

一面せん断試験による圧密途中にある粘土の非排水せん断強さ

東亜建設工業 正会員 ○平林 弘
 正会員 松岡 達也
 北海道大学大学院 正会員 田中 洋行

1. はじめに

粘土の非排水せん断強さ (s_u) を決定する方法として、試料採取による応力解放やサンプリング時の機械的な乱れによる強度低下の影響を小さくするために原位置と同等の応力状態で圧密した後、せん断試験を実施する「再圧縮法」が Bjerrum¹⁾により提案された。本手法は従来、年代効果を受けた自然堆積地盤に対して適用され、信頼性の高い原位置非排水せん断強さが得られることでその有効性が確認されてきた。今回、圧密途上の地盤に対して再圧縮法による一面せん断試験 (DST) を実施し、せん断強さと圧密応力との関係について報告するものである。

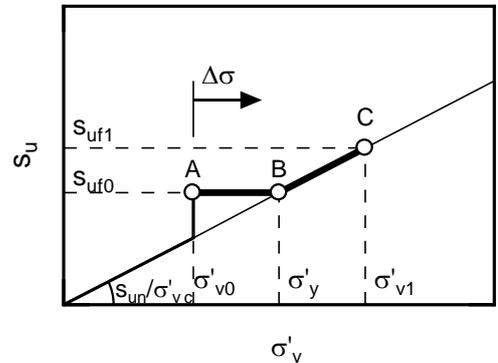


図-1 圧密の進行に伴う強度増加

2. 圧密による地盤強度の増加

図-1 は自然堆積粘土の原位置非排水せん断強さ (s_{uf}) と有効鉛直応力 (σ'_v) との関係およびある増加応力 ($\Delta\sigma$) が作用したときの s_{uf} の変化を模式的に示したものである。ある応力状態で σ'_v 一定のもとで年代効果を受けて s_u が増加することにより正規圧密状態における強度増加線より上方に位置する A にあった粘土は、盛土などの増加荷重を受けても σ'_v が σ'_y に到達する B までは s_u が増加しない。 σ'_y に到達したのち、正規圧密状態の強度増加線上を推移して強度は増加していくことになる。

3. 地盤状況

DST に供する不攪乱試料は自然堆積地盤 (site-A) と盛土施工により圧密途上にある地盤 (site-B) から採取した。それぞれの地盤状況を図-2 に示す。

site-A : 層厚 15m の海成粘土が堆積している。ひずみ速度 0.02%/min の定ひずみ速度圧密試験 (CRST) から得られた圧密降伏応力 (p_c) は有効土被り圧 (p'_o) より大きく、OCR=1.8 程度の年代効果を受けている。

site-B : 層厚約 8m の粘土の上に層厚 5m のピート・有機質粘土と層厚 4m の砂が堆積している地盤上に盛土(層厚約 10m) が構築されている。CRST より得られた p_c は、盛土による圧密が完了した時点の地中内応力 (p_f) に到達していないことから、粘土は圧密が完了していない圧密途上の状態である。

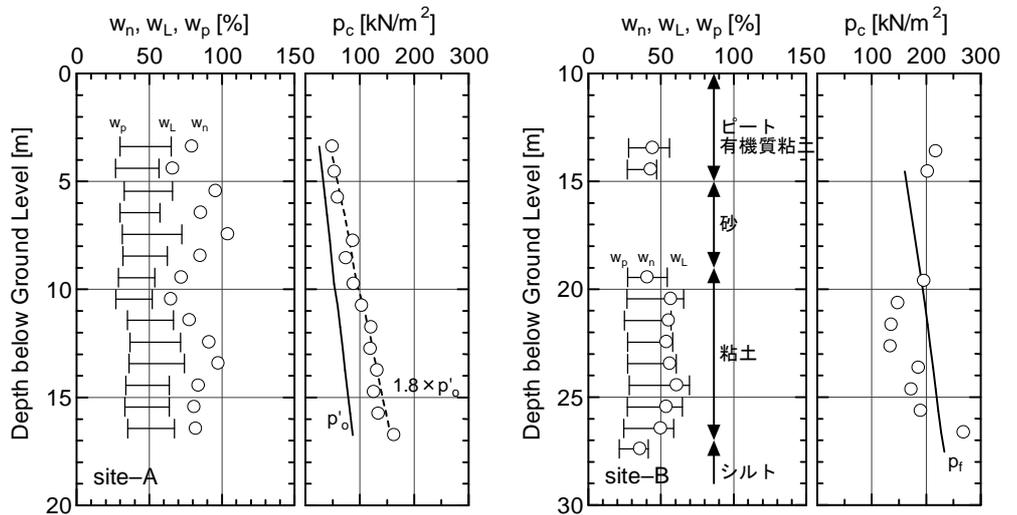


図-2 地盤状態

キーワード 粘性土, 非排水せん断強さ, 一面せん断試験

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL 045-503-3741

4. 試験内容

DSTは所定の σ'_v で一次圧密が完了するまで圧密したのち、変位速度 0.25mm/min, 定体積条件でせん断し、非排水せん断強さ ($s_{u(DST)}$) を求めた。 σ'_v は CRST より得られた p_c を基準にして、 $0.8 \times p_c, 0.9 \times p_c, 1.0 \times p_c, 1.1 \times p_c$ を目標に設定した。また、site-Aの粘土に対しては p'_o で圧密することにより、原位置での非排水せん断強さ ($s_{uf(DST)}$) も確認している。なお、 p_c の2倍以上の圧密圧力で圧密後、定体積条件でせん断試験を実施し、DST による正規圧密状態における強度増加率 ($s_{un(DST)}/\sigma'_{vn}$) を求めた。

