

VHF 帯疑似電源回路網の開発

広瀬 純* 田中嶋 克行**

1. 緒言

常々、放射妨害波測定場ごとに測定結果がばらつくことが指摘されている。近年、供試装置用電源設備の相・金属大地面間のインピーダンスが VHF 帯 (30[MHz]から 300[MHz]) で一定でない場合に放射妨害波測定がばらつくことが確認された[1]。そこで、VCCI など VHF 帯での放射妨害波測定の再現性向上策として、供試装置用電源設備の相・金属大地面間のインピーダンス安定化が検討されている[2]。

このためには、各電源端子と基準アース間のインピーダンス (以下、電源インピーダンス) を安定化する、VHF 帯用の疑似電源回路網 (以下、LISN) を設置する必要がある。VHF 帯用の LISN は市販されており (例：協立電子工業 (株) 製 KNW-4600 シリーズ)、今後、多くの測定場 (LISN 設置を考えていなかった所でも) で VHF 帯用 LISN 設置の必要性が高まると考えられる。しかしながら、市販品は測定場の電源設備に後付することは難しく、施工費もかかる。

そこで本研究では、VHF 帯用 LISN を「安く製作」「簡単に後付可能」とできるように開発し、設置法を検討した。また、この LISN の放射妨害波測定ばらつき抑制効果を確認した。

2. VHF 帯用 LISN の試作

2.1 回路試作

図 1-1、1-2 のように VHF 帯用の LISN を作成した。図 2 のような回路を図 1-2 にある電源ボックスの中に作成している。電源インピーダンスは、通常、高周波回路で終端抵抗値として用いられる $50[\Omega]$ を目標とした。



図 1-1：当センター試作 LISN (外観)

2.2 電源インピーダンス測定

電源インピーダンスを図 3 のように規定して、VHF 帯で測定した。図 3 で ZcL とは L 相と基準グラウンド間のインピーダンスであり、 ZcN とは N 相と基準グラウンド間のインピーダンスである。

電源インピーダンス測定の様子は図 4-1、4-2 に示す。



図 1-2：当センター試作 LISN (内部配線)

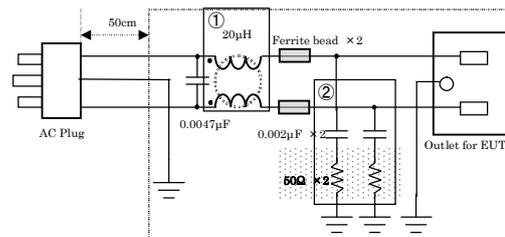


図 2：回路図

測定場所は当センター電波暗室であり、測定に用いた機器は当センター所持の Agilent 社製 ベクトルネットワークアナライザ 8753C である。

電源インピーダンス測定対象は、① 電源設備そのもの、即ち、LISN 無し (図 5-1) ② 市販の LISN (協立電子工業 (株) 製 KNW-4602、図 5-2) ③ 当センター試作 LISN1 (本実験で試作、図 1-1) ④ 当センター試作 LISN2 (過去に製作、図 5-3)、である。いずれも、電源設備に後付可能である。これらを当センター電源設備に接続した状態で、電源インピーダンス測定を行った。これは、測定条件 (電源設備までのケーブル長さ、基準グラウンドへの設置面など) を同等にするためである。

電源インピーダンスの値を図 6-1 (ZcL)、図 6-2 (ZcN) に示す。これらの図から以下のことがわかる。① 電源設備そのものの電源インピーダンスは周波数によって $40[\Omega]$ から $450[\Omega]$ と変化しており、非常に不安定である。② 市販の LISN である協立電子工業 (株) 製 KNW-4602 の電源インピーダンスは VHF 帯以上の周波数でも $50[\Omega]$ 一定である。③ 今回試作した LISN は VHF 帯では、ほぼ $50[\Omega]$ 一定である。④ 当センター試作分について、今回作成した方がインピー

