

# ■-1 液性限界測定法に関する基礎実験と一考察

河南工業高等専門学校 正員 ○米津聖  
エコー建設コンサルタント 菅沼敏行

## 1. まえがき

前報告では、<sup>1)</sup> フォールコーン重量とコーン先端角が液性限界におよぼす影響を調べ、コーン指数がコーン先端角度および含水量に關係のあることを述べたが、今回は粘性土の粘着力がコーンの貫入機構におよぼす影響についてフォールコーン測定器と小型ポケットペーンセン断測定器を使用して検討を行なったので、その結果を報告する。

## 2. 実験概要

フォールコーンの先端角度( $\theta=60^\circ$ )を一定にし、フォールコーン重量 $Q$ をそれぞれ60, 70, 80, 90, 100, 110, 120<sup>gr</sup>と変化させ、コーンが粘性土に貫入したときの貫入量とコーン周辺に付着する粘着力および貫入塑性抵抗、さらに試料中の含水量が粘性土の粘着力におよぼす影響を小型ポケットペーンセン断測定器(最大トルク $M_{max}=1kg\cdot cm$ , 最小目盛20<sup>gr</sup> $\cdot cm$ )とフォールコーン測定器を用いて調べた。ペーンセン断測定器はトルク計測部にトーションスプリングを使用し、スプリングの回転をレバーで目盛盤上に示した値を読む。なおペーン寸法は、直径20<sup>mm</sup>, 高さ40<sup>mm</sup>でペーンは十字形のものを用い、またフォールコーン測定器は試料容器直径60<sup>mm</sup>, 深さ30<sup>mm</sup>の円形容器で、試料の表面を平滑にしてからコーンを落下させる速度制御のない自然落下式のものを使用した。実験材料としては、徳島県の川島粘土、山路粘土、淡路島の青色を帯びた淡路粘土、さらにシルトの4種類を0.42<sup>mm</sup>フルイにかけたものを用いた。物理的および力学的試験結果については表-1に示す。

## 3. 実験結果と考察

表-1 物理的および力学的試験結果

東山、須藤<sup>2)</sup>の報告によればJIS(キャサグランデ法)より求めた値 $L.L$ とフォールコーン法より求めた値 $F.N$ の相関図では $F.N=L.L$ の45°線を

| 試料名  | 比重 $G_s$ | 塑性指数 $I.P$ | キャサグランデ法による液性限界 $L.L$ | 塑性限界 $P.L$ | フォールコーン法による液性限界 $L.L$ | 一点法による液性限界 $L.L$ |
|------|----------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------------|
| 川島粘土 | 2.853    | 30.27      | 60.10                 | 29.83      | 62.10                 | 64.48            |
| 淡路粘土 | 2.780    | 19.44      | 45.90                 | 26.46      | 44.90                 | 44.42            |
| 山路粘土 | 2.719    | 26.70      | 63.30                 | 36.60      | 62.60                 | 59.32            |
| シルト  | 2.792    | 4.12       | 31.50                 | 27.38      | 35.50                 | 35.53            |

境にして、硬化を起こしやすい試料では直線より上方、軟化を起こしやすい試料では下方にくると土の性質を区別している。そこで図-1について調べると川島粘土、シルトにおいては硬化が起こり、山路粘土、淡路粘土においては軟化が起こる傾向を示す。コーン先端角度 $60^\circ$ 、コーン重量60<sup>gr</sup>による土の飽和度とフォールコーン法によって求めた液性限界の関係を図-2に示す。

図-2において淡路粘土では $L.L$ が69%を中心に飽和度36%付近に、川島粘土では $L.L$ が64%を中心に飽和度32%付近に、山路粘土では $L.L$ が78%を中心に飽和度31%付近にそれぞれグループができ、各試料ともグループ外で土の流動現象が起こるものと考えられる。さらに、コーン先端角度 $60^\circ$ 、コーン重量60, 70, 80, 90, 100, 110, 120<sup>gr</sup>のコーン測定器を用い、充分練り合せた試料を2個の容器に詰め一方でフォールコーン測定を行い貫入量 $P$ を求め、別の容器でペーンセン断測定を行ない粘着力 $C$ を求める同時測定法をとった。

図-3(a)(b)ではコーン重量が増すに従って貫入量は大きくなり粘着力が大きくなる、しかし、コーン重量が変化するにもかかわらず各試料は貫入量が10~12<sup>mm</sup>付近に多くのプロットした点が集まり、粘着力はコーン重量が増すに従って大きくなる傾向がある。なお、ペーンセン断測定では容器の平滑な試料表面にペーンを静かに入れ回転させ、このときの最大トルクを目盛盤から読み次式から粘性土の粘着力 $C$ をもとめる。

