

第2章 砂防調査

第1節 総説

1. 総説

本章は、砂防基本計画の策定、砂防設備等の設計、総合的な土砂管理の検討、及び天然ダム（河道閉塞）形成時等における緊急的な対応を実施するための資料を得ることを目的とし、溪流、山地河道とその流域で生産される土砂及び流出する土砂、流木に関する調査、及び堰堤計画地点周辺にて行う調査の技術的事項を定めるものである。

砂防基本計画は、水系砂防計画、土石流対策計画、流木対策計画、火山砂防計画、天然ダム等異常土砂災害対策計画からなり、多岐にわたる土砂移動現象を対象としたものである。このため、基礎的な調査により対象現象を明確にし、それぞれの計画及び対策に適した調査を実施することが必要である。また、計画が対象とする現象により、生産土砂量や流出土砂量、流出流木量等、計画で対象とする土砂・流木量が異なる場合があることに注意が必要である。更に、水系砂防や総合的な土砂管理の検討等に関する調査においては、下流との関係を考慮しながら、実施することに注意する。

解説

本章は、砂防事業に関する調査として、下記の調査について取りまとめたものである。

- ・流域特性調査（地形・地質調査、社会状況調査、既設工作物調査）
- ・溪流現況調査（土砂生産調査、動植物等自然環境調査、水質調査）
- ・砂防基本計画のための調査（水系砂防調査、土石流対策調査、流木対策調査、天然ダム（河道閉塞）等異常土砂災害対策調査）
- ・土砂災害の実態把握に関する調査
- ・堰堤設計調査（地質調査、砂防ソイルセメント工法に関する調査、測量）

第2節 流域特性調査

1. 地形調査

1.1 流域区分

流域区分では、縮尺1/5,000以上の地形図を用いて、計画基準点より上流の流域を溪流ごとに区分し、それぞれの流域面積を求めることを標準とする。

解説

流域区分は、長野県建設部又は林務部で作成されている航空レーザー測量データ（縮尺1/2,500）を使用することを基本とし、大縮尺の地形図がない場合は国土地理院地形図等で補完する。

1.2 水系図

地形調査では、流域区分と同様の地形図を用いて水系図を作成し、谷を次数ごとに区分することを標準とする。

解説

谷次数の区分は次数ごとの流出土砂量や崩壊土砂量との関係を把握するために利用するものであり、区分に当たっては図9-2-1に示すストレーラーの方法によることを標準とする。

この手法は流域最上流の谷を1次の谷として下流へ下り、同じ谷次数同士が合流すれば合流後の谷次数を+1次数とする手法である。つまり、n次の谷同士が合流すると「n+1」次の谷となる。

1次谷の定義は図9-2-2に示す谷型地形とし、1次谷の上流にあたる非谷型地形の浸食谷（山腹に相当する浅い谷）を0次谷とする。なお、0次の谷同士は合流しても0次谷のままとする。

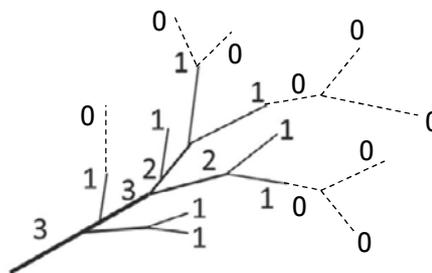


図 9-2-1 谷の次数区分

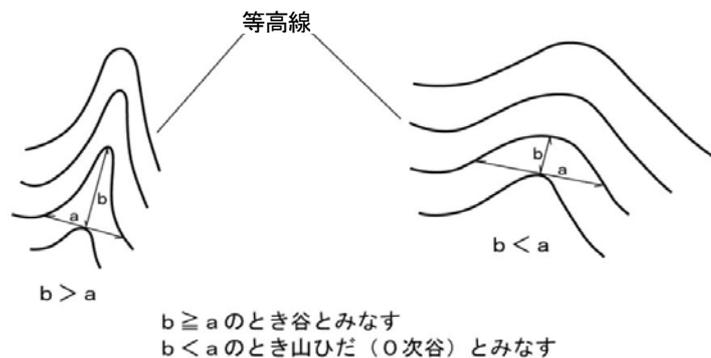


図 9-2-2 1次谷と0次谷の定義

1.3 溪床勾配区分

土砂の流送形態、土石流の発生・流下・堆積等の形態の基礎資料として、溪床勾配を区分することを標準とする。

解 説

流域の流路を一定の間隔や溪床勾配の変化点等で区切り、その間の溪床勾配の調査を行う。図上調査では等高線の間隔を基に調査し、必要に応じて現地調査で補足して溪床勾配を把握する。

溪流での土砂移動の形態は、溪床勾配、溪床幅、流域面積、粒径等の様々な因子が反映されるものであるが、一般的には溪床勾配 2° （ $1/30$ 程度）付近が掃流区間と土石流区間の境界となる。

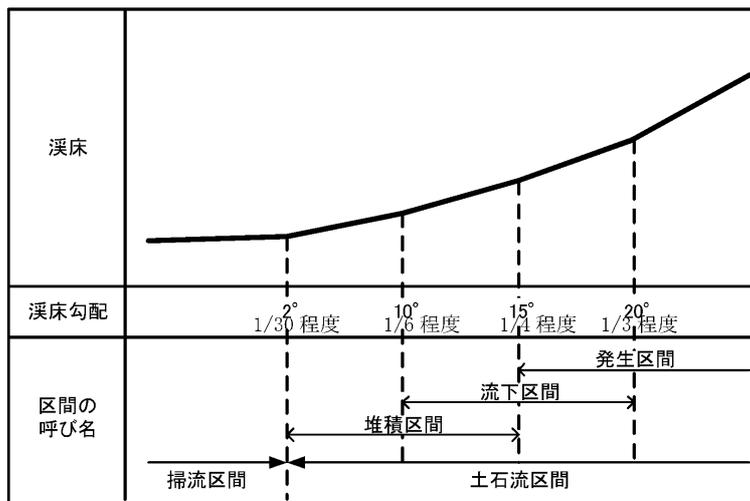


図 9-2-3 土砂移動の形態の溪床勾配による目安

2. 地質調査

流域全体にわたる地質状況の把握、比流出土砂量算定の際の基礎調査として、地質調査を実施する。

解 説

流域の地質状況は、長野県デジタル地質図2015、土地分類基本調査図（表層地質図、地形分類図、土壤図）、治水地形分類図等の既往資料等により調査する。

堰堤計画地点の地質は、本章第9節2 に示す地質調査により、詳細な地質及び地層分布等を調査し、基礎地盤の許容支持力や摩擦係数等を推定する。

3. 植生調査

土砂の流出特性、流木対策調査の基礎調査として、植生調査を実施する。

解 説

植生調査は、現存植生図（自然環境保全基礎調査（植生調査））等の既往資料や空中写真判読により概括を把握した上で、現地調査による補足調査により実施する。流木対策の基礎資料とするため、森林（針葉樹、広葉樹）、草原（草本類）、耕作地、裸地等に区分する。

4. 社会状況調査

4.1 土砂災害の被害想定区域の調査

計画基準点上下流の土石流及び土砂流出による洪水氾濫の被害想定区域における人家、公共施設、災害時要配慮者利用施設、防災拠点等の保全対象の分布状況、土地利用実態、今後の開発計画等を調査することを標準とする。

解 説

土砂災害の被害想定区域の調査は、砂防事業全体計画策定のため、土石流及び土砂流出による洪水氾濫の被害想定区域において、下記事項について調査を行い、平面図（流域概要図）に整理する。

調査にあたっては、土石流危険渓流に関する調査にて作成されている土石流危険渓流カルテや、土砂災害防止に関する基礎調査（土石流）において作成されている土石流区域調書を参考とし、現地調査により現時点の状況を調査・把握する。

- ・土砂災害警戒区域・特別警戒区域の指定状況及び範囲
- ・人家、事業所、公共的施設、災害時要配慮者利用施設等の建築物の戸数や件数
- ・道路（国道、県道、市町村道）や鉄道（JR、私鉄）、河川、水路等の公共施設の延長
- ・橋梁の基数
- ・農地の面積等

4.2 災害履歴調査

既往文献等を基に、流域の土砂災害の発生履歴を調査する。

解 説

災害履歴調査では、市町村史（誌）等の既往資料を基に、必要に応じて市町村や地域住民への聞き取りを行い、対象流域において過去に発生した土砂災害の規模や被災範囲等を調査する。

4.3 社会環境調査

社会環境調査は、対象となる流域の社会環境の現状（地域特性）を把握するため、社会環境に関する法令等に基づく区域指定状況調査、地域防災計画を含む土地利用計画調査、開発状況調査、自然観光資源調査、景観資源調査等について実施することを標準とする。

解 説

社会環境調査の主な調査内容には、法令等指定状況調査、土地利用計画調査、開発状況調査、自然観光資源調査、地域の風俗・習慣等に関する調査がある。

4.3.1 法令等指定状況調査

砂防事業に関連する法規制の有無を調査する。

解 説

法令等指定状況調査では、対象流域内や堰堤敷周辺において、下記に示す法令による規制がなされているか調査し、該当する法規制がある場合は、指定区域を平面図（流域概要図）に整理する。

- ・土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域）
- ・砂防法（砂防指定地）
- ・地すべり等防止法（地すべり防止区域）
- ・急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（急傾斜地崩壊危険区域）
- ・森林法（保安林、保安施設地区、地域森林計画対象民有林）
- ・国有林野法（国有林）
- ・自然公園法（国立公園、国定公園、都道府県立自然公園）
- ・自然環境保全法（原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、都道府県自然環境保全地域）
- ・保護林制度（森林生態系保護地域、植物群落保護林等）
- ・鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律（鳥獣保護区）
- ・絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（生息地等保護区）
- ・文化財保護法（埋蔵文化財包蔵地、天然記念物、史跡・名勝）
- ・都市計画法（都市計画区域、地域地区等）
- ・農地法（農業振興地域、農用地区域）
- ・景観法（景観計画、景観地区）
- ・都市緑地法（緑地保全地域等）
- ・その他（市町村条例による土地利用規制、環境基準等）

4.3.2 その他調査

法令等指定状況調査以外の社会環境調査として、下記に関する調査を実施し、砂防施設の配置位置や型式、規模、景観への配慮等の基礎資料とする。

- ・地域防災計画や土地利用計画に関する調査（土地利用状況や長野県及び市町村土地利用計画等）
- ・開発状況に関する調査（行政区画の現状、将来の開発計画等）
- ・自然観光資源に関する調査（エコツーリズム推進法に基づく全体構想、憩いの場、観光・レクリエーションの場（キャンプ場、溪流釣り等）としての溪流空間の利用実態等）
- ・地域の風俗・習慣・信仰等の伝統的な生活文化と溪流の関係に関する調査

5. 既設工作物調査

既設工作物調査では、砂防関係施設、治山施設等の現況を、資料調査、現地調査及び航空レーザー測量データによる調査結果の解析等により把握し、既設工作物の諸元及びその効果を把握する。

5.1 既設工作物現況調査

既設工作物現況調査では、砂防施設、治山施設等の既設工作物の位置、諸元等を把握する。

解 説

既設工作物現況調査は、下記に示す砂防施設、治山施設の既往資料調査及び現地調査により、既設工作物の状況（位置及び諸元）を把握し、平面図等に取りまとめる。

- ・ 砂防設備台帳
- ・ 治山台帳
- ・ 設計図書、竣工図書
- ・ 土石流危険渓流に関する調査にて作成された土石流危険渓流カルテ
- ・ 土砂災害防止に関する基礎調査（土石流）にて作成された土石流区域調書
- ・ その他（管内図、空中写真等）

既往資料調査及び現地調査において把握する内容は、下記のとおりとする。なお、砂防堰堤や床固工等の堤高（有効高）や堆砂状況（満砂・未満砂、堆砂幅、堆砂延長）は、既設工作物の施設効果量の評価において必須事項となるため、現地調査にて状況を確認するとともに航空レーザー測量データ等も活用し、諸元及び効果を把握する。

- ・ 種類（砂防施設、治山施設）
- ・ 位置
- ・ 工種（砂防堰堤、床固工、溪流保全工、流路工、護岸工、山腹工、治山谷止工、治山床固工等）
- ・ 型式（不透過型、透過型、部分透過型）
- ・ 材質（コンクリート、砂防ソイルセメント、鋼製枠、石材（練石積、空石積）等）
- ・ 規模（堤高、堤長、天端幅、法勾配等）
- ・ 所管、名称、竣工時期
- ・ 堆砂状況（満砂・未満砂、堆砂幅、堆砂延長等）
- ・ 破損等状況（クラック、漏水、断面欠損、下流基礎洗堀等）

5.2 既設工作物の効果

既設工作物の効果は、施設規模、状況、土砂流出状況等を考慮し、土石流が発生した場合に既設工作物が破壊されずに機能する構造であるかを確認した上で、その効果を評価する。

解 説

既設工作物の効果は、砂防施設、治山施設を問わず、既設工作物の規模、材料、堆砂状況、破損等状況、土砂・流木の流出状況を考慮し、土石流が発生した場合の想定される外力に対して施設の安全性が十分な場合に施設効果を考慮し、効果量を評価することができる。

5.2.1 施設効果を考慮する施設

施設効果を考慮して効果量を評価できる既設工作物は、砂防施設、治山施設それぞれ下記の工種を対象とし、土石流によって破壊されずに機能する構造、状態及び材質の施設であることを原則とする。

