

第Ⅱ編 砂防調査

第Ⅱ編 砂防調査 目次

第1章 生産土砂等の調査	Ⅱ-1-1
第1節 総説	Ⅱ-1-1
第2節 基礎調査	Ⅱ-1-2
2.1 流域区分	Ⅱ-1-2
2.2 水系図	Ⅱ-1-2
第3節 現況調査	Ⅱ-1-3
3.1 水源崩壊調査	Ⅱ-1-3
3.1.1 調査対象	Ⅱ-1-3
3.1.2 崩壊地の土砂量	Ⅱ-1-3
3.1.3 1次谷の溪床土砂堆積量	Ⅱ-1-5
3.1.4 とくしゃ地の生産土砂量	Ⅱ-1-5
3.1.5 地すべり性大規模崩壊	Ⅱ-1-5
3.2 溪流調査	Ⅱ-1-6
3.2.1 範囲と測点	Ⅱ-1-6
3.2.2 谷幅と溪床勾配	Ⅱ-1-6
3.2.3 溪床土砂堆積量	Ⅱ-1-6
3.2.4 流出形態の判別	Ⅱ-1-7
3.2.5 溪床の土砂堆積地の形成年代及び移動現象の繰返し方	Ⅱ-1-8
3.3 現況調査のまとめ	Ⅱ-1-9
第4節 変動調査	Ⅱ-1-9
4.1 変動の実測に基づく流出土砂量の推定	Ⅱ-1-9
4.1.1 ダムへの流入土砂量	Ⅱ-1-9
4.1.2 河床変動量調査の利用	Ⅱ-1-10
4.1.3 流域の諸特性値による流出土砂量の推定	Ⅱ-1-10
4.1.4 変動調査のまとめ	Ⅱ-1-11
第5節 礫の調査	Ⅱ-1-11
5.1 礫径調査	Ⅱ-1-11
5.2 礫の堆積様式	Ⅱ-1-13
5.3 堆積崖の礫の配列状況	Ⅱ-1-14
5.4 岩種・岩質・形状	Ⅱ-1-14
第6節 粒度調査	Ⅱ-1-14
6.1 粒度調査方法	Ⅱ-1-14
6.1.1 要旨	Ⅱ-1-14
6.1.2 試料採取点の選定	Ⅱ-1-14
6.1.3 採取の方法	Ⅱ-1-14
6.2 粒度分析方法	Ⅱ-1-16
6.2.1 粒度分析	Ⅱ-1-16
6.2.2 粒度曲線平均粒径及び混合比の求め方	Ⅱ-1-17
6.2.3 資料整理	Ⅱ-1-18
第7節 流木の基礎的調査	Ⅱ-1-18
7.1 流域現況調査	Ⅱ-1-18
7.2 発生原因調査	Ⅱ-1-18
7.3 流木発生場所、立木、倒木の調査	Ⅱ-1-19
第2章 ダムサイト等の調査	Ⅱ-2-1

第1節 事前調査.....	II-2-1
第2節 砂防堰堤基礎の調査.....	II-2-1
2.1 総説.....	II-2-1
2.1.1 調査の概要.....	II-2-1
2.1.2 ダムサイトの一般的注意事項.....	II-2-3
2.1.3 概査.....	II-2-4
2.2 設計調査.....	II-2-5
2.2.1 設計調査の範囲.....	II-2-5
2.2.2 調査の留意点.....	II-2-6
2.2.3 調査坑.....	II-2-6
2.2.4 ボーリング調査.....	II-2-7
2.2.5 岩級区分.....	II-2-7
2.2.6 室内試験.....	II-2-9
2.2.7 原位置試験・変形試験.....	II-2-9
2.2.8 透水性試験及びルジオンテスト.....	II-2-9
2.2.9 総合解析.....	II-2-10
第3節 水質調査.....	II-2-11

第Ⅱ編 砂防調査

第1章 生産土砂等の調査

第1節 総説

本章は、砂防計画の基本となる土砂量等を決定するための資料を得ることを目的とする。荒廃溪流とその流域で生産される土砂及び流出する土砂、また流木対策が必要な場合の流木発生量に関する調査の標準的手法を定めるものである。(建河調p249)

解説

調査を大別すると基礎調査、現況調査、変動調査、及び流木調査の4つに分類される。

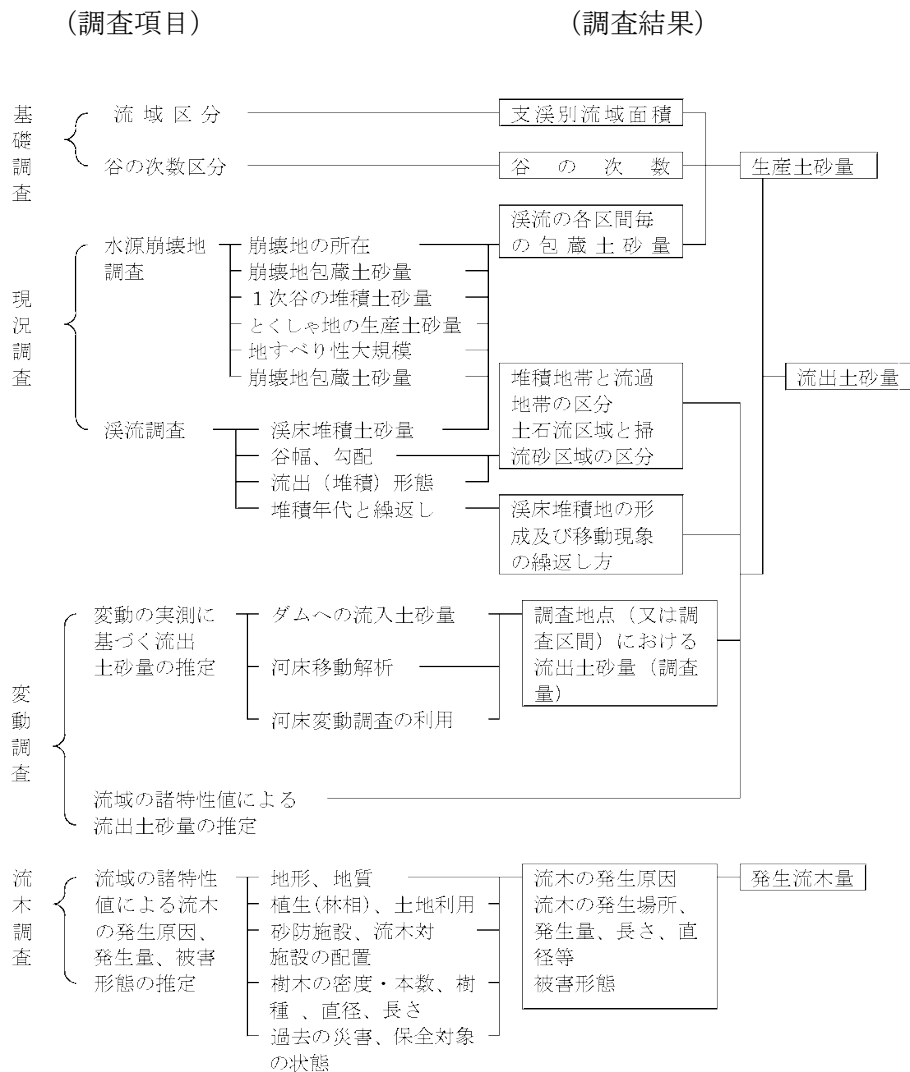


図 1-1-1 調査系統図

第2節 基礎調査

2.1 流域区分

基礎調査において、まず2万5千分の1地形図を用いて、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。(建河調p251)

2.2 水系図

基礎調査においては、本章2-1のほか5万分の1地形図を用いて水系図を作製し、谷を次数ごとに区分するものとする。(建河調p251)

解説

谷次数ストレーラーの方法により区分し、次数ごとの崩壊土砂量や流出土砂量の関係を把握するときに利用する。谷と山腹の判定方法は、図1-2-2のように、地形図の等高線の凹み具合で間口よりも奥行が大きい場合に1次谷とし、その反対の場合には山腹とみなすものとする。

また、河道とは谷の始まる地点から下流とすると、ある基準点からの河道長とは1次谷の最上流端までとなる。

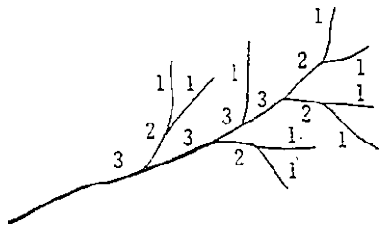
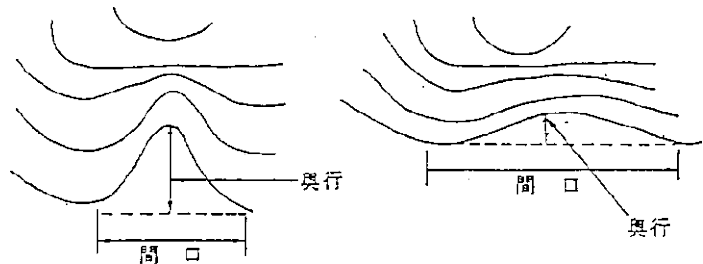


