

コンクリート梁部材の載荷試験による RFID ひずみセンサの評価

太平洋セメント(株) 正会員 ○佐藤 達三 江里口 玲 小川 彰一 吉本 稔
茨城大学 正会員 福澤 公夫

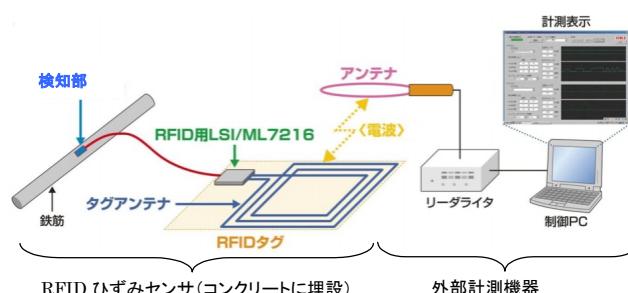
1. はじめに

構造物の長寿命化への社会的要求が高まるなか、効率的な施工管理や維持管理を可能とする調査・診断技術の果たす役割は大きくなってきている。構造物の変位、変形を把握することは構造物の状態を評価する上で重要な指標となりうるが、各種センサや変換器を用いた手法は、重要かつ精緻な情報を提供できるものの、多くの労力を要する側面もある。一方、著者らは近年急速に普及が進んでいる RFID 技術に着目して、無線による構造物の状態把握の実現について検討している¹⁾。RFID は、IC タグや電子タグなどとも呼ばれる新たな情報媒体であり、その特長は無線であること、電池を搭載する必要が無いこと、固有の ID を有していることなどである。この特長を活かし、センサ機能を付加することで構造物に生じるひずみを直接的かつ容易に計測できる RFID ひずみセンサを開発した²⁾。本報では、コンクリート梁部材に RFID ひずみセンサを設置し、載荷過程におけるひずみ挙動について既存の有線のセンサと比較評価した結果を示す。

2. システムの概要

(1) RFID ひずみ計測システム

RFID ひずみ計測システムの全体構成を図 1 に示す²⁾。ひずみ計測システムは、検知部として構造物に埋設する RFID ひずみセンサと外部計測機器によって構成される。RFID ひずみセンサは、ひずみゲージを取付けた鉄筋を検知部とし、有線にて制御回路および通信回路を有する RFID タグと接続されている。RFID タグは、外部から供給される電磁波で駆動するため電池を搭載しておらず、ひずみセンサをコンクリートに埋設して使用することが可能である。検知部となる鉄筋は、構造物中の主鉄筋などに検知対象箇所に沿わせて設置し、コンクリートの打設により一体化され、躯体のひずみを検出する手法を採用している。ひずみの計測は外部計測器を用いてコンクリート表面近傍から無線で行い、計測データをパソコンに収録する。



(2) 使用した RFID ひずみセンサの仕様

本試験で使用した RFID ひずみセンサの外形と各部の名称を図 2 に、仕様を表 1 に示す。RFID ひずみセンサは、鉄筋にひずみゲージを取付けた検知部と、計測および通信を行なうタグ部で構成され、検知部およびタグ部ともにコンクリート中に埋設して使用できるように保護している。ひずみ計測レンジは全体で約 $2000\mu\epsilon$ であり、引張側の最大計測範囲を約 $1500\mu\epsilon$ と設定している。これは、本センサが鉄筋降伏前までのひずみ計測を対象としているためである。また、環境温度の変化を補正する目的で、タグ部に測温機能を具備している。

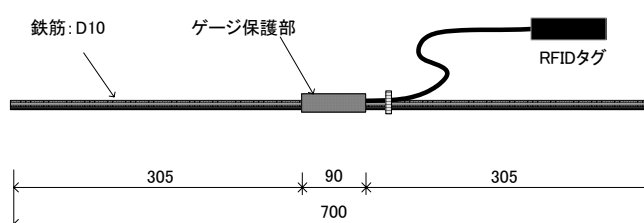


図 2 RFID ひずみセンサの外形

表 1 RFID ひずみセンサの仕様

通信周波数	13.56MHz
通信距離	10cm以上(自由空間)
ひずみ測定範囲	-550~1450(十側:引張、一側:圧縮)
分解能	約 $10\mu\epsilon$
計測精度	$\pm 20\mu\epsilon$
測温機能	-10℃~65℃
メモリ機能	各測定値を記録可能(6回分)
駆動電力	リーダライタから電波により供給(電池レス)

