

水和生成物の地下水への溶脱に伴うコンクリート長期劣化に関する調査（その2）

東京電力(株) 正会員 蓮本清二 内田善久
東電設計(株) 正会員 ○橋本 淳 谷 智之 池谷貞右
(株)大林組 正会員 新村 亮 斎藤裕司

1. はじめに

筆者らは、これまでにダムや水路覆工コンクリートなど、実構造物として長期間地下水と接触したコンクリートの変質状態の調査を行ってきた。本報告では、新たに施工後 90 年経過したダム着岩部よりコンクリートを採取し、コンクリートの変質状態について調査した結果について報告するとともに、既往の調査結果とあわせ考察を行った。これらの知見は、ナチュラルアナログとしてコンクリートの長期劣化予測技術に寄与できるものとする。

2. 調査地点の概要

調査を実施したAダムは施工後約 90 年経過した堤高 29m のコンクリート重力式ダムである。ダムの基礎岩盤は溶結凝灰岩が主体であり、岩質は比較的緻密な硬岩である。また、ダムの貯留水および河川水は日本の標準的な河川水の水質とほぼ同様である。試料はダムの最大断面中央付近よりコアボーリングで採取した。

3. 試験項目

コンクリートの変質状態を確認するため、表-1 に示す試験項目について試験を実施した。本報告では、着岩部の状態（密着部、開口亀裂部、脆弱部）に応じた水和組織の変質状態について述べる。

表-1 試験項目

分 類	試験項目	方 法
1. 力学的性状	多段階一面せん断試験	ISRM指針
	圧縮強度	JISA 1107
	弾性係数	JSCE-G-502
2. 水和組織の状態	中性化範囲	フェノールフタレインを用いた呈色範囲
	細孔量と細孔径分布	水銀圧入法
	水和生成物の構成	X線回折法、示差熱分析法
	C-S-HのCa/Siモル比の分布	EPMAによる面分析
3. ダム貯留水	水質分析	JISK0101, 上水試験法

4. 試験結果

(1) 中性化範囲

中性化範囲の試験結果を図-1 に示す。着岩部が完全に密着した部位(密着部)では中性化範囲が認められない。一方、着岩部に開口亀裂がある部位(開口亀裂部)では亀裂近傍で 8mm 程度、基礎岩盤が脆弱な部位(脆弱部)では 13mm 程度の中性化が認められた。

