

小名浜マリブリッジの施工報告

清水建設(株) ○吉田 直樹
 清水建設(株) 正会員 吉浦 伸明
 国土交通省 市川 栄徳

キーワード：エクストラロード橋，低床型移動作業車，斜材ケーブル架設，水平反力調整工

1. はじめに

小名浜港では現在，東港地区に国際物流ターミナルを整備している。小名浜マリブリッジ（小名浜港東港地区臨港道路・3号埠頭部～航路部～東港部からなる）は，3号埠頭（陸地部）と東港地区国際物流ターミナル（人工島）を結ぶ連絡道路として建設された。

この内、航路部における橋梁形式は，経済性や景観性，耐震性，維持管理性に優れた，国内の臨港道路としては初となる5径間連続PCエクストラロード橋（多径間連続ラーメン橋）が採用された。本橋の特徴として，供用中の航路上空での移動作業車を用いた張出し架設工法，揚重設備や施工ヤードに制限がある中での斜材ケーブル架設，固定支間長に対して橋脚高さが低いラーメン橋であることなどがある。本稿では，こうした特徴への対応や施工上の工夫などについて報告する。

2. 航路部工事概要および橋梁概要

表-1に工事概要，表-2に橋梁概要，図-1に橋梁一般図を示す。

表-1 工事概要

工事名	小名浜港東港地区臨港道路航路部橋脚外工事	平成23年度 小名浜港東港地区臨港道路航路部上部工事
工期	2012/3/19～2014/3/28	2012/3/19～2014/10/20
施工者	清水・東亜特定建設工事共同企業体	清水・東亜・川田特定建設工事共同企業体
施工箇所	P7, P8橋脚	P5, P6上部工
工事名	平成25年度 小名浜港東港地区臨港道路航路部上部工事	小名浜港東港地区臨港道路航路部上部外工事
工期	2013/9/5～2016/3/31	2016/4/21～2017/3/24
施工者	清水・東亜・川田特定建設工事共同企業体	清水・川田特定建設工事共同企業体
施工箇所	P7, P8上部工, P9側径間, P9橋脚	P4側径間, 橋面其他

表-2 橋梁概要

架橋位置	福島県いわき市小名浜港内
発注者	国土交通省東北地方整備局
構造形式	5径間連続PCエクストラロード橋
橋長	510.0m (75.0+3@120.0+75.0m)
架設工法	移動作業車による張出し架設工法
道路規格	第4種第2級，設計速度40km/h
有効幅員	11.000m

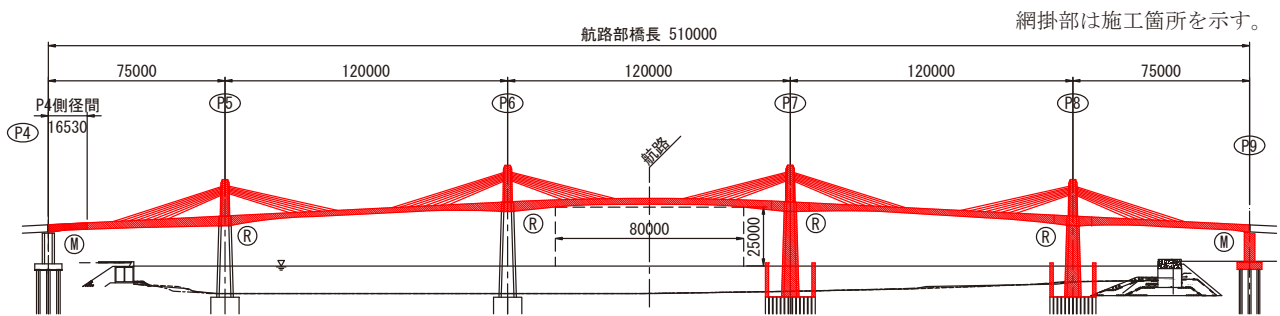


図-1 小名浜港東港地区臨港道路航路部 橋梁一般図

3. 低床型移動作業車による航路上空での張出し架設

P6-P7橋脚間の直下には供用中の航路があり，大型船舶などが航行する中で張出し架設工法によって主桁を構築した（図-1）。通常の移動作業車では，航路の高さ制限に干渉する懸念があったため，低床型移動作業車を使用した。

