

砕石パイル改良地盤の組み合わせ載荷実験

東京都市大学 学 ○山崎 誓也

正 末政 直晃 正 伊藤 和也

ハイスピードコーポレーション 正 堀田 誠 正 小串 隼人

1. はじめに

近年、我が国の都市部においては、住宅地の過密化に伴い住宅地としてあまり適さない軟弱地盤においても住宅の建設が増加している。2011年に発生した東北地方太平洋沖地震では、不同沈下や基礎杭における杭頭の破損、小規模住宅の倒壊などの被害が発生し、住宅基礎の耐震化が促進される事となった。戸建住宅の地盤改良工法の一つとして砕石パイル工法が挙げられる。この工法では住宅基礎の直下に砕石を杭状に造成するため、打設時に砕石が孔壁を押し広げ、周辺地盤を密にすることができる。そのため、砕石パイルと原地盤の複合地盤で構造物を支持する機構となっている。また、材料には天然砕石が用いられるため、他の地盤改良工法よりも土質改変の影響が少なく、撤去も容易である。その一方で、住宅基礎と一体化していない事から地震時の砕石パイルの水平耐力について不明瞭な点がある。そこで本研究では、砕石パイルにより改良された複合地盤の常時並びに地震時、地震後の健全性について評価することを目的としている。本報告では、硬軟の模型地盤に対する支持力試験及び複合地盤に対して実施した鉛直荷重と水平荷重を組み合わせた載荷実験結果について報告する。

2. 実験概要

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最適含水比14.2%で調整して用いた。模型地盤の作製方法として、鉄製の直方体土槽(縦400mm×横1000mm×高さ300mm)に1層当たり20kgの試料を巻出し厚さは4cmで投入し、塩化ビニル製の直径105mm、転圧幅100mmの小型ローラーを横方向に水平移動させ締め固めを行った。小型ローラーに作用させる鉛直荷重はベロフラムシリンダーを用いて空圧で調整し、静線圧8N/cmで均した後、静線圧30N/cmで締め固めた。一層あたりの締め固め回数は2回(1往復)とした。なお、一層ごとに締め固め高さを確認しながら地盤を作製した。砕石パイルの造成方法として、まず直径20mmのハンドドリルを用いて、深さ170mmまで事前削孔する。削孔した孔に砕石を模擬した珪砂2号とその間隙を埋める役割を担う珪砂6号を1:1の割合で投入し、締め固めた。締め固めでは、孔内の深度に応じてボルト長を調整した後、写真-1に示す器具を砕石パイル上部に設置し、載荷装置を用いて100Nの鉛直荷重を作用させて試料を静的に締め固めた。鉛直載荷実験では、砕石パイルと原地盤からなる複合地盤上に縦100mm、横80mmのフーチングを設置した後、鉛直荷重を作用させた。また、組み合わせ載荷実験では、底部にやすりを貼付したフーチングを複合地盤上部に設置し、載荷装置を用いて、鉛直荷重と水平荷重を作用させた。なお、鉛直荷重においては鉛直載荷実験結果から設定した700Nを付与した後、地震



写真-1 載荷器具

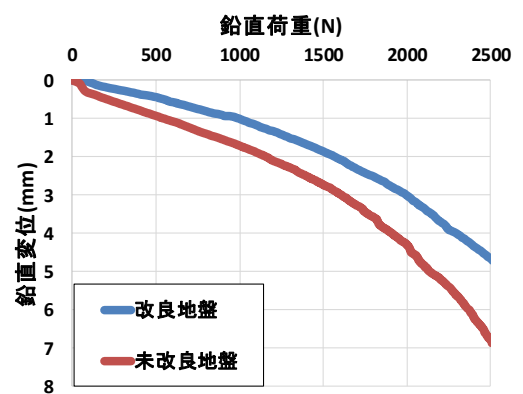


図-1 鉛直載荷実験結果(締め固め回数8回)

キーワード 砕石パイル 複合地盤 水平耐力

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL: 03-5707-0104

時の水平力を模擬するために 0.02mm/s の載荷速度で水平方向に載荷した。

3. 鉛直載荷実験結果

硬軟の模型地盤に対する複合地盤の鉛直支持力を確認するために実施した鉛直載荷実験結果を図-1、図-2 に示す。なお、図-1 は模型地盤作製時の締固め回数を 8 回¹⁾(4 往復)で行い、 $D_c \geq 87\%$ ²⁾ で管理し、砕石パイルの締固め荷重を 400N で造成した実験結果である。図-1 より、改良地盤は初期剛性が高く、最終沈下量も抑制していることがわかる。図-2 では、初期剛性は両ケース同等なもの、600N 以降の沈下量に改良地盤は明瞭な抑制効果が見られた。なお、図-2 において、極限荷重はフーチング幅 10%である沈下量 8mm 時の荷重と定義した。その場合、改良地盤の極限荷重は 1050N であり、未改良地盤に比べ、鉛直支持力の向上が見られた。

