

令和2～3年度 河川砂防部会の活動報告

- 【目 次】**
1. 緊急改築事業における砂防堰堤の改築や補修等の設計におけるポイントおよび事例について
 2. 急傾斜施設(待受式擁壁)の施工時における平板載荷試験の取り扱いについての考察

	氏 名	会 社 名		氏 名	会 社 名
1	海野 広行	(株)南日本技術コンサルタンツ	12	一松 隆	(株)大進
2	福村 慎二	鹿児島土木設計(株)	13	壽 祐太郎	(株)建設技術コンサルタンツ
3	宮下 誠矢	(株)新日本技術コンサルタンツ	14	福元 浩一	(株)サタコンサルタンツ
4	仮屋 蘭 晃	三州技術コンサルタンツ(株)	15	三島 勇人	コスモコンサルタンツ(株)
5	小瀬戸 鉄平	(株)久永コンサルタンツ	16	五反田 慎也	(株)アジア技術コンサルタンツ
6	植村 桂樹	(株)国土技術コンサルタンツ	17	中井上 和樹	霧島エンジニアリング(株)
7	中村 英樹	朝日開発コンサルタンツ(株)	18	尾辻 充	(株)萩原技研
8	諏訪原 佳鷹	大福コンサルタンツ(株)	19	石井 洋己	(株)錦城
9	梶原 牧人	(株)大翔	20	大窪 和也	中央テクノ(株)
10	江崎 ずばる	(株)大垂測量設計	21	井料 俊也	(株)日峰測地
11	寒水 俊一	新和技術コンサルタンツ(株)	22	中原 知洋	建設情報コンサルタンツ(株)

『テーマ1』

緊急改築事業における砂防堰堤の改築や補修等の設計におけるポイントおよび事例について

- 【目 次】**
1. 事業の背景
 2. 設計のポイント
 3. 設計事例
 4. 今後の取組事項

1. 事業の背景

- 緊急改築事業について
- 鹿児島県の特徴と災害
- 鹿児島県の砂防関係事業の現状
- 砂防関係施設に求められる機能及び性能
- 不透過型砂防堰堤について
- 緊急改築事業の採択要件
- 公共施設における長寿命化計画について

2

●1-1 緊急改築事業について

①砂防設備等緊急改築事業

総合流域防災事業（砂防事業等）における砂防事業の中のひとつであり、既設の砂防設備及び地すべり防止施設（以下「砂防設備等」という。）について、緊急改築を行うことで既存の砂防設備等を有効活用することにより、地域における安全の向上を図ることを目的に実施するもの

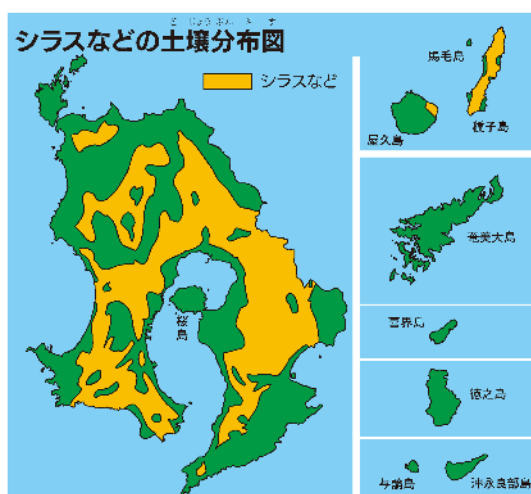
● 1－2 鹿児島県の特徴と災害

地域特色：災害が発生しやすい

4

● 1－2 鹿児島県の特徴と災害

地質：崩壊しやすいシラス台地



2019年7月3日 JR南鹿児島駅付近 斜面崩壊
時事通信社より

本土の半分以上が、水を含むと崩壊しやすい「シラス土壌」に覆われている

5

● 1-2 鹿児島県の特徴と災害

火山：桜島などの活火山が多い



桜島

南日本新聞社より



諏訪之瀬島

南日本新聞社より



薩摩硫黄島

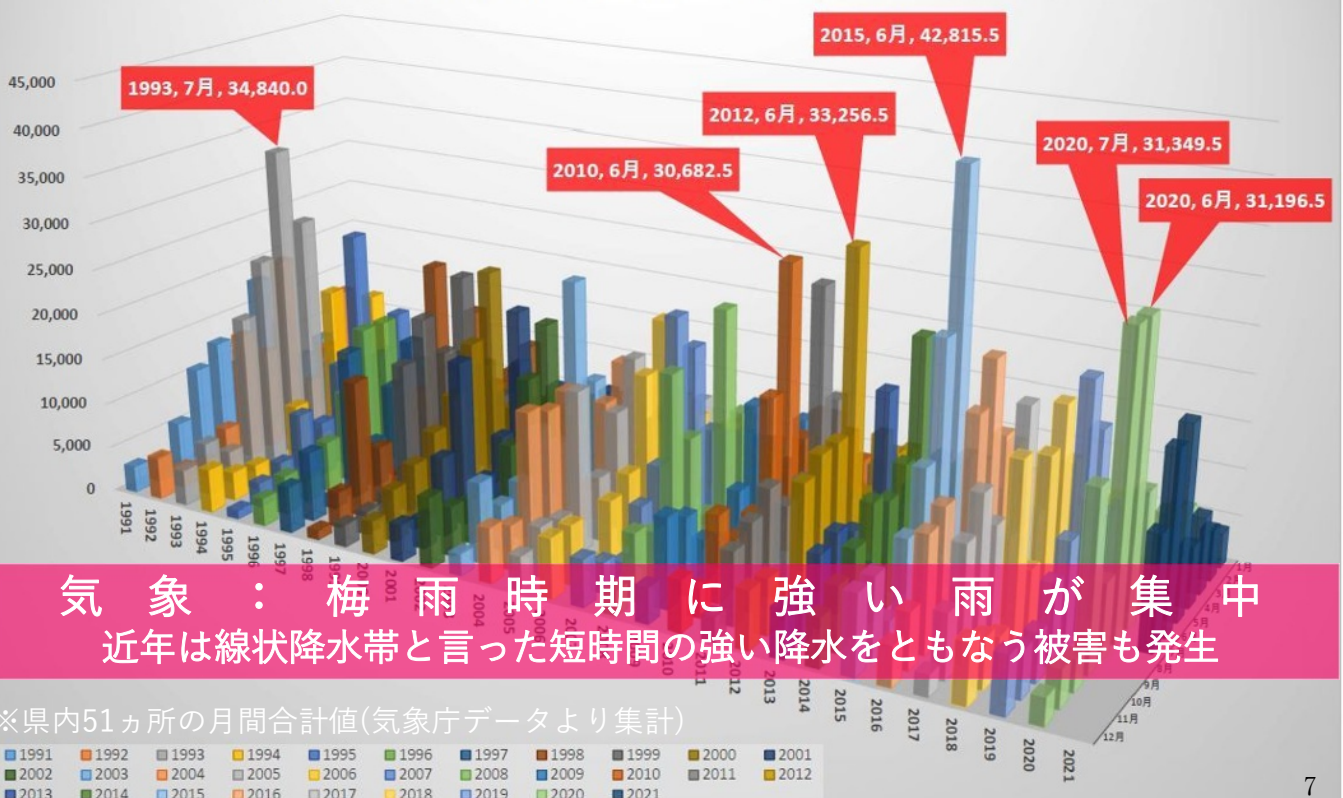
朝日新聞デジタルより

- 全国111火山の約10%に当たる「11」の火山を有する
- 火山活動が特に高いランクAの活火山を3つ有する
(桜島、薩摩硫黄島、諏訪之瀬島)

6

● 1-2 鹿児島県の特徴と災害

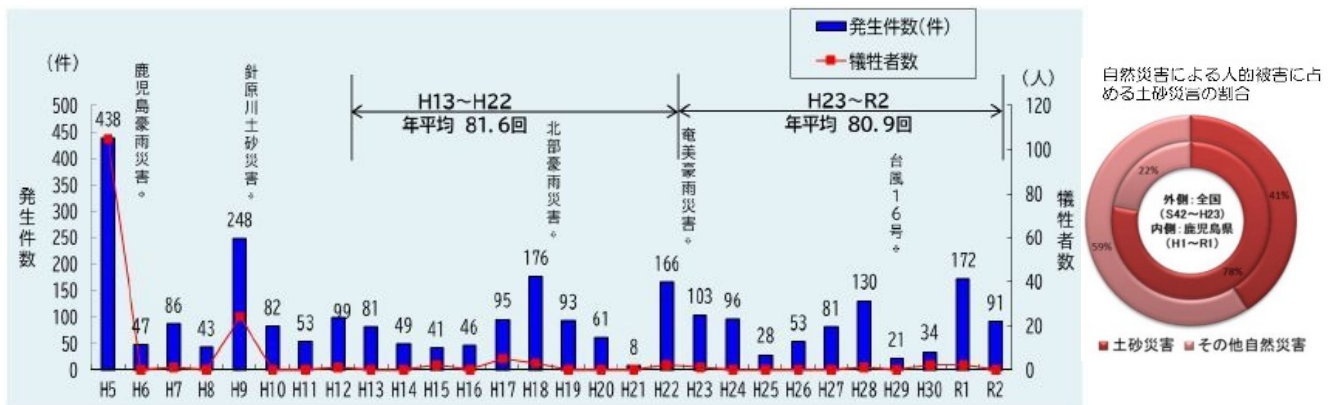
鹿児島県月間降水量[mm]の推移 (1991~2021)



7

● 1-2 鹿児島県の特徴と災害

鹿児島県内の土砂災害発生数の推移



最近10年間(2011年(平成23年)～2020年(令和2年))において、年平均81件の土砂災害が毎年発生している

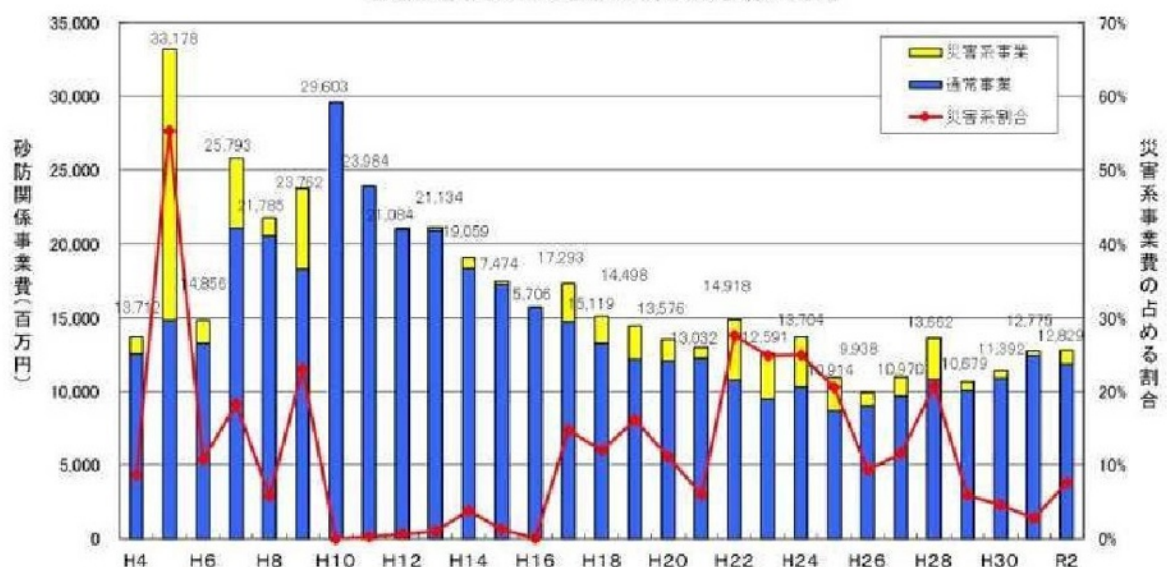
本県の自然災害による犠牲者に土砂災害が占める割合は、全国平均の約4割に対して、約8割と高くなっている

