

第Ⅱ編 調査

第Ⅱ編 調査 目次

第Ⅱ編 調査.....	Ⅱ-1-1
第1章 流域現況調査.....	Ⅱ-1-1
第1節 基礎調査.....	Ⅱ-1-1
1.1 水系図および流域区分.....	Ⅱ-1-1
第2節 現況調査.....	Ⅱ-1-2
2.1 水源崩壊調査.....	Ⅱ-1-2
2.2 溪流調査.....	Ⅱ-1-3
2.3 既設工作物調査.....	Ⅱ-1-8
2.4 氾濫状況調査.....	Ⅱ-1-8
2.5 社会状況調査.....	Ⅱ-1-9
2.6 溪床材料調査.....	Ⅱ-1-9
2.6.1 土石流の最大礫径調査.....	Ⅱ-1-9
2.6.2 溪床の粒度分布調査.....	Ⅱ-1-10
2.7 流木の基礎的調査.....	Ⅱ-1-11
2.7.1 流域現況調査.....	Ⅱ-1-11
2.7.2 発生原因調査.....	Ⅱ-1-11
2.7.3 流木発生場所、立木、倒木の調査.....	Ⅱ-1-12
第2章 土石流・流木対策計画における土砂量等の算出方法.....	Ⅱ-2-1
第1節 流域内の移動可能土砂量.....	Ⅱ-2-1
第2節 計画規模の年超過確率の降雨量によって運搬できる土砂量.....	Ⅱ-2-2
第3節 計画流木発生量の算出方法.....	Ⅱ-2-3
3.1 現況調査法による発生流木量の算出.....	Ⅱ-2-3
3.2 実績値に基づく発生流木量の算出.....	Ⅱ-2-5
第3章 堰堤サイト等の調査.....	Ⅱ-3-1
第1節 事前調査.....	Ⅱ-3-1
第2節 地質調査.....	Ⅱ-3-1
2.1 ボーリング調査.....	Ⅱ-3-1
2.2 基礎地盤の評価.....	Ⅱ-3-2
第3節 水質調査.....	Ⅱ-3-4
第4節 砂防ソイルセメント工法に係わる調査.....	Ⅱ-3-4

第Ⅱ編 調査

第1章 流域現況調査

第1節 基礎調査

1.1 水系図および流域区分

基礎調査においては、原則として 1/10,000 の砂防基本図を用いて砂防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ものとする。また、水系図を作成し、谷を抽出の上、次数ごとに区分する。(建河調 p251 改)

解説

谷の次数区分は、ストレーラーの方法を用いることが一般的である。

谷の判定方法は、図 1-1-1 に示したとおりである。

なお、崩壊可能土砂量算出の際の基礎資料として、0 次谷も区分しておく。

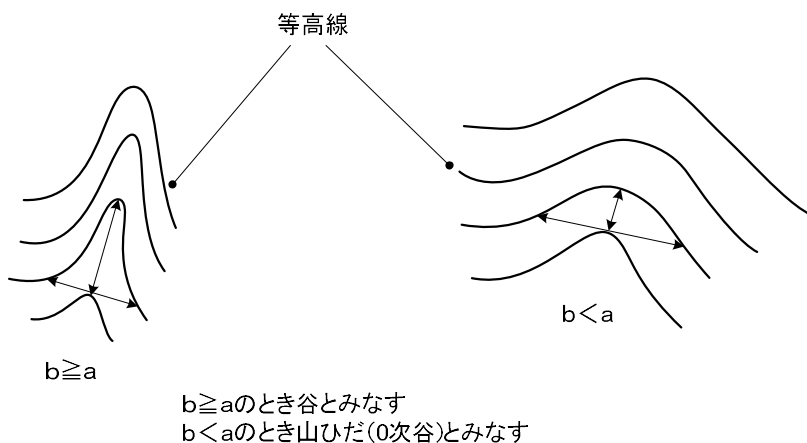


図 1-1-1 谷の定義

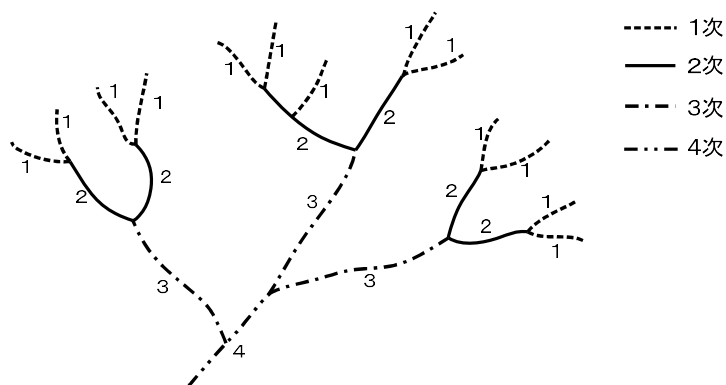


図 1-1-2 ストレーラーによる谷(水系)の次数区分

第2節 現況調査

2.1 水源崩壊調査

水源崩壊調査は、流域の荒廃状況、土砂生産の状況を把握するため、崩壊地、その他不安定土砂の状況を調査するものである。

解説

水源崩壊調査は山腹部を対象として荒廃状況を調査する。

水源崩壊調査では、以下の内容について調査する。

- 1 空中写真判読および現地調査により、崩壊地、地すべり、崖錐等の不安定土砂の分布状況を把握し、荒廃状況図を作成する(図1-2-1参照)。
- 2 現地調査を実施し、現地写真・スケッチ・調査表等にとりまとめる。例えば崩壊地では、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する(表1-2-1参照)。
- 3 新規拡大崩壊土砂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、多時期の空中写真判読を用いて実施する。
- 4 土石流・流木対策計画の策定等のために0次谷を対象に調査する場合は、溪流調査に準じて調査を実施する。

