

砂州波高が浮遊砂の堆積特性へ与える影響に関する実験的検討

STADY ON THE EFFECTS OF SANDBAR HEIGHT ON THE SEDIMENTATION CHARACTERISTICS OF SUSPENDED-LOAD

パシフィックコンサルタンツ株式会社
つくば技術研究センター

◎新妻友太

Pacific
Consultants

Producing
The Future™

南まさし¹、片山直哉¹、吉武央気¹、長浜和宏²、池田啓彰²、島田立季¹、水田 圭亮¹

¹パシフィックコンサルタンツ株式会社

²株式会社PCER

1.はじめに

背景

- seg.1での河道管理上の課題として、①河道の二極化、②ダム建設等による供給土砂量減少に伴う河床低下・粗粒化が上げられる。

- ✓ 河床低下・粗粒化対策の1つに、ダム堆積土砂の還元がある。
⇒影響範囲の広大さ故に、現場での計測・評価が難しい。
⇒還元土砂の多くを構成する微細砂は、浮遊形態で輸送されるが、
このことに着目した堆積・流下特性把握の検討事例は少ない。

- ✓ 二極化対策では、砂州波高の切下げにより、掃流力を砂州上では増大・滞筋上では低下させる施工が為されている。
⇒砂州波高の違い（二極化の進行・解消）が、還元微細砂の堆積・流下特性へ与える影響の検討事例は筆者の知る限りない。



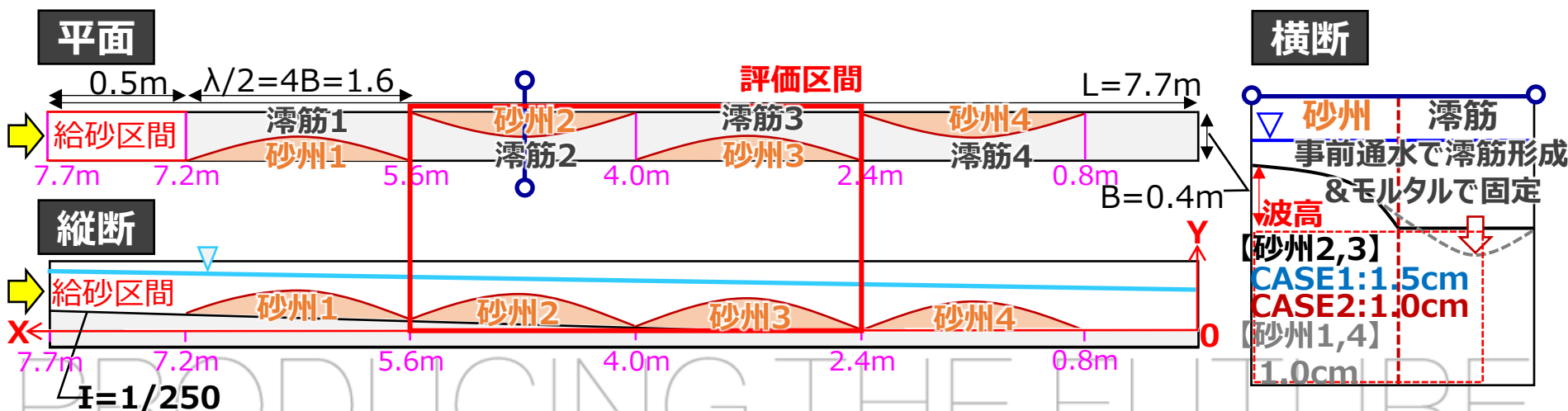
目的

- seg.1 の粗粒化・河床低下が進行したダム下流河川への微細砂還元を想定し、砂州波高の違い（二極化の進行・解消）が還元微細砂の堆積特性へ与える影響を水理模型実験で把握

基本
条件

2.水理模型実験の条件

- ✓ 砂州波高（二極化の進行・解消）の違いと微細砂の堆積特性の評価に着目した実験条件を設定
- ✓ 低水路満杯流量以下を想定し、勾配1/250の矩形水路に砂州を4つ敷設し、中央2区間を評価対象として砂州波高を変化
- ✓ 初期河床形状は、サインカーブで作成し、後述の助走実験で発達させた後、モルタルで固定床化
- ✓ 初期砂州材料は、 $D_{60} = 1.3\text{mm}$ の鹿島珪砂3号を使用



助走
実験

2.水理模型実験の条件

- 実験に先立ち、河床形状の人為的影響排除を目的とした助走実験を実施
- 流量120L/min※を定常通水すると共に、初期河床材料と同じ $D_{60}=1.3\text{mm}$ （掃流砂成分）を平衡給砂した。

