

オルタキョイ高架橋耐震補強工事の施工報告

ピーシー橋梁(株) 正会員 ○立松 博
 (株) I H I 社浦 潤一
 ピーシー橋梁(株) 八尾 浩司
 ピーシー橋梁(株) 正会員 忌部 史郎

1. はじめに

トルコ共和国では、1999年に発生した Kocaeli 大地震が記憶に新しいが、その後の調査により今後数十年以内に、同規模の大地震がイスタンブール近郊に発生すると危惧されている。震災後のライフラインを確保するために、イスタンブール市内の長大橋を耐震補強するプロジェクトが立ち上げられた。

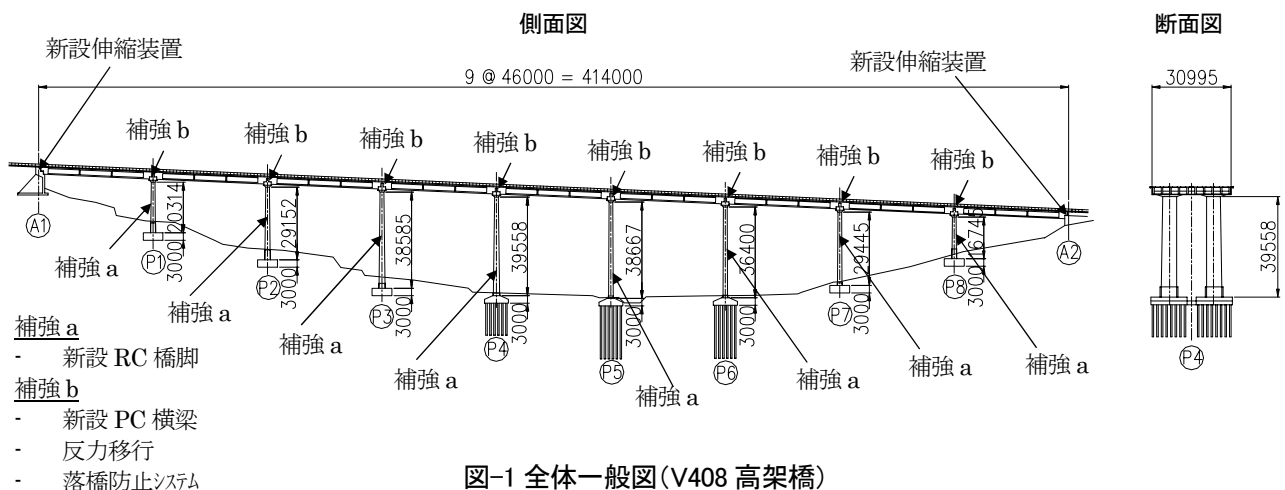
耐震補強プロジェクトの対象の一橋であるオルタキョイ高架橋は、主要幹線道路である欧州高速道路(E-5)の一部を成し、アジアとヨーロッパを繋ぐ第一ボスポラス橋へのヨーロッパ側のアプローチ橋で、約 35 年前前に建設された PC 連続 T 桁橋である。本橋はボスポラス海峡の近くに位置するため、既設橋脚は塩害による損傷が著しく、過去に断面修復工事が施されたものの、大規模地震に備えての残存耐力が期待できる状態ではないと判断された。そのため、既設門型ラーメン橋脚の周囲に RC 橋脚と PC 横梁から成る新設門型ラーメン橋脚を構築し、上部工の反力を既設橋脚から新設橋脚に移行した。また、落橋防止システムとして、橋軸方向に上部構造連結方式の落橋防止ケーブルを、橋軸直角方向にコンクリート突起方式の変位制限装置を設置している。さらに、橋台において主桁の移動を固定していた構造を可動とするために、伸縮装置を新設した。本稿は、これらの耐震補強工事の概要について報告するものである。

