

既設杭基礎の分離型シートパイル補強工法に関する模型実験

中央大学大学院 正会員 ○佐川 貴要

中央大学大学院 正会員 大畑 空輝

中央大学 正会員 西岡 英俊

1. はじめに

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、経済性や狭隘地での施工性に優れるなどの特徴を持つ。しかし、基礎部の補強工事は大掛かりになることが多く、補強の進捗が遅れている。そこで、杭基礎の周囲に鋼矢板の貫入のみを行う分離型シートパイル補強工法は、より優れた経済性や狭隘地での施工性を有し、杭基礎の補強が出来ると仮説を立て、本研究を行った。

本研究では、既往の研究¹⁾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・シートパイル（以下、SPと表記）の離隔を変化させて実施し考察を行った。また、杭周辺地盤の変位状況を画像解析により求め、地盤の挙動にも着目して考察を行った。

2. 実験概要

実験装置の概要を図-1に示す。模型地盤は、長さ150mm、直径が1.5mm、2mm、3mmの3種類のアルミ棒を重量比1:1:1で混合したものを、単位体積重量 $\gamma=21.8\text{kN/m}^3$ となるように締固めながら、幅700mmで高さ280mmまで積み上げたものである。

模型杭および模型SPにはアルミ板（ヤング率 $E=73\text{GPa}$ ）を用いた。模型杭は幅200mm、長さ300mm、板厚は1.5mmとした。模型SPは幅200mm、長さ300mmで、板厚 t を0.3mm、0.5mm、0.8mmと変化させて実験を行った。模型杭の特性値 β は、杭を単独で載荷した時の変位2mm時の荷重～変位関係から式(1)に示すChang式²⁾を用いて求めた。

$$y_t = \frac{(1+\beta \cdot h)^3 + \frac{1}{2}}{3EI \cdot \beta^3} H \quad (1)$$

ここで、 y_t : 載荷点の水平変位、 H : 載荷荷重、 I : 断面2次モーメント、 h : 載荷点高さである。荷重変位関係と式(1)を用いて βL を算出した結果、 $\beta L=3.31$ となり、一般に半無限長の杭として扱える条件である $\beta L>3$ を満たすことを確認した。

模型杭への載荷は、模型杭の上端部にロードセルを配置し、直接ロードセルの受圧部で点載荷を行った。載荷中の変位については、レーザー変位計を用いて杭の載荷点高さの杭頭水平変位を計測した。

実験ケースは杭単独載荷のほかに、SPの板厚 t を変化させ(0.3mm, 0.5mm, 0.8mm)、それぞれ杭との離隔を30mm, 60mm, 120mmに設定した9ケース、計10ケース実施した。

3. 実験結果

図-2、図-3、図-4にそれぞれ、離隔を30mm, 60mm, 120mmとしてSPを貫入し、杭のみを水平載荷した全ケースのそれぞれの荷重変位関係を示す。図-5、図-6、図-7にはそれぞれ、載荷荷重30N時の

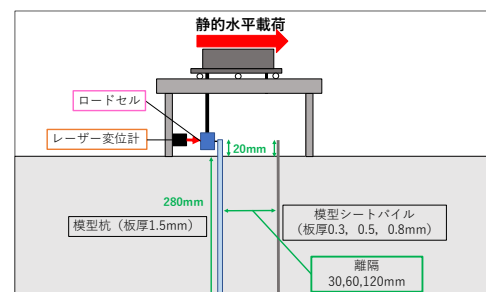


図-1 実験装置概略図

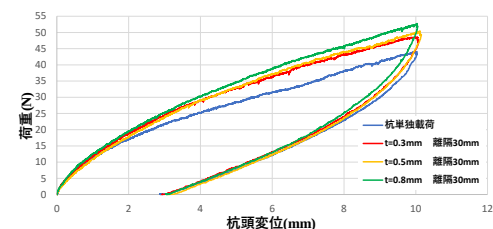


図-2 荷重変位関係（離隔 30mm）

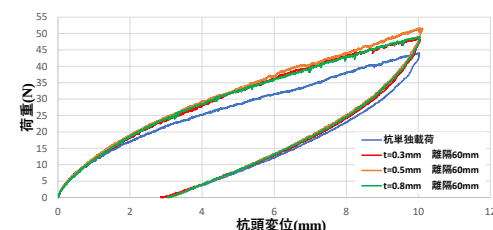


図-3 荷重変位関係（離隔 60mm）

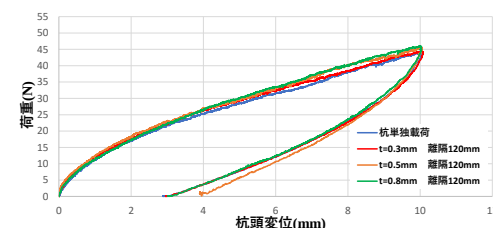


図-4 荷重変位関係（離隔 120mm）

キーワード シートパイル補強工法, 杭基礎, 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
TEL03-3817-1804

各ケースの杭頭変位と、無補強時（杭単独載荷）と比較した杭頭変位の低減率を示す。図-2、図-3より、離隔を30mm、60mmとしてSPを貫入した場合には、全ケースで杭の水平変位を抑制していた。また、図-5、図-6より、離隔が小さい場合にはSPの剛性によらず、無補強時と比べ2割程度の変位抑制効果があることがわかった。しかし、図-7に示す離隔を120mmとしてSPを貫入した場合の変位抑制効果は、全ケースで1割未満となった。

