

土の残留強度とコンシステンシー限界

信州大学大学院 学 ○ 鈴木素之
信州大学工学部 正 梅崎健夫 正 川上 浩

1. はじめに 既往の研究から引用した試験結果(計398ケース)に基づいて、コンシステンシー限界および粘土含有量と組み合わせた工学的指標と残留強度の関係をそれぞれ鉱物組成に着目して整理するとともに、残留強度を簡便に推定するために、これらの関係を直線および曲線近似し、その適合性について考察した。

2. 液性限界(w_L)および塑性限界(w_P) 図-1に残留強度($\tan \phi_r$)と w_L の関係を示す。図中の記号は含有する粘土鉱物の種類を表しており、表-1に引用したデータ数と

ともに示している。アロフェン(■), ハロイサイト(□)および雲母(◆)を含む土が w_L の高い領域でばらついている。一方、スメクタイトを含む土(○)に着目すれば、その $\tan \phi_r$ は w_L の増加に対して漸次減少しており、この関係を累乗関数($\tan \phi_r = a \cdot w_L^b$, a, b は定数であり、 $\log(\tan \phi_r)$ と $\log(w_L)$ の関係で最小二乗法により決定)で近

似すると、図中に示す式①が得られる。近似曲線の相関係数 r は0.828であり、データとの適合性は良く、特に w_L が100 %程度以上でかなり良い。また、その他のイライト(●), クロライト(▲), カオリナイト(△), 石英(◇)を含む土についても近似曲線の近傍に分布している。

図-2および3にそれぞれ $\tan \phi_r$ と w_P および塑性指数(I_p)の関係を示す。 w_P および I_p の増加に対して $\tan \phi_r$ はそれぞれ減少する傾向にある。 w_L と同様に■, □, ◆の鉱物を含む土がばらついている。スメクタイトを含む土に対する近似曲線はそれぞれ式②および③のようである。 w_P および I_p の r はそれぞれ0.604および0.840であり、 I_p との適合性は良い。

図-4に $\tan \phi_r$ と塑性限界と液性限界の比(w_P/w_L)の関係を示す。 w_P/w_L はDeら¹⁾が用いた指標である。

表-1 記号説明

Symbol	Clay minerals	Number of data
○	Smectite	334
●	Illite	3
▲	Chlorite	1
△	Kaolinite	12
■	Allophane	2
□	Halloysite	2
◆	Mica	42
◇	Quartz	2