図 1-2-1 谷の次数区分



奥行 \geq 間口

1次谷

奥行 $<$ 間口

山腹

図 1-2-2 1次谷の判定

谷の次数については、一次谷と一次谷が合流すると二次谷となるというように、同次の谷が合流するとその谷の次数プラス1の谷数となる。

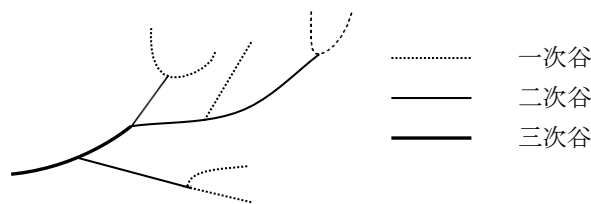


図 1-2-3 谷次数

第3節 現況調査

3.1 水源崩壊調査

3.1.1 調査対象

水源崩壊調査は山腹崩壊地と溪岸崩壊地及びその母体となる地域その他、1次谷の溪床を対象として行うものとする。
(建河調p252)

3.1.2 崩壊地の土砂量

流域内の全崩壊地について、踏査実測によるか空中写真を併用する方法で崩壊の状況と土砂生産に関係する諸元を調査し、現況における崩壊残土量と将来における拡大生産見込土砂量とを推定するものとする。
(建河調p252)

解説

対象は急峻な箇所であるから、ポケットコンパス、ハンドレベル、クリノメーター、問縄等の簡単な測器でよい。

空中写真を使用する場合は1支溪の中で少なくとも1箇所は案測によって面積を調査し、結果を照合しておかなければならない。

(1) 土砂供給地点の表示

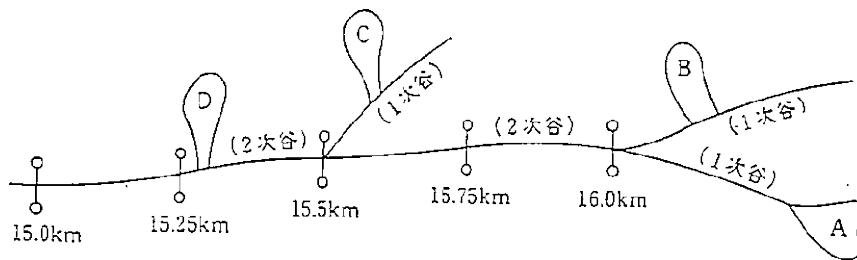


図 1-3-1 土砂供給地点の表示

前図により崩壊地A及びBの土砂供給地点は河道距離16.0km、Cは15.5km、Dは15.3kmとなる。

なお、砂防計画基準点を0mとするのを原則とする。

(2) 元斜面の設定

最初に崩壊が起こる前の元斜面を推定して設定する。この作業は個人差が生じやすいので、できれば崩壊面に多数の縦横断線を設けて図面上で設定することが望ましい。目測で推定する場合も、崩壊地に接続する形状に準ずることが判断の基準となる。

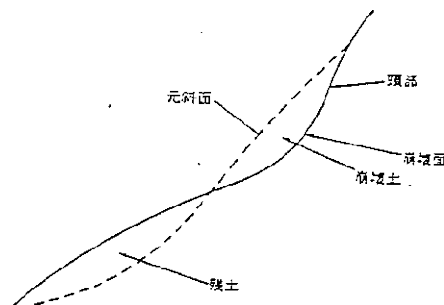


図 1-3-2 元斜面の設定

(3) 平均幅、平均長、面積、平均深の決定

平均幅及び平均長は元斜面と崩壊面との交点間の平均長で表す。面積は正面からみて交点を連ねた図形の面積である。

平均深は元斜面と崩壊面までの深さの平均である。崩壊土と残土とは別に計上する。

(4) 崩壊土量、残土量、流出土砂量の決定
崩壊面積×崩壊平均深=崩壊土量(A)
残土面積×残土平均深=残土量(B)

$$(A)-(B)=\text{流出土砂量}$$

(5) 拡大生産見込量

現地を眺めて崩壊がどれだけ拡大するかを検討し、その場に生産される（崩落する）土砂を推定する。

(6) 地質の調査

拡大生産土砂量を算定するため、崩壊を起こした地層が何であるかを調査する。地質の分類

- (イ) 崩積土 …………… 崩落し堆積した土
- (ロ) 表土 …………… 表面の土
- (ハ) 風化残積土 …… 基岩の風化物
- (ニ) 岩 …………… 岩盤

前記 (ハ)、(ニ) については岩質も調べる。

(7) その他

(イ) 流心に対する角度

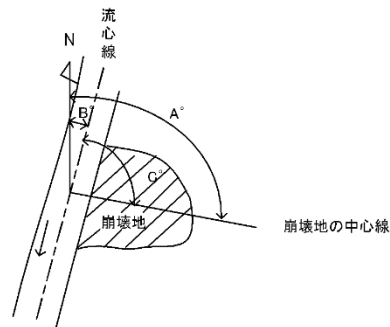


図 1-3-3 流心に対する角度

注) 溪岸崩壊の中心線方位と流心の方角の角度差で表現する。

$$A^\circ - B^\circ = C^\circ$$

(ロ) 形状

①半円形状②樹枝状③スプーン状④三日月状等形状の特徴をおさえて簡単に表現する。

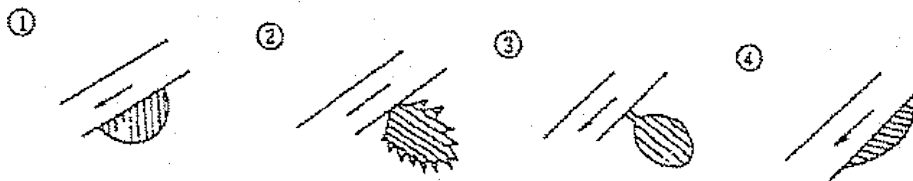


図 1-3-4 土砂崩壊の形状

以上の調査結果を表 1-3-1 に記入する。

表 1-3-1 崩壊現況調査表

河川名		水系名		調査年月日				
渓流名	支流名	土砂供給地点	山腹崩壊	渓流			崩壊土量	残土量
				平均幅	平均長	面積		

流出土砂量	拡大生産見込量	池	堰	白紀		わき水の有無	沢心に対する角段	形状	崩壊時期	原因	源泉
				崩部	残土						

* 崩壊線上段は崩壊土について、下段は残土について記す。

3.1.3 1次谷の溪床土砂堆積量

1次谷においては、合流点から常時湧水点までの間の溪床土砂堆積量を求めるものとする。

1次谷の溪床土砂堆積量は便宜上1次谷の末端の地点におけるものとし、河道距離でその位置を表すものとする。
(建河調p254)

3.1.4 とくしゃ地の生産土砂量

いわゆる「とくしゃ地」からの生産土砂量を測定するには、原則として次の2方法のいずれかによるものとする。

1. 直接的方法……測定しようとする区域に2~5mのメッシュの測線を設定し、その交点に杭を打つ。杭頭の地表面状の「出」を測定し、前回の測定値と差し引きして表土の移動深を求め、その杭の分担面積を乗じ、更に区域を集計して生産土砂量を求めるものである。
2. 間接的方法……とくしゃ地から流出する土砂量を適当な「ます」で受けて測定しようとする法で、一例として短侵食溪の下ダムを利用するものである。
(建河調p254)

3.1.5 地すべり性大規模崩壊

対象地域内における構造破碎帯の地区等、地すべり地の存在する地区を重点的に、地すべり性の大規模崩壊が発生する地形、地質条件のある土地を空中写真、現地踏査等によって確認し、生産見込土砂量等を本章3.1.2の崩壊地の土砂量と同様に推定するものとする。
(建河調p255)

解説

地すべり性大規模崩壊発生に関する地質地形条件として着目すべきものは次のようなものである。

- (1) 構造破碎帯地域
- (2) 大規模斜面の存在
- (3) 山腹斜面変換線の存在
- (4) 地すべり性地形の存在

3.2 溪流調査

3.2.1 範囲と測点

本章3.2.2以降についての調査の範囲は、原則として砂防計画基準地点より上流に向かって本流及び支溪の本章2.2による2次谷の上流端までとし、主に掃流区域において河床変動の顕著な比較的長い区間を対象とする場合の調査に適用する。

調査範囲内において、河道の形状及び特性を表す調査地点を明示する目的で固定測点を設けるものとする。(建河調p255)