鹿児島県における土砂災害対策2021 (広報誌) より

本土の大半がシラス等の特殊土壌に覆われ、台風や集中豪雨等により、毎年のように甚大な土砂災害が発生

● 1-3 鹿児島県の砂防関係事業の現状

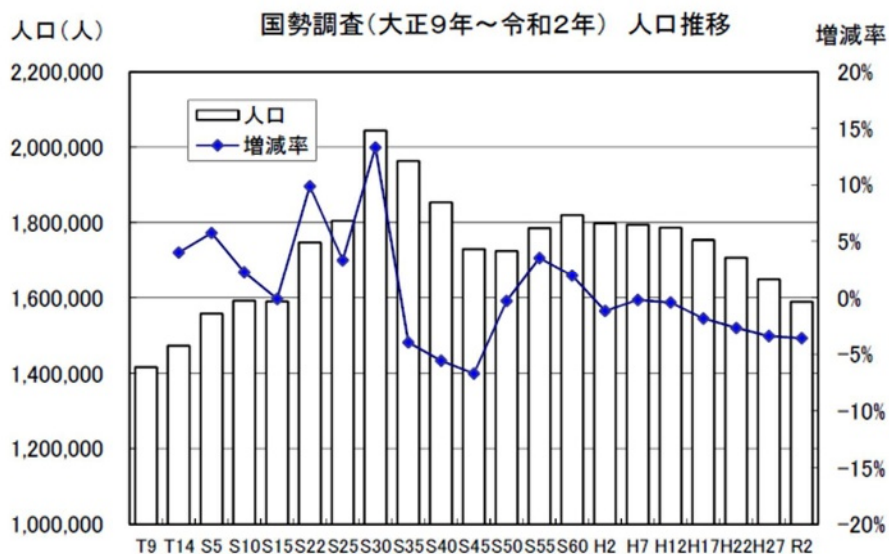
砂防事業予算と災害費割合の推移【最終予算】



鹿児島県における土砂災害対策2021 (広報誌) より

H26年以降、予算は下げ止まり徐々に回復している傾向にある

● 1-3 鹿児島県の砂防関係事業の現状



令和2年国勢調査結果鹿児島県速報より

減少傾向に歯止めがかからない

優先度を考慮するといずれ過疎地域の事業は継続出来なくなる恐れがあり、危険性が除去されない地域はますます過疎化が進行するのではないかと危惧される

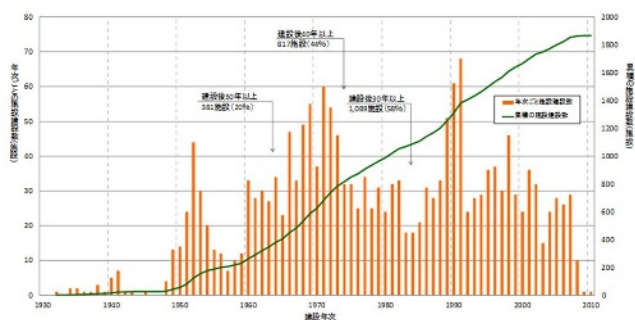
10

● 1-3 鹿児島県の砂防関係事業の現状

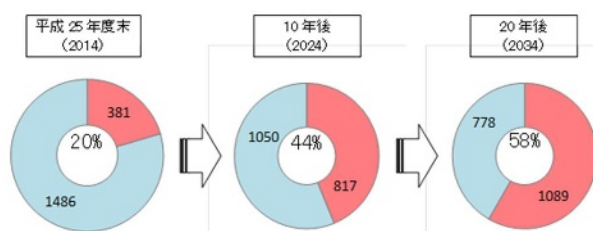
①砂防関係施設のストック状況と保全対象

砂防関係施設数

- 砂防関係施設の内、砂防設備(砂防堰堤、床固工)の累計施設数は1867に上る
- 20年後の2034年にはその約6割が建設後50年を超える



建設後50年以上となる砂防設備(砂防堰堤、床固工)の割合※



- 2034(H47)以降、修繕・更新需要が高まるものと想定される

※建設年度不明の施設数を除いて算出している

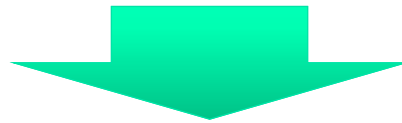
11

● 1－3 鹿児島県の砂防関係事業の現状

課題

公共インフラを取り巻く社会環境

- ・ 事業予算の減少
- ・ 人材の枯渇・技術継承の断絶
- ・ 利用頻度と重要度のミスマッチ
(砂防関係施設の評価不足)



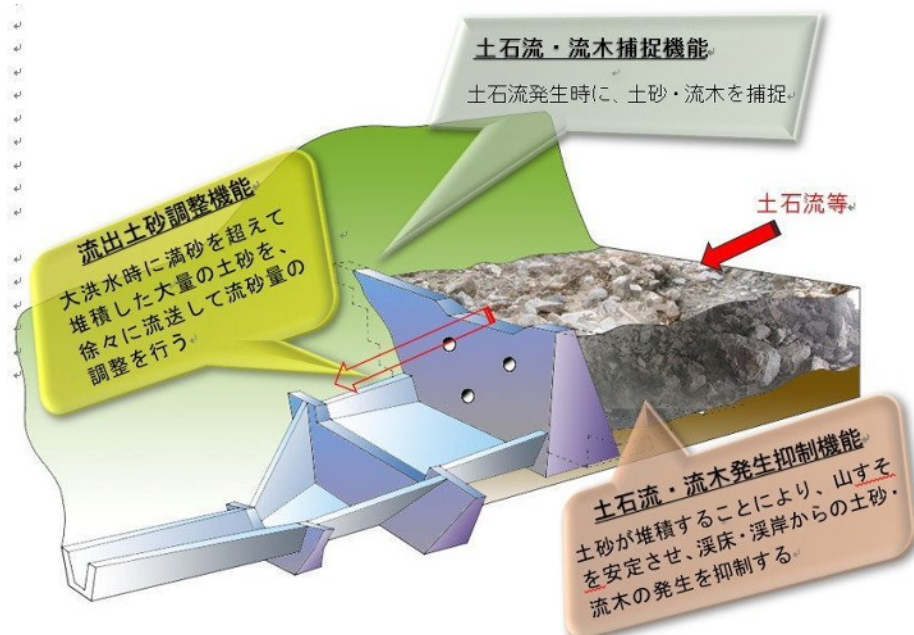
コスト削減 事業予算の平準化

12

● 1－4 砂防関係施設に求められる機能及び性能

◇砂防堰堤

- 土石流・流木捕捉機能 ————— 土石流等で流出する土砂・流木を捕捉する
- 土石流・流木発生抑制機能 ————— 溪床・溪岸からの土砂・流木の生産を抑制する
- 流出土砂調整機能 ————— 下流に流出する土砂量・粒径を調整する



13

● 1－4 砂防関係施設に求められる機能及び性能

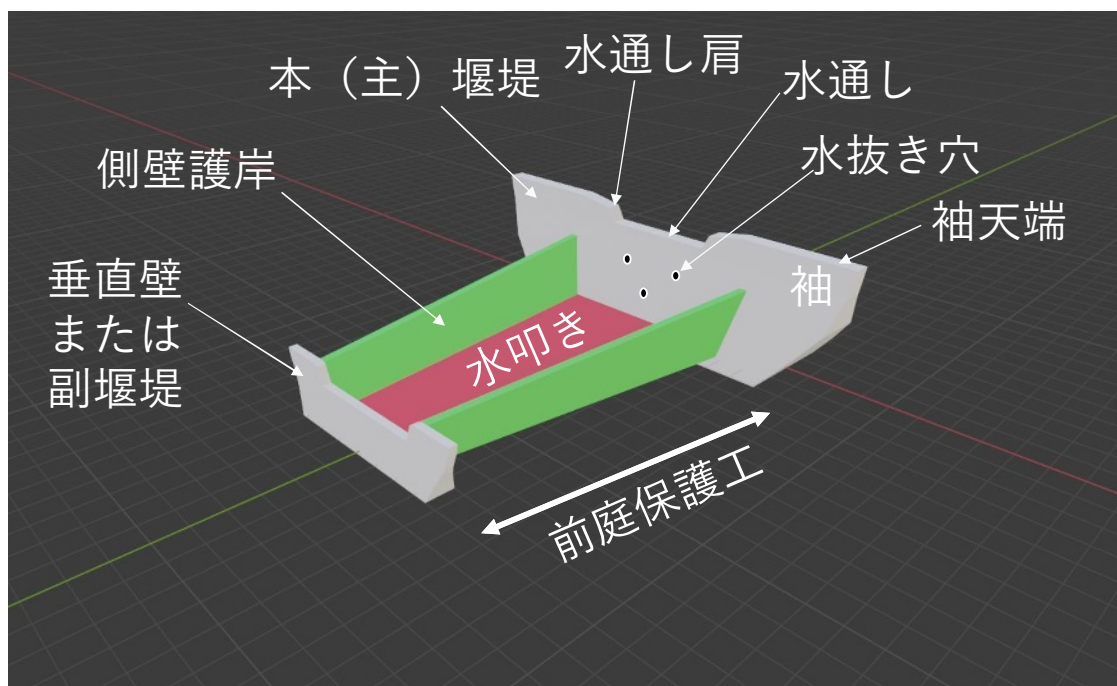
砂防設備	
①主な機能	土砂生産抑制機能
	土砂流送制御機能
	土石流・流木発生抑制機能
	土石流・流木捕捉機能
	土石流導流機能
	土石流堆積機能
	土石流緩衝機能
	土石流流向制御機能等
②主な性能	砂防設備の安定性
	強度など構造上の性能

緊急改築時に重要視

砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案）より

14

● 1－5 不透過型砂防堰堤について



立体図

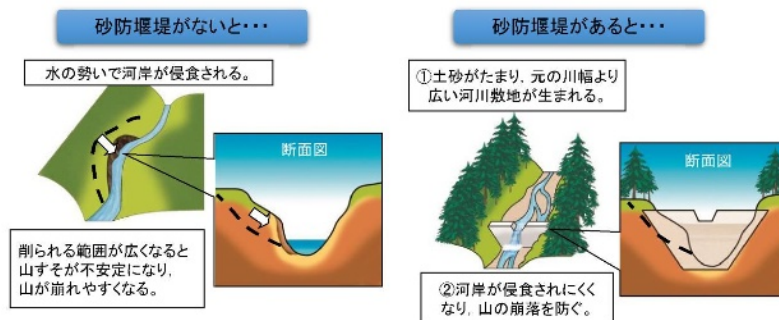
15

● 1-5 不透過型砂防堰堤について

不透過型砂防堰堤が土石流をとらえる働き



- ① 川（溪流）ではいつも、水と一緒に土砂も流れています。
- ② 不透過型砂防堰堤を設けると、堰堤の上流側に土砂が少しずつ貯まていきます。土砂を貯める量を確保するため、取り除くこともあります。
- ③ 大雨が降り土石流が発生したとき、堰堤は大きな岩や流木などを含む土砂を貯め、下流への被害を防ぎます。
- ④ 堰堤に貯まった岩、土砂や流木は、次の土石流に備えて取り除きます。



鹿児島県における土石災害対策2021（広報誌）より¹⁶

● 1-6 緊急改築事業の採択要件

砂防設備等緊急改築事業の採択要件

ア

原則として、ライフサイクルコスト及びその縮減に関する方針が記載された長寿命化計画が策定され適正に維持管理されているもの。
ただし、平成35年度までに着手される砂防設備等緊急改築事業については、長寿命化計画に基づき維持管理されていることを条件とするが、ライフサイクルコスト及びその縮減に関する方針が記載された長寿命化計画に基づき維持管理されていることは条件としない。

イ

事業の対象となる砂防設備等が、以下のいずれかの要件に該当するもの

- (i) 昭和52年以前の技術基準により設計されており、土石流に対して構造物の安全性、安定性が確保されていない砂防設備
- (ii) 設置後概ね10年経過した施設で、地質条件などによって当初設計時の想定より早期に集排水ボーリングの目詰まりが生じており、近年開発された材料の活用により目詰まりが生じにくくなるなど施設の機能が著しく向上する地すべり防止施設

砂防関係事業の概要（令和3年度）より

● 1－6 緊急改築事業の採択要件

砂防設備等緊急改築事業の採択要件

	長寿命化計画の策定を条件とする場合は、社会資本総合整備計画に長寿命化計画の内容を記載するものとする。また、実施に当たって、事業計画に、次に掲げる事項を定めた緊急改築事業計画が記載されていること。なお、（v）、（vi）の事項を定める際には、コスト縮減効果などが見込まれる新技術の導入についての検討内容を記載すること。
ウ	（i）対象とする砂防設備等の概要
	（ii）事業の目的
	（iii）保全対象
	（iv）施設管理の状況
	（v）緊急改築工事の内容
	（vi）その他参考となる事項
エ	総事業費が1億円以上であるもの：圏域単位 （当該工事の実施に必要な調査を含む。）

砂防関係事業の概要（令和3年度）より

18

● 1－6 緊急改築事業の採択要件

緊急改築事業で実施する対象の砂防堰堤

昭和52年以前の技術基準により設計されており、土石流に対して構造物の安全性、安定性が確保されていない砂防設備

→昭和52年の河川砂防技術基準で土石流区域における最小天端幅が3mと規定されたため、3m未満の堰堤は昭和52年以前の技術基準の施設となる。

※基本的に堰堤工を対象とする。

19

● 1－7 公共施設における長寿命化計画について

2012(H24)年 12月	笹子トンネル天井板落下事故	国土交通省
2013(H25)年 1月	社会資本の老朽化対策会議	
2013(H25)年 11月	インフラ長寿命化基本計画	
2013(H25)年 10月	インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議	
2014(H26)年 6月	砂防施設の長寿命化計画策定ガイドライン	
2014(H26)年 9月	砂防関係施設点検要領	鹿児島県
2015(H27)年 3月	鹿児島県版 砂防関係施設点検要領	
2016(H28)年 ～2017(H29)年	砂防・地すべり・急傾斜施設の点検マニュアル等が策定され、順次点検・健全度評価を実施	
2019(H31)年 3月	砂防関係施設の長寿命化計画（個別施設計画）	



2. 設計のポイント

- 既存資料収集
- 現地調査
- 計画流出土砂量の算出
- 水通し断面の設定
- 土石流の流速と水深
- 既存堰堤及び改築後の安定計算
- 袖部の検討
- 嵌入長・除石計画
- 既存資料収集
- ボーリング調査
- 既存堰堤の評価

