

72MHz アンテナパターン測定装置の開発

日大生産工（院） ○青柳 賢吾
日大生産工 坂口 浩一

1 はじめに

これまで 72[MHz]アンテナ^{[1][2][3]}の放射パターンの解析を FDTD 法を用いて行ってきた。この 72[MHz]アンテナの放射パターンの測定を行う際に測定器と 72[MHz]アンテナを接続すると同軸ケーブルに漏洩電流が流れるためケーブルから電波が放射され正確な測定ができない。そのため小形発信機を 72[MHz]アンテナに繋げ被測定アンテナを送信アンテナにして放射パターンの測定を行う。また 72[MHz]アンテナの送信機を寝かせたり傾けたりすると放射パターンが変わってしまうため送信アンテナの周囲で受信アンテナを移動させ、アンテナの放射パターンの測定を行う。本研究は 72[MHz]アンテナの放射パターンの測定や実際に使用することを想定して地面や操縦者である人体を含めた放射パターンの測定を行うことのできる測定装置の開発を行った。

2 アンテナパターン測定装置の設計

アンテナパターン測定装置の設計は放射パターン測定方法を参考にして^[4]設計を行い、アンテナパターン測定装置を図 1 に示す。送信アンテナの電波を受信アンテナ全体で受信できるように図 2 に示す。72[MHz]のダイポールアンテナの長さ $L1=2083[\text{mm}]$ と 72[MHz]アンテナ^{[1][2][3]}の長さ $L2=320[\text{mm}]$ から送受信間距離 R を求める。送受信アンテナ間の位相誤差は $\pi/8(\lambda/16)$ 以下として計算した^[4]。送受信間距離 $R=12[\text{m}]$ とした時、送信アンテナから受信アンテナの先端距離 R' から位相差を求める。アンテナの位相誤差 22.5° 以下として、送受信間距離 $R=12[\text{m}]$ のときの遅れが $R'-R=45[\text{mm}]$ なので位相差は 3.92° となる。この位相差は位相誤差範囲内であるため測定の送受信間距離 $R=12[\text{m}]$ とする。送信アンテナと受信アンテナの送受信間距離 $R=12[\text{m}]$ として、測定装置の高さ $h=8[\text{m}]$ ならば実験の

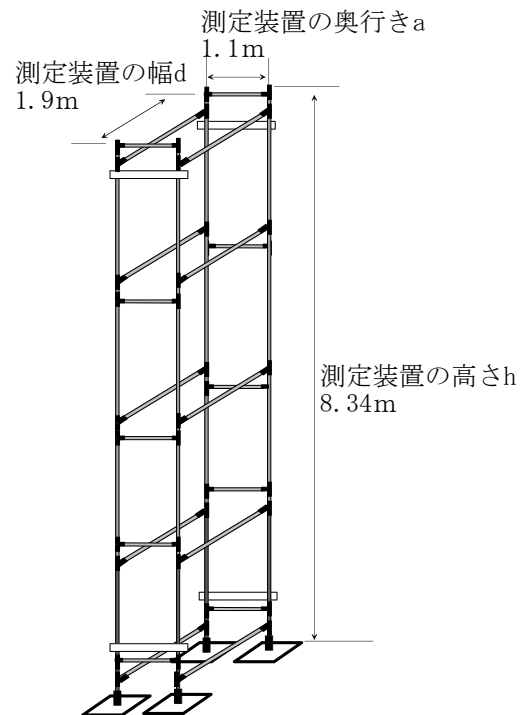


図 1 72[MHz]アンテナパターン測定装置

Development of 72MHz Antenna Pattern Measurement Device

Kengo AOYAGI and Koichi SAKAGUCHI

際、大がかりな機械無しで建てることが可能であるため。測定装置を用いて土やコンクリートなど、異なった地面での反射波や人体の影響を含めた放射パターンの測定を行うため測定装置を持ち運び可能な組立式に設計した。

受信アンテナ近くに金属等が存在すると放射パターンの測定に影響が出るため、測定装置には金属は使用せずに組立も持ち運びも容易な塩化ビニールのパイプを使用することにする。また 72[MHz] アンテナ放射パターンの測定するためには図 3 のように受信アンテナの測定角度ごとに送受信間距離 $R=12[m]$ を一定にするため、受信アンテナの高さと送信アンテナの距離を角度ごとに変更し測定を行う。そのため受信アンテナは高さの変更が可能で、受信アンテナを角度ごとに傾けることが可能な測定装置の設計にした。

