

III-101 液性塑性面限界の同時測定法に関する研究(第6報)

北海道大学工学部 正員 ○ 中村耕次
 “ “ “ 北郷 繁

1. まえがき 第5報¹⁾ではフォールコーン法による液性塑性面限界(w_L , w_P)の同時測定が、コーン貫入量(P)と含水比(w)の面対数表示によって、現行のJISと同程度の精度で可能であることを示した。しかし、粘性度の高い試料の中のあるものは、液性指数が0.20近辺の点で $\log P$ - $\log w$ 関係が直線からわずかに左にずれ、面対数表示の直線関係から w_L を求めようとするこの試みの精度上における一つの難点を指摘しておいた。本実験では次の三点を主な目的とした。

- (1) この左方へのずれ、いわゆる左偏倚の再現性
- (2) w_L 付近の低含水比状態におけるフォールコーン貫入試験の適用限界
- (3) 左偏倚という現象がコーン先端角90°の器具的特性であるかどうか

2. 試料土と実験方法 試料は道内から採取した29種で、そのうち11種類は第5報での実験で使用されたものである。その w_L は37~93%, w_P は18~45%, 粘土分は19~65%に変化している。試料の試験時の含水比は図-1にあるように塑性範囲を対数的に5等分した4点と w_L よりわずかに大きい含水比の1点の計5段階である。試料の調整方法は自然含水比を空気乾燥によって w_L 以下に下げ、試験時に順次含水量を増すことによって同一試料から5段階の含水比(w)のコーン貫入値(P)を得る。今回の試験装置は使い易さから市販フォールコーン貫入試験機を使うが、従来の試験装置と機能的にはほとんど同じであると思われる。コーンは先端角が60°で重量が60g, 100g, 200gの3種、90°, 200°の計5種である。容器は直径60mm, 深さ30mmとし自由落下とした。

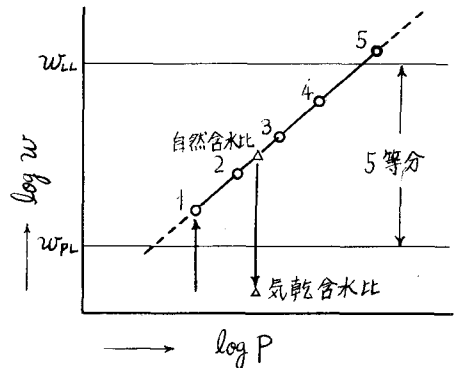


図-1 含水比段階

3. 実験結果とその検討

3-1. $\log P$ - $\log w$ の直線性 $\log P$ - $\log w$ の直線関係からの w_L 近くの点の左方へのずれは今回も生じたが、その数の上からは24~34%と少くはなっており左偏倚そのものの量も少くない。

コーン	60°-60g	液性度	60°-100g	液性度	90°-200g	液性度
偏倚	7個	0.66	7個	0.77	10個	0.72
直線	22個	0.82	22個	0.79	19個	0.82
合計	29個	0.78	29個	0.78	29個	0.78

表-1 左偏倚の現象

の量も少くない。表-1はその結果であるが、先端角60°のコーンについても生じているので左偏倚は90°コーンの器具的特性とは言えない。従来、その粘土の液性度と何らかの相関があるかも知れないと思われていたが、今回に限り左偏倚の生じた粘土の液性度の平均は左偏倚の生じない粘土の液性度の平均よりかえって小さく、土粒子の表面粘性のある程度、定量的表現であると言われている液性度との相関性は期待できない。

表-2は前報²⁾、1969年の実験および今回の実験結果について、90°, 200°コーンの左偏倚の再現性につ

いて調べたものである。三つの実験結果をみると前報での実験は1969年の実験の再現性は認められるが、今回の実験とはその再現性は悪い。我々はこの理解に苦しむが、これを言うことはある土が90,200^gコーンで左偏倚を生じてても、コーンが異なれば必ずしも左偏倚を生ずるとは言えないことである。左偏倚という現象はコーン貫入に対する土のせん断強度の現れのみによるものではなく、コーン貫入と試験時の土の様々な要素の相互作用の結果ではないかと考えられる。このでいう要素については、これを詳論するに足る十分なデータを有しているわけではないが、それは多分試料調整時と試験時における含水量の増し方、練り返し程度およびその速さ、試験時の加水後の放置時間等の函数なのである。

