

大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会
第 12 回 安威川ダム環境改善放流検討部会

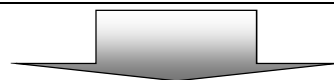
環境改善放流計画について
(土砂還元計画の更新)

令和 4 年 3 月 7 日 (月)

大 阪 府

■第12回環境改善放流部会での審議内容

環境改善放流計画の策定（フラッシュ放流計画、土砂還元計画、効果把握調査計画）



今回審議事項	具体的な内容
<p>○土砂還元計画の更新</p>	<p>○土砂還元試験施工の結果報告 【報告事項】 第15回審議会で説明した試験施工の現地での施工状況の報告</p> <p>○河床変動計算（一次元解析）によるダム下流河川の中長期的な影響の報告 【報告事項】 ・茨木川合流点下流区間では、ダムの有無による顕著な変化は見られない。 ・茨木川合流点上流区間では、掃流力の低下により河床変動（堆砂・侵食）が起こりにくくなる。 ・置き土により上流区間で細粒分土砂が供給される。</p> <p>○河床変動計算（二次元解析）による土砂還元計画（置き土計画、置き土施工） 【報告事項】 ・ダム運用開始までに実施する、置き土予定範囲上流河道の護岸整備により、河道線形が変わることで流況が変化し、置き土予定範囲において置き土が流出する掃流力が得られる見込みであること、その掃流力は原案付近が比較的大きいことが確認された。 ・置き土は予定範囲の中でも上流側に配置する方が流失しやすいことが確認された。 ・置き土予定の貯水池堆砂土砂の想定粒径（50mm程度以下が95%）が概ね流失する掃流力が得られることが示唆されたことから、当初は置き土の粒度調整は行わないこととした。 ・最大30m³/sのフラッシュ放流を2回続けて付与する場合と1回付与する場合とで、流出土砂量に大きな差がみられないことから、出水・フラッシュ放流毎の置き土の更新が望ましいことが示唆された。 ・想定する置き土の粒度組成に対して、ピーク流量は約25m³/s以上であれば30m³/sとほぼ変わらない流失状況となることが示唆された。 ・最大30m³/s放流のピーク継続時間を15分と2時間15分とした場合の比較で、流出土砂の増加量は微量であり、土砂還元の効果の面からは、ピーク継続時間に大きな影響がない（30分程度で十分である）ことが示唆された。</p> <p>○土砂還元施工計画の更新 【報告事項】 ・置き土の施工方法について（下流側に濁水防止フェンスを設置し、ダンプアップで河道内に投入）</p>

■目 次

1. 昨年度審議の概要（第11回放流部会（R3.2.5開催）、第16回審議会（R3.3.22開催））	3-1
2. 土砂還元試験	3-3
2.1. 土砂還元試験概要	3-3
2.2. 置き土試験結果	3-3
2.3. 置き土試験総括	3-4
3. 河床変動計算結果	3-5
3.1. 中長期的な下流河川の河床変動特性の把握	3-5
3.2. フラッシュ放流及び置き土による河床変動の変化の検証	3-7
3.3. 置き土諸元の検討	3-9
4. 土砂還元施工計画	3-19
4.1. 置き土の施工方法	3-19
4.2. 土砂採取・運搬計画のまとめ	3-20

1. 昨年度審議の概要（第11回放流部会（R3.2.5開催）、第16回審議会（R3.3.22開催））

- 第2回放流部会（H26.10.27開催）～第5回放流部会（H28.1.22開催）で検討した結果について整理して示すとともに、今年度の置き土試験施工計画について審議を行った。
- 2mm未満の砂礫を考慮しない河床変動計算では、量的な河床の低下や河床材料構成の変化を把握することが難しいとの意見を頂いたことから、置き土量はダム下流の河床変動量から設定するのではなく、置き土場所の余地や施工性・経済性から検討することとした。
- ダム供用後、河床の低下はダム直下が最も著しく、土砂還元の効果을最大限に発揮するには、置き土はダム直下に近い場所が好ましいと考えられる。そこで、置き土試験施工箇所は、ダムに可能な限り近い場所で置き土のスペースが存在する転流工吐口の下流で行うこととした。

表 1-1 土砂還元計画に関するこれまでの審議内容と本部会での審議内容（1/2）

審議事項	～H31(R1)審議内容	R2 審議内容	指摘事項	対応・対応方針	本部会審議・報告内容
土砂還元計画	<ul style="list-style-type: none"> ●土砂還元（置き土）計画の検討方針は、置き土の試験施工を通じて、土砂還元計画を具体化 →H27～H28年度にかけてダム下流約2.5km地点で試験施工を実施 ●実運用で置き土地点と想定されるダム直下地点で試験施工を実施することを立案 	<ul style="list-style-type: none"> ●土砂還元試験施工の概要の報告 	<ul style="list-style-type: none"> ●置き土試験施工の場所と異なる場所で置き土を行うということだが、今後実際に置く場所で置き土試験施工が必要なのか。違う場所だとしても活用できるデータを取得するように。 	<ul style="list-style-type: none"> ●実際の運用段階でも試行錯誤しながら置き土を実施していく。 	<ul style="list-style-type: none"> ●二次元河床変動計算により、計画フラッシュ放流で効果的に流下する置き土の諸元や具体的な土砂還元方法を検討した。 配置：置き土予定箇所上流側 粒度調整：当面はしない ピーク流量：25m³/s程度以上 ピーク継続時間：30分程度で十分
	<ul style="list-style-type: none"> ●河床変動計算により、河床低下が著しい箇所近辺に置き土地点を設定 ●アプローチの困難さから、置き土地点をダム直下に変更 				
	<ul style="list-style-type: none"> ●河床変動計算により、ダム供用前後で減少すると予測された2～20mmの粒径の土砂を、土砂還元を考慮した河床変動計算により、必要な置き土置を設定 ●細粒分を考慮しない河床変動計算では、置き土必要量など量的な把握は困難 				<ul style="list-style-type: none"> ●ダム下流河川において河床の粒度分布の調査（2mm未満を考慮）を行い、河床変動計算を行った。
		<ul style="list-style-type: none"> ●土砂採取運搬計画を立案 			

表 1-1 土砂還元計画に関するこれまでの審議内容と本部会での審議内容 (2/2)

審議事項	～H31 (R1) 審議内容	R2 審議内容	指摘事項	対応・対応方針	本部会審議・報告内容
土砂還元計画	<ul style="list-style-type: none"> ●河床変動計算により、ダム供用前後で減少すると予測された 2～20mm の粒径の土砂を、土砂還元を考慮した河床変動計算により、必要な置き土を設定 			<ul style="list-style-type: none"> ・R2 年度以降、これまでの調査結果を精査し、細粒分に生息する種を整理する。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ●2mm 以下の土砂も間隙生物といわれるユスリカや水生昆虫の幼齢期の生息場として機能していると考えられる。 			<ul style="list-style-type: none"> ●土砂還元に対する生物への変化は長期的にモニタリングしなければわからない。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ●堆砂シミュレーションの結果から、目的とする粒径が得られる箇所を置き土の供給元に設定 	<ul style="list-style-type: none"> ●土砂採取運搬計画を立案 	<ul style="list-style-type: none"> ●細粒分を考慮しない河床変動計算では、置き土必要量など量的な把握は困難 	<ul style="list-style-type: none"> ・河床変動解析の結果をもとに、河床低下を緩和する土砂量及び置き土場所を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ●ダム下流河川において河床の粒度分布の調査 (2mm未満を考慮) を行い、河床変動計算を行った。
	<ul style="list-style-type: none"> ●土砂還元により流下能力を阻害しないようにする必要がある。 				

2. 土砂還元試験

- 出水による土砂の流下実態を把握することを目的に、ダム直下に近く、ダム供用後も利用可能な河道への坂路付近に、土砂還元試験施工として人工盛土を行った。
- 令和2年9月にダム直下右岸上流側に置き土を施工し、その後、出水前後に断面測量のモニタリングを行った。
- 令和3年9月に、置き土予定箇所上流側と下流側に置き土を行ない、その後、出水前後に上流側の断面測量のモニタリングを行った。
- 令和2年度施工置き土について、出水前後で土砂が流出していることが確認されたが、側方からの浸食を受けた様相であった。

2.1. 土砂還元試験概要

R2年度施工土砂還元試験は、R2年9月に当初計画より上流側に置き土を行い、その後、R3年5月21日、29日、R3年8月27日に横断測量を実施した。

R3年度施工土砂還元試験は、R2年度施工土砂還元地点より下流の置き土当初予定箇所に近い場所に、R3年9月に置き土を行った。

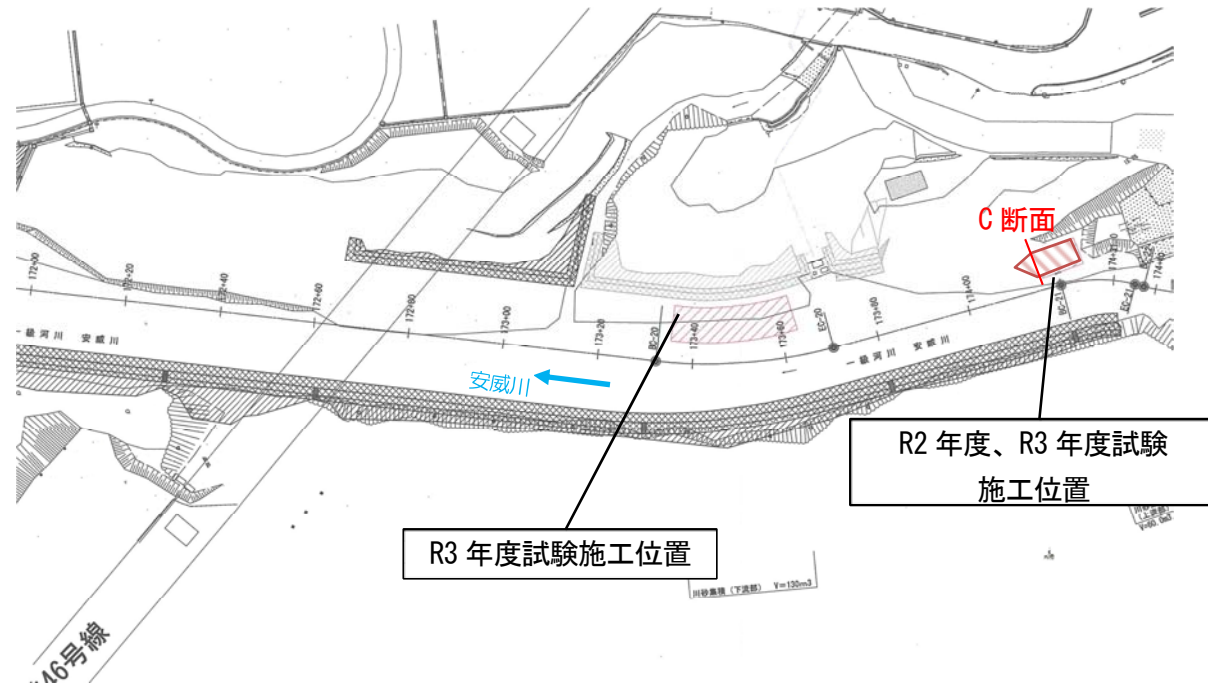


図 2-1 置き土試験施工位置図



写真 2-1 置き土（人工盛土）の設置状況（左：R2年度置き土、右：R3年度置き土）

2.2. 置き土試験結果

1) 置き土の流下前後の形状の変化

令和2年度施工置き土の流下前後の置き土形状を図 2-2 に示す。2020年9月～2021年5月まで置き土形状はほぼ変化しなかった。2021年5月20日から21日かけて大規模出水があり、2021年5月29日の測量結果では、下段側面が削り取られていた。

