

第21回中川村リニア中央新幹線対策協議会 次第

令和2年6月22日（月）午後7時

中川文化センター 小ホール

1 開 会

2 あいさつ

3 委員委嘱

4 協議事項

(1) 大鹿村におけるトンネル掘削及び関連工事の進捗状況について

(2) 渡場地区における環境測定について

(3) 松川インター大鹿線道路改良工事の進捗状況について

(4) 大規模な土地形質変更に伴う技術検討委員会の経過等について

(5) 発生土運搬について

(6) 発生土の運搬に関連した協定書(案)について

(7) 中川村における発生土の活用について

5 そ の 他

6 閉 会

半の沢盛土計画について

令和2(2020)年6月22日

長野県飯田建設事務所

※資料は、現時点での計画になります。今後、協議等により、変更する可能性があります。

はじめに

県では(主)松川インター大鹿線の半の沢橋が老朽化し、かつ道路幅員が狭く平面線形が悪いことから、大型車のすれ違いに支障をきたしている状況であります。このことから、JR東海が施工するリニア中央新幹線工事の発生土を活用した道路改築事業を計画しています。

計画の検討にあたり、盛土が大規模であること、盛土上部を道路として利用することから、盛土の安全性について、道路管理者の立場から盛土構造について、学識経験者等の照査が必要と判断し、砂防フロンティア整備推進機構(以下、「砂防フロンティア」という)へ設計照査を委託し、砂防指定地内行為に関わる技術審査ガイドライン(案)等の基準(以下、「ガイドライン」という)による設計照査を進めてきました。

照査にあたっては、下表の学識経験者4名を委員とした、技術検討委員会を開催しました。それぞれの専門分野の観点から、盛土の安全性について審議して頂き、令和元年7月12日に計画案について了承を得て審議終了しています。

技術検討委員会での審議を踏まえ、砂防フロンティアによる設計照査が令和元年12月26日に完了しました。今回、この照査結果を踏まえた盛土計画や、安全管理の方法について取りまとめましたので、本資料にてご説明いたします。

学識経験者一覧表

役職	氏名	所 属 等	専門分野
委員長	土屋 智	静岡大学 名誉教授	森林科学、砂防、地すべり、斜面对策、地震に伴う土砂災害等
委員	平松 晋也	信州大学農学部教授	自然災害科学、防災学、土砂移動、砂防工学
〃	香月 智	防衛大学システム工学群 建設環境工学科教授	構造力学、砂防工学、信頼性工学、構造物等
〃	若井 明彦	群馬大学大学院理工学府 環境創生部門教授	地盤工学、土木工学 耐震性等

半の沢盛土計画の位置について



- ・ 半の沢盛土計画と松川インター大鹿線での道路改良計画の位置関係を示します。

現況と完成イメージ

現況写真



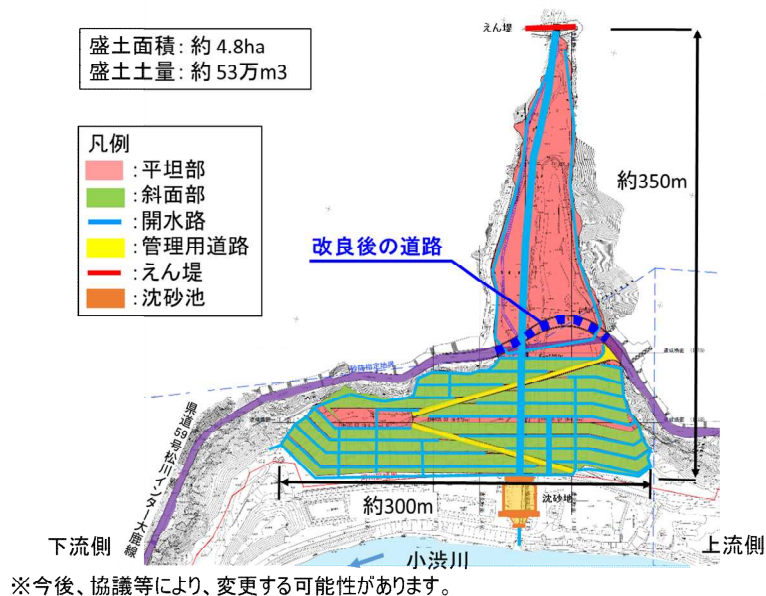
完成イメージ



※今後、協議等により、変更する可能性があります。

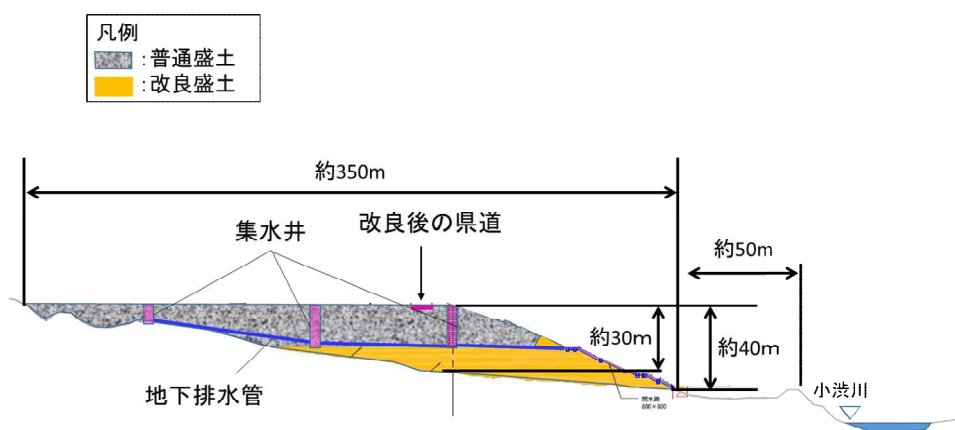
- ・ 架橋から50年を超え、老朽化が進む半の沢橋について、橋梁構造から盛土構造へ改築します。
- ・ これにより、道路の幅員が狭く、見通しが悪い問題が解消され、生活道路として安全性、快適性が向上されます。
- ・ また、盛土にリニア中央新幹線工事の発生土の一部を利用することで、松川インター大鹿線を通行し中川村渡場地区へ向かう発生土運搬車両が減少され、生活・環境への影響を低減します。

半の沢盛土計画平面図



- ・ 盛土は、長さ350m、幅300mとなり、面積で約4.8ヘクタール、土量にして約53万立米となります。
- ・ 赤色の部分が盛土平坦部、緑色の部分が盛土斜面になります。
盛土から小渋川までは、約40～50m離れています。
- ・ 改良後の道路は、現道よりも上流側に安全性、快適性を考慮した線形で設けられます。
- ・ 青線の部分が、沢水や雨水等を円滑に排水するため、開水路等が設けられます。
- ・ 黄色部分が、河川管理者等が河川敷へ降りるための管理用道路を設けます。
- ・ その他、沢の上流部には、万が一さらに上流より土石流が発生した場合に備えてえん堤を設けます。また、盛土下流部には、盛土法面への植生が根付くまでの土砂流出対策として沈砂池を設けます。

半の沢盛土計画断面図(最大盛土高断面図)



- ・ 盛土高さが最も高くなる箇所の断面図です。
- ・ 最も高くなる盛土高さが約30m、盛土下端から平坦部までの高さが約40mとなります。
- ・ 盛土長さは約350mであり、この位置では盛土から小渋川までは約50m離れます。

盛土計画のポイント

学識経験者による審議を踏まえたうえで、ガイドラインへの適合を照査し、安全な盛土構造となるよう計画しています。

(1) 盛土の安定性

- ・盛土の勾配
- ・盛土下部の改良盛土
- ・盛土の安定計算

※「道路土工 盛土工指針」や「宅地防災マニュアル」等の複数の基準を参考に、盛土内の地下水位、想定する地震動強さ、安全への余裕度等安定計算における各種設定をより厳しく設定しています。

- ・液状化が懸念される地盤の改良

(2) 排水対策

- ・表面排水の処理
- ・地下排水の処理

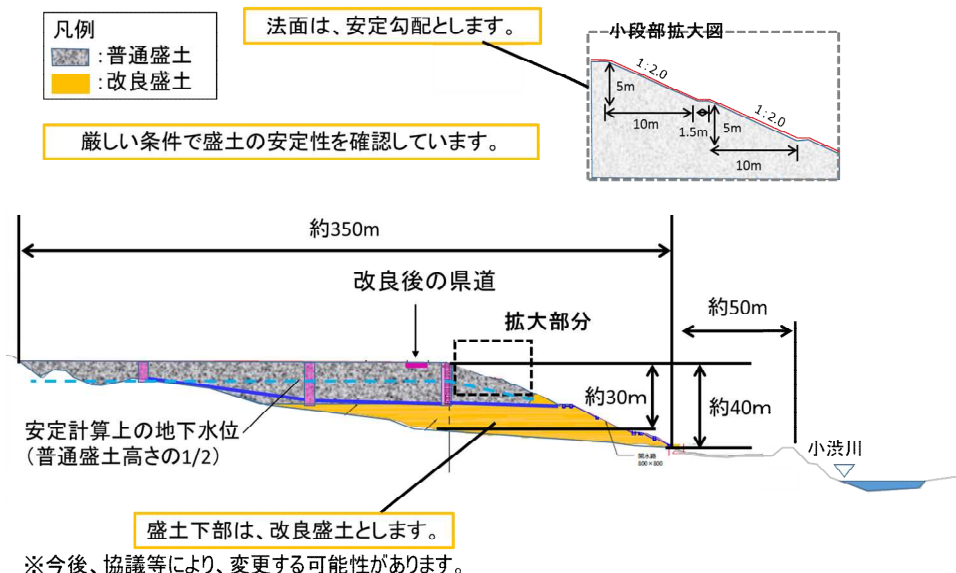
(3) 防災・環境対策

- ・土石流対策(土砂止めえん堤)
- ・土砂流出防止(沈砂池)
- ・盛土法面の保護

(4) 安全管理

- ・安全管理体制
- ・安全管理の実施方法(日常点検、計測管理、計測管理における管理基準値)
- ・異常時の対応(対応フロー、連絡体制)

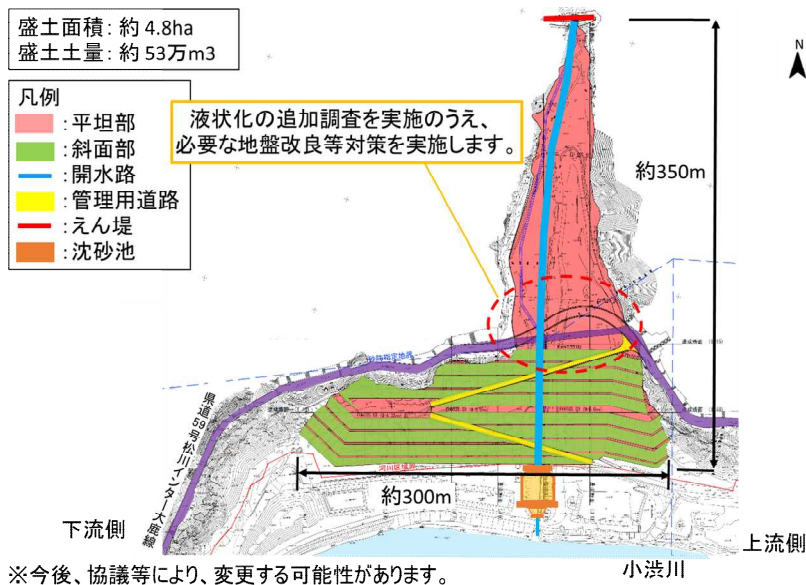
(1) 盛土の安定性①



○盛土の安定性に関する構造上のポイント

- ・盛土斜面は、盛土造成において一般に安定した勾配とされる1:2.0とし、10mおきに平坦部を設けます。 ※1:2.0の勾配とは、10mで5m下がる勾配です。
- ・盛土は、安定した構造とするため、下部を発生土にセメントを混合して補強した改良盛土とします。
- ・盛土の安定性については、安定計算を実施して確認しています。確認にあたっては、降雨や地震なども考慮しています。
- ・また、後述する通り、排水設備を設け、適切に雨水等を排水する計画ですが、安定計算においては、地下水位が普通盛土高さの1/2まで上昇した場合を想定するなど、通常より厳しい条件で検討しています。

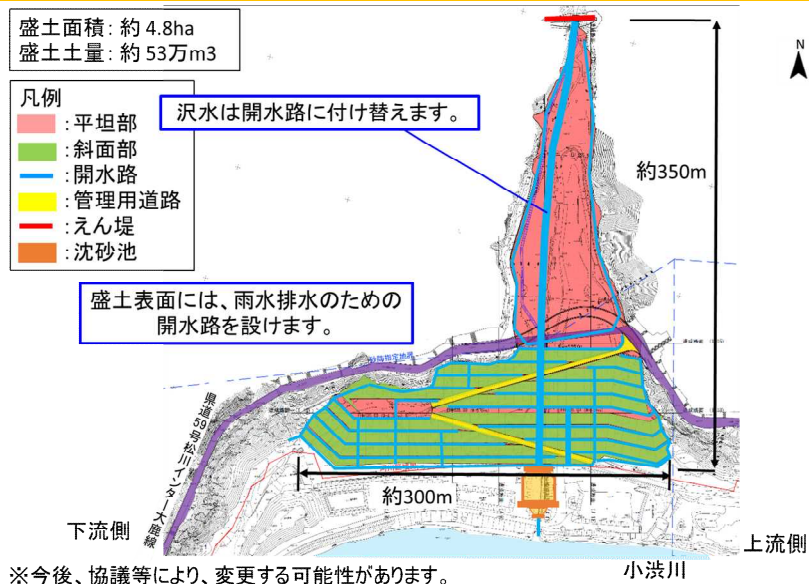
(1) 盛土の安定性②



○盛土の安定性に関する構造上のポイント

- ・ 計画地では、複数の地質調査を実施しました。
- ・ 調査の結果、一部に液状化の懸念がある地盤があることを確認しています。
- ・ 施工にあつては、追加の地質調査を実施のうえ、必要な地盤改良等対策を実施します。

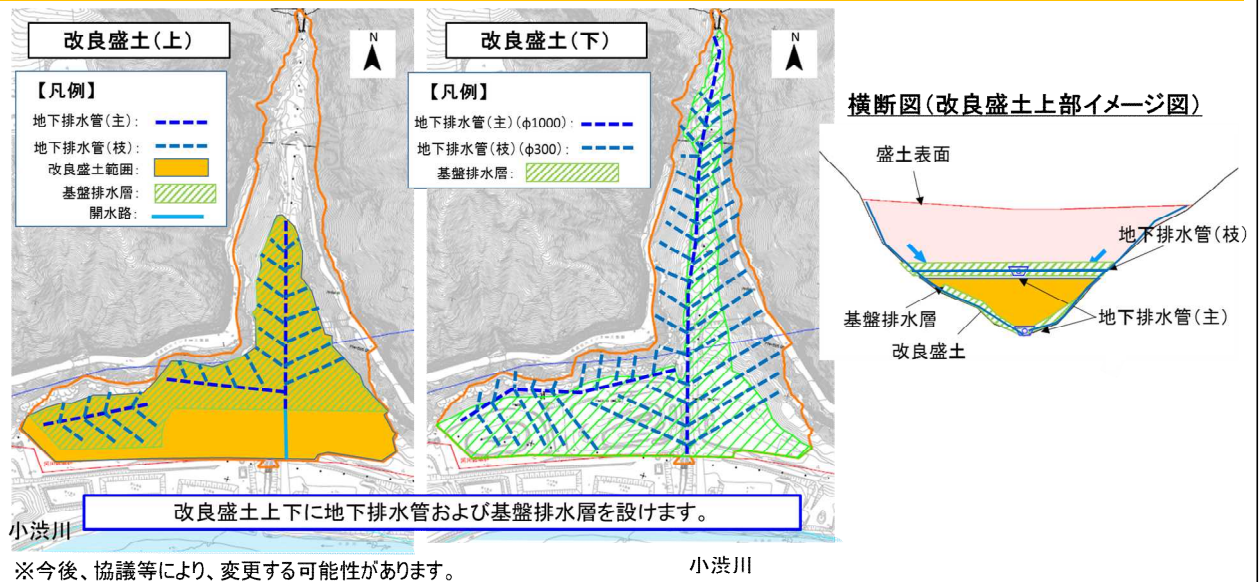
(2) 排水対策① 表面排水の処理



○排水対策に関する構造上のポイント

- ・ 沢水については、盛土表面に水路を設け、付け替えます。
 - ・ 盛土表面には、雨水排水のための小段排水、縦排水、法尻側溝、平場排水等を設けます。
 - ・ 検討にあつては、周辺から流れ込む雨水も考慮して計画しています。
- なお、雨量は、過去に周辺で観測した最大時雨量を上回る雨量を想定して検討しています。

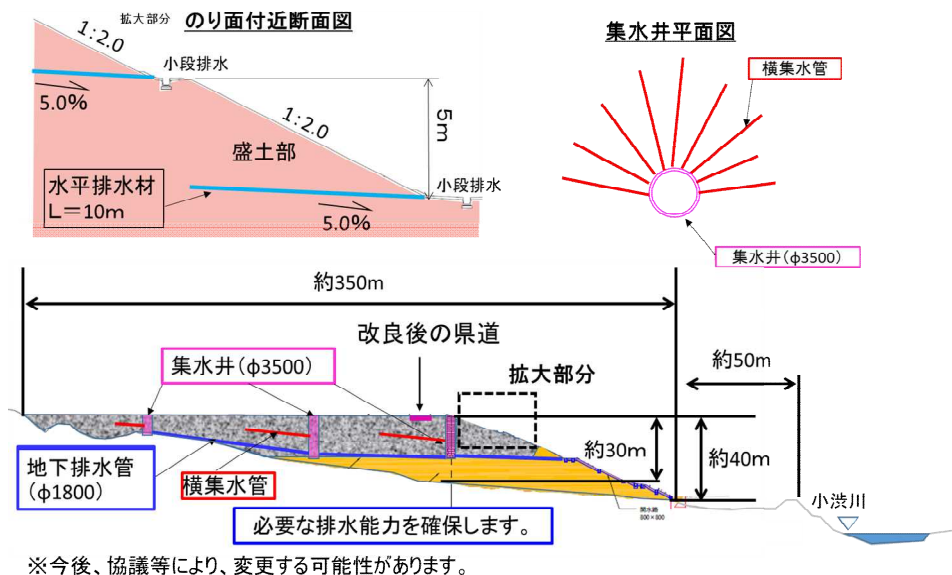
(2) 排水対策② 地下排水の処理



○排水対策に関する構造上のポイント

- 盛土内に浸透した雨水や周辺沢筋からの沢水、湧水等を盛土外に排水するため、改良盛土上下に地下排水管および基盤排水層を設けます。
 ※基盤排水層とは、碎石を50cm程度の厚さで敷いた、地下水が通りやすい層です。
 ※改良盛土は、発生土にセメントを混合して補強しており、地下水を通しにくいいため、改良盛土の上下に排水設備を設ける計画としています。
- 地下排水管の検討にあたっては、現地の湧水調査を実施して、湧水の確認をしています。
- 地下排水管および基盤排水層は、横断面図に示すように設置されます。

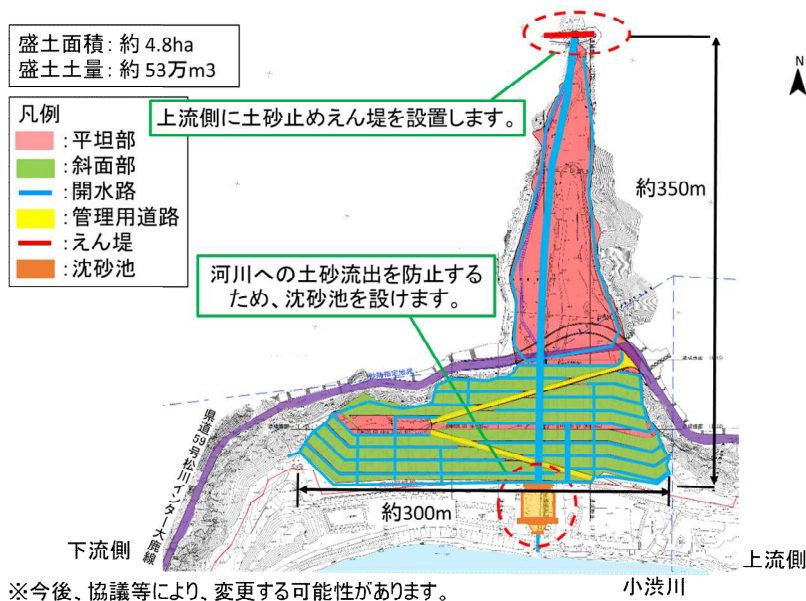
(2) 排水対策③ 地下排水の処理



○排水対策に関する構造上のポイント

- 盛土斜面(のり面)付近についても、表面付近の浸透水を盛土外に排水するため、水平排水材を小段毎に約3m間隔で設けます。
- また、盛土内部に放射状に横集水管を有する集水井を設けます。
 集水井に集められた地下水は、地下排水管を通じて盛土外に排出されます。
 多くの盛土内地下排水を実施し、盛土内の地下水位上昇を防ぎます。
- 観測井を設け、盛土内の地下水位をリアルタイムで観測を行い各排水設備が機能し、適切に排水されていることを確認します。

(3) 防災・環境対策①



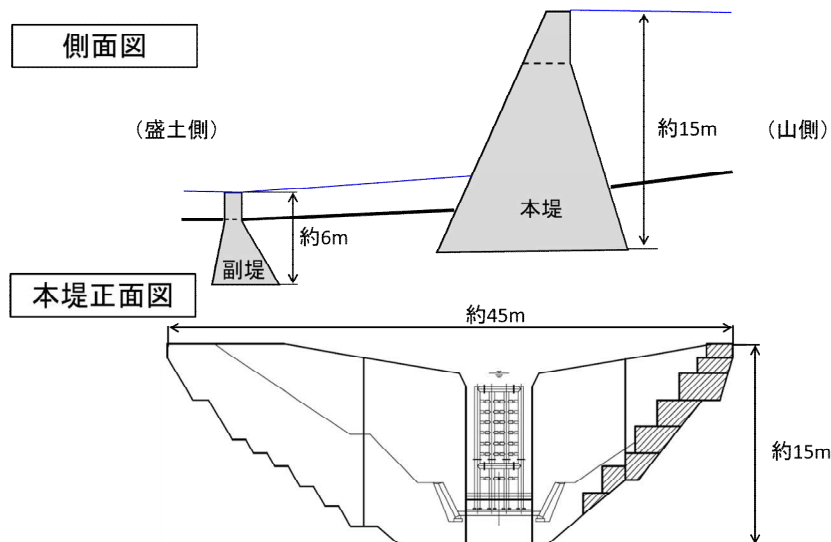
○防災・環境対策に関する構造上のポイント

- ・上流から土石流が発生した場合に備え、盛土上流側に土砂止めえん堤を設け、道路等への影響を防止します。
- ・盛土下流側に盛土造成前から沈砂池※を設け、大雨等により河川への土砂流出等を防止します。

※沈砂池: 流水中の土砂等を沈殿させる池

- ・緑色の盛土斜面部は、植生による法面保護を行います。

(3) 防災・環境対策② 土砂止めえん堤

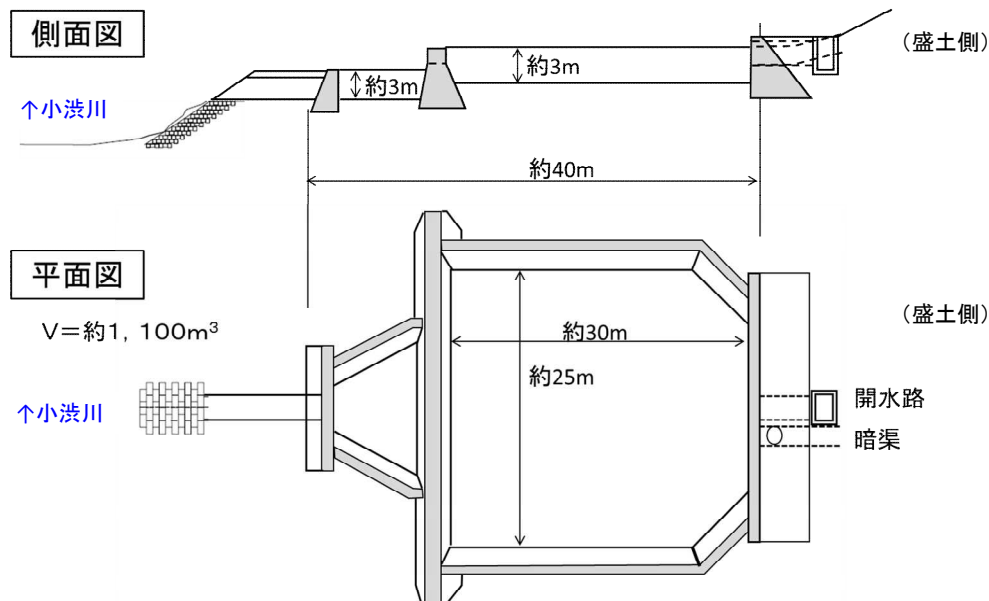


○防災・環境対策に関する構造上のポイント

- ・盛土上流側に設ける土砂止めえん堤は、透過型えん堤※を計画しています。
- ・設計にあたっては、国が土石流・流木対策に定める技術指針等に従い、えん堤上流の現場流域等を踏まえ、想定される流出土量を抑えるように計画しています。

※透過型えん堤: 土石流が発生したとき、大きな岩、流木などを含む土砂は、えん堤に引っかかり下流への被害を防ぎます。
普段は流水を貯めることなく流下させます。

(3) 防災・環境対策③ 沈砂池



※今後、協議等により、変更する可能性があります。

○防災・環境対策に関する構造上のポイント

- ・ 盛土からの土砂流出については、法面に植生を実施する対策をします。
- ・ 施工から植生が根付くまでの期間の土砂流出対策として、盛土排水設備の下流に沈砂池を計画します。
- ・ 沈砂池については、適宜堆積土砂を取り除きます。

(4) 安全管理① 安全管理体制

	工事から 供用開始まで	供用開始から 盛土の長期的な安定 性が確認されるまで	盛土の長期的な安定 性が確認され場合
盛土	JR東海	JR東海	長野県
盛土上部 (路面・防 護柵等)	長野県 JR東海	長野県	長野県



盛土完成後、最初の10年が経過した段階で検証

- ・ 盛土は、前述の通り、安全な構造となるように計画しますが、長期的な安定性を確認するまでの間（少なくとも10年間）、主にJR東海により安全管理を行います。
※なお、盛土上部の道路路面等は、施工中の一部をJR東海が管理しますが、通常の県道と同様に、道路管理者である長野県が安全管理をします。
- ・ 盛土の長期的な安定性が確認されれば、盛土は長野県に引き継がれ、他の県施設と同様に、長野県が巡回・点検の安全管理を行います。
- ・ 盛土の引継ぎにあたっては、県が技術検証委員会(仮称)を開催し、長期的な安定性を検証するとともに、引継ぎ後の管理体制の検討します。
- ・ 以下、盛土の長期的な安定性が確認されるまでの安全管理について示します。

(4)安全管理② 安全管理の実施方法

日常点検に加えて、盛土状態を計測管理することで、安全管理を実施します。

日常点検

盛土等の状態を普段より把握するとともに、清掃等により健全な状態を維持します。

- [工事中] ・作業前に目視点検による点検を実施します。
- [供用後] ・雨季前には、点検を実施し、必要に応じて清掃等を実施します。
・2年毎に検査を実施し、盛土の状態を把握します。
- [共通] ・道路管理者により、週1回程度の道路パトロールを実施します。
・大雨洪水注意報などが発令したら、(作業を中止のうえ)
気象情報の収集や観測体制を強化します。発令解除後、
必要に応じてパトロールを実施し、異常の有無を確認します。

(4)安全管理③ 安全管理の実施方法

日常点検に加えて、盛土状態を計測管理することで、安全管理を実施します。

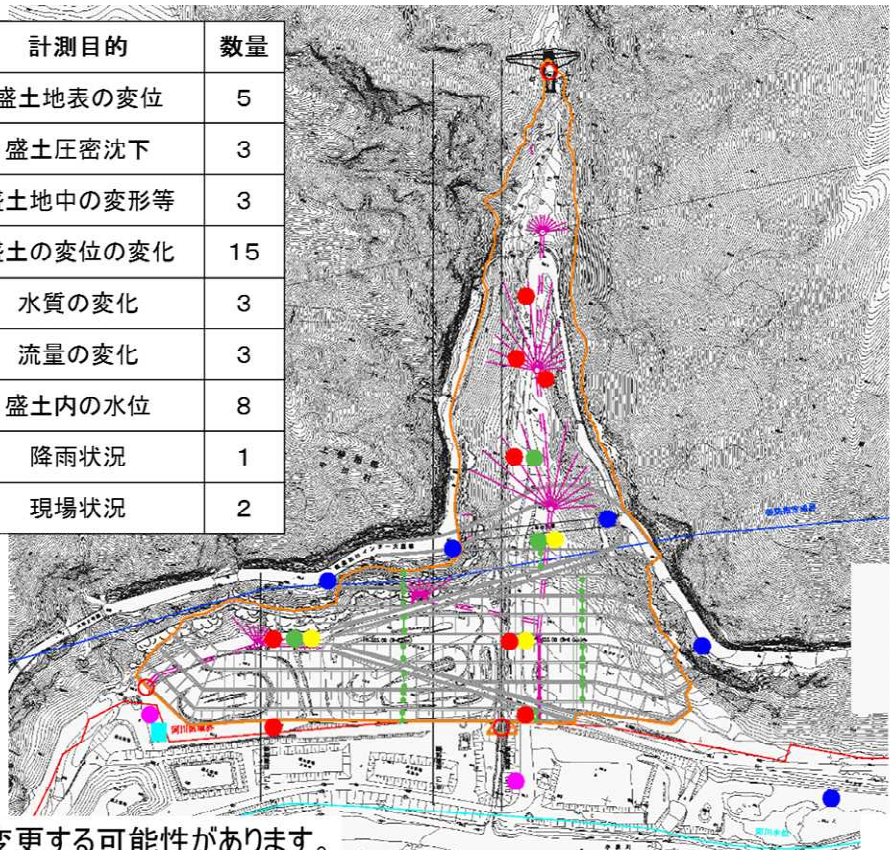
計測管理

データ等で継続的に監視、記録することで、万一の異常を早期に把握します。

- ・盛土に計測機器を設置して、盛土状態を計測管理します。
- ・計測管理により、盛土状態を継続的に監視し、必要に応じてWEBカメラを活用したり、現場巡回をしたりすることで、状態確認をします。
- ・管理基準値を設定し、自動計測システム及び警報システムを構築します。
- ・管理基準値は、「注意」「警戒」の2段階で設定し、対応をします。
「注意」:監視体制確保 「警戒」:作業中止、点検・原因調査開始
- ・計測管理にあたっては、自動計測システム及び警報システムを構築します。
管理基準値を超過した場合、情報を速やかに把握し、対応をします。
- ・計測管理データは、JR東海のほかに、施工会社や長野県、中川村と
情報共有し、連携した対応をとります。

