

砂混じり粘土の塑性指数について

山口大学大学院 学生会員 ○山田 卓
 山口大学大学院 正会員 兵動正幸
 山口大学大学院 学生会員 兵動太一

1. はじめに

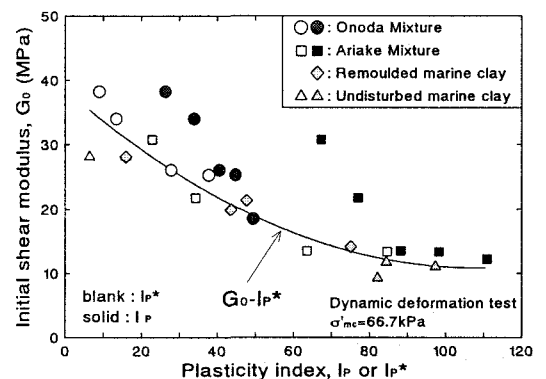
自然地盤は砂と粘土が入り混じった複雑な粒度組成の土で構成される場合が多い。また、これら砂混じり粘土の力学特性は非常に複雑であり、設計定数の定量的な評価方法が定まらない現状にある¹⁾。著者らはこれまでに、砂混じり粘土の新しいコンシステンシー定数として、液塑性試験の対象となる粒径を2mmとした塑性指数 I_p^* を用いることを提案し、図-1に示すように動的変形係数について通常の塑性指数 I_p よりも良い相関関係が得られることを示した²⁾。本論文では、砂混じり粘土を用いて行った液塑性試験結果を基に通常の液塑性試験から I_p^* の予測方法を提案している。

2. 用いた試料

本研究で用いた試料は、小野田粘土（山口県小野田港）、有明粘土（佐賀県六角川河口）および岩国粘土（山口県岩国港）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。表-1中の試料名に含まれる数字は混合土内に占める粘土の乾燥重量比率を示している。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。図-2に各試料の粒度加積曲線を示し、表-1に物性値および試験結果の一覧を掲げる。表中の $PC_{2\mu m}$ 、 $PC_{5\mu m}$ とはそれぞれ粘土分を粒径2 μm 以下および粒径5 μm 以下と定義した場合の粘土分含有率である。また、 FC' および $PC'_{2\mu m}$ はそれぞれ液塑性試験の際に0.425mmフルイで裏ごしされた試料の細粒分含有率および2 μm 以下の粘土分含有率である。

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フル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。なお、粒度組成のほぼ全てが細粒分から成る試料($FC=85\%$ 程度以上)については、通常の液性

図-1 初期せん断剛性率と塑性指数および I_p^* の関係

限界・塑性限界試験から求まる塑性指数をその試料の I_p^* として用いた。

図-3は小野田粘土混合土OC30の粒度加積曲線を示している。この試料の I_p^* はaの粒度分布を対象とした液塑性試験によって得られ、aを0.425mmフルイで裏ごしした後の粒度分布bを対象とした試験により I_p が得られる。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

