

既設基礎の耐震補強に関する検討(その2)

－ 異種群杭の水平載荷試験結果の考察 －

土木研究所 正会員○渡辺 達哉 正会員 西谷 雅弘
同 上 正会員 梅原 剛 正会員 福井 次郎

1. はじめに

既設基礎を小口径杭によって補強し、異種群杭となるときの群杭効果を把握するとともに、補強効果を適切に反映した設計手法を検討することを目的として、異種群杭模型の静的水平載荷試験を実施した。(その1)では水平載荷試験の概要を報告した。本文では載荷試験で得られたデータを整理することにより各杭の挙動を考察し、異種群杭となるときの群杭効果について報告するものである。

2. 水平載荷試験結果の考察

載荷試験によって直接的に得られるデータは載荷荷重、フーチングの水平・鉛直変位及び杭体ひずみ値である。杭体の曲げモーメントは各杭の所定の深度に貼付した一对のひずみゲージの値の差より算出した曲げひずみから算出した。また、杭体のせん断力・地盤反力度・変位については曲げモーメントを高次多項式で近似したものを微分および積分して算出した。

ここではCASE3と4について報告する。杭体が降伏に至る順序はCASE3において、既設前列杭・後列杭ともほぼ同時に降伏しており、載荷荷重は $P=95.5\text{kN}$ であった。CASE4においてはマイクロパイル(以後MPと略す)前列杭・既設前後列杭がほぼ同時に杭体降伏に至り、載荷荷重は $P=103.4\text{kN}$ であった。CASE4の最大載荷荷重は $P=118.2\text{kN}$ であり、載荷装置の耐荷力の限界に達したためMP後列杭が降伏に至る前に試験を終了した。

図-1に既設杭の曲げモーメント分布図を示す。図は各ケースとも降伏直前の荷重段階のものを示し、CASE3では 88.8kN 、CASE4では 88.0kN である。CASE3は前列杭の方が後列杭に比べ杭頭および地中部最大曲げモーメントの値が大きくなっている。また、CASE4では前列杭と後列杭ではほぼ同等の値を示す結果となった。また、既設前列杭の地中部最大曲げモーメントの発生深度についてはCASE3、CASE4ともに前列杭の方が後列杭に比べ浅い位置で発生しており、これらの性状は水平地盤反力度の差に起因すると考えられる。

図-2にMPの曲げモーメント分布図を示す。荷重段階は図-1と同じである。中央杭と側方杭ではほぼ同等の値を示すのに対し、前列杭と後列杭では前列杭の方が杭頭および地中部最大曲げモーメント値が大きくなった。また、後列杭のモーメントの分布形状が前列杭と大きく異なっておりフーチング下端 $-50\text{cm} \sim -150\text{cm}$ まで後列杭の曲げモーメント値はほぼ一定の値を示している。

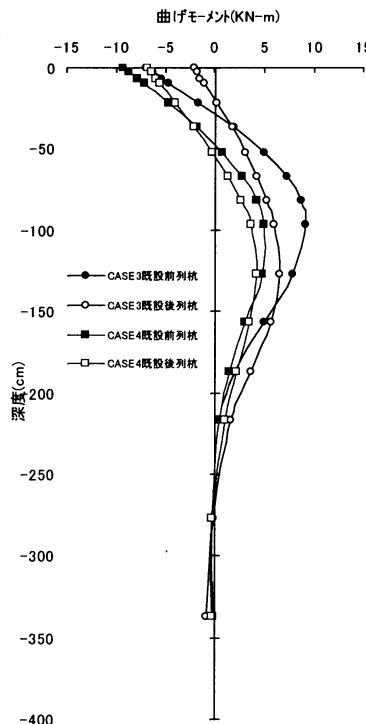


図-1 曲げモーメント分布図(既設杭)

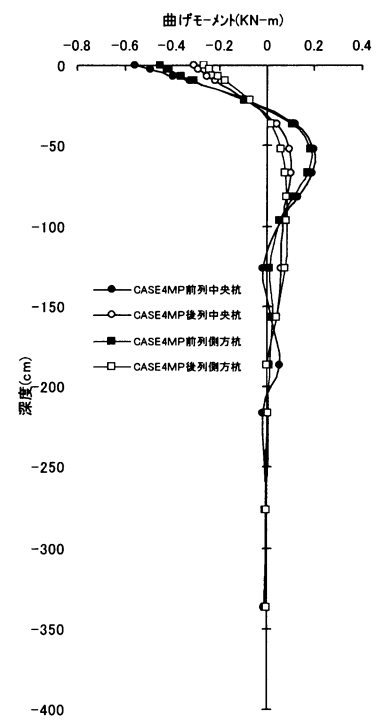


図-2 曲げモーメント分布図(MP)

