

鉄筋コンクリート橋脚におけるひび割れ対策について

JR 東日本 正会員 佐々木 昭悟
JR 東日本 正会員 ○黒 川 聡

1. はじめに

現在、鉄道営業線間の狭隘な箇所、橋りょう延長約 1,000m の鉄道橋の架け替え工事を行っている。本計画は、現在線橋りょうの老朽劣化・耐震性能不足などから、別線方式による架け替えを行うこととなった。

本稿では、鉄筋コンクリート橋脚のコンクリート打設にあたり、マスコンクリート対策として、打設計画および施工結果について報告する。

2. 検討方法

今回新設する橋脚は、天端に張り出し部がない小判型壁式のマッシブな構造であり、一般に下端が拘束された壁式構造物では 50cm 程度以上の厚みで温度ひび割れの危険性が高まるとされていることから、コンクリート温度解析を事前に行い対策を検討することとした。解析には「温度応力解析プログラム JCMAC3」を用い、3 次元的なコンクリート内部温度分布と、その結果に基づく体積変化から算出される応力分布を算出した。つぎに、解析から求められる引張応力とコンクリート強度の比である、「温度ひび割れ指数 Icr」を算出し、Icr とひび割れ発生確率の関係性から打設計画の検討を行った。

なお、コンクリート標準示方書（設計編）で、「ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合」に「Icr を 1.0 以上とする」とあり、今回検討するにあたっては、ひび割れ最少指数の目標値として 1.0 以上（ひび割れ発生確率 50～85%）を設定することとした。

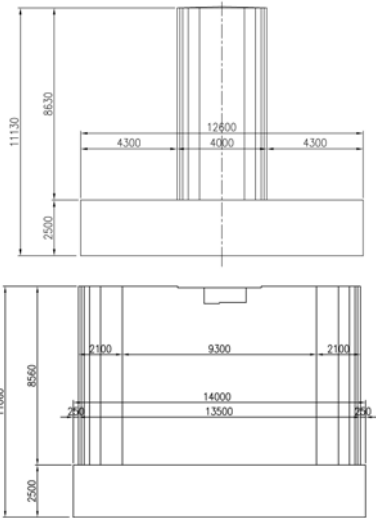


図 1 橋脚一般図

3. 解析

3. 1 検討ケース

セメント種類を普通ポルトランドセメント、中庸熱セメントにて、打設回数・打設間隔・養生期間を変更した場合の最小ひび割れ指数の変化を検討した。なお、低熱や高炉 B は、現場周辺の生コン工場からの調達ができないため、検討から除外した。部材表面と部材内部のそれぞれの箇所についておこない、検討期間は温度変化が概ね収束する打設後 120 日間とした。

3. 2 解析結果

表 1 に示すとおり、普通ポルトランドセメントにおいては、いずれのケースにおいても最小ひび割れ指数は 1.0 より小さくなり、目標値に達せず、中庸熱セメントにおいては、ケース 3（打設回数：3 回、打設間隔：10 日、養生期間：天端 7 日・側面存置）でもっとも有利な条件となった。また中庸熱セメントを用いた場合、内部温度

表 1 温度解析結果

着目地点 (部材表面)		普通ポルトランドセメント		中庸熱セメント	
		最少ひび割れ指数	時期 (日)	最少ひび割れ指数	時期 (日)
フーチング部		0.93	4.5	1.13	5.5
柱部	1Lift	0.82	3.5	0.98	4.5
	2Lift	0.86	3.5	1.05	4.0
	3Lift	0.66	2.8	0.84	3.5
	4Lift	－	－	－	－

着目地点 (部材内部)		普通ポルトランドセメント		中庸熱セメント	
		最少ひび割れ指数	時期 (日)	最少ひび割れ指数	時期 (日)
フーチング部		0.82	13.5	1.02	14.5
柱部	1Lift	0.86	12.3	1.05	11.5
	2Lift	0.84	114.0	1.05	114.0
	3Lift	1.00	103.0	1.28	103.0
	4Lift	－	－	－	－

位 置		普通ポルトランドセメント		中庸熱セメント	
		最大温度 (℃)	時期 (日)	最大温度 (℃)	時期 (日)
フーチング部		53.85	3.5	44.28	4.5
柱部	1Lift	58.01	3.5	48.65	4.5
	2Lift	60.07	3.5	50.79	4.5
	3Lift	58.69	3.0	49.60	4.0
	4Lift	－	－	－	－

キーワード 温度解析 中庸熱セメント ひび割れ

連絡先〒302-0004 茨城県取手市取手 2 丁目 1 番 10 号 東京支社取手工事区 TEL0297-72-5195 E-mail:s-kurokawa@jreast.co.jp

上昇量は約 32℃となり、普通ポルトランドセメントに比べ、約 11℃低下し、最高温度に至る期間は 4.0～4.5 日となり、普通ポルトランドセメントに比べて 1 日長い。最小ひび割れ指数の変化は、中庸熱セメントを用いることで、部材表面および部材内部の最少ひび割れ指数を約 0.2 上昇させることができる。これにより、最少ひび割れ指数を概ね 1.0 以上の結果となり、コンクリートにひび割れが発生する確率を低減できることがわかった。なお、最少ひび割れ指数が 1.0 を下回った 3Lift（部材表面）については、用心鉄筋を配置し、ひび割れ防止対策とした。

