

小口径組杭壁体基礎を用いた防音壁設計

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 ○正 直 和 也
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 野 村 顕

論文要旨

小口径回転圧入鋼管杭を用いた組杭壁体基礎形式の防音壁は重機を必要とせず、人力での施工を可能とするため、鉄道営業線に近接している狭隘な施工環境下においても安全かつ効率的な工事を可能とする。本稿は上記工法を用いた防音壁を連続立体交差事業における高架取付部に用いた設計事例について報告する。

既往事例は一般的な鉄道盛土部(砂質土)での設計及び施工であったことに対して、本事例は砂礫土を前提とした地盤条件であり、既往事例とは異なる設計条件での検討を実施した。また鉄道の切換ステップや施工時の状況を考慮すること、各関係者との調整を実施することで、現場条件に即した適切な構造計画を実現することができた。

キーワード：鉄道、近接施工、防音壁、小口径組杭壁体基礎、小口径回転圧入鋼管杭

まえがき

鉄道営業線の盛土部における防音壁の施工は線路に近接する狭隘な施工環境となることが多く、基礎工事では、線路閉鎖工事にて重機を必要とする機会が多い。そこで、電動工具を用いた人力で施工が可能な小口径回転圧入鋼管杭を用いた基礎工法(写真-1参照)を採用することで、高い水平支持性能を確保しつつ、狭隘な場所でも線路閉鎖工事を伴わずに、安全かつ効率的な施工が可能となる¹⁾²⁾。参考として図-1に実際に本工法を用いた防音壁の概略図を示す。



写真-1 杭打設状況図

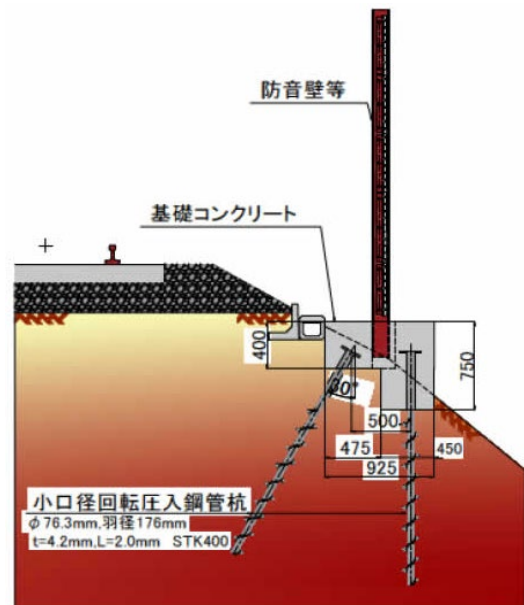


図-1 概略図³⁾⁴⁾

本稿は上記に示す小口径回転圧入鋼管杭を用いた組杭壁体基礎形式の防音壁を連続立体交差事業における高架取付部に用いた設計事例について報告する。

1. 検討背景

本事業は現在線を運行させながら、離隔を確保して計画線構造物を施工する別線施工方式を採用している。本工法を用いた防音壁を設置する範囲は現在線へ擦りつく土工区間であるため、計画線と現在線が近接している(図-2参照)。

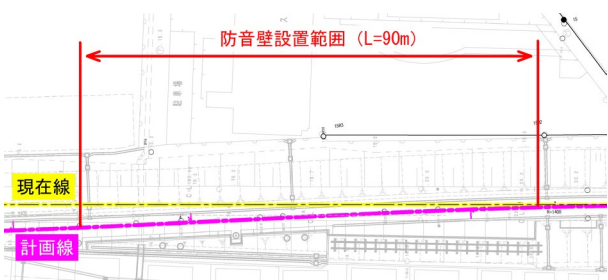


図-2 防音壁設置範囲

したがって、計画線と現在線の離隔が小さく、防音壁設置位置には現在線が運行している現地条件となるため、計画線切換後に防音壁を施工することとなる。さらに昼間での施工を前提としていることより、計画線を運行させながらの近接施工となる。以上の経緯より、狭隘な場所でも施工可能な本工法が採用された。

2. 各種条件

当該区間は計画線へ切換前に現在線の軌道扛上の実施を前提としている。計画線切換後に軌道扛上範囲に防音壁を設置することとなるため、一般的な鉄道盛土とは地盤条件が異なる。したがって図-3 のとおり、施工ステップ等の施工条件の整理し、杭の貫入させる範囲の大半が扛上材料となることを確認した(図-4 参照)。

