

京都大学 大学院 西原 晃
 京都大学 工学部 富 昭治郎
 京都大学 工学部 太田 有樹

1. まえがき

設計上必要となる土質パラメータを充分に求めるには多くの時間と手間を要する。したがって従来から、 ϕ , K_0 , c/p や C_c, G_s などの工学的性質を土の物理的性質たとえば PI , w_L , w_p などに関係づけようとする試みが行われている。これらの定数のほかでもとくに、土の塑性的性質を表わす指標として PI がよく用いられており、Kenny (1959) の ϕ と PI の関係や原位置 c/p 値と PI に関する Skempton と Bjerrum の関係はよく知られている。しかし多くの相関関係の多くは対象とする2つの定数のみに注目したものであり、他の土質定数との関連あるいはいろいろな粘土に対する一般性には疑問が残る。本報告では粘土分 ($<2\mu$) の含有量と活性度 (Activity) に注目し、土の工学的性質として ϕ と K_0 , 変形特性としての C_c, G_s との関係について若干の考察を加えた。

2. 粘土含有量と ϕ , K_0 との関係

ϕ と塑性指数 PI の関係に関しては Kenny をはじめいくつか報告されているが、過去に発表されているデータをもとに ϕ と PI をプロットしてみると Fig. 1 のようにかなりのばらつきがみられ、一意的な関係は見受けられない。なお図中の破線は Kenny が報告している関係を示したものである。一方、Borowicka (1965) は同じ粘土の粒度調整を行い、 ϕ と粘土分 ($<2\mu$) 含有量との間に強い相関関係があり、粘土含有量が 40~50% までは ϕ は粘土含有量に反比例し、粘土含有量が 40~50% を越えると ϕ はほとんど一定になるという報告をしている。そこで、Fig. 1 のデータを粘土含有量に対してプロットしなおすと Fig. 2 のようになり、Borowicka の結果と同様の傾向を示している。Skempton (1953) によれば同一粘土では粘土含有量と塑性指数との間に

$$PI = A_c \cdot C_f \quad (1)$$

(C_f : 粘土含有量)

の関係がある。ここに A_c は活性度 (Activity) と呼ばれ、土の種類によって決まる定数である。Fig. 2 によれば活性度の違いすなわち土の種類の違いによらず ϕ と粘土含有量の間に強い相関が見られる。ここでは、この関係を簡単に、

$$\left. \begin{aligned} \sin \phi' &= 0.77 - 0.008 C_f \quad (0 \leq C_f \leq 50) \\ \sin \phi' &= 0.37 \quad (C_f > 50) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

とおいてみる。式(1)を式(2)に代入すると、

$$\left. \begin{aligned} \sin \phi' &= 0.77 - 0.008 PI / A_c \quad 0 \leq PI \leq 50 A_c \\ \sin \phi' &= 0.37 \quad PI > 50 A_c \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

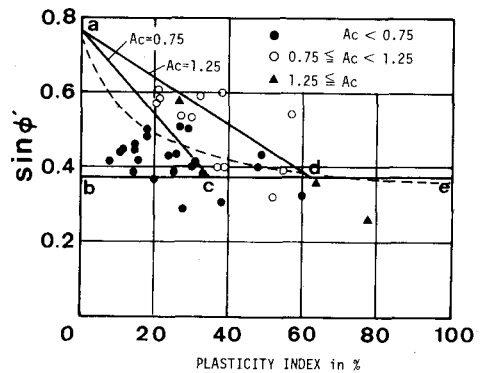


Fig. 1 ϕ' と塑性指数の関係

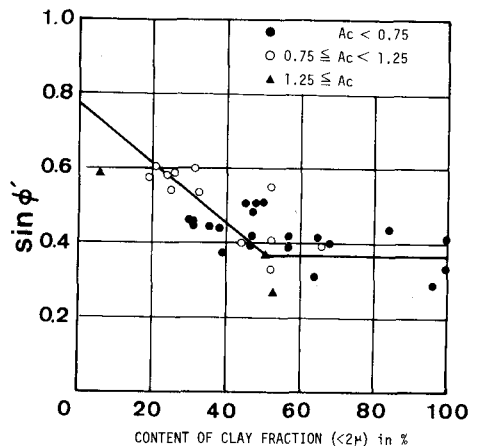


Fig. 2 ϕ' と粘土分含有量の関係

が得られる。Skempton は A_c の値として 0.75, 1.25 を基準として土を分類してゐるので、 $A_c = 0.75, 1.25$ に対して式(3)を示すと Fig. 1 の実線のようになる。Fig. 1 は、たとえば $0.75 \leq A_c < 1.25$ の範囲の土が $\Delta a b c$ の領域および線 $d e$ 上にあることを示しているが同図によれば実験値はそれぞれの A_c の値に対応する領域に集中していることがわかる。