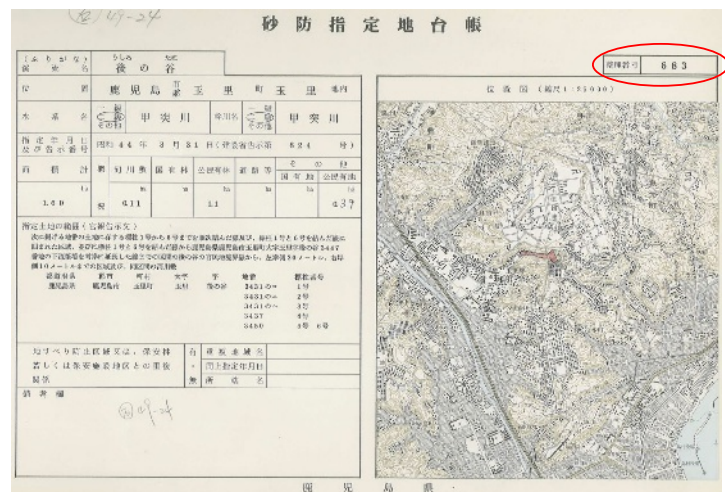
●既存資料の収集

1. 設備台帳
2. 土石流危険渓流カルテ
3. 長寿命化点検結果
4. 基礎調査資料
5. その他

22

●既存資料の収集

1. 設備台帳
 - ・砂防指定地管内図で対象箇所を確認する。



23

●既存資料の収集

2. 土石流危険渓流カルテ

- ・県のHPにある土砂災害警戒区域等マップの土砂災害危険箇所を対象箇所を確認する。

検索結果

現象名	箇所名	箇所番号
土石流危険渓流	後の谷	2011-069

住所検索

キーワードからの検索

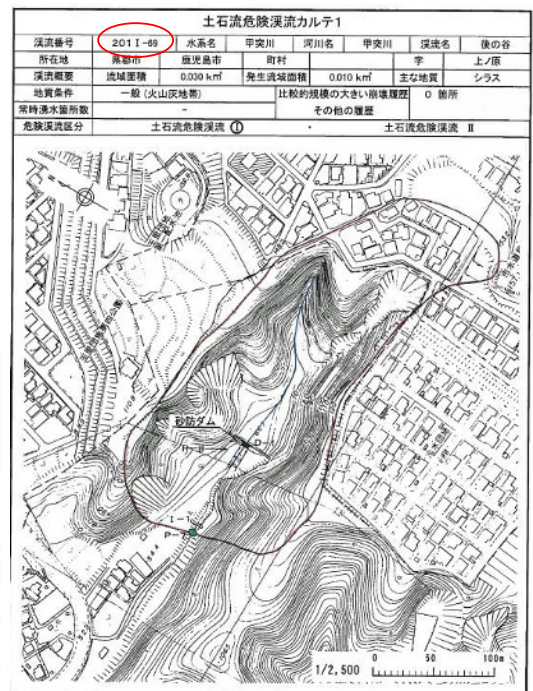
凡例表示

- ☒ 土砂災害危険箇所
- ☒ 土石流危険渓流
- ☒ 土石流被害想定区域
- ☒ 地すべり危険箇所
- ☒ 地すべり被害想定区域
- ☒ 急傾斜地崩壊危険箇所
- ☒ 急傾斜地被害想定区域

箇所番号: 2011-069

箇所名: 後の谷

所在地: 鹿児島市



24

●既存資料の収集

3. 長寿命化点検結果

- ・砂防定期巡視点検結果一覧表で対象箇所を確認する。

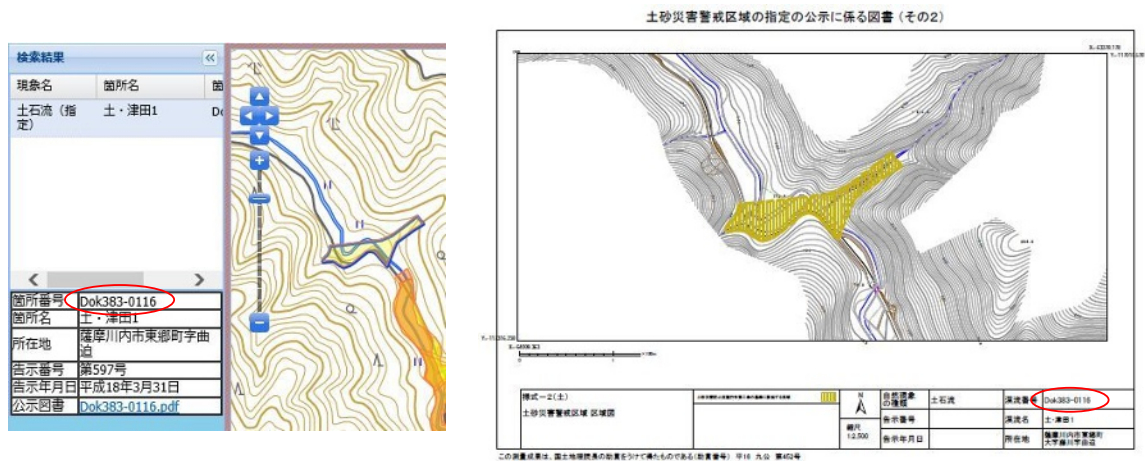
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	砂防予定管理番号	名称	番付所コード	番付所名称	ユーザ登録番号	設備の概要	住所	指定管理番号	砂防指定地名	予定点検年月	予定区	予定点検者
2	1926 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54	堰堤14基、流路工L=916m	有明町徳野	1401011519500605-00	下徳野谷川	11	3	指馬局
3	1928 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54		有明町野中	1401012819501115-00	下徳野谷	11	3	指馬局
4	1932 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54		有明町野中	1401015419500727-00	下徳野谷川(本川)	11	3	指馬局
5	1933 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54	堰堤3基、流路工L=849m	有明町野中	1401015519500727-00	下徳野谷川	11	3	指馬局
6	2004 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	流路工 L=1440m	曾於市大隅町	1401042419500511-00	新原谷	5	3	指馬局
7	2007 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54	流路工 L=1025m	有明町高下谷	1401044419500511-00	高下谷	1	3	指馬局
8	1934 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54		有明町	1401015819500727-00	下徳野谷(第3支)川	11	3	指馬局
9	1940 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		58	堰堤4基、流路工L=602m	有明町野中	1401018519500727-00	福竹谷	2	3	指馬局
10	1941 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54	堰堤3基、流路工L=467m	有明町伊和	1401018719500727-00	東谷谷川	1	3	指馬局
11	1945 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		58	堰堤3基、流路工L=499m	有明町野中	1401023919500520-00	九目谷	12	3	指馬局
12	1946 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54	堰堤3基、流路工L=425m	有明町野中	1401024019500520-00	針山谷	12	3	指馬局
13	1949 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	流路工 L=200m	曾於市大隅町	1401024019500520-00	龍谷川	2	3	指馬局
14	1952 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	流路工 L=293m	曾於市大隅町	1401025319500520-00	持留谷	6	3	指馬局
15	1955 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		58	堰堤1基、流路工L=529m	有明町立本	1401025819500121-00	原屋ヶ谷	6	3	指馬局
16	1956 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		58	堰堤1基、流路工L=405m	有明町野中	1401025719500121-00	岩屋川	12	3	指馬局
17	1957 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	堰堤4基、流路工L=2059m	曾於市大隅町	1401025819500121-00	水堀谷	1	3	指馬局
18	1973 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54	流路工 L=240m	有明町伊和	1401030419500629-00	八重谷	2	3	指馬局
19	1978 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		58	流路工 L=473m	有明町伊和	1401032219501113-00	野中谷	12	3	指馬局
20	1980 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	流路工 L=218m	曾於市大隅町	1401032419501113-00	龍谷川	2	3	指馬局
21	1986 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	流路工 L=392m	曾於市大隅町	1401035919500327-00	別内谷	5	3	指馬局
22	1989 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		54		有明町高下	1401037219500327-00	高下谷	1	3	指馬局
23	1991 砂防	14	大隅指馬局(曾於)		60	堰堤4基、流路工L=2059m	曾於市大隅町	1401039719500321-00	水堀谷	1	3	指馬局

25

●既存資料の収集

4. 基礎調査資料

- ・県のHPにある土砂災害警戒区域等マップの土砂災害警戒区域等で対象箇所を確認する。



26

●既存資料の収集

5. その他

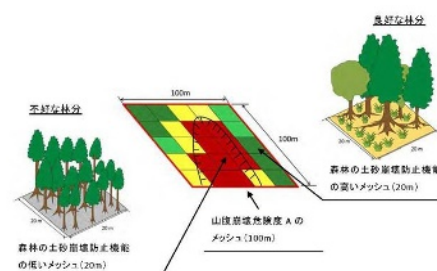
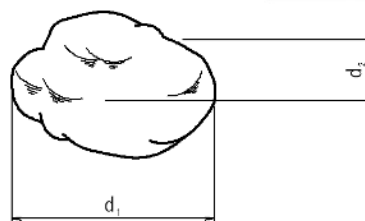
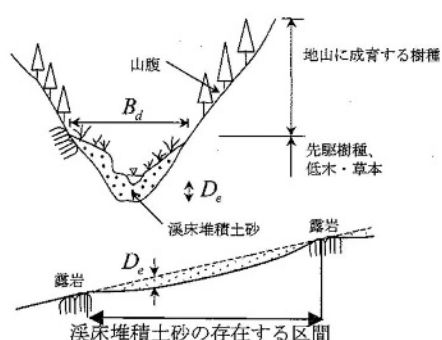
- ・市町村で流域調査用の地形図を取得する。
- ・県砂防課よりDMデータを取得する。

27

●現地調査

1. 溪流調査
2. 巨礫粒径調査
3. 流木調査
(流木対策の有無)
4. 外観調査
(必要な補修の有無)

新規堰堤計画と
同様の調査内容



28

●現地調査

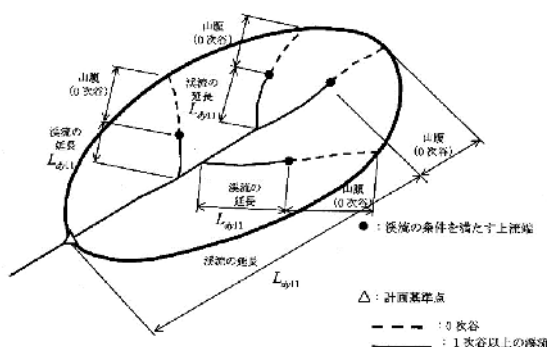
外観調査 (必要な補修の有無)

- ・長寿命化点検が行われている場合は、それを基に損傷、破損箇所を現地で確認する。
- ・長寿命化点検が行われてない場合は、損傷、破損箇所を調査し必要な補修の有無を判断する。

29

●計画流出土砂量の算出

計画流出土砂量は、現地調査を行った上で地形図、過去の土石流の記録等より総合的に決定する。原則として、流出土砂量は、流域内の移動可能土砂量と、「計画規模の土石流」によって運搬できる土砂量を比較して小さい方の値とする。



●水通し断面の設定

○設計流量の算出

**既設堰堤を最下流堰堤と見なす根拠が
有る場合：土砂含有を考慮した流量で算出。
無い場合：安全を考慮し、土砂含有を考慮
した流量と土石流ピーク流量を
比較し、大きい方の値を採用。**

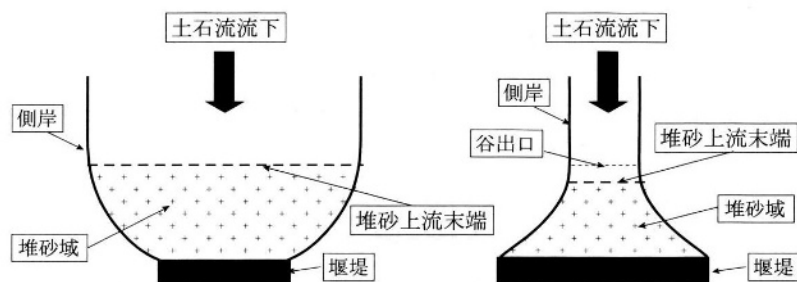
○設計水深の算出

底幅の最小幅は3mとし、水通し幅、袖小口高さが不足する場合、用地・現況の制約がなければ拡幅する。

●土石流の流速と水深

1 基の場合、上流 3 ～ 5 断面より平均断面を作成して水深流速を求める。

複数基数の場合、最上流の水通し断面より求める。



32

●既存堰堤及び改築後の安定計算

(1) 既存堰堤の安定計算

①地盤支持力

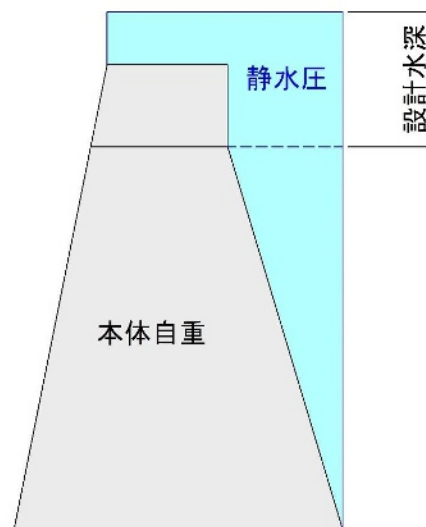
- ・ボーリング調査の結果、基礎部が**良質地盤**である場合、砂防事業設計積算基準の地盤支持力を用いて、安定計算を実施。

