

東大生研 正 田村重四郎
東大大学院 学 O 大町 達夫

1. はじめに

ロックフィルダムの地震時の安定は、従来震度法に基づき円形すべり面法によって検討されている。しかし、種々の模型実験の結果、その破壊様式は必ずしも円形すべりという言葉から想像されるようなものだけとは限らないことが指摘されている。そこで我々は、ロックフィルダムの地震時における破壊機構を解明するための第一段階として、単一粒径の乾燥砂利よりなる二次元の堤体模型の静的破壊について調べてみることにした。

2. 模型実験

平均粒径 6mm 、均等係数 1.43 の砂利で図1に示す如き二次元的模型を作り、これを極めて静かに傾斜させ (1deg./min.) 破壊に至らしめた。破壊時の状況を把握するために、前面ガラス板の内側に径 3mm 、長さ 1cm のテフロン管を縦一列に真直ぐ並べたものを 5cm 間隔に配置し、法面表層には 1mm 角の松のひごを周囲の状態を乱さないように注意して立てた。法面勾配は、 $1:1.8$ 、 $1:2.5$ 、 $1:3.0$ の3種を選び密詰めと緩詰めの場合とを比較してみた。

その結果、法底が堅固であれば何れの場合にも堤体の全体的な崩壊は、天端のやや下あたりの法面表層が崩落することに始まり、破壊が次第に広く深い所へ及んで行くこと、破壊が完了するまでには少なくとも $2\sim 4$ 秒の時間を要することなどが観察された。(写真1)

また破壊時の基盤の傾斜角は表1左欄に示すごときであり、これに各場合の法面勾配の角度を加えるとそれぞれ右欄のようになる。同一材料からなる長大斜面の最大傾斜角は密詰めの場合 41.5° 、緩詰めの場合 37.5° であったが、表1の右欄の各値と比較すると、 $1:3.0$ の場合にはこれらの値と 1 度しか違わず、 $1:1.8$ の場合で 3 度ほどしか離れていないのは注目すべきことである。尚、破壊後の法面の傾斜角は $33^\circ\sim 35^\circ$ であった。

3. 有限要素法を用いたの解析と考察

堤体を構成する砂利の物性を考慮して、図2に示す有限要素に対し水平震度 $K_H = 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ の各段階における no-tension 応力を算定した。¹⁾

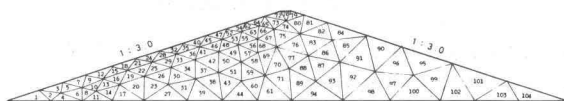


図2 有限要素分割

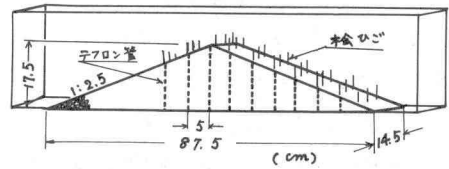


図1 実験概要

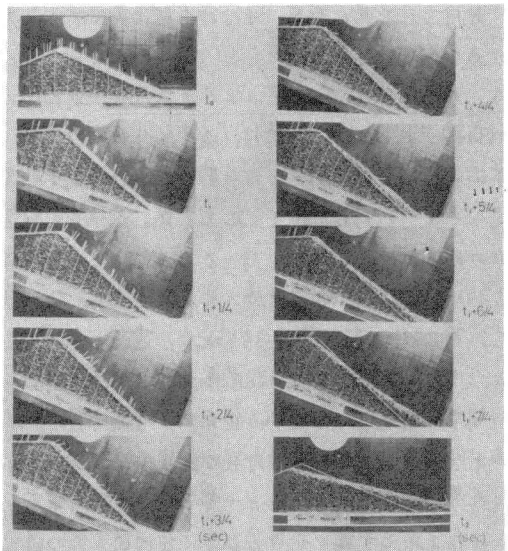


写真1 実験結果の一例 (1:2.5, 密詰め)

法面勾配	基盤の傾斜角		法面がK平衡に対しての傾角	
	密詰め	緩詰め	密詰め	緩詰め
1:1.8 (29.0°)	15.5°	11.5°	44.5°	40.5°
1:2.5 (21.8°)	21.5°	18.0°	43.5°	39.8°
1:3.0 (18.4°)	24.0°	20.0°	42.4°	38.4°
1:∞ (0°)	41.5°	37.5°	41.5°	37.5°