(4)安全管理④ 計測機器配置図(工事中)

凡例	機器	計測目的	数量
●	GNSS	盛土地表の変位	5
●	沈下計	盛土圧密沈下	3
●	孔内傾斜計	盛土地中の変形等	3
●	伸縮計	盛土の変位の変化	15
○	水質検査	水質の変化	3
	水量確認	流量の変化	3
●	観測井	盛土内の水位	8
■	雨量計	降雨状況	1
●	WEBカメラ	現場状況	2

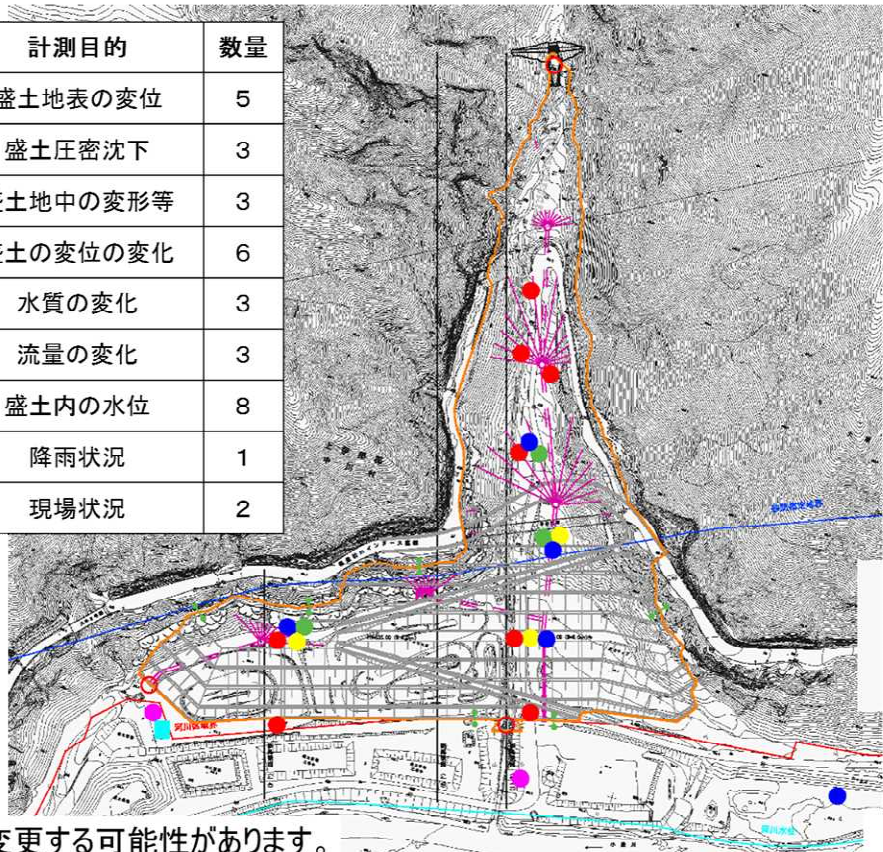


※今後、協議等により、変更する可能性があります。

- ・ 施工の進捗に合わせて、順次、計測機器を設置していきます。

(4)安全管理⑤ 計測機器配置図(供用後)

凡例	機器	計測目的	数量
●	GNSS	盛土地表の変位	5
●	沈下計	盛土圧密沈下	3
●	孔内傾斜計	盛土地中の変形等	3
●	伸縮計	盛土の変位の変化	6
○	水質検査	水質の変化	3
	水量確認	流量の変化	3
●	観測井	盛土内の水位	8
■	雨量計	降雨状況	1
●	WEBカメラ	現場状況	2



※今後、協議等により、変更する可能性があります。

(4)安全管理⑥ 計測管理における管理基準値

計測管理における管理基準値は、「注意」「警戒」の2段階で設定し、対応

「注意」：WEBカメラや計測値による盛土の状態監視を強化するため、監視体制を確保

「警戒」：作業を中止のうえ、関係機関への報告、点検・原因調査を開始

	注意 (監視体制確保)	警戒 (作業中止、点検・原因調査開始)
GNSS※1	5mm/10日	10mm/日
孔内傾斜計※1	1mm/10日	5mm/5日
伸縮計※1	5mm/10日	10mm/日
水量確認	降水量との連動を踏まえ 計測データより定める	同左
観測井※2	定常水位より上昇	盛土高1/4水位に達し、さらに 水位上昇が見込まれる時
雨量計※3	(工事中) 10mm/h(時雨量) 60mm(連続雨量)	20mm/h(時雨量) 80mm(連続雨量)
	(供用後) 20mm/h(時雨量) 80mm(連続雨量)	25mm/h(時雨量) 100mm(連続雨量)

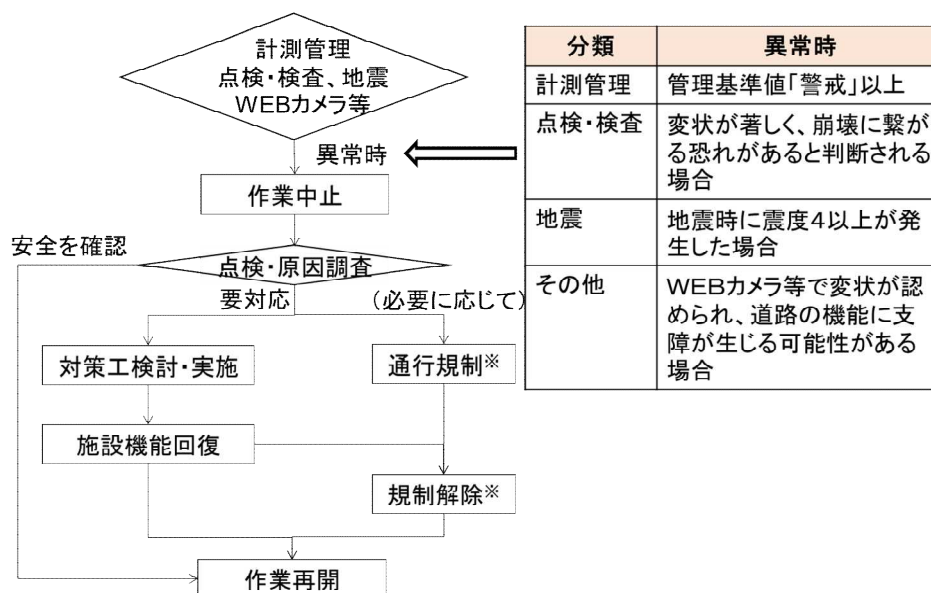
※1 地すべり観測便覧より(財)高速道路調査会の管理基準値を参考に設定

※2 計測データを踏まえ、定常水位を設定

※3 他の県道に関する事前規制を参考に設定

- 管理基準値については、施工中からの計測データ等を踏まえて、適宜見直しを行います。

(4)安全管理⑦ 異常時対応フロー図(工事中)

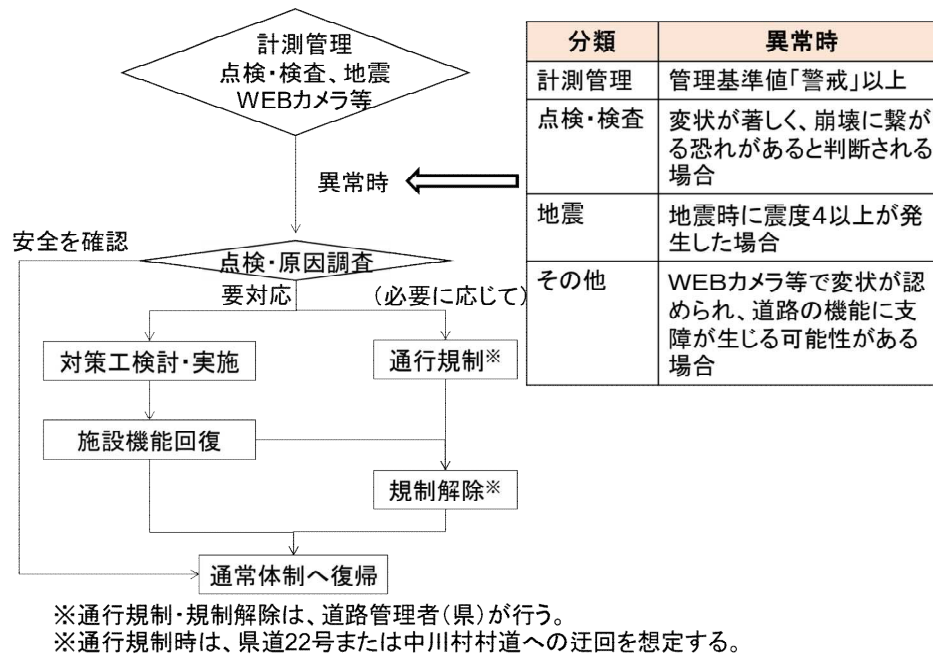


※通行規制・規制解除は、道路管理者(県)が行う。

※通行規制時は、県道22号または中川村道への迂回を想定する。

- 異常時の対応については、対応フローに沿って対応します。
- 計測管理、点検・検査等から異常時と認められれば、作業中止のうえ、点検・原因調査を開始します。
- 点検・原因調査の結果、対応が必要であれば、対策工を検討・実施します。対策により、施設機能が回復し、異常が解消されれば、作業再開します。
- なお、点検・原因調査の結果、必要に応じて通行規制を行います。

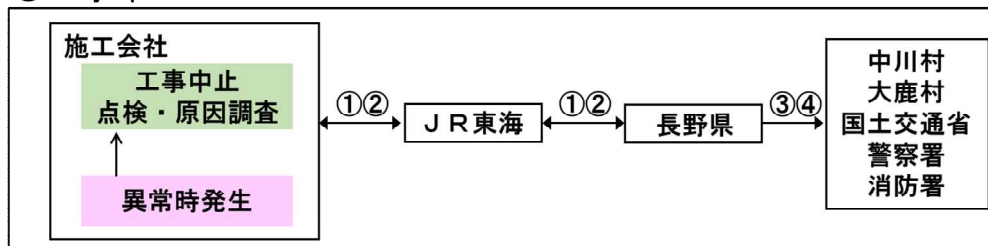
(4)安全管理⑧ 異常時対応フロー図(供用後)



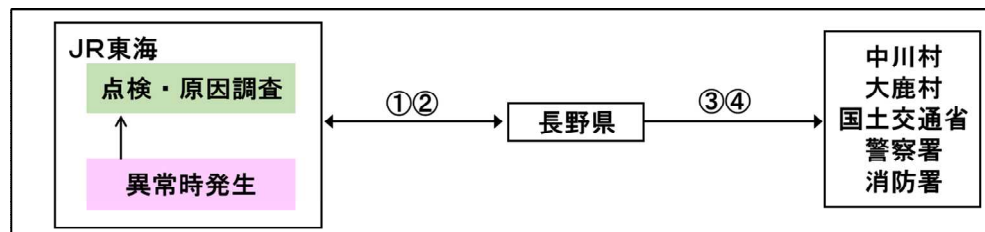
- ・ 異常時の対応については、対応フローに沿って対応します。
- ・ 計測管理、点検・検査等から異常時と認められれば、点検・原因調査を開始します。
- ・ 点検・原因調査の結果、対応が必要であれば、対策工を検討・実施します。
 対策により、施設機能が回復し、異常が解消されれば、通常体制へ復帰します。
- ・ なお、点検・原因調査の結果、必要に応じて通行規制を行います。

(4)安全管理⑨ 異常時の連絡体制

○工事中



○供用後 (盛土:JR管理)



※①～④は、以下の通り。

①: 異常時発生報告 ②: 点検・調査結果報告 ③: 交通規制 ④: 交通規制解除

- ・ 異常時の連絡体制を確保し、通行規制を含めた緊急対応・応急対策を円滑に実施できるようにします。
- ・ 盛土の長期的安定が確認され、長野県が盛土を引き受けた場合、他の県道同様の連絡体制とします。

半の沢盛土計画に関する説明資料

令和2年2月21日

長野県 飯田建設事務所

目 次

第1章 事業概要

- 1-1 事業内容及び目的 5
- 1-2 事業位置、計画概要 5

第2章 現地踏査結果

- 2-1 地形・地質概要 9
- 2-2 空中写真判読 15
- 2-3 現地調査結果 19

第3章 与条件及び課題の整理

- 3-1 法的規制 29
- 3-2 設計における諸条件の整理 34
- 3-3 当初段階における設計の方針 35
- 3-4 検討委員会での指摘を踏まえた最終の設計方針 35

第4章 盛土詳細設計

- 4-1 地盤条件等 39
- 4-2 盛土における安定検討 45
- 4-3 盛土変形性能照査 52
- 4-4 液状化の検討 57
- 4-5 万が一を想定した盛土崩壊シミュレーション 65

第5章 法面設計

- 5-1 盛土のり面の勾配 69
- 5-2 盛土のり面の排水施設 69
- 5-3 盛土のり面の法面保護工 72

第6章 排水計画

- 6-1 排水計画方針 75
- 6-2 設計基準 76
- 6-3 排水施設計画 85

第7章 地下水排除工

- 7-1 地下排水工の概要 91
- 7-2 管渠の平面計画及び流量計算について 97

第8章 土砂止工

8-1	計画方針	107
8-2	配置設計	107
8-3	基本事項の検討	110
8-4	土砂止工の計画規模	116
8-5	構造形式の検討	142
8-6	施設設計	144

第9章 施工計画

9-1	計画方針	183
9-2	施工工程	189
9-3	品質管理	210
9-4	環境保全対策	215

第10章 安全管理計画

10-1	安全管理体制	220
10-2	計測計画	221
10-3	日常点検	227
10-4	異常時対応	229
10-5	異常時の連絡体制	233
10-6	施設の維持管理計画	233

第1章 事業概要

1-1 事業内容及び目的

(1) 事業名

県単道路改築事業（主）松川インター大鹿線 上伊那郡中川村 渡場～西下トンネル

(2) 事業の種類

道路の新設・改築

(3) 箇所

（主）松川インター大鹿線 上伊那郡中川村

(4) 事業年度

令和2年度～令和6年度事業の5年度

(5) 事業目的

（主）松川インター大鹿線は中央自動車道松川ICを起点とし、上伊那郡中川村を經由し大鹿村の（主）松川大鹿線まで、下伊那地域を東西に結ぶ約16.6kmの幹線道路であり各地域を結ぶ生活道路である。

半の沢の沢筋を渡河する半の沢橋（昭和38年設置）があるが、道路幅員が狭く（車道幅員5.0m）大型車のすれ違いが出来ないことから、地域からも解消を求められている。

このことから、東海旅客鉄道株式会社が実施している、リニア中央新幹線トンネル掘削工事からの発生土による盛土をした道路改築により、幅員狭隘箇所の解消を図るとともに、生活道路としての快適性、安全性を確保するものである。

(6) 計画概要（延長・幅員・面積）

道路築造工 延長 $L = 190\text{ m}$

幅員 $W = 6.0\text{ (}7.0 \sim 7.5\text{) m}$

盛土工 $V = \text{約} 53\text{ 万 m}^3$

盛土面積 $A = \text{約} 4.8\text{ ha}$

1-2 事業位置、計画概要

事業位置図及び計画平面図、計画断面図を以下に示す。

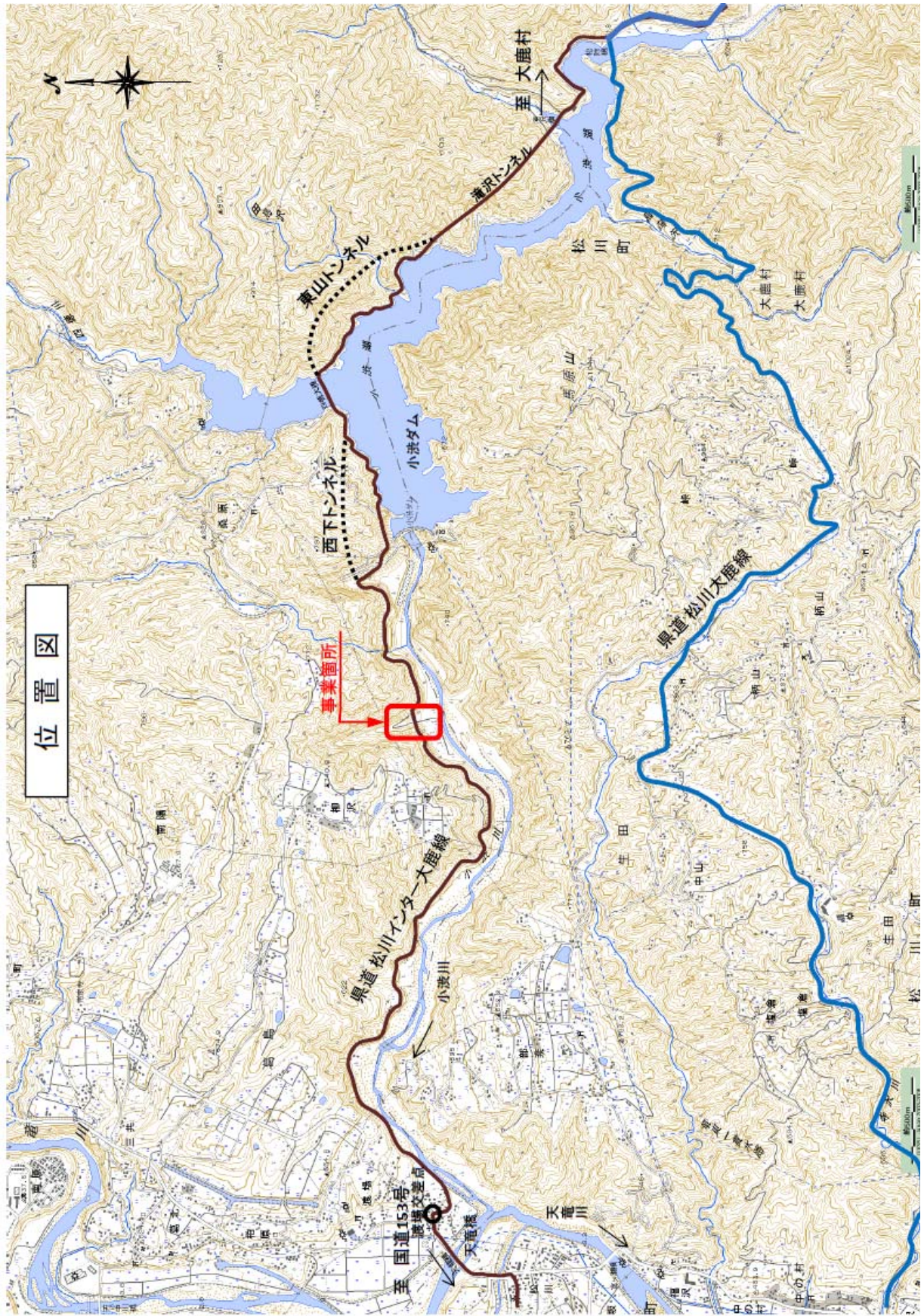


図 1-1 位置図

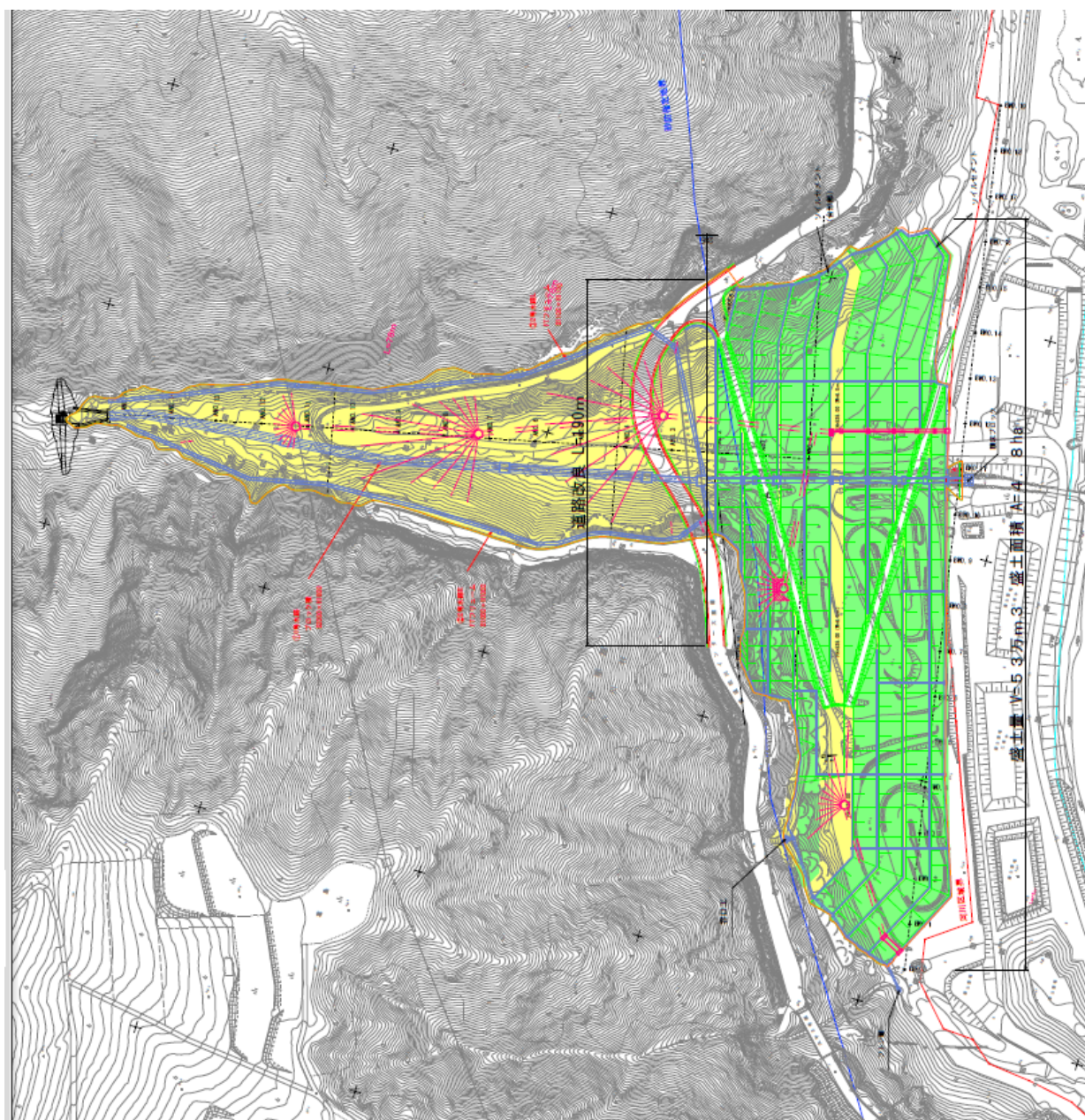


圖 1-2 平面計圖

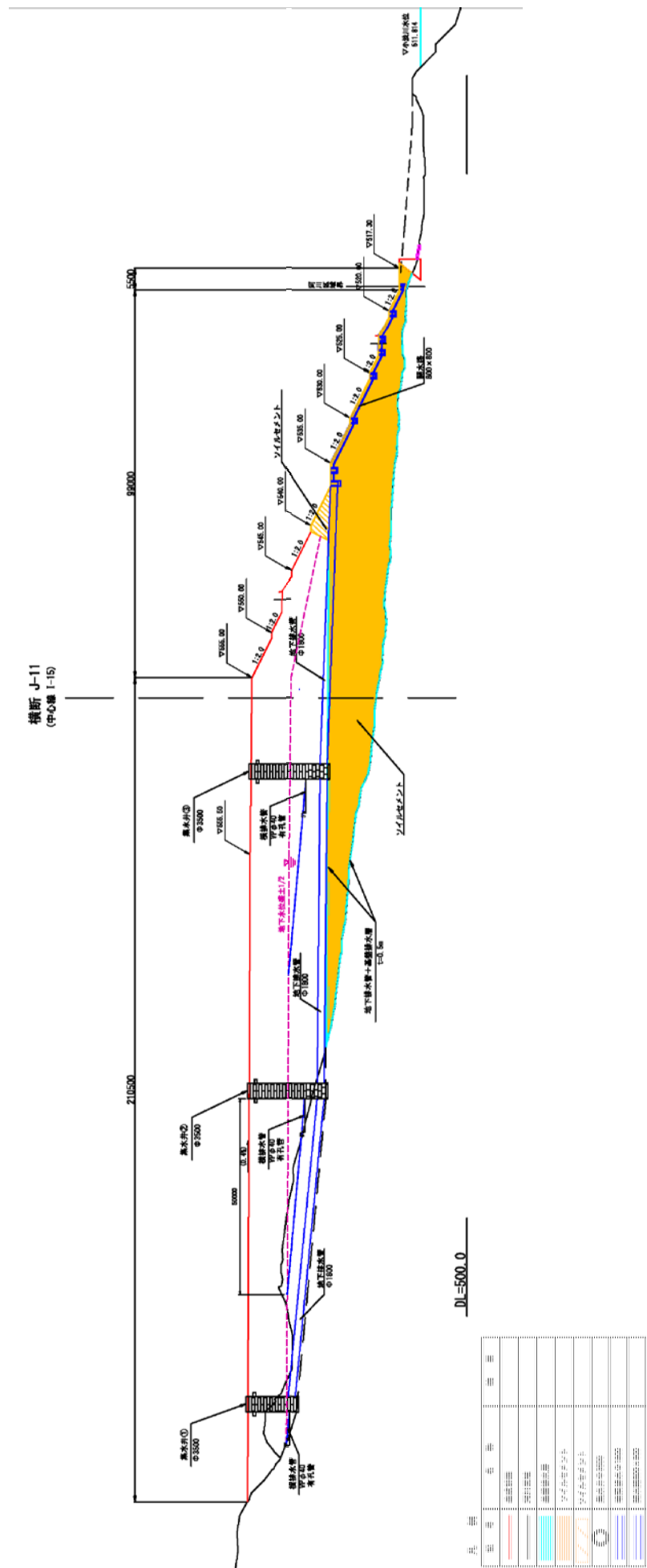


図 1 - 3 計画横断面図

第2章 現地踏査結果

2-1 地形・地質概要

2-1-1 地形概要

半の沢周辺の地形図を図2-1に示す。

半の沢は、小渋川の右岸側に位置し、小渋川を中心から最北の分水嶺まで約1kmである。半の沢の上部の斜面には、標高750m前後の平坦面が広がっており、伊那層・天竜礫層が分布する段丘平坦面が広く形成されている。

半の沢の支流は、東西方向の流向を示し、半の沢との合流点付近は、急崖や滝を形成している箇所も存在する（巻末資料 現場写真集：写真-026、写真-029～031）。

半の沢上部においては、主要地方道松川インター大鹿線の半の沢橋梁が架かっているが、本計画では、橋長約80mの半の沢橋梁が狭隘かつ接続部の線形が厳しいため、今後大型車両の通行量増加が見込まれる状況を鑑み、2本の新設トンネルの発生土とリニア南アルプストンネル新設（長野工区）の発生土を有効活用して、路体盛土を行い道路の拡幅と線形改良を目的に実施するものである。

