

立野ダム建設に係る技術委員会
報告書

平成 28 年 9 月

立野ダム建設に係る技術委員会

目 次

1. 委員会の概要			
1.1 委員会の目的	1		
1.2 委員会の構成	1		
1.3 検討の経過	1		
1.4 委員会の規約	4		
1.5 委員会の運営要領	6		
2. 立野ダムの事業概要			
2.1 流域の概要	7		
2.2 過去の洪水被害	8		
2.3 立野ダムの目的と機能	10		
2.4 事業経緯及び諸元	10		
3. 地形・地質概要			
3.1 白川流域の地形・地質	13		
3.2 ダムサイト周辺の地形・地質	14		
4. 立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層			
4.1 第四紀断層調査（熊本地震前）	17		
4.1.1 調査方法	17		
4.1.2 文献調査の結果（半径 50km 以内）	17		
4.1.3 地形学的調査の結果	19		
4.1.4 文献調査結果と地形学的調査結果との対比	21		
4.1.5 調査結果	23		
4.2 第四紀断層調査（熊本地震後）	24		
4.2.1 追加調査の目的	24		
4.2.2 追加調査の方法	24		
4.2.3 追加調査の結果	25		
4.2.4 技術的な確認・評価	44		
5. 立野ダム建設予定地の基礎岩盤			
5.1 地形・地質の概要	45		
5.2 基礎岩盤（熊本地震前）	48		
5.2.1 岩級区分基準	48		
5.2.2 岩級分布	51		
5.2.3 岩盤の力学的特性	52		
5.2.4 ダム設計の考え方	53		
5.3 基礎岩盤（熊本地震後）	54		
5.3.1 追加調査の目的	54		
5.3.2 追加調査の結果	55		
5.3.3 技術的な確認・評価	83		
6. 熊本地震を踏まえたダム機能の維持			
6.1 総貯水容量の確認	84		
6.1.1 立野ダムの容量配分	84		
6.1.2 総貯水容量の確認（熊本地震後）	85		
6.1.3 立野ダム上流域の斜面崩壊状況	88		
6.1.4 熊本地震を踏まえた土砂の流入について	91		
6.1.5 崩壊斜面の安定化	93		
6.1.6 総貯水容量の確保（熊本地震後）	93		
6.1.7 技術的な確認・評価	94		
6.2 流木の放流孔に対する影響の確認	95		
6.2.1 流木対策の検討（熊本地震前）	95		
6.2.2 流木長さ・直径の確認（熊本地震後）	100		
6.2.3 倒木量の推定（熊本地震後）	101		
6.2.4 技術的な確認・評価	102		
6.3 巨石の放流孔に対する影響の確認	103		
6.3.1 巨石対策の検討（熊本地震前）	103		
6.3.2 巨石対策の確認（熊本地震後）	106		
6.3.3 技術的な確認・評価	108		
6.4 湛水予定地周辺斜面	109		
6.4.1 湛水予定地周辺斜面の対策（熊本地震前）	109		
6.4.2 湛水予定地周辺斜面の対策（熊本地震後）	111		
6.4.3 技術的な確認・評価	116		
7. 「立野ダム建設に係る技術委員会」の技術的な確認・評価	117		
8. 議事録	118		
8.1 第1回委員会の議事録	118		
8.2 第3回委員会の議事録	135		

1. 委員会の概要

1.1 委員会の目的

委員会は、「立野ダム建設に係る技術委員会」と称し、平成 28 年熊本地震後の立野ダム建設に関し、ダムサイト予定地の基礎岩盤の状況等を調査・検討し、立野ダム建設に係る技術的な確認・評価を行うことを目的とする。

1.2 委員会の構成

委員は以下のとおりである。

表-1.2.1 委員名簿

名 称	所 属	専門分野
(委員長) 足立 紀尚	一般財団法人 地域地盤環境研究所 代表理事 元地盤工学会会長	ダム・地盤
岡田 篤正	京都大学 名誉教授 元日本活断層学会会長	活断層
佐々木 隆	国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川構造物管理研究官	ダム構造
佐々木 靖人	土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員	地質・地すべり
(委員長代理) 角 哲也	京都大学 防災研究所 教授	河川・ダム 総合土砂管理
千木良 雅弘	京都大学 防災研究所 教授 元日本応用地質学会会長	地すべり・地質
山口 嘉一	土木研究所 地質研究監	ダム・地質・地盤

(敬称略 五十音順)

1.3 検討の経過

第 1 回委員会の概要

開 催 日：平成 28 年 7 月 27 日（水）

開 催 時 間：10 時 30 分～12 時 30 分

場 所：KKR ホテル熊本 3 階

委員会形式：報道機関への公開、傍聴希望者への別室テレビ傍聴

委員出席者：足立委員長、岡田委員、佐々木（隆）委員、佐々木（靖）委員、角委員、千木良委員、山口委員

委員会内容：

①熊本地震後の白川流域の状況

②第四紀断層及び基礎岩盤の状況の調査・検討

※委員会後に報道機関から委員長他への質問時間を設定



写真-1.3.1 委員会の状況



写真-1.3.2 委員会の状況



写真-1.3.3 質問の状況



写真-1.3.4 質問の状況

第2回委員会の概要

開催日：平成28年8月3日（水）

開催時間：13時00分～16時00分

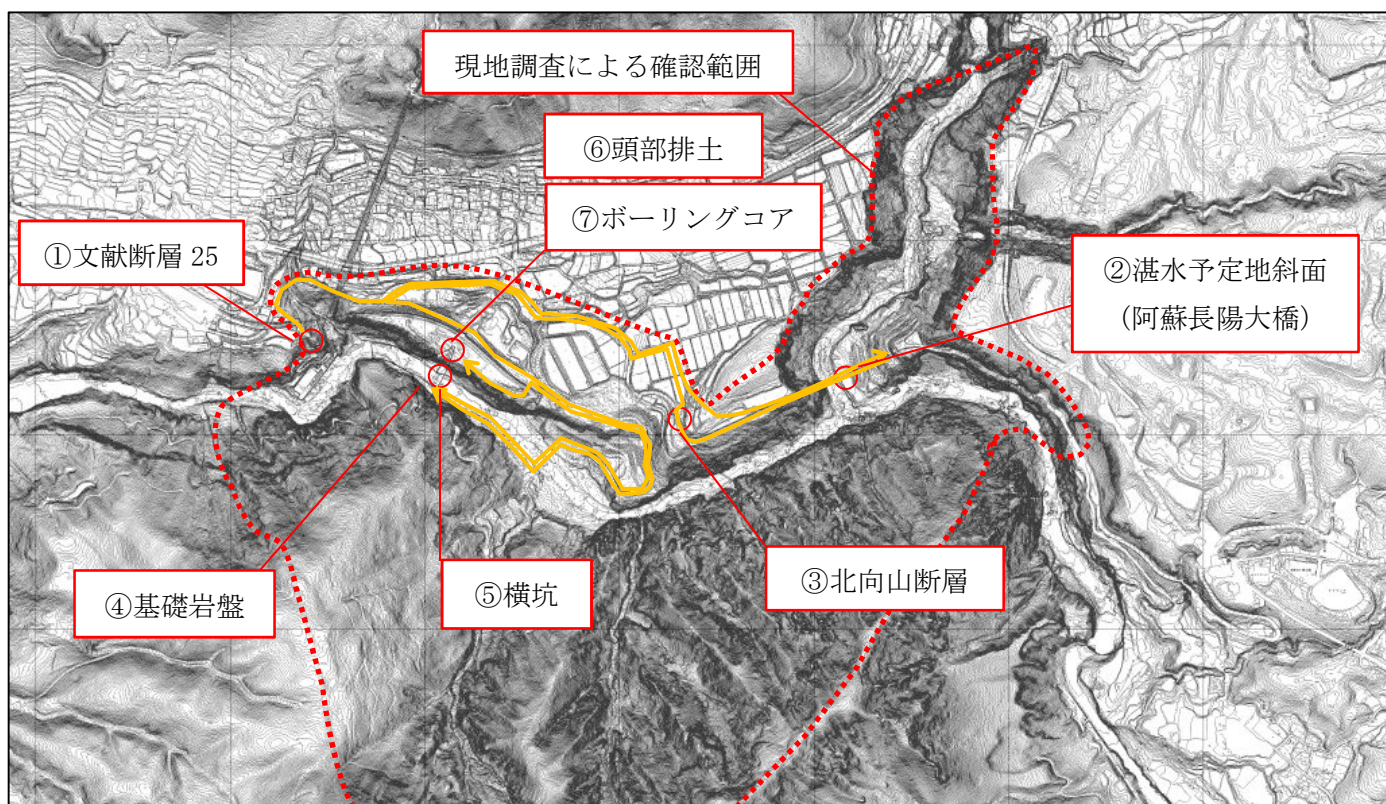
場所：立野ダム建設予定地周辺

委員会形式：報道機関への公開

委員出席者：足立委員長、佐々木（隆）委員、佐々木（靖）委員、角委員、千木良委員、山口委員

委員会内容：現地調査

※委員会後に報道機関から委員長他への質問時間を設定



※安全確保上、①ダムサイト下流（①文献断層 25）、②阿蘇長陽大橋からの斜面調査（②湛水予定地斜面）については、委員と事務局のみで調査を実施

図-1.3.1 委員会の現地調査ルート



写真-1.3.5 文献断層 25 の確認状況



写真-1.3.6 湛水予定地斜面の確認状況



写真-1.3.7 北向山断層の確認状況



写真-1.3.8 基礎岩盤の確認状況



写真-1.3.9 横坑の確認状況



写真-1.3.10 頭部排土箇所の確認状況



写真-1.3.11 ボーリングコアの確認状況



写真-1.3.12 質問の状況

第3回委員会の概要

開催日：平成28年8月17日（水）

開催時間：13時30分～16時30分

場所：KKRホテル熊本 2階

委員会形式：報道機関への公開、傍聴希望者への別室テレビ傍聴

委員出席者：足立委員長、岡田委員、佐々木（隆）委員、佐々木（靖）委員、角委員、千木良委員、山口委員

委員会内容：

①これまでの委員からの指摘事項への対応

②空撮映像による立野ダム周辺の状況確認

③地震を踏まえたダム機能の維持

④湛水予定地周辺斜面の状況

⑤技術的な確認・評価

※委員会後に報道機関から委員長他への質問時間を設定

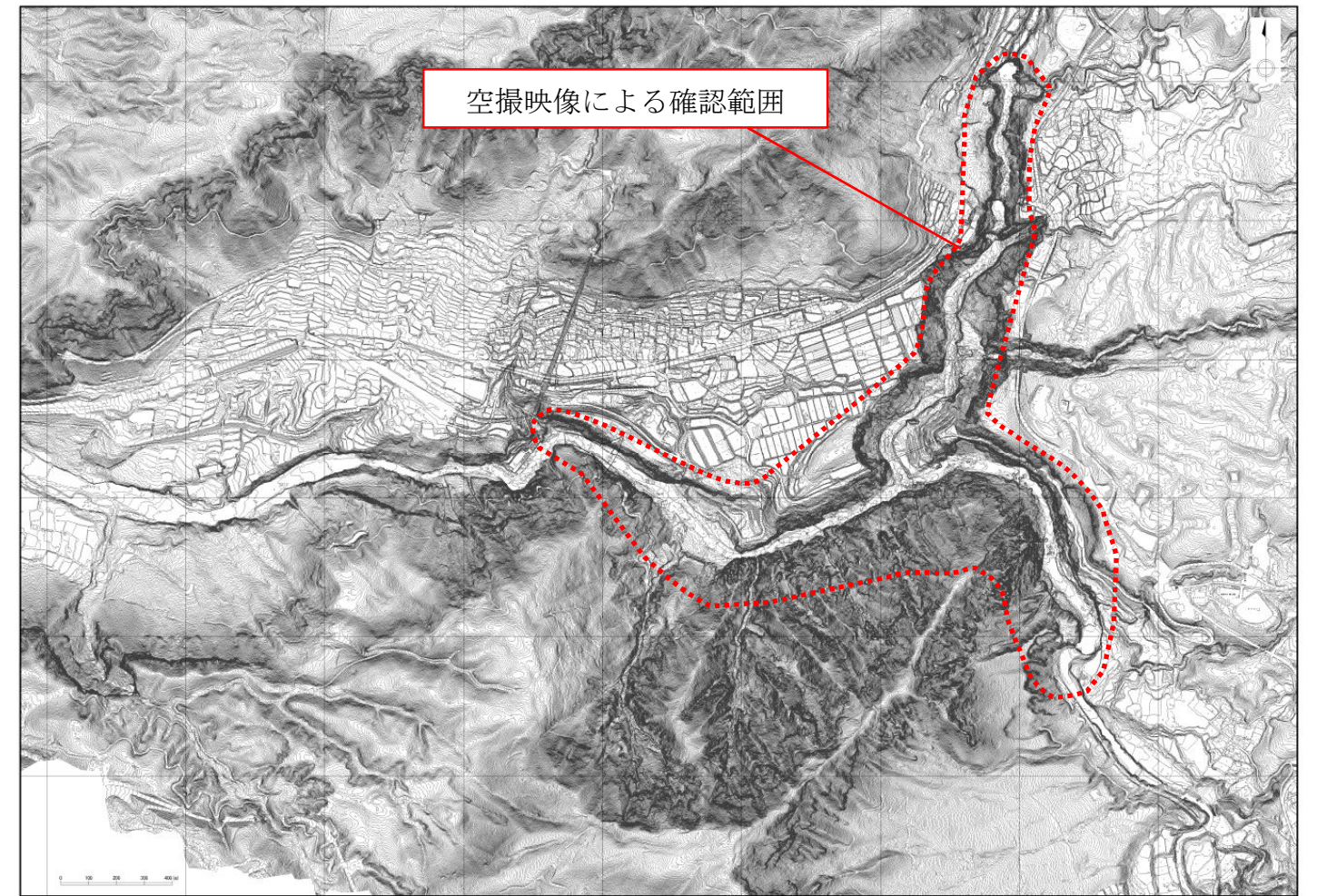


図-1.3.2 空撮映像による確認範囲



写真-1.3.13 委員会の状況



写真-1.3.14 委員会の状況



写真-1.3.15 質問の状況



写真-1.3.16 質問の状況

1.4 委員会の規約

立野ダム建設に係る技術委員会

規 約

(名 称)

第1条 本会議は、「立野ダム建設に係る技術委員会」(以下、「委員会」という。)と称する。

(目 的)

第2条 委員会は、平成28年熊本地震後の立野ダム建設に関し、ダムサイト予定地の基礎岩盤の状況等を調査・検討し、立野ダム建設に係る技術的な確認・評価を行うことを目的とする。

(検討事項)

第3条 委員会は、前条の目的を達成するため、次の各号に掲げる事項を行う。

- 一 立野ダムサイト予定地の基礎岩盤の状況の調査・検討
- 二 立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層の状況の調査・検討
- 三 立野ダム湛水予定地周辺斜面の状況等の調査・検討
- 四 一～三の結果を踏まえた立野ダム建設に係る技術的な確認・評価
- 五 その他委員会の目的を達成するために必要な事項

(委員会の組織構成)

第4条 委員会は、専門的な知識を有する、別表に掲げる学識者等で構成する。

- 2 委員会には委員長を置く。
- 3 委員長は、構成員の互選によりこれを定める。
- 4 委員長は、委員会の会務を処理し、委員会を代表する。
- 5 委員長に事故のあるときは、あらかじめその指名する委員がその職務を代理する。
- 6 委員長は、必要があると認めるときには、委員以外の者に対し、委員会に出席してその意見を述べ又は説明を行うことを求めることができる。

(委員会の開催)

第5条 委員会は、委員長が招集する。

- 2 委員会は、委員の半数以上の出席をもって行うものとする。

(情報公開)

第6条 委員会は、原則として報道機関を通じて公開する。

(事務局)

第7条 委員会の庶務は、九州地方整備局河川部河川計画課及び立野ダム工事事務所において処理する。

(雑 則)

第8条 この規約に定めるもののほか、委員会の運営に関して必要な事項は、委員長が委員会に諮って定める。

(附 則)

第9条 本規約は平成28年7月27日から適用する。

(別表)

足立 紀尚	一般財団法人 地域地盤環境研究所 代表理事 元地盤工学会会長	ダム・地盤
岡田 篤正	京都大学 名誉教授 元日本活断層学会会長	活断層
佐々木 隆	国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川構造物管理研究官	ダム構造
佐々木 靖人	土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員	地質・地すべり
角 哲也	京都大学 防災研究所 教授	河川・ダム 総合土砂管理
千木良 雅弘	京都大学 防災研究所 教授 元日本応用地質学会会長	地すべり・地質
山口 嘉一	土木研究所 地質研究監	ダム・地質・地盤

(敬称略 五十音順)

1.5 委員会の運営要領

立野ダム建設に係る技術委員会 運営要領

(目的)

第1条 本運営要領は、立野ダム建設に係る技術委員会規約（平成28年7月27日付け）第8条に基づき、立野ダム建設に係る技術委員会（以下「委員会」という。）の運営方法に関し必要な事項を定め、もって円滑な会議運営に資するものである。

(議事録)

第2条 委員会の議事については、事務局が議事録を作成し、出席した委員の確認を得た後、発言者名を除いたものを、立野ダム工事事務所ホームページ（以下「HP」という。）にて公開するものとする。

(委員会の公開について)

第3条 委員会は、原則として報道機関を通じて公開する。ただし、審議内容によっては、委員会に諮り、非公開とすることができる。

- 2 委員長は、必要があると認めるときは、中継映像による傍聴措置を講ずることができる。

(委員会資料の公表について)

第4条 委員会で委員に配布された資料については、速やかに HP で公表するものとする。ただし、個人情報を含むなど公表することが適切でない資料については、委員会に諮り、非公表とすることができる。

(雑則)

第5条 本運営要領に定めるもののほか、委員会の議事の手続きその他運営に関し必要な事項は、委員会で定めるものとする。

(附則)

第6条 本運営要領は平成28年7月27日から適用する。

2. 立野ダムの事業概要

2.1 流域の概要

白川は熊本県の中央部に位置する河川で、その源を熊本県阿蘇郡高森町根子岳（標高 1,433m）に発し、阿蘇カルデラの南の谷（南郷谷）を流下し、同じく阿蘇カルデラの北の谷（阿蘇谷）を流れる黒川と立野で合流した後、熊本平野を貫流して有明海に注ぐ、幹川流路延長約 74km、流域面積 480km² の一級河川である。上流域は阿蘇カルデラであり、立野ダムサイトは阿蘇カルデラの流出口である立野火口瀬付近に位置する。中流域では緩やかな火砕流台地や中位段丘面を流下し、下流域では熊本市街部の扇状地や沖積平野を流れ、有明海に注いでいる。

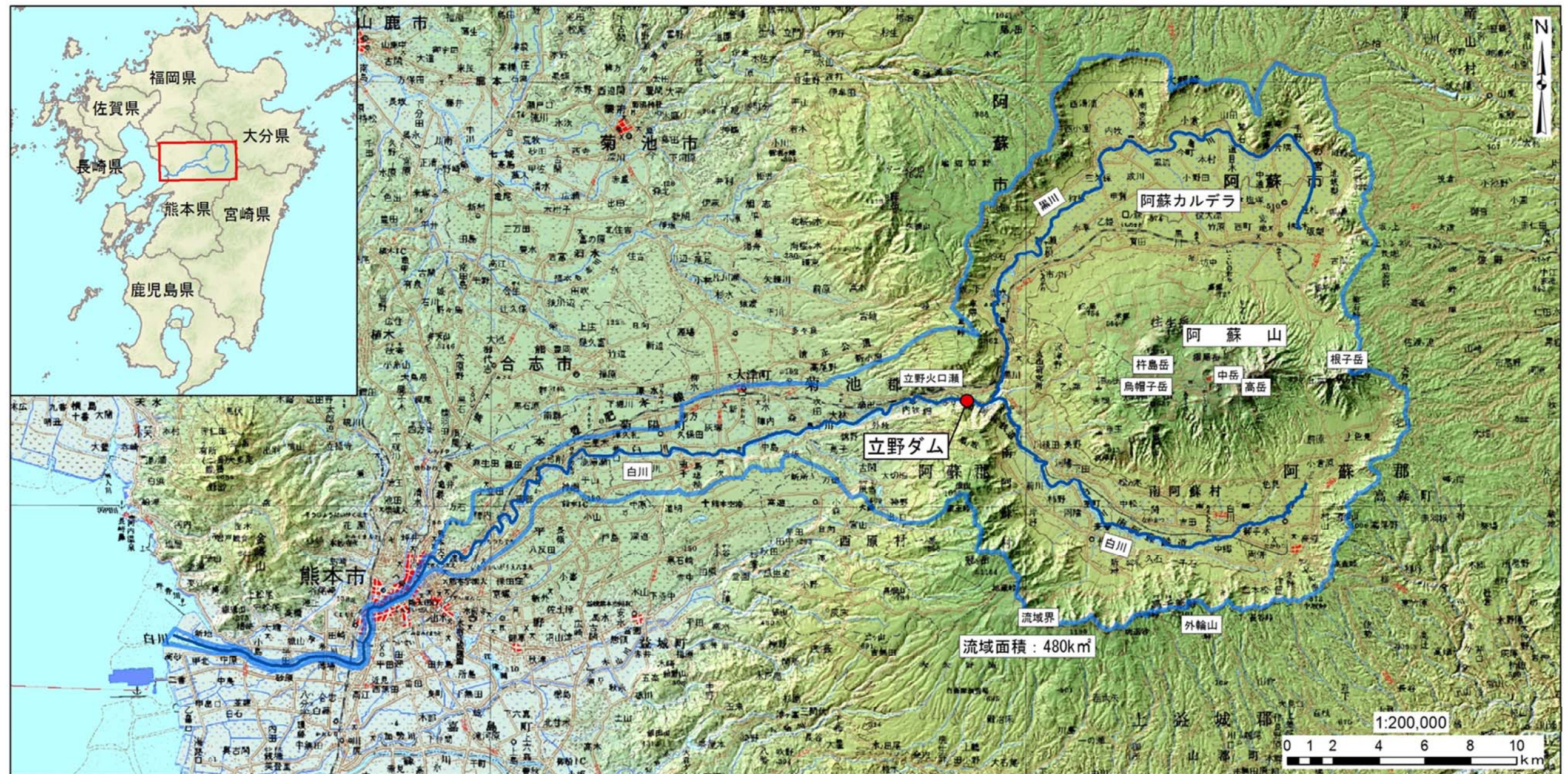


図- 2.1.1 流域の概要図（数値地図 200000（地図画像） 日本-III 平成 25 年 4 月 1 日刊行 に一部加筆）

2.2 過去の洪水被害

白川流域では、戦後、熊本市街部を中心に大災害をもたらした昭和28年6月洪水をはじめとして、昭和55年8月洪水及び平成2年7月洪水など、多数の家屋浸水被害をもたらす洪水が繰り返し発生している。平成24年7月の九州北部豪雨でも、基準地点代継橋において観測史上第1位の水位を観測し、沿川各所で洪水はん濫により甚大な被害が発生した。

表- 2.2.1 主要な既往洪水被害一覧表

洪水発生年月日	流域平均 2日雨量 (代継橋上流)	概要
昭和28年 6月25～28日	552.9mm	梅雨前線による豪雨で、阿蘇山のヨナが大量流下し、白川大洪水となる。死者行方不明422名、流失全壊家屋2,585戸、半壊家屋6,517戸、浸水家屋31,145戸、橋梁流失85橋、田畑の流失埋没1,372ha、冠水2,980ha、罹災者数388,848人
昭和28年 7月16～17日		熊本市及び阿蘇郡で、床上浸水67戸、床下浸水204戸、代継橋、明午橋、白川橋、泰平橋の仮橋いずれも流失
昭和32年 7月25～26日	257.3mm	前線による豪雨、熊本市で死者行方不明83名、家屋の流失・全壊・半壊348戸、床上浸水8,627戸、床下浸水7,308戸、橋梁流失16橋(代継橋水位観測所：3.55m)
昭和37年 7月7～8日	226.0mm	坪井川増水、井芹川堤防が決壊し、花園、寺原、世安町の低地で1,000戸が浸水(代継橋水位観測所：3.62m)
昭和38年 8月16～18日	359.9mm	低気圧、温暖前線による豪雨、熊本市で床上浸水860戸、床下浸水1,837戸、堤防欠壊14(代継橋水位観測所：4.78m)
昭和40年 6月30～7月3日	316.3mm	30日夜から1日にかけて、白川、井芹川、坪井川が氾濫し、家屋倒壊4戸、床上浸水340戸、床下浸水651戸、一の宮署管内で床上3戸、床下45戸、2日夜から3日朝にかけて、白川、井芹川、坪井川が増水、床上20戸、床下250戸で白川の安己橋が折れ曲がり、11日に崩壊(代継橋水位観測所：4.97m)
昭和55年 8月29～31日	416.4mm	台風の影響で前線が活発化し、豪雨となった。流域関連市町村の被害は死者・行方不明1名、家屋の全半壊18戸、床上浸水3,540戸、床下浸水3,245戸(代継橋水位観測所：5.88m)
平成2年 7月1～3日	379.0mm	梅雨前線による豪雨。流域関連市町村の被害は、死者・行方不明14名、家屋の全半壊146戸、一部破損250戸、床上浸水1,614戸、床下浸水2,200戸(代継橋水位観測所：5.79m)
平成9年 7月6～13日	406.8mm	梅雨前線による豪雨。流域関連市町村の被害は、家屋の一部破損3戸、床上浸水68戸、床下浸水664戸(代継橋水位観測所：4.59m)
平成11年 9月24日	—	台風18号による高潮被害。床上浸水7戸、床下浸水37戸、浸水面積11.3ha
平成19年 7月6～7日	318.7mm	熊本市街部において、「避難準備情報」が発令(代継橋水位観測所：4.93m)
平成24年 7月12日	393.6mm	梅雨前線による豪雨。白川沿川の被害は、死者行方不明者25名、家屋の全半壊1,451戸、一部損壊26戸、床上浸水407戸、床下浸水977戸(代継橋水位観測所：6.32m)

※被害の概要は「昭和28年西日本水害調査報告書(土木学会西部支部)」、「熊本県災異誌(熊本地方気象台)」、「防災・消防・保安年報(熊本県)」、「熊本県災害年報」、出水記録および熊本河川国道事務所調査結果による。

※被害の数値には内水被害、土砂災害を含む場合がある。

(1) 昭和28年6月洪水

昭和28年は6月上旬頃から阿蘇地方にたびたび強い雨が降っていた。6月末になって南西海上から高温多湿の気流(湿舌)の流れ込みが激しくなり、梅雨前線を強く刺激したため、6月25日～28日にかけて熊本県中部一帯に豪雨となった。阿蘇地方ではそれまで降り続いた雨によって地盤は高い湿潤状態であったが、この大雨が降ったため、白川は瞬間に増水して大洪水となって沿岸一体に氾濫した。

また豪雨により阿蘇地方で山崩れが頻発し、火山基層を厚く覆う「ヨナ」と呼ばれる火山灰混じりの砂が洪水で流され氾濫堆積したため、熊本市内は泥土に埋もれた。

被害状況は、死者行方不明者422名、流失全壊家屋2,585戸、半壊家屋6,517戸、浸水家屋31,145戸、橋梁流失85橋、田畑の流失埋没1,372ha、冠水2,980ha、罹災者数388,848人となった。



写真- 2.2.1 流失直前の明午橋



写真- 2.2.2 洪水後のヨナの堆積状況(熊本市上通町)



写真- 2.2.3 洪水後の子飼橋付近の状況

※流木により河道閉塞が起り、濁流によりえぐりとられた大江町。左岸側の橋は保安隊によって架けられた仮橋

(2) 昭和 55 年 8 月洪水

8 月 28 日熊本県地方は、台風の間接的な影響で大気が非常に不安定な状態となり、九州北部に前線が現れ、南西の高温多湿の空気が流れ込んだため前線の活動が活発となり、29 日夜から 31 日にかけて県の中部以北で強い雨が降った。降り始めからの連続雨量は、阿蘇黒川観測所で最大 666mm、熊本観測所で 334.5mm を記録した。この大雨は、白川が熊本市街部で越水する洪水となり、主に熊本市で多数の家屋浸水を発生させた。この雨による流域関連市町村の被害は死者・行方不明 1 名、家屋の全半壊 18 戸、床上浸水 3,540 戸、床下浸水 3,245 戸であった。



写真- 2.2.4 熊本市二本木地区の越水状況



写真- 2.2.5 熊本市城東地区の越水状況

(3) 平成 2 年 7 月洪水

6 月 28 日頃から梅雨前線はゆっくり南下し、7 月 2 日には台風 6 号崩れの低気圧が接近し、太平洋高気圧周辺部からの暖かい湿った空気の流入に伴って、前線の活動が活発になり、九州中北部で局地的な集中豪雨となった。白川流域では、7 月 1 日深夜から集中豪雨に見舞われ、阿蘇山観測所の 7 月 1 日 23 時～7 月 2 日 23 時までの累加雨量は 341mm、時間最大雨量で 50mm (7 月 2 日 8 時～9 時) の降雨となった。この大雨は、白川が熊本市街部で越水し、支川黒川が広範囲に氾濫する洪水となり、主に熊本市、阿蘇市で多数の家屋浸水をさせた。この雨による流域関連市町村の被害は、死者・行方不明 14 名、家屋の全半壊 146 戸、一部破損 250 戸、床上浸水 1,614 戸、床下浸水 2,200 戸であった。



写真- 2.2.6 白川橋下流右岸の流下状況



写真- 2.2.7 第一白川橋梁地点の流下状況

(4) 平成 24 年 7 月洪水 (九州北部豪雨)

7 月 11 日から 14 日にかけて、本州付近に停滞した梅雨前線に向かって南から非常に湿った空気が流れ込み、九州北部を中心に非常に強い大雨となった。白川流域では坊中雨量観測所で観測史上第 1 位となる時間雨量 124mm を記録するとともに、流域の 5 雨量観測所 (立野、内牧、坊中、湯ノ谷、芭見) において 3 時間雨量が観測史上第 1 位を記録した。また、河川水位についても、基準地点代継橋において昭和 31 年の観測開始以来、観測史上第 1 位となる水位を観測した。この大雨により、白川が熊本市街部で越水し、支川黒川が広範囲に氾濫する洪水となり、沿川で多数の家屋浸水を発生させた。この大雨による白川沿川の被害は死者行方不明者 25 名、家屋の全半壊 1,451 戸、一部損壊 26 戸、床上浸水 407 戸、床下浸水 977 戸であった。



写真- 2.2.8 明午橋右岸上流の越水状況



写真- 2.2.9 大甲橋上流の流下状況



写真- 2.2.10 蓮台寺橋地点の流下状況



写真- 2.2.11 熊本市龍田陣内地区の越水状況



写真- 2.2.12 洪水後のヨナの堆積状況 (熊本市黒髪地区)



写真- 2.2.13 阿蘇市内牧市街部の浸水状況

2.3 立野ダムの目的と機能

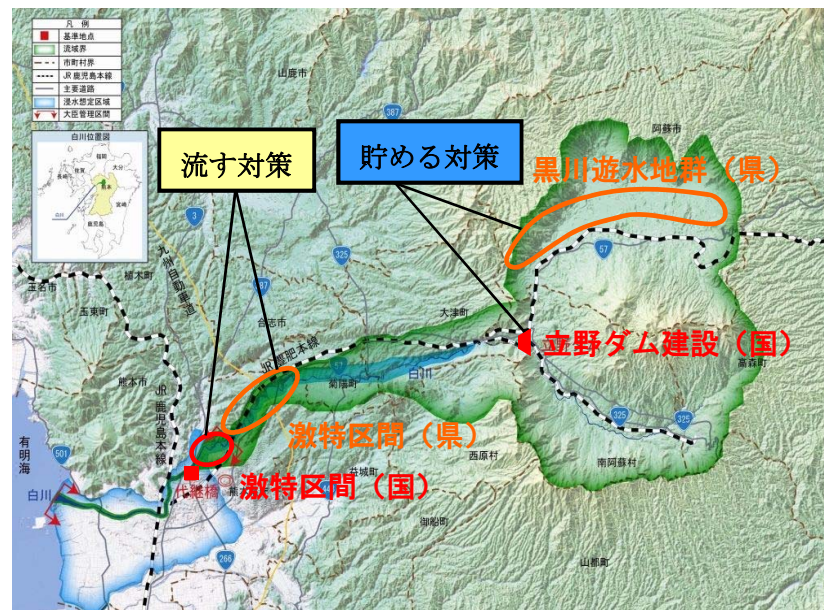
白川の河川整備は、「白川水系河川整備基本方針」及び「白川水系河川整備計画」に基づき実施しており、流域内の洪水調節施設として立野ダムが位置づけられている。

立野ダムは、白川沿川の洪水被害の防止又は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）である。

白川水系河川整備基本方針は、昭和28年6月洪水と同程度の洪水を安全に流すことを目的とし、基準地点である代継橋地点において基本高水のピーク流量 $3,400\text{m}^3/\text{s}$ を、立野ダム（洪水調節施設）により $400\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節を行い、計画高水流量を $3,000\text{m}^3/\text{s}$ に低減し、河道の整備と併せて洪水被害の防止又は軽減を図るものである。

また、今後20年～30年間の河川整備の目標を定めた、白川水系河川整備計画に基づき、現在河川整備を進めており、基準地点の代継橋地点において、整備計画目標流量 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ を立野ダム等で $300\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節を行い河道で $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を安全に流下させる計画である。

白川の治水対策は、河道の整備（流す対策）と立野ダム建設等（貯める対策）の両方の整備が不可欠な計画となっている。



【白川水系河川整備基本方針：流量配分（代継橋地点）】

流す対策 $3,000\text{m}^3/\text{s}$ 河道への配分流量	貯める対策 $400\text{m}^3/\text{s}$ 洪水調節施設
---	--

【白川水系河川整備計画：流量配分（代継橋地点）】

$2,000\text{m}^3/\text{s}$ 河道への配分流量		$300\text{m}^3/\text{s}$ 立野ダム + 黒川遊水地群
現況流下能力 約 $1,500\text{m}^3/\text{s}$	激特事業 約 $500\text{m}^3/\text{s}$	

図- 2.3.1 現時点の白川流域整備イメージ図

2.4 事業経緯及び諸元

(1) 立野ダムの計画諸元

立野ダムの諸元を表-2.4.1に示す。

表- 2.4.1 立野ダム諸元

位置	左岸：熊本県菊池郡大津町大字外牧地先 右岸：熊本県阿蘇郡南阿蘇村大字立野地先		
河川名	白川水系白川	堤高(高さ)	約90m
ダム名	立野ダム	堤頂長(長さ)	約200m
型式	曲線重力式コンクリートダム	堤体積(減勢工を含む)	約40万 m^3
集水面積	約383 km^2	天端高	標高282.0m
湛水面積	約0.36 km^2	洪水時最高水位	標高276.0m
総貯水容量*	約1,010万 m^3	計画堆砂量	約60万 m^3

*立野ダムは、洪水調節専用（流水型）ダムであり、常時は空虚である。

(2) 立野ダムの事業経緯

立野ダムの事業経緯を表-2.4.2に示す。

表- 2.4.2 立野ダムの事業経緯

西暦	年号	計画の変遷等
1969	昭和44年	予備調査着手(4月)
1979	昭和54年	実施計画調査着手(4月)
1983	昭和58年	建設事業着手(4月)
1984	昭和59年	損失補償基準妥協[宅地・建物](9月)
1989	平成元年	損失補償基準妥協[農地・山林](5月)
1993	平成5年	「立野ダム建設と長陽村(現南阿蘇村)地域整備事業促進のための協定書及び確認書」調印(1月) 白川水源地域対策基金の設立(3月)
2000	平成12年	白川水系河川整備基本方針策定(12月)
2002	平成14年	白川水系河川整備計画策定(7月)
2009	平成21年	新たな基準に沿った検証の対象とするダム事業に選定(12月)
2010	平成22年	ダム事業の検証に係る検討について国土交通大臣から九州地方整備局長への指示(9月)
2012	平成24年	ダム事業の検証に関する対応方針(立野ダム建設事業の継続)の決定(12月)
2014	平成26年	仮排水トンネル工事契約(3月)
2014	平成26年	漁協補償契約(4月)
2015	平成27年	上流仮締切堤工事契約(9月)

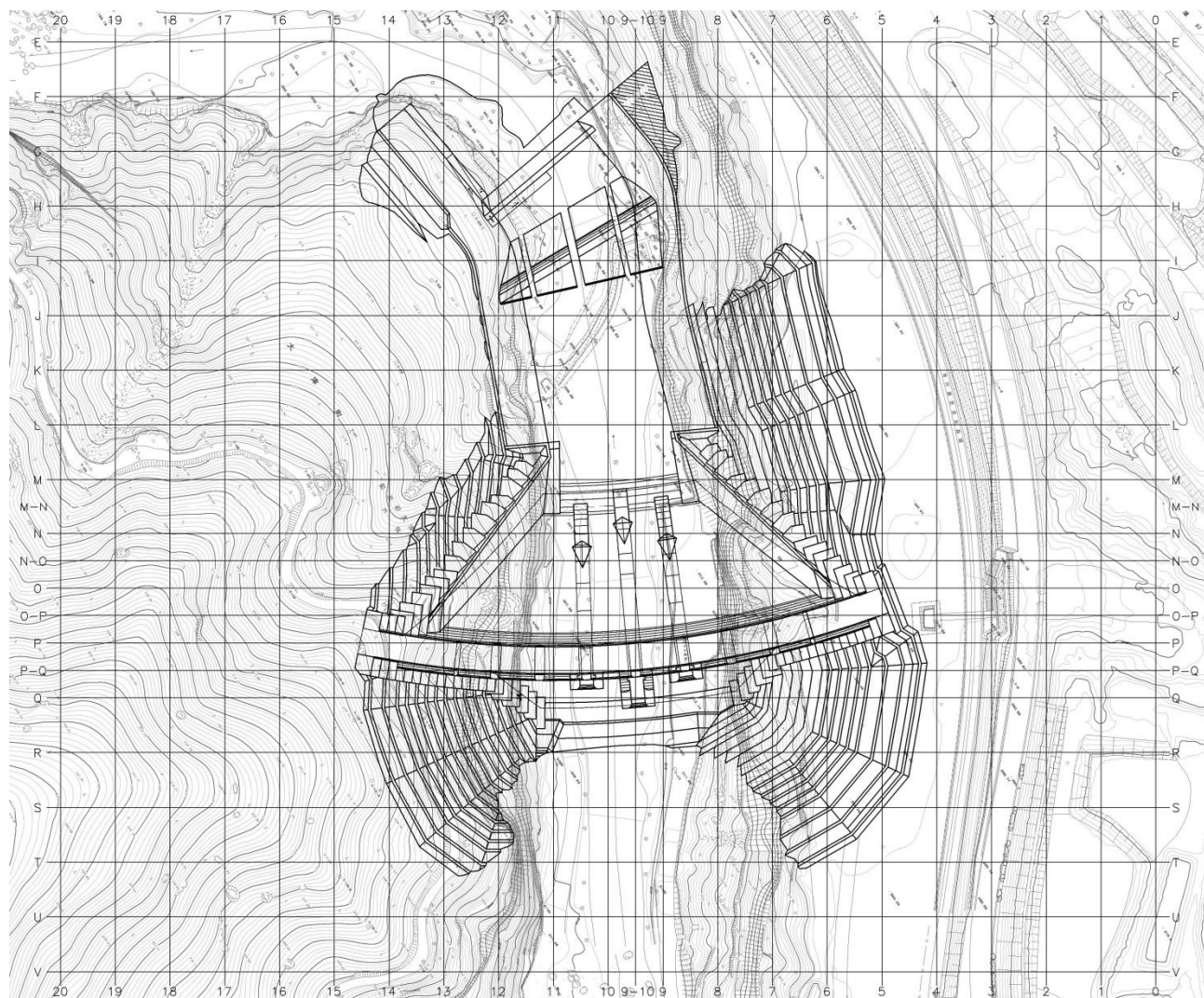


図- 2.4.1 立野ダム平面図

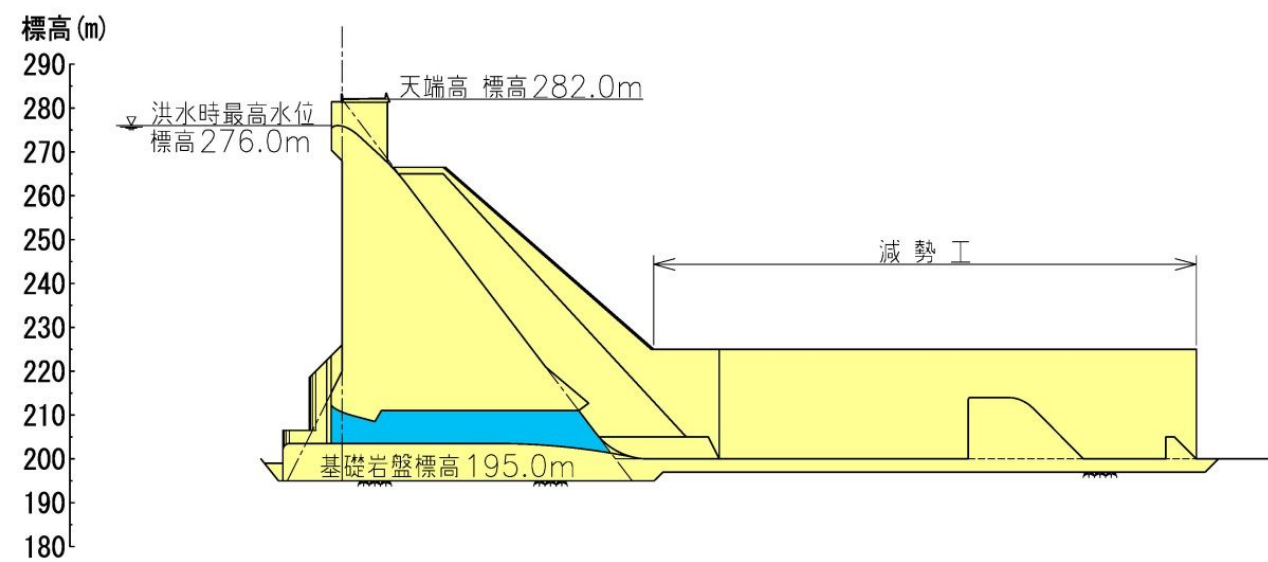


図- 2.4.2 立野ダム標準断面図

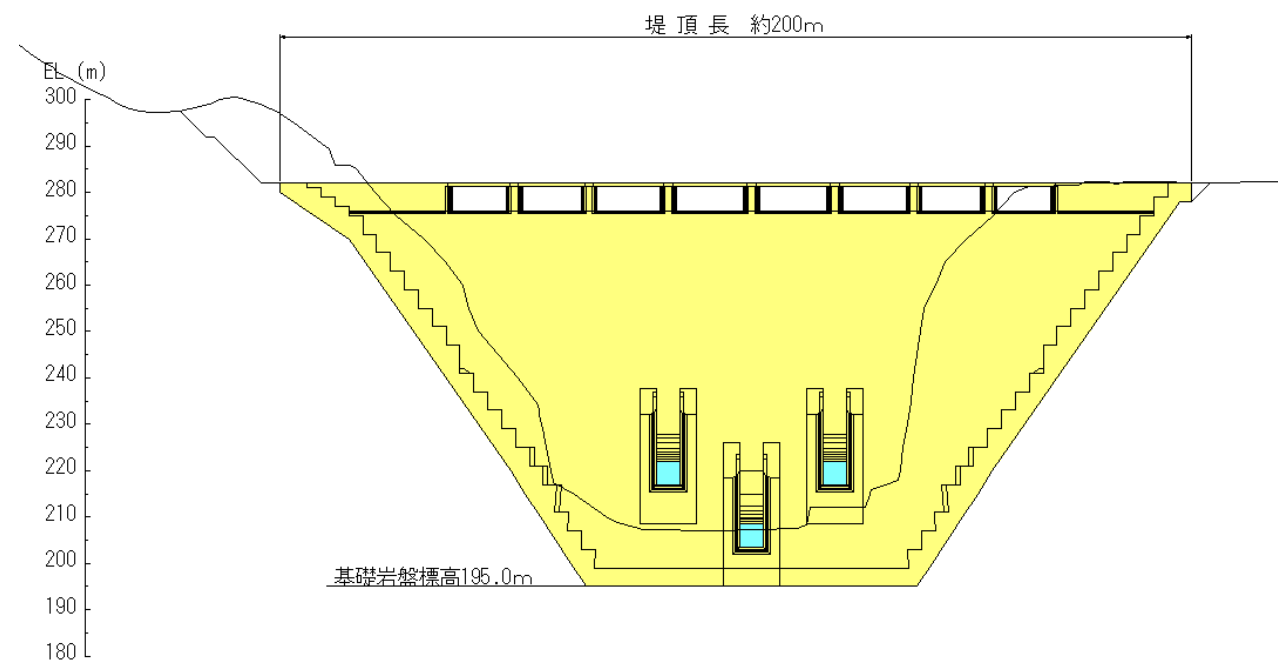


図- 2.4.3 立野ダム上流面図

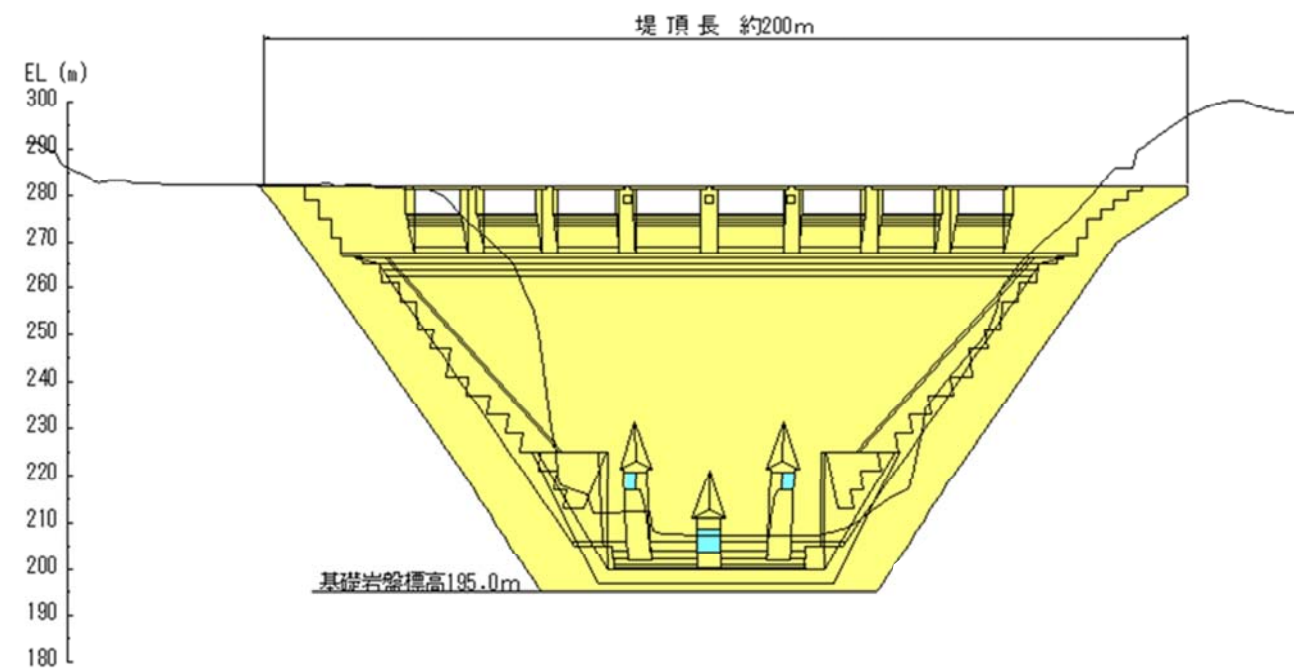


図- 2.4.4 立野ダム下流面図

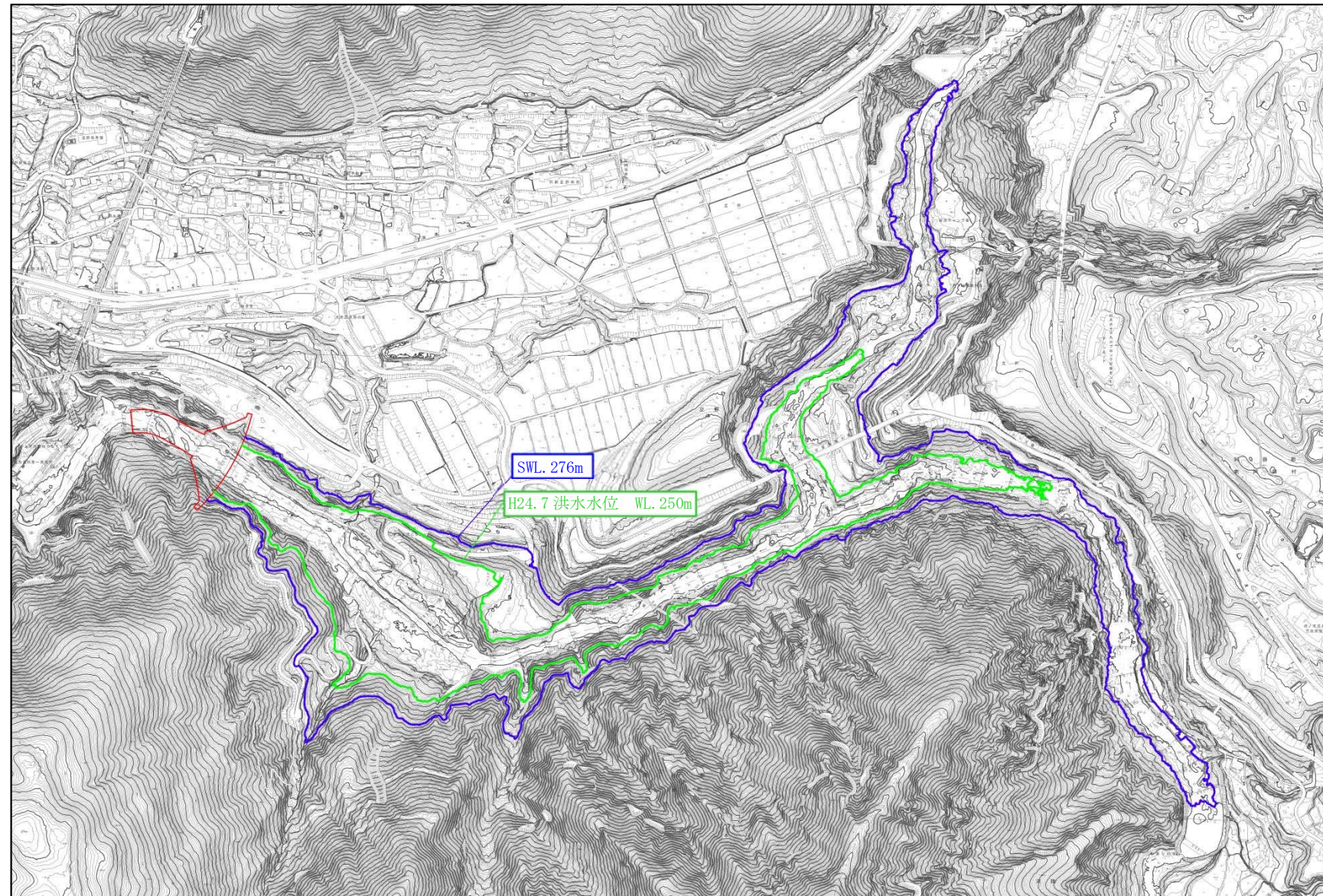


図-2.4.5 立野ダム湛水図

【代継橋地点】

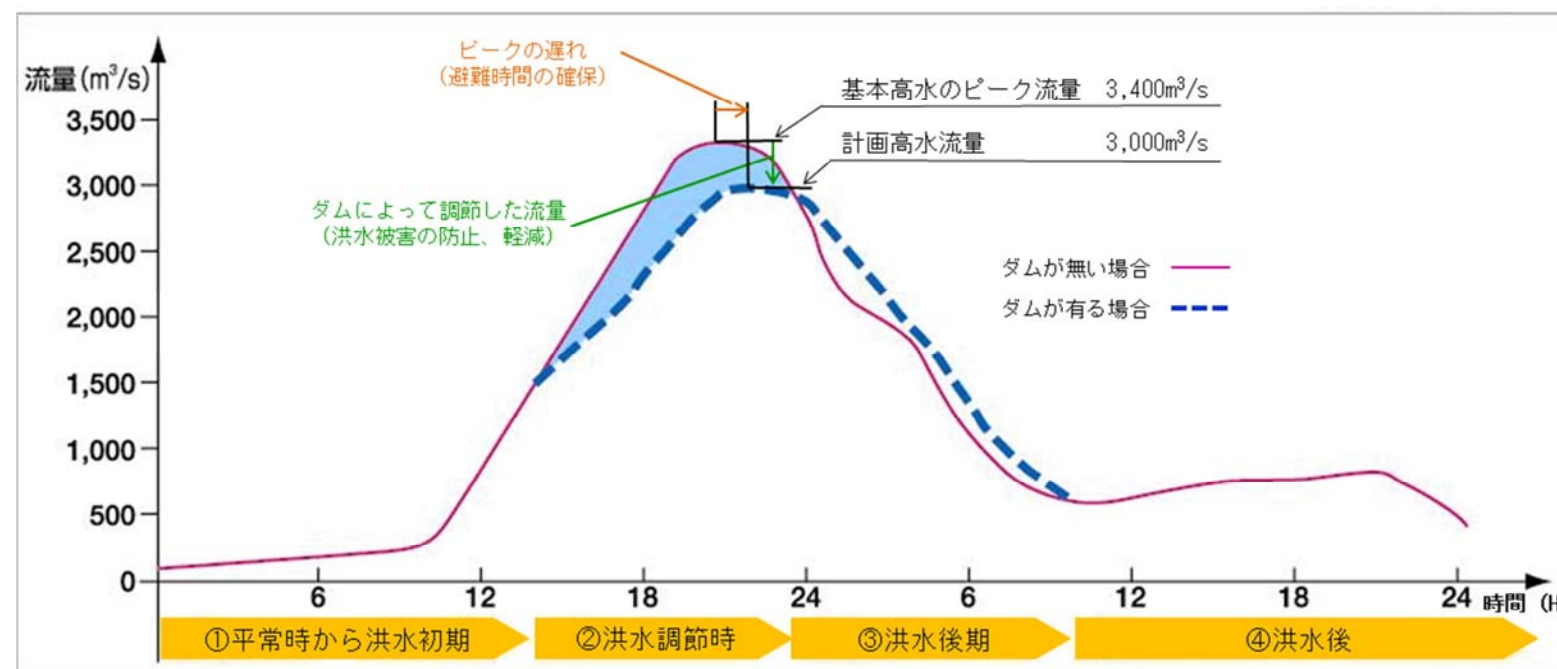


図-2.4.6 洪水調節図

3. 地形・地質概要

3.1 白川流域の地形・地質

(1) 地形概要

白川の流域は、“おたまじゃくし”に似た形をしており、上流域は標高700~1,200m級の外輪山で囲まれた南北24km、東西19kmの阿蘇カルデラである。白川はカルデラ東部の根子岳付近に源を発し、カルデラ内の南側を流下する。白川はカルデラ内の北側から流下してきた黒川とカルデラ西部で合流し、唯一の出口である立野火口瀬を通してカルデラ外に流出する。

立野火口瀬は外輪山を東西に横断する谷で、溶岩類からなる急崖地形が連続する。火口瀬を抜けると、白川中流域は緩やかな火砕流台地となり、下流域では熊本市街部の扇状地や沖積平野となる。立野ダムは、白川の上流域と中流域の境界部に相当する立野火口瀬付近に計画されている。

(2) 地質概要

白川流域周辺の地質は、中生代～古生代の変成岩類や中生代白亜紀の花崗岩類、御船層群などを基盤とし、白川の上流域から中流域にかけては第四紀更新世以降の火山岩類が広く分布している。

火山岩類は、下位より先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が累重する。白川下流域では、これら火山岩類を段丘堆積物や扇状地堆積物、沖積層等が被覆している。先阿蘇火山岩類は、更新世中期に噴出した安山岩質溶岩や火砕岩から構成され、カルデラの外輪山を形成する。阿蘇火砕流堆積物は、更新世の27万年前より後に4回の大きな火山活動で噴出した溶結凝灰岩が主体であり、外輪山の頂部から周辺にかけて広く分布する。阿蘇火山岩類は、カルデラ形成後に中央火口丘群から噴出した溶岩類である。

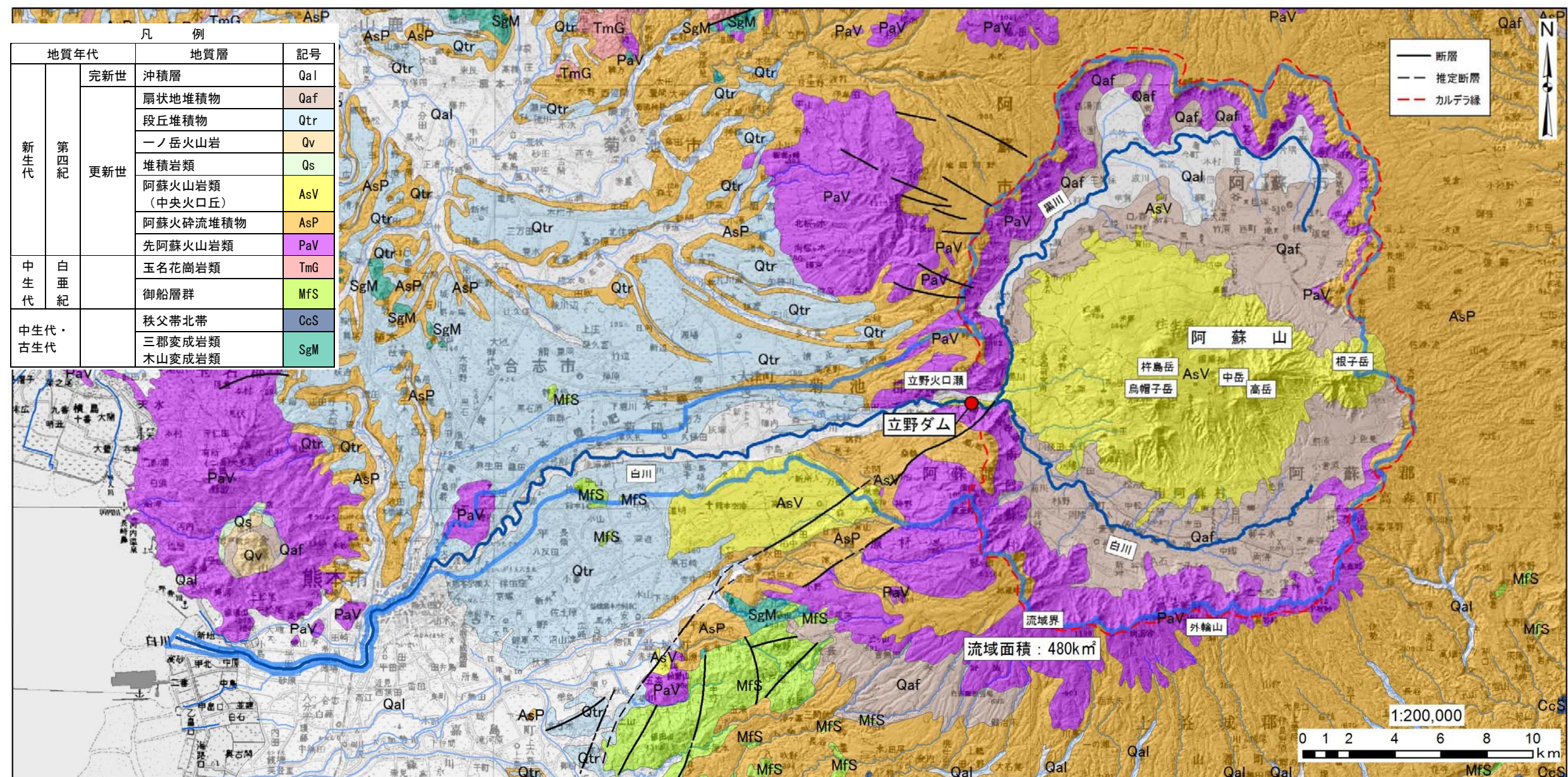


図-3.1.1 流域の地質（九州地方土木地質図（1986）を編集・加筆）

3.2 ダムサイト周辺の地形・地質

(1) 地形概要

ダムサイトは、白川と黒川の合流点から約 1.3km 下流の立野火口瀬付近に位置する。立野火口瀬付近は、外輪山を東西方向に横断する幅 500~700m の谷地形であり、カルデラ外への唯一の出口であり、大地を大きく浸食している。ダムサイトの右岸は 80m 前後の直立した急崖が連続し、標高 300m より上流では緩やかな台地面へ移行する。一方、左岸は外輪山に続く約 40~60° の斜面である。ダムサイトの河床標高は約 210m、河床幅は 50~70m であり、標高 300m 以下では左岸側にやや開いた非対称な箱沢谷である。



写真-3.2.1 立野火口瀬周辺の地形(下流側右岸の尾根よりダムサイトを望む)

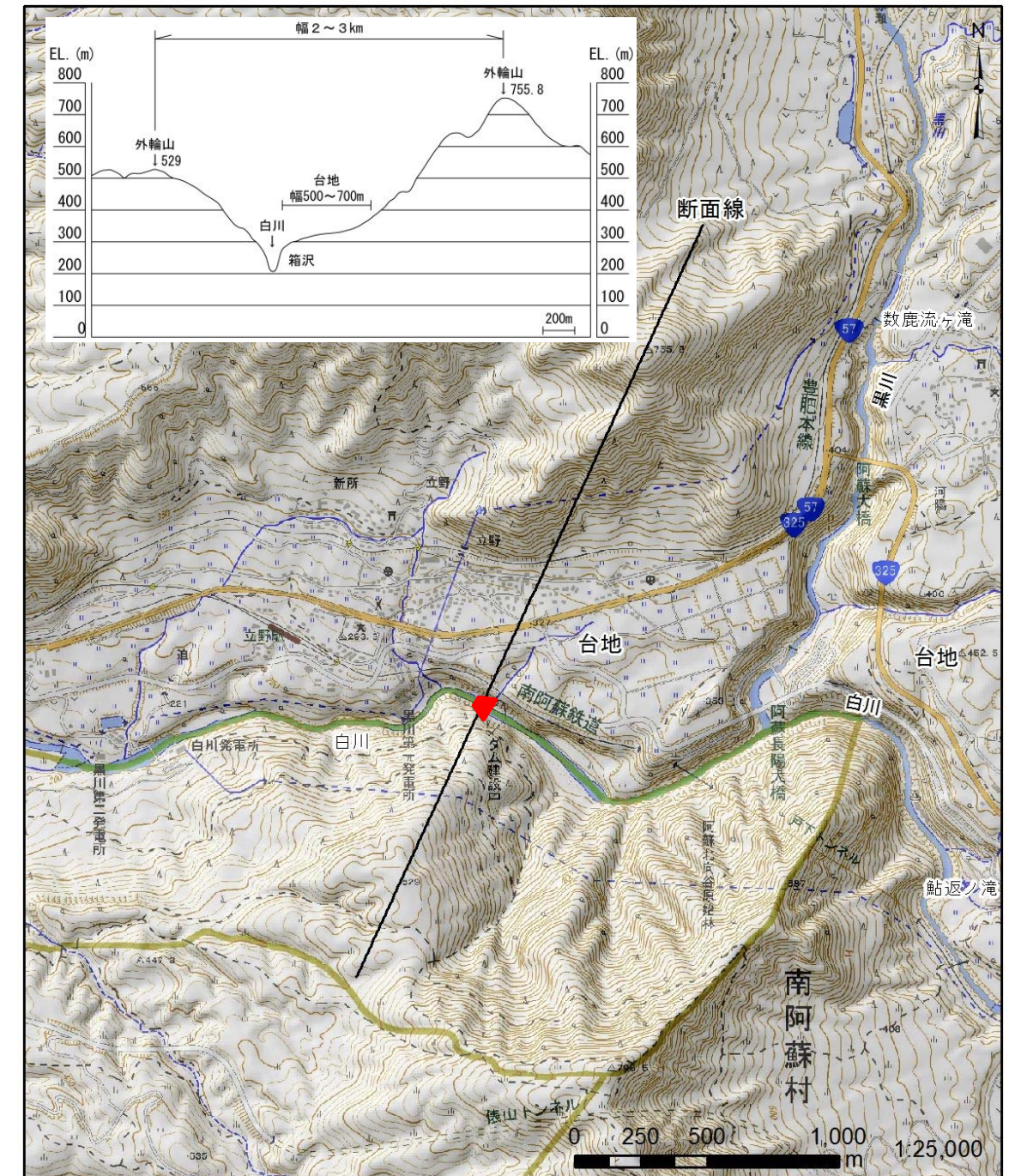


図-3.2.1 立野火口瀬周辺の地形と代表的な断面
(この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから提供されたものである。)

(2) 地質概要

立野火口瀬周辺には火山岩類として、更新世中期から更新世後期の先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が分布する。

先阿蘇火山岩類は輝石安山岩と角閃石安山岩の溶岩・火砕岩で、阿蘇の外輪山を構成する(40~80万年前)。その後、4回の大規模な阿蘇火砕流が噴出し(27万~9万年前)、東西18km、南北25kmのカルデラが形成された。これらの火砕流の噴出間隙に火山活動があり、根子岳火山、外牧溶岩などが噴出した。カルデラ形成以後、カルデラ内で活発な火山活動が始まり中央火口丘が形成された。この火山岩類でもっとも古い鮎返ノ滝溶岩は立野火口瀬に向けて流下し、引き続き栃ノ木溶岩、立野溶岩、赤瀬溶岩、火山研究所溶岩などが火口瀬に流下した。また、ダムサイトの周辺では、先阿蘇火山岩類と立野溶岩の間に立野層が分布する。

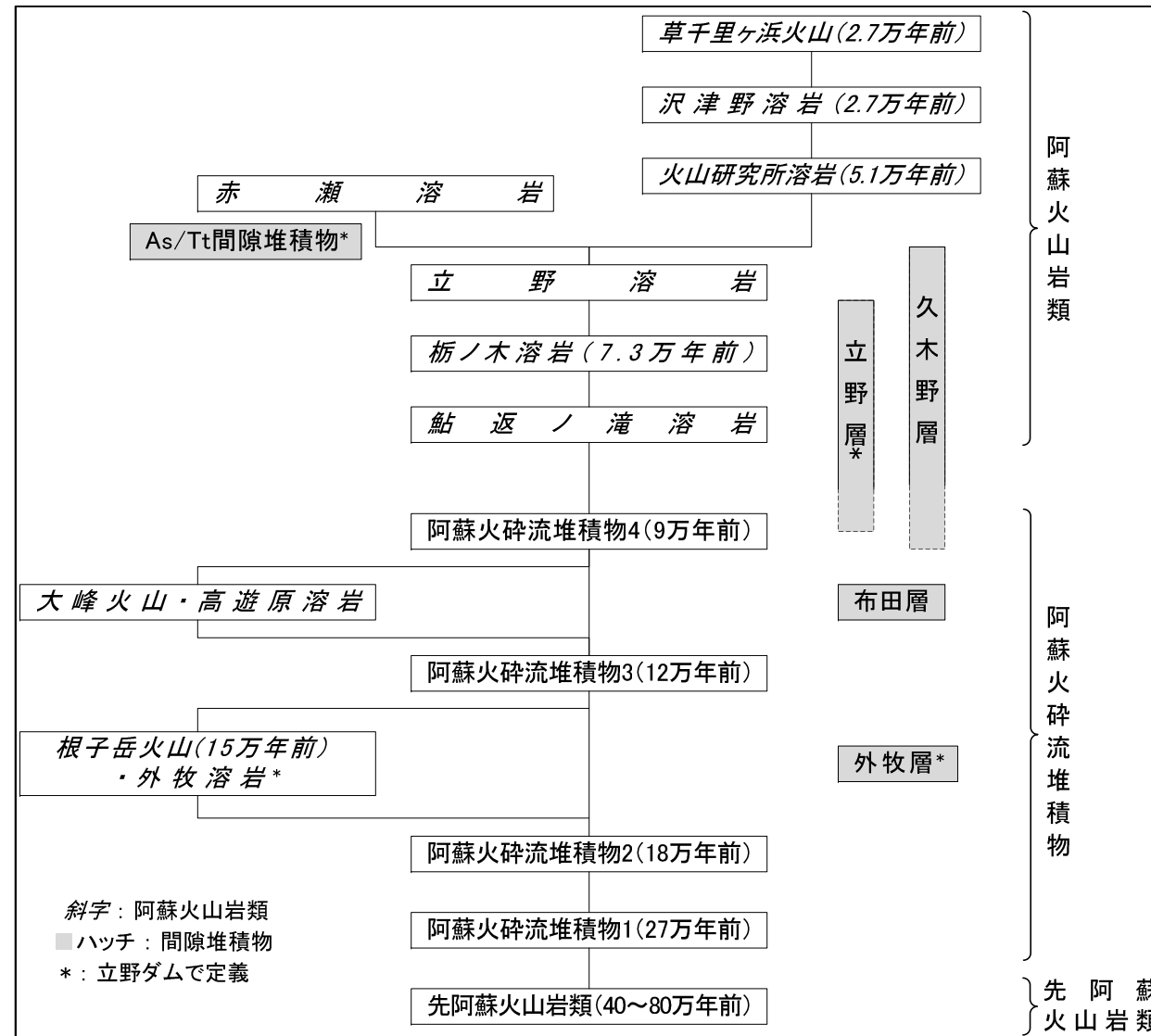
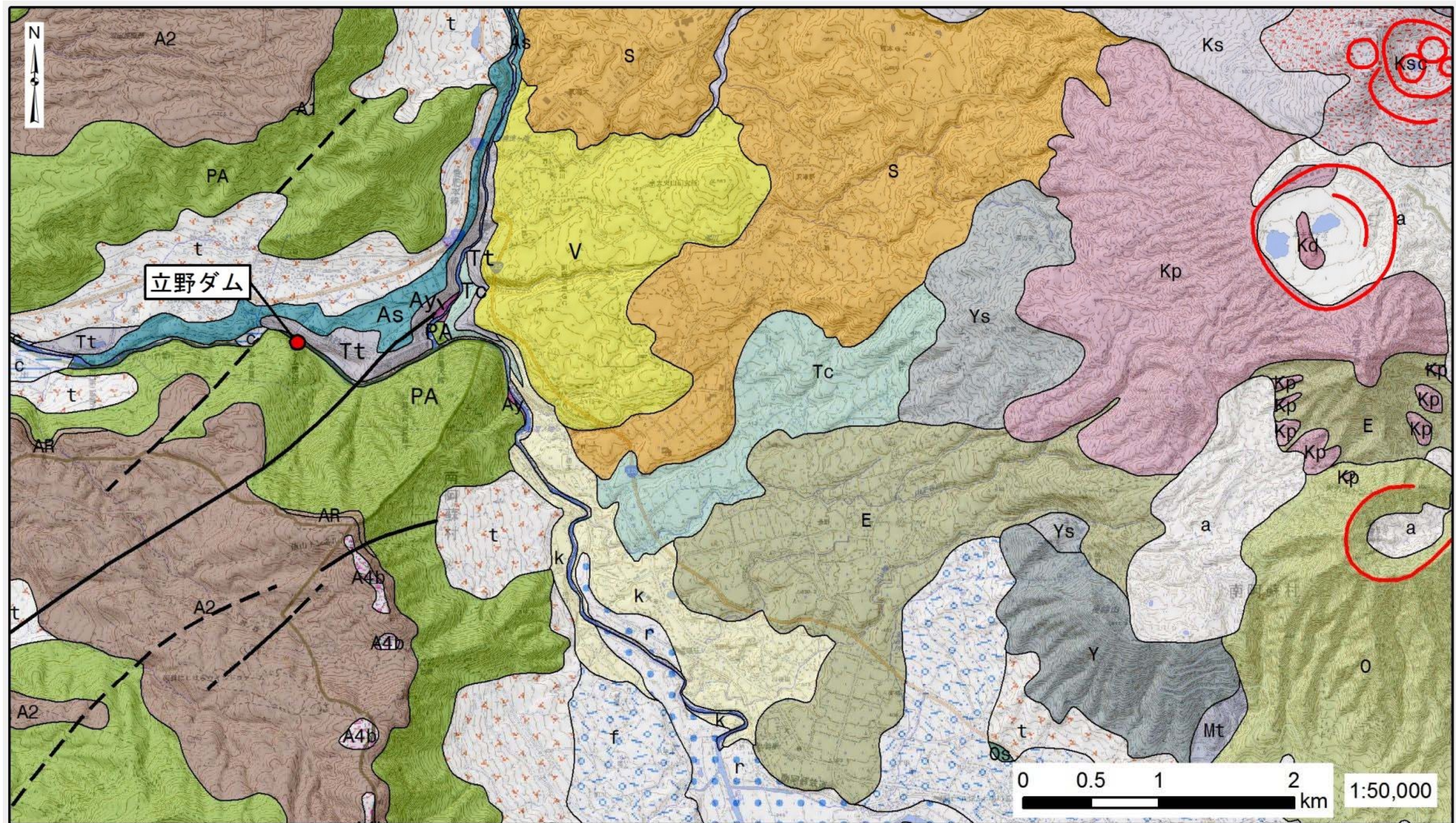


図-3.2.2 阿蘇火山の活動史(小野・渡辺;1985 を修正加筆)

*地質名称は「阿蘇山地質図(小野・渡辺1985)に準拠。
当該文献に記載がない地質は立野ダムで定義



凡例

a: 降下火山灰	Oc: 往生岳火山 スコリア丘	E: 烏帽子岳火山	As: 赤瀬溶岩	Tt: 立野溶岩	AR: Aso-2R溶結火砕岩	噴火口
c: カルデラ埋積層	Ks: 杵島岳火山 溶岩流	Y: 夜峰山火山	S: 沢津野溶岩	Tc: 栃ノ木溶岩	A1: Aso-1火砕流	断層
t: 崖錐	Ksc: 杵島岳火山 スコリア丘	Mt: 松ノ木火山	V: 火山研究所溶岩	Ay: 鮎返ノ滝溶岩	PA: 先阿蘇火山岩類	伏在断層
r: 河岸段丘堆積物	Kd: 草千里ヶ浜火山 中央火口丘	O: 御竈門山火山	Ys: 吉岡溶岩	A4b: Aso-4A火砕流		
f: 扇状地堆積物	Kp: 草千里ヶ浜火山 主軽石丘	Os: 古期小火山体	k: 久木野層	A2: Aso-2A.B火砕流		

図-3.2.3 立野火口瀬周辺の地質図(小野・渡辺; 1985 に加筆)

4. 立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層

4.1 第四紀断層調査 (熊本地震前)

4.1.1 調査方法

ダム建設における第四紀断層の調査の内容と方法は「第四紀断層の調査 (河川砂防技術基準 調査編)」等の技術資料と文献によって示されており、立野ダムにおいてもこれらの技術資料等に基づき第四紀断層調査を実施した。

4.1.2 文献調査の結果 (半径 50km 以内)

文献調査の結果としては、ダム敷から半径 50km 圏内に分布するものが 177 条であり、ダム敷から半径 10km 圏内に分布するものが 20 条である。そのうち長さ 10km 以上のものが 1 条、ダム敷から半径 3km 圏内に分布するものが 7 条である。

文献断層の位置図を図-4.1.2 に示す (活断層を明記しているか否かにかかわらず掲載されているものを文献断層としている)。

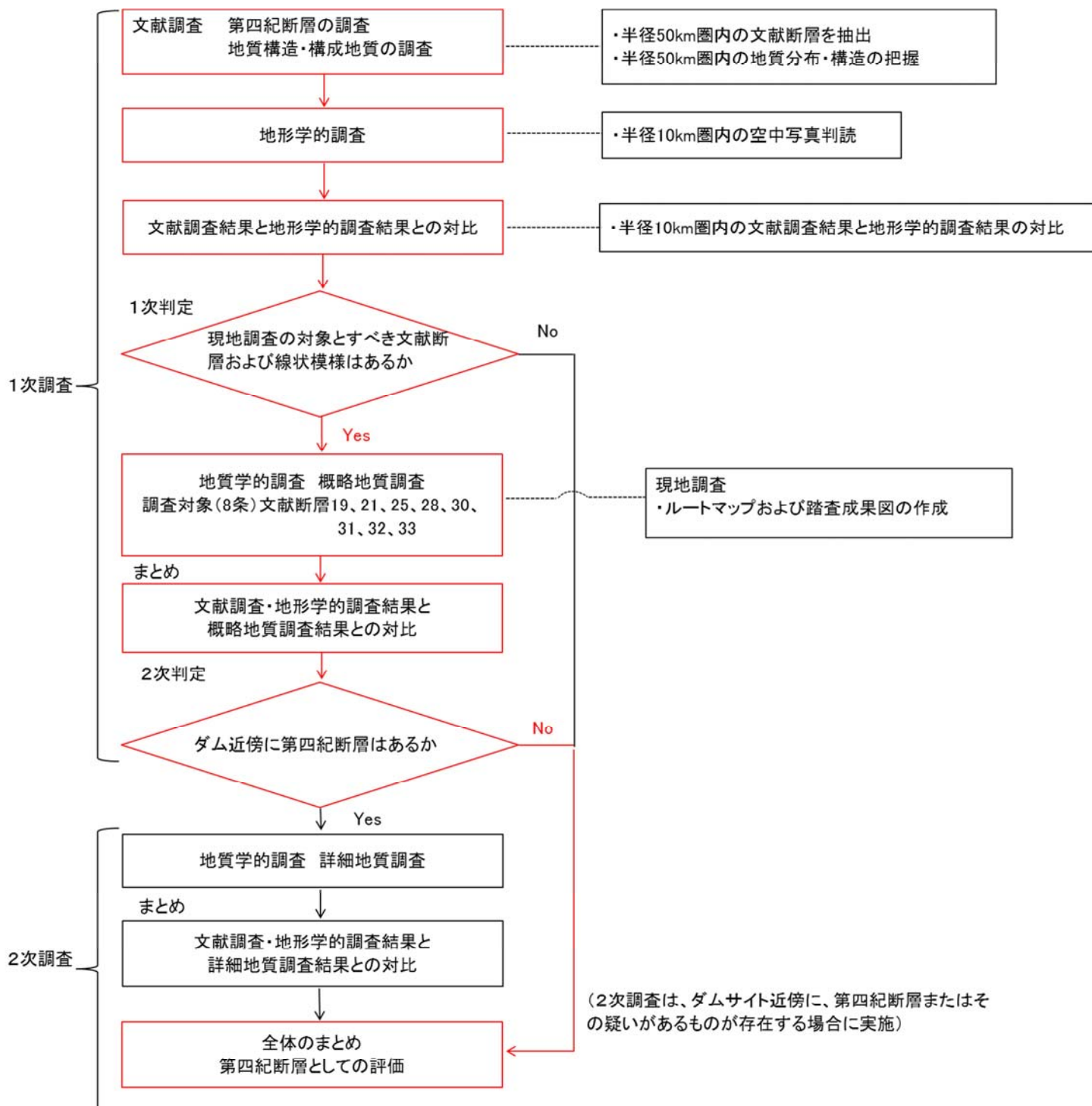


図-4.1.1 第四紀断層調査のフロー

- ① 「新編 日本の活断層—分布図と資料—」 (活断層研究会、1991、東京大学出版会)
- ② 「九州の活構造」 (九州活構造研究会、1989、東京大学出版会)
- ③ 「都市圏活断層図 熊本」 (池田安隆ほか、2001、国土地理院技術資料)
- ④ 「都市圏活断層図 八代」 (中田 高ほか、2001、国土地理院技術資料)
- ⑤ 「活断層詳細デジタルマップ」 (中田 高ほか、2002、東京大学出版会)
- ⑥ 「熊本県地質図」 (熊本県地質図編集委員会、2007、熊本県地質調査業協会)
- ⑦ 「阿蘇火山地質図」 (小野晃司ほか、1985、地質調査所資料)
- ⑧ 「別府—万年山断層帯の評価」 (地震調査研究推進本部地震調査委員会、2005、地震調査研究推進本部資料)
- ⑨ 「布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂)」 (地震調査研究推進本部地震調査委員会 2013、地震調査研究推進本部資料)



凡 例

「新編 日本の活断層」(1991)、「九州の活構造」(1989)

- 活断層であることが確実なもの (確実度 I)
- 活断層であると推定されるもの (確実度 II)
- 活断層の疑いがあるリニアメント (確実度 III)

「九州の活構造」(1989)のみ

- 活断層であることが確実なもの (確実度 I)
- 活断層であると推定されるもの (確実度 II)
- 活断層の疑いがあるリニアメント (確実度)

「都市圏活断層図」(2001)※「熊本」「八代」

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「活断層詳細デジタルマップ」(2002)

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「熊本県地質図」(2007)

- 断層
- 推定断層

「阿蘇火山地質図」(1985)

- 断層

「地震調査研究推進本部」(2013)

- 活断層

地 震

1984年まで 1985年～1987年

- M7.0以上
- M6.0～6.9
- M5.9以下

記号に添えた数字は発生年月日とマグニチュードを示す。
「新編 日本の活断層」(1991)より

平成7年以降に実施された第四紀断層調査(トレンチ実施)位置

図-4.1.2 ダム敷から半径 50km 圏内の文献断層位置図

4.1.3 地形学的調査の結果

地形学的調査としては、空中写真及び地形図を判読し、断層変位地形を伴った線状模様を抽出した。ダム敷から半径 10km 圏内に 18 条の線状模様が抽出され、文献断層の分布傾向と調和的であった。抽出された線状模様は、L1 に区分されるものが 7 条、L2 に区分されるものが 9 条、L3 に区分されるものが 2 条である。そのうち、ダム敷から半径 3km 圏内に分布するものが 1 条である。

表-4.1.1 線状模様の確からしさの分類(桑原、1987)

分類	記 事
L1	地質構造を反映していると思われる線状模様のうち、ごく最近(第四紀程度)に変位を示す地形である確からしさの最も高いもの。具体的には、変位の基準となる地形が明瞭なもの。すなわち、線状模様の両側の尾根、谷、地形面がごく最近まで一続きであった事が明らかに判り、それが線状模様によって系統的に変位(変位の向き、変位量等がほぼ同じになっている事)しているもの。
L2	L1 に準じ、変位を示す地形である確からしさのやや高いもの。すなわち、段丘などの明瞭な変位基準地形がないために確実度が低い、尾根や谷が横ずれ様に配列していたり、低断層崖と思われる地形などがあって、変位の向きは推定できるが、両側の地形面の時代が異なるなど、ごく最近の変位地形である事が不明瞭な線状模様。
L3	L2 に準じ、変位を示す地形の確からしさの最も低いもの。すなわち、断層地形である事が最も不明瞭なもので、変位地形ともみられる地形を持つが、変位の向きが不明瞭であったり、他の原因も考えられるもの。

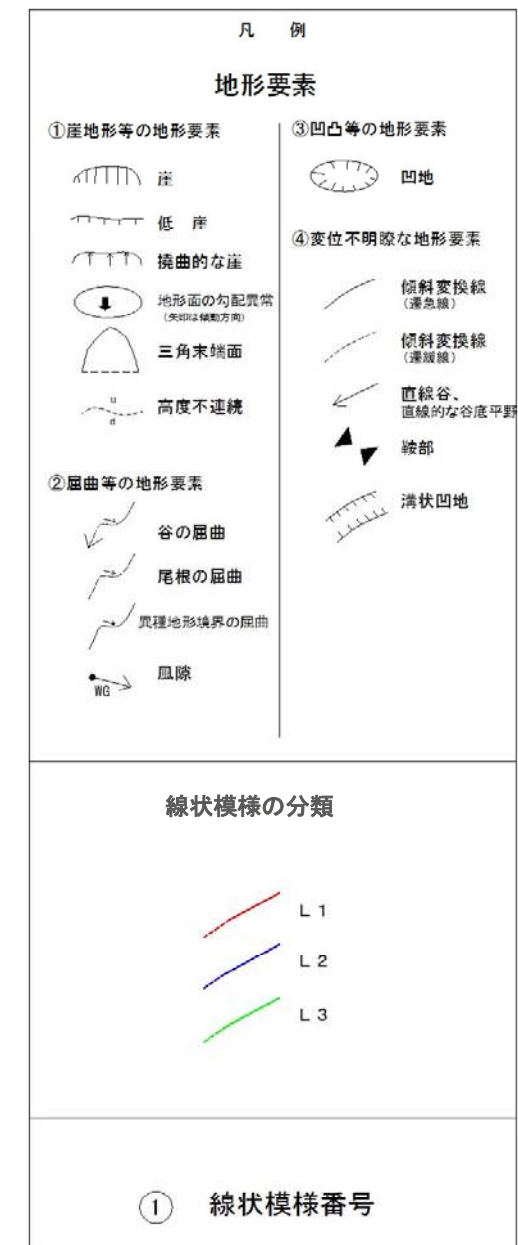


図-4.1.3 線状模様判読結果

4.1.4 文献調査結果と地形学的調査結果との対比

ダム敷から半径 10km 圏内の文献断層と、判読した線状模様を対比した結果、現地における地表地質踏査が必要とされるものとして、8 条を抽出した。

- 文献断層 19：瀬田断層、線状模様⑨・・・3km 圏内でダムサイトへの方向性がある。
- 文献断層 28：北向山断層、線状模様⑩・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 30：布田川断層、線状模様⑪・・・10km 圏内でかつ延長 10km 以上。ダムサイトへの方向性がある。
- 文献断層 21・・・・・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 25・・・・・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内でダムサイトへの方向性がある。
- 文献断層 31・・・・・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 32・・・・・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 33・・・・・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。

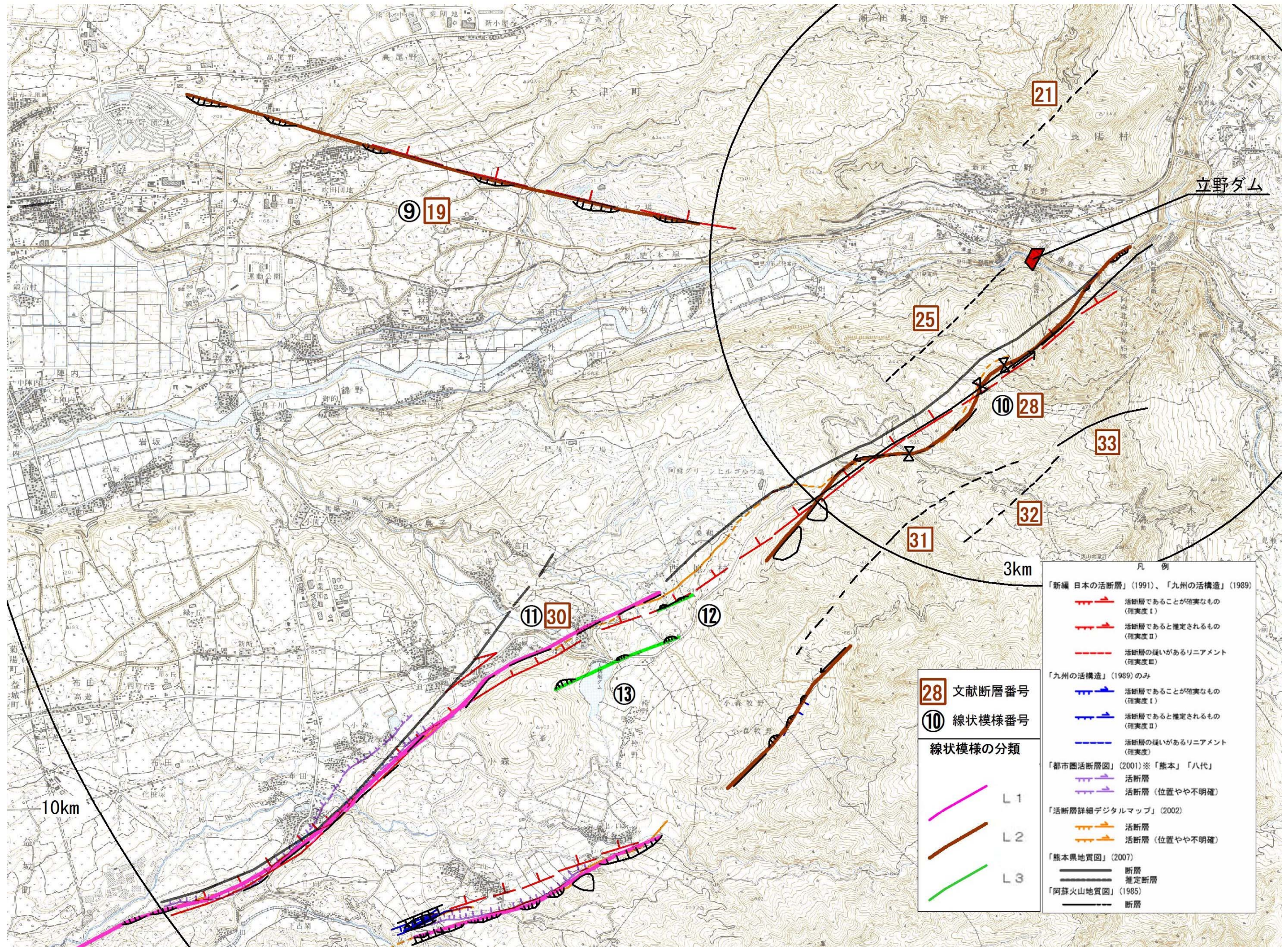
現地調査の必要性の評価基準

- ①ダム敷から 3km 圏内で指摘されている文献断層（第四紀断層）又は、確認される線状模様（L1～L3）
- ②ダム敷から 10km 圏内の文献断層かつ線状模様で延長が 10km 以上のもの
- ③ダム敷から 3km 圏外であってもダムサイトに向かう可能性のある線状模様等

