

ロックフィルダム用岩石材料の現地環境を考慮した室内劣化促進試験について

九州産業大学 正員 石堂 稔 学員○城下 学

九州電力(株) 正員 永津忠治 正員 深池正樹

1. はじめに

岩石が乾湿の繰り返しによって劣化する要因としては、岩石の飽和度、加熱・冷却の繰り返しによる熱応力、内部と表面の温度差などが挙げられる。筆者らは、九州電力(株)のロックフィルダムを対象としてその耐久性を定量的に評価する手法を確立するために、現地で劣化環境調査や現地暴露試験を実施するとともに、室内試験において浸水乾燥試験や凍結融解試験を行っている。劣化環境調査結果は文献¹⁾で発表したが、本報告はこの結果をふまえて、岩石の乾燥時間や飽和度などの試験条件を設定するために実施した予備試験とそれに基づいた劣化促進試験としての浸水乾燥試験について述べるものである。

2. 予備試験

本試験のまえに、TダムおよびUダムに現在築堤されている粘板岩と緑色岩を用いて次に示す条件で予備試験を実施した。

I) 予備試験条件の設定

①岩石の乾燥温度は、劣化環境調査結果に基づいて、Tダム、Uダムの夏期におけるロック材の最高温度の平均+標準偏差値の30℃とリップラップ材の最高温度の平均+標準偏差値の55℃および炉乾燥温度の110℃の3種とする(表-1)。②乾燥時間はそれぞれの乾燥温度で岩石の重量が一定となるまでとする。③岩石の乾燥は24時間以上浸水させた表面乾燥状態から行った。なお飽和度は110℃の炉乾燥で岩石の重量が一定となるところを0%(絶乾状態)とした。

II) 予備試験結果

予備試験の結果は粘板岩も緑色岩も傾向がほとんど変わらなかったため、粘板岩を代表例として図-1および図-2に示す。この結果は以下の通りである。①岩石の重量が一定となる乾燥時間は、30℃と50℃乾燥では110℃乾燥と比較して2~3倍の時間を必要とする(図-1)。②30℃と55℃の乾燥温度では岩石重量が一定となるまで乾燥しても110℃乾燥のような絶乾状態とはならない(図-2)。③図

表-1 岩石の乾燥温度の設定

測定位置	測定地点	夏期における最高温度	設定温度
リップラップ表面	Tダム	54℃	55℃ (平均値+標準偏差)
	Uダム	55℃	
ロック表面	Tダム	26℃	30℃ (平均値+標準偏差)
	Uダム	31℃	
—	—	—	110℃ 通常の炉乾燥温度

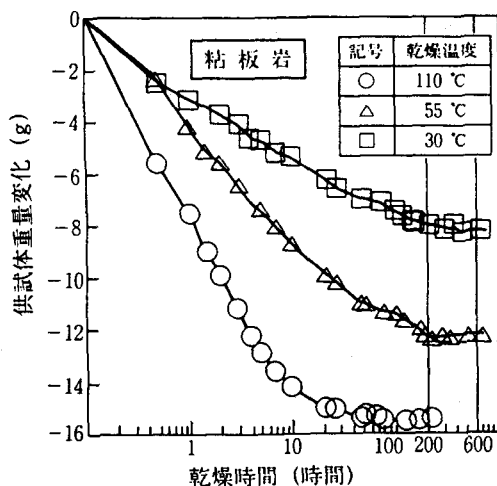


図-1 各乾燥温度における岩石の重量変化と時間の関係

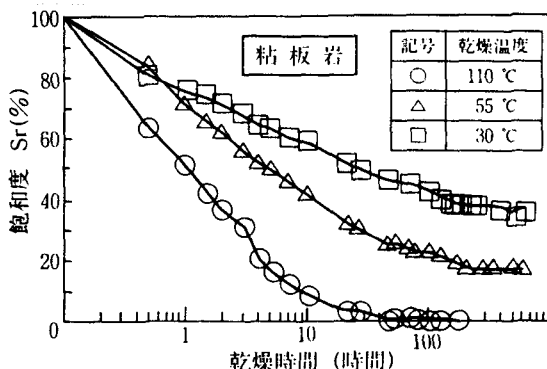


図-2 各乾燥温度における飽和度と乾燥時間の関係

では示していないが粘板岩、緑色岩の全データで見ると、それぞれの乾燥温度で得られる岩石の飽和度は、110℃乾燥で0%、55℃乾燥で15~25%、30℃乾燥で35~55%となり、乾燥温度が高いほど飽和度が低かった。

