

## 砕石パイルの支持性能確認のための模型実験

東京都市大学 学生会員 ○山中 陽太

東京都市大学 正会員 末政 直晃  
株式会社 forch 非会員 藤村 行正

### 1. はじめに

平成30年9月6日に発生した北海道胆振東部地震では、札幌市清田区において谷地形を埋土した宅地造成地で大規模な液状化が発生した。日本にはこのような谷あいを埋め立てられた造成地が各地に点在している。地震に対して地盤の安定性を保つためには、その土地や土の性質にあった地盤改良が必要である。本研究では、天然砕石のみを使用した環境に優しい砕石パイル工法に着目した。この工法は、図-1に示すように投入した砕石をケーシングで押しこむため、杭周辺の地盤の締固めが促進され、砕石杭に加えて地盤全体の支持力が増加することが期待される。しかし、杭は上部構造物と一体となっていないことから地震時の水平力により砕石パイルの形状が変化し、支持力が低減する恐れがある。そこで本研究では、砕石パイル工法によって改良された地盤の地震時耐力について調べることを目的とした。本報告では、未改良地盤、4本杭改良地盤の模型地盤に対して鉛直載荷実験を行い、本工法による改良効果を確認した。

### 2. 鉛直載荷実験

#### 2-1. 実験概要

本実験では未改良地盤、4本杭改良地盤の2ケースで地盤の鉛直支持力を確認する。模型地盤には青粘土と珪砂7号を乾燥重量比1:1の割合で混合した試料を含水比14.7%で調整した。アクリル製の筒状土槽（直径205mm×高さ250mm）に試料を1層あたり1.8kgの試料を投入し、地盤表面を平らになるよう締固めを行った。この作業を9層分行って地盤1.40g/cm<sup>3</sup>となるように地盤を作製した。

砕石パイルの造成では図-2に示す直径18mm、高さ500mmの中実の棒と直径20mm、厚さ1mm、高さ250mmの鉄製パイプを使用し、1.32kgの錘を落下させて中実の棒とパイプを地盤に200mm貫入した。その後、砕石を模擬した粒度の大きい珪砂4号とその間隙を埋める役割を担う粒度の小さい珪砂6号を1:1の割合で混合したものを一層あたり15g投入し、1.32kgの錘を50mmの高さから1回落下させることで締め固めた。これを表層まで行い直径20mm、杭長200mmの砕石パイルを4本、図-3の配置で造成した。

模型地盤作成後、図-4の載荷装置を用いて鉛直載荷実験を実施した。本実験では杭の圧力を計測するためにロードセルを6個用いている。

キーワード 砕石パイル, 鉛直載荷, 応力分担比

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1丁目28-1 東京都市大学 TEL: 03-5707-0104 E-mail: g1918095@tcu.ac.jp

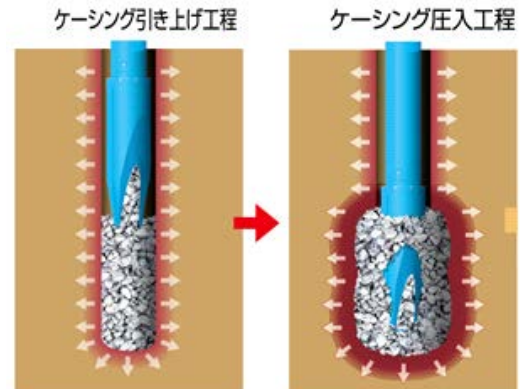


図-1<sup>1)</sup> 砕石パイルの締固め模式図



図-2 造成器具



図-3 模型地盤の杭の配置

図-5 のようにロードセルはそれぞれ砕石杭と 4 点で、原地盤と 2 点で接している。そこでそれぞれの接地圧の平均値をグラフ化した。

2-2. 実験結果

2 ケースの荷重と変位の結果を図-6 に示す。結果から載荷圧 150kN/m<sup>2</sup>の時の変位は、未改良地盤では 15.2mm、4 本杭改良地盤では 7.1mm と読み取れる。この結果を比較すると、未改良地盤の変位が 4 本杭改良地盤よりも約 2 倍の変位となった。このことから 4 本杭改良地盤の改良効果が確認される。また、鉛直変位が 15mm を超えたあたりから 2 つの地盤の傾きが同程度になっている。このことから変位 15mm のところで地盤が破壊したと考えられる。

