

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—

清水建設(株) 正会員 ○吉浦 伸明
 国土交通省 千葉 新一
 清水建設(株) 松永 英哲

1. はじめに

小名浜港では、増加する石炭など鋼産品需要に対応するとともに、滞船を解消し効率的な荷役作業を可能とするため、小名浜港東港地区に国際物流ターミナルを整備している。また小名浜港は、2号埠頭のアクアマリンパーク内に水族館や観光施設を有し、県内有数の観光拠点となっている。

小名浜港東港地区臨港道路航路部(橋梁部)は、東港地区国際物流ターミナル(人工島)と3号ふ頭(陸地側)を連絡する道路として建設されており、橋梁の構造形式は、経済性と景観性に優れる5径間連続PCエクストラドローズ橋が採用された。本橋は、耐震性および維持管理性の向上を目的として、多径間連続ラーメン構造として計画された。しかし、固定支間長に対して橋脚高さの低いラーメン橋であるため、端部橋脚基部の応力改善を目的として水平反力調整工が実施された。筆者らは、国内初となる2室箱桁の水平反力調整工において、加力部の補強材としてPC定着具を用いる工法を考案し、約2週間の工程短縮を達成した。本稿では、「小名浜港東港地区臨港道路航路部上部工事」の陸上側(P5, P6側)工事における、水平反力調整工の施工上の工夫と成果を報告する。

2. 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 上部工事(※P5, P6側) |
| 工期 | 平成24年3月19日 ～平成26年10月20日 |
| 施工者 | 清水建設・東亜建設工業・川田建設 特定建設工事共同企業体 |

表-2 橋梁概要

| | |
|------|-----------------------------|
| 架橋位置 | 福島県いわき市 |
| 発注者 | 国土交通省東北地方整備局 |
| 構造形式 | PC5径間連続エクストラドローズ橋 |
| 橋長 | 510.0m (75.0+3@120.0+75.0m) |
| 架設工法 | 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 |

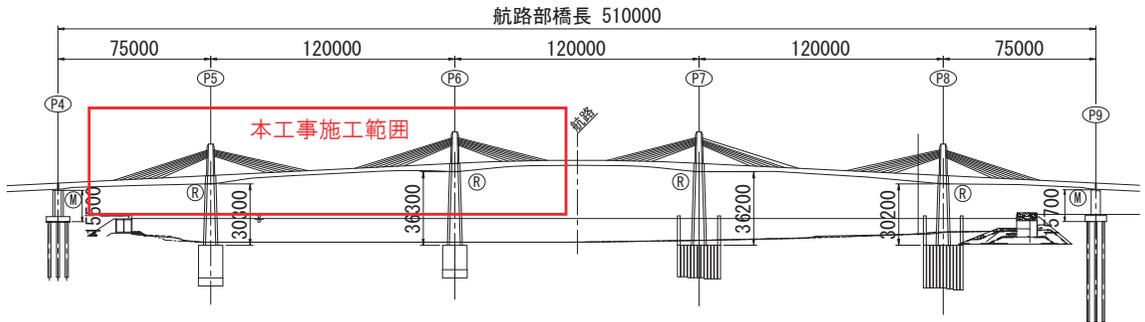


図-1 小名浜港東港地区臨港道路航路部 橋梁一般図

3. 水平反力調整工の特徴と課題

本橋は固定支間長に対して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・乾燥による収縮変形
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-2に水平反力調整工の概念図を示す。

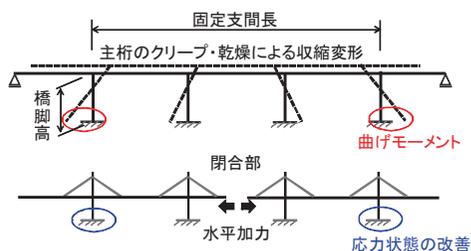


図-2 水平反力調整工 概念図

本橋の水平反力調整工の特徴は、主桁断面が2室箱桁であること、水平加力量が最大で17000kN（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箇所閉合部すべてで水平反力調整を行うことである。また、最終閉合となるP6-P7間は航路を跨いで施工となるため、船舶の航行安全を確保する施工が求められた。

設計段階では、ウェブ部に鋼製部材を固定した鋼製突起方式が計画されていた。また、大容量加力が必要とする同種工事では、コンクリート製突起方式が多数採用されているが、突起型枠の組立などに施工日数を要することが課題であった。在来工法の例を図-3に示す。