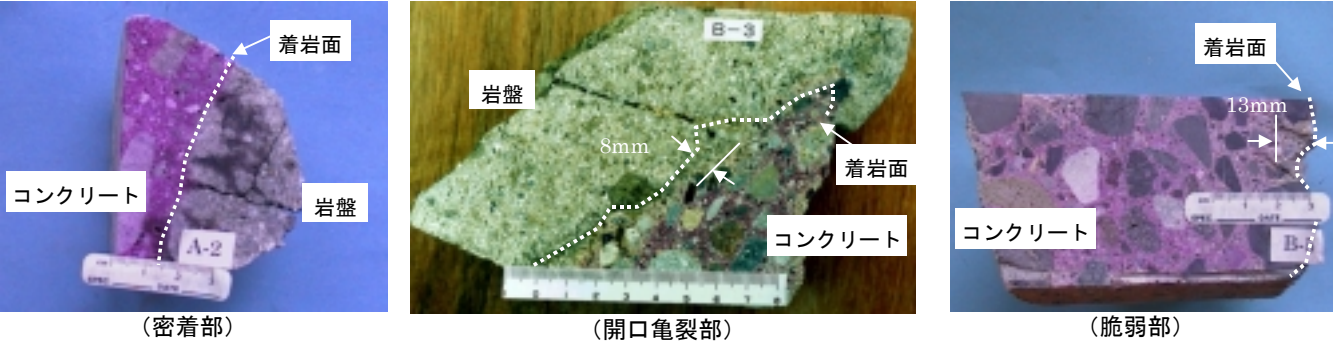


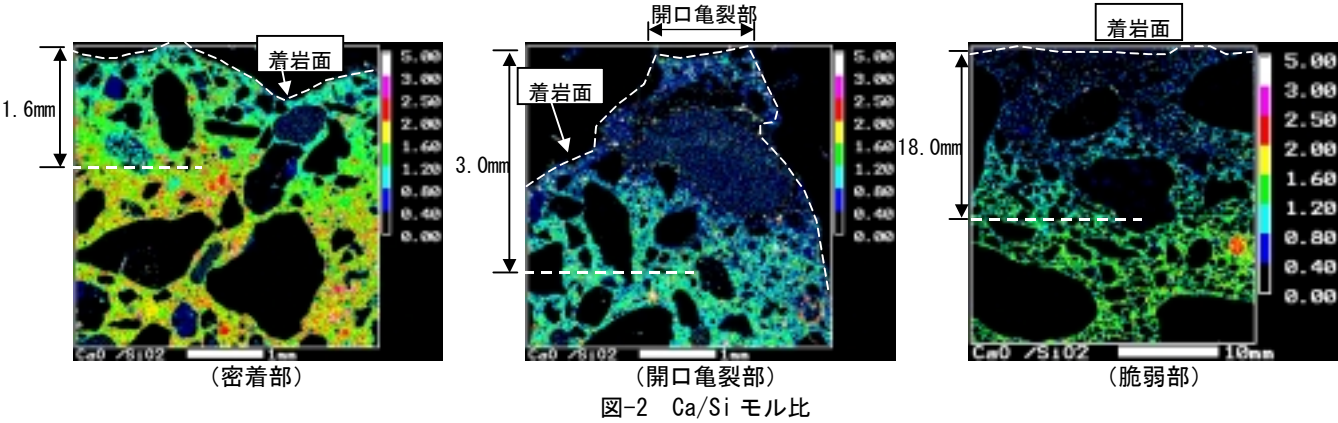
図-1 中性化範囲

キーワード ナチュラルアナログ、コンクリート、溶脱

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3/TEL03-4464-5225/k_hashimoto@tepsco.co.jp/橋本 淳

(2) Ca/Si モル比

EPMA を用いて測定した Ca/Si モル比を図-2 に示す。密着部では 1.6mm 程度、開口亀裂部で 3.0mm 程度、脆弱部で 18.0mm 程度の範囲で Ca/Si モル比がコンクリート健全部と比較し 50%程度低くなっている。Ca/Si モル比の低減傾向が Ca イオンの溶脱傾向を示していると考ええると、地下水との接触度合いが大きい部位ほど溶脱範囲が広がる傾向にあると考えられる。



5. 考 察

本調査結果を総括すると密着部に比べて開口亀裂部および脆弱部で溶脱範囲が 2～10 倍程度広がることがわかった。このことからコンクリートと岩盤の接触状況, 言い換えると地下水との接触度合いの差によって、溶脱による変質範囲は大きく異なると推定される。

ここに今回の本調査結果と既調査結果¹⁾を整理したものを表-2 に示す。なお、いずれも岩盤に密着した状態でのコンクリートの変質状態について比較した。Ca/Si モル比から推定される溶脱範囲は、比較的緻密な溶結凝灰岩で 1.6mm 程度、ポーラスな火山砕屑岩で 7.0mm 程度、非常に緻密な石英閃緑岩に接しているものでは確認できず 0mm と接する基礎岩盤の岩質によって異なり、岩盤が緻密であるほど溶脱範囲は狭くなる傾向を示している。これは、岩盤の性状が緻密になるに従い、岩盤中の間隙水（地下水）に接触するコンクリート部分が小さくなり、その結果水和組織の溶脱が抑制され、溶脱範囲が狭くなっていると考えている。

以上より、岩盤と接しているコンクリートの長期劣化現象は、その接触状況に大きく左右されることが実構造物においても確認することができた。

表-2 Ca/Si モル比に着目した溶脱範囲総括表

名 称	本調査	既調査	
	Aダム	Bダム	C水路
部 位	着岩部コンクリート	着岩部コンクリート	覆工コンクリート
経過年数	90年	72年	78年
基礎岩盤	溶結凝灰岩	火山砕屑岩	石英閃緑岩
岩盤性状	新鮮, 比較的緻密	ポーラス	新鮮, 緻密
着岩部の状態	密 着		
Ca/Si比から見た溶脱範囲	1.6mm程度	7.0mm程度	0mm

6. おわりに

長期間岩盤と接していたコンクリート構造物より試料を採取し、変質状態に着目した試験を実施することにより、地下水接触によるコンクリートの劣化現象は接触する岩盤の状況によって大きく影響を受けることが確認できた。コンクリート長期劣化予測にあたっては、これらの条件を織り込んだ解析が必要になると考えられる。今後は、これらの実現象の再現解析を行うことにより、解析におけるパラメータ設定の妥当性の検証を行うなど、これら知見を長期劣化予測に有効活用していくこととしたい。

【参考文献】

1) 蓮本清二ら：水和生成物の地下水への溶脱に伴うコンクリートの長期劣化に関する調査，土木学会第 56 回年次学術講演会