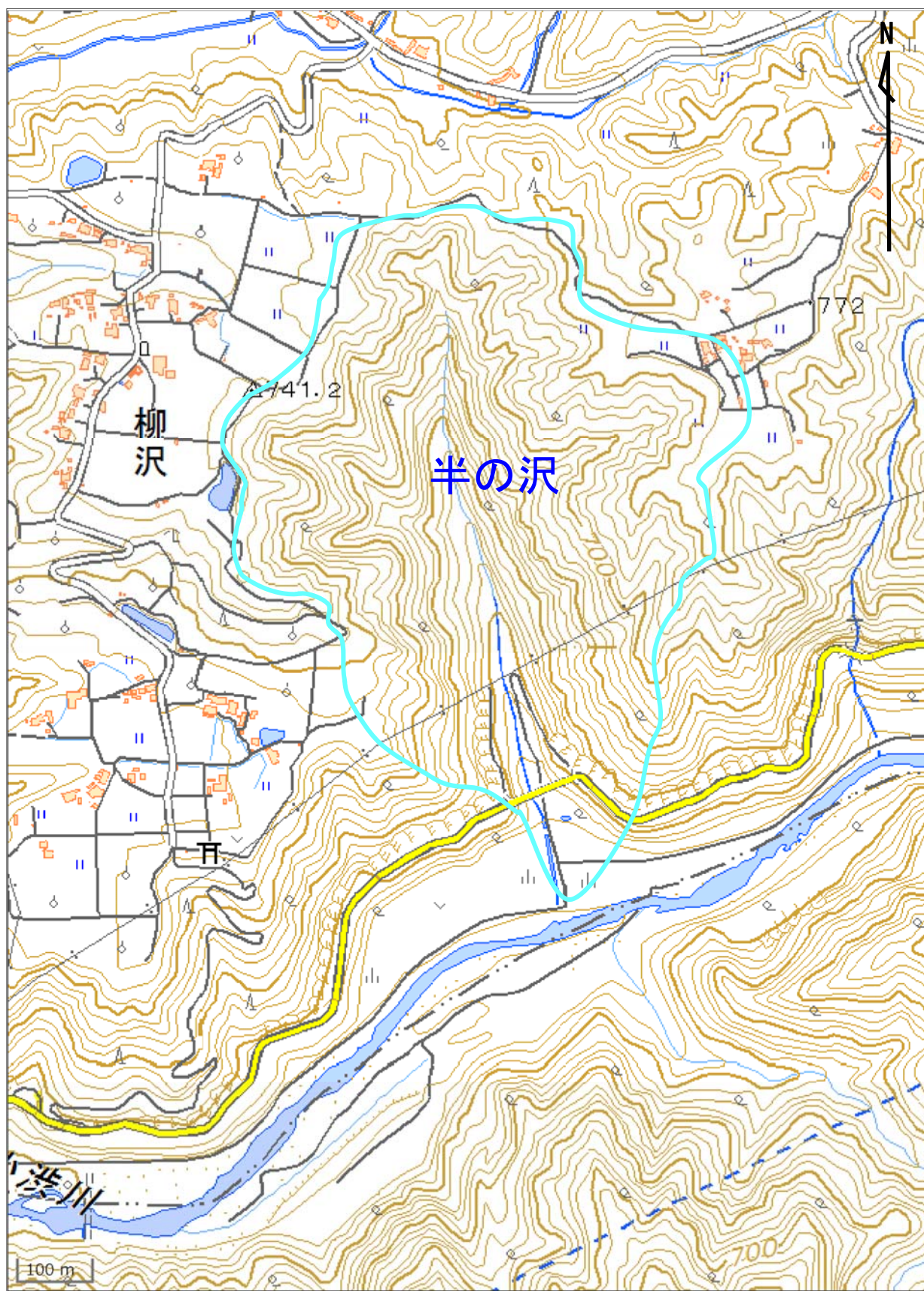


図 2 - 1 半の沢周辺の地形図（水色は集水域）
（国土地理院 HP より）



図 2 - 2 半の沢橋梁現況写真

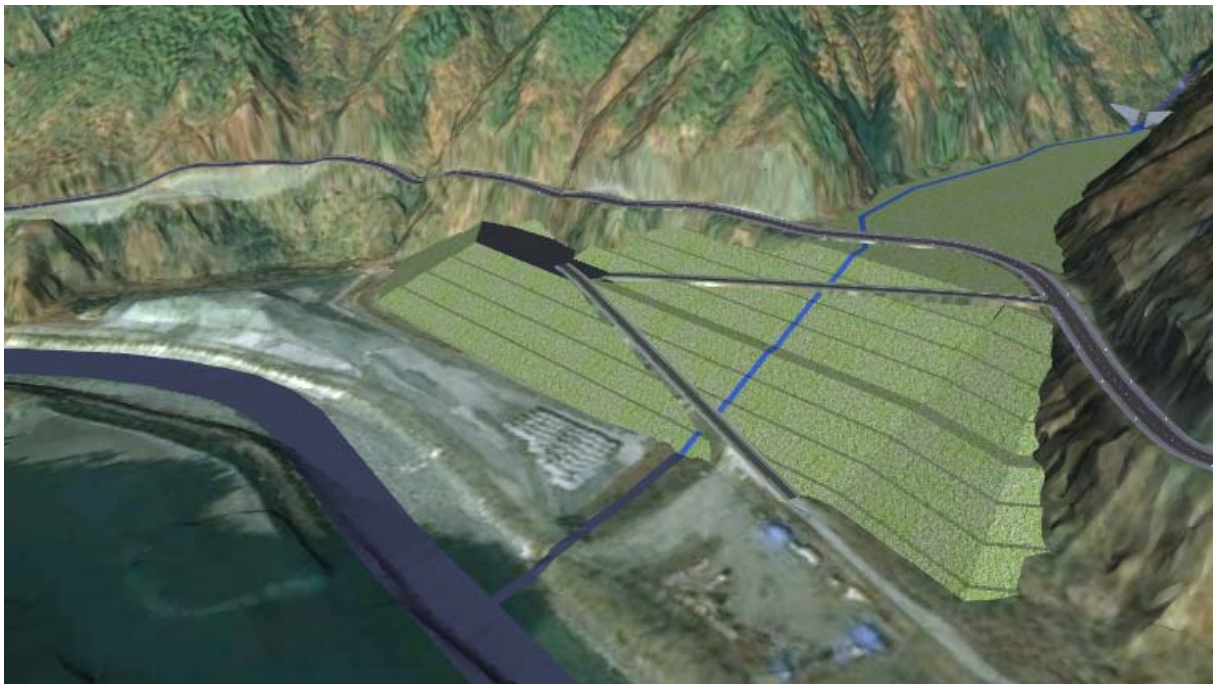


図 2 - 3 半の沢完成予想図

2-1-2.地質概要

半の沢流域の地質図を図2-4、図2-5に示す。

半の沢流域に分布する地質は、中生代白亜紀の生田花崗岩である。生田花崗岩は、粗粒～中粒の角閃石黒雲母花崗閃緑岩を主体とする。

生田花崗岩を被覆する堆積層として、新第三紀鮮新世の伊那層（Ig）と、第四紀洪積世の天竜礫層（Tg）が分布する。伊那層、天竜礫層は、半の沢の上方に広い平坦面を形成して分布し、半の沢の集水域の縁辺部に分布する。

伊那層は、170～70 万年前の堆積物で、礫・砂および粘土からなる。天竜礫層は、70～15 万年前の堆積物で、礫・砂および粘土からなり、一般的に低位・中位・高位の3段に区分されるが、当地区では未区分となっている。

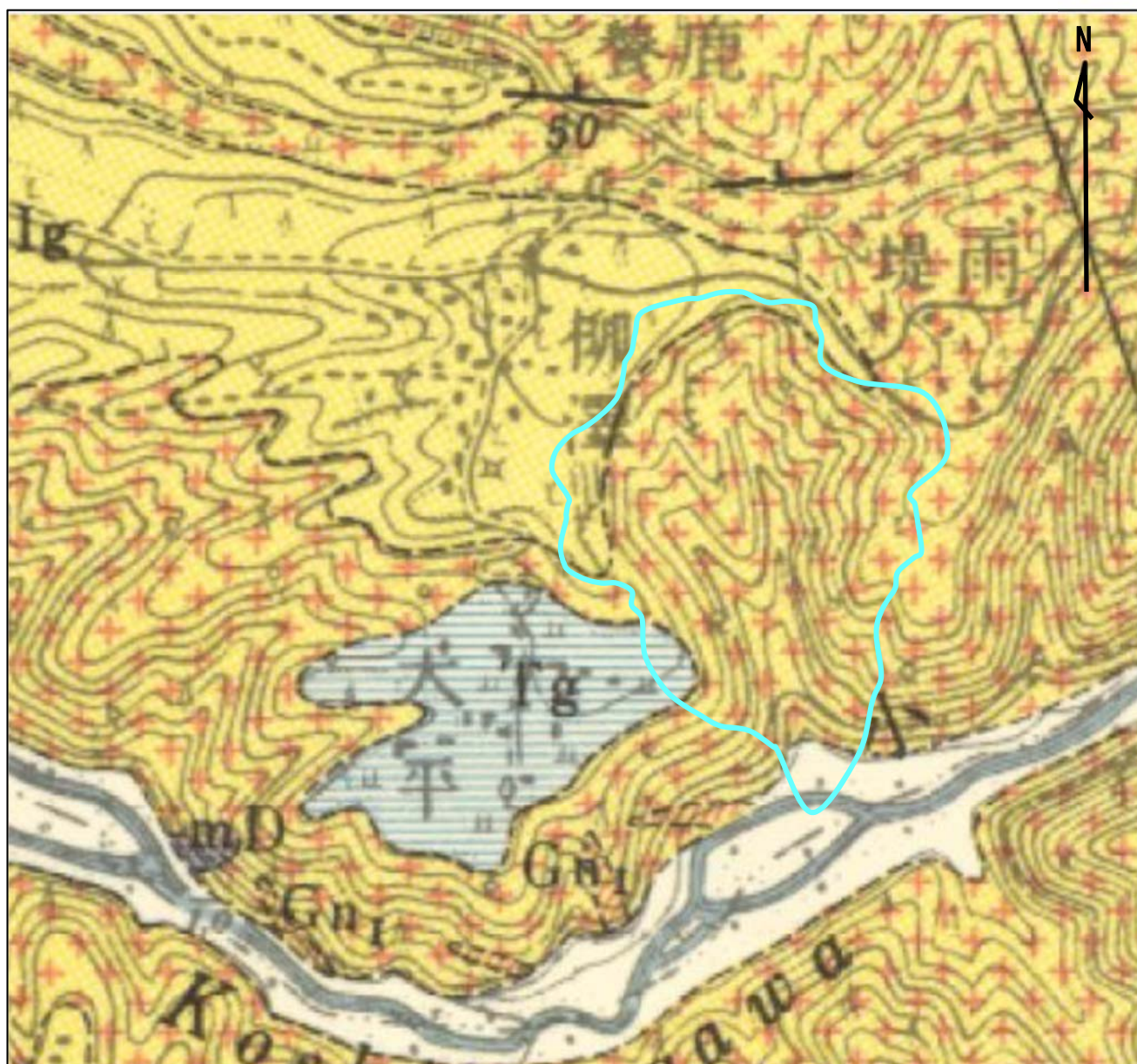


図 2－4 半の沢流域の地質図（水色は集水域）
（産業技術総合研究所 地質図 Navi より）

【凡例】

- I g : 礫・砂および粘土（伊那層）
- Tg : 礫・砂および粘土（天竜礫層）
- Gn : 角閃石黒雲母花崗岩
- mD : 黒雲母角閃石緑岩

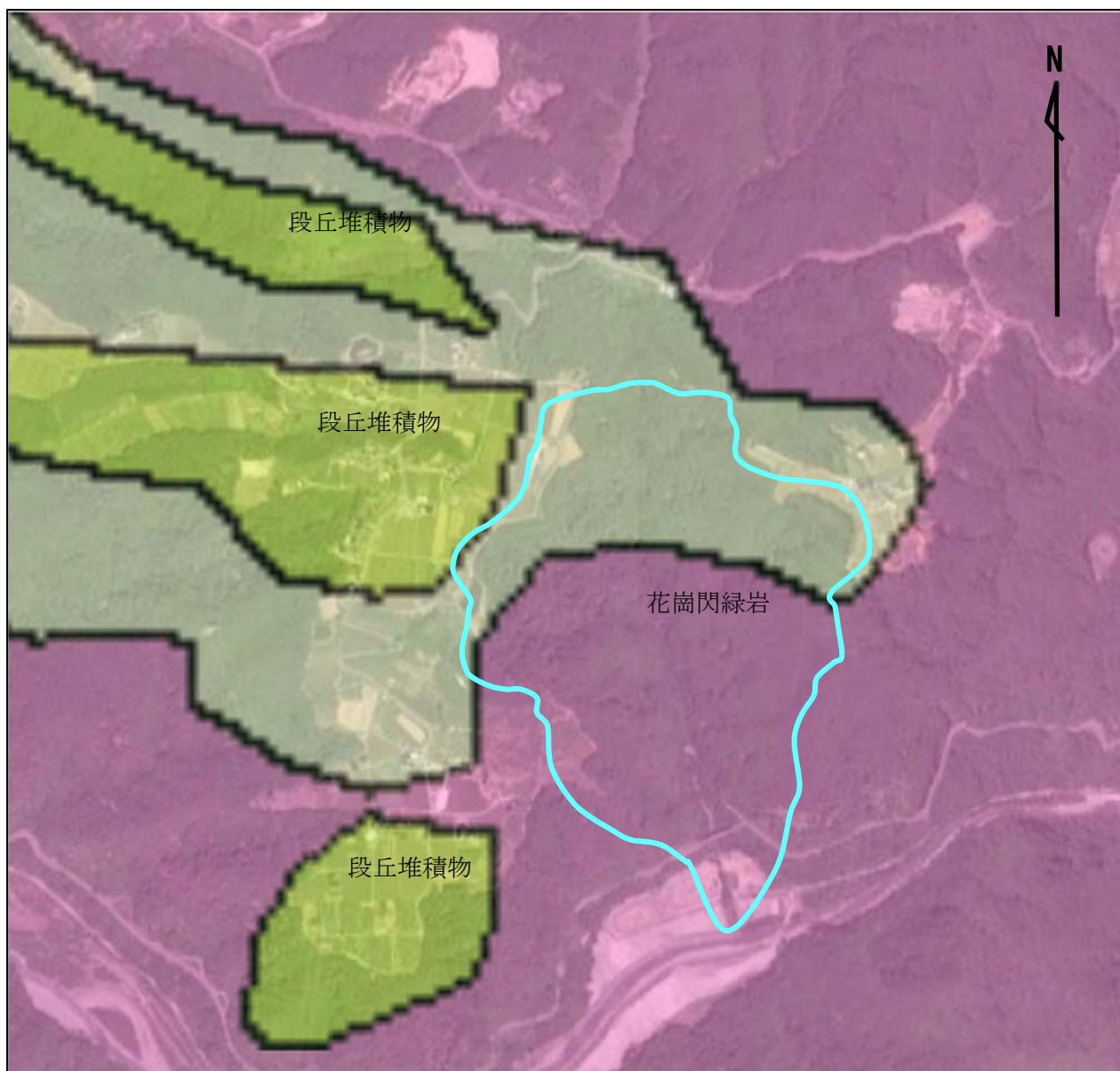


図 2－5 半の沢流域の地質図（水色は集水域）
（産業技術総合研究所 地質図 Navi より）

2－2．空中写真判読

半の沢周辺の空中写真について、国土地理院で公表されている以下の空中写真を入手し、確認を行った。

- ① 1965 年（図 2－6）
- ② 1976 年（図 2－7）
- ③ 1985 年（図 2－8）

1）1965 年

1965 年の撮影は、1961 年の三六災害後であることから、三六災害の痕跡を確認することができる。1965 年の空中写真をみると、半の沢の左岸側の支流（東側）に沿って、複数の白色を呈する崩壊地が確認できる。一方、半の沢の右岸側支流（西側）では少ない。

2）1976 年

1976 年の撮影は、発災から 15 年を経過しており、1965 年の写真で確認された白色の崩壊地のほとんどは緑色を呈しており、植生が復元している。

3）1985 年

1985 年の撮影は、発災から 24 年を経過し、植生の復元がさらに進んでいる。



図 2 - 6 空中写真（1965年）



白色を呈する部分は、僅かに見られるのみであり、植生が復元している。

図 2 - 7 空中写真（1976年）



図 2 - 8 空中写真 (1985年)

2-3. 現地調査結果

(1) 現地踏査結果

現地調査結果として、巻末資料に現場写真集を示す。

現地踏査の結果を要約すると以下のとおりである。

1) 分布地質

- ・半の沢の本流沿いを踏査した結果、源頭の分水嶺付近まで、花崗岩が分布する。溪流に露出する岩石や河床の転石も花崗岩であった（巻末：写真-001～005）。
- ・分水嶺付近で円礫を含む未固結の土砂を確認したが、文献資料にある伊那層・天竜礫層の堆積構造が確認できるような切り取り・露頭は確認できなかった。
- ・花崗岩の中に割れ目の密集する部分（カタクレーサイト）や、粘土化した部分が確認され、その分布方向が半の沢本流の流下方向（ほぼ南北方向）と推定された（巻末：写真-003、写真-010～012）。砂防堰堤を計画する場合には、砂防堰堤の基礎部分にこうした脆弱部が出現する可能性がある（巻末：写真-015～025）。

2) 溪流の堆積物

- ・溪流沿いには、花崗岩起源の角礫を主体とする礫・砂が分布している。河床レベル近くにまで花崗岩の露岩が確認できる箇所があり、現河床堆積物の層厚は1～2 m程度と推定される（巻末：写真-029～031、写真-037～039）。
- ・一部、倒木が溪流を横断している箇所が見られたが、倒木によって土砂がせき止められ、ダムアップしているような箇所は認められなかった（巻末：写真-013～014）。

3) 崩壊・地すべり

- ・一部粘土化した花崗岩が分布する箇所においては、表層崩壊や表層すべりが発生した痕跡があり、1～2 m程度の崩壊堆積物が分布している可能性がある。こうした箇所では、沢の左岸側には岩盤の露出があるものの、右岸側には露岩が認められない等の特徴が認められた（巻末：写真-006、写真-014）。
- ・現在も崩壊が進行しているような新しい崩壊地は確認されなかったが、植生の密度が小さく低木主体の斜面が認められ、過去に三六災害等豪雨災害時に発生した崩壊跡地と判断される（巻末：写真-008）。

(2) 気象データ整理

今回の調査では、現地調査を 2019 年 4 月 25, 26 日、2019 年 5 月 22, 23 日に実施したが、過去及び現地調査当月の気象データについて整理を行った。気象データとして、半の沢地区最寄のアメダスデータ（飯田、飯島）を収集し、現地調査実施時期の降雨状況及び、周辺地域の降雨特性について考察した。収集した気象データは以下のとおりである（図 2－9 参照）。

- ・気象庁アメダス（飯田）
- ・気象庁アメダス（飯島）

表 2－1、表 2－2 に、過去 12 年間の飯田の月別降水量・月別降水量の累積値をまとめた。また、図 2－10～図 2－11 に、月別降水量・月別降水量の累積値のグラフを示す。飯田の 2019 年 1 月～5 月の累積月別降水量は 412.5mm であり、2007 年～2018 年の平均値 626.5mm よりも少ない。過去 12 年間では、2017 年の 5 月までの累積雨量が 431.0mm で最低であったが、これを下回る少雨の状態であった。したがって、2019 年の 4～5 月期は、過去 12 年間の雨量に対して最も渇水傾向であったといえる。

表 2－3、表 2－4 に、過去 12 年間の飯島の月別降水量・月別降水量の累積値をまとめた。また、図 2－12～図 2－13 に、月別降水量・月別降水量の累積値のグラフを示す。飯島の 2019 年 1 月～5 月の累積月別降水量は 479.5mm であり、2007 年～2018 年の平均値 804.2mm よりも少ない。過去 12 年間では、2017 年の 5 月までの累積雨量が 535.5mm で最低であったが、これを下回る少雨の状態であった。したがって、2019 年の 4～5 月期は、過去 12 年間の雨量に対して最も渇水傾向であったといえる。

図 2－15 に、アメダス飯田の日降水量（2019 年 1 月 1 日～2019 年 6 月 4 日）を示した。4 月 10 日に 43.5mm のまとまった降雨があった以降は、4 月 14 日に 15mm、4 月 15 日に 9mm、4 月 24 日に 6mm、4 月 26 日に 3.5mm の降雨があった。また、5 月 21 日には、70mm のまとまった降雨があった。

図 2－17 にアメダス飯島の日降水量（2019 年 1 月 1 日～2019 年 6 月 4 日）を示した。4 月 10 日に 43.5mm のまとまった降雨があった以降は、4 月 14 日に 15.5mm、4 月 15 日に 9mm、4 月 24 日に 18.5mm、4 月 26 日に 4.5mm の降雨があった。また、5 月 21 日には、71.5mm のまとまった降雨があった。

2018 年 4 月～2018 年 10 月の降水量として、図 2－14 に飯田を、図 2－16 に飯島を示す。2018 年 7 月 4 日～6 日には合計 245.5mm（飯田）、290.5mm（飯島）のまとまった降雨（台風 7 号、平成 30 年 7 月豪雨）があった。

以上のデータから、2018 年は降水量が多い豊水年であるのに対し、2019 年は過去 12 年間でも最小の渇水年である。このため、2018 年 8 月の現地踏査の時点と 2019 年 4 月・5 月の流量観測時の地下水の胚胎状況を比較すると、2019 年のほうが少ないものと判断される。

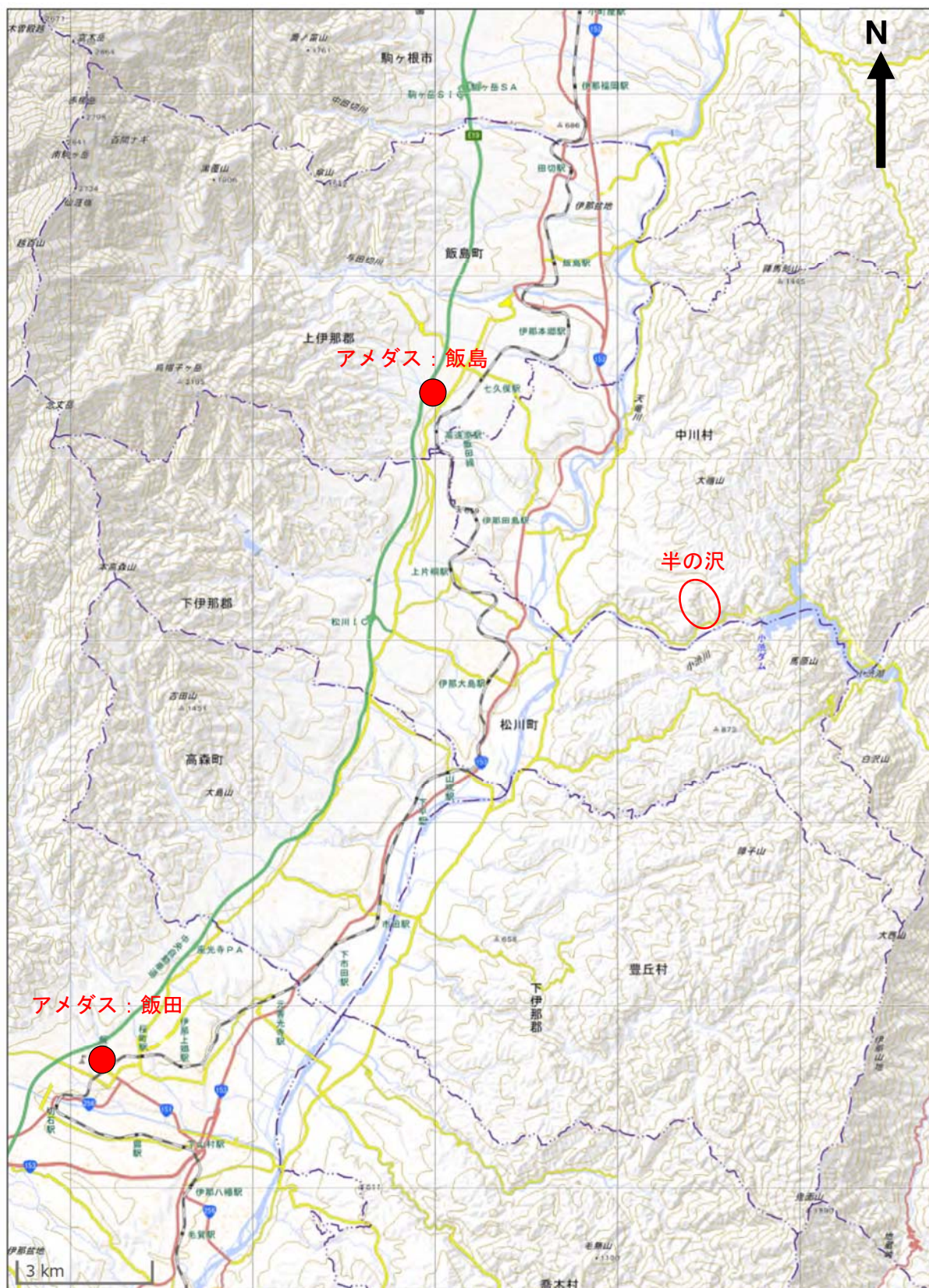


図 2-9 気象データの収集地点

表 2－1 飯田の過去 12 年間の月別降水量 (アメダス：飯田)

飯田月別降水量

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均 (2007-2018)
1	54.5	67.5	82.0	69.5	5.5	34.5	55.5	38.0	110.0	84.5	36.0	99.5	21.0	61.4
2	91.5	69.0	122.5	181.0	129.0	123.5	115.0	32.5	45.0	102.0	94.5	22.5	76.5	94.0
3	162.0	89.5	164.5	266.5	64.5	229.0	127.0	238.0	145.5	88.5	60.5	205.0	84.0	153.4
4	61.0	163.0	129.5	188.5	126.5	128.5	169.5	84.0	212.5	218.5	172.5	250.0	101.5	158.7
5	167.0	216.5	180.0	214.5	345.0	43.5	62.0	105.0	80.5	197.5	67.5	230.0	129.5	159.1
6	150.0	327.0	194.5	304.5	215.5	222.5	131.5	44.0	198.5	165.5	115.0	138.5		183.9
7	390.0	24.5	315.0	413.0	291.5	224.5	136.0	185.5	345.5	97.0	207.5	283.5		242.8
8	102.0	246.5	114.0	52.0	231.5	109.5	95.0	231.5	192.0	143.5	218.0	121.0		154.7
9	194.5	162.0	115.0	217.0	291.0	168.0	226.0	135.0	209.0	282.0	162.5	482.5		220.4
10	138.0	60.0	120.0	199.0	106.0	96.0	198.0	261.5	88.0	171.5	378.0	55.5		156.0
11	34.5	54.0	174.0	56.5	119.0	102.0	67.0	121.5	223.0	127.5	55.5	26.5		96.8
12	77.0	45.0	58.5	92.5	11.5	124.5	27.0	121.5	72.0	157.0	11.0	80.0		73.1

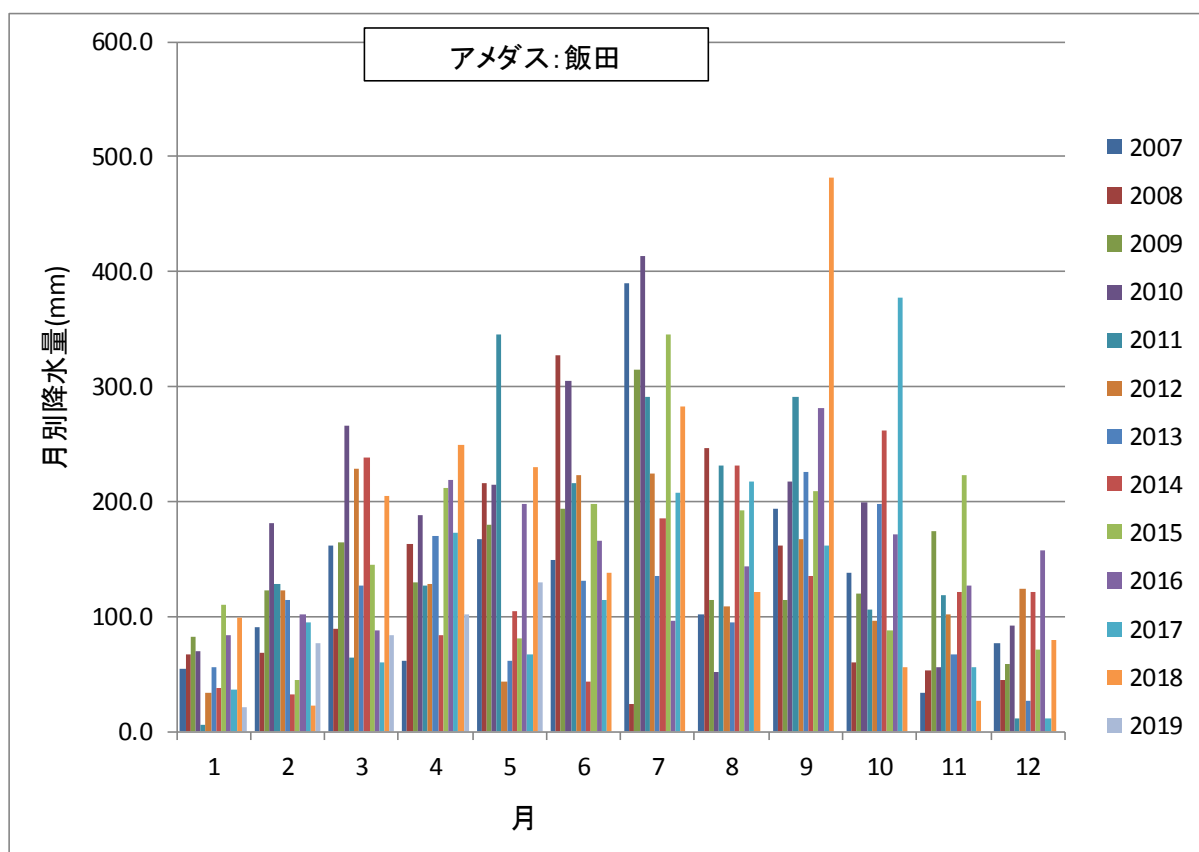


図 2－10 飯田の過去 12 年間の月別降水量

表 2－2 飯田の過去 12 年間の月別降水量の累積 (アメダス：飯田)

飯田月別降水量の累積

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均 (2007-2018)
1	54.5	67.5	82.0	69.5	5.5	34.5	55.5	38.0	110.0	84.5	36.0	99.5	21.0	61.4
2	146.0	136.5	204.5	250.5	134.5	158.0	170.5	70.5	155.0	186.5	130.5	122.0	97.5	155.4
3	308.0	226.0	369.0	517.0	199.0	387.0	297.5	308.5	300.5	275.0	191.0	327.0	181.5	308.8
4	369.0	389.0	498.5	705.5	325.5	515.5	467.0	392.5	513.0	493.5	363.5	577.0	283.0	467.5
5	536.0	605.5	678.5	920.0	670.5	559.0	529.0	497.5	593.5	691.0	431.0	807.0	412.5	626.5
6	686.0	932.5	873.0	1224.5	886.0	781.5	660.5	541.5	792.0	856.5	546.0	945.5		810.5
7	1076.0	957.0	1188.0	1637.5	1177.5	1006.0	796.5	727.0	1137.5	953.5	753.5	1229.0		1053.3
8	1178.0	1203.5	1302.0	1689.5	1409.0	1115.5	891.5	958.5	1329.5	1097.0	971.5	1350.0		1208.0
9	1372.5	1365.5	1417.0	1906.5	1700.0	1283.5	1117.5	1093.5	1538.5	1379.0	1134.0	1832.5		1428.3
10	1510.5	1425.5	1537.0	2105.5	1806.0	1379.5	1315.5	1355.0	1626.5	1550.5	1512.0	1888.0		1584.3
11	1545.0	1479.5	1711.0	2162.0	1925.0	1481.5	1382.5	1476.5	1849.5	1678.0	1567.5	1914.5		1681.0
12	1622.0	1524.5	1769.5	2254.5	1936.5	1606.0	1409.5	1598.0	1921.5	1835.0	1578.5	1994.5		1754.2

