

M-9

通信機器開発における電波暗箱の性能改善に関する研究

A Study on Performance Improvement of the Anechoic Chamber for Communication Equipment Development

○保田麻耶¹, 村山健太郎², 小林一彦³, 三枝健二⁴*Maya Yasuda¹, Kentaro Murayama², Kazuhiko Kobayashi³, Kenji Saegusa⁴

Abstract: This study is to design a wideband and compact anechoic chamber which is used for the performance evaluation of a mobile communication device. In this paper, we investigated the compact anechoic chamber experimentally and confirmed that the finite element method is able to analyze electromagnetic fields inside the anechoic chamber. Also, we analyzed the distribution of the reflected wave inside it.

1. まえがき

本研究の目的は、第 5 世代移動通信システムで使用される周波数帯を意識した、携帯通信機の性能評価を行える広帯域かつ小型な電波暗箱を設計することにある。先に、電波暗箱内における送信アンテナからの放射電界強度分布と、理想的な測定環境である自由空間での分布には差異が生じることを解析的に検討した[1]。

本稿では、まず電波暗箱の実験モデルを製作し、電波暗箱内における送信アンテナからの放射電界強度を実験的に求めた。これを解析結果と比較することによって解析の有効性を示すと共に、解析により電波暗箱の性能評価を行った結果について報告する。

2. 実験結果と解析結果の比較

実験系の構成を図 1、製作した電波暗箱の概観を図 2 に示す。電波暗箱の寸法は $x=1200\text{mm}$, $y=600\text{mm}$, $z=600\text{mm}$ であるが、 $z=300\text{mm}$ の位置に導体板を配置することによって鏡像効果を利用し、 z 方向の寸法を半分になっている。送信アンテナから放射した電波を受信アンテナで受信し、スペクトラムアナライザにより電界強度を得る。送受信アンテナはモノポールを使用した。検討周波数を 1.5GHz, 3GHz とし、受信アンテナの位置を $x=350\sim 900\text{mm}$ ($y=z=300\text{mm}$ 固定) の範囲で移動させて電界強度分布を測定した。また、この電波暗箱をモデリングし、有限要素法により送信アンテナから放射された電界強度分布の数値解析を行った。なお、解析で利用した電波吸収体の比誘電率を表 1 に示す。この比誘電率は、別に反射特性の測定を行い、その結果から求めた値である。

実験および解析結果を図 3 に示す。なお、電界強度は $x=350\text{mm}$ のときの電界強度で正規化している。両者は良好に一致し、これより解析の有効性が確認された。

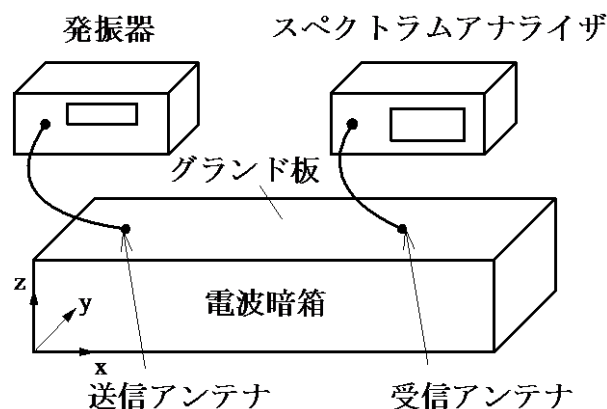


図 1 実験系の構成

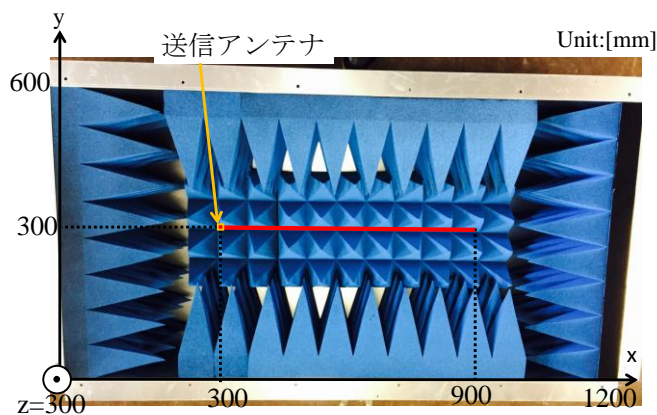


図 2 製作した電波暗箱

表 1 各周波数の比誘電率

周波数	実部 $R_e[\epsilon_r]$	虚部 $I_m[\epsilon_r]$
700MHz	6.56	-10.82
1.5GHz	3.66	-5.667
3GHz	2.937	-2.91
5GHz	2.776	-1.756