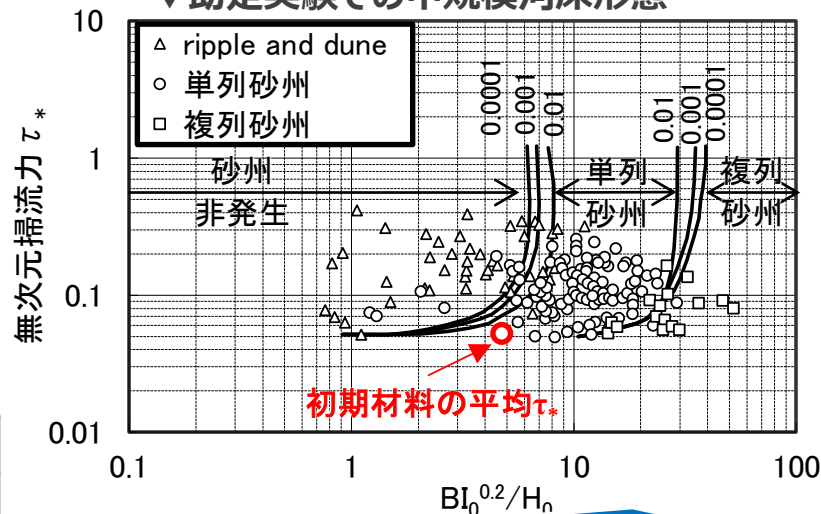
※平均年最大流量相当を想定し、粒径1.3mmに対する平均的な無次元掃流力が0.05程度となるように設定

▼実験ケース（区間2, 3の初期砂州波高）

ケース名	初期砂州波高	備考	通水時間※
CASE1	大 (1.5cm)	二極化の <u>進行</u> を想定	30分
CASE2	小 (1.0cm)	二極化の <u>解消</u> を想定	120分

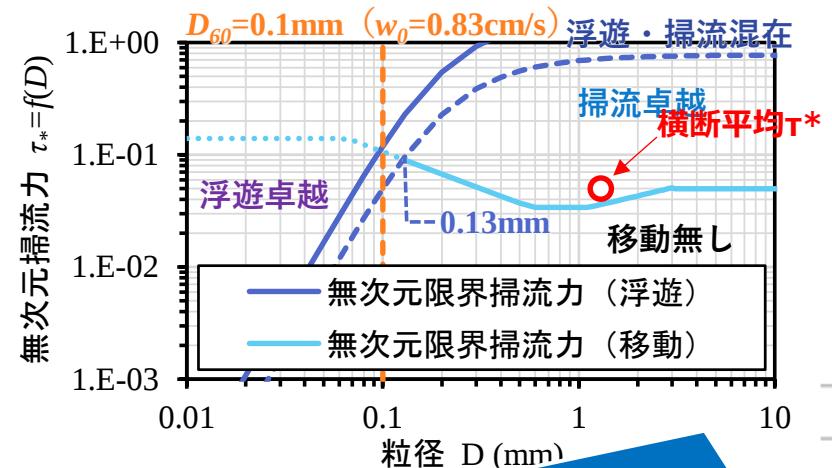
※流出土砂量が安定するまで通水

▼助走実験での中規模河床形態



単列砂州の領域に位置するように設定

▼助走実験での土砂輸送形態



砂州上面は移動せず、滞筋が掃流砂形態で輸送される条件を想定

助走
実験

2.水理模型実験の条件

- 助走実験時、いずれのケースでも砂州の大部分が水没
- 助走実験後の砂州波高は、以下の通り変化

CASE 1（初期砂州波高大）；1.5cm⇒2.8cm

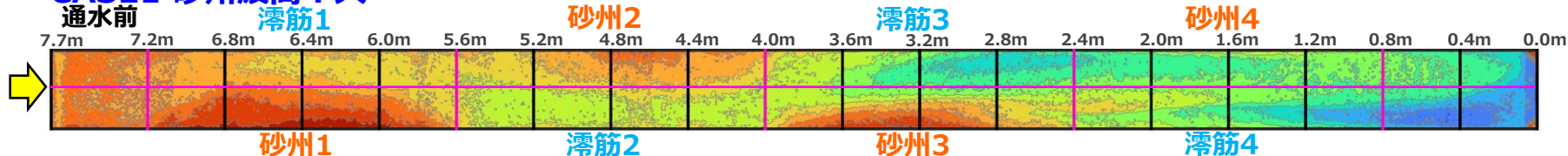
CASE 2（初期砂州波高小）；1.0cm⇒1.0cm

※区間 2, 3 の砂州・滞筋部の横断最高・最深河床高の差の平均

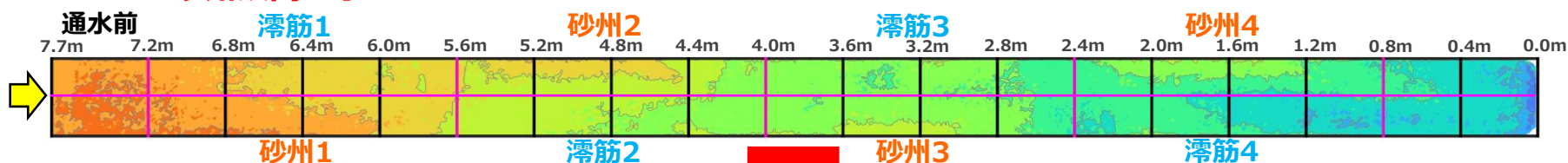
▼助走実験後 河床高分布

河床高(cm)	■ -1.5 ~ -1.0	■ -0.5 ~ 0.0	■ 0.5 ~ 1.0	■ 1.5 ~ 2.0	■ 2.5 ~ 3.0	■ 3.5 ~ 4.0	■ > 4.5
	■ ≤ -1.5	■ -1.0 ~ -0.5	■ 0.0 ~ 0.5	■ 1.0 ~ 1.5	■ 2.0 ~ 2.5	■ 3.0 ~ 3.5	■ 4.0 ~ 4.5