3.1 低床型移動作業車の組立て

写真-1, 2は, P7橋脚からP6方向に使用する低床型移動作業車の組立て状況である。通常の作業車と大きく異なるのは, 下段作業台の構造である。作業台を支える横梁の上に直接下床版型枠縦梁を設置し, 最下段スペースを無くした。また, 縦断勾配が変化(0%~5%)するため, 作業足場直下の縦梁は角度変化に対応できるようになっている。図-2に, 側面図を示す。移動作業車は, 台船上で下段作業台を組み立て, 海上運搬し, あらかじめ桁上に設置した主構からチェーンブロックで吊り上げた。



写真-1 低床型移動作業車（写真右）

3.2 低床型移動作業車による主桁構築

本工事の主桁断面は2室箱桁で, 1張出し15ブロック（以下, BL）の計画であった。桁高の大きい1~4BLは桁長3m, 5~15BLは桁長3.5mで施工した。移動作業車のセット, 型枠・鉄筋・PC組立て, コンクリート打込み, ケーブル挿入, 緊張, 斜材架設までの1サイクルを, 海上の強風環境下で14~16日で行った。

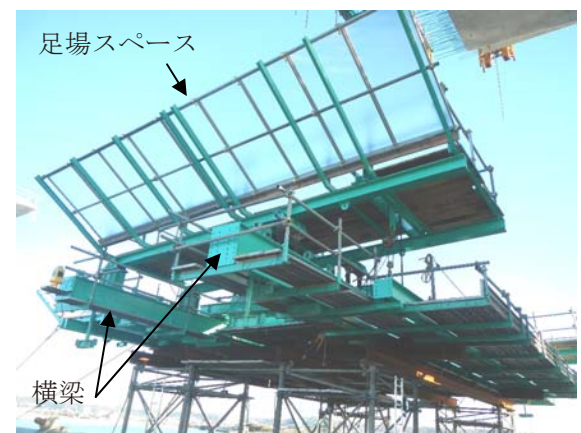


写真-2 下段作業台

3.3 低床型移動作業車の解体

P6-P7間の中央閉合が完了した後, 低床型移動作業車を一旦航路外に退避させるべく, 写真-3に示す後退装置で柱頭部まで後退させた。

作業車の解体は, ①下段作業台を一旦主桁に仮受け, ②桁上の上部横梁, 主構などを解体, 搬出, ③主桁上に, 中央閉合部からP7柱頭部の所定の位置にレールを敷設, ④後退装置の組立て, ⑤下段作業台を後退装置に盛替え, ⑥柱頭部まで後退し, チェーンブロックであらかじめ海上に固定した台船まで吊り下げ, の順で行った。

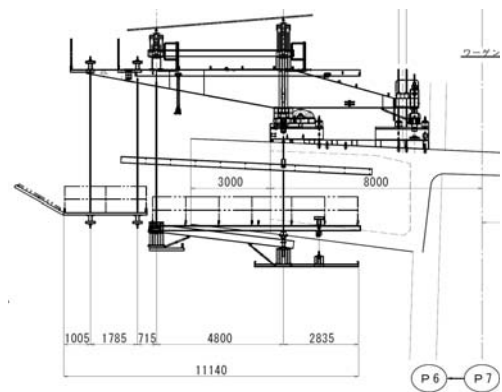


図-2 低床型移動作業車側面図

4. 斜材ケーブルの架設

本工事の張出し部6~13BLには斜材ケーブルが架設された。材質は, SWPR7BN 19S15.2BのPCケーブルで防錆処理(エポキシ粉体樹脂塗装)が施されている。ケーブルは, 主塔部に設置したサドル(写真-4)を貫通し反対側BLで定着される。

ここでは, 表-1にある平成25年度上部工事における架設方法について報告する。



写真-3 後退装置

写真-5のように、橋面上に斜材架設足場を組み立て、その上でケーブルを架設した。ケーブルを支保する横桟には、塩ビ管などにより損傷防止措置を行い、ドラム+アンリーラの反対側に設置した3tウィンチによりケーブルを牽引した。ケーブルは最長で110.6m (13BL時) で約2.7tであった。

