

5. 熊本地震を踏まえたダム機能の維持

5.1 総貯水容量の確認

5.1.1 立野ダムの容量配分

立野ダムは、白川の洪水被害の防止・軽減を図ることを目的とした洪水調節専用ダム（流水型ダム）であり、常時は空虚である。
立野ダムは総貯水容量約 1,010 万 m³、有効貯水容量約 950 万 m³、計画堆砂量約 60 万 m³ で計画されている。

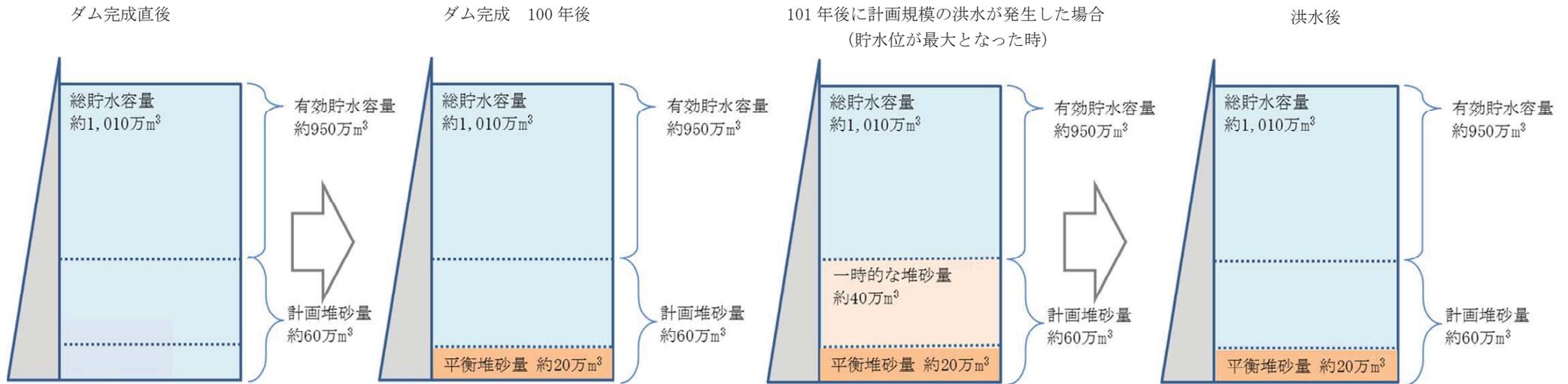


図-5.1.1 立野ダムの容量配分

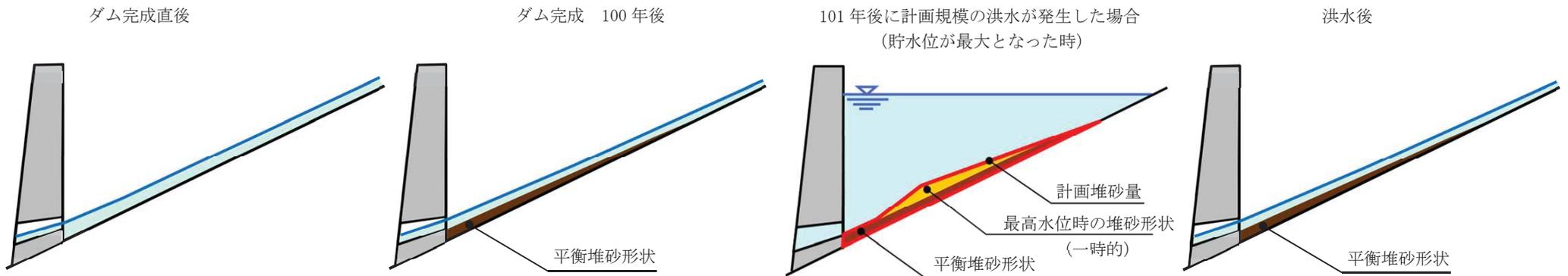


図-5.1.2 堆砂形状のイメージ

5.1.2 総貯水容量の確認（熊本地震後）

(1) 熊本地震前後の総貯水容量、堆砂の状況

熊本地震前後と6月洪水後に実施した航空レーザ測量の結果から、熊本地震後のダムの総貯水容量は約950万 m^3 、6月洪水後のダムの総貯水容量は約960万 m^3 と推計された。6月洪水後の立野ダムの湛水予定地内には約50万 m^3 の土砂が堆積していると推定される。この堆積している土砂量は、立野ダムの100年後の平衡堆砂量（約20万 m^3 ）より約30万 m^3 超過している状態である。

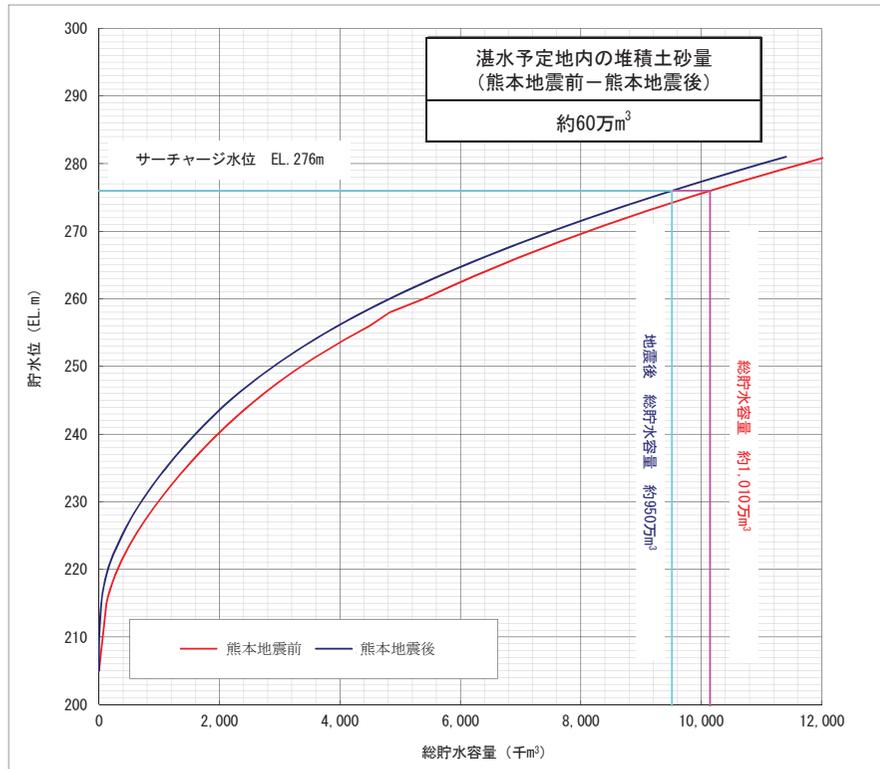


図-5.1.3 湛水予定地内の堆積土砂量（熊本地震前-熊本地震後）

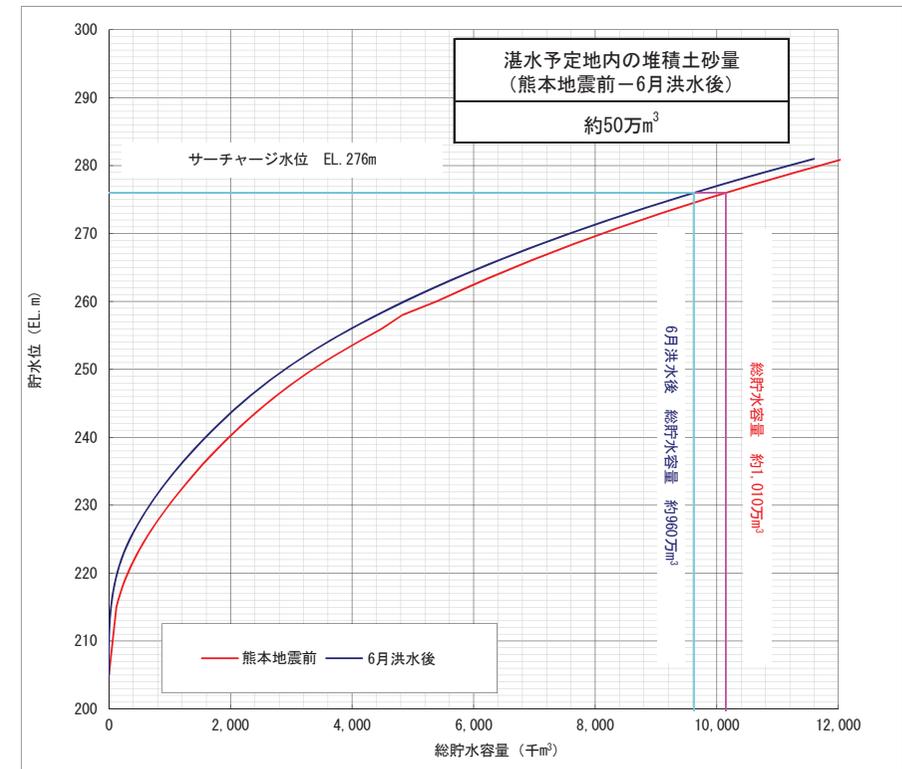


図-5.1.4 湛水予定地内の堆積土砂量（熊本地震前-6月洪水後）

熊本地震前後及び6月洪水後の航空レーザ測量結果から、平均河床高縦断面を作成した結果、堆積した土砂が洪水により下流に流下していることが確認された。

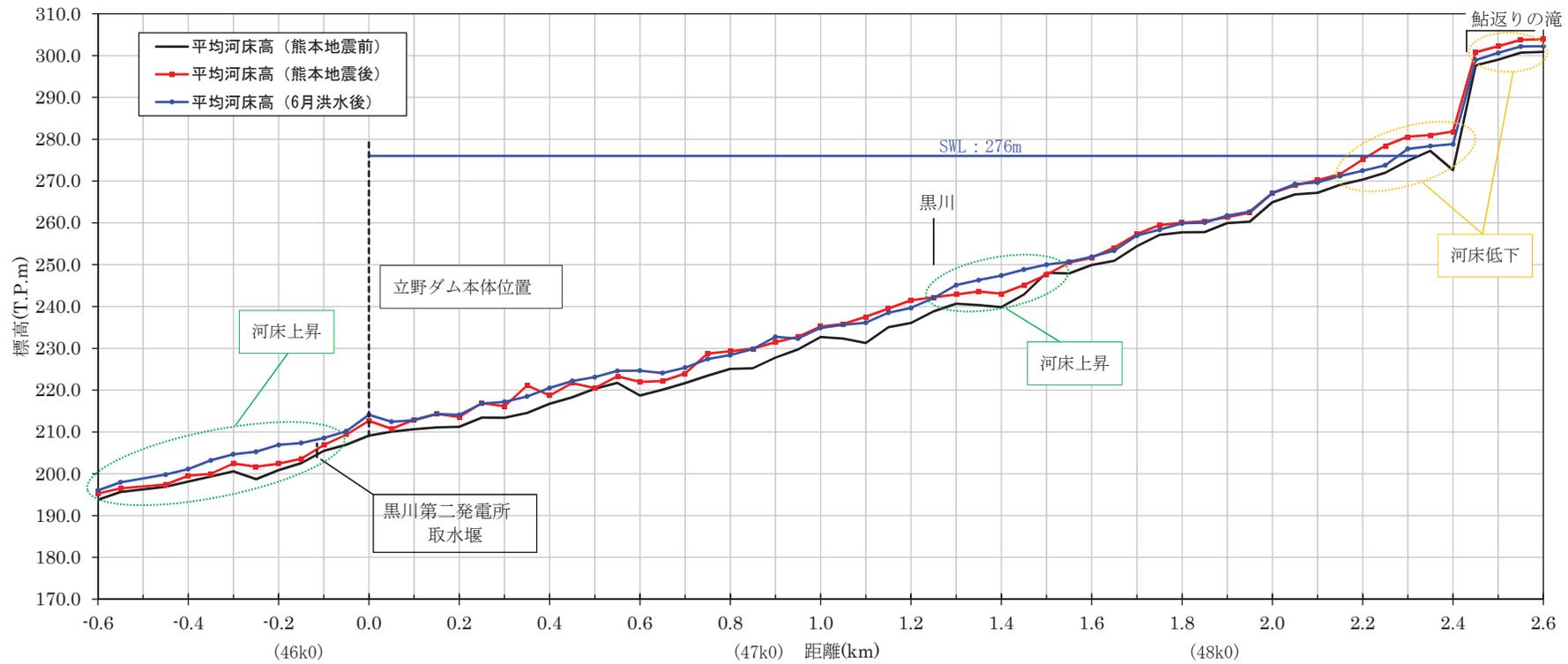


図-5.1.5 白川縦断面図（湛水予定地周辺）

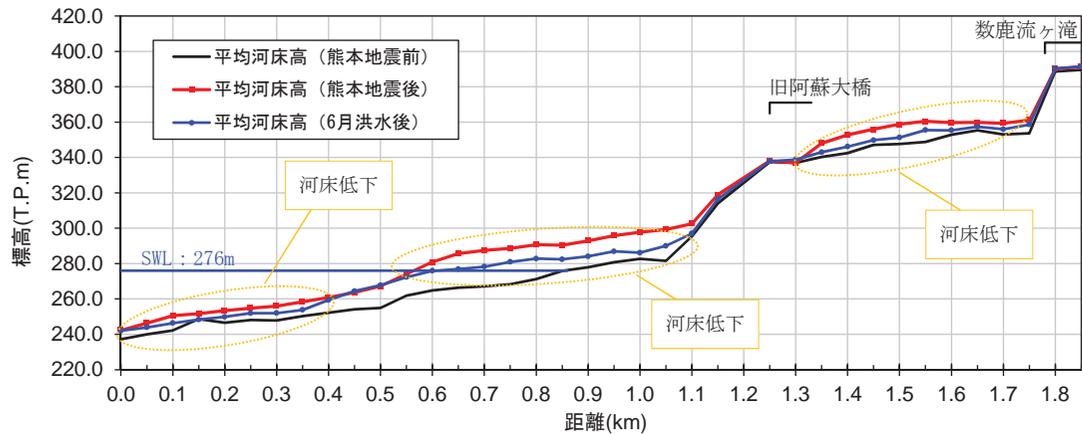


図-5.1.6 黒川縦断面図（湛水予定地周辺）

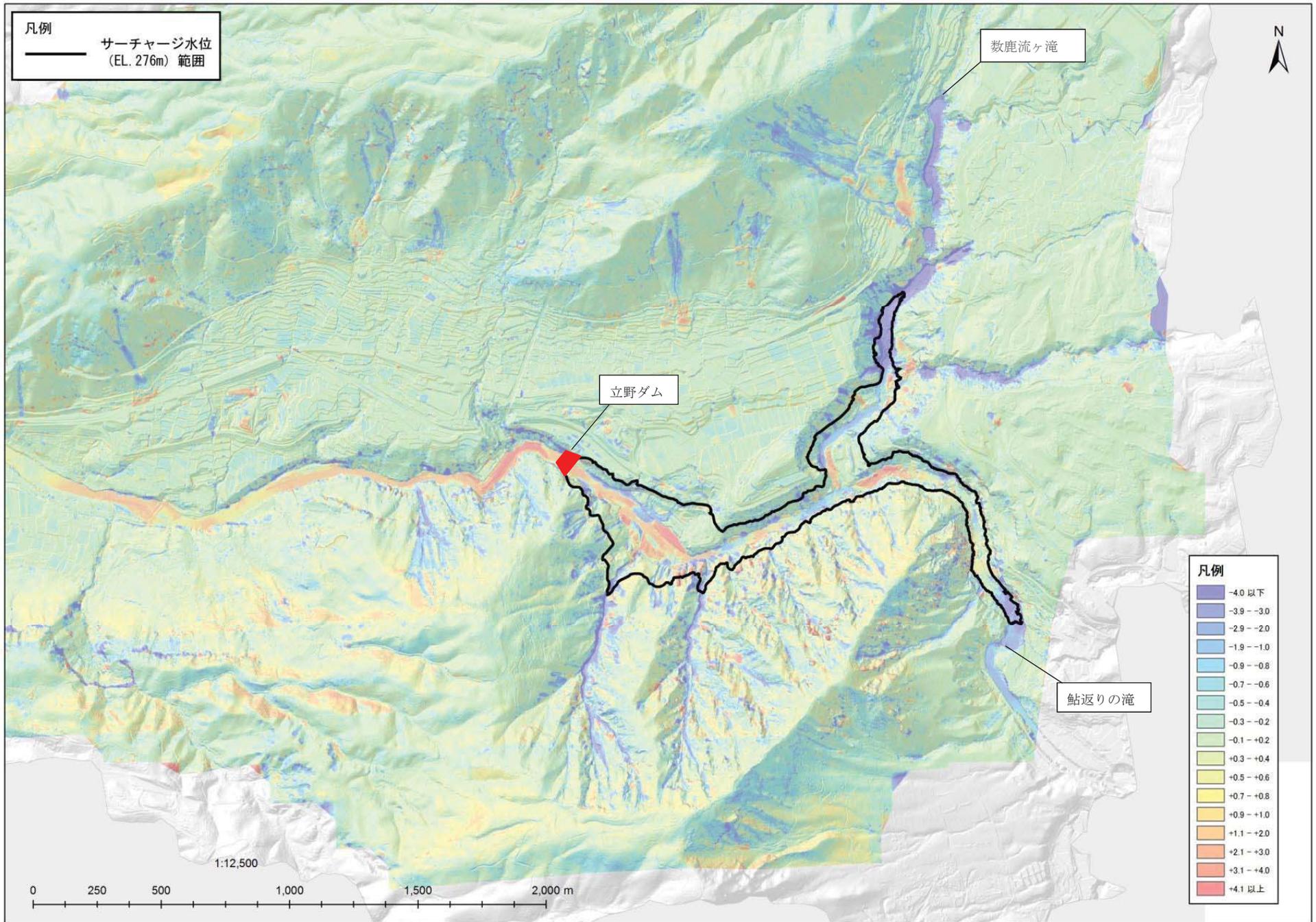


図-5.1.7 航空レーザ測量により鉛直方向差分図（熊本地震後-6月洪水後）

5.1.3 立野ダム上流域の斜面崩壊状況

(1) 阿蘇カルデラ内

白川は、昭和28年、平成2年、平成24年など、これまでも豪雨のたびに、阿蘇カルデラ内の斜面が崩壊することで、土砂及び流木の生産を繰り返してきた河川である。平成24年の九州北部豪雨では、阿蘇中岳より東側と外輪山の東側に斜面崩壊が集中していたが、熊本地震では、阿蘇中岳より西側斜面と外輪山の西側に斜面崩壊が集中している特徴がある。

