

改良型 Wheeler 法で使用するキャビティ内の電界分布

Electric field in the Cavity Used in Reflection Method for Measuring Small Antenna's Efficiency

浦富 健太^{*1}, 石井 望^{*1}, 宮川 道夫^{*1}Kenta Uratomi^{*1}, Nozomu Ishii^{*1}, Michio Miyakawa^{*1}^{*1}新潟大学大学院自然科学研究科^{*1}Graduate School of Science and Technology, Niigata University

1. まえがき

小型アンテナの簡易放射効率測定法として、導波管を利用した改良型 Wheeler 法が提案されている[1]。この方法では、自由空間に置かれたアンテナの反射係数 Γ_{fs} 、ならびに、導波管とスライディングショート (Sliding Short, 以下 SS と記す) により構成されるキャビティ内に置かれたアンテナの反射係数 $\Gamma_{wg,i}$ を測定することによって、放射効率を算出する[1]。本稿では、効率が落ち込む場合、すなわち、 $|\Gamma_{wg,i}| < 0.9$ となる場合に対して、モーメント法によりキャビティ内の電界を算出し検討を行う。導波管および SS はワイヤグリッドによってモデル化され、モデル化された各セグメントによる電流分布がキャビティ内の点に生成する電界を重ね合わせ、 x, y, z 成分に分解して電界分布を得る。

2. 電界シミュレーションと放射効率の結果

まず、対象とした二つの周波数の選択について説明する。図 1 に示すように、導波管の断面は $150 \times 75 \text{mm}$ であり、 40mm モノポールアンテナから左右の SS までの距離 l_L, l_R を $60 \sim 130 \text{mm}$ まで 10mm 毎に移動させた 36 通りの反射係数 $\Gamma_{wg,i}$ を測定する。このとき、図 2 に示す、効率落ち込みが発生する周波数 1.52GHz および 2.24GHz に着目する。

次に、シミュレーション条件について説明する。図 1 に示すようにアンテナと水平方向に y 軸を選び、給電点を $y=0$ とするとき、 $y=35 \text{mm}$ と固定して得られる xz 平面に平行な面において、 x 方向と z 方向に 10mm ずつ観測点を移動させて電界成分の大きさ $|E_x|, |E_y|, |E_z|$ を算出した。

3. 考察

1.52GHz では、 $l_L=120 \text{mm}, l_R=130 \text{mm}$ のキャビティ内部において $|E_y|$ に対して定在波の腹が二つ観測される (図 3)。これは TE_{102} モードの共振による。そこで、 $l_L=120 \text{mm}, l_R=130 \text{mm}$ のデータを除外した 35 通りの反射係数を用いて効率を算出すると、 $\eta=0.47$ から $\eta=0.98$ となり、落ち込みが除去される。

2.24GHz では、 $|E_y|$ だけでなく、 $|E_x|$ および $|E_z|$ が観測される。 $l_L=60 \text{mm}, l_R=90 \text{mm}$ のとき $|E_y|$ に対して TE_{102} モードが生じ、 $l_L+l_R=220 \text{mm}$ では $|E_y|$ に対して TE_{103} モードによる定在波の腹が三つ観測される。 $|E_x|$ に対しては TM_{111} モードによる節が一つ観測される。 $l_L+l_R=230 \sim 260 \text{mm}$ では $|E_x|$ 及び $|E_z|$ に対して TM_{111} モードによる節が一つ観測される。 TM_{111} モード等が発生する $l_L+l_R \geq 220 \text{mm}$ 、 $l_L=60 \text{mm}$ 、 $l_R=90 \text{mm}$ となるキャビティに関する反射係数を除外して効率を算出すると、 $\eta=0.78$ から $\eta=0.89$ となり、落ち込みが除去される。

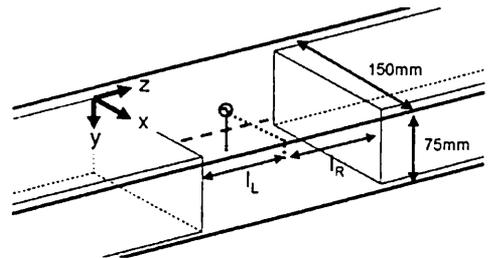


図 1: 改良型 Wheeler 法の測定系概略

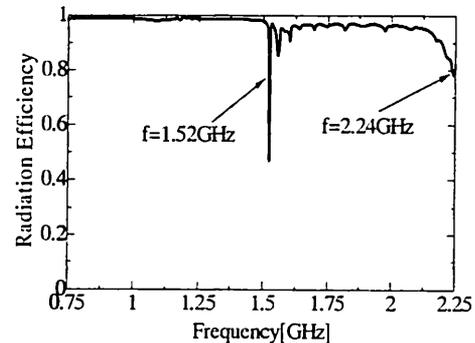


図 2: 改良型 Wheeler 法による放射効率

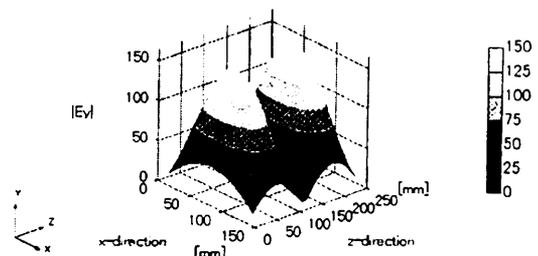


図 3: キャビティ内の電界(アンテナ垂直面)

4. まとめ

改良型 Wheeler 法において算出される放射効率の落ち込み原因について、キャビティ内の電界分布を描画することにより考察を行った。アンテナ位置の近傍で定在波が節となる場合、あるいは、キャビティ内で高次モードの寄与が強い場合に効率の落ち込み現象が生じ、それらに対応する反射係数のデータを利用せず効率を再算出すると落ち込みが回避できることを確認した。

[参考文献]

- [1] R. H. Johnson et al., "An improved small antenna radiation-efficiency measurement method," *IEEE Ant. & Propagat. Mag.*, 40(5), pp.40-48, 1998.