

コーン貫入試験装置の試作と土槽模型地盤への適用に関する一考察

鹿児島大学工学部 学生員

○佐土原崇弥

鹿児島大学工学部 正会員 北村 良介 城本 一義

鹿児島大学大学院 学生員

小屋敷洋平

㈱日建設計中瀬土質研究所 正会員

角南 進

1.はじめに

原位置貫入試験などから直接せん断強度パラメータを同定できれば、工学的に有意義である。これまでも静的サウンディングの一種であるコーン貫入試験(CPT)の結果を利用し、砂の内部摩擦角 ϕ' を同定するための研究が多くなされおり、Chen and Juang¹⁾は圧縮性によって砂地盤を分類し、内部摩擦角 ϕ' を同定する方法を提案している。

本報告では、Chen and Juang の提案式のしらす地盤への適用を目指すため室内土槽実験を行い、結果の検討と若干の考察を加えている。

2.既往の研究

Chen and Juang は、砂地盤の圧縮性を低・中・高に分類し、式(1)においてそれぞれに対応する係数を提案している。各圧縮性によって分類される回帰係数を表-1 に示す。

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

ここに、 ϕ' ：内部摩擦角(deg.)、 q_c ：コーン先端抵抗(kPa)

σ_v' ：コーン先端深さの鉛直有効応力(kPa)、 C_1, C_2 ：係数

表-1 圧縮性により分類された回帰係数

圧縮性による分類	C_1	C_2
低圧縮性	7.629	0.194
中圧縮性	6.820	0.266
高圧縮性	6.079	0.340

3.実験概要

式(1)の有用性を検討するためには、室内土槽での貫入試験と要素試験の比較、そして原位置での貫入試験と採取試料による要素試験の比較が必要であると考ええる。そこで、その予備的試験として図-1 に示す装置を用いて回帰係数 C_1, C_2 を逆算するための室内試験を行った。試作したコーンの断面図を図-2 に示す。径は18mm、コーンの先端角度は 60° であり、先端部を取り替えることにより形状を変化させることができる。ひずみゲージを下部と上部に2枚ずつ貼付しており、下部ひずみゲージは先端荷重計測用、上部ひずみゲージは先端荷重とスリーブ部の周面摩擦力の両者を計測する。よって周面摩擦力は、先端荷重との差をとることで求め、差分式コーンと同じ要領で先端荷重と周面摩擦力の両者が計測可能である。

試料は豊浦砂とシラス(2mm ふるい通過分)を使用し、気乾状態で行うため乾燥密度を調整して相対密度を管理するものとする。相対密度は50%と90%の2種類とした。土槽内模型地盤の作製法は、先ず土槽底面から必要重量の試料を空中落

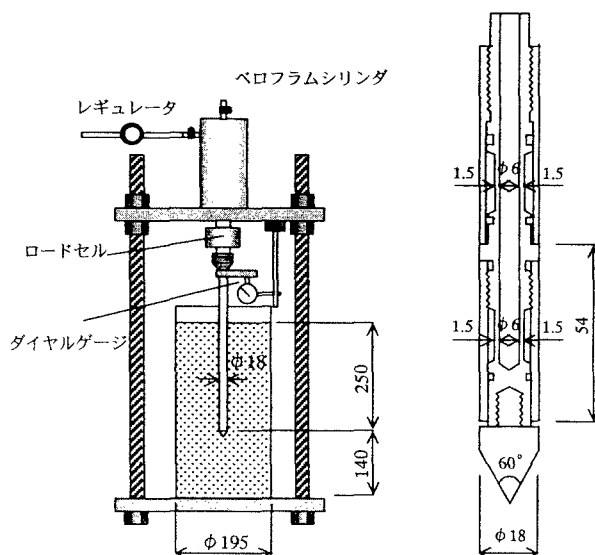


図-1 試験装置概略図(単位:mm) 図-2 コーン断面図(単位:mm)

下させ容器を打撃し、層厚を 140mm と調整する。そこにコーンを設置し 60,60,60,70mm と順に空中落下と打撃を繰返し根入れ深さ 250mm となるようにする。以上の方法により埋め込み杭を想定した模型地盤を作製した。試験は荷重制御によるものであり 0.02kN 毎段階的に載荷するものとする。また、測定値の記録は杭頭沈下速度が 0.02mm/min 以下となった状態で行う。