ダンスの平坦度が増している。

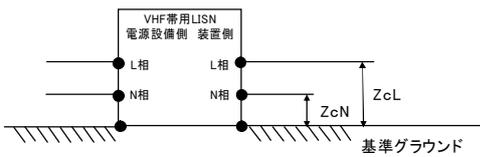


図 3：インピーダンスの規定

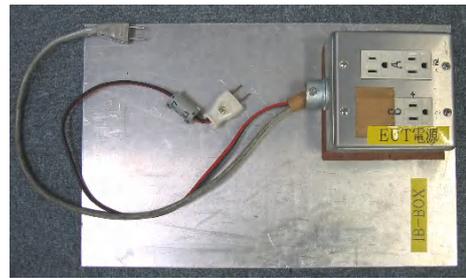


図 5-3：電源インピーダンス測定対象（当センター試作 LISN2）



図 4-1：測定の様子（全体）

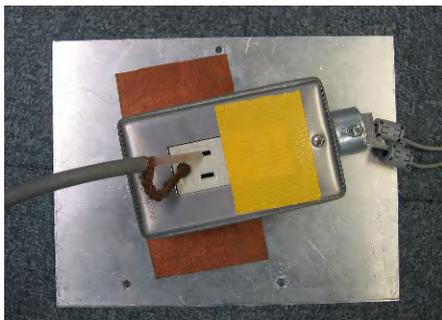


図 4-2：測定の様子（端子接続）

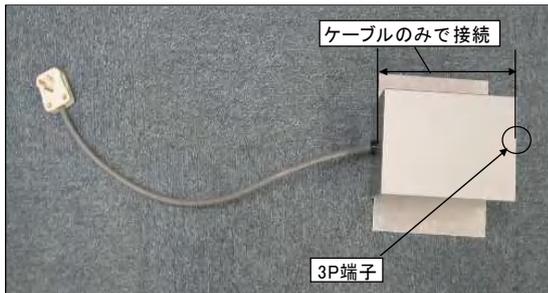


図 5-1：電源インピーダンス測定対象（LISN 無し）

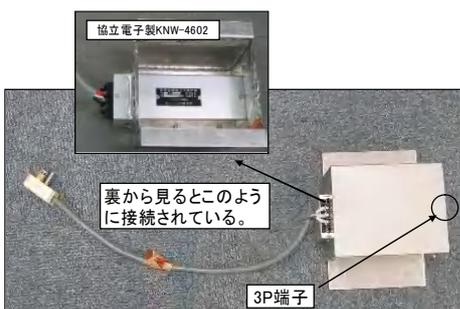


図 5-2：電源インピーダンス測定対象（市販 LISN）

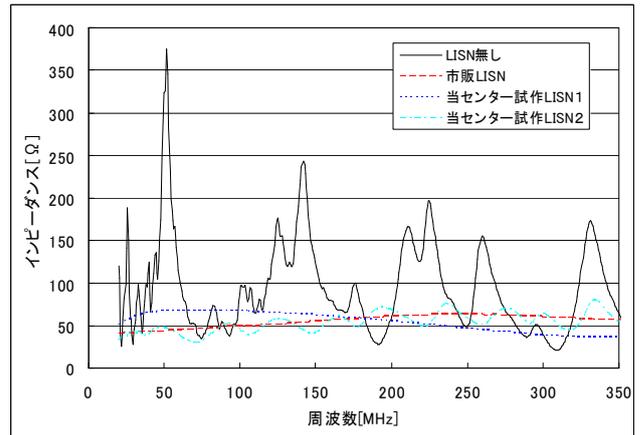


図 6-1：電源インピーダンス（ZcL）

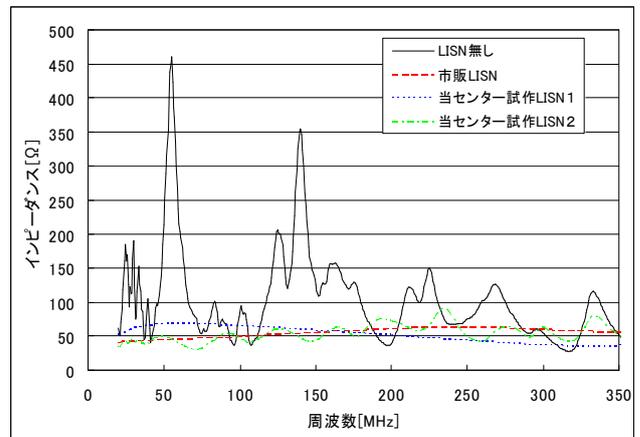


図 6-2：電源インピーダンス（ZcN）

3. VHF 帯用の LISN の効果確認

3.1 効果確認法

当センターで試作した LISN の放射妨害波測定ばらつき抑制効果を確認するため実験を行った。

実験模式図は図 7 のようになる。このような機器配置で、放射妨害波測定結果が VHF 帯用の LISN の有無や種類によって、どの程度の影響を受けるのか確認した。放射波源は、当センター所持の供試装置（AC/DC 電源に負荷を接続したもの、図 8 参照。）の電源線（アース線含む 3 芯コード）にトラッキングジェネレータからの信号をインジェクションプローブによって注入したものとした。供試装置は電源 OFF の状態で使用している。実際の測定の様子を図 9 に示す。電源線の

先には、① 電源設備そのもの② 市販品（協立電子工業（株）製 KNW-4602）③ 当センター試作分 1（本実験で試作）を、図 9 にあるように接続している。これらは、電源線の取り回しがどの測定場でもなるべく同じになるように設置した。

