

F5 自己補対構造を用いた小形アンテナ系の特性

竹澤幸男* 藤本京平** 山田寛喜* 山口芳雄*

*新潟大学工学部 **FAIS

1. まえがき

一般にアンテナの寸法が小さくなるにつれ、効率は低下し帯域幅は狭くなる^[1]。しかし、自己補対構造を用いることにより、波長に比べ小さな有限導体上あるいは直方導体上に構成したアンテナ系でも実用上十分に広い帯域特性が得られることが実験的に示されている^[2]。また、逆し素子を用いた自己補対アンテナ系について、ワイヤグリッド法による理論的検討も行なわれている^[3]。本文では、波長に比べ小さな直方導体上に構成した補対構造モノポールアンテナ系の諸特性をワイヤグリッド法^[4]を用いて理論的に求め、かつ測定値と比較検討を行なったので報告する。

2. 理論解析及び実験解析

2-1 理論解析

ワイヤグリッド法では複雑な形状の導体もモデル化により計算を行なうことができる利点がある。しかし、網目の選び方により導体上の電流分布近似の誤差が大きくなる。計算では、網目に用いる線状素子の半径は使用波長 λ に比べ非常に小さいものとし、電流は線状素子の軸方向のみに流れる「細線状近似」と仮定する^[5]。これら線状素子を流れる電流が得られれば、給電端インピーダンス等アンテナ系の諸特性は容易に計算できる。

本文では、図1に示されるアンテナ系を図2に示す網目でモデル化し、直方導体上に構成されたモノポール素子、その補対（スロット）素子、および直方導体を一つのアンテナ系とし計算をおこなった。図2の網目モデルは、スロット素子周辺の電流分布の近似誤差を小さくするため、スロット周囲の網目は密なものとした。また、網目に用いた線状素子半径は細線状近似を満たす0.5mmとし、線状素子上の電流は展開関数、および試験関数に部分的正弦波関数を用い、給電端はデルタギャップモデルを仮定し、モーメント法を適用した。計算に用いた直方導体、および各素子の寸法は以下の通りとした（図1、構成図参照）。

$$L_x=42\text{mm} \quad L_y=9\text{mm} \quad L_z=81\text{mm}$$

$$l_m=75\text{mm} \quad l_v=60\text{mm} \quad l_{sh}=15\text{mm} \quad w=w'=3\text{mm}$$

図1における負荷端には $180(\Omega)$ の抵抗を装荷し計算を行なった。

2-2 実験解析

図1に示すようにな自己補対構造モノポールアンテナ系の給電端インピーダンス特性、放射パターン特性の測定を行なった。アンテナ系の直方導体、および各素子の寸法は以下の通りとした（図1、構成図参照）。実験モデルと計算モデルは僅かに寸法が異なる部分があるが、計算に用いたモデルは、モデル化に都合の良い寸法としたのである。

$$L_x=40\text{mm} \quad L_y=10\text{mm} \quad L_z=80\text{mm}$$

$$l_m=75\text{mm} \quad l_v=60\text{mm} \quad l_{sh}=15\text{mm} \quad w=w'=4\text{mm}$$

また、理論計算と同様に負荷端には $180(\Omega)$ の抵抗を装荷し測定を行なった。

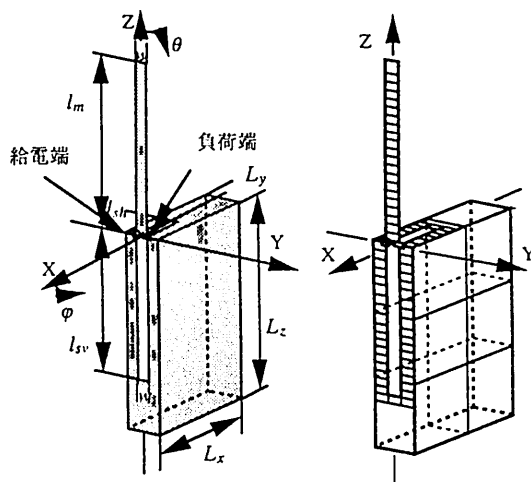


図1. アンテナ系構成図

図2. 網目モデル

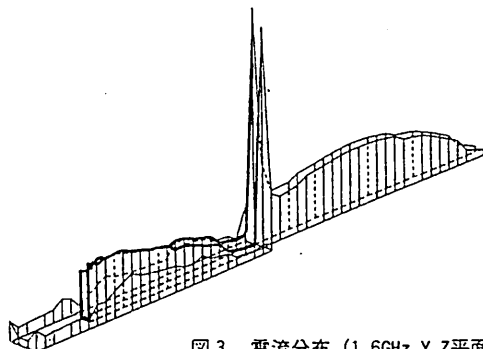


図3. 電流分布 (1.6GHz Y-Z平面)