解説

固定測点は測点間隔を50mの整数倍でかつ谷幅の概ね2倍程度にとることを標準とし、谷幅の4倍を越えないように設ける。測点の呼称は河道縦断線に沿う累加距離とする。累加距離の起点は、砂防計画基準点あるいは近傍に河川距離標がある場合にはこれと連結した点として設定する。

3.2.2 谷幅と溪床勾配

固定測点を設けた地点（以下測点という）で谷幅と溪床勾配を測定し、これらを河道縦断線に沿う累加距離（以下河道距離という）に対してプロットし、谷幅及び溪床勾配変化図に整理するものとする。(建河調p256)

解説

谷幅及び溪床勾配変化図は次図のようである。

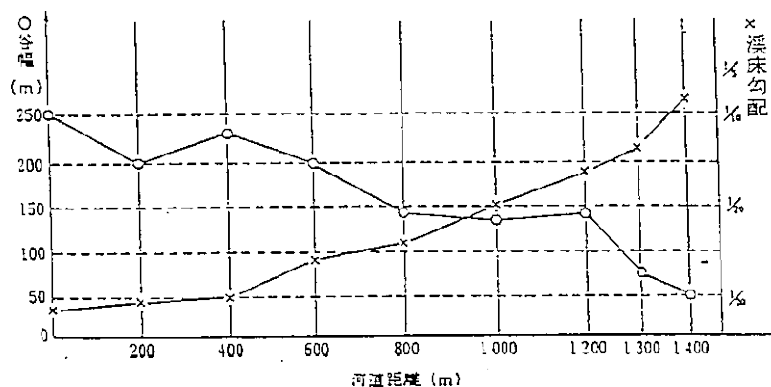


図 1-3-5 谷幅及び溪床勾配変化図

3.2.3 溪床土砂堆積量

各測点で溪床堆積土砂の堆積深を求めて、各測点間の溪床土砂堆積量を算出し、河道距離に対してプロットして溪床土砂堆積量図に整理する。(建河調p256)

解説

堆積深は、ダム等の床掘断面や周囲の洗掘断面の観察等を手がかりとする。堆積深と本章3.2.2の谷幅とから各測点間の溪床堆積土砂量を算出し、その量を河道距離に対してプロットして次図のような溪床土砂堆積図を作製する。

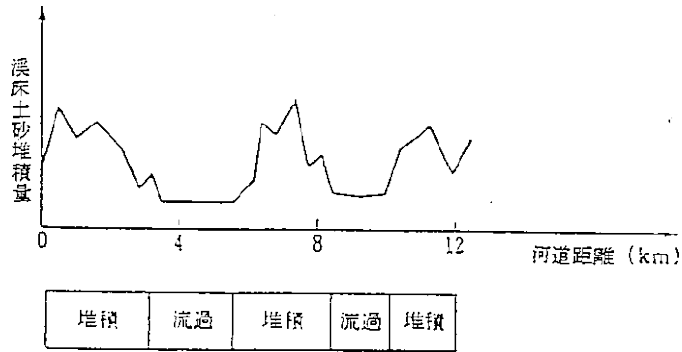


図 1-3-6 溪床土砂堆積量図

3.2.4 流出形態の判別

溪床土砂堆積地の形状と断面を観察及び測定することによって、堆積が掃流によって形成されたものか、土石流によって形成されたものかを判断し、この結果を河道距離に対してプロットして、主として掃流状態で土砂運搬が行われる区域(掃流区域)と、そうでない区域(土石流区域)とに区分する。

(建河調p257)

解 説

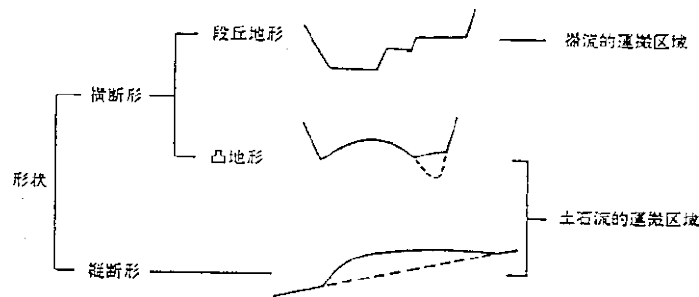


図 1-3-7 溪床堆積地の形状による分類

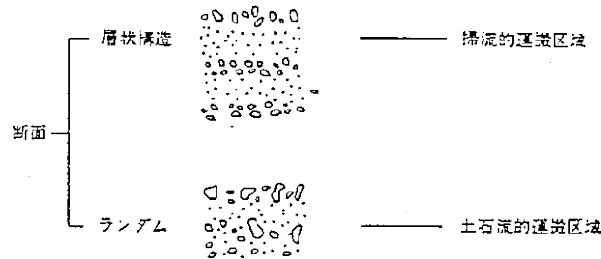


図 1-3-8 溪床堆積地の断面の粒径による分類

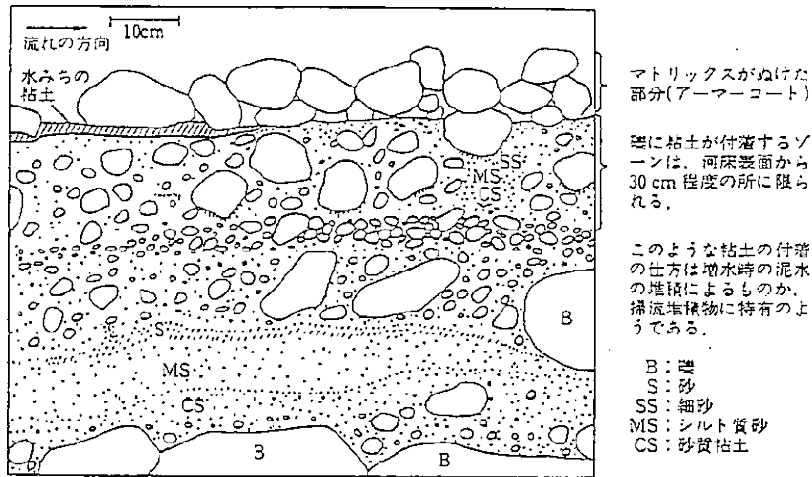


図 1-3-9 掃流堆積物スケッチ例

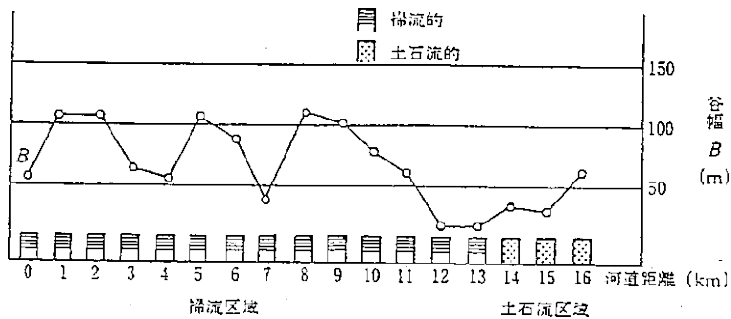


図 1-3-10 堆積プロット例

3.2.5 溪床の土砂堆積地の形成年代及び移動現象の繰返し方

溪床の土砂堆積地に木本科植物群落がある場合に限って、この調査を行うことができる。
 溪床土砂堆積地の形状からみて累次の前後関係を判定し、その上に存在する木本科群落の年代調査を行って土砂の堆積年代を推定するものとする。調査地点の情報として得られた堆積年代を河道縦断距離に対してプロットし、溪床土砂の各年代ごとの移動傾向を推定する。
 (建河調p258)

解説

木本科植物群落による年代調査は、林分の形態（天然生同令林分であること）と、林分を形成する個体が圧迫を受けた場合に現れる反応の特徴を、年輪から読み取って土砂の堆積年代を推定する方法である。

調査地点の情報に距離的要素を加えて、水系として解析するための図は図 1-3-11 のように作製する。この図から、資料が多く蓄積されれば、堆積地の移動頻度、出水量と対応した移動距離、移動に関する水系のパターンによる堆積地帯と流過地帯の時間的確認など多くの事項が判明する可能性がある。

(上記調査は段丘地形に必要である)

3.3 現況調査のまとめ

水源崩壊地及び溪流の現況調査により、次のような成果をとりまとめるものとする。

1. 溪流における区間ごとの包蔵土砂量
2. 堆積地帯と流過地帯の区分
3. 土石流区域と掃流区域の区分
4. 溪床土砂堆積地の移動現象の繰返し方

(建河調p259)

