

高圧噴射攪拌式の地盤改良による既存杭の補修・補強に関する研究 (その1) 補修・補強方法と実験の概要

地盤改良 高圧噴射攪拌 既存杭
補修・補強 品質確認 水平抵抗特性

正会員 ○島村 淳* 同 久世 直哉**
同 鎌田 敏幸* 同 楠 浩一***
同 井上 波彦**** 同 柏 尚稔*****
同 二木 幹夫**

1. はじめに

大地震時既存建物直下の杭に損傷が生じた場合、掘削して直接的に杭を補修する方法が考えられる。一方、損傷していない既存杭の耐震性が足りない場合の補強は、増杭により基礎全体の耐震性を向上させる方法が考えられる。しかし、杭周辺地盤を掘削しての調査や工事が長期間・高額なものとなっており、より簡便で経済的な補修・補強方法が求められている。そこで、筆者らは前述の補修・補強方法に変わる方法として、高圧噴射式の地盤改良技術を用いた補修・補強方法の研究を行っている。既研究では、2016年熊本地震により杭頭部に損傷を受けた低層RC造共同住宅を対象として、原位置で当該技術により補修・補強した杭(PHC杭)の鉛直載荷試験を行い、その鉛直支持特性を把握した¹⁾。

本研究では、実験サイトにて水平載荷試験を行い、同様なPHC杭に対して当該技術を用いた場合における水平抵抗特性の確認を行った。

2. 実験概要

本実験での試験体(No.1~3)および反力杭の平面配置を図1に示す。また、同一敷地内の原地盤において、当該工法地盤改良体の品質確認用として地盤改良(品質確認用改良体)を行った。

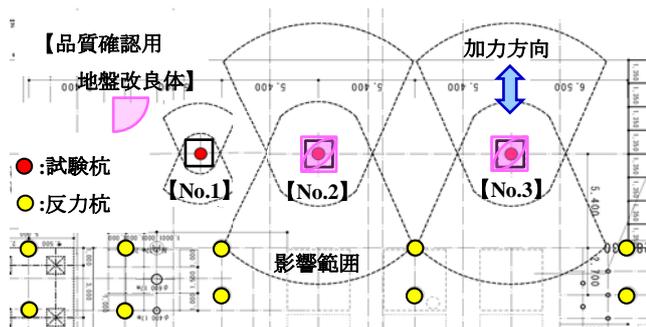


図1 実験配置図

本実験における試験体は、基礎フーチング、中詰め補強鉄筋および杭から構成されたものであり、地盤に杭を打設した後、杭頭部に中詰め補強鉄筋および基礎フーチングを施工して製作した。表1に試験体一覧、図2に試験体概略図を示す。使用した杭はいずれも既製コンクリ

ート杭である。試験は杭、杭の頭部周辺に地盤改良を施したもの、頭部に損傷を有する杭の頭部周辺に地盤改良を施したものの3ケースについて水平載荷試験を実施した。

表1 試験体一覧

試験体 No.	試験体	目的
1	基礎フーチング + 中詰め鉄筋 + PHC 杭(損傷なし)	・補修・補強なしの杭の水平抵抗特性の把握 ・頭部を補修・補強した杭(No.2,3)との比較
2	基礎フーチング + 中詰め鉄筋 + PHC 杭(損傷なし) + 地盤改良	・頭部を地盤改良により補強した杭の水平抵抗特性の把握 ・補強効果はNo.1との相対比較による
3	基礎フーチング + 中詰め鉄筋 + PHC 杭(損傷あり) + 地盤改良	・頭部に損傷を有する杭の周辺に地盤改良を施した場合の水平抵抗特性の把握 ・杭損傷の影響および地盤改良による補修・補強効果はNo.1,2との相対比較

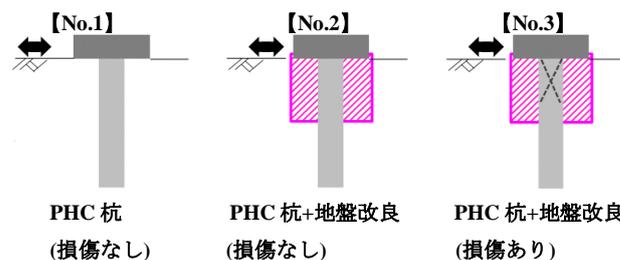


図2 試験体概略図

試験体の構成要素である杭、フーチング、地盤改良体および地盤の諸元を(1)~(4)に示す。

(1) 杭

杭体は既製コンクリート杭であるPHC杭を使用し、施工方法は埋込み工法とした。杭の諸元(規格値)を表2に示す。なお、杭体のヤング係数はキャリブレーション試験による実測値を確認している。

表 2 杭の諸元 (規格値)

杭種	PHC 杭 A 種
杭径・壁厚	φ 600mm・t=90mm
長さ	L=12.0m (GL-0.5~-12.5m)
有効プレストレス量	$\sigma_{pe}=4.0N/mm^2$

