

III-386 地震時斜面のすべり崩壊模型実験

苫小牧工業高等専門学校 正員 澤田知之
 日本大学 生産工学部 正員 能町純雄
 日本大学 生産工学部 正員 木田哲量

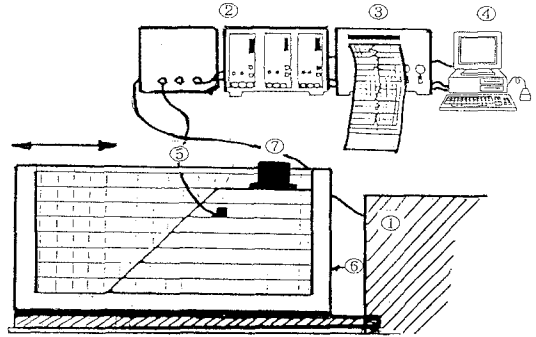
1. まえがき

斜面は、多くの土木基礎構造としていたる所に見受けられるが、地震時等大きな水平慣性力を受けるとその安定性は大きく低減され、斜面の耐え得る限界地震加速度を越える地動が入力されるとすべり崩壊を起こすこととなる。この際、1回の地震パルスで完全な崩壊を起こすのではなく、その1回ずつに生ずるいくらかのすべり変位の累積がある大きさに達して崩壊するということがニューマークにより論ぜられている。¹⁾ ニューマークは地震時慣性力を受ける斜面構造の安定では、従来の最小安全率で評するよりも斜面の累積すべり変位量で評するべきであるとしたのである。筆者等は、今回この観点から造成地等に多く見られる比較的均一土からなる人工斜面に注目し、加震力1 ton までの振動台を用いての多種の波動を入力した模型斜面の実験例の結果について述べ、合わせてモデル化した斜面の理論解析結果との比較を報告するものである。

2. 実験概要

実験装置は右図に示すようであり、IMV動電型振動台(CVL-1000-5)上のアクリル箱(400mm×400mm×800mm)に1.2mmふるい通過土(シルト混じりの赤土)を表乾状態にしたものでモデル斜面を形成し、予備実験により、単位体積重量($\gamma=1.65\text{g/cm}^3$), 粘着力($C=0.01\text{Kg/cm}^2$)及び内部摩擦係数($\phi=36.5^\circ$)を決定した。

モデル斜面を形成するにあたり、すべり移動量又はすべり崩壊形式を明瞭にするため、5cm間隔の石灰によるラインで数層に区切って構成した(写真)。使用する石灰は、この供試体の性質に影響を与えないようにアクリル板付近の最小限に抑えた(重量比0.025%以下)。本稿では、地動としての水平加速度は理論との比較のための正弦波とランダム波の一例について述べている(図1～図4)。一方、加速度測定は斜面供試体内に埋め込んだものとアクリル箱に取り付けた2個



- ① 振動台(IMV CVL-1000-5)
- ② 動ひずみ測定器(DPM-6BA)
- ③ プリンター(EPSON VP-1500)
- ④ パーソナルコンピュータ(PC-9801RX)
- ⑤ 加速度pick up(VP-4112)
- ⑥ アクリル箱(400mm×400mm×800mm)
- ⑦ 載荷重

実験装置概要

の加速度変換器(pick-up VP-4112)により動ひずみ測定器を通して制御用パーソナルコンピュータ(PC-9801RX)に取り込み、加速度記録から斜面の耐え得る限界加速度と地動に相当する加速度を知り、FFT(Canopus DSS98-SV)による周波数特性を知る。同時にビデオカメラを設置して撮影を行い、これを再生した静止画像処理機の画面よりすべり移動量を求め得る。また再生画面のコマ送り時間(1/30秒間隔)とその間のすべり移動量からすべり速度を求めることとした。理論との比較としては、すべり土塊の仕事率とすべり線に沿って生ずる内部逸散エネルギーが等しいと置くことによって得られるつりあい式から非線形最適化手法によって、限界地震加速度係数(K_c)を(1)式のように求め、それを越える加速度によって生ずるすべり角度はニューマークの力積変位理論により、任意の時刻における θ_r として(2)式のように求めている。

$$K = F(\theta) = \frac{C F_c - \gamma r_0 (F_1 - F_2 - F_3) - P F_p}{\gamma r_0 (F_4 - F_5 - F_6) + X P F_q} \quad (1)$$

$$\theta_{r+1} = \theta_r + \dot{\theta}_r (t_{r+1} - t_r) + \frac{(\ddot{\theta}_r + \ddot{\theta}_{r+1})}{6} (t_{r+1} - t_r)^2 \quad (2)$$

