

43. ダム建設事例におけるゆるみ岩盤のパターン分類

Classification of the release rock in a dam construction example

○江口貴弘（土木研究所），日外勝仁（土木研究所），佐々木靖人（土木研究所）

Takahiro Eguchi, Katsuhito Agui, Yasuhito Sasaki

1. はじめに

ゆるみ岩盤とは，風化や応力解放などの影響で，亀裂の開口や流入粘土の充填といった現象等が発生し，岩盤としての状態は保っているものの変形しやすい状態となったものである¹⁾．ダム調査ではゆるみ岩盤がある場合，一般の基礎岩盤調査と比較してボーリングや横坑などの調査量が増加する傾向があり，対策工を実施することでさらに調査や施工数量が増加することになる．

本研究では，ダム建設におけるゆるみ岩盤の調査・設計の効率化に資するため，ゆるみ岩盤調査の事例からゆるみのメカニズムを整理し，調査の考え方を観点としたゆるみパターンの分類を試みた．

2. 事例の選定と分類の考え方

今回の検討にあたっては，ダムのゆるみに関係する資料をもとに，47 事例の斜面について分析を行った．

ゆるみの分類は，まず，岩盤における亀裂の開口原因である斜面の変動様式の違いに基づいて分類を行い，①トップリング，②層面沿いのすべり変形，③応力解放によるマスとしての変形，④変形の少ない亀裂の開口主体，⑤地すべりによる亀裂の開口の 5 区分とした（図-1 に示す）．なお，今回収集した事例の中には，これらの変動様式が複合的に見られるものが 7 例存在する（基盤岩が花崗岩類で，高角度の亀裂が倒れ込みトップリング変形を起こしているが，河床付近では応力解放によるシーティングジョイントが発達している事例等）．今回の分析ではそのような事例については個別に調査解析が必要であると考えられるため，以降の分類は行っていない．

さらに各変動様式について，調査・対策に影響を与える観点から，a) 亀裂が開口し対策等が必要な「ゆるみ域」と亀裂の開口していない構造物基礎として健全な「非ゆるみ域」を分ける境界部，b) ゆるみ域内におけるゆるみの性状と分布の特徴に着目し，それぞれの成因や特徴に基づく分類を行った（図-2，3 に示す）．

3. 分類結果

①のタイプでは 12 例の内，「ゆるみ域」と「非ゆるみ域」を区別する境界部が形成される事例が 3 例あり，その形成過程によって 2 つのパターンに分けられた．境界部が形成されない事例については，地質の違いによってゆるみの程度が変わるものが 1 例みられたが，残りの大半の事例は，ゆるみの程度が地質や地質構造とは関係がないものであった．

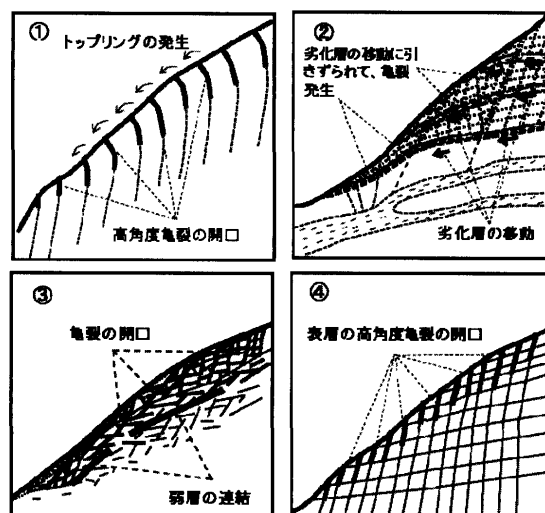


図-1 ゆるみの分類において着目した斜面の変動様式

（図-1 の解説）

①トップリング：地質構造や卓越した亀裂系が高角度で分布し，これらが川側へ倒れ込むように変形し，亀裂の開口等の現象がみられるもの．

②層面沿いのすべり変形：断層や地層面等が低角度流れ盤で分布し，その層ですべり変形が発生し，上盤に亀裂の開口等がみられるもの．

③応力解放によるマスとしての変形：斜面の地質構造上は，トップリングやすべり変形の元となる構造は見られないが，河谷による応力解放によって深部まで亀裂の開口や岩片・岩塊の微小移動や変形がみられる現象．

