

## 論文

## 携帯用 EMC 検査装置の開発

寺井幸雄\*<sup>1)</sup> 天早隆志\*<sup>1)</sup> 清水康弘\*<sup>1)</sup> 臼井万寿雄\*<sup>2)</sup>Development of portable measurement devices using field examination  
for electromagnetic compatibility

Yukio TERAJ, Takashi AMAHAYA, Yasuhiro SHIMIZU and Masuo USUI

**Abstract** Electrical and ISM equipment have come to cause significant degrading of the electromagnetic environment because of their noise radiation in recent years. Therefore, a small portable antenna and a small portable noise simulator were produced for the purpose of field examination for EMC. The small antenna consists of a loop antenna element and log periodic antenna element. These elements were produced from by-products cut-off from double-side-printed circuit boards. It is possible to measure radio frequencies in a range spanning from 30 MHz to 3 GHz. The noise simulator, which utilized the exciting board of an electrodeless fluorescent lamp, was able to judge malfunctions in simple operations to impress electric fields onto objective products. As a result of the field examination, disturbance waves generated from high frequency welders was measured at far from a distance of 70m using the antenna. An electric shutter on the garage which caused malfunctions was improved using the noise simulator.

**Keywords** Portable antenna, Portable noise simulator, Malfunction

## 1. はじめに

電磁環境の悪化に伴い、都内中小企業からは例えば電子機器の特定設置場所での誤動作等のトラブル相談や、市・区役所の環境対策課からは高齢化による家庭での在宅医療機器等のトラブルで、周囲の電磁環境を指摘する住民からの苦情の相談がある。それらに対して原因究明のために、当所職員が依頼者と共に現地調査に同行する場合も多くなっている。現在調査が難しいのは、手軽に持ち運べて現地の電磁環境を検査する装置が無いためである。そこで現地調査に使える小型の広帯域アンテナと小型電界照射ノイズシミュレータからなる携帯用EMC検査装置を開発した。小型アンテナと携帯用のスペクトラムアナライザを組み合わせれば、現地の都市空間ノイズ分布が測定できる。また電界照射ノイズシミュレータは、現地のトラブル対象機器に強電界を照射して電波ノイズに対して強いか弱いかを即座に判定でき原因究明に役立つ。これらを試作した後、高周波ウェルダ及び電動シャッタについてフィールドテストを行なった。その結果も報告する。

## 2. 製作方法及び電気的特性

## 2.1 小型広帯域アンテナの製作

アンテナは片手に持って現地調査に利用できる大きさにすると共に軽量化を図るため、ガラスエポキシ両面プリント基板( $\epsilon_r=4.8$ )を材料に使い、P-CADで原面を作成し、アンテナエレメントを切り出して製作を行なった。周波数帯域は20MHz~4GHzが測定可能に設計した。広帯域化と高感度化を図るため、外観はログペリアンテナとループアンテナの機能を生かした構造としている。

## (1) ログペリ(対数周期)アンテナの設計

図1で、給電点よりn番目のアンテナエレメントの長さを $l_n$ とし、n番目のエレメント間隔を $b_n$ とすると、構造定数としての対数周期比 $\tau$ と比例間隔 $\sigma$ は、

$$\tau = \frac{l_n}{l_{n+1}} = \frac{X_n}{X_{n+1}} \quad \sigma = \frac{b_n}{2l_n} = \frac{X_{n+1} - X_n}{2l_n}$$

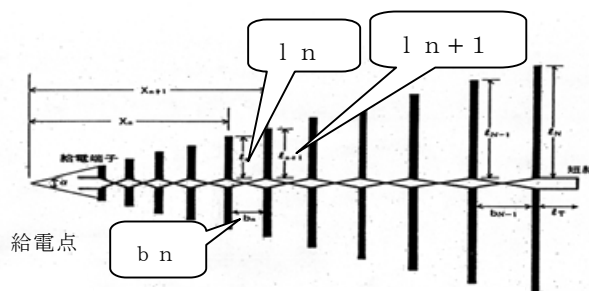


図1 ログペリアンテナの設計

\*<sup>1)</sup> 電子技術グループ \*<sup>2)</sup> 電子技術グループ(現総務局)