解説

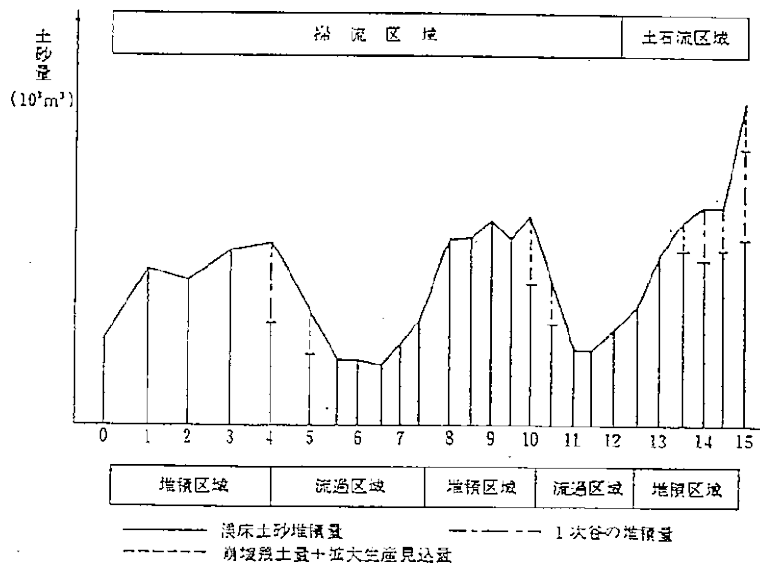


図 1-3-11 現況調査のまとめ例

第4節 変動調査

4.1 変動の実測に基づく流出土砂量の推定

4.1.1 ダムへの流入土砂量

適当な箇所に調査ダムが得られる場合には、ダムへの流入土砂量を測量してその地点における流出土砂量を求めるものとする。未満砂ダムにおける調査は、測量時期を選択することにより1洪水流出土砂量及び平均流出土砂量のいずれも求めることが可能で、流出土砂量推定方法としては最も望ましい。

(建河調p260)

解説

流出土砂量を求めようとする流域の最上部にある堰堤で、2時期に堆積土砂の測量を行い、その差をもって期間の流入土砂量、すなわち流出土砂量とする。

測量範囲は貯水池内と貯水池に接続する河道で、貯水池に河床の変動が支配される区域とする。未満砂堰堤は、調査時期を洪水の前後に選べば1洪水流出土砂量が求まり、年間1回の測量を数回繰り返して回数で除せば、平均流出土砂量を求めることができ多面的な調査が可能である。上記は実測の縦断面図、横断面図により算出する。

4.1.2 河床変動量調査の利用

次の場合には、河床変動量調査により流出土砂量の推定を行うことができる。

1.土石流区域について

土石流堆積物による河床変動量から土石流による1洪水流出土砂量を推定する場合。

2.掃流砂区域について

調査対象区域の最下流端で土砂流出がおおむね阻止されるような状態、例えば、ダムなどが存在するような区域での河床変動量から1洪水流出土砂量あるいは1年間ごとの流出土砂量を推定する場合。

(建河調p263)

解説

河床変動調査により流出土砂量をもとめようとした場合、調査区域の下流端で流出土砂が阻止されない場合には、河床変動の振幅が削減しほぼ平衡状態に達している区域まで調査し、その有効性を検討しておく必要がある。

河床変動量調査の整理は次表のようにする。

表 1-4-1 河床高、河床土砂容積計算書

河床名		河川名		区 画		調査期日		河床横断 式の番号	
測 点	測 深	測 深	河床横断 式の番号	測 深	測 深	測 深	測 深	測 深	測 深

表 1-4-2 河床変動量調査表

河床名		河川名		区 画		調査期日		調査期日	
測 点	測 深	総土砂容積		平均河床高		河床横断 式の番号		測 深	測 深
		測 深	測 深	測 深	測 深	測 深	測 深		

4.1.3 流域の諸特性値による流出土砂量の推定

調査しようとする流域の特性が、いわゆる流出土砂量算定式の適合度の高い条件に合致する場合には、流出土砂量算定式による流出土砂量の推定を行うものとする。

(建河調p265)

解説

流出土砂量算定式として、村野式や江崎式がある(建設省河川砂防技術基準(案)参照)。これらの算定式は地質や流域面積等により適合度が変化するが、それらが適合度の高い条件に合致する場合には流出土砂量の目安とすることができる。

4.1.4 変動調査のまとめ

調査量に基づいて計画流出土砂量を決定する場合の基幹となるものは変動調査による調査量である。変動調査の調査量は、調査地点での流出土砂量、あるいは調査区間での土砂の移動収支の姿で得られるものであるから、それを支配する条件との関係を考察して計画基準点における流出土砂量を推定するものとする。(建河調p266)

解説

変動調査による調査量は河道の縦断距離に沿ってプロットする。

計画量は調査量をもとに決定すべきものであり、調査量の積み上げが必要であるが、現状では1回だけの調査量によって計画を策定しなければならない場合が多い。このような場合にも、得られた資料に現象の時間的経過と場所的条件を導入して決定する。

第5節 礫の調査

5.1 礫径調査

礫径調査には、

粒度分析:ふるい分け法 (JIS規格)

表面礫径:線格子法・面格子法・最大礫径・石礫指標

などの方法があるが、粒度分析は、流砂量計算をするために行うことが多い。

しかし、流域の土砂流出特性を探る目的であれば、表面粒径の計測だけで十分である。

礫径調査の範囲は、砂防堰堤計画地点より上流の溪床および下流の各々200m間とし、その間における200個以上の巨礫の粒径を測定する。

礫径の計測は、図1-5-1より、長径(a)・中径(b)・単径(c)を目測またはコンベックスにより計測するか、場合によっては、フルイに通して計測するものとし、礫径(d)は、

$d=(a+b+c)/3$ より算出する。



図 1-5-1 礫の計測方法

表面礫径は、堆積状態の区分(堆積地の新旧など)や礫径の変化のみられる区間毎にその代表地点でサンプリングするものとし、表面礫径を計測するためのサンプリング方法と最大礫径・石礫指標の計測方法について述べる。

<礫のサンプリング方法>

表面礫径を計測するためのサンプリング方法は、線格子法または面格子法を使用するものとし、その方法は図 1-5-2 のとおりである。線格子法では、対象とする堆積地や溪床の縦断方向または横断方向にメートル縄を張り、礫径にあわせて定間隔で格子を採り、その真下の礫を採取し礫径を計測するものである。格子点の間隔は、最大礫径を目安に50cmまた1m単位とする。

(1)線格子法

(2)面格子法

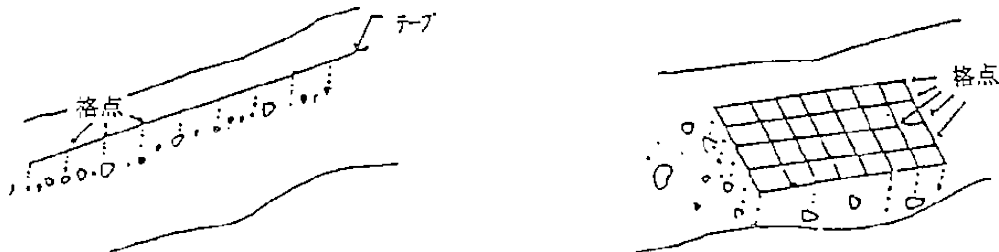


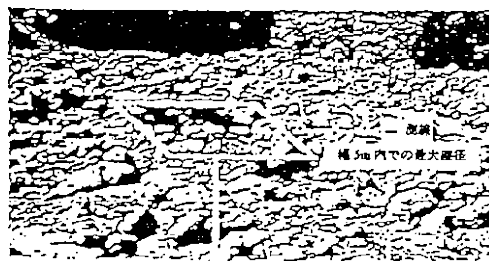
図 1-5-2 表面粒径の計測方法

面格子法は、礫径10cm以下の小径の堆積地で使用するのが便利である。サンプリング方法は、1.0m～2.0m程度の木枠に、縦横10等分になるように糸を張り、堆積面上に置き、各格子点の下の礫をサンプリングする。したがって、試料数は、最大101個となる。

両者とも、試料採取に当たって、格子点の下の礫が、たとえば、砂のように小さい場合には、砂なら砂とし、目測によりmm単位で計測し、試料として加えるものとする。

<最大礫径・石礫指標>

最大礫径のサンプリングは、横断測量や堆積地調査時に実施するものとし、したがって、サンプリング間隔は、50～100mを目安とし、且つ、縦断上で礫径に変化のみられるところとする。溪流長が長い場合、サンプリング間隔を長くすることは可能である。最大礫径は図 1-5-3 のように、横断測線を基準に、上・下流に幅5m程度の範囲で最大のものをサンプリングし、先の要領で計測する。



石礫指標：10m四方内の大きい礫 10 個の平均

図 1-5-3 最大礫径・石礫指標のサンプリング

石礫指標は、最大礫径と同様に、横断測量や堆積地調査時に実施する測点で実施するものとする。サンプリングは、図 1-5-3 に示したように、測点位置でおおむね10m四方の枠を設定し、枠内で礫の大きい方から10個を選び礫径を計測し、その平均の礫径を算出する。この礫径の平均値を石礫指標という。

