

VI 湛水に係る事項（うち、表土流出）

1. 調査目的

表土は、試験湛水後の植生の再生基盤として重要であり、加えて表土が流出して貯水池内に堆積すると、岩上植物群落などの生育環境を悪化させるおそれがある。このように、試験湛水による表土の流出は、植生の再生にとって障害となる可能性があるため、試験湛水による表土の流出の有無を事前に把握しておく必要がある。

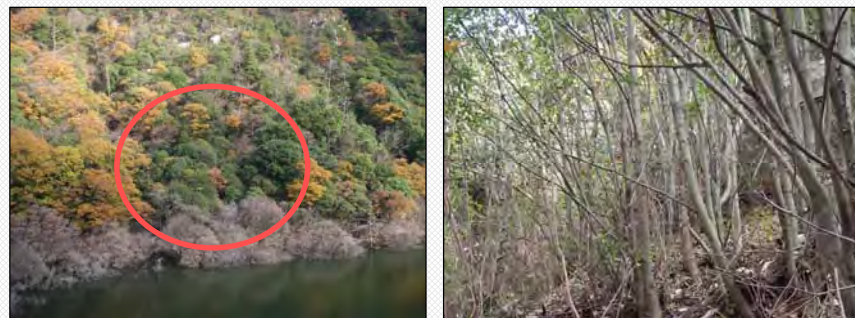
2. 調査内容

他ダムにおいて、試験湛水前後の表土の厚さおよび状態を測定・観察し、試験湛水による表土流出の実態を検証する。

3. 調査結果

(1) 調査条件

- 調査地：石井ダム（神戸市）
- 調査期間：平成 19 年 2 月～6 月
- 調査地の冠水日数：0～63 日
- 調査地の植生：アラカシ群落
- 調査地の地質：花崗岩類



写真、表層土壌の流出調査地点（左：概観、右：林内の様子）
調査地の植生は武庫川峡谷の主要群落の一つであるアラカシ群落（常緑の二次林）である。林床植生は少ないが、地表は落葉などで覆われていた。



写真、調査状況

試験湛水の実施前後に同一箇所に置いて、表層土壌（A₀層）の厚さを測定した（写真上）。また、地表面の変化を観察した（写真下）。

(2) 調査結果

表、表土流出状況の調査結果

冠水日数	標高区分 (EL. m)	観測点	A ₀ 層厚 (cm)	
			湛水前	湛水後
0	232-233	1	3	3
		2	3	3
		3	3	3
		4	3	3
		5	2	2
0	231-232	1	3	3
		2	3	3
		3	2	2
		4	3	3
		5	4	4
3	230-231	1	2	2
		2	2	2
		3	3	3
		4	3	3
		5	5	5
4	229-230	1	3	2
		2	2	2
		3	4	4
		4	3	3
		5	4	4
24	228-229	1	3	3
		2	3	3
		3	3	3
		4	4	4
		5	3	3
63	227-228	1	3	3
		2	2	2
		3	2	3
		4	2	2
		5	2	1

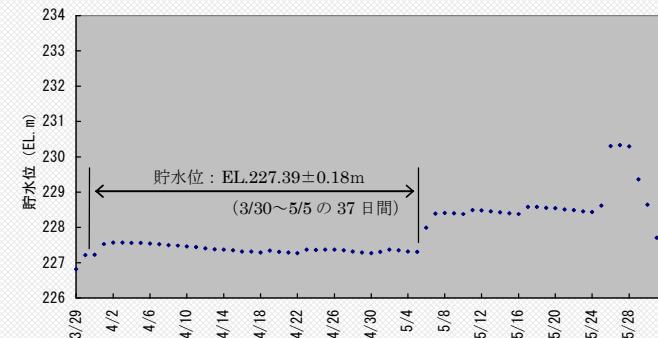
- 試験湛水の前で表層土壌（A₀層）の厚さにほとんど変化はなく、地表の様子にも目立った変化は認められなかった。
- 汀線（約 1 ヶ月にわたり同水位で維持されていた）付近では、波食による表土の流亡が生じていたが（下写真）、侵食の程度は軽微であった。
- 植生の存在する場所では、樹木根系の緊縛作用によって土壌の流出は抑制されるものと考えられる。
- 三春ダム（福島県）や千屋ダム（岡山県）でも、汀線部分を除くと、試験湛水による表土の流出はほとんどないとされている。



写真、汀線付近の侵食状況

※赤字は、変化がみられた試験湛水後のA₀層厚。

貯水位の変化



調査条件区の標高区分 (EL. m)	冠水日数 (日)
232～233	0
231～232	0
230～231	3
229～230	4
228～229	24
227～228	63

4. まとめ

- 森林の成立している場所では、汀線部分を除くと、表土はほとんど流出しなかった。
- 汀線部分では波食による侵食・流出が生じるが、貯水位の 1 ヶ月程度の停滞であれば流出程度はごく軽微であった。

今回の調査結果については、今後、河川審議会環境部会の評価を受けることとしており、その際の意見を踏まえ引き続き検討を進めていく。

VI 湛水に係る事項（うち、貯水池斜面安定性）

1. 調査目的

新規ダムの貯水池については、既往の調査で、不安定化が懸念される崖錐斜面の安定解析を行い、湛水による不安定化は生じないことを確認しているが、国の新たな技術指針（案）に基づき、安定性を再確認する。

2. 調査内容

貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針（案）（平成21年7月）に基づき、崖錐斜面の安定性を確認する。

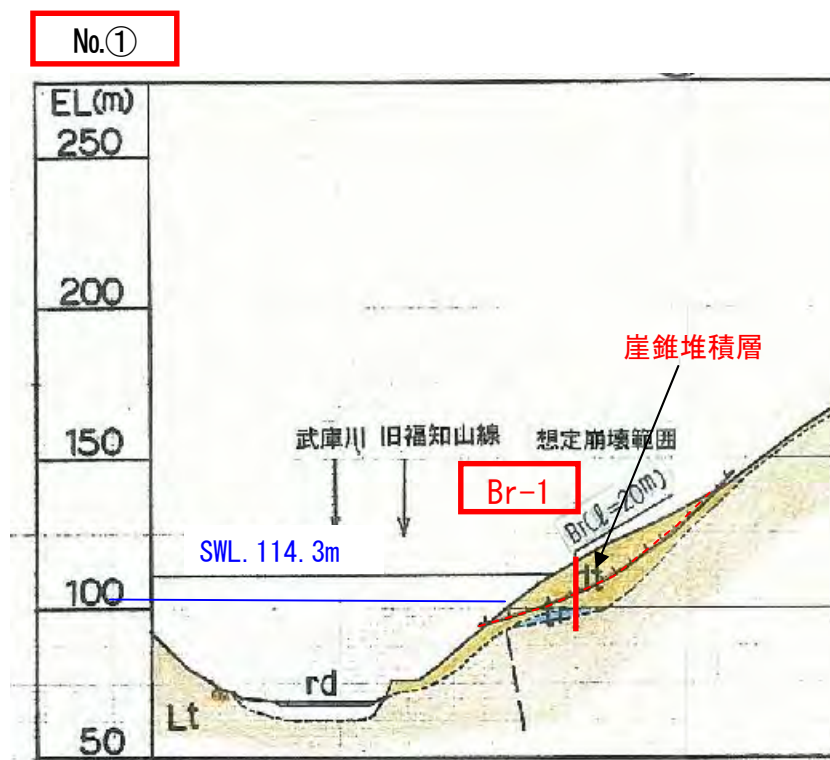
3. 調査結果

■ 崖錐斜面の抽出

- ・調査斜面の空中写真および地形図の判読の結果、貯水池内の斜面には地すべり起源と考えられる平坦面は認められず、地すべり地形は認められなかった。
- ・地すべり以外に不安定化の可能性がある個所として下記の条件を設定して調査した。
 - ① 空中写真および地形図判読より崖錐堆積層が比較的広くまとまって分布する地区を抽出
 - ② 小規模であって、崩壊しても廃線敷や河川への影響が少ないものは除外
- ・上記の調査条件に該当する崖錐斜面は、下表の9箇所（①～⑨）が認められた。
- ・なお、本調査では大規模なものではなく、中小規模の崖錐斜面であった。