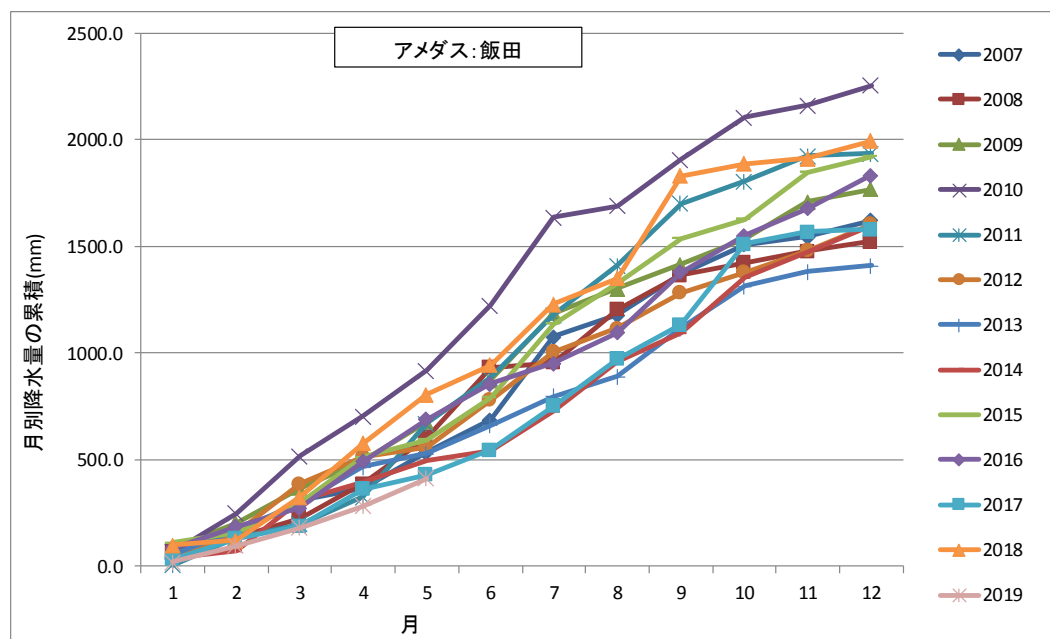


図 2－1 1 飯田の過去 12 年間の月別降水量の累積値

表 2－3 飯島の過去 12 年間の月別降水量 （アメダス：飯島）

飯島月別降水量

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均 (2007-2018)
1	47.0	69.0	95.5	83.5	0.5	30.5	63.0	68.5	134.5	93.5	40.0	107.0	21.5	69.4
2	129.0	58.0	235.5	219.5	148.0	168.5	138.0	141.5	53.5	159.5	146.0	16.5	114.0	134.5
3	235.0	103.5	243.0	348.5	76.5	340.5	181.5	336.0	139.5	94.5	55.0	214.0	100.0	197.3
4	70.0	184.0	131.5	298.0	200.0	131.0	192.5	86.0	262.5	279.0	220.5	364.5	114.5	201.6
5	222.0	241.5	227.5	290.0	405.0	78.5	77.5	124.0	114.5	294.5	74.0	268.0	129.5	201.4
6	187.0	337.5	254.0	343.5	246.5	255.5	150.0	49.5	251.5	212.0	103.5	163.0		212.8
7	397.0	55.0	382.5	462.0	188.0	348.0	157.0	214.5	322.0	81.5	132.5	322.5		255.2
8	100.0	189.5	110.5	142.5	222.0	58.0	118.0	310.5	203.0	116.5	169.5	140.0		156.7
9	169.0	171.5	146.5	266.5	250.5	134.5	193.0	197.5	214.0	339.0	120.0	506.0		225.7
10	166.0	86.5	155.0	234.5	163.0	176.5	253.0	245.5	154.5	217.5	336.5	76.5		188.8
11	19.0	52.0	191.0	62.5	162.5	147.5	116.0	152.0	262.0	148.0	68.5	28.0		117.4
12	73.0	75.0	59.0	129.5	19.0	139.5	42.0	157.5	85.5	222.5	23.5	95.5		93.5

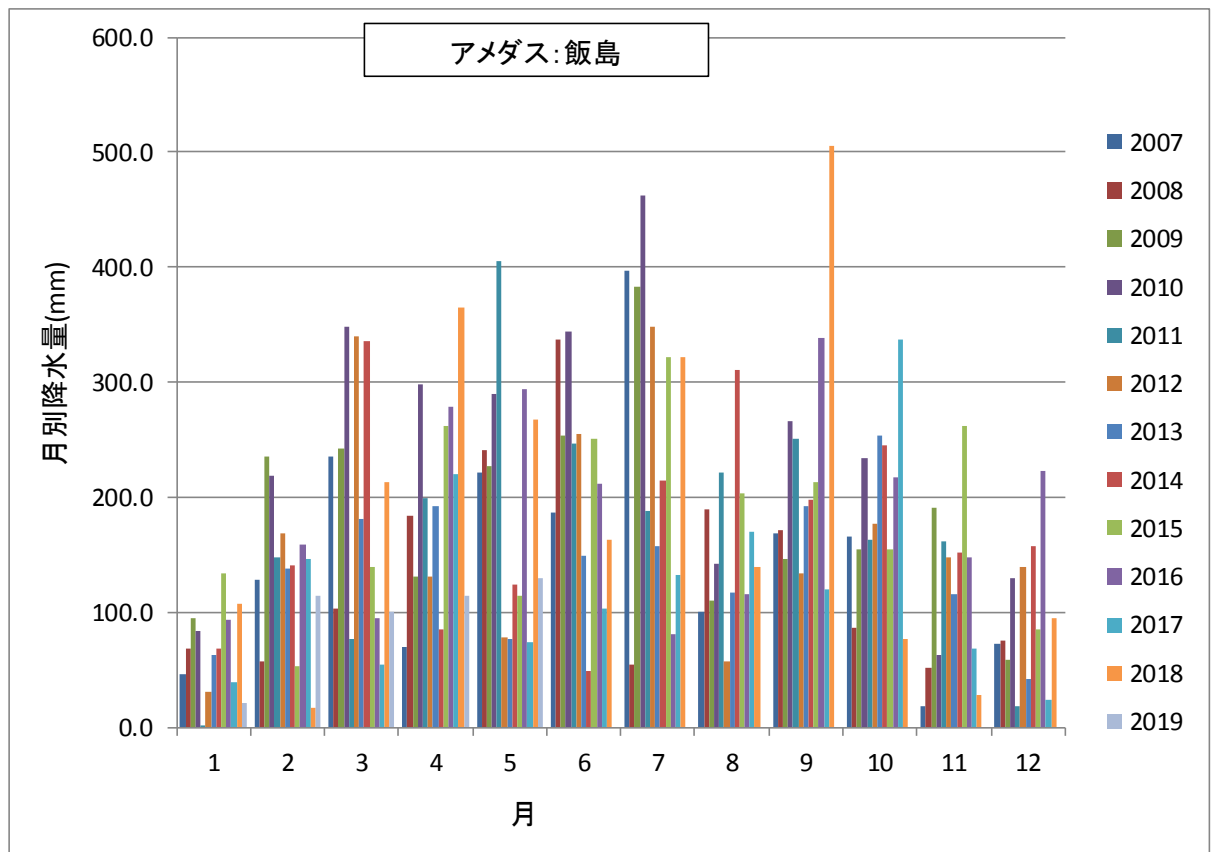


図 2－1 2 飯島の過去12年間の月別降水量

表 2－4 飯島の過去 12 年間の月別降水量の累積 (アメダス：飯島)

飯島月別降水量の累積

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均 (2007-2018)
1	47.0	69.0	95.5	83.5	0.5	30.5	63.0	68.5	134.5	93.5	40.0	107.0	21.5	69.4
2	176.0	127.0	331.0	303.0	148.5	199.0	201.0	210.0	188.0	253.0	186.0	123.5	135.5	203.8
3	411.0	230.5	574.0	651.5	225.0	539.5	382.5	546.0	327.5	347.5	241.0	337.5	235.5	401.1
4	481.0	414.5	705.5	949.5	425.0	670.5	575.0	632.0	590.0	626.5	461.5	702.0	350.0	602.8
5	703.0	656.0	933.0	1239.5	830.0	749.0	652.5	756.0	704.5	921.0	535.5	970.0	479.5	804.2
6	890.0	993.5	1187.0	1583.0	1076.5	1004.5	802.5	805.5	956.0	1133.0	639.0	1133.0		1017.0
7	1287.0	1048.5	1569.5	2045.0	1264.5	1352.5	959.5	1020.0	1278.0	1214.5	771.5	1455.5		1272.2
8	1387.0	1238.0	1680.0	2187.5	1486.5	1410.5	1077.5	1330.5	1481.0	1331.0	941.0	1595.5		1428.8
9	1556.0	1409.5	1826.5	2454.0	1737.0	1545.0	1270.5	1528.0	1695.0	1670.0	1061.0	2101.5		1654.5
10	1722.0	1496.0	1981.5	2688.5	1900.0	1721.5	1523.5	1773.5	1849.5	1887.5	1397.5	2178.0		1843.3
11	1741.0	1548.0	2172.5	2751.0	2062.5	1869.0	1639.5	1925.5	2111.5	2035.5	1466.0	2206.0		1960.7
12	1814.0	1623.0	2231.5	2880.5	2081.5	2008.5	1681.5	2083.0	2197.0	2258.0	1489.5	2301.5		2054.1

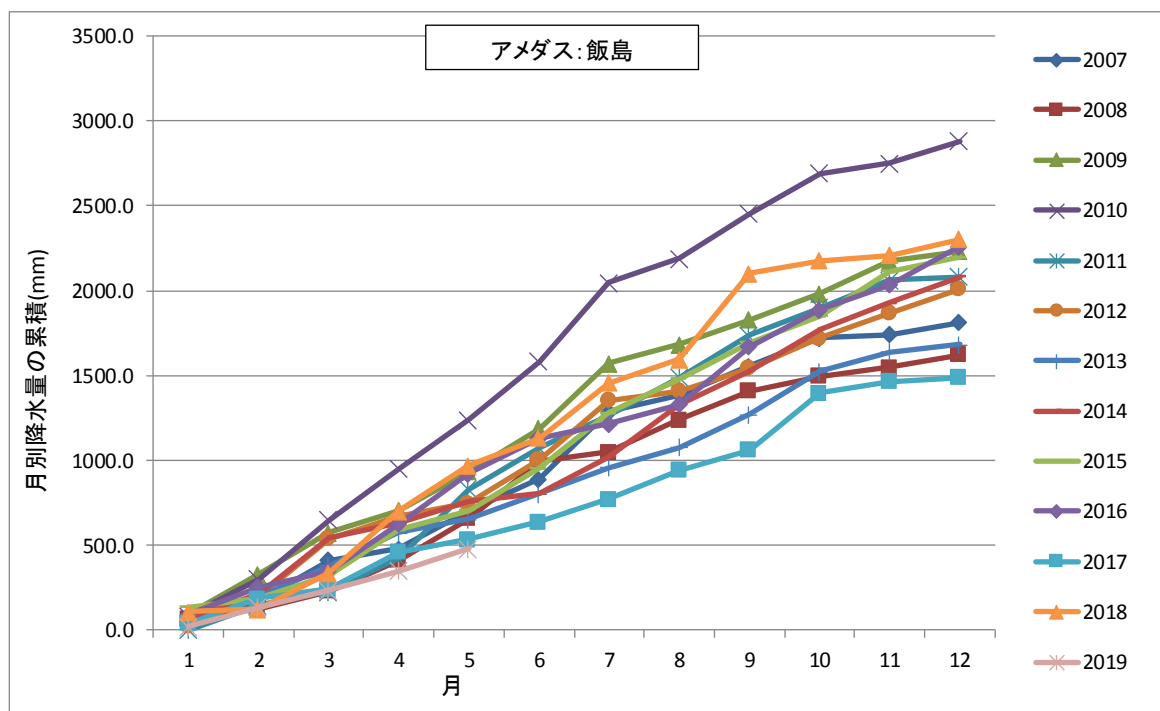


図 2－1 3 飯島の過去 12 年間の月別降水量の累積値

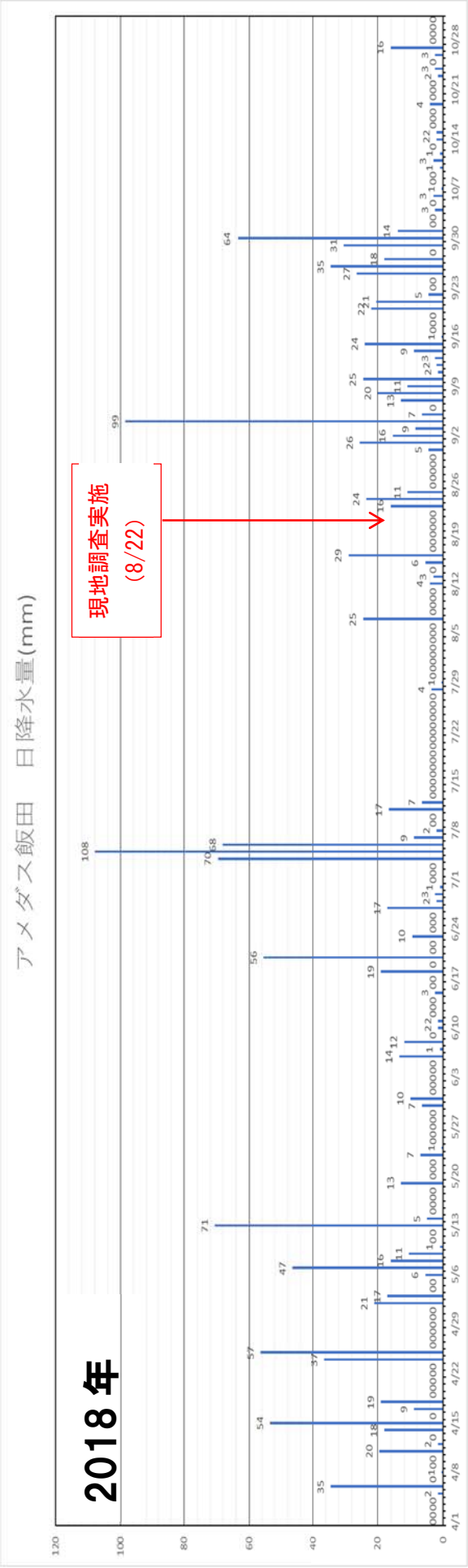


図 2-1-4 アメダス飯田の日降水量 (2018年4月1日～2018年10月31日)

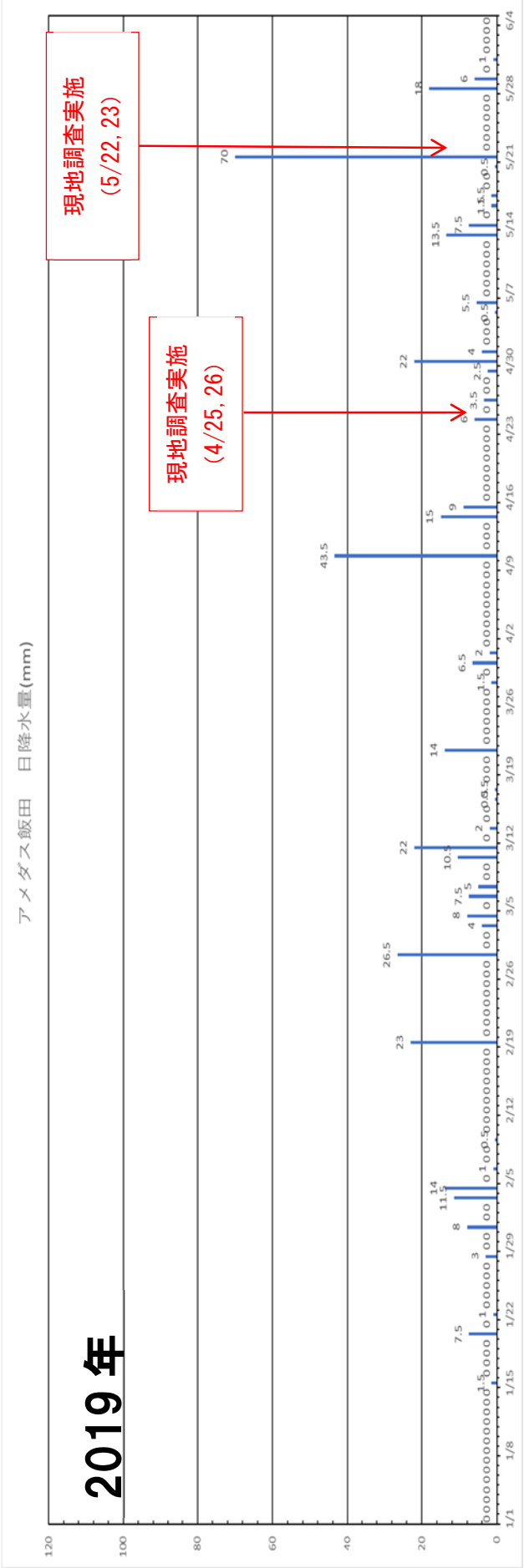


図 2-1-5 アメダス飯田の日降水量 (2019年1月1日～2019年6月4日)

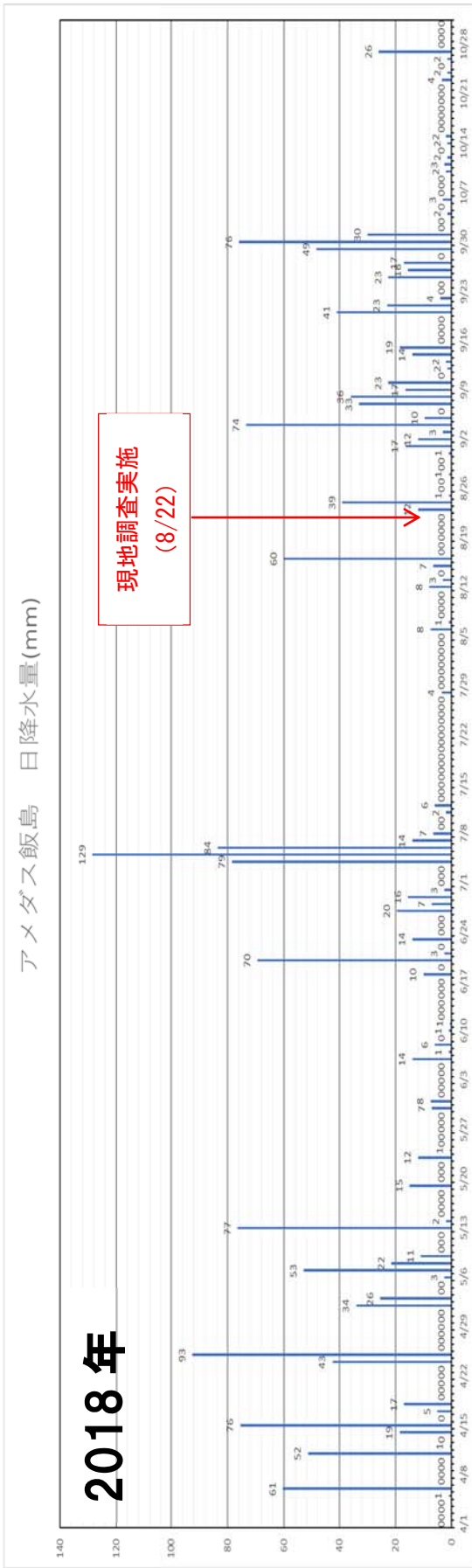


図 2-16 アメダス飯島の日降水量 (2018年4月1日～2018年10月31日)

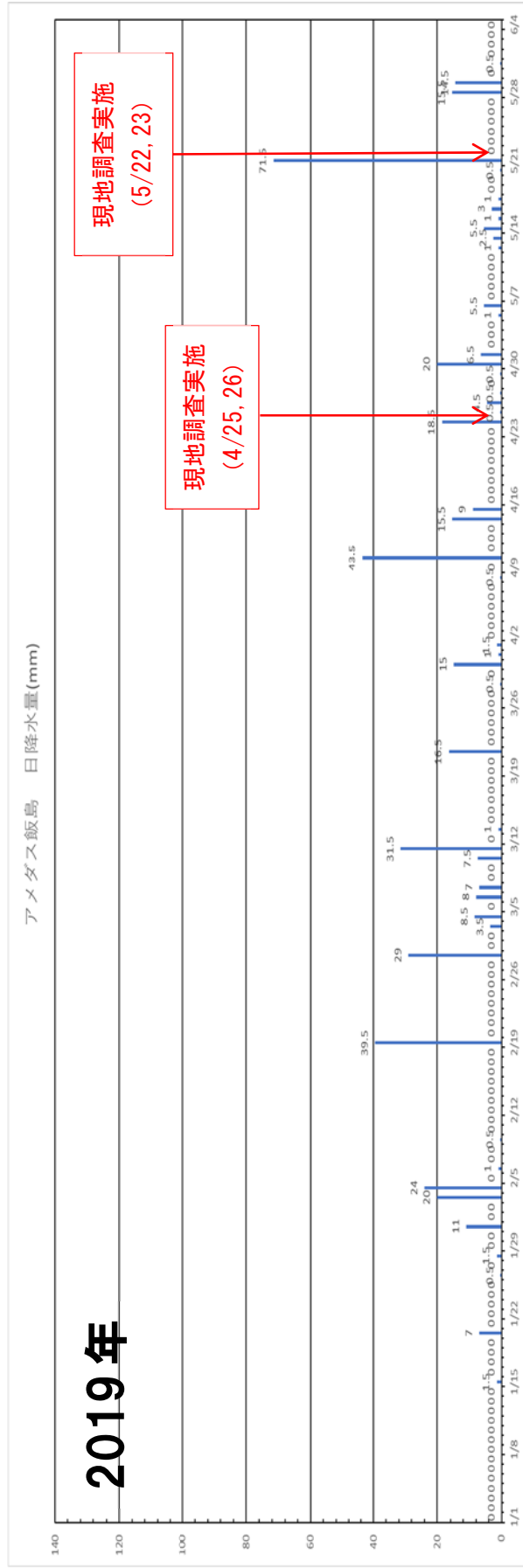


図 2-17 アメダス飯島の日降水量 (2019年1月1日～2019年6月4日)

(2) 現地湧水調査結果

1) 既往調査結果

既往調査では、半の沢の盛土予定範囲に流入する谷地形を対象として、縮尺 1/1,000 の LP 地形図上で集水地形と判読される沢筋（谷地形）・尾根筋を抽出した後、2018 年 8 月 22 日、2019 年 4 月 24、25 日、2019 年 5 月 22、23 日に現地踏査を行い、湧水状況の確認を行った。

なお、調査対象範囲は、半の沢のうち、盛土範囲上流端に計画中の砂防堰堤より下流側の山裾部分とした。

調査結果については、巻末資料に調査結果総括図及び調査結果総括表、観測結果一覧表、集水面積計算範囲図としてまとめた。加えて、巻末に現場写真集を示し、その中で各地点の状況について説明した。

2) 今後の流量調査

半の沢発生土置場の造成工事開始までの期間について、今回提示した範囲の追加調査（1 回/月）を実施し、継続して湧水等の状況を把握していく。継続調査により新たな湧水箇所等が見られた場合については、追加で地下排水管の設置等を柔軟に検討し、湧水等が盛土に影響を与えないよう対応していく。

第3章 与条件及び課題の整理

本計画は、砂防指定地内における盛土高が15mを超えること、また盛土完成後に道路として供用することから、道路管理者の立場から盛土構造について、学識経験者等（以下、有識者）の照査が必要と判断し、第三者機関による照査を実施した。照査の一環として、有識者による検討委員会を実施し、様々な意見・指摘を受け、設計内容をブラッシュアップしている。

有識者検討委員会等を踏まえた与条件及び課題について、以下に纏める。

3-1 法的規制

半の沢の集水域に該当する法的規制を、以下に示す。

半の沢集水域は、土石流危険渓流に指定されている。また、林道を含む下流域は土石流危険区域に指定されている。これらの指定区域の定義は下表のとおりである。

表3-1 半の沢流域の法的規制

項目	定義	備考
土石流危険渓流	渓流の勾配が15度以上で、土石流発生の危険性があり、人家や公共施設に被害を生じる恐れのある渓流。人家や公共施設がない場合でも、一定の要件を満たし、住宅棟が立地する可能性があると考えられる場所に流入する渓流も含む。	現在、流域内に砂防堰堤は構築されていない。
土石流危険区域	想定される最大規模の土石流が発生した場合、土砂の氾濫が予想される区域。	

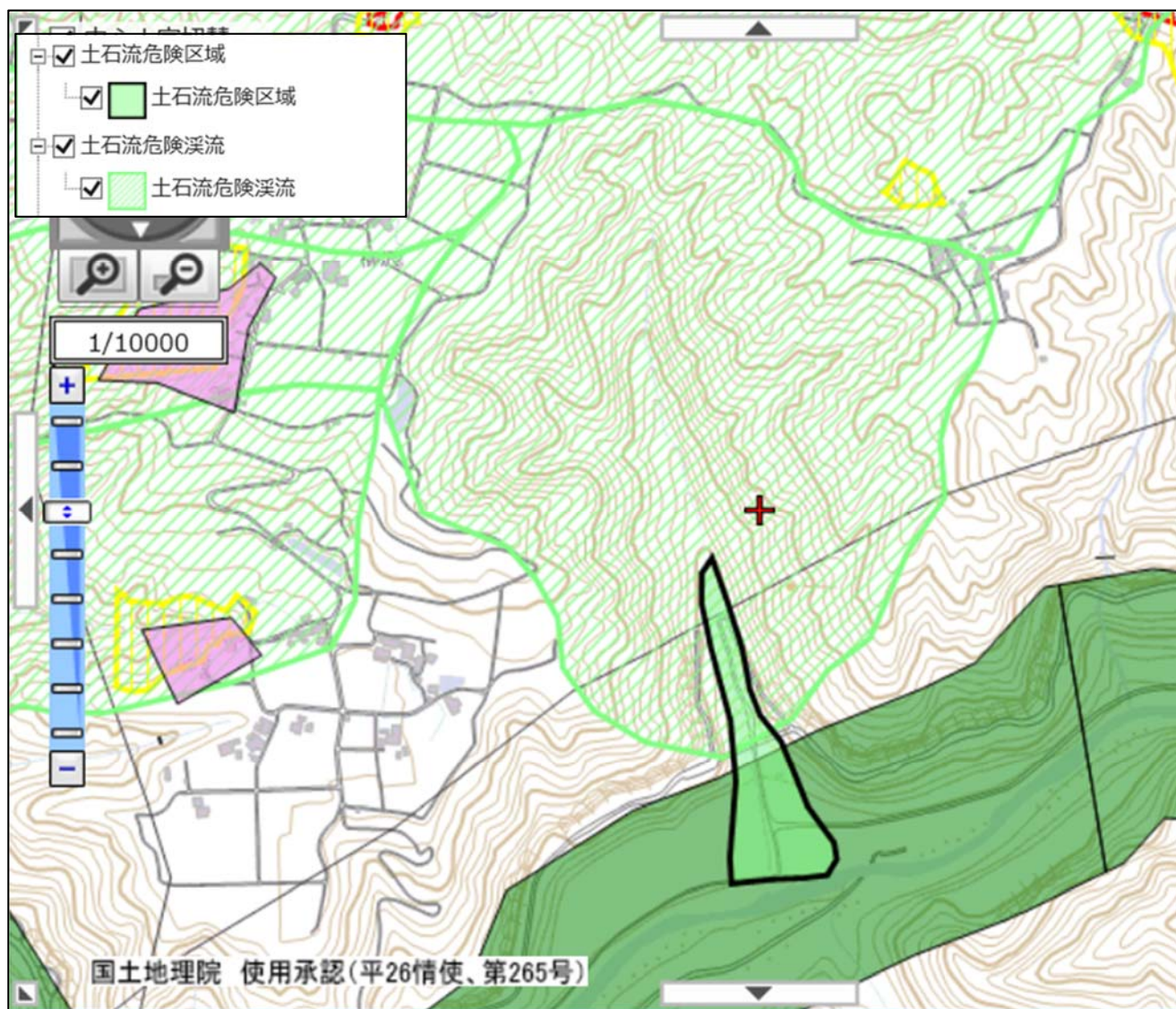


図3-1 法的規制関係
(長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップより)

【砂防指定地】

小渋川本川沿いについては、砂防指定地に指定されており、半の沢下流についても図3－2に示す通り、砂防指定地内となる。

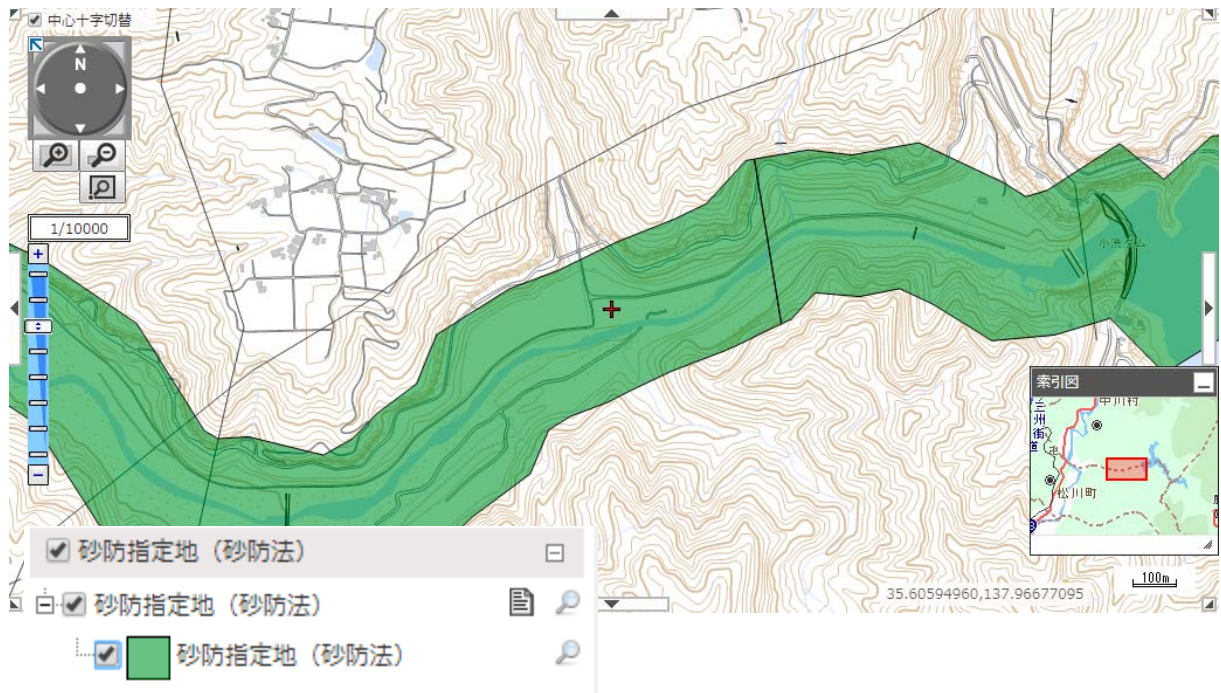


図3－2 砂防指定地

(長野県統合型地理情報システム 信州くらのマップより)

