

既存杭を含む敷地における建築物の設計法構築に向けた実験および解析検討 その3：既存杭撤去地盤における鉛直載荷試験

杭の鉛直載荷試験 急速載荷試験 既存杭撤去
除荷点法 既製杭

正会員 ○亀井 秀一*1 同 柏 尚稔*2
同 喜々津 仁密*2 同 横山 雅樹*3
同 青木 雅路*4 同 森 利弘*5

1. はじめに

本報(その3)は、既存杭撤去・埋戻しによる周辺地盤の緩み等が及ぼす杭周面摩擦力への影響を評価するため、原地盤(試験杭1)と既存杭撤去地盤(試験杭2)に打設した試験杭2本を比較する鉛直載荷試験(急速載荷試験：軟クッション重錘落下方式)結果について報告するものである。

2. 急速載荷試験の概要

試験は杭の急速載荷試験方法(JGS 1815-2002)に基づき計画・実施した。試験杭の仕様・地盤条件については(その2)¹⁾を参照されたい。

最大急速荷重は、試験後に実施する水平載荷試験への影響を考慮し、過大な鉛直変位が生じないようにセメントミルク工法による埋込みぐいとして支持力式から計算した短期許容支持力 $P_{max}=1,081kN$ とした。試験の概要を表1に、装置全景を写真1に示す。

表1 急速載荷試験計画

重錘質量 (t)	伝播速度 (m/s)	相対載荷時間Tr	載荷時間 (sec)	計画最大落下高 (m)	急速荷重 (kN)
8	4500	12	0.078	0.5	1,084



写真1 8t重錘 急速載荷試験装置

測定項目は杭頭の変位量と各深度のひずみ・加速度とし、残留変位量はレベル測量とした。測定項目を表2に、測定システム図を図1に示す。

表2 測定内容一覧

設置位置	測定項目	センサー	点数
杭頭部 (1断面)	載荷荷重	ひずみ計	2点
	加速度	加速度計	1点
	変位量	変位計	1点
杭体内	伝達荷重	ひずみ計	13断面、16断面/各2点
	加速度	加速度計	13断面、16断面/各1点

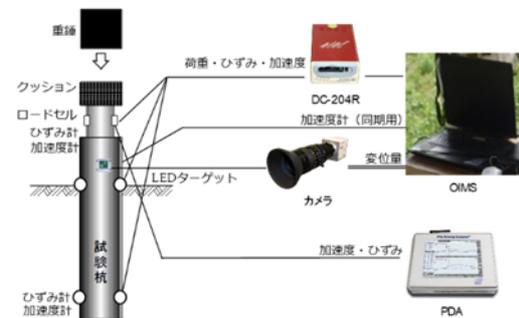


図1 測定システム図

3. 急速載荷試験結果

3.1 急速荷重と変位量の結果

試験は載荷後の残留変位量が杭径($\phi 700$)の1%を超えるまで載荷サイクルを追加した。その中の代表的な最大落下時の急速荷重と変位量の結果を表3に示す。

表3 最大落下高時の試験結果

	サイクル	最大落下高 (m)	急速荷重 (kN)	最大変位量 (mm)	累計残留変位量 (mm)
試験杭1	10	1.0	1,815	13.6	9
試験杭2	8	0.8	1,611	12.5	8

3.2 1断面の除荷点抵抗力-変位量関係

試験で得られたデータから、一質点系モデルによる除荷点法で解析を行った。1断面の除荷点抵抗力-変位量関係を図2に示す。図が示すように、試験杭2の除荷点抵抗力は試験杭1を変位量が2mmを超えるあたりから20~30%下回る曲線となっており、既存杭撤去による地盤の緩みや流動化処理土の影響が表れているものと推察される。なお、図に示す地盤抵抗力 R_{soil} は、急速荷重 F_{rapid} を

用いて次の式で計算された数値である。

$$R_{soil} = Frapid - M \cdot \alpha$$

ここに、 $Frapid$: 急速荷重(kN) M : 杭体の質量(t)

α : 杭体の加速度(m/s²)

また、除荷点抵抗力 $Rulp$ は、1回の载荷のうち最大変位時の地盤抵抗力 R_{soil} となる。

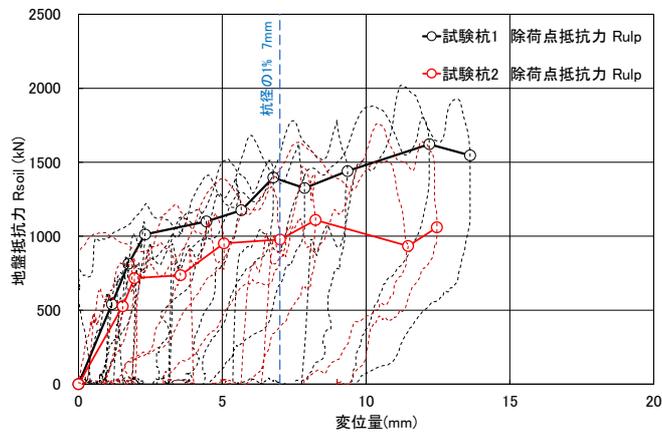


図2 1断面の除荷点抵抗力-変位量関係図

3.3 軸力・周面摩擦力度

杭体に取り付けたひずみ計、加速度計より各深度の除荷点抵抗力と変位量の関係を求めた。1、13、16断面の除荷点抵抗力-変位量関係を図3、軸力・周面摩擦力度分布図を図4に示す。