表1 堤体崩壊時の傾斜角

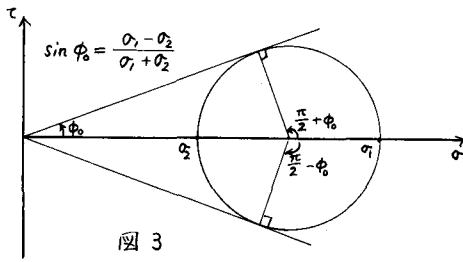


図3

この no-tension 応力値をもとに、堤体各部での滑り易さの程度を評価するために、図2の各節点で $\sin \phi_0 = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$ (σ_1, σ_2 は主応力) の値と、主応力方向に対して $\pm \frac{\phi_0}{2}$ なる方向 (滑り出しの方向と呼ぶ) とを求めて (図3参照)、それぞれを等高線および矢印で図示してみたのが図4と図5である。

図4は、水平震度が増加するにつれて堤体全体に $\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$ の大きな値が分布してくることを示しているが、これは堤体が滑り破壊に対して危険側に近づいて行くことを意味しているものと思われる。また堤体内部では $\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$ の値は比較的小さく、表層近くで大きいこと、しかも表層近くでは等高線が法面にほぼ平行であることなどが注目される。

図5において滑り出しの方向は、左側斜面の中腹及び天端近くでは堤体の外側に回っており、他の場所では堤体の内部に向かっていることがわかる。図中に示した実線は、滑り出し方向が法面と平行な場所を結んだものである。従って、この実線より外側でもし滑りが起これば、その節命は多少なりとも膨張し織文傾向にあると言えよう。

堤体の滑り破壊は、図4と図5とを重ね合わせて考えるのが良いと思われる。例えば、図4の右側斜面近くでは $\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$ の値は大きいから滑り出しの方向が堤体の内部に向かっているから実際には滑りは生じ難く、左側斜面の天端より少し下の辺りは $\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$ の値が比較的大きくしかも滑り出しの方向が堤体の外側に向かっているので、模型実験でこの付近から崩落が開始したことは不思議でない。

尚、ここに掲げた図例は 1:3.0 のものであるが、指摘した傾向は 1:1.8, 1:2.5 の場合にも認められるものであって、かなり一般的なものと考えられる。

終りに、実験に当って助力を得た東大生研 安田義雄氏に謝意を表する次第である。

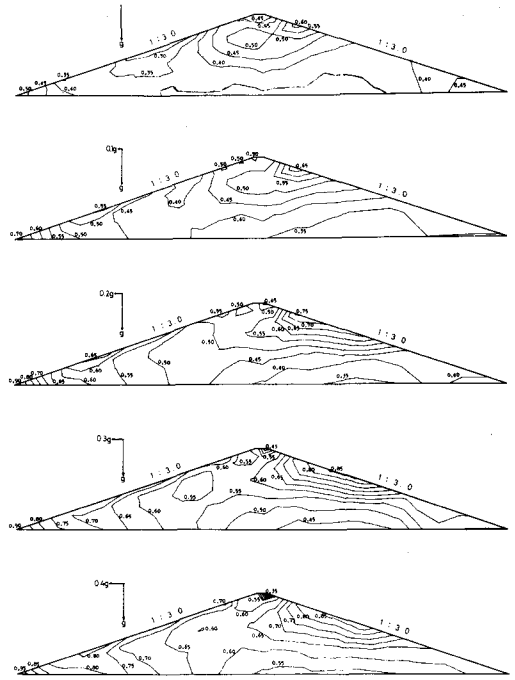


図4 $\sin \phi_0 = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$ の等高線 ($V_1 = 0.35$)

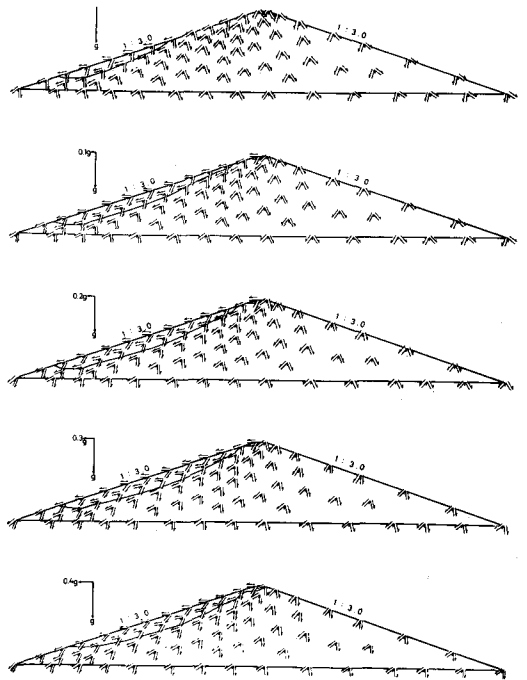


図5 滑り出しの方向 ($V_1 = 0.35$)

1) 田村大町: ロックフィルダムの地震時破壊に関する考察, 土木学会第27回年次学術講演会講演要録 第1部 P.485-486