

グラベルドレーン工法による液状化対策効果と地盤の置換率に関する検討

金沢大学工学部 ○中川 浩明
 福井工業高等専門学校 正会員 吉田 雅穂
 金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

1. はじめに

地盤改良による液状化対策工法の一つにグラベルドレーン工法がある。1993年1月に発生した釧路沖地震では、本工法施工地盤が初めて大規模地震を経験し、その効果が確認された¹⁾。ところで、本工法は液状化時に発生する過剰間隙水圧を早期に消散することを目的とする、すなわちドレーンの透水効果を期待した工法であるが、最近ではその他の効果として施工時に周辺地盤の N 値が増加する、いわゆる締固め効果も確認されている²⁾。さらに、グラベルの剛性による地盤のせん断変形抑制効果や液状化の可能性の高い砂地盤をグラベルで改良する置換効果といった、上記の締固め効果も含めて、グラベルの透水効果以外の要因もその対策効果に大きく関与しているものと思われる。

そこで本研究では、次式に示すサンドコンパクション工法の設計で用いられている置換率の考え³⁾を用いて、グラベルの置換率が液状化抑制効果並びに地盤のせん断変形抑制効果に与える影響に関して、実験的に検討を行った。

$$a_g = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{\pi a^2}{d^2}$$

ここで、 a_g は置換率、 a はグラベルドレーンの半径、 d はグラベルドレーンの打設間隔であり、本研究では置換率として0.03（ドレーン4本）、0.06（12本）、0.12（24本）の3ケースを用いた。

2. 置換率と液状化抑制効果に関する実験

2.1 実験概要

Fig.1 に実験装置の概要を示す。模型地盤（長さ1500mm×幅500mm×高さ200mm）は振動台上に設置した鋼製の砂箱内に作成されており、手取川砂（比重 $G_s=2.67$ 、平均粒径 $D_{50}=0.20$ 、均等係数 $U_c=2.96$ ）を用いて水中落下法により作成した緩詰め飽和砂地盤（ $D_r=21.3\%$ ）からなる非改良地盤と、同地盤に円柱状のグラベルドレーンを設置した改良地盤とから成っている。グラベルドレーン模型（直径50mm、高さ200mm）は、目の粗さ2mmの金網内に5号碎石を密に詰めて作成した。入力として5Hzの正弦波加速度を30秒間与えた。計測項目は、入力加速度、地盤内の過剰間隙水圧及び地盤沈下量である。

2.2 結果及び考察

Fig.2は入力加速度約140galの場合の、置換率と最大過剰間隙水圧比の関係を示したものである。非改良地盤では最大過剰間隙水圧比が1.0に達し完全液状化状態となったが、改良地盤では置換率の増加に伴い最大過剰間隙水圧比が減少し、グラベルによる液状化抑制効果が顕著に見られる。Fig.3は同様に置換率と地表面沈下率（初期地盤厚に対する地盤沈下量の百分率）の関係を示したものである。非改良地盤での地表面沈下率の平均は4.4%であったが、改良地盤では置換率の増加に伴い地表面沈下率が減少しており、Fig.2で示した液状化抑制効果により地盤沈下も抑制されたことが分かる⁴⁾。

3. 置換率とせん断変形抑制効果に関する実験

3.1 実験概要

Fig.4に実験装置の概要を示す。模型地盤（長さ750mm×幅500mm×高さ200mm）は両端下部にヒンジを取り付けたアクリル製の砂箱内に作成されており、水中落下法により作成した緩詰め飽和砂地盤（ $D_r=18.4\%$ ）に前章と同一のグラベルドレーンを設置している。なお、地盤底部から25cmの位置において、油圧ジャッキを用いて砂箱側壁に載荷し、その変位量と荷重を計測した。

3.2 結果及び考察

Fig.5は荷重-変位曲線であり、非改良地盤及び改良地盤の結果を示している。非改良地盤に対して、置換率が

きくなるにしたがい地盤のせん断弾性係数は1.2倍、1.4倍、1.8倍となっており、グラベルドレーンの剛性によって改良地盤のせん断変形が抑制されていることが分かる。したがって、グラベルドレーンの設置によって、改良地盤全体の剛性の向上や、ドレーンで囲まれた砂地盤部分でのせん断変形の抑制が期待できるものと思われる。

4. おわりに

以上、グラベルドレーン工法施工地盤における置換率と、液状化抑制効果及び地盤のせん断変形抑制効果の関係について基礎的な検討を行い、置換率の増加によって両効果が高まることが明らかとなった。今後さらに詳細に検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 吉田雅穂・宮島昌克・北浦 勝・大石 博：1993年釧路沖地震におけるグラベルドレーン工法の液状化対策効果に関する検討，第9回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.1，pp.1075-1080，1994.
- 2) 伊藤克彦・中島 豊・大北康治・大石 博：締固めを伴うグラベルドレーン工法，土と基礎，Vol.39，No.2，pp.41-46，1991.
- 3) 土質工学会編：液状化の調査・設計から施工まで，土質工学会，pp.187-193，1993.
- 4) 吉田雅穂・北浦 勝・宮島昌克・大石 博：砕石ドレーン工法による埋設管路の液状化対策効果に関する実験的研究，土木学会論文集，No.459，pp.149-258，1993.

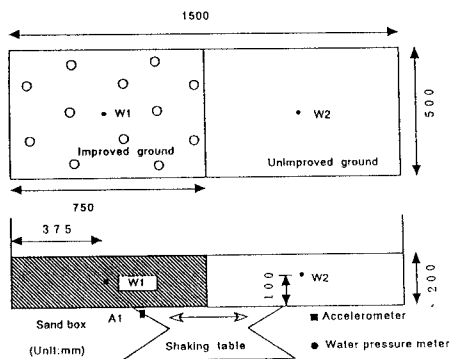


Fig.1 General view of test apparatus.

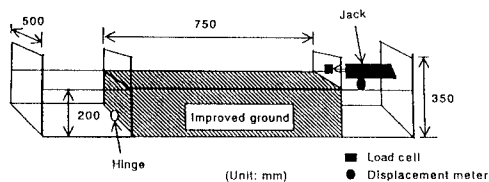


Fig.4 General view of test apparatus.

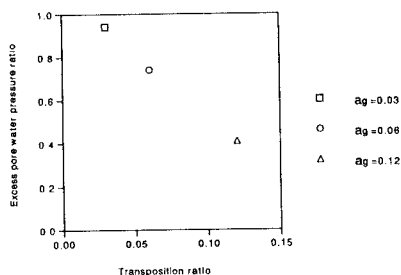


Fig.2 Relationship between transposition ratio and excess pore water pressure ratio.

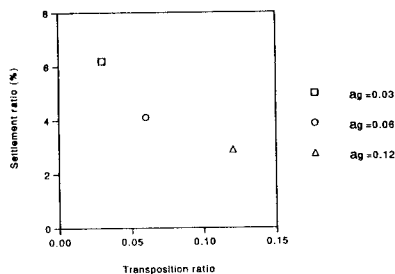


Fig.3 Relationship between transposition ratio and settlement ratio.

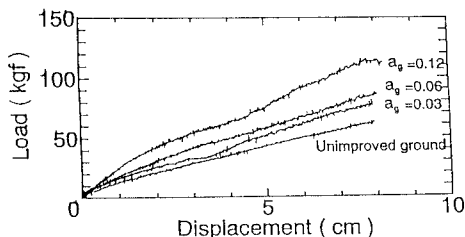


Fig.5 Relationship between load and displacement