

III-185

振動により粗粒材料に生じる動水圧と動的時間隙水圧について

愛知工業大学 正員 建部英博

愛知工業大学 正員 大根義男

1. はじめに フィルダムの耐震性に関する研究は数多く行なわれているが、貯水時に関する研究例は比較的少ない。 本学で行なった大型ロックフィル模型による振動実験によれば、堤体の滑り破壊は先ず貯水側（上流側）から発生し、更に貯水側の応答加速度は空虚側（下流側）より大きい事が確認されている。また実在のフィルダムにおいても、地震による被害は上流側に多く見受けられると云われている。 本報告は貯水側の弱点の要因の1つとして堤体表面や内部に作用する動水圧や内部に蓄積される動的時間隙水圧の発生に着目し、これ等の発生状況について実験的に検討してみた。

2. 実験概要 実験は図-1に示す様に振動台上に 240×240×120cmの貯水槽を設置し、その中に上部をしっかりと固定した鉄製の試料容器を吊り下げたものを用いた。この容器寸法は長さ、幅、高さが 150×40×70cmで一方が水の出入りが自由に出来るように鉄筋で空間を作っている。この容器中（図-1のY面）に水圧計（max0.2kgf/d）を設置し図-2に示す粗粒材料（碎石）を充填し貯水後振動台を加振した。 振動波形は正弦波で3Hz～10Hzでの5段階とし、同一振動数で加速度を0～500galまで増加させ、その時の水圧記録をペンレコーダーに記録した。 ここで得られた水圧記録は図-3に示す様に加速度の増加と共に振幅も増加するが、中心軸がずれてくることもある。 ここでは中心軸のずれを動的時間隙水圧と考え、水圧から動的時間隙水圧を差し引いた値を動水圧と考えた。

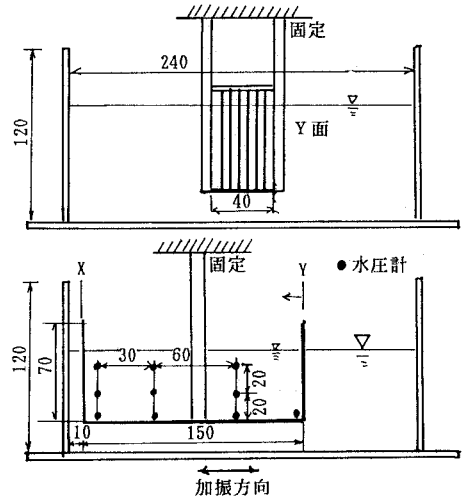


図-1

3. 実験結果及び考察

I ; 水だけの場合の動水圧

試料容器に碎石を充填せず水だけの場合について振動数、加速度を変化させて動水圧の測定を行なった。 結果の1例を図-4、図-5に示すが静水分圧を差し引いてある。

図-4は水深 45cm, 6.7Hz の時の測定値であるが大きな加速度ほど動水圧は大きく、背壁面から遠ざかるにつれて減少している事が解かる。

振動数を変化させた時の動水圧の違いをD点について示したのが図-5である。これによれば動水圧は振動数に大きく影響され明らかに共振現象を起こしている。図中に一般的に使用されているヘルツ-ガードの近似式による値も併記したが、そのまま全てにあてはめるのは適当でないことを示している。以上の結果は他の測定点についても同様である。

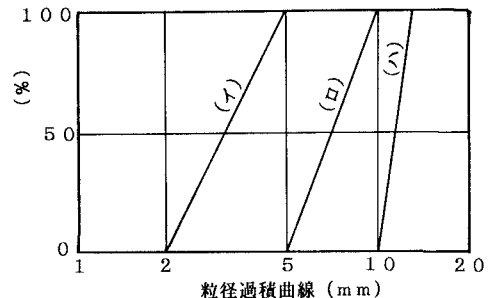


図-2

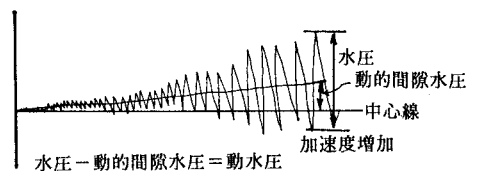


図-3

II ; 砕石内部に発生する動の間隙水圧と表面部の動水圧

試料容器に砕石を充填し、貯水した後振動を加え発生した水圧（静水圧を除く）の1例を図-6に示す。これは材料（イ）の砕石を使用し、6.7Hzで加振した時の結果であるが水圧は背壁面が1番大きく、壁から離れるに従って減少しある地点から再び増加を始め、砕石が直接水に当たる面（砕石表面部）まで増加している。

