

一点法による液性限界の測定について

福山大学大学院

広島大学大学院理学研究科

福山大学工学部

学生会員

正会員

正会員

○田中 義久

藤井 敏美

西原 晃

1. 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。両方法とも、通常は含水比をいくつか変えて測定を行う多点法が用いられるが、一回の測定で液性限界を求める一点法も提案されており、すでに規格として用いられているものもある。本研究では、フォールコーンによる液性限界の測定を対象として、コーンの貫入特性と液性限界の関係について考察し、フォールコーンを用いた一点法による液性限界の算定式を新たに提案する。

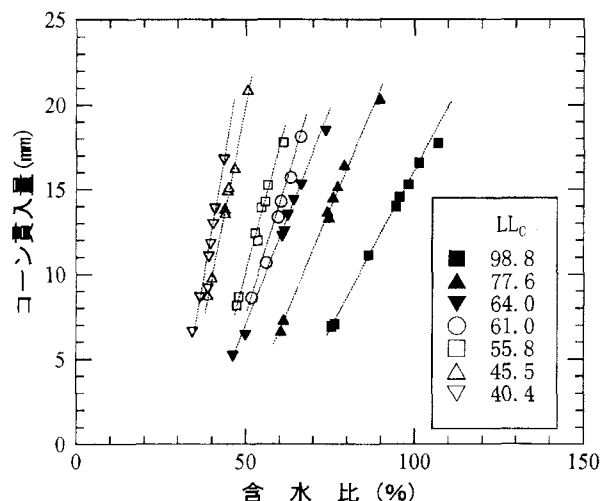


図-1 コーン貫入量と含水比の関係

2. コーンの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。本研究では、コーン法による液性限界の値として、地盤工学会基準の液性限界（記号： LL_F ）を考える。

図-1 は、大阪湾周辺地域から採取された試料を用いて行ったフォールコーン試験の結果を、含水比と貫入量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。試験結果から求めた大阪湾周辺粘土の液性限界の値は表-1 の NA1～NA7 として示している。

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	74.7	65.0	68.4	46.0
M2	48.4	44.3	46.2	22.6
M3	38.1	34.0	36.1	19.9

図-2 は、同じく図-1 の試験結果から、貫入量がそれぞれ 10, 15, 20mm のときの含水比と地盤工学会基準の液性限界 (LL_F) の関係を示したものである。なお、同図には Leroueil ら(1996)がカナダ粘土を用いて行った実験結果から求めた、貫入量 5, 10, 15mm のときの含水比とファイネスナンバーの関係も示している。含水比と LL_F の関係は一点で交わる直線群で表され、交点の横軸および縦軸の値は等しく 18% となった。

地盤工学会基準の液性限界で整理したときの直線の傾きを ψ_{LL} とすれば、

$$\psi_{LL} = \frac{w-18}{LL_F-18} \tag{1}$$

である．ここに、 w は含水比である．貫入量における直線の傾き ψ_{LL} を求めると、図-3に示すようになる．直線の傾きと貫入量は直線関係にあり、

$$\psi_{LL} = 0.042D + 0.50 \tag{2}$$

という関係が得られた．ここに、 D はコーン貫入量(mm)である．式(1)～(2)はコーンの貫入特性と液性限界の関係を表す一般式と考えることができる．

3. フォールコーンを用いた一点法

式(1)、(2)を用いると、

$$LL_F = \frac{24(w-18)}{D+12} \tag{3}$$

の関係が導かれる．式(3)を用いれば、一点法によって地盤工学会基準の液性限界を求めることができる．

本研究で導いた式 (3) の適用性を検証するために、市販の2種類の粉末粘土およびそれらを混合した試料を作成し、一点法による液性限界の計算値と実測値の比較を行った．用いた試料は、ニュージーランド産のカオリン粘土（記号：M1）とイ草の染色用に用いられる備後シルト（記号：M3）および両試料を同量で混合した試料（M2）である．これらの試料の液性限界の実測値は表-1に示している．

表-2 は、一点法によって求めた液性限界（ LL_F ）の値を実測値と比較した結果である．表-2 より、提案式で求めた計算値は実測値とよく対応していることがわかる．

4. まとめ

本研究では、コーンの貫入特性と液性限界の関係について、フォールコーンを用いた一点法による液性限界の算定式を新たに提案した．その結果、本研究で提案した一点法の算定式（式(3)）は適用性の高いものといえる．

参考文献

S. Leroueil and J.-P. Le Bihan(1996): Liquid limits and fall cone, Can. Geothch. J. pp.793-798

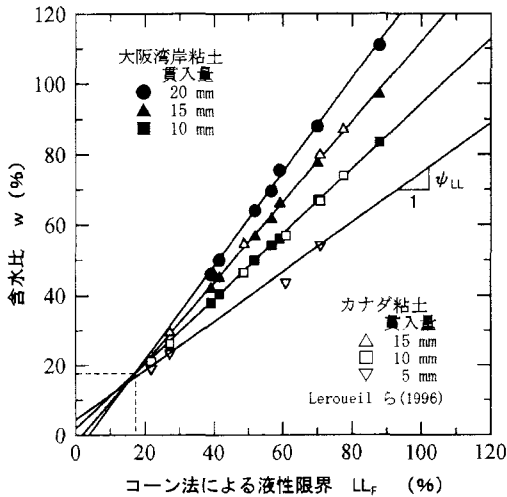


図-2 コーン貫入量一定の時の含水比と液性限界（地盤学会基準）の関係

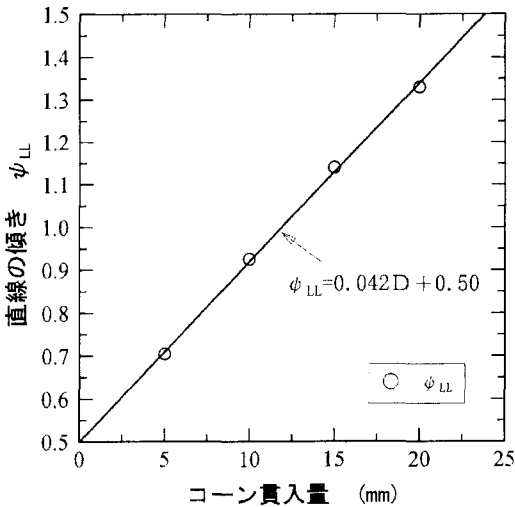


図-3 直線の傾きとコーン貫入量の関係

表-2 一点法による液性限界の計算値と実測値の比較					
試料	貫入量 mm	含水比 %	地盤工学会基準 LL_F		
			実測値 %	提案式 (3)	
				計算値	実測値との比
M1	8.0	59.4	68.4	67.7	0.989
	10.1	64.7		68.7	1.004
	11.6	67.4		68.4	1.000
	12.7	71.8		70.3	1.027
	14.7	75.2		69.4	1.015
	16.2	80.8		71.5	1.045
M2	7.5	40.4	46.2	45.6	0.987
	9.4	42.2		45.1	0.977
	10.8	45.1		46.6	1.008
	11.7	46.3		46.7	1.011
	12.2	47.4		47.2	1.021
	13.3	48.8		47.2	1.022
M3	7.6	30.8	36.1	33.7	0.933
	9.7	33.8		35.5	0.983
	10.7	34.0		34.9	0.967
	11.6	36.8		37.1	1.028
	12.3	38.7		38.4	1.065
	13.3	38.7		37.7	1.043