

下弦ケーブルを用いた有ヒンジラーメン橋のたわみ回復補強工法に関する有効性

(株)富士ピー・エス 正会員 西 弘 阪神高速道路公団 正会員 鈴木 威
 (株)富士ピー・エス 正会員 真鍋 英規 阪神高速道路公団 正会員 若槻 晃右

1. はじめに

喜連瓜破高架橋は1979年に建設された橋長154mのPC3径間連続2主有ヒンジラーメン箱桁橋である。本橋は供用されてから5年後に、中央ヒンジ部の垂れ下がりが問題となり、経過観察、各種検討が行われてきたが、近年の点検結果より垂れ下がり量が2002年12月時点で236mmであること、経年変化量が年々約2mm～9mm程度の進行傾向にあること、また、アルカリ骨材反応の劣化を窺わせるコンクリートの材料物性値が確認されていることなどから、複合的な要因と推定され、今後の垂れ下がり抑止や回復を目的として、図-1に示すような大規模補修・補強工事が実施された。以下にその工法概要と有効性について述べる。

2. 本補修方法の概要

本橋は主要幹線道路の交差点を跨ぐ高架橋であり、街路交通への影響を勘案して、主桁下面に鋼製のストラット部材を設け、外ケーブルを偏心配置させる構造（以下、下弦ケーブル構造）案が採用された。以下に本橋における主な補強概要を記す。

(1)外ケーブルは作業性からSWPR7BL 19S15.2を4本/全橋とし、初期張力を3341kN/本とした。緊張作業は作業時間の制約、導入張力の左右均等化のため4本を同時両引きとした。

(2)ストラット高さは回復量効果に大きく寄与するため、街路走行車両の視認性を侵さない範囲で、可能な限り偏心量を確保する高さに設定した（主桁下面から4m）。なお、ストラットはヒンジ部を跨ぎ配置するため、予め相対変位量を計測し、設計ではその結果を反映している。取付作業は路下交差点の一部を作業ヤードとして確保し、クレーンを用いて取り付けられた。

(3)外ケーブル定着部は柱頭部に設け、増し厚コンクリートにて対処した。その寸法は部品構成の配置上、定着部を0.75m、偏向部を0.60mの厚さに設定し、FEM解析にて局部応力に対する照査を行った。施工は狭い箱桁内となるため、施工性を考慮し、フロー値45cmの高流動コンクリートを用いた。

(4)既設ヒンジ沓はせん断伝達のみ寄与するゲレンク沓のため、プレストレスや温度変化による軸力を伝達させるためのゴム製水平支承を中央ヒンジ部既設横桁に設けた。この水平支承に作用する軸力が最大6350kN/沓のため、既設横桁を増し厚コンクリートと鋼板接着工法により補強した。

3. 本補修方法の効果

本補強方法は部材評価法による弾性平面骨組解析により設計し、下弦ケーブルによるたわみ回復量は中央ヒンジ部で44.8mm上昇する結果となった。補強後の曲げ圧縮応力度は中央径間で2.0～6.0N/mm²程度に改善され、補強前と比べ応力上有利となっている。なお、補強前に載荷活荷重をB活荷重にした場合、道路橋示方書の許容値に満足しない部位が存在したが、補強後には全ての断面において満足する結果が得られた。

キーワード：有ヒンジラーメン橋、下弦ケーブル、大規模補修・補強工事、維持管理

連絡先：〒530-0012 大阪市北区芝田2-2-1 (株)富士ピー・エス TEL:06-6372-0380 FAX:06-6372-3639

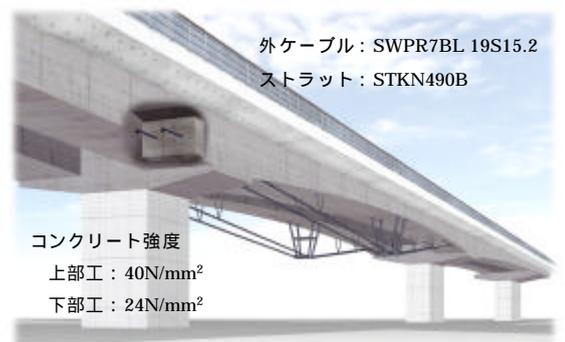


図-1 下弦ケーブル補強の概要図

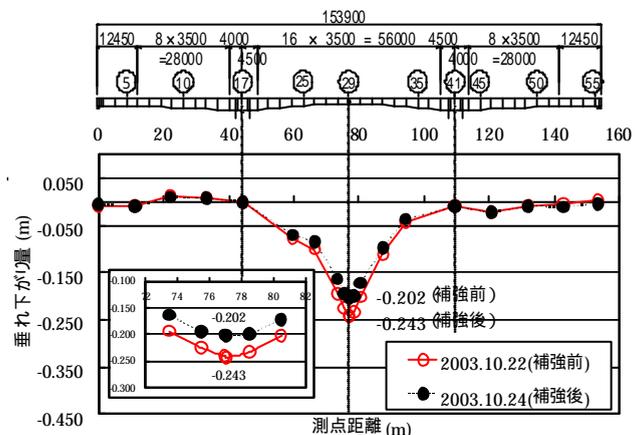


図-2 垂れ下がり量測定結果

4. 実橋計測

4.1 目的および計測内容

中央ヒンジ部垂れ下がり事象の主要因は特定されておらず、本補修方法も実績が無いことから、実橋における挙動把握、補強効果、設計的検証、今後の維持管理に活用すべく、下弦ケーブル緊張作業時に実橋計測を、補強前後にはB活荷重の1/2相当の荷重載荷による実橋静的試験を実施した。表-1に計測項目および目的を示す。

