

カウンターウェイトを有する PC 箱桁橋の施工報告 - 伊南バイパス 2 号橋 -

(株)大林組 正会員 坪倉 辰雄
 (株)大林組 今村 未隆
 (株)大林組 正会員 橋本 学
 国土交通省中部地方整備局 山本 進一

1. はじめに

伊南バイパスは、現国道 153 号線の渋滞の緩和、安全性の高い道路の確保、新市街地の支援、上伊那・飯伊地域の連携などを目的に長野県上伊那郡飯島町から駒ヶ根市において整備されており、伊南バイパス 2 号橋は、このうち片持ち張出し架設工法で施工を行う PC3 径間連続ラーメン箱桁橋である。

本橋は橋梁下が産業廃棄物処分場の跡地という現場条件のため、産業廃棄物を避けて橋脚位置を選定する必要が生じた。結果として、中央支間が長く支間割がアンバランスな点 (73m+126m+41m)、ブロック数多く張出し施工時の左右ブロック数およびブロック長が異なる点 (P1 橋脚 A1 側: 21BL, A2 側: 22BL, P2 橋脚 A1 側: 16BL, A2 側: 15BL)、P2-A2 間にカウンターウェイトを施工する点の特徴を有する。

本稿では、これらの特徴に起因する課題への解決策、張出しブロック形状に起因するひび割れ対策、脚頭部・柱頭部のマスコンクリート対策について報告する。

2. 工事概要

工事概要を下記に、標準断面図および全体一般図を図 - 1, 2 に示す。

- 工 事 名：平成 23 年度 153 号伊南バイパス 2 号橋 PC 上部工事
- 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局 飯田国道事務所
- 工事場所：長野県上伊那郡飯島町飯島～田切
- 工 期：平成 24 年 2 月 16 日～平成 26 年 3 月 26 日
- 構造形式：PC3 径間連続ラーメン箱桁橋
- 橋 長：240m
- 支 間 長：72m+126m+40m
- 幅 員：車道 8.5m+歩道 3.0m
- 桁 高：8.0m～3.5m

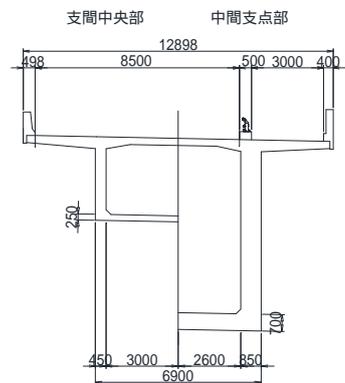


図 - 1 標準断面図

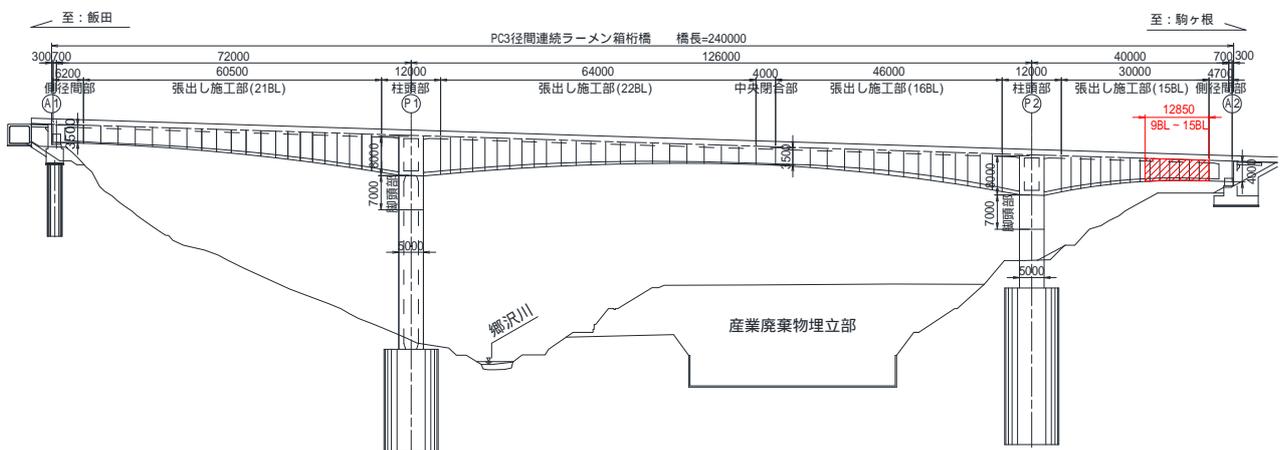


図 - 2 側面図

■ :カウンターウェイト施工位置

3. 施工上の課題および解決策

3.1 カウンターウェイト施工

(1) 課題：施工中のアンバランスモーメント

本橋は橋脚位置の制約から支間割りがアンバランスであり、構造系完成時に A2 橋台に負反力が発生する。そのため P2-A2 間にカウンターウェイトが必要となり、その施工時期は P2 橋脚の張出し 15BL 完了後（一次張出し施工完了後）に一括してコンクリートを打設する設計であった。P2 橋脚の張出し施工長は 15BL までで中央閉合側が 42.5m、側径間側が 30m と大きな差があり、橋面高さ管理や橋脚に悪影響を与えるようなアンバランスモーメントの発生や、カウンターウェイト一括施工に伴う大きな変位の発生が懸念されたため、施工ステップごとの橋面高さの変位や発生断面力を確認した。

