

シートパイル補強工法による道路橋基礎の保護対策

株式会社 構研エンジニアリング 橋梁部

同上

同上

鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎土構造研究室

同上

正会員 ○木村 和之

坂村 和俊

正会員 加藤 剛

正会員 神田 政幸

正会員 西岡 英俊

1. 対策の経緯と概要

本稿で紹介する橋梁は、昭和 29 年に建設された橋長 400.50m の道路橋である。主径間は支間長 60m の鋼トラス 3 連、側径間は支間長 19.50m から 15.80m の単純鉄桁 11 連で構成される。基礎形式は主径間がケーソン基礎、側径間はケーソン及び木杭基礎である。近年、豪雨による流域の氾濫等を受けた河川改修が計画され、現在の高水敷を掘削して流下断面を拡大することとなった。この結果、側径間の橋脚 5 基が基礎の根入れ不足(図-1)となり、安全性確保のための基礎補強(以下、保護対策工と言う)が必要となった。

保護対策工の工法選定では、次の条件を考慮した。1) 狭隘な桁下空間(施工基面から 7~8m)、2) 漁業への影響回避(サケなど)、3) 騒音・振動の抑制(近隣に小学校)、4) フーチング下面の地盤(N=5 のシルト層)。これらをふまえて比較検討を行った結果、環境面への影響、経済性、施工性において優れるシートパイル補強工法を採用した。

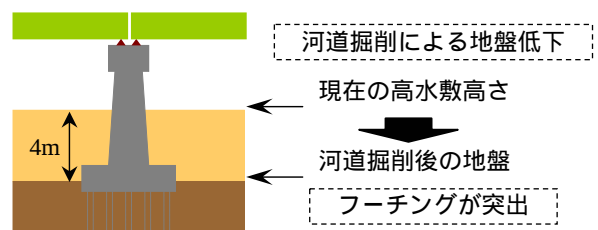


図-1 河道掘削による基礎の根入れ不足

2. シートパイル補強工法

本工法は、既設フーチングを囲むようにシートパイルを打設し、かつシートパイルと既設フーチングを一体化させて基礎の地盤抵抗を増加させることにより、地盤改良を行うことなく基礎の耐震性を向上させるものである(図-2)。

支持機構は、既設フーチング底面の地盤抵抗とシートパイルの地盤抵抗の両者を期待するものである。新設のシートパイル基礎の模型実験および実物大の水平載荷実験等による性能確認をふまえ、鉄道橋への適用における設計・施工マニュアル¹⁾が整備され、既設補強としてシートパイル補強工法の適用に関する研究²⁾もなされている。今回、本工法を道路橋に採用するため、開発者である鉄道総合技術研究所の指導のもとで、これらマニュアルおよび知見の読み替えを実施し、これに基づき設計を行うこととした。