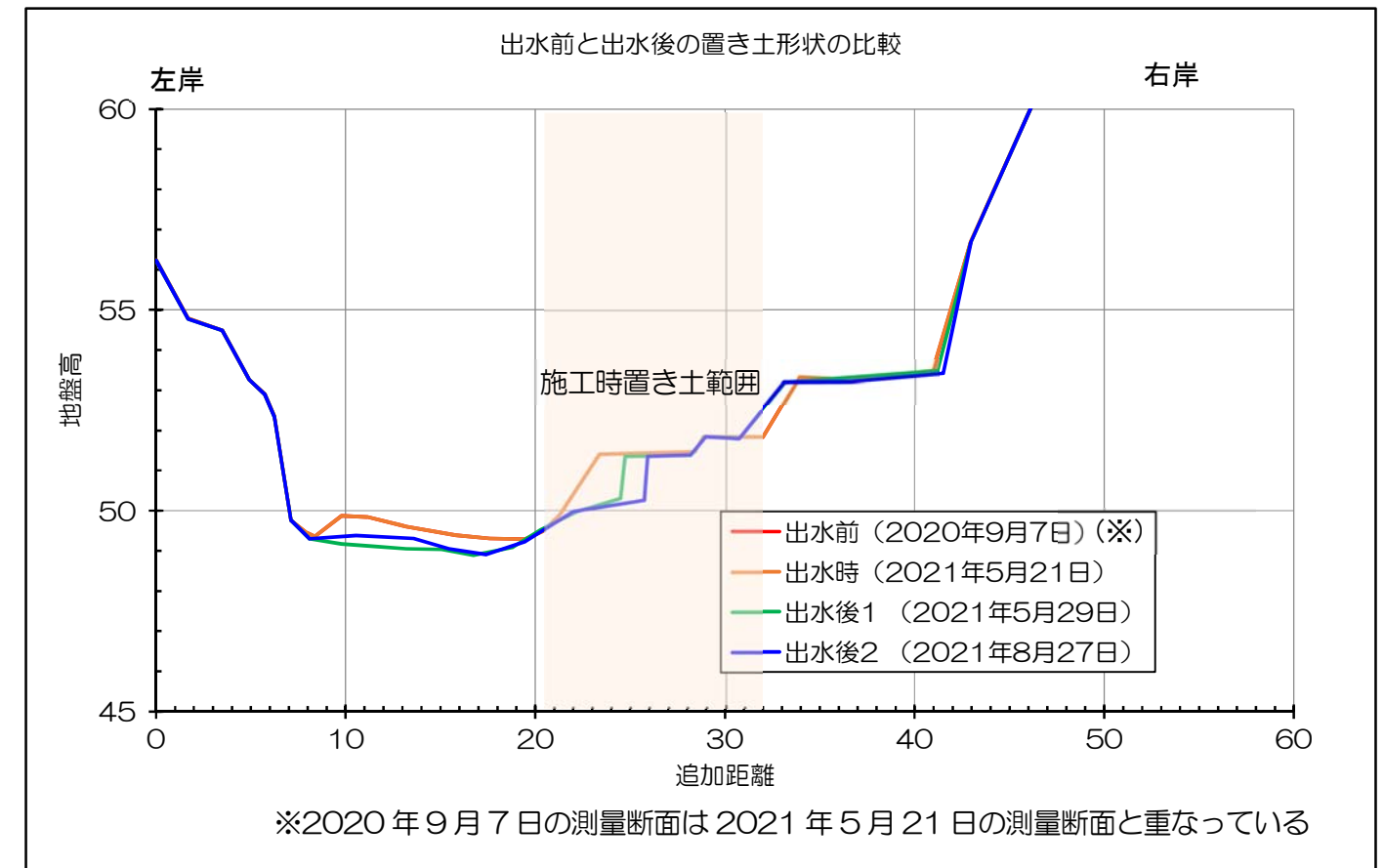


図 2-2 令和2年度施工置き土（人工盛土）横断図（C断面）

写真 2-2 出水後の置き土の現地状況（R2年度施工）



令和3年度施工置き土の流下前後の置き土形状を図2-3に示す。置き土形状はほぼ変化しなかった。

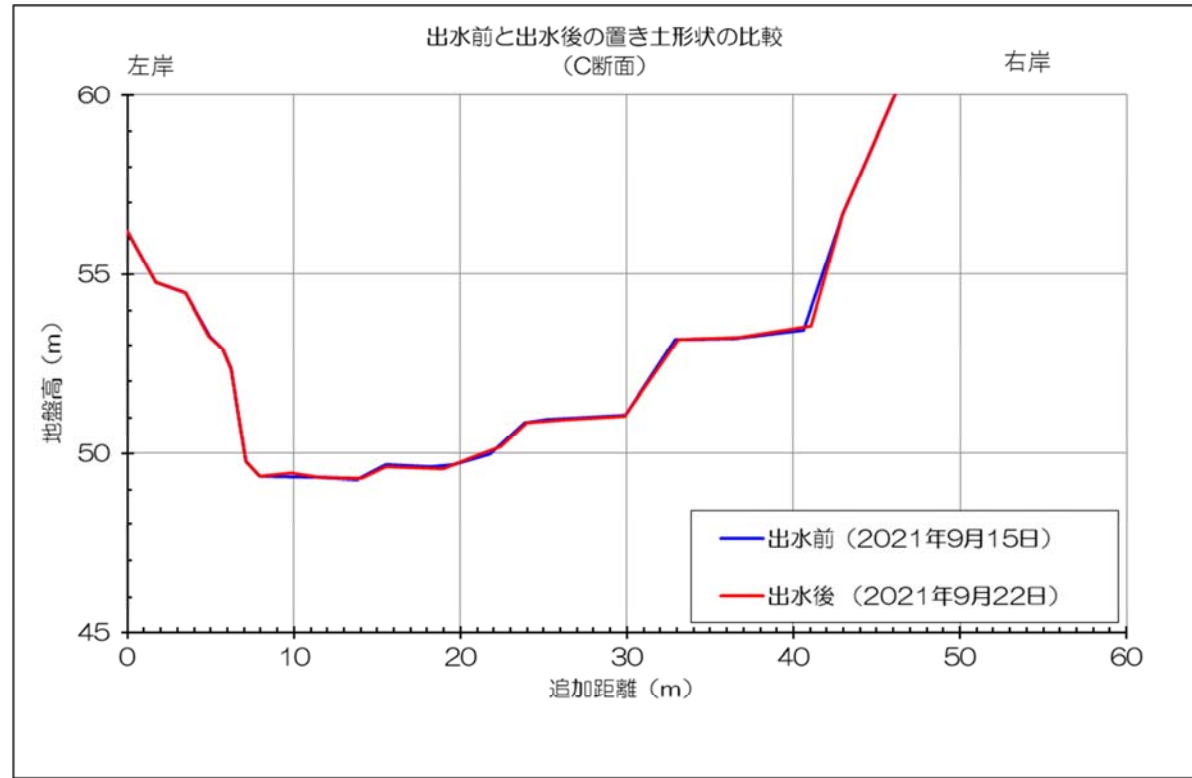


図2-3 令和3年度施工置き土（人工盛土）横断図（C断面）

2) 置き土流出量

出水前後での置き土の測量結果から、流出土砂量を算出した。流出土砂量は、置き土周辺の標高の各測量結果の断面積を求め、期間ごとに差し引くことで算出した。

R2年度施工置き土について、施工～R3年5月21日までは、非出水期であり、大きな出水がなく、置き土は流出しなかった。R3年5月21日～29日の期間に最大85m³/sの大きな出水があり、20.2m³が流出した。R3年5月29日～R3年8月27日までの出水において、大規模出水が複数回あったものの、流出土砂量はR3年5月21日～29日の土砂量より少なかった。これは、最初の出水で流出しやすい粒径が多く流出したためと考えられる。

R3年度施工置き土は施工後大きな出水がなく、あまり流出しなかった。

表2-1 置き土の流出土砂量

	流出量	置き土AB間流出量		置き土BC間流出量		合計	
令和2年度 施工置き 土	R2.9.7～R3.5.21	-1.0	m ³	0.4	m ³	0.0	m ³
	R3.5.21～R3.5.29	0.0	m ³	20.2	m ³	20.2	m ³
	R3.5.29～R3.8.27	6.8	m ³	11.0	m ³	17.8	m ³
	合計	5.7	m ⁴	31.7	m ⁴	38.0	m ³
令和3年度 施工置き 土	R3.9.15～R3.9.26	2.3	m ³	1.2	m ³	3.5	m ³

※負値はゼロとした。

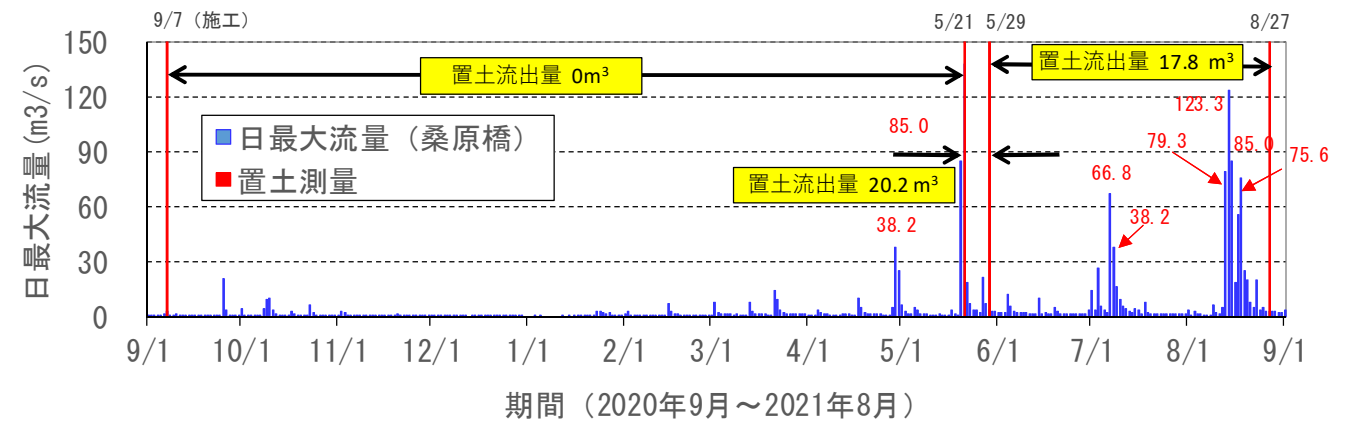


図2-4 令和2年度施工置き土の流出量と期間の出水状況

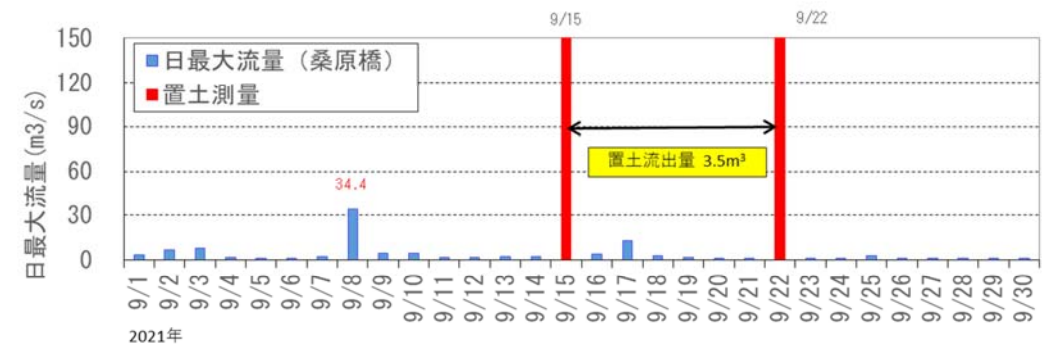


図2-5 令和3年度施工置き土の流出量と期間の出水状況

2.3. 置き土試験総括

令和2年度、令和3年度にそれぞれ置き土試験施工及びモニタリングを行った。

令和2年度は、令和2年9月に置き土を実施し、令和3年5月以降に比較的大きな出水を経験した。経験した出水規模では置き土が冠水し流失する想定であり、実際に不等流計算で冠水する結果となったが、出水時に冠水した形跡は確認できず、側方からの浸食により一部が流出した様相であった。側方侵食のみの結果となった要因は河道形状の影響が一因と考えられ、また、置き土形状を成型する際に締め固められた状態になっていたことから流出が抑制されたものと推察される。

令和3年度は置き土予定箇所付近で堆積した土砂を上流側、下流側の2ヶ所で置き土を実施し、施工時は置き土材料を締め固めないように留意した。しかし、置き土試験期間中に30m³/s規模の出水を経験することがなく、流失の実績は得られなかった。

今後、置き土の運用にあたっては、別途実施の置き土諸元の検討結果等も踏まえ実施することとし、モニタリングを行う。なお、モニタリング手法についても適宜見直していく。

3. 河床変動計算結果

- 新たに河床材料調査を実施し、細粒分を考慮した河床変動計算を実施した。
- ダム供用前後の中長期的な傾向把握は一次元河床変動計算で、置き土諸元の検討は二次元河床変動計算で実施した。

3.1. 中長期的な下流河川の河床変動特性の把握

- 全流砂を対象とし、混合砂による影響を考慮に入れた一次元河床変動解析モデルにより、ダム無しダムありの中長期的な河床変動特性を把握した。
- 茨木川合流点下流区間では、ダムの有無による顕著な変化は見られない。
- 茨木川合流点より上流においてダム有りではダム無しに比べて、堆積箇所では堆積量が減少し、侵食箇所では侵食量が減少する傾向、すなわち、河床変動（堆砂・侵食）が起こりにくい傾向となる。これは、ダムにより上流からの土砂供給量が減少し、また、洪水ピーク流量の低下、洪水頻度の減少から下流河川の掃流力が低下することによるものと考えられる。

3.1.1. 一次元河床変動モデルの構築

全流砂を対象とし、混合砂による影響を考慮に入れた一次元河床変動解析モデルを構築した。

モデルの概要は、図 3-1 に示す通りである。

- ・ある区間に着目した場合、上流からの流砂量(掃流砂+浮遊砂)が、当該区間の河床の交換層と混合する。
- ・その区間において水理計算によって得られる掃流力見合いの流砂量がその区間から流出する。
- ・その結果、流入と流出の土砂の不均衡分だけ、河床は上昇、または低下する。

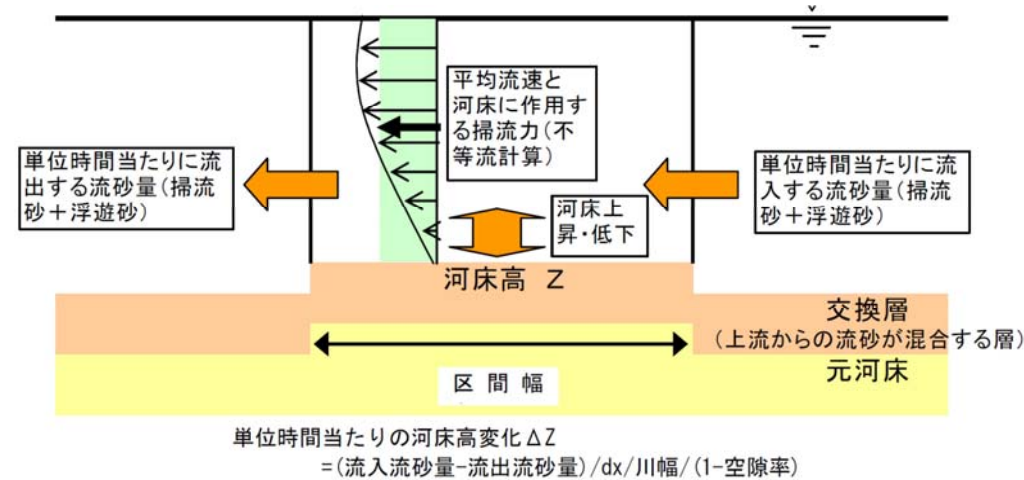


図 3-1 一次元混合砂河床変動解析モデルの概念図

3.1.2. ダム下流河道の中長期的な河床変動特性の把握

(1) ダム無し・ダム有りの中長期予測計算結果比較

ダム無し・ダム有りの中長期予測計算結果を行い、河床変動結果を比較した。

ダム有りとダム無しの河床変動計算結果を比較すると、茨木川合流点より上流においてダム有りではダム無しに比べて堆積箇所では堆積量が減少し、侵食箇所では侵食量が減少する傾向となっている。これはダムの洪水調節により流量が平滑化され、掃流力が低減したことによると考えられる。土砂収

支の観点ではわずかな堆積傾向(358m³/年)からわずかな侵食傾向(-114m³/年)に転じている。これは、ダムによる土砂補足が要因と考えられる。

また、河床の粒径もやや粗くなっている。

なお、茨木川合流点より下流では、茨木川供給土砂等の影響が大きくダム有りとダム無しの違いは比較的小さいとみられる。

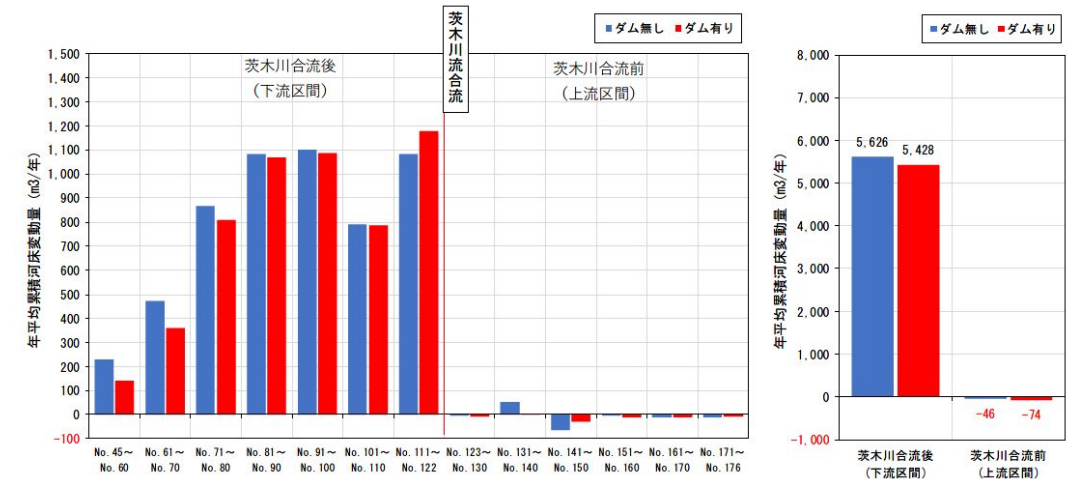


図 3-2 年平均累積河床変動量 (ダム無し・有り)

