

軽量コンクリートの施工方法の検討

鉄 建 建 設 (株) 東北支店 正会員 ○石崎 太郎
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 古林 秀之
 鉄 建 建 設 (株) 東北支店 後藤 公一
 鉄 建 建 設 (株) 東北支店 吉原 光磨

1. はじめに

本橋は、国土交通省が進めている一般河川改修事業（最上川水系須川）にともない、架け替えられる橋梁であり、3径間連続 PRC 下路桁と 2径間連続 PRC 下路斜版橋より構成される。

このうち地形上の制約条件からスパン割が不等径間となる 2径間連続 PRC 下路斜版橋には、アンバランスモーメントの対策として軽量コンクリートを用いており、施工に際しては、各種の検討、試験を実施してコンクリートの使用、施工方法を決定した。

本稿では、軽量コンクリートの設計・施工について報告する。

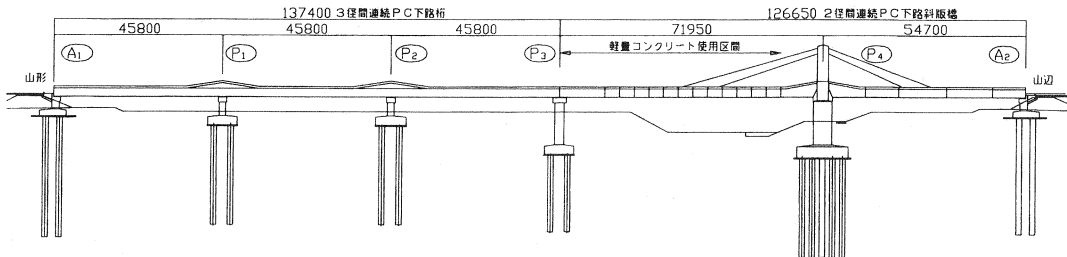


図-1 全体一般図

2. 工事概要

工事件名 左沢線東金井・羽前山辺間須川橋りょう改築他
 工事場所 山形県山形市～山辺町
 工 期 平成13年3月27日～平成15年9月10日
 発注者 東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所
 構造形式 2径間連続 PRC 下路斜版橋 スパン割 71.35m+54.00m
 3径間連続 PRC 下路桁 スパン割 45.10m+45.80m+45.10m

3. 軽量骨材の課題と対策

今回使用する独立気泡低吸水性型軽量骨材コンクリートには普通骨材コンクリートと比較して、以下のような課題がある。

- ① 同一強度の普通骨材コンクリートと比べて、引張強度が小さい。
- ② 熱伝導率が小さく、硬化時の水和熱による温度上昇が大きく、温度応力に留意する必要がある。
- ③ 骨材の形状が球形であるため、骨材の浮き上がりや材料分離に配慮する必要がある。

本橋の施工にあたっては、これらの問題に対して以下の対策を検討するとともに、試験を実施して有効性を確認した。

- ① 硬化時の水和熱を抑制させ、かつ、PC鋼材の緊張に必要な早期強度を確保するために普通ポルトランドセメントを用いる。
- ② 温度応力の低減を図るため膨張材を添加して構造物にケミカルプレストレスを導入し、ひび割れの発生を抑制する。
- ③ ひび割れが入った場合にも、ひび割れ幅の拡大、進展を抑えるために補強用繊維として、軽量でコンクリートとの付着性に優れたビコン繊維を添加して、ひび割れ抵抗性の向上を図る。
- ④ 過去の施工例に比べてポンプによる圧送距離が水平換算距離で65mと小さく、材料分離を防ぎ、施工性を向上させるために、スランプ15cm程度のコンクリートとする。

4. 確認試験の概要

(1) 温度ひび割れに対する抵抗性の確認

図-2 に示すコンクリート有効応力計、鉄筋計、熱電対を埋め込んだ壁状構造物を打設間隔を7日として分割施工し、硬化時の温度上昇、温度応力を計測した。また、ひび割れの発生状況を目視により確認し、ひび割れに対する抵抗性を検討した。表-1 に配合表を示す。表中のEXは膨張材、VFはファイバーを示す。

表-1 ひび割れ試験用コンクリート配合表

case	記号	W/C	スランプ	空気量	単位置量(kg/m ³)					
		(%)	(cm)	(%)	W	NC	S	G	EX	VF
1	N35	35.0	15±2.5	6.5±1.5	155	443	819	387	-	-
2	N35-EX					413	817		30	-
3	N35-VF					443	819		-	6.5
4	N35-EX-VF					413	817		30	6.5