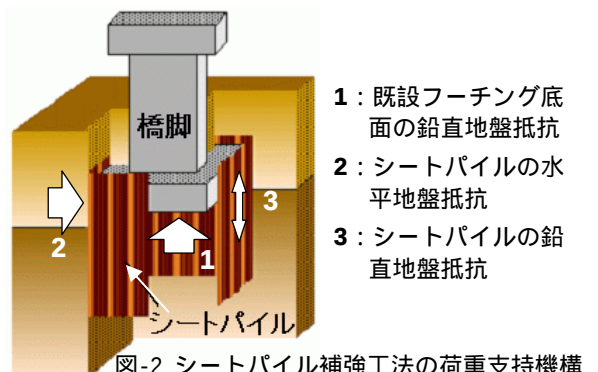


図-2 シートパイル補強工法の荷重支持機構

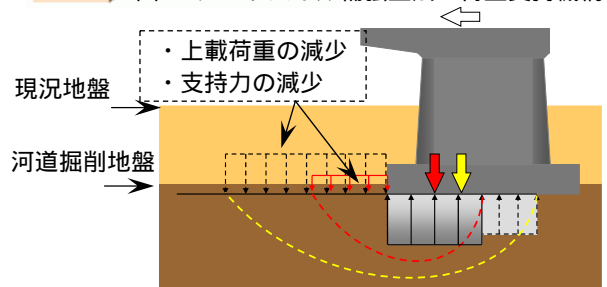


図-3 直接基礎の安定条件に基づく保有性能の評価

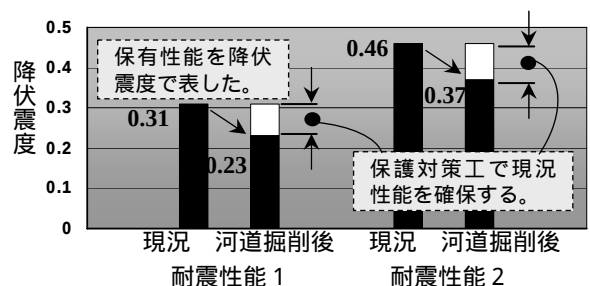


図-4 現況および河道掘削後の耐震性能

3. 保護対策工の設計方針

対象橋脚の木杭に関する詳細情報は現存せず、道路橋示方書においても木杭の規定が無いため、保護対策工の設計では直接基礎として扱った。基礎の補強水準は現況保有性能を担保するため、以下の設計方針とした。1) 現況の基礎根入れ量のもとで直接基礎の安定条件の限界降伏震度を求める。2) 河道掘削後の条件で、同様に限界降伏震度を求める。3) 不足分を補う構造性能を保護対策工で確保(図-3,4)。

キーワード 保護対策工, 基礎補強, シートパイル補強工法, 道路橋, 耐震設計, 孔あき鋼板ジベル
連絡先 〒065-8510 北海道札幌市東区北 18 条東 17 丁目 1 番 1 号 Tel.011-780-2816

4. 道路橋への適用にあたっての課題

鉄道構造物の設計は限界状態設計法を採用していることおよび地盤反力係数の評価、耐震設計手法の違いなどがあることから、道路橋への適用に際しては既存のマニュアルや文献（参考文献 1, 2）を単純に既設補強に準用できないことが最も大きな課題であった。このため、同マニュアルを道路橋示方書の規定に適合し、既設補強に準用できるよう読み替え作業を行うとともに、鉄道基準のもとでの計算も併せて実施し、同等の構造性能が確保できていることを確認した。

5. 設計の結果

解析モデルは橋脚壁部材と基礎を一体とした二次元骨組みモデルとした（図-5）。シートパイルは経済性から広幅型を採用した。降伏点は、1) 押込み側の $L/4$ の範囲のシートパイルが支持降伏に至る、2) 引抜き側の $L/4$ の範囲のシートパイルが支持降伏に至るときとしている。解析の結果、耐震性能 2 の所要降伏震度 0.46 に対して $k_{hyF} = 0.531$ （押込み降伏）が得られた（図-6）。なお、結合部（ジベル、増厚部材）の設計は安全側を考慮して最大応答震度によることとし、エネルギー一定則に基づき算定した（設計震度 $k_{hrF} = 0.66$ ）。結合部は側面結合と上面増厚³⁾が考えられたが、比較検討の結果、経済性および施工性で有利な上面増厚を採用した（図-8）。

6. 施工

河川内の工事であるため非出水期における施工となり、冬の 11 月上旬から 3 月下旬で実施した。クリティカルパスはシートパイルの製作工程であり、特に孔あき鋼板ジベルを工場溶接としたことで現地搬入に時間を要した。

シートパイルの打設では小型バックホウにパイプロアタッチメントを取付け、低空頭施工に対応した（写真-1）。U 字鉄筋や増厚鉄筋は複雑に錯綜することから、事前に組立て順序を決定し対応したため、現場作業を順調に進められた。

7. 今後に向けて

シートパイル補強工法を道路橋基礎に適用した事例を紹介した。設計と施工を通して、本工法の利点および留意点を明確にすることができた。本工法は経済性と施工性に優れた合理的な工法であることから、本稿で紹介した事例と同様に困難な条件下で未着手となっている道路橋基礎の耐震補強を進める上で、有効な解決手段の一つとなるものと考えている。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：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 2 版），2006.3.
- 2) 西岡，西村，神田，山本，樋口，杉江：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 pp.23-28，Vol.23，No.12，Dec.2009.
- 3) 出羽，西岡，神田，武田，山本，平尾：既設基礎の補強に関する研究—シートパイルと既設フーチングとの接合部に関する模型載荷実験，土木学会第 63 回年次学術講演会，pp.957-958，2008.9.

