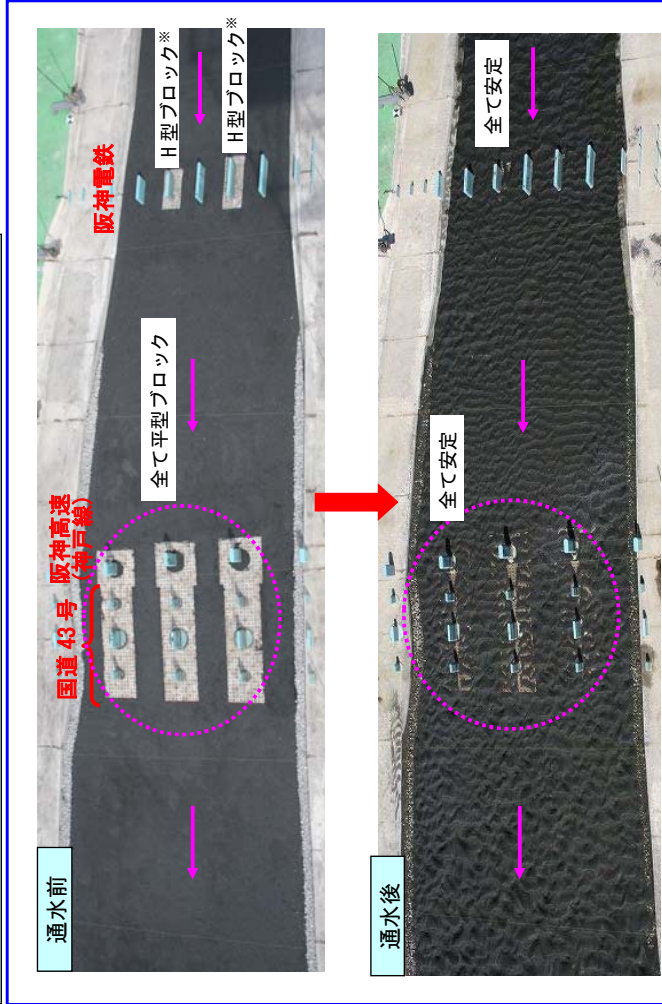




④ 最終確認実験（基本方針流量に対する安全性確認：平型ブロック）



※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年末の尾崎港実績潮位	平成16年台風23号時の尾崎港実績潮位
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

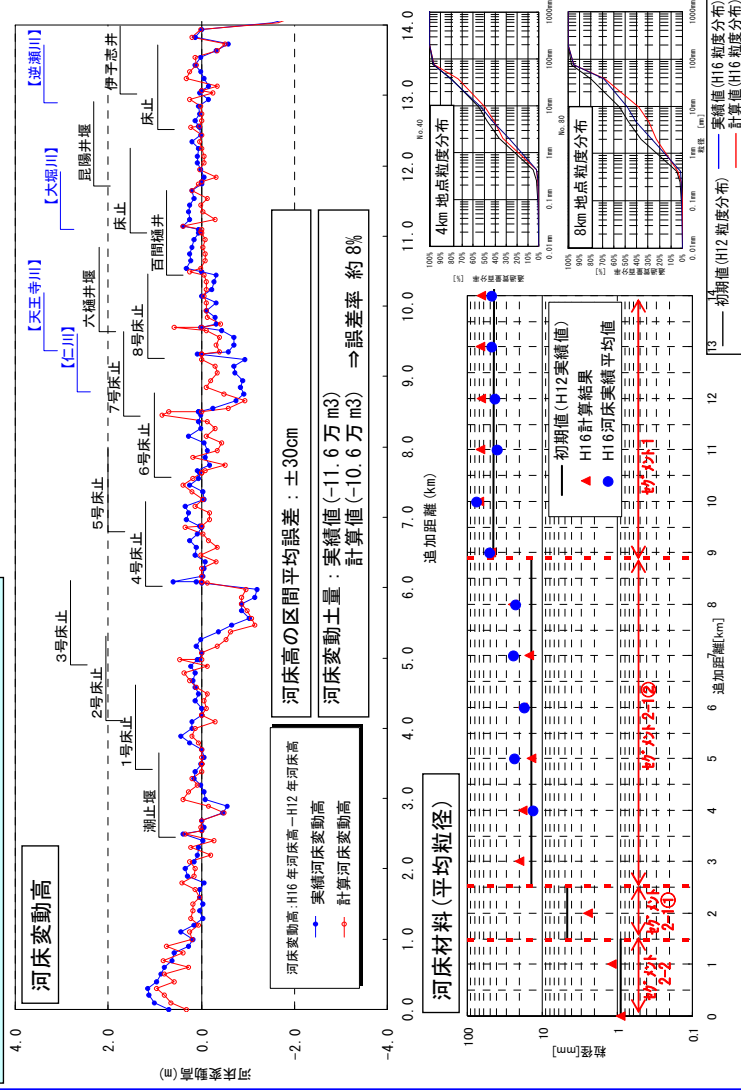
条件	1次元河床変動計算	2次元河床変動計算
初期河道	ケース①：現況河道(平成12年度の測量横断) ケース②：整備計画河道(2号床止撤去案) 河床材料は何れも平成12年調査データ	2次元河床変動計算
通常出水による長期的な河床変動	(流況)S62年～H18年の実績流量(20年間) (下流端水位)S62年～H18年の尾崎港実績潮位	—
大規模出水時の局所洗掘(1出水)	(流況)3,200m <sup>3</sup> /s(整備計画の河道分担流量) 3,700m <sup>3</sup> /s(基本方針の河道分担流量) (下流端水位)朔望平均満潮位+海水と淡水の密度差による水位上昇量	—
上流端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