また、試験体 No.3 においては、地震により杭頭部に生じる損傷(せん断ひび割れ)状況を模擬するため、杭施工後、はつり作業により杭頭部に切り欠きを施した(写真 1)。範囲は杭天端(GL-0.5m)から下方に 1m(GL-1.5m)までとし、当該切り欠き位置における杭体内の PC 鋼材およびらせん状鉄筋も切断した。本実験では、正負交番荷重とするため正負両方向の水平加力に対する切り欠きを設けた。



写真 1 はつり後の杭頭部の状況 (試験体 No.3)

(2) 基礎フーチング

基礎フーチングの諸元を表 3 に示す。基礎フーチング下面には、厚さ 100mm の均しコンクリートを打設した。また、杭頭部には中詰め鉄筋を配置し、フーチング部の定着長 800mm, 中詰めコンクリートの根入れ深さ 1,000mm とした。

表 3 基礎フーチングの諸元

幅	1,300×1,300mm
高さ	800mm (GL-0.6~+0.2m)
コンクリートの設計基準強度	$F_c=21N/mm^2$
構造体強度補正值	9N/mm ²
鉄筋材質	SD295A (D10,D13,D16)

(3) 地盤改良体

高圧噴射攪拌式による地盤改良工法としては、地盤改良体の形状や強度が任意に設定でき、狭隘な場所でも施工が可能な JETCRETE 工法を採用し、地盤改良体を築造した。地盤改良の範囲は、想定する設計用鉛直支持力より 6m(GL-0.6~6.6m)とした。この値は、水平方向地盤反力特性に支配的な範囲(1/β:GL-4.1m)を超え、かつ杭の地中部の最大曲げモーメント発生深度(GL-6.3m)以深であることを確認している。地盤改良の諸元を表 4 に示す。また、地盤改良による杭の補修・補強の概念を図 3 に示す。

表 4 地盤改良の諸元 (計画値)

地盤改良体の設計基準強度	$F_c=2,000kN/m^2$
改良半径・改良角度・本数	$r=1.5m \cdot 90^\circ \cdot 2$ 本
出来形平面形状	1.5×1.5m
施工長さ	6.0m (GL-0.6~6.6m)

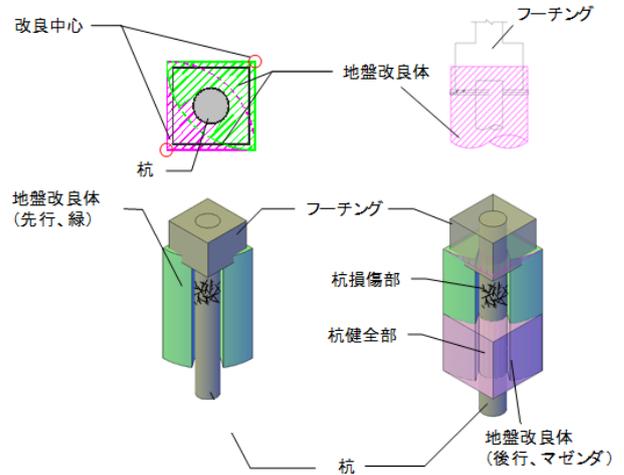


図 3 地盤改良による杭の補修・補強概念図

(4) 地盤

図 4 に本実験サイトのボーリング柱状図と試験体の深度を示す。

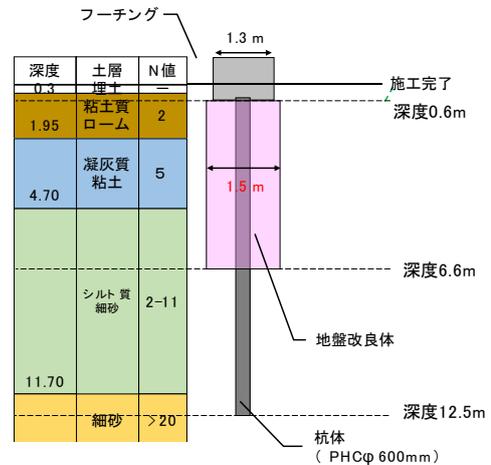


図 4 地盤概要と改良深度

3. 確認事項

本実験における確認項目は、以下のとおりである。

- 1) 地盤改良体の品質
- 2) 地盤改良体により頭部を補修・補強した杭の水平抵抗特性

実験結果については別報(その2),(その3)に示す。

参考文献 1)島村他:高圧噴射攪拌式の地盤改良による損傷杭の補修補強に関する研究,2018 年度日本建築学会大会,pp.507-512,2018.

*ケミカルグラウト株式会社

**一般財団法人 ベターリビングつくば建築試験研究センター

***東京大学

****国立研究開発法人 建築研究所

*****国土交通省 国土技術政策総合研究所

* Chemical Grouting Company

** Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Center for Better Living

*** The University of Tokyo

**** Building Research Institute

***** National Institute for Land and Infrastructure Management