An aerial photograph of a city, likely Niigata, with a river winding through it. The city is densely packed with buildings, and the surrounding area is a mix of urban and rural landscape. In the background, there are large, snow-capped mountains under a clear sky. The overall color palette is dominated by blues and greys, with the white of the snow on the mountains.

第7回 安倍川総合土砂管理計画 検討委員会資料

平成23年1月27日
静岡河川事務所

※本委員会資料の内容は、安倍川総合土砂管理計画の現時点における検討段階のものであり、検討状況により結果が変更される場合がある。

目 次

- (1) 第6回委員会のまとめ
- (2) 『安倍川総合土砂管理計画』の検討の流れ（案）
- (3) 各領域の土砂収支について
- (4) 各領域での対策の検討状況
- (5) モニタリング計画について
- (6) 今後の進め方

- ◇土砂管理の基本的な考え方と事業としての考え方を分かるように整理する必要がある。
⇒基本原則(案)(P.3)、各領域の事業の進め方 (P.57)
- ◇砂防・河川・海岸の事業の実施について、静岡県と静岡河川事務所で連携を推進していく必要がある。
⇒各領域の事業の進め方 (P.57)
- ◇安倍川の土砂動態と河川環境の関連性についての視点を加えていく必要がある。
⇒安倍川流砂系の「目指すべき姿」(案) (P.5)
- ◇目指すべき姿について、各領域で具体的に示す必要がある。
⇒安倍川流砂系の「目指すべき姿」(案) (P.5)
- ◇一次元河床変動計算について、計算条件、計算結果を再確認する必要がある。
⇒一次元河床変動計算の計算手法について(P. 7)
- ◇管理をしていく上で長期的に実施すべきモニタリングを検討する必要がある。
⇒各領域の長期的なモニタリング項目(案)(P. 51)

○ 安倍川総合土砂管理の「基本原則」(案)

原則1：国土の維持・保全に必要な土砂は流砂系内でまかなう。

原則2：土砂の連続性を確保する。

原則3：主要地点での目標土砂移動量を設定する。

原則4：時間的、空間的に移動速度の異なる土砂移動現象を反映した各領域毎の管理を行う。
(修正案)

原則5：土砂動態を評価する計画対象期間は数十年間（30年程度）とする。

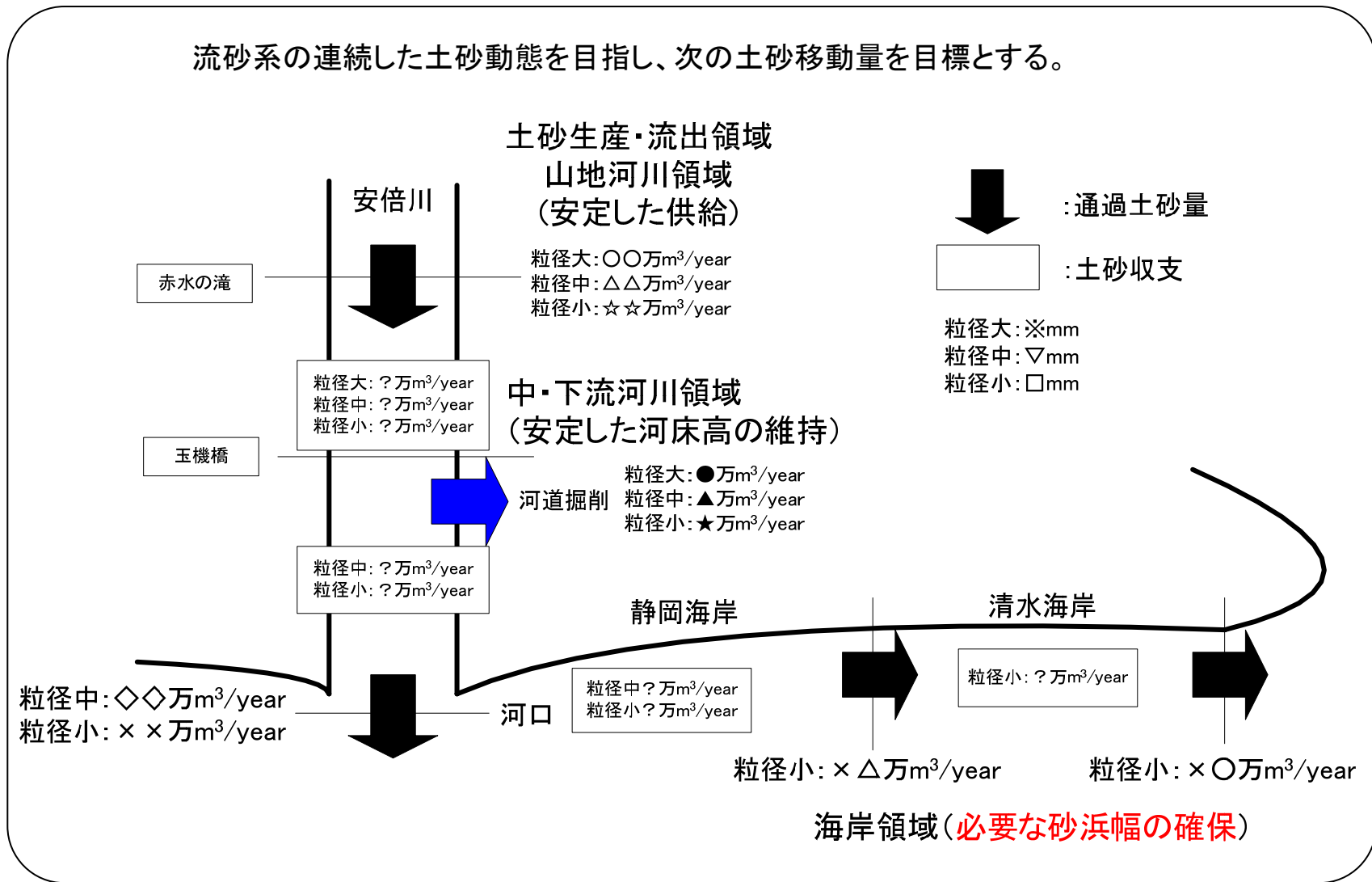
原則6：持続的に実施していき5～10年を一応の管理サイクルとし、計画も含めて、適宜、見直しを行う。

修正前

原則4：土砂移動現象の速度の違いを反映した管理を行う。

(1) 第6回委員会のまとめ

○ 安倍川流砂系の「土砂管理目標」(イメージ)



※目指すべき姿は、「河床高の維持」や「必要な砂浜幅の確保」など、土砂管理によって実現する各領域の“あるべき姿”、“対策の方向性”を示す。

※土砂管理目標は、粒径毎の流砂量、漂砂量及び土砂収支による数値目標を示す。

○ 安倍川流砂系の「目指すべき姿」(案)

『目指すべき姿』

砂防、河川、海岸の連携のもと各領域の管理・保全施設等を活かして安全性を確保しながら、土砂の連続性を考慮し、**可能なかぎり自然状態に近い土砂動態によって**形成される流砂系を目指す。

土砂生産、流出領域

急激な土砂生産、土砂流出による災害を抑制しながら、下流へ安全に移動させる。

山地河川領域

洪水時の急激な土砂の流下を抑制しながら、安全に移動させる土砂動態を目指す。

中・下流河川領域

洪水に対する安全性を確保(著しい局所洗掘等の防止、流下能力の確保)しながら、安倍川特有の河川環境を維持し、かつ安定的に海岸へ移動させる土砂動態を目指す。

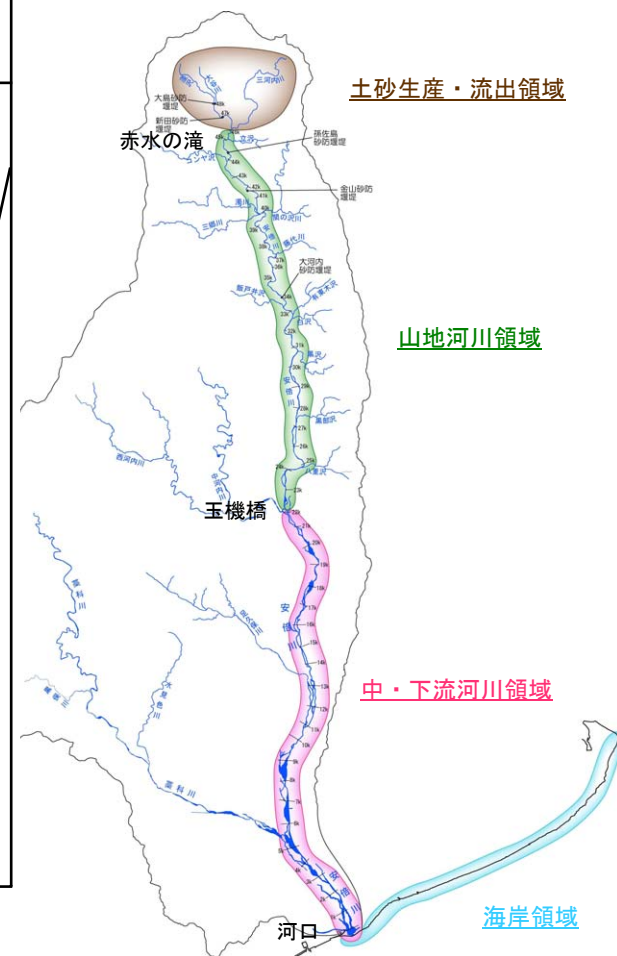
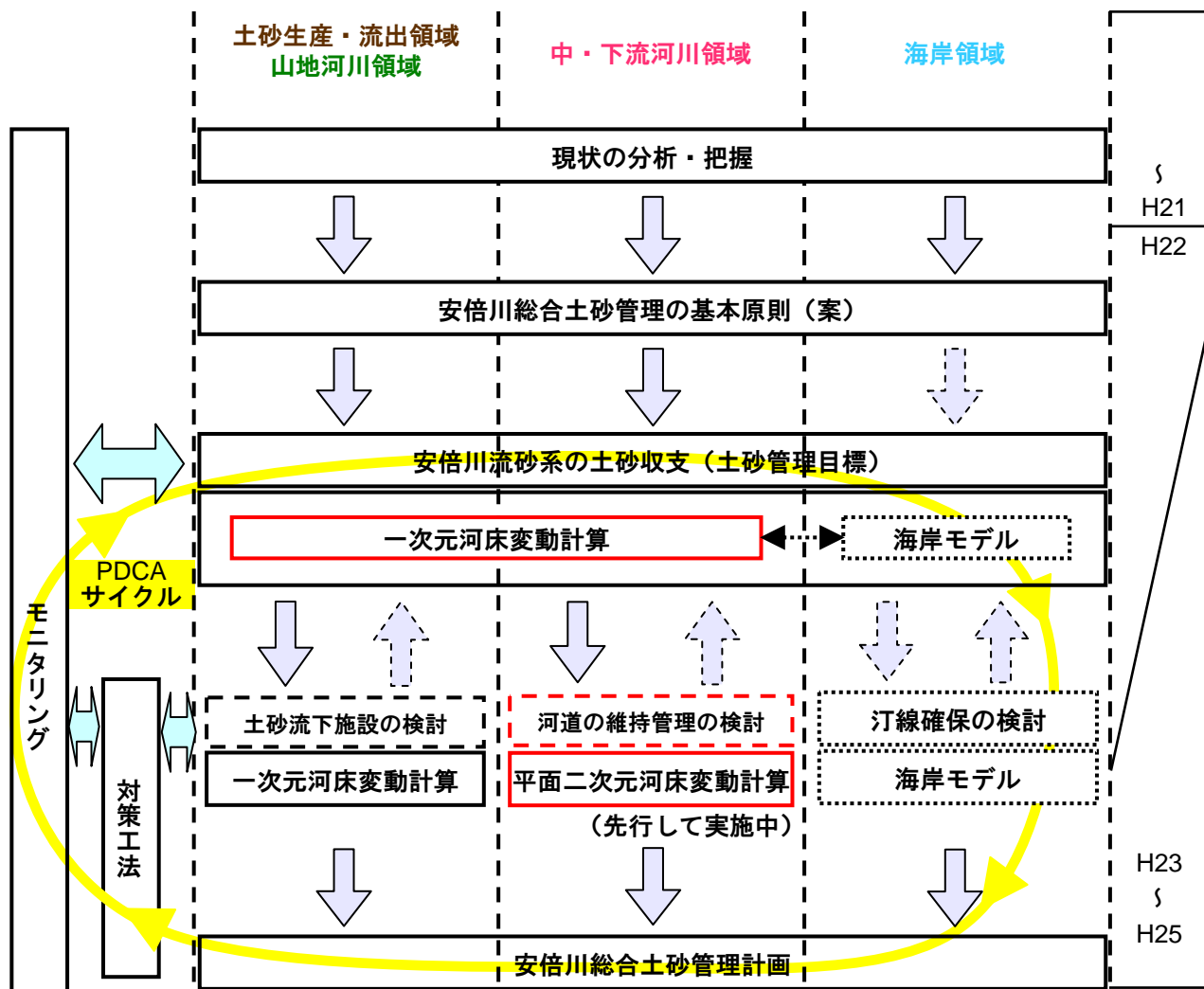
海岸領域

高潮・越波災害に対する安全、三保の松原等の景勝地の保全等の観点から、可能な限り自然の土砂移動により必要な砂浜幅を確保する。

(2) 『安倍川総合土砂管理計画』の検討の流れ(案)

目標設定と対策立案に向けた解析検討の構成と第7回委員会の検討状況

- ・流砂系全体で目標とする土砂収支は、中・下流河川領域の安定性確保のための土砂収支、海岸への必要土砂量を踏まえて設定(中・下流河川領域は、一次元河床変動計算を用いて検討。海岸領域は静岡県と連携して検討予定)。
- ・目標とする土砂収支を踏まえ、各領域で具体的な対策を検討(中・下流河川領域は、平面二次元河床変動計算を用い、掘削形状や水はね施設等について検討。海岸領域は静岡県と連携して検討予定)。



⋯ : 静岡県等の検討と連携

□ : 第7回での検討項目

(3) 各領域の土砂収支について

1) 土砂生産・流出域、山地河川領域、中・下流河川領域(河口への供給土砂量を含む)

a) 一次元河床変動計算の計算手法について

目的: 一次元河床変動計算では、安倍川流砂系の土砂収支(土砂管理目標)を設定する。

- ・ 出発水位の設定等、計算条件の妥当性を確認する。

二次元河床変動計算条件

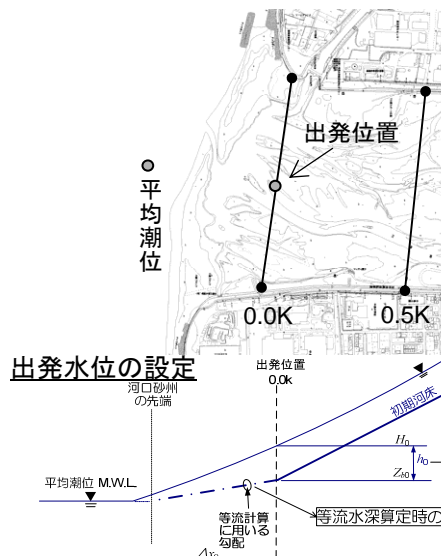
項目	設定条件		
計算手法	水位・流速計算: 一次元不等流計算 河床変動計算: 一次元河床変動計算(混合砂モデル)		
計算ステップ	$\Delta t=5$ 分		
掃流砂量式	芦田・道上式		
浮遊砂量式	芦田・道上式		
限界掃流力	エギアザロフ式(芦田・道上による修正式)		
対象期間	100年間(S57~H18 25年間×4回)		
対象区間	0.0~45.5k(赤水の滝)		
初期河床	0.0~22.0k: 平成21年3月LP測量 22.0~45.5k: 平成16年度測量 250mピッチ(43.0k~44.0kは100mピッチ) 以下、現況(H21.3)河道という		
下流端条件	出発位置	河口(0.0k)地点	
	出発水位	等流計算により算定(勾配は0.0k河床高と潮位で設定) (潮位を下回る場合は平均潮位T.P.+0.136m*1とする)	
上流端条件	流量	100m ³ /s以上(手越)*2	
	ハイドロ	本川: 手越流量(昭和57年~平成18年の実績流量の繰り返し)*3 支川(10支川): 手越流量の比流量により設定	
供給土砂量	上流端: 上流端断面の不等流計算結果に基づく 平衡給砂量 支川(葦科川・足久保川・中河内川): 合流点の支川断面の等流計算結果に基づく 平衡給砂量		
粗度係数	痕跡水位(H12洪水)を再現するよう設定した粗度係数		
	0.0k~5.5k	:0.025	13.5k~22.0k :0.025
	5.5k~8.0k	:0.031	22.0k~34.0k :0.045
	8.0k~13.5k	:0.033	34.0k~45.5k :0.050
粒度組成	平成20年河床材料調査結果(表層と下層の調査結果をそれぞれ適用))		
空隙率	0.35*4		
樹木群	-		
混合層厚	0.5m(最大粒径程度)		
構造物等の境界条件	横断工作物は、河床低下しないよう設定 砂防えん堤(大河内[34.2k]、金山[41.7k]、孫佐島[44.3k])、橋梁(大河内橋[31.05k]、関の沢橋[40.58k])の各断面を反映		

※1 平均潮位: T.P.+0.136m(平成16年~平成20年の清水港の平均潮位「平成22年 潮位表」より)
 ※2 岩垣式より設定した移動限界粒径と流量の関係から少なくとも代表粒径(D₆₀)が移動する流量として設定。
 ※3 安倍川で生じ得る長期の洪水を表現するため、25年間の実績洪水の繰り返しによりハイドロを作成。大規模出水(S57)を含むよう期間を設定。

※4 空隙率: 「沖積河川一構造と動態」の記述(「河床変動計算のための空隙率は、0.3~0.4程度としてよい」、p.64)より
 ※5 河口への供給土砂量とは、0.0k地点の流砂量のこと、出発水位に基づく水理量(流速・掃流力)に応じて算定される。
 ※6 整備計画目標流量設定時に採用されている波形であるS54.10洪水の流量ピーク時(手越地点Qp=4,900m³/s)
 ※7 痕跡水位と計算値である断面平均水位及び平均河床高は同じ時刻の値ではない

出発水位の設定について

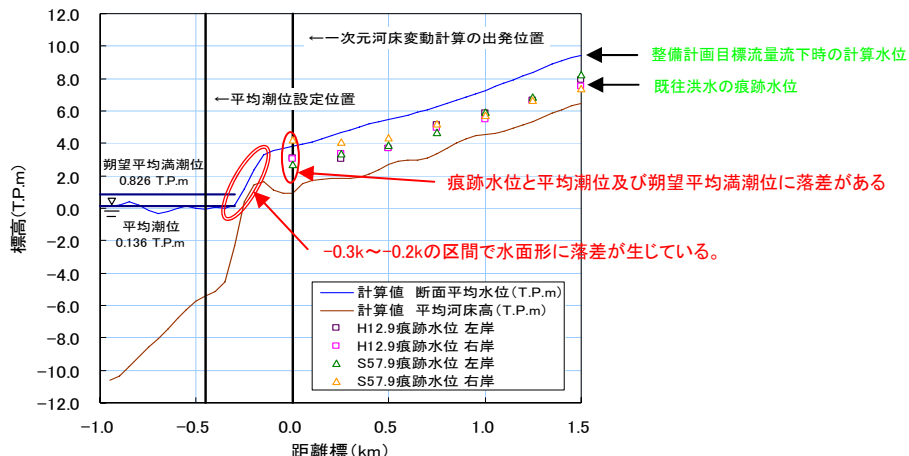
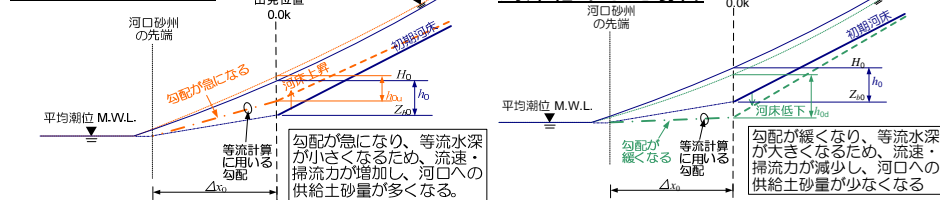
- ・ 安倍川河口部では、洪水時に海に落ち込む流れが生じていると考えられる。
- ・ 上記より、0.0k地点で潮位の影響は見られないことから、出発水位は等流水深で設定
- ・ 等流水深算定時のエネルギー勾配は、河口0.0k断面の河床高と河口砂州先端の平均潮位(T.P.+0.136m)で設定($\Delta x_0=250$ m)
- ・ 河口の河床変動に合わせて河床勾配の変化を反映した水位、流砂量を算定



出発水位の設定

河床上昇した場合

河床低下した場合



平面二次元河床変動計算における整備計画目標流量流下時*6の

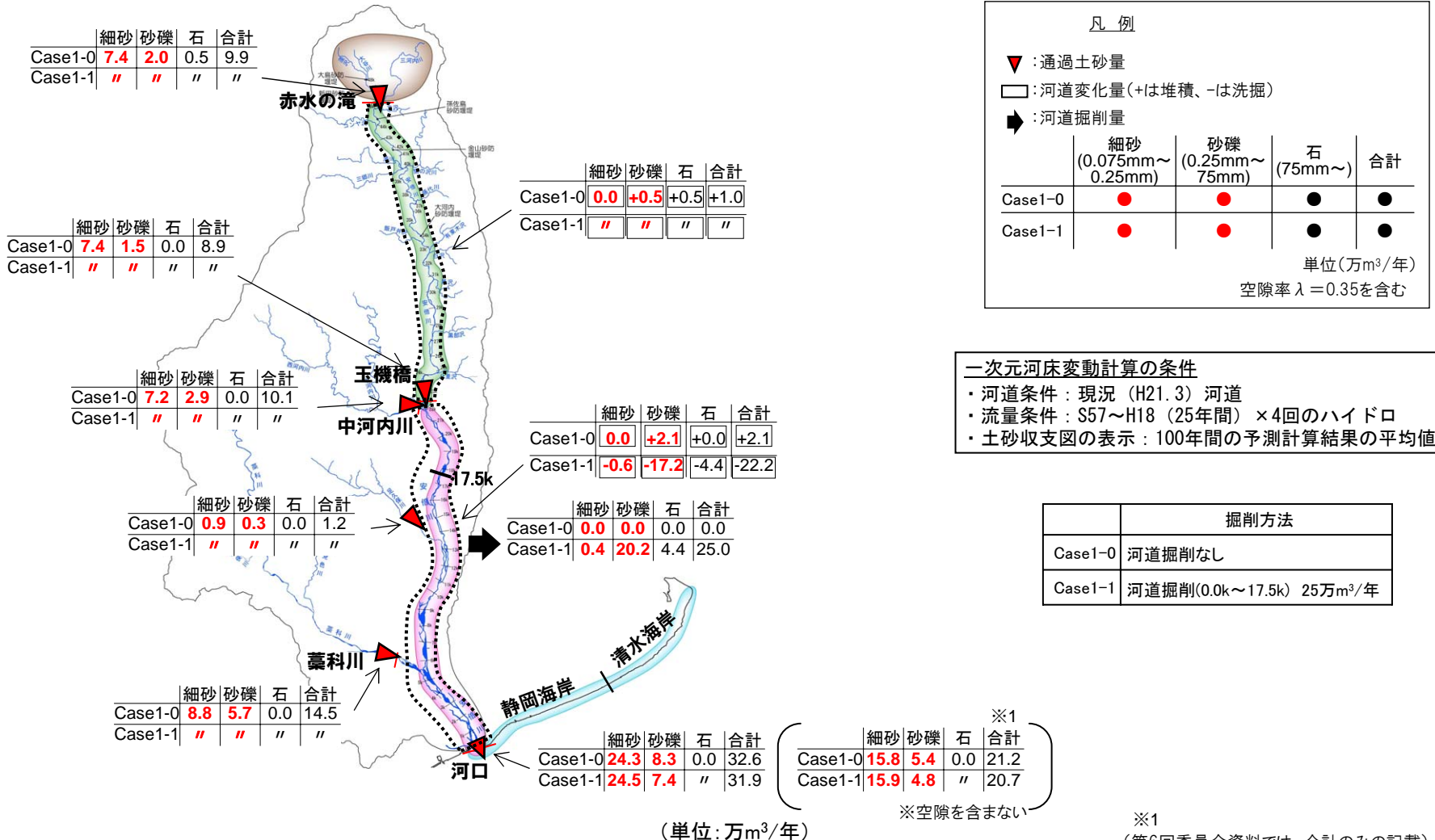
断面平均水位縦断面図及び痕跡水位と潮位の比較*7

(3) 各領域の土砂収支について

1) 土砂生産・流出域、山地河川領域、中・下流河川領域(河口への供給土砂量を含む)

b) 25万m³/年掘削継続での土砂収支(一次元河床変動計算結果)

- ・ H19～H21において、25万m³/年の河道の維持掘削を実施している。近年の河道の維持掘削量が河口への供給土砂量に及ぼす影響を把握する目的で、土砂収支を算定。
- ・ 粒径区分は、海岸に寄与する主な粒径(0.075mm～75mm; 静岡県検討状況)、及び河口テラスでの粒径の存在状況(0.1mm～75mm; 第2回安倍川総合土砂管理計画検討委員会資料)、土の分類(日本統一分類法)を参考に、**細砂(0.075mm～0.25mm)、砂礫(0.25mm～75mm)、石(75mm以上)の3区分に設定**。粒径毎の土砂収支を集計。
- ・ 静岡県の検討状況を踏まえ、現時点において海岸に寄与する主な粒径は0.075mm～75mmとした。
- ・ 中・下流河川領域(河口～玉機橋)の土砂は、砂礫分(0.25mm～75mm)を中心に減少(河床低下)。
- ・ 河口への供給土砂量の土砂は、**砂礫(0.25mm～75mm)が約10%減少**、全体の約90%である細砂は、ほとんど変化しない。したがって合計もほとんど変化しない。
- ・ 河口付近の勾配変化(流速、掃流力の変化)による供給土砂量の変化は、砂礫分の変化として現れている。また、縦断的に河床勾配を変化させないような掘削を行っているため、河道内の水理量(流速、掃流力)の変化が小さく、河口への供給土砂量の変化も比較的小さい。



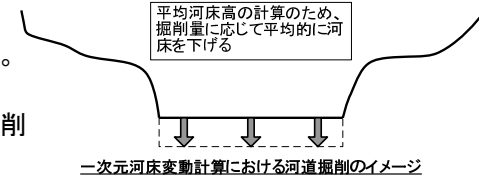
(単位: 万m³/年)

c)河道掘削の影響

①一次元河床変動計算による掘削条件

I.目的 ・ 昭和30年代に実施された砂利採取によって河口への供給土砂量が減少したとされている。この現象を一次元河床変動計算により検証。

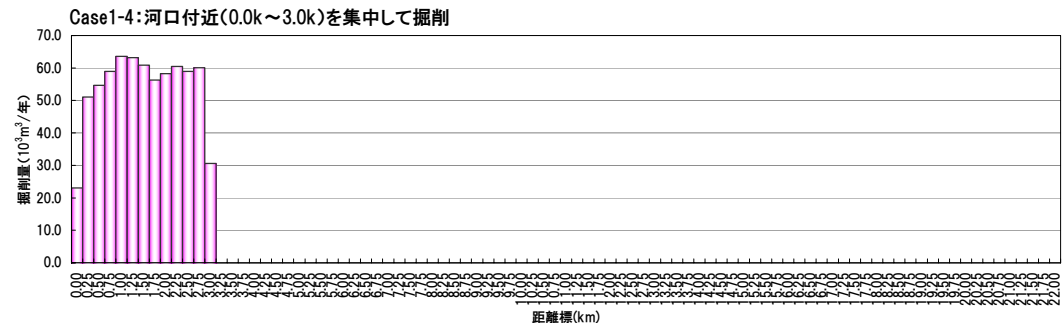
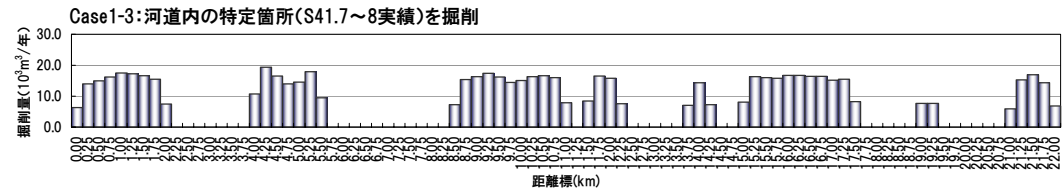
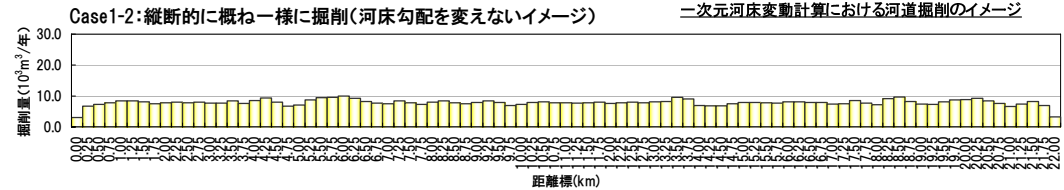
II.仮定 ・ 河道掘削による影響を把握するため、初期河道、外力等の条件は固定し、河道掘削の条件のみを変化させる。
・ 掘削量は、70万m³/年(昭和30年代に実施された砂州採取(S30~S42)の平均)とし、掘削位置を変化させる。
・ 河道掘削(70万m³/年)は最初の10年間のみ実施し、11年目以降は掘削後の河床高を維持させるものとし、掘削量は年毎に変化させる。



