

赤塚公園歩道橋の外ケーブル補強

東京都第四建設事務所

伊藤 正利

オリエンタル建設 (株) 東京支店技術部

正会員 ○ 神谷 卓伸

オリエンタル建設 (株) 東京支店技術部

正会員 大信田秀治

オリエンタル建設 (株) 東京支店工務部

川岸 誠知

1. はじめに

赤塚公園歩道橋は、昭和48年3月に施工された2連からなる橋長126m (2@35m+2@28m)の2径間連続ラーメン橋である。都道446号線と高島平駅(都営地下鉄)からのバス通りの交差点に位置し、都道の上には首都高速5号線が通っている、補強工事するに当たっては非常に厳しい立地条件である(図-1参照)。

本橋は、時間の経過に伴うクリープ変形の影響で支間中央部の垂れ下がりが年々増加していることが経時計測の結果確認されている。この垂れ下がり抑制を目的とし外ケーブル補強を行った。本報告は、厳しい立地条件のもと行われた施工の報告および補強効果について述べ、更に外ケーブルを定着するコンクリート製ブラケットと主桁を一体化するために使用した中空PC鋼棒(NAPP工法)の有効性について紹介するものである。

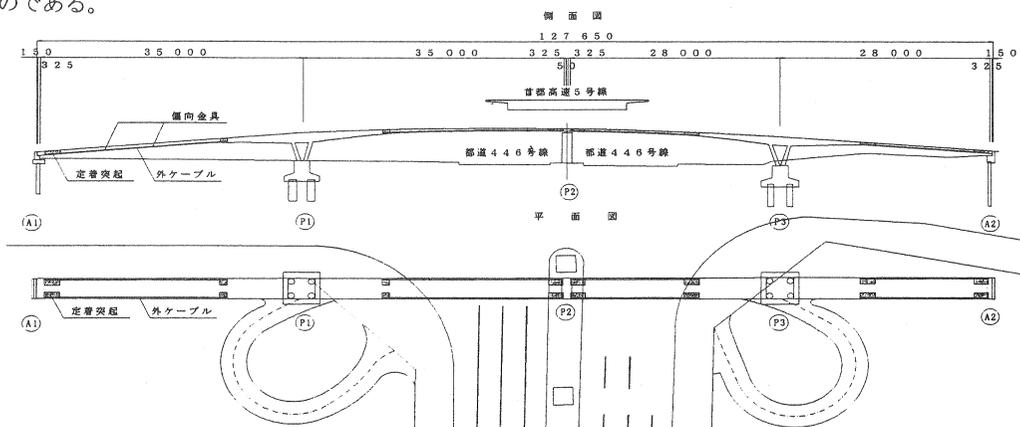


図-1 側面図及び平面図

2. 橋梁概要

構造形式：2径間連続V脚方式PCラーメン橋

橋長：126.75m

支間：2@35.0m、2@28.0m

幅員：全幅 3.4m、歩道幅 3.0m

荷重：群衆荷重 ($w=35 \text{ N/mm}^2$)

コンクリート強度： $\sigma_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$

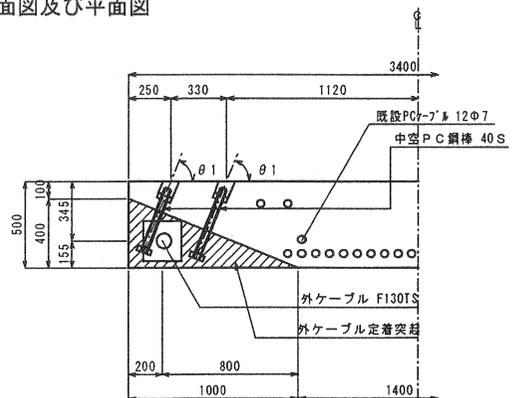


図-2 主桁補強断面概要

3. 補強概要 (図-2参照)

本橋を補強する目的は、主桁の垂れ下がり防止である。垂れ下がりの原因は、①曲げひび割れ発生による主桁の剛性低下②繰り返し荷重の影響によるひび割れ幅増大、剛性低下の進行③クリープ変形、と考えられ

