

IC タグを用いた構造スリットの施工検査方法の開発

コンクリート工事 非破壊検査
IC タグ 構造スリット

1.はじめに

鉄筋コンクリート造建物において、柱・梁と非耐力壁を構造的に絶縁する「構造スリット」に関して、建物竣工後に大規模修繕等で構造スリットの入れ忘れ、湾曲等の不具合事例が発見され、その一部が社会問題化¹⁾している。

最近では、これらの施工不具合防止のため、「型枠組立、コンクリート打設時にスリット設置位置の目印設置」、「型枠解体後の目視検査の強化と写真による記録」の対策が多用されている。これらの対策は「人の目と手」によるもので、ヒューマンエラーの発生、検査結果整理に膨大な人の手間を要する問題点を内包している。

そこで筆者らは、IC タグを活用による構造スリット検査の機械化・自動化を考案した。本報は、IC タグ活用による構造スリット検査方法を述べるとともに、その基礎実験結果を示すものである。

2.IC タグを用いた検査方法

IC タグとは、RFID (Radio frequency identification : 近距離無線通信を用いた自動認識技術) の一種で、電波を用い IC タグのデータを非接触で読み書きするシステムである。その特徴として、①スキャナーをかざすだけで複数のタグを一括で読み取れる、②距離が離れていても読み取れる、③隠れているタグも読み取れる、④表面が汚れていても読み取れる、点が挙げられる。更に近年 IC タグは、小売業界等での利用が進み低コスト化が図られることで、「使い捨て」的な使用が可能な条件が整いつつある。

考案した検査方法は、図1に示す通り、構造スリットの両端に IC タグを型枠組立前に貼り付け、型枠組立後及びコンクリート打設後にスキャナーを使って IC タグを読み取ることで、スリット入れ忘れ（読み取った IC タグ個数の照合）及びスリット位置確認を行うものである。IC タグの特徴を生かし、「同時に箇所数を検知可能」「型枠、コンクリートで隠蔽される部分の検知可能」な検査方法である。

3.IC タグを用いた検査法実証実験

3-1 実験計画

実験は、図2に示す柱、梁、壁より構成される鉄筋コンクリート造架構を再現した準実大の試験体を用いて行った。図2中に示す通り、スリットの架構正面側両端に IC タグを配置した（鉛直スリットは1本、水平スリットは柱

正会員 高橋 誠治¹⁾ 同 友利 格¹⁾
同 小暮 直親¹⁾ 同 深澤 協三²⁾

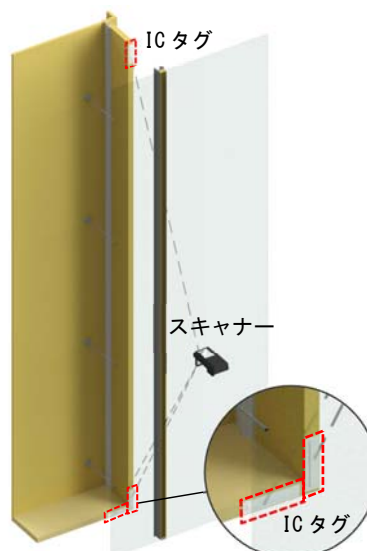


図1 IC タグを用いた検査方法

表1 IC タグ諸元

チップ	Impinj製 MONZA4D
メモリ	128bit(EPC) 32bit(USER)
動作温度	-10~50°C
保存温度	-10~50°C
動作湿度	30~85% (結露なきこと)
保存湿度	30~85% (結露なきこと)
ラベル寸法	25×105mm (厚さ: 0.25mm)
アンテナ寸法	8×90mm

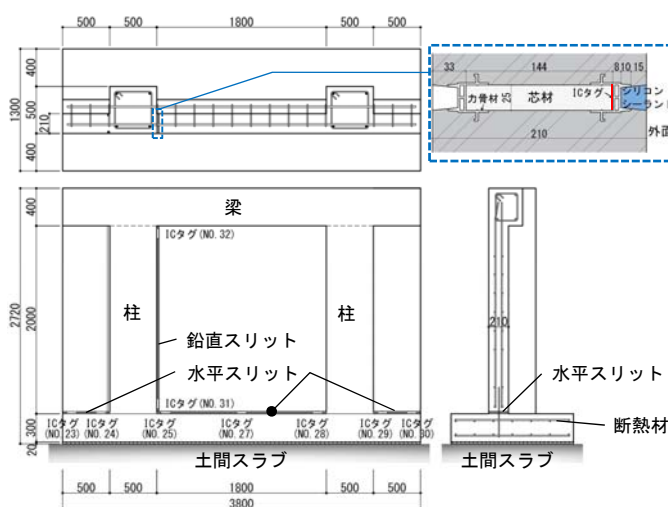


図2 試験体形状寸法及び IC タグ番号



写真1 IC タグ取付状況



写真2 IC タグ



写真3 型枠組立時検査

で壁が分割されるため3本。貼り付け箇所は4本×2=8箇所)。IC タグは写真1に示す通り、型枠組立前にスリットの所定位置に貼り付け、通常の型枠組立手順でスリットを型枠にセットした。