3. 実験結果及び考察

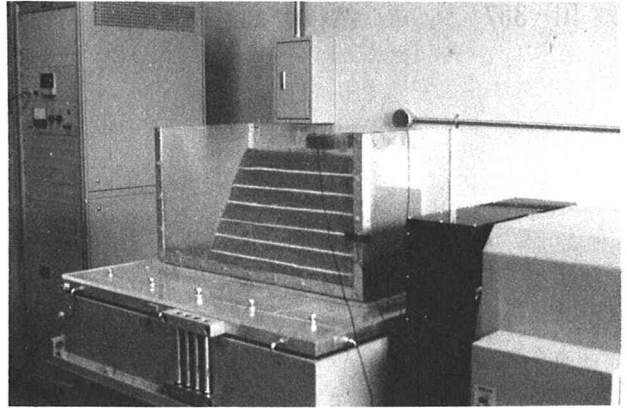
写真に振動台上に設置したモデル斜面の全体図を示している。また、図-1には入力波加加速度をキャリブレーション(1G)とともに示してあり、図-2のFFT解析より3.2Hz, 4Hz及び5Hzの各周波数が卓越するランダムの波動と見なせる。

図-3にはモデル斜面の崩壊直前の応答を示してあり、本例では直前1～2秒間はほぼ3Hzの正弦波的動きをしており、斜面の限界加速度係数は図-1のキャリブレーションを基に $K_c=0.35$ と求められた。その際のFFTによる応答周波数特性を図-4に示す。一部3Hzの波が卓越しているが、これはすべり崩壊直前のモデル斜面の動きと見られ、崩壊時は0.4Hz前後のものが支配的であると言えよう。表には、同様のモデル斜面におけるすべり変位と理論計算の結果の比較を示したものである。供試体の構成寸法は斜面高さ： $h=30\text{cm}$ ，斜面角： $\beta=60^\circ$ ，載荷重： $P=6\text{Kg}$ ，余裕幅： $b=6\text{cm}$ である。表中の実験値の値はすべり面の各々5cm毎の白線で区切られた各層地点でのすべり量で、大体等しい値を示し、ほぼ剛体すべりを呈していると見られる。実験と理論は妥当な一致を見た。尚、すべり挙動の分解写真やその他の実験例については当日発表予定である。今後は、実際の地震記録波を再生し、それによる崩壊挙動について検討を進めたい。

尚、本稿作製にあたっては苫小牧工業高等専門学校土木工学科柳谷豊技官の御協力を得ていることを記してここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Newmark, N. M.: Effect of Earthquakes on Dams and Embankment, Geotech, Vol. 15, No. 2, PP. 137-160, 1965
- 2) 澤田・能町・CHEN: 斜面の安定問題における地震時すべり変位について, 土木学会論文集, 第358号, III-3, PP. 113-118, 1985
- 3) 澤田・能町: 地震などの慣性力を受ける斜面構造における載荷重分担について, 土木学会北海道支部論文報告集, 第45号, PP. 95-98, 1989



写真：振動台上の実験供試体

図-1 入力波加加速度

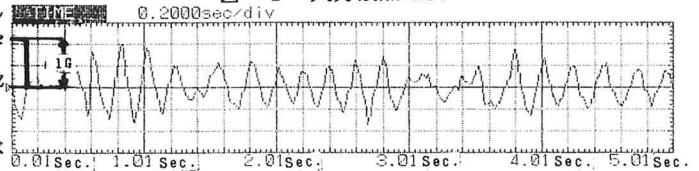


図-2 入力波のFFT解析

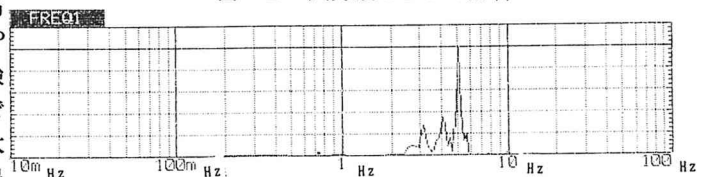


図-3 応答波形

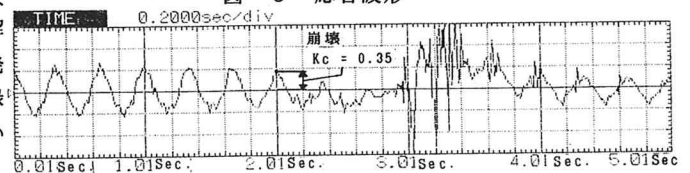
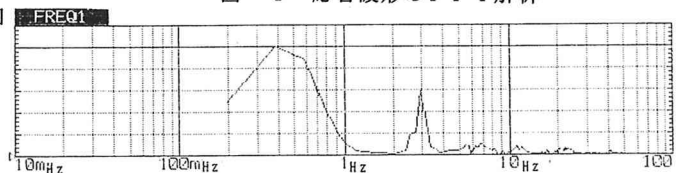


図-4 応答波形のFFT解析



表：最終すべり変位の実験と理論の比較

実験値	単位(cm)	理論値
一番上部の白線地点	12.9	13.541 cm
二番目の白線地点	14.5	
三番目の白線地点	13.3	