CASE1 砂州波高：大



CASE2 砂州波高：小



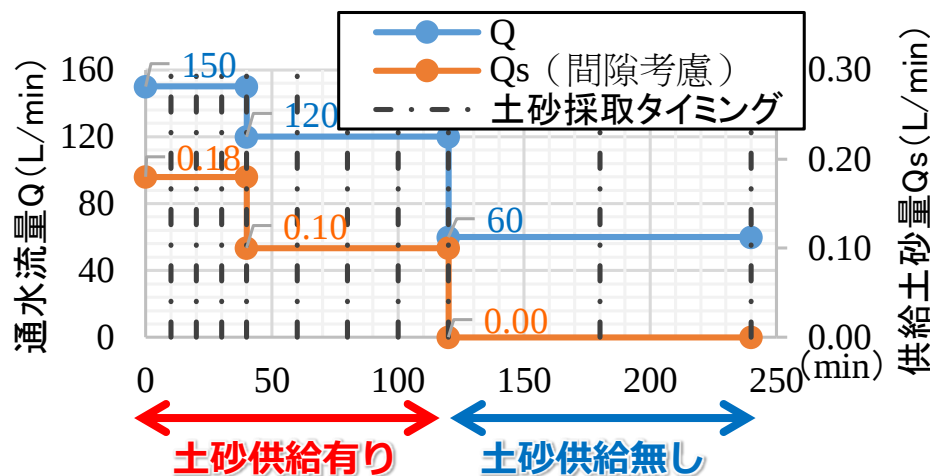
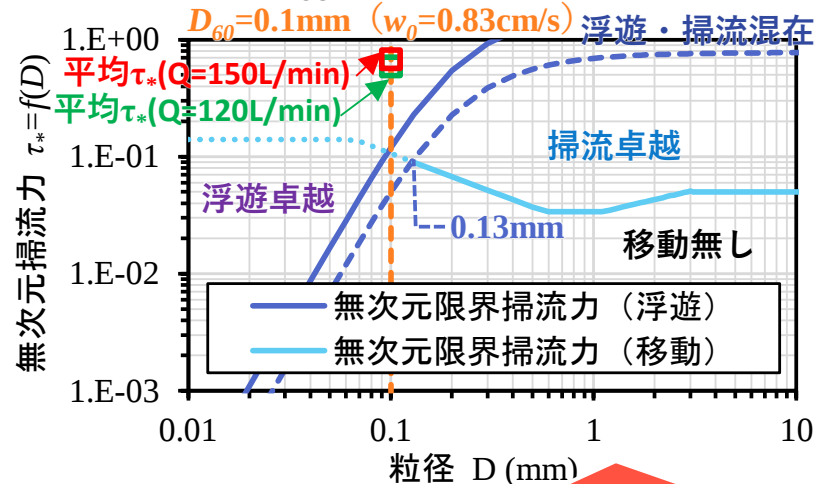
これを固定床化し、微細砂の堆積特性評価
のための実験の初期地形として設定

境界
条件

2.水理模型実験の条件

- 平均年最大流量相当をピークとする減水期のみを対象
- ◎ 模型上流より $D_{60}=0.10\text{mm}$ の微細砂（珪砂4号）を経時供給
 - ✓ ① 150L/min（平均年最大流量相当）, ② 120L/min で土砂供給あり
 - ✓ ③ 60L/min で土砂流出特性の比較のため、土砂供給なし

