

橋上架設機を用いたプレキャスト PC 床版工事

－第二京阪道路楠根地区－

東京支店	土木工事部	川合祐二
大阪支店	土木工事部	深澤俊雅
大阪支店	設計センター	小林仁
大阪支店	設計センター	桐川潔

概要：本工事は鋼 2 主箱桁橋へのプレキャスト PC 床版架設工事であり、重交通路線である国道 170 号線と交差している物件である。国道 170 号線上空については、夜間交通規制を行いクレーンによりプレキャスト PC 床版を架設する計画となっていたが、主要道路に規制を行うことは、大きな経済的損失であり、作業効率の低下や、騒音の発生も懸念される。そこで、本工事では橋上架設機の使用を提案することで、夜間交通規制を伴わないプレキャスト PC 床版の架設を行った。

Key Words：橋上架設機，メッシュ鉄筋，床版と主桁の合成作用

1. はじめに

楠根地区鋼上部工事は、第二京阪道路の一部として発注された工事であり、寝屋川市と四条畷市の間に位置する鋼 4 径間連続 PC 床版非合成箱桁橋および鋼 5 径間連続 PC 床版非合成箱桁橋にプレキャスト PC 床版（以下、PC 床版）を架設する工事である。本工事は、重交通路線である国道 170 号線と上空で交差しているため、夜間交通規制を行う必要が生じるが、橋上架設機を使用することで、夜間交通規制を伴わず、PC 床版の架設を行った。

本稿では、省力化のため PC 床版製作時に使用したメッシュ筋の適用性検討、床版と主桁の合成作用により中間支点上に発生するひび割れの検討、橋上架設機による施工方法および橋上架設機使用時における鋼桁安全性の検討について報告する。

2. 工事概要

工事名	：第二京阪道路楠根地区 PC 床版工事
工事場所	：（自）大阪府寝屋川市小路地先 （至）大阪府四条畷市砂地先
工期	：平成 19 年 3 月～平成 21 年 7 月
構造形式	：（下り線）鋼 4 径間連続非合成 2 主箱桁橋：PC 床版 180 枚 （上り線）鋼 5 径間連続非合成 2 主箱桁橋：PC 床版 179 枚
橋長	：370.0m
支間長	：（下り線）85.0m+106.0m+106.0m+71.0m （上り線）66.0m+102.0m+62.0m+88.0m+50.0m
有効幅員	：（下り線）15.040m （上り線）14.580m
施工方法	：クレーン架設および橋上架設機による架設
勾配	：横断勾配 2.5% 縦断勾配 2.5%～0.558%