<移動している礫径>

礫にはコケが付着し長期間移動していないものや最近（ある洪水で）移動したとみられるものがある。移動している礫径の調査では、図 1-5-4 のように、最近動いたと思われる礫径の最大のものと、移動していない礫径の最小のものとを比較しながら、礫径を決めていく。一般には同者を明確に区分することは難しく、重複していると思われる。

他に、踏査の時点で小規模な堆積地に典型的にみられる目につく（平均）粒径（目測で統計処理したものである）などがあれば、野帳に記載しておくようにする。

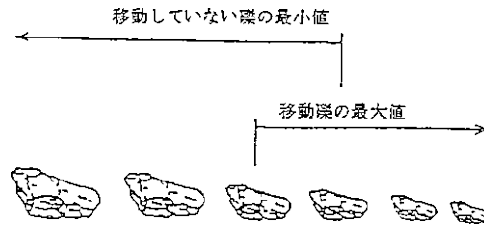


図 1-5-4 移動礫径の考え方

5.2 礫の堆積様式

溪床内の平面的な土砂の堆積様式が層状であるかブロック状であるかにより、土砂流出形態が土石流形態か、掃流形態なのかを判別することができる。土石流の流動は、図 1-5-5 のように考えられており、土砂はブロック状の堆積を示す。したがって、図 1-5-6 に示したように平面的な土砂の堆積状況により、土砂の移動形態を判別する。

- (1) 平面形 (2) 縦断形



図 1-5-5 土石流による堆積状況

- (1) 土石流 (2) その他



図 1-5-6 礫の堆積様式

また、図 1-5-7 のように、堆積崖においては礫の配列状態を調査し、堆積地が土石流により形成されたもの (1) か、掃流状の土砂移動により形成されたもの (2) か判断する。

- (1) 土石流 (ランダム) (2) 掃流 (層状)



図 1-5-7 堆積崖の礫の配列状況

5.3 堆積崖の礫の配列状況

溪床堆積地の形成過程は、大きく、洗掘によるものと堆積によるものとに分けることができ、特に、階段状堆積地で堆積時期、洗掘時期が異なっている場合、各堆積崖の礫の配列状況により、堆積地の形成について、堆積か洗掘かの判断が可能である。

図1-5-8のように、堆積地が接し階段状になっている場合には、堆積地間での礫の配列状態の整合性を調査し、整合・不整合により、次のように堆積地を判別する。

整合(1)：堆積地Bは、もともとAと一体のものであり、a年前に形成されたが、b年前にその一部が洗掘され、堆積地Bとなった。

不整合(2)：堆積地Bは、a年前に形成されたAに対し、b年前に新たな土砂の堆積があり、堆積地Bとなった。

(1) 洗掘 (整合) (2) 堆積 (不整合)

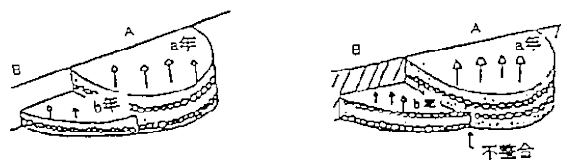


図 1-5-8 階段状堆積地の堆積崖の礫の配列状況

5.4 岩種・岩質・形状

堆積礫については、礫径の他に、以下について礫の状況を記す。

岩種：堆積礫の発生源を知るため、地質との関係から岩種を記載する。

岩質：礫の磨耗・破砕に対する強度すなわち、割れ易さなどを記載する。

形状：礫の発生源の岩質・遠近などに左右されるが、円礫・角礫など礫の形状を記載する。

第6節 粒度調査

6.1 粒度調査方法

6.1.1 要 旨

この試験は、河床および海底底質を採取し、その平均粒径を求めるものである。

6.1.2 試料採取点の選定

試料採取点は、河床および海底が比較的整正で表面における砂礫の分布状態が標準的な地点を選定しなければならない。

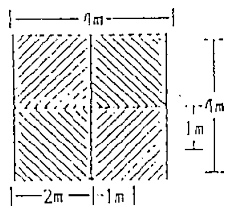
6.1.3 採取の方法

(1) 最大礫の中径（長径と短径の平均値）が、1,000mm以上の試帯採取は、次によるものとする（砂礫採取図参照）。

① 採取点を中心にして4×4mの採取地を設定し、堆積面から浮いて孤立した礫とさらに表面から30cm以上の深さの表層を取り除く。

- ② 採取地を4等分した2×2m区間内の表面に分布する砂礫のうち中径500～1,000mmの礫を採取し、各礫の中径を計算する。
 - ③ 採取地を16等分した1×1mの区域内で深さ50cm以内に存在する中径500mm以下の砂礫を採取する。採取した砂礫のうち、中径100～500mmの礫については、各礫の中径を計算する。100mm以下の砂礫は、その全重量を測定する。
 - ④ 100mm以下の礫を四分法により約50kg程度を持ち帰り、その全量についてフルイ分け試験(JISA1102)を行う。
 - ⑤ 4×4mの採取地の全表面に分布する中径1,000m以上の礫を採取し、各礫の中径を計算する。
- (2) 最大礫の中径が500～1,000mmの試料採取は、次によるものとする。
- ① 採取点を中心に2×2mの採取地を設定し、堆積面から浮いて孤立した礫とさらに表面から30cm以上の深さの表層を取り除く。
 - ② 採取地を4等分した1×1m区域内で深さ50cm以内に存在する中径500mm以下の砂礫を採取する。採取した砂礫のうち100～500mmについては、各礫の中径を計算する。100mm以下の砂礫は、その全重量を測定する。
 - ③ 100mm以下の礫を四分法により約50kg程度持ち帰り、その全量についてフルイ分け試験(JISA1102)を行う。
 - ④ 次に2×2mの採取地の全表面に分布する中径500m以上の礫を採取し、各礫の中径を計算する。
- (3) 最大礫の中径が200～500mmの試料採取は、次によるものとする。
- ① 採取点を中心にして1×1mの採取地を設定し、堆積面から浮いて孤立した礫とさらに表面から30cm以上の深さの表層を取り除く。
 - ② 1×1m区域内で深さ50cm以内に存在する中径500mm以下の礫を採取する。採取した砂礫のうち、中径100～500mmについては、各礫の中径を計算する。100mm以下の砂礫は、その全重量を測定する。
 - ③ 100mm以下の礫を四分法により約50kg程度持ち帰り、その全量についてフルイ分け試験(JISA1102)を行う。
- (4) 最大礫の中径が200mm以下の試料採取は、次によるものとする。
- ① 採取点を中心に1×1mの採取地を設定し、堆積面から浮いて孤立した礫とさらに表面から30cm以上の深さの表層を取り除く。
 - ② 1×1m区域内で深さ50cm以内に存在する中径200mm以下の砂礫を採取する。採取した砂礫のうち、中径100～200mmの礫については、各礫の中径を計算する。100mm以下の砂礫は、その全重量を測定する。
 - ③ 100mm以下の礫を四分法により約50kg程度持ち帰り、その全量についてフルイ分け試験(JISA1102)を行う。
- (5) 水中砂礫および海底底質の試料採取は、次によるものとする。
- ① 採取にあたっては、粒度分布を乱さないように採取しなければならない。
 - ② 採取量は、JISA1102およびJISA1204によるものとする。

砂礫採取図



- (イ) 1,000mm以上の礫調査範囲
- (ロ) 500～1,000mm
- (ハ) 200～500mm

表 1-6-1 砂礫採取表

砂礫の中径	採取地面積	表面取除深さ	採取深さ	採取量	フルイ分け量
1,000mm以上	4×4m	30cm 以上	最大礫 長 径		JISA1102 及び JISA1204 による
500～1,000mm	2×2m	〃	〃		〃
200～500mm	1×1m	〃	50cm	約0.5m ³	〃
200mm以下	1×1m	〃	30cm	約0.3m ³	〃

表 1-6-2 砂礫採取表

砂礫の中径	採取地面積	表面取除深さ	採取深さ	採取量	フルイ分け量
水中砂礫				JISA1102 及び JISA1204 による	JISA1102 及び JISA1204 による
海底砂礫	2×2m			〃	〃

6.2 粒度分析方法

6.2.1 粒度分析

(1) 最大礫の中径が1,000mm以上の粒度分析は、次の各号により行うものとする。

- ① 礫の容積 v は、その形状を随円体と仮定し $v = \frac{\pi}{6} abc$ で計算する。ただし、 a 、 c はそれぞれ礫の直径、短径の長さであり、また、中径は $b = \frac{a+c}{2}$ である
- ② 礫の重量は、前号求めた容積に比重を一定と考えて $w=v \times \text{比重}$ で計算する。
- ③ 中径 500～1,000mm の礫は、採取地の表面等に分布しているものとして、測定した個数を 4×4 の区域内に拡大してその全表面個数とする。
- ④ 求める礫の採取地内にある中径 500～1,000mm の礫全個数は、 b の深さに分布するものとして次式に求める。

