

III-50 フォールコーン法による液性塑性両限界の同時測定

北見工業大学 正 鈴木輝之

1. まえがき、土のアッターベルグ限界は、粘性土の性質を示す数値として、きわめて重要なものである。しかし、キャサグラントの提唱に於ける現行の測定法は、個人誤差の入りやすいこと、試験装置の違いによる測定値のバラツキが有るなどの多くの問題点が指摘されている。これに対して、これらの欠点を持たず、かつ、測定値は、従来の方法によるものと相関性をもつような、測定方法として、フォールコーン法が注目されている。この方法については、これまでは主に、液性限界を求めることと関連して多くの研究がなされており、すでに実用段階に近づきつつあると思われる。一方、北郷²⁾は、コーン貫入量と含水比の関係は、両対数紙上では、液性限界付近だけでなく、塑性領域の大部分にわたって、直線関係をなすことを示し、この性質を利用して、フォールコーン法によって液性限界だけでなく、塑性限界をも同時に測定することの可能性を示した。本研究は、この一部をなすものであり、フォールコーン法によって液性、塑性の両限界を同時に決定する方法を確立しようとするものである。今回の実験では、主に次の点に注目している。1)、コーン貫入量と含水比の関係が両対数紙上で直線を示す大よその範囲を見出すこと。2)、液性限界、塑性限界、各々に対応する基準貫入量を求めること。3)、測定精度の検討。

2. 試料、および実験方法、用いた試料の物理的性質と実験結果の一部を表-1に示す。試料は、オホーツク沿岸地域を主体とする自然地盤からの採取試料10種(表中○印)市販粉末粘土とその混合物11種、計21種類である。自然採取した試料は、一たんスラリーの状態にし、0.42mmフルイを通過させた後室内の空気乾燥によって、含水比の調整を行なった。各試料は図-1に示すような、8段階の含水比に調整し、各々を密封状態で約1ヵ月間養生し試験を行なった。図-1中の含水比段階のうち、2,4,6,7,8の各点のとり方は、文献2)の場合と全く同じで、その他の点は、本実験の目的のために加えたものである。

コーンは先端角90°の円錐形で、重量は100gと300gの2種を用いた。貫入方法は、コーン先端と試料面が一致したところからの自由落下で貫入開始後30秒の貫入量を測定した。試料容器は、内径60mm、高さ30mmのリングである。また実験は同一ケースで3回行ない結果を平均した。

3. 両対数紙上での貫入量と含水比の直線性、本方法は、塑性領域内でコーン貫入量Pと含水比Wが両対数紙上ではほぼ直線をなすという事実が前提となる。しかし文献2)によれば、 $\log P$ と $\log W$ のグラフは、全塑性領域では、必ずしも直線とはならず、液性指数LLがある程度以下になってくると、図-1の点が直線からはずれて左側へ偏倚する場合の多いことが指摘されている。この場合は $\log P$ と $\log W$ の関係が直線とみなされる範囲内の試験結果を用いざるを得ない。したがって、この直線性がど

	液性限界 (%)	塑性指数	2M以下 含有量(%)	活性度	左偏倚の 始り点
1	520.9	489.0	43	11.37	—
2	290.4	264.1	47	5.62	—
3	231.3	200.3	22	9.10	—
4	204.1	180.4	46	3.92	—
5°	180.7	131.4	80	2.19	0.29
6	147.1	94.0	38	2.47	1.33
7	121.9	53.4	27	1.98	—
8	90.5	34.1	14	2.44	0.33
9	81.2	58.5	44	1.33	0.26
10	78.8	30.4	35	0.87	0.28
11°	75.6	49.6	52	0.95	0.32
12°	73.0	37.8	27	1.47	—
13°	63.1	39.2	51	0.77	0.26
14°	63.0	35.4	0	—	0.38
15°	59.7	29.6	48	0.62	0.17
16°	56.4	28.5	39	0.73	—
17°	49.9	20.7	38	0.69	0.31
18	49.7	15.6	22	0.71	0.19
19	45.1	23.9	43	0.56	0.34
20°	43.1	19.4	31	0.63	0.32
21°	37.8	17.8	29	0.67	—