- ・砂防施設：砂防堰堤、床固工、溪流保全工（流路工含む）、護岸工、土石流導流工、山腹工
- ・治山施設：谷止工、床固工、流路工、護岸工、山腹工

土石流によって破壊されずに機能する構造、状態の横断構造物（砂防堰堤、床固工、治山谷止工、治山床固工）とは、完全に満砂状態である施設、又は未満砂状態であれば 第4章第3節4.3及び4.4 に示す安定条件を満足する施設とする。

また、土石流によって破壊されない材質とは、コンクリートや砂防ソイルセメント、練石積等で築造された堅固な施設で、かつ機能に支障を及ぼす損傷が無い施設であることを原則とする。そのため、空石積や蛇籠等で築造された施設や、クラックからの漏水、基礎洗堀等の破損が確認される施設については、施設効果量は評価しない。

なお、鋼製枠造の砂防堰堤や治山谷止工は、満砂状態かつ著しい腐食や亀裂、中詰材の流出等が生じていない施設、もしくは未満砂状態であっても設置箇所が掃流区間であり、かつ安定条件を満足する施設は破壊されずに機能すると考える。しかし、土石流区間に設置されている未満砂状態の施設については、土石流によって破壊される可能性が高いため、安定条件を問わず施設効果量は評価しない。

（施設効果を考慮できる施設）

- ・堅固な材質で築造され、未満砂状態であっても安定条件を満足する砂防堰堤、治山谷止工
- ・堅固な材質で築造され、完全に満砂状態である砂防堰堤、床固工、治山谷止工、治山床固工
- ・堅固な材質で築造された溪流保全工（流路工含む）、護岸工、土石流導流工、山腹工

（施設効果を考慮できない施設）

- ・未満砂状態では安定条件を満足しない砂防堰堤、治山谷止工
- ・空石積や蛇籠、ふとんかご等で築造された施設
- ・クラックや基礎洗堀等の破損がある施設
- ・著しい腐食や亀裂等がある鋼製枠の砂防堰堤、治山谷止工
- ・土石流区間に設置された未満砂状態かつ鋼製枠で築造された砂防堰堤、治山谷止工

5.2.2 横断構造物の施設効果量の評価

既設工作物のうち、横断構造物（砂防堰堤、床固工、治山谷止工、治山床固工）は、土石流が発生した場合に直撃を受ける可能性の高い施設であり、図 9-2-4に示すフローに基づき、土石流に対する安全性を検討し、施設効果量を評価する。

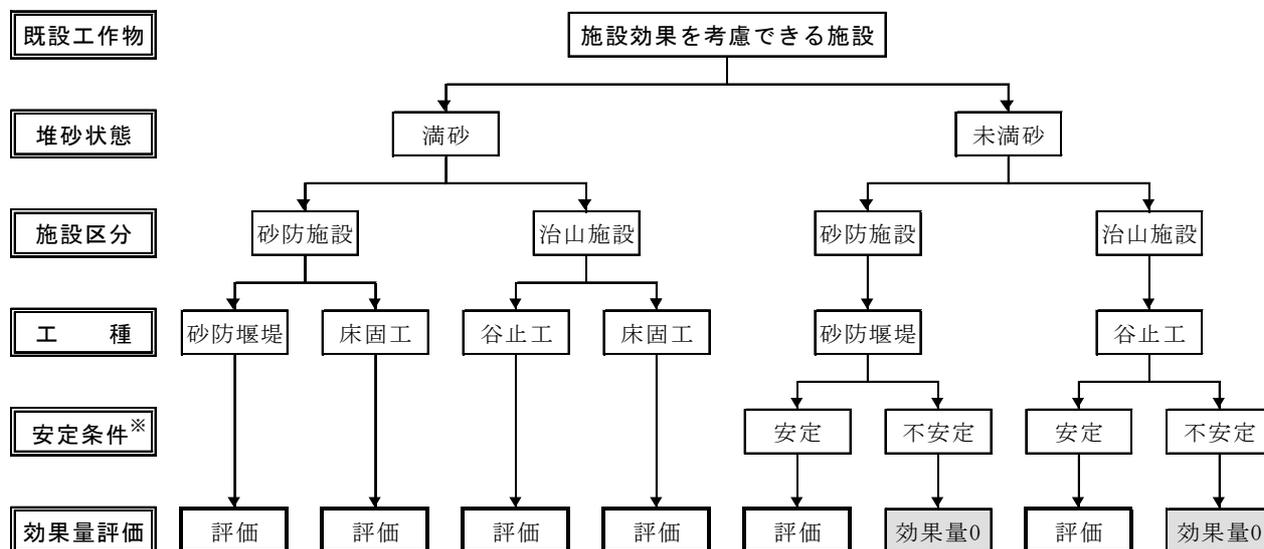


図 9-2-4 横断構造物の施設効果量の評価

5.2.3 土砂・流木処理計画における施設効果量

既設工作物の効果として評価する施設効果量は、砂防基本計画の土砂・流木処理計画における下記の施設効果量とする。

なお、水系砂防計画における③計画流出抑制土砂量、土石流対策計画における③計画堆積土砂量、流木対策計画における③計画堆積流木量は、既設工作物が砂防堰堤であり、かつ除石（流木の除去を含む）計画がある場合にのみ評価することができる。

- ・水系砂防計画：①計画流出調節土砂量、②計画生産抑制土砂量、（③計画流出抑制土砂量）
- ・土石流対策計画：①計画捕捉土砂量、②計画土石流発生（流出）抑制量、（③計画堆積土砂量）
- ・流木対策計画：①計画捕捉流木量、②計画流木発生抑制量、（③計画堆積流木量）

治山谷止工は砂防堰堤と類似する施設であり、特に近年には土石流対策型と呼ばれる土石流や流木捕捉を目的とした施設もある。

そのため、土石流対策型として第4章第3節に準拠して設計された構造の治山谷止工については、砂防堰堤同様、水系砂防計画の計画流出調節土砂量、土石流対策計画の計画捕捉土砂量、流木対策計画の計画捕捉流木量も評価することができることとする（※表9-2-1 参照）。

それ以外の治山谷止工については、目的が山脚固定や溪床・溪岸浸食防止であることから、水系砂防計画における計画生産抑制土砂量、土石流対策計画における計画土石流発生（流出）抑制量、流木対策計画における計画流木発生抑制量のみ評価する。

施設効果を考慮できる各工種の施設効果量と、砂防基本計画の土砂・流木処理計画における施設効果量の関係を表 9-2-1に示す。

表 9-2-1 既設工作物の工種・型式と評価する施設効果量

区分・工種・型式			施設効果量								
			水系砂防計画			土石流対策計画			流木対策計画		
			①	②	③	①	②	③	①	②	③
砂防施設	砂防堰堤	不透過型	○	○	△	○	○	△	○	○	△
		透過型	○	○	—	○	○	—	○	—	—
		部分透過型	○	○	△	○	○	△	○	○	△
	床固工		—	○	—	—	○	—	—	○	—
	溪流保全工、護岸工		—	○	—	—	○	—	—	○	—
	山腹工		—	○	—	—	○	—	—	○	—
治山施設	谷止工		□	○	—	□	○	—	□	○	—
	床固工		—	○	—	—	○	—	—	○	—
	流路工・護岸工		—	○	—	—	○	—	—	○	—
	山腹工		—	○	—	—	○	—	—	○	—

※1 効果量) 水系砂防計画：①計画流出調節土砂量、②計画生産抑制土砂量、③計画流出抑制土砂量
土石流対策計画：①計画捕捉土砂量、②計画土石流発生（流出）抑制量、③計画堆積土砂量
流木対策計画：①計画捕捉流木量、②計画流木発生抑制量、③計画堆積流木量

※2 効果量区分) ○：安全条件を満足し、施設効果を考慮して評価する施設効果量
△：安全条件を満足し、除石計画がある場合に評価する施設効果量
□：砂防堰堤設計に準拠して設計された治山谷止工の場合に評価する施設効果量

5.2.4 施設効果量の算出方法

既設工作物の施設効果量は、第1章第2節に示す各砂防基本計画における各施設の算出方法に準ずる。

既設工作物の施設効果量や算出に用いる諸元（堰堤高、設置延長、現溪床勾配、平常時堆砂勾配、溪床幅、堆砂幅、堆砂延長、移動可能土砂量、流出流木量等）は、設計図書等の既往資料があり、それらの数値が整理されている場合は既往資料の数値を用いることを標準とする。

既往資料がない場合、又は既往資料の内容と現地状況に大きな相違がある場合は、現地調査、簡易な縦横断測量、及び航空レーザー測量データを用いたペーパーロケーションにより設定する。

既設工作物が小規模で施設効果量が小さい場合には、現地調査による簡易測量（ポールやテープによる計測）と航空レーザー測量データを併用し、施設効果量を推定する。

土石流・流木対策型の砂防堰堤等、施設の規模が大きく、砂防基本計画の土砂・流木処理計画に、当該施設が占める効果量の割合が大きい施設については、地形測量及び縦・横断測量を行い、より詳細に施設効果量を推定することが望ましい。

また、施設効果量の推定に用いる計画生産土砂量（水系砂防計画）、移動可能溪床堆積土砂量及び崩壊可能土砂量（土石流対策計画）、流出流木量（流木処理計画）は、本章第3節～第6節の調査方法に基づき算出する。

第3節 溪流現況調査

1. 総説

溪流現況調査は、計画基準点から上流に向かって本流及び支流の上流端までを対象に実施することを標準とする。

溪流現況調査では、露岩箇所、土砂及び巨礫の堆積状況、平水時の流路、瀬と淵、景観・環境上の留意箇所を資料調査、現地調査により明らかにし、地形図上に取りまとめる。さらに、地形及び土砂・巨礫堆積形状と断面に関する調査から、施設設計の基礎資料とするために、土石流による堆積物と主として掃流状態の土砂運搬による堆積物とに区分することを標準とする。

2. 土砂生産に関する調査

土砂生産に関する調査は、荒廃地からの土砂生産、溪床に堆積した土砂の再移動、山腹及び溪岸における斜面崩壊による土砂生産を対象として行う。

2.1 荒廃地からの土砂生産に関する調査

荒廃地からの土砂生産に関する調査は、既存の崩壊地、とくしゃ地、火山噴火による荒廃地において、現地調査、空中写真を併用する方法で、荒廃状況及び表面侵食、拡大崩壊等による生産土砂量を把握する。

解説

荒廃地からの生産土砂に関する調査は、山腹部を対象として荒廃状況を調査する。調査では、空中写真判読及び現地調査により、崩壊地、地すべり、崖錘等の不安定土砂の分布状況を把握し、荒廃状況図を作成した上で、崩壊地であれば、規模、崩壊深さ、崩壊残土、植生の侵入状況、地形・地質等の状況を調査し、現地写真、スケッチ、調査表等に取りまとめる。

既崩壊量及び崩壊拡大見込量は、崩壊面積 ($H \times L$) 又は崩壊拡大見込面積 ($H' \times L'$) に崩壊深さ (b 又は b') を掛け合わせて算出する。崩壊拡大見込量の予測等を目的として崩壊面積等の推移を調査する場合は、現地調査の他、多時期の空中写真判読により経年的な変化を把握する。

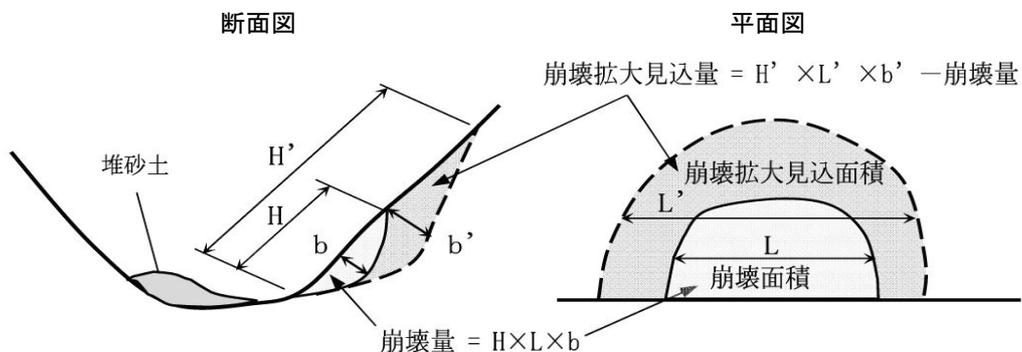


図 9-2-5 荒廃地からの生産土砂量の算出例

2.2 溪床堆積土砂の再移動に関する調査

溪床堆積土砂の再移動に関する調査は、現地調査により、溪床土砂堆積量を求め、溪床堆積土砂の再移動による生産土砂量を推定することを標準とする。

解 説

土砂移動の形態については、溪床土砂堆積地の形状と断面を観察することによって判別できる場合がある。一般に、横断形が段丘地形であり、河床堆積物が層状構造となっている場合は掃流的運搬区域（掃流区間）、横断形が凸地形又は縦断形が集合状態で凸地形であり、溪床堆積物がランダムな場合は土石流的運搬区域（土石流区間）と判別することができる。

また、溪床土砂堆積量調査においては、堆積深は周囲の洗掘断面の観察等が推定の手掛かりともなるが、ボーリング調査や弾性波探査等により溪床の岩盤の深さを推定する手法もある。

