

先端形状が非排水強度の算定に及ぼす影響

（株）日建設計中瀬土質研究所 正 ○石田 直美 片桐 雅明 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」(地盤工学会基準 JGS0142-2000)に従ってコーンを自由落下させた時の貫入量から、算定式($S_u = KW/p^2$)¹⁾を利用することで非排水強度を求められることが土田ら²⁾により示された。この式は、支持力式を基に提案された算定式であり、係数 K はコーン先端角度ならびに表面粗度の関数である。そこで、この算定式の妥当性を検証するため、ならびに係数 K の特性を把握するために、コーン質量と先端形状を変えた落下実験を行った。具体的な目的は、)先端角が 60° で質量が異なるコーンによる強度算定式の検証、)先端角が 60° のコーン(円錐型)と先端角が 180° すなわち、底面がフラット(円柱型)なものの係数 K の特性把握、である。)では、質量の違いについても検討した。

表 - 1 実験条件

2. 実験条件

本実験の試料は、「土の液性限界・塑性限界試験方法」で求めた試料の塑性指数は $I_p=27.7$ ($w_L=55.9\%$, $w_p=28.2\%$)で、土粒子密度は $\rho_s = 2.666$ (g/cm³)の海成粘土である。

	先端角(°)	質量(g)	最大直径(mm)	呼び名
コーン (円錐型)	60	30	φ 25	コーン,30g
	60	60	φ 25	コーン,60g
フラット (円柱型)	180	60	φ 20	φ 20,60 g
	180	120	φ 20	φ 20,120 g
	180	60	φ 10	φ 10,60 g

今回は、表 - 1 のように先端形状が異なった 2 種類の先端部を使用し、異なる質量のものも含めて合計 5 ケースの実験条件で行った。(質量：ロッド + 先端部の総質量を表す。) 今後、表 - 1 に示した各条件の呼び名で呼称する。

貫入量は、レーザー変位計で、測定間隔 0.01 秒毎に計測した。

試料は、塩分濃度の影響を考慮し脱塩したのものをを用い、含水比調整に蒸留水を加えた。また、その試料が、均一になるように、試料調整繰り返し装置で十分に繰り返した。

3. 算定式の検証

非排水強度の算定式は、 $S_u = KW/p^2$ ($W: M(\text{質量}) \cdot g$, $K = 0.3$ [先端角: 60°])¹⁾と提案されている。この算定式の妥当性を異なる質量のコーンを用いて検討する。図 - 1 に、質量が 30g と 60g、先端角は両者とも 60° である 2 種類のコーンの非排水強度 S_u - 含水比 w 関係を示す。図 - 1 に示すように、両試験の結果は同一曲線上に分布している。つまり、コーン質量によらず、同じ含水比であれば、同じ非排水強度となることを意味している。これにより、異なる含水比の試料に対する非排水強度における算定式の係数 K 値の妥当性が確認された。

4. 形状、質量の検討

先端部の形状や質量の違いが、貫入量に与える影響に着目する。

図 - 2 に、先端部の形状がフラットな 3 種類のものと基準コーン

の含水比 - 貫入量関係を示す。どの形状においても、含水比と貫入量の関係はほぼ直線上に分布している。コーン,60g と φ 20 の 60g,120g は、ほぼ傾きは同じであることがわかる。φ 10,60g は、同じ含水比において貫入量に

