

I-436

コンクリート表面遮水壁の破壊に関する模型振動実験

電源開発株式会社 正員 有賀 義明

1 はじめに コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムは、薄いコンクリートスラブと粒形材料の集合体であるロックフィルダムとが結合した構造体であることに大きな特徴がある。変形・強度特性が本質的に異質な材料から構成されていることから、コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムの安定性を確認するためには、遮水壁とダム堤体の相対的変形挙動特性の解明が必要となる。また、薄いコンクリートスラブにダムの生命線である遮水性を託しているため、遮水壁の破壊および遮水機能保持に関する安全性の確認が極めて重要になる。更に、地震地帯にコンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムを建設する場合には、地震時の安定性について十分な確認を行うことが必要となる。本稿では、模型振動実験によりコンクリート表面遮水壁の地震時の破壊様式について検討した結果を紹介する。

2 模型振動実験 自然地盤材料でダム模型を作成し、通常の振動台により振動実験を行う場合、重力による拘束圧の再現が困難であるため、厳密な相似則を満足させることができない。したがって、ここに紹介する模型振動実験は、実現象を忠実に反映し得るものではないが、実現象を推定するための定性的な知見を得ることを目的として実施したものである。

(1) ダム模型 : 縮尺を1/100に想定し、碎石後、粒度調整した筑波産の花崗岩（表-1参照）を用いて、上流面勾配 1:1.4、下流面勾配 1:1.5、高さ1.00m、堤頂長2.00m、堤頂幅0.10m（図-1、表-2参照）のダム模型を作成した。表面遮水壁の部分は、ダム模型の表面に7mmの厚さで石膏（水：石膏＝1：1、圧縮強度：3kgf/cm²）を塗布して作成した。石膏板に亀裂が発生した後の遮水性を確保するため、石膏板の表面は厚さ0.1mmの透明のビニールシートで被覆した。貯水の水深は0.80mとした。

(2) 実験方法 : 使用した振動台の主な性能を表-3に示す。加振周波数は10Hzとし、ダム模型基礎での加振加速度は遮水壁が破壊するまで単調増加させた。ダム模型の動的応答、遮水壁とダム堤体との相対挙動等については、図-1のように配置した加速度計で記録された応答波形に基づき評価検討した。

3 実験結果 コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムが極めて大きな地震動を受けた場合に、表面遮水壁にどのような破壊が発生するかを定性的に検討するために振動実験を行ったところ、ダム基礎での加振加速度が550galから600galまでの間に石膏板（表面遮水壁）に亀裂破壊が発生した。543gal加振時および594gal加振時のダム模型の加速度応答をそれぞれ図-2、図-3に示す。A13の位置（図-1参照）の加速度が594gal加振時に特異な結果を示しているが、これは、石膏板に発生した亀裂の影響と思われる。つぎに、石膏板（表面遮水壁）に発生した亀裂の状況を図-4に示す。亀裂は、ダム模型基礎から概ね2/3の高さの位置に発生した。石膏板が厚かったせいか、大きな亀裂がひとつ発生する結果となった。補足的な参考例として、下流側の法面に薄く石膏を塗布した場合に見られた亀裂の状況を図-5に示す。この例では、比較的細かな亀裂が発生している。貯水の影響をはじめ、基本条件が異なるため、図-4と図-5を同列に比較することは不適切であるが、全体的には、亀裂の発生傾向は概ね同様のようと思われる。

4 あとがき 花崗岩の碎石を用いてダム模型を作成し、石膏で表面遮水壁を模擬して振動実験を実施したところ、ダム天端から概ね1/3のところに亀裂が発生した。亀裂が発生した後の石膏板の遮水機能を保持させるために、薄いビニールシート利用したが、ビニールシートがない場合、石膏板に亀裂が発生した際にダム模型は瞬時にして決壊した。遮水機能が健全である限り、非常に強い地震動を作用させてもダム模型は破壊しなかったが、遮水機能が保持されない場合、ダム模型はいとも簡単に決壊した。

昨年、中国では、高さ84mのコンクリート表面遮水壁型ダム（Gouhou ダム）が崩壊した。模型実験での状況やこの事例等を考えると、ダムにおける遮水機能保持がいかに重要か、改めて感じた次第である。

【参考文献】 1) 有賀義明：コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムの地震時変形挙動、土木学会第22回地震工学研究発表会講演概要（145）、p563～566、1993. 7

