

鉄道高架橋施工における高流動コンクリートの配合計画

東鉄工業(株) 正会員 ○今井 和弘 東鉄工業(株) 正会員 陣川 博朗
東鉄工業(株) 正会員 岸 智久 東日本旅客鉄道(株) 正会員 狩野 周

1. はじめに

鉄道 RC ラーメン高架橋の柱は、従来軸方向鉄筋の外側に配置されていた帯鉄筋に加え、スパイラル筋を軸方向鉄筋の内側に配置することで、地震時の変形性能を向上させている(図1)。それにより、設計水平震度を低減できることから、断面のスリム化・鉄筋量の減少に貢献し、同時に施工性においても向上している。

しかし、密な配筋の柱である為、打設するコンクリートは高流動コンクリートでなければ、隅々まで均等に充填されない。よって、諸条件に満足する配合や打設方法を考慮しなければ、美観を含めた品質の確保は出来ない。

本稿は諸条件をもとに配合の決定、及び温度応力解析を実施し、それにより実寸法の試験体を用いて自己充填性の確認や打設方法等の検討により、その効果を確認したので以下に報告する。

2. 配合計画

コンクリート配合は、表1の配合条件とされており、かつ JR 東日本では、骨材のアルカリシリカ反応性試験(モルタルバー法、化学法)において JIS 規格の判定区分以外に「準有害」(表2)という判定区分が設定されている。

「準有害」骨材の場合、混合セメントの使用、又はコンクリート中のアルカリ総量を 2.2kg/m³以下に抑える必要があり、それらを踏まえ、配合計画を行った。

結果、プラントで使用する細骨材が「準有害」と判定され、かつアルカリ総量においても高炉セメント以外の配合では何れも制限値を超える値となった(表3)。

3. 温度応力解析

柱の施工は根巻き鋼管部と打ち継ぎとなり、下部が拘束された状態となる。その部分に温度ひび割れの危険性が高まると予測された為、事前に温度応力解析を行うことにした。

解析対象配合は、アルカリシリカ反応抑制対策をクリアした粉体系及び増粘系の高炉セメント B 種の 2 種類 (CASE ①: 増粘系、CASE ②: 粉体系) とした。

また、アルカリ総量で僅かに上回り、高

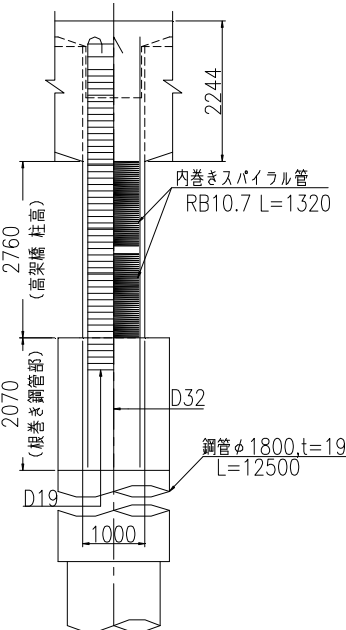


図1 高架橋 柱一般図

表1 配合条件

コン種	設計基準強度(N/mm ²)	空気量の範囲(%)	スラブフロー(cm)	W/C(%)	粗骨材最大寸法(mm)	セメント種類
普通	27	4.5±1.5	65.0±5.0	50以下	25	NBB

表2 「準有害」骨材判定

反応性試験	判定区分	判定
モルタルバー法	準有害	0.05% < E率(26週) < 0.01%かつ E(13週~26週)増加割合 < E(8週~13週)増加割合
化学法	準有害	Sc ≥ 10mmol/l かつ Rc < 700mmol/l の時、(Rc>Sc) かつ Sc<Rc ≤ (Sc+50)

※ E: 膨張、Sc: 溶融シリカ量、Rc: アルカリ濃度減少量

表3 配合表

No.	種類	セメント 種類	単位量(kg/m3)							適用		
			水	セメント		細骨材	粗骨材	高性能 AE 減水 剤	増粘剤	アルカリ 総量	可・否	備考
				セメン ト量	水セメン ト対比 (%)							
1	増粘系	高炉B	165	402	41.1	890	849	7.44	0.3	適用外	可	高炉スラグ40%以上
2	粉体系	高炉B	165	439	37.6	862	849	7.68	－	適用外	可	高炉スラグ40%以上
3	増粘系	普通	175	433	40.5	808	898	7.58	0.2	2.301	否	アルカリ総量≧2.2kg/m3 により使用不可
4	粉体系	普通	170	519	32.8	751	898	9.60	－	2.758	否	アルカリ総量≧2.2kg/m3 により使用不可
5	増粘系	中庸熱	175	436	40.2	813	898	7.63	0.3	2.672	否	アルカリ総量≧2.2kg/m3 により使用不可
6	粉体系	中庸熱	170	503	33.8	772	898	8.55	－	2.317	否	アルカリ総量≧2.2kg/m3 により使用不可