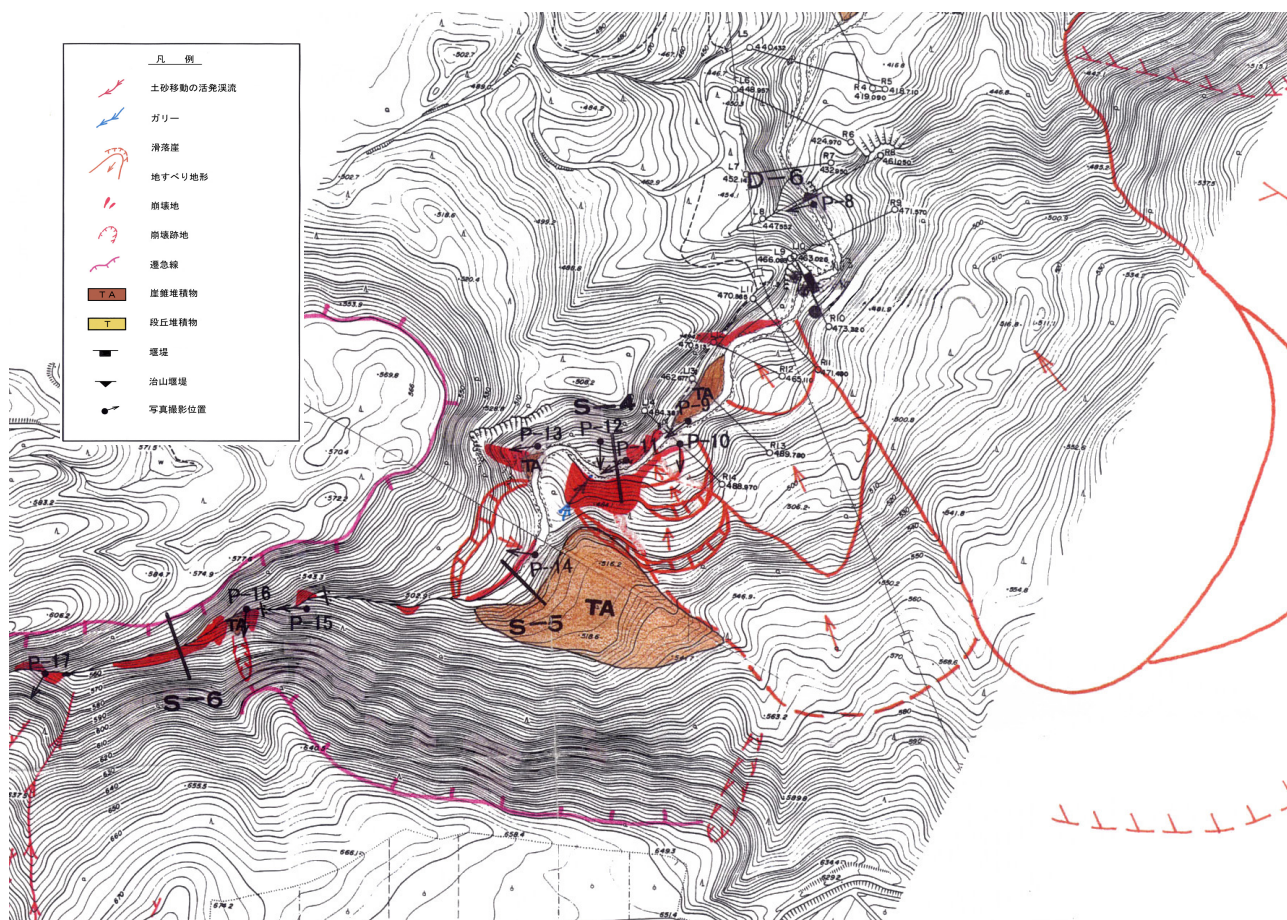


図1-2-1 荒廃状況図の例

表1-2-1 崩壊現況調査表の例

溪流名		水系名		流域面積		調査年月日	
番号 **	山腹崩壊 溪岸崩壊別	規 模				崩壊土量 (m3)	残土量 (m3)
		平均幅 (m)	平均長 (m)	面積 (m2)	平均深 (m)		
流出 土砂量 (m3)	拡大生産 見込量 (m3)	地質	勾 配		わき水の 有 無	形 状	備 考
			災害前 (度)	災害後 (度)			

* 規模欄上段は崩壊土について、下段は残土について記入する。番号は図面と対象番号を用いる。

土石流災害調査法より

2.2 溪流調査

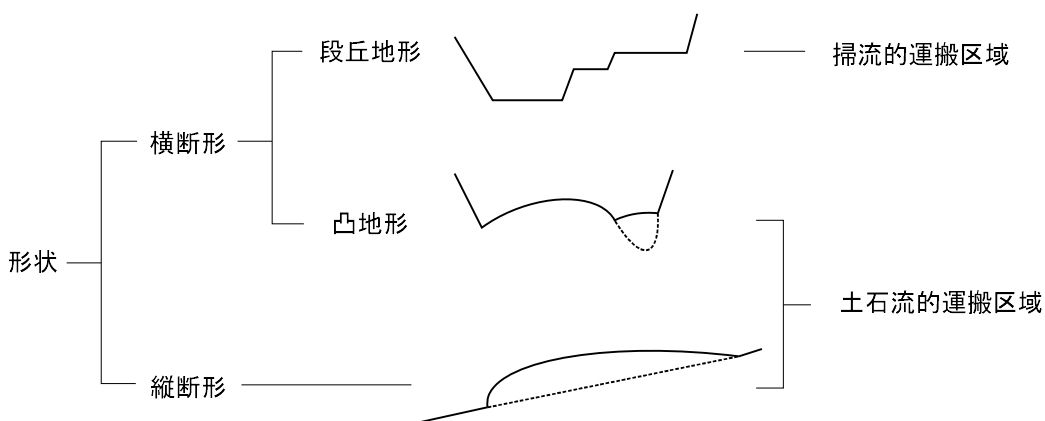
溪流調査は、流域内での土砂移動の形態、溪床不安定土砂の堆積状況等を調査するものである。

解 説

本調査は土石流・流木対策計画を策定する際の移動可能土砂量調査と同じものである。

1 土砂の移動形態の把握

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。



(建河調 p257)

図1-2-2 溪床土砂堆積地の形状による分類

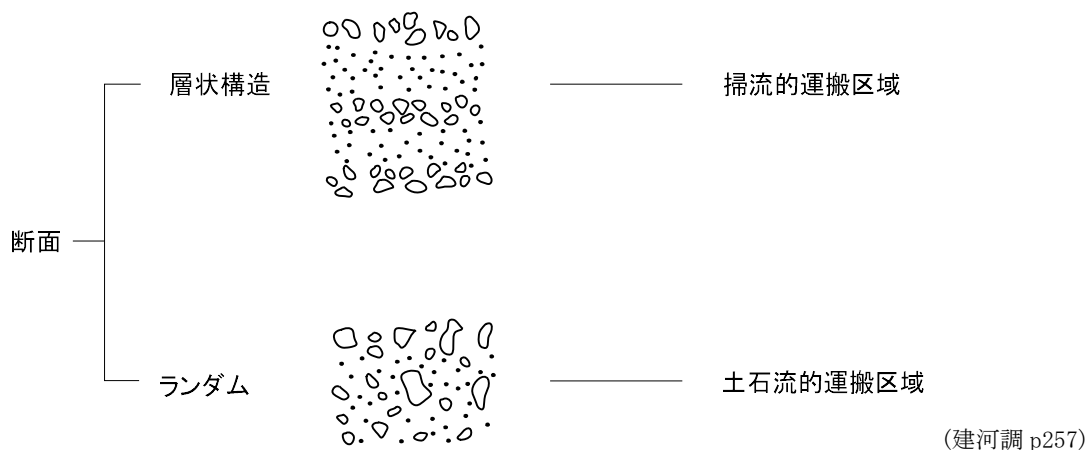


図1-2-3 溪床堆積地の断面の粒径の配列による分類

2 溪床不安定土砂の状況の把握

溪床不安定土砂の状況は、代表地点で簡易な測量またはスケッチ等で横断図を作成して把握する。調査成果は、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、調査にあたっては、堆積物上の植生、露岩、粒径、溪岸崩壊の状況等もあわせて記録する必要がある。また、不安定土砂の堆積幅、堆積厚も図示すること。

