

III-339

ロックフィルダム用岩石材料の劣化環境モデル化について

九州電力（株） 正員 永津忠治 正員 鶴田正治
正員 ○深池正樹

1. はじめに

ロックフィルダム用岩石材料の耐久性を研究するにあたっては、岩の劣化に対する性質と、岩がさらされている劣化環境を適確に把握することが重要である。当社では、岩石が現地で実際どのような環境条件下にあるのかを把握するために、岩石の温度、日射量、降雨量などの現地環境調査を実施している。本稿では、この現地環境調査の結果を基に、劣化環境特性を整理する目的で劣化環境のモデル化を図ったので、その成果について述べるものである。

2. モデル化の基本的考え方

劣化環境のモデルは、現地の乾湿の繰返し（春期4～6月、夏期7～8月、秋期9～11月）と凍結融解の繰返し（冬期12～3月）の組み合わせとした。表-1にモデル化の基本的な考え方を、図-1に乾湿の繰返しパターンと凍結融解の繰返し回数の検討フローを示す。

3. 乾湿の繰返し

乾湿の繰返しパターンを求めるためには、湿潤状態や乾燥状態に相当する降雨日数と晴天日数を求める必要がある。

しかし、岩石が実際どのように湿潤あるいは乾燥状態になるかは非常に難しい問題である。ここでは、現地環境調査で外気温、日射量、降雨量および岩石温度を測定し、その結果を参考にしながら次のような基準を定めて降雨日数と晴天日数を定義した。

(1) 降雨日数

①降雨回数 1に相当する 1日の降雨量を10mm以上とする。② 1日の降雨量が10mm未満でも、前後に連続して降雨日があり、それらを合計10mm以上になればこれも 1回に含めるものとする。また、降雨量が 0mmの場合でも日射量が10MJ未満であればこれも降雨が連続しているとみなす。③10mm以上の降雨が数日間連続してもこれらは 1回とする。

(2) 晴天日数

晴天日数は、降雨日数と認められない日とし、日積算日射量が10MJ以上とする。

(3) 乾湿の繰返しパターン

乾湿の繰返しパターンは、湿潤状態が連続して何日あろうと湿潤 1回とカウントし、これに対する乾燥日数（晴天日数）で表すこととした。ここでは、晴天日数を乾湿のサイクル数で除してその日数を求めた。

表-2に一例としてTダムの平成元年 9月の晴天日数および降雨日数から求めた乾湿の繰返し回数を表-3

表-1 劣化環境モデル化の基本的考え方

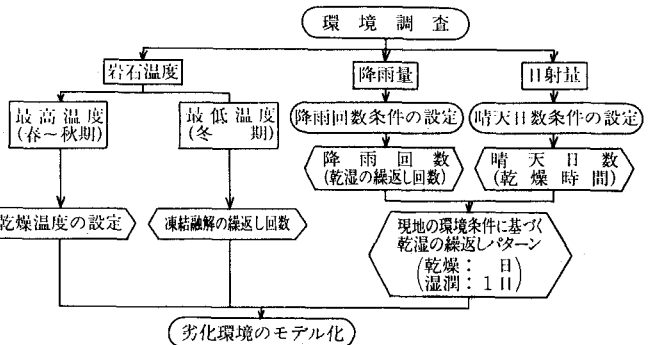
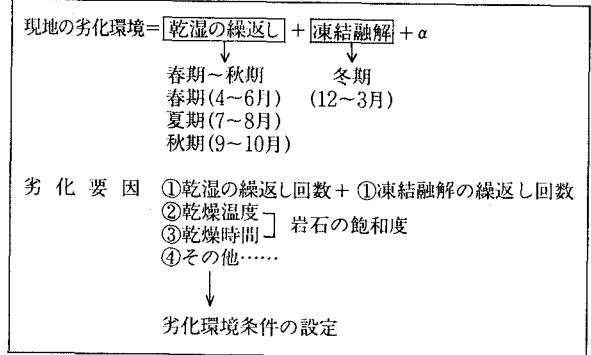


