## 砂地盤のコーン貫入抵抗値 qcと相対密度 Drの関係について

- 不動建設(株) 正会員○伊藤竹史1) 原田健二1)
  - 野田 洋1)
- 東京理科大学 正会員 石原研而 2) 塚本良道 2)

#### 1. はじめに

サンドコンパクションパイル (SCP) 工法などの締固めによる改良地盤の改良効果の評価は、標準貫入試験 から得られた N値によって行うのが一般的である.しかし,土層の変化が大きい施工場所などでは調査数量が 膨大になってしまう.そこで,比較的簡易に地盤調査ができる電気式静的コーン貫入試験 (CPT) に着目し, SCP 改良地盤の特徴である相対密度 D<sub>r</sub>の増加と CPT 試験結果の関係についてまとめる事にした.本論文では, 乾燥砂を使って,締固めによる改良地盤のように相対密度 D<sub>r</sub>が増加した状態を再現し, D<sub>r</sub>と先端抵抗 q<sub>c</sub>の関 係を明らかにすることを目的とし, CPT を行った結果について報告する.

#### 2. 実験装置と実験条件

締固めによる改良地盤の  $q_c$ に及ぼす種々の影響を把握するために、表-1 に示す3種類の砂試料に対して表-2 に示すように、相対密度  $D_r$ 、鉛直応力 $\sigma_v$ 、Ko状態をそれぞれ3種類に変化させてコーン貫入試験を行った. 模型地盤は各砂の乾燥地盤とし、内径78.4cm、高さ92.4cmの鋼製の加圧土槽に、所定の相対密度になるよう に乾燥砂を9層にわけて投入し作製した.模型地盤作成後、地盤に対する水平および鉛直応力を、土槽周面と 底面のメンブレンを介して水圧により独立に作用させることで任意のKo状態を再現した.

	物理特性				
試料名	細粒分含有率	最大間隙比	最小間隙比	0 -0	
	F c (%)	$e_{\mathrm{max}}$	$e_{\mathrm{min}}$	e <sub>max</sub> e <sub>min</sub>	
豊浦砂	0	0.973	0.607	0.366	
小見川砂	10.7	1.495	0.884	0.611	
稲毛砂	23.8	1.021	0.509	0.512	

表-1 砂の物理特性

表-2 土槽試験条件一覧表

	実験条件				
試料名	拘束圧	静止土圧係数	相対密度		
	$\sigma_{\rm v}$ ' (kPa)	$K_0$	<i>D</i> <sub>r</sub> (%)		
豊浦砂	30, 50, 100	0.4,1.0,1.5	30, 50, 70		
小見川砂	30, 50, 100	0.4, 1.0, 1.5	70, 80, 90		
稲毛砂	30, 50, 100	0.4, 1.0, 1.5	70, 80, 90		

#### 3. 先端抵抗 qc についての考察

コーンを貫入していくと、貫入抵抗は上がっていき、いったんピーク値をとったあとに下がりだす。土槽中 央付近の最大値を各実験ケースの代表値として、図-1 に拘束圧と  $q_c$ の関係を示す。同図より、先端抵抗  $q_c$ 値 の増加は、相対密度  $D_r \ge \sigma_v$ の増加に依存することがわかる.また、 $q_c \ge \sqrt{\sigma_v}$ は線形近似の関係にあると考えられる.



キーワード:コーン貫入試験,先端抵抗,相対密度,砂の最小・最大間隙比 1)〒103-8543 東京都中央区日本橋小網町 6-1 03-5644-8534 2)〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 04-7124-1501

次に,  $q_e e \sqrt{\sigma_v}$ で正規化して  $D_r^2 e o$ 関係について図-2 に示す. 同図より,  $D_r o$ 増加に伴い  $q_e o$ 値が増加していることが分かる.



# 4. 砂の物理特性と試験結果の関係

 $qd\sqrt{\sigma_v}$ をさらに  $D_v^2$  で正規化して各砂における  $e_{\max} - e_{\min}$ の関係にまとめたものを図-3 に示す <sup>1</sup>. 同 図には, Glaucontie, Ticino, Quiou の各砂の試験データ も合わせて示し,幅広い砂における相関性を考察した。 その結果、図-5 中に示す近似式が得られ,良い相関性 が得られることが分かった.よって, $D_v$ の推定に対し て,以下の経験式が得られる.

$$D_r = \left(\frac{q_c}{\sqrt{\sigma_v}' \cdot 286.7(e_{\max} - e_{\min})^{-2.37}}\right)^{0.5} \qquad (1)$$



図-3  $e_{\text{max}} - e_{\text{min}} \ge q_0 / \sqrt{\sigma_v} / Dr^2 の関係$ 

(1) 式より、今回の実験で得られた *q*。値から, *D*、を推定し実際の *D*、との比較をおこなった. その結果を 図-4 に示す. 同図から各砂において, 推定値と実測値は概ね良い相関を示すことがわかった. また, 細粒分 含有量の小さい砂ほど相関性がよい結果となった.



図-4 推定式から求めた Dr と実際の Dr の関係

### 5. まとめ

試験結果から次の知見を得た.

- ① 先端抵抗 q<sub>e</sub>値の増加は、相対密度 D<sub>r</sub>と拘束圧 σ<sub>v</sub>の増加に依存する.
- ② *q<sub>c</sub>*を拘束圧、相対密度で正規化し、砂の物理特性に対してまとめることで、砂の最小・最大間隙比とから地盤の相対密度の推定ができる.
- 今後は、実現場のデータを蓄積しより精度の高い Drの推定を行いたい.

【謝辞】本研究の土槽実験を実施するにあたり、元東京理科大学理工学部土木工学科 4 年森田貴之君と森脇央文君の協力を得た。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】1) Y.Tsukamoto et al: "Correlation between Penetration Resistance of Swedish Weight Sounding Tests and SPT Blow Counts in Sandy Soils",SOILS AND FOUNDATIONS Vol.44 Number3 June 2004