

模型粘土地盤の作製履歴が泥水掘削溝の安定性に及ぼす影響

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

1. はじめに

スラリートレンチ工法における掘削溝壁の安定性は、地盤の強度特性を正確に把握し、破壊メカニズムを照査して、検討しなければならない。そこで本研究では、正規圧密粘土地盤ならびに過圧密粘土地盤中の二次元掘削溝を対象とした崩壊実験を遠心加速度場で実施し、泥水掘削溝壁の崩壊挙動に及ぼす粘土地盤作製時の応力履歴の影響を検討した。

2. 実験方法

実験には、川崎粘土 ($\rho_s = 2.692 \text{ g/cm}^3$ 、 $w_L = 52.8\%$ 、塑性限界 $w_P = 29.0\%$) を使用した。

模型粘土地盤は、次のように作製した。まず、川崎粘土の含水比を80%に調整して十分に練り返した後、試料容器に投入した。正規粘土地盤(C1)では、粘土層の上下面を排水条件とし、その底面に負圧54 kPaを作用させて、浸透圧密を行った。ここで採用した負圧54 kPaは、25 gの遠心加速度場において粘土層底面の自重応力と一致する大きさである。またその際、粘土層上面には、全質量500 g程度の穴あきアクリル板を置いて、模型粘土地盤と容器に生じる剥離を防いだ。

一方、過圧密粘土地盤(C2)は、投入した粘土を段階的に圧密を行い、最終圧力147 kPaで圧密した一様強度を有する地盤である。なお、それぞれの地盤の圧密打ち切り時は、3t法により判定した。

作製した模型粘土層の寸法は図-1に示す通りである。地盤の変形挙動を観察するため模型容器のガラス側に、素麺を25mm間隔で格子状に配し、その中央には、画像解析用に $\phi = 6 \text{ mm}$ の白いターゲットを配置した。地表面の沈下量を測定するためにレーザー変位計を図-1のS1、S2の位置に取り付けた。また、模型掘削溝を満たす泥水には、比重 1.05 g/cm^3 の塩水を用いた。

以上の如く作製した模型地盤の深さに対する非排水せん断強度 S_u と含水比 w の各分布は図-2のようになった。C1では、大略 $S_u = kz$ (k : 強度増加割合 $7.9 \times 10^{-2} (\text{kN/m})$, z : 深さ(m)) で表されるのに対し、C2のそれは $S_u = 46 \text{ kPa} = \text{const.}$ である。また、地盤の含水比分布は、C1では地盤表面から深さと共に減少し、C2の場合は深さよらず $w = 38\%$ でほぼ一定値を取り、それぞれ強度特性を裏付けている。