検討ケースと掘削位置の設定

	掘削方法	掘削条件
Case 1-0	掘削なし	
Case 1-2	縦断的に一様に掘削(河床勾配を変えないイメージ)	直轄区管理区間(0.0k~22.0k)全域(掘削量70万m ³ /年)
Case 1-3	河道内の特定箇所(S41.7~8実績)を掘削(壺掘り)	昭和41年7月~8月の調査による砂利採取実施地先* (掘削量70万m ³ /年)
Case 1-4	河口付近(0.0k~3.0k)を集中して掘削	河口付近(0.0k~3.0k)(掘削量70万m ³ /年)

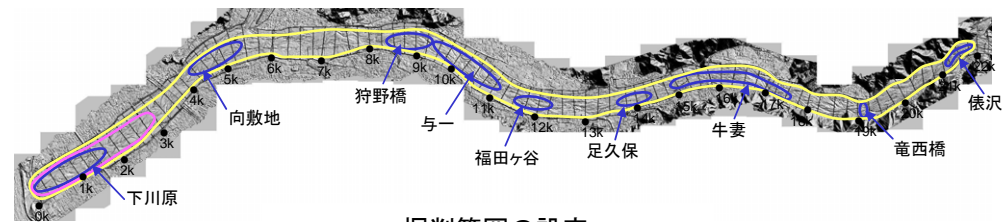
*昭和41年7月~8月の調査によると河口付近(下川原)、狩野橋など11地先で砂利採取が行われている。



III.検討条件 ・ 河道条件: 現況(H21.3)河道
・ 流量条件: S57~H18(25年間)×4回のハイドロ

IV.評価の視点 ・ 河道掘削位置により、河口への供給土砂量は変化するか。

- : Case1-2の掘削範囲
- : Case1-3の掘削範囲(昭和41年7月~8月の調査地先名より確定し、設定)
- : Case1-4の掘削範囲



掘削範囲の設定

c)河道掘削の影響

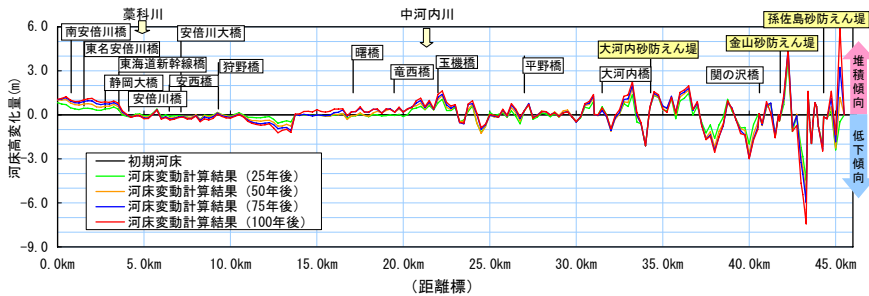
一次元河床変動計算の条件

- ・河道条件：現況 (H21.3) 河道
- ・流量条件：S57~H18 (25年間) ×4回のハイドロ
- ・土砂収支図の表示：100年間の予測計算結果の平均値

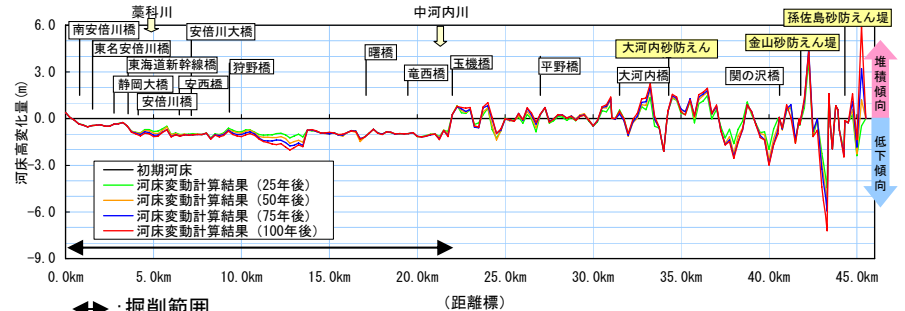
②河床変動高(一次元河床変動計算結果)

- ・各ケースとも掘削を実施する期間が含まれる25年後までに河床が低下し、その後、掘削後の河床高を維持させるように掘削量を変化させている。
- ・11.0k~14.0k付近は掘削しない場合 (Case1-0) でも25年後以降も河床低下を示しており、他のケースでも同様に25年後以降河床低下を示している。
- ・縦断的に一様な掘削をした場合 (Case1-2) では、堆積傾向を示す河口付近を除き、全区間に渡って河床が1m程度低下する。
- ・特定箇所の河道掘削とした場合 (Case1-3) では、掘削箇所を中心に河床が低下し、15~17k付近で最大約2mの河床低下となる。
- ・河口付近を集中して掘削した場合 (Case1-4) では、河口付近 (0.0k~3.0k) で最大約4mの河床低下となる。

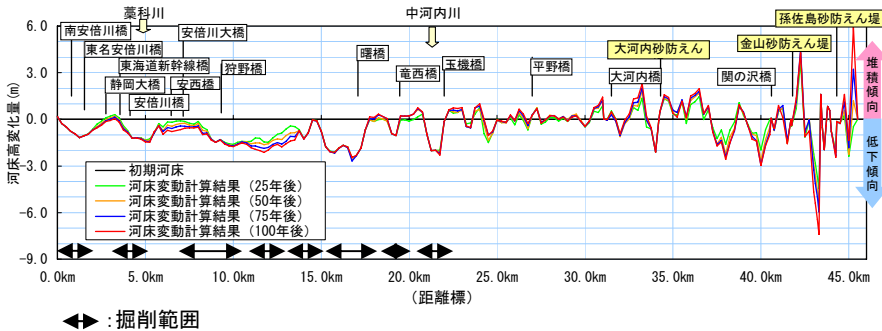
【河道掘削をしない場合 (Case1-0)】



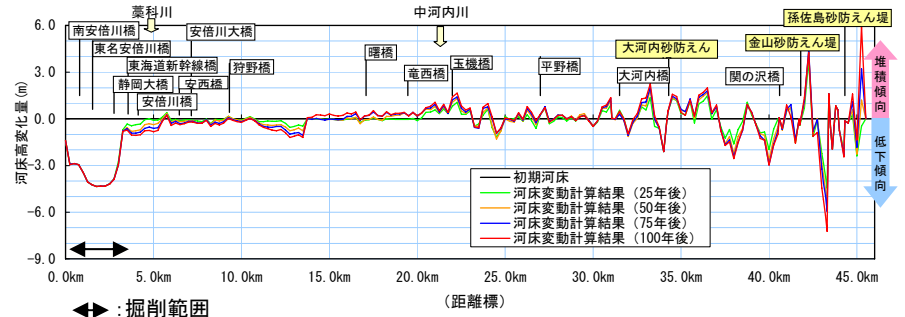
【縦断的に一様な河道掘削をした場合 (Case1-2)】



【特定箇所の河道掘削をした場合 (Case1-3)】



【河口付近を集中して河道掘削をした場合 (Case1-4)】



(3) 各領域の土砂収支について

1) 土砂生産・流出域、山地河川領域、中・下流河川領域(河口への供給土砂量を含む)

c) 河道掘削の影響

③ 粒径毎の土砂収支(一次元河床変動計算結果)

- 玉機橋の通過土砂量は、中・下流河川領域の河床が変化するため、それに伴わずかな差が生じている。これにあわせて、山地河川領域(赤水の滝～玉機橋)の河床も変化するため河道変化量も変化している。
- 中・下流河川領域の河道変化量は、河道掘削の有無で比較すると、総量では各ケースとも約13万m³/年程度の減少となっている。
- 河口への供給土砂量(合計)は、河口付近を集中して掘削した場合(Case1-4)、河道掘削なし(Case1-0)の約50%まで減少。
- 砂礫分は各掘削方法いずれも、河道掘削なしに比べて減少し、Case1-2で約70%(8.3→5.7)、Case1-3で約50%(8.3→4.3)、Case1-4で約10%(8.3→0.6)となる。

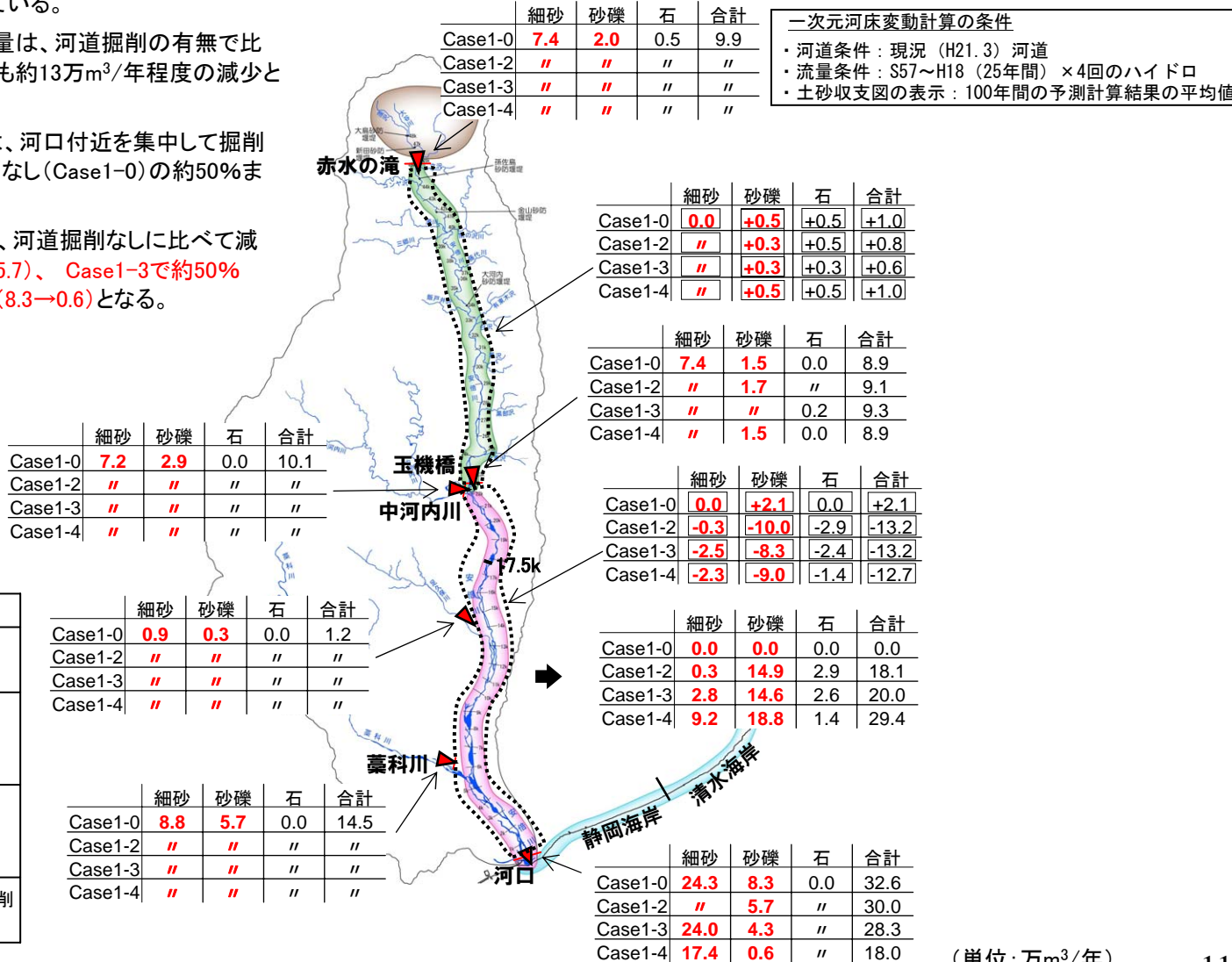
※S60～H15の19年間の河床変動傾向を再現したモデルを用いた。

掘削条件	
Case1-0	河道掘削なし
Case1-2	縦断的に一様に掘削 (河床勾配を変えないイメージ) (掘削量70万m ³ /年)
Case1-3	河道内の特定箇所 (S41.7～8実績)を掘削(壺振り) (掘削量70万m ³ /年)
Case1-4	河口付近(0.0k～3.0k)を集中して掘削 (掘削量70万m ³ /年)

凡例	細砂 (0.075mm ～ 0.25mm)	砂礫 (0.25mm～ 75mm)	石 (75mm～)	合計
▼:通過土砂量	●	●	●	●
□:河道変化量(+は堆積、-は洗掘)	●	●	●	●
▶:河道掘削量	●	●	●	●

Case	細砂	砂礫	石	合計
Case1-0	●	●	●	●
Case1-2	●	●	●	●
Case1-3	●	●	●	●
Case1-4	●	●	●	●

単位(万m³/年)
空隙率λ=0.35を含む



(単位: 万m³/年)

d)掘削方法と河口への供給土砂量

- 近年の掘削方法(25万m³/年を縦断的に一様に掘削)(Case1-1)では、砂礫(0.25mm~75mm)は若干減少する(8.3万m³/年→7.4万m³/年)ものの、総量では大幅な変化は生じていない。
- 昭和30年代の掘削方法(70万m³/年で壺掘り)を実施した場合(Case1-3)、河口への供給土砂量が大きく減少し、砂礫(0.25mm~75mm)は、4.3万m³/年まで半減する。

掘削あり・なしでの河口への供給土砂量

(単位:万m³/年)

	100年間の平均				25年間の平均			
	細砂 (0.075mm ~ 0.25mm)	砂礫 (0.25mm ~ 75mm)	石 (75mm~)	合計	細砂 (0.075mm ~ 0.25mm)	砂礫 (0.25mm ~ 75mm)	石 (75mm~)	合計
Case1-0 河道掘削なし	24.3 (15.8)	8.3 (5.4)	0.0 (0.0)	32.6 (21.2)	24.6 (16.0)	6.6 (4.3)	0.0 (0.0)	31.2 (20.3)
Case1-1 現在の掘削 (25万m ³ /年)	24.5 (15.9)	7.4 (4.8)	0.0 (0.0)	31.9 (20.7)	24.6 (16.0)	6.2 (4.0)	0.0 (0.0)	30.8 (20.0)
Case1-3 昭和30年代の掘削 (70万m ³ /年 壺掘り)	24.0 (15.6)	4.3 (2.8)	0.0 (0.0)	28.3 (18.5)	24.3 (15.8)	4.8 (3.1)	0.0 (0.0)	29.1 (18.9)

※上段は空隙率 $\lambda=0.35$ を含む値、下段()書きは空隙率 $\lambda=0.35$ を含まない値

a) 検討方針(案)

一次元河床変動計算により、土砂生産・流出領域、山地河川領域での対策として、既設砂防堰堤のスリット化の可能性について効果・影響を検討する

① 想定する対策

- 既設砂防堰堤のスリット化(透過型砂防堰堤への改築)
- 既設砂防堰堤の維持掘削(除石)と掘削土の下流への還元(置土)

② 対象施設

大河内砂防堰堤、孫佐島砂防堰堤

③ 評価方法

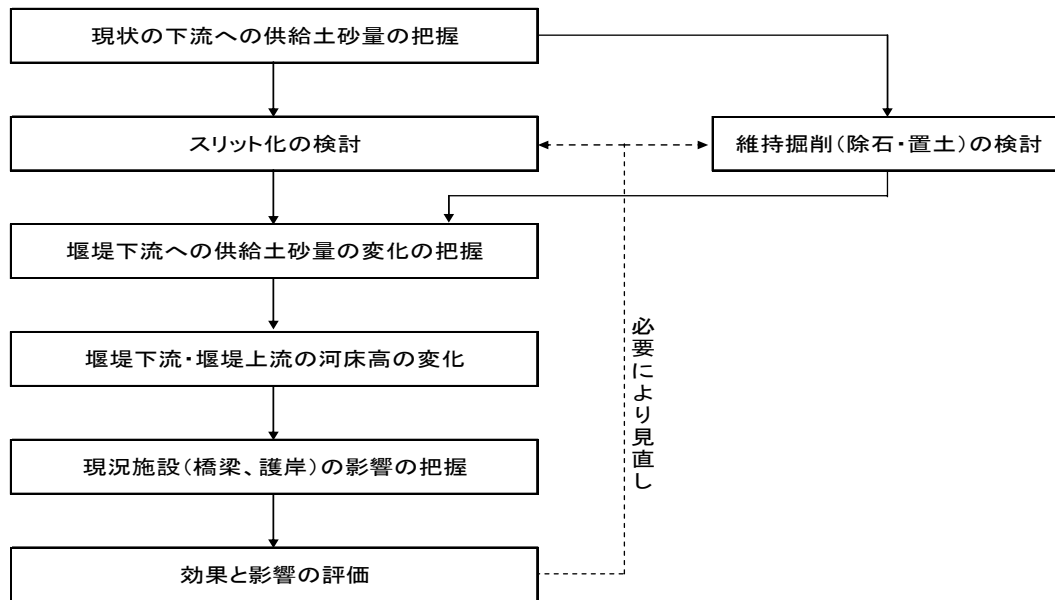
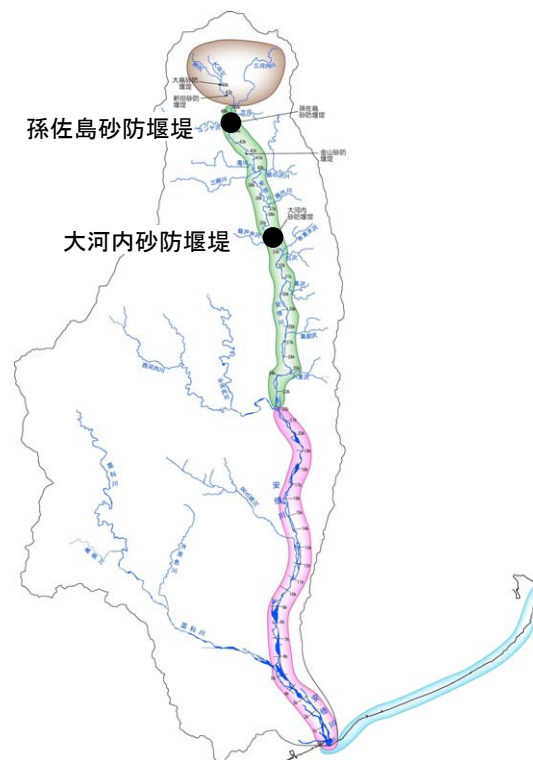
透過型砂防堰堤による洪水時の土砂捕捉、洪水後期から中小出水での土砂流出を考慮した一次元河床変動計算により検討

④ 評価項目

- 下流への供給土砂量の変化(土砂量の変化、影響範囲)
- 堰堤下流の河床上昇(河床低下の抑制)
- 堰堤上流の河床低下(護岸、橋脚等の安定への影響)



大河内砂防堰堤(H12撮影)



既設堰堤のスリット化・維持掘削(除石)検討フロー

- ・「砂利採取の変化による感度分析」では、壺掘りあり・なしでの河口への供給土砂量、河床変動状況の変化を把握することを目的とする。
- ・「堤防・低水路河岸の防護対策の検討」では、堤防侵食に対する安全性、低水路河岸侵食に対する安全性、及び高水敷侵食に対する安全性を評価する。
- ・「現在設置されている水制工の効果」では、現在設置されている水制工が流況や河床変動へ及ぼす影響を把握することを目的とする。

検討項目計算条件一覧表

検討項目	評価項目	計算条件	
		対象流量(1洪水)	上流端条件
砂利採取の変化による感度分析 (砂利採取量120万m ³)	・壺掘りあり・なしでの河口への供給土砂量、河床変動状況の変化	整備計画目標流量 (手越地点ピーク4,900m ³ /s) ※大規模出水による影響を把握するために整備計画目標流量を選定	安倍川:牛妻流量ハイドログラフ 藁科川:奈良間流量ハイドログラフ <u>波形</u> ・S54.10洪水型 (整備計画目標流量設定時に採用されている波形)
堤防・低水路河岸の防護対策の検討	・堤防の安全性 ・低水路河岸侵食に対する安全性 ・高水敷侵食に対する安全性	・平均年最大流量 (手越地点ピーク1,750m ³ /s) ・整備計画目標流量 (手越地点ピーク4,900m ³ /s) ・整備計画目標流量×1.06倍 (手越地点ピーク5,200m ³ /s) ※流量規模の違いにより危険箇所に出ないかを把握するために、3流量規模を設定	安倍川:牛妻流量ハイドログラフ 藁科川:奈良間流量ハイドログラフ <u>波形</u> ・S54.8洪水型(シャープ) ・H13.9洪水型(長時間継続) ・S57.8洪水型(二山) ※本編には、S54.8洪水型(シャープ)の整備計画目標流量規模、及びH13.9洪水型(長時間継続)の3流量規模を掲載している
現在設置されている水制工の効果・分析	・現在設置されている水制工が流況や河床変動へ及ぼす影響	整備計画目標流量 (手越地点ピーク4,900m ³ /s) ※大規模出水による影響を把握するために整備計画目標流量を選定	安倍川:牛妻流量ハイドログラフ 藁科川:奈良間流量ハイドログラフ <u>波形</u> ・S54.10洪水型 (整備計画目標流量設定時に採用されている波形)

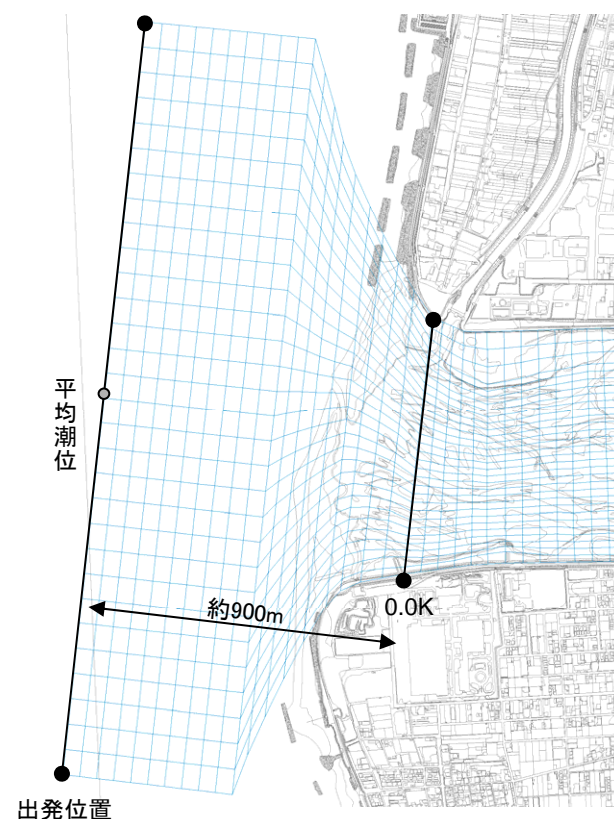
a)平面二次元河床変動計算の計算方法について

目的: 平面二次元河床変動計算では、河道の維持管理のための具体的な方策(掘削形状、水はね施設等)を検討する。

平面二次元河床変動計算条件

項目	設定条件		
	砂利採取の変化による感度分析	低水路河岸・堤防の防護対策の検討	現在設置されている水制工の効果・分析
計算手法	水位・流速計算: 平面二次元不定流計算 河床変動計算: 平面二次元河床変動計算(混合粒径)		
計算ステップ	$\Delta t=0.2$ 秒		
掃流砂量式	縦断方向: 芦田・道上式 横断方向: 長谷川の式		
浮遊砂量式	浮遊砂濃度: 移流・拡散方程式 基準面濃度: Lane-kalinske式		
限界掃流力	エギアザロフ式(芦田・道上による修正式)		
対象期間※1	S54.10出水1洪水期間	S54.8出水1洪水期間 H13.9出水1洪水期間 S57.8出水1洪水期間	S54.10出水1洪水期間
対象区間	河口沖(水深10m付近)～18.0k		
初期河床	河道: 平成21年3月LP測量(「砂利採取の変化による感度分析」では、平成21年3月LP測量をもとに掘削形状を設定) 河口テラス: 平成21年3月河口深淺測量		
下流端条件	出発位置	河口沖(水深10m付近)	
	出発水位	T.P.+0.136m※2 一定	
上流端条件	流量 ハイドロ	・整備計画目標流量 (手越地点 $Q_p=4,900\text{m}^3/\text{s}$)	・平均年最大流量 (手越地点 $Q_p=1,750\text{m}^3/\text{s}$) ・整備計画目標流量 (手越地点 $Q_p=4,900\text{m}^3/\text{s}$) ・整備計画目標流量×1.06倍 (手越地点 $Q_p=5,200\text{m}^3/\text{s}$)
		・整備計画目標流量 (手越地点 $Q_p=4,900\text{m}^3/\text{s}$)	・整備計画目標流量 (手越地点 $Q_p=4,900\text{m}^3/\text{s}$)
供給土砂量	上流端: 安倍川上流端断面(18.0k)の不定流計算結果に基づく平衡給砂量 支川(藁科川): 藁科川上流端断面(1.0k)の不定流計算結果に基づく平衡給砂量		
粗度係数	低水路粗度係数	河道計画で用いられている計画洪水規模の粗度係数 0.032(0.0k～5.5k)、0.031(5.5k～8.0k)、0.033(8.0k～13.5k)、0.034(13.5k～18.0k)	
	高水敷粗度係数	植生図(平成16年度調査)、航空写真(平成20年2月調査)より設定	
粒度組成	河道部: 平成20年度河床材料調査結果(手引き案※3に基づく調査) 河口テラス: 平成17年度底質調査(汀線付近)		
空隙率	0.35※4		
樹木群	植生図(平成16年度調査)、航空写真(平成20年2月調査)より設定		
混合層厚	0.05m(計算の安定性を考慮して設定)		
構造物等の境界条件	造成された高水敷: 固定床 高水敷の堆積箇所: 移動床		

出発水位の設定について



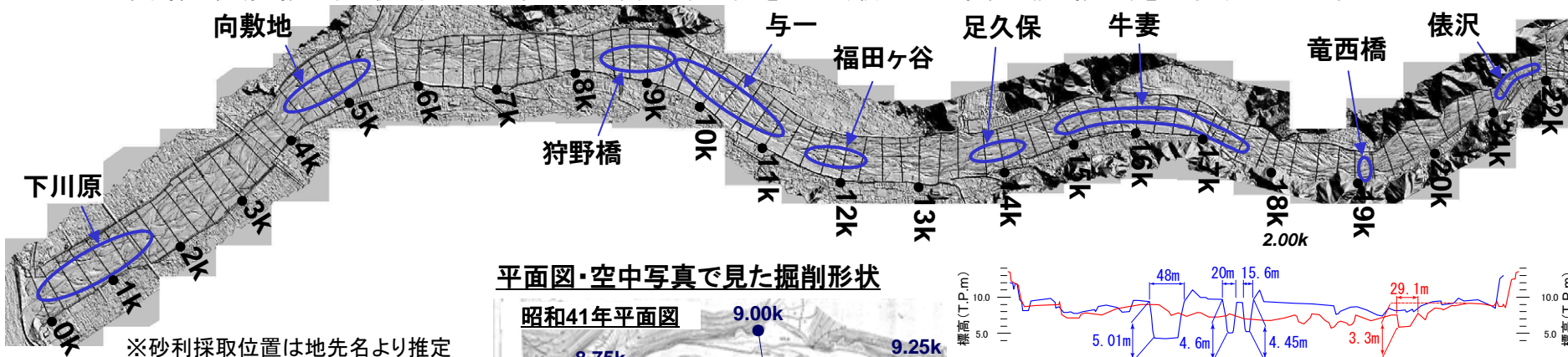
- ※1 整備計画目標流量設定時に採用されている波形: S54.10洪水(17時間)シャープな波形: S54.8洪水(8時間)
長時間継続する波形: H13.9洪水(36時間)
二山の波形: S57.8洪水(60時間)
- ※2 平均潮位: T.P.+0.136m(平成16年～平成20年の清水港の平均潮位「平成22年 潮位表」より)
- ※3 流砂系における土砂移動実態の研究調査・解析の手引き(案)平成12年7月 建設省土木研究所砂防研究室
- ※4 空隙率: 「沖積河川 一構造と動態一」の記述(「河床変動計算のための空隙率は、0.3～0.4程度としてよい」、p.64)より

b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

- ①目的
 - 昭和30年代の壺堀り形状は、土砂を捕捉し、河口への供給土砂量を減少させた可能性がある。
 - 平面二次元河床変動計算で、昭和30年代の掘削を想定した壺堀り形状を感度分析的に設定し、壺堀りあり・なしでの河口への供給土砂量、河床変動状況の変化を分析する。
 - 河口への供給土砂量の変化、掘削箇所の変化等の分析結果を踏まえ、今後の掘削形状検討の基礎資料とする。

