

消波ブロック統合管理システム

Integrated Management System for Concrete Armor Units

松尾 勝 弥^{※1} 原 島 誠^{※1} 笠 井 和 弘^{※2} 水 越 和 弥^{※2}
Katsuya Matsuo Makoto Harashima Kazuhiro Kasai Kazuya Mizukoshi

【要旨】

消波ブロック統合管理システムは、ICタグと二次元コードを一体化した管理タグとデータベースシステムにより、仕様、製造業者、製造年月日などの製造情報や仮置き場所、据付場所、所有者などの流通情報を一元管理するシステムである。

これにより、数量管理、品質管理、施工管理、履歴管理などの効率化、省力化および精度向上が図れ、効果的な再利用を可能にする。なお、本システムは消波ブロックのみならず、履歴情報の管理が必要なコンクリート製品に幅広く応用することが可能なものである。

【キーワード】 消波ブロック 統合管理システム ICタグ トレーサビリティ

1 はじめに

近年、ICタグ（RFID：Radio Frequency Identification）が注目されており、特に物流の分野では革命をもたらす技術といわれている。建設分野でも労務管理や安全管理を初めとした様々な方面での利用が始まっており、今後の適用範囲の拡大に大きな期待が寄せられている。

本論では、消波ブロックにICタグを適用し、製造、運搬、据付けおよび維持管理の各工程で、一貫した情報管理を行うシステムについて述べる。

このシステムは消波ブロックに限らず、履歴情報の管理が必要なコンクリート製品に幅広く応用できるものである。

2 ブロックの管理の現状

消波ブロックの製造、運搬、据付、維持管理などの各工程は数ヶ月から数年以上にわたる長期間の製品管理が必要だが、各工程の実施者が異なる場合が多いため、一貫した数量や品質の管理という点で問題を抱えており、最適な製造計画の立案や再利用の計画が困難となっている。

従来の方法は消波ブロックの表面にペンキで番号を書いて管理しており、時間の経過とともに個々の製品の履歴が不明確になると共に、据え付けた場所の特定が難しいという問題を抱えている。

3 システムの概要

3.1 システム全体の流れ

- 1) 消波ブロック製造後（脱型後）直ちに後述する管理タグを装着し、データベースと管理タグに共通の管理番号および製造情報を記録する。
- 2) 流通情報に変化がある都度、管理タグおよびデータベースに追加する。
- 3) 必要に応じて管理タグから管理番号を取得し、データベースで詳細情報を照会する。
- 4) 位置情報は必要に応じてGPS端末等で取得し、データベースに登録する。

3.2 主な特長

- 1) 管理タグはセラミック製で、小型のため製品自体の強度等に影響なく取付けが可能。

1. 土木本部 土木部 2. 土木本部 土木設計部

- 2) 施工管理に必要な最低限の情報は管理タグ自体に保存するため、現場でのデータベースへの照会が不要。
- 3) IC と二次元コードの併用で、IC が読取り不可能になっても情報が失われる事がない。



写真-1 管理タグ

4 管理タグの内容

4.1 タグの種類

一般的な IC タグとして、短波（代表的な周波数 13.56MHz・電磁誘導）とマイクロ波（2.45GHz）がある。各々の特徴を以下に示す。

表-1 周波数による特性

周波数	短波 (13.56MHz)	マイクロ波 (2.45GHz)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水分の影響は少ないが、金属や電磁ノイズの影響は受けやすい ・日米欧などほとんどの国で使用可能 ・現在、日本で利用されるスタンダードICタグであり実績豊富 	<ul style="list-style-type: none"> ・指向性(直進性)が高い ・水や障害物の影響を受けやすい ・日米欧などほとんどの国で使用可能
利用例	図書館システム、物流管理、アクセスコントロール etc.	パレットやコンテナ管理などの物流管理、工場内のFA etc.
通信方式	電磁誘導方式	電波方式
タグアンテナ	エッチングコイル	バーアンテナ、プリント形成
通信距離	~1m	~2m
特性	<p>価格優位</p>	<p>価格優位</p>