採取地内にある中径 500～1,000mm の礫全個数は、

$$= \frac{b}{\text{平均中径}} \times (\text{表面の個数})$$

ただし、 $b = \text{最大長径} - \frac{\text{中径1,000以上の礫容積計}}{\text{採取地の面積}}$

- ⑤ 中径 500mm 以下の礫容積は、採取すべき全容積 (4×4m×最大径の長径) から前号より算出し

た中径 500~1,000mm以上の礫容積の合計を差し引いた残りとする。

⑥ 100mm以下の砂礫は、JISA1102 およびJISA1204 による。

(2) 最大礫の中径が500~1,000mmの粒度分析方法

① 礫の容積 v は、その形を随状円体と仮定し、 $v = \frac{\pi}{6} abc$ で計算する。

② 礫の重量は、第1号で求めた容積に比重を一定と考えて $w = v \times \text{比重}$ で計算する。

③ 求める礫の採取地内にある中径 500~1,000mmの礫全体個数は、 b の深さに分布するものとして、次式に求める。

採取地内にある中径 500~1,000mmの礫全個数は、

$$= \frac{b}{\text{平均中径}} \times (\text{表面の個数})$$

ただし、 b =最大長径

④ 中径 500mm以下の礫容積は、採取すべき全容積（2×2m最大径の長径）から第3号により算出した中径 500~1,000mm以上の礫容積の合計を差し引いた残りとする。

⑤ 100mm以下の砂礫は、JISA1102およびJISA1204 による。

(3) 最大礫の中径が 500mm以下の粒径分布方法

① 礫の容積 v は、その形状を随円体と仮定し、 $v = \frac{\pi}{6} abc$ で計算する。

② 礫の重量は、前号で求めた容積に比重を一定と考えて $w = v \times \text{比重}$ で計算する。

③ 中径 500mm以下の礫容積は、採取すべき全容積とする。

④ 100mm以下の砂礫は、JISA およびJISA1204 による。

(4) 水中砂礫及び海底底質の粒度分布方法

JISA およびJISA1204 による。

(5) 粒度区分は、次のとおりとする。

① 1,000mm以上は200mmごとに区分する。

② 1,000mm~100mmは次のとおりとする。

③ 100mm以下は、JISA1102及びJISA1204 による。

6.2.2 粒度曲線平均粒径及び混合比の求め方

1) 粒度曲線図は、各粒径区分ごとの通過百分率で作成する。

2) 平均粒度 d_m は、次式にて算出する。

$$d_m = \frac{\sum_{P=0}^{p=100\%} d \Delta P}{\sum_{p=0}^{p=100\%} \Delta P}$$

ただし、 P =残留百分率

d =フルイ目の寸法の間値（各粒径グループの中央値）mm

ΔP : フルイ目の開に対する残留百分率混合比 λ は、次式で算出する。

$$\lambda=(100\%-Pm\%)/Pm\%$$

ただし、Pm は平均粒径に相当する通過百分率である。

6.2.3 資料整理

1. 砂礫粒度調査表
2. 粒度曲線図
3. フレイ分け試験
4. 土の粒度試験表
5. 外業野帳
6. 試験採取点の状況写真(遠近の両方)
7. 各作業写真
8. 比重試験表
9. その他

第7節 流木の基礎的調査

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。

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りやすく、それにもな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 1-7-1 に示す。

(砂土計 p20)

表 1-7-1 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p21)

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3節3.2 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、谷幅(横幅)×延長が100m²となる範囲で、以下の項目について調査を行う。

(砂土計 p22一部改)

- 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 一部改)

第2章 ダムサイト等の調査

第1節 事前調査

砂防堰堤等の設計にあたっては、事前にダム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 計画されたダム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 計画されたダムサイトが、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 計画されたダムサイトが、十分な地耐力を有する地盤であるか
- ⑤ 計画されたダムサイト下流部が、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 砂防堰堤基礎の調査

2.1 総説

2.1.1 調査の概要

砂防堰堤を計画する場合は、必ず現地踏査をし、溪床の露岩状況、岩質、地質、地質構造等について調査しなければならない。

解説

砂防堰堤位置において地すべりの発生の危険が予想される場合や、ハイダムを計画する際にはボーリング調査を実施し、岩質、断層、透水性等について調査しなければならない。

砂防堰堤の地質調査の方法と目的を表 2-2-1 に示す。

また、土石流・流木対策施設としての砂防堰堤（土石流捕捉工）を計画する場合は、必要に応じて溪床の平均的な堆積深さをボーリング調査によって行うことがある。

表 2-2-1 砂防堰堤地質調査の方法と目的

項目 踏査方法	調査項目 または目的	調査内容	対 応	成果品	備 考
1.踏査	堰堤計画の 可否判断	岩質及び地質構造断層、 破碎帯、風化、段丘岩質 露出状況、層理、 クラック、湧水		地質平面図 地層地質横 断図	
2.ボーリング (コア採取) (注入試験) (グラウト テスト)	支持力、 不等沈下 斜面の すべり面、 岩級区分 透水性 グラウトの 注入状況の 確認	岩質、硬さ、風化程度、 断層 クラック、斜面の粘土層 のC、φの調査 透水試験、 ルヂオンテスト 注入とその周辺の コアボーリング	コンソリデー ショングラウ ト基礎の形状 抑止ぐい、PC アンカー工、ウ ォール工、排水 工、カーテング ラウト	ボーリング 柱状図 すべり図 透水係数図 ルヂオンマ ップ グラウト孔 配置 間隔の決定	径 65mm以上 深さは堰堤 高さの半分以上
3.弾性波探査	岩級区分	風化、基礎掘削計画 断層、破碎帯	コンクリート 置換 コンタクトグ ラウト コンソリデー ショングラウ ト	弾性波速度 図	ボーリング調 査と併用する
4.電気探査	透水層	地下水位	プラグコンク リート	地下水位図	
5.横 抗	原位置試験	岩石硬さ、クラック風 化、断層破碎帯、湧水漏 水、未固結層、岩盤強度 試験、ブロックせん断試 験		調査横杭展 開図	火薬使用によ るゆるみ除去 の必要あり

2.1.2 ダムサイトの一般的注意事項

実施計画に先立ち、事前に地質構造を把握する。

解説

砂防堰堤が築造されるような地点の地質構造は、例えば、単斜層型、互層型、接触型、段丘型、断層型に分類されるが、堰堤としてはそれぞれ次のような点に注意が必要である。

(1) 単斜層型

ダムサイトにおける谷の流路の方向と地層の層面とが平行するもので、地層が右岸あるいは左岸のいずれか的一方に傾斜するものである。これは、層面、または剥離面よりの漏水に対して考慮を払わなければならないほかに、「流れ盤」に相当する側の谷壁は溪傾斜で、地すべり、または崖錐層が厚く、切取り土量が多く、かつ岩盤を掘削した際「層すべり」をおこしやすい点等に特に注意する。

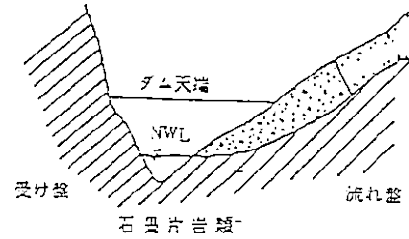


図 2-2-1 単斜層型

(2) 互層型

いろいろの岩石が互層しているときには、常に岩石の接触面に注意をはらうべきである。特に硬質の岩石と軟質の岩石が互層しているときは一層大切である。これは接触面で軟質の岩石が特に破碎されていることがあり、この接触面を通じて漏水が心配されるからである。なお一見異種の岩石の接触面と見えるところも、実際には断層による接触であることもあるので特に注意を要する。

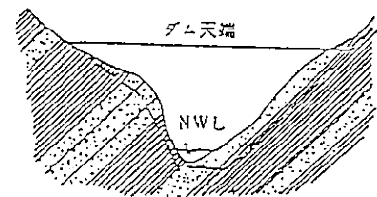


図 2-2-2 互層型

(3) 接触型

火成岩が堰堤の基礎をなす母岩を貫いている場合であって、この時には接触変質作用のために両方の岩石の接触面に粘土、あるいは軟質岩盤の存することがある。これらの場合には接触面を通じて漏水の可能性や滑動等について十分検討する。

