

密度による攪乱した一次しらすの ϕ_d の推定方法について

○鹿児島大学大学院 正会員 真田 博司
株式会社ウエスコ 正会員 藤原身江子
株式会社ウエスコ 正会員 奥山 一典
鹿児島大学工学部 正会員 北村 良介

1. はじめに

立元¹⁾は、最上の強度式²⁾中の定数 k と最大間隙比 e_{max} に強い相関があることを見出し、この関係を利用して砂の ϕ_d を推定できる可能性を示唆している。筆者らも細粒分5%以下の自然砂を試料として立元¹⁾と同様の実験を行い、自然砂での良好な $e_{max} \sim k$ 関係を得た³⁾。そして、この関係に最上の強度式を組み合わせ、自然砂での有効な ϕ_d の推定方法を提案している⁴⁾。

本報告では、自然砂で提案した推定方法の適用範囲の拡大を目指して、特殊土であるしらすを用いた実験を行い、有効な ϕ_d の推定式を提案する。

2. 攪乱した一次しらすの $e_{max} \sim k$ 関係

(1) 実験用試料と実験方法

表-1に示す標準砂及び鹿児島県牧園町産の攪乱した一次しらすを粒度調整したものを実験用試料とした。

図-1に実験用試料の粒度分布を示す。三軸(CD)圧縮試験を行い、次式²⁾から表-1に示した定数 k を得た。 k は複数の e_0 から得た平均値であり、表中では $\bar{k}$ と表記している。なお、本実験においても k は e_0 の影響を受けなかった⁴⁾。

$$\sin \phi_d = \frac{3k}{2(1+e_0)+k} \quad (1)$$

ここに、 e_0 :初期間隙比、 k :強度特性を表す定数である。

(2) 実験結果と考察

図-2に標準砂及び攪乱した一次しらすの $e_{max} \sim k$ 関係を示す。同図より e_{max} と k には良好な直線関係が認められた。 k に関する単回帰分析を行った結果、その単回帰式は次式となった。

$$k = 0.473e_{max} + 0.488 \quad (r=0.954) \quad (2)$$

3. 攪乱した一次しらすの ϕ_d の推定方法

(1) ϕ_d の推定式

ϕ_d の推定式は、(1),(2)式より、次式となる。

$$\sin \phi_d = \frac{3(0.473e_{max} + 0.488)}{2(1+e_0) + (0.473e_{max} + 0.488)} \quad (3)$$

表-1 実験材料の物理的特性と強度特性

試料名	ρ_s (g/cm ³)	D_{max} (mm)	D_{50} (mm)	Uc	e_{max}	$\bar{k}$
標準砂	2.638	0.850	0.190	1.480	0.963	0.901
しらす	2.386	0.106	0.090	1.190	2.220	1.596
	2.389	0.150	0.128	1.190	2.286	1.626
	2.392	0.212	0.181	1.190	2.263	1.541
	2.373	0.300	0.256	1.190	2.233	1.512
	2.344	0.425	0.363	1.190	2.109	1.445
	2.357	0.600	0.513	1.190	1.860	1.297
	2.392	0.850	0.718	1.190	1.721	1.290
	2.363	1.400	0.718	3.000	1.646	1.296
	2.362	1.700	0.718	5.440	1.610	1.292
	2.347	2.000	0.718	9.830	1.593	1.240

