

エコジオ工法によって築造されたグラベルドレーンの
性能試験と設計との比較結果について

液状化 地盤改良 透水試験

(株)サムシング 正会員 ○永井優一 神村真
田部井香月
(株)尾鍋組 正会員 尾鍋哲也 辻賢典
クラウン工業(株) 正会員 川又良一
三重大学大学院 国際会員 酒井俊典

1. 背景

小型地盤改良機によりケーシングを用いて地盤内に砕石柱を築造可能なエコジオ工法（以下、本工法）は、グラベルドレーンによる液状化対策工への適用が可能であると考えられていたが、2013年12月、千葉県の利根川沿いの液状化エリアにおいて、住宅の液状化対策工として採用された。

グラベルドレーンを用いた液状化対策工の設計では、発生する過剰間隙水圧の上限を設定し、これを満足させるために、どの程度の間隔でドレーン材を挿入するかを定める。このため当該地では、グラベルドレーンの影響範囲、ドレーン材挿入による透水性の改善効果について検討を行った。

本報では、原位置での試験結果を、設計における検討結果と比較して示し、本工法の液状化対策工法としての適用性を示す。

2. 設計概要

既報²⁾で報告のとおり、当該地は利根川の浚渫土を用いた埋立地であり、軟弱なシルト層の上部に堆積する砂質土を対象として液状化対策工の設計を実施した。なお、設計は、液状化対策工設計・施工マニュアル（案）¹⁾（以下、マニュアル案）に準じて実施した。

計算に用いたパラメータのうち、地盤の透水係数は地盤の20%粒径から Creager の方法を用いて $4.75 \times 10^{-5} \text{m/s}$ と推定され、砕石の透水係数は、5~6号砕石の動水勾配 $i=0.25$ の時の値である $1.0 \times 10^{-1} \text{m/s}$ が採用された。マニュアル案に示す手法により、地震時に発生する過剰間隙水圧が許容値内に収まるよう、グラベルドレーンの配置ピッチを検討すると、地表面加速度が 200gal のとき、ドレーンの配置ピッチは 1.18m 間隔となる。

3. 試験内容

本工法によって築造されたグラベルドレーンの性能確認と設計との比較を行うため、施工間隔 1.18m、施工深度

GL-4.0mにてドレーンを打設した。既報²⁾のとおり、本工法で標準的に使用する4号砕石（粒径 30-20）のほか、目詰まりを考慮した5~6号砕石（粒径 20-05）の2種類の砕石を使用し、それぞれ16本ずつ格子状に打設した。その後、図1に示すように、測定間隔の異なる観測孔を設置し、注水孔で水圧を変化させた際に、測定間隔の異なる観測孔の水圧変化を計測し、水圧変化がどの程度の範囲まで影響するかを検討した。

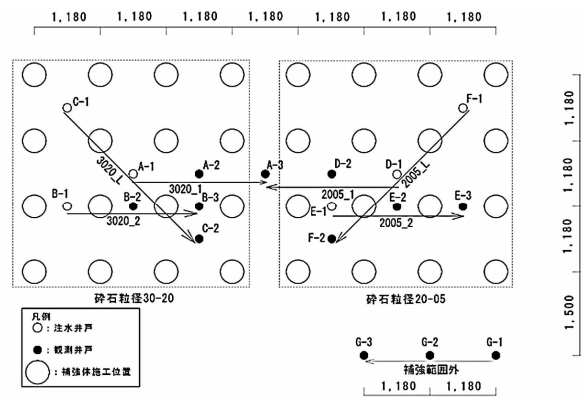


図1 砕石補強体および試験配置図

表1 試験ケース

| ケース名 | 注水井戸 | 観測井戸 | 井戸間距離 (mm) | 補強体井戸間距離 (mm) |
|--------|------|------|------------|---------------|
| 3020_1 | A-1 | A-2 | 1,180 | 834 |
| | | A-3 | | |
| 3020_2 | B-1 | B-2 | 1,180 | 590 |
| | | B-3 | | |
| 3020_L | C-1 | A-1 | 1,669 | 834 |
| | | C-2 | | |
| 2005_1 | D-1 | D-2 | 1,180 | 834 |
| | | A-3 | | |
| 2005_2 | E-1 | E-2 | 1,180 | 590 |
| | | E-3 | | |
| 2005_L | F-1 | D-1 | 1,669 | 834 |
| | | F-2 | | |
| 対策範囲外 | G-1 | G-2 | 1,180 | — |
| | | G-3 | | |

