

反射板装着によるミリ波レーダ検知能力の向上に関する研究

2005MT073 村山 佳奈美

指導教員 稲垣 直樹

1 はじめに

1.1 研究背景

近年 ITS の発展により、安全運転支援のためのミリ波自動車レーダが実用に供されている [1,2] .

ミリ波レーダとは、波長 1 ~ 10mm, 周波数 30G ~ 300GHz のレーダで、先行車からの反射波を受信することで距離や速度の検知をおこなうが、対象車の形状の複雑さや使用時の状況によって、正確な検知が困難になる [3] .

1.2 研究目的・方法

電磁解析ソフトウェア FEKO を用いて、自動車と反射板のモデルを作成し、周波数 76GHz におけるレーダ散乱断面積の先行車への入射角度の依存性を数値解析し検討する。先行車からの反射波を大きくすることで他からの反射波と区別をつけて誤認を防ぎ、カーブや坂道において一様に近い反射波を得られるような反射板を数値解析し検討する。

先行研究より、車間距離 170m においてレーダ散乱断面積が 10m² で検知に十分な値としていることから、本研究においてもこれを目標値とする [4] .

1.2.1 レーダ散乱断面積

レーダ散乱断面積 (Radar Cross Section:RCS) とは、ターゲットがある方向の散乱波と同じ大きさで全方向に散乱するとした時の全散乱電力を、入射電力密度で割った値であり、物体が電磁波を散乱する度合いを表す量である。本研究では、平面電磁波があるターゲットに当たった時、入射方向と観測方向が一致する後方散乱断面積を検討する [5] .

2 モデリング

FEKO を用いて、自動車と反射板 2 種類を作成する。高周波数で電磁解析を行うため、UTD 法が適用できるようにモデリングする。自動車モデルを図 1 に示す。2 面リフレクタは正方形の板を、3 面リフレクタは正三角形の板を図 2, 図 3 のように組み合わせて作成する [6] . 寸法は一辺を一波長から等倍し、10 倍までのサイズを検討し、最適な寸法を求める。

3 数値解析

3.1 自動車の散乱特性

自動車の形状による散乱特性を検討するため、水平面上の 0° ~ 10°, 20° から、車体後方にレーダを照射した時の後方散乱断面積 (RCS) を求める。

数値解析結果を図 4 にまとめる。車体後方はよりリアルなモデルを実現するため、Polygon を細かく組み合わ

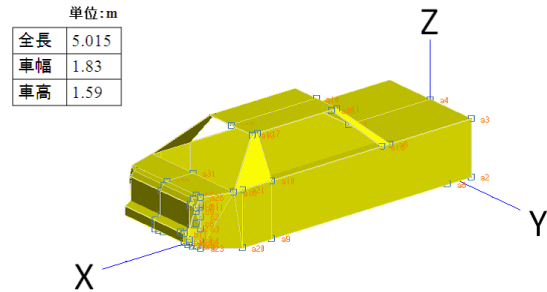


図 1 自動車モデル

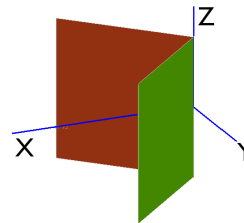


図 2 2面リフレクタ

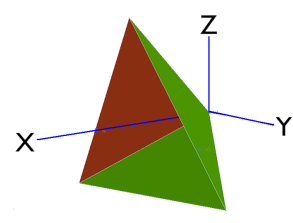


図 3 3面リフレクタ

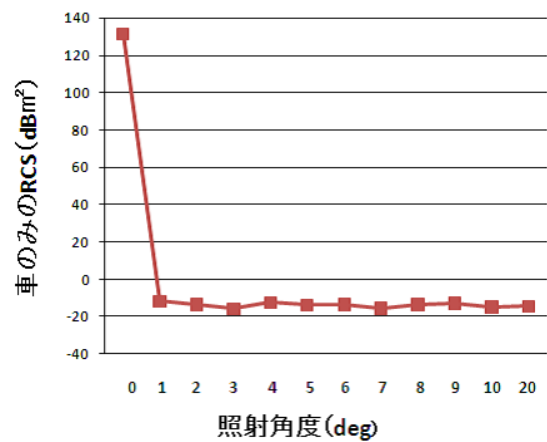


図 4 レーダ照射角度変更による自動車の RCS の変化

せることによって、曲面に近いモデルを作成した。0° から照射した時、目標値を大きく上回る値が得られた。これは車による散乱波が、平面部分からの鏡面反射と、複雑な凹凸部分からの散乱波から成り、鏡面反射波が強勢となるため、1° ~ 20° においては、-1° ~ -20° の方向に散乱し、目標値を得られなかったと考えられる。