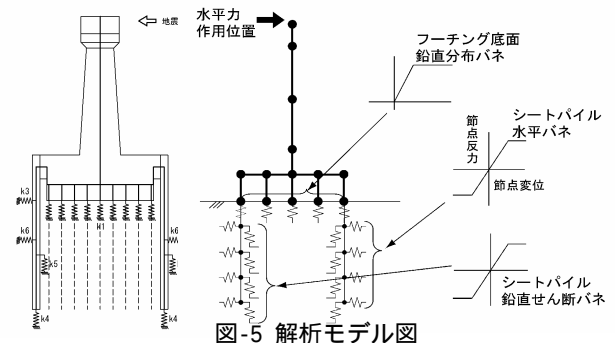


図-5 解析モデル図

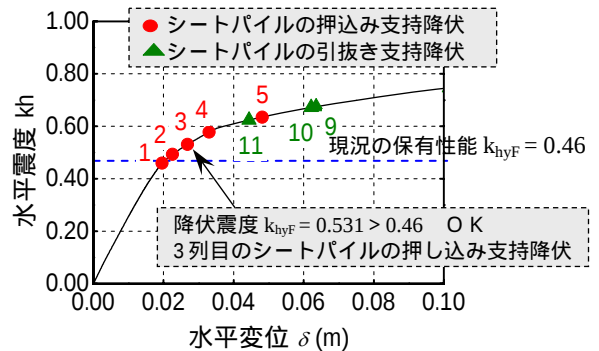


図-6 荷重変位曲線（耐震性能 2）

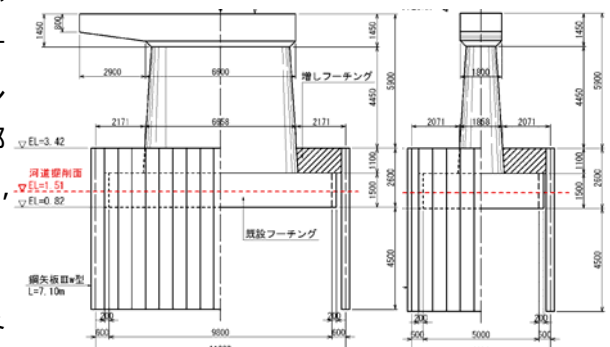


図-7 保護対策構造図

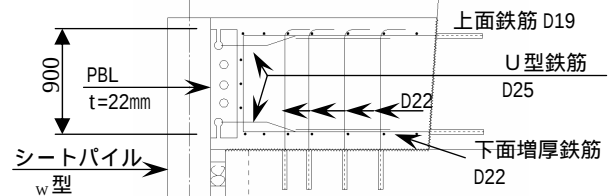


図-8 フーチング上面増厚による結合部の鉄筋配置

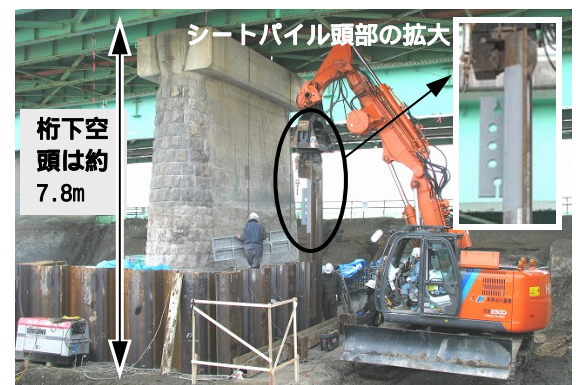


写真-1 桁下におけるシートパイル打設作業