

## 軽量コンクリートを用いた RC 床版の疲労耐久性

首都高速道路(株) 正会員 岸田 政彦, 正会員 副島 直史  
 (株)横河ブリッジホールディングス 正会員○春日井俊博, 正会員 池末 和隆  
 (株)横河ブリッジ 正会員 宮井 大輔

### 1. はじめに

軽量コンクリートを鋼道路橋の RC 床版へ適用することで、鋼桁を含めた橋梁上部構造全体の軽量化が期待できる。一方で軽量コンクリートは、骨材の特性から同等の設計基準強度の普通コンクリートに比べてせん断強度、引張強度が低下することが知られている。そこで、軽量コンクリートの初期ひび割れ低減と疲労耐久性の向上策として、膨張材を併用した軽量コンクリート 2 種を用いた RC 床版（以下、軽量 RC 床版という）の実用化が検討されている<sup>1)3)</sup>。これまでの検討では床版厚 160mm の実験供試体を用いていたが、本報告では、実橋に適用されるのと同程度の床版厚の実験供試体を用いた輪荷重走行試験により軽量 RC 床版の疲労耐久性を検討した結果を示す。

### 2. 実験概要

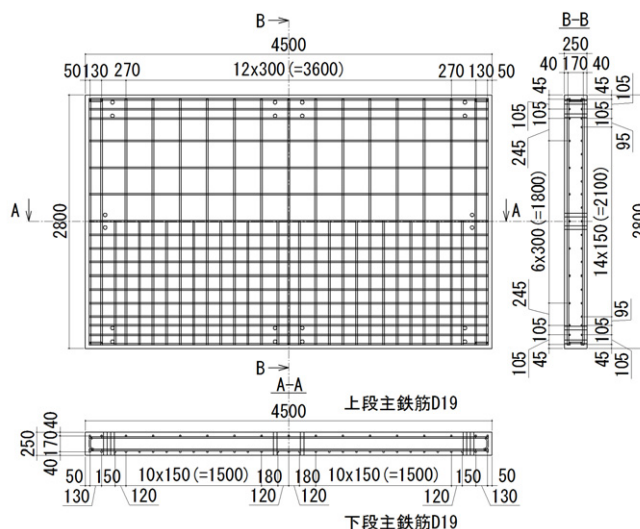
実験に用いた軽量コンクリートの配合を表-1 に示す。普通ポルトランドセメントを用いて、粗骨材、細骨材とも人工軽量骨材とした。低添加型膨張材を初期収縮補償に必要な量( $20\text{kg/m}^3$ )の 1.5 倍を添加した。設計基準強度は  $40\text{N/mm}^2$  である。コンクリートは実機で練り混ぜを行った。フレッシュコンクリートの性状は、スランプ  $20.0\text{cm}$ 、空気量  $4.5\%$ 、単位体積質量  $1,768\text{kg/m}^3$ 、コンクリート温度  $18^\circ\text{C}$ 、であった。凝結試験で終結を確認した後から湿潤養生とし、材齢 33 日の脱型後は気中養生とした。輪荷重走行試験の開始材齢は 171 日である。実験供試体（供試体名：軽量 RC）の基本寸法を図-1 に示す。外形寸法と支持条件、および載荷条件は土木研究所が行った普通コンクリートを用いた RC 床版（以下、普通 RC 床版という）の輪荷重走行試験<sup>4)</sup>を参考にしてこれと同様とした。

比較対象は文献 4)に報告のある図-1 付表および表-2 に示す平成 8 年の道路橋示方書に準拠した実験供試体（供試体名：RC8n-1, RC8n-2, RC8n-3）とした。軽量 RC 床版、普通 RC 床版とも床版厚は  $250\text{mm}$  で、支持条件は長辺を単純支持、短辺を弾性支持とした。輪荷重の走行範囲は供試体支間中央の橋軸方向  $3\text{m}$  で、荷重は  $157\text{kN}$  から始めて 4 万回走行ごとに  $19.6\text{kN}$  ずつ漸増させる階段状漸増載荷とした。