- 平成24年の九州北部豪雨後の阿蘇カルデラ内の崩壊面積と、熊本地震後の崩壊面積を比較した結果、九州北部豪雨後が約4.7km²、熊本地震後が約2.9km²である。
- 崩壊面積に不安定土砂の面積を加えた場合、九州北部豪雨後が約7.1km²、熊本地震後が約5.9km²である。

表-5.1.1 阿蘇カルデラ内の斜面の崩壊状況

項目	H2年7月洪水	H24九州北部豪雨	H28熊本地震
崩壊面積	1.3km ²	4.7km ²	2.9km ²
不安定土砂面積※	2.9km ²	2.4km ²	3.0km ²
崩壊地等面積合計	4.2km ²	7.1km ²	5.9km ²

※不安定土砂面積とは、崩壊土砂の堆積範囲のことを示す。

平成2年、平成24年の面積は、7.12 熊本広域大水害の土砂災害（熊本県阿蘇地域振興局土木部作成）のデータを基に国土交通省にて作成。

平成28年の面積は、国土交通省にて作成。



写真-5.1.1 斜面崩壊状況 (H24九州北部豪雨)



写真-5.1.2 斜面崩壊状況 (H24九州北部豪雨)

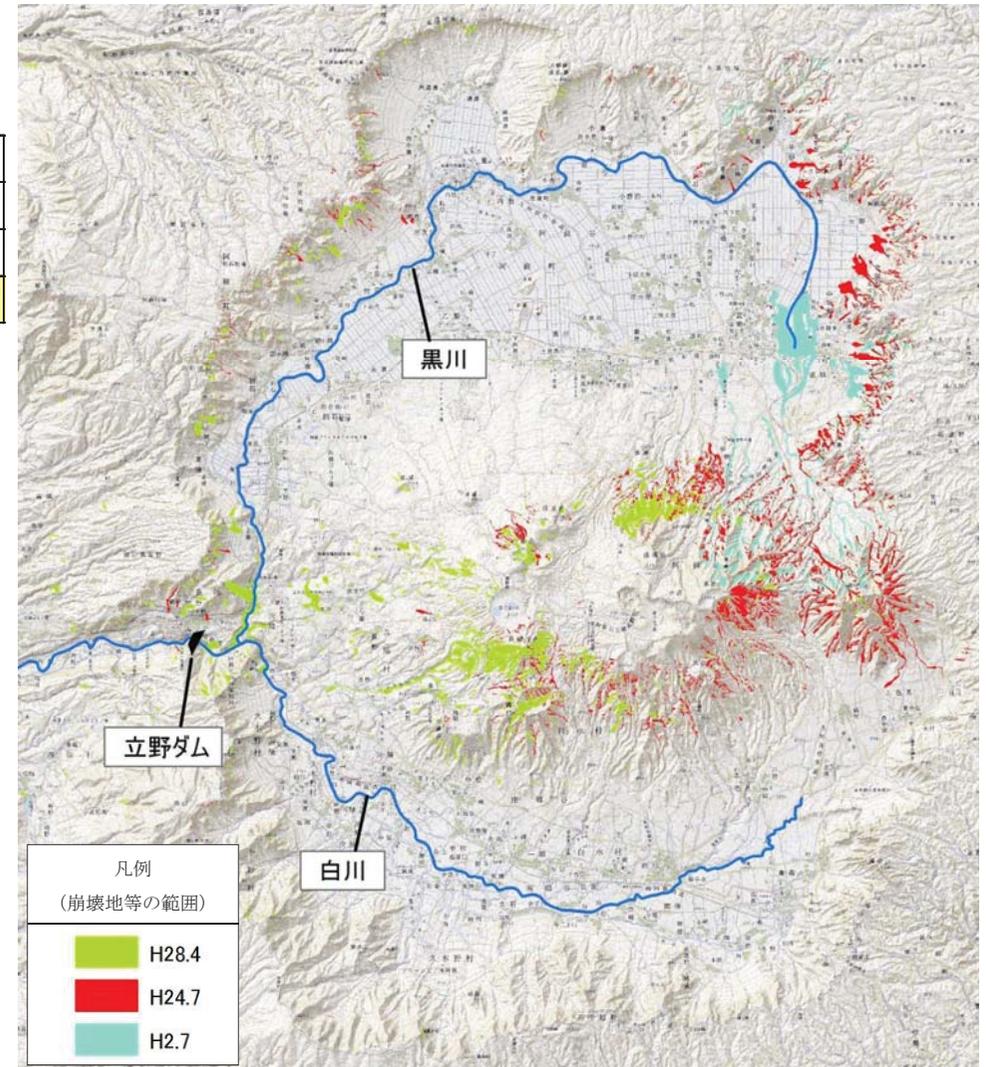


図-5.1.8 阿蘇カルデラ内の斜面崩壊状況

(2) 立野ダム周辺

立野ダムの湛水予定地周辺について、航空レーザ測量を用いて崩壊面積を推計した結果、熊本地震後で約 0.6km²、6 月洪水後で約 0.9km²の斜面崩壊が確認されており、熊本地震後の降雨により斜面崩壊の範囲が少しずつ広がっている。

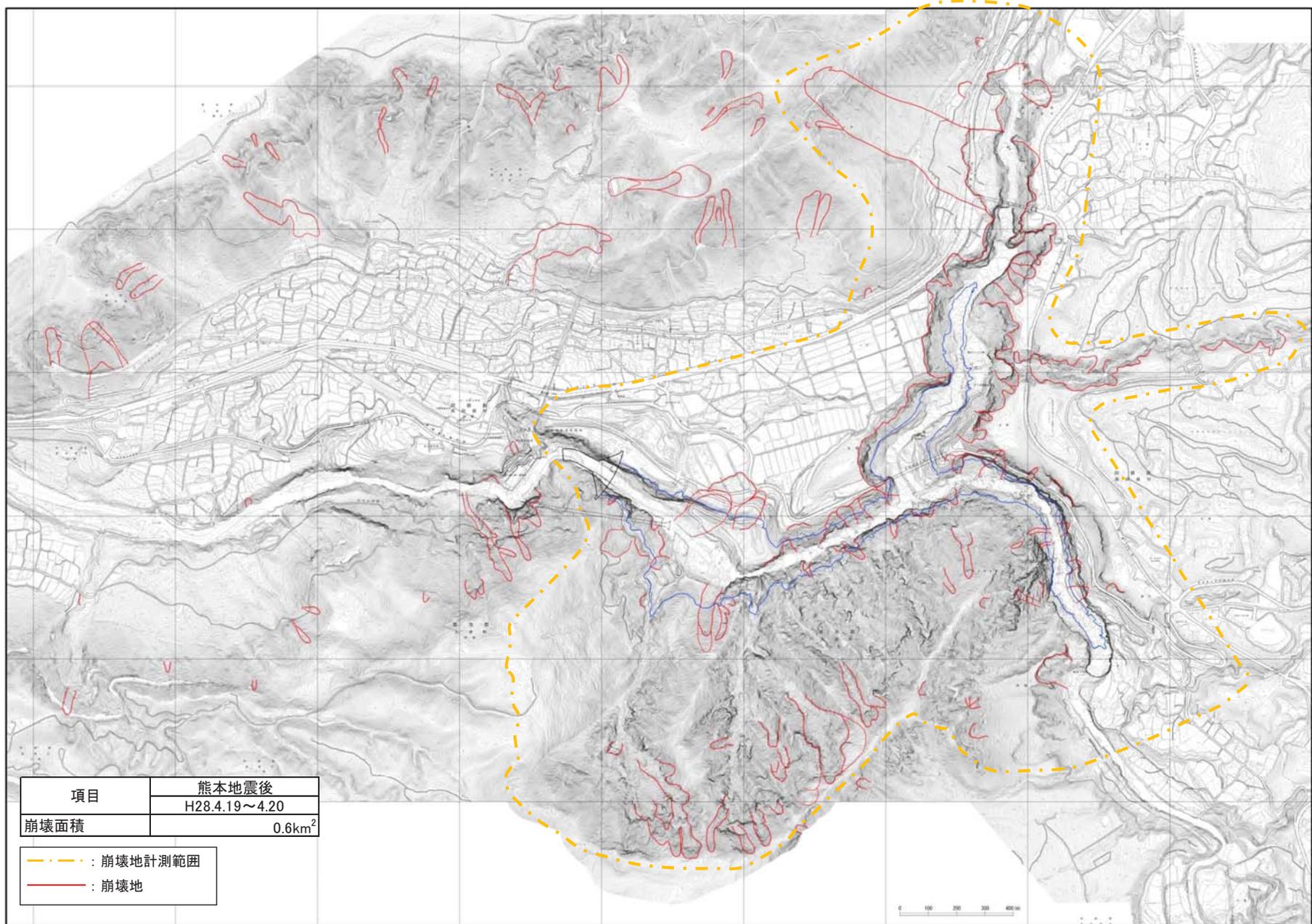


図-5.1.9 立野ダム周辺の崩壊状況図（熊本地震後）

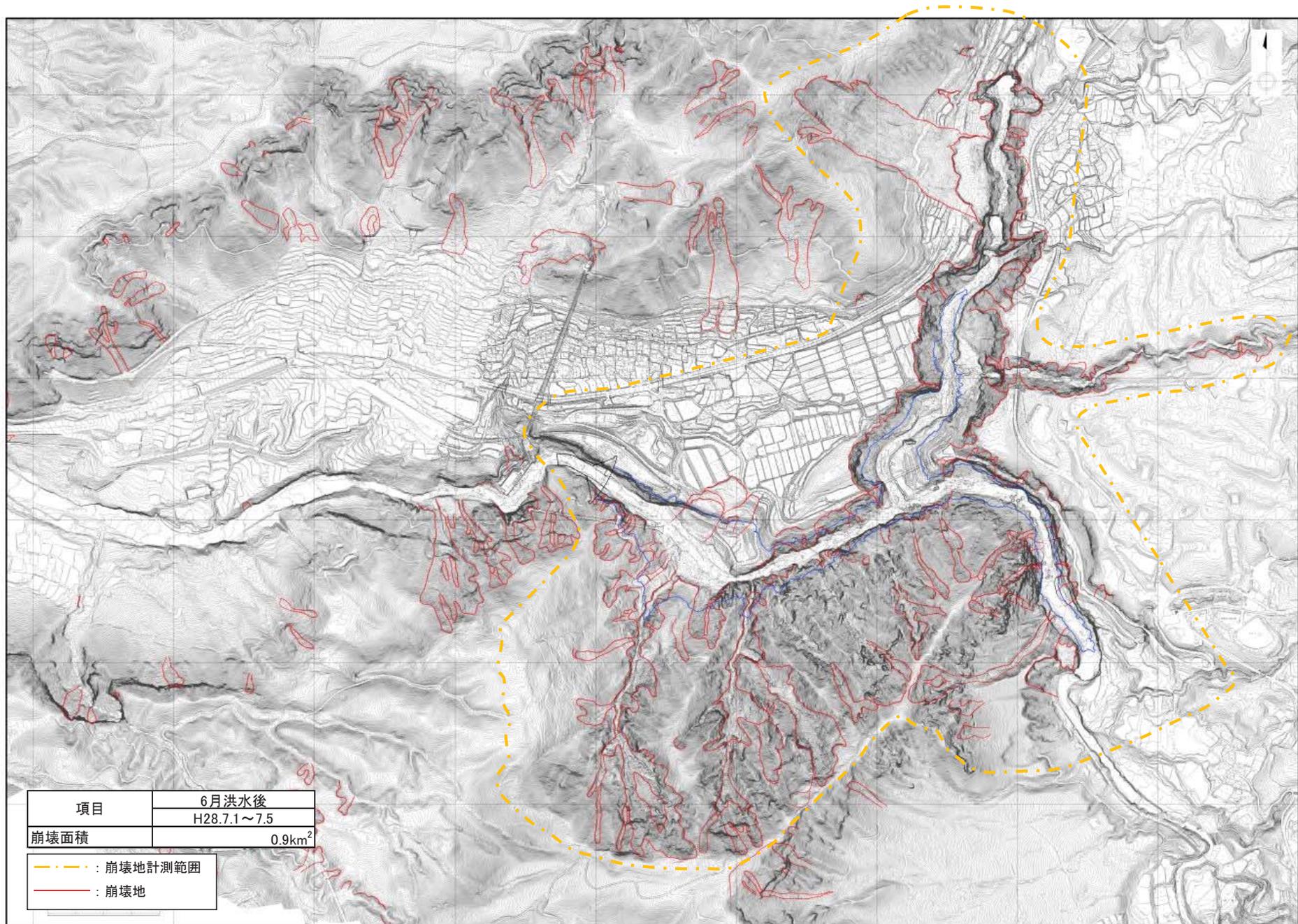


図-5.1.10 立野ダム周辺の崩壊状況図 (6月洪水後)

5.1.4 熊本地震を踏まえた土砂の流入について

(1) 計画堆砂量

立野ダムの計画堆砂量は、土砂の流入、堆積、流出などの現象を反映するため、平成22年までの近傍類似ダムの実績堆砂量等から計画流入土砂量を設定し、昭和28年から平成21年までの白川の流量データ等を用いて土砂の堆積や流出等を再現する100年間の予測計算を行っている。その結果、100年後の平衡堆砂量は約20万 m^3 と推定され、101年目に計画規模の洪水が発生した時の貯水位が最大となった時に一時的に堆積する土砂量を計画堆砂量として約60万 m^3 と設定している。

表-5.1.2 各ダムの特性値と流入土砂量

ダム名	水文特性			流域特性				比流入土砂量 ($m^3/km^2/年$)
	年降水量 (mm)	最多日雨量 (mm/日)	比流量 ($m^3/km^2/年$) ※1	傾斜度 ($^{\circ}$) ※2	起伏度 ※2	森林分布率 (%) ※3	崩壊地比率 (%) ※4	
松原ダム	2,317	169	0.065	19.2	149.6	62.4	0.032	625
下釜ダム	2,940	220	0.075	25.5	140.3	93.2	0.218	914
合所ダム	2,018	143	0.030	26.3	150.8	91.4	0.036	303
芹川ダム	1,753	173	0.052	18.2	142.9	69.0	0.028	204
緑川ダム	2,446	177	0.061	23.1	215.0	77.1	0.066	599
相関係数	0.983	0.790	0.818	0.344	0.082	0.274	0.815	—
立野ダム	2,711	190	0.058	20.3	81.2	36.8	0.179	—
比流入土砂量	786	638	548	471	471	290	823	—

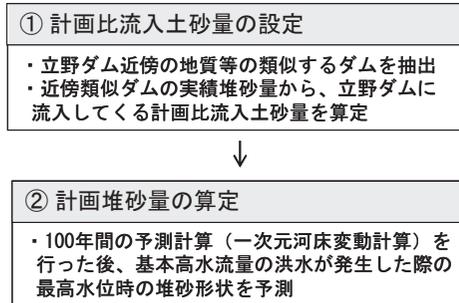


図-5.1.11 計画堆砂量の主な算定フロー

計画比流入土砂量は、近傍類似ダムの実績堆砂量と相関係数が最も高い年降水量を基に $800m^3/km^2/年$ と決定している

近傍類似ダムの年降水量、最多日雨量、比流量については、松原ダム：S48年～H22年まで、下釜ダム：S48～H22年まで、合所ダム：H6～H22年まで、芹川ダム：S32～H22年まで、緑川ダム：S46～H22年までの平均値を使用
立野ダムの年降水量、最多日雨量、比流量はS55年からH21年までの平均値を使用
※1 比流量=年平均流入量 ($m^3/s/年$) ÷ 流域面積 (km^2)
※2 傾斜度, 起伏度：「国土数値情報（自然-標高・傾斜度メッシュ）1981年」より算定
※3 森林分布率：「環境省自然環境保全基礎調査（植生調査）1979年」の植生図から算定
※4 崩壊地比率：「国土地理院撮影空中写真1985年～2003年」から崩壊地判読により算定

