

## ストリップ導体に対する過渡電磁波散乱解析 -物理光学近似法と FILT 法の併用-

### Transient Electromagnetic Scattering Analysis for a Strip Conductor -Combination of the FILT method and physical-optics method--

○荒瀬健太<sup>1</sup>, 岸本誠也<sup>2</sup>, 大貫進一郎<sup>2</sup>Kenta Arase<sup>1</sup>, Seiya Kishimoto<sup>2</sup>, Shinichiro Ohnuki<sup>2</sup>

Abstract: The transient response of electromagnetic wave scattering is required by radar detection, non-destructive testing, and operation verification of devices using microwave and light bands. We propose a combination of the physical-optics (PO) method and FILT (fast inverse laplace transform) method to obtain reference solutions. In this paper, electromagnetic scattering problems of 2-dimensional strip conductors are analyzed by using the PO method in combination with the FILT method. The obtained results are compared with the FDTD (finite-difference time-domain) method, and the reliability of this method is examined.

電磁波散乱の過渡応答はレーダー探査や非破壊検査、マイクロ波帯や光波帯等を使用するデバイスの動作検証などの用途で求められる。電磁波散乱の過渡応答を求める方法としてフーリエ変換から時間応答を求める手法がある。この方法を用いた電磁界解析においては標準化定理を満たすように計算する必要がある。そのため広帯域の電磁波を精度よく解析するときには、計算回数が増大する傾向にある。散乱体が任意形状であり、かつ波長に比べて大きい場合、計算回数が増大するだけでなく、散乱界の妥当性を検証することが困難であることが知られている。

今まで、我々は、電磁波散乱の過渡応答解析において、解析的に求まる厳密解により解を検証してきた<sup>[1]</sup>。しかし、厳密解では解析形状が円柱や球など限られた形状にのみ適用可能であるため任意形状の散乱界を求めることは困難である。そこで任意形状に適用可能な物理光学近似(PO: physical-optics)法<sup>[2]</sup>と高速逆ラプラス変換(FILT: fast inverse laplace transform)法<sup>[3]</sup>を併用した過渡散乱解析を検討している。PO<sup>[2]</sup>は、高周波近似解法の一つであり、入射される界により決定される散乱体表面の電流密度により散乱界を求める手法である。FILT法<sup>[3]</sup>は、計算精度の有効桁数を制御できることと、任意時刻の計算結果を容易に求めることができることが特徴である。

本報告では、ストリップ導体幅が10波長から30波長程度の2次元ストリップ導体の電磁波散乱問題を、POとFILT法を併用し解析する。POにより求まる散乱体表面の電流密度を複素周波数領域にて定義する。これを放射面積分することで得られる散乱界をFILT法により時間領域に変換する。FILT法を用いるうえで、打ち切り項数や誤差パラメータを設定する必要がある。このためこれら計算に必要なパラメータの設定による数値結果の変化を確認し、提案手法<sup>[4]</sup>の計算精度を検証する。得られた解析結果についてFDTD(finite-difference time-domain)法<sup>[5]</sup>と比較し、ストリップ端からの放射などの観点から検証し本手法の信頼性について検討する。

#### 参考文献

- [1] S. Masuda, S. Kishimoto, and S. Ohnuki, "Reference Solutions for Time Domain Electromagnetic Solvers," IEEE Access, vol. 8, no. 1, pp. 44318-44324, Dec. 2020
- [2] C. A. Balanis, Advanced engineering electromagnetics, John Wiley & Sons, 1989.
- [3] T. Hosono, "Numerical inversion of Laplace transform and some applications to wave optics," Radio Sci., vol. 16, no. 6, pp. 1015-1019, 1981.
- [4] 岸本誠也, 荒瀬健太, 大貫進一郎: 「物理光学近似法と FILT 法による過渡電磁界解析の基礎検討」, 2020年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-15-3, 2020
- [5] A. Taflov and S.C. Hagness, Computational electrodynamics, 2nd ed., Norwood, MA, USA: Artech House, 1995.