

1. はじめに

電子機器から出る電氣的なノイズに対する国際的な規格(EMI規格)が制定され、各経済圏内において法的な規制がされている。電子機器の開発・製造にあたっては規格に準拠した試験の実施と適合化が必要となっており、設計段階でEMIに適合させる技法の開発が望まれている。金属筐体はノイズを抑えるのに有効であるが、接合部やスリットなどの開口部があり、完全な密閉状態を作ることは難しい。

本研究では、筐体の接合部や開口部について、寸法や形状の違いとノイズの関係を実測とシミュレーションにより解析する。

本年は、筐体の接合部や開口部とノイズの関係の実測と、開口部から放射されるノイズの様子を把握するため、電磁界シミュレータによる解析を行ったので報告する。

2. 方法

実験に用いる筐体は、材質はステンレス (SUS304) で、寸法は X:300mm, Y:200mm, Z:450mm, 厚さ1.6mmである。筐体内部にノイズ発生用のアンテナを筐体の底面から30mmの高さに水平に置き、アンテナにシグナルジェネレータ (SG) を用いて給電を行った。放射電界強度の測定は、電波暗室内で行い、アンテナ距離3m, 高さ1mにおけるピーク値を測定した。測定周波数は30MHz~1000MHz (1GHz) である。図1に実験風景を示す。

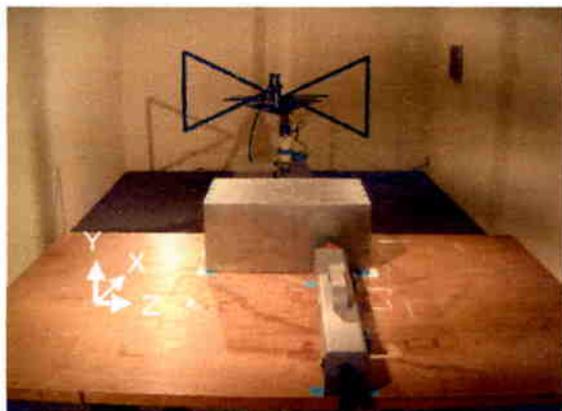


図1 実験風景

3. 実験

3.1 筐体の接合部とノイズ

実験筐体およびノイズ発生用アンテナを用いて、接合部の形状とノイズの関係を調べた。測定は、①筐体無し、②ネジ締め無し (筐体を被せただけ)、③1つおきネジ締め (ネジ締め間隔120mm)、④全てネジ締め (ネジ締め間隔60mm) の4つの状態で行った。

3.2 筐体の開口部 (スリット) とノイズ

図2のように実験筐体に開口部 (スリット) を開け、開口部とノイズの関係を調べた。スリットは表1に示す位置と寸法でA~Dの4種類について行った。表1の $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$, $\beta 2$ は図2に示す。

4つのスリットにより、①開口部の大きさ (ヨコ) とノイズ (スリットA, B)、②開口部の大きさ (タテ) とノイズ (スリットA, D)、③開口部の位置 (ヨコ) とノイズ (スリットB, C) の3パターンについて実験した。

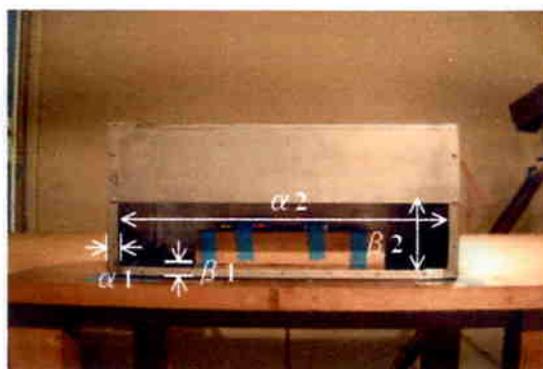


図2 筐体を開けたスリット

表1 スリットの位置と大きさ

スリット	A	B	C	D
$\alpha 1$	14mm	14mm	14mm	14mm
$\beta 1$	15mm	15mm	150mm	15mm
$\alpha 2$	422mm	150mm	150mm	422mm
$\beta 2$	22mm	22mm	22mm	85mm

3.3 シミュレータによる解析

電磁界シミュレータ (MAGNA/TDM: (株)CRCソリューションズ) を用いて, FDTD法により筐体開口部から放射されるノイズの様子をシミュレーションした。解析空間をX:1200mm, Y:700mm, Z:800mm, SUS304の物理定数を導電率: $1.39e+7$, 比誘電率: 1, 比透磁率: 1とした[1]。メッシュは解析空間を20mm, 筐体部分は10mm (厚さ方向は0.4mm) とした。励振波形は帯域幅 1 GHz のガウシアンパルスとした。

