

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

液状化 地盤改良 透水試験

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

1. はじめに

砕石を用いた液状化対策工法のひとつとしてグラベルドレーン工法が存在するが、この工法は大型の杭打ち機を使用するため、住宅地など狭小地での適用は非常に困難である。そこで著者らは、狭小地でも施工可能な小型地盤改良機を用い砕石補強体を築造する「エコジオ工法」の開発を行い、東日本大震災において実際に液状化被害が見られた千葉県内の地盤において本装置を用いて砕石補強体を施工し、砕石補強体を打設したことによる地盤の透水性の改良効果について検討を行った。

2. 試験概要

本試験は東日本大震災で液状化被害を受けた、千葉県利根川沿いのヤードにて実施した。図1にボーリング試験の結果を示す。当該地はため池を利根川の浚渫土で埋め立てた住宅地であり、N値0が連続する軟弱なシルト層の上部に浚渫土を主体とする均一な砂質土が5.0m程度の厚さで堆積している地盤である。

図2に砕石補強体・試験配置図を示す。砕石補強体は、通常のエコジオ工法の施工で使用している「粒径30・20mm(砕石30・20)」および、砕石の目詰まり防止を考慮した「粒径20mm~5mm(砕石20・05)」の2種類の砕石を使用し、深度4.0mの補強体を1.18m間隔で格子状に施工した。その後、地盤の透水性の改善効果を確認するため、A-1~F-1のボーリング調査孔を利用し、深度2.0~2.2mの位置がストレーナーとなっている塩化ビニール製パイプを用いて、自動水圧計により水圧変化を計測する方法で現場透水試験を実施した。また地盤の透水性を確認するため、図3に示す模式図の通り、補強体範囲内に連続的に観測井戸および自動水圧計を設置し、注水した際の注水井戸および観測井戸の水圧変化を計測した。試験は表1に示す、補強体範囲外および2種類の粒径毎に砕石補強体との距離・位置関係を変化させた計7ケースについて行った。

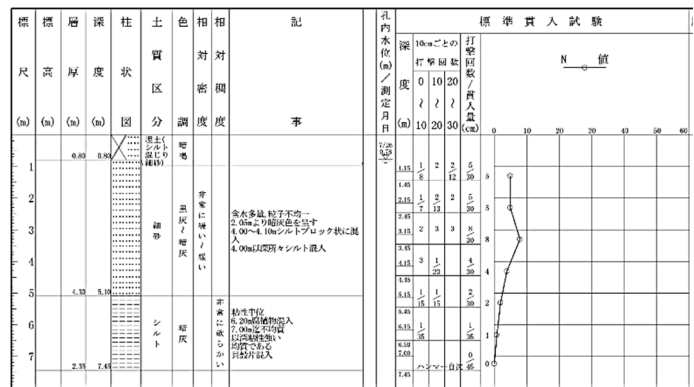


図.1 ボーリング柱状図

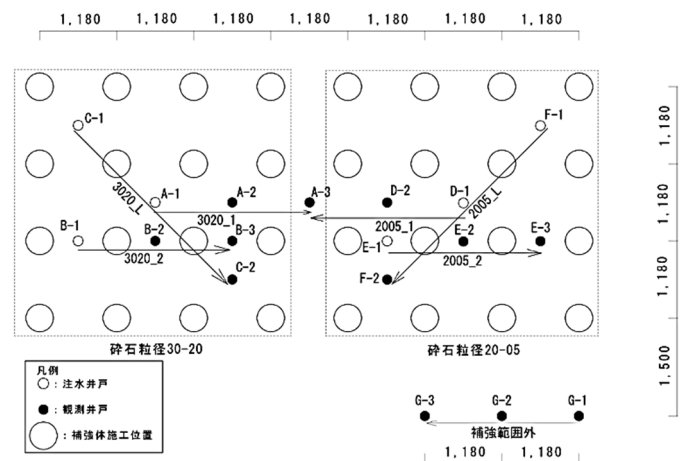


図.2 砕石補強体および試験配置図

The effects of water permeability improvements by gravel pillar named the ECOGEO
 Tetsuya Onabe¹, Yoshinori Tsuji¹, Makoto Kamimura², Yuichi Nagai², Toshinori Sakai³, Ryoichi Kawamata⁴
 (1:ONABE coporation, Co.Ltd ; 2:SOMETHING, Co.Ltd ; 3:Mie Univercity ; 4:CROWN coporation Co.Ltd)

表.1 試験ケース一覧

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	1180	834
		A-3		
3020_2	B-1	B-2	1180	590
		B-3		
3020_L	C-1	A-1 C-2	1669	834
2005_1	D-1	D-2 A-3	1180	834
2005_2	E-1	E-2 E-3	1180	590
2005_L	F-1	D-1	1669	834
		F-2		
補強範囲外	G-1	G-2 G-3	1180	-

