

I-565

ロックフィルダムの地震時破壊機構に関する研究

埼玉大学工学部 正会員 渡辺 啓行
フジタ工業(株) 正会員 ○竹田 慎二

1. はじめに

ロックフィルダム耐震設計において、馬場、渡辺は、潜在滑り土塊の逐次滑り変形量を動的解析によって予想し、この限界量に基づいて地震時の安定性を評価する手法を提案している。これはロックフィルダムを連続体として扱う数値モデルに等価線形解析を適用するものである。しかし連続体として扱うモデルは、滑り出した土塊の慣性力を過大に評価している可能性がある。

本論文では、この手法の誤差を検討するため、連続体の等価線形数値モデルの動的挙動と、ジョイント要素を用いて不連続性を導入した数値モデルの動的挙動を比較した。また、不連続性を導入したモデルにおける破壊パターンの解明、等価線形解における応答値の検証などを行うため、二次元模型振動破壊実験を行った。

2. 実験方法

実験に供したロックフィルダムのモデルは、標準砂と呼ばれる岐阜砂を用い、土槽内に作成した。モデルの勾配は1:2とし、大きさを底辺2.0m、高さ0.5m、幅0.65mとした。モデルの平均密度は1.35 grf/cm³である。破壊実験に先立ってモデル斜面の基本的な性質を調べるために共振実験を行った。代表的な共振曲線を図-1、図-2に示す。これは入力加速度30galとし、測点を図-3に示すAH2、AH3にしたものである。このグラフによると1次共振点は57Hz付近に存在する。振動破壊実験は、このモデルに正弦波加振を行い、加速度を段階的に増加し、モデルを破壊させることにより行った。実験においては、主に水平加速度を観測した。水平加速度測点位置は、図-3に示すものである。予備実験を含め33体破壊実験を行った。予備実験では、砂の粘着力の影響を調べるために含水比を0%~8%に渡って変化させた。また、静的破壊状態との関係、破壊の振動数依存性を検証するため振動数を5Hz~70Hzに渡って変化させた。この結果から、本実験では含水比を0.06%~0.25%とし振動数を5Hz、25Hzとした。

3. 解析方法

動的ねじりせん断試験によって得られた動的物性値を用いることにより、以下の解析を行った。①材料の非線形性を考慮した等価線形解析。②等価線形解析より得た動的物性を用いた線形解析。③等価線形解析より得た動的物性を用いて、ジョイント要素のすべり剥離を考慮した非線形解析。

4. 実験、解析の結果

(1) 破壊は模型ロックフィルダムの頂部で発生し、表層すべり破壊が支配的であることが分かった。またすべり線の発生位置は振動数によらず一定であることが確認された。破壊後の断面図を図-4、図-5に示す。図-4は入力加速度5Hzであり、図-5は入力加速度25Hzである。

(2) 模型ロックフィルダムの破壊基準がモール・クーロンの破壊基準に従うことが分かった

(3) 図-6、図-7に示す通り、等価線形解がモデルの破壊過程を良好に模擬できることが分かった。図-6、図-7とも○が実験値であり□が解析結果である。

(4) 振動破壊実験、ジョイント要素を導入した非線形解析において、破壊パターンが入力振動数によって異なることが分かった。5Hz、25Hzに分けて図-8、図-9に示す。図-8は縦方向のクラックが支配的であるのに対し、図-9では横方向のすべりが支配的である。図-8は静的破壊と破壊の進展が近似していることを示し、図-9では堤体がせん断振動をしながら破壊していることを示している。図-4、図-5との比較においても前述したことが見て取れる。

(5) 非線形解析は、加速度応答において、線形解析と高周波部分を除いてほぼ一致することが分かった。これを図-10、図-11に示す。

5. まとめ

(1)~(5)の結果より、線形解析の有用性が証明された。特に等価線形解は、計算コストの面ばかりでなく破壊時に応答加速度が上昇する点を模擬できるなど興味ある結果を得た。

6. 参考文献

- ①模型ロックフィルダムの振動破壊電力中央研究所報告依頼報告38038
- ②渡辺啓行 五月女敦 模型土質斜面の振動破壊実験とその数値解 埼玉大学工学部建設系研究報告第16巻 1986年

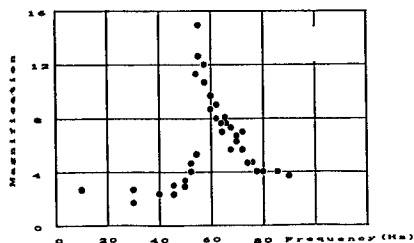


図-1

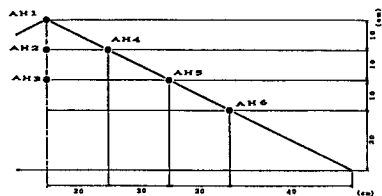


図-3

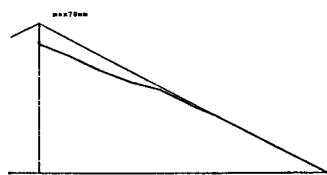


図-4

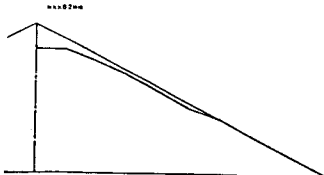


図-5

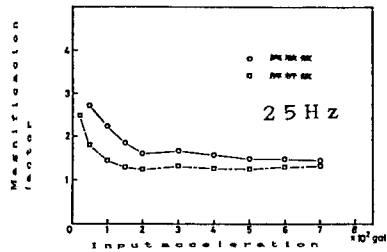


図-6 入力加速度に対する応答倍率

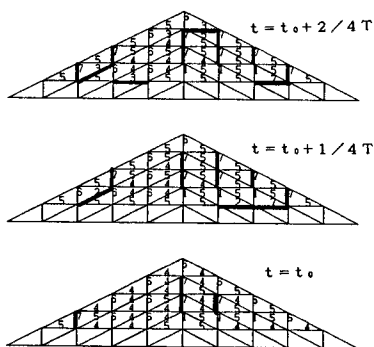


図-8 破壊状況図 5 Hz 500 gal

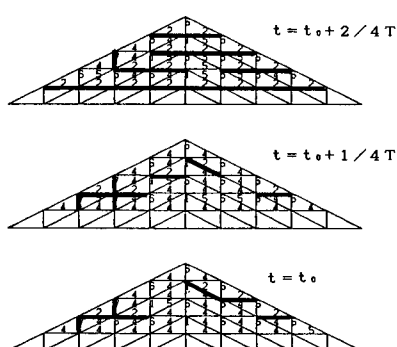


図-9 破壊状況図 25 Hz 300 gal

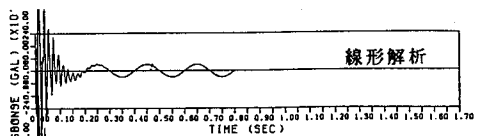


図-10 加速度応答波形 5 Hz 300 gal

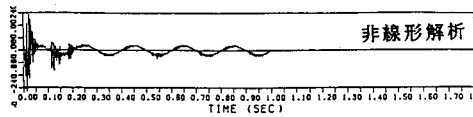


図-11 加速度応答波形 5 Hz 300 gal