表-1 試料の物性値および試験結果一覧

Sample name	FC (%)	PC_{2mm} (%)	PC_{5mm} (%)	w_L (%)	I_p	w_L^* (%)	I_p^*	0.425mmふるい後	
	FC (%)	PC_{2mm} (%)	PC_{5mm} (%)	w_L (%)	I_p	w_L^* (%)	I_p^*	FC (%)	PC_{2mm} (%)
Onoda clay	84.5	24.5	37.5	84.04	49.5	84.04	49.5	84.3	24.5
Onoda Mixture									
OC80	67.0	19.6	30.0	69.18	44.8	60.49	37.8	100.0	22.6
OC60	50.0	14.7	21.5	63.15	40.6	46.13	27.9	69.3	20.1
OC40	32.5	9.8	14.0	55.41	34.0	25.99	13.5	56.8	16.4
OC30	25.3	7.4	11.0	47.03	26.4	17.37	9.1	48.2	13.9
Ariake clay	100.0	44.1	61.5	155.34	111.0	155.34	111.0	100.0	44.1
Ariake Mixture									
ACC80	79.5	35.3	49.0	138.37	98.3	123.70	84.7	92.3	40.9
ACC60	59.7	26.5	37.0	124.25	88.3	88.96	63.5	82.1	36.4
ACC40	39.9	17.6	24.0	108.48	77.0	53.68	34.3	67.2	29.6
ACC30	29.8	13.2	18.5	95.45	67.3	39.68	22.9	57.0	25.1
Iwakuni clay	98.0	19.2	38.8	77.34	47.5	77.34	47.5	98.0	19.2
Iwakuni Mixture A									
ICA50	49.0	9.6	19.4	58.24	31.4	39.46	20.2	75.1	14.7
ICA40	39.2	7.7	15.5	53.38	29.1	31.47	13.9	67.3	13.2
ICA30	29.0	5.8	11.6	47.31	28.7	24.16	10.2	57.3	11.2
Iwakuni Mixture B									
ICB50	49.0	9.6	19.4	49.39	26.1	39.37	20.5	69.6	13.6
ICB40	39.2	7.7	15.5	44.38	22.4	33.79	14.3	60.8	11.9
ICB30	29.0	5.8	11.6	33.19	14.4	23.95	9.9	50.2	9.9
Iwakuni Mixture C									
ICC50	49.0	9.6	19.4	41.20	22.6	41.20	22.6	49.0	9.6
ICC40	39.2	7.7	15.5	35.47	13.9	35.47	13.9	39.1	7.7
ICC30	29.0	5.8	11.6	N.P	N.P	N.P	N.P	29.4	5.8

かであり、粒度分布 b から得られた I_P を OC30 の I_P とすることは適当でないと考えられる。

図-4 は I_P と 0.425mm フリイで裏ごし後の粒度分布における粘土分含有率 $PC'_{2\mu m}$ の関係と I_P^* と $PC_{2\mu m}$ の関係を併せて示したものであり、塗りつぶしのプロットが $I_P-PC'_{2\mu m}$ 関係、白抜きのプロットが $I_P^*-PC_{2\mu m}$ 関係を表している。一般に細粒土の I_P と $PC'_{2\mu m}$ の関係は原点を通る直線となり、直線の傾きは活性度 A を示す。図より、全ての種類の混合土において $I_P-PC'_{2\mu m}$ 関係、 $I_P^*-PC_{2\mu m}$ 関係は同一の直線関係となることがわかる。これより、 I_P^* は I_P と同様に $2\mu m$ 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といえる。ここで、全試料が同一直線上にプロットされる理由として、用いた3種の粘土試料は全て西日本の海成粘土であり、これらの粘土鉱物組成が非常に近いためであると考えられる。したがって、次に示す①～④の方法によって砂混じり粘土の I_P^* を求めることができる。①砂混じり粘土の粒度試験を行い $2\mu m$ 以下の粘土分含有率

$PC_{2\mu m}$ を求める。②通常の液塑性限界試験を行い、塑性指数 I_P を求める。③0.425mm フリイで裏ごしされた試料の粒度分布を計算し、その $2\mu m$ 以下の粘土分含有率 $PC'_{2\mu m}$ を求める。④図-4 で得られた直線関係より I_P^* は、 $I_P^*=I_P(PC_{2\mu m}/PC'_{2\mu m})$ で求めることができる。

図-5 は全ての試料の I_P^* について、計算値と実験値を比較したものであるが、両者は概ね 1:1 の関係であることから、試料の粒度分布と液塑性試験 I_P から I_P^* を予測することが可能であると考えられる。

5. まとめ

本研究で定義した I_P^* は $2\mu m$ 以下の粘土分含有率と一義的関係にあることが明らかになった。また、 I_P^* を砂混じり粘土の粒度分布と通常の液性限界・塑性限界試験から求める方法を提案した。

【参考文献】

- 1) 地盤工学会：ジオテクノート(2) 中間土 砂か粘土か 第2章, 1992.
- 2) 山田卓, 兵動正幸, 中田幸男, 吉本憲正, 村田秀一：土の動的変形特性に及ぼす塑性指数の影響, 土木学会地震工学論文集, Vol127, 2003.

