

狭隘な線間における鋼管ソイルセメント杭の施工について

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○太田 桂介
清水建設(株) 正会員 佐々木 康治

1. はじめに

本工事は北陸新幹線金沢・敦賀間の高架橋工事のうち JR 北陸線及び越美北線が分岐する位置にて下部工(橋脚 8 基, 高架橋 2 線 2 柱式 4 径間)及び上部工(H 鋼埋込み桁 6 連, RCT 桁 3 連)を新設する工事である。

橋脚のうち 2 基(P3-2, P4-2)については線間(線路中心間隔)約 8m 間に杭($\phi 1,5\text{m}$, $L=22.0\text{m}$)を線路方向に 3 本/橋脚を造成する計画となっている(図-1, 2)。施工は線路閉鎖工事で越美北線の線路上に作業構台を仮設し杭打機を乗り込ませて施工することとし, 限られた時間及び狭隘な線間で鋼管ソイルセメント杭を造成する。本稿では前例の少ない上記施工方法の概要や, 課題を解決するために行った改善提案及び施工結果について報告する。

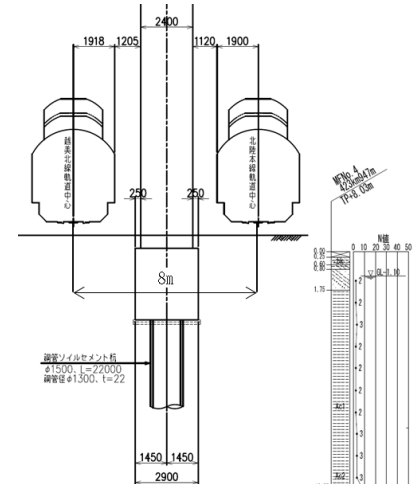


図-2 断面 A-A (P3-2 橋脚)

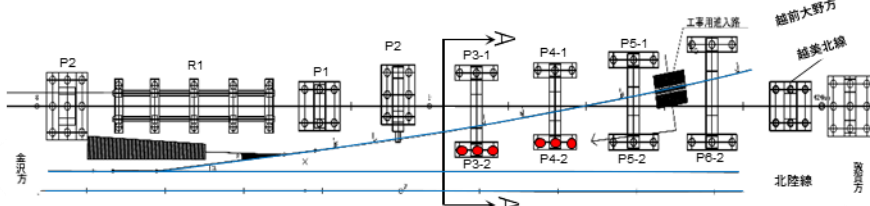


図-1 全体平面図

2. 施工概要

本施工現場で最も狭隘な箇所は図-3 のとおり P3-2 橋脚であり, 杭中心から線路中心まで最短で 3.5m である。土質は地表面から約 11m までがN値 2~3 のシルト質の軟弱地盤である。P3-2, P4-2 橋脚では鋼管ソイルセメント杭を打設するために越美北線線路直上に作業構台を仮設することで作業スペースを確保する計画としたが, 作業構台の支持杭を打設する必要がある。支持杭削孔は軌道への影響を極力回避するために, 先行打設を行う鋼矢板を作業構台の支持杭として兼用させた。なお, 杭打機の重量を考慮しIV型→VL型に変更した。

鋼管ソイルセメント杭の施工にあたっては JR 北陸線及び越美北線の 2 線が運行していることから, 越美北線夜間線路閉鎖間合い 7.5 時間内に作業構台を仮設し, 杭打機を設置することで杭を造成する必要がある。鋼管ソイルセメント工法は攪拌を行い、セメントミルクが固化する前に杭 1 本を造成する必要があるが本現場での杭造成は固化体造成～鋼管建込み(杭打機移動含む)まで約 6 時間/本を要する¹⁾。実施工では運転保安手続や作業構台設置～杭打機の移動セット～撤去で 2 時間の作業時間が見込まれるため合計で 8 時間必要になるが, 越美北線夜間線路閉鎖間合いでは施工が完了せず, 作業時間を短縮する必要があった。

