

III-340

ロックフィルダム用岩石材料の室内試験による耐久性評価について

九州電力(株) 正会員 永津忠治 ○鶴田正治 深池正樹

1. はじめに

平成元年から進めてきた「ロックフィルダム用岩石材料の経年変化に関する研究」の結果、ダム表面のリップラップ材の劣化はダム管理上考慮すべき状況にある¹⁾ことがわかった。本稿では、リップラップ材に関して実施した室内劣化促進試験結果からの耐久性評価手法とその結果について述べるものである。

2. 室内試験による耐久性評価手法の概要

まずこの研究の流れを示すと図-1のとおりである。

劣化環境のモデル化²⁾と同じ考えに従い、岩石の自然環境下での耐久性を評価するための室内試験として、浸水乾燥試験と凍結融解試験の2種類の劣化促進試験を行うこととした。ただしダムサイトで観測された環境条件を反映できるよう2つの試験とも岩石の飽和度を変化させた条件下で実施することにした。³⁾

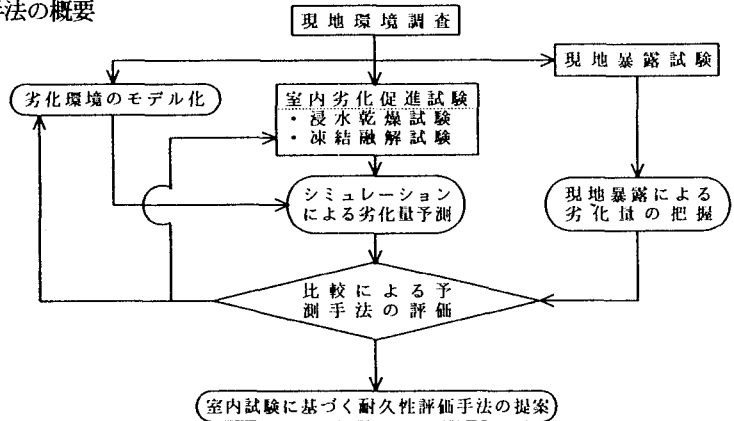


図-1. 室内試験による耐久性評価手法の研究フロー

実際に適用したダムサイトは九州中部の標高約700mの山岳部にあるUダムとしたが、このダムは建設後20年経過しており、リップラップ材は主に緑色岩、粘板岩および砂岩で構成されている。

この地点での岩石表面温度等の環境調査は平成元年より開始し、表-1のようなモデル化を行った。また現地暴露試験も平成2年より実施している。

表-1. Uダムの劣化環境モデル

劣化環境項目	時 期 区 分			
	春期 4～6月	夏期 7～8月	秋期 9～11月	冬期 12～3月
乾湿の繰返し回数 (回)	13	8	10	—
乾燥日数/湿潤1回 (日)	5	6	7	—
平均乾燥温度(6h～18h) (°C)	上流側 26.9	35.2	25.5	—
	下流側 23.3	31.8	17.2	—
凍結融解の繰返し回数 (回)	上流側 —	—	—	33
	下流側 —	—	—	48

3. 浸水乾燥による劣化量の予測

浸水乾燥試験結果からのシミュレーションによる劣化量の予測は以下のような方法を用いた。図-2はこの考え方を図示したものである。

- (1)環境調査結果から得られた春期(4～6月)、夏期(7～8月)および秋期(9～11月)毎のリップラップ表面温度の平均日履歴曲線から、乾燥時間(6時～18時)の平均温度を乾燥温度とする。(図-2の①)
- (2)別途実施した乾燥温度を変えた乾燥試験結果の飽和度～時間曲線から、現地の劣化環境モデルの乾燥時間(乾燥日数×12時間)と乾燥温度での岩石の飽和度を内挿して求める。(図-2の②、③)
- (3)飽和度を変えて(乾燥温度も変えて)別途実施した浸水乾燥試験結果に基づいて、損失重量百分率とサイクル数の関係を整理する。(図-2の④)
- (4)(3)の関係図から劣化環境モデルの乾湿の繰返し回数に相当する損失重量百分率を関係曲線毎に求め、それらを飽和度を横軸に整理し直す。(図-2の⑤)
- (5)(4)の関係図から(2)で求めた現地の飽和度における、現地(劣化環境モデル)の乾燥温度での損失重量百分率を内挿により求めて、劣化量の予測値とする。(図-2の⑥)

$$\text{損失重量百分率 (\%)} = \frac{A-B}{B} \times 100$$

A: 試験前の岩石の乾燥重量
B: 任意サイクル終了後の乾燥重量から初期重量の10%未満になった岩片を除いた重量

この方法に従い、表-1の乾湿の繰り返し回数、乾燥日数、乾燥温度を用いてもとめた劣化量は、表-2のとおりである。

4. 凍結融解による劣化量の予測

室内試験と自然環境下での凍結融解現象の主な相違点は、凍結時の岩石の飽和度にあると考えられた。しかし不飽和時の凍結融解の劣化量が微量であったため、劣化環境モデルを飽和時凍結融解回数に変更して、飽和時凍結融解試験結果の繰り返し回数と損失重量百分率の関係から劣化量の予測を行った。結果は表-3のとおりである。

