

埋設型 RF-ID タグの ITS 応用についての基礎研究

川村 武 吉田 憲正 井川 晴仁 菅原 宣義 柏 達也 田口 健治
北見工業大学

本研究は、RF-ID システムを用いた車両の誘導システムの実験において問題であった RF-ID タグの耐久性を埋設型タグにより向上させる。取り扱う UHF 帯の RF-ID タグを埋設するにはドリルで道路に穿孔しスティック状のタグを挿入するのが最も簡易である。ところが、鉛直の埋設した RF-ID タグの交信距離は大きく減衰し、車両誘導の目的に適さない。そこで RF-ID タグの埋設条件を変えることにより、アンテナとの交信距離を実用可能レベルとした。また RF-ID アンテナの設置角度を変えることについても同様に考察を行う。

Study on a buried RF-ID tag for ITS applications

Takeshi Kawamura, Norimasa Yoshida, Haruhito Igawa,
Noriyoshi Sugawara, Tatsuya Kashiwa, and Kenji Taguchi
Kitami Institute of Technology

Abstract In our previous study, there are some problems in use of RF-ID system for vehicle navigation. One of them is the improved survival duration of RF-ID tags. We tried to this problem in HF frequency type RF-ID tags with PVC cover. In this paper, we use a UHF frequency buried RF-ID tag for our study. But, if we bury UHF RF-ID tags in vertical hole in an asphalt road with a drill, RF-ID system can communicate only road surface and they are no use for vehicle navigation system. Then, we tried to change a burial method of RF-ID tags. And we also check an effect of setting angle of RF-ID antenna.

Keyword: buried RF-ID tag, UHF RF-ID system, ITS

1. はじめに

本研究は、Radio Frequency IDentification(以降 RF-ID) システムを車両誘導に用いるため、RF-ID タグを道路に設置し、RF-ID アンテナを車両に搭載するシステムについて考える。

まず研究の背景であるが、われわれの居住する北海道は冬季間、降雪による視界不良と積雪および路面表面を覆う氷雪により路面の認識および道路性状の把握が難しい場合がある。このため、路線バスを含めて路外転落事故などが発生する。このような事故を防ぐためには、視界が得られず、路面状況を把握できない状況でも、自車の路上位置を認識する必要がある。そこで我々は、これまでに RF-ID システムを用いた車両誘導の研究として、電磁誘導型の RF-ID(13.56MH)を用いた。この RF-ID タグは、アスファルト路面上に両面テープで固定し、RF-ID アンテナを車両に搭載する。路

面上の位置データを RF-ID タグから読み取り、これを RF-ID アンテナ、リーダライタ、パーソナルコンピュータを介して液晶上に道路上の位置および道路中心方向を示すことを行った。この研究では、RF-ID タグを道路に両面テープで固定しているため、冬季の除雪車や夏季の工事車両など車重の重い車両により RF-ID タグの損耗が問題となる。また真夏日(25℃以上)では路面温度が 60℃を超え、RF-ID タグが路面から外れやすくなる。特に 2010 年の夏のように 35℃を超える猛暑日では、より路面温度が上がり RF-ID タグの剥離が多くなった。このため、本研究では、RF-ID タグをアスファルト道路中に埋設することを考える。国内外で RF-ID の埋設方法は、国内の RFID のメーカーのカタログや海外(フィンランド)での実験例¹⁾を見ても垂直に舗装道路などに埋め込んでいる。現在のところ、RFID を埋設する場合は、棒状の RFID をその直径に見合うドリルで道路等に穴を開けて RFID タグ埋め込

むことが作業効率是最も良い。ところが、高周波数帯のUHF(Ultra High Frequency)帯RFIDタグでは、特にアスファルト、コンクリートによる電波伝搬の減衰が大きい。例えば、RFIDタグをコンクリートの台の上に置いただけで軸方向への交信可能距離が著しく減少する。そこで本研究ではRF-IDタグの埋設条件について検討する。

2. 本研究のシステムの概要— UHF 帯 RFID システム

本研究では、OMRON製形V750 RFID開発キットを元にナビゲーションシステムを構成する⁹⁾。V750シリーズは、UHF帯(950MHz)のRF-IDシステムである。V750システムは、リーダ/ライタ OMRON製 V750-BA50C04-JP、円偏波アンテナ OMRON製 V750-HS01CA-JP、そしてノート型パーソナルコンピュータ(PC)からなる。円偏波アンテナ V750-HS01CA-JP はリーダ/ライタ OMRON製 V750-BA50C04-JP に信号線で結ばれ、リーダ/ライタ V750-BA50C04-JP はノートPCから信号を受け、アンテナを制御し、逆にアンテナから信号を受け取り、ノートPCに送る。この研究でRF-IDタグは、新田工業製 G2-Stickを使う。

