

砂を含む粘性土のせん断剛性率の評価方法

山口大学工学部 正会員 兵動正幸 中田幸男
 山口大学工学部 フェロー会員 村田秀一
 山口大学大学院 学生会員 ○山田 卓 兵動太一

1. はじめに

粘性土のせん断剛性率は塑性指数と一義的関係を示すことが知られている。しかし、砂分含有量の卓越した低塑性粘土のはせん断剛性率は砂の影響を受けるために塑性指数のみによる評価を行うことが難しい。著者らはこれまでに、砂分含有量が高い粘性土の物性値として従来の塑性指数の代わりに砂分を含めた塑性指数 I_p^* を用いて低塑性粘土から高塑性粘土の初期せん断剛性率の簡易的に推定する方法¹⁾、²⁾を提案している。本論文は、 I_p^* の定量的評価方法を示し、粘性土の初期せん断剛性率に及ぼす砂分の影響を考慮した評価式を提案するものである。

2. 用いた試料

本研究で用いた試料は、小野田粘土（FC=84.5%, $I_p=49.5$ ）、有明粘土（FC=100%, $I_p=111$ ）および岩国粘土（FC=98%, $I_p=47.5$ ）に様々な配合割合で珪砂を混合して作成した混合土である。また、岩国粘土混合土においては、配合する珪砂の粒度分布を3通りに変化させて試料を作成し、それぞれ岩国粘土混合土 A, B, C とした。

3. I_p^* の定義と予測方法

地盤工学会基準で定められている JIS A 1205「土の液性限界・塑性限界試験方法」では 0.425mm フリイで裏ごしした試料を用いることから、砂分を多く含む試料の塑性指数は粒径 0.425mm 以上の砂分の存在を無視したものとなり、試料の物理的性質を十分に反映していないことが懸念される。そこで本研究では、試料全体(2mm 以下)の粒径に適用して土の液性限界・塑性限界試験を行い、液性限界と塑性限界を w_L^* , w_P^* , 塑性指数を I_p^* と定義した。

図-1 は砂混じり粘土の粒度曲線を模式的に表したものである。この試料の I_p^* は粒度分布 a を対象とした液性限界・塑性限界試験によって得られ、 I_p は粒度分布 a を 0.425mm フリイで裏ごしした後の粒度分布 b を対象とした液性限界・塑性限界試験により求められる。また、粒度分布 b は粒度分布 a にお

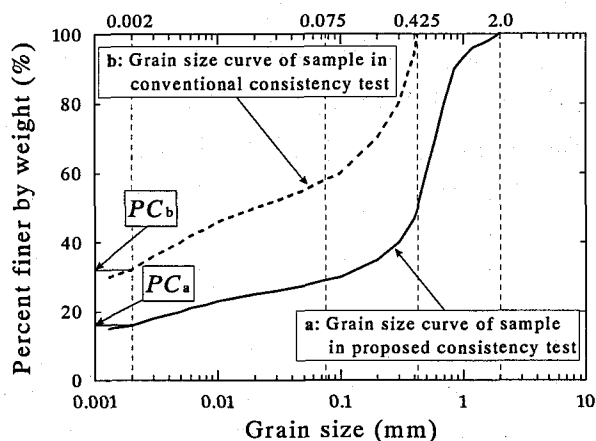
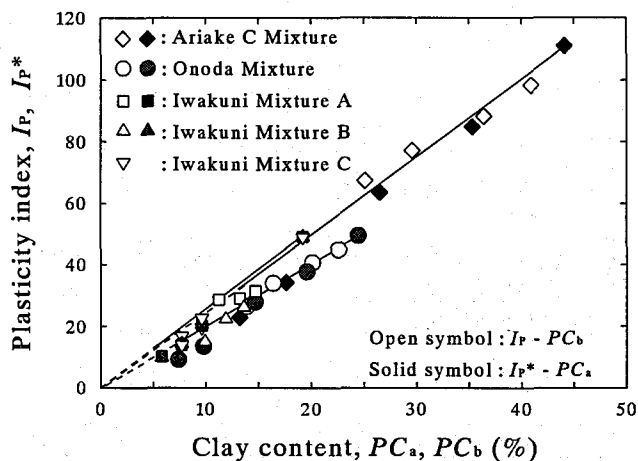


図-1 0.425mm フリイ裏ごし前後の粒度分布の比較

図-2 I_p および I_p^* と 2 μ m 以下の粘土分含有率の関係

る 0.425mm 通過重量百分率を 100%として換算することで求めることができる。図より、裏ごし前後の a と b の粒度分布が異なることは明らかであり、b の細粒分含有率、粘土分含有率は a のものより高くなる。ここで、粒度分布 a, b における 2mm 以下の粘土分含有率をそれぞれ PC_a , PC_b と定義する。

図-2 は小野田粘土混合土、有明粘土 C 混合土および岩国粘土混合土 A, B, C の I_p と 0.425mm フリイで裏ごし後の粒度分布 b における粘土分含有率 PC_b の関係と I_p^* と PC_a の関係を合わせて示したものであり、白抜きのプロットが $I_p - PC_b$ 関係、塗りつぶ

