

下弦ケーブルを用いた有ヒンジラーメン橋（喜連瓜破高架橋）の補強工事報告

(株) 富士ピー・エス 正会員 ○潮田 博孝
 (株) 富士ピー・エス 正会員 西 弘
 阪神高速道路公団 非会員 杉岡 弘一
 阪神高速道路公団 非会員 鈴木 威

1. はじめに

有ヒンジラーメン橋は技術的な導入経緯および構造解析が容易であることから 1960～1980 年代にかけて多く建設されている。しかし、ヒンジ部の垂れ下がりや角折れが一部問題化され、現在ではその多くが連続形式に変更されている。喜連瓜破高架橋は供用開始から約 25 年が経過した橋長 154m の PC 3 径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋であり、本橋においてもこれらの事象が発生している。今回、平成 15 年度の大阪松原線大規模補修工事（本線通行止め工事）に今後の垂れ下がり抑止や回復を目的として、下弦ケーブルを用いた補強工事が行われた。以下、本補強工事について報告する。

2. 工事概要

全体一般図および完成写真を図-1、写真-1 に、工事概要を以下に示す。

工 事 名：大阪松原線 PC 橋梁補強工事（14-松）

橋 梁 名：喜連瓜破高架橋（松 P464～松 P467）

施工場所：大阪市平野区喜連西 6 丁目～瓜破 1 丁目

工 期：平成 15 年 3 月 28 日～平成 16 年 4 月 20 日

構造形式：PC 3 径間連続 2 主桁有ヒンジラーメン橋

橋梁規模：橋 長 154.0m 幅員 19.00m

活 荷 重：B 活荷重（建設当時は TL-20）

ヒンジ脊：ゲレンク脊 4 基+水平ゴム支承 2 基

コンクリート強度：上部工 40N/mm²，下部工 24N/mm²

PC 鋼材：内ケーブル SBPR 930/1180 φ26mm（既設）

外ケーブル SWPR7BL 19S15.2（新設）

ストラット：STKN490B

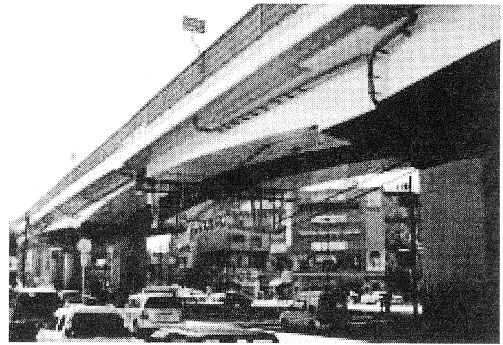


写真-1 工事完成写真

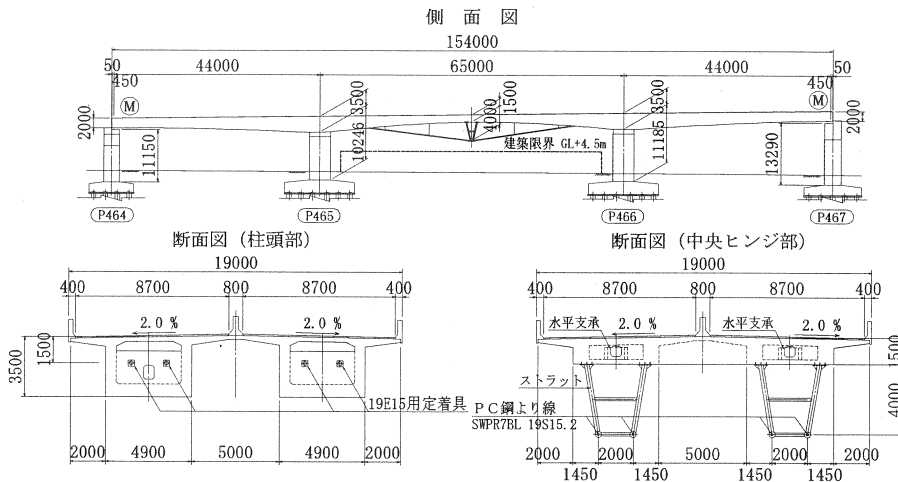


図-1 喜連瓜破高架橋全体一般図

3. 本工事の特異性

本橋は大阪市平野区内の国道 309 号と国道 479 号が交わる瓜破交差点を跨ぐ高架橋である。この交差点は一日あたり約 76,000 台の交通量を有する主要部であり、立地条件上および作業条件上、制約条件が多い施工箇所にあたる。