- ・基礎部が**軟弱地盤**であるが、現堰堤が安定していると判断される場合は、地盤支持力を逆算して安定計算を実施。

33

②. 設計水深

流域面積が広い場合、設計水深が既設堰堤の水通し高さを越えるケースがある。この場合は、**その設計水深の値をそのまま安定計算に用いる。**



34

(2) 改築後の安定計算

① 堤体の単位体積重量

既設部と増設部のコンクリート単位体積重量の扱いは以下の通りとする。

- ・ 増設部のコンクリート単位体積重量

→ **現行基準の 22.56 (kN/m³)**

- ・ 既設部のコンクリート単位体積重量

地質調査業務で採取した柱状コアを計測し、その結果をもとに単位体積重量を検討する。

35

②新旧コンクリートの打継ぎ面の処理

堤体の状態を確認して、その結果に応じて処理方法を決定する。

1) 健全な場合

→ チッピング工法

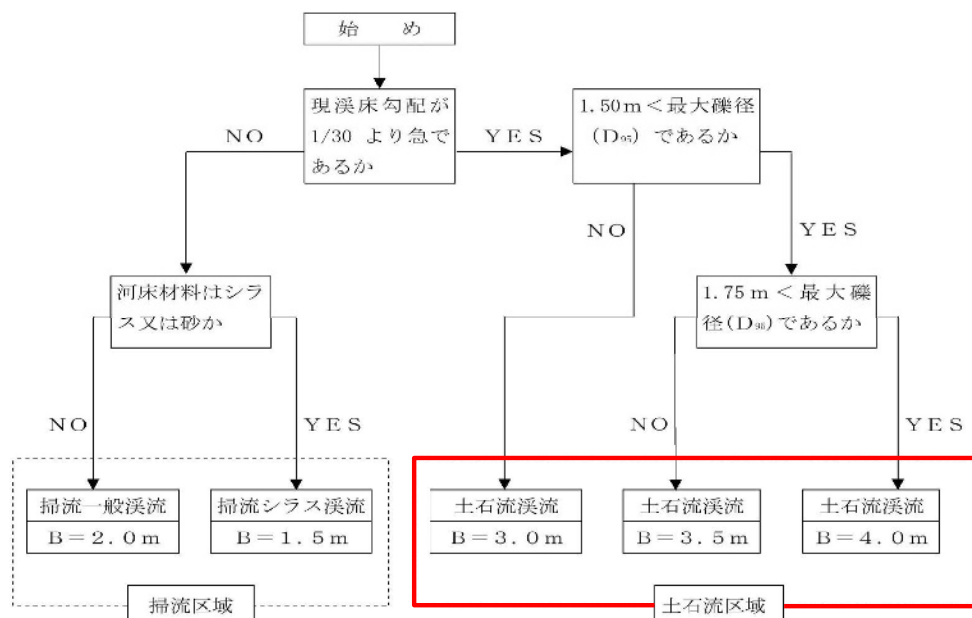
2) 健全でない場合

→ 外観調査及び中性化試験・圧縮強度試験等を参考に総合的に判断し、はつり厚を決定

36

③腹付け厚

腹付け後の最小天端幅は、砂防事業設計積算基準（計画編 5-1 4）の基準値以上を確保。



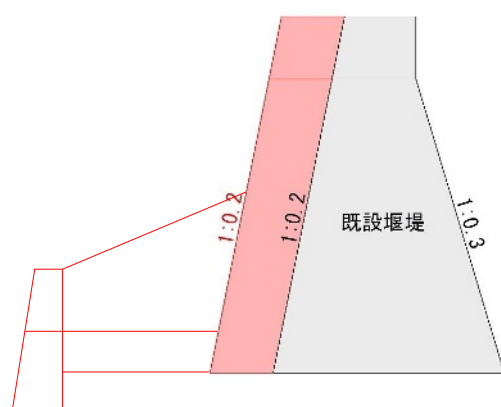
37

③腹付け方針

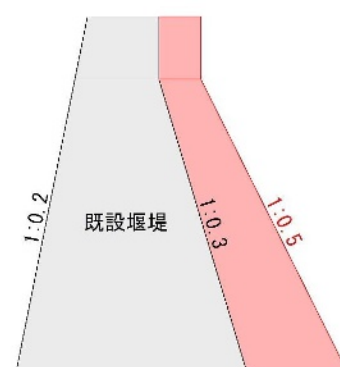
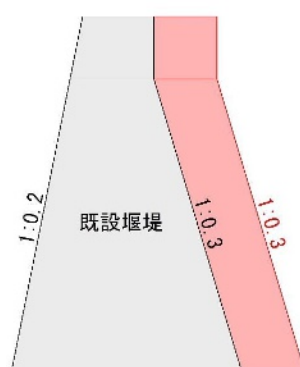
既設堤体への腹付け方針は、前庭保護工の損傷がある場合は下流側腹付けを基本とし、それ以外は上下流腹付けを比較して、総合的な検討を行い決定する。

(下流側腹付け)

前庭保護工の損傷有りの場合、採用



(上流側腹付け)



38

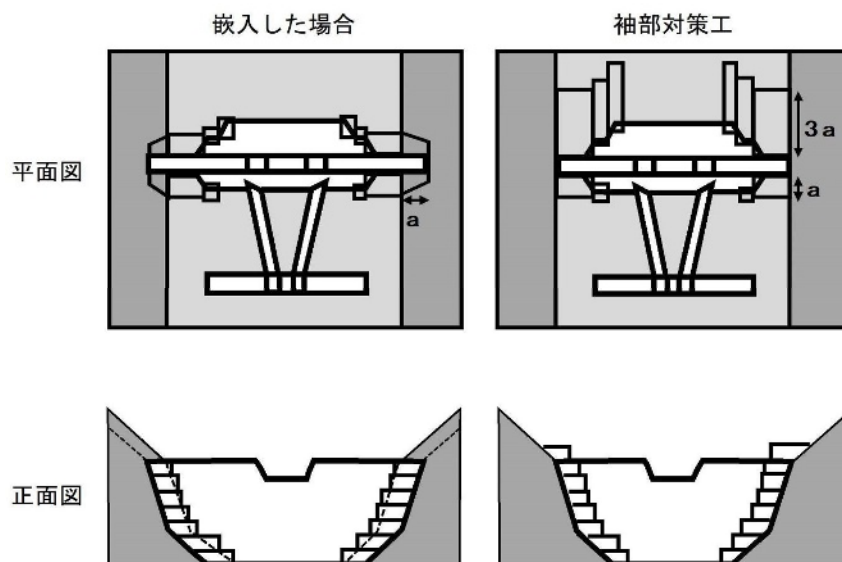
●袖部の検討

新規に砂防堰堤を計画する場合と同様に、「袖部の自重」、「土石流流体力」、「礫の衝撃力」と「流木の衝撃力」を比較して大きい方の衝撃力の3種類を設計外力として、袖部の破壊に対する照査を行う。

39

●袖嵌入長の検討

- ・ 袖嵌入の確保を基本とするが、不可能な場合は、袖部対策として**人工地山等を検討**する。



40

●袖嵌入長の検討

- ・ 既設堰堤の周辺状況により、袖嵌入や袖部対策等できない場合（V字谷により多段の法面对策が必要となる・道路が隣接している・民家等がある等）はこの限りでは無い。

- ・ 見えている部分だけの腹付けとすることも許容する。

41

3. 設計事例

- 同一溪流内における複数基計画
- 水通し断面の改良
- 上流施工時の仮設計画
- 現溪床勾配の設定

●同一溪流内における複数基計画

一つの溪流内の上下流に改築計画を実施する堰堤が複数ある場合の改築計画の設計例

(1) 現地調査・基本事項決定

(流木調査、移動可能土砂量調査、レキ径調査)

現地調査・基本事項決定に関しては、上流側堰堤を担当している受注会社にて行い、その他受注会社に展開した。

※本計画では、3号砂防堰堤の受注会社が調査した。

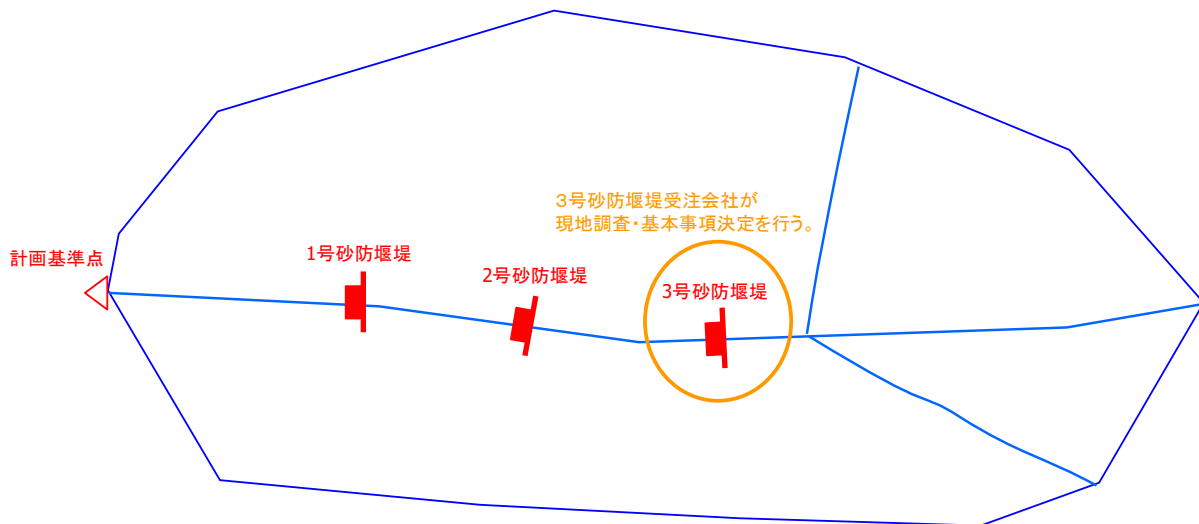


図-1 流域図(概略モデル図)

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

以下の項目について受発注者間で密に連絡を取り、検討～決定に至るまでの流れの整合を図った。

①水通し断面の検討

②補強工法の比較検討案の選定

③はつり・チップング工

その他

- ・ 腹付け部の間隔及び挿し込長
- ・ 堤冠保護工

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

①水通し断面の検討

以下に示す『水通し断面検討フロー図』を業務内で統一して使用することで、整合性を図った。

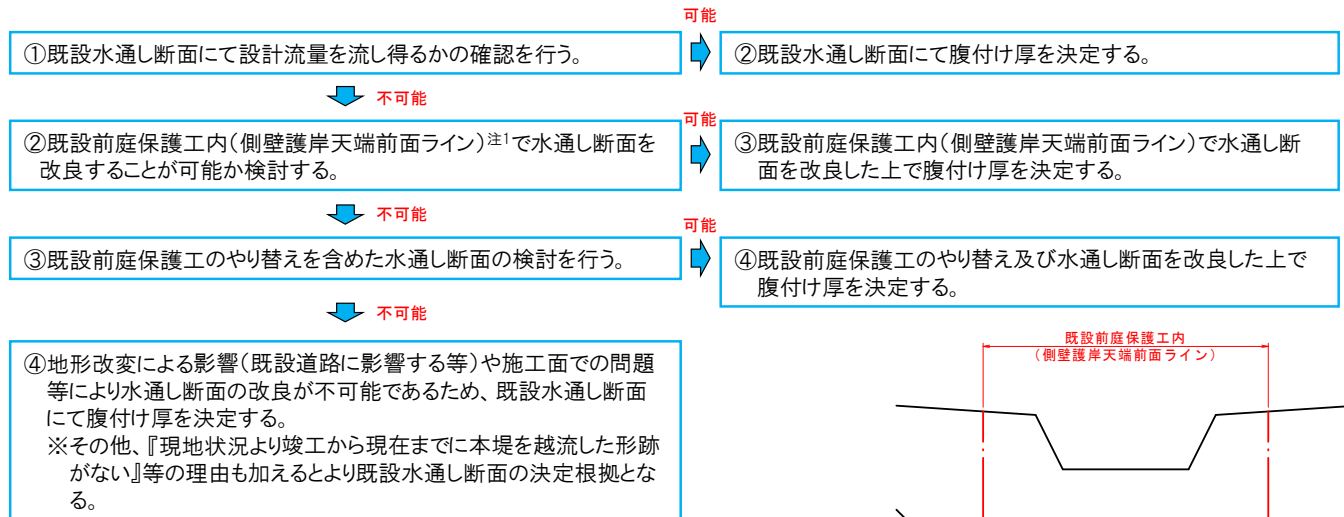


図-2 水通し断面検討フロー図(一例)

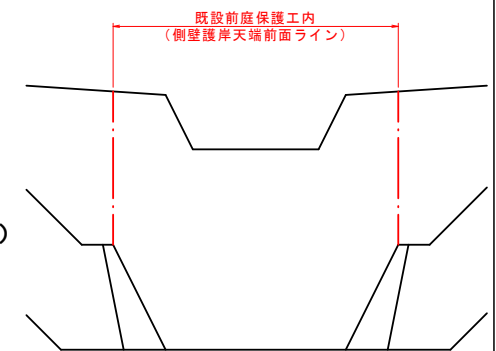


図-3 正面図(既設前庭保護工内モデル図): 461

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

以下の項目について受発注者間で密に連絡を取り、検討～決定に至るまでの流れの整合を図った。

①水通し断面の検討

②補強工法の比較検討案の選定

③はつり・チップング工

その他

- ・ 腹付け部の間隔及び挿し込長
- ・ 堤冠保護工

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

②補強工法の比較検討案の選定

以下に示す流れを業務内で統一することで、比較検討案の整合性を図った。

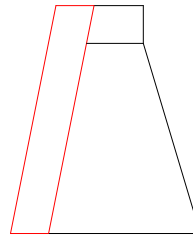
①以下の点を考慮した上で、下流腹付けまたは上流腹付けの可否を検討する。

- ・地形改変による周辺状況（既設道路等）への影響
- ・施工の可否

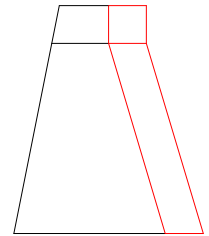


②可能な工法（下流腹付け及び上流腹付け）について、腹付け等厚案及び腹付け緩勾配案のそれぞれ2案を検討し、比較検討を行う。

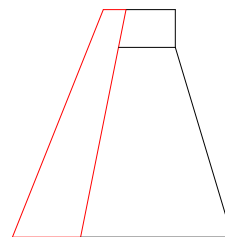
下流腹付け等厚案



上流腹付け等厚案



下流腹付け緩勾配案



上流腹付け緩勾配案

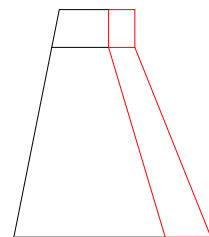


図-4 側面図（比較検討案モデル図：全4案）

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

以下の項目について受発注者間で密に連絡を取り、検討～決定に至るまでの流れの整合を図る。

①水通し断面の検討

②補強工法の比較検討案の選定

③はつり・チップング工

その他

- ・腹付け部の間隔及び挿し込長
- ・堤冠保護工

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

③はつり・チップング工

はつり・チップング工の深さは、以下の2項目の結果を踏まえ決定した。

- ・ 中性化試験
- ・ 反発硬度試験



写-1 中性化試験状況(例)



写-2 反発硬度試験状況(例)

