

# 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

首都高メンテナンス西東京株式会社 正会員 ○小野 泰英  
 日本大学工学部 正会員 子田 康弘  
 日本大学工学部 正会員 岩城 一郎  
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 井上 治郎  
 首都高速道路株式会社 正会員 磯部龍太郎

## 1. はじめに

近年の道路橋 RC 床版は、車両の大型化、交通量の増大等から疲労耐久性の更なる向上が要求されている。軽量コンクリートを使用した RC 床版(以下軽量 RC 床版)は、上部工のみならず橋脚や基礎の規模縮小を可能にするため、新設橋や床版打替え時のコスト削減に有効であり、耐震性能の向上も期待できる。しかし、普通 RC 床版と比べ、引張強度と曲げ強度の圧縮強度に対する割合が小さく、疲労耐久性に劣る可能性が指摘されている<sup>1)</sup>。一方、膨張材を添加したコンクリートは、収縮補償やケミカルプレストレスの導入による引張抵抗力の向上効果を有しており、軽量 RC 床版に適用することで疲労耐久性の向上が期待できると考えられる。そこで本研究では、ケミカルプレストレスの導入により軽量 RC 床版の短所を補い、長所を活かす新たな軽量 RC 床版の開発を目的に輪荷重走行試験により疲労耐久性の評価を行った。

## 2. 実験概要

実験条件は、軽量 RC 床版への膨張材併用の有無(以下、膨張材あり:軽量 Ex, 膨張材なし:軽量)と、普通 RC 床版への膨張材併用の有無(以下、膨張材あり:普通 Ex, 膨張材なし:普通)による 4 条件とした。表-1 にコンクリートの配合を示す。軽量コンクリートの圧縮強度は、試験開始時材齢で軽量 Ex が 38.1 MPa(42 日)、軽量が 40.7 MPa(44 日)、普通 Ex が 41.1 MPa(176 日)、普通が 33.2MPa(405 日)であった。なお、供試体作製時からケミカルプレストレインの計測をしており、膨張材併用 RC 床版の下面の膨張量が、350~400 $\mu$  で計算上の応力として約 1.0 N/mm<sup>2</sup>(材齢 28 日)が導入されていることを確認している<sup>1)</sup>。

図-1 に RC 床版供試体の形状を示す。図より供試体の寸法は長さ 3000mm、幅 2000mm、床版厚 160mm である。輪荷重走行試験は基本荷重を 98kN に設定し、既定の回数毎に荷重を 29.4kN ずつ増加させる段階荷重方式を採用した。供試体の支持条件は、軸方向(走行方向)の 2 辺を単純支持、軸直角方向の 2 辺を弾性支持とした。計測項目は、目標走行回数終了時点での供試体中央に 98kN を静的載荷した際の活荷重たわみと、供試体下面のひび割れ観察である。

## 3. 実験結果及び考察

図-2 に、活荷重たわみと等価繰返し走行回数の関係を示す。まず、普通の疲労破壊時の等価繰返し走行回数

表-1 コンクリートの配合

|      | W/C(%) | s/a(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |    |     |      |
|------|--------|--------|-------------------------|-----|----|-----|------|
|      |        |        | W                       | C   | Ex | S   | G    |
| 軽量Ex | 40.0   | 46.8   | 180                     | 420 | 30 | 544 | 544  |
| 軽量   |        |        |                         | 450 | 0  | 559 | 564  |
| 普通Ex | 55.0   | 45.2   | 166                     | 272 | 30 | 414 | 1037 |
| 普通   | 66.0   | 47.6   | 174                     | 264 | 0  | 857 | 996  |

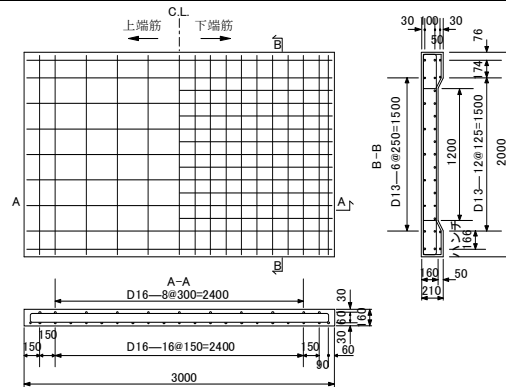


図-1 供試体形状

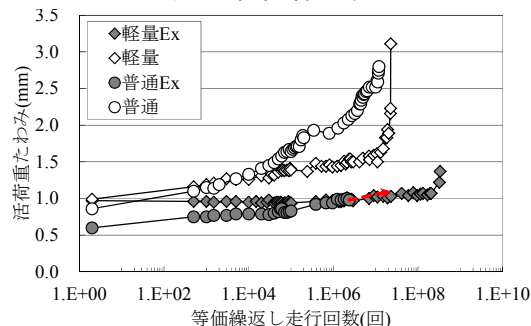


図-2 活荷重たわみ-等価繰返し走行回数

キーワード:道路橋, 疲労耐久性, 軽量 RC 床版, ケミカルプレストレス

連絡先:福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 電話:024(956)8721

が約 1000 万回に対し、軽量は約 2300 万回、軽量 Ex では約 3 億 3000 万回となり、本研究では普通 RC 床版に比べ軽量 RC 床版は疲労耐久性が向上し、さらに膨張材を併用することで疲労耐久性の著しい向上効果が確認された。その理由として、軽量では多孔質な軽量骨材の持つ自己養生効果と、軽量 Ex については、これにケミカルプレストレス導入の相乗効果が作用したためと推察される。次に、活荷重たわみの増加傾向を比較すると、普通は活荷重たわみが走行回数とともに増加したのに対し、軽量は普通に比べて活荷重たわみの増加傾向は緩やかとなり、軽量 Ex では疲労限界状態に達するまで活荷重たわみがほとんど変化することなく、押抜きせん断破壊に至る傾向を示した。

