

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 18 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22760413

研究課題名（和文） 既存杭を利用可能な新しい建物基礎構造の開発

研究課題名（英文） Development of new building foundation with existing pile

研究代表者

関口 徹（SEKIGUCHI TORU）

千葉大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：50451753

研究成果の概要（和文）：近い将来問題になると考えられる大口径既存杭の処理に対し、これを積極的に再利用することで工期短縮とコスト削減さらに資源の有効利用による環境負荷の低減ができる新しい建物基礎構造を提案した。そのうえで問題となる建物の沈下挙動について模型実験を行った。また解析により実験結果のシミュレーションを行いその鉛直荷重伝達メカニズムを概ね説明できるようになった。

研究成果の概要（英文）：In order to reuse existing piles that would become the problem in the near future, new building foundation method was invented. Model tests were conducted to investigate the settlement behavior of the building. The mechanism of the vertical load transmission of the foundation was investigated by computer simulation of the model test.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：基礎構造

1. 研究開始当初の背景

低コスト・低騒音・低振動などの特徴により近年非常に多くの建物で採用されている場所打ち杭は大口径であるものが多い。建物の建て替えに伴うそれら既存杭の撤去には多大なエネルギーとコストがかかるなど環境に及ぼす影響が大きい。よって、既存杭の撤去が近い将来必ず問題になると考えられる。

一方で既存杭を撤去せずに新築

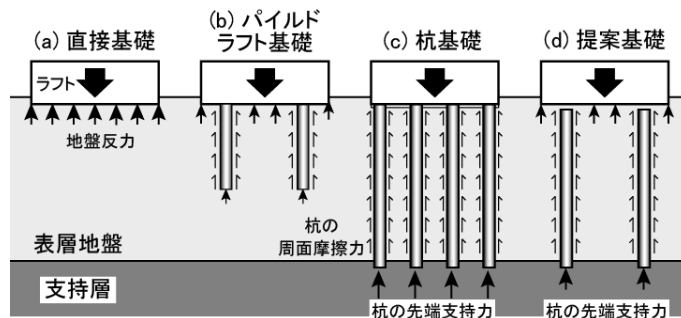


図1 建物基礎支持形態の概念図

建物の基礎として積極的に再利用できるのであれば、解体・撤去および新設杭打設の節減によるコスト削減と工期短縮だけでなく、資源の有効利用による環境負荷の低減を図ることができる。

再利用にあたり古い既存杭に過大な荷重を負担させない方法として、筆者らは既存杭の杭頭と建物基礎（ラフト）の間にある厚さの地盤（以下、薄層）を介在させる基礎形態を提案している。建物荷重は、まずラフト直下の地盤に伝わり、その下の杭と地盤とで分担して支持される（図 1(d)）。これにより、既存杭の杭頭曲げモーメントの低減だけでなく、新しい上部構造物の異なる柱割への対応も意図している。そして杭を基礎に接合しないことにより低減する基礎の水平抵抗を増大させることを目的として損傷制御によるエネルギー吸収が可能な極短い杭を別途基礎に接合することを考えている。

## 2. 研究の目的

提案する基礎形態を実用可能とするため、そのうえで問題となる建物の沈下挙動について実験・解析を行い、その鉛直荷重伝達メカニズムを明らかに、その有効性の検討を目的とする。

## 3. 研究の方法

上記のメカニズムを明らかにするため、模型実験を行った。地盤（砂）は、上部構造物やそれ以浅の地盤の積載荷重による地中の応力（拘束圧）状態により、その剛性等の性質が大きく異なる。よってスケールの小さい模型実験では実地盤の深い位置での応力状態および剛性等の特性を再現できない。そこで模型地盤に遠心力を与え小さな模型でも深い地盤構造を模擬することができる遠心模型実験（写真 1, 2）を実施した。