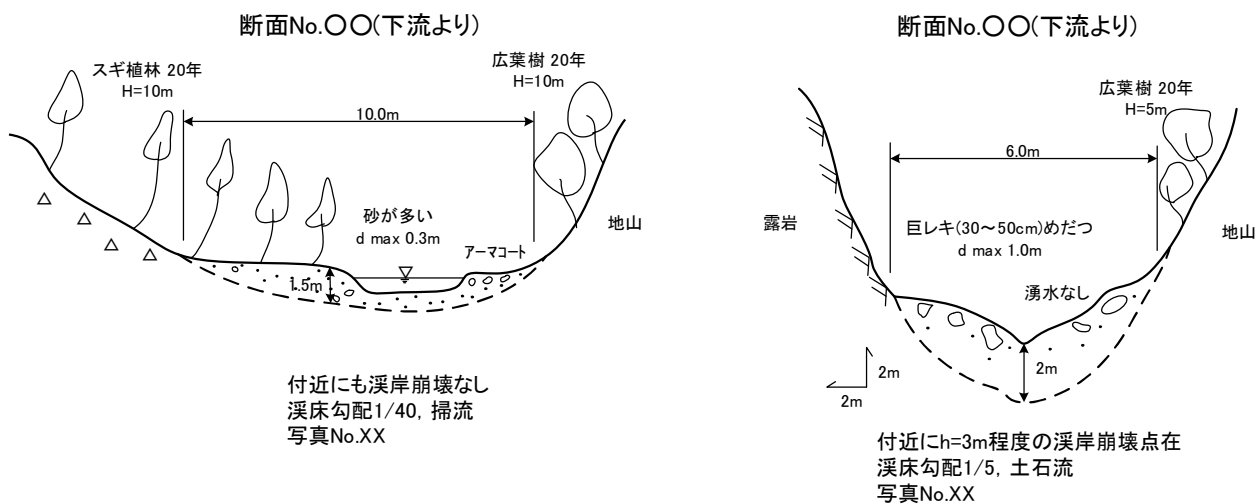


図1-2-4 横断スケッチの例

3 流域内の移動可能土砂量算出の基礎データ(土石流区間)

流域内の移動可能土砂量(V_{dy1})は、移動可能溪床堆積土砂量(V_{dy11})と崩壊可能土砂量(V_{dy12})の和で算出され、算出にあたっては、事前に現地調査を実施して0次谷を含めて溪床不安定土砂の状況を把握しておく必要がある。

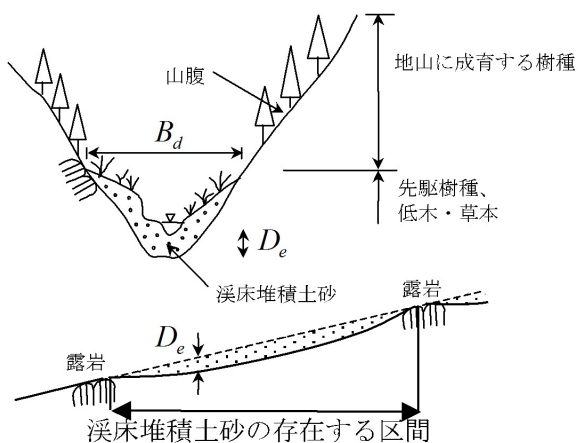
(1) 移動可能溪床堆積土砂量(V_{dy11})

移動可能溪床堆積土砂量を算出するため、溪流調査では、移動可能溪床堆積土砂の平均断面積

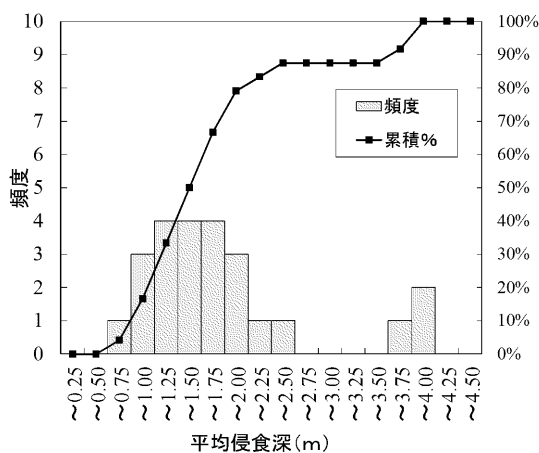
(A_{dyII})を土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅(B_d), 平均深さ(D_e)から求めなければならない($A_{dyII}=B_d \times D_e$)。

B_d , D_e を現地調査により推定する場合は図1-2-5(1)に示すように溪流断面における溪岸斜面の角度の変化, 土石流堆積物上に成育する先駆樹種と山腹地山斜面に成育する樹種の相違等を参考に山腹と溪床堆積物を区分して行う。(砂土計p14)

D_e の推定は図1-2-5(1)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。 D_e の参考として過去の土石流災害における事例を図1-2-5(2)に示す。(砂土計p14)



(砂土計 p15)

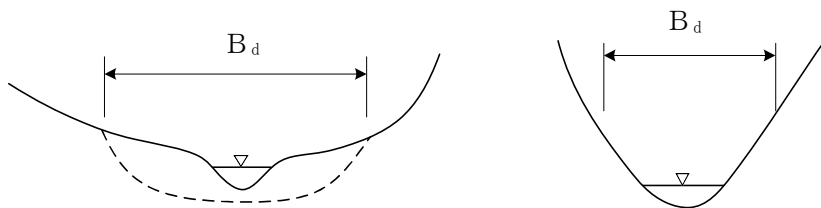


(砂土計 p15)

図1-2-5(1) 侵食幅, 侵食深の調査方法

図1-2-5(2) 平均侵食深の分布

B_d は地形の変化点, 溪岸植生, 地質(岩盤の露頭等)等を考慮して現地にて確認決定する。



D_e は地形, 地質, 風化度, 土砂の生産形態などにより異なり原則として近隣の類似した溪流の洗掘探, 溪岸の侵食深等を参考にして決定するものとする。

B_d , D_e は, 計画基準点より上流で, 谷字数区分や溪流状況に応じて適切な間隔, 位置で現地踏査を実施して決定するものとする。

(参考1) 平均侵食深の調査の一例

発生年	月	日	都道府県名	市町村名	溪流名	平均侵食深 (m)
2000	1	1	山梨県	西八代郡 下部町	下部川	2.0
2001	8	21	東京都	三宅村	岡堀沢	2.0
2001	8	21	東京都	三宅村	川田沢支川	3.0
2001	9	6	鹿児島県	西之表市	軍場第1	1.5
2001	10	16	大分県	南海部郡蒲江町	土後川	0.6
2001	10	16	大分県	南海部郡蒲江町	尾浦川第2	1.0
2001	10	16	宮崎県	日南市	北川内川	2.0
2002	1	1	新潟県	佐渡郡相川町	茶の助沢	1.0
2002	7	10	岐阜県	郡上郡八幡町	枅形谷	0.5
2002	7	11	栃木県	安蘇郡 田沼町	上清水沢	1.0
2002	9	2	高知県	吾川郡伊野町	是友大谷川	0.5
2003	6	21	宮崎県	北諸県郡三股町	仮屋谷川	1.0
2003	7	20	熊本県	水俣市	園郷川	1.2
2003	7	20	熊本県	水俣市	新屋敷	2.0
2004	7	18	福井県	鯖江市	滝谷川	0.7
2004	7	18	福井県	鯖江市	間谷川	2.0
2004	8	17	香川県	三豊郡	落合上川	1.5
2004	8	18	愛媛県	新居浜市	三杭川	2.0
2004	10	20	香川県	さぬき市	通谷川	2.0
2004	10	21	長野県	北安曇郡	滝の沢	1.0

(H19 砂土計 p34)

