

既設基礎の耐震補強に関する検討（その１）

- 異種群杭模型の水平載荷試験の概要 -

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

１．はじめに

既設橋梁基礎の耐震補強として、小口径摩擦杭（マイクロパイルなど、以下MPと略す）を用いた補強工法が期待されている。この工法では、多数のMPが既設杭の周囲に配置され群杭基礎として挙動する。群杭基礎に水平力が作用し、杭が大きく変形したとき、地盤内応力を介して各杭が相互に干渉しあう、いわゆる群杭効果が生じることが知られているが、これまで群杭に関する実験のほとんどは同種同径の杭で実施されており、比較的大口径の既設杭と小口径のMPのように異種群杭となった場合の各杭の挙動についてはまだ解明されていないのが現状である。

そこで、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補強設計法を検討するための資料を得ることを目的として、MPによる補強を想定した異種群杭模型の静的水平載荷試験を実施した。本報告は、水平載荷試験の概要、試験結果をとりまとめたものである。

２．水平載荷試験の概要

異種群杭となるときの群杭効果を把握するために、表-1に示す7ケースの静的水平載荷試験を行った。ケース1およびケース2は、既設杭および補強杭、それぞれ単杭のケースである。ケース3は、既設杭4本のケースで、同種杭からなる場合の群杭効果を確認するために行った。ケース4は、ケース3を基本として、荷重載荷方向の前後に、補強杭を3本ずつ設置したケースで、異種杭となる場合の群杭効果を把握するために行った。ケース5は、交番載荷により行った。ケース6は、ケース4に対して、既設杭と補強杭の間隔を2倍にしたケースである。ここで、ケース4およびケース5とも、補強杭は鉛直杭としている。ケース6およびケース7は、ケース4に対して、補強杭を斜杭にしたケースである。ケース6では斜杭角度は10度、ケース7では20度とした。各ケースに用いた既設杭および補強杭の諸元を表-2に示す。また、図-1にケース4およびケース6の試験概要図を示す。

フーチング部は鋼製とし、杭とフーチングはエポキシ樹脂系接着剤によって結合した。地盤は相対密度 $Dr = 70\%$ 程度を目安とし、タンパによって均一に締め固めた。

載荷試験においては、載荷荷重、フーチングの水平変

表-1 載荷試験ケース

| CASE | 杭の構成                    | 既設杭と補強杭の間隔 (mm) | 斜杭の角度 (°) | 載荷方法 |
|------|-------------------------|-----------------|-----------|------|
| 1    | 単杭 (既設杭)                | -               | -         | 一方向  |
| 2    | 単杭 (補強杭)                | -               | -         | 一方向  |
| 3    | 群杭 (既設杭4本)              | -               | -         | 一方向  |
| 4    | 群杭 (既設杭4本 + 補強杭6本)      | 200             | -         | 交番   |
| 5    | 群杭 (既設杭4本 + 補強杭6本)      | 400             | -         | 一方向  |
| 6    | 群杭 (既設杭4本 + 補強杭6本 (斜杭)) | 200             | 10        | 一方向  |
| 7    | 群杭 (既設杭4本 + 補強杭6本 (斜杭)) | 200             | 20        | 一方向  |

表-2 模型杭諸元

|     | 杭径 (mm) | 肉厚 (mm) | 断面積 (cm <sup>2</sup> ) | 断面係数 (cm <sup>3</sup> ) |
|-----|---------|---------|------------------------|-------------------------|
| 既設杭 | 114.3   | 3.5     | 12.18                  | 32.7                    |
| 補強杭 | 34.0    | 2.3     | 2.291                  | 1.70                    |

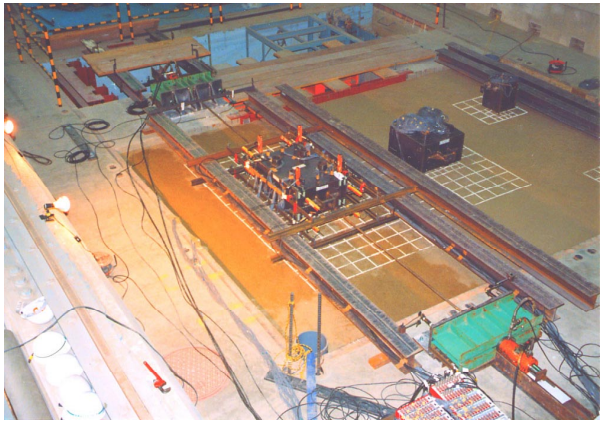


写真-1 ケース4の試験状況

キーワード：耐震補強、小口径杭、群杭、群杭効果、水平載荷試験

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 tel 0298-79-6795

位・鉛直変位および杭体のひずみを計測した。

水平載荷試験は、国土交通省土木研究所内にある大型実験土層にて行い、試験は地盤工学会基準「杭の水平載荷試験方法・同解説」に準拠し、載荷サイクルおよびステップ、保持時間等を設定した。水平載荷試験は、フーチングに固定されたPC鋼棒をセンターホールジャッキにて引張り、水平力を載荷することにより行った。ケース4の試験状況を写真-1に示す。