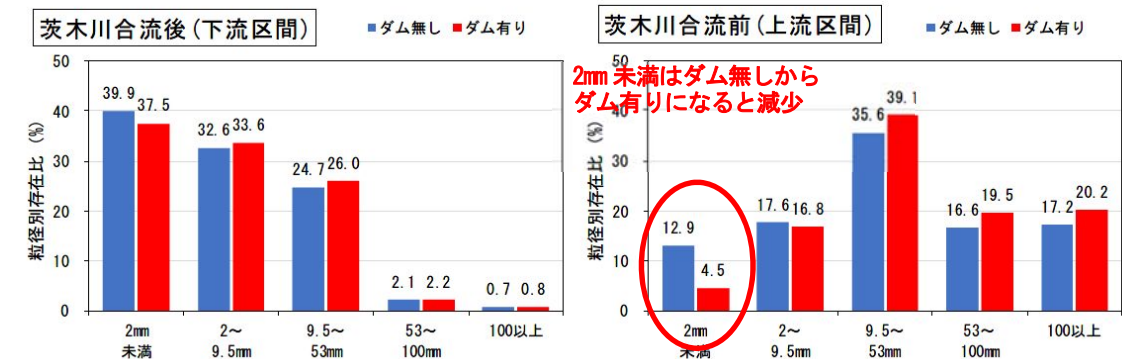
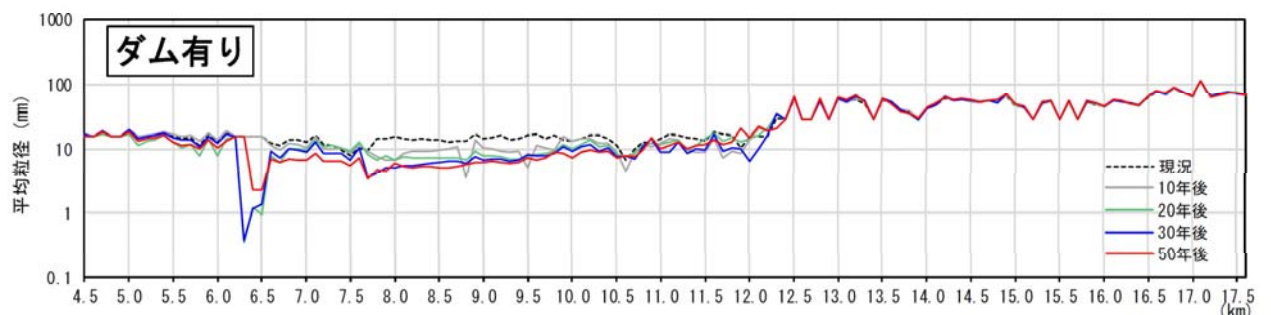
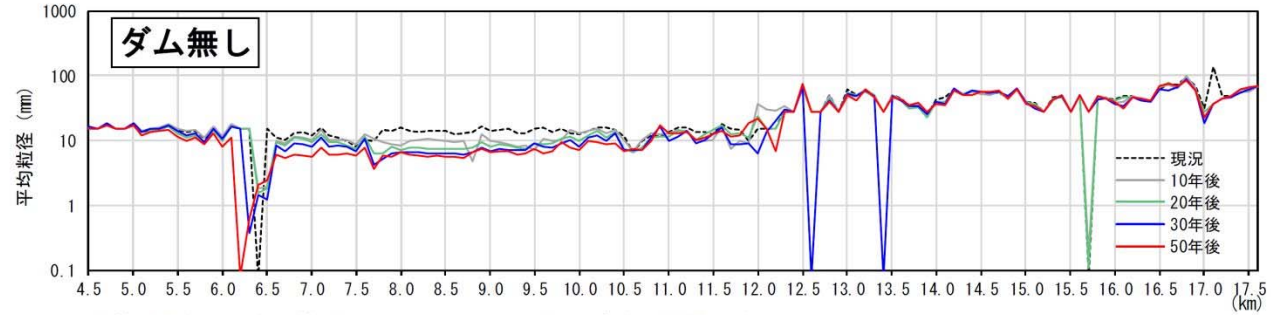
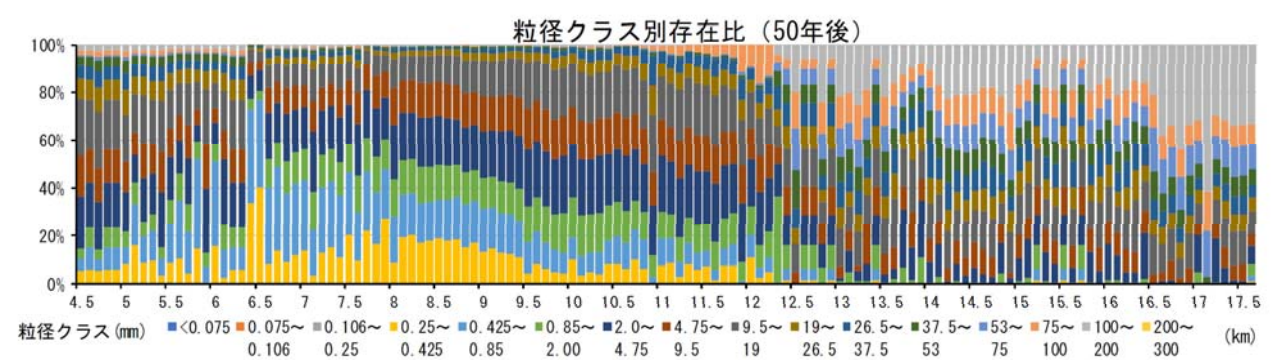
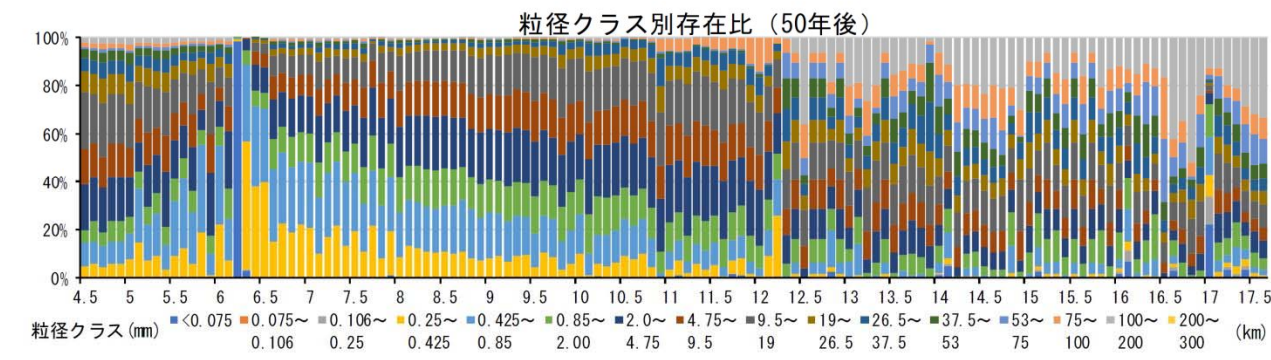
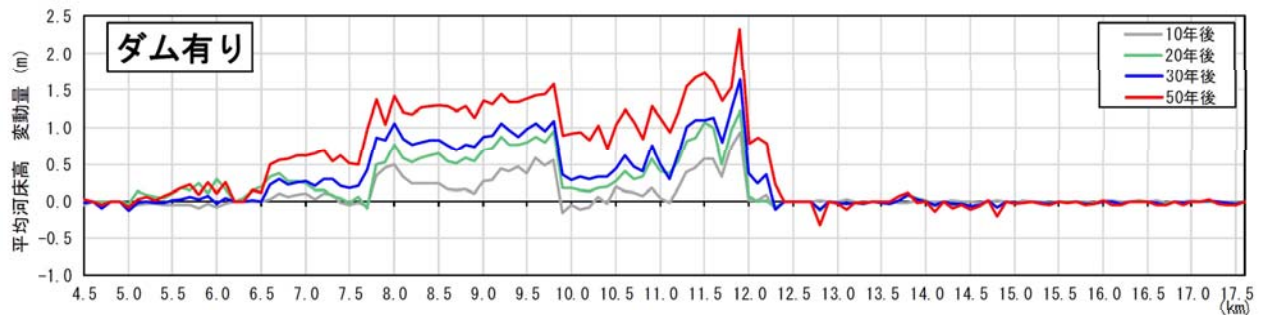
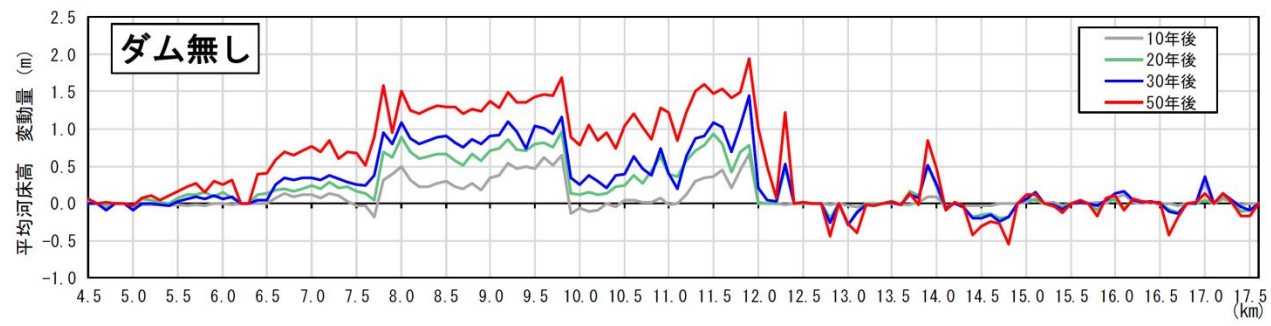
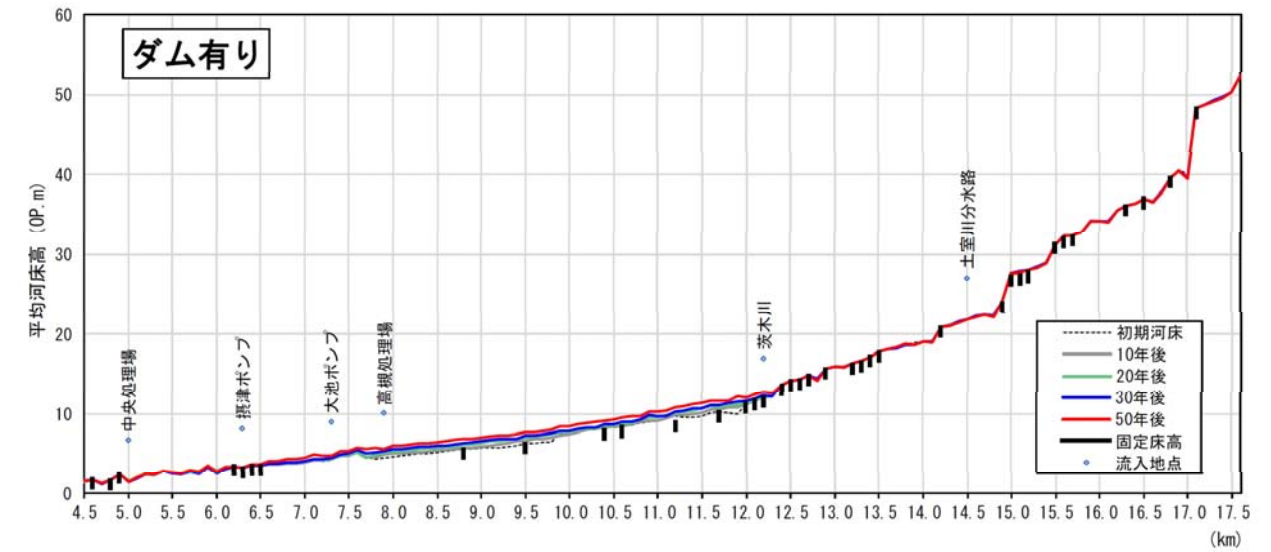
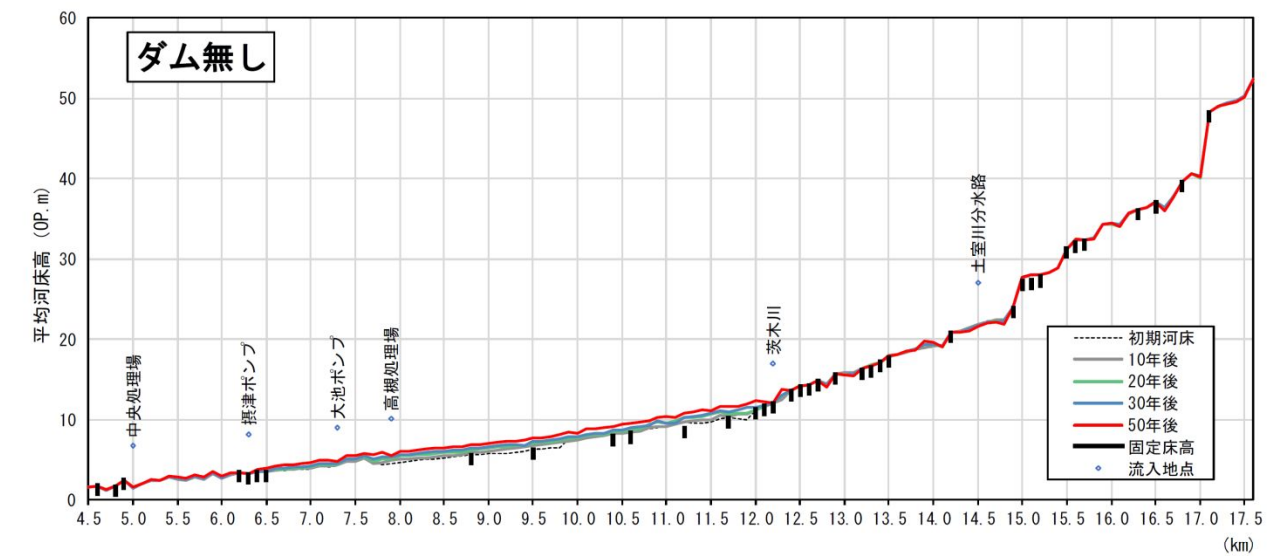


図 3-3 区間別粒度分布の存在比率の比較 (ダム無し・有り)



※局所的に粒径が小さい箇所が見られるが、これは固定床の影響を受けたものである

図 3-4 中長期予測計算における河床変動計算結果(ダム無し・ダム有り比較)

3.2. フラッシュ放流及び置き土による河床変動の変化の検証

- 安威川ダムでは、環境改善放流計画においてフラッシュ放流と土砂還元(置き土)が計画されている。ここでは、フラッシュ放流、置き土を考慮したダム供用後50年間の河床変動計算を行いフラッシュ放流と置き土の効果について検証した。
- フラッシュ放流の有無での計算結果を比較すると、10.5k~11.5k付近でわずかに河床累積変動量の差異が生じているが、河床高や平均粒径に大きな変化は生じなかった。
- 茨木川合流点より上流では、ダム有りで114m³/年の侵食傾向となるが、置き土の実施によりその影響が軽減されており、置き土量300m³/年でわずかな堆積傾向となる。ただし、置き土箇所周辺での堆積量が大きい点はやや課題と考えられる。

3.2.1. 検証条件

(1) 設定したフラッシュ放流

フラッシュ放流は最大30m³/sとした。
フラッシュ放流のタイミングは各年の7月1日、10月1日の年2回を基本とした。

(2) 設定した置き土

本検討では置き土量を100m³/年、200m³/年、300m³/年、400m³/年として検討した。
置き土に使用する河床材料の粒度分布はダム上流の区間No19地点の10年間平均の結果を基に設定した。
置き土の設置地点は、置き土試験施工が実施されているNo175周辺で設定した。

