

鉄道 PC 桁における混合セメントを用いたアルカリシリカ反応抑制対策

九州旅客鉄道（株）	正会員	○徳永 光宏	九州旅客鉄道（株）	非会員	伊東 佑将
九州旅客鉄道（株）	非会員	永里 良平	九州旅客鉄道（株）	非会員	油布 史朗

1. はじめに

谷山高架永田川橋りょうは、JR 九州指宿枕崎線宇宿・谷山駅間に位置する 3 径間 PCT2 主桁(L=110m)である。本橋りょうでは、施工時にアルカリシリカ反応抑制対策として、桁のコンクリートについて混合セメント(高炉 B 種)を使用することとなった。しかしながら、鉄道構造物等設計標準(コンクリート構造物) (以下、RC 標準)¹⁾では、混合セメントを用いた PC 構造物の設計について明記されていない。そこで、本課題では鉄道 PC 橋への混合セメントの適用が、打設コンクリートの特性・性状に与える影響を確認することで必要となる養生方法等を提案した。また、実部材への適用に関して、内部ひずみ等の計測結果からその影響を検討した。

2. 混合セメントの使用に関する要素試験

混合セメント(高炉 B 種)の鉄道 PC 橋への適用に際して、一般的に「①強度発現が遅い」、「②初期の湿潤養生が十分でない場合にはコンクリートの収縮が大きくなる」といった懸念がある。そのため、一般的な PC 構造物に使用される早強セメントとの比較に関する要素試験が既往の研究²⁾で報告されている。結果から、以下の点が確認されている。

- ・養生期間を 10 日程度確保すると、高炉セメント使用時でも所定の緊張導入強度に達する
- ・緊張後の自己収縮および乾燥収縮については、高炉セメント使用時でも水中養生期間を 14 日以上確保することで早強セメントを用いた場合での一般的な養生期間(3 日間)を確保した場合と同程度に抑制することができる

以上から、筆者らは高炉セメントを用いた場合でも、水中養生の期間を 14 日以上確保することで、早強セメントを用いた場合と同様の施工管理が可能となると判断した。

3. 実大 PC 橋りょうへの適用

前項を踏まえ、永田川橋りょうのコンクリート打設に際しては、高炉 B 種セメント(呼び強度 45, スランプ 12cm, W/C=35.2%)を適用した。

(1) 養生および計測概要

対象構造物については、要素試験時における養生方法(水中養生)と同等の状況となるようにコンクリート打設後にミスト養生を実施した(図-1)。ミスト養生は、現地にてシートで締切った架台を製作し、シート内に 5 μ m の細かい霧を噴霧、充填させることで養生状態を確保することとした。施工後の各種特性値の変動を中長期で計測するため、桁の内部に各種計測装置を設置した。計測装置の配置図を図-2 に示す。



図-1 ミスト養生状況



図-2 計測装置配置図

キーワード PC, 鉄道橋, アルカリ骨材反応, 収縮ひずみ, モニタリング

連絡先 〒812-0061 福岡県福岡市東区筥松 2 丁目 35-38 九州旅客鉄道（株）建設工事部施設課 TEL092-626-1220

(2) 計測結果

計測結果から、収縮ひずみおよび有効プレストレスのRC標準に基づく計算値について図-3に示す。計測は3径間2主桁ある桁のうち2箇所の主桁に対して実施した。今回は終点方海側の主桁の結果を示す。

- ・収縮ひずみは、雨掛かりのないウェブ位置 ($h=1040\text{mm}$) で最も大きな値が計測された
- ・ウェブ中段位置で、収縮ひずみは理論値を若干上回っている ($50\sim 100\mu$ 程度) が、顕著なプレストレスロスは発生していない
- ・ひずみから算定されるコンクリートの応力は、各施工ステップにおける上乗荷重の増加時以外では顕著な変動は発生していない
- ・EMセンサーにより計測された有効プレストレス力の値については、現在まで最終設計値を下回ることなく推移している

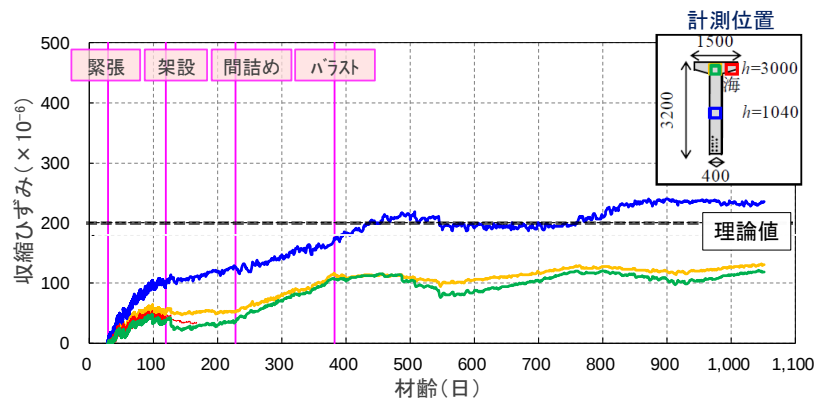
現地計測の開始から現在まで 1000 日程度が経過したところであるが、計測値は今後の経時変化に伴って、何れも最終設計値に漸近するものと考えられる。