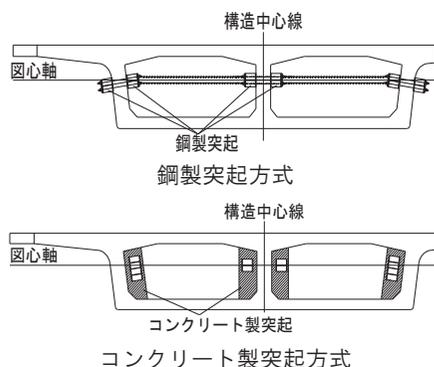


図-3 水平反力調整工 (在来工法例)

4. 水平反力調整工の施工方法検討

水平反力調整工は、水平加力により橋梁全体の上げ越しに影響を与えること、工区境となる閉合部にも補強などを実施しておく必要があることから、すべての閉合部について施工方法を検討する必要があった。図-4に水平加力実施箇所および設計加力量を示す。施工日数の短縮、確実な水平加力の導入を目的とした施工方法検討について、以下に示す。

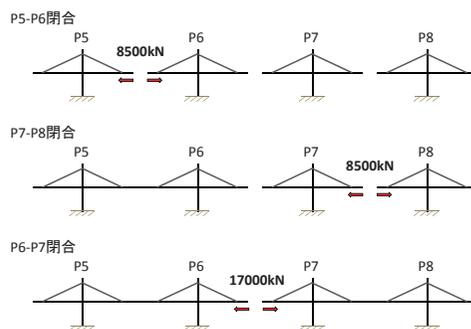


図-4 水平加力実施箇所および設計加力量

4.1 水平加力設備の最少化

最終閉合となるP6-P7間の設計水平加力量は17000kNであり、1ウェブにつき400tジャッキを2台ずつ計6台配置する計画とした。本工事 (P5-P6間) の設計水平加力量は8500kNであるため、1ウェブにつき400tジャッキを1台ずつ配置する計画とした。

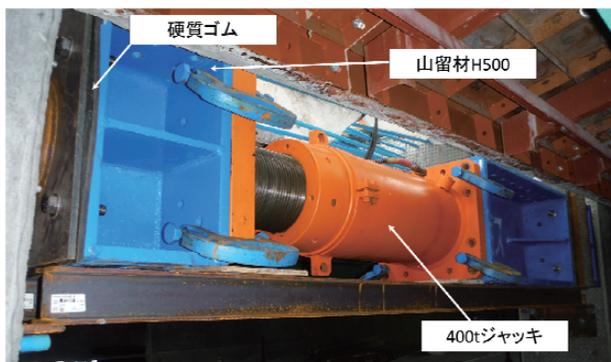
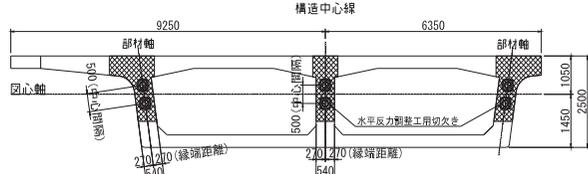


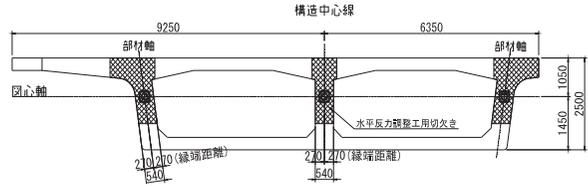
写真-5 水平加力設備

水平加力設備は、設置時の揚重資機材や、撤去時の桁内運搬、施工用開口からの搬出などの制約を受けることから、できる限り人力で施工できる計画とすることが重要であった。

そこで、設備を構成する山留部材などは小さく分割し、400tジャッキの重量(700kg)が最大重量となるよう計画した。写真-5に水平加力設備を示す。



切欠き・定着具併用方式 (17000kN) [P6-P7 閉合部]



切欠き・定着具併用方式 (8500kN) [P5-P6, P7-P8 閉合部]

図-6 水平反力調整工 (切欠き併用方式)

4.2 水平加力部の補強

水平加力設備の最小化には、もう一つ大きな利点があった。閉合部のウェブを一部切欠き、加力する方法が採用できた。これは、水平加力量の小さい工事では施工実績のある方法で、水平加力後に図-6に示す斜線部分以外のコンクリートを先行打設し、加力設備撤去後に斜線部のコンクリートを打設するというものである。