図-3.1～図-3.3 に、下面のひび割れ進展状況を示す。図の a) より、10 万回時では、普通の場合、供試体全面にひび割れが分布したのに対し、軽量では、ひび割れの進展が軌道部とその周囲にほぼ限定され、軽量 Ex については、軌道部の狭い範囲に短いひび割れが発生しているのみであった。また、ひび割れ密度も普通の  $9.91\text{m/m}^2$  に対し、軽量が  $7.38\text{m/m}^2$  と抑制され、さらに軽量 Ex では  $1.55\text{m/m}^2$  と著しく減少することが示された。次に、図の b) より、疲労限界状態では、普通と軽量は下面全域にひび割れが進展しているのに対して、軽量 Ex は軌道部付近に進展が限定されている。また、軽量と軽量 Ex は、普通に比べて短く、微細なひび割れが多く発生する傾向を示した。ひび割れ密度(普通: $14.9\text{m/m}^2$ 、軽量: $18.6\text{m/m}^2$ 、軽量 Ex: $13.1\text{m/m}^2$ )についても、軽量 Ex が他より小さく、ひび割れの進展挙動は明らかに異なった。これにより、軽量 RC 床版にケミカルプレストレスの導入することでひび割れが顕著に抑制されていることが確認された。

図-4 に、S-N 関係を既往の推定式<sup>2)</sup>とともに示す。図より、軽量 Ex、軽量ともに S-N 曲線の右側に位置することから、推定式に基づくと、軽量 RC 床版は普通 RC 床版よりも疲労耐久性が向上する可能性が示唆された。また、軽量 Ex に着目すると、ほぼ同等の載荷荷重せん断強度比で、疲労限界状態時の等価繰返し走行回数が軽量の約 14 倍となった。これは、ケミカルプレストレスの導入により、コンクリートの引張抵抗力が顕著に向上したことが要因と考えられる。

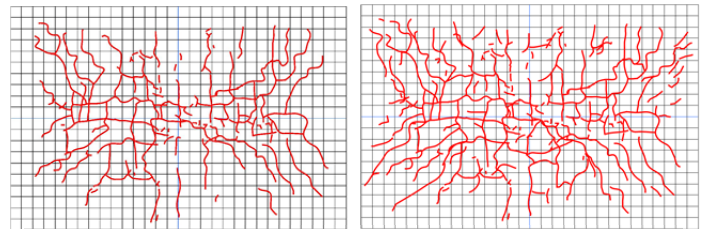
#### 4. おわりに

本研究においては、軽量 RC 床版は普通 RC 床版と比較し、疲労耐久性が向上することが示された。これは、軽量コンクリートの自己養生効果に加え、特に膨張材併用軽量 RC 床版における著しい向上は、ケミカルプレストレスとの相乗効果によるものと考えられる。

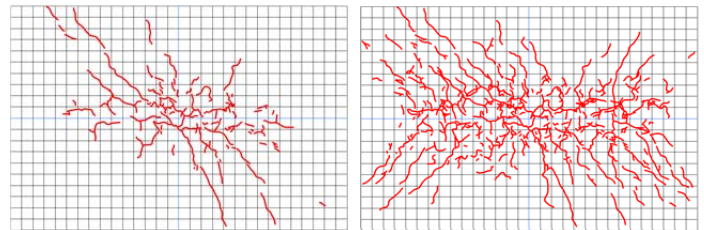
謝辞：本研究は東京大学生産技術研究所 岸利治教授との共同研究により行った。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1)磯部龍太郎 他:膨張材と軽量骨材を併用した RC 床版の疲労耐久性に関する検討, 高性能膨張性コンクリートの性能評価とひび割れ制御システムに関する研究委員会報告書, pp. 459-464, 2011.

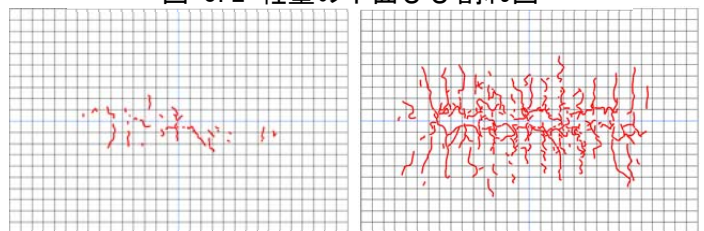
2)松井繁之:道路橋床版—設計・施工と維持管理—, 森北出版, 2007.



a) 走行回数 10 万回時 b) 疲労限界状態時  
図-3.1 普通の下面ひび割れ図



a) 走行回数 10 万回時 b) 疲労限界状態時  
図-3.2 軽量の下面ひび割れ図



a) 走行回数 10 万回時 b) 疲労限界状態時  
図-3.3 軽量 Ex の下面ひび割れ図

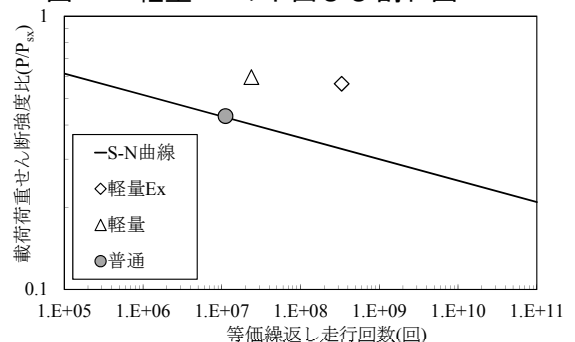


図-4 S-N 関係