

中央大学 学生会員 兵頭 俊彦 正会員 斎藤 邦夫
日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐 雅明 大野 雅幸

1. はじめに

地盤の安定性を評価する場合、地盤の強度を正確に把握し、妥当な破壊メカニズムの下で検討しなければならない。今回、異なる非排水強度を有する粘土鉛直切土の崩壊実験を行い、その崩壊挙動から鉛直切土の非排水強度を算出すると共に、模型地盤より採取した試料に対して行なった一軸圧縮試験から非排水強度を特定し、両者を比較・評価したので、報告する。

2. 実験方法

実験には、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 $w_p = 29.0\%$ ）を使用した。

含水比を 80% に調整し、脱気しながら十分に練り返した川崎粘土を、試料容器（幅 800mm、奥行き 250mm、深さ 600mm）に気泡が混入しないように流し込んだ。その後、試料の上下面から排水し、段階的に圧密圧力を増加させながら圧密した。最終圧密圧力は、294kPa (Case1) および 147kPa (Case2) であり、3t 法によってそれぞれ圧密終了を判定した。

圧密した粘土塊から図-1 に示す寸法に切り出し、これを鉛直切土模型とした。同模型地盤側面には、変形挙動を観察するために、25mm 間隔にそうめんを格子状に設置した。その格子中央には、画像解析に供する $\phi = 6\text{mm}$ の白いターゲットを配置した。また、地表面の沈下量と水平変位を測定するためにレーザー変位計を図-1 の a、b、c の位置に取り付けた。

以上のように作製した模型地盤を遠心実験装置に搭載し、遠心加速度を 10G から、5G づつ段階的に増加させて、鉛直切土の崩壊挙動を把握した。崩壊後の地盤内より、その影響を受けていないと思われる位置から試料をサンプリングして、一軸圧縮試験を行なうと共に、含水比分布を測定した。

3. 実験結果

3.1 地盤変位測定結果

Case1、Case2 の測点 a、b における沈下量と遠心加速度の関係をそれぞれ図-2 に示す。また観察に基づく地盤の変状発生状況も併せて記入してある。これによると Case1 では 50G で、Case2 では 30G ですべり破壊が生じていた。また Case1 では 30G で、Case2 では 25G でテンションクラックが生じていた。

Case1、2 共に、a 点の沈下は、その測定条件からすべり破壊の影響は受けず遠心加速度の増大に対応し、沈下は一定の割合で増加している。これは、自重による圧縮沈下であると判断できる。

一方、b 点の沈下挙動に注目すると、Case1 ではおよそ 30G、Case2 では 15G までの沈下挙動は a 点と同じと考えられる。しかしながらそれ以上になると、両点の沈下挙動に、次第に大きな差が生じ、すべり土塊上の b 点は a 点の測定値の数倍にもなっているのがわかる。このあたりの挙動を a、b 両点の沈下量差で見て

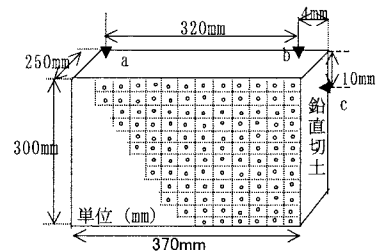


図-1 模型地盤形状

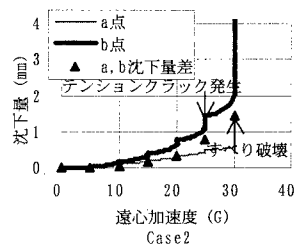
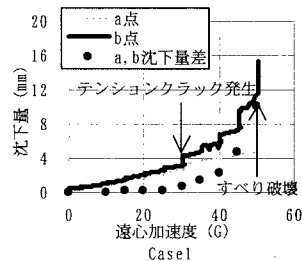


図-2 遠心加速度に応じた沈下量

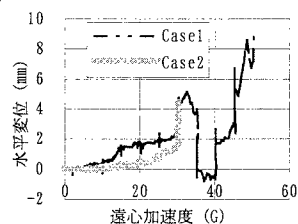


図-3 遠心加速度に応じた水平変位

キーワード：遠心加速度増加、鉛直切土、粘性土地盤、非排水強度、

連絡先：日建設計中瀬土質研究所 TEL 044-599-1151 FAX 044-599-9444

も、切土面近傍において、徐々に崩壊に至る様子が把握することができる。

a 点と b 点の沈下量の差をそれぞれマーク●、▲で示す。Case1 で 25G、Case2 では 10G を超えるまで、a と b の沈下量の差は G の増加とともに増加し、例えば両ケースにおいて 30G、25G でその差は、1mm 程度となった。両ケースともこの時テンションクラックが生じており、興味深い結果となった。