本検証実験に用いた IC タグは「パッシブ型・UHF 帯」の汎用型タグである。実験に用いた IC タグは防水加工（打設時のコンクリート水分対策）、タックシール型（スリットに簡単に貼り付け可能）である。IC タグの諸元を表1に、外観を写真2にそれぞれ示す。IC タグには予めタグ毎のユニークな番号が書き込んである。この番号をハンディースキャナー（電波出力 10mW～1W）で読み取った。

3-2 実験結果

①型枠組立時検査：型枠組立時（コンクリート打設前）のICタグ読み取り結果を表2に示す。写真3に示す通り、ハンディースキャナー電波出力を最大にして架構から約3m離れた位置からICタグを読み取った結果、8箇所とも同時に読み取り可能なことを確認した。即ち、コンクリート打設前にICタグを読み取ることで、型枠内にセットされたスリットの数量を確認が出来ることから「スリット入れ忘れ」検査を大幅に省力化可能である。

②コンクリート打設後検査：コンクリート打設後検査結果を表2に示す。ICタグからハンディースキャナーまで距離を約50cmに固定して、ハンディースキャナーの電波出力を読み取り可能な範囲で極力小さく設定して読み取りを行った。これは、特定のICタグのみを読み取らせて読み取ったICタグに位置を特定するためである。

8箇所のICタグのうち2箇所は、型枠解体時に解体用の道具でタグを直接「こじった」ためにタグ破損により読み取る不可であったが、他の6箇所は読み取り可能であり、かつ読み取り対象箇所のICタグのみを読み取る（ICタグに割り振った番号で判定可能）ことが出来ることが確認できた。

更に、ICタグは鋼板等で電波をシールドすることで読み取り不能になる性質を活かし、「鉛直スリット湾曲」の検出法について検証した。図3に示す通り、鉛直スリット本来の位置以外をシールドしてICタグを読み込ませることで湾曲の有無が検出できる。写真4に示す通り鉛直スリットの際のコンクリート表面に貼り付けたICタグを亜鉛めっき鋼板で（t=0.6mm）でシールドして読み取ったところ、本来の位置のICタグは読み取り、スリット際のICタグは読み取り不可であった。従って、ICタグと電波シールド材を組み合わせることで、鉛直スリット湾曲の有無が検出できるが明らかとなった。

4. まとめ

- 1) IC タグを用いてコンクリート打設前にスリット数量を瞬時に確認可能で、「入れ忘れ」検査の省力化が図れる。
- 2)コンクリート打設後も IC タグに読み込みは可能で、スキャナー電波出力を調整することで IC タグの位置が特定できる。
- 3)IC タグと電波シールド材を組み合わせることで、鉛直スリット湾曲の有無が確認できる。

【謝辞】 本実験の実施に際しては凸版印刷㈱のご協力を得ました。ご協力頂いた関係各位に深く謝意を表します。

【参考文献】

- 1)国土交通省「2019年6月25日・国土交通大臣会見要旨」（最終閲覧日：2020年4月1日）
<https://www.mlit.go.jp/report/interview/daijin19062>



写真4 電波シールド材によるスリット位置確認

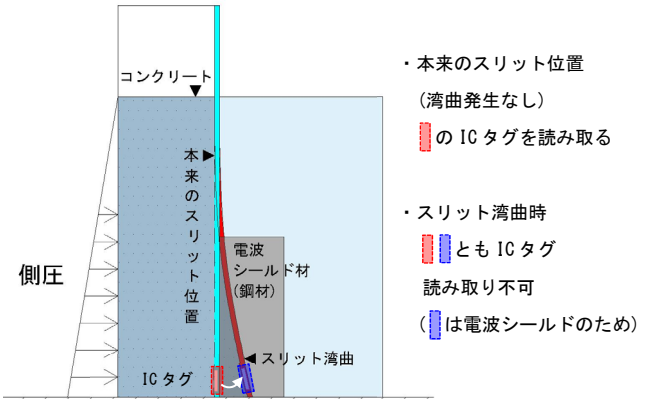


図3 電波シールド材によるスリット位置確認

表2 ICタグ読み取り結果

スリット部位	ICタグ番号	IC読み取り結果	
		打設前	打設後
鉛直・上端	32	○	○
鉛直・下端	31	○	○
水平左・左端	23	○	タグ破損
水平左・右端	24	○	○
水平中央・左端	25	○	○
水平中央・中央	27	○	タグ破損
水平中央・右端	28	○	○
水平左・左端	29	○	○
水平左・右端	30	○	○

1) ㈱JSP

1) JSP Corp.

2) (一社)日本建設経営協会中央技術研究所・博士(工学)

2) JARGC Central Research Institute for Construction Technology