川合祐二



深澤俊雅



小林仁



桐川潔

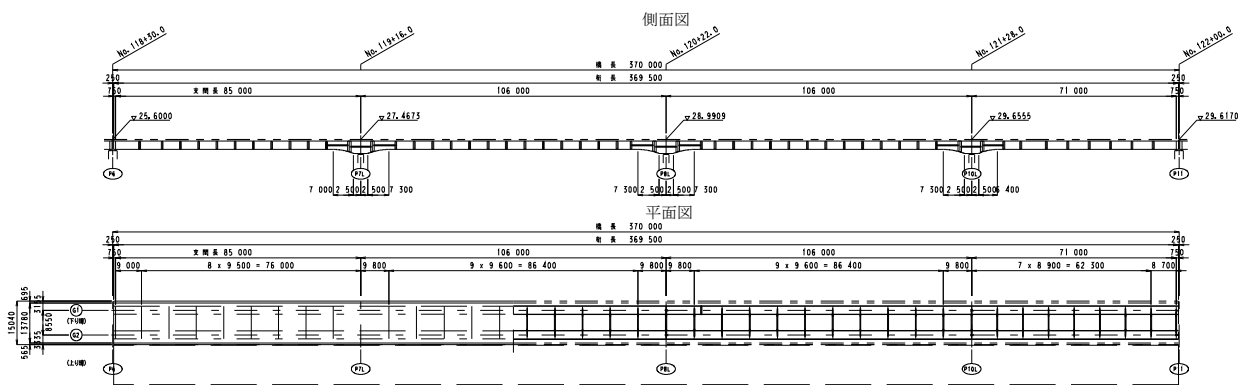


図-1 下り線上部構造一般図

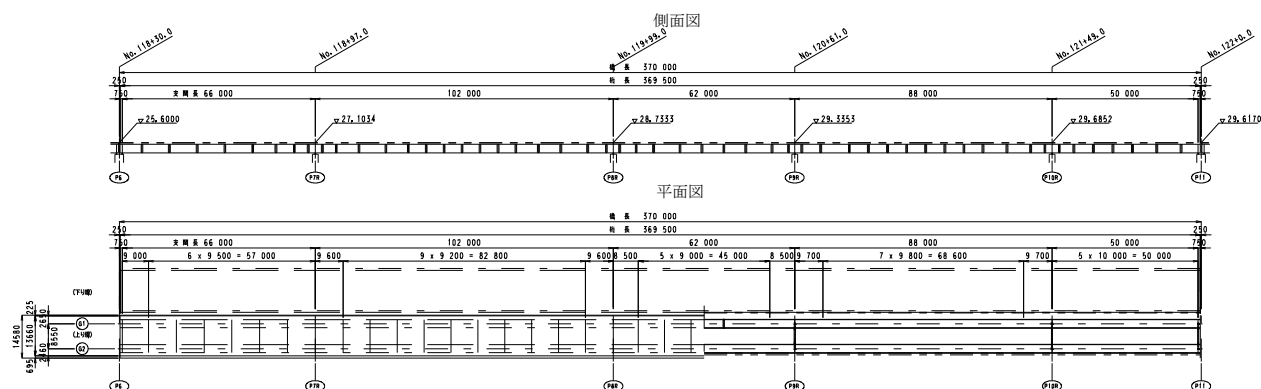


図-2 上り線上部構造一般図

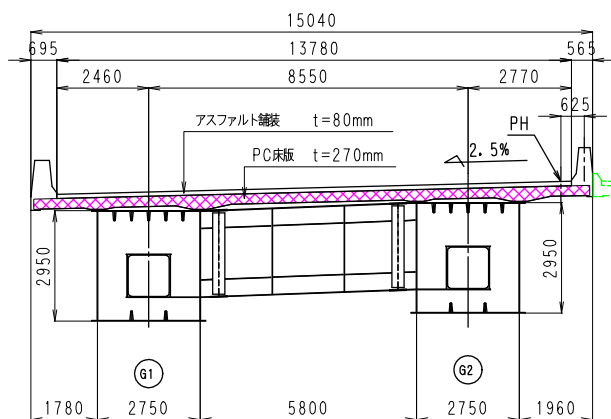


図-3 下り線断面図

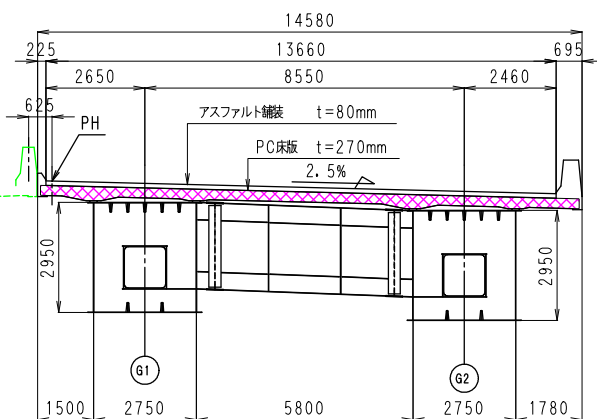


図-4 上り線断面図



写真-1 施工前写真 (全景)



写真-2 施工中写真 (主桁下面)

3. 施工順序

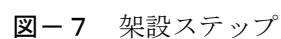
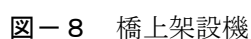
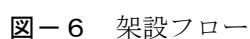
3.1 施工フロー