しかし、本工事の設計水平加力量は国内最大級の17000kNと大きく、加力点1箇所あたりに作用する力は3000kN程度と想定された。在来工法では、ウェブの増し厚やコンクリート製突起を施工し、加力点となる比較的薄い部材に大きな荷重が集中しない工夫がなされていた。

本工事では、加力点となるウェブ内にPC定着具を補強材として埋込み、箱桁断面を直接加力する方法を考案した。補強には、本橋の斜材でも使用した定着具「19E-TC15」(使用時許容荷重：約3800kN)を用いた。写真-1, 写真-2に、加力部の補強用PC定着具の設置状況を示す(型枠設置・コンクリート打設前)。また、PC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。加力位置を図-6に示すとおり同心軸かつ部材軸上とすることで、偏心による局所的な曲げモーメントが生じない配置とした。実証試験によりPC定着具背面の補強方法は確立されているため、FEM解析などの技術検討を省略できた。

4.3 移動作業車を用いた閉合部施工

各閉合部は側径間部に先立ち施工するため、作業



写真-1 補強用PC定着具配置状況



写真-2 PC定着具補強筋配置状況



写真-3 閉合部施工全景

量の削減とより安全な施工方法として、移動作業車を用いた閉合部施工が採用された。写真-3に閉合部施工時の全景写真を示す。水平反力調整工の実施にあたっては、閉合部前後の鉛直方向変位差を拘束する必要があった。

そこで、移動作業車のレールを鉛直方向拘束材として使用した(写真-4)。また、鉛直方向拘束材の下にすべり板(テフロン・ステンレス)を設置し、水平加力に伴う変形(橋軸方向)を拘束しない構造とした(写真-5)。



写真-4 鉛直方向拘束材設置状況

5. 水平加力の実施と工程短縮効果

これまでのコンクリート製突起方式などでは、移動作業車の型枠を解体し、突起施工用型枠の組立てを別途行っていた。しかし、本橋で採用した方式では、移動作業車の内型枠をそのまま使用し、水平加力、閉合部の施工を行うことが可能となった(写真-6)。これらの省力化の効果として、従来工法と比較して約2週間の工程短縮を達成できた。加えて、移動作業車の部材を組替えなく使用できたため、狭所となる桁内での作業量も低減でき、安全性の向上にも貢献できたと考える。

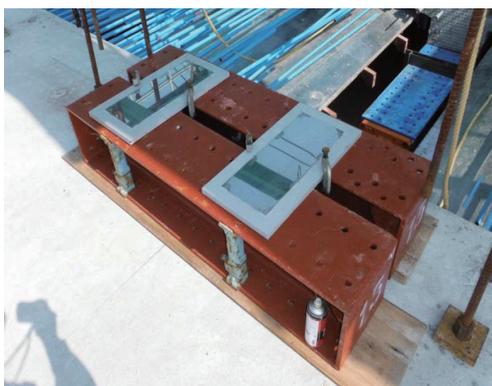


写真-5 鉛直方向拘束材すべり設備

6. おわりに

本稿ではPC定着具を用いた水平反力調整工の施工について報告した。PC構造では、薄い部材に大きな力を作用させるため、定着具を含めた合理的な補強方法が開発、確立されてきた。

このPC定着具の特徴を生かし、水平反力調整工の省力化を達成した事例として、今後の同種工事・工種の一助になれば幸いである。最後に、技術検討および施工に際してご指導を頂いた、関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 利波 立秋, 千葉 新一, 向原 慎次郎, 松永 英哲:PC定着具を用いた水平反力調整工の実施報告-小名浜港東港地区臨港道路航路部上部工事-, 平成27年度土木学会年次学術講演会, 2015.9
- 2) FKK, FKKフレシネー工法施工基準, 2012年改訂

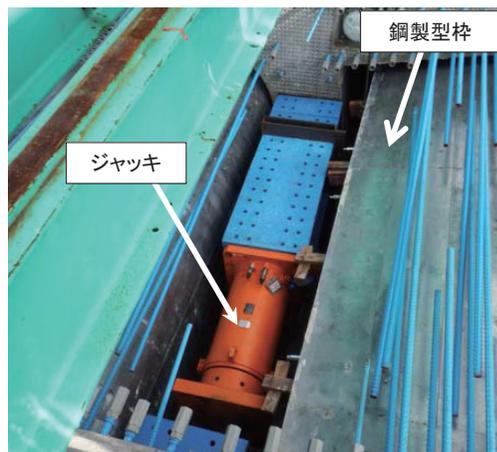


写真-6 水平加力設備と移動作業車鋼製型枠