次に $\sin \phi$ と静止土圧係数 K_0 との関係をプロットすると Fig. 3 に示すように、 A_c によらずよく知られた Jaky の式、

$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad (4)$$

の関係を満足しているように思われる。式(3)を式(4)に代入すれば塑性指数と K_0 の関係が得られ、Fig. 4 に示すようになる。Fig. 4 においても、各実験値は A_c の値に応じてそれぞれの領域に分かれていることが見受けられる。

3. C_c , C_s と粘土含有量の関係

圧縮指数 C_c に関しては主に液性限界、初期間隙比、自然含水比との関係が数多く提案されているが、膨潤指数 C_s についての報告はほとんど見受けられない。その理由はおもに $e \sim \log p$ 関係での膨潤線の非線形性にあると思われる。したがってここでは一応の尺度として等圧圧縮試験での膨潤線の開始点と過圧比 10 の点を結ぶ直線の傾きを C_s とし粘土含有量に対してプロットしてみると Fig. 5 に示すようになり、 C_s と粘土含有量は比例関係にあるように見受けられる。粘土土の圧縮が堆積相互のすべりと構造骨格の変形によるものと考え、粒子のすべりは塑性的なものであるから、除荷時の膨潤は主に構造骨格の算戻回復に依存すると考えられる。したがって構造骨格と形成する微小粒子の量が膨潤抵抗を支配する大きな要因になっているものと考えられる。Fig. 5 には C_c も同時にプロットしているが、 C_c も粘土含有量が増えるにしたがって大きくばらばら傾向が見られる。

4. あとがき

本報告では過去に発表されたデータを整理し、とくに粘土含有量に注目して土の工学的性質との関係を調べ、粘土含有量が工学的性質と密接な関係にあることを示した。これらの結果をみると、他の土質定数たとえば w_L , e_0 , 液性指数なども考え合わせて土の諸特性の一般的な相互関係を明らかにすることのできる可能性を示唆しているように思われる。

参考文献

- Borowicka (1965) : 6th ICSMFE, Canada, Vol. 1, 175-178
 Kenny (1959) : Proc. ASCE, Vol. 85, SM3, 67-79
 Skempton (1953) : 3rd ICSMFE, Switzerland, Vol. 1, 57-61

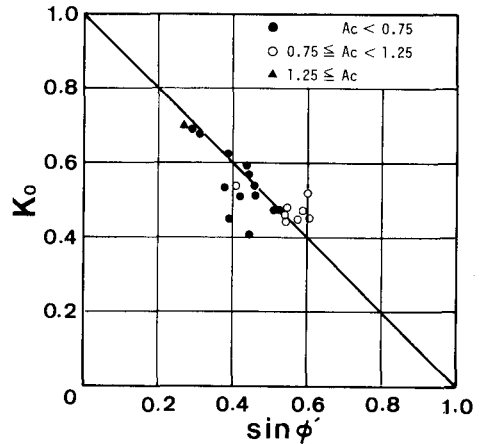


Fig. 3 ϕ と K_0 の関係

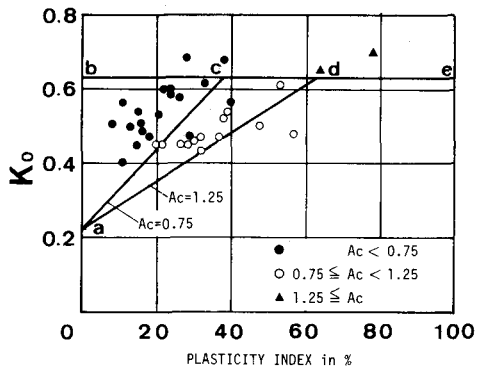


Fig. 4 K_0 と塑性指数の関係

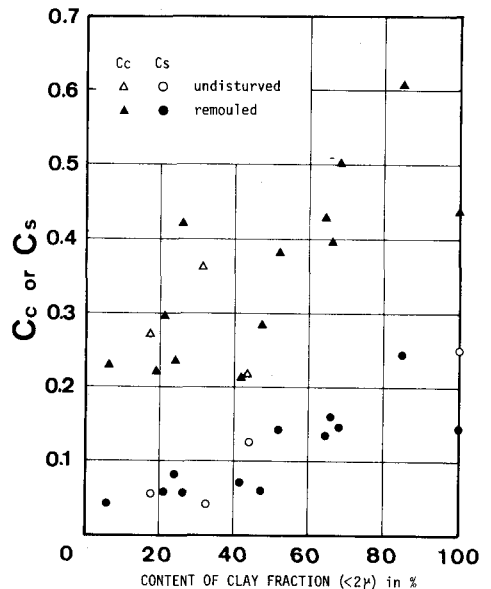


Fig. 5 C_c , C_s と粘土含有量の関係