4.2 要求される仕様

IC タグを消波ブロックに取付けて管理を行うために、以下のニーズへの対応を検討した。

- a) 屋外に放置し、雨、汚れ、温度の変化等に耐えられる。

- b) 衝撃に強い。
- c) コンクリート製品自体の性能を損なわない。
- d) 据付後、水中でも情報の取得が可能。
- e) コンクリート製品にしっかりと固定でき、剥がれ落ちない。
- f) 必要な情報量を記憶できる。
- g) 長期間にわたって、情報が保持できる。

4.3 ICタグの保護

タグ自体は構造が繊細であるため、a)、b)の要求事項を満足するには何らかの保護が必要となる。また、c)の要求事項から、保護のための部材は小型軽量のものが必須である。

上記を全て満たす保護部材として、セラミックを採用する事とした。(セラミックによるICタグの密封には「KRD コーポレーション(株)」の協力を得ている)

セラミックの材料データ (ジルコニア系※)

材質：ジルコニア ZrO₂

主成分：ZrO₂ 94.7%

Y₂O₃ 4.8%

Al₂O₃ 0.2%

材料特性 (代表値)

吸水率：0.00%

嵩比重：6.03g/cm³

安全使用温度：1250℃

曲げ強度：600MPa

熱膨張係数(20~800℃)：11.0×10⁻⁶/℃

熱伝導：3.0W/(m・K)

ビッカース硬度(荷重 4.9N)：130

※他にアルミナ系もあり。

4.4 水中での情報取得

消波ブロックは大部分水中に据え付けられるため、据付後の維持管理では、d)の要求事項を満足させる必要がある。IC タグ自体は透水性のないセラミックによって保護され直接水に接しない構造であるが、電波信号を水中で読みとるためには、読み取

り装置を密着させるような特殊な機器を開発する必要がある。

このため、タグ内の情報のうち管理コードだけを二次元コード化して、保護材のセラミックに焼き付け、ICタグが読み取れない場合、この管理コードをデータベースに照会し、必要な情報を取得する事とした。

以上の理由から、ICタグは周波数13.56MHzのものを用いることとし、二次元コードと一体化したタグ(以下「管理タグ」)により、万一のICタグ情報の消失等への対応も可能とした。

4.5 ICタグ内の情報

ICタグ内に記憶できる情報量は必要に応じて設計可能であるが、データベースと併用することで、施工管理上緊急性が求められる情報だけに絞る方が現実的である。このため、以下の情報をコード化して記憶させる事とした。

- ・ブロック製造管理番号
- ・製造工事件名、請負者
- ・ブロック名称、呼び強度
- ・セメントの種類
- ・型枠組立日、コンクリート打設日
- ・転置、横持日、ヤード搬入日、検査日
- ・据付工事件名、請負者
- ・運搬日、据付日

4.6 管理タグの取付け

ICタグをセラミックで密閉し、表面に管理コードをマーキングした「管理タグ」は、可視の点からコンクリートの表面に露出している必要がある。しかし破損の危険性もあることから、コンクリート面より突出しない事が望ましい。このため、型枠に箱抜きを設置し、脱型後に箱抜き部に装着することとした。

ICタグの性質上、金属との接触は極力避ける必要があるため、ボルト等による固定よりも接着剤での貼付けが効果的である。

4.7 ICタグの情報保持

ICタグでの有効管理範囲を製造から据付前までと設定したことで、g)の要求項目も最大2年程度と考えられ、保護された状態であれば要求を満足できるものである。

5 実験結果

実験ではコンクリート供試体に接着剤で管理タグを貼付け、脱型直後のコンクリートの水分等が管理タグに及ぼす影響を確認した。

表-2 飛沫帯での平均通信距離

測定条件	平均通信距離(mm)
貼付前(タグ単体)	36.6
貼付後(脱型直後)	32.0
一週間後	35.1
一ヶ月後	31.4
三ヶ月後	30.0
六ヶ月後	31.6