図 - 3 の左側に当初の P2 橋脚張出し施工のフローを、図 - 4 に当初の P2 張出し 12BL 以降の橋面高さの変位の解析値を示す。張出し 12BL 以降に橋面高さの変動が大きくなり、張出し 15BL までに中央径間側で 30mm 橋面高さが下がり、側径間側では 16mm 上がる（図中 A B）。その後カウンターウェイトの施工に伴い、中央径間側で 45mm 橋面高さが上がり、側径間側では 40mm 下がる（図中 B C）。このように橋面高さが大きく変動し、施工中のアンバランスモーメントが卓越していることが判明した。

(2) 解決策：カウンターウェイトの分割打設

カウンターウェイトを張出し施工中に分割施工することを検討した。ワーゲンの内型枠とカウンターウェイトが干渉しないように、張出し施工ブロックの 3BL 後方のカウンターウェイトを張出しコンクリート打設日に同時打設を計画した。

図 - 3 の右側に検討したカウンターウェイト分割施工のフローを、図 - 5 に橋面高さの変位の解析値を示す。当初案と比較して橋面高さの変位が小さくなり、アンバランスモーメントの発生が抑制されることが分かる。

P2橋脚左側の変位 $30+45=75\text{mm}$ $7+11=18\text{mm}$

P2橋脚右側の変位 $16+40=56\text{mm}$ $11+12=23\text{mm}$

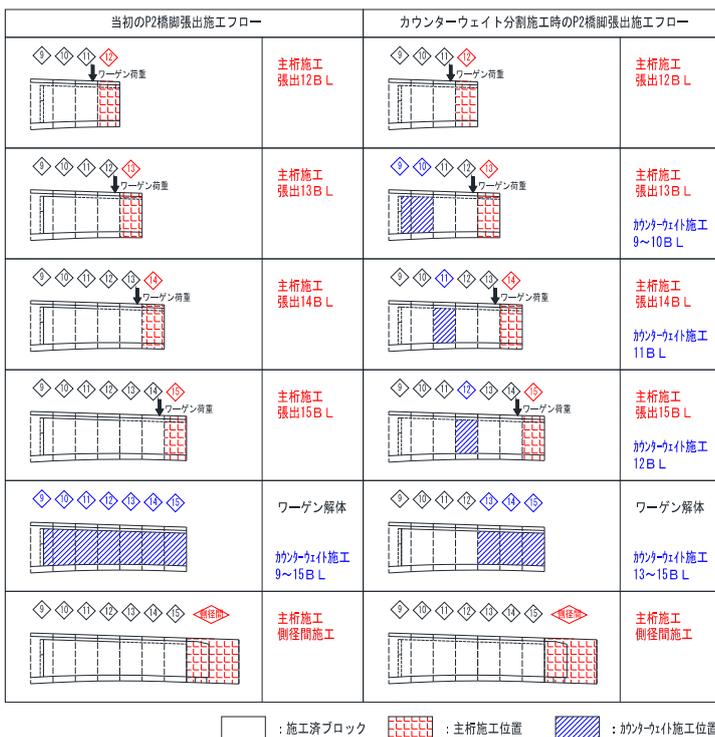


図 - 3 カウンターウェイト施工フロー

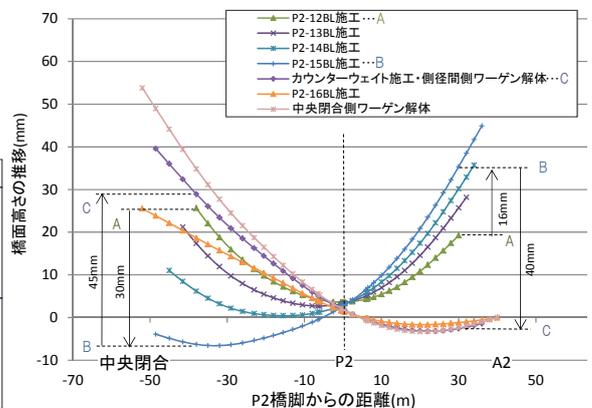


図 - 4 当初の橋面高さの変位

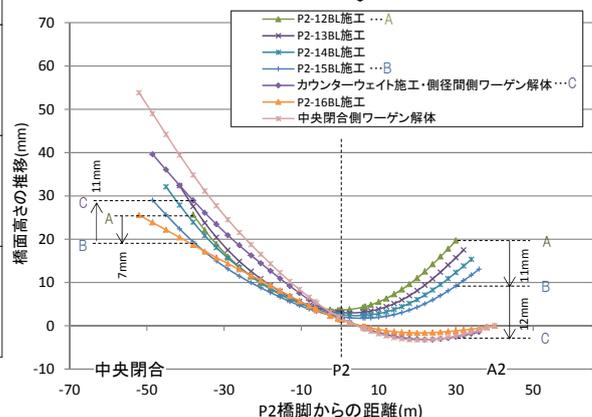


図 - 5 分割施工による橋面高さの変位

アンバランスモーメントの抑制により、ラーメン構造であるP2橋脚に作用する曲げモーメントを大幅に低減することが可能となった(脚頭部：約120,000 KN・m 約54,000 KN・m)。

カウンターウェイトを分割したフローで実際に施工を行った結果、概ね計画値どおりの橋面高さの変位が確認され、カウンターウェイト分割施工の妥当性が確認できた。

3.2 張出し施工部のひび割れ抑制対策