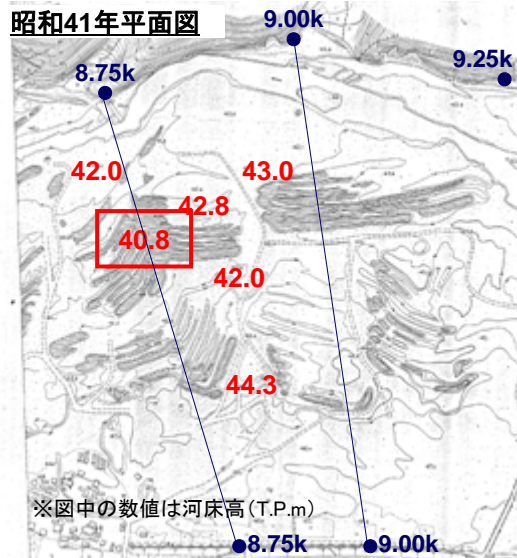
- ②評価の視点
 - 壺堀りあり・なしでの河口への供給土砂量、河床変動状況の変化を感度分析的に把握する。

- ③検討条件
 - 昭和41年7月～8月の調査において砂利採取が行われている河口付近(下川原)、狩野橋など11地先を対象とし、掘削量は年間採取量が最も多い昭和40年の採取量である120万m³を11地先に配分して設定した。
 - 砂利採取初期の掘削深が最も深かったと考えられる昭和30年の深さを適用し、横断面図から把握可能な掘削深を平均し、4.7mとした。

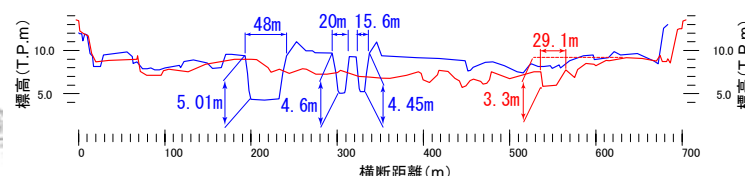


※砂利採取位置は地先名より推定

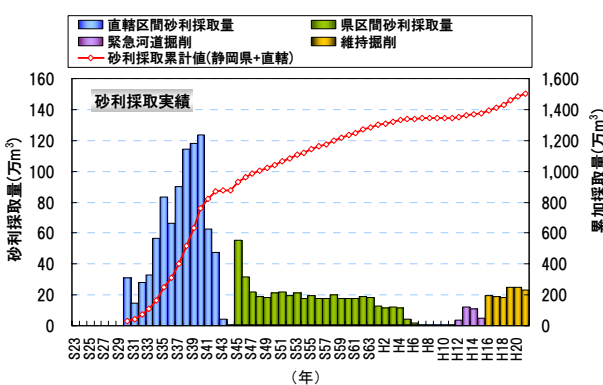
平面図・空中写真で見た掘削形状



※図中の数値は河床高(T.P.m)



- 昭和41年の空中写真をみると、掘削は筋状の掘削形状を形成している。
- 掘削形状の延長は、100m～250m程度である。
- 昭和41年の平面図から掘削幅を判読すると2.0～3.0m程度である。

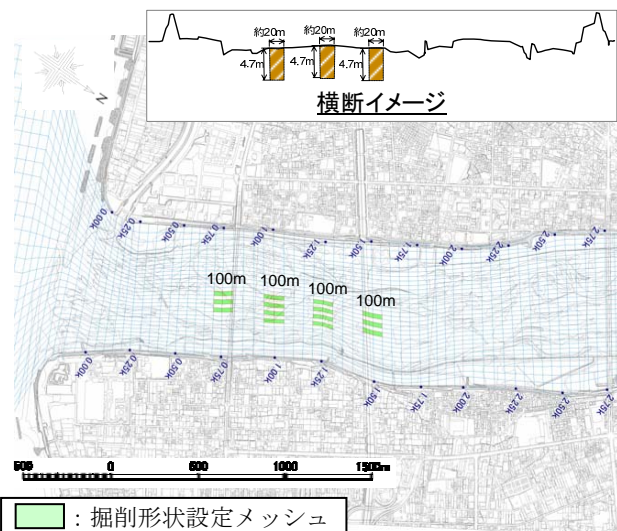
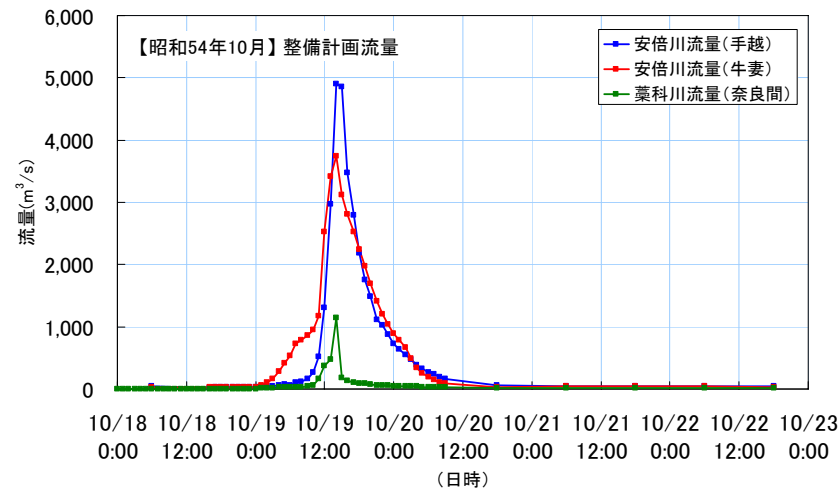


b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

③検討条件

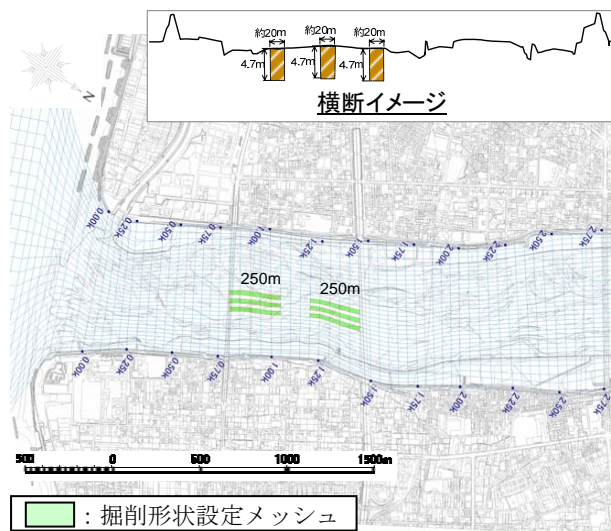
・実際の掘削形状は、規模、配置、方向等は不規則であるが、シミュレーションでは縦断方向、横断方向について模式的なケースを設定。

条件項目	条件	
対象流量	整備計画目標流量(手越地点ピーク4,900m ³ /s)	
初期河床	【Case2-0(掘削なし)】 【Case2-1(縦断的に100m連続)】 【Case2-2(縦断的に250m連続)】 【Case2-3(横断的に掘削)】 河道：平成21年3月LP測量をもとに作成 河口テラス：平成21年3月河口深淺測量	
上流端条件	安倍川	牛妻流量ハイドログラフ (S54波形の引き伸ばしにより設定)
	葦科川	奈良間流量ハイドログラフ (S54波形の引き伸ばしにより設定)
掘削量	120万m ³	
掘削深	4.7m	



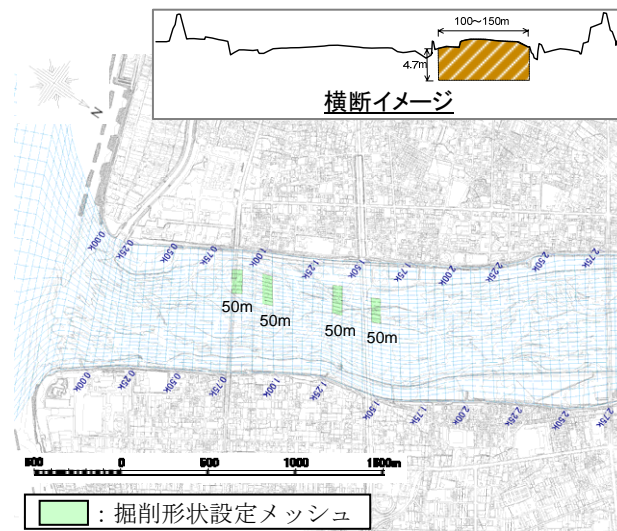
下川原地区の壺堀り形状設定位置
(縦断的に100m連続)

【Case2-1】



下川原地区の壺堀り形状設定位置
(縦断的に250m連続)

【Case2-2】



下川原地区の壺堀り形状設定位置
(横断的に掘削)

【Case2-3】

b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

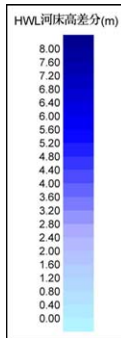
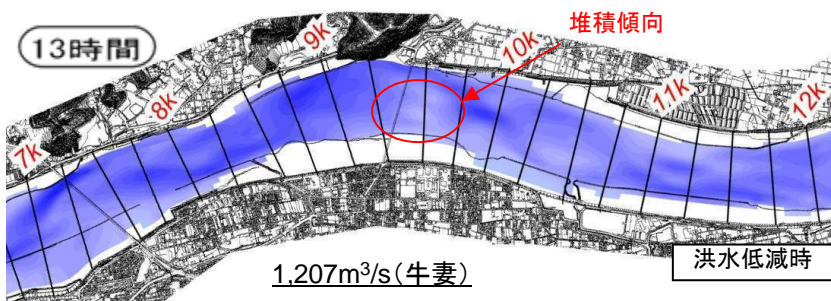
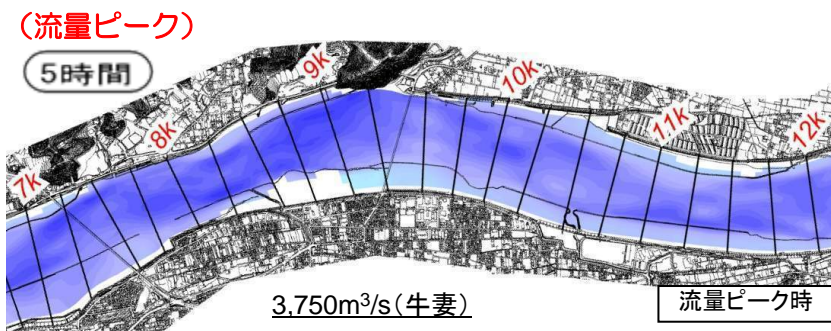
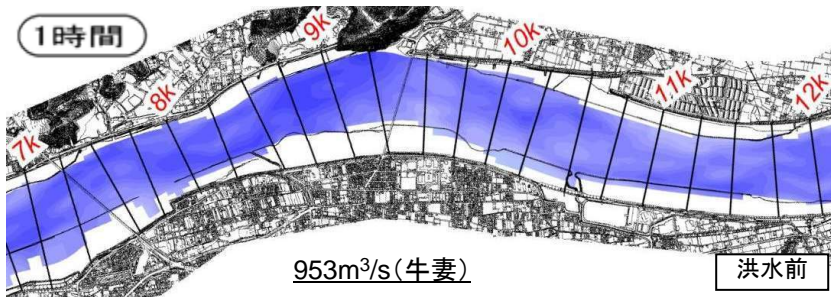
④検討結果

○出水による掘削箇所付近の河床高及び流況の変化状況 **Case2-0:掘削なし**

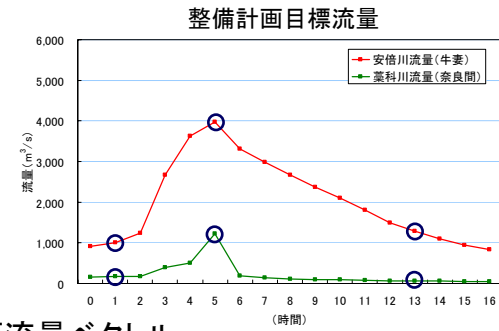
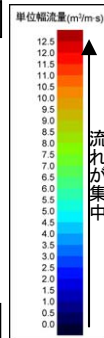
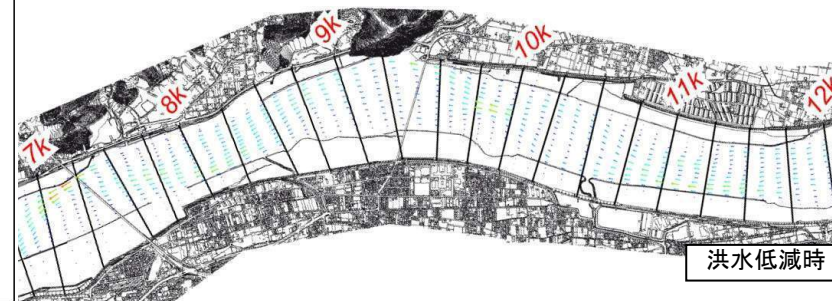
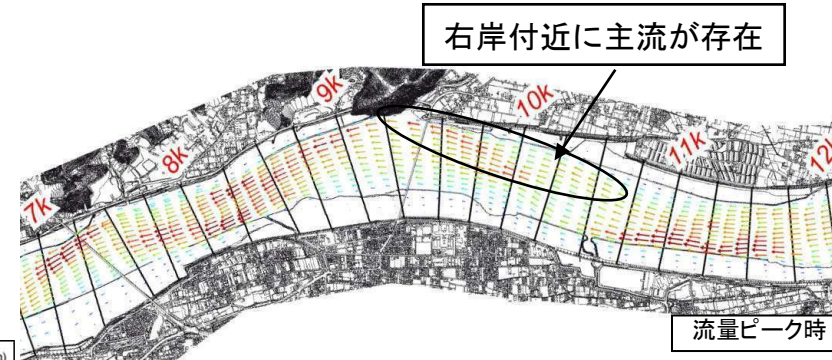
- ・洪水低減時(13時間目)では、9.5k付近の中央部で堆積傾向を示している。
- ・9.5k付近に着目すると、流量ピーク時(5時間目)では、**右岸付近に主流が存在している。**

※図は、後に示す掘削形状設定ケースによる河床変動結果との比較材料として示す。

HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)



単位幅流量ベクトル



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

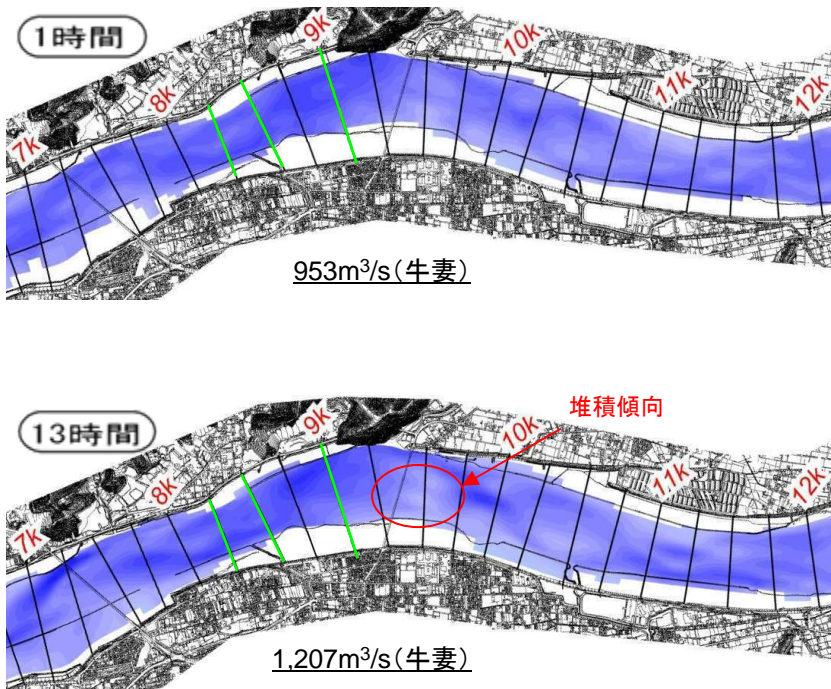
○出水による掘削箇所付近の河床高の変化状況

Case2-0:掘削なし

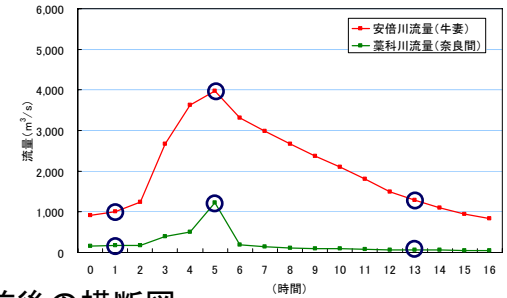
・洪水低減時(13時間目)では、8.25kで中央部付近で河床が低下している。

※図は、後に示す掘削形状設定ケースによる河床変動結果との比較材料として示す。

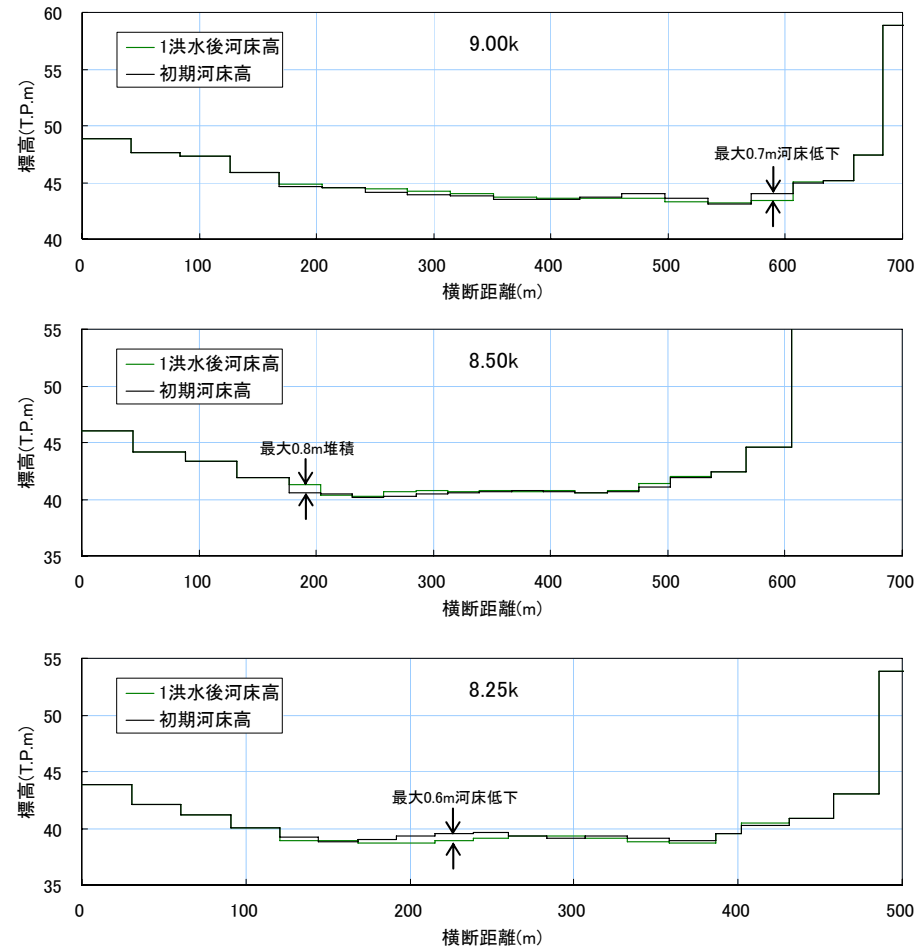
HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)



整備計画目標流量



洪水前後の横断面図



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

○出水による掘削箇所付近の河床高及び流況の変化状況

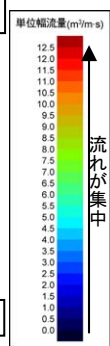
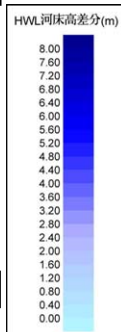
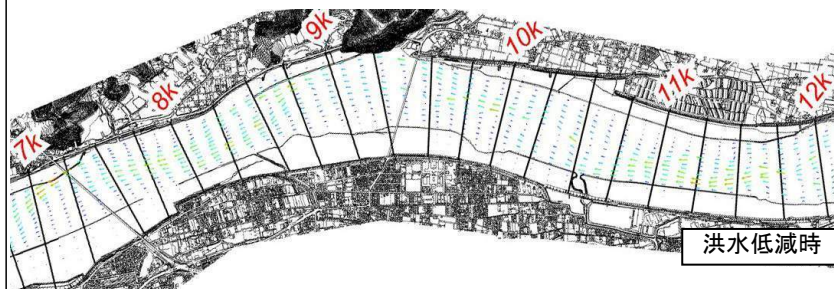
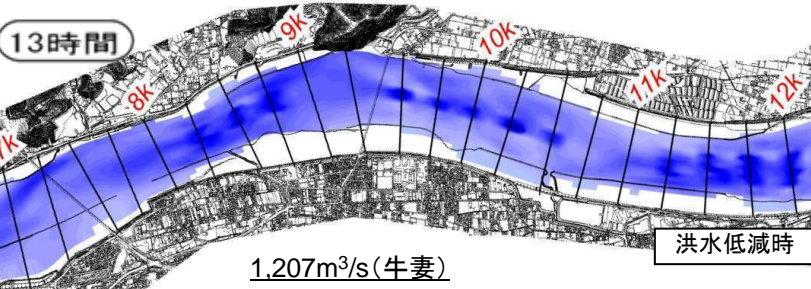
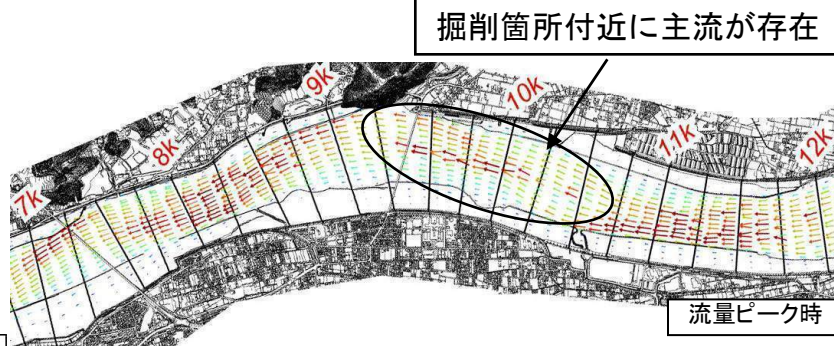
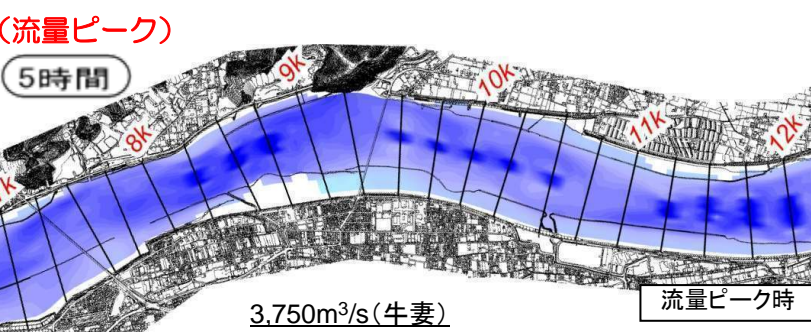
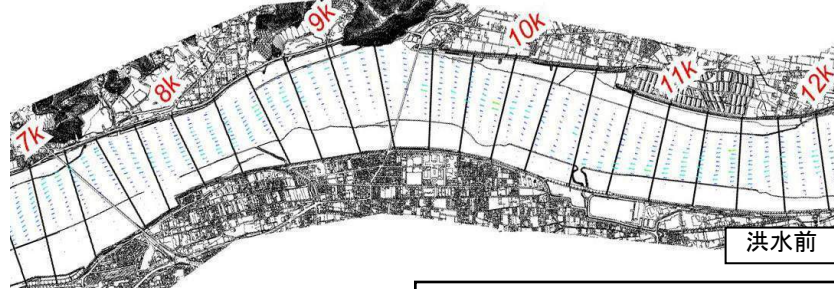
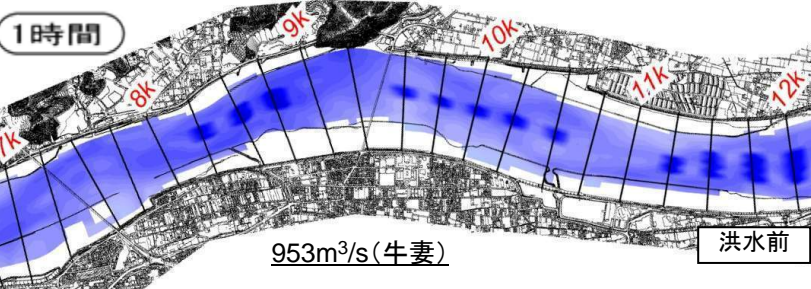
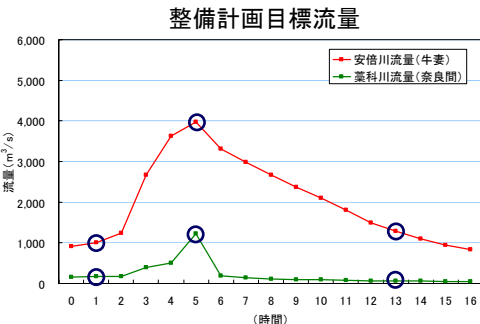
Case2-1:縦断的に100m連続

- ・洪水低減時(13時間目)では、掘削形状が崩れ、洪水前に比べて不明瞭になりつつある。
- ・流量ピーク時(5時間目)では、中央付近の掘削により**主流が中央に存在している**。

※図は、1洪水中の河床変動、流況の時系列な変化を把握するために洪水前時点、流量ピーク時点、洪水低減時点を示す。壺掘り形状を多く設定し、また水衝部のある7.0k~12.0kの区間について掲載する。

HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)

単位幅流量ベクトル



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

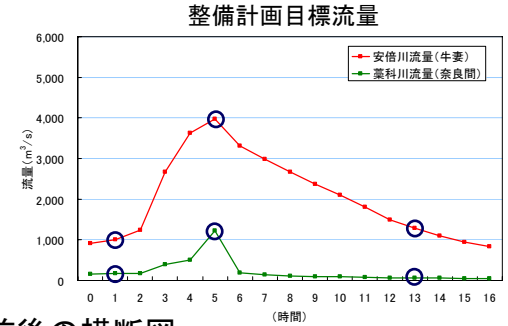
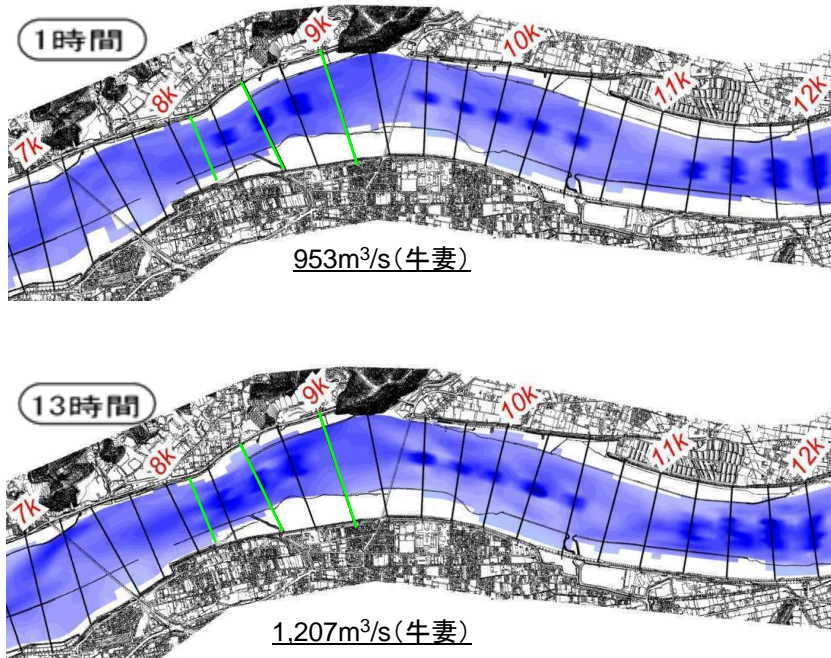
○出水による掘削箇所付近の河床高の変化状況