表-4.1.2 文献調査結果と地形調査結果との対比

断層番号	文献調査結果					地形調査結果							ダムとの関係			地表踏査の要否
	断層名	確実度	活動度	長さ(km)	文献名*1	線状模様番号	ダム敷からの距離(km)	長さ(km)	方向	明瞭度	変位基準	分類	ダム敷から3km圏内	ダム敷から10km圏内かつ延長10km以上	ダムサイトへの方向性がある	
1	端辺原野断層	I	B	2.6 2.4	日活・九活 活D 阿蘇	①	8.85	2.15	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
2	ツームシ山断層	I	C	5.6 5.0	日活・九活 活D 阿蘇	②	8.4	5.6	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
3	的石牧場Ⅰ断層	I	B	2.4 3.0	日活・九活 活D 阿蘇	③	8.15	3.25	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
4	的石牧場Ⅱ断層	I	B	1.4 1.4	日活・九活 活D	④	7.9	1.15	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面	L1	×	×	×	×
6	的石牧場Ⅲ断層	I	B	1.8 1.4	日活・九活 活D	⑤	7.5	1.0	EW	やや明瞭	阿蘇4火砕流堆積面	L2	×	×	×	×
9	的石原野断層	I	B	3.4 1.5	日活・九活 活D 阿蘇	⑥	5.8	1.6	WNW	明瞭	阿蘇2火砕流堆積面	L1	×	×	×	×
11	坂ノ下断層	Ⅱ	B	4.2 1.7	日活・九活 活D	⑦	5.6	1.3	WNW	やや明瞭	阿蘇2火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	×	×	×	×
13	古城断層	I	B	4.0 2.2	日活・九活 活D	⑧	5.3	3.6	WNW	やや明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	×	×	×	×
19	瀬田断層	Ⅱ	B	2.5 4.1	日活・九活 活D	⑨	3.1	4.9	WNW	やや明瞭	中位河成段丘面 阿蘇2火砕流堆積面	L2	○*3	×	○	○
28	北向山断層	Ⅱ	B	5.2 20.0*2	日活・九活 活D 熊本・阿蘇	⑩	0.5	4.85	NE	やや明瞭	(立野溶岩面) 阿蘇2火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	○	×	×	○
30	布田川断層	I	B	12.5 20.0*2	日活・九活 活D 熊本	⑪	4.6	11.2以上	NE	明瞭	高遊原溶岩面	L1	×	○	○	○
—	(北向山断層 南端付近)	(Ⅱ)	(B)	—	(日活) (活D)	⑫	4.3	0.5	NE	不明瞭	土石流堆積面	L3	×	×	×	×
—	—	—	—	—	—	⑬	4.7	1.3	ENE	不明瞭	土石流堆積面 高遊原溶岩面	L3	×	×	×	×
20	小森牧場断層	I	B	0.6	九活	⑭	3.9	1.25	NE	やや明瞭	土石流堆積面 阿蘇2火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	×	×	×	×
14	出ノ口断層	Ⅱ	B	3.8 2.9	日活・九活 活D・都市	⑮	6.2	2.7	ENE	明瞭	中位河成段丘面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
	宮山断層	I	B	0.5	九活 活D	⑯	8.0	0.45	ENE	明瞭	中位河成段丘面	L1	×	×	×	×
16	滝断層	Ⅱ	B	2.8 3.3	日活・九活 活D・都市	⑰	8.7	3.5	NE	やや明瞭	中位河成段丘面	L2	×	×	×	×
34	十文字断層	Ⅱ	B	1.0	日活・九活	⑱	9.3	1.1	NE	やや明瞭	阿蘇2火砕流堆積面	L2	×	×	×	×
21	(無名断層)*4			0.98	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○
25	(無名断層)*4			1.5	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	○	○
31	(無名断層)*4			2.75	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○
32	(無名断層)*4			1.19	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○
33	(無名断層)*4			0.9	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○

*1：日活；新編日本の活断層一分布図と資料一(1991)、九活；九州の活断層(1989)、活D；活断層詳細デジタルマップ(2002)、都市；都市活断層図「熊本」「八代」(2001)、熊本；熊本県地質図(2007)、阿蘇；阿蘇火山地質図(1985)
*2：北向山断層と布田川断層を1本の断層と認定。*3：文献では3km圏内。*4：断層の図示があるのみ。



凡例

「新編 日本の活断層」(1991)、「九州の活構造」(1989)

- 活断層であることが確実なもの (確実度Ⅰ)
- 活断層であると推定されるもの (確実度Ⅱ)
- 活断層の疑いがあるリニアメント (確実度Ⅲ)

「九州の活構造」(1989)のみ

- 活断層であることが確実なもの (確実度Ⅰ)
- 活断層であると推定されるもの (確実度Ⅱ)
- 活断層の疑いがあるリニアメント (確実度Ⅲ)

「都市圏活断層図」(2001)※「熊本」「八代」

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「活断層詳細デジタルマップ」(2002)

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「熊本県地質図」(2007)

- 断層
- 推定断層

「阿蘇火山地質図」(1985)

- 断層

28 文献断層番号

10 線状模様番号

線状模様の分類

- L1
- L2
- L3

図-4.1.4 現地調査位置図

4.1.5 調査結果

文献調査、地形調査、地表地質踏査などの結果を総合的に勘案して、ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと判断した。

表-4.1.3 第四紀断層としての評価一覧表

文献断層		線状模様		断層露頭 ○:認められた ×:認められない	第四紀断層の可能性	評価
番号	名称	番号	区分			
19	瀬田断層	⑨	L2	×	変位基準面に標高差が認められるものの断層露頭は認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	延長部はダム敷に向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 第四紀断層が分布する可能性は否定できないものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
28	北向山断層	⑩	L2	○	第四紀の地層を変位させており、第四紀断層である。	ダム敷上流側 500m 付近の断層露頭を通過し、その延長はダム敷近傍に向かわない。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
30	布田川断層	⑪	L1	○		延長部はダム敷に向かう方向だが、断層による変位地形が認められず線状模様は途切れる。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
21	(無名断層)	判読されない	対象外	×	断層による変位地形は認められず断層露頭も認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
25	(無名断層)			×		延長部はダム敷に向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 ダム敷及びその近傍まで連続しない。
31	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
32	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
33	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。

4.2 第四紀断層調査（熊本地震後）

4.2.1 追加調査の目的

熊本地震を受け、ダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要のある第四紀断層が存在するか確認する。

4.2.2 追加調査の方法

熊本地震を受け、既往の第四紀断層調査の結果に加えて、熊本地震に関する大学・研究機関等の発表文献調査、地形学的調査、現地踏査等を実施した。

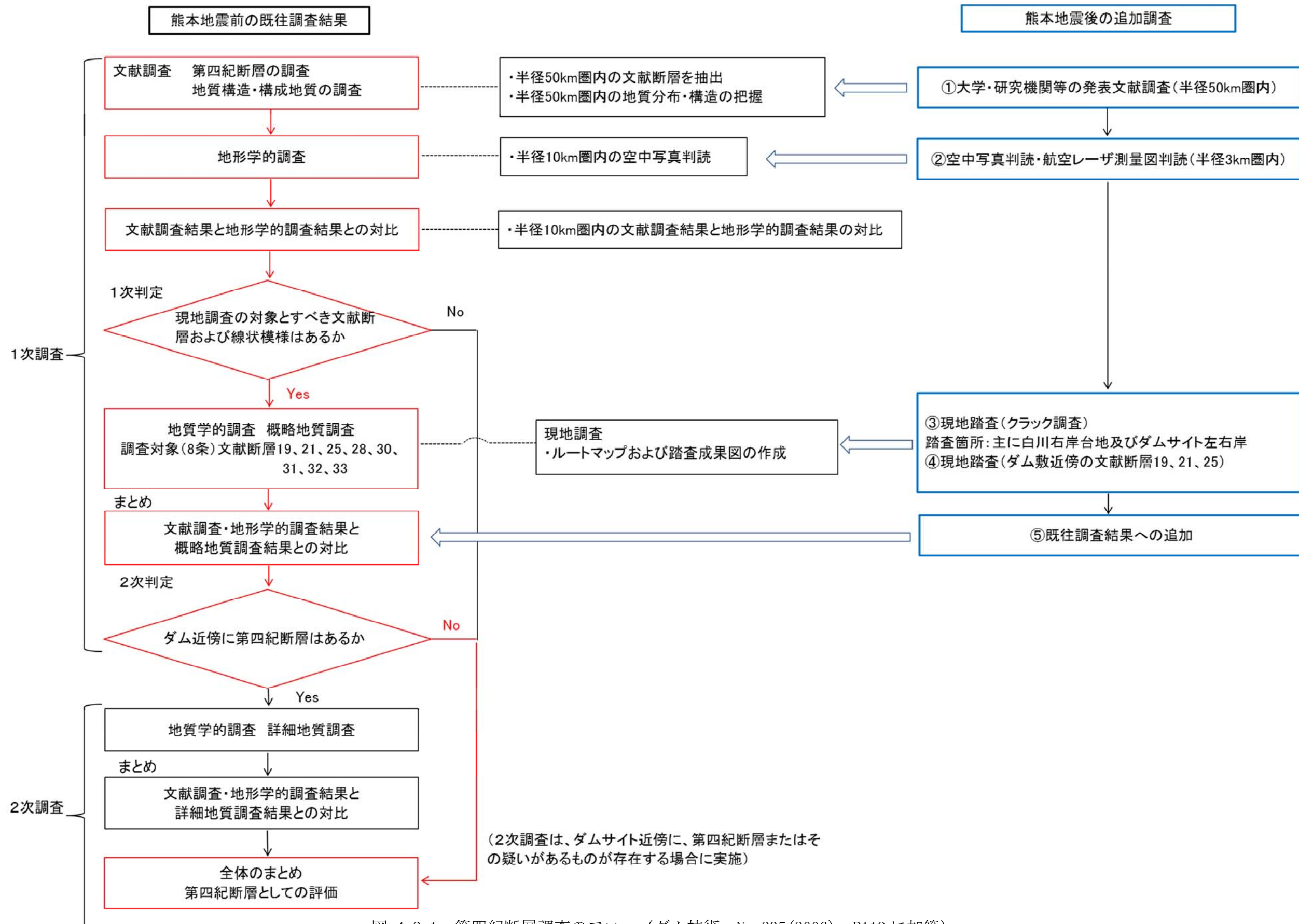


図-4.2.1 第四紀断層調査のフロー（ダム技術、No. 235(2006)、P119 に加筆）

4.2.3 追加調査の結果

(1) 大学・研究機関等の発表文献調査

熊本地震後の大学・研究機関等の発表文献について、平成28年8月10日時点で46件の文献を収集・整理した。
 このうち、地表地震断層（可能性があるものを含む）の位置が記載されている文献が27件、推定地表地震断層の位置が記載されている文献が1件あるが、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたと見られる地表地震断層及びその疑いのある変状は報告されていない。
 また、今回の熊本地震は「主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる。（文献番号30：地震調査研究推進本部 地震調査委員会）」とされている。

表-4.2.1 収集文献一覧

番号	機関	著者	表題	報告の場	地表地震断層等として抽出	番号	機関	著者	表題	報告の場	地表地震断層等として抽出
1	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年(2016年)熊本地震の評価	ホームページ		24	東京大学地震研究所 地震予知研究センター	平田直	熊本地震と日本の地震活動ー益城町で震度7を記録した熊本地方の二つの地震ー	プレス・ブリーフィング	
2	東京大学地震研究所	石山達也(東京大学地震研究所)ほか	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)の地表地震断層調査	ホームページ	○	25	日本活断層学会	廣内大介・杉戸信彦・石山達也ほか	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)における布田川ー日奈久断層帯周辺に出現した地表地震断層調査	ホームページ	○
3	東京大学地震研究所	佐藤比呂志・石山達也・加藤直子	平成28年(2016年)熊本地震(M6.5)の地学的背景と布田川断層帯・日奈久断層帯について	ホームページ		26	日本学術会議		熊本地震・緊急報告会	日本学術会議主催公開シンポジウム 熊本地震・緊急報告会	○
4	日本地理学会災害対応委員会		災害緊急速報 平成28年熊本地震	ホームページ等		27	日本学術会議・防災学術連携体	宇根寛	活断層について	日本学術会議主催公開シンポジウム 熊本地震・緊急報告会	○
5	福岡教育大学	黒木貴一・出口将夫	平成28年(2016年)熊本地震調査 概報	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部		28	香川大学工学部	長谷川修一・山中稔・野々村敦子	2016年熊本地震災害調査速報	ホームページ	○
6	福岡教育大学	黒木貴一・出口将夫	平成28年(2016年)熊本地震調査 報告	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部		29	産業技術総合研究所 地質調査総合センター		「第四報」緊急現地調査報告[2016年5月13日] 2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層	ホームページ	○
7	広島大学ほか	熊原康博・後藤秀昭・中田高ほか	2016年熊本地震・地表地震断層に関する緊急速報(4/19)	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	30	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年(2016年)熊本地震の評価	ホームページ	○
8	大阪教育大学ほか	後藤健介・吉武貴志・後藤恵之輔	平成28年(2016年)熊本地震調査 緊急報告	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	31	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年(2016年)熊本地震の評価(地震調査委員長見解)	ホームページ	
9	東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門	遠田晋次・岡田真介・吉田春香	熊本地震 速報版(第1報、2016.4.16)布田川断層にて地表地震を確認	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	32	東北大学災害科学国際研究所 調査報告会(第4回)	遠田晋次・岡田真介・石村大輔	熊本地震による地表地震断層調査	ホームページ	○
10	西南学院大学・福岡教育大学	黒田圭介・磯望・黒木貴一ほか	平成28年(2016年)熊本地震 地表地震断層調査～上益城郡御船町にて	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	33	国土地理院		平成28年熊本地震に関する情報	ホームページ	○
11	広島大学大学院	後藤秀昭・熊原康博	熊本県熊本地方を震源とする地震に関する記者説明会	記者説明会		34	国土地理院		だいち2号干涉SARIによる変動の検出について	ホームページ	○
12	広島大学大学院	後藤秀昭・熊原康博	平成28年4月16日熊本県熊本地方の地震を引き起こした活断層(地表地震断層)	記者説明会	○	35	国土地理院		平成28年熊本地震・空から見た(航空写真判読による)布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布図	ホームページ	○
13	京都大学防災研究所 地盤災害研究部門	松四雄騎	平成28年(2016年)熊本地震による南阿蘇村における斜面変動の発生状況 第1報(2016/4/16 18:00時点での判明箇所)	ホームページ	○	36	島根大学	向吉秀樹・内田嗣人・大久雅貴ほか	阿蘇カルデラ北西部に出現した亀裂群の成因解明(地表地震断層か否か)	ホームページ	
14	京都大学防災研究所 地盤災害研究部門	千木良雅弘・松四雄騎	平成28年(2016年)熊本地震による南阿蘇村における斜面変動の発生状況 第2報(2016/4/18 19:00時点での判明箇所)	ホームページ		37	(公社)地盤工学会	村上哲(福岡大学)・永瀬英生(九州工業大学)	平成28年熊本地震 液状化被害	平成28年熊本地震地盤災害説明会	
15	広島大学	熊原康博・後藤秀昭・中田高	2016年熊本地震・地表地震断層に関する緊急速報	ホームページ		38	東北大学災害科学国際研究所	森口周二・寺田賢二郎(東北大学)	平成28年熊本地震調査報告書(速報) [平成28年6月3日公開、平成28年6月7日修正]	ホームページ	○
16	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年4月16日熊本県熊本地方の地震の評価	ホームページ		39	土木学会西部支部	鳥井真之(熊本大学減災センター)	活断層ー地質学的観点からー	土木学会西部支部「2016年熊本地震」地震被害調査報告会	
17	東北大学	遠田晋次・岡田真介	2016年熊本地震 熊本県御船町で新たに地表地震断層を確認	ホームページ	○	40	香川大学	山中稔・長谷川修一ほか	ため池被害と災害廃棄物処理/地表地震断層と建物の被害	香川大学「熊本地震第1回報告会」	○
18	広島大学	後藤秀昭・熊原康博	記者説明会発表資料(2016.4.18)	記者説明会	○	41	災害科学研究所	常田賢一(大阪大学大学院)	平成28年熊本地震の現地調査による被害の特徴と今後の対応に関する考察	ホームページ	
19	産業技術総合研究所 地質調査総合センター	白濱吉起・森宏・丸山正・吉見雅行	「第三報」緊急現地調査報告[2016年4月18日]	ホームページ	○	42	愛知工業大学地域防災研究センター	正木和明	熊本地震報告	ホームページ	○
20	東北大学災害科学国際研究所 調査報告会(第2回)	岡田真介・遠田晋次	2016年熊本地震に関する活断層調査報告(現地緊急調査)	ホームページ	○	43	福岡管区気象台		阿蘇山の火山活動解説資料(平成28年5月)	ホームページ	
21	東北大学災害科学国際研究所	遠田晋次・岡田真介・石村大輔ほか	布田川断層帯に正断層も確認:地下深部では斜めずれ、地表では横ずれ断層と正断層が並走	ホームページ	○	44	九州地方整備局熊本河川国道事務所		第2回国道325号ルート・構造に関する技術検討会	第2回国道325号ルート・構造に関する技術検討会	○
22	山口大学大学院	大橋聖和・田村友謙	平成28年熊本地震における地震断層露頭調査	ホームページ		45	林野庁 森林整備部 治山課		平成28年熊本地震に係る「森林域における航空レーザー計測業務」の成果の公表について	ホームページ(記者発表)	
23	産業技術総合研究所	吉見雅行・産総研緊急調査グループ	平成28年熊本地震で出現した(地表)地震断層調査概報	平成28年熊本地震 地震被害調査結果 速報会	○	46	日本学術会議		熊本地震・三ヶ月報告会	ホームページ	○

※文献番号44は推定地表地震断層を記載

(2) 大学・研究機関等の発表文献で確認された地表地震断層等

1) 半径 50km 圏内

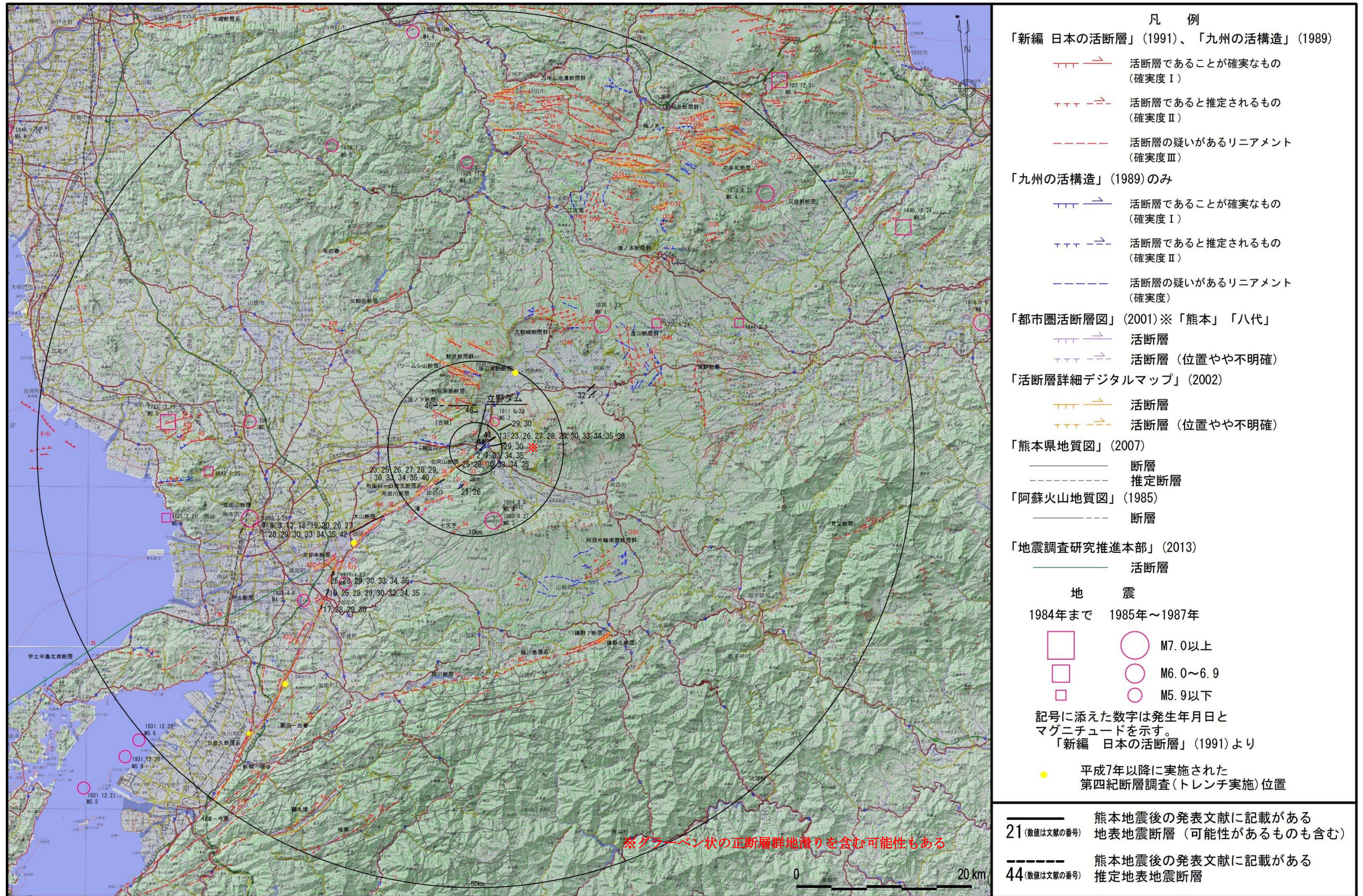


図-4.2.2 熊本地震後に地表地震断層等が確認された位置の概略と文献番号 (半径 50km 圏内)

2) 半径 10km 圏内

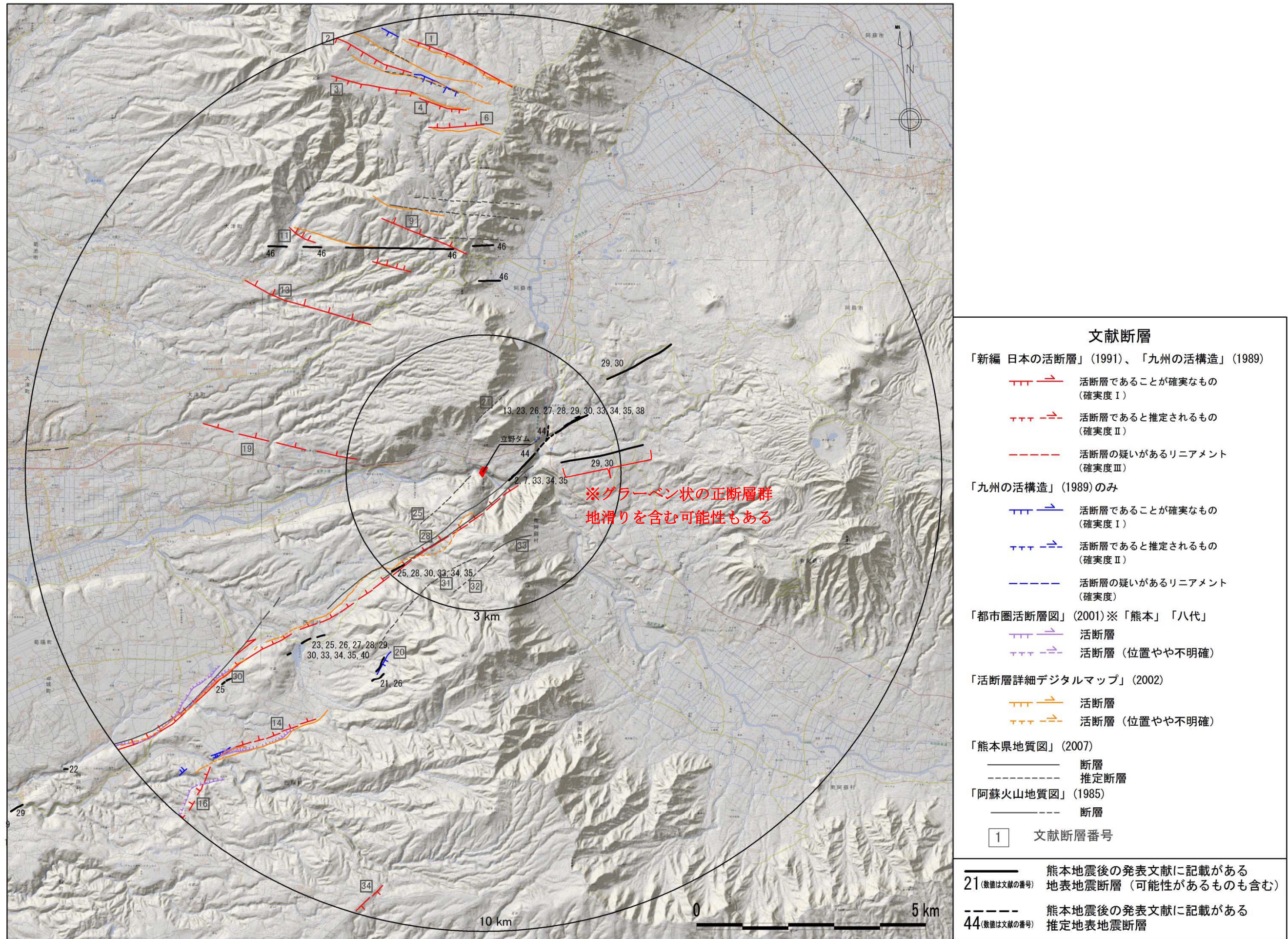


図- 4.2.3 熊本地震後に地表地震断層等が確認された位置の概略と文献番号 (半径 10km 圏内)

3) 半径 3km 圏内

地震後の大学・研究機関等の発表文献において、「布田川断層帯の地表変位は、(中略)、東端は従来認定されていた活断層の端点より約 4km 東側の阿蘇カルデラ内まで、約 28km にわたって認められた(文献番号 29: 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)」とするものや、「阿蘇カルデラ内にも地表の亀裂が多数確認された(文献番号 35: 国土地理院)」とするものがあるが、地表地震断層及びその疑いのある変状がダム敷及びその近傍に延びているという報告はない。

- 東海大学周辺-----文献番号 13、23、26、27、28、29、30、33、34、35、38
- 阿蘇大橋周辺-----文献番号 44
- 濁川周辺-----文献番号 29、30
- 犀角山周辺-----文献番号 2、7、33、34、35
- 俵山周辺-----文献番号 25、28、30、33、34、35

■ 地表地震断層の記載図抜粋



図- 4.2.5 文献番号 2

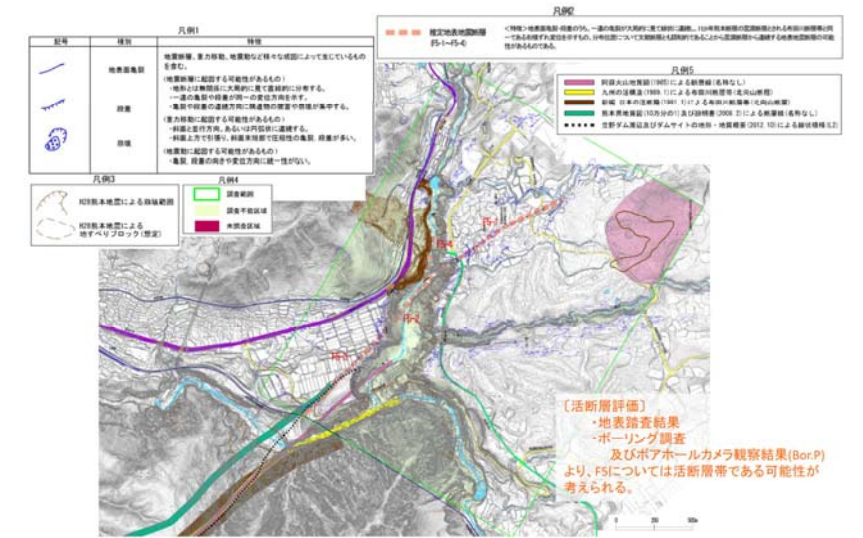
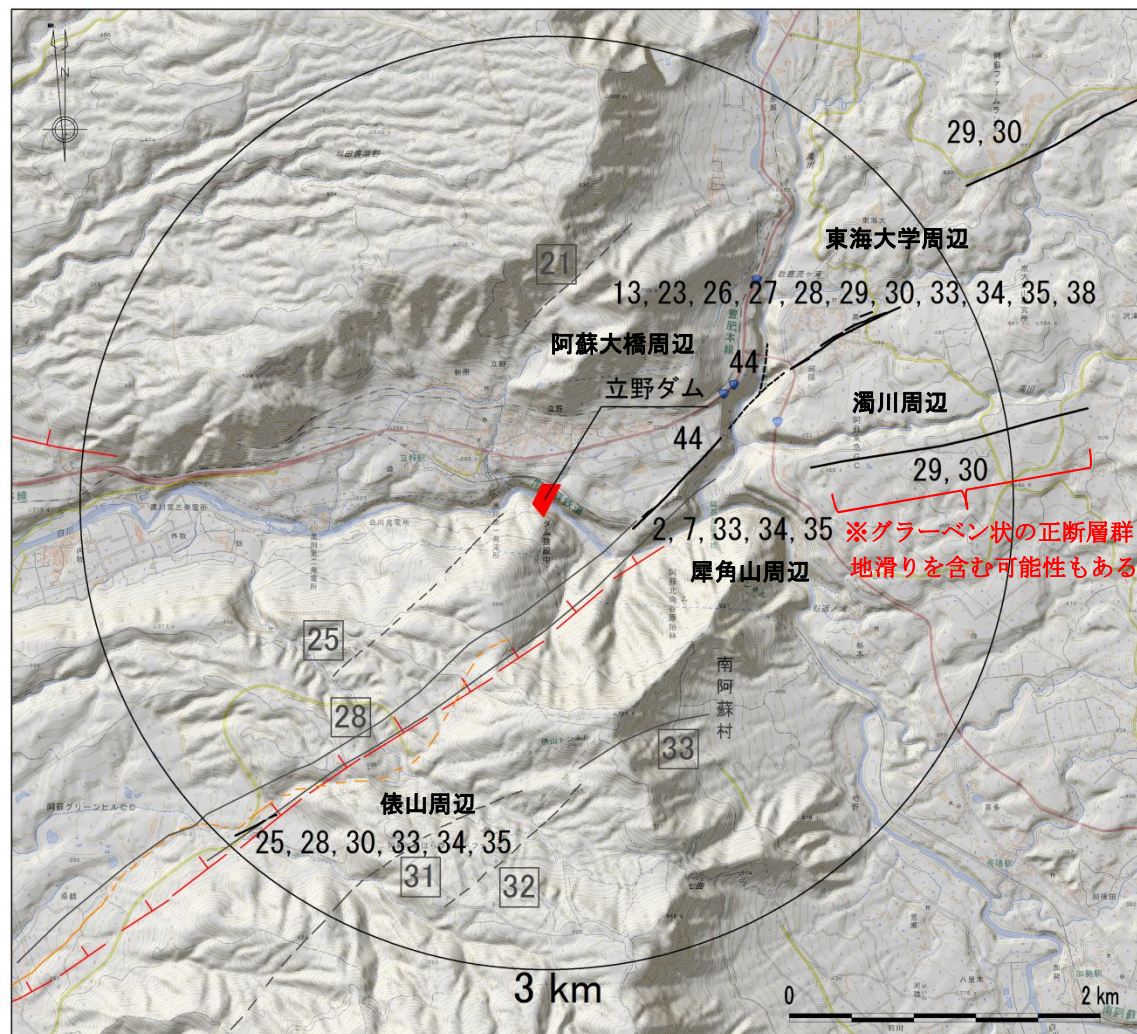


図- 4.2.6 文献番号 44



——— 熊本地震後の発表文献に記載がある
 21(数値は文献の番号) 地表地震断層(可能性があるものも含む)
 - - - - 熊本地震後の発表文献に記載がある
 44(数値は文献の番号) 推定地表地震断層

図- 4.2.4 熊本地震後に地表地震断層等が確認された位置の概略と文献番号(半径 3km 圏内)

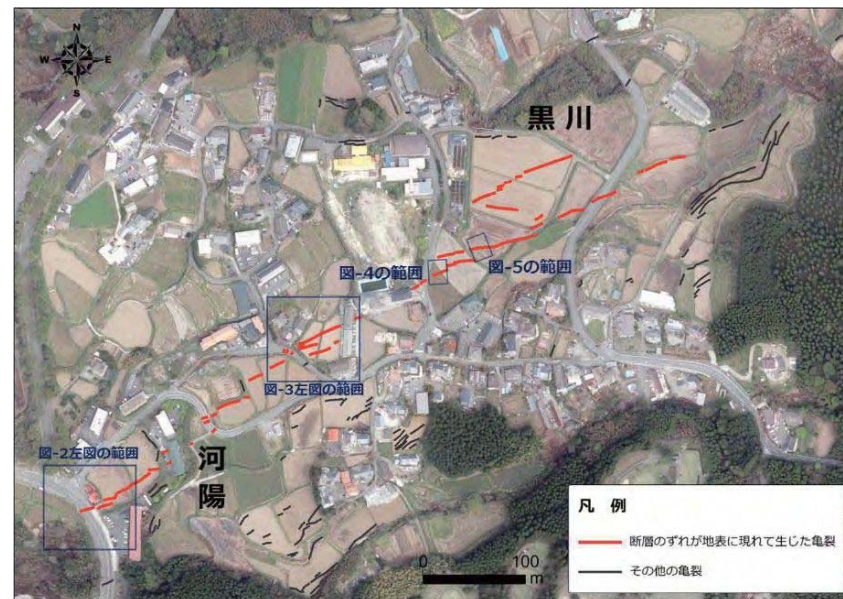


図-4.2.7 文献番号 27

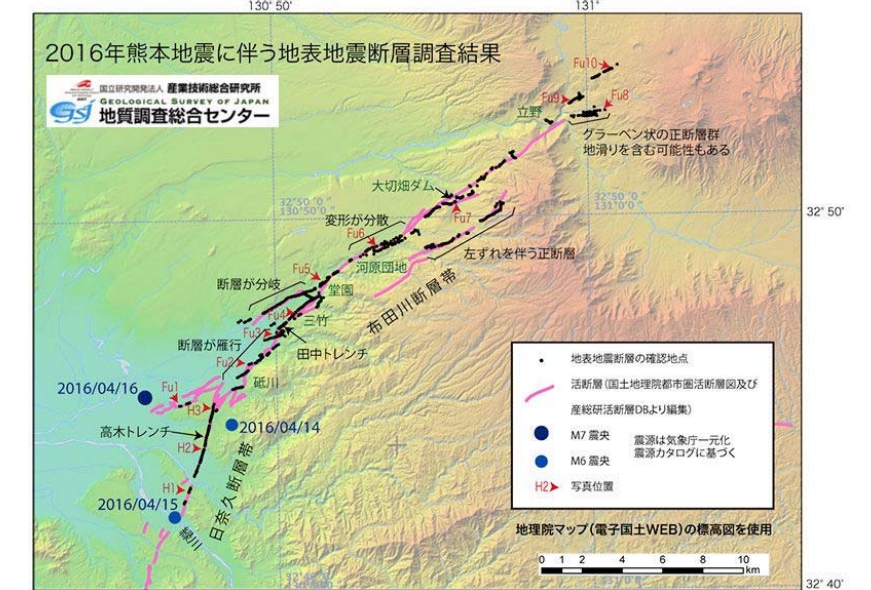


図-4.2.8 文献番号 29

表-4.2.2 ダム敷から3km圏内に関する収集文献の記載内容等

番号	機 関	表 題	記載内容等(3km圏内に関するもの)
2	東京大学地震研究所	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)の地表地震断層調査	・南阿蘇立野地区では、白川右岸の舗装道路に約70cmの右横ずれ変位が認められた ・地表地震断層は雁行配列を呈しながら最高353mの孤立丘(南阿蘇村立野)を横断して継続的に分布 ・大局的に阿蘇カルデラ内に連続するものとみられる ・今回の調査結果からは、熊本地震に際して、布田川断層に沿って典型的な右横ずれの地表地震断層が出現したと、また、布田川断層に併走する断層に沿っても地表地震断層が出現したことが明らかになりました
7	広島大学ほか	2016年熊本地震・地表地震断層に関する緊急速報(4/19)	・地震断層は、都市圏活断層図「熊本」や活断層詳細デジタルマップで示された布田川断層に沿って出現した ・これまで確認した地点は、南阿蘇郡立野地区から御船町滝川地区の間で、長さ約26kmである ・北東端の南阿蘇郡立野地区では、約70cmの右ずれ変異が認められた
13	京都大学防災研究所 地盤災害研究部門	平成28年(2016年)熊本地震による南阿蘇村における斜面変動の発生状況 第1報(2016/4/16 18:00時点での判明箇所)	・熊本県南阿蘇村では南西-北東方向に延びる地表地震断層が出現
23	産業技術総合研究所	平成28年熊本地震で出現した(地表)地震断層 調査概報	・右横ずれ、北側落ちの地震断層を確認—布田川断層:布田川区間を主体とする約28km区間 ・確認した最大変位は2m程度(未踏査・未計測区間あり) ・地震断層位置は既知の活断層線にほぼ一致—※阿蘇カルデラ内の断層は長期評価では漏れていた ・最大のズレ量は、地震本部長期評価(2m)と整合的 ・規模、位置ともに、ほぼ想定されていた地震(布田川)
25	日本活断層学会	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)における布田川—日奈久断層帯周辺に出現した地表地震断層調査	・平成28年4月16日に発生した熊本地震では、これまで知られている布田川—日奈久断層帯に概ね沿う形で、地表地震断層が広島大学の研究グループによっていち早く報告されている ・阿蘇グリーンヒルゴルフ場東方、県道28号線の新道から東へ旧道を分ける付近では、新道アスファルトを回転させながら破壊し、その東で路面にモールドラックを形成しながら、さらに東の家屋直下を通過して北東へ延びる地表地震断層が出現した
26	日本学術会議	熊本地震・緊急報告会	・地震調査研究推進本部が公表していた「布田川断層帯」「日奈久断層帯」が活動 ・北東から南西約30kmにわたって地下の断層がずれ動いた ※日本活断層学会宇根寛(国土地理院)の報告資料より抜粋
27	日本学術会議・防災学術連携体	活断層について	・地震調査研究推進本部が公表していた「布田川断層帯」「日奈久断層帯」が活動 ・北東から南西約30kmにわたって地下の断層がずれ動いた
28	香川大学工学部	2016年熊本地震災害調査速報	・一連の熊本地震は、布田川断層帯と日奈久断層帯の交差部で発生した右横ずれ活断層のよる地震で、地震は九州中央部北東-南西方向に分布する活断層で連鎖的に発生 ・震度7を記録した益城町から西原村にかけて、右横ずれを示す地表地震断層を確認した。また、地表地震断層は南阿蘇村黒川まで追跡できた
29	産業技術総合研究所 地質調査総合センター	「第四報」緊急現地調査報告[2016年5月13日] 2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層	・布田川断層帯の地表変位は、日奈久断層帯の接合点より約3km西側を西端とし、東端は従来認定されていた活断層の端点より約4km東側の阿蘇カルデラ内まで、約28kmにわたって認められた。 ・布田川断層帯の地表変位も、ほぼ従来指摘されていた活断層に沿って出現
30	地震調査研究推進本部 地震調査委員会	平成28年(2016年)熊本地震の評価	・4月16日のM7.3の地震の震源付近には布田川断層帯が存在している。この地震は、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる ・今回の一連の地震活動の領域は「4月16日01時25分に発生したM7.3の地震は、現地調査の結果によると、布田川断層帯の布田川区間沿いなどで地表地震断層が見つかることから、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる」と評価した
33	国土地理院	平成28年熊本地震に関する情報	・航空写真等を使用して「地震による亀裂分布」等を分析
34	国土地理院	だいち2号干渉SARによる変動の検出について	・布田川断層帯及び日奈久断層帯に沿って、顕著な地殻変動が見られる ・布田川断層帯の北側では最大1m以上の沈降と東向きの変動、南側で最大30cm以上の隆起と50cm以上の西向きの変動が生じたことが明らか ・これらの特徴は、今回の地震が右横ずれ断層運動であることと調和的
35	国土地理院	平成28年熊本地震・空から見た(航空写真判読による)布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布図	・益城町や西原村付近では、都市圏活断層図「熊本」で示されている布田川断層帯の断層線付近に継続的に亀裂が確認でき、この活断層が活動したことが伺える ・河陽地区及び黒川地区では、地表の亀裂が多数確認できます。それらのうち、赤色線で示した亀裂は、平坦な農地や道路を横切って直線状に並んでおり、また、道路や土手などの右横ずれゆ右横ずれによる雁行状の配列も確認できることから、斜面の崩落によっては生じないと判断できます。そのため、これらの亀裂は地表に現れた断層のずれと考えられます。
38	東北大学災害科学国際研究所	平成28年熊本地震調査報告書(速報)	・布田川断層の先端に阿蘇大橋が存在していた ・阿蘇大橋に近い河陽地区においても断層変位が地表面に現れていることが確認されている
44	九州地方整備局熊本河川国道事務所	第2回国道325号ルート・構造に関する技術検討会	・推定地震断層(F5-1~F5-4):<特徴>地表面亀裂・段差のうち一連の亀裂が大局的に見て線状に連続し、H28熊本断層の震源断層とされる布田川断層帯と同一である右横ずれ変位を示すもの、分布位置について文献断層とも調和的であることから震源断層から連続する地表地震断層の可能性があるのである
46	日本学術会議	熊本地震・三ヶ月報告	・布田川断層帯の3地点において新たに断層露頭を確認 ・阿蘇カルデラ西部において、東西走向の断層露頭及び東西方向に延びる亀裂を確認。一部の亀裂は断層の延長部に発達。これらの亀裂は断層活動で形成されたと考えられる ・阿蘇カルデラ内で確認されている北東方向の亀裂群については断層活動に伴うものとする明瞭に証拠は認められなかった ※一般社団法人 日本地質学会 大橋聖和(山口大学)向吉秀樹(島根大学)の報告資料より抜粋

(3) 空中写真判読・航空レーザ測量図判読

半径 3km 圏内で空中写真判読および地震前後の航空レーザ測量図判読を実施した結果、判読された線状模様は地震前の判読結果と同様であった。また、既往の文献断層や地震後の発表文献とも調和的であり、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されなかった。

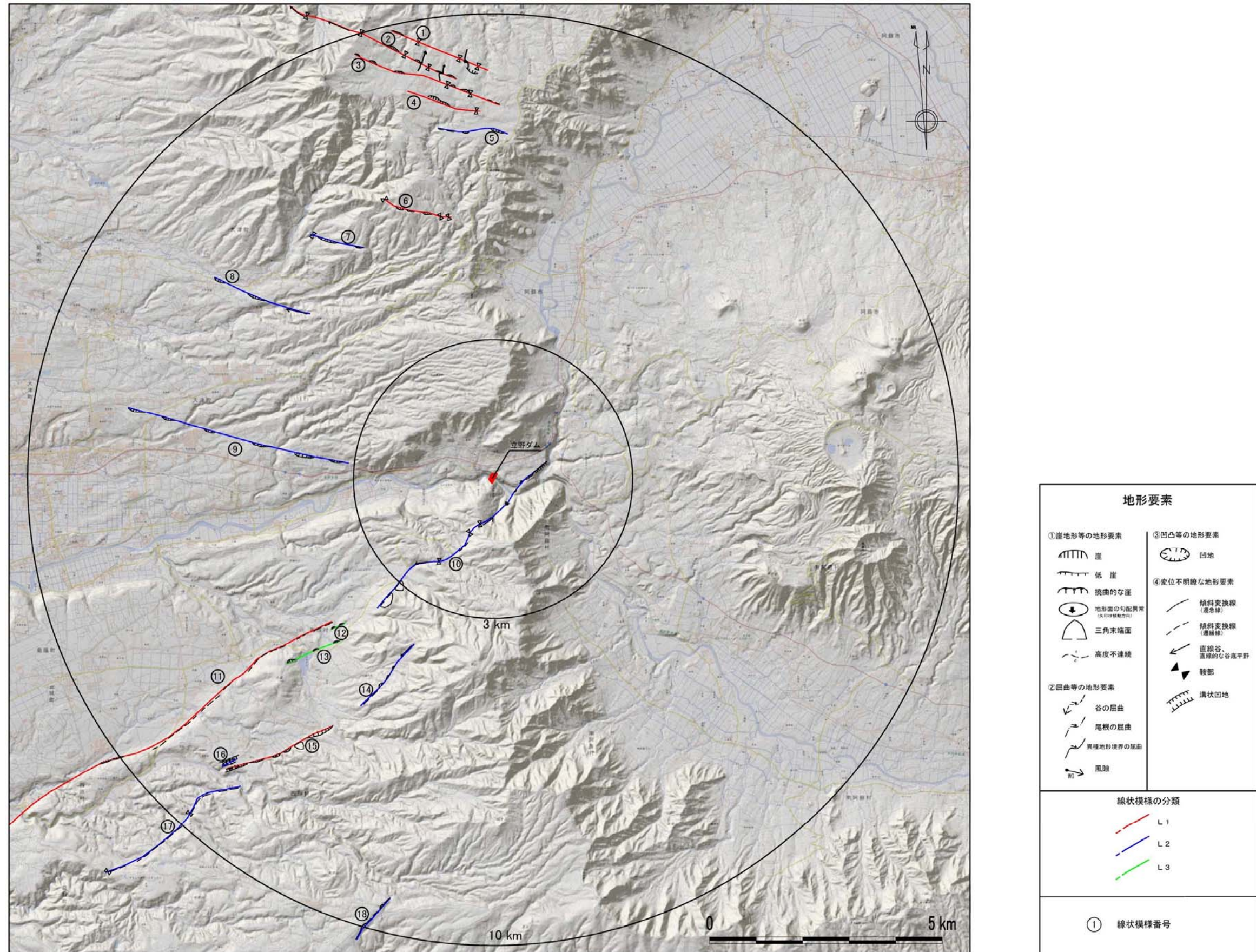


図-4.2.9 空中写真による線状模様判読結果 (既往判読結果にダム敷から半径 3km 圏内の判読結果を追記)

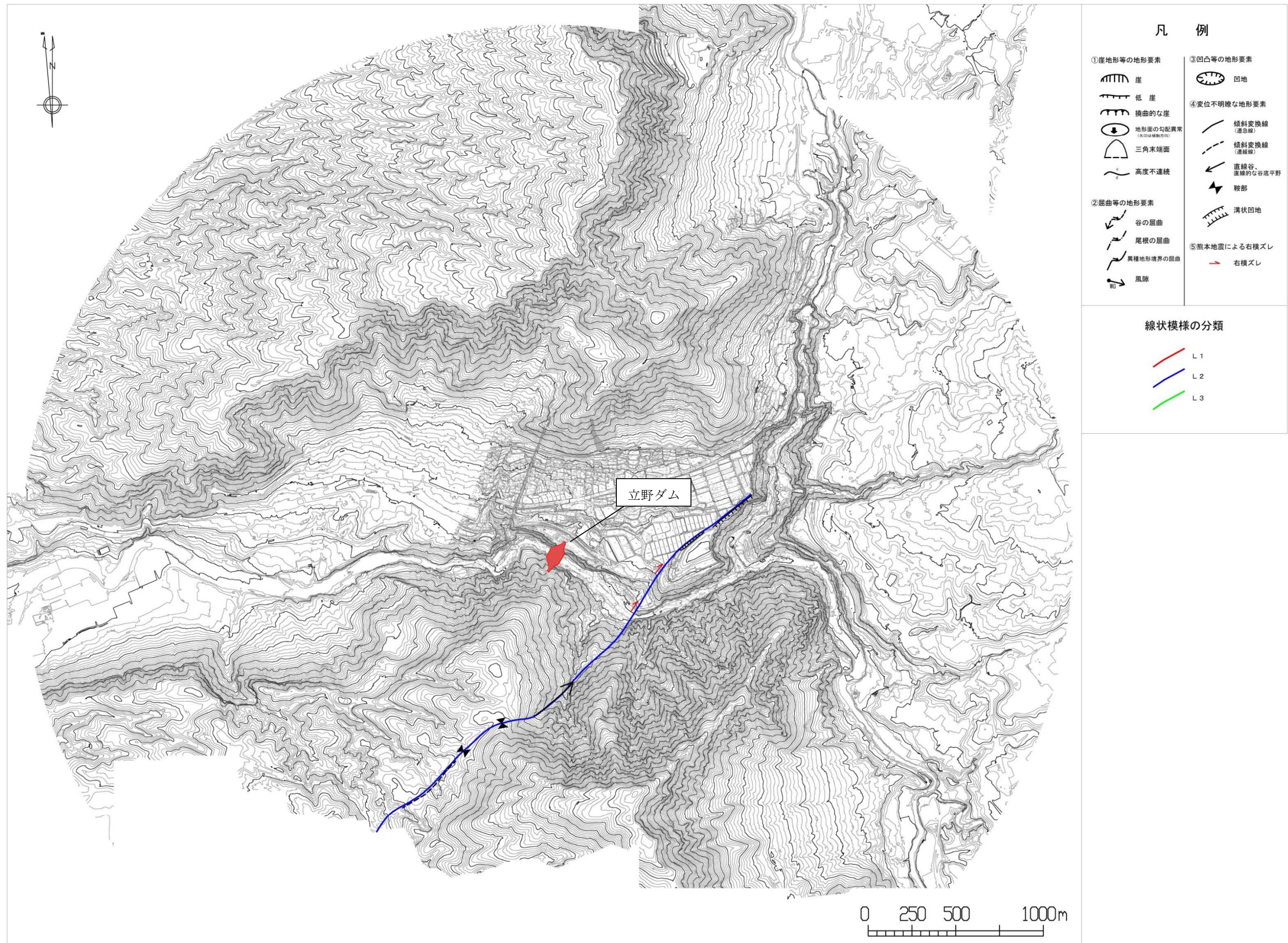


図-4.2.10 航空レーザ測量図による線状模様判読結果 (半径 3km 圏内の判読結果)

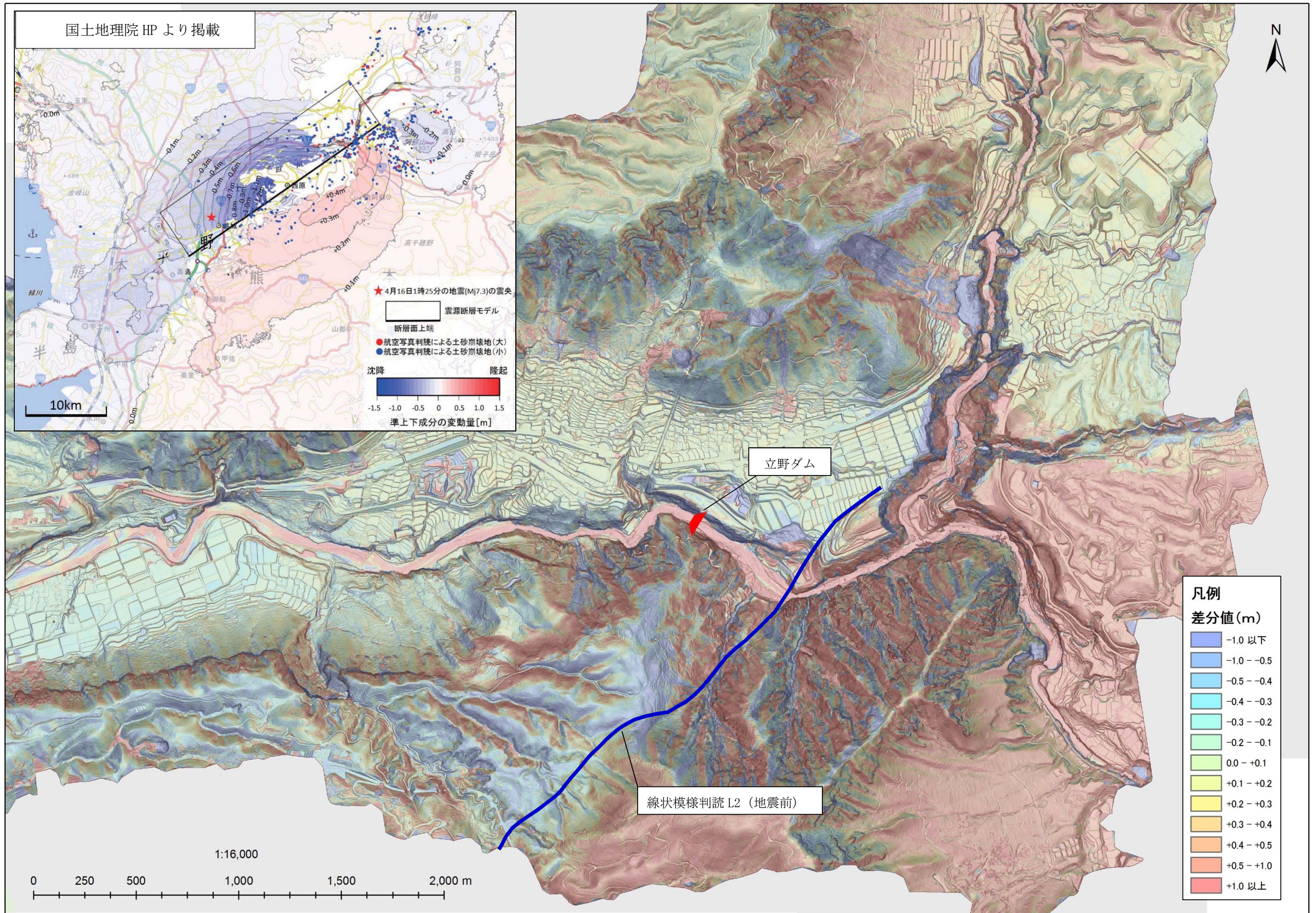


図-4.2.11 航空レーザ測定の解析結果（地震前-6月洪水後）

(4) 現地踏査 (クラック調査)

黒川合流点下流の白川右岸台地と左右岸のダム敷周辺を中心にクラック調査を実施した。

現地踏査により確認した亀裂 (クラック) の結果を基に、地表地震断層の可能性のある亀裂を整理した結果、以下のことが明らかになった

- ① ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。
- ② ダム敷及びその近傍の亀裂は、斜面に平行であり、地震動による表層の滑りに伴う引っ張りによって生じた重力性亀裂と考えられる。
- ③ 熊本地震前の第四紀断層調査結果のとおり、ダム敷から約 500m 離れた既知の北向山断層に沿って、地表地震断層の可能性のある亀裂が線状に確認された。
- ④ 北向山断層付近からダム敷方向に延びる地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。

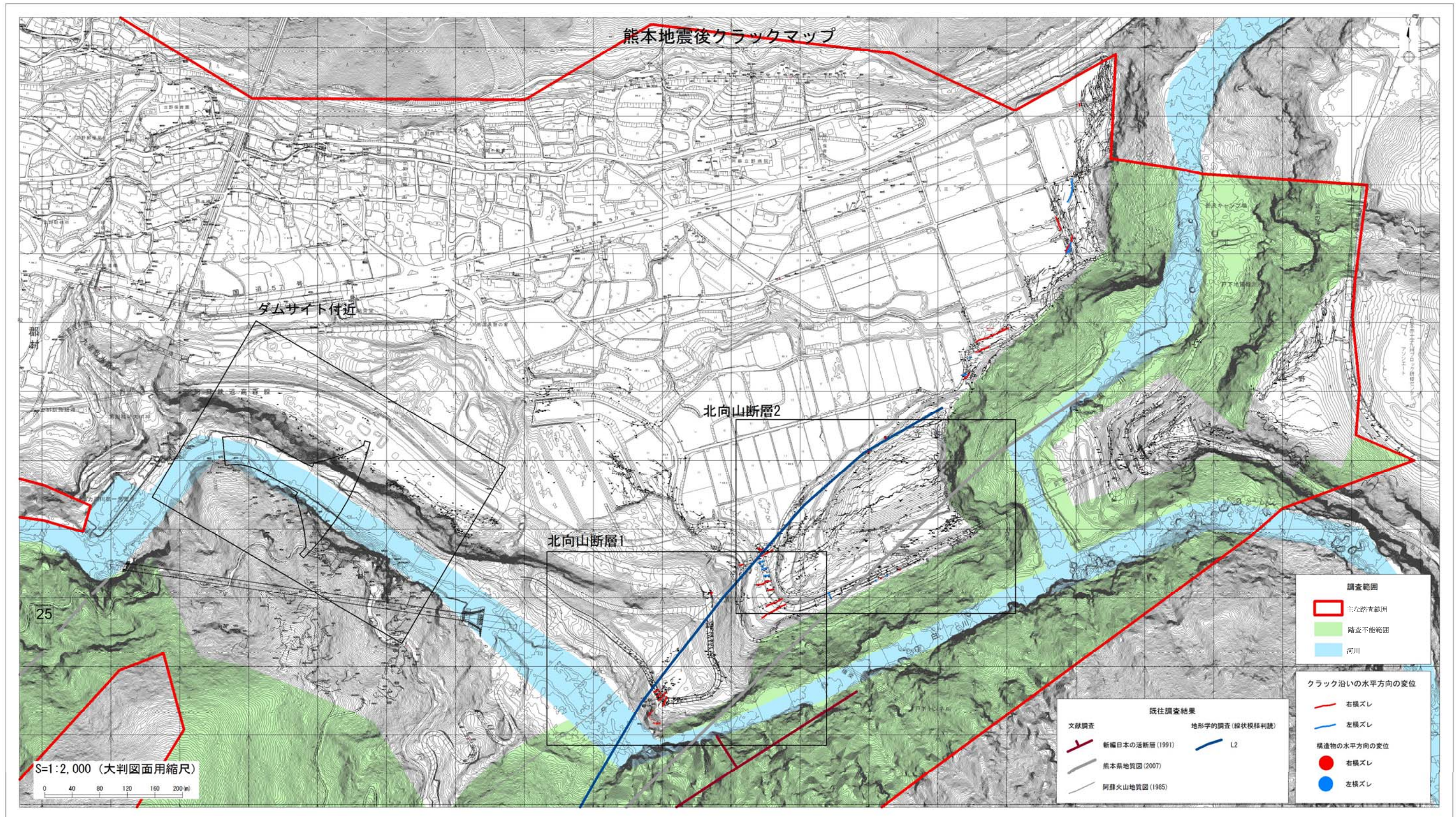
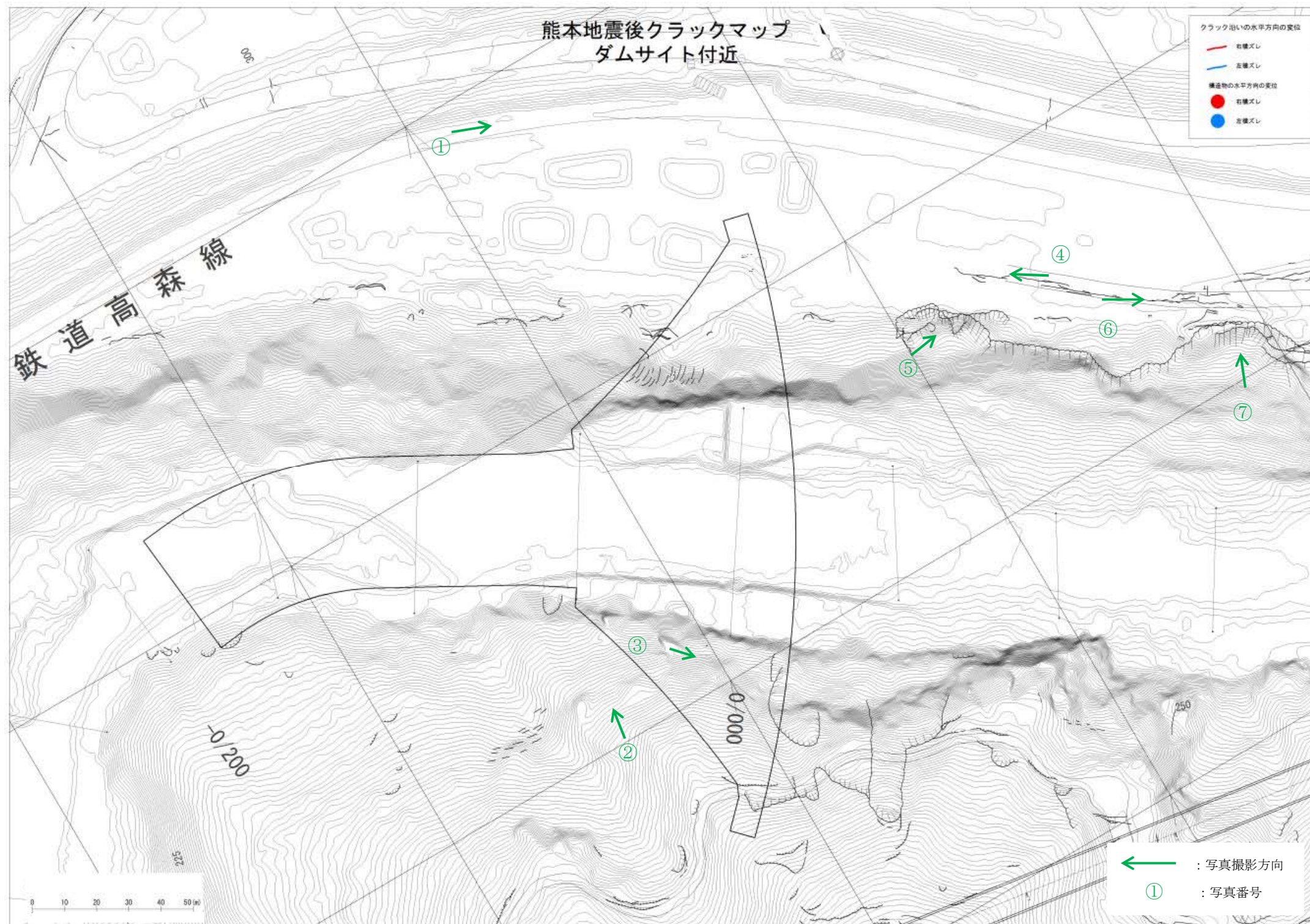
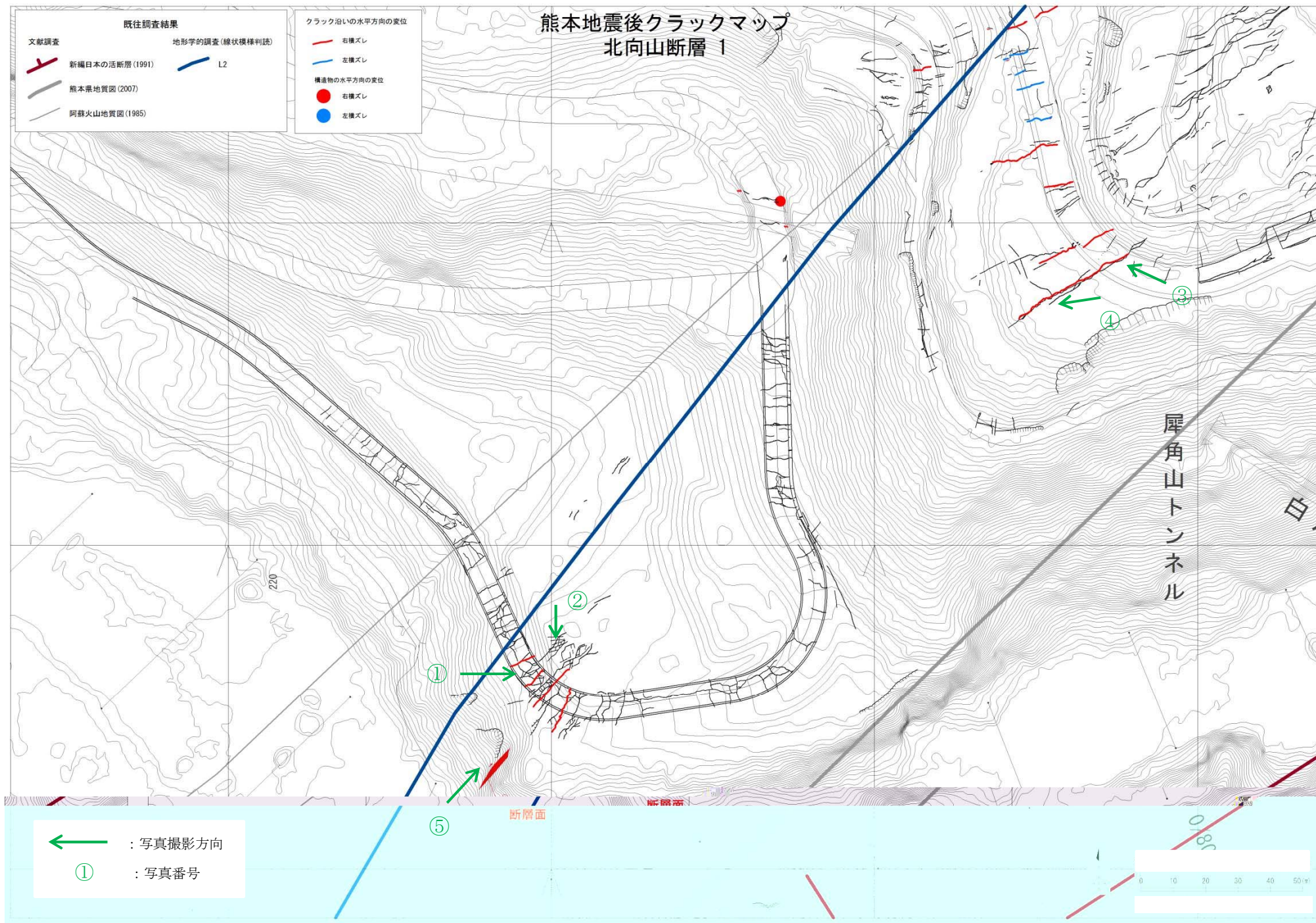


図-4.2.12 クラック調査結果

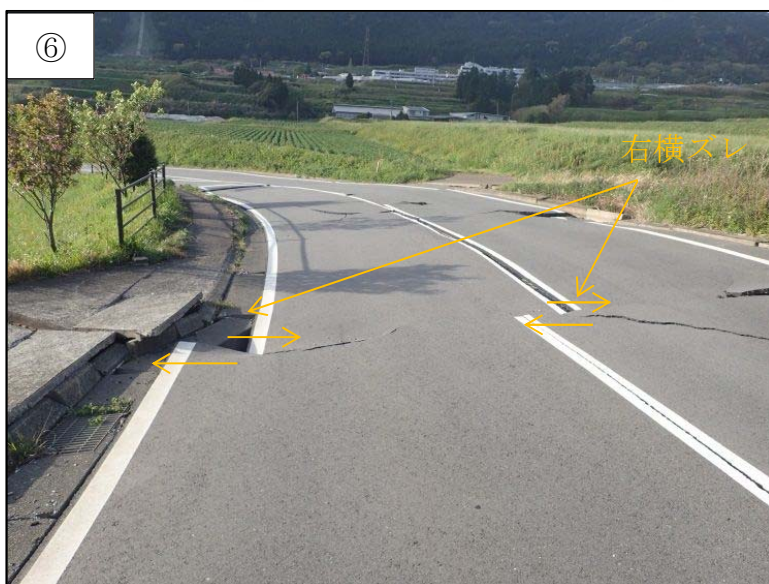
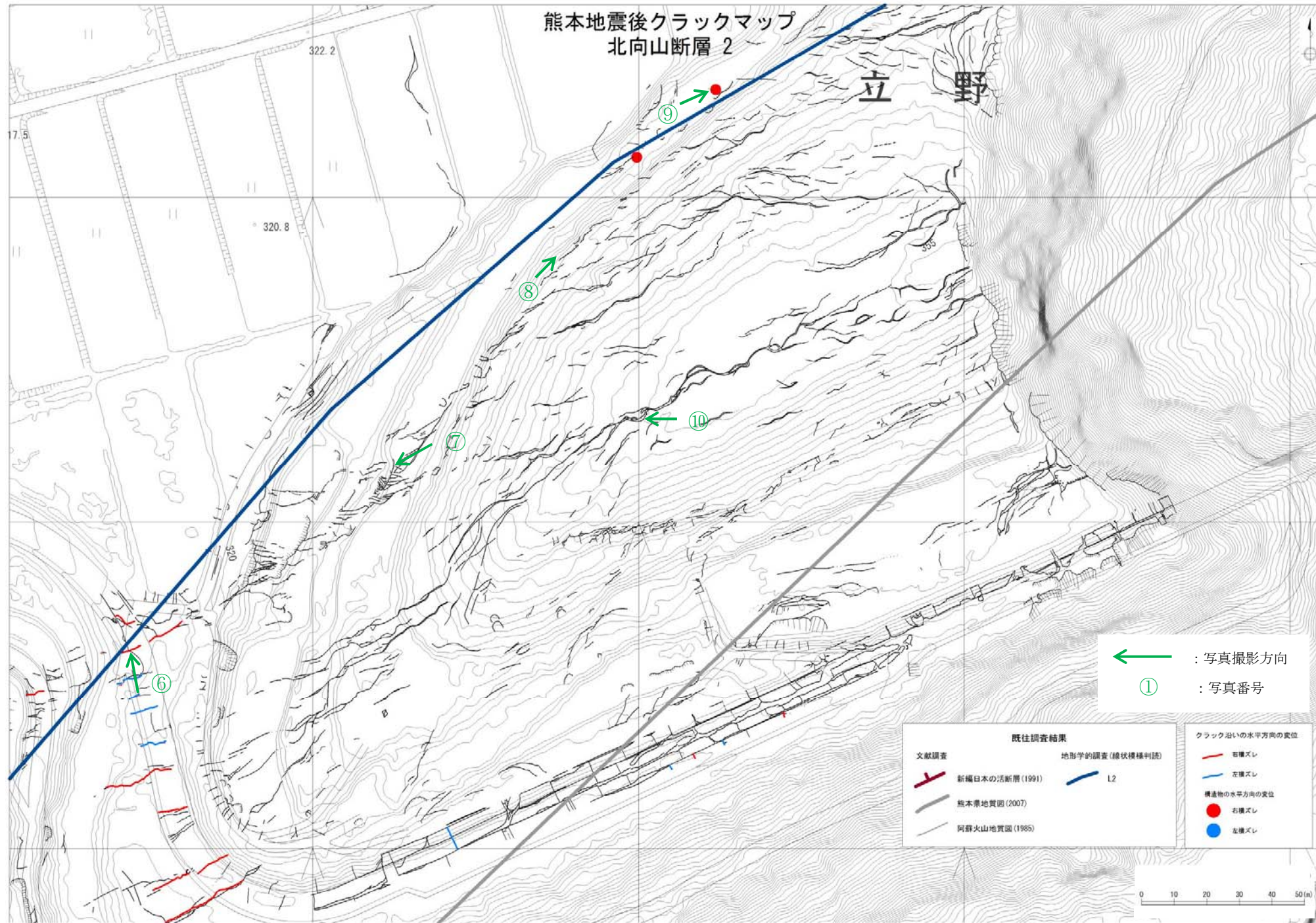
■ダムサイト付近



■北向山断層 1



■北向山断層 2



(5) 現地踏査（ダム近傍の文献断層 19、21、25 踏査）

① 文献断層 25

文献断層 25 の北端として示されている白川左岸の岩盤露頭や周辺の連続露頭を調査した結果、断層による変位地形や、断層は確認されなかった。
また、白川右岸側の構造物に変状も確認されないことから、ダム敷及びその近傍まで連続しないことを再確認した。

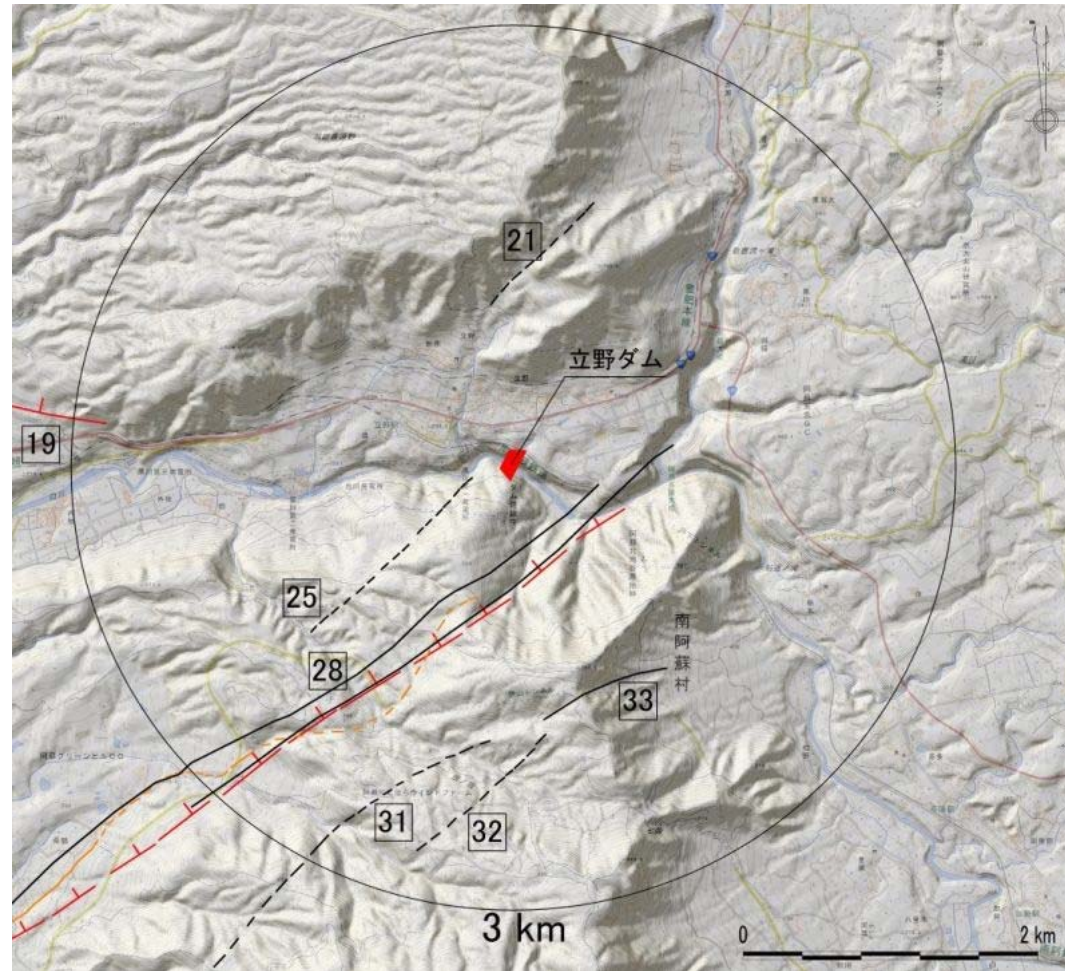


図-4.2.13 文献断層位置図

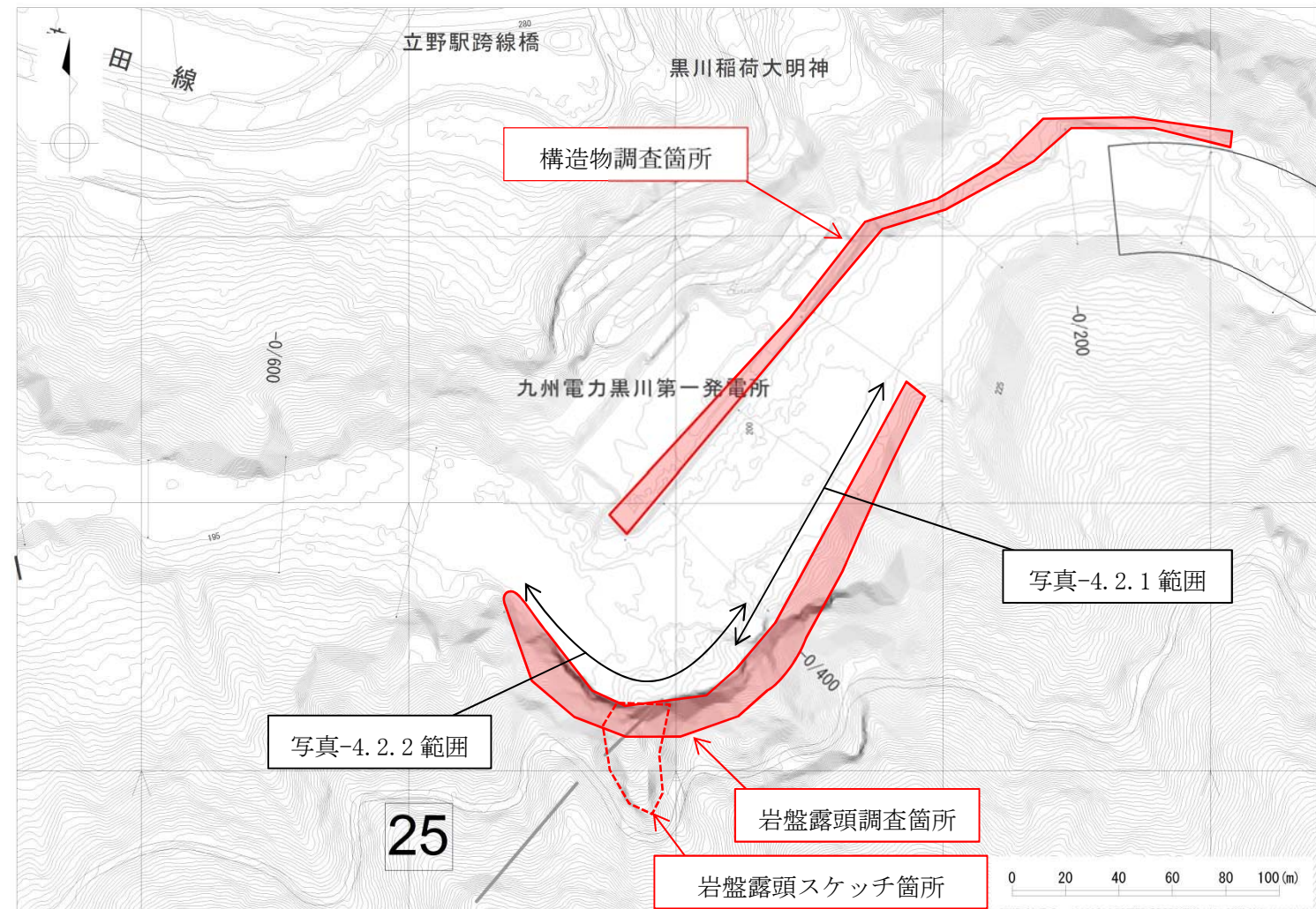


図-4.2.14 文献断層 25 調査位置図

■文献断層 25 (岩盤露頭調査)



写真-4.2.1 文献断層 25 延長部の連続露頭 1



写真-4.2.2 文献断層 25 延長部の連続露頭 2

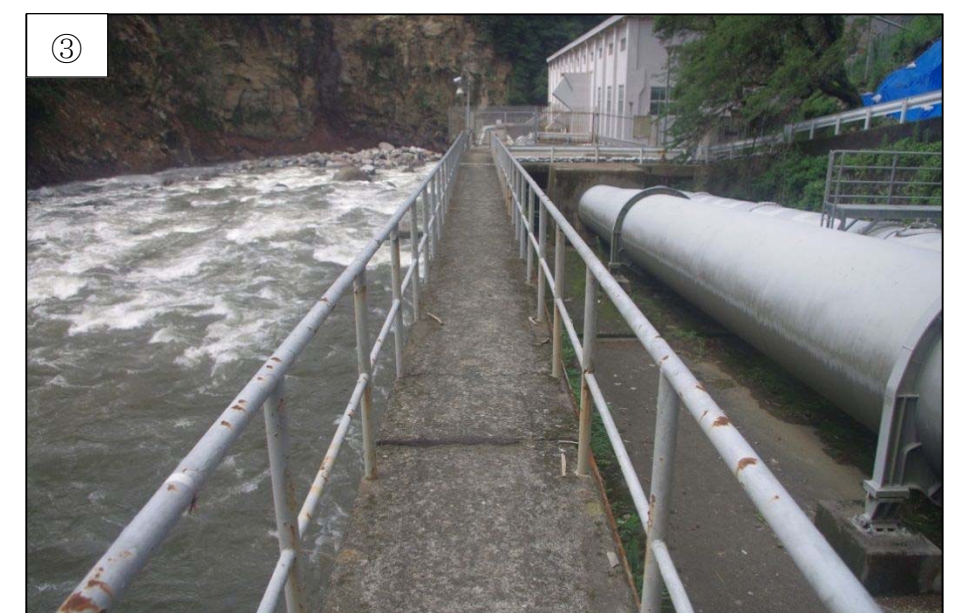
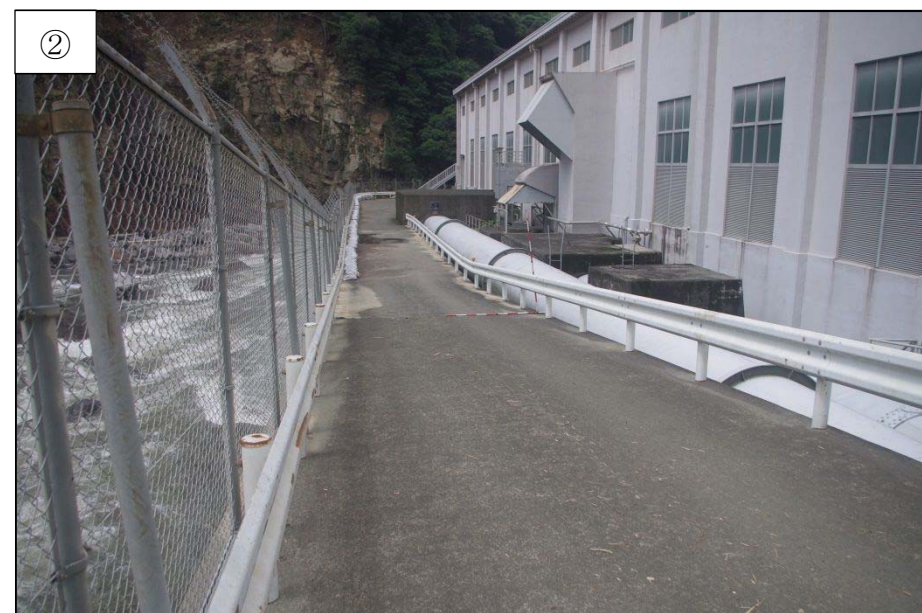
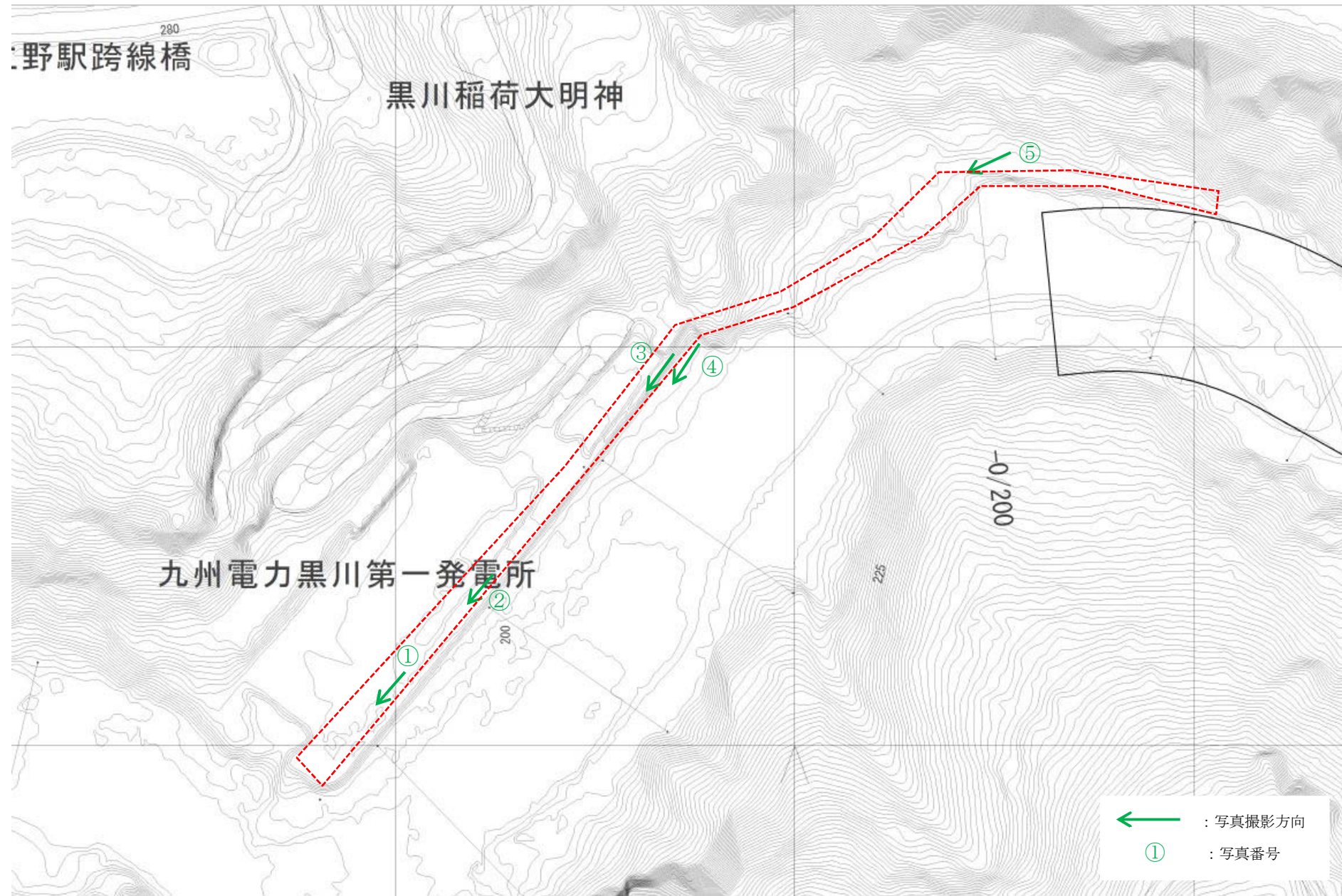
■文献断層 25 (岩盤スケッチ)



図-4.2.15 文献断層 25 延長部の岩盤露頭スケッチ



写真-4.2.3 文献断層 25 延長部の岩盤露頭



②文献断層 19

文献断層周辺の現地踏査を実施した結果、文献断層の延長線上にある火砕流堆積物の露頭に断層は確認されなかった。また、道路や護岸等にも断層による変状は確認されなかった。

