

北海道大学工学部 正員 北郷 繁

〇 益田 榮治

学生員 平岡 邦典

まえがき 現行の液性限界測定法にみられる多くの不偏り誤を解消させる方法として、コーン貫入試験による L/L 測定につき検討した。さらに種々の落下速度をもつコーンの貫入量 W と、同じ試料のベーンセン断強さ C との比較から、落下速度の貫入特性に与える影響、 L/L の W と C の関係、および L/L 付近の飽和粘土の強度特性について調べた。使用した試料土は10種である。

1. 試験方法

1) コーン貫入試験 装置は1)を参照。使用したコーンは100g、先端角 90° で、落下速度は、落下速度も制御しない自由落下によるものも含め、コーンを吊す系をくりだすモーターの速さを換え、毎分159、109、45、1.2 mmの5種とした。以後、自由落下および、順に U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 とする。

11) ベーン試験 使用した装置はトズミ制御型で、トズミ速度は $6^\circ/\text{分}$ とした。ベーンによる粘着刀 C は、R. CARLSONの算式、 $M_{max} = \pi c D^3 (\frac{H}{D} - 1)$ を用いた。 D はベーンの直径、 m はベーンの高さと直径の比で2とした。

2. 測定結果

1) 貫入量 W と L/L 図-1は測定結果の一例で、 $w-\log W$ の関係は従来の測定法の $w-\log N(N: \text{ワラの落下回数})$ に対応するものである。この $w-\log W$ の関係から従来の測定法による L/L に相当する貫入量の平均値 $\bar{W}$ をとり、これを土の種類に無関係に速度別に定める。

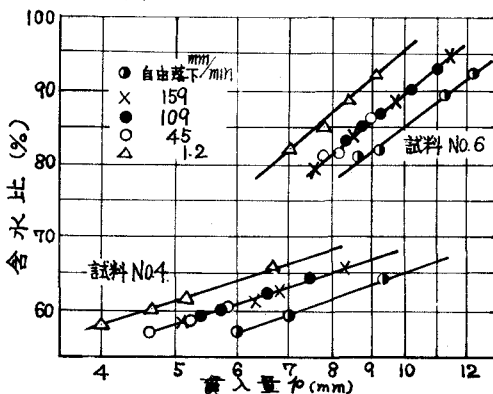
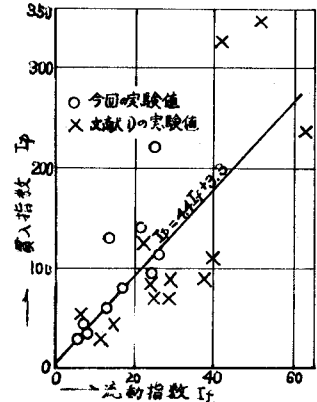


図-1 $w-\log W$ 曲線

U	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
$\bar{P}_{mm}$	8.27	7.00	6.80	6.76	6.14

表-1 W と貫入速度

U	$\bar{W}$ から求めた L/L					現行法 L/L
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	
1	3.7	3.9	3.8	3.8	3.8	3.5
2	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.6
3	5.6	5.5	5.4	5.6	5.5	5.0
4	6.2	6.3	6.3	6.2	6.4	6.0
5	7.4	6.9	7.2	7.2	7.2	7.3
6	7.8	7.7	7.5	7.5	7.6	8.4
7	9.0	9.3	9.4	9.3	9.4	9.3
8	10.4	10.0	9.9	9.9	10.1	10.4
9	10.8	10.5	10.3	10.3	9.8	11.3
10	11.4	11.4	11.0	10.9	10.2	11.8
σ_L	± 2.8	± 3.9	± 4.5	± 4.6	± 5.7	—

表-2 コーン貫入による L/L (百分率)

めると、落下速度の速いほど W の大きくなる事がわかる(表-1)。これは逆に、 $w-\log W$ 曲線 $\bar{W}$ を与える含水比と図上で計算してみると、表-2のようである。 σ_L は従来の L/L との差の絶対値の平均値であって、3~6%のくずれでかつ、落下速度の速いものは従来の L/L に近い値を示すことがわかる。

11) 流動指数 I_f と貫入指数 I_p $w-\log N$ 曲線の勾配を I_f 、 $w-$

log c 曲線の勾配を I_p とすると、両者は図-2 のよう
に相関を示し、 I_p は I_f のほぼ5倍の値を示す。また
図-3 は I_p の貫入速度のときの I_p と頻率にして、他
の貫入速度の I_p との比を図示したものであるが、 I_p
は落下速度の影響もほとんど受けないと考えられる。
つまり I_p は I_f と同様、土の固有の性質を表す要素で
あるということが出来る。