図中には砕石のない水だけの場合の動水圧も記してあるが背壁面部ではこの値より30～50%も大きな値を示している。他の材料についても同一条件下で（ロ）で20～40%，（ハ）で10～30%程度砕石を充填した方が大きな値が得られている。

このことは背壁面で発生した水圧を消散させるだけの砕石中の排水断面が不足したり、排水路長が長い排水が容易に行なわれず水圧が蓄積され、動の間隙水圧が発生しているものと考えられる。このため排水断面が大きく排水路長が短いと考えられる粒径の大きな砕石ほど動の間隙水圧が小さくなることを示している。

これらの動の間隙水圧の発生に関しては、ペンレコーダーの中心軸のずれからもある程度説明する事も出来る。しかし全ての実験でこの様な結果が得られるとはいえず、振動数によっては背壁面での水圧は水だけの場合より小さいものや、砕石表面部に向かうに従って水圧が小さくなるケースも見受けられている。図-7に砕石表面部での動水圧と水だけの場合の背壁面での動水圧との比を砕石の粒径別に示した。動水圧は砕石中の空隙を通して水が中に浸入する分だけ小さくなるが、砕石中の空隙断面の大きい大粒径の砕石ほど小さな値を示している。もし背壁面がなければこの動水圧は奥に向かうにしたがい徐々に小さくなり、また大粒径の砕石ほど奥の方まで到達するものと考えられる。従って図-6に示された各位置の水圧の大きさ、はこの動水圧と動の間隙水圧を加えあわせたものが表示されているものと思われる。

4. まとめ 従来、ロックフィルダムの貯水側に作用する地震時の動水圧は堤体表面部に働くものとして取り扱われていた。しかし、本実験から背壁面にも動水圧以上の水圧が発生することが判明した。このことは実ダムの場合、コアと隣接するフィルタ一部やトランジション、或いはロック部についても静水圧以外に大きな水圧が発生する可能性を示している。この事は堤体内部の有効応力の減少にもつながり、模型実験や実ダムでの貯水側での破壊とも関連づけられるものと考えられ今後さらに詳細な実験を続ける予定である。

尚、本研究は文部省の科学研究費の補助を受けた研究の1部である。

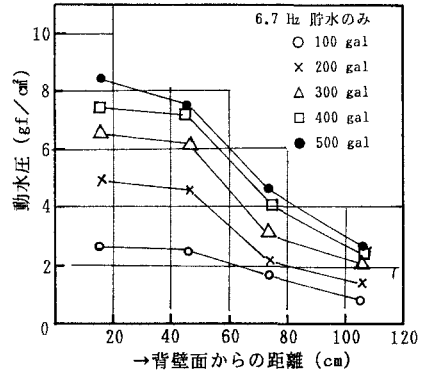


図-4

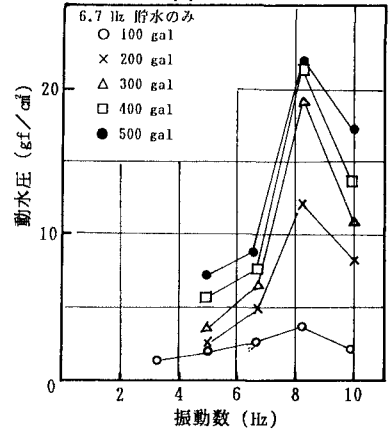


図-5

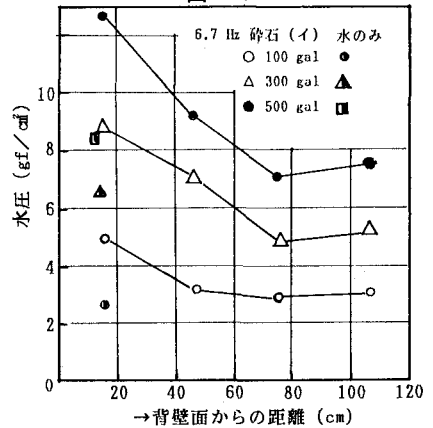


図-6

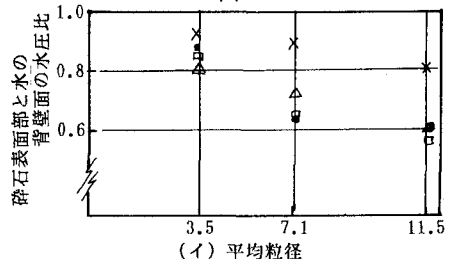


図-7