

遠心載荷実験を用いた既設杭基礎の合理的な補強工法に関する一検討

土木研究所	正会員	○堀内	智司
土木研究所	正会員	楊	勇
土木研究所	非会員	行藤	晋也
土木研究所	正会員	桐山	孝晴

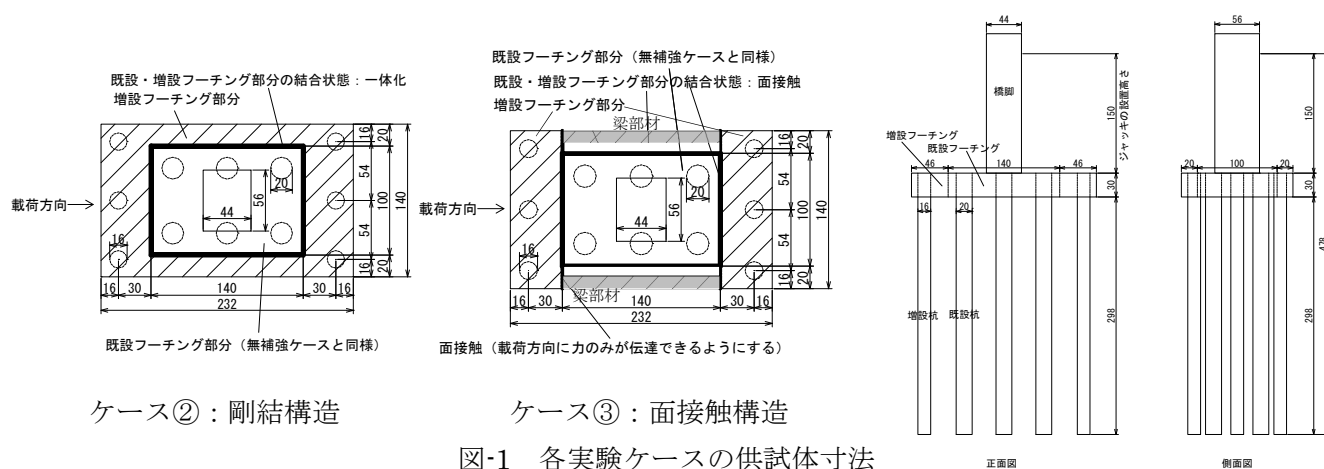
1. 背景と目的

平成 8 年道路橋示方書以前の古い基準で設計された道路橋下部構造の杭基礎は、レベル 2 地震動に対する照査等が行われておらず、現行基準に基づき評価すると、せん断力等の照査を満足しない場合がある。所要の性能が確保されていない杭基礎は補強を行う必要があり、一般的には既設・増設フーチングを剛結合した増し杭補強が用いられ、既設側のフーチング鉄筋をはつり出し切断し、溶接や機械式継ぎ手で増設側の鉄筋と結合させる。しかし、地中の既設基礎の補強は施工空間や用地等の制約条件が厳しい中、工事規模が大きく煩雑な工事となるため、現場条件や要求性能にあわせた合理的な補強工法の検討が求められている。

そこで、既設・増設フーチングの結合方法として一般的な剛結合に代わり、鉄筋のはつり出し等を行わず、優れた施工性が期待できる面接触の結合による増し杭補強の検討を行っている。これまでに、面接触構造の増し杭工法について、解析で優れた補強効果¹⁾がみられたことから、今回は実験により補強効果を確認した。

2. 実験概要

遠心力載荷実験装置を用いて、補強工法を変えた 3 ケース（ケース①：無補強、ケース②：剛構造の増し杭工法、ケース③：面接触構造の増し杭工法）の供試体に対して水平載荷試験を実施し、各補強工法の補強効果を確認した。水平載荷試験は、一方向の繰返し載荷試験とした。供試体は、道路橋の杭基礎橋脚を模擬した 1/50 縮尺模型で、各実験ケースの供試体寸法を図-1 に示す。相似則を考慮して杭体の剛性を実物と整合させるため、供試体はアルミを用いて製作している。補強効果を比較しやすいように、既設杭基礎橋脚（3×2 列）の補強は 4 面の内で載荷方向に対する 2 面のみを補強している。既設フーチングと増設フーチングの結合方法は、ケース②は一般的な増し杭工法を模擬してそれぞれを剛結しているのに対して、ケース③は合理的な増し杭工法を模擬してそれぞれ縁切りさせて各フーチングの側面同士で接触する構造としている。ケース③は 2 面のみ補強し、残りの 2 面については梁構造としている。実験のセットアップ状況を図-2 に示す。杭と地盤との相互作用に着目していることから、石こうを用いて構築した支持層に杭先端部を根入れさせて固定している。また、供試体の計測位置を図-3 に示す。



