

SCP地盤改良による側方流動の防止効果について

熊本大学大学院 学生員○高畑浩二
 八代工業高等専門学校 正員 瀧田邦彦
 熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 若築建設 正員 兵頭武志

1. はじめに 地震時の地盤液状化に伴う側方流動に関する種々の研究が行われているが¹⁾²⁾, 側方流動防止のための合理的な設計手法が確立されるまでには到っていない. 本研究では, 液状化防止工法として多用されているサンドコンパクションパイル(SCP)工法を取り上げ, 側方流動変位を地盤のせん断変形より算定する解析手法により, 地盤改良が側方流動防止に及ぼす効果について検討する.

2. 解析手法の概要 本研究では, 側方流動変位を液状化に伴う地盤の軟化に起因したせん断変形と考え²⁾, 解析対象領域を2次元FEMモデル化し, 外力として各節点にポテンシャルヘッド(位置水頭)を与えて, 弾性体のせん断変形より算定する解析プログラム「FLOW」を開発した. 一方, 著者らは, SCPの打設締固め過程をシミュレートするプログラム「WAP3」³⁾及び2次元液状化解析プログラム「NUW2」⁴⁾を開発し, SCPによる改良地盤の液状化評価システムを構築している⁵⁾. ここでは, 側方流動解析プログラム「FLOW」に, 「WAP3」と「NUW2」とを組み込んだ, 図1のような, 解析手法とする. ただし, 本手法は地盤の弾性変形解析より側方流動を算定する方法であり, 解析対象地盤に対して, 「WAP3」によるSCP地盤改良及び「NUW2」による液状化解析を行った後, 得られた過剰間隙水圧比 u^* に応じて, 図2より低減率 $\sqrt{1-u^*} \times 10^{-3u^{*2}}$ を求め, 地盤のせん断剛性を低減させて「FLOW」による側方流動解析を行う方法とする. 図2の低減率は, 規矩らによる液状化時のせん断剛性の低減率と同様の傾向となっている⁶⁾.

3. 模型実験の概要 図3は飽和砂層の室内液状化模型実験の概要である. 砂槽(1000x1500x1000mm)内に, 傾斜10%の非液状化層(厚さ5~20cm)を作成し, その上に水中落下により厚さ50cmのゆる詰め飽和砂層を作成し, 側壁にはスポンジ柱を, 砂層表面には20cm四方にピンを設置して, 入力加速度100galで水平加振し, 液状化後の砂層の変形量を測定した. SCPによる地盤改良については, 現場施工法に類似した方法により, 直径7cm, 長さ40cm, 間隔25cmでSCP振動締固めを行ったが, 詳細については文献3)に譲り, ここでは省略する. 実験は, 無対策の場合, SCPを1列4本及び2列8本作製する場合の合計3ケースについて実施した.

4. 解析結果と考察 図4, 5は, それぞれ無対策及びSCP改良地盤(SCP8本)の側方流動変位を10cmのメッシュ間隔で図示したもので, (a),(b)はそれぞれ模型実験及び本解析によるものである. 両図より, SCP改良地盤では, 側方流動変位は低く抑えられており, 側方流動に対するSCPの地盤改良の効果がはっきりと表れている. また本解析による結果は, 変位の鉛直分布形状及び沈下量に多少の違いはあるものの, 実験結果とかなり近い結果を示している. 図6は, 図4, 5の, 地表面における側方流動変位量をSCP4本の結果も含めてプロットしたもので, 解析結果は実験結果とかなり良く対応しており, 本解析手法の妥当性が示されている. 図7は, 長さ150m×厚さ20mの実スケールのモデル地盤であり, 表層の傾斜3%, N値5程度の砂地盤として地表面の側方流動変位を解析した結果が図8である. 無対策地盤では最大で10m以上の側方流動変位が得られるのに対して, SCP改良を行った地盤では, 初期地盤の細粒分含有率によりその改良の度合いが異なるものの, 細粒分含有率5%の場合で最大1m以下に低下するなど, SCP改良による側方流動防止の効果が示されている.

5. まとめ 側方流動に対するSCP地盤改良の効果を検討するため, 側方流動解析プログラムFLOWにWAP3及びNUW2を組み込んだ, SCP改良地盤の側方流動解析手法を提案した. 模型実験との比較及び実地盤モデルの解析の結果, SCP地盤改良が側方流動防止に効果的であることや解析手法の妥当性などを明らかにした.

参考文献 1)浜田ほか, 土木学会論文集, 376-III-6, pp.211-220, 1986. 2)Yasuda, S. et al, Soils and Foundations, 32-1, pp.149-160, 1992. 3)Akiyoshi, T. et al, Proc. 9JEEES, pp.949-954, 1994. 4)Akiyoshi, T. et al, Soil Dynamics and Earthquake Engg., Vol.12, No.5, pp.299-307, 1993. 5)Akiyoshi, T. et al, Proc. 9JEEES, pp.955-960, 1994. 6)Kiku, H. et al, Proc. 9JEEES, pp.871-876, 1994.