▼ 流量・土砂供給量ハイドロ（計240min）

▼ 供給微細砂 ($D_{60}=0.1\text{mm}$) の土砂輸送形態

両ケース共に土砂供給有りの2流量では、砂州・滯筋両方で浮遊砂が卓越して輸送される条件を想定

砂州での浮遊を想定

砂州での沈降を想定

評価
方法

2.水理模型実験の条件

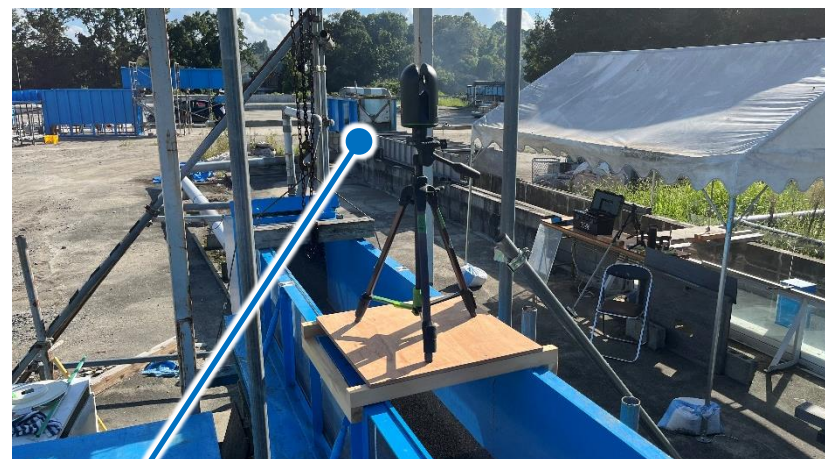
- 下流端からの流出土砂量を経時回収
⇒供給土砂量から差し引き、**時間的な捕捉特性**を評価
- 通水前後の河床高面分布を計測
⇒堆積量の面分布より、**空間的な捕捉特性**を評価

