

Ⅲ-A4

フォールコーン法による液性限界について

福山大学工学部 正会員 柴田 徹
 福山大学工学部 正会員 ○西原 晃
 福山大学大学院 学生会員 藤井敏美
 福山大学大学院 学生会員 大西正城

1. はじめに

粘土の液性限界の測定方法としては従来カサグランデ法が多用されているが、最近ではフォールコーンによる測定も行われるようになってきている。しかしながら、フォールコーン法では使用するコーンや貫入量の規格が国や研究者によって異なっており、また、カサグランデ法とフォールコーン法による液性限界は必ずしも一致しない。そこで本研究では種々のコーンを用いて実験を行い、カサグランデ法とフォールコーン法で得られる液性限界の関係について調べた。

2. 実験概要

本研究で用いた試料は近畿地方で採取された8種類の海成粘土で、カサグランデ法による液性限界は107.4%～40.4%の範囲である。なお、本研究では以後、液性限界ならびに含水比を%表示でなく比で表す。本研究では先端角と質量の影響を調べるために、表-1に示す3種類のコーンを使用した。このうち、Type Aのコーンは我が国で液性限界を求めるのに使用されているものであり、本研究ではカサグランデ法の他に、Type Aのコーン貫入量10mmの時の含水比を液性限界として求めた。

表-1 使用したコーンの形状と質量

コーン	先端角(°)	重量(g)
Type A	60	60
Type B	60	120
Type C	30	45

3. フォールコーンの貫入特性と液性限界

図-1は、コーン貫入量を一定にしたときの含水比とカサグランデ法の液性限界の関係を示したものである。この図より、それぞれのコーン貫入量に対する含水比と液性限界は一点で交わる直線関係で表されることがわかる。他のタイプのコーンの場合においても、またフォールコーン法による液性限界を用いても全く同様の結果が得られる。いま、図-1のそれぞれの直線の傾きを χ とすると、含水比と液性限界の関係は以下のように表される。

$$w - w_{L\alpha} = \chi (w_L - w_{L\alpha}) \quad (1)$$

ここで、 $w_{L\alpha}$ 、 $w_{L\beta}$ は直線群が交わる点の液性限界と含水比である。

また、 χ の値とコーン貫入量は直線関係にあり、

$$\chi = a + bD \quad (2) \quad (D: \text{コーン貫入量(mm)})$$

で表される。ただし、 $w_{L\alpha}$ 、 $w_{L\beta}$ 、 a 、 b の値は表-2に示すようにコーンのタイプや液性限界の測定法によって若干異なる。

カサグランデ法による液性限界を用いると、コーン貫入量 D と含水比の関係は式(1)、(2)より次式で表される。

表-2 コーン試験における $w_{L\alpha}$ 、 $w_{L\beta}$ 、 a 、 b の値

コーン	カサグランデ法				フォールコーン法			
	$w_{L\alpha}$	$w_{L\beta}$	a	b	$w_{L\alpha}$	$w_{L\beta}$	a	b
TypeA	0.11	0.14	0.45	0.034	0.13	0.13	0.62	0.038
TypeB	0.12	0.14	0.482	0.025	0.14	0.12	0.603	0.032
TypeC	0.15	0.16	0.467	0.022	0.14	0.12	0.635	0.025

キーワード：液性限界・フォールコーン試験・カサグランデ法

連絡先：〒729-0292 広島県福山市学園町1番地三蔵・TEL(0849)36-2111・FAX(0849)36-2023

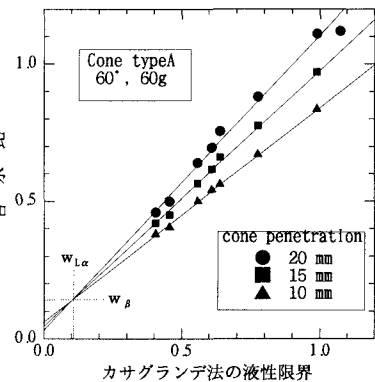


図-1 コーン貫入量を一定とした時の含水比と液性限界の関係

$$w - w_{\beta} = (w_{LC} - w_{L\alpha}) (a + b D) \quad (3)$$

ここで、 w_{LC} はカサグランデ法による液性限界である。あるタイプのコーンで液性限界の測定に用いられる基準貫入量を D_L とすると、式(3)よりその基準貫入量に対する含水比（コーン法の液性限界； w_{Li} ）は以下のように表される。

$$w_{Li} = C_1 \cdot w_{LC} + C_2 \quad (4)$$

ここに、

$$C_1 = a + b D_L, \quad C_2 = w_{\beta} - w_{L\alpha} (a + b D_L) \quad (5)$$

たとえばType Aのコーン（ $w_{L\alpha} = 0.11$ 、 $w_{\beta} = 0.14$ 、 $a = 0.45$ 、 $b = 0.034$ ）で $D_L = 10\text{mm}$ とすると、 $C_1 = 0.79$ 、 $C_2 = 0.053$ となる。図-2は、カサグランデ法とフォールコーン法による液性限界の関係を示したものである。同図には同じ近畿地方から採取された試料を用いた松井¹⁾の試験結果も示しているが、図より式(4)の関係が成り立っていることがわかる。