表-1, 試料の物理的性質

の程度の範囲内で保障されるかということも種々の土について明らかにしておく必要がある。そこで本実験では、この左偏倚の現象をくわしくみるために、図-1に示すように、 $IL=0.5$ 以下で、含水比の間隔を小さくとしている。本実験の結果、次のことが分かった。1). 同一土においては、100gコーンと300gコーンの両者を比較してみると、偏倚の有無や、それが始まる IL の値はほとんど同じである。2). 偏倚の大きさは、 IL が小になる程大きくなり、どのあたりから生じ始めているかを定めるのは難しく、主観によって変わる可能性がある。3). 偏倚の見られた試料は全体の62%で、これらの試料だけについてみると、偏倚の生じ始める IL の値は、0.17~0.39の間に入っている。個々の値を表-1の最右欄に示してある。これを貫入量で表わしてみると300gコーンで3.5~5.6mm、100gコーンで2.2~3.3mmとなる。

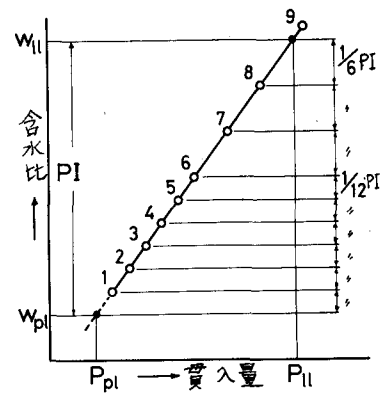


図-1, 含水比のとり方

4. 基準貫入量、各試料について、液性、塑性両限界に対応する貫入量を求め、その平均値から基準貫入量を決めた。結果を表-2に示す。図-1のようなプロットが前述の左偏倚を生じる場合、どの程度までを直線とみなすかによって $\log P \sim \log W$ の直線のとり方が異なってくる。この結果、基準貫入量も異なってくることになる。本実験の結果で、極端に偏倚した点だけを無視して直線を当てはめ、基準貫入量を求めてみると、液性限界に対する基準貫入量は表-2のものとほとんど変わらないが、塑性限界に対するそれは、15~20%程小さくなった。このように本方法において塑性領域内のどの範囲で試験を行ない、 $\log P \sim \log W$ 直線を求めるかについては今後の検討を要するようである。なお、表-2の場合の直線の決め方は文献2)における方法とほとんど同じである。

	コーン重量	全体の平均 (g)	標準偏差	また観測 値の個数	基準貫入量 (mm)
液性 限界	100	9.96	1.66	5	9.6
	300	16.89	2.12	7	17.1
塑性 限界	100	1.06	0.36	5	1.0
	300	2.00	0.61	4	2.0

表-2, 基準貫入量

	コーン重量	$\frac{W_{cp}-W_{pl}}{W_{pl}}, \frac{W_{cl}-W_{ll}}{W_{ll}}$ の分布			平均
		0~10%	10~20%	20~25%	
液性 限界	100g	90%(19)	10%(2)	0%(0)	4.6%
	300	95 (20)	5 (1)	0 (0)	4.0
塑性 限界	100	62 (13)	28 (6)	10 (2)	9.9
	300	71 (15)	19 (4)	10 (2)	8.9

表-3, 従来の方法との相関 ()内は個数

5. 測定精度、ここでは、従来の測定法による結果との相関性のみ注目している。従来の方法による液性、塑性両限界を各々 W_{LL} , W_{PL} , 表-2の基準貫入量をもとに決めたものを各々 W_{CL} , W_{CP} として、各々の相関性を見たのが表-3である。液性限界についてはほぼ問題ないと思われる相関性をもつが、塑性限界については、多少相関性が劣り、さらに多くのデータによる検討が必要と考えられる。また、100gコーンと300gコーンの比較をしてみると、液性限界、塑性限界ともに300gコーンの方が多少相関性がよいようであるが、ほとんど同じとみなされる。コーン重量をいくらにするかは、供試体形状によって決まる最大貫入量との関係で決めるのが妥当なようである。

本実験は、元本学学生、工藤達男、吉田善義両君によるものであり、計画に当っては、北大工学部北郷繁教授の御指導を受けたことを記して感謝の意を表します。

文献 1). 北郷 繁, 益田栄治: 液性限界測定法に関する実験的研究(第4報)土と基礎, Vol.17, No.9
 2). 北郷 繁, 佐藤正義: 液性塑性両限界の同時測定法に関する研究(第5報)土と基礎, Vol.18, No.6