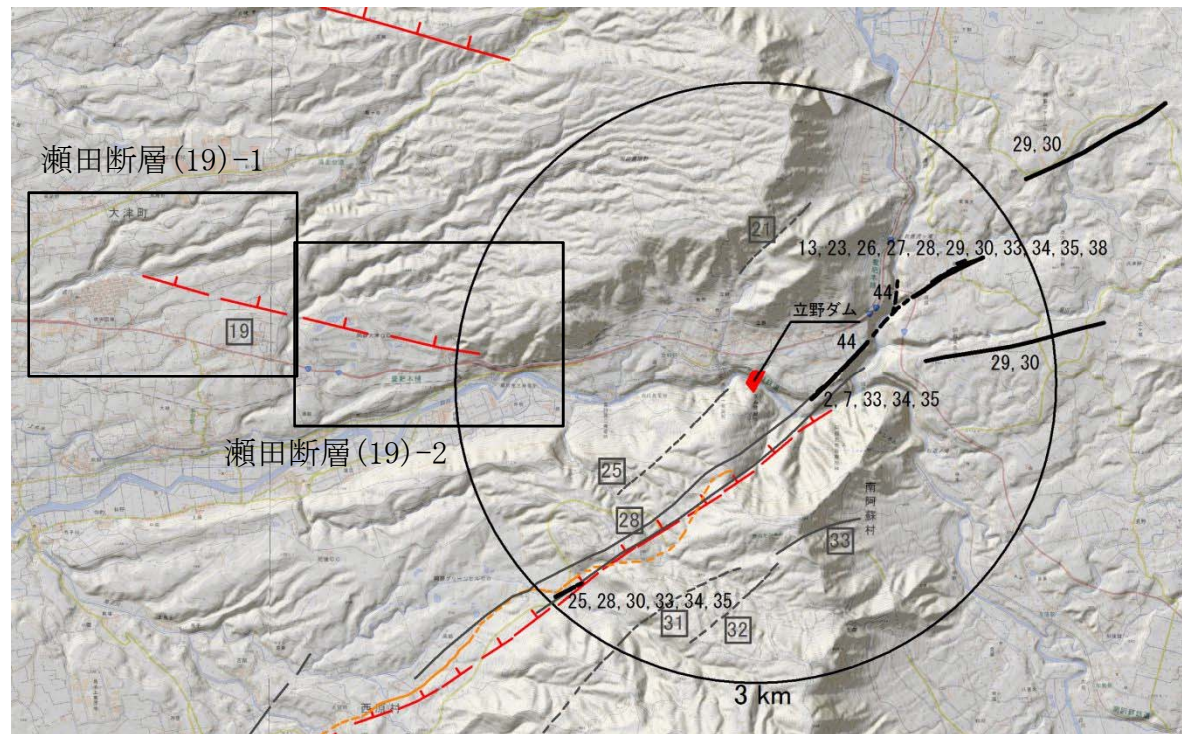


図-4.2.16 文献断層位置図

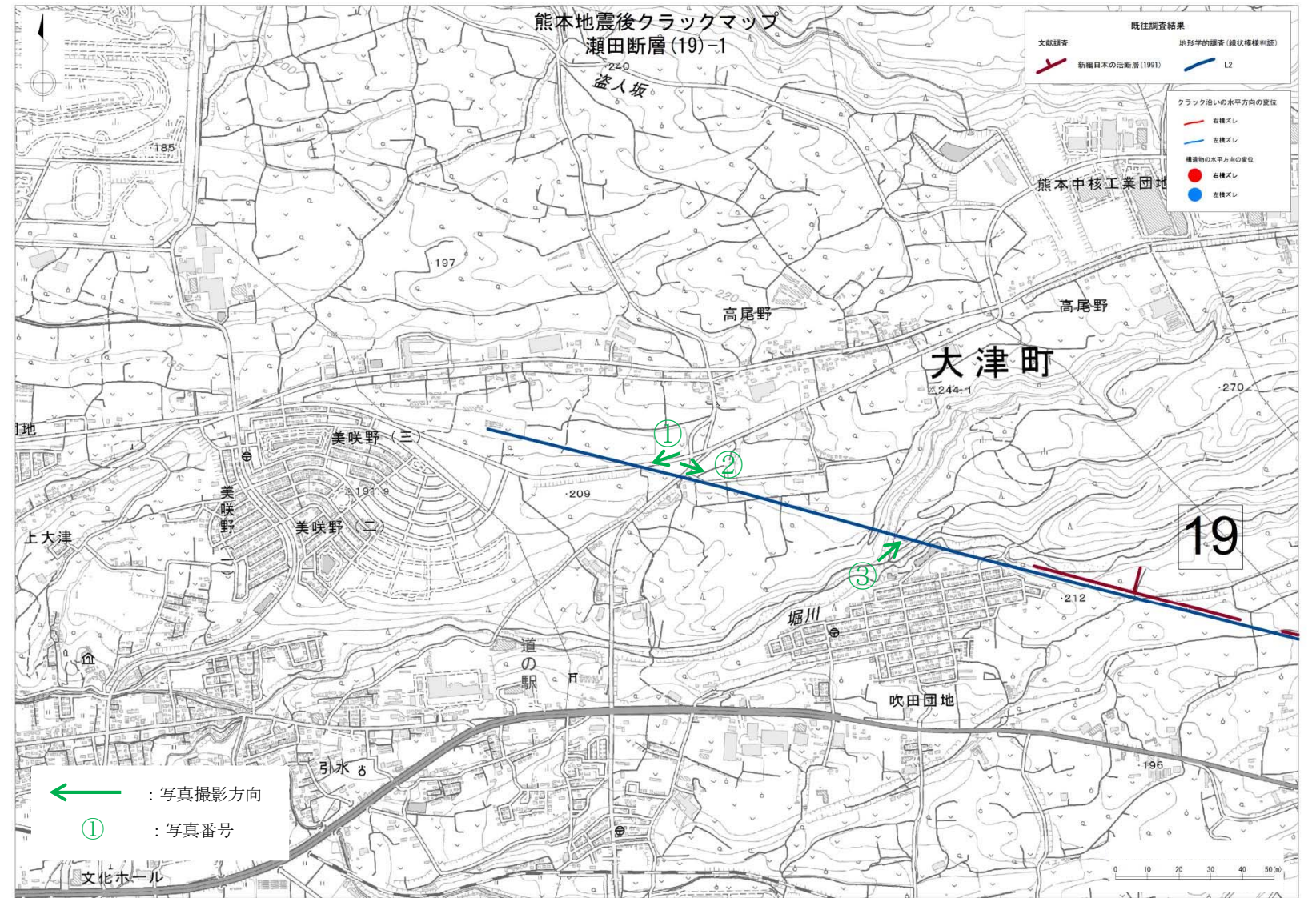


図-4.2.17 文献断層 19 調査位置図 1



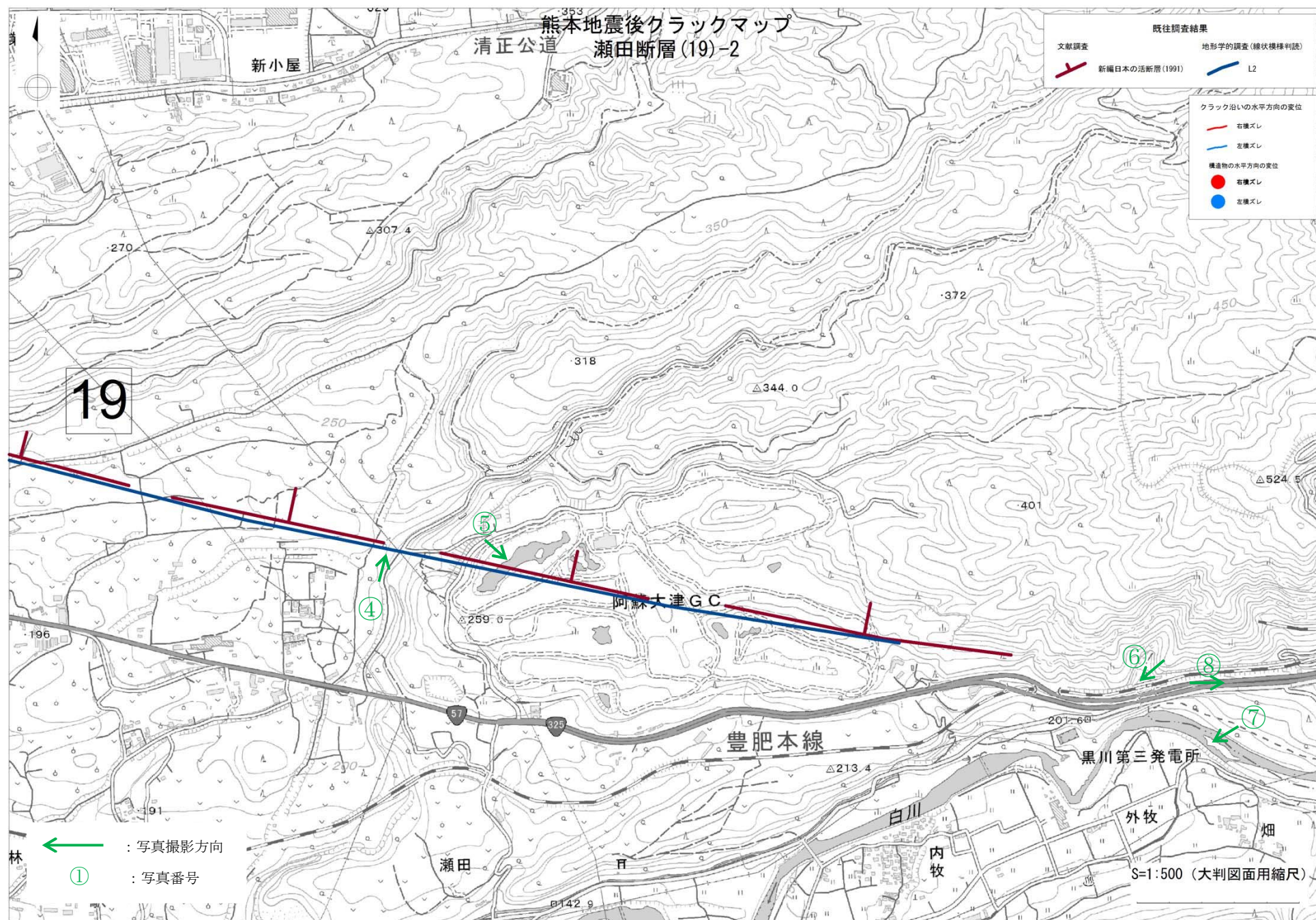


図-4.2.18 文献断層 19 調査位置図 2



③文献断層 21

文献断層周辺の現地踏査を実施した結果、法面の崩落は確認されるが、道路に断層による変状は確認されなかった。

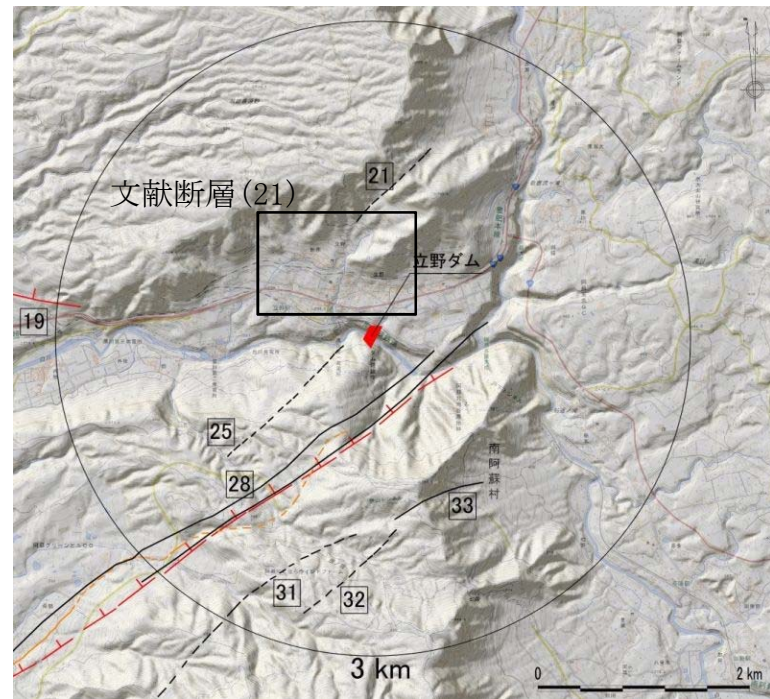


図-4.2.19 文献断層位置図

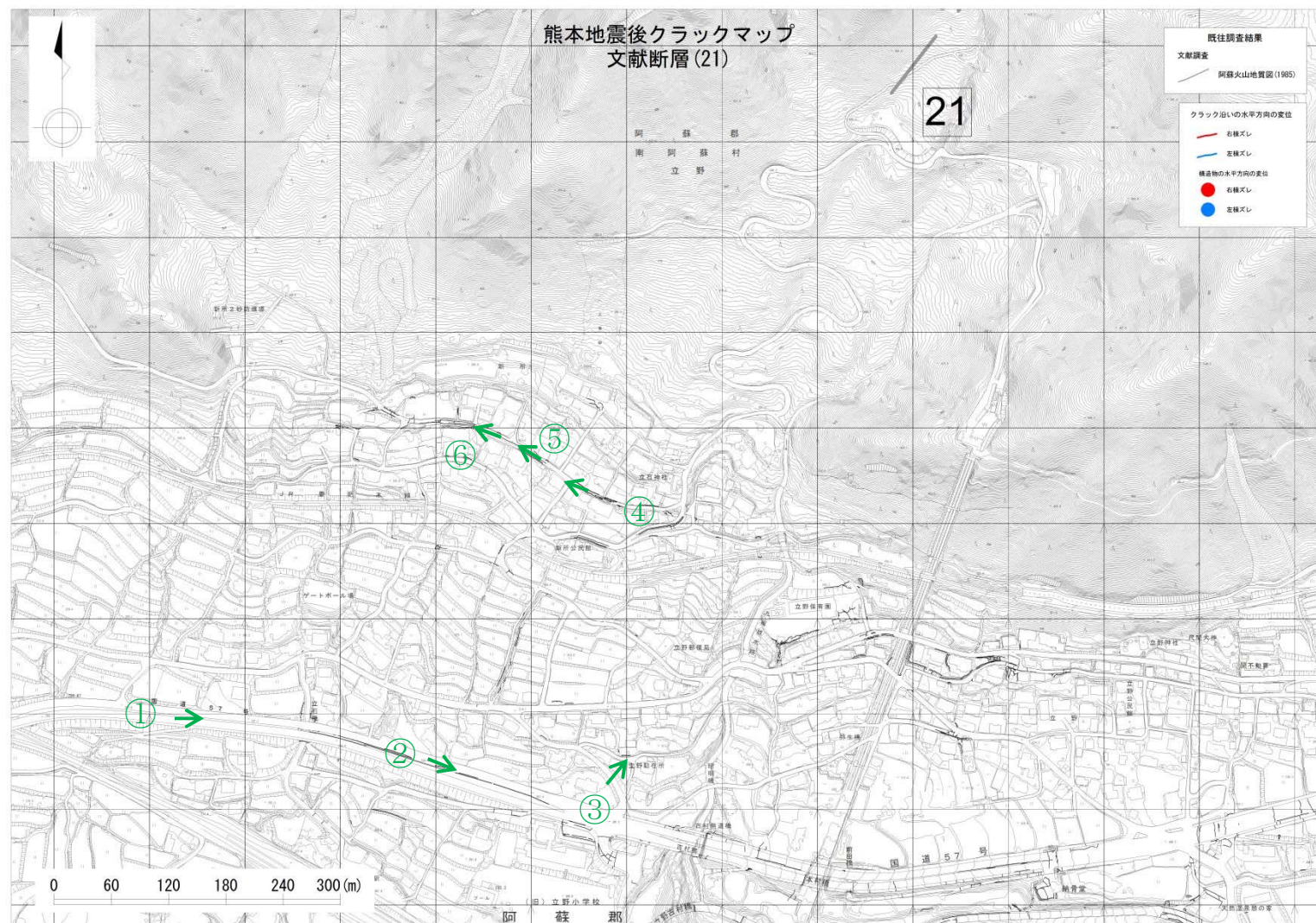


図-4.2.20 文献断層 21 調査位置図



4.2.4 技術的な確認・評価

熊本地震後の第四紀断層調査で、以下のことが確認された。

- ・熊本地震後の大学・研究機関等の発表文献を収集・整理した結果、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたとみられる地表地震断層及びその疑いのある変状は報告されていないことを確認した。
- ・熊本地震後の空中写真判読や航空レーザ測量図判読をダム敷より半径 3km 圏内で実施した結果、判読された線状模様は位置は既往の文献断層や地震後の発表文献と調和的であり、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されなかった。
- ・地震後の現地踏査により確認した亀裂（クラック）の結果をもとに、地表地震断層の可能性のある亀裂を整理した結果、ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。また、熊本地震前の第四紀断層調査結果のとおり、ダムから約 500m 離れた既知の北向山断層に沿って線状に地表地震断層の可能性のある亀裂が確認され、北向山断層付近からダム敷及びその近傍に延びる地表地震断層は確認されなかった。
- ・文献断層 25 については、北端として示されている白川左岸の岩盤露頭や周辺の連続露頭を調査した結果、断層による変位地形や、断層は確認されなかった。また、白川右岸側の構造物に変状も確認されないことから、ダム敷及びその近傍まで連続しないことを再確認した。
- ・文献断層 19 については、周辺の現地踏査を実施した結果、文献断層の延長線上にある火砕流堆積物の露頭に断層は確認されなかった。また、道路や護岸等にも断層による変状は確認されなかった。
- ・文献断層 21 については、周辺の現地踏査を実施した結果、法面の崩落は確認されるが、道路に断層による変状は確認されなかった。

熊本地震後もダム敷及びその近傍にダムを建設する上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しない。したがって、断層変位によってダム敷にズレが生じることはないと考えられる。

表-4.2.3 第四紀断層としての評価一覧表

文献断層		線状模様		断層露頭 ○:認められた ×:認められない	第四紀断層の可能性	評価
番号	名称	番号	区分			
19	瀬田断層	⑨	L2	×	変位基準面に標高差が認められるものの断層露頭は認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	延長部はダム敷に向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 第四紀断層が分布する可能性は否定できないものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
28	北向山断層	⑩	L2	○	第四紀の地層を変位させており、第四紀断層である。	ダム敷上流側 500m 付近の断層露頭を通過し、その延長はダム敷近傍に向かわない。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
30	布田川断層	⑪	L1	○	<u>熊本地震の震源となった第四紀断層である。</u>	延長部はダム敷に向かう方向だが、断層による変位地形が認められず線状模様は途切れる。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
21	(無名断層)	判読されない	対象外	×	断層による変位地形は認められず断層露頭も認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
25	(無名断層)			×		延長部はダムサイトに向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 ダム敷及びその近傍まで連続しない。
31	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
32	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
33	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。

※下線部は、既往の評価結果（熊本地震前）からの変更箇所

5. 立野ダム建設予定地の基礎岩盤

5.1 地形・地質の概要

立野ダムサイト周辺の白川は、南東から北西にほぼ直線状に流下し、現ダム軸付近から約200m下流でほぼ直角に流路を変え北東から南西に流下する。河床に面する両岸は傾斜約70°～80°で、箱形の谷地形（箱沢）をなす。

ダム敷及びその周辺においてこれまで12坑約880mの横坑調査・縦坑調査、306本約25,000mのボーリング調査を行っており、地質や基礎岩盤の状況を詳細に把握している。これらの調査から明らかになったダムサイトの地質概要は以下のとおりである。

ダムサイト左岸高標高部には、外牧層（H）、外牧溶岩（Hk）が分布し、ダムサイト左岸から河床にかけて先阿蘇火山岩類（Pa）が分布する。先阿蘇火山岩類（Pa）は、溶岩塊状部（Pam）と溶岩自破碎部（Paa）からなる。

河床深部の標高150m以深には、先阿蘇火山岩類凝灰角礫岩（Pab）が分布する。

右岸深部には、立野層（T）が分布する。立野層（T）の上部には立野溶岩（Tt）が分布する。立野溶岩（Tt）は、溶岩塊状部（Ttm）と溶岩自破碎部（Tta）からなる。

硬岩（亀裂性岩盤）・・・先阿蘇火山岩類溶岩塊状部、外牧溶岩塊状部、鮎返ノ滝溶岩塊状部、立野溶岩塊状部、赤瀬溶岩塊状部

軟岩（礫質岩盤）・・・先阿蘇火山岩類自破碎部、先阿蘇火山岩類凝灰角礫岩、外牧溶岩自破碎部、鮎返ノ滝溶岩自破碎部、立野溶岩自破碎部、赤瀬溶岩自破碎部

また、地震前の横坑調査・縦坑調査、ボーリング調査でもダム敷周辺の基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されていない。

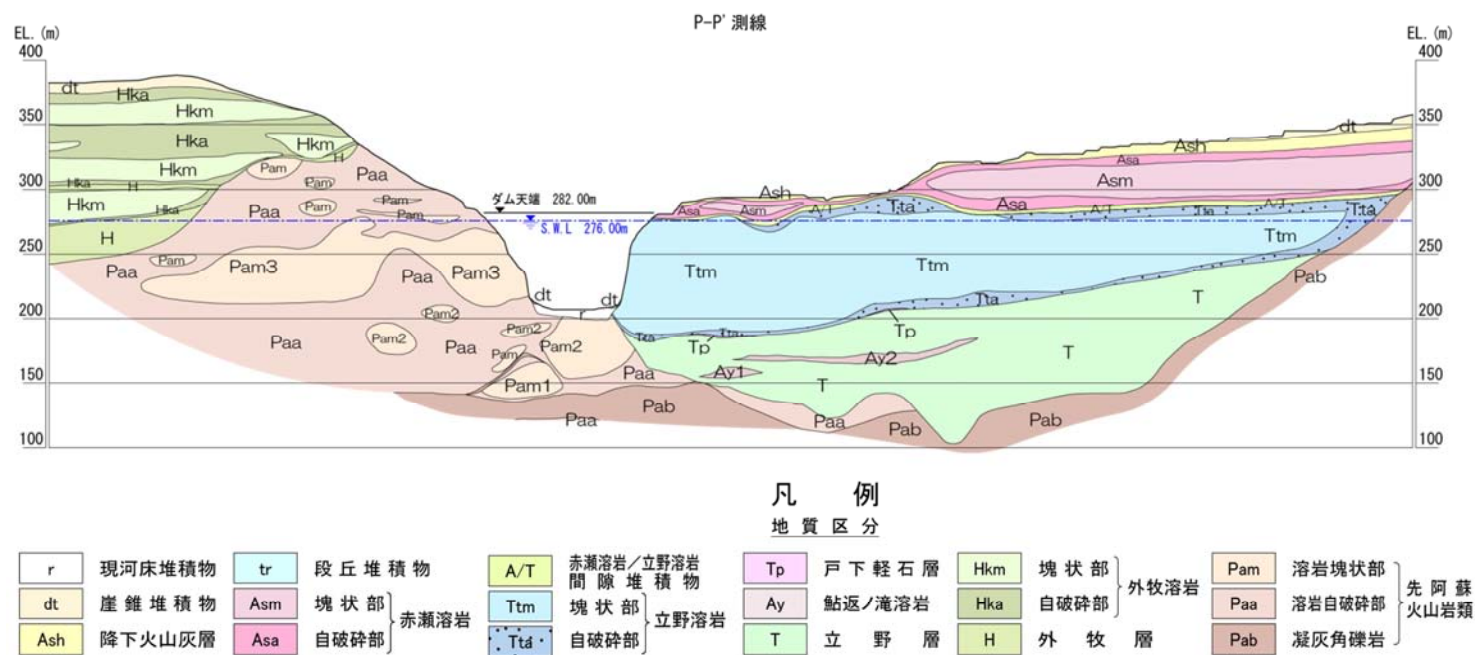


図-5.1.1 ダムサイト周辺の模式地質断面図

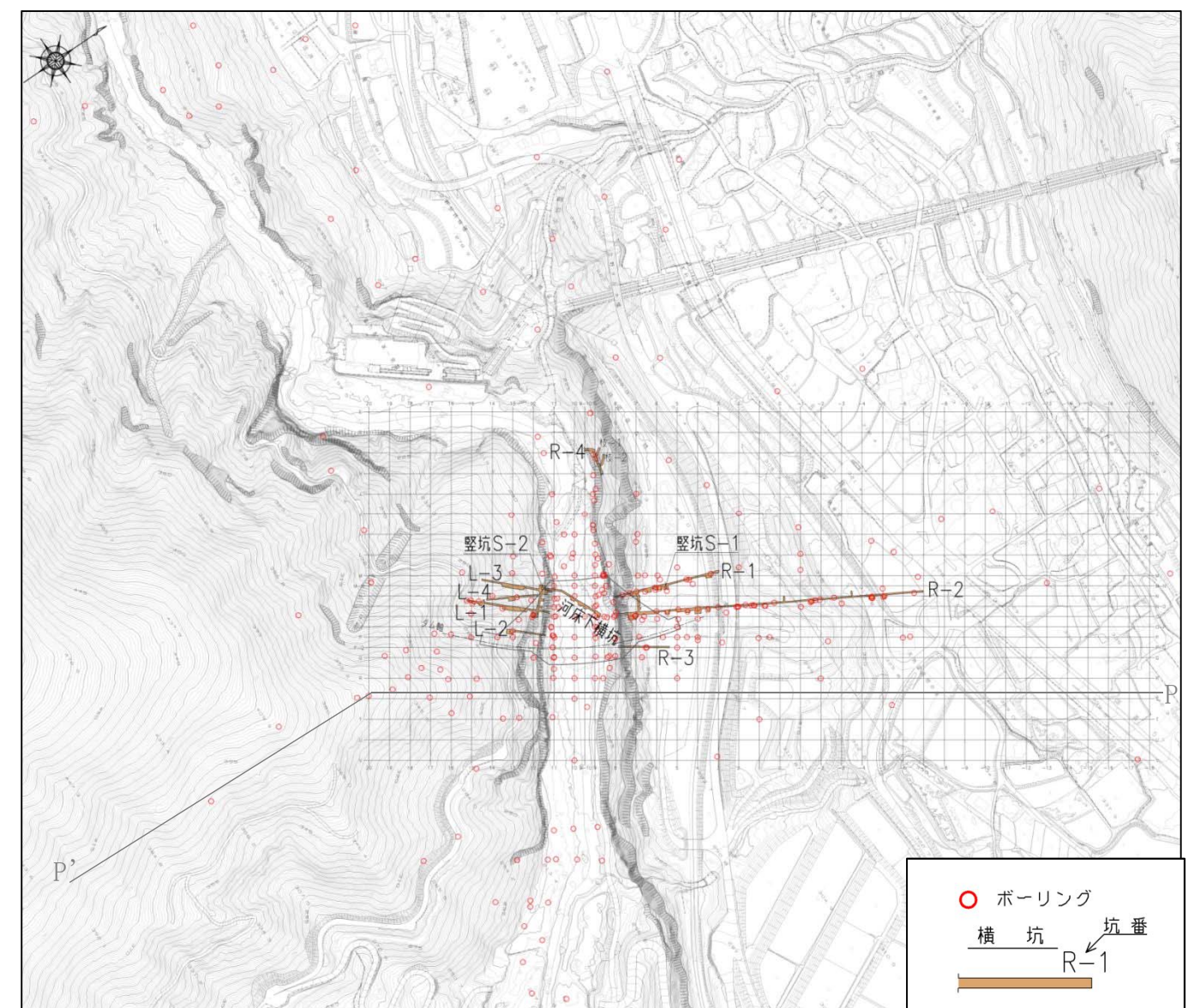


図-5.1.2 ボーリング等調査位置図

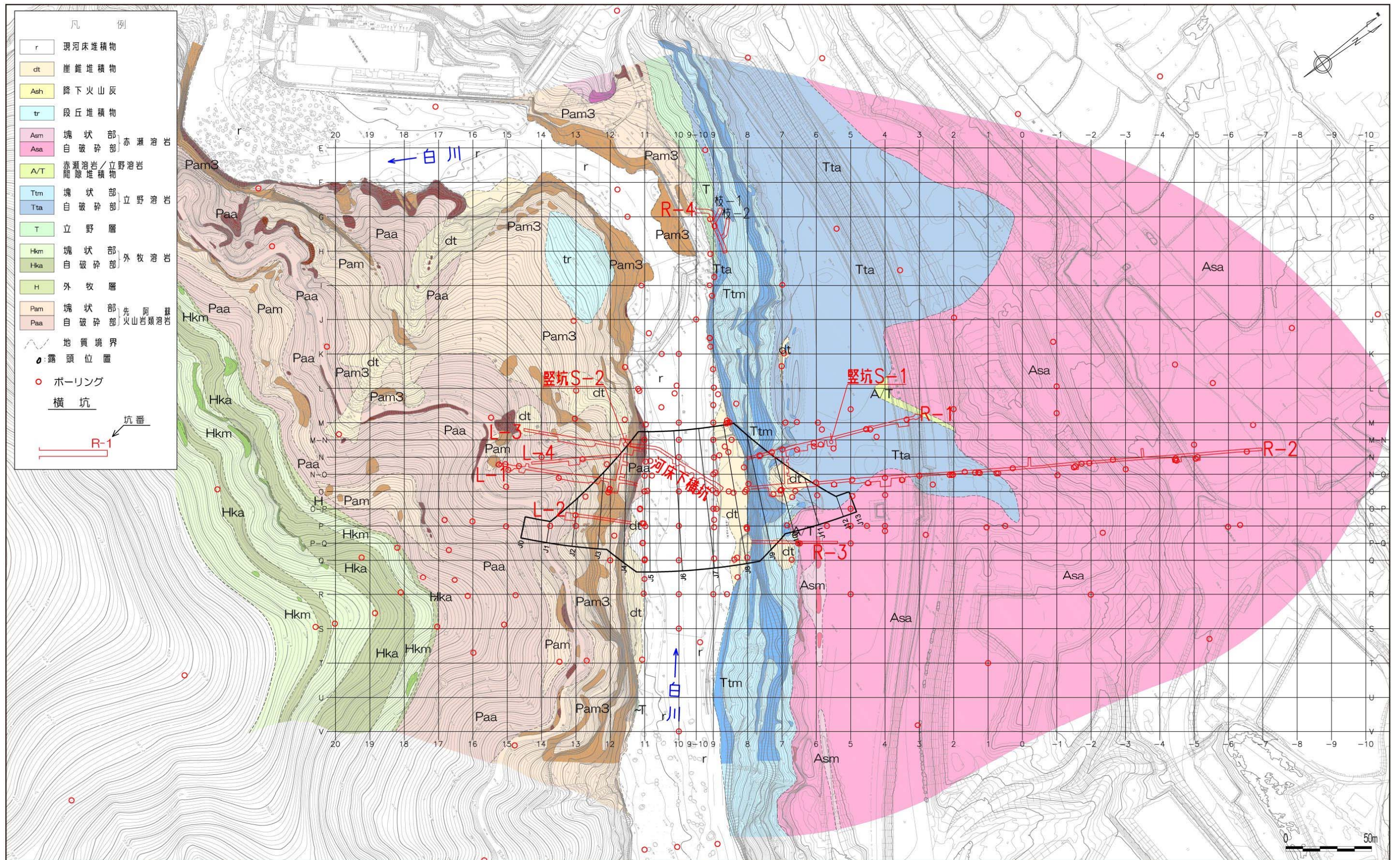
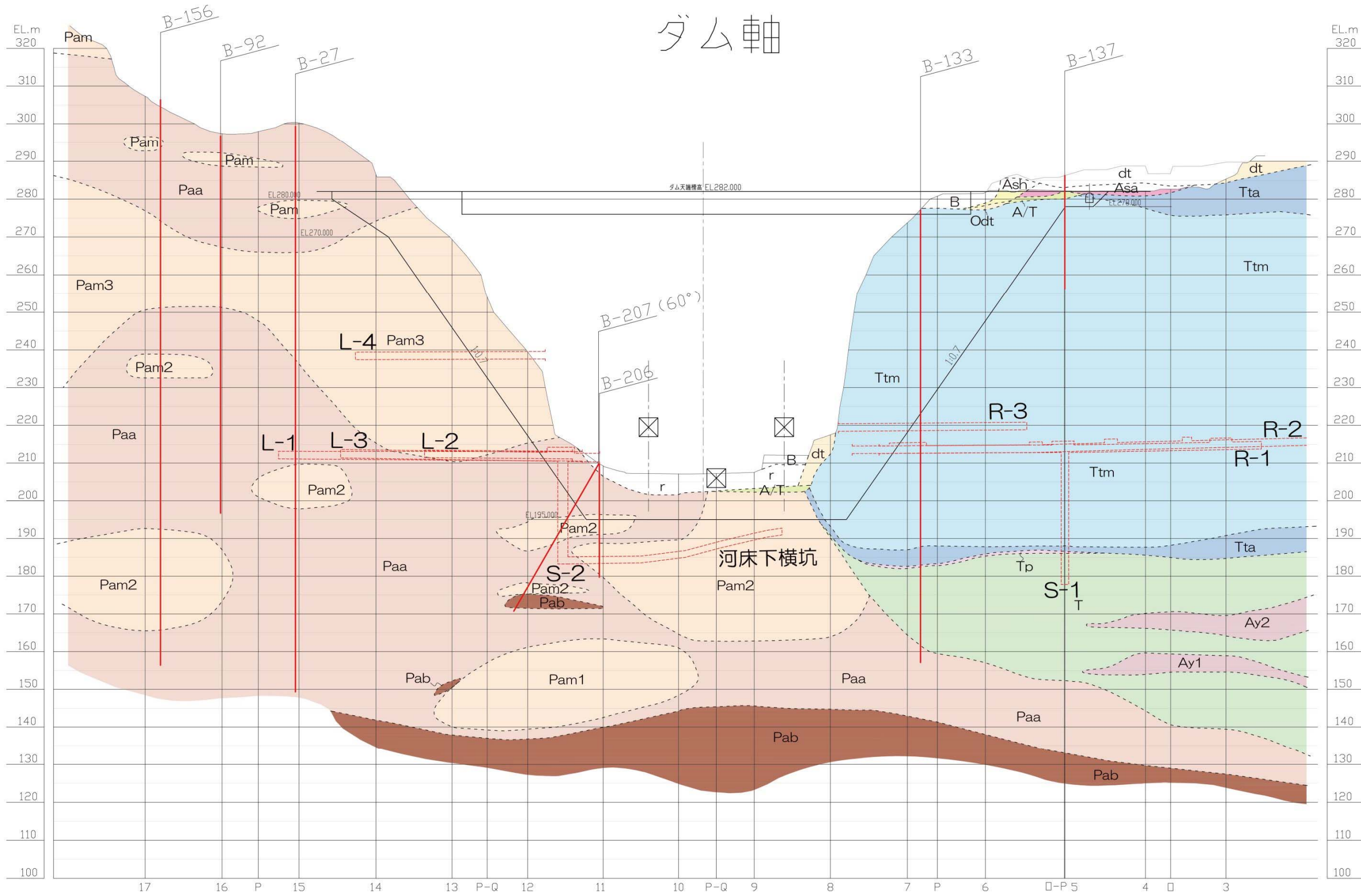


図-5.1.3 ダムサイト周辺の地質平面図

ダム軸



凡例 地質区分

B	盛土	
r	現河床堆積物	
dt	崖錐堆積物	
Ash	降下火山灰層	
Odt	古期崖錐堆積物	
tr	段丘堆積物	
Asm	塊状部	赤瀬溶岩
Asa	自破碎部	
A/T	赤瀬溶岩/立野溶岩 間隙堆積物	
Ttm	塊状部	立野溶岩
Tta	自破碎部	
Tp	戸下軽石層	
T	立野層	
Ay	黏返ノ滝溶岩	
Hkm	塊状部	外牧溶岩
Hka	自破碎部	
H	外牧層	
Pam	溶岩塊状部	先阿蘇火山岩類
Paa	溶岩自破碎部	
Pab	凝灰角礫岩	

--- 地質境界

ボーリング

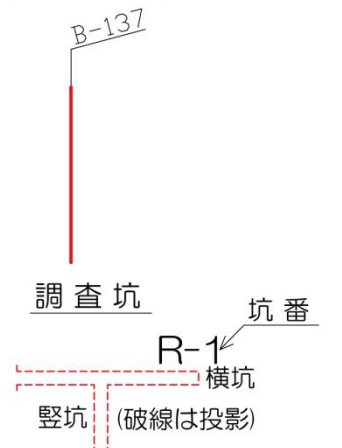


図-5.1.4 ダム軸の地質断面図

5.2 基礎岩盤（熊本地震前）

5.2.1 岩級区分基準

(1) 硬岩（亀裂性岩盤）

硬岩の岩級区分については、岩片の硬さ、割れ目の間隔、割れ目の状態の三要素の組合せで評価している。

表-5.2.1 硬岩の細区分基準

項目	区分	状態
岩片の硬さ	A	極硬、ハンマーで容易に割れない（一軸圧縮強度 100MPa 以上）
	B	硬、ハンマーで金属音（一軸圧縮強度 50~100MPa）
	C	中硬、ハンマーで容易に割れる（一軸圧縮強度 20~50MPa）
	D	軟、ハンマーでポロポロに碎ける（一軸圧縮強度 20MPa 以下）
	E	極軟、マサ状、粘土状
割れ目の間隔	I	長さ 50cm 以上の棒状コア
	II	長さ 50~15cm の棒状コア
	III	長さ 15~5cm の棒状~片状コア
	IV	長さが 5cm 以下の棒状~片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの
	V	主として角礫状のもの
	VI	主として砂状のもの
	VII	主として粘土状のもの
	VIII	コアの採取ができないもの。スライムも含む。
割れ目の状態	a	密着している、あるいは分離しているが割れ目沿いの風化・変質は認められない
	b	割れ目沿いの風化・変質は認められるが、岩片はほとんど風化・変質していない
	c	割れ目沿いの岩片に風化・変質が認められ軟質となっている（粘土等の介在物が認められる）
	d	割れ目として認識できない角礫状、砂状、粘土状コア

表-5.2.2 先阿蘇火山岩類塊状部(Pam)の要素組合せ岩級区分基準

岩片の硬さ	割れ目の状態	割れ目の間隔							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A	a	B	CH	CH	CH				
	b	B	CH	CH	CH	CM			
	c	CH	CH	CH	CM	CL			
	d					D			
B	a	CH	CH	CM	CM				
	b	CH	CM	CM	CM	CL			
	c	CM	CM	CM	CL	CL			
	d					D			
C	a		CM	CL	CL				
	b	CM	CM	CL	CL				
	c	CL	CL	CL	D	D			
	d					D			

空白は、ダムサイトに存在しない細区分組合せ
 外牧溶岩塊状部、赤瀬溶岩塊状部、鮎返ノ滝溶岩塊状部は Pam の岩級区分基準に準拠する。




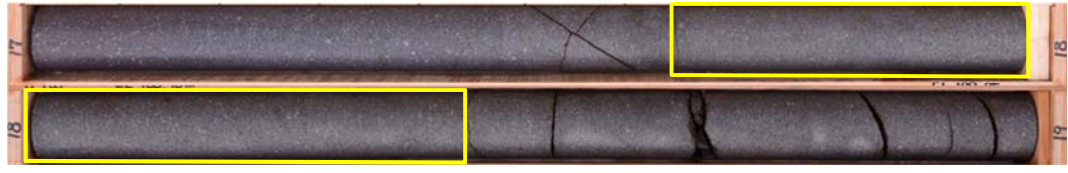
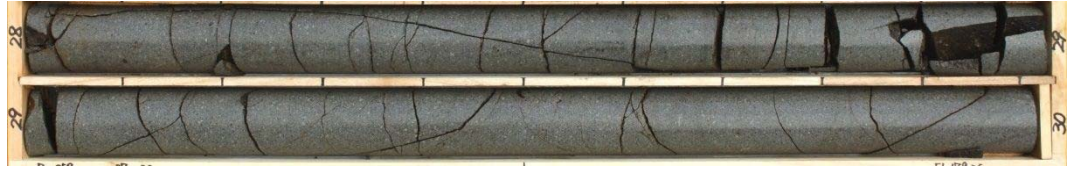



表-5.2.3 立野溶岩塊状部(Ttm)の要素組合せ岩級区分

岩片の硬さ	割れ目の状態	割れ目の間隔				
		I	II	III	IV	V
B	a	CH				
	b	CH	CH	CM	CM	CL
	c	CM	CM	CM	CL	CL
	d		D	D		D
C	a					
	b		CM	CL	CL	
	c			CL	D	D
	d					

空白は、ダムサイトに存在しない細区分組合せ

「原位置岩盤せん断試験によるダム基礎の岩盤分類の定量的な評価の試み 森・脇坂他(2007)、ダム工学 Vol.17、No3」

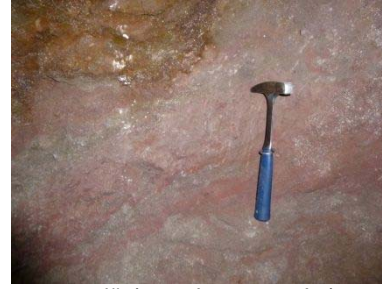


表-5.2.4 代表的な硬岩の岩級区分基準

岩種区分	岩級区分	岩盤性状	代表的要素組合せ	代表的なコア写真 (孔径 86mm)	
立野溶岩部 (Ttm)	CH	岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 30cm 以上で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	B II b	 細区分: B II b B-248 深度 80.00~82.00m	
	CM	岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 15cm 以下で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	B III b	 細区分: B III b B-250 深度 21.00~23.00m	
	CL	岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 5cm 以下で、割れ目沿いに細片等の介在物が認められる。	B IV c	 細区分: B IV c B-250 深度 77.90~78.30m	
硬岩	先阿蘇 火山岩塊状部 (Pam)	B	緻密な溶岩部で、岩片は極硬質でハンマーの打撃で容易に割れない。割れ目間隔は 50cm 以上で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	A I b	 細区分: A I b B-265 深度 17.65~18.45m
		CH	緻密な溶岩部で、岩片は極硬質でハンマーの打撃で容易に割れない。割れ目間隔は 50cm 以下で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	A II b A III b A IV b	 細区分: A III b B-258 深度 28.00~30.00m
	CM	緻密な溶岩部で岩片は極硬質でハンマーの打撃で容易に割れない。割れ目間隔は 5cm 以下で、割れ目沿いに細片を伴う。 または、発泡質の溶岩部で岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 50cm 以下で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	A IV c B II b B III b	 細区分: A IV c B-256 深度 19.78~20.90m	
		 細区分: B III b B-262 深度 16.00~16.60m			
CL	緻密な溶岩部がやや軟質化または発泡質の溶岩で岩片は硬質でハンマーの打撃で金属音を発する。割れ目間隔は 5cm 以下で割れ目沿いに細片などの介在物が認められる。	B IV c	 細区分: B IV c B-259 深度 13.00~13.41m 深度 13.95~14.29m		

(2) 軟岩（礫質岩盤）

軟岩の岩級区分は、基質の硬さで評価している。

表-5.2.5 代表的な軟岩の岩級区分基準

岩種区分	岩級区分	基質の性状			基質の硬さ区分	横坑写真	代表的なボーリングコア写真	
		ハンマー	ナイフ	噴霧器の強い水流				
軟岩	立野溶岩自破碎部 (Tta)	CL	ハンマーの軽打でコンコンと音を発する(ピックで表面を削りにくい)。	傷が付きにくい。表面を削りにくい。	細粒分は全く流れない。	C	 L-3 横坑 深度 59.5m 上流壁	 B-265 孔 深度 9.50~9.80m  B-265 孔 深度 16.10~16.40m
	先阿蘇火山岩類溶岩自破碎部 (Paa)	CL	Paa RS-7 ブロックの基質の硬さと同程度			C'	 L-1 横坑 深度 15m 上流壁(拡幅箇所)	 B-265 孔 深度 8.10~8.40m  B-266 孔 深度 2.70~3.00m
	先阿蘇火山岩類凝灰角礫岩 (Pab)		ハンマーの軽打でトントンと音を発する(ピックで表面を削りやすい)。	表面を削りやすい。	細粒分が若干流れる。噴霧器の噴水に併せて指で擦ると細粒分が流れ出し、礫や砂が浮き立ってくる。			
	赤瀬溶岩自破碎部 (Asa)	DH	ハンマーの打撃で崩れる(ピックがやや刺さり、周辺が粉碎する)。	強く押すと刺さるが、やや抵抗感がある。	細粒分が容易に流れ出す。コア形状が崩れる。	D	 L-1 横坑 深度 78.6m 下流壁	 B-260 孔 深度 19.45~55m  B-263 孔 深度 13.55~13.70m
	鮎返ノ滝溶岩自破碎部 (Aya)							
	外牧溶岩自破碎部 (Hka)	D	ハンマーの軽打で粉碎する、または深く凹む(ピックが容易に刺さる)。	容易に刺さる。	掘れる。	E	(該当なし)	 B-270 孔 深度 9.10~9.45m

注) 立野層は DH 級岩盤に相当する。

5.2.3 岩盤の力学的特性

コンクリートダムを建設するにあたっては、ダム堤体と基礎岩盤との接合部及び基礎岩盤の内部におけるせん断力による滑動に対して、十分なせん断摩擦抵抗力を有していること、またダムの基礎岩盤が堅硬である（必要な強度を有している）ことが必要である。そこで横坑内においてダムの基礎岩盤の力学的特性を把握するための原位置せん断試験等を実施した。

(1) 原位置せん断試験

原位置せん断試験は、基礎岩盤上にコンクリートブロックを打設し、その上面及び側面に同時にジャッキによる荷重を加え、底面の岩盤にせん断破壊を起こさせ、その時のせん断応力及び垂直応力から岩盤のせん断強度を把握するものである。試験結果は以下に示すとおりであり、この試験結果と、関係する文献^{*}を参考とし総合的に評価して立野ダムサイトの基礎岩盤のせん断強度を定めている。

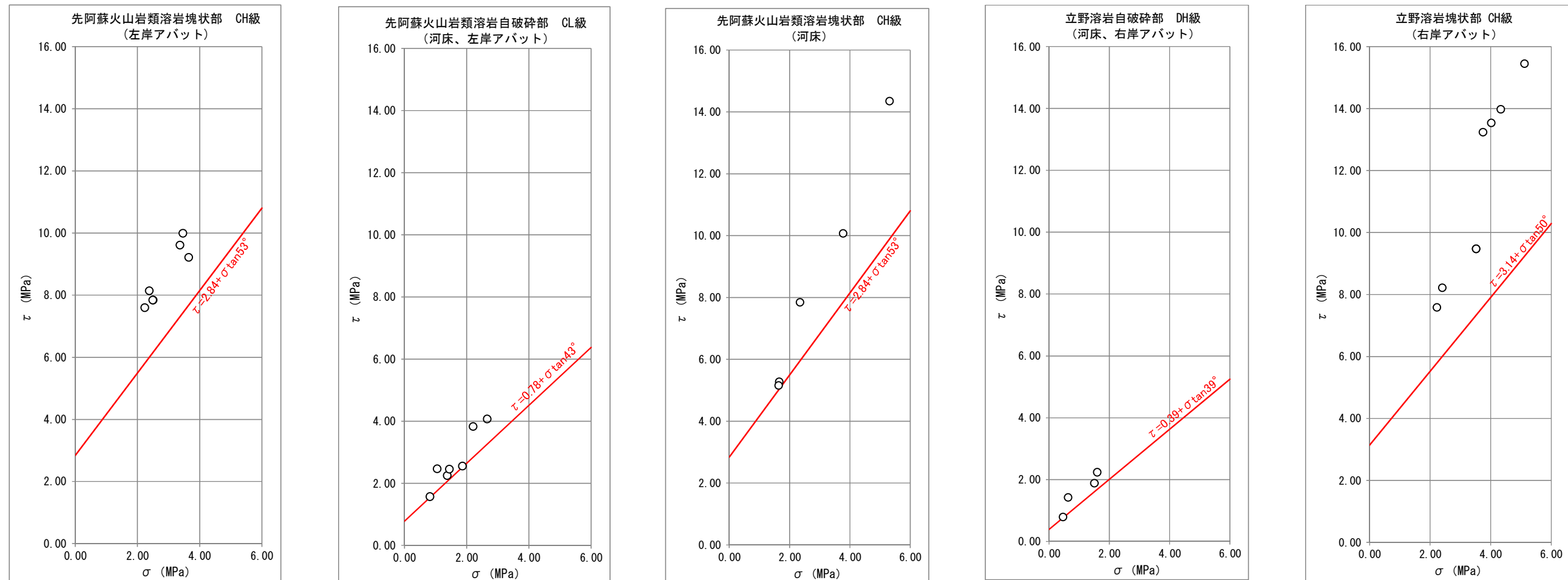


図-5.2.2 原位置せん断試験結果

(2) 原位置変形試験

原位置変形試験は、基礎岩盤に載荷・除荷を繰り返し、その際の荷重と載荷方向の変位から岩盤の変形特性を把握するものである。試験結果は以下に示すとおりであり、この試験結果と、関係する文献^{*}を参考とし総合的に評価して立野ダムサイトの基礎岩盤の弾性係数を定めている。

○弾性係数

弾性係数は、立野溶岩塊状部で $9.4 \times 10^3 \text{MPa}$ 、立野溶岩自破砕部で $0.9 \sim 1.1 \times 10^3 \text{MPa}$ 、先阿蘇火山岩類塊状部で $0.3 \sim 1.1 \times 10^4 \text{MPa}$ 、先阿蘇火山岩類自破砕部で $1.4 \sim 2.1 \times 10^3 \text{MPa}$ を示す。

^{*}文献：ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討と考察（1983 土木研究所）

5.2.4 ダム設計の考え方

ダムの構造設計については、「河川管理施設等構造令」第4条で以下のような技術的基準が定められている。

- ・ダムの堤体及び基礎岩盤（これと堤体との接合部を含む）は、必要な水密性を有し、及び予想される荷重に対し必要な強度を有するものとする。
- ・コンクリートダムの堤体は、予想される荷重によって滑動し、または転倒しない構造とするものとする。
- ・ダムの基礎地盤は、予想される荷重によって滑動し、滑り破壊または浸透破壊が生じないものとするものとする。

立野ダムにおいても、基礎岩盤の試験結果等を踏まえ、「河川管理施設等構造令」等の技術的基準に基づき設計を行い、安全性を確認している。また、ダム本体工事の際には、兩岸の表層の土砂等や、その下の岩盤の弱い部分を取り除いた上で、堅い岩盤に直接ダム本体を築くこととしている。

表-5.2.6 荷重条件一覧

荷重 \ 検討ケース	設計洪水位 (HWL. 281.0m)	サーチャージ水位 (SWL. 276.0m)	空虚時 ^{※1)}
自重	○	○	○
静水圧	○	○	○
動水圧	—	○(50%)	○(±100%)
泥圧	○	○	○ ^{※2)}
揚圧力	○	○	○
地震慣性力	—	○(50%)	○(±100%)

※1) 河道を流れる水は、ダム完成後は河床高付近に設けた放流孔を流下するため、ダムには放流孔を通過する際の水位相当の水圧が作用する。
 ※2) 慣性力を下流から上流向きに作用させる場合は、設計上安全側の観点から泥圧は考慮しない。

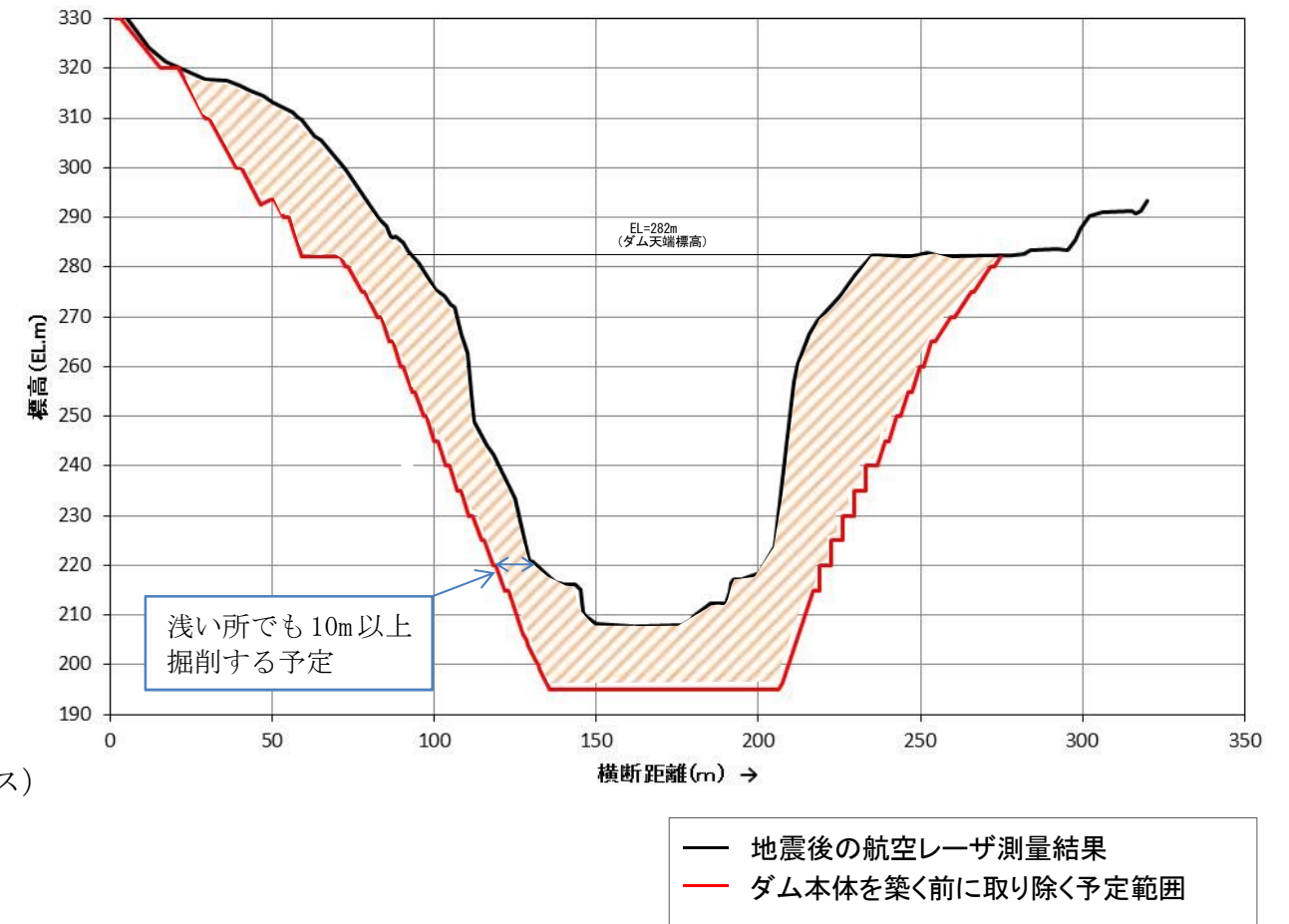


図-5.2.4 基礎掘削断面図

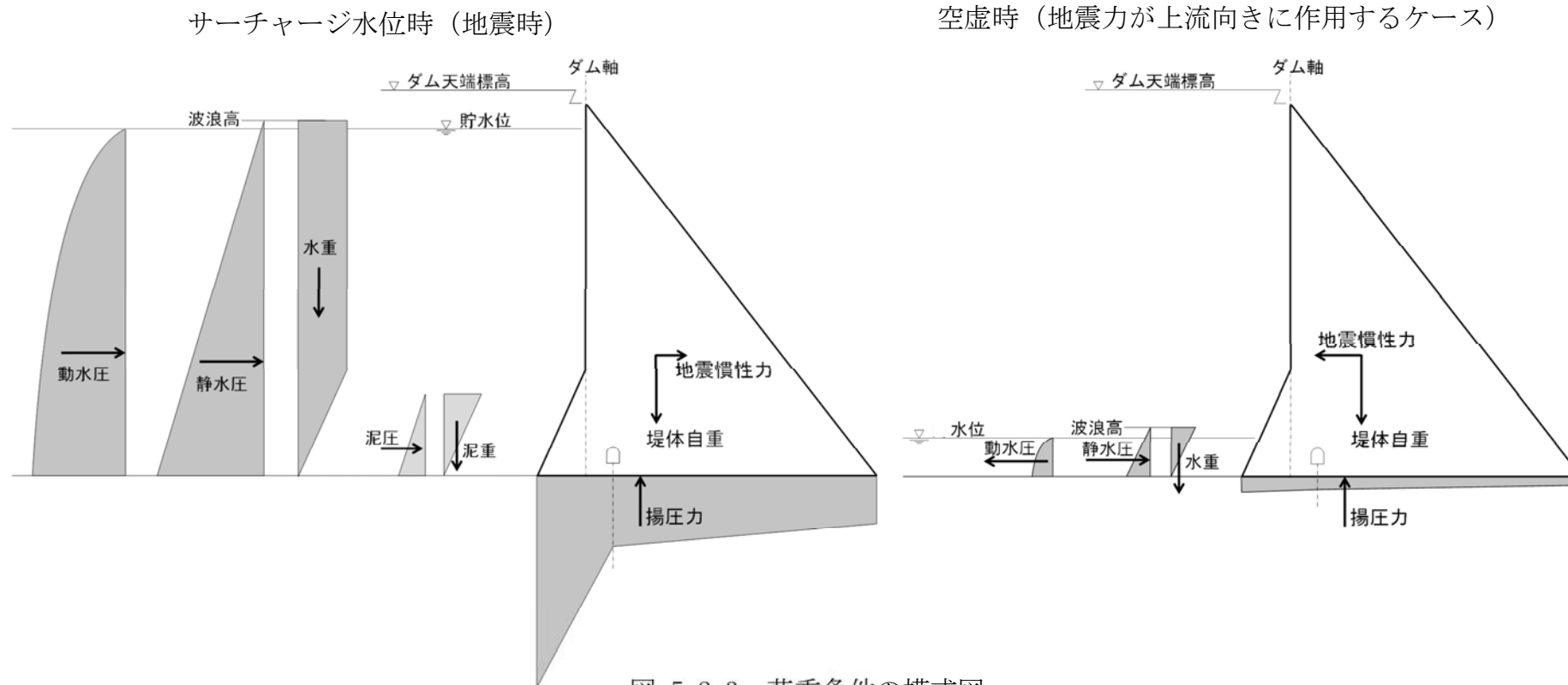


図-5.2.3 荷重条件の模式図

5.3 基礎岩盤（熊本地震後）

5.3.1 追加調査の目的

立野ダムの基礎岩盤である先阿蘇火山岩類、立野溶岩等の熊本地震後の岩盤性状を確認する。

表-5.3.1 追加調査一覧

調査項目	調査目的	数量	
地表露頭調査	ダム敷周辺の岩盤性状を確認する。	両岸300m程度	
横坑調査 (既存)	L-1 L-3	基礎岩盤のうち、左岸低位標部の先阿蘇火山岩塊状部・自破碎部の岩盤性状、岩盤節理の開口状況等を面的に確認する。	L-1=80m程度 L-3=70m程度
	L-4	基礎岩盤のうち、左岸高位標高の先阿蘇火山岩類塊状部の岩盤性状、岩盤節理の開口状況等を面的に確認する。	L-4=50m程度
	R-1 R-2 R-3	基礎岩盤のうち、右岸低位標高部の立野溶岩塊状部などの岩盤性状、岩盤節理の開口状況等を面的に確認する。	R-1=100m程度 R-2=300m程度 R-3=50m程度
頭部排土調査(新規)	基礎岩盤のうち、右岸高位標高部の立野溶岩塊状部の岩盤性状、岩盤節理の状況等を確認する。	100m ² 程度	
右岸ボーリング調査 (新規)	基礎岩盤のうち、右岸低位から高位標高部の立野溶岩塊状部の岩盤性状を確認する。	2本(各70m程度)	
ボアホール調査 (新規・既存)	地震前後の岩盤節理の開口状況(累積開口量等)を確認する。	新規ボーリング 2本(70m程度) 既存ボーリング 1本(100m程度)	



図-5.3.1 ボーリング調査断面図

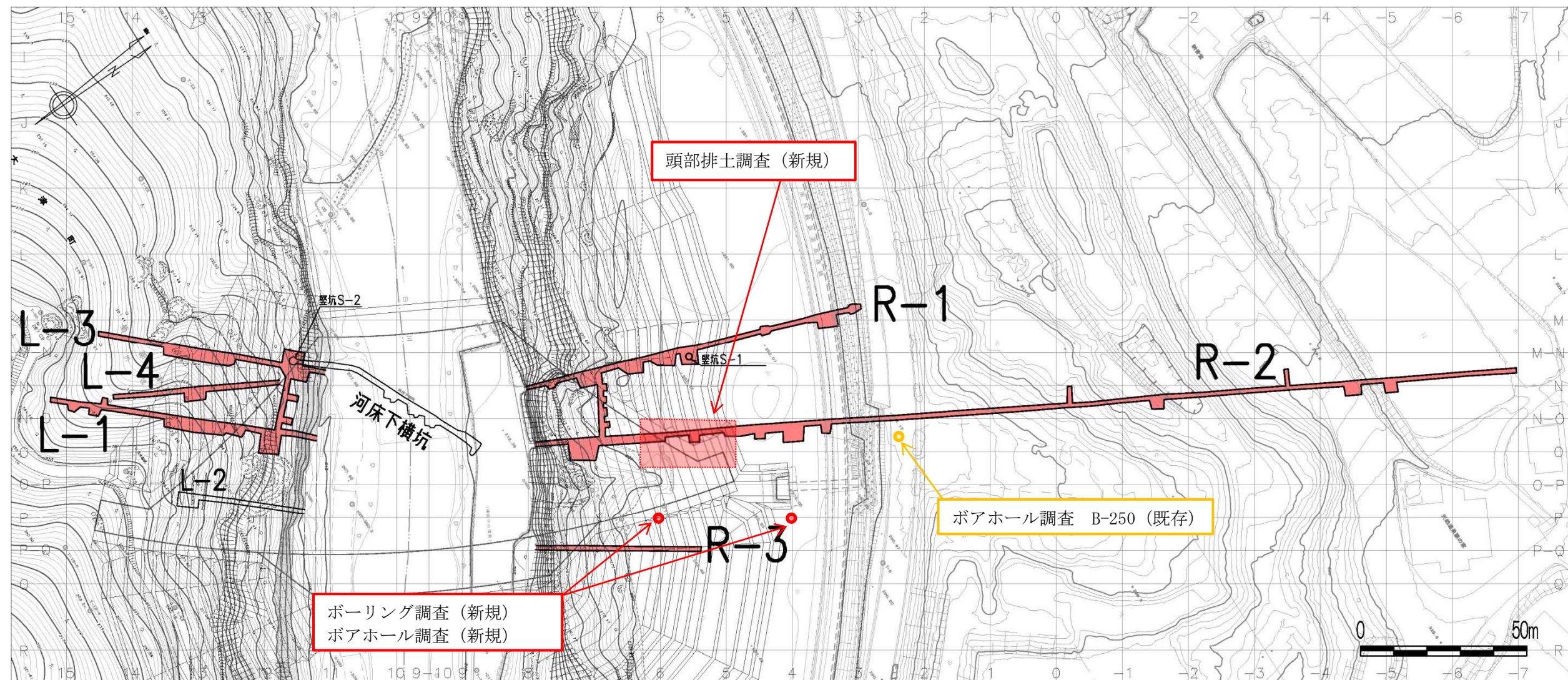


図-5.3.2 調査位置図

5.3.2 追加調査の結果

(1) 地表露頭調査結果

ダム敷及びその近傍にて地表露頭踏査を実施した結果、表層のはがれ落ちはあるものの基礎岩盤として問題となるような変状は認められない。

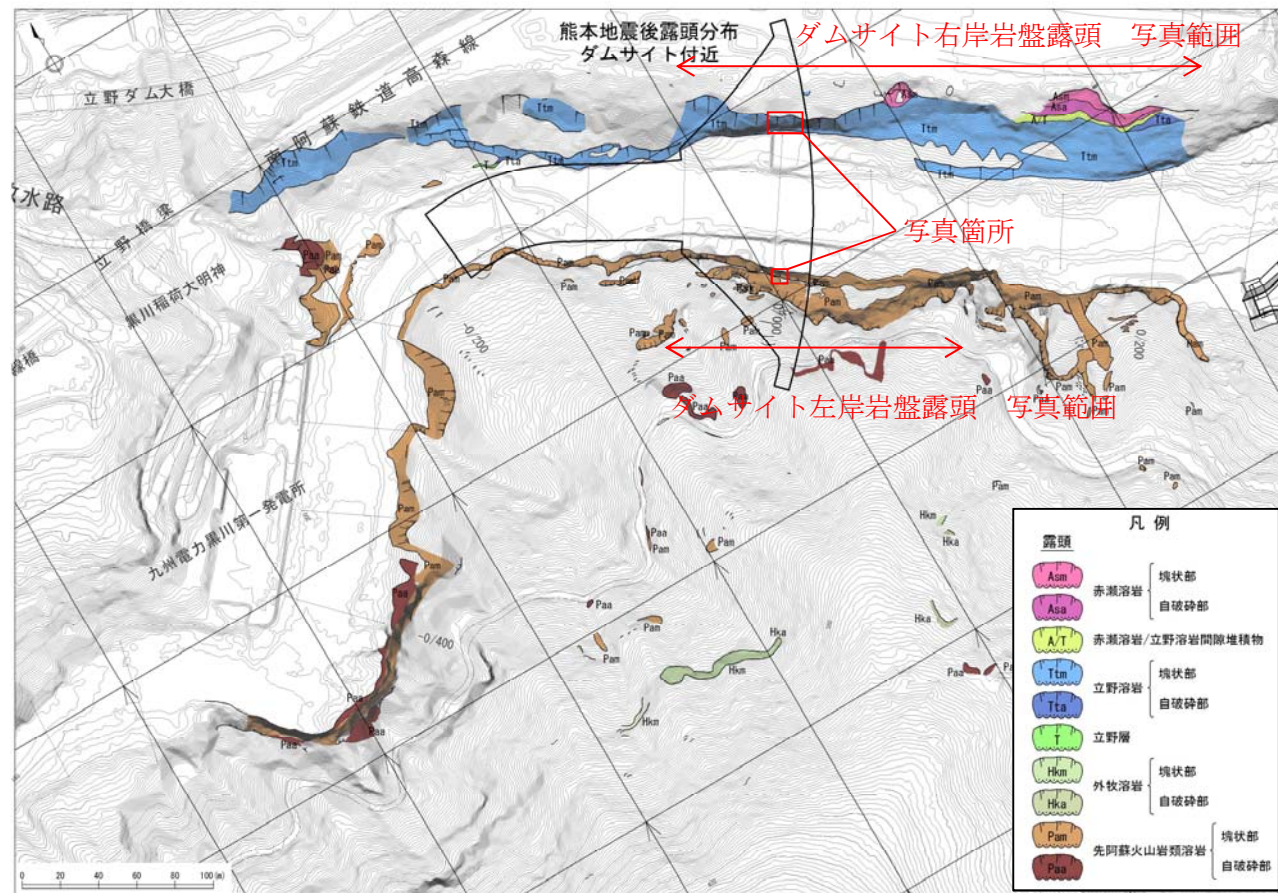


図-5.3.3 立野ダム平面図



写真-5.3.2 ダムサイト右岸（地震前）



写真-5.3.3 ダムサイト右岸（地震後）



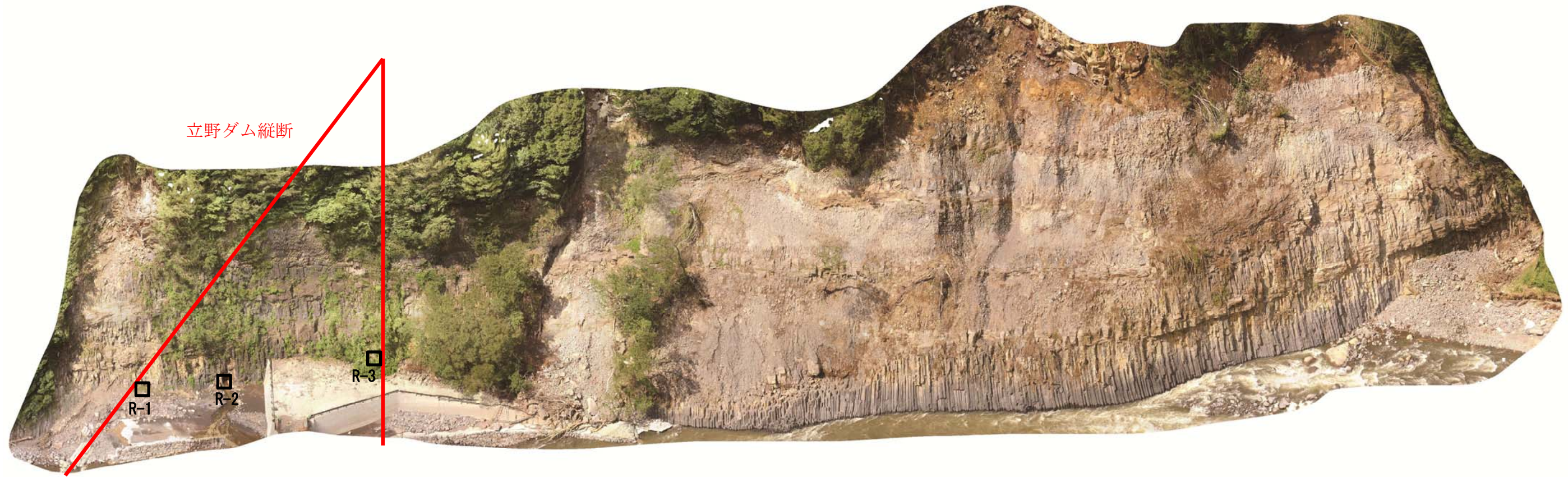
写真-5.3.1 ダムサイト状況（地震後）



写真-5.3.4 ダムサイト左岸（地震前）

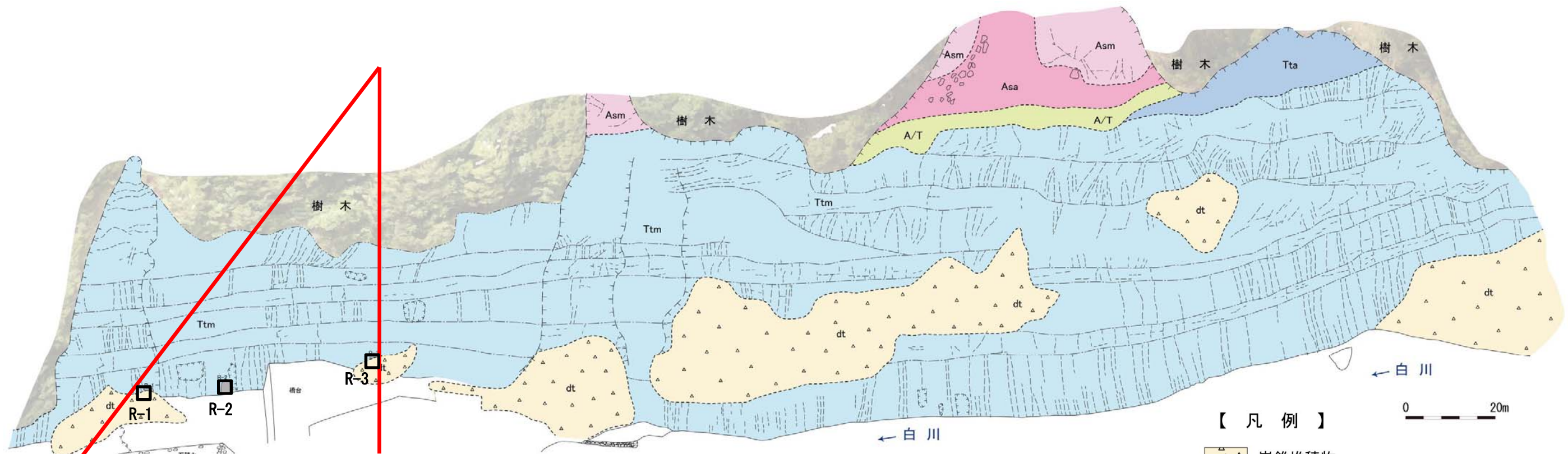


写真-5.3.5 ダムサイト左岸（地震後）



立野ダム縦断

写真-5.3.6 ダムサイト右岸岩盤露頭状況（地震後）



【凡例】

- | | | |
|--|--------------------|------|
| | 崖錐堆積物 | |
| | 塊状部 | 赤瀨溶岩 |
| | 自破碎部 | |
| | 赤瀨溶岩/立野溶岩
間隙堆積物 | |
| | 塊状部 | 立野溶岩 |
| | 自破碎部 | |
| | 地質境界 | |
| | 節理 | |
| | 節理の発達状況の境界 | |

図-5.3.4 ダムサイト右岸岩盤露頭スケッチ（地震後）

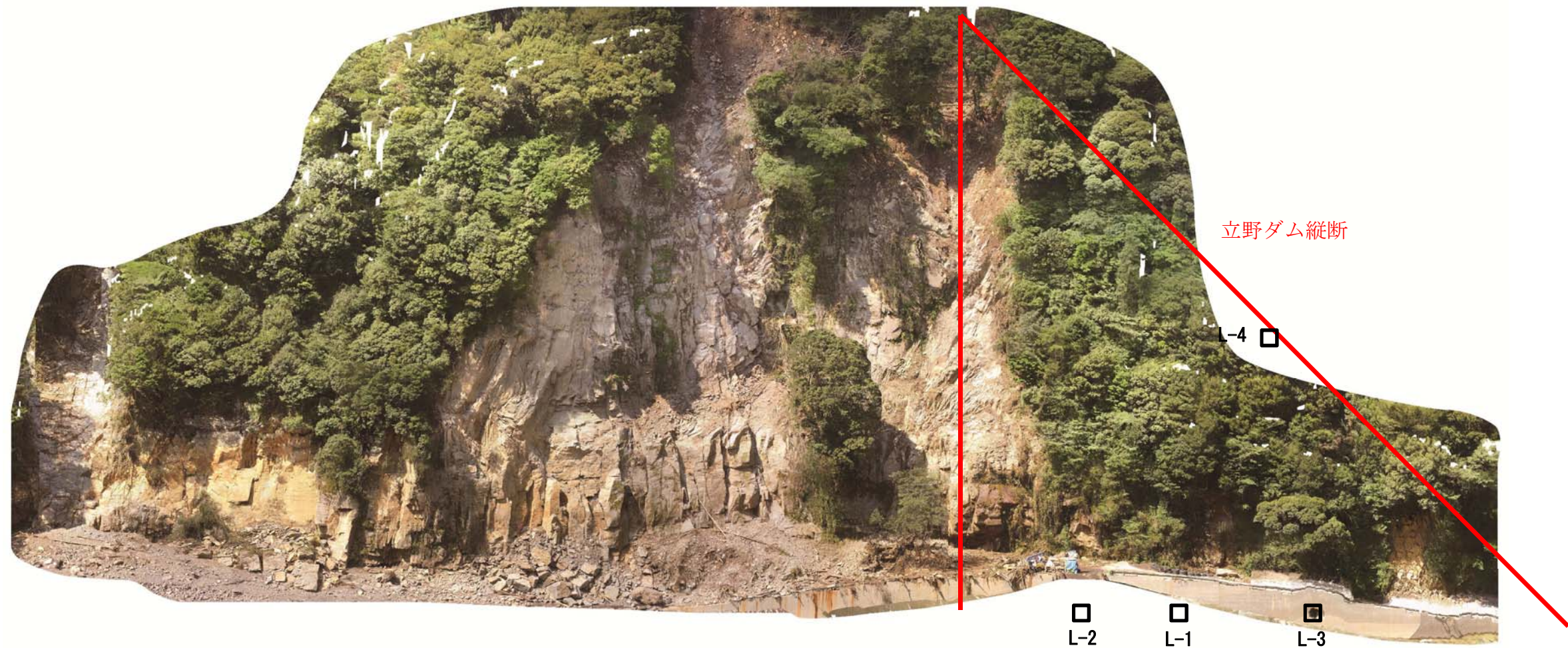


写真-5.3.7 ダムサイト左岸岩盤露頭状況（地震後）

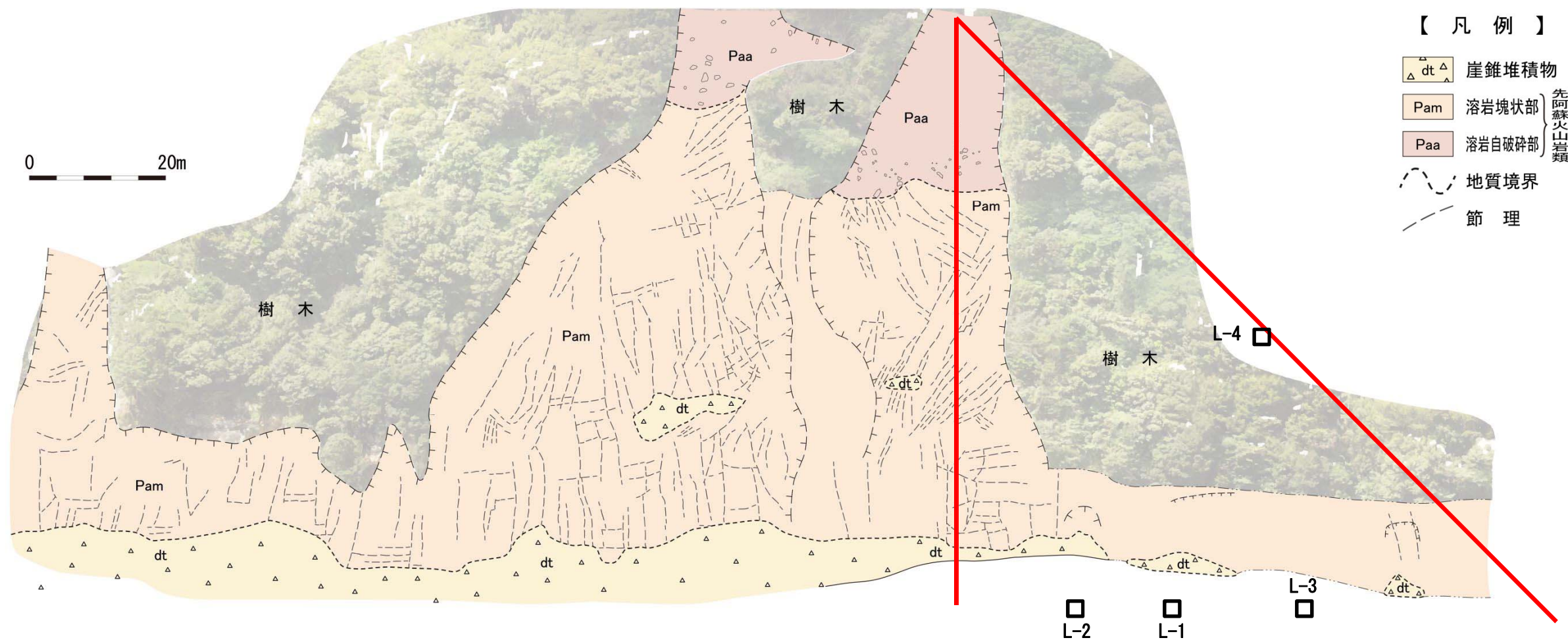


図-5.3.5 ダムサイト左岸岩盤露頭スケッチ（地震後）

(2) 横坑調査結果

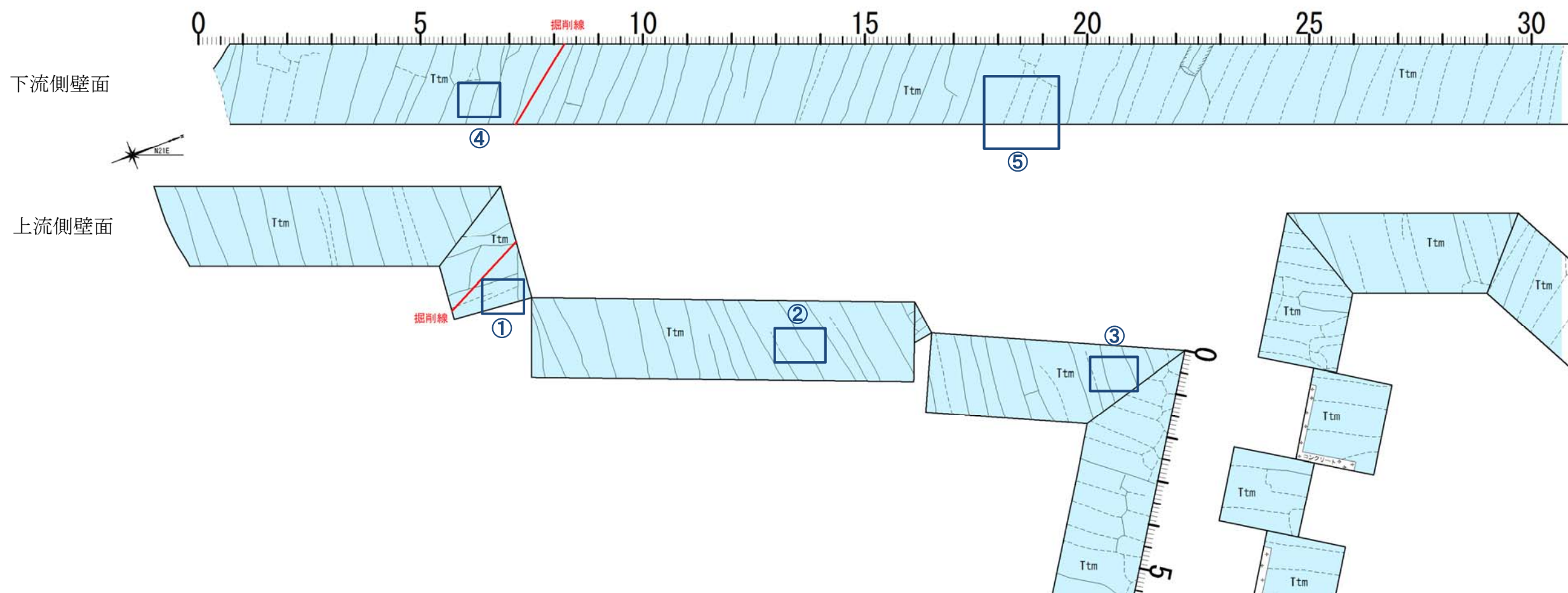
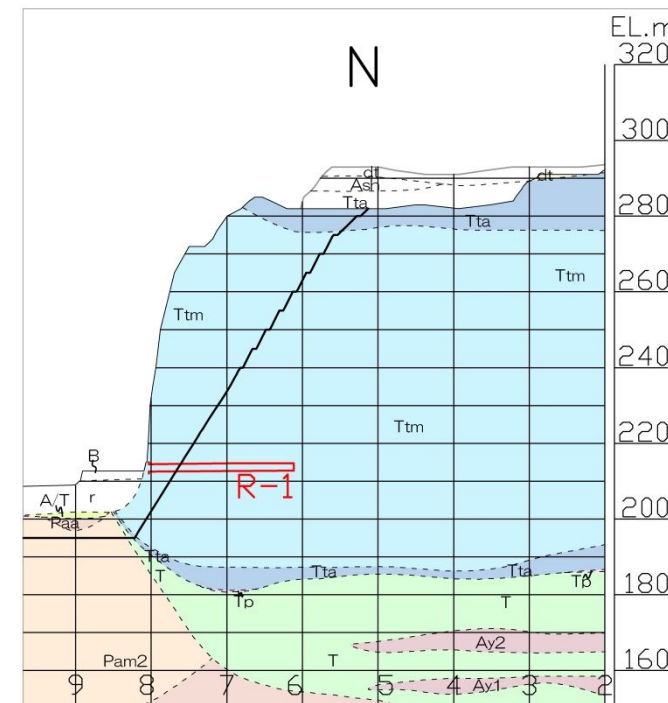
R-1 横坑 (地震前)



凡例

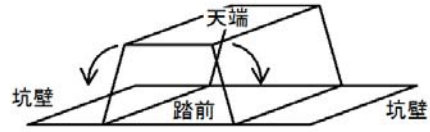
地質区分
Ttm 立野溶岩塊状部

節理
 — 開口した節理
 - - - 密着した節理



R-1 横坑（地震後）

- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

抜け落ち箇所

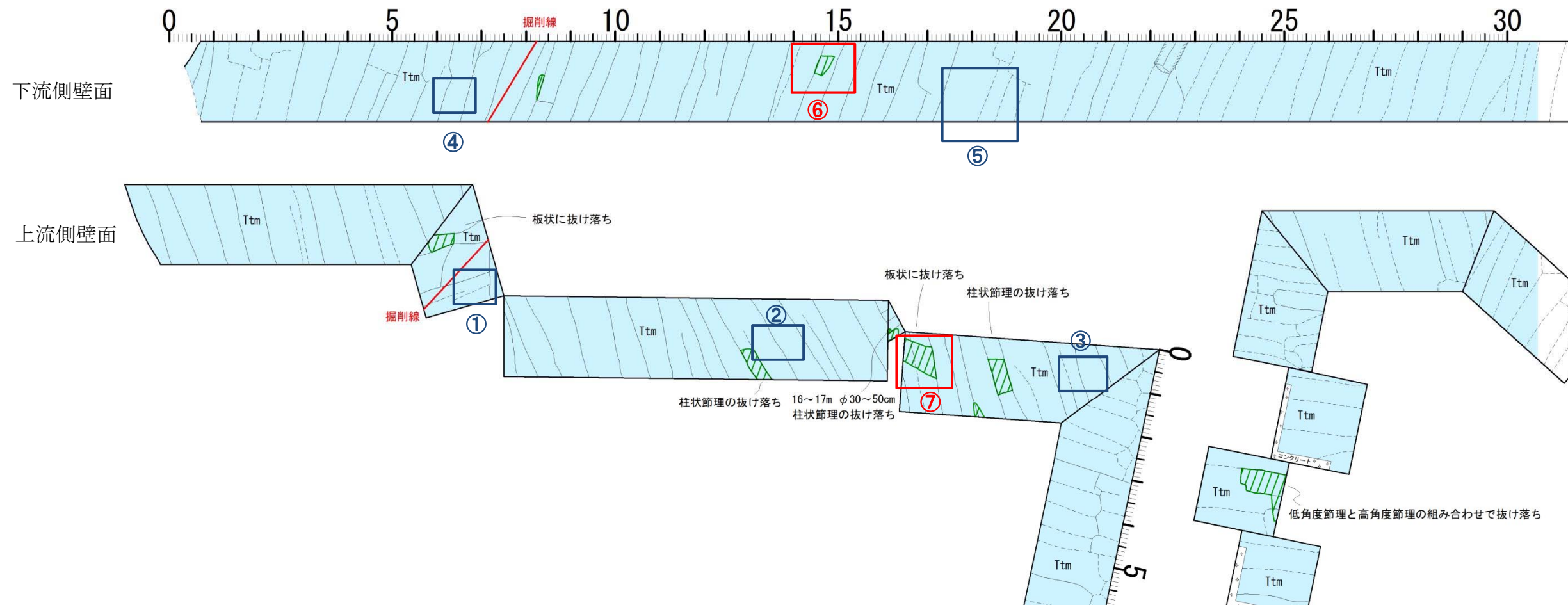
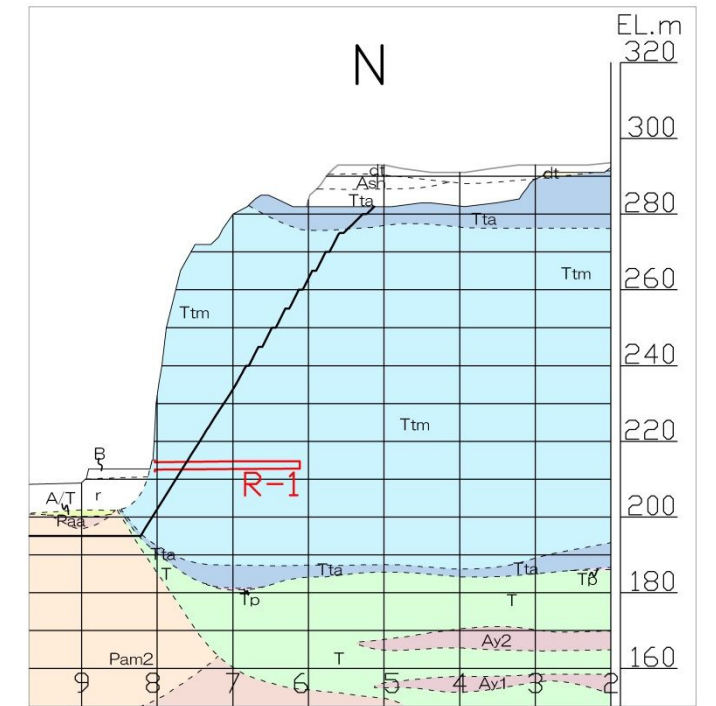
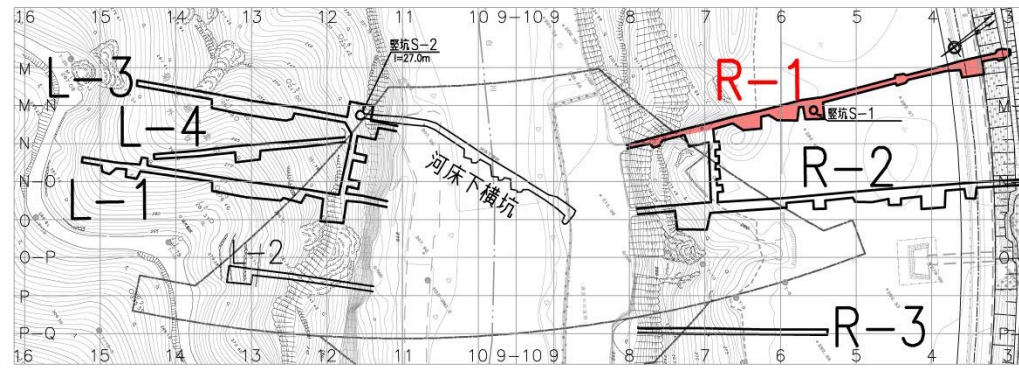
地質区分

