

RFID ひずみセンサによるRC床版の疲労劣化の把握

太平洋セメント 正会員 ○大竹淳一郎, 正会員 江里口 玲, 正会員 佐藤 達三
 日本大学 正会員 岩城 一郎, 正会員 子田 康弘
 太平洋コンサルタント 正会員 小川 洋二

1. はじめに

高度経済成長期に建設された橋梁の老朽化が進み、特に RC 床版では疲労劣化が課題となっている。RC 床版の維持管理では、目視による下面のひび割れ調査が主体であるが、ひび割れ調査では、天候、対象部位、作業者などに影響され、経時的な劣化の定量化が難しい。一方、劣化進行を定量化する指標のひとつとして変形に伴うひずみが挙げられる。しかし、これまでのひずみ計測技術は、躯体から露出したケーブルの断線や劣化により、長期的な計測に向かない場合があった。筆者らは、無線により RC 構造物中のひずみを計測する RFID ひずみ計測システム¹⁾ (以下、RFID センサという) を用いて、輪荷重走行による疲労を受けた RC 床版のひずみを計測し、RC 床版の疲労劣化検知の可能性について検討した。

2. 実験方法

2. 1 RFID センサ

実験に用いた RFID センサの仕様を**表 1**に、外観を**写真 1**に示す。RFID センサは定着長が異なる 70, 190cm を使用した。190cm の RFID センサ計測部には、比較として有線ひずみゲージ (以下、有線方式) を貼付した。

表 1 RFID センサの仕様

項目	単位	仕様
計測ひずみ範囲	$\times 10^{-6}$	-500(圧縮)~+1500(引張)
センサ形状	—	D10 異型鉄筋
全長	cm	70, 190
通信周波数	MHz	13.56
空中通信距離	cm	10 以上
タグのコンクリートかぶり	cm	5 以下
タグタイプ	—	パッシブ型



写真1 RFID センサ外観

2. 2 RC 床版と載荷方法

実験に用いた RC 床版の仕様と載荷方法を**表 2**に、RFID センサの RC 床版への設置位置を**図 1**に示す。RFID センサは、圧縮側と引張側の主筋に沿設した。190cm センサは床版中心に、70cm センサは中心から 2 ピッチ離れた位置に設置した。

表 2 RC 床版の仕様と試験方法

項目		仕様・方法
RC 床版仕様	コンクリート種別	普通コンクリート(W/C=64%)
	圧縮強度[N/mm ²]	26.7
	形状[mm]	長 2,000×幅 3,000×厚 160
	主筋	D16(圧縮側・引張側)
試験方法	輪荷重[kN]	98, 21 万回以降 127(1.3 倍)
	走行方式	クランクにより周期 4.5 秒で走行

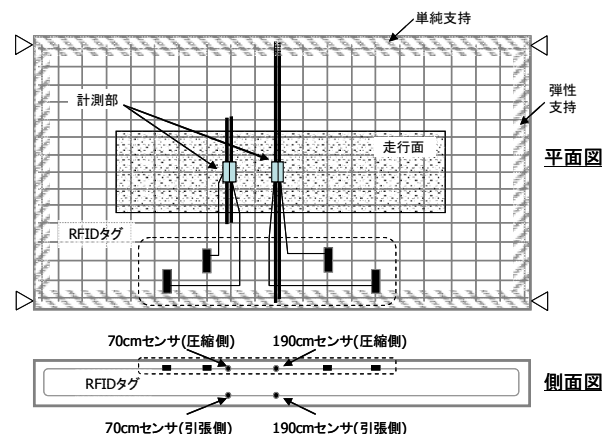


図1 RC 床版形状と RFID センサ配置

キーワード RFID, RC 床版, 輪荷重走行, 疲労, ひずみ, センサ

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント (株) 中央研究所 TEL 043-498-3928

2. 3 試験項目

走行回数が1～2万回到達毎に走行を停止させ、スパン中央に98kNの荷重を加えて、RFIDセンサのひずみ(以下、「静荷重ひずみ」という)を測定した。静荷重ひずみは、常にダイレクト値を計測し、輪荷重走行開始前の値を差し引いた。静荷重ひずみには、輪荷重繰返し载荷による残留ひずみが含まれている。