3. 応力分担比

応力分担比とは、原地盤の接地圧力に対して砕石杭がどの程度の圧力を分担しているかを示す指標である。本報告では鉛直載荷実験の結果を用い、以下のように算出した。

$$n = (\text{砕石杭の接地圧}) / (\text{原地盤の接地圧}) \quad (1)$$

ここで砕石杭の接地圧は、杭状に接地した 4 つのロードセルの平均値から、原地盤の接地圧は砕石杭に接していない 2 つのロードセルの平均値から求めた。図-7 に未改良地盤と 4 本杭改良地盤の応力分担比を示す。なお、載荷初期には特に改良地盤において不陸の影響から応力分担比が過大となったため、応力分担比が 5 以下の結果を示す。各地盤の応力分担比は、未改良地盤では 1 程度、4 本杭改良地盤では 3~4 程度であった。4 本杭改良地盤の応力分担比は、未改良地盤の 3 倍の応力分担比である。これらの結果から砕石杭は原地盤よりも載荷重を負担していることがわかる。また 4 本杭改良地盤の応力分担比が、変位が大きくなるにつれて小さくなっていることから、荷重が増えていくにつれて、原地盤にも応力が分担されていくことも確認ができた。

4. まとめ

本実験の結果から鉛直載荷実験における 4 本杭改良地盤と未改良地盤の載荷圧 150kN/m<sup>2</sup> 時の変位による比較から、杭に約 2 倍の改良効果を得ることができた。また応力分担比の算出結果より、砕石杭は原地盤よりも応力を負担していることが確認できた。

参考文献

1) ハイスピードコーポレーション株式会社 「<https://www.hyspeed.co.jp/kairyoo/>」 (2022 年 10 月 9 日閲覧)



図-4 鉛直載荷装置

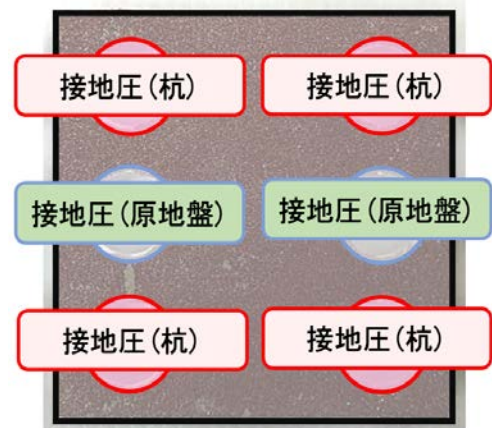


図-5 ロードセルと杭の関係

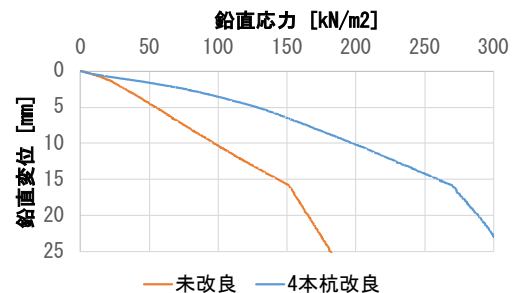


図-6 各地盤の応力と変位の関係

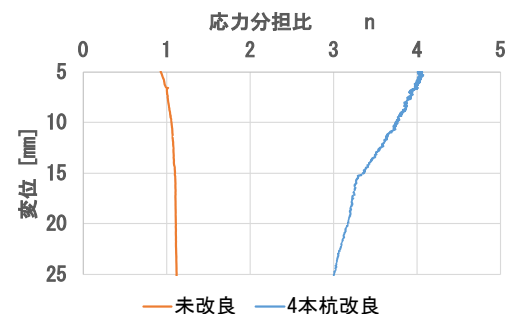


図-7 各地盤の応力分担比