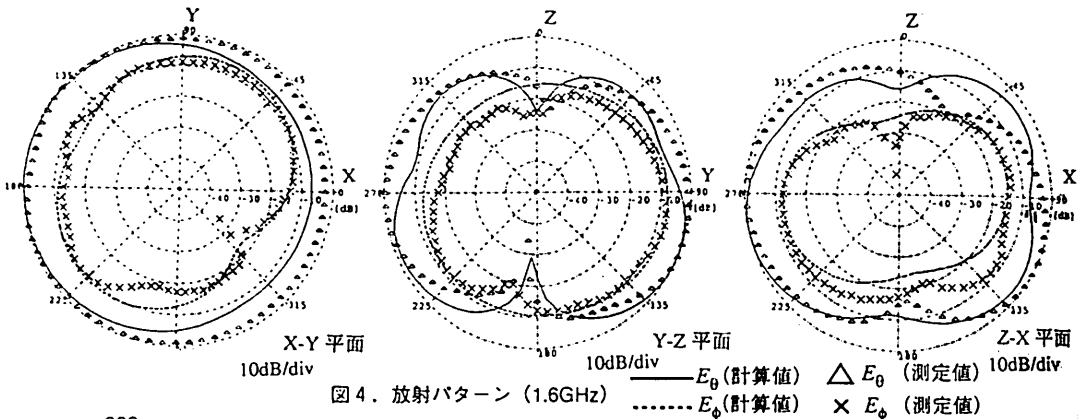


図4. 放射パターン (1.6GHz)

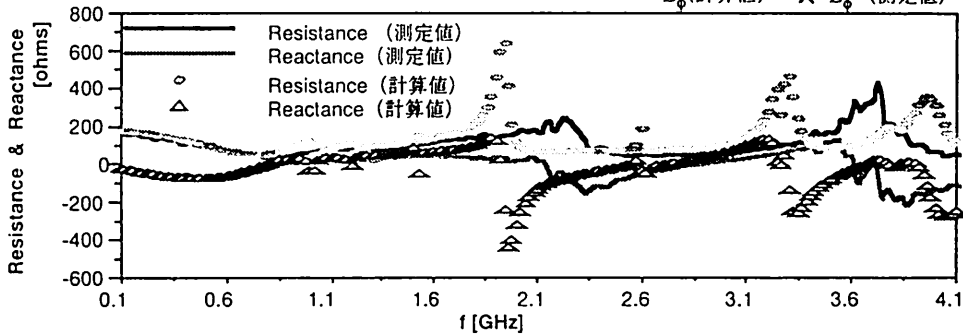


図5. 給電端インピーダンス特性

3. 結果と考察

電流分布の計算値を図3, 放射パターン, および給電端インピーダンス特性の計算値, 測定値をそれぞれ図4, 図5に示す。

電流分布は周波数1.6GHzにおけるY-Z平面の振幅を示す。電流は給電点で最大値を示し, モノポール素子上では素子の終端に向かいほぼ正弦波状に分布している。また, スロット素子の縁上では, 給電点から離れるに従い電流が次第に大きくなっている。

放射パターン特性は周波数1.6GHzにおける各平面の電界の計算値, 測定値を示す。ここで, パターンは各平面の最大値で規格化してある。 θ 成分は, 各平面とも計算値, 測定値はほぼ一致しているが, ϕ 成分は幾つか大きく違う点があり, これは測定の際の給電線の影響が加わったためと考えられる。

給電端インピーダンス特性は周波数0.1~4.1GHzにおける計算値, 測定値を示す。全体的に比較的傾向が一致していると思われる。しかし, 計算値の不連続な点や測定値と計算値にずれが見られる。これらの要因として, 前者はアンテナ系のモデル化, 後者はアンテナ系のモデル化および測定上の誤差によるものが大きいと考えられる。

4. あとがき

直方導体上に構成された自己補対構造モノポー

ルアンテナ系の特性をワイヤグリッド法により計算して得られた結果は, 測定値と比較的傾向が一致しており, このようなアンテナ系における広帯域化を示し得たと考える。

今後の課題として, モデル化の詳細な検討, および, より正確な測定等があげられる。

謝辞

本研究の測定に際し, 電波暗室の借用および御協力して頂いた筑波大学平沢研究室の森岡, 小代両氏に感謝します。

参考文献

- [1] 藤本: "小形アンテナに関する研究動向" 信学誌, Vol.70, No8, pp.830-838, 1987.
- [2] 竹澤, 仲山, 藤本, 山田, 山口: "自己補対構造を取り入れたモノポールアンテナ系の特性", 信学技報, AP94-102, pp.45-50, 1995.
- [3] 藤島, 盛永, 藤本, 山田, 山口: "自己補対構造による逆Lアンテナ(2)", 信学技報, AP94-103, pp.51-54, 1995.
- [4] 平沢, 藤本: "直方導体上, 又は, その近傍にある線状アンテナ特性解析のためのワイヤグリッド法について", 信学論, Vol.J65-B, No4, pp.382-389, 1982.
- [5] 中野, 平沢: "モーメント法のアンテナ解析への最近の応用(1)", 信学誌, Vol.74, No.9, pp.967-972, 1991.