(参考2) 平均侵食深の調査の一例

地域	No.	発生年	月	都道府県	市町村	溪流名	集水面積 (km ²)	平均勾配 (°)	侵食幅		侵食深		土石流発生時の雨量	
									平均値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	標準偏差 (m)	24時間雨量 (mm)	1時間雨量 (mm)
魚野川	1	2011	7	新潟県	南魚沼市	姥沢川 (登川支溪)	4.78	19.8	31.8	20.1	2.2	1.7	328.0	62.0
	2	2011	7	新潟県	南魚沼市	三子沢川 (登川支溪)	0.78	27.0	27.6	13.0	3.9	2.4	328.0	62.0
	3	2011	7	新潟県	南魚沼市	柄沢川 (登川支溪)	1.60	22.4	10.0	5.9	1.1	0.7	328.0	62.0
	4	2011	7	新潟県	南魚沼市	高棚川	0.82	23.6	15.9	7.0	3.7	2.2	321.2	58.3
	5	2011	7	新潟県	南魚沼市	土沢	0.69	18.4	24.9	13.6	1.3	0.6	307.0	58.0
藤原岳	6	2012	9	三重県	いなべ市	西之貝戸川	0.21	34.6	13.8	7.3	1.6	2.0	435.0	70.0
	7	2012	9	三重県	いなべ市	小滝川	1.39	25.3	22.6	5.8	3.9	2.0	435.0	70.0
阿蘇	8	2012	7	熊本県	阿蘇市	大門川	0.33	13.4	14.5	7.1	1.2	0.7	517.0	124.0
	9	2012	7	熊本県	阿蘇市	坂梨地区	0.09	19.3	42.2	19.3	1.6	1.3	517.0	124.0
	10	2012	7	熊本県	阿蘇市	塩井川2	0.48	14.5	13.7	6.6	1.7	1.3	517.0	124.0
	11	2012	7	熊本県	阿蘇市	新所川3	0.07	28.2	16.9	6.9	1.0	0.6	417.0	83.0
	12	2012	7	熊本県	阿蘇市	土井川	0.28	19.5	21.2	9.9	2.4	1.1	517.0	124.0
防府	13	2011	7	山口県	防府市	阿部谷川	0.53	15.0	16.0	5.7	1.9	0.9	266.0	60.0
	14	2011	7	山口県	防府市	八幡谷溪流	1.05	14.2	9.0	4.1	0.8	0.5	266.0	60.0
	15	2011	7	山口県	防府市	松ヶ谷川	2.13	7.1	12.4	5.8	0.7	0.4	266.0	60.0
	16	2011	7	山口県	防府市	神里川	0.03	20.5	25.1	7.6	1.6	0.5	256.0	56.0
	17	2011	7	山口県	防府市	上田南川	1.10	12.2	15.9	8.0	1.1	0.6	266.0	60.0
18	2014	7	長野県	南木曾町	梨子沢	2.27	18.4	25.6	11.6	1.8	1.2	143.0	76.0	
19	2014	8	秋田県	仙北市	供養佛沢	0.03	16.5	41.7	10.3	1.3	0.9	189.0	58.0	
八木・ 緑井	20	2014	8	広島県	広島市	I-1-9-299a	0.34	15.2	15.9	7.1	1.0	0.5	247.0	87.0
	21	2014	8	広島県	広島市	I-1-9-303	0.22	18.9	18.1	6.1	1.3	0.7	247.0	87.0
	22	2014	8	広島県	広島市	I-1-9-306	0.19	24.3	18.2	6.9	1.9	1.3	247.0	87.0
	23	2014	8	広島県	広島市	I-1-9-1006	0.03	18.8	18.9	5.4	1.3	0.5	247.0	87.0
	24	2014	8	広島県	広島市	I-1-9-1010隣1	0.04	26.1	12.9	10.0	0.8	0.6	290.0	115.0

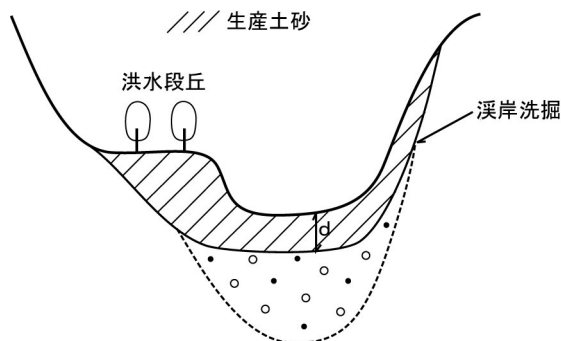
(砂土計 p16)

(2) 崩壊可能土砂量(V_{dy12})

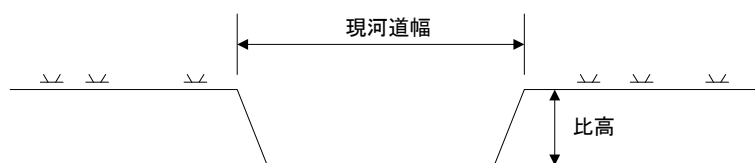
崩壊可能土砂量は、これを的確に推定することが困難なことが多く、一般には0次谷の崩壊を考え、0次谷で崩壊可能土砂量を算出する。算出方法は、移動可能溪床堆積土砂量と同様である。

4 その他(掃流等)の区間の生産土砂量算出の基礎データ(掃流区間)

掃流区間では、溪床堆積物の2次侵食、溪岸侵食等による土砂生産が考えられ、溪流調査成果をもとに移動可能な溪床堆積物の平均断面積を求める。



なお、溪流保全工区間等、溪床生産土砂を決め難い場合には(現溪流幅の2~3倍×比高(下図参照)×計画延長)で求める方法がある。なお、溪岸勾配が急で川幅が狭く蛇行が激しい場合は3倍とし、川幅が広く溪床勾配が緩くあまり蛇行していない場合は、2倍として算出する。



2.3 既設工作物調査

既設工作物調査は、既設工作物の諸元およびその効果を把握するものである。

解説

砂防、治山施設の設備台帳等の資料および現地調査により既設施設の状況(位置および諸元)をとりまとめる。調査の内容は、位置、種類、型式、材質、規模(堤高、堤幅、天端幅等)、所管、名称、竣工年月日、堆砂状況、破損、漏水等である。

2.4 氾濫状況調査

氾濫状況調査は、豪雨等により土砂流出が発生した箇所を対象に、被害状況、土砂の氾濫状況、住民の警戒避難の状況等を把握するものである。

解説

氾濫状況を調査、記録することは、今後のハード、ソフト対策を進めるにあたっての貴重なデータとなる。

氾濫実績調査は、聞き取りおよび現地調査を実施して、以下の状況を取りまとめる。

- ・ 土砂生産源からの土砂生産、流下状況および洪水、土砂、流木の氾濫、堆積状況
- ・ 土砂流出、災害の発生時間
- ・ 警戒避難の状況

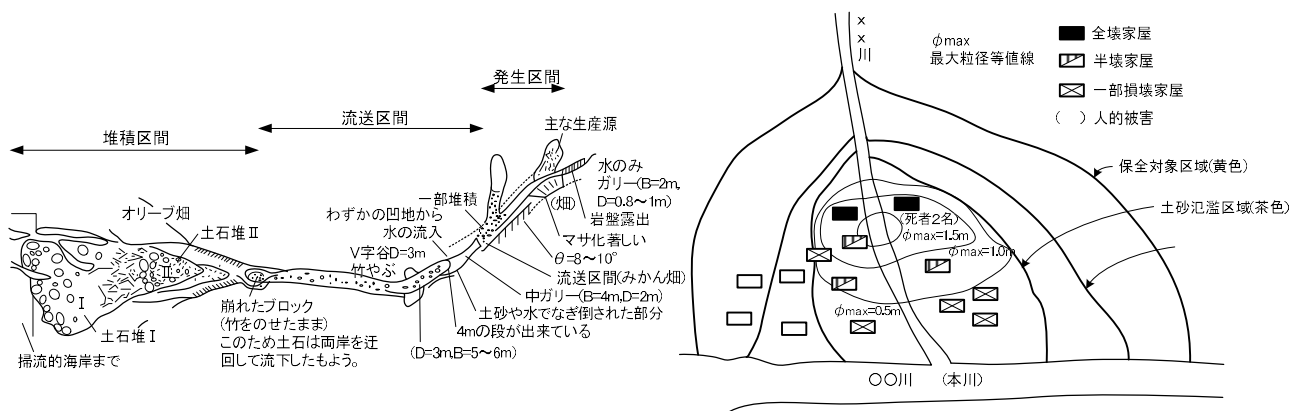


図1-2-6 氾濫状況調査の例

2.5 社会状況調査

砂防事業の目的を明確にするため、かつ、事業の費用対効果进行评估するため等に社会状況調査を行う。

解説

費用対効果の評価については、土石流・流木対策計画を策定する場合、国土交通省作成の「費用便益分析マニュアル(案)」による。そこで必要とされる人家戸数等の保全対象の資産に係わる事項を調査する。