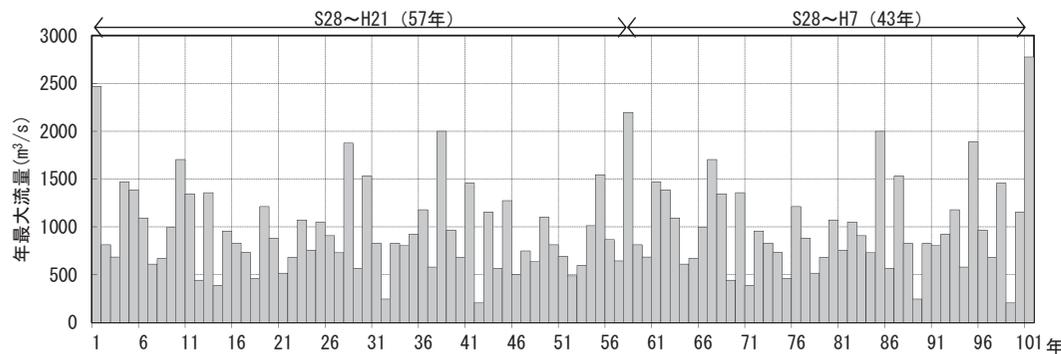


図-5.1.12 流入量の時系列設定

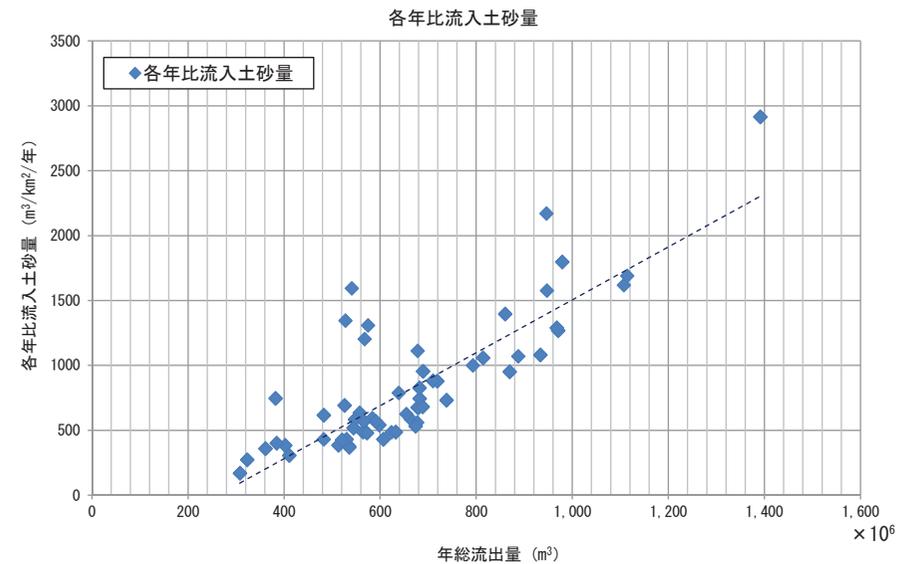
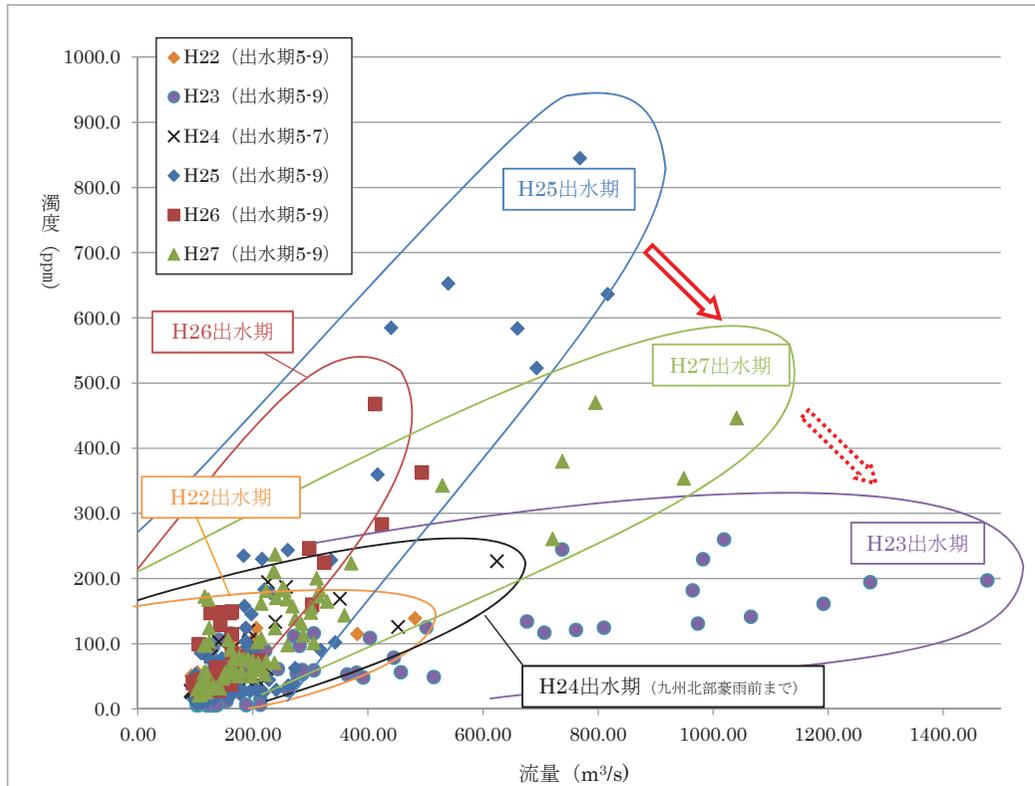


図-5.1.13 各年比流入土砂量

(2)九州北部豪雨前後の土砂の状況

平成 24 年九州北部豪雨前後の白川の経年的な濁度を確認した結果、九州北部豪雨に伴う斜面崩壊により一時的に濁度が上昇したものの数年かけて低下することが確認された。白川はこれまでも災害のたびに土砂の生産を繰り返してきた河川であり、熊本地震直後の現在は一時的に崩壊斜面からの土砂の生産が多い状況であるが、今後は九州北部豪雨後と同様に数年かけて土砂の生産量が低下していくものと考えられる。これらのことから、現時点で直ちに計画流入土砂量を変更する必要はないと考えられるが、引き続き白川の土砂の状況を把握していく。(立野ダムの完成は、6 年後の平成 34 年度を予定)



※H23年度の流量データは参考値、H27年度の流量データは暫定値であり、今後変更になる可能性がある。
 ※H24年度のデータは、H24.7九州北部豪雨により濁度計が被災(故障)したため、九州北部豪雨前までのデータのみで整理

図-5.1.14 立野観測所 濁度経年比較

[地震による斜面崩壊で一時的に流入土砂が増えた事例]

昭和 59 年 9 月 14 日に長野県西部地震 (マグニチュード 6.8 規模の直下型地震) が発生し、周辺の家屋および道路等の公共施設が大きな被害を受けた。

この地震で、御岳山の一部が崩壊 (崩壊土量約 3,600 万 m³) し、その後牧尾ダム貯水池に流入し続け、その流入量は最大 230 万 m³/年に達した。

牧尾ダムへの流入土砂量の経年変化を見て分かるように、現在 (平成 4 年) ではその対策 (治山、治水、砂防等) による効果が現れ震災前の流域の状態に戻つつあると言える。



図-5.1.15 木曽川水系図

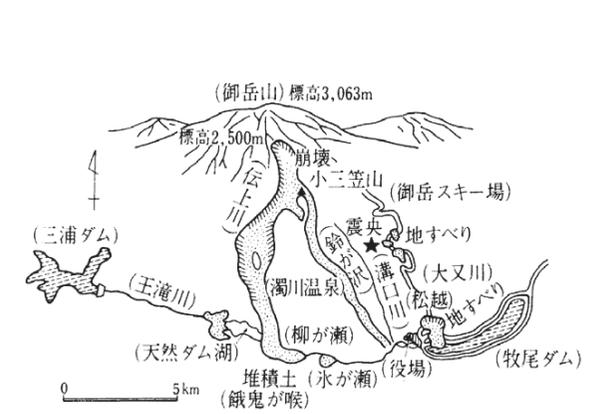


図-5.1.16 土砂流出分布図

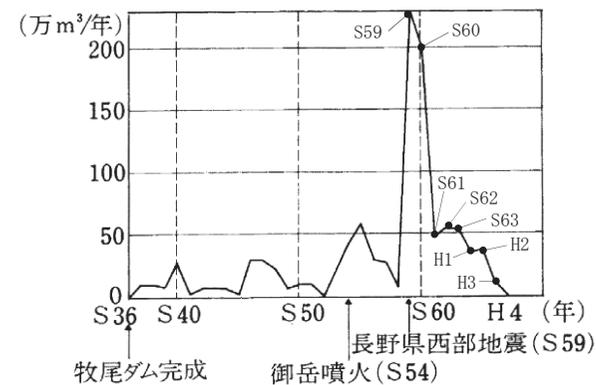


図-5.1.17 牧尾ダムの年堆砂量の推移 (昭和 36 年～平成 4 年)

※出典：農業土木学会誌 第 63 巻 第 8 号を一部加筆

5.1.5 崩壊斜面の安定化

平成 24 年の九州北部豪雨で斜面崩壊を起し、その後対策を実施済みであった斜面は、今回の熊本地震及びその後の降雨でも大きな被害は受けておらず、斜面の安定対策や土砂の流出抑制対策は技術的に十分可能である。

土砂の流出は、崩壊斜面の対策が順次講じられることで抑制されていくと考えられる。

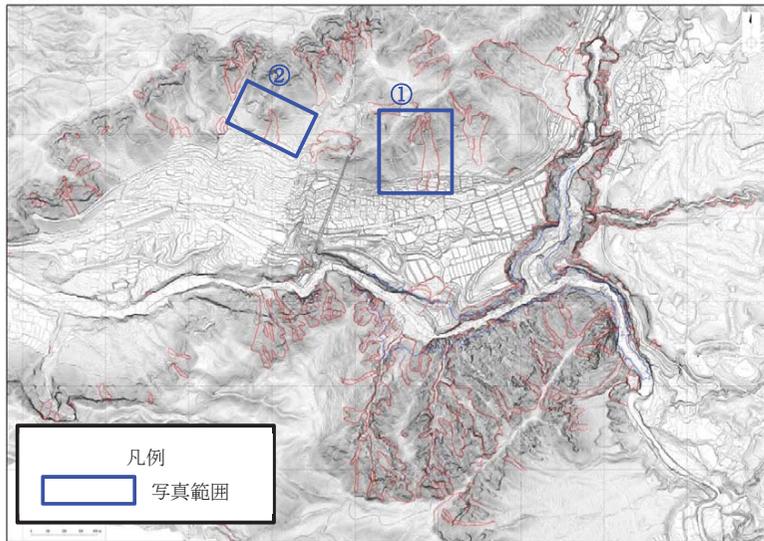


図-5.1.18 立野ダム周辺の崩壊状況図（6月洪水後）



写真-5.1.3 斜面对策状況①



写真-5.1.4 斜面对策状況②

5.1.6 総貯水容量の確保（熊本地震後）

立野ダムの完成までに約 30 万 m³の掘削を行い、立野ダム完成時の堆砂量を約 20 万 m³として、流量データ等を用いて、一次元河床変動計算により、100 年間の堆砂量のシミュレーションを行った結果、堆砂量の大きな変化はなく概ね 20 万 m³で平衡堆砂量となることが確認された。

以上のことから、ダム完成時までに約 30 万 m³の掘削を行い、堆砂量を約 20 万 m³とすることで、完成時に洪水調節のために必要な容量を確保することは十分可能と考えられる。ダム完成後の維持管理については、洪水後の堆砂の状況を踏まえながら、必要に応じて維持掘削等を適宜実施することにより、立野ダムの洪水調節機能は維持できると考えられる。

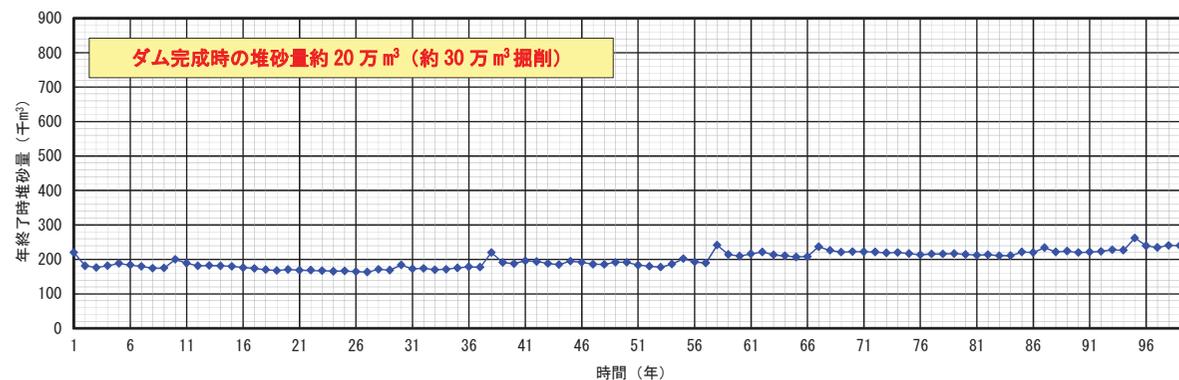


図-5.1.19 河床変動計算結果

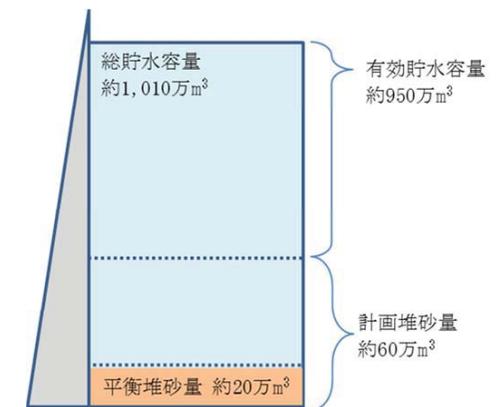


図-5.1.20 ダム完成時のイメージ

5.1.7 技術的な確認・評価

熊本地震後の総貯水容量について以下のことが確認された。

- ・熊本地震前後と6月洪水後に実施した航空レーザ測量の結果から、熊本地震後のダムの総貯水容量は約950万 m^3 、6月洪水後のダムの総貯水容量は約960万 m^3 と推計される。6月洪水後でも立野ダムの湛水予定地内には約50万 m^3 の土砂が堆積していると推定される。この堆積している土砂量は、立野ダムの100年後の平衡堆砂量（約20万 m^3 ）より約30万 m^3 超過している状態である。
- ・平成24年九州北部豪雨前後の白川の経年的な濁度を確認した結果、九州北部豪雨に伴う斜面崩壊により一時的に濁度が上昇したものの数年かけて低下することが確認された。白川はこれまでも災害のたびに土砂の生産を繰り返してきた河川であり、熊本地震直後の現在は一時的に崩壊斜面からの土砂の生産が多い状況であるが、今後は九州北部豪雨後と同様に数年かけて土砂の生産量が低下していくものと考えられる。これらのことから、現時点で直ちに計画比流入土砂量を変更する必要はないと考えられるが、引き続き白川の土砂の状況を把握していく。（立野ダムの完成は、6年後の平成34年度を予定）
- ・平成24年の九州北部豪雨で斜面崩壊を起こし、その後対策を実施済みであった斜面は、今回の熊本地震及びその後の降雨でも大きな被害は受けておらず、斜面の安定対策や土砂の流出抑制対策は技術的に十分可能である。土砂の流出は、崩壊斜面の対策が順次講じられることで抑制されていくと考えられる。
- ・立野ダムの完成までに約30万 m^3 の掘削を行い、立野ダム完成時の堆砂量を約20万 m^3 として、流量データ等を用いて、一次元河床変動計算により100年間の堆砂量のシミュレーションを行った結果、堆砂量の大きな変化はなく概ね20万 m^3 で平衡堆砂量となることが確認された。以上のことから、ダム完成時までに約30万 m^3 の掘削を行うなどにより、堆砂量を約20万 m^3 とすることで、完成時においても洪水調節のために必要な容量を確保することは十分可能と考えられる。

熊本地震後の状況を踏まえても、ダム完成までに土砂掘削等の必要な対策を講じることで、完成時においても洪水調節のために必要な容量を確保することは十分可能と考えられる。

（立野ダム完成後の維持管理に向けて）

立野ダム完成後の運用においても、定期的に湛水予定地内の堆砂の状況を航空レーザ測量等で把握し、その結果を踏まえ、必要に応じて維持掘削等の対策を適宜実施することにより、立野ダムの洪水調節機能は維持できると考えられる。

5.2 流木の放流孔に対する影響の確認

5.2.1 流木対策の検討（熊本地震前）

(1) スクリーン及び流木等捕捉施設の設置

立野ダムの放流孔は、約5m×5mのものが河床付近に1箇所、それより高い位置に2箇所の計3箇所設置する計画としている。この放流孔を流木によって閉塞させないために、放流孔呑口部にスクリーンの設置を計画している。また、さらなる安全対策として、立野ダム建設予定地上流の約200m地点に流木等捕捉施設（スリットダム：スリット幅2m）の設置を計画している。

これらの対策を実施することにより、洪水初期や洪水末期の水位が低い時は流木等捕捉施設により、水位が上昇した際にはほとんどの流木も合わせて上昇することから、スクリーンにより流木を捕捉し、洪水後には流木等捕捉施設等に捕捉された流木を撤去する計画としている。