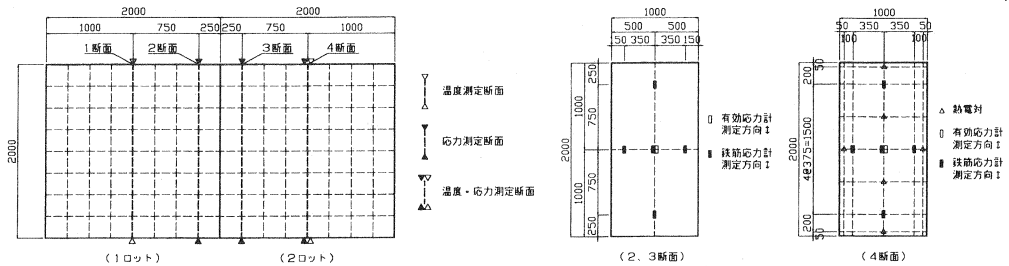


図-2 ひび割れ確認試験供試体

(2) パイプレータによる締固め性能の確認

図-3 に示す実橋と同程度のシース・鉄筋を配置した型枠内にスランプ12、15、18cmの軽量コンクリートを打設し、パイプレータによる締固め状況、ウェブから投入してハンチ部から噴出するコンクリートや底板部のコンクリートの流動性からパイプレータの挿入時間、伏せ型枠の必要性、天端仕上げの方法を検討した。

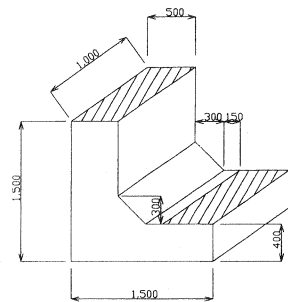


図-3 締固め試験供試体

(3) ポンプ圧送性、圧送後のコンクリートの性状確認

基本スランプを $15 \pm 2.5\text{cm}$ とした場合のポンプ圧送性の確認を行った。試験は、写真-1に示すように実施工においてポンプ圧送距離が最大となる状況を想定して行った。また、筒先で材料分離の有無を目視により確認した。

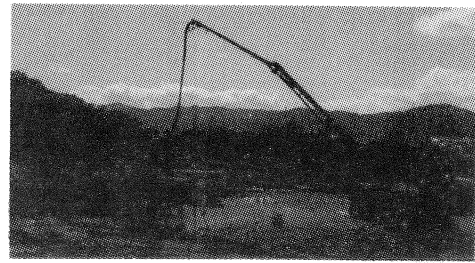


写真-1 ポンプ圧送性試験

(4) 天端仕上げの性能確認

締固め試験の結果、コンクリート天端に骨材の凹凸が残ったため、モルタルの後打ちによる天端仕上げを行い、仕上げの施工性を確認した。後打ちモルタルの厚さは過去の施工実績より 5mm と 10mm の2パターンとし、モルタル仕上げの時期は、コンクリート打設終了直後、打設終了30分後、60分後の3パターンとした。

(5) 実規模型枠内打設による施工性の確認

各種試験での決定事項をふまえて、実際の桁断面、鉄筋およびシース配置でのスパン 1.5m の実規模型枠における打設試験を行い、施工方法を検討した(図-5)。

5. 検討結果

(1) 膨張材、ファイバーのひび割れに対する有効性について

膨張材、ファイバーを添加した供試体 N35-EX-VF に埋設した熱電対・鉄筋ひずみ計より以下のことが確認できた。

- ① 試験体の温度は最大 80°C 程度まで上昇した。
- ② 鉄筋ひずみの計測結果を図-4に示す。膨張材を使用した場合は、使用しない場合に比べて鉄筋ひずみが引張側にシフトしており、コンクリート応力に換算して約 $0.1\text{N}/\text{mm}^2$ のケミカルプレストレスの導入による温度応力の低減が確認された。

