

ロックフィルダムのリップラップの劣化調査事例

(独) 土木研究所 正会員 ○山口嘉一, 正会員 大川孝士
(株) 建設技術研究所 上阪恒雄

1. はじめに

近年、既設ダムの維持管理を適切に行い、その長寿命化を図ることが強く求められている¹⁾。ロックフィルダムについては、コンクリートダムと比較すると、よりメンテナンスフリーに近い構造物であると考えられている。しかし、寒冷地のロックフィルダムでは、表面保護層を形成するリップラップ材料が経年劣化している事例が見られる。

現在、リップラップ材料の劣化に関する具体的な調査方法や補修の判断基準は確立されていない。このような状況において、リップラップ材料の劣化に関する既往の調査事例は極めて有用な情報となる。ここでは、既往の具体事例を紹介するとともに、リップラップの必要厚さについて考察する。

2. 対象ダム

調査対象の A ダムは、1971 年に多目的ダムとして熊本県に建設された堤高 35.0m、堤頂長 244.0m、堤体積 367,400m³の中央土質遮水壁（コア）型ロックフィルダムで、その標準断面を図-1 に示す。リップラップ材料は片状花崗閃緑岩、弱変質花崗閃緑岩、花崗はん岩などにより、ロック材料は花崗はん岩、片状花崗閃緑岩などにより構成されている。

3. リップラップ材料およびロック材料の風化・劣化調査

A ダムにおいては、風化の進行するリップラップ材料およびその直下で風化による劣化の懸念されるロック材料の実態を把握するために、1979 年、1985 年、1987 年の 3 回にわたって現地調査が行われた。

1979 年、1985 年の第 1、2 回の調査においては現地調査を主体に実施し、目視やハンマー打撃によって、堤体全体の風化程度を分類、判定され、第 3 回の 1987 年の調査においては、現地から採取した材料に対する室内試験として、各種物理試験や現地の環境を考慮した浸水乾燥試験などを実施して劣化の程度と要因の検討が行われた。

4. リップラップ材料の調査結果の概要

1) 風化・劣化度調査

全岩種とも風化・劣化しているものの、花崗はん岩および角閃石花崗岩（構成比率は低い）の風化・劣化度が最も高い。位置的には、上下流面では下流側の方が、標高では高標高部の方が、風化・劣化が進行している。なお、下流側は南西向きであるため相対的に長い日照時間が、また高標高部における花崗はん岩の構成比率が高いことが、それぞれの風化・劣化度を高めた原因であると考えられた。

2) 比重吸水率試験

リップラップ材料である 5 岩種（花崗はん岩、片状花崗閃緑岩、弱変質花崗閃緑岩、角閃石花崗岩、閃緑岩）の比重吸水率試験の結果を図-2 に示す。この図より、どの岩も比重は大きく、吸水率も 1.0%以下と小さいことがわかる。また、花崗閃緑岩と花崗はん岩について、新鮮な岩と風化した岩の吸水率と絶対乾比重の関係を整理したものを図-3 に示す。この図より、新鮮な岩に比べて風化した岩の比重は小さく、吸水率は高くなっているが、既設のロックフィルダムの材料と比べて、特に品質の劣る材料と判定することはできない。

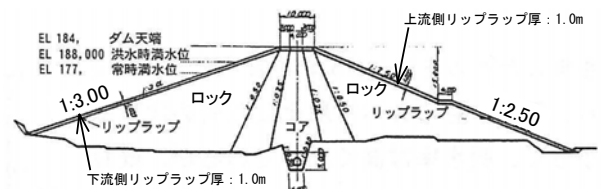


図-1 Aダムの標準断面

項目	比重		吸水率(%)					
	2,600	2,700	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	
花崗はん岩	●	●	○	○	○	○	○	○
片状花崗閃緑岩	●	●	○	○	○	○	○	○
弱変質花崗閃緑岩	●	●	○	○	○	○	○	○
角閃石花崗岩	●	●	○	○	○	○	○	○
閃緑石	●	●	○	○	○	○	○	○

表面 → 中心 × 平均値

図-2 リップラップ材料の比重吸水率試験結果

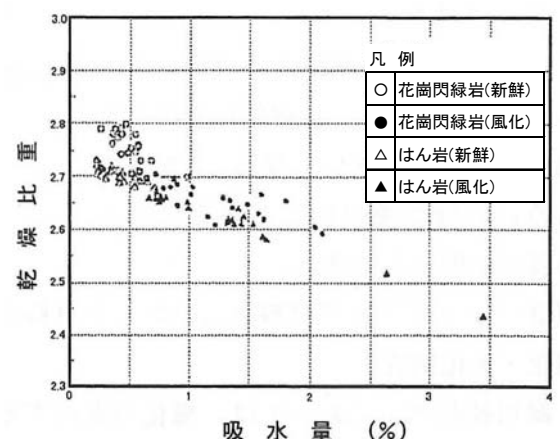


図-3 吸水率と絶対乾比重の関係

3) 浸水乾燥試験

花崗閃緑岩と花崗はん岩について、それぞれの新鮮な岩と風化した岩に対して実施した浸水乾燥試験結果を図-4 に示す。両岩とも、新鮮な岩については劣化がほとんど進行しないのに対して、風化した岩については劣化の進行が著しいことがわかる。

