

車車間通信における通信距離に関する研究

2004MT029 池田 和将

指導教員 稲垣 直樹

1 はじめに

1.1 研究背景

近年、事故発生件数、負傷者数は高い水準となっており、今後は交通安全対策の普及のためにすべての車両に車車間通信システムを搭載することが望ましい [1] .

1.2 先行研究

小川、鶴見は3次元電磁界解析シミュレーションソフト FEKO を用いて、ダイポールアンテナをセダン・ワゴン両タイプの車両に搭載し、地面の反射も考慮して、フェージングがどのように影響しているのかを考察した [2] .

穂刈、佐藤、鈴木は FEKO を用いて 710MHz から 770MHz, 5.8GHz の周波数帯で 4 分の 1 波長逆 F 型アンテナの設計をして数値解析を行ったが、電波伝搬の解析ツール RapLab [3] を使用する際は、標準ダイポールアンテナを使用するに留まっていた .

1.3 本研究の目的・方法

本研究の目的は、車車間通信の通信性を向上させることにより、ドライバーに対する運転支援を行い交通事故の防止に繋げることである . そのため、先行研究の課題として残された FEKO での解析結果を Raplab によって作成することと、車を移動させながら解析することを目標とする . 送受信アンテナとしては、先行研究の結果より板状逆 F 型アンテナを選択し、電波通信の障害となる地面反射や建物などの反射によって起こるマルチパスフェージングの影響や、アンテナの最適配置位置を考慮に入れ通信距離について考察する . 車体の形状はセダンタイプを選択し、RapLab に FEKO で解析した逆 F 型アンテナのデータを入力して数値解析を行っていく .

2 使用ソフトウェア

本研究では、伝搬損失の算出に Raplab を用いる . Raplab とは、3D レイトレース法 (イメージング法) を使用した電波伝搬の解析ツールであり、

建物や屋内のモデルに T_x (送信機) と R_x (受信機) を設置し、電波の経路をシミュレーションすることが出来る . 計算手法は基本的な電磁波理論に従っており、レイトレース法の基本要素である反射、回折、透過による伝搬損失計算に対応している .

3 車載アンテナの解析

3.1 板状逆 F 型アンテナ単体の特性

図 1 は CADFEKO で板状逆 F 型アンテナを設計したものである . 平板化したエレメント部分の長さ l と幅 w で表し、短絡ピンの高さ h と s 、給電ピンまでの距離を d 、給電ピンの直径を r で表記した .

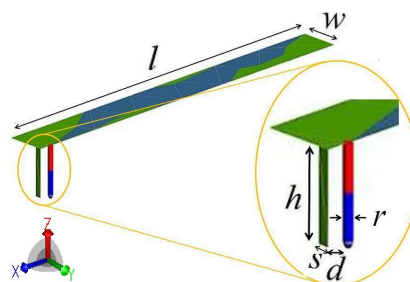


図 1 板状逆 F 型アンテナ

表 1 板状逆 F 型アンテナの設計数値 [cm]

長さ l	11.73
幅 w	1.20
高さ h	1.50
短絡ピンの幅 s	0.20
給電ピンまでの距離 d	0.40
給電ピンの直径 r	0.10

3.2 車両搭載時の特性

設計した逆 F 型アンテナを車両モデルに搭載して数値解析を行う . 本研究では、全長 5000mm, 車幅 1200mm, 車高 1400mm のセダンモデルを使用する [4] . アンテナ設置箇所としては、A. ルーフ中央部、B. フロント、C. リアの 3 点を選択した .

アンテナを設置箇所 A に搭載して、周波数による利得の変化を検証するために 710MHz, 740MHz, 770MHz の周波数で数値解析をした . 得られた利得を図 2, 3, 4 に示す .

