

(III-90) 粘性土地盤における鉛直斜面の崩壊挙動

長岡技術科学大学

学生会員

斉藤 慶一郎

日建設計中瀬土質研究所

正会員

片桐 雅明

斎藤 邦夫

大野 雅幸

1. はじめに

斜面は、あるすべり面に沿って滑ろうとする滑動力が、そのすべり面に作用する抵抗力よりも小さい場合に安定を保っている。今回、一樣強度を有する粘性土地盤の非排水せん断強度を推定する目的で、遠心加速度を増加させる遠心模型実験を行い、自重の増加による斜面の変形挙動、非排水せん断強度と崩壊条件の関係について検討した。

2. 地盤作製方法および評価

地盤材料は、川崎粘土(土粒子密度 $\rho_s=2.692\text{g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L=52.8\%$ 、塑性限界 $w_p=29.0\%$)を用いた。模型地盤は、次のように作製した。川崎粘土を含水比 $w=80\%$ に調整し、脱気しながらよく練り返した。それを極力空気に触れないよう静かに試料容器(幅 800mm、奥行き 250mm)に流し込んだ。これに、載荷板を介し、両面排水条件の下で段階的に圧密圧力を増加させ、最終的に 294.0kPa を加えた。なお、最終圧密段階の圧密時間は、2t 時間とした。

できあがった粘性土地盤の含水比分布を図-1 に示す。含水比は深さ方向に増加する傾向があるが、その差は 1%程度であり、一樣とみなせる。非排水強度は、含水比に対応することから、この地盤は深さ方向に強度一樣にあるものと考えた。

3. 実験方法

模型地盤の形状を図-2 に示す。側面には、変形挙動を目で追えるよう、25mm 間隔の格子を配し、その中央にはターゲットを取り付けた。地表面の沈下量および水平方向の変位を測るために、鉛直斜面から 16mm(A)、340mm(B)および水平方向(C)の位置にレーザー変位計を設置した。

遠心模型実験は、 G レベルを 5*G*ずつ 30 秒間隔で増加させ、鉛直斜面が崩壊するまで行った。実験中、ビデオ録画を行い、実験終了後、その崩壊形状を観察した。また、崩壊土塊からサンプリングを行い、含水比および一軸圧縮強度を求めた。

4. 崩壊状況

鉛直斜面が崩壊に至るまでの挙動について、レーザー変位計による沈下量のデータと、実験中録画したビデオ映像を比較した。

4.1 レーザー変位計による挙動

鉛直方向(A、B)に設置したレーザー変位計による地盤沈下の測定結果を図-3 に示す。同図より、30*G*までは A 点、B 点ともに一定の増加傾向を示した。その後、B 点での沈下量は、それまでと同様の割合で増加したが、A 点では沈下量が増加し、その割合も増大した。これより、B 点では終始、自重の増加による沈下量を示し、A 点では 30*G*付近で自重以外の要因による沈下量を示したと考えられる。

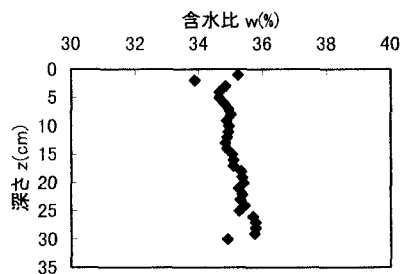


図-1 含水比分布

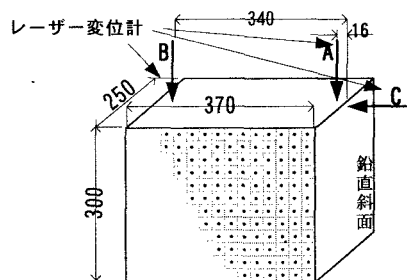


図-2 模型地盤形状

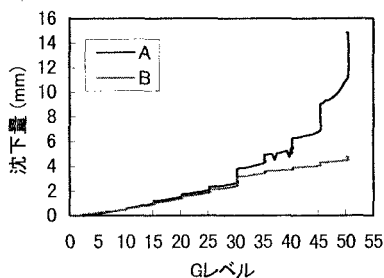


図-3 G レベルに応じた鉛直変位

キーワード：非排水強度、粘性土地盤、遠心模型実験

連絡先：長岡技術科学大学 地盤工学研究室 TEL 0258-46-6000

そこで、斜面近傍ではせん断変形が生じると考え、A点とB点の沈下量に差に着目した。図-4には、Gレベルに応じたA点とB点の沈下量の差を示す。30G付近でA点とB点の沈下量の差が増加し始め、それ以後急激に増加している。

