

山梨大学工学部 箭内 寛 治

1. まえがき

液性限界を求めるための血の落下回数(N)は、JISでは1969年に次のように改められた。「N=35~25回」のものを2個、N=25~10回のもの2個が得られるようにする」。なお、それ以前は「落下回数25回以上のもの2個、以下のもの2個が得られるまで以上の操作を行なわなければならない」となっていた。しかし、この落下回数の測定範囲は、各国の規格では表-1の通りで必ずしも一定していない。本報告は、この落下回数を一点法に関する諸公式の計算結果から推定して、15~40回とすることを提案したものである。

表-1 落下回数の測定範囲に関する各国の規格

JIS	ASTM	DIN	BS
10~35回	15~35回		10~50回

2. 一点法による落下回数の測定範囲

よく知られているように液性限界の簡略法として、ただ1回の測定(落下回数とその含水比)から液性限界を推定する一点法が、1950~1960年にかけて提案された。一点法は、

- a) 流動曲線が普通の土では半対数グラフでは直線になる
- b) 流動曲線の傾斜は、その試料の液性限界に比例して大きくなる(図-1参照)

の2つの経験的事実をもとにして作られており、表-2のような諸公式が提案されている。一点法の諸提案式は、ただ1回の測定から液性限界を求めようとするだけに、数多くの試料について実験を行い、統計的に決められてい

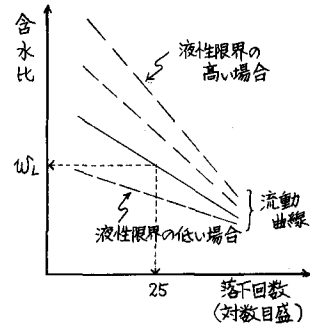


図-1 流動曲線

表-2 一点法に関する提案式⁽¹⁾

式番号	提案者	所 属	年次	液性限界 W_L を求める提案式	落下回数 N の測定範囲	備 考
①	WES	—	1949	$W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{\tan \theta}$ $\tan \theta = 0.115, 0.125, 0.130$ 平均 (0.121)	正確には 20~31 一般には 15~41	$\tan \theta = 0.121$ に対する 1/2 グラフを準備
②	J.H. Cooper & K.A. Johnson	Washington State Highway Department	1950	—	17~36	直接、図表を利用
③	F.R. Olmstead & C.M. Johnston	Bureau of Public Roads	1954	$W_L = \frac{w}{1.419 - 0.3 \log N}$	22~28	計算には計算尺を利用
④	W.J. Eden	National Research Council of Canada	1955	$W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.100}$	15~35	—
⑤	AASHTO	—	1957	$W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$	±5%の精度では 15~40 正確には 22~28	計算には2種のロググラフと計算尺を利用
⑥ ₁ ⑥ ₂	L.E.J. Norman	—	1959	$W_L = \frac{w}{1.388 - 0.277 \log N}$ $W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.092}$	LL < 50 : 17~35 50 < LL < 120 : 20~30	主として英国の土について整理し、Géotechnique に発表
⑦	H.Y. Fang	AASHTO Road Test	1959	$W_L = w + I_f \log \frac{N}{25}$	17~36	測定含水比 w に応じて I_f を図表から求め、 $I_f \log \frac{N}{25}$ を図表から計算して W_L を求める
⑧	ASTM	—	1961	$W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.12}$	20~30	計算には表を利用
⑨	BS	—	1961	$W_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0.092}$	15~35	—

る。また落下回数 N の測定範囲についても、同様に慎重な配慮のもとに設定されていると考えるので、これらの諸提案式をもとに、合理的な落下回数 N の範囲を検討しようとした。

