

# IC タグを用いたスペーサのかぶり厚検査への適用に関する研究

太平洋セメント(株) 正会員 ○井坂 幸俊 江里口 玲 早野 博幸

## 1. はじめに

コンクリート構造物にとって、かぶりは耐久性に関わる重要な部位であり、適切に配置されたスペーサなどにより確保されている。一方、施工後にかぶり厚を検査する方法は、電磁誘導法、電磁波反射法等の高価で、専門的な技術を必要とする非破壊検査機器を使用する方法<sup>1)</sup>しかないのが現実である。そこで筆者らは、あらかじめスペーササイズを書き込んだ IC タグを内蔵したスペーサを埋設することで、簡易にかぶり厚を検査できる手法について研究を進めてきた。本手法は、検査時においてコンクリート表面から無線でスペーサの有無を確認することで、設計どおりにかぶり厚が確保されていることを確認するものである。本報告では、スペーサに内蔵する IC タグの通信性能や IC タグを内蔵したスペーサの強度性能について検討した結果を報告する。

## 2. 実験概要

### 2.1 IC タグを埋設したコンクリートの通信性能

表-1 に試験項目および水準を、図-1 に IC タグの通信試験における試験体の概要を、図-2 にリーダーライタを用いた通信性能試験の概要についてそれぞれ示す。通信性能の検討は、コンクリートに埋設した IC タグについて行うものとし、通信指向性の確認および通信距離の確認の 2 種類について表-1 に示す通り実施した。通信性能の検討に用いた試験体は、100×100×400mm のコンクリート角柱供試体とし、使用したコンクリートの水セメント比は 40% とした。試験体の作製方法および IC タグの設置方法は、型枠の高さ 50mm までコンクリートを打込み、20℃ 80%R.H.の恒温恒湿室にて 4 時間程度養生した後、IC タグを図-1 に示す位置に設置し、所定の高さまでコンクリートを打込んだ。

IC タグの計測は、図-2 に示すとおり、測定面から IC タグの埋設位置にリーダーライタのアンテナをかざして行った。また、実用面を考慮し、試験体測定面とリーダーライタのアンテナとの距離は 15mm および 30mm の 2 水準で実施した。

なお、試験体の測定面以外の面から回り込む電磁波の影響を除去するため、測定面以外の面にはアルミテープを貼付した。

### 2.2 IC タグを埋設したスペーサの強度性能

IC タグを埋設したスペーサの強度性能が通常のスペーサより劣ると、躯体の安全性を低下させる懸念があることから、スペーサ自体の強度試験を行った。試験は、市販の 70mm 厚のスペーサと、同一形状のスペーサの長手方向中心位置に IC タグを内蔵したスペーサを対象に、φ 22mm の鉄棒を介してスペーサ本体に圧縮方向と曲げ方向で載荷した。試験体数は、圧縮方向の載荷がそれぞれ 3 体、曲げ方向の載荷がそれぞれ 2 体とした。

表-1 試験項目および水準

項目	水準および調整方法						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
通信角度 θ	ICタグを測定面(コンクリート表面)に対して平行に設置した場合を 0° とし、設置角度を 15° 単位で変化させた。						
ICタグのかぶり厚	20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120mm それぞれの設置角度について、幅10mmのコンクリートを測定面に重ねることによりICタグのかぶり厚を変化させた。						

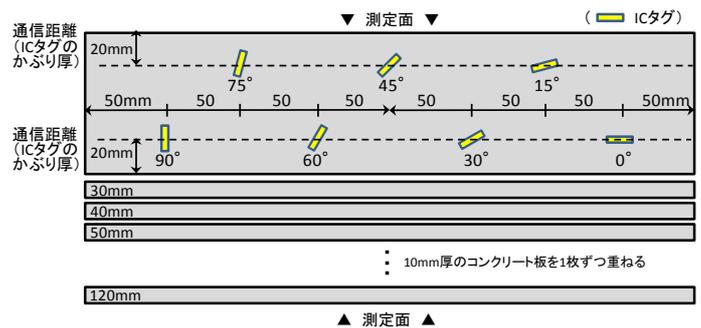


図-1 IC タグの通信試験における試験体の概要

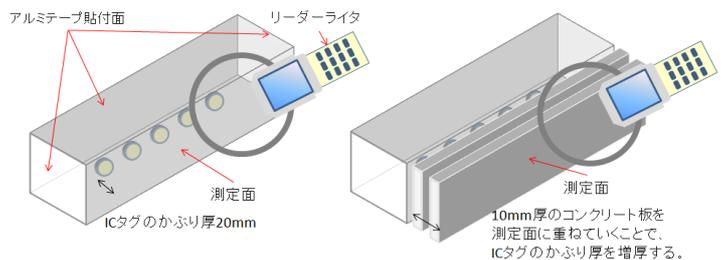


図-2 リーダーライタを用いた通信性能試験の概要

キーワード IC タグ, かぶり, 検査, スペーサ, 通信性能

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

3. 実験結果

3.1 通信性能

表-2 に通信性能試験結果を、図-3 に IC タグの埋設位置とスペーササイズの関係を示す。表-2 では、IC タグを読み取れた水準を○、読み取れない水準は×としている。