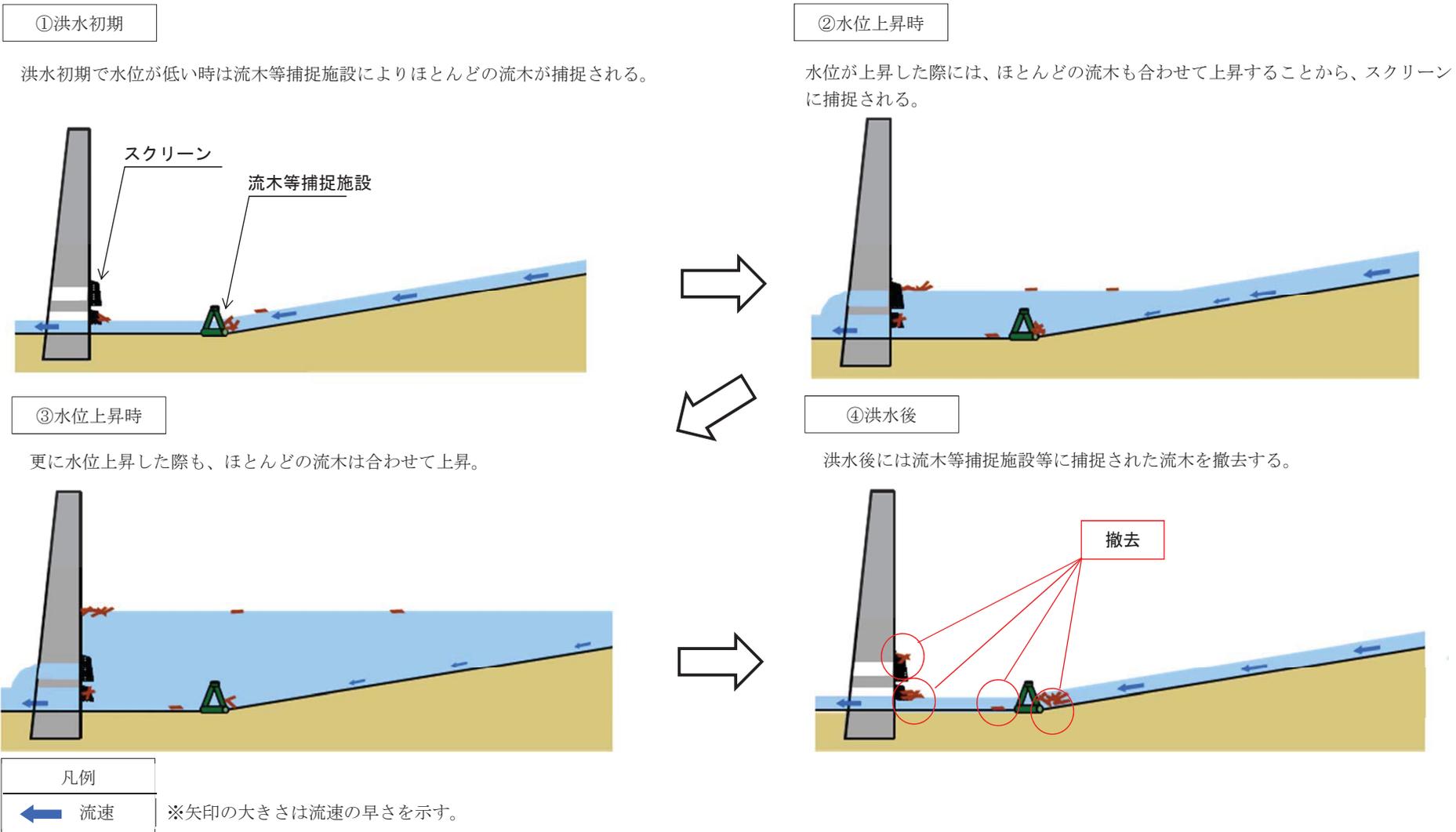
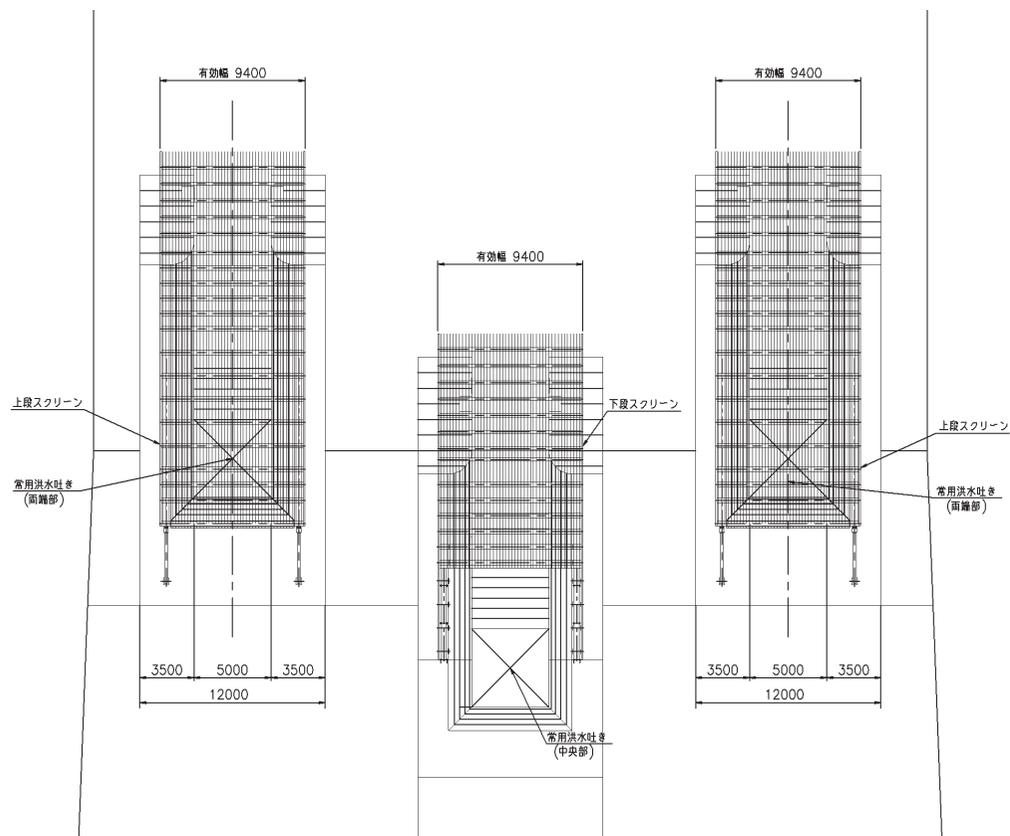


図-5.2.1 放流孔閉塞対策イメージ図

スクリーン及び流木等捕捉施設（スリットダム）の形状は、現時点では、他ダムの事例等を参考に以下のような施設を想定している。
 洪水後に管理用道路を利用し捕捉された流木を撤去する計画としている。

正面図



横断面

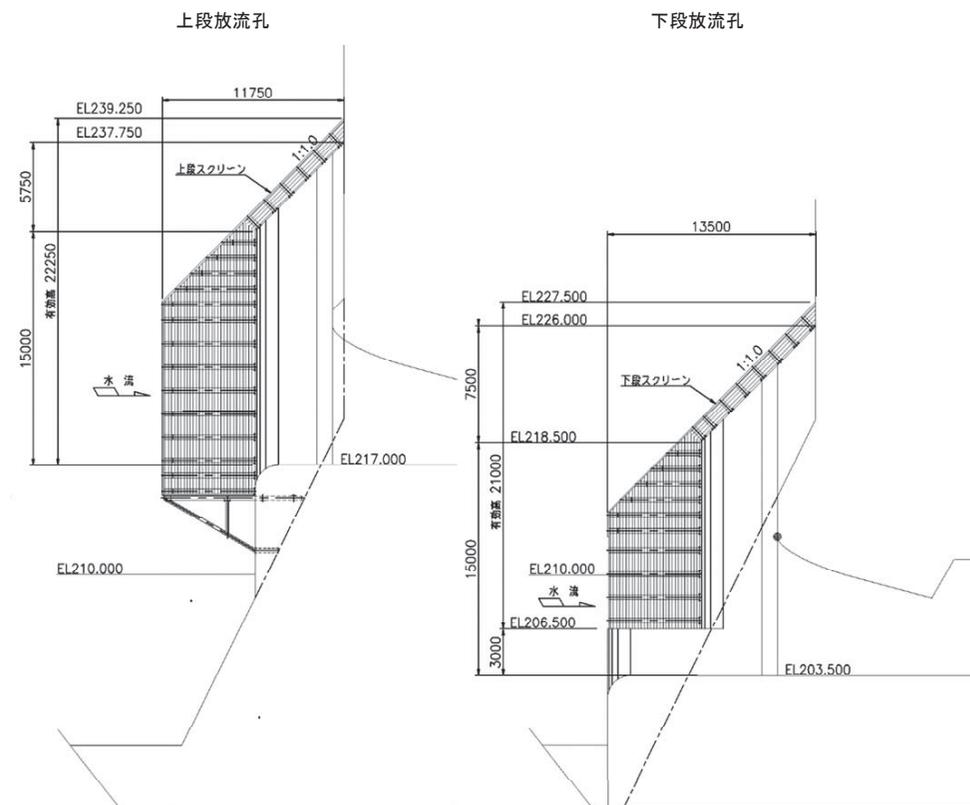


図-5.2.2 スクリーン構造図 (案)

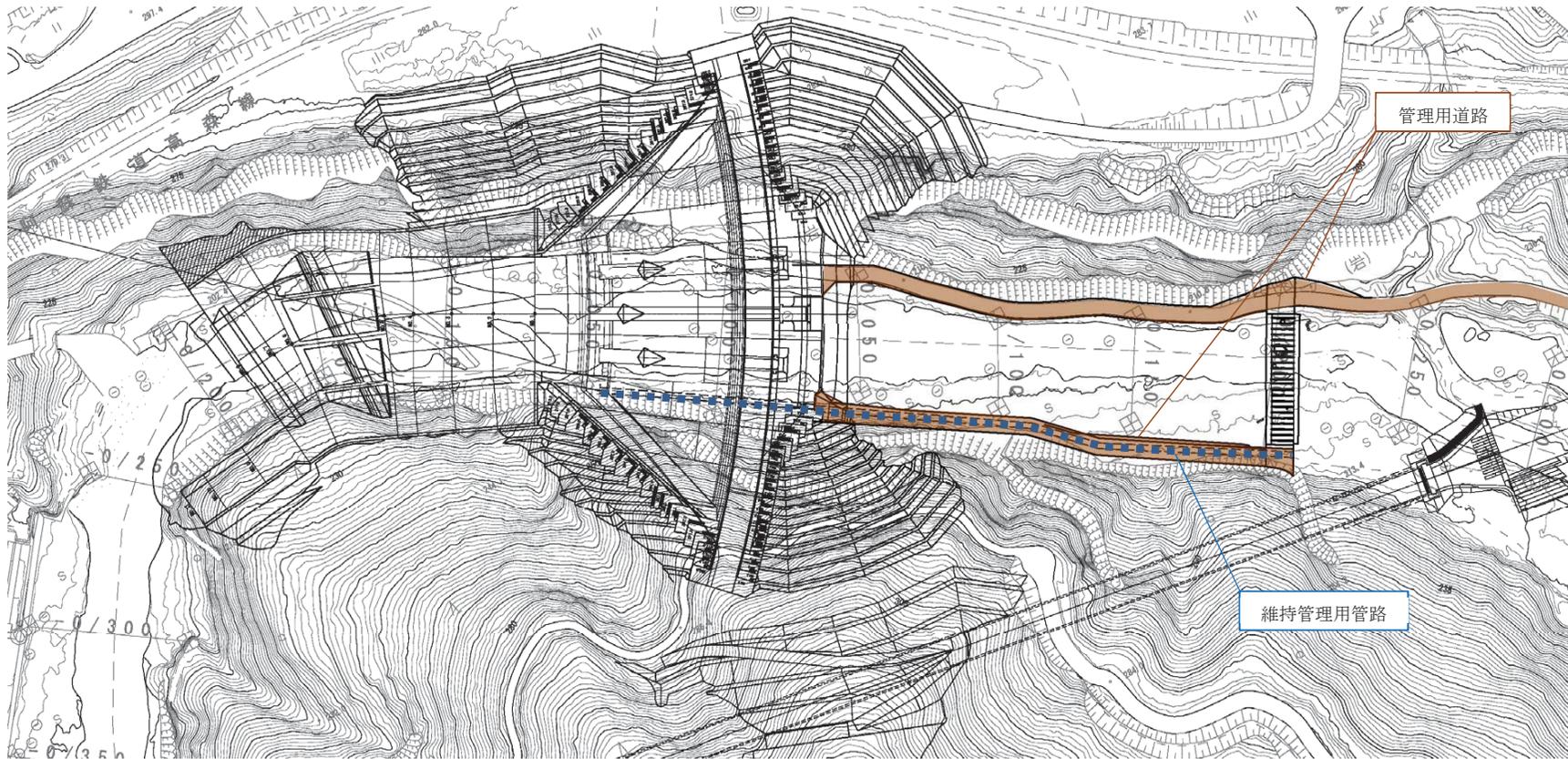


図-5.2.3 流木等捕捉施設位置図(案)

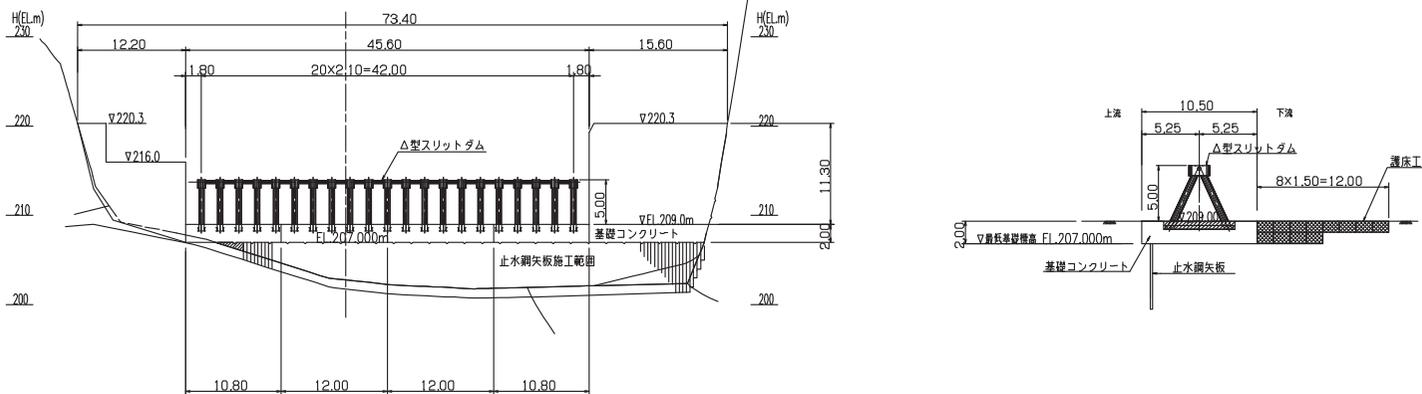


図-5.2.4 流木等捕捉施設構造図(案)

(2) 水理模型実験

立野ダムでは、大量の流木が流下した場合でも洪水調節能力が影響を受けないことを確認するため、水理模型実験を実施している。

水理模型実験の結果、放流孔に設置されるスクリーンにより放流孔まで一定の距離が確保されることから、スクリーン表面の流速が遅くなり、ほとんどの流木は洪水調節による水位上昇に合わせて浮き上がる。さらに、浮き上がった流木は、水位低下に合わせて下がり、河床の放流孔前に堆積する。

水理模型実験の結果では、洪水後の水位の低下に伴い、河床部の放流孔前に流木が堆積するものの、放流孔（高さ 5m×幅 5m）内に流木が固定化されるような閉塞を生じることはなく、洪水調節能力にも影響がないことを確認している。

※閉塞とは、流木が放流孔内に固定化され、大きく放流能力が低下する状態

〔水理模型実験諸元〕

模 型 縮 尺 : 1/62.5

流 木 模 型 : 立野ダム左岸側国有林の樹木調査結果を参考に設定

流 下 流 木 : 作成した流木模型を混合

流 木 投 入 条 件 : 水面全体に流木が浮いている状態を保つように流木を投入

流 木 投 入 量 : 約 1,400 本 (湛水予定地全体に換算 : 約 67,000 本)

水 位 条 件 : 洪水初期→水位上昇→水位下降→水位再上昇

表-5.2.1 流木模型 (原型値)

流木長(m)	樹木直径(m)
1.5	0.11
2.5	0.31
5	0.31
7.5	0.31
10	0.31
15	0.31

〔流木調査の概要〕

調 査 範 囲 : 立野ダム左岸側国有林 (約 14 万 m²)

対 象 樹 木 数 : 約 35,000 本 (うち幼木 5,000 本)

調 査 結 果 : 平均樹木高 11.3m、平均樹木径 0.32m

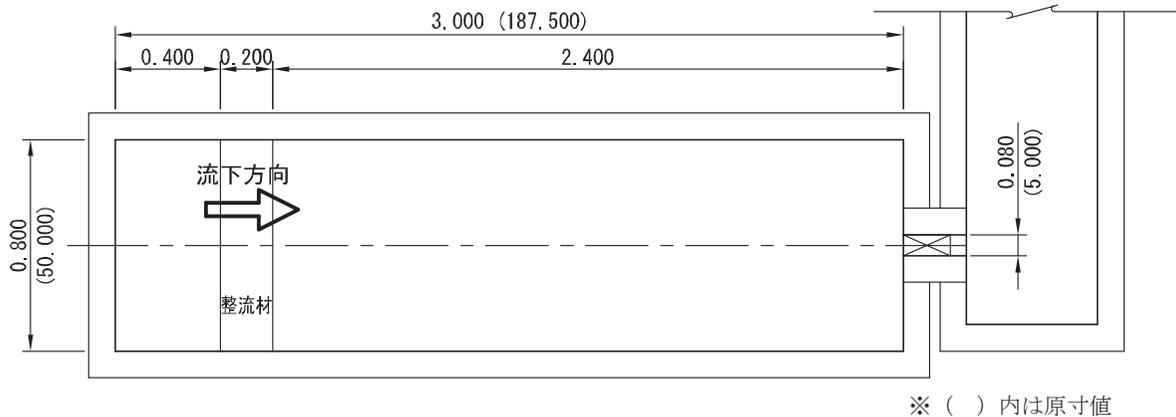


図-5.2.5 水理模型平面図



写真-5.2.1 流木の投入状況

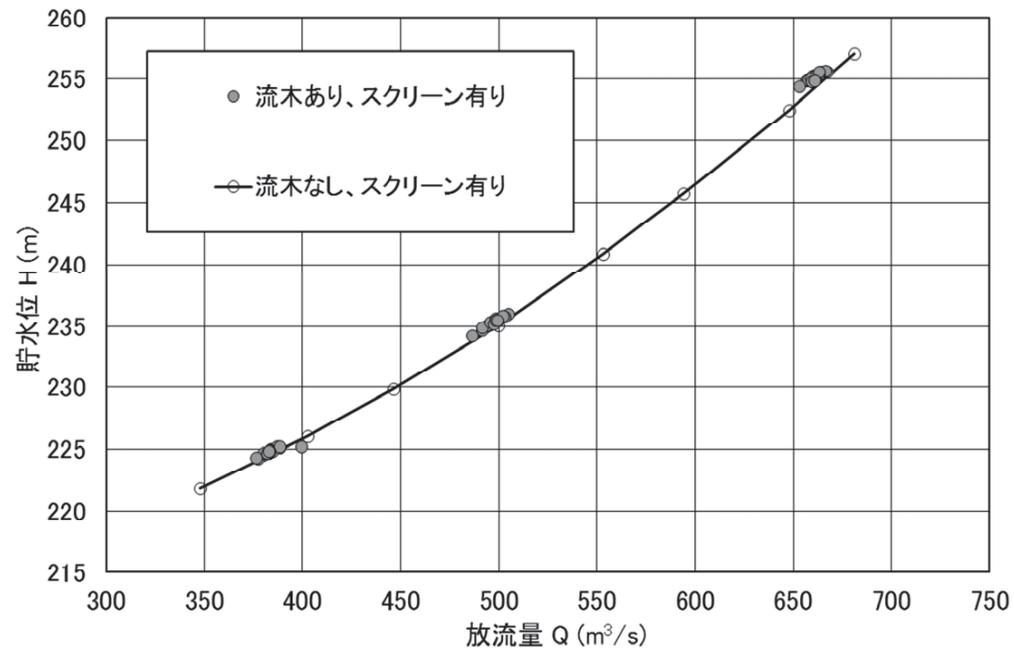


図-5.2.6 水理模型実験の結果（下段放流孔）



※水理模型実験は、上流に流木等捕捉施設を設置していない状態で実施。

写真-5.2.2 水理模型実験の状況

5.2.2 流木長さ・直径の確認（熊本地震後）

熊本地震後の6月洪水により発生し、橋脚等に堆積した流木約2,000本について、撤去時に流木長、直径を計測した結果、流木長は15m以下のものが100%、直径は35cm以下のものが約90%であり、水理模型実験で設定した流木の諸元（流木長と流木直径）とほぼ一致していることから、水理模型実験の流木の設定条件が熊本地震前後で変わらないことを確認した。