3. 本試験

予備試験の結果を参考にして本試験で行う浸水乾燥試験の目標飽和度を次のように決めた。

1) 本試験条件の設定 ①30℃乾燥で岩石重量が一定となる飽和度の45%とする。②55℃乾燥で岩石重量が一定となる飽和度の20%とする。③その他の飽和度を70%とする。しかしながら、上記①、②で求められる飽和度は図-1に示したように試験に長時間を必要とするため、効率の良い試験を行うことができない。このため図-3に示すように、ここではそれらの飽和度を110℃乾燥で求めることにし目標の飽和度が得られる乾燥時間を予備試験の110℃乾燥によるSr~t曲線から読み取り試験を行った。表-2に浸水乾燥試験方法の詳細を示す。なお、岩石の飽和度が同じであっても乾燥温度によって劣化の程度が異なることが予想されたので岩石の飽和度を一定(Sr=45%と70%)にして、乾燥温度を30℃と55℃および110℃の3種変えた試験も行った。

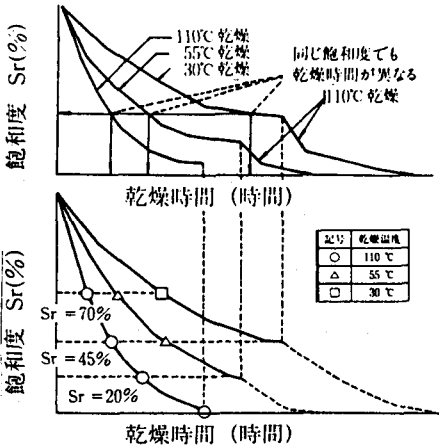


図-3 岩石の飽和度と乾燥時間の関係

II) 試験結果 浸水乾燥試験の結果を図-4に示す。ここでは、岩石の損失重量百分率を、損失重量を初期重量で除した値としその値で劣化の度合いを評価した。これより以下のことがいえる。①浸水乾燥の繰返しによる岩石の劣化は、乾燥時の岩石の飽和度が低いほど著しくなる傾向がみられ、岩石の劣化が乾燥時の飽和度に強く支配されていることがわかる。この傾向は緑色岩よりも粘板岩の方が明確である。②それぞれの乾燥温度で乾燥時の飽和度が一定であれば、乾燥温度が高いほど劣化が著しい。例えば飽和度70%の粘板岩を例にとると110℃乾燥で損失重量百分率が約10%、55℃乾燥で約2%、30℃乾燥で約1%となっている。

表-2 浸水乾燥試験方法の詳細

項 目		内 容		
乾燥温度 (試験ケース)		飽 和 度		
		70%	45%	20%
試験 ケー ス	乾燥 温度	○	○	○
	55℃	○	○	—
	30℃	○	—	—
岩石の大きさ		100mm程度		
浸 水 時 間		24時間以上		
乾 燥 温 度 (表-1参照)		各々の乾燥温度 でそれぞれ設定		
総サイクル数		50サイクル		
損失重量の 測定サイクル		1.3.5 後5サイ クルごとに測定		
浸 水 温 度		常 温		

4. おわりに

以上現地の劣化環境を考慮した浸水乾燥試験について述べたが、その他の劣化促進試験として凍結融解試験、安定性試験も行っている。また、室内試験と同粒径の岩石を現地に放置して暴露試験を実施している。今後、現地の劣化環境のモデル化(現地における乾湿の繰返しパターンや凍結融解の繰返し回数など)を図って劣化要因を究明し、ロックフィルダム用岩石材料の劣化速度の検討に役立てたい。

(参考文献)

1) 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研究発表会講演集

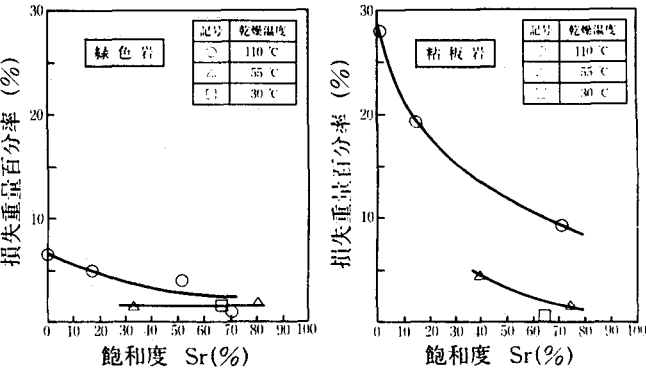


図-4 損失重量百分率と飽和度の関係