溪床不安定土砂の状況は、代表地点で簡易な測量及び調査を行い、スケッチ等で横断図を作成して把握する。調査結果は、平面図、現地写真、横断図を作成し、流域の溪床不安定土砂の状況が把握可能なように整理する。なお、調査の際は、不安定土砂の堆積幅や堆積厚、堆積物上の植生、露岩、粒径、溪岸崩壊の状況等も併せて記録する。

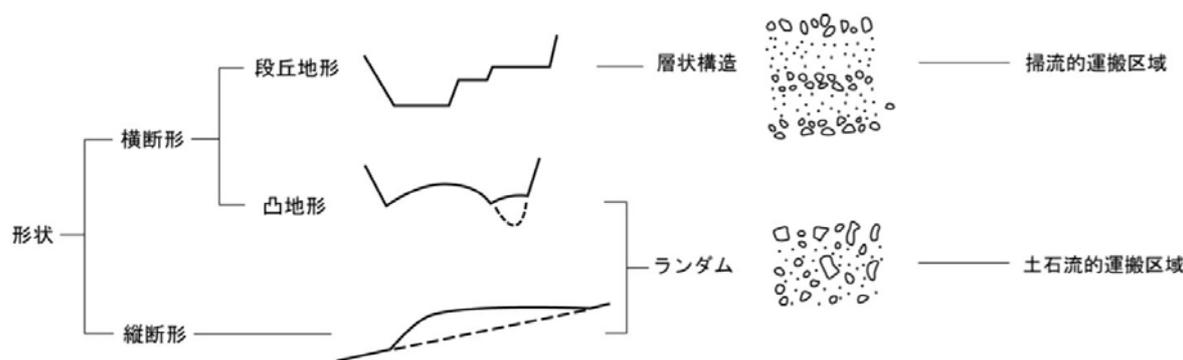


図 9-2-6 溪床土砂堆積地の形状及び断面の粒径の配列による分類

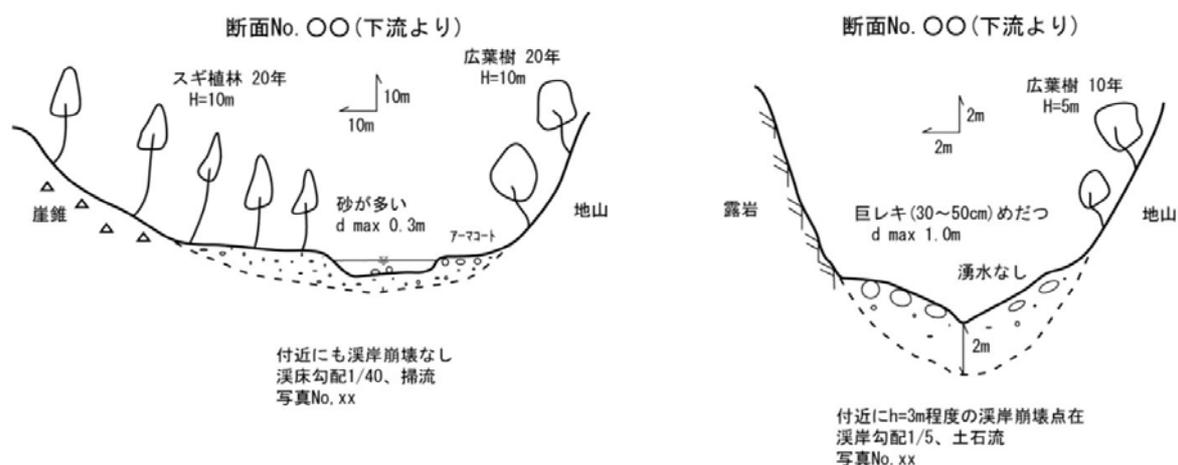


図 9-2-7 横断スケッチの例

2.3 山腹及び溪岸における斜面崩壊に関する調査

山腹及び溪岸における斜面崩壊に関する調査は、現地調査、空中写真、既往文献を併用し、崩壊地等の位置、形状、規模、崩壊時期、崩壊原因、亀裂・変状の状況、土層厚、微地形等に関する調査を行い、山腹斜面及び溪岸・河岸における表層崩壊及び深層崩壊、地すべりによる生産土砂量をそれぞれ推定することを標準とする。

解 説

山腹及び溪岸における斜面崩壊に関する調査においては、空中写真による崩壊地の判読・崩壊面積の計測及び現地調査による崩壊深の推定に基づき、崩壊土砂量を推定する手法等がある。また、崩壊前後の航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）を用いた測量による調査結果の比較によって、崩壊土砂量を求める手法等もある。

3. 自然環境調査

自然環境調査は、対象となる流域の自然環境の現状（地域特性）を把握するため、自然環境に関する法令等に基づく区域指定状況調査、動物調査、植物調査について実施する。

3.1 動物調査

溪流及びその流域は、多種多様な動物が相互に密接な関係を持ち、豊かな生態系を形成しているところが多い。砂防事業はこれらの生態系の保全及び調和も重要な課題であるため、実施にあたって必要と認められる場合には、動物類の調査を行う。

解 説

溪流及びその流域は、多種多様な生物の生息域であるが、砂防施設の整備は、溪流環境の改変を伴うものである。また、工事にあたっては地形改変や騒音・振動、濁水の流出等が発生する。そのため、砂防事業の実施にあたっては、必要に応じて動物類の調査を行う。

動物類の調査は、哺乳類、両生類、爬虫類、鳥類、魚類、昆虫類について行う。先ず、下記に示す文献等を参考に予備調査を行い、砂防事業を実施する流域付近に生息している可能性のある種を把握する。予備調査の結果、貴重な動物類が生息している可能性がある場合、または現地踏査において貴重な動物類を確認した場合には、砂防施設敷及び工事にあたって影響が生じる範囲において、詳細な現地調査を行う。また、調査結果に基づき、必要と認められる場合には貴重な動物類の保全対策を策定する。

- ・長野県版レッドリスト（動物編、2015）
- ・長野県版レッドデータブック（動物編、2004）
- ・市町村レッドデータブック
- ・環境省レッドリスト
- ・市町村史（誌）

3.2 植物調査

河川・溪流沿いはその局地的な土壌・地質・気候・水分等の条件から自然性の高い溪畔林や植物群落が成立していることが多い。また、流域上流域は標高に対応して多様な植物遷移が見られる。そのため、砂防事業の実施にあたって必要と認められる場合には、植物調査を行う。

解 説

河川・溪流沿い及び流域内には、自然性の高い溪畔林や植物群落が成立していることが多いが、砂防施設の整備は、河川・溪流沿いの地形改変を伴うものである。そのため、砂防事業の実施にあたっては、必要に応じて植物調査を行う。

植物調査は、先ず下記に示す文献等を参考に予備調査を行い、砂防施設計画地周辺の植生や貴重な植物や植物群落の生育状況を把握する。予備調査の結果、砂防施設敷及び工事影響範囲に貴重な植物や植物群落が生育している可能性のある場合には、詳細な現地調査を行い、生育箇所や範囲を整理した平面図を作成する。また、調査結果に基づき、必要と認められる場合には貴重な植物の保全対策を策定する。

- ・長野県版レッドリスト（植物編、2014）
- ・長野県版レッドデータブック（維管束植物編、2002）、（非維管束植物・植物群落編、2005）
- ・市町村レッドデータブック
- ・環境省レッドリスト
- ・市町村史（誌）
- ・現存植生図（自然環境保全基礎調査（植生調査））

3.3 自然景観調査

地域の個性的な景観、地域が大切にしている景観について把握する。

解 説

自然景観調査は、溪流及びその周辺の景観の現況を把握するための調査である。調査内容は、全体的な景観の特徴及び縦断的に変化する景観の把握を目的とする概略調査、及び景観を特徴付けている景観対象、視点、空間構成等の把握を目的とする要素調査等がある。

4. 水質調査

堰堤材料の検討のため、流水のpH試験を実施する。

解 説

鋼製砂防構造物設計便覧によると、鋼製砂防構造物はpH4以下の酸性河川の場合には、設置を避けるか、防錆処理を施す必要がある。また、砂防ソイルセメント工法を活用した砂防堰堤とする場合においても、流水及び現地発生土砂のpHが酸性であると、砂防ソイルセメントの母材に適さない可能性がある。

そのため、鋼製砂防構造物や砂防ソイルセメントを活用した砂防堰堤を設計する際には、流水のpH試験を実施する。

第4節 水系砂防調査

1. 総 説

水系砂防計画の策定にあたっては、土砂量のみならず、土砂の質（粒径）及び土砂移動で対象とする時間の3要素を考慮して設定することが望ましいため、土砂のモニタリングに関する調査等を実施する必要がある。

なお、土砂移動で対象とする時間スケールは、短期、中期、長期の3期間に区分し、各々の区分に応じて、土砂移動現象を設定するよう努める。

解 説

水系砂防調査においては、第1章第2節1.3 に準じて、時間スケールを短期と中長期に区分して調査を行う。

2. 降雨量・流出調査

2.1 短期の降雨量・流出調査

2.1.1 短期の降雨量の時間変化

短期の降雨量の時間変化は、計画基準点における短期の流砂・洪水波形を計算するために、流域における既往の降雨資料により調査する。

2.1.2 短期の流砂・洪水波形の計算

流域における短期の流砂・洪水波形は、土石流区間、及び掃流区間における計画土砂量等を算出するために資料調査、現地調査及び数値計算により求める。

解 説

流域における短期の流砂・洪水波形は、過去の実績を基に決定することができる。また、過去の災害時の詳細な情報が十分でない場合は、数値計算等で補完することができる。

洪水波形については、流域の降雨分布を考慮した上で、流出解析により、求めることができる。

流砂量の波形を求める際の流砂量の合計については、流出土砂量調査の結果によって求めることができる。また、流砂の発生のタイミングは、周辺住民に対するヒアリング調査などにより把握することができる。さらに、流砂の発生のタイミングは、流砂観測や土石流の観測、土石流災害後の流出・堆積状況調査の結果からも把握することもできる。

2.2 中長期の降雨量・流出調査

2.2.1 中長期の降雨量の時間変化

流域における中長期の降雨量の時間変化は、中長期の流砂・洪水波形を計算するために、当該流域の既往の降雨資料により調査する。

2.2.2 中長期の流砂・洪水波形の計算

流域における中長期の流砂・洪水波形は、土石流区間、及び掃流区間における計画土砂量等を算出するために資料調査、現地調査及び数値計算により求める。

解 説

流域における中長期の流砂・洪水波形は、短期同様、過去の実績を基に決定することができる。また、過去の災害時の詳細な情報が十分でない場合は、数値計算等で補完することができる。

洪水波形については、流域の降雨分布を考慮した上で、流出解析により、求めることができる。

流砂量の波形を求める際の流砂量の合計については、流出土砂量調査の結果によって求めることができる。また、流砂の発生のタイミングは、流砂観測や土石流の観測の結果からも把握することもできる。

2.3 生産土砂量調査

2.3.1 調査対象

生産土砂量調査の対象は、土石流区間から土石流として流出してくる土砂量、掃流区間に直接流入する崩壊地やとくしゃ地より流出する土砂量、地すべりにより流出する土砂量等を基本とする。なお、流木については、土砂とは別に流木として算定・見積もることとする。

解 説

土石流区間と掃流区間の判別は、本章第2節の図 9-2-3を目安とする。流木については、本章第6節を参照する。

2.3.2 短期の生産土砂量調査

短期の生産土砂量の調査は、崩壊地等で生産される土砂量を把握するために行う。

解 説

崩壊が的確に推定できる場合は、崩壊地等（崩壊地、とくしゃ地）で生産される土砂量を生産土砂量とすることを標準とする。

崩壊が的確に推定できない場合は、掃流区間の本支川に流入する1次谷の最上端から流域の最遠点までの流路沿いの土砂量を生産土砂量とすることを標準とする。

2.3.3 中長期の生産土砂量調査

中長期の生産土砂量の調査は、土石流区間から流出してくる土砂量、崩壊地等で生産される土砂量を把握するために行う。

解 説

短期の土砂生産量のうち、崩壊地を含めた土石流区間に残存した土砂を対象として、土石流区間から下流へ移動する中長期の土砂量を生産土砂量とすることを標準とする。

第5節 土石流対策調査

1. 移動可能土砂量調査

移動可能土砂量は、崩壊地調査、溪流現況調査等の結果に基づき算出する。

解説

移動可能土砂量は、移動可能溪床堆積土砂量と崩壊可能土砂量の和として、次式により算出する。

$$V_{dy1} = V_{dy11} + V_{dy12}$$

V_{dy1} : 移動可能土砂量 (m³)

V_{dy11} : 移動可能溪床堆積土砂量 (m³)

V_{dy12} : 崩壊可能土砂量 (m³)

1.1 移動可能溪床堆積土砂量調査

移動可能溪床堆積土砂量は、次式により算出する。

$$V_{dy11} = A_{dy11} \times L_{dy11}$$

$$A_{dy11} = B_d \times D_e$$

A_{dy11} : 移動可能溪床堆積土砂の平均断面積 (m²)

L_{dy11} : 流出土砂量を算出しようとしている地点、計画基準点あるいは補助基準点から1次谷等の最上流端まで溪流に沿って測った距離 (m)

B_d : 土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅 (m)

D_e : 土石流発生時に侵食が予想される溪床堆積土砂の平均深さ (m)

移動可能溪床堆積土砂量を算出する際の B_d 、 D_e は、現地調査及び近傍溪流における土石流時の洗堀状況等を参考に推定する。 B_d 、 D_e を現地調査により推定する場合は、図 9-2-8 に示すように溪流断面における溪岸斜面の角度の変化、土石流堆積物上に生育する先駆樹種と山腹地山斜面に生育する樹種の相違等を参考に、山腹と溪床堆積土砂を区分して行う。

D_e の推定は図 9-2-8 における断面形状だけでなく、上下流における溪床の露岩調査を行い、縦断的な基岩の連続性を考慮して行う。

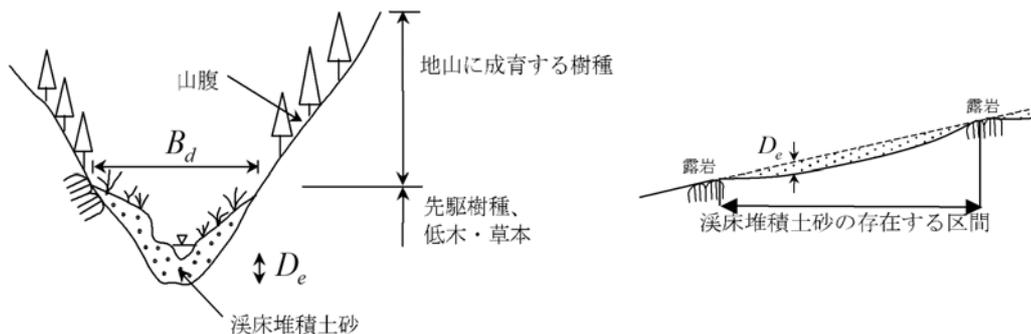


図 9-2-8 侵食幅、浸食深の調査方法

1.2 崩壊可能土砂量調査

崩壊可能土砂量は、的確に推定できるか否かで、以下に示すいずれかの方法で算出する。

1.2.1 崩壊可能土砂量を的確に推定できる場合

崩壊可能土砂量は、0次谷（常時流水の無い谷）及び溪流山腹の予想崩壊土砂量である。

崩壊可能土砂量の算出においては、地形・地質の特性及び既存崩壊の分布、現地調査等を参考に、具体的な発生位置、面積、崩壊深を推定する。崩壊可能土砂量の算出に関する現地調査として、現地踏査、標準貫入試験を実施した事例がある。その他の現地調査手法としては、ボーリング調査等がある。なお、崩壊土砂のかさ増しは、原則として行わない。

1.2.2 崩壊可能土砂量を的確に推定することが困難な場合

0次谷の崩壊を含めた次式により、崩壊可能土砂量を推定する。

土石流発生直後等、現存する移動可能土砂量が少ない場合でも山腹や溪岸の土砂生産が激しく、近い将来に移動可能土砂量が増加すると予想される場合には、これを推定して加える。

$$V_{dy12} = \Sigma (A_{dy12} \times L_{dy12})$$

$$A_{dy12} = B_d \times D_e$$

A_{dy12} : 0次谷における移動可能溪床堆積土砂の平均断面積 (m²)

L_{dy12} : 流出土砂量を算出しようとしている地点より上流域の1次谷の最上端から流域の最遠点である分水嶺までの流路を谷筋に沿って測った距離 (m) で、支溪流がある場合はその長さも加える

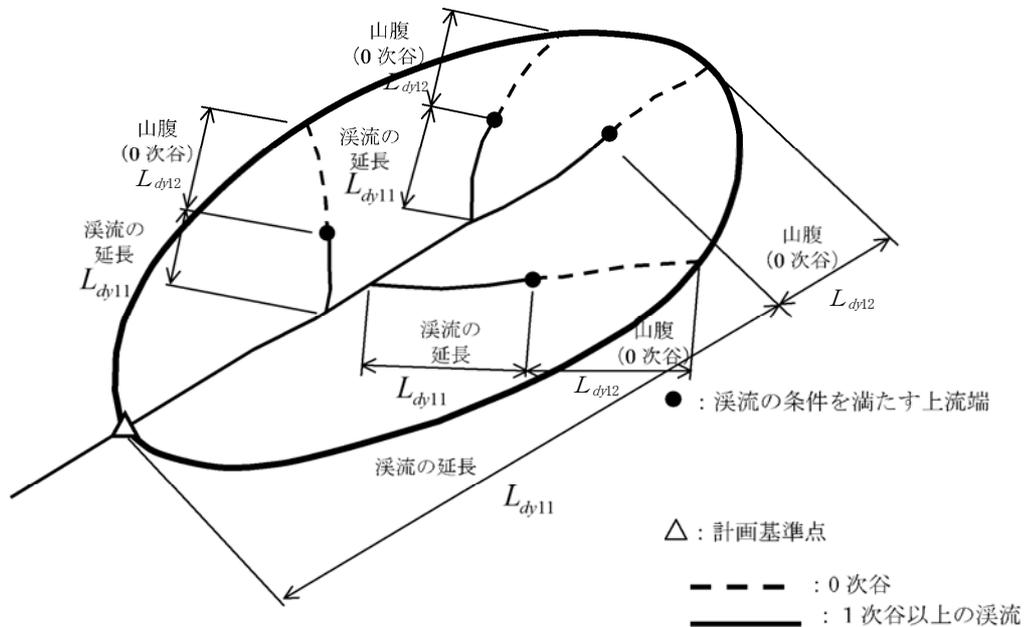


図 9-2-9 L_{dy11} 、 L_{dy12} のイメージ図

崩壊可能土砂量の算出においては、地形・地質の特性及び既存崩壊の分布等を参考に、具体的な発生位置、面積、崩壊深を推定するが、新規崩壊率については表 9-2-2の値を参考にしてもよい。

崩壊拡大率は2つの時期の空中写真を用いて求めるが、吉野川支祖谷川流域での調査によると、三波川南縁帯、御荷鉾緑色岩類の地質で、崩壊拡大率は10～40%を示したとの記述がある。

表 9-2-2 地質別新規崩壊率

(流域面積 100km² 以下ではほとんどは 10～30km²)

地 質	平均値 (崩壊面積/ 流域面積)	地 質	平均値 (崩壊面積/ 流域面積)	
火 成 岩	花崗岩	堆積層	1.70%	
	閃緑岩	火山砕屑岩	0.22	
	橄欖岩蛇紋岩	凝灰岩	0.23	
	石英斑岩	凝灰角礫岩	0.19	
	玢岩	火山岩屑	0.39	
	輝緑岩	礫岩	0.10	
	石英粗面岩	角礫岩	0.45	
	石英安山岩	砂岩	0.21	
	安山岩	珪岩	2.04	
	安山岩質熔岩	粘土岩(泥岩)	0.36	
	玄武岩	頁岩	0.10	
	玢岩閃緑岩	粘板岩	0.07	
	変成岩	変成岩	砂岩頁岩	0.14
		ホルンフェルス	砂岩粘板岩	0.09
堆 積 岩	古生層	砂岩チャート	0.25	
	中生層	頁岩凝灰岩	1.01	
	第三紀層	石灰岩	0.27	
	洪積層	チャート	0.16	
	沖積層	チャート凝灰岩	0.73	

表 9-2-3 地質別平均崩壊深

地 質	崩壊深(m)	地 質	崩壊深(m)	
火 成 岩	花崗岩	堆積層	1～2	
	閃緑岩	火山砕屑岩	2～3	
	橄欖岩	凝灰岩	2～3	
	石英斑岩	凝灰角礫岩	2～3	
	玢岩	火山岩屑	5	
	輝緑岩	礫岩	1～2	
	石英粗面岩	砂岩	1～2	
	石英安山岩	珪岩	5	
	安山岩	泥岩	2～3	
	安山岩質熔岩	頁岩	1～2	
変成岩	変成岩	粘板岩	2～3	
	ホルンフェルス	砂岩頁岩	2～3	
	堆 積 岩	古生層	砂岩粘板岩	1～2
		中生層	砂岩チャート	2～3
		第三紀層	頁岩凝灰岩	1～2
		洪積層	石灰岩	2～3
		沖積層	チャート	2～3

※注1) 1つの流域で地質がいくつも占めている場合には地質の面積率で新規崩壊率を除いて、各地層別の値を合計して流域としての新規崩壊率とする。一般的には3%を超えるような新規崩壊の発生する例は少ないが、昭和34年8月の豪雨による天竜川流域の崩壊では、全流域で6.9%、2次オーダーの谷では7.9%の崩壊率になった。また、支川の四徳川では流域として11.1%、2次オーダーの谷における崩壊率は12.0%となった。

※注2) 表 9-2-3の数値は大きめなので参考値として、使用には注意されたい。

1.2.3 実測値に関するデータ収集のための調査

流出土砂量を実績値を考慮して算出するため、土石流発生時に流下状況について、調査する。土石流による流出土砂量に関する調査においては、現地調査に加えて、航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）による調査を用いる場合もある。特に、土石流発生前後の航空レーザー測量結果が得られる場合は、前後の調査結果の比較によって、流出土砂量を求める手法等もある。

実測値に関するデータ収集のための調査は、本章第8節に示す。

2. 最大礫径調査

最大礫径は、現地調査結果から推定する。

2.1 調査範囲

最大礫径は砂防堰堤の水通し断面、透過部断面、構造検討時の礫の衝撃力を算出する際に使用する。

最大礫径は、砂防堰堤計画地点より上流及び下流各々200m間に存在する200個以上の巨礫の粒径を測定して作成した頻度分布に基づく95%に相当する粒径 (D_{95}) とする。測定の対象となる巨礫は、土石流のフロント部が堆積したと思われる箇所で溪床に固まって堆積している巨礫群とし、砂防堰堤計画地点周辺の礫径分布を代表するような最大礫径を設定するよう留意する。巨礫が200個以上存在しない場合は、計測の対象とする礫の範囲を巨礫、玉石（大礫）、砂利（中礫・細礫）の順で、計測した礫の数が200個になるまで計測の対象を拡大する。また、角張っていたり材質が異なっていたり、明らかに山腹より転がってきたと思われる巨礫で、土石流として移動しないと予想されるものは対象外とする。

ただし、溪床勾配が急勾配、土石流ピーク流量が多い等、土石流流体力が大きくなることが想定され、山腹より転がってきたと思われる巨礫であっても流下する可能性があるとは判断される場合は、その巨礫も対象として調査を行う。調査の対象とする礫の判断については、以下に留意する。

- ・堰堤計画地点において、計画規模相当の土石流発生事例があった場合は、移動した礫の礫径を確認し、調査の対象に含めるか検討する。一方、当該溪流で土石流発生の履歴が無い場合には、同様の地形や地質を有する周辺流域における実績を参考とする。
- ・溪床勾配が1/6程度よりも急な区間（土石流発生・流下区間）においては、山腹より転がってきたと思われる巨礫であっても、土石流として移動する可能性があるため、現地の地形や想定される流量及び水深から、土石流発生時に移動する可能性がある礫径を推定し、調査の対象の参考とする。
- ・過去の土石流による礫の移動実績の事例によると、想定される土石流水深の約1.7倍程度の礫については、土石流発生時に移動する可能性がある。

2.2 計測方法

巨礫の粒径は、横径、縦径、高さの3辺（それぞれ図 9-2-10の d_1 、 d_2 、 d_3 ）を計測し、その平均値とすることを標準とする。なお、1辺が溪床に埋もれていて計測できない場合は、地表上で確認できる2辺の平均値とすることができる。

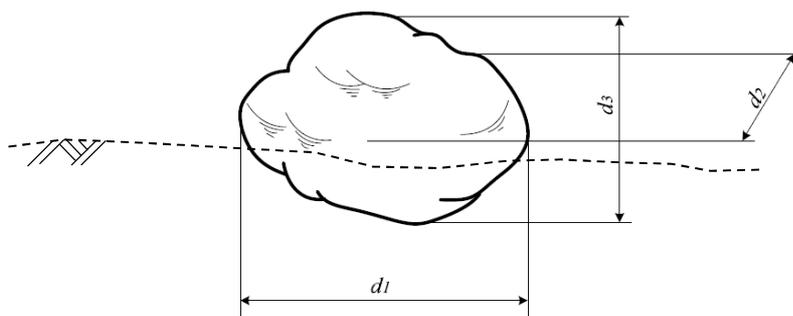


図 9-2-10 巨礫の計測箇所

第6節 流木対策調査

1. 総 説

計画流出流木量は、推定された発生流木量に流出流木率を掛け合わせて算出する。

解 説

流出流木量は実立積で表現するものとし、流域に土石流・流木対策施設がない状態を想定して算出する。

流出流木量を把握するために、流域現況調査、発生原因調査、発生場所・量、流木の長さ・直径等の調査、流出流木調査及び流木による被害の推定調査を行う。調査は、まず対象流域の流域現況調査を行い、林相等の状況を把握する。次に、流域現況調査の結果を総合的に判断して、流木の発生原因を推定する。