3.2.2. 計算結果

(1) 置き土量の変化による比較

河床変動計算10年後、20年後、30年後、50年後毎に置き土無し、置き土100m³、200m³、300m³、400m³の河床変動計算結果を重ね合わせ、置き土量の変化による河床変動計算結果を比較した。

置き土を多くするほど、15.0kより上流側で土砂堆積量が多くなる傾向がある。茨木川合流点上流区間に着目すると、ダム無しでの年平均累積河床変動量-46m³/年から、ダム有で-75m³/年に減少するが、置き土300m³では+76m³/年とわずかな堆積傾向となる。これらの変動量の規模は茨木川合流点下流区間に比べてわずかであり、河床変動への影響はわずかであるとみられる。ただし、置き土箇所周辺での堆積量が大きい点はやや課題と考えられる。

細粒土砂に着目すると、茨木川合流前(上流区間)の2mm未満粒径(シマドジョウの仔・稚魚の生息場所となる砂底)の存在比は、ダム無しからダム有りで減少する(12.9%から4.5%)が、置き土により減少傾向が軽減される(300m³では6.7%(置き土無しの約1.5倍)に回復)。

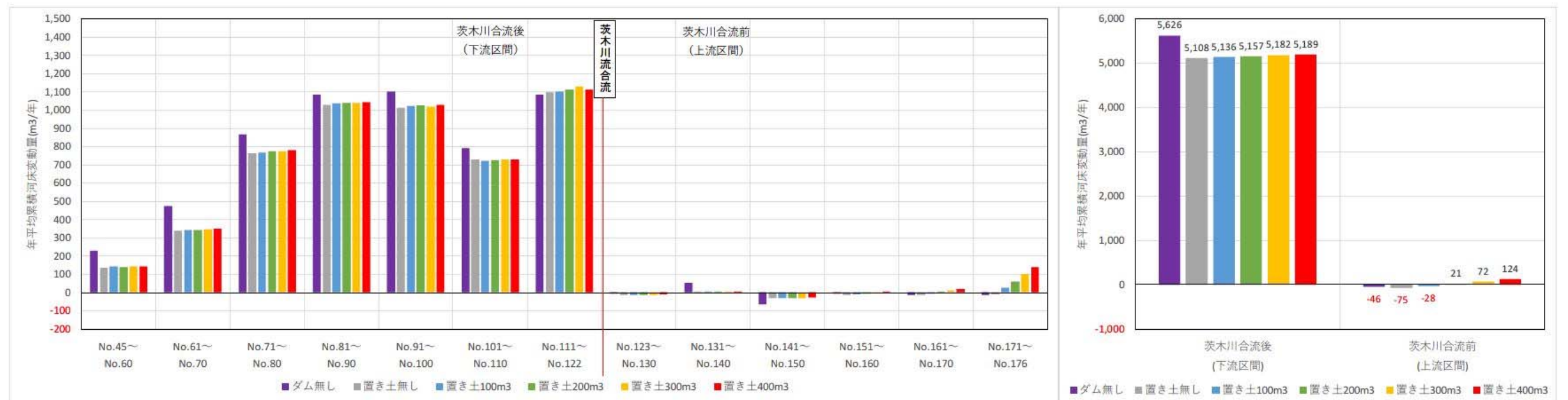


図 3-5 年平均累積河床変動量

※グラフの各区間ごとに左から、**ダム無し**、**ダム有り・置き土無し**、**ダム有り・置き土100m³/s/年**、**ダム有り・置き土200m³/s/年**、**ダム有り・置き土300m³/s/年**、**ダム有り・置き土400m³/s/年**

(2) フラッシュ放流の有無による比較

置き土無しの場合と置き土 300m³/年の場合でフラッシュ放流有りとなしとの河床変動計算を行い、結果をそれぞれ比較した。

フラッシュ放流の有無での計算結果を比較すると、8.0k~12.2k付近でわずかに河床累積変動量の差異が生じているが、河床高や平均粒径に大きな変化は生じなかった。

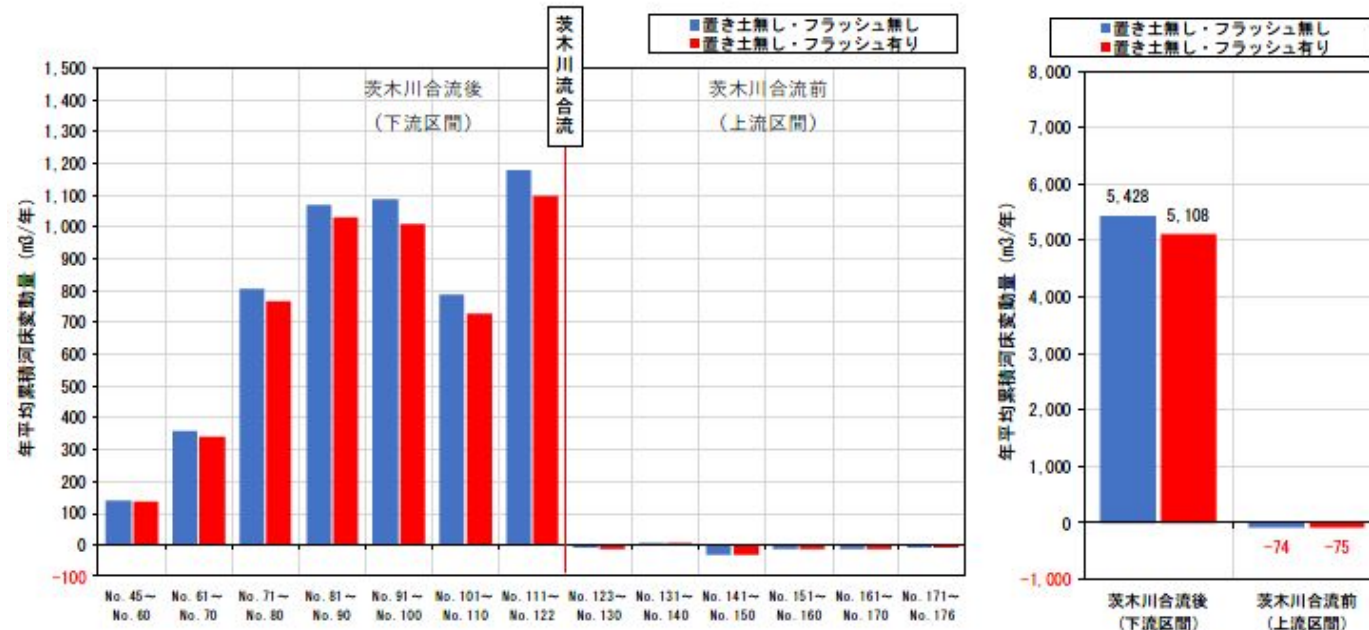


図 3-6 フラッシュ放流の有無による年平均累積河床変動量(置き土無し)

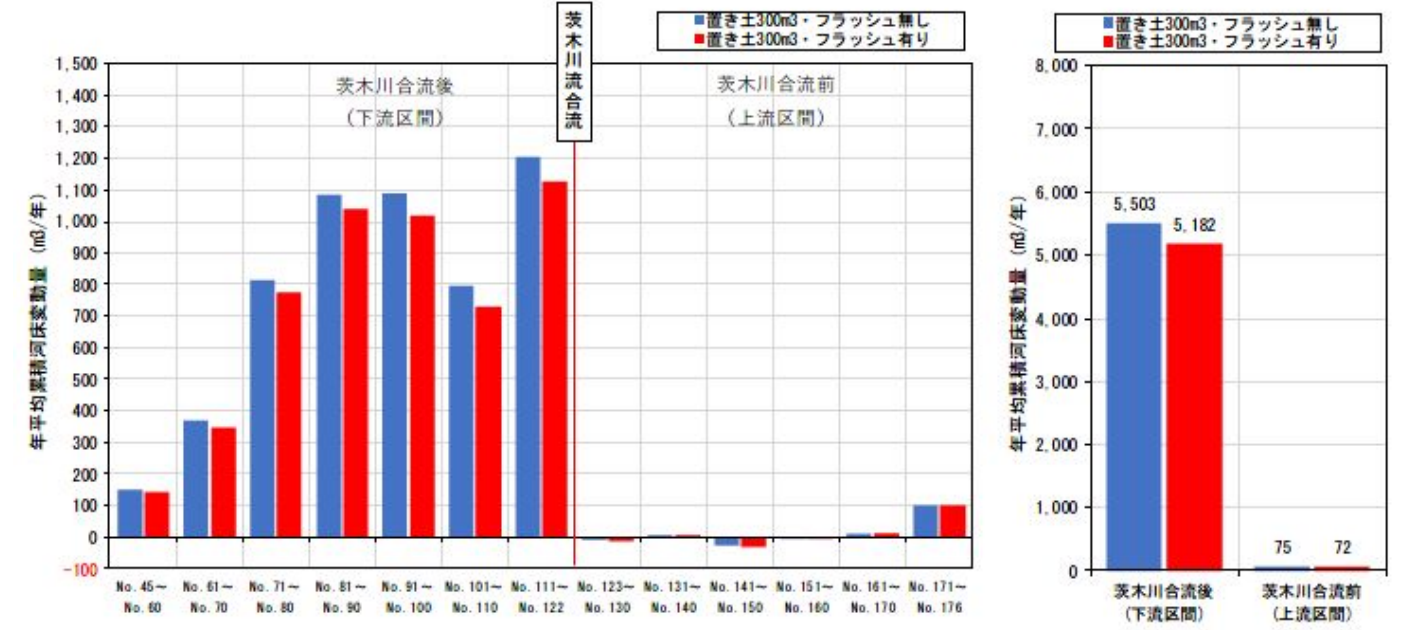


図 3-8 フラッシュ放流の有無による年平均累積河床変動量(置き土 300m³/s/年)

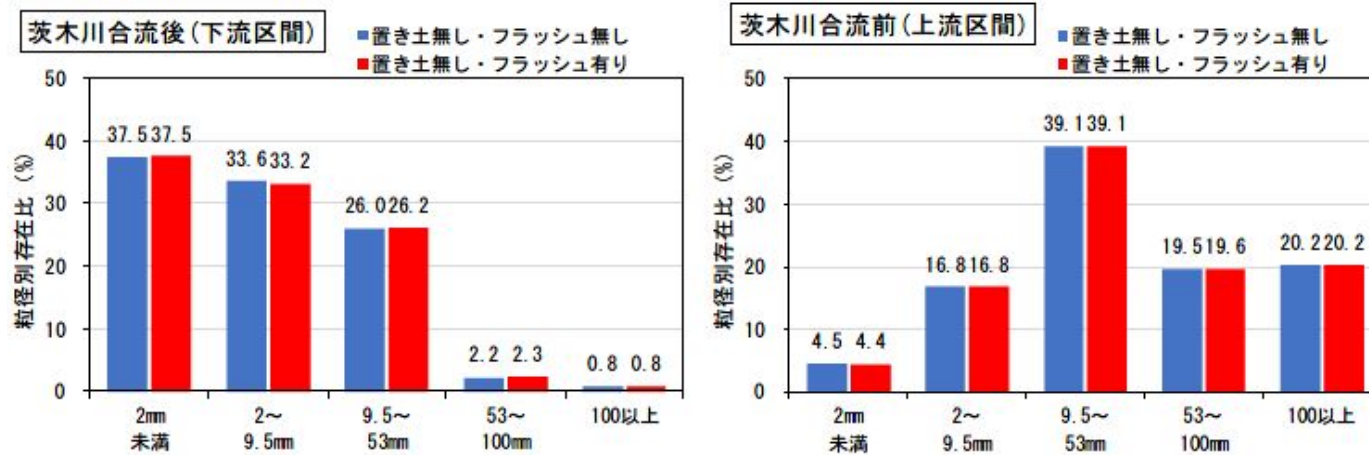


図 3-7 フラッシュ放流の有無における粒度分布(存在比率)(置き土無し)

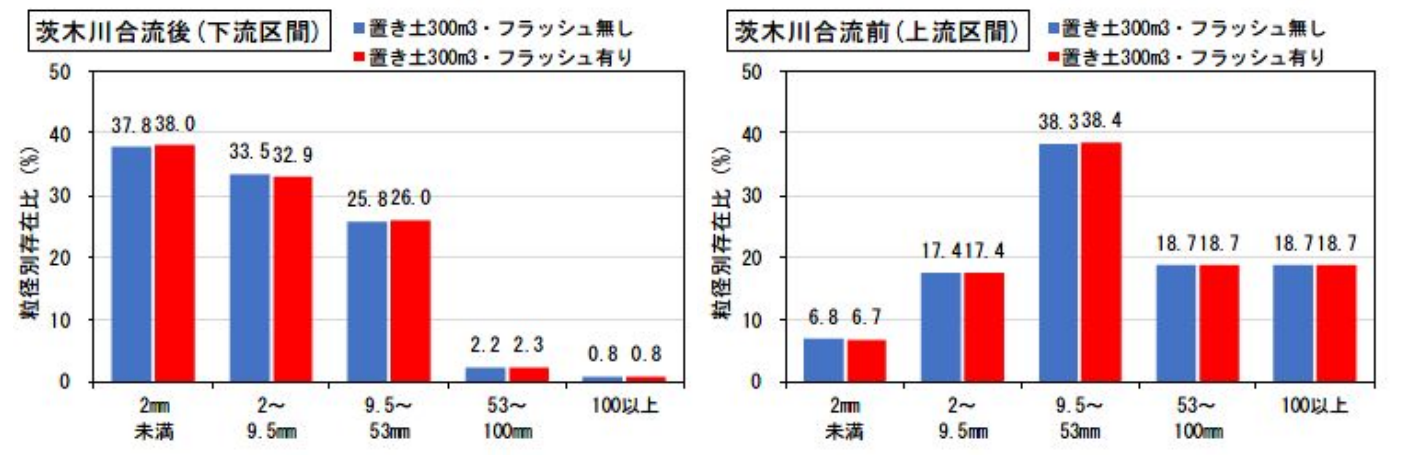


図 3-9 フラッシュ放流の有無における粒度分布(存在比率)(置き土 300m³/s/年)

3.3. 置き土諸元の検討

- 河道改修計画を踏まえ、二次元河床変動計算により、計画フラッシュ放流で効果的に流下する置き土の諸元を検討した。
- ダム運用開始までに実施する、置き土予定範囲上流河道の護岸整備により河道線形が変わることで流況が変化し、置き土予定範囲において置き土が流失する掃流力が得られる見込みとなる結果が得られた。(⇒3.3.1)
- ダム直下の置き土予定範囲付近では、原案付近が比較的大きな掃流力が得られる見込みであることが確認された。(⇒3.3.2)
- 置き土は予定範囲の中でも上流側（搬路並走範囲）に配置する方が流失しやすいことが確認された。(⇒3.3.3)
- 置き土予定の貯水池堆砂土砂の想定粒径（50mm 程度以下が 95%）が概ね流失する掃流力が得られることが示唆されたことから、当初は置き土の粒度調整は行わないこととした。(⇒3.3.4)
- 最大 30m³/s のフラッシュ放流を 2 回続けて付与する場合と 1 回付与する場合とで流出土砂量に大きな差がみられないことから、出水・フラッシュ放流毎の置き土の更新が望ましいことが示唆された。(⇒3.3.5)
- 想定する置き土の粒度組成に対して、ピーク流量は約 25m³/s 以上であれば 30m³/s とほぼ変わらない流失状況となる。(⇒3.3.6)
- 最大 30m³/s 放流のピーク継続時間を 15 分と 2 時間 15 分とした場合の比較で、流出土砂の増加量は微量であり、土砂還元の効果の面からは、ピーク継続時間に大きな影響がない（30 分程度で十分である）ことが示唆された。(⇒3.3.7)