Case2-1:縦断的に100m連続

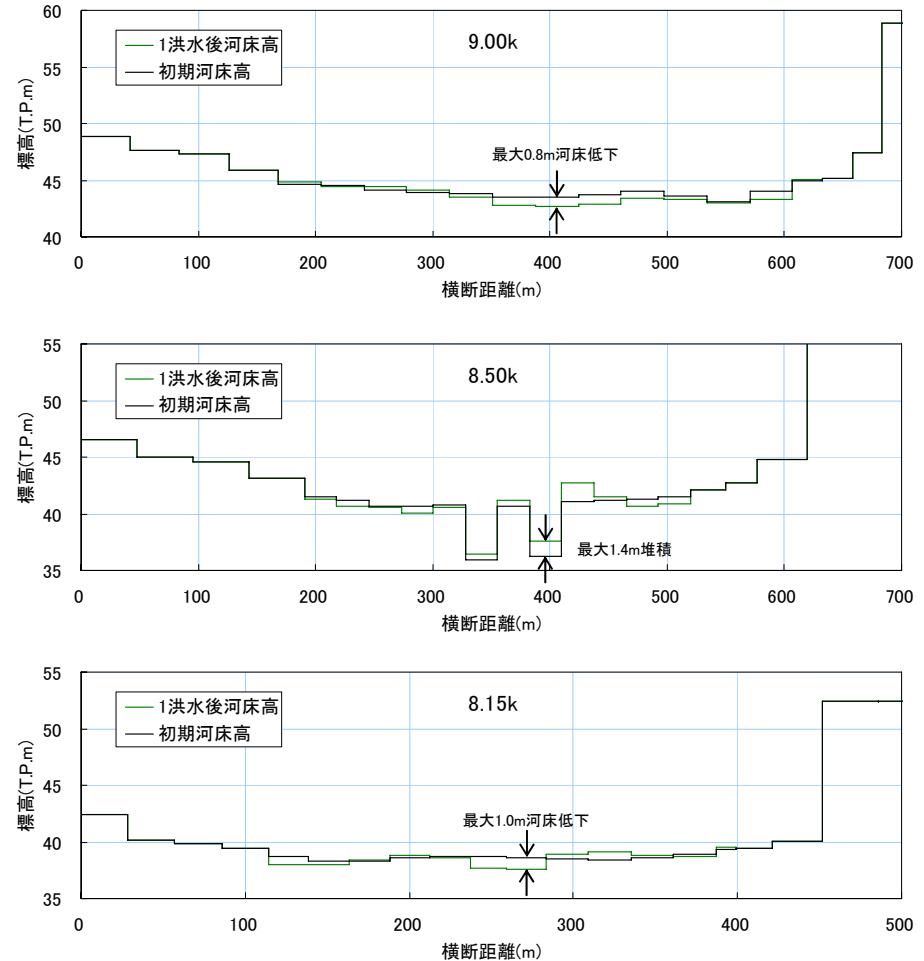
- ・洪水後では、8.50kの壱掘り部が最大約1.4m程度堆積している。
- ・壱掘り部の下流側である8.15kでは、最大約1.0m程度河床が低下している。

※図は、1洪水中の河床変動、流況の時系列な変化を把握するために洪水前時点、流量ピーク時点、洪水低減時点を示す。壱掘り形状を多く設定し、また水衝部のある7.0k~12.0kの区間について掲載する。

HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)



洪水前後の横断面図



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

○出水による掘削箇所付近の河床高及び流況の変化状況

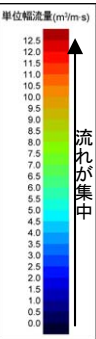
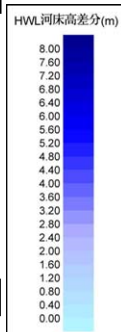
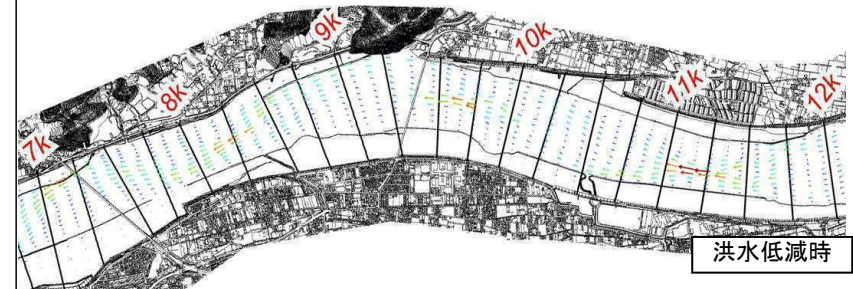
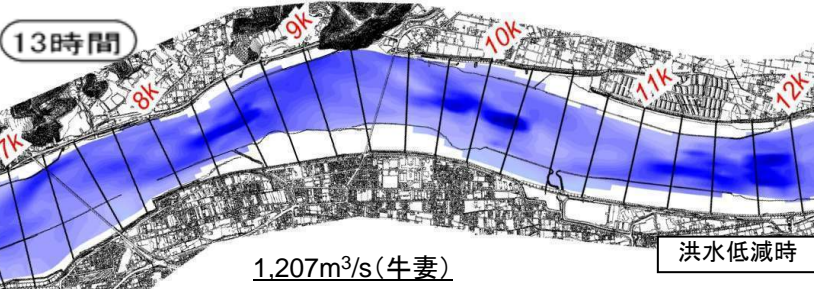
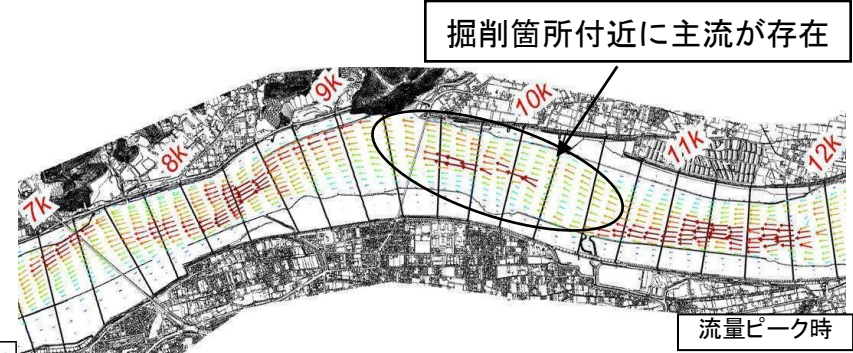
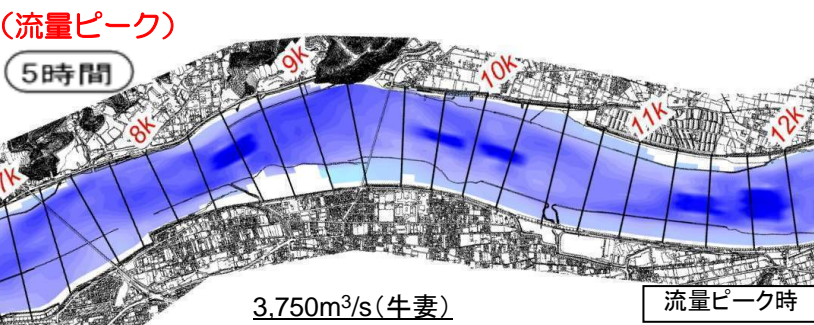
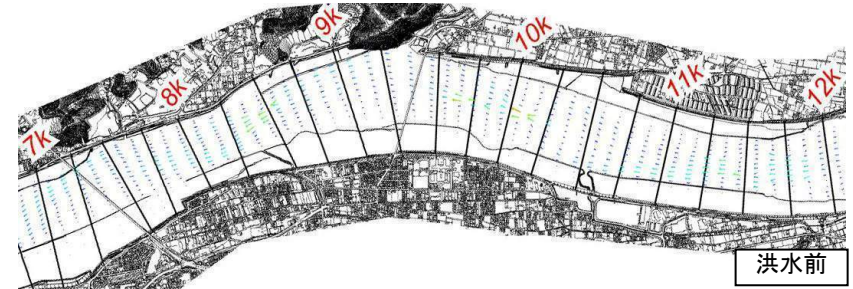
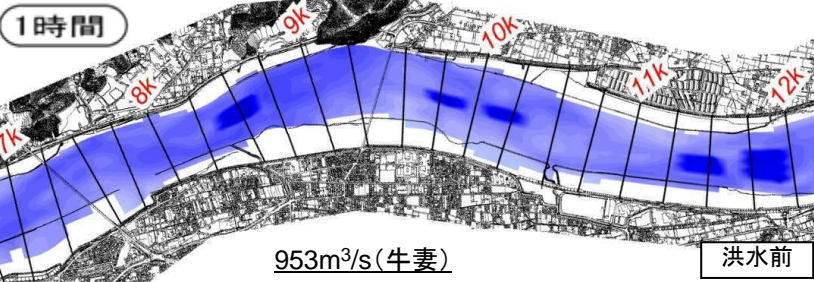
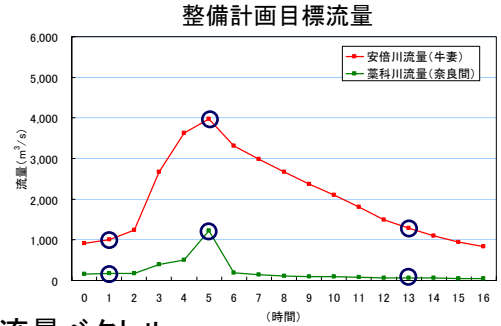
Case2-2:縦断的に250m連続

- ・洪水低減時(13時間目)では、掘削形状が若干崩れ、10.0k付近では2箇所の壺掘り形状が接続している。
- ・9.5k付近に着目すると、流量ピーク時(5時間目)では、中央付近の掘削により主流が中央に存在している。

※図は、1洪水中の河床変動、流況の時系列な変化を把握するために洪水前時点、流量ピーク時点、洪水低減時点を示す。壺掘り形状を多く設定し、また水衝部のある7.0k~12.0kの区間について掲載する。

HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)

単位幅流量ベクトル



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

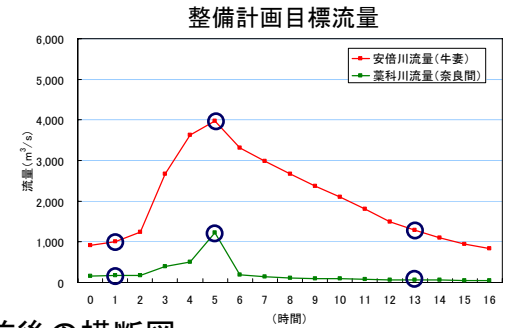
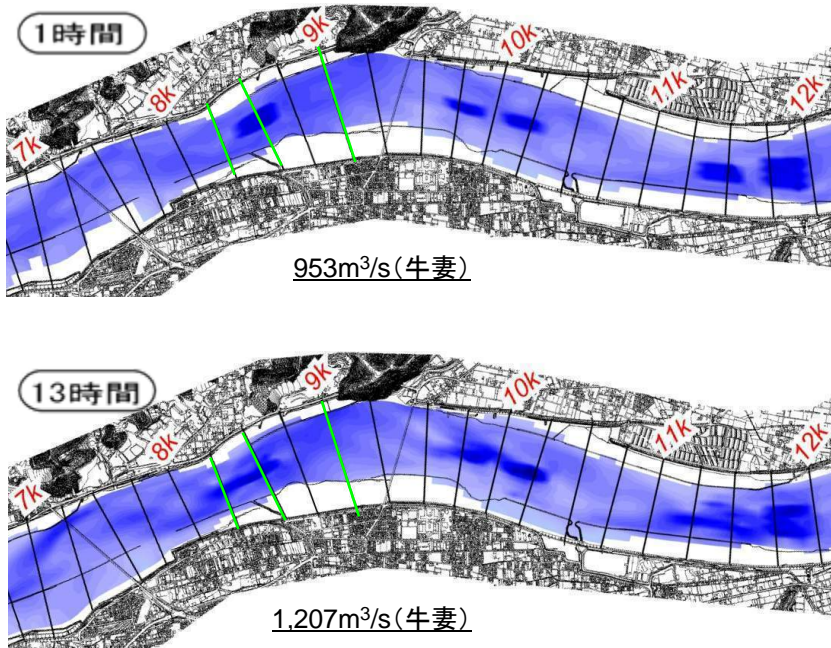
○出水による掘削箇所付近の河床高の変化状況

Case2-2:縦断的に250m連続

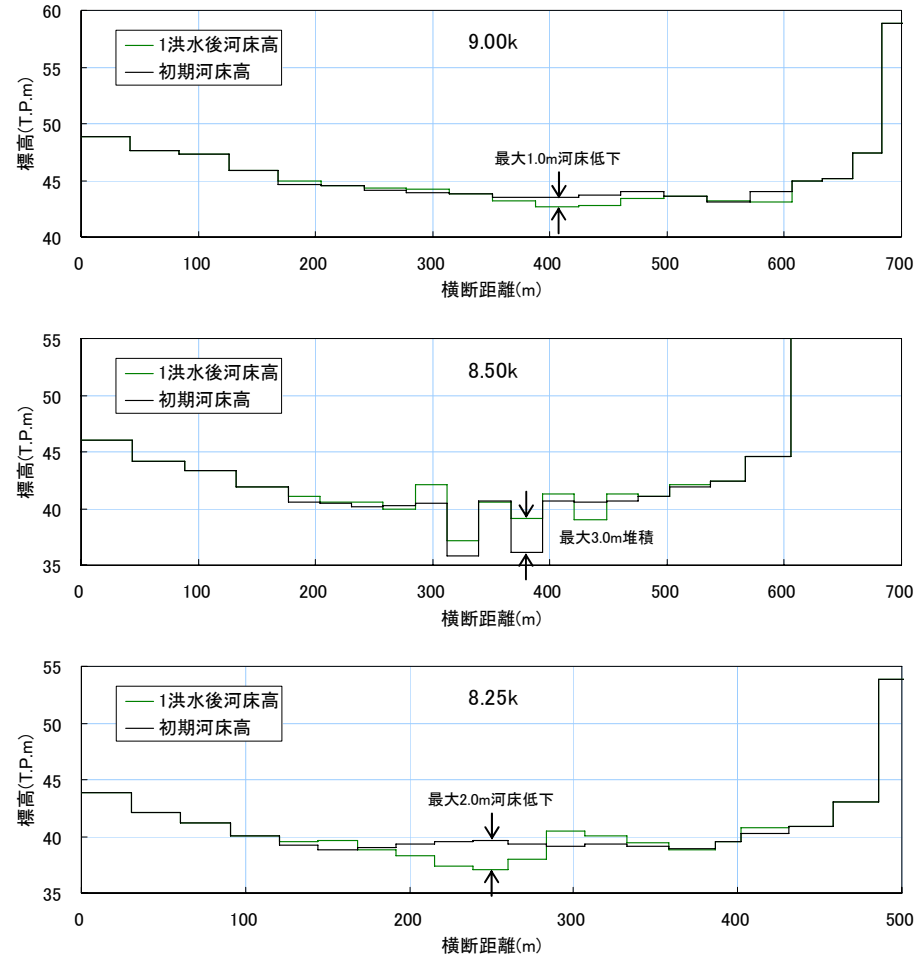
- ・洪水後では、8.50kの壺掘り部が最大約3.0m程度堆積している。
- ・壺掘り部の下流側である8.25kでは、最大約2.0m程度河床が低下している。

※図は、1洪水中の河床変動、流況の時系列な変化を把握するために洪水前時点、流量ピーク時点、洪水低減時点を示す。壺掘り形状を多く設定し、また水衝部のある7.0k~12.0kの区間について掲載する。

HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)



洪水前後の横断面図



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

○出水による掘削箇所付近の河床高及び流況の変化状況

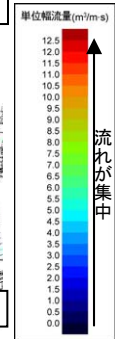
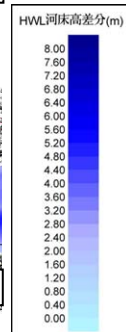
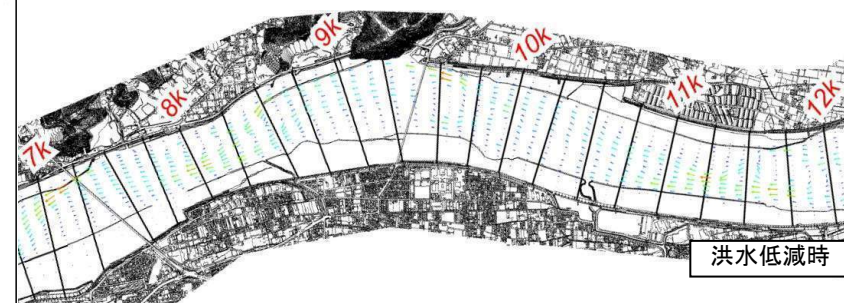
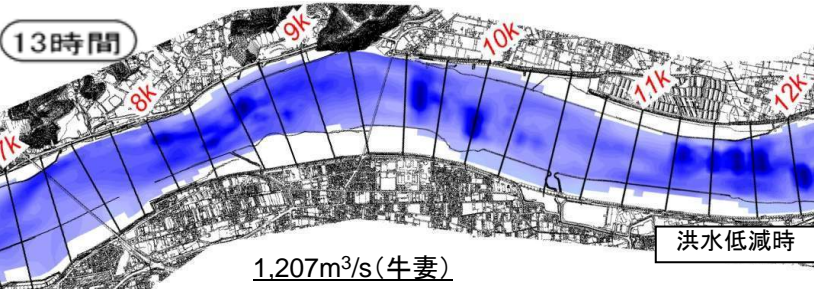
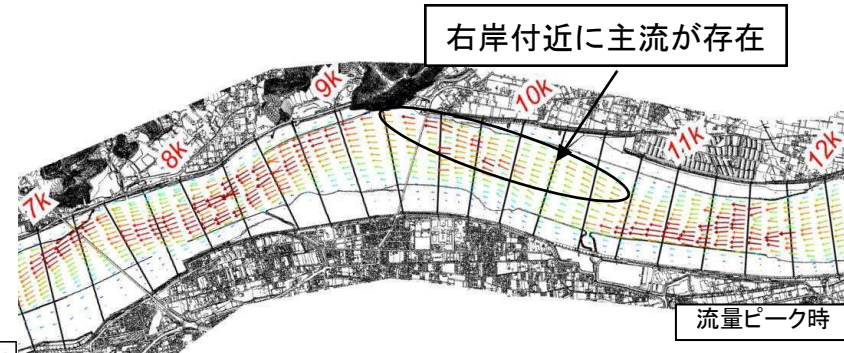
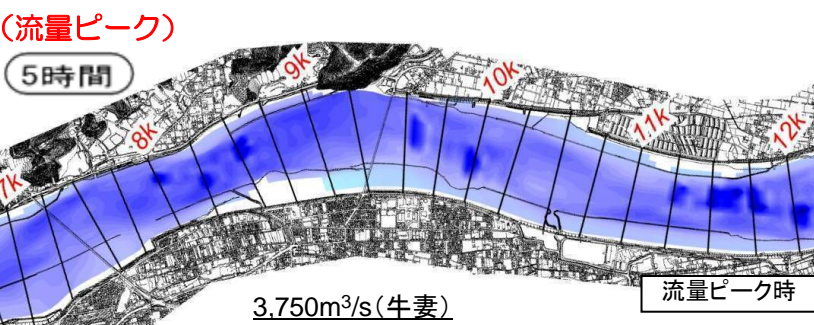
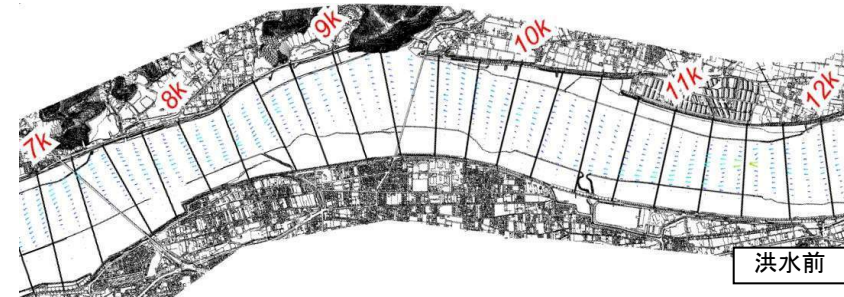
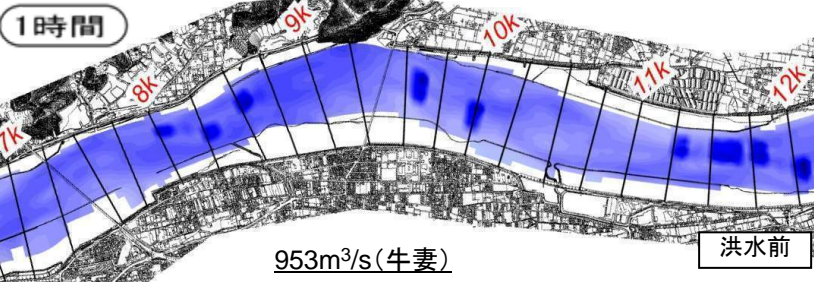
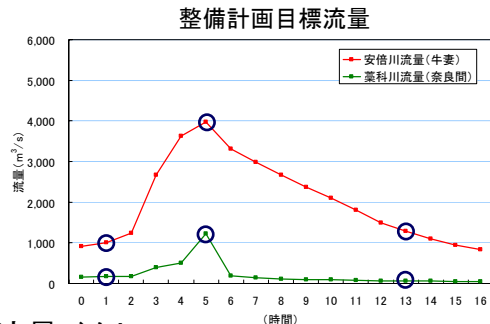
Case2-3:横断的に掘削

- ・洪水低減時(13時間目)では、掘削形状は崩れ、洪水前と比べて不明瞭になっている。
- ・9.5k付近に着目すると、流量ピーク時(5時間目)では、掘削箇所付近の流速は増加するものの、**右岸付近に主流が存在している。**

※図は、1洪水中の河床変動、流況の時系列な変化を把握するために洪水前時点、流量ピーク時点、洪水低減時点を示す。
壱掘り形状を多く設定し、また水衝部のある7.0k~12.0kの区間について掲載する。

HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)

単位幅流量ベクトル



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

○出水による掘削箇所付近の河床高の変化状況

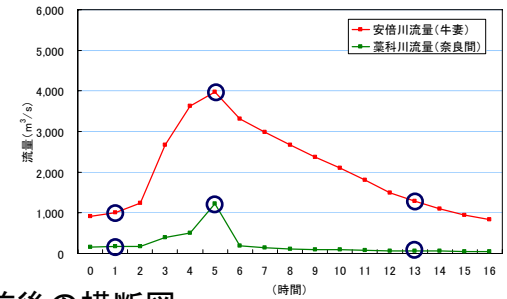
- ・洪水後では、8.50kの壺掘り部が最大約1.0m程度堆積している。
- ・壺掘り部の下流側である8.15kでは、最大約2.0m程度河床が低下している。

※図は、1洪水中の河床変動、流況の時系列な変化を把握するために洪水前時点、流量ピーク時点、洪水低減時点を示す。壺掘り形状を多く設定し、また水衝部のある7.0k~12.0kの区間について掲載する。

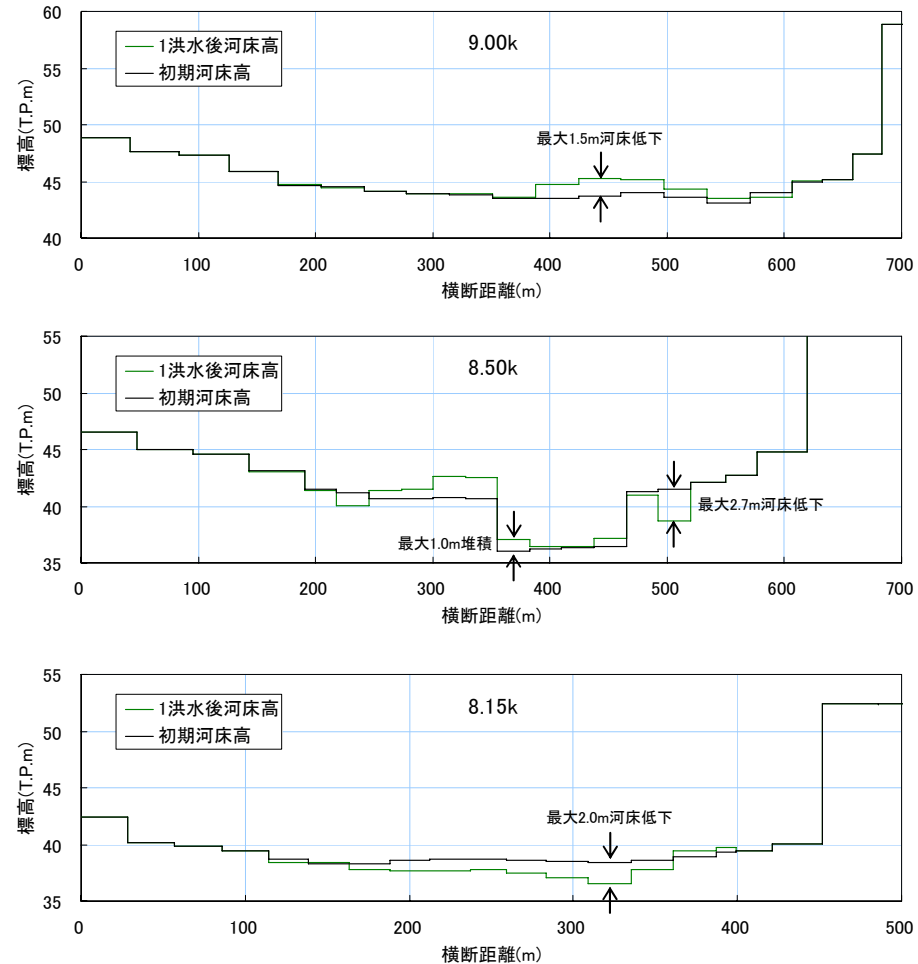
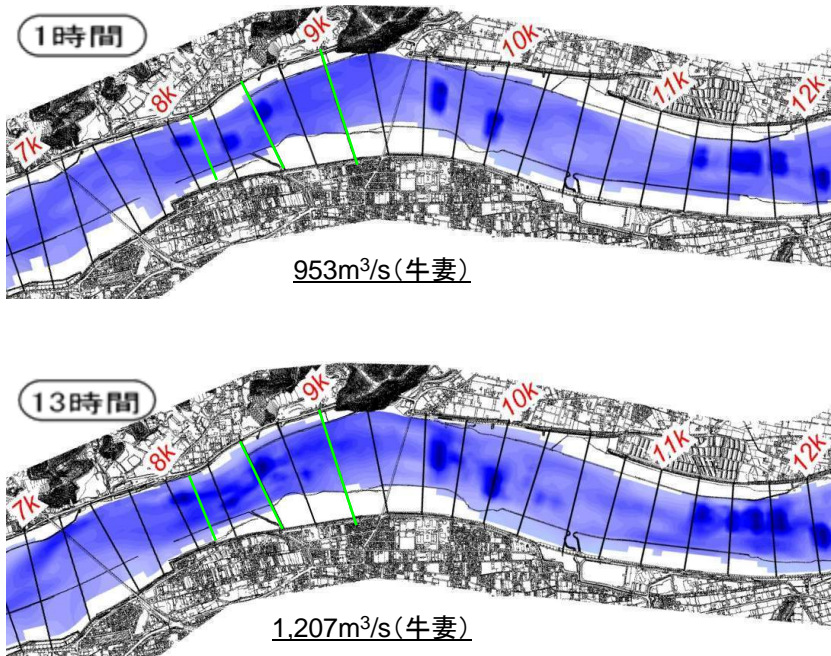
HWLを基準とした河床高(HWL-河床高)

Case2-3:横断的に掘削

整備計画目標流量



洪水前後の横断面図



b)砂利採取の変化による感度分析(平面二次元河床変動計算)

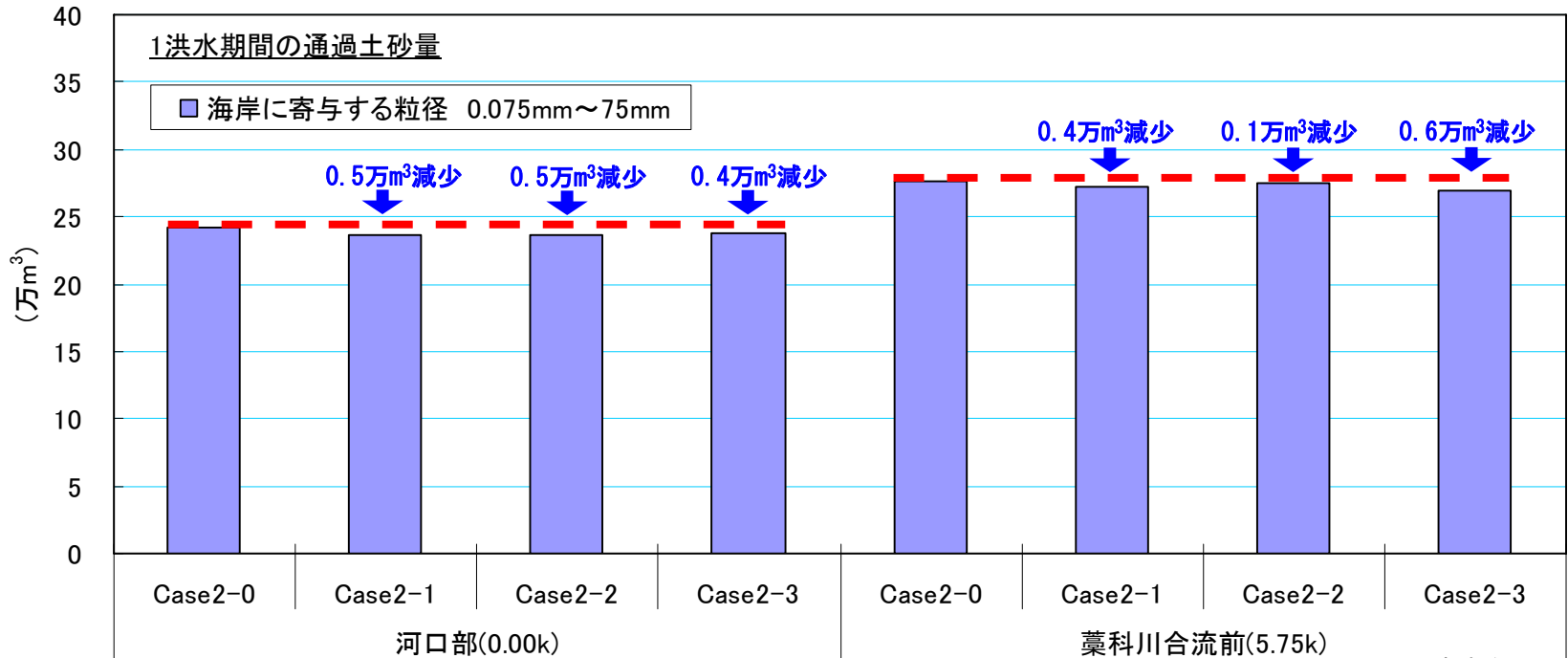
④検討結果

○掘削による流況への効果

- ・ 縦断的な形状で掘削するケース(Case2-1、Case2-2)では、主流が掘削箇所付近に集まる傾向が見られる。掘削形状が長くなる(Case2-2)ほど、この傾向は顕著になる。
- ・ 横断的な形状で掘削するケース(Case2-3)では、この効果は小さく主流部は右岸側に寄ったままである。
- ・ **河道中央付近を縦断的に連続して掘削すれば、主流を河道中央付近に寄せる効果が期待できる。**

