

# RFID を利用した車載型地上コイル保守支援装置の開発

浮上式鉄道技術研究部 電磁路技術研究室

主任研究員 田中 実

## 1. はじめに

高速走行する超電導磁気浮上式鉄道の安全を確保するには、車両が走行するガイドウェイの両側側壁に設置される膨大な数の地上コイルの保守管理を適正かつ効率的に行う必要がある。同一の外観を持つ地上コイルの中から保守作業が必要なコイルの特定、並びに、保守作業後の状態を確認する際の支援を行うため、電磁波を用いて RF タグ(小型媒体)にデータの記録/読み取りを行う RFID(Radio Frequency Identification) 技術と、ガイドウェイを走行する保守用車両を利用した地上コイル保守支援装置を開発したので報告する。

## 2. RF タグ

地上コイル保守支援用 RF タグには、図 1 に示す ISO/IEC15693 に準拠した周波数 13.56MHz の電池非搭載カード型タグ<sup>1)</sup>を用いた。本タグには記録したデータを電源無しで保持できる不揮発性メモリが内蔵されていて、RF タグ製造時に記録される固有の識別子を地上コイルの自動認識用として、データの記録/読み取りができるユーザメモリ領域を地上コイル個別の保守情報管理用として利用した。

RF タグを地上コイルに取り付ける際、浮上式鉄道車両に搭載した超電導磁石が RF タグ近傍を高速通過することによる変動磁場の影響を考慮する必要があるが、地上コイルが超電導磁石から受ける直流磁場を模擬した電磁石(最大1テスラ)を左右に配置した回転試験装置を用いて、磁場環境を再現したベンチテストを行い、タグの故障やデータの消失が生じないことを確認した(図2参照)。

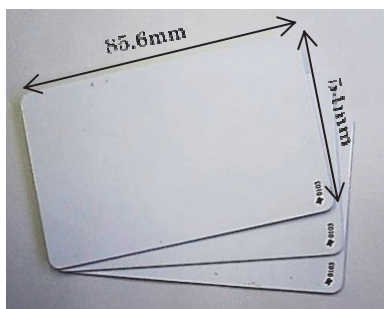


図1 RF タグ

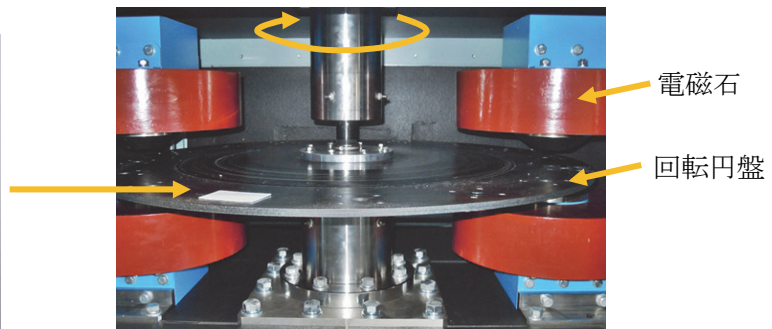


図2 回転試験装置

## 3. 地上コイル保守支援装置

図3に地上コイル保守支援装置の構成を示す。保守作業員にはRF タグにデータを記録/読み取りするための携帯端末を所持させて、地上コイル毎に設置したRF タグに製品情報や最新の保守情報を記録できるようにした。保守用車両にはRF タグ読取装置(リーダ・ライタ<sup>2) 3)</sup>、転送データ管理装置)を搭載して、走行しながらRF タグに記録された識別子やユーザデータを読み取り、保守情報を管理するしくみとした。

