

III-171

サンドコンパクションパイルの液状化防止限界値について

熊本大学大学院 学生員○玉置 敏洋
 熊本大学工学部 正 員 秋吉 卓
 八代工業高等専門学校 正 員 湊田 邦彦
 熊本大学工学部 正 員 松本 英敏
 熊本大学大学院 学生員 方 火浪

1. はじめに

砂地盤の液状化防止対策としてサンドコンパクションパイル（SCP）が数多く打設されているが、液状化を防止する程度を規定した設計には必ずしもなっていないように見受けられる。そこで本研究では実際と類似のSCP打設用ケーシングパイプと打設手順によりSCP模型地盤を作成して水平加振実験による液状化実験を行うとともに、2次元有効応力法に基づく液状化解析プログラム（NUP2）¹⁾を開発し、これを実験結果とつぎ合わせてその妥当性を検討し、SCPに関するパラメータの液状化防止限界値を解析的に求めるSCP設計法を提案する。

2. 改良地盤の液状化実験

本実験では図1に示すような可動側板を持つ振動砂槽（縦1.0m×横1.5m×高さ1.0m）内に図に示すように水圧計、加速度計を設置し、その後、表1に示すような砂を高さ0.8mまで水中落下により入れ、ゆる詰め飽和砂層（相対密度 $Dr \approx 22\%$ ）を作成した。次に、実際と類似のケーシングパイプモデル（内径70mm）を用いて、現場と同様な手順に従い、正方形配置の砂杭を16本施工した。この実験では砂杭の置換率は、平均0.1である。実験は、締固め加振力、杭間距離を変化させ、表2に示すような未改良を含む6ケース行った。いずれの場合も締固め振動数は25Hzとした。そして、地盤剛性の比較のためにSCP施工前後に静的コーン貫入試験を行い、地盤のせん断弾性係数を求めた。また、施工後には、間隙比から相対密度 $Dr(\%)$ を求めた。その結果を表3に示したが、SCP施工後は Dr は約40%まで達している。このようにして作成した改良砂層全体を振動数5Hz、加振時間20秒、入力加速度100galで、水平正弦加振した。

SCP改良地盤の5ケース（Case2～6）を、SCP締固め加振力と杭間比の2つをパラメータとして図2に示した。ここで過剰間隙水圧比がほぼ1程度のケースを液状化したと見なせば、液状化に対する限界杭間距離は分からないが、締固め加振力に関しては図に示すように9.8kgfの場合のみ液状化には達しておらず、限界締固め加振力が8.0～9.8kgfのところに存在していると言える。

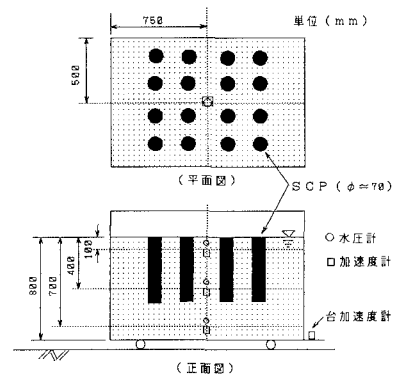


図1 砂槽およびSCP打設概念図

表1 試料砂物性値

土粒子密度	2.866t/m ³
最大粒径	2.0mm
最大間隙比	0.985
最小間隙比	0.688
均等係数	2.33
透水係数	1.38×10^{-4} m/s

表2 SCPによる改良地盤

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
締固め加振力 (kgf)	未改良	6.2	8.0	9.8	8.0	9.8
杭間距離 (mm)	未改良	200			250	

3. 改良地盤の数値解析

井合氏らの理論

表3 改良前後の杭間の砂の相対密度

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
改良前の相対密度(%)	ほぼ 22					
改良後の相対密度(%)	未改良	45.4	42.7	48.8	41.3	41.6

²⁾ ³⁾ に基づいて、

2次元FEM・有効応

力法による液状化解

析プログラムNUP2を

作成した。排水条件下で時間ステップを0.001秒として解析を行った。図2における杭径70mm、杭間距離200mmのSCPによる改良地盤で地表面下100mmでの液状化に対する限界加振力を定めるため、SCPによる地盤改良効果を評価する波動累積プログラムWAP3⁴⁾を用い締固め加振力を8.0kgf～9.8kgfの間のいくつかの改良地盤を数値的に作成し、これについて液状化判定をNUP2で行ったものが図3である。この図より液状化に対するSCPの限界締固め力は約9kgfと思われる。

また、実験では行えなかった液状化に対する限界杭間距離について数値解析を行った。締固め加振力を8.0kgfとし杭間距離を変化させていくつかの改良地盤をWAP3により作成しNUP2により液状化判定を行った。その結果を杭間距離（ここでは杭間比）を横軸にとり示したのが図4である。これにより液状化に対する限界杭間比は約2.5で杭間距離にすると約175mmであると推測される。

4. 最後に

解析においてパラメータを適切に選べば、液状化防止のための締固め加振力、杭間比、その他のパラメータの限界値を推定できるので、任意の目標値に対するSCPによる地盤改良の合理的な設計が行えると言える。

参考文献

- 1) 秋吉・松本・赤木・小竹：SCP改良地盤の液状化防止効果について、平成4年度土木学会西部支部講演発表会講演概要集，1993，3，pp.122-123
- 2) S. Iai, Y. Matsunaga, and T. Kameoka, Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 2, JSSMFE, 1992. 6, pp. 1-15.
- 3) S. Iai, Y. Matsunaga, and T. Kameoka, Analysis of Undrained Cyclic Behavior of under Anisotropic Consolidation, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 2, JSSMFE, 1992. 6, pp. 16-20.
- 4) 秋吉・澁田・松本・兵頭・方：サンドコンパクション工法による地盤剛性改良の動的評価について，土木構造・材料論文集，第8号，1992.11，pp. 51-60.

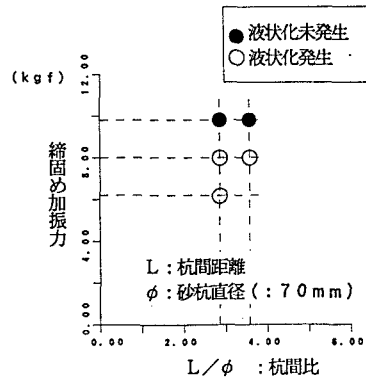


図2 締固め加振力、杭間比と液状化の関係（地表面下100mm）

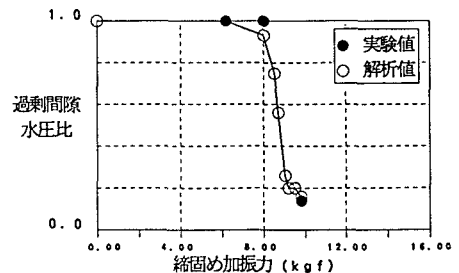


図3 過剰間隙水圧と締固め加振力との関係（砂杭間200mm，地表面下100mm）

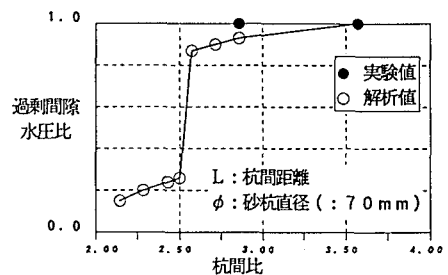


図4 過剰間隙水圧比L/φと杭間比の関係（加振力8.0kgf，地表面下100mm）