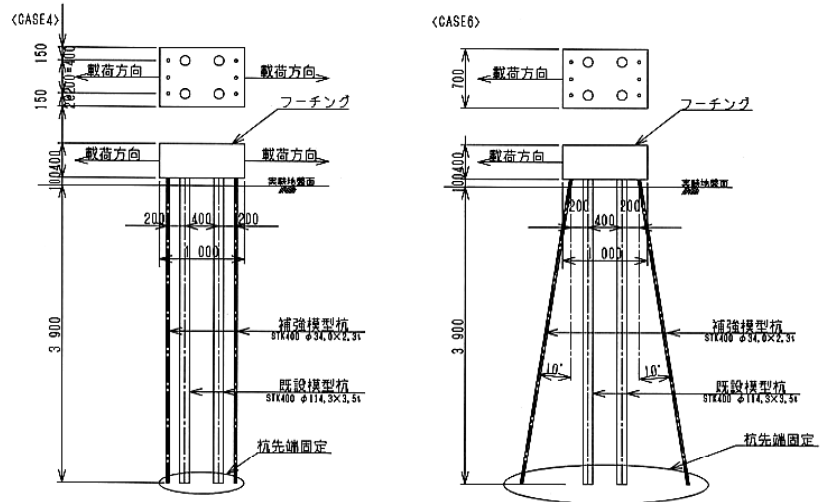


図-1 試験概要図

### 3. 水平載荷試験の結果

図-2に、各ケースの新規荷重時における荷重～フーチング水平変位関係を示す。

荷重～変位曲線から推察すると、補強杭のないケース3に対して、ケース4～ケース6においては、補強杭による補強効果が現れている。既設杭と補強杭の間隔が違うケース4とケース5とを比較すると、その補強効果は、杭間隔ほど顕著には現れていない。ケース6は、補強杭を斜杭としたケースであるが、ケース4あるいはケース5に比較して、補強杭による補強効果がさらに顕著に現れている。これは、参考文献1)に示される斜杭による補強効果に相当するものと思われる。しかし、ケース7においては、ケース4とほぼ同等の補強効果しか現れていない。これは、斜杭の角度が増すことによって補強効果が低減することを示すものではなく、試験においてフーチング部と杭頭部の固定が十分ではなかったために、荷重の増加に対して損傷が生じ、変位が急増したものである。

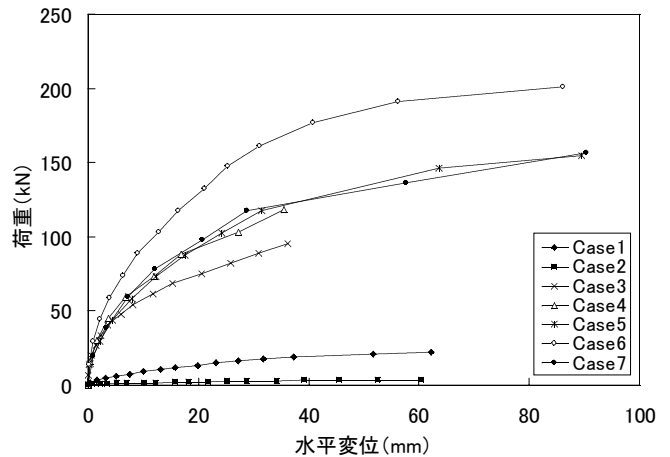


図-2 各ケースの荷重～水平変位関係

### 4. おわりに

本試験結果を基にしてデータ整理をすることにより、異種群杭となる場合の群杭効果を把握し、また、現行の設計基準<sup>2)</sup>を基本として、試験結果を数値シミュレーションすることによってその精度および適用上の問題点等を確認しながら、MPのような小口径杭によって既設杭基礎を補強する場合の補強設計を合理的に行うための設計手法を検討していく予定である。

本研究は、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」で実施しているものである。本試験の実施、とりまとめにあたっては、株式会社白石の岩本氏、東洋建設株式会社の三木氏、ヒロセ株式会社の大谷氏のご協力をいただいた。

### 【参考文献】

- 1)建設省土木研究所他：既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究報告書（その1） 2000年5月
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 下部構造編、1996年12月