また、既往の研究と同様に、RC床版の終局状態を把握する目的で、床版下面の中央に変位計を設置し、98kNで载荷したときの活荷重たわみを計測した。

3. 実験結果

3. 1 静荷重ひずみ

図2に静荷重ひずみの推移を示す。同図には98kN活荷重たわみも併記した。引張側に設置したセンサの静荷重ひずみについて、20万回まではRFID方式と有線方式とは同等の値を示した。その値は走行回数に伴って増加し、RFIDセンサを用いて疲労におけるひずみ計測が可能であった。輪荷重が1.3倍となった21万回(等価回数48.4万回)以降は、70cmセンサのひずみは急減した。このときの活荷重たわみが2.3mm、裏面ひび割れ密度が $13.5\text{m}^2/\text{m}^2$ であり、内部ひび割れが進展していたことが予想される。したがって70cmセンサはコンクリートとの付着を失ったものと考えられる。一方、圧縮側のひずみは、挙動が不安定となり、内部のひび割れ、中立軸の変動などが影響したと思われる。なお、活荷重たわみ、ひび割れ密度などから、RC床版は31.5万回(等価回数347万回)で終局状態に達したと判断した。

3. 2 残留ひずみ

RC床版の挙動として、RFIDセンサにより現場での計測が可能な残留ひずみについて評価した。図3には、190cmセンサの有線方式で計測した残留ひずみの推移を示す。引張側の残留ひずみは、走行回数の増加に伴って大きくなった。圧縮側の残留ひずみも、これとほぼ同様な推移であることから、引張側と圧縮側との差によって、残留ひずみの増加傾向を顕著に表わすことができた。今回、RFID方式で残留ひずみの計測は行わなかったが、残留ひずみは図2の静荷重ひずみと同様な傾向を示しており、残留ひずみを計測することでRC床版の疲労の進展を定量的に把握できると思われる。

4. まとめ

(1) 20万回走行までは、センサの長さ、方式(RFID/有線)に関わらず、同様にRC床版のひずみ計測が行えた。

21万回以降は、70cmセンサの静荷重ひずみが減少した。これは、床版内のひび割れ進展に伴うコンクリートとセンサとの付着低下によるものと推察された。

(2) 残留ひずみは、静荷重ひずみと同様に走行回数に伴い増加した。したがって残留ひずみにより、RC床版の劣化状態を把握できる可能性がある。今後、床版内部のひび割れ進展と残留ひずみとの関係が明らかとなれば、RFIDひずみセンサは、長期的なRC床版における疲労劣化を把握する手段になると思われる。

参考文献

- 1) 佐藤達三ほか「コンクリート梁部材の载荷試験によるRFIDひずみセンサの評価」, 土木学会第64回年次学術講演会, V部門, pp.297-298, 2009年9月

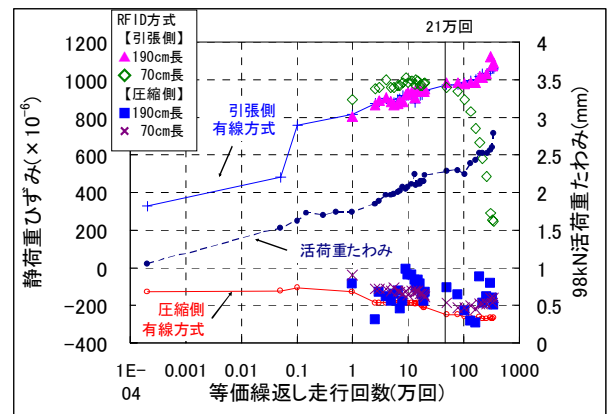


図2 静荷重ひずみの推移

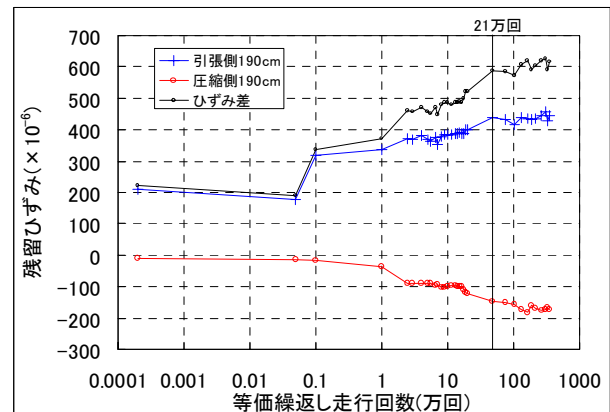


図3 残留ひずみの推移