本工事における施工フローを図-5に示す。



図-5 施工フロー

以下に示す架設ステップを繰り返し、国道上に架設された鋼桁に、PC 床版を架設した。



4. プレキャスト PC 床版の省力化製作

4.1 目的

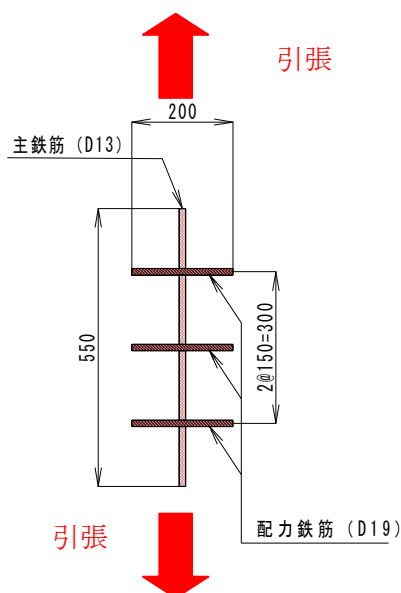
PC 床版は鉄筋量が多く、配筋が複雑であるため、鉄筋組立てに長い時間を必要とする。そのため、鉄筋組立て工は、PC 床版の製作速度に大きな影響を与える。そこで、省力化と配筋精度の向上を図り、製作工程を確保するため、構造上影響の少ない鉄筋の一部に、スポット溶接により製作したメッシュ鉄筋（以下、メッシュ鉄筋）を使用することとした。

メッシュ鉄筋を使用する場合は、スポット溶接された鉄筋の材質変化から、引張強度への影響は小さいが、疲労強度が低下する懸念²⁾が指摘されている。そこで、疲労試験により疲労強度の確認を行った²⁾。

4.2 実験概要

楠根地区 PC 床版で使用される鉄筋の組み合わせ（D19×D13）で疲労試験を行った。供試体の形状寸法を図－9に示す。

実験条件を表－1に示す。活荷重により発生する最大発生応力度が 63N/mm^2 程度であるため、試験機の最小引張荷重(30N/mm^2)を考慮し、最大引張荷重を 100N/mm^2 とした(応力振幅 70N/mm^2)。



図－9 供試体形状



写真－3 実験状況

表－1 実験条件

制御方法	荷重制御による片側引張	
波形	正弦波	
繰返し速度	6.7Hz	
最大繰返し数	2.0×10^6 回（疲労限）	
試験応力(N/mm^2)	上限：100	下限：30

4.3 実験結果

実験結果を表－2に示す。200万回の繰返し荷重を満足したことにより、PC 床版の製作にはメッシュ鉄筋を使用した。

表-2 実験結果

供試体 番号	材質	鉄筋の 組合わせ	実験応力(N/mm ²)		繰り返し 回数(回)	破損の 有無
			上限	下限		
1	SD345	D13・D19	100	30	2.0×10 ⁶	無

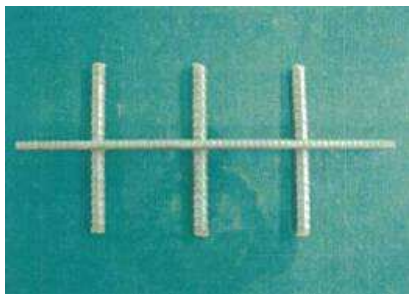


写真-4 実験後供試体



写真-5 メッシュ鉄筋

5. 連続桁中間支点上付近の PC 床版ひび割れ対策

5.1 目的

PC 床版は、非合成構造であるが、鋼フランジとジベルにて連結されており、合成構造に近い挙動を示すことが想定される。そのため、中間支点上付近の PC 床版については、供用後の活荷重により発生する曲げモーメントにより、引張応力が生じ、ひび割れが発生する恐れがある。そこで、PC 床版設計・施工マニュアル(案)³⁾に準拠し所用の鉄筋量を算出し、必要があれば PC 鋼材等による補強を実施することとした。