3. 試験概要

RFID ひずみセンサの評価は、主鉄筋に貼付した既存のひずみゲージと、RFID ひずみセンサと同一形状で有線式としたひずみセンサ、および RFID ひずみセンサについて、梁の載荷過程で生ずるひずみ挙動を各々比較することによって実施した。コンクリート梁部材の概要ならびに RFID ひずみセンサおよび有線式ひずみセンサの設置位置を図 3 に示す。RFID ひずみセンサの設置位置は梁のスパン中央とし、対称位置に同一形状の有線式ひずみセンサを併設した。梁の主鉄筋(D29)のひずみゲージ位置は、スパン中央の鉄筋上面および下面に各々貼付して計測した(図 4)。梁部材のコンクリート強度は 50N/mm^2 として設計し、コンクリート打設後 36 日経過時において、単純支持・中央部 2 点載荷による載荷試験を実施した。

キーワード 施工管理、維持管理、無線通信、RFID ひずみセンサ、梁載荷試験、ひずみ挙動

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) TEL043-498-3908

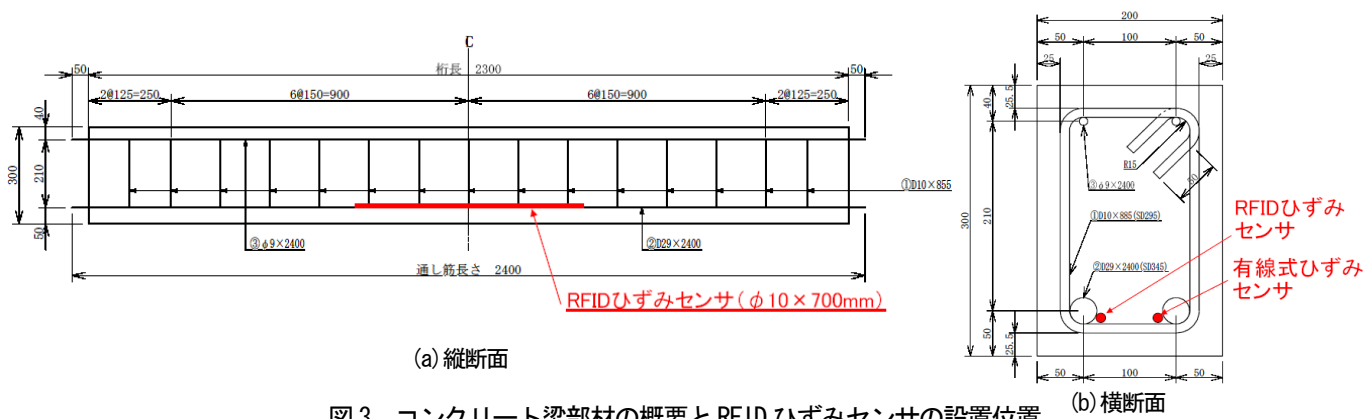


図3 コンクリート梁部材の概要とRFIDひずみセンサの設置位置

4. 結果と考察

荷重過程における有線式ひずみセンサと主筋のひずみゲージのひずみ挙動を図5に示す。有線式ひずみセンサは、ひび割れ発生前(50KN)までは主筋ひずみと良好に追従し、ひび割れ発生以降は主筋の下面ひずみと $1800\mu\epsilon$ 程度まではほぼ同様に挙動する結果となった。ひずみセンサのデータ出力位置は主筋下面近傍であることから(図4)、前記のひずみ挙動となったものと考えられる。このことは、センサ設置位置の影響を反映するものであり、主筋ひずみを良好に追従できることが確認された。一方、ひずみが $1800\mu\epsilon$ 程度を超えた場合、両者は乖離する結果となった。試験に用いた有線式ひずみセンサは、引張側 $1500\mu\epsilon$ までを計測対象として鉄筋長700mmで設計している。このため $1800\mu\epsilon$ 近傍で、検知部鉄筋の付着にすべりが生じたことにより乖離が生じたものと推察された。付着はコンクリート強度等種々の要因に影響を受けるものの、本センサ形状の設計値である $1500\mu\epsilon$ 程度までのひずみ計測については可能であることが確認された。