キーワード 既設杭基礎，増し杭工法，合理化，遠心力載荷実験

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

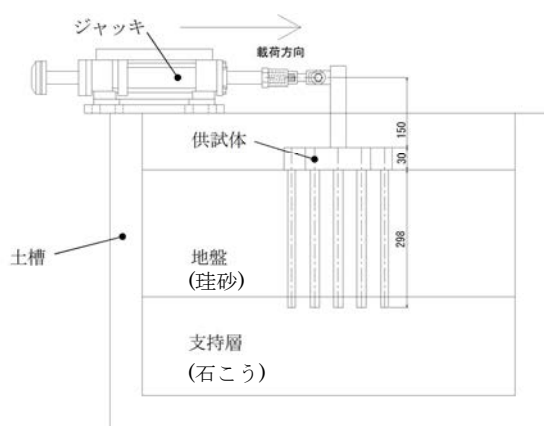


図-2 実験セットアップ状況

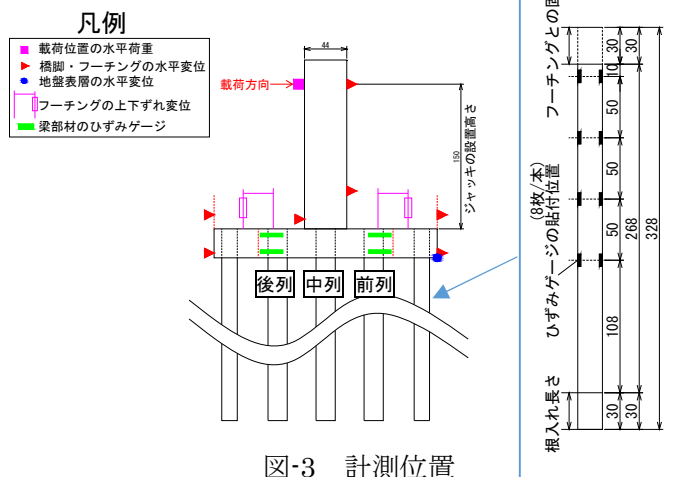


図-3 計測位置

3. 実験結果

図-4 に各補強工法の水平荷重-杭頭水平変位を示す。また、図-4 のP- δ 曲線の接線勾配（＝水平荷重の増分 ΔP /水平相対変位の増分 $\Delta \delta$ ）を図-5 に示す。なお、実験結果は実寸換算している。

ケース③について、ケース①の無補強と比較して高い水平剛性となることを確認した。特に、構造設計で着目する変位レベルである杭径 1～5%程度では、ケース②に比較的近い水平剛性となることを確認できた。しかし、大変形になると水平剛性が徐々に低下してケース①に近くなる傾向がみられた。これは、新旧フーチングの鉛直ずれの発生により既設杭基礎橋脚の回転が卓越したことや、供試体固定部の緩み、地盤の降伏等が原因と考えられる。

4. まとめ

既設杭基礎に対する合理的な補強工法を提案するため、既設フーチングのはつり作業等を行わない面接触による結合方法を用いた増し杭工法の補強効果について実験的に確認した。その結果、面接触構造について一定の補強効果が確認された。しかし、大変形になると既設杭基礎橋脚の回転が卓越する等して水平剛性が低下する傾向がみられた。実験結果の分析をさらに進め、新旧杭の荷重分担割合や補強効果のメカニズム等について検討を進める予定である。

今後、合理的な補強工法の実用化にむけて、構造詳細や設計法の検討を進めて参りたい。なお、本研究の一部は（一社）日本鉄鋼連盟から寄付された研究助成金により実施した。

参考文献

- 1) 行藤晋也ら：既設杭の合理的な補強工法提案に向けた解析的検討，土木技術資料，63-4，2021

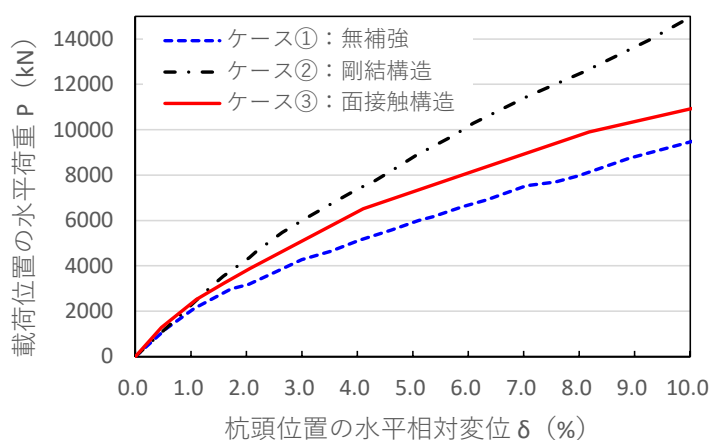
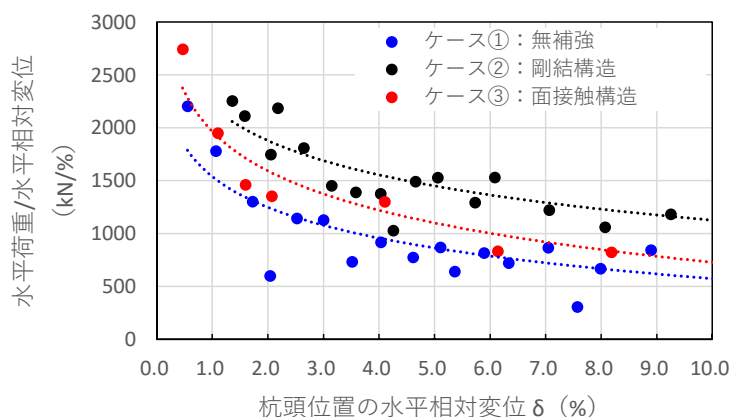


図-4 水平荷重-杭頭水平変位関係

図-5 P- δ 曲線の接線勾配