さらに鋼管ソイルセメント杭の施工はソイルセメント柱を造成した後に鋼管の沈設を行う工法であることからセメントミルク注入に伴う孔壁崩壊による周辺地盤の沈下や軌道変状も懸念された。

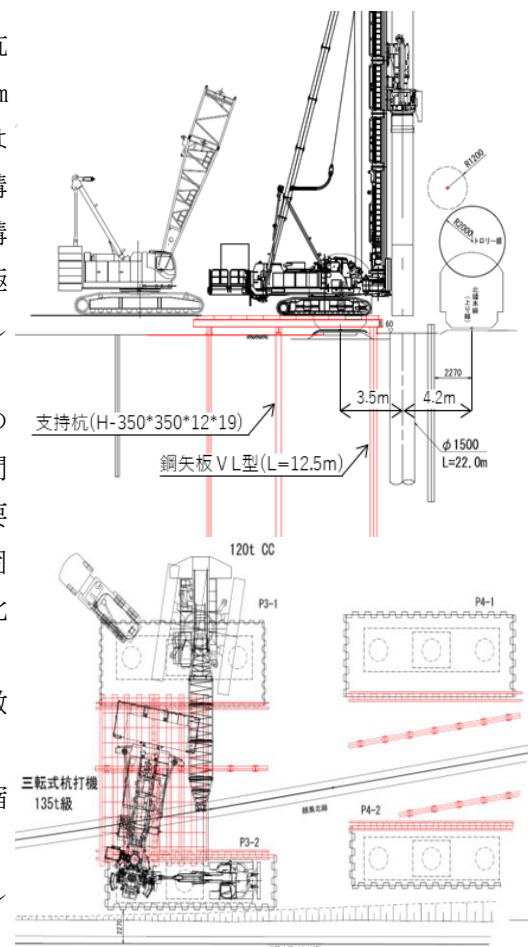


図-3 鋼管ソイルセメント杭 施工図

キーワード 鋼管ソイルセメント杭, 門型橋脚, 鉄道近接, 線路上, 北陸新幹線高架橋新設事業

連絡先 〒910-0005 福井県福井市大手 2 丁目 7-15 明治安田生命福井ビル 4F 西日本旅客鉄道(株) TEL:0776-91-1651

3. 課題

3.1 軌道変状

鋼管ソイルセメント杭施工における杭造成時の軌道への影響を監視するために計測管理を行った。それぞれの測定項目及び頻度等は表-1①～④、測定位置は図-4に示す。①地盤計測は掘削に対して最も敏感に反応する挙動は周辺地盤の沈下と考え、地表面沈下量をTSにて計測するものとした。②列車動揺は北陸線 120km/h の高速線区であり、軌道変状の影響が直接列車走行に影響することから測定を行った。③軌道計測は、軌道検測（糸張り）により軌道4項目（軌間、水準、高低、通り）の初期値を測定するとともに社内規定である軌道整備目標値に基づき、線路長手方向前後5mの相対変位をTSにて計測した。④レールレベルは軌道の状態をより詳細に把握するため③に加え、レール頭部高さの絶対値を測定した。

なお、越美北線上では杭打機の乗入れ～杭造成にかけて構台上の安全性を確認するために各載荷状況における構台下端沈下量を測定した。

表-1 計測管理基準値と計測結果

測定対象	管理項目	管理基準値	計測結果		線名	頻度	備考
			最大値	最小値			
周辺地盤 (予兆管理)	①地盤計測(mm)	±7	-5	3	北陸線	3回/施工日	軌道計測に準ずる
		±11	-6	-1	越美北線		
軌道	②列車動揺(g)	0.25	0.19	0.16	北陸線	1回/施工日	軌道整備目標(上下)
	③軌道計測(mm)	±7	-3	-1	北陸線	2回/施工(施工前後)	軌道整備目標(高低)
	④レールレベル(mm)	±11	-3	-1	越美北線	1回/時間(施工中)	予兆管理
		-3	-1	0			
作業構台	構台下端沈下(mm)	-11	-7	-2	越美北線	載荷ステップごと	計算値