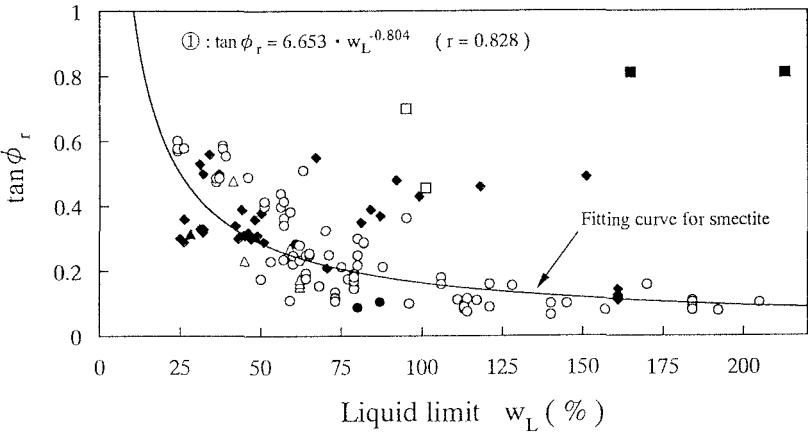


図-1 $\tan \phi_r \sim w_L$

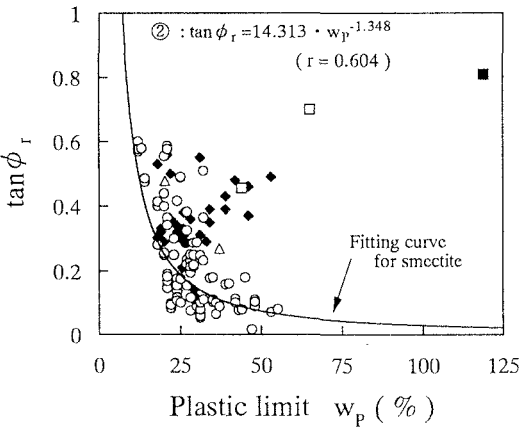


図-2 $\tan \phi_r \sim w_P$

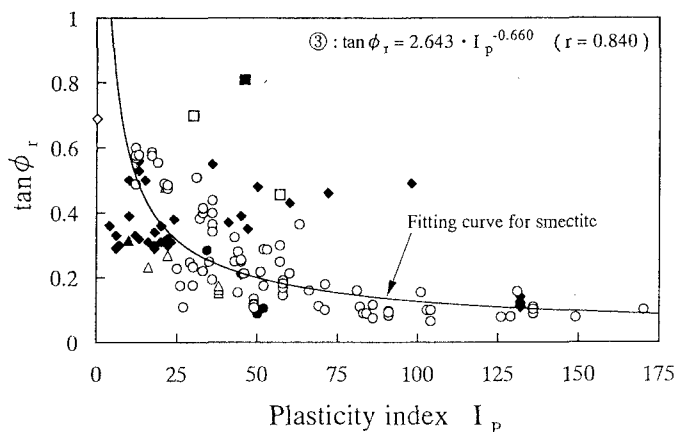


図-3 $\tan \phi_r \sim I_P$

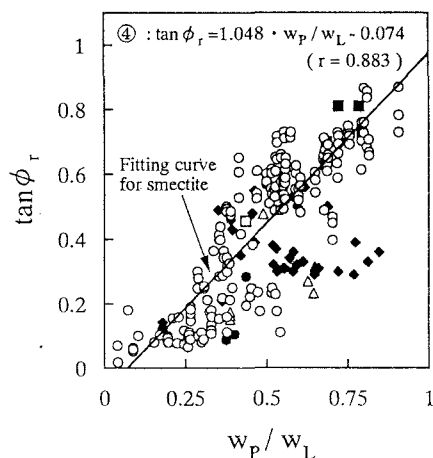


図-4 $\tan \phi_r \sim w_P / w_L$

$\tan \phi_r$ は w_P / w_L の増加に対して直線的に増加する傾向にある。上記で相関が悪かった■および□の鉱物の相関は高くなっているが、◆の鉱物はばらついている。スメクタイトを含む土に対して線形関数($\tan \phi_r = a \cdot w_P / w_L + b$, a, b は定数であり, $\tan \phi_r$ と w_P / w_L の関係で最小二乗法により決定)で近似すると, 式④である。 r は0.883であり, データとの適合性は最も良い。

3. 活性度(A)およびCALIP²⁾ 図-5に $\tan \phi_r$ と $A(=I_P / CF, CF$:粘土含有量)の関係を示す。 $\tan \phi_r$ は A の増加に対して減少する傾向にある。スメクタイトを含む土に対する近似曲線(式⑤)の r は0.646であり, データとの適合性は w_P と同程度である。

図-6に $\tan \phi_r$ と $CALIP(=CF^2 \cdot w_L \cdot I_P \cdot 10^{-5})$ の関係を示す。 $CALIP$ はCollottaら²⁾が提案した指標であり, ϕ_r との相関が高い²⁾とされているが, 特定の粘土鉱物(■, □, ◆)を含む土がばらついている。スメクタイトを含む土に対する近似曲線(式⑥)の r は0.830であり, データとの適合性は良い。ただし, CF の高い土では $CALIP$ の値は1000以上と非常に大きくなることがあり, この指標の実用上の範囲を明確にする必要がある。

4. まとめ (1) アロフェン, ハロイサイトおよび雲母を含む土では, 本文で取り上げた工学的指標と残留強度との相関は低い。(2) 一方, スメクタイトを含む土では, 液性限界, 塑性指数, 塑性限界と液性限界の比および $CALIP$ と残留強度の間には良い相関が認められる。(3) 塑性限界と液性限界の比はこれから工学的指標のうちで残留強度と最も高い相関を示す。(4) 含有する鉱物組成を考慮することにより, 土のコンシステンシーを用いて残留強度を概略決定することができる。

【参考文献】 1) De, P.K. et al. : *Geotechnique*, Vol.23, No.4, pp.600 ~ 601, 1973. 2) Collotta, T. et al. : *Geotechnique*, Vol. 39, No.2, pp.343 ~ 346, 1989.

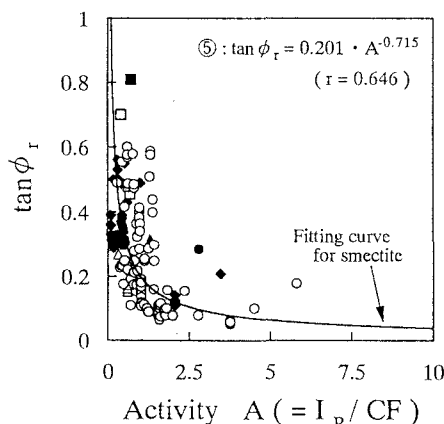


図-5 $\tan \phi_r \sim A$

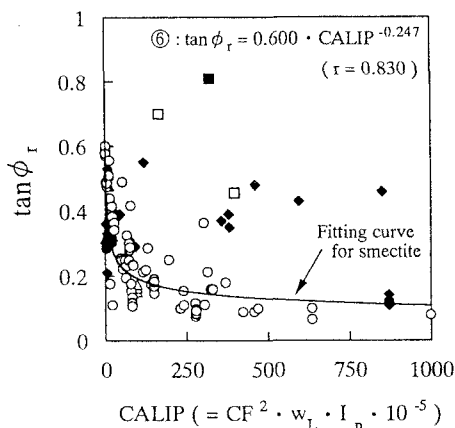


図-6 $\tan \phi_r \sim CALIP$