4) 顕微鏡観察およびX線回折

花崗閃緑岩と花崗はん岩の顕微鏡観察およびX線回折の結果から、風化の進行とともに鉱物の変質が進行していることが明らかとなった。特に、新鮮な岩には含まれない濁沸石が岩の風化の原因と考えられた。

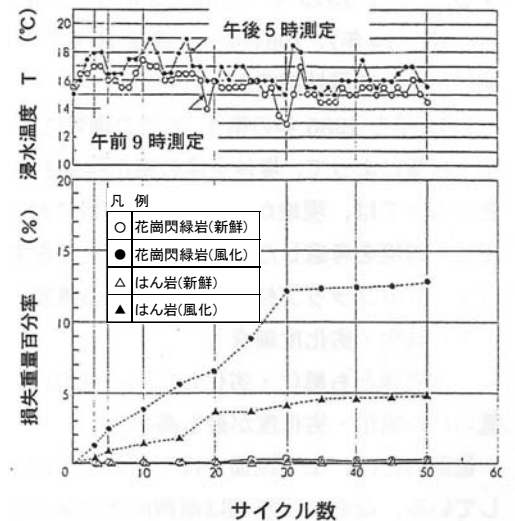


図-4 浸水乾燥試験の結果

5. ロック材料の調査結果の概要

1) 風化・劣化度調査

リップラップの風化・劣化度の高い下流面の高位標高部と、風化・劣化があまり進行していない上流面低位標高部において、リップラップ材料を掘削除去したうえで、その直下のロック材料の風化度調査が行われた。

ロック材料には、粒径 300mm 以下の花崗はん岩や片状花崗閃緑岩を主体にした掘削ずりが用いられており、比較的細粒の材料を多く含有していた。リップラップ材料が未風化であった部分のロック材料においても、部分的に多少風化変質しているものが見られた。また、風化部については、未風化部より若干風化が進行しているものが多かった。これらの風化・劣化がダム完成後の経年的なものなのか、建設当初からのものなのかについては定かではないが、直上のリップラップ材料の風化・劣化程度にロック材料の風化・劣化程度が大きく依存していないことから、ダム完成後の経年劣化は小さいと推定された。

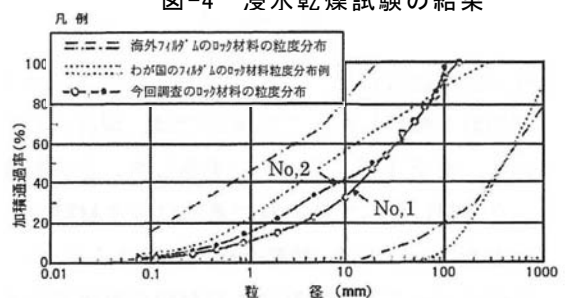


図-5 ロック材料の粒度分布

表-1 ロック材料の比重吸水率試験結果

粒 径 (mm)	No. 1 地点試料			No. 2 地点試料		
	表乾比重	絶乾比重	吸水率 (%)	表乾比重	絶乾比重	吸水率 (%)
63.5mm以上	2.71	2.69	0.80	2.72	2.70	0.79
63.5～25.4mm	2.71	2.68	0.96	2.71	2.68	0.91
25.4～4.76mm	2.68	2.65	1.14	2.66	2.52	1.64

表-2 粒度および比重吸水率試験結果の概要

試験結果の概要	
①	本ダムのロック材料はやや細粒側の粒度の含有率が高いが、その粒度分布は国内外のロックフィルダムにおけるロック材料の粒度範囲内に収まっている。
②	粒径0.075mm以下の細粒分の含有率は3%以下と小さく、風化による細粒化は認められない。
③	各粒径の比重は大きく、吸水率は小さい。特に粒径63.5mm以上の岩の吸水率は1%以下と新鮮な岩石試料と同等である。
④	粒度分布から推定される透水性は、ロックゾーンの排水性を十分満たすものと考えられる。

2) 粒度および比重吸水率試験

リップラップの風化・劣化度の高い下流面の高位標高部から試料を採取し、粒度および比重吸水率試験が行われた。図-5 に粒度分布曲線を、また表-1 に比重吸水率試験結果を示す。なお、図-5 の粒度分布曲線には、海外および我が国のロックフィルダムにおけるロック材料の粒度分布範囲も併せて示している。これらの図表からわかることを表-2 にまとめる。

以上の調査結果より、ロック材料に見られる一部の風化・劣化がダム完成後の経年的なものであるとしても、それによるロック材料の機能低下はほとんどないことがわかる。

6. まとめ

A ダムのリップラップ材料およびその直下のロック材料の風化・劣化調査結果から、風化に対する抵抗性（耐久性）に劣るリップラップ材料を使用した場合でも、その厚さ 1m である場合に、直下のロック材料はもともと耐久性にやや劣る材料であっても風化・劣化はほとんど進行していないと判断された。劣化の進行は、ダムの環境条件によって異なるが、耐久性に優れたリップラップ材料を 1m 厚さで配置しておけば、リップラップ材料の風化・劣化の速度が遅く、それが風化・劣化した後も被覆層になり、ロック材料の経年的な風化・劣化はほとんど進行しないのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 山口嘉一、岩下友也、佐藤弘行、林 直良、小堀俊秀、切無沢徹:戦-20 ダムの長寿命化のためのダム本体維持管理技術に関する研究、独立行政法人土木研究所 平成 21 年度重点プロジェクト研究報告書、2010.4.