3. RF-ID tag の埋設方法

電磁誘導型のRF-IDタグ OMRON製 4S2VR-V720-D13P02ST(56mm×56mm)は平面形状で路面に両面テープで固定して用いていた。この場合、実験室でのRF-IDアンテナとの交信可能距離とアスファルト道路上での交信可能距離はほとんど差異は見られない⁴⁾。

しかし、UHF帯のRF-IDタグの場合、実験室の木製机の上にUHF帯のRFIDタグを置いた場合は軸方向に5m以上で交信可能であったが、屋外のアスファルト舗装道路にほぼ鉛直に開けた穴に同じRFIDタグを入れてアンテナとの交信可能距離を計ると道路上約9cmしか交信距離を取れなかった。RFIDタグの利点は長距離でのデータ通信であるが舗装道路等へ鉛直に埋める手法ではRFIDタグのこの特性を損なうことがわかる。また積雪地での交信距離が路面上9cmでは、冬季に圧雪・氷が10cm以上路面を覆うことがあり得るので実用性はない。

3.1 RF-ID タグの埋設角度

本研究では、実験に基づきRFIDタグを舗装道路などに鉛直に埋め込むのではなく、RFIDタグとRFIDアンテナの交信距離を確保でき得るような角度を付けて埋設穴を開けて、RFIDタグを埋設する。屋外交信実験では、角度の維持がしやすいように路面に対して90度、45度、30度の3通りで大学構内の一般道路(アスファルト舗装)で実験を行った(Fig.1)。この結果、路面に鉛直の90度の場合、RFIDタグの真上でさえ、路面上約9cm程度しかアンテナと交信ができなかった。同一の実験条件で路面に対して45度の角度でRFIDタグを埋設した場合は、路面からRFIDアンテナ表面まで約27cmの交信距離を得た。これらに対して、路面に対して30度の角度でRFIDタグを埋設する

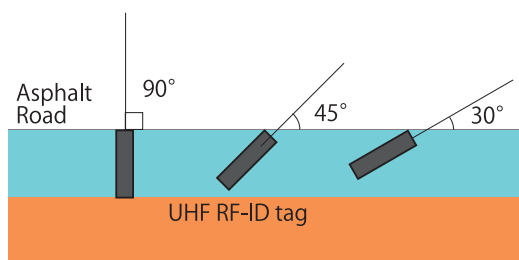


Fig.1 Buried angle of UHF RF-ID tags on asphalt road



Fig.2 PVC frame for UHF RF-ID antenna

と路面から60cmを超える交信距離を得た。このように路面に浅い角度でRFIDタグを埋設することは、作業効率を損なわずRFIDの十分な交信距離を得ることに貢献する。

3.2 UHF 帯 RF-ID システムの埋設・交信範囲の計測

前節で示した埋設角度のうち、30度の埋設角について、路面上40cmの高さでRF-IDアンテナを固定し(Fig.2)、交信可能範囲を測定した。測定の方法は、アスファルトに直径10mmの穴をアスファルト表面に対し30度の傾きで電動ドリル開けて、スティック状のRF-IDタグを埋める。RF-IDの挿入口からアンテナの中心までの距離をアスファルト表面に描いた格子(Fig.3)に沿って計測する。なお測定は各点において20回計測し平均をとる。

3.3 測定結果

前節の実験において得られた結果を示す(Fig.4)。ここで図でx-y原点にRF-IDタグが埋設され、埋設穴はFig.4で上から下方向に掘られている。RF-IDアンテナは、Fig.2の塩化ビニル(PVC)フレームに40cmの高さで固定されている。

路面に対して30度の角度で埋設した場合は、路面高40cmで水平方向面では、RFIDから約25cmから約40cmの距離の範囲で交信が可能であった。この水平方向面での範囲のばらつきは、アンテナの形状・ケーブル



Fig.3 Measurement grid on asphalt road.

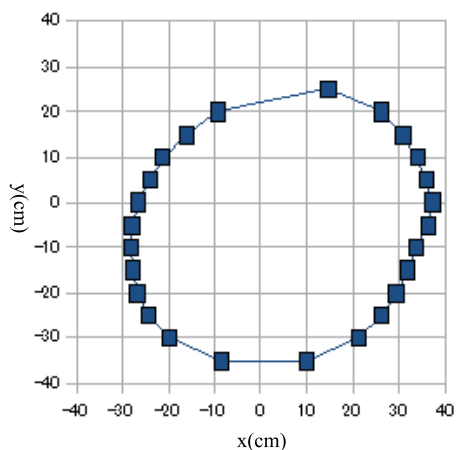


Fig.4 Communication area between UHF RF-ID antenna and RF-ID tag at 40cm height on asphalt road.