る。したがって、補強工法として主桁下面の繊維補強、鋼板補強などの主桁の応力制御を目的とした手法では効果を期待できない。今後のクリープ変形を抑制する目的で、ひび割れの制御かつ主桁を持ち上げる効果がある外ケーブルによる補強を用いる事とした。

- 外ケーブル : SEEE F130TS (断面当たり 2本)
- 偏向部 : 鋼製ブラケット
- 定着突起 : コンクリート製場所打ちブラケット
($\sigma_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$)
- 定着突起連結材 : 中空鋼棒 (NAPP 40S)

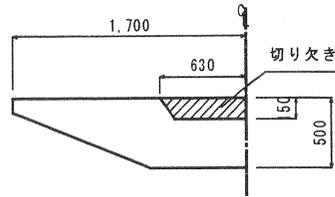


図-3 主ケーブル定着用切り欠き

4. 設計について

主桁に発生した曲げひび割れは、図-3に示す主ケーブル上縁定着用の切り欠き部前後の応力変化部に集中的に発生している。現橋の復元設計を行ったところ、定着背面部の主桁下縁では、活荷重時に -2.3 N/mm^2 の引張応力が発生しており、曲げひび割れの原因であることが判明した。したがって、外ケーブルの導入張力は、活荷重時にフルプレストレスに近い状態とする様に決定した。補強前後の主桁応力状態を表-1に示す。

たわみに関しては、曲げひび割れの制御により主桁剛性の低下を防ぐことで今後の進行を抑制できる。また、外ケーブル補強することでプレストレスによるたわみが橋面荷重・自重のたわみを上回り、クリープによる垂れ下がりも制御された (表-2参照)。

表-1 活荷重時主桁応力状態 (単位: N/mm^2)

	補強前	外ケーブル	補強後
上縁	13.7	0.2	13.9
下縁	-2.3	2.5	0.2

表-2 たわみの比較 (単位: mm)

橋面+自重 ①	内ケーブル ②	外ケーブル ③	補強後 ②+③-①
-140	128	13	1

注) 表-1, 2共にA1-P1 支間中央部の値を示す。

5. 施工計画について

本工事を施工するにあたり、施工計画立案段階で以下の問題点があげられた。

(1) 第3者の災害防止

供用されている歩道橋上の作業や、片側3車線 (交差点部分は右左折レーンを合わせ4車線) の都道交差点近上での作業、常設足場支保工が歩車道上に設置されるなど、第3者災害に十分な配慮が必要となる。

(2) コンクリートのコンシステンシー

定着突起部の断面を考慮すると、当初スランプ8cmでは施工性 (コンクリートの充填) および主桁との付着性能に不安がある。

上記の問題点は、以下の様に解決した。

(1) については警察との協議の結果、

- ① 道路上の規制は、規制箇所をプラスチックフェンスで囲い、歩行者通路 1.5m 確保する。
- ② 車道規制時間は、通勤時間帯を外した 9:00~17:00 とし、片側 1.5 車線規制とする。但し右左折レーンは確保する。
- ③ 常設足場支保工については、車道上はガードレールで囲い、夜間事故防止の為に反射板、自照灯を取り付ける。歩道上はプラスチックフェンスの囲いを行う事となった。また、飛散・落下物防止の為に、足場支保工側面全面スプリングメッシュシート張りとした。

(2) について

コンクリートは高流動コンクリートとし、試験練りを行い材料分離の起こらない範囲で、極力スランプフローの大きい配合を用い、スランプフロー55cm とした。また、既設桁の張出床版下にコンクリートを打設し、