Ttm 立野溶岩塊状部

節理

開口した節理

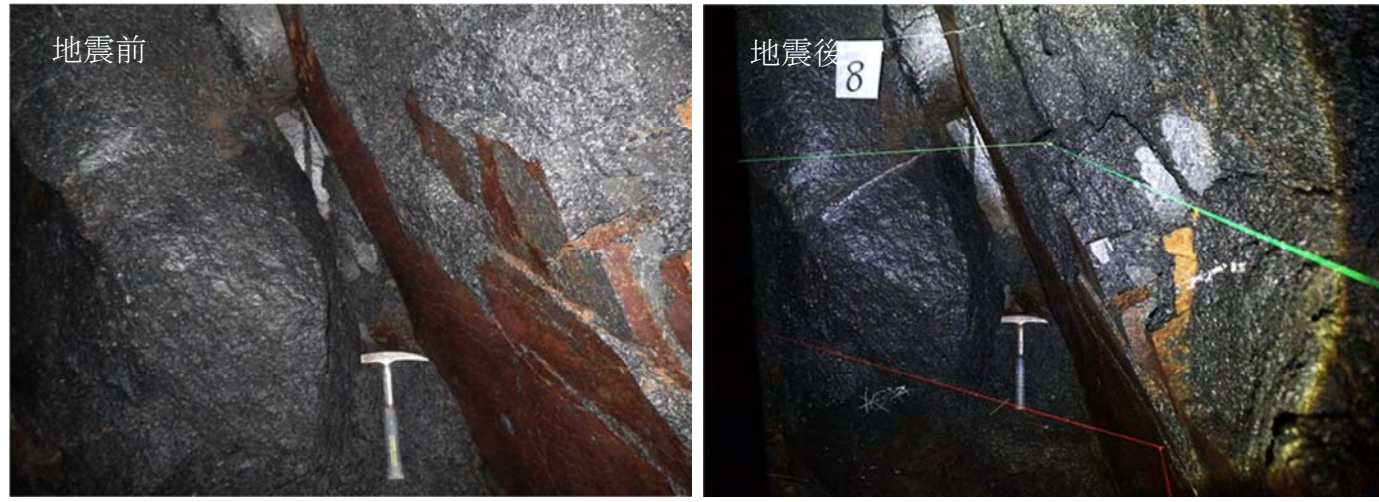
密着した節理



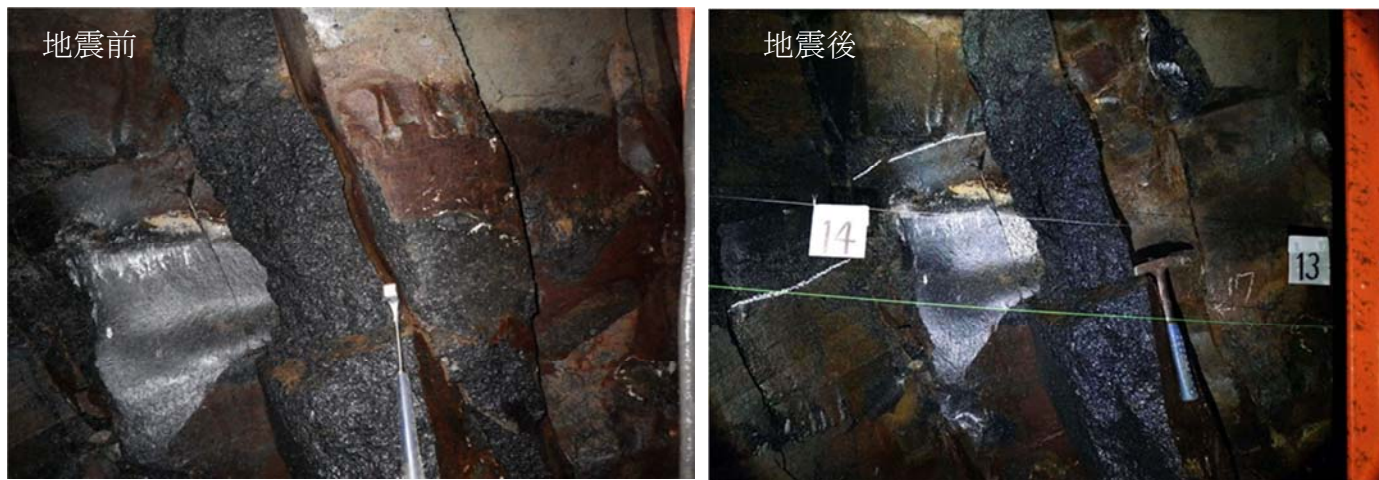
R-1 横坑（壁面写真）

<上流側壁面（地震前後比較）>

①入り口より 7.0m



②入り口より 13.5m



③入り口より 20.5m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

<下流側壁面（地震前後比較）>

④入り口より 6.2m



⑤入り口より 18.0m

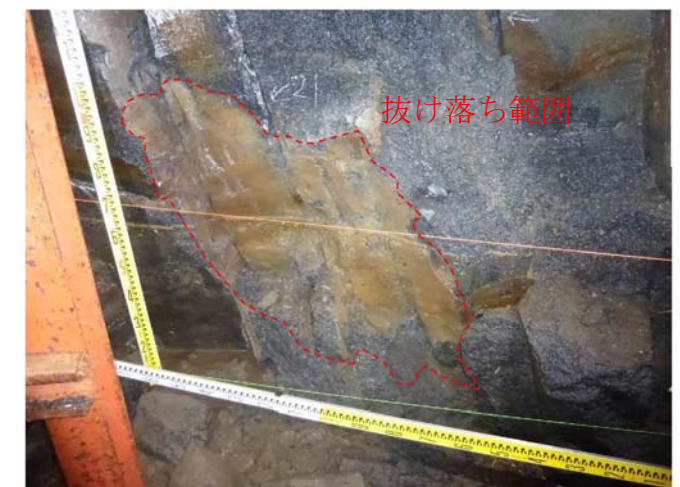


<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 14.5m（下流壁面）

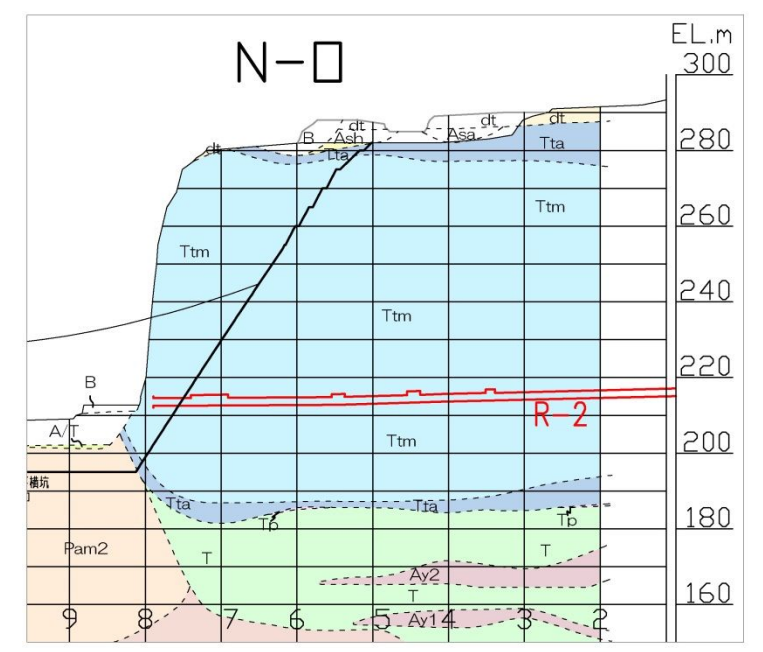
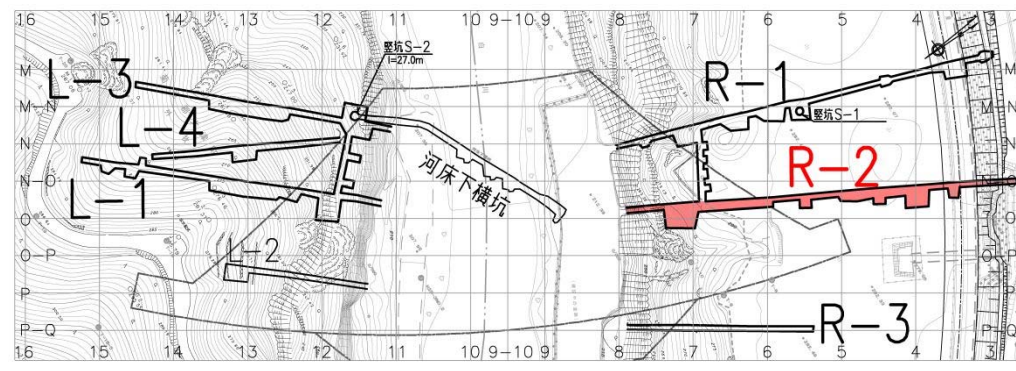
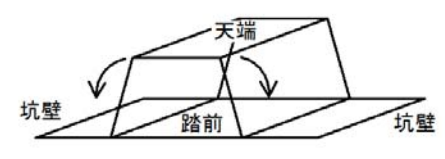


⑦入り口より 17.0m（上流壁面）



空白

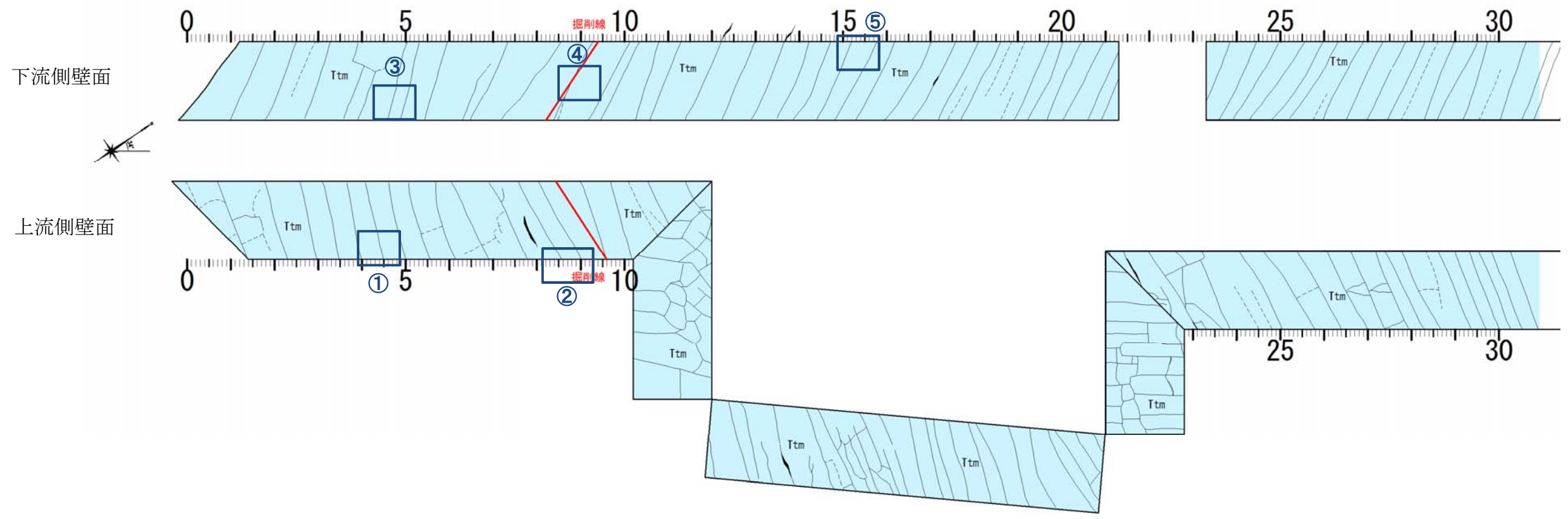
R-2 横坑 (地震前)



凡例

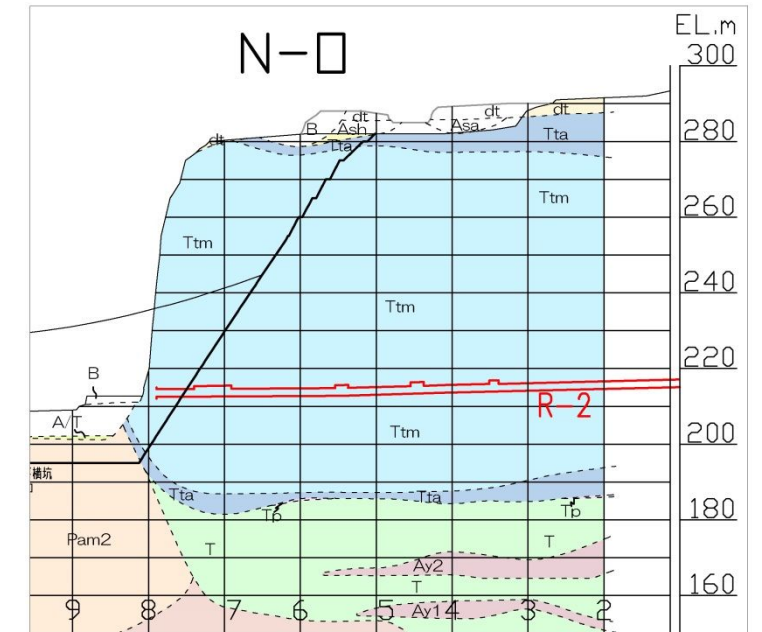
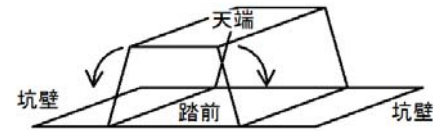
地質区分
Ttm 立野溶岩塊状部

節理
 — 開口した節理
 - - - 密着した節理



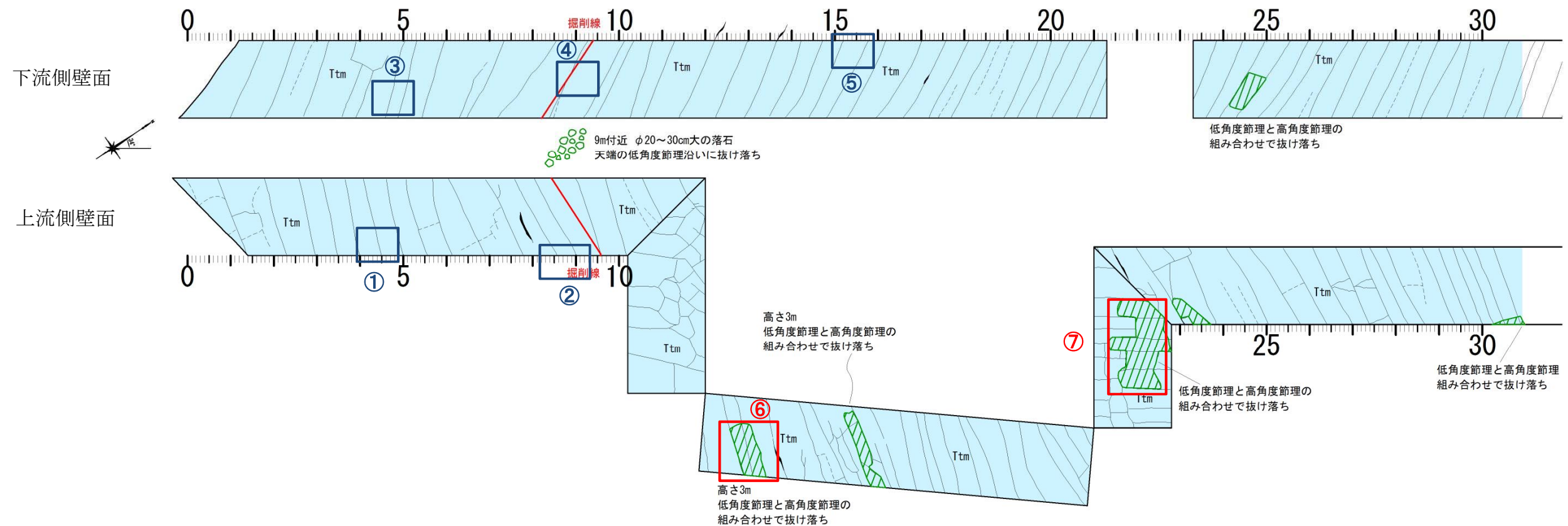
R-2 横坑（地震後）

- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

- 抜け落ち箇所
- 地質区分**
- Ttm 立野溶岩塊状部
- 節理**
- 開口した節理
- 密着した節理



R-2 横坑（壁面写真）

<上流側壁面（地震前後比較）>

①入り口より 4.5m



<下流側壁（地震前後比較）>

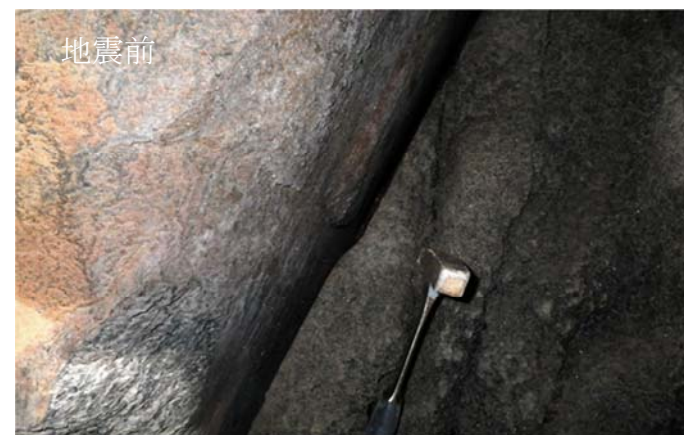
③入り口より 5.0m



②入り口より 8.5m



④入り口より 9.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

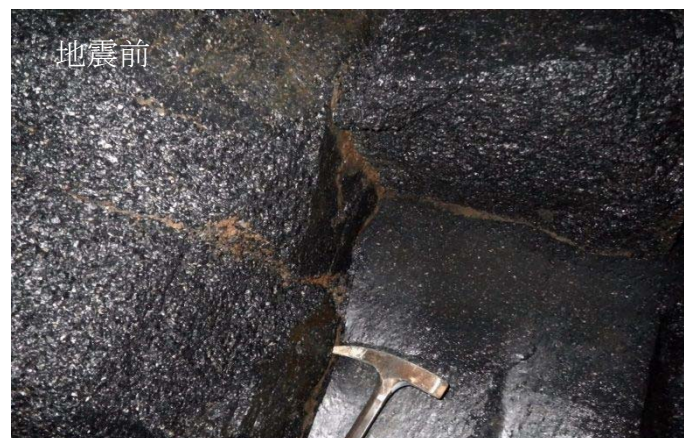
⑥入り口より 13.0m（上流側壁面）



⑦入り口より 21.0m（上流側壁面）



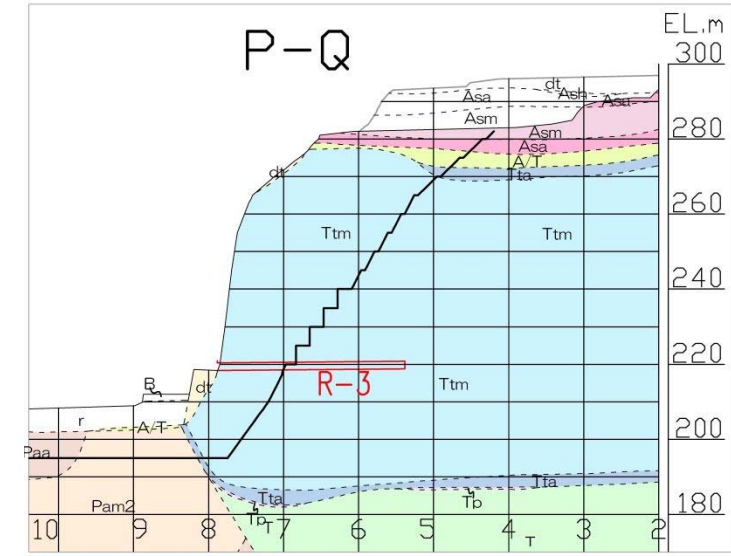
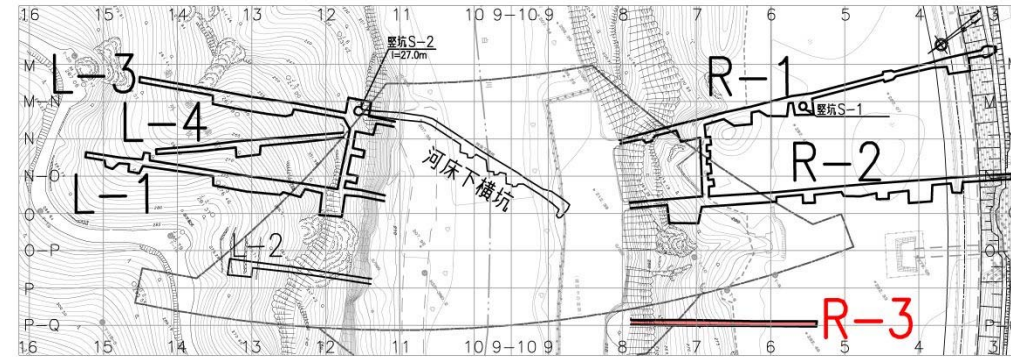
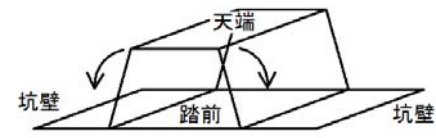
⑤入り口より 15.5m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

空白

R-3 横坑（地震前）



凡例

地質区分

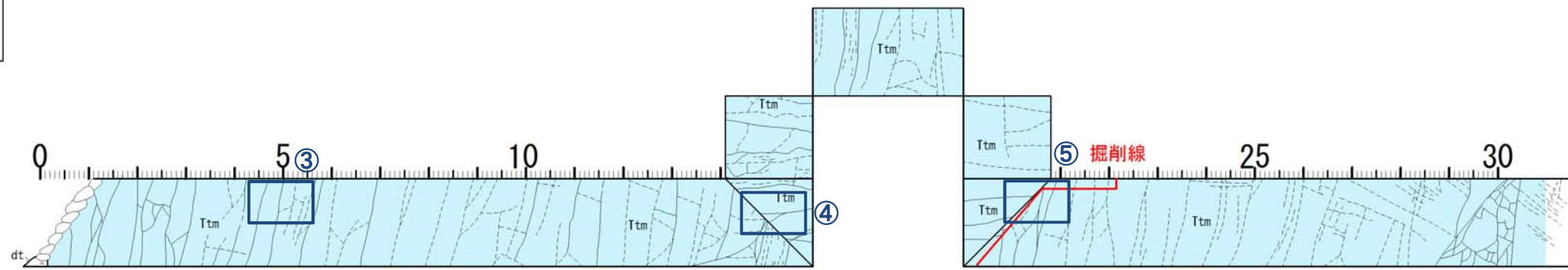
Ttm 立野溶岩塊状部

節理

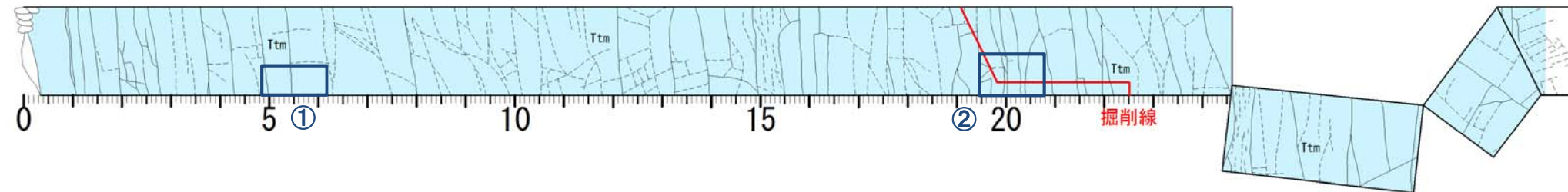
— 開口した節理

- - - 密着した節理

下流側壁面

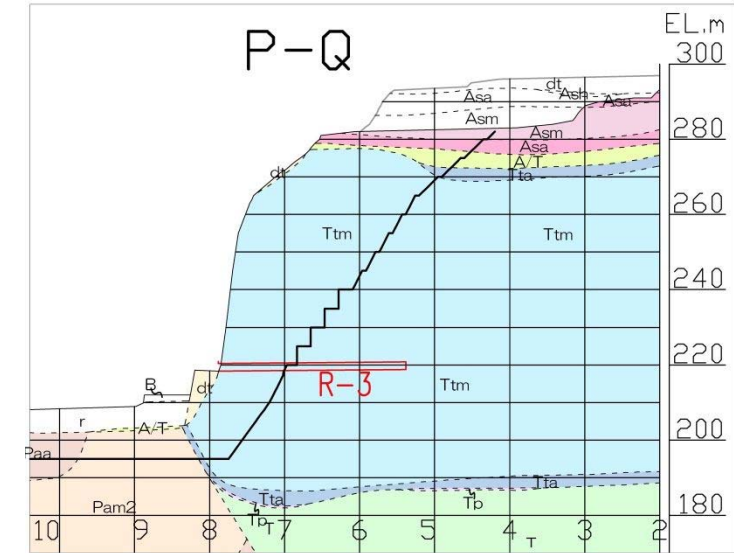
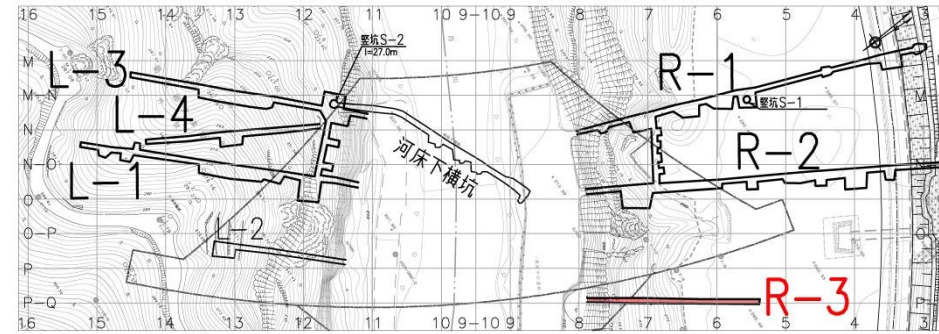
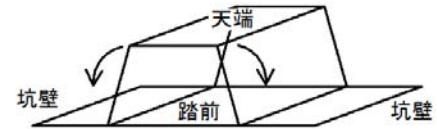


上流側壁面



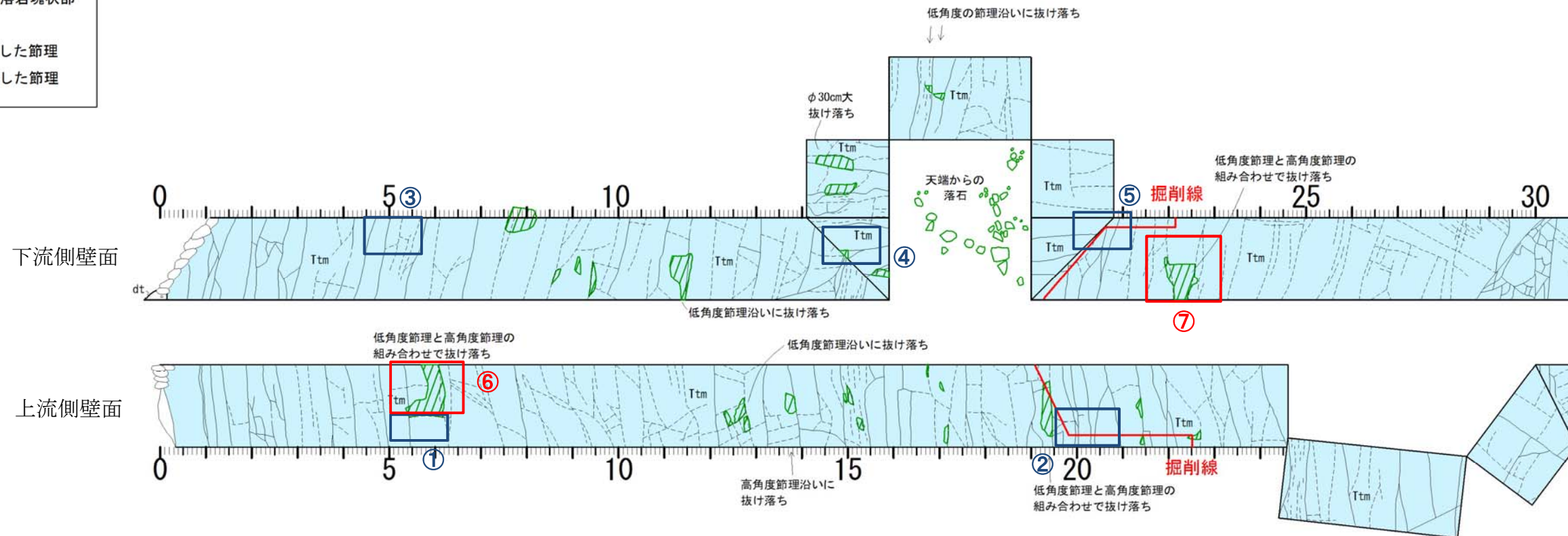
R-3 横坑（地震後）

- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

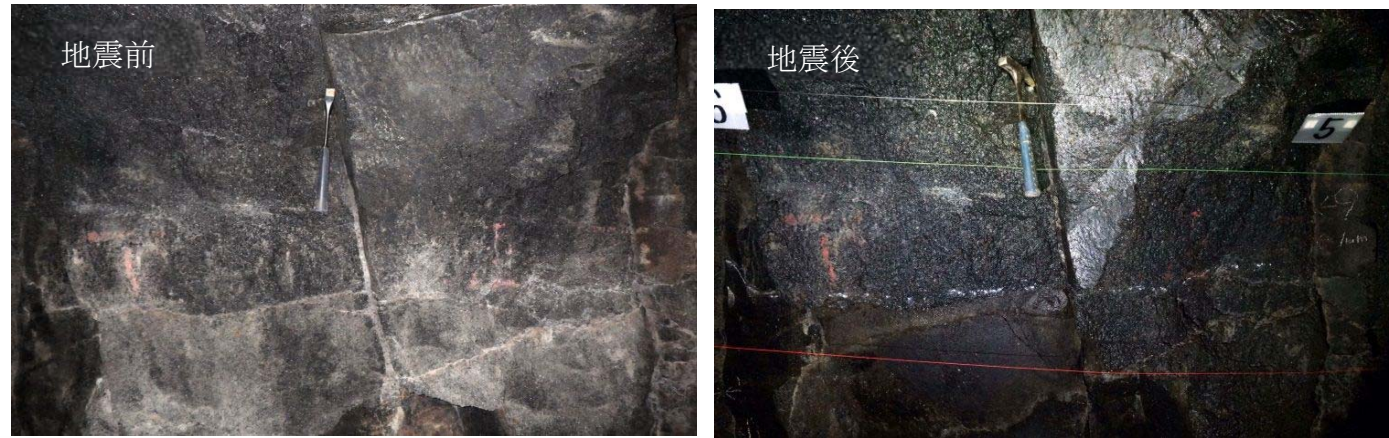
- 抜け落ち箇所
- 地質区分**
- Ttm 立野溶岩塊状部
- 節理**
- 開口した節理
- 密着した節理



R-3 横坑（壁面写真）

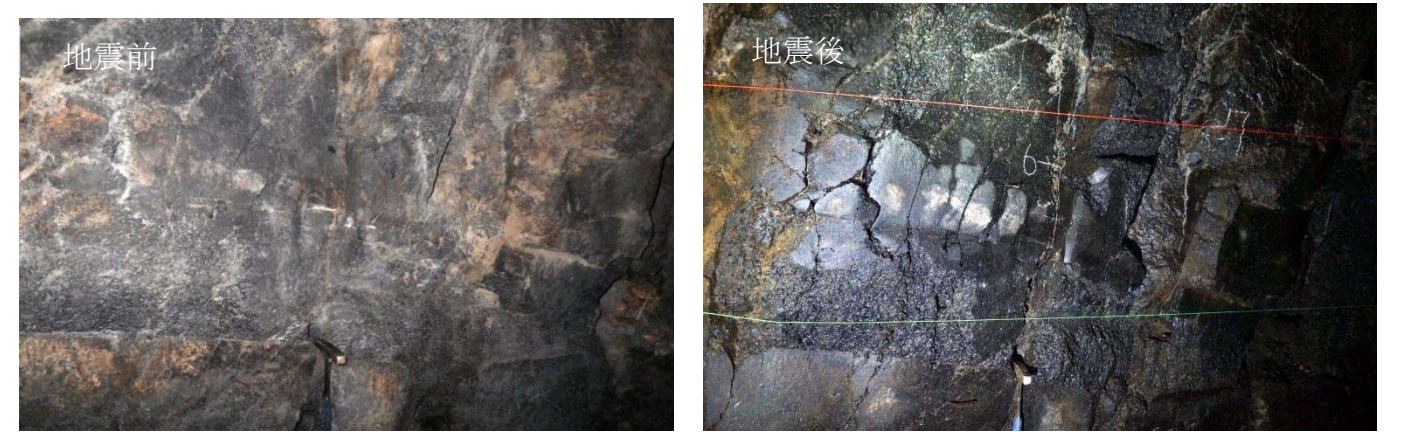
<上流側壁（地震前後比較）>

①入り口より 5.5m



<下流側壁（地震前後比較）>

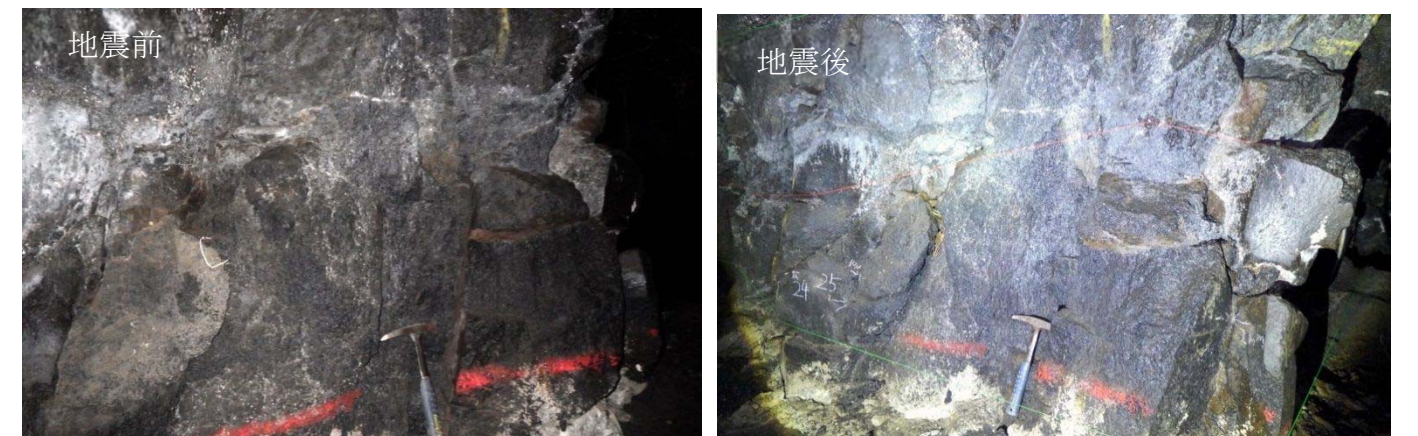
③入り口より 5.0m



②入り口より 20.0m



④入り口より 15.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

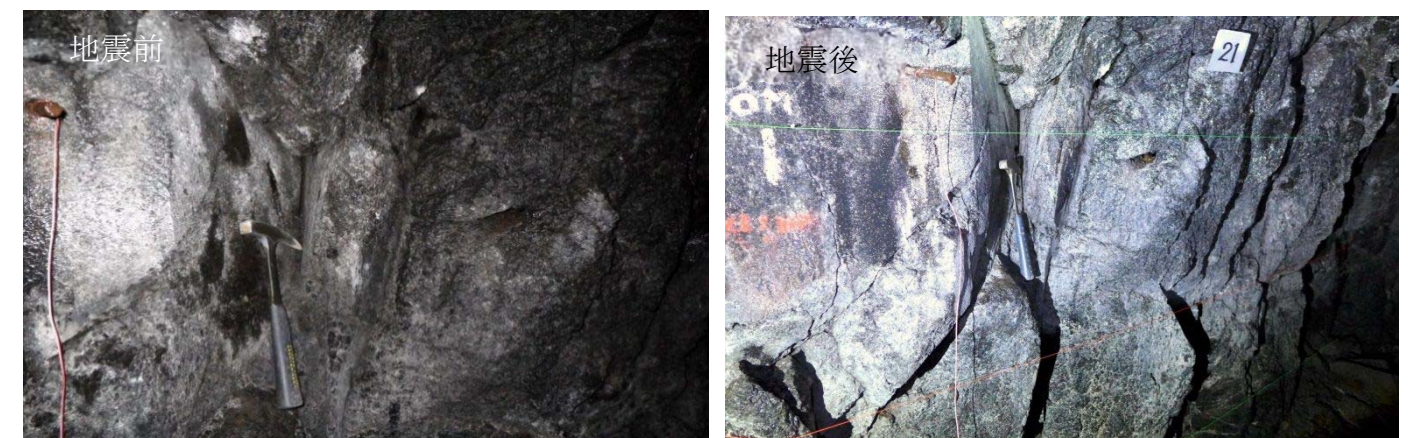
⑥入り口より 6.0m（上流側壁面）



⑦入り口より 22.0m（下流側壁面）



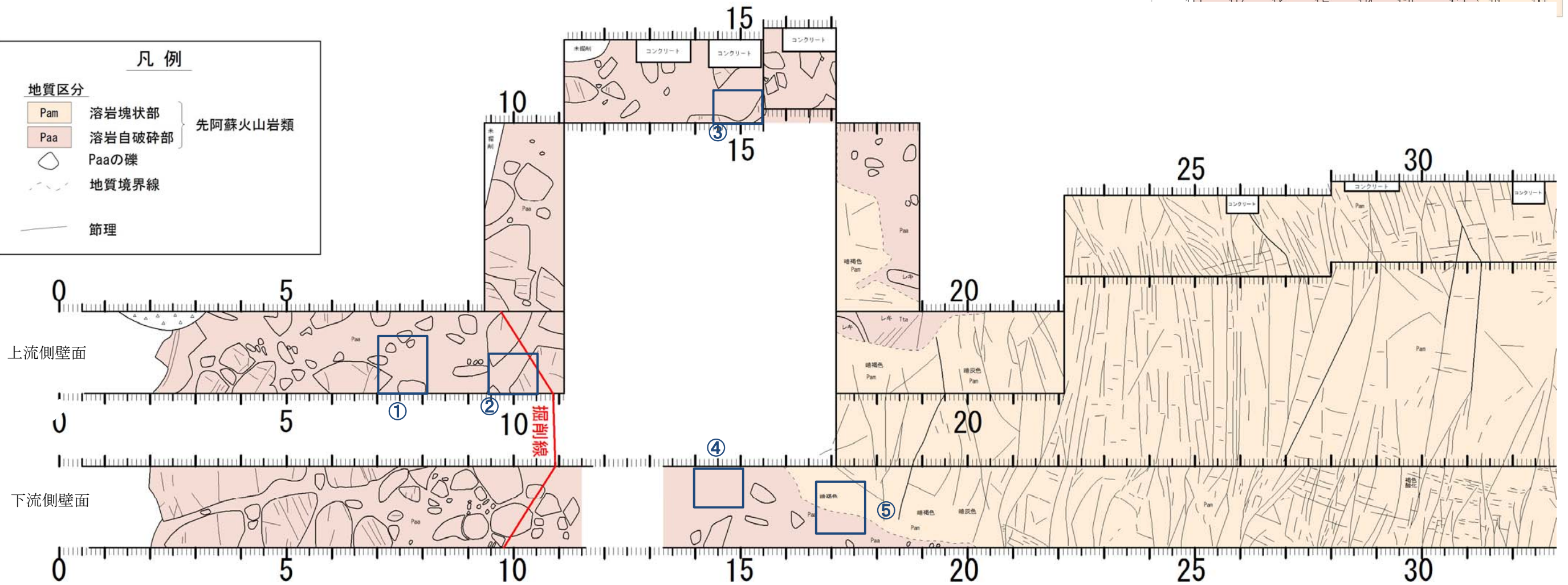
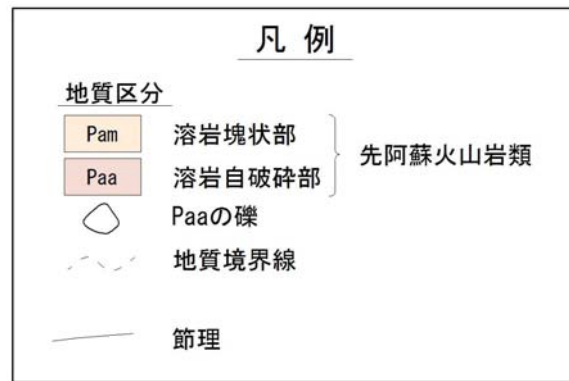
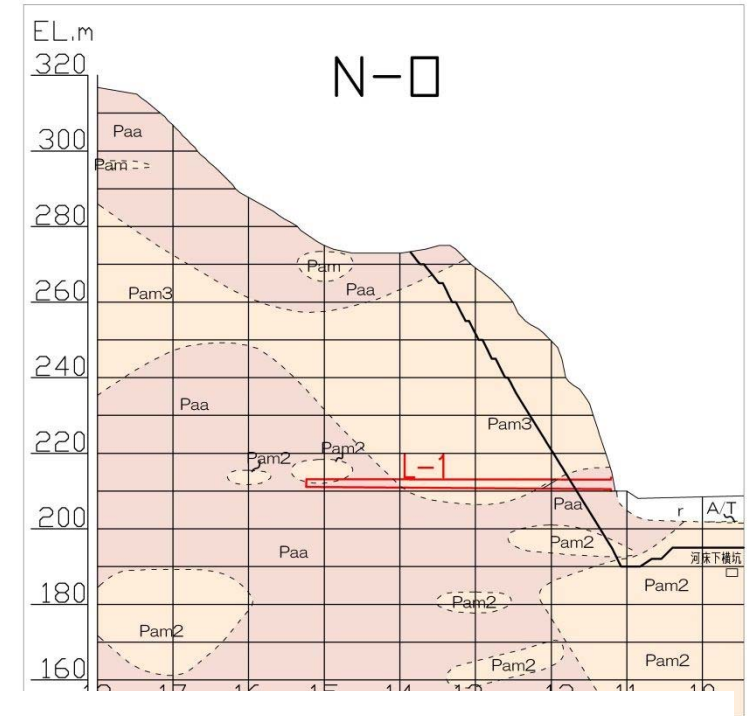
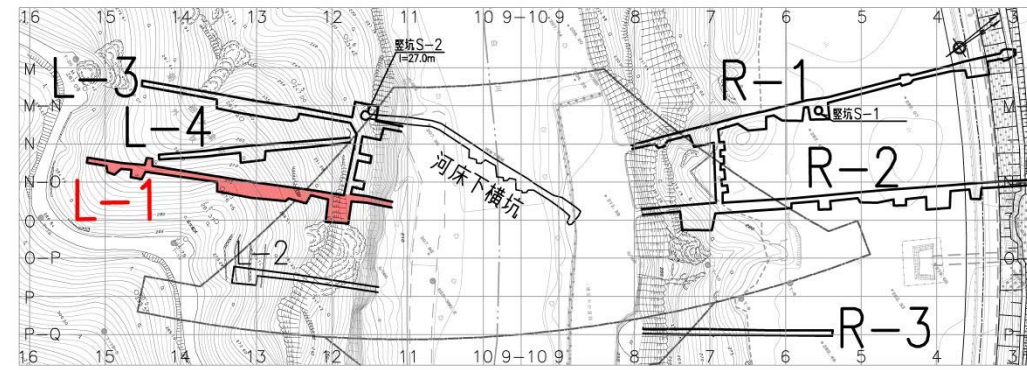
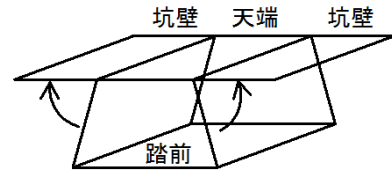
⑤入り口より 21.0m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

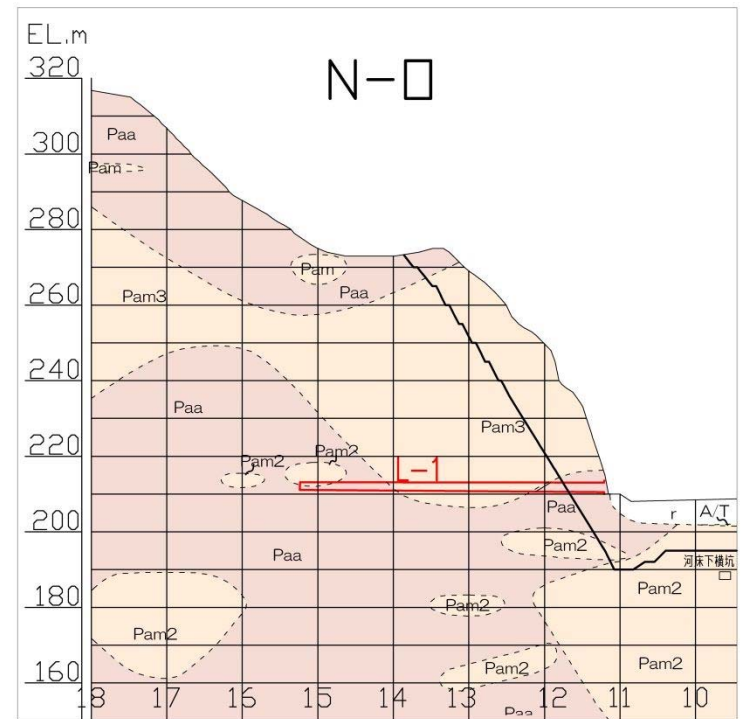
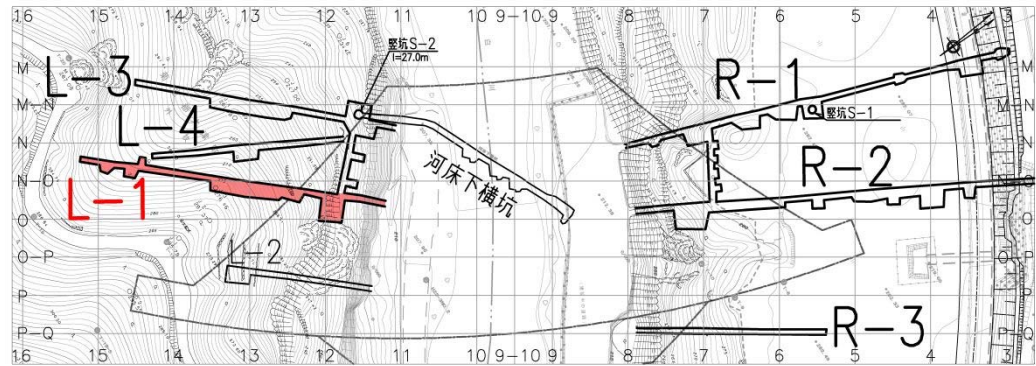
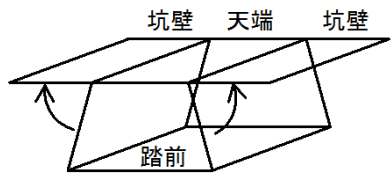
空白

L-1 横坑 (地震前)



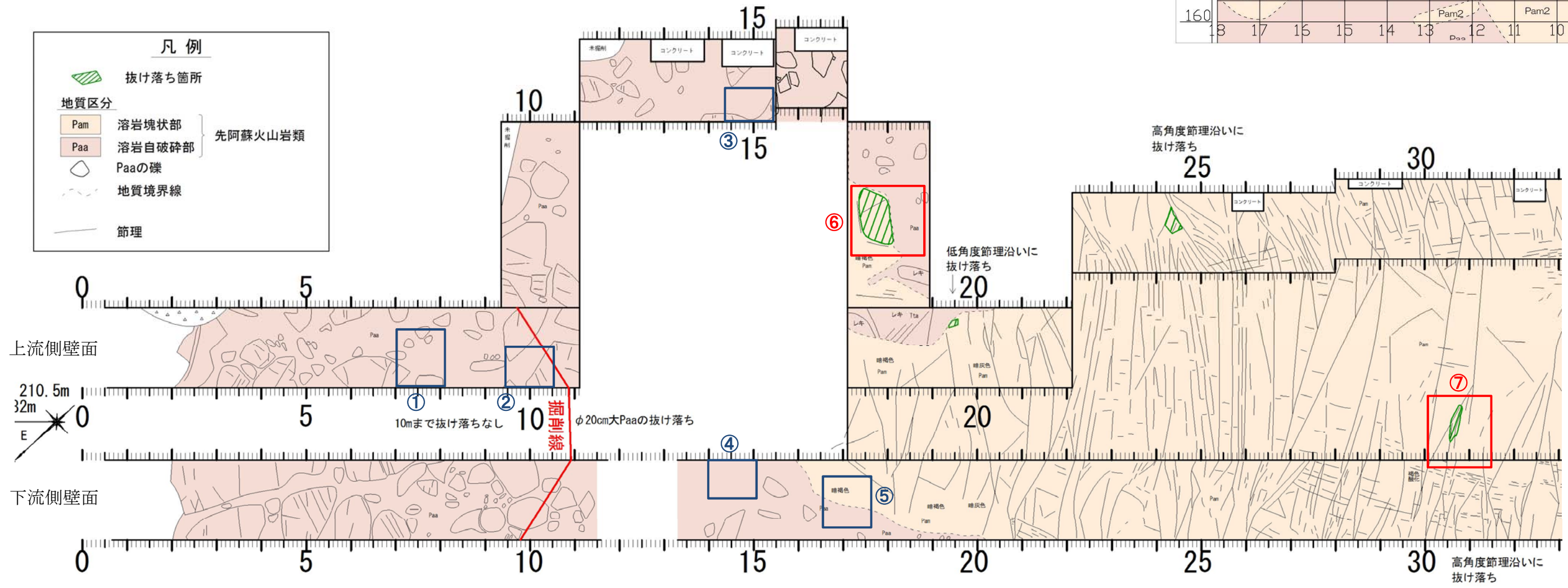
L-1 横坑（地震後）

- ・横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- ・地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- ・基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

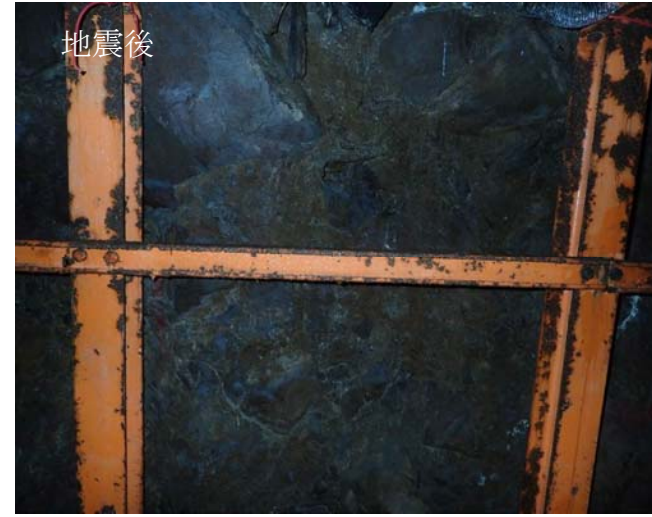
抜け落ち箇所
地質区分
 Pam 溶岩塊状部
 Paa 溶岩自破砕部 } 先阿蘇火山岩類
 Paaの礫
 地質境界線
 節理



L-1 横坑（壁面写真）

<上流側壁（地震前後比較）>

①入り口より 7.5m 地点



<下流側壁（地震前後比較）>

④入り口より 14.5m



②入り口より 10.0m



⑤入り口より 18.5m



③入り口より 15.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 17.5m



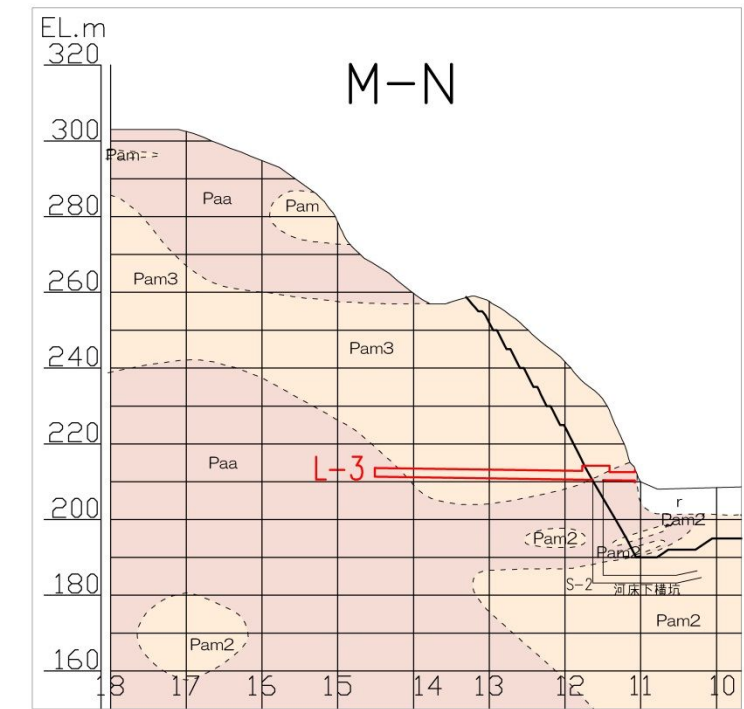
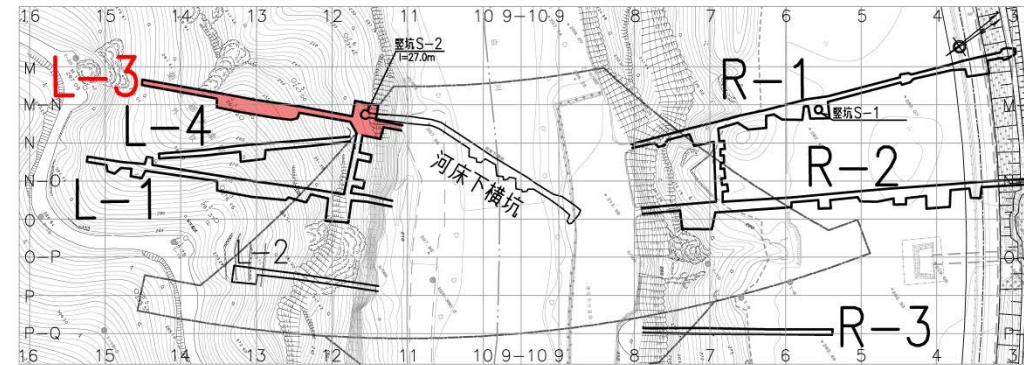
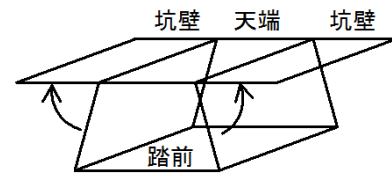
⑦入り口より 31m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

空白

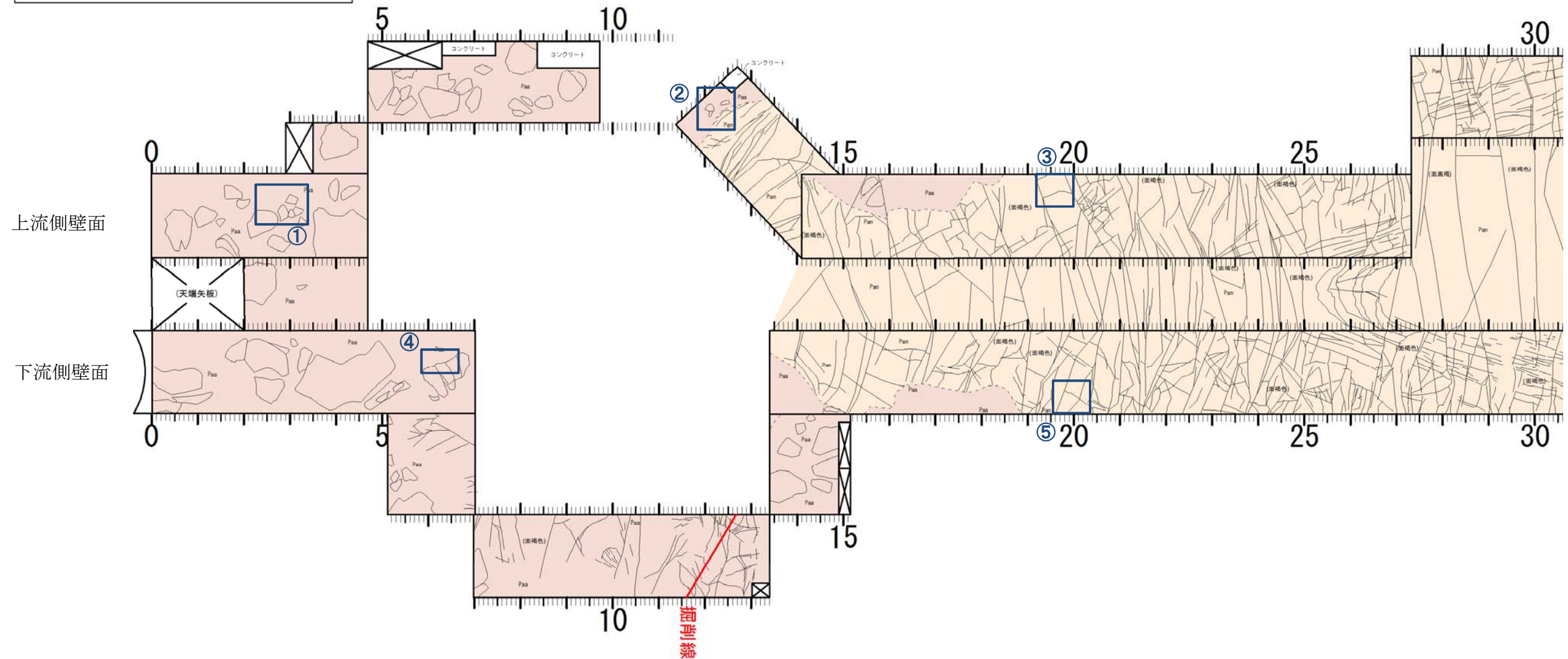
L-3 横坑 (地震前)



凡例

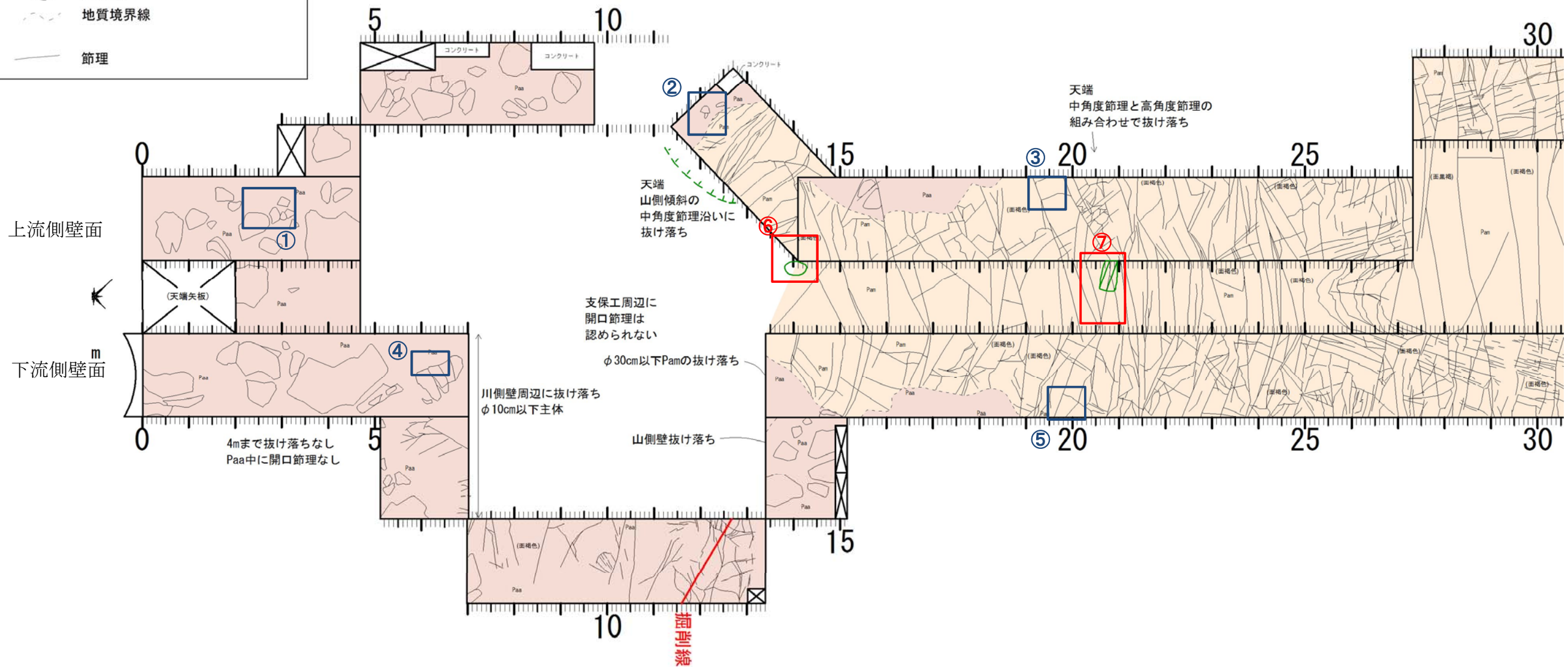
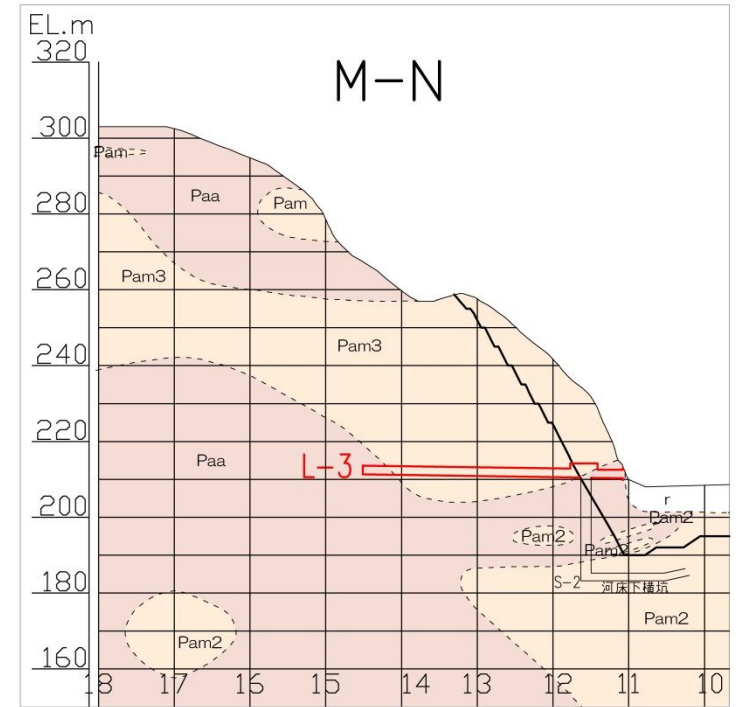
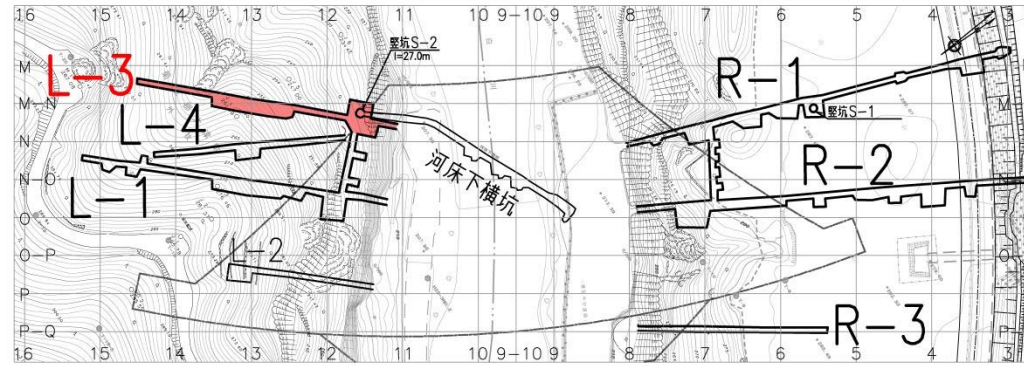
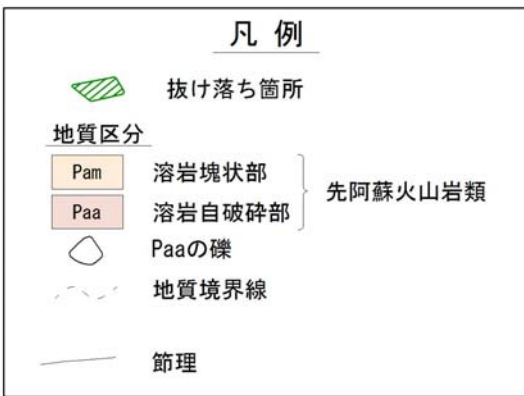
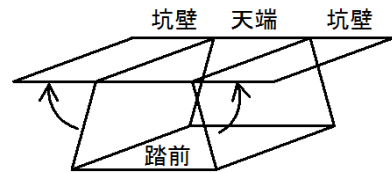
地質区分	
Pam	溶岩塊状部
Paa	溶岩自破碎部
○	Paaの礫
---	地質境界線
—	節理

先阿蘇火山岩類



L-3 横坑（地震後）

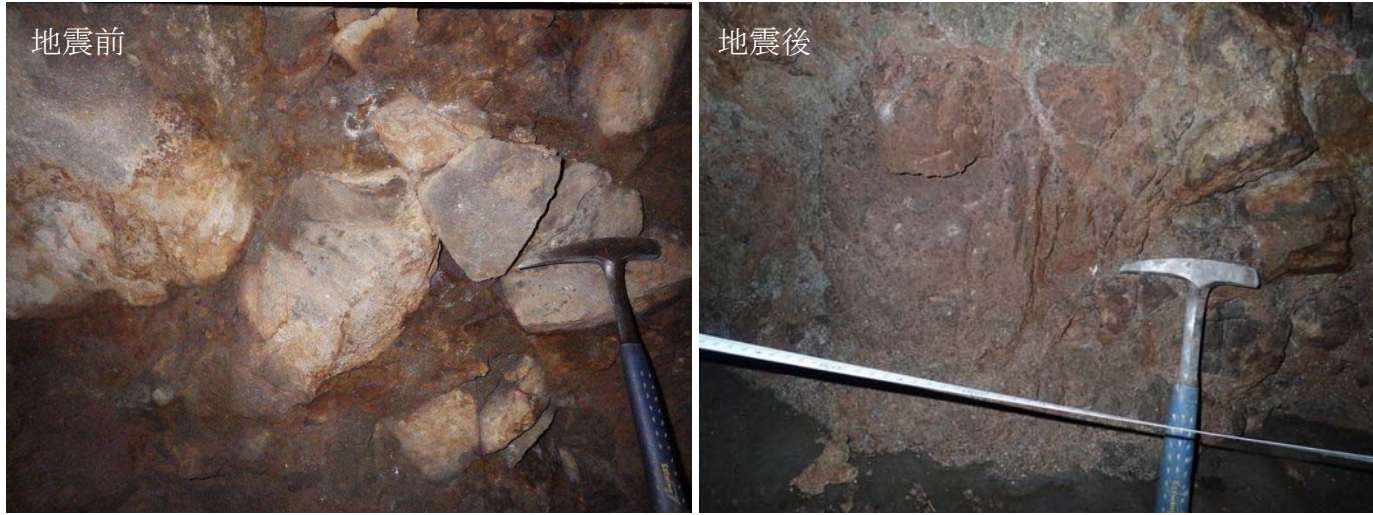
- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



L-3 横坑 (壁面写真)

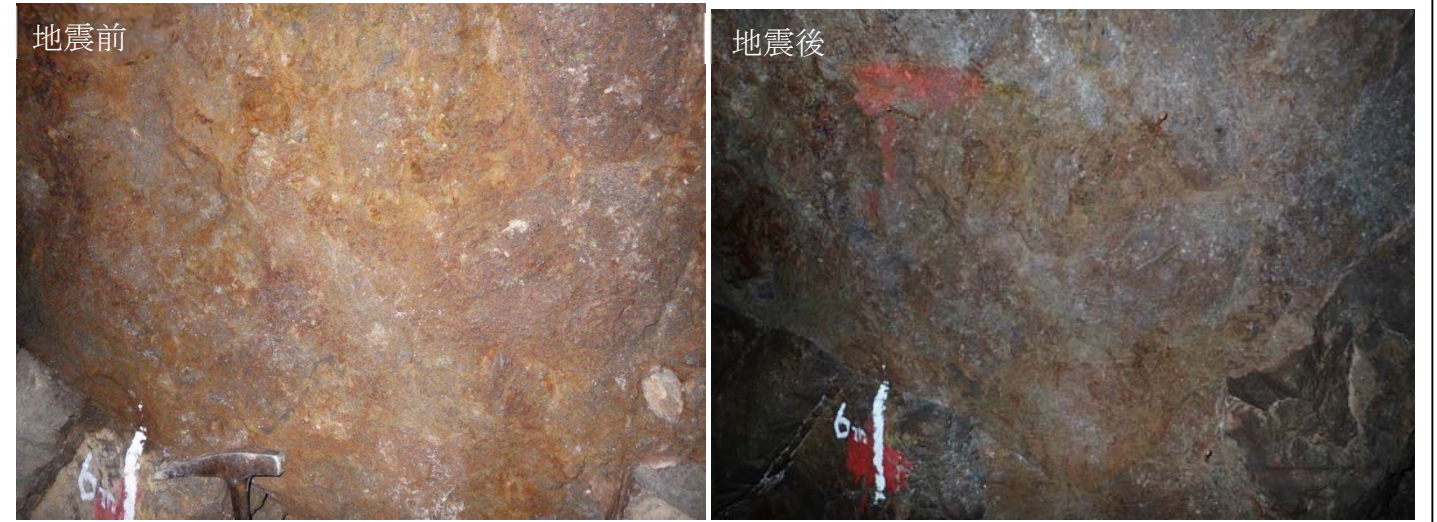
<上流側壁 (地震前後比較)>

①入り口より 3.0m



<下流側壁 (地震前後比較)>

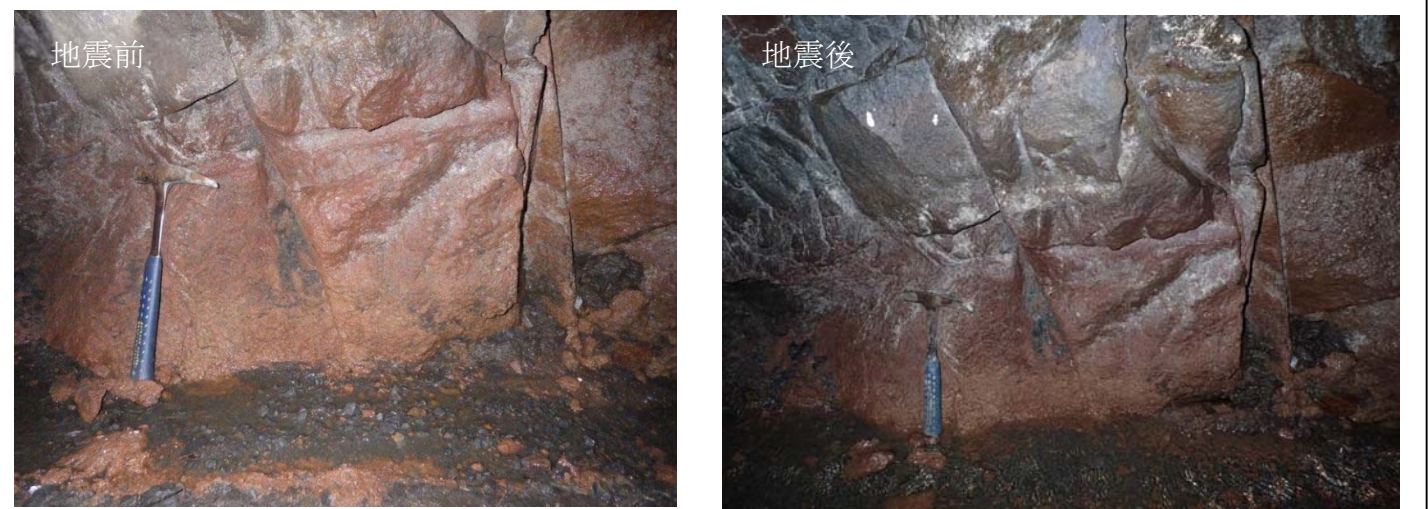
④入り口より 6.0m



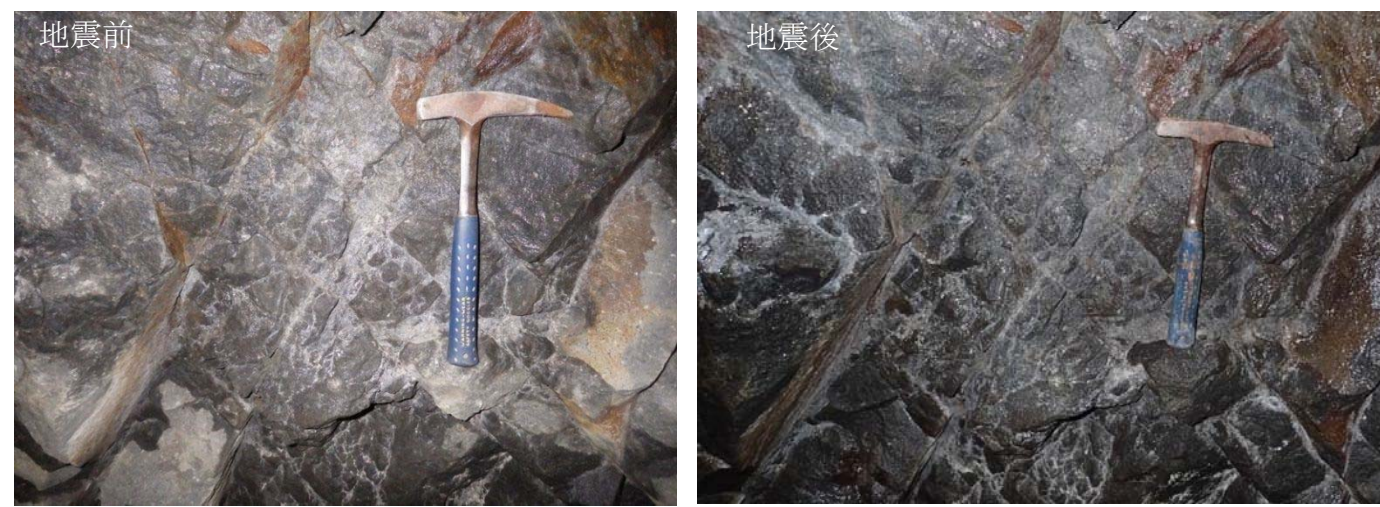
②入り口より 12.0m



⑤入り口より 20.0m



③入り口より 20.0m



<抜け落ち箇所 (地震後)>

⑥入り口より 14.5m (下流側壁面)



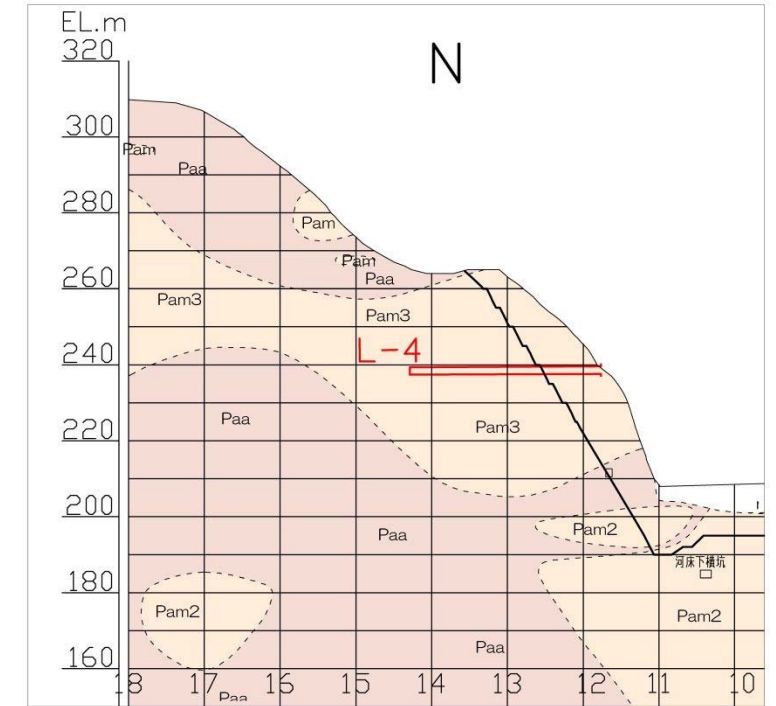
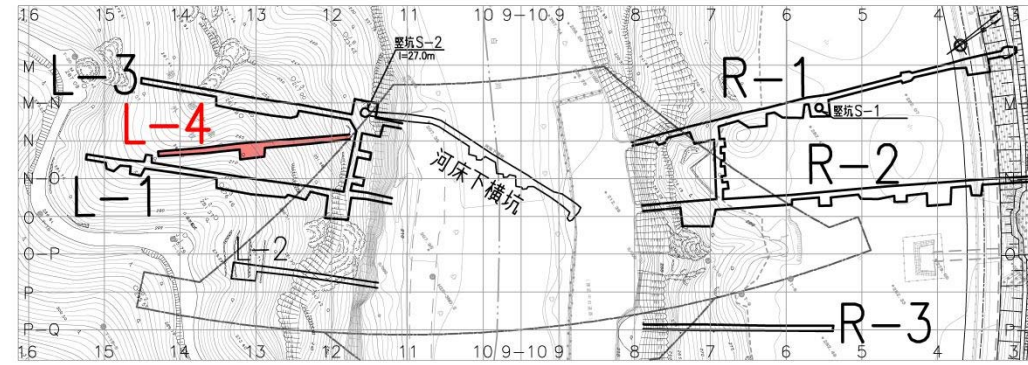
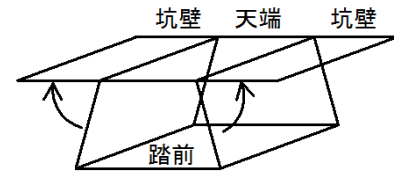
⑦入り口より 20.5m (天端壁面)



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

空白

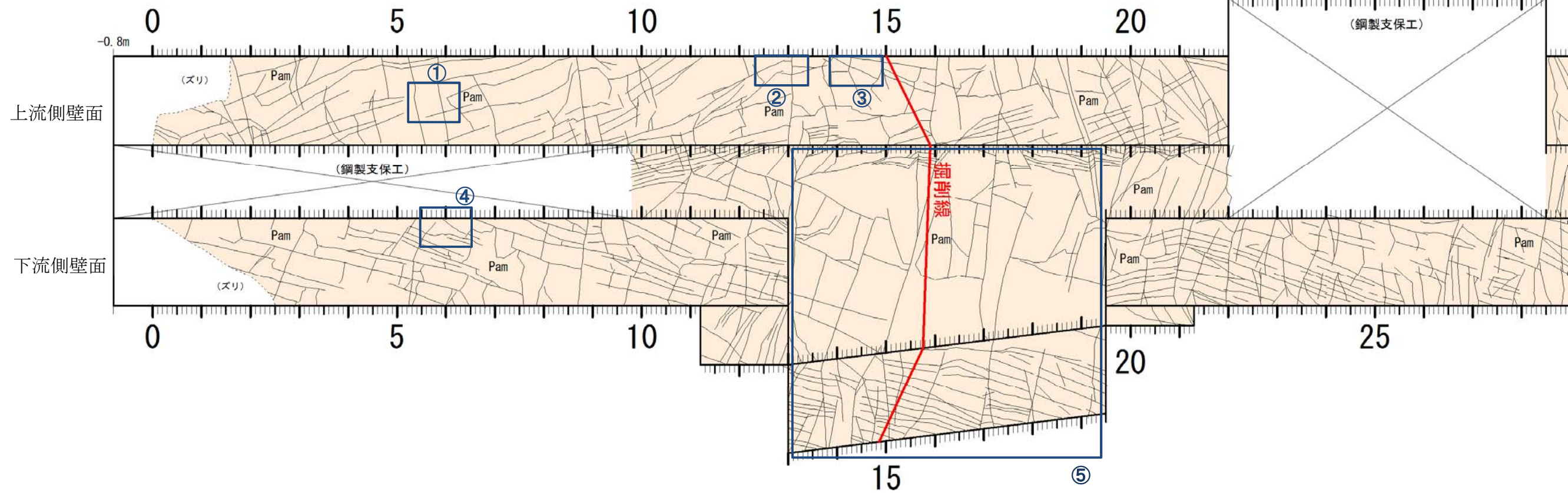
L-4 横坑 (地震前)



凡例

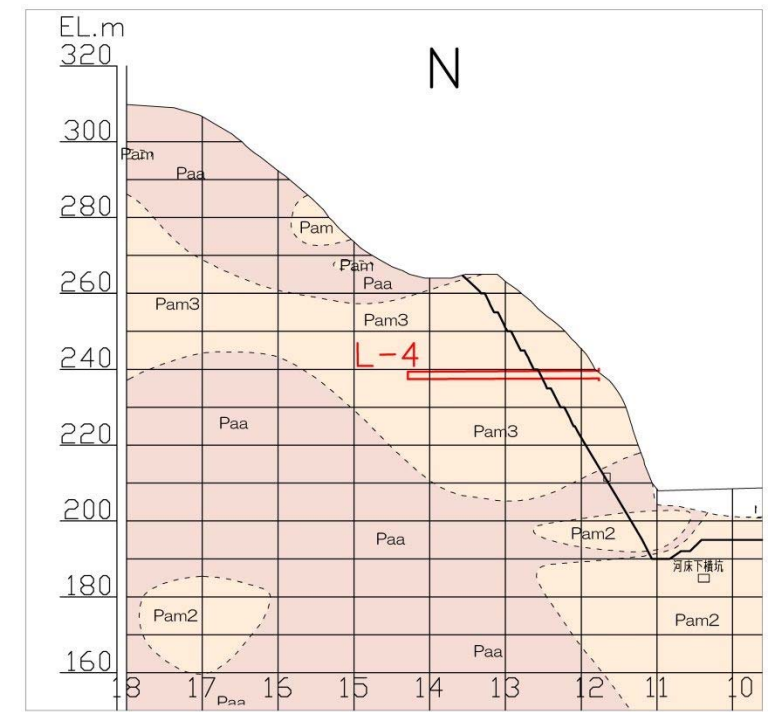
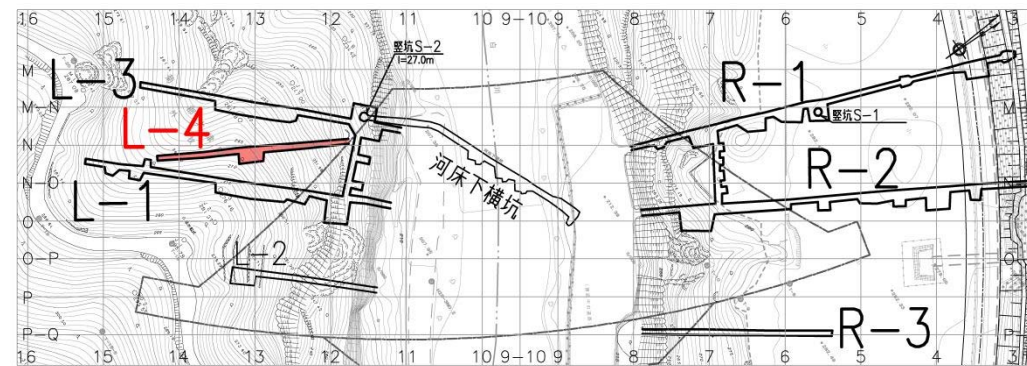
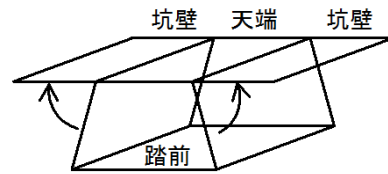
地質区分

- Pam 溶岩塊状部 (先阿蘇火山岩類)
- 地質境界線
- 節理



L-4 横坑（地震後）

- 横坑壁の一部ではがれ落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

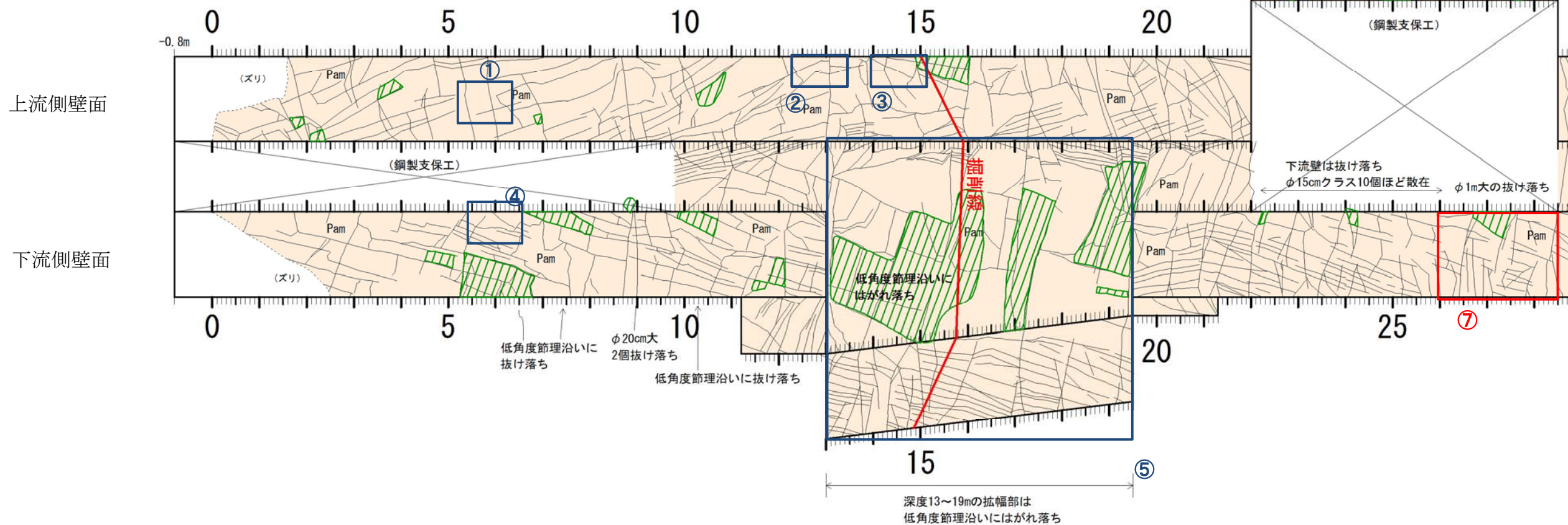
抜け落ち箇所

地質区分

Pam 溶岩塊状部（先阿蘇火山岩類）

地質境界線

節理



L-4 横坑（壁面写真）

<上流側壁（地震前後比較）>

①入り口より 6.0m



<下流側壁（地震前後比較）>

④入り口より 6.0m



②入り口より 13.0m



⑤入り口より 16.0m



③入り口より 14.5m



<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 24.5m（上流側壁面）



⑦入り口より 27.0m（下流側壁面）



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

(3) 右岸ボーリング調査結果

新規に掘削を実施した2本のボーリングコアとボアホールカメラ画像を確認した結果、立野溶岩塊状部（低位～高位標高まで）の亀裂（割れ目）は密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

