

しらす地盤の内部摩擦角の推定に関する一考察

中央開発株式会社 正会員 高田 誠  
 鹿児島県(元・鹿児島大学大学院) 小屋敷洋平  
 鹿児島大学工学部 正会員 北村 良介  
 日建設計株式会社 正会員 角南 進

1. はじめに

高田ら<sup>1)</sup>は静的な貫入試験の一つである三成分コーン貫入試験は、粒子破碎を起こしやすいとされるしらす地盤においても、土質分類や力学特性の把握に適していることを報告した。一方、Chenら<sup>2)</sup>はコーン先端抵抗値を用いて内部摩擦角を推定するための経験式を提案している。小屋敷ら<sup>3)</sup>はChenらの提案式のしらす地盤への適用の可否を検討するために、小型土槽を用いたコーン貫入試験を行っている。

本報告では小型土槽実験より求めた係数を用い、しらす地盤での内部摩擦角の深度分布について検討している。

2. 室内模型実験結果

小屋敷ら<sup>3)</sup>は、小型土槽を用いた段階載荷方式による試験の結果を、Chenら<sup>2)</sup>が導いた経験式(式(1))に適用し、しらすの内部摩擦角を求める実験係数を表-1のように求めている。

$$\tan \phi' = \frac{1}{C_1} \ln \left( \frac{q_c / \sigma_v'}{C_2} \right) \quad (1)$$

ここに、 $\phi'$ : 砂の内部摩擦角(deg.)、 $q_c$ : コーン先端抵抗値(kPa)、 $\sigma_v'$ : コーン先端深さの鉛直有効応力(kPa)、 $C_1, C_2$ : 実験係数

表-1 実験係数の理論値, 実験値

圧縮性による分類	実験係数		
	$C_1$	$C_2$	
低圧縮性	7.629	0.194	理論値
中圧縮性	6.820	0.266	
高圧縮性	6.079	0.340	
豊浦砂	9.954	0.073	実験値
しらす	6.608	0.459	

3. 原位置試験サイトの概要<sup>1)</sup>

原位置試験を実施したサイトは、鹿児島県大隅半島のほぼ中心部に当たる笠之原台地である。今回試験を行った当地の標高は100~130mで、周辺一帯には平坦なしらす台地が広がっている。当地の地層構成をみると、古第三紀始新世の日南層群または新第三紀の高隈山累層を基盤とし、その上位に新生代第四紀更新世の大隅降下軽石層・入戸火砕流堆積物の非溶結部(いわゆる“一次しらす”)が覆い、さらにその上位に笠之原砂礫層や完新世のローム層が分布している。なお自然地下水位は調査対象範囲(GL-30m)内において確認されていない。

4. 原位置試験結果<sup>1)</sup>

しらす台地において実施した4箇所の試験結果の内、標準貫入試験によるN値及び三成分コーン貫入試験による先端抵抗値( $q_c$ 値)の深度分布を図-1に一覧として示した。地点別で深度分布にばらつきが見られるが、N値及び $q_c$ 値の深度分布は、比較的良い相関が見られる。なお $q_c$ 値の深度分布はGL-15~20m付近より拘束圧の大小に拘わらず一定値を示す傾向が見られる。これはN値の深度分布形態と対応した結果であるとともに、ロッド周面摩擦力の発現に

