

パイルキャップの支圧に関する要素試験

正会員 ○福田 健*1 正会員 河野 進*2
 正会員 小原 拓*2 正会員 小林 勝巳*3
 正会員 土佐内 優介*3 正会員 新井 寿昭*4
 正会員 郡司 康浩*4

支圧応力 パイルキャップ 杭頭接合部

1. はじめに

地震時に杭端面とパイルキャップ間の圧縮接触面には局所応力が発生し、支圧抵抗の挙動を示すことが確認されている。支圧抵抗の評価は杭頭接合面の断面解析において、圧縮強度増大係数 ($\phi_c=2.0$) もしくは仮想鉄筋コンクリート断面 (杭径+200mm) で評価することが一般的であるが、その抵抗機構は確立されていない。そこで、本報告では、パイルキャップの基本的な支圧抵抗の把握を目的として実施した縮小試験体の試験結果を示す。

2. 試験概要

表 1 に試験変数一覧、図 1 に試験体形状およびゲージ位置を示す。試験体 (全 7 体) は同形状のコンクリートブロック ($\sigma_c=33\text{N/mm}^2$, $E_c=23,664\text{N/mm}^2$) であり、既製杭 $\phi 1000$ の 1/10 程度のスケールを想定し、杭頭接合面で想定される偏心距離、支圧面積比、荷重方法および中子筋の有無を変数として試験を実施した。なお、既往研究^例 (例えば 2),3) では本報告と同様に配筋量や荷重方法を変数とした試験は実施されているが、これらの支圧面積比は 4 以下もしくは 10 以上であり、本報告では支圧面積比 5~8 を対象とした。

荷重はアムスラーを用い、ブロック上端に厚さ 30mm の荷重板 (20×50mm, 40×50mm) を偏心距離に応じて設置した。荷重速度は圧縮強度試験 (JIS A 1108) に準じ、繰返し荷重は応力増分 $1/3\sigma_c$ で各 3 サイクルとした。

荷重板およびブロック上端の荷重軸方向に変位計を設置し、相対変位 (めり込み量) を計測している。また、ブロック内部の鉛直応力を確認するために、モールドゲージを取り付けた。

3. 試験結果

図 2 に荷重面の圧縮応力とめり込み量の関係を示す。圧縮応力は荷重を荷重板面積で除した値であり、No.4 は包括線で示している。各試験体で荷重の進行に伴いめり込み量が増大し、最大応力時に荷重板隅より斜め方向、荷重板中央からブロック側面にかけてのひび割れが同時に発生する (図 3)。最大応力以降は、めり込み量が急激に増加し荷重が保持できなくなり試験を終了した。

表 1 試験変数一覧

試験体No.	荷重板	支圧面積比 $\sqrt{A_c/A_1}$	偏心	中子筋	荷重
1	20×50mm	7.91	0mm (無)	無	単調
2			30mm		
3			50mm		繰返し
4					
5	40×50mm	5.59	30mm	有	単調
6	20×50mm	7.91			
7	40×50mm	5.59			

A_c : ブロックの断面積 (62,500mm²), A_1 : 荷重板面積

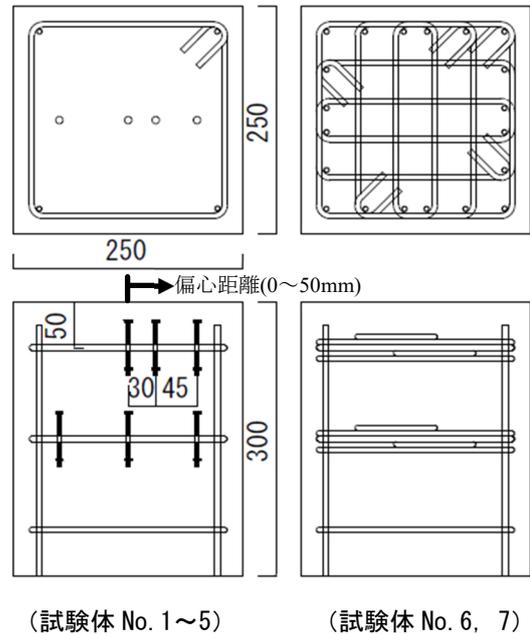


図 1 試験体形状およびモールドゲージ位置 (単位:mm)

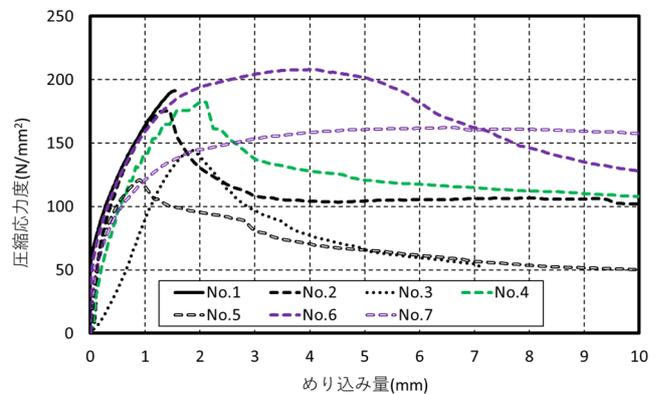


図 2 圧縮応力—めり込み量関係

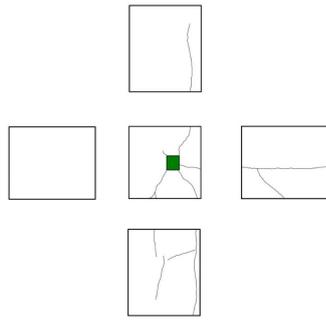


図3 ひび割れ状況 (No. 5)



