

## 液状化地盤におけるシートパイル補強工法の適用に関する検討 (その2 先端支持型シートパイル補強工法)

鉄道総合技術研究所 正会員 ○戸田 和秀, 佐名川 太亮, 西岡 英俊  
 新日鐵住金 正会員 妙中 真治, 乙志 和孝  
 大林組 正会員 松浦 光佑  
 北武コンサルタント 正会員 斉藤 聡彦, 渡辺 忠明, 関根 悦夫

### 1. はじめに

地震時に液状化が発生した場合、地盤は急激に強度ならびに剛性を失い、基礎構造物には大きな被害が発生する。既設構造物の耐震補強工法として、狭隘地や空頭制限下においても施工可能な、経済性・施工性に優れたシートパイル補強工法<sup>1)</sup>が提案されており、実構造物にも適用されている。また、既往の研究により、鉛直抵抗に優れた先端加工鋼矢板を用いることで効果的に基礎補強が可能であり、加えて液状化地盤における設計手法も提案されている<sup>2)</sup>。しかしながら、これまで先端加工鋼矢板を粘性土で打ち止めた施工実績はなく、統一された先端支持力の算定式はない。その<sup>1)</sup>では、実構造物を用いた試算を行い、液状化地盤におけるシートパイル補強工法の適用性について報告した。本報では、先端加工鋼矢板を粘性土で打ち止めた場合の補強効果について報告する。

### 2. 検討概要

シートパイル補強（以下、SP 補強）検討対象は既設杭基礎とし、諸元および土質条件はその<sup>1)</sup>と同条件とした。ここで、先端加工鋼矢板（以下、先端加工 SP）（図1）を粘性土で打ち止めた場合の基準先端支持力度は、鉄道標準<sup>4)</sup>に準拠し、硬質粘性土の式(1)および砂質土の式(2)の2種類とした。式(2)については、例えば道路橋示方書<sup>5)</sup>では、砂および粘性土では同一の支持力算定としており、鉄道標準では砂質土で打ち止めた場

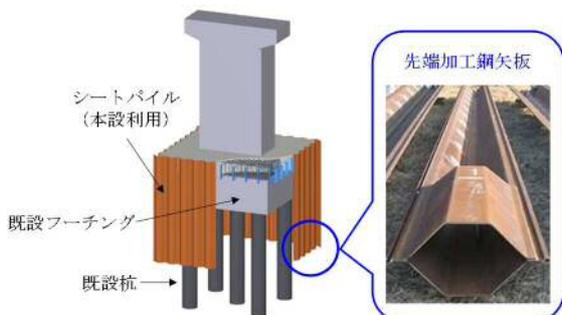


図1 先端加工鋼矢板<sup>6)</sup>

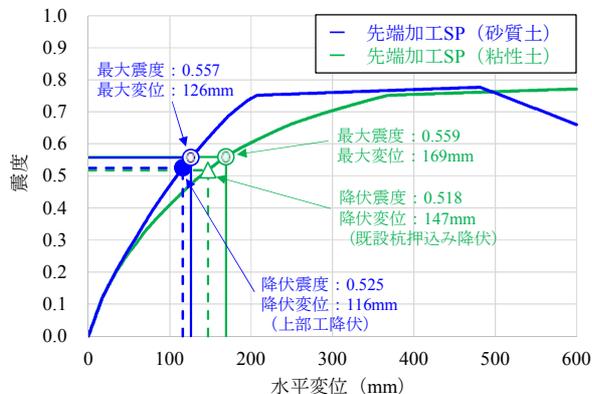
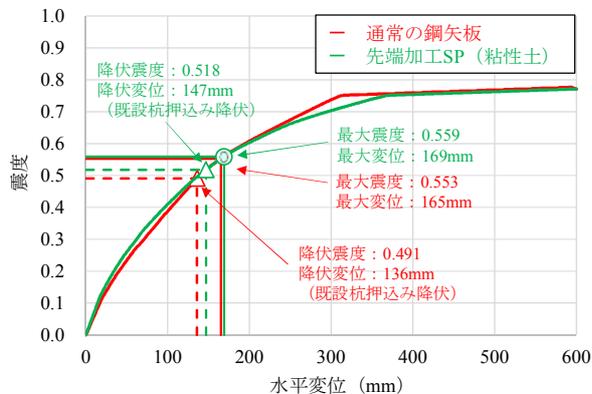
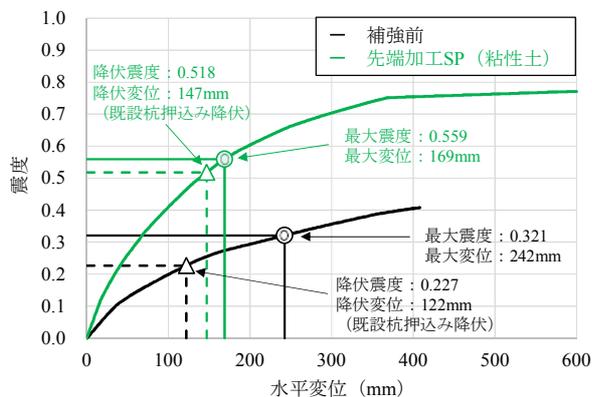


