

斜め入射する平面電磁波によって生じる複素電流分布の FDTD 解析

C-1 FDTD Analysis of the Complex Current Distribution with the Electromagnetic Wave of a Plane Wave at Oblique Incidence

武藤拓人[†]
Takuto Muto

黒木啓之[†]
Takashi Kuroki

柴崎年彦[†]
Toshihiko Shibazaki

木下照弘^{††}
Teruhiro Kinoshita

[†]東京都立産業技術高等専門学校
Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

^{††}東京工芸大学
Tokyo Polytechnic University

1. はじめに 電磁波が導体円板に照射された際に生じる散乱現象は規範問題としてよく取り上げられる。しかし従来の手法では、2.5~10 波長の範囲は良好な数値解を得られていない。この範囲に FDTD 法を用いた計算結果を、厳密解[1]と比較することで、FDTD 法の有効性を検討する。これまでの計算結果は、垂直入射では良好な結果が得られているが、斜め入射では得られていない[2]。このため、斜め入射での電流分布で良好な結果を得ることを目的とする。

2. 正規化法の工夫 FDTD 解析では無限に広がったような平面波を維持したまま伝搬せず、入射波の分布がある程度変化する。これを考慮して、今回は、原点を中心とした円板の x, y 軸上の電流分布を導出した場合に、これまでの図 1(a)のような円板中心の値を代表値として正規化していた方法から、(b)のような電流分布を導出した位置と同じ位置の値で正規化するなどの工夫を行った。

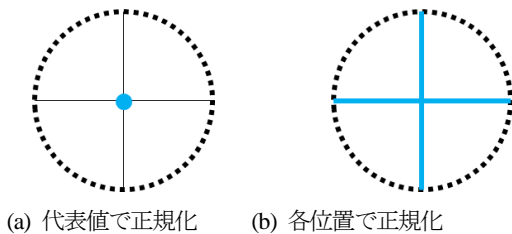


図 1 正規化手法

3. 計算結果 平面波斜め入射モデルでの、電流分布の計算例を示す。電磁界の数値計算には、電磁波解析ソフトウェア“KeyFDTD(株式会社科学技術研究所)”を用い、FDTD 法で算出される磁界分布から、文献[2]で示した手順に従って求めた複素電流より電流分布を計算している。なお計算例として、導体円板の x 方向の電流振幅分布を求めている。

図 2 に解析モデルの例を示す。この解析では、円板の半径は $a = 3.5\lambda = 35[\text{mm}]$ 、入射角 $\theta = 60[\text{度}]$ とし、30 [GHz] の正弦波を入射した。解析領域は 1 辺 200[mm] の立方体で、外壁は MUR の一次吸収境界条件とし、領域は真空とした。この解析モデルで導出した x 方向の電流振幅分布を、2. で述べた各位置で正規化する手法によって正規化して、厳密解と比較した図を図 3 に示す。

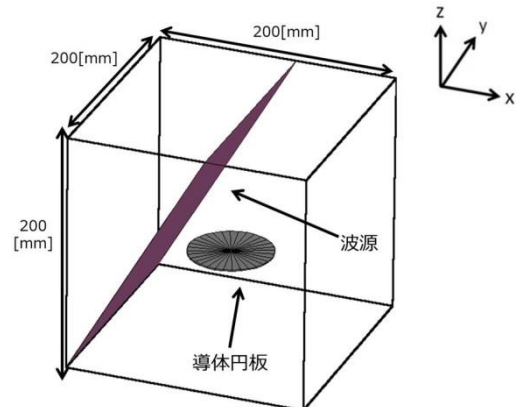


図 2 平面波斜め入射モデルの例(射角 60 度)

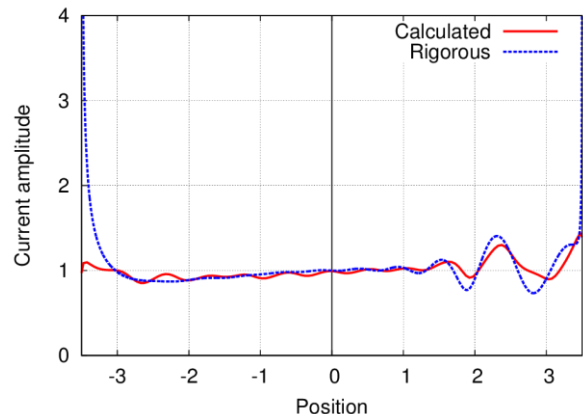


図 3 x 方向の電流振幅と厳密解の比較

実線が FDTD 法の計算結果で、点線が厳密解を示している。ポジションの 1.5 から端部までの振動の様子や、円盤状ではほぼ一定の値をとるなど厳密解と傾向がよく一致している。また、振幅のレベルも FDTD 法の結果と厳密解がよく一致している。

参考文献

- [1] Takashi Kuroki, Toshihiko Shibazaki and Teruhiro Kinoshita, “Calculation of current distribution of diffracted field by a conductive circular disk using multiple precision arithmetic”, The Transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan, FM, Vol.129, No.10, pp.687~692, 2009.
- [2] 武藤拓人, 黒木啓之, 柴崎年彦, 木下照弘“FDTD 法を用いた導体円板上の電流分布の計算”, 電気学会電磁界理論研究会資料, EMT-14-083, pp.85-90, 2014.5