

東京大学生産技術研究所

正員

斎藤 考夫

東京大学生産技術研究所

正員

三木五三郎

1. はじめに

アッターベルグ限界をもとにして、粘性土のせん断強さや圧縮性などの力学的特性を簡便に推定しようとした試みは数多い。しかし、これらの研究成果を各々の事例に精度よく適用できるほど、各種の提案式が、一般性に富んでいるわけではない。著者らは、塑性比⁽¹⁾という新しい分類指数を見出し、これが細粒土の力学的特性と関係しているのではないかと考えている。塑性比(plastic ratio)とは、塑性指数(PI)と塑性限界(PL)で除した値を小数表示したもので、記号では P_r と表記する。また、図1に示すように、塑性比を縦軸に、液性限界を横軸にした直交グラフを塑性比図(plastic ratio chart)と呼んでいる。細粒土の分類という観点からすれば、塑性比図は、Casagrandeの塑性図(plasticity chart)に対応するものである。ここでは、塑性比図を参考にして、繰り返した粘性土の有効応力表示によるせん断抵抗角、乱さない土の残留強さ表示によるせん断抵抗角、および、圧縮性などについて述べることにする。

2. 塑性比と粘性土のせん断抵抗角

図2は、有効応力表示による繰り返した粘性土のせん断抵抗角をまとめたものである。三軸圧縮試験、スライスせん断試験、等方および異方圧密による結果を区別なくプロットしている。せん断抵抗角 ϕ' は、塑性比の増加とともに減少し、液性限界の大きさには、あまり関係していない。図によれば、0.6以下の P_r で ϕ' が 35° 以上、 P_r が0.6~1.5で ϕ' が $35^\circ \sim 30^\circ$ 、1.5以上の P_r で ϕ' が 30° 以下と区分される。

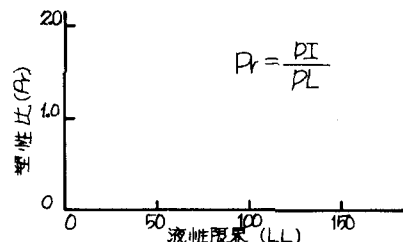


図1 塑性比図(Plastic Ratio Chart)

図3⁽¹⁾は、残留強さ表示によるせん断抵抗角 ϕ_r をまとめたものである。図2の場合と同様に、液性限界の大きさにはそれほど関係なく、塑性比の増加とともに ϕ_r が減少している。図によれば、1.0以下の P_r で ϕ_r が 20° 以上、1.0~2.0の P_r で ϕ_r が $20^\circ \sim 10^\circ$ 、2.0以上の P_r で ϕ_r が 10° 以下と区分される。

せん断抵抗角 ϕ' 、 ϕ_r が粒子間のすべり抵抗を示す1つの指数であるとすれば、図2、図3から得られた結果は、塑性比が細粒土のコンシステンシーを支配する基本的な物性を、液性限界は粘土分の含有量を示す指数とみなすことができる。

3. 塑性比と圧縮指数

圧縮指数 C_c を簡便に推定する方法として、しばしば用いられる分類指数は、液性限界である。ここでは、圧縮指数と塑性比と液性限界の小数表示の積($P_r \cdot \frac{W_L}{100}$)の関係を図4のように整理してみた。図中の黒丸が、ばらついてプロットされているが、これについては、引用例ごとに異なる試料の作製方法がかなり影響しているようである。特定の($P_r \cdot \frac{W_L}{100}$)に対応する圧縮指数 C_c の最小値が、図中の破線のような関係で存在するのではないかと予測されること、引用例(13)にみるように、自然タイ積粘土の C_c が図中の破線よりも、かなり上方にプロットされることなどがわかる。

(1) T. Saito, G. Miki (1975); Swelling and residual strength characteristics of soils based on a newly proposed "Plastic Ratio Chart", Soils and Foundations, Vol. 15, No. 1, pp. 61~68

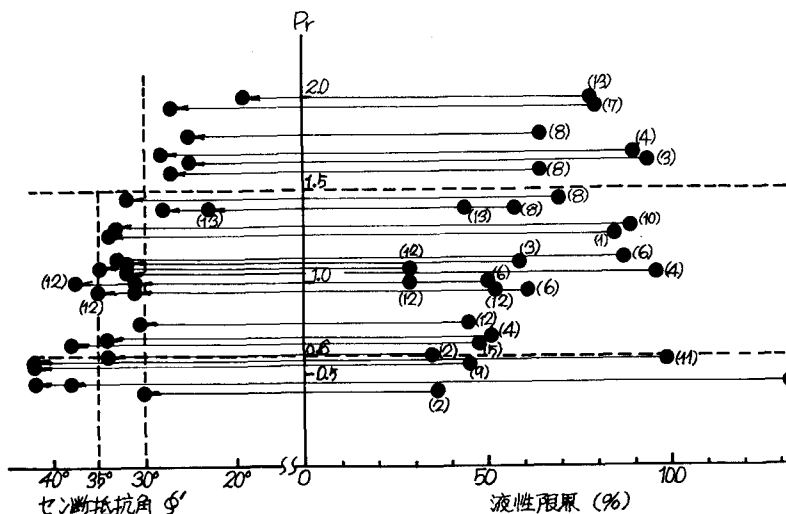


図2 塑性比図上における粘性土のせん断抵抗角 (有効応力表示)