表-1 軽量コンクリートの配合

| W/P [%] | s/a [%] | 単位量 $[\text{kg/m}^3]$ |     |                  |     |     |                  |
|---------|---------|-----------------------|-----|------------------|-----|-----|------------------|
|         |         | W                     | C   | Ex <sup>※1</sup> | SL  | GL  | SP <sup>※2</sup> |
| 37      | 45      | 165                   | 415 | 30               | 569 | 596 | 2.7              |

※1：低添加型膨張材，※2：高性能 AE 減水剤



付 表

| 供試体名   | 外形寸法 $[\text{mm}]$ | 主鉄筋 |                  | 配力鉄筋 |                  |
|--------|--------------------|-----|------------------|------|------------------|
|        |                    | 径   | 間隔 $[\text{mm}]$ | 径    | 間隔 $[\text{mm}]$ |
| 軽量 RC  | 2800×4500×250      | D19 | 150 (300)        | D16  | 150 (300)        |
| RC8n-1 | 2800×4500×250      | D19 | 150 (300)        | D16  | 125 (250)        |
| RC8n-2 |                    |     |                  |      |                  |
| RC8n-3 |                    |     |                  |      |                  |

( ) 内は圧縮側鉄筋の値

図-1 供試体の基本寸法（軽量 RC）

表-2 普通 RC 床版の実験結果<sup>4)</sup>

| 供試体名   | 圧縮強度              | 静弾性係数              | 破壊時荷重         | 破壊時走行回数      |
|--------|-------------------|--------------------|---------------|--------------|
|        | $[\text{N/mm}^2]$ | $[\text{kN/mm}^2]$ | $[\text{kN}]$ | $[\text{回}]$ |
| RC8n-1 | 33.1              | 27.9               | 392           | 489,555      |
| RC8n-2 | 38.4              | 25.7               | 334           | 394,122      |
| RC8n-3 | 37.4              | 26.5               | 392           | 520,000※未破壊  |

キーワード 軽量コンクリート，膨張材，RC 床版，輪荷重走行試験

連絡先 〒221-0013 神奈川県横浜市神奈川区新子安 1-2-4 首都高速道路(株)神奈川建設局 TEL 045-439-0734

### 3. 実験結果および考察

硬化コンクリートの物性値を表-3に示す。材齢28日で設計基準強度  $40\text{N/mm}^2$  を上回った。拘束膨張試験結果は材齢7日で  $351 \times 10^{-6}$  であり、期待した膨張材の効果が得られた。

輪荷重走行による床版の劣化状況の把握は、たわみ、ひずみの計測値とひび割れ観察により行った。静的に載荷を行った際の総たわみから除荷時の残留たわみを差し引いた値を活荷重たわみとした。走行回数と活荷重たわみの関係を図-2に示す。軽量RCと普通RC床版の供試体の活荷重たわみの変化を比べると、走行開始直後は軽量RCが大きい。走行回数20万回程度までに普通RC床版とほぼ同じとなり、載荷終了直前では軽量RCが小さい傾向であった。走行開始時の軽量RCのたわみが大きいのは静弾性係数が普通RC床版に比べて小さいためと考えられる。軽量RCのたわみの増加が比較的遅いのは膨張材添加によるプレストレスの効果と考えられる。軽量RCは、走行回数40万回以降にたわみが急増して走行回数424,190回（輪荷重353kN）で試験を終了した。軽量RCの破壊時の走行回数は、普通RC床版の供試体RC8n-2とRC8n-1の中間の結果であり、普通RC床版と同等の疲労耐久性を有することが確認できた。

主鉄筋ひずみの計測値から計算した中立軸位置の変化を図-3に示す。全断面有効の計算値に近い値から始まり、走行回数の増加とともに上方へ移動した。走行回数12万回からたわみが急増する40万回以前までは安定しており、その間は耐荷力を保っていることがわかる。

供試体を切断して断面のひび割れ分布を観察した結果を図-4に示す。軽量RCは橋軸方向の中央から800mm離れた断面を示し、普通RC床版のひび割れ分布は供試体RC8n-1のもので橋軸方向の中央付近の断面である。軽量RCでは圧縮側の水平ひび割れが層状に数多く分布する特徴があった。

### 4. まとめ

輪荷重走行試験の結果、軽量RC床版は普通RC床版と同等の疲労耐久性を有することが確認できた。なお、本研究は日本大学工学部岩城一郎教授、東京大学生産技術研究所岸利治教授のご指導のもと実施した。ここに記して謝意を表す。