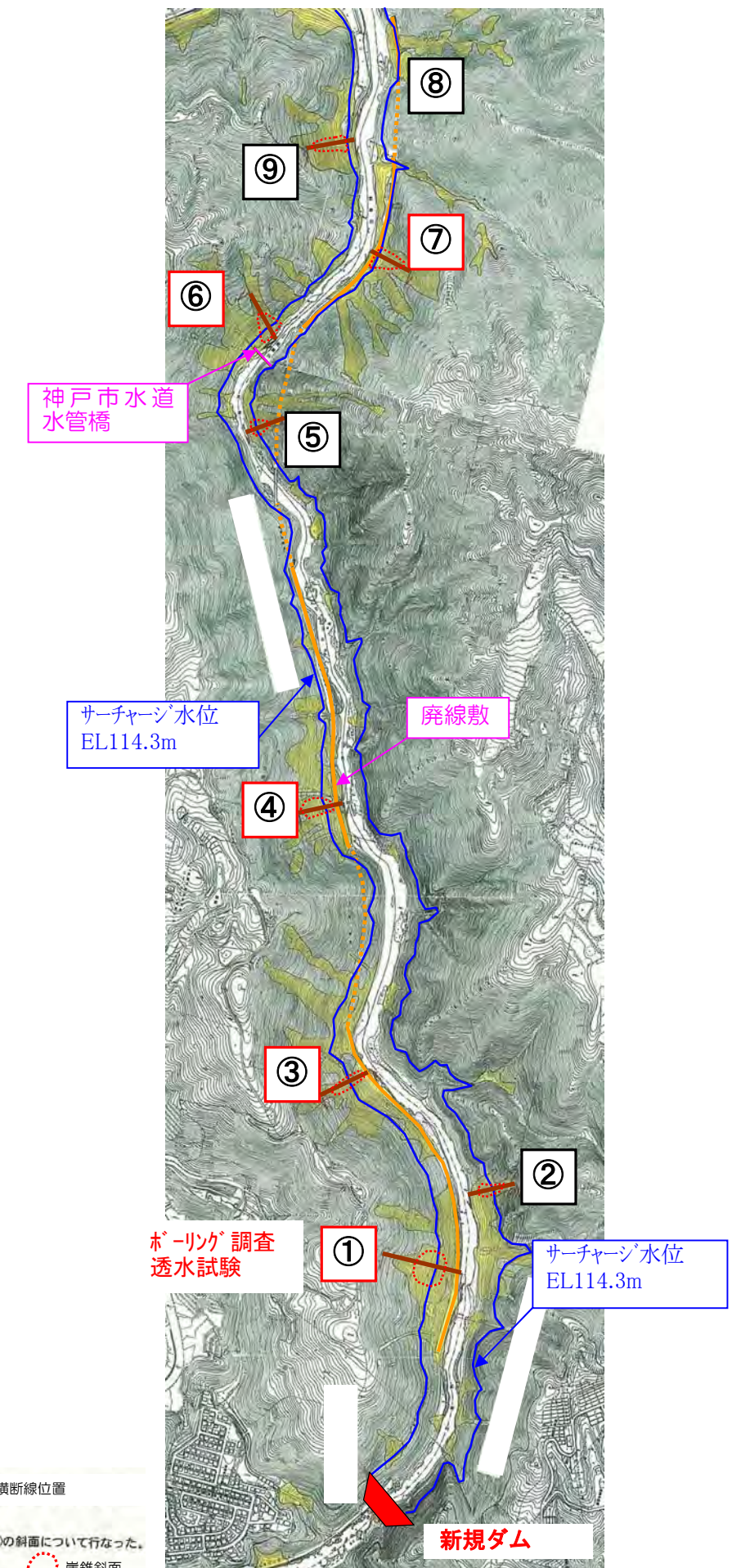
崖錐斜面の抽出結果一覧表

No.	崖錐の斜面位置	崖錐の斜面における位置	想定崖錐規模					勾配 (°)
			(最大長さ L (斜距離) (m))	最大幅 W (m)	最大厚さ D (m)	面積 A (m ²)	おおよそその体積 V (× A(万m ²))	
①	ダムサイト上流0.5km 右岸	中腹～裾部	90	75	10	3,400	3.4	35～40
②	ダムサイト上流0.8km 左岸	裾部	85	30	7	1,000	0.7	35～40
③	ダムサイト上流1.0km 右岸	中腹～裾部	110	30	5	1,700	0.9	35～40
④	ダムサイト上流1.6km 右岸	裾部	90	35	7	3,200	2.2	35～40
⑤	ダムサイト上流2.5km 左岸	裾部	80	40	8	1,600	1.3	45
⑥	ダムサイト上流2.6km 右岸	中腹～裾部	80	60	5	2,400	1.2	35～40
⑦	ダムサイト上流2.8km 左岸	中腹～裾部	85	50	7	1,500	1.1	35
⑧	ダムサイト上流3.3km 左岸	沢腹～裾部	—	—	—	—	—	—
⑨	ダムサイト上流3.1km 右岸	中腹～裾部	100	30	8	1,500	1.2	35～40



崖錐斜面No.①断面図

崖錐斜面横断線位置
 ①：崖錐斜面番号
 安定計算は① ③ ④ ⑥ ⑨の斜面について行なった。
 崖錐堆積層
 崖錐斜面



■ 検討対象斜面の選定

- ・技術指針(案)*の地すべり等の規模の区分の目安を適用して検討対象斜面を下記の5箇所選定した。
 検討対象斜面：No.1, 3, 4, 6, 7 (保全対象物：N01, 3, 4, 7は管理用道路(廃線敷)、N06は水管橋)
 崖錐斜面の規模：N01が中、それ以外は小

*「貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針・同解説(案)」(H21.7)

