

PC 構造の緊張時および曲げ載荷時における RFID ひずみセンサのひずみ挙動

太平洋セメント(株) 正会員 ○早野 博幸 正会員 江里口 玲
 太平洋セメント(株) 石井 祐輔 正会員 佐藤 達三
 オリエンタル白石(株) 正会員 原 健悟

1. はじめに

PC 構造物は、所定のプレストレス量を導入することが極めて重要であり、実構造物の緊張管理では様々な手法が提案されている¹⁾。実構造物の特定断面の部位における短期のプレストレス量を測定するには、コンクリート埋込み型ひずみ計等によって緊張前後のひずみを測定する方法があるが、この手法では、ひずみ計設置に伴う配線や計測するためのデータロガー、電源等が必要となる。こうした中、無線通信でひずみが計測できる RFID ひずみ計測システムが開発され多くの適用事例がある²⁾。本研究では、RFID ひずみ計測システムを PC 試験体に適用し、緊張導入時および曲げ載荷時のひずみ挙動に関して検討を行った結果を報告する。

2. RFID ひずみ計測システム

RFID ひずみ計測システムの計測部外観を図-1 に示す。計測部は、ひずみを計測するセンサ部と RFID タグ (通信部) がケーブルで接続されており、センサ部はひずみを計測したい部位へ、RFID タグは計測しやすい場所へそれぞれ設置し、すべてコンクリート内に埋込まれる。センサ部は、異型鉄筋の中央部に専用ゲージが貼付された鉄筋計タイプ (図-1) とコンクリートに生じるひずみを直接計測するタイプがある。計測は非破壊で行うことができ、計測時にリーダーライタから電磁波によりセンサへ電力供給を行うため、センサ側には電源が不要であり、構造物内部に埋設しても長期間の利用が可能である。



図-1 RFID ひずみ計測システムの計測部

3. 実験概要

RFID ひずみセンサを設置した PC 試験体の概要を図-2 に示す。鉄筋ひずみセンサ部は中央部断面の上, 中, 下に設置し、コンクリートひずみセンサ部は上, 下にそれぞれ設置した。また、鉄筋ひずみセンサと同じ高さの位置の主筋上下に有線のひずみゲージを貼付した後、コンクリートを打設し、材齢 35 日に緊張導入および載荷試験を行った。緊張はセンターホール型ジャッキを用い、緊張力の管理はセンターホール型ロードセルにより行った。緊張力の導入はひび割れが発生しないように、STEP1：下段の PC 鋼棒を 240kN、STEP2：上段の PC 鋼棒を 482.5 kN (600N/mm²)、STEP3：下段の PC 鋼棒を 482.5 kN とした。有線ひずみは 50kN ごとに計測し、RFID ひずみセンサは適宜リーダーライタにより計測して一部では連続計測を行った。なお、定着時の緊張力の損失は有線ひずみゲージの値がほとんど変化しなかったため、無視できると考えられる。緊張が終了後、中央部 2 点載荷による載荷をひび割れが発生するまで実施した。

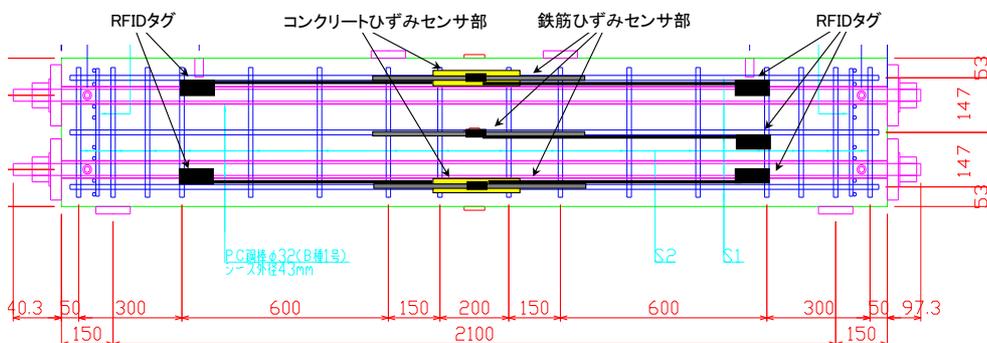


図-2 RFID ひずみセンサを設置した PC 試験体の概要

キーワード PC, 緊張管理, ひずみ, 非破壊, RFID

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 TEL043-498-3902

4. 実験結果

PC 試験体と同じ養生，材齢のコンクリートの圧縮強度は 62.4N/mm^2 ，割裂引張強度は 4.06N/mm^2 ，ヤング係数は 30.85kN/mm^2 であった。