本補強工事では下弦ケーブル緊張時、実橋載荷試験時などの工種において一時的に本線の通行止めを有し、作業用吊り足場組立・解体、中央ヒンジ部水平ゴム支承の設置、ストラットの据付作業に伴

い街路(瓜破交差点)からの施工が必要となることなど、一般車両や歩行者など街路交通に与える影響は大きい。そのため、予め瓜破交差点交通実態調査を行い、現況の状態を把握した上で1日当たりのタイムスケジュール、街路交通規制計画を策定した。先ず本線通行止め期間内で施工する工種を下弦ケーブル緊張、実橋載荷試験とし、所要日数は最長で4日と定めた。その他の工種は全て路下から施工することとなり、街路の第三者への付加は若干増加するが、工事全体に与える影響は小さいものと判断した。主な工種と施工量を表-1に示す。なお、表-1、表-2、図-2、図-3に記す「(1)~(10)」は施工順序を示している。

4. 施工順序および工程

図-2、図-3に施工順序、施工フローチャートを、表-2に実施工程表を示す。先述の通り、本工事は平成15年度阪神高速道路公団大阪松原線大規模補修工事(本線通行止め工事)の本線通行止め期間内に、下弦ケーブルの緊張を完了させることに照準をあわせており、前後の実橋載荷試験、予備日を含め最長所要日

数を4日に設定した。その日程は平成15年10月22日が補強前静的載荷試験、10月23日が下弦ケーブル緊張および実橋計測、10月24日が補強後静的載荷試験、10月25日が予備日(後片づけ)と設定、実施した。

表-1 主な工種および施工量

順序	種別・細別	数量	仕様
(1)	下床版取壊し工	1式	中央ヒンジ部 t=350mm
(3)	水平ゴム支承設置工	2箇所	反力: 6344.4kN
(3)	杓座ブラケット工	2.068t	SM400A(水平ゴム支承鋼製ブラケット)
(2)	ヒンジ部コンクリート工	2.6m ³	増し厚コンクリート: 40N/mm ²
(6)	ヒンジ部横桁補強工	21.0m ²	補強鋼板: SM400A
(4)	水平ゴム支承仮固定工	8本	PC鋼棒: SBPR 930/1080 φ32mm
(2)	下弦ケーブル定着部工	8組	アンボンドマルチ 19E15
(2)	柱頭部コンクリート工	28.8m ³	増し厚コンクリート: 40N/mm ²
(1)	下床版取壊し工	1式	下床版貫通部 5.20m×0.26m: 8箇所
(5)	ストラット架設工	4.032t	STKN490B: 2基
(7)	下弦ケーブル工	286.2m	SWPR7BL 19S15.2: 4本
(8)	下弦ケーブルの緊張	8箇所	両引き同時緊張
(9)	コンクリート表面保護工	1076.8m ²	B仕様
(10)	制振装置工	0.202t	SS400: 16箇所

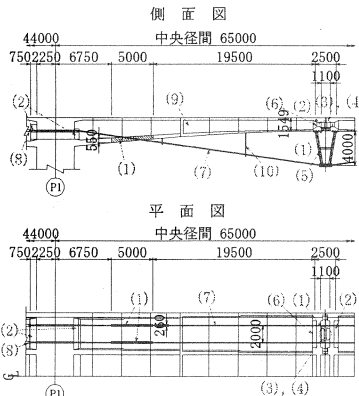


図-2 施工順序概要図

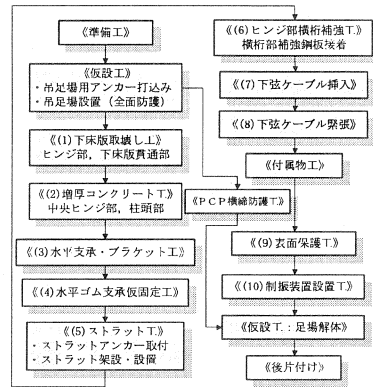


図-3 施工フローチャート

表-2 実施工程表

項目/月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
工事日数(日)	4	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	20
累計日数(日)	4	34	65	95	126	157	187	218	248	279	310	338	369	389
準備工・詳細設計・各種調査計測	[Progress bar]													
仮設工(吊り足場・昇降階段)	[Progress bar]													
(1)下床版取壊し工	[Progress bar]													
(2)ヒンジ部横桁、柱頭部補強工	[Progress bar]													
(3),(4)水平ゴム支承設置工	[Progress bar]													
(5)ストラット架設工	[Progress bar]													
(6)ヒンジ部横桁鋼板接着補強工	[Progress bar]													
(7),(8)下弦ケーブル挿入・緊張	[Progress bar]													
(9)コンクリート表面保護工	[Progress bar]													
(10)制振装置工	[Progress bar]													
付属物工・PCP横締防護工	[Progress bar]													
後片付け	[Progress bar]													