検討対象斜面の抽出結果一覧表

No.	崖錐の斜面位置	崖錐規模 おおよその お積Vその (万m3)	精査の必要性		
			保全対象物	重要度評価	安定解析の 必要性の
①	ダムサイト 上流0.5km 右岸	3.4	廃線敷	Ⅱ	あり
②	ダムサイト 上流0.8km 左岸	0.7	なし	Ⅲ	なし
③	ダムサイト 上流1.0km 右岸	0.9	廃線敷	Ⅱ	あり
④	ダムサイト 上流1.6km 右岸	2.2	廃線敷	Ⅱ	あり
⑤	ダムサイト 上流2.5km 左岸	1.3	なし	Ⅲ	なし
⑥	ダムサイト 上流2.6km 右岸	1.2	神戸市 水道 水管橋	Ⅰ	あり
⑦	ダムサイト 上流2.8km 左岸	1.1	廃線敷	Ⅱ	あり
⑧	ダムサイト 上流3.3km 左岸	— (非常に小)	廃線敷	Ⅲ	なし
⑨	ダムサイト 上流3.1km 右岸	1.2	なし	Ⅲ	なし

地すべり等の規模の区分の目安

地すべり等の規模	区分の目安
小	3万m ² 未満
中	3万m ² 以上 40万m ² 未満
大	40万m ² 以上 200万m ² 未満
超大	200万m ² 以上

表 2.2 湛水に伴う地すべり等の精査の必要性の目安

保全対象	地すべり等の規模	地すべり等の規模			
		超大	大	中	小
ダム施設	堤体、管理所、通信施設、取水設備、放流設備、発電設備等	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
貯水池周辺の施設	家屋、国道、主要地方道、迂回路のない地方道、橋梁、トンネル、鉄道等	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
	迂回路のある地方道、公園等	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ
	林道、管理用道路、係船設備、流水処理施設、貯砂ダム等	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
その他の貯水池周辺斜面		Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ

Ⅰ：精査を実施する。
 Ⅱ：必要に応じて精査を実施する。
 Ⅲ：原則として精査を実施しない。

出典：「貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針・同解説(案)」(H21.7)

■ 斜面安定性の検討条件設定

- ・検討条件を設定する断面として、規模が最も大きいN01を選定した。
- ・N01でのボーリング調査結果、透水試験結果から設定した定数を他斜面にも適用した。

	貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針・同解説(案) [H21.7]	技術指針(案)を適用した武庫川貯水池周辺斜面の対応方針
安定解析方法	基準水面法 地すべり：二次元極限平衡法(簡便法) 崖錐：円弧すべり法(最小安全率)	基準水面法 周辺斜面は崖錐であることから、円弧すべり法を適用
単位体積重量(湿潤・飽和重量)	土質試験	土質試験(N0.1斜面)から設定 他斜面も同様な地質状況から適用
間隙水圧残留率の設定	崖錐等の未固結堆積物からなる斜面の場合は、湛水前の調査・試験・計測などから対象斜面の水理地質条件を検討	No.1斜面の透水試験結果から当該崖錐の透水係数は $1 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ オーダーと高透水性であることを考慮して0%で検討 他斜面も同様な地山状況のため同値を適用
すべり面土質強度定数(c, φ)	地すべり：土質試験、逆算法による 崖錐：事例、土質試験による	地山斜面勾配35度、No.1斜面のボーリング調査結果等より礫質土であることから内部摩擦角は 35° 、礫質土内に粘土を介在することから粘着力は 1.0tf/m^2 を見込む。 他斜面も同様な地形地質状況から内部摩擦角は同値、粘着力は技術指針(案)によると層厚に比例することから、斜面No.1に対して層厚比で50%の値とする。
地下水位	データ有：(平均的水位) データ無： 地下水位のない状態	データ無： 地下水位のない状態
貯水池変動範囲	サーチャージ水位～制限水位	サーチャージ水位～最低水位(河床)

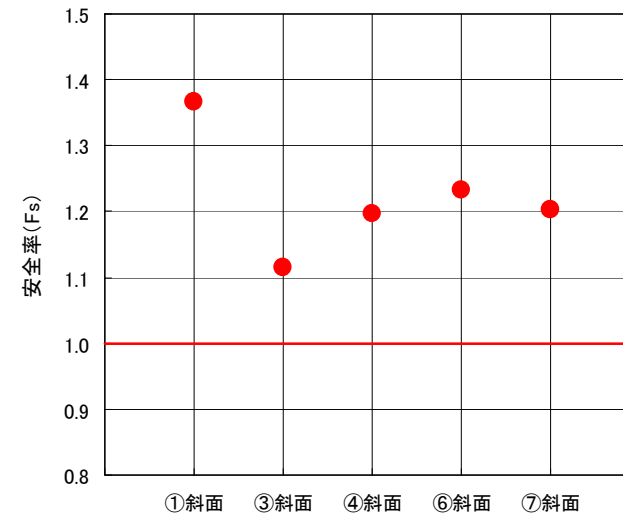
選定検討対象斜面の安定解析定数一覧表

No.	崖錐の斜面位置	想定崩壊規模				崖錐堆積層			
		最大厚さD (m)	面積A (m ²)	おおよそのお積Vその (D×A(万m ³))	勾配 (°)	飽和重量 (tf/m ³)	湿潤重量 (tf/m ³)	粘着力c (tf/m ²)	摩擦内角部φ (°)
①	ダムサイト 上流0.5km 右岸	10	3,400	3.4	35~40	2.08	1.78	1	35
③	ダムサイト 上流1.0km 右岸	5	1,700	0.9	35~40	2.08	1.78	0.5	35
④	ダムサイト 上流1.6km 右岸	7	3,200	2.2	35~40	2.08	1.78	0.5	35
⑥	ダムサイト 上流2.6km 右岸	5	2,400	1.2	35~40	2.08	1.78	0.5	35
⑦	ダムサイト 上流2.8km 左岸	7	1,500	1.1	35	2.08	1.78	0.5	35

■ 各斜面の安定性結果

・安定計算の結果、下記のように安全率 1.0 以上を確保しており、中小規模の崖錐斜面では不安定化する可能性が小さいことを確認した。

No.	崖錐の斜面位置	粘着力c (tf/m ²)	安全率F _s (水位急低下時)
			内部摩擦角 Φ=35°
①	ダムサイト 上流0.5km 右岸	1.0	1.366
③	ダムサイト 上流1.0km 右岸	0.5	1.115
④	ダムサイト 上流1.6km 右岸	0.5	1.197
⑥	ダムサイト 上流2.6km 右岸	0.5	1.233
⑦	ダムサイト 上流2.8km 左岸	0.5	1.202

