

鉄道構造物構築におけるハーモニカ工法の施工実績

～高水圧下における鋼殻内躯体構築について～

大成建設(株) 正会員 上坂 龍平
大成建設(株) 正会員 ○倉澤 敦
大成建設(株) 正会員 田中 美帆

1. はじめに

ハーモニカ工法はこれまで、本件含め 9 件の施工事例があり、その施工が完了している。今回、鉄道の立体交差工事において、狭隘な施工エリア、鉄道近接、さらに地上から施工が不可能(建築物直下)、軟弱地盤という条件の下、地下構造物を構築するための解決策として「ハーモニカ工法」を採用し、ハーモニカ鋼殻内の躯体構築が完了した。既報にて推進工について報告した。¹⁾本報では、鋼殻内躯体構築について報告する。

2. 工事概要

当工事は、共用中の線路直下で地下化後に電車が通る幅約 10.6m×高さ 7.8m のボックスカルバートを構築するものである。既存建築物直下に計画されており、移設・撤去が出来ないため、非開削工法で施工する必要が生じ、躯体の一部構築に非開削工法、中でも曲線施工が可能な「ハーモニカ工法」を採用した(図-1)。躯体の形状から縦3.1m×横2.9mの矩形のトンネルを1列3段で施工(下段:B1→中段:M1→上段:U1の順)した。トンネル内部の躯体構築が今回完了し、後に開削側との接続を行う計画である(図-2)。

3. 高水圧下の施工における課題と対策

当該地盤の地下水位はGL-約 1.5m であり、GL-約 15.0m 最下段のハーモニカ推進時には、0.135MPa の水圧が作用する。そのため、鋼殻接続部やスキンプレートの破損防止、トンネル接続時の漏水対策が課題であった。そこで、推進時の対策として、①ハーモニカ工法部周辺地盤への薬液注入工、②鋼殻(セグメント)のリング間・ピース間に加硫ゴム系水膨張シール材と一液性水膨張弾性シール材塗布、③スキンプレート厚の増(従来 3mm→今回 5mm)、④上下鋼殻間接続部にベントナイト系止水材の適用等の対策を講じた。

また、従来ハーモニカ鋼殻内の躯体は主桁を巻き込む形でコンクリートを打設し、コンクリート硬化後に主桁を切断撤去するという施工順序で行われてきた。そのため、躯体内面に地下水が漏水したり、躯体表面仕上げの美観を損なうといった課題点があった。そこで躯体構築時の対策として、①鋼殻主桁先行撤去による躯体構築、②先行防水壁構築による鋼殻内での防水層形成、鋼殻主桁・縦リブの拘束で発生する本体構造物のひび割れ防止、③温度応力解析によるひび割れ防止対策(低発熱ポルトランドセメントの採用、誘発目地の設置)等の対策を講じた。

図-3 に主桁先行撤去による鋼殻内躯体構築の概略を示す。STEP1 で鋼殻(セグメント)の変形を防止するため、補強梁(H100)および支保工(H200)を設置した後、主桁を撤去する。次に、STEP2 で鋼殻主桁・縦リブに仕切られた無数の部屋、グラウトホールおよび鋼殻間継手ボルトなどの不陸部を解消するため、主桁を撤去した箇所に、モルタルにて防水壁を構築した後、吹付け防水(SQS 工法)することで防水層を形成する。STEP3 で側壁を構築し、以降 STEP は前述の繰り返しとなる。また、本体構築、鋼殻および防水層の詳細な位置関係を図-4 に示す。防水壁を先行して構築することで、主桁・縦リブの拘束による本体構造物のひび割れ防止対策とした。

キーワード ハーモニカ工法、高水圧下、主桁先行撤去、防水層、高流動コンクリート、打設時計測手法

連絡先 大成建設株式会社横浜支店 〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい 3-6-3MM パークビル TEL045-227-5934