更に、流木の発生量、発生場所等を推定するための調査及び流下、堆積する流木の量、長さ、直径の推定調査を行う。

これらの結果から流木による被害の推定を行い、対象とする流木の量、長さ、直径等を決定する。

2. 流木調査

2.1 流域現況調査

流出流木量を算出しようとする地点より上流域における立木、植生及び倒木（伐木、用材を除く）を調査する。

2.2 発生原因調査

流域現況調査結果を総合的に判断して、流木の発生原因を推定する。

解 説

流木の発生原因を推定することは、流木の発生場所、流木の量、長さ、直径及び流木による被害等を推定する上で重要である。地形が急峻で脆弱な場合には、豪雨時に土石流や斜面崩壊が起こり易く、それに伴って地表を覆う樹木が溪流や河道に流入して流木となる。また、過去の流木災害の事例から流木の発生原因を推定することも有効な方法である。流木の発生原因を表 9-2-4に示す。

表 9-2-4 流木の発生原因

流木の起源	流 木 の 発 生 原 因
流木の流出	①斜面崩壊の発生に伴う立木の滑落 ②土石流等の発生源での立木の滑落・流下 ③土石流等の流下に伴う溪岸・溪床の侵食による立木の流出
過去の発生した倒木等の流出	④病虫害や台風等により発生した倒木等の土石流等による流出 ⑤過去に流出して河床上に堆積したり河床堆積物中に埋没していた流木の土石流等による再移動 ⑥雪崩の発生・流下に伴う倒木の発生後とその後の土石流等による下流への流出

2.3 流木の発生場所・発生量・長さ・直径等の調査

山腹斜面の現地踏査や、空中写真判読及び過去の災害実態等を基に、流木の発生原因を考慮して、流木の発生場所、発生量、長さ、直径等を調査する。ただし、倒木、伐木、溪床に堆積している流木で、伐木、用材の流出等人為の加わったものは発生流木量には含めないものとする。

2.3.1 発生原因、場所

発生場所や空中写真判読、また過去の災害実態を把握して、流木の発生原因、発生場所を推定する。

2.3.2 対象流域からの発生流木量

発生流木量は、サンプリング調査法と実績値に基づく発生流木量を比較し、大きい方の値とする。

解 説

対象流域からの発生流木量は、現況調査法のうち、代表箇所いくつかをサンプル調査する方法（以後、サンプリング調査法という）による発生流木量と、実績値に基づく発生流木量を比較し、大きい方の値とする。

計画流出流木量は、この発生流木量に流出流木率を掛け合わせて算出する。

2.3.3 現況調査法による発生流木量

現況調査法による発生流木量は、サンプリング調査法を用いて算出する。

解 説

推定された流木の発生原因・場所を基に、流木の長さ、直径を調査し、発生流木量を算出する。

原則として、流木の発生が予想される箇所に存在する樹木、流木等の量、長さ、直径を直接的に調査する方法（以後、現況調査法という）を用いる。

この方法は、発生流木の対象となる範囲の樹木や流木の全てを調査する方法（以後、全数調査法という）と、サンプリング調査法に分かれる。実際には、全数調査法では調査範囲が広範囲にわたる場合が多いため、現況調査法のうちのサンプリング調査法を用いる。

現況調査法では、崩壊及び土石流に伴い流木が発生する場所を推定する。土石流の発生、流下する範囲を推定する方法は、原則として本章第5節1を用いる。この方法により降雨時に発生・流下する崩壊、土石流の範囲が推定されれば、次に崩壊や土石流の発生、流下範囲に存在する立木、倒木及び過去に発生して溪床等に堆積している流木等の量（本数、立積）や長さ、直径を調査することにより、発生流木量、その長さ及び直径を推定することができる。調査方法としては、現地踏査による方法と空中写真判読による方法があり、一般には両者を併用する。

(1) 調査方法

まず、地形図と空中写真を用いて予想される崩壊、土石流の発生・流下区間内の樹木の密度（概算）、樹高、樹種等を判読し、この結果を基に崩壊、土石流の発生・流下範囲を同一の植生、林相となるようにいくつかの地域に区分する。次に、それらの地域毎に現地踏査によるサンプリング調査（10m×10mの範囲）を行い、各地域の樹木の本数、樹種、樹高、胸高直径等を調査する方法が用いられる。この時、現地踏査では、以下の項目について調査を行う。

- ①密度あるいは本数：樹木、伐木、倒木、流木等の100㎡あたりの本数
- ②直径：樹木の胸高直径、伐木、倒木、流木の平均直径
- ③長さ：樹木の高さあるいは伐木、倒木、流木の長さ

(2) 発生流木量の算出

発生流木量は、下記の手順、式を用いて算出することができる。崩壊及び土石流の発生・流下区間が複数の林相からなる場合は、林相ごとに発生流木量を求め合計する。式中の0次谷、崩壊地の幅及び長さは、本章第5節1.2の崩壊可能土砂量を算出する方法に準拠する。

$$V_{wy} = B_d \times L_{dy13} / 100 \times \Sigma V_{wy2}$$

$$V_{wy2} = \pi \cdot H_w \cdot R_w^2 \cdot K_d / 4$$

V_{wy} : 発生流木量 (m³)

B_d : 土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅 (m)

L_{dy13} : 発生流木量を算出する地点から流域の最遠点である
分水嶺までの流路に沿って測った距離 (m)

V_{wy2} : 単木材積 (m³)

ΣV_{wy2} : サンプリング調査 100 m²あたりの
樹木材積 (m³/100 m²)

H_w : 樹高 (m)

R_w : 胸高直径 (m)

K_d : 胸高係数 (表 9-2-5 参照)

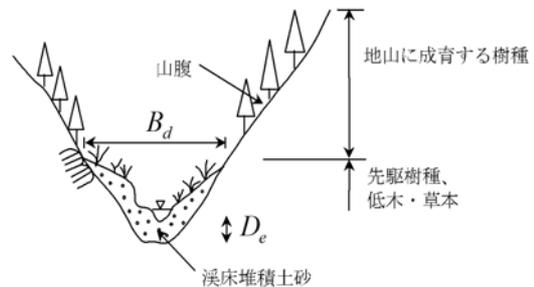


図 9-2-11 土石流の発生時に侵食が予想される平均溪床幅

近年に航空レーザー測量データが取得された流域を対象とする場合は、同データを活用して発生流木量の算出に必要な樹木の高さや本数（密度）等を求めることができる。例えば、調査範囲が広範囲にわたる場合に、航空レーザー測量データを活用して林相区分や発生流木量が算出された事例がある。

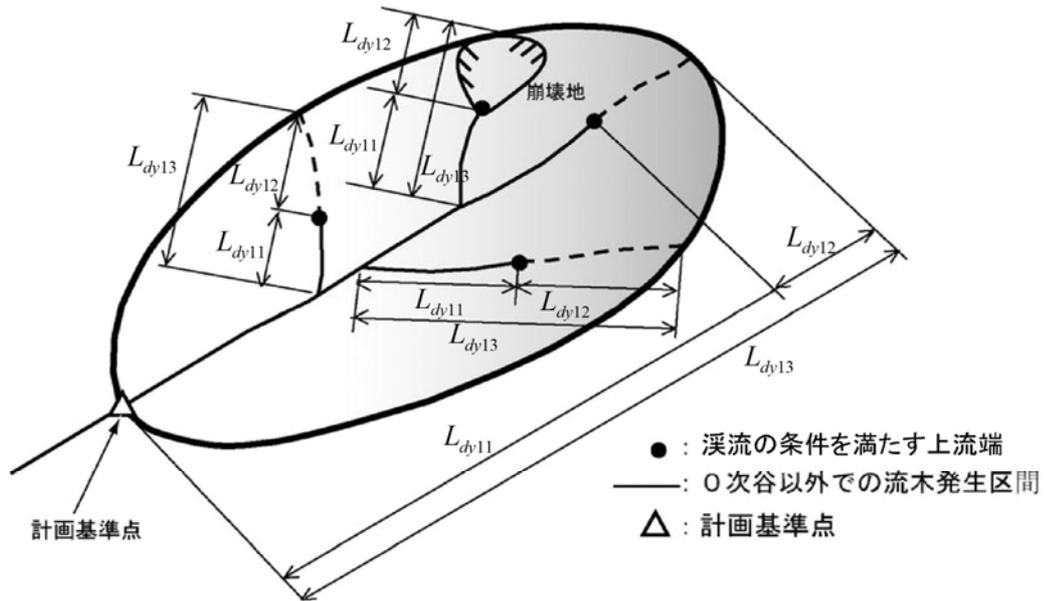


図 9-2-12 流木発生区間長さ

表 9-2-5 胸高係数表

樹高(m)	第一	第二	第三	樹高(m)	第一	第二	第三
5	0.6550	0.6529	0.6517	25	0.5066	0.4874	0.4524
6	0.6191	0.6138	0.6064	26	0.5054	0.4859	0.4505
7	0.5954	0.5878	0.5759	27	0.5043	0.4846	0.4487
8	0.5786	0.5692	0.5538	28	0.5032	0.4833	0.4470
9	0.5660	0.5552	0.5371	29	0.5023	0.4822	0.4454
10	0.5562	0.5442	0.5238	30	0.5014	0.4811	0.4440
11	0.5483	0.5354	0.5131	31	0.5005	0.4801	0.4426
12	0.5421	0.5282	0.5042	32	0.4997	0.4791	0.4413
13	0.5365	0.5221	0.4966	33	0.4990	0.4782	0.4401
14	0.5320	0.5169	0.4902	34	0.4983	0.4773	0.4389
15	0.5281	0.5124	0.4846	35	0.4976	0.4765	0.4378
16	0.5247	0.5085	0.4796	36	0.4970	0.4758	0.4367
17	0.5217	0.5050	0.4753	37	0.4964	0.4750	0.4357
18	0.5191	0.5020	0.4714	38	0.4958	0.4743	0.4348
19	0.5167	0.4992	0.4679	39	0.4953	0.4737	0.4339
20	0.5146	0.4968	0.4647	40	0.4948	0.4731	0.4330
21	0.5127	0.4945	0.4618	41	0.4943	0.4725	0.4321
22	0.5110	0.4925	0.4591	42	0.4938	0.4719	0.4314
23	0.5094	0.4907	0.4567	43	0.4934	0.4714	0.4306
24	0.5080	0.4890	0.4545	44	0.4930	0.4708	0.4299

(備考) 第一：エゾマツ、トドマツ
 第二：ヒノキ、サワラ、アスナロ、コウヤマキ
 第三：スギ、マツ、モミ、ツガその他針葉樹及び広葉樹

2.3.4 実績値に基づく発生流木量

実績値に基づく発生流木量は、流域面積と樹種を考慮した単位流域面積あたりの発生流木量を掛け合わせて算出する。

解 説

実績値に基づく発生流木量は、本章第2節3にて把握した対象流域内の林相別の流域面積に、樹種（針葉樹、広葉樹）別の単位流域面積あたりの発生流木量を掛け合わせて、下記の式で算出することができる。

針葉樹林と広葉樹林が混在する流域の場合は、下記の式で林相別に発生流木量を算出し、合計した値が流域からの発生流木量となる。なお、流域内に無立木地（草原、耕作地、裸地等）がある場合は、それらの面積は林相別の流域面積から控除する。

$$V_{wy} = V_{wy1} \times A$$

A : 流域面積 (km^2) (渓床勾配が 5° 以上の部分の流域面積)

V_{wy1} : 単位流域面積あたりの発生流木量 (m^3/km^2)

針葉樹なら概ね $1,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、広葉樹なら概ね $100 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 程度で包含できる。

参考として、過去に土石流とともに発生した流木の実態調査結果を図9-2-13に示す。図は過去の災害実態調査を基に、溪流の流域面積と針葉樹・広葉樹林別の流木発生量の関係を示したものである。

なお、実績値に基づく方法は、流域の大部分が針葉樹、広葉樹等の森林により覆われているといった条件の溪流に適用できる。

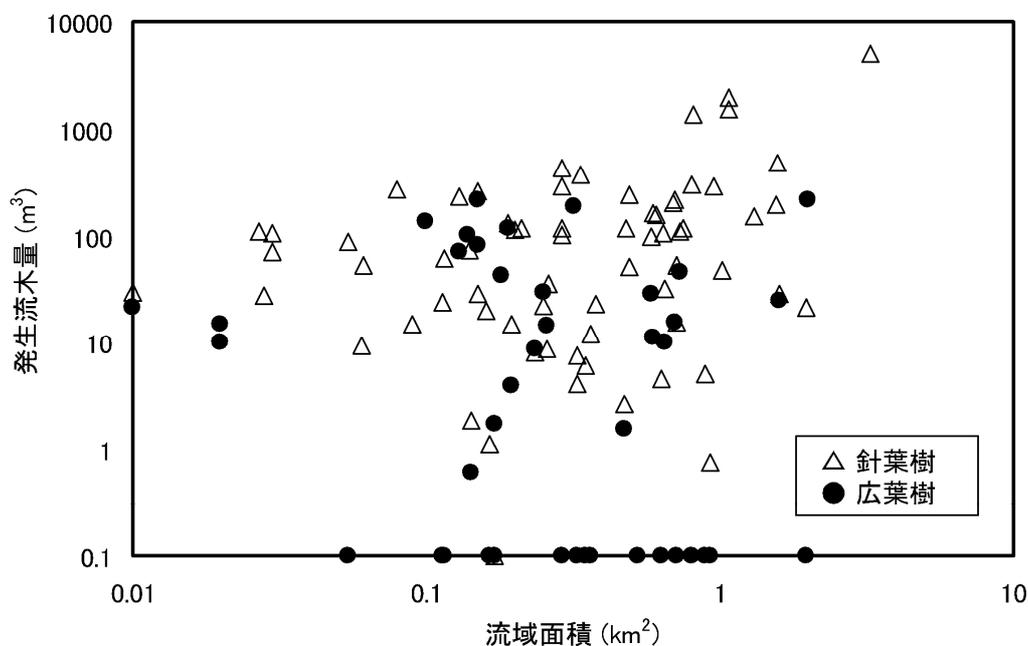


図 9-2-13 流域面積と発生流木量

3. 流木の長さ・直径の算出

3.1 流木の最大長・最大直径

流木の最大長及び最大直径は、流出流木量算出のための調査結果から推定する。なお、流木の最大長は土石流の平均流下幅を考慮するものとする。

解 説

流木の最大長、最大直径は、砂防堰堤の構造検討時に流木による衝撃力を算出する際に使用する。流木の最大長は、副堰堤や掃流区間に設置する流木捕捉工の部材純間隔の設定に使用する。