4. 組み合わせ載荷実験結果

図-3 に水平荷重と水平変位の関係を示す。図より、改良地盤は未改良地盤に比べ、初期の水平変位を抑制していることがわかる。また、改良地盤の降伏荷重が未改良地盤に比べ高いため、水平載荷による地盤破壊を抑制する傾向も見られた。これは、砕石パイルの打設によってフーチング下の複合地盤の剛性・強度を増加させたことを意味している。

図-4 に鉛直荷重と鉛直変位の関係を示す。鉛直荷重は極限荷重を基に損傷限界状態を再現するために 700N で付与した。図より、改良地盤は 700N を一定時間付与させた沈下量が小さいのに対し、未改良地盤は大きくなっている。これは、砕石パイル打設により剛性が向上したためと考えられる。また、水平載荷後、鉛直荷重が減少しているものの、沈下量は増加している。鉛直荷重が減少した要因は、ロードセルが偏心荷重を受けたためと考えられる。

次に、組み合わせ載荷後に再載荷を実施した実験結果を図-5 に示す。これは鉛直荷重を載荷し、水平荷重を載荷した後、フーチングを基の位置に戻し、再度、鉛直荷重を載荷したものである。なお、図中の点線は鉛直載荷実験結果を併記したグラフである。図より、未改良地盤は水平載荷前と比べ初期剛性が低下していることがわかる。これは、水平載荷による地盤破壊が影響していると考えられる。その一方で、改良地盤は初期剛性の低下が小さく、極限荷重は水平載荷前と同等となった。

5. まとめ

一連の実験結果から、地盤の硬軟に関わらず砕石パイル打設による改良効果が発揮されることを確認した。また、水平載荷後の改良地盤では載荷前と同等の鉛直支持力が発揮できることも確認した。

<<参考文献>>

1)国土交通省：TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領：
https://www.mlit.go.jp/tcc/sekisan/sekou/pdf/240329jouhouka_kanrikantoku06a.pdf

2) 国土交通省：宅地造成等規制法施行令 p.7 http://www.mlit.go.jp/crd/web/gaiyo/pdf/hourei_3col.pdf

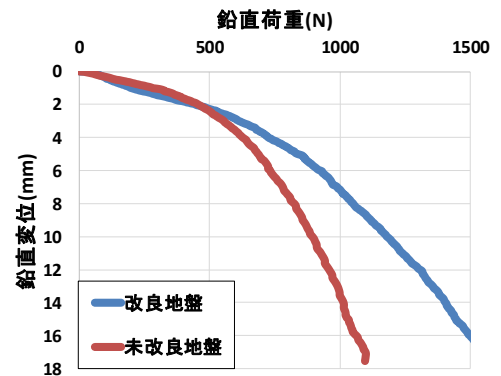


図-2 鉛直載荷実験結果(締固め回数 2 回)

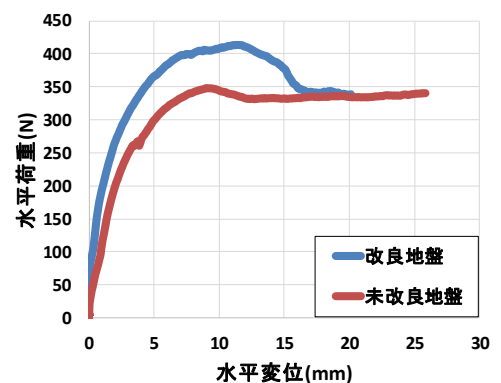


図-3 水平荷重と水平変位の関係

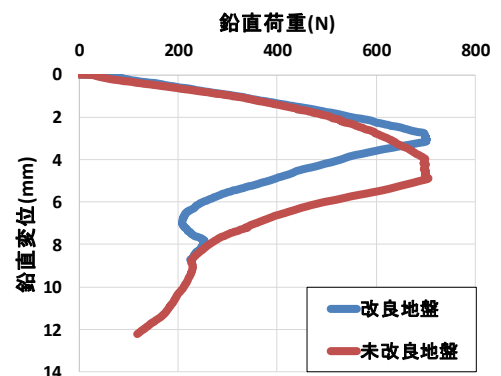


図-4 鉛直荷重と鉛直変位の関係

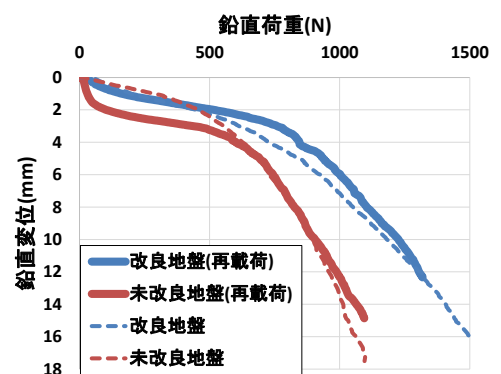


図-5 再載荷実験結果