

I-B516 振動実験によるロックフィルダムの地震時間隙水圧の検討

電源開発株式会社 フェロー 有賀 義明
 電源開発株式会社 正会員 ○栗津 誠
 電源開発株式会社 溝上 健

1. まえがき

ダムの耐震性を確認する際の技術的課題の一つに、強い地震動を受けたロックフィルダム堤体内における地震時の間隙水圧の問題がある。中央コア型ロックフィルダムを考えた場合、強い地震動に遭遇した際に上流側ロックフィルゾーンにおいて地震時の間隙水圧がどのように発生するのか、地震時の過剰間隙水圧は発生するのかどうか、いわゆる液状化のような現象は起こる可能性があるのか等について明らかにすることが必要であると考えられる。この課題に関して通常の1G場の模型振動実験により定性的な検討を行った。

2. 振動実験

(1) ダム模型の形状

ダム模型の外形は、既設ロックフィルダムの実例を踏まえて、高さ1m、堤頂長2m、天端10cm、上流面勾配1:2.6、下流面勾配1:1.8とした。1G場の実験では相似則を満足させることはできないが、幾何学的な相似則については満足するようにした。縮尺は1/100を想定した。ダム基礎部の谷形状に関しては、ロックフィルダムの地震時応答の三次元性を比較検討するために、U字形の谷形状にした場合(U字谷模型=二次元的模型)とV字形の谷形状にした場合(V字谷模型=三次元的模型)の2種類を設定した。U字谷模型とV字谷模型の模式を図-1および図-2に示す。

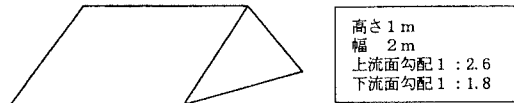


図-1 U字谷模型の模式図

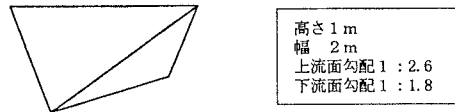


図-2 V字谷模型の模式図

表-1 主な実験結果概要

模型の形状	U字谷模型		V字谷模型	
	上下流	ダム軸	上下流	ダム軸
乾燥密度 (tf/m ³)	1.70	1.73	1.57	1.70
表層部間隙水圧 (gf/cm ²)	16.6	8.0	11.8	5.6
深部間隙水圧 (gf/cm ²)	10.9	10.2	5.2	1.3
表層部加速度 (gal)	1,705	1,609	1,088	234
深部加速度 (gal)	727	1,093	508	67

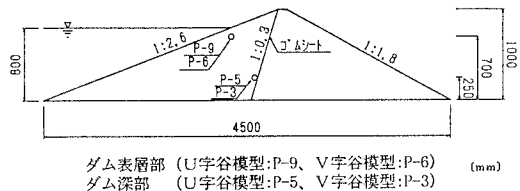
(備考) 間隙水圧: 最大値, 加速度: 上下流方向の最大値

(2) 模型材料

ロック部については、砂岩・角礫岩の碎石を代表的な実ダムの相似粒度に調整配合したもの(粒径: 0.85~19mm)を使用した。コア部に相当する遮水機能は、厚さ3mmのゴムシートに持たせるようにした。ロック部の乾燥密度は1.7t/m³を目標とした。

(3) 加振条件

入力地震動としては、東海地震を想定した模擬地震動、兵庫県南部地震時の箕面川波、サイン波等、多種類の地震動を用いたが、ここでは、東海地震想定波を用いた時の実験結果を報告する。地震動の時間軸は、幾何学的な相似則を考慮して1/10(周波数を10倍)とした。入力地震動の最大加速度は、250



ダム表層部 (U字谷模型:P-9、V字谷模型:P-6)
 ダム深部 (U字谷模型:P-5、V字谷模型:P-3) (mm)

図-3 間隙水圧の測定位置

キーワード: ロックフィルダム、模型振動実験、地震時間隙水圧、耐震性、三次元性

連絡先: 〒253-0011 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎1-9-88 Tel:0167-87-1211, Fax:0167-82-1003

gal, 400gal, 600galの3レベルとした。加振方向は、上下流方向とダム軸方向加振の2種類とした。

(4) 測定項目と測定位置

加速度計、間隙水圧計、ひずみゲージを用いて、加速度応答、地震時の間隙水圧、動ひずみを計測した。ここで紹介する地震時の間隙水圧の測定位置は、図-3に示すとおりである。