コンクリートが収縮し沈降する可能性があった為、膨張材を添加した。

6. 施工について

当現場の施工フローは、図-4に示す通りである。今回の報告では外ケーブルを用いた補強に関係した内容について報告する。

(1) 既設主桁コンクリート削孔

外ケーブルの定着突起を主桁と一体化させる目的で中空P C鋼棒(以降N A P P鋼棒と称する)を配置する為、また外ケーブルの偏向装置アンカーボルト設置の為に、既設主桁をコンクリートコアドリルで削孔した。削孔径はN A P P鋼棒用にφ60mm、偏向装置アンカーボルト設置用にφ40mmを使用した。またコンクリート打設孔兼パイプレーター投入孔を定着突起1箇所当たり3箇所(φ60mm)の削孔を行った。(写真-1参照)

(2) 定着突起部設置

① チッピング

表面処理状態が付着性能に大きな影響を及ぼすため、ジェットたがねで充分チッピングを行った。

② 鉄筋組立

ハンマードリルで、主桁にアンカー鉄筋設置用の削孔を行い、エポキシ樹脂接着剤を使用してアンカー鉄筋の設置を行った。アンカー鉄筋が十分硬化した後、鉄筋の組立を行った。

③ N A P P鋼棒設置(写真-2参照)

N A P P鋼棒(40S 内ネジ式)を配置し、削孔した孔との隙間に無収縮モルタルを注入した。注入した無収縮モルタルは、隙間が10mm程度と狭い為、注入性が良く(J₁₄ ロートによるコンシステテンシーの範囲: 3~6秒)充填性の高い「ピタシール#100」を使用した。

④ 外ケーブル定着体設置(写真-3、図-5参照)

中空鋼棒と支圧板が一体化したN A P P鋼棒で外ケーブル定着体と主桁を連結した。通常N A P P工法では、中空鋼棒の摩擦で定着するためアンカープレートは必要としないが、本橋では定着長が短いためプレート併用方式を採用している。また、削孔径を出来るだけ小さくしたいことから、緊張端側は円形プレート用いた。

⑤ 型枠組立

型枠は木製型枠とし、強固に組立てた。

⑥ コンクリート打設

コンクリートはブーム付きのポンプ車にて橋面に圧送し、そこからは人力で打設箇所まで運搬した。パイプレーターは、棒状(φ40mm)を2台と壁打ち式を2台用いて行った。型枠脱型後のコンクリート