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

以下の項目について受発注者間で密に連絡を取り、検討～決定に至るまでの流れの整合を図る。

- ①水通し断面の検討
- ②補強工法の比較検討案の選定
- ③はつり・チップング工

その他

- ・ 腹付け部の間隔及び挿し込長
- ・ 堤冠保護工

(2) 施設設計 本堤工（不透過型）

その他

・腹付け部の間隔及び挿し込長

【統一事項】

「砂防技術指針運用(案)設計編, 九州地方整備局 河川工事課, 平成29年4月, 4-3」に示されている計算手法により、腹付け部の間隔及び挿し込長を決定した。

・堤冠保護工

【統一事項】

既設堤冠保護工を撤去した上で、新規の腹付け部と併せて堤冠コンクリートを打設した。

(3) 管理用道路詳細設計

複数基設計（同一溪流内）の管理用道路詳細設計は、以下の点に留意する。

①管理用道路の一連性の検討

※用地買収の可否・容易さ、地形改変への影響等を考慮して決定した。

②可能な限り1社にて設計を行う

※管理用道路を一連で設計可能な場合

③最急勾配（14％）にて設計を行う

※これまで最急勾配（18％）：「林道規定 旧基準」を用いてきたが、林道規定の改定により、最急勾配が14％に変更となったため。

(3) 管理用道路詳細設計

例)

当初は、工事兼管理用道路を3基一連（右岸側）で計画していたが、右岸側上流に用地買収困難な土地が3筆程度あった。

その一方で、左岸側の広大な土地は入会林野整備により、共有地（50名）から所有者2名に変更登記されていたことが判明したことから、土地の取得がスムーズで緊急改築工事の早期着工が期待される左岸側で上流側2基の工事用道路を計画することとした。

結果として、

- ・最下流堰堤担当受注者：管理用道路を右岸側にて設計
 - ・最上流堰堤担当受注者：管理用道路を左岸側にて設計
- ※中間堰堤の管理用道路設計も含む

(3) 管理用道路詳細設計

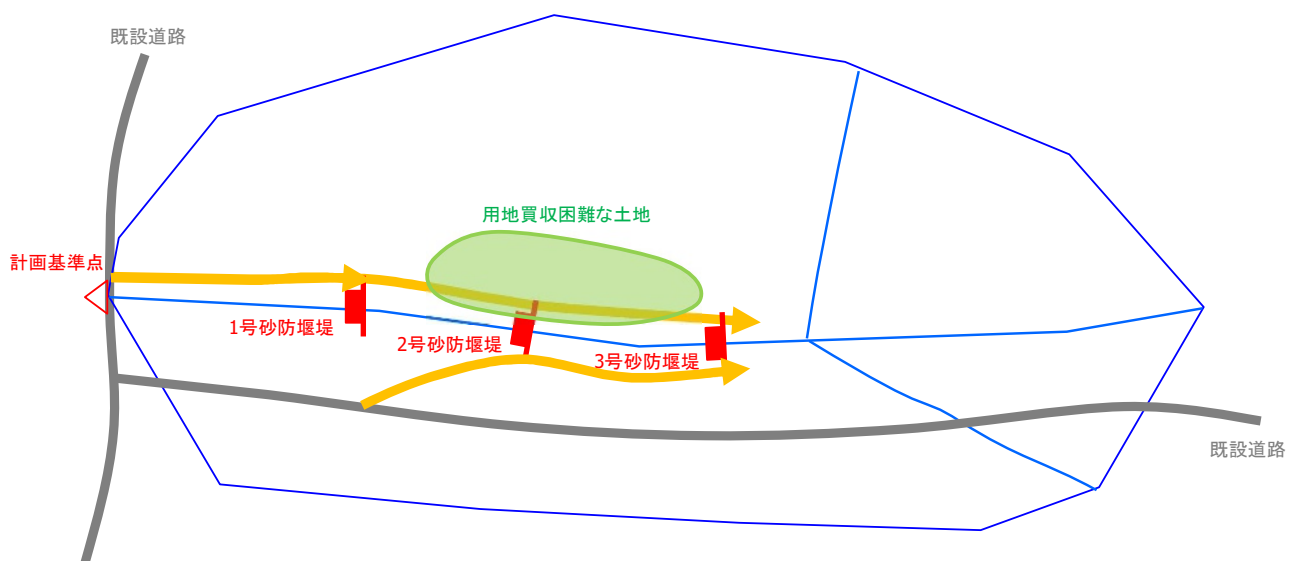


図-5 流域図(管理用道路 概略モデル図)

(4) 測量・用地

複数基設計（同一溪流内）の測量・用地業務は、以下の点に留意する。

- ①概ね等分となるように範囲を分ける。
- ②測量・用地データ・情報は、共有し合う。



問題点

- ・各社、最新データのやり取りを早期に行わないと手戻りが大きくなる。
- ・データのやり取り・図面の訂正を行っていく中で、問題（座標のずれ等）が生じる恐れがある。



解決策

- ・業務委託金額の問題等があるが、受注会社1社が統一して行った方が問題は生じにくい。特に用地業務。

56

●水通し断面の改良

水通し断面が不足し、改良を行った場合の
改築計画の設計例

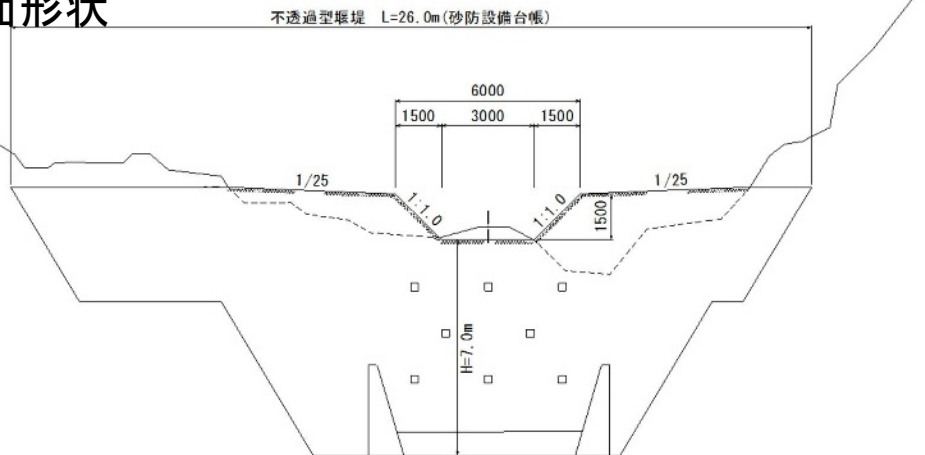
57

◆流域概要

流域面積: 0.08km^2
 堰堤形式: 不透過型
 堤高: 7.0m
 堤長: 26.0m

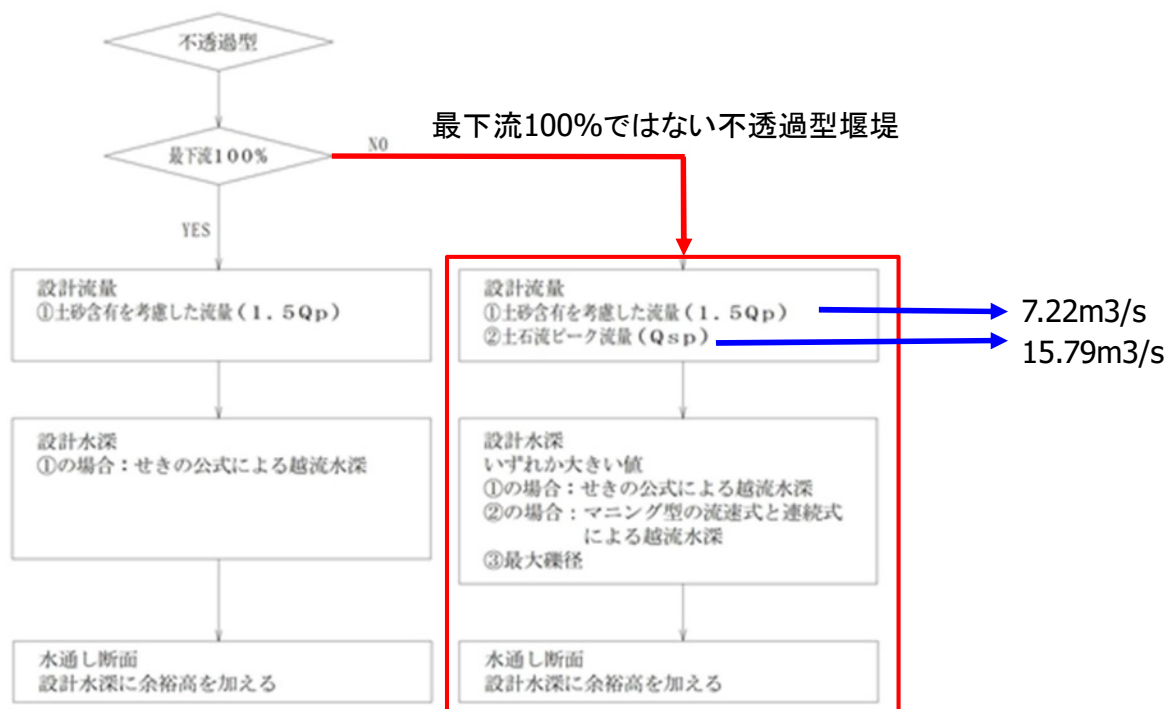


◆既設断面形状



58

(2) 設計流量と設計水深



「土石流・流木対策設計技術方針 解説 平成28年4月 2.1.3.1(4)」

59

◆検討1: 既設断面の場合⇒90cmの嵩上げが必要

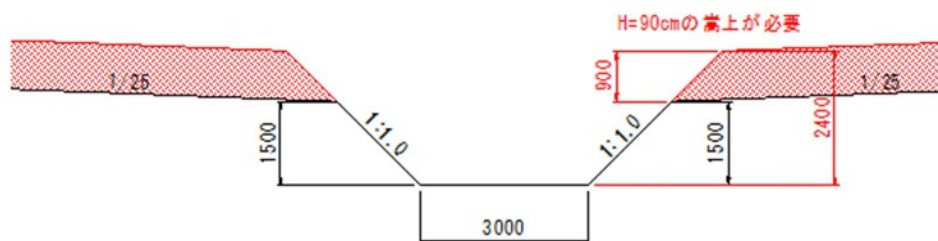
＜設計水深＞

設計水深 H	
土砂含有を考慮した流量に対する越流水深	$D_b = 1.1 \text{ (m)}$
土石流ピーク流量に対する越流水深	$z = 1.7 \text{ (m)}$
最大礫径	$d_{95} = 0.2 \text{ (m)}$

＜余裕高＞

		余裕高 $\Delta H \text{ (m)}$
設計流量	土砂含有を考慮した流量 $Q = 7.22 \text{ (m}^3/\text{s)}$ 土石流ピーク流量 $Q_p = 15.79 \text{ (m}^3/\text{s)}$ ・・・設計流量	0.6
溪床勾配	溪床勾配 ($\theta_p = 1.91^\circ$, $I = 1/30.00$) より、 $\Delta H/H = 0.40$ 余裕高 $\Delta H = H \cdot \Delta H/H = 1.7 \times 0.40 = 0.68 \text{ (m)} \approx 0.7 \text{ (m)}$ ※0.1 m 単位で切り上げ	0.7

＜水通し断面＞



60

◆検討2: 既設断面で土石流ピーク流量を袖部を含めて流下させた場合

⇒土砂含有を考慮した流量は20cm嵩上げが必要

⇒土石流ピーク流量は地形上確保できない

＜設計水深＞

設計水深 H	
土砂含有を考慮した流量に対する越流水深	$D_b = 1.1 \text{ (m)}$
土石流ピーク流量に対する越流水深	$z = 1.7 \text{ (m)}$
最大礫径	$d_{95} = 0.2 \text{ (m)}$

＜余裕高＞

		余裕高 $\Delta H \text{ (m)}$
設計流量	土砂含有を考慮した流量 $Q = 7.22 \text{ (m}^3/\text{s)}$ ・・・設計流量 土石流ピーク流量 $Q_p = 15.79 \text{ (m}^3/\text{s)}$	0.6
溪床勾配	溪床勾配 ($\theta_p = 1.91^\circ$, $I = 1/30.00$) より、 $\Delta H/H = 0.40$ 余裕高 $\Delta H = H \cdot \Delta H/H = 1.1 \times 0.40 = 0.44 \text{ (m)} \approx 0.5 \text{ (m)}$ ※0.1 m 単位で切り上げ	0.5

「土石流ピーク流量に対する越流水深」あるいは「最大礫径」によって水通し断面を決定する場合において、地形等の理由により水通し断面を確保できないときは袖部を含めた断面によって対応することができる。但し、この場合、設計水深は土砂含有を考慮した流量に対する越流水深の値とする。

＜水通し断面＞



61

◆検討3: 袖小口勾配を1:0.5に改良した場合

⇒60cmの嵩上げが必要

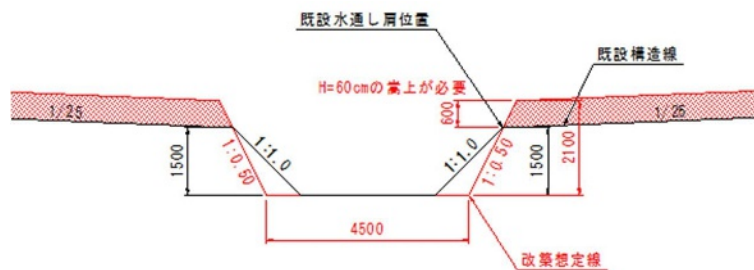
＜設計水深＞

設計水深 H	
土砂含有を考慮した流量に対する越流水深	$D_h = 0.9 \text{ (m)}$
土石流ピーク流量に対する越流水深	$z = 1.5 \text{ (m)}$
最大礫径	$d_{95} = 0.2 \text{ (m)}$

＜余裕高＞

		余裕高 $\Delta H \text{ (m)}$
設計流量	土砂含有を考慮した流量 $Q = 7.22 \text{ (m}^3/\text{s)}$	0.6
	土石流ピーク流量 $Q_{sp} = 15.79 \text{ (m}^3/\text{s)}$ ・・・設計流量	
溪床勾配	溪床勾配 ($\theta_p = 1.91^\circ$, $I = 1/30.00$) より、 $\Delta H/H = 0.40$ 余裕高 $\Delta H = H \cdot \Delta H/H$ $= 1.5 \times 0.40 = 0.60 \text{ (m)} \approx 0.6 \text{ (m)}$ ※0.1 m 単位で切り上げ	0.6

