

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

広島大学量子生命科学プロジェクト研究センター 正会員 ○藤井 敏美

福山大学大学院 学生会員 田中 義久

福山大学工学部 正会員 西原 晃

はじめに

液性限界は、土の物理特性を表す基本的な指標の一つである。液性限界の測定法としては、従来カサグランデによって提案された方法が用いられているが、近年フォールコーンを用いた方法も用いられるようになってきている。しかしながら、これら両方法による液性限界の測定値が必ずしも一致しないことが多く報告されている。そこで、本研究では、フォールコーンの貫入特性に関して実験を行い、コーン法による液性限界と従来のカサグランデ法による液性限界の関係について考察を行なった。

1. コーン貫入特性と液性限界の関係

フォールコーンを用いた液性限界の測定法（以下、コーン法と呼ぶ）は、スウェーデンで最初に提案され、先端角60°、重量60gのコーンが10mm貫入したときの含水比をファインネスナンバー(finess number)と呼び、その値を液性限界とするものである。この規格は、現在でもスウェーデンやカナダなどで用いられている。日本では、1997年にコーン法が基準化(JGS 0142)され、この基準では、スウェーデン規格と同じ先端角60°、重量60gのコーンが用いられるが、コーンの基準貫入量としては、11.5mmが採択されている（記号；LL_F）。本研究では、コーン法による液性限界の値として、従来から用いられているファインネスナンバー（記号；FN）を考える。

2. 実験結果と考察

(1) コーン貫入量と含水比の関係

実験に用いた試料は、大阪周辺で採取した沖積粘土（NA1～NA7）と2種類の粉末粘土を混合した試料（M1～M5）で試料の物性は表-1に示す。図-1は、フォールコーン試験の結果を、含水比と貫入量との関係として示したものである。図中に示すLL_Cはカサグランデ法による液性限界の値を示している。実験に用いたコーンは地盤工学会基準で用いられている先端角60°、重量60gのものである。

(2) コーンの貫入特性と液性限界の関係

図-2は、図-1の混合粘土の結果から、貫入量が5, 10, 15mmのときの含水比を読みとって、カサグラン

デ法による液性限界（記号；LL_C）に対してプロットしたものである。図-2には、Leroueilら(1998)がカナダ粘土¹⁾を用いて行った実験結果から読みとった値もプロットしている。

図-2の結果から、それぞれの貫入量に対する含水比と液性限界の関係は1点で交わる直線関係で表されることがわかる。大阪湾周辺地域から採取された粘土においても同様の結果が得られる。貫入量が一定のときの含水比と液性限界の関係は次式で表される。

$$w - w_p = \psi (LL_C - w_a) \quad (1)$$

表-1 実験試料の物理特性

試料	液性限界(%)			塑性限界(%)	
	Casagrande	Fall cone			PL
	LL _C	FN	LL _F		
NA1	98.8	83.5	87.9	39.8	
NA2	77.6	67.0	70.1	33.1	
NA3	64.0	56.0	59.1	28.3	
NA4	61.0	54.0	56.7	26.8	
NA5	55.8	50.0	51.9	27.2	
NA6	45.5	40.5	41.6	18.4	
NA7	40.4	38.0	39.2	21.5	
M1	75.6	75.1	80.6	46.0	
M2	53.9	56.4	60.4	30.2	
M3	43.8	43.4	44.4	22.6	
M4	39.0	37.4	39.4	21.6	
M5	35.3	33.8	35.5	19.9	

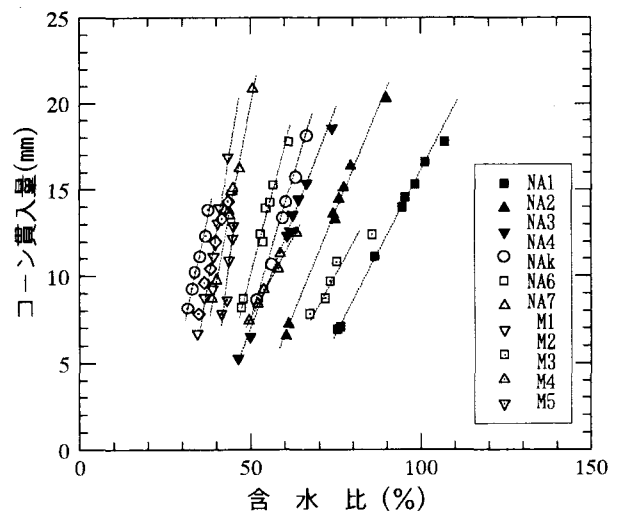


図-1 コーン貫入量と含水比の関係

ψ は直線の傾き, w_α , w_β はそれぞれ直線群の交点の液性限界と含水比で, その値を表-2に示す。

それぞれの貫入量における直線関係の傾きを求めると図-3 になる。今回の実験では, 混合粘土とカナダ粘土ではほぼ同じ結果となり, 一方大阪粘土の場合はこれらの粘土と異なる結果となった。