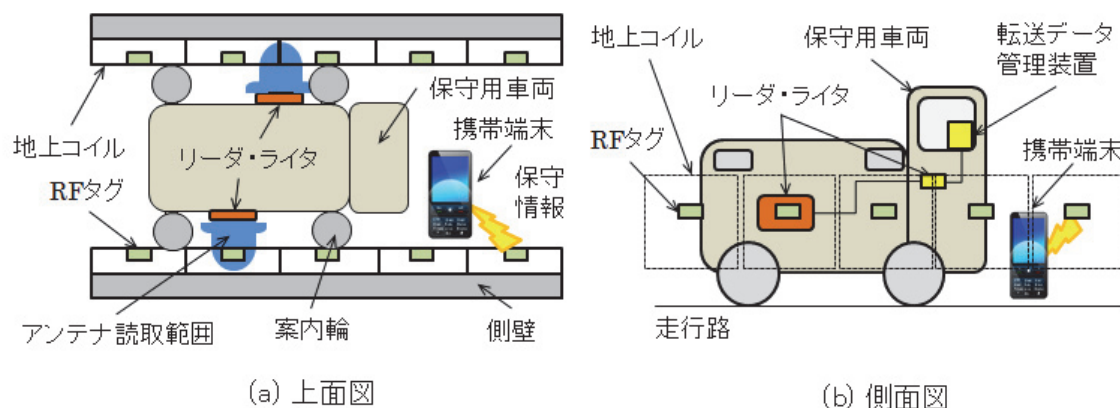


図3 地上コイル保守支援装置構成

#### 4. 移動車両によるRFタグ読み取り方法

図4に保守用車両に搭載したRFタグ読取用リーダライタアンテナ<sup>3)</sup>(車載アンテナ)のRFタグ側の読取範囲と読取距離の概念図を示す。RFタグ読取距離 $L$  [m], 車両移動速度 $V$  [km/h], RFタグデータ読取処理時間 $T$  [秒]とすると, 車載アンテナ通過時の同一RFタグデータの読取回数 $N$  [回]は, 以下の式で表される。

$$N = \frac{3.6L}{VT} \quad (1)$$

ただし, データ読取処理中に交信が途切れた場合, 処理途中のデータは利用できないため, 読取回数 $N$ は小数点以下を切り捨てた整数値となる。

移動車両によるRFタグ読取装置を利用する場合, データの読み飛ばしに対する配慮が必要となる。読み飛ばし発生確率を下げるには(1)式の $N$ を増やすことが有効であるが, フェールセーフの考えから, 読み飛ばしは完全には防げないものと考え, RFタグが連続配置となることを利用して, 走行中は常にRFタグの識別子を読み取り, データベースと照合して読み飛ばしを検出して, 利用者に通知するしくみとした。

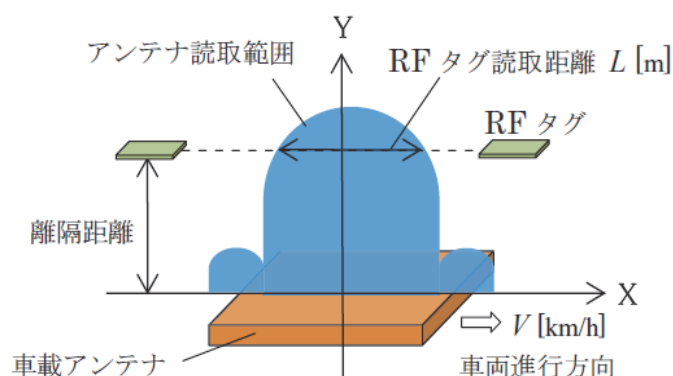


図4 アンテナ読取範囲とRFタグ読取距離の概念図

## 5. 走行試験による動作確認

移動車両による RF タグ読取性能を確認するため、宮崎実験線にて走行試験を行った（図 5 参照）。まず、ガイドウェイの両側側壁に地上コイルを 4 個設置して、コイル表面及び両側側壁に 58 個の RF タグを並べた。RF タグピッチは地上コイルピッチと同じ 900mm とした。車両の運転席から車載アンテナと RF タグの位置関係を確認するため、車両前方に案内輪付き模擬台車を連結し、2 個の車載アンテナを両側側壁の RF タグと対向させて設置した。図 4 に示した離隔距離は、RF タグ読取距離を考慮して 200mm とした。