表-2の液性限界 w_L を推定する諸提案式を次式のように表現する。

$$w_L = w \cdot f(N) \quad (1)$$

w : 落下回数 N で試料の溝が15mm閉じるときの含水比

$f(N)$: 落下回数 N の函数

すなわち、①のWESの式では $f(N) = \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan \beta}$ と置換えたのである。そして、諸提案式の $f(N)$ を落下回数 N に関して計算し図-2のようにプロットする。 N に関する計算曲線は、それぞれの提案式に与えられた N の制限範囲に止めてある。しかし、結果の考察に当って参考上、下限、上限の10回と40回における計算値だけは図上に●で示した。また表-2の②式および⑦式は、簡単には図-2に表現できないので除外した。

各式の計算数値の間の最大誤差をみると、JISの落下回数 N の下限10回では誤差約2.5%であり、上限35回では誤差約1.0%となっているから、落下回数 N の下限と上限とのバランスは測定誤差から考えて適當でない。これらを下限15回、上限40回に改めると、誤差はそれぞれ1.4%、1.5%となり、ほぼ均衡がとれるようになる。

また、(1)式で求められる液性限界 w_L の精度は、 w と $f(N)$ の両方の精度で決まるが、含水比 w は通常、液性限界の測

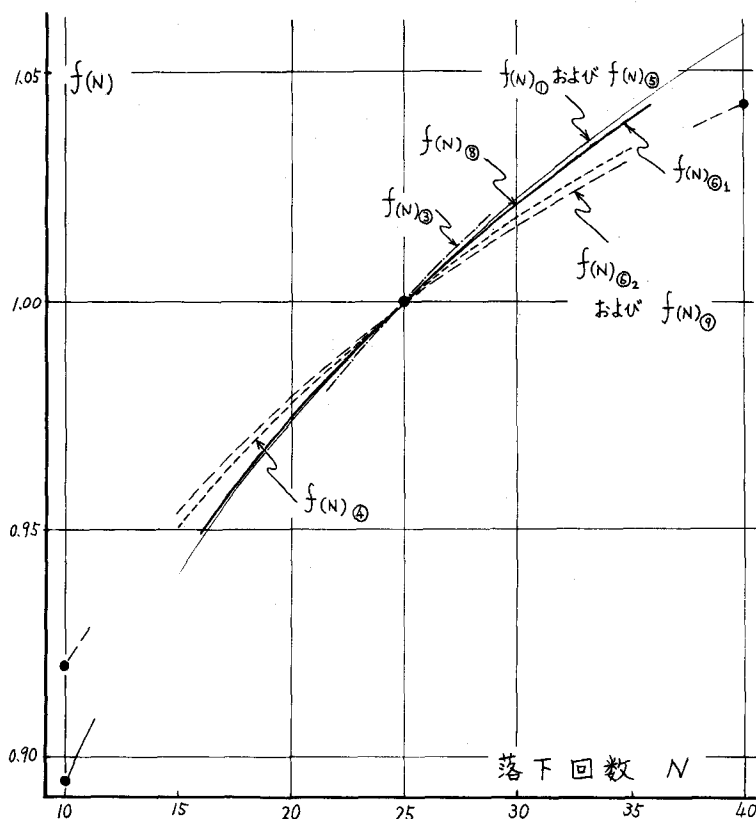


図-2 落下回数と $f(N)$ の関係

定に用いる試料重量が5~10gにとられていることを考慮すると測定誤差1~2%におさえることは容易である⁽²⁾。したがって落下回数から生ずる誤差を約15%程度に止めることは、含水比測定の際に生ずる誤差との均衡を考えた場合も合理的なものである。さらに、横軸が対数目盛でプロットされた測定値に対し、適合する流動曲線を目分量で引く操作を考えると、対数目盛ではほぼ等間隔になる $N=15 \sim 25$ 回、 $25 \sim 40$ 回に測定範囲を設定することは、最小二乗直線の作図の点から考えても望ましいものと思われ。

<参考文献>

- (1) 三木五三郎：土の“液性限界”試験法の変遷と問題点，生産研究，15巻11号，昭和38年11月
- (2) 箭内寛治：含水比測定に必要な最小重量の大きさについて，第4回土質工学研究発表会，1969年6月