＜水通し断面＞



62

◆検討4: 袖小口勾配を1:0.5に改良し、土石流ピーク流量を袖部を含めて流下させた場合

⇒土砂含有を考慮した流量：嵩上不要

⇒土石流ピーク流量：水通し部で流下可能

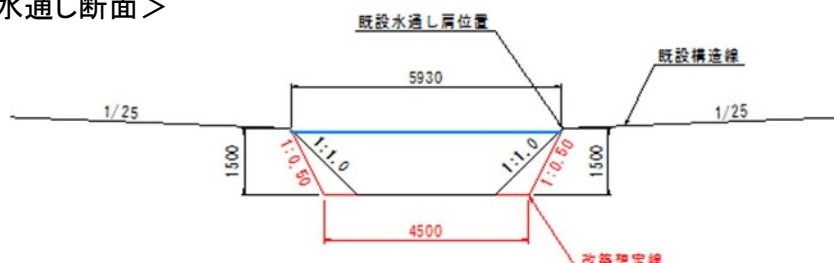
＜設計水深＞

設計水深 H	
土砂含有を考慮した流量に対する越流水深	$D_h = 0.9 \text{ (m)}$
土石流ピーク流量に対する越流水深	$z = 1.5 \text{ (m)}$
最大礫径	$d_{95} = 0.2 \text{ (m)}$

＜余裕高＞

		余裕高 $\Delta H \text{ (m)}$
設計流量	土砂含有を考慮した流量 $Q = 7.22 \text{ (m}^3/\text{s)}$ ・・・設計流量	0.6
	土石流ピーク流量 $Q_{sp} = 15.79 \text{ (m}^3/\text{s)}$	
溪床勾配	溪床勾配 ($\theta_p = 1.91^\circ$, $I = 1/30.00$) より、 $\Delta H/H = 0.40$ 余裕高 $\Delta H = H \cdot \Delta H/H$ $= 0.9 \times 0.40 = 0.36 \text{ (m)} \approx 0.4 \text{ (m)}$ ※0.1 m 単位で切り上げ	0.4

＜水通し断面＞



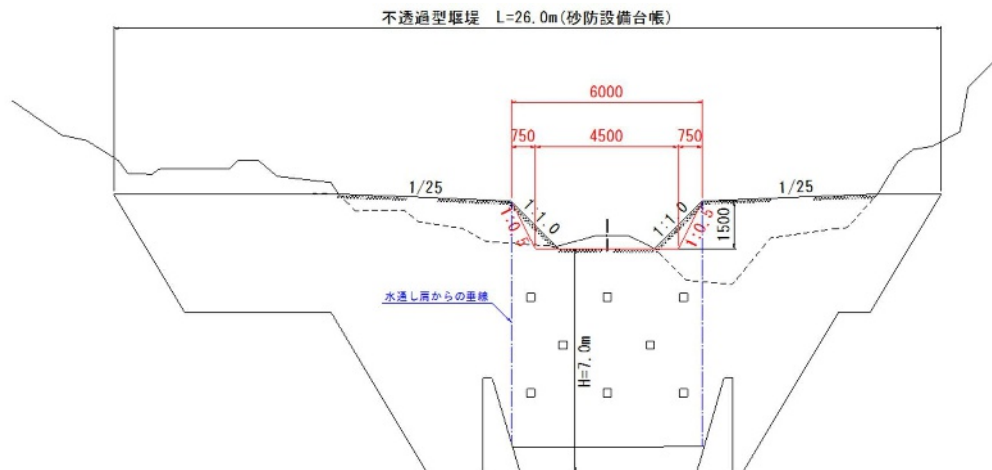
63

(3) 水通し断面の決定

検討結果

形式	水通し幅 (m)	袖小口勾配 1:m	水通し高 (m)	嵩上高 (m)	流下能力	判定
検討①	3.0	1.0	2.4	0.9	○	○
検討②			1.6	0.2	×	×
検討③	4.5	0.5	2.1	0.6	○	○
検討④			1.5	なし	○	◎

嵩上げが不要となる検討④の断面を採用



●上流施工時の仮設計画

堰堤上流施工を採用した改築計画における 仮排水計画の設計事例

(1) 堰堤周辺状況

堰堤上下流は護岸工により整備されている。また、護岸の越流による地山洗掘等の形跡は見られない。

堰堤正面



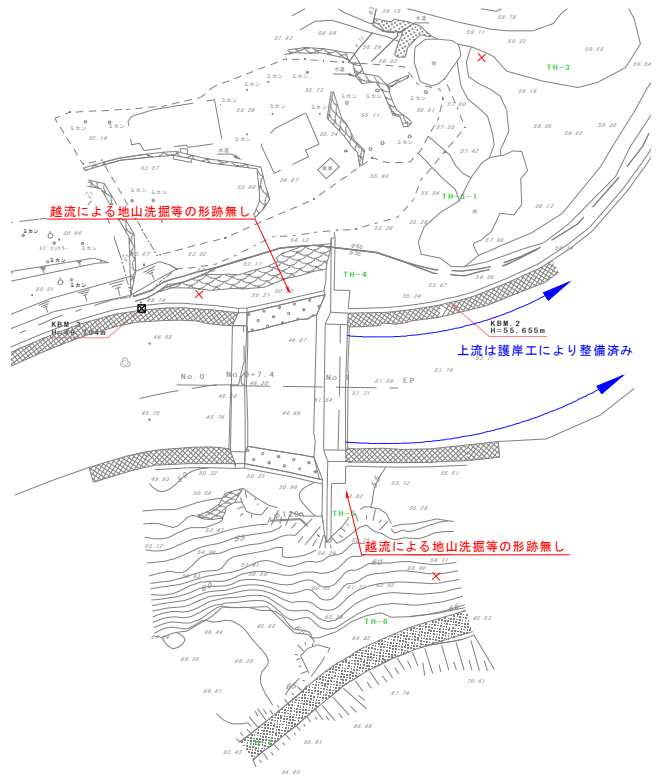
堰堤上流状況



堰堤上流護岸



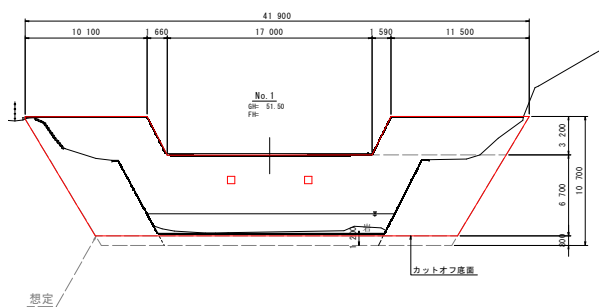
前庭保護工状況



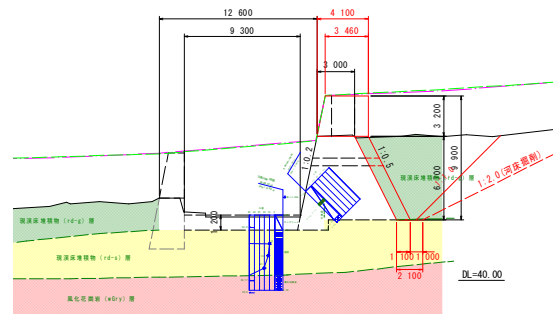
66

(2) 改築計画

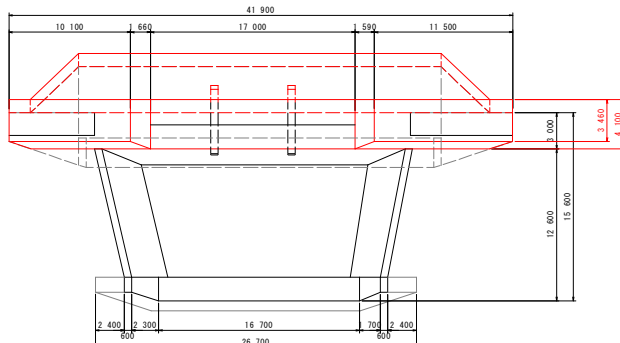
正面図



側面図



平面図



地質凡例

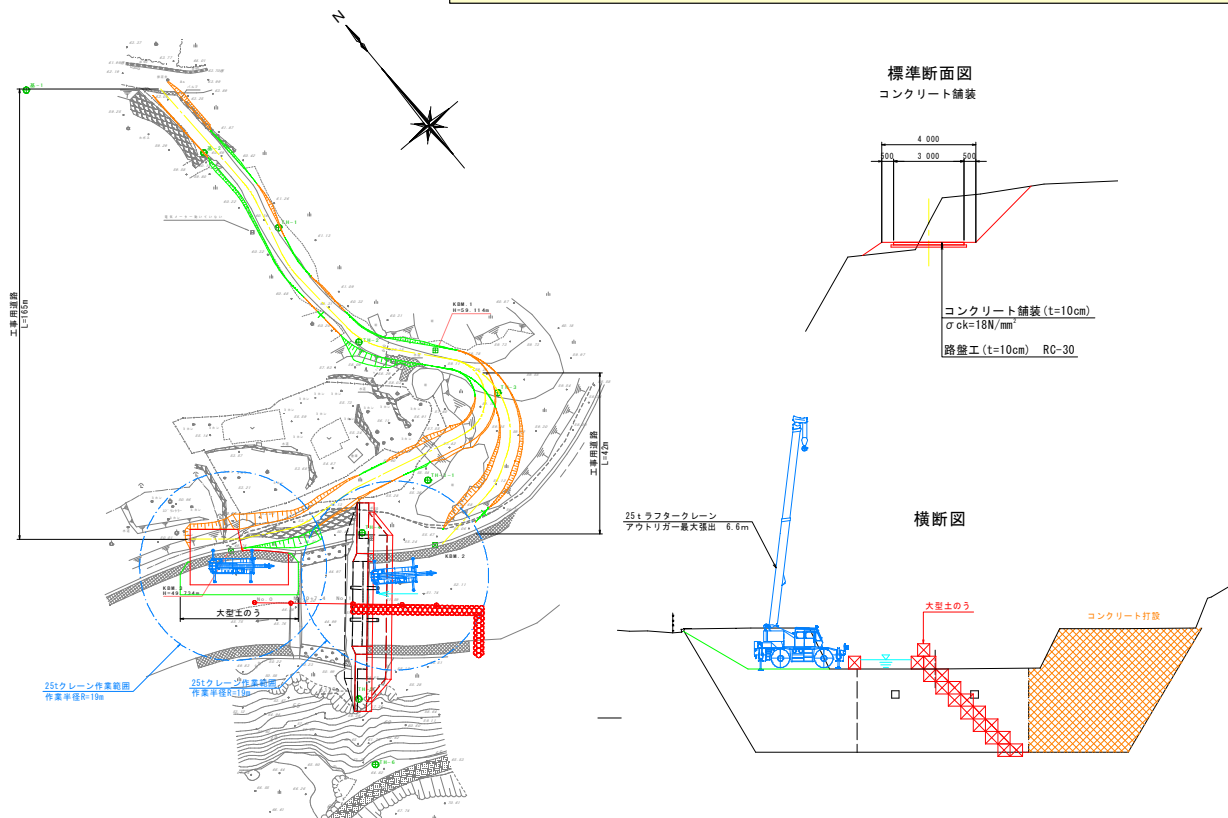
地質時代	地層名	記号	土質・岩質	代表N値	地盤の評価
第四紀	完新世	rd-s	粗砂	12	「中位」程度の砂質土
第三紀	新第三紀	wGry	風化花崗岩	100	CL級岩盤相当

堰堤の安定性を確保するための腹付けについて、検討の結果上流腹付けを計画する。

67

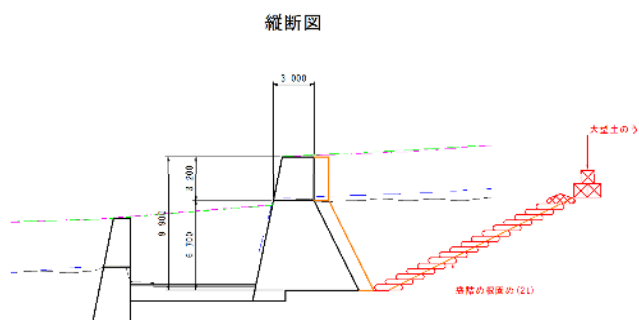
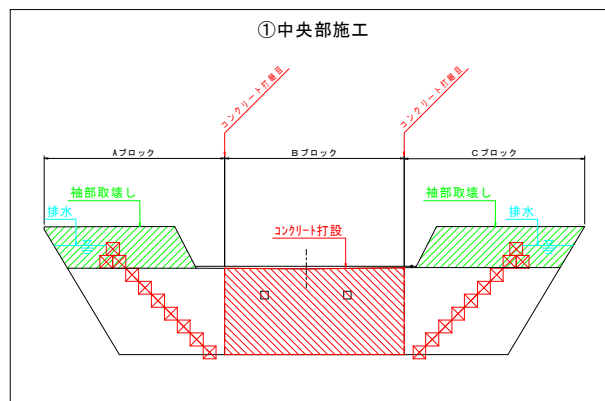
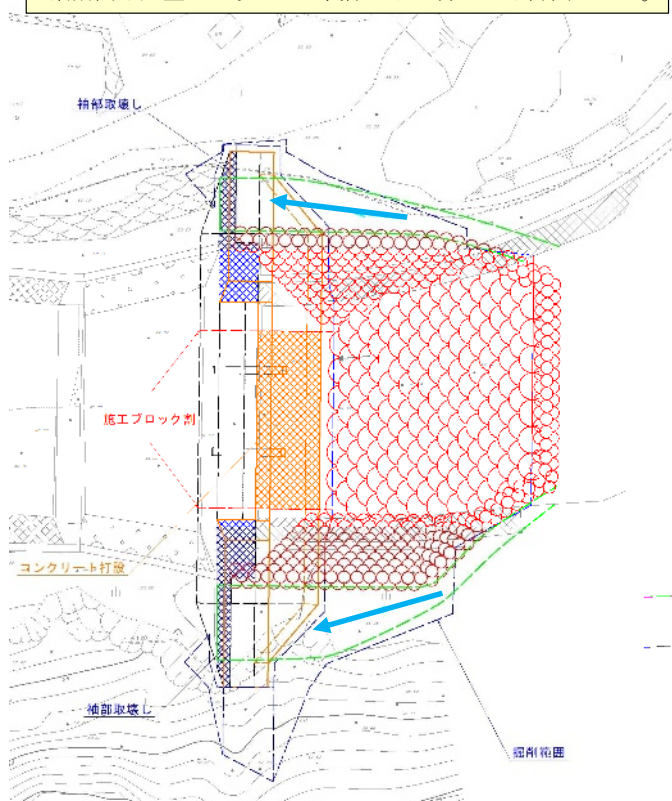
(3) 締切計画