試料No.	5報	1969年	今回実験	再現性度
4	有	無	有	0.48
5	無	無	有	0.65
7	有	有	無	0.41
8	有	有	有	0.81
11	—	無	有	0.86
12	有	有	無	0.96
14	—	有	有	0.91
17	有	有	無	0.84
18	有	有	有	1.12
19	—	無	有	1.06
28	—	有	有	1.08

— 実験値のばいり

表-2 左偏倚の再現性

	標準偏差 S_w		標準偏差 S'_w	
コーン	平均	変動範囲	平均	変動範囲
60°-60°	0.97	0.58~1.57	0.82	0.32~1.59
60°-100°	0.86	0.36~1.92	0.81	0.38~2.10
90°-200°	0.90	0.44~1.62	0.76	0.43~1.82

表-3 標準偏差

$\log P - \log w$ 表示における点群から最小自乗法によって回帰直線 $\log w = A \log P + B$ を決定し、次式によってその直線からの含水比方向の偏差を求めた。

$$S_w = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (10^{A \log P_i + B} - w_i)^2 / n - 1}{n - 1}} \quad (1)$$

表-3は(1)式の結果である。標準偏差 S_w は全実験値から求めたもの、標準偏差 S'_w は左偏倚の可能性のある図-1の1の点の測定値を除いたものから回帰直線を求め、それからの標準偏差を求めたもの。これから、測定値の回帰直線からのずれは、統計的に処理された平均的な数値であるが含水比の値として R_1 が R_2 の程度であることが分る。低含水比の部分を除くと予想されるように直線性はよくなるが、その差は僅かであり実質上全塑性領域に渡って直線とみられていいと思われる。

	60°-60°	変動範囲	60°-100°	変動範囲	90°-200°	変動範囲
$\bar{P}_L$	11.5	9.2~14.0	15.2	11.2~18.0	13.2	10.0~16.0
$\bar{P}'_L$	11.5	9.2~15.0	15.1	11.2~18.0	13.2	9.8~16.0
$\bar{P}_L$	1.54	0.70~2.88	2.11	1.12~3.68	2.21	1.03~4.10
$\bar{P}'_L$	1.66	0.82~3.08	2.25	1.15~4.00	2.39	1.20~4.20

3-2. 基準貫入量の決定 基準貫入量 ($\bar{P}_L$, $\bar{P}'_L$) は現行のJIS法による面限界値に対応する貫入量として求めたものである。表-4の $\bar{P}_L$, $\bar{P}'_L$ は図-1の1の点を除いた時の値である。面限界値に対応するコーン貫入量のばらつきは、アッターベルグ面限界時のせん断強度のばらつきに依存しているものと思われる。

表-4 基準貫入量

次に、 w_{LL} , w_{PL} と $\bar{P}_L$, $\bar{P}'_L$ から求められた w_{LL} , w_{PL} との相関を求めてみる。表-5中の r は図-1の1の点を除いた時の相関係数であるが、 r と比較すると w_{LL} に関しては変わらないが w_{PL} に関しては小さくなる場合がある。従って、全塑性領域に渡ってのフルコーン実験値の方が現行のアッターベルグ面限界値とよい相関をなすようである。

コーンの種類	相関係数 r		相関係数 r'	
	$w_{LL} - w_{CL}$	$w_{PL} - w_{CP}$	$w_{LL} - w_{CL}$	$w_{PL} - w_{CP}$
60°-60°	0.980	0.933	0.985	0.895
60°-100°	0.989	0.915	0.989	0.917
90°-200°	0.985	0.905	0.988	0.888

表-5 相関係数

4. あとがき この実験は昭和44年度卒業研究として平岡陽治、百瀬治両君が行ったものである。文献：1) 北郷、佐藤：液性塑性面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

2) 永田、成井：フルコーン法における液性塑性面限界の同時測定法に関する実験的研究、昭和44年度卒業論文として北海道大学工学部に提出