4.実験結果と考察

図-3 に豊浦砂の荷重-沈下量関係を、図-4 にしらすの荷重-沈下量関係を杭頭荷重・先端荷重の両者を合わせて示す。この他に周面摩擦も得られるが、ここでは省略している。また、図-4 における $D_r=50\%$ での先端荷重は、計測結果として負の値が生じたがここでは正の値のみを示している。荷重増分に対する沈下量増分は $D_r=50\%$ ではシラスの方が著しく大きい。また、荷重-沈下量曲線が曲線部から直線部へと変化した点を極限荷重とし図内に矢印で示している。その点に対応する先端荷重、その値を断面積で除したものを先端応力としそれらを表-2 に示す。極限荷重についても $D_r=50\%$ ではシラスに比べて豊浦砂の方が著しく大きい値を示しているが、 $D_r=90\%$ ではほぼ等しくなっている。

次に、Chen and Juang の提案式との比較を行う。(1)式において必要な値を表-3 に示す。 σ_v' は沈下量を考慮せずに深さ 250mm として求めており、 ϕ' については既存の代表的なデータを用いている。表-2 での先端応力を q_c としこれらの値を用いて 2 種類の ϕ' について連立方程式を解くと、豊浦砂： $C_1=3.678$, $C_2=9.869$ 、シラス： $C_1=9.023$, $C_2=0.017$ という係数が得られた。両者とも表-1 の係数とは大きな差がみられる。また表-1 によれば、 C_1 は高圧縮性から低圧縮性へ、また C_2 は低圧縮性から高圧縮性へと係数が大きくなっているが、豊浦砂を低圧縮性、シラスを高圧縮性の砂質土と考えると逆算した係数はその逆を示すものとなっている。今回行った逆算において変化する値は q_c のみであり、つまり極限荷重により回帰係数 C_1 、 C_2 が決定するのであるが、その決定が困難であったことが相違の原因ではないかと考えている。

5.まとめ

本報告では試作したコーンを用いた模型地盤での室内実験より、(1)式の係数を逆算することを試みた。今後は、 q_c の決定法を検討する必要があると考えている。

【謝辞】本研究に対して科研費(地域連携:No.12792009, 基盤(B):No.13450196)の援助を受けた。ここに謝意を表します。

【参考文献】

1)J.W.Chen and C.H.Juang: DETERMINATION OF DRAINED FRICTION ANGLE OF SANDS FROM CPT, JOURNAL OF GEOTECHNICAL ENGINEERING/ MAY, pp.374-381, 1996.

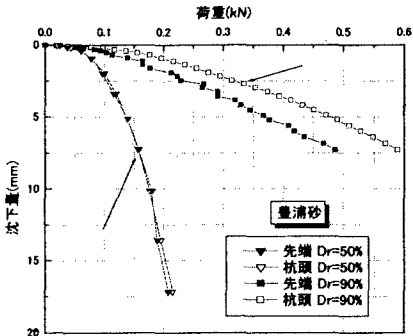


図-3 荷重-沈下量関係 (豊浦砂)

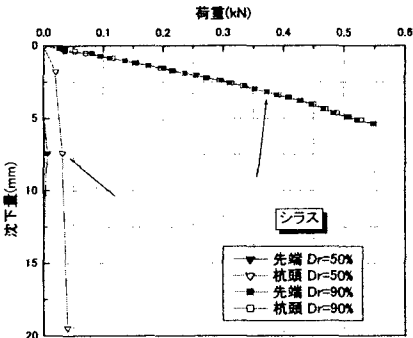


図-4 荷重-沈下量関係 (シラス)

表-2 試験結果より得られた値

豊浦砂				シラス			
D_r (%)	極限荷重 (kN)	先端荷重 (kN)	先端応力 (kPa)	D_r (%)	極限荷重 (kN)	先端荷重 (kN)	先端応力 (kPa)
50	0.16	0.16	628.76	50	0.03	0.01	39.30
90	0.33	0.27	1061.03	90	0.37	0.37	1454.01

表-3 計算に用いた有効土被り圧と ϕ'

豊浦砂				シラス			
D_r (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_v' (kPa)	ϕ' (deg.)	D_r (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_v' (kPa)	ϕ' (deg.)
50	14.42	3.60	38.0	50	10.79	2.70	36.9
90	15.69	3.92	42.0	90	12.55	3.14	48.6