

研究論文

電源ケーブルの長さが放射ノイズ測定に及ぼす影響

浅井 徹^{*1}

Effect of Power Cable Length on Radiated Disturbance Measurements

Tohru ASAI^{*1}Research Support Department^{*1}

30MHz~300MHz の放射エミッション測定において、供試品に接続される電源ケーブルの長さの違いが試験結果に与える影響について検証を行った。その結果、同じ測定設備でも電源ケーブルの長さの違いで異なる測定値となったが、VHF・LISN を接続し、VHF・LISN から供試品までの電源ケーブルの長さが同じであれば、ばらつきが小さくなることを確認した。類似の測定設備でも同様の傾向が得られたが、VHF・LISN の筐体が金属製の床面と接していない設備との間ではばらつきが残った。

1. はじめに

EMC 試験における大きな課題の一つとして、試験結果の再現性が得られにくいことが挙げられる。

供試品(EUT)の電源を EMC 測定設備(電波暗室)の電源供給用コンセントからとるに当たり、供試品の電源ケーブルの長さが供試品によって異なったり、測定設備によって電源供給用コンセントの位置が異なるため、延長コードを使用して電源ケーブルの長さを長くして電源をとる場合もある。

本研究では、供試装置に接続される電源ケーブルに焦点を当て、電源ケーブルの長さが放射エミッション測定の結果に与える影響について異なる試験条件の比較実験により検証を行った。

し、各周波数において最大となる値を測定結果とした。周波数は 30MHz~1GHz の範囲を測定したが、300MHz 以上の周波数における測定値はほぼフロアノイズに近いため、測定結果を比較する周波数は 30MHz~300MHz の範囲とした。

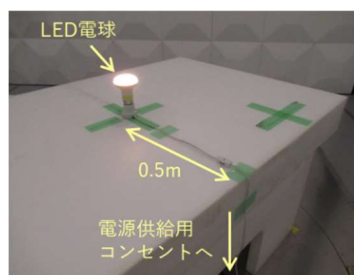


図 1 供試品および電源ケーブルの配置

2. 実験方法

2.1 測定環境について

2.1.1 使用した供試品

本研究では、電源ケーブル(長さ 1.5m)付きレセプタクルに取り付けられた LED 電球(消費電力 9W)を供試品として取り上げた。LED 電球を高さ 0.8m の机(1.5m×1m)上の中心に設置し、ターンテーブルの中心に置かれるようにした。LED 電球に接続される電源ケーブルを机の端まで 0.5m はわせ、そこから床面に垂らし、ターンテーブル中心にある電源供給用コンセントに接続した(図 1)。

2.1.2 測定条件

測定は当センター本部(共同研究支援部)で保有する電波暗室において表 1 に示す機材を使用して放射エミッション測定を行った。供試品を 360 度回転させながら測定

表 1 測定に使用した機材

機器名	メーカー、型番
EMI レシーバ	Rohde&Schwarz ESU26
プリアンプ	tsj MLA-10K01-B01-38
アンテナ	Schwarzbeck VULB9160

2.2 電源線について

2.2.1 長さについて

実際の測定において、電源供給用コンセントまで電源ケーブルの長さを延長する場合には延長コード等を使う場合が多いため、図 2 に示す異なる長さの延長コードを複数用意し、延長コードを入れ替えることで長さの違いによる測定結果への影響を確認することとした。本研究では、延長コードの長さとして 28cm(以下、延長コード①)、80cm(以下、延長コード②)、310cm(以下、延長コード③)の 3 種類を用意した。

*1 共同研究支援部 試作評価室



図2 使用した延長コード

2.2.2 VHF-LISN の利用について

今回、VHF-LISN(電源ラインインピーダンス整合回路網、協立テクノロジー製 TNW-4602)の有無による測定結果への影響についても確認を行った。前項で記した延長コードの利用を想定して、表2に示す3通りの接続方法にて測定を行った。図3は接続状態がわかるよう、床面に置いた状態の写真を示した。

表2 接続状態

名称	接続状態の説明
接続状態 1	LED の電源ケーブルに延長コードを接続し、床面の電源供給用コンセントに接続する(VHF-LISN を使用しない)
接続状態 2	LED の電源ケーブルに延長コードを接続し、さらに VHF-LISN を介して床面の電源供給用コンセントに接続する(図3の上)
接続状態 3	LED の電源ケーブルに VHF-LISN を接続した上で、延長コードを接続し、床面の電源供給用コンセントに接続する(図3の下)