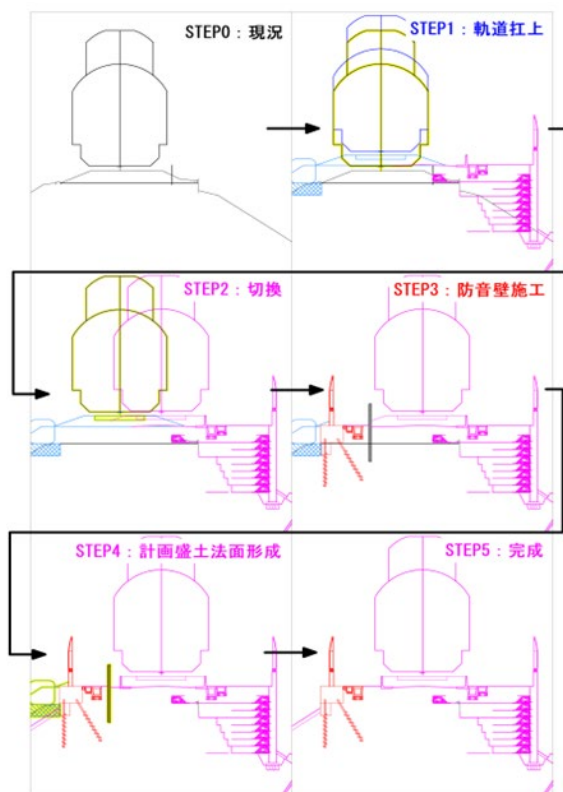


図-3 概略施工ステップ図

(黒: 現況 青: 軌道扛上 紫: 計画線 赤: 防音壁)

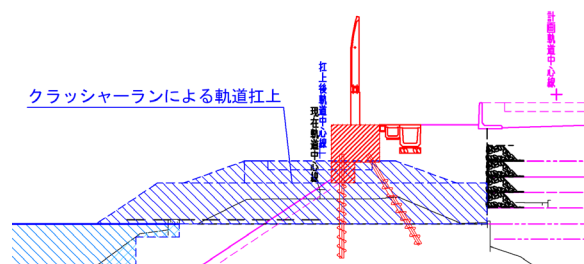


図-4 軌道扛上範囲と防音壁の位置図

図-4 のとおり、軌道扛上材料はクラッシャーランであるため、一般的な鉄道盛土上での設計施工であった既往事例とは異なる地盤条件を設定する必要があった。設計計算に用いる地盤条件としてはクラッシャーランを砂礫土とみなして、鉄道構造物等設計標準(土留め構造物)⁵⁾に従い、N値を4とした。ただし、杭先端は軌道扛上範囲外となるため、一般的な鉄道盛土(砂質土)とみなしてN値を6とした。上記地盤条件で地盤ばねや支持力などを設定した。

また、計画線を運行させながらの昼間での施工を前提としていることから、土留め等を設置し、計画線との離隔が一定以上必要となる。また、線路側溝及びトラフ等の配置を考慮した防音壁の位置を決定する必要がある。したがって、以上の内容を考慮し、施工者及び各系統間で調整のうえ、構造物のセット条件を整理した(図-5 参照)。

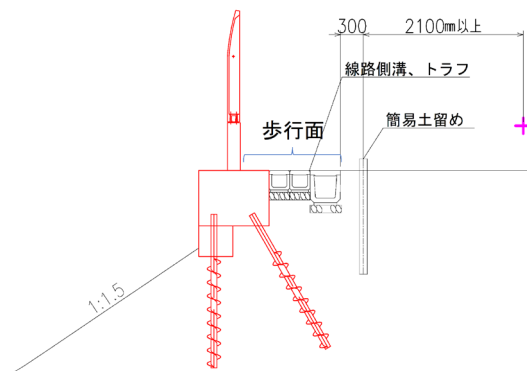


図-5 防音壁のセット

3. 設計課題

上記条件のもと設計計算を進めるなかで風荷重による鉛直支持力が決定ケースとなることを確認した。

検討当初、防音壁基礎天端を保守及び点検時の歩行面として利用することを前提として考え、トラフ天端と防音壁基礎天端を合わせることで歩行面を一体で確保可能な構造物のセットとした(図-5 参照)。上記セット条件で設定した断面を初期断面とし、設計計算を深度化させると、既往事例より地盤条件が悪いこともあり、鉛直支持力の照