P7, P8張出し施工時の揚重機は、橋脚脇に設置された120t-mタワークレーンのみで、その揚重能力からドラム+アンリーラ (計2.4t) は5BL近辺に仮置きし、BL施工が進むにつれ、写真-6に示すようにターンテーブルを使用して斜材ケーブルを挿入した。全体的な斜材工の手順を図-3に、架設要領図を図-4に示す。



写真-4 主塔サドル



写真-5 斜材架設足場



写真-6 ターンテーブル使用状況

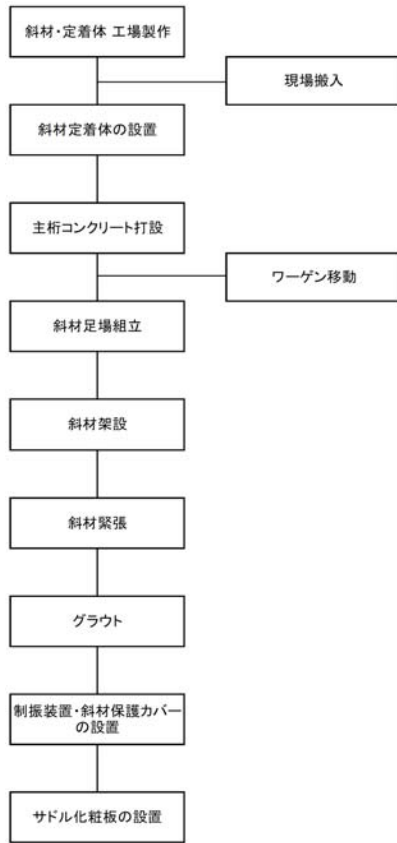


図-3 斜材工の手順

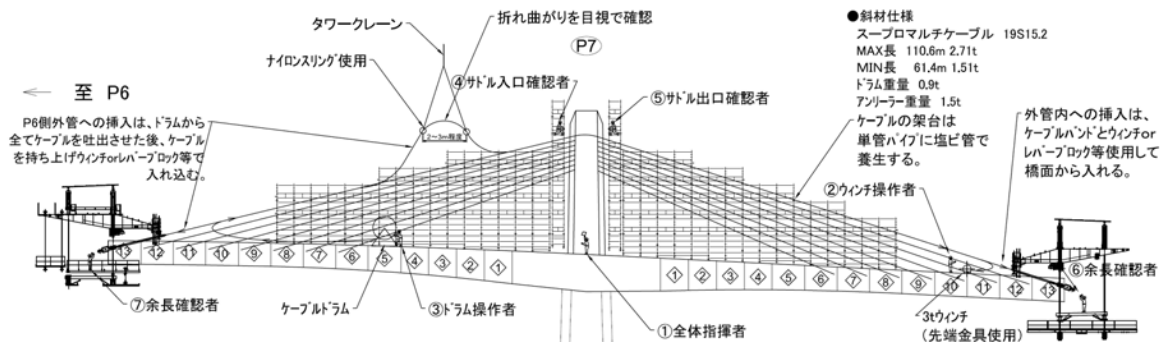


図-4 斜材架設要領図 (13BL時)

5. 水平反力調整工

本橋は、固定支間長に対し橋脚高さの低い多径間連続ラーメン橋であるため、主桁のクリープ・乾燥収縮による変形で端部の橋脚基部に大きな曲げモーメントが発生する。そこで、各径間の閉合時に油圧ジャッキを用いて主桁に水平加力を行い、橋脚基部の応力状態の改善を図る水平反力調整工が採用された。図-5に概念図を示す。

本工事の特徴は、主桁断面が2室箱桁であること、水平加力量が最大で17,000kN（国内最大級）であること、橋梁全体が連続ラーメン化されるまでに、3箇所での閉合部すべてで水平反力調整を行うことである。図-6に実施箇所および設計加力量を示す。

