

L-31

FILT 法を用いた電磁エネルギー時間応答解析の基礎検討 —ポインティングベクトルの時間応答—

Basic Study of Time Domain Response for Electromagnetic Energy by Fast Inverse Laplace Transform -Time Response of Poynting Vector-

○岸本誠也¹, 大貫進一郎¹*Seiya Kishimoto¹, Shinichiro Ohnuki¹

Abstract: Time domain analysis methods for electromagnetic field by complex frequency solvers with fast inverse Laplace transform (FILT) were proposed. Time response analyses of the poyinting vector, electromagnetic energy, and dissipation power using the FILT have not been fully investigated. In this presentation, the basic study for time response of poyinting vector obtained by FILT is shown. The response can be obtained by electromagnetic fields in time-domain or the image function for the poyinting vector.

我々はこれまで、複素周波数領域で展開した電磁界解析手法と数値逆ラプラス変換法（FILT : Fast Inverse Laplace Transform）を併用する時間応答解析を提案し、電磁界散乱解析や近接場光生成素子の設計などにおいて有効性を示してきた^[1-3]。ただし、FILT 法を用いた電力密度の流れであるポインティングベクトル、電磁エネルギーや消費電力量などの時間応答解析については十分な検討がない。複素周波数領域では、ポインティングベクトルは通常、電界と複素共役磁界の外積より定義されるが、これは一周期あたりの時間平均電力密度に対応する^[4]。このため、複素周波数領域で求めたポインティングベクトルの逆ラプラス変換では瞬時値や時間応答が得られない。

本報告では、FILT 法を用いた電磁エネルギー時間応答解析の基礎検討としてポインティングベクトルについて検討する。そのため、ポインティングベクトルの時間応答を得る手法として2つの方法を検討する。1つ目は、複素周波数領域で求めた電磁界を FILT 法により時間領域に変換し、時間領域でポインティングベクトルの瞬時値を計算する。2つ目は、ポインティングベクトルの瞬時値が得られる像関数を定式化し FILT 法により逆ラプラス変換し時間領域へ変換する。上記2つの方法に加え、ポインティングベクトルを既存の時間領域手法で求め参照解として比較することで、検討手法により得られる時間応答の妥当性を検証する。

また、時間領域においてポインティングベクトルは電界と磁界の積で表せるため、複素周波数領域における像関数は電界と磁界の畳み込み積分の形で現れる。そのため、畳み込み積分を含んだ像関数を FILT 法により逆ラプラス変換する場合の効率的な計算法について検討を行う。畳み込み積分の積分点に FILT 法で指定される複素周波数を選ぶことで、複素空間における畳み込み積分を単純な台形法などで数値計算する場合より計算回数を低減する。

参考文献

- [1] T. Hosono: "Numerical inversion of Laplace transform and some applications to wave optics", Radio Science, Vol. 16, No. 6, pp. 1015 - 1019, 1981.
- [2] S. Ohnuki, R. Ohnishi, D. Wu, and T. Yamaguchi : "Time-Division Parallel FDTD Algorithm", IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 30, No.11, pp. 1024-1027, 2018.
- [3] S. Kishimoto, S. Ohnuki, Y. Ashizawa, K. Nakagawa, and W. C. Chew : "Time Domain Analysis of Nanoscale Electromagnetic Problems by a Boundary Integral Equation Method with Fast Inverse Laplace Transform", J. Electromagn. Wave and Appl., Vol. 26, No.8/9, pp997-1006, 2012.
- [4] C. A. Balanis, Advanced engineering electromagnetic, John Wiley & Sons, Inc, 1989.

1 : 日大理工・教員・電気