となる。最適利得関係図<sup>1)</sup>より  $\tau = 0.83$ ,  $\sigma = 0.15$  を選択した。図2は、周波数 1GHz の波長からのエレメント長の計算を示す。波長  $\lambda = C/f$  の関係から 1 GHz の波長

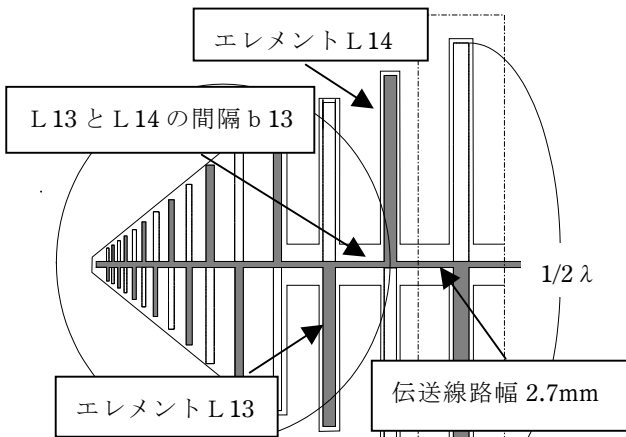


図2 周波数 1 GHz のエレメント例

は  $\lambda = 300\text{mm}$ , 半波長は  $150\text{mm}$  である。従って  $L13 = (150 - 2.7) \div 2 = 73.5\text{mm}$  となり, 対数周期比  $\tau = 0.83 (= L13/L14)$ , 比例間隔  $\sigma = 0.15 (= b13/2 \times L13)$  の関係から  $L14 = 86\text{mm}$ ,  $b13 = 23.5\text{mm}$  が算出できる。但し伝送線路は表裏に 1 本ずつあり, L13 の上部の対称位置の裏面には L13 と同長のエレメントが存在するのがログペリアンテナである。

(2) P-CAD を使用したアンテナ原画の作成

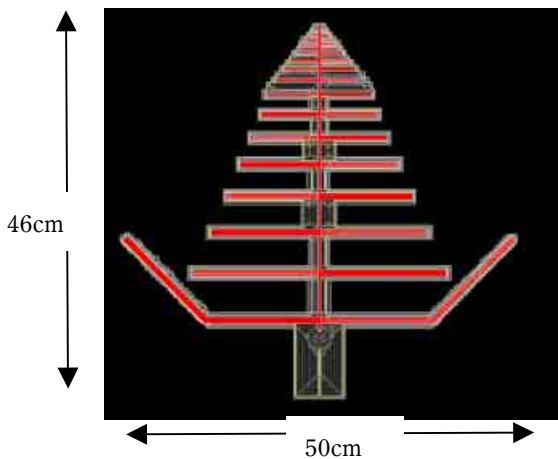


図3 ログペリアンテナの外観

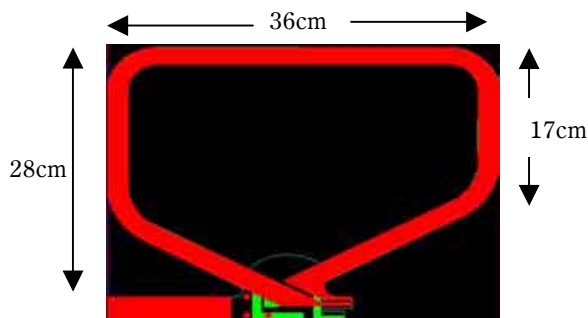


図4 ループアンテナの外観

図3にログペリアンテナ, 図4にループアンテナの切り出し図面を示す。携帯用のため大きさが制限されるため, 100MHz 程度以下はループアンテナで分担し, ログペリアンテナは 100MHz 以上を分担する構造とした。図4は, 両面基板のため, 切り出しループ 1 本で 2 本のループができる。従って 2 本分を切り出しそれを蝶羽根の様に向かい合わせて合成した。その中心位置に溝を切りログペリアンテナを直角に差込む構造とした(図5参照)。

