

川平橋取合橋の設計・施工報告

ピーシー桥梁 (株) 西日本支社 正会員 ○鈴木広幸
 高知県須崎土木事務所四万十町事務所 矢野義和
 高知県須崎土木事務所四万十町事務所 大西直都
 ピーシー桥梁 (株) 西日本支社 吉村知晃

1. はじめに

本橋は、中空床版橋を橋軸直角方向に分割し施工を施す橋梁である。この施工方法は事例が少ないだけでなく、迂回道路が確保できないため、既設部の橋面上を交通解放しながらの施工が求められた。さらに、発注時期の問題より、当初工期から大幅に工程を短縮可能な施工方法を用いる必要があった。

このような状況の中、本橋では新旧打継コンクリート部を排除し、既設部に直接新設部を設置する施工方法を採用した。(表-1) 幅員方向に分割する施工では、クリープ等による影響が問題となるが、本橋ではさらに、既設部と新設部を直接接合するため、新設部プレストレスに対する既設部拘束力、及び既設部の拘束による接合部せん断力の把握が問題となった。

表-1 施工方法変更内容

	発注計画	変更計画
概要図		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・新設部を3ヶ月放置してから接合するため、新設部のたわみ・収縮が既設部に直接影響しない。 ・間詰め部施工前は、新設部を1支承のみで支える事となるため、構造的に不安定である。(死荷重に対する転倒防止は設置される。) 	<ul style="list-style-type: none"> ・60日の工程短縮が可能となる。 ・新設部を施工した時点で構造系が完成するため、構造的に安定している。 ・新設部が既設部に直接接合される事から、新設部のたわみ、収縮が拘束され、曲げ及びせん断力が発生する。

2. 橋梁概要

本橋の一期施工部と二期施工部は約5年前に施工されており、本工事ではA0-P5径間の三期施工部を施工した。工事概要を表-2、断面図を図-1、平面図を図-2に示す。

表-2 工事概要

工事名	国道381号道路改築 (川平橋取合橋上部工) 工事
工事箇所	高知県高岡郡四万十町川平
工期	平成18年7月～平成19年3月
発注者	高知県須崎土木事務所四万十町事務所
構造形式	PC6径間連続中空床版橋
橋長	130.600m
支間長	21.200m + 4 × 21.600m + 21.200m
有効幅員	10.250m
活荷重	B活荷重
施工範囲	三期施工部

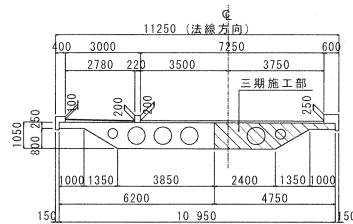


図-1 断面図

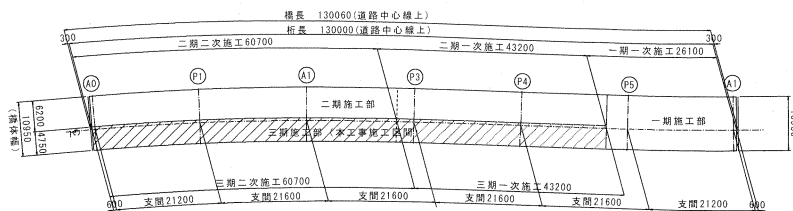


図-2 平面図

3. 既設部の拘束力に対する主桁曲げ応力度の検討

3. 1 概要

三期施工部（新設部）は、一期・二期施工部（既設部）と直接接合するため、以下に示す断面力を考慮して曲げ応力度の検討を行った。

- ・三期施工部の弾性たわみを既設部が拘束することによる弾性二次力
- ・三期施工部のクリープたわみを既設部が拘束することによるクリープ二次力

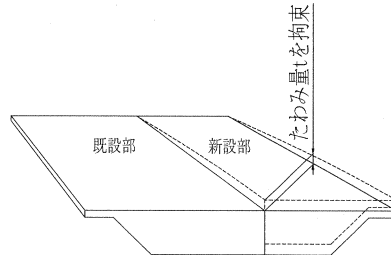


図-3 たわみ拘束イメージ図

3. 2 検討結果

既設部拘束力の影響により、新設部プレストレスの減少が顕著（約40%低下）となり、発注時のPC鋼材本数では許容値を満足しない結果となった。そのため、PC鋼材の追加が必要となり、プレストレス量の変化に伴う拘束力の増加を考慮して、追加PC鋼材の算定を行った。その結果5本の追加PC鋼材が必要となった。その際、接合部補強鉄筋配置を提案し、接合部付近のPC鋼材は直線配置とした。追加PC鋼材配置を図-4に示す。

