

フリーフレーム工法で施工された吹付法枠工への RFID ひずみ計測システムの適用

太平洋セメント（株） 正会員 ○平林 克己，正会員 江里口 玲
正会員 佐藤 達三， 高橋 英孝
（株）太平洋コンサルタント 宮崎 昇， 小林 信一

1. はじめに

法面表層の崩壊を抑制するために施工される吹付法枠工については、その工法として地山の形状に応じた設計・施工が容易なフリーフレーム工法が広く採用されている¹⁾。一方、寒冷地では凍上等の自然現象や老朽化に起因する吹付法枠工の劣化が問題²⁾となっており、その劣化の点検・調査法が検討されているが、長期的かつ定量的に評価する方法は少ない。

著者らはRFID（Radio Frequency IDentification）技術を用いたひずみ計測システムにより、様々なコンクリート構造物を対象に、簡便かつ定量的な管理・診断手法を適用している³⁾。本稿はフリーフレーム工法により施工された吹付法枠工の変形・変状等劣化要因を定量的に把握することを目的とし、RFIDひずみ計測システムの適用性について、法枠工模擬体（以降模擬体）を用い評価した結果を報告するものである。

2. RFID ひずみセンサを埋設した吹付法枠工

2.1 RFID ひずみセンサ

RFID ひずみセンサの仕様を表 1 に示す。RFID ひずみセンサは、ひずみゲージを取付けた鉄筋からなる検知部と通信部にあたる RFID タグで構成される。RFID タグはリーダーライタから供給される電磁波で駆動するため電池を必要としない。検知部、通信部は構造物中に埋設するため、外部にケーブルを露出させることなく無線で内部鉄筋のひずみ計測が可能である。なお、RFID タグは測温機能も具備しており、ひずみを評価するうえで重要な、コンクリート内部の温度も同時に計測することができる。

2.2 吹付法枠工の模擬体

RFID ひずみセンサを埋設する模擬体は、フリーフレーム工法により製造した。フリーフレームは主筋を所定位置に配筋するためのフープタイ、および地山の凹凸への追従を容易にするクリンプ金網（柔軟性の高い縮筋からなるメッシュ筋）で構成された埋設型枠である。吹付モルタルは標準配合であるセメント 1：細骨材 4，W/C55%で設計した。模擬体の概要を図 1 に示す。模擬体に埋設する RFID ひずみセンサは、載荷面から見て引張側の主筋 A に沿設した。また、RFID ひずみセンサより得られるデータの信頼性確認を目的とし、主筋 A、B の上下面に有線ひずみゲージを貼付し、データロガーにて同時に計測を行なった。

表 1 RFID ひずみセンサの仕様

項目	単位	仕様
計測ひずみ範囲	$\times 10^{-6}$	-800(圧縮) ~+1200(引張)
センサ形状	-	D10異型鉄筋
通信周波数	MHz	13.56
空中通信距離	cm	10以上

(概要図)

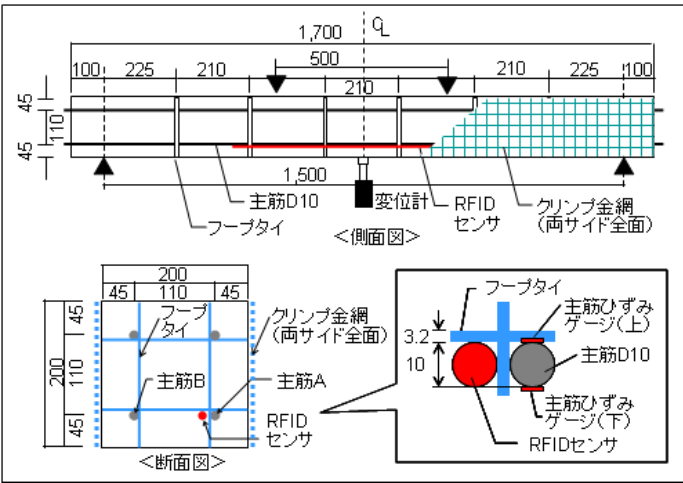
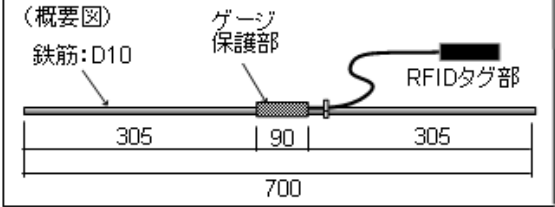


