

インコヒーレント波源による放射電磁界の測定法の検討

Measurement Method of Electromagnetic Radiation from Incoherent Sources

佐山 稔貴
Toshiki Sayama

陳 強
Qiang Chen

澤谷 邦男
Kunio Sawaya

東北大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

1 まえがき

EMC 分野における課題として、インコヒーレントな波源からの放射電磁界の評価がある。これに対し筆者らは、TDNF(Time Domain Near Field) 法 [1] のインコヒーレント波源への適用について、数値シミュレーションを用いて検討したので報告する。

2 TDNF 法

波源を囲む球面上の N 点の測定点において、電界の θ, ϕ 成分 $E_i(t) (i = 1, 2, \dots, 2N)$ を測定する。各測定点、電界成分間の相関は、

$$C_{ij} = \frac{1}{T} \int_{t=0}^T E_i(t) E_j^*(t) dt \quad (1)$$

と計算され、以下のような $2N \times 2N$ の相関行列

$$C = \begin{bmatrix} C_{\theta\theta} & C_{\theta\phi} \\ C_{\phi\theta} & C_{\phi\phi} \end{bmatrix} \quad (2)$$

を生成する。例えば、 $C_{\phi\theta}$ は、 θ 成分に対する ϕ 成分の相関を表す $N \times N$ の測定点間の相関行列となっている。相関行列 C に対し、

$$C = \Phi_{\Sigma 1} \Lambda \Phi_{\Sigma 1}^{-1} + \sigma^2 I \quad (3)$$

$$\Phi_{\Sigma 1} = [\phi_1 \ i \ \dots \ \phi_p \ \phi_{p+1} \ i \ \dots \ \phi_{2N}] \quad (4)$$

のように固有値分解を施す。得られた固有値を大きい順に並べ、 $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_p > \sigma^2 > \lambda_{p+1} > \dots > \lambda_{2N}$ のように雑音スペクトル密度と比較することで、 p 個の等価波源が得られる。 $\lambda_l (1 \leq l \leq p)$ に対応する固有ベクトル ϕ_l を用いて、 l 番目の等価波源が放射する近傍界は $\sqrt{\lambda_l} \phi_l$ と表せる。各々の近傍界に対して球モードに基づいた遠方界変換を適用すれば、それぞれの等価波源が放射する遠方界を推定することができる [2]。

3 数値シミュレーション

2つの半波長ダイポールアンテナがインコヒーレントに励起された図1のようなモデルを波源とした。シミュレーションのために、ダイポールアンテナ上の電流分布を正弦関数状の電流分布と仮定し、式(1)での電界を計算した。周波数等の諸元は表1に示す。本手法を適用すると、波源は2つの等価波源によって表された。それぞれの等価波源が放射する遠方界は図2, 3となった。

4 まとめ

インコヒーレント波源に対する TDNF 法の適用を検討した。その結果、インコヒーレントな波源を、互いに直交するコヒーレントな等価波源に分解し、それぞれに対して近傍界・遠方界変換が適応できることを確認した。

参考文献

- [1] B. Fourestie et al., *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 50, no. 12, pp. 1803-1812, Dec. 2002.
[2] B. Fourestie et al., *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 53, no. 8, pp. 2582-2589, Aug. 2005.

表 1 解析諸元

Frequency	900 MHz
α	$5 \times 10^5 \text{ sec}^{-2}$
Sampling period	10 μsec
Acquisition time	1 msec
Number of sampling points	101
Distance of near field	0.4λ
Distance of far field	5λ

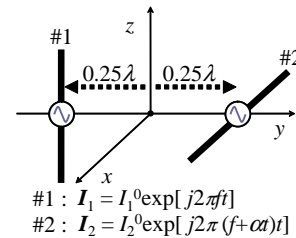


図 1 解析モデル

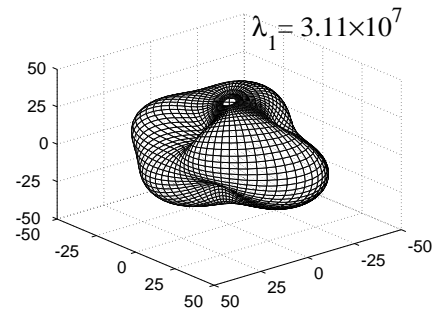


図 2 1 番目の等価波源が放射する遠方界 $|E(\theta, \phi)|$

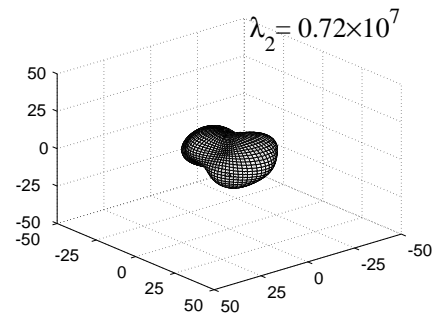


図 3 2 番目の等価波源が放射する遠方界 $|E(\theta, \phi)|$