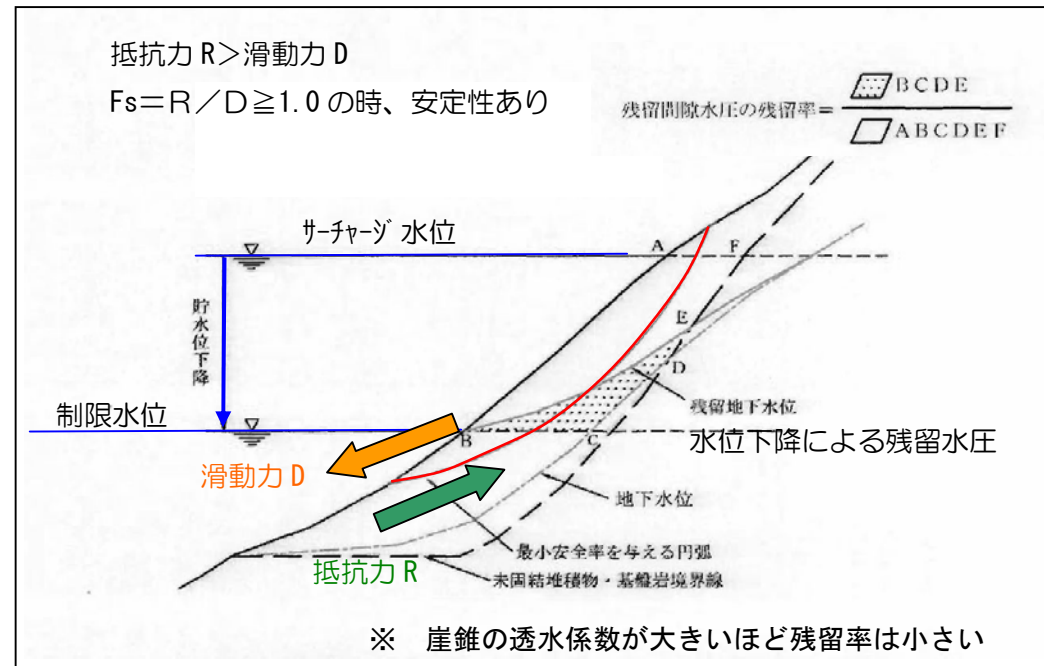


4. まとめ

今回設定した条件を確認するため、今後、対象斜面の地質調査と土質試験による物性値把握を行い、斜面の安定性を確認する。

今回の調査結果については、今後、河川審議会環境部会の評価を受けることとしており、その際の意見を踏まえ引き続き検討を進めていく。

貯水池運用時（サーチャージ水位から制限水位（新規ダムの場合河床）へ水位急低下）の安定検討



VI 湛水に係る事項（うち、土砂動態）

1. 調査目的

ダムの有無によるダム下流の土砂動態の変化を把握する。

また、ダム貯水池内の土砂動態については、1次元河床変動計算では河川の蛇行や河床の平面的な変化を考慮できないため、2次元河床変動計算により、新規ダムによる流れ・土砂動態の変化をあらためて把握する。さらに、洪水時に流木等の漂流物により、放流口が閉塞しないことを確認する。

2. 調査内容

- ・通常出水による長期的な土砂動態を広域的に把握するために、1次元河床変動計算を実施する。
- ・大規模出水によるダム上流の短期的な土砂動態を把握するために、2次元河床変動計算を実施する。

3. 調査結果

(1) 1次元河床変動計算

① 検証計算

1) 計算条件

1次元河床変動検証計算の方針

河口から阪急宝塚駅前付近までは、検証計算結果と比較可能な測量成果が存在するため、それらに基づく河床高、河床変動高、河床変動土量を用いた計算モデルの検証を行う。

表 1 1次元河床変動検証計算の条件

条件	1次元河床変動計算
計算範囲	河口～川下川合流点（26km）
初期河道	平成12年度の測量横断（名塩川合流点下流）
検証河道	平成16年台風23号直後の測量横断（名塩川合流点下流）※
流況	平成13年初～平成16年までの全時間流量（4年間分）
下流端水位	平成13年初～平成16年末の尼崎港実績潮位
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

※阪急宝塚駅前付近～名塩川合流点の間では、断面の屈曲部が連続しているため、1次元計算では十分な精度が得られないと判断し、検証の対象から外した。

2) 計算結果

1次元河床変動検証計算の結果

- ① 河口から阪急宝塚駅前付近の区間で、実績と計算を比較すると、河床変動高の区間平均誤差が±30cm、河床変動土量の誤差率が約8%。（図1）
- ② 「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「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いる。（表2）

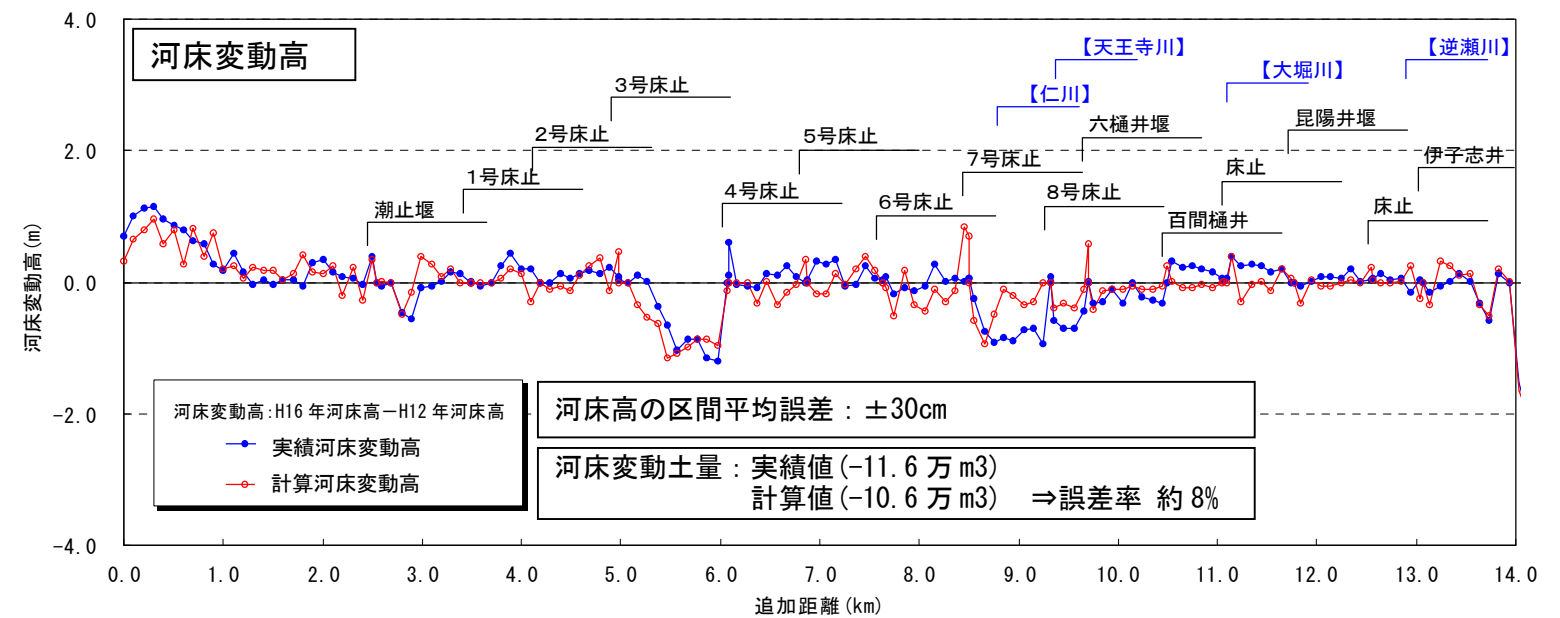


図 1 1次元河床変動計算の検証(河床変動高)