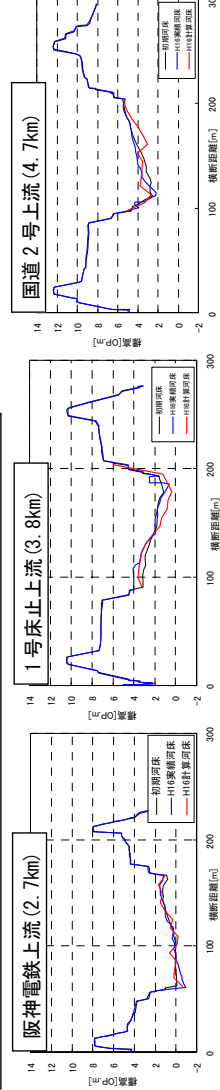
## 3 計算結果

### (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号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	貯水面積(km <sup>2</sup> )	経過年数(年)	経過年数(SS62～H18)	経過年数(SS27～H16)	累積堆砂量(m <sup>3</sup> )	比堆砂量(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)
青野ダム	花崗岩類	51.8	19年	(S62～H18)	120	114,000	4.6
丸山ダム	花崗岩類	7.9	27年	(SS27～H16)	1,490	318,000	120
香吐ダム	礫石・砂石・泥質岩類	49.8	19年	(S61～H17)	530	501,700	104.2
名塩川合流点(面積加重平均)							234.0

#### 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)

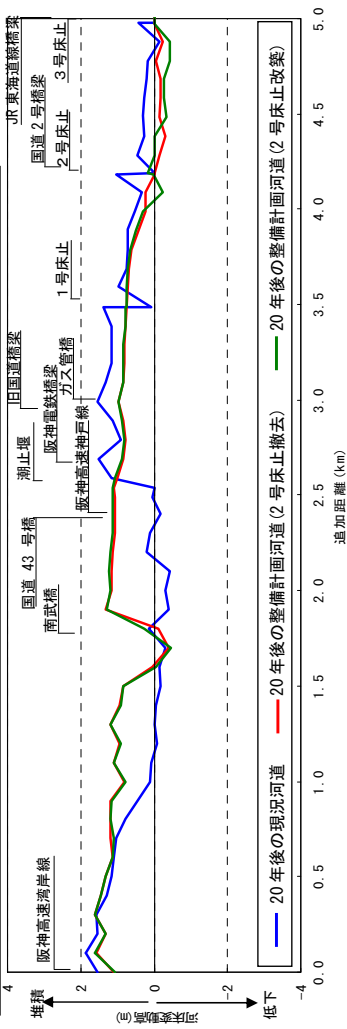
表層地質	流域面積(km <sup>2</sup> )	比流出土砂量(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)	比流出土砂量(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)
花崗岩	4.6	1,490	丸山ダム堆砂量
流紋岩	125.2	120	青野ダム堆砂量
礫石・砂石・泥質岩類	104.2	530	香吐ダム堆砂量
名塩川合流点(面積加重平均)			330

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 330m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/年と一致

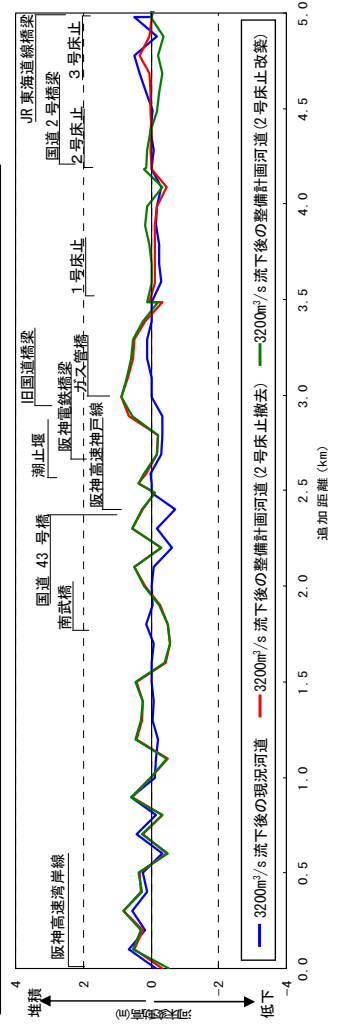
(2) 予測計算結果

1 次元河床変動計算

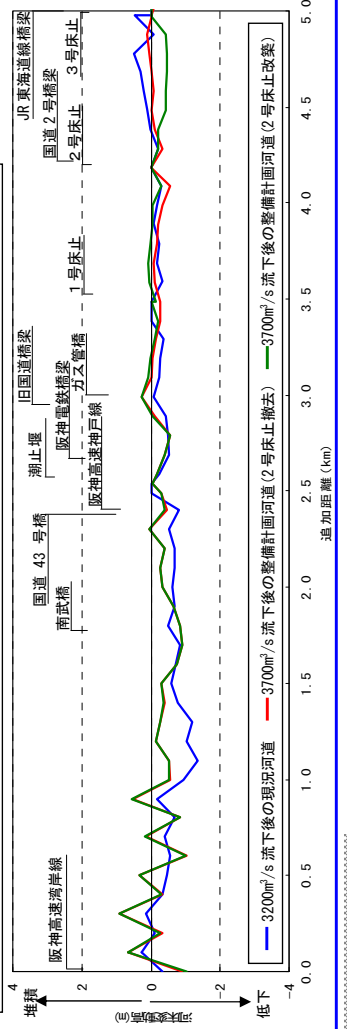
①通常出水による長期的な河床変動高 (20 年後の予測: S62 年 ~ H18 年の実績流量)



