

I-553

フィルダム模型の振動破壊試験における滑り面の形成について

東京大学生産技術研究所 正 員 田村重四郎

東京大学生産技術研究所 正 員 小長井一男

東京大学生産技術研究所 学生員 董 軍

1. はじめに

フィルダムの地震時の安定性を検討する上で、斜面の滑り破壊の問題は重要な位置を占める。しかし、この滑り面の形成に関して詳細な観察をした報告は必ずしも多くないと思われる。ここでは、法面の滑り面の形成過程を究明するため、砂を用いたダムの二次元振動破壊実験を行った。それについて報告する。

2. 実験装置及び方法

図-1に示すように、高さ40cm、天幅5cm、上流法面勾配1:2.0、下流勾配1:2.1の模型を長さ187cm、高さ60cm、奥行き50cmの砂箱中に築造した。砂箱の両面は堤体が観察できるよう厚さ1.5cmアクリル板を使用し側面の摩擦抵抗を軽減するため、アクリル板に厚さ50 μ mのテフロンシートを貼った。

模型は6cm盛り立て毎に、表面に35cm $\times$ 24cm $\times$ 2cm(厚さ)重量4.6kgの木板を20cmの高さから1回あて落下させて締め固め、最後に整形した。また、断面の変形と滑り面を観察するため、色砂で5cm $\times$ 4cmのメッシュを観察面に設置した。更に砂箱の底、ダムの天端と左側斜面中部の表面に各々加速度計を設置した。

加振動数を5Hzで一定とし、連続的に振幅を増して行き模型を破壊させた(約20gal/秒)。断面の破壊過程をビデオで記録すると共に、滑り破壊の発生直前から(含水比の違いによって、この時刻の破壊加速度が変わる)あるいは堤体の明顕な変状が発生した以降の破壊過程を連写式のカメラを用いて撮影した。また、特定の模型については、滑り面の形成過程を高速度カメラ(毎秒206コマ)で撮影した。

模型材料は小名浜砂で、有効径 $D_{10}=0.14$ mm、均等係数 $U_c=1.32$ 、比重2.71である。

3. 実験結果

図-2に模型の破壊付近の加速度波形の一例を示す。この場合、模型の含水比と密度はそれぞれ1.61%、1.47g/cm³である。図-2(A)におけるa~gの各時刻に対応した堤体の左半部の変形と滑り線の進み方を各々図-3(a)~(g)に示す。図-3は高速度カメラより撮影した写真上の着色砂の変状をデジタイザで読み取って描いたものである。図-2から、時刻aよりほぼ3サイクル前から、天端と斜面の加速度波形の対称性がくずれ、その時点から法面の変状が現れると考えられる。図-2、図-3を時刻を追って比較していくことで、次のことがわかる。図-3(a)を見ると、時刻aでは、滑り線は形成されていない。(1)時刻a以後斜面の加速度は(一)側で急激に小さくなる。(2)時刻bに、まず、法尻付近の1と2の位置に色砂の切断が発生する。(3)時刻cに、斜面上部の3と4の位置に滑り線が生じる。(4)時刻dになって斜面上部と法尻付近に部分的に滑り線が形成される。(5)時刻gになると、初めて連続した滑り線が形成される。このような滑り線の形成過程も他の実験で認められている。天端の加速度の波形を見ると、a~g間では形状と大きさに著しい変化が認められる。実験後の模型の破壊形態を写真-1に示す。この写真より、斜面の中部付近では、部分的にこの滑り線にほぼ平行した他の1本の短い滑り線が現れていることが認められる。このような現象は含水比(粘着力)の増加した場合によく見られる。

4. まとめ

ダムの法面の滑り破壊は、同時に滑り線が形成されて進行するのではなく、局所的に滑り線が発生し、これが加速度の増加により、発達して最終的に連続した滑り線となり、全体的な滑り破壊が起こることがわかった。