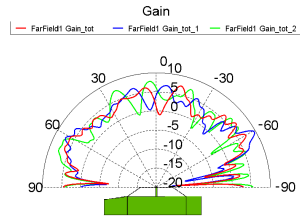


図2 設置箇所 A の場合の垂直面内指向性利得 [dBi]

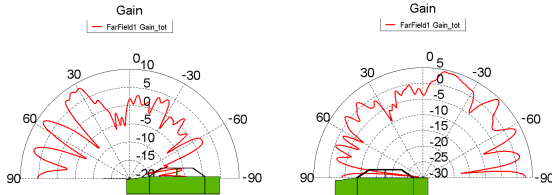


図3 B の場合の垂直面内指向性利得 [dBi]

図4 C の場合の垂直面内指向性利得 [dBi]

設置箇所 A の場合は、どの周波数帯においても -70° から 80° の間で車車間通信に必要な利得である 1dBi をほぼ達成している。B に設置した場合は、車両前方部 (90° から 20° 付近) ではほぼ目標値を達成しているが、車両後方部では大部分でこのところで目標値を達成していない。C に設置した場合は、前方部では大部分が目標値を達成していなく、逆に後方部 (-5° から -30° , -40° から -45° , -60° から -70° のみ) で目標値を達成した。

4 道路交差点における伝搬特性の解析

この章では、RapLab を用いて道路交差点における伝播特性の解析を行う。まずは図 5 のように、見通し外エリアである T 字路 (道路幅 10m, 壁の高さ) をコンクリート素材で設計し、その道の上に T_x (送信機) と R_x (受信機) をそれぞれ交差点から等距離で設置し、送受信アンテナ間の直線距離、搭載位置や周波数を変化させ、車の速度を 60(km/h) で数値解析する。解析条件の違いによりどのように結果に影響を及ぼすかを比較検証する。

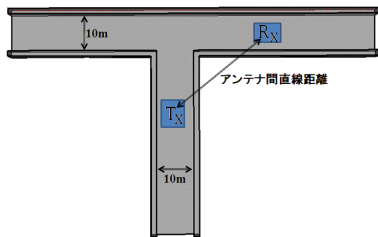


図5 T 字路見通し図

アンテナを車の中心に設置し、周波数とアンテナ間距離を変化させて数値解析し、その結果を図 6 に示した。

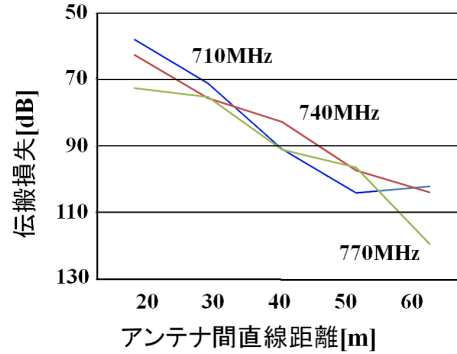


図6 伝搬損失比較

通信距離が遠くなるに連れて伝搬損失は大きくなり、高周波数になるに連れて伝搬損失は全体的に大きくなるという結果が得られた。

5 まとめ

先行研究の課題として残された FEKO による解析結果を Raplab によって作成することと、車を移動させながら解析することは改善できた。その結果、アンテナ間距離が遠くなるにつれ伝搬損失は大きくなった。各周波数において、高周波数のほうが伝搬損失は大きくなったが、距離によっていたるところで高周波数より低周波数のほうが伝搬損失が大きくなったことから、距離の間隔を細かくしたり、距離をもっと長くして、更に詳しく数値解析していく必要がある。今回は反射 3 回、回折 1 回で解析したが、これ以上に反射回数や回折回数を増やすと解析に莫大な時間がかかるので、これを解消し、受信レベルを大きく、伝搬損失を小さくしていくことが課題である。

参考文献

- [1] 穂刈友規, 佐藤雅大, 鈴木裕也, "車車間通信における最適周波数の選定," 南山大学 2007 年度卒業論文。
- [2] 小川泰史, 鶴見友昭, "車車間通信の安定化に関する研究," 南山大学 2005 年度卒業論文。
- [3] RapLab 構造計画研究所ホームページ, <http://www4.kke.co.jp/raplab/raplab/>。
- [4] 則武佳人, "ETC・車車間通信用統合アンテナに関する研究," 南山大学 2006 年度修士論文。