4. 画像解析結果

これらの結果を地盤挙動に着目して考察するため模型地盤に対してDitect社製DippStrainを用いたDIC法による画像解析を実施した。解析結果として図-8に水平方向の垂直ひずみ分布を示す。なお、図-8内の斜めの白線は、Coulomb土圧による仮想すべり線であり、鉛直の点線は模型SPの位置である。

図-8(a)は、図-2の荷重変位曲線で杭単独載荷との乖離が顕著になった離隔30mmを対象とした杭頭水平変位4mmまでの範囲のひずみ分布である。これよりSPを貫入したケースでは杭の主働すべり面をSPが遮断する位置関係になっていると考えられる。図-8(b)は、同じく離隔30mmの全ケースで、ひずみ測定範囲を水平変位0～10mmまで拡大した場合である。これより、杭の水平変位が大きくなるとSPが杭-SP間の地盤に押され、SP前側地盤に杭単独載荷よりも広い範囲に青色の地盤圧縮作用が生じていると考える。

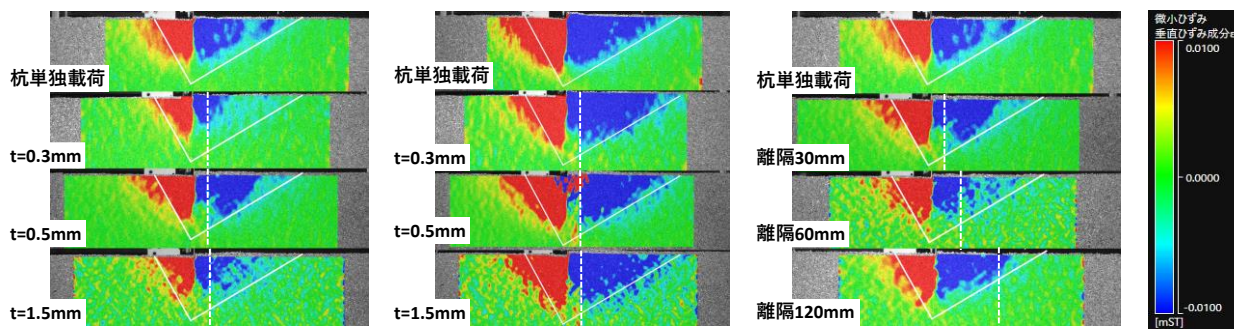
図-8(c)は、板厚 $t=0.5\text{mm}$ での離隔を変化させた場合のひずみ分布（杭頭変位4mmまで）の比較である。変位低減効果の小さかった離隔120mmのケースでは、離隔が小さいケースと比べて杭の受働すべり土塊を遮断する範囲が小さく、杭単独載荷のケースと近い地盤挙動を示している。このことから、SPによるすべり土塊の遮断範囲が小さくなったことが図-4および図-7に示す離隔が大きいケースで杭頭変位が低減しなかった要因であると考えられる。

5. おわりに

本研究より、杭基礎の周囲に鋼矢板を貫入することで、杭の受働すべり面が遮断され、既設杭の負担荷重が増加し、構造物の水平変位を抑制する効果が得られる可能性が示唆された。また、その効果は鋼矢板の剛性よりも離隔距離に応じて変化し、離隔が大きいと補強効果が発揮されないことがわかった。今後は、杭に作用する地盤反力や発生するせん断力に着目して研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 西岡英俊ら：シートパイルによる既設杭基礎の耐震補強効果に関する模型実験，地盤工学ジャーナル，Vol5，No.2，251-262.
- 2) 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.



(a) 離隔 30mm (変位 0～4mm) (b) 離隔 30mm (変位 0～10mm) (c) $t=0.5\text{mm}$ (変位 0～4mm)

図-8 画像解析結果（地盤の水平方向垂直ひずみ分布）

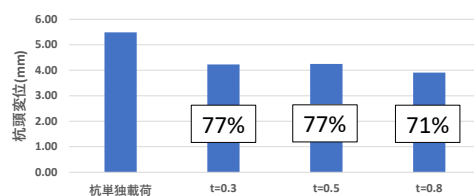


図-5 荷重 30N 時 変位比較 (離隔 30mm)

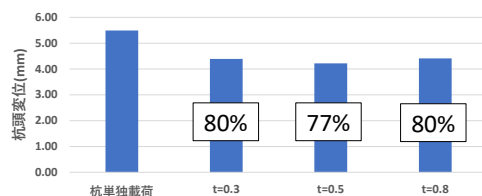


図-6 荷重 30N 時 変位比較 (離隔 60mm)

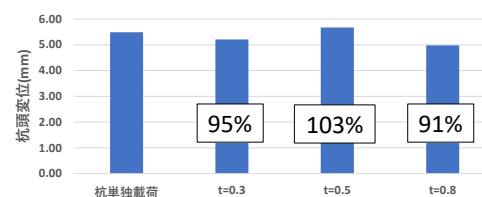


図-7 荷重 30N 時 変位比較 (離隔 120mm)