■川側ボーリング結果

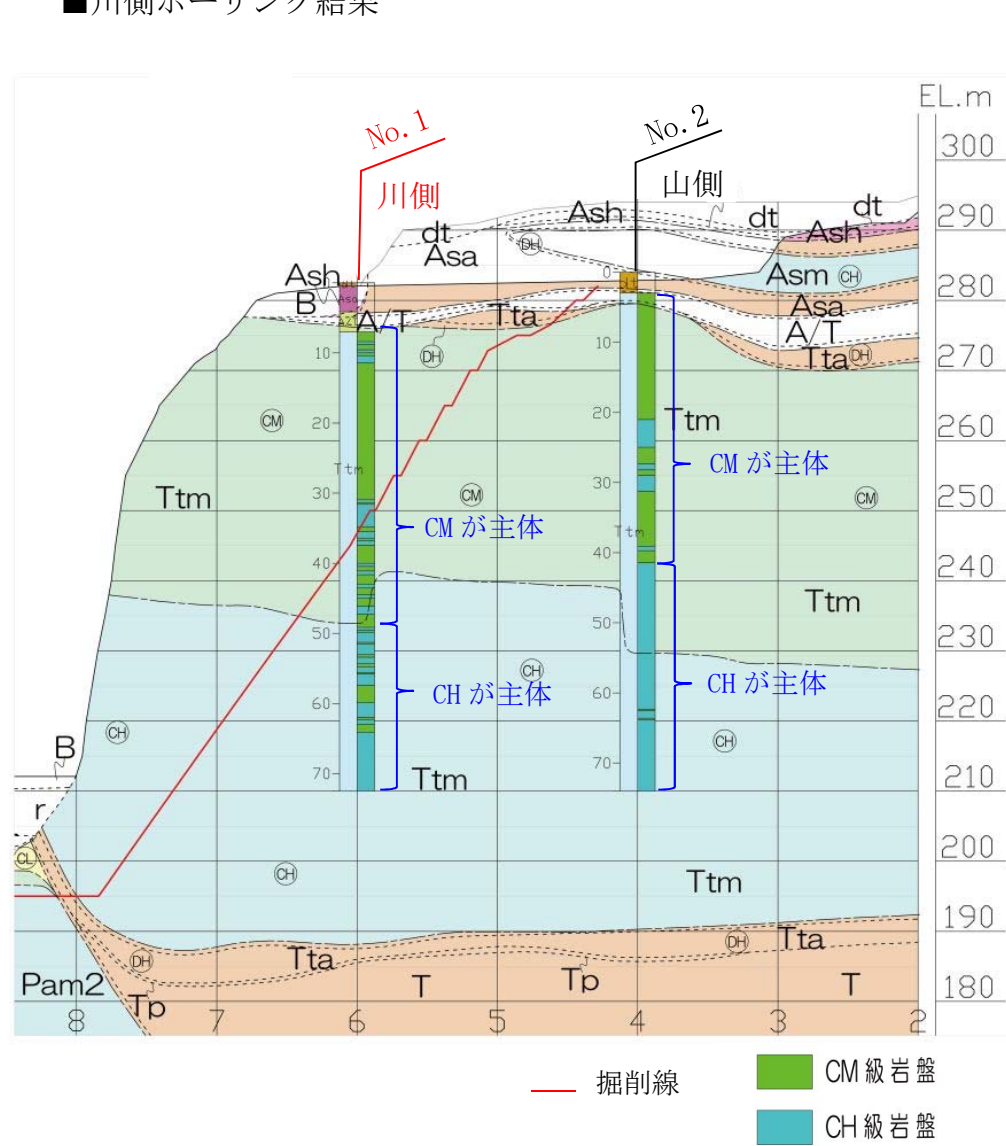


図-5.3.6 ボーリング横断図（P測線）

深度 7～17m

深度 17～27m

深度 27～37m

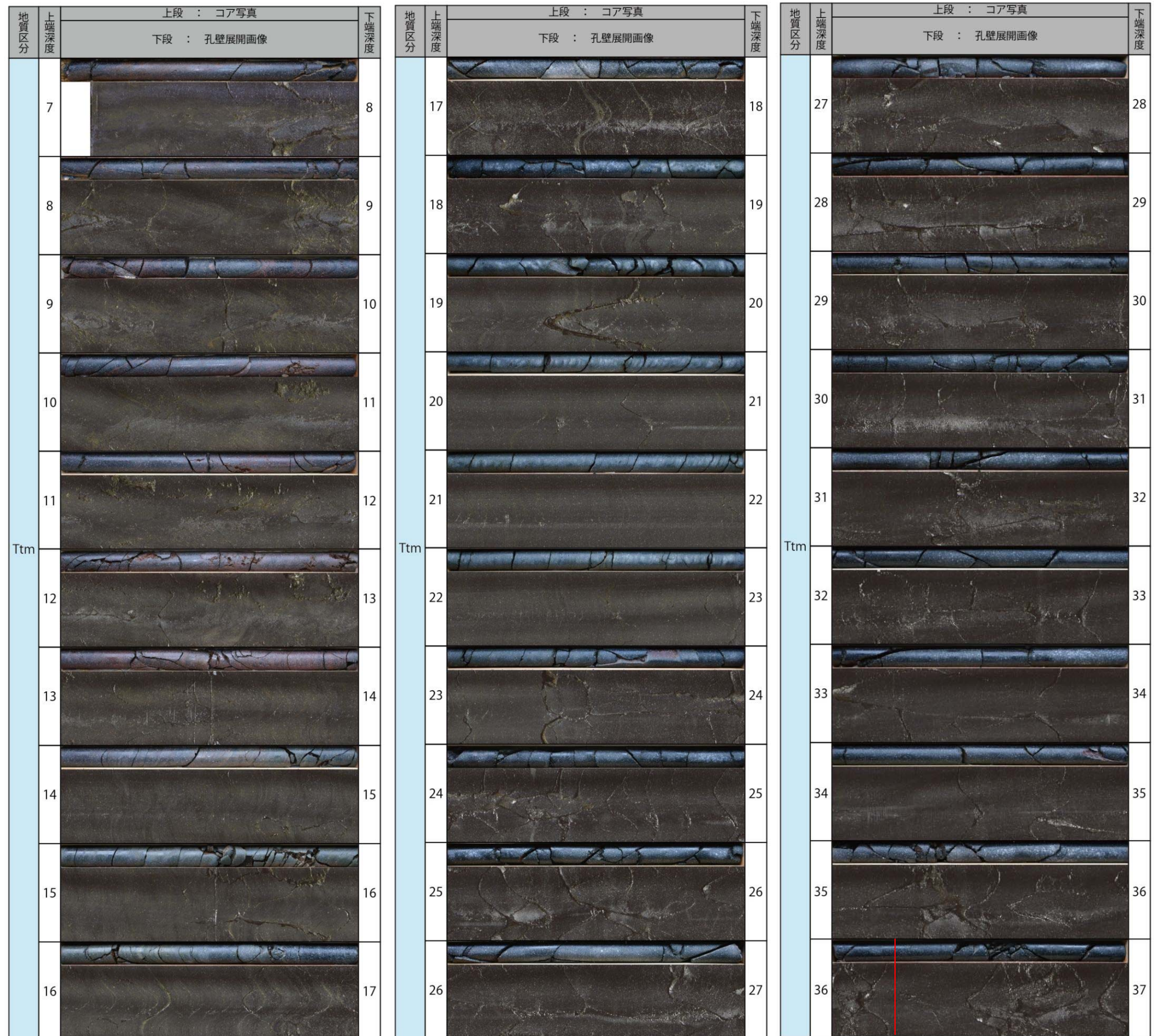


図-5.3.7 コア写真と孔壁展開画像

— 掘削線

深度 37～47m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	37			38
	38			39
	39			40
	40			41
	41			42
	42			43
	43			44
	44			45
	45			46
	46			47

深度 47～57m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	47			48
	48			49
	49			50
	50			51
	51			52
	52			53
	53			54
	54			55
	55			56
	56			57

深度 57～67m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	57			58
	58			59
	59			60
	60			61
	61			62
	62			63
	63			64
	64			65
	65			66
	66			67

深度 67～73m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	67			68
	68			69
	69			70
	70			71
	71			72
	72			73

図-5.3.8 コア写真と孔壁展開画像

■山側ボーリング結果

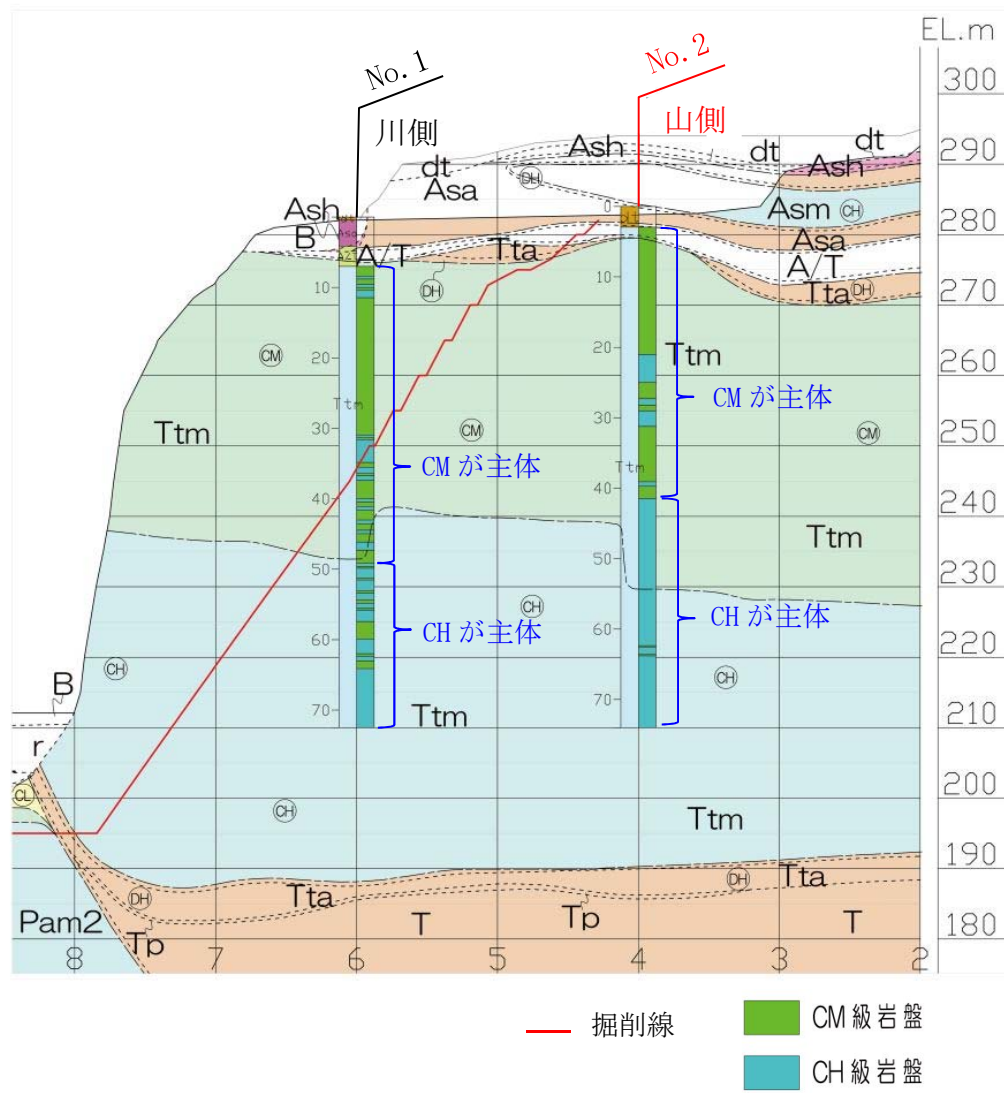


図-5.3.9 ボーリング横断図 (P測線)

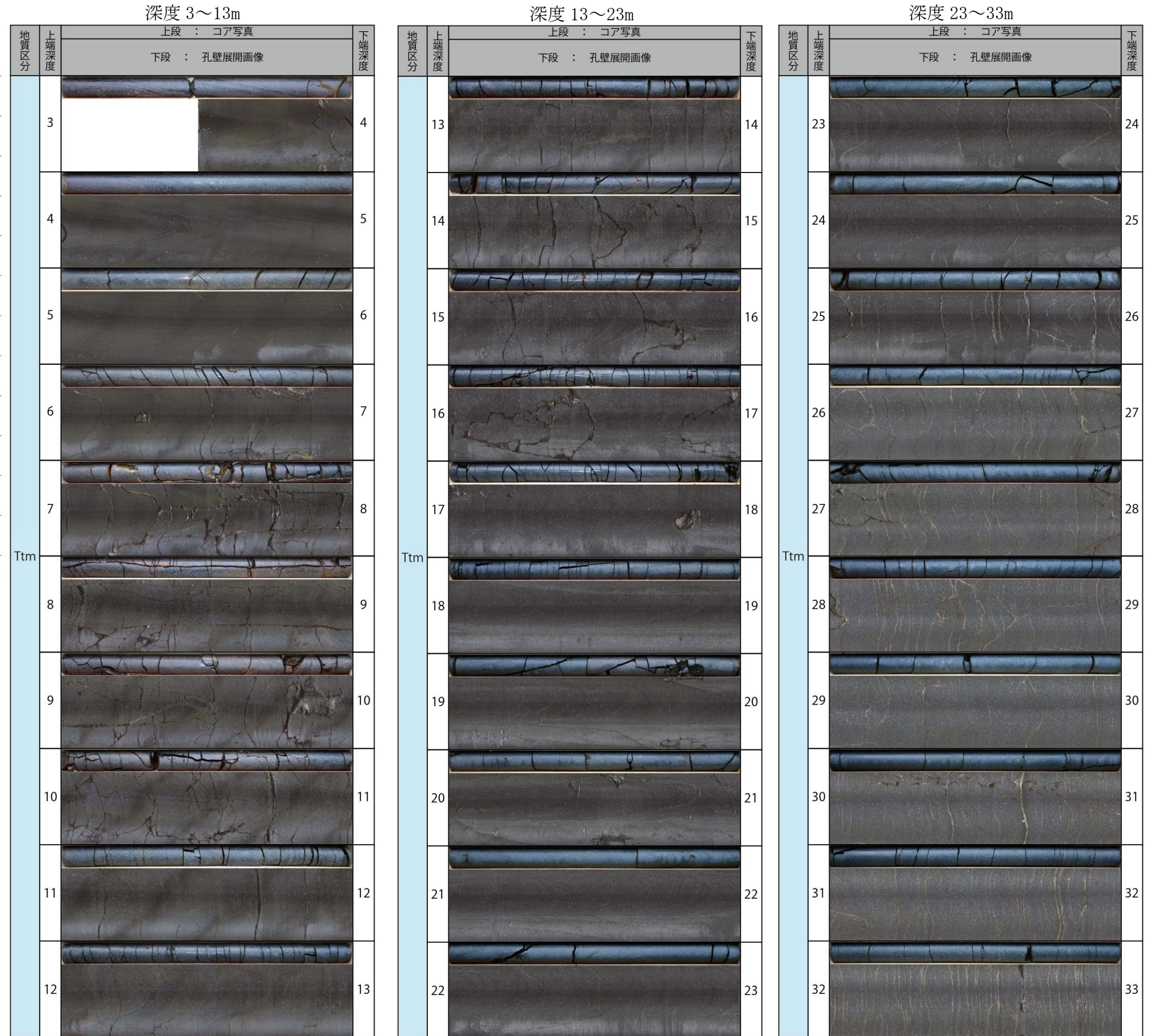


図-5.3.10 コア写真と孔壁展開画像

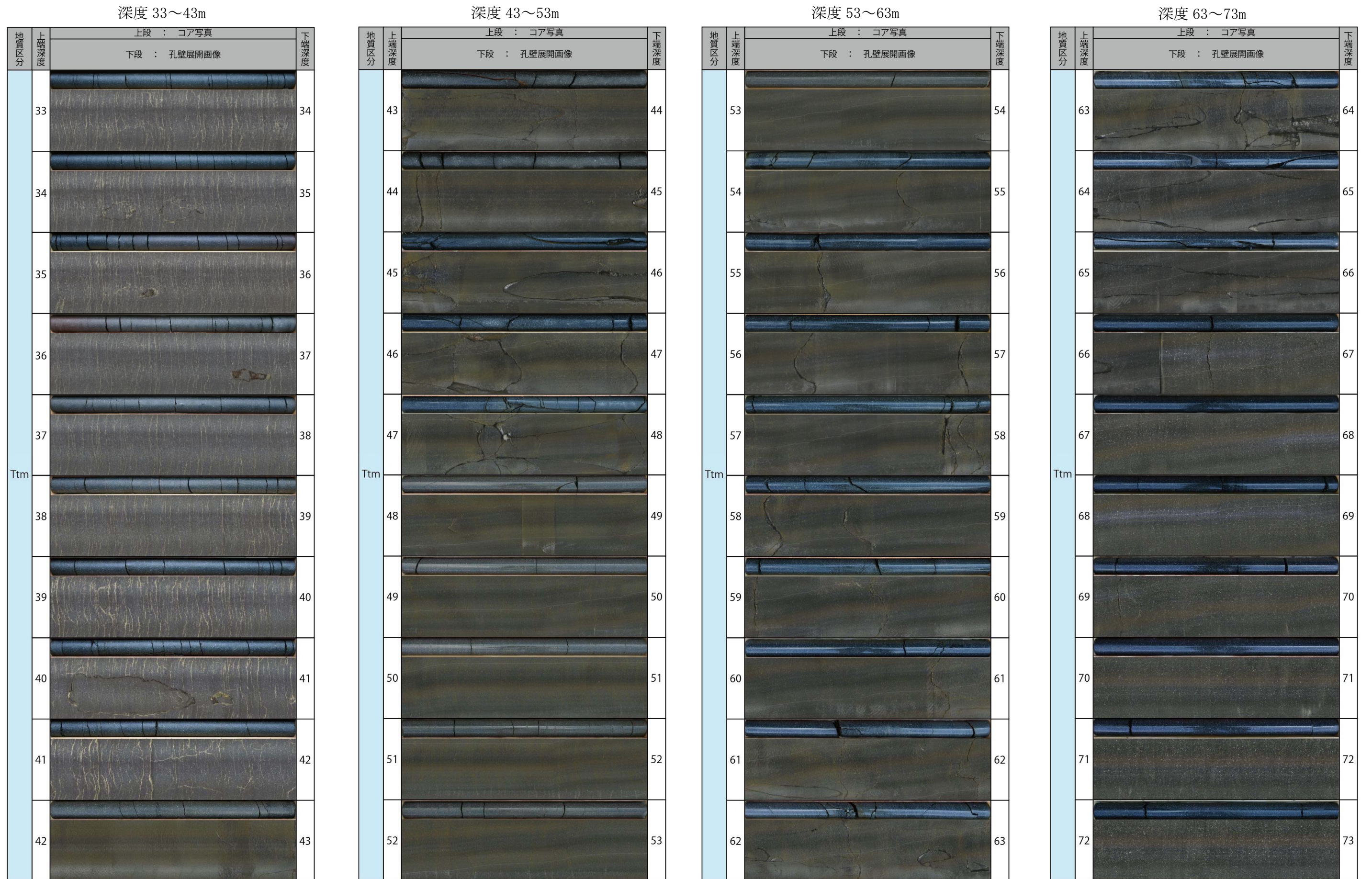


図-5.3.11 コア写真と孔壁展開画像

(4) ボアホール調査結果

地震前の調査でボアホールカメラ撮影を実施している既存ボーリング孔 (B-250) を対象に、地震前後の累積開口量を比較した結果、ほとんど差は確認されず、亀裂 (割れ目) も密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

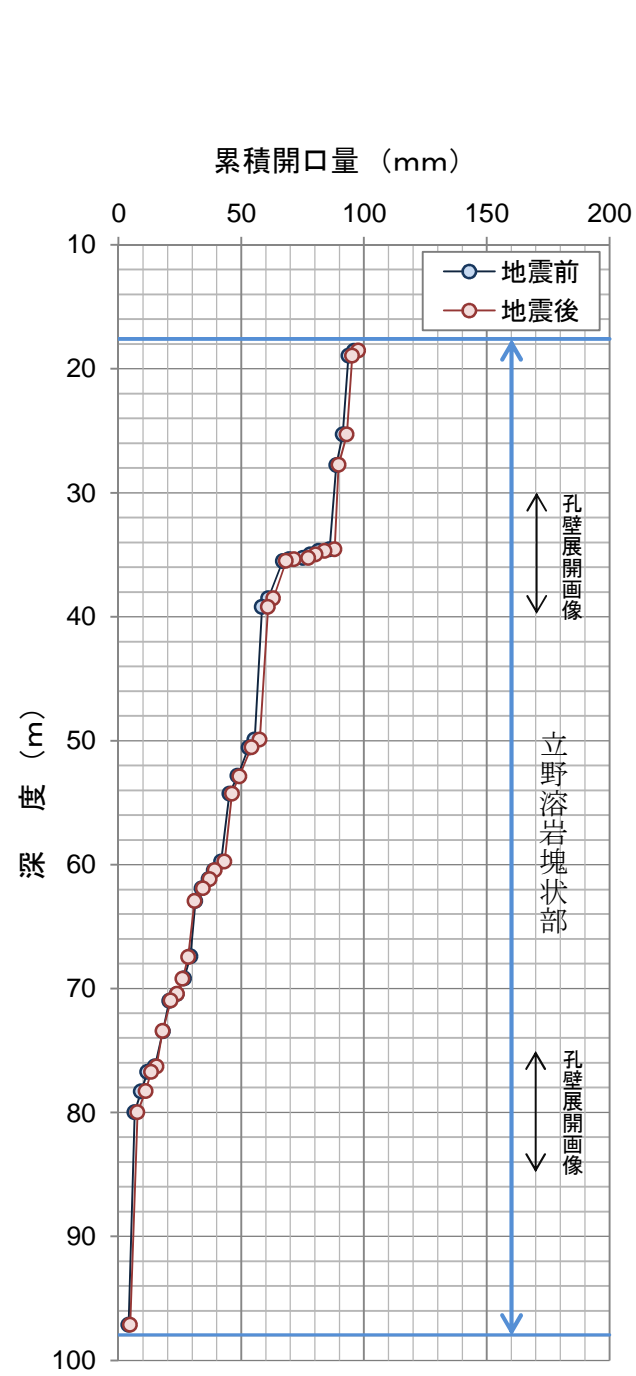


図-5.3.12 累積開口量比較

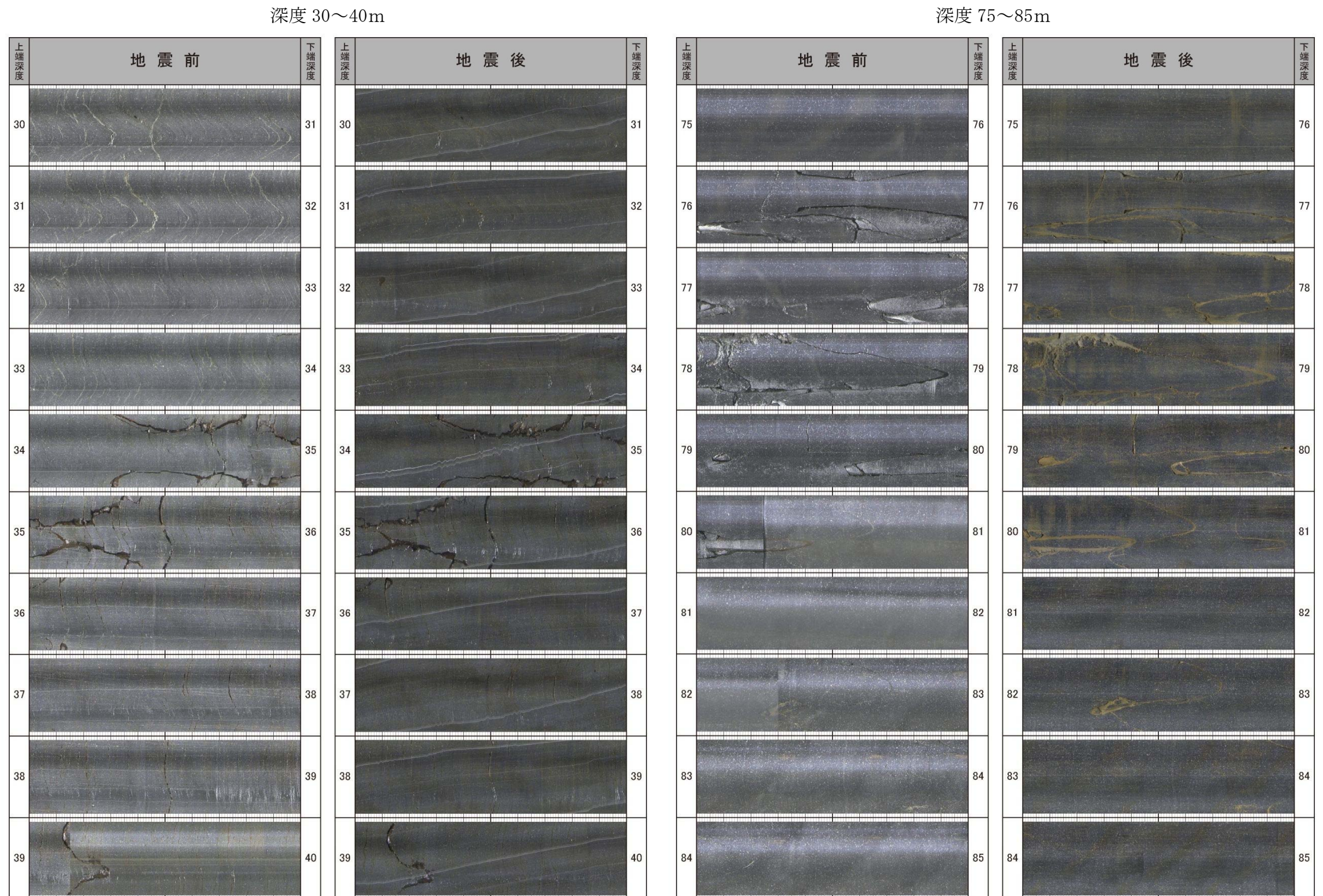


図-5.3.13 地震前後の孔壁展開画像

(5) ボーリングと横坑壁面の対比

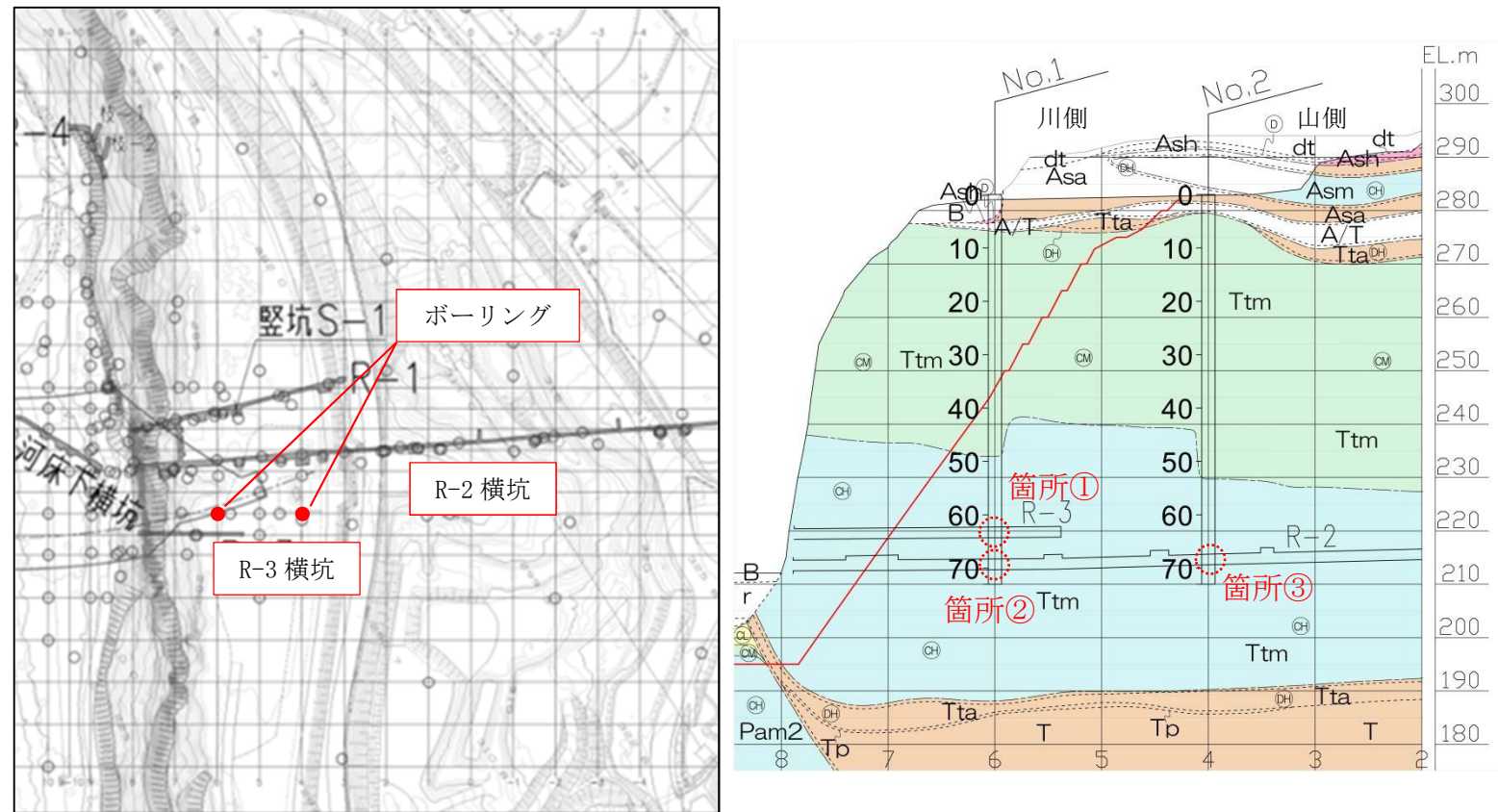

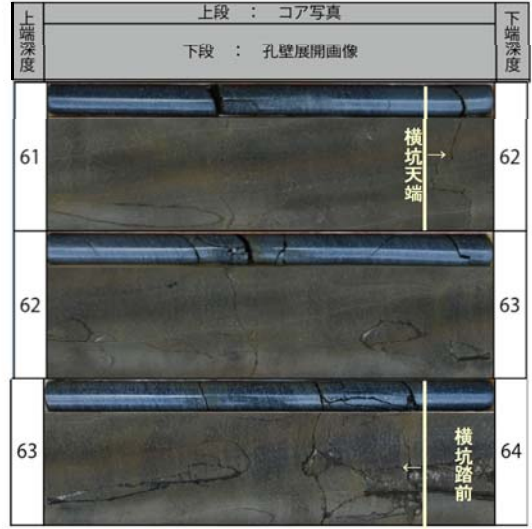

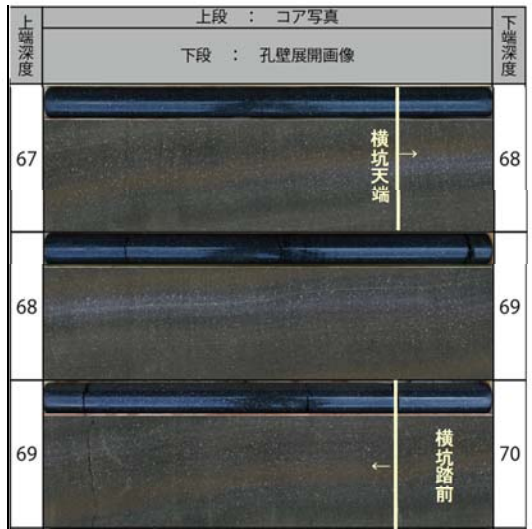


図-5.3.14 ボーリングと横坑の位置関係


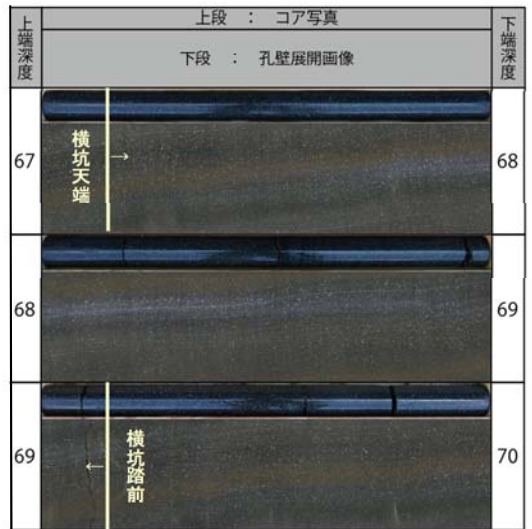
箇所①

区分	横坑	ボーリングコア、孔壁展開画像
番号	R-3	川側 No.1
深度	水平深度 38m	鉛直深度 61~64m
地質	立野溶岩塊状部	立野溶岩塊状部
岩級	CH級岩盤	CH級岩盤
写真		

箇所③

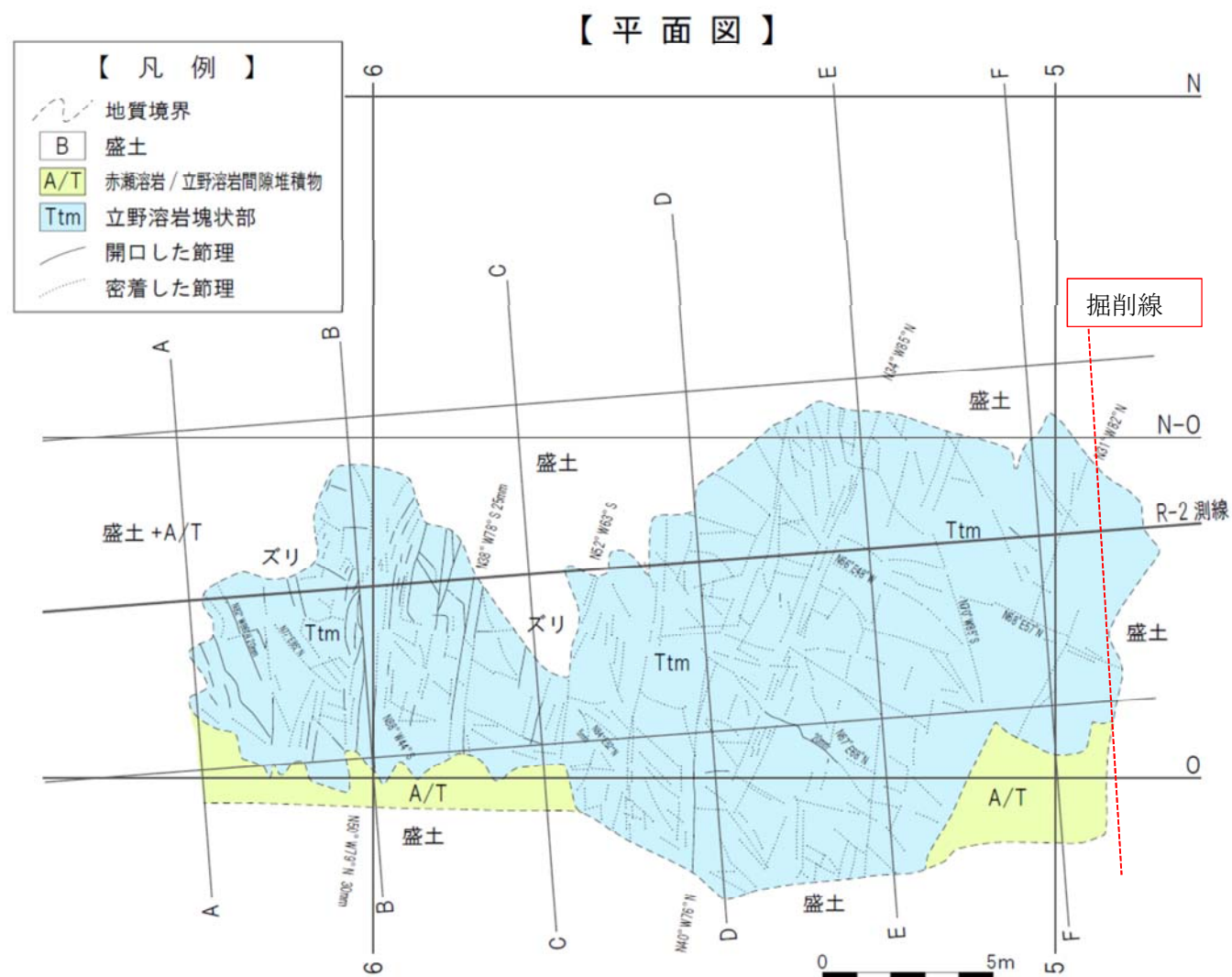
区分	横坑	ボーリングコア、孔壁展開画像
番号	R-2	山側 No.2
深度	水平深度 78m	鉛直深度 67~70m
地質	立野溶岩塊状部	立野溶岩塊状部
岩級	CH級岩盤	CH級岩盤
写真		

箇所②

区分	横坑	ボーリングコア、孔壁展開画像
番号	R-2	川側 No.1
深度	水平深度 38m	鉛直深度 67~70m
地質	立野溶岩塊状部	立野溶岩塊状部
岩級	CH級岩盤	CH級岩盤
写真		

(6) 頭部排土調査 (トレンチ調査)

ダムサイトの右岸高位標高部の頭部排土調査を実施した結果、基礎岩盤の変状は確認されなかった。



※現地標高により掘削線が前後するため、図中には概ねの掘削線を記載している。

図-5.3.15 岩盤スケッチ (地質分布図)

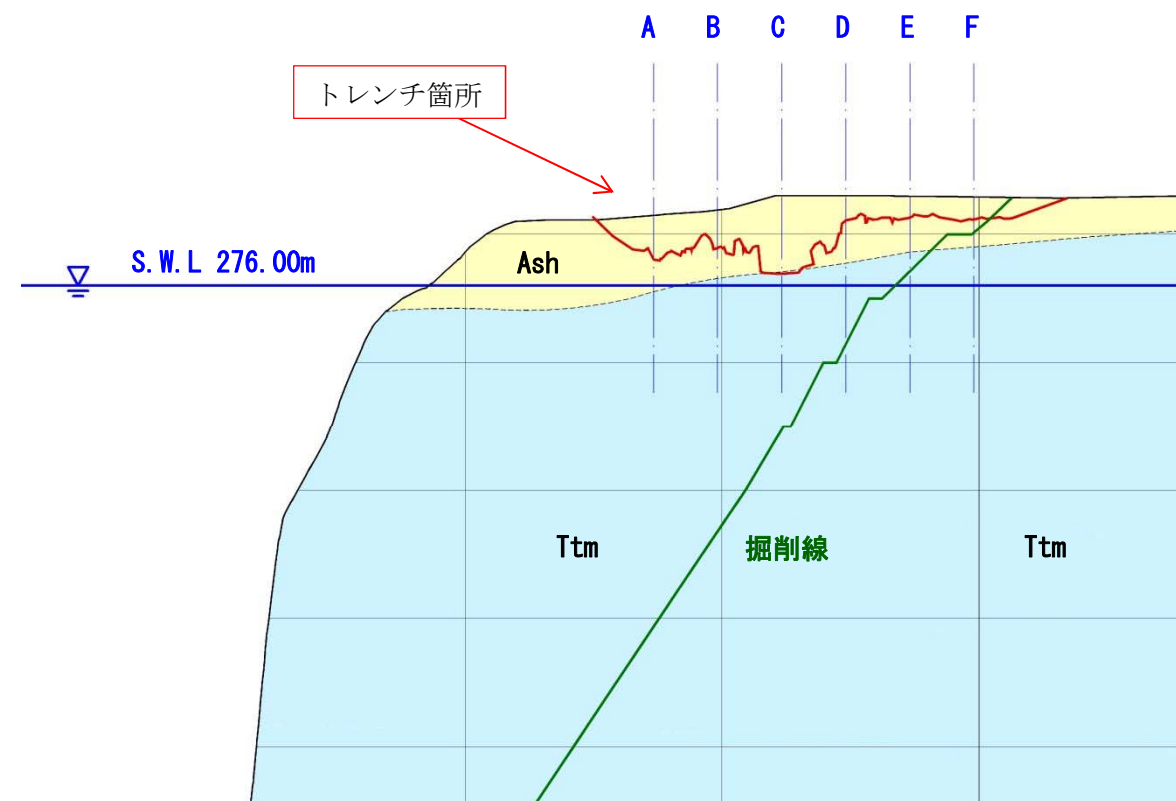


図-5.3.16 岩盤スケッチ箇所横断

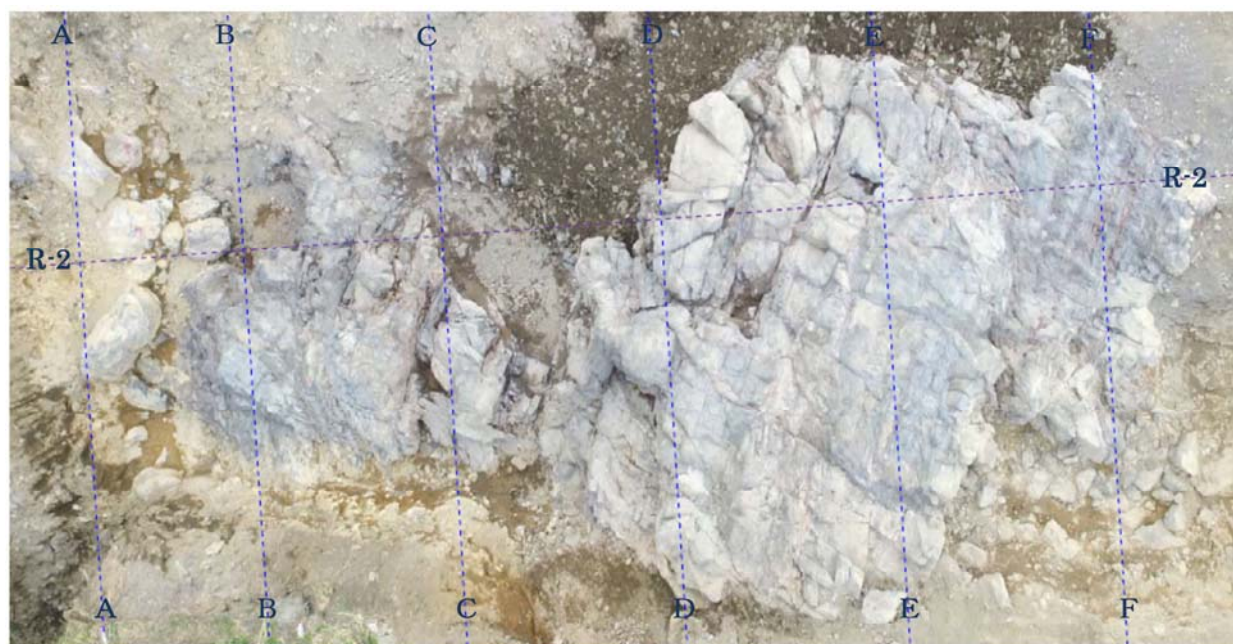


写真-5.3.8 岩盤状況



写真-5.3.9 調査状況



写真-5.3.10 調査状況

5.3.3 技術的な確認・評価

熊本地震後の基礎岩盤調査で、以下のことが確認された。

- ・ダム敷周辺にて地表露頭踏査を実施した結果、表層のはがれ落ちはあるものの基礎岩盤として問題となるような変状は確認されなかった。
- ・地質調査横坑にて、先阿蘇火山岩類、立野溶岩等のダム基礎岩盤を調査した結果、横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ち等が確認されたものの、地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。基礎岩盤の性状の変化も確認されなかった。
- ・新規に掘削を実施した2本のボーリングコアとボアホールカメラ画像を確認した結果、立野溶岩塊状部（低位～高位標高まで）の亀裂（割れ目）は密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。
- ・地震前の調査でボアホールカメラ撮影を実施している既存ボーリング孔（B-250）を対象に、地震前後の累積開口量を比較した結果、ほとんど差は確認されず、亀裂（割れ目）も密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。
- ・ダムサイトの右岸高位標高部の頭部排土調査を実施した結果、基礎岩盤の変状は確認されなかった。

熊本地震後もダム本体の基礎岩盤の性状に変化は認められず、基礎岩盤として健全性に問題がないと考えられる。

（第四紀断層関係）

熊本地震後の基礎岩盤の調査においても、ダム敷周辺の岩盤露頭及び基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されなかった。

6. 熊本地震を踏まえたダム機能の維持

6.1 総貯水容量の確認

6.1.1 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 m^3 、有効貯水容量約950万 m^3 、計画堆砂量約60万 m^3 で計画されている。

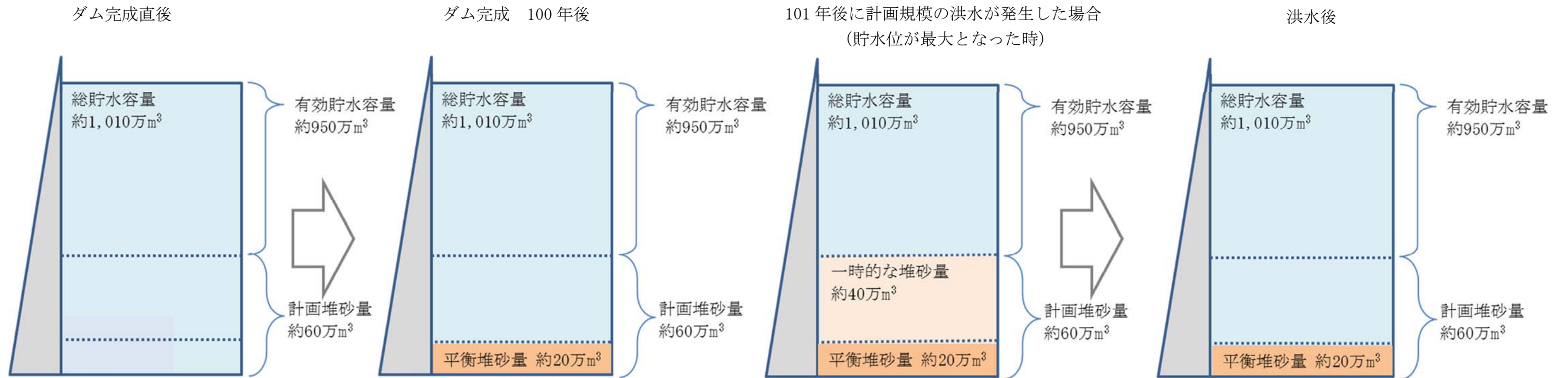


図-6.1.1 立野ダムの容量配分

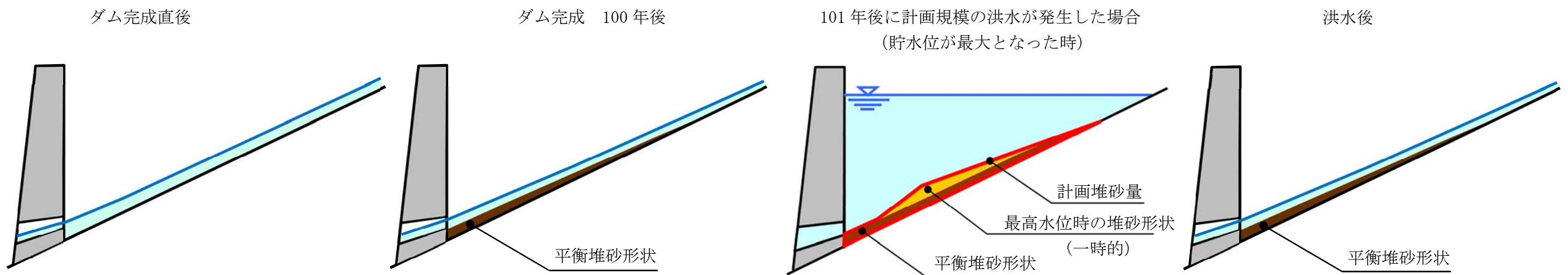


図-6.1.2 堆砂形状のイメージ

6.1.2 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。

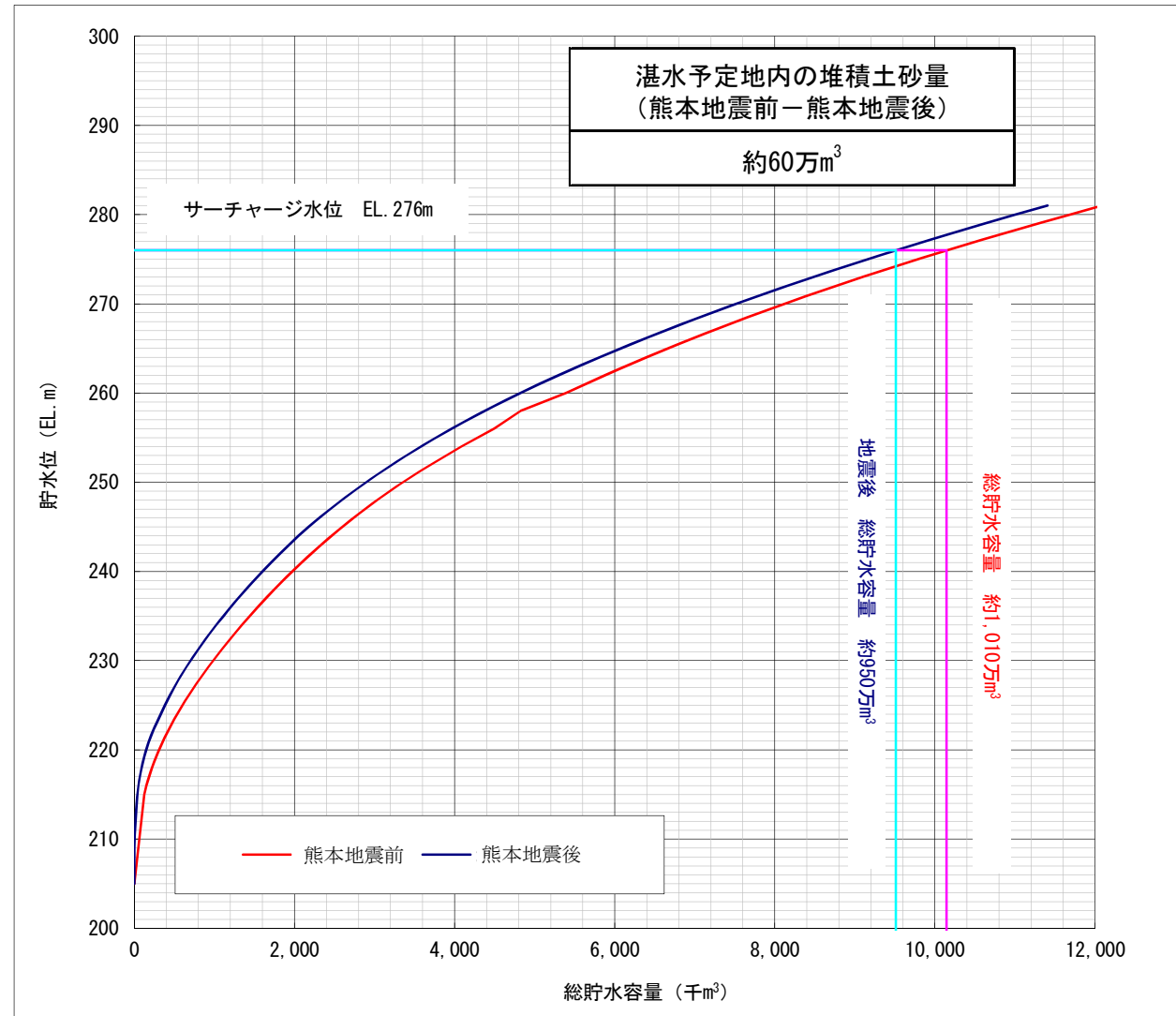


図-6.1.3 湛水予定地内の堆積土砂量（熊本地震前－熊本地震後）

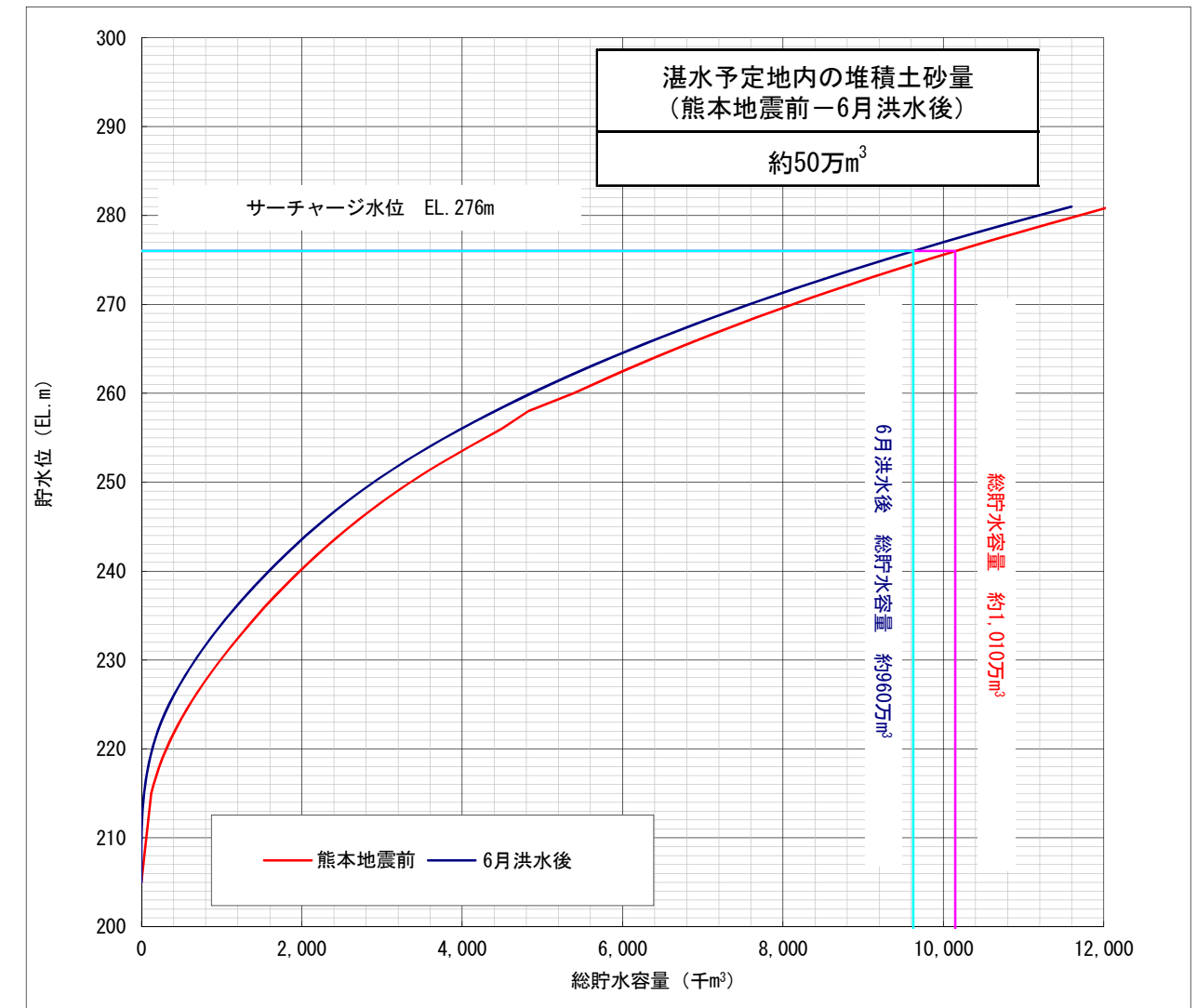


図-6.1.4 湛水予定地内の堆積土砂量（熊本地震前－6月洪水後）

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、平均河床高縦断図を作成した結果、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。

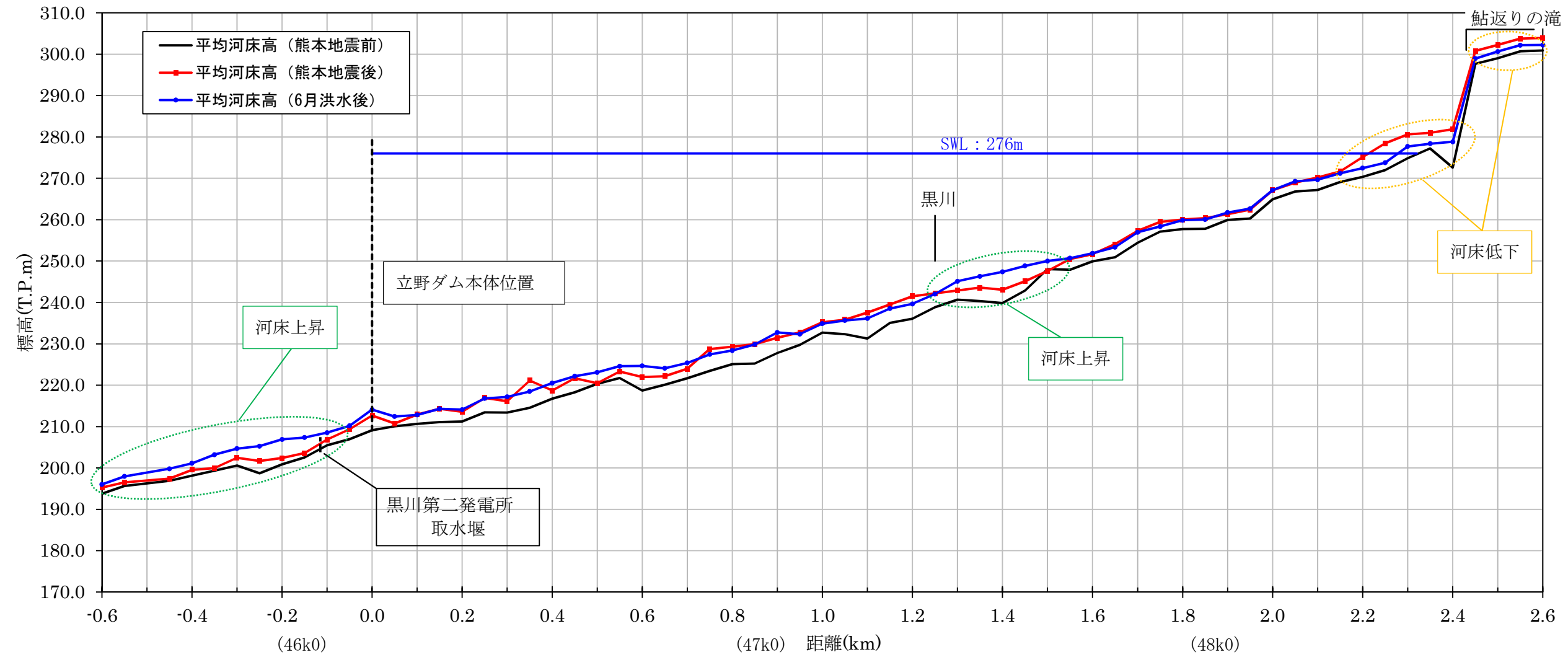


図-6.1.5 白川縦断図（湛水予定地周辺）

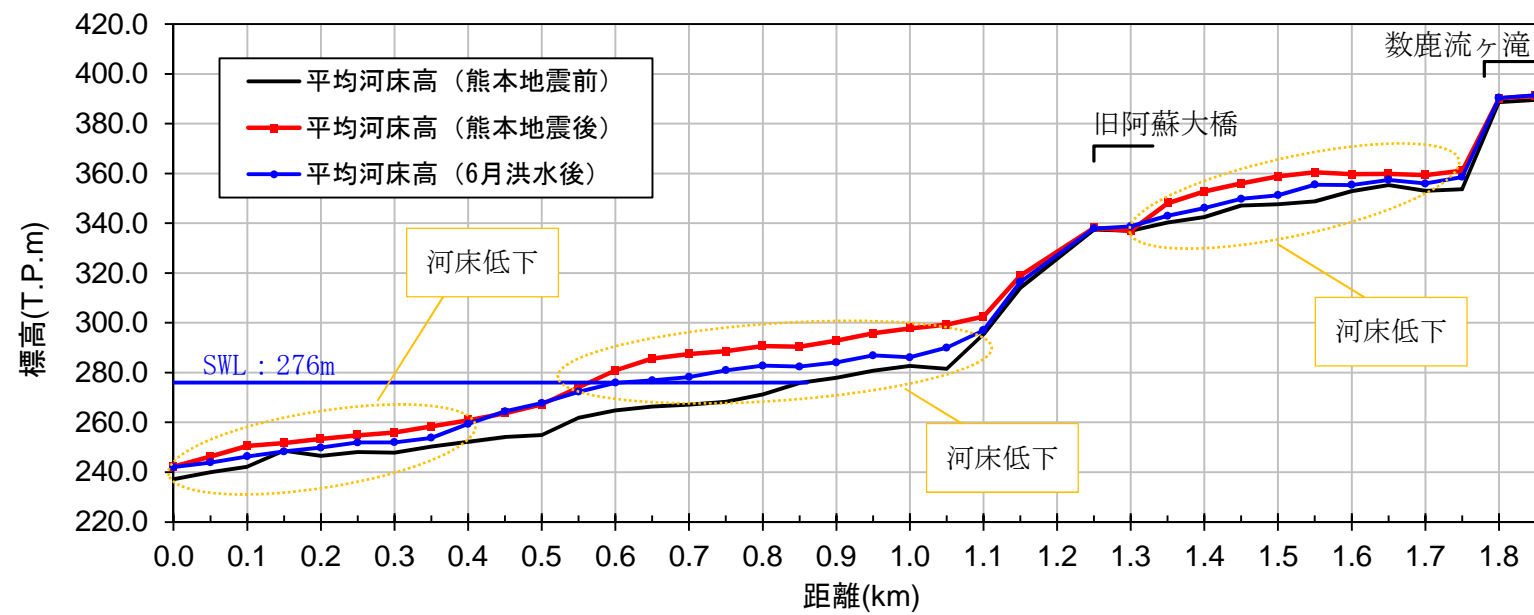


図-6.1.6 黒川縦断図（湛水予定地周辺）

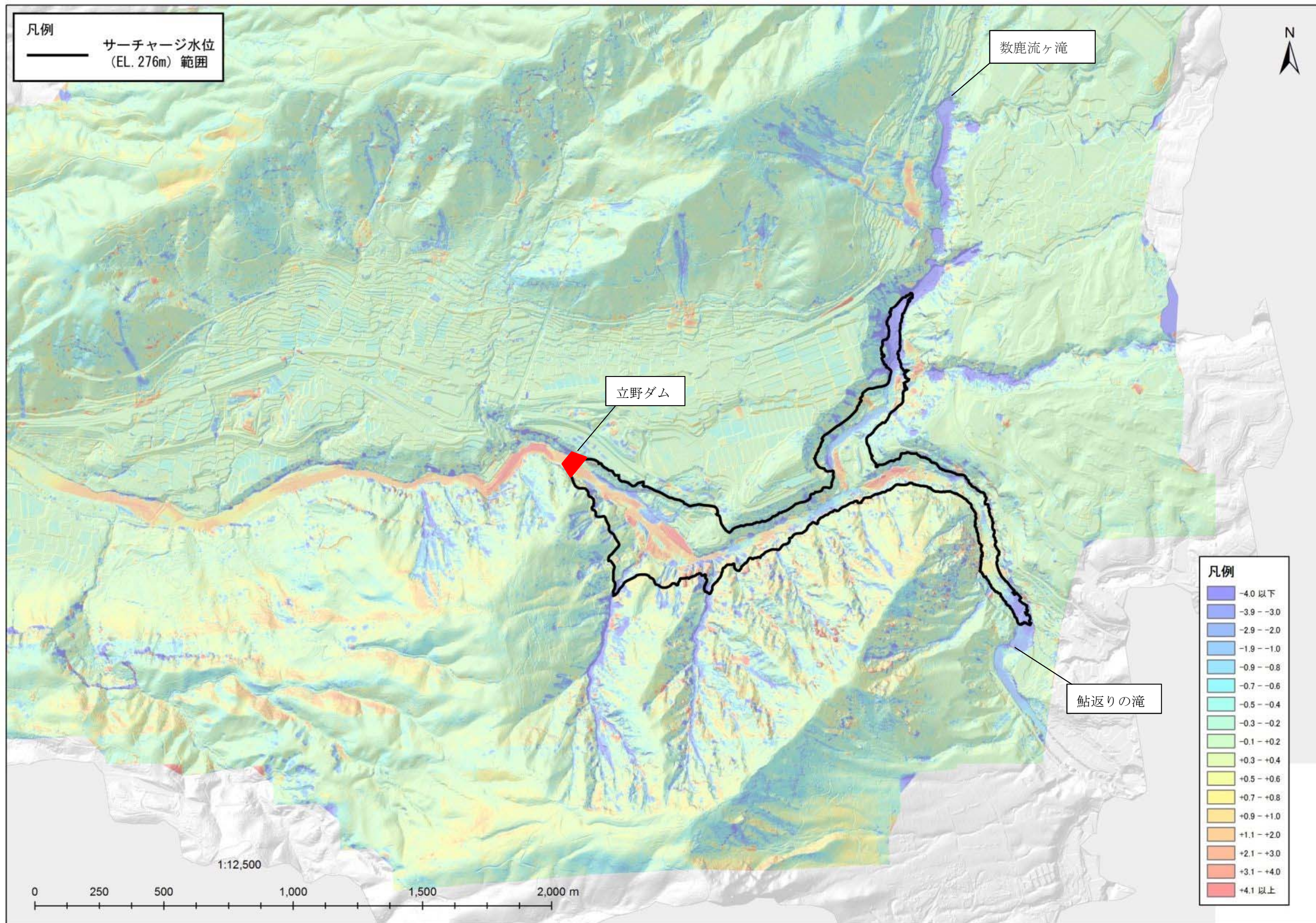


図-6.1.7 航空レーザ測量により鉛直方向差分図 (熊本地震後-6月洪水後)

6.1.3 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-6.1.1 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-6.1.1 斜面崩壊状況（H24九州北部豪雨）



写真-6.1.2 斜面崩壊状況（H24九州北部豪雨）

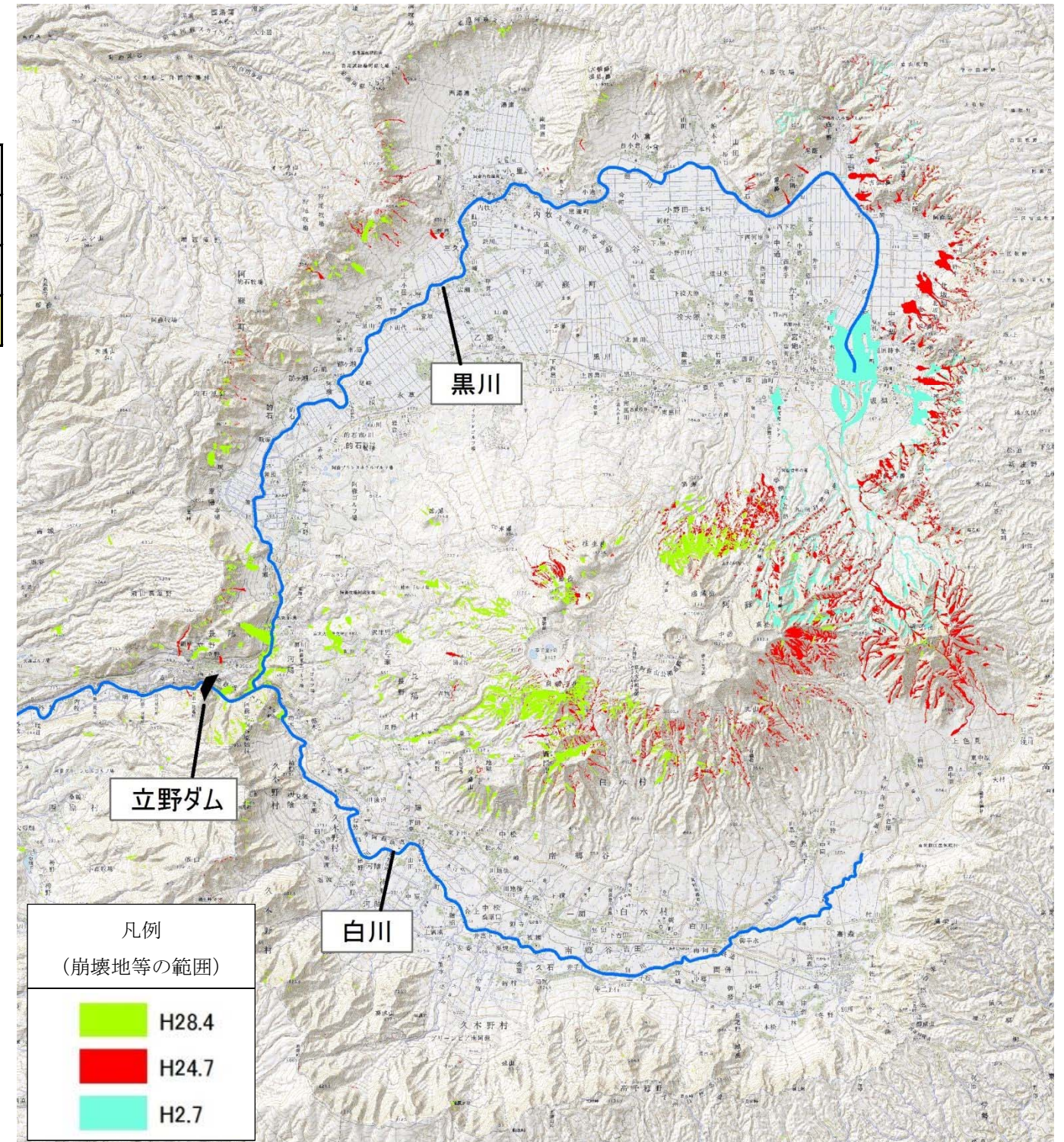


図-6.1.8 阿蘇カルデラ内の斜面崩壊状況

(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。

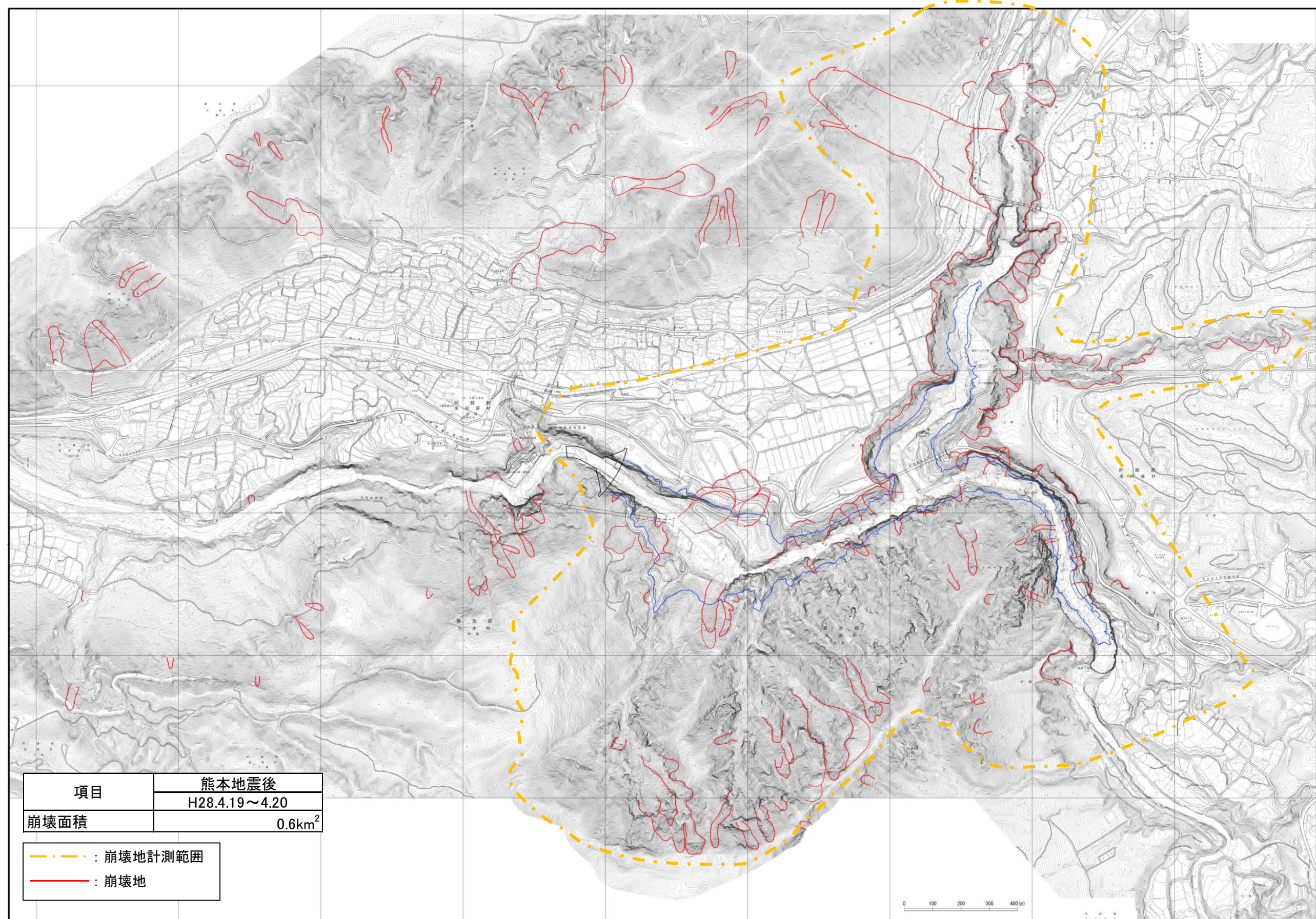


図-6.1.9 立野ダム周辺の崩壊状況図（熊本地震後）

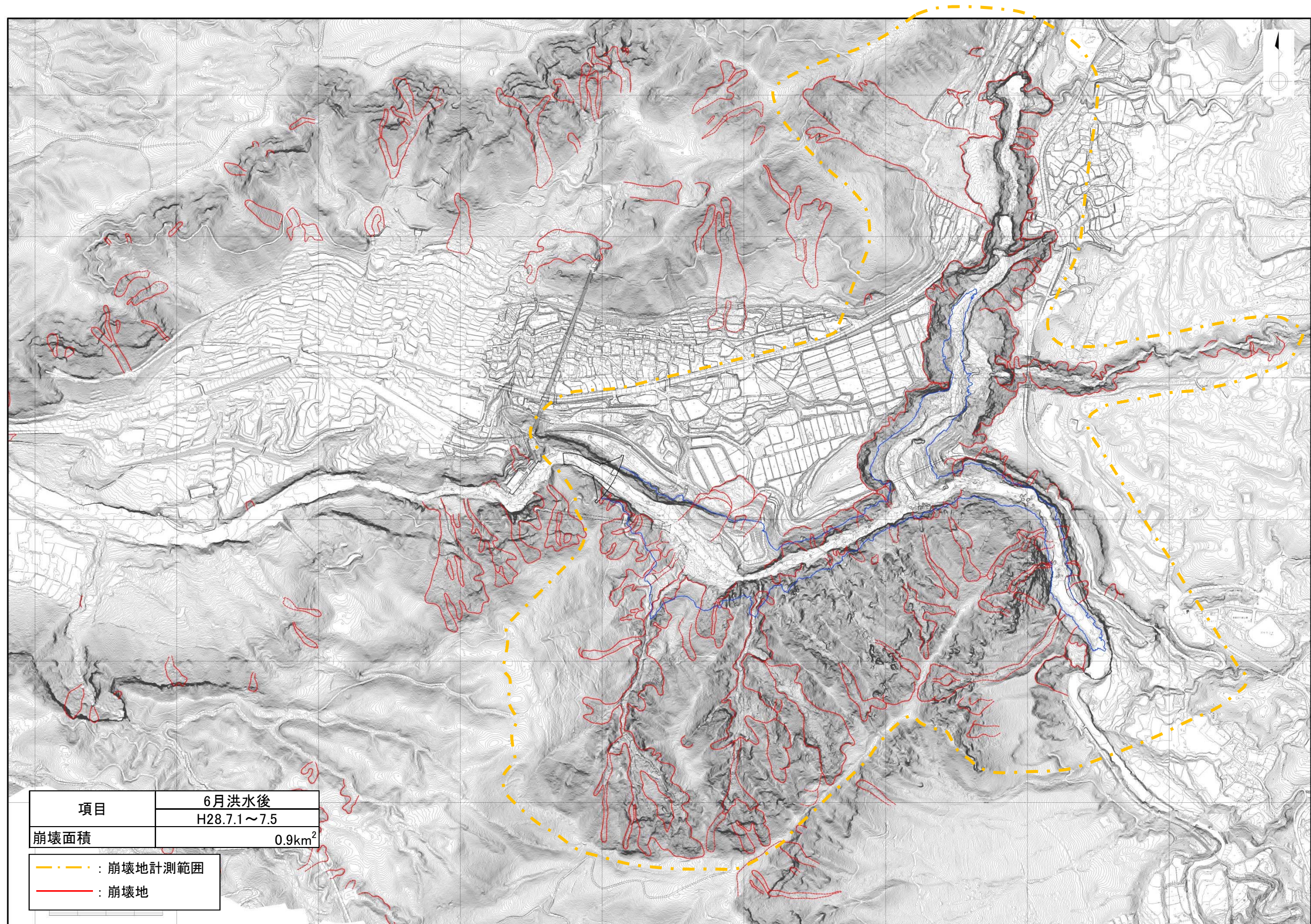


図-6.1.10 立野ダム周辺の崩壊状況図 (6月洪水後)

6.1.4 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m³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m³と設定している。

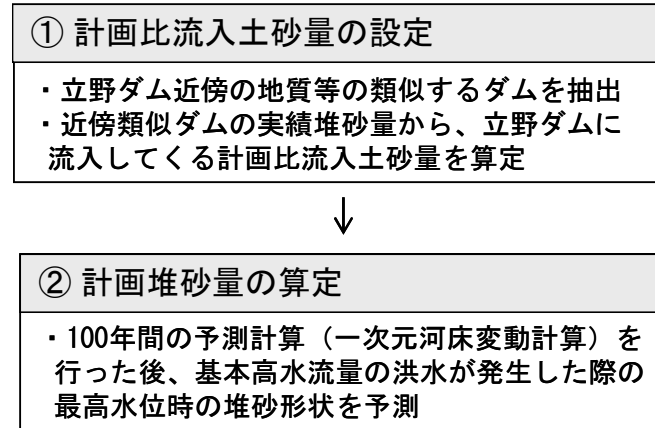


図-6.1.11 計画堆砂量の主な算定フロー

表-6.1.2 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 (°) ※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	—

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800m³/km²/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 (m³/s/年) ÷ 流域面積 (km²)
※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

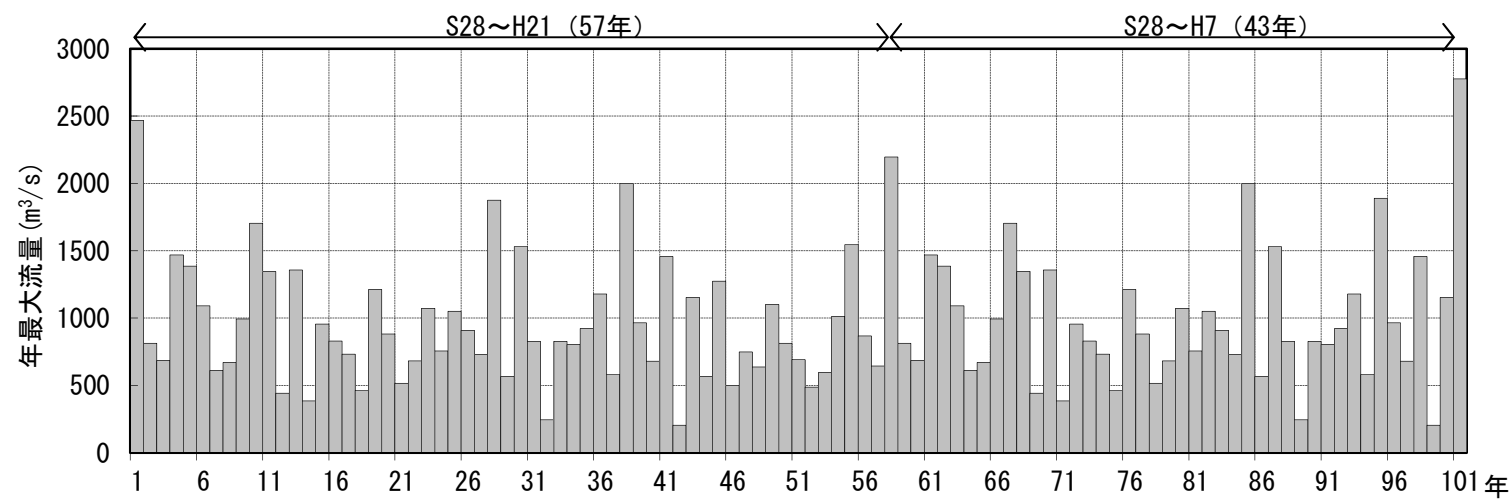


図-6.1.12 流入量の時系列設定

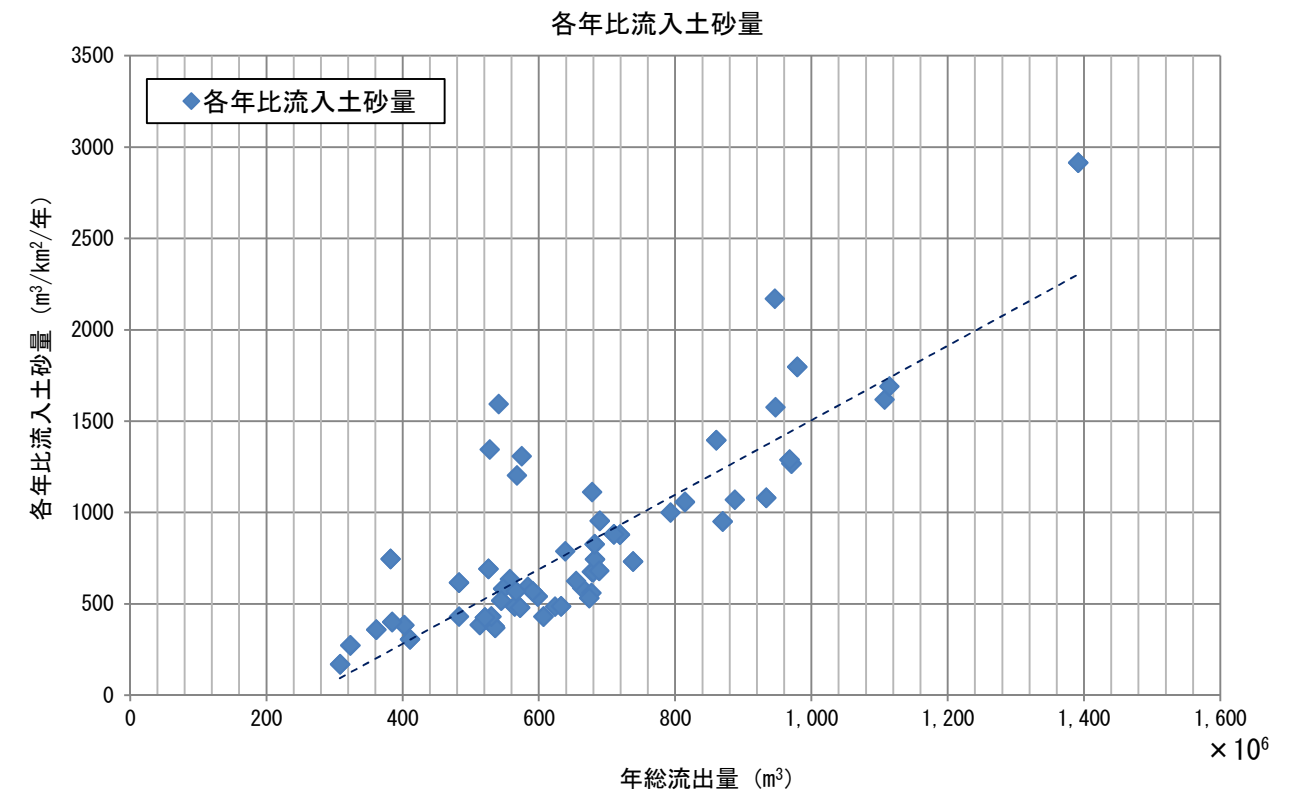
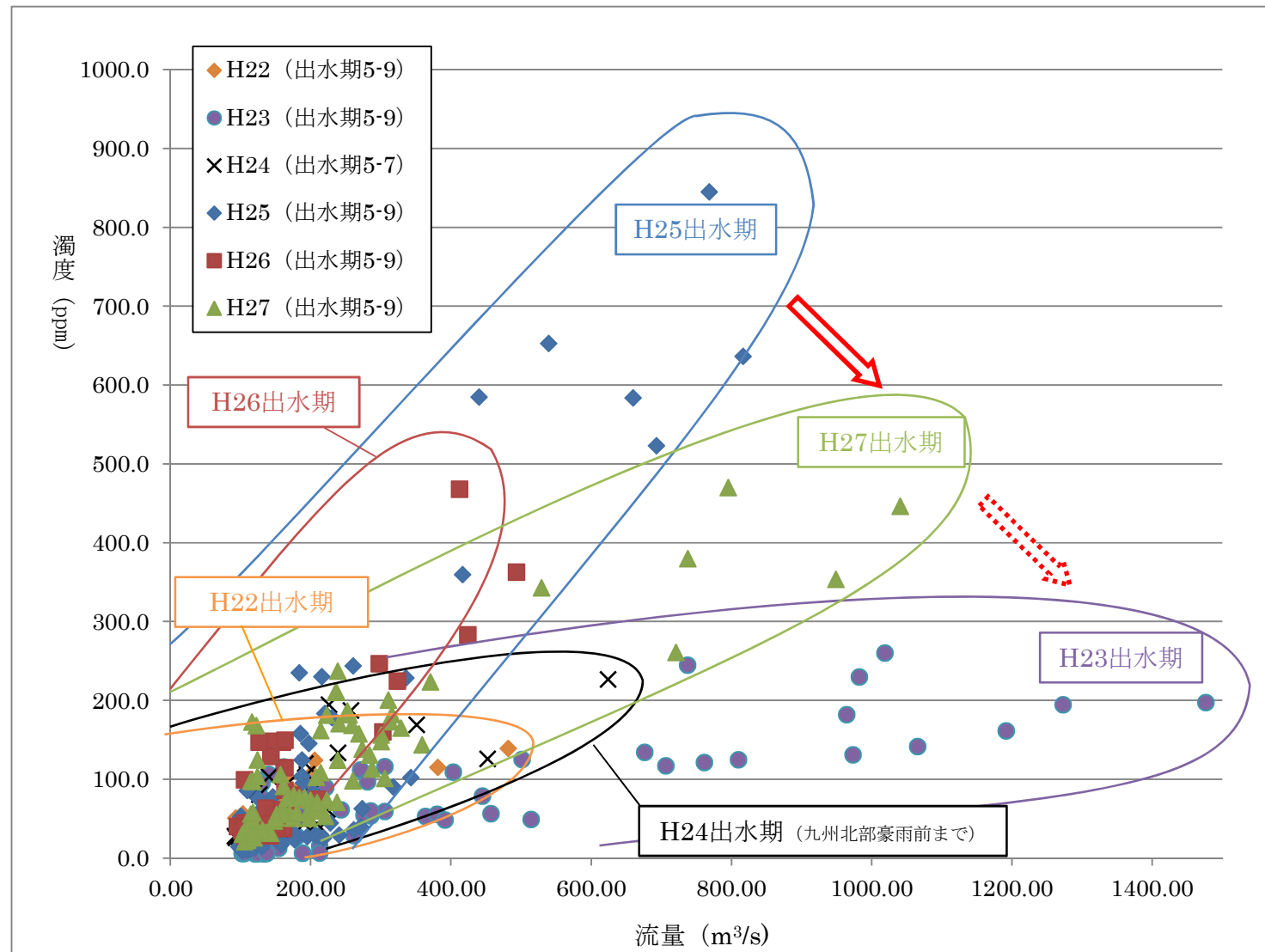


図-6.1.13 各年比流入土砂量

(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)



※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-6.1.14 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りつつあると言える。

