

水平微小ダイポール波源からの完全導体円板による散乱界の数値計算

- 波源と円板が近い場合の散乱界 -

C-1 Numerical Calculation of Scattered Field by a Conductive Circular Disk from a Horizontal Dipole

黒岩 宙斗[†] 黒木 啓之[†] 柴崎 年彦[†] 木下 照弘^{††}
 Hiroto KUROIWA[†] Takashi KUROKI[†] Toshihiko SHIBAZAKI[†] Teruhiro KINOSHITA^{††}
[†] 東京都立産業技術高等専門学校 ^{††} 東京工芸大学
[†] Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology ^{††} Tokyo Polytechnic University

1. はじめに

完全導体円板を対象とした散乱問題の精密解析は、円板の半径が大きい場合などに、IEEE754 標準の浮動小数点数では、計算精度が不足し良好な結果を得ることができない問題がある。ただし、入射波が平面波の場合には、多倍長精度数値計算を導入することで円板が大きい場合でも良好な結果を得ている[1]。

しかし、水平微小ダイポールを波源とした場合、円板の半径が小さくても、波源と円板が近いときに良好な結果が得られない問題が明らかになっている[2]。そこで本研究では、先行研究で良好な結果が得られない条件下での計算方法について検討し、問題の改善を試みる。また、その結果に基づき散乱界の計算を行う。

2. 解析モデル

図 1 のように、 $x-y-z$ 空間上に、 $x-y$ 平面の原点を中心とした半径 a の非常に薄い完全導体円板を配置する。ここに、 x の正方向を向く、円板に対して平行な電氣的微小ダイポール波源 Idl が (x_0, y_0, z_0) に位置した場合の散乱界を求める。

ここで、解析には円筒座標を用いる。円板の半径を a/λ として、波源の座標を表すパラメータは、波源までの z 軸上の距離 $h = z_0/a$ 、波源までの半径方向の距離 $t_0 = (x_0^2 + y_0^2)/a^2$ 、波源の位置の偏角 $\varphi_0 = \tan^{-1}(y_0/x_0)$ となる。

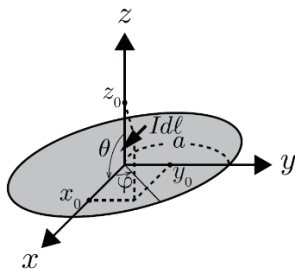


図 1 導体円板および水平微小ダイポールと座標系

3. 計算精度の検討

散乱界計算において最も浮動小数点数の精度を必要とする級数を含む式について検討を行った。計算に用いる浮動小数点数の精度を十分大きな値 ($h > 0.5$ では 8,192[bit]、 $h \leq 0.5$ では 16,384[bit]) に設定し、その値での計算結果を基準値として、基準値の計算時よりも少ない精度を用いた際の計算結果の誤差を求めた。

その結果、ほとんどの場合は 2,048[bit] 程度で誤差が十分に少ない計算結果を得られることがわかった。ただし、 $h < 0.5$ から必要な精度が急激に増大し、十分に誤差を少なくするには 8,192[bit] 以上の精度が必要であることがわかった。

4. 散乱界の計算

これまで散乱界が得られていなかったパラメータを与えたときの計算が可能となったかを検証する。計算には円板が比較的大きく、波源が中心軸から外れており、円板との距離が近いパラメータを用いた。計算結果を図 2 に示す。図 1 の $x-z$ 平面の電界強度を観測しており、観測角 θ は z 軸を 0° として、 x 軸方向に進む。

結果より、 -50° 付近で電界強度が最も強くなり、 $\pm 90^\circ$ で電界強度が限りなく 0 に近づいていることから、物理的に妥当性のある結果が得られていると推測できる。

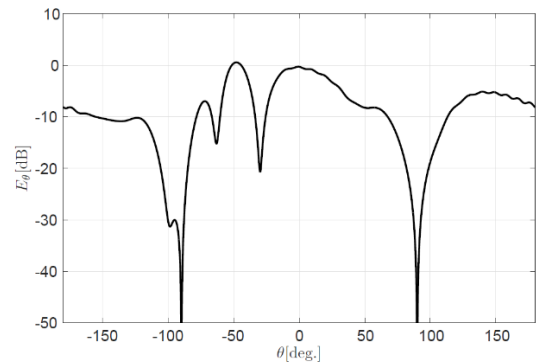


図 2 散乱界 ($a/\lambda = 4.0, h = 0.3, t_0 = 1.0, \varphi_0 = 0$)

5. まとめ

本研究では、これまで計算が困難だったパラメータについて取り上げ、計算精度を検討することによって計算結果を得ることが可能となった。今後の課題として、得られた計算結果を別法と比較し検証する必要がある。

参考文献

- [1] T. Kuroki et al. "Calculation of Current Distribution of Diffracted Field by a Conductive Circular Disk Using Multiple Precision Arithmetic", The Transactions of the IEEJ, FM, Vol.129, No.10, pp.687-692, 2009.
- [2] 黒木ほか “水平微小ダイポール波源に対する完全導体円板による散乱界の精密計算 ～展開係数計算の収束特性～,” 第 45 回電磁界理論シンポジウム, IEICE 技術研究報告, pp.153-156, 2016.11