

軌道・掘削土留め近接箇所における場所打ち杭の影響検討

東日本旅客鉄道（株） 東京建設 PMO 正会員 ○相馬 佑成

1. はじめに

現在、品川駅北側エリアにおいては、線路上空に人工地盤を構築し、新たな駅前自動車交通広場及び歩行者広場の一体的な整備を行っている。人工地盤の基礎杭（以下、人工地盤杭とする）の施工は、リバース工法で計画しており、一部の杭は軌道及び他工事の鋼矢板土留め壁に近接した位置での施工となる。本稿は、人工地盤杭の施工時における軌道及び鋼矢板土留め壁への影響検討及び施工時の対策について報告する。

2. 工事概要

人工地盤杭は全 102 本であるが、今回の対象とする杭は、図-1 に示すように鋼矢板土留め壁との離隔は 1,950mm、軌道中心までの離隔は 3,350mm の近接した位置となっている。また、本施工における条件は以下の通りである。対象とする人工地盤杭は、杭径 $\phi 2.5\text{m}$ 、杭長 15.5m であり、口元管は $\phi 3.0\text{m}$ のライナープレートに深さ 4m（8 段）施工する。地下水位は地表面から 1.5m の深さにあり、孔内水位と地下水位の水頭差は 1.0m で施工する。なお、鋼矢板土留め壁は、杭施工時における影響を考慮して、人工地盤杭よりも深い位置まで根入れを行っている。

3. 軌道及び鋼矢板土留め壁に対する影響検討

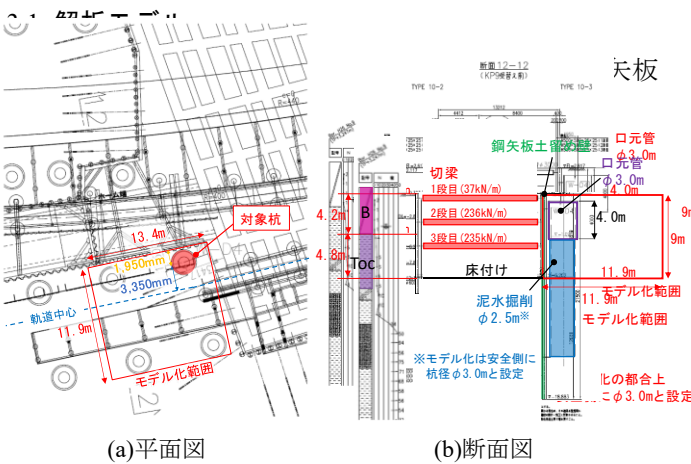


図-1 杭施工箇所の位置関係

土留め壁への影響を検討するため、各施工段階を考慮した 3 次元弾塑性 FEM 解析を実施した。解析は図-1 に示す施工箇所の周辺を図-2 に示すようにモデル化した。なお、泥水掘削の杭径は安全側にライナープレート径と同じ $\phi 3.0\text{m}$ でモデル化を行った。表-1 に解析で用いた地盤物性値を、表-2 に鋼矢板及びライナープレートの諸元を示す。解析では鋼矢板、ライナープレートは板状のシェル要素でモデル化するため、断面形状を考慮して断面係数が等価になるように板厚を設定した。

荷重条件は、上載荷重として軌道位置には列車荷重 24kN/m^2 、それ以外の範囲に地表面荷重 10kN/m^2 を載荷する。また、泥水圧は泥水比重を 1.03、水頭差 1.0m で検討を行う。また、鋼矢板土留め壁に作用させる切梁反力（3 段）は、別途、実施している掘削土留め工の設

表-1 地盤物性値

	単位体積重量 kN/m ³	ポアソン比	変形係数 kN/m ²	内部摩擦角 °	粘着力 kN/m ²
埋土B	17	0.45	5800	0	20
東京粘土層Toc	18	0.4	40000	0	140

表-2 鋼矢板・ライナープレートの諸元

	単位体積重量 kN/m ³	ポアソン比	弾性係数 kN/m ²	板厚* mm	断面係数 m ³
鋼矢板 VL型 t=24.3mm	77	0.20	200×10^6	92	0.00315
ライナープレート t=2.7mm	77	0.20	200×10^6	17	0.000046

※鋼矢板は剛性低減率 45% を考慮

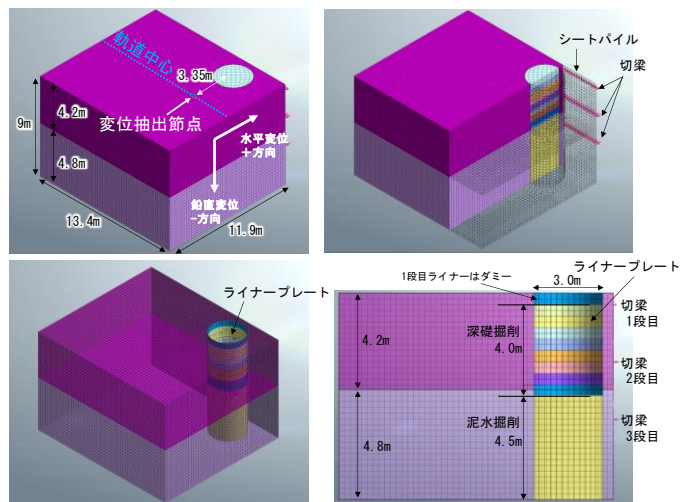


図-2 解析モデル

キーワード 場所打ち杭、リバース工法、3次元 FEM 解析、近接施工、鋼矢板土留め壁

連絡先 〒108-0073 東京都港区三田 3-11-28 2階 東日本旅客鉄道株式会社 E-mail:yuusei-souma@jreast.co.jp

計値をもとに床付けまで掘削した状況を想定し、その時点での反力を設定する。

図-3 は拘束条件のイメージを示したものであり、始めの自重解析時は、水平固定の条件で解析を行い、それ以降のステップでは鋼矢板土留め壁の面は、水平固定を解放し、切梁反力を作用させる。施工段階解析のステップは、自重解析、鋼矢板土留め壁の内部掘削を行った後に、深礎掘削、ライナープレート設置（8段分）を繰り返し、8段目設置後に泥水掘削を実施する。