流木の最大長 L_{mm} (m) は、土石流の平均流下幅を「土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅」である B_d (m) 、上流から流出する立木の最大樹高を H_{mm} (m) とすると、次式として推定できる。

$$H_{mm} \geq 1.3 \cdot B_d \text{ の場合} \quad L_{mm} \doteq 1.3 \cdot B_d$$

$$H_{mm} < 1.3 \cdot B_d \text{ の場合} \quad L_{mm} \doteq H_{mm}$$

流木の最大直径 R_{mm} (m) は、上流域において流木となると予想される立木の最大胸高直径（流木となることが予想される立木のうち、大きなものから数えて5%の本数にあたる立木の胸高直径）とほぼ等しいとして推定する。また、流木となると予想される倒木（伐木、用材を除く）についても調査するものとし、最大直径が過小に見積もられないように留意する。

3.2 流木の平均長・平均直径

流木の平均長及び平均直径は、流出流木量算出のための調査結果から推定する。なお、流木の最大長は土石流の最小流下幅を考慮するものとする。

解 説

流木の平均長、平均直径は、副堰堤や掃流区間に設置する流木捕捉工の計画捕捉流木量を算出する際に使用する。

流木の平均長 L_{wa} (m) は、土石流の最小流下幅を B_{dm} (m) 、上流から流出する立木の平均樹高を h_{wa} (m) とすると、次式のとおりとなる。

$$h_{wa} \geq B_{dm} \text{ の場合} \quad L_{wa} \doteq B_{dm}$$

$$h_{wa} < B_{dm} \text{ の場合} \quad L_{wa} \doteq h_{wa}$$

また、平均直径 R_{wa} (m) は、上流域において流木となると予想される立木の平均直径とほぼ等しいとする。

第7節 その他の砂防調査

1. 天然ダム（河道閉塞）等異常土砂災害対策調査

1.1 対象とする現象

天然ダム（河道閉塞）等異常土砂災害対策調査で対象とする現象は、深層崩壊等に伴い、河道が閉塞して形成される天然ダム上流域の湛水・天然ダム決壊による大規模な水及び土砂の流出（土石流等）、深層崩壊に伴い発生する土石流等である。

1.2 平常時に実施する調査

1.2.1 深層崩壊のおそれのある場所に関する調査

深層崩壊のおそれのある場所に関する調査は、天然ダム等異常土砂災害の対策が必要な場所を特定するために行う。

解 説

崩壊のおそれのある場所に関する調査は、資料調査（発生実績調査等）、机上調査（空中写真判読、地形解析等）のうち適切な手法により行い、下記の項目について調査を行う。これら調査結果に基づき、崩壊のおそれのある場所を推定する。

- ・ 深層崩壊の発生実績
- ・ 深層崩壊発生と関連のある地質構造及び微地形要素
- ・ 斜面勾配等の地形量

1.2.2 天然ダム等異常土砂災害の規模の推定に関する調査

平常時に実施する天然ダム等異常土砂災害の規模の推定に関する調査は、天然ダム等異常土砂災害の対策の規模を設定するために行う。

解 説

(1) 崩壊規模の推定に関する調査

平常時から実施する天然ダム等異常土砂災害の規模の推定に関する調査のうち、崩壊規模の推定に関わる調査は、資料調査、現地調査（航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）による地形調査、地形・地盤調査等）のうち適切な手法により行い、下記の項目について調査を行う。

- ・ 過去に発生した深層崩壊や天然ダム、土石流の規模
- ・ 過去に発生した深層崩壊斜面の地形、地質、地盤の特徴
- ・ 深層崩壊の発生のおそれのある斜面の地形、地質、地盤の特徴

上記調査結果に基づき、天然ダム等異常土砂災害の崩壊規模として、崩壊土砂量、崩壊斜面長、崩壊幅について設定する。

(2) 天然ダムの決壊及び深層崩壊に伴い発生する土石流等の規模の推定に関する調査

平常時から実施する天然ダム等異常土砂災害の規模の推定に関する調査のうち、天然ダムの決壊及び深層崩壊に伴い発生する土石流等の規模の推定に関する調査は、資料調査（過去の雨量データや発生事例の収集等）、机上調査（地形データや空中写真を用いた地形調査等）、現地調査（地形調査等）のうち適切な手法により行い、下記の項目について調査を行う。

- ・ 地形
- ・ 流量
- ・ 土質（粒度試験等）
- ・ 降雨予測

上記調査結果に基づき、河床変動計算等の数値シミュレーションを行い、天然ダムの決壊及び深層崩壊に伴い発生する土石流等の規模として、流出土砂量、土石流のピーク流量、土石流の流速と水深を推定する。

1.3 天然ダム形成後の調査

1.3.1 天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査は、大規模な降雨又は地震後に速やかに、天然ダムの形成場所の特定や対策の必要性を評価するために行う。

解 説

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査は、雨量、流量、地盤振動等による大規模な土砂移動の統合監視、衛星画像による天然ダム発生箇所への推定、ヘリコプター等による目視、無人航空機（ドローン等）による撮影によって行い、下記の項目について調査を行う。

- ・ 天然ダムの形成位置
- ・ 天然ダムの概略形状
- ・ 天然ダム上流の湛水の有無
- ・ 天然ダムからの越流の有無
- ・ 上下流域の保全対象の有無
- ・ 天然ダム形成に伴う被災の有無

上記調査結果に基づき、天然ダムによる災害の拡大の危険性について検討し、対策の必要性を評価する。

1.3.2 天然ダムの形成後に実施する被害が想定される時期に関する調査

天然ダム形成後に実施する天然ダムによる災害が想定される時期に関する調査は、天然ダム上流の湛水による災害や天然ダムの決壊による土石流等による災害といった天然ダムによる新たな被害が急迫している場合において、天然ダムによる災害に対し、警戒すべき時期を示すために行う。

調査では、天然ダム上流の湛水による災害が想定される時期、天然ダムの決壊による土石流等による災害が想定される時期について推定しなければならない。

解 説

天然ダム形成後に実施する天然ダムによる災害が想定される時期に関する調査は、現地調査（ヘリコプター等による目視、無人航空機（ドローン等）による撮影、湛水位等の観測、監視カメラによる監視）、資料調査（気象情報等）のうち適切な手法によって行い、下記の項目について調査を行う。

- ・天然ダム上流域の降雨予測
- ・天然ダム上流の湛水位・流入流量、天然ダムからの流出流量
- ・天然ダムの侵食状況、形状変化
- ・天然ダムの決壊による土石流等発生状況

上記調査結果及び流出解析等に基づき、天然ダムによる災害が想定される時期を推定する。

1.3.3 天然ダムの形成後に実施する被害が想定される区域に関する調査

天然ダム形成後に実施する天然ダムによる災害が想定される区域に関する調査は、天然ダムによる新たな被害が急迫している場合において、天然ダム上流域の湛水、及び天然ダムの決壊に伴い発生する土石流等による災害が想定される区域を設定するために行う。

調査では、天然ダム上流の湛水による災害が想定される区域、天然ダムの決壊に伴い発生する土石流等による災害が想定される区域について設定しなければならない。

解 説

天然ダム形成後に実施する天然ダムによる災害が想定される区域に関する調査は、現地調査（ヘリコプター等による目視、航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）による地形調査）の手法のうち適切な手法によって行い、下記の項目について調査を行う。

- ・天然ダムの形状及び形成箇所周辺の地形
- ・天然ダムの構成材料（粒度分布等）
- ・上下流域の保全対象の状況

上記調査結果に基づき、地形図又は地形データを用いた湛水区域の検討、河床変動計算の数値シミュレーションを行い、天然ダムによる災害が想定される区域として、天然ダム上流の湛水区域、天然ダムの決壊による氾濫区域を設定する。

1.3.4 天然ダムの形成後に実施するハード対策に関する調査

天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査は、上流域の湛水・天然ダムの決壊に伴い発生する土石流等に対するハード対策の方針、及び規模を設定するために行う。

解 説

天然ダム形成後に実施するハード対策に関する調査は、資料調査、現地調査（ヘリコプター等による目視、湛水位等の観測、航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）による地形調査）のうち適切な手法によって行い、下記の項目について調査を行う。

- ・天然ダムの形状及び形成箇所周辺の地形
- ・天然ダムの構成材料（粒度分布等）
- ・天然ダム上流の湛水位・流入流量、天然ダムからの流出流量
- ・天然ダムの侵食状況
- ・上下流域の保全対象の状況

上記調査結果に基づき、河床変動計算等の数値シミュレーション等を用いて、天然ダム堤体の侵食に対する安定性、天然ダム決壊に伴い発生する土石流等の規模について把握する。

1.3.5 天然ダムの形成後に実施するハード対策に関する調査

応急的なハード対策に関する調査は、天然ダム形成後のハード対策を効果的かつ迅速に行うために行う。

解 説

応急的なハード対策に関する調査は、応急的なハード対策の工種・工法や規模等を設定するために行う。応急的なハード対策に関する調査は、現地調査（ヘリコプター等による目視、湛水位等の観測、航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）による地形調査、監視カメラ等による監視等）のうち、適切な手法によって行い、下記の項目について調査を行う。

- ・天然ダム地点の雨量、天然ダムへの流入流量・湛水位、天然ダムからの流出流量
- ・天然ダム及びその周辺への資機材の運搬手段や運搬路
- ・施工機械及び資材の調達及び在庫状況
- ・天然ダム下流の既設の砂防設備の状況と諸元
- ・崩壊部及びその周辺の斜面の安定性

天然ダム形成後に実施する天然ダムによる災害が想定される区域に関する調査にて設定した、天然ダムによる災害が想定される区域（天然ダム上流の湛水区域、天然ダムの決壊による氾濫区域）を踏まえた上で、上記調査結果に基づき現場状況を把握し、応急的なハード対策の工種・工法や規模等を設定する。

2. 土砂災害に対するソフト対策調査

土砂災害に対するソフト対策のための調査は、流域等において、発生が想定される土砂災害を防止・軽減するための対策（警戒避難体制の整備、土地利用規制等）を検討するための基礎資料を得るために行う。

解 説

土砂災害に対するソフト対策調査の対象となる警戒避難体制、及び土地利用規制・土地利用の誘導等に関する主な調査項目を以下に示す。

- ・過去の主な土砂災害の発生状況（発生日時、地形、地質、降雨、前兆現象、被害状況等）
- ・土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の指定状況
- ・市町村の地域防災計画
- ・地域の特性（人口、年齢構成等）
- ・緊急輸送路・避難路の把握と土砂災害危険箇所との関係
- ・広域避難地、一次避難地、広域防災拠点、地域防災拠点の把握と土砂災害危険箇所との関係
- ・防災行政無線、衛星携帯電話、無線通信施設等の整備状況
- ・要配慮者利用施設の把握と土砂災害危険箇所との関係
- ・土砂災害警戒情報の発表基準設定のための根拠資料、発表基準、情報伝達体制、発表実績等
- ・避難準備情報、避難勧告・指示等の基準の設定状況、発令実績、情報伝達体制、住民の避難実績等
- ・土砂災害を想定した防災訓練の実施状況、防災意識啓発活動の状況
- ・降雨等、土砂災害発生の誘因となる現象の観測状況（テレメータ雨量計、レーダ雨量計、監視カメラ、水位計、ワイヤーセンサー、振動センサー、光ケーブル等の整備状況）
- ・土砂災害ハザードマップ及び土砂災害危険箇所マップの整備状況、公表・配布状況等
- ・自主防災組織、消防団等の設置・活動状況
- ・砂防ボランティア団体の設立・活動状況
- ・住民、自主防災組織、消防団等からの土砂災害の前兆現象等の情報伝達体制
- ・市町村の長期計画、土地利用計画等
- ・土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域の指定状況
- ・土砂災害防止法に基づく特定開発行為の申請・許可等の実績
- ・土砂災害防止法に基づく移転等の勧告の実績
- ・市街化区域・市街化調整区域と土砂災害危険箇所との関係
- ・その他各種法令等に基づく土地利用規制の状況

第8節 土砂災害の実態把握に関する調査

1. 土石流実態把握に関する調査

土石流災害の実態把握に関する調査は、災害後の流下状況、流出・堆積状況、表層崩壊状況、人的・物的被害状況、及び土石流の前兆現象、土砂の移動時間の調査を行う。

1.1 土石流災害後の流下状況調査

土石流の流下状況調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行う。

解 説

土石流の流下状況は、現地調査により、流出土砂量、土石流ピーク流量、流量ハイドログラフを推定し、実態を把握することを標準とする。流出土砂量に関する調査においては、現地調査に加えて、航空レーザー測量や無人航空機（ドローン等）による調査を用いる場合もある。