写真1 破壊状況 (No. 5)

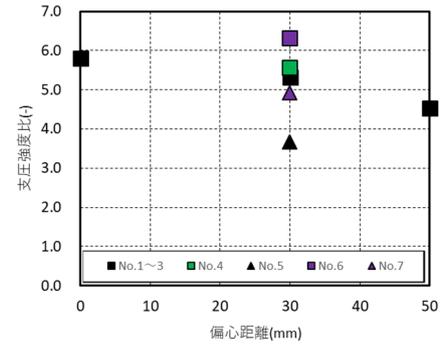


図4 支圧強度比—偏心距離関係

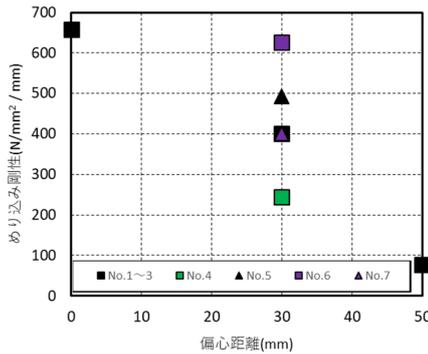


図5 めり込み剛性—偏心距離関係

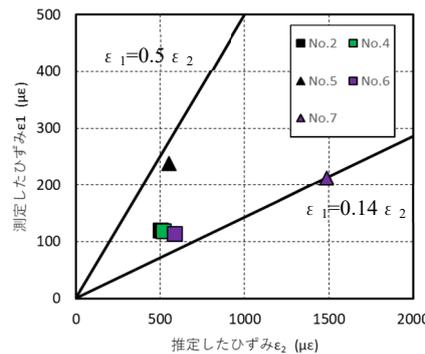


図6 割線剛性—偏心距離関係

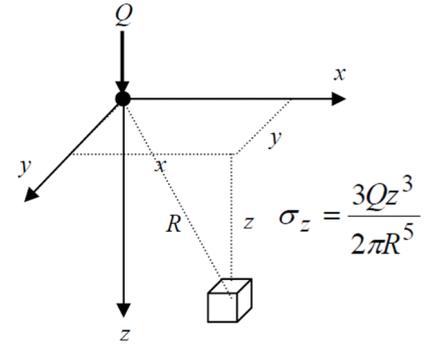


図7 ブーシネスクの解

中子筋を有する No.7 は荷重を保持できているが、No.6 は 4mm 以降荷重が低下しており、支圧面積比によって最大応力以降の傾向に違いが見られた。

写真 1 に No.5 のブロック上部の破壊状況を示す。載荷部はめり込み変形が生じ、側面のコンクリートは粒子破砕が発生し、一部崩れている。その直下に逆三角錐上のすべり破壊と思われる状況が確認できる。

支圧強度比（最大圧縮応力度を σ_c で除した値）と偏心距離の関係を図 4 に示す。偏心距離が大きくなると支圧強度比が小さくなる傾向が見られ、No.1（偏心距離 0mm）に比べ No.3（偏心距離 50mm）は 2 割程度小さくなる。また、中子筋を配筋した No.6 および No.7 の支圧強度比は 1.2~1.3 倍程度大きくなる。繰返し載荷を実施した No.4 と単調載荷の結果はほとんど変わらない。

めり込み剛性と偏心距離の関係を図 5 に示す。ここで、めり込み剛性は図 2 における曲線の最大圧縮応力度の 1/3 時点での割線剛性で評価した。支圧強度比と同様、偏心距離が大きくなるとめり込み剛性が低下する傾向が見られた。また、繰返し載荷を実施した No.6 のめり込み剛性は単調載荷の半分程度となる。

図 6 に載荷初期（最大応力の 1/3）の載荷板直下のゲージより得られた圧縮ひずみ ϵ_1 と推定値 ϵ_2 の関係を示す。ここで、 ϵ_2 は図 7 に示すブーシネスクの解⁴⁾を載

荷面積に応じて重ね合わせることでゲージの中心深度（ブロック上端より 50mm）の圧縮応力を算定し、材料試験で得られた E_c で除した値である。No.1 および No.3 は試験データ不良のため結果から除外した。

結果のばらつきが大きい、 $\epsilon_1 = 0.14 \sim 0.5 \epsilon_2$ の範囲内で分布しており、測定値 ϵ_1 が推定値 ϵ_2 よりも小さくなる結果となった。

4. まとめ

パイルキャップを模擬した縮小試験体の支圧試験を行い、各変数における支圧抵抗の基本的な性能を確認した。今後は、支圧抵抗機構をより詳細に確認するために追加試験および FEM による解析等を実施する予定である。

謝辞

本研究の一部は、JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (JPMJOP1723) によるものです。関係各位に記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針（案）・同解説，2017.3
- 2) 浅井他：大地震後の継続使用性を確保するためのコンクリート系杭基礎構造システムの構造性能評価に関する研究（その 24 縮小支圧要素試験結果および既往の評価式との比較），日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），pp593-594，2018.9
- 3) 増田他：パイルキャップコンクリートの支圧に関する繰返し点載荷試験，日本建築学会大会学術講演梗概（関東），2006.9
- 4) 日下部治：土木系大学講義シリーズ7 土質力学，コロナ社，2004

*1 戸田建設

*2 東京工業大学

*3 フジタ

*4 西松建設

*1 TODA Corporation

*2 Tokyo Institute of Technology

*3 Fujita Corporation

*4 NISHIMATSU Construction Co.,Ltd.