※通信距離はタグに対して垂直方向からの距離

脱型直後の計測で若干の低下が見られるが、一週間後には回復していることから、硬化前の表面の水分が通信距離に影響しているものと考えられる。

一週間後からは屋外に設置した影響で若干の読取り距離の低下は見られるが、タグ自体の性能の低下はほとんどないと考えられる。

また、同時に干満帯に設置した供試体については、時間の経過とともにほとんど読取りが不可能となった。セラミックによる密閉性が十分ではなく水分が侵入した可能性が高いが、原因の特定には至っていない。またこちらでは藻や貝等の付着が見られるが、セラミックとの密着度は低く、容易に取り除くことが可能で、二次元コードの読取りには問題がない。

現在引き続き、飛沫帯・干満帯での暴露試験を実施中で、情報の維持、通信距離の変化、および接着の状況等を確認中である。

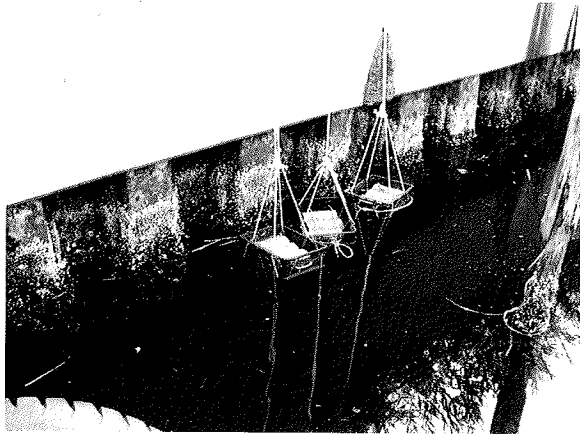


写真-2 干満帯での暴露試験状況

6 統合管理システム

管理タグは、製造工程や据付工程で発生する代表的な情報のみが蓄積されている。より詳細な情報を必要とする場合は、統合管理システム(DB)へアクセスすることになる。

統合管理システムは、施工現場、据付現場等のあらゆる状況で、より柔軟な情報のやり取りを行えるようにするため、Webブラウザに対応したインターフェイスを持ち、パーソナルコンピュータをはじめとする情報携帯端末(PDA)や携帯電話に対応したインターフェイスを提供し、情報を容易にアクセスして閲覧することができる。現在、標準で用意される機能は下表の通りであるが、工事工程によってカスタマイズは可能である。

表-3 統合管理システム

■基本システム	
・管理タグ初期化機能	: 管理タグと消波ブロックの製造管理番号を関係付ける。
<input type="checkbox"/> 工事情報管理機能	: 各作業工程で得られる工事情報を登録・更新する。
★製造業者用管理機能	
★据付業者用管理機能	
★管理業者用管理機能	
<input type="checkbox"/> ユーザー管理機能	: 不正アクセスを防止させるためのセキュリティ管理する。
<input type="checkbox"/> 工事情報Web閲覧検索機能	: 各種工事情報を検索して閲覧させる。
■オプションシステム	
<input type="checkbox"/> 写真管理機能	: 各作業工程の管理情報である現場写真(電子データ)を管理する。
<input type="checkbox"/> 地図情報連携機能	: 据付工程で得られた位置情報を地図上に示すための機能。
<input type="checkbox"/> 各種帳票出力機能	: 各作業毎で閲覧した検索情報を帳票として出力する。
<input type="checkbox"/> 問合せ⇔回答機能	: 各工程で交わされた質疑応答をメール機能で統合的に管理する。
■動作環境	
●サーバ側	
・OS	: Linux
・ソフト	: Linuxの標準パッケージに含まれる以下のソフトウェア
	★ Webサーバ(Tomcat)
	★ 開発言語(Java)
	★ RDBMS(MySQL)
●クライアント側	
・OS	: WindowsXP/2000, Linux, etc
・ソフト	: ブラウザ(Internet Explorer 6.0 以上, Netscape Navigator 6.0 以上)