【自然公園】

また、半の沢周辺については、自然公園法・長野県県立自然公園条例の第3種特別地域に該当する。

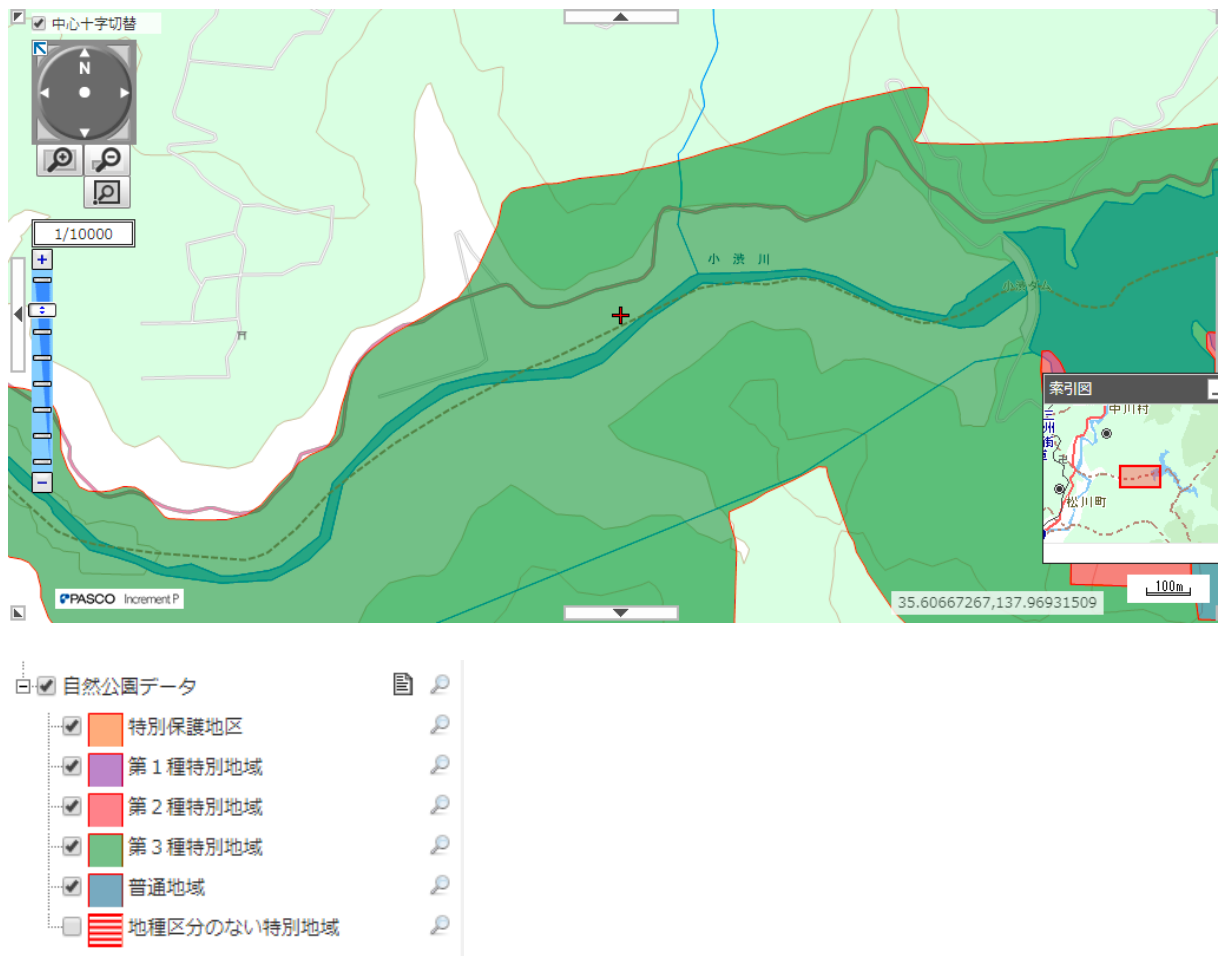


図3-3 長野県県立自然公園条例
(長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップより)

【保安林】

半の沢付近においては、半の沢橋上流域が保安林指定されている。

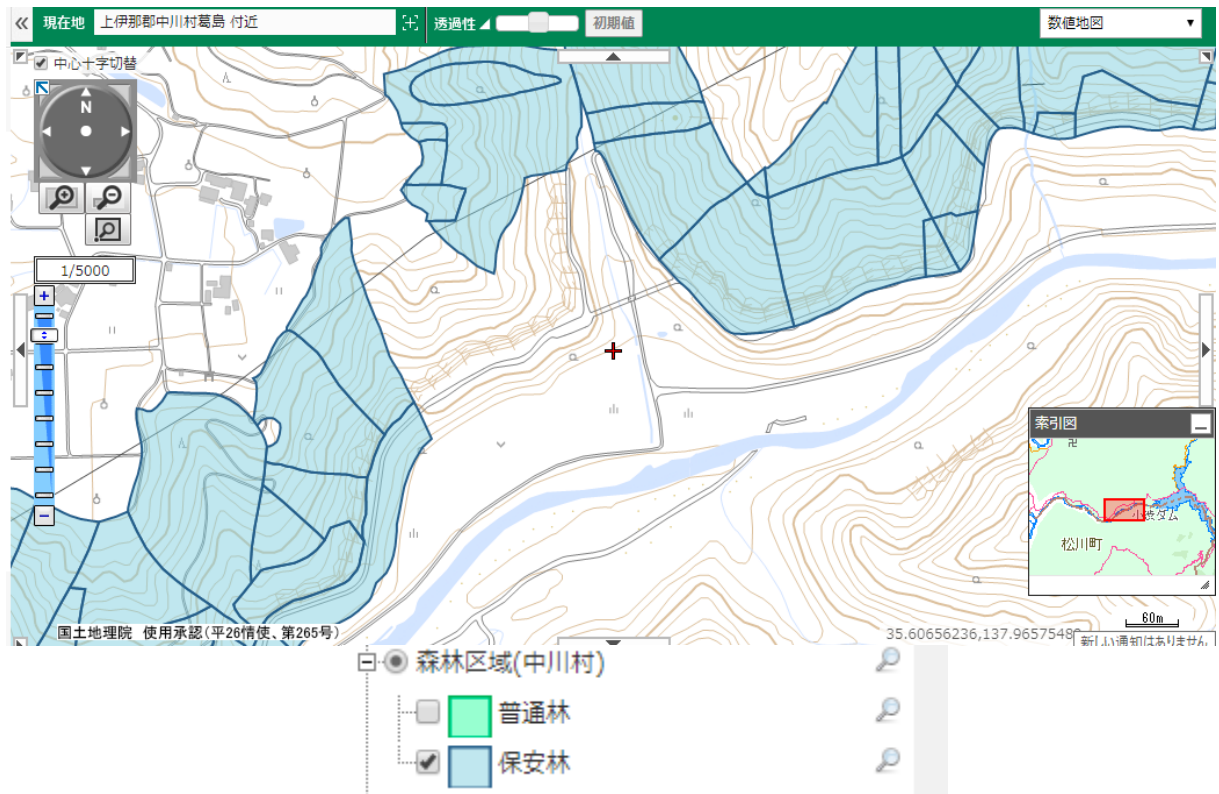


図3-4 保安林位置図

(長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップより)

3-2 設計における諸条件の整理

本計画の設計における諸条件は以下の通りである。

① 工事計画

- ・ 県道 59 号線の道路トンネル新設に伴い発生した発生土を活用し、既存橋梁高まで盛土で構築し、盛土上に県道 59 号線を改良することで線形及び視距を確保する計画とする。

② 盛土

- ・ トンネル事業の発生土約 20 万 m³程度を活用した盛土とすること。
- ・ 当該地は、長野県が実施するトンネル事業の発生土のみでは、既存県道敷高までの造成が困難であるため、J R の実施する事業の発生土を供給（約 33 万 m³）する計画とする。
- ・ 盛土については、安定勾配とし、擁壁等は設置しない。
- ・ 安定計算を実施し、安全率が不足した場合については、盛土補強材の検討を実施する。

③ 排水計画

- ・ 排水計画は万全を期して沢筋の表面水及び、湧水をすべて処理できる構造とすること。
- ・ 湧水等の地下排水により盛土内の水位が上昇することを防止するために地下排水管及び基盤排水層（ $h=0.5\text{m}$ ）を設置する。
- ・ 工事中の排水についても、排水が万全にできるよう全水量地下排水で処理できるようにする。

④ 保安林

- ・ 計画地は「保安林」となっているため、保安林解除区域については最小になる様計画する。

⑤ 通路

- ・ 半の沢沢筋において、小渋川本川の管理用道路がある。盛土を構築することで付替えが必要となるが、管理者との協議により、盛土中段で展開が可能なスペースを確保する計画とする。

以上の諸条件を踏まえた設計方針を次項で整理する。

3-3 当初段階における設計の方針

諸条件を踏まえた、当初段階における設計の方針は、以下の通りであった。

(1) 当初段階における設計の方針

- ・現況の半の沢橋の高さまで盛土で構築する
- ・現況の沢水については、盛土表面に開水路にて付替え
- ・法面勾配は、安定勾配である1:2.0とする
- ・盛土法面には、直高5m毎に幅1.5mの小段を配置する
- ・盛土下部は、補強材（ジオテキスタイル）を配置することで、安全性を確保する
- ・盛土下部は全面基盤排水層を設ける
- ・基盤排水+地下排水にて盛土内浸透水を盛土外に排水する
- ・小段毎に水平排水材を配置し、盛土内浸透水を盛土外に排水する

これらの諸条件及び設計方針に基づき、有識者による検討委員会を実施した。その中で、有識者より様々なご指摘を頂いたので次項に纏める。

3-4 検討委員会での指摘を踏まえた最終の設計方針

前述したように、本設計においては有識者による検討委員会を実施し、様々な意見、指摘を頂き、設計のブラッシュアップを実施している。本項では、検討委員会の経緯、経過及び指摘事項について纏める。

(1) 検討委員会の経緯

(主) 松川インター大鹿線の道路改良計画を進めるにあたり、砂防指定地内における盛土高が15mを超えること、また盛土完成後に道路として供用することから、道路管理者の立場から盛土構造について、有識者の照査が必要と判断し、第三者機関へ、照査を依頼したものである。

検討委員会では、以下の有識者4名を委員とし、それぞれの専門分野の観点から意見を頂き、盛土の安全性について審議をお願いした。

表3-2 検討委員会の委員

役職	氏名	所 属 等	専門分野
委員長	土屋 智	静岡大学 名誉教授	森林科学、砂防、地すべり、斜面对策、地震に伴う土砂災害等
委員	平松 晋也	信州大学農学部教授	自然災害科学、防災学、土砂移動、砂防工学
〃	香月 智	防衛大学 システム工学群 建設環境工学科教授	構造力学、砂防工学、信頼性工学、構造物等
〃	若井 明彦	群馬大学大学院理工 学府 環境創生部門教授	地盤工学、土木工学 耐震性等

(2) 検討委員会の経過

検討委員会については、準備会を含め計5回実施している。委員会の中で、様々な指摘を頂き、それらを踏まえた修正設計を実施し、令和元年7月12日の第3回検討委員会において、計画案について了承を頂き、審議終了となった。

表3-3 検討委員会の経緯

	開催日	主な審議事項
準備会	平成30年9月26日	・現地確認 ・事業概要説明
第1回	平成30年12月13日	・盛土構造について 盛土材料、盛土補強、安定計算 ・軟弱層への対応について ・排水計画について ・安全管理について
第2回	平成31年2月27日	・盛土構造について 盛土材料、安定計算 ・軟弱層への対応について ・排水計画について ・安全管理について
		盛土計画案を大筋了承
鳶ヶ巣沢 (第2回)	平成31年3月28日	・安全管理について
第3回	令和元年7月12日	・設計に用いた各定数の根拠となる試験結果について報告 ・安全管理について
		計画案について了承を得て審議終了

(3) 検討委員会での指摘事項と対応

1) 盛土の安定について

- ・設計に用いた土質定数の根拠を明らかにする。
⇒地質調査及びトンネル発生土を用いた室内試験結果を提示し、了承。
- ・当初計画である盛土下部の補強材（ジオテキスタイル）について、敷設長（L＝約 70m）が長いこと、トンネル発生土（岩ズリ）での盛土となることから、地震によって盛土内部で補強材が切断される可能性がある。
⇒盛土下部について、改良土（トンネル発生土+セメント（以下、ソイルセメント））に変更することです承。
- ・高盛土となることから、安定計算に加え、ニューマーク法等による盛土の変形量の算定及び安全性の説明が必要
⇒安定計算に加え、ニューマーク法による計算を実施し、変形量及び安全性について了承。
- ・地質調査結果より、N 値 10 以下の地層について、その分布や物性等を把握し、盛土後の液状化を含む安全性を検討する必要がある
⇒分布及び物性値の把握として追加地質調査を実施。対策工については、施工前に再度、地質調査等で確認し、決定していくことです承。
- ・万が一、盛土が崩壊した場合を想定し、小渋川本川及び下流域に対する検討を実施すべき。
⇒新・斜面崩壊防止工事の設計と実例 ―急傾斜地崩壊防止工事技術指針より、がけ崩れを想定した算出方式により、小渋川本川及び下流域に対する検討を実施し、了承。

2) 地下排水の考え方について

- ・許容変位（変形）量については、盛土だけではなく構造物についても検討が必要。
⇒地下排水管及び表面開水路について許容変位量の基準を定め、了承。
- ・本計画において重要となるのが盛土内に浸透水を溜めないことである。地下排水管に加え、集水井や観測井を用い、盛土外に積極的に排水する計画とすべきである。
⇒盛土下部を遮水層となるソイルセメントに変更したため、ソイルセメント上下段に地下排水管を設置。加えて、集水井（φ 3500 mm：5 箇所）と観測井（φ 100 mm：6 箇所）を設置することです承。
- ・溪流をすべて埋めるため、伏流水や斜面からの湧水処理について、細心の注意が必要。
⇒追加で湧水調査を実施し、現状で湧水跡等が見られる箇所については、当該箇所に直接、地下排水管を設置し、盛土外に排水することです承。

3) 安全管理について

- ・施工時及び施工後の維持管理体制について、盛土の「安全管理」という観点から、予め整理しておくことが重要。
⇒施工時及び施工後の観測機器の配置計画、管理主体、管理基準値及び管理フローを提示し、了承。

(4) 最終の設計方針

検討委員会を踏まえた最終の設計方針は以下の通りである。

(当初からの変更箇所は下線部。追加箇所は◎とする。)

- ・現況の半の沢橋の高さまで盛土で構築する
 - ・現況の沢水については、盛土表面に開水路にて付替え
 - ・法面勾配は、安定勾配である 1 : 2.0 とする
 - ・盛土法面には、直高 5m 毎に幅 1.5m の小段を配置する
 - ・盛土下部は、改良土（ソイルセメント）を配置することで、安全性を確保する
- ◎水平震度法による安定計算に加え、ニューマーク法による変形量の算定を実施する
- ◎N 値 10 以下の地層については液状化の検討を実施する
- ◎万が一、盛土が崩壊した場合を想定し、小渋川本川及び下流域に対する検討を実施する
- ・盛土下部は全面基盤排水層を設ける
 - ・基盤排水+地下排水にて盛土内浸透水を盛土外に排水する
 - ・小段毎に水平排水材を配置し、盛土内浸透水を盛土外に排水する
- ◎集水井及び観測井を配置し、盛土内浸透水を盛土外に積極的に排水する計画とする

第4章 盛土詳細設計

半の沢は、砂防指定地内で盛土高さが15m以上の高盛土となることから盛土の安全性の確認は、斜面安定計算により検証を行うものとする。なお、ソイルセメント含む盛土に使用する発生土については、県道トンネルで生じた発生土及び中央新幹線より生じた発生土（緑色岩（MiGr）及び粘板岩（PC - s1））を使用する。

4-1 地盤条件等

半の沢発生土置き場盛土計画は、『道路土工 盛土工指針（H22.4 日本道路協会）』、『道路土工 切土工・斜面安定工指針（H21.6 日本道路協会）』、『NEXCO 設計要領第二集橋梁建設編』、『宅地防災マニュアル』等を参考に安定計算を行い、盛土全体の安定を照査する。盛土下部については、盛土の安定を図るため、改良盛土（トンネル発生土+セメント（以下、ソイルセメント））を実施する。

（1）土質定数の設定

1）現況地盤、盛土材の土質定数

現況地盤の土質定数は、『道路土工 盛土工指針』及び『NEXCO 設計要領第二集橋梁建設編』に記載されている土質定数を参考に設定を行った。

表4-1 斜面安定計算に用いる土質定数値

種 類		状 態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	地盤工学会基準
盛土	礫および礫まじり砂	締固めたもの	20	40	0	{G}
	砂	締固めたもの	20	35	0	{S}
		分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締固めたもの	19	25	30以下	{SF}
	粘性土	締固めたもの	18	15	50以下	{M} , {C}
関東ローム	締固めたもの	14	20	10以下	{V}	
自然 地盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	0	{G}
		密実でないもの	19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0	
	砂質土	密実なもの	19	30	30以下	{SF}
		密実でないもの	17	25	0	
	粘性土	固いもの（指で強く押し多少へこむ）	18	25	50以下	{M} , {C}
		やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入）※1）	17	20	30以下	
		軟らかいもの（指が容易に貫入）	16	15	15以下	
	粘土およびシルト	固いもの（指で強く押し多少へこむ）	17	20	50以下	{M} , {C}
		やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入）	16	15	30以下	
		軟らかいもの（指が容易に貫入）	14	10	15以下	
	関東ローム		14	5(φ _u)	30以下	{V}

『道路土工 盛土工指針』より抜粋。

1-1) 盛土については、トンネル発生土であるため、『礫』より崩れにくい土質であるが、施工時に締め固めることによりトンネル発生土が細くなることも想定し、設計においては、礫よりも設計条件としてより厳しい条件となる『砂』の土質定数を用い計算を行った。

表 4－2 盛土斜面安定計算に用いるトンネル発生土礫の設定土質定数

土質の種類	種 類	状 態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
盛土	砂	締め固めたもの 粒径幅の広いもの	20	35	0

1-2) 自然地盤（岩以外）：現地状況、ボーリング調査結果を踏まえ、下表のとおり設定した。

表 4－3 盛土斜面安定計算に用いる堆積層土砂の設定土質定数

土質の種類	種 類	状 態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
砂質土 (rd-s)	礫まじり 砂	密実でないもの	19	35	0
粘性土 (rd-m)	粘性土	軟らかいもの（指 が容易に貫入）	16	15	15
礫質土 (tr-g)	礫	密実なものまたは 粒径幅の広いもの	20	40	0
礫質土 (rd-g)	礫	密実でないものま たは分級されたも の	18	35	0

1-3) 自然地盤（岩）：ボーリング調査の結果よりN値 50 以上であるが、設計においては、岩が風化することも想定し、下表の岩級区分において危険側の D 判定とし設定を行った。

表 4－4 岩級区分目安

岩級	特 徴
A	きわめて新鮮なもので造岩鉱物及び粒子は風化、変質を受けていない。き裂、節理はよく密着し、それらの、面にそって風化の跡はみられないもの。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した（たとえ1mmでも）き裂あるいは節理はなく、よく密着している。ただし造岩鉱物及び粒子は部分的に多少風化、変質が見られる。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
CH	造岩鉱物及び粒子は石英を除けば風化作用を受けてはいるが岩質は比較的堅硬である。一般に褐鉄鉱などに汚染せられ、節理あるいはき裂の間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目にそって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土物質の薄層が残留することがある。 ハンマーによって打診すればすこし濁った音を出す。
CM	造岩鉱物及び粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟化しており、岩質も多少軟らかくなっている。節理あるいはき裂の間の粘着力は多少減少しており、ハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目にそって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土物質が残留することがある。 ハンマーによって打診すればすこし濁った音を出す。
CL	造岩鉱物及び粒子は風化作用を受けて軟質化しており岩質も軟らかくなっている。節理あるいはき裂の間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目にそって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば濁った音を出す。
D	造岩鉱物及び粒子は風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。節理あるいはき裂の間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけでくずれ落ちる。 剥脱面には粘土物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば著しく濁った音を出す。

『NEXCO 設計要領第二集橋梁建設編』より抜粋。

表 4－5 強度定数の測定例

岩 級		粘板岩（ダムサイトの例）				花崗岩（本四連絡橋基礎の例）		
		c (kN/m ²)		φ (°)		c (kN/m ²)		φ (°)
		範囲	平均	範囲	平均	範囲	代表値	代表値
硬 岩	B	2,250～2,750	2,500	40～50	45	1,500～2,500	1,500	45
	CH	1,750～2,250	2,000	35～45	40	1,000～2,000	1,000	40
	CM	750～1,750	1,250	35～45	40	500～1,000	500	40
軟 岩	CL	250～750	500	30～40	35	100～1,000	100	37
	D	100以下	0	20～30	25	0～500	0	30～35

『NEXCO 設計要領第二集橋梁建設編』より抜粋。

表 4－6 盛土斜面安定計算に用いる自然岩盤の設定岩盤定数

土質の種類	種 類	状 態	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
① 凝灰質砂 岩	軟岩	D	20 「礫と同等」	30～35 平均値 「32.5」	0～500 平均値 「250」

1-4) ソイルセメント：粘着力は、地盤改良マニュアルより改良対象土別の設計基準強度を参考に設定を行った。

表 4－7 改良対象土別の設計基準強度

対象土	砂質土	シルト・粘土	ローム	有機質土
F _c (kN/m ²)	1,000～2,000	700～1,200	500～1,000	300～700

『地盤改良マニュアル第4版』より抜粋。

ソイルセメント設計基準強度は、礫質土との改良であるが表4-4の砂質土との改良である最低値「1000kN/m²」を参考とする。

粘着力（c）は、 $c=1/2 \times q_u$ より $c=1/2 \times 1000 \sim 2000 = 500 \sim 1000 \text{ kN/m}^2$ となるが、現地発生材を用いた三軸圧縮試験の結果、 $c=620 \text{ kN/m}^2$ の結果を得られたことから設計に用いる粘着力（c）は $c=620 \text{ kN/m}^2$ とした。

表 4－8 盛土斜面安定計算に用いるソイルセメントの設定数

土質の種類	種 類	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
② ソイルセメント	改良土	22	42	620

施工にあたっては、法面毎（約 50,000m³ 毎）に、一軸圧縮試験による強度確認を実施する。一軸圧縮強度の試験結果は、巻末資料のとおりである。加えて、仮置き等による含水比の変化を確認するため、予め試験を実施し、適切な含水比の範囲を設定のうえ、受入地でのフライパン法による含水比の確認を実施する。

以上の結果より斜面安定計算に使用する土質設計条件は、下表のとおり設定した。

表 4－9 土質設計条件

土質の種類	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
① 盛 土	20	35	0
② 砂質土 (rd-s)	19	35	0
③ 粘性土 (rd-s)	16	15	15 以下
④ 礫質土 (tr-g)	20	40	0
⑤ 礫質土 (rd-g)	18	35	0
⑥ 凝灰質砂岩	20	32.5	250
⑦ ソイルセメント	22	42	620

2) 盛土材料の透水性について

盛土に使用する予定の中央新幹線発生土について、大鹿村総合グラウンド内で造成しているトンネル発生土を用い、現地浸透試験（土研法）を実施した。

表 4－10 透水試験結果

測点		グラウンド北側	グラウンド南側
試験深度		GL-0.60m	GL-0.60m
試験地盤の土質		砂質礫	砂質礫
飽和透水係数 k_0	m/hr	0.0873	0.0409
	m/sec	2.43×10^{-5}	1.14×10^{-5}
	Cm/sec	2.43×10^{-3}	1.14×10^{-3}

		透水係数 k (m/s)				北側	
		10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}
透 水 性		実質上不透水	非常に低い	低 い	↑	中 位	高 い
試 験 値	南側						
対応する土の種類		粘性土 (C)	微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 (SP) (S-P) (M)		砂及びれき (礫) (GW) (GP) (SW) (SP) (G-F)		清浄なれき (GW) (GP)
透水係数を直接 測定する方法		特殊な変水位 透水試験	変水位透水試験			定水位透水試験	特殊な変水位 透水試験
透水係数を間接的 に測定する方法		圧密試験結果から計算	なし			清浄な砂及びれきは, 粒度と間げき (隙) 比から計算	

「地盤材料試験の方法と解説」(社)地盤工学会 450 頁に一部加筆

図 4－1 透水性と試験方法の適用性

グランドの2箇所で実施した結果、透水係数は、グランド北側で 2.43×10^{-5} m/sec (2.43×10^{-3} cm/sec)、グランド南側で 1.14×10^{-5} m/sec (1.14×10^{-3} cm/sec) が得られ、図4-1 よりどちらの測点も透水性は「中位」に分類される。

3) ソイルセメントの六価クロム確認について

ソイルセメントに使用する材料は、六価クロム溶出量低減型の汎用固化材（特殊土用）を使用する。また、ソイルセメントに使用する予定の中央新幹線発生土を用い、設計上必要である添架量（100kg/m³）について六価クロム溶出試験を実施した。なお、基準値については、環境省告示第46号に従うものとする。

表4-11 溶出量試験結果一覧

添 加 材	太平洋セメント株式会社 GS-200
添 加 量 (kg/m ³)	100
六 価 ク ロ ム 試 験 結 果 (mg/l)	0.02 未満
基 準 値 (mg/l)	0.05 以下
判 定	合 格

以上より、六価クロムは基準値を満足することを確認した。

また、施工前の試験盛土実施時において、サンプリングを行い、六価クロム溶出試験を実施する。

4-2 盛土における安定検討

(1) 安定計算に用いる諸条件

1) 地下水位について

盛土内地下水位の設定については、表面排水及び地下排水や集水井の設置などの排水計画において、盛土内の排水を積極的に実施する計画とするが、15mを超える高盛土であること、万が一、地下排水工の目詰まり等が起こった場合を想定し、宅地防災マニュアルに準じ盛土高の 1/2 水位とした。検討断面及び水位は、下図のとおりである。

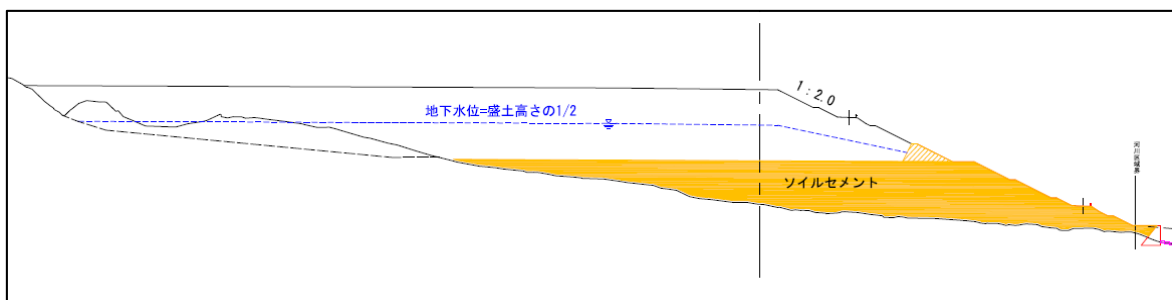


図 4-2 A-A断面：地下水位

2) 安全率

安全率は、「道路土工 盛土工指針」と「宅地防災マニュアル」を比較し、より条件の厳しい「宅地防災マニュアル」の値を採用した。

表 4-12 安全率

項目	安全率	備考
常時	1.5	道路土工では 1.2
地震時	1.0	道路土工では 1.0

3) 設計水平震度

設計水平震度についても、「道路土工 盛土工指針」と「宅地防災マニュアル」を比較し、より条件の厳しい「宅地防災マニュアル」の「0.25」を採用した。
(道路土工盛土工指針では、最も厳しい条件であるレベル2地震動 地盤種別Ⅲ種で0.24)

4) 盛土における安定勾配の考え方について

計画において、対象となる盛土材はトンネル発生土となるため「岩塊（ずりを含む）」を設定し、表 4-13 から最も緩い勾配である「1:2.0」を採用した。

なお当該箇所については宅地防災マニュアルも同様の記載である。

表 4－13 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の目安

盛土材料	盛土高 (m)	勾 配	摘 要
粒度の良い砂(S), 礫及び細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1:1.5～1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり, 浸水の影響がなく, 5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。 ()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5～15m	1:1.8～1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8～1:2.0	
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.5～1:1.8	
	10～20m	1:1.8～1:2.0	
砂質土(SF), 硬い粘質土, 硬い粘土(洪積層の硬い粘質土, 粘土, 関東ローム等)	5 m以下	1:1.5～1:1.8	
	5～10m	1:1.8～1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1:1.8～1:2.0	

注) 盛土高は, のり肩とのり尻の高低差をいう (解図 4-3-2 参照)。

『道路土工 盛土工指針 P. 106』より抜粋

なお、上記規定では盛土高さは 20m までの記載となっているが、綿密な排水処理と盛土の締固めがなされることを前提に、近隣の盛土の施工実績、災害事例あるいは詳細設計等を踏まえて表中の盛土高さの範囲を拡大して適用することも可能であるとの記載があり、本検討では、安定計算により法面勾配の安定性を確認する。

5) 上載荷重について

盛土天端及び法面の犬走り部について、10kN/m²を考慮する。

表 4－14 盛土天端上載荷重

	照査基準値	載荷重	作用位置
常時(供用後)	$F_s \geq 1.50$	10kN/m ²	2号道路及び、盛土天端全面

(2) 安定計算

1) 円弧すべり計算

複合滑り計算以外に表面的な安定計算（円弧滑り）計算・道路土工（盛土工指針）における簡便法（スウェーデン法）を使用する（地震時も同様）。

1) 検討手法

安定計算の検討は、盛土法面および基礎地盤に対して、円弧すべりによる安定解析を実施した。すべての荷重条件において安全率が下記で示す目標値を上回る必要がある。

常時においては $F_s \geq 1.5$ を規定通り確保する。

1) 安定計算

盛土のり面の安定性については、円弧滑り面法により検討することを標準とする。また、円弧滑り面法のうち簡便式（スウェーデン式）によることを標準とするが、現地状況等に応じて他の適切な安定計算式を用いる。