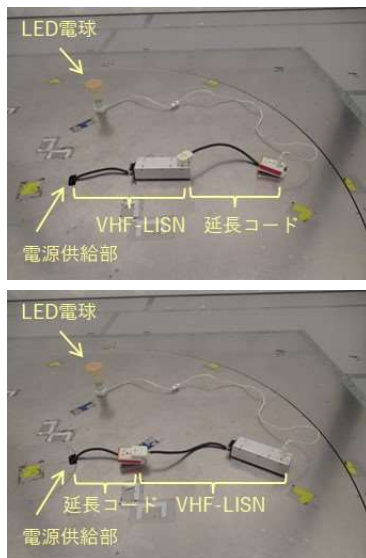


図3 VHF-LISN による延長

2.3 他の EMC 試験環境との比較について

2.3.1 10m 法暗室での測定

当センター以外の測定設備でも同様な結果が得られるかを確認するため、埼玉県産業技術総合センターの10m 法暗室において測定を実施した(図4)。ただし、比

較条件を揃えるために、測定距離は3mとした。

2.3.2 簡易暗室での測定

当センターでは、共同研究支援部以外にも産業技術センターにて簡易暗室(6面暗室)を保有している。床面に金属板を敷設し、共同研究支援部と同じ5面暗室の状態にて測定を行った(図5)。



図4 10m 法暗室での測定



図5 簡易暗室での測定

3. 実験結果及び考察

3.1 VHF-LISN を用いない場合の測定結果

VHF-LISN を用いなかった場合における3種類の電源ケーブルによる測定結果を図6に示す。

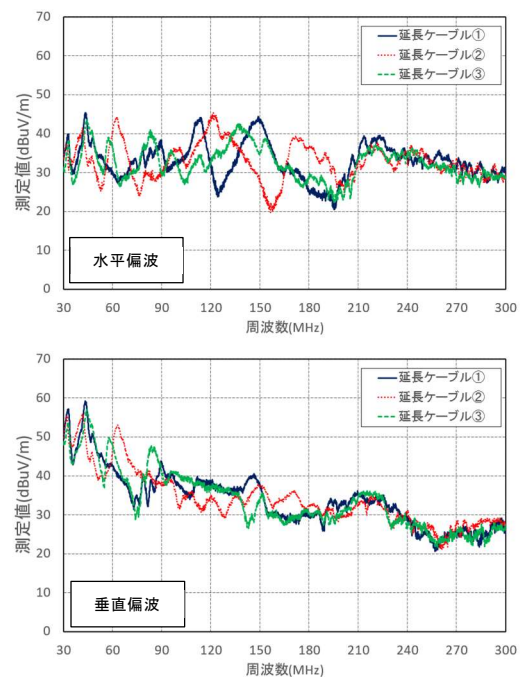


図6 接続状態1の測定結果

延長ケーブルの長さによって測定結果にばらつきが見られ、特に水平偏波については延長ケーブル①と延長ケーブル②の間では相関係数が 0.77 となり、同じ測定環境によっても電源ケーブルの長さによって測定値が大きく異なることを示している。

