# 砕石パイルにより改良された地盤の支持力特性に関する基礎的研究

東京都市大学	学生会員	○佐々木	瑛子	東京都市大学	学生会員	山﨑	誓也
東京都市大学	正会員	末政	直晃	東京都市大学	正会員	伊藤	和也
		ハイスヒ	ニードコ	コーポレーション	正会員	堀田	誠

### <u>1. はじめに</u>

日本は全国各地に多くの軟弱地盤が存在し,熊本地震や北海道胆振東 部地震の際には,住宅基礎の破壊及び不同沈下に伴う構造物傾斜などの 被害が発生した. 今後も多くの地震により同様の被害が発生すると想定 されるため、住宅基礎の耐震化は必須である. そこで、戸建住宅に多く 用いられる地盤改良の中で,改良体が支持層に到達せずに支持力を発揮 する砕石パイル工法に着目した.砕石パイル工法とは、事前削孔した孔 に砕石を圧縮しながら充填することで,構造物直下の地盤に柱状改良体 を造成する工法である.この工法は天然の砕石を用いるため,他の地盤 改良工法より土質や周辺環境への影響が少ないという特長がある.しか し、 土質の種類や地盤状況に応じて締固め具合が異なることから、 施工 が正しく行われなかった場合は支持力低下が懸念される.また,構造物 と砕石パイルが一体となっていないため、地震時には水平力により砕石 パイルの形状が変化し、支持力が低下する可能性も考えられる. そこで 本研究では,砕石パイルの造成方法の違いが支持力に与える影響を解明 し、地震時の砕石パイルの水平耐力を明らかにすることを目的とする. 本報告では、砕石杭と原地盤を合わせた複合地盤において、地震時を模 擬した組み合わせ載荷実験を行うことで杭の健全性を調べた.

#### 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%で調整して使用した.鉄製の直方体土槽(縦 400mm×横1000mm×高さ300mm)に1層当たり20kgの試料を投入し, 地盤表面を直ナイフを用いて調整した.その後,図-1に示すように, 塩化ビニル製の小型ローラー(直径105mm,転圧幅100mm)を横方向に

水平移動させ締固めを行った.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  $0 \leq p(kPa) \leq 40$  で締め固めた.この作業を 9 回 繰り返し,模型地盤を作製した.一層あたりの締固 め回数は、4 回(2 往復)で締め固め、地盤を作製し た.なお、地盤の締固め度については軟弱地盤を想 定して  $Dc \geq 70\%$ し、,一層ごとに Dc を確認しな がら地盤を作製した.次に砕石パイルの造成方法に ついて示す.まず直径 20mm のハンドドリルを用い て 170mm まで削孔する.削孔した孔に砕石を模擬



図-1 模型地盤の締固め



図-2 載荷器具

表1 砕石パイルの造成条件

	砕石パイルの 締固め荷重(N)	総砕石量(g)	載荷試験	
CASE1	0	0	鉛直載荷	
CASE2①	100~200	117.05		
CASE22	100~300	115.64		
CASE2③	100~300	117.64		
CASE2④	100~300	110.03		
CASE3	0	0	組み合わせ載荷	
CASE4①	100~200	116.78	組み合わせ載荷	
CASE42	100~300	115.24		
CASE4③	100~300	115.47		
CASE4④	100~300	116.65		

キーワード 砕石パイル 鉛直支持力 組み合わせ載荷実験 極限支持力 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

した珪砂4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 15g 投入し, 沈下量が約 10mm となるよう締め 固めた.この作業を繰り返し行い、表層まで砕石パイルを 造成した. 締固めでは, 孔内の深度に応じてボルト長を調 整した後,図-2に示す載荷器具を砕石パイル上部に設置し, 鉛直載荷装置を用いて締め固めた.表-1に各ケースの砕石 パイルの造成条件を示す.表-1より, CASE1, 2は鉛直載 荷実験, CASE3, 4 は組み合わせ載荷実験を行った. CASE1, 3は未改良地盤でこれを基準ケースとして、CASE2,4の砕 石杭により改良された地盤と比較した.まず,地盤の鉛直 支持力を確認するため鉛直載荷実験を行い、極限鉛直支持 力求めた.次に、建物が1回~数回遭遇する地震程度の荷 重を想定した損傷限界荷重(極限荷重の 2/3 倍)を作用させ、 鉛直変位が一定となった後、地震時に働く水平力を模擬し た水平載荷実験を実施した.なお、本実験では鉛直変位が フーチング短辺の幅10%時の荷重を極限荷重とした.使用 したフーチングの寸法が縦 100mm,横 80mm なので,鉛直 変位 8mm 時の荷重を極限荷重とした.

## <u>3. 実験結果</u>

図-3 に示す鉛直載荷実験結果より、極限荷重は未改良地 盤が 920N, 改良地盤が 1410N とした.よって損傷限界荷重 は未改良地盤が 614N,改良地盤が 940N とした.

図-4 に示す水平変位と水平荷重の関係より,改良地盤は 未改良地盤と比べて,高い水平荷重において水平変位が緩 やかに増加し,変位 6.4mm 時に 495N で降伏している.未 改良地盤は水平荷重 100N 時で降伏した後,荷重が増加し ている.これは地盤が軟弱なため降伏後に締め固められた ことによる支持力増加と考えられる.

図-5 に水平変位と鉛直変位の関係を示す. 改良地盤は初期に 3mm 沈下した後, 鉛直方向に 3mm, 水平方向に 10mm 変位している. 一方で未改良地盤は初期に 2mm 沈下した後, 鉛直方向に 2mm, 水平方向に 8mm 変位している.

図-6 に鉛直荷重と鉛直変位の関係を示す.初期剛性は未 改良地盤と改良地盤はほぼ等しく,どちらも水平載荷後, 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.

# <u>4. まとめ</u>

以上の実験結果より,地震時には,砕石パイルにより改 良された地盤は未改良地盤と比較して水平耐力が優れてい

### ることを確認した. <**<参考文献>>**

1) 国 土 交 通 省 : 宅 地 造 成 等 規 制 法 施 行 令 p.7 http://www.mlit.go.jp/cr/web/gaiyo/pdf/hourei\_3col.pdf





図-4 水平変位と水平荷重の関係

図-5 水平変位と鉛直変位の関係

