

鉄道設備の保守管理に RFID を活用する

田中 実
 浮上式鉄道技術研究部
 (電磁路技術 主任研究員)

高橋 紀之
 同
 (同 主任研究員)

鈴木 正夫
 同
 (同 研究室長)



たなか みのる



たかはし のりゆき



すずき まさお

はじめに

鉄道の安全・安定輸送の実現には、車両・線路・構造物・電気設備など全ての鉄道設備を健全に保つ必要があり、日々のメンテナンス業務は重要です。メンテナンスの質の向上には、保守作業員の検査技術や修繕技術の向上が欠かせませんが、設備情報や保守履歴などメンテナンス情報を利用しやすくしておくことも重要です。

従来、鉄道設備のメンテナンス情報は、事務所の台帳や管理システムに記録・保管されていたため、現場の保守作業員にとっては、必ずしも利用しやすいものではありませんでした。しかし、無線による自動認識 (RFID) 技術を用いると、設備に取り付けた小さなRFタグ (ICタグ、電子タグ、RFIDタグとも呼ばれています。) に、メンテナンス情報を記録・読み出しできるようになります。そうすると、RFタグに記録された固有の識別子から検査対象を自動認識したり、記録された検査結果をもとに修繕したりできるようになり、作業精度や作業効率の向上が期待できます。

ここでは、鉄道設備の保守管理に活用可能なRFID技術について紹介します。また、浮上式鉄道の設備管理にRFIDの活用を検討した例を紹介して有効性を示します。

RFID技術^{1)~4)}

RFIDとはRadio Frequency Identificationの略で、カードやコインなどの小型媒体に、電磁波を用いてデータを記録または読出しを行う自動認識技術です。無線周波数と応用例を表1に示します。様々な周波数帯でRFIDが活用されています。鉄道分野では、乗車券や電子マネー機能を持つ非接触ICカードのほか、車両管理、工具管理、貨物コンテナの所在管理

にもRFIDが活用されています。

表1のうち、現在広く普及している周波数13.56MHzの装置構成例を図1に示します。本装置は管理対象に設置するRFタグと、RFタグのデータを読み書きするリーダ/ライタを中心に構成されます。

RFタグは、用途に合わせて様々な形状やサイズがあります (図1)。内部構造をみると、電子回路やメモリなどがあります (図1)。一般的なメモリには、電源供給しなくても記憶を保持できるEEPROMと呼ばれる不揮発性メモリが使用されます。そして、重複しない固有の識別子が製造時に一つずつ記録され、さらに利用者がデータを記録できるユーザデータ領域も持ちます。大容量化が進み、データ保持期間40年以上、書き込み・消去サイクル100万回以上の信頼性を持つ製品もあります。

リーダ/ライタは、アンテナを介して無線でRFタグに

表1 RFIDの無線周波数と応用例

周波数	応用例
5.8GHz (マイクロ波帯)	高速道路の料金所
2.45GHz (マイクロ波帯)	貨物コンテナ管理
860~960MHz (UHF帯)	国際物流
13.56MHz (短波HF帯)	自動改札用非接触ICカード
125kHz (長波帯)	回転寿司の清算用皿

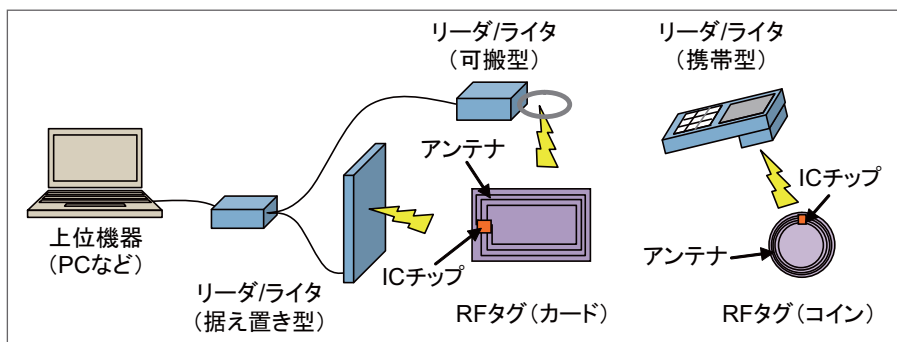


図1 RFIDの装置構成例

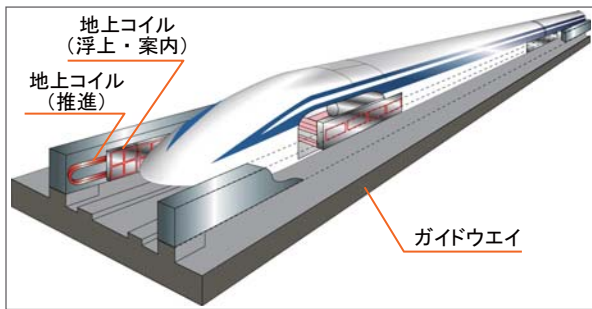


図2 浮上式鉄道用ガイドウェイ

電力供給して、ICチップ内のデータを読み書きする装置です。上位機器とデータを送受信する機能も持ちます。用途に応じて、据え置き型、可搬型、携帯型などがあります。

物流や小売における製品管理には、同じ自動認識技術でも、印刷だけでよいバーコードの方が、コスト面で有利なため広く利用されています。しかし、鉄道設備は長期間屋外で使用されるケースが多く、光学的に読み取るバーコードでは、汚損などにより利用できなくなる恐れがあります。これに対して、無線を利用するRFIDは、以下の利点を持ちます。