3.2 VHF-LISN を用いた場合の測定結果

接続状態 2 における測定結果を図 7 に、接続状態 3 における測定結果を図 8 に示す。

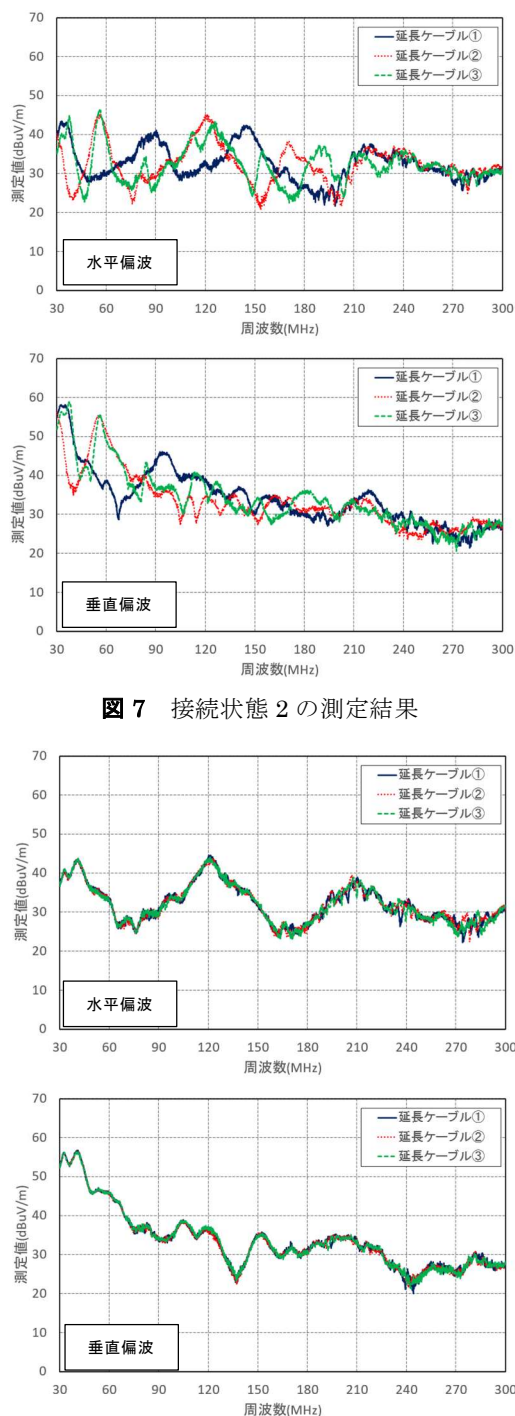


図 7 接続状態 2 の測定結果

図 8 接続状態 3 の測定結果

接続状態 2 においては、延長ケーブル①と延長ケーブル

②の間の相関係数が水平偏波で 0.78 とばらつきは残る結果であった。接続状態 3 においては、3 種類のケーブルの全ての組合せにおいて相関係数が水平偏波及び垂直偏波ともに 0.98~0.99 となり、ばらつきが小さくなる結果となった。

VHF-LISN から供試品の間の電源ケーブルの長さが同じであれば、VHF-LISN から電源供給用コンセントの間の電源ケーブルの長さに関係なくばらつきが小さい測定結果が得られると考えられる。

3.3 10m 法暗室での測定結果

埼玉県産業技術総合センターの 10m 法暗室での、接続状態 3 における測定結果を図 9 に示す(比較参考として共同研究支援部において同じ接続状態で延長ケーブル①の結果をあわせてプロットした)。

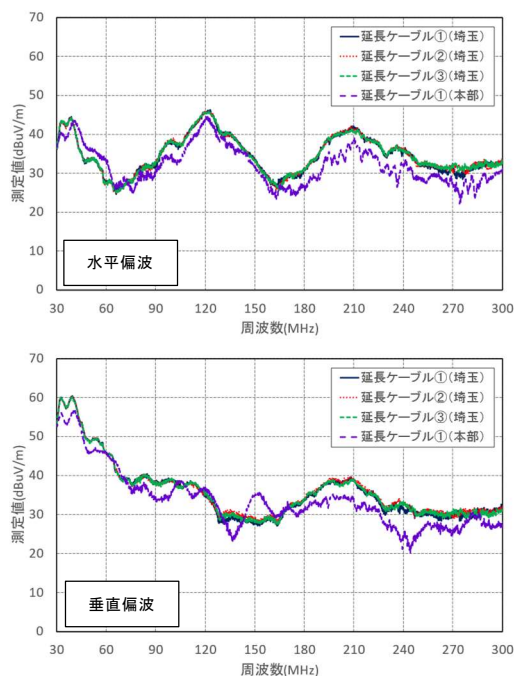


図 9 10m 法暗室での測定結果

3 種類のケーブルの全ての組合せにおいて相関係数は水平偏波及び垂直偏波ともに 0.99 となった。また、本部での測定結果との間での相関係数もいずれも水平偏波では 0.95、垂直偏波では 0.94 となり、類似性の高い結果が得られることが分かった。

3.4 簡易暗室での測定結果

産業技術センターの簡易暗室での、接続状態 3 における測定結果を図 10 に示す(延長ケーブル③については設置スペースの都合で測定を行わなかった)。

延長ケーブル①と延長ケーブル②の間の相関係数は水平偏波 0.97、垂直偏波 0.96 と類似性は高いものの、本部の測定結果との間の相関係数はケーブル①、ケーブル②とも水平偏波 0.86、垂直偏波 0.88 であり、10dB 以上の差が出る周波数帯も多く確認され、ばらつきは残る