5.1 水平加力設備の最小化および加力部の補強

P6-P7間の設計加力量は17,000kNであり、1ウェブにつき400tジャッキ2台、計6台配置した（写真-7）。水平加力設備は、運搬、設置、解体時などの制約から、できる限り人力で施工できるように分割できる工夫を施した。本工事では、ウェブ部に加力する計画とした。その際に1箇所あたりに作用する力は3,000kN程度と想定され、加力部の補強には斜材工でも使用したPC定着具である19E-TC15（使用時許容荷重：3,796kN）を用いた。定着具および補強鉄筋の配置は、PC定着工法の施工基準に準じた。水平加力は変位量管理とし、設計値以上の変位量を確保できるように加力を行った。水平変位量は、あらかじめ全体気温、上下床版温度差の1℃あたり変化量を求め、前日、当日の温度測定値から補正した。設計値と実測値を表-3に示す。

表-3 設計および実測水平変位量の比較

		①P5-P6間	③P6-P7間	②P7-P8間
設計	水平加力量	8,500 kN	17,000 kN	8,500 kN
	水平変位量(補正後)	63.2 mm	45.2 mm	54.0 mm
実測	水平加力量	10,490 kN	16,790 kN	9,650 kN
	水平変位量	70.3 mm	47.0 mm	56.2 mm

6. おわりに

平成29年3月をもって「小名浜マリブリッジ」が完成しました（写真-8）。これまで技術的な検討、施工に関してご指導ご協力を頂いた多くの関係者各位に対し、深く感謝の意を表します。

参考文献：吉浦伸明，千葉新一，松永英哲：PC定着具を用いた水平反力調整工-小名浜港東港地区臨港道路航路部-(第24回PCシンポジウム，2015.10)

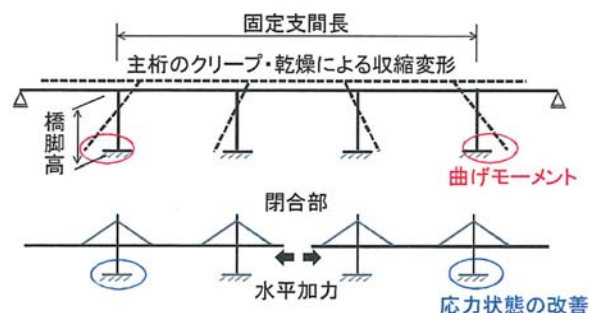


図-5 水平反力調整工 概念図

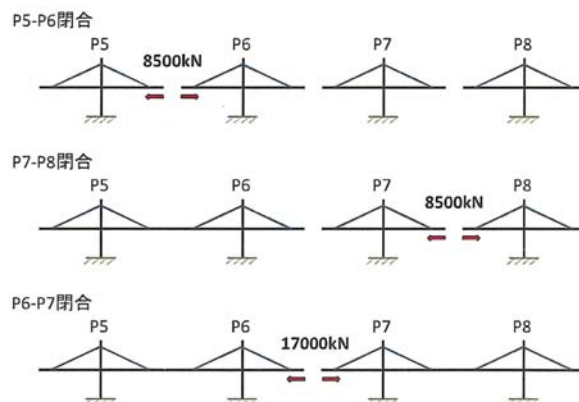


図-6 水平加力実施箇所および設計加力量

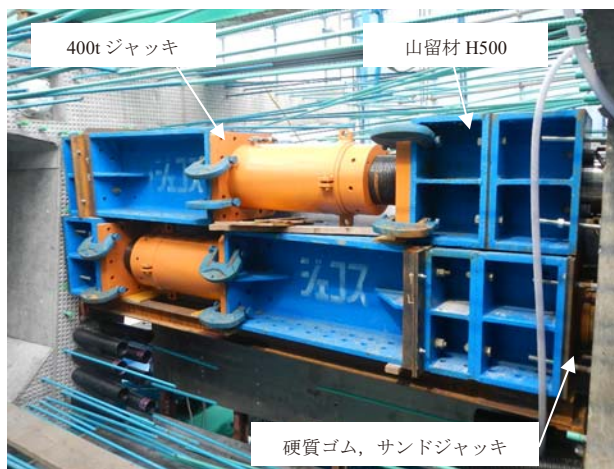


写真-7 水平加力設備 (P6-P7間)



写真-8 完成全景