張出し施工部は既設ブロックの拘束により下記の引張応力が発生し、その影響は、幅員に対してブロック長が短いほど増加することが知られている¹⁾。

既設ブロックによって新設ブロックが拘束され橋軸直角方向に引張応力が発生

新設ブロックの収縮により既設ブロック張出し床版先端部に橋軸方向に引張応力が発生

本橋は有効幅員12.0mに対してブロック長が2.0m～3.5mと短いため、発生引張応力により有害なひび割れの発生が懸念された。3次元FEM温度応力解析を実施した結果、ブロック長により引張応力の差異が確認されたため、経済

表 - 1 ひび割れ抑制対策

性を考慮して表 - 1, および図 - 6 のひび割れ抑制対策を実施した。これらの対策によりひび割れの発生を抑制できた。

ブロック長	2.0m	2.5m, 3.0m
発生する引張応力(N/mm ²)	4.0～5.2	3.0～3.4
ひび割れ抑制対策	膨張材添加	補強鉄筋追加

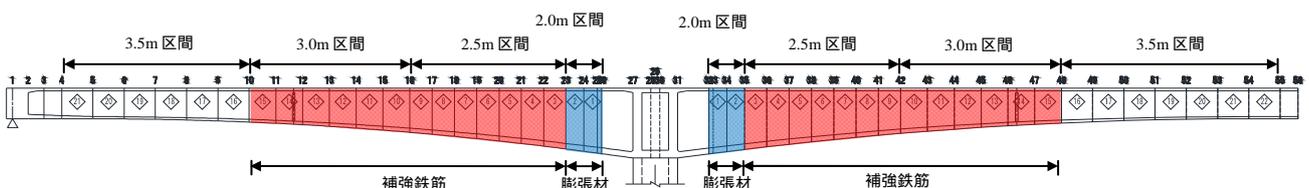


図 - 6 張出し施工部のひび割れ抑制対策

3.3 脚頭部・柱頭部のマスコンクリート対策

脚頭部・柱頭部はマスコンクリートであり温度ひび割れの発生が懸念されたため、3次元FEM解析を実施しひび割れ抑制対策を検討した。検討結果に基づき実施したひび割れ抑制対策を表 - 2 に示す。これらの対策により、ひび割れの発生を抑制できた。

脚頭部では多機能センサー付き高機能型枠 (NETIS登録技術)の使用により、コンクリートの温度管理が容易になった。高機能型枠施工状況を写真 - 1 に、温度測定概要を図 - 7 に、温度測定結果を図 - 8 に示す。

表 - 2 ひび割れ抑制対策

脚頭部	柱頭部
空冷式パイプクーリング	空冷式パイプクーリング
断熱型枠	断熱型枠
膨張材添加	膨張材添加
温度測定(熱電対+多機能センサー付き高機能型枠)	温度測定(熱電対)
ガラス繊維ネット	早強セメントから普通セメントへの変更

多機能センサー付き高機能型

枠は型枠に搭載した温度センサーによりコンクリート表面温度を自動で記録可能で、1面当り48枚、合計96枚(2面)の型枠を使用して96ヶ所の温度を測定した。本型枠によりリアルタイムでコンクリート表面温度の測定が可能となり、熱電対による中心部の温度計測と併せて、本工事では下記の確認を実施した。