[調査期間] 6月24日～7月20日

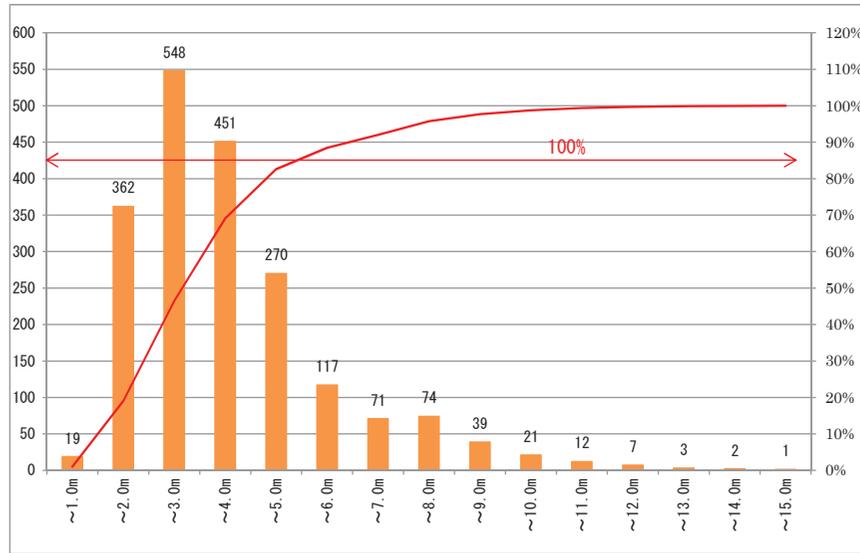


図-5.2.7 流木長の調査結果

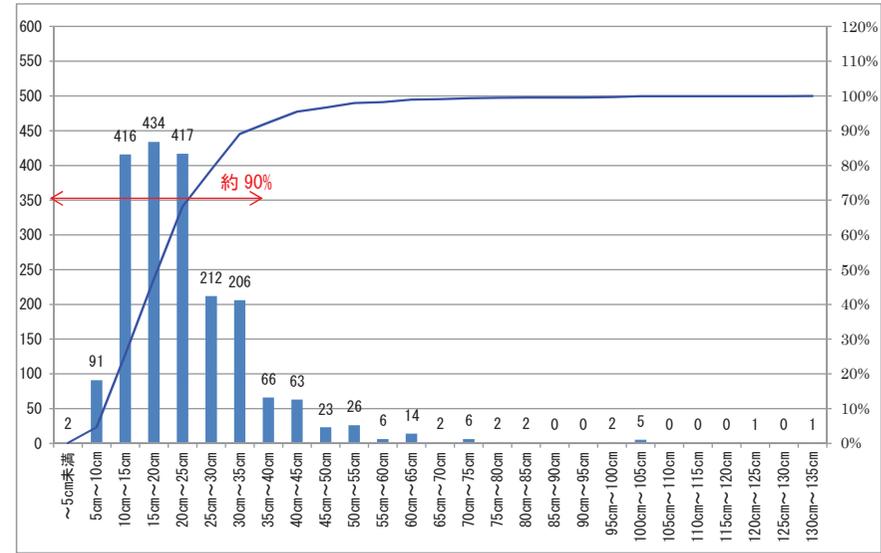


図-5.2.8 流木直径（目通し1.2m）の調査結果



写真-5.2.3 明午橋流木状況



写真-5.2.4 畑井手堰流木状況



写真-5.2.5 立野ダムサイト付近流木状況

5.2.3 倒木量の推定（熊本地震後）

航空レーザ測量のデータを用いて6月洪水後の湛水予定地周辺の倒木量を推定した結果、約16,000本の倒木が発生している可能性がある。

水理模型実験では、湛水予定地全体に換算すると約67,000本の流木が水面全体に浮いている状態で実験を実施しており、仮に湛水予定地周辺の倒木が一度に流入した場合でも、水理模型実験の流木の投入条件の範囲内であることを確認した。

■倒木量の推定方法

①崩壊斜面範囲の推定

6月洪水後の航空レーザ測量結果を比較し標高差（1m以上）の箇所を基本に崩壊斜面範囲と推定。

②崩壊前の立木量を推定

地震前の航空レーザ測量結果から周辺より凸状の形状を立木とする。

③崩壊地の倒木量を推定

①と②の重ね合わせにより倒木量を推定。

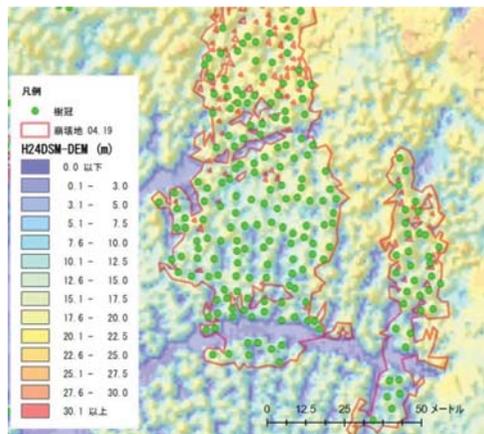


図-5.2.9 倒木判読例

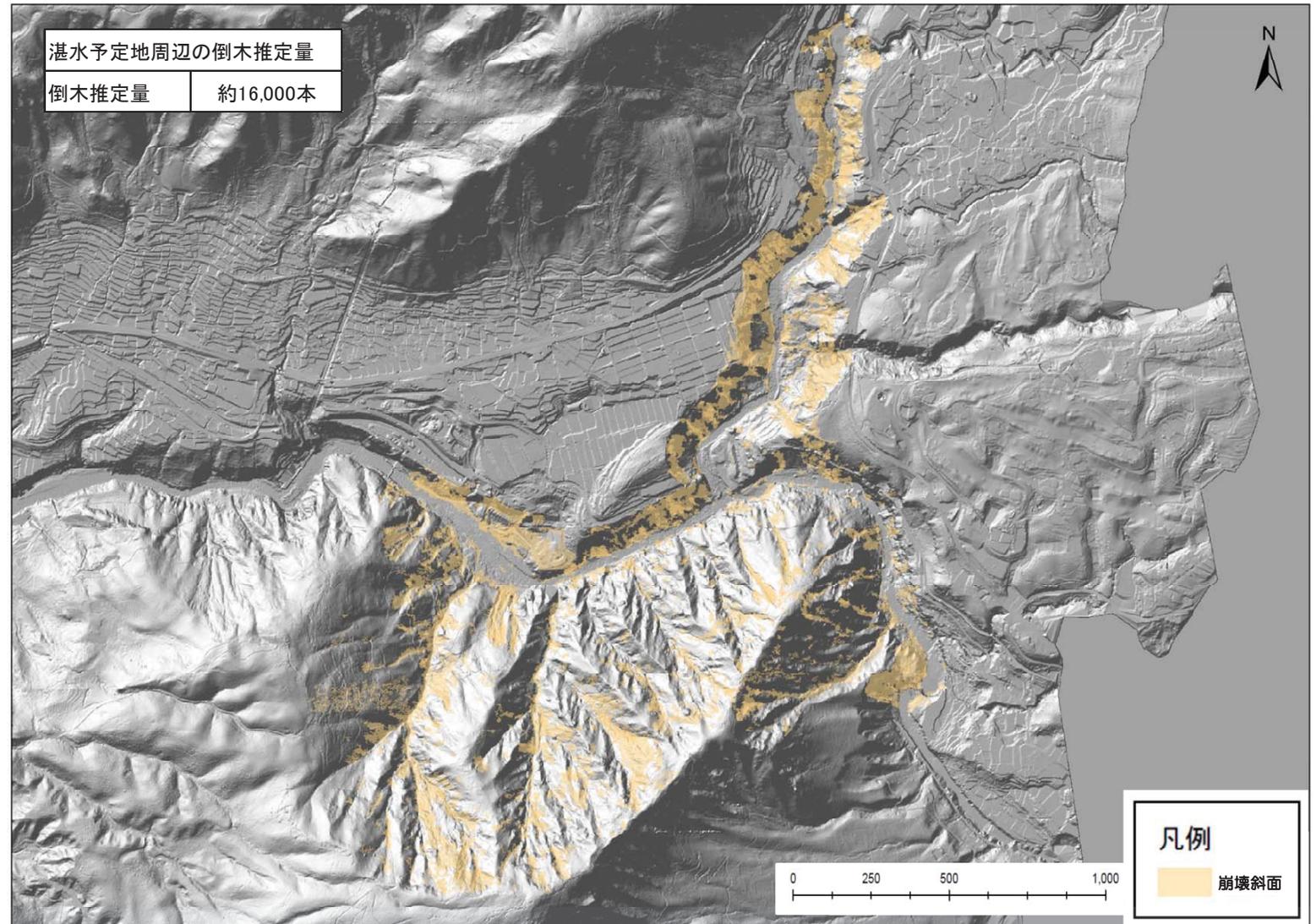


図-5.2.10 熊本地震後の崩壊斜面範囲

5.2.4 技術的な確認・評価

流木の放流孔に対する影響について以下のことが確認された。

- ・立野ダムの放流孔を流木によって閉塞させないため、放流孔呑口部にスクリーンの設置を計画している。また、さらなる安全対策として、立野ダム建設予定地上流の約 200m 地点に流木等捕捉施設（スリットダム：スリット幅 2m）の設置を計画している。
- ・水理模型実験の結果では、洪水後の水位の低下に伴い、河床部の放流孔前に流木が堆積するものの、放流孔（高さ 5m×幅 5m）内に流木が固定化されるような閉塞を生じることはなく、洪水調節能力にも影響がないことを確認している。
- ・熊本地震後の 6 月洪水により発生し、橋脚等に堆積した流木約 2,000 本について、撤去時に流木長、直径を計測した結果、流木長は 15m 以下のものが 100%、直径は 35cm 以下のものが約 90%であり、水理模型実験で設定した流木の諸元（流木長と流木直径）とほぼ一致していることから、水理模型実験の流木の設定条件が熊本地震前後で変わらないことを確認した。
- ・航空レーザ測量のデータを用いて 6 月洪水後の湛水予定地周辺の倒木量を推定した結果、約 16,000 本の倒木が発生している可能性がある。
水理模型実験では、湛水予定地全体に換算すると約 67,000 本の流木が水面全体に浮いている状態で実験を実施しており、仮に湛水予定地周辺の倒木が一度に流入した場合でも、水理模型実験の流木の投入条件の範囲内であることを確認した。

熊本地震後の状況を踏まえても、放流孔内に流木が固定化されるような閉塞が生じることはなく、洪水調節能力にも影響はないと考えられる。

（ダム完成後の維持管理に向けて）

- ・熊本地震及びその後の降雨により、湛水予定地周辺の斜面が崩壊し、多くの倒木が発生している。
- ・ダム建設中から流木発生量の把握に努め、ダム完成後の維持管理の検討に活かすとともに、ダム完成後も流木発生量の継続的な把握を実施する。
- ・また、ダム本体から流木等捕捉施設間の流木や、流木等捕捉施設で捕捉された流木の洪水後の撤去など、適切な維持管理を実施することが重要であると考えられる。

5.3 巨石の放流孔に対する影響の確認

5.3.1 巨石対策の検討（熊本地震前）

(1) 流木等捕捉施設の設置

立野ダムの放流孔は、約5m×5mのものが河床付近に1箇所、それより高い位置に2箇所の計3箇所設置する計画としている。この放流孔のうち、河床付近の1か所を巨石によって閉塞させないために、立野ダム建設予定地上流の約200m地点に流木等捕捉施設（スリットダム）の設置を計画している。

この流木等捕捉施設のスリット幅は2mで計画しており、2m以上の巨石は捕捉される。また、洪水調節初期の水位の上昇に伴い、巨石に作用する流速が遅くなることで、巨石が動くおそれはない。

洪水後に流木等捕捉施設に捕捉された巨石は、管理上支障があれば撤去する計画としている。

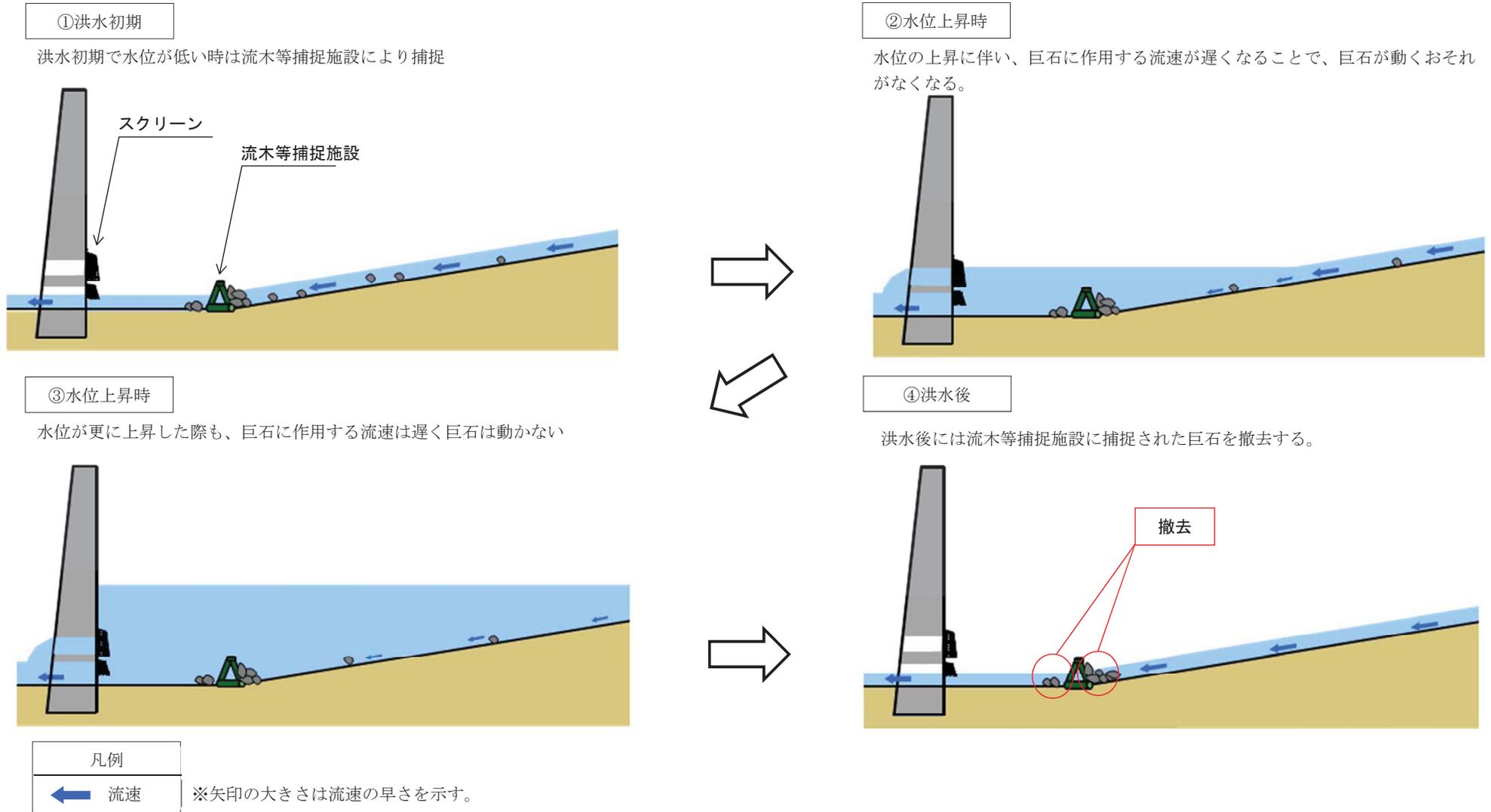


図-5.3.1 放流孔閉塞対策イメージ図

流木等捕捉施設（スリットダム）の形状は、現時点では、他ダムの事例等を参考に以下のような施設を想定している。
洪水後に管理用道路を利用して捕捉された巨石を撤去する計画としている。