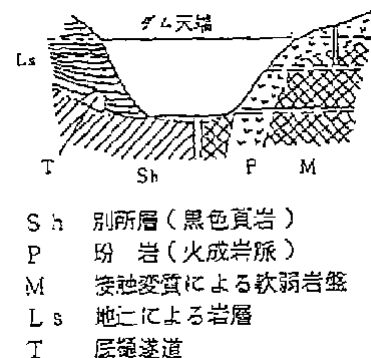


図 2-2-3 接触型

(4)段丘型

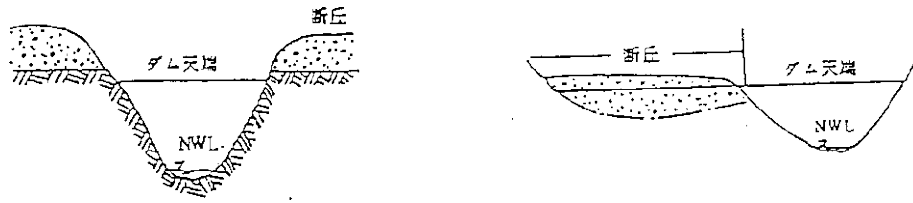


図 2-2-4 段丘型 (堤高に關係を及ぼす)

段丘には河成のもの、湖成のもの等があるが、いずれも透水性の高いものであるから、その存在個所いかんによっては堰堤建設に支障を来すことがあり、またその堤高がみずから限定され、あるいは特殊加工をしなければならないことがある。段丘は堆積物として、砂礫砂、粘土層より、また地形上平坦面等によって認められる。

段丘型は段丘の部に特殊の工法を要する場合が多く工費、施工の難易により時に不適當となる。

(5) 断層型

ダムサイトに断層が走っているときには、その位置を変更することが望ましい。しかし実際には基礎地盤を掘削してはじめて認められるような場合もあり、また最初から断層の存在が知られていても、各種の条件がすぐれているときには、それらの断層が技術的に処理できるものであるかぎり、そこにあえてえん堤を建設する場合もある。従ってダムサイトにおける断層に対しては、技術的に対処しうるか否かの見通し及び処理方法の研究が最も重要となる。

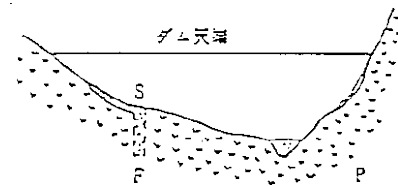


図 2-2-5 断層型
(洪積礫層を切る若い断層)

- P 変朽安山岩
- F 断層破碎帯
- S 湧泉

2.1.3 概 査

概査は、計画の段階における調査で、相当広い範囲にわたって踏査し、堰堤を施工しようとする谷の全般的な地質、成因等について調査することであり、最も適当な基礎岩盤のところを点として選定することが重要である。

解 説

概査の調査範囲は、設計調査に移行し得るか否か判断しうる地質資料が得られる範囲とする。このため概査においては、地質図作成のための地表踏査、空中写真判読、地質踏査を必要に応じ実施する。概査は、一つの水系に堰堤設計計画が立てられ、既存資料及び地形上の判断から1ないし数箇所の候補地点が選定された場合に、おおよその高さ、型式及び工事の難易を判断し、堰堤工事の可能性あるいは優劣について判断するために必要な地質情報を求めるための予備的な調査である。概査の内、一般にハイダム以外の砂防堰堤（堤高15m未満）を施工しようとする場合地表踏査が中心となる。

2.2 設計調査

設計調査は、堰堤の位置、規模、型式などを選定し、設計及び建設に付随する工事に必要な地質情報を求めるための調査・試験であり、その調査範囲堰堤施工のための具体的な設計施工計画を行い得る資料が得られる範囲とする。

解説

設計調査では、基礎地盤内部を直接判定できる調査横杭、ボーリングを主とし、その他得られた情報を集成するために詳細な地質調査を行うものとする。またハイダムの場合基礎岩盤の岩級区分、岩盤の強度、変形係数、弾性係数やルジオンテストによる透水試験を実施するとともに、必要に応じ岩盤試験やグラウチングテストを行う。

調査横杭、ボーリングの箇所、数量、深度などは、堤体の規模、型式、形状などに左右されることが多い。従って、堤高15.0m以上のハイダムと一般の低ダムとでは調査の項目・範囲が当然区別される。

2.2.1 設計調査の範囲

堰堤の高さに応じて、設計調査の範囲を考慮する。

解説

①ハイダムの場合($H \geq 15\text{m}$)

ハイダムの場合、図 2-2-6 (a)、(b)に示すように、ダムサイトに関しては、平面的には最終的に決められた堰堤中心線から、下流側は堰堤敷から堤高相当分の長さ、上流側は堤高の長さ、深さは堰堤から堤高の 1/2 以上がそれぞれ地質条件となるように範囲を設定する。

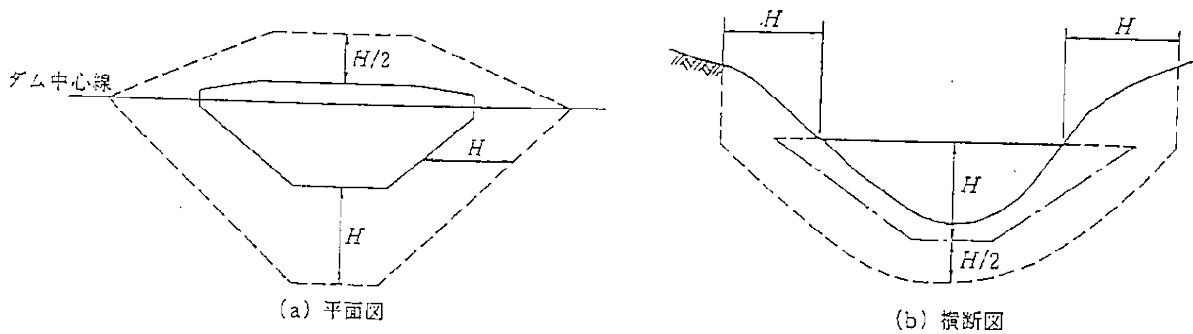


図 2-2-6 設計調査における調査範囲

②一般ダムの場合 (H<15m)

一般ダムの場合、本堤の堰堤及び副堰堤の位置を調査する。堰堤基礎に近接して大規模な地質構造線や異なる岩質の境界（不連続面）が存在すると推定される場合などは、必要に応じこれより外側まで調査し、工事や湛水によって発生することが予想される地すべりあるいは崩壊予想箇所、及び仮設備関連箇所についても調査しておく必要がある。

2.2.2 調査の留意点

- ①重力式砂防堰堤では基礎岩盤の強度、特に剪断強度が小さい岩質がはさまっていないか、剪断度を低下させるような地質構造になっていないか、浸透水による揚圧力が堰堤に大きな影響を与えないか、という点に重点が置かれるべきで、特に河床部の状況に注意を払う必要がある。
- ②調査度の偏りをなくし、地質調査上の重大な見落としをなくすため調査横坑（一般ダムの場合あまり行われな）及びボーリングはグリッド方式によって実施することを原則とする。この場合、最初の段階では、調査横坑やボーリングの位置を粗くとばした配置にして、地質状況あるいは設計の必要上、より詳細な地質情報を得たい箇所についてグリッドの間隔を詰めていくいわゆる内挿法を採るべきである。

2.2.3 調査坑

調査坑による調査は、一般にハイダムの場合に行うものとし、調査横坑を掘削して行う。

調査坑の種類や位置、深度などは調査目的、調査段階、地形及び地質条件によって決定する。

解説

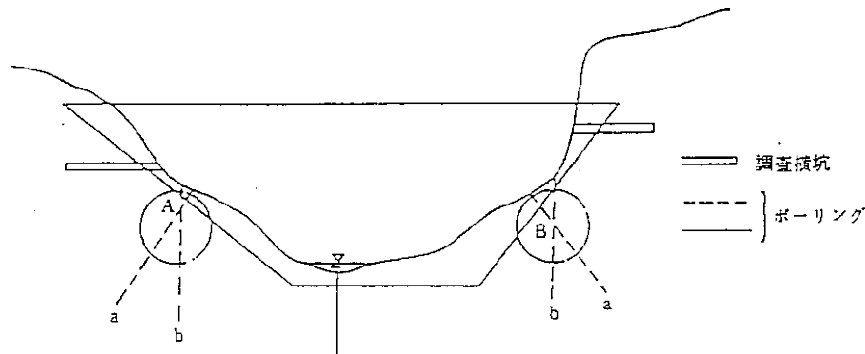


図 2-2-7 調査横坑とボーリングの配置例

2.2.4 ボーリング調査

地質調査におけるボーリング調査は、原則としてロータリ式によりコアを採取して行う。ボーリング孔の配置や深度は、地質踏査や物理探査の結果を考慮し、調査の目的に応じて決定する。

