

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)

北武コンサルタント株式会社 正会員 ○斉藤 聡彦, 渡辺 忠朋, 関根 悦夫
 公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊, 佐名川太亮, 戸田 和秀
 株式会社大林組 正会員 喜多 直之
 新日鐵住金株式会社 正会員 妙中 真治, 乙志 和孝

1. 目的

近年, 既設の鉄道構造物に対して, 兵庫県南部地震や新潟県中越地震の教訓から地震に対する安全性の向上を図るため耐震補強が進められてきた. 基礎の耐震補強については, 効率的に基礎の耐震補強を進めるため, 経済性および施工性に優れた「シートパイル補強工法」が開発^{1), 2)}され, 実務的な設計手法が提案^{3), 4)}されている. その後, シートパイル補強工法の設計および施工実績が増加し, シートパイル基礎の液状化地盤への適用範囲の拡大が求められている. そこで, 現行基準^{4), 5), 6)}でのシートパイル補強工法は, 液状化地盤では適用できないとしてきたが, 既往の研究により液状化地盤におけるシートパイル補強工法の設計手法が提案⁷⁾されている. これより, 本検討では, 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検討した.

2. 検討概要

本検討では, 既設鉄道橋脚に対するシートパイル補強工法の試設計事例⁸⁾に示されるRC橋脚を対象とした. 検討対象橋脚の補強概要および地盤条件を図1に示す. 地盤条件は, 第1層目の砂質土6.1mの範囲を液状化層とした. 液状化の判定は, 液状化抵抗率による方法で行い, 液状化指数は $P_L = 14.104$ となる.

本橋脚は, 柱の曲げ補強により橋軸直角方向において, 杭体のせん断力および基礎の安定に対する要求性能を満足できない. そのため既設杭の断面力低減を目的として, シートパイルを用いた基礎の補強を行った.

検討は, シートパイル補強の補強効果を確認することとし, 補強前後での荷重変位関係および既設杭に生じる断面力(曲げモーメントおよびせん断力)を指標とした.

解析モデルは, 上部構造物と基礎を一体とする骨組みモデルとした. フーチング, 既設杭およびシートパイルを線材でモデル化し, フーチングおよびフーチングとシートパイルの接合部は剛域とする. また, 橋脚く体基部および杭部材には非線形性を考慮した. 地盤抵抗は, 既設杭の水平・鉛直地盤抵抗, 増しフーチング前面の水平地盤抵抗, シートパイルの水平・鉛直地盤抵抗を考慮する. なお, 液状化時の地盤抵抗は, 地盤反力係数および上限値に低減係数を乗じた値とする.

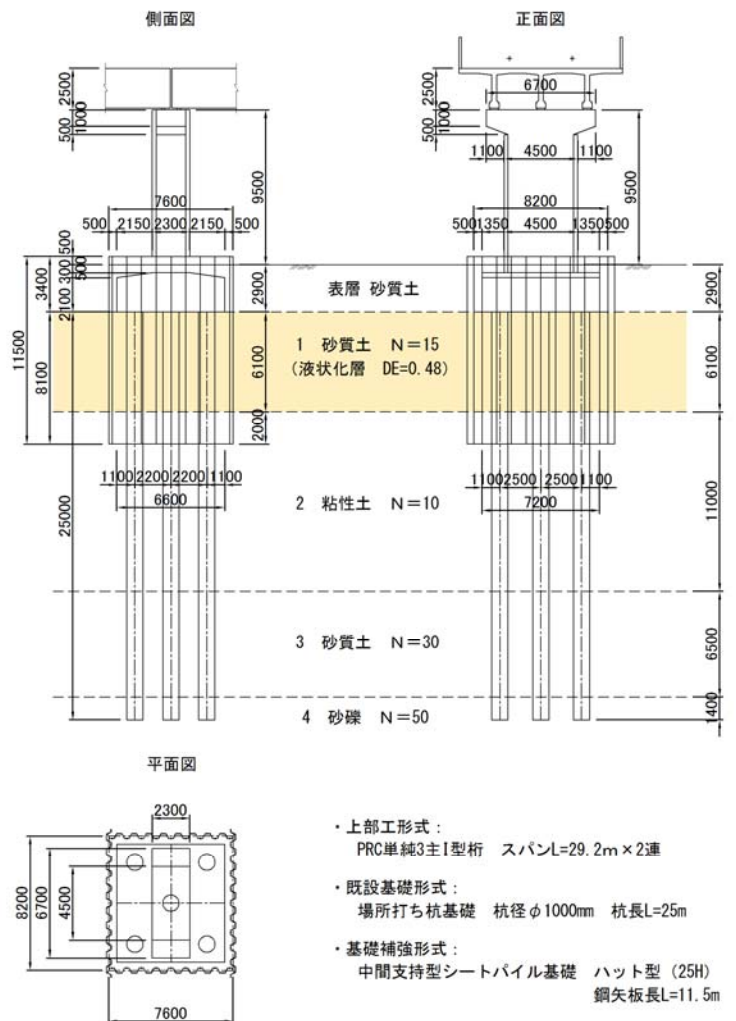


図1 検討対象橋脚の補強概要

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

連絡先 〒062-0020 北海道札幌市豊平区月寒中央通7丁目4番7号 北武コンサルタント(株) TEL011-851-3181

3. 解析結果

シートパイル補強前後の非液状化時および液状化時の載荷震度と水平変位の関係を図2、図3に示す。また、液状化時におけるシートパイル補強前後の既設杭の応答曲げモーメントおよび応答せん断力を図4、図5に示す。シートパイル補強により基礎の降伏震度は非液状化時および液状化時ともに2倍程度増加した。また、液状化時の補強後の最大応答曲げモーメントは補強前に比べ80%程度に、最大応答せん断力は50%程度に減少する結果となった。これは、非液状化地盤にシートパイル補強工法を用いた場合とほぼ同等な補強効果である。