査を満足しない結果となった(図-6 参照)。

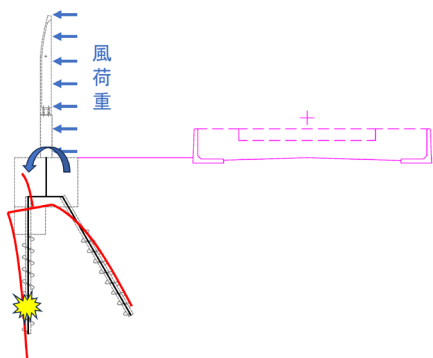


図-6 応答変位イメージ図

4. 対処方針及び対処課題

「3. 設計課題」の対策案としては、支持力を確保するために「①杭長を伸ばし、周面支持力を確保する(図-7 参照)」, もしくは防音壁本体の「②死荷重を小さくし、鉛直荷重を低減させる」ことが挙げられる。しかし、本工法に使用する杭の標準サイズは杭長 2.0m となっている。したがって、①案を採用する場合は、杭長 2.0m 以上の杭となる特注品となり、施工費が増加する。また、杭長が大きくなることでトルク値が大きくなり、人力での施工が困難となる可能性がある。

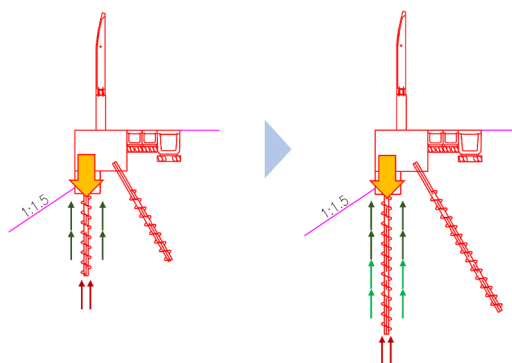


図-7 ①案概略図
(左図: 変更前 右図: 変更案)

②案について、フーチングサイズの低減を図った。前提条件として本事業の経緯上、盛土法面位置は固定となっているため、現状のフーチングのサイズ及び位置については施工条件やトラフ等との位置関係によって決定している。そこで、防音壁基礎をトラフ下に配置するような構造計画とし、基礎高さを小さくすることを図った。上記の場合、歩行面や施工基面幅が縮小されることとなるが、系統間で調整することで、問題は無いことを確認した。これらより、②案の形状は図-8 右図のような基礎形状となり、約 30%

のコンクリートボリュームを削減することが可能となった。結果、表-1 のように鉛直支持力の照査を満足させることが可能となり、②案を採用することとなった。

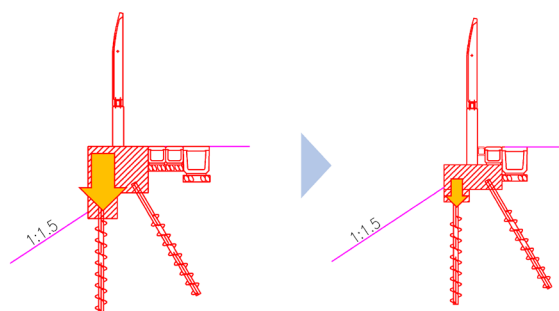


図-8 ②案概略図
(左図: 変更前 右図: 変更後)

表-1 構造形式見直しによる照査値の変化

杭基礎の安定	照査値	
	変更前	変更後
地盤の破壊(鉛直)	1.126	0.909

あとがき

本構造物は小規模構造物であるが故に小さな荷重の増減やN値設定等でも大きく照査値に影響する。したがって、本設計において、上記のような各関係者との調整のうえ、構造計画を実施することで、現場条件に即した構造形式を実現することができた。

本工法の既往事例が少ないなかではあるが、既往事例とは異なる新たな条件での設計を実施したことから、本工法を用いた防音壁設計の一事例となれば幸いである。

最後に本事例について、ご指導頂いた関係者に、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 清水, 近藤, 春名, 澤石, 西岡: 盛土上における小口径斜組杭の水平載荷試験, 第 51 回地盤工学研究発表会, pp. 1377-1378, 2016. 9
- 2) 大和, 飯島, 猿渡, 近藤, 清水: 鉄道盛土上における小口径回転圧入鋼管杭を用いた防音壁基礎の施工, 土木学会年次講演会, 2019. 9
- 3) 鉄道 ACT 研究会
(http://rail-act.org/tec/tec_03_18.html)
- 4) 小口径回転圧入鋼管杭を用いた組杭基礎の設計・施工マニュアル
(2022年 西日本旅客鉄道株式会社)
- 5) 鉄道構造物等設計標準 土留め構造物
(平成 24 年 1 月 鉄道総合技術研究所)