

ホーチミン市都市鉄道 PC 枕木の施工報告

－ホーチミン都市鉄道 1 号線－

海外事業室

PT. Wijaya Karya Komponen Beton

海外事業室

海外事業室

角田隆洋

九津見昌宏

田島健司

村上直義

1. はじめに

ホーチミンはベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム）南部に位置し 2016 年現在 842.6 万人の人口が生活するベトナム最大の経済都市であり、また、東南アジア有数の世界都市でもある。しかし、経済成長と人口増加に対し、鉄道や道路を始めとしたインフラ状態は劣悪で交通渋滞や大気汚染が深刻な問題となってきた。そこで、鉄道を軸とした新たな交通手段としてホーチミン市地下鉄を整備することが計画された。現在市中心部のベンタイン市場からスオイティエン公園駅までの 1 号線（19.7km）、ベンタイン市場からタンソンニャット国際空港を経由シタムルオンの車両基地までの 2 号線（11.3km）が着工され、最終的に 6 本の路線、176 の駅が計画されている。本稿ではホーチミン市地下鉄 1 号線の PC 枕木製造・納入について報告する。

2. プロジェクトの概要

2.1 工事概要

ホーチミン市地下鉄 1 号線は、日本の政府開発援助(ODA : Official Development Assistance)事業の内、本邦技術活用を条件とした有償資金協力事業である。ホーチミン市中心部に位置するベンタイン市場から市東部のスーティン公園駅までの 1 号線（延長：19.7km）、同じくベンタイン市場からホーチミン市の空路での玄関口であるタンソンニャット国際空港を経由シタムルオンの車両基地までの 2 号線（延長：11.3km）が現在、施工中である。

2.2 PC 枕木概要

ホーチミン市地下鉄の軌間 1,435mm の標準軌ゲージで設計されている。この軌間は世界で最も普及している軌間であり、日本国内では新幹線や多くの鉄道で採用されている軌間である。また、ホーチミン地下鉄は地下区間、高架区間、バラスト区間（車両基地）からなり、本工事では標準軌仕様で高架用、地下用、バラスト用の 3 タイプを製造する。

また本 PC 枕木の特徴として、AVS（Anti Vibration Sleeper：防振枕木）を採用している点が上げられる。これは図-1 に示すように、コンクリート製の枕木の底部および側面とコンクリート道床とコンクリート道床の間に弾性材（防振ゴム等）を配置し、車両走行による振動を減衰させる効果が認められている。

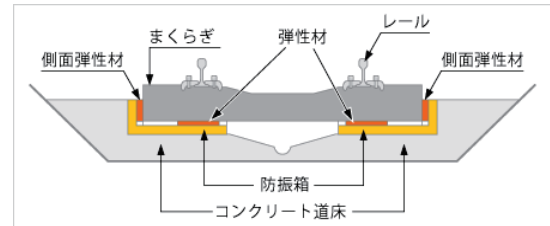


図-1 防振枕木 概要図

3. PC 枕木製作手順

3.1 レール締結具、PC 鋼線・スターラップ配置、組立

レール締結具（ショルダー）の取り付けは、取り付け位置、間隔、傾き等の精度に関する規格値が非常に厳しいため、レール締結具（ショルダー）を鋼製型枠へ取り付けした後（写真-1）、専用の検査治具を用いて取り付け位置、間隔、傾きの確認を行い、取り付け精度を維持した。

その後、事前に切断しておいた PC 鋼より線をスターラップに通して、鋼製型枠内へ配置し緊張装置への定着具の取り付け、スターラップの組み立てを行う。

このスターラップはスポット溶接を行いプレファブ化することで、組立精度の向上と組立工程のサイクル化に寄与することとなり、日々の工程管理に有効であった（写真-2）。



写真-1 ショルダー取り付け 写真-2 スポット溶接

3.2 PC 鋼線緊張

PC 鋼線の緊張は、固定側アバットより PC 鋼線 1 本毎に緊張する“PC 鋼線均等緊張”と、緊張側アバットより全 PC 鋼線を同時に緊張する“PC 鋼線同時緊張”に区別される。