接合部の断面力を表1に示す。これより、液状化時の設計曲げモーメントはやや大きくなるものの、接合部の部材は、非液状化地盤とほぼ同程度の規模となることを確認した。

4. まとめ

本検討により、シートパイル補強工法を液状化地盤に適用する場合にも、非液状化地盤の場合と同程度の補強効果を得ることが確認でき、接合部の部材規模についても非液状化地盤とほぼ同程度となることが確認できた。したがって、液状化地盤（液状化指数 $P_L=15$ 程度）において、シートパイル補強工法は適用可能であると考えられる。

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) 西岡英俊，樋口俊一，西村昌宏，神田政幸，山本忠久，平尾淳一：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，第54回地盤工学ジャーナル，Vol5，2009.12.
- 3) 西岡英俊，西村昌宏，神田政幸，山本忠久，樋口俊一，杉江茂彦：鋼矢板とフーチングの一体化による既設杭基礎の耐震補強工法，鉄道総研報告，Vol23，2009.12.
- 4) 鉄道総合技術研究所・大林組：シートパイルを用いた既設鉄道構造物基礎の耐震補強設計マニュアル，2011.
- 5) 運輸省鉄道局監修，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.
- 6) 運輸省鉄道局監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，2012.
- 7) 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，2016.
- 8) 松浦光佑，西岡英俊，平尾淳一，山本忠久：既設杭基礎鉄道橋脚に対するシートパイル補強工法の試設計事例，第9回地盤工学会関東支部発表会，2012.10.

表1 接合部の設計断面力

	非液状化時	液状化時
設計すべりせん断力 (kN)	4777	2928
設計曲げモーメント (kN・m)	829	1267
設計水平方向せん断力 (kN)	2259	515

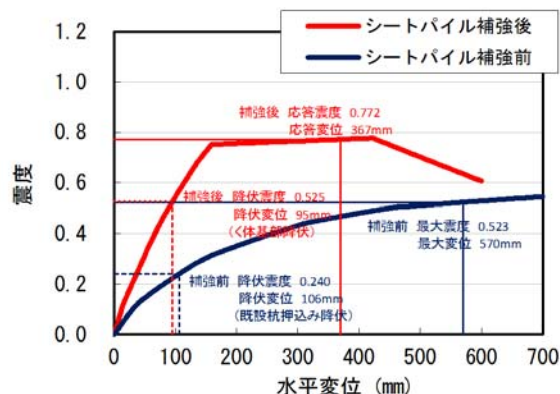


図2 載荷震度と水平変位の関係（非液状化時）

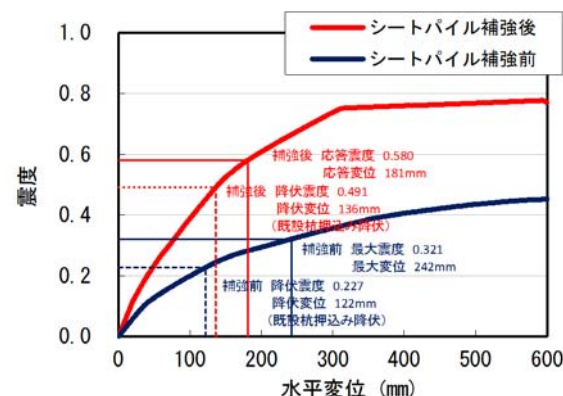


図3 載荷震度と水平変位の関係（液状化時）

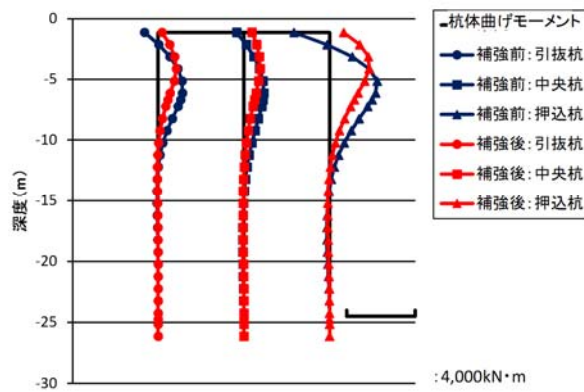


図4 既設杭の曲げモーメント図（液状化時）

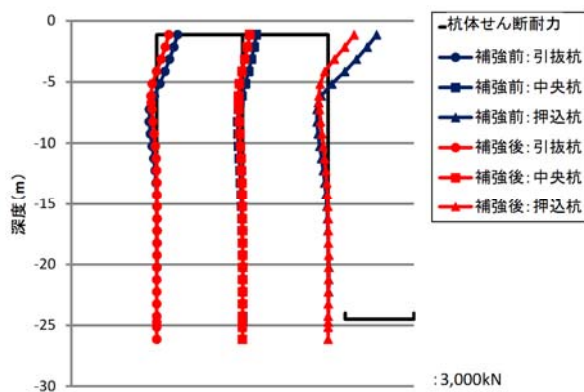


図5 既設杭のせん断力図（液状化時）