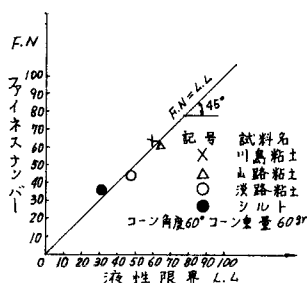


図-1  $L.L$ と $F.N$ の相関図

ここに、 $D$  ; ベーンの直径 (cm)  
 $H$  ; ベーンの高さ (cm)  
 $M_{max}$  ; 最大トルク (kg-cm)

$$C = \frac{M_{max}}{\pi D^2 (\frac{1}{2} + \frac{D}{H})}$$

このときの粘着力 (C) と含水比 (w) との関係を図-4 に示す。図-4 では、コーン重量変化に関係なく粘着力が大きくなると含水比が減少し、シルトでは含水比がとくに低く、川島粘土では含水比が他の粘性に比べて高い傾向を示している。また、図-4 にあいてもベーン測定とコーン測定と同時に測定方法をとリコーン重量に対する変化が粘性土の含水比にあよぼす影響を調べた。その結果、上で述べたようにシルトでは含水比が低く、粘着力が  $0.08 \sim 0.219 \text{ kg/cm}^2$ 、山路粘土では粘着力  $0.108 \sim 0.271 \text{ kg/cm}^2$ 、溪路粘土では  $0.096 \sim 0.225 \text{ kg/cm}^2$ 、川島粘土では  $0.093 \sim 0.207 \text{ kg/cm}^2$  の範囲にある。実験結果から考えるとコーン角度  $60^\circ$ 、コーン重量  $100 \text{ gr}$  を用いた方が粘着力に対する変化が少ないように思われ、図-3(a) ベーンセン断とモールコーンの同時測定より求めた粘着力と貫入量の関係

れる。なお、このほか Sokolovski の理論式を用い貫入塑性抵抗 (Qr) と貫入量 (P) の関係についても研究を行なったが、その詳細については講演当日発表する。

#### 参 考 文 献

- i) 米津聖 ; フォールコーン法に関する一考察  
 第27回中四国土木学会、講演概要昭和55年
- ii) 東山、須藤 ; フォールコーン法について、  
 第11回土質工学シンポジウム、PP.57-61.
- iii) 北郷、益田 ; 液性限界測定法に関する実験的研究 (第四報)  
 土と基礎 Vol. 17, NO. 9, 1969
- iv) 佐野信房 ; フォールコーン重量と貫入量との関係について  
 土木学会学術講演集、昭和48年10月.

v) Karlsson, R. "Suggested Improvements

in the Liquid Limit Test, with Reference to Flow Properties of Remoulded clay" SMFE (1961) PP.171-184.

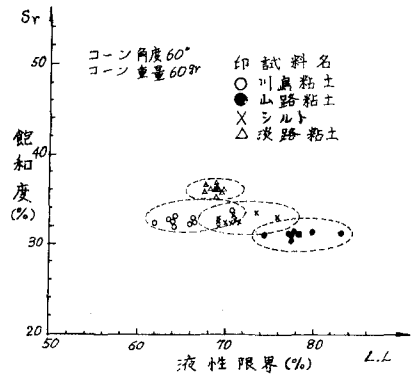


図-2 飽和度 (Sr) と液性限界 (LL) の関係

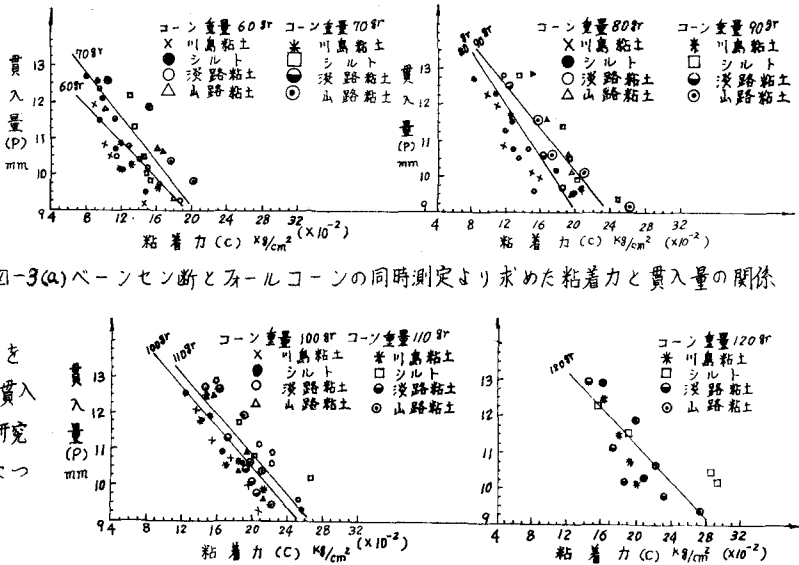


図-3 (b) ベーンセン断とモールコーンの同時測定より求めた粘着力と貫入量の関係

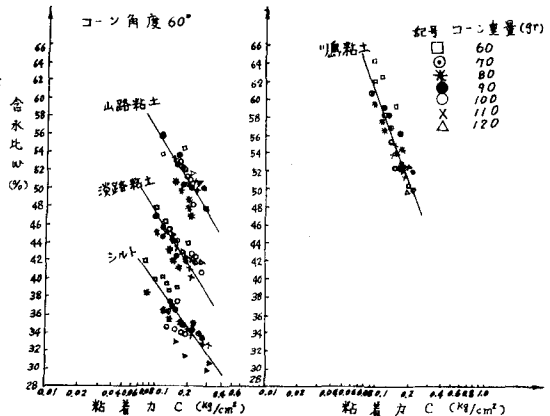


図-4 ベーンセン断測定で求めた粘着力と含水比の関係