

RFID タグによるグラウト充填検知の実構造物への適応に関する検討

太平洋セメント(株) ○小川 彰一, 金田 由久, 佐藤 達三
 オリエンタル建設(株) 阿部 浩幸, 原 健悟
 中日本高速道路(株) 青木 圭一

1. はじめに

PC グラウトは、躯体コンクリートと PC 鋼材との一体化を図り、また PC 鋼材の腐食からの保護を目的に施され、PC 構造物の性能および耐久性を確保するために重要な役割を担っている。グラウトの充填を確実にこなうために、排出口までグラウトが達していることを確認、シース管内の空隙率と注入量との対比、注入後の非破壊検査、流体解析による流動性確認など様々な手法が研究され、また施工において多角的にチェックされている¹⁾。本検討では、シース管内で直接グラウトが充填されているかどうかを確認する手法として、センシング機能付 RFID (Radio Frequency Identification) タグを用い、これをコンクリート中に設置することにより、グラウトが注入されたかどうかを外部から無線通信により確認を行なおうとするものである。RFID タグは、電子タグ、無線タグ、IC タグなどとも呼ばれ、JR 東日本の Suica[®]や回転寿司で皿の枚数を瞬時に読み取る方法として実用化され、また、構造物の維持管理への適応が期待されている。しかしながら、センシング機能を付加した RFID の構造物への適応に関する研究例は極めて少なく、実構造物で検証した例は無かった。

本報告では、センシング機能付き RFID を用いたワイヤレスでのグラウト充填検知システムを試作し、第二東名高速道路の中一色川橋にて試験的に設置してグラウト充填検知の可能性について検討を行った。

2. 試験概要

(1) システム概要

システムの構成を図-1 に示した。センシング機能付 RFID タグおよびシース管に取り付けたセンサ部をコンクリート中に埋設し、外部読書装置(リーダライタ)と制御用のパソコンとによって外部からデータを読み取る。図-2 に用いた RFID タグの基板を示すが、基板はセンシング機能を持つ RFID 用 LSI、アンテナ、およびセンサインターフェースとからなる。電池は搭載せず、リーダライタからの電波エネルギーによって駆動し、センシングおよび内蔵メモリへのアクセスを行い、その結果をリーダライタに送り返す。これら通信はコンクリートの自由水による影響を少なくするために 13.56MHz 帯を利用している。メモリにはユーザエリアを確保しており、識別コード(ID)だけでなく、ケーブル番号や計測結果などの情報を記録することができる。

(2) グラウトの検知

センサとして金メッキを施した電極をシース管内に配置し、電極間にパルス波を印加してインピーダンスを測定することによってグラウトの検知を行なった。センサインターフェース回路によって計測されたインピーダンスは電圧値として変換し、外部読取装置に伝送する。

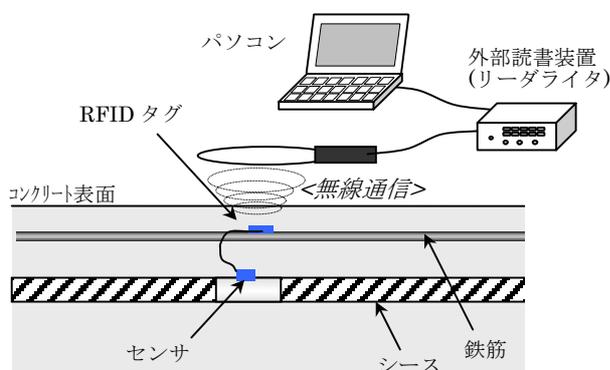


図-1 システムの構成



図-2 使用した RFID タグ

キーワード：RFID タグ, グラウト充填, センシング

〒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 研究開発部

(3)設置

中一色川橋は橋長 573.4m, 最大支間 112.0m の 6 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋であり, 施工方法は内ケーブルを用いた張り出し架設工法である. 内ケーブルのシースは PC 鋼材 12S15.2 に対応する 80mm の高密度ポリエチレン製であり, 用いたグラウトはノンブリーディング型混和剤を使用した水セメント比 43% の高粘性型グラウトである. 図-3 に設置した RFID タグおよびセンサ付シースを示した. 設置箇所はシース管 1 本に対して 1 箇所, 合計 4 箇所とし, 何れも定着端部がおおよそ 3m 離れた位置とした. タグ基板は樹脂封入し, 取付け金具を用いて鉄筋に取り付けを行なった.



