

III - 348

中生代堆積岩ダム基礎の岩盤等級及びグラウチング特性の評価方法について

戸田建設株式会社新潟の原ダム作業所 正会員○石垣和明
 茨城県那珂水系ダム建設事務所所長 正会員 竹内雅之
 戸田建設株式会社飯田ダム作業所長 兼松英幸

1, はじめに

基礎岩盤のせん断強度特性の原位置試験は施工段階では行なわれることが少なく、せん断試験を行った岩盤を岩盤等級に置き換え、これと同じと判断される岩級の分布をみてダムの安定性を議論している。しかし、その判断は専門の技術者にゆだねられ、また評価が主観によるところが多いため普遍性に欠ける面は否定せず、客観的でだれにでも理解される岩級の評価方法が必要だと考える。そこで飯田ダムにおいて岩盤スケッチを行い、その際採取したデータを統計的に分析し、これによって岩級を評価できることを確認した。

また、グラウチングについても、事前にルジオンマップが作成されてはいるが、面的な広がりには欠け、特にコンソリデーショングラウチングでは、中央内挿法によって追加孔を施工しながら基準をクリアしている。一般に岩級とグラウチング特性との相関は明瞭でなく、基礎岩盤のデータから独立して施工されていることが多い。グラウチングは基準値以下のところは必要ではなく、逆に高ルジオン部では集中的に行われなければならない。そのためには、地質図に対応したルジオン、注入量マップをつくりこれに基づいた削孔パターンや注入仕様が有機的に決められることが望ましい。そこで岩盤性状からこれらを予測するため双方のデータを統計的に分析した結果、両者の間に良い関係がみとめられ予測が可能なことを確認したので、岩級区分の評価方法と併せて報告する。

2, 地質調査

本ダムは中生代の砂岩、粘板岩およびこれらの互層を基礎としている。調査では、まず岩盤清掃の完了した基礎面の地質図を作成した。引続き同地層内を亀裂、風化、変質、破碎などの程度によって岩級に区分してゆく。続いてA、割目間隔 B、割目開口性 C、割目(内)状態 D、岩片強度(風化の程度) E、風化規模 F、破碎状態(程度)等の因子について3～5つのランク(いずれも右側程低級)を設定したフォーマットを作成し、岩級に区分した各々の区画に対して、該当箇所を記入する。

3, 岩級評価のための分析

目的変数に岩級を、説明変数にフォーマットの因子(アイテム)ごとのランク(カテゴリー)の各々にあたるダミー変数を取り、数量化理論Ⅱ類による統計分析を行った。第一固有値に対する固有ベクトルを表1に示す。ベクトルの配分はランクの移行に伴い増加の傾向がみられ、岩級評価を下すのに、割目間隔や風化規模を重く採用している。ベクトルスコアの合計の分布は図1に示すとおり各岩級毎で明瞭な差を示しスコアの合計を岩級の評価基準として用いることができる。

4, グ라우チング特性の分析

前述の岩盤データを説明変数として、コンソリデーショングラウト一般孔の水押しテストにおける換算ルジオン値と単位セメント注入量の2つを目的変数として数量化理論Ⅰ類による統計分析を行った。岩級用ベクトルスコアとルジオン値、注入量との相関は明瞭なものが見られない。これは1ステージ分の平均値を示しており、地下ではデータ同士の対応が得られないことと、特性が大きく異なる地層が約60°の傾斜で互層した地質条件であることにも起因する。そこで、異なる地層、岩級を跨ぐ孔のデータを除き、ルジオン値、注入量との関係を分析した。表2に示すように、ルジオン値に対して、スコアの配分は割目間隔に重く、間隔が狭くなるに従ってルジオン値が大きくなる。逆に破碎状態ではその程度が進行すればかえって低下する。また岩芯まで強度低下を起こす程風化が進行すれば、透水性が低下するが、少々の風化では大きく変化はしない。また、風化の規模では変わらず、地質的な経験則になじまない結果が出ている。

一方、単位セメント注入量に対しても類似の傾向が読み取れ、割目間隔と風化状態に重みがある。破碎作用

が進めば注入量が低下し粘板岩と互層することによっても低下する。また、ルジオン値と異なり風化の進行に従って注入量は増加する。割目状態では、酸化や沈着物程度を越えて挟在物が充填されるに至れば、低下の傾向が見られる。

