

高周波近似解法と FILT 法による電磁波の過渡散乱解析

Transient Scattering Analysis of Electromagnetic Waves by High-frequency Approximation and FILT

○荻野稜也¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²

*Ryoya Ogino¹, Seiya Kishimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: Transient response analysis of scattered electromagnetic fields plays an important role in radar detection and object shape recognition. Especially for large-scale scattering problems, precise simulation becomes more difficult since computational cost is vast. The physical optics (PO) is one of remedies for large-scale electromagnetic scattering problems. In this report, we perform transient analysis using PO with the fast inverse Laplace transform (FILT) method. Scattered fields in the complex frequency domain approximated by PO and they are numerically transformed into the time domain using FILT. We will discuss the accuracy of our proposed method for large-scale problems.

散乱電磁界の過渡応答解析は、レーダ探査や物体の形状認識に重要である。入射波長に対し解析対象物が十分に大きくなる大規模散乱問題では、対象物のモデル化が必要となる領域が増えることにより、計算負荷は膨大となる。従来から、物理光学近似^[1] (PO: Physical Optics) などの高周波近似解法は大規模散乱問題に対して有効であることが知られ、計算時間の短縮を実現できる。本報告では、大規模散乱問題の過渡解析に向けて、PO と数値逆ラプラス変換 (FILT: Fast Inverse Laplace Transform) 法を併用する PO-FILT 法を提案する。

表面電流密度を入射磁界で近似する物理光学近似^[1] (PO: Physical Optics) は、高周波近似解法の一つである。離散点における接平面を用いて散乱体のモデル化を行い、表面電流から複素周波数領域での散乱界を近似的に求める。FILT 法は、複素周波数領域の関数を時間領域へ数値的に変換する手法である^[2-3]。図 1 に PO-FILT 法の解析フローチャートを示す。観測時間 t を設定し、有限長の項数 k とオイラー変換の項数 p で打ち切ること、散乱電磁界を計算する。解析モデルを図 2 に示す。 x - y 平面上に幅 w 、厚さが無限に小さい完全導体で構成される正方形平板を想定し、観測点 P を設置する^[4]。 $-z$ 方向に平面電磁波を入射し、時間応答波形を得る。得られた波形を、従来法で求めた結果と比較検証を行い、PO-FILT 法の計算精度を明らかにする。

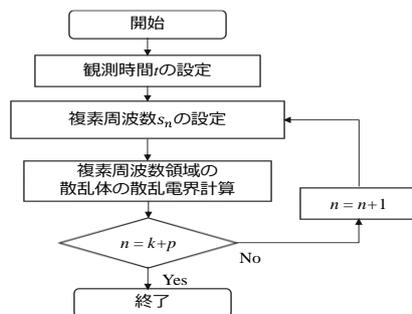


Figure 1. PO-FILT 法の解析フローチャート

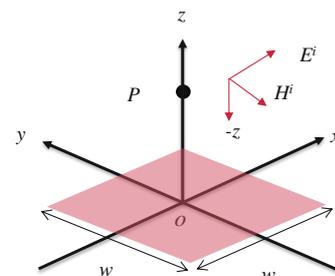


Figure 2. 解析モデル

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K17753 及び、JP23K03961 の援助を受けて行われた。

参考文献

- [1] C. A. Balanis: Advanced engineering electromagnetics, John Wiley & Sons, 1989.
- [2] T. Hosono: "Numerical inversion of Laplace transform and some applications to wave optics," Radio Science, Vol. 16, No. 6, pp. 1015-1019, 1981.
- [3] Seiya Kishimoto, Shinichiro Ohnuki: "Computational Method for Specific Energy Loss by Fast Inverse Laplace Transform," IEEE Access, Vol. 10, pp. 7117-7123, 2023.
- [4] 荻野稜也, 岸本誠也, 大貫進一郎: "任意形状物体における電磁波の過渡散乱解析 - PO-FILT 法の計算精度の検証 -", 2023年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-15-19, 2023年9月

1: 日大理工・院 (前)・電気 2: 日大理工・教員・電気