

ベーンせん断試験における回転速度と鋭敏比に関する一考察

東亜建設工業

正会員 ○平林 弘

正会員 松岡 達也

正会員 五十嵐ひろ子

北海道大学大学院

正会員 田中 洋行

1. はじめに

筆者らは北海道苫小牧市郊外の厚真地区において地盤調査を行い、ベーン回転速度がベーンせん断強さに及ぼす影響を調べることを目的に原位置ベーンせん断試験(FVT)を実施した¹⁾。その結果、乱さない状態のベーンせん断強さ(s_u)は回転速度の影響を受けないが、練返し状態のベーンせん断強さ(s_{ur})は回転速度が大きいほど小さくなるという知見を得た。今回、同地点にて採取した不攪乱試料を用いて室内ベーンせん断試験(LVT)を実施し、FVTと同様、回転速度が s_u と s_{ur} に及ぼす影響を調べた。また、攪乱方法が異なる練返し状態の試験も実施し、鋭敏比(S_f)の違いについても調べたので報告する。

2. 地盤概要と試験方法

調査を実施した地点の地盤構成を図-1に示す。表層から深度6mまで泥炭やシルト、その下に層厚24mの粘性土が堆積している。深度10mから25mにかけて、自然含水比(w_n)は液性限界(w_L)より若干小さいか、ほぼ等しい値を示している地盤である。

LVTは固定式ピストンサンプラーにより採取した不攪乱試料をサンプリングチューブから抜き出す際に実施した。ベーンブレード寸法 $D20\text{mm}\times H40\text{mm}$ のベーンを使用し、試料表面からベーン先端を8cm貫入させてから1.5分放置したのち、試験を開始した。回転速度は6, 12, 18 および $30^\circ/\text{min}$ とした。乱さない状態の試験を実施後、そのまま高速でベーンを30回転させて2分間放置後、練返し状態の試験を開始した。さらに試験終了後に抜き出した試料をポリエチレン袋に入れ、5分間程度 w_n が変化しない状態で十分練返し、 $\phi 80\text{mm}\times H90\text{mm}$ の亚克力容器内に詰めてLVTを実施した。なお、FVTのベーンブレードの寸法は $D40\text{mm}\times H80\text{mm}$ であり、試験の詳細は文献1)を参照されたい。

3. 試験結果

図-2に s_u と s_{ur} の深度分布を示す。乱さない試料に対するLVTから求められた s_u は、FVTの s_u と比較してやや小さいが、深度方向に増加するという分布傾向は一致している。LVTの s_u が小さい理由として、LVTではサンプリング時の乱れや応力解放の影響により強度低下が生じている可能性が考えられる。LVTから求めた s_u とベーン回転速度との間には明確な相関関係は見られない。FVTと同様、LVTから求めた s_u もベーン回転速度に

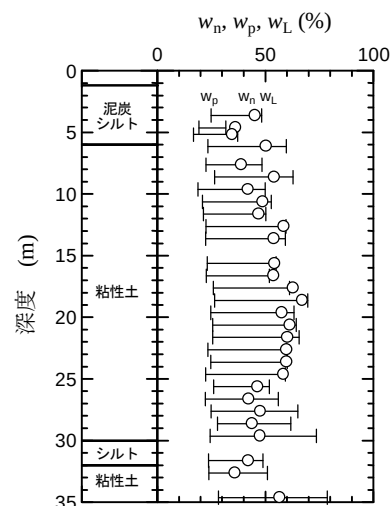


図-1 地盤構成

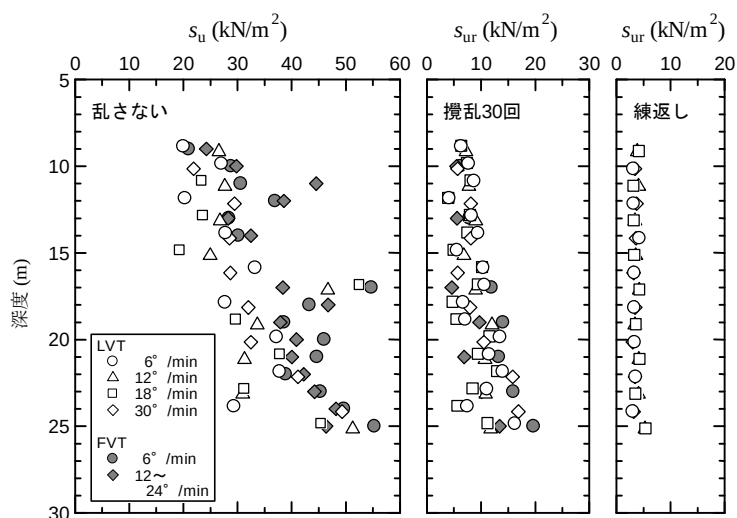


図-2 室内ベーンせん断試験結果

キーワード ベーンせん断試験, せん断強さ, 練返し, 鋭敏比

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

よって変化しない。

30 回転攪乱させて求めた s_{ur} は、LVT の方が回転速度による差は小さいが、FVT および LVT 双方とも回転速度が大きいほど得られる値が小さい。また、深度方向に増加傾向が見られる。一方、完全に練返しした試料に対する s_{ur} は、深度方向および回転速度によらずほぼ一定の値を示している。練返しでは粘土の構造が消失している状態であるのに対し、30 回転攪乱では円筒形周面部のすべり面の強度を測定している形であることが両者の差となっていると考える。

図-3 は 30 回転攪乱試料と練返し試料に対する S_t と回転速度との関係を示したものである。30 回転攪乱の S_t は回転速度が大きいほど大きくなり、3~5 を示す。練返しの S_t は 6~12 と 30 回転攪乱の 2 倍程度の数値を示しているが、回転速度との間には明確な相関関係は見られない。