5. 非排水せん断強さ

σ'_v と $s_{u(DST)}$ との関係を図-3に示す。

site-Aからは図-1に模式的に示したものと同様の結果が得られた。 p_c を超えるまでは $s_{u(DST)}$ は $s_{uf(DST)}$ とほぼ等しい一定値で推移し、 p_c を超えたのち正規圧密状態における強度増加線上を推移している。

一方、site-Bの結果は、地盤の有効応力状態と考えられる p_c 付近で σ'_v の変化とともに $s_{u(DST)}$ が増加している。加えて、それぞれの $s_{u(DST)}$ は正規圧密状態の強度増加線の上方に位置し、 σ'_v が増加するにつれて正規圧密状態の強度増加線にたどり着く傾向が見られる。 p_c の1.3倍程度の σ'_v 付近から正規圧密状態の強度増加線上を推移している²⁾。

次に、それぞれの σ'_v に対して圧密終了時の沈下量からひずみ量 (ϵ) を算出し、 σ'_v との関係を示したものが図-4である。図中の点線は実施した CRST から得られた p'_o および p_c まで (site-A), p_c まで (site-B) に生じた ϵ を表している。site-Aでは σ'_v の増加に比例して ϵ が増加しているのに対して、site-Bは p_c 付近で σ'_v が増加しても ϵ はほとんど変化せず、CRST による ϵ とほぼ等しいことが分かる。

6. まとめ

自然堆積粘土と盛土荷重により圧密途中の粘土に対して、 σ'_v を変化させて再圧縮法による DST を実施した結果、以下のことが分かった。

1. 圧密途中の粘土に対して再圧縮法を適用して得られる s_u は、正規圧密状態の強度増加線から求められる s_u より大きくなる。
2. p_c 付近においては、自然堆積粘土では再圧縮時の ϵ は σ'_v により異なるが、 s_u は一定である。圧密途中の粘土では再圧縮時の ϵ はほぼ等しいが、 σ'_v により s_u が異なる。

[参考文献]

1) L. Bjerrum : Problems of soil mechanics and construction on soft clays, Proceedings of 8th ICSMFE, Vol.3, 1973
 2) 平林弘ら : 圧密途上にある粘性土の再圧縮後の非排水せん断強さ, 第45回地盤工学研究発表会, 投稿中, 2010

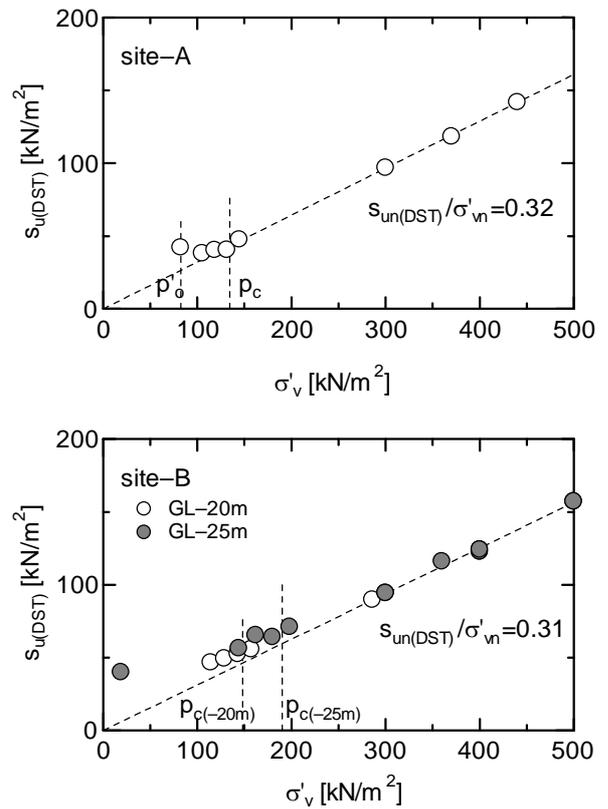


図-3 $s_{u(DST)} \sim \sigma'_v$ 関係

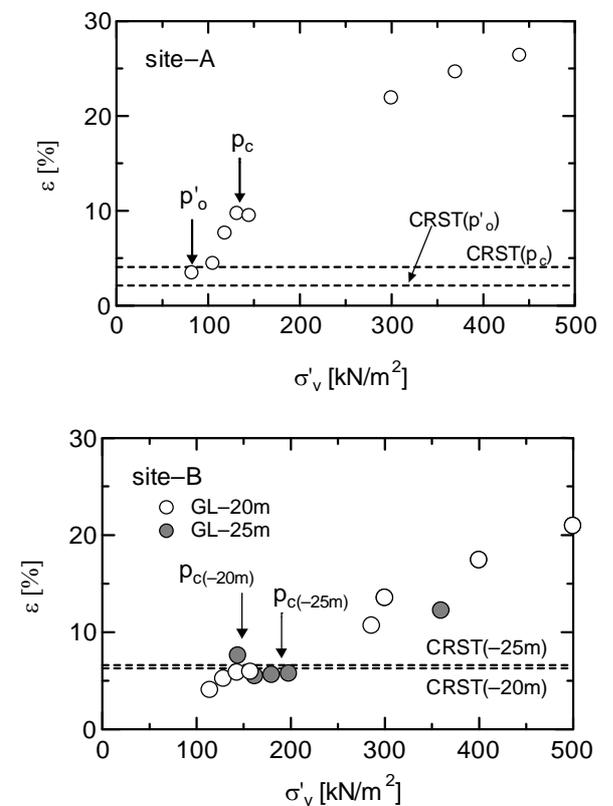


図-4 $\epsilon \sim \sigma'_v$ 関係