社会特性は、既往資料により、土地利用および法規制状況を調査しとりまとめる。また、事業区域内における河川・溪流において、景観資源の分布や、空間利用の実態について調査する。

2.6 溪床材料調査

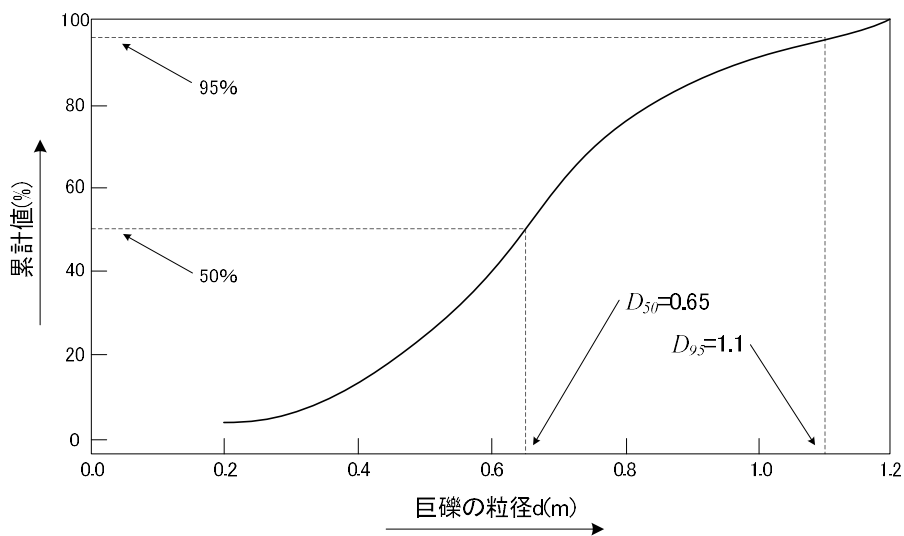
2.6.1 土石流の最大礫径調査

最大礫径調査は、土石流・流木対策施設の設計に必要な基礎資料を得るために行うものである。

解説

- 1 最大礫径は、砂防堰堤計画地点より上流および下流の各々200m間に存在する200個以上の巨礫の粒径を測定する。
- 2 作成した頻度分布に基づく累積値の95%に相当する粒径(D_{95})を最大礫径とする。

(砂土計 p35)



(鋼砂便 p177)

図1-2-7 巨礫の粒径の累加頻度曲線の例

3 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。

(砂土計 p35)

4 巨礫の粒径は、図1-2-8に示すように、その横径、縦径、高さ(それぞれ d_1 , d_2 , d_3)の平均値とする。

(鋼砂便 p177)

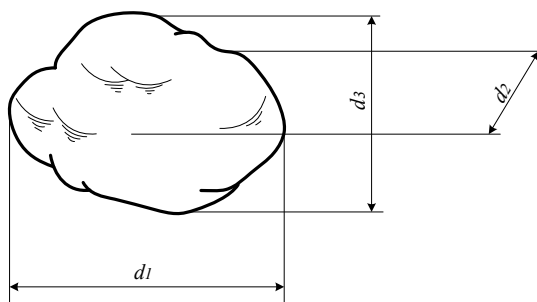


図1-2-8 巨礫の粒径

2.6.2 溪床の粒度分布調査

溪床の粒度分布調査は土砂の生産、流出特性を把握するための基礎資料を得るため行うものである。

解説

河床の粒度分布は、流砂量を計算する場合等において事前に行っておく必要がある。調査方法は代表的な手法として、現場ふるい分け試験、線格子法、面格子法がある。

2.7 流木の基礎的調査

2.7.1 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、植生および倒木(伐木、用材を除く)を調査する。 (砂土計 p20)

解説

次のような調査を通じて、流木対策に関する基礎資料を得る。

1 林相等の状況把握

空中写真判読や現地調査を通じて、林相区分図(植生区分図)を作成し、対象流域の林相等の状況を把握し、立木等のサンプリング位置等を検討する基礎資料を得る。

林相区分図(植生区分図)では、樹木の密度(概算)、樹高、樹種等の状況を整理する。

2 流木発生状況等の把握

空中写真判読や現地調査を通じて、流木の発生状況(土砂生産の状況)や溪床に堆積している流木の状況を把握し、発生流木量の算出方針等を検討する。

また、流木による被害の推定を行い、よりの確な対策検討のための基礎資料とする。

2.7.2 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。 (砂土計 p20)

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、直径およ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やすく、それにとま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1-2-1に示す。

(砂土計 p20)

表1-2-1 流木の発生原因

流木の起源	流木の発生原因
立木の流出	①斜面崩壊の発生にともなう立木の滑落 ②土石流等の発生源での立木の滑落・流下 ③土石流等の流下にともなう溪岸・溪床の侵食による立木の流出
過去に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・流下にともなう倒木の発生とその後の土石流等による下流への流出

(砂土計 p20)

2.7.3 流木発生場所，立木，倒木の調査

流域現況調査，流木の発生原因を参考に立木や倒木の量，大きさを算出する基礎データを得る。

解 説

- 1 流域現況調査，流木の発生原因を参考に流木の発生場所(崩壊および土石流にともな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2節2.2 溪流調査による方法を用いる。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，倒木およ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，材積)や長さ，直径を調査することにより発生流木量，その長さおよび直径を推定することができる。

(砂土計 p21)

- 2 流木の発生場所，林相(植生)区分図をもとに立木，倒木のサンプリング調査箇所を抽出する。
林相区分図(植生区分図)により，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し，サンプリング調査箇所を抽出する。

- 3 立木のサンプリング調査は 10m×10m となる範囲で，以下の項目について調査を行う。

(砂土計 p21)

- ①密度あるいは本数：樹木，伐木，倒木，流木等の 100m²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

- 4 溪床面に倒木等が堆積している場合は，別途，堆積地で上記の調査を行う場合もある。
- 5 ただし，倒木，伐木，溪床に堆積している流木で，伐木や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。

(砂土計 p21)

第2章 土石流・流木対策計画における土砂量等の算出方法

第1節 流域内の移動可能土砂量

流域内の移動可能土砂量は、水源崩壊調査、溪流調査等の結果に基づき算出する。

解説

流域内の移動可能土砂量(V_{dy1})は、次式で算出する。

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

V_{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次谷の最上流端までの区間の移動可能溪床堆積土砂量(m^3)

V_{dy12} ：崩壊可能土砂量(m^3)

(砂土計 p14)

- 1 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次谷の最上流端までの区間の移動可能溪床堆積土砂量