回転速度 6°/min に対する各試験から求められた S_t と液性指数 (I_L) との関係を図-4 に示す。松岡ら²⁾による有明山脚と札幌拓北の結果も併せて示す。厚真の結果は札幌拓北の結果とほぼ一致しており、30 回転攪乱の S_t は I_L によらずほぼ一定であるが、練返しの S_t は I_L の増加に伴い大きくなるという傾向に変化はない。

図-5 は S_t に替えて s_{ur} と I_L との関係を示したものである。図中に Leroueil ら³⁾による提案式も示す。練返しの数点を除くと、LVT の結果も田中ら⁴⁾が FVT で述べているのと同様、ほとんどの点は Leroueil らが提案した関係より右側にある。完全練返し状態でも同じ傾向が得られたことから、 s_{ur} が大きいのは練返しが不十分なことだけでなく、Leroueil らによる提案式はこの 3 地点の地盤には適合しないとも考えられる。

4. まとめ

ベーン回転速度を変化させて FVT と LVT を実施し、ベーンせん断強さの違いと鋭敏比について検討した結果、以下の結果が得られた。

1. s_u と十分練り返した試料の s_{ur} に対してはベーン回転速度の影響は見られないが、30 回転攪乱させた試料はベーン回転速度が大きいほど s_{ur} は小さく、 S_t は大きくなる。
2. 練返し試料と 30 回転攪乱試料とでは得られる S_t が異なり、30 回転攪乱試料の方が小さな S_t を示す。
3. 30 回転攪乱試料の S_t は I_L によらずほぼ一定であるが、練返し試料の S_t は I_L の増加に伴って大きくなる

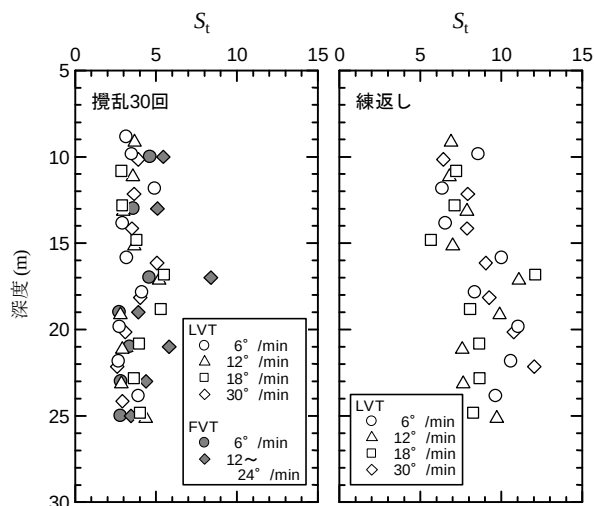


図-3 鋭敏比

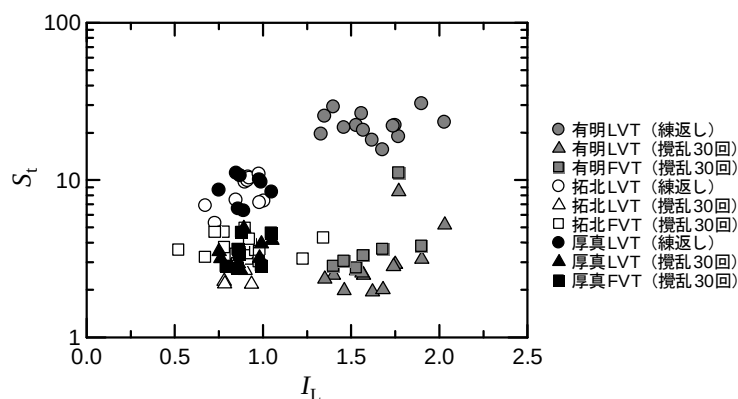


図-4 液性指数と鋭敏比の関係

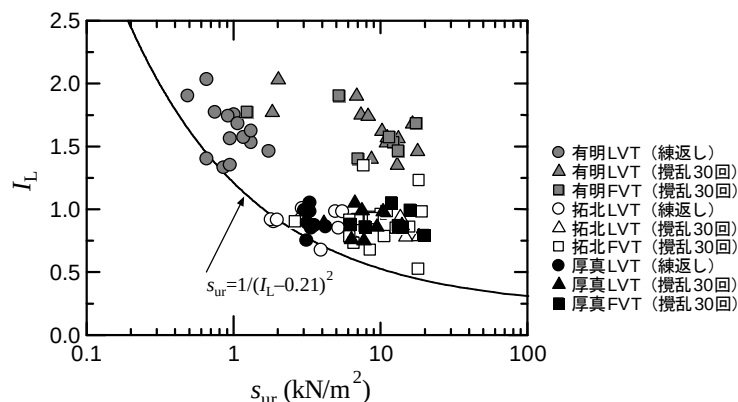


図-5 攪乱強度と液性指数の関係

参考文献：1)平林弘，松岡達也，田中洋行，野崎郁郎，五十嵐ひろ子：原位置ベーンせん断強さに及ぼすベーン回転速度の影響，第46回地盤工学研究発表会，2011（投稿中） 2)松岡達也，平林弘，野崎郁郎，田中洋行，田中政典：ベーンせん断試験による粘性土の鋭敏比に関する考察，第45回地盤工学研究発表会，pp.213-214，2010 3)Leroueil, S., Tavenas F. and Le Bihan, J.P.: Propriétés caractéristiques des argiles de l'est du Canada, Canadian Geotechnical Journal, Vol.20, No.4, pp.681-705, 1983 4)田中洋行，金子広明，服部直，稗田教雄，平林弘，松岡達也：力学試験としてのフォールコーンの活用，第46回地盤工学研究発表会，2011（投稿中）