**参考文献** 1)小野泰英 他：ケミカルプレストレスを導入した道路橋軽量RC床版の疲労耐久性評価，土木学会第67回年次学術講演会講演概要集，pp.589-560，2012.9. 2)中川浩志 他：打継目を有する膨張材併用軽量コンクリートを用いたRC床版の疲労耐久性，土木学会第68回年次学術講演会講演概要集，pp.275-276，2013.9. 3)岸田政彦 他：部分打ち換えで補修した軽量RC床版の疲労耐久性，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，pp.53-54，2014.9 4)国土技術政策総合研究所：道路橋床版の疲労耐久性に関する試験，国総研資料第28号，2002.3

表-3 硬化コンクリートの物性値

| 供試体名 | 材齢<br>[日] | 圧縮<br>強度            | 静弾性<br>係数            | 割裂引張<br>強度          | 曲げ<br>強度            | せん断<br>強度           |
|------|-----------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|      |           | [ $\text{N/mm}^2$ ] | [ $\text{kN/mm}^2$ ] | [ $\text{N/mm}^2$ ] | [ $\text{N/mm}^2$ ] | [ $\text{N/mm}^2$ ] |
| 軽量RC | 28        | 44.3                | 15.7                 | 3.07                | 5.02                | 5.39                |
|      | 173       | 49.1                | 17.7                 | 3.30                | 4.88                | 5.61                |

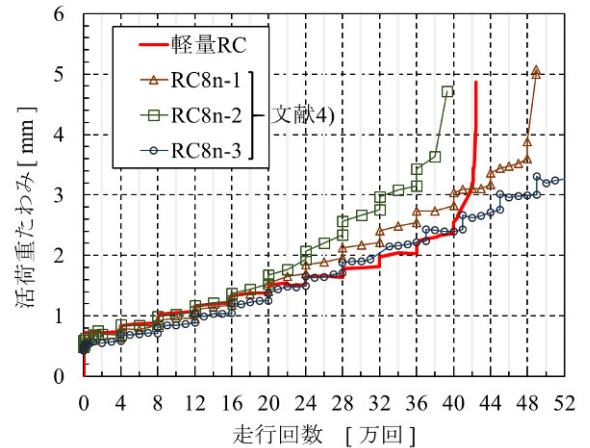


図-2 活荷重たわみ

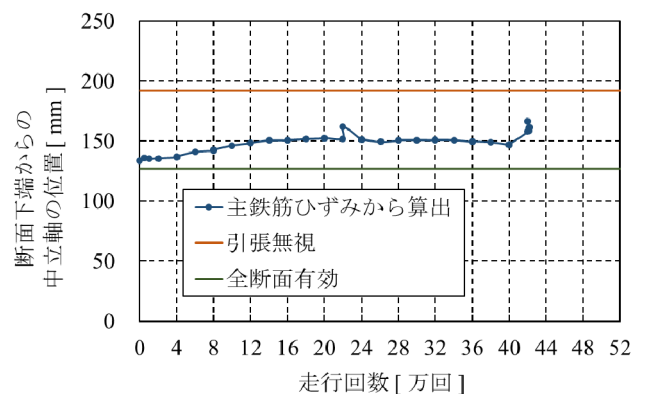


図-3 中立軸位置

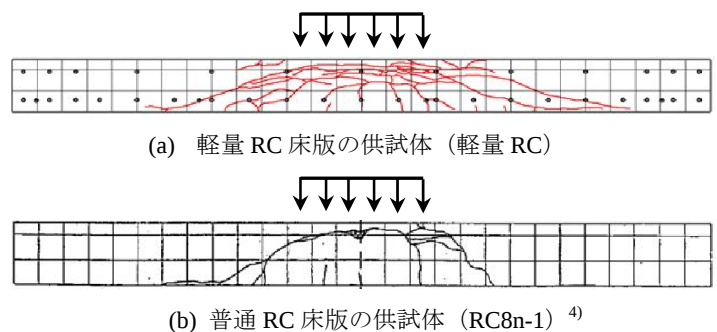


図-4 断面のひび割れ分布