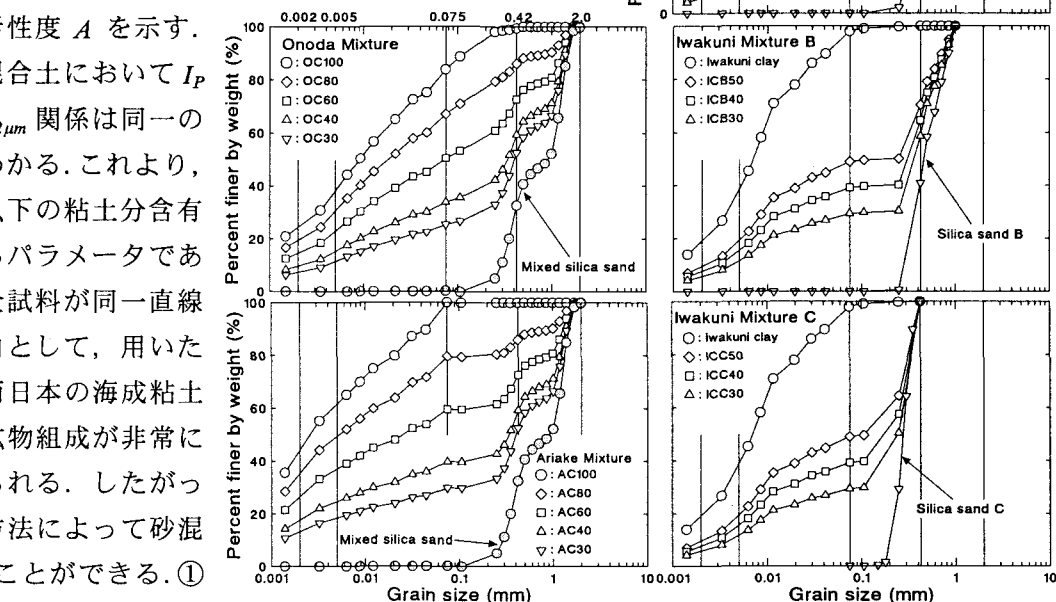


図-2 粒径加積曲線

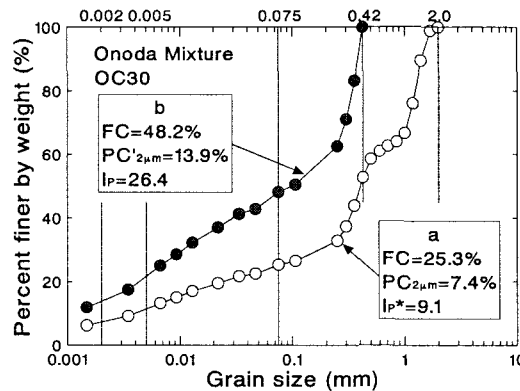


図-3 0.425mm フリイ裏ごし前後の粒度分布の比較

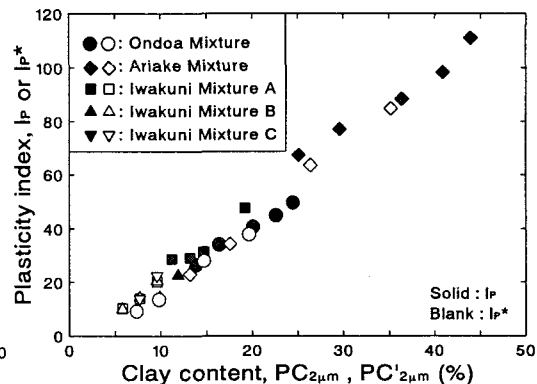


図-4 I_P および I_P^* と粘土分含有率の関係

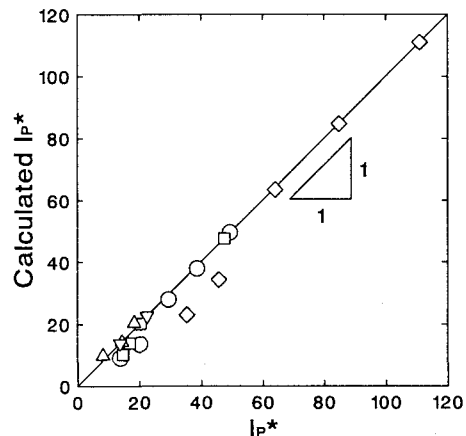


図-5 I_P^* の計算値と実験値の比較