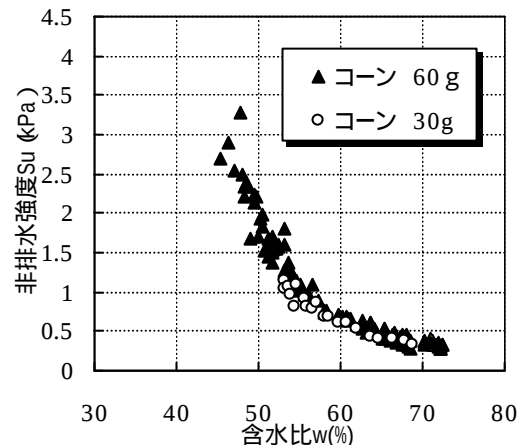


図 - 1 非排水強度 - 含水比関係

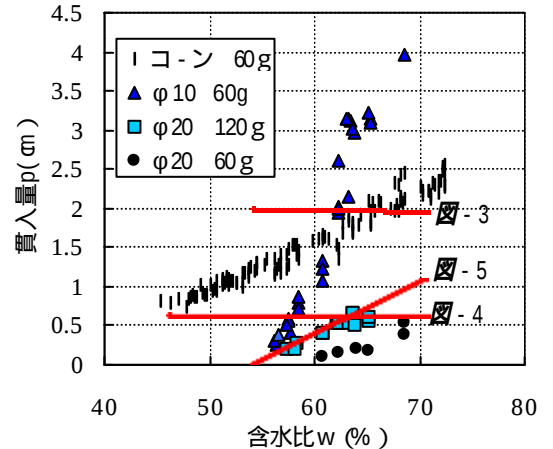


図 - 2 貫入量 - 含水比関係

キーワード：含水比,貫入量,質量,先端角,非排水強度

連絡先：川崎市幸区南加瀬 4-11-1 TEL044-599-1151 FAX044-599-9444

大きな差が生じたため、試験誤差が大きいと判断できる。また、この関係の傾きが、他より 5 倍程急であるので、少しの含水比変化が貫入量に鋭敏に影響する。

先端形状の違いが貫入挙動に及ぼす影響を検証する。貫入開始後、5 秒時の貫入量が一致している $\phi 10, 60g$ とコーン, $60g$ の貫入量 - 貫入時間関係を図 - 3 に表す。コーン, $60g$ の貫入挙動は、瞬間的に貫入が終了するが、フラットなものは 5 秒では貫入が終了せず、その後、緩やかに貫入し続けている。すなわち、コーン, $60g$ は、文献 3) と同様に、貫入開始後 0.14 秒で 5 秒時の 95% 以上の貫入量が発生した。一方、 $\phi 10, 60g$ では、実験終了時の 95% が貫入する時間は、約 7 秒後である。

貫入量が約 0.5cm の各実験の貫入挙動について比較する。実験終了時の貫入量で、各時間毎の貫入量を正規化したものを正規化貫入量とし、貫入時間との関係を図 - 4 に表す。コーン, $60g$ とは異なり、すべてのフラットなものは同じ挙動を示し、5 秒では貫入は終了しない。

貫入挙動に及ぼす実験終了時の貫入量の影響を調べる。 $\phi 20, 120g$ の正規化貫入量 - 貫入時間関係を図 - 5 に示す。最終貫入量によらず、類似した挙動を示しているのが分かる。

フラットなものの K を求めるために、含水比と非排水強度は一義的に定まると考え、図 - 1 に示す $w - Su$ の関係を基に、フラットなものの K を強度算定式を用いて逆算した。

図 - 6 に、その結果を示す。右軸には $\phi 10, 60g$ の左軸には $\phi 20$ で $60g, 120g$ の K 値の目盛を表している。含水比が大きくなると、若干傾きが大きくなる傾向はあるが、 $\phi 20$ で、質量が $60g, 120g$ の両方とも K は約 0.01 に分布している。 $\phi 10, 60g$ では、 w が大きくなるにつれて、 K は、顕著に大きくなっている。この原因としては、 $\sigma = W/A$ ($W: M \cdot g, A: \text{断面積}$) から分かるように $\phi 10, 60g$ の接地圧は $\phi 20, 60g$ のそれに比べると、8 倍になることに起因しているのではないかと考えられる。

5. まとめ

コーン質量が $30g, 60g$ の場合、 $Su - w$ 関係は同一曲線上に分布した。このことは強度算定式の K 値が妥当であったことを意味している。

コーンでは、瞬時に貫入が終了するのに対し、フラットなものでは、コーンに比較すると緩やかに貫入するといった貫入挙動に違いがみられた。

フラットな形状に対する逆算した K は、 w に対してほぼ一定なもの、 w の増加に対して大きく増加するものがある。

参考文献 1) 土のコンシステンシー委員会(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, pp39 ~ 42. 2) 土田ら(1999): 練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 ~ 544. 3) 石田他(2001): フォールコーン法とキャサグランデ法による液性限界の比較, 第 36 回地盤工学会, pp327 ~ 328.