5. 施工内容

5. 1 交通規制

街路の一般車両、歩行者など街路交通に与える影響を極力抑えるため、事前に警察との協議を行い、昼夜を含め25パターンの交通規制を行った。代表的な規制方法(夜間)を図-4に示す。なお、水平ゴム支承設置、増し厚コンクリート打設、ストラット架設時がこの規制パターンで施工を行った。

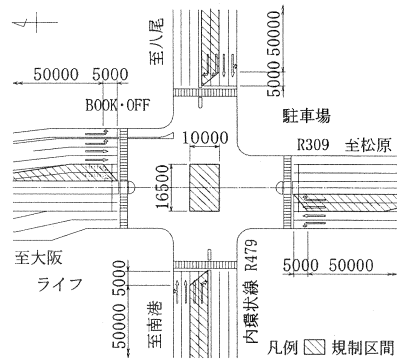


図-4 交通規制図

5. 2 下床版取壊し工

下床版取壊し工はワイヤーソーを用い、下弦ケーブル貫通部は箱桁内に、中央ヒンジ部は桁下面から切断し、コンクリート塊を小割りにした後、路下から搬出した。切断断面の後処理はガラスクロス貼付の防錆処理を施した。

5. 3 水平ゴム支承設置工

図-5に中央ヒンジ部詳細図を示す。水平ゴム支承および沓座鋼製ブラケットの取付は、国内では最大である2t揚上能力を有する高所作業車を使用した。取付順序は両側の沓座鋼製ブラケットを所定の位置に据付け、後に水平ゴム支承を取付けた(写真-2)。なお、下弦ケーブル緊張迄には水平ゴム支承に軸力が作用しないため、沓座鋼製ブラケットと増し厚コンクリートの接する面に、設置後目地開きが生じないように、緊張迄の間、水平ゴム支承の仮固定のためにPC鋼棒φ32mmを8本配置し、軸力を与えた。完成後は落橋防止装置の機能を有する構造としている。

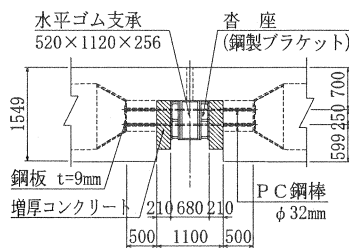


図-5 中央ヒンジ部詳細図

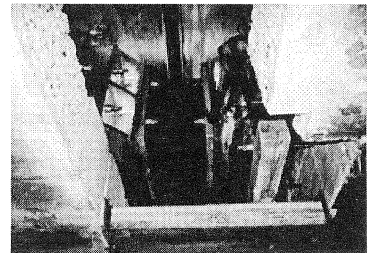


写真-2 取付完了

5. 4 増し厚コンクリート工

既設中央ヒンジ部横桁、柱頭部は補強として増し厚コンクリートを施した。鉄筋、型枠、PC定着具などの組立作業は昼間に、コンクリート打設は夜間交通規制(図-4)での施工を行った。狭い箱桁内での施工となるため、1日当たりポンプ車2台を配置し、打設日を上下線に分け、2日間費やして打設を行った。なお、施工性、充填性を向上させるために、使用材料をフロー値45cmのコンクリートを使用した。

5. 5 ストラット工

ストラット重量は2t程度であるが重心が高いため、架設方法は水平ゴム支承設置時に使用した2t揚上能力の高所作業車を用いず、仮固定の安定上を考慮して、写真-3に示すような10t吊りラフタークレーンにより架設を行った。ストラットの据付けは、予め下床版部既設鉄筋位置を電磁波レーダにて調査し、設置位置を特定させ工場製作に反映していたため、施工上特に問題はなかった。