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 3,200m<sup>3</sup>/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 3,700m<sup>3</sup>/s)

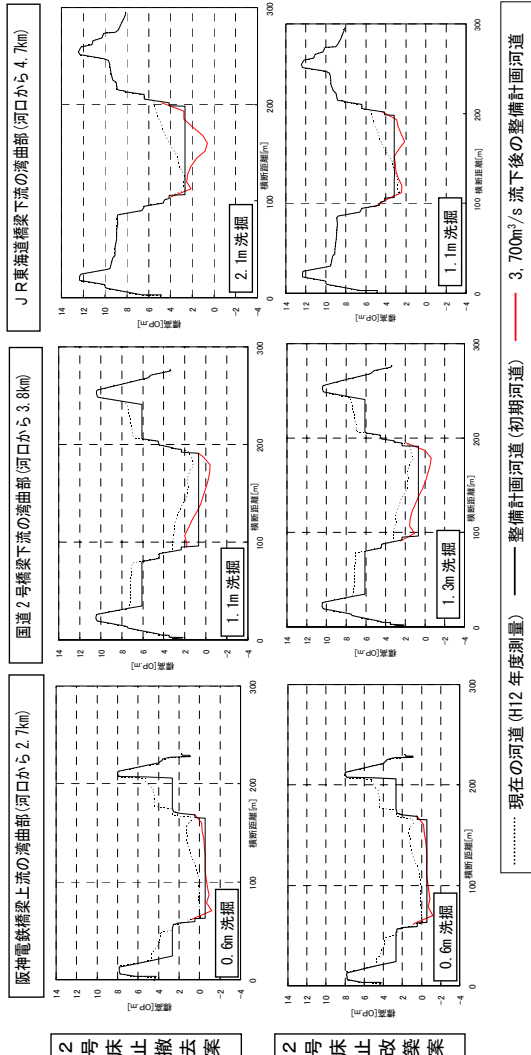


4 結論

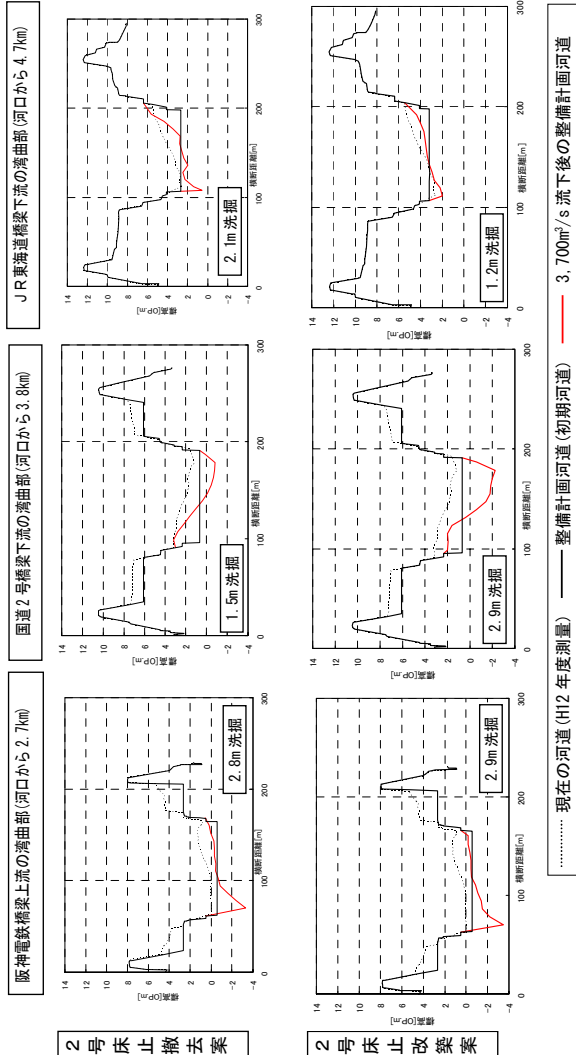
- (1) 通常出水による長期的な河床の安定性  
現況河道・計画河道共に堆積傾向である。河床掘削後も現況河道と同様に維持掘削が必要である。
- (2) 大規模出水による湾曲部などの局所的な河床低下  
湾曲部で局所洗掘が生じる。護床ブロックによる局所洗掘対策が必要である。

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 3,200m<sup>3</sup>/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 3,700m<sup>3</sup>/s)



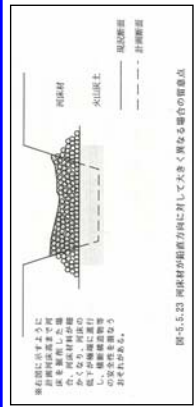
# D 河床ボーリング調査

## 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>

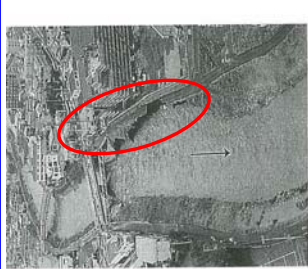
河床を大規模に掘削する場合、掘削後の河床材料が現河床材料よりも小さくなる場合がある。その場合、河床の低下が進行し、大きな災害を招く恐れがある。従って、大規模な掘削を行う際は、計画河床高付近の地質状況をボーリングデータ等で確認しておくことが望まれる。