水平方向の変位と G レベルの関係を図-3 に示す。テンションクラックが生じた時に、水平変位もわずかなではあるが、増加していることが認められる。

3.2 地盤崩壊形状

図-4 は、崩壊時における Case1 と Case2 の両鉛直切土の形状をプロトタイプに換算して示したものである。Case1 では、切土面から $A=10.35\text{m}$ の位置に、Case2 では、 $A=5.55\text{m}$ の位置にテンションクラックが生じた。その深さ z_c は、Case1 で $z_c=9.00\text{m}$ 、Case2 では、 $z_c=5.25\text{m}$ であった。

Case1、2 とも、すべり線は切土面下端から左上方に向って約 45 度の角度で発生し、テンションクラックの中ほどに達するのが観測された。その交点の深さを z_l とすると、その値は、自立高さの約 1/3 倍となった。

4. 非排水強度の評価

図-4 に示したすべり土塊の崩壊形状から、非排水強度の推定を試みた。力の釣合いの模式図(図-5)より、すべり面方向の力の釣合いを考えると、粘土地盤中の非排水強度は、

$$S_u = \frac{\gamma_t(z_c + H)\sin\theta\cos\theta}{2} \quad \dots (1)$$

で表される。(1)式と表-1 の条件より非排水強度は Case1 では約 100kPa、Case2 では約 60kPa となった。

図-6 は一軸圧縮試験から求めた非排水強度と地盤の崩壊形状から求めた非排水強度との関係を示したものである。前者で求めた非排水強度は地盤の深さ方向にほぼ一様となっているのが観測された。また、含水比も切土の深さ方向に概ね一定となっているのが観測され、こうした結果から今回の鉛直切土は、深さに対して均一性の高いものと判断される。両ケースとも崩壊形状より求めた非排水強度は、一軸圧縮試験結果より求めた非排水強度よりも 2~4 割程度大きな値であった。これは試料採取時の乱れの影響などであったと思われる。

5. まとめ

2 種類の非排水強度を有する粘土の鉛直切土の遠心加速度増加実験とその地盤から採取した試料に対する一軸圧縮試験を行って非排水強度を比較検討した。その結果以下の知見を得た。

すべり土塊は非排水強度に応じて大きさは異なったが、形状は相似であった。

崩壊実験から求めた非排水強度は、一軸試験から得られるそれよりも 2~4 割程度大きく、サンプリング時の乱れが影響しているものと考えられた。今後、崩壊実験の拘束条件下で発揮される非排水強度を求める三軸試験などを行っていく予定である。

[参考文献]

斎藤慶一郎、大塚悟、片桐雅明、大野雅之、斎藤邦夫：遠心加速度増加に伴う粘性土鉛直斜面の崩壊挙動、第 36 回地盤工学研究発表会、pp1031-1032、2001

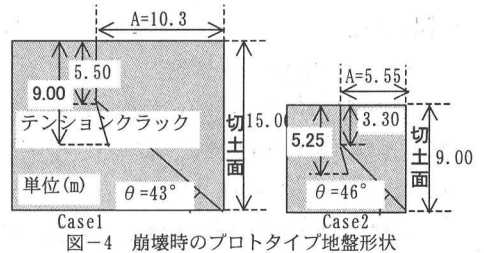


図-4 崩壊時のプロトタイプ地盤形状

表-1 計算条件

	Case1	Case2
A	10.35m	5.55m
z_l	5.50m	3.30m
H	15.00m	9.00m
γ_t	1.86tf/m ³	1.86tf/m ³
θ	43°	46°

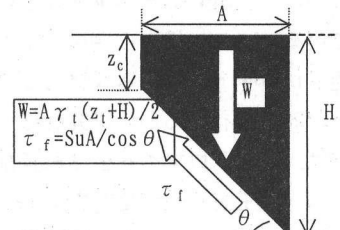


図-5 力のつりあいの模式図

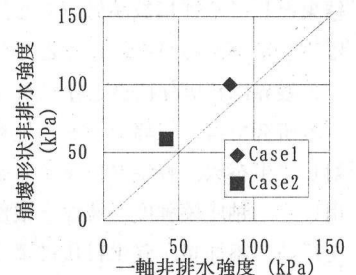


図-6 非排水強度の比較