通信指向性について、いずれの条件においても、0° および 15° の設置角度のみ IC タグを読み取れる結果となり、30° 以上の傾きを持った設置方法では IC タグが読み取れない結果となった。本結果より、この IC タグを内蔵したスペーサが適切に設置されずに 30° 以上傾いた状態で設置された場合においては、IC タグを読み取ることができないこととなり、0° ~15° の傾きの範囲で設置された場合のみ IC タグを読み取りができることとなる。実際のスペーサの設置状態が 0° ~15° の傾きの範囲であれば、構造物のかぶり厚が大きく変化することはなく、検査システムとして有効であると判断できる。

また、通信距離については、表-2 上側のリーダーライタのアンテナと試験体表面の距離が 15mm の場合においては、IC タグのかぶり厚が 70mm まで、表-2 下側のリーダーライタのアンテナが測定面から 30mm 離れた距離においては、IC タグのかぶり厚が 40mm の位置まで通信できる結果となった。ここで、スペーサに IC タグを内蔵する場合は、図-3 に示す通り IC タグはスペーサの中心位置に設置することを想定している。これらのことから、IC タグを内蔵したスペーサは 140mm 厚まで適用しても問題なく検査システムとして適用できると考えられる。

3.2 強度性能

載荷試験の状況を写真-1 に、強度試験結果の平均値を表-3 にそれぞれ示す。写真-1 に示すようにスペーサの形状が複雑なため、完全な圧縮、曲げ載荷は不可能であるが、少なくとも IC タグの埋設による強度低下は認められず、強度性能は市販のスペーサと同等であるといえる。

4. まとめ

IC タグを内蔵したスペーサを用いたかぶり厚検査手法の適用性に関して、通信性能および強度性能を確認した結果、以下の結論を得た。

- (1)本実験の範囲では、IC タグが測定面に対し 30° 以上傾くと通信が出来なくなることから、IC タグを内蔵したスペーサが適切に設置されていない場合では所定のかぶり厚が確保されていない可能性が高いと考えられる。また、この IC タグを内蔵した場合、最大で 140mm のスペーサまで適用できると考えられる。
- (2)スペーサに IC タグを内蔵しても、強度性能は低下せず、市販のスペーサと同等である。

**謝辞** 本研究を実施するにあたり、スペーサの作製および一部の評価は、ジャパンライフ株式会社にご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

**参考文献** 1) 土木学会, 2012 年制定コンクリート標準示方書 施工編, p.213

表-2 通信性能試験結果(上:距離 15mm,下:距離 30mm)

ICタグと試験体測定面の通信角度θ	通信角度θ							
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	
ICタグのかぶり厚(mm)	20	○	○	×	×	×	×	×
	30	○	○	×	×	×	×	×
	40	○	○	×	×	×	×	×
	50	○	○	×	×	×	×	×
	60	○	○	×	×	×	×	×
	70	○	○	×	×	×	×	×
	80	×	×	×	×	×	×	×
	90	×	×	×	×	×	×	×
	100	×	×	×	×	×	×	×
	110	×	×	×	×	×	×	×
	120	×	×	×	×	×	×	×

ICタグと試験体測定面の通信角度θ	通信角度θ						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
ICタグのかぶり厚(mm)	20	○	○	×	×	×	×
	30	○	○	×	×	×	×
	40	○	○	×	×	×	×
	50	○	×	×	×	×	×
	60	×	×	×	×	×	×
	70	×	×	×	×	×	×
	80	×	×	×	×	×	×
	90	×	×	×	×	×	×
	100	×	×	×	×	×	×
	110	×	×	×	×	×	×
	120	×	×	×	×	×	×

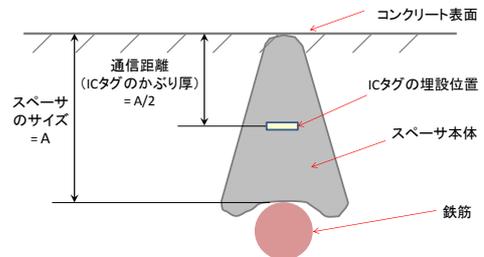


図-3 IC タグの埋設位置とスペーササイズの関係



写真-1 載荷試験の状況(左:圧縮、右:曲げ)

表-3 IC タグを埋設したスペーサの強度試験結果

項目	市販スペーサ	IC タグ内蔵スペーサ
圧縮載荷試験	10.2 kN	10.9 kN
曲げ載荷試験	2.2kN	2.1kN