

A-001

# USBメモリとRFIDタグを用いた建造物の長期保守管理システム A Long-term Building Maintenance System with RFID Tags and USB Memories

中小路 公通<sup>†</sup> 近藤 明宏<sup>‡</sup> 原田 史子<sup>†</sup> 島川 博光<sup>†</sup>  
Masamichi Nakakoji Akihiro Kondo Fumiko Harada Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

近年、地震による被害が多発しており、防災のため橋などの建造物に対する地震対策の必要性が高まっている。地震対策には定期的な検査・補修作業が効果的であり、検査・補修作業には検査データの管理が不可欠である。橋などの建造物は一般的に数十年間建て替えることが無いため、地震対策のためには長期間にわたる検査データを管理しなければならない。

本研究では、RFID、USB、データベースを使用し長期にわたる検査データの管理を可能にする手法を提案する。本手法では、データベースの管理が行われていなくともUSBメモリ上のXMLファイルを解読することで過去の検査データの解読が可能である。またRFIDタグと建造物の各モジュールを関連付けることで検査漏れや記入ミスをなくせる。

## 2. 建造物の保守

### 2.1 検査データ管理の重要性

検査作業では建造物の傷や、錆汁のコンクリートからの漏れなどを、検査員が目視によって検査する。ただ検査するだけでなく、劣化が生じた原因、過程、そしてその劣化がどのように変化するか、建造物全体にどのような影響をもたらすのかを考えて検査員は点検しなければならない[1]。このように前回の検査からの変化を毎回の検査で調べるため、検査結果は検査データとして保存され、次の検査や補修作業のさいに現場で利用できるようになっていなければならない。検査データの管理が不十分であれば、過去の検査データを参照できなくなる。その場合、補修作業に支障をきたす可能性があり十分な地震対策がとれなくなる。

### 2.2 検査データ管理の問題点

橋などの建造物は50年ほどの保守が必要であるため、検査データを長期間管理しなくてはならない。現在、建造物の検査データの管理には紙媒体やデータベースが用いられている。紙媒体での検査データの管理では、紙媒体の劣化・紛失などによって長期保存が困難である。また、紙媒体では過去の検査データを参照すること自体困難である[2]。データベースによる管理では、データベース自体の保守が必要である。しかし、検査データ管理者の交代時にスキーマやデータの意味の引継ぎがうまく行えずにデータベース内のデータが利用できていないのが現状である。

また、検査・補修作業において、検査員は過去のデータを取得したり、新しく検査データを追加する必要がある。検査員は計算機の専門家ではないので、これらの作業を直感的に操作できるツールが望ましい。

さらに、一般的に建造物は数多くの建造モジュールからなり、検査員が検査対象の建造モジュールをとりちが

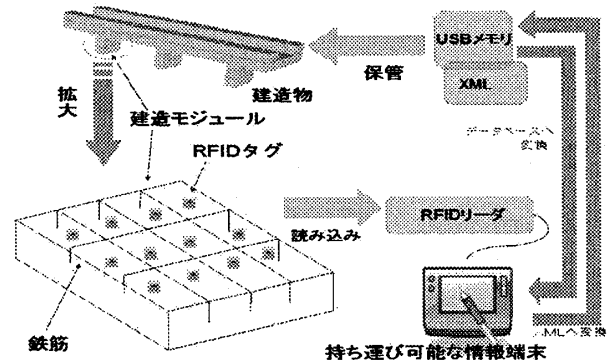


図1: 長期保守管理システム概要

えたり、検査漏れを起こすおそれがある。これらの状況を回避させることで、間違ったデータが管理されることを防ぐ必要がある。

## 3. 3メモリを連携させた長期保守管理

### 3.1 データ保存方法

本研究ではRFID、XML、データベースを利用し長期にわたり保守データの管理を可能にする。これらは、それぞれ次のような特徴を持つ。XMLはデータに意味を持たせることができ、人が内容を理解できるデータの記述方法である。またXMLデータはテキストファイルとして保存される。そのため、アプリケーションに依存することなくデータを長期管理するのに適しているが、XMLで表現されたデータはデータベース上のデータに比べ処理に時間がかかる。データベースは複数のユーザからの同時アクセスが可能であり、更新・検索などのデータの操作に適している。しかし、データベース自体の保守管理が必要のため50年などの長期管理には適していない。RFIDタグの利点は、建造モジュール内のブロックにRFIDタグを埋め込めるので、各ブロックとRFIDタグ上のデータを関連付けることで検査漏れ、記入ミスを防ぐのに利用できる点である。しかし、RFIDタグは大きなデータの保存には適していない。

本論文では図1のようなXML、データベース、RFIDの長所を利用した長期保守管理手法を提案する。この手法では建造物をモジュール単位で扱う。各モジュールはさらにブロックに分かれており、各ブロックに長波型RFIDタグがそれぞれ埋め込まれているものとする。RFIDタグはIDをもっており、ブロックを同定するのに用いられる。建造物全体の過去の検査データがXMLデータとしてUSBメモリに保存されている。USBメモリは建造物に固定されているものとする。検査のさいには、建造物の中にあるUSBメモリからXMLデータを情報端末に読み込み、データベースデータに変換する。検査員はRFIDリーダを用いてRFIDタグのIDを読み込みながら検査していく。検査終了後にはデータベース上のすべての検査データをXMLデータに変換しUSBメモリに再び保存する。