- 無線を利用するため、汚損しても距離が離れていても通信できる
- RFタグのメモリにデータを繰り返し記録・消去できる
- 移動しながらデータの読み取りができる
- 複数RFタグの一括読み取りができる

浮上式鉄道用地上コイルへのRFID活用

浮上式鉄道の設備管理にRFIDの活用を検討した例を紹介します。浮上式車両が走るガイドウェイを図2に示します。両側の側壁に連続的に設置された機器を地上コイルと呼びます。地上コイルは、浮上式鉄道車両に搭載された超電導磁石との相互作用により、車両を磁力により推進・浮上・案内させる重要機器です。管理上の特徴としては、軌道の全線に敷設されるため数が膨大で、長期間屋外で使用されることが挙げられます。従って、定期的な保守作業により安全を確保する必要があり、適正かつ簡易な保守管理手法の確立が重要となります。

RFタグの選定

そこで、地上コイル保守管理にRFIDの活用を検討しました。数が膨大となることから、汎用性を考慮してRFタグには国際規格ISO/IEC15693に準拠した周波数13.56MHzのコインタグとカードタグ(図3)を選定しました。両タグのアンテナ

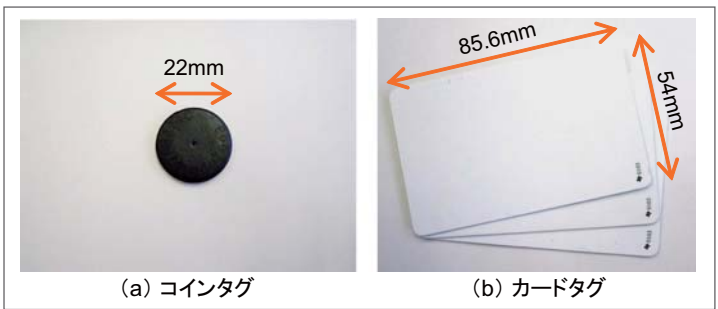


図3 RFタグ

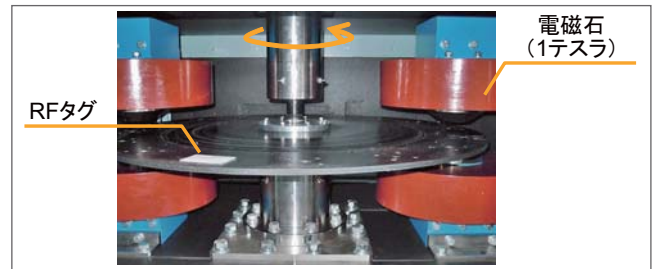


図4 回転試験装置によるRFタグ磁場環境試験

とICチップは、樹脂ケースで保護されています。地上コイルへの設置を想定すると、強力な磁場を発生する超電導磁石が、RFタグのそばを高速で通過することを考慮する必要があります。そこで、左右に強力な電磁石を配置した回転試験装置(図4)を用いて磁場環境を再現して、RFタグの読み取り性能に問題が無いことを確認しました。また、温度、電圧、振動環境の試験も行い、問題が無いことを確認しました。今後、実用化に向けて、耐久性検証を行う必要があると考えています。

個別情報管理装置⁵⁾

現場での保守管理を想定して、地上コイル個別情報管理装置(図5)を試作しました。地上コイル毎にRFタグを設置して、携帯型の個別情報読み書き装置(リーダ/ライター)を用いて、製造から保管、敷設、保守運用に至る地上コイ

