

フォールコーン試験に関する一考察

岐阜工業高等専門学校 正会員 吉村優治
学生員 ○伏屋美香

1. はじめに

土のコンシステンシー限界は、コンシステンシーの状態の変移点をいい、液体-塑性体-半固体-固体の変移点をそれぞれ液性限界、塑性限界、収縮限界という。コンシステンシー限界は、Atterbergが提唱した方法に準じて求めるのでアッターベルグ限界ともいわれている。

土のコンシステンシーに関する情報は、土の判別分類や力学的指標としてよく利用されており、土のコンシステンシー限界を測定する現在の方法はJISに定められた試験方法(以下、現行法と呼ぶ)により実施されているが、液性限界試験は他の二限界を求める試験と比較すると、実験値のばらつきが大きく、試験方法自体に問題がある。液性限界は本来静的性質であるのに対し、試料土の衝撃落下による一種の動的せん断試験で推定しようとしていること、測定に個人誤差が入りやすい、使用する試験器具の材料によって結果が異なる、試験者の熟練を必要とするなどの多くの問題点が指摘¹⁾されている。

以上のような液性限界試験法の問題点の解決のため、フォールコーンを用いて液性限界を求める試みがなされており、最近地盤工学会でも規準化(JGS T 142-1996)²⁾の動きがある。

これらの液性限界試験では、含水比によって落下回数もしくは貫入量を変化させ、所定の落下回数、貫入量から液性限界を求めているが、試験時には容器内の密度も変化していると予想される。本研究は、フォールコーン装置を用いて、液性限界を求めるとともに試験時に試料容器内の密度を測定し、含水比との関係を検討したものである。

2. 実験概要

実験に用いた試料はDLクレイ(不飽和土の一斉試験³⁾で使用)、各務原土(岐阜県各務原市から採取した粘性土の425 μ m通過分)の二種類である。

本研究は図-1に示す試験装置を用いてJGSに準じた方法⁴⁾で行い、試料は非繰返しとした。

3. 実験結果および考察

3.1 含水量と貫入量の関係

図-2(a)、(b)はDLクレイ、各務原土の含水比 w と貫入量 h の関係(片対数スケール)を示したものである。

図(b)に示す各務原土の結果は従来言われてきたように片対数で直線関係⁴⁾にあり、本研究では貫入量12mmに相当する含水比⁴⁾を液性限界 w_L とすると、 $w_L=27.5\%$ となる。

一方のDLクレイ(図(a))の結果は直線関係とはならず、液性限界を求めることができない。これは、現行法で求められた液性限界がNPであることが原因であると考えられ、強いて求めるならば、 $w_L=27\%$ 程度と予想できる。

3.2 締固め特性

土は、締固めの条件を一定として突き固めると、乾燥密度が含水量の状態で異なり、一般に最大の乾燥密度が得られる含水比が

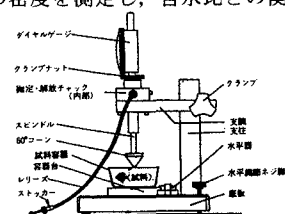


図-1 フォールコーン試験装置

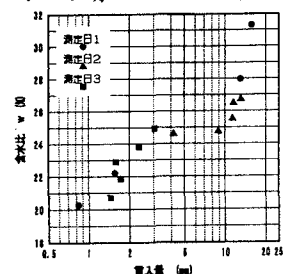


図-2(a) 含水比-貫入量関係 (DLクレイ)

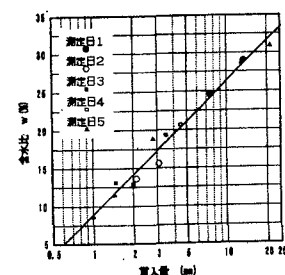


図-2(b) 含水比-貫入量関係 (各務原土)

存在する。これは、ある含水量範囲までは、水が潤滑材となって土粒子間の摩擦力を低減するために締固めによって乾燥密度は増大するが、それ以上になると締固めによって土粒子が移動しやすくなり、土の間隙に含まれる水分が多くなって乾燥密度が小さくなるためである。また、土は締め固めエネルギーの違いなどで、締め固めた後の状態が異なる。

図-3(a)は、各層の突き固め回数を変えて締固め試験を行ったDLクレイの結果を示したものであるが、締固め曲線は締固めエネルギー E_s の増加により、ゼロ空気間隙曲線に沿って左上に移動し、最大乾燥密度の増大と最適含水比の低下現象が見られる。同図の(b)は、フォールコーン試験時の乾燥密度 ρ_d と含水比 w の関係を(a)図と同一スケールで描いたものである。図は締固め試験と同様に上に凸の山形をなす曲線になっており、(a)図とを比較すると低エネルギーでの締固め曲線に対応しているのがわかる。

また、図-4に各務原土のフォールコーン試験時の乾燥密度 ρ_d と含水比 w の関係を示した。図-3(b)と同様に上に凸の山形の曲線になっていることがわかる。

これらの結果より、液性限界を求めるための現行法、フォールコーン法では試料の詰めかたに関しては特に規定されていないので、試験者の判断に任されているが、一連の試験中の密度は一定ではなく含水比 w に応じた密度で実験を行っていることがわかった。

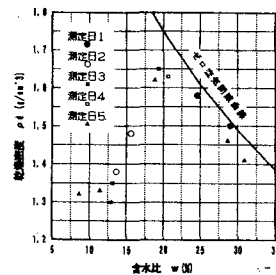
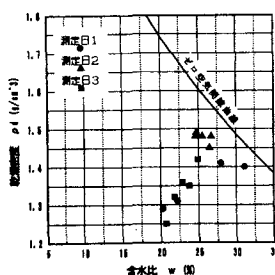
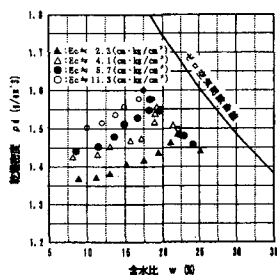


図-3(a) DLクレイの締固め曲線 図-3(b) 試験時の密度特性 (DLクレイ)

図-4 試験時の密度特性 (各務原土)

4. おわりに

本研究では、コンシステンシー限界のうち、液性限界をフォールコーン試験法を用いて求めるとともに、試験時の容器内の密度を測定し含水比との関係を検討した。

その結果、含水比と貫入量の関係は、現行法でNPとなるDLクレイのような試料については必ずしも直線関係になるわけではないということがわかった。

また、液性限界を求めるときには含水比 w によって落下回数もしくは貫入量に変化するだけでなく、密度も含水比 w によって変化しており、締固め曲線の様な上に凸の山形の曲線になる規則性をもって変化していることが明らかになった。

参考文献

- 1) 土のコンシステンシーに関する研究委員会：土のコンシステンシーに関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，pp.36～37，1995.1.
- 2) 地盤工学会：フォールコーン試験による土の液性限界試験法(案)，土と基礎，Vol.44，No.12，pp.72～74，1996.12.
- 3) 不飽和地盤の安定性に関する研究委員会：不飽和地盤の調査・設計・施工に関する諸問題シンポジウム発表論文集，土質工学会，1993.1.
- 4) 吉村優治・小川正二：コンシステンシー限界に関する二、三の考察，土木構造・材料論文集，第9号，pp.63～71，1993.11.