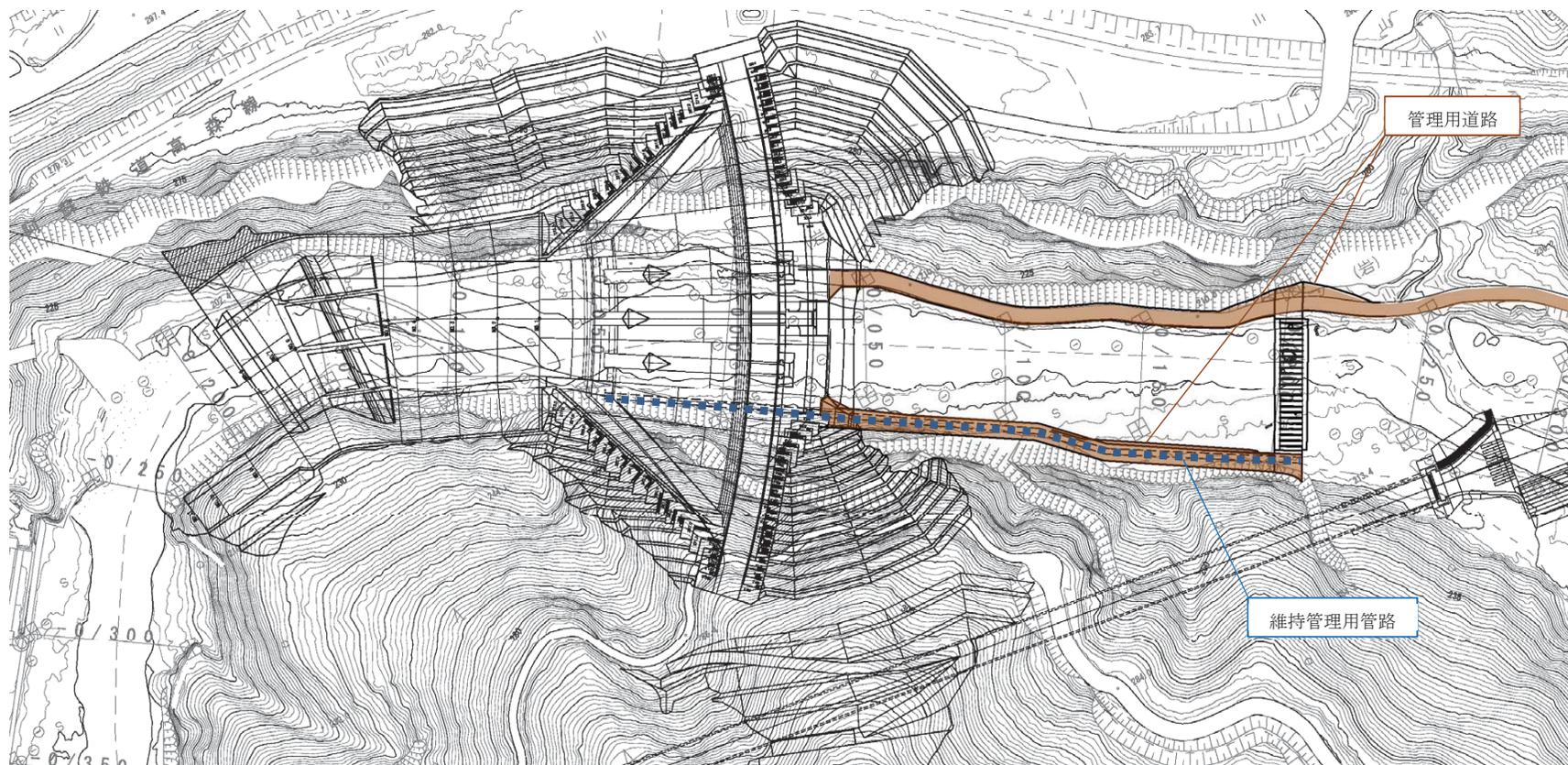


図-5.3.2 流木等捕捉施設位置図（案）

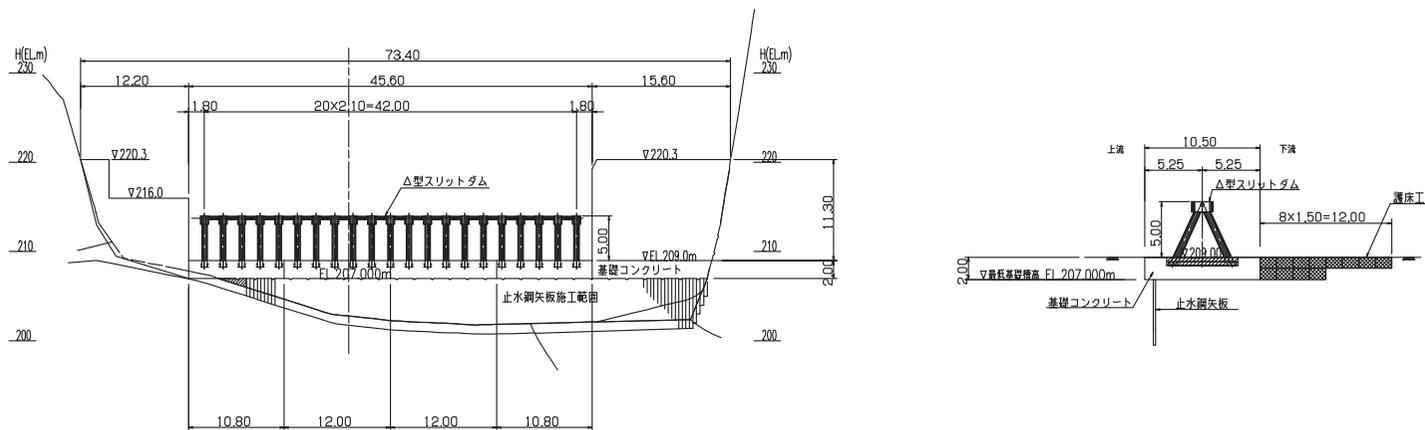


図-5.3.3 流木等捕捉施設構造図（案）

(2) 巨石の移動状況調査

立野ダム建設予定地周辺の巨石の移動状況について昭和53年より経年調査を実施しているが、立野ダムサイト付近の2つの巨石（5m程度）については、昭和53年から平成24年7月の九州北部豪雨の洪水後まで、移動していないことを確認している。

現在は、ダムサイト付近の工事進展に伴い2つの巨石は撤去している。



(H16.3撮影)

図-5.3.4 巨石調査位置

巨石①(概ね 幅5m×高さ4m×奥行き2m)	巨石②(概ね幅6m×高さ5m×奥行き3m)
<p data-bbox="1317 639 1413 663">S53撮影</p>	<p data-bbox="1787 639 1883 663">S53撮影</p>
<p data-bbox="1285 1007 1444 1031">H23.10.11撮影</p>	<p data-bbox="1747 1007 1906 1031">H23.10.11撮影</p>
<p data-bbox="1290 1353 1440 1377">H24.8.15撮影</p>	<p data-bbox="1760 1353 1901 1377">H24.8.6撮影</p>

写真-5.3.1 巨石調査状況

5.3.2 巨石対策の確認（熊本地震後）

(1) 巨石移動シミュレーション

熊本地震後の6月出水後に湛水予定地内の土砂の堆砂形状をもとに、ダム完成後の湛水予定地内の巨石の移動についてシミュレーションした結果、ダム直上流（10m）地点で洪水調節中に移動可能と考えられる石の最大粒径（洪水調節後期の水位低下中が最大）は、約50～60cmであり、放流孔（高さ5m×幅5m）内に巨石が固定化されるような閉塞が生じることはなく、洪水調節能力にも影響はないと考えられる。

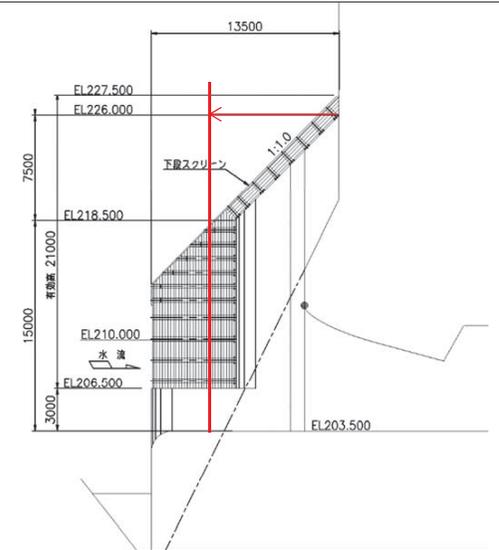
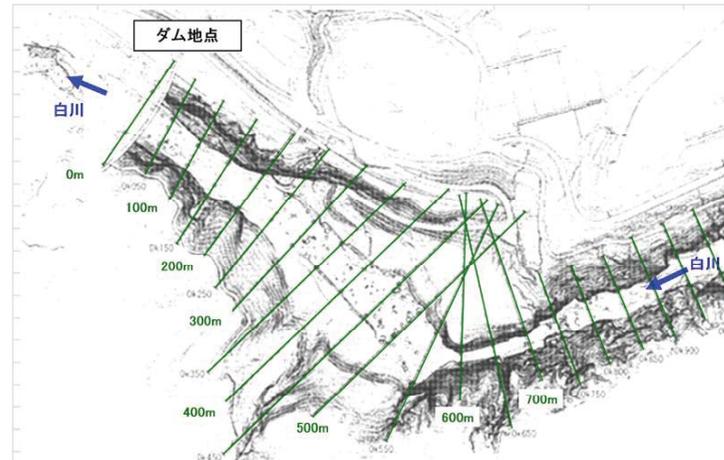
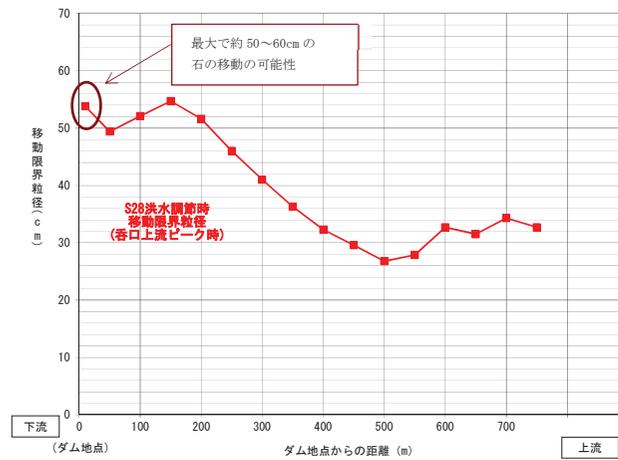


図-5.3.5 ダム貯水池内の最大移動限界粒径（呑口直上流部（10m）最大時）

(2) 斜面からの巨石の崩落状況

熊本地震や、その後の降雨によって湛水予定地周辺斜面からの巨石の崩落が確認されている。



写真-5.3.2 河川内の巨石状況



写真-5.3.3 河川内の巨石状況

ダム本体左岸の天端より高標高部は、基礎掘削によって岩種に応じた安定勾配で掘削を行い、必要に応じて法枠工等により斜面の安定化対策を講じた上で緑化を行う予定であり、ダム完成後のダム本体左岸からの崩壊による放流孔の閉塞は考えられない。

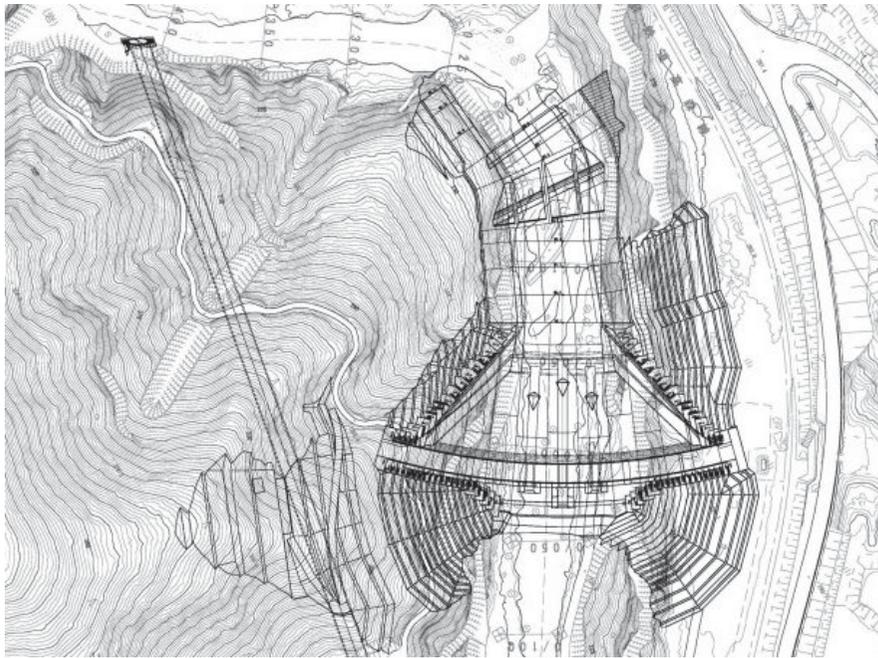


図-5.3.6 ダム本体平面図



図-5.3.7 掘削平面図

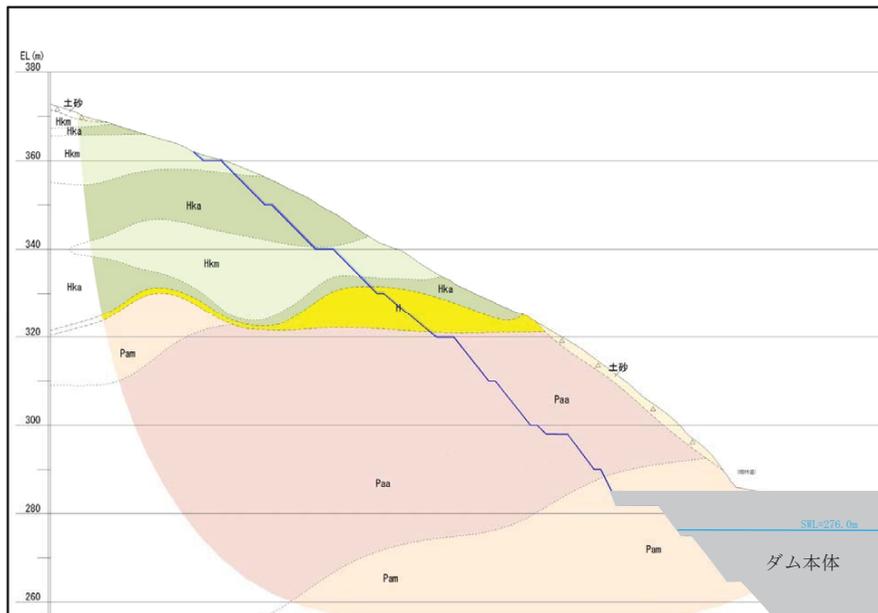


図-5.3.8 掘削横断面図 (A-A 測線)



図-5.3.9 緑化対策イメージ

5.3.3 技術的な確認・評価

巨石の放流孔に対する影響について以下のことが確認された。

- ・立野ダムの放流孔は、巨石によって閉塞させないため、立野ダム建設予定地上流の約200m地点に流木等捕捉施設（スリットダム：スリット幅2m）の設置を計画している。
- ・巨石は、洪水調節初期の水位の上昇に伴い、巨石に作用する流速が遅くなることで、巨石が動くおそれはなくなる。
- ・熊本地震後の6月出水後に湛水予定地内の土砂の堆砂形状をもとに、ダム完成後の湛水予定地内の巨石の移動についてシミュレーションした結果、ダム直上流（10m）地点で洪水調節中に移動可能と考えられる石の最大粒径（洪水調節後期の水位低下中が最大）は、約50～60cmであり、放流孔（高さ5m×幅5m）内に巨石が固定化されるような閉塞が生じることはなく、洪水調節能力にも影響はないと考えられる。
- ・ダム本体左岸の天端より高標高部は、基礎掘削によって岩種に応じた安定勾配で掘削を行い、必要に応じて法砕工等により斜面の安定化対策を講じた上で緑化を行う予定であり、ダム完成後のダム本体左岸からの崩壊による放流孔の閉塞は考えられない。

熊本地震後の状況を踏まえても、放流孔内に巨石が固定化されるような閉塞が生じることはなく、洪水調節能力にも影響はないと考えられる。

（ダム完成後の維持管理に向けて）

- ・熊本地震及びその後の降雨により、湛水予定地周辺の斜面が崩壊し、湛水予定地内への巨石の落下が見られる。
- ・ダム建設中から巨石の状況の把握に努め、ダム完成後の維持管理の検討に生かすとともに、ダム完成後も洪水後の巨石の状況の継続的な把握を実施する。
- ・また、ダム本体から流木等捕捉施設間の巨石や、流木等捕捉施設で捕捉された巨石の洪水後の撤去や有効活用など、適切な維持管理を実施することが重要であると考えられる。

5.4 湛水予定地周辺斜面

5.4.1 湛水予定地周辺斜面の対策（熊本地震前）

「貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針（案）・同解説 平成21年7月 国土交通省河川局治水課」（以下、技術指針という）に基づく、立野ダムの湛水予定地周辺の地すべり調査の結果では、湛水予定地周辺に対策が必要とされる地すべりはなく、不安定化の可能性のある崖錐が2地区抽出され、これらについては対策が予定されていた。