図-1 乾湿・凍結融解の繰返しパターン検討フロー

には、その1年間のものをそれぞれ示す。

4. 凍結融解の繰返し

図-2に凍結融解の概念図を、表-4には一例として凍結融解の繰返し回数を示す。凍結融解の繰返し回数は、冬期におけるリップラップ表面の温度履歴から、0℃以下（氷点下）を凍結状態、0℃以上を融解状態とし、このサイクルを1回としてカウントした。凍結融解の1回における時間の規定は定めず、凍結状態が数日間続いてその後融解してもこれも1回とカウントした。ただし、これまでの研究成果として岩石は不飽和状態での凍結融解による劣化はほとんどないことがわかったので、ここでは、前述した降雨日数条件の基準を適用して、降雨量が10mm以上の日だけを凍結融解の繰返しとカウントした。

5. 劣化環境モデル化

平成元年～平成4年度までの環境調査データを用いて前述した考え方に基きモデル化を図ったものが表-5である。これによると、TおよびUダムでは、南北に約90km、東西に約70km離れているが、気候が大きく異なるとは言えない。しかし、このモデルにより、乾湿の繰返しパターンはほとんど変わらないものの、乾燥温度の差は、Tダムの方が若干高いと表現できている。また、凍結融解の繰返し回数はTダムの方が約2倍多く、厳しい劣化環境であることが表現できたと考えられる。したがって、このような手法で現地劣化環境モデル化を行えば、そのダムの劣化環境特性が把握でき、岩石劣化の要因を明確に抽出できると考えられる。

6. おわりに

今回、モデル化を図ったことで岩石の劣化環境を整理することができた。当社では今回作成したモデルを用いて室内劣化促進試験結果からの劣化量予測と現地での暴露試験も実施しており、両方の試験結果を比較検討し、モデルの妥当性も検討している。これについては、別報で報告する。

（参考文献）石堂、永津、他“ロックフィルダム用岩石材料の劣化環境に関する調査事例”平成2年度土木学会西部支部

表-2 晴天日数および降雨日数から求めた乾湿の繰返し回数

区分	日数	平成元年9月	計	乾湿の繰返し回数
降雨日数 (湿潤)	5 10 15 20 25 30	17日	17日	6回
晴天日数 (乾燥)		13日	13日	

表-3 乾湿の繰返しパターン (Tダム)

分類	平成元年	平均
	4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月	
乾湿のサイクル数 (サイクル)	3 6 4 3 2 6 4 1	3
晴天日数 (日)	23 18 17 20 22 13 22 12	20
降雨日数 (日)	5 12 10 10 5 17 5 6	9
乾湿の繰返しパターン (乾燥日数/湿潤日)	7 3 4 7 11 2 6 12	7

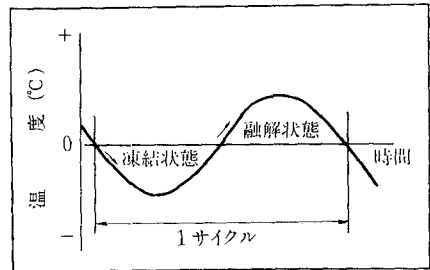


図-2 凍結融解概念図

表-4 凍結融解の繰返し回数 (Tダム)

区分	日数	平成元年1月	計	乾湿および凍結融解の繰返し回数
降雨日数 (湿潤)	5 10 15 20 25 30	14日	14日	6回
晴天日数 (乾燥)		17日	17日	
凍結融解		●●○○○○○ ○●○ ●○○○○○ ○●	18回	湿潤状態(5回)

※ ●は湿潤状態での凍結融解1サイクル
○は乾燥状態での凍結融解1サイクル

表-5 現地劣化環境モデル

調査地点	項目	分類			
		春期 (4-6月)	夏期 (7,8月)	秋期 (9-11月)	冬期 (12-3月)
T ダム	乾湿の繰返しパターン (乾燥日数/湿潤日)	5	7	7	--
	乾湿の繰返し回数 (回)	13	7	9	--
	乾燥温度 (℃)	24.9	32.8	19.4	--
	凍結融解繰返し回数 (回)	--	--	--	--
北部九州 標高 762m	上流	--	--	--	12 (43)
	下流	--	--	--	10 (44)
U ダム	乾湿の繰返しパターン (乾燥日数/湿潤日)	5	6	7	--
	乾湿の繰返し回数 (回)	13	8	10	--
	乾燥温度 (℃)	26.9	35.2	25.5	--
	凍結融解繰返し回数 (回)	--	--	--	--
中部九州 標高 738m	上流	--	--	--	6 (33)
	下流	--	--	--	5 (48)

※ () 内の数字は降雨を無視した凍結融解回数