

## 既設杭基礎のシートパイル補強工法に関する模型実験 ～地盤のひずみ分布に基づく補強効果の考察～

中央大学大学院 学生会員 ○佐川 貴要  
中央大学 正会員 西岡 英俊

### 1. 研究背景

既設杭基礎の周囲に打設した鋼矢板をフーチングと一体化させるシートパイル補強工法は、従来の既設杭基礎補強工法と比べ、経済性、環境調和性、狭隘地での施工性に優れるなどの特徴を持ち、今後の活用を期待されている。本研究では、既往の研究<sup>1)</sup>を参考に2次元的な挙動に関する実験として、アルミ棒積層体を用いた模型地盤での静的水平載荷実験を杭・鋼矢板の離隔を変化させて実施した。また、画像解析で求めた地盤変位状況から両者の群杭としての相互作用について考察を行った。

### 2. 実験概要

実験の概要を図-1に示す。また、本実験の詳細は参考文献<sup>2)</sup>を参照されたい。なお、予備実験として模型杭と模型SPそれぞれ単独での載荷実験を行った。その水平変位1mm時の荷重と変位から杭の特性値 $\beta$ を求めた結果、模型杭では $\beta L=7.48$ 、模型SPでは $\beta L=3.67$ が得られ、Changの式<sup>3)</sup>より、いずれも半無限長として扱うことが出来ることを確認できている。

### 3. 実験結果, 画像解析結果および考察

#### (1) 荷重変位関係

各ケースの基礎全体の荷重~変位関係の結果を図-2に示す。また、図中には比較対象として杭単独載荷の結果も併記した。この図より、離隔を大きくするほどSP補強後の基礎全体としての抵抗力が大きくなるという結果が得られた。

図-3は変位4mm時の杭、SPそれぞれの負担荷重の内訳を表したグラフである。離隔を十分に大きくした離隔180mmのケースでは、杭・SP間の相互作用がほぼ無くなり、杭、SPともに単独載荷時と同等の荷重を負担していることが確認できた。

離隔が30mm~150mmのケースでは、模型杭の負担荷重が杭単独載荷時に比べて低下した。これは模型杭の発生断面力を低減するという観点での補強効果を発揮していることを意味する。

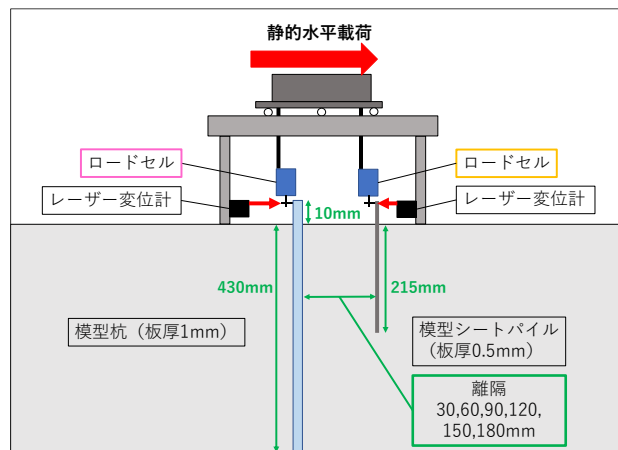


図-1 実験概要

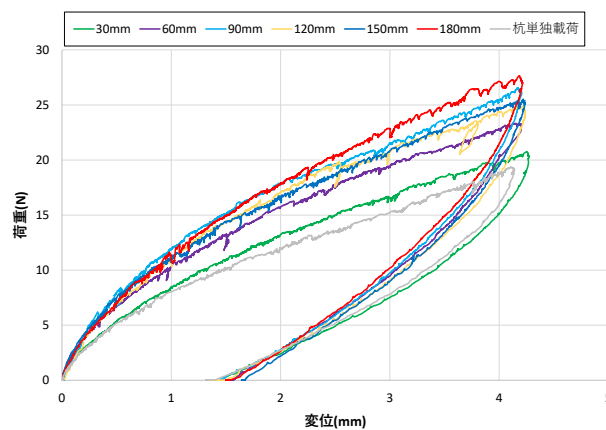


図-2 SP補強後各ケースでの荷重変位関係

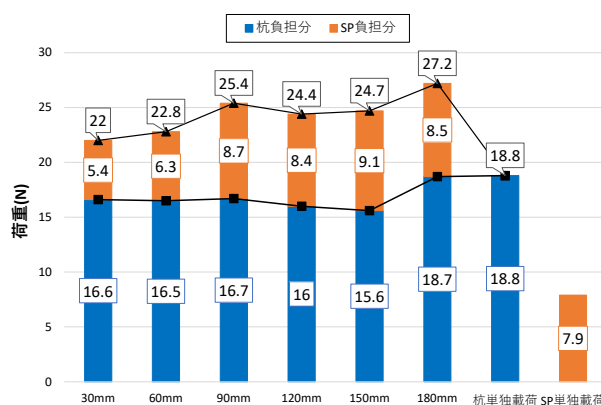


図-3 水平変位4mm時の負担荷重の内訳

キーワード シートパイル補強工法, 水平載荷試験, 画像解析

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科 基礎・地下構造研究室 TEL : 03-3817-1804

