

一般共同研究（課題番号：28G-02）

課題名：軸力計測による杭基礎の施工管理・大地震後の健全性評価システムの開発

研究代表者：田村 修次

所属機関名：東京工業大学

所内担当者名：上田 恭平

研究期間：平成28年 4月 1日 ～ 平成30年 3月 31日

研究場所：遠心力載荷試験装置

共同研究参加者数：3名（所外 2名，所内 1名）

・大学院生の参加状況：3名（修士 3名）（内数）

・大学院生の参加形態【実験模型の設計，遠心実験の実施およびデータ整理】

研究及び教育への波及効果について

研究面では，未到達杭の有無をモニタリングするための基礎的なデータおよび未到達杭を含む群杭の荷重－沈下特性という新規性の高い知見を得ることができた．教育面では，大学院生は実験模型を設計することで実構造物における各部材の諸元，現状の杭の設計法，遠心載荷装置を用いて地盤－杭－構造物系の実験を行いデータ整理することで，杭および地盤の挙動を学んだと考えられる．

研究報告

(1)目的・趣旨

本研究の目的は，杭の軸力計測という簡便な方法で，「杭基礎の先端が基盤に支持されているか否か」，また，「大地震後，杭基礎の補修が必要であるか否か」を判断する手法を提案するものである．近年，杭が建築分野で多く使われている．杭は先端支持力の寄与が大きく，杭の先端が基盤に到達しているかは極めて重要である．その状況下で，2015 年秋に横浜のマンションで杭の施工データ偽装が発覚し社会問題になった．この問題の一因として，施工管理の甘さと杭の支持性能（杭が基盤に支持されているか？）を把握することが難しい点が挙げられる．杭の施工後に，安価かつ簡便に杭の支持性能を評価できる手法があれば，故意による杭施工不良は激減し，杭基礎の品質は大きく向上すると考えられる．また，大地震後に杭の健全性を評価することができれば，必要に応じて補修・補強することで次の大地震に対する不同沈下リスクを減らすことができる．

(2)研究経過の概要

本研究では，支持層に到達していない杭（未到達杭）を有する群杭について，遠心場で静的鉛直載荷試験を行い，未到達杭を含む群杭の支持力特性および軸力計測による未到達杭の把握の可能性を検討した．H28 年度は，剛な基礎部と群杭（2×3）のモデルを対象にした．H29 年度は，上部構造物，柱，基礎梁と群杭（2×3）のモデルとし，杭の軸力，柱の軸力，基礎梁のせん断力も検討対象とした．また，振動実験も行い，地震時の群杭の挙動も検討した．

大地震後の杭の健全性評価では，大口径場所打ちコンクリート杭を遠心実験で模擬するため，超小型鉄筋モルタル杭の開発を行った．その妥当性を検討するため，遠心場で杭単体の水平交番載荷試験を行い，杭体の変形性能を検討した．また，遠心場で振動実験を行い，杭体の破壊と上部構造物の応答の関係を検討した．

(3)研究成果の概要

未到達杭の有無は，建物の沈下よりも傾斜に大きく影響すること，未到達杭の杭頭軸力は，載荷直後から支持杭に比べ小さいことが分かった．すなわち，建設中に軸力を計測すれば，未到達杭を把握できる可能性のあることを示した．ただし，中杭に位置する未到達杭の杭頭軸力は，隅杭の未到達杭のそれより小さく，位置によっても未到達杭の軸力が異なった．また，未到達杭が，杭軸力のみならず基礎梁のせん断力にも影響を及ぼしていることが分かった．これは，未到達杭の支持力が小さいため，上部構造物の荷重が基礎梁を介して再配分されたためと考えられる．また，遠心場で振動実験も行い，加振を重ねると

中杭の軸力負担が増加し、隅杭の軸力負担が減少することを示した。

提案した超小型鉄筋モルタル杭の変形性能は、実際の場所打ちコンクリート杭の載荷試験結果と近い結果が得られた。また、振動実験から、曲げ破壊が2点形成されると上部構造物の応答が頭打ちになること、杭の曲げ破壊が相当進展しても上部構造物の残留傾斜は軽微であることを示した。今後、杭の健全性についても論文として公表する予定である。

(4)研究成果の公表

1. 伊藤 雅崇, 田村 修次, 上田 恭平: 基盤未到達杭を有する群杭の支持力および傾斜性状, 日本建築学会学術講演梗概集, 構造 I, pp. 597-598, 2017
2. 伊藤 雅崇, 田村 修次, 上田 恭平: 地震時の杭頭軸力の変動および再配分, 日本建築学会学術講演梗概集 (投稿中)
3. 林和宏・田村修次: 遠心載荷実験におけるコンクリート系杭の損傷挙動と建物の地震応答, 日本建築学会構造系論文集, 第740号 pp.1633-1640, 2017.10.
4. S. Kaneda, K. Hayashi, W. Hachimori, S. Tamura, T. Saito : Failure Behavior of Concrete Pile and Super-Structure Dynamic Response as a Result of Soil Liquefaction during Earthquake, AIP Conference Proceedings, Vol.1892, Issue1, No.020016, 2017.10.