4. 結果および考察

4.1 筐体の接合部とノイズ

実験結果 (水平) を図3に示す。筐体を被せただけではノイズ低減効果があまり得られず, ネジ間隔120mmで800MHzより上の部分でいくつかピークが見られる。ネジ間隔60mmではノイズ低減効果が現れている。接合部はネジできちんと締め付けないとノイズ低減効果が十分に得られないことが分かった。ネジの締め方が筐体接合部の間隙に影響していると考えられる。

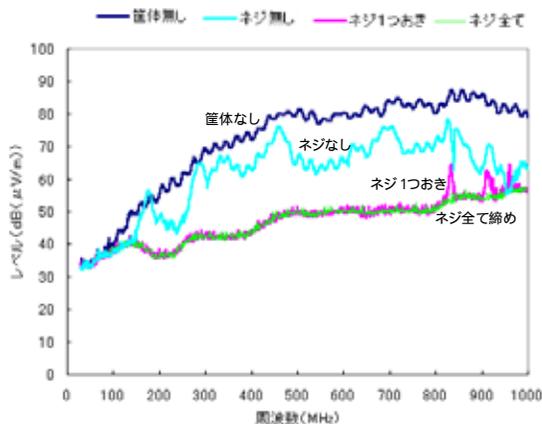


図3 接合部のネジの締め方とノイズ (水平)

4.2 筐体の開口部 (スリット) とノイズ

図4~9に結果を示す。図4~7より, スリットが大きくなるとノイズも大きくなる傾向にある。また, ピークの位置にも違いが生じることが分かる。また, 図8~9からスリット位置によりノイズの出方に差があることが分かった。これらより, スリットの大きさやノイズ源とスリットの位置により, ノイズの出方に影響があることが分かった。この結果は, シミュレータ解析による可視化でも確認でき, 製品の設計において, これらを考慮することでノイズの低減化を図ることが可能であると考えられる。

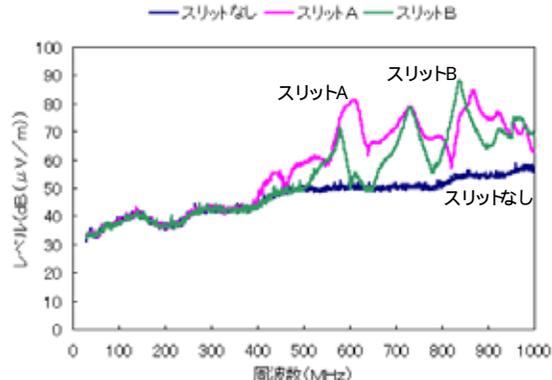


図4 スリットの大きさ (ヨコ) とノイズ (水平)

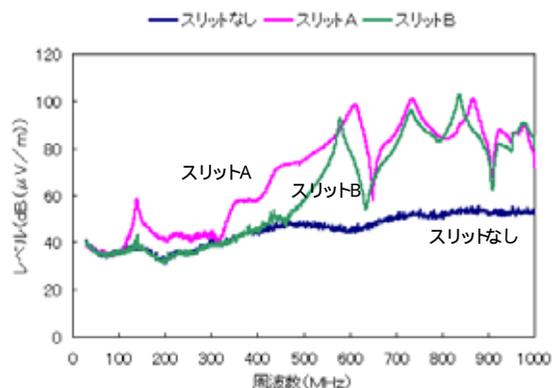


図5 スリットの大きさ (ヨコ) とノイズ (垂直)

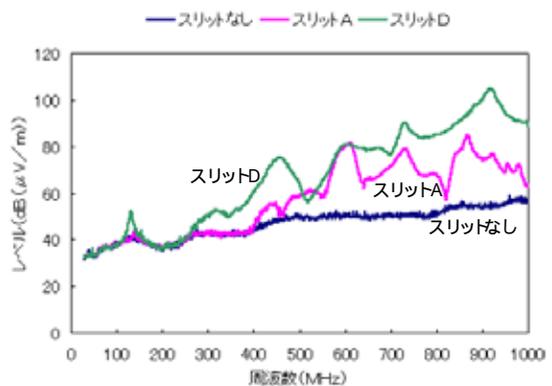


図6 スリットの大きさ (タテ) とノイズ (水平)