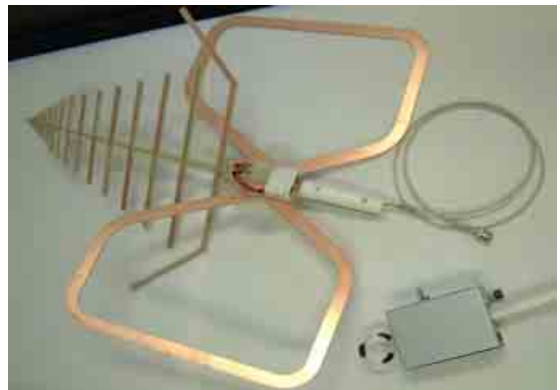


図5 試作した小型広帯域アンテナの外観

## 2.2 小型広帯域アンテナの特性

### (1) 周波数に対する感度特性

図6(a)のように電波暗室内で, 規格測定用の大型アンテナ(長さ 141cm, 幅 139cm, 重さ 3.5kg)の感度特性を基準とし, (b)のように試作したアンテナ(長さ 64cm, 幅 62cm, 重さ 850g)の感度を測定し比較した。結果を図7に示す。図7中の当初の試作アンテナは周波



(a) 規格測定用大型アンテナ(手前)の感度測定



(b) 試作アンテナの感度測定

図6 電波暗室内のアンテナ感度測定

数に対する感度が 70MHz から 150MHz 付近は低い。この低い感度を上げるため次の 1) から 3) の工夫をした。

- 1) バランは強制バランの巻き方でコア及び巻き数等を変えて作成し、特性を測り良い物を選択した。
- 2) ログペリの間にアースのエレメントを挿入した形(実際は 2 本の張り合わせ)にして、アンテナエレメントとアースエレメントの間にストリップラインの効果を生まれ、波長短縮効果により、周波数に対する感度を低い方にシフトさせた。
- 3) ループは両面基板の合計 4 本を合成した。

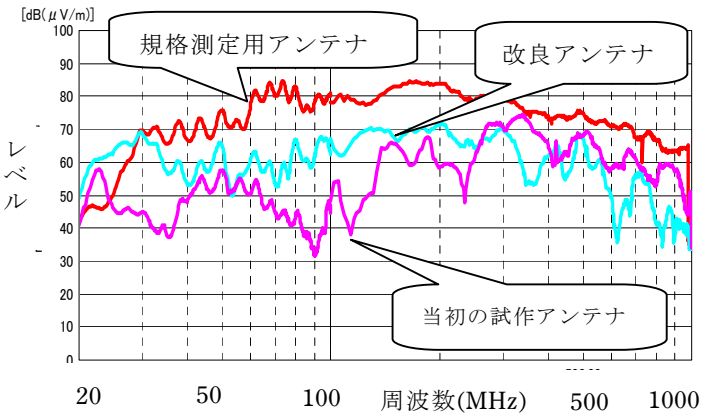


図 7 試作アンテナの感度特性 (20~1000MHz)