4) 最小安全率

盛土のり面の安定に必要な最小安全率（ F_s ）は、盛土施工直後において、 $F_s \geq 1.5$ であることを標準とする。

また、地震時の安定性を検討する場合の安全率は、大地震時に $F_s \geq 1.0$ とすることを標準とする。なお、大地震時の安定計算に必要な水平震度は、0.25に建築基準法施行令第88条第1項に規定するZの数値を乗じて得た数値とする。

宅地防災マニュアル

なお、地震時の必要安全率 $F_s \geq 1.0$ とする。

1) 常時

常時のすべりに対する安定は、次式にて検討した。

〈全応力法による場合〉

$$F_s = \frac{M_R}{M_D} = \frac{\sum (C \cdot \ell + W \cos \alpha \cdot \tan \phi)}{\sum W \sin \alpha} \dots\dots\dots \text{式 VI.3-2}$$

ここに F_s : 安全率

M_R : 土塊の抵抗モーメント (kN・m/m)

M_D : 土塊の滑動モーメント (kN・m/m)

W : 各スライスの単位長さ重量 (kN/m)

U : 各スライスの滑り面に働く間げき水圧 (kN/m)

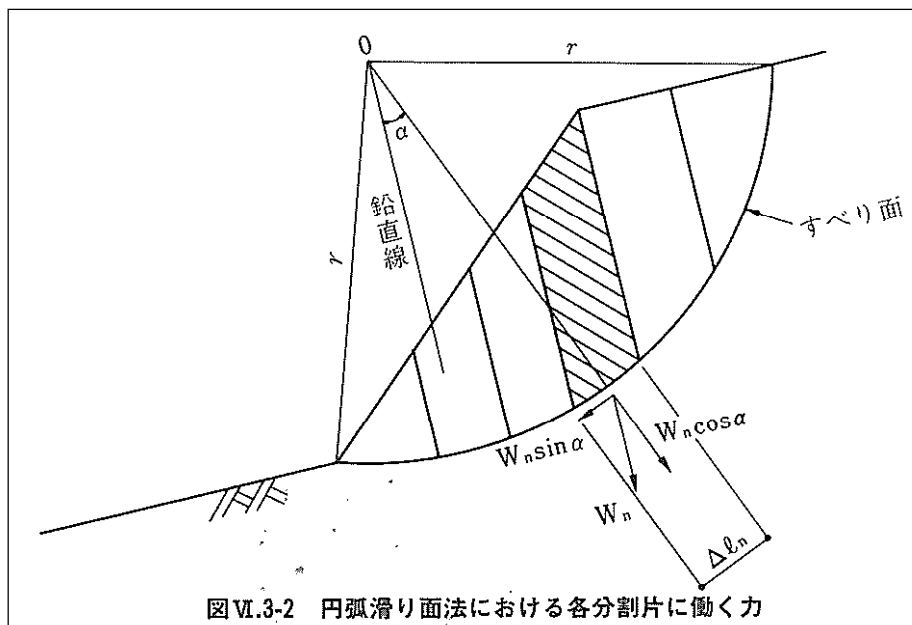
α : 各スライスの滑り面の中点と滑り面を円弧とする円の中心とを結ぶ直線が鉛直線となす角度 (°)

ℓ : 各スライスの滑り面の長さ (m)

ϕ : 盛土の内部摩擦角 (°)

ϕ' : 有効応力に関する盛土の内部摩擦角 (°)

C : 盛土の粘着力 (kN/m)



2) 地震時 kh 法

地震時の慣性力を考慮した検討は、次式により求めた。

〈全応力法による場合〉

$$F_s = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{r \sum \{C \cdot \ell + (W \cos \alpha - k_h \cdot W \sin \alpha) \tan \phi\} + P \cdot r'}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)} \dots\dots\dots \text{式 VI.3-5}$$

ここに、 F_s ：安全率（地震時）

M'_R ：地震時の土塊の抵抗モーメント（ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ）

$\Delta M'_R$ ：抵抗モーメントの増分

M'_D ：地震時の土塊の滑動モーメント（ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ）

P ：対策工の抵抗力（抑止力）（ kN/m ）

注）地滑り抑止杭、グラウンドアンカー工、地下水排除工等の対策によって異なる。

r ：滑り面の半径（ m ）

r' ：対策工の工法により決まるモーメントの腕の長さ

W ：各分割片の単位長さ重量（ kN/m ）

U ：各分割片の滑り面上に働く間げき水圧（ kN/m^2 ）

k_h ：設計水平震度（地震力の作用位置は分割片の重心位置）（第IV章 耐震対策参照）

α ：各分割片の滑り面の中心と滑り面を円弧とする円の中心とを結ぶ直線が鉛直線となす角度（度）

h ：各分割片の滑り面を円弧とする円の中心と各分割片の重心との鉛直距離（ m ）

ℓ ：各分割片の滑り面の長さ（ m ）

ϕ ：盛土の内部摩擦角（°）

ϕ' ：有効応力に関する盛土の内部摩擦角（°）

C ：盛土の粘着力（ kN/m^2 ）

C' ：有効応力に関する盛土の粘着力（ kN/m^2 ）

C_u ：各分割片の滑り面の非排水せん断動的強度

震度法円弧すべりで与える大地震時における設計水平震度 k_h は下記の通りである。

$k_h = 0.25$

2) 複合的安定計算

複合安定計算については、全体のすべり計算として最も盛土高が高くなる図4-3に示す、A-A'断面及び管理用道路の展開場を設けるB-B'断面とした。安定計算は次のとおり実施した。

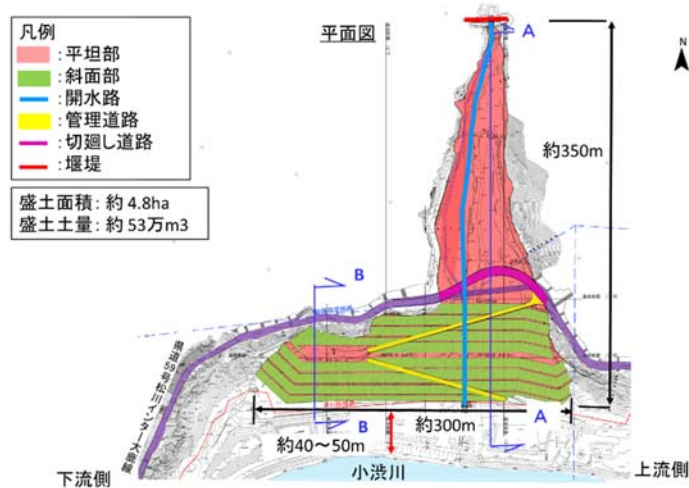


図4-3 安定計算検討断面位置図

地すべり安定計算式

$$F_s = \frac{\sum (Wu' \cdot \cos \theta) \tan \phi + c \sum l - c \sum (b/B)}{\sum (W' \sin \theta)}$$

F_s : 安全率

W : すべり面に作用する自重

W' : すべり面に作用する自重(トンネル掘削による断面積を考慮した自重($= \gamma t \cdot \sum (A-a) / A \cdot h/d$))

l : すべり面の長さ

l' : トンネルがすべり面を切る長さ

θ : すべり面傾斜

b : 横断面でトンネルがすべり面を切る長さ

B : 横断面のすべり面長さ

A : 地すべり横断形の面積

a : 地すべり地内のトンネル掘削断面積

ϕ : せん断抵抗角

c : 粘着力

(4) 安定検討結果

安定計算結果は下表のとおりとなり、常時、地震時においても安全率を満足する結果が得られた。

表 4 - 1 5 斜面安定計算結果一覧表

	A-A 断面	
	上部すべり	全体すべり
常時 (Fs : 1.5 以上)	5.133	2.607
地震時 (Fs : 1.0 以上)	2.284	1.113

	B-B 断面	
	上部すべり	全体すべり
常時 (Fs : 1.5 以上)	6.382	3.017
地震時 (Fs : 1.0 以上)	3.562	1.359

4-3 盛土変形性能照査

円弧すべり法による安定計算に加え、L2 地震時の円弧すべり法を用いたニューマーク法による変形量についても算出した。

(1) 変形性能照査に用いる諸条件について

1) 地下水位について

地下水位の設定については、安定計算と同様に、盛土高の 1/2 水位とした。

2) 盛土における安定勾配の考え方について

安定勾配の考え方についても、安定計算と同様に、1 : 2.0 とした。

3) 上載荷重について

安定計算と同様に、盛土天端及び法面の犬走り部に 10kN/m²とする。

4) 安全係数について

本設計に用いる安全係数を表 4-16 に示す。L2 地震時であり、変形量を算定するものであることから、下表に示すとおり安全係数はすべて 1.0 としている。

表 4-16 本設計に用いる安全係数

	L2 地震時
構造物係数 γ_i	1.0
円弧すべり抵抗係数 f_{rs}	1.0
補強材の引抜けに対する抵抗係数 f_{rg}	1.0

(2) 変形性能照査

1) 検討断面

ニューマーク法における検討断面は、安定計算と同様断面とする。

2) 使用プログラム

ニューマーク法に用いる使用するプログラムを以下に示す。

計算項目	使用プログラム	発売元
円弧すべり 変形計算	Design Soil Structure (Ver. 2. 2A)	富士通エフ・アイ・ピー (株)

3) 地盤種別

・設計初期せん断弾性波速度 【耐震標準 付属資料7-6】

標準貫入試験結果(N値)を用いた初期せん断弾性波速度算定は、下式による。

$$\begin{aligned}
 \text{砂質土} &: V_{s0} = 80N^{1/3} & (N \leq 50) \\
 \text{粘性土} &: V_{s0} = 100N^{1/3} & (2 \leq N \leq 50) \\
 & V_{s0} = 23q_u^{0.36} & (N < 2)
 \end{aligned}$$

ここに、 V_{s0} : 地盤のせん断弾性波速度の特性値(m/s)

N : 標準貫入試験によるN値

q_u : 一軸圧縮強度値(kN/m²)

・表層地盤の固有周期 T_g 【耐震標準 7.3.4.2】

$$T_g = 4 \times \sum (h_i / V_{s0i})$$

ここに、 h_i : 各土層(第i層)の層厚(m) ($i=1 \sim N$ 層まで)

V_{s0i} : 各土層(第i層)の設計初期せん断弾性波速度(m/s)

耐震設計における地盤種別 【耐震標準 解説表7.3.2】

地盤種別	固有周期(sec)	地盤条件
G0	—	岩盤
G1	—	基盤
G2	～ 0.25	洪積層
G3	0.25 ～ 0.50	普通地盤
G4	0.50 ～ 0.75	普通～軟弱地盤
G5	0.75 ～ 1.00	軟弱地盤
G6	1.00 ～ 1.50	軟弱地盤
G7	1.50 ～	極めて軟弱な地盤

ボーリングNo.B-1

No	地層名	層厚	区分	N値	弾性波速度 V_{s0} (m/sec)			V_{s0}	h/V_{s0}
		h (m)			$V_s=80N^{1/3}$	$V_s=100N^{1/3}$	PS検層試験値	(m/sec)	(sec)
1	rd-g	10.90	砂質土	16	202		—	202	0.054
2	rd-m	0.40	粘性土	75		422	—	422	0.001
3	tr-g	—	砂礫	470	△耐震設計上の基盤面				

(砂質土) (粘性土)

$$\sum (h_i / V_{s0i}) = 0.055$$

$$T_g = 4 \times 0.055 = 0.220 \text{ (sec)}$$

よって、G2 地盤である。

4) 荷重条件

①上載荷重

上載荷重については、 10kN/m^2 を考慮する。

②地震作用

本検討に用いる地震動は、【鉄道構造物等標準・同解説 耐震設計 鉄道総合技術研究所 平成24年9月以降、耐震標準とする】に記載されている図4-4の土構造物照査波を用いる。なお、地震波形の適用に際しては、地盤種別に応じて地震波を選定し、地域別係数を地震波の振幅値に乘じる。本設計箇所の地域別係数および地盤種別は下記のとおりである。

- ・対象地域 : 長野県
- ・地域別係数 : $\nu a = 1.00$ (建設地点は地域区分Aに該当)
- ・地盤種別 : G2

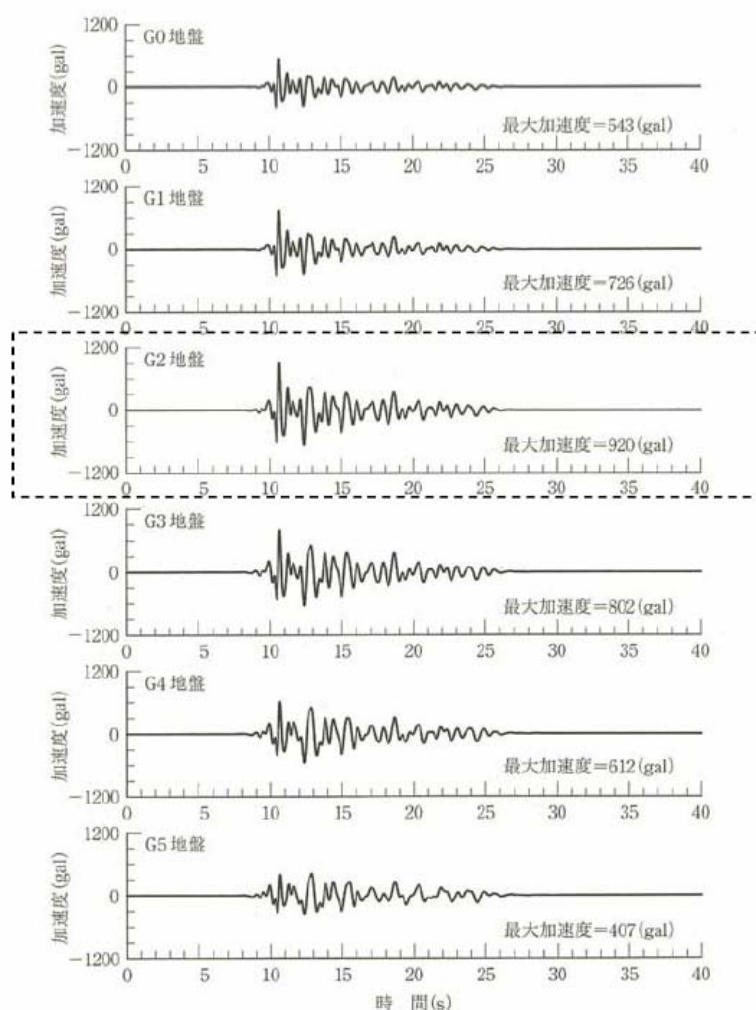


図4-4 土構造物照査波

表 4－17 地域別係数

地域区分		A	B	C
地域別係数		1.00	0.85	0.70
対 象 地 域	北海道	日高，釧路，十勝，根室の各支庁	上川，網走，胆振，渡島の各支庁	石狩，後志，檜山，宗谷，留萌，空知の各支庁
	東北	青森，岩手，宮城，福島	秋田，山形	
	北 陸	富山，石川，福井	新潟	
	関 東	茨城，栃木，群馬，千葉，埼玉，東京，神奈川		
	中 部	静岡，山梨，長野，愛知，岐阜，三重		
	近 畿	滋賀，京都，大阪，奈良，和歌山，兵庫		
	中 国		鳥取，岡山，島根，広島	山口
	四 国	徳島，香川，高知	愛媛	
	九 州	宮崎	大分，長崎，熊本，鹿児島，沖縄	佐賀，福岡

5) 荷重の組合せ

本設計における荷重の組合せは下記のとおりとする。

$$L2 \text{ 地震時} : 1.0D1 + 1.0D2 + 1.0EQ2$$

ここに、D1：固定死荷重（土の自重）

D2：付加死荷重（上載荷重）

EQ2：L2地震動の地震作用（土の慣性力）

(3) 変形性能照査結果

以上を踏まえた変形性能照査結果は下表のとおり、最大変位量は、A－A断面における盛土支持地盤を通過するパターンとなる。計算書は、巻末に掲載する。

表 4－18 変形性能照査結果一覧表

断面名	すべり面の形状	降伏震度	変形量
A-A 断面	盛土上部を通過	0.267	0.492
	盛土指示地盤を通過	0.266	0.507
B-B 断面	盛土上部を通過	0.214	0.783
	盛土指示地盤を通過	0.266	0.494

変形量については、B-B 断面における盛土上部を通過するすべり面が最大となり、78.3 cmの変形量となる。いずれの断面においても、変形量は1m未満であり、道路部の切り回しや再整形等で早期復旧が可能と考える。

4-4 液状化の検討

(1) 検討位置

地質調査は、図 4-5 通り、全 13 箇所で行っている。その結果より、一部地点（B-2、B-9）において、N 値 10 以下の砂質地盤が確認されたため、液状化の検討を実施した。（巻末に地質調査結果を示す）

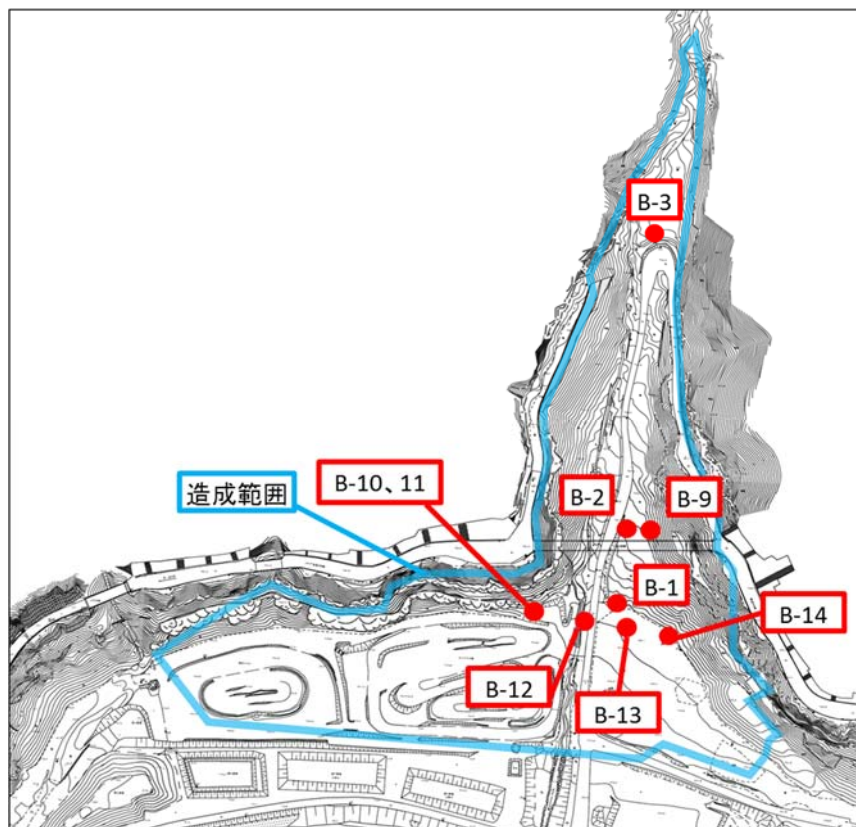


図 4-5 地質調査位置図

(2) 液状化の判定

(1) 液状化の判定を行う必要がある砂質土層

「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」より、以下の 3 つの条件すべてに該当する飽和砂質土層は、液状化が生じる可能性がある。表 4-19 に示す通り、深度 8m より深い位置について、次項以降で液状化の判定を行う。

- ①地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ現地盤面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- ②細粒分含有率 F_c が 35%以下の土層、又は F_c が 35%を超えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層
- ③平均粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ 10%粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層

表 4－19 液状化判定 (B-9 地点)

深度 (m)	N 値	土質	細粒分 含有率 F_c (%)	50% 粒径 D_{50} (mm)	10% 粒径 D_{10} (mm)	液状化判定			
						20m 以内 飽和 土層	$F_c \leq 35\%$ 又は $I_p \leq 15$	$D_{50} \leq 10\text{mm}$ かつ $D_{10} \leq 1\text{mm}$	結果
6.15	4	砂質土	6.1	1.760	0.164	－	○	○	なし
6.45	4	砂質土	6.1	1.760	0.164	－	○	○	なし
7.15	10	砂質土	8.9	1.140	0.092	－	○	○	なし
7.45	10	砂質土	8.9	1.140	0.092	－	○	○	なし
8.00	2	砂質土	8.9	1.630	0.092	○	○	○	要検討
8.15	2	砂質土	8.9	1.630	0.092	○	○	○	要検討
8.45	2	砂質土	8.9	1.630	0.092	○	○	○	要検討
9.15	6	砂質土	8.2	1.730	0.111	○	○	○	要検討
9.45	6	砂質土	8.2	1.730	0.111	○	○	○	要検討

(2) 液状化判定

(1) 項の規定により液状化の判定を行う必要のある土層に対しては、液状化に対する抵抗率 F_L を (式-1) により算出し、この値が 1.0 以下の土層については液状化するとみなすものとする。

$$F_L = R / L \quad \dots \dots \dots \text{(式-1)}$$

$$R = C_w \times R_L \quad \dots \dots \dots \text{(式-2)}$$

$$L = r_d \times K_{hc} \times \sigma_v / \sigma'_v \quad \dots \dots \dots \text{(式-3)}$$

$$\gamma_d = 1.0 - 0.015 \times x \quad \dots \dots \dots \text{(式-4)}$$

$$\sigma_v = \{ \gamma_{t1} \times h_w + \gamma_{t2} (x - h_w) \} / 10 \quad \dots \dots \text{(式-5)}$$

$$\sigma'_v = \{ \gamma_{t1} \times h_w + \gamma'_{t2} (x - h_w) \} / 10 \quad \dots \text{(式-6)}$$

(タイプⅠの地震動の場合)

$$C_w = 1.0 \quad \dots \dots \dots \quad \text{(式-7)}$$

(タイプⅡの地震動の場合)

$$C_w = \left\{ \begin{array}{ll} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3 \times R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{array} \right\} \quad \text{(式-8)}$$

- ここに、
- F_c : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75 \mu m$ 以下の土粒子の通過質量百分率)
 - I_p : 塑性指数
 - D_{50} : 平均粒径 (mm)
 - D_{10} : 10%粒径 (mm)
 - P_L : 液状化に対する抵抗率
 - R : 動的せん断強化比
 - L : 地震時せん断応力比
 - C_w : 地震動特性による補正係数
 - R_L : 繰返し三軸強化比で (式-9) により求める
 - r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数
 - K_{hc} : 地震時保有水平耐力法に用いる設計水平震度
 - σ_v : 全上載圧 (kN/m²)
 - σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²)
 - x : 地表面からの深さ (m)
 - γ_{t1} : 地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)
 - γ_{t2} : 地下水位面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)
 - γ'_{t2} : 地下水位面より深い位置での土の有効単位体積重量 (kN/m³)
 - h_w : 地下水位の深さ (m)

(3) 深度毎の上載圧

深度毎の全上載圧 σ_v および有効上載圧 σ'_v は、次式により求める。

$$\sigma_v = \begin{cases} \gamma_{t1} H_i + \sigma_{vi-1} & (\text{水位より上層の場合}) \\ \gamma_{t2} H_i + \sigma_{vi-1} & (\text{水位より下層の場合}) \end{cases}$$

$$\sigma'_v = \begin{cases} \gamma_{t1} H_i + \sigma'_{vi-1} & (\text{水位より上層の場合}) \\ \gamma'_{t2} H_i + \sigma'_{vi-1} & (\text{水位より下層の場合}) \end{cases}$$

σ_v : 全上載圧 (kN/m²)

σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²)

γ_{t1} : 地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

γ_{t2} : 地下水位面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

γ'_{t2} : 地下水位面より深い位置での土の有効単位体積重量 (kN/m³)

H_i : 層厚 (m)

NO	深度 x (m)	層厚 H _i (m)	地下 水位	単位体積重量			全上載圧 σ_v (kN/m ²)	有効上載圧 σ'_v (kN/m ²)
				水位上 γ_{t1} (kN/m ³)	水位下 γ_{t2} (kN/m ³)	有効 γ'_{t2} (kN/m ³)		
5	8.00	8.00	※				158.40	158.40
6	8.15	0.15					161.37	159.87
7	8.45	0.30		19.8	19.8	9.8	167.31	162.81
8	9.15	0.70					181.17	169.67
9	9.45	0.30		19.8	19.8	9.8	187.11	172.61

(4) 地震時せん断応力比

地震時せん断応力比 L は、次式により求める。

$$L = r_d \times K_{hgL} \times \sigma_v / \sigma'_v$$

$$r_d = 1.0 - 0.015 \times x$$

ここで、

K_{hgL} : 地盤面における設計水平震度 0.25 (円弧すべり計算に準じる)

NO	深度 x (m)	N値 N	全上載圧 σ_v (kN/m ²)	有効上載圧 σ'_v (kN/m ²)	低減係数 r_d	レベル2 地震動 せん断応力比 L
5	8.00	2	158.40	158.40	0.880	0.220
6	8.15	2	161.37	159.87	0.878	0.222
7	8.45	2	167.31	162.81	0.873	0.224
8	9.15	6	181.17	169.67	0.863	0.230
9	9.45	6	187.11	172.61	0.858	0.233

(5) 動的せん断強度比

動的せん断強度比 R は、次式により求める。

$$R = C_w R_L$$

<レベル1およびレベル2(タイプⅠ)の地震動の場合>

$$C_w = 1.0$$

<レベル2(タイプⅡ)の地震動の場合>

$$C_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

<砂質土($D_{50} < 2\text{mm}$)の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_{vb} + 70)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40) / 50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC / 20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10) / 18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$$

<礫質土($D_{50} \geq 2\text{mm}$)の場合>

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1$$

R : 動的せん断強度比

C_w : 地震動特性による補正係数

R_L : 繰返し三軸強度比

N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値

N_1 : 有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した N 値

N : 標準貫入試験から得られる N 値

c_1, c_2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数

σ'_{vb} : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧(kN/m^2) ($=\sigma'_v$ とする)

FC : 細粒分含有率(%) (粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

D_{50} : 50%粒径(mm)

NO	深度	細粒分	50%	N値の		換算	補正	三軸	レベル2地震動				
	x	含有率	粒径	補正係数					N値	N値	強度比	補正	せん断
				C1	C2								
	(m)	F C (%)	D ₅₀ (mm)						C _w	R			
5	8.00	8.9	1.630	1.0	0.000	1.489	1.489	0.083	1.000	0.083			
6	8.15	8.9	1.630	1.0	0.000	1.479	1.479	0.082	1.000	0.082			
7	8.45	8.9	1.630	1.0	0.000	1.460	1.460	0.082	1.000	0.082			
8	9.15	8.2	1.730	1.0	0.000	4.256	4.256	0.140	1.132	0.158			
9	9.45	8.2	1.730	1.0	0.000	4.204	4.204	0.139	1.129	0.157			

(6) 液状化抵抗率

液状化に対する抵抗率F_Lは、次式により算出し、この値が1.0以下の土層については、液状化するとみなすものとする。

$$F_L = R / L$$

F_L : 液状化に対する抵抗率

R : 動的せん断強化比

L : 地震時せん断応力比

NO	深度 x (m)	レベル2地震動			液状化の判定
		せん断 応力比 L	せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 F _L	
5	8.00	0.220	0.083	0.377	≦ 1.0 より 液状化現象の発生の可能性あり
6	8.15	0.222	0.082	0.369	≦ 1.0 より 液状化現象の発生の可能性あり
7	8.45	0.224	0.082	0.366	≦ 1.0 より 液状化現象の発生の可能性あり
8	9.15	0.230	0.158	0.687	≦ 1.0 より 液状化現象の発生の可能性あり
9	9.45	0.233	0.157	0.674	≦ 1.0 より 液状化現象の発生の可能性あり

以上の結果よりF_L値は、すべてF_L≤1.0となり「液状化現象の発生がある」土層となる。

今回の調査では、B-9 地点について、液状化の発生があるという判定になったが、施工段階においては、追加で地質調査（図4-6）を実施し、分布範囲の詳細検討および適切な対策工法を検討していく。

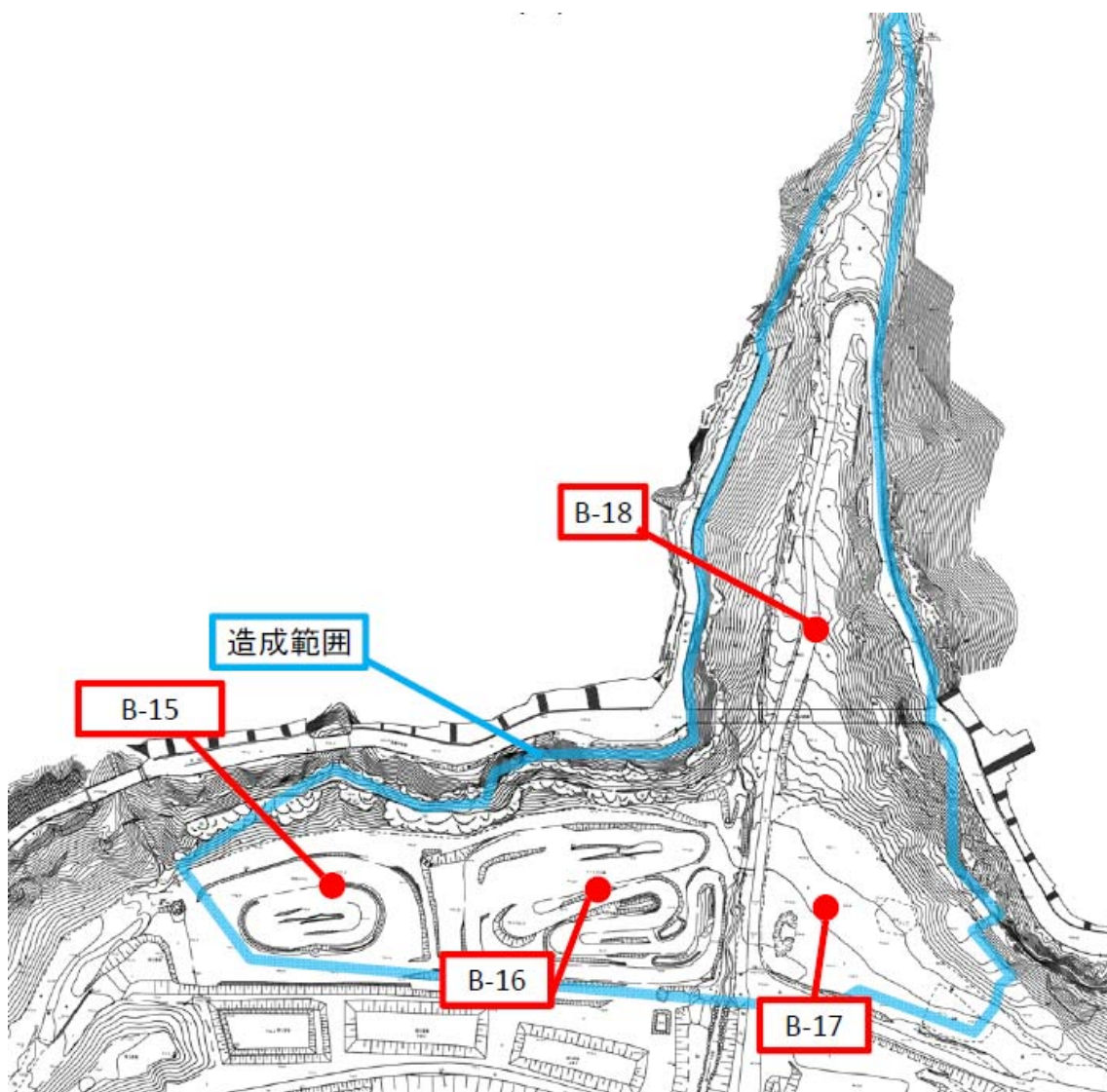


图 4—6 追加地質調查予定位置図

4-5 万が一を想定した盛土崩壊シミュレーション

本設計においては、水位の設定や各種基準値の設定において、設計上、各種基準値の中でより厳しい値を採用し、設計を実施しているが、本項では、更に万が一盛土が崩壊した場合を想定し、盛土崩壊シミュレーションを実施した。