4. 試験結果と設計の比較

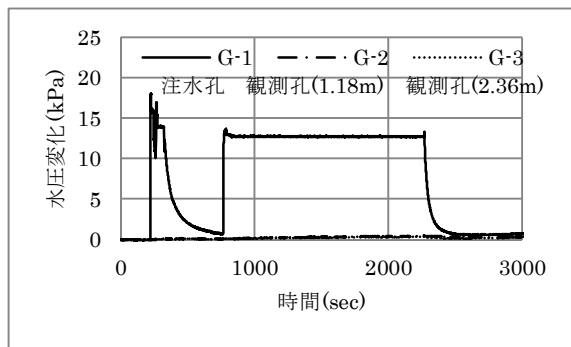
(1) 水圧変化

図2に対策範囲外および4号砕石、5~6号砕石によりドレーンを築造した地盤における、注水による各観測孔の

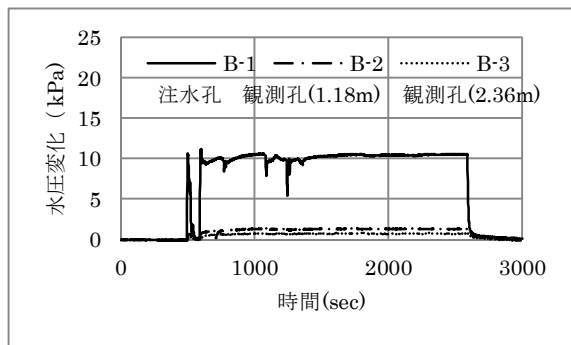
The comparison between performance test and design calculation results of gravel drains constructed by the Eco-Geo method:Yuichi Nagai,MakotoKamimura,KazukiTamegai

SOMETHING,Co.Ltd;Tetsuya Onabe,Yoshinori Tsuji,ONABE coporation Co.Ltd;Ryoichi Kawamata,CROWN coporation Co.Ltd;Toshinori Sakai,Mie University

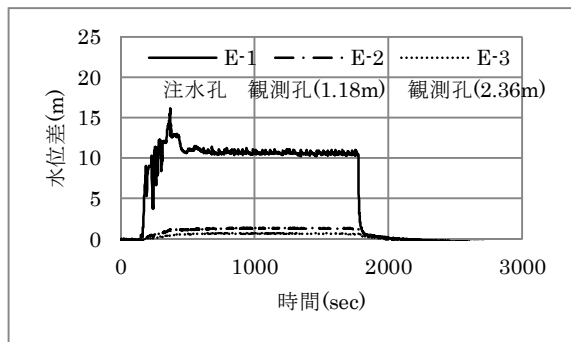
水圧変化を示す。対策範囲外では注水時の観測孔における水圧変化がほとんど見られないが、ドレーンを築造した地盤では、観測孔の水圧変化が確認された。



(i) 対策範囲外



(ii) 対策範囲内 (4号砕石)



(iii) 対策範囲内 (5~6号砕石)