3.2 解析結果

図-4 に解析から求められる泥水掘削時の水平変位コンター図を示す。深礎掘削及び泥水掘削を行った場合、鋼矢板土留め壁は、土留め壁の背面側（杭側）に変位する。鋼矢板土留め壁の水平変位量は、最下段ライナープレート設置時に最大 3.5mm、泥水掘削時に最大 5.4mm となった。また、各施工段階における軌道中心

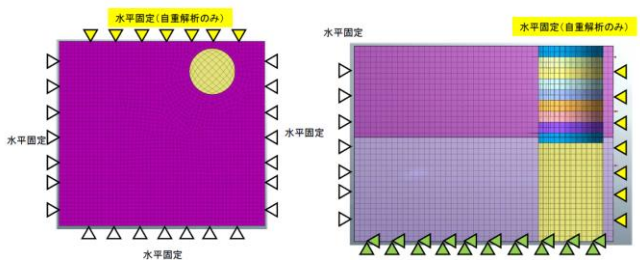


図-3 拘束条件

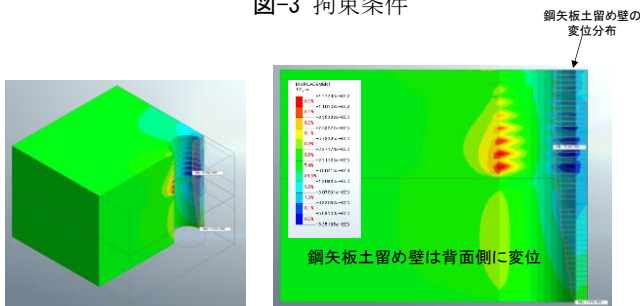


図-4 解析結果（水平変位コンター図）

表-3 各施工段階において発生する軌道変位

	水平変位(mm)	鉛直変位(mm)
自重解析	0.00	0.00
鋼矢板前面掘削+切梁	0.00	0.00
1段目深礎掘削	0.43	0.26
1段目ライナープレート設置	0.43	0.24
2段目深礎掘削	0.80	0.16
2段目ライナープレート設置	0.82	0.14
3段目深礎掘削	1.19	-0.12
3段目ライナープレート設置	1.20	-0.14
4段目深礎掘削	1.52	-0.51
4段目ライナープレート設置	1.53	-0.53
5段目深礎掘削	1.77	-0.96
5段目ライナープレート設置	1.78	-0.97
6段目深礎掘削	1.95	-1.38
6段目ライナープレート設置	1.95	-1.39
7段目深礎掘削	2.08	-1.78
7段目ライナープレート設置	2.09	-1.80
8段目深礎掘削	2.28	-2.28
8段目ライナープレート設置	2.29	-2.29
9段目深礎掘削	2.27	-2.32
9段目ライナープレート設置	2.27	-2.33
泥水掘削	1.51	-2.18

位置での軌道変位を表-3 に示すが最大変位量は、水平変位 2.29mm、鉛直変位-2.33mm であった。以上から、深礎掘削及び泥水掘削に伴う軌道及び鋼矢板土留め壁の変位量は小さく、影響が少ないことを確認した。

4. 人工地盤杭の施工

4.1 計測管理及び対策

施工時の計測管理は、深礎掘削・泥水掘削ともに作業実施日の着手前・終了後に軌道変位（標点計測）及び鋼矢板土留め壁の壁体、腹起しの変位計測を行うこととした。また、計測管理値は、いずれも限界値を軌道整備基準値の 15mm（警戒値:5.4mm, 工事中止値:10.5mm）とした。また、施工中に鋼矢板土留め壁の変位が大きくなる場合は、切梁を追加し杭孔にかかる荷重を分散し低減させる対策を計画した。

また、泥水掘削時には鋼矢板との離隔が少ないため、鋼矢板側の地盤が肌落ちし、鋼矢板の継手からの漏水やシートパイルと背面地盤の隙間からの逸水が考えられた。逸水への対策としては、予め泥水内に逸水防止材を混入するようにした。

4.2 泥水掘削の実施工

泥水掘削は、低空頭掘削機械 C-JET18 を用いて、終初電間合いで施工を行った。掘削時の孔内水位の管理値は、地下水位+1.27m とし、この水位を下回らないように自動給水装置を用いて管理を実施した。また、泥水にはポリマー系の安定液を用いて、逸水防止剤を混入した。施工中に鋼矢板土留め壁からの漏水は認められなかった。また、計測結果としては鋼矢板土留め壁に変位は発生せず、軌道は高低、通りに最大 2mm 程度であり大きな変状は見られなかった。

5. おわりに

本稿は、人工地盤杭の施工時における軌道及び鋼矢板土留め壁への影響検討及び施工時の対策について報告した。実施工の結果、軌道及び鋼矢板土留め工に大きな変位が発生することもなく、無事に施工を完了することが出来た。影響検討および対策の検討内容が同様の施工条件における杭施工の参考になれば幸いである。