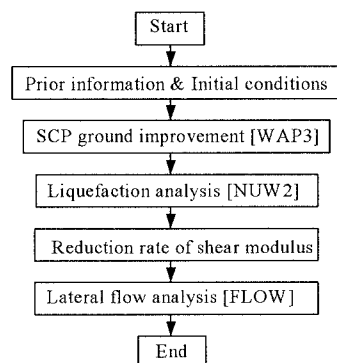


図1 SCP改良地盤の側方流動解析フロー

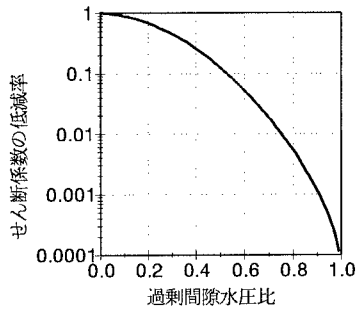


図2 せん断剛性の低減率と過剰間隙水圧比との関係

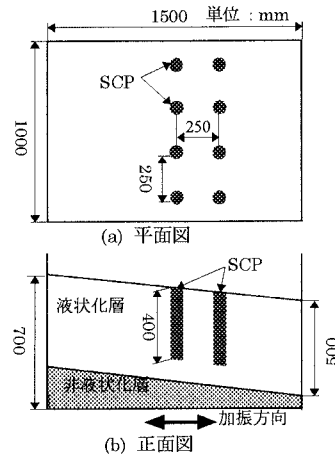
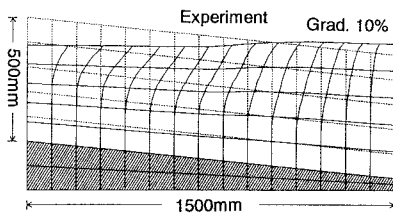
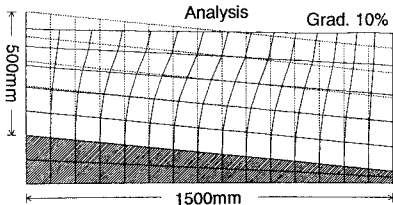


図3 模型実験の概要図



(a) 実験結果



(b) 解析結果

図4 模型地盤における側方流動変位(無対策地盤)

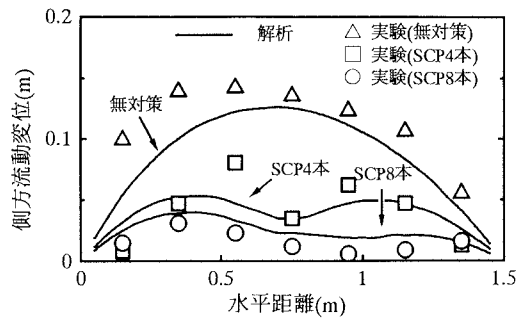
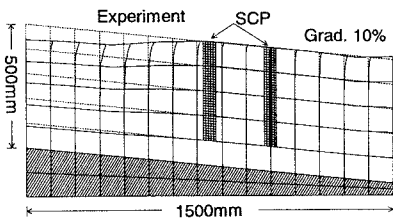
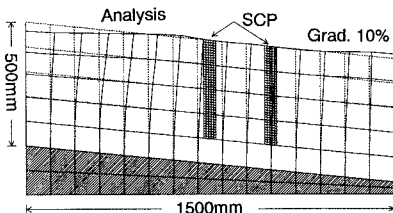


図6 模型地盤地表面における側方流動変位分布



(a) 実験結果



(b) 解析結果

図5 模型地盤における側方流動変位(SCP対策地盤)

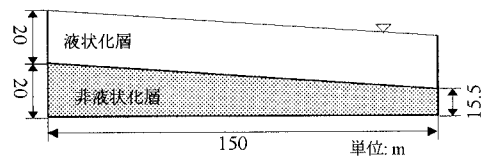


図7 実地盤モデル

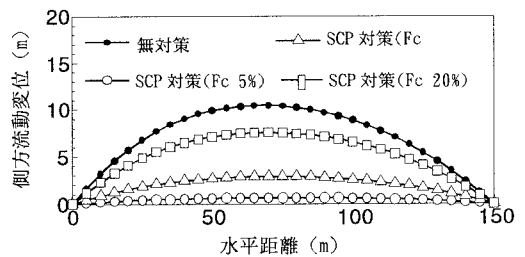


図8 実地盤モデルにおける側方流動変位分布