○河口への供給土砂量 海岸に寄与する粒径(0.075mm~75mm)

- ・ 葦科川合流前での海岸に寄与する粒径(0.075mm~75mm)の通過土砂量は、縦断的に連続して掘削したケース(Case2-1、Case2-2)では、掘削なしの場合と比較してそれぞれ約0.4万 m^3 程度、約0.1万 m^3 程度通過土砂量が減少し、横断的に掘削したケース(Case2-3)では、約0.6万 m^3 程度通過土砂量が減少する。
- ・ **河口に近い掘削では、縦断的に連続して掘削したケース(Case2-1、Case2-2)では、掘削なしの場合と比較してそれぞれ約0.5万 m^3 程度、約0.5万 m^3 程度通過土砂量が減少し、横断的に掘削したケース(Case2-3)では、約0.4万 m^3 程度河口への供給土砂量が減少する。**



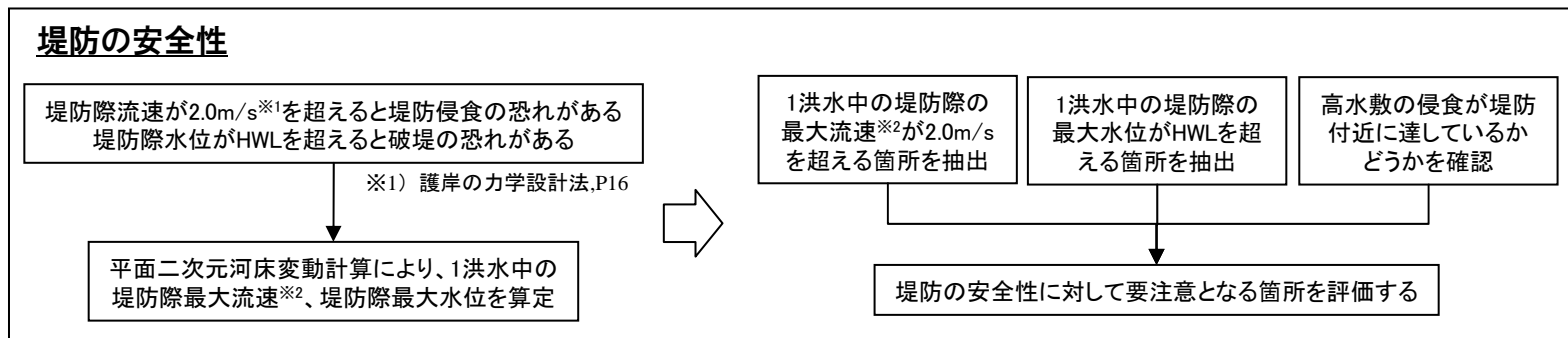
Case2-0 : 掘削なし
Case2-1 : 縦断的に100m連続して掘削
Case2-2 : 縦断的に250m連続して掘削
Case2-3 : 横断的に掘削

c)堤防・低水路河岸の防護対策の検討(平面二次元河床変動計算)

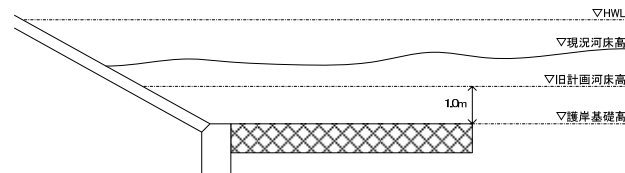
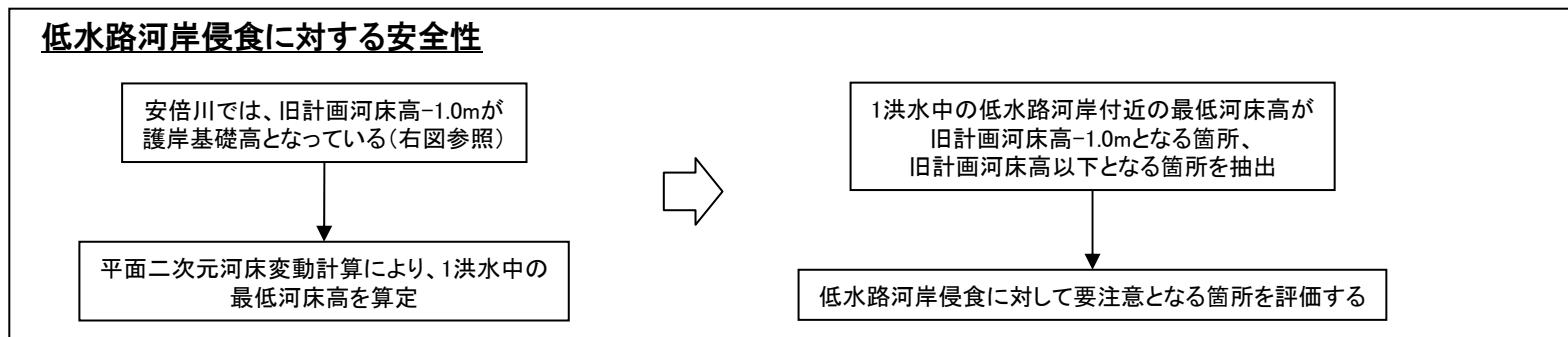
①目的

- どのような洪水波形が危険な状態を発生させるかを把握するため、洪水波形の違いによる流況や河床変動への影響を分析する。
- 平面二次元河床変動計算により得られた河岸付近の洗掘や堆積の状況、河岸・堤防付近の流速分布から河道の安全性を評価する。

②評価の視点



※2) 流速は水深平均流速

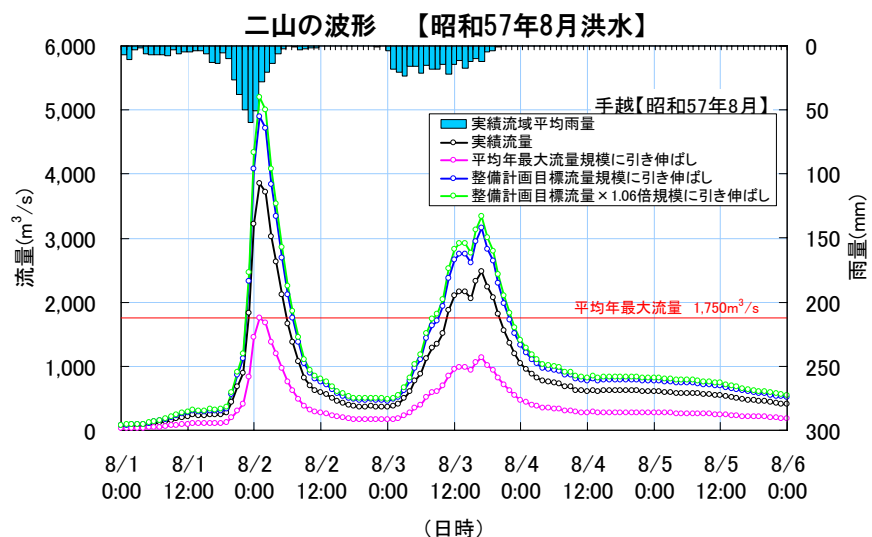
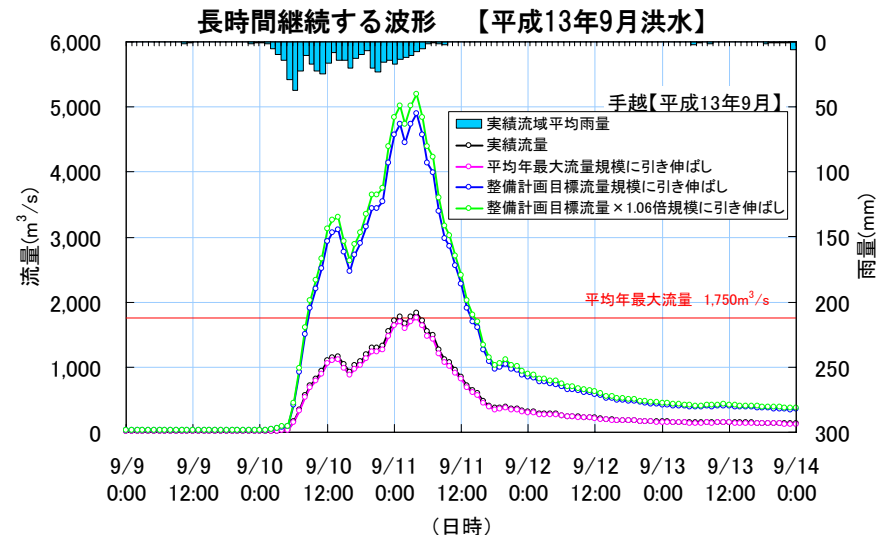
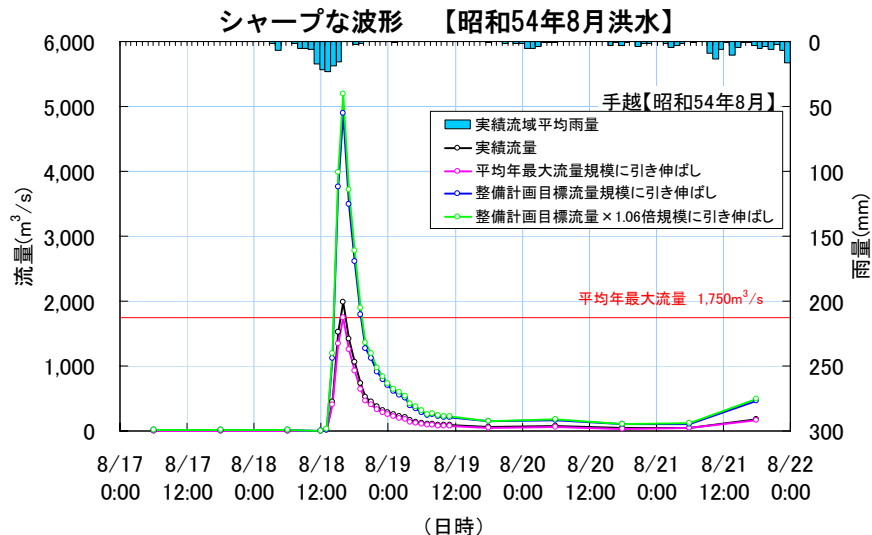


護岸基礎高のイメージ

c)堤防・低水路河岸の防護対策の検討(平面二次元河床変動計算)

③検討条件

- 近年発生した洪水を中心に洪水継続時間の観点から代表的な波形を選定し、ピーク流量が対象流量(整備計画目標流量)となるよう波形を引き伸ばした。



- ・ **シャープな波形**
⇒整備計画目標流量規模に引き伸ばした際に、平均年最大流量以上の継続時間が5時間
- ・ **長時間継続する波形**
⇒整備計画目標流量規模に引き伸ばした際に、平均年最大流量以上の継続時間が29時間
- ・ **二山の波形**
⇒整備計画目標流量規模に引き伸ばした際に、平均年最大流量以上の継続時間が一山目で8時間、二山目で12時間

※整備計画目標流量×1.06倍とは、気候変動による降水量の増加率1.06を参考にしたものである。
※本編には、S54.8洪水型(シャープ)の整備計画目標流量規模、及びH13.9洪水型(長時間継続)の3流量規模を掲載しており、その他のケースは参考資料に掲載している。

c)堤防・低水路河岸の防護対策の検討(平面二次元河床変動計算)

④安全性の評価(堤防)

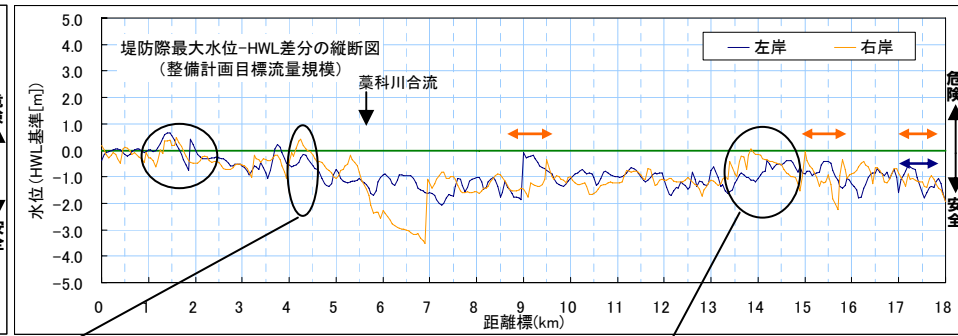
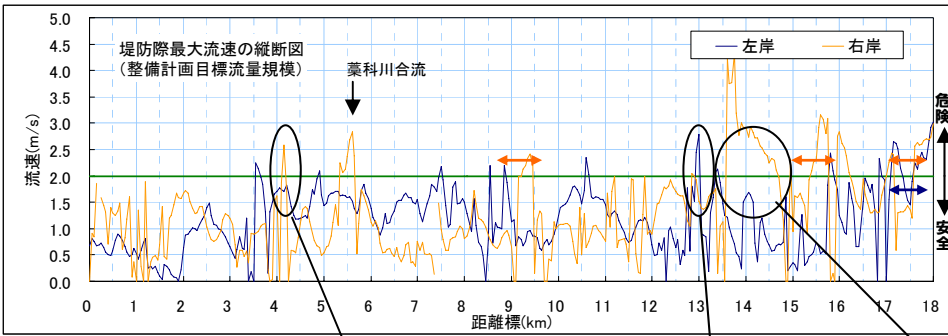
堤防付近の流速(シャープな波形 S54.8洪水型)

○3つの洪水波形で1洪水期間中の最大流速及び最大水位が最も大きくなった「シャープな波形」での計算結果を掲載する。

- ・1.50k付近では、水位がH.W.Lを、右岸で0.48m、左岸で0.59m超過する。
- ・4.25k付近では、右岸堤防際の1洪水期間中の最大流速が2.0m/sを0.58m/s超過し、また、水位がH.W.Lを0.42m超過する。
- ・13.00k付近では、左右岸で堤防際の1洪水期間中の最大流速が2.0m/sを、右岸で0.04m/s、左岸で0.79m/s超過する。
- ・14.00k付近では、右岸堤防際の1洪水期間中の最大流速が2.0m/sを2.33m/s超過し、また、水位がH.W.Lを0.04m超過する。

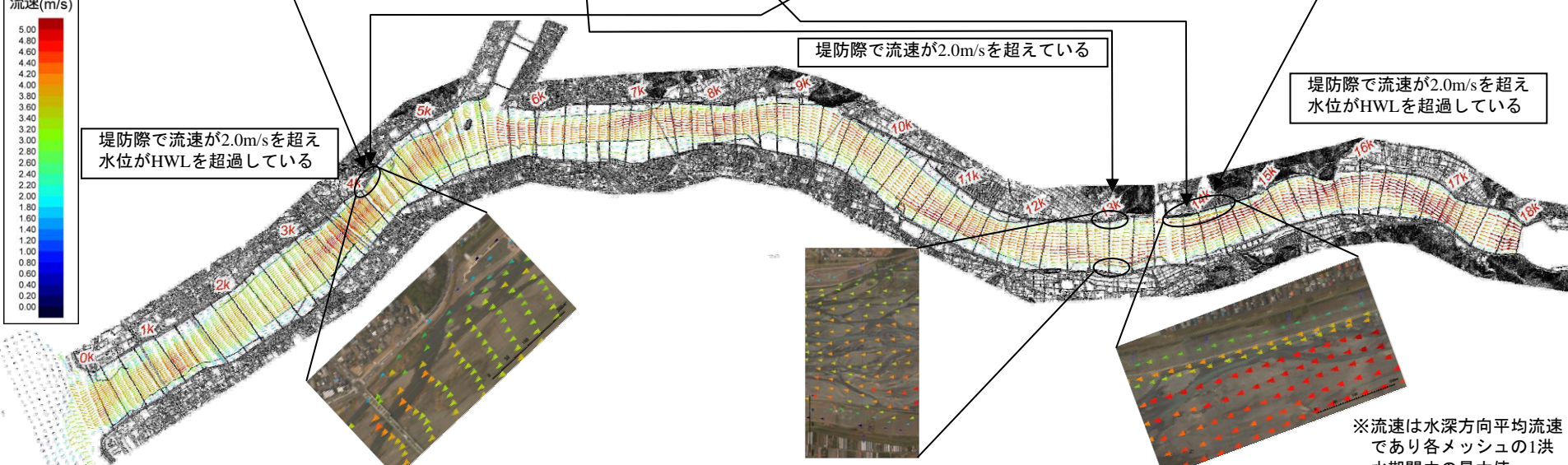
←: 左岸山付き範囲 ←: 右岸山付き範囲

←: 左岸山付き範囲 ←: 右岸山付き範囲



1洪水期間中の堤防際最大流速縦断面図 (整備計画目標流量規模流下時)

1洪水期間中の堤防際最大水位-HWL差分縦断面図 (整備計画目標流量規模流下時)



堤防際で流速が2.0m/sを超えている

堤防際で流速が2.0m/sを超え水位がHWLを超過している

堤防際で流速が2.0m/sを超え水位がHWLを超過している

※流速は水深方向平均流速であり各メッシュの1洪水期間中の最大値

1洪水期間中の最大流速ベクトル図 (整備計画目標流量規模流下時)

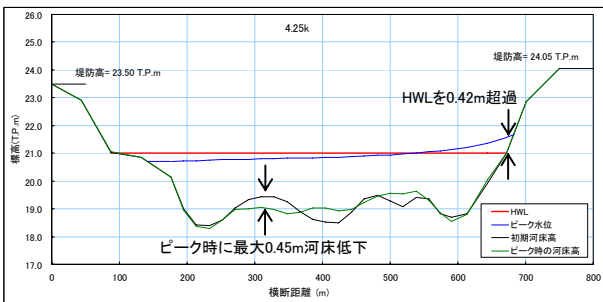
c)堤防・低水路河岸の防護対策の検討(平面二次元河床変動計算)

④安全性の評価(堤防)

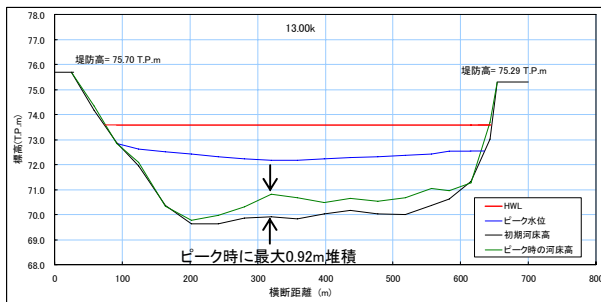
堤防付近の流速(シャープな波形 S54.8洪水型)

○3つの洪水波形で1洪水期間中の最大流速及び最大水位が最も大きくなった「シャープな波形」での計算結果を掲載する。

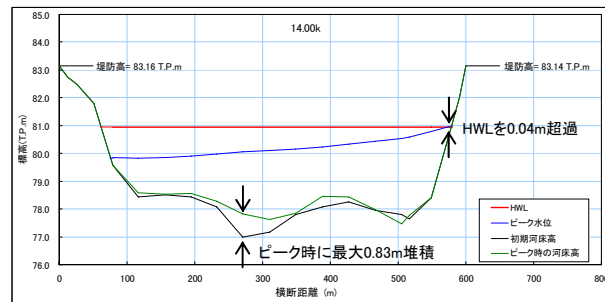
- ・1.50k付近では、水位がH.W.Lを、右岸で0.48m、左岸で0.59m超過する。
- ・4.25k付近では、右岸堤防際の1洪水期間中の最大流速が2.0m/sを0.58m/s超過し、また、水位がHWLを0.42m超過する。
- ・13.00k付近では、左右岸で堤防際の1洪水期間中の最大流速が2.0m/sを、右岸で0.04m/s、左岸で0.79m/s超過する。
- ・14.00k付近では、右岸堤防際の1洪水期間中の最大流速が2.0m/sを2.33m/s超過し、また、水位がHWLを0.04m超過する。



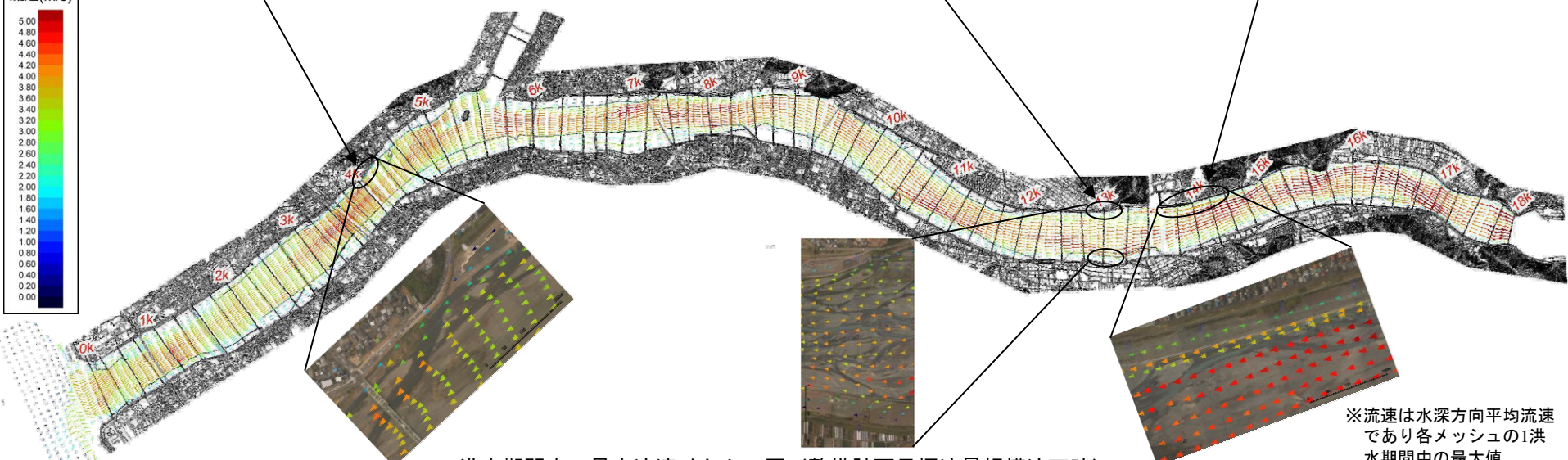
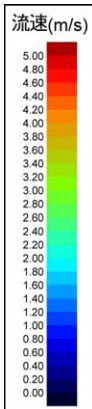
堤防際で流速が2.0m/sを超え水位がHWLを超過している



堤防際で流速が2.0m/sを超えている



堤防際で流速が2.0m/sを超え水位がHWLを超過している



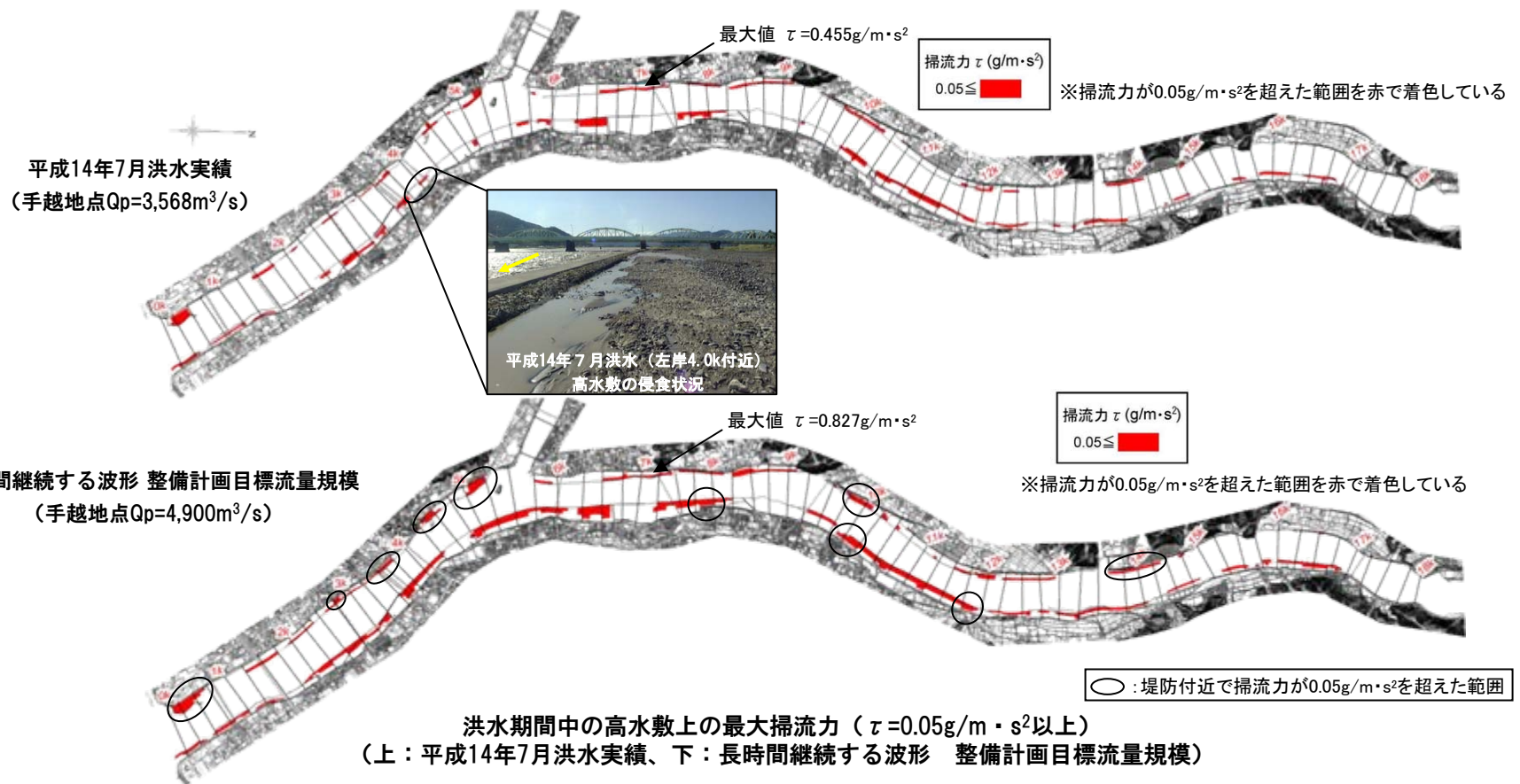
1洪水期間中の最大流速ベクトル図(整備計画目標流量規模流下時)

※流速は水深方向平均流速であり各メッシュの1洪水期間中の最大値

c)堤防・低水路河岸の防護対策の検討(平面二次元河床変動計算)

⑥安全性の評価(高水敷侵食)

