

鉄道構造物構築におけるハーモニカ工法の施工実績 ～ハーモニカ部(非開削)と開削部の切り開き・一体化について～

大成建設株式会社 正会員 上坂龍平 正会員 倉澤 敦 正会員 ○石川陽介

1. はじめに

本工事は、鉄道の地下化工事として、供用中の線路下に幅約 10.60m×高さ 7.80m のボックスカルバートを構築するものである(図 1, 図 2)。線路下は軌道を工事桁で受けて開削工法で施工するが、構造物の一部が既存建築物の下方にかかるため、建築物から外れた位置に立坑を設け、複数の矩形鋼殻を推進した後に非開削で接続・躯体構築する「ハーモニカ工法」で施工した^{1), 2)}。

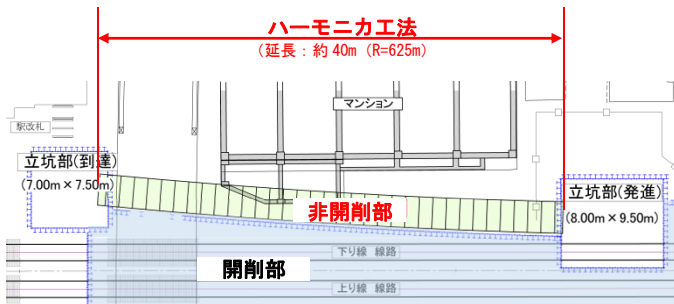


図1 平面図

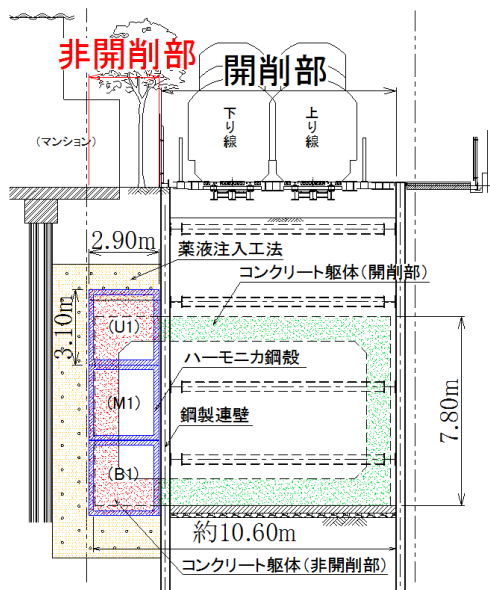


図2 断面図

本稿は、これから施工する開削部の躯体をハーモニカ部と接続するための鋼殻の切り開きについて報告するものである。なお、ハーモニカ工法は9件の施工実績があるが、今回のような「鋼殻の切り開き～開削部躯体との一体化」は初めての事例である。

2. 工事概要

非開削部は縦 3.10m×横 2.90m の矩形の鋼殻トンネルを1列3段で施工した(下段:B1→中段:M1→上段:U1)。一方、開削部は鋼殻に沿った鋼製連壁(H形鋼状の嵌合継手付き芯材)を土留め杭として打設し、掘削まで完了した状態である。したがって、非開削部と開削部との新設躯体の一体化には、鋼殻の切り開きのほかに、鋼製連壁の切り開きを、芯材の切断・撤去後も土留めとしての安定性を保ち、地上の建築物および軌道に影響なく行う必要があった。

3. 課題と対策

当該地盤の地下水位は約 GL-1.5m に位置しており、鋼殻上部の土被りは約 3.8m と低土被りである。非開削部と開削部との切り開きにあたり、以下の2つの課題があった(図3)。

- 課題①: 土留め杭撤去時に鋼殻上部の土砂が坑内へ流出し、背面地盤が沈下する
- 課題②: 土留め杭切断後に列車振動等により、上部の残置土留め杭に沈下およびずれが生じる

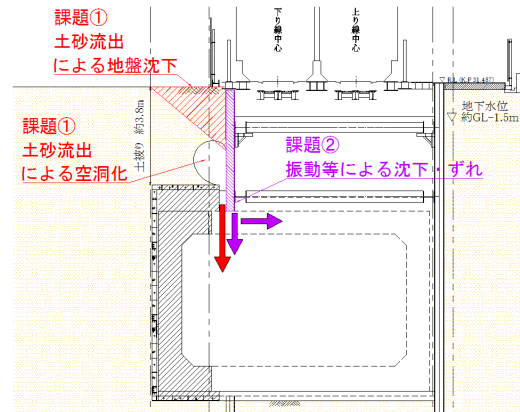


図3 切り開き時の課題

そこで、これらの課題を克服するために、下記の2つの対策を講じることとした。

- 対策①: ハーモニカ鋼殻の上部に水平方向の地盤改良(MJS工法)を行い、土塊の流出を防止
- 対策②: 鋼殻主桁部にブラケットを設置し、上部残置土留め杭を受け替え、沈下およびずれを防止

キーワード ハーモニカ工法、切り開き、一体化、低土被り、水平地盤改良工

連絡先 〒224-0044 横浜市西区みなとみらい3-6-3 MMパークビル 大成建設(株) 横浜支店 TEL045-227-5935

【対策①】鋼殻上部 水平地盤改良 (MJS 工法)