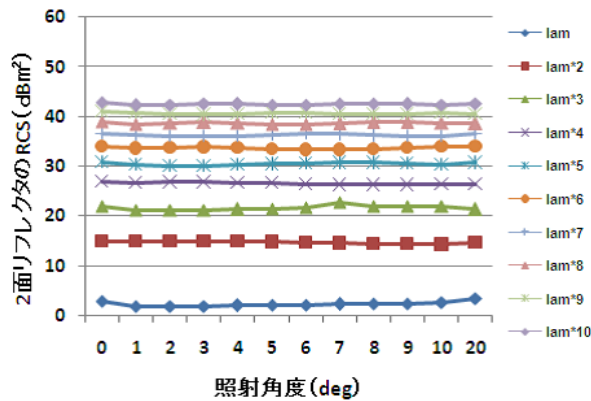


図5 2面リフレクタのRCS, lamは波長(約4mm)

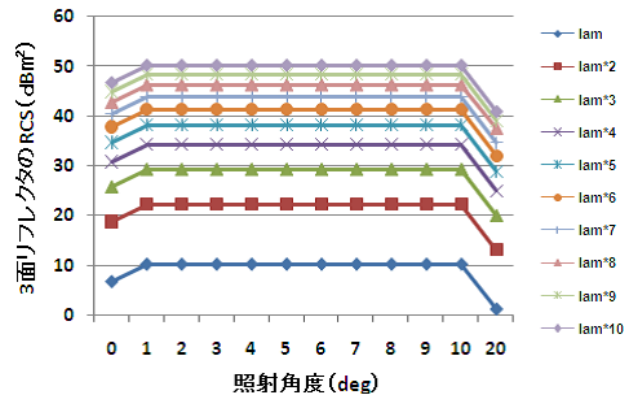


図6 3面リフレクタのRCS

3.2 反射板の散乱特性

3.2.1 カーブにおける散乱特性

図5は2面リフレクタ, 図6は3面リフレクタの照射角度に対する変化を, リフレクタのサイズをパラメータとして表している. 両リフレクタとも, 水平面上で照射角度を変更してもほぼ一定の後方散乱断面積が得られ, サイズを大きくするほど値も大きくなっており, 一辺が2波長以上のときに目標値が得られた.

3.2.2 坂道における散乱特性

一辺が2波長のリフレクタをそれぞれ数値解析した. 結果を図7に示す. 2面リフレクタでは, 0° 以外では目標値がえられなかった. これは, 鏡面反射による散乱が大きくなったためと考えられる. 3面リフレクタでは, 垂直面上で照射角度を変更してもほぼ一定で, 一辺が2波長以上のときに目標値が得られた.

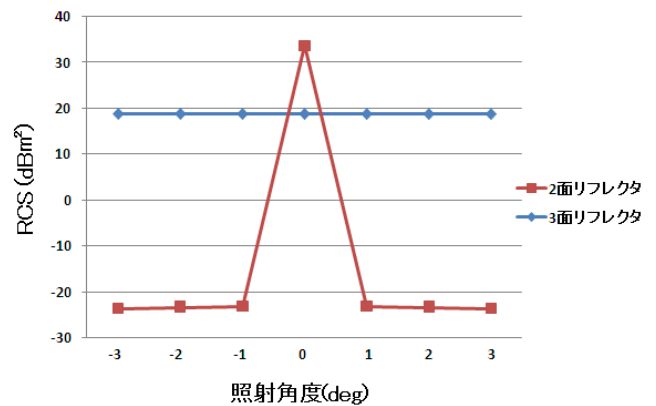


図7 2面リフレクタと3面リフレクタのRCSの垂直面内照射角度変更に対する変化

4 まとめと今後の課題

本研究では, 車のみではレーダの照射角度を変化させると目標値である 10dBm^2 以上の RCS を得られなかった. しかし, 反射板においては, カーブを想定し照射角度を水平面上の $0^\circ \sim 20^\circ$ の範囲で変更しても, 一定に近い RCS を得られることがわかった. 2面リフレクタおよび3面リフレクタは, 共に一辺を2波長以上にすると, 目標値である 10dBm^2 を得られた. 坂道を想定し, 照射角度を垂直平面上で変更すると, 3面リフレクタは, 目標値以上で一定の値が得られたが, 2面リフレクタでは目標値が得られなかった.

以上により, 外観を損なわず使用条件を変更しても目標値を十分得られる反射板として, 一辺が2波長の3面リフレクタを使用することが望ましいと考えられる.

今後の課題として, カーブや坂道だけでなく, 対向車や障害物などによる状況変化や, 気候における散乱が及ぼす影響についての検証があげられる. また, 自動車に搭載する際の影響についても検討が必要である.

参考文献

- [1] ITS Japan ホームページ:
<http://www.its-jp.org/>.
- [2] 大島繁樹, 浅野孔一, 西川訓利: “ミリ波帯における自動車レーダ受信信号特性の推定,” 豊田研究所 R & D レビュー, Vol.32 No.2, Jun.1997.
- [3] 日経エレクトロニクスホームページ:
<http://techon.nikkeibp.co.jp/>.
- [4] 浅沼久輝, 生野雅義, 玉木智彦, 東田博文, 松井貞憲, 矢木秀和, 山野真市: “シングルチップ MMIC 応用自動車用 76GHz ミリ波レーダ”, 富士通テック報, 43号, Jun.2004.
- [5] ASTER ホームページ:
<http://www.science.aster.ersdac.or.jp/>.
- [6] 上滝実: ミリ波技術の手引きと展開, リアライズ理工センター (1993).