

(Ⅲ－８) 粘性土斜面の三次元破壊に関する一実験

群馬大学工学部 学生員 ○ 阿南 健一
 // 正会員 萩原 敏行
 // // 鶴飼 恵三

1. はじめに

斜面の安定問題は、通常 2 次元の取扱いがなされているが、現実には三次元の破壊が起きている。最近、三次元の斜面安定図表¹⁾や様々な解析手法が提案され、解析結果と遠心模型実験との比較も行われている²⁾。また、教育用実験として遠心装置を用いた粘性土斜面の二次元破壊現象をとらえる試みもなされている^{3), 4)}。

本研究では、斜面の三次元破壊に着目し、簡便な小型遠心装置により粘性土斜面の破壊実験を行い斜面の三次元破壊の形状を捉え、先に鶴飼の発表した三次元安定図表¹⁾との比較を行った。

2. 実験概要

実験は、群馬大学工学部土質研究室にある小型遠心装置を使用した。同装置は、回転半径13.5 cm、最大回転数5,000 rpmの性能を有し、対称に取り付けた直方体の試料容器(縦50 mm、横50 mm、奥行き100 mm)が回転する小型で簡便なものである。実験に用いた試料は川崎粘土であり、その物理、圧縮特性を表-1に示す。

模型試料は、予め予備圧密層で圧密圧力 $p=0.7 \text{ kgf/cm}^2$ に圧密されたブロック試料を切り出し、成形して作成した。また、同じ試料で一軸圧縮試験を行い非排水せん断強度 c_u を求めた。 c_u として 0.207 kgf/cm^2 を得た。

用いた試料容器は、前面が観察可能のようにアクリル製となっている。模型斜面(図-1)の寸法は、斜面傾角 $\beta=70^\circ$ 、斜面高さ $H=3.0 \text{ cm}$ だ。実験は斜面の長さ(L)と高さ(H)の比 L/H を1.0, 2.0, 3.0の3通りに変えた場合について実施した。模型諸元と実験条件をまとめたものが、表-2である。実験は斜面の両端部分を拘束板で固定した。その後、試料容器を遠心装置内にセットし、遠心加速度(G)を連続的に上げた。回転数を計測しながら、同時に斜面天端の変形、破壊の状況を簡易なストロボスコープを回転数に同期させて直接観察した。また、斜面中央の法肩に径1 mmの標点を置き、この沈下量を容器前面にマークした目盛りを通して外部から観測した。斜面の破壊は、この沈下量が斜面高さの10%(沈下量3 mm)に達した時点と斜面天端にクラックが生じた時点とした。斜面の崩壊が確認できたら、その時点の回転数を記録し遠心力加速度を下げた。実験後、斜面の崩壊形状を観察した。Gを加速して破壊までに要する時間は、3分以内であり、非排水条件を満足すると判断した。

以上の結果より三次元の安定係数 N_{s3} を算出し、鶴飼の三次元安定図表と比較した。

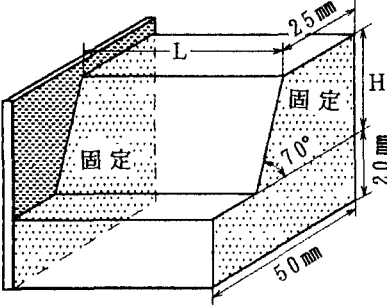


図-1 模型斜面

表-1 試料の物性値

G _s	2.67
L L	55.65(%)
P L	26.28(%)
I _P	29.37
C _c	0.30

表-2 模型諸元と破壊加速度

実験 No.	L/H	γ_{sat} (g/cm ³)	破壊加速度(G)	
			沈下10%	クラック
CASE-1	1	1.78	376.7	376.7
CASE-2	1	1.77	326.5	366.8
CASE-3	1	1.77	312.1	386.3
CASE-4	2	1.77	—	339.6
CASE-5	2	1.77	217.3	353.3
CASE-6	2	1.77	255.0	446.5
CASE-7	3	1.77	150.9	255.0
CASE-8	3	1.77	150.9	150.9