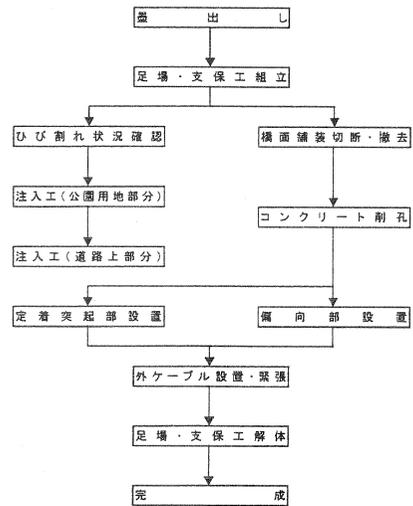


図-4 施工フロー

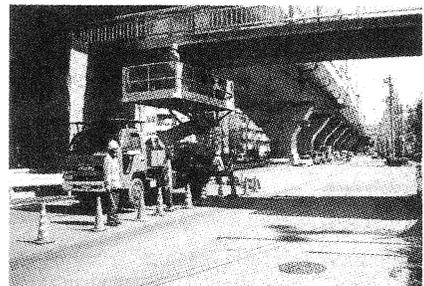


写真-1 削孔状況

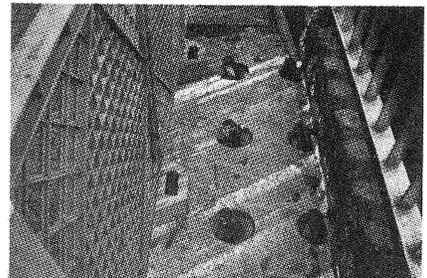


写真-2 N A P P鋼棒設置状

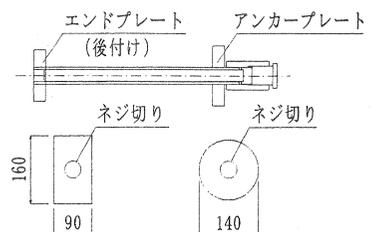


図-5 N A P P 40S概要図

の充填状況は良好であり、打ち継ぎ部分も隙間無くコンクリートが充填されていた。膨張材を添加した高流動コンクリート使用の効果が十分にあったと思われる。

⑦NAPP鋼棒緊張力導入

NAPP鋼棒は、中空鋼棒と反力PC鋼棒で構成されており、工場で反力PC鋼棒を圧縮しその反力で中空鋼棒を緊張定着した状態で出荷される。コンクリートの圧縮強度確認のうへ、現場で反力PC鋼棒を定着しているストッパーを電動レンチで解放することで所定の張力が導入される。

(3) 偏向部設置

①鋼製ブラケット設置

鋼製ブラケットを所定の位置に設置し、型枠を組立て、アンカーボルト設置用の孔より「ピタシール#100」を注入した。

②偏向装置取付

ナイロン樹脂を鋼製ブラケットに取り付けた。

(4) 外ケーブル設置

①外ケーブル設置 (写真-4 参照)

外ケーブルは、F130TSを各径間2本、合計8本を使用した。ケーブルの架設は、架設地点まで人力にて運搬し、人力にて架設を行った。

②外ケーブル緊張

外ケーブルの緊張は、油圧式のポンプ・センターホールジャッキを使用して、片引きで行った。緊張管理の方法は、伸び-圧力管理とし、管理限界をそれぞれ10%で管理した。

(5) 外ケーブルの設置効果

施工前に測定したたわみに対して、外ケーブル緊張後のたわみは、各スパン中央で10~13mm程度上向きのたわみとなり、ほぼ計算通りのたわみを示した。また、外ケーブル緊張後の定着突起部コンクリート打ち継ぎ部分を確認したが、コンクリートの剥落、ひび割れの発生等は確認されなかった。これらの結果より、当工事の目的である桁の垂れ下がりに対して、外ケーブルを用いた補強効果が充分であると思われる。

7. おわりに

最近、様々な要因により損傷をうけたコンクリート橋の補修・補強の必要性が高まってきている。補修・補強例が年々増加するに従い、工法も多種多様化しており、計画段階での工法選定が重要となる。ライフサイクルコスト・要求性能を満たす、すなわち初期コストが高くても将来的には経済的であり、要求される補修・補強効果を実現する工法が望まれ、本橋においてはそれが外ケーブルによる補強であった。本橋では更に、都市部の施工として特徴的な交差条件に加え、橋を共用しながらの工事であり、施工性も重要な工法選定要因となった。厳しい交差条件を克服し、安全な状態で要求性能を満たして工事を終了するに至り、都市型の補修・補強の1例として今後の同様の工事の参考となろう。また、緊張ロスが許容されない定着体と主桁を連結する部位でのNAPP鋼棒による確実な張力導入は、外ケーブル緊張により何ら影響を受けなかった外ケーブル定着突起からも有効であったと言える。

参考文献

- 1) 今井昌文ほか：中空PC鋼棒を使用したプレテンション部材の伝達長に関する研究、第9回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム、pp479~484、1999.10

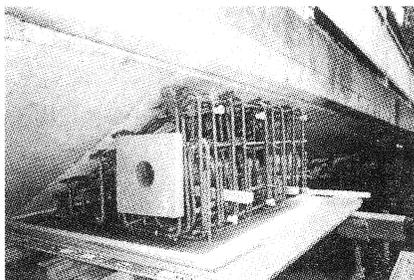


写真-3 外ケーブル定着体

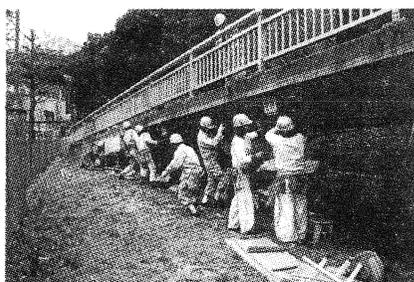


写真-4 外ケーブル配置状況