また、コンクリートひずみから算出された桁の鉛直方向の変位について図-4に示す。図から、桁の $L/2$ 点での鉛直方向の値は緊張導入後も設計最終値を下回ることなく、概ね横ばいで推移している。以上の結果からも、今回施工に関して、コンクリートのクリープ等の特性値に関して概ね理論値のとおり推移していること、算定される有効プレストレス力等の設計値について評価が妥当であることが確認された。また、外観上の観察からも実構造物への有害な変状等が発生していないことから、PC 構造物への混合セメント(高炉 B 種)の適用について、今回提案した養生方法によってセメントの種別に拠らない施工管理が可能であることが確認された。

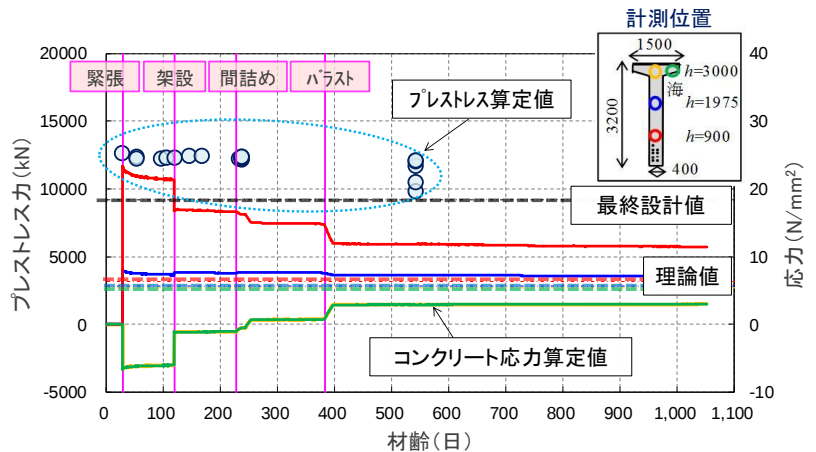
4. おわりに

本課題により提案した養生方法のもと、PC 構造物への混合セメント(高炉 B 種)の適用を行った。外観・ひずみ等について現時点では良好な経過状態にあり構造物の性能に問題ないことが確認できた。一方で、桁のひずみや桁のたわみについては設計最終値から離れる方向に若干増加する傾向が見られる。桁のひずみ・たわみ・プレストレス力の低下に着目して、引続き長期的な動向を注視したい。

参考文献 1) 財団法人鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 2004.4 2) 白根 勇二, 武若 耕司, 山口 明伸, 轟木 詳千: PC 橋上部構造への適用を目的とした高炉セメント B 種を用いたコンクリートの硬化特性に関する検討, コンクリート工学年次論文集, vol.37, No.1, 2015



(a) 収縮ひずみ



(b) 有効プレストレス
図-3 現地計測結果

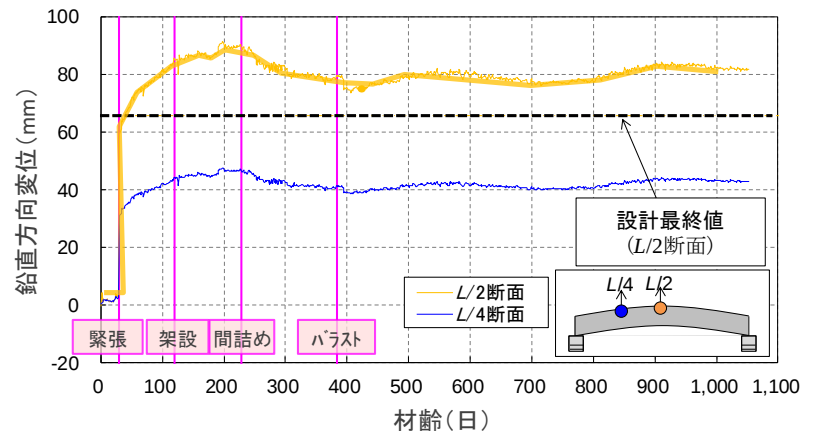


図-4 鉛直方向変位(上側:正值)