測定に用いた機器を表 1 に示す。これらの機器は ETL SEMKO Japan K.K 提供のものである。

5 カ所で以上のような測定を行った。測定場所は茨城県工業技術センター、ETL SEMKO JAPAN K.K 鹿島サイト NO.1 サイト（オープンサイト[金属大地面以外は回りに電磁波伝播妨害物無し]）、茨城県近辺の放射妨害波測定サイト A、B、C の 3 カ所（五面電波暗室[床面のみ金属面で、残りの面は電磁波吸収体が配置されている]、で計 5 カ所である。茨城県工業技術センターでは、通常 6 面電波暗室（部屋の全ての面に電磁波吸収体が設置されている）を測定場として使用しているが、他の測定場所がオープンサイトまたは 5 面電波暗室であるので床に金属布を敷いて 5 面電波暗室に近い状態で測定を行った。測定距離はいずれにおいても 3[m] である。測定用アンテナ高さは茨城県のみ 1~2[m] で、他は 1~4[m] である。また、垂直偏波のみで測定を行った。

測定周波数は 30[MHz]~300[MHz] である。また、各放射妨害波測定場での測定結果から、下記の式を用いて、測定に用いたケーブルの影響を取り除いた。

$$V[dBuV] = V_{Direct}[dBuV] - V_{receive}[dBuV] \cdot \cdot (1)$$

V : 測定場レベル

V_{Direct} : ケーブル直結時のレベル

V_{receive} : 受信レベル

測定用アンテナ高さは茨城県のみ 1~2[m] であるので、ΔNSA 補正（理論値との差分を加える）を行っている。

表 1 : 使用機器

品名	型式	仕様
スペクトラムアナライザ	Agilent E7401A	9kHz - 1.5GHz
受信アンテナ	Schwarzbeck BBA9106	30MHz - 300MHz
インジェクションプローブ	Rohde & Schwarz EZ-17	20Hz - 200MHz
アンプ	ETL SEMKO ZHL-2-8	1MHz-1GHz

