

駅構内における線路に近接した深礎杭の施工計画

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○田實 渉
非会員 下公淳一

1. はじめに

東北地方で最も多くのお客さまにご利用いただいている仙台駅において、東西自由通路の拡幅および商業施設の拡充のために線路上空に人工地盤を構築する工事を現在施工中である。今回はその中でも、ホーム上および周辺の更地部において施工中の深礎工による杭工事を取り上げる。深礎杭の施工は、線路に近接した上に、ホーム上ではお客さまに近接しての施工となるため、周辺施設の影響を最小限にしながら所要の工期や品質を確保する必要があり、非常に難易度が高い。今回は、それらの厳しい条件下での施工計画の検討内容を述べる。

2. プロジェクトおよび深礎杭の概要

本工事は、仙台駅構内の在来線の上空に人工地盤を構築し、近年の東口の発展に伴い混雑が激化している自由通路の拡幅（6m→16m）や在来線改札新設等の駅施設および商業施設の拡充を行う工事である（図1）。

ホーム上および更地部での深礎杭の概要（φ3200、L=8～11m）を図1～3に示す。深礎杭は、軌道中心から杭側面離れが、最小で2.5mと営業線に非常に近接した工事となる。そのため、掘削時には高さ50cmのライナープレートと呼ばれる鋼製の土留材を1m掘削する毎に設置し、孔壁の防護を図りながら施工を行う。また、ライナープレートの設置後には、モルタル系の材料による裏込め注入を行い、地盤の安定を図る。深礎杭の施工時は、ホーム上に仮囲いを設置し、お客さまがご利用される範囲とは分離した形で施工する。

当該箇所の地盤条件は、ホームレベル（HL）から-2.5m付近までは盛土、HL-2.5～-3.5mはN値5～10程度のシルト・粘土層、HL-3.5～-9.5m付近までN値10～40程度のφ100mm程度の玉石が混在した砂礫層、HL-9.5m以深はN値50以上の凝灰質シルト岩・砂岩（支持層）であり、地下水位は、HL-7.0m付近である。

3. 深礎杭における制約条件および問題点

今回の深礎杭の施工にあたっては、列車の安全・安定輸送を確保の観点から、一般に列車が当該区間を走行しない措置（線路閉鎖）を取り施工する。仙台駅においては線路閉鎖の時間は終電と始発の間の4時間程度しか確保出来ない。今回の工事においても、軌道に影響を与えるリスクの高い作業をこの時間帯に集中させる必要がある。また、平成26年春に予定している乗換こ線橋の動線切替のため、当該箇所の深礎杭の掘削作業は平成25年9月から翌2月までの約6か月間で完了する必要がある。そのため、深礎杭施工における課題は、軌道や周辺設備に影響を与えるリスクを最小限に抑え、安全性を確保しながら、予定工期内に完了することであった。

課題① どの時間帯にどの範囲を掘削するかなどの施工サイクルを決定する必要がある

課題② 当該地盤での掘削時に、近接する軌道や既存施設にどの程度影響が出るか把握する必要がある

本施工に着手する前に、上記の2つの課題を解決できる施工方法および管理方法の策定を行なった。

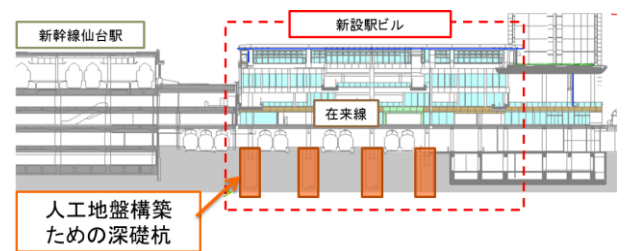


図1 工事全体側面図

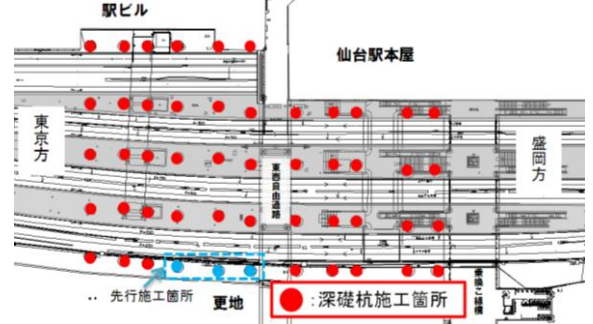


図2 深礎杭平面図

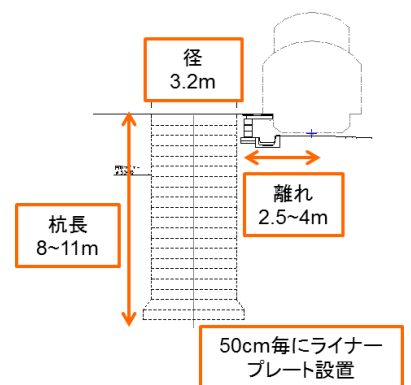


図3 深礎杭断面図

キーワード：近接施工、深礎杭、掘削

連絡先：〒980-0853 仙台市宮城野区東六番丁 31 番 2 号 TEL：(022)267-7054 FAX：(022)268-6490

4. 試験施工の実施と深礎杭施工法の検討

上記の課題を解決するために、軌道中心からの離れが大きい更地部の3本の深礎杭に対して試験施工を実施した(図2)。課題に対する検討結果を以下に示す。

課題① 最適な施工サイクルの決定

＜計画＞試験施工では、軌道への影響や施工速度の検証を行うために、掘削順序や1サイクルあたりの掘削量、人力施工または機械施工の条件を変え、表1上段に示すように、4つのパターンで施工を行うこととした。掘削