(1) 盛土が崩壊した場合の土砂到達範囲の考え方

盛土の崩壊シミュレーションについては、「がけ崩れで用いられる方法」と「地すべり等が発生したと想定する方法」を比較し、影響が大きい方法を採用した。

① がけ崩れで用いられる方法

崩土の最大到達距離は、がけ高さの2倍で、最大50mとされている。これは表層崩壊の実績を統計処理して得られた考え方で、この考え方に準拠し、盛土高さから最大到達距離を求め、円弧すべりで想定した崩壊断面積と同じ断面積となるような堆積形状を推定する方法。

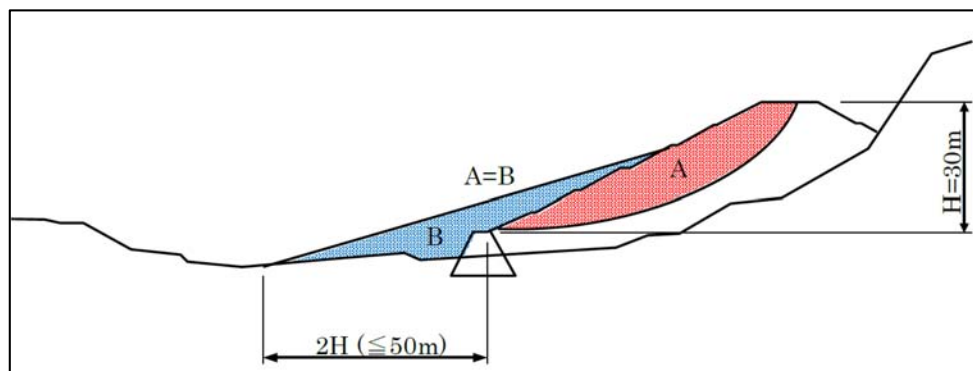


図4-7 がけ崩れで用いられる方法

② 地すべり等が発生したと想定する方法

すべり面で囲まれた土砂が全て、すべり面の外に流出する事例は少ないことから（地附山地すべりの例）、高さの1/2程度まで変形すると仮定し、すべり断面の1/2の断面積を安息角で堆積させる方法。

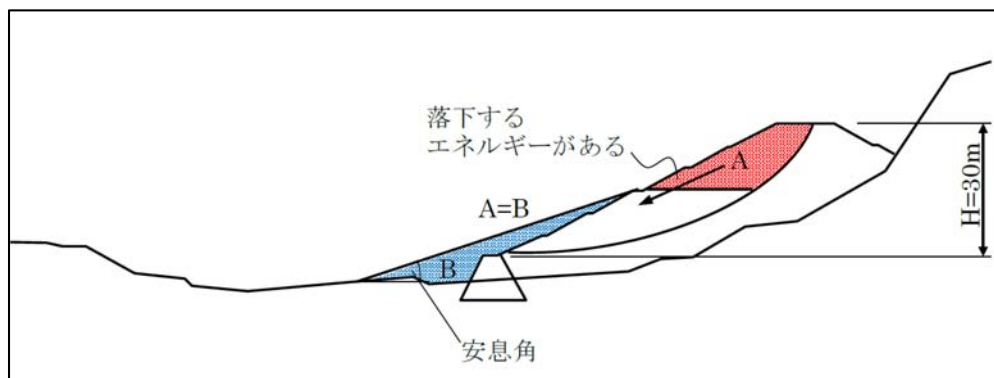


図4-8 地すべり等が発生したと想定する方法

（２）半の沢における盛土崩壊シミュレーション結果

①がけ崩れで用いられる方法と②地すべり等が発生したと想定する方法の２パターンについて検討した結果、①がけ崩れで用いられる方法の方が影響が大きいことがわかったが、盛土崩壊に伴う小渋川河積阻害率としては、1.1%程度であり、下流域への影響は少ない。

①がけ崩れで用いられる方法

がけ崩れで用いられる方法で検討した結果、半の沢からの盛土崩壊については、ほとんどの土砂量が、造成予定地前面の堆積区間に止まる事を確認した。（図４－９）一部区間において、小渋川まで到達する区間（図４－９ 青丸区間）があるが、河積阻害率としては、1.1%程度であり、下流域への影響は少ないことを確認した。（図４－１０、４－１１）

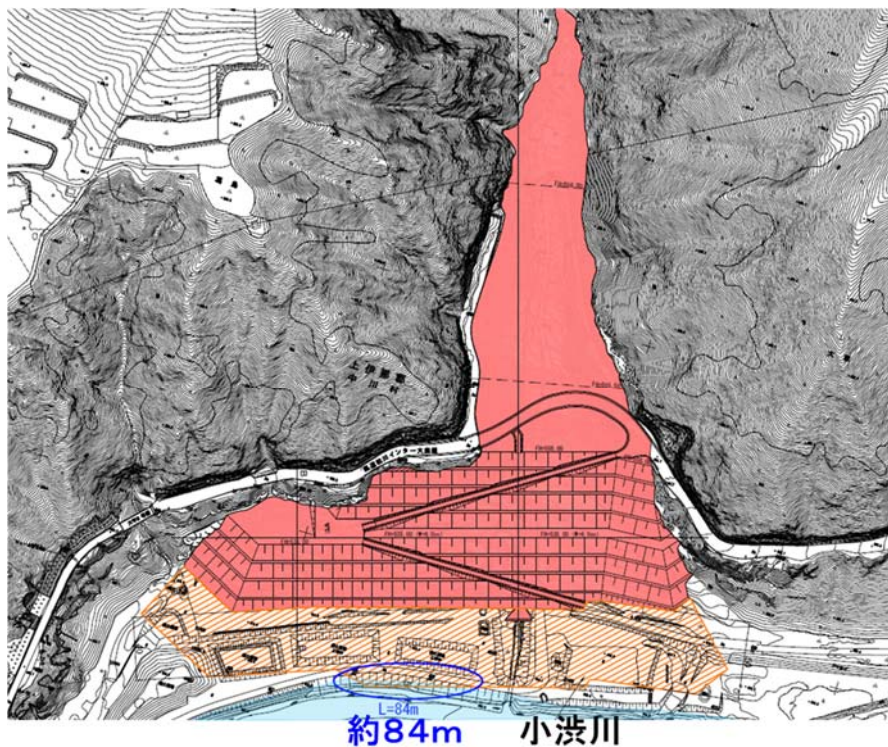


図４－９ 盛土崩壊シミュレーション平面図

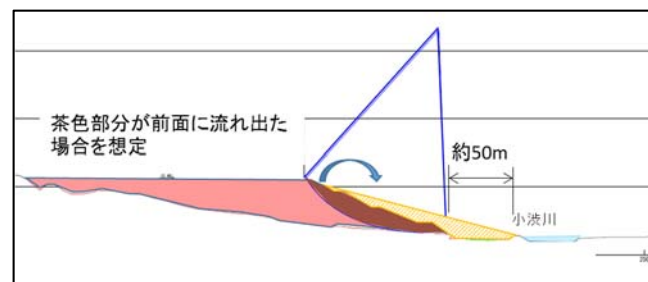


図４－１０ 断面イメージ図

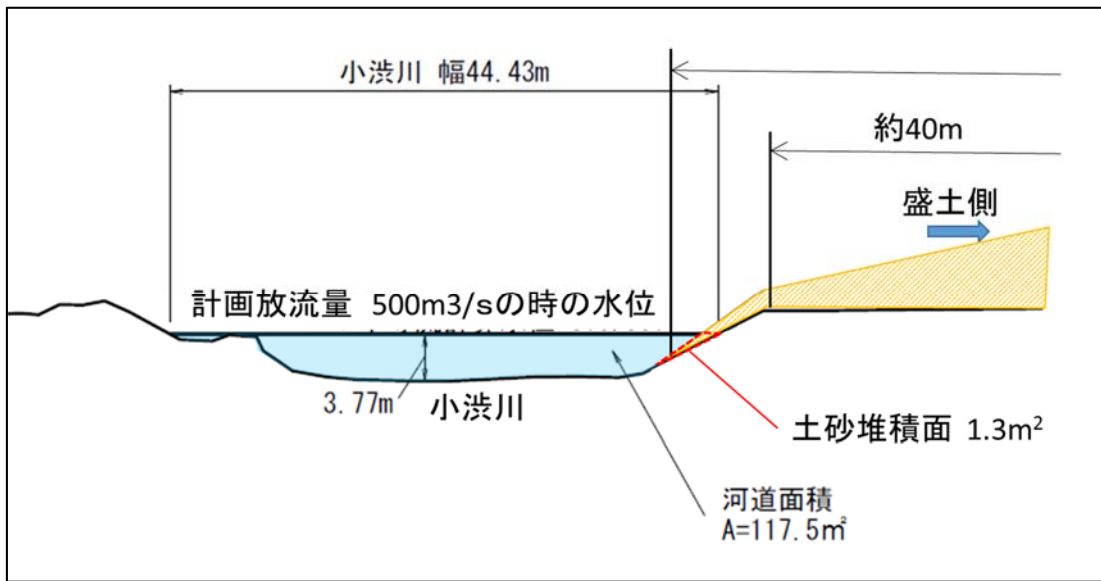


図 4－1 1 盛土崩壊による河積阻害イメージ図

②地すべり等が発生したと想定する方法

地すべり等が発生したと想定する方法で検討した結果、半の沢からの盛土崩壊については造成地内で収まり、小渋川まで到達しないことを確認した。

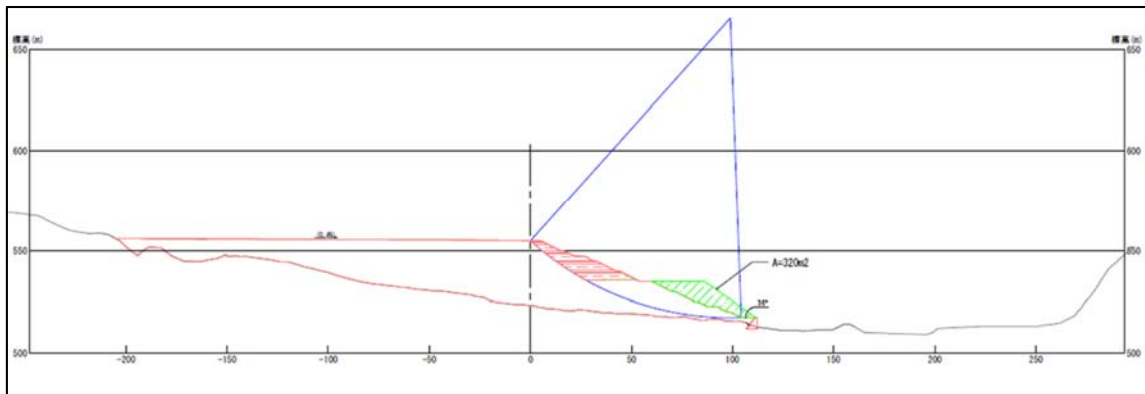


図 4－1 2 断面イメージ図

第5章 法面設計

5-1 盛土のり面の勾配

法面の盛土勾配に関しては、「道路土工 盛土工指針」、「宅地防災マニュアル」、「長野県林地開発の手引き」の基準に準ずる。

VI-2 盛土のり面の勾配

盛土のり面の勾配は、のり高、盛土材料の種類等に応じて適切に設定し、原則として三〇度以下とする。
なお、次のような場合には、盛土のり面の安定性の検討を十分に行った上で勾配を決定する必要がある。

- 1) のり高が特に大きい場合
- 2) 盛土が地山からの湧水の影響を受けやすい場合
- 3) 盛土箇所の原地盤が不安定な場合
- 4) 盛土が崩壊すると隣接物に重大な影響を与えるおそれがある場合
- 5) 腹付け盛土となる場合

宅地造成マニュアル抜粋

盛土法面については道路土工 盛土工指針に基づき、以下の勾配を基準とする。

表 5-1 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の目安

盛土材料	盛土高 (m)	勾 配	摘 要
粒度の良い砂(S), 礫及び細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。 ()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8~1:2.0	
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.5~1:1.8	
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質土(SF), 硬い粘質土, 硬い粘土(洪積層の硬い粘質土, 粘土, 関東ローム等)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1:1.8~1:2.0	

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう(解図 4-3-2 参照)。

『道路土工 盛土工指針 P. 106』より抜粋

なお、上記規定では盛土高さは 20m までの記載となっているが、綿密な排水処理と盛土の締固めがなされることを前提に、近隣の盛土の施工実績、災害事例あるいは詳細設計等を踏まえて表中の盛土高さの範囲を拡大して適用することも可能であるとの記載があり、本検討では、安定計算により法面勾配の安定性を確認し、1:2.0 を採用する。

5-2 盛土のり面の排水施設

小段については道路土工 盛土工指針に準じ、5 m 毎に 1.5 m の小段を設け排水を行うものとして、管理用通路についても 0.5 m 確保する。また、縦排水については 30m~50m に 1 か所縦排水路を設ける規定となっており、本設計においては中間の 40m を基本に縦排水の整備を行うものとする。

(3) 法面の形態

ア 高さが 5.0m を超える盛土については、高さ 5.0m 以内毎に幅 1.5m 以上の小段を設定し、小段には排水施設を設けるものとする。

また、30～50m 毎に縦排水路を設けるものとする。

イ 盛土高が高い場合、用地面積や土量を節減するため、盛土下部の法面勾配を緩やかにして安定をはかることがある。この場合においても原則として 5m 毎に小段の設置を設けるものとする。

長野県林地開発の手引き(2) P192

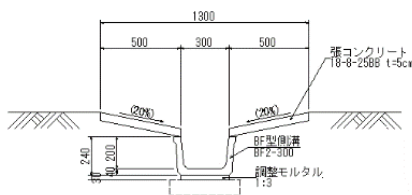
路面排水については円滑に処理するため、適切に小段排水、縦排水、法尻側溝を設置する。

また造成区域周辺は急峻な崖となることから、崖から流れ出た雨水が盛土に影響を与えないよう、平場排水を設けるものとする。

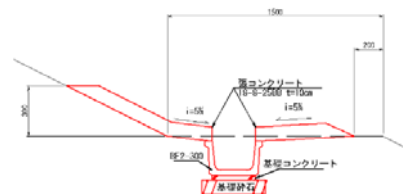
なお、縦排水、小段排水、法尻排水、平場排水についてはいずれも幅 300 とし、縦排水のみ高さ 300 のベンチフリュームとし、合流部は集水桝を設けるものとする。なお集水桝の泥ためについては、中部地域整備局 道路設計要領より、15cm～20cm の範囲で設置する。

排水路の構造については工事中及び工事後の破損を最小限とするため小段、法面、平場排水は、車道用規格のものを使用する。

縦排水



小段排水工 S=1:10



小段排水
B500-L600-H700 S=1:20

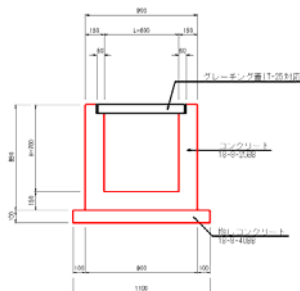


図 5 - 1 法面排水施設標準図

水平排水材においては、盛土内浸透水を適切に盛土外に排水するため、法面 1 段毎に水平排水材を設置する。

なお、透水層は岩ズリのため、不要であるが、高盛土となることから、法面 1 段の水平距離分を敷設することとした。排水勾配は 5.0%とした。

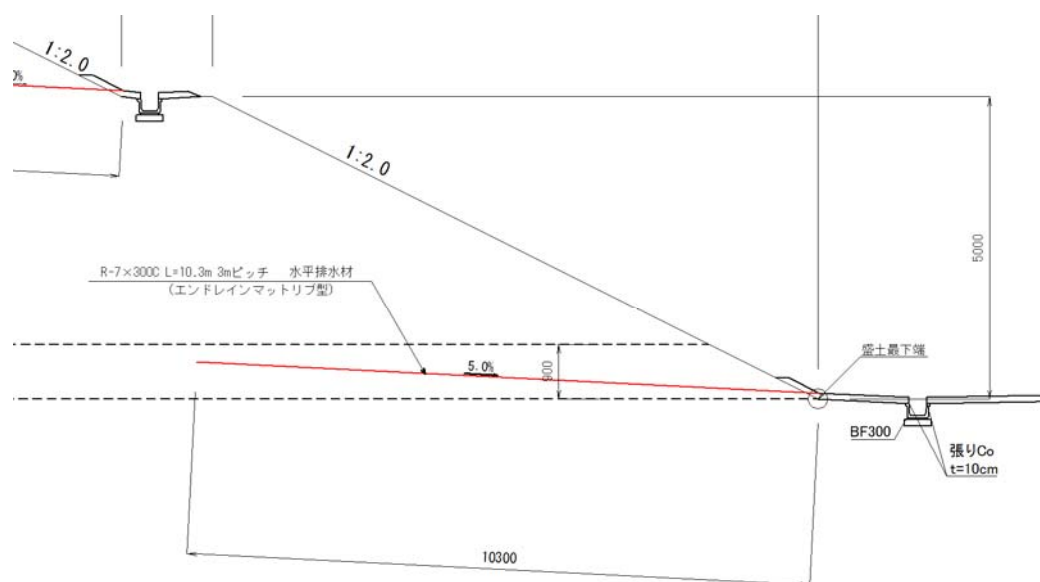


図 5 - 2 水平排水材計画断面

5-3 盛土のり面の法面保護工

本事業に伴って生じるがけ面を擁壁で覆わない場合には、そのがけ面が風化、浸食等により不安定化するのを抑制するために、のり面緑化工又は構造物によるのり面保護工でがけ面を保護する必要がある。

のり面保護工の選定に当たっては、「道路土工 盛土工指針」に準ずる。

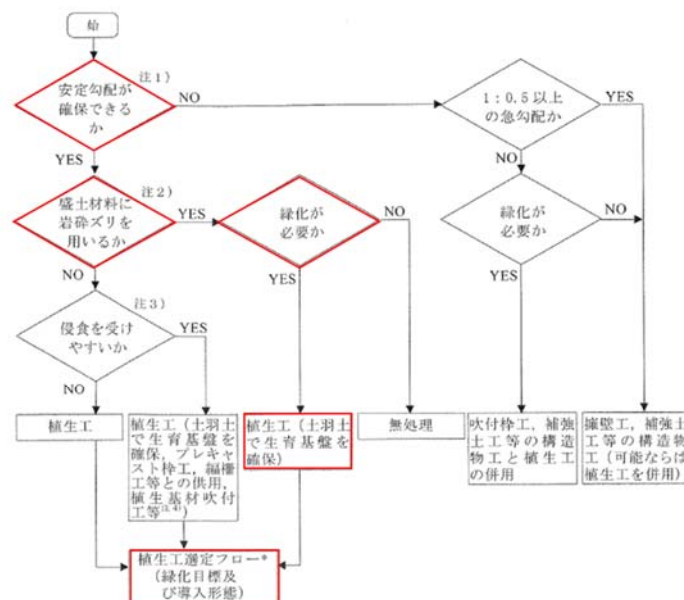
4-8-2 のり面の保護

のり面保護工には、植物によるのり面保護工（以下、のり面緑化工）と、構造物によるのり面保護工（以下、構造物工）があり、のり面の侵食や風化を防止し、のり面の安定性を図るとともに、必要に応じて自然環境の保全や修景を行う構造でなければならない。

道路土工 盛土工指針 P. 144 より

下記フローよりのり面保護工は植生工を採用する。なお平場においても現段階では跡地利用が決まっていないが、のり面同様に植生工を実施する。

のり面、平場においても岩ズリを使用することから、岩盤植生級の厚層基材吹付（ $t=3$ cm以上）による植生工とする。ソイルセメント部の法面についても、通常盛土部と同様に、法面緑化（厚層基材吹付、シート等）を実施する。



*植生工選定フローは、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照する。

注1) 盛土のり面の安定勾配としては、解表 4-3-2 に示した盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。

注2) ここでいう岩砕ズリとは主に風化による脆弱化が発生しにくいような堅固なものとし、それ以外は一般的な土質に準じる。

注3) 侵食を受けやすい盛土材料としては、砂や砂質土等があげられる。

注4) 降雨等の侵食に耐える工法を選択する。

図 5-3 盛土のり面におけるのり面保護工選定フロー（道路土工 P147）

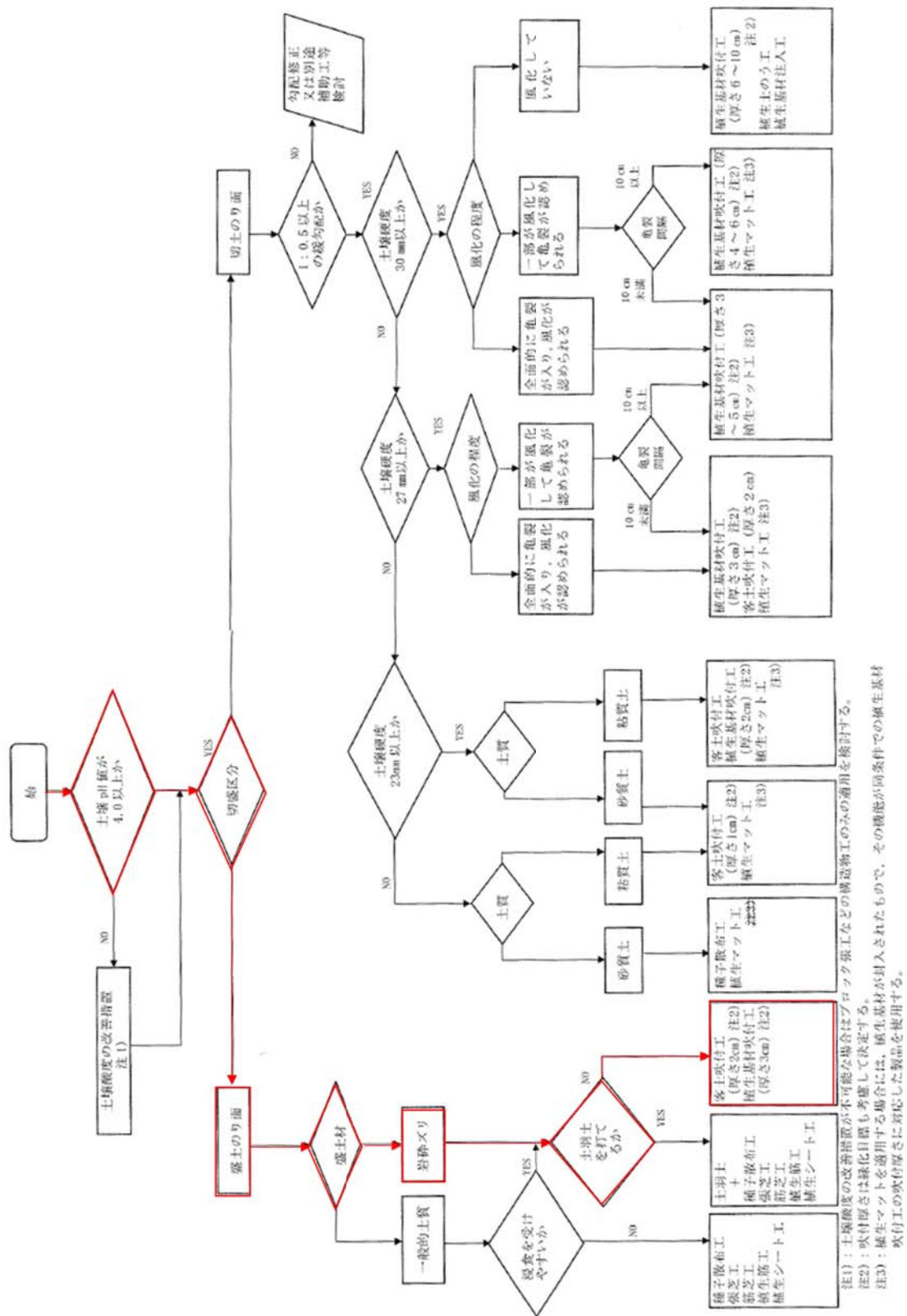


図5-4 法面条件を基にした植生工の選定フロー（草本類播種工等）

第6章 排水計画

6-1 排水計画方針

本計画地の雨水排水は、土砂止工を設置する背後流域を含み、平地盛土の東西の残斜面に降った、雨水も排水する必要がある。盛土区間の路面排水は、造成地中央に計画する大型水路に流下する計画とした。