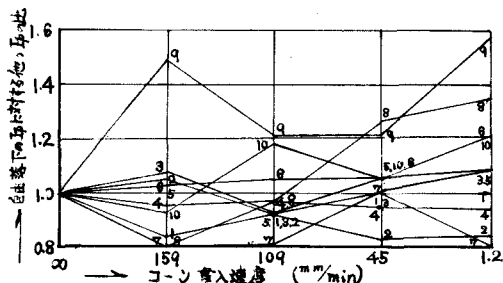


図-3 コーン貫入速度による I_p の変化

iii) $\angle \angle$ 時の粘着力 C 。図-4 はゲーン試験による w -
 $\log C$ 曲線で、 w - $\log C$ が $\angle \angle$ 付近でも直線関係にあるのが
認められる。これより求めた、 $\angle \angle$ に対応する粘着力を表
-3 に示す。 $\angle \angle$ 時のせん断強度は土質に関係なく一定で
あるという推察からそれぞれの方法による C の分散を調
べてみると、表-3 に示すように、従来の測定法が最も大
きく、この測定法による $\angle \angle$ 値は強度のパラメーターとし
て適当でないといえる。コーン貫入法による場合は、静的
圧入の大きさ、落下速度の違いもほぼ分散が小さいこと
がわかる。しかし、前記の推察の妥当性はまだ不明である。

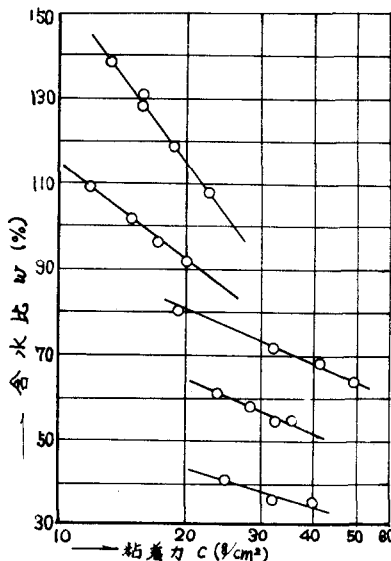


図-4 w - $\log C$ 曲線

iv) 強度指数 I_s w - $\log C$ 曲線の勾配を I_s とすると、
貫入指数 I_p との間には、図-5 から $I_s = 3 I_p$ なる関係が得
られる。従って、 w - $\log C$ 関係の直線性から、飽和、正規
圧密粘土の強度は

$$\log C = (w - w_0) / I_s = 1.5 (w - w_0) / I_p$$

となるが、1.5 という値は、さらに多くのデータにより決
定されるべきである。

	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4	ϕ_5	現行 LL
w_0 (mm)	25.4	26.2	26.3	26.4	26.6	26.8
ϕ_c	± 5.9	± 5.1	± 4.3	± 3.4	± 3.5	± 8.3
100% ϕ_0 (%)	23	20	16	13	13	31

表-3 $\angle \angle$ のときの土の粘着力 (kg/cm²)

3. まとめ

1). コーン貫入法は試験方法の簡便さ、個人誤差の除去
などからみて、 $\angle \angle$ 測定法として従来の方法よりすぐれて
いる。実用的には自由落下貫入法が最適である。2). 200-
100g のコーンを使用した自由落下貫入では、8mm 前後の貫
入と許す含水比が従来の $\angle \angle$ に対応する。3). いずれの場
合でも $\angle \angle$ 時の粘着力は、26 kg/cm² 程度である。4). 従来の
方法による $\angle \angle$ 時の粘着力はバラツキが多く、強度の面か
らこれを定義するには無理がある。5). w - $\log C$ の関係は $\angle \angle$ 付近でも直線的である。6). I_p は貫入速
度の影響をほとんどうけず、その土固有の性質を表現すると推論される。7). 強度指数 I_s と貫入指数
 I_p の間に $I_s = 3 I_p$ なる関係が得られた。

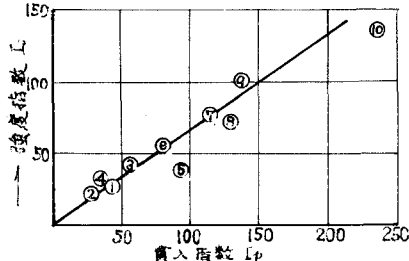


図-5 貫入指数と強度指数の関係

参考文献. 1) 北郷 繁 : 液性限界測定法に関する実験, 土と基礎 1965, vol.13, no. 9