

## 既設杭基礎の残置・引抜き・埋戻しを考慮した新設杭基礎の水平挙動に関する実験

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○飯島 翔一  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 藤田 智弘  
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 桐山 孝晴

### 1. 背景と目的

近年、市街地において建築物の更新が急増しており、既設杭を残置あるいは撤去した後に新設杭を施工することになるが、撤去により周囲の地盤が緩むことなどにより新設杭の偏心や傾斜などのトラブルに繋がることがある<sup>1)</sup>。このようなトラブルの恐れがあるにもかかわらず、既設杭を残置あるいは撤去することによる地盤の拘束や緩みなどが新設杭に与える影響は、未解明な部分が多いのが現状である。この問題は、道路橋においても橋の老朽化が進むことなどにより更新を行う事例が今後増加すると、直面する可能性があると考えられる。そこで、本稿ではこの問題に対し、既設杭を残置および引抜き、埋戻しを行った場合における新設杭の水平挙動を把握することを目的として、遠心模型実験を行ったのでその結果について報告する。

### 2. 実験概要

遠心模型実験は、80Gの遠心力を作用させた状態で、新設杭を水平方向に正負交番载荷させた。実験ケースは図-1に示す4通りとした。Case1は単杭の新設杭のみの場合、Case2は新設杭の周囲に既設杭を残置させた場合、Case3はCase2の既設杭を引抜いた場合、Case4はCase3の引抜孔に改良体を埋戻した場合を想定した。新設杭および既設杭、改良体の諸元を表-1に示す。既設杭および改良体の中心間隔は、既往実験<sup>2)</sup>の条件や道路橋で標準としている杭間隔<sup>3)</sup>を考慮して、既設杭径の2.5倍とした。実験模型の作製においては、Case2とCase4は支持層を作製後、新設杭および既設杭、改良体を所定の位置にセットし、表層の地盤を作製した。Case3は遠心力载荷中に既設杭を引抜くことが困難であったため、Case2と同様に地盤を作製後、一度80Gの遠心力を作用させ、後述する計測項目の値が落ち着くことを確認した後1G場に戻し、既設杭を垂直に引抜くことで実験模型を作製した。模型地盤は、既往実験<sup>4)</sup>を参考に、宇部砂砂6号を用いて、表層、支持層が相対密度60~70%、90%となるよう作製した。载荷ステップは、 $0.01D_p \sim 0.36D_p$  ( $D_p$ : 新設杭の杭径)で漸増させた。計測項目は、新設杭の载荷荷重と载荷変位、新設杭と図-1に示す既設杭0、既設杭90、改良体0、改良体90の杭頭水平変位とひずみ、土圧である。ひずみと土圧はひずみゲージと土圧計を供試体に貼り付け、杭頭水平変位はレーザー変位計により計測した。

### 3. 実験結果

実験結果のうち、新設杭の荷重-変位関係および曲げモーメント、新設杭と既設杭0および改良体0の杭頭水平変位の時刻歴図について述べる。

キーワード 既設杭, 残置, 引抜き, 埋戻し, 新設杭

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (国研)土木研究所 CAESAR 橋梁構造研究グループ TEL 029-879-6773

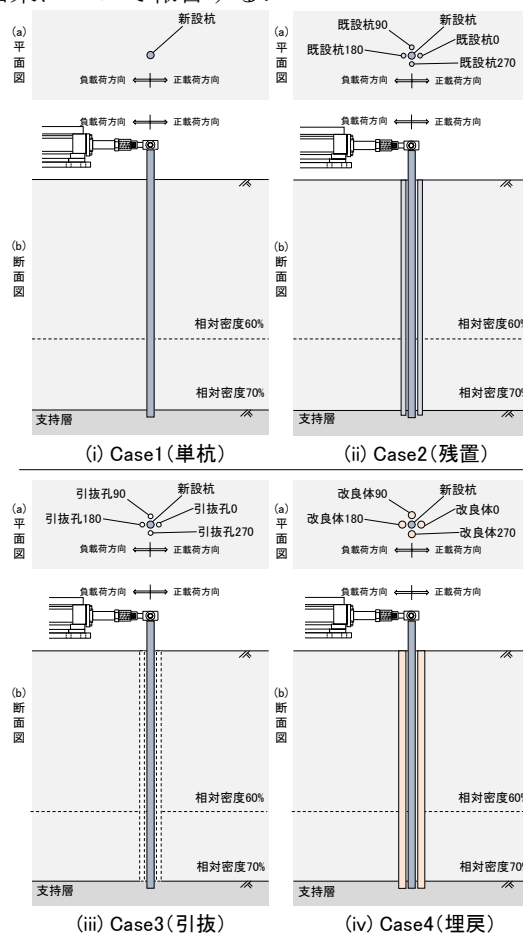


図-1 実験ケースの概要図

表-1 新設杭および既設杭, 改良体の諸元

	材料	杭径 $D$ (m)	板厚 $t$ (m)	杭長 $L$ (m)	曲げ剛性 $EI$ ( $\text{kN}\cdot\text{m}^2$ )
新設杭	アルミ	1.2	0.08	45.6	$2.80 \times 10^6$
既設杭	パイプ	0.8		40.0	$7.96 \times 10^5$
改良体	アクリル棒	1.2		-	40.4

注) 杭径, 板厚, 杭長は実物スケールで示す。

## (a) 新設杭の荷重－変位関係

新設杭の荷重－変位関係を図-2 に示す．切片を 0 とした近似直線から得られた Case1 の水平剛性に対する各ケースの水平剛性の比は、Case2 で 0.87, Case3 で 0.69, Case4 で 1.00 であり、Case4 の水平剛性は Case1 と同じである一方 Case2 と Case3 は Case1 よりも小さくなった．