図-3 タグおよびセンサ付シースの設置状況

3. 結果および考察

(1)通信距離

図-4 にコンクリート打設前後の計測状況を示した. 鉄筋取付け前のタグの通信距離はおおよそ 120mm あったが, 鉄筋への取付けおよびコンクリート打設によって通信距離は低下したものの材齢とともに通信距離は回復した. これは鉄筋への電磁波の吸収と, 水分の影響が少ない周波数帯を利用しているがコンクリート水分に影響されたためと考えられ, 水和の進行とともに自由水が減少し通信距離が回復したのと思われる.

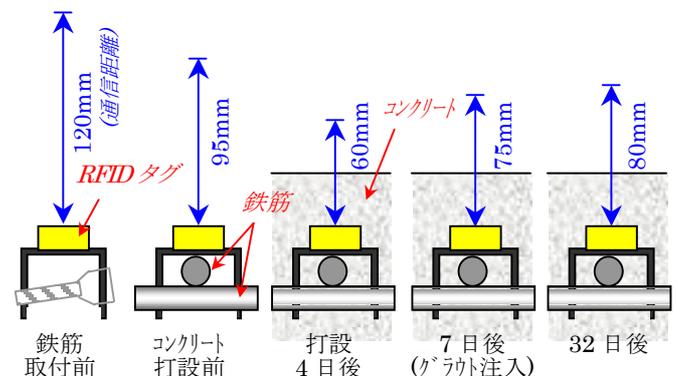


図-4 通信距離測定結果

(2)グラウト充填の確認

測定した電圧値の変化を図-5 に示した. グラウト注入前は, 空気のインピーダンスが ∞ と仮定した時の本システムでの理論的な電圧値である約 1320mV を示し, グラウト注入によって測定電圧値は大きく低下した. 本報告では示していないが, 有線方式のグラウト充填センサおよびファイバースコープによる充填確認も同時に行ない, 本システムのグラウト充填検知の検証を行った. グラウト注入後, 時間経過とともに測定電圧値は上昇した. これはグラウト硬化に伴って自由水が減少し, インピーダンスが増加したことによると考えられる.

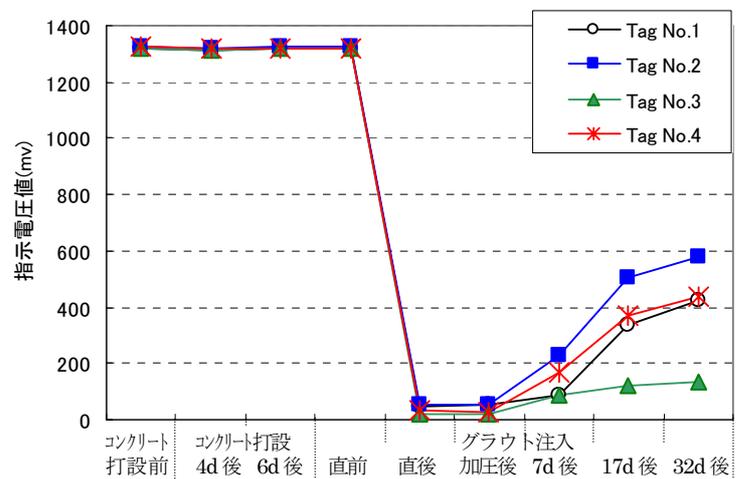


図-5 測定電圧値

今後の確認は必要であるが, グラウトが硬化しても水分が完全に無くなることはないことから, グラウトとセンサが接していれば測定電圧値は絶縁体とした 1320mV まで戻ることはなく, 本システムが竣工検査など時間経過した後も充填状況が確認できる手段として利用できることが期待される.

参考文献

- 1) 青木圭一, 菅浩一, 落合勝, 齊藤大輔: PC グラウトの設計・施工および充填検査について, プレストレストコンクリート, Vol. 47, No. 3, 2005