図-5には水平方向(C)のレーザー変位計による測定結果を示した。鉛直斜面側にせり出した量は30G付近で増大した。また、測定値は50G付近で振り切れた。これは、レーザーがターゲットである鉛直斜面から外れたことを示している。つまり、50G付近で鉛直斜面が崩壊したと考えられる。

以上の結果より、せん断変形による斜面のせり出しに伴う沈下が、30G付近で起こり、鉛直斜面崩壊は50G付近で起こったと推定される。

4.2 ビデオ観測による挙動

ビデオ映像の観測から、テンションクラックはGレベルが30G付近で発生し、斜面崩壊は50G付近で見られた。これより、鉛直方向のレーザー変位計が示した、斜面近傍における30Gでの沈下量の増大が、テンションクラックの発生以後に生じたものであると考えられる。

5. 崩壊形状

図-6に、実験後の崩壊土塊の寸法を示す。テンションクラックの位置は斜面側から207mm、その深さは180mmであった。また、崩壊土塊のすべり面は、鉛直斜面底部から約左45°の方向に形成している。

6. 鉛直斜面の安定条件

実験後の崩壊形状より、鉛直斜面の安定性の評価を試みる。鉛直斜面の安定性評価は図-6の崩壊形状を基に、すべり面を滑ろうとする滑動力とそれに抵抗する力の釣り合いから安全率 F_s を算出した。地盤定数として、実験後にサンプリングした試料から求めた、湿潤密度 $\gamma_t=1.87\text{g/cm}^3$ 、非排水せん断強度 $s_u=84.2\text{kPa}$ を用いて算出した安全率を、表-1に示す。これより、斜面崩壊は F_s が1を下回った45G付近で起こったと推定される。このGレベルは、実験結果の斜面崩壊時である50G付近よりも若干小さめである。

遠心模型実験では、鉛直斜面は50G付近で崩壊した。この時の $F_s=1$ であると考え、崩壊時の非排水せん断強度を推定すると、 $s_u=92.1\text{kPa}$ となった。これは、一軸圧縮試験結果の84.2kPaよりも1割程度大きめである。

7. まとめ

一様強度とみなせる粘性土鉛直斜面に対し、遠心加速度を増加させる遠心模型実験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- ①Gレベルを増加させた場合の鉛直斜面のは、Gレベルの増加に伴い、まずテンションクラックが発生し、その後すべり面に沿って崩壊した。
- ②崩壊形状をもとに、崩壊土塊が滑り面に沿って滑ろうとする滑動力とせん断抵抗力との釣り合い関係により、鉛直斜面の安定性を推定すると、実際に生じたGレベルよりも小さめのGレベルで崩壊した。
- ③斜面崩壊時の安全率を1として、崩壊時の非排水せん断強度を推定したところ、一軸圧縮試験結果から求めた非排水せん断強度よりも1割程度大きめの値となった。

【参考文献】

- 1)今井五郎(1983)：わかりやすい土の力学、鹿島出版社、pp.214-215

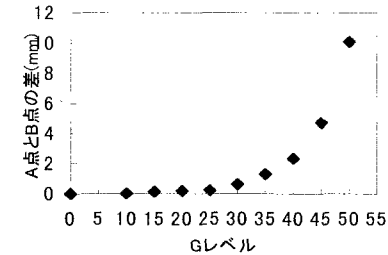


図-4 Gレベルに応じたA点とB点の差

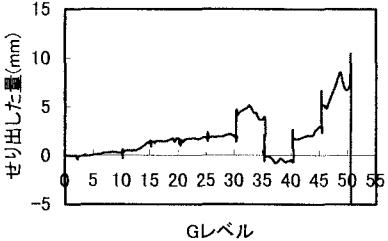


図-5 Gレベルに応じた水平変位

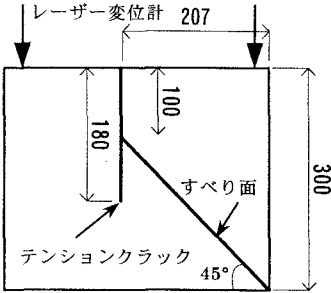


図-6 崩壊形状

表-1 Gレベルに応じた安全率

Gレベル	40	45	50	55
安全率 F_s	1.15	1.02	0.92	0.83