

# 4A-1 導波管を用いた携帯端末等の放射電力推定法の提案 Proposal of radiation power measurement of wireless communication devices by use of waveguide

長谷川 直<sup>\*1</sup> 石井 望<sup>\*2</sup> 宮川 道夫<sup>\*2</sup>  
Sunao Hasegawa, Nozomu Ishii, and Michio Miyakawa

<sup>\*1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

<sup>\*2</sup>新潟大学工学部

<sup>\*1</sup>Graduate School of Science and Technology, Niigata University

<sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Niigata University

## 1. はじめに

近年、携帯電話等の携帯通信端末の急速な普及に伴い、アンテナ一体型の無線機器が増加しており、その放射電力の測定法に関して高精度で簡便かつ安価な方法の確立が望まれている[1]。携帯電話が普及する以前、携帯通信端末の放射電力は、アンテナと無線機を分離して、アンテナ端子にパワーメータ等を接続して測定されていたが、昨今の携帯電話は、小型・軽量化とともにデザイン重視の観点からアンテナ一体型のものが実用化されている。端子で放射電力を推定できることは、アンテナの放射電力を3次元空間内で積分して測定するよりは、電波暗室、ポジション等の高価な設備を必要とせず、反射波や外来波がないため、簡便で効率的な測定である。これに対して、電池を含む筐体がアンテナの一部として機能する携帯電話では、人体や周辺環境の影響によりアンテナ放射特性が変化するため、電波暗室での半球状放射パターン測定装置による3次元測定、小形電波暗箱、GTEMセル、小形電波反射箱等の測定システムが検討された[1]。また、シールド室内の電磁界を攪拌し、擬似的にライス分布を生成し、放射電力を統計学的に推定する試みが行われている[2]。

本報告では、既に試みられている方法とは全く異なる携帯通信端末の放射電力測定法を提案する。すなわち、Sliding Short（可動短絡板）で両側を短絡された導波管内に端末を挿入し、端末の放射電力を測定する。本方法は、1) 放射電力は導波管内にのみ分布するため、電波暗室等の大規模設備を必要としない、2) 導波管の主モードの偏波特性を利用すれば、直交する三通りの配置により全放射電力の測定が可能となる、という特徴を有する。

## 2. 導波管

導波管を採用した主な理由を以下に列挙する。

- 1) 製作が容易で、小規模空間で測定可能である。
- 2) 導波管内の電磁界分布はその形状に依存するため、端末より励振される電磁界は、端末近傍を除いて、一定の形で伝搬する。
- 3) 導波管内の電磁界分布は既知であるため、比較測定法により、端末の放射電力を推定可能である。

本報告では、図1に示す導波管とSliding Short、ならびに携帯端末を模擬した試供機を製作し、提案する放射電力測定法の実現可能性について検討を行う。

## 3. 比較測定法

図2に示すように、まず放射電力( $P_{rad,ref}$ )が既知である携帯端末を模擬した試供機（標準機）を導波管内部に挿入し、受信アンテナにより出力電力( $P_{out,ref}$ )を測定する。

次に放射電力( $P_{rad}$ )が未知である測定対象の試供機を標準機と交換して同様の測定を行い、出力電力( $P_{out}$ )を得る。導波管内部での電力の損失が一定の場合、放射電力と出力電力との間には比例関係が成立するので、