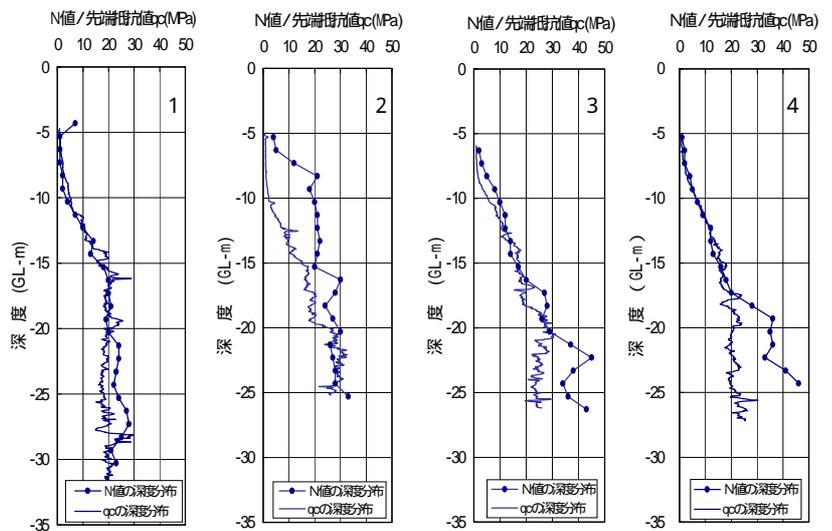


図-1 原位置試験結果(N値・ $q_c$ 値)

キーワード: しらす地盤, コーン貫入試験, 内部摩擦角, 地盤調査, 圧縮性  
 〒814-0103 福岡市城南区鳥飼 6-3-27 TEL 092-831-3111, FAX 092-821-5700

より、先端抵抗値  $q_c$  がやや過小に測定された可能性があると考えられる。

5. 内部摩擦角の深度分布

原位置試験の結果得られた先端抵抗値  $q_c$  から、内部摩擦角  $\phi'$  を式(1)から求め、深度分布としてまとめた。図-2にその結果を一覧として示す。この図から、しらす地盤における内部摩擦角  $\phi'$  は次のように結論される。