### <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

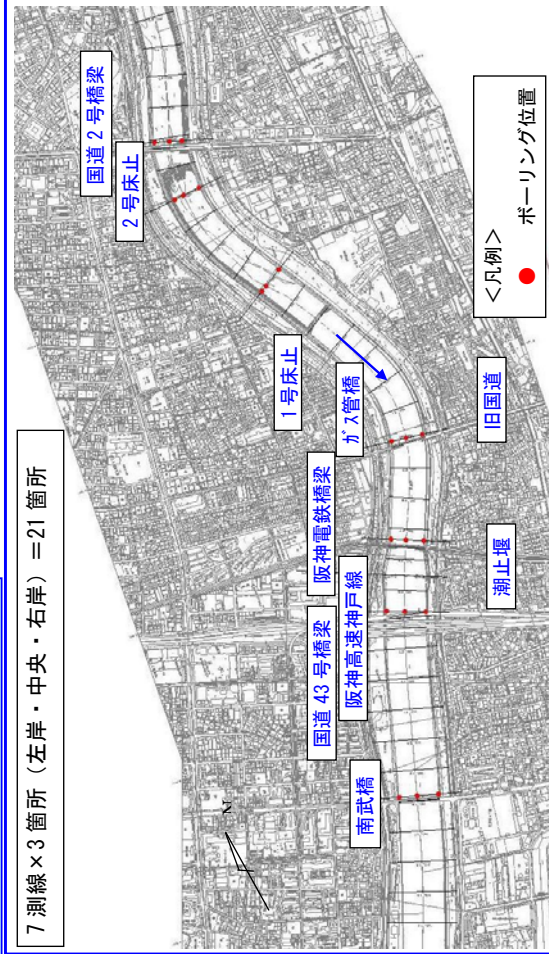


## 4 結論

- 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。

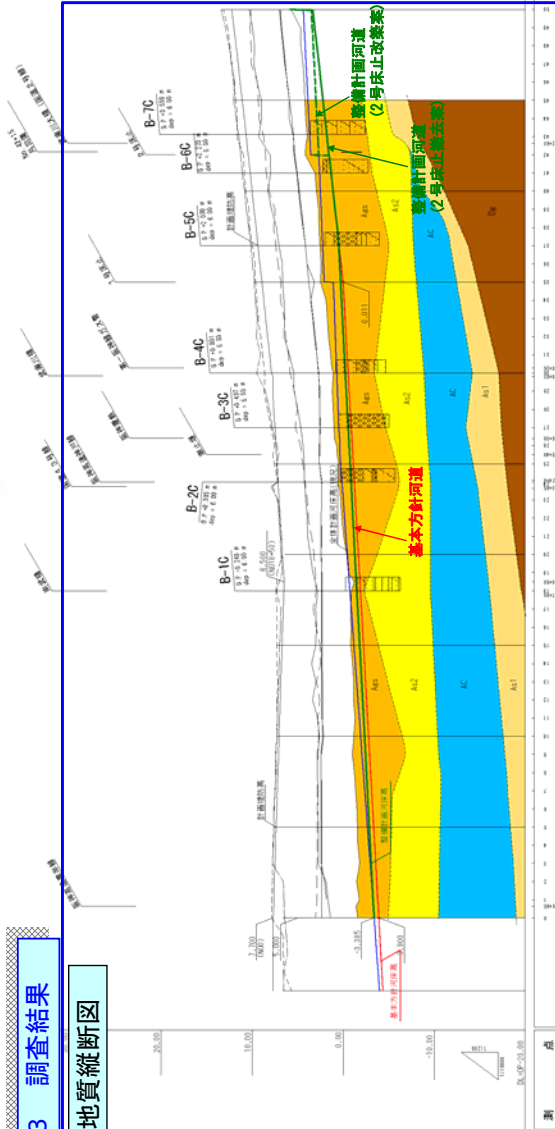
## 2 ボーリング調査実施箇所

7測線×3箇所(左岸・中央・右岸) = 21箇所



## 3 調査結果

### 地質縦断面図



土層区分凡例		柱状図凡例	
A7	表土層(砂・シルト混じり砂)	砂礫	砂・礫混じり砂
A6	沖積砂層(砂・シルト混じり砂)	砂	シルト混じり砂
A5	沖積砂礫層(砂・シルト混じり砂)	シルト混じり砂	粘土・シルト
A4	沖積砂層(砂・シルト混じり砂)	粘土・シルト	粘土質砂
A3	沖積砂礫層(砂・シルト混じり砂)	砂	砂
A2	沖積砂層(砂・シルト混じり砂)	砂	砂
A1	沖積砂礫層(砂・シルト混じり砂)	砂	砂

### <地質縦断面図の推定方法>

- 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それ以降については、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