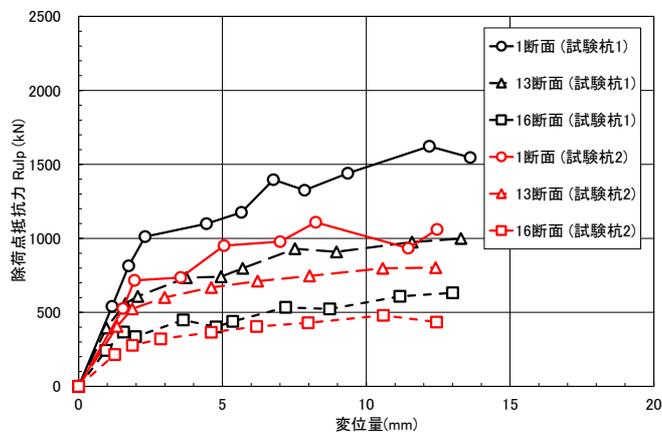


図3 各深度の除荷点抵抗力-変位量曲線図

除荷点抵抗力と変位量の関係は、どの断面においても試験杭2が試験杭1を下回る傾向を示した。また、断面毎に比較すると、1断面では除荷点抵抗力の差が大きい、13断面、16断面の抵抗力では1断面ほどの差は見受けられない。これは、図4に示すように、1~13断面区間の摩擦力度に差が大きいことを示している。なお、1~13断面区間と比較すると13~16断面区間の摩擦力度の差は小さい。

16断面の除荷点抵抗力-変位量関係では試験杭2の抵

抗力が低く推移しているものの、先端抵抗特性に明瞭な差は現れていない。

これらの結果より、周面摩擦力度と先端支持力度の最大値を表4に示す。試験杭2の周面摩擦力度は試験杭1に対して区間1が56%、区間2は93%であった。また、試験杭2の先端支持力度は試験杭1に対して76%であった。

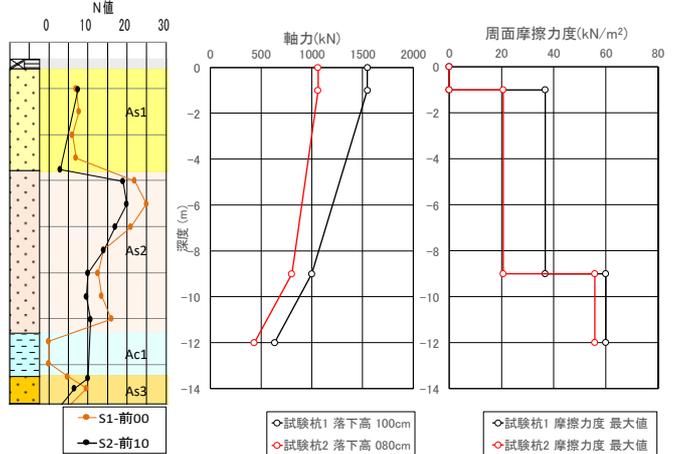


図4 軸力、周面摩擦力度分布図

表4 周面摩擦力度、先端支持力度の最大値

	評価区間・位置	試験杭1	試験杭2	試験杭2/試験杭1
周面摩擦力度 (kN/m ²)	区間1 (1~13断面)	36.8	20.6	56%
	区間2 (13~16断面)	60.0	55.8	93%
先端支持力度 (kN/m ²)	16断面	1,642	1,244	76%

4. 急速载荷試験結果の考察

杭頭部の除荷点抵抗力-変位量曲線では、試験杭2が試験杭1を下回る結果となった。既存杭撤去による周辺地盤の緩みの影響が表れていると推察される。

周面摩擦力度は、2区間とも試験杭2が小さい結果となった。特に区間1は56%と顕著に減少した。このことから砂質土主体の地盤では、緩みによる杭周面摩擦力への影響があるものと考えられる。

先端支持力度は、試験杭2が試験杭1に対して75%であった。先端地盤がN値=0の粘性土層であることから、支持層への影響評価については、様々な地盤条件で評価を積み重ねていく必要があると考える。

なお、既存杭撤去・埋戻し前後の杭周辺地盤の変化については地盤調査の結果報告²⁾を参照されたい。

【参考文献】

- 1)横山雅樹他：既存杭を含む敷地における建築物の設計法構築に向けた実験および解析検討(その2)日本建築学会学術講演梗概集, 2021年(投稿中), 2)森利弘他：既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究(その3)~(その6), 日本建築学会学術講演梗概集, 2021年(投稿中)

*1 地盤試験所, *2 国土技術政策総合研究所, *3 三谷セキサン, *4 竹中工務店, *5 熊谷組

*1 JIBANSHIKENJO Co., Ltd., *2 National Institute for Land and Infrastructure Management, *3 MITANI SEKISAN Co., Ltd., *4 Takenaka Corporation, *5 KUMAGAIGUMI Co., Ltd.