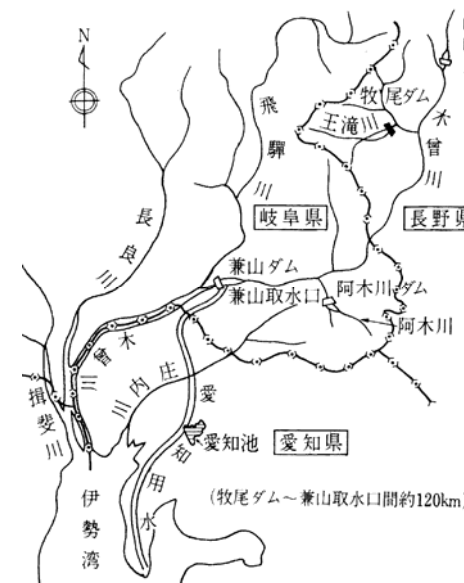


図-6.1.15 木曾川水系図

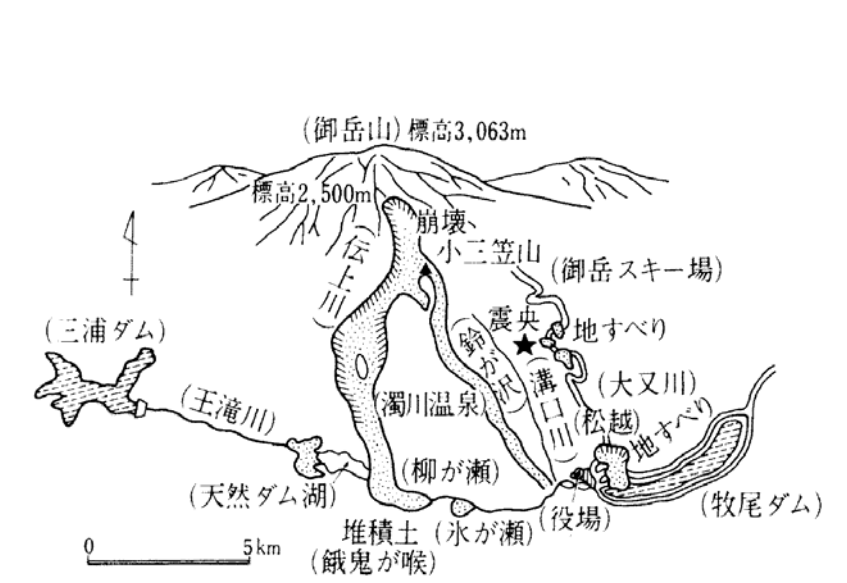


図-6.1.16 土砂流出分布図

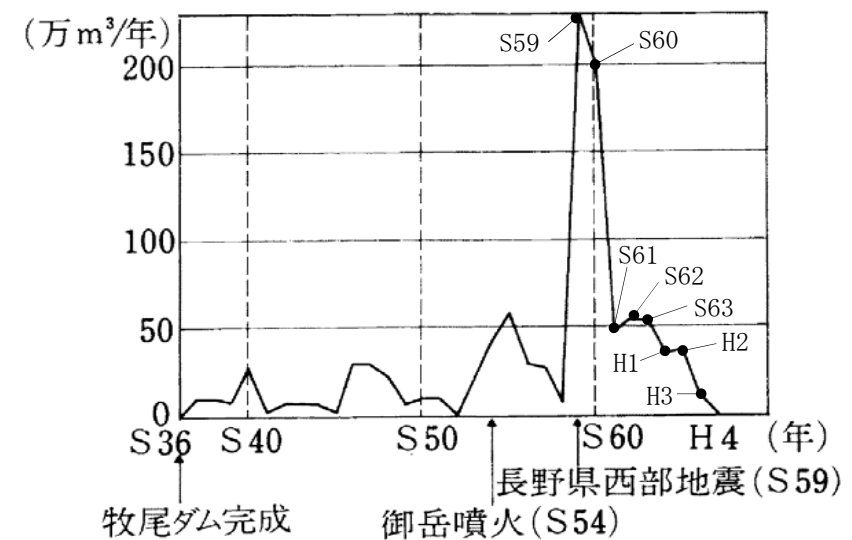


図-6.1.17 牧尾ダムの年堆砂量の推移（昭和 36 年～平成 4 年）

※出典：農業土木学会誌 第 63 巻 第 8 号を一部加筆

6.1.5 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。

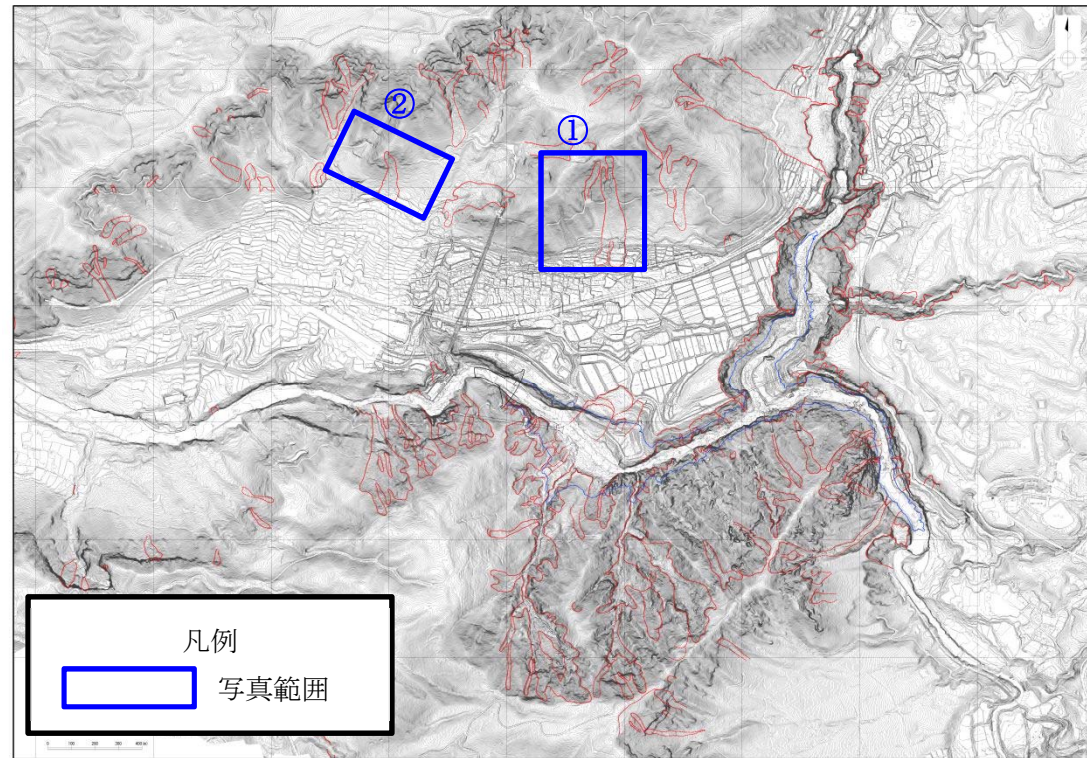


図-6.1.18 立野ダム周辺の崩壊状況図（6月洪水後）



写真-6.1.3 斜面对策状況①



写真-6.1.4 斜面对策状況②

6.1.6 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 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 の掘削を行い、堆砂量を約 20 万 m^3 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。

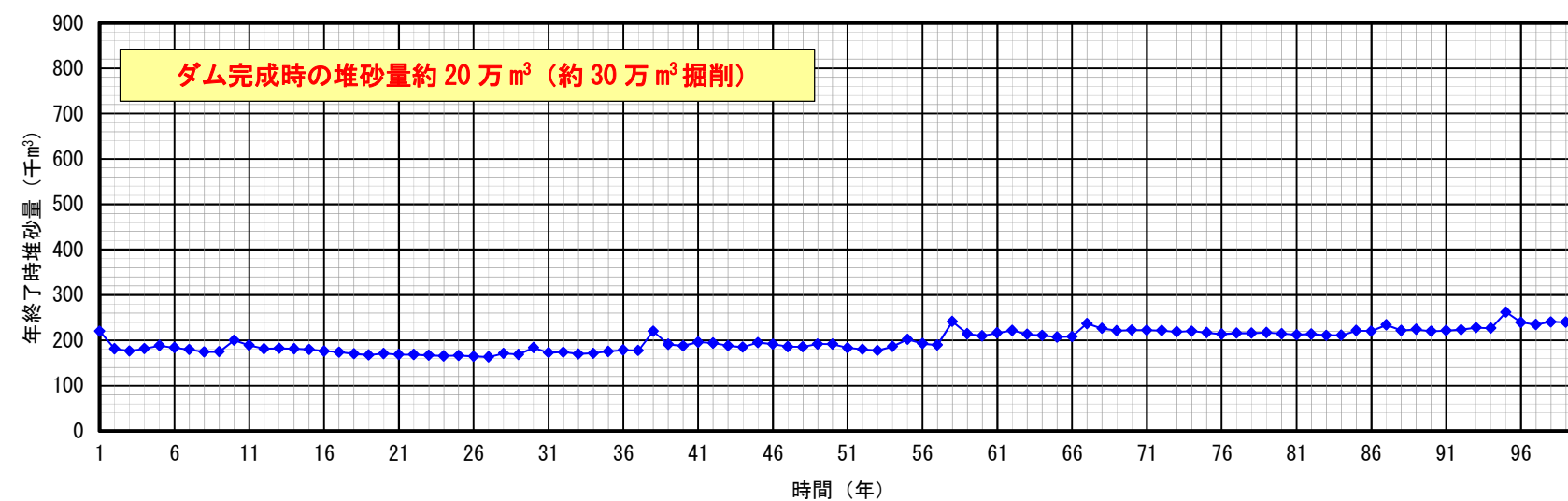


図-6.1.19 河床変動計算結果

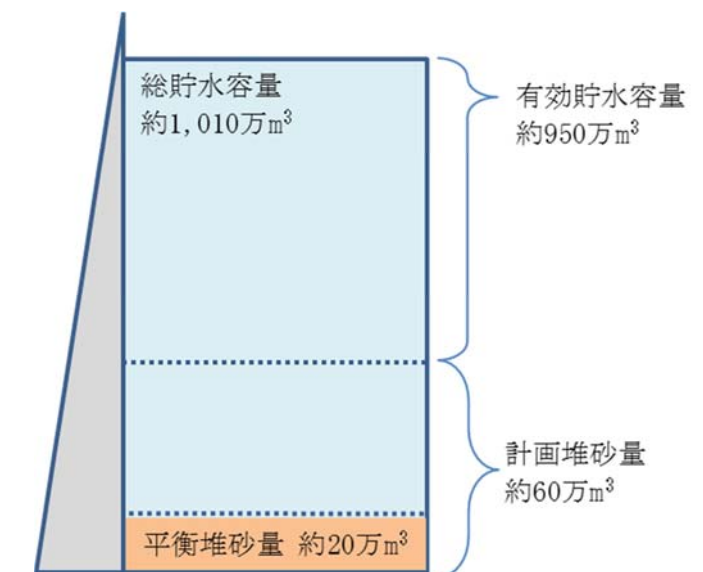


図-6.1.20 ダム完成時のイメージ

6.1.7 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。

6.2 流木の放流孔に対する影響の確認

6.2.1 流木対策の検討（熊本地震前）

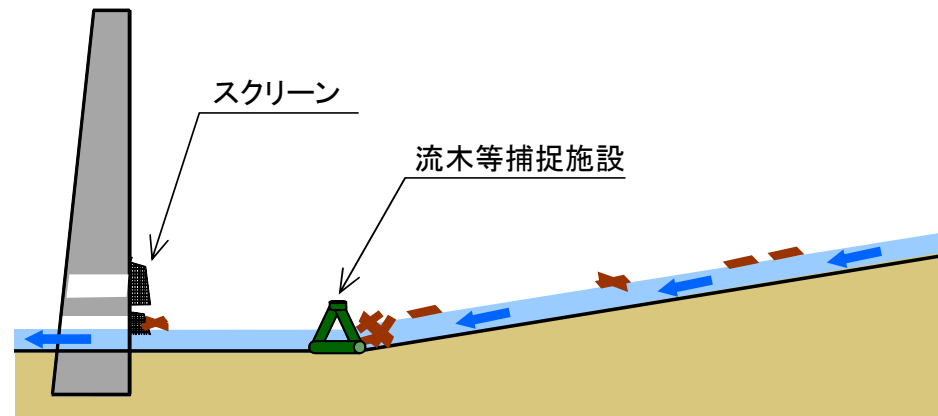
(1) スクリーン及び流木等捕捉施設の設置

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。

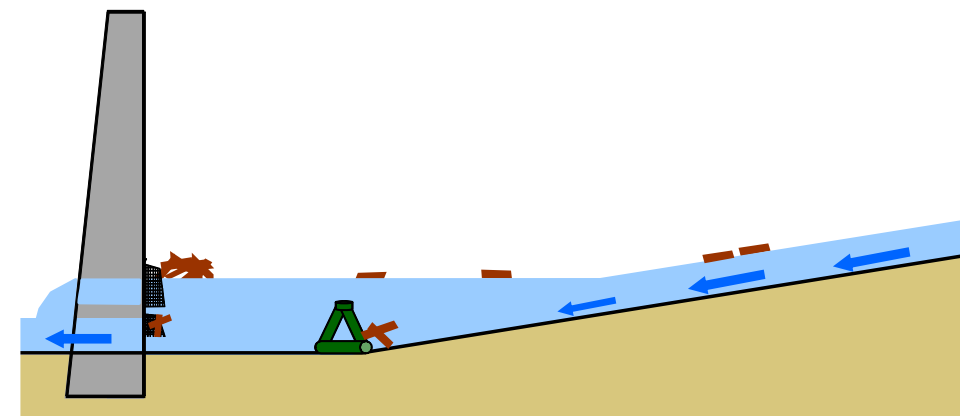
①洪水初期

洪水初期で水位が低い時は流木等捕捉施設によりほとんどの流木が捕捉される。



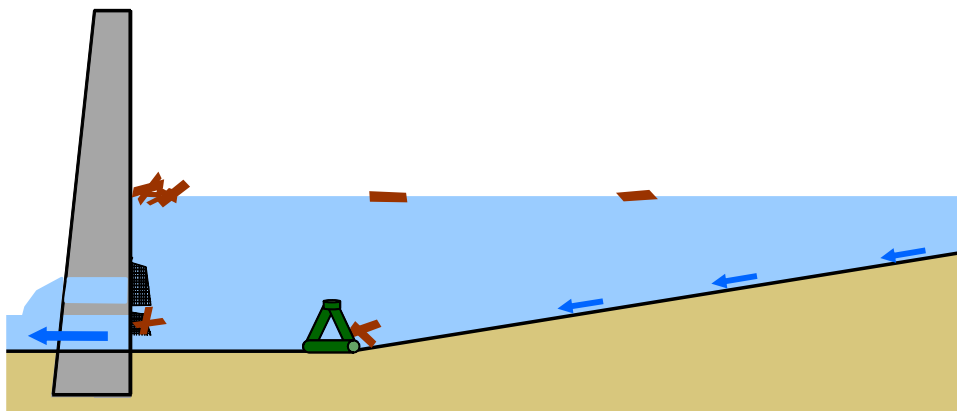
②水位上昇時

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、スクリーンに捕捉される。



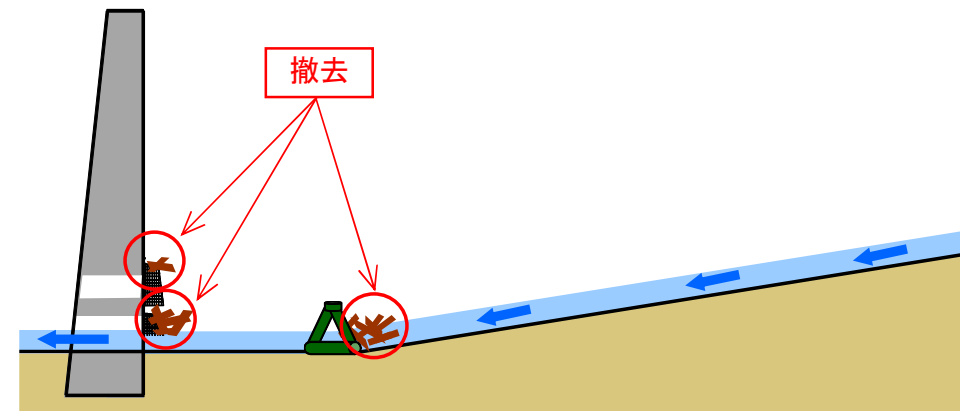
③水位上昇時

更に水位上昇した際も、ほとんどの流木は合わせて上昇。



④洪水後

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。



凡例

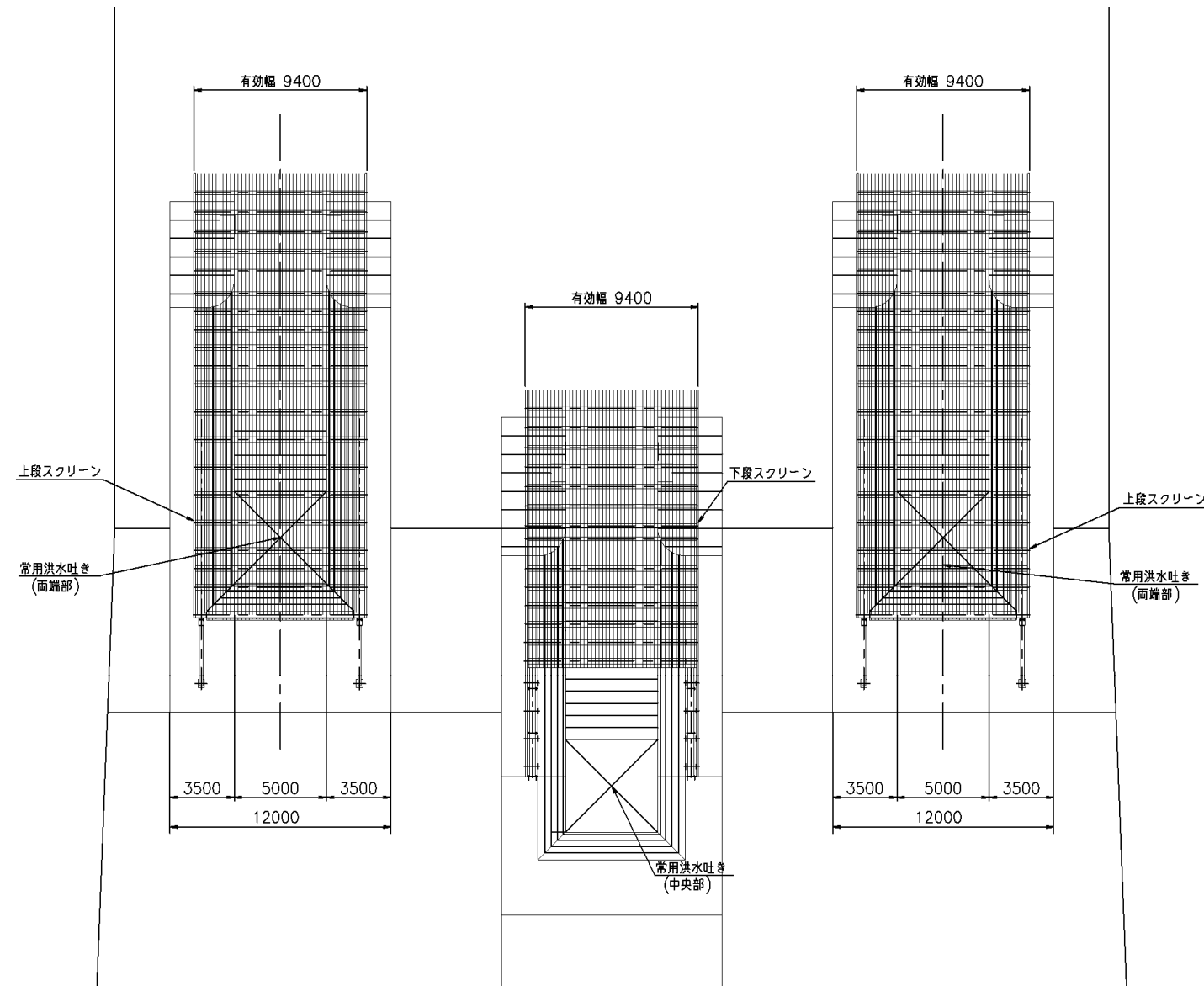
← 流速

※矢印の大きさは流速の早さを示す。

図-6.2.1 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

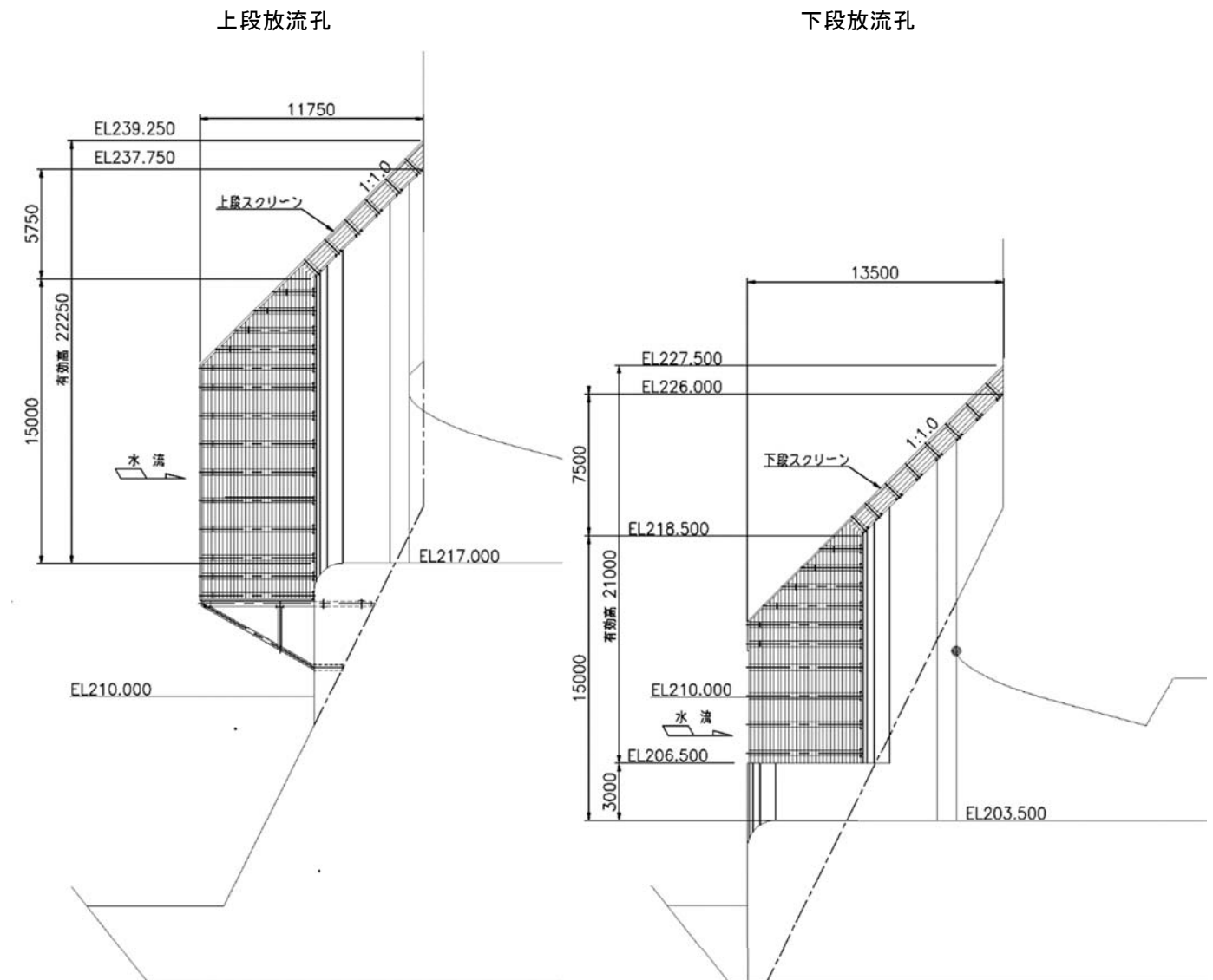


図-6.2.2 スクリーン構造図 (案)

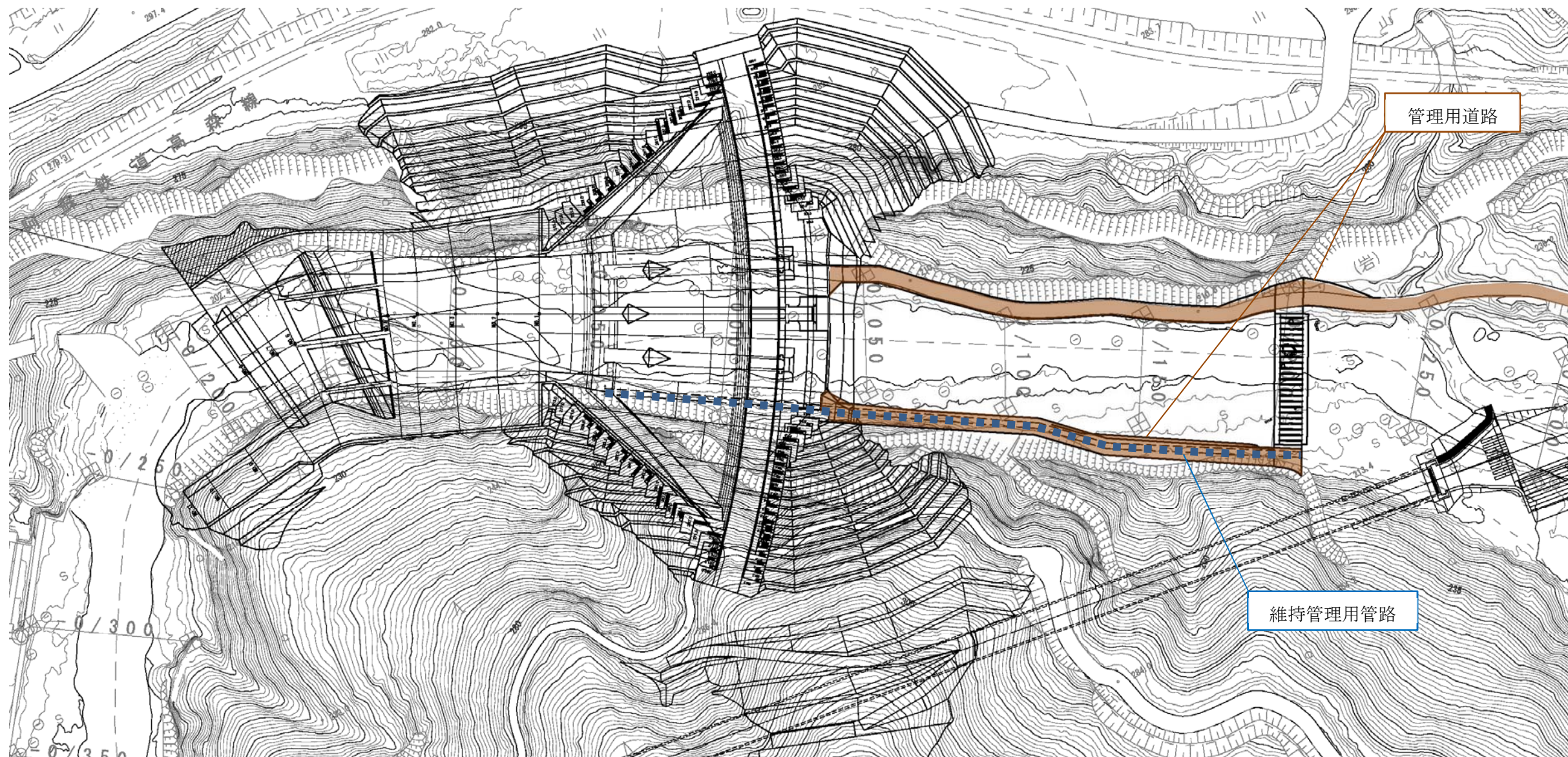


図-6.2.3 流木等捕捉施設位置図 (案)

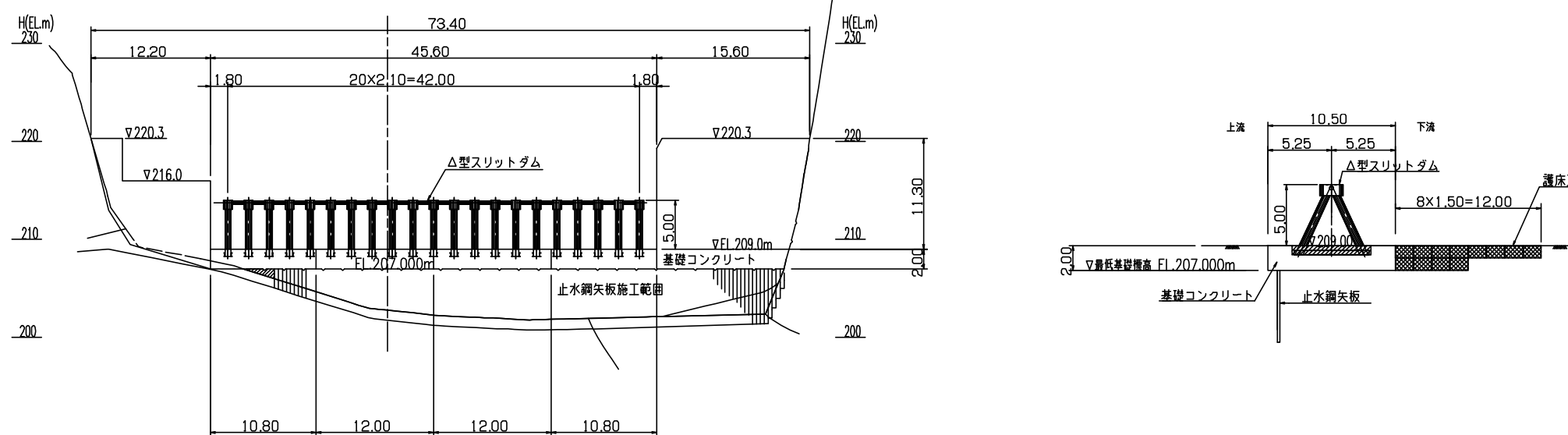


図-6.2.4 流木等捕捉施設構造図 (案)

(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-6.2.1 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

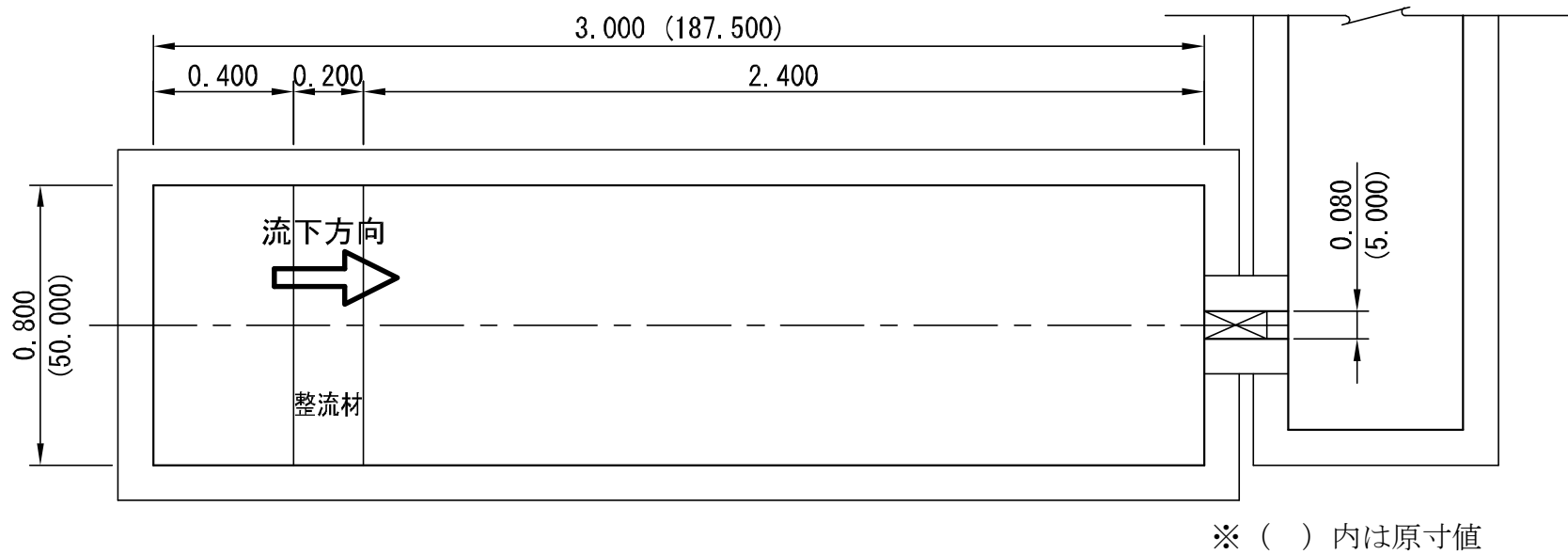


図-6.2.5 水理模型平面図



写真-6.2.1 流木の投入状況

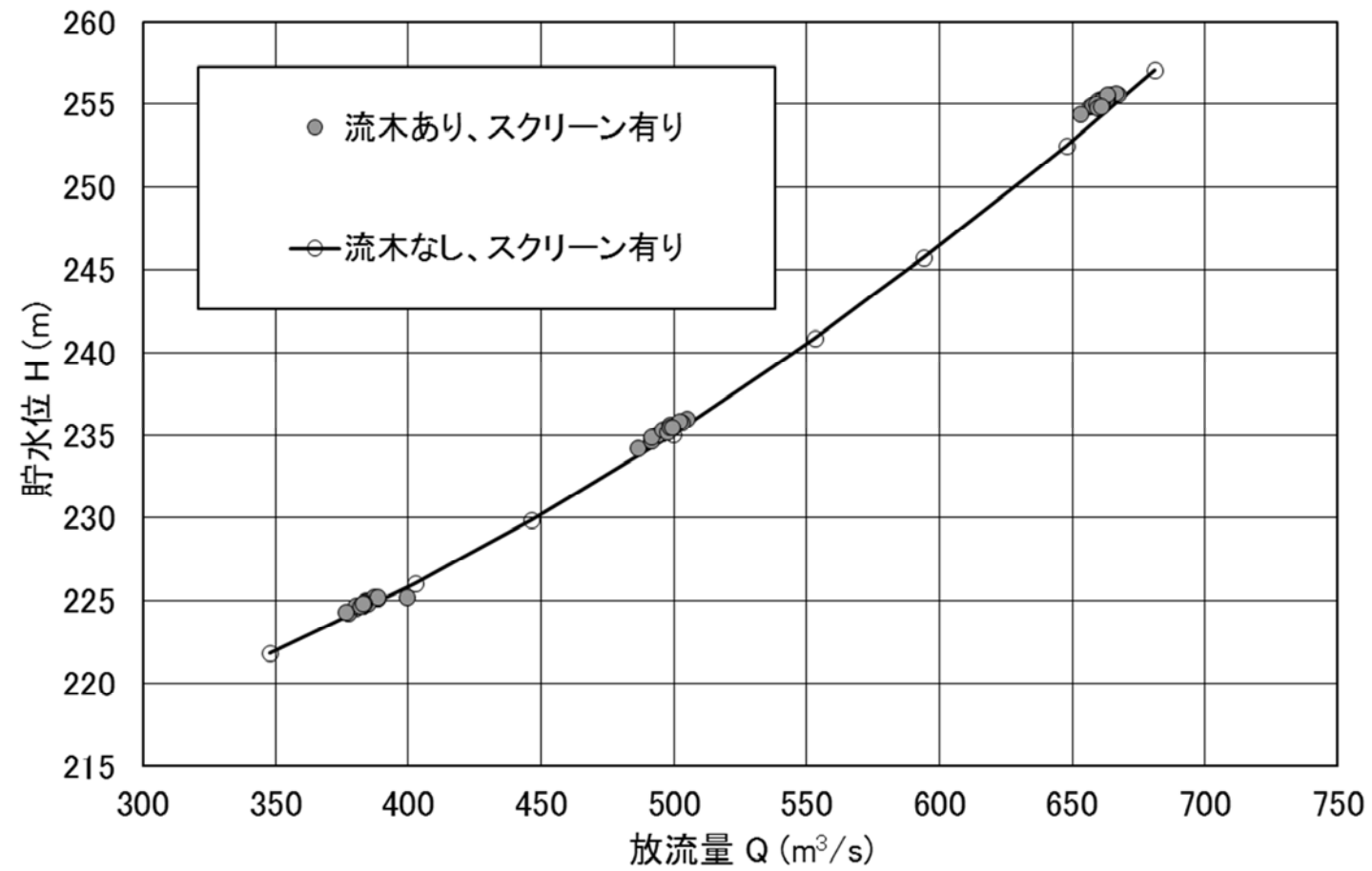


図-6.2.6 水理模型実験の結果（下段放流孔）



※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-6.2.2 水理模型実験の状況

6.2.2 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

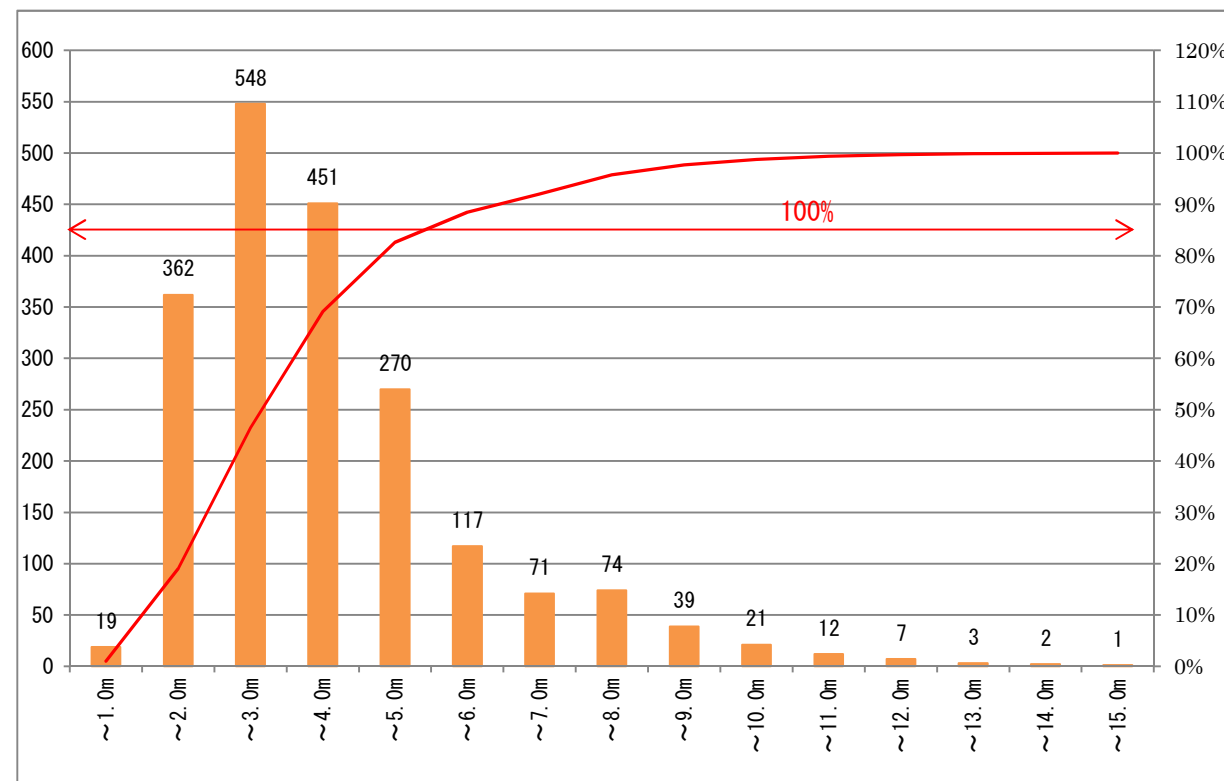


図-6.2.7 流木長の調査結果

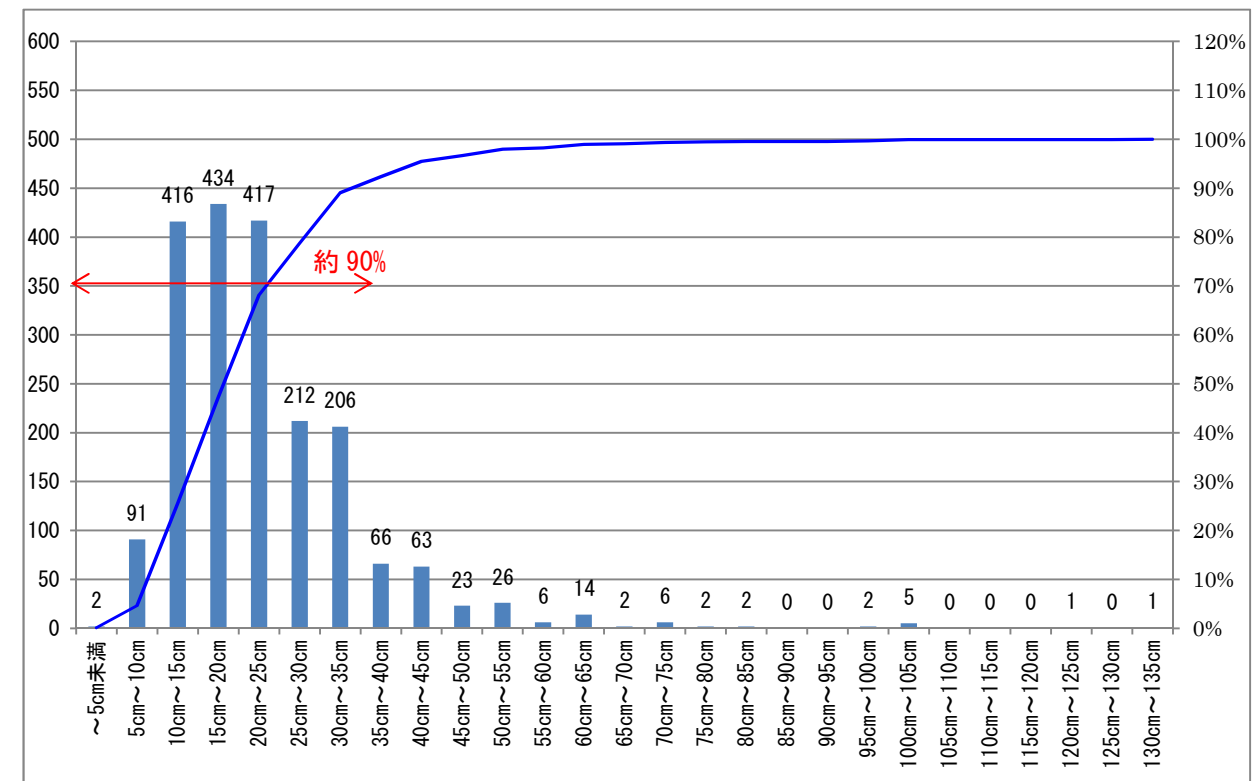


図-6.2.8 流木直径（目通し1.2m）の調査結果



写真-6.2.3 明午橋流木状況



写真-6.2.4 畑井手堰流木状況



写真-6.2.5 立野ダムサイト付近流木状況

6.2.3 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。

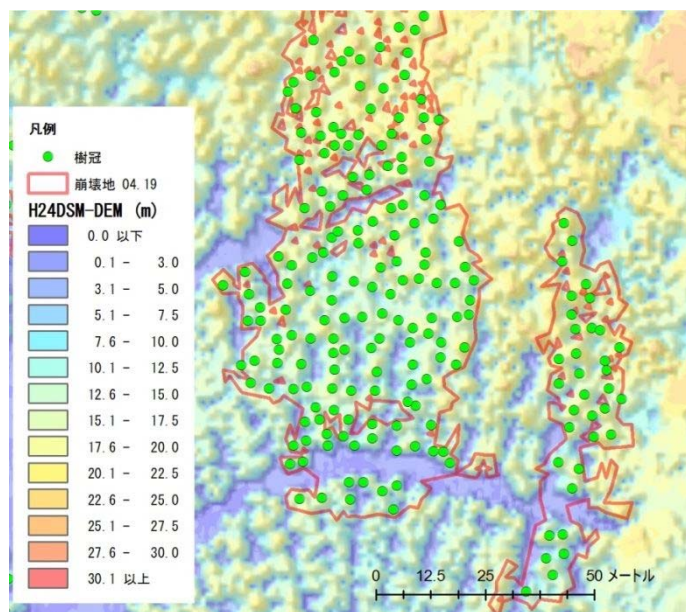


図-6.2.9 倒木判読例

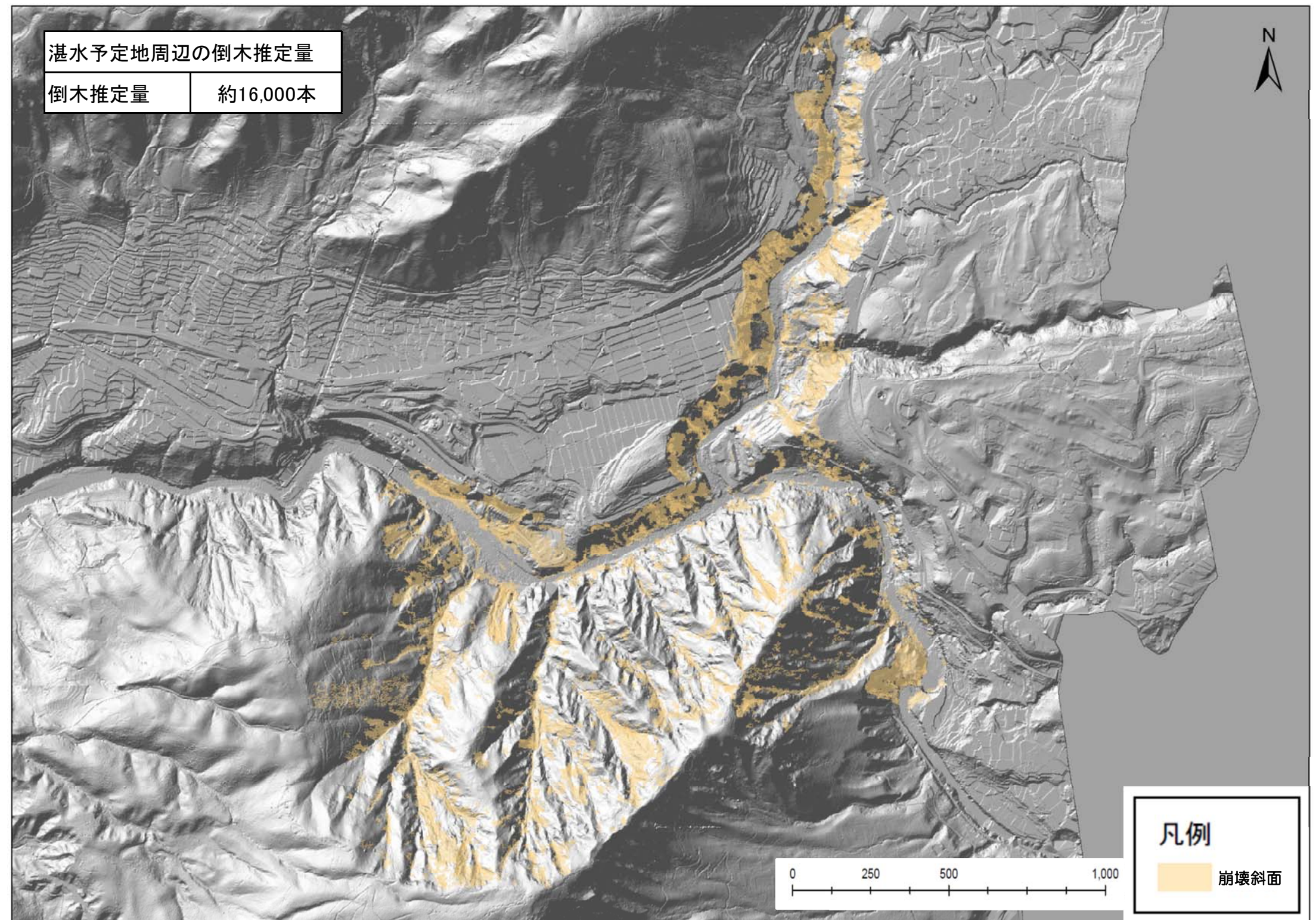


図-6.2.10 熊本地震後の崩壊斜面範囲

6.2.4 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。

6.3 巨石の放流孔に対する影響の確認

6.3.1 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以上の大きめの石は捕捉される。また、洪水調節初期の水位の上昇に伴い、大きめの石に作用する流速が遅くなることで、大きめの石が動くおそれはない。

洪水の初期や末期に移動し、流木等捕捉施設で捕捉した石は、洪水後に必要に応じて撤去する計画としている。

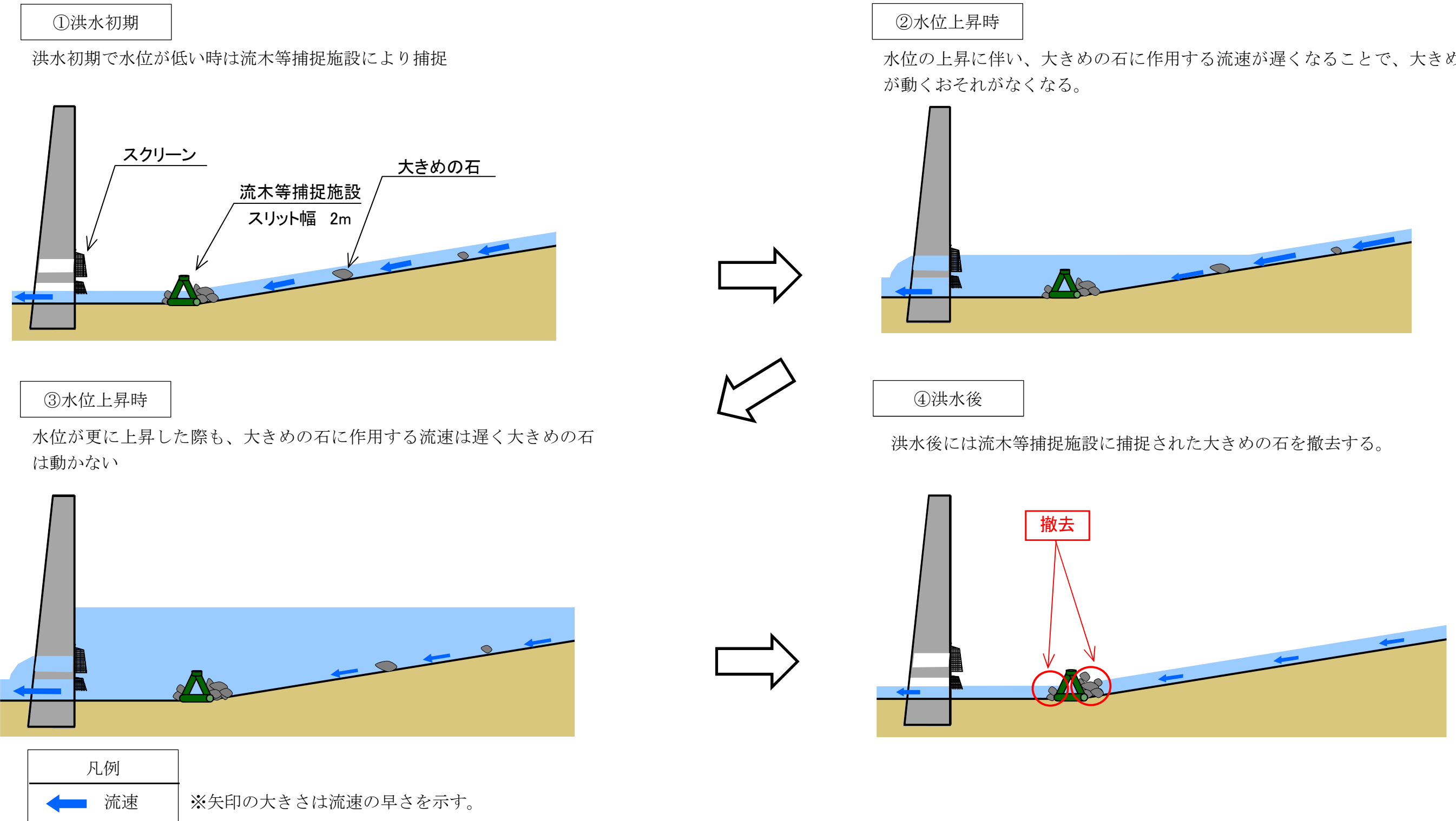


図-6.3.1 放流孔閉塞対策イメージ図

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。
洪水の初期や末期に移動し、流木等捕捉施設で捕捉した石は、洪水後に管理用道路を利用し撤去する計画としている。

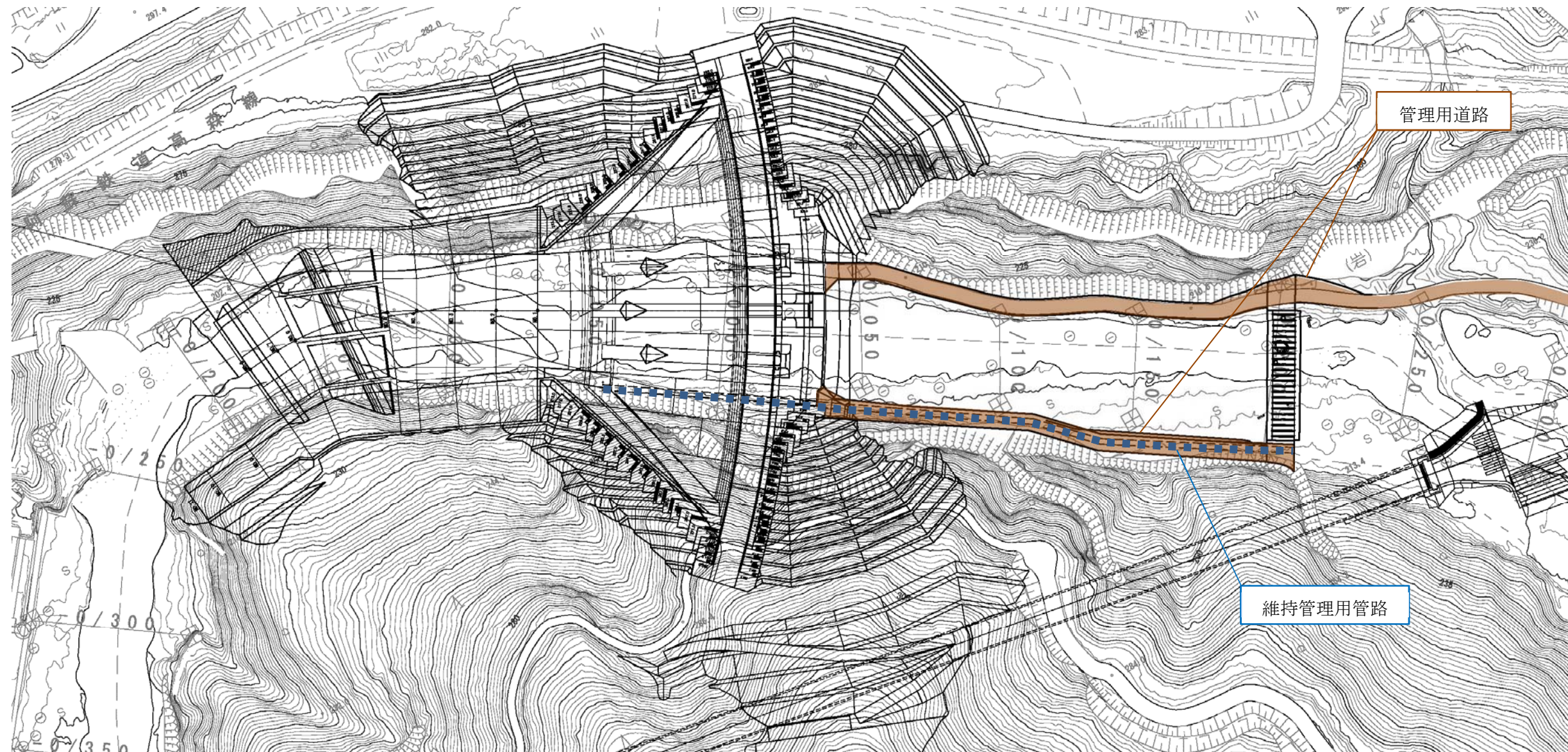


図-6.3.2 流木等捕捉施設位置図（案）

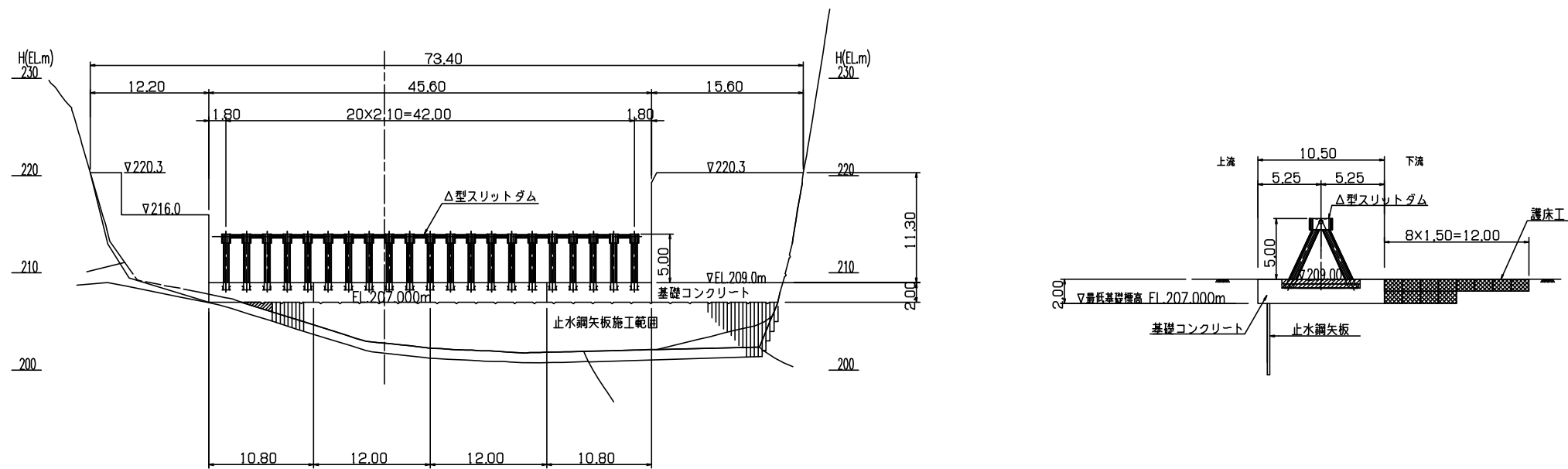
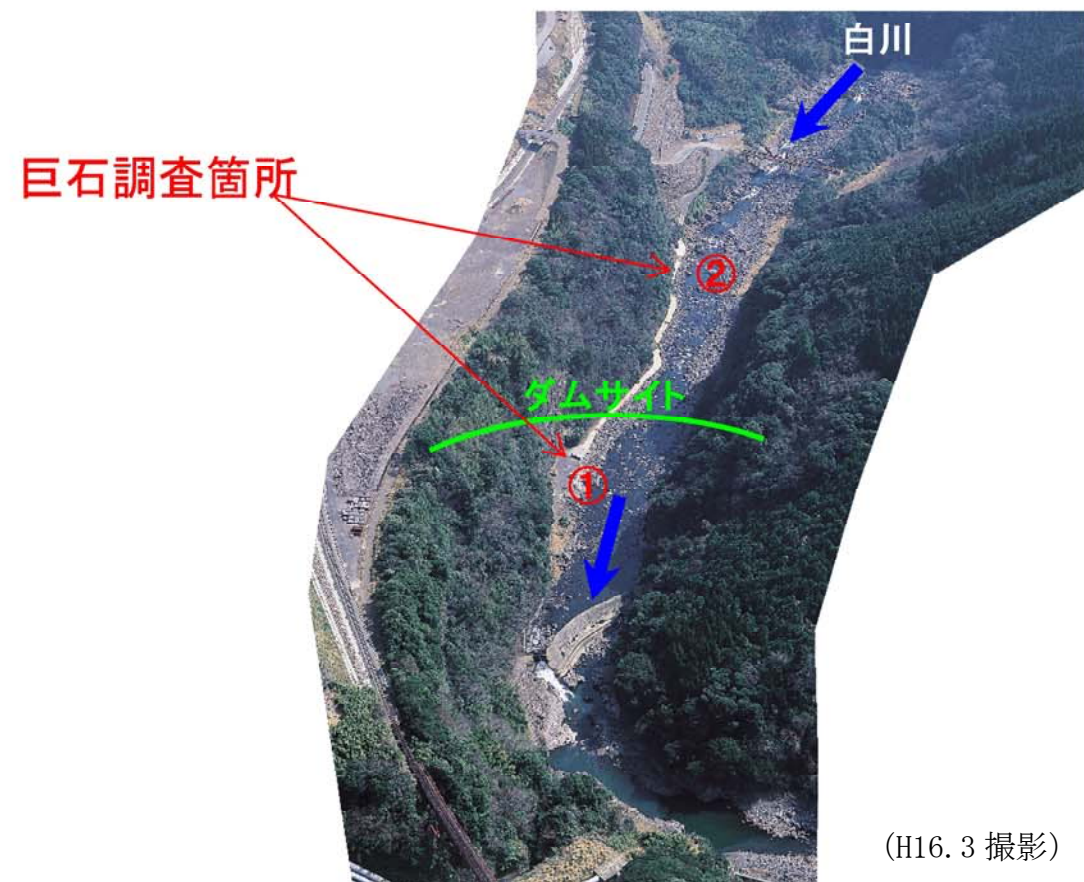


図-6.3.3 流木等捕捉施設構造図（案）

(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-6.3.4 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)
S53撮影	S53撮影
H23.10.11撮影	H23.10.11撮影
H24.8.15撮影	H24.8.6撮影

写真-6.3.1 巨石調査状況

6.3.2 巨石対策の確認（熊本地震後）

(1) 石の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。

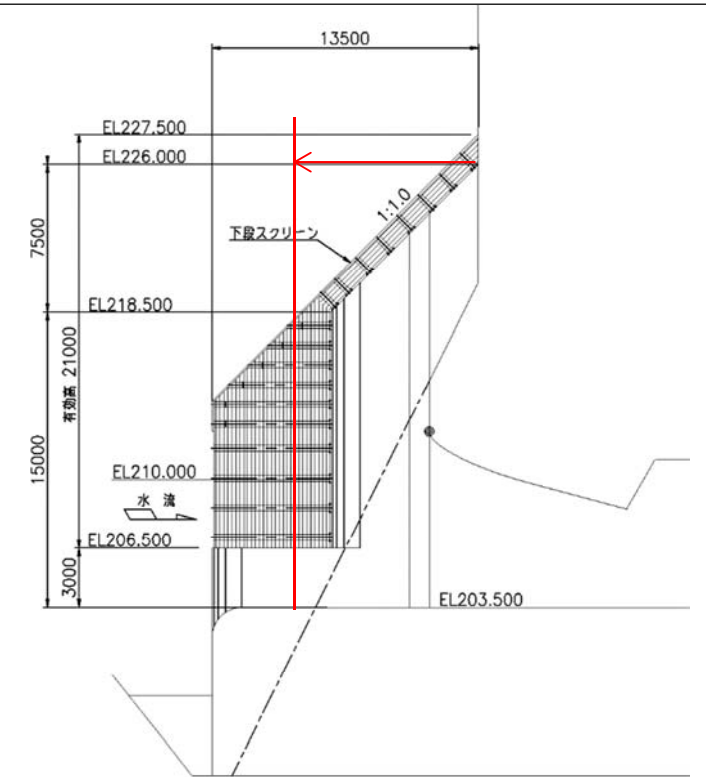
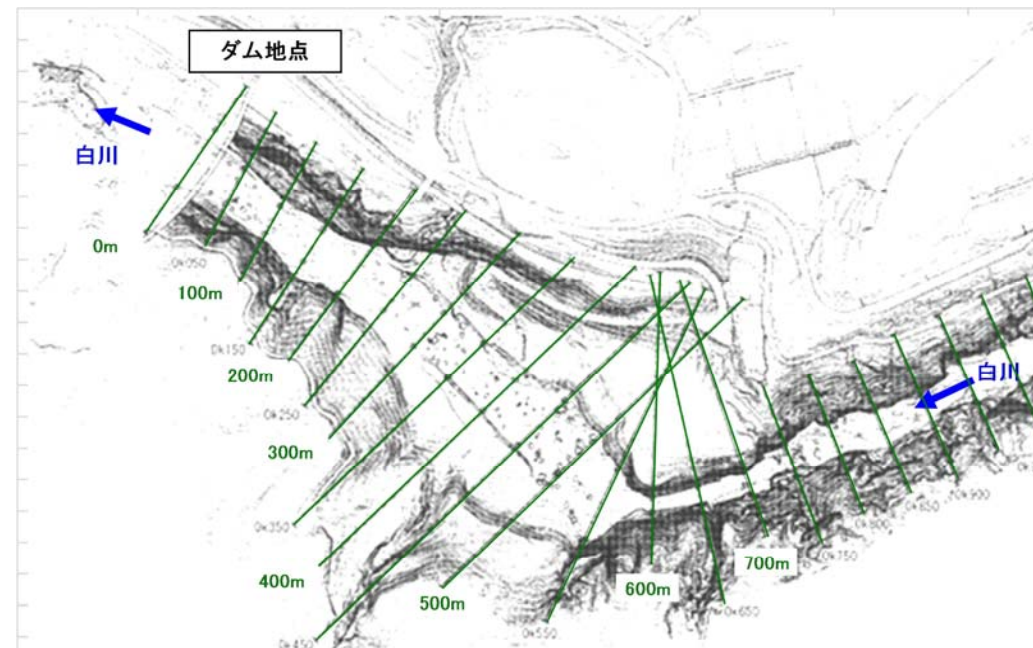
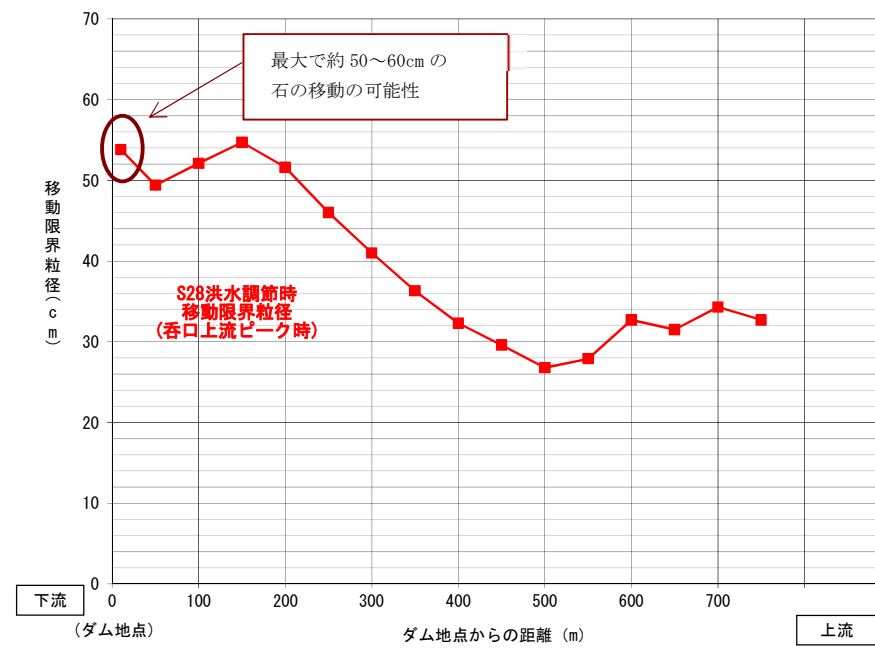


図-6.3.5 ダム貯水池内の最大移動限界粒径（呑口直上流部（10m）最大時）

(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。



※現在見られる石の大半は熊本地震および6月洪水により湛水予定周辺斜面から崩落したもの

※現在見られる石の大半は熊本地震および6月洪水により湛水予定周辺斜面から崩落したもの

写真-6.3.2 河川内の巨石状況

写真-6.3.3 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る。また、それ以外のダム近傍斜面についても巨石等調査の上、必要に応じて対策を行うため、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。

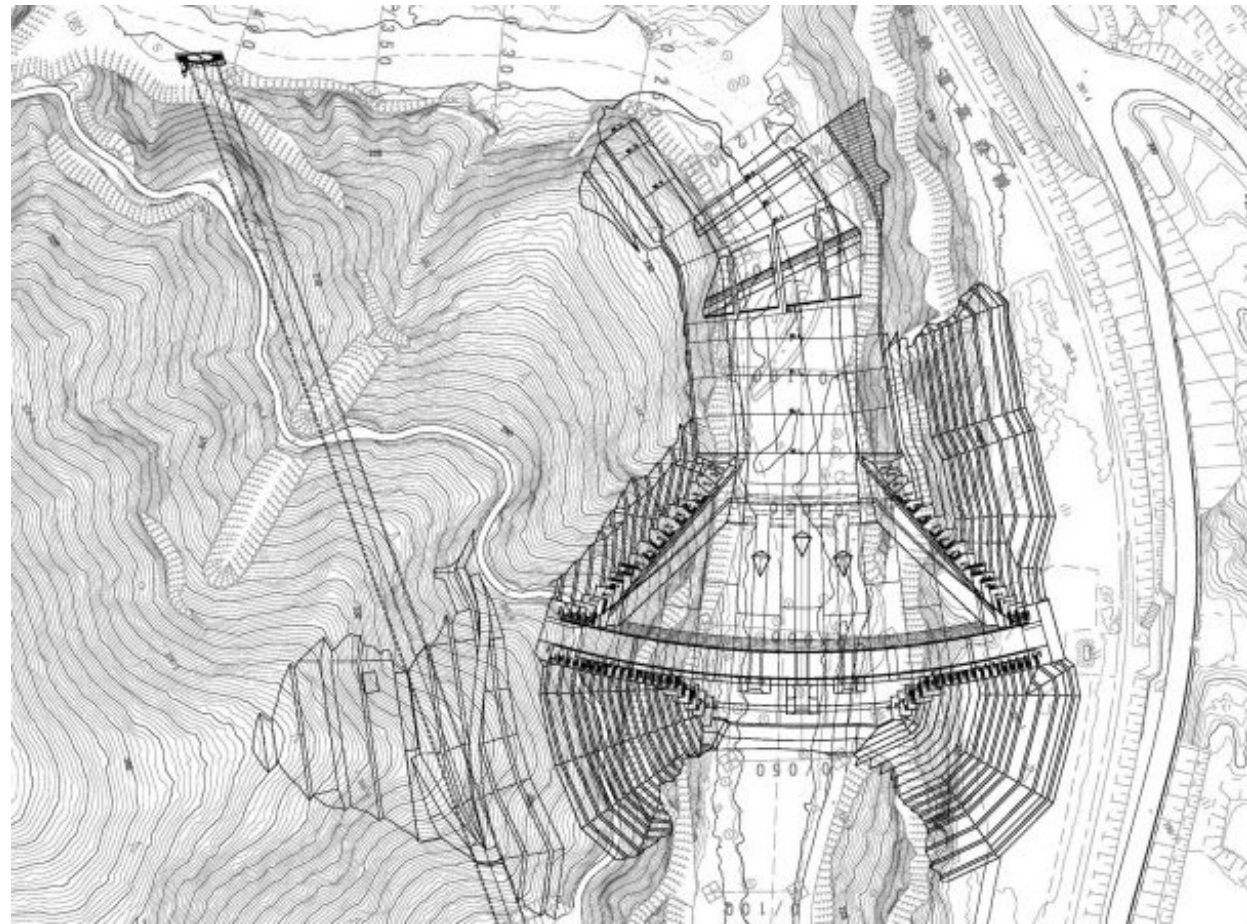


図-6.3.6 ダム本体平面図

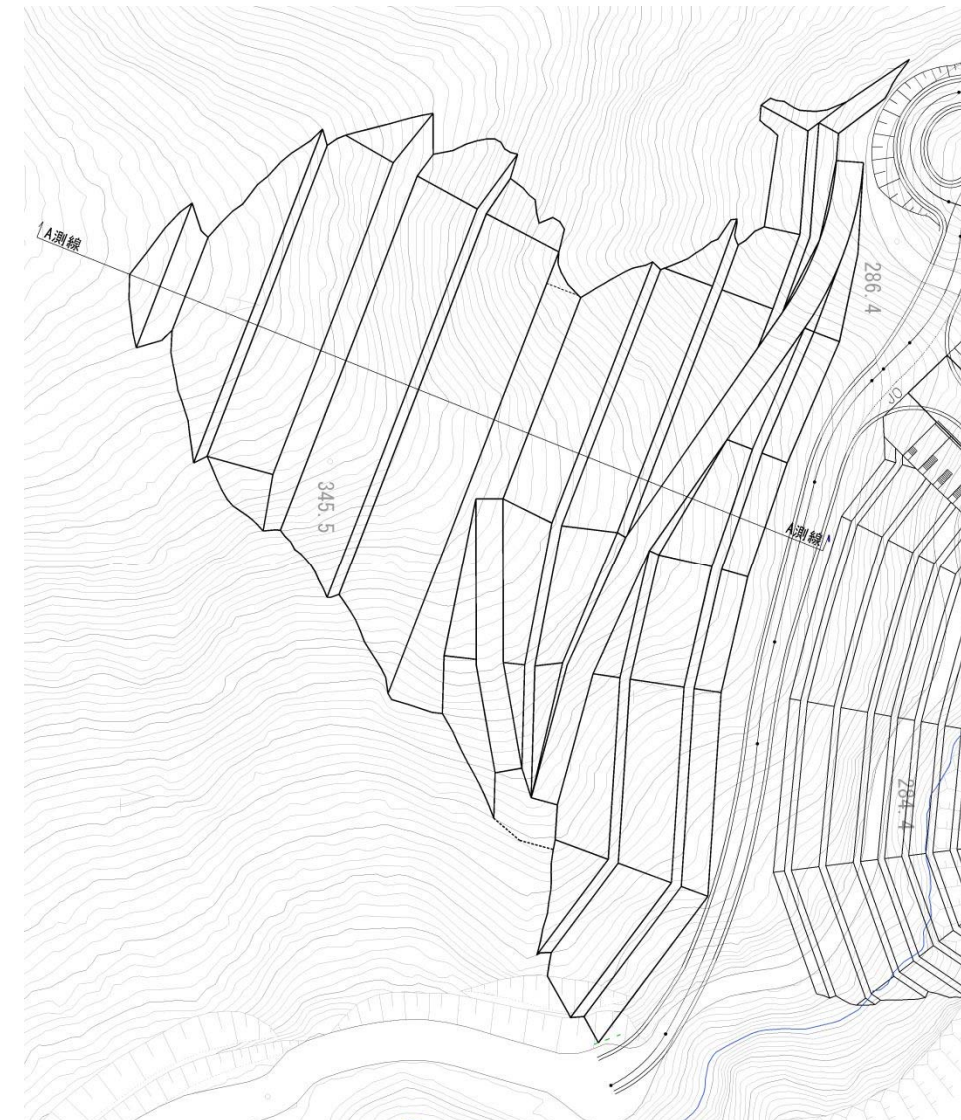


図-6.3.7 掘削平面図

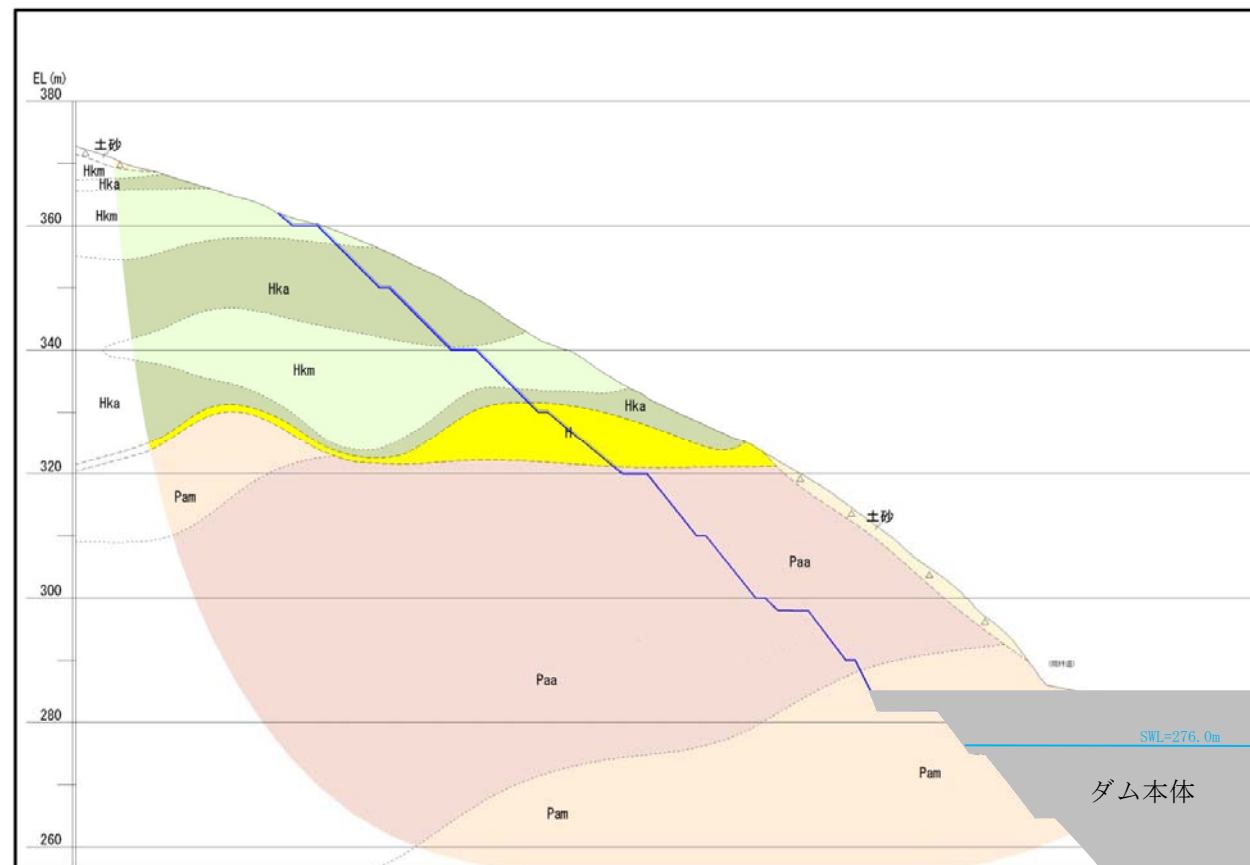


図-6.3.8 掘削横断図 (A-A 測線)

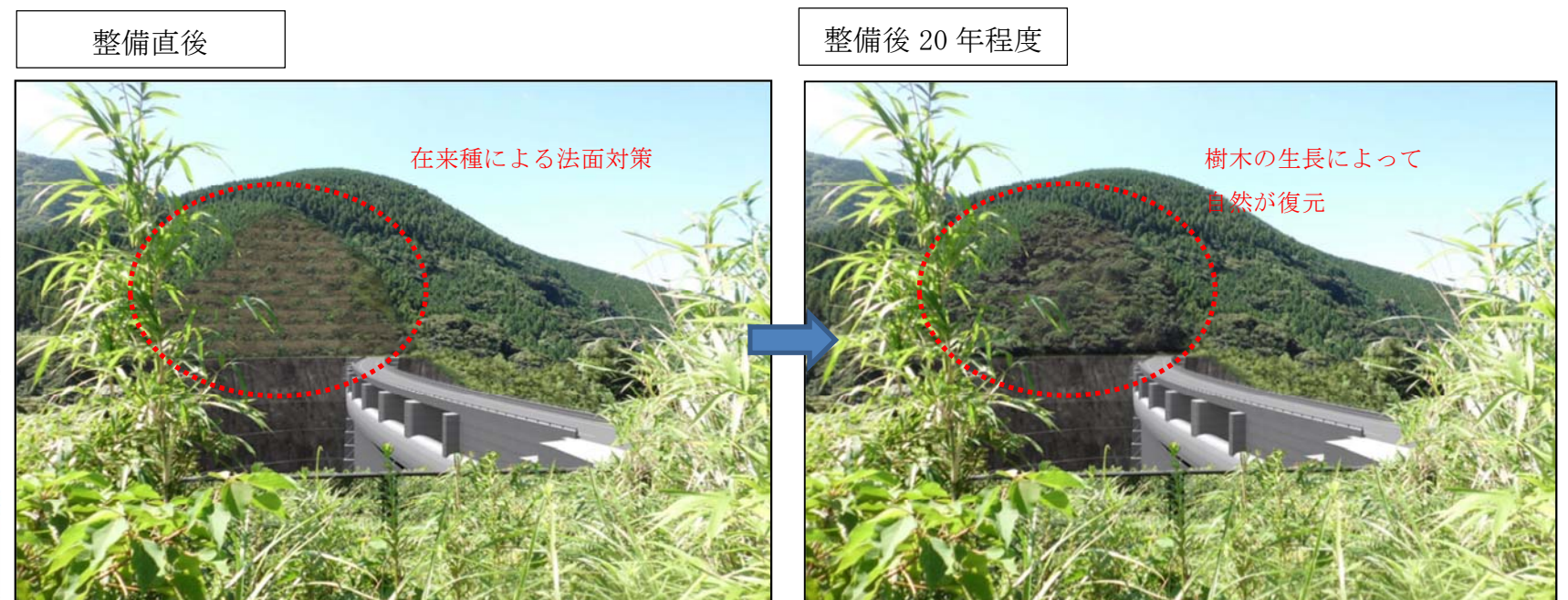


図-6.3.9 緑化対策イメージ

6.3.3 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。
- ・洪水調節初期の水位の上昇に伴い、大きめの石に作用する流速が遅くなることで、大きめの石が動くおそれはない。
- ・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る。また、それ以外のダム近傍斜面についても巨石等調査の上、必要に応じて対策を行うため、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や流木等捕捉施設で捕捉された石は、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。

6.4 湛水予定地周辺斜面

6.4.1 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、不安定化の可能性がある崖錐が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。

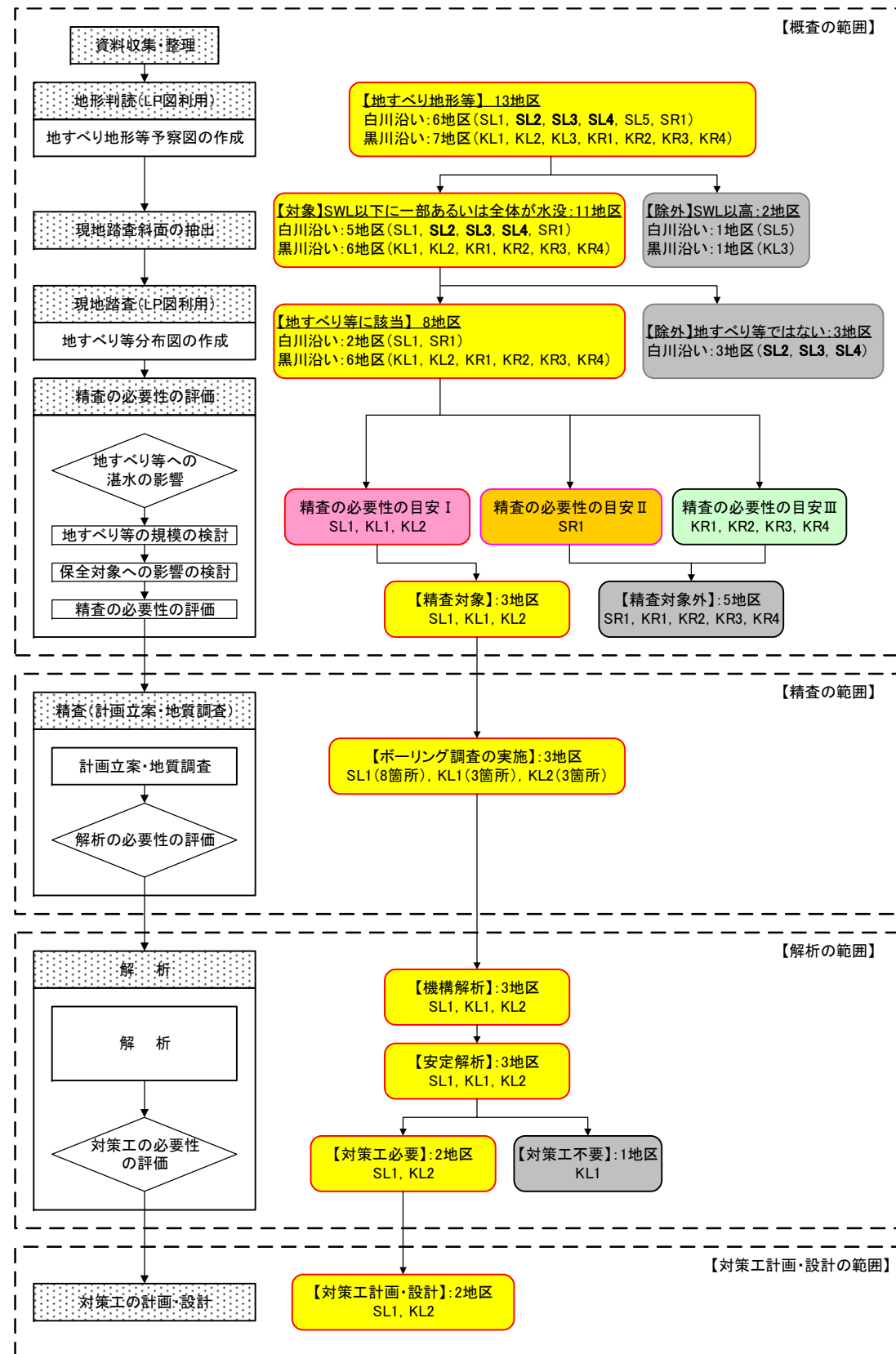


図-6.4.1 検討手順と検討結果

表-6.4.1 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 (m³)	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-6.4.2 地すべり等の規模の区分目安