《参 考》

表 2 ダム堆砂量から推定した実績比流出土砂量との比較

武庫川流域及び近傍の貯水ダムの比堆砂量						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)				
ダム	ダム流域の主な地質	流域面積 (km ²)	経過年数 (年)	累積堆砂量 (m ³)	比堆砂量 (m ³ /km ² /年)	表層地質	流域面積 (km ²)	比流出土砂量 (m ³ /km ² /年)	比流出土砂量の根拠	
青野ダム	流紋岩類	51.8	19年 (S62~H18)	114,000	120	花崗岩	4.6	1,490	丸山ダム堆砂量	
丸山ダム	花崗岩類	7.9	27年 (S52~H16)	318,000	1,490	流紋岩	125.2	120	青野ダム堆砂量	
呑吐ダム	礫岩・砂岩・泥質岩類	49.8	19年 (S61~H17)	501,700	530	礫岩・砂岩・泥質岩類	104.2	530	呑吐ダム堆砂量	
							名塩川合流点 (面積加重平均)	234.0	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 330m³/km²/年と一致

②予測計算

1) 計算条件

表 3 1次元河床変動予測計算の条件

条件		1次元河床変動計算
初期河道		整備計画河道（2号床止撤去）
流況等	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年の尼崎港実績潮位
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
新規ダム		ダム無とダム有のケース