<sup>†</sup>立命館大学 情報理工学部 情報システム学科

<sup>‡</sup>立命館大学大学院 理工学研究科 情報理工学専攻

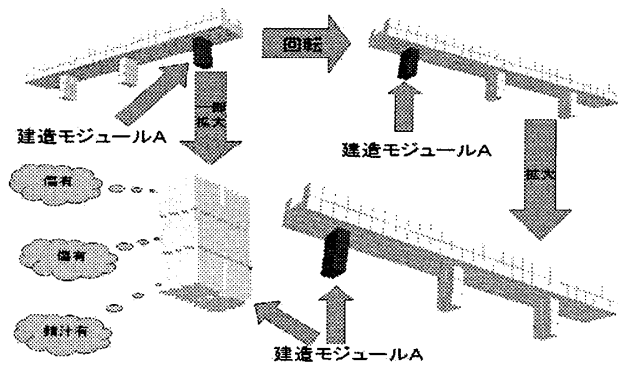


図 2: 3D ツールのイメージ

### 3.2 RFID タグ

RFID タグにはタグ ID・建造モジュール ID が書き込まれている。建造モジュール ID は検査のさいに建造モジュールを特定するのに用いられ、タグ ID はタグが埋められたブロック内の傷の特定に用いられる。そのため、過去の検査データを参照するさいに、モジュール ID・タグ ID から傷の箇所を一意に見つけることができる。

### 3.3 RFID タグとデータベースの連動

現在の検査・補修作業では検査箇所の勘違いによる検査データの記入ミスや検査漏れなどが発生してしまうおそれがある。それを防ぐ手法として建造物の各ブロック内の RFID タグと情報端末上の 3D ツールを連動させる。

検査員は RFID リーダで建造モジュールの各ブロックに埋められている RFID タグの ID をひとつずつ読みながら検査を行う。ブロック上に新しく傷などを発見したとき、3D ツールを用いてタグ ID と傷などの情報を対応させた検査データをデータベースに保存していく。新しい傷がブロックに発生したかどうかは、そのブロックのタグ ID に関連づけられた過去の検査データをデータベースから参照することで判断可能である。検査箇所のブロックのタグからタグ ID を読み込み、タグ ID と検査結果を対応させてデータベースに保存することで、検査箇所の勘違いによる記録ミスを防ぐことができる。

また、ある建造モジュールを検査したとき、そのモジュールのすべての RFID タグを読み込まないと、3D ツールでは次の建造モジュールの検査を行うことができない。これにより検査漏れを防ぐことができる。

### 3.4 USB メモリとデータベースの連動

USB メモリには、過去の検査データが XML データとして保存されている。検査のさいには、このデータが XML データからデータベースデータに変換され、検査終了後にはデータベースデータから再び XML データに変換される。XML データを USB メモリに保存し、USB メモリを建造物に保管することで検査データの長期保存が可能となる。なぜならデータベース上のデータの意味の引き継ぎができていなくとも、USB メモリさえ保管されていれば過去の検査データは XML データの解読により復元できる。

また、USB メモリを直接建造物に保管することにより、保守管理データの保存場所を考慮する必要がなくなる。さらに、震災により建造物の復旧が必要となった時に、建造物から直接データを取得して利用ができるため、迅速な復旧作業が可能になる。

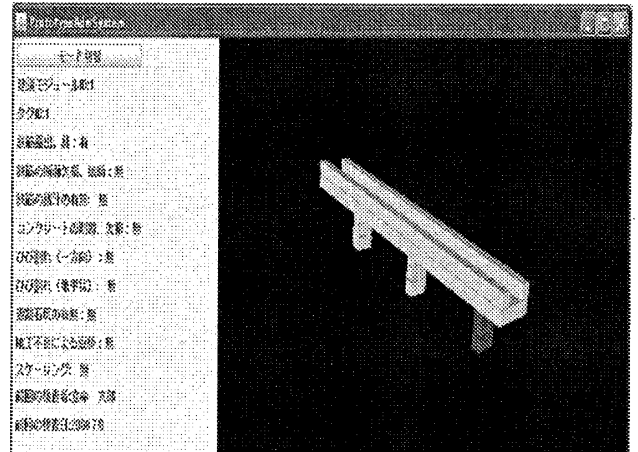


図 3: 実行画面例

## 4. 保守管理システムの実装

### 4.1 長波型 RFID タグ上のデータ

RFID タグには周波数 134.2kHz で容量 8byte のものを使用する。モジュール ID の書き込みに 12bit を利用し、タグ ID に 8bit 利用する。図 1 のようにコンクリート内部には鉄筋が通っており、RFID タグを埋めこんでも耐久性が大きく下がることはない。

### 4.2 情報端末上の 3D ツール

情報端末上で動作させる 3D ツールを JAVA3D を利用して作成した。またデータベースには PostgreSQL を使用している。

3D ツールでは図 2 のように建造物が 3 次元表示されており、ツール上で建造物を拡大・回転させながら特定の建造モジュールを選択することで建造モジュールごとの検査データを確認できる。

検査時には RFID リーダでブロックの RFID タグを読み込むことで、3D ツール上で建造物の該当ブロックが光り、図 3 のように対応するブロックの過去の検査データが画面上に表示される。検査員が検査データを更新するさいは、RFID タグを RFID リーダを用いて読み込み、3D ツール上で過去の検査データを参照しながら変更箇所を 3D ツールの該当箇所に入力する。

## 5. おわりに

本研究では、RFID、USB メモリ上の XML ファイル、データベースを使用し建造物の長期に渡る検査データの管理を可能にする手法を提案した。今後、実験を行い、本システムの有用性を検証する予定である。

## 参考文献

- [1] 太田 正徳: 橋梁の劣化機構と原因の推定手法について、<http://www.cive.gifu-u.ac.jp/lab/st1/works/2004/a973011017mo.pdf>(参照 2008-6-18)。
- [2] 今野 将頭, 瓦谷 晴信, 宮元 文穂, 中村 秀明: 橋梁維持管理データベースシステムの実用化に関する研究, 土木情報システム論文集, Vol.12, pp.179-186, 2003