解説

ボーリングは、原則として図 2-2-7 に示すように、本堤には河床部（堤体中心）1本、左右両岸山腹部（袖部）に各1本、垂直壁（副堰堤）は河床部（堤体中心）に1本程度の配置を標準とし、河床幅、堤長、袖部の形状などによって増減する。堤長の長い堰堤にあっては30mに1箇所程度とする。

ボーリング調査の深さは堤高の半分程度を目安とする。ただしハイダムの場合は堤高程度とする。ハイダムの場合、ボーリングを実施する際、岩盤部で原則としてパイピング検討のためのルジオンテストを行う。

調査深度目安（参考資料）

土 質	N 値	層厚さ (m)
粘 性 土	20 以上	5
砂 質 土	30 以上	5
砂, 砂礫, 玉石, 転石まじり土砂	50 以上	3
風化岩, 軟岩	50 以上	3
硬 岩	—	2

(調査要領p1-85)

2.2.5 岩級区分

設計調査においては基礎岩盤の岩級区分を行う。

解説

岩級区分は、岩片の硬軟、風化の程度、割れ目の頻度、割れ目の状態及び在物の種類にもとづいて岩盤を分類し、その良否を評価するものであり、前述の概査、設計調査結果及び掘削岩盤面の状況をもとに、基礎岩盤としての適否、特殊調査や、基礎処理の必要性の判断基準とする。

岩級区分の例を表 2-2-2 に示す。

表 2-2-2 (1) 岩級区分の例

記号	特徴	備考	
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。	硬岩	
B	造岩鉱物中、雲母、長石類及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いて、その間に褐色の泥または粘土を含まないもの。	中硬岩	
C	C _H	堅硬度、新鮮度は B と C _M との中間のもの。	軟岩 (Ⅱ)
	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黒色に風化し、造岩鉱物も石英を除き、長石類その他の有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が、あるいは多少の空隙を有し水滴が落下する。岩塊自体には硬い場合もある。	軟岩 (Ⅰ)
	C _L	C _M より風化の程度のはなはだしいもの。	
	D	著しく風化し全体としても褐色を呈し、ハンマーでたたけば容易に崩れる。更に風化したものでは岩石は砂状に破壊させられて、一部土壌化している。節理はむしろ不明瞭であるが時には、岩塊の性質は堅硬であっても、堅岩と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 2-2-2 (2) 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 _M
	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付着する。	B、C _H 、C _M
	小さな (2mm程度) 空隙を有する割れ目も発達しているか、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

2.2.6 室内試験

設計調査においては岩石の室内試験を行う。

解説

サンプリングを行う場合には、サンプルができる限り岩盤の性質を代表するよう偏りのないサンプリングを行うように注意する。

①室内試験の種類

基礎岩盤の強度や変形特性の目安を得るためには通常一軸圧縮試験が行われるが、軟岩の場合には三軸圧縮試験を行うことがある。

また、亀裂係数を求めるには岩片の弾性波伝播速度（超音波速度測定法による）を測定する。

更に粘土の検定にはX線回析による試験が一般的で、電子顕微鏡による判定、示差熱分析が行われることがある。

岩石の力学的性質を求める場合は、岩石供試体により、求める性質に応じて原則として、表2-2-3に示す方法により試験を行う。

表 2-2-3 岩石の力学的性質を求めるための試験方法

求める性質	試験方法	試験方法の規格
せん断強さ	一軸圧縮試験	KDK S 0502
	三軸圧縮試験	KDK 岩石の三軸圧縮試験方法
	直接せん断試験	KDK 岩石の直接せん断試験方法
引張強さ	引張試験	KDK 引張試験方法

2.2.7 原位置試験・変形試験

砂防堰堤の設計値を決めるためには、比較的単純な地質構造である場合を除き、岩盤の原位置試験を行ってその計測値を参考にする。試験箇所は、岩級区分に基づいて選考し、同一の岩級区分とされた箇所の計測値で岩盤の力学的性質を判断する。

解説

強度試験としては、通常ブロック剪断試験が行われるが、場合によってはロック剪断試験が行われる。この場合、試験箇所の清掃後に改めて岩級区分を行い、再評価したうえで試験を行うようにする。特に、区分の要素（例えば割れ目の頻度）の共通性に注意する。

2.2.8 透水性試験及びルジオンテスト

基礎岩盤の透水性は、砂防堰堤に最も重大な関係を持つものの一つであるので、事前に十分把握し、パイピングの恐れがあればその対策を講じておかなければならない。

解説

ボーリングを実施した場合には、ルジオンテストを行い、各ステップごと（5mとすることが多い）のルジオン値を求めることが望ましい。ルジオンテストにおいては、圧力と透水量の関係図（P～Qカーブと呼ばれる）によって透水性を判断し、軟質岩盤の場合は特に注意を払う必要がある。給水圧を上げ過ぎると岩の組織を破壊して真の透水性を求め得ない。またニアサンプリングの目的で無水掘ボーリングを行った場合は、孔壁に泥壁が形成されるので難透水性になり、この場合も真の透水性を求め得ない。

軟岩では、地質を知るためのコアボーリングと透水試験用ボーリングを区別して実施する必要がある。また、ルジオンテストを実施する際には地下水位を計測し、地下水面下では地下水の影響を差し引いてルジオン値を判断するべきである。

2.2.9 総合解析

設計調査が終了した段階では、実施したすべての地質調査及び試験の成果を整理し、得られた地質情報について総合解析を行って、設計、施工、維持管理に対して基本資料となるべき報告書を作成する。

解説

砂防堰堤の設計のために行われる種々の地質調査及び試験は、それぞれの方法の相違によって、地質情報の性質が異なっている。そこで、それらを相互に関連づけて、地質条件の最終結論をまとめる。総合解析において特に必要な事項で、落としてはならないものに次のようなものがある。また、更に検討の余地のある問題点についても明記する必要がある。

- ①岩盤評価
- ②堰堤の安定上問題になる弱層
- ③岩盤線
- ④ルジオンマップ

グリッド方式によって、偏りが少ないように調査横坑、ボーリングが設置されて、必要な範囲の基礎岩盤の調査がなされれば、岩級区分を実施し、それに基づいて、原位置岩盤試験（強度、変形性）がなされる。地形、断層破碎帯及び風化などの影響を考慮しながら、地質学的判断に基づいている工学的性質をもっと評価された岩盤の分布を推定する。この一連の過程の結果が堰堤基礎岩盤の岩盤評価である。記録表現は、各グリッドによる1/500水平断面図に表示すると設計との関連が最もつけやすい。

堰堤設計をするために重要な点は、全体の岩盤評価及び堰堤の安定上重要な問題となる弱層である。このことについては設計専門家と十分に協議して把握しておかなければならない。この弱層の例として堰堤基礎面あるいは下流直下に存在する大断層（特に緩い角度で下流上りの断層はコンクリート堰堤にとって最もすべりやすい弱層になる。ブロック幅の1/3以上であると処理が困難で特殊な基礎処理工を必要とし、ブロック幅に近くなると安全性に疑問が生じてくる）。水平あるいは低角度で岩盤に存在する厚さ1m以上の未固結層、風化部あるいは破碎部、砂利のような非常に透水性の高い地層、火山灰あるいは軽石層のような透水性があり、固結度の低い軽量の地層、頻度の高いシート群、及び剥離性の強い片理・節理の集中などがあり、このほか、ダムサイトによって異なる種々の例がある。また、これら弱層の評価は堰堤型式及び規模とも関連するので、この点についても設計専門家の意見を十分用いるべきである。

ルジオンマップは、ルジオンテストによって各ボーリングの各ステージごとに計測されたルジオン値を基にして、地質構造と岩質を考慮したうえで作成された透水性の一種のコンターマップである。一般に堰堤軸に含む横断面図、あるいはカーテングラウト予定断面図に2次元的に表示する。このルジオンマップは基礎岩盤の遮水性を推定し、あるいはグラウト計画を立てるための基礎資料となるものであるから、作成して検討を加えることが望ましい。グラウトの施工中あるいは施工後においてもルジオンテストがなされれば新しいルジオンマップを作成して遮水性の向上結果を認定する必要がある(グラウチング

前後のルジオンテストに関しては、土木学会編・ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針を参照)。

ルジオンマップの例を図 2-2-8 に示す。

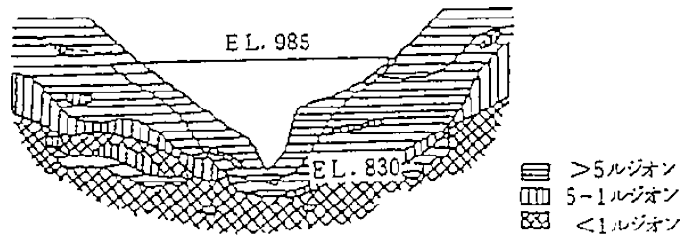


図 2-2-8 基礎岩盤のルジオンマップ

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。