

P3. ボーリングコアの硬さ区分の定量的評価について

Quantitative evaluation of hardness classification using cores

○宮本 新平（中電技術コンサルタント株式会社），坪田 裕至，岩苔 和広（中国電力株式会社）

1. はじめに

一般にダム等の基礎岩盤の調査においては，その性状を工学的に分類・評価する「岩盤分類」が行われている．この岩盤分類の基礎データとなるボーリングコアの岩級区分は，コアの硬さ，コア形状，割れ目状態，風化，変質等の区分を基に評価されるが，これらの区分については技術者の経験等の定性的な判断によるところが大きい．そのため，これらの評価をより工学的に有意なものとするためには，定性的な評価に対して，定量的な裏付けがあることが望ましい．

本報告では，上記区分のうち，ハンマーの打撃音等による定性的な評価を行っていたコアの硬さについて，定量的に評価するため，既に岩級区分が行われているコアを対象に一軸圧縮試験及びエコーチップ試験を実施した事例を報告する．

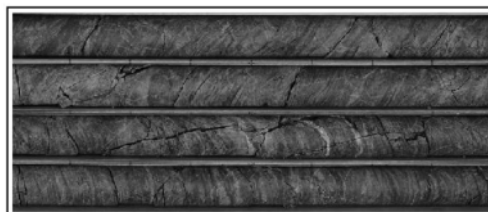


写真-1 領家変成岩類

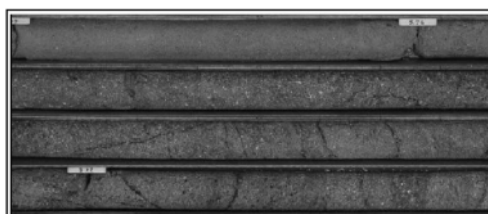


写真-2 領家花崗岩類

2. 検討対象及び手法

検討の対象としたボーリングコアは，山口県南東部に分布する白亜系の領家変成岩類及び領家花崗岩類である（写真-1，写真-2）．領家変成岩類はチャート，泥岩等を原岩とする変成岩で，片理面沿いに割れ目が発達する傾向がある．一方，領家花崗岩類は白色～暗灰色を示す花崗岩で，領家変成岩類に貫入する分布を示す．

検討対象としたコアの「岩石の硬さ」は，岩級区分を決定する際の一つの要素で，JACIC¹⁾の基準を参考に，ハンマーの打撃音や風化程度から，5段階に区分している（図-1）．

検討した手法は，岩石の硬さの指標として一般的な一軸圧縮試験（一軸圧縮強度）と，簡易に岩石試料の反発度を求めることができるエコーチップ試験（硬さ値）を採用した．

エコーチップ試験機のインパクト装置（D型）の概要を図-2に示す．本試験機は，タンゲステンカーバイトで作られたテストチップを有するインパクトボディ（長さ約15cm）を特殊なバネの力で試験面に打撃し，自動的に硬さ値「HLD値」を求めるものである．①測定方法が簡便で，短時間に多数の測定が可能，②試験対象が小さくても測定が可能，③打撃エネルギーが小さく，強度の比較的小さな岩石試料に対しても非破壊で測定が可能等の特徴がある．

エコーチップ試験は，約20本のボーリングコアを対象に，全長にわたり10cmピッチで約7330箇所の測定を実施した．また，測定1箇所の打撃回数を5回とし，最大・最小を除く3回の打撃結果から平均値を算出した．なお，測定地点に割れ目が存在する場合や硬さ区分境界の場合，地質境界の場合には，位置をズラして測定した．

岩石の硬さ	
1	堅硬である。ハンマーの軽打で澄んだ金属音を発する。
2	概ね新鮮堅硬であるが、部分的に褐色の風化汚染が認められる。ハンマーの軽打で一部低い金属音を発する。
3	全体にやや軟質化している。ハンマーの軽打でやや濁った金属音を発する。
4	岩組織を残すが岩芯まで軟質化している。ハンマーの軽打で容易に岩片状となる。
5	砂～粘土状を呈する。岩芯まで風化変質し、岩組織を残さず、ハンマーの軽打で容易に土砂状になる。