4. 打設計画

これらの温度解析の結果より、セメント種別は中庸熱セメントに定め、打設条件は、打設回数：3 回、打設間隔：10 日、養生期間：天端 7 日・側面存置とすることで、最小温度ひび割れ指数 $I_{cr}=1.02$ となり、ひび割れ発生確率を概ね 50% 程度まで引き下げることが可能な結果であることから、表 2 に示す配合及び図 2 打設計画での施工を決定した。コンクリート打設に際しての検討事項を以下に示す。

4. 1 冬期打設でのコンクリート温度と外気温差に対する対策

コンクリート温度解析結果では、最大内部温度が、打設後 4～5 日目に 50℃を上回るロットが存在することから、外気温が極端に低温になる時期は避け、3 月下旬からの打設工程とした。またコンクリート内部温度測定を行い、温度上昇下降傾向を把握し、適宜練炭による保温養生を行った。内部温度測定箇所は、フーチング中心内部と天端表面から 10cm の位置において測定した。

4. 2 型枠存置期間とコンクリート表面養生方法

型枠脱型時期は、温度解析結果から側面型枠存置条件で最終 Lift 打設から最低 7 日間の養生期間を要することから、約 2 週間を目途に実施した。脱型後は、橋脚側面の初期変状防止を目的に、ポリフィルム巻き養生を行い、コンクリート内部温度が減少傾向に落ち着く約 3 週間という解析結果より、河川の湧水期施工という制約条件を考慮し、約 1～1.5 ヶ月の工程を確保した。

5. まとめ

施工管理では、コンクリート内部温度の変動状況を的確に捉えることができる管理体制の確保し、適切な養生管理を行える施工計画を策定した。図 3 コンクリート温度管理記録より、概ね解析通りの内部温度下降傾向を示したが、一部想定より下降が緩やかな傾向となったロットも見受けられた。これにより橋脚天端に微細な収縮ひび割れが見られたものの、補修を要する初期変状は確認されていない。今後も、橋脚・橋台のコンクリート打設を行うが、同様に温度解析や施工計画に基づき、施工管理を行っていきたい。

表 2 配合表

部材の種類	セメント種類	設計基準強度 (N/mm ²)	スラック (cm)	粗骨材の最大寸法 (mm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	セメント (kg)	水 (kg)	細骨材率 (%)	混和剤 ※1 (kg)	備考
く体下部	中庸熱	24	8	20	4.5	57.1	274	156	43.6	2.74	
フーチング	中庸熱	24									

※1 フローリックV (AE減水剤 標準型 I 種)

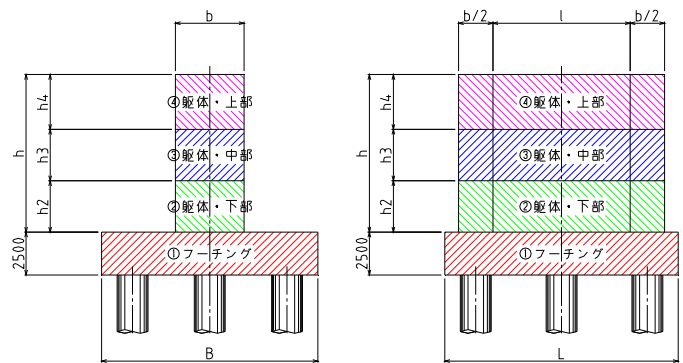


図 2 打設計画

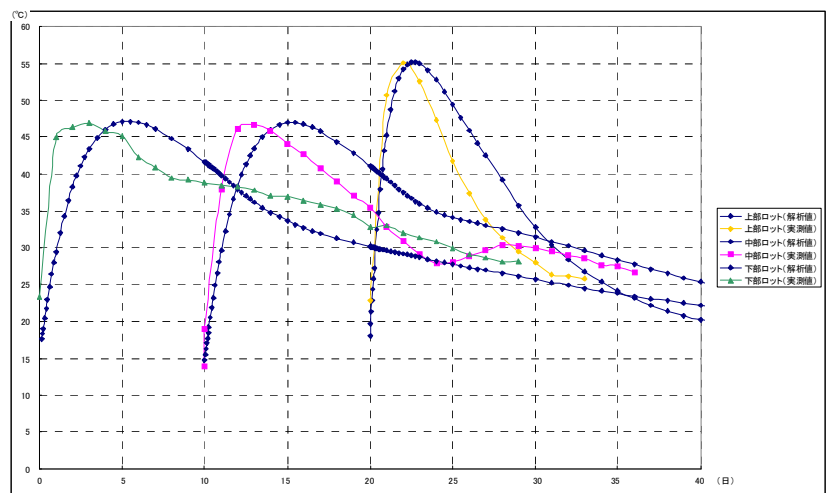


図 3 コンクリート温度管理記録