ランク	区分内容
小	3万m³未満
中	3万m³以上 40万m³未満
大	40万m³以上 200万m³未満
超大	200万m³以上

表-6.4.3 湛水に伴う地すべり等の精査の必要性

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

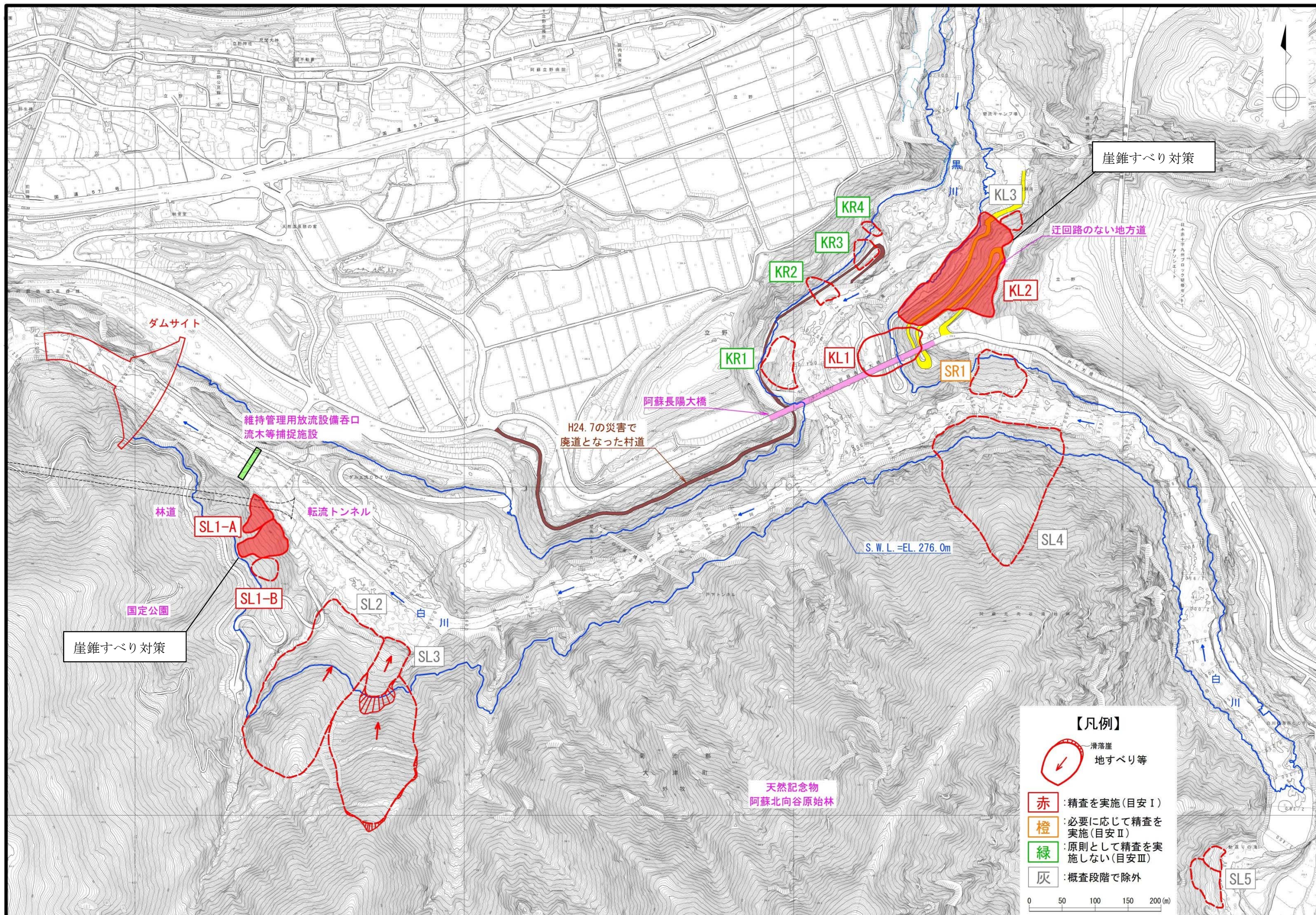


図-6.4.2 湛水予定地周辺斜面調査結果

6.4.2 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。

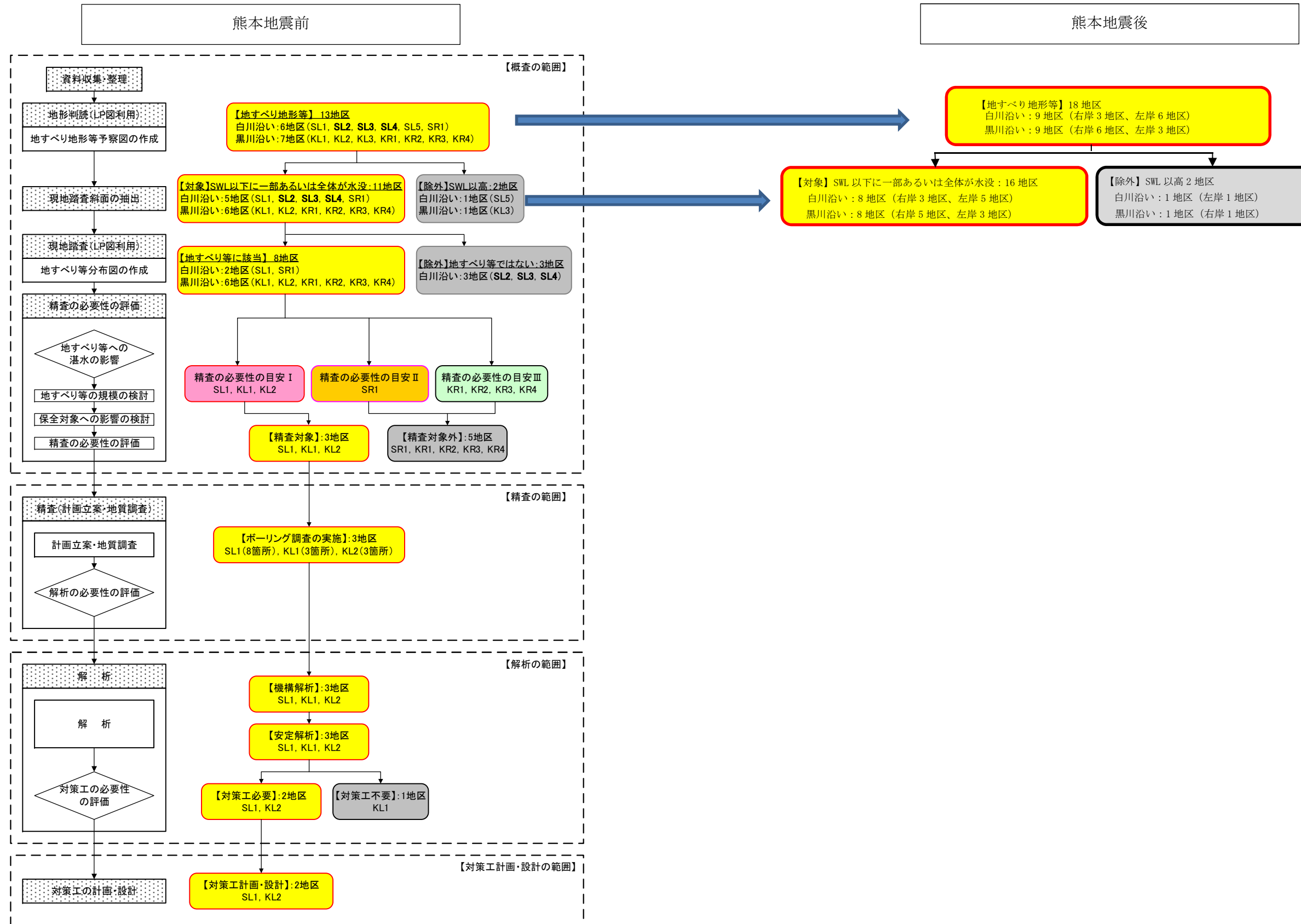


図-6.4.3 熊本地震後の再調査の手順

(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】

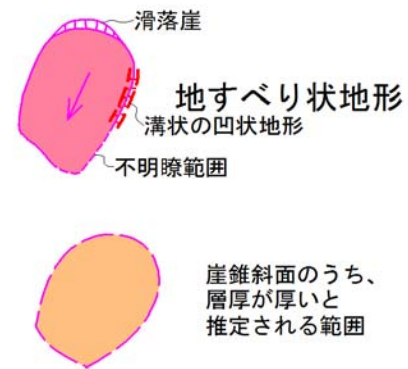


表-6.4.4 地すべり地形等一覧

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

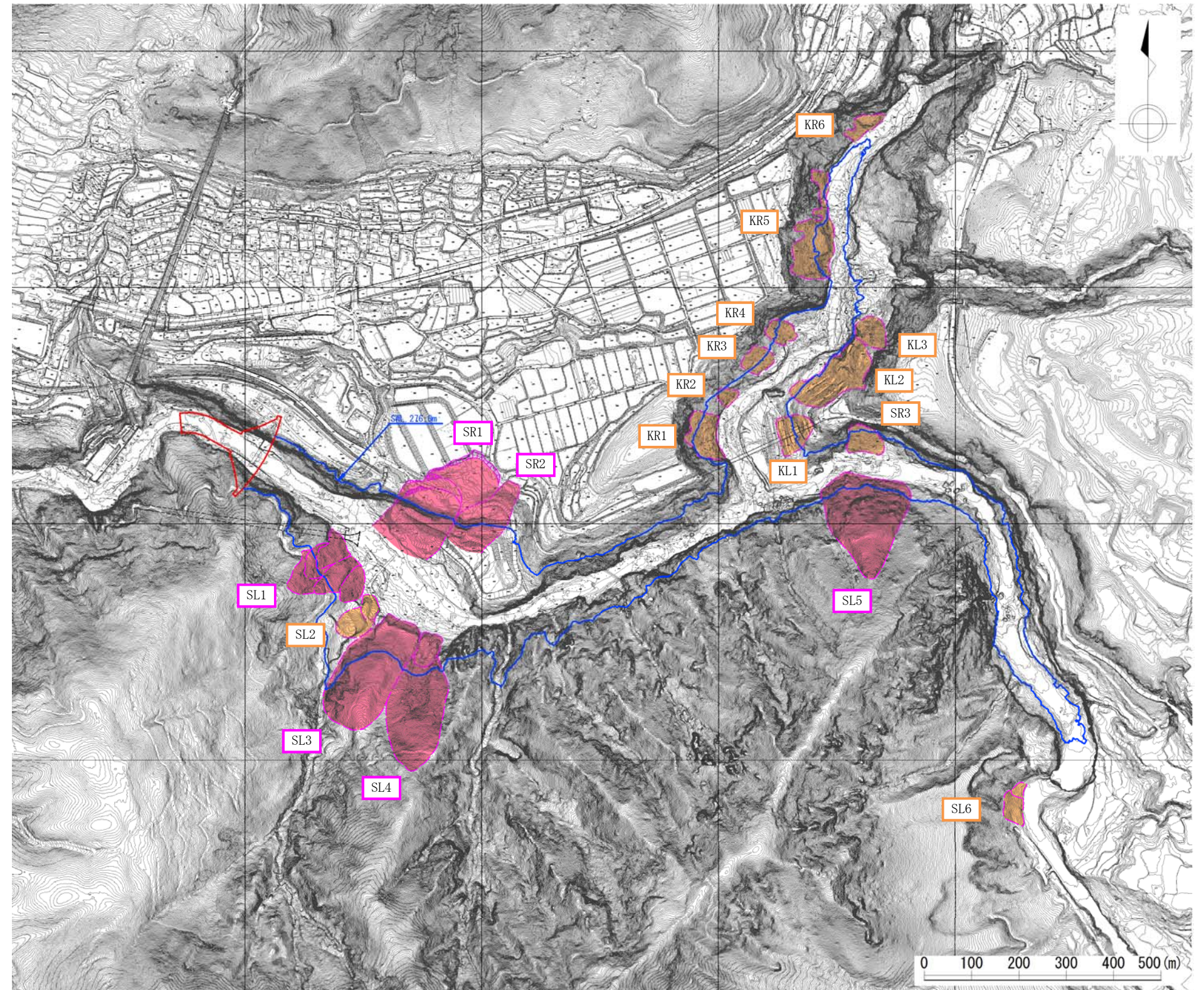


図-6.4.4 貯水池周辺の地すべり地形等の分布

(3) 対策事例

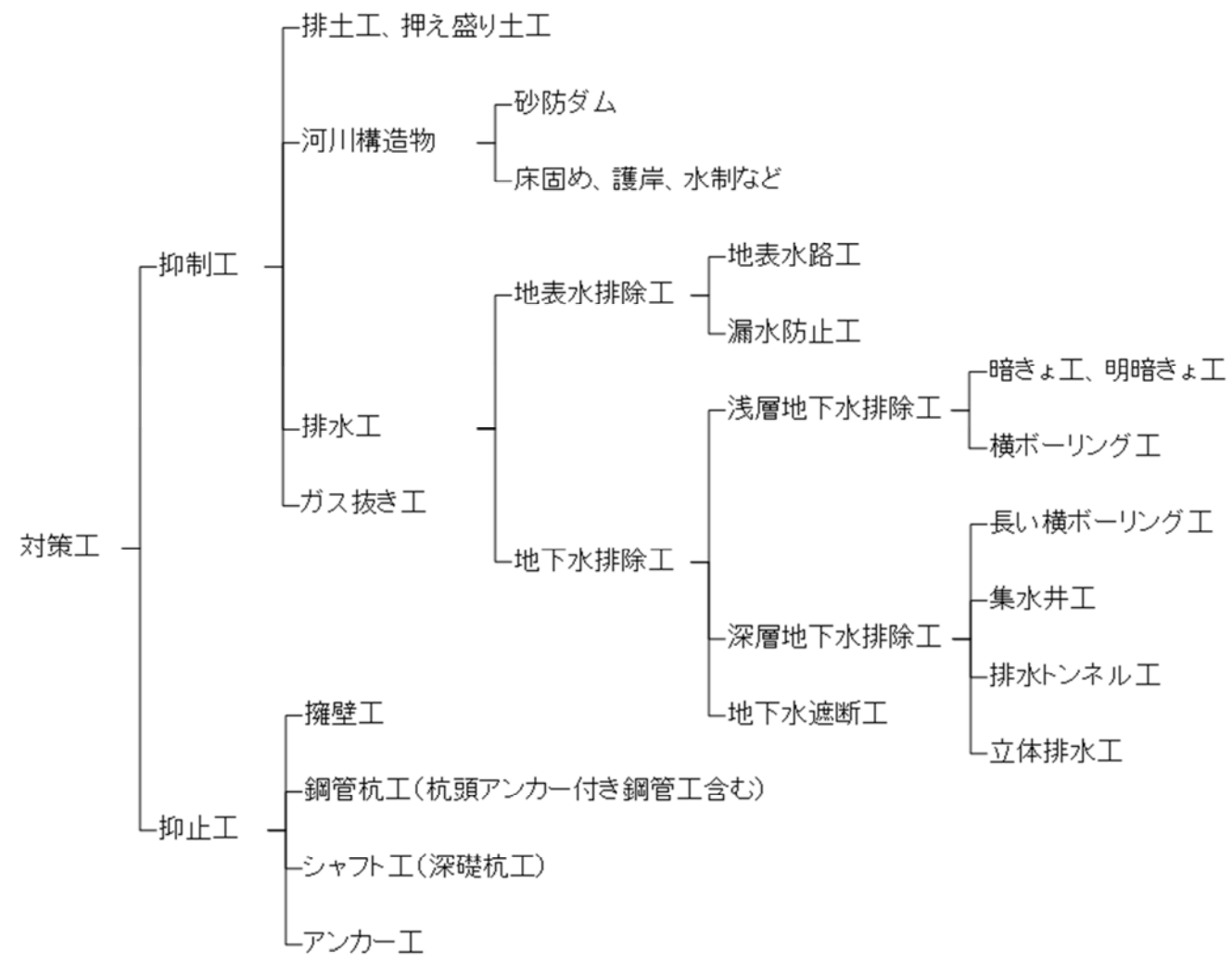


図-6.4.5 対策工の分類

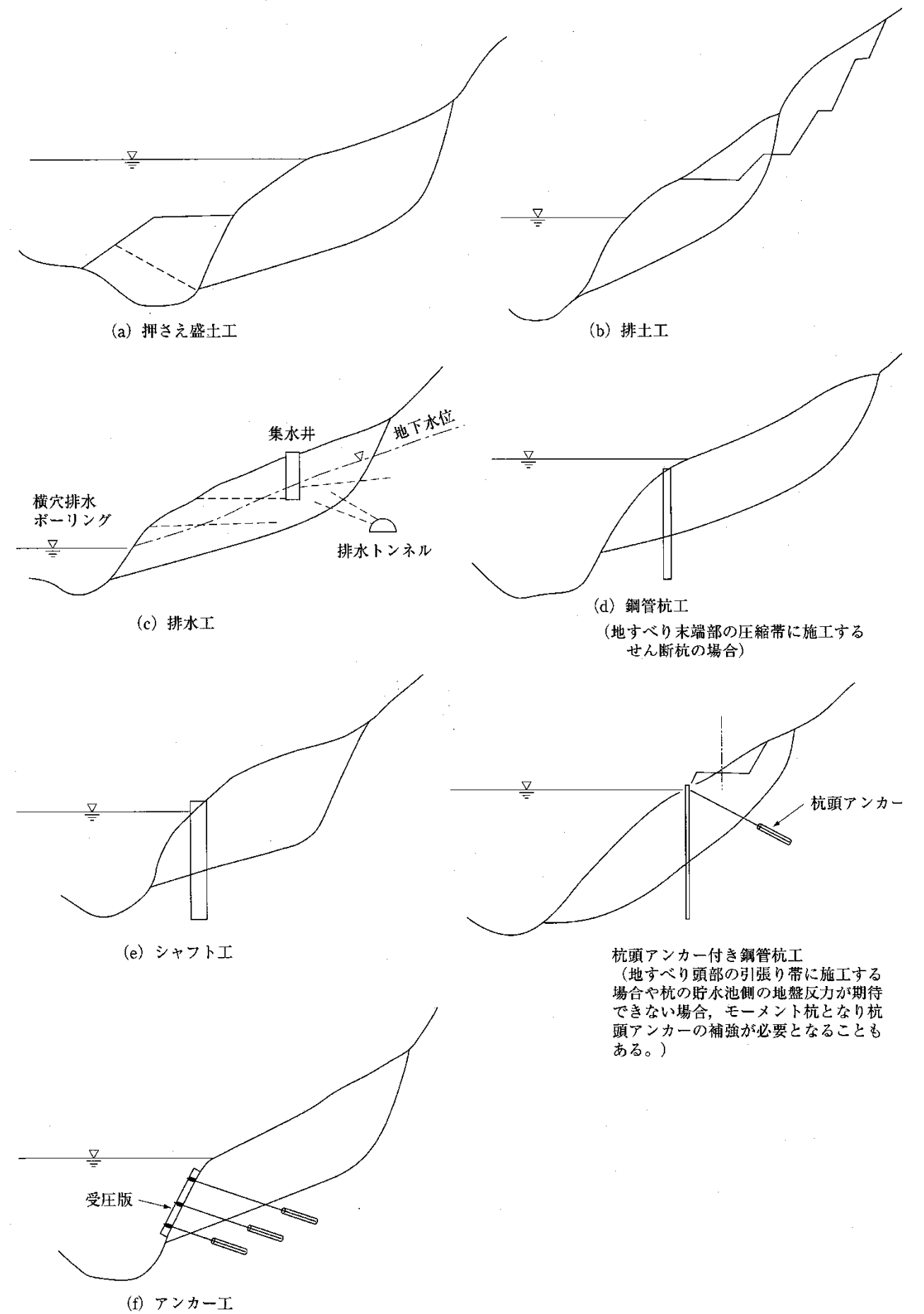


図-6.4.6 一般的な対策事例

■ 対策事例

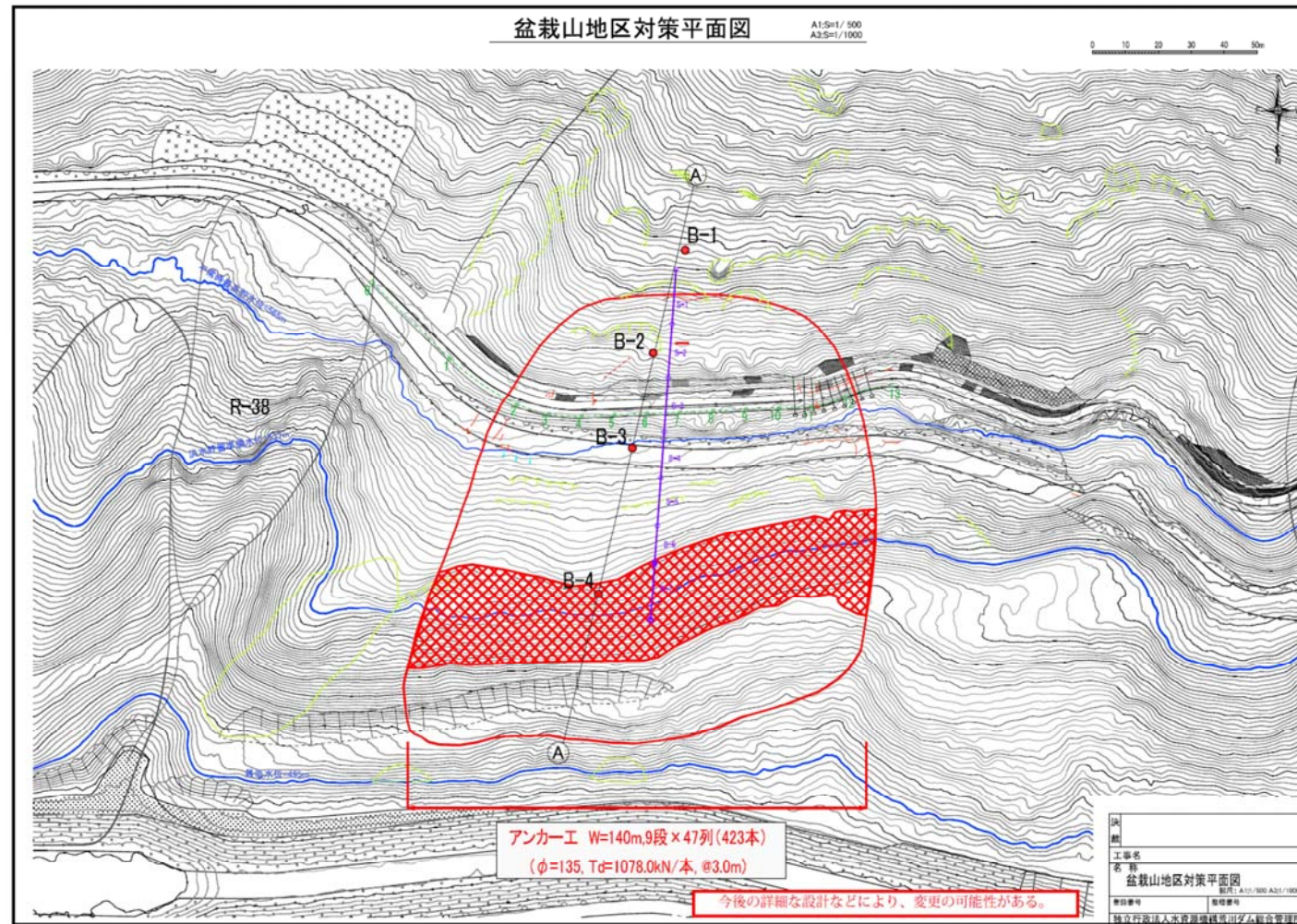


図-6.4.7 対策工平面図 (盆栽山地区)

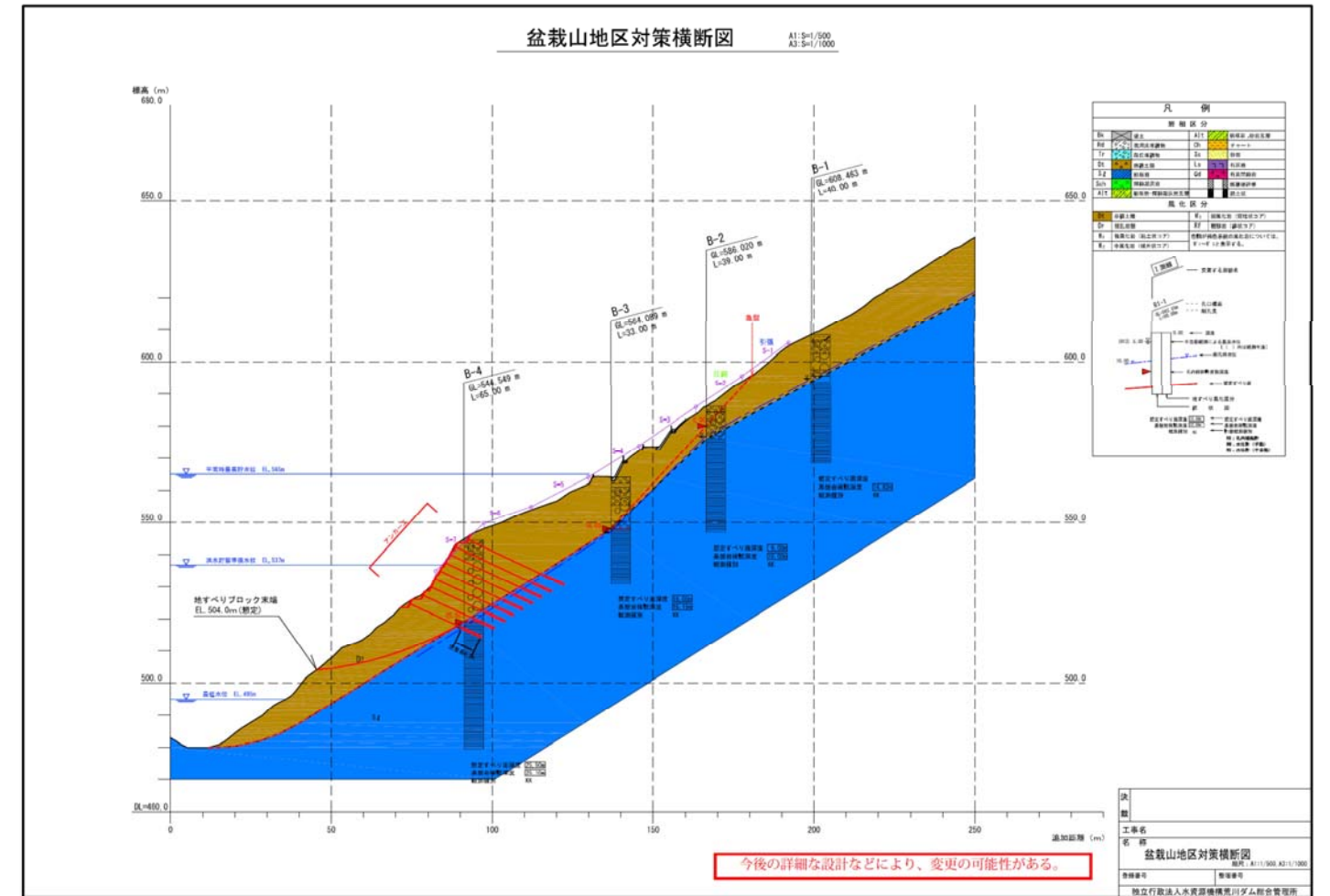


図-6.4.8 対策工横断面図 (盆栽山地区)



写真-6.4.1 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对策検討会 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对策検討会 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部に亀裂が確認されている。

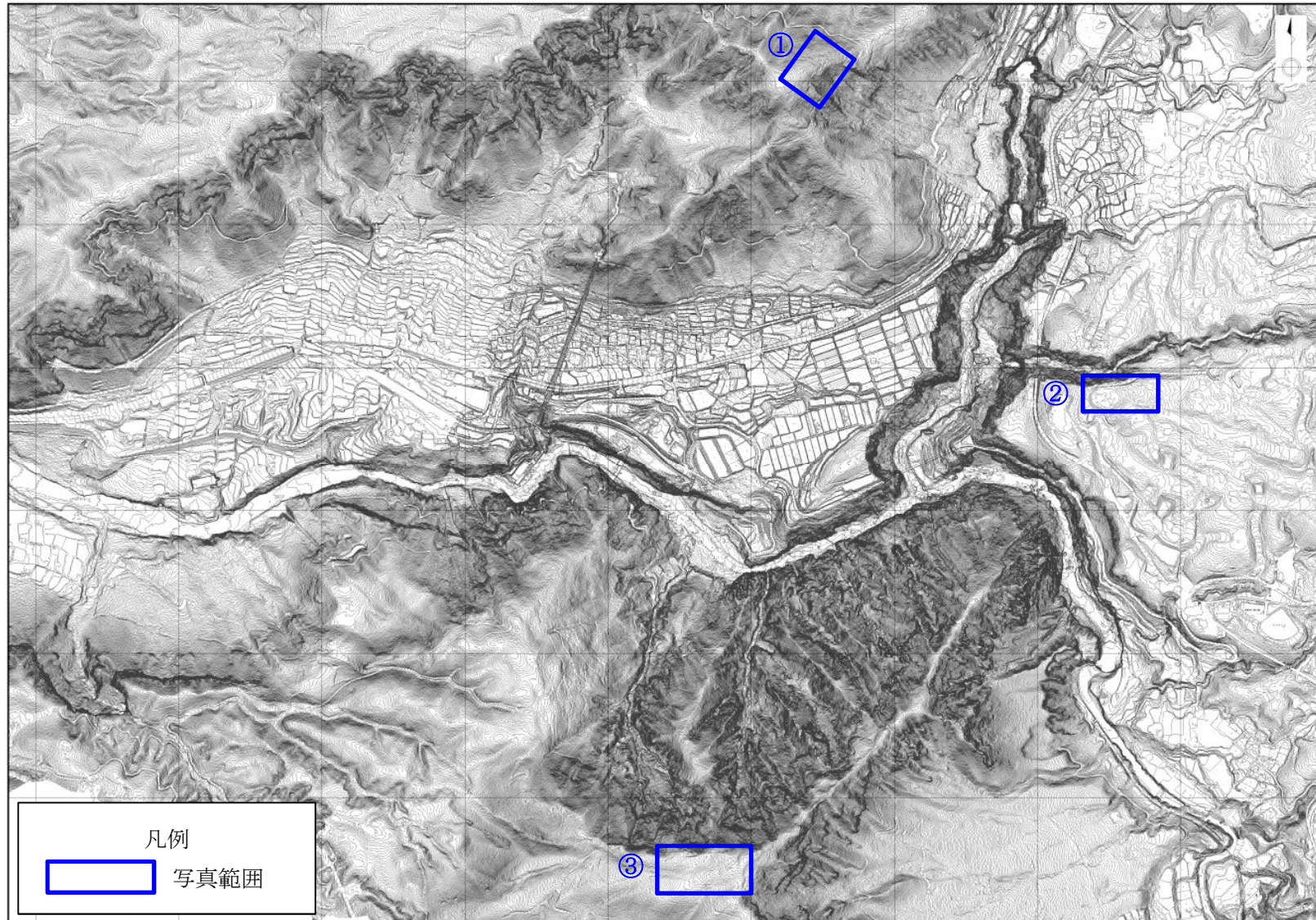


図-6.4.9 亀裂箇所平面図



写真-6.4.2 斜面崩壊上部の亀裂状況（阿蘇大橋付近）



写真-6.4.3 斜面崩壊上部の亀裂状況（濁川付近）



写真-6.4.4 斜面崩壊上部の亀裂状況（ダムサイト左岸上部）

6.4.3 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。

7. 「立野ダム建設に係る技術委員会」の技術的な確認・評価

○第四紀断層

熊本地震後もダム敷及びその近傍にダムを建設する上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しない。したがって、断層変位によってダム敷にズレが生じることはないと考えられる。

○基礎岩盤

熊本地震後もダム本体の基礎岩盤の性状に変化は認められず、基礎岩盤として健全性に問題がないと考えられる。

○地震を踏まえたダム機能の維持

(総貯水容量の確認)

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。

(流木の放流孔に対する影響の確認)

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。

(巨石の放流孔に対する影響の確認)

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がないと考えられる。

○湛水の影響を受ける斜面

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。

○本委員会の結論

・熊本地震後も立野ダムの建設に支障となる技術的な課題はなく、立野ダムの建設は技術的に十分可能であると考えられる。

・ダム完成後も、堆砂、流木、巨石及び斜面の状況について、湛水地内のモニタリングを行うとともに、その結果を踏まえ、必要に応じて土砂の掘削や流木の撤去など、適切な維持管理を実施していくことが重要と考えられる。

・湛水の影響を受けない斜面や湛水地より上流に位置する斜面の状況についても、関係機関等による情報の収集や監視の結果を踏まえ、湛水地への影響の把握に努めることが重要と考えられる。

8. 議事録

8.1 第1回委員会の議事録

開催日：平成28年7月27日（水）10：30～12：30

場 所：KKRホテル熊本 3階

出席者：

委 員：足立紀尚委員、岡田篤正委員、佐々木隆委員、佐々木靖人委員、
角哲也委員、千木良雅弘委員、山口嘉一委員

事務局：九州地方整備局 河川部長、河川調査官、河川計画課長、
立野ダム工事事務所長

【司会】

皆様、本日はお忙しい中、ご出席賜りましてありがとうございます。本日司会を務めさせていただき、九州地方整備局河川計画課長の坂井でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

報道関係者の皆様には記者発表の際にお知らせしておりますとおり、カメラによる撮影については冒頭の挨拶までとさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

また、取材及び一般傍聴の皆様へは、事前にお配りしております「傍聴に当たってのお願い」等に沿って、取材や傍聴いただきますようお願いいたします。

それでは最初に、委員の方々を名簿順にご紹介させていただきます。

一般社団法人地域地盤環境研究所理事長、元地盤工学会会長の足立紀尚様でございます。足立様は、規約に基づき互選の上、委員長に選出されております。

続きまして、京都大学名誉教授、元日本活断層学会会長、岡田篤正様でございます。国土技術政策総合研究所河川研究部、河川構造物管理研究官、佐々木隆様でございます。土木研究所地質・地盤グループ上席研究員、佐々木靖人様でございます。京都大学防災研究所教授、角哲也様でございます。京都大学防災研究所教授、元日本応用地質学会会長、千木良雅弘様でございます。土木研究所地質研究監、山口嘉一様でございます。

皆様、本日はどうぞよろしくお願いいたします。

これまでの審議内容について報告させていただきます。立野ダム建設に係る技術委員会の開催に当たり、各委員へ規約及び運営要領についてご審議いただき、委員会として了承いただいたところです。本日はこの運営要領に基づき、報道関係者へ公開するとともに、別室への中継映像の配信を行っております。

まず、ご了解いただきました当委員会規約と運営要領について説明させていただきます。

【事務局】

河川調査官の永松でございます。よろしくお願いいたします。

資料1-1と1-2につきまして、規約、運営要領について事前にご説明させていただきました。内容につきましては、それぞれこのままでご了解という形でございますので、まず規約につきましては、規約第9条のところ「28年7月〇日」となっておりますが、27日から適用という形でございます。

それから、第4条第2項で「委員会には委員長を置く」ということになっておりまして、互選の結果、足立委員が委員長に選出されました。

それから、同じく第4条第5項で、「事故のある場合、指名する委員がその職務を代理する」と。これにつきましては、角委員にご了解をいただいたところでございます。

それから、資料1-2、運営要領でございますが、これにつきましてもお配りしているとおりの案でご了解をいただきましたので、第1条の日付が「〇」になっておりますところが7月27日、それから第6条の附則のところも同じく日付のところ「〇」になっておりますが、ここも7月27日という形で、本日から適用させていただきます。

私からの報告は以上でございます。

【司会】

それでは、お手元にあります議事次第に沿って進めさせていただきます。

議事3の挨拶を、九州地方整備局河川部長の佐藤より一言ご挨拶申し上げます。

【事務局】

九州地方整備局河川部長の佐藤でございます。

本日は、第1回の立野ダム建設に係る技術委員会に、お忙しい中ご出席いただきましてまことにありがとうございます。改めて御礼申し上げます。

さて、最初に、今年の4月の熊本地震におきまして多くの方々が犠牲になられております。心よりご冥福をお祈りするとともに、現在も避難等を余儀なくされている被災された皆様方に対しまして、心からお見舞いを申し上げたいと思います。

この熊本地震に関しましては、熊本県、市町村をはじめとする関係機関、私ども国土交通省も含め国の機関など、総力を挙げて今復旧に取り組んでいるところでございます。引き続き早期の復興が図られるよう、関係機関と連携して努力してまいりますので、よろしくご協力をお願いいたします。

さて一方、まだ記憶に新しいところですが、平成24年7月には、九州北部豪雨でこの白川流域は大きな被害をこうむりました。白川の直轄区間では、熊本市街地での越水氾濫、それから県の管理する白川の区間、黒川の区間などでは、破堤や氾濫などで甚大な被害を受けまして、沿川全体では死者・行方不明者25名、全壊家屋が1,400以上、浸水家屋も5,000を超えるような大水害となりました。1時間雨量・3時間雨量でも観測史上1位を記録しておりますし、白川の基準点、代継橋におきまして最高水位を記録するなど、未曾有の水害となったところでございます。

現在、この九州北部豪雨からの復興にも当たっているさなかに熊本地震が起きたわけでご

ございますが、この九州北部豪雨からの復旧対策として、白川におきましては国と県でそれぞれ激特事業ということで、集中投資をした河川の改修並びに、貯める対策として立野ダムの推進に取り組んでいるところでございます。引き続き、熊本県の中心地である白川流域を守る治水対策の重要性は変わりませんので、関係機関連携して推進してまいりたいと思っております。

さて、今回の熊本地震で、この立野ダムの周辺でも大きな揺れを観測してございます。私どもの調査では、ダムを建設する上で支障となる情報は得られてはおりませんが、地震の規模が特に大きかったことを踏まえまして、地震後のダムサイト予定地の基礎岩盤の状況などを調査・検討し、立野ダムに係る技術的な確認・評価を行うことを目的に、本委員会を開催することといたしました。本日は主に第四紀断層及び基礎岩盤の状況調査・検討についてご報告をさせていただき、ご審議をいただきたいと思っております。どうぞ忌憚のないご意見を賜りますようお願い申し上げます。開会の挨拶とさせていただきます。本日はどうぞよろしくお願いたします。

【司会】

ありがとうございます。

まことに申しわけありませんが、カメラによる撮影につきましてはここまでとさせていただきますので、ご協力のほどよろしくお願いたします。

【司会】

それでは、これからの進行につきましては足立委員長にお願いしたいと思います。よろしくお願いたします。

【委員長】

足立でございます。よろしくお願申し上げます。

それでは、今日お配りいただいております議事次第に従いまして、議事を進めてまいりたいと思っております。

3の挨拶まで済んでおりますので、4番目の議題、熊本地震後の白川流域の状況についてご説明をお願いいたします。

【事務局】

事務局からご説明させていただきます。資料2をご覧ください。

まず1ページ目をおめくりください。前のほうにもプロジェクターで映しておりますけれども、お手元の資料のどちらでも結構ですので、ご覧いただければと思います。

熊本地震の概要としまして、まず前震が4月14日の21時26分に起こっております。マグニチュード6.5ということで、震度7が益城町でございます。その後、約2日置きまして本震が起こっておりまして、4月16日の午前1時25分、マグニチュード7.3の本震が

起こりました。震度7が西原村、益城町、それから震度6強が書いてある市町村で観測がされました。

2ページ目をご覧ください。

地震の活動状況としましては、熊本県から大分県にかけての広い範囲で熊本地震関連の震央が確認されています。下の左側の絵に震央分布図を示しておりますけれども、布田川断層、日奈久断層、それから大分県のほうにも別府一万年山断層帯とございますが、こういったところでも震央が確認されています。具体的には、7月14日までで震度1以上の余震を観測した回数は1,888回となっております。

それから、右側のグラフはマグニチュード3.5以上の地震の回数をカウントしたもので、赤い色が今回の熊本地震になっております。7月12日時点で264回という過去最多の回数になっております。

次のページをおめくりください。3ページ目です。

この地震によって、堤防に被害が生じております。緑川水系、白川水系、菊池川水系というのが熊本県にございます。菊池川水系が一番北側の1級河川で、それから南に下るごとに白川、緑川となります。今回は緑川の中流部のあたりも余震の震央になっております。菊池川では1カ所の被災を確認、それ以外の171カ所につきましては白川と緑川になっておりまして、左の表にありますように全体で172カ所で、堤防天端のひび割れですとか堤体の沈下といった変状を確認しております。

4ページ目をご覧ください。

この地図は緑川と白川のところを拡大したものでございます。赤いポツで示しているところが変状の箇所、こういったところで被災が起こっております。上が白川、下が緑川で、そのうち青い箇所が11カ所ございます。これにつきましては特に変状が大きかったところで、地震直後から緊急的な復旧工事を行っております。5月9日までに11カ所全てで緊急復旧工事を終わらせました。

次のページをご覧ください。5ページ目です。

それぞれの被災の状況でございます。代表的なものを載せておりますけれども、被災状況としましては、白川はパラペットの特殊堤が多い河川でございますけれども、こういったパラペット部の沈下が起こっていたり、石積みブロックの崩壊等が起こっております。緑川につきましては、土堤区間で堤体のひび割れ等の変状、それから上を兼用道路として使っているところがございますけれども、そういったところでも路面の大きな亀裂などの変状が見られます。

6ページ目をごらんください。

地震後の堤防の沈下状況ということで、6月10日に開いた2回目の白川・緑川堤防調査委員会でお示した資料でございます。白川の右岸側を示しておりますけれども、右岸側におきまして、堤防自体も広域的な地盤沈下に伴って沈下をしたり、それから堤防自身が若干沈下しております。具体的に言いますと、一番下に特殊堤・土堤・特殊堤と書いておりますけれども、土堤では、広域沈下も含めて最大で30センチぐらいの沈下が見られています。

上に照査外水位というのを描いておりますけれども、これは地震が起こった際に2週間で復旧することを基本としておりますので、14日間に発生するであろう10年に1回ぐらいの洪水だとこのぐらいの水位になりますという線でございます、堤防の沈下がこの照査外水位を下回るようなところはありませんでしたが、下流区間は全体的に堤防の沈下が見られています。

7ページをご覧ください。同じく、これは白川の左岸側の状況でございます。ここにきましても、一番河口のところでは50センチ程度の沈下が見られるような土堤区間もございました。

8ページ目をご覧ください。こういった堤防の被災を受けまして、堤防調査委員会を開いております。変状に応じた本格的な復旧工法を検討するため、これまで2回会議を開いて、復旧方法についての工法が決まってきたところでございます、現在、それに基づいて復旧を始めています。

下の絵を見ていただきますと、軽微なクラックのような場合には、堤体の部分的な切り返して対応するという事と、右側にありますように、堤体の緩みが大きい場合には、堤防全体を一回掘削しまして、切り返して盛り立て直す。それから、下に粘土層がある場合には、その浅層改良ということで、トラフィカビリティーの確保をするような改良をやった上で堤防をつくり直すということ、復旧工法として決めていただきました。これに基づいて今、各被災箇所でも復旧を始めています。

9ページ目をご覧ください。

これだけ堤防が地震によって被害を受けたということもあり、ちょうど出水期にかかるということもございましたので、並行してソフト対策として、水防警報や洪水予報の基準水位を暫定的に引き下げています。右側の表をごらんいただきますと、白川のところが赤い枠で囲ってあります。水位が上がるごとにレベル1からレベル5まで、危険度のレベル判定を上げていくわけですが、通常であれば、例えば、白川の代継橋という基準点で氾濫危険水位が5メートルになれば、レベル4の氾濫危険水位に達したことになるのですが、これを1つ低い避難判断水位の4.7メートルで運用しております、今の時点で4.7メートルを超えますと氾濫危険水位という形で、ワンランクずつ基準水位を暫定的に引き下げて運用しています。

それから、下の写真などがございますけれども、これ以外にも、出水時の河川の巡視を通常よりも早い段階で開始するなどしています。監視体制の強化を図っています。

10ページ目をご覧ください。熊本地震後の白川の出水の状況でございます。地震発生後に、白川では比較的大きな出水が2回起こっています。6月21日がおおむね1,500 m³/s程度、それから6月29日に約800 m³/s程度の出水が起こっています。下のほうにグラフを示しておりますけれども、6月21日の約1,500 m³/sという数字につきましては、過去の青いグラフはそれぞれ毎年の最大流量になるわけですが、この流量と比較していただいても、比較的大きな流量が6月21日に発生しています。

11ページ目をご覧ください。こういった出水もありましたので、白川水系における管理

体制の強化ということで、これも6月10日に記者発表しているものでございますが、出水に備えまして、土のうの配備、それから排水ポンプ車を熊本河川国道の緑川出張所に事前配備するというようなこと、それから土砂も白川においていくつかの箇所で撤去してありますし、継続して今もやっています。

12ページをご覧ください。先ほどの21日と29日の出水後の土砂の堆積状況でございます。上が国管理区間、下が熊本県の管理区間になっています。左側が洪水の前、右側が洪水後ということで、上の写真を見ていただきますとわかりますように、高水敷のところに土砂がたまっています。それから県管理区間につきましても丸で示してありますけれども、護岸のところの階段がかなり埋まった状況になってございまして、土砂がかなりたまっていることがわかるかと思えます。

次に、13ページ目をご覧ください。同じく堆積状況②ということで、これも熊本県の管理区間で34キロ600のところでございますが、断面を測量した結果、左下にありますように最大約4メートル程度の土砂の堆積が見られまして、こういったものに対する緊急の掘削などの対策を講じていく必要があると考えています。

14ページをご覧ください。堆積した土砂の撤去ということ、今申し上げましたけれども、たまりますとそれだけ洪水時の水位が上がりますので、こういったものをしっかりとっていくということも河川管理上、大事なことでございまして、堆積土砂の監視を強化して土砂の撤去を順次やっています。上の写真が国管理区間の土砂撤去の状況、それから下が県管理区間の土砂撤去の状況の写真でございます。

15ページをご覧ください。流木の状況です。今回6月の出水で、地震で阿蘇のカルデラ内の斜面の崩壊などが起こった関係で流木が出てきています。下流まで下ってきて橋脚にひっかかるというような形で堆積していますので、こういったものがその後の洪水時に流下能力を阻害してはいけないということから、国の区間、それから県区間でも順次、撤去しています。

15ページにつきましては国の区間の明午橋です。ここは今、橋梁のかけかえをやっておりまして、上流側に仮橋を設置しています。この仮橋の橋脚に木がひっかかったということでございまして、6月22日から緊急的な撤去作業をいたしまして、24時間施工で翌日までに撤去を完了するという工事をやっています。それ以外のところでも順次、橋梁等に堆積している流木を撤去しようと考えています。

16ページも同じお話でございまして、県の管理区間におきましてもこのように流木がたまっているということで、6月21日から25日にかけて県のほうでしっかり撤去してもらっています。

17ページをご覧ください。流れてくる前の立野ダムのところでも、復旧する中で可能な限り河川内の流木等の撤去を実施しております、大型重機を使いながら、河川内の流木を除却しています。

下のところにグラフを載せていますが、管理区間ごとの流木の撤去量ということで、立野区間、県の管理区間、それから国の直轄の下流区間とを色分けしたグラフを載せています。

6月20日までは上流側の立野のところで主に取っていたわけですが、出水が6月21日にございましたので、その後は下流のところでかなり多くの流木を撤去しています。7月10日までに約3,200空^m、空^mというのは、^mとしては変わりませんが、中が木なものですから、密に詰まった状態ではないということで「空^m」と書いていますが、3,200空^mの撤去を実施しています。

今後も河道の状況をしっかりとモニタリング、把握をしながら、必要に応じて掘削や流木を撤去して、適切な河川管理をやっていかなければならないと感じています。

事務局からの説明は以上でございます。

【委員長】

ありがとうございました。

ただいま熊本地震後の白川流域の状況についてご説明をいただきましたが、委員の皆様方、ご質問、ご意見ございましたらお受けいたします。どうぞ遠慮なく。

【委員】

13ページに土砂の図がございまして、白川の下流域のかなり特徴的なところをご紹介いただいたと思いますが、全川でのデータというものも整理されておられると思います。そのあたりはいかがでしょうか。

【事務局】

6月21日と29日と、今回、梅雨のときに雨が多く降りましたので、白川の水位がなかなか下がらないという状況がございました。やっと梅雨が明けまして下がってきましたので、国と県で各断面の測量をやりながら、土砂の全川にわたっての状況を確認しています。

【委員長】

ほかはいかがでございますか。

【委員】

堤防の沈下ですけれども、堤防の下のほうで緩みが起こっているのが原因ですか。例えば液状化とか、そういうものはないんですか。

【事務局】

委員会の中でご報告させていただきましたが、大体50センチぐらい堤防が沈下していますと緩みが大きいのではないかとということで、そこについては全面的な堤防の切り返しをして、盛り直しをするという形で整備をしています。現在、ボーリングなども並行してやっていますので、実際にどのぐらい中が緩んでいるのかということも確認しながら、最終的に復旧していくことを考えています。

【委員】

原因は下部の緩みと判断されておられるわけですね。

【事務局】

はい、そうです。下部と、あと堤体自体も若干緩んでいるところがあると思います。

【委員長】

ほかにご質問、ご意見ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、この議題はこれで終わらせていただきます。

次に議題5、第四紀断層及び基礎岩盤の状況の調査・検討ということでございますが、まず第四紀断層についてご説明をお願いいたします。

【事務局】

資料3に基づきまして、第四紀断層のご説明をさせていただきます。

1枚めくって目次をご覧ください。目次でいきますと、1番、2番で立野ダムの事業概要ですとか地形・地質の状況を述べさせていただきます、3番で第四紀断層の地震前・地震後の調査の結果をご報告させていただきます。

1ページ目をご覧ください。まず立野ダムの事業の概要でございます。流域の概要といたしまして、まず白川流域について、ご存じのところもあるかと思いますが、簡単にご説明させていただきます。白川につきましては、熊本県の中央部に位置する河川でございまして、その源は阿蘇郡の高森町の根子岳に発しています。阿蘇カルデラ内に黒川と白川が流れておりまして、それが立野付近で合流した後、熊本の街中を貫流して有明海に注ぐ河川でございます。幹川流路延長が74km、流域面積は480km²の1級河川でございます。

2ページ目をご覧ください。過去の洪水被害の状況です。白川流域では戦後、熊本市街部を中心に大災害をもたらした水害が幾つかございます。昭和28年6月、昭和55年8月、平成2年7月の洪水、それから記憶に新しいところでいきますと、平成24年7月の九州北部豪雨というような洪水がたびたび発生しています。先ほど部長のほうからもありましたけれども、平成24年7月の九州北部豪雨では、代継橋地点におきまして観測史上第1位の水位を観測して、甚大な被害が発生しています。

右側をご覧ください。洪水の概要をそれぞれ簡単にご説明いたします。

昭和28年の洪水は6月末に起こっています。豪雨により阿蘇地方で山崩れが頻発いたしまして、「ヨナ」と呼ばれる火山灰まじりの砂が洪水で流されてきまして、下流のほうで氾濫堆積しています。そのため熊本市街は泥に埋もれました。このときの被害状況は、浸水家屋

3万1,000余、罹災された方が38万8,000余です。

下に写真がございますけれども、先ほど木がひっかかったと申しました明午橋の流失直前の状況の写真、洪水後の上通の街中のヨナの堆積状況、それから一番下の写真は子飼橋という橋で、もともとの川は右側の「子飼橋」と書いているところを流れていたんですけども、流木による阻害で川が左岸側のほうに流れを変えてしまったということで、そこに被災後に保安隊によって仮設の橋がかけられたという写真です。

次のページをご覧ください。3ページ目です。

昭和55年8月洪水につきましては、阿蘇の黒川の観測所で最大666mmの連続雨量を観測しています。この大雨によりまして白川が熊本市街部で越水する洪水となりまして、多数の家屋の浸水を発生させています。このときの被害としまして、死者・行方不明者は1名、床上・床下合わせまして6,000余という戸数でございました。

3番目は平成2年7月の洪水です。このときも阿蘇山観測所で1日24時間雨量としまして、累加して341mmの雨が降っています。同じく白川が熊本市街で越水をしまして、また黒川のほうでも広範囲に氾濫をするような洪水となっています。熊本市、阿蘇市で多数の家屋浸水が起きています。このときの死者・行方不明者は14名、床上・床下が約4,000という数字になっています。

それから右側ですが、24年7月の九州北部豪雨です。白川流域でいきますと、坊中という雨量観測所で観測史上1位の時間雨量124mmを記録するとともに、流域の5つの雨量観測所、阿蘇のカルデラの中ですが、こういった場所において3時間雨量が観測史上第1位を記録しています。それから、先ほどから申していますように、基準地点であります代継橋というのが熊本市の市街地にありますけれども、そこにおいて昭和31年の観測開始以来、観測史上第1位の水位を記録しています。このときの死者・行方不明者は25名、床上・床下の戸数が大体5,500でした。

このときのヨナの堆積状況などが下のほうの写真で示されていますけれども、このような形で堆積したり、龍田陣内地区については越水をして住家が流されたりした被害が起こっています。

4ページ目をご覧ください。立野ダムの目的と機能です。白川の河川整備につきましては、河川法に基づきます「白川水系河川整備基本方針」「白川水系河川整備計画」がつくられておりまして、それに基づいて実施をしています。流域内の洪水調節施設として立野ダムが位置づけられています。立野ダムにつきましては、白川沿川の洪水被害の防止または軽減を図ることを目的とした洪水調節専用ダム、流水型ダムです。

河川整備基本方針につきましては、昭和28年6月の洪水と同程度の洪水を安全に流すことを目的としまして、基準地点代継橋において基本高水のピーク流量3,400m³/sを、立野ダムにより400m³/s調節をしまして、河道としては計画高水流量として3,000m³/sを流す計画になっています。

下の図-1.3.1に模式図を示していますが、流す対策としまして、基本方針上は、3,000m³/sを河道へ配分、それから貯める対策として洪水調節施設で400m³/sという

計画に、代継橋地点ではなっています。

同じく、今後20年から30年間の目標を定めています河川整備計画については、同じ代継橋地点における整備計画目標流量は2,300m³/s、立野ダム、それから上流側の黒川遊水地群で300m³/sの洪水調節を行いまして、河道で2,000m³/sを流すという計画になっています。図-1.3.1のイメージ図の一番下に書いてございますけれども、整備計画の流量は、河道に2,000m³/s、立野と黒川遊水地群で300m³/sという形になっています。現況の流下能力は1,500m³/sですので、激特事業などによって残りの流下能力の向上を図っています。

それから、上の文章の最後2行のように、白川の治水対策は、河道の整備、流す対策と、立野ダムの建設等で貯める対策の両方の整備が不可欠で、その両方で治水安全度の達成を図ることにしています。

右側をご覧ください。表-1.4.1は立野ダムの計画の諸元です。形式としましては曲線重力式のコンクリートダムです。高さが約90m、貯留容量が約1,000万m³/s、それから天端の一番高いところが標高282m、計画堆砂量が約60万m³のダムとして計画されています。

事業の経緯といたしましては、昭和58年に建設事業に着手いたしまして、その後、補償基準の妥結をしまして、平成12年に河川整備基本方針を策定し、14年に河川整備計画を策定したところです。その後、全国のダム事業が検証されまして、平成22年にダム事業の検証について国土交通大臣から九州地方整備局へ指示がございまして、検証対象のダムになっています。その後、検証作業を進めまして、平成24年、白川の治水対策として立野ダム建設事業は継続する方針が決定されています。この継続の決定を受けまして、上流仮締切等の工事契約と仮排水トンネルの工事等を進めてきたところです。

5ページ目をご覧ください。

立野ダムの平面図、標準断面図、上流面図、下流面図をお示ししています。立野ダムは流水型ダムとして計画していますので、下段、それから若干上の中段のところに2門という形で、放流孔を合計3門設けます。放流口の大きさとしましては、5メートル掛ける5メートルを予定しています。

6ページ目をご覧ください。

地形・地質です。白川全体の地形・地質を先にご説明いたします。白川流域については、カルデラのほうが頭で、熊本市のほうに向かって尻尾という、オタマジャクシに似た形をしています。外輪山に囲まれた上流部については、南北24km・東西19kmのカルデラです。このカルデラ内に集まった雨が、唯一の出口であります立野火口瀬を通じて、カルデラ外に流出しています。立野ダムについては、この立野火口瀬付近に計画されているダムです。

地質の概要としましては、白川の上流域から中流域にかけては、第四紀の更新世以降の火山岩類が広く分布しています。火山岩類としましては、古いものから先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が累重した地質が構成されています。

次のページをご覧ください。7ページです。ダムサイト周辺の地形と地質です。ダムサイ

トについては、白川と黒川の合流点から約1.3km 下流の立野火口瀬付近に計画しています。先ほどから申ししていますが、カルデラ外への唯一の出口となっております、河川自体が大を大きく浸食した形状になっています。ダムサイトの右岸側については、80m 前後の直立した急崖が連続しております、左岸側については、外輪山に続く40度から60度ぐらいの傾斜の斜面です。図-2.2.1に断面図を示しています。白川の右岸側については立野台地がございまして、左岸側については外輪山にそのままつながるような斜面になっています。

8ページ目をご覧ください。地質の概要です。立野火口瀬付近には火山岩類としまして、先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が分布しています。先阿蘇火山岩類については、阿蘇の外輪山を構成する40万年から80万年前の岩石、地質です。そのカルデラが形成された後にカルデラ内で活発な火山活動が始まりまして、今の中央火口丘が形成されまして、その火山活動によって、鮎返ノ滝溶岩、栃ノ木溶岩、立野溶岩、赤瀬溶岩、火山研究所溶岩というのが火口瀬に順次流れてきて堆積するという形で、先阿蘇火山岩類の上にそういった溶岩系のものが乗っているという地質の概要です。

次のページをご覧ください。9ページ目です。立野火口瀬周辺の地質図をお示ししています。立野ダムのところを赤いポツで示していますが、左岸側が先阿蘇火山岩類、それから右岸側が立野溶岩という形で構成されているのがわかるかと思えます。

ここまでが地質の概要です。

次に、第四紀断層のご説明に入らせていただきます。

10ページ目です。立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層ということで、まず、熊本地震前の調査の中身をご説明させていただきます。調査方法を3.1.1にお示ししています。ダム建設に係る第四紀断層の調査の内容と方法については、第四紀断層の調査（河川砂防技術基準調査編）等の技術資料と文献によって示されていますので、立野ダムにおいてもこれらの技術資料等に基づきまして、第四紀断層の調査を実施しています。

左側にフローをお示ししていますが、このように1次調査、2次調査に分けた形でやっています。まず上から文献調査ということで、半径50km 圏の文献断層を抽出いたしています。その次に地形学的な調査ということで、半径10km 圏の空中写真判読を実施して、線状模様等の抽出を行っています。この文献調査と地形学的調査の対比をいたしまして、それを比較した上で、現地調査の対象とすべき文献断層及び線状模様があるのかどうかという1次判定を行っています。それに基づきまして、調査対象として、地震前は8条の文献断層として抽出されています。

これらの概略の地質調査と文献・地形学的な調査を比較しまして、ダム近傍に第四紀断層があるのかどうかという2次判定を行いまして、地震前の状況ではダム近傍に2次調査の対象となる第四紀断層はないという全体の評価に至っています。

10ページ目の右側です。地震前の文献調査の結果ということで、①から⑨までの文献について調査しています。その結果、ダム敷から50km 圏に分布するものが177条、ダム敷から10km 圏に分布するものが20条、そのうち長さ10km 以上のものが1条、ダム敷から

3km 圏内に分布するものが7条でした。活断層を明記しているか否かにかかわらず、記載されているものをここでは文献断層と呼ばせていただいています。

11ページ目をご覧ください。50km 圏の地勢図に文献断層の位置をお示ししています。

12ページに参ります。文献断層の調査の次に、地形学的な調査をやっています。空中写真及び地形図を判読しまして、断層変位の地形を伴った線状模様があるのかどうか、10km 圏で調べました。その結果、10km 圏には18条の線状模様が抽出されまして、調べている文献断層の分布傾向と調和的でした。

抽出された線状模様については、線状模様の確からしさによってL1からL3に分類しています。L1が7条、L2が9条、L3は2条、ダム敷から3km 圏に分布するものが1条でございまして、L1については、ごく最近に変位を示す地形である確からしさの最も高いもので、L2、L3に行くに従って確からしさが不明瞭になってきます。

13ページは線状模様の判読結果です。3km 圏内では⑩の線状模様が判読されています。⑩は北向山断層です。それから⑪が10km 以上ということで、これは布田川断層になりますけれども、こういったものが線状模様の空中写真判読から抽出されています。

14ページをご覧ください。

文献調査の結果と地形学的調査の結果を対比しています。ダム敷から10km 圏の文献断層と、判読した線状模様を対比した結果、現地における地表地質踏査が必要とされるものとして、8条が抽出されています。赤いハッチがかかっているところがその8条になりますけれども、現地調査の必要性の評価の基準としましては、①から③まで書いてあるような基準で評価をして、現地調査の必要性を判断しています。内容としましては、①ダム敷から3km 圏で指摘されている文献断層または確認されているL1からL3の線状模様があるか、②として、ダム敷から10km 圏内で延長が10km 以上のものがあるか、③として、ダム敷から3km 圏外であってもダムサイトに向かう可能性がある線状模様があるかという形で対象を絞り込んでいます。

表の右側のほうに○×がついていますが、この中でダムとの関係に○がついているところが対象として抽出されたもので、全部で8条です。

15ページ目をご覧ください。その結果出てきた8条がここに示されていまして、ダム3km 圏から一部10km 圏まで拡大した形で載せています。立野ダムの位置、それから立野ダムの500m 離れたところに北向山断層等が抽出されています。

16ページ目です。これらの現地地表地質踏査などを総合的に勘案して、地震前の状況を表のように評価しています。

まず北向山断層、28番ということで、番号では⑩と書いています。それから布田川断層、⑪と。これについては第四紀の地層を変位させていますので、第四紀断層であるという評価になっています。北向山断層については、ダム敷上流側500m 付近の断層露頭を通過しておりまして、その延長はダム敷近傍には向かわないこと、それから布田川断層については、第四紀断層であることは明らかなものの、ダム敷及びその近傍までは連続していないと評価しています。

それから、19番の瀬田断層、⑨については断層露頭は認められない。延長部はダム敷に向かう方向を示しているけれども、連続露頭、その先のダムに近いところでの露頭には断層が認められないということで、ダム敷及びその近傍までは連続していません。

それから、下の21番から33番については、線状模様として判読されていません。第四紀断層の可能性については、断層による変位地形は認められず、断層露頭も認められない。それから、ダム敷に向かう方向性がない、連続露頭の部分に断層が認められないと評価しています。

これらを踏まえまして、一番上に書いてありますとおり、地震前の状況としましては、ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと判断しています。

17ページをご覧ください。地震後の状況です。

熊本地震を受けまして、ダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層が存在するかの確認を行うことを目的としています。

追加調査の方法でフローを示しています。フローの左側の赤いところは、これまで地震前にやってきた流れでございまして、これに地震後の追加調査として青のところを加えたという形になっています。

まず1つ目、青のところの①ですが、大学・研究機関等の発表文献調査ということで、半径50km圏の地震後の発表文献を調査しています。それから次に、空中写真判読・航空レーザー測量図の判読ということで、半径3km圏内の判読を行っています。それから③としまして、概略の地質調査のため、現地踏査で地震直後からクラック調査をやっています。それから現地踏査としまして、ダム敷近傍の文献断層として、19、21、25について調査をして、それらを踏まえて、第四紀断層として特に考慮する必要があるか、確認をしています。

18ページをご覧ください。

まず、大学・研究機関等の発表文献調査です。平成28年7月22日現在で46件の文献を収集・整理しています。このうち地表地震断層、可能性があるものも含まれますが、その位置が記載されている文献が27件、それから推定地表地震断層の位置が記載されている文献が1件ございます。収集文献のところにハッチがかかっていて○がついているものが、その28件になります。

これらを調査した結果、結論としては、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたと思われる地表地震断層及びその疑いのある変状は報告されておられません。また、今回の熊本地震については、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられるということが各種文献の中で見られまして、文献番号として地震調査研究推進本部の地震調査委員会の文言を書かせていただいています。

19ページをご覧ください。具体的に地表地震断層等の位置を落としました。全体で28件の文献があり、その箇所を落としたものが19ページから21ページです。それぞれ50km圏、10km圏、3km圏という形で落とされています。

21ページをご覧ください。3km圏で見た場合です。立野ダムの上流500mのところに向かう断層で、亀裂等の地表地震断層の疑いのある変状が確認されています。あと、「東海大

学周辺」と書いていますけれども、阿蘇のカルデラ内まで亀裂が確認されています。

あと、29番、30番というのが21ページの左側の図の中に書いています。「濁川周辺」と書いていますけれども、ここはグラーベン状の正断層群で地滑りを含む可能性もあるという形で、文献番号29番の文献で報告されています。

机の上にファイルが置いてあるかと思いますが、こちらはそれぞれの発表されている文献を全部まとめたものでございまして、これをベースにこの位置を落としています。

21ページの上を読ませていただきますけれども、地震後の大学・研究機関等の発表文献におきましては、布田川断層帯の地表変位は、東側の端が、従来認定されていた活断層の端点よりも約4km東側で、阿蘇カルデラ内まで28kmにわたって認められたという報告が産業技術総合研究所からされています。それから、国土地理院が阿蘇カルデラ内にも地表の亀裂が多数確認されたと報告されていますけれども、地表地震断層及びその疑いのある変状がダム敷及びその近傍に延びているという報告はございませんでした。

22ページが、3km圏内の収集文献のそれぞれの記載内容です。

下線を引いているところが主要なところでございまして、先ほどから申し上げている地震調査研究推進本部は30番で、この地震は主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられるということなどが報告されています。こういったものをベースに調査文献をまとめたところですよ。

次に、23ページ目です。空中写真判読と航空レーザー測量です。それぞれ空中写真とレーザー測量の判読を実施した結果ですが、下の地図にありますように、基本的に、判読された線状模様の位置は地震前の判読結果とほぼ同等です。北向山断層で東端が少しカルデラの方向に向かって延びているところが見受けられますが、それ以外については同様ということです。また、既往の文献断層や地震後の発表文献とも調和的ということで、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されておりません。

24ページが航空レーザー測量による線状模様の判読結果でございまして、これについても同様です。

次に、25ページ、現地踏査です。クラック調査をやっています。黒川合流点下流の白川右岸台地と、それから左右岸のダム敷周辺を中心にクラック調査を実施しています。その結果、以下のことがわかったということで整理しています。

まず①としまして、ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認をされておられません。26ページを見ていただければと思います。ダムサイト付近のクラックを表示していますが、まず①としまして、南阿蘇鉄道側のレールに変状等はございません。それから②③はダムサイト左岸側になりますが、ここも地表面の亀裂は確認されておらず、岩盤露頭にも亀裂はありません。それから④⑤ですけれども、⑤のところでは台地肩の表層崩壊が起こっておりまして、こういったものに伴って表面が引っ張られて、④にありますように台地の上部のところで重力性の亀裂のようなものが確認されています。

25ページに戻っていただきまして、①としまして、そういったことからダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかったとしています。②としまして、

ダム敷及びその近傍の亀裂は斜面に平行ということですので、地震動による表層の滑りに伴う引っ張りによって生じた重力性亀裂と考えられる。③としまして、熊本地震前の第四紀断層調査の結果のとおり、ダム敷から500m離れた既知の北向山断層に沿って、地表地震断層の可能性のある亀裂が線状に確認をされています。

25ページの下の地図を見ていただきますと、クラックの評価としまして、赤い線が右横ずれ、それから青い線が左横ずれになっています。この青い太い線が、L2の線状模様判読での北向山断層の線と我々が考えているものでございまして、ここに沿って横ずれの地表地震断層の可能性のある亀裂が線状に確認されています。

それから④としまして、北向山断層のあたりからダム敷方向に延びる地表地震断層の可能性のある亀裂は確認をされておられません。

27ページ目をごらんください。それぞれ北向山断層付近のクラックの拡大写真、拡大図です。

28ページも同じように、犀角山周辺のクラック、横ずれの状況をあらわした拡大図です。

ここまでが現地踏査になります。

それからクラックマップの次に、現地踏査としまして、ダム近傍の文献断層19、21、25の現地踏査もやっています。

まず文献断層25ですが、ダム下流部の左岸側に文献断層25の北端という形で示されているということでございまして、ここの左岸側の岩盤露頭、周辺の連続露頭を調査しています。その結果、30ページを見ていただきますと、まず25番の文献断層の延長部と思われるところの連続露頭の写真を載せていますが、特に断層の亀裂等は確認されていません。

それから、31ページにスケッチを載せていますが、同じく文献断層25の延長部の岩盤露頭スケッチということで、ここを確認したところ、上が先阿蘇の自破碎部、下が先阿蘇の塊状部という形になりますけれども、節理面はありますが、地表地震断層の断層面みたいなものは見られないことを確認しています。

32ページです。文献断層25番の対岸のところ九州電力の構造物がございまして、ここの調査もしていますが、大きな変状は確認されておられません。こういったことから、25番についてはダム敷及びその近傍まで連続しないことを確認したところでした。

次に、33ページです。文献断層19番ということで、3kmより外ですが、その方向がダム敷に向かうということで、ここも調査をしています。19番の断層の一番東側の端のところ、34ページの6番の写真ですが、断層の先のところの露頭の調査をしています。文献断層の延長線上にある火砕流堆積物の露頭にも断層は確認されていません。それから路面等の変状もないということでございました。

次に、35ページです。文献断層21ということで、これは立野ダムの北側にある文献断層と言われているものですが、もともとダム敷に向かう方向性はないということで、ここついても道路等の変状の状況を確認しましたがけれども、特に変状は確認されませんでした。

これを踏まえまして、36ページです。現時点の調査結果のまとめということでポツを幾つか書いていますが、上から読ませていただきます。

まず、熊本地震後の大学・研究機関等の発表文献を収集・整理した結果では、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたと見られる地表地震断層及びその疑いのある変状は確認されていません。

それから、地震後の空中写真判読や航空レーザー測量図判読を3km圏で実施した結果でも、判読された線状模様の位置は既往の文献断層や地震後の発表文献と調和的であった、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されなかったということです。

3つ目のポツとしまして、地震後の現地踏査により確認した亀裂（クラック）の結果をもとに、地表地震断層の可能性のある亀裂を整理した結果、ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。また、地震前の第四紀断層調査結果のとおり、ダムから500m離れた既知の北向山断層に沿って線状に地表地震断層の可能性のある亀裂が確認され、北向山断層付近からダム敷及びその近傍に延びる地表地震断層は確認されておられません。25、19、21についても、それぞれ断層による変位地形や断層露頭は確認されなかったことと、連続の露頭に断層は確認されていません。

それで、今日時点のまとめとしましては、これらの調査結果を踏まえれば、熊本地震後もダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと考えられる。なお、今後の調査等を踏まえて最終的な評価を行う事にしています。

下の表ですが、評価案をお示しさせていただいております。地震前の状況から変更があったところに下線を入れています。第四紀断層の可能性として、28番、30番のところ下線を入れて、北向山と布田川のところを、熊本地震の震源となった第四紀断層であるという評価案としています。

第四紀断層については以上です。

【委員長】

ありがとうございました。

第四紀断層について報告をいただきましたが、まず、その調査手法、それから特に36ページにございますまとめについてご意見、ご質問ございましたらお受けしたいと思えます。よろしく申し上げます。

【委員】

この地域の活断層図、「九州の活構造図」という書籍を責任者というか委員長を務めておられて、都市圏活断層図についても委員長のよう形にまとめてきました。また、私が筆頭者ではなかったんですけども、地震前にこの地域の現場に来て調査したことがあることを記憶しています。それで、このサイトそのものについて私自身もまだ写真を持っていましたので、地震後に自分で判読をやってみました。やはり地震前に刊行している活断層図だとか本だとかを超えるものは見つかりませんでした。

それで、地方整備局のほうで撮影された、詳しい地震後の写真をお借りして、もう一度、この付近だけを判読してみましたところ、北向山断層とか布田川断層については判読でき、

我々が言う活断層の範疇に入るが、それ以外はやはり判読しにくいんですね。それで、地表で東海大学のキャンパスに近いところ、あるいは南側に出て、変位量がわずかに数十センチとか1メートルを超えないようなものについては非常に判読しにくいということで、北向山断層の北東部については地震後、変位している断層は写真では解読できませんでした。先ほどのようなご説明は、私が単独でやった結果ともおおむね整合しています。

【委員長】

ありがとうございました。
他はいかがですか。どうぞ。

【委員】

24ページに航空レーザー測量図による線状模様判読結果がございまして、詳しい測量図で見ても、おおむねこの辺を線状模様が通るとするのはよろしいかと思うんですけども、おそらくこの地域は地震前の航空レーザー測量のデータもございまして、地震前後で地形的にどういう細かい変化があったかを探るといふか、そういう結果も参照されて、具体的にどの辺に変位が出たのかということをもう少し詳細に見ることも可能だと思います。そういうものも参照されて、実際にダムサイトよりも上流側の変位しかないことを確認されるとよろしいかと思います。

【委員長】

これは地震前の調査もあるんですね。

【事務局】

ございます。

【委員長】

地震後のものもあるので、それを比較してみなさいということです。それはできますよね。

【事務局】

はい。

【委員長】

それはまだなさっておられない。

【事務局】

今回、地震後のものについてLPでやりましたので、地震前のものとの比較はまだやっていません。

【委員長】

前と比較してみて、はっきりさせたほうがいいだろうというご意見だと思いますので、ぜひそれを進めていただきたいと思います。

【事務局】

わかりました。

【委員長】

〇〇委員、そういうことでよろしいですね。

【委員】

はい、結構です。

【委員長】

他はいかがでございましょう。どうぞ。

【委員】

24ページのところの図で一つ質問なんですけど、凡例で「⑤熊本地震による右横ズレ」ということが、赤い文字で地震前に追加して描かれているんですけども、これは赤い矢印のところはそういうふうに明確に読める場所であることを意味しているんですか。

【委員】

赤で描いてあるところは現地ですれが確認できる場所です。我々が行ったところも、道路とか田畑の畝が右横ずれしたり、上下にずれていたりしました。

【委員】

そうしますと、これは写真判読というよりも、現地の情報を追記しているんですか。

【委員】

両方でしょうね。

【委員】

わかりました。

続けてなんですけれども、次の25ページの線状模様判読というのは、既往調査結果として描かれていますので、これは地震前のものを描いているということですか。24ページのものとは、L2と書いている青い線の長さが違うように見えたので、ひとつ確認です。

【事務局】

これについては、地震前の調査結果を線として示しています。

【委員】

了解いたしました。

【委員長】

どうぞ。

【委員】

例えば33ページの左上の図-3.2.15ですね。先ほどこの図の一番右上の北東のほうの29、30のところをはかられていますけれども、そのあたりのところとかは、(空中)写真で見てもよくわからないところに地震断層が出てしまったというお話でした。それは裏を返すと、(空中)写真でよくわからないところにもそういう断層があるかもしれないというふうにとれてしまうので、そういう地形的なことと、それからもう一つ、地質の実際の露頭ですね、先ほど29ページのあたりのところで、文献断層25の北東延長のところに、こういう連続的な岩盤露頭があるとか、構造物がずっと出ているとか、そういうところには断層はないというお話がありました。そんな格好で、多分この図-3.2.13より東側のダムサイト近傍のところにも、ずっと連続露頭があるんだと思いますけれども、そういうところには断層はない、あるいは地震時のずれはないということも示されたらいいのではないかと思います。いかがでしょうか。

【委員】

今指摘された、東海大学の南側のところ、あるいは阿蘇ファームランドですかね、あそここのずれの量は50cmとか1mを超えないぐらいです。上下変位量もそう大きくはないですね。数十cmだったと思いますが、いずれの地域も人工改変されているということで、累積変位量がもうちょっとあれば人工改変されてもそれを凌駕するような地形があると思いますが、田畑、道路、それからいろいろな人工構造物で改変されているところなので、事前にはわからない程度の地形ではないかと私は現地で思いました。そこら辺も確認のために、今後調査で、ほかの機関でもちゃんとしたトレンチとか何かやれば、どの程度の破碎帯を持つようなもの、どの程度の規模の断層というのはわかると思います。

【委員長】

よろしいでしょうか。ただいまの第四紀断層については、まず〇〇委員のほうから、以前行った「九州の活断層構造」ですか。活構造で調査した結果で、布田川等々の活断層を同定されておられると思いますけれども、今回の地震では、それを超えるようなものは見られないだろうと。

それから宿題として、24ページにある航空レーザー測量の地震前と地震後の比較をして、その動きについて確認をする。さらに地形のみならず、調査できる場所においては地質の面からも、断層かどうかという調査をさらに深度化させたらどうかというご意見がございました。大体そんなご意見でございましたね。

【事務局】

確認ですけれども、最後のところの〇〇委員と〇〇委員のお話は、阿蘇のカルデラ内の状況についてのお話だと思っていただけですけれども、カルデラ内の断層が今、実際に文献で言われているということでございまして、そこについては今後も引き続きいろいろな機関で調査していくというお話だったと認識しています。それでよろしいでしょうか。

【委員長】

それでいいですか。

【委員】

私のお話は、人工改変があつたりして地形的に明瞭に認められないところもあるので、少なくともダム近傍のところは多分、今お持ちのデータで、ずっと連続露頭あるいは連続構造物があつて、それがずれていないということが言えると思うので、それも示されたらいいんじゃないかということです。

【委員長】

今の話は、先ほど説明なされた話じゃないのかな。

【事務局】

34ページや35ページで、それぞれ文献断層と言われる地形判読できないようなものなんですけれども、そういったところも道路等に変状がないことは確認しています。地形的に露頭がないところもございしますので、可能な範囲で露頭が出ているところは延長線上を調べた結果、道路等の変状もないという形で報告させていただいています。

【委員】

今の〇〇委員のお話は、ダムサイトそのものに連続露頭があるでしょうから、そこでそういう疑いのあるものがないことを確認できるのではないかとご意見だと思います。

【委員長】

それは、先ほど説明したものをもう一度はっきりさせるということですね。

【事務局】

そうですね。基礎岩盤のところでも少し触れさせていただきますので、そちらのほうでもう一回ご説明させていただきたいと思います。

【委員長】

では、その件についてはもう一度説明を聞いていただくということで。だから、阿蘇の話ではないと。ダム敷の近傍の話ですね。

【委員】

検討の方向性が、文献断層と地形の判読から始まって、それで断層を絞っていくという方向なんですけれども、もっと非常に露頭状況のいいところでは、露頭そのものから断層自体を否定できるというか、あるかないかが判断できるだろうというお話です。

【委員長】

露頭をはっきり見なさいということですので、ひとつよろしく。やっただいているんですけども、再確認でお願いしたいと思います。

では、今まとめたような内容で、本日はこの議論を終わらせていただきたいと思います。それでは次の議題で、基礎岩盤の状況の調査です。ご説明をお願いいたします。

【事務局】

次に、37ページからの基礎岩盤の調査です。

まず、地形・地質については、先ほどお話ししたとおりでございまして、ダム敷及びその周辺において、これまで12坑、880mの横坑調査・堅坑調査をやっています。それから306本、2万5,000mのボーリング調査を行っておりまして、地質や基礎岩盤の状況を立体的かつ詳細に把握しています。これらの調査結果から明らかになった地質概要については、図-4.1.1に示していますような形になっています。左岸側が先阿蘇火山岩という茶色系のものになっておりまして、右岸側が青色系の立野溶岩です。立野溶岩の下には立野層という地質構造になっています。

それから、「また」ということで書いていますけれども、地震前も当然、横坑調査・堅坑調査、それからボーリング調査をやっておりまして、そこで岩盤の状況を確認していますけれども、その岩盤内に第四紀断層の疑いのある岩盤変状ですとか断層露頭は確認されてございません。

38ページがダムサイト周辺の地質の平面図になっています。

39ページが断面をさらに拡大したものでございまして、このうち茶色の薄手のPa mが先阿蘇火山岩類の塊状部です。それから、ちょっと濃い目のP a aが同じく先阿蘇火山岩類の自破碎部です。これらが左岸側から河床の主要な岩を占めています。それから右岸側については、青色で示した立野溶岩の塊状部が主体を占めておりまして、塊状部の下、それから

上のところに自破碎部があります。

40ページです。

地震前の基礎岩盤の岩級区分は、硬岩といたしまして、岩級区分については硬い岩について、塊状部については、岩片のかたさ、割れ目の間隔、割れ目の状態の3要素で評価をしています。一般的なダムについては大体この形でやっているものです。先阿蘇火山岩類の塊状部の岩級区分、それから立野溶岩の塊状部の岩級区分を、それぞれ表としてお示しさせていただいています。

41ページ目をご覧ください。

それぞれの代表的な硬岩の岩級区分の基準ということで、立野溶岩の塊状部のボーリングデータ、先阿蘇火山岩類の塊状部のボーリングデータ、それから岩級区分を示しています。これに基づきまして、このような形の性状に対して岩級区分を指定しています。

42ページです。自破碎部については軟岩という表現で整理をしています。これについては、挟まれている岩というよりも、その周りを覆っている基質のかたさで評価をしております、岩級区分としてはCLからDという評価になっています。

43ページ目をご覧ください。これをもとに岩級区分を示したものが43ページになっています。左岸側についてはCH級が出ておりまして、塊状部についてはCH級、それから河床付近の先阿蘇火山岩の自破碎部についてはCL級になっています。右岸側については、立野溶岩の塊状部ですけれども、中位から下位標高についてはCH級、それから高い標高についてはCM級という形の岩級区分になっています。

44ページ目をご覧ください。

ダムを建設するに当たりまして、ダム堤体と基礎岩盤との接合、それから基礎岩盤の内部におけるせん断に対する滑動に対しまして十分なせん断摩擦抵抗力を有していることと、か、ダムの基礎岩盤として堅硬である、十分な強度を有していることが必要になってまいります。それに対しまして、岩盤の力学的特性を把握するための原位置でのせん断試験をやっています。原位置せん断試験については、岩種に応じまして、CH級、CL級等々でそれぞれの原位置せん断試験をやりまして、せん断強度を評価しています。そのグラフをそれぞれせん断試験結果として示しています。この図で見ていただくとわかりますように、岩盤はダム建設上の問題はないと考えています。

それから、(2)原位置変形試験ですが、これも基礎岩盤の載荷・除荷を繰り返しながら、岩盤の変形特性を把握する目的でやっています。弾性係数といたしまして、立野溶岩塊状部・自破碎部、先阿蘇の塊状部・自破碎部について、それぞれこのような数値を得ています。

これらを踏まえまして、45ページです。ダム設計の考え方ということで、河川管理施設等構造令に、ダムをつくる場合の技術的な基準が定められています。ダムの堤体及び基礎岩盤としては、予想される荷重に対して必要な強度を有していること、それから堤体については、滑動したり転倒したりしない構造であること、基礎岩盤については、予想される荷重に対して転倒または滑り破壊、浸透破壊が生じないものであることという形で、しっかりと基準が決められておりまして、これに基づいて先ほどの原位置試験等の結果を踏まえた数値を

もとに、ダムを設計しています。それに基づいてやった結果で安全性を確認した上で、ダムを設計しています。

あと、下のほうの荷重条件等を示していますが、設計洪水位、あとサーチャージ水位、それから立野ダムについては基本的に平常時は空虚時、空ということですので、空のときの地震慣性力も含めました安定計算をやっておりまして、それぞれきちんと安全性を確認しています。

それからダム本体工事の際には、右側に示していますように、表層の岩盤、かなり硬いものですが、そこについても取り除いた上で、さらに硬い岩盤を出して、直接ダム本体を築くということで、これもどこのダムでもやっていることですが、同じように立野ダムでもやっていきます。

46ページ目をご覧ください。地震後の状況です。追加調査を実施しています。

まず、表にありますように地表の露頭調査をやっていきます。ダム敷周辺の岩盤性状等を確認するというので、両岸でやっていきます。

それから横坑調査といたしまして、L-1、L-3、L-4、それからR-1、R-2、R-3について、それぞれの岩盤の性状、それから岩盤節理の開口状況等を面的に確認していきます。

それから頭部排土調査、まだ今日は報告できませんけれども、これもやっておりまして、右岸側の高位標高部の立野溶岩塊状部の岩盤性状についての状況を確認しています。

それから右岸のボーリング調査ということで、右岸の高位から低位までの立野溶岩塊状部の岩盤性状の確認をやっていきます。

それからボアホール調査といたしまして、ボーリングの中の写真をとりまして、岩盤の開口状況を累積開口量で確認していきます。

46ページの下にその場所を示しておりまして、左右岸の横坑調査、それから右岸側は横坑が下のほうしかないものから、高いところでの岩盤の状況を確認するために、ボーリング等でそこを補足するという形にしています。

47ページをご覧ください。まず露頭調査ということで、ダムサイトの左右岸の露頭の状況を調査しています。その結果、地震前後の写真を載せて一部○をつけていますが、表層部の剥がれ落ち等は見られるものの、基礎岩盤として問題になるような変状や、地震後の断層変位のようなものも確認されておりません。

48ページです。立野ダムのちょっと広範囲の、上流側の岩盤の斜面の状況をお示しています。三角形が立野ダムの基本的な位置になっておりまして、ここに堤体ができるとお考えください。それぞれR-1、R-2、R-3は横坑の入り口の状況です。R-1やR-3は、上から土が落ちてきた関係で入り口が塞がっていますが、横坑の中については全く問題なく調査ができています。L-1、L-3、L-4についても同様でございまして、L-2については擁壁をつくった関係で入り口を塞いでおりますので、調査はしていません。

次の49ページからがそれぞれの横坑の調査でございまして、左側が地震前の状況、右側が地震後の状況です。当然、中で岩検ハンマーとかでたたきながら岩の硬さ等も調査をして

おりまして、今までの調査では、岩の硬さ等に変化は見られません。

R-1の横坑について、右側の50ページが地震後の状況ですが、地震の影響というか、地震の前から落ちていたのかもしれませんが、地震後に調べたところでは幾つかの抜け落ちという形で、一番表面側の岩盤の節理になっているところから抜け落ちる形で、ごく一部で幾つか小規模な岩片の抜け落ちが確認されています。ただ、岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されておりません。岩盤性状についても変化は確認されていません。

例えば、51ページの7番の写真では、入り口より17mの上流壁面のところで抜け落ちということで、赤の点線で囲っています。こういうところがぼろっと落ちている状況が確認できていますが、それぞれ地震前後の写真を載せていますが、岩盤の状況に変化はないことを確認しています。

それから次に52ページ、同じようにR-2の状況です。これも地震後の状況を53ページに載せていますが、入り口から30mぐらい調査しています。まだ奥のほうは写真とか撮っているんですけど、入り口の状況をずっと見ている中で、掘削線はこの10mのところから左側になりますけれども、その前後についても全く変化はなくて、ここもごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された程度です。54ページを見ていただきますと、6番目の写真のように、入り口より13mの上流壁面でこういう抜け落ち等が発生している程度です。

それから55ページからはR-3の横坑です。R-3については、地震後は56ページになります。ここについてもごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認されている程度でございまして、開口状況に変化はなくて、新たに確認できるような開口も確認されておりません。基礎岩盤の性状の変化等は確認されませんでした。ここは掘削線が大体20mぐらいのところに来るということで、その前後でわずかながら抜け落ちがあると。例えば57ページの7番を見ていただきますと、入り口より22mのところ、こういう形で抜け落ち等が一部で見られます。ただ、岩盤の状況に変化はないと考えています。

ここまでがRでございまして、次が左岸側のLです。Lについては先阿蘇火山岩類の横坑の中の状況です。

59ページをご覧ください。L-1の地震後の状況です。これも10mぐらいまで抜け落ちがないことを確認していますし、そこから奥についても20センチ程度の抜け落ちがところどころ見られて、この緑のところは抜け落ちとして確認されています。これについてもごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認されたけれども、開口状況等に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されておりません。

次の60ページを見ていただきまして6番目の抜け落ちの写真ですが、支保工の一番下のところがちょっと剥がれていることが確認された程度です。

61ページをごらんください。L-3の横坑です。こちらについても、62ページがL-3の地震後の状況でございまして、これも4mぐらいまでは抜け落ちがないことを確認しています。それから支保工周辺についても開口節理は認められない。奥のほう、10mのところ

ろに掘削線が出てきますけれども、その奥の7番とか6番のところ、ごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認されている程度です。

63ページにその状況の写真を示していますが、ここも地震前後で非常にきれいな岩の状況を示しています。

64ページからがL-4の横坑、地震前後です。

65ページが地震後のL-4の横坑の状況です。ここは、ほかに比べると若干緑色が多くなっておりまして、中位標高で、左岸側のちょっと高目のところ、先阿蘇火山岩の塊状部の中ですけれども、ここは抜け落ちではなくて、ちょっと範囲が広いので、「剥がれ落ち」と書かせていただいています。15mのところのちょっと広目の緑色の斜線が入っているかと思えます。ただ、これも表層部が落ちているだけのごさいまして、一部で剥がれ落ちが見られるものの、岩盤節理の開口状況には変化がないことを確認しておりまして、岩盤性状の変化は認められません。

次の66ページに写真を載せていますが、⑤、入り口より16mのところ、下のところに地震後に剥がれ落ちということで、こういう岩盤の一枚表層の部分が落ちているような感じになっていますが、剥がれ落ちた後の岩盤については特段の性状の変化は見られません。

ここまでが横坑調査の結果です。

次に67ページが、新しく右岸側で行ったボーリング調査の結果です。新規に立野溶岩の高位部、中位部のあたりの岩盤の状況を確認するためにボーリングをやっています。川側のボーリングをナンバー1と書いていますが、40mぐらいのところまでが掘削でなくなるということでございまして、40mから下ぐらいのところは岩盤として、ダムとして残るとい形になっています。

写真の見方ですが、上がそれぞれボーリングの写真、下にボアホールカメラの展開図ということで、ボーリングを掘った後の孔壁の写真を載せています。孔壁の写真を見ていただきますとわかりますように、非常に割れ目、亀裂が密着しておりまして、基礎岩盤についても変状は確認されていません。

68ページを見ていただきますと、40mから下ぐらいがダムの堤体が乗る岩盤ですけれども、ここについても立野溶岩の岩盤性状に全く問題はなく、密着していると考えています。

山側のボーリングが次の69ページからになりまして、ここは全部、岩盤として残ります。ここについても、先ほどの川側と同じようにボアホールカメラ等で写真を撮影した結果、非常に割れ目が密着しているということで、岩盤として健康な状況と考えています。

それから71ページですが、ボアホールの調査結果ということで、地震前後で開口量の比較をしています。調査場所は46ページのボアホール調査、B-250というので描いています。ここは既存で地震前から調査用のボーリングとして掘っていたところのごさいまして、地震前にボアホールカメラで調査しておりました。そこを地震後にもう一回調査を行い比較をしています。

地震前後の累積開口量を比較したものが左のグラフでございまして、深度100mからずっと開口量の累積を入れています。地震前が青、地震後が赤という形になっていますけれども

も、グラフで見ていただいてもわかりますように、変化がないに等しく、差は確認されません。

写真のほうも、深度ごとに30メートルと75メートルを載せていますけれども、ここについても地震前・地震後の状況を見ていただいてもわかりますように、割れ目が密着してまして、基礎岩盤の変状は確認されていません。

最後、72ページです。現時点の調査結果のまとめとしまして、これまでの基礎岩盤調査で以下のことが確認されました。

ダム敷周辺にて地表露頭調査を実施した結果、表層の剥がれ落ちはあるものの、基礎岩盤として問題となるような変状は確認されなかった。

地質調査横坑にて、先阿蘇火山岩類、立野溶岩等のダム基礎岩盤を調査した結果、横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ち等が確認されたものの、地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。基礎岩盤の性状の変化も確認されなかった。

新規に掘削を実施した2本のボーリングコアとボアホールカメラ画像を確認した結果、立野溶岩塊状部、低位～高位標高までの亀裂（割れ目）は密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

地震前の調査でボアホールカメラ撮影を実施している既存ボーリング孔を対象に、地震前後の累積開口量を比較した結果、差は確認されず、亀裂（割れ目）も密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

結論としまして、現時点のまとめとしまして、これらの調査結果を踏まえれば、熊本地震後もダム基礎岩盤の性状に変化は認められず、ダム建設のための基礎岩盤としての健全性に問題はないと考えられる。なお、今後の調査等により最終的な評価を行うとしています。

最後に括弧書きで、第四紀断層関係ということで、上記の調査の中では、ダム敷の横坑の中等に入っていますので、そういった調査の中で、ダム敷周辺の基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されなかったということです。

私からは以上です。

【委員長】

ありがとうございました。基礎岩盤についてご説明をいただきました。ご質問、ご意見がございましたらお受けしたいと思います。どうぞ。

【委員】

確認とお願いがございまして。

やり方としては、資料にもありますように、大変多くの横坑やボーリングで調査をされて、ともともとしっかり調査されています。それに基づいて設計をされて、地震後もそういったところを再確認されて、変化がないという方法で整理をされているということで、整理の方針としては非常にわかりやすいんですけれども、せっかくなので、既にされているかもしれ

ないんですけれども、新規のボーリングを今回掘られておられまして、これは非常に貴重な情報です。この中で、岩盤の状態を見て特に良好という話があるんですけれども、おそらくこれについても岩級区分とかをされると思います。そういったものも、設計時に描かれていた岩級区分図と差がないことをしっかりと明記しておいていただけないか、あるいは確認をしていただけないかというのが一つお願いします。

それともう一つ、既存のボーリング孔についてもボアホールカメラを入れ直されてるということがあるんですけれども、こちらの位置関係を見させていただきますと、R-2の横坑と一部、若干離れていますけれどもクロスしているような部分もございますので、こういったボーリング孔と横坑をクロスした形で変化がないということを説明されているところがありますので、こういったクロスされている近くのところをもう少し特出ししたりして確認をして、変化がないということの補強をしていただきたいと思います。

以上です。

【委員長】

ありがとうございます。

43ページにダム軸の断面図がありますよね。今の委員のご意見は、どの部分に新しいボーリングをやって、新しく右岸側でやったという話もありますし、もちろん既設のボーリングの位置もあるだろうし、それから横坑ですよね。それによって判定をされて、こういう絵を描いたはずなので、できればその場所を明確に示していただいて、岩級区分の確度を上げてほしいという、具体的にですよ、ぜひそういう絵をつくっていただきたい。

特に、河床の横坑なども非常に興味がある貴重なデータで、この断面のどの位置に横坑が入っているのかと。ですから、この地震の岩級区分の確度を上げていただきたい。それには具体的にどの位置にボーリングを入れてどうだということを明らかに示してほしいということだと思いますので、その辺はよろしくお願いします。これはすぐできますよね。

【事務局】

ボーリング結果は今回2本とりましたので、それに基づき岩級区分を整理してお示しいと思います。

【委員長】

よろしくをお願いします。

ほかはいかがですか。どうぞ。

【委員】

45ページに「ダム設計の考え方」というタイトルのところがあって、左側に表-4.2.6、荷重条件の一覧、下に図-4.2.3、荷重条件の模式図があります。立野ダムはいわゆる流水型ダムということで、平常時は空虚状態、それから洪水のときに一時的に貯留をして、