図 4 に測定アンテナ昇降部の構造を示す。この昇降部にはアンテナ昇降部の平衡をとるためのロープと昇降部を上下に動かすためのロープ、昇降部を風の影響をうけずに揺れなくするロープで測定アンテナの高さを変更可能にしている。3 つのロープが存在する。高さを設定する際、布製の巻き尺を使用し、高さの測定を行う。アンテナ昇降部の高さを変化させるには平衡をとるためのロープをでアンテナ昇降部の平衡をとりながら、アンテナ昇降部を動かすためのロープでアンテナ昇降部を測定した高さまで引上げることで、アンテナ昇降部の高さを変化可能にした。

2.1 測定装置の安全性の検討

測定を行うとき測定装置に作用する風や地震などの外部からの作用によって測定装置が転倒する恐れがある。そのため測定装置の安全性を保つため検討を行う。

地震などの荷重は地面より作用するため測定装置の足に $0.5[m] \times 0.5[m]$ の木材を 4 か所接続した。これにより測定装置の足元の安定性を保つこ

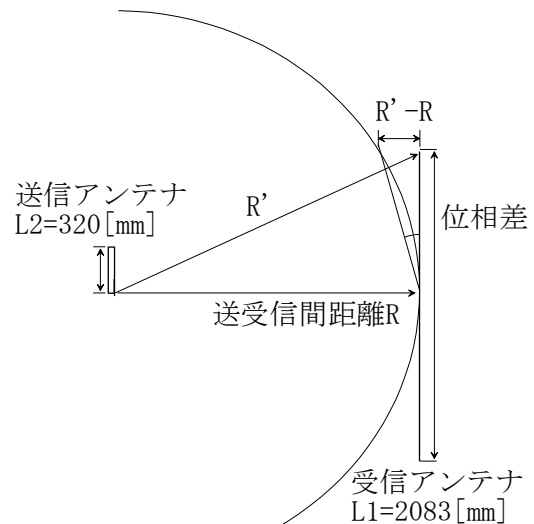


図 2 受信間距離 R

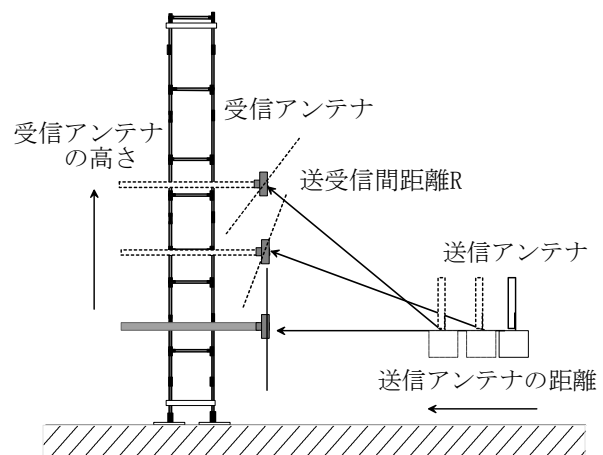


図 3 アンテナ測定方法
動かすためのロープ

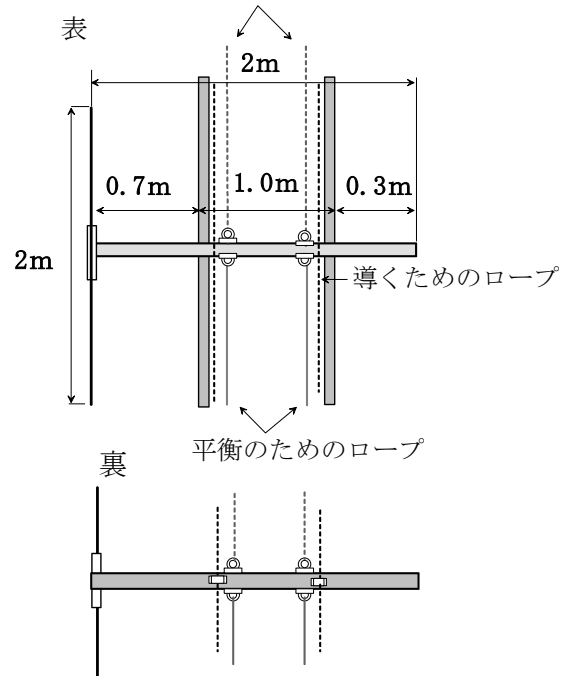


図 4 アンテナ昇降移動部

とができる。

また風など荷重は測定装置の高い所に作用わずかな力で測定装置を転倒する恐れがある。そのため測定を行うときには測定装置の対角線上に4本のステーを張る。このステーを張ることで風や地震による荷重で測定装置が倒れることが無いよう安全を確保する。また測定装置の自重の歪みで転倒することのないように図5に示すような測定装置の幅 d や奥行き a の縦筋、横筋を入れることで測定装置の安全性を保つ設計する。