この模型杭側の負担荷重の低減効果は、離隔 30mm よりも 150mm のほうが大きな低減効果が期待できるとの結果となった。ただし、離隔 180mm になると低減効果が発揮されなくなった。

一方、SP 負担分は離隔 90mm 程度までは SP 単独載荷と同程度を発揮し、それを下回ると離隔が小さいほど SP 負担分が低下する結果となった。

## (2) 画像解析結果

これらの補強効果に対する離隔の影響について考察するため、模型地盤に対して画像解析 (DIC 法) を実施した。解析結果として水平変位 4mm までに生じた水平方向の垂直ひずみ (伸びひずみ) 分布およびそれから推定したすべり面位置を図-4 に示す。図-4 と図-3 より、基礎全体の抵抗力の大きさが、すべり面で囲まれた地盤の影響範囲の面積に依存する傾向が確認できる。例えば、離隔 30mm のケースでは SP による影響範囲が杭による影響範囲にすべて重複しており、基礎全体としての影響範囲が小さくなったことが SP 負担荷重が低減した原因であると考えられる。

また、離隔 90mm のケースでは杭の受働すべり面が SP の主働すべり面の起点部付近を通過しており、模型 SP 自体が杭の受働すべり面でのすべり変位を抑制するような位置関係となっていることが確認できる。離隔 150mm のケースでは SP 背面側地盤の一部 (図-4 中 矢印で示した重複部) で杭の受働すべり面と SP の主働すべり面が重複しており、杭の受働土塊自体を小さくするような位置関係となっている。これらの違いが離隔 60mm から 150mm までの範囲で杭断面力低減効果に離隔との明確な関係が見られなかったことの要因となっている可能性がある。また、離隔 180mm のケースでは杭の主働すべり面と SP の受働すべり面の重なっている範囲がほとんど無く、地盤の広い範囲にひずみが出ており、このことが基礎全体の抵抗力が一番大きくなる一方で、模型杭側の低減効果が発揮されなくなった要因であると考えられる。

## 4. おわりに

今回の実験により、シートパイル補強工法において鋼矢板と既存の杭の離隔の大きさは補強効果に大きく影響を及ぼすことが確認できた。基礎全体の水平抵抗力を増加させることが補強目的の場合には、離隔を大きくするほど効果があるが、杭の発生断面力を低減させることが目的の場合には、離隔を大きくするほうが低減効果は大きくなるものの、ある一定距離を超えると低減効果が期待できなくなることがわかった。また画像解析による地盤のひずみ分布からは、この境界となる距離は、杭の主働すべり面と SP の受働すべり面が重複しなくなる距離であることがわかった。

## 参考文献

- 1) 西岡英俊, 茂木優希子: 既設杭基礎のシートパイル補強工法に関する模型実験 ～杭とシートパイルの離隔が補強効果に及ぼす影響の検討～, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会概要集, III-273, 2021年9月
- 2) 西岡英俊, 佐川貴要: シートパイル補強工法における既設杭の断面力低減効果と地盤反力の関係, 第57回地盤工学研究発表会, 2022 (投稿中)
- 3) 公益社団法人 地盤工学会: 杭に水平載荷試験方法・同解説, pp32, 丸善出版, 2010.

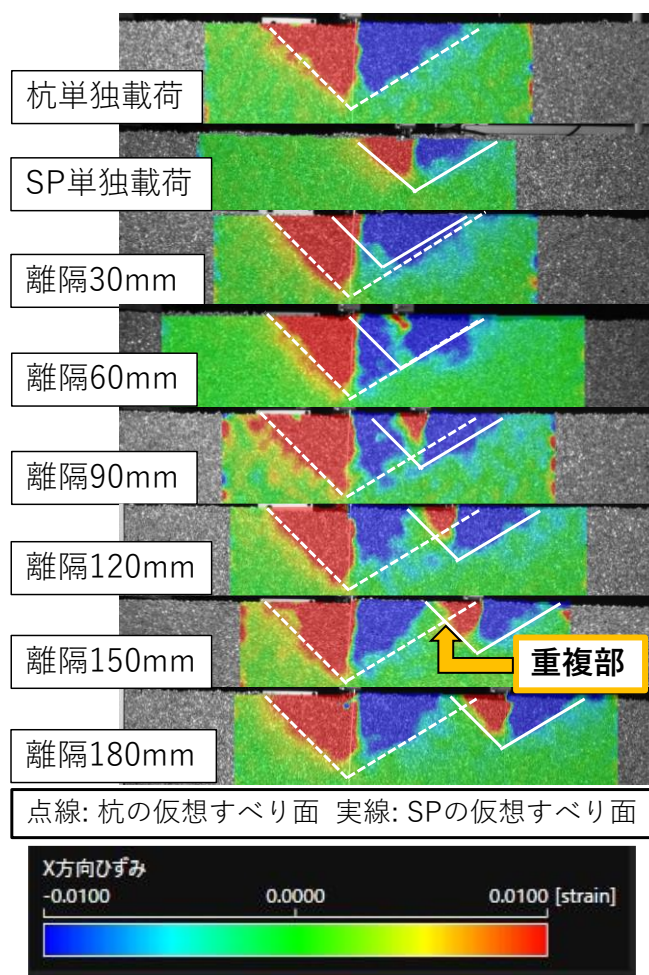


図-4 水平変位 4mm 時の水平方向垂直ひずみ分布