

電磁波妨害評価試験装置 (GTEM セル) における 試験体ボリュームによる影響評価

坪井 瑞輝*¹

[要 旨]

GTEM セルを使用した EMC 試験について、供試体のサイズが GTEM セルの仕様上の範囲を超える場合に、放射イミュニティ試験や放射エミッション測定の結果がどの程度悪くなるのかを検討した。仕様範囲外での放射エミッション測定と放射イミュニティ試験における電界強度を測定した結果、仕様範囲より高さが低い範囲やセルの側壁近くでは、電界強度が低くなり試験の正確性が悪くなるが、仕様範囲より高い場合や水平方向に離れている場合は IEC 規格に定められた範囲に収まることが確認できた。

1 はじめに

京都府中小企業技術センターでは、GTEM セルを使用した EMC 試験が可能である。GTEM セルは図 1 に示すとおり、外部導体とセル内のセプタム間に電界を発生させ、一定の範囲において自由空間と同等とみなせる均一な電磁界を発生させる。

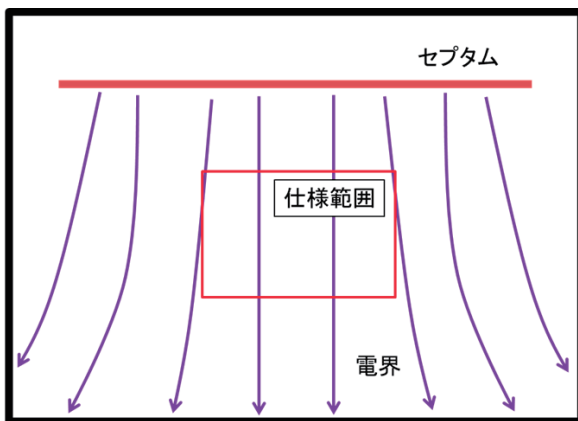


図 1 GTEM セル内 電界模式図

当センターで使用している GTEM セル (GTEM750¹⁾; TESEQ 社) では仕様上、電磁界強度が均一な範囲は 25cm×25cm×25cm であり、これが供試品のサイズが収まるべき仕様範囲となる。

* 1 応用技術課 主任
(現 応用技術課 副主査)

一方でこれを超えるサイズの供試品についても、試験したいという要望が寄せられている。仕様範囲から外れた場合、放射エミッション測定においては測定値が本来の強度と異なる値となる事が考えられ、放射イミュニティ試験においては機器に印加される電界強度が設定値から外れる事が考えられる。GTEM セル内の電界強度分布については、セプタム付近で強く、側壁付近で弱くなることが報告されている²⁾。しかし当センターの GTEM セルの利用者から、仕様範囲を外れた場合に、実際にどの程度電界強度が変わるのかということや、放射イミュニティと放射エミッション測定の場合でどの程度差があるのかということ等、具体的な値を知りたいという要望が出ることもある。

そこで今回、仕様範囲の内外において、放射エミッション・放射イミュニティの測定値が何 dB 程度変わるのか、当センターで使用している GTEM セルについて調査した。

2 実験方法

2. 1. 放射イミュニティの均一性の測定

2. 1. 1 GTEM セル内での電界均一性

放射性イミュニティ試験の均一性を電界セン

サー (HI-6006; ETS-Lindgren) にて測定した。GTEM セルを放射イミュニティ測定モードで動作させ、発生させる電界強度を 10V/m とした。

電界センサーの場所を変えながら測定し、セル内の電界強度均一性を評価した。図2に示すとおり電界センサーの位置は仕様範囲の中心を基準に、底面に垂直な面内で測定した。面内の中心点から水平方向に±12.5cm が仕様範囲となり、高さは底面より 20cm~45cm の範囲が仕様範囲となる。

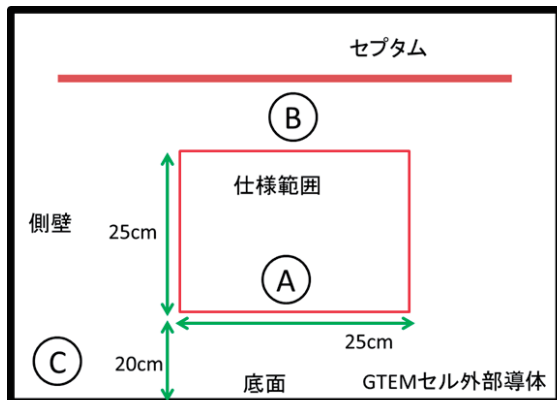


図2 GTEMセルでの断面図

水平方向では中心から約 45cm の位置に外部導体があるためこれが物理的な供試品サイズの限界となる。高さは、底面から高さ約 50cm にセプタムがあり、これが限界となる。