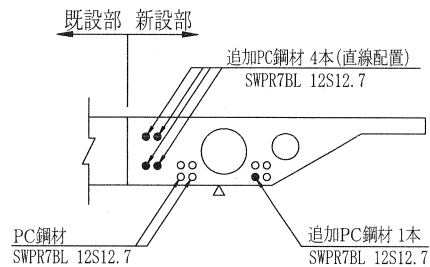


図-4 PC鋼材追加要領図

4. 接合部ズレせん断力及び橋軸直角方向温度応力に対する検討

4. 1 概要

本構造では、接合面に対する補強は必要不可欠であった。補強方法、補強量の決定するにあたり、接合面に発生する断面力を個別に把握・算定（表-3）し、それぞれに対し必要鉄筋量を算出した。

表-3 接合部発生断面力

	たわみの拘束によるせん断力		橋軸方向応力によるせん断力	橋軸直角方向応力による引張力
概要図				
	弾性たわみ	クリープたわみ		
作用方向	鉛直方向	鉛直方向	橋軸方向	橋軸直角方向
解析手法	格子解析	格子解析	温度応力解析	温度応力解析
作用時期	4日後程度	10日後程度以降	10日後程度以降	10日後程度以降
各必要鉄筋量	A	B	C	D

断面力の種類、発生時期を踏まえ、以下のパターンに必要な鉄筋量のうち、最大値を満足する鉄筋量を配置した。

- | | | |
|---------|---------------|-----------|
| 1) せん断力 | 発生時期：4日後程度 | 必要鉄筋量：A |
| 2) せん断力 | 発生時期：10日後程度以降 | 必要鉄筋量：B+C |
| 3) 引張力 | 発生時期：10日後程度以降 | 必要鉄筋量：D |

4. 2 たわみの拘束によるせん断力の算出

たわみ拘束によるせん断力は、以下の手順で算出する。

1) 拘束たわみ量 t_1 の算出

$$t_1 = d_1 - d_2$$

- ここに t_1 : 拘束たわみ量
- d_1 : 既設部の拘束を考慮しないたわみ量
- d_2 : 既設部の拘束を考慮したたわみ量

2) 等分布単位荷重(1kN/m)を載荷した時のたわみ量 t_2 を算出

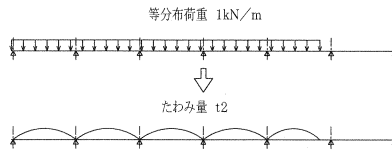


図-5 たわみイメージ図

3) t_1 と t_2 の比率 $t_1/t_2 = n$ により、分布荷重 w を各径間ごとに算出

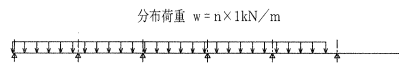


図-6 荷重載荷図

4) 算出した分布荷重 w より、各径間ごとに単位幅 1m 当りのせん断力を算出 ($w \times 1m$)

4. 3 温度応力解析による橋軸方向応力・橋軸直角方向引張力の算出

接合部付近の橋軸方向及び橋軸直角方向の引張力を算出する目的で、三次元温度応力解析を行った。

解析では、セメントの種類による温度応力の傾向を把握するため、発注材料である早強コンクリートと普通コンクリートを使用した場合の検討を行った。表-4、図-7に結果を示す。

検討結果より、早強コンクリートと普通コンクリートを比較すると、発生応力を最大 76%低減できる事が分かった。その結果を踏まえ、普通コンクリートに変更した。

表-4 最大応力発生位置の温度応力

	橋軸方向温度応力 σ_x			橋軸直角方向温度応力 σ_y		
	早強コンクリート	普通コンクリート	減少量(%)	早強コンクリート	普通コンクリート	減少量(%)
端支点	1.41	1.22	87%	0.89	0.68	76%
中間支点	2.35	2.04	87%	1.10	0.87	79%
支間中央	2.47	2.20	89%	0.76	0.59	78%
継目部	2.90	2.47	85%	1.75	1.59	91%