- (1) 三田地・北郷・唐牛, 水工学会, pp.291~302
- (2) 柴田・星野, 水工学会, pp.17-1~17-4
- (3) 北郷・佐藤, 水工学会, pp.291~302
- (4) 戸本・三田地, 水工学会, pp.167~168
- (5) 村山・栗原, 水工学会, pp.14~15
- (6) 三田地・北郷・高橋, 水工学会, pp.139~146
- (7) 八木・西田・大島, 水工学会, pp.11~12
- (8) 八木・西田・大島, 水工学会, pp.245~248
- (9) 斎藤・木村・中野, 土木研究所研究報告, No.4, pp.72~60
- (10) 山口・水工学会, pp.225~228
- (11) 日本建築学会, pp.1, p.57
- (12) T.C. Kenney, Proc. 7th ICSMFE, pp.141~145
- (13) D.I. Henkel, Géotechnique, Vol.6, No.4, pp.139~150

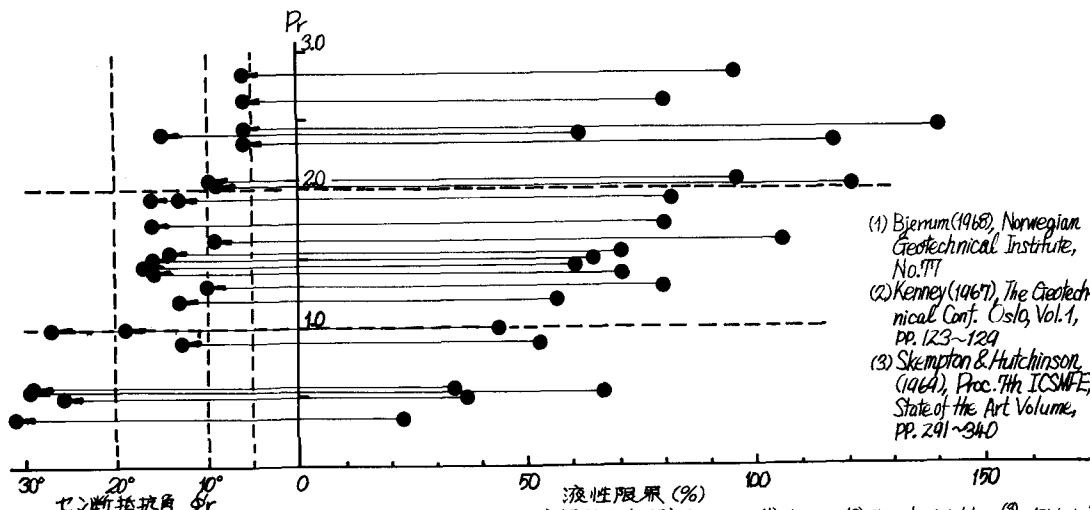


図3 塑性比図上における粘性土のせん断抵抗角 (残留強さ表示) (Bjerrum⁽¹⁾, Kenney⁽²⁾, Skempton & Hutchinson⁽³⁾の資料による)

- (1) Bjerrum (1968), Norwegian Geotechnical Institute, No.177
- (2) Kenney (1967), The Geotechnical Conf. Oslo, Vol.1, pp.123~129
- (3) Skempton & Hutchinson (1964), Proc. 7th ICSMFE, State of the Art Volume, pp.291~340

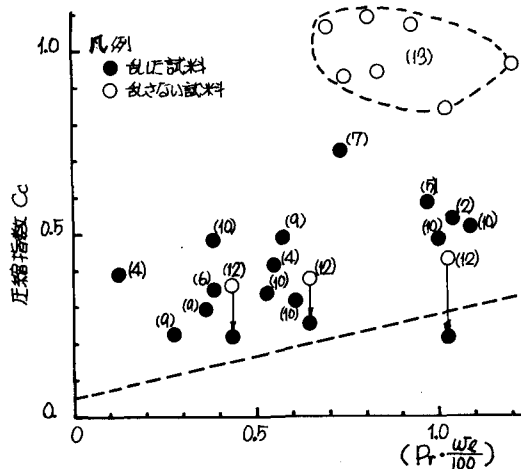


図4 圧縮指数と(PI・w_L)の関係

- (1) 中瀬, 水工学会, pp.117~120
- (2) 風間・吉中・保島, 水工学会, pp.97~100
- (3) 中瀬, 水工学会, pp.95~98
- (4) 川口・河部, 水工学会, pp.133~136
- (5) 山内, 水工学会, pp.43~46
- (6) 松尾・高田, 水工学会, pp.55~58
- (7) 梅原・喜・早川, 水工学会, pp.141~142
- (8) 細田・二井田, 水工学会, pp.46~47
- (9) 三木・斎藤, 水工学会, pp.163~166
- (10) Mohan, Proc. 4th ICSMFE, vol.1, pp.4
- (11) 斎藤・平岡, 水工学会, pp.104~112
- (12) Lambe & Whitman, Soil Mechanics, John Wiley & Sons, p.323
- (13) 東京都品川区大井町付近の沖積層