2. 工事概要

本工事の対象である 3 橋について、橋梁概要を表-1 に、V408 高架橋の全体一般図を図-1 に示す。

表-1 橋梁概要

橋名	橋脚本数 (本)	橋脚高 (m)	橋長 (m)	支間 (m)	幅員 (m)	支承取替 (基)
V408 高架橋	8	16.7~39.6	414.0	9@46.0	36.0~29.5	170
V409 高架橋	7	8.2~24.0	360.0	8@46.0	29.5	140
V411 高架橋	5	15.8~39.7	270.0	6@46.0	22.5	80



3. 補修・補強概要

3. 1 新設RC橋脚の施工

既設橋脚は、約 3m×5m の矩形の中空断面であった。既設橋脚の表面は塩害による劣化でかぶりコンクリートが剥落し、鉄筋は腐食によって断面が減少した状態であった。まず、既設橋脚表面の劣化箇所をブレード等によりはつりだし、鉄筋に防錆剤を塗布した後、モルタルにより断面修復を行った。次に、**図-2**に示すように部材厚 500mm の新設 RC 橋脚を既設橋脚の周りに構築した。型枠は、**写真-1**に示すジャンピングフォームを採用し、1ロットのコンクリート打設高さは、施工性を考慮して 3m とした。打設時に十分な充てん性が得られるように、高性能減水剤を用いたコンクリートを使用し、スランプの標準値を 15cm とした。

橋脚の打設ロットは 3 橋全体で約 200 箇所あったため、鉄筋工や型枠工のチームを効率的に配置し、コンクリートの養生に膜養生を行うなど、品質を確保した上で工程短縮に努めた。型枠は最大で 5 基使用し、標準的な施工サイクルは、打設、養生、配筋、型枠設置で 4 日であった。



写真-1 型枠のリフトアップ

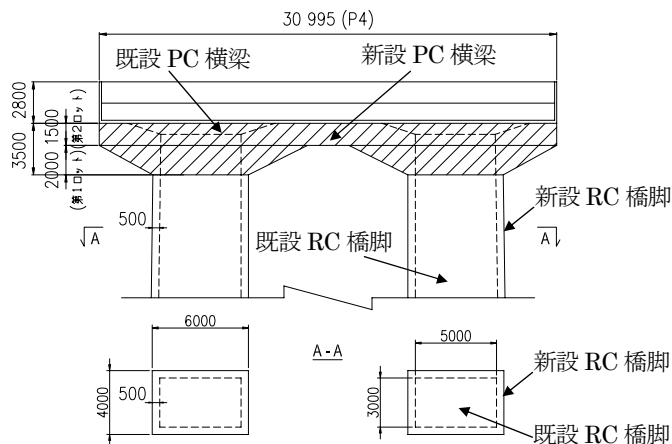


図-2 新設 RC 橋脚と新設 PC 横梁図

3. 2 新設PC横梁の施工

新設 PC 横梁は、上部工の反力を新設橋脚に移行するためのプレストレス部材で、既設横梁の周りに構築した (**図-2**)。新設横梁は、高さ 3.5m、幅 5.1m で、8 本の 19S15.2mm 鋼材が配置された。型枠は、地表面から立ち上げた支保工上に組み立てられた (**写真-2, 3**)。

新設 PC 横梁の施工日数は、支保工の組み立て開始から緊張作業までで、30 日を要した。なお、コンクリートは、高さ 2.0m と 1.5m の 2 層で打設した。現場が市街中心部にあり、商業地や住居地と隣接しているため、通行する車両や人が多く、足場板や落下物防止ネットの安全対策には特に配慮した。



写真-2 新設 PC 横梁の足場架設状況



写真-3 新設 PC 横梁の型枠設置状況

3. 3 反力移行

新設 PC 横梁の施工後、新設ゴム支承を横梁上に設置し、フラットジャッキにより反力移行を行った。図-3 に、反力移行前後の支承配置図を示す。ここで、フラットジャッキを採用した理由は、施工時に不均等な反力が生じることを防ぎ、同一支承線上での変位誤差を少なくするためである。また、本橋のように桁下空間が狭い場合、ピストンの無いフラットジャッキを用いることは、有効な手段であったと考える。

