

## 岩石の変質と物理・強度特性

中部電力(株)土木建築部水力グループ 木村 敏章  
 サンコーコンサルタント(株) ○赤嶺 辰之介  
 田邊 謹也

### 1. はじめに

ダム等で基礎岩盤の一部が熱水変質を受けている場合、相対的に低い破壊強度を示すことが一般に知られている。本報告では、熱水変質を被った濃飛流紋岩類が分布するダムサイトにおいて、薄片観察・X線回折によって鉱物組み合わせによる変質区分を行った上で簡易反発硬度試験(エコーチップ)を実施し、変質区分と岩石の物理・強度特性の関係について検討を行った(図-1)。

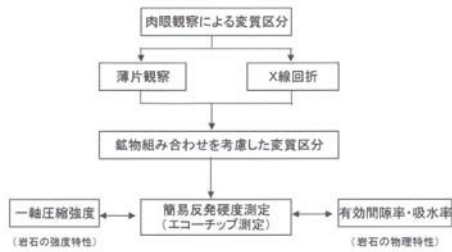


図-1 検討フロー

### 2. 変質区分

ダムサイト周辺の露頭及び横坑で採取した試料について薄片観察、X線回折(定方位)を行った。その結果、地域の主要で、かつ肉眼的に区分可能な粘土化変質は絹雲母化変質であり、その量比によって表-1に示す[1]~[4](未変質~強変質)に区分できる。そして、各区分に対して主要構成鉱物や変質鉱物の種類の消長が認められ、その組み合わせによって、調査地域は5つの鉱物帯に分帯される。これらの鉱物帯はその分布状況や特徴的な地質現象との随伴関係から、①珪化変質-その周辺での方解石変質、②雲母-カオリン変質、③スメクタイト変質(割れ目沿い)、④ハロイサイト変質(地下水位に支配された風化環境下)の順に形成されたと考えられる。

表-1 変質区分

岩級区分	未変質岩 ←				強		備考
	CH~CM	CH~	CMc~	D	CMs~CH		
石英							褐色・珪化・矽質化 セリサイト化によって交代される
輝長石							
カリ長石							主に構成 鉱物
珪石							
緑泥石							特に粘土部分。割れ目沿いに接合。 砂層岩脈に付随
方解石							
カオリン							暗色(赤紫灰色)変質・ 矽質化
雲母(セリサイト化)							
	[1]	[2]	[3]	[4]			肉眼変質区分に相当

\*ハロイサイトは低地下水位域を中心に分布する風化変質鉱物であり、変質分帯の概念からはされるので、本図から除外した。

### 3. 簡易反発硬度試験(エコーチップ測定)

エコーチップは打撃エネルギーがシュミットロックハンマーの1/200程度の反発硬度試験器である。岩石のコア試料及び不定形試料を対象に反発硬度(L値)を測定し、その物理・強度試験値と比較検討した。

#### (1) 反発硬度(L値)と一軸圧縮強度

コア試料に対してL値は、ほぼ10~300MPaの岩石の一軸圧縮強度と高い相関が認められる(図-2)。このことは不定形試料であっても、L値から一軸圧縮強度を高い精度で推定できることを示している。また各変質区分に応じた岩石の強度の分布範囲を設定することができる。

変質区分	岩級区分	値の分布範囲	
		一軸圧縮強度(Mpa)	L値
[1]	CH	100-300	600-920
[1]	CMs	20-100	400-600
[2]	CHs(珪化)	65-75	600-700
[3]	CLc(粘土化)	10.8	345

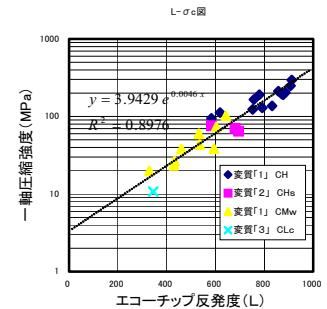


図-2 L値と一軸圧縮強度

#### (2) 反発硬度(L値)と強制乾燥密度及び有効間隙率

L値と強制乾燥密度および有効間隙率には特徴的な2つの分化傾向が認められる(図-3,4)。すなわち岩石構成成分の溶脱や岩石組織の変化に起因するこれら物理特性の劣化に対して、L値に反映される岩石の強度低下がこれに顕著に追従するものと余り影響を受けないものが存在するというのである。図-5に同一試料に対する有効間隙率-吸水率の関係を示す。有効間隙率に対して吸収率が大きい方へ移行しているものが有効間隙率の高い試料においてみとめられる。これが後者の特徴を持つものに相当する。鏡下観察とX線回折によって、これらの試料には、ハロイサイトが多く含まれることが確認された。これらの試料は風化環境下におけるハロイサイト変質を受けたものである。

