

膨張材を混和した軽量 RC 床版の膨張特性に関する検討

首都高速道路 (株) 正会員○岸田 政彦

首都高速道路 (株) 正会員 田嶋 仁志

デンカ (株) 正会員 宮口 克一

パシフィックコンサルタンツ (株) 正会員 中澤 治郎

1. はじめに

構造用人工軽量骨材(以下, 軽量骨材)を使用したコンクリート(以下, 軽量コンクリート)を道路橋床版に適用することで, 建設コストを低減することが可能となる。また, 維持管理の分野においても, 死荷重が小さくなるため, 床版の更新や拡幅等において有用であり, 軽量化による耐震性能の向上が期待できる。

本稿は, 軽量 RC 床版の実用化を目的として, 軽量コンクリート 2 種(粗骨材, 細骨材ともに軽量骨材)を使用し, かつ膨張材を併用した道路橋 RC 床版(以下, 膨張材併用軽量 RC 床版)について, 膨張材の混和量によりコンクリートおよび鉄筋の膨張ひずみがどのように変化するかについて検討を行った。

2. 試験概要

2. 1 使用材料およびコンクリート配合

(1) 使用材料

本研究で用いた使用材料を表-1 に示す。膨張材は JIS A 6202「コンクリート用膨張材」で示される 20 型膨張材であるエトリンガイト・石灰複合系膨張材を用いた。また, 粗骨材と細骨材はともに人工軽量骨材の軽量コンクリート 2 種とした。

(2) コンクリート配合

コンクリート配合を表-2 に示す。設計基準強度は 40N/mm^2 とし, 水結合材比は 37% とした。コンクリートのスランブは $18.0 \pm 2.5\text{ cm}$, 空気量は $4.5 \pm 1.5\%$ となるように SP および AE を調整した。膨張材混和量は 15 kg (EX-15), 25 kg (EX-25), 30 kg (EX-30) の 3 配合とした。

2. 2 試験方法

(1) コンクリート試験項目

コンクリートの試験項目および試験方法を表-3 に示す。供試体の打設は室内にて行うが, 温度制御はできないので環境温度も計測した。拘束膨張試験を除く

供試体については, 次節で示す RC 床版供試体と同じ環境条件で養生し, 試験直前の 28 日まで型枠存置とする。

(2) RC 床版供試体

道路橋床版を模擬した RC 床版供試体 ($1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 250\text{mm}$) を作製し, 打設後から各種ひずみを測定した。供試体の内部には, 鉄筋のひずみゲージのほか, 供試体中央部にコンクリートひずみゲージを橋軸方向, 橋軸直角方向, 鉛直方向の 3 方向に配置した。ひずみゲージ設置概要を図-1 に示す。

表-1 使用材料

項目	詳細
水(W)	上水道水
セメント(OPC)	普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3)
膨張材(EX)	エトリンガイト・石灰複合系膨張材(20 型)(密度 3.08g/cm^3)
細骨材(S _L)	人工軽量細骨材(絶乾密度 1.62g/cm^3 F.M.2.75 吸水率 15.5%)
粗骨材(G _L)	人工軽量粗骨材(絶乾密度 1.30g/cm^3 Gmax:15mm 吸水率 28.0%)
減水剤(SP)	高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸塩系)
AE 助剤(AE)	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

表-2 コンクリート配合

記号	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)						
			W	OPC	EX	S _L	G _L	SP (B × %)	AE (B × %)
EX-15				444	15			0.50	0.10
EX-25	37.0	48.5	170	434	25	502	428	0.50	0.05
EX-30				429	30			0.30	0.03

表-3 コンクリート試験項目および試験方法

試験項目	試験方法	目標値
スランブ	JIS A1101	$18.0 \pm 2.5\text{ cm}$
空気量	JIS A1128	$4.5 \pm 1.5\%$
コンクリート温度	JIS A1156	—
圧縮強度	JIS A1108	40N/mm^2
静弾性係数	JIS A1149	—
拘束膨張率	JIS A6202 (B法)	—