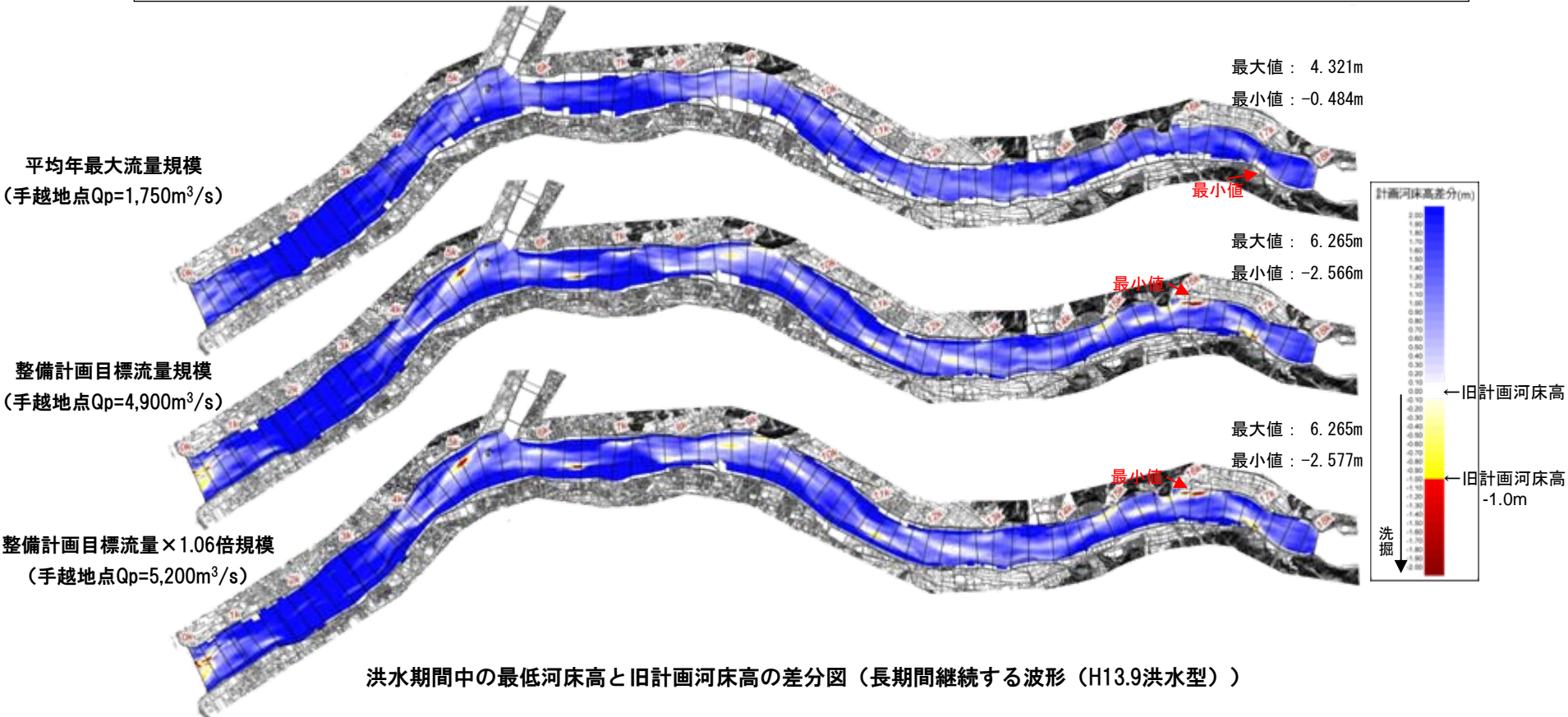
- 高水敷侵食が生じた平成14年7月実績洪水では、高水敷侵食の発生した4.0k左岸付近の洪水期間中の最大掃流力は $0.05\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$ であった。
- 高水敷侵食の発生した箇所の最大掃流力($\tau=0.05\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$ 以上)となった箇所を掲載する。
- 整備計画目標流量規模流下時の3つの洪水波形で1洪水中の高水敷上の最大掃流力が最も大きくなった「長時間継続する波形」の計算結果を掲載する。
 - ・平成14年7月洪水実績では、 $\tau=0.05\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$ 以上となる高水敷が存在し、特に10.0k~12.0k左岸では連続的に $\tau=0.05\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$ 以上($0.05\sim 0.13\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$)となる区間がある。
 - ・整備計画目標流量規模流下時では、3つの洪水波形で1洪水中の高水敷上の最大掃流力が最も大きくなった「長時間継続する波形」の計算結果を掲載する。
 - ・整備計画目標流量規模流下時では、 $\tau=0.05\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$ 以上となる高水敷が堤防付近に存在し、特に0.0k~0.75k右岸、3.0k右岸、3.5k~3.75k右岸、4.25k~4.5k右岸、5.0k~5.25k右岸、7.75k~8.00k左岸、9.75k~10.0k右岸、10.0k~10.25k左岸、11.75k~12.0k左岸、13.5k~14.25k右岸等では、 $\tau=0.05\text{g}/\text{m}\cdot\text{s}^2$ 以上となる区間がある。



c) 堤防・低水路河岸の防護対策の検討(平面二次元河床変動計算)

⑤ 安全性の評価(低水路河岸侵食)

- 低水路河岸侵食の安全性を評価するための流量規模は、水深が浅く、局所的な高速流の発生が考えられる平均年最大流量、及び大規模出水時の評価の対象として整備計画目標流量、整備計画目標流量×1.06倍を掲載する。
- 3つの洪水波形で1洪水期間中の最低河床高が最も低くなった「長期間継続する波形」の計算結果を掲載する。(最小値は各図の右上に記載)
- ・平均年最大流量規模流下時では、最小値が旧計画河床高-0.484mとなり、旧計画河床高-1.0mを下回る箇所は発生しない。
 - ・整備計画目標流量規模流下時では、14.5k右岸、16.0k右岸、及び17.0k左岸の低水路河岸付近では旧計画河床高-1.0mをそれぞれ-0.861m、-2.566m、-1.563m下回る。
 - ・整備計画目標流量×1.06倍規模流下時では、5.0k右岸、6.5k左岸、14.5k右岸、16.0k右岸、及び17.0k左岸の低水路河岸付近では旧計画河床高-1.0mをそれぞれ-1.635m、-2.041m、-2.577m、-1.542m下回る。



d)現在設置されている水制工の効果・分析(平面二次元河床変動計算)

①目的

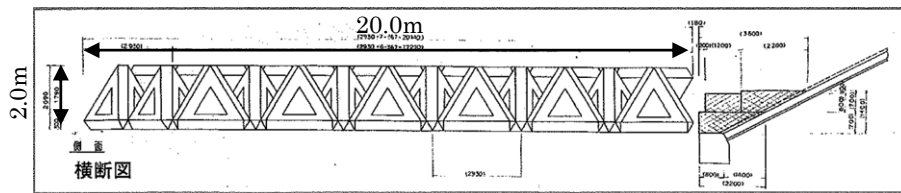
今後水はね施設の検討を進めていくのに先立ち、現在設置されている水制工の効果について、平面二次元河床変動計算により検証する。

②評価の視点

出水による水制工あり・なしの流況の変化、河床変動状況の変化を把握する。

③検討条件

- ・洪水流の解析 : 形状抵抗(抗力、揚力)で付加
- ・河床変動の解析: 水制工より河床高が低い場合は、土砂是水制工を乗り越えて(当該メッシュから)流下しない
- ・水制工の設置間隔を考慮してメッシュを設定
- ・水制工の諸元について、完成図を参考に高さ、長さを設定

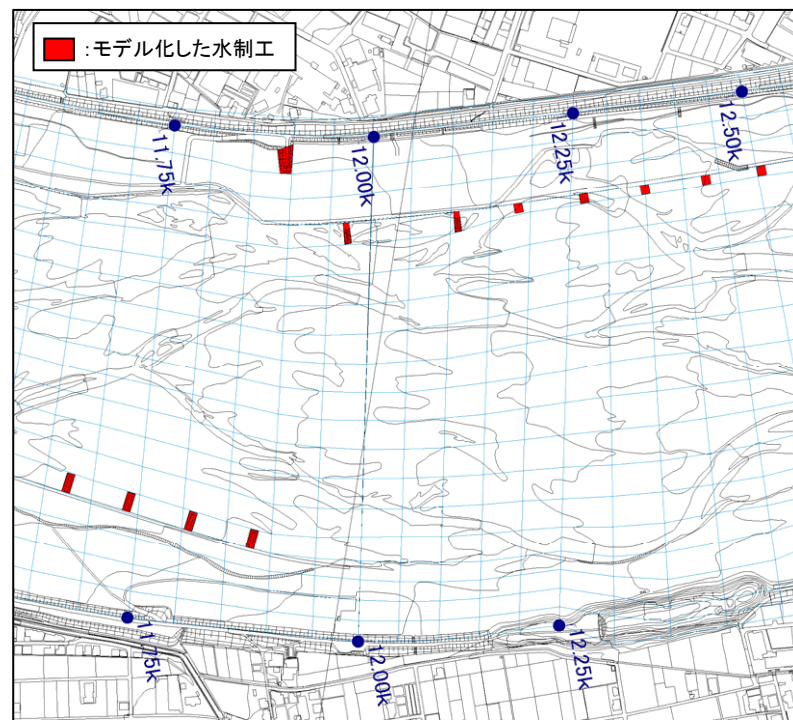
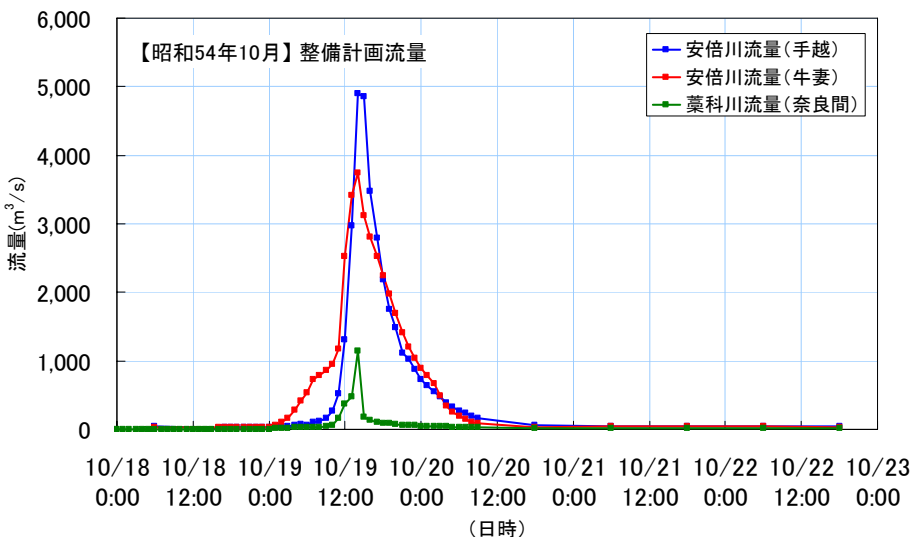


水制工の例(H4年度向敷地水制工事完成図)

水制工による抗力 F_D 、揚力 F_L

$$F_D = \rho \frac{C_D}{2} H_S (u^2 + v^2), F_L = \rho \frac{C_L}{2} H_S (u^2 + v^2)$$

ここに、 C_D 、 C_L : 抗力係数及び揚力係数、
 H_S : 水制工の突起高である



水制のモデル化例 (11.75k~12.25k)

d)現在設置されている水制工の効果・分析(平面二次元河床変動計算)

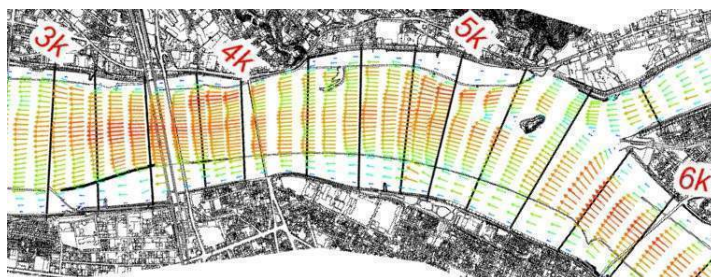
④検討結果

○流況の計算結果(ピーク流量時)

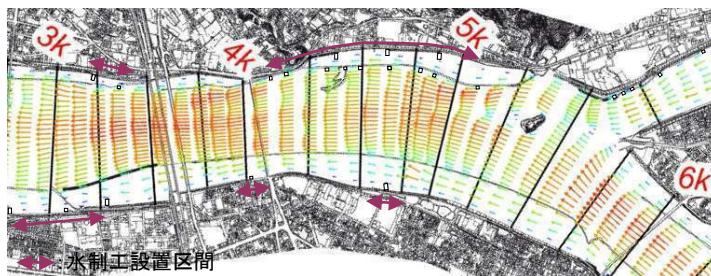
水制工の設置により、**水制工付近の流速が低減される。**

・水制工の設置によって、流れの抵抗が増加するため、水制工付近の流速が約0.85m/s程度減少する。一方、主流部付近では若干の流速増加(約0.1m/s)が見られる。

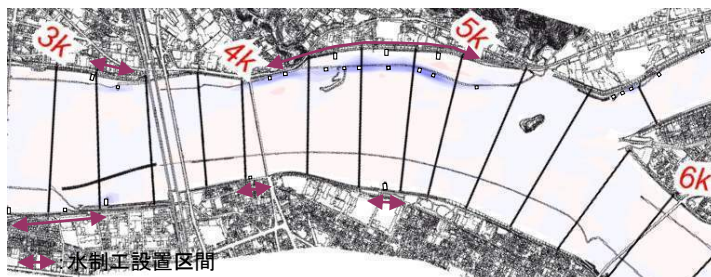
3.0k~6.0k付近 ピーク流量 4,900m³/s(手越地点)



流速ベクトル図
(水制工なし)



流速ベクトル図
(水制工あり)

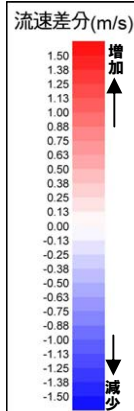
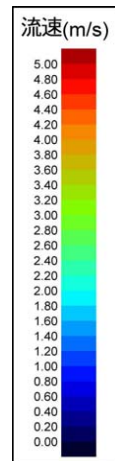
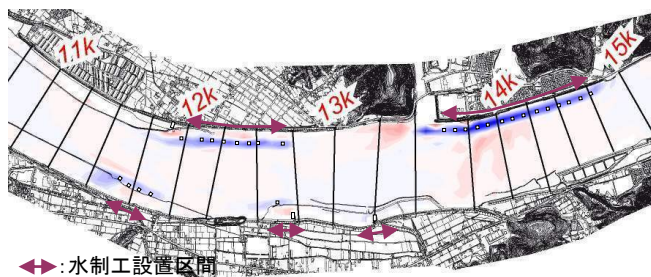
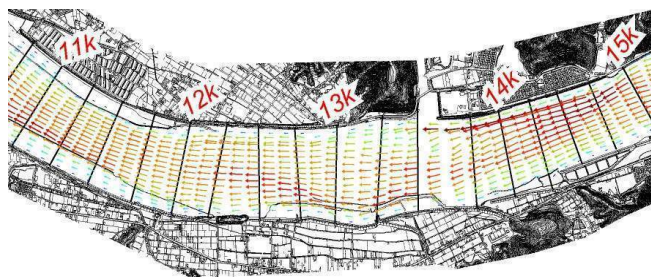


水制工あり・なしで
流速の変化

※水制工による流速の変化について、流量ピーク時における水制工あり・なしでの流速ベクトルの比較

- ・11.50k~12.00k左岸では、水制工の設置により低水路河岸際の流速が約0.5m/s程度減少し、水制工先端部の流速が約0.5m/s程度増加している。
- ・11.75k~12.75k右岸では、水制工設置により低水路河岸際の流速が約0.8m/s程度減少している。
- ・13.50k~14.75k右岸では、水制工設置により低水路河岸際の流速が約1.2m/s程度減少し、主流部付近の流速が約0.5m/s程度増加している。

11.0k~15.0k付近 流量ピーク時4,900m³/s(手越地点)



※流速は水深方向平均流速

d)現在設置されている水制工の効果・分析(平面二次元河床変動計算)

④検討結果

※水制工による河床変動状況の変化について、洪水期間での変化を把握するため、水制工あり・なしでの洪水後の河床高を比較

○河床高の計算結果(洪水後)

水制工の設置により、水制工付近の河床変動が生じるが、**みお筋(河床高-旧計画河床高の図で青色が濃い箇所)は大きく変化しない。**

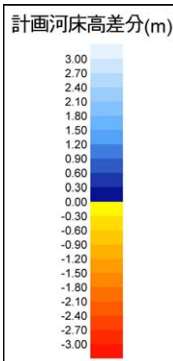
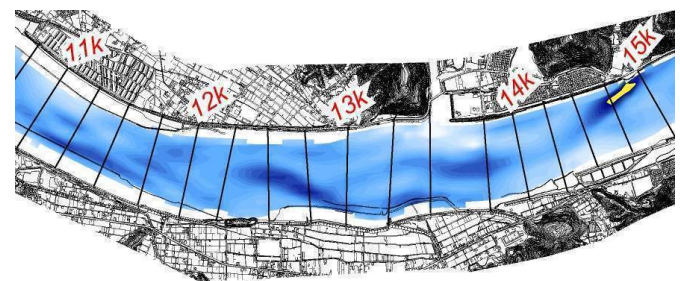
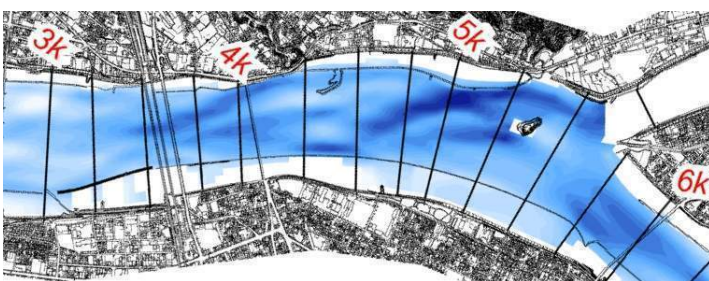
・ 4.25k~5.25k右岸の水制工設置範囲では、水制工を設置しない場合と比較して堆積箇所と侵食箇所が生じている。

・ 水制工の設置によって、水制前面の河床が低下している。
・ みお筋は大きく変化しない。

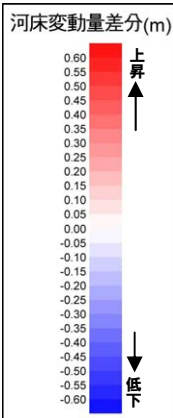
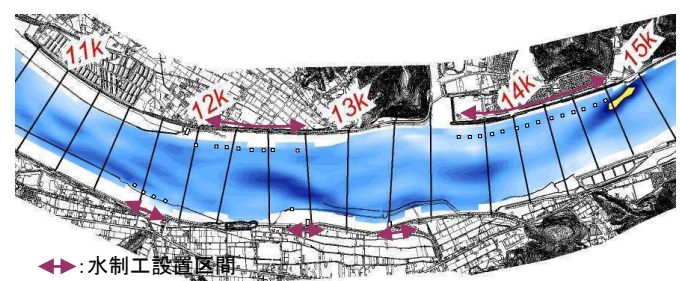
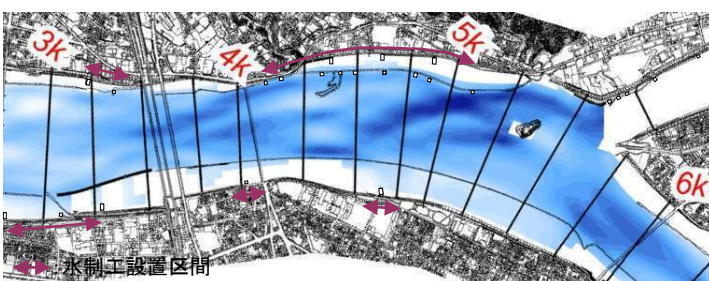
3.0k~6.0k付近 洪水後

11.0k~15.0k付近 洪水後

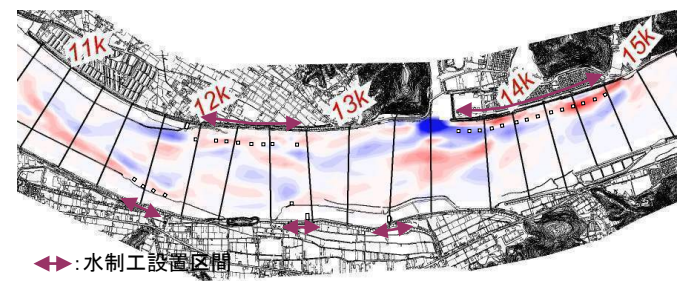
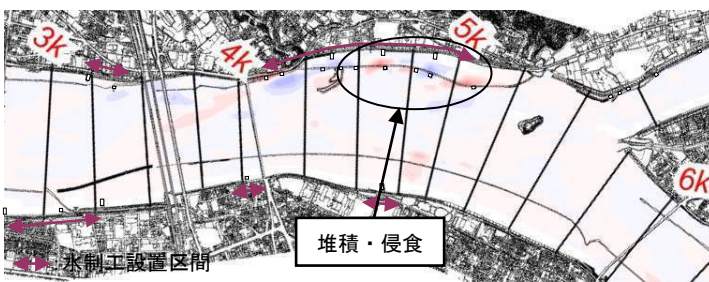
河床高-旧計画河床高
(水制工なし)



河床高-旧計画河床高
(水制工あり)



水制工あり・なしによる
河床高の変化



e)検討結果のまとめ

検討項目	評価項目	対象流量	主な検討結果
砂利採取の変化による感度分析 (砂利採取量120万m ³)	・壺掘りあり・なしでの河口への供給土砂量、河床変動状況の変化	整備計画目標流量 (手越地点ピーク4,900m ³ /s) ※大規模出水による影響を把握するために整備計画目標流量を選定	・出水後はいずれの壺掘り形状も、初期形状が不明瞭になる。縦断的に250m連続して掘削した形状(Case2-2)では、隣り合う2箇所壺掘り形状が接続する。 ・河口に近い区域での掘削は、掘削なし(Case2-0)の場合と比較して河口への供給土砂量が変化する。
堤防・低水路河岸の防護対策の検討 3つの洪水波形(シャープな波形、長時間継続する波形、2山の波形)	・堤防侵食に対する安全性 ・低水路河岸侵食に対する安全性	・平均年最大流量 (手越地点ピーク1,750m ³ /s) ・整備計画目標流量 (手越地点ピーク4,900m ³ /s) ・整備計画目標流量×1.06倍 (手越地点ピーク5,200m ³ /s) ※流量規模の違いにより危険箇所 に違いが出ないかを把握するために、3流量規模を設定	・3つの洪水波形で洪水期間中の最大流速及び最大水位が最も大きくなったS54.8洪水型(シャープな波形)を例にとると、整備計画目標流量規模流下時では、堤防際流速が2.0m/sを超え、かつ水位がHWLを超える箇所が存在する。 ・平成14年7月洪水で発生した高水敷侵食時の最大掃流力を被災の基準とし、3つの洪水波形で洪水期間中の高水敷上の最大掃流力が最も大きくなったH13.9洪水型(長時間継続する波形)例にとると、整備計画目標流量規模流下時において、堤防付近の高水敷侵食の可能性のある箇所が存在する。 ・3つの洪水波形で洪水期間中の最低河床高が最も低くなったH13.9洪水型(長時間継続する波形)を例にとると、整備計画目標規模流下時、及び整備計画目標流量×1.06倍規模流下時に、護岸基礎高である旧計画河床高-1.0mとなる河床低下が発生する箇所が存在する。 ・長時間継続する波形でも整備計画目標流量規模流下時では、堤防際流速が2.0m/sを超え、かつ水位がHWLを超える箇所が存在することから、安倍川では長時間継続する波形に特に注意が必要である。
現在設置されている水制工の効果・分析	・現在設置されている水制工が流況や河床変動へ及ぼす影響	整備計画目標流量 (手越地点ピーク4,900m ³ /s) ※大規模出水による影響を把握するために整備計画目標流量を選定	・水制工の設置により、低水路河岸際の流速が減少し、主流部付近の流速が若干増加する。 ・現在の水制工による対岸への新たな洗堀等の影響は見られない。

f)上流端土砂量の変化による感度分析

①目的

河道の安全性を考える上で、土砂生産域での大規模土砂流出をどう考慮すべきかを検討するために、大規模土砂流出による河道への影響を把握する。平面二次元河床変動計算の上流端に与える供給土砂量条件として平衡給砂量で与えることの妥当性を確認するために、供給土砂の変化による河道への影響を把握する。

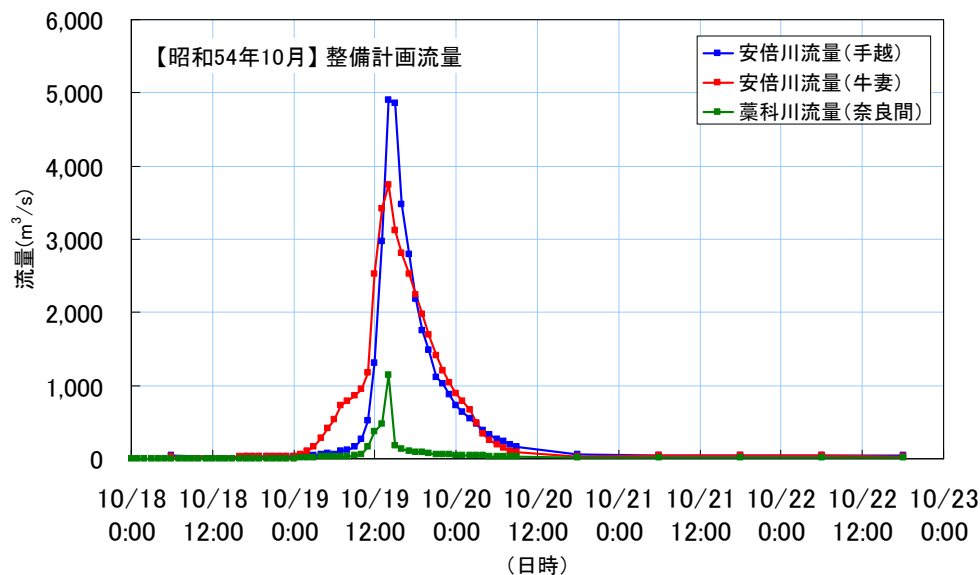
②評価の視点

平面二次元河床変動計算により感度分析的に上流端の供給土砂量を変えた計算を実施し、河床変動の違いを考察し、対策の必要性を検討する。

③検討条件

大規模出水時に供給土砂量が増加した場合の影響を把握するため、対象流量は整備計画目標流量とした。

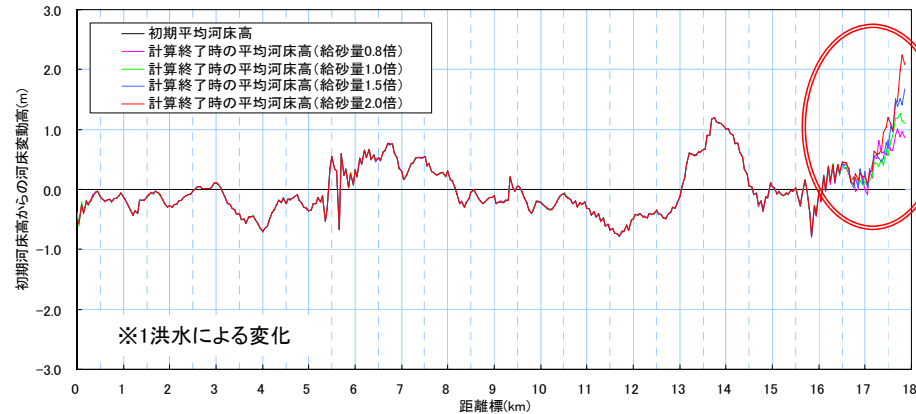
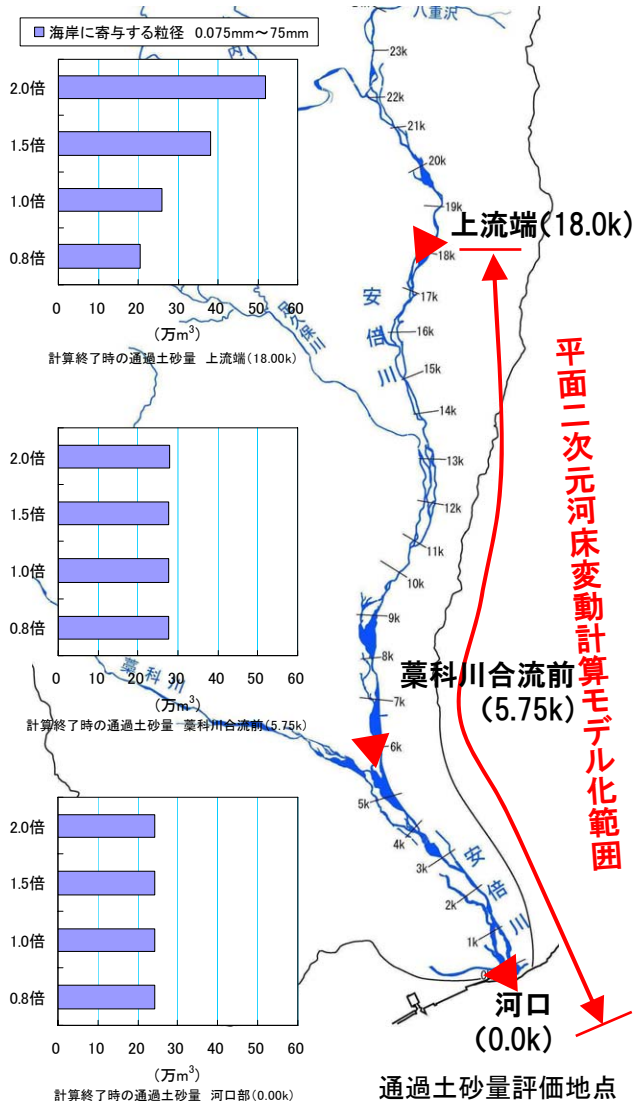
条件項目	条件	
対象流量	整備計画目標流量(手越地点ピーク4,900m ³ /s)	
初期河床	河道 : 平成21年3月LP測量 河口テラス: 平成21年3月河口深浅測量	
上流端条件	安倍川	牛妻流量ハイドログラフ (S54波形の引き伸ばしにより設定)
	藁科川	奈良間流量ハイドログラフ (S54波形の引き伸ばしにより設定)
供給土砂量	安倍川本川の平衡給砂量を0.8倍 安倍川本川の平衡給砂量を1.5倍 安倍川本川の平衡給砂量を2.0倍	