5.2 算出方法

連続桁の中間支点付近の橋軸方向に生じる引張応力度は、以下の式(1)で求められる³⁾。

$$\sigma_{LS} + K(\sigma_o + 0.5\sigma_{Lg}) \cdots \cdots \text{式(1)}$$

- ここに、 σ_{LS} : 活荷重および衝撃による床版としてのコンクリートの曲げ引張応力度 (N/mm²)
 σ_o : 後死荷重による合成桁の一部としてのコンクリートの曲げ引張応力度 (N/mm²)
 σ_{Lg} : 活荷重および衝撃による合成桁の一部としてのコンクリートの曲げ引張応力度 (N/mm²)
 K : 床版と主桁の合成度を考慮した低減係数 (=0.6)

以上の式により算出される応力度が、床版コンクリートの安全を確保できる制限値 (180N/mm²) 以下であることを照査する。

5.3 算出結果

基本設計の鉄筋配置 (D19etc150) では制限値を満足しないため、鉄筋配置を D19etc125 に変更した。算出結果を表-3, 4に示す。

表-3 算出結果 (上り : D19etc125)

検討位置	上り P7 (G1 桁)	上り P8 (G1 桁)	上り P9 (G1 桁)	上り P10 (G1 桁)	上り P7 (G2 桁)	上り P8 (G2 桁)	上り P9 (G2 桁)	上り P10 (G2 桁)
上側鉄筋応力度	19.7	18.4	9.8	11.8	30.0	29.8	21.0	21.0
下側鉄筋応力度	169.7	168.5	160.7	162.6	179.1	178.9	170.9	171.0
鉄筋許容応力度	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
照査結果	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

単位(N/mm²)

6. 橋上架設機使用時の検討

6.1 鋼桁の安全性

橋上架設機は PC 床版を吊り下げた状態で移動するため、PC 床版の重量が加算された橋上架設機重量が、橋梁上を移動することとなる。そこで、橋上架設機の移動により発生する最大最小モーメントを算出し、設計活荷重である T 荷重および L 荷重により発生する最大最小モーメントと比較することで、鋼桁の安全性を確認することとした。算出結果を図-10～11に示す。橋上架設機により発生するモーメントは、最も不利な場合においても、L 荷重で 40%程度、T 荷重で 70%程度となった。これは、橋上架設機 1 台の重量は大きい、幅員方向では 1 台しか載荷されないため、発生するモーメントが小さいと考えられる。