C1は遠心加速度25 g場、C2は遠心加速度60 g場に置き、時間当たり排水量一定にしながら泥水位低下させ、溝壁を崩壊させた。

3. 遠心実験結果

図-3、4は泥水位の低下とこれに伴う地盤の沈下挙動である。両ケース共、経過時間 までの泥水位降下速度は一定である。しかし、経過

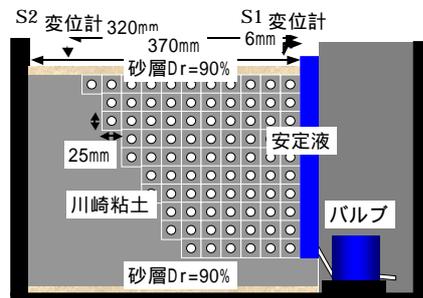


図-1 模型地盤形状

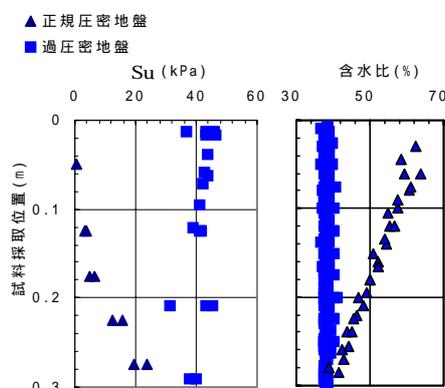


図-2 模型地盤性状

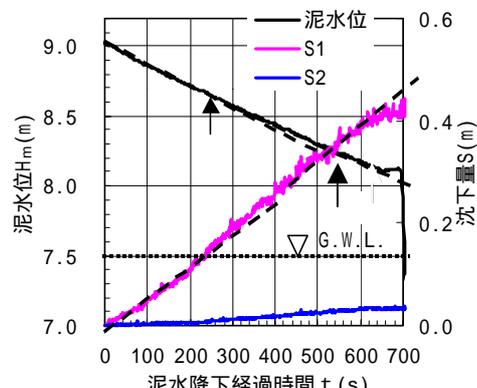


図-3 正規圧密地盤の遠心実験結果

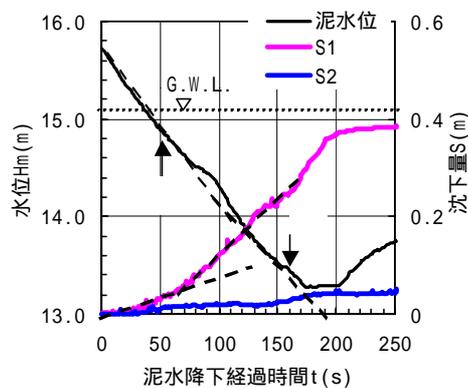


図-4 過圧密地盤の遠心実験結果

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

時間 を経過した付近から、泥水位の降下速度が低下するのが認められる。この理由は、掘削溝内からの泥水排出量は時間当たり一定量としているが、溝壁が溝側へ変形することにより、掘削溝の実質断面積が減少し、泥水位を上昇させるためと考えられる。その後泥水を排出させると、さらに泥水位降下速度が低下する点 が認められる。このような挙動を本研究では、それぞれ、降伏、崩壊と定め、そのときの地表面と泥水位の差を H 、 H' とした。C1、C2 でそれぞれ、 H 値は、-1.1 m、0.5 m となり、 H' は、-0.7 m、1.8 m となった。

降伏時の両ケースの地盤沈下量を比較すると、C1 では約 15 cm (プロトタイプ換算)、C2 では 3 cm 程度で、著しい差が生じている。この理由は、地盤要素の変形特性も大きく影響していると考えられる。図-5 は、異方圧密・膨潤させた川崎粘土の拘束圧低下実験から求めた軸ひずみと轄線ヤング率の関係¹⁾である。過圧密状態の OCR = 2 の変形係数は同じ正規圧密状態のそれよりも 2 倍程度大きいことが示されており、正規圧密地盤 C1 が、C2 よりも変形しやすいことを裏付けている。

図-6 は H を地盤高さ H で規準化した H/H と地盤の種類の関係を示す。 H/H の符号およびその値より、C1 と砂地盤²⁾の降伏時泥水位には同様の傾向が認められ、泥水位の管理に慎重を要することが理解される。これは、C1 ならびに砂地盤の強度特性が深さに比例するという類似の特性を有することによると考えられる。

4. 崩壊形状

地盤正面に設けたターゲットの軌跡と実験終了後の地盤形状を、図-6 に示す。C1 では、明らかに変位量が異なる 2 つの土塊に区分され、テンションクラック(T.C.)の発生は認められなかった。また、土塊と土塊 の境界を直線と近似した時、その角度はおよそ 57° であった。一方、C2 では、溝壁より 11.7 m の所に深さ 3.3 m の T.C.が発生し、土塊の崩壊角度 45° が観測された。

