

III-29

NP 試料のフォールコーン試験について

日本大学工学部 正会員 ○古河 幸雄
同 上 " 藤田 龍之
埼玉大学工学部 " 風間 秀彦

1. まえがき

土の液性限界試験法の規定を国際的に調べると基本はキャサグランデ法であるが、表-1で示す国ではフォールコーン法も併せて規定されている。この中で、イギリスとカナダでは、フォールコーン法をキャサグランデ法より優れた方法として推奨している。このような国際の流れを勘案して日本においてもフォールコーン法による液性限界試験方法を規定すべきと考え、これまでフォールコーン法による試験方法について試験装置上の問題や液性限界とする貫入量などについて一連の研究を行ってきた^{1)~4)}。

本研究では、キャサグランデ法でNPとなった試料でもフォールコーン試験が可能な場合があることに着目し、このような試料の液性限界に対応する貫入量を $W_L \leq 50$ 試料の貫入量から推定することを目的とした。

2. 試料および試験方法

試料は採取した含水比状態でできる限り乾燥しないようしながら0.425mmフルイを通過させ、NP試料として15種類、 $W_L \leq 50$ 試料として20種類の合計35種類を用い、併せて使用土の粒度試験も実施した。試験に際し、試料の練合わせ程度は結果に影響すると考えられるので、液性限界試験では練り混ぜながら試験可能な含水比まで加水した後、土粒子の团粒化を解きほぐすようにして10分間以上繰り返し、すぐに試験を開始した。塑性限界試験では、練りベラで3分程度繰り返ししてから試験を開始した。

液性限界試験は、まずキャサグランデ法により落下回数と含水比を求め、この含水比状態を保持したままでフォールコーン法により貫入量と含水比を求める試験操作を1つのサイクルとして行った。試験回数が7サイクル程度になるよう加水して同じ操作を繰り返した。落下回数は、相前後する落下回数の差が5%以内になったとき、貫入量は同様に貫入量の差が1.5%以内になったとき平均して、それぞれの値とした。

フォールコーン法で試料を容器へ詰めるとき、粘性土と同様にゴム台などに打ちつけて行くと水分が分離して表面に浮き出るので、あまり打ちつけず、かつ空気が混入しないように注意して行った。

用いた試験機で、液性限界試験機のゴムの硬さはスプリング式硬さ試験機A形（JIS K 6301加硫ゴム試験方法）で測定した結果、平均が82であった。フォールコーン試験機は、コーン角度60°、質量60gを自由落下で行い、試料容器は直径6cmの半球を用い、貫入時間は10秒間である。貫入量の測定はダイヤルゲージで1/100mmまで測定した。

表-1 諸外国のフォールコーン仕様

分類	国名	コーン		容器		規定	
		角度(°)	質量(g)	内径(mm)	深さ(mm)	貫入量(mm)	時間(秒)
30度コーン	I	イギリス	30	80	55	40	20
		フランス	30	80			検定線
		ニュージーランド	30	80	55	40	20
	II	アメリカ	30	75			10
		旧ソ連注1)	30	76	37	25	10
		中国注1)	30	76	37	25	10
60度コーン	III	インド	31	148			25.4
		スウェーデン注2)	60	60	60	30	25
	I		60	60	65	32	27
		ノルウェー注2)	60	60	55	32	27
II	カナダ		60	60	50	25	10
			60	60	50	25	10

注1)：容器寸法は図面より読んだ。
注2)：容器の形状は半球である。

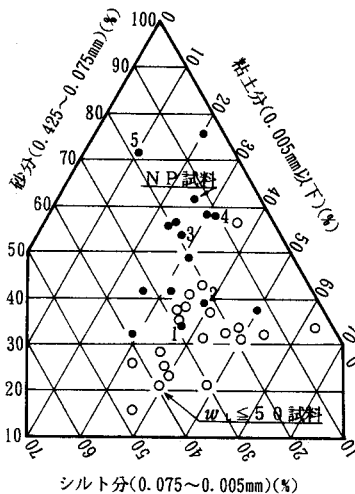


図-1 粒度の三角座標による表示

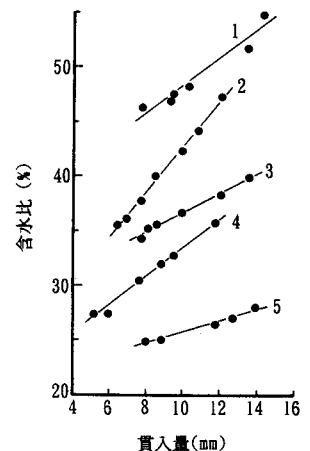


図-2 フォールコーン試験結果

3. 結果と考察

図-1は、用いた試料の粒度分布を三角座標に示したものであり、NP試料は $W_L \leq 50$ 試料より砂分が卓越し、シルト分や粘土分が少ない傾向であることがわかる。これらNP試料はすべてフォールコーン試験が実施できた。図-2は代表的なNP試料のフォールコーン試験の結果を正方眼紙上に示したものであり、いずれの場合も直線関係を示しているので近似式を求めた。したがって、NP試料でもフォールコーン試験から液性限界を求めることが可能であるが、キャサグランデ法ができないので液性限界に対応する貫入量が得られない。