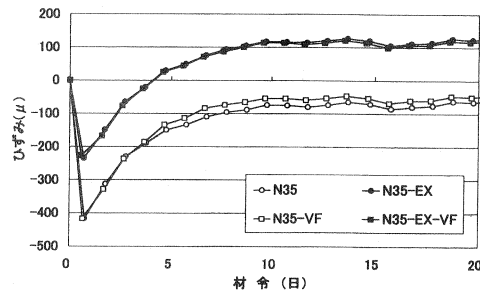


図-4 鉄筋ひずみ計測結果

また、目視の結果、どの供試体にもヘアクラック程度のひび割れしか観測されなかったが、膨張材、ファイバーの両方を添加した供試体のひび割れが最も少なく、ひび割れに対する有効性が確認された。

(2) 締固め性能 (材料分離の有無、締固め易さ) について

各スランプとも材料分離は見られず、良好な充填性能を示した。また、全てのスランプとも底版部のコンクリートは流動せず、伏せ型枠無しでの施工が可能であることを確認した。

また、底版ハンチの角度が小さく、傾斜面が長いために、型枠脱型後のハンチ上面にあばたが発生したため、ハンチ部には木製型枠(ムク型枠)を使用し、さらに $\phi 5\text{mm}$ の穴を上下左右 5cm ピッチに開け、充填性を確認するとともにあばたの発生を防いだ。

(3) ポンプ圧送性について

ポンプ車の吐出圧は、打設開始 60 分後で $20.0\text{N}/\text{mm}^2$ (最大 $28.0\text{N}/\text{mm}^2$)、ポンプ回転数は

1600rpm(最大 2300rpm)でともに余裕があり、良好な圧送性が確認できた。筒先から排出されるコンクリートにおけるスランブロスも2cmと小さく、材料分離も見られなかった。

(4) モルタルによる天端仕上げについて

モルタルによる仕上げ時期は、コンクリート打設終了直後では軽量骨材との混ざりにより骨材の浮き上がりが生じたが、打設終了後30分、60分は良好であった。コンクリートとモルタルとの付着についても、打音検査により十分な付着性を確認した。モルタル厚さについても、5mm、10mmともに良好な仕上げが可能であり、施工誤差を考慮して10mmとした。

(5) 実規模型枠内打設試験による施工性について

供試体断面を図-5に示す。通常の高周波バイブレータを使用した打設試験では、ウェブ下端の締固めが思うようにできず、脱型後の供試体においてもハンチ部を中心としたジャンカが確認された。原因としては、ウェブ内に密に配置された鉄筋・シースの存在や斜ウェブという構造上、通常のバイブレータでは締固めが困難な箇所が発生することなどが考えられた。

実施工での対策として、振動部に延長パイプを装備したマルチバイブレータ、型枠バイブレータを使用し、通常のバイブレータでは困難であった箇所の締固めも確実にできるようなした。また、上フランジ外側の型枠を脱着式としてバイブレータの挿入を容易にし、施工性を向上させた。

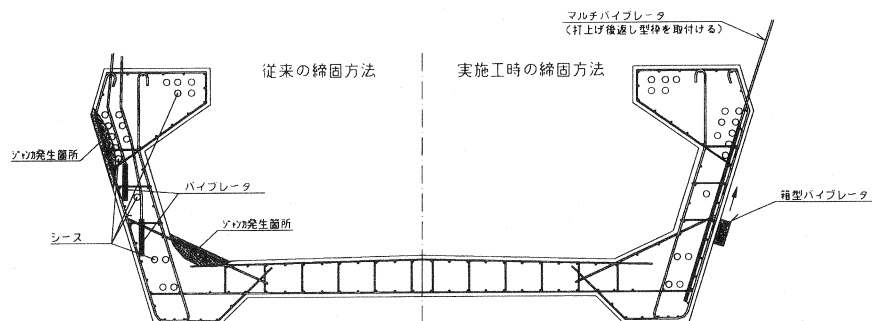


図-5 供試体断面及び締固め状況

7. まとめ

- ① 軽量コンクリートのひび割れ対策として膨張材、ファイバーを添加することにより、ひび割れの発生、進展を抑制することができた。
- ② ポンプ圧送距離が小さく、コンクリートをスランプ管理が可能な15cmとすることで、軽量骨材の浮き上がり、材料分離を抑えることができ、施工性の向上を図るとともに、品質の向上が図れた。
- ③ 配筋状態、桁形状を考慮したマルチバイブレータ、型枠バイブレータの使用および脱着式の型枠を使用することにより確実な締固めを可能とした。

8. おわりに

本橋は平成15年9月10日に竣功予定である。最後に、本橋の設計施工に際して多大なご尽力を頂いた関係各位の皆様に深く感謝の意を表する次第である。