▼流出土砂量 採取状況



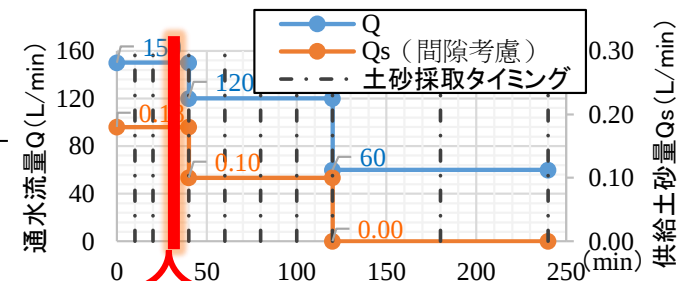
水路下流端より、流出土砂の全量を経時採取

▼河床高面分布 計測状況



地上型3Dレーザースキャナで通水
前後の3次元点群データを計測

3.水理模型実験の結果

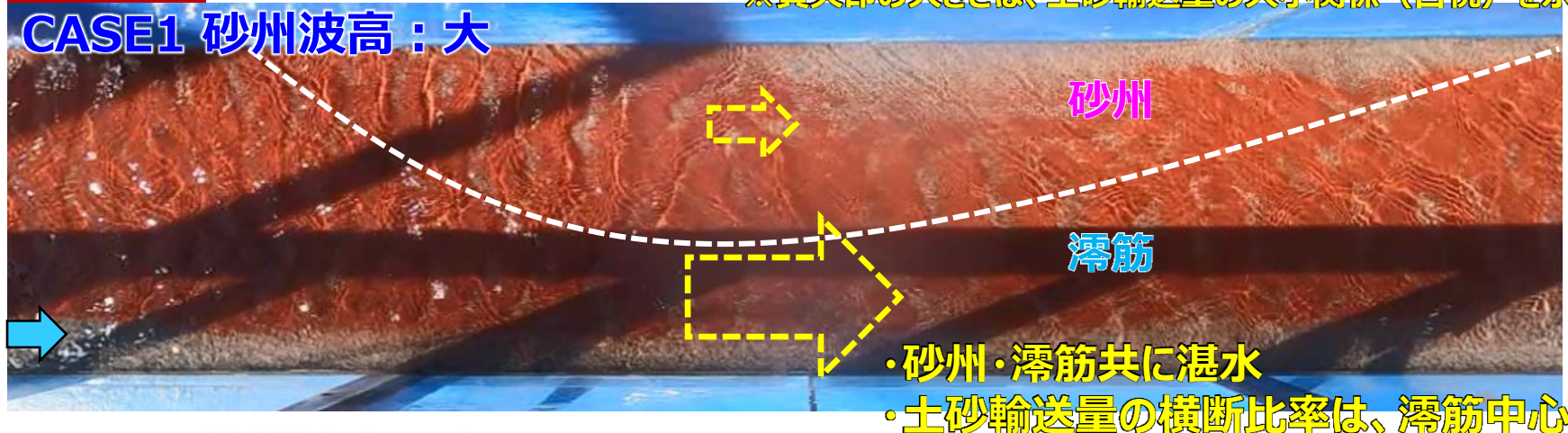


土砂 輸送

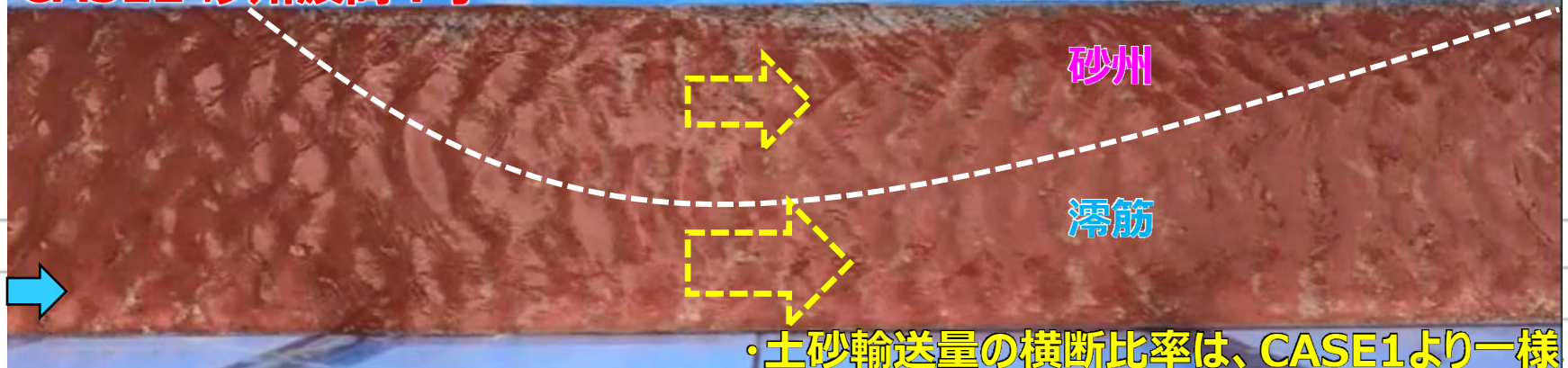
▼区間2における土砂輸送状況の比較（平均年最大流量相当通水時 ※土砂供給有り）

※黄矢印の大きさは、土砂輸送量の大小関係（目視）を示す

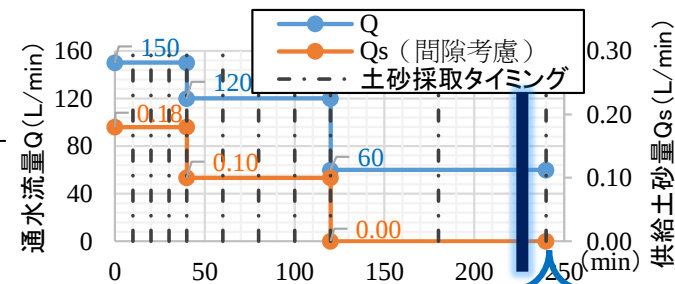