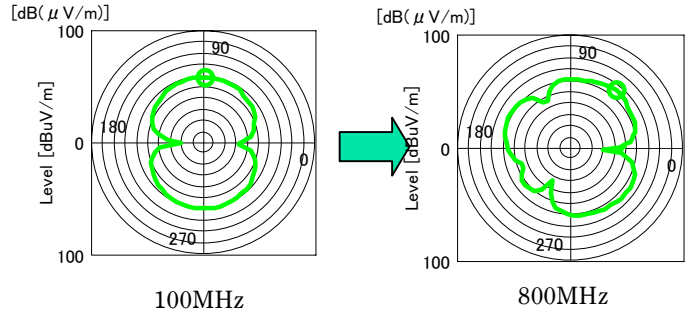


図 9 試作アンテナの指向特性

### 2.3 小型電界照射ノイズシミュレータの開発

トラブル対象機器に強電界を照射させて電波ノイズの影響を受けやすいかどうかを判定する目的で使用する小型シミュレータの製作は、ISM周波数 13.56MHz で点灯する市販の無電極ランプの励磁基板を利用した。電界照射用のループアンテナは新たに製作した。またケース内に二次電池を挿入して現地調査で使いやすいように AC 電源のほかに電池駆動も可能にした。図 10 に外観を示す。また実際にディスプレイの偏向コイル付近に電界を照射する検証実験を行い、その結果画面が影響を受け

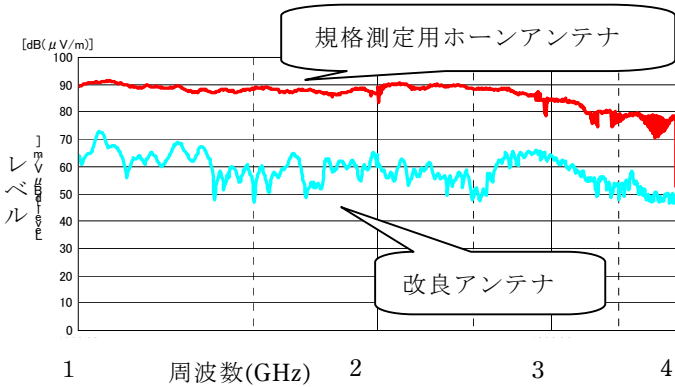


図 8 試作アンテナの感度特性 (1~4 GHz)

その結果も図 7 に示した。3つの工夫を実施したため、低い周波数の感度が上がり均一性が増した。その特性を示したのが図 7 中の改良アンテナである。

図 8 は 1GHz~4GHz 帯の規格測定用ホーンアンテナと試作(改良)アンテナの感度特性の比較を示す。

#### (2) 小型広帯域アンテナの指向特性

アンテナの指向特性を測定したのが図 9 である。矢印が先端方向を示す。周波数 100MHz 及び 800MHz 共に指向感度はほぼ均一性を示している。



図 10 試作ノイズシミュレータと電界照射実験

て歪むことも図 10 中に示した。さらにシミュレータの発生電波は電波法規制の範囲内であることも確認した。図 11 に示すように 13.56MHz の第 3 高調波の 40.68MHz の ISM 周波数以外は、微弱電波規制を満足する。

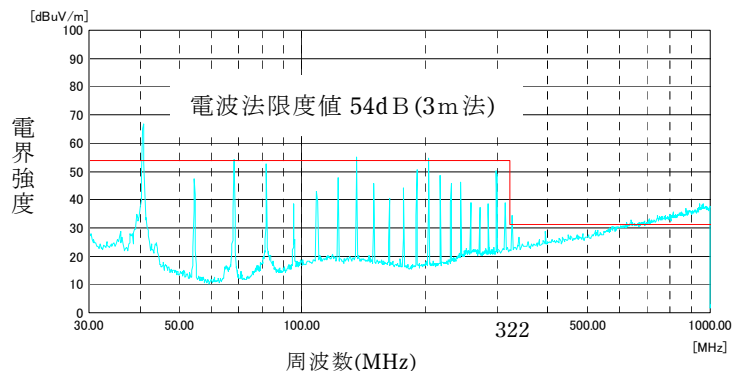


図 11 電波法の規制と発生電界強度

### 3. 試作装置を使ったフィールドテスト

#### 3.1 高周波ウェルダの電磁波測定

試作アンテナを持参し、高周波ウェルダ(40.46MHz)でビニール溶着作業を行なっている企業でテストを行なった。高周波ウェルダは産業用機械のなかでも特に強い電波を発生させて周囲に影響を与える装置である。このため距離5mごとに70mまで妨害波の測定を試みた。図12に測定風景を示す。また図13には測定した距離70mまでの広場の状況を示す。図14は測定結果で高周波ウェルダの発生電波の距離減衰特性を示す。この結果から試作アンテナを使うと距離70mまで検出できた。このことから現地調査で、例えば周辺の工場に強い妨害波を発生する装置が隠れていても見つけ出すことが可能である。アンテナ感度は実用レベルであることを確認した。