パイプクーリング実施期間の確認：コンクリートが最高温度に到達し温度降下を開始するまで

断熱養生期間の確認：コンクリートの内外温度差および外気温との温度差が低減するまで

コンクリート中心温度測定に加え、リアルタイムでの表面温度を測定することにより適切な品質管理や異常時の早期発見が可能で、ひび割れの抑制に効果的であった。

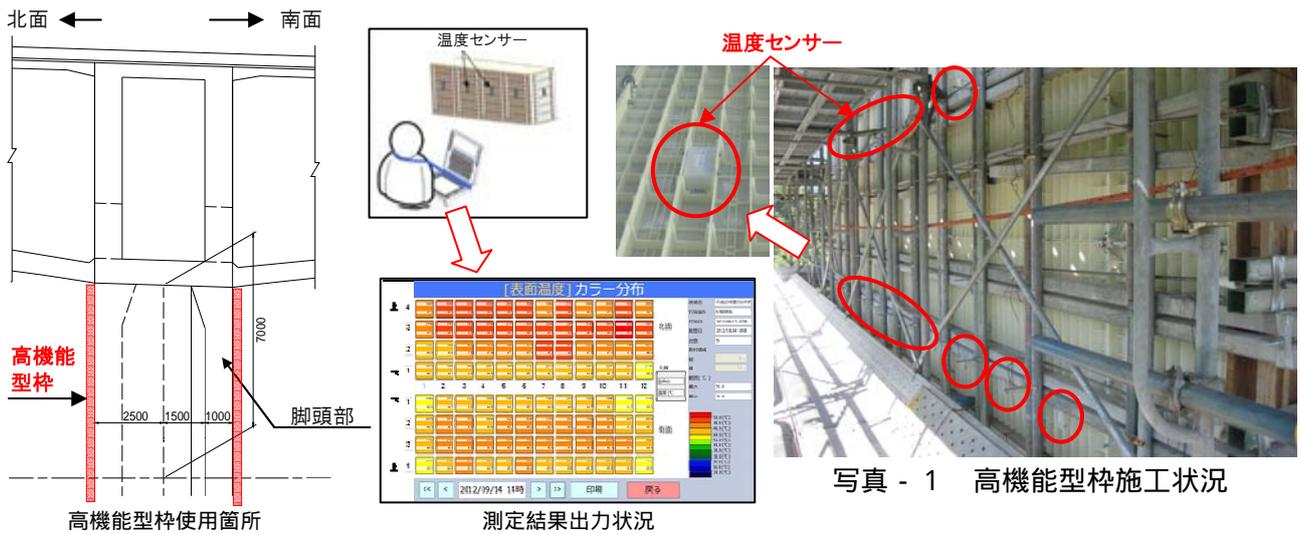


図 - 7 温度測定概要

また、多機能センサー付き高機能型枠によるコンクリート温度測定結果の積算温度からコンクリート強度の推定が可能で、7でのコンクリート強度推定値は平均 25.4N/mm^2 となった。これは現場養生の供試体による圧縮強度試験結果の 25.9N/mm^2 と概ね合致していた。今後、本型枠の温度測定結果から推定した脱型時強度の信頼度が高まることで、工程の厳しい現場での早期脱型の強度確認に採用されることが期待される。

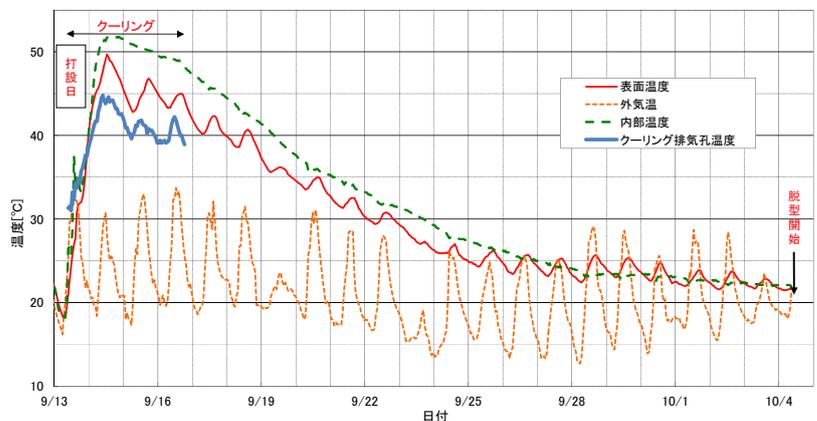


図 - 8 温度測定結果

4. おわりに

本橋は、平成 26 年 3 月に無事完成した。写真 - 2 に完成全景写真を示す。本報文がカウンターウェイトを有する橋梁や温度ひび割れの発生が懸念される橋梁の品質向上および長寿命化の参考になれば幸いである。

最後に、本橋の設計施工にあたり、適切にご指導を賜りました関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 荻野目ほか：片持ち架設 PC 箱桁橋のブロック施工に関する解析的検証，第 21 回 PC シンポジウム論文集，pp.45～48，2012.10



写真 - 2 伊南バイパス 2 号橋完成全景