CASE1 砂州波高：大



CASE2 砂州波高：小



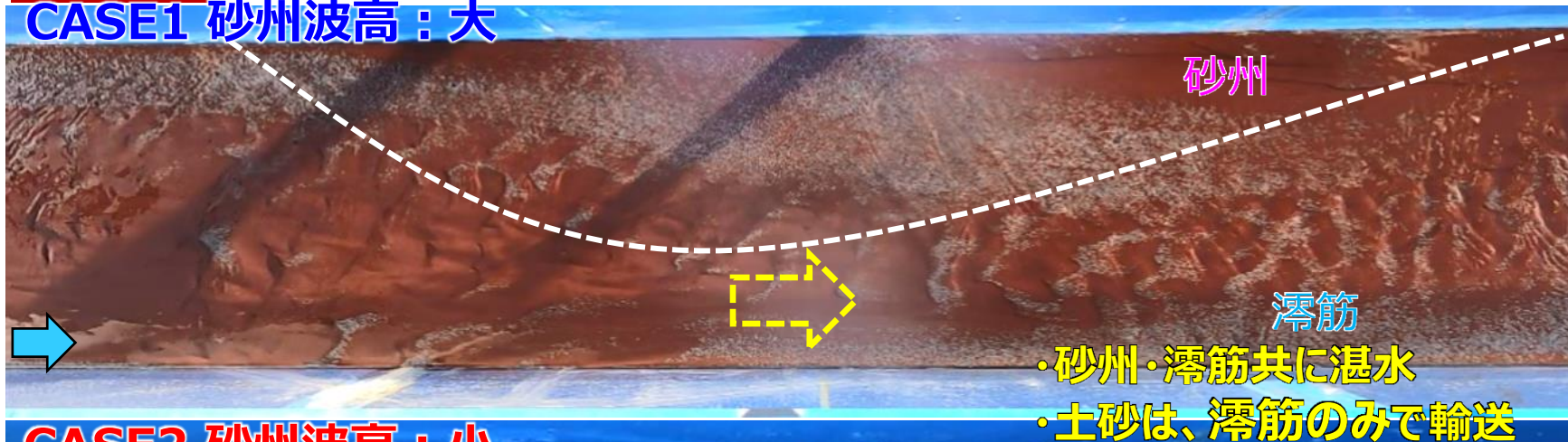
3.水理模型実験の結果



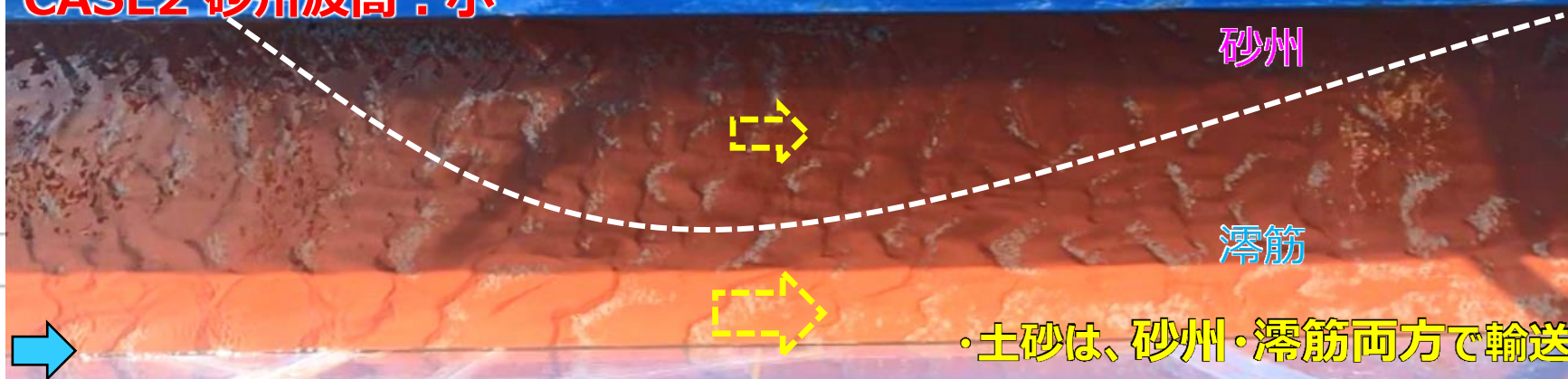
土砂 輸送

▼ 区間 2 における土砂輸送状況の比較 (減水期流量通水時 ※土砂供給無し)
※黄矢印の大きさは、土砂輸送量の大小関係 (目視) を示す

CASE1 砂州波高：大



CASE2 砂州波高：小



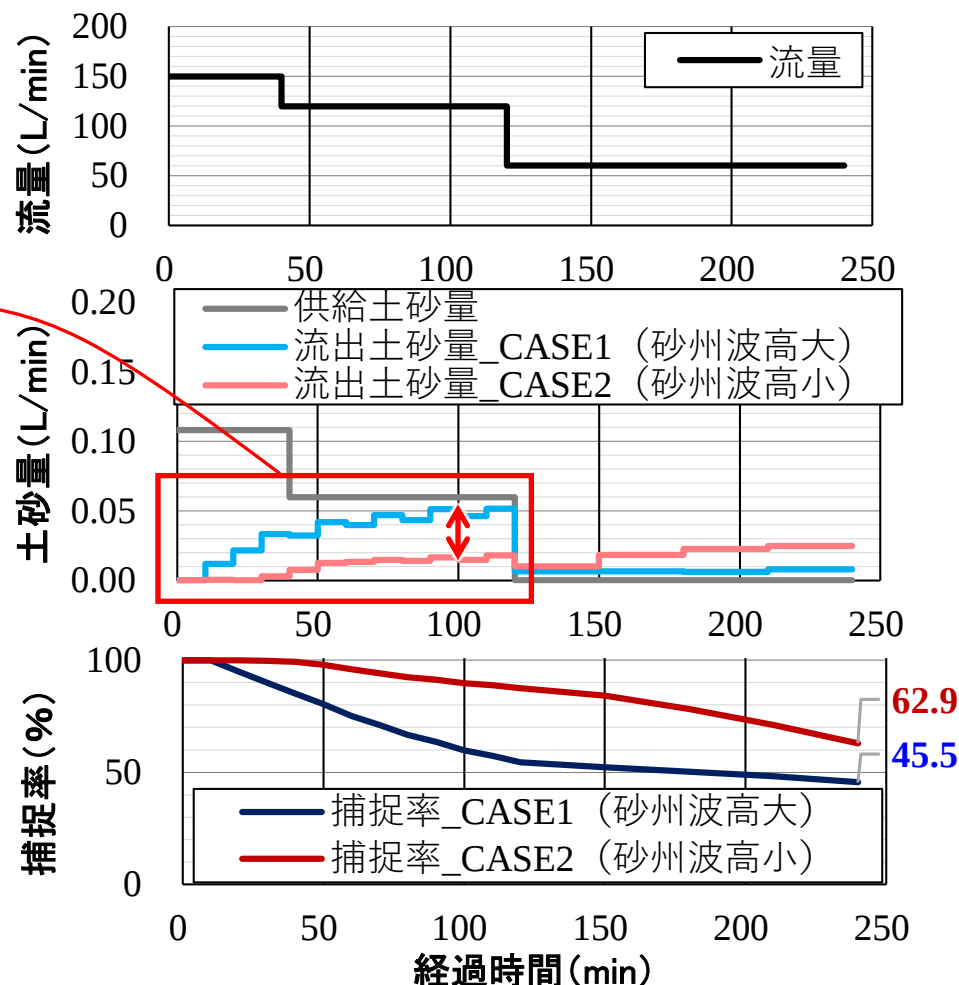
3.水理模型実験の結果

捕捉 特性 (時間)

