

北海道大学工学部 正員 ○北郷 繁
北海道札幌土木現業所 正員 佐藤 正義

1), 2), 3), 4)

本文は才4報 までのフォールコンによる液性限界の測定法に関する実験結果を拡張して、つぎのような方法によって液性塑性の両限界を同時にきめるための実験に関する報告である。すなわち両限界の中間の適当な含水状態で数コの貫入試験を行い、両対数紙上で直線をなす点群を双方に延長し、基準貫入量に対応する含水比として2つの限界をきめる。

1. 実験の目的

- (1) 含水比(w)と貫入量(p)の相互関係を片対数と両対数のどちらでよりよく表示できるかをしらべる。才4報までは液性限界だけを対象として片対数表示によってきた。
- (2) 基準貫入量の決定。従来の結果は、100gr, 90°コンで10^{mm}前後の値が液性限界に対するそれであった。
- (3) 測定法の精度。JIS法の結果との比較。
- (4) コーン重量(Q)と貫入量との関係および妥当なコン重量の決定。

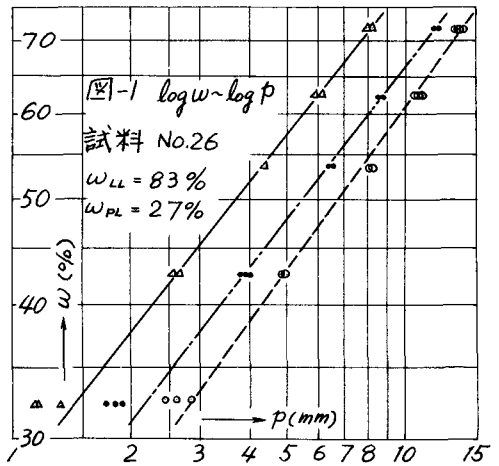
2. 試料土と実験方法

土は道内から採取したもので28種類。うち10種類は才4報に既使用のもの。JISによる液性限界(w_L)が35~110%に、塑性限界(w_{PL})が19~44%に、比重が2.58~2.87に、粘土率が21~70%に変化している。塑性の範囲をほぼ6等分して5段階の w をもつように試料を調整し約一カ月養生した。試験装置は、才4報のチャック部分に少しく改良を加えたが、他はほとんど変らない。コーンは90°で100, 200, 300grの3種の重量のものを使った。容器は直径60^{mm}、深さ30^{mm}とし、自由落下だけとした。

3. 実験結果とその検討

(1) $w-p$ の片対数表示と両対数表示の比較

才4報で、3つの試料についての実験結果では両対数の直線性が半対数よりよいことを示した。今回の28の試料についてもこのことは間違いないが、図-1にみるように w の最も低い、 w_{PL} に近い点を直線からずれることが少なからず認められた。この原因は分らない。それで本項の比較にはこの点を除いた残りの4点の直線からのバラつきを求めこれを平均すると表-1のようになる。分散の平均においてもその中においても両対数の方がより直線的であることがわかり、コーンの Q による比較では100grがやはりよく見える。



	100 gr コーン		200 gr コーン		300 gr コーン	
	平均	7レの中	平均	7レの中	平均	7レの中
片対数	1.46	0.02-6.0	0.98	0.02-5.5	0.98	0.03-6.0
両対数	0.52	0.23-0.72	0.43	0.23-0.77	0.45	0.22-0.70

表-1 分散の程度

(2) 基準貫入量 \bar{p}_L, \bar{p}_{PL} の決定

基準貫入量のきめかたは才4報までに度々のべている。図-2は p_{PL-200} の計算結果であって、 \bar{p}_{PL} は破線の外にある。

る点を除外して計算した \bar{p}_{PL200} の平均値である。この破線は、まず全体の平均値を求めその上下に標準偏差をとったもので、 \bar{p}_{PL} をさきめるための便法である。全体の平均値をとつても大差はない。同様な操作によって求めた標準偏差と基準貫入量は表-2 のようである。100 gr の \bar{p}_{PL} が既往のものより少しく大きく出ており、 \bar{p}_{PL} はが4報のそれとほとんど等しい。 \bar{p}_{PL} が大きく出たのは、今までが内挿法で今回が外挿法によるためかも知れない。かりに200 gr のコーンを使うとすれば、約15mm の p に対応する ω が ω_{CL} (フォールコンによる液性限界) であり、約2mm の ω が ω_{CP} (同じ塑性限界) ということである。

