

SCPとGDPの液状化対策における効果

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
八代工業高等専門学校	正 員	淵田 邦彦
熊本大学工学部	学生員	○栗林 克成

1. はじめに

近年、液状化を防止する地盤改良工法として、サンドコンパクションパイル（SCP）工法や、グラベルドレーンパイル（GDP）工法などが多く施工されており、1993年の釧路沖地震などでもその効果が報告されている。しかし、SCP工法では都市部において施工時の騒音・振動や地盤変形、またGDP工法では目詰まりや沈下等が問題となっている。そこで新たな工法として、低騒音、低振動で施工することができ、締固め効果と排水効果を兼ね備えた突き棒付きグラベルドレーン（CGDP）工法が提案されている。本研究では、これら三つの液状化防止工法の比較を模型実験と、井合氏¹⁾らの理論に基づいて開発した2次元有効応力法による液状化解析プログラムNUW2を用いて効果の比較を行った。また、実際の施工例についても検討した。

2. 実験方法

本研究における模型実験では、図-1に示す様な砂槽(1000mm×1500mm×1000mm)を用いた。この砂槽の加振方向の側板は、砂のせん断変形が発生しやすいように可動側板にした。

SCP工法においては、砂槽内に加速度計と水圧計を設置し、表-1に示す試料砂を用いて、水中落下法により高さ800mmのゆる詰め飽和砂地盤を作成した。この地盤にケーシングパイプ（内径70mm）を16本正方形配置で圧入し、試料砂を投入しながら、ケーシングパイプを振動させ締固めを行いSCP改良地盤を作成した。また、GDP工法は、あらかじめ塩化ビニールパイプ（内径70mm）を16本正方形配置で設置し、SCP工法と同様にゆる詰め飽和砂地盤を作成した後、塩化ビニールパイプに表-2に示す試料碎石を投入した後、塩化ビニールパイプを引抜いてGDP改良地盤を作成した。CGDP工法は、GDP工法と同様に塩化ビニールパイプを設置し、試料碎石を投入しながら、塩化ビニールパイプ内に取りつけた突き棒により振動締固めを行い、CGDP改良地盤を作成した。実験時には、飽和砂地盤と改良後の地盤について静的コーン貫入試験を行い、地盤剛性を求めた。このようにして作成した模型地盤を振動数5Hz、加振時間20秒、入力加速度約100gで水平加振させ模型実験を行った。

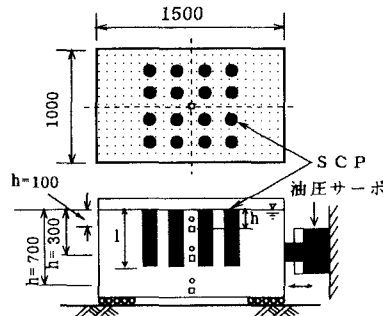
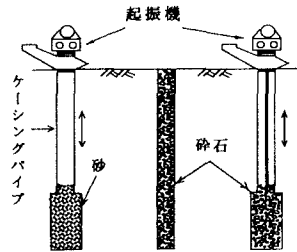


図-1 実験砂槽図



(a)SCP工法 (b)GDP工法 (c)CGDP工法

図-2 各工法の概略図

表-1 試料砂物性値

土粒子密度 (tf/m^3)	2.862
最大粒径 (mm)	2.0
最大間隙比	1.007
最小間隙比	0.666
均等係数	2.33
透水係数 (m/s)	1.28×10^{-4}

表-2 試料碎石物性値

土粒子密度 (tf/m^3)	2.981
最大粒径 (mm)	16.0
透水係数 (m/s)	6.9×10^{-2}

3. 実験および解析結果の比較

図-3は、深さが30cmで、SCP工法とCGDP工法の締固め加振力が36kgfの時の、過剰間隙水圧比と杭間比との関係を示している。図中の黒塗りは、実験値であるが、これは解析値とよく対応していることがわかる。まず、SCP工法では杭間比が3.5以下の杭間隔が狭いところにおいて液状化の防止効果が非常に高いといえるが、杭間比がそれ以上になると液状化防止効果が急速に低下している。また、GDP工法でも杭間比が3.0を越えると液状化防止効果が低くなっている。これに対してCGDP工法は、杭間比が4.0を越えても非常に高い液状化防止効果を発揮している。以上のことより、GDP工法は杭間比が大きくなるにつれて、排水距離が長くなるので液状化防止効果が低くなり、一方、SCP工法とCGDP工法では、杭間比が小さいところでは液状化防止効果にあまり差がないが、杭間比が3.5より大きくなると、CGDP工法の方がより高い効果が得られる。