1.2 土石流災害後の流出・堆積状況調査

土石流災害後の流出・堆積状況調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策計画の立案、対策施設の設計、警戒避難体制の検討等を実施するために行う。

解 説

土石流災害後の流出・堆積状況調査では、土石流流下区間及び堆積範囲の調査として、溪床堆積土砂の侵食区間の平均勾配、溪床堆積土砂の侵食量、残存している溪床堆積土砂量、土石流堆積場の範囲、土石流堆積深、土石流氾濫開始点の勾配、各々の土石流ロープの堆積土砂量、土石流の流動深、堆積物の容積濃度、堆積物の粒度分布等について調査する場合がある。さらに、周辺住民に対するヒアリング調査も、土石流の規模、継続時間の推定などに有効である場合も多い。

1.3 土石流災害後の崩壊状況調査

土石流災害後の崩壊状況調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行う。

解 説

表層崩壊に起因した土石流の崩壊状況調査では、崩壊地調査として、崩壊地周辺の地質区分・植生状況、各崩壊地の崩壊土量・崩壊面積、崩壊残土の量と位置的な分布、崩壊地の縦断面図・横断面図、崩壊地の平均勾配、崩壊地での湧水箇所と湧水の有無、崩壊地周辺の亀裂の大きさと分布等について調査する場合がある。

1.4 土石流災害後の人的・物的被害状況等の調査

土石流災害後の人的被害・家屋等の物的被害状況等の調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流対策施設の設計・事業効果評価手法の検討、警戒避難体制の検討等を実施するために行う。

解 説

1.4.1 人的被害、家屋等の物的被害の推定

流失、全壊、半壊、一部破損、床下浸水、床上浸水した家屋（木造、RC造、鉄骨造、その他）の位置を図示した詳細平面図を作成する。その詳細平面図から、全壊、半壊した家屋の数と土砂災害警戒・特別警戒区域内の総家屋数に占める割合、河道中央からの水平距離を整理する。

1.4.2 災害を引き起こした土砂移動の推定

流動深は、建物が残存している場合は、その壁（上流側壁面、側面、下流側壁面）での流下痕跡から計測し、家屋が調査時点で既に撤去されている場合は写真等から計測する。

家屋の破壊をもたらしたと考えられる巨礫の最大粒径の推定は、家屋が残存している場合は現地調査によって計測し、家屋が調査時点で既に撤去されている場合は写真等から計測する。その他、農作物への被害等については、その被害と土砂移動・流木の関係を調査する。

1.5 土石流の前兆現象、土砂の到達時間の調査

土石流の前兆現象、土砂の到達時間に関する調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、土石流に係る警戒避難体制の検討等を実施するために行う。

解 説

土石流の前兆現象、土砂の到達時間に関する調査は、下記の項目等について、できるだけ多くの被災住民からヒアリングを行い、把握・整理する場合がある。

- ・各家屋に土砂や水、流木が流入してきた時刻
- ・土石流の前兆現象と考えられる現象の有無とそれらのおおよその時刻
（例えば、山腹、溪流等からの異音、溪流等からの泥水の溢水、溪流等の水かさの急増や急減、流木の流下、溪流等での濁り、裏山からの水の湧出等）
- ・土石流の前兆現象と考えられる現象や土石流を撮影した映像の有無とその内容

2. 流木実態把握に関する調査

流木実態把握に関する調査は、詳細な流木による災害に関するデータの蓄積を図り、流木対策計画の立案、対策施設の設計等を実施するために行う。

解 説

流木実態把握に関する調査は、発生流木量、流木の長さ及び直径、流出流木量、家屋等の物的被害状況を把握するために、大規模な流木の生産・流出が生じた後に速やかに行う。

(1) 発生流木量調査

発生流木量の調査は、既存の発生流木量調査結果の整理・分析、現地調査及び空中写真による流木発生域の判読により行う。

(2) 流出流木量調査

流出流木量に関する調査は、現地調査及び空中写真による流木堆積域の判読により行う。また、本章第6節2 に示した方法で推定した発生流木量と、谷出口への流出流木量の関係を整理する。

(3) 流木の長さ及び直径に関する調査

発生流木量及び流出流木量調査と併せて、流木の最大長、最大直径、平均長、平均直径を把握する。

(4) 流木実態把握に関する調査のまとめ

流木調査結果は、流木の生産、流下、堆積等について、流木収支図等に取りまとめる。

3. 深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査

深層崩壊・天然ダム決壊による土石流等の災害後の調査は、詳細な土砂災害に関するデータの蓄積を図り、警戒避難体制の検討等を実施するために行う。

解 説

深層崩壊又は天然ダムの決壊による土石流等の災害後の調査は、下記の項目等について行う場合がある。

- ・土石流発生・流下・堆積箇所の概要
- ・土石流発生箇所～流下箇所～堆積箇所の土砂収支
- ・天然ダムを形成した斜面崩壊・地すべりの概要及び形成した天然ダムの概要
- ・天然ダム決壊に至るまでの降雨の概要

第9節 堰堤設計調査

1. 事前調査

砂防堰堤等の設計にあたっては、事前に堰堤計画地点や堆砂予定地付近の地形・地質の概略を把握しておかなければならない。

解 説

事前調査における着眼点は次のような事項が考えられ、これらを現地で踏査した上で、地形測量や地質調査を実施して確認することが必要である。

- ・計画された堰堤位置が目的とする機能を得る地形であるか。
- ・計画された堰堤位置が本堤等の施工（掘削等）により、地すべりを誘発させる危険性がないか。
- ・現在の溪床を高めることにより、上流堆砂予定地内に新たな水衝部を作り、山脚部を侵食し崩壊を誘発したり、地下水の水位を上昇させ地すべりを誘発させる危険性がないか。
- ・計画された堰堤位置が、その付近で最も経済的な工事となるような地形であるか。
- ・計画された堰堤位置が、十分な地耐力を有する地盤であるか。
- ・計画された堰堤位置下流部が、砂防堰堤から流下する流水によって影響がでる地形・地質であるか。

2. 地質調査

砂防堰堤・床固工等の施設を計画する際に必要となる地質調査ボーリングは、設計段階で後戻りのないよう配慮すること。

2.1 地質調査ボーリング

地質調査ボーリング箇所は、図 9-2-14に示す箇所を原則とする。現地踏査によって、岩盤の有無等に応じて本数等は調整することとし、堤長が長い場合や縦断方向の地形が複雑な場合は、必要に応じて横断方向（袖部）及び縦断方向（上流側）で更に実施することが望ましい。

1本あたりの延長は、予定される基礎面から少なくとも2m以上は確認することとし、十分な支持力を得られそうもない地質が2m以上となるときは、置換・改良層を考慮して必要長さを追加する。

ボーリングはロータリー式とし、径は66mmを標準とする。

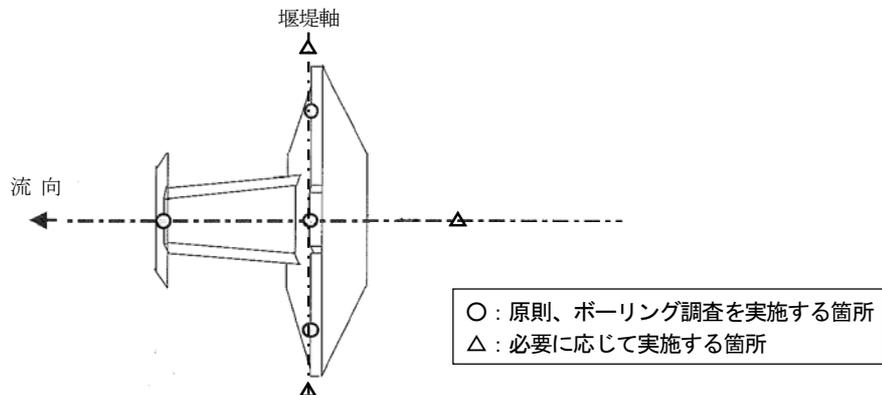


図 9-2-14 地質調査ボーリング位置

2.2 試 験

地質調査ボーリング時には、掘削延長1m毎に標準貫入試験を行い、N値を確認する。その他、表9-2-6に示す調査項目のうち、必要と思われる試験を実施する。

表 9-2-6 基礎地盤調査

堰堤等 高さ	現地踏査	ボーリング	標準 貫入試験	透水試験	弾性波探査	電気探査	横坑	コアの一軸 圧縮強度
15m未満	○	○	○	—	—	—	—	必要に応じて
15m以上	○	○	○	○	必要に応じて	必要に応じて	必要に応じて	必要に応じて

表 9-2-7 硬岩・軟岩の一軸圧縮強度による区分

岩区分	一軸圧縮強度
硬岩・中硬岩	25 MN/m ² 以上
軟岩	25 MN/m ² 未満

3. 砂防ソイルセメント工法に関する調査

3.1 総説

砂防ソイルセメント工法の適用の可否は、施工現場の地形条件、及び現地発生土砂の砂防ソイルセメントの母材としての適応性を調査して、適切に判断する。

解 説

砂防堰堤への砂防ソイルセメント工法の適用については、地形条件や地下水条件等、現地条件に対する適用性に関する調査と、現地発生土砂の砂防ソイルセメントの母材としての適応性に関する調査を行い、適用の可否を適切に判断する。

3.2 現地条件の調査

砂防ソイルセメント工法の現地条件に対する適用性に関する調査は、砂防ソイルセメントの施工が可能な地形・地質条件であるかを調査する。

解 説

砂防ソイルセメント構造の砂防堰堤を施工する場合、コンクリート構造で想定する施工ヤード以外に、現地発生土砂の仮置きヤード、攪拌混合のための混合ヤード、外部保護材の仮置きヤード等のため、ある程度の広さの平坦な施工ヤードが必要となる。広い施工ヤードを確保できる現場であれば、ソイルセメントを効率的に製造し、打設ができる一方、施工ヤードが確保できない又は狭い現場では、施工そのものが困難となるため、現地に広いスペースを確保できるか否かを調査する必要がある。

3.3 現地発生土砂の母材としての適応性に関する調査

現地発生土砂の母材としての適応性に関する調査は、砂防ソイルセメント工法を活用した砂防堰堤等の設計段階において必要となる単位セメント量や単位体積重量等の諸条件を把握するにあたり、ボーリングにより採取した現地発生土砂を用いて実施する調査の方法をまとめたものである。

解 説

現地発生土砂の砂防ソイルセメントの母材としての適応性に関する調査は、ボーリング調査により採取した現地発生土砂を用いて行う。現場条件により、実際の施工で使用する土砂を用いて配合試験等を行うことが可能であれば、本調査方法によらないことができる。

3.3.1 参考文献・資料

現地発生土砂の砂防ソイルセメントの母材としての適応性に関する調査は本調査方法を基本とするが、調査及び解析にあたっては、下記の資料も参考とする。

- ・砂防ソイルセメント施工便覧 平成28年版 ((一財)砂防・地すべり技術センター、平成28年9月)
- ・台形CSGダム 施工・品質管理技術資料 ((財)ダム技術センター、平成19年9月)
- ・砂防ソイルセメントの材料特性に関する調査結果 ((独)土木研究所、(財)砂防・地すべり技術センター)
- ・セメント及びセメント系固化材を使用した改良土の六価クロム溶出試験要項(案) (国土交通省通達)

3.3.2 調査項目

現地発生土砂の砂防ソイルセメントの母材としての適応性に関する調査は、表 9-2-8の項目について調査、試験を行う。

表 9-2-8 調査項目

名 称	調 査 ・ 試 験	備 考
サンプリング	土質ボーリング (ノンコア)	
	土質ボーリング (オールコア)	
現地発生土砂の 性状把握試験	土の含水比試験	JIS A 1203
	土の粒度試験	JIS A 1204
	細骨材の有機不純物試験	JIS A 1105
	土の湿潤密度試験	砂防ソイルセメント施工便覧に準じる
配合設計	安定処理配合試験	JCAS L-01
	六価クロム溶出試験	環境庁告示第 46 号に準じる

3.3.3 調査手順

砂防堰堤の設計にあたり、型式比較時に砂防ソイルセメント工法による砂防堰堤が含まれることが想定される場合、通常実施する地質調査に合わせて図 9-2-15に示す調査フローに基づき調査を実施する。