図 2 に実験模型の概要を示す。土槽内に模型杭を設置し、豊浦砂を所定の相対密度（薄層 90%、その他 45%）になるよう撒き地盤を作成している。その上から建物基礎にあたるラフト（載荷板）に鉛直荷重を与え、その沈下量を測定している。ここで杭とラフトの間には砂の薄い層を設けており、杭とラフトは非接合となっている。

写真 3, 4 に載荷板（ラフト小、大）底面をそれぞれ示す。ラフト底面（大）には 22 個の土圧計が設置してあり、底面に発生する土圧の分布を測定している。杭には各深度にひずみゲージを取り付けてあり杭の軸力分布を測定している。

写真 5 に模型地盤の作成状況を示す。杭が設置された土槽に空中落下法により砂を撒き所定の相対密度の地盤を作成している。

表 1 に実験ケースを示す。実験は、杭の有無（無、1 本、4 本）とラフト（基礎）の大



写真 1 遠心模型実験装置（清水建設）

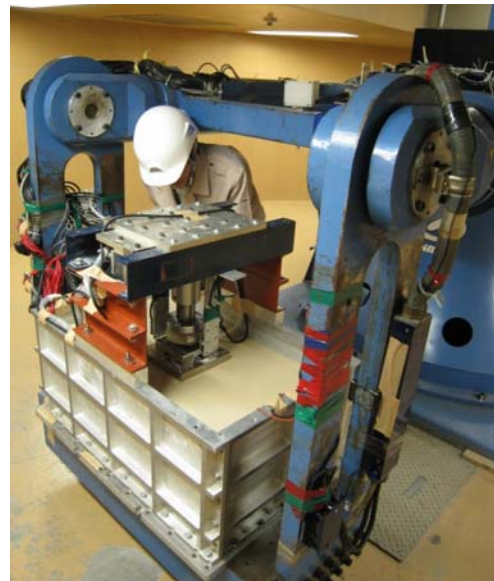


写真 2 遠心装置に設置された土槽

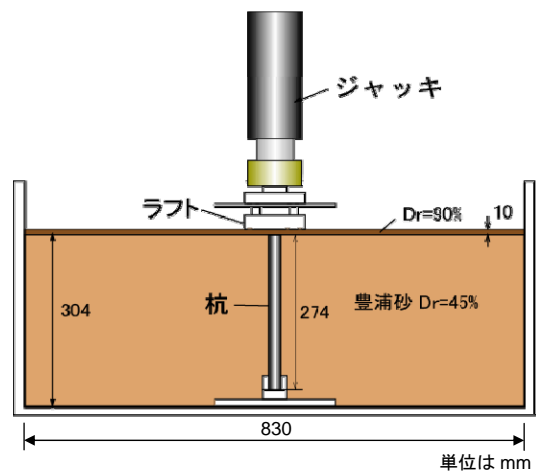


図 2 実験模型

小で計5ケース行い、ラフトにより鉛直載荷し、ラフトの荷重・沈下量、ラフト底面の土圧分布、杭の軸力分布等を測定した。

#### 4. 研究成果

図3にラフトの平均接地圧（載荷荷重をラフト面積で除したもの）と沈下量の関係を示す。なお、以下の結果はすべて実大換算したものである。杭のない地盤のみの場合沈下量が最も大きくなっている。一方、杭1本当たりのラフト底面の面積（支配面積）が同じで、かつ実験番号4より小さい実験番号2, 5では沈下量が最も小さくほぼ同じ値となっている。

図4に平均接地圧300kPa時における各ケースのラフトの接地圧分布を示す。角柱で示されているものはラフト底面に設置した土圧計（写真3, 4）で計測されたもので、円柱で示されているものは杭頭のひずみから算出した杭頭上面の応力である。杭のない実験番号1, 3では他のケースに比べ土圧計の値は大きく、またラフト外周部で大きくなる傾向がある。一方、杭のある実験番号2, 4, 5では杭直上周辺で接地圧が大きくなっている。