電界センサーの設置高さは供試品の高さ合わせにも使用している発泡樹脂板により調節した。また、電界センサーの信号は電界に影響を与えないように、光ファイバーを通して GTEM セル外に取り出される。

2. 1. 2 供試体の金属板の影響

放射イミュニティ試験においては、供試体の電子回路に加わる電界は、アンテナから直接届く入射波だけでなく、供試体の筐体等から反射した反射波も加わる。この反射波の影響が仕様範囲の内外でどの程度異なるのか確認するために、金属筐

体を模擬した金属板を電界センサー付近に設置して同様の測定を行った。筐体サイズは 20cm を想定し、電子回路部分が筐体の中央付近にあり、背面板以外からの反射を無視できると仮定して、図3に示すとおり高さ 15cm、幅 20cm の金属板をセンサーの 10cm 後ろに設置した。

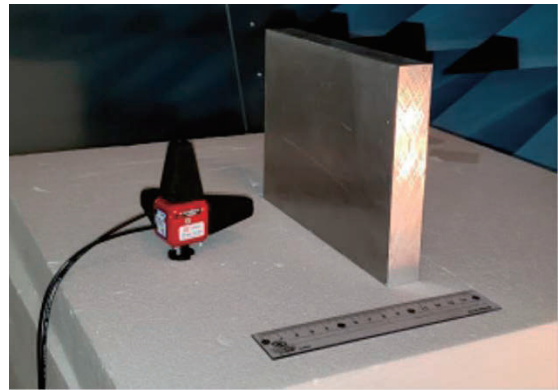


図3 電界センサーと金属板

2. 2 放射エミッションの均一性の測定

放射エミッション測定における均一性の測定については、基準となるコムジェネレータを GTEM セル内に設置し、GTEM セルを放射エミッション測定モードで動作させ、電界強度の測定を行った。使用したコムジェネレータは、60mm×110mm×30mm の金属筐体に発信器を内蔵し長さ 185mm のアンテナを取り付けた構成となっており、方形波から 30MHz~1GHz の範囲で 10MHz 間隔の高調波を出力する。

イミュニティの均一性の測定と同様に、このコムジェネレータの位置を変えながら放射エミッションの測定を行い、測定される電界強度の変化を調べた。電界センサーと同様に、コムジェネレータの位置は仕様範囲の中心を基準とし、底面に垂直な面内で位置を変えた。また、設置高さの調節は厚さ 50mm の発泡樹脂板を下に重ねて行った。

3 結果と考察

3.1 放射イミュニティの均一性の測定

図2の仕様範囲内の点(A)及び仕様範囲外の点(B)、(C)での電界強度の測定結果を、図4(A)、(B)、(C)示す。

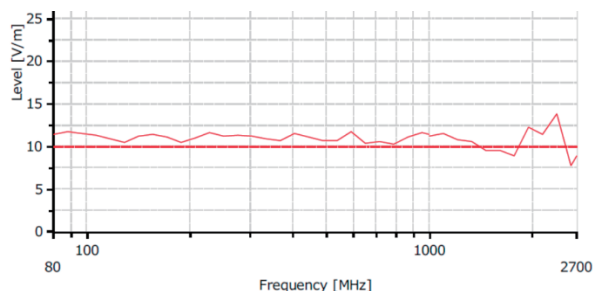


図4 (A) 高さ 20cm 水平位置中心

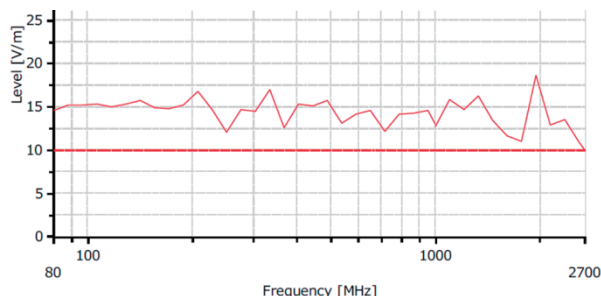


図4 (B) 高さ 45cm 水平位置中心

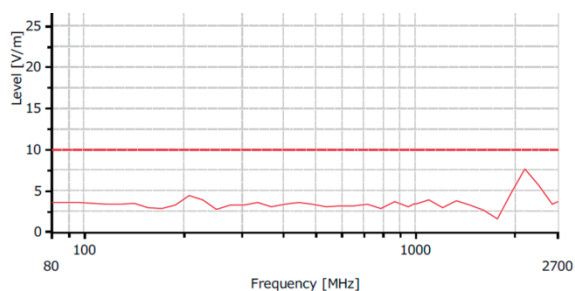


図4 (C) 高さ 5cm 側壁近く

IEC61000-4-20 では GTEM セルが満たすべき均一性として、電界強度が 0 dB ~ +6 dB の範囲に収まることと規定している。試験電界強度 10V/m の場合は 10V/m ~ 20V/m に対応している。