ルの配置により非対称形の交信範囲となっているためである。

ここでRF-IDタグを地表に対して 30° の角度で埋設したため、アンテナについてもRF-IDタグに正対するように地表に対して 30° の角度でPVCフレームに固定した(Fig.5)。なお図のアンテナの左端が高さ30cmとなっている。なおRF-IDタグはx-y原点に下から上向きに穿孔して 30° の角度で埋めている。またアンテナの向きはy軸方向に 30° の傾斜をしていて、 $y=0$ がアンテナの下端となる。このときの測定の結果がFig.6である。RF-IDアンテナを地表面と水平に固定した場合と比べてのがTable 1である。

この表より、 30° の角度でアンテナを固定した場合、垂直方向で10%、水平方向で31%交信距離が増加した。RF-IDタグを道路表面置いて角度を同様に付けた実験をLeeら⁸⁾が行っており、このときに垂直方向の交信距離の増加が本実験結果より著しく大きい。先に述べ



Fig.5 UHF RF-ID antenna fixed on PVC frame with 30 degree.

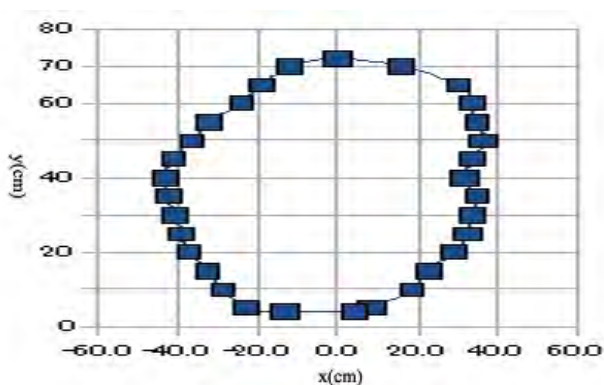


Fig.6 UHF RF-ID antenna fixed on PVC frame with 30 degree.

たようにアスファルトによるUHF帯のRF-IDの交信距離の減衰が著しいため、表面実装の場合に比べ交信距離の増加が少ないと思われる。

4. おわりに

本研究では、UHF帯のRF-IDタグをアスファルト中に埋設し、RF-IDアンテナとの交信可能距離について、実験により確認した。得られた結果は、車両誘導のために用いることのできる交信可能距離であった。また 30° の角度で埋設したRF-IDタグは除雪車等の重

Table 1 Maximum length in communication area.

Antenna attitude	Vertical length	Horizontal length
Horizontal (Fig.4)	60cm	57cm
30 degree (Fig.6)	66cm	75cm

量車両の通過に耐え、表面実装型の電磁誘導型 RF-ID タグよりも対車両の耐久性が高い。

UHF 帯の RF-ID システムを車両誘導に用いるためには、交信可能距離のみならず、交信時間も大きな要因となる。本研究で用いている UHF 帯の交信時間は、RF-ID タグ 1 枚読み取り (Single mode) の場合は、高速度に対応できるが、複数枚読み込みの場合、交信時間が激増し高速度に対応でき得ない。このため、誘導方法について新たな枠組みで考える必要性がある。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会の科学研究費補助金 No.20560344 と No.21510174 の助成を受けている。ここに謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) T. Reitaas, P.Lillestøl, B.A. Lund, Lane departure warning by use of RFID communication, Proceedings of the 16th ITS World Congress, Stockholm 2009, paper ID 3173, Stockholm, SWEDEN, September 21-25, 2009.
- 2) 山本剛久, 川村武, 大内均, 菅原宣義, RFID を用いた路車間通信と制御応用に関する試み, 平成 19 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 講演論文集 No. 41, pp.45-46, 2007.
- 3) T. Kawamura, T. Yamamoto, Y. Yamamoto, N. Sugawara, and T. Kashiwa, Experimental study for vehicle navigation system with RF-ID, Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, pp.185-188, Columbus, OH, USA, September 22-24, 2008.
- 4) 川村武, 山本剛久, 山本悦崇, 菅原宣義, 柏達也, RF-ID を用いた路車間通信とナビゲーションシステムについて, 第 7 回 ITS シンポジウム proceedings, 1-D-03, pp. 107-112, 2008.
- 5) T. Kawamura, Y. Yamamoto, N. Sugawara, and T. Kashiwa, Vehicle navigation system using RF-ID, Proceedings of the 16th ITS World Congress, Stockholm 2009, paper ID 3399, Stockholm, SWEDEN, September 21-25, 2009.
- 6) 山本悦崇, 川村武, 大内均, 菅原宣義, 柏達也, 田口健治, RFID システムを用いた音声車両誘導システムの試作, "H21 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 講演論文集 No.53, 2009.
- 7) 川村武, 山本悦崇, 菅原宣義, 柏達也, 田口健治, RF-ID を用いた車両誘導システム-インタラクティブ誘導の試み-, 第 8 回 ITS シンポジウム proceedings, pp. 65-69, 2009.
- 8) E.K. Lee, Y.M. Yoo, M. Kim, and M. Gerla, Installation and evaluation of RFID readers on moving vehicles, Proceedings of the sixth ACM International workshop on VehiculAr InterNETworking(VANET'09), pp. 99-108, Beijing, CHINA, September 25, 2009.
- 9) UHF RFID システム 形 V750 シリーズユーザーズマニュアル, OMRON, 2007.