図2 荷重-変位関係

キーワード 耐震補強, シートパイル, 既設鉄道構造物基礎, 液状化, 先端加工鋼矢板

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎・土構造

合の基準支持力は式(2)を参考式として記載されている。

$$q_{tk} = 6.3c \leq 20000 \quad (70N \leq 20000) \quad \text{式(1)}$$

$$q_{tk} = 210N \leq 10000 \quad \text{式(2)}$$

ここで、 $q_{tk}$ ：基準先端支持力度(kN/m<sup>2</sup>)、 $c$ ：粘着力度(kN/m<sup>2</sup>)、 $N$ ：シートパイル先端の $N$ 値である。

各基準支持力を表1に示す。なお、先端加工SPの先端支持力は、既往の研究<sup>2)</sup>に従い、90%に低減している。

### 3. 解析結果

SP補強前後の荷重-変位関係を図2、最大応答時の既設杭の曲げモーメント分布を図3、軸力分布を図4に示す。先端加工SPを用いたSP補強により、補強前と比較し基礎の降伏震度は2倍程度に増加した。先端加工SPの先端支持力に着目すると、粘性土相当とした場合には基礎の応答は通常の鋼矢板と同程度であった。一方で、砂質土相当とした場合には水平変位がより抑制された。補強後の最大応答曲げモーメントは、補強前と比較し粘性土相当の場合には80%程度、砂質土相当では65%程度まで低減された。軸力の低減効果は、粘性土相当では90%程度であったが、砂質土相当では70%まで低減された。一方で、せん断力の低減効果は、先端支持力の考え方によらず50%程度であり、通常の鋼矢板と同程度であった。

以上より、先端加工SPを用いた補強により、既設杭に発生する応力の低減を期待でき、先端支持力を砂質土相当まで期待できる地盤条件においては、特に発生曲げモーメントおよび軸力を効果的に低減可能であることが分かった。

### 4. まとめ

本検討により、先端加工鋼矢板を用いたシートパイル補強工法を粘性土で打ち止めた場合、鉄道標準に記載されている参考式に準拠すると、通常の鋼矢板と同等となることが確認された。また、砂質土相当の先端支持力を期待することで、特に既設杭の曲げモーメントおよび軸力低減効果に優れることを確認した。先端加工鋼矢板の先端支持力の評価により補強効果が大きく変わるため、現場にて載荷試験を実施し支持力を確認することが望ましい。

### 参考文献

1) 鉄道総合技術研究所・大林組・新日鐵住金：鉄道構造物に適用するシートパイル基礎の設計・施工マニュアル(第3版), 2014

2) 戸田和秀, 佐名川太亮, 西岡英俊：液状化地盤におけるシートパイル補強工法の耐震設計法の提案, 鉄道総研報告, Vol.30, No.5, 2016

3) 斉藤聡彦, 渡辺忠朋, 関根悦夫, 西岡英俊, 佐名川太亮, 戸田和秀, 妙中真治, 乙志和孝：液状化地盤におけるシートパイル補強工法の適用に関する検討(その1 中間支持型シートパイル補強工法), 土木学会第71回年次学術講演会, 2016(投稿中)

4) 国土交通省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物, 2012

5) 日本道路協会：道路橋示方書(下部構造編)・同解説, 平成24年

6) 妙中真治, 加藤篤史, 戸田和秀, 原田典佳, 乙志和孝, 中山裕章, 田中隆太：鋼矢板を用いた新しい基礎工法(先端支持型シートパイル基礎)の開発, 新日鐵住金技報, 第403号, pp.83-89, 2015

表1 シートパイル1枚あたりの基準支持力

	先端	周面	合計
通常鋼矢板*	9kN	72kN	81kN (1.0)
先端加工	粘性土	0kN	170kN (2.1)
SP	砂質土	0kN	567kN (7.0)

( ) は※に対する割合

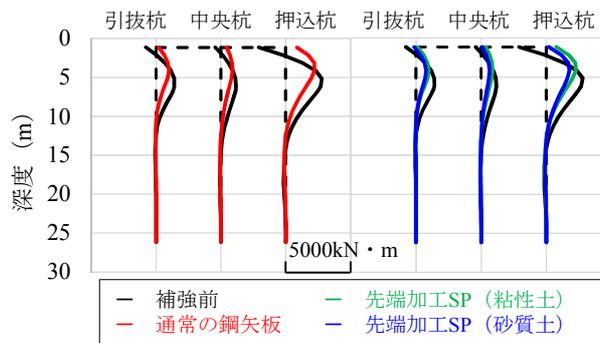


図3 曲げモーメント分布(既設杭)

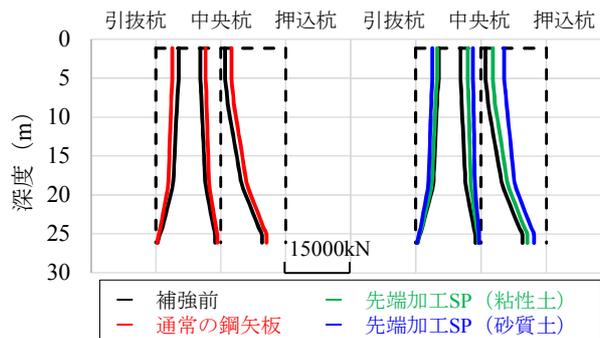


図4 軸力分布(既設杭)