仕様範囲内である位置 (A) では、周波数 2GHz 付近で電界強度 10V/m 以下になる点が見られるものの、ほとんどの周波数で電界強度は

11V/m 付近であった。

仕様範囲外でセプタムに近い位置 (B) では電界強度が強くなっていたが、強度は 10V/m ~ 20V/m に収まっていた。仕様範囲より高さが低いところでは電界強度は弱くなる傾向にあり、側壁の近くの位置 (C) では顕著に低く、-5 dB ~ -10dB 下がっていた。

どの測定点でも、1 GHz 以下では周波数による強度の変化が小さかったため、1 GHz の値を採用して図5に示すとおり位置毎の電界強度を比較した。

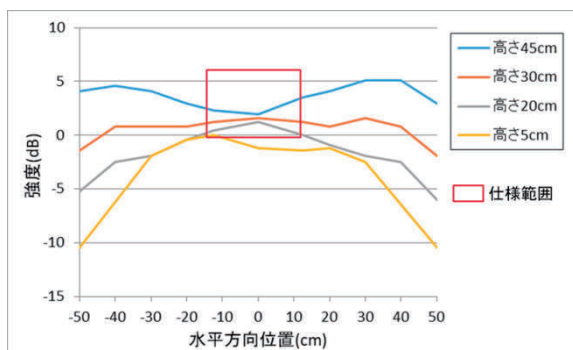


図5 GTEMセル内1GHzにおける電界強度

0 dB は 10V/m に対応している。

電界強度は仕様範囲内では、+1.6 dB 程度の範囲に収まっていた。また、高さ 30cm 以上かつ、水平位置 ±40cm の範囲内ならば電界強度は 0 dB ~ +6 dB の範囲に収まった。

GTEM セル内において電界強度が 0 dB ~ +6 dB を満たす範囲は図6に示すとおりとなる。電界強度が IEC の規格を満たしさえすればよい場合であれば、試験範囲はこの範囲まで拡張する事ができる。

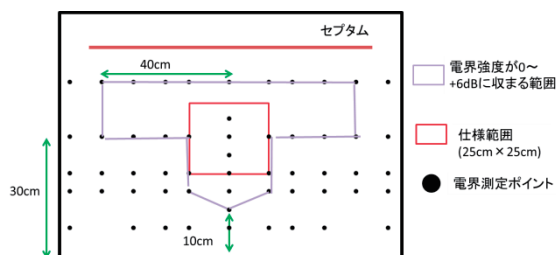


図6 電界強度が0 dB ~ +6 dB に収まる範囲

3.2 供試体の金属板の影響の検討

金属筐体を模擬した金属板をセンサーの 10cm 後方に設置した場合の電界強度の測定結果を図 7 (A)、(B)、(C) に示す。

測定された電界強度は、仕様範囲の内側でも外側でも、金属板がない場合に比べて最大で 2 倍程度の範囲で変化した。これは入射波と金属板からの反射波の干渉のためであると考えられる。

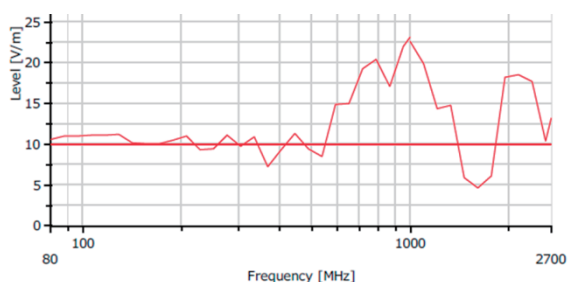


図 7 (A) センサー高さ 20cm (仕様範囲内)

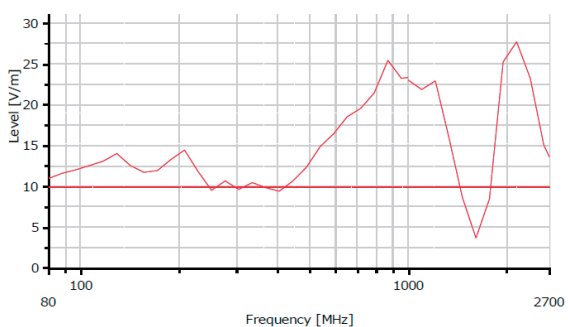


図 7 (B) センサー高さ 45cm (仕様範囲の上側)

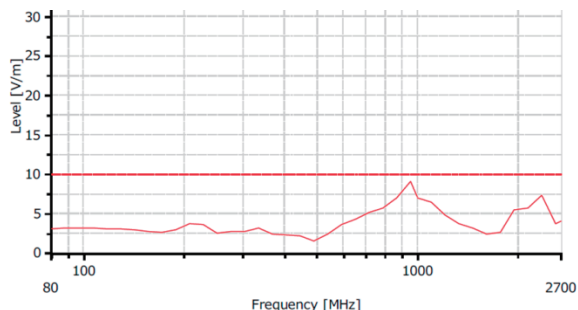


図 7 (C) センサー高さ 5cm (仕様範囲の下側、側壁近く)