本橋の主桁は、長さ 40.4m、一本あたり 215ton のコンクリート製 T 桁 10 本で構成される。反力移行を一橋脚単位で行うため、新設 PC 横梁の A1 と A2 側に、新設ゴム支承と直径 500mm、最大ストローク 25mm のフラットジャッキをそれぞれ 10 セット設置し (写真-4)、片側 10 個のフラットジャッキを連動させた。図-4 に、連動配管図を示す。ここで、各フラットジャッキまでの配管長をできるだけ等しくなるように、スケジュール管を配置している。ジャッキアップ量の決定に際して、既設ゴム支承に将来荷重が再度かからないことが要求された。既設ゴム支承の弾性変形による戻り量(2mm)および新設ゴム支承のクリープによる変形(4mm、総ゴム厚の 3%と仮定)に安全係数 3 を考慮し、その量を 14mm と設定した。

リフトアップ量の管理は、各主桁 (フラットジャッキ近く) にダイヤルゲージを設置して高さ変化を測定することにより行った。反力移行作業中には交通規制が行えなかったため、道路面での変位差を少なくするために以下の対策を実施した。

- (1) 耳桁と中桁の変位差を極力少なくするため、フラットジャッキ注入口のストップバルブを開閉することにより流入量を調整し、各主桁の変位量を制御した。
- (2) A1 側と A2 側の変位差を、3mm 以下とするために、A1 側 3mm、続いて A2 側 6mm、戻って A1 側 9mm と交互にリフトアップを行った。

なお、フラットジャッキ内への注入材は、ノンブリーディングタイプのセメント系材料¹⁾を使用した。本材料は、高圧下での材料分離が無く流動性を練り混ぜ開始から 6 時間保持できることを保証したものである。

一橋脚での反力移行作業は、注入材練り混ぜ開始から 5 時間以内に終了した。一橋脚支承 20 基の反力移行は、沓座モルタルの打設、ゴム沓の設置、反力移行、フラットジャッキ周りのモルタル打設で、計 20 日を要した。