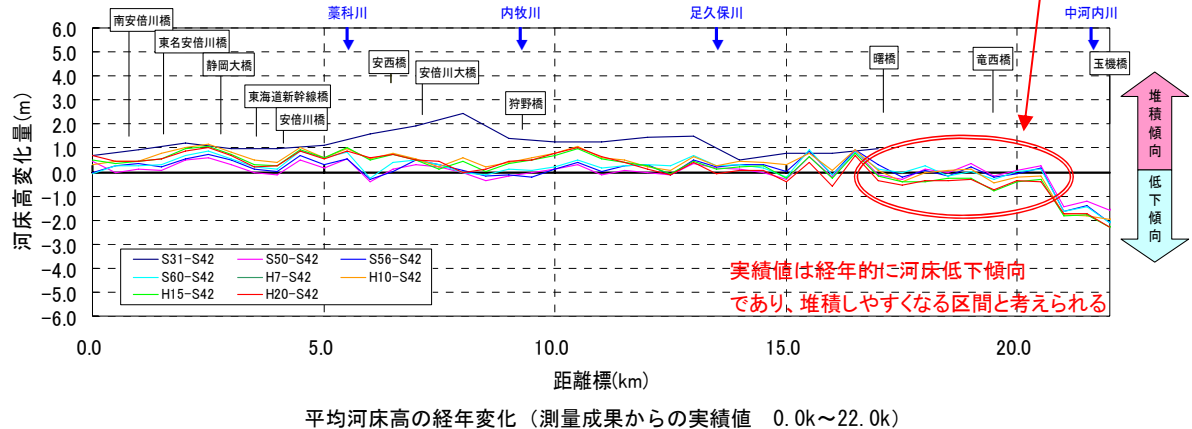
f)上流端土砂量の変化による感度分析

④検討結果

- ・ 藁科川合流前(5.75k)、及び河口(0.0k)における1洪水での海岸に寄与する粒径(0.075mm~75mm)の通過土砂量に大きな差は見られない。
- ・ 平面二次元河床変動計算の結果、1洪水期間での影響区間は概ね16.0kより上流で堆積し、それより下流への影響は見られない。
- ・ 16.0kより上流の河床変動高は、供給土砂量を0.8倍にした場合は、0.8倍に減少し、1.5倍、2.0倍にした場合は、それぞれ1.5倍、2.0倍の増加となる。
- ・ 16.0k~18.0kは経年的に河床が低下しており、土砂が堆積しやすくなる区間と考えられるが、供給土砂量を減らした場合でも影響範囲は16.0kより上流に止まっており、供給土砂量の変化による1洪水での影響範囲は限定的であると考えられる。



1洪水期間での影響区間は概ね16.0kより上流で堆積し、それより下流への影響は見られない。



a) これまでの経緯 (対策実施までの経緯)



- 昭和30年代に安倍川において過剰な砂利採取
- ↓
- 昭和40年頃から静岡海岸で侵食が発生
- ↓
- 年平均270mの速度で東側に侵食域が拡大
- ↓
- 侵食域は、昭和60年代に清水海岸まで到達

台風による静岡海岸の被災状況 (昭和56年)



高波で削り取られた折戸地区の砂浜 (平成6年)



侵食の進行を報じる新聞記事 (平成6年)

a) これまでの経緯 (対策実施までの経緯)

- 侵食対策の経緯**
- 離岸堤群整備
【静岡 S54~、清水 S58~】

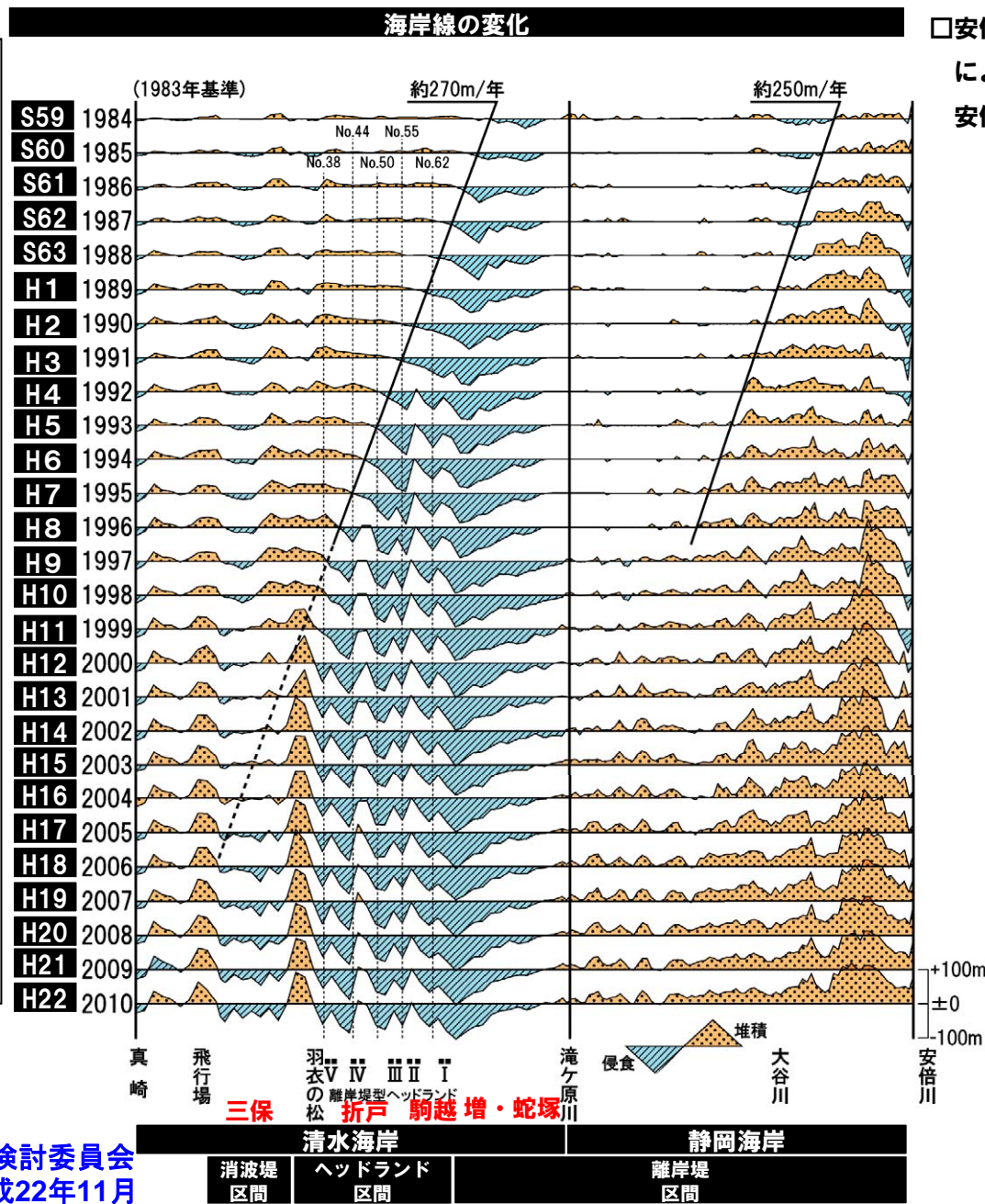
 - ヘッドランド群整備
【H1~11】

 - 消波堤群整備【H7~8】

 - L字突堤整備【H9~12】

 - ヘッドランド区間への養浜
【H12~】

 - ヘッドランド群開口部への
根固工設置【H18,19】
 - 消波堤の延伸【H20】、消波
堤区間への養浜【H20、21】



□ 安倍川からの土砂供給の回復
により昭和50年代より
安倍川左岸から砂浜が回復

・
・
・

b)これまでの対策

- 静岡海岸および清水海岸の増・蛇塚地区では、堤防の被災を受け、**堤防と消波工で復旧するとともに、高潮対策により離岸堤を整備。**
- 清水海岸では、羽衣の松に残されている砂浜を消失させないため、**離岸堤型ヘッドランドおよびL字突堤等の整備と養浜により海岸保全を図っている。**



写真：平成22 (2010) 年撮影



c) 海岸の現状

●安倍川からの土砂供給の復活や離岸堤整備などの効果によって、静岡海岸の大谷川付近まで
は砂浜が満砂状態となり、砂浜回復域の先端は、静岡海岸と清水海岸の境付近まで到達。



d) 現状の評価 (静岡海岸での年間堆積量の推定)

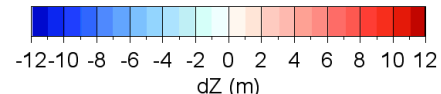
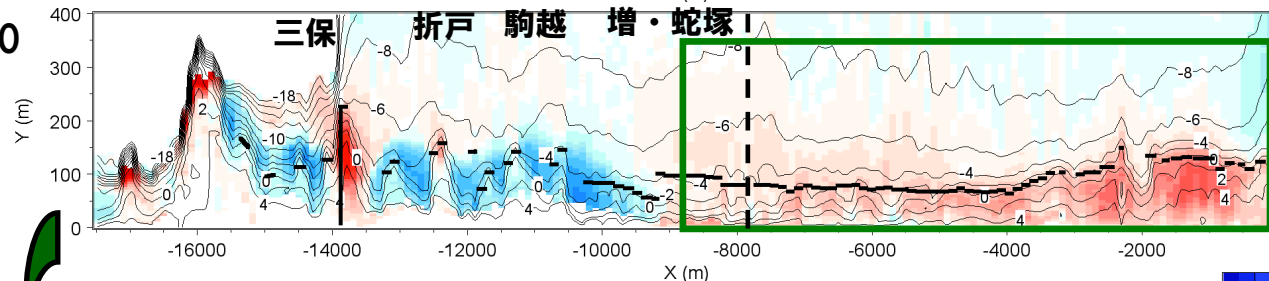
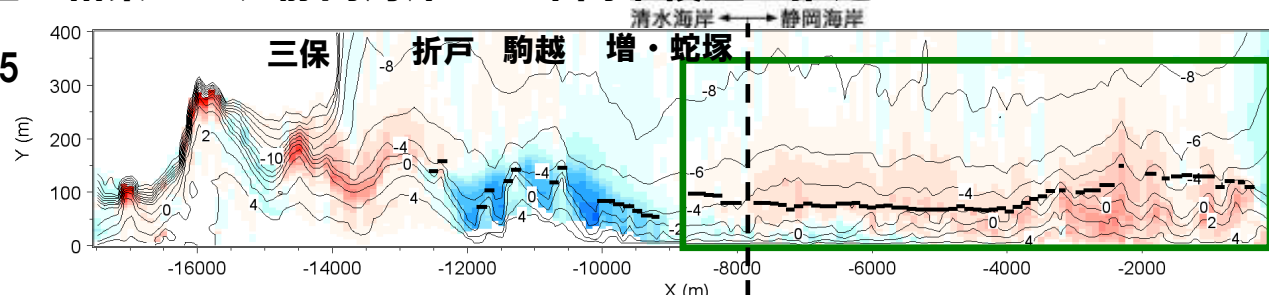
■ 深浅測量の結果から、静岡海岸での年間堆積量を推定

対象区間

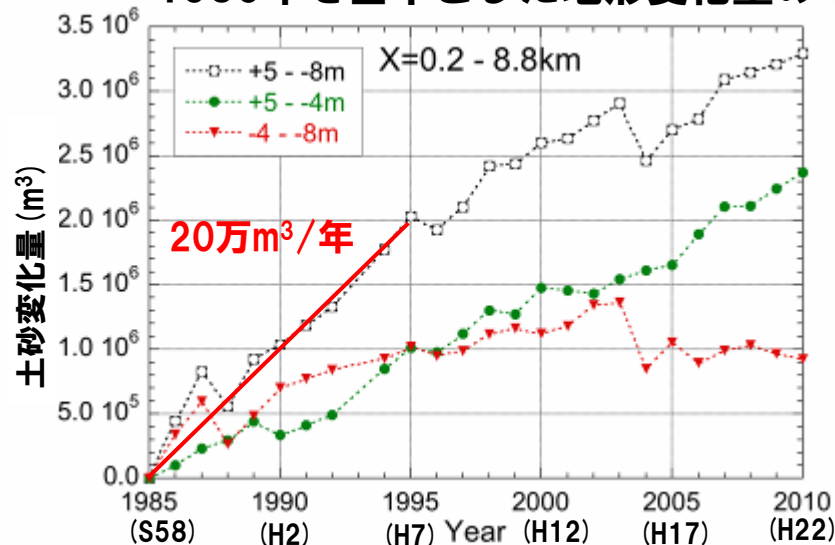
- X=200m~8,800m
- T.P+5m~-8m

安倍川

安倍川



1985年を基準とした地形変化量の平面分布



1985年を基準とした土砂変化量

砂浜が消失していた1985年から、清水海岸西端(静岡海岸外)に堆積傾向がみられるようになる1995年までの土砂変化量から、静岡海岸での年間堆積量を推定



静岡海岸での堆積量
20万m³/年

区間内の土砂変化量を算定

d) 現状の評価(海岸保全対策の検討・評価の考え方)

■ 静岡海岸での堆積量や水中部を含めた海岸地形変化の実態を踏まえ、静岡海岸～清水海岸の全域を対象とした等深線変化予測計算モデル(粒径考慮)を構築し検討を実施

【モデル構築の目的】： 安倍川からの土砂供給量を踏まえた広域の地形変化モデルの構築
 海岸の地形変化実態と底質特性(砂と礫の挙動)を踏まえた将来予測
 防護水準(必要砂浜幅)の達成に必要な養浜量の算定

【計算条件】：

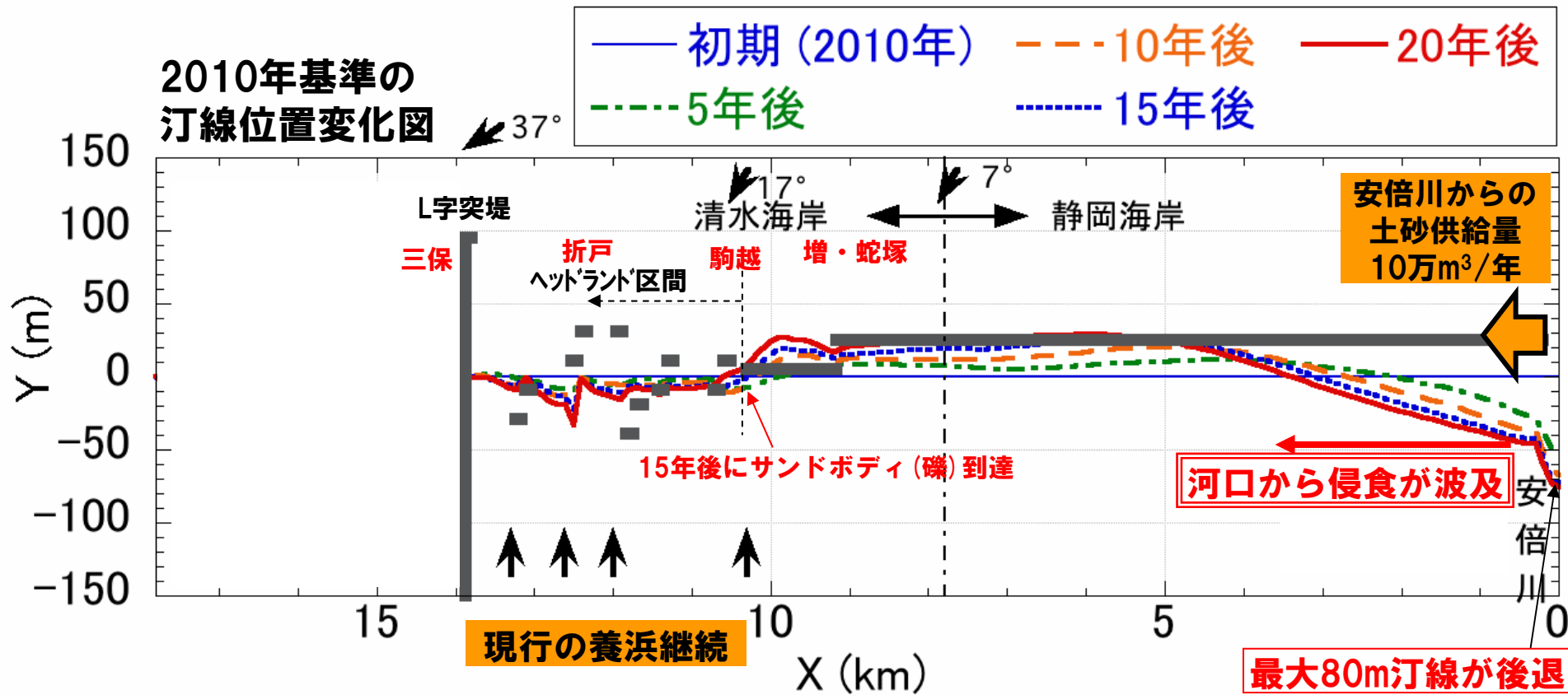
数値計算手法	等深線・粒径変化モデル(熊田ら、2005)
計算対象範囲	静岡海岸・清水海岸：17km(安倍川河口～L字突堤～真崎)
計算期間	再現期間：1970～2010年(40年間) 予測期間：2010～2030年(20年間)
粒径構成	N=2粒径 代表粒径 細粒 $d^{(1)}=0.2\text{mm}$ 、粗粒 $d^{(2)}=2\text{mm}$ 初期粒径含有率 標高+3～-4m：粗粒 $m_2=1.0$ 、標高-5～-7m：細粒 $m_1=1.0$
安倍川供給土砂	1970～1983年： $Q_{in}=2.5\text{万m}^3/\text{年}$ (細粒：2.5万 $\text{m}^3/\text{年}$ 、粗粒：なし) 1983～2010年： $Q_{in}=20\text{万m}^3/\text{年}$ (細粒：5万 $\text{m}^3/\text{年}$ 、粗粒：15万 $\text{m}^3/\text{年}$)
養浜	養浜砂の含有率： $\mu_1=0.25$ (細粒)、 $\mu_2=0.75$ (粗粒)

【予測検討ケース】：

検討項目	予測計算ケース
1. 安倍川土砂量の減少した場合	安倍川土砂の必要性(供給量現状と減少)
2. ヘッドランド区間の対策の検討	対策の必要性(現行の養浜量を継続)、防護目標の達成に必要な養浜量の検討
3. 消波堤区間の対策とサンドリサイクルの検討	対策の必要性(現状を放置)、防護目標の達成に必要な養浜量の検討、サンドリサイクル量の検討

d) 現状の評価(安倍川からの土砂供給の必要性)

■安倍川からの土砂供給量が20万m³/年→10万m³/年に減少した場合の予測計算



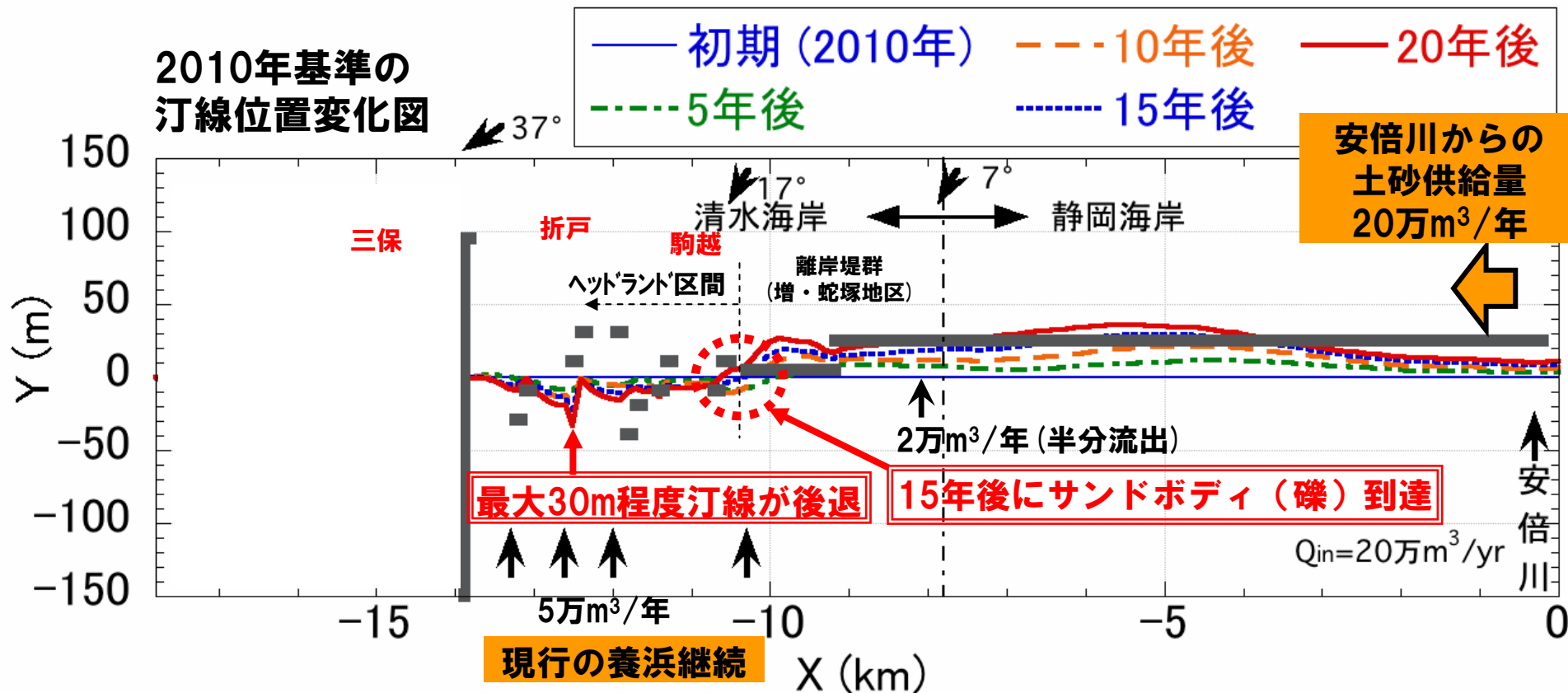
・静岡海岸では、河口付近の汀線が最大80m後退し、侵食が下手に波及することが予測される。

d) 現状の評価(海岸保全対策の必要性)

清水海岸 (ヘッドランド区間)

現行の養浜を継続した場合

2010年基準の
汀線位置変化図



・静岡海岸では、砂浜保全が図られる。

【清水海岸】

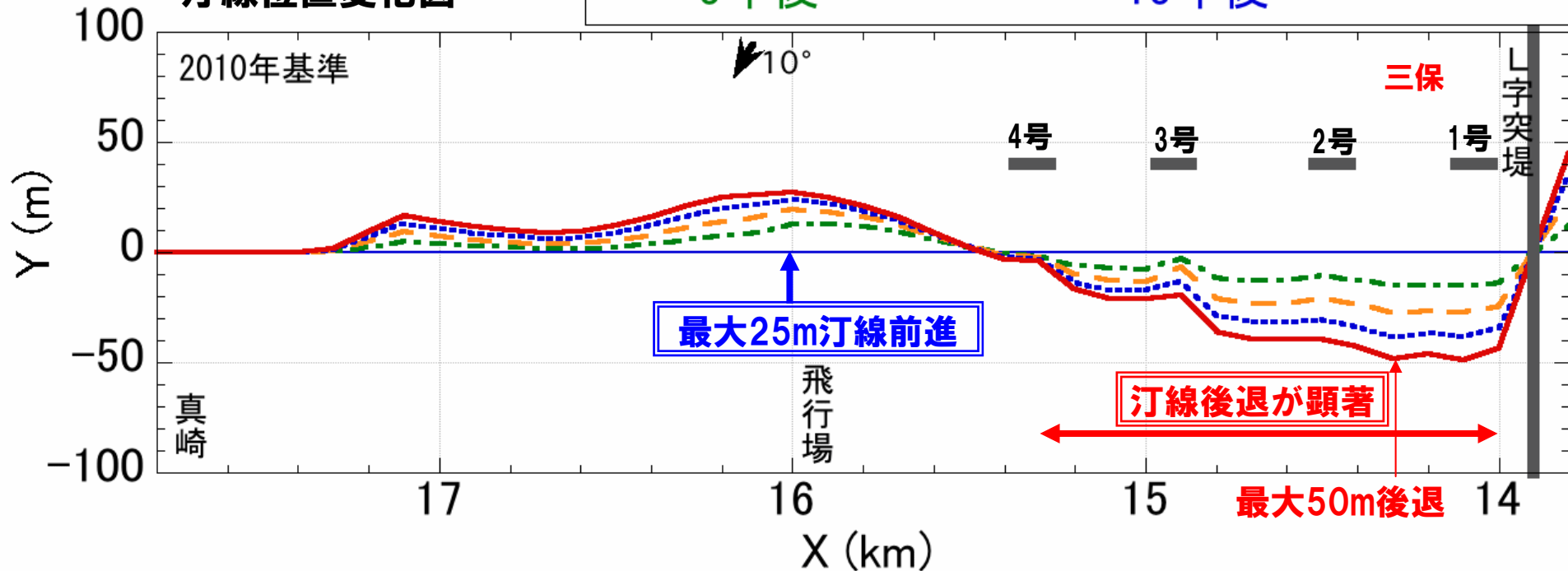
- ・現行の養浜を継続してもヘッドランド区間において汀線後退が生じる。
 - ・15年後(2025年)にはサンドボディがヘッドランド区間に到達する見込みである。
- ⇒ヘッドランド区間の汀線後退の防止およびサンドボディの促進を図る必要がある。

d) 現状の評価(海岸保全対策の必要性②)

清水海岸(消波堤区間)

現状を放置した場合の予測

2010年基準の汀線位置変化図



【清水海岸の消波堤区間】

- 現状を放置した場合は、汀線後退が顕著（最大50m後退）となり、堤防決壊や背後地への越波被害が懸念される。
- ⇒汀線後退の防止を図る必要がある。

e) 海岸保全の目標設定



※『駿河湾沿岸海岸保全基本計画における防護目標』

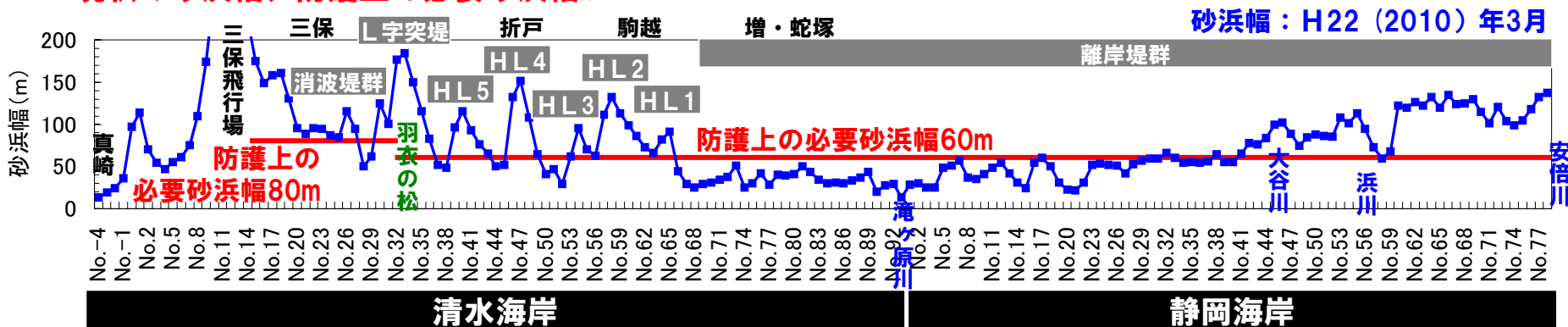
- 高潮・越波⇒50年確率波浪および予想される異常潮位を防護の目標とすることを基本
- 侵食⇒現状の砂浜を保全することを基本的な目標とし、必要に応じて砂浜の回復を図る

⇒施設と養浜を組み合わせ、砂礫浜の消波機能を活用して防護目標の達成を図る。

【静岡海岸～清水海岸(L字突堤まで)】防護上の必要砂浜幅60m

【清水海岸(消波堤区間(三保地区))】防護上の必要砂浜幅80m

《現状の砂浜幅、防護上の必要砂浜幅》



f) 清水海岸の計画変更案 ※防護目標を確保するために必要な養浜量の検討

	消波堤区間(三保)	ヘッドランド区間(駒越・折戸)	離岸堤区間(増・蛇塚)
現行計画	—	□養浜5万m ³ /年	□サンドボディ促進養浜 2万m ³ /年
変更(案) の考え方	□養浜3万m ³ /年以上 ⇒サンドリサイクルの実施に伴う周囲の汀線変化の状況把握が必要	□養浜6万m ³ /年以上 ⇒浜幅些少区間での防護目標を確保するための局所的な対応が必要	□サンドボディ促進養浜 2万m ³ /年 ⇒養浜投入方法の改善が必要