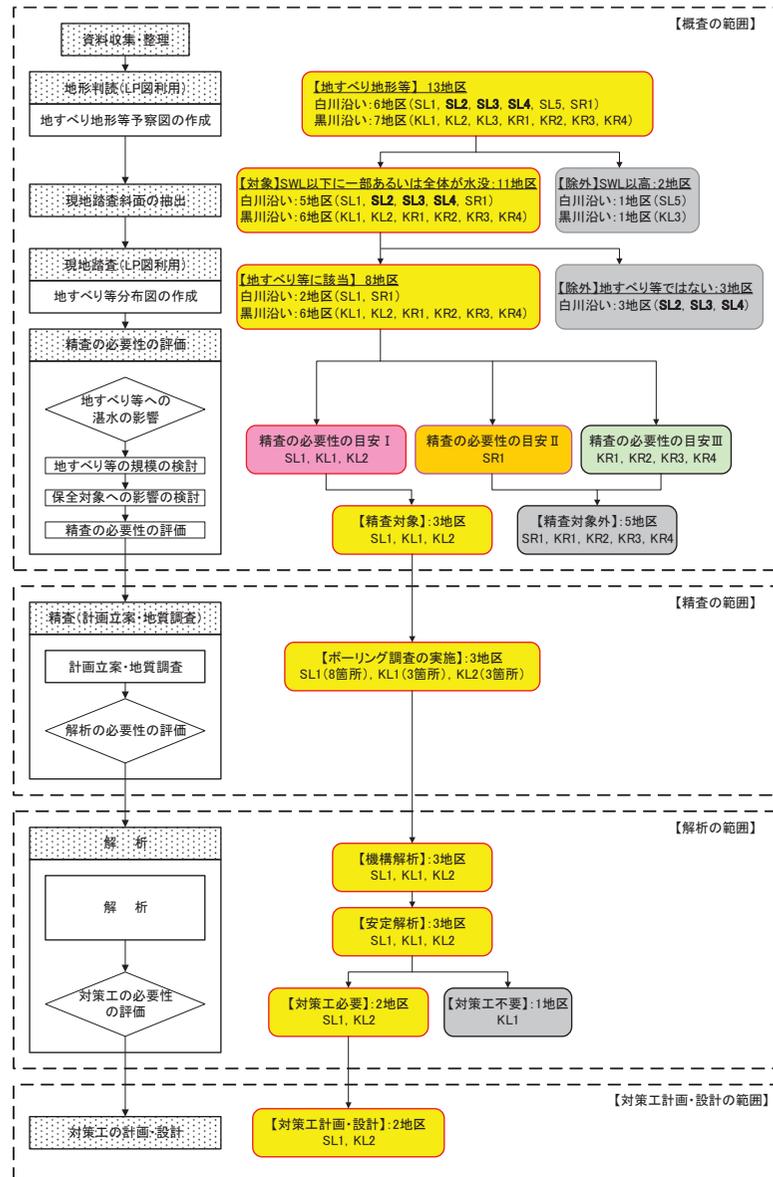


図-5.4.1 検討手順と検討結果

表-5.4.1 地すべり等の規模と保全対象の関係

斜面番号	規模 体積:V (m ³)	平均勾配 (°)	貯水位との関係				保全対象物	精査の必要性の目安			
			頭部標高	末端標高	水没割合(%)	湛水の影響					
白川沿い	SL1	SL1-A	83,028	中	32	273	222	100.0%	有り	維持管理用放流設備、 流木処理施設、林道	I
		SL1-B	11,467	小	32	281	256	80.0%	有り	維持管理用放流設備、 流木処理施設、林道	I
	SR1	48,804	中	22~30	285	247	76.3%	有り	その他の貯水池斜面	II	
黒川沿い	KL1	42,160	中	30	297	262	40.0%	有り	迂回路のない地方道(村道)、 橋梁橋脚(村道)	I	
	KL2	385,632	中	38	345	273	4.2%	有り	迂回路のない地方道(村道)	I	
	KR1	16,632	小	38	280.5	257	80.9%	有り	その他貯水池斜面	III	
	KR2	6,020	小	36	293.5	261	46.2%	有り	その他貯水池斜面	III	
	KR3	5,673	小	32	295	265	36.7%	有り	その他貯水池斜面	III	
	KR4	5,200	小	34	297	270	22.2%	有り	その他貯水池斜面	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

表-5.4.2 地すべり等の規模の区分目安

ランク	区分内容
小	3万m ³ 未満
中	3万m ³ 以上 40万m ³ 未満
大	40万m ³ 以上 200万m ³ 未満
超大	200万m ³ 以上

表-5.4.3 湛水に伴う地すべり等の精査の必要性

保全対象		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
		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、流木処理施設、貯砂ダム等	I	II	II	II
その他の貯水池斜面		II	II	II	III

※着色部は、立野ダム貯水池周辺の地すべり等が該当。

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

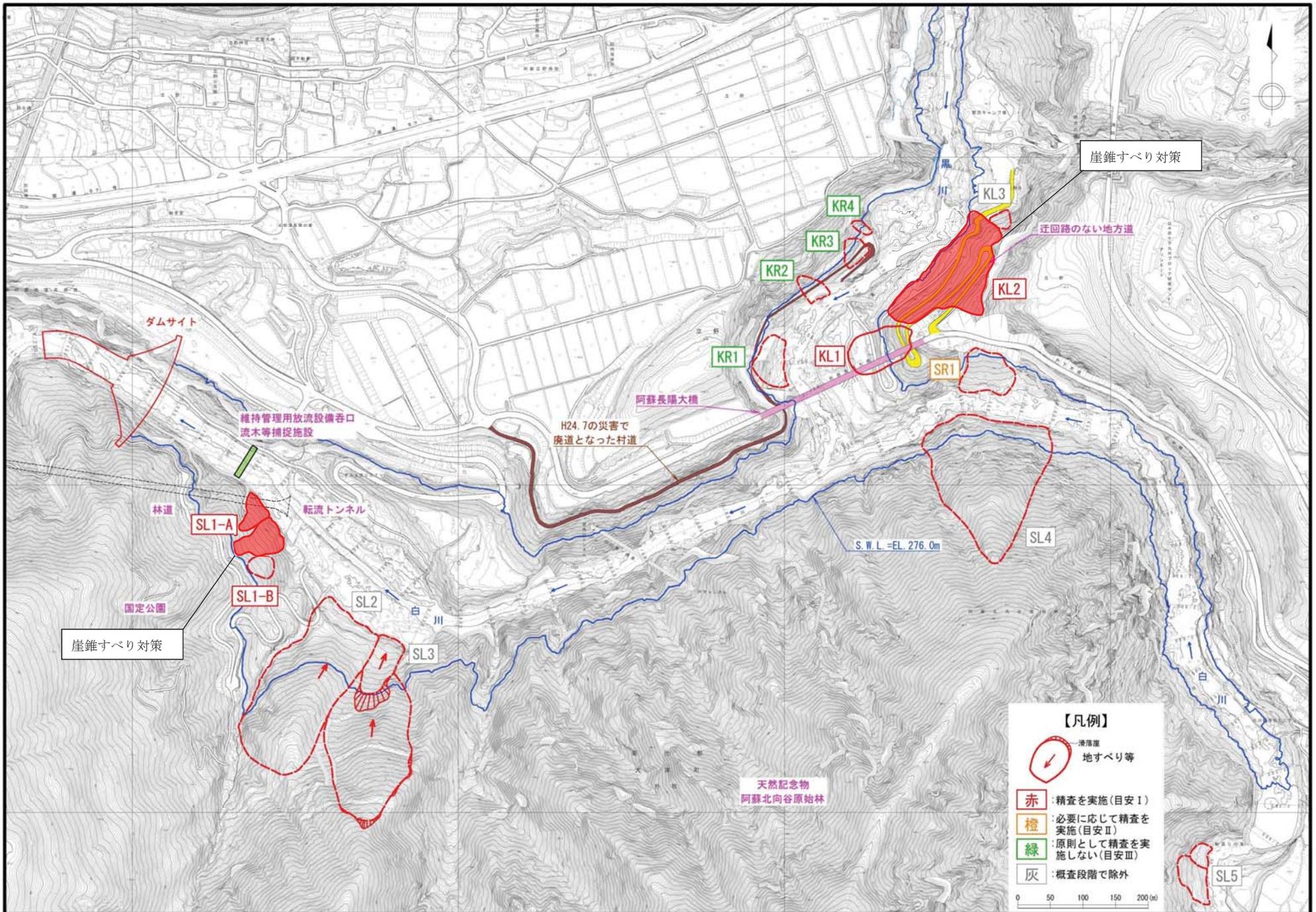


図-5.4.2 湛水予定地周辺斜面調査結果

5.4.2 湛水予定地周辺斜面の対策（熊本地震後）

(1) 再調査の流れ

熊本地震後の湛水予定地周辺斜面については、技術指針に基づき、6月洪水後の航空レーザ測量を基に地形判読を実施した結果、地すべり地形等として熊本地震前に抽出されているものも含めて18地区が再抽出された。このうち立野ダムの湛水による影響を考慮し、サーチャージ水位（SWL276m）以下に土塊の一部、あるいは全体が水没する可能性がある地区を抽出した結果、16地区が現地踏査対象斜面として抽出された。

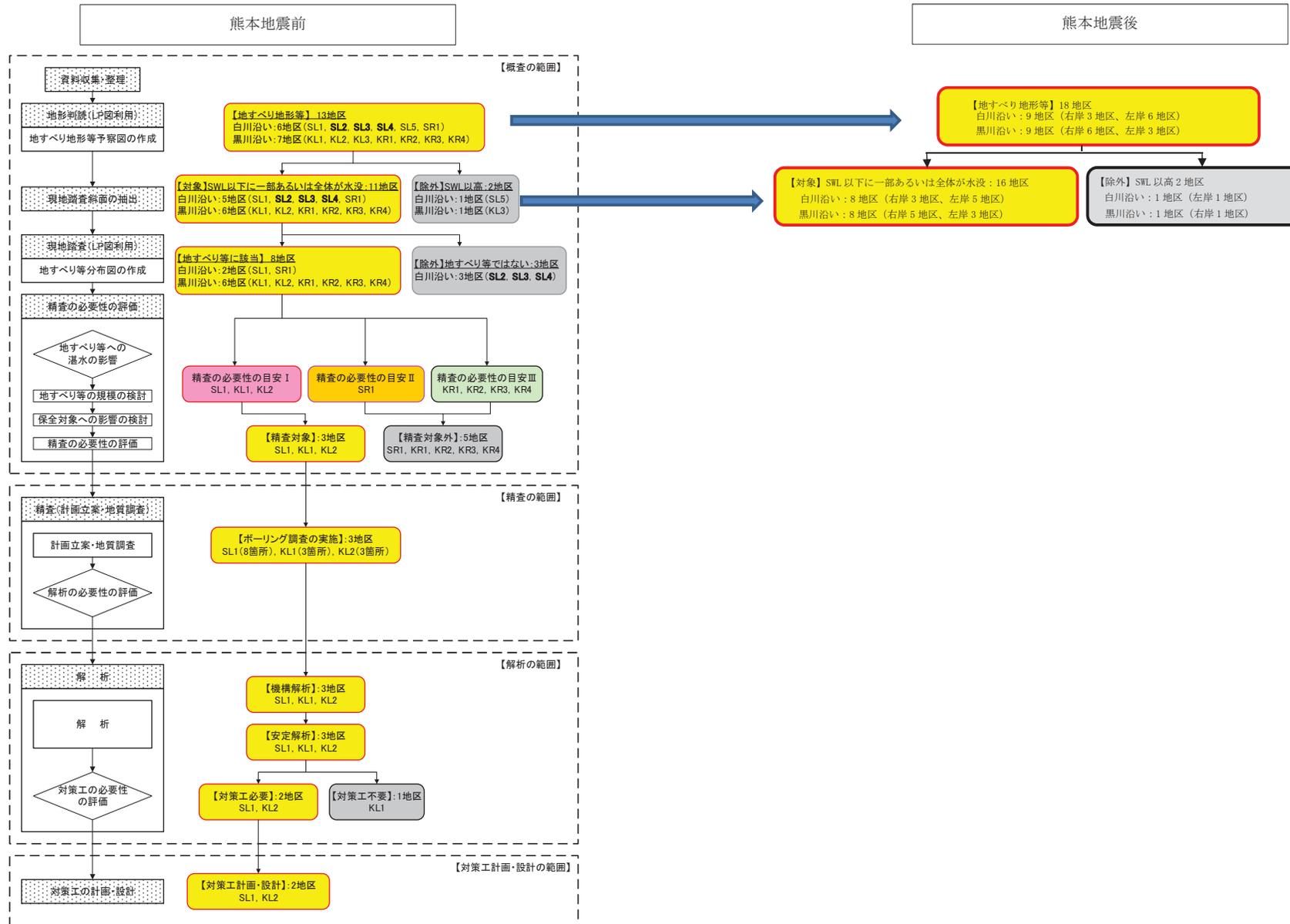


図-5.4.3 熊本地震後の再調査の手順

(2) 地形判読結果

現地踏査対象斜面として抽出された斜面のうち、地すべり状地形として抽出された斜面が6地区、崖錐斜面（層厚が厚いと推定されたもの）として抽出された斜面が10地区である。今後、熊本地震前の斜面对策の検討と同様、技術指針に基づき、地形判読、現地踏査、必要に応じて精査、安定性評価及び対策工の検討、必要に応じた対策工を実施することになる。なお、抽出された斜面の規模は約1,000m²～約31,000m²であり、これまで国内で対策を実施した実績も存在するなど、斜面对策は十分可能である。

【記号凡例】



表-5.4.4 地すべり地形等一覧

地区	面積(m ²)	
白川左岸	SL1	15,000
	SL2	5,000
	SL3	29,000
	SL4	26,000
	SL5	27,000
	SL6	3,000
白川右岸	SR1	31,000
	SR2	12,000
	SR3	4,000
黒川左岸	KL1	5,000
	KL2	12,000
	KL3	4,000
黒川右岸	KR1	6,000
	KR2	1,000
	KR3	3,000
	KR4	3,000
	KR5	12,000
	KR6	2,000

