

側方流動防止のための地盤改良の効果について

八代工業高等専門学校 正 員 洲田邦彦 熊本大学工学部 正 員 秋吉 卓
熊本大学工学部 正 員 松本英敏 熊本大学工学部 学生員○高畑浩二

1. はじめに 地震時の地盤液状化に伴う側方流動に関しては、その予測手法や対策工法など種々の研究が行われているが¹⁾²⁾、側方流動を防止するための合理的な設計手法を確立す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簡易的な解析手法を用いて、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これを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、上記の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によるため、対象地盤の剛性を液状化時のそれよりも相当に低下させないと側方流動をうまく算定できない。そこで、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

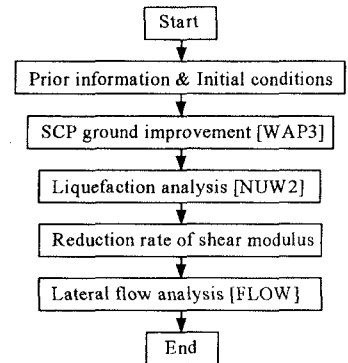


図1 SCP改良地盤の側方流動解析のフロー

過剰間隙水圧比 u^* に応じて、低減率 $\sqrt{1-u^*} \times 10^{-3u^{*2}}$ を求め、せん断剛性を低減させてFLOWによる側方流動解析を行う。図2は低減率と過剰間隙水圧比との関係を図示したものであるが、この低減率は、規矩らが室内要素試験に基づいて算定した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 側方流動に関して、飽和砂層模型の室内液状化実験を行った。図3は模型実験装置の概要であり、砂槽(1000x1500x1000mm)内に、傾斜10%の非液状化層(厚さ10~25cm)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た。側壁にはスポンジ柱を取付け、また砂層表面には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、新潟市川岸町におけるモデル地盤¹⁾の側方流動の解析結果で、最大1.1m程度の側方流動変位が得られており、解析結果は図8の実測値¹⁾と比較的よく対応している。

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により、模型実験との比較及び実地盤の解析を行った結果、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. 9JES, 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. 9JES, pp.955-960, 1994。6)Kiku,H. et al, Proc. 9JES, pp.871-876, 1994。

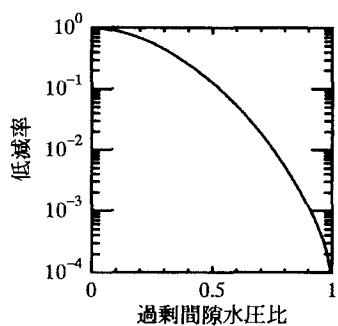


図2 セン断剛性の低減率と過剰間隙水圧比との関係

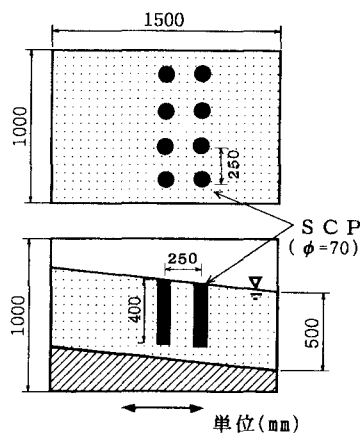
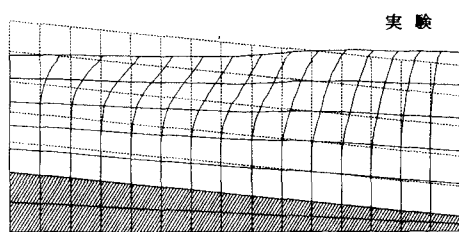
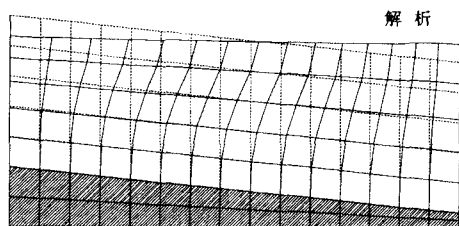


図3 模型実験の概要図



(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)

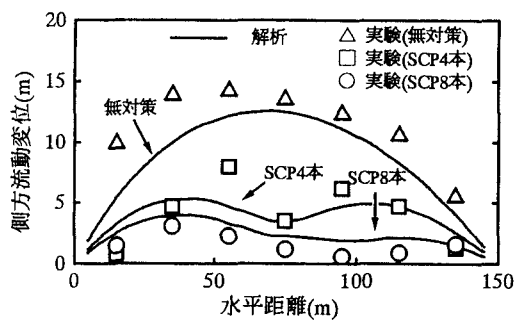
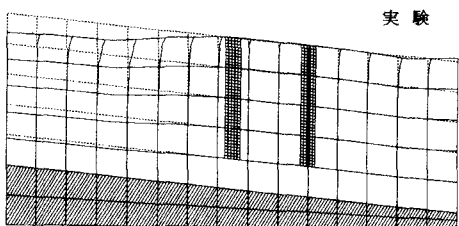
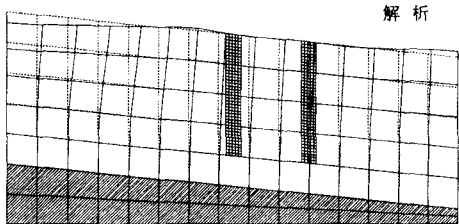


図6 模型地盤地表面における側方流動変位分布



(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)

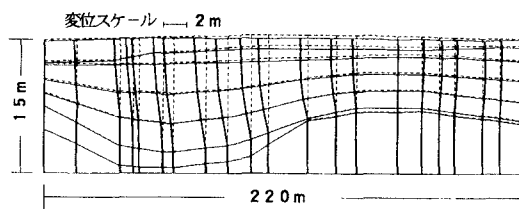


図7 実地盤における解析の一例

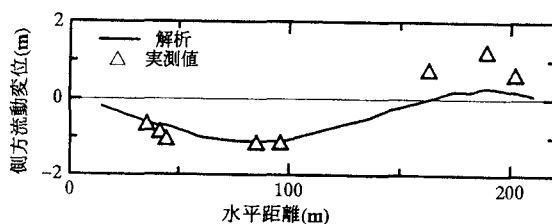


図8 実地盤における側方流動変位分布