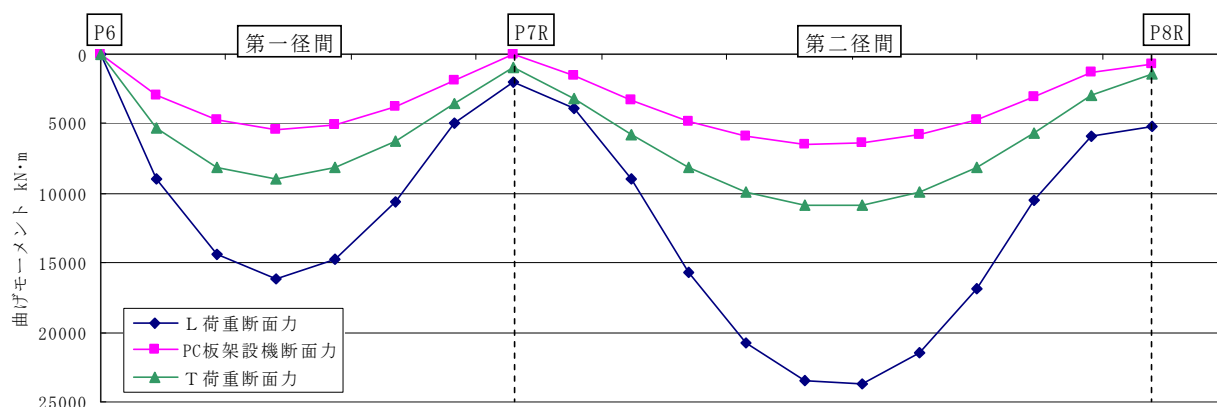


図-10 発生曲げモーメントの比較（上り線 正曲げモーメント）

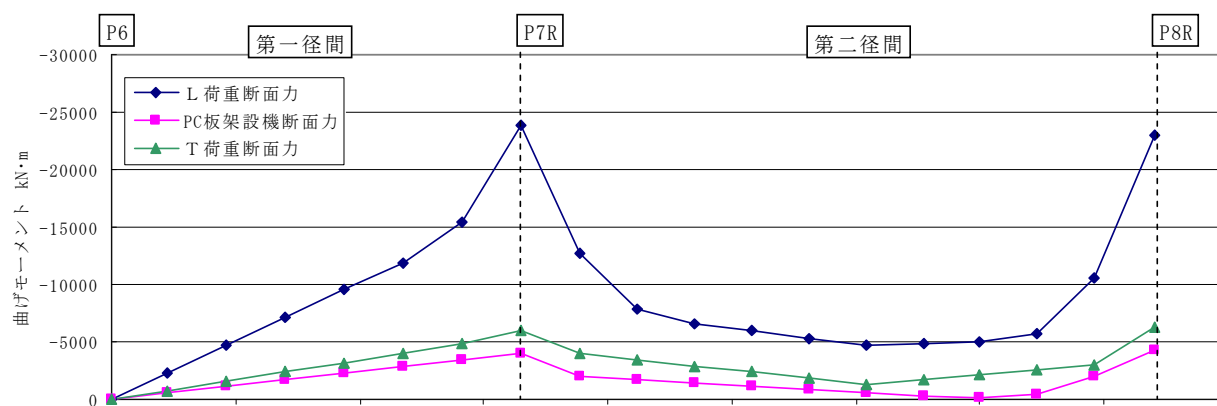


図-11 発生曲げモーメントの比較（上り線 負曲げモーメント）

6.2 鋼桁への荷重伝達

架設機走行時には、架設された PC 床版の上を架設機が走行するため、PC 床版を介し、架設機重量を鋼桁に伝達させる必要がある。そこで、PC 床版のハンチ部にゴム板を設置し、荷重を伝達させることとした。ゴム板の設置状況を写真-6に示す。

ゴム板の設置位置および設置間隔については、無収縮モルタルの注入およびゴム板の座屈を考慮し、200×275mm の版を、床版あたり 3 枚設置した。ゴム板の厚さについては、添接板の影響より、10、40、70mm の 3 サイズとした。



写真-6 ゴム板敷設状況

7. まとめ

第二京阪道路楠根地区 PC 床版工事において得られた知見を以下に示す。

- (1)省力化および配筋精度向上のためにメッシュ鉄筋を使用した。メッシュ鉄筋の使用は疲労強度の低下が懸念されるため、疲労試験により安全であることを確認した。また、使用する部位は、構造上重要でない箇所（今回はハンチ鉄筋、アゴ部補強鉄筋）および発生応力度の小さな箇所（今回は床版上面鉄筋）とした。
- (2)メッシュ鉄筋を使用することで、効率化を図ることができ、PC 床版の製作サイクルが 2 枚/日から 3 枚/日程度に増加した。
- (3)連続桁の中間支点上は、非合成構造であっても主桁との合成効果により引張応力が発生する恐れがあるため、合成度を考慮した所要の補強または鉄筋量を算出し、計算結果を満足する配置とする。
- (4)橋上架設機を使用する場合は、鋼桁の安全性を確認する必要がある。本工事では、橋上架設機により鋼フランジに発生する応力度が設計荷重時と同レベル以下であることを確認した。また、鋼フランジの局所応力に対しては、FEM 解析等により詳細な検討を行うことで、無収縮モルタル注入の妨げとなる、ゴム板の寸法・個数を低減できる可能性がある。

参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術製作総合研究所：鋼道路橋 PC 床版の施工品質向上策に関する検討－PC 床版施工マニュアル（案）・施工管理要領（案）－プレキャスト PC 床版編－，2003 年 8 月
- 2) 河村直彦，森山陽一，広瀬博行：スポット溶接によるメッシュ鉄筋の疲労試験，第 8 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論文集，pp.739-742，1998 年 10 月
- 3) プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC 床版設計・施工マニュアル（案），1999 年 5 月