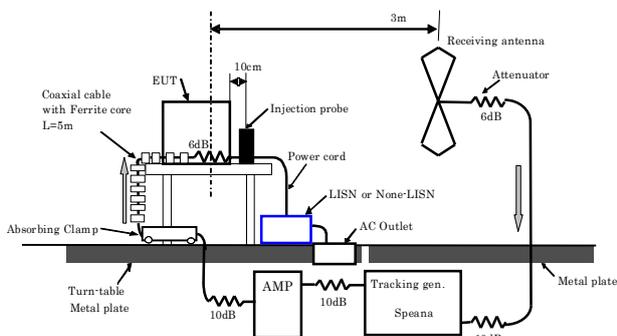


図 7 : 測定模式図

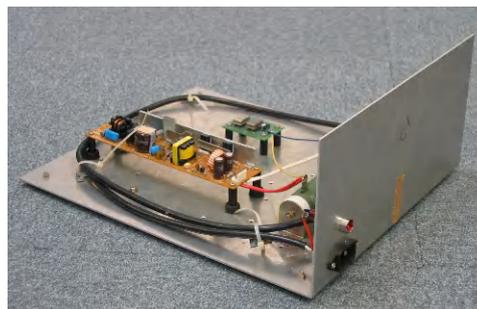


図 8 : 供試装置

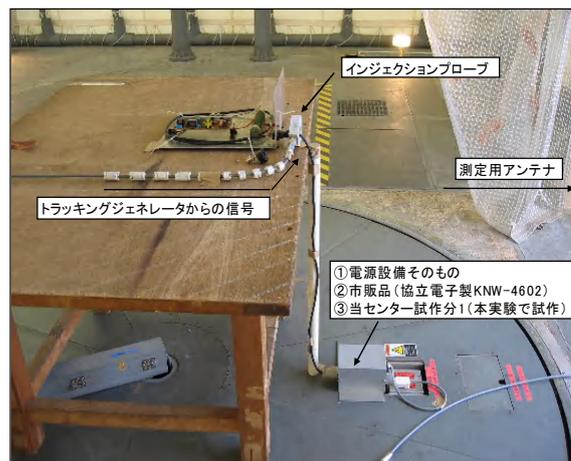


図 9 : 測定の様子 (ETL SEMKO JAPAN K.K 内)

3.2 LISN の効果

測定場レベルの垂直偏波での結果を図 10-1 (LISN 無し)、図 10-2 (市販品 (協立電子工業 (株) 製 KNW-4602)、図 10-3 (当センター試作分 1 (本実験で試作)) に示す。

LISN による放射妨害波測定の際のばらつき抑制効果を確認しやすくするため、各周波数での測定場レベルの標準偏差を図 11 (垂直偏波) に示す。

図 11 について以下のことが言える、①電源インピーダンスが一定でないことは、放射妨害波測定に影響を与える。② 垂直偏波では、LISN があれば 150[MHz] 以下のほとんどの周波数で標準偏差が低下する、即ち、放射妨害波測定の際のばらつきを抑制する。④ ③の効果は、150[MHz] 程度までは、市販品 (協立電子工業 (株) 製 KNW-4602) と当センター試作分 1 (本実験で試作) で同等である。⑤ ③の効果は、ある特定の周波数 (40[MHz] や 80[MHz] の周波数帯など) では、ばらつきの抑制効果が低くなる。

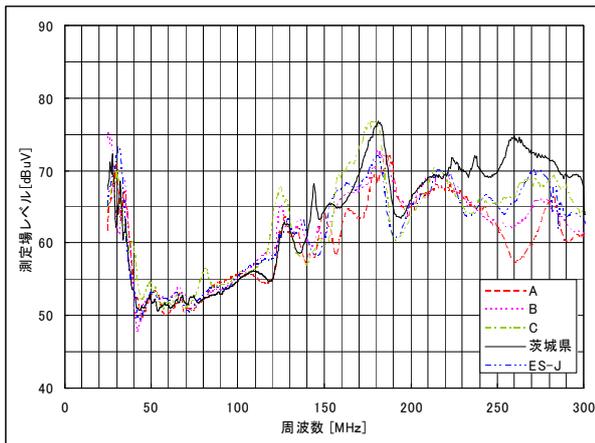


図 10-1 : 測定場レベル (垂直偏波、LISN 無し)