RFIDひずみセンサと主筋A下面のひずみゲージのひずみ挙動を図6に示す。RFIDひずみセンサは、主筋下面ひずみとほぼ同様のひずみ挙動を示しており、測定限界となる $1500\mu\epsilon$ 程度までは良好に追従することが確認された。とくに、ひび割れ発生荷重である50KN時前後のひずみ変位点においても、主筋ひずみとRFIDひずみセンサの挙動は明確に追従しており、本センサにより主筋ひずみの挙動を把握できるものと評価された。

5. まとめ

無線通信技術を用いたRFIDひずみセンサは、主筋に沿わせて設置することで、検知対象となる主筋のひずみ挙動を把握できる。また、本試験の結果から、過大なひずみが生じない範囲であれば、RFIDひずみセンサによって実構造物の鉄筋のひずみ挙動を把握できると考えられる。

謝辞: 本試験に際し、茨城大学工学部都市システム工学科材料研究室各位に多大なご協力を頂きました。ここに心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 小川彰一、佐藤達三：センサ機能付ICタグの構造物維持管理への適用、セメント・コンクリート、pp.28-32、No.725、2007
- 2) 太平洋セメントニュースリリース2007年11月5日、http://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news_fr.html

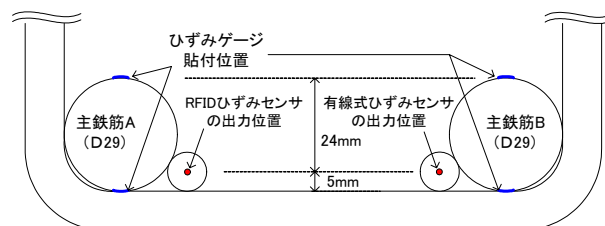


図4 ひずみデータの出力位置

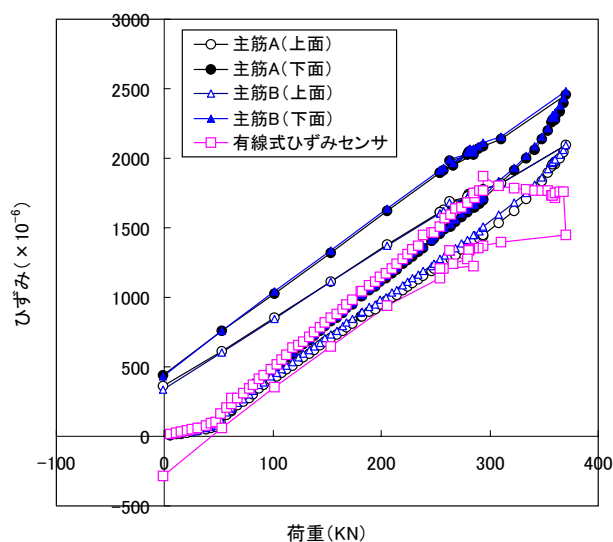


図5 各種有線センサのひずみ挙動

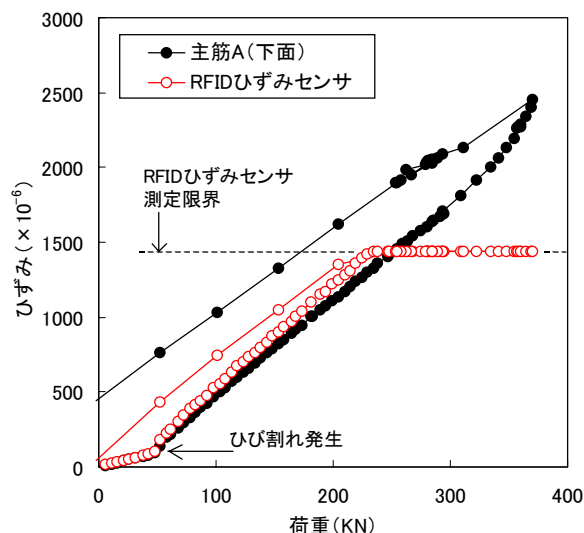


図6 主筋ひずみとRFIDひずみセンサの挙動