キーワード 鉄道、高架橋、高流動コンクリート、配合、温度ひび割れ

連絡先 〒302-0024 茨城県取手市新町3丁目12番 東鉄・鉄建建設共同企業体 TEL 0297-71-5081

炉 B 種との違いを確認する為、普通セメント (CASE③：増粘系) の内部温度も併せて行った。

モデルは対称構造物である為、4分割モデル化とし、中心部を断熱境界とした。また、打設時期はもっとも厳しい条件 (8月平均気温 25.4℃) を設定して解析を行った結果、最大内部温度は高炉セメントのほうが、普通セメントより 7℃～11℃低い値となった。最小ひび割れ指数においては、CASE②の最小ひび割れ指数が 0.79 となり、施工済みの根巻き鋼管部の影響を強く受ける結果となった (表 4、図 2～図 4)。

4. 試験体による検証

配合の検討や温度応力解析の結果を踏まえ、実柱構造と同等の配筋や寸法の試験体を作成し、高流動コンクリートにおいて重要な自己充填性 (間隙通過性試験 ランクⅡ) やノンブリーディングであることを確認した。同時に打設時の施工性や脱型後の側面及び打継ぎ面の状態の比較も行った。

各試験結果は、スランプフローにおいてセメント種類による違いが見られたが、CASE① (高炉 B 種増粘) が他の 2 検体と比較して、各試験項目を満足しノンブリーディングである結果となった (表 5)。

また、打設時の施工性においては CASE③ (普通増粘) で若干の材料分離が見受けられたが、CASE ①, ②については良好であった。各 CASE とも型枠脱型後の側面部のあばた、ジャンカの発生もなく良好なコンクリートであった (図 5、図 6)。

5. まとめ

今回の試験結果から、各規格を満足し、安定した材料分離抵抗性が期待できる高炉セメント B 種の増粘剤系高流動コンクリートを採用した。

実施工においては、今回の試験結果をもとに打設計画を策定し、品質管理を行った結果、良好なコンクリートを打設することができ、所定の品質を確保することができた。

今後も、高架橋の施工を行うが、同様に温度解析結果や打設計画に基づき、施工管理を行っていきたい。

参考文献

土木学会：高流動コンクリート施工指針
コンクリートライブラリー 9 3 号

表 4 温度応力解析結果

CASE	最大内部温度 (℃)	時期 (日)	最小ひび割れ指数	時期 (日)	ひび割れ発生率 (%)
CASE① 高炉 B 種 増 粘	66.90	1	0.81	2	82
CASE② 高炉 B 種 粉 体	70.67	1	0.79	2	85
CASE③ 普通 増 粘	77.66	0.88	0.80	2	83

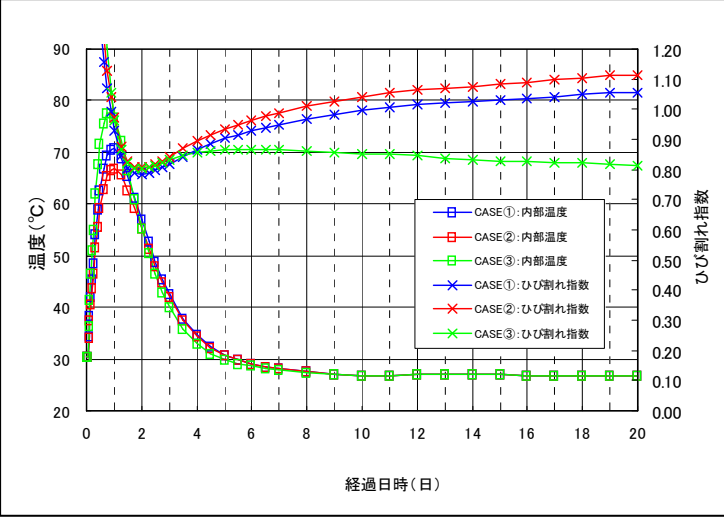


図 2 内部温度・ひび割れ指数経時変化グラフ

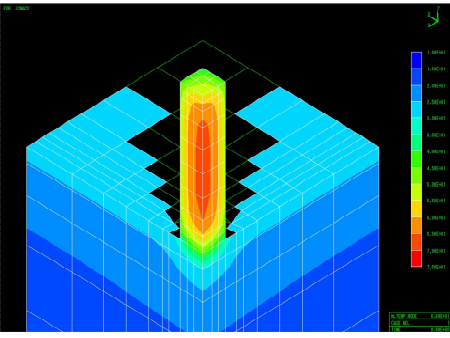


図 3 温度解析結果 (CASE①)

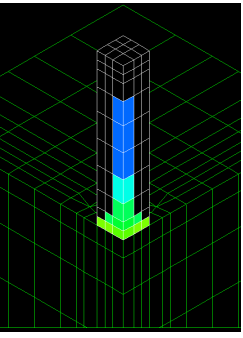


図 4 応力解析結果 (CASE①)

表 5 試験結果

試験項目	スランプフロー	U型(R2) 充てん高さ(mm)	ブリーディング試験	
			量 (cm ³ /cm ²)	率 (%)
規格値	65cm±5cm	300mm以上	0cm ³ /cm ²	0%
CASE① 高炉B種増粘	61.0	333	0.00	0.00
CASE② 高炉B種粉体	61.5	346	0.01	0.16
CASE③ 普通増粘	68.5	345	0.01	0.18



図 5 打設状況 (CASE①)



図 6 脱型後 (CASE①)