3. 実験結果

図-2は、実験で得られた三次元の安定係数を鵜飼の三次元安定図表にプロットした結果を示している。実験値にバラツキはあるものの、 L/H が小さくなるにつれて安定係数は増大しており斜面の三次元性が現れている。鵜飼の解析結果と比べて、沈下10%で求めた安定係数は10%以内の誤差の範囲に入っている。クラックの発生時の安定係数が、沈下10%よりもバラツキが大きいのは、クラックの発生が突発的なため、回転数の確認に誤差が生じたためと考えられる。

安定係数 N_{s3} を二次元のテイラーの安定図表の値 N_{s2} ⁵⁾で基準化し、端部効果の影響を調べたものが図-3である。斜面角 70° の解析結果に比べると大きく異なるが、 L/H の増加に伴う減少傾向が定性的にはあるがうかがえる。

写真-1は、 $L/H=3$ のケースの実験後斜面天端に生じたクラックの状況を示している。観察結果からクラックは、斜面中央から生じ、次第に端部へと広がる様子が確認された。

4. おわりに

実験装置の制約から、模型斜面の大きさや形状が小さくなり限られた条件ではあるが、簡単な小型実験から斜面の三次元破壊の様子を観察することができた。

実験結果の安定係数には、バラツキがあるものの L/H の違いによる三次元性を定性的に捉えることができた。また、斜面の破壊をどの時点で定義するかについては、今後の検討課題としたい。

なお、現在二次元斜面の遠心実験を実施しており、実験同士の2次元と三次元の比較結果については、講演当日報告する予定である。

謝辞：実験に際しては、群馬大学土質研究室 井田 寿朗技官の御協力を得た。記して感謝の意を表わします。

参考文献

- 1) Ugai, K., Nagase, H. and Enokido, M.: Three-Dimensional Stability Analysis of Cohesive Slopes, Proc. of the 8th Asian Regional Conference on SMFE, pp. 509-512, 1987.
- 2) 菊沢正裕・長谷川高士・内田一徳・片平辰義：層状斜面の遠心模型実験と安定解析、土木学会論文集、No.430/ -15, pp.49-58, 1991.
- 3) 東田 淳：学生教育としての遠心力模型実験、土と基礎、Vol.33, No.4, pp.49-55, 1985.
- 4) 萩原敏行・日下部 治・横山幸満・黒岩久一：小半径のドラム型遠心模型実験装置による学生教育実験、第18回関東支部年次研究発表会講演概要集、pp.188-189, 1991.
- 5) Taylor, D.W.: Stability of Earth Slopes, Contribution to SM, Boston Soc. Civil Engrs, 1937.

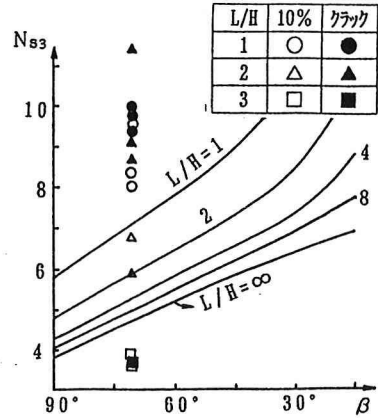


図-2 鵜飼の3次元安定図表¹⁾との比較

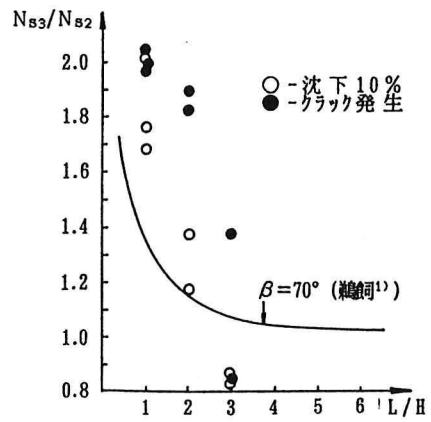


図-3 N_{s3}/N_{s2} と L/H の関係

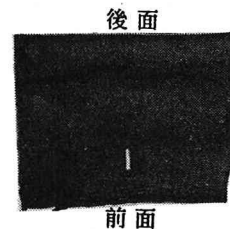


写真-1 斜面破壊例 ($L/H=2$)