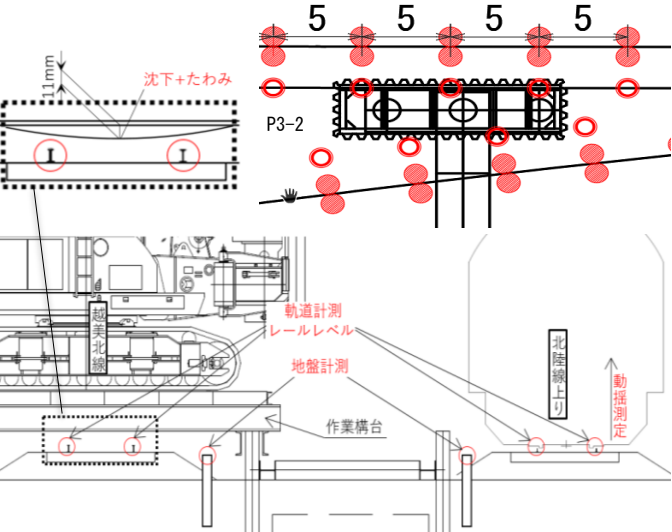


図-4 計測計画図

3.2 線路閉鎖間合い内施工

線路閉鎖間合い内での作業時間を短縮するために作業内容の精査を行った。作業構台について、当初の仮設計画は施工性を考慮して覆工面積を広くし、移動できる計画としていたが、仮設面積を杭打機が移動する最小範囲での構造とし部材数を少なくすることで設置撤去に係る時間を30分短縮した。そして鋼管ソイルセメント杭は掘削芯や杭芯の精度確保を主目的とした口元管を設置するが、時間短縮のため事前打設を行い20分短縮した。さらに溶接を事前に実施することで杭建込み時の継杭溶接をなくし建込み時間を20分短縮した。上記対策により、計1時間10分の短縮を図ることで、線路閉鎖間合い内に作業を完了させる計画とした。

図-5は計画時間と実績を表している。実施段階では計画した作業を確実に実施するために作業終了時刻からの逆引きから設定した※①～④の着手終了ポイントを設定し、作業中止判断の見える化を図った。

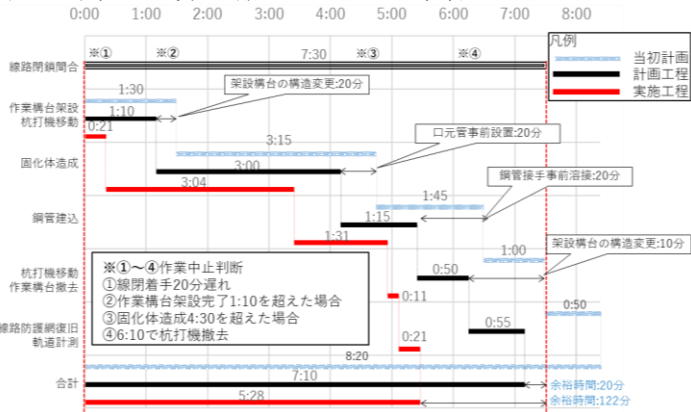


図-5 鋼管ソイルセメント杭詳細サイクルタイム

4. おわりに

狭隘な線間で鋼管ソイルセメント杭を造成する施工方法について、軌道変状については各値すべて基準値内であり、列車運行に支障をきたすことなく施工を完了することができた。また、夜間の施工では工法および仮設構造の再検討を行い、線路閉鎖間合い内にて施工を完了することができた。

最後に、本工事にあたってご指導を賜りました関係者各位に厚く御礼申し上げます。



写真-1 鋼管ソイルセメント杭施工状況

1) ガンテツパイル工法協会:鋼管ソイルセメント杭 標準積算資料(平成25年度版)