## (b) 新設杭の曲げモーメントの深度分布

$y/D_p = 0.04, 0.36$  (ここに、 $y/D_p$ : 変位レベル,  $y$ : 新設杭の載荷変位,  $D_p$ : 新設杭の杭径) のときの各ケースの新設杭の曲げモーメントの深度分布を図-3 に示す．なお、曲げモーメントは計測項目のひずみから算出した．図に着目すると、Case3 の杭頭部の曲げモーメントが小さくなっている．これは、既設杭を引抜いたことにより周囲の地盤が引抜孔を埋め、引抜いた体積の分だけ地表面部がすり鉢状に変形したため、地表面部の地盤の抵抗が減少したことが要因として考えられる．また、 $y/D_p = 0.04$  のとき、Case2 と Case4 の杭頭曲げモーメントが他のケースと比べて大きくなっており、 $y/D_p = 0.36$  のときは同程度となっている．このことから、載荷初期では残置された既設杭や改良体があることによって地表面部の地盤の抵抗が大きかったと考えられる．

## (c) 杭頭水平変位の時刻歴

Case2 および Case4 の新設杭と既設杭 0 および改良体 0 の杭頭水平変位の時刻歴図を図-4 に示す．時間は 500s～1000s を、新設杭の杭頭水平変位は D-H, 既設杭 0 および改良体 0 の杭頭水平変位は D0-H で示す．図に着目すると、D-H は新設杭を正負交番載荷しているため、正負交互にピークが生じているが、D0-H は正側に載荷したときにピークが生じ、負側に載荷したときは杭頭変位が 0 にならず残留変位が生じていることがわかる．このことから、残留変位が発生した時点から、既設杭および改良体の曲げ剛性による抵抗は発揮されていないと考えられる．さらに、図-3 の曲げモーメント分布において、 $y/D_p = 0.04$  のときに Case2 と Case4 の杭頭曲げモーメントが他のケースと比べて大きくなったのは、曲げ剛性による抵抗が発揮されたことが、 $y/D_p = 0.36$  のときに杭頭曲げモーメントが同程度となったのは、既設杭 0 および改良体 0 に残留変位が生じ曲げによる抵抗が発揮されなかったことが要因として考えられる．

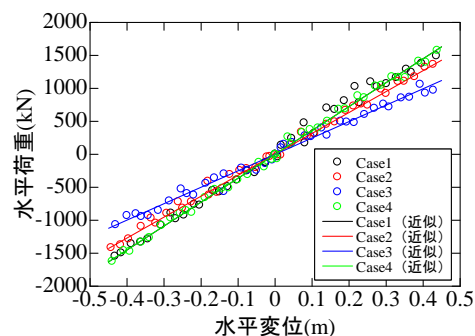


図-2 荷重－変位関係

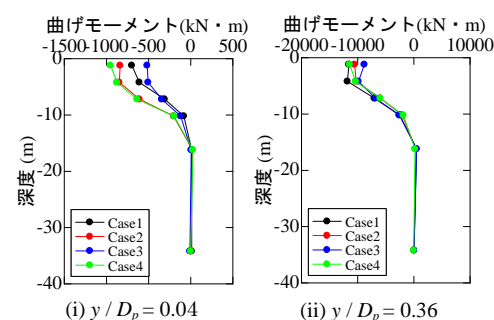
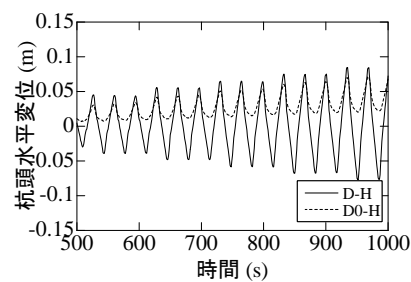
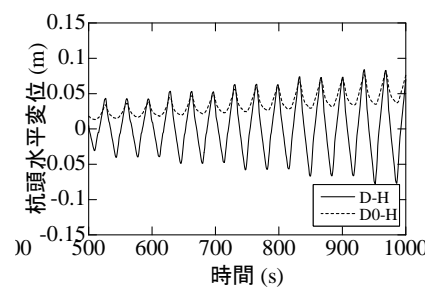


図-3 曲げモーメント分布



(i) Case2



(ii) Case4

図-4 杭頭水平変位の時刻歴

## 4. まとめ

既設杭の残置および引抜き、埋戻しが新設杭の水平挙動に与える影響を遠心模型実験によって確認した．残置した既設杭による曲げ抵抗や引抜きによる抵抗減少が新設杭の挙動に影響を与えることがわかった．今後はこれらの影響の評価方法を検討する予定である．

## 参考文献

- 1) 地盤工学会 関東支部 新設杭に干渉する既存杭の撤去・埋戻しに関する研究委員会：既存杭の撤去・埋戻し方法とその影響を受ける新設杭の設計と施工，2022. 4. (出版予定)
- 2) 足立ら：遠心場水平載荷実験における既存杭が新規杭の水平抵抗に及ぼす影響，第 43 回地盤工学研究発表会（広島），2008. 7.
- 3) (公社) 日本道路協会：道路橋示方書・解説Ⅳ下部構造編，2017. 11.
- 4) (国研) 土木研究所，株式会社オリエタルコンサルタンツ，JFE シビル株式会社：フーチングを有しない多柱式ラーメン構造の性能検証法に関する共同研究報告書，共同研究報告書第 500 号，2018. 9.