これに対して、前者の特徴を持つものは絹雲母化変質を主として受けたもので、ハロイサイト変質を受けていないものである。したがって、L値と物理特性の2つの分化傾向は、特にハロイサイトの生成とこれによる岩石組織の変化や層間吸水による影響を反映したものである可能性が高い。

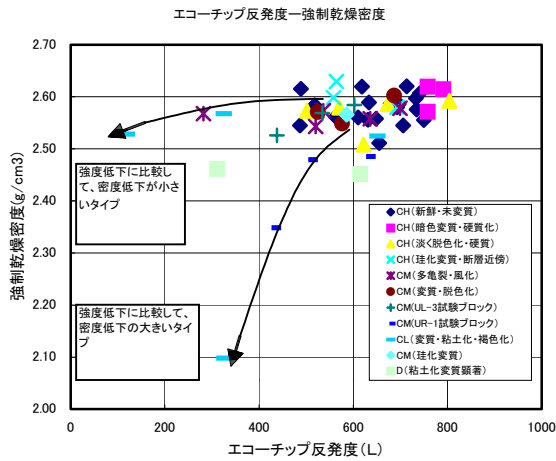


図-3 L値と強制乾燥密度の関係

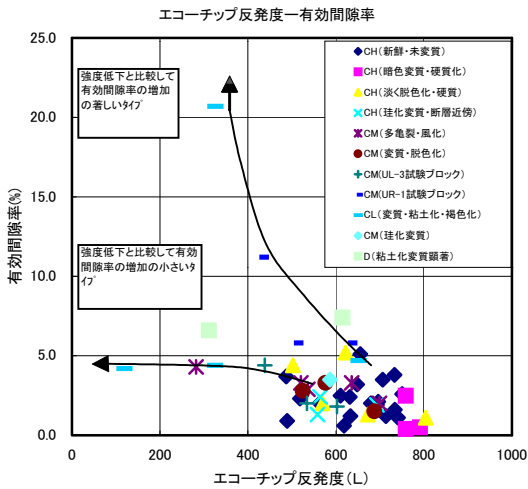


図-4 L値と強制乾燥密度の関係

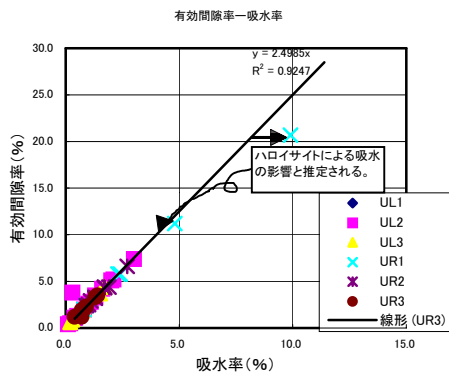


図-5 有効間隙率と吸水率の関係

### (3) 反発硬度 (L 値) とモード組成

L 値と薄片観察に基づく絹雲母のモード組成には負の相関が認められる (図-6)。このことは岩石強度に関して、絹雲母組成が最大の支配要因になっていることを示していると考えられる。

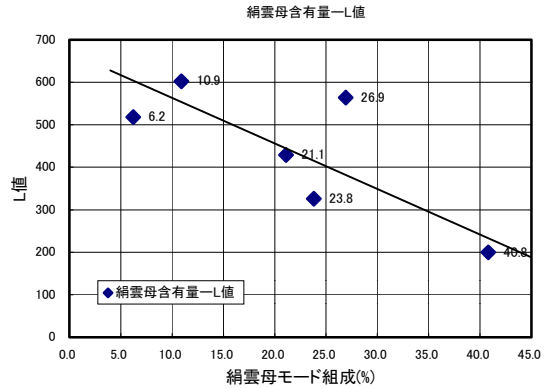


図-6 L 値と絹雲母モード組成の関係

### 4. まとめと今後の課題

鉱物帯を考慮した変質区分、変質分帯によって、ダムサイト対象地域の変質状態を明らかにすることができ、粘土鉱物組成の変化によって、物理特性が変化し、強度が変化することが L 値、物理特性及び鉱物組成の比較検討から明らかとなった。変質劣化した岩石の強度指標として、L 値は有効であり、簡便性が重要な要件の一つである岩盤分類への適用が可能である。今後は比抵抗値、剪断強度等の岩盤の種々の物性値との検討、データの蓄積に取り組んでいきたい。

#### 《参考文献》

- 1) 市川 慧・平野 勇・神保 悟(1987)：軟岩を対象としたダム基礎の岩盤分類のための調査 その1, 簡易試験法 (案)、土木研究所試料、第 2560 号
- 2) 川崎 了・吉田昌登・谷本親伯・榊屋 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物性に関する調査—, 応用地質, Vol.41, No.4, pp230~241.
- 3) 吉村尚久編著(2001)：粘土鉱物と変質作用, 地学双書 32, 地学団体研究会.