

FDTD 法による厚みを持つ導体アイリスの数値計算

C-1 Numerical calculation of the thick iris using the FDTD method

新井翔太¹
Shota Arai柴崎年彦¹
Toshihiko Shibazaki木下照弘²
Teruhiro Kinoshita都立産業技術高等専門学校¹
Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology東京工芸大学²
Tokyo Polytechnic University

1 はじめに

ミリ波帯やマイクロ波帯での衛星間通信では大電力での増幅を行うが、増幅器の非線形領域まで利用するため、帯域外に不要な成分が生じる。我々は、それを取り除くための回路応用として周期構造導波路の活用を検討しており、これまでにフロケの定理に基づく FDTD 解析法などで数値計算を行った (例えば文献 [1])。その際、FDTD 法の分割数を実験値を参照しつつ細かくすることで、減衰量のピーク位置等を細かく再現できることを確認したが、FDTD 解析での分割数を決定するなどの具体的な指針を得るに至らなかった。そこでここでは、周期構造 1 段、すなわち厚い導体アイリス単体とした問題に立ち返り、端点条件を取り入れた精密な解法である変形留数計算法 (Modified Residue-Calculus Method: MRCM) による数値解を指標に、両者を比較して、差分量を見積もる検討を行っている。

2 計算対象

数値計算の対象としたのは、有限の厚みを持つ、容量性及び誘導性アイリスを装荷した導波路であるが、本報告では容量性アイリスの結果のみを示す。図 1 に厚い容量性アイリスを装荷した導波路を示す。図では、電磁波の伝搬方向を z 軸とし、不連続の導体板と垂直方向を y 軸、導体板と平行な方向を x 軸である。ここで、寸法パラメータは、マイクロ波帯の規格導波管 WRJ-10 の寸法を用い、導波管の高さを $b = 10.2[\text{mm}]$ 、アイリスの厚さを $L = 6[\text{mm}]$ 、アイリスの高さを $d = 7.0[\text{mm}]$ ($c = 3.2[\text{mm}]$) とした。

手順として、まず、管内波長 λ_g で規格化した値をメッシュ寸法とし、その値を変化させることによる解析精度の違いを算出する。次に、先ほどの計算値より良好な結果が得られたメッシュ寸法を用いて、図 1 の導波路の反射損失特性を求め、文献 [2] の結果と比較する。なお、図では文献 [2] の変形留数計算法の計算値を「Calculated values of MRCM」として表記する。

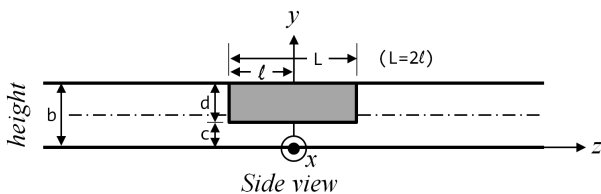


図 1 厚い容量性アイリスによる導波路

3 差分量の検討

図 2 に示すように、管内波長 λ_g に対して差分を細かくしていくと MRCM の値に近づいていき、100 分割 ($\lambda_g/100$) 辺りで値が大体収束することが分かった。これより、 $\lambda_g/100$ の差分量を用いて X 帯全域での反射損失特性を求めた。その結果を図 3 に示す。

図 3 では、丸点が MRCM の値、実線が計算値であり、図より両者がよく一致していることが確認できる。このように差分を $\lambda_g/100$ 程度に区切ることで、値・傾向ともに良好な数値解が得られたと考えられる。なお、誘導性アイリスの場合も同程度の差分量で両者が一致した計算結果が得られている。

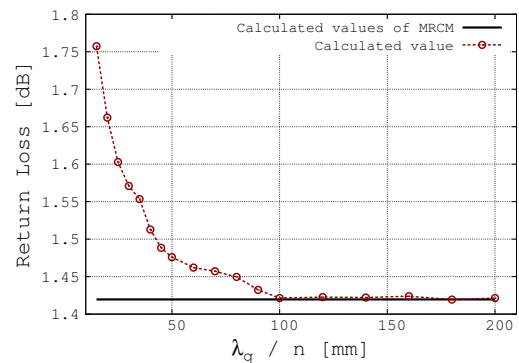
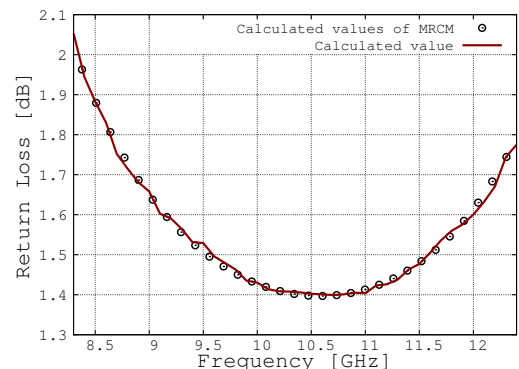


図 2 差分量による反射損失量の変化

図 3 $\lambda_g/100$ での計算結果

参考文献

- [1] M.Kishi, et al.: "An Analysis of the Periodic Waveguide by Thick Capacitive Iris Using the FDTD Method", EMTS 2013, pp.542-545, Hiroshima, Japan, May 20-24, 2013.
- [2] T.Shibazaki, et al.: "Numerical Analysis of Capacitive Discontinuities of Finite Thickness in Rectangular Waveguides Using the Modified Residue-Calculus Method", Trans. IEICE, Electron., Vol.E79-C, No.10, pp.1391-1398, Oct.1996.