

Ⅲ - B198 未貫通SCPで改良された粘土地盤の有限要素法解析

広島大学工学部 学生会員 ○鄭 鍾範 正会員 森脇 武夫
 東京工業大学工学部 正会員 日下部 治
 中電技術コンサルタント（株）正会員 住岡 宣博 福原 和顕 三宅 健一

1. まえがき

軟弱な粘土地盤をサンドコンパクションパイル（以下SCP）工法によって改良する場合、施工能力不足、経済的制約、下部砂れき層からSCPへの地下水の流入防止、SCPから下部砂れき層への汚染水流入防止等の理由からSCPを下部支持層まで貫通させないでSCPの下部に粘土層を残すことがある。このような地盤では長期間にわたる残留沈下の恐れがあるため、未貫通SCP改良地盤の圧密挙動を明らかにすることが求められている。そこで本研究では、室内模型実験とCam-clayモデルを用いた有限要素解析を行い、未貫通SCP改良地盤の沈下特性、応力分担比および間隙水圧の比較を行い、未貫通SCP改良地盤に対する有限要素法解析の適用性を検討した。

2. 実験および解析方法

実験に用いた試料は、広島湾五日市沖より採取した広島粘土であり、SCPには豊浦砂を使用した。広島粘土ならびに豊浦砂の物理的性質と実験方法は文献¹⁾を参照されたい。解析の対象とする実験パターンはSCP置換率28.8%、相対密度が70%で、SCP貫通率が100%の全貫通と50%、75%の未貫通の2種類で、それに未改良地盤を加えて計4種類である。解析は市販の有限要素法プログラムCRISPを用いて図-1に示すように、1本のSCPに対して行い、砂は線形弾完全塑性体としてDrucker-Pragerモデル、粘土には修正Cam-clayモデルを採用した。SCPの改良地盤が鉛直等ひずみとなるように、解析要素の上面に剛性の充分大きなSteel要素を設けた。砂のパラメータは排水三軸圧縮試験から求め、SCPの弾性係数は深度方向に一定とした。粘土のパラメータは非排水三軸圧縮試験から求めた。粘土のPoisson's比は0.3に仮定した。各モデルのパラメータを表-1に示す。解析条件は、図-1(75%の未貫通の場合)に示したように1次元軸対称条件で、底面は拘束、不透水境界で、上面は自由排水境界である。

表-1 材料定数

Materials	Model	Parameters
Sand	Linear Elastic-Perfectly plastic (Drucker-Prager)	弾性係数 ($E_0 = 24525kPa$) 内部摩擦角 ($\varphi = 36.5^\circ$) Poisson's比 ($\nu = 0.25$)
Clay	修正Cam-clay model	$\lambda = 0.323$ $\kappa = 0.0455$ $M = 1.45$ $\nu = 0.3$ $e_{cs} = 2.38$ $k_x = k_y = 4.3E - 10m/sec$

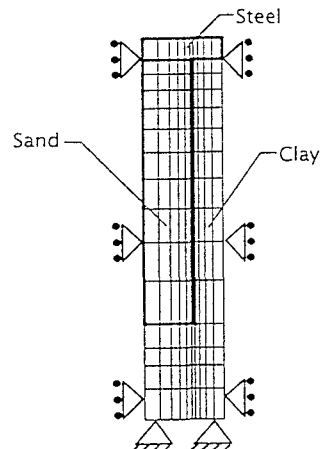


図-1 有限要素図及び条件

3. 実験と解析の結果および考察

SCP地盤の実験と有限要素解析による時間-圧密度(S/Sf)関係を図-2に示す。図中に示した圧密度(S/Sf)は任意の時間における沈下量(S)に対する最終沈下量(Sf)を表し、貫通率(Hd/H)は初期地盤高(H)に対するSCP打設深度(Hd)である。