5. 現地暴露試験との比較

表-2、表-3から求めた年間当たりの劣化量を現地暴露試験結果と比較すると図-3のようになる。室内試験

と現地暴露試験は同一の供試体で実施したもの

表-3. 凍結融解による劣化量の予測結果（Uダム）

岩種	劣化度合	上流側		下流側	
		凍結回数	劣化量%	凍結回数	劣化量%
粘板岩	(A)	6回	0.00	5回	0.00
	(C)	"	3.11	"	2.59
緑色岩	(C)	"	1.20	"	1.00

*劣化量は損失重量百分率で示す。（ただし1年間当たり）

ではないが、やや劣化の進んだ粘板岩(C)は浸水乾燥試験からの予測値が暴露試験結果より少ない。しかし凍結融解試験からの予測値は大きい結果となった。またやや劣化の進んだ緑色岩(C)は両方とも試験結果からの予測値のほうが少し大きい、両岩とも浸水乾燥と凍結融解の合計では差が±2%以内には収まっている。

6. むすび

室内試験結果から自然環境下でのリップラップ材の劣化量を、実用レベルで定量的に把握することが容易でないことは予想されていたが、今回の試みはある程度目的を達することはできたように思う。今後もう少し長期間の予測精度の向上を図れば、実用上、特にダムの新設において問題ある岩種に遭遇した場合などには、有効なデータの一つとなるであろうと考える。（参考文献；1）永津、鶴田他”ロツワイルム用岩石材料の劣化性状”第29回土質工学会研究発表会、2）永津、深池他”ロツワイルム用岩石材料の劣化環境モデル化について”土木学会第49回年次学術講演会、3）石堂、鶴田他”ロツワイルム用岩石材料の室内劣化促進試験について”土木学会第48回年次学術講演会、4）永津、深池他”ロツワイルム用岩石材料の耐久性試験”第29回土質工学会研究発表会）

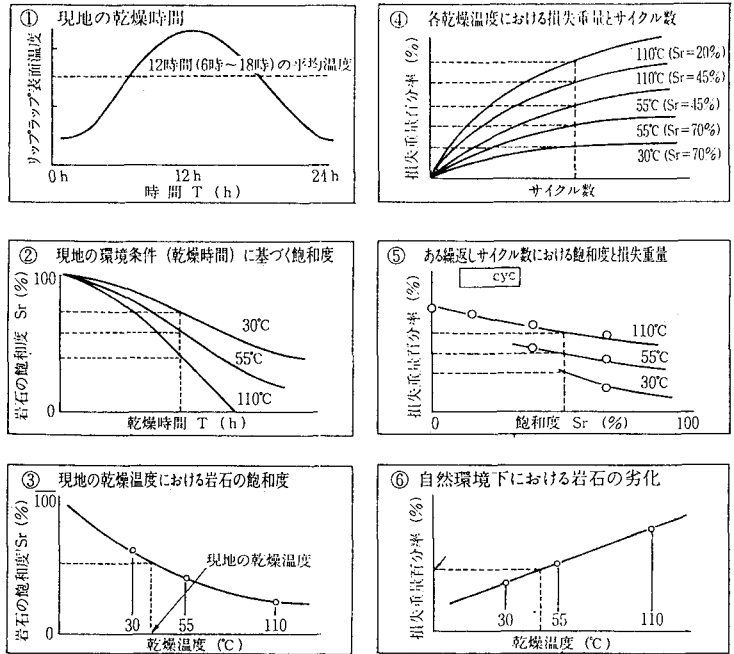


図-2. 浸水乾燥による劣化量予測方法の流れ

表-2. 浸水乾燥による劣化量の予測結果（Uダム）

位置	岩種	劣化度合	劣化量（損失重量百分率%, 1年間当たり）			
			春期	夏期	秋期	合計
上流側	粘板岩	(A)	0.11	0.08	0.06	0.25
		(C)	0.23	0.10	0.13	0.46
下流側	粘板岩	(A)	0.10	0.09	0.04	0.23
		(C)	0.16	0.09	0.13	0.38
下流側	緑色岩	(A)	0.14	0.05	0.04	0.23
		(C)	0.14	0.05	0.04	0.23

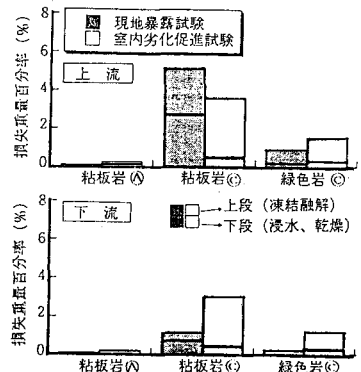


図-3. 現地暴露試験との比較