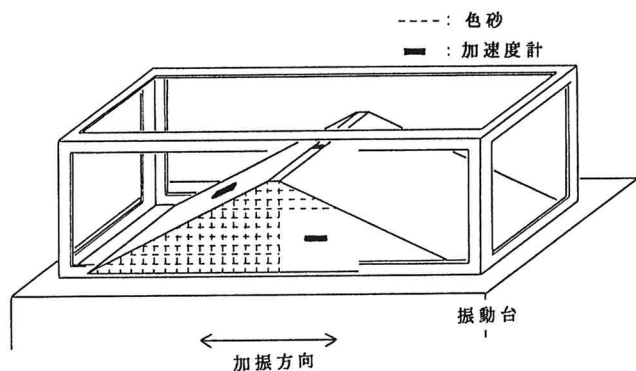


図-1 模型実験の概要

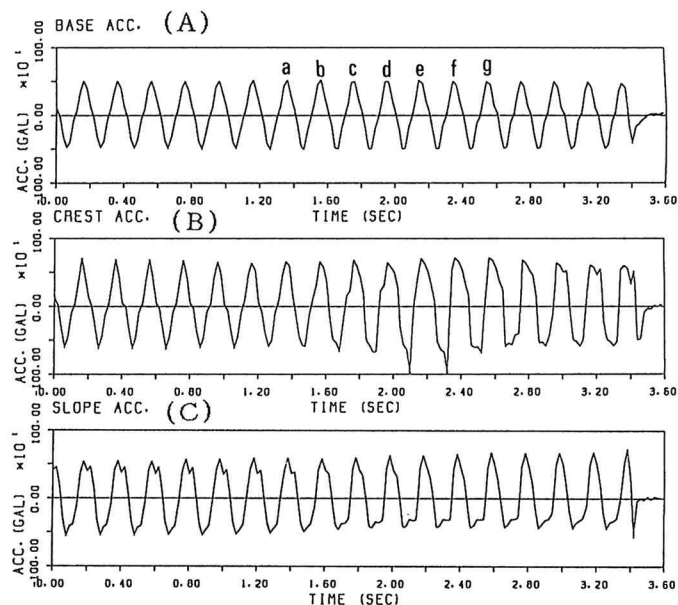


図-2 模型の破壊付近における基盤
天端及び斜面の加速度波形

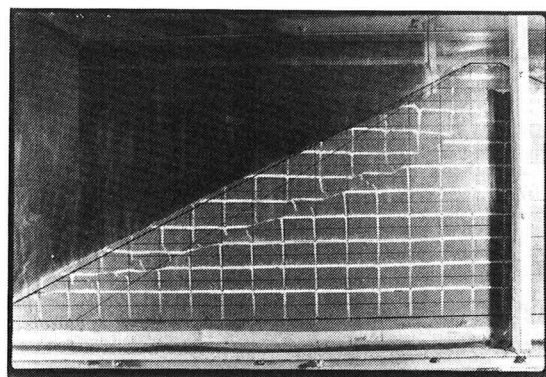


写真-1 加振後の断面破壊状況

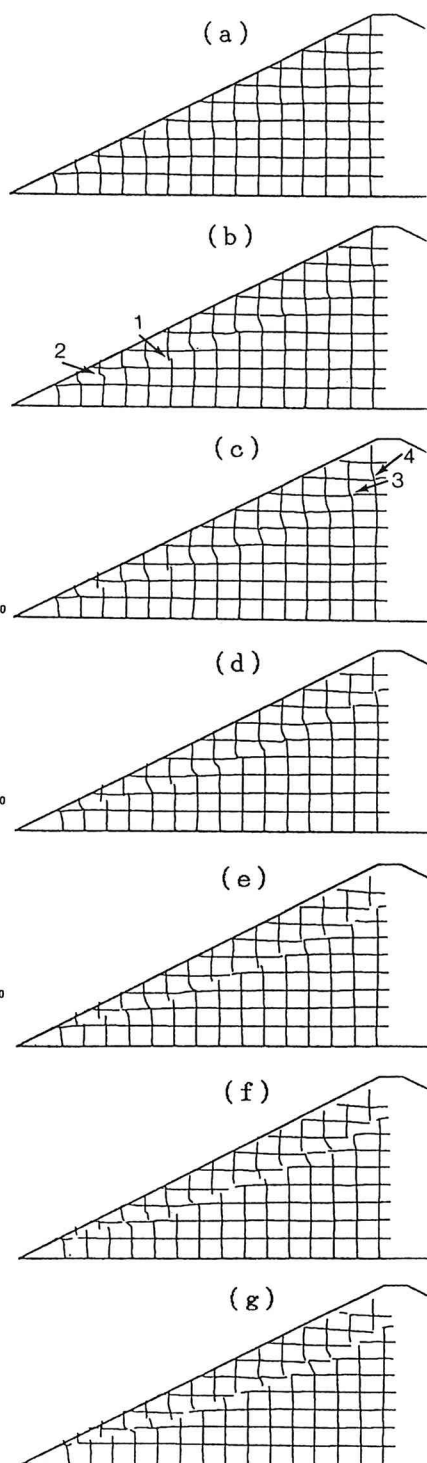


図-3 滑り線の進展状況