キーワード：小口径杭、群杭、群杭効果、荷重分担、地盤反力特性

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市南原1番地6 tel 0298-79-6795

これらの性状は、前述の既設後列杭と同様に水平地盤反力度の差に起因するものであるが、杭径の差(曲げ剛性の差)により、より深い位置までその影響が及んでいるものと考えられる。水平地盤反力度の差の原因は、いわゆる群杭効果によるものであり、異种群杭の場合の評価方法についてさらに検討が必要である。

図-3にCASE4の杭頭せん断力-載荷荷重の関係図を示す。図中、フレーム解析結果とあるのは、群杭効果を考慮しない条件で計算を行ったものであり、杭および地盤の非線形性は考慮していない。実験結果より、既設前列杭の方が既設後列杭に比べ杭頭せん断力の分担が大きく、荷重が大きくなるとその傾向は顕著に現れることが分かる。また、MPにおいても同様の傾向が伺える。また、全杭のせん断力の総和にしめる全MPの杭頭せん断力の分担率はおおよそ1割程度という結果となった。フレーム解析結果ではMPの分担率が2割程度となり実験結果を上回る結果となった。今後、MPの分担率の定量的な評価について、さらに検討が必要である。

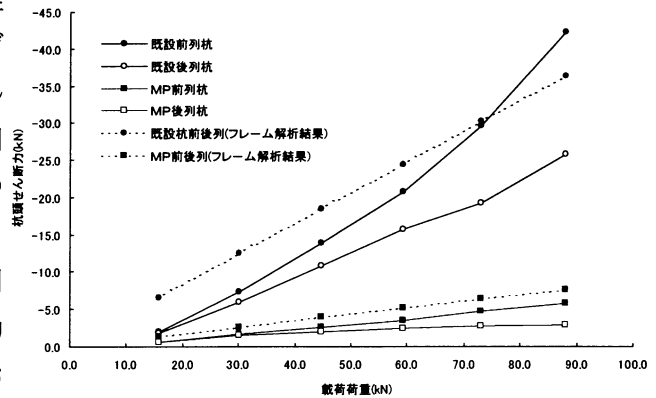


図-3 杭頭せん断力-載荷荷重の関係図(CASE4)

図-4に既設前列杭の水平地盤反力度-杭体変位量の関係図を示す。CASE3、4を比較すると、微小変形域では各杭列でほぼ等しい水平地盤反力度を示すが、地盤の浅い領域では、変形が進行するにつれ、CASE4既設前列杭の水平地盤反力度はCASE3既設前列杭の地盤反力度を下回る結果となる。これは、CASE4のMP前列杭の影響により水平地盤反力度が低下したことに起因する。ただし、深くなるにつれその差は小さくなる傾向にあり、GL-0.87mにおいてはほぼ曲線が一致する結果となった。これは、前述したMP後列杭の曲げモーメント分布形状において示された知見と逆に浅い位置でしか地盤抵抗力の影響が出ていないことを意味するものである。

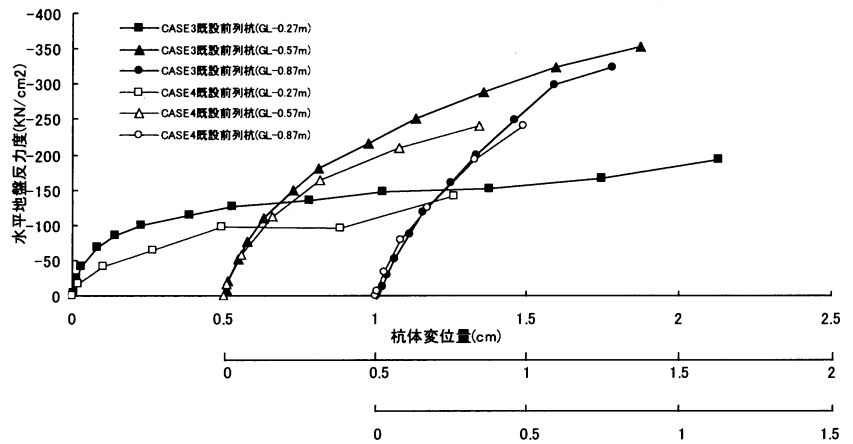


図-4 水平地盤反力度-杭体変位量の関係図
(CASE3およびCASE4既設前列杭)

3. おわりに

異种群杭模型の静的水平載荷試験のデータ整理を行うことにより、既設基礎を小口径杭(直杭)によって補強した時の群杭効果について確認した。今後は弾性範囲内の検討に限定せず、大変形領域に至る場合の挙動を把握するとともに、マイクロパイルと既設杭の間隔が広がった場合(CASE5)やマイクロパイルを斜杭として設置する場合(CASE6)の群杭効果について検討していく予定である。

本報告は、国土交通省土木研究所共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発」、平成12年度活動報告に基づきとりまとめたものである。また、本試験の実施、とりまとめに当たっては、株式会社白石の岩本氏、東洋建設株式会社の三木氏、株式会社ヒロセの大谷氏のご協力を頂いた。