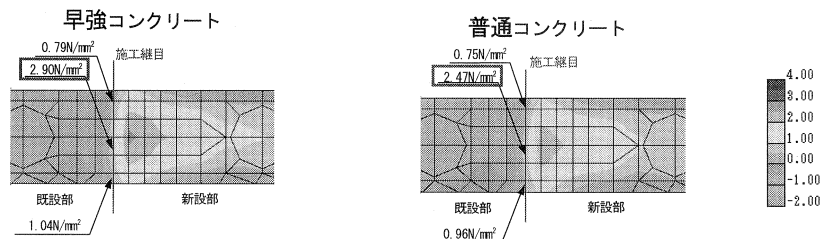


図-7 発生応力の解析結果 (橋軸方向 継目部)

4. 4 PC鋼棒緊張による接合面の補強

新設部の転倒防止対策用として、既設部に PC 鋼棒が、4 m 程度の間隔（橋軸方向）で埋め込まれていた。この PC 鋼棒を接続具にて延伸し、プレストレスを導入することで、接合面の補強材として利用した。

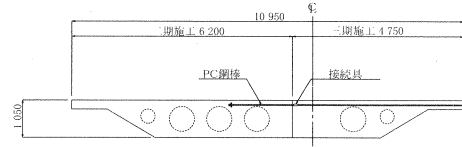


図-8 接合部 PC 鋼棒配置図

4. 5 検討結果

接合部に発生する各断面力の影響から、既設の接合部鉄筋量では必要鉄筋量を満足せず、接合部追加鉄筋が必要となった。接合部追加鉄筋は、主方向追加 PC 鋼材配置、温度応力発生位置等を勘案し、桁高中心付近に樹脂アンカーにより配置した。以下に追加鉄筋配置要領を示す。

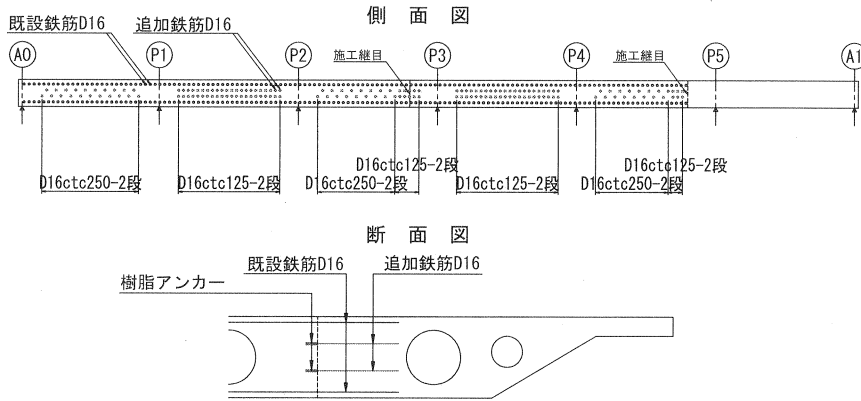


図-9 接合部追加鉄筋配置要領図

5. おわりに

本橋は、平成 19 年 3 月に無事竣工を迎えることができた。

施工中において想定範囲内のひび割れは発現したものの、構造的欠陥となるようなひび割れは確認されなかった事から、本橋に用いた設計手法の妥当性が確認されたと考えられる。

橋軸直角方向への分割施工は、設計・施工上の問題を多く抱えている。しかし、公共投資額の削減とともに新設橋梁事業量は減少しており、既存橋梁を有効活用できる橋軸直角方向への拡幅工事は増加していくものと予想される。

今後、本橋のような橋軸直角方向分割施工を施す橋梁にとって、本論文が一助となれば幸いである。

最後になりましたが、本工事の施工において、高知高等専門学校 横井助教授には多大なご協力を頂きました。紙面をお借りして感謝の意を表します。



写真-1 3期施工部完成写真

参考文献

- 土木学会：コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕2002 制定
- 土木学会：コンクリート標準示方書〔施工編〕2002 制定
- 土木学会：コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針（案）2005 年 4 月