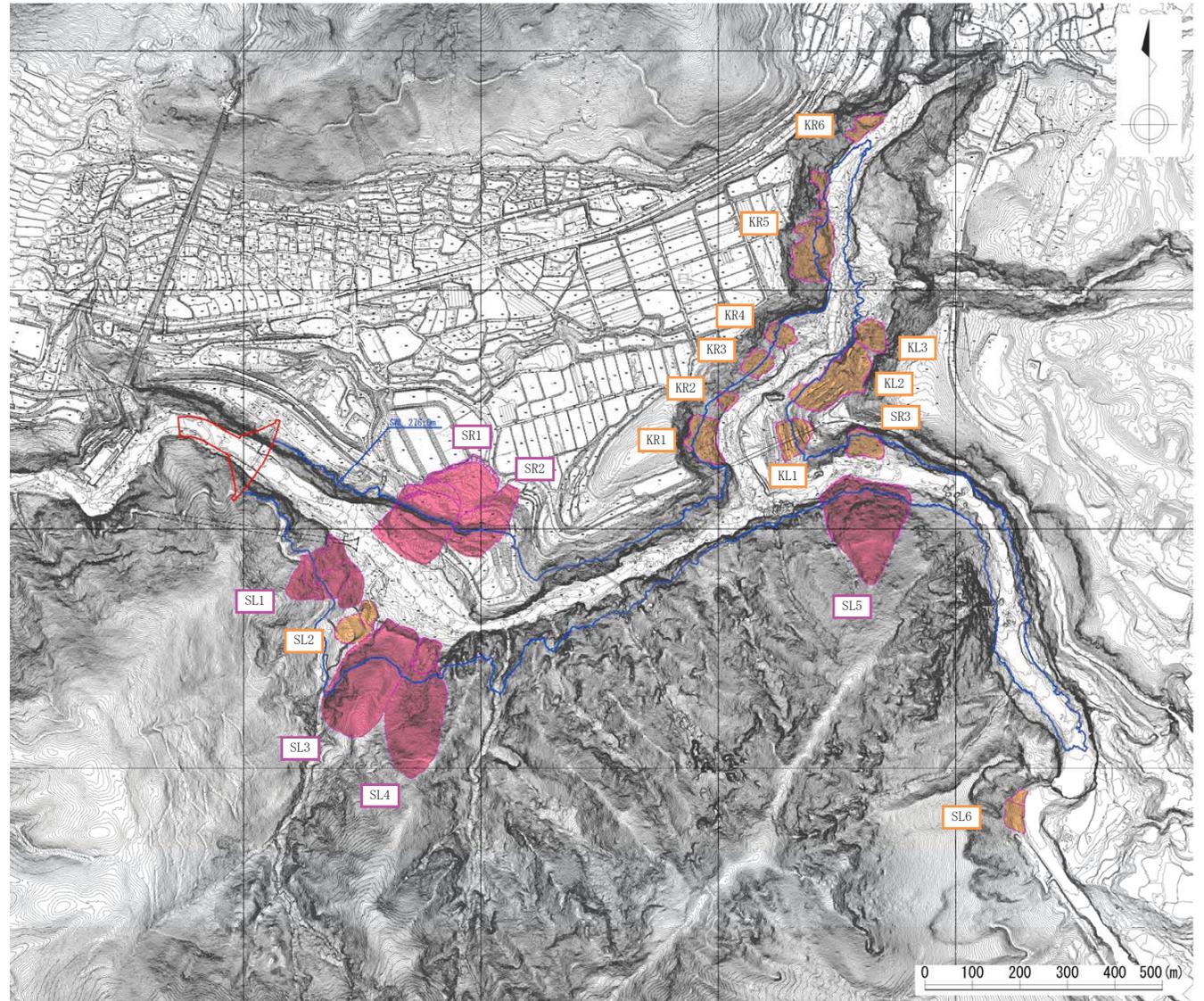


図-5.4.4 貯水池周辺の地すべり地形等の分布

(3) 対策事例

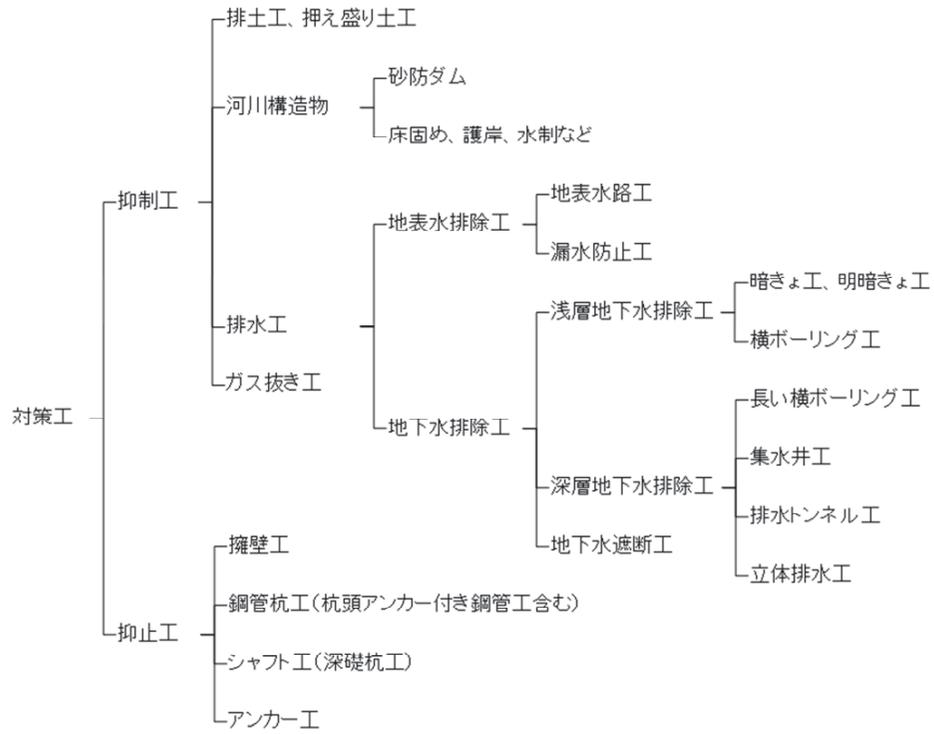


図-5.4.5 対策工の分類

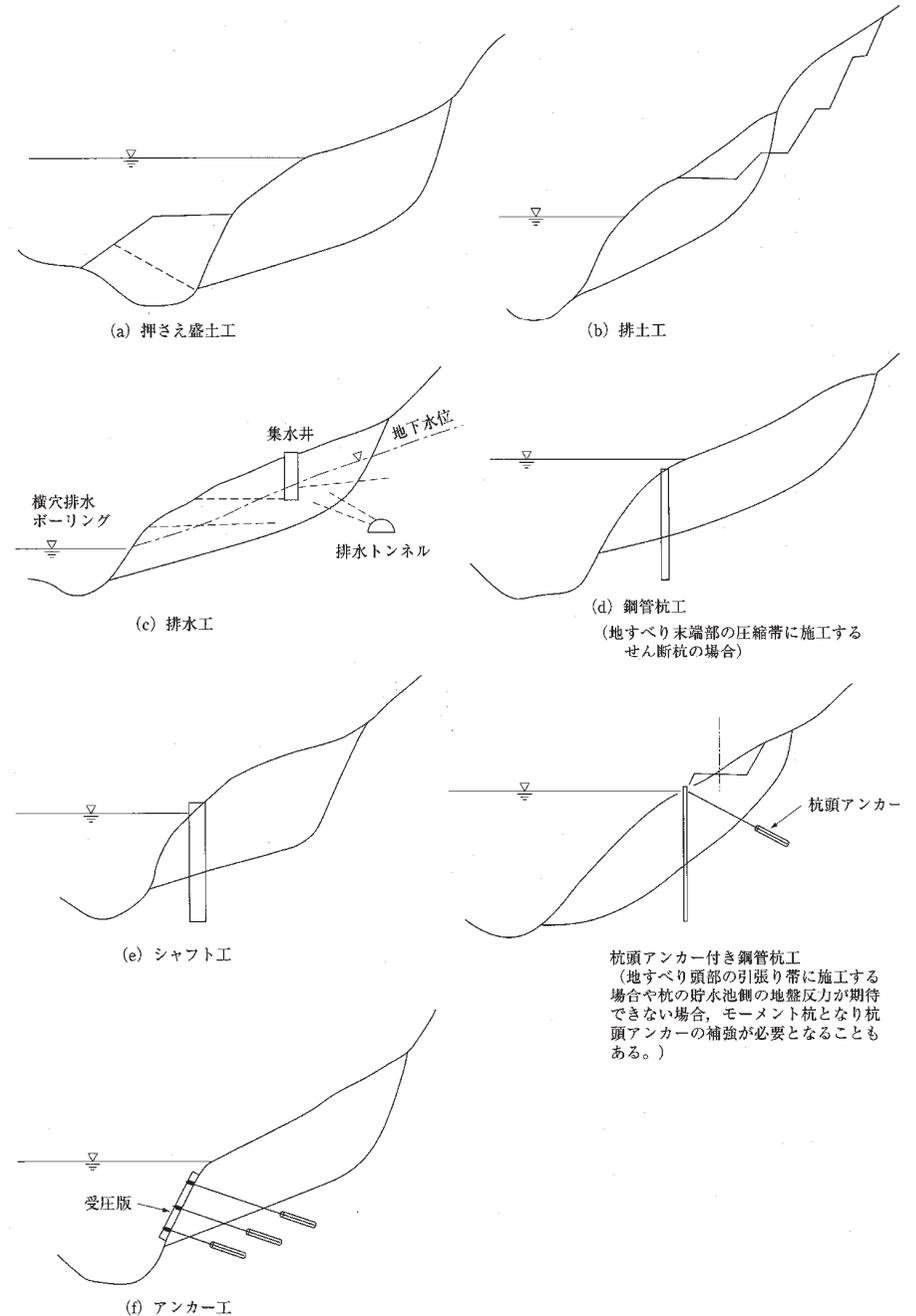


図-5.4.6 一般的な対策事例

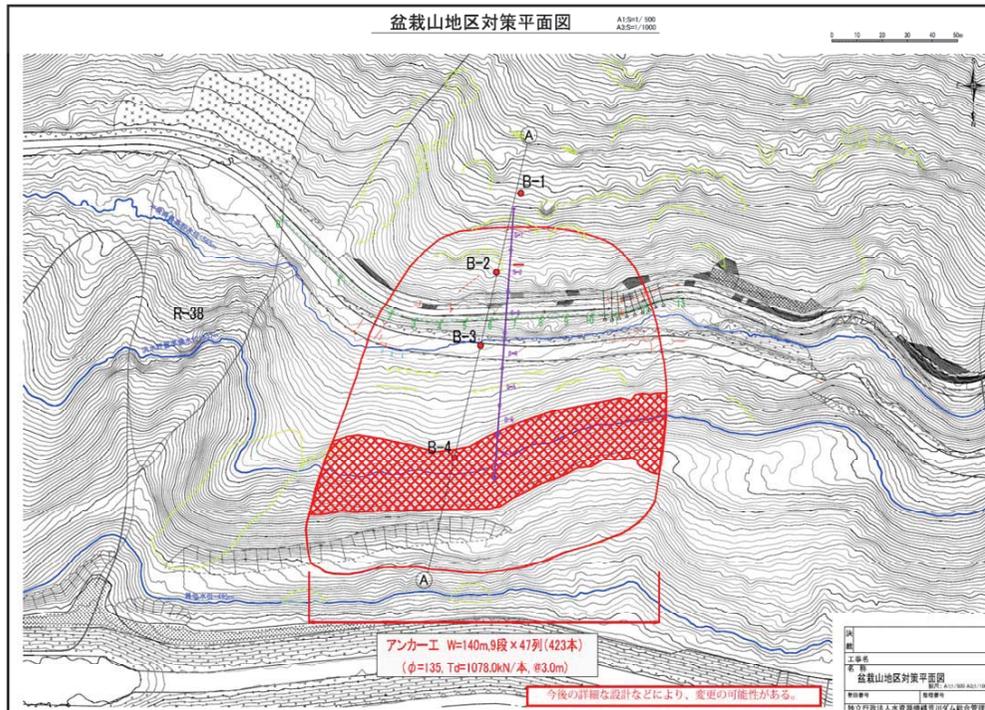


図-5.4.7 対策工平面図（盆栽山地区）

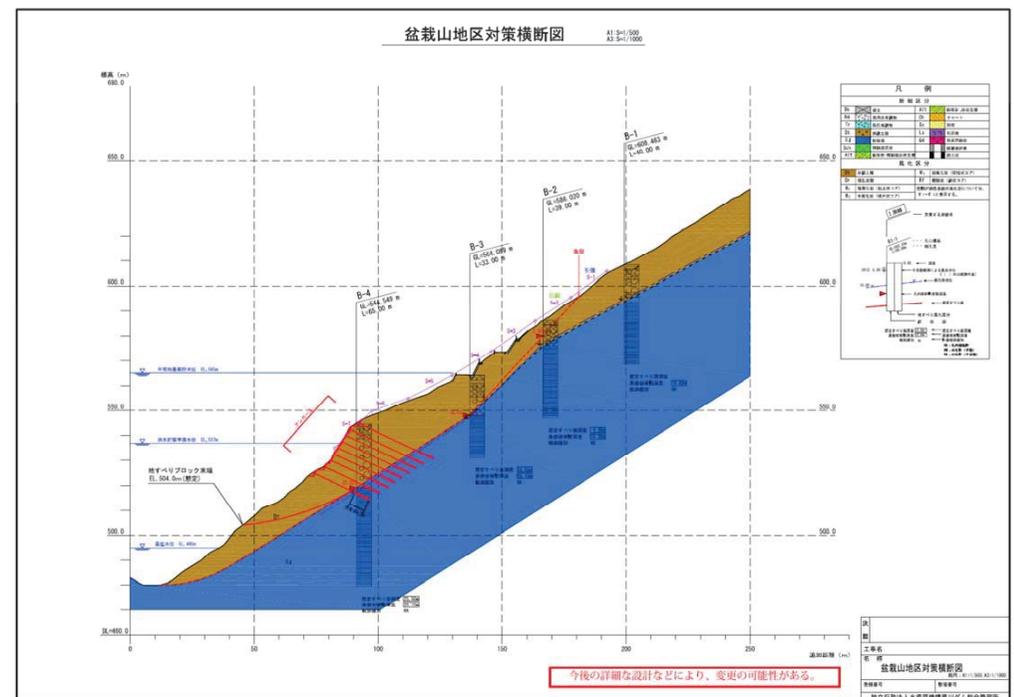


図-5.4.8 対策工横断面図（盆栽山地区）



写真-5.4.1 対策工状況（盆栽山地区）

本資料は、下記の資料より抜粋して掲載。
 「滝沢ダム貯水池斜面対策検討会 説明資料（第6回）」独立行政法人 水資源機構
 「滝沢ダム貯水池斜面対策検討会 参考資料（第7回）」独立行政法人 水資源機構

立野ダムの湛水予定地周辺において斜面崩壊箇所の上に亀裂が確認されている。

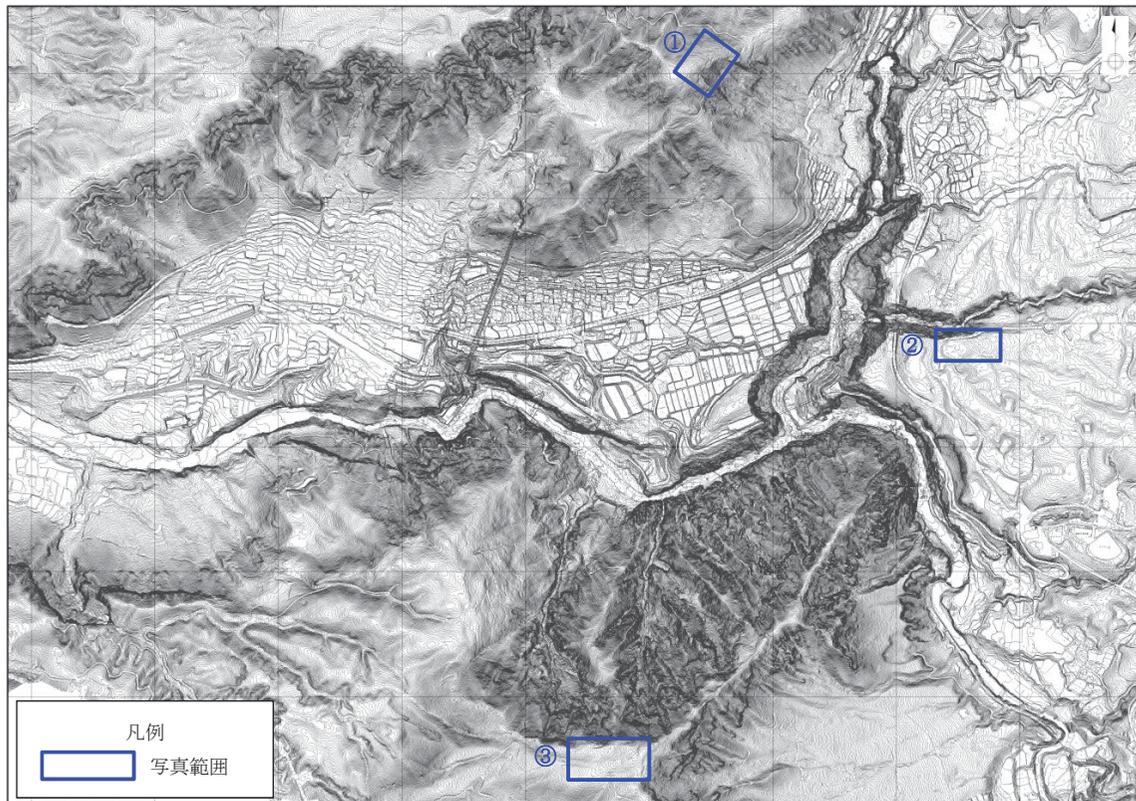


図-5.4.9 亀裂箇所平面図



写真-5.4.2 斜面崩壊上部の亀裂状況（阿蘇大橋付近）



写真-5.4.3 斜面崩壊上部の亀裂状況（濁川付近）

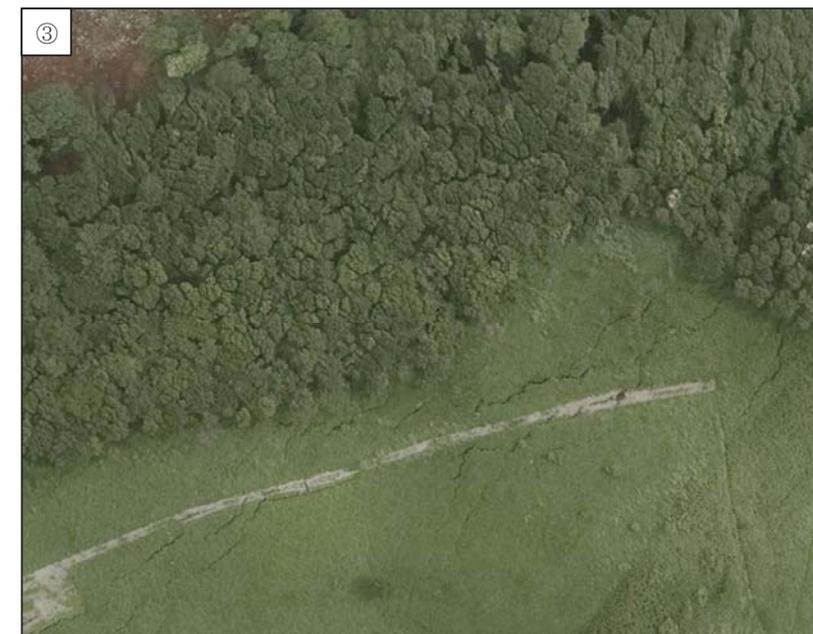


写真-5.4.4 斜面崩壊上部の亀裂状況（ダムサイト左岸上部）

5.4.3 技術的な確認・評価

熊本地震後の湛水予定地周辺斜面について以下のことが確認された。

- 熊本地震後の湛水予定地周辺斜面については、技術指針に基づき、6月洪水後の航空レーザ測量を基に地形判読を実施した結果、地すべり地形等として熊本地震前に抽出されているものも含めて18地区が再抽出された。このうち立野ダムの湛水による影響を考慮し、サーチャージ水位（SWL276m）以下に土塊の一部、あるいは全体が水没する可能性がある地区を抽出した結果、16地区が現地踏査対象斜面として抽出された。
- 現地踏査対象斜面として抽出された斜面のうち、地すべり状地形として抽出された斜面が6地区、崖錐斜面（層厚が厚いと推定されたもの）として抽出された斜面が10地区である。
- 今後、熊本地震前の斜面对策の検討と同様、技術指針に基づき、地形判読、現地踏査、必要に応じて精査、安定性評価及び対策工の検討、必要に応じた対策工を実施することになる。なお、抽出された斜面の規模は約1,000m²～約31,000m²であり、これまで国内で対策を実施した実績も存在するなど、斜面对策は十分可能である。

熊本地震後に現地踏査対象斜面として抽出された16地区については、今後、地形判読、現地踏査、必要に応じて精査、安定性評価を実施し、さらに、必要に応じて対策工を実施することにより、湛水に対する斜面の安定性を確保できると考えられる。

（ダム完成後の維持管理に向けて）

湛水の影響を受けない斜面上部の崩壊についても、尾根部に亀裂が確認されていることから、関係機関等と連携して斜面の変状に係る情報の収集や監視を行い、湛水予定地への影響の把握に努めることが重要であると考えられる。