

粘土の液性限界試験における一点法について

福山大学工学部 正会員 西原 晃
福山大学大学院 正会員 藤井敏美
福山大学大学院 学生会員 ○大西正城

1. はじめに

液性限界の測定法にはいろいろあるが、良く使われるのがカサグランデ法とフォールコーン法である。しかし、粘土の液性限界を測定するには、含水比を変えて多くの測定をおこなわなければならない。そこで、1回の測定から液性限界を求める方法が、いくつか提案されている。本研究では、フォールコーンの貫入特性に着目し、その結果をもとにフォールコーン法による液性限界試験の一点法を提案する。

2. 実験概要

本研究で用いた試料は関東、関西で採取された20種類の粘土で、カサグランデ法による液性限界は41%～117%の広範囲である。なお、本研究では液性限界ならびに含水比を%表示でなく比で表す。本研究ではコーン試験には先端角60°と質量60gのコーンを使用した。このコーンは我が国で液性限界を求めるのに使用されているものであり、また、ヨーロッパを中心に一番多く用いられている。そこでカサグランデ法他に、60°、60gコーン貫入量10mmの時の含水比をファイネスナンバーと呼び、フォールコーン法の液性限界として求めた。

3. コーン貫入特性

図-1は、コーン貫入量を一定にしたときの含水比と液性限界の関係を示したものである。この図より、それぞれのコーン貫入量に対する含水比と液性限界(ファイネスナンバー)の関係は一点で交わる直線関係で表せることがわかる。これは、横軸にカサグランデ法の液性限界を用いた時についても、同じ結果が得られる。いま、図-1のそれぞれの直線の傾きを χ とすると、含水比と液性限界の関係は以下のように表される。

