

繰り返した粘土の非排水強度特性

日建設計中瀬土質研究所 正 ○石田 直美 正 片桐 雅明
正 西村 正人

1.はじめに

「フォールコーンを用いた土の液性限界試験方法」(JGS0142-2000)(以下、FC法と呼称する)は、質量が60g、先端角が60°のコーンを用いて、土のコンシテンシ-限界を測定する方法である。この試験は、北欧で開発され、軟弱土の強度の推定、鋭敏比の測定などにも利用できる¹⁾。

FC法を用いて非排水強度を求める場合には、自由落下したコーン貫入によるせん断破壊面の合力とコーンの自重が平衡すると仮定して、算出する¹⁾。また、超軟弱粘土の非排水強度を直接評価できる方法として、ペーンブレードを回転させて求めるペーン試験がある。

本研究では、2種類の塑性が異なる海成粘土において、ペーン試験とFC法を行い、両試験によって求めた非排水強度について比較・検討した。また、土田らが示した低塑性の海成粘土の結果²⁾についても、検討対象とした。

2.試料

本研究では、塑性の異なる2種類の海成粘土を用いた。図-1に、各試料における粒度分布を示す。また、「土の液性限界・塑性限界試験方法」(以下、JIS法と略記する)で求めた本実験の試料の物性値を表-1に示す。高塑性土をNo.1、低塑性土をNo.2とした。

FC法の本来の目的である液性限界とJIS法による液性限界 w_L の関係を図-2に示す。なお、図中の破線は、変動係数±10%のラインである。No.1, No.2試料ともに、変動係数±10%範囲内を示し、JIS法とFC法の液性限界 w_L の対応性がよいことが確認できた。

ペーン試験では、斎藤らが考案した試料調整用繰り返し装置³⁾を用いて十分に繰り返して試料とした。

3.試験方法

FC法は、上縁端の内径6cm、底面の内径4.5cm、深さ2.5cm、容積59.04cm³のカップ状の容器を用いた。これ以外のコーンを含む試験器具や試験方法は、地盤工学会基準(JGS0142-2000)に従った。FC法の非排水強度は、文献¹⁾の算定式を用い、 $S_u = 0.3W/p^2$ (W は、コーンの重量)で求めた。

ペーン試験では、φ15cmの円筒容器を用い、試料を気泡が混入しないように、深さ6cm程度粘土を詰め込んだものをペーン試験の試料とした。ペーンブレードは、高さ $H=1$ cm、幅 $D=2$ cmの形状のものを使用し、回転速度は0.2°/secとした。ペーン抵抗を、 $S_u = 2M/\pi(HD^2 + D^3/3)$ (M :ペーン試験で

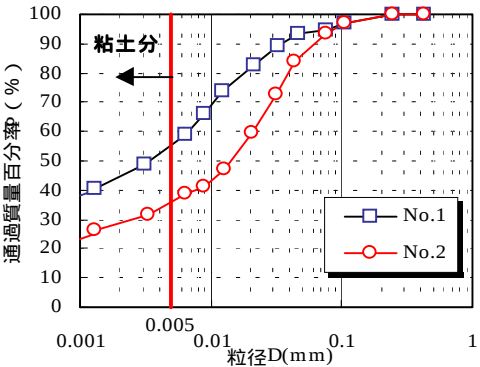


図-1 粒径加積曲線

表-1 試料の物性

	No.1	No.2	川崎粘土*土田ら
ρ_s (g/c ³)	2.673	2.666	2.722
液性限界 w_L	81.3	55.9	50.9
塑性限界 w_p	31.0	28.2	28.5
塑性指数 I_p	50.4	27.7	22.4

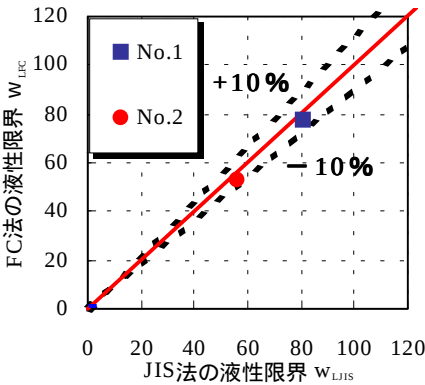


図-2 JIS法-FC法の比較

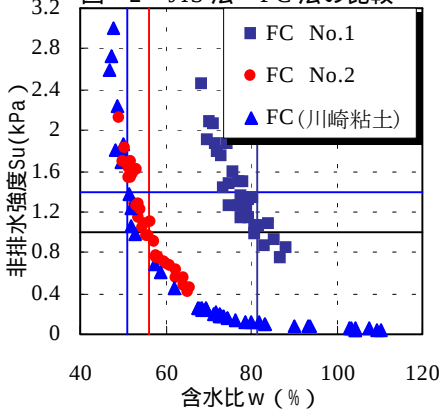


図-3 非排水強度-含水比関係

キ-ワ-ド 非排水強度 含水比 ペーン強度 粘土

連絡先 〒211-0055 神奈川県川崎市幸区南加瀬4-11-1 TEL044-599-1151 FAX044-599-9444

測定されるトルク)で求めた。また、ベーン抵抗時の最大値をベーン強度とした。

4.実験結果

FC 法によって求めた非排水強度 S_u と含水比の関係を図 - 3 に示す。また、土田らによるデータ²⁾も同図に示した。含水比の増加に伴い、非排水強度は減少している。本実験において、No.1, No.2 試料の w_L に対応する非排水強度は約 1.0kPa であった。土田らは、 w_L に対応する非排水強度を 1.4kPa とした。通常の粘土は、 w_L における非排水強度は約 1～2kPa といわれており、今回、検討した 3 試料ともこの範囲内にあった。