3.3.1. 計画河道の掃流力分布

- 置き土予定箇所で実施している置き土試験では、置き土が冠水する状況が確認されていないが、これは、河道整備前（現況河道）であるためと考えられる。
- そこで、ダム運用開始までに実施する、置き土予定範囲上流河道の護岸整備により掃流力が得られるかどうか確認を行った。
- 計画河道では、河道線形が変わることで流況が変化し、置き土予定範囲において置き土が流失する掃流力が得られる見込みとなる結果が得られた。

現況河道と将来河道の河床高を図 3-10 に、掃流力分布を図 3-13 に示す。置き土予定箇所の河床高は現況河道で EL51m、将来河道で EL50m 程度である。現況河道では掃流力が小さいが、河道整備により掘削されることで水が流れやすくなり、掃流力が得られる範囲となることがわかる。

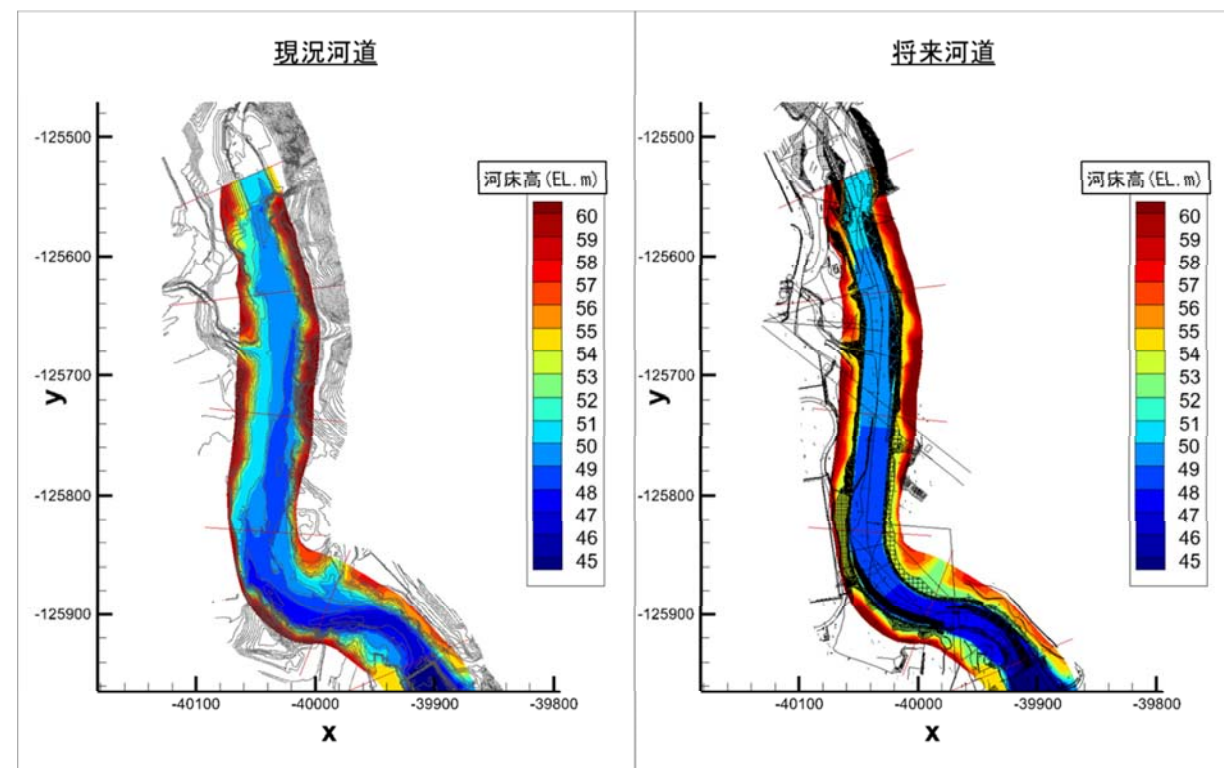


図 3-10 置き土予定箇所の河床高（左：現況河道、右：将来河道）

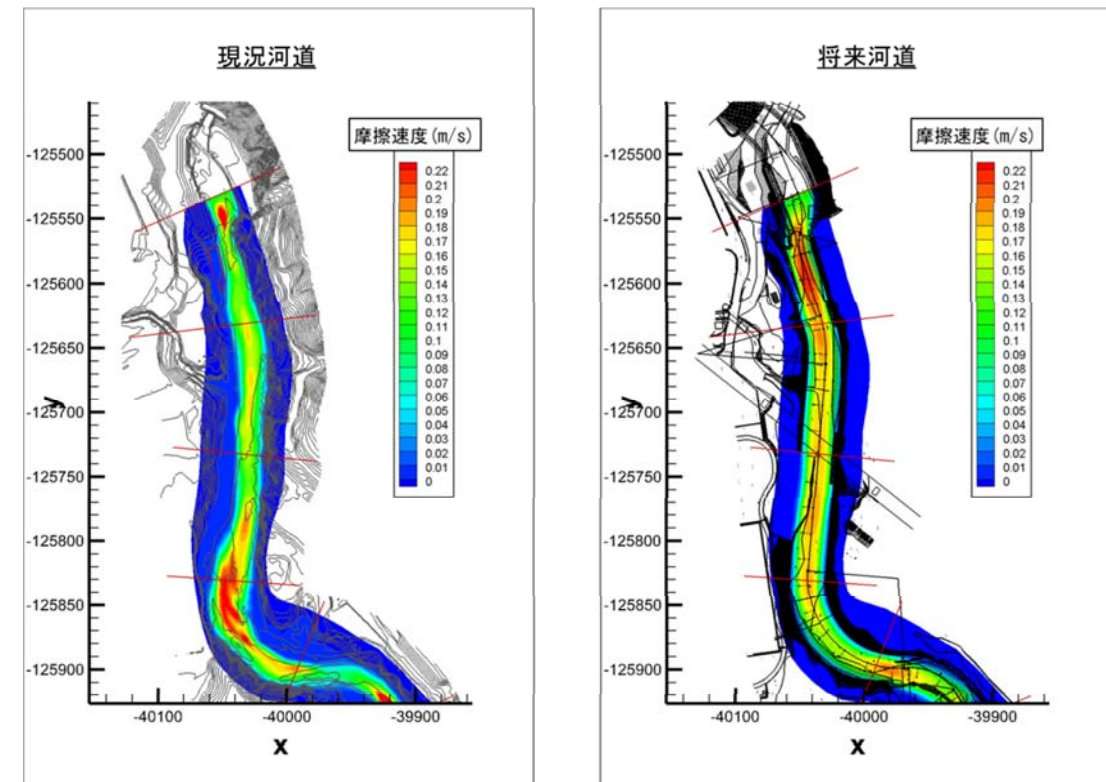


図 3-11 置き土予定箇所の掃流力分布（左：現況河道、右：将来河道）

3.3.2. 置き土予定範囲の妥当性の確認

- 置き土予定箇所はダム直下右岸側を予定しているが、護岸整備後の解析で、置き土予定範囲のほかに近傍で掃流力が強く出ている箇所がないか確認を行った。
- そこで、置き土がない場合のフラッシュ放流ピーク時における掃流力(摩擦速度)を確認し、置き土材料との比較を行った。
- その結果、R2 置き土試験施工箇所における流心部で比較的大きな掃流力が得られることを確認し、原案の置き土予定箇所の妥当性が得られた。

置き土がない場合のフラッシュ放流ピーク時における掃流力分布(摩擦速度)を図 3-13 に示す。R2 置き土試験施工箇所における流心部で比較的大きな掃流力が得られることが確認された。原案の置き土予定箇所の妥当性が得られた。

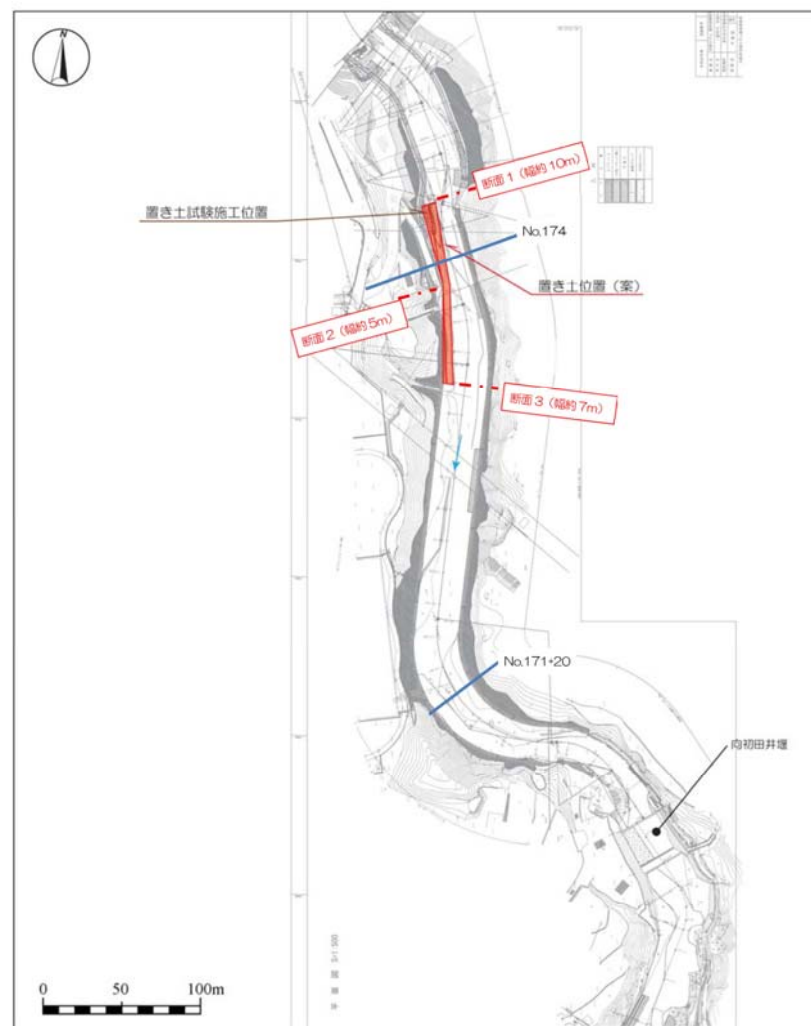


図 3-12 【参考】これまでの審議での置き土場所平面配置(案)
(第11回放流部会資料(R3.2.2))

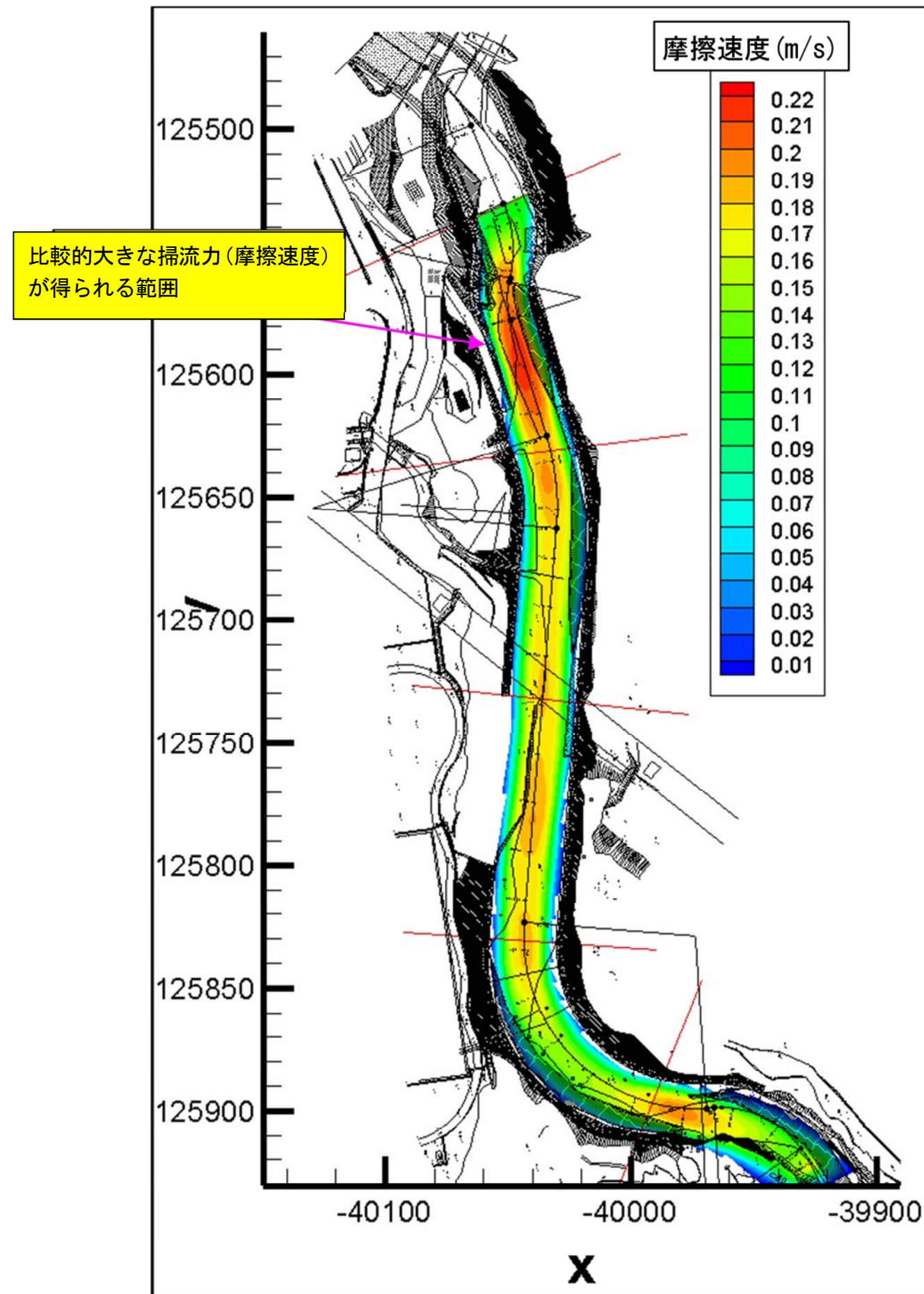


図 3-13 フラッシュ放流ピーク時における掃流力分布図
(フラッシュ放流波形 30m³/s を 1 回付与した場合)

3.3.3. 置き土配置の検討

- ダム運用開始までに実施する、置き土予定範囲上流河道の護岸整備により河道線形が変わることを考慮し、置き土予定範囲において、掃流力の観点から、置き土の置き方（場所、形状等）を解析により検討した。
- 置き土は予定範囲の中でも上流側（搬路並走範囲）に配置する方が流失しやすい結果が得られた。