キーワード： 未貫通SCP 有限要素解析 応力分担比 間隙水圧 修正Cam-clay model

連絡先：（東広島鏡山1-4-1広島大学工学研究科（Tel, Fax）0824-24-7785

この図より圧密は貫通、貫通率75%、50%、未改良地盤の順に早く終了していることがわかる。また、CRISPIによる解析結果は未改良地盤ではよく合うが、貫通率が大きくなるとも実験結果と離れている。これは砂のモデル（線形線形弾完全塑性）が実際のSCPの挙動を表現できていないためと考えられる。図-3に圧密度ごとのSCP模型地盤の有効応力分担比（ $n' = \sigma'_s / \sigma'_c$ ）と正規化した深度との関係を示す。図中に示された y/H は初期地盤高（ H ）に対する計測深度（ y ）を表している。これを見ると、未貫通の場合は実験値と解析値共に圧密の進行にしたがって有効応力分担比が小さくなるとともに、地盤上部より下部の方がその値は小さくなっている。また、貫通率が大きくなると、応力分担比は大きくなる傾向がある。図-4は圧密度ごとの正規化した深度（ z/H ）-間隙水圧（ $u/\Delta P$ ）の関係を示す。SCPが打設されている地盤上部では、貫通率の違いによる差異はなく間隙水圧はほぼ消散しているが、SCPの下端部では実験と解析ともに下部未改良粘土層の影響を受けて間隙水圧の消散が遅くなっている。解析と実験の間隙水圧を比較すると、改良部分は解析の方が早く消散し、改良下部は実験の方が早く消散している。

4. 結論

本研究では、SCPを下部支持層まで貫通させた場合と未貫通にした場合の模型実験と有限解析を行い、次の結論が得られた。

- 1) 実験と解析共にSCPの貫通率が大きくなると、応力分担比は大きくなり、地盤上部より下部の方が応力分担比は小さくなっている。
- 2) 地盤全体の圧密度は、SCPの貫通率が大きくなるほど解析の方が早くなるが、改良下部の間隙水圧は実験の方が早く消散している。

（参考文献）

- 1) 鄭鍾範・森脇武夫・日下部治・住岡宣博：未貫通のSCP模型地盤の圧密挙動、地盤工学会発表会論文集、Vol. 1, pp. 631-632, 1995.
- 2) 住岡宣博・吉國洋：バーチカルドレーンによる粘土の圧密変形メカニズムに関する実験的研究、土木学会論文集 No. 463/III-22, pp. 125-132, 1993.

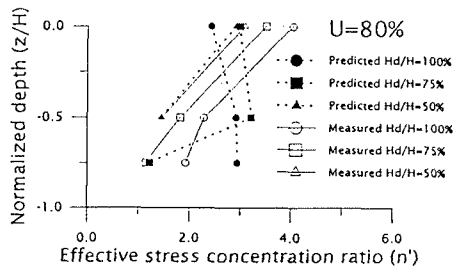
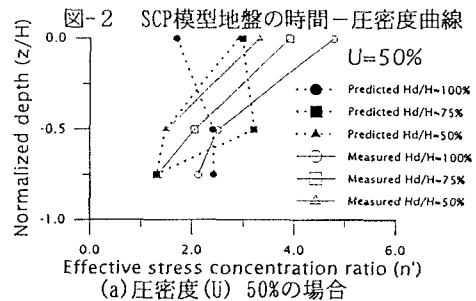
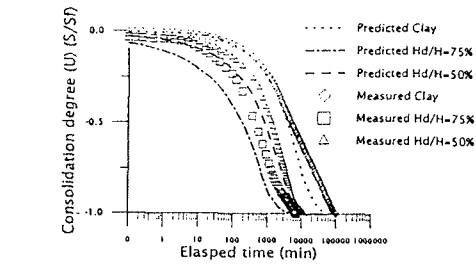


図-3 正規化した深度-有効応力分担比関係

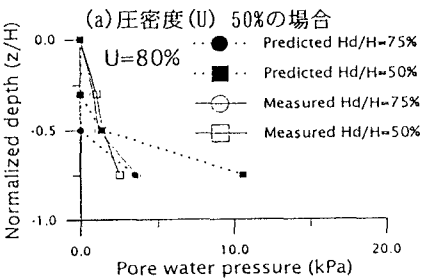
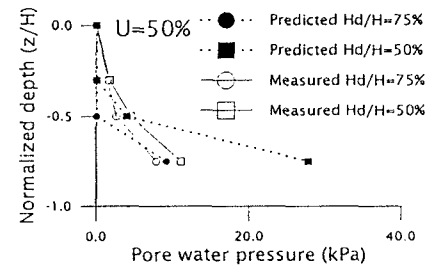


図-4 正規化した深度-間隙水圧関係