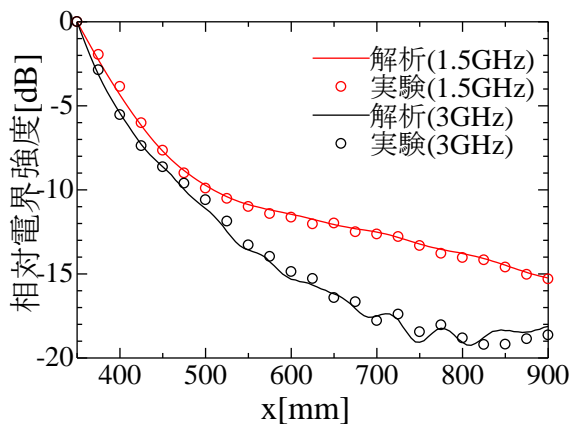


図 3 実験値と解析値の比較

3. 電波暗箱内の反射波分布

電波暗箱の性能を評価するため、有限要素法による電磁界解析を行った。解析に用いた電波暗箱を図 4、箱内に装着されている電波吸収体の比誘電率を表 1 に示す。検討周波数を 700MHz, 1.5GHz, 3GHz, 5GHz とし、 $x=200\sim 1000\text{mm}$, $y=200\sim 400\text{mm}$, $z=300\text{mm}$ の領域の反射波分布を求めた。ここで、送信アンテナからの直接波成分の信号波レベルを E_0 、壁面からの反射波成分の信号レベルを E_R としたとき、正規化反射波レベル A を以下のように定義する。

$$A = 20 \log \frac{E_R}{E_0} [\text{dB}] \quad (1)$$

3GHz, 5GHz における A の分布を図 5, 6 に示す。なお、 $A=-30\text{dB}$ 以下を満足する領域は Quiet Zone(QZ)と呼ばれ、これを満足する空間の占める割合が電波暗箱の性能を示す指標の一つとなる。そこで、各周波数において、直径 150mm の円形の範囲内で QZ が最も広く得られる領域の中心座標と、そのときの QZ と QZ でない面積の比率(QZ 率)を求めた結果を表 2 に示す。なお、送信アンテナの近傍界は使用されないことを考慮し、 $x=600\text{mm}\sim 1000\text{mm}$ の範囲で評価を行った。表 2 より、反射波の分布は周波数によって大きく異なることが分かる。また、低周波では反射波のレベルが大きくなり、QZ が得られなかった。この結果より、本稿で対象とした電波暗箱では、性能改善が必要であることが確認された。

4. まとめ

電波暗箱の性能評価の解析的検討を行った。まず、実験および解析結果の比較により、解析の有効性を確認し

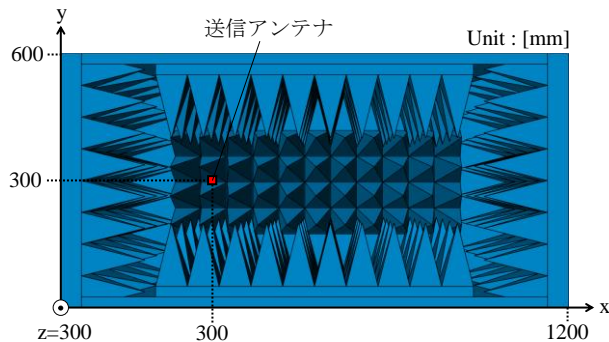


図 4 解析モデル

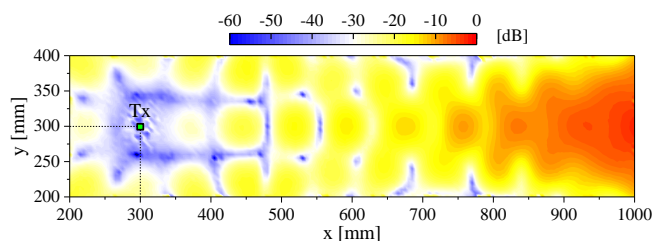


図 5 正規化反射波分布(3GHz)

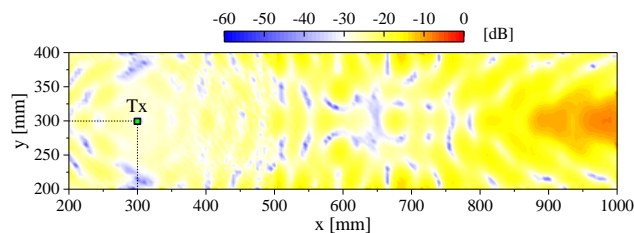


図 6 正規化反射波分布(5GHz)

表 2 各周波数の QZ

周波数	QZ 率 [%]	中心座標(x, y) [mm]
700MHz	0	
1.5GHz	0	
3GHz	5.783	(675, 325)
5GHz	21.72	(690, 300)

た。次いで、解析により対象とした電波暗箱の現状の性能評価を示した。

今後の課題として、条件を変えて解析を行い、電波吸収体の角度特性や電波暗箱の形状による影響を明らかにし、最適な電波暗箱を設計する。

参考文献

[1]村山健太郎, 他, 平成 26 年度日本大学理工学部学術講演会, M-8