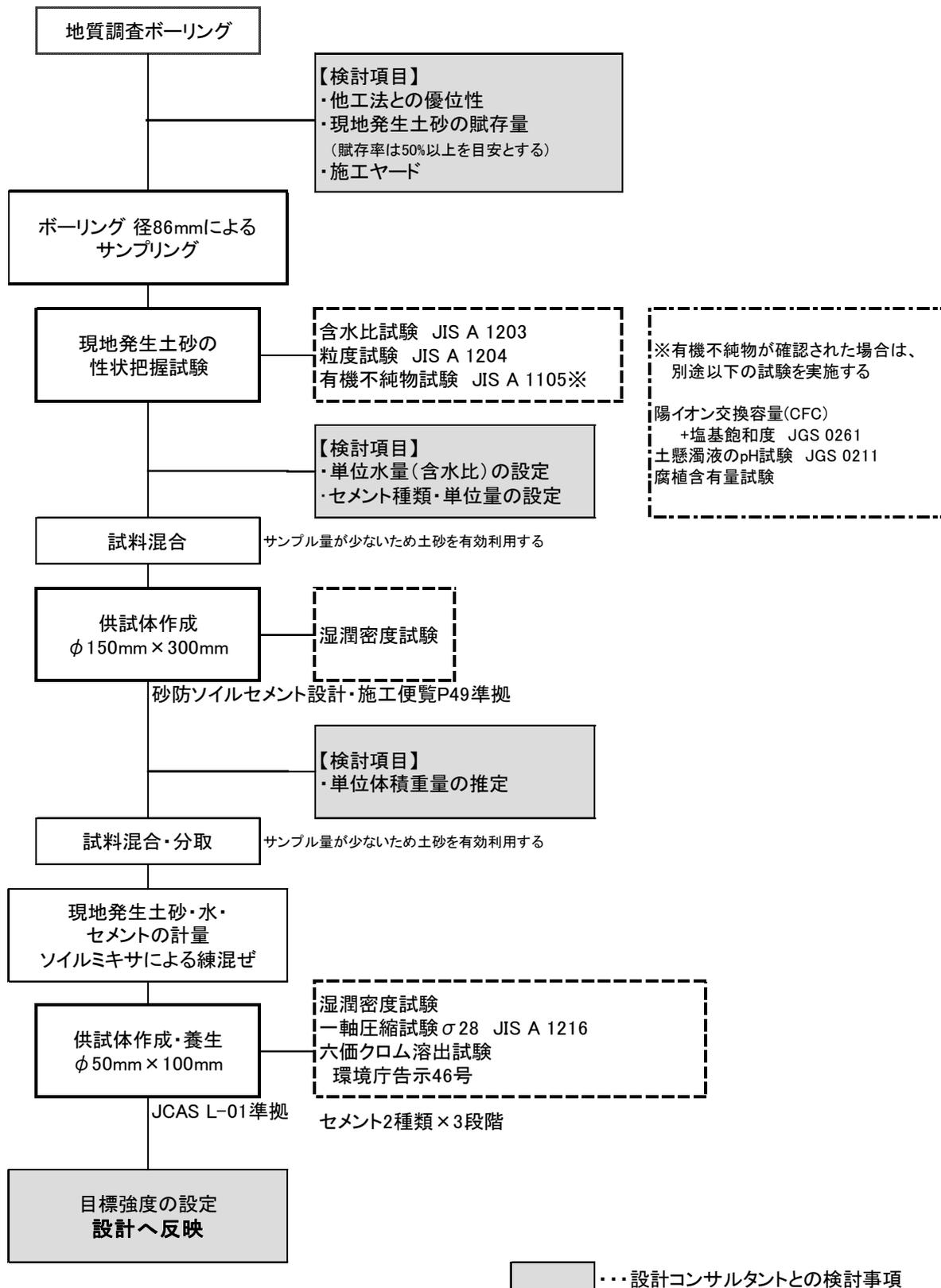


図 9-2-15 砂防ソイルセメント工法に関する調査フロー

3.3.4 サンプルング

通常の地質調査で実施する袖部付近2箇所（左右岸）、越流部付近1箇所の計3箇所のボーリング調査結果を基に、砂防ソイルセメントの母材として活用できる可能性がある土砂の掘削土量が最も多くなる位置を1箇所選定して、ボーリング調査とは別にサンプルングを行う。

- ・サンプルングは孔径86mmのボーリングで実施する。
- ・表土部分はコア不要とし、その下のコアを採取する。
- ・左右岸の地質が異なる場合は、左右岸それぞれでサンプルングを行う。

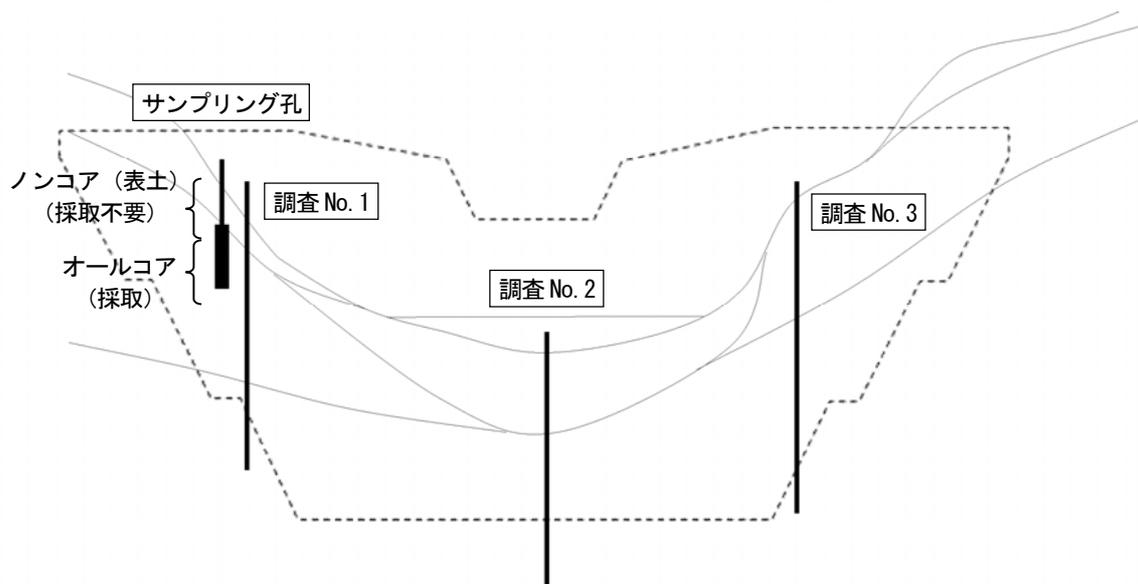


図 9-2-16 サンプルング位置の選定

3.3.5 含水比試験

含水比試験は JIS A 1203 に準じて実施する。

解説

含水比試験は、砂防ソイルセメントの母材となる現地発生土砂の土中水分量（比率）を求める試験である。試験では、サンプルングした土砂の含水状態を把握し、砂防ソイルセメントの母材としての適否を検討し、必要に応じて加水量の決定に用いる。

3.3.6 土の粒度試験

土の粒度試験は JIS A 1204 に準じて実施する。

解説

土の粒度試験は、砂防ソイルセメントの母材となる現地発生土砂の基礎条件を把握する試験である。砂防ソイルセメントは使用土砂の粒度分布により強度差が生ずるため、この粒度特性と圧縮試験等を実施して得られる強度との関係を把握し、現地発生土砂の適用性の目安とする。

3.3.7 有機不純物試験

有機不純物試験は JIS A 1105 に準じて実施する。

解 説

有機不純物試験は、現地発生土砂内におけるアルカリ溶液に可溶な有害物質（腐植等）の含有の有無を析出した色調で判断する試験である。一般的には粒度試験結果から単位セメント量を判定するが、有機物質の影響により圧縮強度が低下する場合があることから、有機不純物試験を実施した上で単位セメント量及びセメントの種類を設定する。

有機物質の中には水和反応を阻害する因子を含む場合があるため、有機不純物質の含有が確認された場合には、以下の成分分析調査を行う。

(1) 陽イオン交換容量及び塩基飽和度（JGS 0261）

土粒子の表面はほとんど例外なく負電荷を帯びており、その負電荷は陽イオンを吸着することによって中和され、粒子の電気的な中性が保たれる。他のイオンと交換可能な形で吸着されている陽イオンは交換性陽イオンと呼ばれ、その吸着容量が陽イオン交換容量（CEC）である。

CECの値が大きい場合でも飽和度が高いまたはその逆の場合、吸着される Ca^{2+} は少ないため固化不良の原因としては除外できる。

(2) 土懸濁液のpH試験（JGS 0211）

土のpHは鉱物組成のほか、土中に存在する無機塩類や有機物の種類と量などによって変化し、地盤工学的な特性に影響を及ぼす。腐植を含有する場合には酸性を示すほか、液相のアルカリ度が十分高くなりきらない等の影響で固化時に水和が阻害されて固化不良を生ずる。

(3) 腐植含有量試験（フミン酸、フルボ酸）

アルカリ溶液によって抽出される部分を腐植と定義し、抽出された腐植を酸処理することによって、アルカリと酸に可溶な有機物（フルボ酸）とアルカリ可溶で酸不溶な有機物（フミン酸）の含有量を求める。

3.3.8 湿潤密度試験

湿潤密度試験は、砂防ソイルセメント施工便覧に準じて実施する。

解 説

湿潤密度試験は、スランプ用突棒・電動ハンマーならびに型枠（モールド：φ150×300mm）を用いて作製した現地発生土砂の供試体の湿潤密度（単位体積重量）を求める試験である。

3.3.9 配合試験

配合試験は JCAS L-01 に準じて実施する。

解 説

配合試験は、セメント量、現地発生土砂の含水比、購入材（改良土）等の混合量を変化させて実施する。

加水量は現地発生土砂の状況により推定する。土砂の状況から推定できない場合は、図 9-2-17の経験式により加水側含水比を設定する。

供試体の作製に用いるセメントは2種類を使用する。セメントの種類は、有機不純物試験の結果を基に決定する。なお、供試体は、セメント1種類につき3段階（3添加量）、1段階（1添加量）につき3個、計18本を作製する。

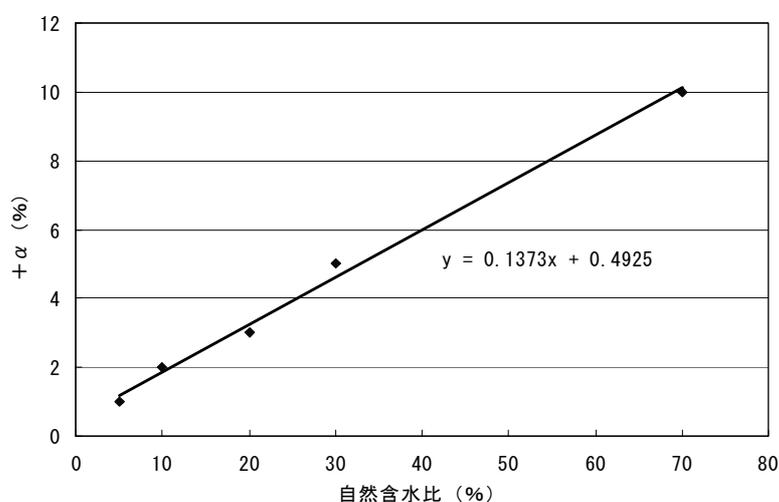


図 9-2-17 自然含水比と加水量（加水側含水比）の経験式

(1) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、JIS A 1216 に準じて実施する。

解 説

一軸圧縮試験では、湿潤密度、一軸圧縮強度、粘着力、変形係数等を測定する。測定時にはセメントの水和反応を確認する必要がある。

(2) 六価クロム溶出試験

六価クロム溶出試験は、環境庁告示第 46 号に準じて実施する。

解 説

六価クロム溶出試験では、同一条件で作製し、所定の養生日数（7日）まで封緘養生した供試体を使用し、ソイルセメントから溶出する六価クロムの量を測定する。

4. 測 量

4.1 総 説

測量は、国土交通省公共測量作業規定、長野県公共測量作業規程を適用する。

解 説

砂防工事に関する測量は、河川に関する測量計画に準じて行うものとする。

測量の範囲、方法及び精度は、砂防工事の工法と溪流の規模に応じ、適切な成果が得られるように定めるものとする。

4.2 地形測量

地形平面図は、堰堤敷や堆砂敷だけでなく、上下流の状況が分かるとともに、その後の計画変更や施工計画も十分考慮した範囲とすることが必要である。

4.3 縦断測量

中心線測量の杭の間隔は20mを標準とする。砂防堰堤堆砂敷は堆砂後に流況が変化するため、現在の流路にこだわらず、堆砂後の流況を考慮して決定する。

縦断図は堤高等を設定する上で重要な図面となるため、測点、変化点の現溪床高や最深溪床高はもとより、既設構造物や用排水施設等の高さも記入することが必要である。また、計画に影響する支溪流についても、主溪流同様に測量を行うものとする。

4.4 横断測量

横断測量の測線間隔は20mを標準とし、堰堤配置位置と計画堆砂敷上流端の間に、少なくとも2本の横断測線を設けるものとする。

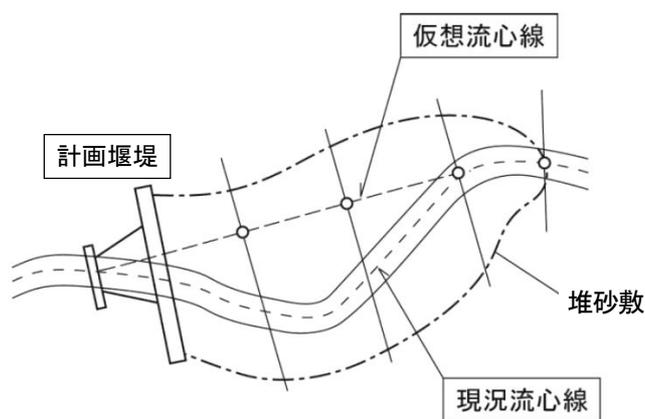


図 9-2-18 縦断の法線形