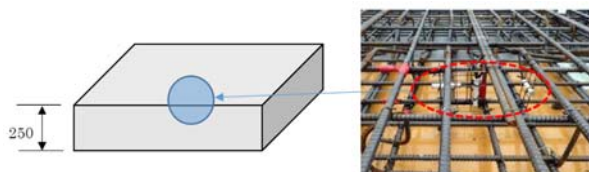


図-1 ひずみゲージ設置概要

キーワード 軽量 RC 床版, 膨張ひずみ, 膨張材, 軽量骨材

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 首都高速道路(株) TEL 03-3539-9449

3. 試験結果

3. 1 拘束膨張供試体の長さ変化率

小型供試体の試験項目のうち、拘束膨張供試体の長さ変化の測定結果を図-2に示す。なお、図中に示した「A」の範囲は、土木学会「膨張コンクリート設計施工指針」¹⁾で収縮補償コンクリートとされる材齢7日での膨張の範囲 ($150 \sim 250 \times 10^{-6}$) である。膨張材混和量が 15kg/m^3 の EX-15 で 250×10^{-6} を超える膨張率を示しており、普通コンクリートに比べて大きな膨張率を示した。また、EX-25 および EX-30 は材齢7日の膨張率は $400 \sim 500 \times 10^{-6}$ を示しており、土木学会「膨張コンクリート設計施工指針」¹⁾に示されるケミカルプレストレス用のコンクリート ($200 \sim 1000 \times 10^{-6}$) となる領域の膨張率を示している。材齢7日以降の乾燥養生開始から材齢21日までは、長さ変化率はほぼ横ばいとなったが、その後、材齢28日から材齢91日にかけて収縮傾向に転じた。

3. 2 RC床版供試体のひずみ

(1) 鉄筋ひずみ

打設から122日までのRC床版供試体の鉄筋ひずみについて、橋軸直角方向の測定結果を図-3に示す。鉄筋ひずみは全ひずみを示している。鉄筋ひずみは全て引張側を示しており、EX-30が最も大きい。膨張材の混和量が多いものほど引張ひずみが大きい傾向を示している。引張ひずみは材齢10日でいったん横ばいとなり、その後、漸増する傾向を示している。

(2) コンクリートひずみ

打設から122日までのRC床版供試体のコンクリートひずみについて、橋軸直角方向の測定結果を図-4に示す。コンクリートひずみは温度変化による熱膨張成分を除去した値である。ひずみの傾向は鉄筋ひずみと同じであり、経時的な変化については材齢120日を超えても材齢初期に導入された膨張を維持しており、収縮は見られなかった。一方、図-2に示したように、 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の拘束供試体の長さ変化の結果では、材齢91日になると乾燥収縮と考えられる傾向を示す結果となっている。これは軽量骨材により水分が供給されるが、供試体サイズがRC床版供試体より小さく、単位体積当りの表面積が大きいことから、乾燥の影響を受けやすかったと考えられる。よって、実構造物レベルの大きさでは、長期にわたって膨張ひずみを維持できる可能性を示していると考えられる。

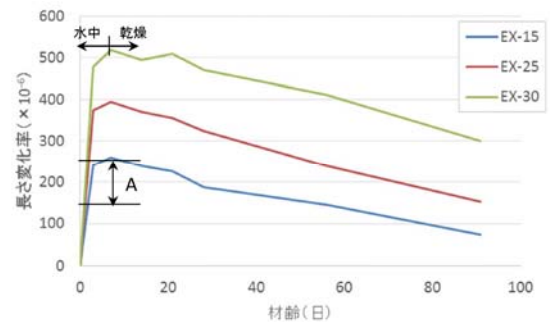


図-2 拘束膨張供試体の長さ変化率

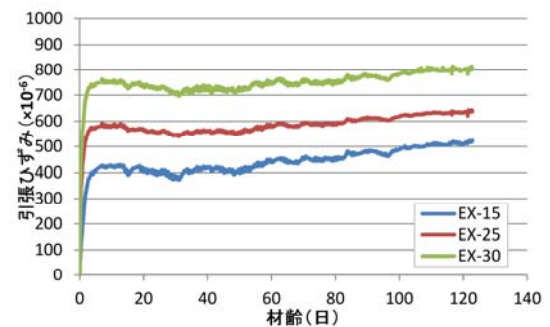


図-3 橋軸直角方向の鉄筋ひずみ

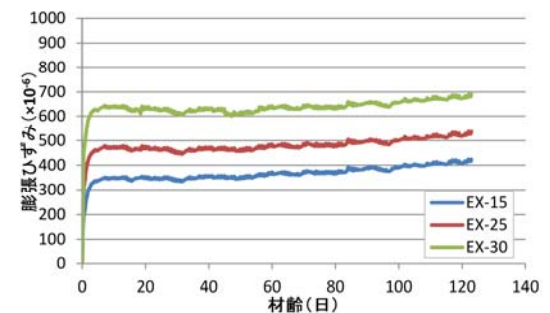


図-4 橋軸直角方向のコンクリートひずみ

4. まとめ

- (1) 軽量コンクリート2種は、普通コンクリートにおける収縮補償の膨張率となる混和量より少ない 15kg/m^3 の膨張材を混和することで 250×10^{-6} を超える膨張ひずみを示しており、普通コンクリートに比べて大きな膨張ひずみとなることを確認した。
- (2) RC床版供試体は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の拘束供試体と異なり、材齢120日を超えても収縮は見られなかった。

謝辞：本研究を進めるにあたり、東京大学岸利治教授、日本大学岩城一郎教授、前橋工科大学・群馬大学辻幸和名誉教授には、多くの助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 膨張コンクリート設計施工指針：土木学会コンクリート・ライブラリー，第75号，1993