(1) 置き土配置の検討

置き土配置は、置く場所、置き土の量、置き方（置き土形状）の観点から、6 ケース設定した。波形は図 3-14 の波形を 1 波形与えた。

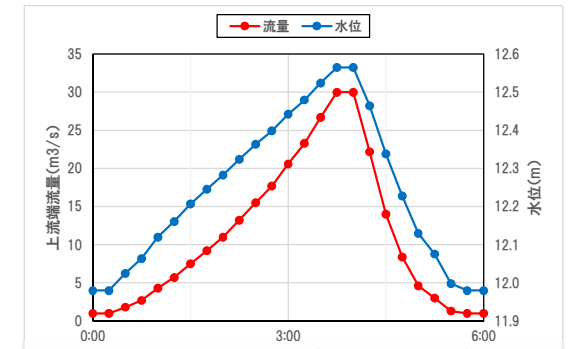


図 3-14 上流端流量の設定

表 3-1 置き土配置のケース設定結果

ケース	置き土量	置き土場所	面積	盛土高	標準断面図	配置図
①	300 m ³	R2 年度・R3 年度施工箇所付近	約 900 m ²	約 30cm		
②	300 m ³	ケース①の範囲の上流側半分	約 450 m ²	約 60cm		
③	300 m ³	ケース①の範囲の下流側半分	約 450 m ²	約 60cm		
④	150 m ³	R2 年度・R3 年度施工箇所付近	約 900 m ²	約 15cm		
⑤	150 m ³	ケース①の範囲の上流側半分	約 450 m ²	約 30cm		
⑥	150 m ³	ケース①の範囲の下流側半分	約 450 m ²	約 30cm		

(2) 結果

各ケースの流出量を図 3-15 に、掃流力分布図を図 3-16 に示す。置き土量にかかわらず、置き土予定箇所上流側のケースが最も流出量、掃流力ともに大きくなった。

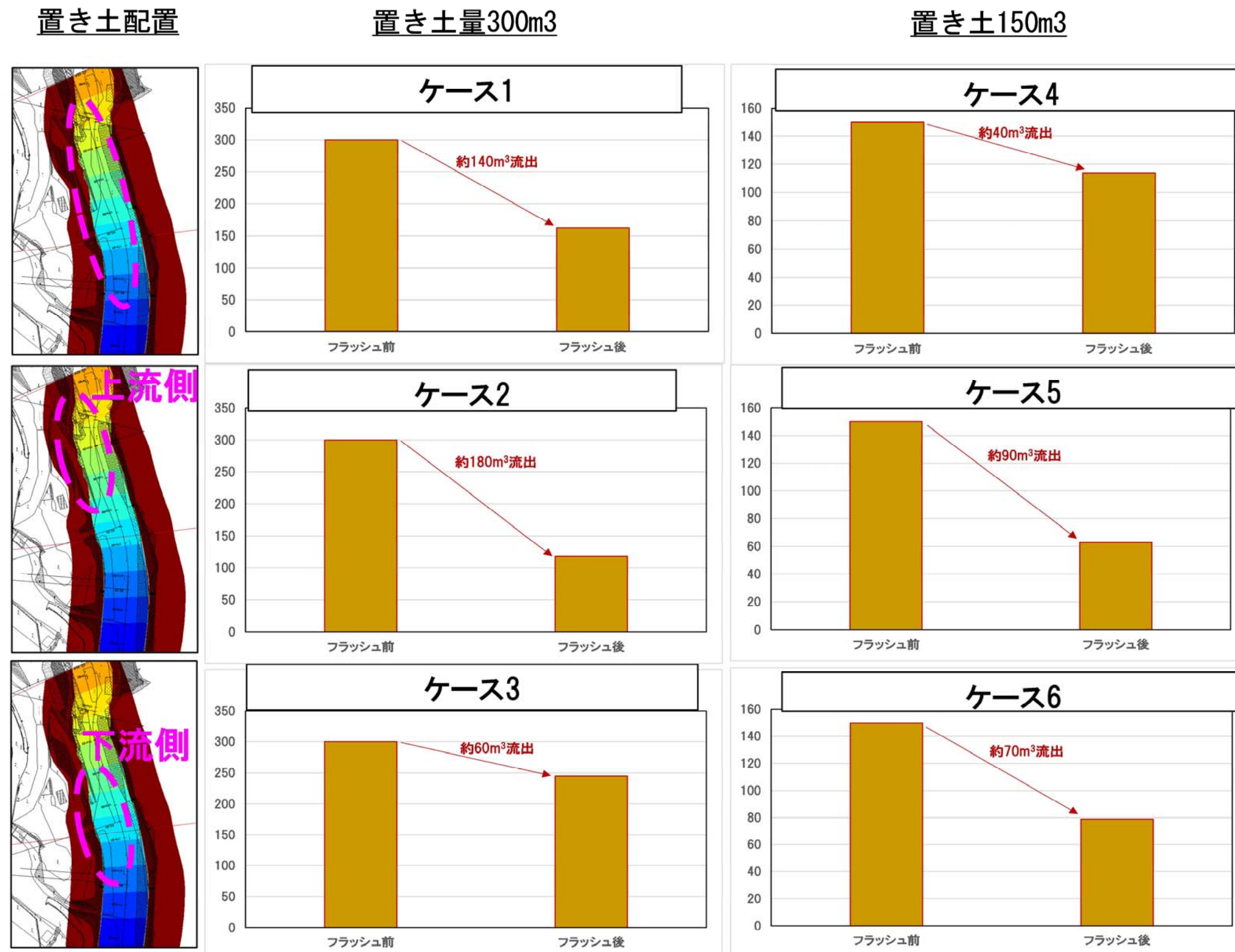


図 3-15 置き土配置の検討結果 (流出土砂量)

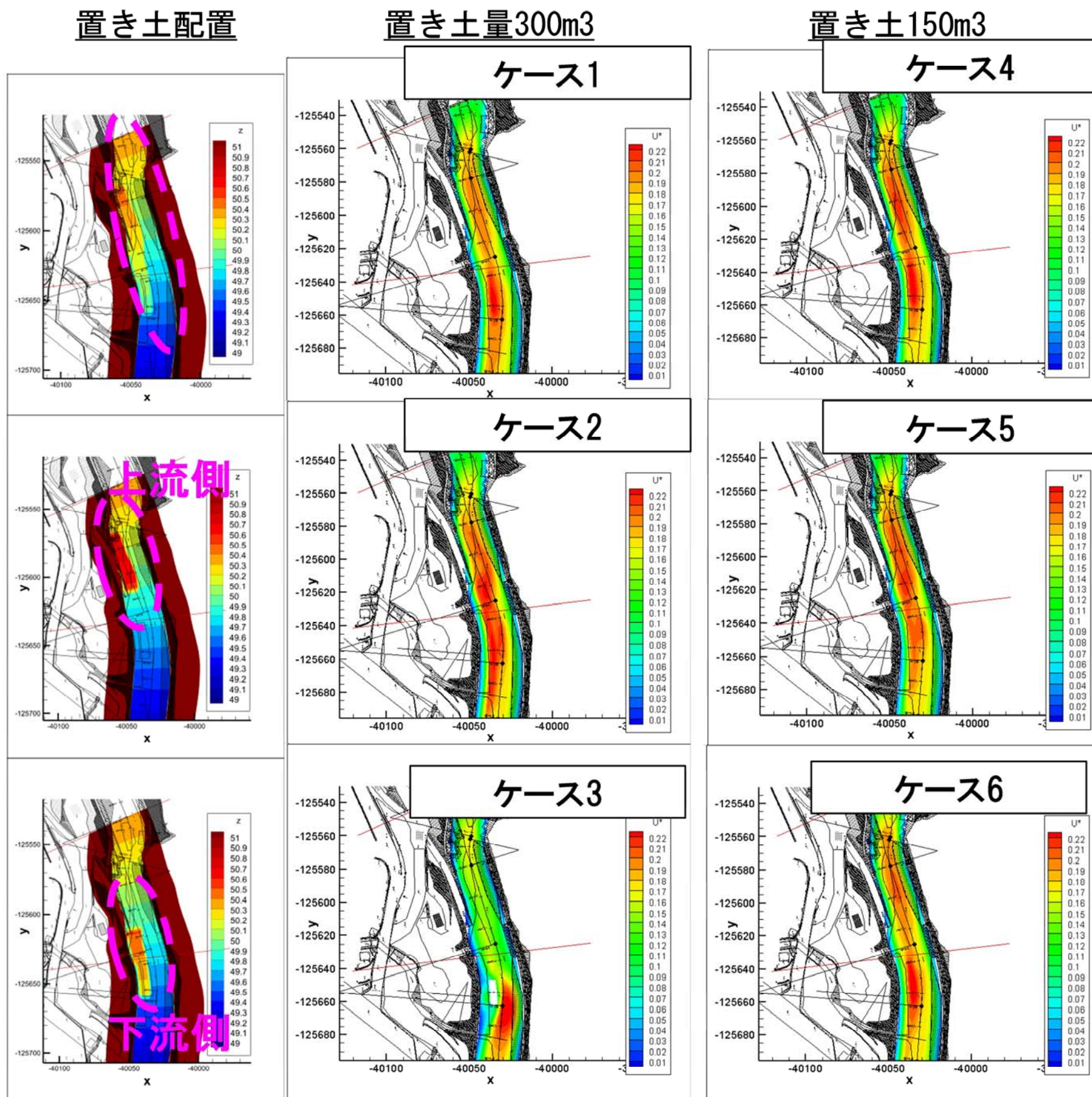


図 3-16 置き土配置の検討結果 (掃流力分布図)

(3) まとめ

置き土諸元の検討結果の一覧を表 3-2 に示す。検討結果から、以下のことがいえる。

●置き土量 300m³ のとき

- 置き土を広範囲に置いたケース①、上流側半分の範囲に置いたケース②は、流速が小さくなる右岸際を除き、設置した置き土の大半が流出する。流出土量はケース②が優位である。
- R2 施工箇所に約 1m の盛土高で配置したケース②は、置き土箇所の水深が小さくなるため、流出土砂量は約 2 割と限定的となる。
- 置き土をケース①の下流側半分の範囲に置いたケース④は、ケース③に比べて配置箇所の水路幅が広くなり計算水位が低くなる。よって、ケース③と同程度の盛土高であるが、置き土箇所の水深は小さくなり、掃流力が小さくなるため、流出土砂量は限定的となる。

●置き土 150m³ のとき

- 置き土配置が異なる場合の流出率は、置き土 300m³ と同じ傾向で、置き土予定箇所の上流側半分の範囲に置いたケース⑤が最も大きい。

以上から、置き土諸元の検討において、以下の予測が得られた。

- 置き土配置は、置き土予定箇所の上流側（ダム直下）が最も掃流力が得られ、流出しやすい（ダム直下上流河道の護岸整備を行った場合であることに留意）

表 3-2 置き土諸元の検討結果

ケース	フラッシュ放流	置き土諸元				流出土砂量	評価*
		量	配置	面積	高さ		
ケース①	年 1 回 (30m ³ /s×1 波形)	300m ³	置き土予定箇所	約 900m ²	約 30cm	約 140m ³ (約 47%)	○
ケース②	年 1 回 (30m ³ /s×1 波形)	300m ³	置き土予定箇所上流	約 450m ²	約 60cm	約 170m ³ (約 57%)	◎
ケース③	年 1 回 (30m ³ /s×1 波形)	300m ³	置き土予定箇所下流	約 450m ²	約 60cm	約 50m ³ (約 17%)	△
ケース④	年 1 回 (30m ³ /s×1 波形)	150m ³	置き土予定箇所	約 900m ²	約 15cm	約 40m ³ (約 27%)	△
ケース⑤	年 1 回 (30m ³ /s×1 波形)	150m ³	置き土予定箇所上流	約 450m ²	約 30cm	約 90m ³ (約 58%)	◎
ケース⑥	年 1 回 (30m ³ /s×1 波形)	150m ³	置き土予定箇所下流	約 450m ²	約 30cm	約 70m ³ (約 47%)	○

※流出率で評価した。半分未満の流出率を△、半分程度を○、半分以上を◎とした。

3.3.4. 置き土の粒度調整の必要性

- 置き土予定の貯水池堆砂土砂の粒径は 50mm 程度以下が 95%を占めている。すなわち、50mm の粒径の土砂が流れる掃流力が、置き土の必要掃流力といえる。
- 50mm の粒径の限界摩擦速度は 0.2m/s 程度である。
- これまでの置き土諸元の検討において、置き土予定箇所付近で掃流力が 0.2m/s 程度以上得られていることから、当初は置き土の粒度調整は行わないこととする。