7 消波ブロックへの適用例

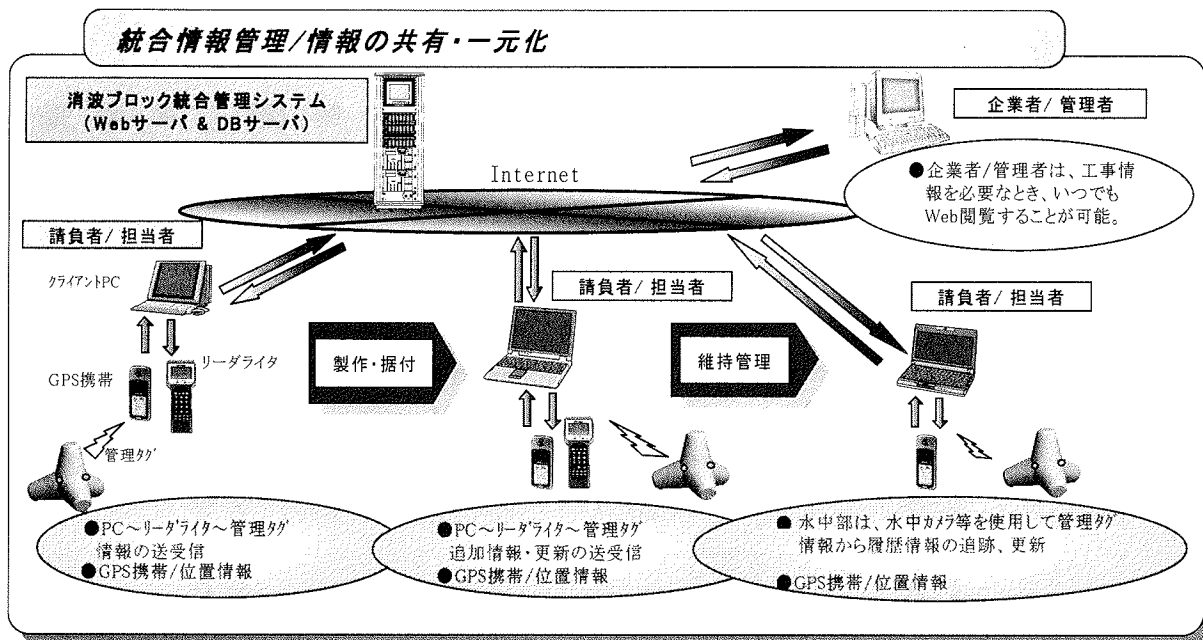


図-1 消波ブロック統合管理システム

8 今後の課題

今回管理タグを適用した消波ブロックは無筋コンクリート構造物であるため、ICタグの弱点とされる金属の影響はない。今後、移動を伴うコンクリート二次製品に広く適用するために、鉄筋コンクリート構造物での鉄筋の被り等による影響を調査していく必要がある。

今回のように水中等の特殊な状況ではなく、ICの情報を長期の維持管理に利用出来る場合、表面に二次

元コードを露出する必要がないので、コンクリートに埋め込んで利用する事も可能である。土木構造物のように耐用年数が極めて長い場合、ICタグの情報保持期間が課題となる。

今回検討時点では実用化前であったが、2005年4月に開放されたUHF帯のICタグは、通信距離が長く、設置後に計測機器を密着できないような構造物への適用に有効であると考えられる。

Summary The integrated management system for concrete armor units is a system for uniform management of concrete armor units regarding the information on their production, such as the specifications, manufacturers, and dates of production, and on their distribution, such as temporary storage sites, ultimate locations, and owners, by means of a combination of a database system and management tags unifying radio frequency identification tags (RFID) and two-dimensional codes. This system improves efficiency, promotes laborsaving, and enhances the accuracy of the quantity control, quality control, placement control, and history management of concrete armor units, while enabling their effective reuse. It should be noted that this system is also applicable to a wide variety of concrete products requiring management of historical information.

[Keywords] concrete armor unit, integrated management system, RFID, traceability