緊張導入時における測定状況を図-3，ひずみの結果を図-4 に示す。STEP1～3 までいずれにおいても有線の鉄筋ひずみと RFID センサによるひずみはほぼ同等であることが分かる。設計値との比較では，STEP3 終了後の中央断面の自重を考慮したひずみ設計値は主筋上部位置で -400μ に対し，RFID 鉄筋ひずみセンサは -396μ ，コンクリートひずみセンサは -402μ ，下部位置では設計値 -390μ に対し，それぞれ -396μ ， -398μ とほぼ一致した。以上より RFID ひずみセンサは，圧縮応力下，さらに断面内で偏心が生じている場合においても所定部位のひずみが非破壊で計測でき，緊張管理に適用可能であることが分かる。

曲げ載荷試験時におけるひずみを図-5 に示す。ひび割れが発生する下部のひずみは，RFID ひずみセンサによる計測も約 1 秒間隔で連続して行った。下部のひずみについては，ひび割れ発生以前は RFID のコンクリートひずみセンサが若干小さい値を示すものの，ほぼ有線のひずみと同様の値を示した。ひび割れ発生直後からは RFID のコンクリートひずみセンサが他よりやや増大する傾向を示した。これはセンサの直径とヤング係数が影響していると思われ，すべてのひずみ計測部の中心軸高さは同じであるが，コンクリートひずみセンサの直径は 30mm で最も大きく（鉄筋ひずみセンサ D10，有線ひずみ



図-3 緊張導入時の測定状況

主筋 D13)，下縁から発生するひずみの影響を最も受けやすく，さらにヤング係数が小さいためひずみが大きく出たものと考えられる。ただし，最終的に除荷後にはすべて同様の値を示

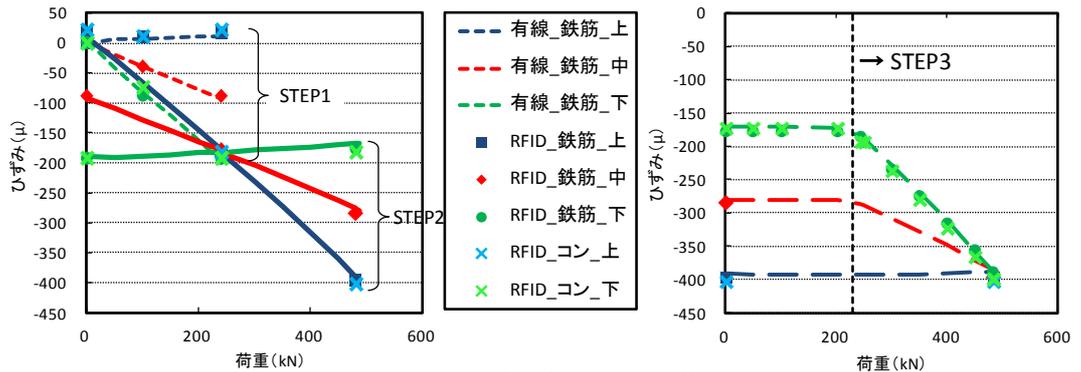


図-4 緊張導入時におけるひずみ

していることから付着は確保されていると思われる。一方，中央部および上部では，下端部のひび割れによる影響を受けないため，ひび割れ発生後においても有線ゲージと同様のひずみ値を示したと考えられる。

5. まとめ

PC 試験体の緊張導入時および曲げ載荷時の RFID ひずみセンサにおけるひずみ挙動について検討した結果，ほぼ有線のひずみゲージで計測した結果と同様の値が得られ，圧縮応力下においても非破壊で安定的にひずみ計測ができ，緊張管理に有効であることが明らかとなった。

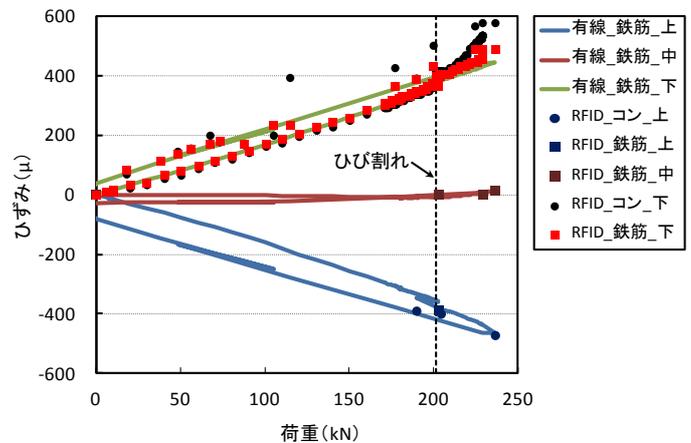


図-5 曲げ載荷試験時におけるひずみ

参考文献 1)原健悟，神山正成，中村育樹，渡瀬博：津付ダム付替国道 397 号 2 号橋における緊張管理，プレストレストコンクリート工学会 第 21 回シンポジウム論文集，pp.469-472，2012.10. 2)江里口玲，早野博幸，佐藤達三，石井祐輔：センサ付 RFID を活用したコンクリート構造物診断システム，第 20 回建築の自動化技術シンポジウム，2014.7