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

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

A_{dy11} ：移動可能溪床堆積土砂の平均断面積(m^2)

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)

(砂土計 p14)

移動可能溪床堆積土砂量を算出する際の B_d , D_e , A_{dy11} は溪流調査結果を用いる。

- 2 崩壊可能土砂量(V_{dy12})は、以下に示す方法で算出する。

0次谷の崩壊を含めた次式で、崩壊可能土砂量を推定する。

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

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

A_{dy12} ：0次谷における移動可能溪床堆積土砂量の平均断面積(m^2)

L_{dy12} ：流出土砂量を算出しようとする地点より上流域の1次谷の最上端から流域の最遠点までの流路谷筋に沿って測った距離(m)で、支溪がある場合はその長さも加える。

土石流発生直後など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。

(砂土計 p17)

なお、 B_d , D_e , A_{dy12} は溪流調査結果を用いる。(「第1章 流域現況調査 2.2 溪流調査 参照」)

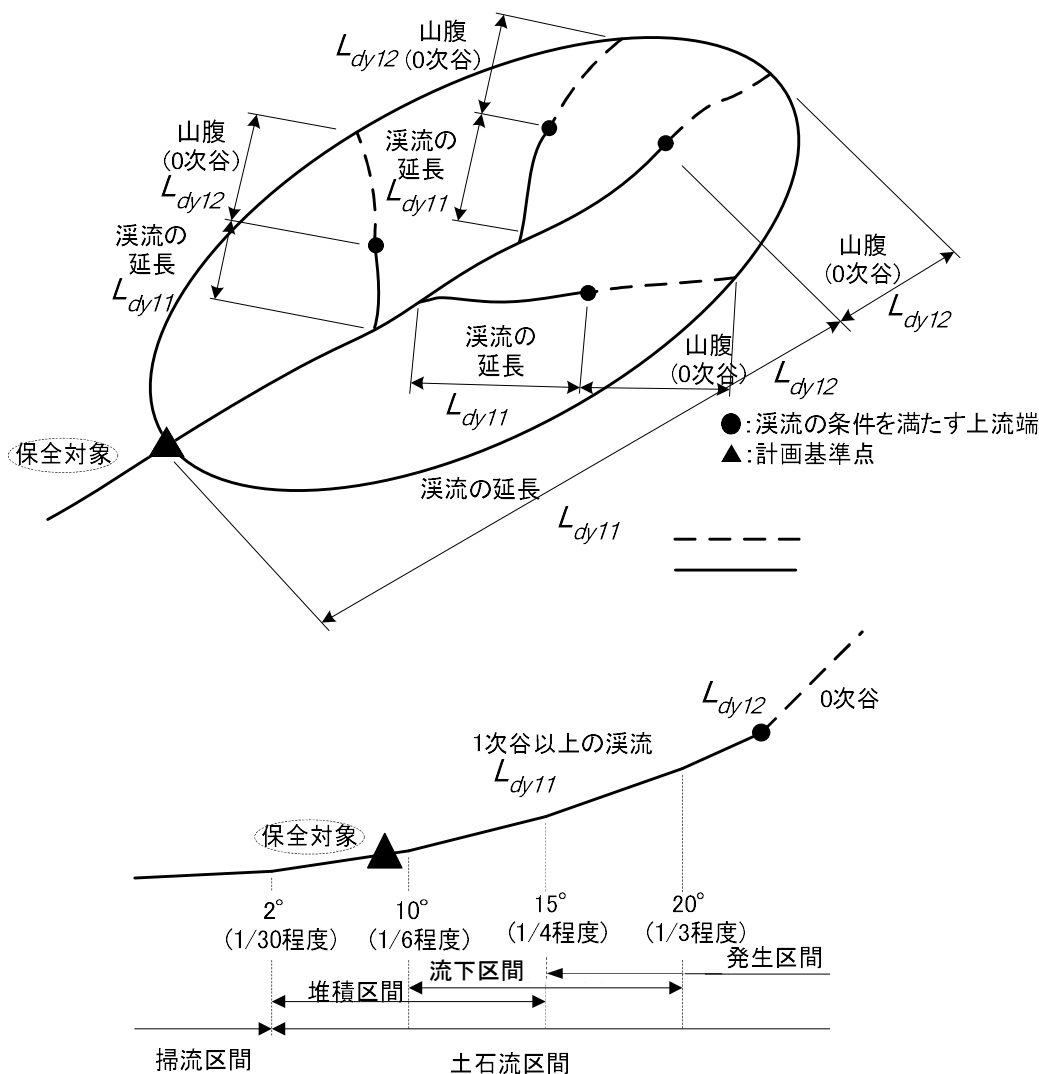


図 2-1-1 L_{dy11} , L_{dy12} のイメージ (砂土計 p18 一部加筆)

第2節 計画規模の年超過確率の降雨量によって運搬できる土砂量

計画規模の年超過確率の降雨量によって運搬できる土砂量は、計画規模の年超過確率の降雨量 (P_p (mm)) に流域面積 (A (km²)) を掛けて総水量を求め、これに流動中の土石流濃度 (C_d) を乗じて算定する。その際、流出補正率 (K_{f2}) を考慮する。 (砂土計 p19)

解説

$$V_{dy2} = \frac{10^3 \cdot P_p \cdot A}{1 - K_v} \left[\frac{C_d}{1 - C_d} \right] K_{f2}$$

C_d : 算出法は第III編第4節4. 1. 1 参照

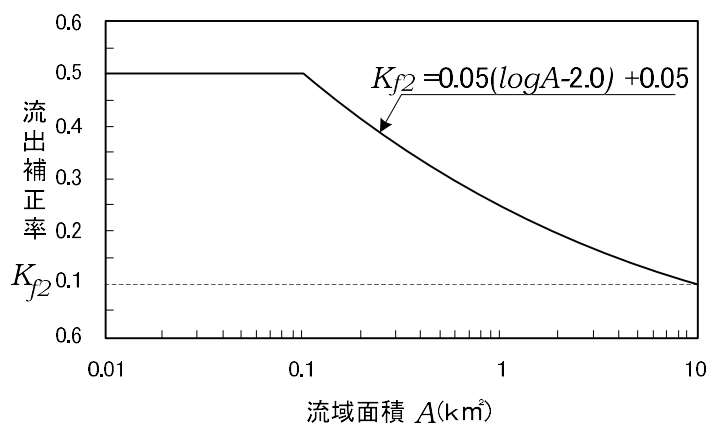
P_p : 地域の降雨特性、災害特性を検討し決定する。なお一般には、24時間雨量を用いる。

K_v : 空ゲキ率で0.4程度とする。

K_{f2} : 流出補正率で図2-2-1によって流域面積に対して与える。なお、 K_{f2} は、0.5を上限とし、0.1を下限とする。 (砂土計p19)

愛知県では、「愛知県の確率降雨」に示す確率年100年の24時間雨量を用いるものとする。

計画規模の土石流によって運搬できる土砂量は、原則として土石流・流木対策の計画基準点で算出する。



(砂土計 p19)

図 2-2-1 流出補正率

第3節 計画流木発生量の算出方法

3.1 現況調査法による発生流木量の算出

発生流木量は次式を用いて算出することができる。

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

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

ここで、 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 100m²あたりの樹木材積(m³/100m²)、 H_w ：樹高(m)、 R_w ：胸高直径(m)、 K_d ：胸高係数である。

(砂土計 p22)

解説

土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅(B_d)、樹高(H_w)、胸高直径(R_w)は、第1章第2節2.7.3の調査結果を用いる。

