

## 高性能軽量骨材コンクリートを使用したPC橋の実物大供試体試験と施工

JH北海道支社 建設部構造技術課 中村 元  
 JH北海道支社 建設部構造技術課 宮越 信  
 ドービー建設工業（株）正会員 竹本 伸一  
 ドービー建設工業（株）正会員 山崎 通人

### 1. はじめに

現在JHが建設中の北海道縦貫自動車道八雲IC（仮称）～国縫IC間に位置するシラリカ川橋は、橋長96.2m（最大支間42.7m）のPC3径間連続ラーメン箱桁橋（図-1）で、高性能軽量骨材コンクリートを使用して設計・施工を行った。しかし、高性能軽量骨材を用いたPC橋の施工実績は数少ないのが現状であり、今回の採用にあたっては柱頭部の実物大供試体試験を行い、その材料特性を把握して実施工に反映した。本稿はこれらの結果を含めて高性能軽量骨材コンクリートを用いたPC橋の施工について報告するものである。

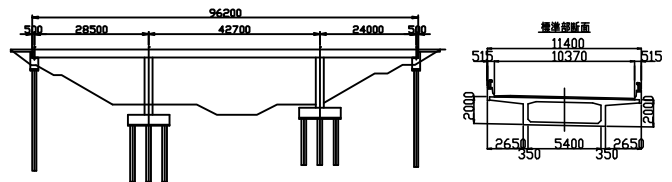


図-1 側面図および断面図

### 2. 高性能軽量骨材コンクリートの配合

本橋梁では、使用した高性能軽量骨材が非常に低吸水性である特性を活かし、絶乾状態で使用し耐凍害性を確保した。コンクリート打設はポンプ圧送を実施した。

絶乾状態でポンプ圧送する場合、圧送条件や温度によっては、流動性の低下が生じる場合がある。このため、高性能AE減水剤を用いて流動性を高めた配合とし、スランプフローによる管理を行った。水セメント比は予備実験より単位水量を $165\text{kg}/\text{m}^3$ として35%に決定した。空気量はコンクリート標準示方書（施工編）に準拠して、普通骨材コンクリートより1%大きく設定した。配合および目標物性値を表-1、-2に示す。

表-1 高性能軽量骨材コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	air (%)	単位量( $\text{kg}/\text{m}^3$ )					SP (C×%)	AE (C×%)
			W	C	G	S1	S2		
35.0	50.8	$5.5 \pm 1.5$	165	472	375	580	254	1.37	0.0005

表-2 目標物性値

項目	目標値
スランプフロー	$550 \pm 50$ mm
空気量	$5.5 \pm 1.5$ %
単位容積質量	$1.85 \pm 0.05$ $\text{t}/\text{m}^3$
設計基準強度	$50$ $\text{N}/\text{mm}^2$

### 3. 高性能軽量骨材コンクリートと普通骨材コンクリートの数量比較

本橋梁と同じ断面で高性能軽量骨材コンクリートと普通骨材コンクリートの数量比較を行った。橋体のコンクリート量はほぼ等しくなったが、橋体重量は普通骨材コンクリートに比べ19%減少した。また、橋体自重の減少によりPC鋼材量も16%減少した。数量比較を表-3に示す。

表-3 数量比較

	普通 コンクリート	軽量 コンクリート	軽量/普通
コンクリート ( $\text{m}^3$ )	709.5	707.7	1.00
橋体重量 (kN)	17382.8	14154.0	0.81
鉄筋 (t)	101.6	93.6	0.92
PC鋼材 (kg)	22561.4	18840.1	0.84

単位重量：普通 $24.5\text{kN}/\text{m}^3$ ，軽量 $20.0\text{kN}/\text{m}^3$

### 4. 実物大供試体試験と三次元熱応力解析

今回使用した高性能軽量骨材コンクリートは水セメント比 $w/c = 35\%$ （単位セメント量 $472\text{kg}/\text{m}^3$ ）であり、水和熱によりコンクリートが高温になることが予想され、さらにポンプ圧送により流動性の低下が生じることから、マスコンクリートとなる柱頭部において実物大供試体試験を行った。また、実物大供試体試験に先立ち、三次元熱応力解析を行いコンクリートの温度履歴と温度ひびわれ指数の検討を行った。

#### 4.1 三次元熱応力解析

解析方法は、汎用非線形構造解析システムFINASを使用し、打設段階をシミュレートして行った。熱応力解析

キーワード：軽量コンクリート，実物大供試体試験，三次元熱応力解析，PC箱桁，施工

〒060-0001 札幌市中央区北1条西6丁目2番地 TEL 011-221-1571 FAX 011-222-5527

には普通骨材コンクリートと高性能軽量骨材コンクリートの断熱温度上昇試験結果(図-2)を材料定数として採用した。弾性係数は材齢に応じた有効弾性係数を使用した。

解析の結果、コンクリートの最高温度は柱頭部中心部で 99.8 となった。この結果から床版横締めを使用するプレグラウト鋼材（グラウト不要のポストテンション用 P C 鋼材）タイプを温度硬化型の高温タイプに選定した。また、温度ひび割れ指数は、打設後 0.5~1.5 日の時点で部分的に「1」を下回る（温度ひび割れ発生確率 50%以上）箇所が見られた(図-3)。このため、実物大供試体試験において、温度の高くなる位置にパイプクーリングを実施した。