$$w - w_{\beta} = \chi (FN - FN_{\alpha}) \tag{1}$$

ここで、 FN_{α} 、 w_{β} は直線群が交わる点の液性限界と含水比である。

図-2は、図-1の χ の値とコーン貫入量の関係を示したものである。図より、 χ とコーン貫入量の関係は直線関係にあり、

$$\chi = a + b D \tag{2} \quad (D: \text{コーン貫入量(mm)})$$

で表せる。ちなみに、 FN_{α} 、 w_{β} 、 a 、 b の値は表-1に示す。

表-1 コーン試験における FN_{α} 、 w_{β} 、 a 、 b

コーン	液性限界	FN_{α}	w_{β}	a	b
Type A	Fall cone法	0.150	0.150	0.651	0.035

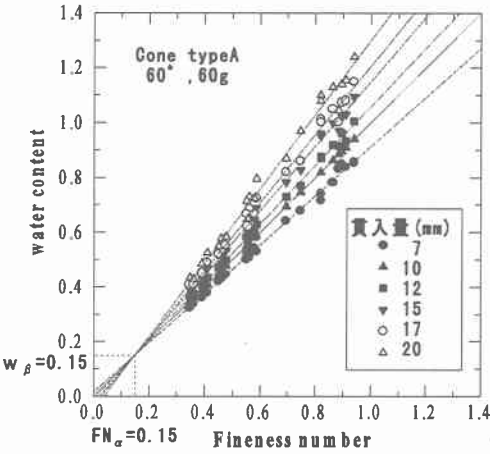


図-1 コーン貫入量一定時の含水比と液性限界の関係

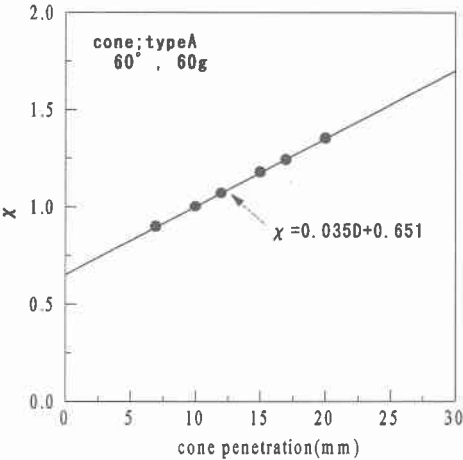


図-2 χ とコーン貫入量の関係

4. 液性限界による一点法の測定

ファイネスナンバーを用いると、コーン貫入量Dと含水比の関係は式(1)と式(2)より次式で表せる。

$$w - w_p = (a + b D) (FN - FN_a) \quad (3)$$

式(3)を変形すると

$$\frac{w - w_p}{FN - FN_a} = a + b D \quad (4)$$

となる。従って式(4)よりファイネスナンバーは、

$$FN = \frac{w - w_p}{a + b D} + FN_a \quad (5)$$

で求められる。式(5)に表-2に示す値を代入すると

$$FN = \frac{w - 0.15}{0.651 + 0.035 D} + 0.15 \quad (6)$$

となり、任意の貫入量Dとその時の含水比wを式(6)に代入することにより、ファイネスナンバー(フォールコーン法による液性限界)を求めることが出来る。

これまでに、60°, 60gのコーンを用いた時の一点法の式はいくつか提案されている。たとえば、カールソン、カナダ規格では以下のような式が提案されている。

Karlsson

$$FN = M \cdot w + N \quad (7)$$

ここで、

$$M = \frac{1.8}{1.8 + 2 \log 0.1 D} \quad \text{と} \quad N = \frac{34 \cdot \log 0.1 D}{1.8 + 2 \log 0.1 D}$$

Canada規格

$$FN = \frac{20(w - 15)}{D - 10} + 15 \quad (8)$$

図-3, 4, 5に一点法によって求めた液性限界と実測結果の関係を示す。これらの図は、ファイネスナンバー(計算値)とファイネスナンバー(実測値)の比を縦軸にとり、横軸に一点法を行った時のコーン貫入量を取り示したものである。

カールソンの式は8mm以上、Canada式を用いた場合は8mm～15mmの範囲では誤差が少ないが、その範囲外では誤差が大きくなる。しかし、本実験の式を用いた場合は粘土の種類また、コーン貫入量に関係なく誤差が少ないため一点法の測定法としては有用である。

また、一点法の適用範囲内では、3種類の式とも実測値と計算値は約10%以内の誤差で収まる。

5. おわりに

最後に今回に結果は、主に関東、関西地方の粘土で実験を行ったが、本実験結果を整理するには実験データが少なく、日本全国、海外の粘土の影響も調べ、より信頼性の高い正確なものとしていく必要がある。

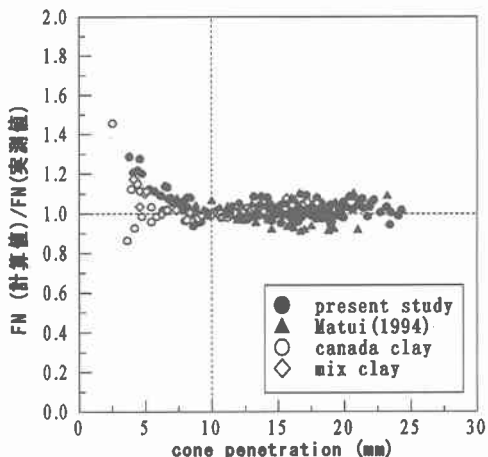


図-3 Karlssonによって提案された式の結果

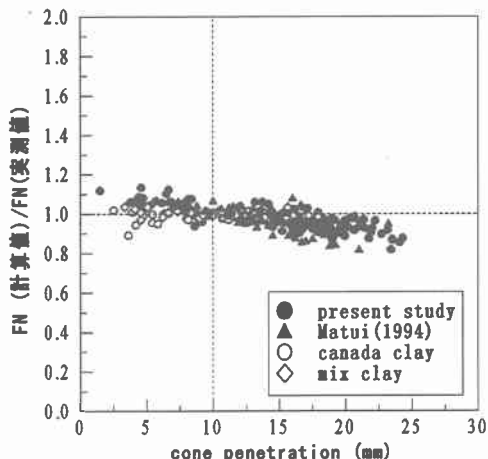


図-4 Canada規格によって提案された式の結果

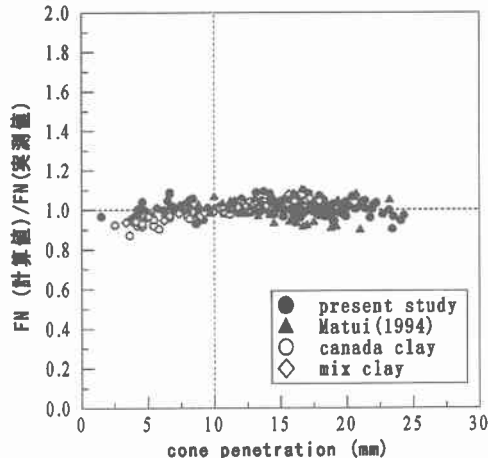


図-5 本実験で提案した式の結果