地盤改良を行う箇所は低土被り(約 3.8m)かつ既存建築物直下である。また、鉄道営業線近接作業となるため、地盤の隆起等を抑える必要がある。

従来工法(エア併用工法)では、切削に伴う排泥は回転するロッドの周囲に沿って排出される。しかし、水平施工の場合はロッド周囲の空隙が閉塞すると排泥がスムーズに排出されず、地盤内の圧力が上昇し、上部地盤への噴発や地盤の隆起等が生じる懸念があった。そこで、ロッド(多孔管)内の排泥専用管を利用して排泥を行うことが可能である MJS(Metro Jet System)工法を採用した(図 4、図 5)。

MJS 工法では、改良体の泥水状態を常に監視できるよう先端造成装置に圧力センサーが設置されており、地盤内の圧力を確認しながら改良を行うことができるため、上部地盤の沈下及び隆起を抑制できる。また、揺動施工が可能のため、任意の改良形状を選定できる。そこで、下向きの扇形(155°)を採用し、上部方向への噴射を回避し、噴発を防止した。加えて、削孔部を既設薬液注入内に納める等の工夫を行った。

施工中は削孔 5m 毎に傾斜計にて計測を行い、削孔精度を「1/100(削孔長 35.6m の先端における偏心 356mm)」以内となるように管理を行った。

【対策②】上部残置土留め杭 受け替え・ずれ止め

土留め杭切断後、鋼殻主桁部にブラケットを設置して上部残置土留め杭を受け替え、また、ブラケットに連壁面に沿ってアングルピースを設置して土留め杭のずれを防止した(図 4、図 5)。

土留め杭切断から受け替え、ずれ止めまでを 1 日の施工サイクルで終わらせることにより、沈下等のリスクを回避した。

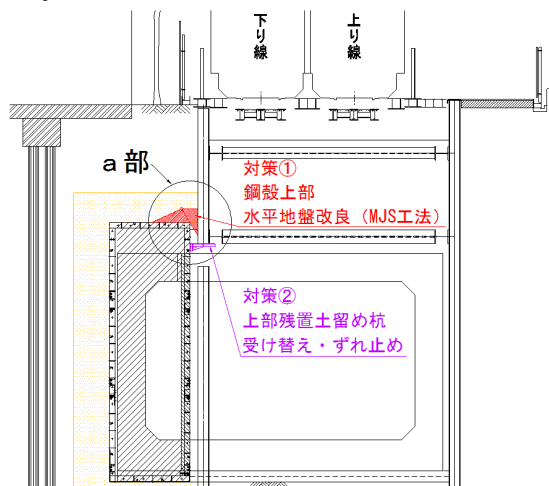


図 4 切り開き時の対策

4. 各対策による効果

水平地盤改良工における削孔時の精度は、削孔長 35.6m に対して偏心量は 293mm(削孔精度:1/120)であり、ハーモニカ鋼殻と土留め杭のすき間を十分にカバーする改良ができた。施工中は上部地盤の変状測定を行った結果、沈下及び隆起は 1mm 以内であり、また、噴発等の異常は見られなかった。施工後は、事前に設置していた検査孔より改良箇所をハンドオーガーにて削孔したところ、漏水や砂の流出等も認められなかった。

土留杭切断時は、懸念された鋼殻上部からの土塊の流出及び出水は一切無く、背面地盤の沈下もなかった。土留杭切断時から受け替え、ずれ止めの設置完了まで、上部残置土留め杭の測定をしたが、沈下量 1mm 以内であった。

5. おわりに

既存建築物直下および鉄道営業線近接箇所等の下方における非開削部(ハーモニカ工法)と開削部を併用した躯体構築手法を確立することにより、都市部の非開削工事におけるハーモニカ工法の適用性が拡大した。

本工事は地上の施工ヤードが制限されるため、今後は資材投入立坑から最長約 200m の土留め内における施工となる。今回切り開きを行った土留めの挙動の計測監視を行いながら、コンクリート配管打設における品質管理を行い、接続部の止水性を確保できる躯体を構築する。

参考文献

- 1) 坂巻他 : 鉄道構造物構築におけるハーモニカ工法の施工実績 ～狹隘・鉄道近接、地下水位下、軟弱地盤中での施工～ 土木学会 平成 27 年度 第 70 回 年次学術講演会 VI-075
- 2) 倉澤他 : 鉄道構造物構築におけるハーモニカ工法の施工実績 ～高水圧化における鋼殻内躯体構築について～ 土木学会 平成 28 年度 第 71 回 年次学術講演会 VI-207

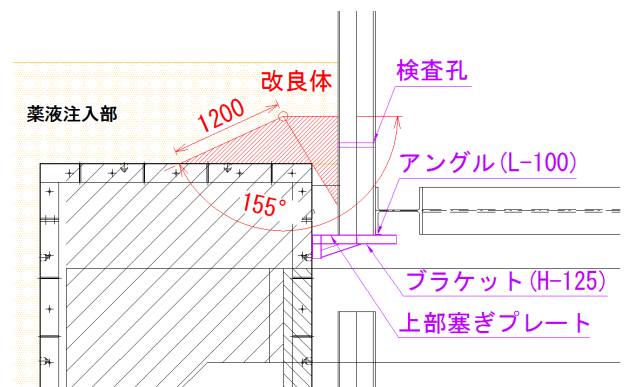


図 5 a 部 詳細図