図-1 岩石の硬さの区分基準

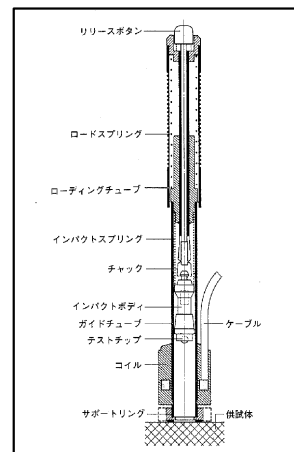


図-2 インパクト装置（D型）の概要²⁾

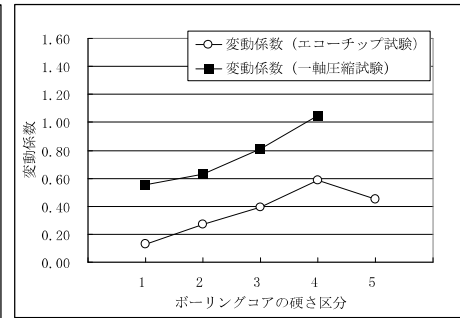
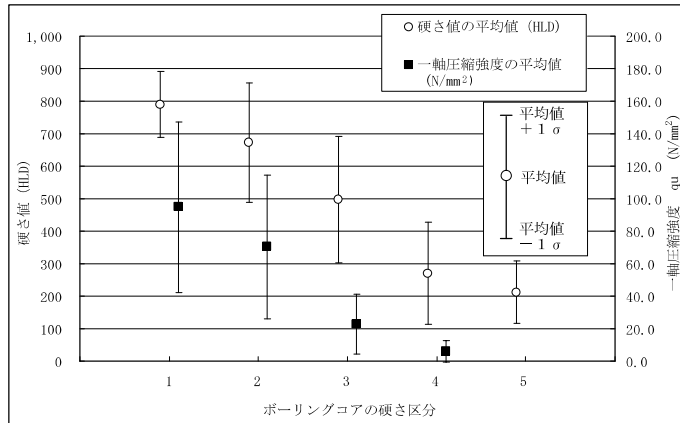


図-4 ボーリングコアの硬さ区分と変動係数の関係

図-3 ボーリングコアの硬さ区分と各試験結果の関係

表-1 試験結果一覧表

3. 結果

エコーチップ試験結果と一軸圧縮試験結果の一覧を表-1に、それらとボーリングコアの硬さ区分との関係を図-3、図-4に示し、ハンマーの打撃音等で定性的に評価した「岩石の硬さ」区分との対比を行った。

		ボーリングコアの硬さ区分					試験数合計
		1: 澄んだ金属音	2: 一部低い金属音	3: やや濁った金属音	4: 容易に岩片状	5: 容易に土砂状	
エコーチップ試験	硬さ値の平均値 (HLD)	790	672	497	270	212	7332
	標準偏差	101	182	194	157	96	
	変動係数	0.13	0.27	0.39	0.58	0.45	
	試験数	833	4198	1316	670	315	
一軸圧縮試験	一軸圧縮強度の平均値 (N/mm ²)	94.8	70.4	22.6	6.4	-	309
	標準偏差	52.4	44.3	18.3	6.7	-	
	変動係数	0.55	0.63	0.81	1.05	-	
	試験数	49	192	56	12	-	

(1) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験結果では、硬さ区分1~4の範囲について、平均値に着目すると概ね硬さ区分ごとに値の差が確認された。しかし、変動係数はいずれも0.5以上で、ばらつきが大きい。これは、片理面の発達するコアであるため、片理面の傾斜角度に起因するばらつきが大きくなった結果によると考えられる。また、軟質な区分(4および5)については、必要十分な試験数量を確保することが難しかった。

(2) エコーチップ試験

エコーチップ試験では、全ての硬さ区分について、多くの試験数量を確保することができた。さらに、硬さの低下とともにHLD値の平均値が低下することが確認された。また、硬さの低下とともに、変動係数が増加し、ばらつきが大きくなることも確認された。しかし、変動係数はいずれも0.6以下であり、一軸圧縮試験結果と比較して、ばらつきは小さいものとなった。これは、エコーチップ試験の打撃部が3mmと小さく、片理面の発達するコアでも、片理面の傾斜角度による影響がほとんど無かったためと考えられる。

以上の結果から、ハンマーの打撃音等による定性的な「岩石の硬さ」の評価は、定量的な観点からも妥当であることが確認できた。

4. まとめ

本検討により、従来ハンマーの打撃音等により行っていた定性的な評価に、定量的裏付けを与えることができた。今後は割れ目などの他の要素も考慮した物性的裏付けなどにより、岩級区分の工学的適用精度をより高めることが望まれる。

文献

- 1) JACIC (1999) : ボーリング柱状図作成要領 (案) 解説書, p55.
- 2) 川崎了・吉田昌登・谷本親伯・舛屋直 (2000) : 簡易反発硬度試験による岩質材料の物性評価手法の開発—試験条件の影響と基本特性に関する調査—, 応用地質, Vol. 41, No. 4, pp. 230-241.