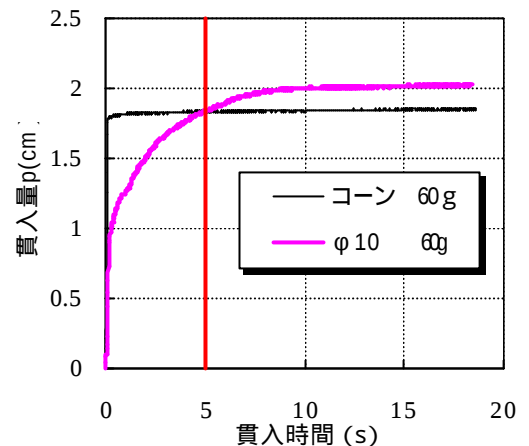


図 - 3 貫入量 - 貫入時間関係

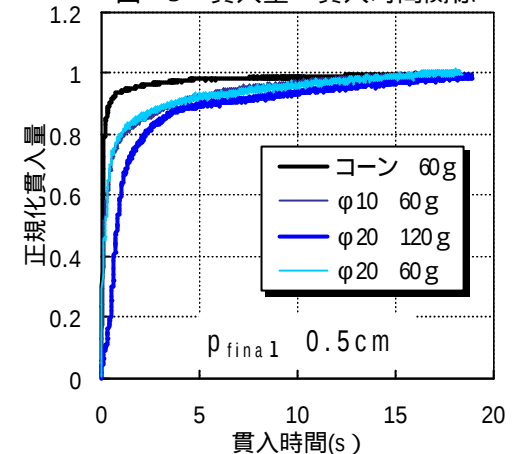


図 - 4 貫入量 - 貫入時間関係

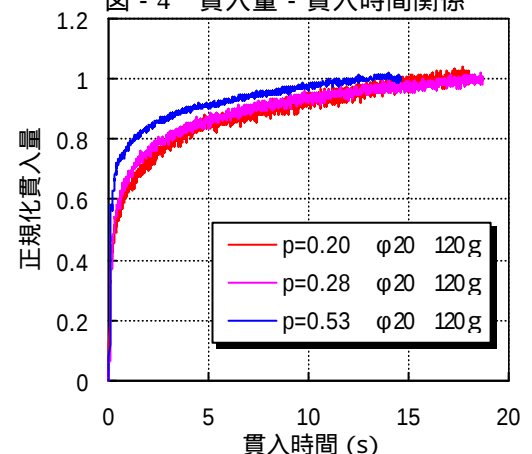


図 - 5 正規化貫入量 - 貫入時間関係

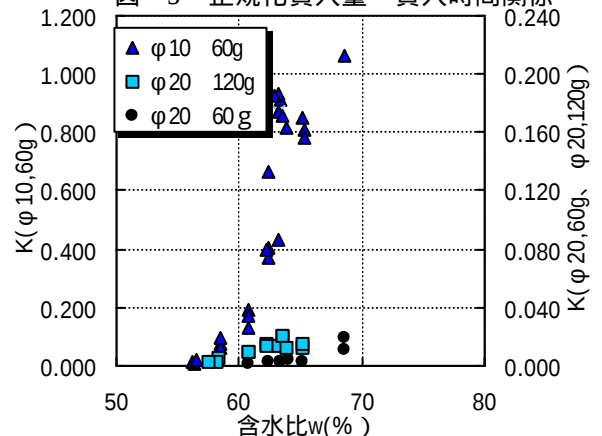


図 - 6 K - 含水比関係