④変形の少ない亀裂の開口主体：①～③には当てはまらない，主に表層部や特定の地質・地質構造沿いに高角度亀裂が開口するもの．

⑤地すべり（図省略）：地すべりの移動により，地すべり土塊内あるいは地すべり周辺で岩盤の亀裂が開口するもの．

②のタイプでは 6 例の内，くさび変形が 1 例，低角度断層沿いのすべり変形が 1 例であった．断層が原因でないすべり変形 4 例については，風化により劣化した低角度層あるいは周囲の地層に対して相対的に弱い低角度層が原因となっていた．現時点では，この層がゆるみ域と非ゆるみ域の境界を形成するほど広範囲のもの 2 例と，部分的な変形しか見られないもの 2 例に区分した．

③のタイプは 8 例あり，詳細に確認すると，ゆるみ域の中で，変形程度の違いを表す境界として，弱層が連結している事例が 5 例みられた．

弱層の連結とは，明瞭な一つの面を形成しているのではなく，元の不連続面や新たに開口・流入粘土が充填した個所をつなぎながら，ゆるみ域内のある程度の範囲で連続したものである．事例ではこの連結した弱層より前面（川側）の方がよりゆるみが強いという傾向がみられ，ゆるみ域内におけるゆるみ程度の区分を

行う上で手がかりになる現象であると考えられる。

④のタイプは、10例のうち、特定の地質や高角度断層沿いの開口が計2例、表層の層理面沿いの開口が1例、地質や地質構造によらない表層亀裂の開口が7例であった。

⑤のタイプは、ゆるみが地すべり土塊外に存在したものが1例、地すべり土塊内のみが3例であった。

4. 分類結果に基づく調査についての考え方

このように分類したパターンにおいて、調査の考え方をまとめたものを表-1に示す。

調査の早い段階で、ゆるみ域と非ゆるみ域の境界を確認されれば、調査や対策工の範囲を想定しやすくなる(区分記号(1)、(2))。さらに、境界がある場合は、ゆるみ域の中でゆるみの程度が弱くても、境界部でゆるみが強いため、対策工の設計上はゆるみ全域を対象とする例が多い(区分記号(6))。

ゆるみの境界が不明瞭なもの(区分記号(3))は、ゆるみ域内におけるゆるみの性状や分布によっては、構造物の詳細設計が変わることがある(ゆるみの程度が弱くその断面におけるダム高が非常に低い場合、掘削除去せずに基礎として使用する等)。そのため、さらにゆるみ域内におけるゆるみの程度とその分布を調査することが必要となる。その際ゆるみの程度に影響を与えている地質や地質構造の存在を確認することで、ゆるみの分布推定や設計が合理的になる場合がある(区分記号(4))。ゆるみの程度と地質や地質構造に関連が乏しい場合はゆるみの程度とその分布を丹念に確認し、必要に応じゆるみのゾーン分けを行う必要がある(区分記号(5))。