図5に杭のある実験番号2, 4, 5における平均接地圧100, 300kPa時の杭の鉛直荷重負担率の深度分布を示す。荷重負担率とは杭の軸力を載荷荷重で除したものである。100, 300kPa時ともに実験番号2, 5ではほぼ同じ杭負担率の分布を示し、杭1本当たりのラフト面積の大きい実験番号4の杭負担率よりも大きくなっている。また実験番号2, 5では杭頭付近では軸力が深度とともに少し増え、地盤から負の摩擦を受け、下部では逆に正の摩擦を受けて軸力が減っている。すなわちラフトからの鉛直荷重は、杭の上面だけでなく上端付近の杭周面摩擦により杭に伝わるのが分かった。また、実験2と5の比較により沈下剛性と杭の負担軸力分布に大きな違いが見られないことから、杭間隔を5.0Dとした場合提案する基礎形態の沈下特性に群杭効果はほとんど見られない。

これらのことから杭とラフトとの間に適当な厚さの薄層地盤を設けて両者を非接合とすることにより、建物の鉛直荷重を適度な大きさに杭に伝達させることができると分かった。既存杭再利用の可能性が明らかになった。

表1 実験ケース

実験番号	杭	ラフト
①	なし	小
②	単杭	小
③	なし	大
④	単杭	大
⑤	4本杭	大

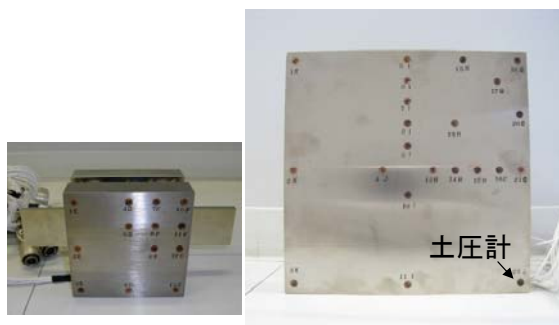


写真3 ラフト底面 (小) 100mm角 写真4 ラフト底面 (大) 200mm角



写真5 模型地盤作成状況

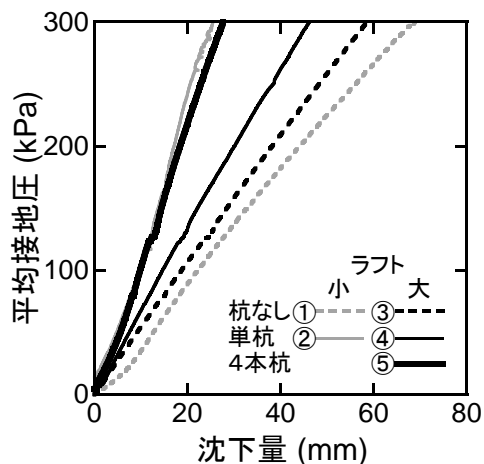


図3 平均接地圧-沈下量関係

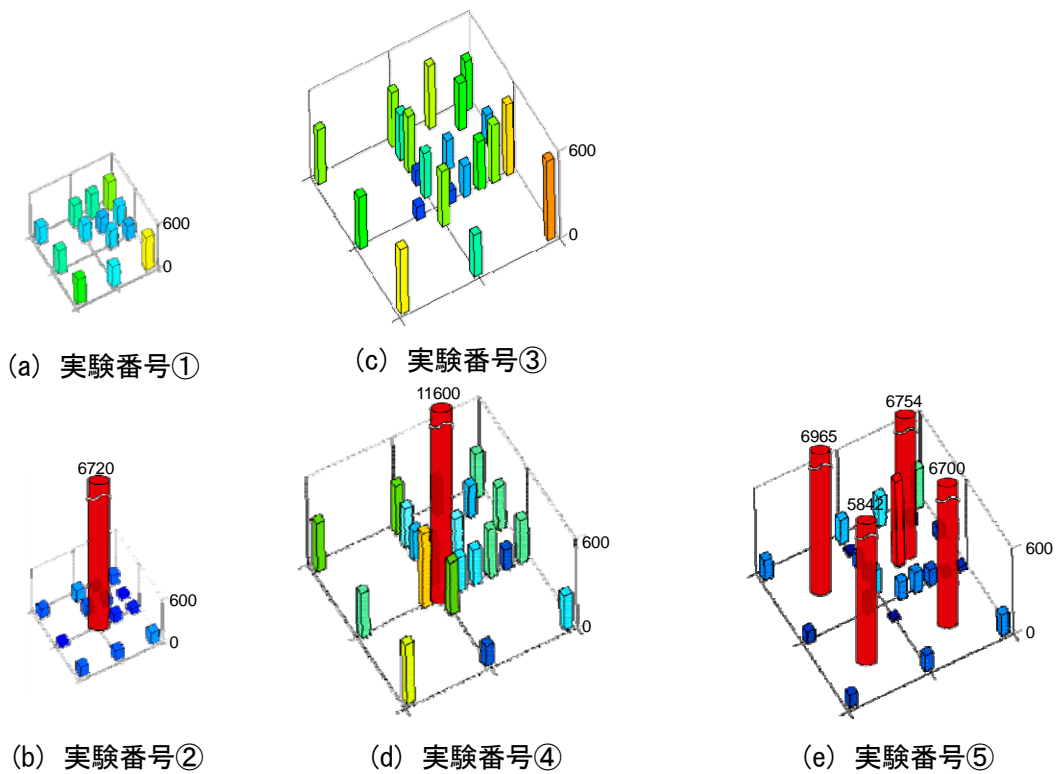


図4 ラフトの接地圧分布 (平均接地圧 300kPa 時)