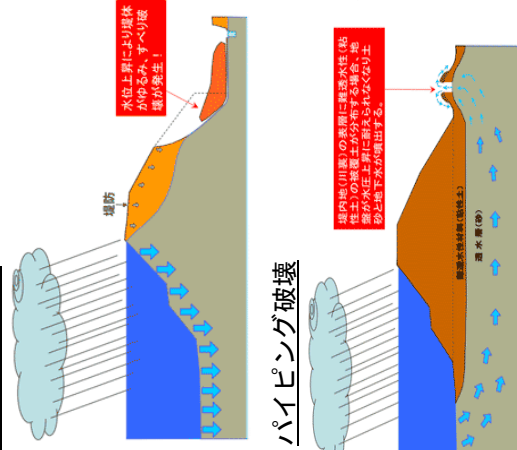
## 1 検討目的

- 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

### 裏法すべり破堤



## 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	動水勾配が 0.5 未満
	水平方向	
円弧滑り	裏法側	安全率が 1.3 又は 1.4 以上※2
	表法側	

※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（落堀跡、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	
	現況	⇒ 掘削後	基準安全率	(参考) 基準安全率
動水勾配	鉛直 0.35 ⇒ 0.47	⇒ 0.37	0.5 未満	0.44
	水平 0.41 ⇒ 0.44	⇒ 0.44	1.4 以上	0.38
円弧滑り	裏法 1.34 ⇒ 1.32	⇒ 1.32	1.4 以上	1.22
	表法 1.55 ⇒ 1.20	⇒ 1.20	1.0 以上	1.45
3.4k右岸	動水勾配、滑り安全率		(参考) 基準安全率	
	現況	⇒ 掘削後	基準安全率	(参考) 基準安全率
動水勾配	鉛直 0.24 ⇒ 0.30	⇒ 0.30	0.5 未満	0.78
	水平 0.34 ⇒ 0.38	⇒ 0.38	1.4 以上	0.80
円弧滑り	裏法 1.29 ⇒ 1.25	⇒ 1.25	1.4 以上	1.16
	表法 1.57 ⇒ 1.23	⇒ 1.23	1.0 以上	1.11
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	基準安全率	(参考) 基準安全率
動水勾配	鉛直 0.42 ⇒ 0.44	⇒ 0.44	0.5 未満	0.5 未満
	水平 0.37 ⇒ 0.38	⇒ 0.38	1.4 以上	1.4 以上
円弧滑り	裏法 1.27 ⇒ 1.22	⇒ 1.22	1.4 以上	1.0 以上
	表法 1.52 ⇒ 1.45	⇒ 1.45	1.0 以上	1.0 以上
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	基準安全率	(参考) 基準安全率
動水勾配	鉛直 0.64 ⇒ 0.78	⇒ 0.78	0.5 未満	0.5 未満
	水平 0.51 ⇒ 0.80	⇒ 0.80	1.4 以上	1.4 以上
円弧滑り	裏法 1.19 ⇒ 1.16	⇒ 1.16	1.4 以上	1.0 以上
	表法 1.73 ⇒ 1.11	⇒ 1.11	1.0 以上	1.0 以上
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	基準安全率	(参考) 基準安全率
動水勾配	鉛直 0.41 ⇒ 0.42	⇒ 0.42	0.5 未満	0.5 未満
	水平 0.73 ⇒ 0.73	⇒ 0.73	1.4 以上	1.4 以上
円弧滑り	裏法 1.29 ⇒ 1.27	⇒ 1.27	1.4 以上	1.0 以上
	表法 2.14 ⇒ 1.52	⇒ 1.52	1.0 以上	1.0 以上

