

ダム模型振動実験での動的すべり破壊

Dynamic sliding failure on dam models of shaking table tests

○増川 晋*・安中正実**・向後雄二*

Susumu MASUKAWA, Masami YASUNAKA, Yuji KOHGO

1. はじめに 平成 7 年兵庫県南部地震以降、土質構造物の耐震性能の評価が必要となっている。標準砂の締固めダム模型の振動実験により動的なすべりの進展を把握するため、堤体内ひずみ計を設置し、すべりの発生を内部変形としてとらえる試みを行った。

2. **ダム模型振動実験** ダム模型は、標準砂を使用し、含水比 5%、相対密度 0 ($\rho_d=1.34t/m^3$) または 50% ($\rho_d=1.48t/m^3$) で高さ 80cm、堤頂長 360cm、堤頂幅 15cm である。法面勾配 1:1.5 とし、地山接合面に相当する両端面を垂直 (2D 模型) または一方の端面は 45 度傾斜 (3D 模型) の形状とした。入力加振波は最大加速度を 300~500Gal から開始し、100Gal 刻みに破壊に至るまで順次増加させた。加振方向は水平一方向 (上下流方向: H 加振) または水平+鉛直二方向 (HV 加振) とした。二方向の加振はいずれの方向にも同一波を入力した。相対密度 2 種、加振方向 2 種の組み合わせで 7 ケースを行い、このうち 2 ケースは高さと幅が 25cm の押さえ盛土を上下流斜面に有する形状とした。

3. **堤体内ひずみ計** 堤体内ひずみ計は、8cm 間隔でひずみゲージを板片面または板両面にはり付けた厚さ 2mm、長さ 60cm の短冊状のプラスチック板を作製した。設置方法は一端を底部固定とし、ダム軸に対称に垂直に二ヶ所または四ヶ所に同一横断面に二つ一組で設置している。計測した曲げひずみから曲げモーメントを求め、曲げモーメント分布をスプライン補間し、2 階積分から水平移動量を求めている。他にひずみゲージ式加速度計による応答加速度、レーザー変位計と表面マーカによる表面変位、地中マーカによる堤体開削後の内部移動量の測定、及び堤体開削断面の色砂層によるすべり面観察を行っている。

4. **動的すべり** 同一横断面の一組の堤体内ひずみ計での測定例 ($D_r=0\%$ 、3D 模型、HV 加振、500Gal 破壊時) を図 1 に示す。この測定値の最終値で求めた水平移動量と開削後の堤体内ひずみ計の変形状態の比較を図 2 に示す。図 3 に時刻歴の堤体内ひずみ計の変形状態の例 ($D_r=50\%$ 、3D 模型、H 加振、600Gal 破壊時) を示す。図 1 から、曲げひずみの正負が逆転している曲げモードが異なる深さが明確に把握できる。また、曲げひずみは加振中に徐々に増加しており急激に増加していないことが認められ、加振停止とともにひずみの発生はほぼ無くなっている。このことから動的なすべりは慣性力によって移動が生じていることが確認できる。図 2 から、ひずみ測定値から求めた変形状態と実際の堤体内ひずみ計の変形状態は良く一致している。また、観察されたすべり面の上下で曲げモードが異なり、堤体内ひずみ計はすべりに追従している。図 2 の右側の斜面では明確なすべり面が観察されていない。しかし、図 1 では深さ 18cm までの二点で曲げひずみの増加と深さ 26cm と 34cm で曲げひずみの正負の逆転が見られる。表面及び斜面の表面近くの地中マーカの測定では斜面に沿った移動が測定されている。このためすべり土塊として移動せず変形したと考えられる。図 3 の変形状態は、加振後 4 秒までは斜面表面付近 (深さ 20cm まで) が堤体内側に傾き、4~6 秒までに深さ 20cm までが堤体外側に移動し、7 秒以降に深さ 30cm までが大きく堤体外側に移動したことがわかる。レーザー変位計による測定値でも 4 秒以降に変形が現れ始め、6 秒以降に増加し、7~8 秒で測定値が乱れ始める。また、いずれのダム模型でも、すべりが観察される前に斜面、

*独立行政法人農業工学研究所 Independent Administrative Institutions, National Institute for Rural Engineering

**農林水産技術会議事務局 Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
構造物の動力学的性質、フィルダム、振動台実験

堤頂にダム軸方向のクラックが生じている。このことから、加振開始後6秒くらいまでは表面近くのクラック発生による変形が生じ、その後すべり面を生じる移動が発生したと考えられる。図4に図3で示した時刻歴の変形を計算した堤体内ひずみ計の最終変形状態を示す。斜面表面から深さ10cmで破断、深さ20cmで屈曲している。図3から加振開始後6・7秒後からの変形により破断が始まったと推定できる。