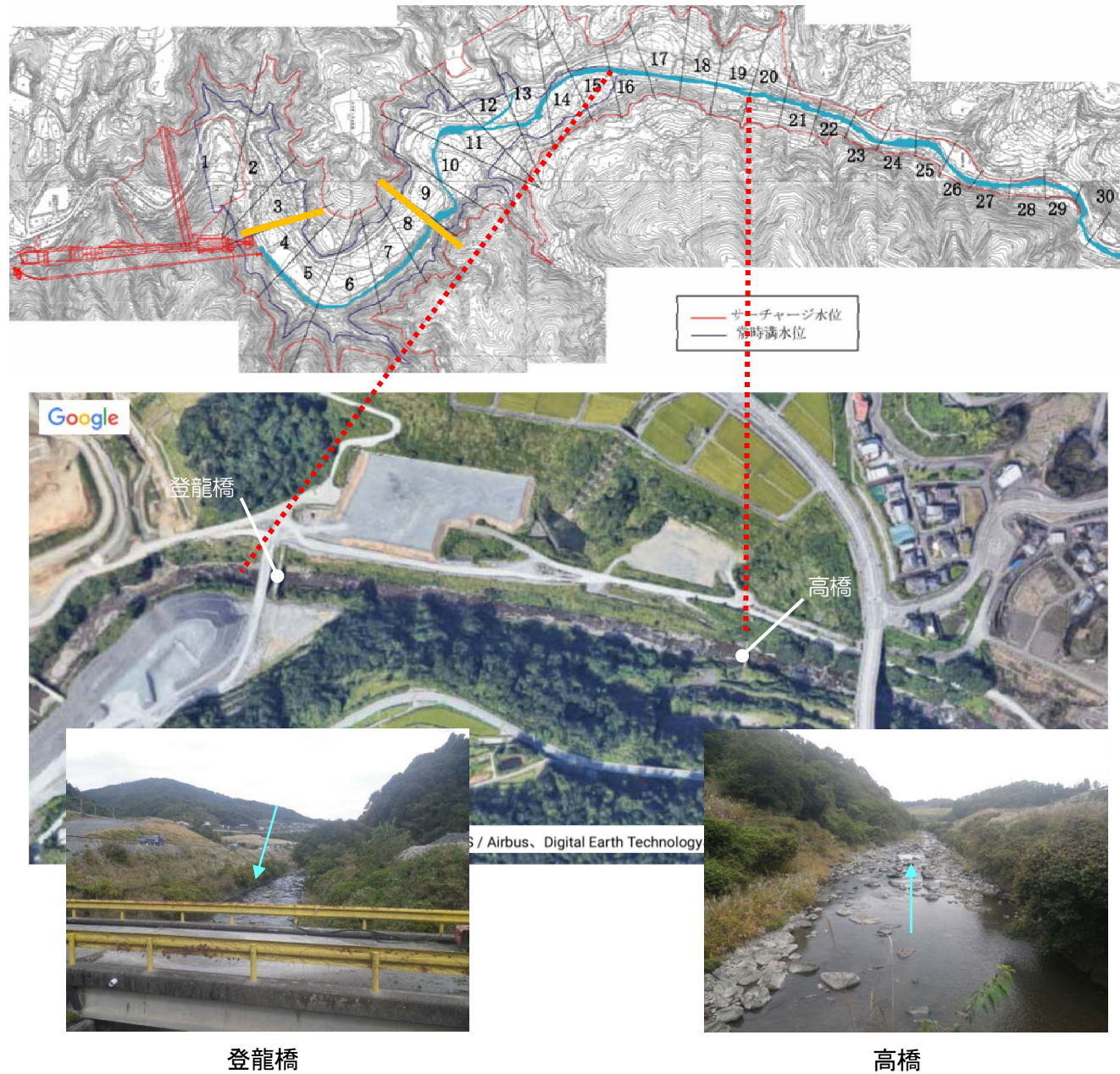


図 3-17 既往検討における土砂採取候補地点

出典：「第 11 回 環境改善放流検討部会資料」

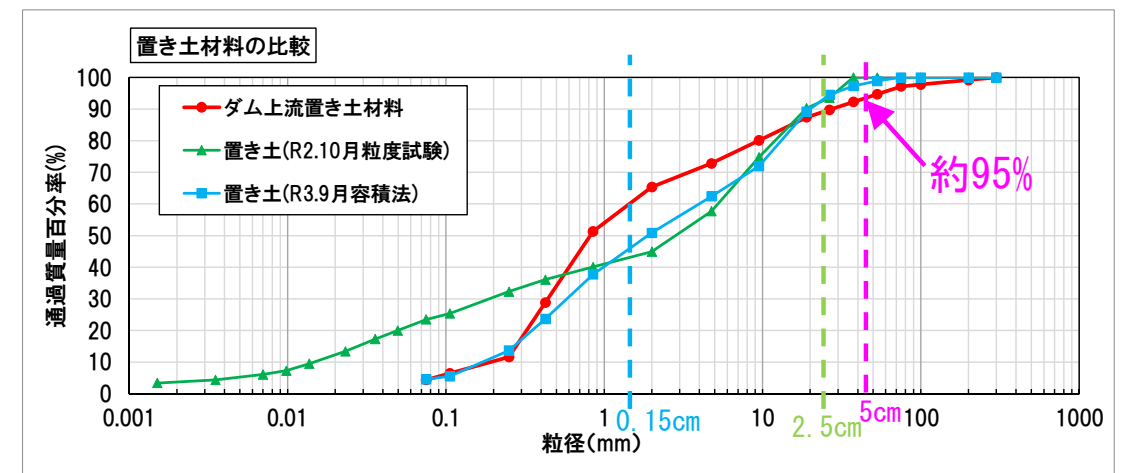


図 3-18 河床材料の分布図

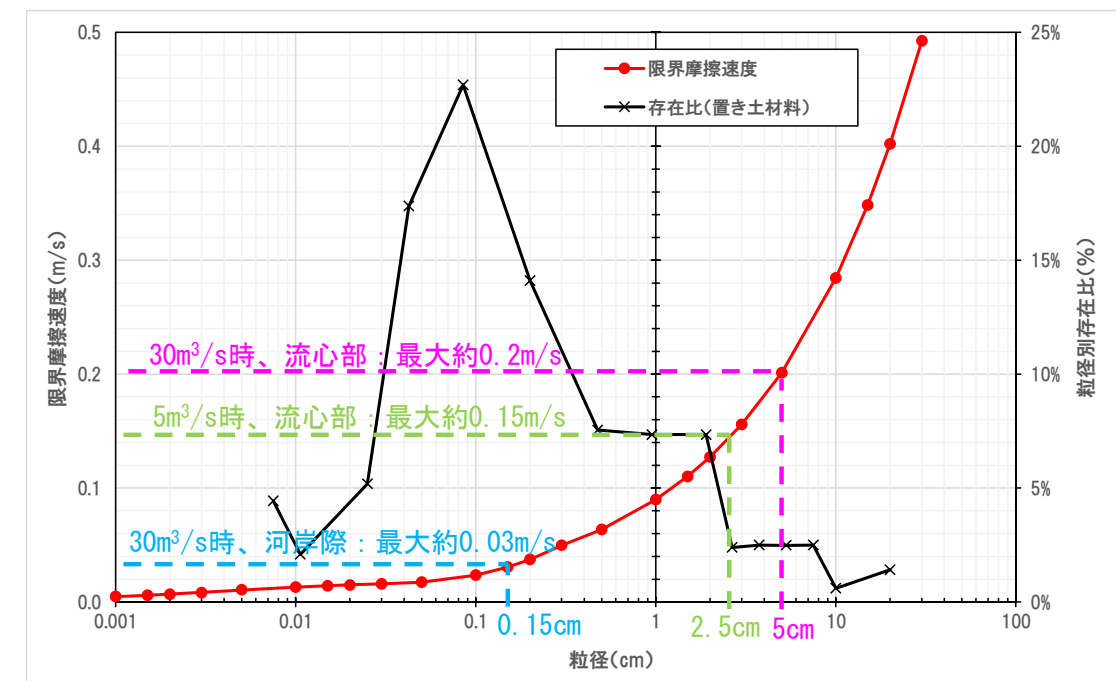


図 3-19 粒径と限界摩擦速度の関係

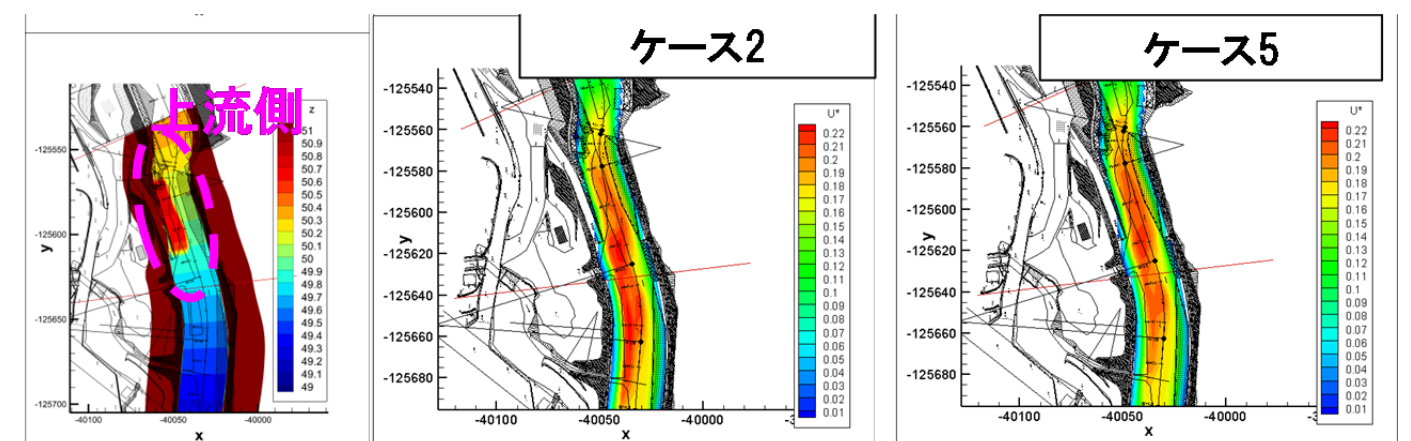


図 3-20 【再掲】置き土予定箇所上流側に置き土を配置したときの掃流力分布図
(左：置き土量 300m³、右：置き土量 150m³)

3.3.5. フラッシュ放流回数の違いによる流出土砂量の違い

- フラッシュ放流を1回付与した場合と、2回続けて付与した場合の流出土砂量を比較した。
- フラッシュ放流を1回付与した場合の流出土砂量と2回続けて付与した場合の流出土砂量の差は小さいことから、土砂還元においては、出水（フラッシュ放流）毎の置き土の更新が望ましいことが示された。

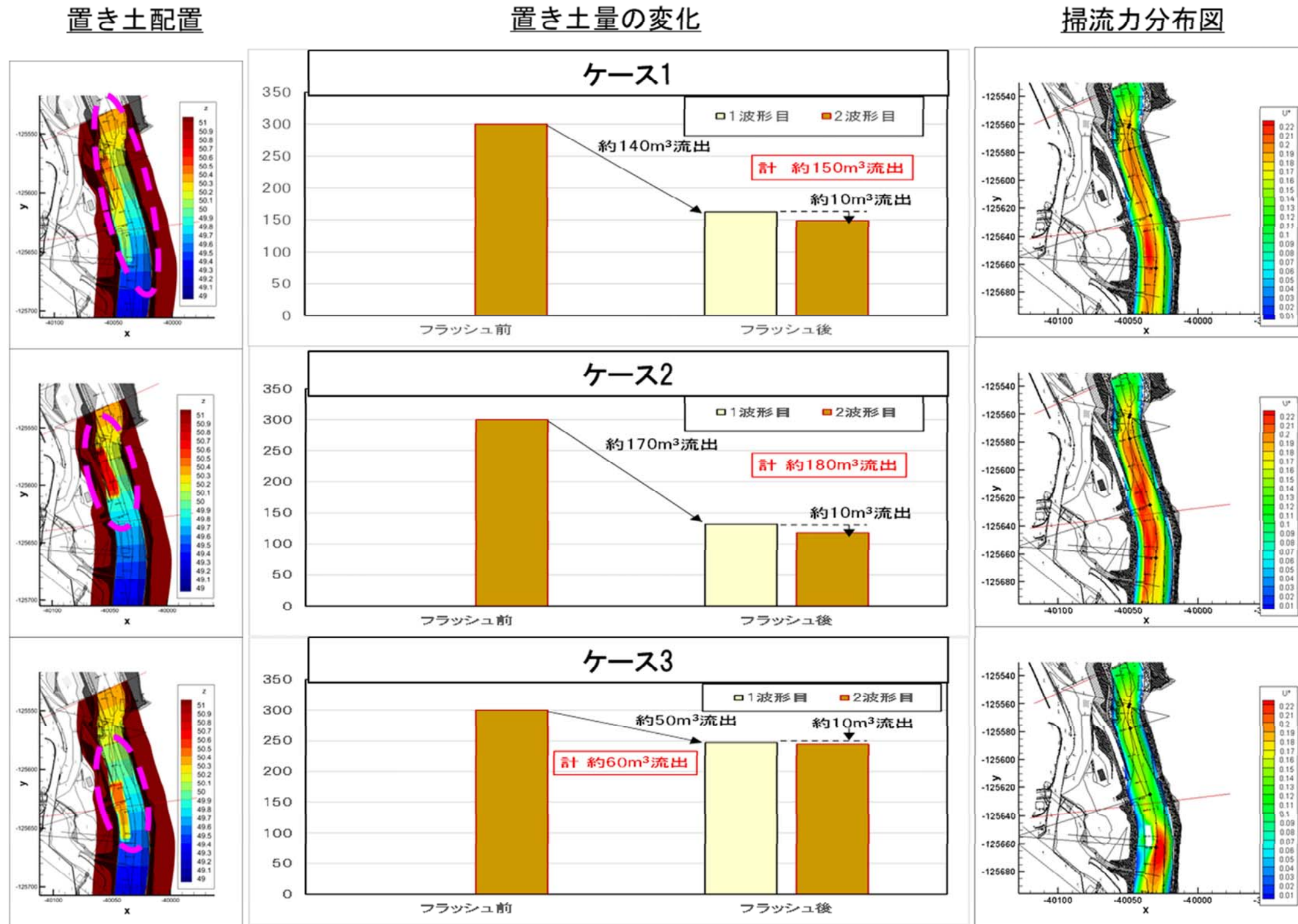


図 3-21 フラッシュ放流回数の違いによる流出土砂量の違いの結果

3.3.6. フラッシュ放流ピーク流量の違いによる流出土砂量の違い

- フラッシュ放流計画での最大計画流量は $30\text{m}^3/\text{s}$ であるが、実運用においては下流河川の利用者の安全面から、必要に応じて流量を低減してフラッシュすることとなる。
- そこで、放流波形立ち上がり時における各時刻の流出状況を算出することで、ピーク流量の違いによる流出土砂量の変化を検討した。
- 想定する置き土の粒度組成に対して、約 $25\text{m}^3/\text{s}$ までの流出量はピーク流量までの流出量と比較すると小さく、一方で、フラッシュによる流出量のほとんどが $25\text{m}^3/\text{s}$ ～ピーク流量 ($30\text{m}^3/\text{s}$) の間に流出していた。
- すなわち、土砂還元には約 $25\text{m}^3/\text{s}$ 以上の出水が望ましく、約 $25\text{m}^3/\text{s}$ 以上であれば $30\text{m}^3/\text{s}$ とほぼ変わらない流失状況となる。

放流波形立ち上がり時における各時刻の流出状況を算出することで、置き土量 150m^3 のときのピーク流量の違いによる流出土砂量の変化を検討した。想定する置き土の粒度組成に対して、約 $25\text{m}^3/\text{s}$ までの流出量はピーク流量までの流出量と比較すると小さく、一方で、フラッシュによる流出量のほとんどが $25\text{m}^3/\text{s}$ ～ピーク流量 ($30\text{m}^3/\text{s}$) の間に流出していた。

土砂還元には約 $25\text{m}^3/\text{s}$ 以上の出水が望ましく、約 $25\text{m}^3/\text{s}$ 以上であれば $30\text{m}^3/\text{s}$ とほぼ変わらない流失状況となる。