## 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。

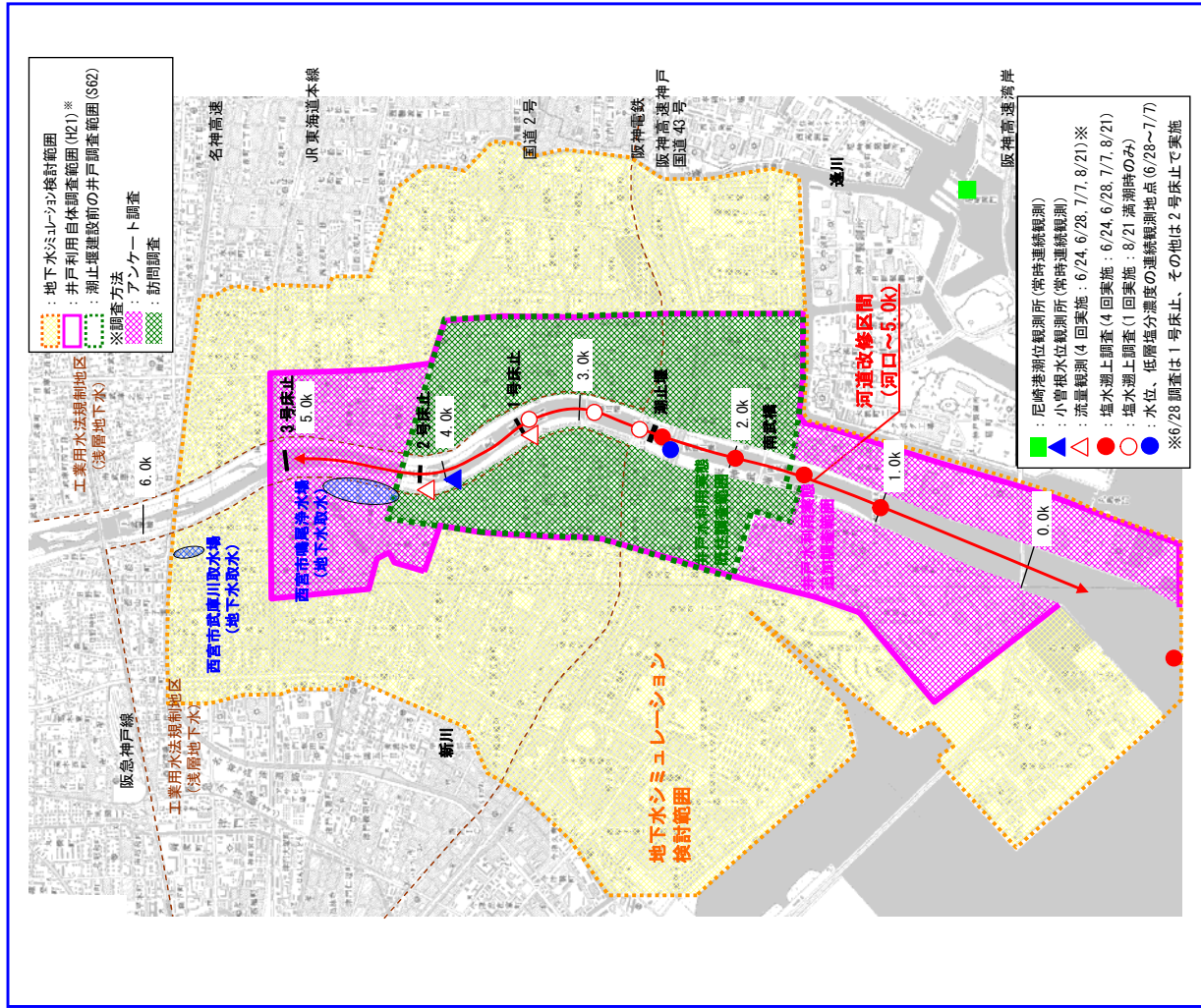
事業実施時には、更に詳細検討を行う。

# 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



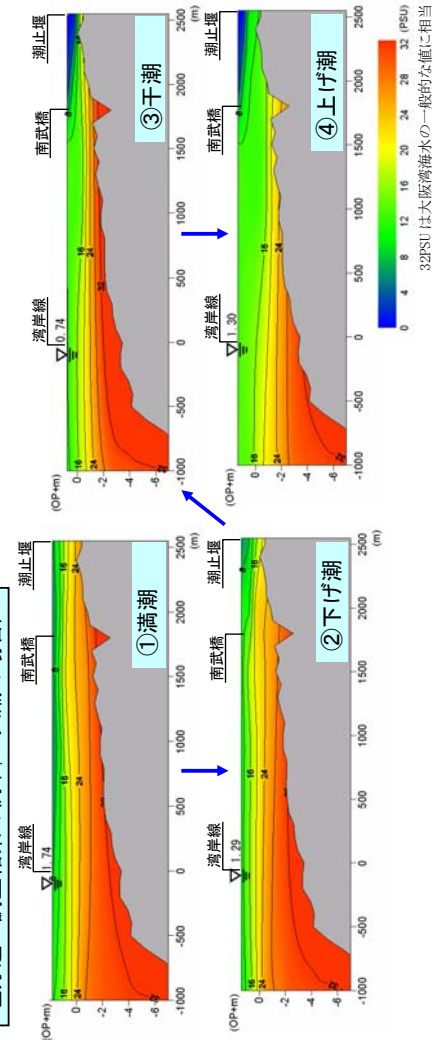
## 3 実態調査

### (1) 塩水遡上調査

調査方法	河口～潮止堰下流の5地点 (検討対象範囲図参照) ※
地点	4回測定 (大潮: H21.6/24、7/7、8/21、小潮: H21.6/28)
時期	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	JR 東海道線以南の河川から約500m内 (検討対象範囲図参照)
井戸利用調査の範囲	訪問調査又は自治会単位のアナケート調査
調査方法	地下水シミュレーション範囲内の38箇所
箇所	地下水位観測の一斉観測
時期	H21.7/7 満潮時及び干潮時の一斉観測
地下水調査	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洪水槽

### 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・風呂の河れかに利用、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

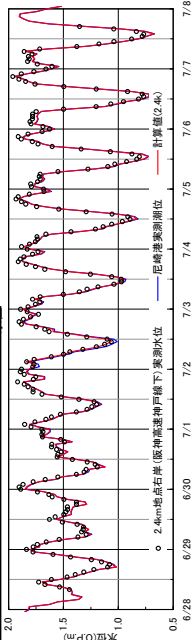
※昭和62年はアナケート調査、平成14年及び平成21年は訪問調査

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)

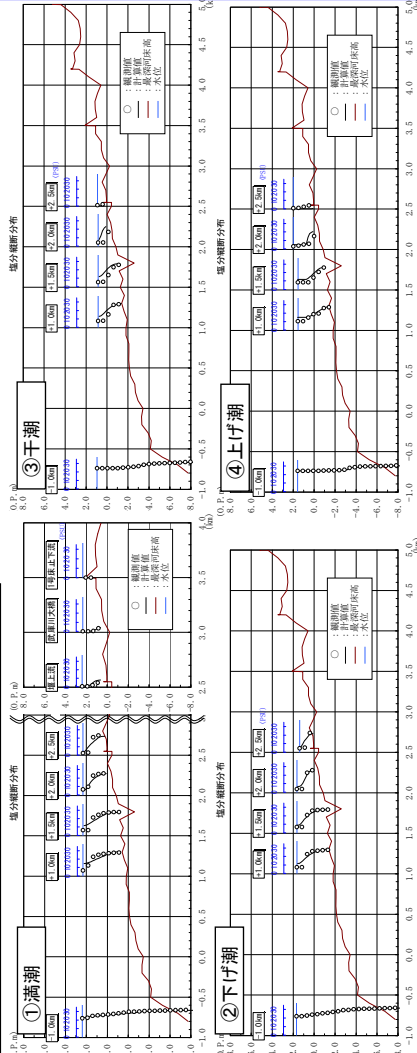
5 計算結果

(1) 検証計算

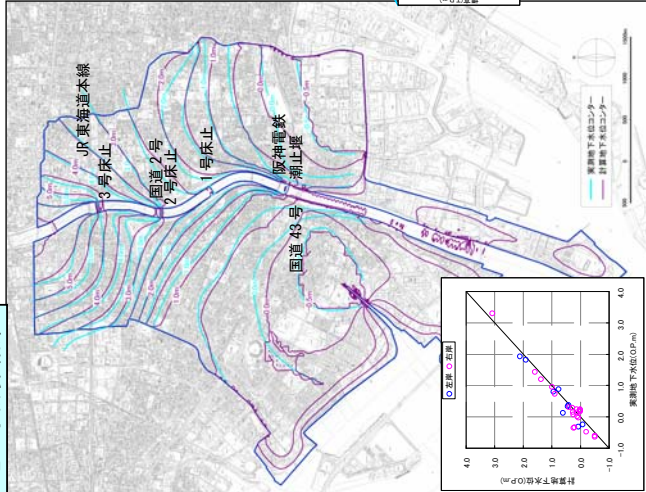
水位計算 (阪神高速神戸線地点)