(5) 実験結果

ダム模型の乾燥密度、固有振動数、間隙水圧測定位置近傍の応答加速度の概要を表-1に示す。最大加速度600galの東海地震想定波を用いた実験に関して、ダム表層部(U字谷模型ではP-9位置、V字谷模型ではP-6位置)およびダム深部(U字谷模型ではP-5位置、V字谷模型ではP-3位置)における間隙水の時刻歴を図-4(U字谷模型の上下流方向加振)図-5(U字谷模型のダム軸方向加振)、図-6(V字谷模型の上下流方向加振)、図-7(V字谷模型のダム軸方向加振)に示す。主な実験結果は次のとおりである。①強い地震動をロックフィルダム模型に作用させたところ、上流側堤体内に地震時の間隙水圧が発生した。②強い地震動を作用させた場合でも、地震時の間隙水圧の大きさは静水圧に比して概して小さい。③地震時の過剰間隙水圧はほとんど発生しない。④V字谷模型よりもU字谷模型の方が地震時の間隙水圧は大きい。この傾向は、間隙水圧計測位置近傍で計測された上下流方向の加速度振幅の傾向と一致し、また、上下流方向加振時およびダム軸方向加振時とも同様である。⑤ダム軸方向加振の場合でも、地震時の間隙水圧は上下流方向加振の場合と同様に発生する。⑥間隙水圧の時刻歴の周波数特性を比較すると、ダム表層部の方がダム深部に比して高周波数成分が卓越する傾向がある。

3. あとがき

強い地震動を受けたロックフィルダム堤体内の地震時の間隙水圧の発生状況について、模型振動実験を行い検討したところ、地震時の間隙水圧は静水圧に比して概して小さく、地震時の過剰間隙水圧の発生はほとんど見られなかった。ロックフィルダムに関しては、非常に大きな地震動に遭遇した場合でも耐震性は保持されるものと考えられるが、耐震性評価の精度・信頼性向上を図るために、今後も調査研究を重ねて行く予定である。

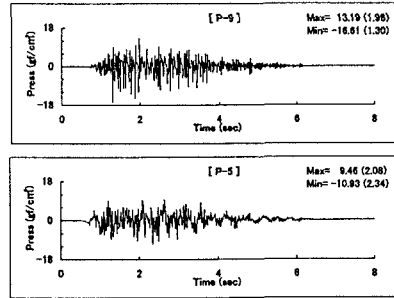


図-4 600gal加振時の間隙水圧の時刻歴 (U字谷模型の上下流方向加振)

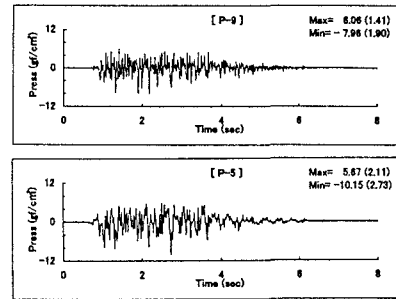


図-5 600gal加振時の間隙水圧の時刻歴 (U字谷模型のダム軸方向加振)

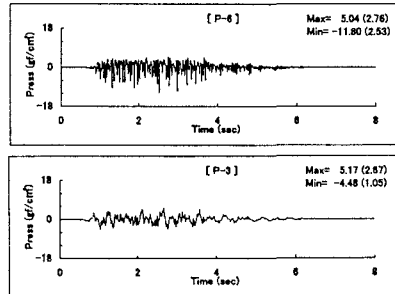


図-6 600gal加振時の間隙水圧の時刻歴 (V字谷模型の上下流方向加振)

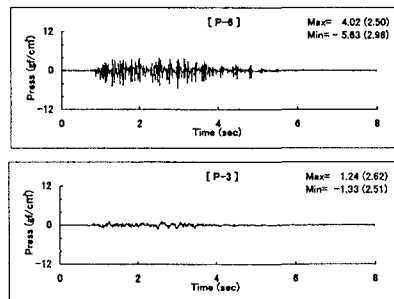


図-7 600gal加振時の間隙水圧の時刻歴 (V字谷模型のダム軸方向加振)