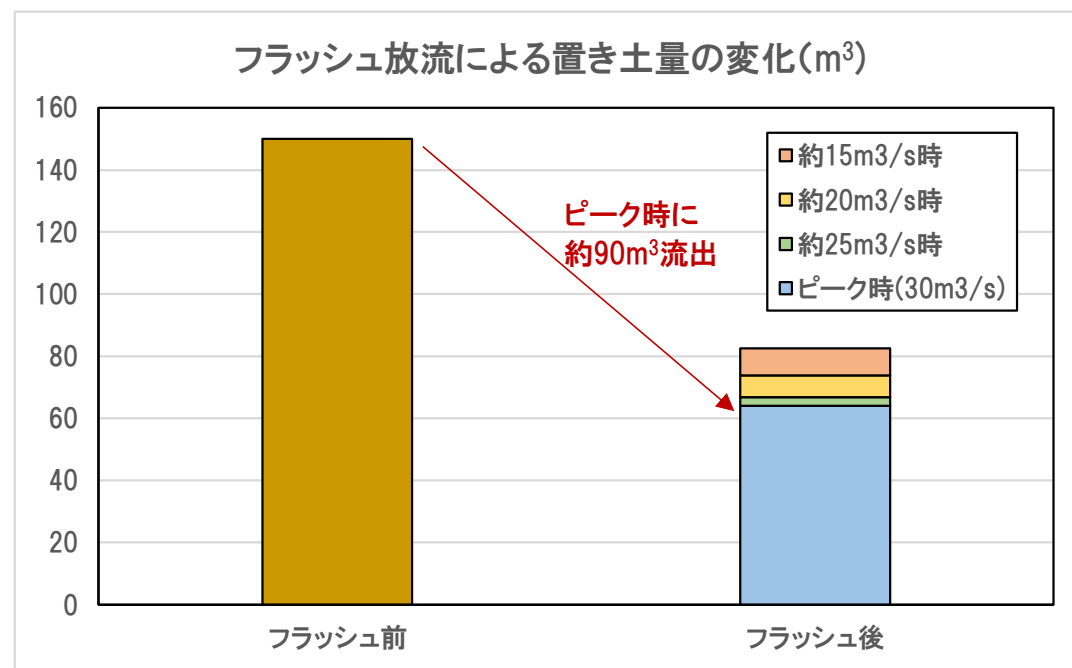


図 3-22 各流量時の流出土砂量

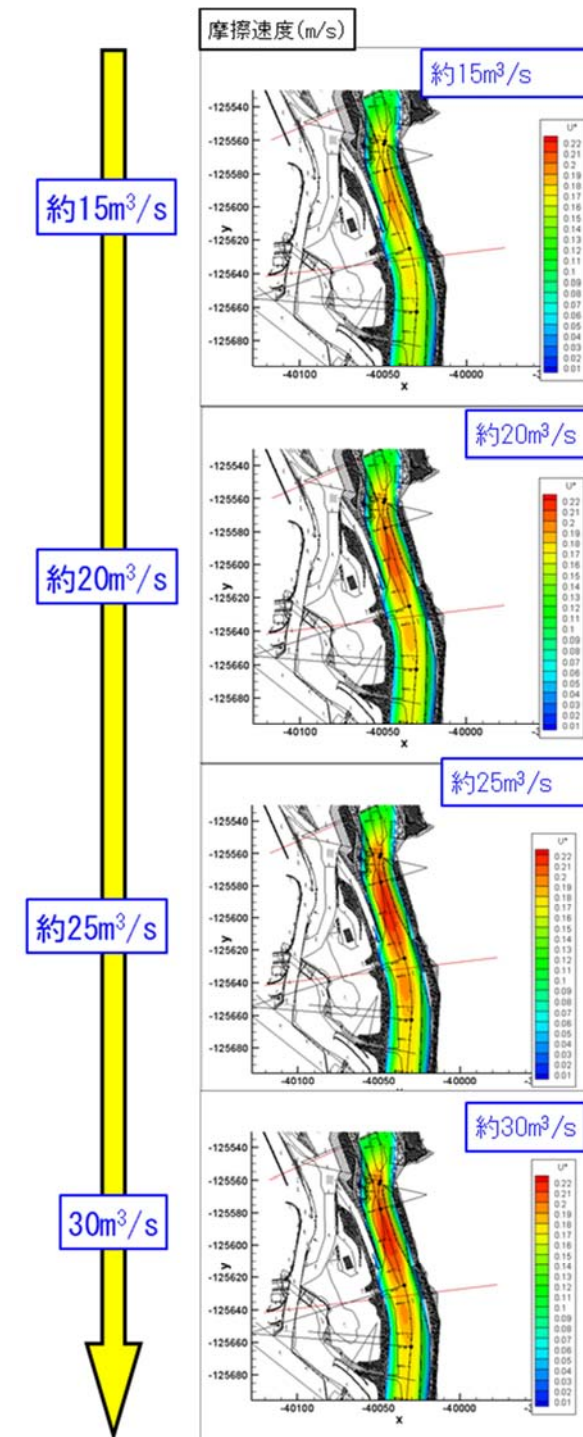


図 3-23 各流量時の掃流力分布図

3.3.7. フラッシュ放流ピーク継続時間の違いによる流出土砂量の違い

- フラッシュ放流のピーク継続時間が15分の場合と、2時間15分とした場合の2パターンにより、ピーク継続時間の違いによる流出土砂量の違いを検討した。
- ピーク継続時間を2時間長くした場合、流出土砂の増加量は約5m³と微量であり、土砂還元の効果の面からは、ピーク継続時間に大きな影響がない(30分程度で十分である)ことが示唆された。

ピーク継続時間を2時間長くした場合、流出量の増加量は約5m³であり、流出土砂量はピーク継続時間に大きく影響しないことが示唆された。すなわち、30m³/s 放流時には、ピーク継続時間は3.0分程度で十分であると考えられる。

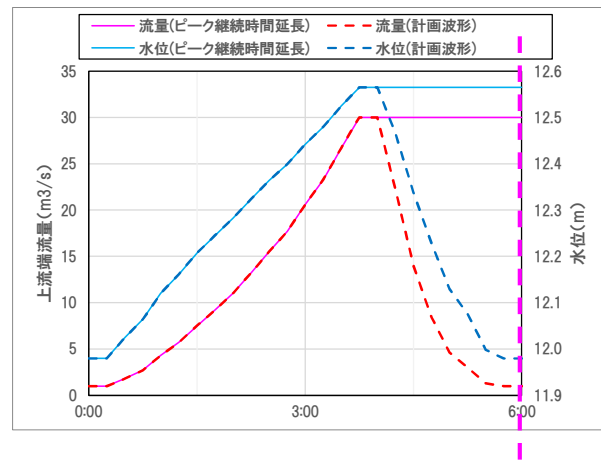


図 3-24 上流端流量の設定

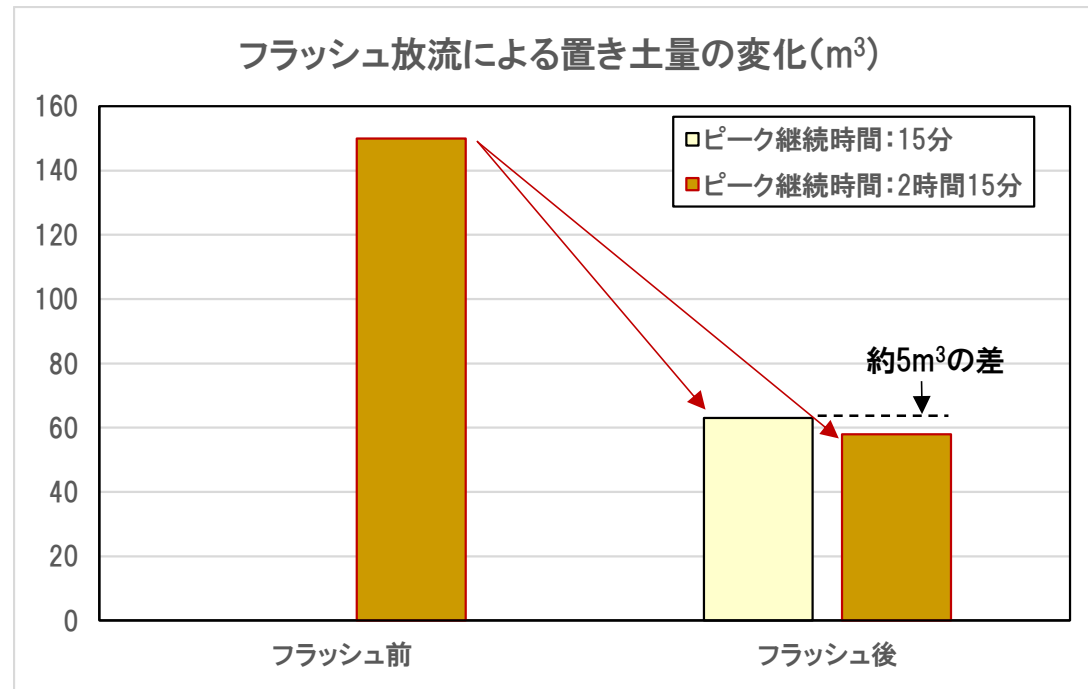


図 3-25 ピーク継続時間の異なるケースでの流出土砂量の比較

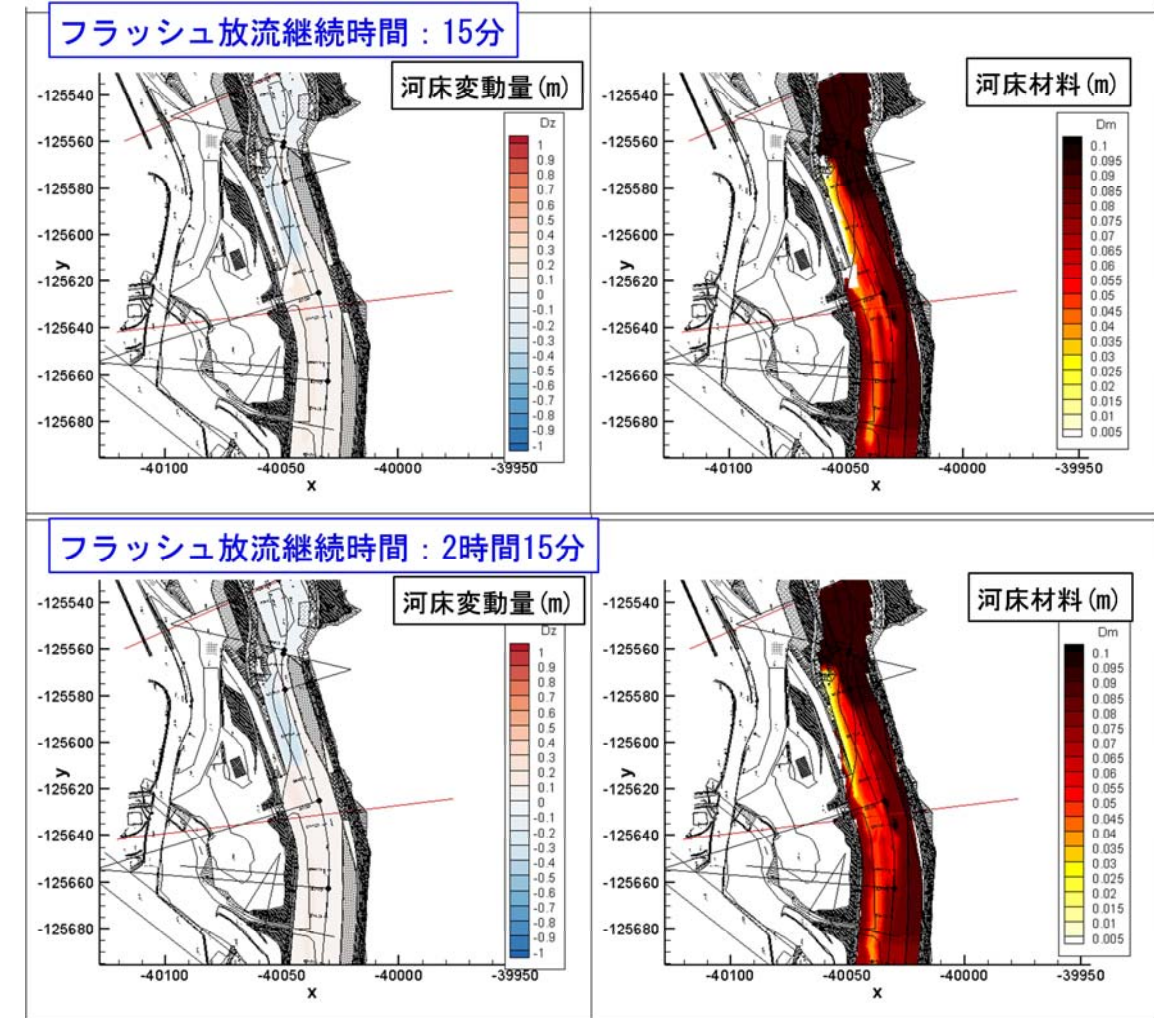


図 3-26 ピーク継続時間毎の河床変動量と河床材料

4. 土砂還元施工計画

- 置き土試験結果及び河床変動計算による置き土諸元の検討結果を踏まえて、土砂還元施工計画の更新を行った。
- 第11回放流部会において、以下の報告を行っている。
 - ・土砂の採取は、第15回審議会で示した常時満水位上流端付近とする。
 - ・土砂の採取は、非洪水期とし、採取した土砂は、水切りのため貯水池内で採取場所近傍の常時満水位以上の仮置場にて仮置きを行う。
 - ・ダム供用後に土砂の堆積状況を踏まえ、バックホウで安全に採取できる範囲・量の土砂を採取する。
 - ・土砂の運搬は、出水期前に仮置場より置き土場所までダンプトラックにより運搬する。
- 今回、以下の追加を行った。
 - ・置き土の施工は、濁水防止フェンスを置き土投入範囲の下流側に設置し、坂路から三転ダンプトラックによるダンプアップ等で河道内に投入する。
- 今後は、ダム運用の中で上流域で常時満水位以上の堆砂が進んできた際に置き土を実施し、モニタリングすることとする。

4.1. 置き土の施工方法

置き土の施工は、濁水防止フェンスを置き土投入範囲の下流側に設置し、坂路から三転ダンプトラックによるダンプアップ等で河道内に投入することを想定している。

ダンプアップの際の置き方については、掃流力が大きいところに寄せる、薄く敷きならす、踏みかためは可能な限り避ける等に留意することとする。

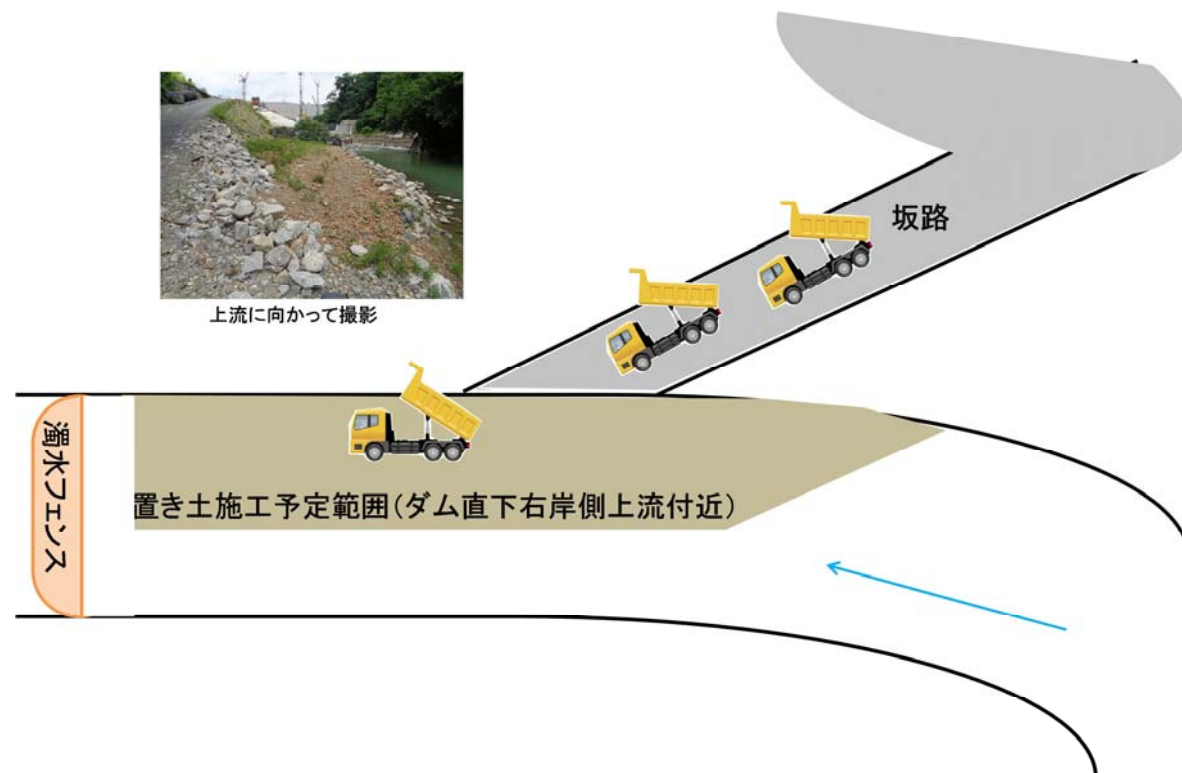


図 4-1 置き土の施工イメージ

4.2. 土砂採取・運搬計画のまとめ



画像 ©2020 Google、画像 ©2020 CNES / Airbus、Digital Earth Technology、Maxar Technologies、Planet.com、地図データ ©2020



図 4-2 土砂採取・運搬計画総括図
(第 11 回放流部会にて提示)