4.2 実物大供試体試験の結果

コンクリート温度は、最高温度予想位置で 104（コンクリート打設温度 25，上昇温度 79）となった。これは有限要素法を用いた三次元熱応力解析値（コンクリート打設温度 20，上昇温度 80）とほぼ等しい値となった。温度履歴を図-4 に示す。

ひび割れ発生の有無は、型枠脱型後の供試体を目視により確認したがひび割れの発生は認められなかった。

供試体に設置した温度硬化型プレグラウト P C 鋼材は、コンクリート打設 1 週間後・1 ヶ月後・2 ヶ月後に試験緊張を行い、いずれも緊張可能な結果となった。

フレッシュコンクリート性状(図-5)は、プラント出荷時、ポンプ圧送直前、圧送直後のスランプフロー値、空気量を計測した。また、圧送直前と圧送直後では、圧送直後のスランプフロー値が低下するが、コンクリートの打設、締固め作業には影響のないことが確認できた。

ポンプ圧送性は、ポンプ圧送速度を 10~40m<sup>3</sup>/h に変化させて行ったが、30m<sup>3</sup>/h 以上ではポンプに強い負荷がかかる状況が見られた。

5. 高性能軽量骨材コンクリートの施工性

柱頭部の施工では打設時温度を下げるため、パイプクーリング、材料のプレクーリングおよびコンクリートの夜間打設を実施した。その結果、コンクリートの最高温度は 86（コンクリート打設温度 18，上昇温度 68）に抑えられた。

フレッシュコンクリート性状を図-5 に示す。スランプフロー値、空気量は実物大供試体試験と異なる性状を示している。これは打設時期の差(外気温の違い:実物大は7月,柱頭部は10月)によるものと考察される。

コンクリート打設の圧送速度は、実物大供試体試験から 20m<sup>3</sup>/h とした。その結果、圧送時にポンプが閉塞状態になるようなことなく、良好な圧送性を確保することができた。

6. おわりに

高性能軽量骨材コンクリートの使用による橋梁上部工の軽量化により、耐震性の向上や下部工・基礎工を含めた橋梁全体工費の縮減を図ることが可能と考えられる。しかし、施工実績が少なく、技術的に解決しなければならない課題もいくつかある。本報告が軽量骨材コンクリート普及の一助となれば幸いである。

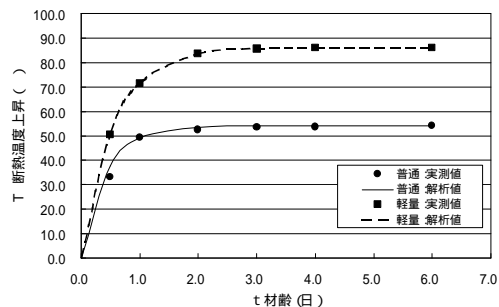


図-2 断熱温度上昇履歴

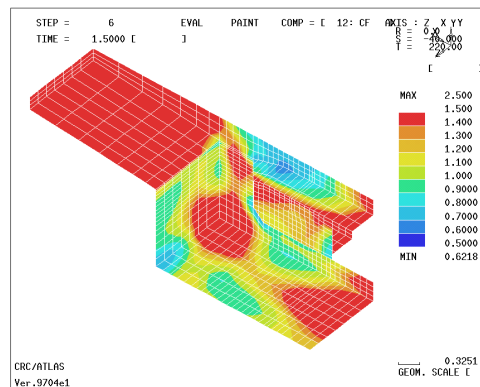


図-3 温度ひび割れ指数

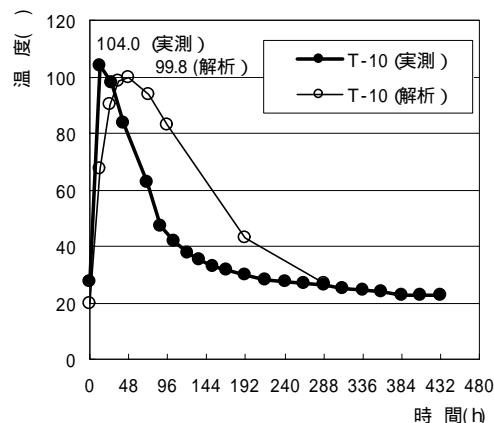


図-4 温度履歴

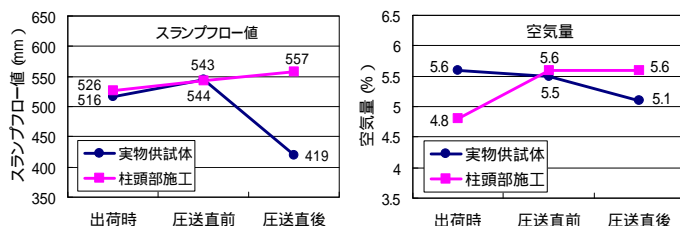


図-5 フレッシュコンクリート性状