- 単位時間当たりの流出土砂量は、CASE 2（砂州波高 小）の方が少なく、捕捉率は大きい
- ⇒ 二極化解消河道の方が、より多くの還元砂を捕捉できるため、河床低下対策に有用

※120 min からの減水期流量で逆転するのは、CASE2砂州・滞筋両方で湛水し土砂輸送されたことが要因と推察

▼ 供給土砂量に対する流出土砂量・土砂捕捉率経時変化



※捕捉率は、総供給土砂量に対する水路内の土砂収支
(総供給土砂量 - 総流出土砂量) で定義

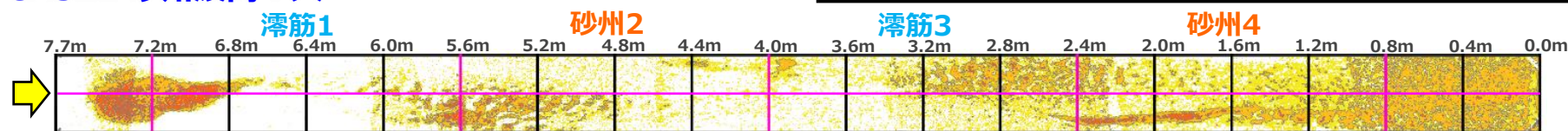
捕捉 特性 (空間)

3.水理模型実験の結果

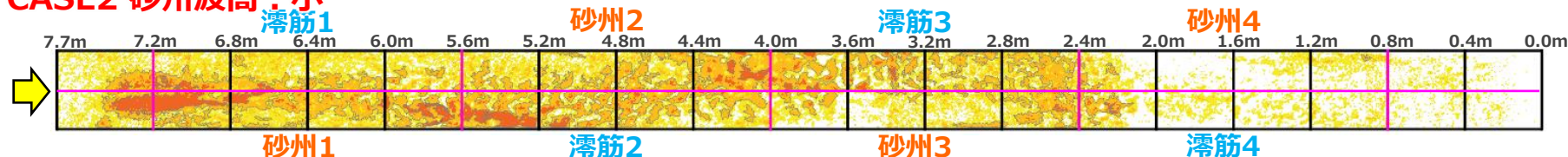
- 河道全体としての捕捉土砂量は、評価対象区間（区間2，3）においても、CASE2（砂州波高 小）の方が多。
- 捕捉量の分布は、砂州よりも滞筋の方が多い。

▼河床高変動量の空間分布

CASE1 砂州波高：大

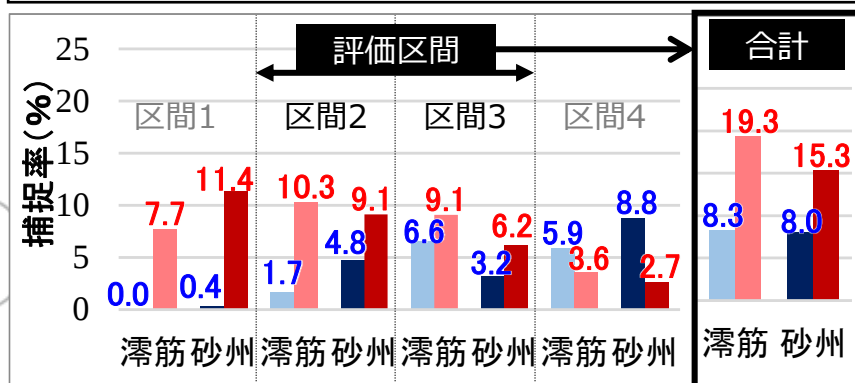


CASE2 砂州波高：小



▼総供給土砂量に対する捕捉率空間分布

■ : CASE 1 (砂州波高 大) ■ : CASE 2 (砂州波高 小)

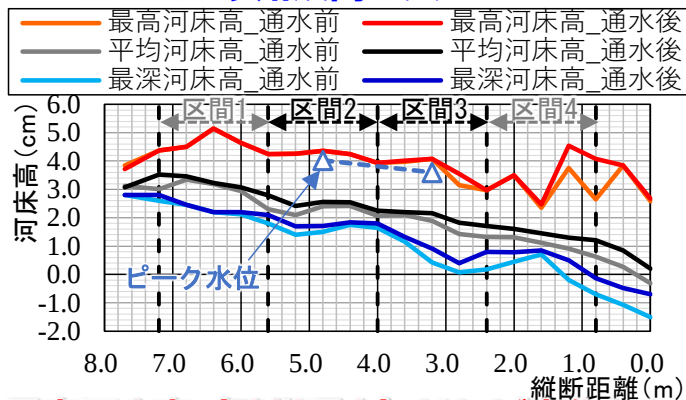


捕捉
特性
(空間)