堰堤工事に必要な工事用道路を計画した。
現地は常時流水が激しいことから、施工方法は半川締切工法を選定した。

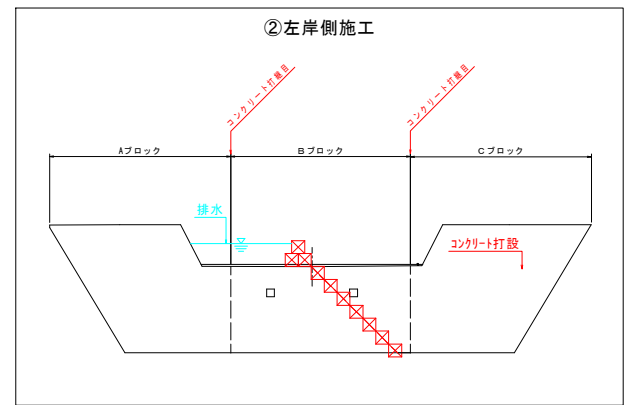
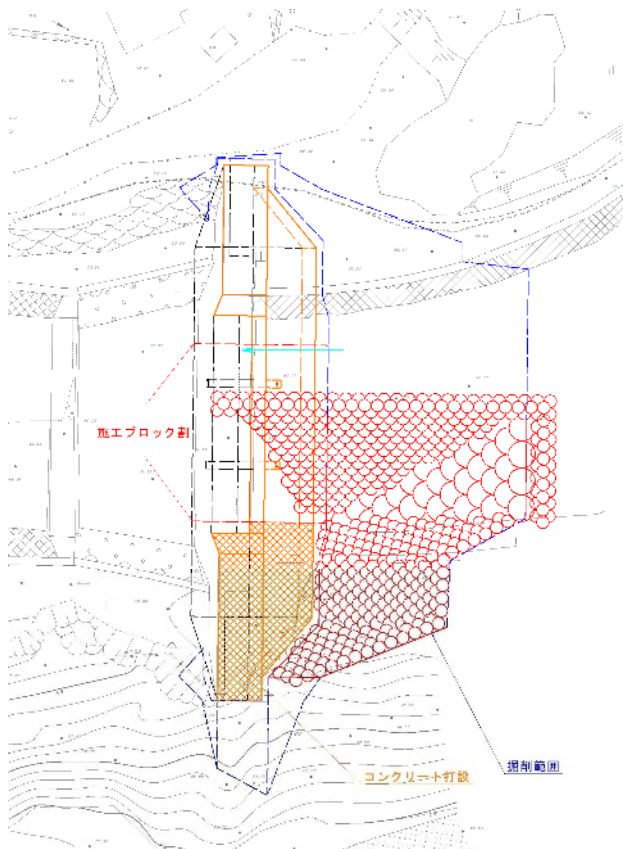


・手順①中央部施工

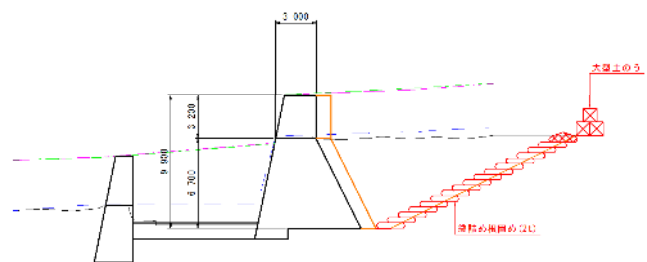
堰堤の上流の地層は河床堆積物となっていることから、掘削面を大型土のうおよび袋詰玉石で押さえる計画とした。



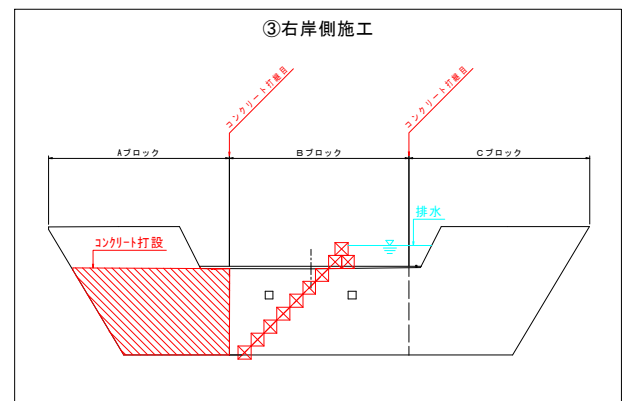
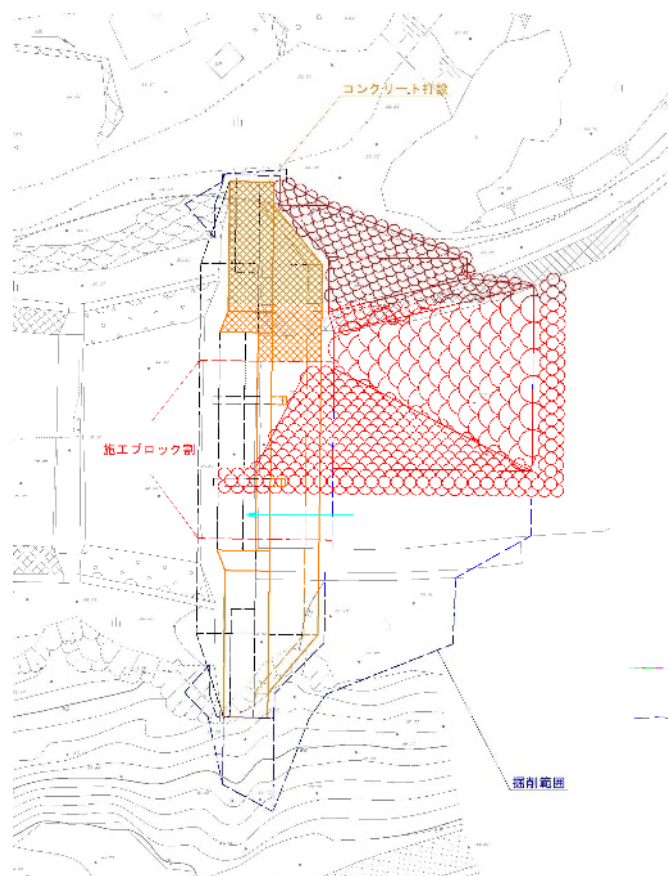
・手順②左岸側施工



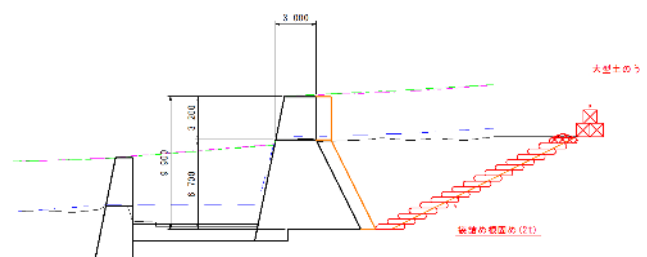
縦断面図



・手順③右岸側施工



縦断面図



●現溪床勾配の設定

計画地点から上流200m区間の勾配が溪床勾配を代表していない地形の場合の例

72

(1) 現溪床勾配の設定

現溪床勾配は計画地点から、概ね上流200m間の平均溪床勾配とすることを基本とし、計画施設設計前の地形より算出する。

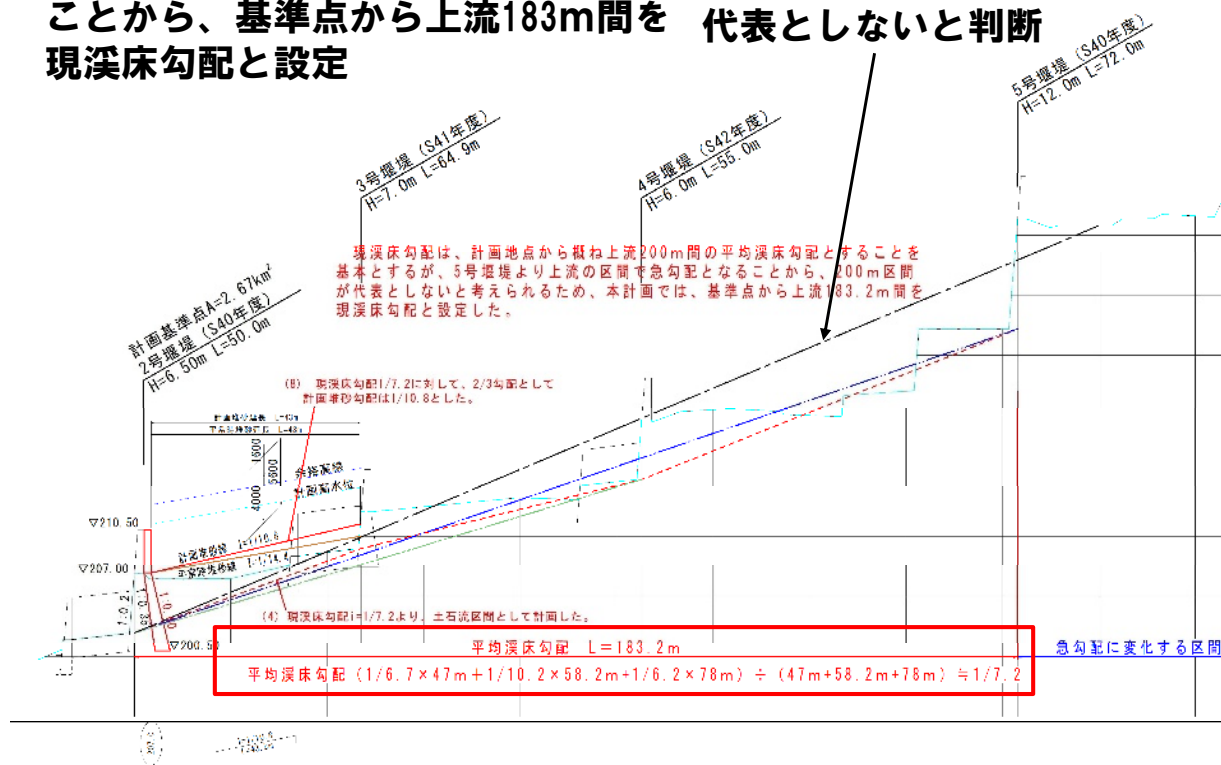
計画地点から上流200m区間が溪床勾配を代表していないと考えられる場合は、当該溪流の状況に応じて区間を設定する。

砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編) および土石流・流木対策設計技術指針に基づく計画・設計事例の解説<第3版>より抜粋

73

183mより上流の区間で急勾配となる
ことから、基準点から上流183m間を
現溪床勾配と設定

縦断面図 V=1:200
H=1:500
代表としないと判断



4. 今後の取組事項

- 構造協議について
- 成果図面について
- 協議事項について

●構造協議について

- ・砂防課での構造協議は、各工区毎に実施するが同溪流内に複数基存在する場合は、同時に実施することで整合も図りやすい。

●成果図面について

- ・複数基設計（同一溪流内）の成果図面は、出来る限り情報を共有し合う。
- ※最低でも図面目録を共有することで、必要図面・図面の並び等の整合は図れる。

76

●協議事項について

- ・以下調査範囲については範囲や箇所を充分協議して実施することが望ましい。

- ①溪流調査
- ②地質調査
- ③コンクリート品質試験
（強度試験・中性化試験）

※溪流によって流域面積が、数km²と広大な場合もある。

※地質調査で支持地盤の状況とともに重要であるのは堰堤の堤高および底面形状

77

『テーマ2』

急傾斜施設（待受式擁壁）の施工時における平板載荷試験の取り扱いについての考察

【目次】

1. 平板載荷試験とは
2. 施設の安定計算と許容支持力
3. 考察（平板載荷試験の取り扱い）

78

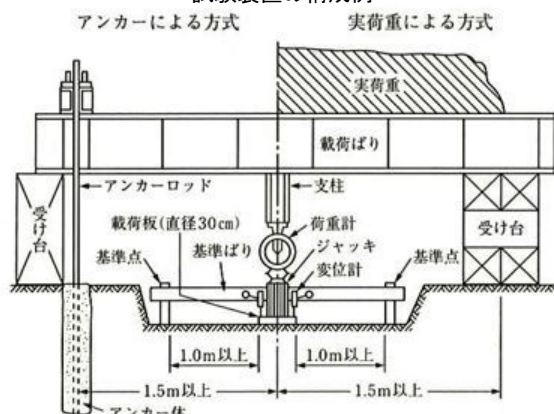
1. 平板載荷試験とは

(1) 平板載荷試験

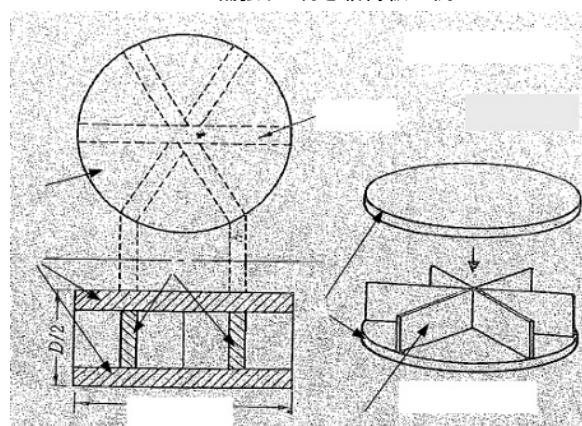
平板載荷試験は、原地盤に載荷板（直径30cmの円盤）を設置し、そこに垂直荷重を与え、荷重の大きさと載荷板の沈下量との関係から地盤を調べる試験である。