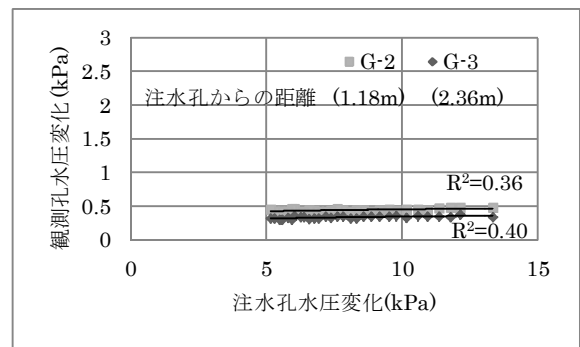
図2 注水による観測孔の水圧変化

(2) 水圧変化の相関関係

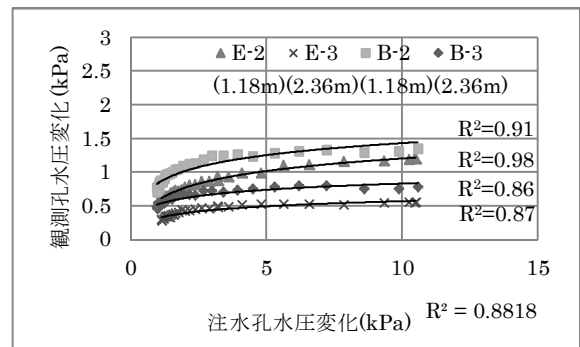
図3に注水孔の水圧変化と観測孔の水圧変化の関係を示す。ドレーンを築造した地盤では、注水孔の水圧低下に伴い観測孔において水圧が低下しているが、対策範囲外では観測孔の水圧変化がほぼ横ばいであることがわかる。

表2に、注水孔と観測孔における水圧変化の相関関係を、測定間隔で整理した一覧を示す。対策範囲外では、 R^2 が0.4程度と相関が弱い。一方、ドレーンを築造した地盤では、2.36mまでの範囲までは、 R^2 が0.7以上と強い相関が認められており、3.34mでは R^2 が0.3以下と相関が弱いことが明らかになった。以上のことから、本試験におけるドレーンを築造した地盤での水圧変化の影響範囲は、2.36m程度であると確認された。

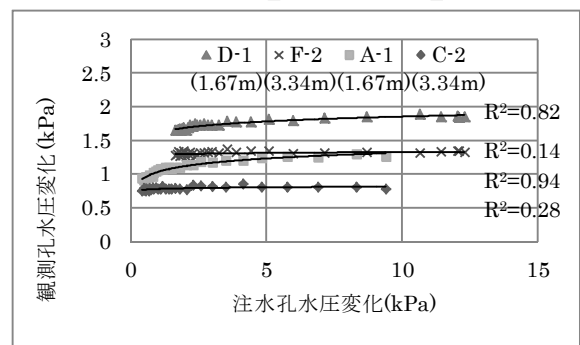
5. まとめ



(i) 対策範囲外



(ii) 3020_2および2005_2



(iii) 3020_Lおよび2005_L

図3 注水孔と観測孔の水圧変化

表2 観測間隔の違いによる R^2 の一覧

| ケース名 | 砕石粒径 | 補強体井戸間距離 (mm) | 測定間隔(m) | R^2 |
|--------|------|---------------|---------|-------|
| 対策範囲外 | - | - | 1.18 | 0.36 |
| | | | 2.36 | 0.4 |
| 3020_1 | 4号 | 834 | 1.18 | 0.92 |
| | | | 2.36 | 0.72 |
| 3020_2 | 4号 | 590 | 1.18 | 0.91 |
| | | | 2.36 | 0.86 |
| 3020_L | 4号 | 834 | 1.67 | 0.94 |
| | | | 3.34 | 0.28 |
| 2005_1 | 5~6号 | 834 | 1.18 | 0.97 |
| | | | 2.36 | 0.77 |
| 2005_2 | 5~6号 | 590 | 1.18 | 0.98 |
| | | | 2.36 | 0.87 |
| 2005_L | 5~6号 | 834 | 1.67 | 0.82 |
| | | | 3.34 | 0.14 |

本試験により、ドレーンを築造した地盤では、2.36m程度離れた地点まで水圧変化の相関性が強いことが確認され、設計で想定した影響範囲を上回る結果であった。

【参考文献】

- (旧建設省) 独立行政法人土木研究所ほか民間企業17社：液状化対策工法設計・施工マニュアル (案) 1999,3,p.136-154
- 辻ら：エコジオ工法で築造された補強体における透水性改良効果,2014,7