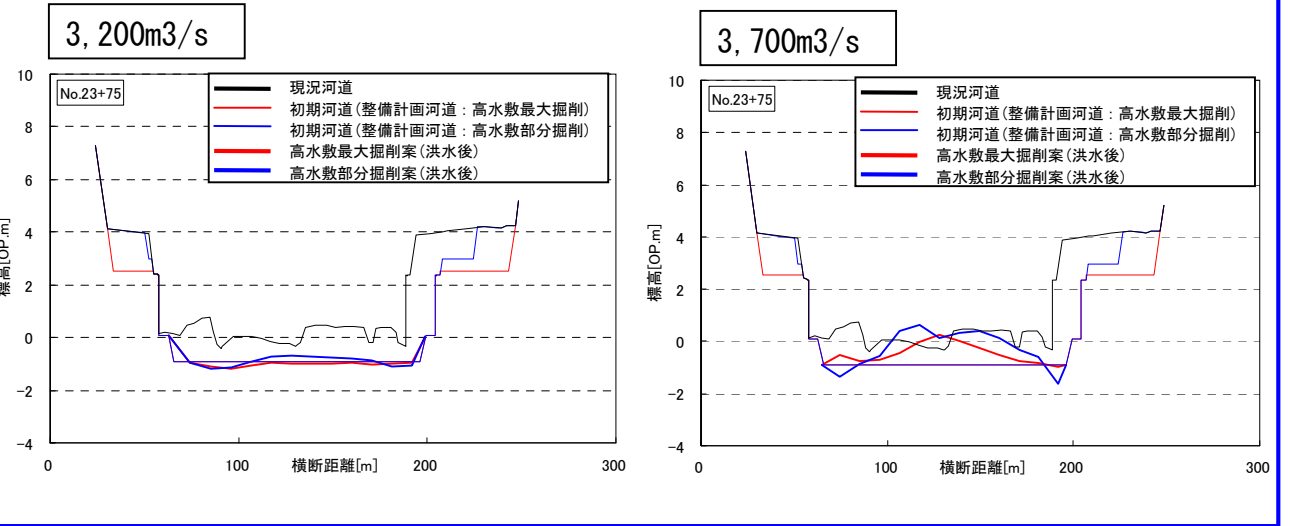


3, 700m³/s 流下時の河床変動高



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

- ① 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。
- ② 従って、護床ブロック選定結果（①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、②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。
- ③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)
①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)	①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。 ②H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。 ③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。	①検証結果につき変更なし。 ②③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> 。
②1次元河床動計算	長期的な河床の安定性を把握	①現況河道、計画河道ともに堆積傾向。 ②河床掘削後も現況河道と同様に維持掘削が必要。	①②共に再計算の結果 <u>変更なし</u> 。
③2次元河床変動計算	湾曲外岸部の局所洗掘を把握	①湾曲部で局所洗掘が生じる。 ②護床ブロックによる局所洗掘対策が必要。	①②共に再計算の結果 <u>変更なし</u> 。
④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	①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。 ②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。 ③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> 。
⑤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	①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。 ②事業実施時には、更に詳細検討を行う。	①②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> 。
⑥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)	①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。 ②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 ③2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> 。