図-3は多くの試験機関によるカサグランデ法とフォールコーン法の一斉試験の結果²⁾である。この図の結果ではType Aのコーンで基準貫入量として $D_L = 12\text{mm}$ が用いられており、この場合、 $C_1 = 0.86$ 、 $C_2 = 0.045$ となる。図-3に示す計算結果は実測結果と若干ずれているが、これはコーン法で液性限界を求める際に、本研究では含水比とコーン貫入量の関係を算術目盛りでとっているのに対して、図-3の結果では両対数目盛を採用していることによる差と考えられる。いずれにしても、フォールコーン法とカサグランデ法の液性限界の関係は式(4)の形で表されると考えられる。

4. コーンの基準貫入量

従来、フォールコーン法による基準貫入量を決める際には、カサグランデ法の液性限界に一致するように決められてきている。式(3)において $w = w_{LC}$ とおけば、カサグランデ法の液性限界に対応するコーン貫入量 D_{LC} は、

$$D_{LC} = \{ [(w_{LC} - w_{\beta}) / (w_{LC} - w_{L\alpha})] - a \} / b \quad (6)$$

となる。図-4は、今回使用した3種類のコーンについて、カサグランデ法の液性限界に対応するコーン貫入量の実測値と式(6)による計算値を示したもので、液性限界が小さくなるにつれて基準貫入量も小さくなる傾向が見られる。この傾向は、本試験と同時に実施したベーン試験³⁾で、液性限界が小さくなるにつれて液性限界におけるせん断強度が大きくなる結果に対応している。

以上のように、カサグランデ法に対応するコーンの基準貫入量は液性限界によって変化すると考えられ、このことが、研究者あるいは国によってコーンの基準貫入量の値が異なる原因の一つといえよう。

参考文献

- 1) 松井恒次(1994):大阪湾粘土の圧密特性に及ぼす続成効果に関する研究, 京都大学修士論文
- 2) 土のコンシステンシーに関する研究委員会: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発表論文集, P. 60
- 3) 柴田徹・西原晃(1997):粘土の液性限界におけるせん断特性, 第33回地盤工学研究発表会概要集

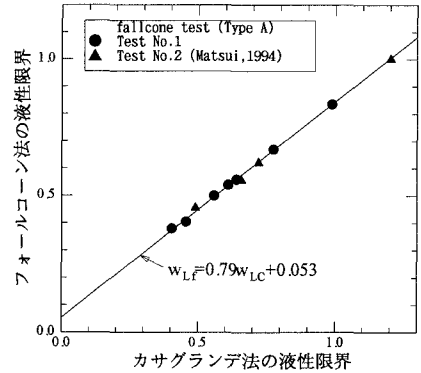


図-2 カサグランデ法とコーン法の液性限界の関係

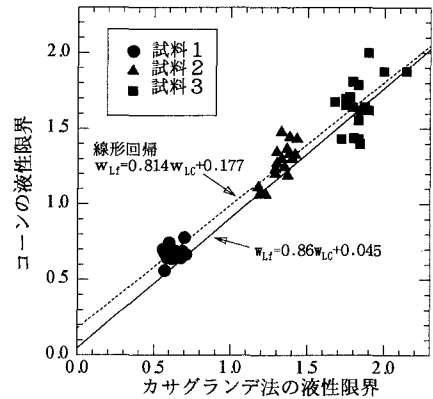


図-3 カサグランデ法とコーン法の液性限界の関係（土のコンシステンシーに関する一斉試験結果）

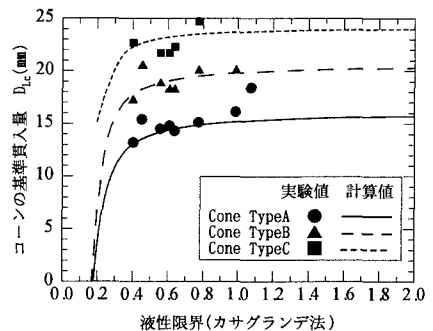


図-4 カサグランデ法に対応するコーンの貫入量