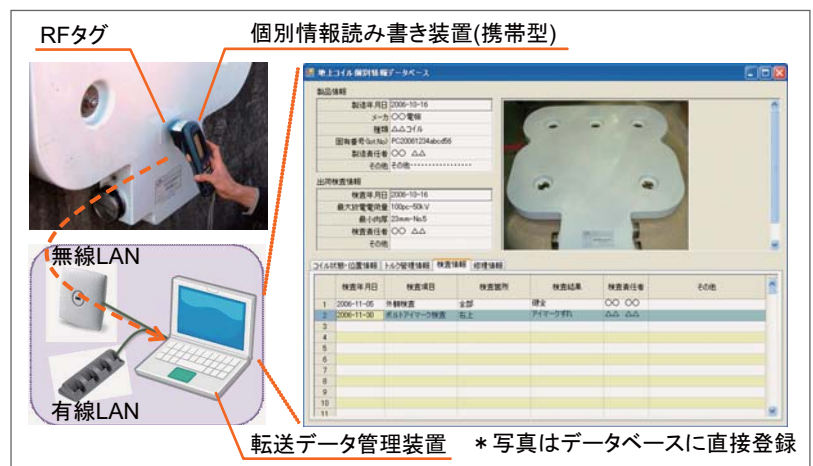


図5 地上コイル個別情報管理装置

ル個別情報を記録・読み出しできるようにしました。これにより、コイル自体に保守データを持たせることができます。さらに、個別情報読み書き装置でRFタグに記録したデータは、無線または有線LANにて転送データ管理装置に送信して、膨大な保守データを一元管理できるようにしました。

本装置の便利な機能を2つ紹介します。保守作業時に対象コイルの間違いを防ぐため、事務所で個別情報読み書き装置に作業計画を登録しておき、現地でRFタグを読み込むと、コイル毎の作業内容が画面表示されるようにしました。また、個別情報読み書き装置にRFタグとの通信時刻を記録して、日報作成時などに作業時刻が確認できるようにしました。

保守用車によるRFタグデータ収集⁶⁾

保守情報は随時更新されていくため、一元管理された保守データの信頼性を高めるには、地上コイル毎に設置されたRFタグとの定期的なデータ照合が必要です。しかし、携帯型の個別情報読み書き装置で1個ずつRFタグを読み取るのは大変な手間です。そこで、保守用車にRFタグ読み取り装置を搭載して、走行しながら地上コイル個別情報

を収集することを考えました。図6に示すように、保守用車の両側にアンテナを搭載して車両を走行させると、アンテナ読み取り範囲が移動して、RFタグを順次読み取る仕組みとしました。

無線を用いる場合、使用環境が通信性能に影響を及ぼすことが知られています。そこで、コンクリートに囲まれたガイドウェイの一部に地上コイルを設置して、コイル表面および側壁に58個のRFタグを並べ、模擬台車に搭載したアンテナで、走行しながらRFタグデータを収集する試験を行いました(図7)。RFタグピッチは、地上コイルピッチと同じ900mm、車載アンテナとRFタグの離隔距離は、アンテナ読み取り範囲を考慮して200mmとしました。車両速度とデータ読み取り回数の関係を図8に示します。図のプロットは58個のRFタグの読み取り回数の平均値で、エラーバーはバラツキを示しています。データを識別子のみ(8バイト)とした場合は時速84kmまで、識別子に加えてユーザデータ8バイトとした場合は時速59kmまで読み飛ばすことなく全データを取得でき、実線および点線で示した設計通りの読み取り性能を有していることが確認できました。

車両にRFタグ読み取り装置を搭載すると、新たな機能を付加出来ます。ここでは、保守用車を使って作業場所に向かう際に役立つナビゲーション機能と、後確認を行う際に役立つ保守作業検索について紹介します。

保守用車を使って作業場所に向かう際、走行する車内から同じ外観の地上コイルを識別して、目的の地上コイルを見つけ出すのは容易ではありません。しかし、RF

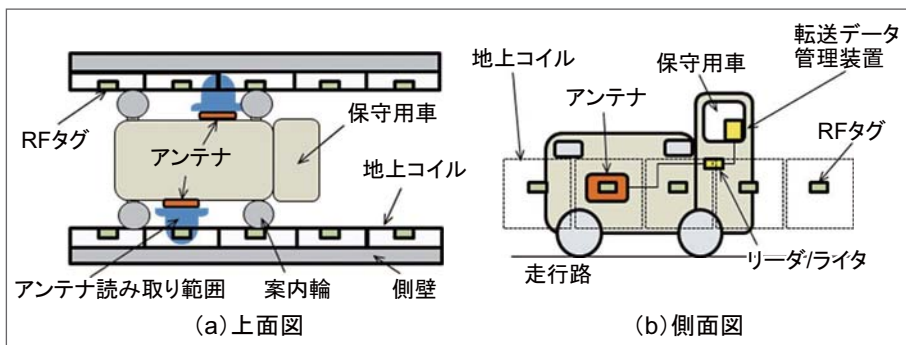


図6 地上コイル個別情報収集機能を付加した装置構成例



図7 ガイドウェイ走行試験

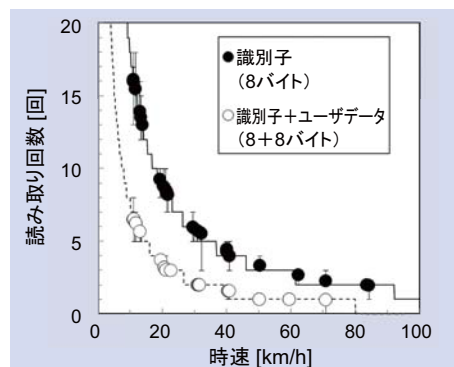


図8 車両速度と読み取り回数