盛土計画天端からは、法面中を階段水路によって、放流先である小渋川まで流下させる計画とし、階段水路の設計をおこなった。

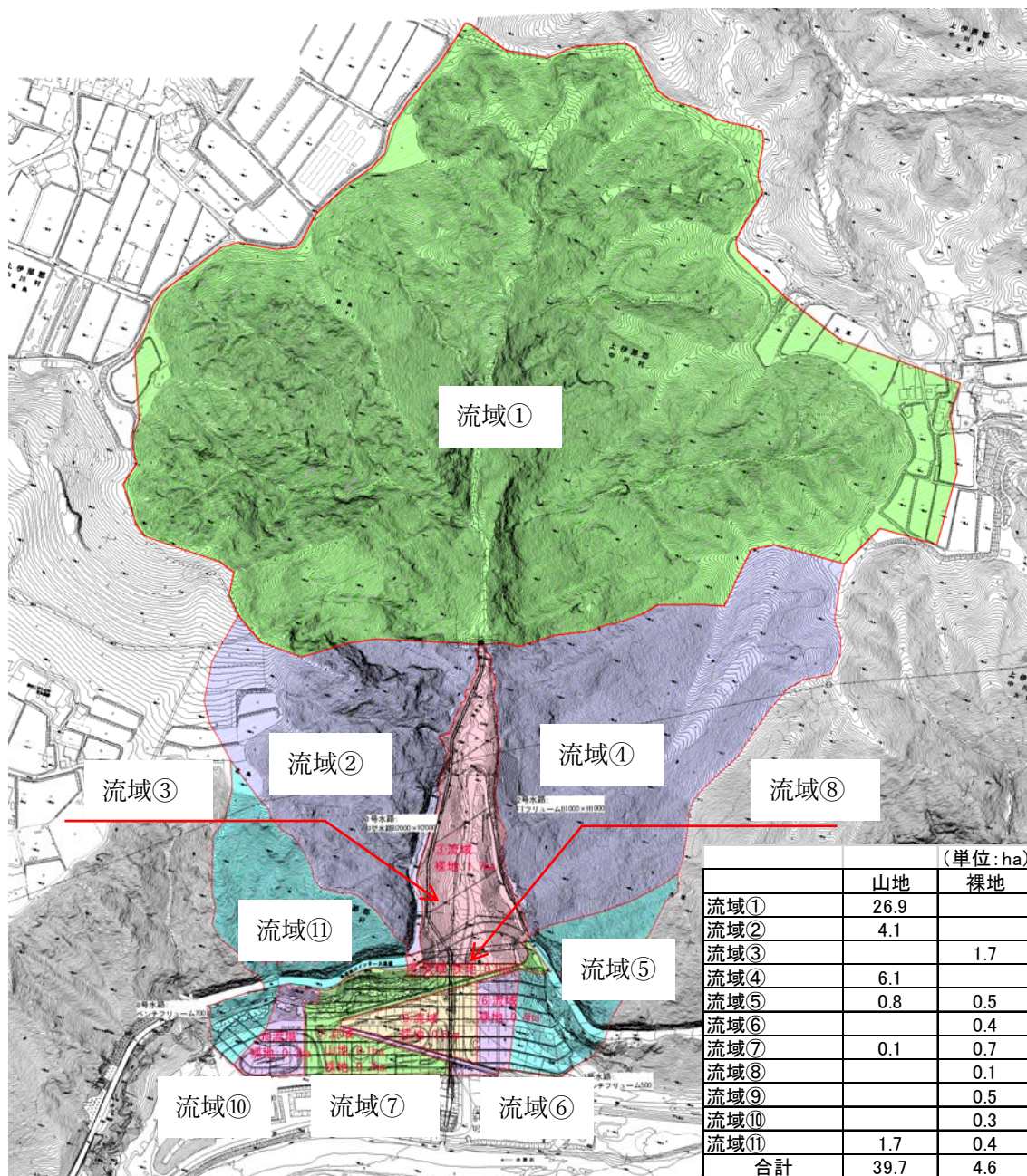


図6-1 雨水排水流域区分図（表面排水）

6-2 設計基準

6-2-1 降雨強度

降雨強度は、当該造成地近傍の雨量観測所における 100 年確率時間雨量以上とし、既往最大時間雨量を下回らない雨量とする。

既往最大時間雨量は、飯田観測所の過去データより以下のとおりである。

年月日	最大時間雨量
1960 年 8 月 5 日	79.7 mm / h

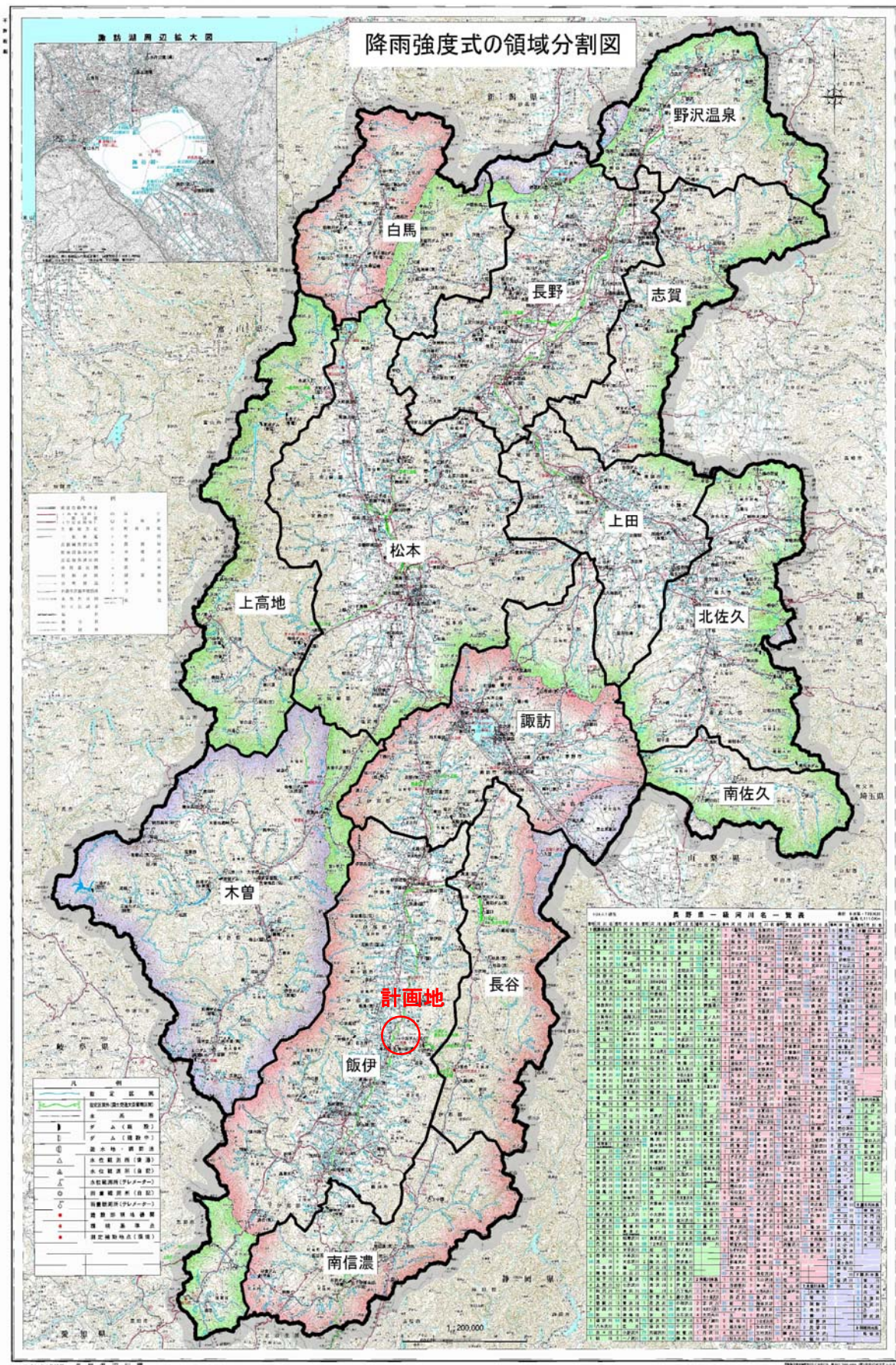


図6-2 降雨強度式の領域分割図（長野県）

長野県領域分割図より、計画地は飯伊に該当する。

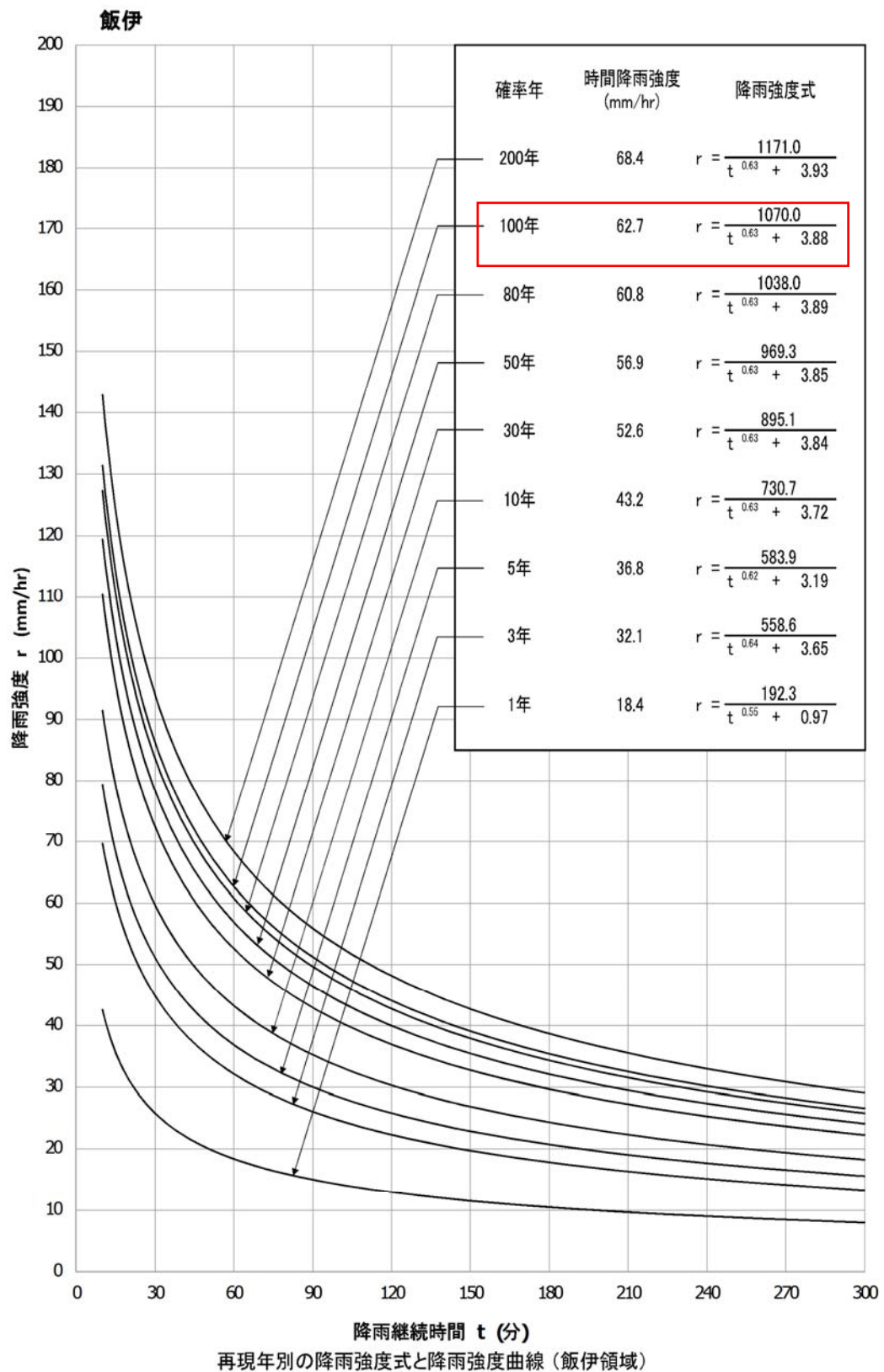


図 6 - 3 降雨強度曲線（飯伊）

図 6 - 3 より、以下の降雨強度式を採用する。

$$I_{100} = 1070.0 / (t^{0.63} + 3.88)$$

6-2-2 流達時間

流達時間（ t ）（設計基準(2) 8-1-12）は、集水区域最遠点からの流入時間（ t_1 ）と排水施設を流れる流下時間（ t_2 ）を合計したものとする。

a) 流入時間（ t_1 ）

流入時間は流域の排水路の整備状況によって異なるが、将来の整備状況を推定して定めるものとする。一般には次の値を標準とする。

山地流域	2km ²	30min
特に急傾斜面流域	2km ²	20min
下水道整備区域	2km ²	30min

b) 流下時間（ t_2 ） 「設計基準(2) 8-1-13」

流下時間は、雨水流出量を求めようとする地点で、そこから上流の排水施設の最長延長と平均流速により次式で求める。

$$t_2 = L / W$$

$$v = 1 / n \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad R = A / P$$

ここに、 t_2 ：流下時間（sec）

L ：排水施設延長（m）

W ：流路伝搬速度

流路勾配(I)	1/100以上	1/100～1/200	1/200以下
伝播速度(W)	3.5 m/s	3.0 m/s	2.1 m/s

c) 通達による到達時間（ t ）

通達では、幾分安全側に立って次表の値を用いることとしている。

流域面積	単位時間
50 ha 以下	10 分
100 ha //	20 分
500 ha //	30 分

本排水計算で用いる到達時間は、「通達による到達時間」を用いるものとし、集水面積が 0.443km²（44.3ha）であることから、上表の 10分 を採用する。

6-2-3 降雨強度

降雨強度は、 $I_{100}=1070.0/(t^{0.63}+3.88)$ であり、到達時間 $t=10$ 分より

$I_{100}=1070.0/(10^{0.63}+3.88)=131.4\text{ mm/h}$ となる。

また、既往最大時間雨量は「79.7 mm/h」であるため、本計画の降雨強度は設計上厳しい値となる「131.4 mm/h」とする。

6-2-4 計画流出量の算定

下水道を対象とする合理式方法を用いる。

(1) 雨水量の算定

流出雨水量は、合理式による。

$$Q=1/360 \cdot f \cdot r \cdot A$$

ここに、 Q ：計画雨水量 (m^3/sec)

f ：流出係数

r ：設計降雨強度 (mm/sec)

A ：集水面積 (ha)

(2) 降雨強度

降雨強度は6-2-3 降雨強度 で採用した「131.4 mm/h」を採用する。

(3) 流出係数（林地開発の手引き P232）

流出係数は、手引きにより定められた流出係数の加重平均値を用いる。

	浸透能力小	浸透能力中	浸透能力大
林地	0.6 ～ 0.7	0.5 ～ 0.6	0.3 ～ 0.5
草地	0.7 ～ 0.8	0.6 ～ 0.7	0.4 ～ 0.6
耕地		0.7 ～ 0.8	0.5 ～ 0.7
裸地	1.0	0.9 ～ 1.0	0.8 ～ 0.9

地表の状態	流出係数
三紀層山地	0.7 ～ 0.8
起伏ある土地及び樹林	0.5 ～ 0.75
平坦な耕地	0.45 ～ 0.60
水田	0.7 ～ 0.8
宅地造成後の地域	0.85 ～ 1.0
パイロット事業地・ゴルフ場	0.75 ～ 1.0

上表のうち、林地は「起伏ある土地及び樹林」の最大値「0.75」、裸地（盛土表面）は、植栽の枯死等の可能性を考慮し、「1.0」を採用する。

以下に、採用値一覧を記載する。

表 6 - 1 流出係数の採用値

	流出係数
林 地	0.75
草 地	0.8
裸 地	1.0

(4) 土砂混入率の考慮

計画する大型水路は、砂防堰堤からの排水が接続されるため、以下に従い土砂混入率 10%を考慮した、流出量とした。

2.1 掃流区間における合理式

掃流区間の施設設計における清水の対象流量は下記の合理式による。

(1) 対象流量

$$Q = Q' \times (1 + \alpha)$$

$$Q' = 1/3.6 \times f \times r \times A$$

Q : 対象流量 (m³/sec) (小数点以下 1 位を切り上げ整数とする)

Q' : ラショナル式によって求めるピーク流量 (m³/sec)

α : 土砂混入率

f : 流出係数

r : 洪水到達時間内の平均雨量強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

2.4 土砂混入率 (α)

土砂混入率は、流域の地質、地形、植生、形状、開発状況等を勘案して表 2.4 より決定する。

解 説

溪流保全工が計画されるのは上流域の砂防工事がある程度進んでからであり、原則として、土砂含有率の減少した洪水流を対象とする。したがって、上流域での砂防堰堤等の対象流量を求める際の土砂混入率は溪流保全工のそれ以上でなければならない。

特に、土石流が流下するような地域では、土砂混入率に十分な余裕をとる必要がある。

表 2.4 土砂混入率

工 種	土砂混入率 (α)	摘 要
土石流区間に計画する堰堤工の対象流量	50	
掃流区間に計画する堰堤工の対象流量	20	
溪流保全工の対象流量	10	上流の計画土砂整備率が 50%以上 100%未満、および屈曲、乱流防止箇所
	5	上流の計画土砂整備率が 100%以上

6-2-5 粗度係数

水路の計画は、本発生土置き場では、生コンクリートの搬入出が困難となることが想定されるため、二次製品を基本とした計画とする。

コンクリート二次製品の粗度係数は、「道路土工要綱」（日本道路協会）では、0.013 となっていることから、排水計算に用いるコンクリート二次製品の粗度係数を場所打ちコンクリートと同様の 0.013 とする。

マンニングの粗度係数（参考）

水路の形式	水路の状況	n の範囲	n の標準値
カルバート	現場打ちコンクリート		0.015
	コンクリート管		0.013
	コルゲートメタル管（1 形）		0.024
	〃（2 形）		0.033
	〃（ペーピングあり）		0.012
	塩化ビニル管		0.010
	コンクリート二次製品		0.013
ライニングした水路	鋼、塗装なし、平滑	0.011～0.014	0.012
	モルタル	0.011～0.015	0.013
	木、かんな仕上げ	0.012～0.018	0.015
	コンクリート、コテ仕上げ	0.011～0.015	0.015
	コンクリート、底面砂利	0.015～0.020	0.017
	石積み、モルタル目地	0.017～0.030	0.025
	空石積み	0.023～0.035	0.032
	アスファルト、平滑	0.013	0.013

6-2-6 最大流速

排水施設の最大流速について、「長野県林地開発の手引き」には、「管渠の流速及び勾配」の項に、「流速は、原則として、雨水管の場合は 0.8m/sec 以上 3.0m/sec 以下とする。」との基準となっている。（P238）また同じく整備する排水施設は、1.5m/s を超える流速となることから原則開渠による整備とする。

本発生土置き場は開水路を原則としているものの、物理的な地形が流速 3.0m/s を超えていることから、一般値を適用した計画は現実的でない。

本来管渠での流速基準であることから、開渠であることや、「河川砂防技術基準（案）」によるトンネル河川（コンクリート河川）の常時流下の流速の例を参考に原則 3.0m/s 未満に抑えるものとするが、「最大流速 5.0m/s」と設定する。

常時流下させる水路内の流速は、2～5m/s 程度が適当であるが、一時的に大量に流下させる水路においては、流速を 4～7m/s とすることもある。（河川砂防技術基準 設計編Ⅰ P119）

6－2－7 排水施設の流下量

排水施設の流下量は、次式により求める。流量計算より求めた結果は、次項の通りとなる。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、

Q：流下量（m³/sec）

A：通水断面積（m²）

V：平均流速（m/sec）

ここで、計画流出量 ≤ 排水施設の流下量 となるよう施設の設計を行う。

排水施設流量計算書【半の沢】

水路 番号	集水 区域 番号	排水										施設				流量		備考																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		面積 計	集水		区域		水路		到達 時間	降雨 強度 (確率年)	雨水 流出量	土砂 混入率	雨水 流出量	種類	構造	流水 断面積	粗度 係数		径深 (R)	水路勾配 (Ⅰ%)	平均 流速	流下能力 流量	安全率																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			林地 (0.75)	草地 (0.80)	ha	ha	ha	ha																ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha

6-3 排水施設計画

6-3-1 平場排水

現半の沢橋より北側の平場には、残斜面からの雨水を排水するために、造成範囲の山側に排水路を計画した。また、平場中央には上流からの排水を実施するため排水路を計画した。

なお、平面開水路の設置時期については、盛土完了後、残留沈下を確認し、再度掘削をして、平面開水路を据え付けることを考えている。

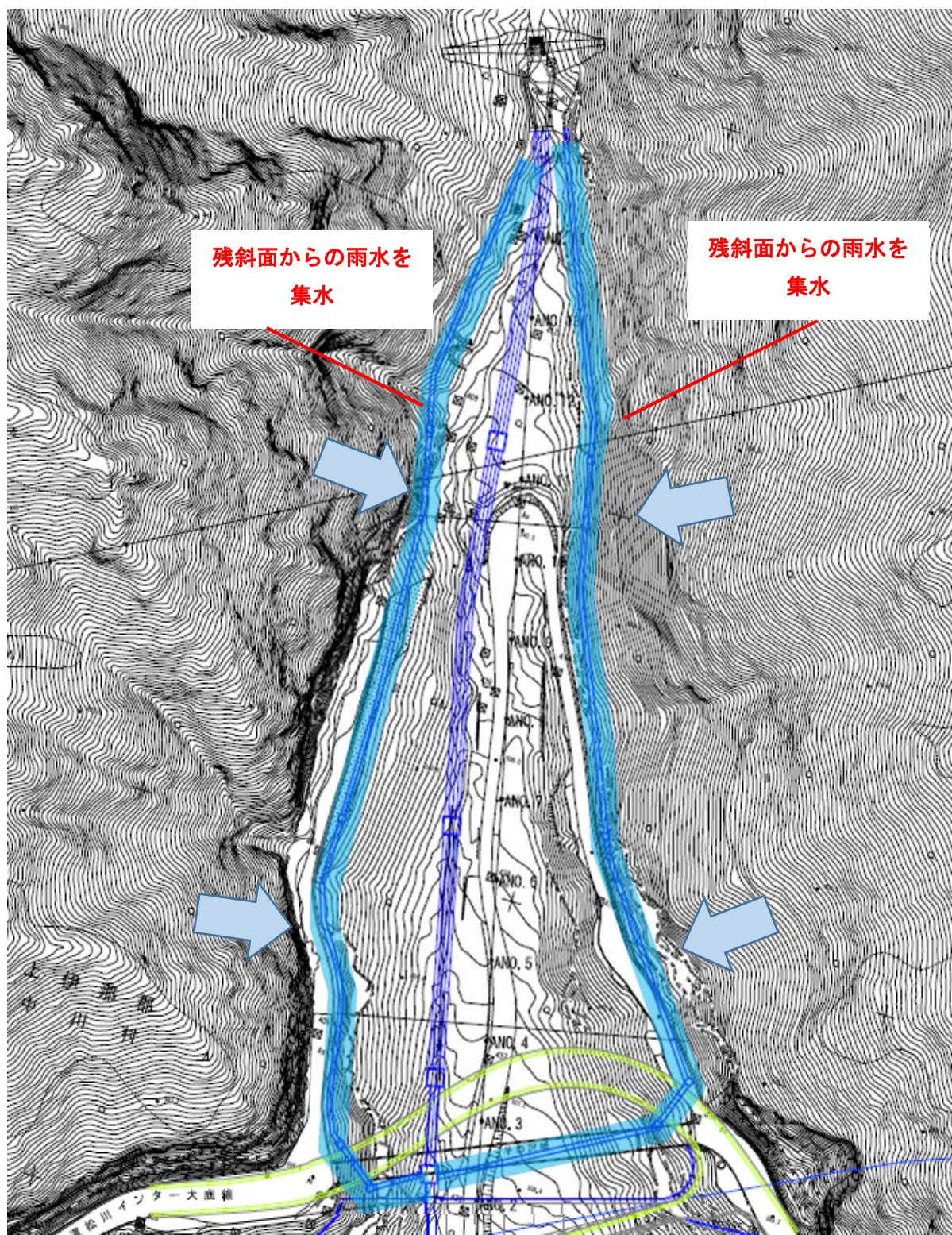


図6-4 平場部分の排水施設計画

6-3-2 呑口工

造成地西側については、背後から沢地形を伝って集水される沢水が、盛土内に浸透しないよう、呑口工を設け、表面排水として、流下できる計画とした。呑口工は、巻末図面に示す通り、布製型枠を使用する（巻末構造図参照）。

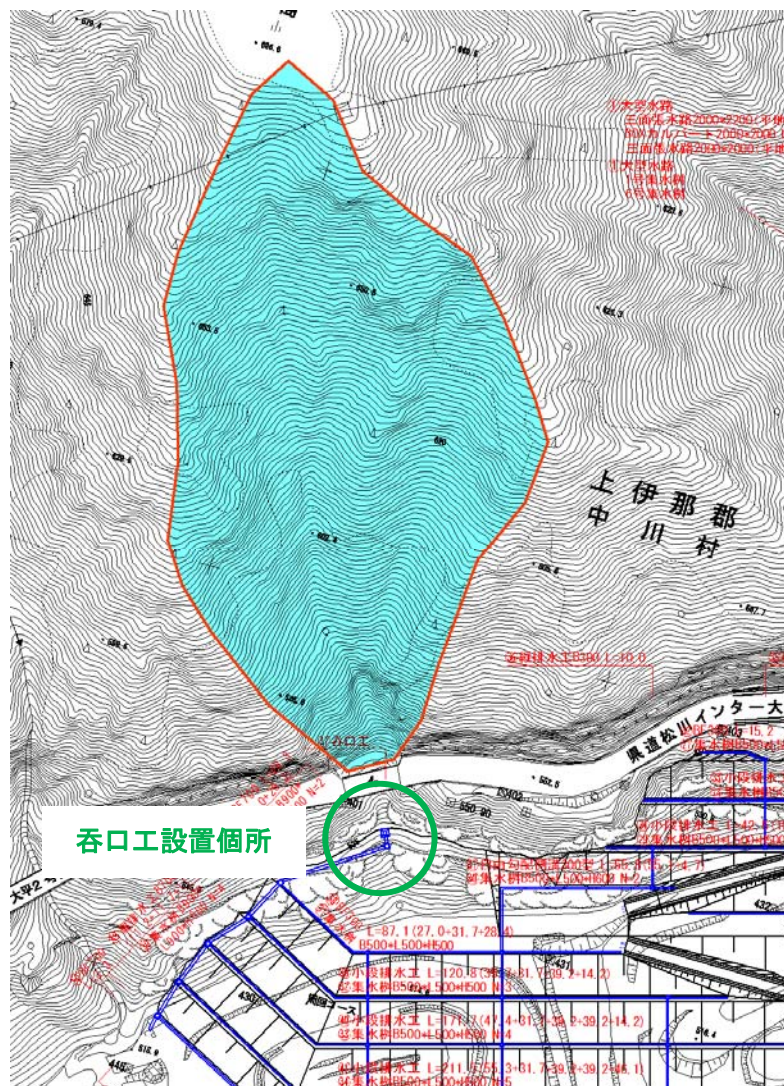


図6-5 造成地背後の流域と呑口工設置箇所

6-3-3 階段水路

今回表面排水を処理するにあたり、林地開発の手引きにおいて、開水路で整備するという計画で実施するよう記載があるため、落差工で処理することは、法面部の 40m 近い高低差を考慮すると極めて困難な構造となる。そのため、階段水路により水路の整備を行う。

開水路の流速は、常流流速の範囲とするものとするように記載があることから、不等流計算を実施し、常流となるよう落差の割り付けを検討した。構造は、現場条件を考慮し、現場打水路では搬入するコンクリート量が莫大となることから、2 次製品を採用し、工事用車両の台数が低減できるように検討した。

開水路斜路部の平面図・縦断図および排水計算書については、巻末資料に記載する。

6-3-4 その他排水設備

各排水路に加え、盛土の排水を促すため、以下の排水設備を計画した。

1) 観測井

設計水位である盛土高の 1/2 水位まで、盛土内浸透水位を上昇させないため、観測井を設置し、盛土内浸透水位の観測を実施する。観測井の配置計画としては、現況地山部及び盛土内に配置し、浸透水の影響確認を実施する。観測井については、「長野県 設計基準」の排水ボーリングに準拠し、 $\phi 100 \text{ mm}$ とする。

2) 集水井

観測井に加え、盛土内集水井を配置し、盛土内浸透水を盛土外へ排水する。集水井には、予め横排水管を設置する。集水井の径は、必要に応じ追加で横排水管が施工できる径とし、「長野県 設計基準」に準拠し、 $\phi 3500 \text{ mm}$ とする。

3) 小段排水工

盛土法面小段毎に水平排水材を配置し、盛土内浸透水を盛土外へ排水する。

4) 沈砂池

盛土法面については、植生を実施するが、根付くまでの期間の土砂流出対策として、沈砂池を計画する。沈砂池容量は常時浚渫を行うこととし、長野県「砂防指定地内行為に関わる技術審査ガイドライン」に記載の $50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$ として、 $V = 4.4 \times 50 \times 5 = 1,100 \text{ m}^3$ の容量とする。構造や構造計算については、巻末資料に記載する。

設置箇所が河川区域内となるため、今後関係機関と協議し、施工及び維持管理を実施する。

5) 開水路流末部

開水路流末部については、階段水路の流末に集水柵を設置のうえ、ボックスカルバートを経て放流する計画とした。河川管理者と協議のうえ、吐出し口に堆積土砂等による詰りを防止するため、高さを1 m程度上げて計画し、落差を設けることとした。また、放流に伴う河床の洗掘を防止するため、放流部には護床ブロックを設置する。

なお、本カルバートは、延長が約6 m弱と短いため、長野県設計基準に記載の「砂防指定地内の河川における函渠内構造等について(平成22年10月1日 22砂第122号 砂防課長通知)」を踏まえ、上下流から目視等により日常の点検を実施して、維持作業を実施する。

6-3-5 流末処理

開発に伴う下流河川の流量の増加量に対しては、次に示すように配慮しなければならない。下流河川の流量増加量は「流域開発に伴う防災調節池等設置技術基準」(H27 改訂長野県建設部)及び「林地開発の手引き」(H27 長野県林務部)により検討を行う。

上流流域が造成工事されることによる下流河川の流量の増加量に対し、造成者側の責任においてその影響が下流河川において無視し得る程小さくなるまでの区間にわたり流路工による河床の掘削、河積の拡大等の砂防工事を実施するか、又は遊水池による処理を行わなければならない。
【解説】
- 上流流域が造成工事されることによる下流河川の流量の増加量の算定にはラショナル公式を用いるものとし、その基礎となる計画雨量は下流が国土保全上重要な河川(直轄砂防実施河川、都市砂防河川)については確率年数100年以上の雨量、その他の河川については確率年数50年以上の雨量を用い、その雨量により計算された流量に10%程度土砂含入率を見込むものとする。ただし、いずれの場合にあっても既往最大雨量を下回らないようにする。 - 上記による方法が困難な場合には、上流流域において造成工事がなされることによる下流河川の流量増率については次式によって推定計算するものとする。$q_a = \alpha \cdot \beta \cdot p + (1 - p)$$q_a : \text{洪水による流量増加比}$$\alpha : \text{洪水到達時間が造成によって短くなったための計画雨量強度の増大比}$ (パイロット、ゴルフ場 1.2~1.4、宅造 1.4~1.6、太陽光発電 1.6) $\beta : \text{造成による流出率の増大比 (＝造成後の流出率／造成前の流出率)}$$p : \text{流域面積に対する宅地造成面積の造成比 (＝造成面積／流域面積)}$

(1) 対象降水確率

半の沢及び盛土工の施設設置面積はA=4.0haであり、「流域開発に伴う防災調節池等設置技術基準」第2条より降雨確率は1/30 確率を採用する。

(2) 開発区域内の流出係数

「流域開発に伴う防災調節池等設置技術基準」第4条より開発区域内の流出係数は開発前=0.60、開発後=0.90 とする。

(3) 1%影響区間の検討

本計画施設は一級河川小渋川に隣接して設置されるため、施設内の排水は直接小渋川へ放流される。したがって、この放流地点において流量計算を行う。

$$Q = 1/360 \times A \times r \times f$$

Q : 計画流量 (m³/s)

A : 集水面積 (ha)

r : 降雨強度 (mm/h)

f : 流出係数

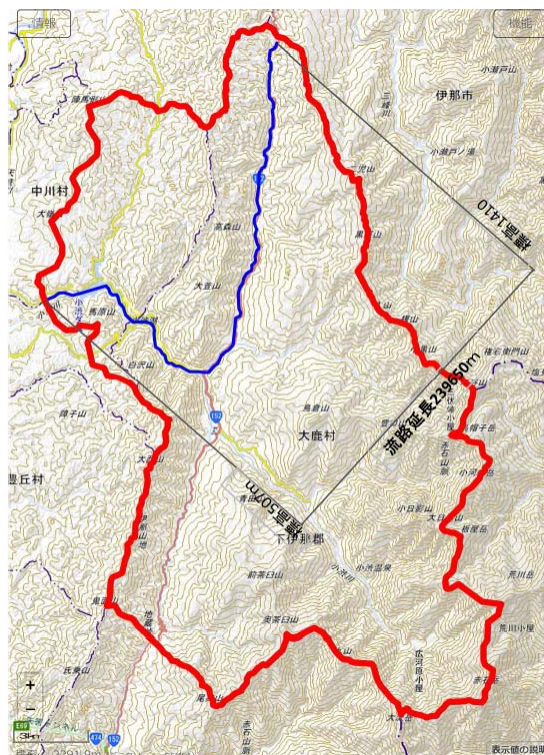


図 6 - 6 流域図

降雨強度

$$r = \frac{895.1}{t^{0.63} + 3.84}$$

$$r = 52.6$$

流出係数

開発前の流出係数 $f = 0.60$

開発後の流出係数 $f = 0.90$

開発後の流出係数(加重平均により算定)

種別	面積:A(ha)	流出係数	A・f	備考
開発区域 (施工範囲)	4.0	0.9	3.6	
、未開発エリア	30596.0	0.6	18357.6	
計	30600.0		18361.2	
平均流出係数			0.600039216	

流量の決定

	流域面積 (ha)	降雨強度 (mm/h)	流出係数 (f)	流量 (m ³ /s)	比流量 (m ³ /s/ha)
開発前	30600	52.6	0.6	2682.600	0.087666667
開発後	30600	52.6	0.600039216	2682.775	0.087672397
増減				0.175	0.000005730

以上より、開発前後の流量差は、 $2682.775/2682.600=1.000065$ となり、007%の増加となる。1%の影響範囲は存在しないため、開発に伴う流路工による河床の掘削などの措置は行わない。

また、開発に伴う影響範囲が存在しないため、遊水池は設置しない。