養浜量はそれぞれ年間当り

出典：第2回清水海岸侵食対策検討委員会 委員会資料（静岡県）、平成23年1月

g) 検討結果のまとめ

・【これまでの対策】

- 静岡海岸および清水海岸の増・蛇塚地区では、急激な海岸侵食が進み砂浜が消失したことにより堤防が被災を受け、**堤防と消波工で復旧するとともに、離岸堤を整備した。**
- 清水海岸では、羽衣の松、砂浜を保全するため、**離岸堤型ヘッドランドおよびL字突堤を整備し、養浜を実施している。**

・【海岸の現状】

- 安倍川からの土砂供給の回復や離岸堤の効果により、**静岡海岸の大谷川付近までは、堤防と離岸堤の間の砂浜が復活し、砂浜回復域の先端は静岡海岸と清水海岸の境付近まで到達している。**
- 清水海岸のヘッドランド区間は、**養浜と施設改良により一定の砂浜が保たれている。**

・【現状の評価】

- 1985～1995年間の静岡海岸での土砂変化量から、**砂浜の年間堆積量は20万 m^3 と推定される。**
- 「粒径を考慮した等深線変化モデル」(安倍川からの供給土砂量20万 m^3)によると、砂浜の回復は**15年後(2025年)に清水海岸の1号ヘッドランド手前への到達が見込まれる。**
- 清水海岸のヘッドランド区間・消波堤区間は、**砂浜保全を図るためには、養浜量の増加が必要である。**

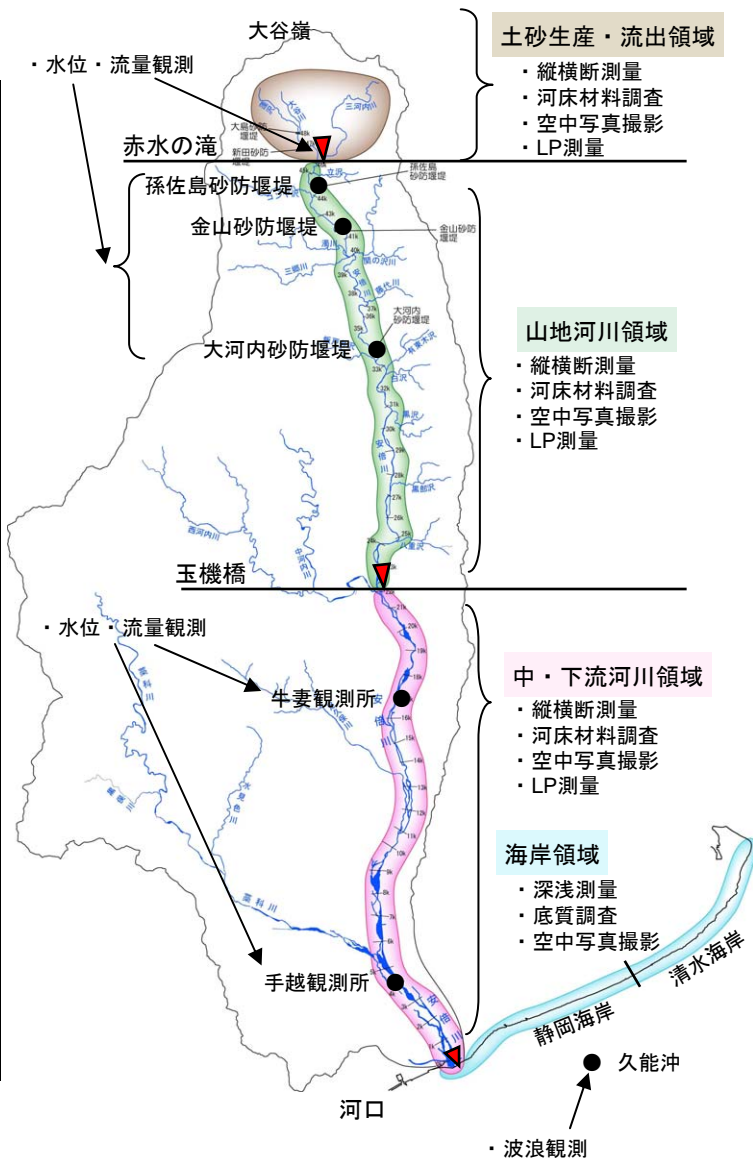
・【今後の海岸保全の方針】

- 海岸保全の目標は、50年確率波浪および異常潮位に対して越波被害が生じないようにする。
- 対策としては、施設と養浜を組み合わせ、砂礫浜の消波機能を活用する。
【静岡海岸～清水海岸】**防護上の必要砂浜幅60m～80m**

- ・基本的な観測項目として、縦横断測量、河床材料調査、深浅測量等、これまで河川、海岸管理の一環として実施されている調査を継続することにより、土砂動態の変化を把握する。
- ・基本的な項目を補完する観点から、定点撮影、LP測量、砂面計等を補助的に実施する。

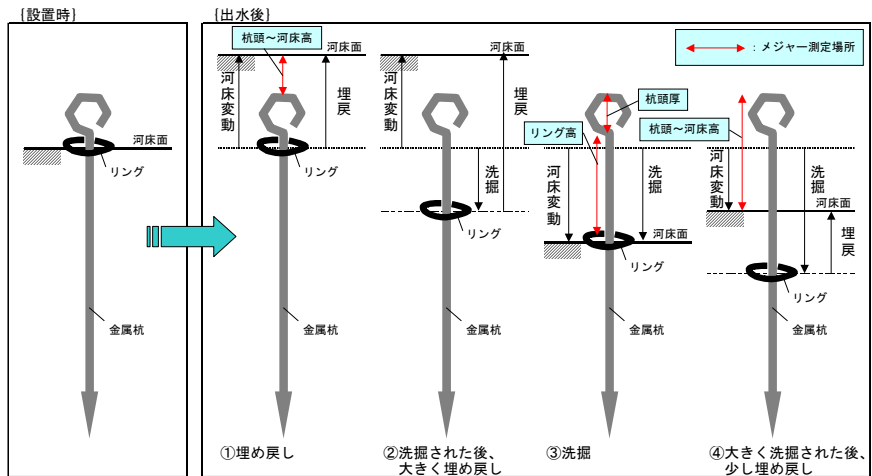
長期的なモニタリング項目

	領域	調査項目	調査目的	実施頻度	実施場所	備考
基本調査項目	土砂生産・流出領域	縦横断測量	河床変動状況の把握	3~5年に1回 大規模出水後	大谷川、三河内川	
		河床材料調査	河床材料変化の把握	3~5年に1回	2kmピッチ	必要に応じて調査地点を増加
		崩壊地・生産土砂調査	供給土砂の把握	3~5年に1回	崩壊地	
		水位・流量観測	外力の把握	定期観測	赤水の滝上流	
		空中写真撮影	河道、崩壊地の状況把握		領域全体	
	山地河川領域	縦横断測量	河床変動状況の把握	3~5年に1回 大規模出水後	安倍川	
		河床材料調査	河床材料変化の把握	3~5年に1回	2kmピッチ	必要に応じて調査地点を増加 (1kmピッチ、堰上下流など)
		水位・流量観測	外力の把握	定期観測	孫佐島砂防堰堤 大河内砂防堰堤	
		空中写真撮影	河道の状況把握			
	中・下流河川領域	縦横断測量	河床変動状況の把握	3~5年に1回 大規模出水後	安倍川	
		河床材料調査	河床材料変化の把握	3~5年に1回	1kmピッチ 表層・下層	河道の状況に応じて、横断方向に複数点観測
		水位・流量観測	外力の把握	定期観測	牛妻、手越	大規模出水時には痕跡水位を調査
		空中写真撮影	河道の状況把握		領域全体	
	海岸領域	深浅測量	海浜変化状況の把握	毎年	水深-5m付近が特に重要	(静岡県)
		底質調査	底質材料変化の把握	3~5年に1回		
波浪観測		外力の把握	定期観測	久能沖	(静岡県)	
空中写真撮影		海岸の状況、汀線位置把握	1年に1回	領域全体		
補助調査項目	土砂生産・流出領域	LP測量	河床変動、崩壊地の面的把握	1年に1回	領域全体	
	山地河川領域	LP測量	河床変動状況の面的把握	1年に1回	領域全体	
		定点写真	河道の状況の経年把握	1年に1回 大規模出水後	砂防堰堤、床固め等の河床低下箇所	巡視等に併せて実施 CCTVの活用
	中・下流河川領域	LP測量	河床変動状況の面的把握	大規模洪水後	領域全体	
		砂面計観測	洪水時の河床変動の把握	定期観測		洪水後にデータ改修 既設機器の活用
		定点写真	河道の状況の経年把握	1年に1回 大規模出水後	流下能力不足箇所 堆積傾向箇所	巡視等に併せて実施 CCTVの活用
	海岸領域	定点写真	海岸の状況の経年記録	1年に1回	堆積波到達箇所付近 養浜実施箇所	巡視等に併せて実施



a)リング式センサーの設置状況

・今年度試験的に4箇所設置し、平成22年10月の台風14号のよる河床変動を観測した。

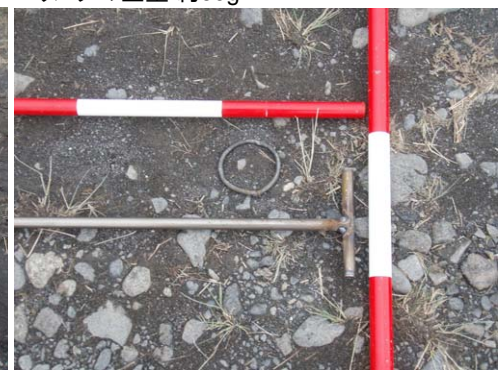


リング式センサーによる河床洗掘計測の概要

洗掘量 = 出水後リング高 - 出水前リング高
 埋戻量 = 出水後河床高 - (出水前河床高 - 洗掘量)
 河床変動量 = 出水後河床高 - 出水前河床高

リング式センサー
L=200cm
φ15の丸鋼

上端部 15cm
リングの径 8cm
リングφ6の丸鋼
リングの重量 約60g



リング式センサー設置位置図

地点NO.4設置状況



地点NO.4設置状況



b)出水後のリング式センサーの河床洗掘計測結果

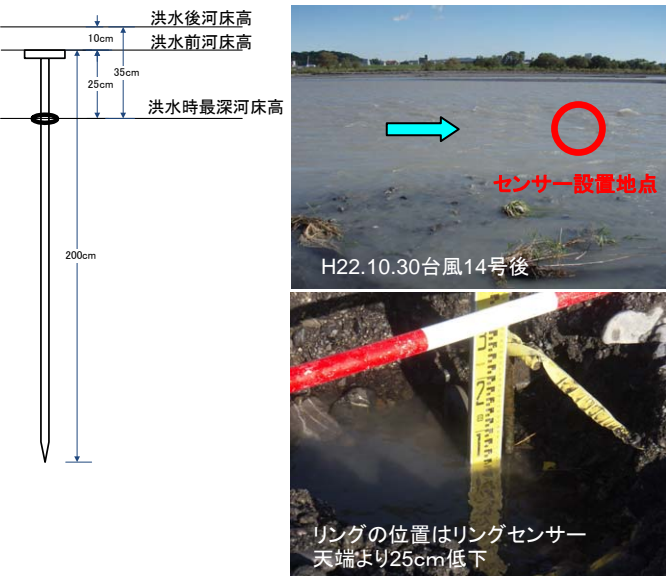
【考察】

- ・NO.3地点では、洪水時に一度25cm河床が低下し、その後35cm土砂が堆積している。
- ・NO.4地点では、リボンを取り付けたことによりリングが河床から浮いていたため最深河床はわからないが、計測時の河床は82cm低下している。
- ・ただし、水中の鉄筋棒は錆びているのに対して、土中の鉄筋棒は錆びていないことから洪水時も調査時以上に河床低下していたとは考えにくい。
- ・鉄筋棒の曲がった位置でも、洪水時の最深河床の判断が可能であると考えられる。

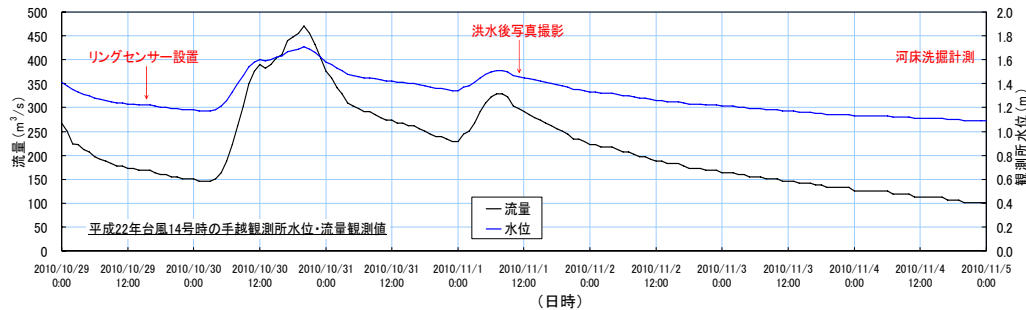
【改善点】

- ・リング自体にリボンをつけると、浮力によってリングが下がらない問題が判明したため、今後リボンはつけないこととし、リングを重くする等の改良を加える。
- ・鉄筋棒へのリボンのついては、回収時の目印となるが、ゴミ付着による棒曲がりの可能性があるため、鉄筋棒の太さ、素材等、曲がりにくいものに改善する。
- ・今後は、河床洗掘計測時の流量規模の平面二次元河床変動計算を実施し、河床洗掘計測結果が再現できるかを検証する。
- ・河床洗掘計測は、リング式センサーに加え、着色砂の埋設による河床変動高調査手法についても併用することを検討する。

NO.3地点のリング式センサーによる出水後の河床洗掘計測状況

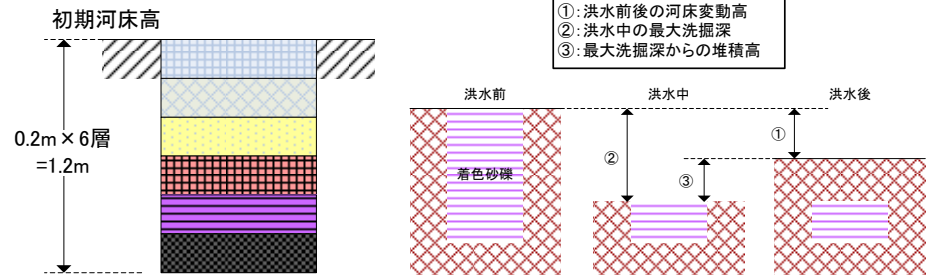


NO.4地点のリング式センサーによる出水後の河床洗掘計測状況



【着色砂の埋設による河床変動高調査手法】

・着色して埋め戻した砂層が洪水中にどの層まで移動したかを洪水後の河床を掘り起こすことによって測定する。



着色砂の埋設による河床変動高調査手法のイメージ

・流砂系全体の土砂収支(案)を評価する上での、河川と海岸における検討とモデルのつながりのイメージを整理した。

河川と海岸のつながりのイメージ

土砂生産・流出領域

- ・安倍川本川上流端、及び支川における今後の生産土砂の動向の調査・検討(案)

山地河川領域

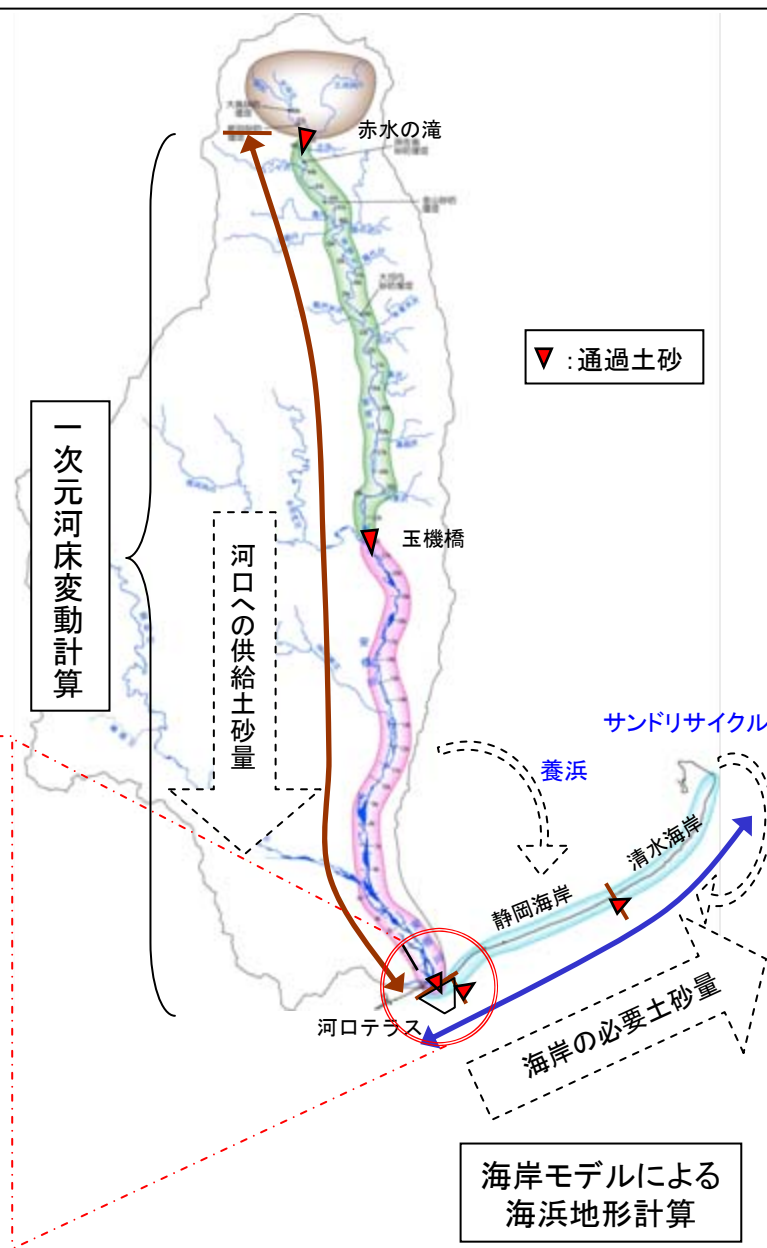
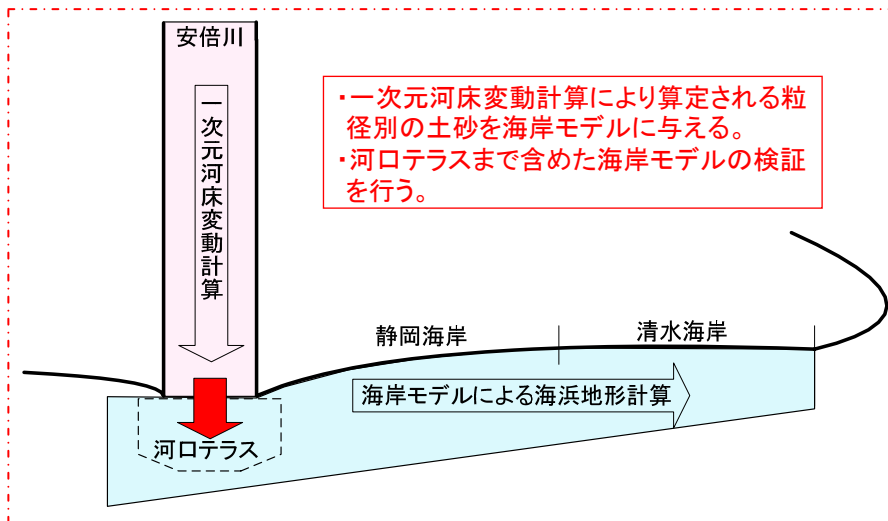
- ・既設砂防堰堤のスリット化の検討(案)
- ・維持掘削・除石、掘削土の堰堤下流への還元の検討(案)

中・下流河川領域

- ・適正な掘削形状の検討(案)
- ・水はね施設の配置の検討(案)

海岸領域

- ・施設配置計画
- ・養浜計画
- ・サンドリサイクル



流砂系全体の土砂収支(案)の評価

・一次元河床変動計算、及び平面二次元河床変動計算におけるこれまでの検討状況と得られた課題、及び今後の検討方針について整理した。

一次元河床変動計算

Table with columns: 目的, 再現計算, 河道形状の違いによる河口への供給土砂量の把握, 現況の掘削規模での河口への供給土砂量の変化, 昭和30年代の掘削規模での河口への供給土砂量の変化. Rows include 条件 (砂防堰堤, 対象洪水, 対象河道, 対象区間, 河床材料, 河道掘削位置) and 結果 (河口への供給土砂量, 課題, 委員会の報告).

流砂系全体の土砂収支(案)
・河床高維持のための掘削量の把握
→整備計画河道(河積)を維持
→河口への供給土砂量を把握
→掘削量と河口への供給土砂量の関係から、必要に応じて掘削土砂の養浜利用を考慮

安倍川総合土砂管理の目標(案)

平面二次元河床変動計算

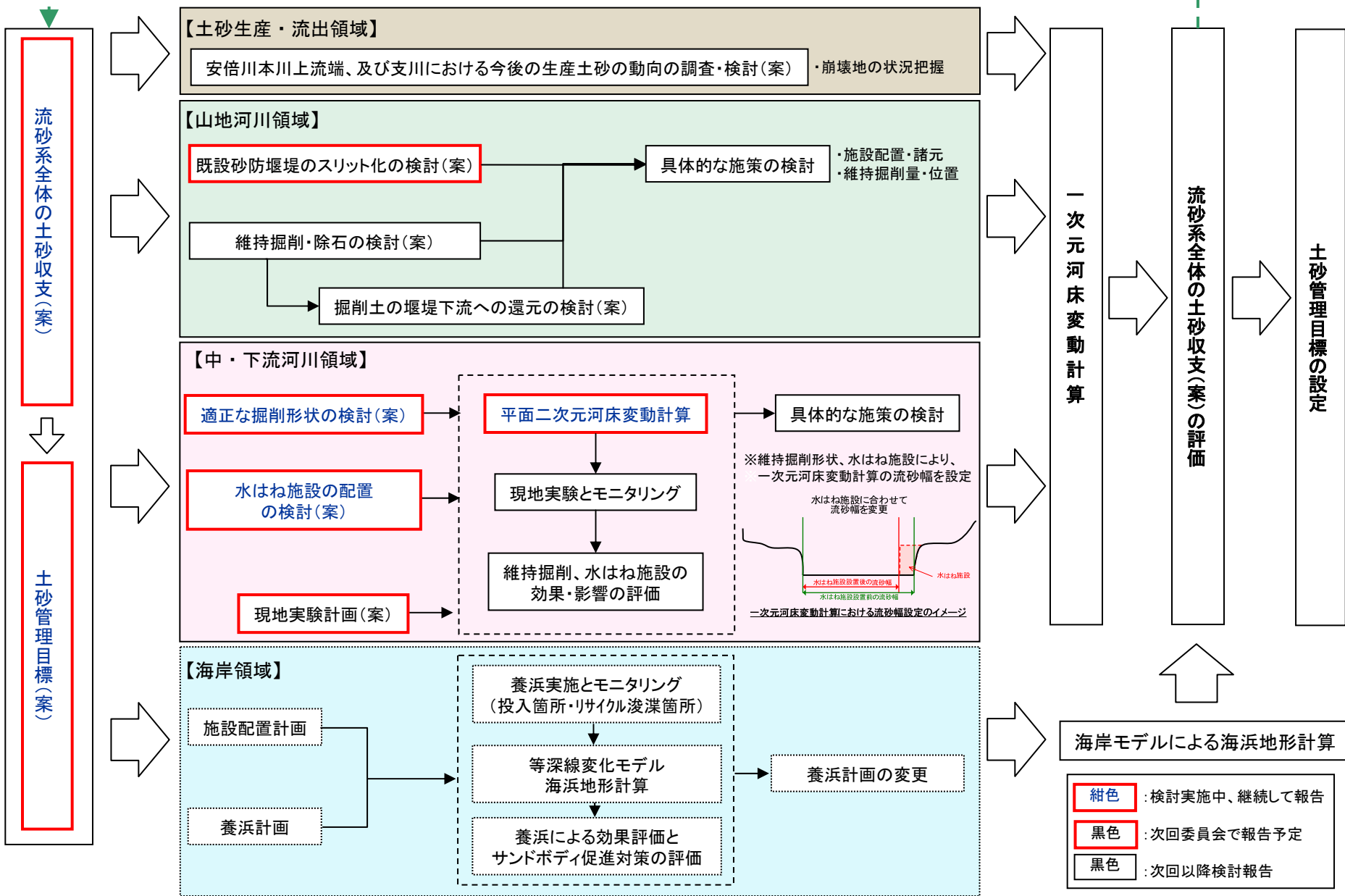
Table with columns: 目的, 再現計算, 課題の分析, 流況・河床変動状況の分析, 掘削形状の検討, 堤防の安全性, 水制工の効果, 上流供給土砂量. Rows include 条件 (対象洪水, 洪水規模, 対象河道, 対象区間, 河床材料, 供給土砂量, 河道掘削位置) and 結果 (痕跡水位の再現性, 課題, 委員会の報告).

適正な掘削形状の検討(案)
・河道中央付近の掘削(掘削幅、深さの検討)
→主流部の位置(低水路河岸、堤防から離すことができるか)、河口への供給土砂量(掘削によって減少させないか)により評価
→堤防の安全性への影響を評価し、必要に応じて対策を検討

水はね施設の配置の検討(案)
・効果的な施設配置(長さ、間隔)を検討
→低水路河岸での流速低減効果、対岸や砂州形状への影響の有無、河口への供給土砂量の変化により評価

・土砂管理目標を設定する上での今後の検討内容を、各領域毎に整理した。

流砂系全体の土砂収支(案)の見直し



各領域の具体的な対策の検討フロー

各領域の事業の進め方と連携

流砂系の短期・中期・長期における各事業者との連携

- 1.短期目標(現時点)では、①各領域内にて、各事業者が緊急的な対策を実施中。
 - 2.中期目標では、①各領域内、②一部の領域と領域を結んだ流砂系にて土砂移動の連続性を図る。
 - 3.長期的には、③各領域間を結んだ流砂系全体にて土砂移動の連続性を図る。
- これら1,2,3については静岡県・静岡河川事務所が事業の実施と連携を図り、土砂移動の連続性の確保に努める。

流砂系の区分	短期(概ね3～5年程度)			中期(概ね5～10年程度)			長期(概ね30年程度)			事業主体
	目的	事業	土砂の連続性	目的	事業	土砂の連続性	目的	事業	土砂の連続性	
土砂生産・流出領域 山地河川領域	土砂崩壊の防止	山腹工・砂防堰堤の設置		土砂崩壊の防止	砂防堰堤の設置・改良		土砂崩壊の防止	砂防施設の維持		国・県
	土砂流下促進の計画			土砂流下促進の計画・施設計画	砂防堰堤の設置・改良・除石(土砂の運搬)		安定的な土砂の流下	砂防施設の改良		
中・下流河川領域	治水安全度の向上	堤防強化(築堤・護岸)		治水安全度の向上	堤防強化(築堤・護岸)		治水安全度の向上	堤防強化(護岸)	国・県	
		河道掘削(掃流力強化)			河道掘削(掃流力強化)			河道掘削(掃流力強化)		
	土砂流下促進の計画・施設計画	水はね施設等(掃流力強化)		土砂流下の促進施設の設置	水はね施設等(掃流力強化)		安定的な土砂の流下	低水路の安定化の維持		
海岸領域 (静岡・清水)	侵食対策	養浜の継続		侵食対策	養浜の継続		河口への安定的な土砂供給	侵食対策	県	
		保全施設の維持			保全施設の維持			安定的な土砂の移動・捕捉		
		砂浜の維持・回復			砂浜の維持・回復			保全施設の維持・改良 砂浜の維持・回復		
領域間の土砂の連続性の状況	各領域毎で、 ①流砂の一部動的安定を図るための対策を実施する。 ②領域毎にて、流砂の対策を行い安全性の向上を図る。			①各領域を連続させた動的安定の計画(目標・内容)を立案する。 ②①に基づいて各領域の計画を立案し、対策を実施する。			①砂防～河川～海岸の各領域が連続され、安倍川流砂系全体で動的安定を図る。			国・県
関係する委員会	海岸領域の短期・中期海岸保全計画は、清水海岸侵食対策検討委員会にて行う。対策の進捗管理などについて、安倍川総合土砂管理計画検討委員会へ報告する。 砂防・河川・海岸領域を含めた中・長期的な土砂流下のための総合土砂管理計画の施設計画・モニタリングの評価等は安倍川総合土砂管理計画検討委員会にて行う。									