表1 各パターンでの施工方法と施工時間

パターン	1	2	3	4
掘削順序	①⇒②⇒③	②⇒③⇒①	①⇒②⇒③	①⇒②⇒③
掘削量	50cm毎(1リング)			1m毎(2リング)
掘削手段	人力	機械	人力	人力
施工時間	線閉	4h	3h	6h(2日)
	日中	7h	4h	6h
				12h

は軌道変状リスクを鑑み、図4に示すように[①杭中心部、②線路反対側外縁、③線路側外縁]の3箇所に分けて施工することとし、軌道に影響を与える可能性が最も高い③の掘削は、線路閉鎖時間帯を基本とした。

＜結果＞試行結果を表1下段に示す。パターン1では概ね1リング(50cm)あたり1日弱で施工できた。機械を使用したパターン2は、1リングあたり約半日での施工が可能であった。パターン3では、①範囲の掘削の前に②、③から掘削を開始するため、ライナープレート設置作業のためのスペースを確保する必要がある。そのため、②、③の掘削量がやや多く(図4丸囲いの範囲)、掘削作業のみで1日目の線路閉鎖時間が終了した。従って、ライナー設置と裏込注入が翌日の線路閉鎖作業での施工となり、1リングあたり合計2日間の作業が必要であった。パターン4についても、1サイクルを1日で完了できたため、1日あたり2リング(100cm)の施工が可能であった。

課題② 軌道および周辺地盤への影響の検証

＜計画＞掘削中の軌道や周辺地盤への影響を確認するため、軌道側面に7測点のターゲットを取り付け、トータルステーションにて定期的に変位計測を行った。また、ホーム上での施工を考慮し、軌道と杭の中間部にも計測箇所を設置し、トランシットで地盤挙動の計測を行うこととした。

＜結果＞軌道の移動量の絶対値の平均(施工前記録と比較)について水平方向と鉛直方向の変化を整理した。その結果、各施工パターンともに施工前との変化の平均値が最大1.5mm程度であった。また、中間部の計測箇所と軌道上での計測値にも、大きな差異は見られなかった。

この結果を踏まえて、4つの施工パターンの比較を行った。どの施工パターンでも、地盤影響に大きな差が見られないことから、日進2リング(1m)を確保できるパターン2、4の比較を行った。その結果、軌道変状リスクが比較的大きい線路側の掘削を、線路閉鎖時間帯に集中させることが出来るパターン4を採用することとした。さらに、安全性の確保のために、②範囲の掘削後には、ライナープレートを活用した仮土留めの設置を行い線路閉鎖時間までの間にも簡易な孔壁防護を行うことや、地山状態による工事中止基準や昼間施工時の監視体制を定めた。その上で、線路閉鎖時間内に軌道やホーム先端の変位検測を行うことで、24時間施工を行う方針とした。

5. おわりに

現在、上記の施工サイクルにて1期分の深礎杭の施工を、周辺設備に影響を与えることなく完了したところである。今後も、既存の地下階段を取壊しての杭の施工など難易度の高い工事が続く。これらの工事においても、事前に施工方法の検討を十分に行い、安全に品質・工期を守った施工ができるよう努めていきたい。

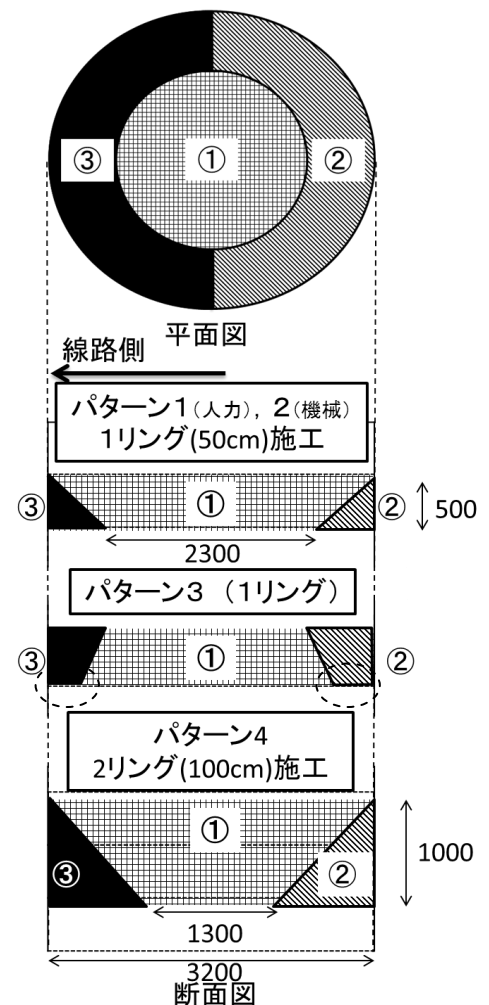


図4 掘削順序図