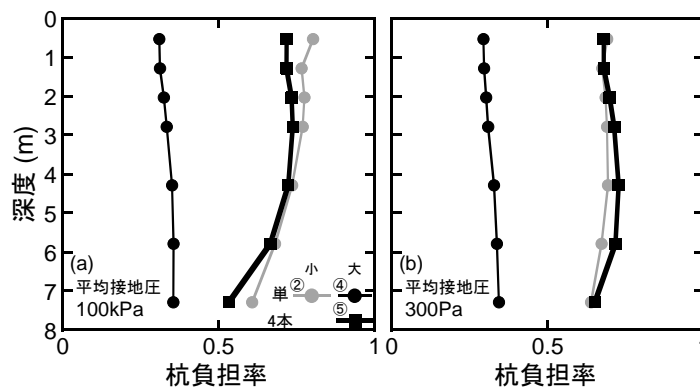


図5 杭の荷重負担率の深度分布

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 5 件)

- ① 関口徹, 中井正一, 眞野英之: 支持杭とラフトを非接合とした基礎の沈下挙動, 日本建築学会大会学術講演会, 構造 I, pp. 387-388, 東京, 2011.8.23.
- ② 隈元建人, 中井正一, 眞野英之, 関口徹: 杭頭非接合基礎の水平力伝達メカニズムに関する検討, 東京, 日本建築学会大会学術講演会, 構造 I, pp. 541-542, 2011.8.23.
- ③ 張至鎬, 田地陽一, 福武毅芳, 中井正一, 関口徹, 木全宏之, 西村晋一: 遠心模型実

験による杭頭絶縁基礎の地震時挙動の検討, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp. 2446-2452, つくば, 2010.11.18.

- ④ 鈴木辰朗, 中井正一, 関口徹: 杭頭とラフトの間に地盤の薄層を設けた支持杭基礎の沈下挙動 その 5 地盤剛性の拘束圧依存性を考慮した荷重伝達シミュレーション, 第 45 回地盤工学研究発表会, 松山, pp. 1127-1128, 2010.8.18.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

関口 徹 (SEKIGUCHI TORU)

千葉大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号: 50451753