2) 計算結果

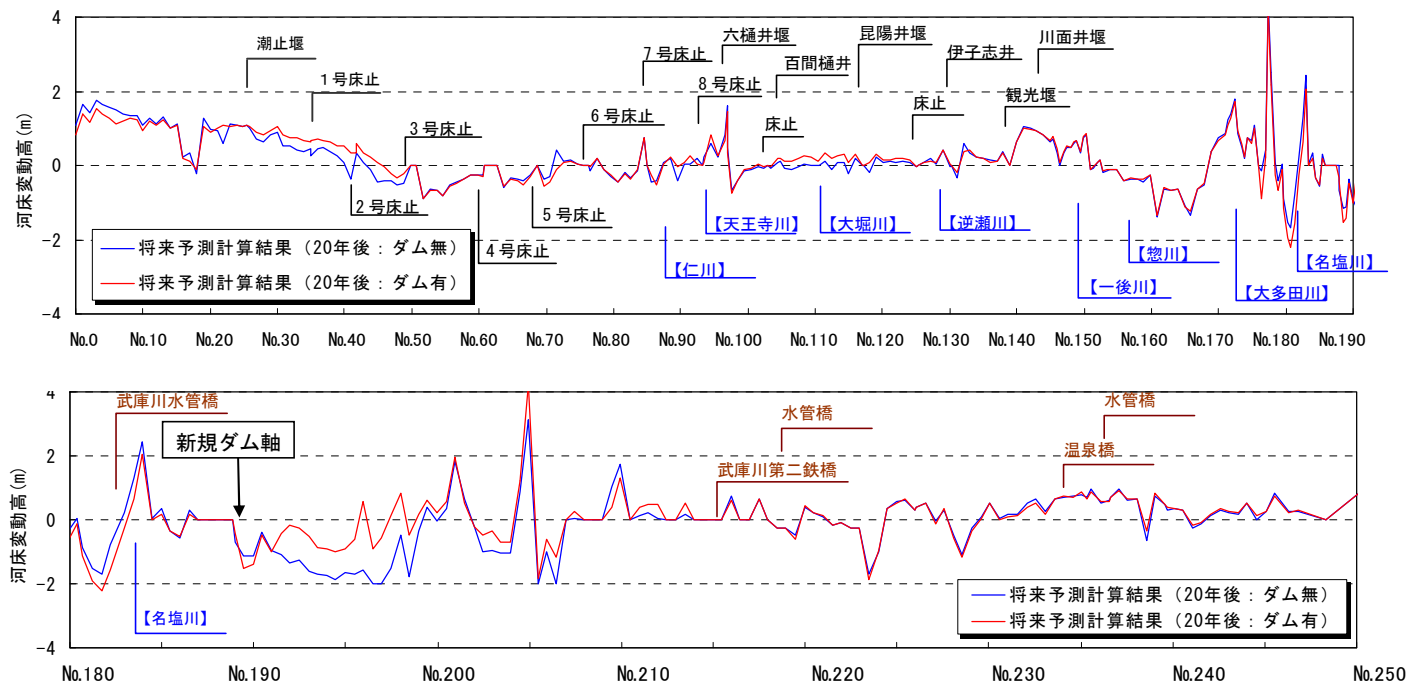


図 2 1次元河床変動予測計算結果（河床変動高）

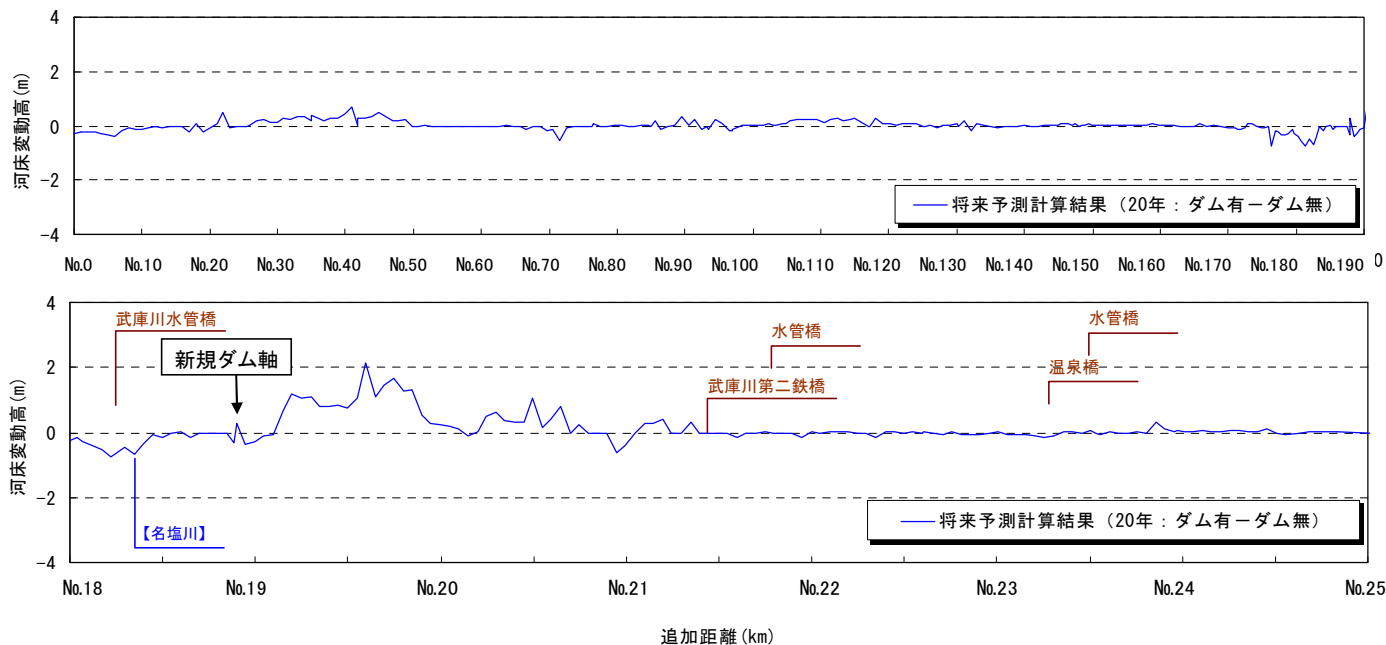


図 3 1次元河床変動予測計算結果（ダムの有無による河床変動の差）

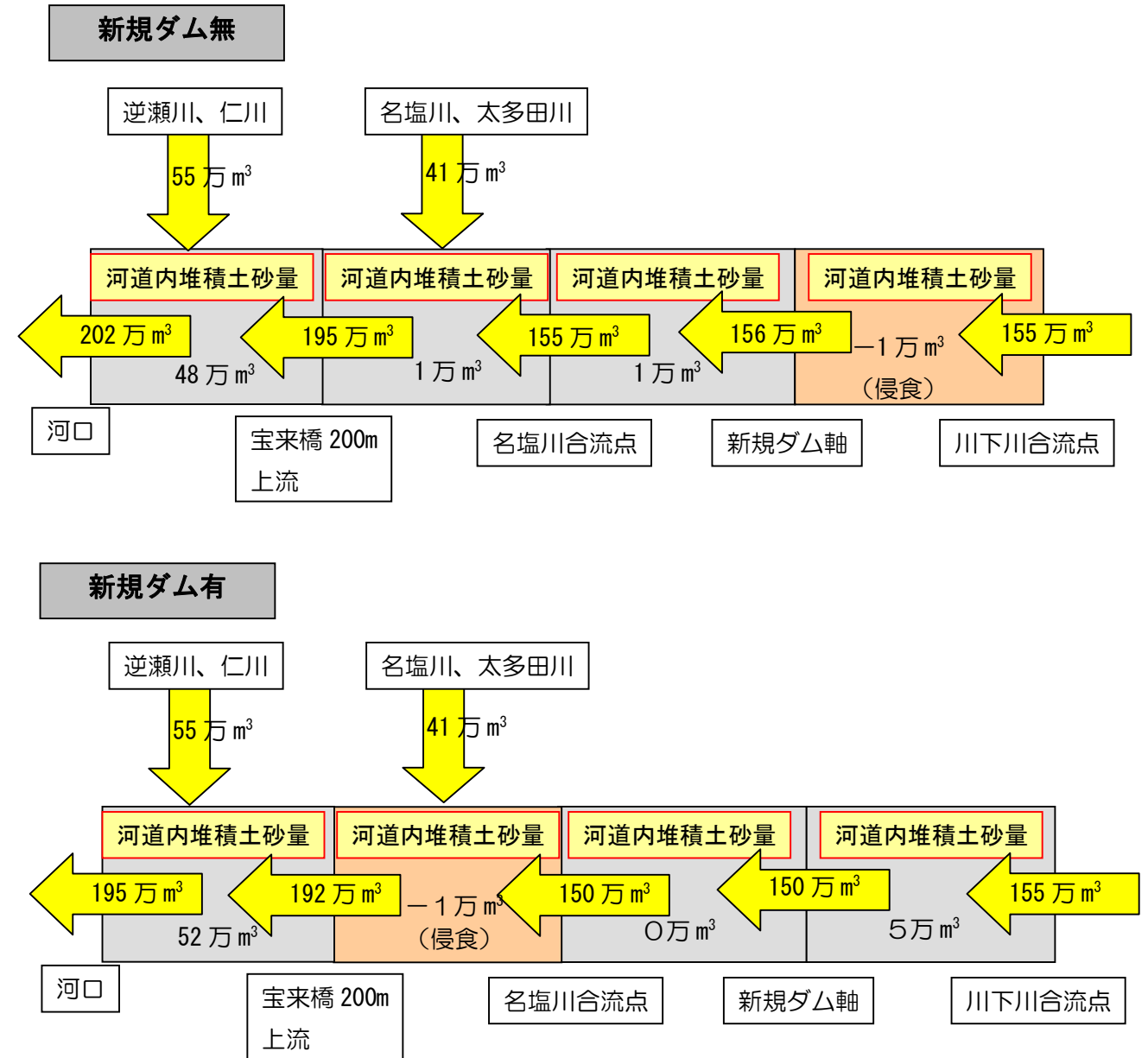


図 4 1次元河床変動予測計算結果（20年間の土砂収支）

新規ダムの有無による土砂動態の相違

【河床変動高】（図2、図3参照）

○河口～阪急宝塚駅前付近（No140）の区間については、ダムの有無による河床変動高の差は小さい。

【土砂収支】（図4参照）

○新規ダム地点からの20年間の流出土砂量が、ダムがない場合の156万m³から、ダムがある場合は150万m³へと約6万m³（3.8%）減少している。

(2) 2次元河床変動計算

① 検証計算

1) 計算条件

2次元河床変動検証計算の方針

① 1次元河床変動計算に基づく土砂収支と、2次元河床変動計算に基づく土砂収支との比較検討を行う。

② 既存の航空レーザー測量成果を活用し、水面より上の横断形を対象に河床変動土量、河床変動高を用いた検討を行う。

表 4 2次元河床変動検証計算の条件

条件	2次元河床変動計算
計算範囲	新規ダム軸より上流 (約3km)
初期河道	平成14年度航空レーザー測量 (水面下は平成19年度横断測量)
流況	平成16年台風23号洪水 (1出水)
上流端供給土砂量	1次元河床変動計算による上流端通過土砂量

2) 計算結果

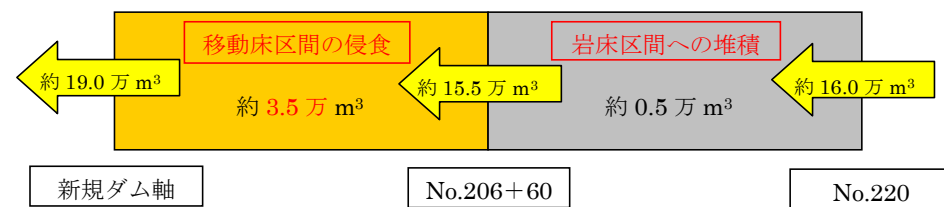
2次元河床変動検証計算の結果

① 峡谷下流部で検証した1次元河床変動検証計算と土砂収支が概ね整合している。(図5)

② 2時期の航空レーザー測量成果から算出した河床変動土量の誤差を河床変動高に換算すると数 cm 程度の誤差である。(図7)

1次元河床変動計算との比較検証

(1次元河床変動計算)



(2次元河床変動計算)

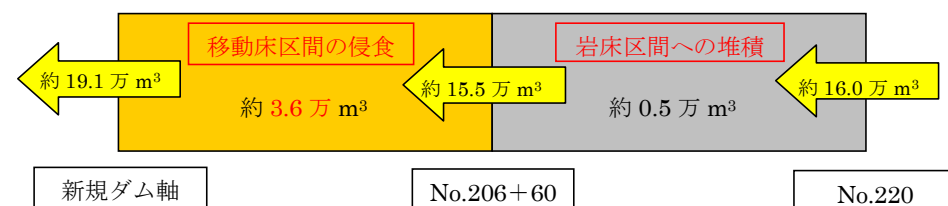


図 5 1次元河床変動計算との比較 (土砂収支)