“PC 鋼線均等緊張”とは、PC 鋼線組立完了後、固定側アバットよりシングルスランド用緊張ジャッキを用いて PC 鋼線 1 本毎に 3.0kN まで緊張する作業を指し、すべての PC 鋼線の緊張力を同一条件に整える“PC 鋼線同時緊張”への準

備作業である。“PC 鋼線同時緊張”では 500t ジャッキを用いて全 PC 鋼線を同時に緊張する。本作業の緊張管理では製作ラインにてパソコンを用いて緊張管理を実施した (写真-3, 4)。



写真-3 PC 鋼線均等緊張

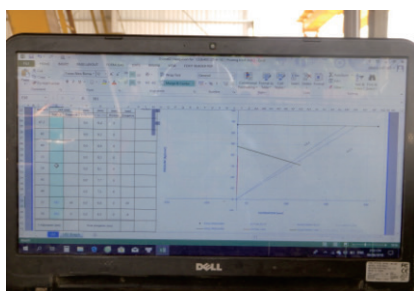
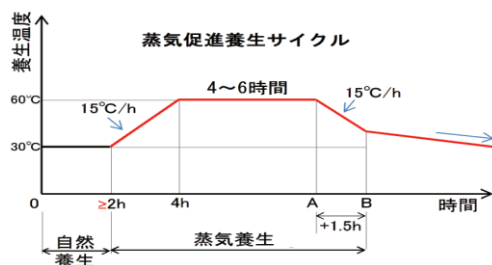


写真-4 パソコンを用いた緊張管理

3.3 コンクリート打設, 促進蒸気養生

ベトナム国は熱帯に属し, 1 年を通して暑中コンクリート対策が必要である。製造ではコンクリートの練上がり温度を 35℃以下とするため, 骨材のプレクーリングとして骨材貯蔵設備にスプリンクラーを設け散水の実施, コンクリート練混ぜ水へ氷を投入し冷却するなどの暑中コンクリート対策を実施した。養生方法は促進蒸気養生を採用した。これは, 図-2 に示すように打設完了後 2 時間後より蒸気放出を開始し, 約 2 時間かけて設定最高養生温度の 60℃まで温度を上昇 (15℃上昇/時間), その後, 4~6 時間設定最高養生温度を維持し, 1.5 時間かけ蒸気放出を停止 (15℃下降/時間) させ, 養生時間 13 時間後に圧縮強度を確認のうえ, 蒸気促進養生を終了させるサイクルである (図-2)。



3.4 PC 鋼線切断, 緊張力導入

蒸気促進養生完了後, 圧縮強度 (緊張力導入強度: 39.1N/mm²) を確認したのち, 緊張ジャッキを開放し緊張力を導入する。この時, 緊張力開放を一度に行うと, 製品の弾性変形によるレール締結具 (ショルダー) 周辺にひび割れが生じることが懸念された。これは, PC 枕木に埋め込まれたレール締結具 (ショルダー) が鋼製型枠より突出しているため,

一度に緊張力の開放を行うことでレール締結具 (ショルダー) が鋼製型枠に拘束されるためである。

そのため, 緊張力の導入は 3 回に分けて行った。

4. 品質・出来形管理

PC 枕木は車両の走行荷重を伝達する重要な部材であるため部材寸法やレール締結装置に関する規格値が厳しく定められており, 出来形寸法の計測ではスチールテープのほか, 専用の計測治具を使用することにより, 所定の規格値を満足していることを確認した (写真-5)。品質管理として, 製造された PC 枕木が所定の要求性能を満足しているか確認するため載荷試験を実施した。載荷試験では, 製造開始に先立ち実物大試験体を製造して行う載荷試験 (タイプテスト), 本製作開始時に行う初物試験, 製造途中において, 1000 本製造毎に 1 度の割合にて試験体を抜き取り行う載荷試験 (ルーティンテスト) を実施し, 随時, 必要性能を満たすことを確認しながら製造を行った (写真-6)。



写真-5 出来形計測



写真-6 載荷試験

Key Words: 海外工事, PC 枕木, プレキャスト製品



角田隆洋



九津見昌宏



田島健司



村上直義