双方を比べると、類似したスコア配分の傾向が見られるが、そんな中でもアイテムによっては異なった傾向を示しこれが材料の違いや注入メカニズムの違いを物語っている。予測として用いるならば、基礎岩盤の各区画で該当するスコアの合計として、ルジオン値や注入量の推定値が得られ、これから堤敷全面についてルジオン、注入量分布図を連続的に描くことができると考える。

5, 結語と問題点

岩級については、ベクトルスコアの合計として、岩級を判定することができる。しかし、岩級は絶対的な外的基準ではなく、他現場への適用についても、地質の違いを因子に含めて分析をすれば、適用することが可能であるが岩級判定基準が統一されておらず、多くの現場のデータを集めて分析し、オーソライズされるものになければならない。むしろ、岩級を介さず、いきなりせん断試験での岩盤性状から純せん断強度に結びつけられたいかもしれない。

グラウチング特性について寄与率が低くまだ問題があり、精度向上は今後の検討に待つものとしても、ベクトルの分布は経験的に理解されるもので、ベクトルスコアの合計をもってルジオン値と注入量の推定値とすることができ、予測手法として使える可能性が高い。本ダムでは注入圧力は3.0kgf/cm²で圧力の変動は反映されていない。予測式として用いるには注入圧力が大きく寄与するはずで、この条件を考慮しなければならない。また、他のダムに適用するためには、岩級評価と同様に地質条件の違いを因子に取入れ、分析を行い展開をすることができると考えられる。当ダムの様に複雑な地質構造をもったサイトでは、地層の分布や地質構造を加味した予測が必要であり、これが予測誤差を大きくする要因と考えられるが、花こう岩など均質な岩盤では、より有効になると考えられる。

砂岩優勢砂岩粘板岩互層での固有ベクトル

カテゴリ アイテム	1	2	3	4	5	ベクトル 配分
砂岩						
A 割目間隔	0	0.20	0.76	0.82	1.03	
B 割目開口	0	0.11				
C 割目状態 (割目内)	0	0.04	0.20			
D 圧縮強度 風化程度	0	0.04	0.26			
E 風化状態	0	0.07	0.06	0.21		
F 破壊状態	0	0.06	-0.34			
粘板岩						
D 亀裂状態	0	0.01	0.25			
F 風化状態	0	0.07				

表1、岩級評価の固有ベクトル

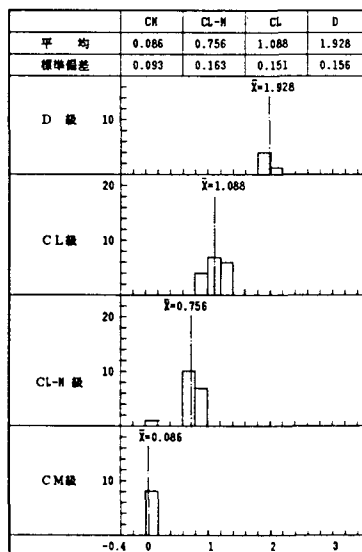


図1、岩級別スコアの分布

カテゴリ アイテム	1	2	3	4	5	スコア配分
A 割目間隔	0			4.6	9.2	
C 割目状態 (割目内)	0	1.1	1.9			
D 圧縮強度 風化程度	0		-8.6			
E 風化状態	0					
F 破壊状態	0	-4.3	-2.7			
J 互層状態	0	2.1				
寄与率: 0.52 定数項: 3.0						
単位セメント注入量に対するカテゴリスコア						
カテゴリ アイテム	1	2	3	4	5	スコア配分
A 割目間隔	0			11.6	29.6	
C 割目状態 (割目内)	0			-22		
D 圧縮強度 風化程度	0	4.1				
E 風化状態	0	8.3	11.4	23.6		
F 破壊状態	0	-9.9	-16.5			
J 互層状態	0	-3.3	-5.3			
寄与率: 0.73 定数項: 10.8						

表2、グラウチング特性に対する
カテゴリスコア