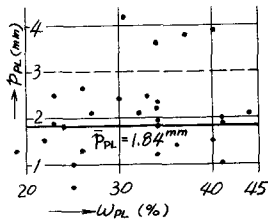


図-2 \bar{p}_{PL} の決定 (200 gr)

	コーン重量 (gr)	標準偏差 (mm)	基準貫入量 (mm)
\bar{p}_{LL}	100	2.04	10.64
	200	1.99	14.61
	300	2.23	17.59
\bar{p}_{PL}	100	0.558	1.09
	200	0.968	1.83
	300	1.13	2.29

表-2 基準貫入量

(3) 測定法の精度

ω_{LL} と ω_{CL} および ω_{PL} と ω_{CP} との相関係数がともに1であることを本方法は完全にJIS法に変わり得るわけである。このことは、フォールコンによる ω_{CL} や ω_{CP} がJIS法の ω_{LL} や ω_{PL} に一致することと意味する。表-3は相関係数である。このときの \bar{p}_{LL} 、 \bar{p}_{PL} は表-2による。ただし、表-3の100[#]は $\bar{p}_{LL}=10$ mm としたときの相関係数である。表-3によれば ω_{CL} はほとんど ω_{LL} に一致するのみならず、また $Q=100$ gr の場合、 \bar{p}_{LL} に10.64 mm をとつても10.0 mm をとつても結果に影響する所が少ないことがわかる。他方 ω_{CP} の方は、 ω_{CL} に比し相関性が劣る。それを ω_{CP} と ω_{PL} のバラつき加減を比較してみる。図-3はこれを示すもので、実線が ω_{PL} の二人の測者のくい違いを試料ごとに示したものであり、点線が同じ試料についての ω_{CP} と ω_{PL} のくい違いであって、その平均はいずれも約3%である。つまりJIS法とある土の ω_{PL} を測ったときのくい違いは、その平均と ω_{CP} のくい違いと平均的にほぼ等しいということである。以上によれば本方法は、一応精度的にJISにならぶものと考えられる。

	コーン重量 (gr)	相関係数
ω_{LL} vs ω_{CL}	100	0.988
	200	0.990
	300	0.968
ω_{PL} vs ω_{CP}	100 [#]	0.987
	100	0.857
	200	0.818
	300	0.826

表-3 相関係数

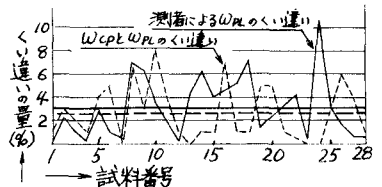


図-3 ω_{CP} と ω_{PL} の比較

(4) Q と p の関係および妥当なコーン重量

才4報において Q と p の間には $p_i/p_e = \sqrt{Q_i/Q_e}$ の成り立つことをいつた。今回の実験についてこれをみると、表-4のようになる。これをみると、 ω_{LL} ではこの関係がほぼ成立するが、 ω_{PL} では300/200を除いては成立しないようである。このことから、100 gr コーンの $\log \omega \sim \log p$ の直線が、低含水比の p が過小になったことに引かれて直線の勾配がゆるくなり \bar{p}_{PL100} を過小にしたもの（しかし、これは ω_{LL} での相互関係にはほとんど影響しなかったものもあり、かつ、 ω_{CP} でも200 gr 以上ではその影響がないことを示すものと考えられる。したがって $p_i/p_e = \sqrt{Q_i/Q_e}$ の関係はほぼ間違いない成立し、コーンの重量としては、本実験の方式による場合、200 gr、90° が適当のように考えられる。

	Q_i/Q_e	$\frac{\bar{p}_i}{\bar{p}_e}$	$\sqrt{\frac{Q_i}{Q_e}}$
液性	200/100	1.57	1.41
	300/100	1.65	1.73
	300/200	1.19	1.23
塑性	200/100	1.68	1.41
	300/100	2.10	1.73
	300/200	1.25	1.23

表-4 Q と p の関係

4. 謝辞。この実験の多くは、川尻 脩、大野 彰両君が卒業論文として実施したものゝ一部をとりまとめたものであり、また粘土の入手については市内各機関をお世話した。記して深甚の謝意を表するものである。

文献 1) 北郷：液性限界測定法に関する実験，土と基礎 Vol. 13, No. 9, 1965

2) 北郷，益田，平間： 同 上 (才2報)，土質工学会北海道支部，技術報告資料，才7号，1967.

3) 北郷，益田，佐野： 同 上 (才3報)，土と基礎，Vol. 15, No. 12, 1967

4) 北郷，益田： 同 上 (才4報)，土木学会23回講演概要，Vol. III p. 109, 1968