試験の結果、もとめる数値として**極限支持力**、**地盤反力係数**、**沈下量**があげられる。

試験装置の構成例



補強リブ付き載荷板の例



79

(2) 試験方法

1) 試験位置の設定

試験箇所は、計画構造物の種類、規模、基礎の大きさや地盤状況（支持地盤の位置、層構成など）を十分に検討し、地盤を代表しうる位置を適切に選定する。

2) 試験地盤面の整形と載荷板の設定

・土質地盤上に載荷板を設置する場合

- a) 試験地盤面は、載荷板の中心から載荷板直径の3倍以上の範囲を水平に整地する。
- b) 載荷前の試験地盤面の状況は十分に観察する。
- c) 整形作業は、地盤の変化や乱れを避けるために、試験直前に行う。
- d) 載荷板は、試験地盤面に密着するように設置する。
- e) 試験中に地盤状態が変化しないように、試験地盤面を養生する。

80

・岩盤上に載荷板を設置する場合

- a) 試験を実施する岩盤表面は、載荷板の直径の1.5～2.0倍を目安とする範囲で著しい凹凸がないように平らに仕上げる。
- b) 試験地盤面の凹凸は、数mm以下となるように仕上げることを目標とする。
- c) 載荷前の試験地盤面の状況は十分に観察し、亀裂などの状況を把握する。
- d) 載荷板と試験地盤面を密着させるために、試験地盤面をセメントペーストなどでフェーシングを行って、載荷板を設置する
- e) フェーシングの範囲は載荷板と同じ面積とし、極力薄く設置するものとする。

81

3) 載荷方法

載荷板への載荷は荷重制御方式によるものとし、載荷パターン及び荷重持続時間は試験目的に合わせて設定する。

- ・ 載荷パターン

- 「**段階式載荷**」 「**段階式繰返し載荷**」

- 「**単調繰返し載荷**」 「**最大荷重の繰返し載荷**」

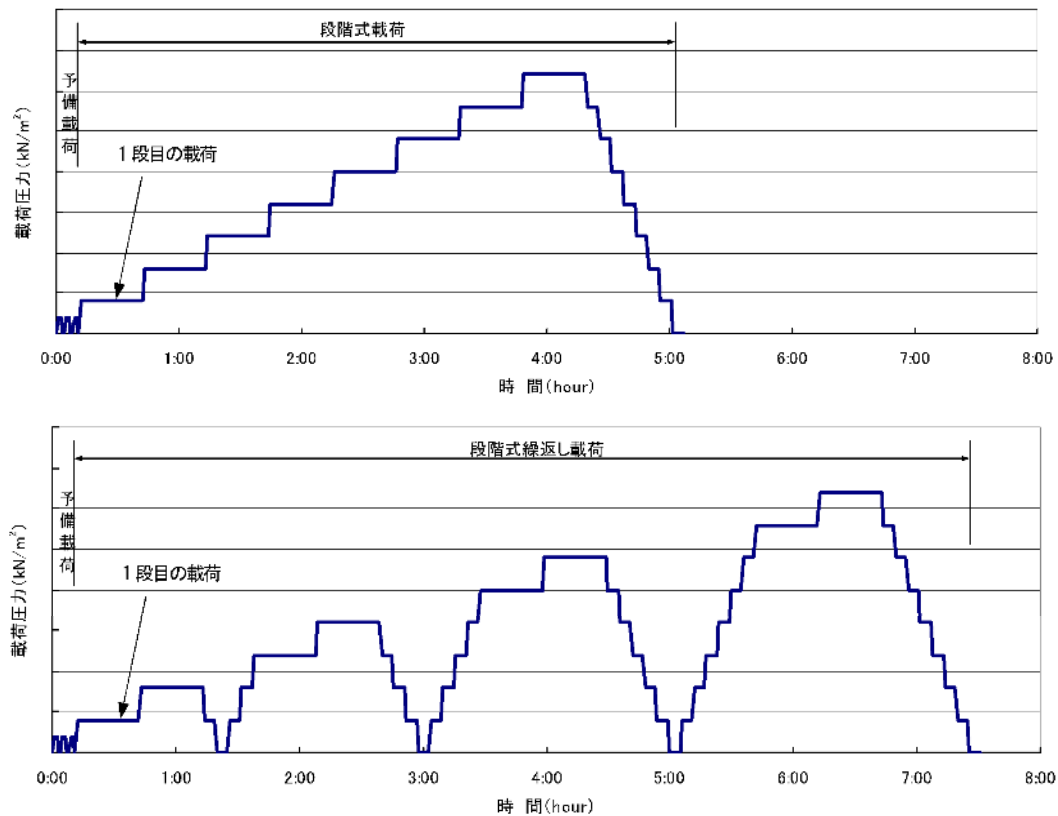
- 「**持続荷重の載荷**」

- ・ 試験目的に応じた載荷パターンの組み合わせ

- a) 地盤の支持特性を求める場合は、**段階式載荷**又は**段階式繰返し載荷**を用いる。

- b) 地盤の変形特性を求める場合には、**単調繰返し載荷**、**最大荷重の繰返し載荷**、**持続荷重の載荷**を組み合わせ用いる。

- c) **持続荷重の載荷**は、地盤のクリープ特性を求める場合に用いる。



載荷パターンの例「**段階式載荷**」 「**段階式繰返し載荷**」

84

4) 荷重

- a) 予備載荷の荷重は，各載荷パターンの1段目を超えない範囲で設定する。
- b) 試験最大荷重は，試験箇所の状態と構造物の設計応力を考慮して設定する（設計応力の1～3倍の範囲で設定した載荷圧力や想定される極限支持力から決定する場合が多い。）。
- c) 段階式載荷，段階式繰返し載荷及び単調繰返し載荷の荷重は，試験最大荷重を適切に分割して設定する。
- d) 持続荷重の大きさは，試験時の最大荷重と同一とする。

85

8) 試験結果の整理

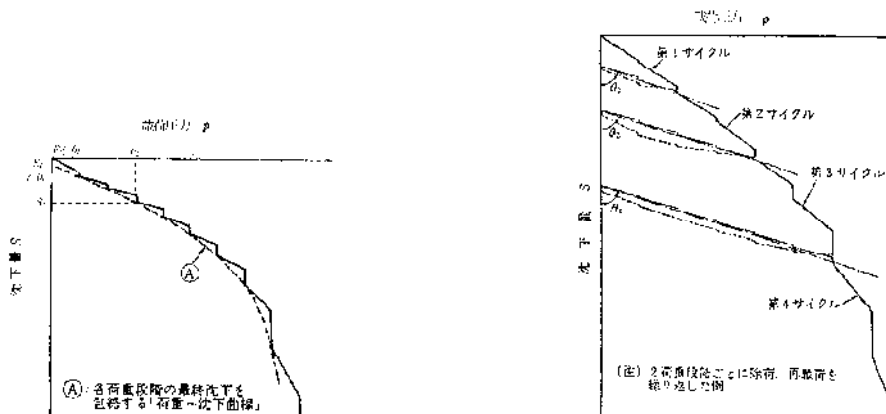
・地盤の支持特性を求める場合

①測定結果に基づき以下グラフを作成する。

- ・「時間－載荷圧力曲線」・「時間－沈下量曲線」
- ・「載荷圧力－沈下量曲線」

段階式繰返し載荷の試験では上記に加え

- ・「載荷圧力－残留沈下量曲線」・「除荷量曲線」

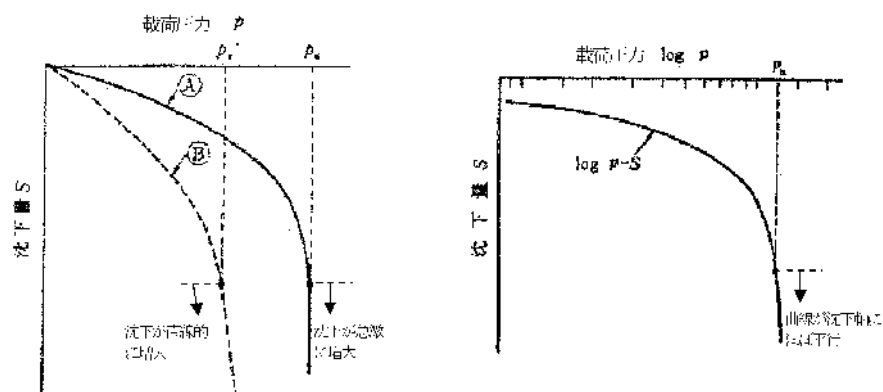


86

②地盤反力係数を、「載荷圧力－沈下量曲線」から計算式で算定する。

③地盤が破壊状態に至った点とみなし、その時の載荷圧力を極限支持力と判定する。

※試験最大荷重に達しても、地盤の破壊状態が認められない場合には、試験最大荷重の載荷圧力を極限支持力として扱うことができる。



87

(3) 平板載荷試験のポイント

①試験結果で得られる値は極限支持力、地盤反力係数

②試験最大荷重は、設計応力の1～3倍の範囲で設定した載荷圧力や想定される極限支持力から決定。

③測定結果に基づきグラフを作成し、設定した近似曲線から地盤が破壊状態に至った点から極限支持力を求める。

※試験最大荷重に達しても、地盤の破壊状態が認められない場合は、試験最大荷重の載荷圧力を極限支持力として扱う。

2. 施設の安定計算と許容支持力

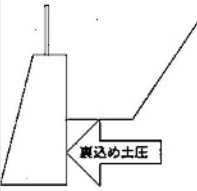
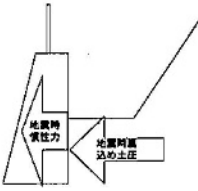
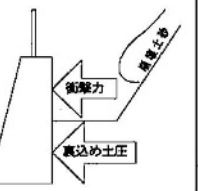
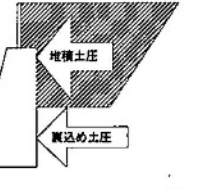
(1) 急傾斜施設(重力式擁壁)の安定計算の概要

急傾斜施設の擁壁工における安定計算では「滑動」、「転倒」、「基礎地盤の支持力」の3つの項目について検討を行う。

さらに「常時」、「※地震時」、「衝撃時」、「崩壊土砂堆積時」の荷重の組み合わせで検討する。

※擁壁高さが8 mを超える場合。

(2) 安全率

荷重の組み合わせ		平常時	地震時 ^{注1}	衝撃力作用時	崩壊土砂堆積時
状態図					
外力		①裏込め土圧	①裏込め土圧 ②地震時慣性力	①裏込め土圧 ②崩壊土砂の 衝撃力	①裏込め土圧 ②崩壊土砂の 堆積土圧
安全率	滑動	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$	$F_s > 1.0$	$F_s \geq 1.2$
	転倒	$ e \leq B/6$	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$
	基礎地盤の支持力	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 3.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 1.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$

注1) 擁壁高が8mを超えるものについて検討する。

ここに、e: 底版中心より合力の作用位置の偏心距離、B: 擁壁の底版幅、

q: 地盤反力度、 q_a : 許容地盤支持力度、 q_u : 極限地盤支持力度

90

(3) 許容支持力の考え方

急傾斜施設の擁壁工における基礎地盤の許容支持力度は、基礎地盤に応じた許容支持力度に対して安全率に基づいて評価する。

基礎地盤に応じた許容支持力度は土質試験等で測定された数値が得られない場合は、以下の表を用いる。

基礎地盤の種類と許容鉛直支持力度（常時値）

基礎地盤の種類		許容鉛直支持力度 q_a (kN/m ²)	目安とする値	
			一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	N値
岩 盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10,000以上	—
	亀裂の多い硬岩	600	10,000以上	
	軟岩・土岩	300	1,000以上	
礫 層	密なもの	600	—	—
	密でないもの	300		
砂 質 地 盤	密なもの	300	—	30～50
	中位なもの	200		20～30
粘性土 地 盤	非常に硬いもの	200	200～400	15～30
	硬いもの	100	100～200	10～15

91

安全率に基づいた評価方法としては、前項で設定した砂質土（中位なもの）の場合以下のような評価手法となる。

地盤の支持力度（常時）× 3.0 = 地盤の極限支持力度

$$200\text{kN/m}^2 \times 3.0 = 600\text{kN/m}^2$$

地盤の極限支持力度 ÷ 安全率 = 許容支持力度

常時
Fs=3.0
200kN/m²

衝撃時
Fs=1.0
600kN/m²

崩壊土砂堆積時
Fs=2.0
300kN/m²

3. 考察（平板載荷試験の取り扱い）

（1）平板載荷試験の結果から許容支持力を評価する場合

基礎地盤における平板載荷試験の結果から得られる値は基礎地盤の極限支持力であるため、各々の荷重の組み合わせの許容支持力に評価する必要がある。

以下に例を挙げる。

平板載荷試験結果の極限支持力度 = 900kN/m²

地盤の極限支持力度 ÷ 安全率 = 許容支持力度

常時
Fs=3.0
300kN/m²

衝撃時
Fs=1.0
900kN/m²

崩壊土砂堆積時
Fs=2.0
450kN/m²

(2) 必要な極限支持力を算出する場合

擁壁基礎において地盤の支持に必要な極限支持力は、安定計算結果の鉛直方向応力に安全率を乗じることで算出が可能である。

鉛直方向応力 × 安全率 = 必要な極限支持力

鉛直方向 応力	常時 Fs=3.0 120kN/m ²	衝撃時 Fs=1.0 75kN/m ²	崩壊土砂堆積時 Fs=2.0 90kN/m ²
× 安全率			
極限支持力	360kN/m ²	75kN/m ²	180kN/m ²

必要極限支持力度 = 360kN/m²
(平板載荷試験最大荷重の載荷圧)