5. 簡易安定解析

画像解析より土塊と認められる部分の安定解析を行い、安全率を求めた。想定した崩壊形状は、図-6 の破線で示した形状である。得られた安全率は、C1、C2 の順に、降伏時では 1.24、1.20、崩壊時では 1.19、1.00 となった。降伏時の安全率は、両地盤とも 1.20 程度であったが、崩壊時は 0.2 程度の差が生じた。これは C1 で観測された崩壊形状の判断の仕方や、崩壊の定義に不合理さがあること等が考えられる。

6. まとめ

地盤の深度方向の強度分布によって、泥水掘削壁の降伏条件ならびに崩壊形状が異なることがわかった。また、正規圧密地盤中に構築された泥水掘削溝では、崩壊するまでの変形量が大きいことも特筆できる。

今後さらに、正規圧密地盤における泥水掘削溝の安定性について検討していく予定である。

[参考文献] 1)岡部ら(1996):異方圧密した粘性土の拘束圧解放時のせん断特性, 第31回地盤工学研究発表会概要集, pp. 871-872.
2)片桐ら(2000):地下連続壁用掘削溝の安定性に及ぼす溝深さの影響, 建築学会 2000 年度大会学術講演概要集, pp. 599-600.

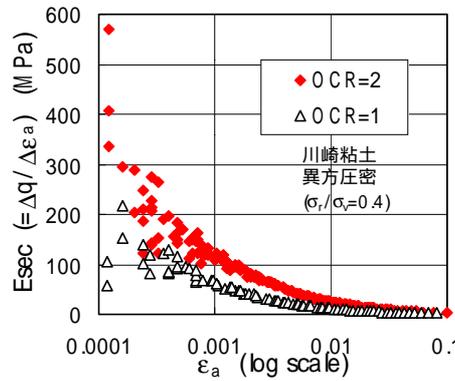


図-5 異方圧密粘土の拘束圧低下実験による轄線ヤング率と軸ひずみの関係(岡部ら¹⁾)

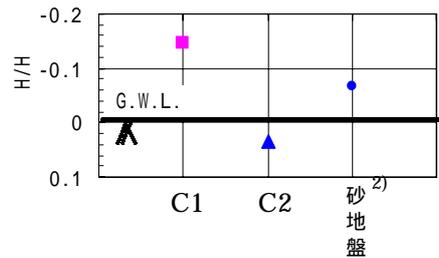


図-6 各模型地盤における降伏時の $\Delta H/H$

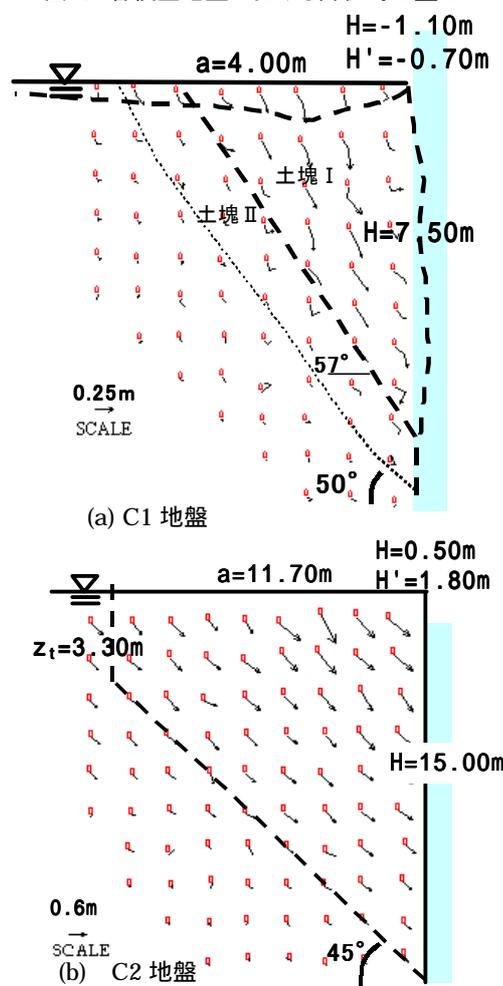


図-6 画像解析結果