写真-4 沓とフラットジャッキの設置状況

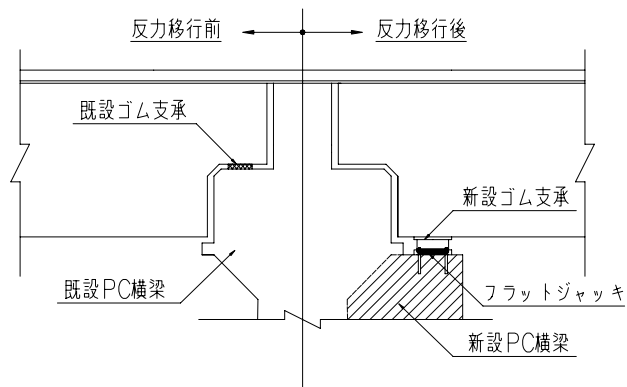


図-3 反力移行前後の支承配置図

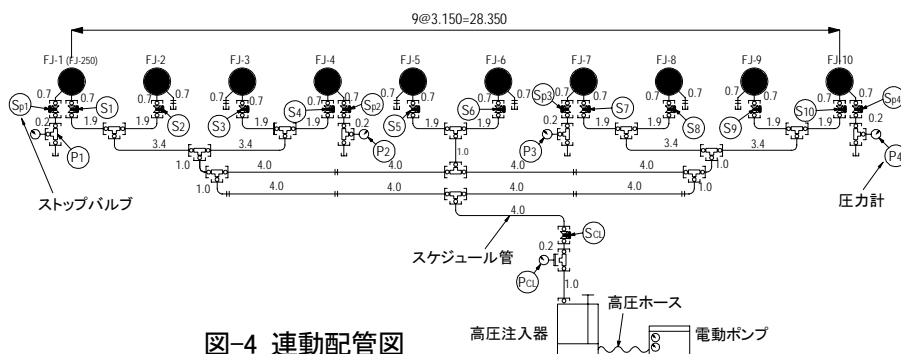


図-4 連動配管図

3. 4 落橋防止システム設置工

落橋防止システムとして、図-5に示すように橋軸直角方向にはコンクリート突起方式の変位制限装置を、橋軸方向には上部構造連結方式の落橋防止ケーブルを配置した。

変位制限装置として、反力移行後、新設 PC 横梁上に高さ 600mm のコンクリートを打設した。緩衝材として、突起と桁の間には、厚さ 50mm の弾性ゴムを配置した。

落橋防止ケーブルを設置するために、既設の横桁および横梁に径 120mm のコアを削孔した。ケーブル装置を定着する箇所には、新設横桁を設けた。新設横桁の横締め鋼材として各主桁に径 35mm の削孔をし、1S15.7mm を 4 本配置している。PC 鋼材を配置するための削孔は、既設主桁の軸方向 PC 鋼材の切断および破損を避けるため、主桁の上側定着グループと下側定着グループの間のスペースに、コアドリルを用いて行った。また、主桁をコア削孔する前に、RC レーダーにより鉄筋探査を行い、主桁の鉄筋位置を確認した。

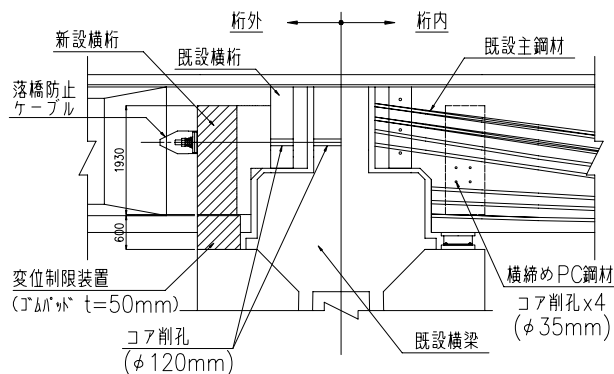


図-5 桁内および桁外の横桁図



写真-5 伸縮装置(第一施工区間完了後)

3. 5 伸縮装置設置工

既設の橋梁は、橋梁中心位置に伸縮装置が設けられており、端支点部では連結床版と PC 鋼棒により主桁の移動を固定する構造であった。今回の設計の思想は、地震力を橋台ではなく橋脚に負担させる考えであったため、連結床版を撤去し、新たに伸縮装置を設ける必要が生じた。

伸縮装置の設置作業は、交通量が比較的少ない夜間から早朝にかけて行った。この時の交通規制は、上下線 6 車線を 4 分割し、常に 4 車線が開放できる状態とした。

伸縮装置設置工として、連結床版の撤去、連結 PC 鋼棒の切断、伸縮装置の設置、コンクリート打設、アスファルト舗装を 1 施工区間あたり 20 日で行った。写真-5 に、第一施工区間完了後の伸縮装置設置状況を示す。

4. おわりに

本工事は、平成 19 年 2 月から着手し、伸縮装置設置工を除き、平成 20 年 11 月までの 22 ヶ月で完了した。特に工事当初は、文化、慣習、意識の違いなどに非常に戸惑い、工程の進捗も目標達成には程遠い状況であった。しかし、日本人スタッフ、トルコ人スタッフ、トルコ現地建設会社、コンサルタント間での粘り強い議論、試行錯誤を通じ、互いの意識を少しずつ理解できたことで、大きな事故も無く、これまでの工事を終えることができた。本報告が、今後同種工事の計画・施工の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) FKK フレシネー工法施工基準 No.8 FKK フラットジャッキ 2007 年
- 2) 山下亮ほか：オルタキョイ高架橋の耐震補強設計，土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集，2009 年 9 月