No.2 の試料を用いて、異なる含水比の試料に対して行ったベーン試験のベーン抵抗と回転角関係を図 - 4 に示す。含水比が $1.2w_L$ では、ピークがあらわれずにベーン抵抗が一定値に収束した。一方、 $0.8 \sim 0.9w_L$ と含水比が小さい場合には、回転角が小さな段階すなわち、変形が小さな場合でピークが現れた。以上のように、含水比の大きさによって、応力 - 変形(ひずみ)関係が異なることが分かった。

図 - 5 に、No.2 試料に対するベーン強度と FC 法によって求めた非排水強度と含水比の関係を示す。同じ含水比におけるベーン強度と FC 法によって求めた非排水強度はほぼ一致した。試験を行った含水比の範囲では、両試験の結果が同一曲線上にほぼ分布していた。このことは、求めた強度は試験方法によらないこと、異方性がほとんどないことを意味している。

3 種類の粘土における非排水強度 - 含水比関係を図 - 6 に示す。塑性が大きい No.1 試料においても、FC 法の非排水強度とベーン強度は連続した含水比 - 非排水強度関係を示した。しかもそれは低塑性土と類似した曲線である。 w_L での非排水強度は、1.0kPa 程度であった。

土田らの結果は、No.1 の試料の実験結果にほぼ重なった。

JIS 法の w_L により正規化した含水比と非排水強度を図 - 7 に示す。3 試料すべてが、殆ど同様な曲線上に分布した。非排水強度と正規化含水比関係を土田らの提案した正規化含水比の 5 乗に反比例する式で表したのが、図中の実線である。このことから、塑性の違いにかかわらず、非排水強度 - 正規化含水比関係がほぼ同一曲線上にあることが分かった。

5.まとめ

本検討により、繰り返し直後の粘土において非排水強度と含水比の関係は、ベーンブレードを用いる方法、フォールコーンを用いる方法とも、殆ど同じ曲線となった。

含水比を液性限界 w_L で除した正規化含水比と非排水強度との関係は、塑性によらず、一義的に決まることが分かった。

今後の研究では、コーン重量が 60g よりも軽量なものを用いて、さらに、広範囲にわたる含水比の検討と、他種の試料についてもベーン試験を行っていきたいと考えている。

参考文献：1) 土のコンシステンシ - 委員会 (1995)：委員会報告，土のコンシステンシーに関するシンポジウム，土質工学会，pp.39～pp.42. 2) 土田ら(1999)：繰り返した粘性土の非排水強度と正規化含水比の関係，第 34 回地盤工学会，pp.543～pp.544. 3) 斎藤ら(1996)：試料調整用繰り返し装置の試作と適用性について，第 31 回地盤工学会，pp.529～pp.530.

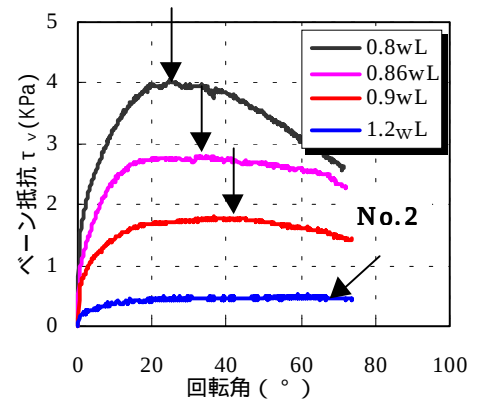


図 - 4 ベーン抵抗 - 回転角関係

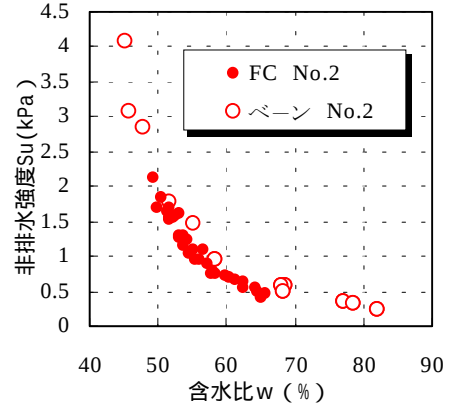


図 - 5 非排水強度 - 含水比関係

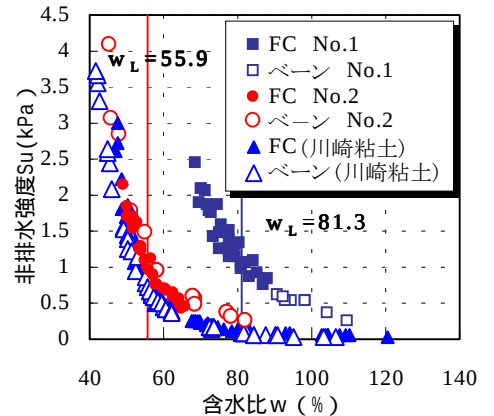


図 - 6 非排水強度 - 含水比関係

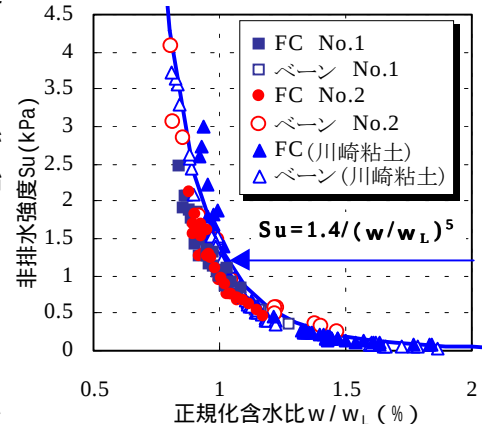


図 - 7 非排水強度 - 正規化含水比関係