4.2 計測結果と検証

実橋計測により以下に示すことが確認できた。

(1) 図-2に示すように、中央ヒンジ部たわみ回復量は解析値44.8mmに対して、計測値は41.0mm回復する結果が得られた。この相違は実際のコンクリート弾性係数や高欄などが曲げ剛性に影響していると考察している。短縮量については解析値と計測値は一致しており、中央ヒンジ部で2.3mm程度であった。

(2) 補強後はプレストレスによる軸力作用により、主桁の応力改善は見られるが、表-2に示すように上部工の曲げ剛性の改善効果は殆どないと言える。

(3) その他の上部工に関する計測では、計測値と解析値がほぼ一致しており、特に有害となるような局部応力など各部位に発生していないことが確認できた。

(4) 図-3に補強後以降の中央ヒンジ部たわみ変動量を示す。一般車両荷重や床版温度差の影響により、計測値には多少のばらつきのある値が得られているが、現時点ではたわみ変動は殆どないと言える。今後、遅れ弾性たわみなど

予期せぬ事象などを把握するため、中期的にモニタリングを行う予定である。

(5) ストラット部材は円筒シェルの座屈式より、局部座屈耐力が計測値の最大値に対して、約8倍の安全性を有していることが確認できた。一方、疲労に対する安全性は鋼管構造の継手部を全断面溶け込み溶接としていること、また、別途ピークバレー法により48時間の応力頻度計測を行い、最大頻度（回数）を示す発生応力が変動振幅応力の打ち切り限界以下の小さな値であったことから、疲労に対する安全性も確認できた。

5. おわりに

本業務により、下弦ケーブル補強工法は有ヒンジラーメン橋特有の垂れ下がり事象に対して、大幅に橋面上の交通規制を行うことなく、たわみ回復、抑止対策ができる一工法として有効であることが確認できた。今後の補強技術の一助となれば幸いである。最後に、本補強方法の設計・各種計測・試験にあたり、大阪工業大学園田教授にご指導頂き、ここに感謝の意を表します。

参考文献

余田・鈴木・林田：ディビダーグ橋梁補修設計について、土木学会第58回年次学術講演会，2003.9/ -553

表-1 計測項目および目的

計測項目	目的	センサー
下弦ケーブル緊張力	下弦ケーブルの緊張力管理	圧力計
鉛直変位	垂れ下がり量改善の検証	磁歪センサー
主桁軸方向ひずみ	設計照査および安全管理	電子スタッフレベル(水準測量)
局部応力 ・下弦ケーブル定着部 ・中央ヒンジ部横桁 ・下床版切欠部	設計照査および安全管理	ひずみゲージ
ストラットひずみ	設計照査および安全管理	ひずみゲージ
橋脚の変形	設計照査および安全管理	傾斜計 ひずみゲージ
中央ヒンジ部の変位・回転角	設計照査および安全管理	変位計
外気温・箱桁内の温度	設計照査	温度計

下弦ケーブル緊張力管理は緊張時のみ計測を行う。

表-2 中央ヒンジ部たわみ量計測結果

項目	解析値	計測値	比率(/)
下弦ケーブル緊張時計測	44.8	41.0	0.92
載荷試験	補強前(A)	24.5	21.0
	補強後(B)	23.7	21.0
	比率(A/B)	1.03	1.00

符号：+が上向き / 単位：mm

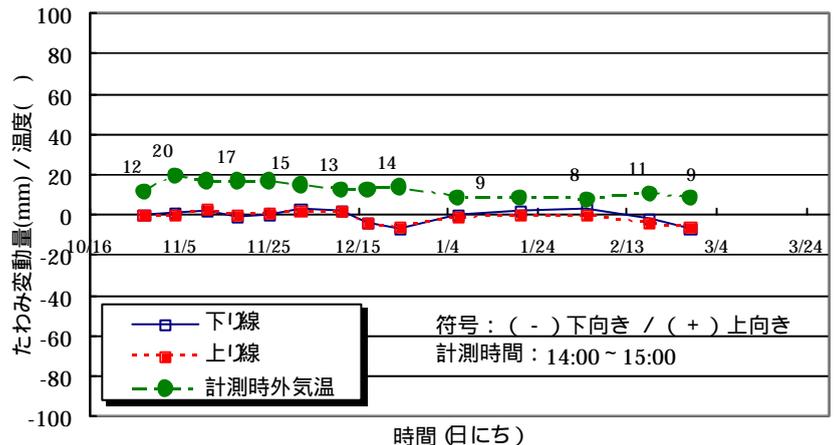


図-3 中央ヒンジ部たわみ変動量経時変化計測結果