

ICタグを用いた生コンクリートのトレーサビリティの実用化に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生会員 ○福嶋 慎吾
 徳島大学大学院 正会員 橋本 親典
 徳島大学大学院 正会員 渡辺 健
 徳島大学大学院 正会員 石丸 啓輔

1. はじめに

近年、建造物の偽装問題やメンテナンスの観点から、問題発生後に建造物の詳細情報をチェックする「トレーサビリティ」が重要視されている¹⁾。その一つとして、施工時の詳細情報を電子情報として書き込み可能なICタグをコンクリートに直接埋め込み半永久的に管理する手法が検討されている²⁾。

生コンクリートにICタグによるトレーサビリティを導入する場合、ICタグの形状、耐久性および情報量等のICタグの性能に関する問題とは別に、生コンクリートに混入すべきICタグの個数を決定する必要がある。ICタグの大きさは粗骨材粒子程度でなければ、コンクリートの品質に悪影響を及ぼす。コンクリート建造物の内部にICタグが存在しても、電磁波の強度の関係から外部から受信できる距離に限界があり読み取ることはできない。コンクリート建造物の表面近傍のかぶり内にICタグが存在する必要がある。本研究では、かぶりコンクリート内にICタグが1個以上存在するために必要な個数を求めるために、可視化モデルコンクリートを用いて、密度および形状の異なるモデルICタグの挙動および出現率について実験的検討を行った。

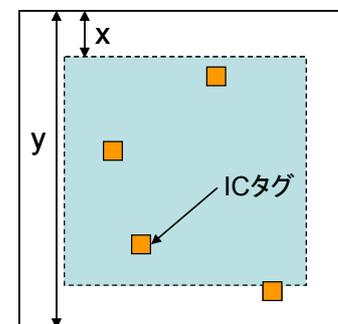


図-1 立方体モデルの断面

$$\text{出現率} = 1 - \left\{ \frac{(y-x)^2}{y^2} \right\}^n \cdots (I\text{式})$$

x: 表面からタグの信号が届く距離
 y: 柱の断面
 n: 投入されるICタグの個数

2. 実験概要

2.1 確率モデルと出現率

本研究では、図-1に示す柱部材の側面を対象とし、一辺が1mの立方体の4面の側面のかぶりコンクリートに少なくとも1個のICタグが存在するために必要な投入個数について検討した。IC

タグはコンクリート表面から10cm以内に位置していれば情報の読み取りが可能であると仮定した。単純な確率モデルを考え、n回の試行で、かぶりコンクリートにICタグが出現する確率は、1式と

なる。これを出現率と定義し、投入個数nを変数として求めた出現率を表-1に示す。90%以上の出現率になるためには、5個以上必要となる。このモデルの妥当性を可視化実験で確認した。なお、可視化実験では、一辺300mmの縮小立方体の可視化容器を

用いて、表層30mmに出現するモデルICタグについて目視で計測した。

2.2 使用材料

使用したモデルコンクリートは、固液2相系粘性流体と仮定し、モデルモルタルには、スターチポリアクリレートからなる白色粉末粒状体の高吸水性高分子樹脂を水に添加して得られる無色透明な粘性流体(密度1.0g/cm³)を用いた。モデル骨材には樹脂球を用い、粒径14mm(密度:1.45g/cm³)の赤色球、粒径10mm(密度:1.45g/cm³)の緑色球の2種類とした。高分子樹脂の添加量は3.0g/lで一定とし、モルタルの粘性は一定とした。

表-1 ICタグの投入数別の出現率

柱の断面 y (mm)	300					
タグの信号が届く距離 x (mm)	33					
タグの投入数 n (個)	1	2	3	4	5	6
表面に出現する確率 (%)	39.2	63.0	77.5	86.3	91.7	94.9

キーワード ICタグ, トレーサビリティ, 可視化実験, 出現率, 粗骨材濃度
 連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 エ
 コシステムデザイン部門 TEL 088-656-7321

実験に使用したモデル IC タグは、一辺 10mm のプラスチック製の立方体(密度: 1.42 g/cm³)と、長軸が 17mm、短軸が 12mm のカプセル型(密度: 1.47 g/cm³)のものの 2 種類使用した。