そこで、その貫入量を検討するためキャサグランデ法で試験可能な $W_L \leq 50$ の試料に着目し、図-3に $W_L \leq 50$ 試料について、キャサグランデ法より得られた液性限界から、それに対応するフォールコーン貫入量 H_L を求め細粒分含有量（0.075mm以下）との関係で示した。 H_L は細粒分含有量が多くなるにつれて減少するような傾向が認められるので、その近似式を示すと(1)式である。また、平均値は(2)式である。

$$H_L = 0.0593 P_{0.075} + 6.453 \text{ (mm)} \quad \cdots \cdots (1)$$

$$H_L = 10.392 \text{ (mm)} \quad \cdots \cdots (2)$$

ここに、 $P_{0.075}$ は0.075mm以下の細粒分含有率(%)である。

これらの2つ式から、図-2で求めたNP試料の近似式に代入してそれぞれ液性限界を求めることができる。

図-4はそれぞれの式から求めた液性限界と細粒分含有量の関係で、細粒分含有量が多くなるにつれて液性限界も大きくなる傾向を示す。また、(1)式の近似式から求めた液性限界と、(2)式の平均値から求めた液性限界にはそれほど大きな差のないことから平均値を用いても問題は少ないようである。

液性限界を実際に求めた $W_L \leq 50$ 試料と、 $W_L \leq 50$ 試料の平均貫入量から換算して求めた液性限界を示すと図-5である。NP試料は $W_L \leq 50$ 試料より大きくなる傾向を示すが、細粒分含有量が多くなるにつれて液性限界も大きくなる傾向を示すことから、粗粒分の多いような試料はその影響を強く受けることがわかる。

4. あとがき

本研究は、NP試料および $W_L \leq 50$ 試料についてフォールコーン試験を実施したものである。その結果、NP試料をフォールコーン試験で行ったときの液性限界は、 $W_L \leq 50$ 試料から得られた液性限界に対応する平均貫入量を用いてもそれほど問題のないことが明らかになった。《参考文献》 1) 藤田龍之・古河幸雄（1991）：フォールコーン法における試料容器形の検討，第26回土質工学研究発表会，pp. 259～262

2) 藤田龍之・古河幸雄（1992）：フォールコーン法による液性限界試験，第27回土質工学研究発表会，pp. 287～290 3) 藤田龍之・古河幸雄（1993）：フォールコーン貫入量と含水比のグラフ化について，第28回土質工学研究発表会，pp. 353～356 4) 古河幸雄・藤田龍之・風間秀彦（1994）：液性限界に対応するフォールコーン貫入量について，第29回土質工学研究発表会投稿中

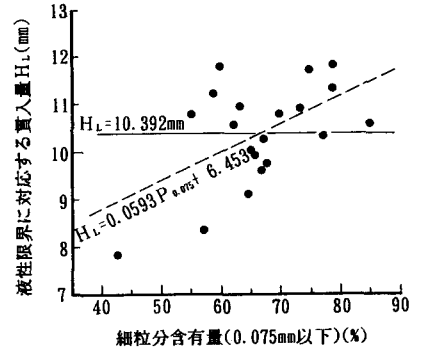


図-3 細粒分含有量と液性限界に対応する貫入量の関係

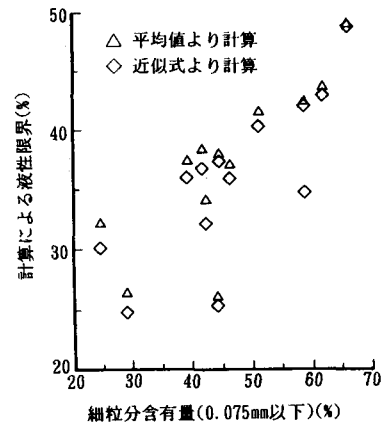


図-4 NP試料の細粒分含有量と計算による液性限界の関係

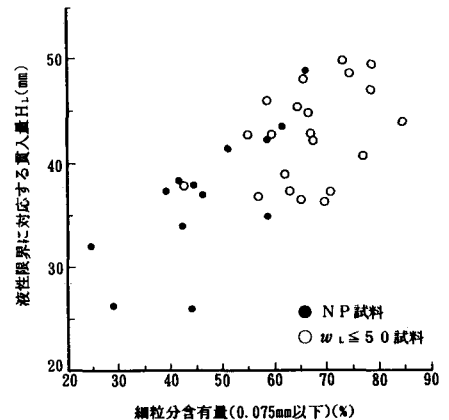


図-5 細粒分含有量と液性限界の関係