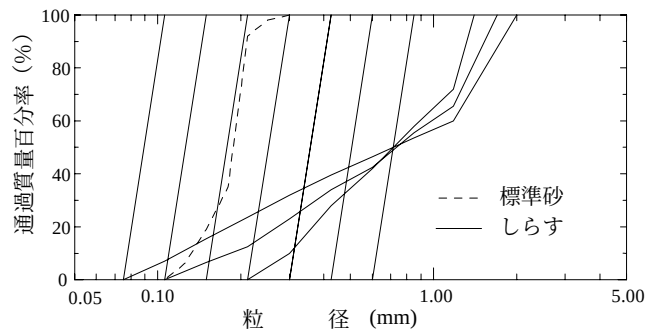


図-1 実験試料の粒度分布

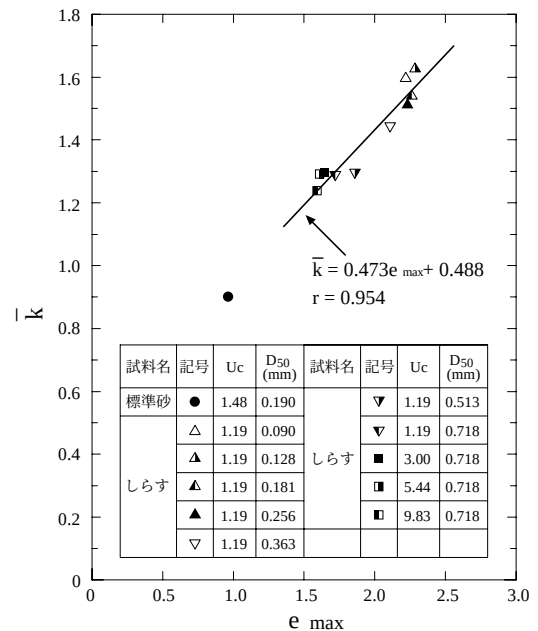


図-2 攪乱した一次しらすの $e_{max} \sim k$ 関係

キーワード：しらす、最上の強度式、 e_{max} 、 ϕ_d

連絡先：(株)ウエスコ 地盤調査部（住所：岡山県岡山市島田本町2-5-35、電話：086-254-2460、FAX：086-254-2573）

(2) 推定式の検証

三軸(CD)圧縮試験結果から推定式の検証を行う。

表-1に示す各しらす試料の e_{max} と、三軸(CD)圧縮試験時の e_0 を(3)式に適用して求めた推定 ϕ_d と実測 ϕ_d の関係を図-3に示す。

図-3をみると、実測 ϕ_d と推定 ϕ_d の相関は高く、最大で±2度程度のばらつきであり、(3)式の推定精度は十分実用に供すると言える。

4. 自然砂との比較

ここでは $e_{max} \sim k$ 関係に着目して、しらすと自然砂との比較を行う。

図-4に本実験で得られた攪乱一次しらすの $e_{max} \sim k$ 関係と、筆者らが実施した自然砂³⁾での $e_{max} \sim k$ 関係を合わせて示す。同図より、自然砂も含めて直線的な $e_{max} \sim k$ 関係が有ることが分かる。これは、筆者らの提案する ϕ_d の推定方法において、重要なパラメータ e_{max} の有用性を示すものである。

5. おわりに

本報告では、攪乱一次しらすの $e_{max} \sim k$ 関係を基にした ϕ_d の推定方法を提案した。室内試験では、提案方法による ϕ_d の推定精度は十分なことが検証され、筆者らの提案する推定方法の攪乱一次しらすへの適用が確認された。本推定方法は例えば一次しらすを用いた盛土の ϕ_d の推定への利用等が考えられる。ただし、本推定方法は細粒分5%以下の試料を用いて得られたものであり、注意が必要である。今後は、本提案法の一次しらす地盤への適用性を検証する予定である。原地盤の一次しらすは一般に細粒分を10%以上含み、また土粒子の密度が著しく異なる軽石を含有する。これらの物性や含有量等が ϕ_d に及ぼす影響が問題となろう。

なお、本提案法の一次しらす地盤への適用にあたっては、原位置の密度測定が必要となる。密度測定方法としては二重管式標準貫入試験器⁵⁾による安価なサンプリングを考えている。この密度測定法と本提案法を併用して地盤内の強度分布を精度良く把握できれば、建設コストの縮減に貢献できよう。

参考文献

- 1) 立元 勉：砂質土の粒度粒径などが最大・最小間隙比におよぼす影響について、砂の相対密度と工学的性質に関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，pp.71～78，1981。
- 2) 最上武雄編：土質力学，技報堂出版，pp.1029，1982。
- 3) 真田博司，田平健二，藤原身江子，奥山一典：密度による自然砂の ϕ_d の推定方法，地盤工学会四国支部平成11年度技術講演概要集，pp.43～44，1999。
- 4) 奥山一典，与那城稔，藤原身江子，田平健二，真田博司：密度による砂地盤のせん断抵抗角 ϕ_d の推定システム，土木学会論文集 No.652，III-51，pp.155～169，2000。
- 5) 藤原身江子，八木則男，篠原 潤，今泉伸二：SPTサンプラーによる砂礫地盤の密度測定精度(その2)，第33回地盤工学研究発表会講演集，pp.347～348，1998。

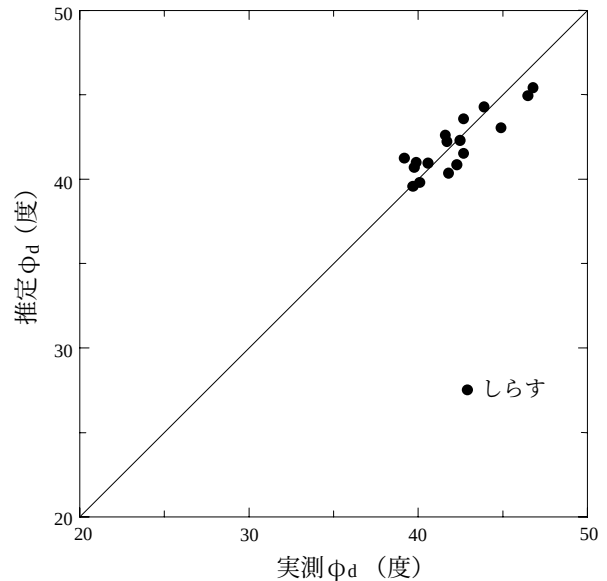


図-3 実測 ϕ_d ～ 推定 ϕ_d 関係

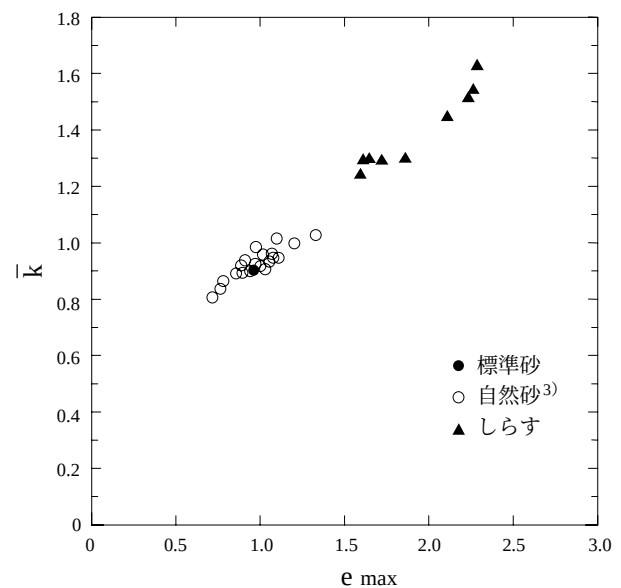


図-4 自然砂も含めた $e_{max} \sim k$ 関係