2.3 モデルコンクリートの配合および実験方法

実験に用いたモデルコンクリートの配合を表-2 に示す。全容量を 27ℓ とし、樹脂球の配分は、赤と緑が体積比で 1:1 とした。配合は骨材/モルタル比 (Vg/Vm) が 50%、65%、80% の 3 種類とし、それぞれ 50% が高流動コンクリート、65% がスランプ 12cm 程度の普通コンクリート、80% がスランプ 8cm 以下の硬練りコンクリートを想定したものである³⁾。

モデルコンクリートの打込みの状況を写真-1 に示す。実験は、まず、モデルモルタルと樹脂球を計量し、モデル IC タグを大型容器に入れ、手で十分攪拌し、3 等分して可視化容器に流し込む。完全に充てん後、目視により表層 30mm に出現したモデル IC タグを観測する。同一配合条件に対し 5 回の試行を行い、平均出現個数を求める。

3. 実験結果

立方体形状のモデル IC タグの可視化実験結果を図-2 に示す。IC タグの投入数が多くなるにしたがい、平均出現数が大きくなる。目標に設定した「平均 1 個以上の観測」が可能な個数は、粗骨材濃度に関係なく 3 配合とも 4 個以上のときである。モデルコンクリートの Vg/Vm が高くなるにつれて、平均出現数が増加する傾向がある。投入されたモデル IC タグが、そのあと直後に打設されるモデルコンクリートによって外側へ押し出される傾向があり、コンクリート中に含まれる骨材の量が多いほど、IC タグを外側へ押し出す力が働くためと考えられる。

カプセル型のモデル IC タグを用いた場合の実験結果を図-3 に示す。コンクリートの配合は、Vg/Vm=50%のみである。傾向は、立方体形状のモデル IC タグと同様な傾向であり、4

個から 5 個の間で平均出現率が 1 個を超える。よって、IC タグの形状の違いや密度の違いによる出現数の差は見られない。コンクリート内での IC タグの挙動に関しても違いが見られなかった。以上の結果から、出現率の 1 式において 90% を超えるとき、かぶりコンクリートに 1 個以上の IC タグが存在することを意味する。

4. まとめ

10cm のかぶりコンクリート内に IC タグが 1 個以上存在するためには、1 m³ に少なくとも 4~5 個の IC タグを投入する必要がある。

表-2 モデルコンクリートの配合表

配合名	容量 (L)	計量値 (kg)		
		モルタル	球	
			赤	緑
Vg/Vm	50%	18.0	6.53	6.53
	65%	16.4	7.71	7.71
	80%	15.0	8.70	8.70



写真-1 モデルコンクリート打設の状況

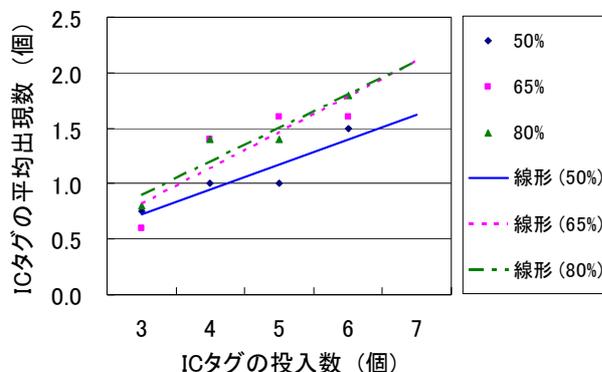


図-2 Vg/Vm の違いによる立方体モデル IC タグの投入数と出現数の関係

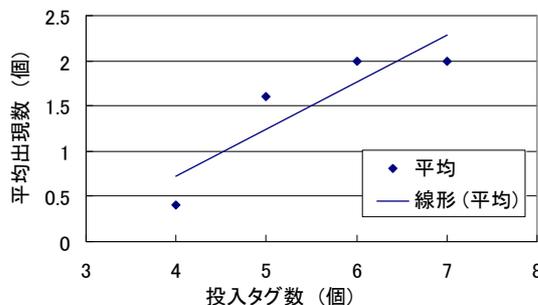


図-3 Vg/Vm = 50% におけるカプセル型モデル IC タグの投入数と出現数の関係

参考文献 1)魚本健人：土木構造物の「トレーサビリティ」, 土木学会論説 2008.2 月版①, 土木学会 HP <http://www.jsce.or.jp/committee/editorial/09_12.shtml> 2)小川彰一, 上川一真：建設におけるセンサー機能を有する RFID の活用, CEM'S, No.32, pp.10-14, January 2007 3)橋本 親典他：可視化モデルを用いた 2 軸強制練りミキサの局部交錯部のせん断流の定量化, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.2, pp.49-54, 2007