3 アンテナパターン測定装置の評価方法

アンテナパターン測定装置の実験での有用性を検討するため72[MHz]アンテナの測定装置を使用したときの測定結果とFDTDによる解析結果の比較を行う。

3.1 FDTD 解析モデル

72[MHz]アンテナが報告されている[1][2][3]。72[MHz]アンテナを実際に使用する場合、地面上の操縦者が送信機に触れていること想定して、土の誘電体($\epsilon_r=15.0$, $\rho=0.001\text{S/m}$) 人体の誘電体($\epsilon_r=42.1$, $\rho=0.512\text{S/m}$)アンテナの高さ $T=1[\text{m}]$ 人体とアンテナ距離 $D=400[\text{mm}]$ とした時の放射パターンの解析モデルを図6に示す。なお解析にはFDTD解析を用いた。

3.2 測定装置を用いた測定結果

測定装置を用いた場合、送受信間距離 $R=12[\text{m}]$ と測定装置高さ $h=8[\text{m}]$ の関係から放射パターンの測定可能な範囲は $90^\circ \sim 36^\circ$ 、 $-90^\circ \sim -36^\circ$ に限られる。人体と地面を含めた72[MHz]アンテナを測定する場合の測定装置座標を表1に示す。この場合、測定した放射パターンの結果とFDTDの解析結果の比較を図7に示す。

図7から72[MHz]のアンテナの測定結果と解析結果は一致することが確認できた。また受信アンテナを乗せたアンテナ昇降部を7[m]の高さまで上げたとき、測定装置が転倒することなく測定が可能であることが確認できた。

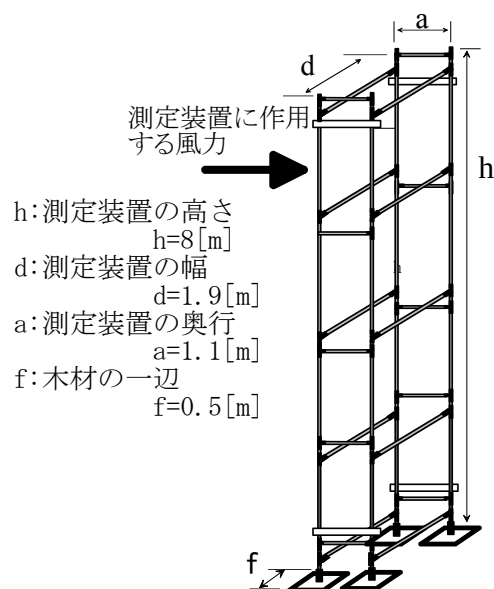


図5 測定装置の転倒モーメント

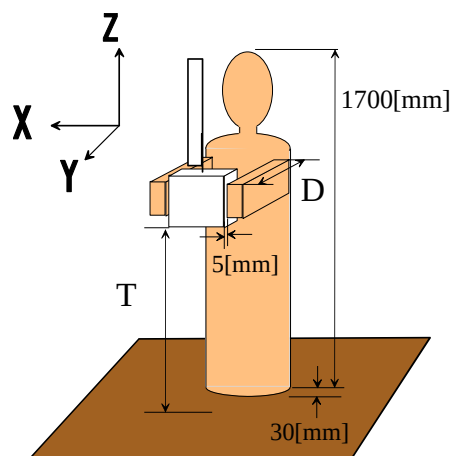


図6 FDTD 解析モデル

表1 放射パターン測定装置の座標

測定角度	受信アンテナ傾き	受信アンテナの高さ[m]	送信アンテナの距離[m]
90°	0°	1	12
80°	10°	3.08	11.82
70°	20°	5.3	11.27
60°	30°	7	10.39
-60°	30°	7	10.39
-70°	20°	5.3	11.27
-80°	10°	3.08	11.82
-90°	0°	1	12