航空レーザー測量成果との比較検証

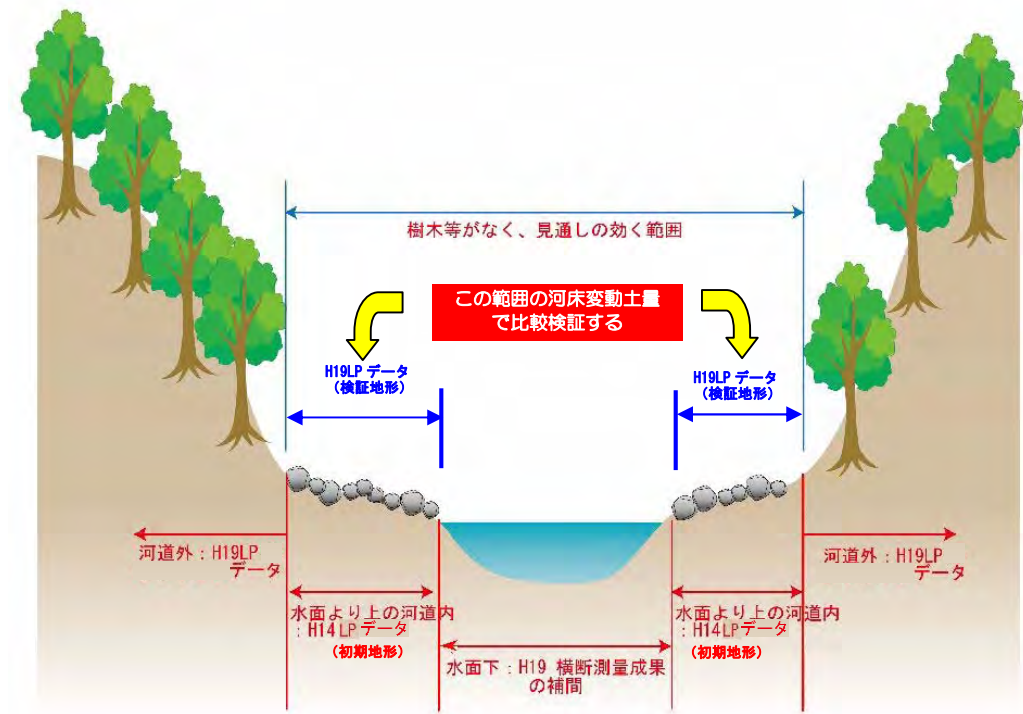


図 6 検証に用いる2時期の航空レーザー測量成果 (H14とH19) 概念図

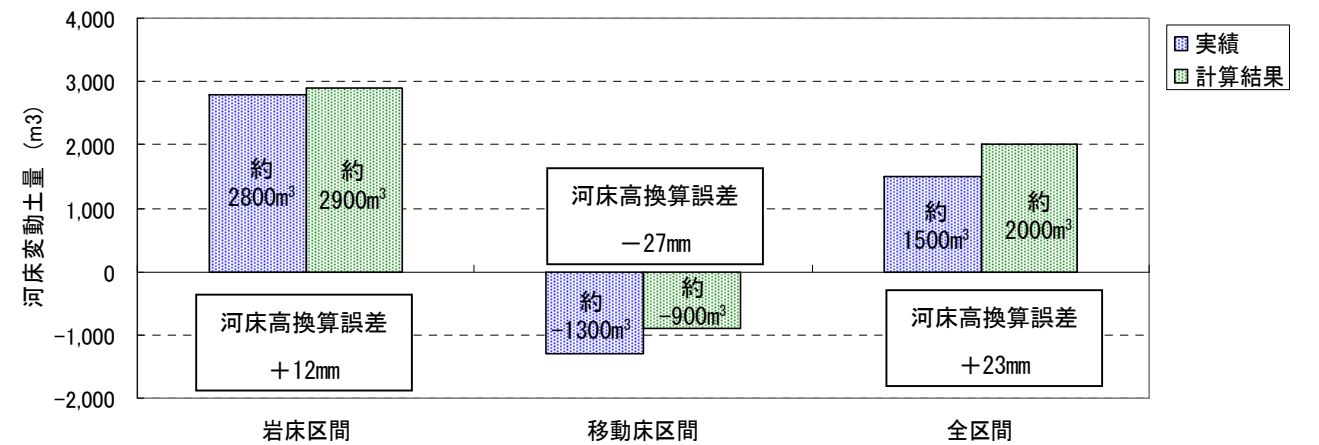


図 7 2時期の航空レーザー測量成果 (H14とH19) に基づく河床変動土量との比較

②予測計算

1) 計算条件

表 5 2次元河床変動予測計算の条件

条件	2次元河床変動計算
計算範囲	新規ダム軸より上流 (約3km)
初期河道	平成14年度航空レーザー測量 (水面下は平成19年度横断測量)
流況	60年確率流量、100年確率流量
上流端供給土砂量	1次元河床変動計算による上流端通過土砂量

新規ダムの有無による土砂動態の相違

【土砂収支】 (図8参照)

- ・計算範囲全体では、ダム無は侵食傾向、ダム有は堆積傾向となっている。
- ・岩床区間では、ダムの有無にかかわらず、概ね 1 万 m³ 程度の土砂が堆積する。
- ・移動床区間では、ダム無は侵食傾向、ダム有は堆積傾向にある。