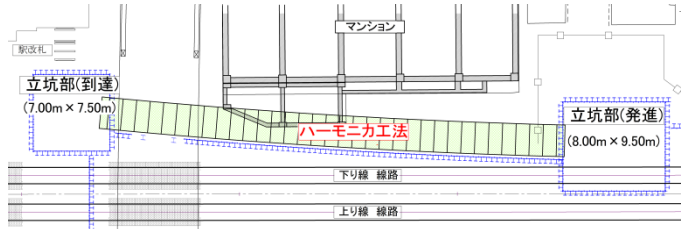


図-1 平面図

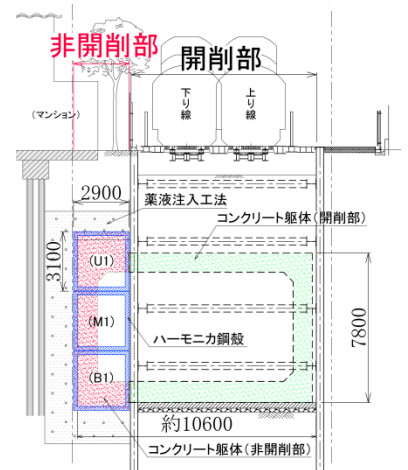


図-2 横断面図

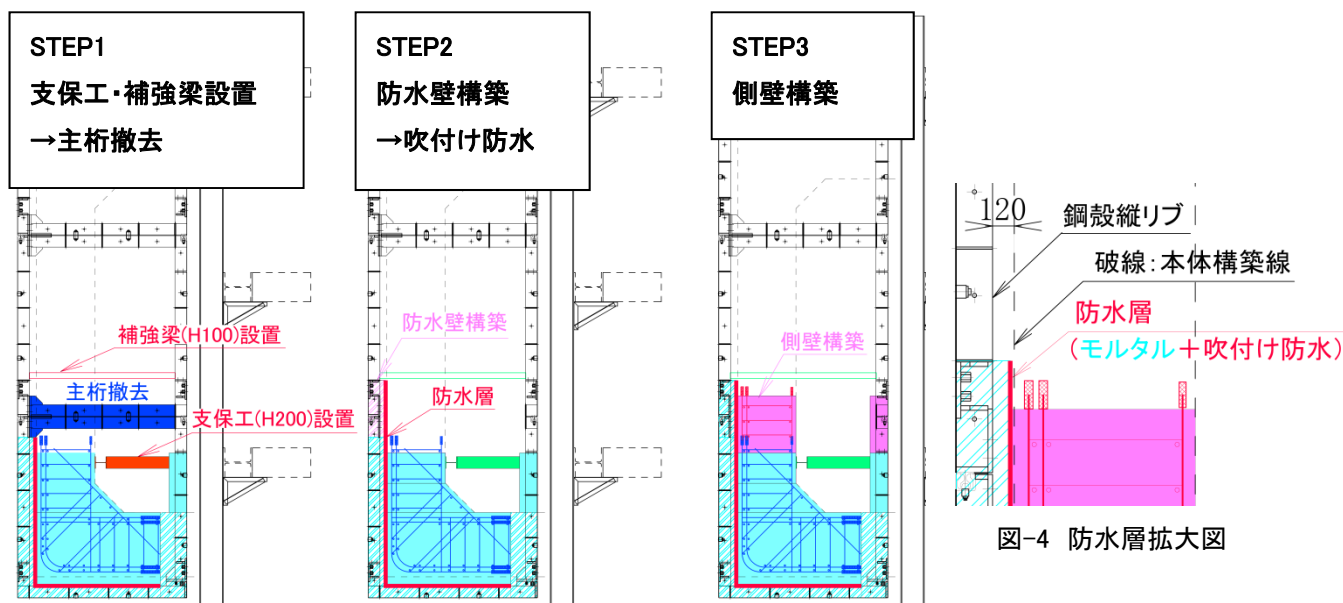


図-3 主桁先行撤去による躯体構築ステップ概略図

4. 各対策による施工結果

主桁撤去部は、推進時での止水対策が効果的に機能し良好な止水状況であった。主桁撤去時、数 mm 程度の鋼殻の水平変位を観測したが、このような変位が生じて止水状況が良好であったのは、推進時での止水対策が複合的に機能した結果であると推測される。

完成した鋼殻内の躯体は、ひび割れ、漏水もなく表面仕上がりも良好であった。これは、推進時からの複合的な止水対策、主桁を先行撤去し躯体に巻き込まないこと、先行防水壁の構築による防水層の形成、低発熱ポルトランドセメントの採用等の対策を講じ、コンクリートの拘束ひび割れ、温度ひび割れを防止した結果であると言える。

5. 上床版コンクリート打設の課題と対策および施工結果

図-5 に上床版コンクリート打設時の横断面図を示す(高さ方向に本体構造部が 1.0m、増打ち部が 1.15m)。閉塞された箇所への打設となるため、①鋼殻天端の未充填、②型枠支保工・棲部型枠への過大な圧力による型枠の変形等が課題であった。

そこで、斜線部の高流動コンクリート(30-70-20L)と色塗部の高流動モルタルの打ち分けを実施し充填性を向上させた。また打設時は充填センサー、ひずみ計・土圧計を用いて計測管理を行なうことで、型枠支保工・棲部型枠へ過度な圧力を与えることなく、鋼殻天端までコンクリート(モルタル)を確実に充填する事が出来た。

6. おわりに

今回、高水圧下におけるハーモニカ鋼殻(トンネル)内の一つの躯体構築手法を確立し、ハーモニカ工法の適用可能性が大きく広がり、汎用性が高まった。今後さらに色々な条件での施工を行い、様々な環境下で適用可能な非開削工法として、広範に適用されることを期待する。今後、開削部との接続についても施工完了後、本学会にて報告をする予定である。

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～ 平成 27 年度第 70 回年次学術講演会 VI-075

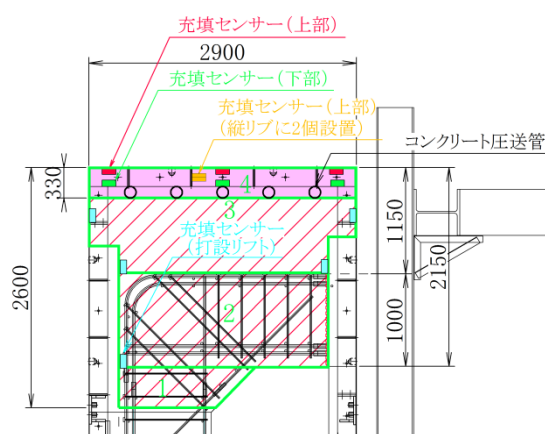


図-5 上床版コンクリート打設横断面