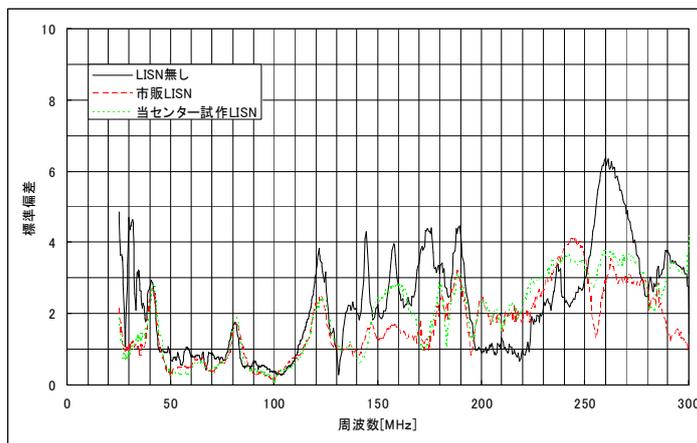


図 11 : 標準偏差 (垂直偏波)

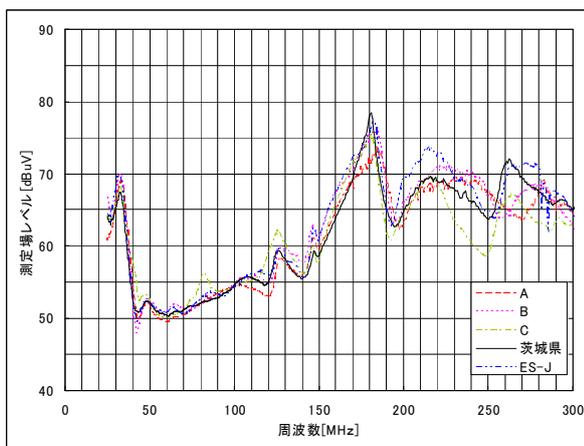


図 10-2 : 測定場レベル (垂直偏波、市販 LISN)

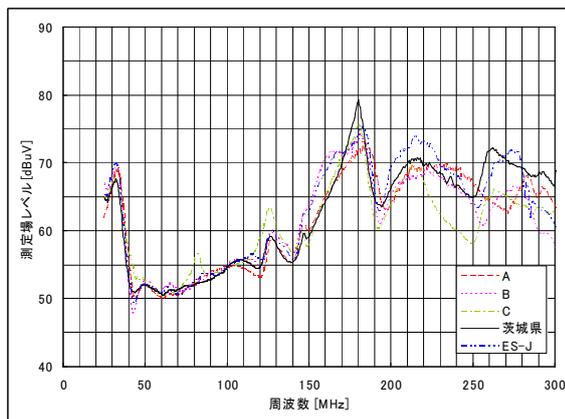


図 10-3 : 測定場レベル (垂直偏波、当センター試作 LISN)

4. まとめ

今回の実験で、市販品と同性能の LISN を開発できた。開発品は電子機器開発での余剰部品で作成可能で、放射妨害波測定場に簡単に後付できる。これを用いれば、より安く、より簡単に、測定場を改良することができる。

また、LSIN を取り付ければ、確かに測定場間の測定値ばらつきが抑制されることを確認できた。さらに、LISN を測定場に後付して使用しても、十分 LISN の効果が得られることを確認できた。

参考文献 :

- [1]14th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility February 20-22, 2001 66k3 (A Correlation Test among Measurement Sites for Radiation EMI Using an Actual Machine and a Stabilized Power Line Impedance)
- [2]情報処理装置等電波障害自主規制協議会 (VCCI) 技術報告書 : VCCI-VT023/2004.12
- [3]講習会「電磁波の吸収と遮蔽」資料、2005.2.18、葭内暁 (東北化工株)、茨城県工業技術センター
- [4] 情報処理装置等電波障害自主規制協議会 (VCCI) 教育研修専門委員会 : VCCI 測定技術者研修用テキスト