2) 計算結果

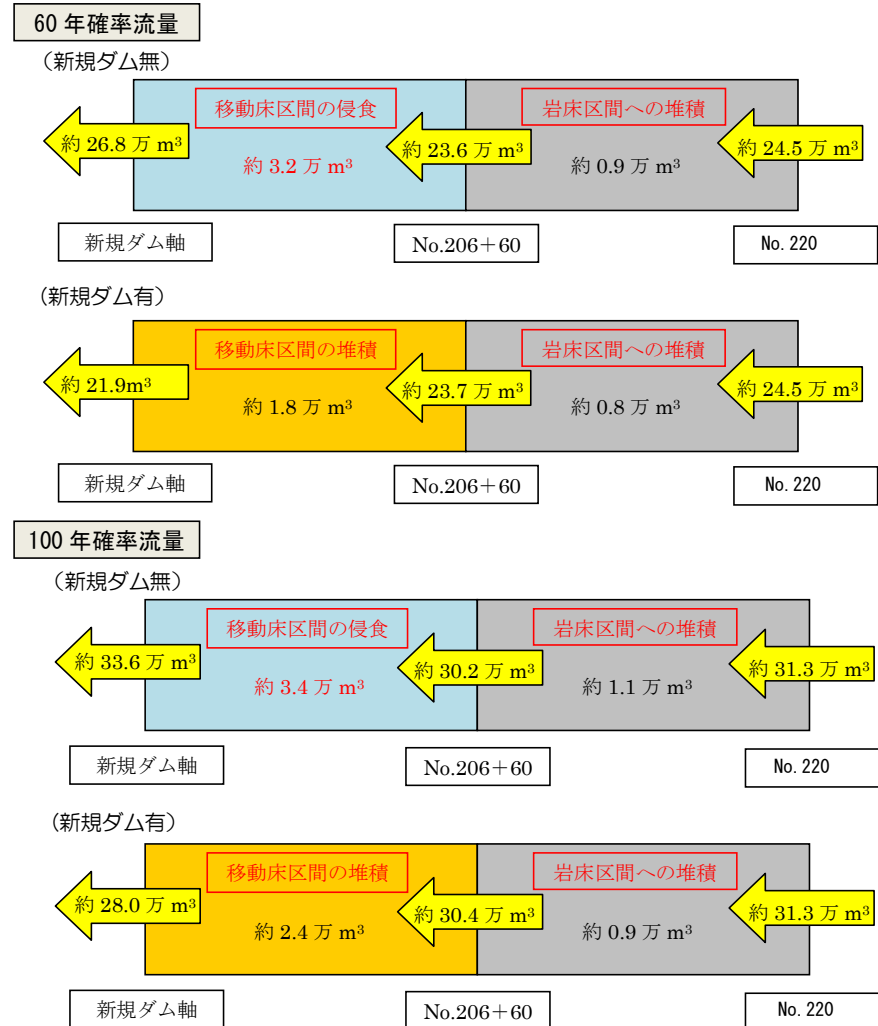
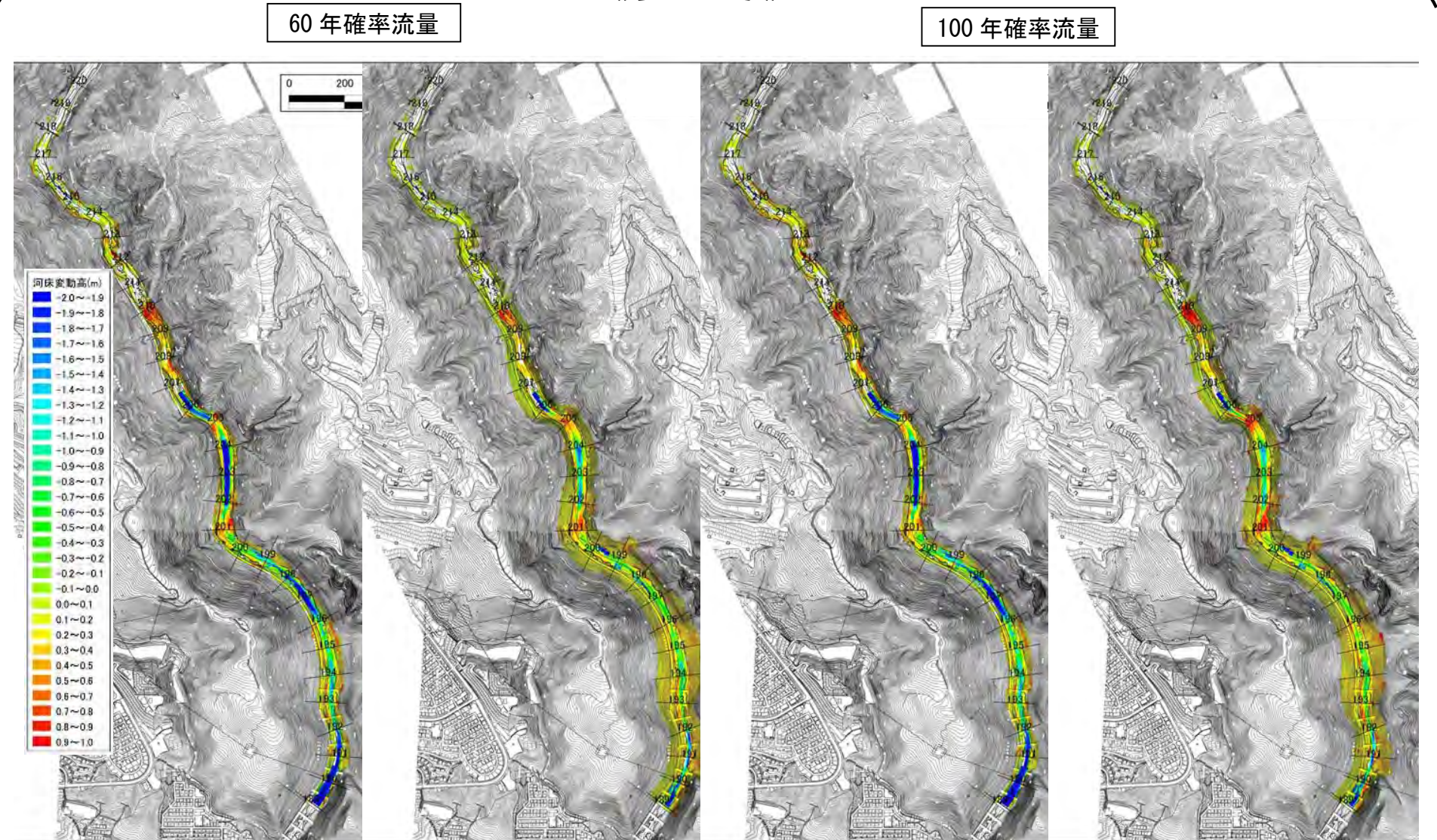


図 8 土砂収支図

《参 考》



4. まとめ

- (1) 通常出水による長期的な土砂動態については、河口から阪急宝塚駅前付近の区間で、ダムの有無による河床変動高の差は小さい。
- (2) 大規模出水による短期的な土砂動態については、ダム上流約 3km の区間全体として、ダムなしは侵食傾向、ダムありは堆積傾向となっている。この対象区間のうち、上流側の岩河床区間では、ダムの有無によらず堆積傾向にあり、下流側の移動床区間では、ダムなしは侵食傾向、ダムありは堆積傾向になっている。
- (3) ダム放流口の目詰まりについては、流水型の益田川ダムと比べて、新規ダムは放流口の規模が大きく、流木による閉塞に対して有利であるものの、益田川ダムと同様に、流木捕捉工や放流口への閉塞防止スクリーンを設置する必要があるかどうかについて、引き続き検討を進める。

今回の調査結果については、今後、河川審議会環境部会の評価を受けることとしており、その際の意見を踏まえ引き続き検討を進めていく。

付 録（流域委員会資料番号対応表）

資料編として編集した本資料の資料番号と流域委員会開催回及び資料番号との対応は、以下のとおり。

資料番号対応表

資料編の資料番号	第 5 5 回～ 6 7 回流域委員会資料の資料番号
資料 1 - 1	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 1
資料 1 - 2	第 5 6 回流域委員会 資料 2 - 2
資料 1 - 3	第 5 6 回流域委員会 資料 2 - 3
資料 1 - 4	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 3
資料 1 - 5	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 4
資料 1 - 6	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 5
資料 1 - 7	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 6
資料 1 - 8	第 5 9 回流域委員会 資料 2 - 3 添付資料 1
資料 1 - 9	第 6 6 回流域委員会 資料 3 - 2 添付資料 4
資料 1 - 1 0	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 7*
資料 1 - 1 1	第 5 9 回流域委員会 資料 2 - 4 添付資料 2
資料 1 - 1 2	第 6 6 回流域委員会 資料 3 - 2 添付資料 3
資料 1 - 1 3	第 5 5 回流域委員会 資料 5 - 8
資料 1 - 1 4	第 6 8 回流域委員会 資料 5
資料 1 - 1 5	第 6 7 回流域委員会 資料 3 - 6*
資料 2 - 1	第 5 7 回流域委員会 資料 3*
資料 2 - 2	第 6 6 回流域委員会 資料 3 - 2 添付資料 2
資料 2 - 3	第 5 8 回流域委員会 資料 3

※委員会提示後の河川整備計画本編の改訂等にあわせて、内容の一部を修正した資料