しのプロットが $I_p^* - PC_a$ 関係を表している。また、一般的に細粒土の塑性指数 I_p と $2\mu\text{m}$ 以下の粘土分含有率の関係は原点を通る直線となり、直線の傾きは活性度 A を表す。図より、全ての種類の混合土において、 $I_p - PC_b$ 関係と $I_p^* - PC_a$ 関係は同一の直線関係となることがわかる。また、岩国粘土混合土 A, B, C ではそれぞれの混合土試料に含まれる珪砂の粒度分布が異なるにも関わらず、同一の粘土分含有率である試料の I_p^* は全て一致している。したがって、 I_p^* は I_p と同様に $2\mu\text{m}$ 以下の粘土分含有率により一義的に決まるパラメータであることがわかる。この結果より、次式が導かれる。

$$A = I_p / PC_b = I_p^* / PC_a \quad \cdots \cdots (1)$$

A は活性度、 I_p は従来の塑性指数、 I_p^* は砂分を含めて測定した塑性指数、 PC_a 、 PC_b はそれぞれ図-1における粒度分布 a, b に含まれる $2\mu\text{m}$ 以下の粘土分含有率である。また、式-1 より、 I_p^* は次式で与えられる。

$$I_p^* = I_p (PC_a / PC_b) \quad \cdots \cdots (2)$$

ここで、混合土試料の粒度分布における 0.425mm 通過重量比を R と定義すると、図-1 における粒度分布 b は粒度分布 a における 0.425mm 通過重量百分率を 100% として換算したものである。両粒度分布における $2\mu\text{m}$ 以下の粘土分含有率の比は R に等しい。つまり、 $R = PC_a / PC_b$ であるので、 I_p^* は従来の塑性指数 I_p と 0.425mm 通過重量比 R を用いて次式で表すことができる。

$$I_p^* = I_p \times R \quad \cdots \cdots (3)$$

4. I_p^* を用いた砂粘土混合土の G_0 の評価

図-3 は小野田粘土混合土、有明粘土混合土に加えて、7 種類の自然粘土に対して行った中空ねじり繰返し単純せん断試験より得られた初期せん断剛性率 G_0 と式-3 で与えられる $I_p^* = I_p \times R$ の関係を示したものである。図より G_0 は $I_p \times R$ の低下に伴い増加する傾向を示すことがわかる。図中の曲線は式-4 による計算値を表しているが、 I_p と 0.425mm 通過重量比 R をパラメータとした式-4 より得られる G_0 は、実験値によく一致する。

$$G_0 = 4000 \cdot (I_p \times R)^{-0.7} \cdot \sigma'_m \quad \cdots \cdots (4)$$

また、式-4 より、実験定数 A は G_0 / σ'_m で与えられる。図-4 は、実験定数 A と塑性指数 I_p の関係を示したものである。また、実験結果を試料の R の値ごとに異なるシンボルでプロットしている。図中の曲線群は

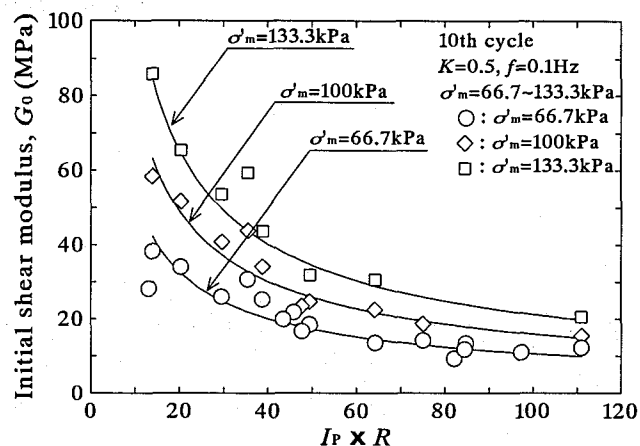


図-3 初期せん断剛性率の実験値と計算値の比較

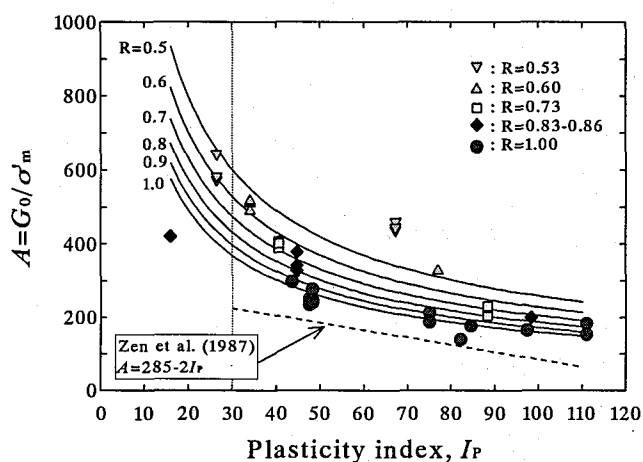


図-4 実験定数 A と塑性指数の関係

それぞれ、式-4 における R を 1.0 から 0.5 に変化させた場合に求まる A の I_p に対する変化を描いたものであるが、これより I_p が等しければ R が低いほど A が高いことがわかる。したがって、式-4 を用いることにより塑性指数のみならず砂分含有量を考慮した正規圧密粘土の初期せん断剛性率の連続的変化を評価することが可能となる。

5. まとめ

- 1) 砂を含む粘性土の塑性指数を式 3 で与えた。
- 2) 塑性指数と砂分の影響を考慮した粘性土の初期せん断剛性率の簡易推定式を提案した。

【参考文献】

- 1) 山田卓, 兵動正幸, 中田幸男, 吉本憲正, 村田秀一: 広範な粒度と塑性を有する土の動的変形特性, 土木学会論文集, No.806/III-73, pp.155-168, 2005.
- 2) 山田卓, 兵動正幸, 兵動太一: 砂混じり粘土の塑性指数について, 第 57 回土木学会中国支部研究発表会概要集, pp.199-200, 2005.