文献

- 1) 佐々木靖人・片山弘憲・倉橋稔幸：ダムにおけるゆるみ岩盤の実態と分類試案，ダム技術，No.228，pp.1-13,2005。

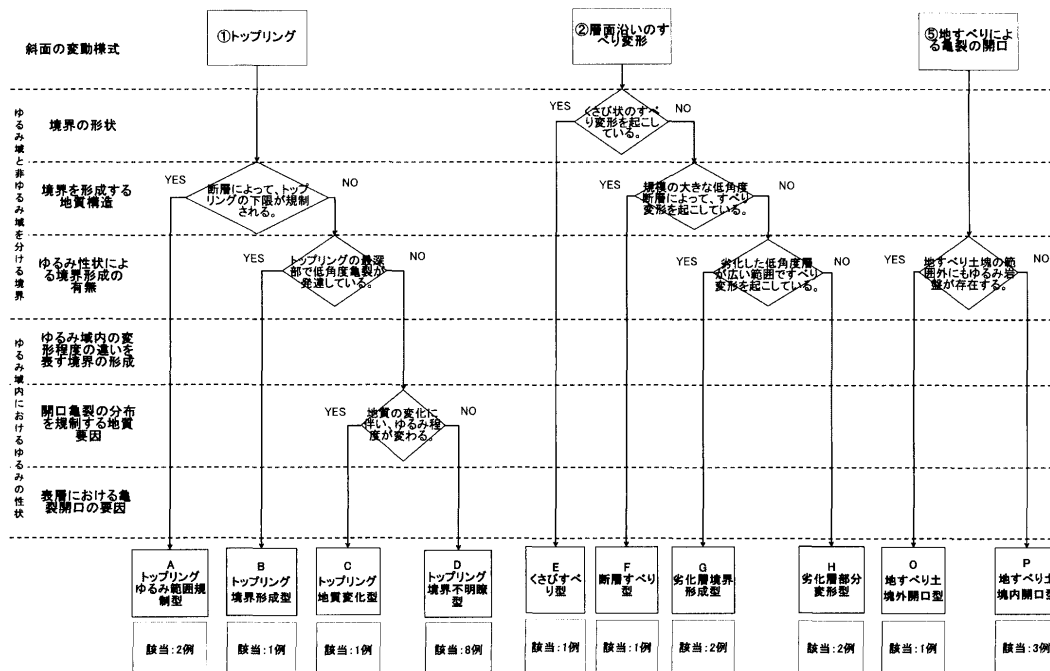


図-2 「トッピング」および「層面沿いのすべり変形」および「地すべりによる亀裂の開口」におけるゆるみの分類

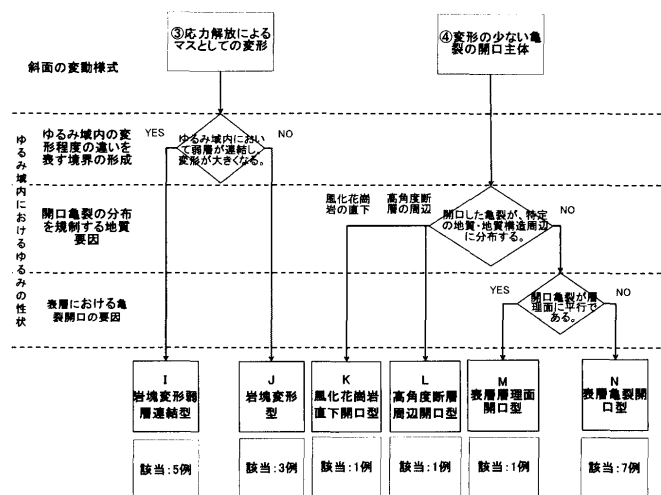


図-3 「応力解放によるマスとしての変形」および「変形の少ない亀裂の開口主体」におけるゆるみの分類

表-1 ゆるみパターンにおける調査の考え方

ゆるみの範囲(境界)に関する調査			
区分記号	該当パターン	境界部の有無	調査方針
(1)	A, B, E F, G	地質構造等で、ゆるみと非ゆるみの境界がはっきりしている。	ゆるみ域と非ゆるみ域の境界となっている地質構造等を確認する。
(2)	P	すべり面がゆるみと非ゆるみの境界となっている。	すべり面を確認する。
(3)	C, D, H, I J, K, L, M N, O	ゆるみと非ゆるみの境界をはっきり分ける地質構造等は見られない。	ゆるみの性状を確認し、非ゆるみの分布を確認することで境界を設定する。
ゆるみ域内のゆるみ程度の分布に関する調査			
区分記号	該当パターン	ゆるみの程度と地質・地質構造	調査方針
(4)	C, I, K, L	ゆるみの程度に影響を与えている地質や地質構造がある。	ゆるみの程度に影響を与えている地質や地質構造等を確認し、ゆるみの詳細なゾーン分けを行う。
(5)	D, H, J M, N, O	ゆるみの程度に影響を与えている地質や地質構造はない。	ゆるみ域内におけるゆるみの性状や分布を確認し、必要に応じゆるみのゾーン分けを詳細に行う。
(6)	A, B, E F, G, P	ゆるみの程度に影響を与えている地質や地質構造はないが、ゆるみと非ゆるみを分ける境界がはっきりしている。	ゆるみ域内におけるゆるみの性状や分布を大まかに確認する必要があるが、ゆるみの詳細なゾーン分けについては必要性は低い。