胸高係数(K_d)は、表2-3-1のとおりである。

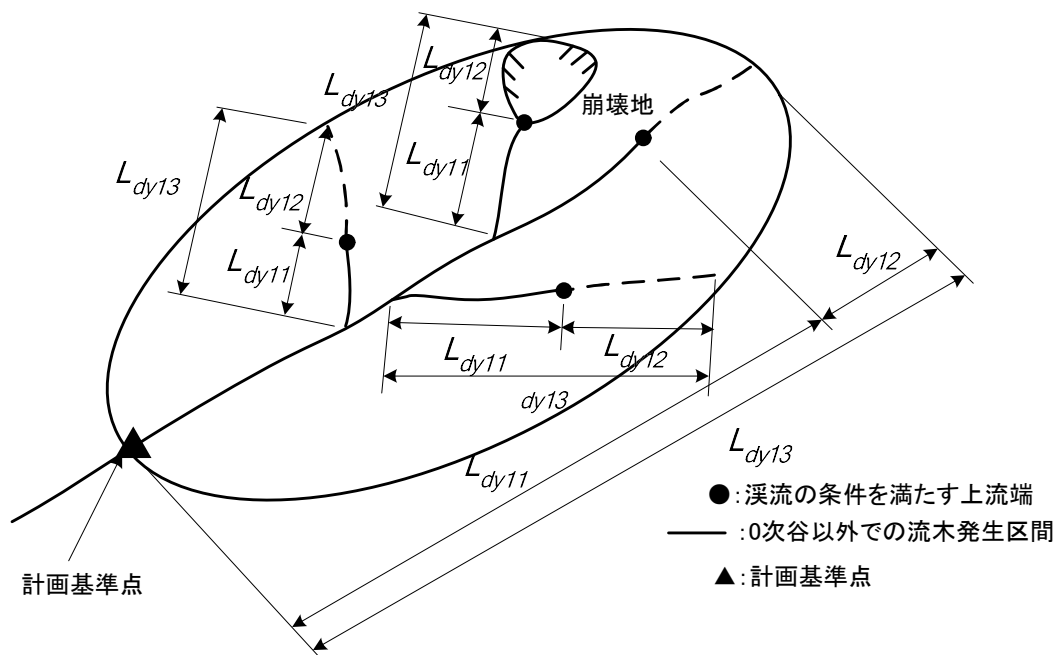


図 2-3-1 流木発生区間長 (L_{dy13}) のイメージ (砂土計 p23)

表 2-3-1 胸高係数表

樹高	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, ツガその他の針葉樹および広葉樹

(測樹 P 146)

3.2 実績値に基づく発生流木量の算出

近傍に流木発生事例があり、これらの発生流木量に関するデータがある場合は、これから単位流域面積あたりの発生流木量(V_{wy} (m^3/km^2))を求め、次式で発生流木量を求めることができる。(砂土計 p24)

$$V_{wy} = V_{wy} \times A \quad A: \text{流域面積}(km^2) \text{ (溪床勾配が } 5^\circ \text{以上の部分の流域面積)}$$

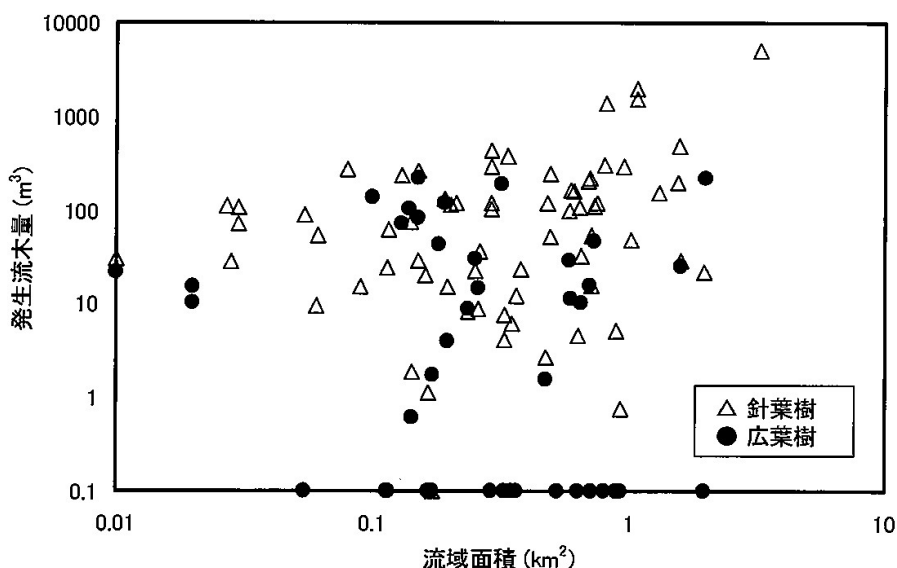
解説

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2-3-2に示す。

図は、過去の災害実態調査結果をもとに、溪流の流域面積と針葉・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。

(砂土計 p42)



(砂土計 p24)

図2-3-2 流域面積と流木発生量

第3章 堰堤サイト等の調査

第1節 事前調査

砂防堰堤等の設計にあたっては、事前に堰堤サイト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目点は、次のような事項が考えられる。

- ① 計画された堰堤サイトが目的とする機能を得る地形であるか
- ② 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
- ③ 計画された堰堤サイトが、その付近で最も経済的な工事(付帯工事を含めて)となるような地形であるか
- ④ 計画された堰堤サイトが、十分な地耐力を有する地盤であるか
- ⑤ 計画された堰堤サイト下流部が、砂防堰堤から流下する流水の水勢によって影響がでる地形・地質であるか

等を現地で踏査し、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。

第2節 地質調査

2.1 ボーリング調査

砂防堰堤の設計に際しては、必ず事前にボーリング調査を実施する。

解説

1 ボーリングの位置

ボーリング調査の実施箇所については、図3-2-1で示した位置を参考に適切な箇所において実施する。

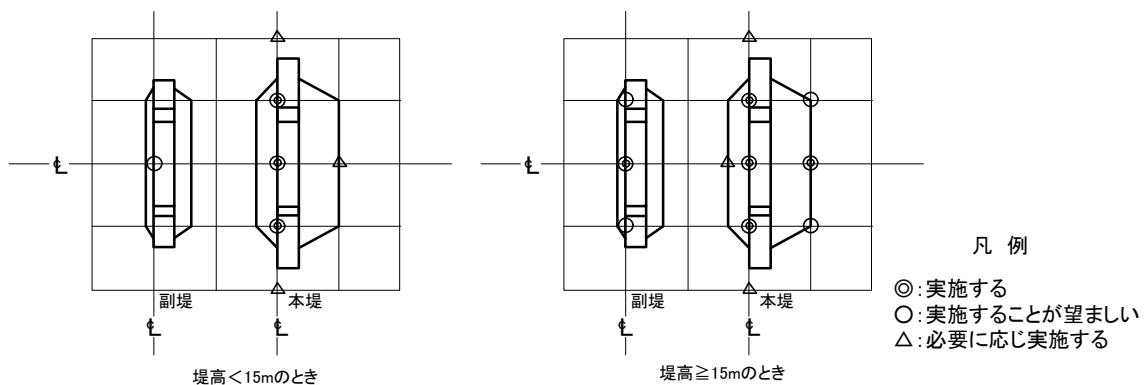


図3-2-1 ボーリングの配置

2 ボーリング孔を利用した原位置試験

ボーリング孔を利用した原位置試験は、原則として標準貫入試験を実施する。なお、水溜ダムでは現場透水試験を行う等、堰堤の目的等に応じて適宜試験を追加する。

3 解析

解析は、岩盤区分と岩級区分、断層破碎帯の有無について行うことが一般的であり、地質断面図を作成する。

なお、水溜ダム等透水性が問題となる時は、ルジオンマップを作成することが望ましい。

2.2 基礎地盤の評価

岩級区分を岩片の硬軟、風化の程度、割れ目の頻度・状態および夾在物の種類等に基づいて分類し、その良否を評価し、地質調査結果および掘削岩盤面の状況をもとに、堰堤着岩部の岩盤としての適否を決定する。砂防堰堤の設計における岩盤の区分および判定は、以下のとおりを標準とする。