図 6 に車両の移動速度とデータ読取回数の関係を示す。図のプロットは 58 個の RF タグの読取回数の平均値を示し、エラーバーはバラツキを示す。実測値は(1)式から求めた実線および点線の計算値と良い一致を示し、データを識別子 8 バイトとした場合は時速 84km まで、識別子 8 バイトとユーザデータ 8 バイトとした場合は時速 59km まで、全データを取得可能なことを確認した。



図 5 走行試験の様子

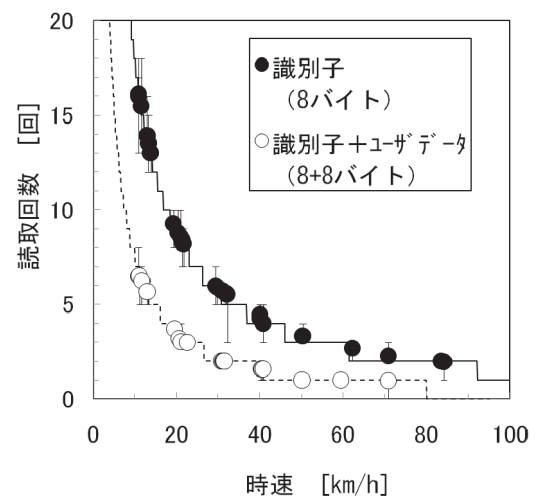


図 6 移動速度と読取回数

保守用車両を用いて作業場所に向かう際、走行する車両から同じ外観をした地上コイルを識別して、作業対象コイルを特定するのは容易ではない。しかし、RF タグの識別子と位置情報を関連付けたデータベースを作成して、さらに、移動車両から識別子を読み取るようにすると、保守用車両のナビゲーションが可能となる。

実際に走行試験で動作を確認したので、図 7 に示すナビゲーション画面例を用いて動作を以下に説明する。まず、目的地入力部に保守対象コイルの製品番号や識別子などの情報を入力して検索ボタンを押すと、データベースとの照合により、目的地表示部に詳細位置が表示されるようにした。次に、車両を走行させると、順次 RF タグの識別子を読み取り、プログレスバーで到達距離をパーセント表示させるようにした。目的地に近付くと音声案内で知らせて、現在地を点灯して、目的地と一致したら到着とした。走行試験では、目的地まで正確にナビゲーションができることを確認した。

保守用車両を使って保守作業後の状態確認をする際、あらかじめ作業場所が分かっている場合は、前述のナビゲーション機能を利用できるが、分からない場合でも、RF タグのユーザデータに作業内容を記録しておけば、移動車両から作業内容を読み取り、作業場所の特定が可能となる。

機能確認のため、図 8 に示す保守作業検索画面例で、検索条件を「点検で異状が見つかった地上コイル」として車両を走行させると、順次 RF タグの識別子とユーザデータを読み取り、条件に合致した地上コイルを画面表示できることを確認した。この機能を用いれば、地上コイル点検後の経過観察や補修が迅速に行えるようになり、高速走行する超電導磁気浮上式鉄道の安全性向上に役立つと考えられる。



図 7 ナビゲーション画面例



図 8 保守作業検索画面例

## 6. おわりに

ガイドウェイを走行する保守用車両と RFID を利用することにより、地上コイルを適正かつ効率的に管理できることを確認した。本装置は低コストで車両への搭載も容易なため、浮上式鉄道だけでなく、他の保守用車両にも幅広く適用が可能である。

なお、宮崎実験センターの走行試験では、東北大学未来科学技術共同研究センターの小濱教授に御協力頂いた。また、本研究の一部は国土交通省からの国庫補助を受けて実施した。

## 7. 参考文献

- 1) テキサスインスツルメンツホームページ <http://www.tij.co.jp/jp/lit/ds/symlink/ri-th1-cb1a-00.pdf>
- 2) タカヤホームページ [http://www.takaya.co.jp/products/rfid/pdf/catalog/LD003C\\_LN003D.pdf](http://www.takaya.co.jp/products/rfid/pdf/catalog/LD003C_LN003D.pdf)
- 3) タカヤホームページ <http://www.takaya.co.jp/products/rfid/pdf/catalog/LA101.pdf>