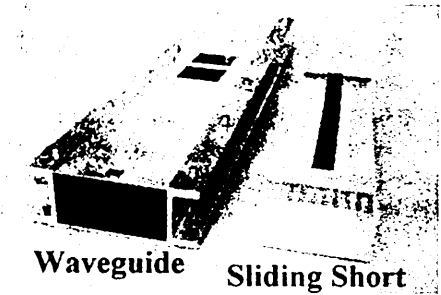


図1：製作した導波管とSliding Short

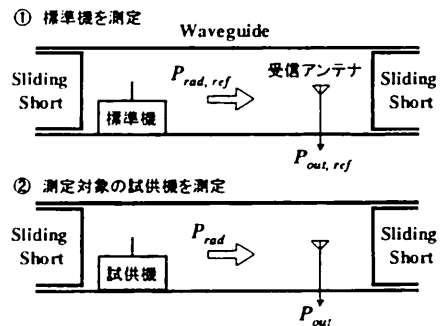


図2：比較測定法の概略

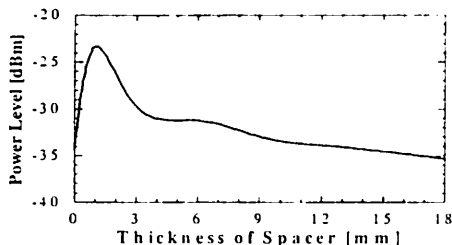


図3：設置する高さを変化させた場合の測定結果

$$P_{rad} = \frac{P_{rad.ref}}{P_{out.ref}} \cdot P_{out} \quad (1)$$

という関係が得られる。これから未知の放射電力 ( $P_{rad}$ ) を推定することができる。

#### 4. 検証測定結果

上述の方法は「導波管内における伝搬損が一定である」という条件下で使用可能と考えられる。そこで、このことについてまず実験的に検証を行う。検証実験として、製作した試供機を導波管内部に設置し、Sliding Short を移動させた場合、導波管床面と試供機との間にスペーサを配置し、試供機を設置する高さを変化させた場合について出力電力の変化を測定した。また受信される出力電力の測定にはスペクトラムアナライザ(HP8549EM)を用いた。

測定の結果、Sliding Short を移動させ測定した場合に、Sliding Short の位置により受信電力に落ち込みが発生する位置があることが分かった。落ち込みは、受信アンテナ-Sliding Short 間の距離が管内波長の2分の1の整数倍となる距離で発生する。すなわち、出力の落ち込みは、Sliding Short で仕切られた導波管内部に発生する定在波の節の位置が受信アンテナの位置と一致する場合に発生する。

しかしながら、試供機を設置する高さを変化させた場合 (Sliding Short は固定) では、図3から分かるように、試供機を設置する高さにより受信電力が不規則に変化する。これは導波管床面と試供機の筐体部分の影響によるものと推測され、回避の難しい問題であることも分かった。このように導波管での伝搬損は、試供機の配置位置に依存し、かつ試供機に依存して変化する。

#### 5. 改善した受信電力測定法

導波管座標系を図4のように設定すると、導波管内部を伝搬する  $TE_{10}$  モードの電界の式は、

$$E_y = \frac{-j\omega\mu_0 a}{\pi} E_{10} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) e^{-j\beta z} \quad (2)$$

$$E_x = E_z = 0 \quad (3)$$

と書ける[3]。ここで、 $E_{10}$ は定数、 $\beta$ は位相定数、

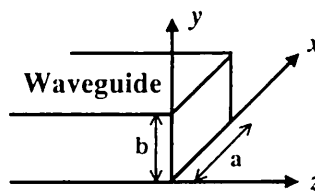


図4：導波管の座標系

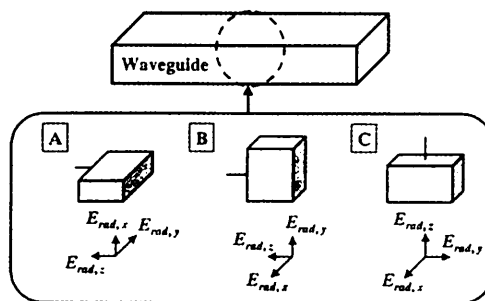


図5：試供機の設置方法

$\mu_0$  は自由空間における透磁率である。式(2)、(3)より、導波管内では電界の  $y$  方向成分のみが伝搬することが分かる。そこで図5に示すように、試供機を3パタンの設置方法で導波管内部に設置し、測定を行い試供機を受信電力の各成分を得る。測定はSliding Short の位置を調節し、落ち込みの発生しない位置で行う。最後にそれらを足し合わせることで、試供機の正味の受信電力を得ることができる。

#### 6. まとめ

携帯端末等の簡易放射電力の測定法として、導波管を使用する比較測定法による放射電力の推定法を提案した。比較測定法を使用するために導波管内部における伝搬損の検証を行ったが、試供機を設置する高さによって受信電力が変化することが判明した。この問題点を考慮し、導波管内部に試供機を3パタンで設置し、電力測定し、それらの結果を足し合わせることで、受信電力を推定する方法を考案した。この方法については、測定の再現性についての確認を行っており、今後より詳細に測定条件を検討し、その妥当性を検証したい。

#### 参考文献

- [1] テレコムエンジニアリングセンター：アンテナ一体型無線設備の高精度簡易測定方法に関する調査 平成13年度報告書、2002年3月。
- [2] T. Sugiyama et al: Proc. EMC '04/Sendai, 3C4-3, pp.661-664, 2004-06.
- [3] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 3rd ed., John Wiley & Sons, 2005.