速やかに水が下がっていくという特徴を持っているダムなわけで、この上の表には条件として、横に設計洪水水位、サーチャージ水位、空虚時というのがあって、縦軸に荷重の、自重から静水圧からいろいろ書かれています。当然これはわかって書かれているとは思いますが、でも、大事なところだと思いますので、少し正確を期していただきたいと思います。

というのは、空虚時と言っているところにも静水圧に○がついていますし、それから動水圧もありますね。これは通常のダムであれば、当然たまっていることを想定したような絵になっていますので、この表自体は正しいわけですが、流水型ダムに関して誤解がないようにきっちり書いていただく必要があると思います。下の図は貯水している状態を示していますので、もしできるのであれば、空虚時にどれぐらい水が下がって、これぐらい平常時と貯水状態は違うということを示して、その上で、上の表との対比がなされると。そこに誤解がないようにしないといけないと思いますので、よろしくをお願いします。

【委員長】

ちょっと確認したいんだけど、これは流水していて水がたまっていない状態もきちんと示せという意味ですね。

【委員】

ええ、上の表では書かれていますが、下の図には対照するものがないので。

【委員長】

これはサーチャージのときの絵を描いておられるんですね。

【委員】

そうです。

【委員長】

だから揚水圧もぐっと上がっているということになるんでしょう。

【委員】

貯まっている状態はですね。

【委員長】

この場合はね。

【委員】

そうです。

【委員長】

だけど、実際に流れている場合には揚水圧がほとんどないわけね。だから、上の絵の揚水圧等々のいわゆる外力、通常、川として流れているときにどういう外力があるのかを絵で示してほしいと。じゃないと、いつもこうなっているんじゃないかと思われる。設計上はこれが一番危ないときなんだろうけど、そういうことを明示していただきたいということでよろしいんですね。

【委員】

結構です。

【委員長】

ほかにございませんでしょうか。どうぞ。

【委員】

先ほどの私の第四紀断層関係のところのコメントの補足です。今のご説明を伺うと、非常によく調査をされていて、例えば38ページを見ると、こんなにたくさん連続露頭があって、そこには断層変位を示唆するようなものは認められなかったということをごどこかに書いておいていただけるといいのではないかと思います。この場合はちょっと特殊で、建設調査中に大変大きな地震に見舞われて、わりあい近くにも地震断層が出現したと。従来、活断層として認識されていなかったようなところにも、わずかですけれどもずれが見つかっていて、そんなのは当然だと思われるかもしれませんが、多くの方は、今まで調べていなかったところに何かあったんじゃないかと不安に思う人がかなりいると思うので、そうされたらいいのではないかと思います。

【委員長】

例えば38ページは、委員ならどういうふうな表現をされますか。

【委員】

この図はもうこの図で結構だと思うんですけども、私が今言いましたような形で、断層変位を示唆するようなものはなかったということ。

【委員長】

ああ、ここにね。

【委員】

ここか前のところに書くのか、ちょっとわからないですが、それを入れられるといいのではないかと思います。特に追加の調査とか図が必要というわけではないです。

【事務局】

地震後の状況でいけば、例えば47ページには追加調査の結果ということでダムサイトの露頭の状況を確認していますので、こういったところに断層変位を示すようなものはなかったという形で入れることも可能かと思えます。

【委員長】

だから、例えば、47、48のようなものの位置をこの平面図に落としてもらおうということだと思います。どの位置ですかというのを平面でもあらわしていただければという。

【事務局】

例えば47ページでいきますと、ダムサイトから上流側のところも、ずっと露頭が出ていて、そういうところも確認をしています。

【委員長】

だから、どこからどの範囲というのをね。

【事務局】

この範囲でということですね。

【委員長】

写真の箇所を平面図でも明確にしてもらって、どこを見ても大体わかるようにしていただくということだと思いますので、お願いしたいと思います。

【事務局】

わかりました。

【委員長】

はい、どうぞ。

【委員】

それに関連して。48ページに大々的に露頭の写真が出ていますので、この露頭のスケッチをとっていただいて、先ほど〇〇委員が言われた、断層がないことだとか、岩盤状態についても緩んだ部分が少ないことを、概略で結構ですので、それにきちんと示していただいたほうがいいかと思います。

【委員長】

それは大丈夫なの。

【事務局】

はい。そういうスケッチも入れさせていただきます。

【委員長】

他はいかがですか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

そうしますと、基礎岩盤については、岩級区分の断面に調査ボーリングあるいは横坑の絵を入れていただいて、この岩級区分は確かなものだということをわかりやすく表現していただきたいということと、それからダム設計について、45ページの絵はサーチャージの場合の一番きつときの外力ですけれども、通常、穴あきダムで水が流れているときには外力はほとんど作用しないという絵もあわせて示していただきたいという点。

それから、ダム敷、ダムサイトの写真をいろいろ撮っていただいていますけれども、例えば38ページの平面図のどの部分にどの写真が対応しているという点と、露頭についてのスケッチ図を作成していただきたいということです。

そして、結論から言いますと、現在の状態では、地震前と地震後でダム敷、ダムサイトの岩盤に変状は見られないということが言えるということです。それでよろしいでしょうか。ほかに何か忘れていたことはございませんか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、第四紀断層については先ほどまとめた点、それから基礎岩盤についてはただいままとめた点、これを本日の一応のまとめとさせていただきます。記録をとっていただいていますね。

それでは、次はその他について、ご説明をお願いいたします。

【事務局】

それでは、最後にその他ということで、資料4をごらんください。今後の進め方ということです。

今日は7月27日で、第1回目の立野ダム建設に係る技術委員会ということです。次に第2回といたしまして、現地調査を予定しています。それから第3回目といたしまして、技術委員会を今度はダム機能の維持ということで、湛水予定地周辺斜面の状況等の調査・検討、それから技術的な確認・評価という形で、今日の宿題も含めまして、2回目、3回目という形で進めていきたいと考えています。説明は以上です。

【委員長】

この件について何かご意見ございますでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それから、委員長としてお願いしておきたいのは、この委員会に限らず、各委員のいろいろなご質問等がございましたら、持ち回りでどんどん調査、検討を深化させていただきたいと思っておりますので、その点は先生方のほうへ参って、あるいは先生方のほうから事務局のほうへご質問等ございましたら遠慮なく言っていただいて、時間を有効に使いたいと思っておりますので、よろしくご了承をお願いしたいと思います。

ほかに何かご意見ございますでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、時間も予定より10分経過しておりますので、一応、私の司会はここで終わらせていただきます。事務局のほうへお返しいたしますので、よろしくお願いいたします。

【司会】

はい、ありがとうございます。

本日は多岐にわたるご意見をいただき、まことにありがとうございます。次回は現地調査を予定しています。日程については後日お知らせさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

それでは本日の最後に、九州地方整備局河川部長の佐藤より一言ご挨拶申し上げたいと思います。

【事務局】

委員の皆様、本日は貴重なご意見を賜りましてまことにありがとうございます。本日も指摘いただいた点については、早急に整理をいたしまして、できるだけきちんのご報告できるようにしたいと思います。

また、先ほど委員長からご指摘がありましたように、時間を無駄にせず、持ち回りでどんどん調査、検討が進められるように、各委員と連絡をとらせていただきたいと思います。今後ともご指導を賜りたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。次回以降のご審議もどうぞよろしくお願いいたします。本日は誠にありがとうございます。

【司会】

これもちまして、第1回立野ダム建設に係る技術委員会を終了させていただきます。本日は誠にありがとうございました。

8.2 第3回委員会の議事録

開催日：平成28年8月17日（水）13：30～16：30

場 所：KKRホテル熊本 2階

出席者：

委 員：足立紀尚委員、岡田篤正委員、佐々木隆委員、佐々木靖人委員、
角哲也委員、千木良雅弘委員、山口嘉一委員

事務局：九州地方整備局 河川部長、河川調査官、河川計画課長、
立野ダム工事事務所長

【司会】

ただいまより「第3回立野ダム建設に係る技術委員会」を開会させていただきます。

本日は7名の委員全員にご出席をいただいております。委員のご紹介につきましては、お手元にお配りしております配席図でかえさせていただきます。

報道関係の皆様には、記者発表の際にお知らせしておりますとおり、カメラによる撮影については冒頭の挨拶までとさせていただきますので、よろしく願いいたします。また、取材及び一般の傍聴の皆様へは、事前にお配りしております「傍聴に当たってのお願い」等に沿って取材や傍聴をいただきますようお願いいたします。

初めに、資料の確認をさせていただきます。資料といたしましては、議事次第、配席表、その他の資料につきましては、右肩に資料番号を振っております資料1、資料2、資料3、これらをお手元に配付させていただいておりますが、過不足ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは開会に当たりまして、九州地方整備局河川部長の佐藤より一言ご挨拶申し上げます。

【事務局】

九州地方整備局河川部長、佐藤でございます。

本日は、委員の先生方におかれましてはお忙しい中、「第3回の立野ダム建設に係る技術委員会」にご出席をいただきまして、誠にありがとうございます。

本委員会につきましては、平成28年熊本地震後の立野ダムの建設に関しまして、ダムサイト予定地の基礎岩盤の状況などを調査、検討し、立野ダムの建設に係る技術的な確認・評価を行うことを目的として設置させていただいております。第1回の委員会を7月27日に開催させていただきまして、白川流域の状況、第四紀断層及び基礎岩盤についてご審議をいただいたところでございます。第2回の委員会につきましては、8月3日に現地調査を実施し、ダムサイト、貯水池周辺、それから第四紀断層が確認できる箇所などの現地調査を行っていただいたところでございます。

第3回となります本日は、これまで委員の皆様からいただいた指摘事項への対応、それか

ら地震を踏まえたダム機能の維持、湛水予定地周辺斜面の状況についてご審議いただく予定です。それを踏まえて技術的な確認・評価について取りまとめ、審議をいただきたいと考えております。

どうぞ忌憚のないご意見を賜りまして、ご指導いただくことをお願いいたしまして、開会の挨拶とさせていただきます。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【司会】

ありがとうございます。

続きまして、本委員会の委員長でございます足立様よりご挨拶をお願いいたします。

【委員長】

第3回目の委員会ということでございまして、委員の皆様方、お集まりいただきましてありがとうございます。

第1回目、それから第2回目に現場の調査を行いまして、委員の方々からいろいろご注文、ご指摘事項をいただきました。それについて、まず第一にお示しいただいてご議論していただきたいと思っております。

続きまして、このダム自身の機能を維持するということが非常に重要でございます。流木の問題、巨石の問題、斜面の問題、これらについて委員の皆様方のご意見をいただいておりますので、よろしくお願い申し上げます。

なお最後に、先ほど部長がおっしゃったように、立野ダム建設に係る技術的な確認・評価を行い、本委員会の結論をまとめる予定にしております。いつものとおり忌憚のないご意見をいただきまして進めてまいりたいと思っておりますので、委員の皆様方、本日もよろしくお願い申し上げます。

【司会】

ありがとうございました。

それでは、誠に申しわけありませんが、カメラによる撮影につきましてはここまでとさせていただきますので、ご協力をお願いいたします。

【司会】

それでは、これからの進行につきましては足立委員長をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

【委員長】

それでは、本日お配りしている議事次第に従いまして、順次進めてまいりたいと思っております。まず、議題3の規約・運営要領についてご説明をお願いいたします。

【事務局】

河川調査官をしております永松と申します。よろしくお願ひいたします。
資料1をごらんください。規約と運営要領をお配りしております。
一部修正がございましたので、ご報告でございます。規約の裏面、別表のメンバーの肩書で足立委員長の肩書のところが、1回目は「理事長」になっておりましたが、「代表理事」が正しいということでございましたので、「代表理事」に修正させていただいております。
資料1につきましては以上でございます。

【委員長】

ただいまご説明がございましたが、私の件でございまして、非常に申しわけない。私の名刺も「理事長」になっていまして。これは直さないかなのかな。済みませんでした。「代表理事」ということでご修正をいただくと。お願ひいたします。
それでは、この件について何かご質問ございますか。ないですね。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、これは終わりました、4番の第1回・第2回の委員会を通して委員の皆様方からご指摘事項、これは宿題になっているものです、それへの対応についてということでございまして、まずご説明をお願いいたします。

【事務局】

それでは、資料2と資料3に基づきましてご説明させていただきます。資料2は「これまでの委員からの指摘事項への対応について」という一覧表になっております。資料3は、第1回目で第四紀断層と基礎岩盤までご説明をいたしましたけれども、ここについて修正した箇所を見え消しでお示ししております。

それでは、資料2の順番に沿って、あわせて資料3の両方を見ながら説明したいと思えます。資料3の1枚目をおめくりください。

目次でございます。目次について、第四紀断層と基礎岩盤のところの3.2.4、それから4.3.3でございますが、「現時点の調査結果(まとめ)」を、「技術的な確認・評価」と表現を修正しております。

めくっていただきまして6ページをごらんください。これは宿題というよりも、データとしてお示したほうがいいかなということで載せています。立野ダムの洪水調節によって、基準点である代継橋地点でどの程度の洪水調節がされるのかという洪水調節図を載せております。洪水調節図にありますように、基本高水のピーク流量 $3,400\text{m}^3/\text{s}$ に対しまして、立野ダムの洪水調節によって計画高水流量を $3,000\text{m}^3/\text{s}$ まで下げる、立野ダムによって調節した流量が $400\text{m}^3/\text{s}$ であるということ、洪水調節図で示しています。

上の立野ダム湛水図は、ダムのサーチャージの水位 276m の青い線と、それから、24年7月洪水のときに仮にダムがあったとした場合にどのぐらいの水位になるのかを計算したものでございます。24年7月の洪水は20年から30年に1度程度の洪水ということになりますけれども、この程度の洪水の場合には大体 250m ぐらいまでの水位になるということ、緑色の線で示しています。

次は、19ページをご覧ください。19ページは時点の修正をしております。1回目を7月27日に会議を開かせていただきましたので、それ以降、8月10日までの文献の状況を確認しております。新たに加える文献は確認したところありませんでしたので、日付だけ8月10日時点と直させていただいております。

26ページ目をご覧ください。資料2の一番上の指摘事項になりますけれども、資料2の一番上で、「航空レーザ測量による線状模様判読について、地震前後の差分で確認を行うこと」というご指摘がございましたので、それを26ページに入れております。

左上に、国土地理院のホームページに掲載している上下動の変動の図面を載せております。青が沈降、赤が隆起を示しております。熊本地震全体で、布田川断層の南側・北側でそれぞれ沈降と隆起が起こっているという大きな傾向を示しています。

それに対しまして、立野ダム周辺の状況を同じ26ページの図で示しておりますが、赤が隆起をしているところ、青が沈降を示してございまして、地震前と6月の洪水後の状況で差分をとっております。川の中が赤くなっていますのは、地震前の状況に比べて、川の中に土砂が入って河床が上がっているということで赤くなってございまして、線状模様L2の地震前の線から、この図でいきますと右側、つまり南側については全体的に赤い傾向、左側、西側については青い沈降の傾向を示しています。

31ページをご覧ください。31ページは写真の範囲を入れております。図-3.2.14の図ですけれども、次の32ページの写真はどこを撮ったのかがわかるように、矢印で範囲を示しております。

それから、第四紀断層のまとめを38ページで書いておりますが、ここは後でご説明させていただきます。

先に進みまして、40ページでございます。これは資料2の指摘事項2に当たるところでございますが、資料2の上から2つ目の「岩級区分の断面図を、ボーリング位置、横坑を記載した図面にすること」ということでございます。立野ダムでは横坑と縦坑で12坑、約 880m 、それからボーリングで306本、約 $25,000\text{m}$ の調査を行っております。立体的に立野ダム周辺の地質を把握しているところでございます。その状況をわかるように40ページにそれぞれ横坑の位置、それからボーリング調査の位置を入れてあります。

次のページの40-1と書いてありますのは、前の1回目の会議のときの資料としてお出ししているものでございまして、これを40ページのように変えたということで、前後の比較ができるようになっています。

41ページにつきましても、同じ指摘への対応になっておりまして、ダム軸でのボーリングの状況、それから横坑につきましては、点線で示しておりますけれども、ダム軸の地質断

面図に横坑を投影して表現をしております。

45ページも同じく、ダム軸における岩級区分図にボーリングの位置と、それから横坑につきましては全ての横坑を投影した図を載せております。

47ページ目をご覧ください。指摘事項の3つ目になります、「荷重条件の模式図に空虚時を追加すること」ということをごさしました。赤い四角で囲ってありますとおり、ダムの設計をするときに空虚時の計算もしておりますので、空虚時の模式図を示しております。

次の47-1ページが、前の1回目の資料になります。

次に49ページをご覧ください。これは資料2の指摘事項の4番目に当たりまして、基礎岩盤（第四紀断層）と書いておりますけれども、「地表露頭調査の掲載写真の位置を図面に明示すること」ということをごさしました。資料3の49ページ、50ページ、51ページで写真をそれぞれ掲載して、ダムサイトの左右岸の状況を確認しているわけですが、この位置をわかるように、49ページの左上の立野ダムの平面図を変更しております。色を塗ってありますけれども、岩盤の露頭の岩種ごとに色を分けているということをごさいます。

次に、50ページ、51ページ目をご覧ください。資料2の上から5番目になりますが、「ダムサイト左右岸の岩盤連続露頭について、断層露頭がないことをスケッチで整理すること」というご指摘でした。50ページ、51ページにそれぞれ右岸・左岸のダムサイト周辺の露頭の状況のスケッチを新たに加えさせていただきました。見ていただきますとわかりますように、ダムサイト周辺にある岩盤露頭を確認しておりますけれども、断層露頭は確認されませんでした。

次の51-1ページは、第1回目の資料となっております。

次に、70ページ目をご覧ください。資料2の指摘事項の下から2番目になりますが、「新規ボーリングでも、岩級区分に差がないことを確認すること」となっておりまして、新規ボーリングを2本行っておりますが、その新規ボーリングの岩級区分をお示ししております。

70ページの左側のボーリング横断図にありますように、川側につきましては、上から50メートル弱のところまでCM級が主体になっている。それからその下につきましてはCH級が主体になっていると判定しております。それから山側につきましては、上から40メートルぐらいまでがCM級が主体で、40メートルから深いところについてはCH級が主体であると判定をしております。もともとのCH・CM級の岩級区分について、背景の図の中に示しておりますけれども、緑色のところがCM級、青色のところがCH級ですので、ボーリング結果はこれと一致していることが確認されております。

72ページにつきましても、ボーリング横断図を差し替えています。

次に、75ページになります。資料2の一番下の指摘事項になりますが、「横坑と同一の標高で、新規ボーリングの岩盤を確認し、違いがないことを確認すること」とご指摘がございました。これを踏まえまして、左上のボーリングと横坑の位置関係の図にありますように、川側と山側にそれぞれ新しく掘ったボーリングと、R-2、R-3の横坑が3カ所で標高的にクロスすることになっております。これらの箇所について、横坑の中の岩盤の状況とボーリ

ングコアの状況をそれぞれ比較したものを掲載しております。見ていただきますとわかりますように、全て立野溶岩塊状部になっておりまして、横坑についてはCH級の岩盤になっております。それからボーリングの結果からの判読でもCH級の岩盤になっておりまして、違いがないことが確認されております。

76ページ目をご覧ください。1回目の委員会の中ではまだ調査中のご報告をしていなかったものでございます。2回目の現地調査で確認をしていただきました、右岸側の頭部排土の調査結果でございます。左上が岩盤スケッチの平面図になっておりまして、左の下側の写真が上から撮った岩盤の状況でございます。それから右上が岩盤スケッチ箇所の断面図になっておりまして、岩盤のどこの部分をトレンチしたか、掘削線がどこになるかを示していません。右下が第2回目の委員会での現地調査の状況の写真です。

これらを踏まえまして、結果としましては、上の四角囲みに書いてありますとおり、ダムサイトの右岸高位標高部の頭部排土調査を実施した結果、基礎岩盤の変状は確認されていません。

これまでの指摘を踏まえまして、戻っていただきますが、第四紀断層と基礎岩盤の技術的な確認・評価をまとめさせていただいております。

まず第四紀断層につきましては、38ページです。3.2.4を「技術的な確認・評価」としてしております。それから、「これまで」という表現を「熊本地震後の」と書き直しております。

それから四角の中ですが、「これらの調査結果を踏まえれば」を最終的な評価ということで消しまして、「熊本地震後もダム敷及びその近傍にダムを建設する上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しない」としてしております。

「したがって」というところは新しく足しておりますけれども、第1回の委員会での指摘を踏まえまして、先ほどご説明しましたように岩盤露頭の調査をして、ダムサイト周辺の露頭に断層の変位などがなかったことを確認しましたので、「したがって、断層変位によってダム敷にずれが生じることはないと考えられる」という表現を加えております。「なお」書きにつきましては、調査が進展しましたので消させていただきました。表の中の「(案)」も取らせていただきました。

77ページです。基礎岩盤の技術的な確認・評価です。4.3.3を「技術的な確認・評価」という表現に修正しております。

それから第四紀断層と同じように、「熊本地震後の」と表現を改めております。

それから5番目のポツ（・）になりますけれども、頭部排土調査を行っておりますので、その結果として、「ダムサイトの右岸高位標高部の頭部排土調査を実施した結果、基礎岩盤の変状は確認されなかった」という文章を加えております。

四角の中ですが、同じように基礎岩盤に関して修正をしております、「熊本地震後もダム本体の基礎岩盤の性状に変化は認められず、基礎岩盤として健全性に問題がないと考えられる」としております。

それから、第四紀断層関係としまして、基礎岩盤調査の中で、ダム敷周辺の第四紀断層の岩盤変状などを見ておりますので、それを加えてありますけれども、「熊本地震後の基礎岩盤

の調査においても、ダム敷周辺の岩盤露頭及び基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されなかった」と修正をしています。

これまでの委員からの指摘事項への対応と、第四紀断層と基礎岩盤までの修正事項についての説明は以上です。

【委員長】

どうもありがとうございました。

宿題で重要な点は、レーザ測量の解釈ということに関して1点ですね。

それから、岩級区分についていろいろ調査を行っておられますけれども、それらについて整合性があるかどうかを確認していただきました。

それから、ダムサイト近傍の露頭における第四紀断層の有無について検討していただいて、無いことを確認いただきました。

もう一つは、ダム設計上の外力あるいは自重等の問題で、サーチャージ水位時はあらわしていましたが、空虚時が載っていなかったということで、それも追加させていただきまして、第四紀断層については38ページにあるような結論、それから基礎岩盤については77ページのような結論を導いたということです。

これにつきまして、委員の皆様方のご意見、ご質問ございましたらお受けしたいと思えます。よろしくお願ひします。

レーザ測量の結果についてはこれでよろしいですか。こういう動きがあったということで。どうぞ。

【委員】

26ページの航空レーザ計測の差分の結果ですけれども、凡例で赤から青まで書かれていますが、航空レーザ測量の解析結果の図に示されたほうだと、確かにこの線状模様判読L2の北西側と南東側で、南東側のほうに赤いものが多いということはわかるんですが、凡例内におさまっていない色が入っているのかなという気がします。ここに「線状模様判読L2」と四角囲みで書かれていますが、その北西側も、山の高いところが青で、低いところが赤になっているように見えます。これは実際にこういう変位があったと見るべきなのかどうかということをお伺ひします。

【事務局】

沢筋のところもあつたりしますので、後で若干お話しするところですが、斜面の崩壊とかが起こっている中で、崩れているところは青く映ったり、若干堆積しているところは赤く映ったりするところもあると思えますので、全体的な傾向として、このL2の断層として我々が地震前に考えていたものから、隆起している側、それから沈降している側、そういう全体の傾向をつかんでいただけるのかなと思って、お示ししたということです。

【委員】

この色は全て、この凡例に一応対応していると思ってよろしいんでしょうか。

【事務局】

はい、それは結構です。

【委員】

確かに「立野ダム」と四角で書かれているところの北側、北西側の例の水槽が壊れたところとか、その北側や崩壊源のところが青くなっていて、要するに物がなくなって、その下に堆積している様子、また河川の堆積状況ですとか、それと、そのほかの斜面の色の違いが気になるんですが、これはまた後で説明いただくんでしょうかね。今は線状模様のお話なので。

【事務局】

また、現地調査なども含めながら、その辺はしっかりと確認をしたいと思えます。

【委員】

わかりました。

【委員長】

今のご質問は、ダムの上側の話をされていたわけですかね。

【委員】

ダムのすぐ南で、山の高いところが青くて、下のほうが赤くなっているところが多くなっているあたりです。

【委員長】

崩壊による地表面の変化があったんじゃないかという回答ですね。

【事務局】

そうですね。立野ダムの左岸側、今、〇〇委員は地震前の断層線のちょっと北側のところとおっしゃったわけですが、ここについては確かに斜面が若干崩れているところがありますので、そういったところで堆積とか、それから一部削れたようなところがあるのではないかと考えられます。

【委員長】

これはいずれ測量するんですか。別にダムのためにやるんじゃなくて地理院等は。

【事務局】

当方でどこまでできるのかというのはありますけれども、関係機関もありますので、関係機関と連携しながら必要などの調査はできるかと思えます。

【委員長】

一応、確認はできますよね。よろしいですか。

【委員】

先ほどのお答えで、確かに崩壊による高度の変化というのはあると思うのですが、それ以外に精度といいますか、私も航空レーザ計測の精度のことはよくわからないのですが、何かそういう崩壊とか地盤の実際の動きとかと違う要因のものもあるように思えますので、そのあたりもチェックしていただければと思います。

【事務局】

わかりました。

【委員長】

他はいかがですか。

よろしいでしょうか。それでは、重要な点は、38ページの第四紀断層、77ページの基礎岩盤に対する結論ですけれども、これはいかがですか。よろしいでしょうか。〇〇委員、よろしいですか。

【委員】

特にありません。

【委員長】

基礎岩盤についてもよろしいですね。

(「なし」の声あり)

【委員長】

ありがとうございました。では、議題4は終わらせていただきます。

次に5番目の議題でございまして、地震を踏まえたダム機能の維持について、ご説明をお願いいたします。

【事務局】

それでは、資料の説明をする前に、ドローンの映像を5分間ご覧いただきます。

【事務局】

立野ダム工事事務所長をしています宮成です。

お手元の資料で言いますと、6ページに平面図が入っています。また、80ページに縦横断図が入っています。

まず6ページの平面図で概要を見ていただきますと、ダムサイト上流に2回目で現地調査をしたところがございます。そのときに立入禁止地域がございますので、そこは先生方だけで現地調査を行うことを集合時にご説明したところ。ダムサイト右側の九電のところで調査を最初にしまして、そしてその後、長陽大橋に行きまして、長陽大橋から南が白川の本流で、北側を黒川が流れている。その状況を見ていただきまして、それ以上の数鹿流ヶ滝、鮎返りの滝もご説明しましたので、念のために、全体のところと、あと集合場所のところと、長陽大橋の間が溪谷になっていますので、全体を画像でつくったものです。

それでは、ドローン映像をお願いします。

これは数鹿流ヶ滝のところで、黒川の上流です。白川と黒川の合流点から1.8kmぐらいの上流でございまして、その半分、0.8kmぐらいのところまでがダム管理区間になります。

右側が入っていませんが、もうすぐすると57号線の阿蘇大橋の崩壊箇所というのが出てきます。右手に見えるのが崩壊したところ。ちなみにこのあたり、数鹿流ヶ滝の標高は400mを超えています。左のほうに阿蘇大橋のアバットが見えます。右が57号線の残りです。その後、滝になってございまして、その後、溪谷のほうに入っていきます。ダム管理区間はまだ上流です。右手に57号線が見えます。

これが長陽大橋でございまして、左が平坦になっているのは公園になっているところ、ここはもう管理区域に入っています。湛水線は、この左手の広場が若干つかるかどうかというところの線です。真ん中に長陽大橋が見えます。長陽大橋の標高が320mでございまして、6ページの表にありますように、平成24年7月の洪水の水位が250mぐらいの高さになっています。真ん中のP2橋脚の下のところぐらいが250m弱のオーダーです。ダムのサーチャージは276mですので、そこから26mほど上のところで、真ん中ぐらいだとイメージしていただければと思います。

これが黒川と白川の合流点でございまして、この上から先生方に、黒川の上流の見える範囲、白川の上流の見える範囲をご覧になっていただいたところ。左のほうが北向山原始林で、この標高の高いところから尾根筋まで全部ご覧になっていただきました。

こちら側が鮎返りの滝で、白川本川です。標高でいうと上のほうが320mぐらいだと記憶しています。上流のほうも崩壊してございまして、これは白川の本川です。これは下流の崩壊でございまして、鮎返りの滝の下のところが276号線です。旅館が河床にありましたけれども、移転した旅館が正面に見える小山旅館です。

これから白川沿いを下っていきます。ちょうどこのあたりに大きな転石がありまして、河床の高さは260mぐらいです。左上に長陽大橋のP2橋脚が見えます。先ほどの合流点のところ。下に流れているのが白川、右のほうに伸びているのが黒川ということで、黒川と合流して本川、白川ということ。

これから白川本川で、長陽大橋の上からの画像です。ちょうどダムサイトが1.2km ぐらいの距離です。真ん中に見えるのは南阿蘇鉄道の第一白川橋梁、ちょうど左右岸のアバットの下が浸かります。

第一白川橋梁から下流の映像です。ここが8月3日に、皆さんで合流して現地調査に行ったところ。この場所から左岸側に渡りました。

これからダムサイトにかかります。ここは上流の仮設橋梁のところで、ご説明した場所です。大きな転石があるところですね。ちょうどダム軸のところが、白川河口から4.6km 地点になります。

以上が、8月3日に現地をご案内して、立入禁止地域のところも下流と上流を見ていただいて、あと滝がやはり地形的な変化点がございまして、そこの下流をご覧になったということです。

以上です。

【委員長】

どうもありがとうございました。

これを拝見させていただいて、お気づきの点がございましたらお願いします。

【委員】

前回、現地調査をして、その前も現地調査をしましたけれども、そのときに見えなかったところ、長陽大橋のちょっと下流の川の右岸側が、今、ドローンの映像でかなりよく見えたんですが、河川沿いが急になっていて、上のほうが少し緩くなっていて、その上は平らな面になっている。小山になっているところもありますが。そういった傾斜の変わるところが崩れていて、現在の川に近いところには良好な岩盤が出ているというふうに拝見しました。

そこの斜面の傾斜の大きく変わるところ、遷急線ですね、そういったところは地震動も増幅されることが多くて、よく地震で崩れます。ここでも白川・黒川合流部のちょっと上流側の、特に黒川沿いですか、ここもやはり標高の高い平坦面と河川沿いの急崖との境界付近のあたりが崩れていて、それと同じようなことが起こったというふうに拝見しました。

今申しましたけれども、地震のときに特に増幅されて、しかも緩んでいる岩盤が落ちるといったことだと思いますので、今後、雨によってはそんなに大きくは崩れないんじゃないかなという印象を受けました。

【委員長】

遷急線。この角ですね。

【委員】

そうですね。地表の傾斜について標高の高いほうから低いほうに言いますので、上が緩くて下が急で、急に遷移するというところで、遷急線と言います。

【委員長】

知らなくてごめんなさい。遷急線か。

【委員】

遷急線近傍が崩れたということだと思います。

【委員長】

失礼しました。遷急線。遷移するというね。他はいかがですか。遷急線付近でいわゆる増幅が起こるということで、地震のときに壊れやすい場所だと。上流のそういう場所のほとんどで崩れているということですね。

【委員】

もう一つは、今のドローンの映像だけではよくわからなかったのですが、この黒川の左岸側の溶岩の一番地表に近いところ、標高の高いところですが、そういったところは自破碎、溶岩が流れるときに自分で壊れて、元々ちょっとがさがさしているところが緩んでいて、しかもそこで地震動が増幅されます。そういう2つの効果によるものだと思います。

【委員長】

自破碎部のやわらかいところが地震の影響を受けたということですね。

それ以上大きく崩れることはないという委員のご判断だと理解したいと思いますけれども、それでよろしいですか。

【委員】

今後、また大きな地震が来ればちょっと違うかと思いますが、少なくとも雨で大きく後退するような崩壊は起こらないのではないかと思います。

【委員長】

わかりました。

他にございますか。

ダムの湛水区域、あるいはその上流部分についての映像を見せていただきましたが、それについて何か。

【事務局】

よければ、引き続き、総貯水容量の確認のご説明をさせていただきたいと思います。

【委員長】

はい。

【事務局】

それでは、78ページです。総貯水容量の確認です。

78ページは、立野ダム容量配分ですが、立野ダムにつきましては、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）でございまして、平時は空虚になっています。放流孔は、河床部に1門、それからそれより高いところに2門の合計3門、1門の大きさが縦5メートル・横5メートルの放流孔を設置する計画になっています。立野ダムの総貯水容量としましては約1,010万 m^3 、この放流孔の能力をもとに検討しました有効貯水容量が約950万 m^3 、それから計画堆砂量が約60万 m^3 で計画されております。

下に図を示しておりますが、上は容量の図、下はそれぞれの完成直後からの状況を示しています。

上の絵で示しましたとおり、ダムが完成した直後は容量として約950万 m^3 ありまして、堆砂していないので計画堆砂量を60万 m^3 と示していますが、堆砂はしていない状況で図を描いております。ダムが100年たちますと、このうち平衡堆砂が約20万 m^3 貯まると現計画では想定しております。それから、仮に101年目に計画規模の洪水が発生したときに、総貯水容量約1,010万 m^3 のうち有効貯水容量が約950万 m^3 、それから一時的な堆砂として40万 m^3 が貯まるということで、計画堆砂量は、この一時的な堆砂量と平衡堆砂量を合わせた60万 m^3 の堆砂量が決まっています。それから洪水後については、水位低下とその後の流水による排砂が起こりますので、それによって平衡堆砂に戻っていくと計画がされています。下のほうは、平衡堆砂の形状等をイメージで示したものです。

79ページ目をご覧ください。総貯水容量の確認ということで、熊本地震後の状況を示しております。

熊本地震前後と6月の洪水後に実施しました航空レーザ測量の結果等をもとに、熊本地震後のダム貯水容量につきましては、左側の図にありますように、地震直後では総貯水容量が950万 m^3 となっています。それから、6月に雨が降りまして出水がありましたので、その出水後のダムの総貯水容量としましては、一部の土砂が下流に流出したことで、約960万 m^3 の総貯水容量になっています。この6月洪水後の立野ダムの湛水予定地内には、50万 m^3 の土砂が堆積していると推定されております。

この堆積している土砂の量としましては、立野ダムの100年後の平衡堆砂量であります約20万 m^3 よりも、現時点では30万 m^3 ほど超過している状態と推定されます。ただ、今後一部は出水等で下流に流れていくと考えられますし、もともと60万 m^3 程度貯まっていたものが、6月の洪水で10万 m^3 ほど減って50万 m^3 程度になっていますので、上流からの流入土砂量よりも下流に出ていく流出のほうが多かった、その結果10万 m^3 程度減っていると考えられます。

80ページ目をご覧ください。熊本地震前後及び6月の洪水後の測量結果から、平均河床高の縦断図を作成しております。これを見ていただきますと、堆積した土砂が洪水によって下流に流れていることが確認されています。上が白川の縦断図、下が黒川の縦断図になって

おります。

ダム地点を0kmとしまして、ダムはまだありませんので、点々でこの位置にできるということを示しております。サーチャージが276mで、青の横線で示しております。もともとの河床が黒線、地震直後の平均河床が赤線、それから6月の洪水後の平均河床が青線で示しております。白川の一番上流側、2.6km付近の鮎返りの滝、それからその直下あたりでは、土砂の下流への流下があった関係で河床が低下しております。逆に1.4km付近、それからダムから下流側、この辺りを中心に河床の上昇が起こっています。

それから、ダムの下流側のマイナス0.1km付近のところに、黒川第二発電所の取水堰を黒い線で示させていただいております。これは、現在ある施設でございまして、この取水堰の天端が207m程度の標高になっております。この天端を出発点にして、上流側に堆砂が進んでいます。青の線が6月洪水後ですので、6月の洪水によって、第二発電所の取水堰のところを出発点にして、上流側は堆砂が進んだことが確認できます。

それから、下が黒川の縦断図になっておりまして、阿蘇大橋の上流側の数鹿流ヶ滝の直下のあたり、阿蘇大橋の下流のあたり、それから湛水地内につきましては、全体的に河床低下が起こっています。

81ページ目をご覧ください。今の航空レーザ測量の結果を、鉛直方向の差分図で示しています。熊本地震後と6月洪水後の状況の比較で、黒川・白川の湛水上流端付近が青色になっていますので、この辺りは河床の低下が起こっております。逆に黒川・白川の合流点付近、それからダムサイトの上流側・下流側付近については、現時点では堆積傾向を示しています。

82ページをご覧ください。カルデラ内の斜面の崩壊状況です。

まず、白川につきましては、1回目の委員会でもご説明しましたように、過去から大きな洪水を受けております。昭和28年や平成2年、それから平成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をすることで、土砂及び流木の生産を繰り返し、植生が回復すると減っていく河川です。全国的にも河川はそのような形で、土砂の生産と減少を繰り返すというのが一般的な河川の特徴です。

それから、平成24年の九州北部豪雨では、どこを中心に崩壊したのかということですが、阿蘇の中岳より東側と外輪山の南側に斜面の崩壊が集中しておりました。右側の図で、平成24年は赤色で示しておりますけれども、阿蘇の中岳よりも東側、それから外輪山の東側付近に赤色が集中しておりまして、こういったところで斜面崩壊が起こっておりました。一方、熊本地震につきましては、緑色で示しておりますように、中岳よりも西側の斜面と外輪山の西側を中心に崩壊が集中しているという特徴がございまして。

左側の表-5.1.1に斜面の崩壊状況を面積で示しております。崩壊面積、不安定土砂の面積とその合計を示しておりますが、崩壊面積としましては平成24年が4.7 km^2 程度、平成28年の熊本地震が2.9 km^2 程度。それから不安定土砂の面積も含めると、全体の面積としては九州北部豪雨後が7.1 km^2 程度、平成28年の熊本地震後は5.9 km^2 程度と推計をしています。

左側に写真を示しておりますが、九州北部豪雨後の斜面崩壊の状況でして、これは阿蘇の

中岳を含みます中央火口丘の東側において、特に崩壊が大きかったところを中心にお示している写真です。

次をご覧ください。83ページです。立野ダム周辺の斜面の状況です。左側の図が熊本地震直後の崩壊の範囲を示しております。オレンジ色の点々で、崩壊地がどのくらいあるかという面積を計算する範囲を示しています。赤色のところが崩壊地を示しております。83ページの地震直後でいきますと、立野ダムの湛水予定地周辺で大体0.6km²程度、それから84ページの6月洪水後でいきますと、同じ範囲で大体0.9km²程度の斜面崩壊が確認されておまして、熊本地震後の雨によって斜面の崩壊の範囲が少しずつ広がっている状況が確認されています。

85ページ目をご覧ください。熊本地震を踏まえた土砂の流入についてということで、計画堆砂量の考え方を示しております。立野ダムの計画堆砂量につきましては、流水型ダムになっておりますので、土砂の流入、堆積、流出といった現象を反映するために、平成22年までの近傍の類似ダムの実績堆砂量から計画流入堆砂量を設定いたしまして、昭和28年から平成21年までの白川の流量データを用いて、100年間の予測計算を行っております。

5.1.2に示していますように、松原ダム、下笠ダム等、立野ダム周辺の5つのダムのそれぞれの堆砂の量、比流入土砂量、それから年降水量や傾斜度、起伏度といったそれぞれの特性値をもとに、どれが一番相関がいかを確認しております。その結果、年降水量と比流入土砂量との関係が一番相関しておりましたので、それに基づいて立野ダムの比流入土砂量、年降水量ベースで年間約800m³/km²と設定しています。

これに基づきまして、左下にありますように100年間の白川の流量を与えまして、この場合でいきますと、昭和28年から平成21年までの実績の雨量を引き伸ばしたりしながら100年分つくりまして、100年間の流量を与えて立野ダムでの堆砂量を予測計算しております。その結果、100年後の平衡堆砂量を約20万m³と推定しておまして、仮に101年目に計画規模の洪水が発生したときの貯水位が最大となったときに一時的に堆砂する土砂量を、計画堆砂量として60万m³と設定しています。

85ページの右下が、それぞれの年ごとの白川の年総流出量、例えば400と書いてあるところは大体4億m³になりますが、その年間に白川で流れる流量と、それに対する比流入土砂量の関係をグラフにしたものです。

86ページ目をご覧ください。九州北部豪雨前後の土砂の状況を示しております。平成24年の九州北部豪雨前後の白川の経年的な濁度を確認しております。

左側のグラフは立野観測所の濁度の変化です。九州北部豪雨は平成24年7月に起こっておりますので、それより前のデータとしまして、平成22年・23年の出水期のデータをオレンジ色、紫色で示しております。これでいきますと1,000m³/s ぐらい出ているときに濁度が200という傾向を示しています。

これに対しまして、九州北部豪雨後の状況が平成25・26・27になります。25年・26年につきましては、流量が小さくても高目の濁度が観測されておりますけれども、27年になりますと大分下がっています。さらに年数が経過するごとに、23年あたりの濁度ま

で落ちついていくと考えています。

上の四角の1行目にありますように、九州北部豪雨に伴う斜面崩壊で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ました。白川につきましては、これまでも洪水のたびに土砂の生産を繰り返した河川ですので、熊本地震直後の現時点においては、一時的に斜面崩壊で上流からの土砂の生産が多くなっていると考えられますけれども、今後につきましては、九州北部豪雨後と同様に数年をかけて土砂の生産が低下していくものと考えられます。

これらのことから、先ほど85ページでお話ししました、現在800m³/km²/年と堆砂計算で決めている計画比流入土砂量につきましては、現時点で直ちに変更する必要はないと考えますけれども、引き続き白川の土砂の状況を把握していこうと考えております。なお、立野ダムにつきましては、完成は6年後の平成34年度を現在予定していきまして、そのころまでには年数の経過によって土砂の生産量も落ちついていくと考えられます。

86ページの右側は、過去の地震による斜面崩壊で土砂流入が増えた事例です。昭和59年9月に長野県西部地震、マグニチュード6.8規模の直下型地震が発生しましたがけれども、このとき御岳山の一部が3,600万m³ほどの崩壊が発生しました。その結果、下流の王滝川のところにあります牧尾ダムに土砂が流入しまして、その流入量は年間で最大230万m³に達しました。

一番下のグラフにありますように、昭和59年に御岳山の斜面崩壊によりまして一時的に土砂の流入が増えましたが、昭和61年・62年以降から減っておりまして、平成4年時点では対策による効果も含めて、震災前の流域の状態に戻りつつあることが報告されております。

87ページ目をご覧ください。崩壊斜面の安定化についてご報告させていただきます。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がございいます。例えば、これは立野ダムの白川の北側、右岸側になりますけれども、①②と示したところです。こういったところでは、今回の熊本地震及びその後の降雨でも大きな被害を受けておらず、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と考えております。土砂の流出につきましては、こういった斜面对策が順次図られることで抑制されていくものと考えております。

写真①のところはすぐ横のところ、左側が平成24年の洪水後に急傾斜対策を実施した箇所でございます。右側の崩壊しているところが地震の後の6月の洪水で崩れたところです。このように、対策を実施しているところとしていないところで明確に違いがあらわれています。

それから②に示している写真ですが、ここも同じ立野地区で砂防堰堤をつくっているところと山腹工をやっているところは被害をほとんど受けておりませんが、その間の何も対策を打っていないところで崩壊が起こっている状況が確認されております。

87ページの下をご覧ください。総貯水容量の確保ということで、立野ダムは現在約50万m³の土砂が堆積しておりますけれども、これを30万m³の掘削を行って、立野ダム完成

時の堆砂量を平衡堆砂量である20万 m^3 にしたという前提で、仮に100年間の堆砂量のシミュレーションを行ってみました。その結果、堆砂量には大きな変化はなく、おおむね20万 m^3 で平衡堆砂となることが改めて確認されたところです。

これらのことから、立野ダム完成時までに約30万 m^3 の掘削を行いまして堆砂量を20万 m^3 にすれば、完成時の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だと考えます。それから完成後の維持管理につきましても、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で、立野ダムの洪水調節機能は維持できると考えています。

88ページをご覧ください。技術的な確認・評価ということで、今までのことをまとめています。

1つ目が、熊本地震前後と6月降雨後に実施したレーザ測量結果から、熊本地震後のダム総貯水容量は約950万 m^3 、6月後の総貯水容量は約960万 m^3 と推計されます。この堆積している土砂量は現在約50万 m^3 ということですので、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す。

2つ目としまして、平成24年の九州北部豪雨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で一時的に濁度が上昇したものの、数年かけて低下していることが確認されている。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すので、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すが、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確認していくと記載しています。

3番目としまして、北部豪雨により斜面崩壊を起こして対策済みの斜面は、今回の熊本地震とその後の降雨でも大きな被害を受けていない。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、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ます。

4番目は、先ほどの87ページと同じことを書いています。

これを踏まえまして、四角囲みですが、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、完成後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ということで、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と、技術的な確認・評価の案をお示しさせていただきました。

以上です。

【委員長】

ありがとうございました。

88ページにまとめが記載されておりまして、今朗読していただいたとおりです。これに関しましてご質問がございましたらお受けしたいと思います。どうぞ。

【委員】

88ページの結論のところは、まとめていただいてわかりやすくなっていると思いますが、考え方として改めて整理をさせていただきます。

この立野ダムは流水型ダムということを再三ご説明いただいているわけですが、通常の貯留型ダムに対して、流入してくる土砂を極力ためないという基本的なコンセプトを持っていることがまず第1点です。説明の中に、平衡堆砂というちょっと難しい言葉がありましたけれども、それは流入してくる土砂と出ていく土砂がバランスしている形を目指しているということです。通常のダムですと池の状態を保っていますので、水平に近い形で土砂がたまってしまう。この場合には、入る土砂と出ていく土砂がバランスすることを目指しているということです。

問題は、それがバランスするためには、今は河道の状態なわけですがけれども、ダムが完成後は、後でご説明があると思いますが、洪水吐きという水を流す設備のところ土砂が入ってきて出ていくということになりますので、その洪水吐きの高さ、それからその幅といいましか、もちろん断面、そういうものが土砂をどれだけ出していく機能を確保できるかにかかってくるということかと思えます。この場合には5m×5mということで、他の流水型ダムに比べても非常に大きい断面を持っていますので、そういう意味では、土砂を排出する機能は確保されていると理解します。

それで、今日の資料の中で一つわかったことが、例えば80ページに詳細な川の縦断図があつて、先ほどご説明がありましたように、今回出てきた土砂が河道状態、まだダムはできていないわけですがけれども、たまっているわけですね。今また削れてきているというご説明があつて、今後どうなっていくのかはモニタリングしていただきたいのですが、一時期たまつたのは、そもそもなぜたまつたのかということだと思えます。

80ページの上の図に黒川第二発電所取水堰があります。これは河川を横断する構造物があつて、ここが起点とのものでしたけれども、河床が上がっている状態になっていますね。ここを出発点として上流側の河床が少し上がっています。ダム完成後は当然この高さは変わってきますし、それから幅も変わってきますので、今の状態と、それからダム完成後、どのような土砂を通過する機能を持ち得るかというところがポイントではないかと思えます。そのあたりは事前に十分検討されていると思えますけれども、今回の事例を踏まえて、さらに精度を上げていただきたいというお願いです。

それから次の点は、後のほうでありましたけれども、今回、土砂量が一時的に多くなっているのではないかということだったかと思えます。85ページの右の図、あるいは86ページの濁度の図で非常によくわかりました。ポイントは、85ページの右下の図に青い点がたくさん打つてあつて、ほとんどはこの黒い点線といえますか、青の点線かもしれませんが、そこに乗っているわけですがけれども、上のほうに幾つか、例えば600 m^3/s あたりですとか

1,000m³/sあたり、あるいは1,400m³/sあたりの、少し上のほうにシフトしている図がありますね。これはおそらく今回のような地震というよりも、過去の九州北部豪雨などのいろいろな大きな洪水のときに一時的に土砂生産が増えたのがプロットされていると思われる。これを見ますと大体、平年に比べると2倍ぐらいになっているかと思います。こういうことが時々起こる。ですから地震だけではなくて大きな洪水が起きたりすると、当然、山が荒れるということで一時的に増えて、そのときは2倍ぐらい土砂量が来るということ、今までの計算でも想定されていたと思います。

問題は、それがどれぐらい継続するのかわかりませんが、これが30年もずっと高い状態が続けば、当然、土砂流入が増えることになりそうですけれども、それが一時的であれば、平均してしまうとそれほど大きなインパクトにはなりません。それを端的にご説明いただいたのが86ページの濁度の図で、しばらくしてくると濁りがだんだん減ってくるということかかと思えます。このあたりは今回、こういう地震なり崩壊が起こったということで、そういう意味では貴重なといえますか、重要なデータがこれからとれることになりそうですので、方法としては濁り、濁度ですね。濁度は非常に細かい土砂の動きを計る。それから、今回堆積した後に削れているというご報告がありましたけれども、そういう河床の変動量、そういうデータをきちんととっていただくということだと思います。

それからもう一点は粒度の変化です。河床には一時的に細かいものから粗いものまで全部あると思いますけれども、だんだん細かいものが抜けていって、粗いものが残るというプロセスになると思いますから、そういう粒度の変化をぜひ継続的にモニタリングしていただきたいと思えます。その点については、後で流木や巨石の話なども出てくると思えますけれども、いろいろな関係機関と連携をして、ぜひ最新の知見を導入しながら、モニタリング手法も含めて進めていただければと思います。

以上です。

【委員長】

今のご意見はよろしいですか。

【事務局】

まず80ページのところでいただきました、黒川第二発電所の取水堰を出発点に堆積しているという状況ですけれども、ダムが実際にできると、この取水堰は撤去いたします。高さとしては195mのところまで基礎掘削を行いまして、そこからダムを立ち上げます。それから放流孔の位置につきましても、203.5m程度のところが一番下の放流孔になりますので、今の河床よりかなり低いところから出発することになります。それから、今後100年間の堆砂につきましても、当然、5m×5mの穴が3つある状態で平衡堆砂になるのかどうかを計算しております。そういう放流能力を持っているという前提条件で計算をしています。

モニタリングにつきましては、今先生からお話がありましたように、今後、関係機関とも

連携しながらやらせていただければと考えております。

以上です。

【委員長】

特に粒度分布がどうなるかという話がございましたので、その辺りも。

【事務局】

河川管理者として、粒度分布とか、そういったところもしっかり把握していきたいと思えます。

【委員長】

要するにこのダムは、来た土は全部下に流すダムであるということですね。極論すればね。他いかがですか。

そういたしますと、88ページにございます四角囲みの中で、今約50万m³程度貯まっているので、約30万m³を完成時まで掘削撤去するというので、それさえすればこの機能は維持できるだろうという結論ですが、これに関しまして何かご意見ございますか。よろしいですか。どうぞ。

【委員】

結論についてはこのとおりで結構だと思いますが、先ほどの私のコメントについて、誤解がないようにご説明させていただきたいと思えます。

83ページと84ページをごらんいただきたいんですが、これは熊本地震後とその後の6月洪水後、雨で崩壊が増えているということで、先ほど私は「今後、雨であまり大きく後退するような崩壊は起こらないだろう」と申し上げましたけれども、それはこの黒川・白川の右岸側の話でございまして、崩壊が増えているのは主に白川の左岸側の小さな谷がいっぱい入ったような斜面です。ここは黒川・白川の右岸側の立野溶岩やほかの溶岩と地質が違って、もっと古い時代の先阿蘇火山岩類でして、風化もかなり進んでいるということで、多分、透水性があまり高くない風化物のところに大雨が降って、緩んだものが崩れていくということが起こっているんだろうと思えます。ですので、このあたりの地域については今後、関係する機関などと協議して、しっかりモニタリングしていただく必要があると思えます。

【委員長】

ありがとうございます。左岸の斜面については要注意ということで、後にごきますけれども、斜面对策等に留意していただきたいというご意見です。よろしくお願ひします。

【事務局】

最後の斜面のところ、またご説明させていただきます。

【委員長】

はい。他はよろしいですか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

いかにうまく来た土を下に流すか、いかにバランスをとるかが非常に重要で、それについては十分なモニタリングで対応すべきであるということですので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

それでは次に、流木に関する問題ですね。ご説明をお願いします。

【事務局】

89ページからです。流木の放流孔に対する影響の確認ということですが。

まず、流木対策の検討熊本地震前と書いております。上の文章ですけれども、立野ダムの放流孔は約5m×5mのものが河床付近に1カ所、それより高い地点に2カ所の合計3カ所設置する計画としております。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おります。また、さらなる安全対策として、立野ダム建設予定地の上流の約200m地点に流木等捕捉施設、この「等」というのは巨石のイメージですが、流木等捕捉施設、スリットダム、スリット幅2mの設置を計画しております。

これらの対策を実施することによりまして、洪水初期、それから洪水末期の水位が低いときは上流側の流木等捕捉施設で流木を捕捉し、それから水位が上がった場合にはほとんどの流木も水位上昇にあわせて上がっていきますので、スクリーンによって流木を捕捉して、洪水が終わるころには水位が下がりますので、洪水後には流木等捕捉施設に捕捉された流木を撤去する計画です。

模式図を示しておりますが、左側の①が洪水初期でございまして、水位が低いときは上流側の流木等捕捉施設でほとんどの流木が捕捉されます。水位が上昇してきた②ですが、水位が上がりますとほとんどの流木もあわせて上昇しますので、放流孔の前に設置されていますスクリーンに捕捉されます。さらに水位が上昇した際も、ほとんどの流木はあわせて上昇していきます。それから④としまして、洪水が終わりますと水位が下がりますので、スクリーンの前面、それから流木等捕捉施設で捕捉された流木を撤去するという計画にしています。

90ページです。スクリーン及び流木等捕捉施設の形状につきましては、現時点では、他ダムの事例等を参考に以下のように考えております。まずスクリーン構造図を90ページに示しております、正面図に放流孔3門を示しています。正面図の真ん中が河床付近に設置される放流孔でございまして、ここは前面のところがスクリーンが設置されないで開いています。横にはスクリーンを設置することにしています。それに対して上の2門につきましては、放流孔の前面にもスクリーンを設置する計画です。

この一番下の河床付近の前面にスクリーンを設置しないのは、通常、水が流れるところで

すので、葉っぱや土砂などの小さなものが目詰まりして、通常の流水を阻害する可能性もありますので、基本的に平常時にきちんと水が流れるようにということで、放流孔の前面にはスクリーンを設置しない計画にしています。

右側は横断図です。

91ページ目をご覧ください。上流側に設置します流木等捕捉施設の構造図を下に示しています。現時点で計画している案です。スリット幅が2m、高さが5mの鋼製の三角のスリットを考えております。

それから上の平面図ですが、茶色で示しているのは管理用の道路です。左右岸にそれぞれつけまして、河道の中に貯まった流木やスリットのところに貯まった流木を撤去するために、管理用通路を設置したいと考えております。それから、維持管理用管路を点々で入れておりますが、水位が高いと河道などに残った流木を撤去するのがなかなか難しいので、管理用の管路を入れまして、水を少し迂回させながら、ダムと流木等捕捉施設の間の水位を下げた形で流木の撤去ができないかと、現在考えている施設です。

92ページ目をご覧ください。この河床部の1門に対して水理模型実験を実施しています。立野ダムにつきましては、大量の流木が流下した場合でも洪水調節能力に影響を受けないことを確認するために、実験をやりました。

実験の諸元としましては、左下にありますように、箱型の模型をつくりまして、右側のところに0.08mと数字を書いておりますが、ここに放流孔を設置しています。水理模型の縮尺は62.5分の1です。流木の模型としましては、立野ダムの左岸側国有林の樹木調査結果を参考に設定しております。

その具体的な流木調査の概要ですが、左側の真ん中付近に書いてありますけれども、立野ダム左岸の国有林の約14万m²のところにあります樹木35,000本、うち幼木5,000本、これらの樹木を調査しております。その結果、平均樹高は11m程度、平均樹径が32cm程度という調査結果を得ておりまして、これに基づきまして、右側の表-5.2.1に示しております流木模型の数値を決めております。流木長としまして、原寸に戻しますと1.5mから15m、それから直径が11cmと31cmの流木模型の数値を決めまして、それで実験しています。

それから流木の投入条件ですけれども、左側の真ん中あたりですが、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しています。投入量としましては、この模型実験の水面に1,400本ほど浮かべております。これを湛水予定地全体に換算しますと約67,000本ぐらいの本数になります。

水位の条件としましては、洪水初期の低い状態から水位上昇しまして、さらに水位を下げまして、さらに水位を再上昇する実験をさせていただいております。

上の文章に戻りますが、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ます。放流孔の前面にスクリーンを設置すると、孔の呑口からスクリーンまで距離が10m以上あって、放流孔まで一定の距離があるので、スクリーン表面の流速は遅くなり、ほとんどの流木は洪水調節の水位上昇にあわせて浮き上がります。

さらに、浮き上がった流木は水位低下にあわせて下がって、河床の放流孔前に堆積します。

93ページ目をご覧ください。実験の写真をお示ししております。左側が洪水初期の水位が低い状態です。上流に流木等捕捉施設を置いていない状態で実験しておりますので、水位が低い状態でも流木が放流孔の前に堆積しています。水位を上げていきますと、水位上昇に伴いまして流木のほとんどは浮き上がっていきます。流木の一部はスクリーンに残りますが、ほとんど上がっていきます。次に、洪水の末期まで水位を下げますと、流木が放流孔の前に堆積します。さらにそこからもう一回洪水が来たらどうなるかということで、再上昇して洪水調節に入りますと、また流木は水面に上がっていくことが確認されました。

この実験結果で、上に下段の放流孔の貯水位と、それから放流量の関係についてグラフを示しています。白い○がスクリーンありで流木がない状態の実験結果でございまして、白○を線で結んだものが黒線になっています。流木ありでスクリーンがある状態のものが黒○になっておりまして、この黒の実線、流木がない状態に乗っているということで、洪水調節能力には影響がないことが確認されています。

92ページにお戻りください。下から2行ですが、水理模型実験の結果では、洪水後の水位の低下に伴って、河床部の放流孔前に流木が堆積いたします。ただ、放流孔5m×5mの中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おります。※書きをしておりますが、閉塞というのは、流木が放流孔の中に固定化されて大きく放流能力が低下する状態と考えていまして、放流孔の前に流木がたくさん貯まっておりますが、これは堆積だと考えています。

94ページ目をご覧ください。熊本地震後に6月に洪水がございましたが、その洪水で橋脚に引っかかって堆積した流木約2,000本について、その長さや直径を調べております。その結果が左側のグラフです。流木長は15m以下、実験では最大15mでしたので、15m以下のものが100%を占めております。それから直径につきましては35cm以下のものが90%を占めておりまして、水理模型実験で設定した流木の諸元とほぼ一致しており、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ております。

95ページ目をご覧ください。倒木量の推定です。立野ダムの湛水予定地周辺の斜面の倒木量がどのくらいだったのかを推計しています。斜面の崩壊状況と、そこにもともと立っていた立木をレーザ測量から計測しまして、その崩壊地と立っていた木の重ね合わせによって倒木量を推定しております。それによりまして、湛水予定地周辺斜面で約16,000本の倒木が発生している可能性があります。ただ、6月の洪水で一部流れている可能性もあります。

水理模型実験におきましては、湛水予定地全体に換算して水面全体に約67,000本の流木が浮いている状態でしたので、仮に湛水予定地周辺の倒木が一度に流れ込んだと想定した場合でも、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ています。

以上を踏まえまして、96ページは技術的な確認・評価の案です。

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ということで、上から4つボツ(・)を書いておりますが、ここについての中身は今のご説明と同じです。

四角囲みですが、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ます。

ダム完成後の維持管理に向けてということで、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て、多くの倒木が発生しています。

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に生かすとともに、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、200m上流ですね、そこまでの間の流木や、流木等捕捉施設で捕捉された流木の洪水後の撤去、そういった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という案をまとめています。

以上です。

【委員長】

どうもありがとうございました。

流木の放流孔に対する影響について、幾つかの点で検討した上でのまとめにつきましてご意見ございましたらお願いします。

【委員】

流木の点は、先ほどの土砂と少し違うところがあるかと思います。流水型ダムですから土砂はなるべくためないということだと思えますけれども、流木については最終的に、極力ダムの洪水機能に影響がないように管理するわけですが、入ってくる流木をダムでどこまで止めるのか、ある部分は通過させるのか、この辺の考え方が少し土砂とは違うと私自身は理解しています。

何が違うかといいますと、大きな流木はダムが閉塞しない範囲で極力ダムの中でとめるという考え方があり得るのかなど。前回もありましたように、下流に流れていった場合に橋梁の閉塞等が懸念されますし、今回のダムの放流孔そのものへの影響も懸念されるわけですから、極力上流で止めたほうがいい。

ただ、通過し得るような小サイズといいますか、そういうものは当然、放流孔も安全に通過しますし、下流に流れていっても橋脚のリスクにはならないでしょうから、それまで全部とめるというのは、ある意味やり過ぎだと思います。そのサイズの考え方をどうセットするのか、それに見合うような今回の設計、レイアウトになっているのか、そういう点をチェックすればいいと思います。

そういう点で、スクリーンも設置されますし、今回、流木止めというものをつくられて、2mの間隔、それから5mの高さということでしたので、その構造物によってどういう水理条件、流量やダム湛水地内の水理条件、このあたりがどういう動きをするのかということを引きつり見ていけばいいのではないかと思います。その点で、今ご説明いただいた点については、それにおおむね合致していると思います。

一つお伺いしたいのは、最終的にダムの洪水機能にとってどういう状態が起こるとリスクが顕在化するのかという点です。つまり閉塞すること自体が問題ではなくて、洪水というの

は波形、ハイドログラフですから、洪水も波を持っているわけですので、どのタイミングで流木が入って、どの段階でどこに貯まると最終的にダム管理上のリスクになると考えておられるのか、この点を少しお伺いしたいと思います。

【委員長】

よろしくをお願いします。

【事務局】

ダムにとっては、洪水の初期の段階で閉塞をしてしまって、本来であれば下流に流れる流量をダムに貯留してしまうという状況が一番危険ですので、そういうことにならないように、水位が低い状態で流木等捕捉施設できちんととめること、水位が上がってくるタイミングできちんと流木が上がっていくことが大事だと思っています。そういったことも我々としては考えないといけないと思っています。ダムができるまでにしばらく時間がありますので、その間に、どういう流木がどのタイミングで出てくるのかというところもしっかり確認しながら、今後の検討に生かしていきたいと考えております。

【委員】

あと一点、これは管理上の話になるかと思いますが、洪水も当然、一山だけではなくて、ある意味、二山といいますか、例えば台風が二つ来る場合、一つの洪水が行ってしまった後、次の洪水が来るまでの間にどういうことができるのか、何がしかの流木がどこかに残されるとすれば、それをどういう形で管理していくのかという点も大事なのではないかと思います。その点についてはいかがでしょうか。

【事務局】

そこについては93ページで実験をやっております、ここで写真にありますように水位を低い状態から一回上げて、下げて、一回の洪水だとこれで終わりですけれども、そこでもう一回上げるということで、仮に流木を撤去する時間的余裕がなくて、そこでもう一度洪水調節に入った場合にどうなるのかも確認しております。その結果でも、流木が浮き上がることで洪水調節能力に影響がないことを確認しておりますので、機能上は問題がないと考えております。ただ、おっしゃったように、できるだけ速やかに流木の撤去をすれば、ダムの管理上はより安全側になりますので、そういったところはきちんと、できるだけ早期に撤去していくような維持管理をしたいと考えております。

【委員】

今の点は、91ページで先ほどご説明いただいた、こういう流木等捕捉施設を上流につくられて、アクセスする道路もつくられて、当然、対岸にも行かないといけないと。当然、洪水後に河川に流量が残っている状態で、そういう改修といいますか、管理工事をしないとい

けない。なかなか全部取り切るのは難しいと思いますけれども、大きなものをきっちり管理していく。そのあたり、今のうちからリスク管理も含めた管理しやすいものをしっかり作り込んでいくことが肝要ではないかと思っておりますので、その点については、今回の検討を踏まえて、より精度を高めていただきたいと思います。

以上です。

【委員長】

200m上流につくる捕捉施設が非常に重要な役割を果たすと思うんです。ですから、そのレベル、ダムのどの位置にその捕捉施設の天端が来ているかと。これは放流孔からずっと上にあるんですね。

【事務局】

一番河床に近いところの放流孔の上面が210m弱ぐらいで、それが200m上流側の流木等捕捉施設の一番下の基礎の高さあたりになります。

【委員長】

流木をなるべくダムでためたいというのはわかります。ただ実際にそれがどの程度できるのかというのは、まだはっきりしていないわけですね。

【事務局】

先ほど〇〇委員からもお話があったかと思いますが、ダム機能を維持する上で、流木を全部ためるわけではなくて、一部流れていくものも当然あると思っています。ただ、下流の方から見た場合は、できるだけ下流に流れてこないほうがいいと思われる方もありますので、ダムの洪水調節機能を考えながら、今後、どの程度、流木を捕捉していくのかを考えていかなければいけないと思っております。

【委員長】

他の事例も念頭に置いて、検討を進めていただければと思います。閉塞はないだろうということではよろしいですね。

それでは、96ページのまとめについてはよろしいでしょうか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

では、次も放流孔との関係で、巨石の影響についてよろしくをお願いします。

【事務局】

97ページ目からは、巨石の放流孔に対する影響の確認です。

これも熊本地震前を97ページに示しております。立野ダムでは放流孔を河床付近に1カ所設置しますので、そこを巨石によって閉塞させないために、立野ダムの予定地の upstream 200m に、先ほどの流木等捕捉施設の設置を計画しております。この捕捉施設のスリット幅は2m と先ほどから申しておりますが、これで2m 以上の巨石は基本的に捕捉されると考えております。また、洪水調節の初期の水位が上がりますと、大きな石というのは流速が遅くなると動きませんので、水位が上がりますと流速が遅くなり、巨石が動くおそれはなくなります。洪水後に流木等捕捉施設に捕捉された巨石につきましては、管理上、支障があれば撤去するという計画です。

98ページ目をご覧ください。流木等捕捉施設の形状は、先ほど流木のところでお話ししたものと同じです。

99ページ目をご覧ください。巨石の移動状況調査ということで、立野ダムの建設予定地周辺の巨石の移動状況について、昭和53年より経年調査をしております。立野ダムサイト付近の2つの巨石、5m 程度の石につきましては、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おります。この石は、現在はダムサイト付近の工事の進展に伴って撤去をしています。

100ページ目をご覧ください。巨石対策の確認ということで、巨石移動シミュレーションをしております。熊本地震後の6月洪水後に、湛水予定地内の土砂の堆砂状況をもとに、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を実施しております。

ダムの直上流10m のところですが、右側の図に示しておりますように、ダムの堤体から10m 離れたところということで、スクリーンのちょうど真ん中、放流孔の呑口のあたりになりますけれども、このスクリーンのあたりで洪水調節中に移動が可能と考えられる石の最大粒径がどのくらいなのかを確認しております。洪水の調節をして水位が下がっていく段階で流速が遅くなりますので、そのとき移動すると考えられる石の最大粒径が計算で出てくるわけですが、これが大体50cm から60cm 程度ということで、放流孔の5m×5m の中に巨石が固定化して閉塞することはない、洪水調節能力にも影響がないと考えております。

下をご覧ください。斜面からの巨石の崩落状況ということで、熊本地震やその後の降雨で湛水予定地周辺斜面が崩れております。斜面からの巨石の崩落が確認されております。左側の写真を見ていただきますと、上から斜面が崩れておまして、平地のところ扇状地状に石が落ちてきているのがわかるかと思えます。右側が河川内の巨石の状況ということで、同じ場所を地面から写したものです。

101ページ目をご覧ください。ダム本体の左岸側の斜面が崩れて放流孔を直接塞ぐのではないかというご心配があるかと思えます。これに対しましては、ダム本体の左岸の天端より高いところ、ダム本体の天端よりも高いところにつきましては、基礎掘削によって岩種に応じた安定勾配で掘削を行うこととしております。

左下の図面に掘削断面図を載せていますが、灰色のところはダムの本体でございまして、

そこから上に向かって360m ぐらいの高さまで基礎岩盤を掘削する予定です。これは安定勾配で掘削を行いますので、基本的に安定しますが、必要に応じてのり棒等の斜面の安定化対策を講じた上で緑化を行う予定です。こういったことを実施しますので、ダムの完成後、ダム本体左岸の崩壊による放流孔の閉塞はないと考えています。

下に、整備直後と整備20年後の斜面の緑化対策のイメージを載せております。景観に配慮したいと我々も考えておまして、在来種によるのり面対策によって自然が復元するような斜面对策を考えております。

これらを踏まえまして、102ページに技術的な確認・評価の案をお示ししております。上の4つのポツ（・）は今のご説明と同じものでございます。四角囲みですが、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ということで、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、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約200m 区間の巨石、それから流木等捕捉施設で捕捉された巨石の洪水後の撤去、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とまとめております。

以上です。

【委員長】

ありがとうございました。

これに関しましてご意見をお願いいたします。102ページにまとめが書いていますけれども、いかがですか。

【委員】

河道の中に現実に巨石があるということで、今回も写真がありましたように、数多くあると。実は、これが上流の河道から流れてきたものであるのかどうかという点がポイントで、今ご説明がありましたように、これは基本的に山から落ちてきたものであって、上から流水に乗って流れてきたものではないという解釈が成立するのであれば、閉塞することは当然あり得ません。

あと残るのは、この101ページのように、山からさらに落ちてくるものがダムの直上にあるかどうかだと思いますが、それは今ご説明がありましたように、きっちり斜面のプロテクトをされるということのようですので、ダムサイトの直上流はしっかり対処していただくということに尽きるのではないかと思います。

以上です。

【委員長】

捕捉施設から下流、ダムサイトまでの斜面は十分留意して対策を打っていただきたいと考えます。どうぞ。

【委員】

今、委員長から、捕捉施設の下流のところの斜面についてはしっかりとした対策をとお話がありました。今回の資料の中ではダム高標高部の対策を101ページに書いていただいておりますが、84ページの周辺の崩壊状況図を見ますと、捕捉施設が設置される場所とダムの間にも多少斜面の変状があります。こういうところは、必要に応じて対策がとられるという解釈でよろしいでしょうか。

【事務局】

左岸側のダムと流木等捕捉施設の間に崩れているところがありますので、そこもダムの完成まで、どのぐらいの石が落ちているのかという状況の確認や、それから必要に応じて対策が要れば対策をやっていく、巨石についても、撤去したほうがいいものについては取っていくことを考えたいと思っております。

【委員長】

もちろん、必要な箇所についての対策ですよ。よろしいですか。もしも落ちてきたら、200mの間はすぐ撤去するんですね。

【事務局】

どのぐらいの大きさが巨石かという定義はありませんけれども、洪水調節機能やダムの管理上、撤去したほうがいいと思われるものは撤去していきたいと思っております。

【委員長】

それで、結論ですけれども、102ページに関してはこれでよろしいですか。

(「異議なし」の声あり)

【委員長】

それではお認めいただいたということで、湛水予定地周辺斜面の説明をお願いします。

【事務局】

それでは、湛水予定地周辺斜面についてご説明いたします。

熊本地震前ということで、103ページに記載しております。ダムを建設するに当たっては、「湛水予定地の地すべり調査と対策に関する技術指針」が国土交通省から出ておりまして、

これに基づきまして全国の各ダムが、湛水による影響について対策を打つべき斜面があるのかどうか判定をしております。立野ダムにつきましても、湛水予定地周辺の地すべり調査をやっておりまして、その結果、地震前には湛水予定地周辺に対策が必要とされるような地すべりはありませんでした。不安定化の可能性がある崖錐、土砂がたまっている崖錐が2地区抽出されておりました、これらについては対策が予定されていたところでした。

103ページの左側にフローを示しております。初めにLPを使って地形を判読するわけですが、地すべり地形である疑いがあるところが13地区抽出されております。その後、現地踏査をするかどうかの斜面の抽出で、サーチャージ以下、要するに湛水する線に対して、一部もしくは全体が水没するところがあるのかどうかを確認しております。その結果、サーチャージ以下にあるものが11地区、ないものが2地区という選別がされております。その後、現地踏査をやりまして、地すべり等に該当しそうなものが8地区、そうでないものが3地区というふるい分けをしまして、その次に、対策を実施するに当たって保全対象があるのかどうか、何も保全するものがなければ対策を打たなくていいと判断できますので、保全対象があるのかどうかも踏まえて精査して、最終的に対策工が必要なのは2地区となっていたところでした。

104ページ目をご覧ください。これが地震前の13地区を示した図でございまして、最終的には赤色のSL1-A、SL1-B地区、それからKL2という2地区で、崖錐すべり対策をする予定でした。

次のページをご覧ください。105ページ目です。熊本地震後、斜面が崩壊しているところもございまして、湛水予定地周辺の斜面につきましても、6月の洪水後の航空レーザ測量をもとに、もう一度、地形判読を実施しております。その結果、地すべり地形等として疑いのあるものとして、熊本地震前に抽出されているところも当然含んでおりますが、全体としては18地区が再抽出されております。そのうち立野ダムの湛水による影響を考慮して、サーチャージの276m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地区が現地踏査の対象斜面として抽出されています。この後は技術指針に基づきまして、地震前と同じように調査を進めて、対策が必要なところを絞り込んでいくことになるかと考えております。

106ページ目をご覧ください。抽出された18地区を示しております。このうち現地踏査対象斜面として抽出され、かつ地すべり状地形として抽出された斜面が6地区ございます。それがピンク色で示した斜面です。それから崖錐斜面として層厚が厚いと推定され、抽出された斜面が10地区です。今後、地震前の斜面対策の検討と同様に、技術指針に基づきまして、地形判読、現地踏査、安定性評価及び対策工の検討を行いまして、必要に応じて対策をやっていくこととなります。

なお左側の表に、それぞれ抽出された斜面の面積を示しております。大体、1,000m²から31,000m²となっておりまして、この中で大きいところでは、白川左岸側の一番SL1が15,000m²程度、それからSL3～5が2万m²から3万m²の間、SR1が31,000m²、SR2が12,000m²です。

具体的な対策の中身についてということで、今後、技術指針に基づいて対策する箇所を絞り込んでから対策工法を決めていくことになるわけですが、一般的な対策事例をお示ししています。107ページをご覧ください。抑制工と抑止工がございます。抑制工は押さえ盛り土をする、排土をするということで、抑えたり、もともとの土の重みを取ったりします。抑止工としましては、鋼管杭、深礎杭、アンカー工といった、串刺しにすると変ですが、動いている土塊をピンでとめるような対策です。

こういった対策は一般的に他のダムでも行われておりまして、108ページに対策の事例をお示ししております。これは滝沢ダムという関東のダムの説明資料から抜粋しておりますけれども、盆栽山地区というところでこのようなアンカー工の対策を実施しておりまして、全国的には一般的な工法です。

こういったことから、これまで国内で実施してきた事例も存在しますので、斜面对策は十分可能であるということで、戻って申しわけありませんけれども、106ページの3行目に、「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」と記載しております。

109ページをご覧ください。立野ダムの湛水予定地周辺におきまして、斜面崩壊箇所の上部でも亀裂が確認されております。こういった事実も確認されておりまして、湛水と関係がない上の方にも崩れているところがありますので、そういったところについてどのようなことを考えないといけないかを検討いただくために、写真を示させていただいております。

これを踏まえまして、110ページです。技術的な確認・評価の案ということで、上の3つのポツ（・）については、今ご説明した内容をそのまま書いています。四角囲みから読ませていただきます。熊本地震後に精査対象箇所として抽出された16地区については、今後、地形判読、現地踏査、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することができると考えられる。

ダム完成後の維持管理に向けてということで、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とまとめさせていただいております。

以上です。

【委員長】

ただいま、湛水地周辺の斜面についてご説明をいただきました。ご意見を賜りたいと思います。よろしく申し上げます。どうぞ。

【委員】

文言の修正だけなんですけれども、文章の修正を。

【委員長】

何ページですか。

【委員】

110ページの枠書きのところ。「熊本地震後に精査対象箇所として抽出された16地区」と書いてあるんですけれども、この技術指針では、精査というのはボーリング調査等のことを言っておりまして、その精査の前に概査というのがありますけれども、この16カ所を全部精査するわけではないと思います。現地踏査して地すべりではないと判断されたものは、いわゆる精査しないで概査で終わるということですので、正確性を期すために、「熊本地震後に概査対象箇所として抽出された」にしておいたほうが良いということが一つですね。

それから、その後に引き続く文章で、「今後、地形判読、現地踏査、安定性評価を実施し」と書いてあるんですけれども、ここで逆に精査が入ってくるものも出てきますので、ちょっと文章の修正ですけれども、「今後、地形判読、現地踏査」、この後に「必要に応じて精査、解析」といったような言葉を入れ込んでおいたほうがよろしいかと思います。要するに現地踏査だけではなくて、場所によってはボーリング調査なども含めた精査をやるというように修正していただきたいと思います。

【事務局】

それでは、110ページの「精査対象箇所」を、105ページでは「現地踏査対象斜面」と表現しておりますので、これに合わせてよろしいですか。

【委員】

そうですね。

【事務局】

では、「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」、以下は同じでよろしいですか。

【委員】

はい。

【事務局】

そのように修正いたします。

【委員長】

「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」、ここにまた「現地踏査」がある。

【事務局】

ええ。現地踏査、それから必要に応じて精査と。

【委員長】

安定性評価をして、必要に応じて精査を行うと。

【事務局】

「地形判読、現地踏査」、その後に「必要に応じて精査・安定性評価」。

【委員長】

安定性評価を行うと。それでよろしいですか。

【委員】

はい。

【事務局】

それで修正いたします。

【委員長】

他は。どうぞ。

【委員】

その文言の修正については、私もそのとおりされたほうがいいと思います。

それで106ページで、崖錐のはちょっと置いておくとして、地すべり状地形として幾つかピックアップしてピンクで示されていますが、特に現地を見せていただいた感じでは、SL1としているところが、当初想定していた104ページの範囲よりももう少し広い範囲に亀裂が出てきて、しかも雨でその亀裂がどうも増えたようだというのがございましたので、範囲を広げて設定されているということかと思えます。この中に、ぱっと見ると岩盤に見えるようなところもあるんですが、よく見るとその岩盤にも亀裂が入って開いているところも散見されますので、そのあたりは十分注意して調査していただきたいと思えます。

それから、SRの1と2というのが106ページの右岸側にありますが、これは、他のところとちょっと様子が違うと思えます。現地でのご説明では盛り土が滑ったということだったと思えますが、盛り土が滑って、しかもかなり流動化していて、地震のときに動いたものですね。それが今後、雨でどうなるかという、ちょっとほかの地すべり状地形とは違うのかな、むしろ安定側なのかという気もしますので、そういったことも頭に置いていただければいいのではないかと思います。

【委員長】

どうですか。

【事務局】

〇〇委員がおっしゃられるように、SR1につきましては、上の盛り土が地震動で4月16日に滑って、川まで落ちてきていますので、ちょっとほかの地すべりとは違うような気がします。検討の流れからLPで地形判読をしていくとそのように抽出されるということで今は地すべり状地形としてお示ししています。

以上です。

【委員長】

その点の違いをはっきりさせておかないと。

他はいかがですか。どうぞ。

【委員】

先ほど〇〇委員が指摘されたところと関係があるかもしれませんが、84ページの6月洪水後の崩壊地の図で、先ほど議論になりましたけれども、流木の捕捉施設とダムサイトの間、ちょうど106ページの図でいうと、今ありましたSL1というところからダムサイトまでの間の左岸側の斜面、ここを84ページの図で見ると少し赤くマーキングされているところがありますね。ですから、ここは湛水のラインよりも少し上の標高かなと思えます。まさに先ほどから議論がありましたように、ここが落ちてきたとき、ダムに直近になりますので、この評価といたしますか、それからその中から懸念が生じるような土石等の流入、そういうことがないかどうかを十分精査といたしますか、検討していただきたいと思えます。

【委員長】

SL1。

【委員】

SL1とダムとの間の左岸側ですね。

【事務局】

84ページにダムサイトがございまして、上流に湛水線から上に少し赤が出ている、これが現場でごらんになった崩壊したところですね。岩盤対策をしています。その上流のやや大きいのが湛水線から上に出ていまして、上流側を見ますと、転流工の呑口がちょっと見えていますので、その下流側ということです。これにつきましては、左岸側の林道で工事用道路をつくっておりますので、その対策に合わせて上流側、若干まだ土地が崩壊した、上流側の所管の違う土地もありますけれども、協議の上、工事用道路の復旧に合わせて実施するとい

う作業工程にしています。その上流側になりますと、転流工吐口から上流側は、106ページでいうとSL1で、ここにつきましては当初の予定より多くなっていますので、工事用道路の工事と一緒に復旧していくという作業を予定しています。

以上です。

【委員長】

確認したいんだけど、104ページでSL1-A・Bというのは流木等捕捉施設より上流にある。留意すべきは、転流トンネルの直上流斜面の話をしているわけ。

【委員】

正確に申し上げますけれども、104ページの図で、SL1-AやBについては、先ほどから検討されるということで、現地踏査をされて、先ほどありましたように必要に応じて精査するというので、もうこれは抽出されていますので、俎上に上がっているということでいいと思うんです。私が申し上げているのは、SL1-Aよりもさらに下流側です。下流側でダムまでの間に、この104ページの図上ではマークされていないんですけども、84ページの6月洪水後の絵で見ると、少し赤くマークされているところがあるので、そこは十分ケアしてくださいということです。

【委員長】

わかりました。

【事務局】

それにつきましては工事用道路の復旧に合わせて実施するということです。

【委員長】

なるほど。104ページのSL1-A・Bより下流にある斜面ですね。

【事務局】

そうです。

【委員長】

それを注意して対策等を検討しなさいということですね。

【委員】

そこも含めて十分検討してくださいということです。

【事務局】

わかりました。

【委員長】

その点は忘れないようにしてくださいね。

【事務局】

はい。

【委員長】

他はいかがですか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、6つの議題につきましてご議論いただきました。その結論は、まず第四紀断層については38ページにまとめの案がございます。それから基礎岩盤に関しては、77ページにまとめ案、それからダム機能の維持に関連する堆砂の問題が88ページ、流木に関することが96ページ、巨石に関することが102ページ、ただいまの湛水地の斜面に関する案を110ページにまとめています。

それでは、しばらく時間をいただきまして、このまとめについて委員会として審議をしたいと思いますので、一度休憩に入りたいと思います。その休憩の間に事務局で案をまとめてもらうということで、よろしくお願ひしたいと思います。何分ぐらい休みますか。

【司会】

15分ぐらいを考えています。

【委員長】

4時ごろですね。では、よろしくお願ひします。

【司会】

それでは、ここで一旦休憩に入りたいと思います。映像配信につきましては、休憩の間の15分ほど停止させていただきます。

それでは、委員の方々は一度控室に入ってくださいと思います。報道関係の方につきましては、取りまとめができ次第再開いたしますので、しばらくお待ちください。

(休 憩)

【委員長】

お待たせいたしました。それでは、審議を再開いたします。
休憩の間に技術的な確認・評価についてまとめていただきましたので、事務局より読み上げてください。

【事務局】

皆様のお手元には紙をお配りしておりますし、スクリーンのほうにも今映しております。
読み上げさせていただきます。

立野ダム建設に係る技術委員会の技術的な確認・評価（案）。

○第四紀断層

・熊本地震後もダム敷及びその近傍にダムを建設する上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しない。したがって、断層変位によってダム敷にズレが生じることはないと考えられる。

○基礎岩盤

・熊本地震後もダム本体の基礎岩盤の性状に変化は認められず、基礎岩盤として健全性に問題がないと考えられる。

○地震を踏まえたダム機能の維持

（総貯水容量の確認）

・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。

（流木の放流孔に対する影響の確認）

・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。

（巨石の放流孔に対する影響の確認）

・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がないと考えられる。

○湛水の影響を受ける斜面

・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。

ここまでは、今までご議論いただいた各事項の最終的な表現のところ、四角囲みのところを入れております。先ほど指摘がありました斜面のところについては、文言を修正して提示させていただいております。

最後です。

○本委員会の結論

・熊本地震後も立野ダムの建設に支障となる技術的な課題はなく、立野ダムの建設は技術

的に十分可能であると考えられる。

・ダム完成後も、堆砂、流木、巨石及び斜面の状況について、湛水地内のモニタリングを行うとともに、その結果を踏まえ、必要に応じて土砂の掘削や流木の撤去など、適切な維持管理を実施していくことが重要と考えられる。

・湛水の影響を受けない斜面や湛水地より上流に位置する斜面の状況についても、関係機関等による情報の収集や監視の結果を踏まえ、湛水地への影響の把握に努めることが重要と考えられる。

以上です。

【委員長】

どうもありがとうございました。

このまとめに関しまして、委員の皆様方、ご意見ございましたらお願いいたします。
この斜面の問題は、どのぐらい時間が必要ですか。

【事務局】

斜面の問題とおっしゃいますのは。

【委員長】

この湛水の影響を受ける斜面について、16地区を検討するという事になっているでしょう。それに要する時間です。

【事務局】

ダムを完成する前までには斜面对策も全部、必要なところは対策を終わらせようと考えております。

【委員長】

時間的余裕があるわけですね。

【事務局】

はい。ダム完成が平成34年度ですので。対策をする箇所についてはできるだけ急いで判断したいと思っております。

【委員長】

しっかりやってください。

【事務局】

はい。

【委員長】

他はご意見ございませんか。

(「なし」の声あり)

【委員長】

それでは、立野ダム建設に係る技術委員会の技術的確認・評価は、これで決定をさせていただきますかと思っております。

それでは、次の議題が1つ残っていましたが、その他について、ご説明をお願いいたします。

【事務局】

当委員会の技術的確認・評価を今ご確認をいただきましたけれども、成果として取りまとめた今回の技術的確認・評価も含めまして、事務局で報告書の案、それから概要版の案という形で、この間、現地踏査もしていただいたりしておりますので、全体の検討の経緯などもきちんと整理しまして、報告書の案と概要版の案を整理したいと思っております。各委員の皆様、案を作成した段階で持ち回りで確認させていただきますまして、最終的には委員長にご確認をいただいて、この報告書と概要版をホームページで公表したいと考えておりますが、いかがでしょうか。

【委員長】

ただいまご説明がございましたような方法で、報告書案、概要版案をまとめていく、あとは持ち回りでやっていただくということで、最終的に私自身が見させていただきます。それでよろしいですか。

(「異議なし」の声あり)

【委員長】

では、その方向で進めていきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

それでは委員の皆様方、どうも3回の委員会、ありがとうございました。これで終了させていただきます。どうもありがとうございました。

【司会】

本日は多岐にわたるご審議及び立野ダム建設に係る技術委員会の技術的確認・評価の取りまとめを作成いただき、まことにありがとうございました。

最後に、九州地方整備局、佐藤河川部長より一言ご挨拶申し上げます。

【事務局】

佐藤です。

委員の皆様におかれましては、本日も貴重なご意見を賜り、また技術的な確認・評価についてお取りまとめいただきまして、まことにありがとうございました。また、これまでの第1回から第3回までの委員会に関しまして、貴重な時間を割いていただきまして、熱心にご討議、それから現地の調査などを精力的に行っていただきまして、ほんとうにありがとうございました。

本日もご審議いただいた内容も含めて、先ほど事務局から説明申し上げましたように、報告書の案、それから概要版の案を整理し、委員の皆様にご確認をいただいた後、委員長に最終チェックをいただき、公表してまいりたいと考えております。一方、先ほど読み上げる形で確認をいただきました技術的確認・評価の内容につきましては、本日の委員会の結果として公表させていただきますと考えております。

さて、立野ダムにつきましては、もとより熊本の中心市街地を河口部が流れる白川の重要な施設です。平成24年の九州北部豪雨災害の復旧対策として、激特事業などで、川を拡大して流す量を増やす対策、それから上流域の立野ダムで貯める対策、その2つの対策をもって白川の治水を完成させたい、九州北部豪雨からの復旧をなし遂げたいということで、現在まで事業を進めています。

本日の委員会で、「熊本地震後も立野ダムの建設に必要な技術的な課題はなく、立野ダムの建設は技術的に十分可能であると考えられる」という結論をいただきまして、これを踏まえて引き続き関係機関と連携いたしまして、今回の熊本地震からの復旧、それから九州北部豪雨からの復旧、その対策としての立野ダム事業の推進に取り組んで参りたいと考えます。

これまでの3回にわたるご審議、誠にありがとうございました。さらにご指導いただく点が多々あるかと思っておりますので、引き続きのご指導をお願い申し上げます。閉会に当たっての挨拶とさせていただきます。本日は誠にありがとうございました。

【司会】

立野ダム建設に係る技術委員会につきましては、本日の第3回をもちまして終了となります。

それでは、第3回立野ダム建設に係る技術委員会をこれにて終了したいと思います。各委員の皆様、誠にありがとうございました。