

粘土の液性限界について

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 ○大西正城

1. はじめに

粘土の液性限界は粘土の粒子間力を反映しており、粘土の圧縮特性などの力学特性に影響することが知られている。液性限界の測定方法としては従来Casagrande法が多用されているが、その問題点も指摘されており、近年Fallcone法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、Fallcone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統一されていない。そこで本研究では種々のコーンを用いて実験を行い、Casagrande法とFallcone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、Casagrande法による液性限界は107.4%～40.4%の範囲である。なお、本研究では液性限界ならびに含水比を%表示でなく比で表す。液性限界試験では、これらの試料を液性限界以上の含水比で練返し、 $425\mu\text{m}$ ふるいを通過したものを使用した。

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のコーンは液性限界を求めるのに使用されるものであり、本研究ではCasagrande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。

3. Fall coneの貫入特性

図-1は、コーン貫入量を一定にしたときの含水比と液性限界(Casagrande法)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。図-1はType Aのコーンの結果をCasagrande法の液性限界に対して整理したものであるが、他のTypeのコーンについても、またFallcone

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

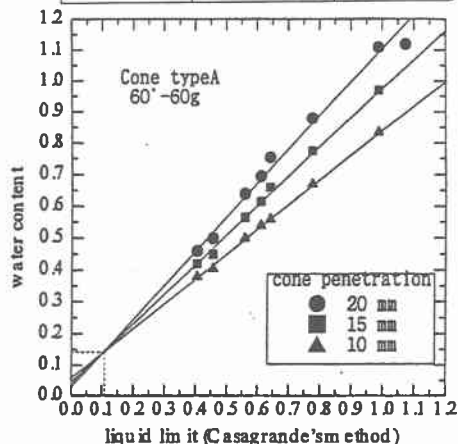


図-1 コーン貫入量一定時の含水比と液性限界の関係

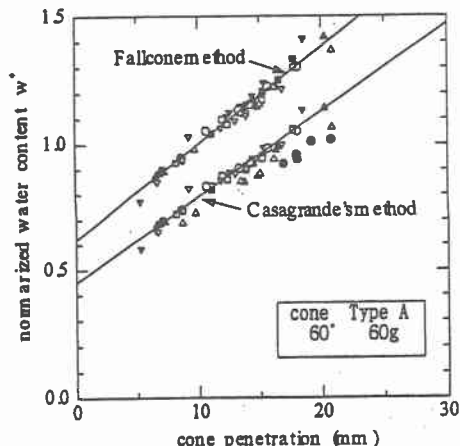


図-2 基準化含水比とコーン貫入量の関係

$$w - w_s = \chi (w_L - w_{Ls}) \quad (1)$$

ここで、 w_{Ls} 、 w_s 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、

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

で表されることがわかった。ただし、式(1)、(2)における w_{Ls} 、 w_s 、 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。式(2)を式(1)に代入すると以下の式が得られる。

$$w^* = a + bD \quad (3)$$

ここで、 w^* は含水比を次の式のように w_{Ls} 、 w_s で基準

化した含水比である。

$$w^* = (w - w_s) / (w_L - w_Ls) \quad (4)$$

図-2は粘土の含水比とコーン貫入量の関係を示す式(4)で基準化した含水比で整理して示したものである。この図より、基準化した含水比を用いると含水比とコーン貫入量の関係が液性限界に関係なく一意的に決まることがわかる。ただし、Casagrande法によって求めた液性限界の値を用いた場合にはFallcone法の場合に比べてばらつきが大きくなっている。

Casagrande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)より以下の式で表される。

$$w - w_s = (w_{Lc} - w_{Ls})(a + bD) \quad (5)$$

ここで、 w_{Lc} はCasagrande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(5)よりその基準貫入量における含水比は以下のよう求められる。

$$w_{Lf} = (w_{Lc} - w_{Ls})(a + bD_L) + w_s \quad (6)$$

w_{Lf} はFallconeによる液性限界である。たとえばTypeAのコーンで $D_L = 10\text{mm}$ とすると、

$$w_{Lf} = 0.79w_{Lc} + 0.053 \quad (7)$$

となる。図-3は、Casagrande法とFallcone法による液性限界の関係を示したもので、Test No. CRSの結果は本研究で行った試験結果で、Test No. ST2の結果は松井¹⁾らが報告している試験結果である。図より、式(7)の関係が成り立っていることがわかる。

図-4は多くの試験機関によるCasagrande法とFallcone法の一斉試験の結果²⁾である。図に示す結果では、TypeAのコーンで $D_L = 12\text{mm}$ が用いられており、この場合、式(6)より、

$$w_{Lf} = 0.86w_{Lc} + 0.045 \quad (8)$$

の関係が得られる。図-4には式(8)の関係をj示しているが、Casagrande法とFallcone法による液性限界の関係をよく表していることがわかる。

従来、Fallcone法による基準貫入量を決める際には、Casagrande法の液性限界に一致するように決められてきている。式(5)において $W = W_{Lc}$ とおけば、Casagrande法の液性限界に対応するコーン貫入量 D_{Lc} は、

$$D_{Lc} = \{ \{ (w_{Lc} - w_s) / (w_{Lc} - w_{Ls}) \} - a \} / b \quad (9)$$

となる。この式からわかるように、 $w_{Lc} = w_s$ でない限り D_{Lc} は一定値とならない。すなわち基準貫入量は粘土の液性限界によって変化する。このことも、研究者あるいは国によってコーンの基準貫入量の値がさまざまである原因といえる。

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

表-2 各種試験における w_{Lc} 、 w_s 、 a 、 b の値

	Casagrande法				fallcone法			
	w_{Lc}	w_s	a	b	w_{Lc}	w_s	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

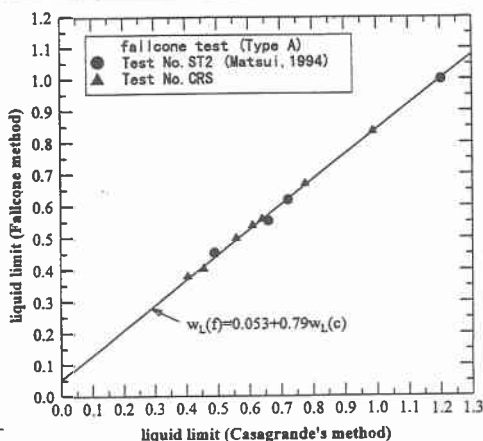


図-3 Fallcone法とCasagrande法の比較

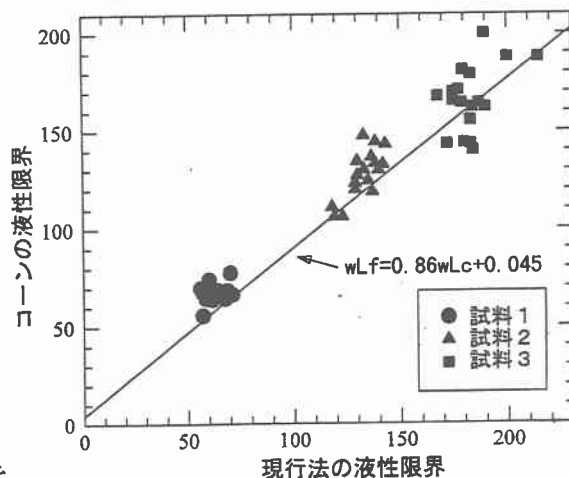


図-4 Fallcone法とCasagrande法の比較