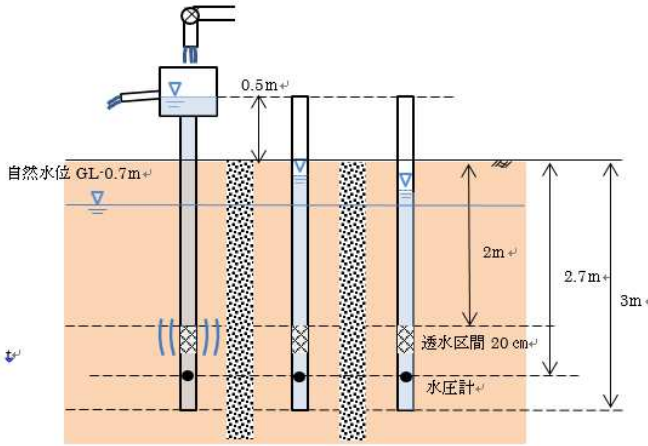


図.3 模式図

3. 試験結果

図4にボーリング調査孔を利用した地盤の透水試験の水圧変化と時間の関係を、表2に水圧変化と時間の関係から得られた各ケースの透水係数を示す。図より、補強体範囲内では10~20秒で概ね注水前の水圧に戻り、水圧の時間変化が小さくなるのに対し、無対策の場合は100秒程度要することが分かる。また透水係数に着目すると、補強体範囲外では $9.88 \times 10^{-5} \text{m/s}$ であるのに対し、砕石30-20では $3.76 \sim 4.36 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 、砕石20-05では $3.08 \sim 4.19 \times 10^{-4} \text{m/s}$ と1オーダー程度の透水改善効果が確認された。なお、砕石の粒径の違いによる透水性の違いは見受けられなかった。

図5に、注水終了後の注水井戸水圧と観測井戸水圧(注水井戸から1本目)の関係を示す。両者の相関係数を対数曲線で見ると、水圧変化が見られない原地盤では R^2 が0.4程度と低い値を示しているのに対し、砕石補強地盤では R^2 が0.86以上となり高い相関係数を示すことが分かった。

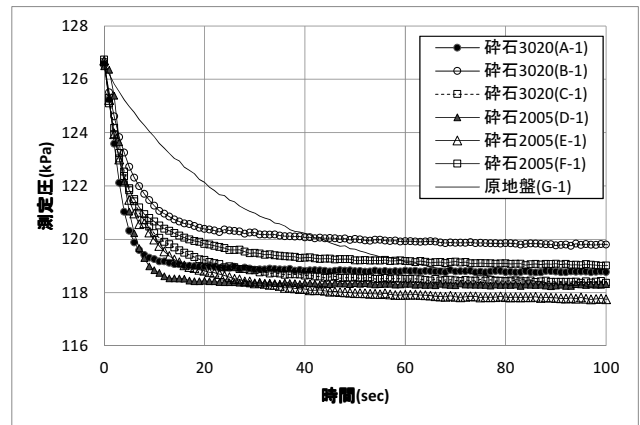
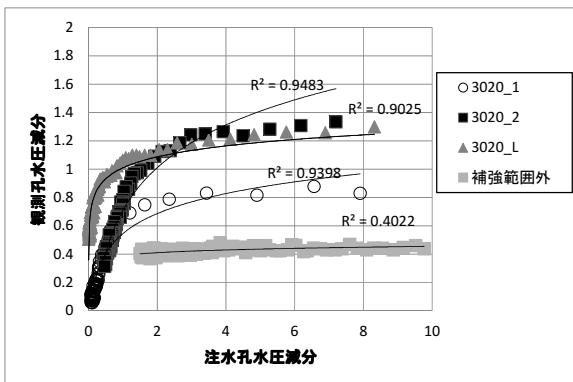


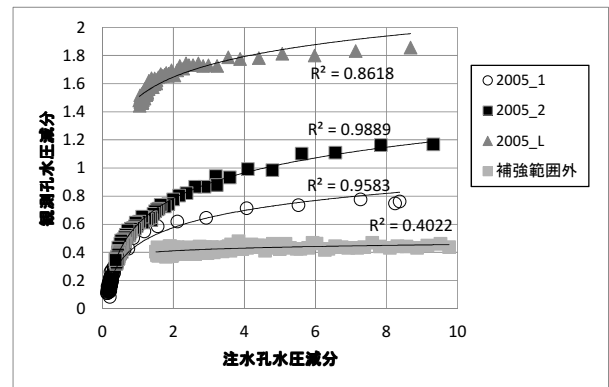
図.4 注水孔における水圧変化と時間の関係

表.2 透水係数一覧

条件	No	補強体井戸間距離 (mm)	深度 (GL-m)	透水係数 (m/s)
砕石30-20	A-1	834	2~2.2	4.25E-04
	B-1	590		3.76E-04
	C-1	834		4.36E-04
砕石20-05	D-1	834		3.08E-04
	E-1	590		3.72E-04
	F-1	834		4.19E-04
補強体範囲外	G-1	-		9.88E-05



i) 砕石 3020



ii) 砕石 2005

図.5 注水終了後の注水井戸水圧と観測井戸水圧の関係

4. まとめ

本研究より、地盤の透水係数は補強体打設により1オーダー程度改善されることが分かった。また、砕石補強地盤では注水井戸と観測井戸の水位との間に高い相関を示すことから、砕石補強体の打設により過剰間隙水圧の消散が早くなることが確認できた。