表-1 ダム堤体模型材料

材料名	筑波産花崗岩
比重	2.65
最大粒径	15 mm
粒度 (mm)	通過百分率(%)
15.0	100.0
10.0	81.3
4.8	54.4
2.0	28.2
0.074	1.6

表-2 ダム模型の概要

模型形状	
ダム頂端勾配	1.00(m) 2.00(m) 0.10(m)
上流面勾配	1 : 1.4
下流面勾配	1 : 1.5
容積	3.10 (m ³)
湿潤密度	1.90 (t/m ³)
固有振動数	27.0 (Hz)
S波速度	83 (m/s)
遮水壁	石膏 (7mm 厚)

表-3 振動台の主な性能

項目	性能
振動盤寸法	5.0m × 5.0m
最大搭載量	22t
加振方式	アンバランスマス式
最大加振力	56tG
振動方向	水平、上下、斜
振動波形	正弦波
周波数範囲	5~50Hz
最大加速度	16G
最大変位振幅	5.7mm

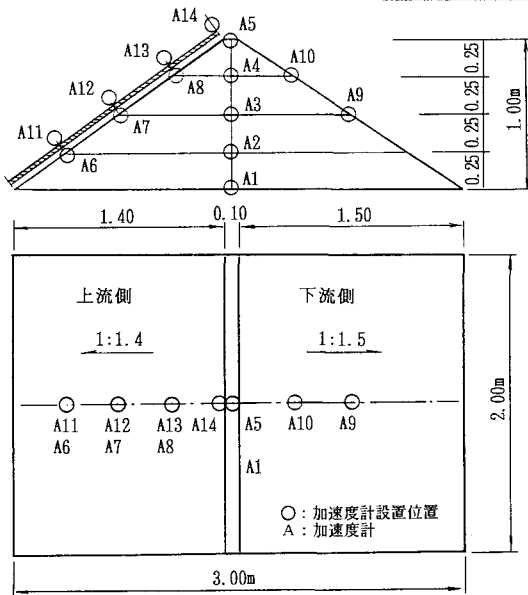


図-1 ダム模型の形状・寸法と加速度計設置位置

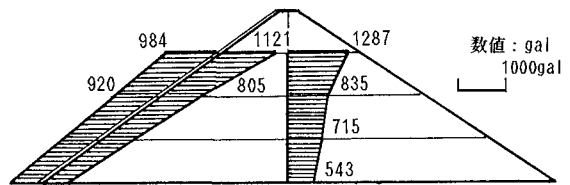
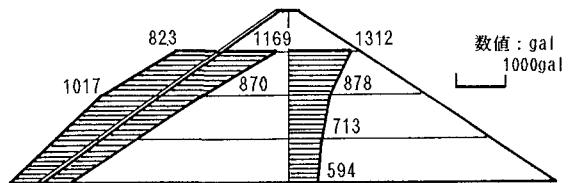


図-2 ダム模型の底面において543galで加振した時のダム模型の加速度応答



遮水壁表面での加速度の増幅が逆転してのは亀裂の発生による影響と思われる。

図-3 ダム模型の底面において594galで加振した時のダム模型の加速度応答

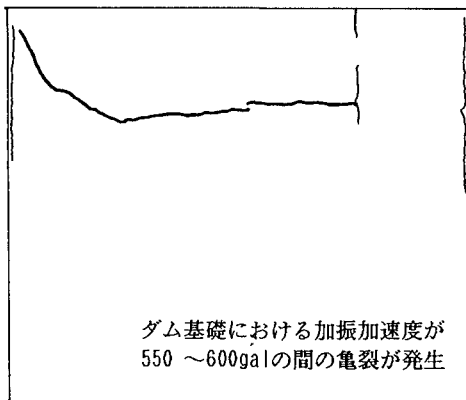


図-4 石膏板（表面遮水壁）に発生した亀裂の状況

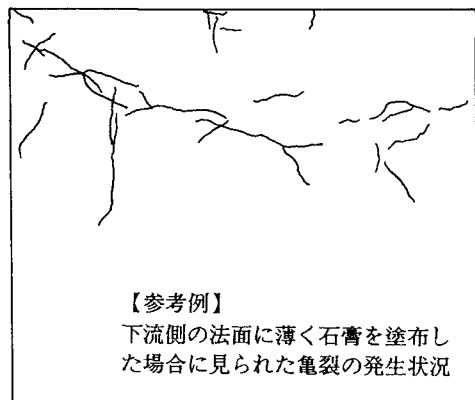


図-5 石膏を薄く塗布した場合に発生した亀裂の状況の例