解 説

表 3-2-1 (a) 岩級区分

Class	岩 質
A	極めて新鮮な岩石で造岩鉱物は風化変質を受けていない。節理はほとんどなく、あっても密着している。色は岩石によって異なるが、岩質は極めて堅硬である。
B	造岩鉱物中、雲母、長石類およびその他の有色鉱物の一部は風化して多少褐色を呈する。節理はあるが密着して、その間に褐色の泥または粘土は含まないもの。
C _H	堅硬度、新鮮度はBとC _M の間のももの
C _M	かなり風化し、節理と節理に囲まれた岩塊の内部は比較的新鮮であっても、表面は褐色または暗緑褐色に風化し、造岩鉱物も石英を除き、長石類その他の夕色鉱物は赤褐色を帯びる。節理の間には、泥または粘土を含んでいるか、あるいは多少の空隙を有し、水滴が落下する。岩塊自体は硬い場合もある。
C _L	C _M より風化の程度がはなはだしいもの。
D	著しく風化し、全体として褐色を呈し、ハンマーで叩けば容易に崩れる。さらに風化したものでは、岩石は破状に破壊されて、一部土壌化している。節理はむしろ不明瞭であるが、ときには岩塊の性質は堅硬であっても、堅岩の間に大きな開口節理の発達するものも含まれる。

表 3-2-1 (b) 岩級区分の細部判断要素

区分要素	現 象	Class
堅 硬 度	ハンマーで火花が出る程度	A, B
	ハンマーで強打して1回で割れる程度	B, C _H , C _M
	ハンマーで崩せる程度	C _M , C _L , D
割れ目の間隔	50cm以上	A, B
	50~15cm	C _H , C _M , C _L
	15cm以下	C _M , C _L , D
割れ目の状態	密着し割れ目に沿って風化の跡がみられない	A, B, C _H
	密着、割れ目に沿って多少風化変質し、その面に薄い粘土物質が密着する	B, C _H , C _M
	小さな(2mm程度)空隙を有する割れ目が発達しているか、あるいは割れ目に沿ってかなりの幅をもって風化変質し、割れ目には粘土物質を介在する	C _M , C _L
	開口状	C _L , D

(砂設公p77)

表3-2-2 ボーリングコアによる岩級区分

分類	細区分の組合せ	摘要
A	A-I	割れ目は新鮮
B	A-II (A-I)	
C	C _H A-II, III, B-I	割れ目は密着状～開口状
	C _M A-III, B-II	
	C _L A-III, II, V, B-III, IV, V	
D	Cクラスの全部の組合せ	割れ目開口状
E	表層堆積物	
F	断層・破碎帯	粘土をともなう

細区分のA, B, CとI～IIは次のとおりである。

○風化, 硬さ

- A : 新鮮, 堅硬
- B : やや風化, やや軟質
- C : 非常に風化, 非常に軟質

○ボーリングコアの形状

- I : 棒状 10cm以上
- II : やや完全 10～5 cm
- III : 半壊 5～3 cm
- IV : 細壊 3～1 cm
- V : 粉状 1 cm以下
- VI : 粘土状

(砂設公p78)

表3-2-3 試錐コアによる岩級区分

分類	細区分の組合せ
A	A I a, (A II a)
B	A II a, A I b, (A III a), (A II b), B I a, (B II a)
C	C _H A II b, A III a, (A III b), B I b, B II a, (B III b), (B III a)
	C _M A I c, A II c, A III b, (A III c), B III a, B III b, B III b, B I c, (C II b)
	C _L A III c, B II c, B II c, (B I c), C II b, C III b
D	(B II c), (B III c), C II c, C III c
F	断層, 破碎帯のC III cを含む

※ 細区分の組合せ()は希な組合せ。

(細区分)

岩石の硬さ { A.....堅 硬(D_c ≥ 500)
 B.....やや堅硬(D_c = 500～200)
 C.....軟 質(D_c ≤ 200)
 * D_c : 推定圧縮強度(kg/cm²)

平均コア長 { I.....10cm以上
 II.....10～5 cm
 III.....5 cm以下

割れ目沿いの風化の程度 { a.....新 鮮
 b.....やや風化変色している
 c.....割れ目沿いに粘土をはさみ風化変色している

※ 割れ目の状態は, コアのみでは正確にはわからないので, それに近いものとしてコアでは風化変質の程度を用いた。

(砂設公p78)

なお、岩級区分と岩盤の区分の関係は表3-2-4のように示されている。

表3-2-4 岩盤の区分と岩級区分

岩盤の区分	岩級区分
硬岩	A
中硬岩	B
軟岩(Ⅱ)	C _H
軟岩(Ⅰ)	C _M

(砂設公P118 表3-24 一部抜粋)

注：C_L級の岩盤については、基礎掘削による緩みや風化の促進などを想定した上で、設計上の取り扱いを検討すること。

第3節 水質調査

堰堤材料を検討するため、流水のpH試験を実施する。

解説

鋼製砂防堰堤は、酸性の影響により腐食速度が大きくなることが知られている。pH5.0未満の酸性河川では、鋼製構造物の採用は好ましくないとされている。

第4節 砂防ソイルセメント工法に係わる調査

砂防ソイルセメント工法は、砂防事業を推進する上で、砂防設備の構築に現地発生土砂を有効活用するために開発されたものであり、施工現場において現地発生土砂とセメント・セメントミルク等を攪拌混合して製造するもので、砂防設備とこれに伴う附帯施設の構築および地盤改良に活用する工法の総称である。

砂防ソイルセメント工による砂防設備を計画するため、現地発生土砂の適応性(量・性状、粒度特性)、賦存量、現地状況等を調査検討し、必要な資料を得ることを目的に材料試験、配合試験、強度試験等を行う。

解説

砂防ソイルセメント工法に関する調査、検討、設計は「砂防ソイルセメント施工便覧 平成28年版」を参考とする。なお、同資料は、現地発生土砂を有効活用する砂防ソイルセメント工法の積極的な活用を目的に作成されたものであるが、砂防技術の新工法であり、実績や技術知見が蓄積された段階にて随時、内容更新されるため、時点での最新知見によるものを参考とすることに留意する。

砂防ソイルセメント工法を計画するためには、まず、計画地点周辺で採取できる現地発生土砂の賦存量およびその性状を把握し、ソイルセメントの母材として活用できるか適応性について検討する必要がある。

また、施工においては、計画地付近に現地発生土砂の仮置きヤードや練り混ぜのための混合ヤードが必要であり、それらのヤードの有無を調査する必要がある。

現地発生土が活用でき、砂防ソイルセメント堰堤の施工が可能であると想定される場合は、現地発生土の材料特性・配合試験を実施し、砂防ソイルセメントの発現強度や単位体積重量等の品質を把握して、砂防ソイルセメント工法を計画するための基礎資料を得る。