直線の傾き ψ と貫入量は直線関係にあり, 次式が導かれる。

$$\psi = aD + b \quad (2)$$

ここに, a, b の値は表-2に示す。式(1)と式(2)より, 次式が求まる。

$$w = (aD + b)(LL_c - w_\alpha) + w_\beta \quad (3)$$

ここに, D は貫入量(mm)である。

(3) カサグランデ法とフォールコーン法の液性限界の関係

フォールコーンによる液性限界値として用いられているファイネスナンバーはコーン貫入量が 10mm のときの含水比と定められている。したがって, 式(3)において, $D=10$ とすれば, ファイネスナンバーが求められる。表-2に示す各係数の値を用いると以下の式が得られる。

$$LL_F = 0.79LL_c + 4.3 \quad (\text{大阪粘土}) \quad (4)$$

$$LL_F = 0.90LL_c + 4.0 \quad (\text{カナダ粘土, 混合粘土}) \quad (5)$$

図-4 は, カサグランデ法とフォールコーン法の液性限界を比較したものである。なお図-4には, Karlsson¹⁾が報告しているヨーロッパの粘土に関する結果も示している。図-4からわかるように, カサグランデ法とコーン法による液性限界は一致せず, 液性限界は低い場合はコーン法, 液性限界が高くなるとカサグランデ法の値の方が大きくなる傾向が見られる, また, ヨーロッパ, カナダ及び混合粘土の場合と大阪粘土で異なった結果が得られており, 地域的な土性の違いが関係していることが考えられる。しかし, いずれの場合も実験結果と式(4),(5)による計算結果はよく一致しており, 本研究で導いた関係式はカサグランデ法とコーン法による液性限界の関係を考える上で非常に適用性が高いと考えられる。

参考文献

- 1) S.Leroueil and J.-P. Le Bihan(1996):Liquit limits and fall cone, Can. Geothch. J. pp.793-798.
- 2) R. Karlsson(1961): Suggested Improvement in the Liquid Limit Test-, Proc. 5th ICSMFE, pp.171-174

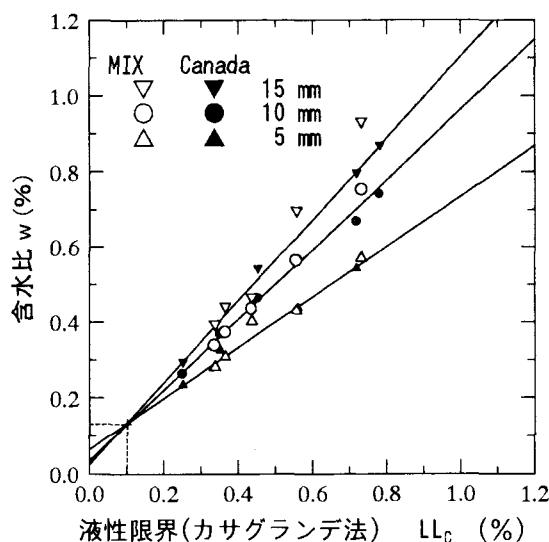


図-2 コーン貫入量一定の時の含水比と液性限界の関係

表-2 係数の値

試料	w_α (%)	w_β (%)	a	b
大阪粘土	11	13	0.034	0.450
混合粘土 カナダ粘土	10	13	0.040	0.497

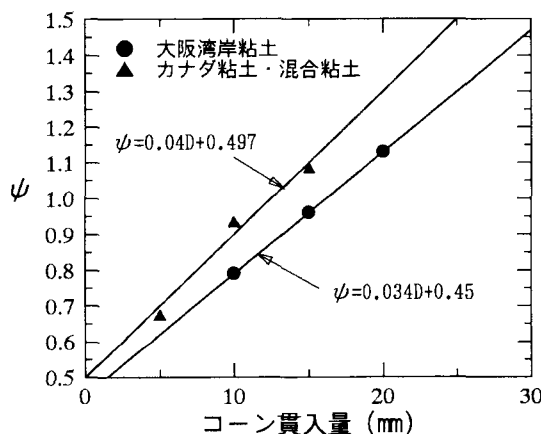


図-3 傾き ψ とコーン貫入量の関係

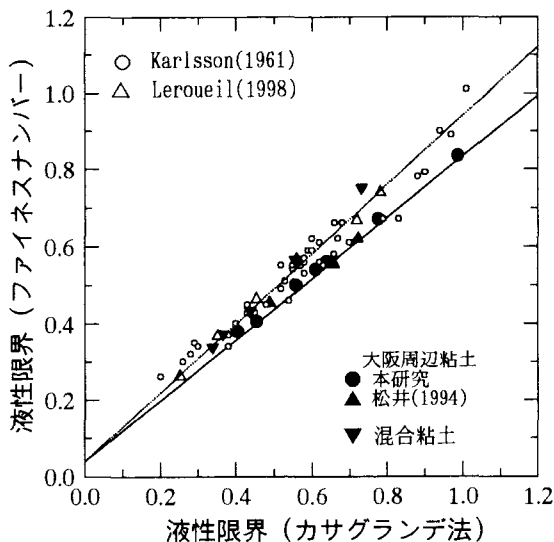


図-4 カサグランデ法とコーン法による液性限界の比較