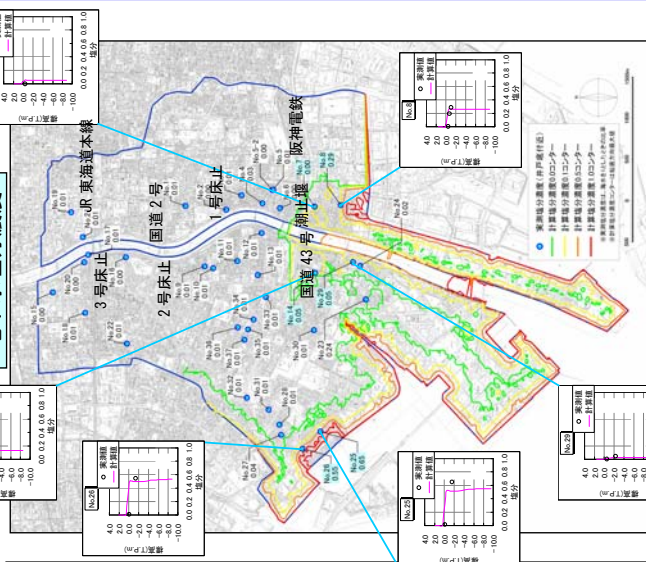
塩水遡上計算結果の例 (8/21大潮の場合)



地下水計算結果

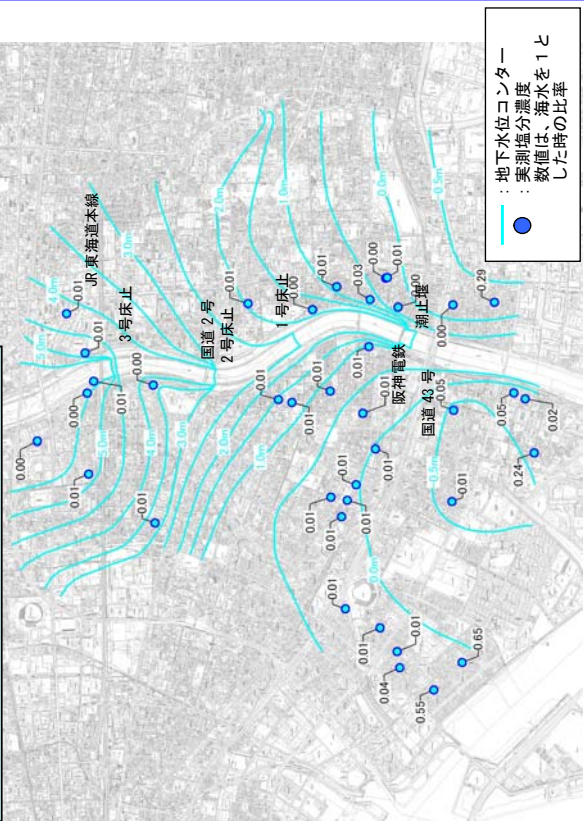


地下水塩分濃度



(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**

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
上流端	流量：小宮根地点実測値
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) <sup>*</sup>
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。

**予測計算の条件**

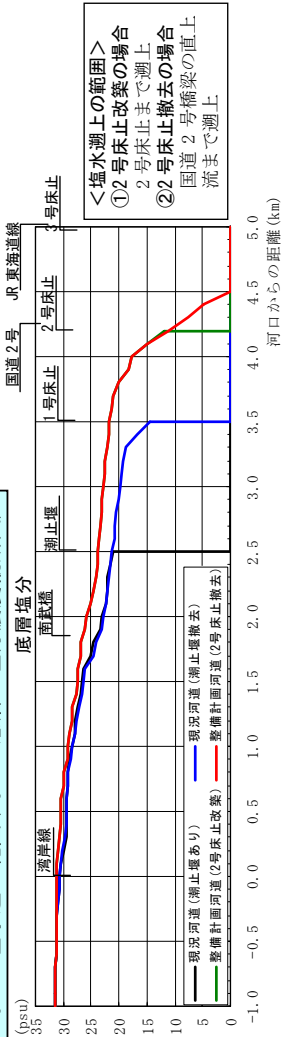
シナリオ	潮位条件
地下水位の低下を予測する場合の潮位条件	近年10年間で月平均潮位が最も低いH14年2月潮位(H14.2.8～2.24天文潮位)
地下水への塩水混入を予測する場合の潮位条件	近年10年間で月平均潮位が最も高いH21年9月潮位(H21.8.31～9.16天文潮位)