仕様範囲の外側であっても電界強度が変化する

幅は、最大で金属板がない時の 2 倍程度となっており、金属板以外からの反射等の影響は無視できると考えられる。

したがって筐体による反射を考慮した場合でも、図 6 に示した放射イミュニティ試験の有効な範囲には影響していないと考えられる。

3.3 放射エミッションの均一性の測定

図 2 に示す測定位置 (A)、(B)、(C) に、それぞれコムジェネレータを置いた時の放射エミッションの測定値を図 8 に示す。

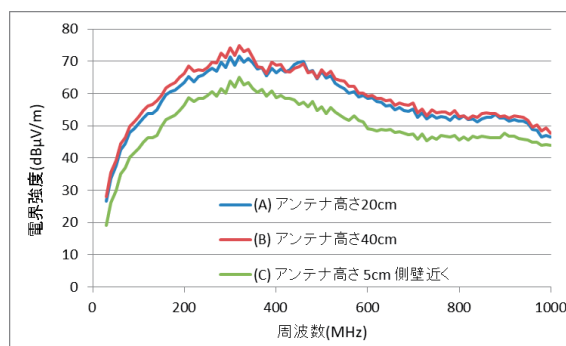


図 8 コムジェネレータの電界強度測定値

ここでのアンテナ高さは、コムジェネレータの底面の高さを示している。アンテナ自身の長さのため、設置可能なアンテナ高さは最大で 40cm となりこれより高いとセパタムに接触する。

測定した範囲のどの周波数でも、底面の側壁近く (C) では、中心 (A) に比べ 8 dB 程度、測定値が小さくなっていた。また、セパタムに近い位置 (B) では、中心 (A) に比べ 2 dB 程度測定値が大きくなっていた。

周波数範囲の中央値である 500MHz に見られるピーク強度について、コムジェネレータ設置位置を変えたときの強度の比較を図 9 に示す。

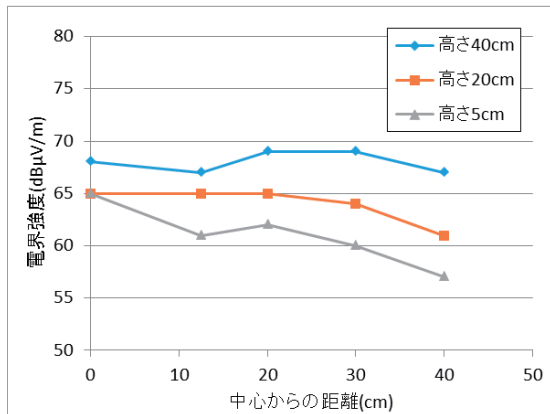


図9 GTEM セル内各位置での放射エミッション測定値(500MHz)

コムジェネレータの高さが仕様範囲内の 20cm 及び 40cm では、水平位置が仕様範囲外であっても放射エミッションの測定値が変化する幅は 6 dB の範囲に収まった。また、放射エミッションの測定値はコムジェネレータの設置高さを下にするほど低くなり、左右位置が中心から離れるほど低くなった。このような傾向は放射イミュニティにおける電界強度の変化と類似していた。

4 まとめ

放射イミュニティ試験における GTEM セルの仕様範囲外での電界強度と、放射エミッション測定において仕様範囲外に信号源を置いた場合の電界強度測定値を確認した。電界強度はセプタムに近いところだと強くなり、底面や側壁近くだと弱くなった。この傾向は放射イミュニティについて既に報告されているものとはほぼ一致する²⁾。また、

位置が仕様範囲から水平方向に外れても、高さが 30cm 以上であれば電界強度はあまり変わらなかった。

当センターの EMC 試験設備は、規格認定試験前の確認が主な用途である。そのため放射エミッション測定で測定電界強度が低くなったり、放射イミュニティ試験で印加電界強度が低くなる事態は避ける必要があるが、それらの逆に電界強度が高めに印加されたり測定されることについては、ある程度許容できると考えられる。

したがって、規定の 25cm 四方より大きい供試品について当センターの GTEM セルで試験をする場合は、仕様範囲をはみ出す部分について高さが底面から 30cm 以上、水平方向には中心から ±40cm 以内となるように供試体を設置することで、予備試験としては十分許容できるものになると考えられる。

(参考文献)

- 1) https://www.teseq.jp/en/products/downloads/datasheet/GTEM_750.pdf
- 2) K. Malaric, A. Sarolic, V. Roje, J. Bartolic, B. Modlic, “Measured distribution of electric field in GTEM-cell”, IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Montreal, Canada, 2001, 139-141.