図 1 吹付法枠工模擬体の概要

キーワード 吹付法枠工，凍上，RFID，ひずみ，フリーフレーム工法

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

3. 法枠工模擬体を用いた載荷実験

3.1 実験方法

単純支持・中央部2点載荷による模擬体の曲げ試験を実施し、発生するひずみを RFID ひずみセンサおよび主筋に貼付したひずみゲージにより測定した。またこれと同時に模擬体の中央部の変位量についても計測した。荷重は RFID ひずみセンサで任意に設定した計測上限値 1200μ の引張ひずみが生じるまで作用させることとし、以降、無負荷状態まで除荷した。

3.2 結果

載荷により模擬体の引張側主筋に発生したひずみの挙動を図2、中央部の変位を図3に示す。なお主筋のひずみについてはゲージ上下面の平均値を示した。主筋A、BおよびRFID ひずみセンサの荷重に対するひずみ値は載荷時ではほぼ同等となった。荷重40kN付近では最大5%程度の差異が生じ、以降除荷時でも多少の乖離が確認されたが、全体としては同様な挙動となった。また温度データについても、実験室温とほぼ一致した。

主筋が降伏する前に除荷し無負荷状態とした結果、主筋A、BおよびRFID ひずみセンサともに 300μ 程度のひずみが残留していることがわかった。模擬体中央部の変位についても、載荷→除荷後、無負荷状態で1mm程度の変位が残留した。これらの結果は模擬体が変形し、かつその形状を維持していることを裏付けるものである。

模擬体を目視観察した結果、引張側である下端にクリンプ金網に沿う形で縦横に細かいひび割れが発生していることが確認された(写真1)。このことから模擬体の変形は、柔軟性の高いクリンプ金網の塑性変形に起因した可能性があるかと推察される。これについては今後さらなる検証が必要である。

4. まとめ

模擬体を用いた試験により、内部鉄筋ひずみの挙動が RFID ひずみ計測システムにより把握できた。また、模擬体の変形についても内部鉄筋の残留ひずみにより確認できることがわかった。このことからフリーフレーム工法による吹付法枠工の変形・変状等の定量的評価に RFID ひずみ計測システムは有効であると考えられる。なお、主筋が降伏する前に除荷した後も残留した引張ひずみは、クリンプ金網の塑性変形に起因したと考えられる。

現在、厳寒地にて RFID ひずみ計測システムを用い吹付法枠工の長期計測を実施している。今後、本稿の結果と合わせ評価する予定である。

参考文献

- 1) 長岡信玄「エコ工法を目指すフリーフレーム工法」, セメント・コンクリート No. 537, pp. 41-48, 1991年11月
- 2) 楠見晴重「老朽化吹付け法面の調査の調査手法」, 「老朽化吹付け法面の調査・対策の手引き」講習会, pp. 30-33, 2007年2月
- 3) 江里口玲ら「RFID ひずみ計測システム」, 太平洋セメント研究報告 第158号(2010), pp. 55-64

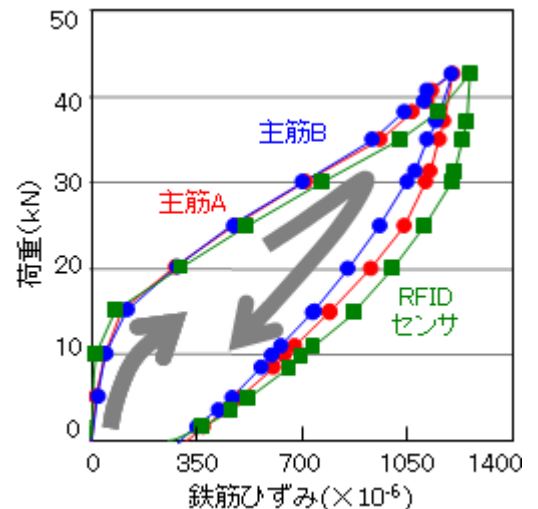


図2 模擬体に発生したひずみ

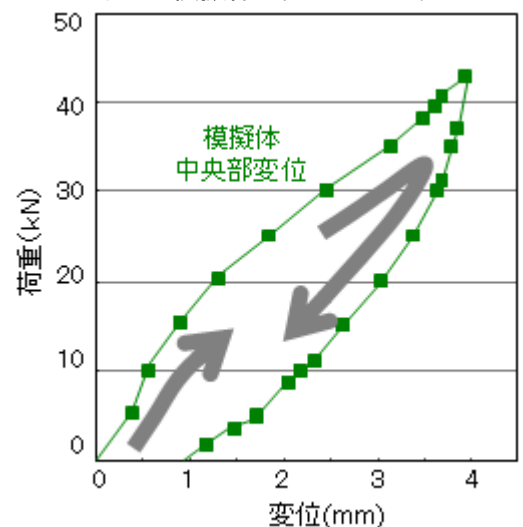


図3 模擬体中央部の変位



写真1 模擬体下端のひび割れ