4 まとめ

本研究では72[MHz]アンテナの放射パターンの測定を行うためのアンテナパターン測定装置の開発を目的とした。アンテナパターン測定装置を用いた、72[MHz]アンテナの放射パターンの測定結果と解析結果を比較したとき同じ結果であることが確認できた。また測定アンテナをアンテナ昇降部に取り付けたとき 7[m]の高さで測定中に倒れる危険のないことから、この測定装置はアンテナの放射パターンの測定に行うことができた。また問題点として人体や地面を含めた測定の場合、各面の放射パターンの一部しか測定することができない。

今後は本研究で開発した測定装置を用いて実験を行うため、さらにアンテナパターン測定装置の安全性について検討していく必要がある

謝辞

本研究にご指導いただきました長谷部先生、ご援助いただきました双葉電子工業株式会社様に感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 長谷部, 坂口:”密巻きコイル状小形アンテナ”, 2007信学総大, B-1-91
- [2] 長谷部, 坂口:”密巻きコイル状小型アンテナ”,信学論B, Vol.J90-B, No.7, pp.670-67(2007)
- [3] 長谷部, 坂口:”小型筐体上の密巻きコイル状小形アンテナ”, 2007 信学ソ大, B-1-160
- [4] 長谷部 望:”電磁波工学”, コロナ社, (1995), pp101-105.

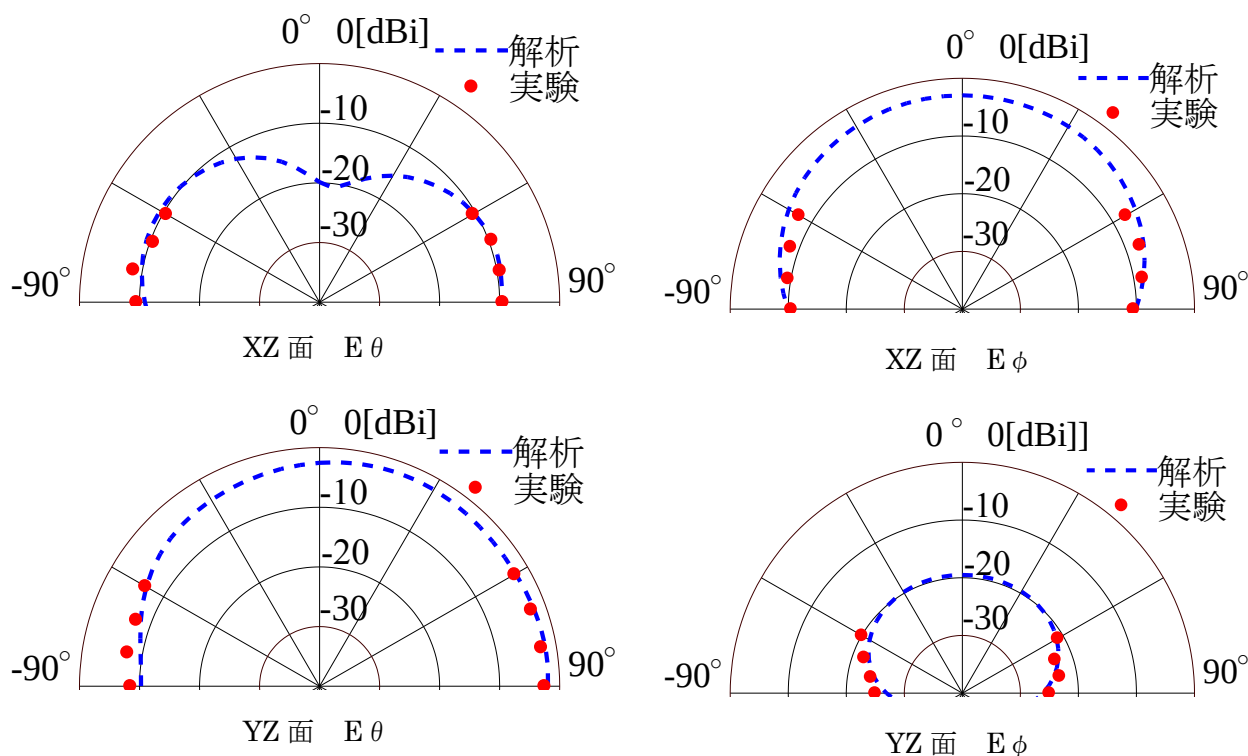


図7 アンテナパターン測定装置を用いた放射パターンの比較