4. 実地盤における解析結果の比較

図-4、5は、波動累積プログラム²⁾WAP3と液状化解析プログラムNUW2により実施例(締固め加振力59.9tf, 振動数9.3Hz, 加振時間60秒, ケーシング半径0.35m)を解析したものである。

ここでは、各工法について杭間比による液状化防止効果(図-3)が実地盤にも適用できると仮定し、各工法の杭間隔を2.0m(杭間比2.86)とした。

まず、せん断弾性係数Gについて比較してみると、SCP工法とCGDP工法の締固め効果が高くなることが分かる。

次に、過剰間隙水圧比(u^*)について見てみると、深さ10m($h/l=0.476$)ではSCP工法とCGDP工法は、液状化防止効果が高いが、GDP工法は、剛性が小さいため液状化が発生している。深さ16m($h/l=0.762$)においては、いずれの工法についても大差はみられない。

この深さhによる液状化防止効果の違いは、図-4に示した細粒分含有率Fcや初期剛性などの大小に起因するものと考えられる。

5. おわりに

今回の解析結果から、CGDP工法は、SCP工法と同等の液状化防止効果をあげることや、実地盤においては地盤の性質によって液状化防止効果に違いが生じることが分かった。今後は、より多くの実地盤について解析を行い、それぞれの地盤において最適な工法を考察していきたい。

参考文献

- 1) S. Iai, Y. Matsunaga, and T. Takeoka, Strain Space Plasticity Model for Cyclic mobility, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 2, JSSMFE, 1992. 6, pp. 1-15.
- 2) 秋吉、松本、上田、池上：SCP地盤改良のシミュレーション、平成5年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1994. 3.

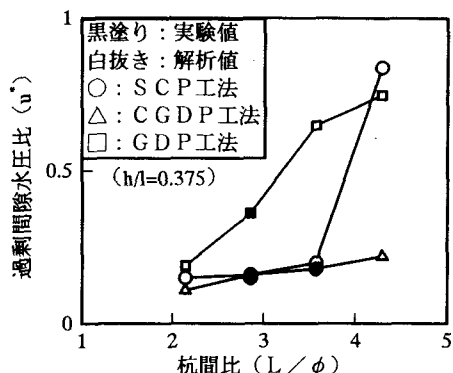


図-3 解析による過剰間隙水圧比(u^*)と杭間比(L/ϕ)との関係

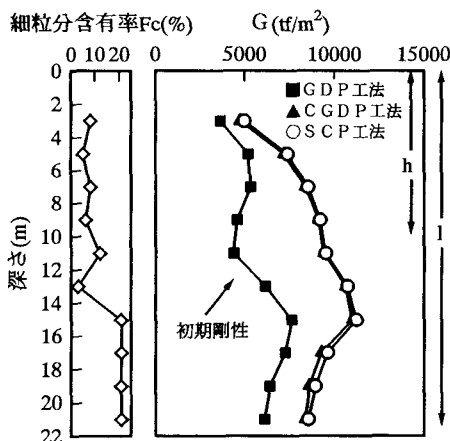


図-4 実地盤における各工法施工後のせん断弾性係数(G)の比較

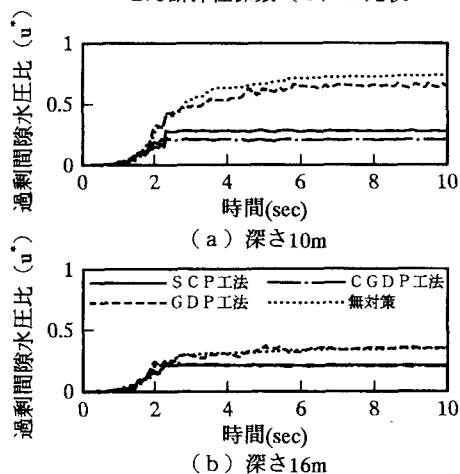


図-5 実地盤における各工法施工後の過剰間隙水圧比(u^*)の比較