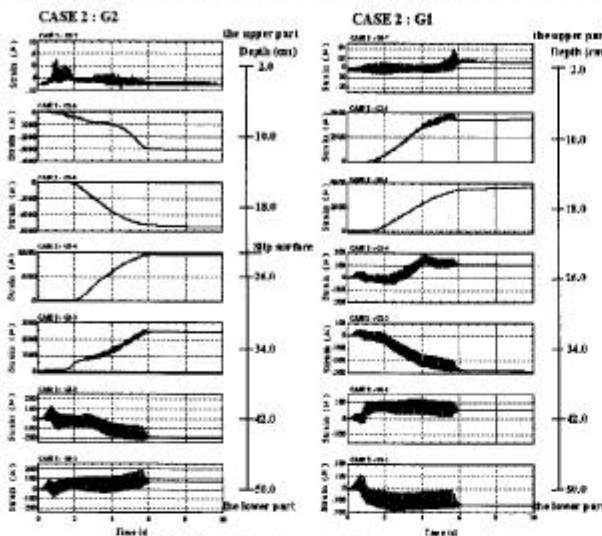


図1 堤体内ひずみ計による曲げひずみの測定例

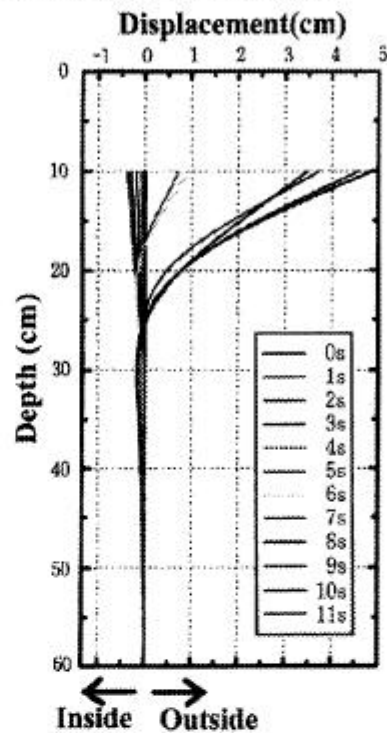


図3 時刻歴の変形

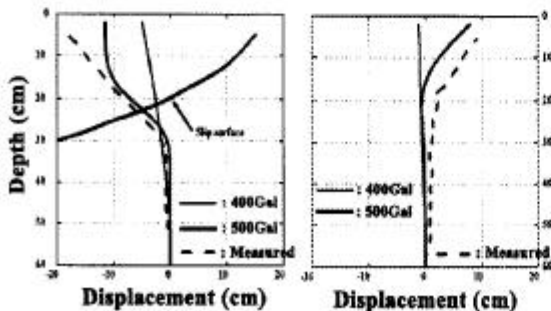
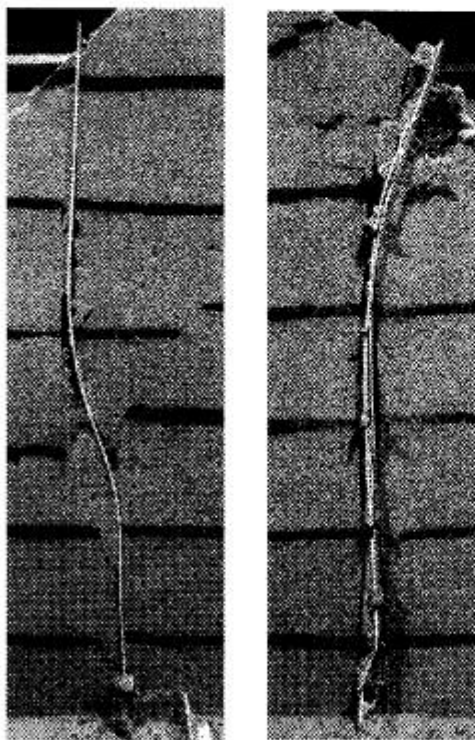


図2 堤体内ひずみ計の変形状態と測定ひずみ計算の変形

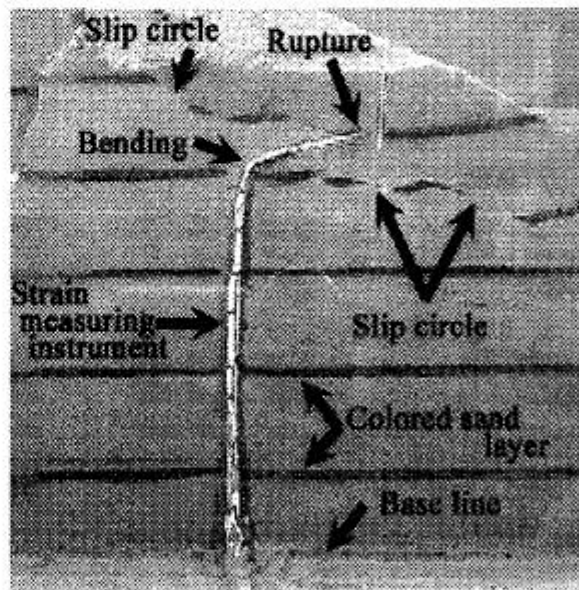


図4 堤体内ひずみ計の変形状態

5. まとめ 土構造物内部の変形状態をつかまえることは極めて困難であるが、すべりのように一方向への変形は考案した堤体内ひずみ計で変形箇所を把握することが可能であると考え。今後は解析との比較により破壊状況を検討していきたい。

参考文献 ・増川晋・安中正実・浅野勇・田頭秀和(1999): 強震時のフィルダムの破壊形態, H11年度農士学会講演要旨集, p. 704-705