図12 高周波ウェルダの発生電界の測定



図13 工場周辺の広場の状況

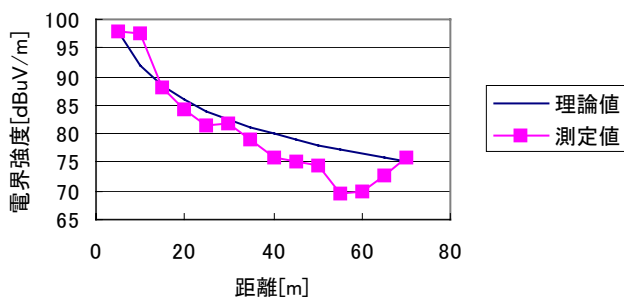


図14 試作アンテナによる高周波ウェルダの発生電界の距離減衰特性

#### 3.2 地下駐車場にある電動シャッタの誤動作

新宿副都心にある高層ビルの地下2階駐車場にあるシャッタが、たまに閉じてしまう誤動作が起きるため現地調査を行なった。まずシャッタ付近の電波ノイズを試作

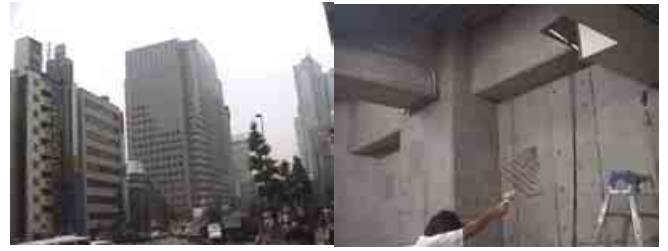


図15 高層ビルと地下2階の都市空間ノイズの測定

アンテナで測定した(図15参照)。その結果は、地下2階のためTV放送波も低く特別な電波は確認できなかった。続いてはしごを使い左上部にあるシャッタ制御盤を開け、制御用基板に搭載しているP I Cマイコンの上方から、



図16 シャッタ制御回路へ電界照射の印加実験

試作電界照射ノイズシミュレータで50V/m程度の電界を印加してみた(図16参照)。すると開いていたシャッタが閉まり始め誤動作することが確認できた。この金属ケース収納の制御回路は、まだ電波ノイズに対する耐性が不足している。従って違法に強い電波を出すトランシーバ等を使う運転手の車がシャッタの下を通過すれば制御回路は影響を受ける可能性が高い。改善策として金属ケースのシールド効果の確認や、新たにケーブル類にはフェライトコアを付加するなど電波吸収対策も必要である。

### 4. まとめ

- 1) 試作した小型広帯域アンテナは、約850gと軽量でしかも3つに分割して運搬できる。携帯用スペアと組み合わせることにより、30MHz~3GHz帯の都市空間ノイズの測定が可能である。
- 2) また試作小型電界照射ノイズシミュレータも約570gで軽い。現地のトラブル対象機器に直接印加して電波ノイズ耐性が即座に判定できるため、誤動作等の原因究明には必需品である。

最近電磁環境を調査する需要は多くなっている。開発品は取り扱いが簡単であり、都内企業や市・区役所からの電磁環境現地調査に役立てていきたい。

### 参考文献

- 1) 佐藤,川上:アンテナ理論とその応用,ミツデン・システム (1991).  
(原稿受付 平成15年7月31日)