3.水理模型実験の結果

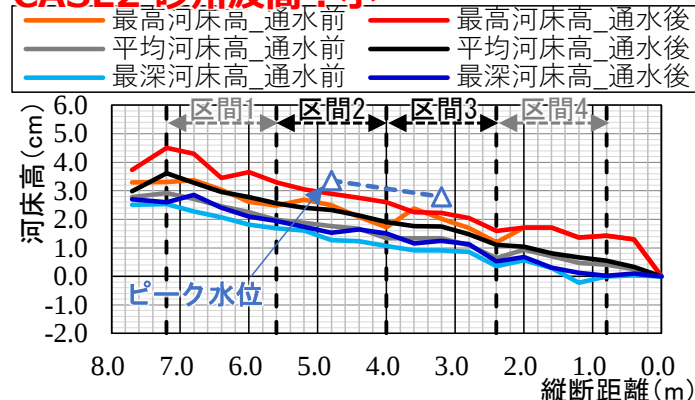
▼【参考】河床高縦断面図

CASE1 砂州波高：大



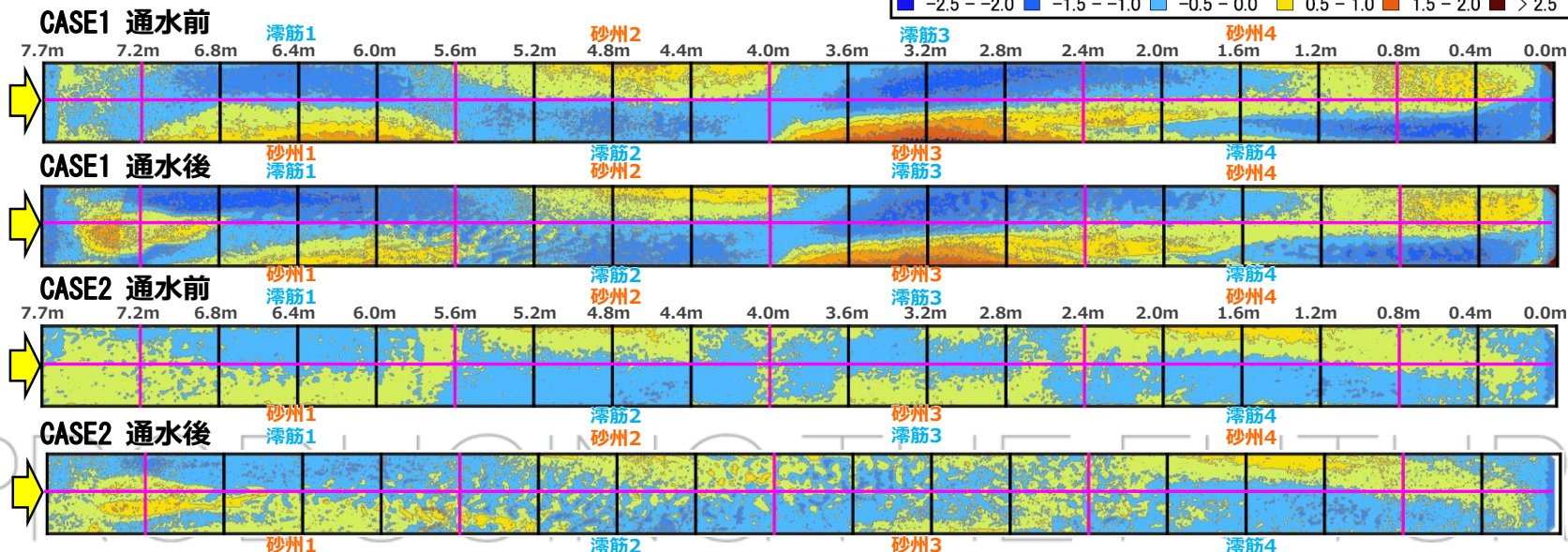
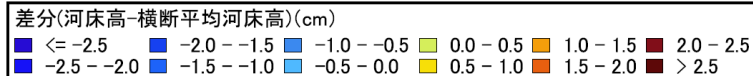
最高河床高 (砂州頂点) はほぼ変化なし

CASE2 砂州波高：小



最高河床高 (砂州頂点) でも堆積

▼【参考】河床高—横断平均河床高差分図



4.おわりに

まとめ

- **砂州波高の切下げ**により、**河道全体で還元微細砂の捕捉率が向上**。
⇒二極化対策として実施される**砂州波高の切下げ**は、土砂還元と併せて実施することにより、**河床低下対策・粗粒化対策としても有用**。

- 砂州波高の切下げが再二極化に与える影響については、**砂州では増水期に堆積**しやすくなり、**濇筋では減水期に流出しづらく**なる傾向。
⇒砂州では増水期で堆積促進され、再二極化が進行しやすくなる
⇒濇筋では減水期で流出促進され、再二極化が抑制しやすくなる

留意点 ・課題

- 実河川において二極化解消を目的とした微細砂還元を行う際には、還元土砂の質と、砂州上の流量 - 掃流力関係を事前に把握した上で、**微細砂が砂州上で輸送されない程度の流量条件（非出水期流量等）を狙って検討することが望ましい**
- ただし、本結論は 2 ケースの中での評価であり、還元土砂の量や質、流量波形の違い（土砂還元後の再出水）による検証は出来ていないため、今後の検討課題である