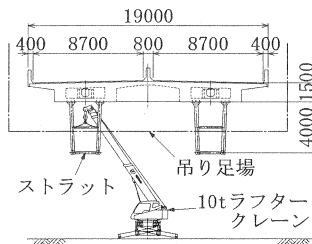


図-6 ストラット架設要領図

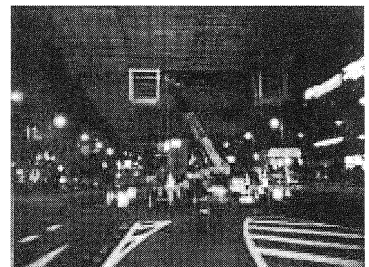


写真-3 ストラット架設状況

5. 6 下弦ケーブル工

図-7に示すように下弦ケーブル挿入はP464側下床版下面に設けられている検査孔より挿入し、P467側検査孔を介して路下に配置しているウインチにより引き込んだ。なお、P464側にはクレーン

を配置し、挿入時に下弦ケーブルを吊り上げウインチの介錯を行った。また、箱桁内や吊り足場にはケーブル保持のために簡易的なガイドを設置した。

緊張作業は作業時間の制約、導入張力の左右均等化を図るため緊張ジャッキ、ポンプを8台

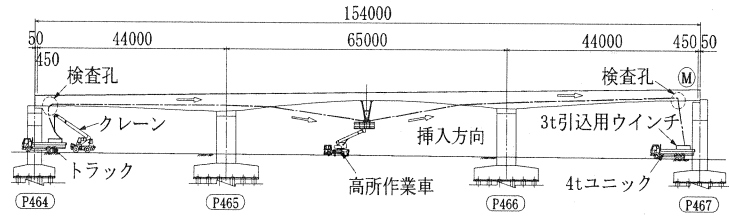


図-7 下弦ケーブル挿入要領図

使用し、下弦ケーブル4本を同時両引きで緊張した。緊張管理は従来の管理に加え、中央径間の主桁の変位量とひずみの挙動をリアルタイムで計測・管理を行った。なお、緊張ステップを約400kN毎と定め、最終緊張力の30%、60%時点で、各緊張力による主桁たわみ量、ひずみ量の計測値の関係から、最終緊張力時点の一次直線補間値と解析値を比較することで、施工と同時に設計的検証および主桁の安全性の確認を行った。下弦ケーブル緊張による中央ヒンジ部たわみ回復量は、設計値44.8mmに対して、計測値は41.0mmであり、ほぼ一致している結果が得られた。

6. たわみ量の経過観測

本工事はたわみ量に着目しているため、施工管理としても緊張後から竣工前までの約175日期间、1~2週間の間隔で定期的なたわみ量の計測・管理を行った。結果、一般車両荷重や温度による影響により多少のばらつきがある値が得られたが、温度補正の結果、たわみ変動量は±1mm程度の値であった。

温度の影響によりばらついた計測値が得られたことから、温度によるたわみ変動量を把握する目的で、1日当たりの温度変化が著しい春季に、1時間毎の温度とたわみ量の24時間計測を行った。その結果、温度とたわみ量の関係が弾性平面骨組解析による解析値と一致しており、本橋における変形挙動を予想できることが確認できた。また、面的変位(角折れ、ねじりなど)を確認すること、今後の維持管理上での初期値を得ることなどを目的に、地上型3Dレーザースキャナを用い計測を行った。図-8は計測時間(AM8:30, PM2:30)によるたわみ変動量を示している。中央ヒンジ部においてPM2:30の計測値が支配的であることから、床版温度差に起因するたわみが発生していると判断できた。また、面的変位が生じていないことも確認できた。

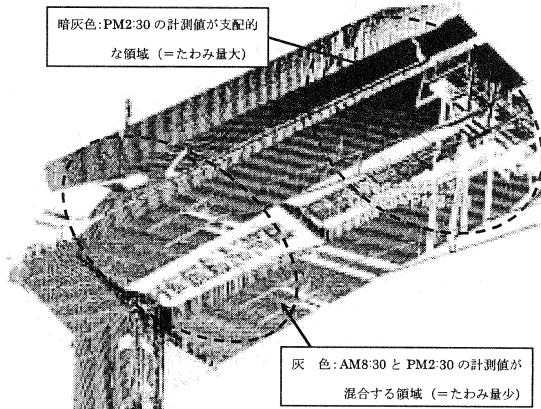


図-8 経時変化量

7. 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。

謝 辞

最後に、本橋の補強工事完了に至るまで、過去に各種調査、検討がなされており、貴重なデータの蓄積、また、多大なご指導、ご協力を賜った大阪工業大学園田教授をはじめ、関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 鈴木・松本・若槻：下弦ケーブルを用いた有ヒンジP C箱桁橋の沈下対策，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第3巻，pp.87~99，2003.10