**計算モデルの概念図**



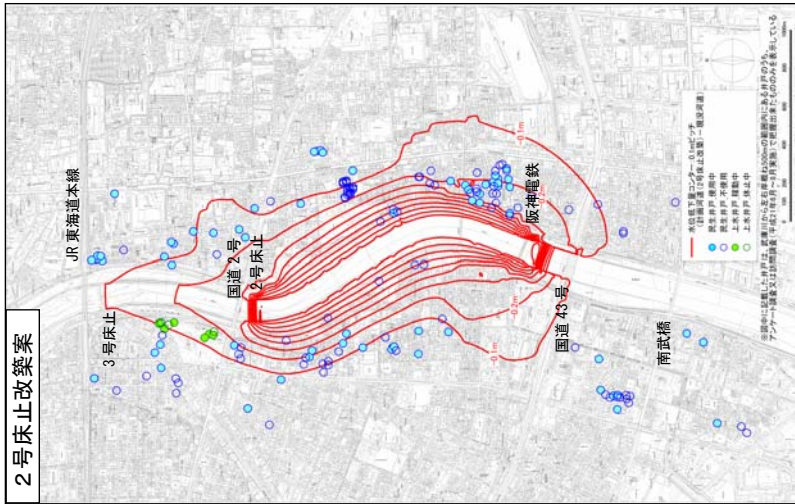
(2) 予測計算

河川の塩水遡上範囲(河川の底層の塩分濃度縦断面図)

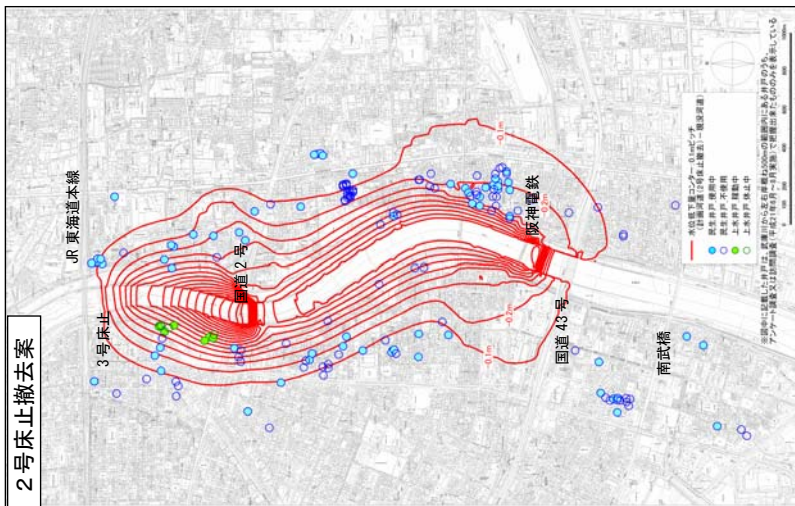


<塩水遡上の範囲>  
 ①2号床止改築の場合  
 2号床止まで遡上  
 ②2号床止撤去の場合  
 国道2号橋梁の直上  
 流まで遡上

地下水位の低下範囲



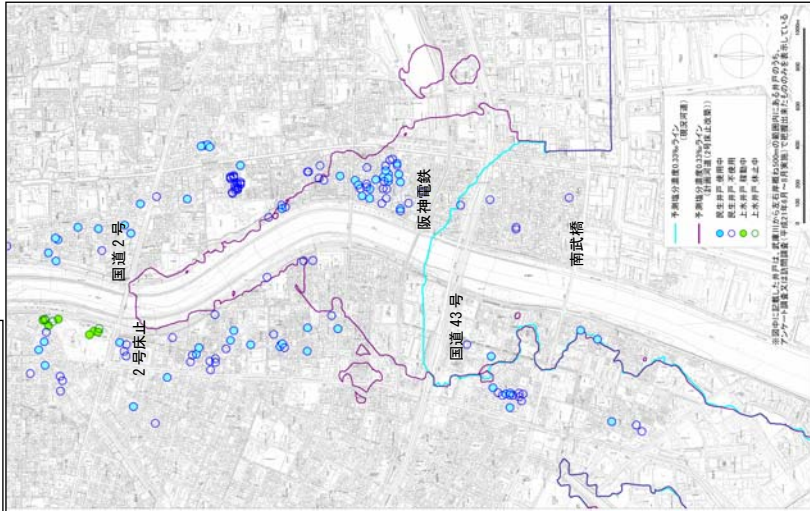
<地下水水位低下>  
 ①使用中の民生井戸の水位 ⇒ 最大約60cm低下  
 ②鳴尾浄水場の井戸の水位 ⇒ 最大約15cm低下



<地下水水位低下>  
 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

2号床止改築案



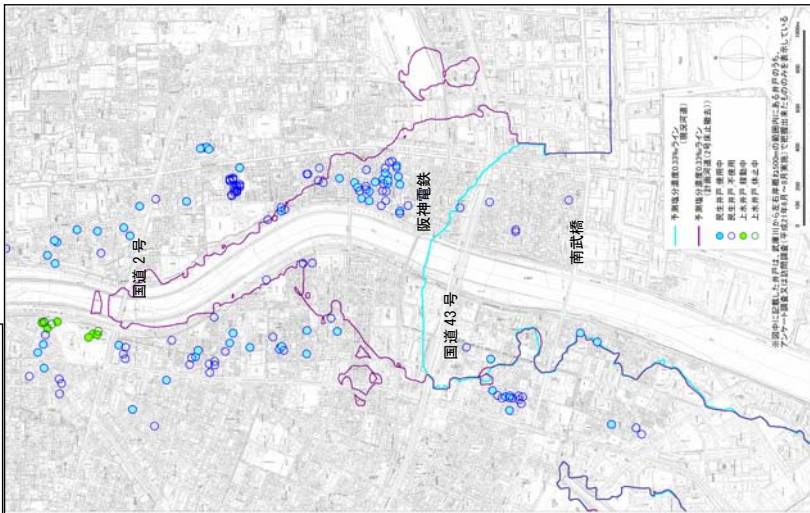
<民生井戸水への塩水混入>  
 16箇所(現在の1号床止めより下流側)

※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

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60cm低下	最大約15cm低下	16箇所 (現在の1号床止付近より下流側の井戸)

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