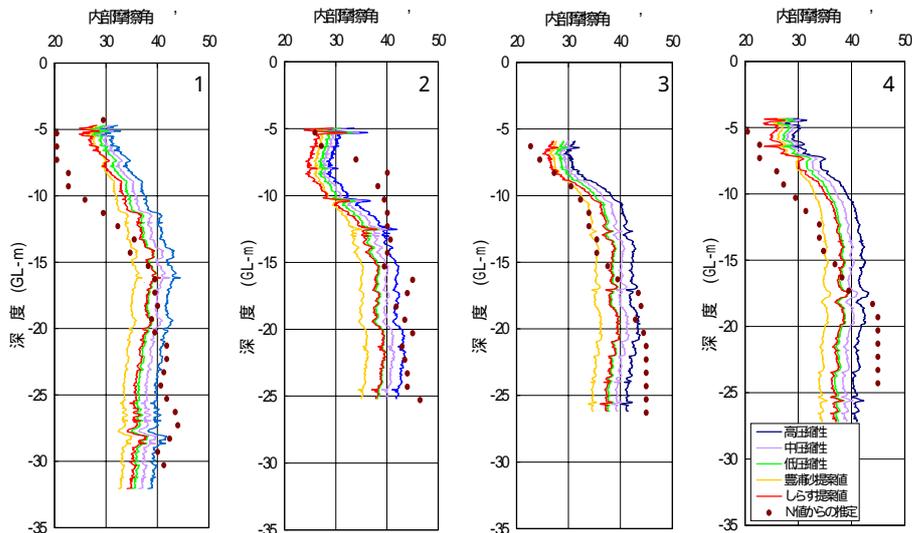


図-2 内部摩擦角  $\phi'$  の深度分布

Chen らが導いた経験式による GL-10m 以深の深度分布を見ると、有効拘束圧（土被り圧）に関係なく、ほぼ一定値を呈する。これは低圧縮性～高圧縮性のものまで全てに共通する。また経験式による  $\phi'$  の深度分布は、N 値・ $q_c$  値の深度分布と符合しない傾向にあるが、GL-15～20m 以深の  $q_c$  値の深度分布とは、やや符合した結果を呈している。しらす提案値と低圧縮性の計算値  $\phi'$  を比較すると、近似した深度分布形態を呈する。N 値から推定した  $\phi'$  ( $\phi' = \sqrt{30N + 15^4}$ ) と経験式による  $\phi'$  を比較すると、次のように要約される。 N<15；低圧縮性の計算値に近似する。 N 値 20 前後；しらす提案値～中圧縮性の計算値に近似する。 N>25；高圧縮性の計算値に近似する。経験式による  $\phi'$  と、春山の暫定案<sup>5)</sup>による値（風化しらす  $\phi' = 30 \sim 35^\circ$ 、ふつうしらす  $\phi' = 38 \sim 40^\circ$ ）を比較すると、GL-10m 以浅では高圧縮性の計算値を下限とし、GL-10m 以深では低圧縮性もしくはしらす提案値を下限、中圧縮性を上限と考えた結果と符合する。

図-3は、経験式の内部摩擦角  $\phi'$  と  $q_c / \gamma_v$  の関係を示したものである。この図から、 $q_c / \gamma_v$  は同じ  $\phi'$  において低圧縮性の方が高圧縮性の試料よりも高い値を示し、土槽実験による実験係数は Chen らの計算値よりも高い値を示し、豊浦砂としらすでは、しらすの方が圧縮性が高い傾向を示している。なお経験式の係数設定に際してはデータの蓄積による総合的な評価が必要と考える。

6. おわりに

土槽実験により明らかとした圧縮性を考慮した実験係数の提案値から、原位置コーン貫入試験結果を利用した内部摩擦角の適用性について検討した。その結果、計算値の内部摩擦角の深度分布は有効拘束圧に依存せず、N 値・ $q_c$  値の深度分布とは、やや符合しない傾向にあることを示した。今後経験式における実験係数の設定には、原位置せん断試験、不攪乱試料採取～室内土質試験等の一連の調査ならびにデータの蓄積が必要と考えられる。

謝辞：本研究に対して科研費(地域連携：12792009)の援助を受けた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 高田誠, 松本勇, 北村良介: 一次しらす地盤の力学特性に関する一考察, 土木学会論文集, 694/ -57, pp.343-348, 2001.12
- 2) J.W.Chen and C.H.Juang: DETERMINATION OF DRAINED FRICTION ANGLE OF SANDS FROM CPT, JOURNAL OF GEOTECHINICAL ENGINEERING/ MAY, pp. 374-381, 1996.
- 3) 小屋敷洋平, 松尾和昌, 北村良介, 角南進: 試作コーンを用いた模型地盤における載荷試験に関する一考察, 第37回地盤工学研究発表会(投稿中)
- 4) 高田誠, 北村良介, 北田貴光: 二次しらす地盤の力学特性の評価, 土木学会論文集, 561/ -38, pp.237-244, 1997.3
- 5) 春山元寿: c と  $\phi'$  を考える (7.しらす), 土と基礎, Vol.23, 6, pp.67~74, 1975.

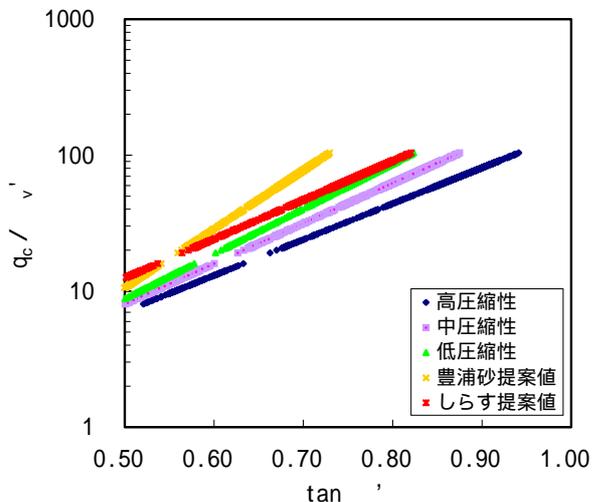


図-3 圧縮性を考慮した  $\phi'$  の推定