結果となった。

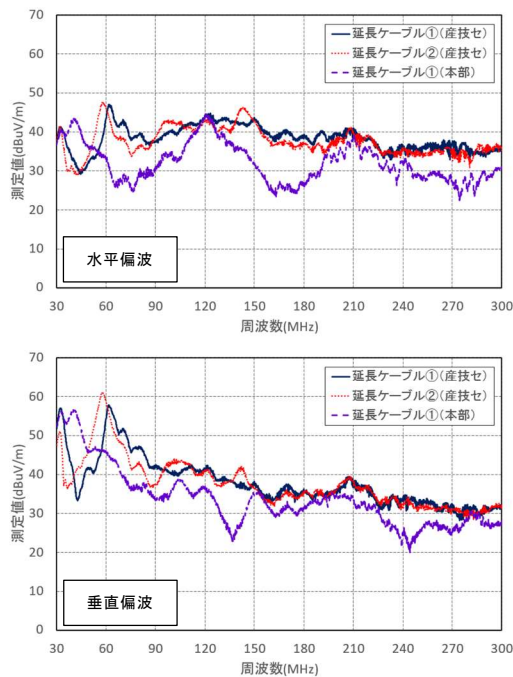


図 10 簡易暗室での測定結果

本部や埼玉県産業技術総合センターでの測定では VHF・LISN の筐体を金属床面上に置いて測定を行ったが、産業技術センターでの測定はターンテーブル付近に大きな金属グラウンド面がないため、非金属製のターンテーブル上に置いて計測を行った。

VHF・LISN は金属床面に接する形での使用が前提の補助装置となっており、VHF・LISN の筐体が金属グラウンド面に接しているか否かが測定結果に違う結果をもたらしていると考え、VHF・LISN の筐体とグラウンドを 5.5sq の平編銅線で接続することで疑似的に接している状態を作り出し、再度測定を行った(図 11)。

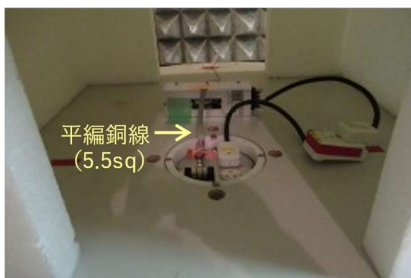


図 11 平編銅線による VHF・LISN の接地

この状態における測定結果を図 12 に示す。

延長ケーブル①と延長ケーブル②の間の相関係数は水平偏波、垂直偏波とも 0.98、本部の測定結果との間の相関係数はケーブル①、ケーブル②とも水平偏波 0.85、垂直偏波 0.92 であった。延長ケーブルの長さの違いによるばらつきは小さくなったものの、本部の測定結果と

の比較では垂直偏波にやや改善が見られた程度にとどまり、異なる測定設備とのばらつきに課題を残した。同一測定環境ではばらつきが少なくなっていることから、電源ケーブル以外の要因も含めて改善を検討する必要があると考えられる。

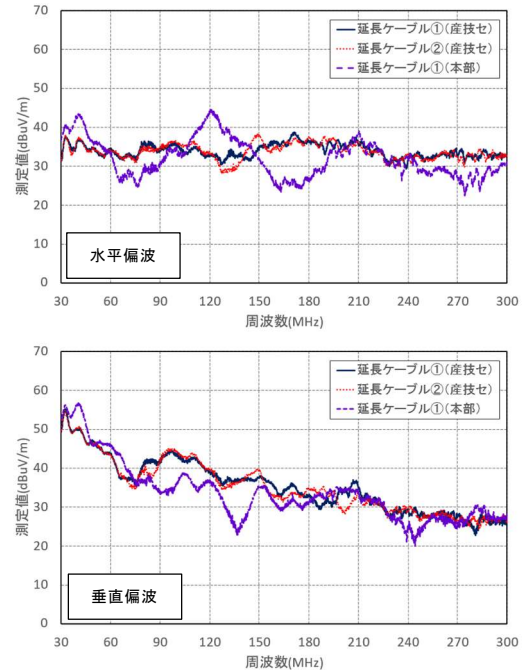


図 12 平編銅線による接地状態での測定結果

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 同じ測定設備でも、供試品の電源の長さが異なることで放射エミッションの測定結果にばらつきが発生する。
- (2) VHF・LISN による電源のインピーダンスの安定化を図っても、VHF・LISN から供試品までの電源ケーブルの長さが異なれば測定結果にばらつきが発生するが、長さが同じであれば VHF・LISN から電源供給用のコンセントまでの長さに関係なくばらつきは小さくなる。
- (3) VHF・LISN の筐体が床面の金属グラウンドと接触していない状態では、VHF・LISN から供試品までの電源ケーブルの長さが同じであってもばらつきが発生する結果となる。VHF・LISN の筐体とグラウンドを平編銅線で接続してもわずかな改善にとどまった。

謝辞

本研究の実施に当たって、測定環境(電波暗室及び測定装置)の提供を頂きました埼玉県産業技術総合センターの能戸崇行様、産業技術センターの竹中清人様にお礼申し上げます。