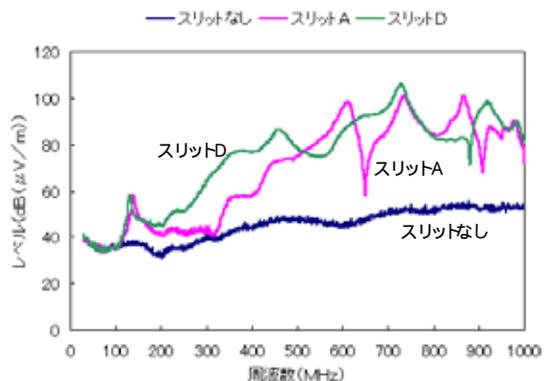


図7 スリットの大きさ (タテ) とノイズ (垂直)

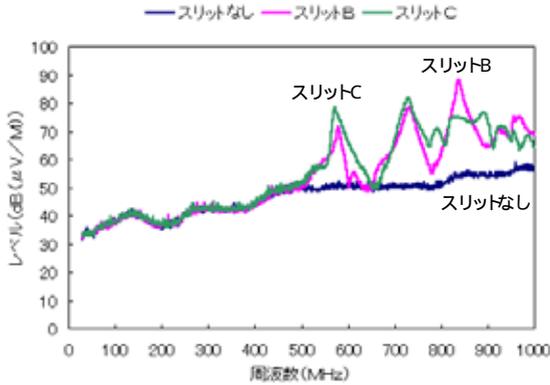


図8 スリットの位置(ヨコ)とノイズ(水平)

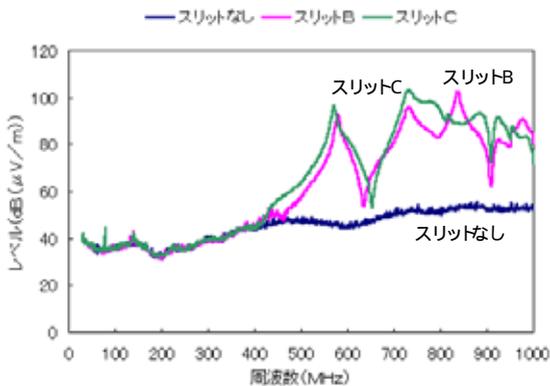


図9 スリットの位置(ヨコ)とノイズ(垂直)

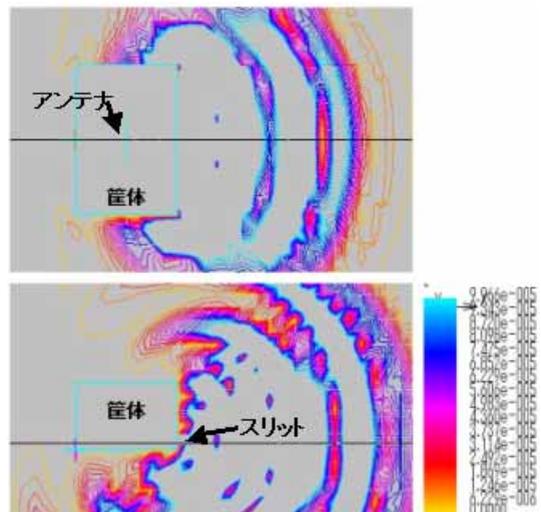


図10 スリットAのノイズ放射(上:XZ面 下:XY面)

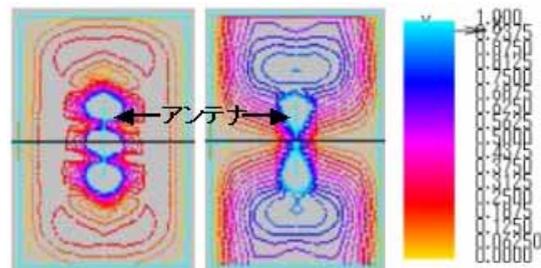


図11 筐体内部の電界の様子

4.3 シミュレータによる解析

シミュレータは時間変化を追って可視化することができ、解析結果をアニメーションで見ることができるので、ノイズの伝搬の様子を把握において大いに役立つツールである。解析の結果としてスリットAの場合を図10に示す。図10の上はXY面(筐体を上から見た状態)、下はXZ面(筐体を脇から見た状態)で見たものである。スリットからノイズが漏れて、スリット前面だけでなく、筐体の周りに巻き込んでいる様子が分かる。図11は筐体内部の電界の様子である。様々なモードで振動していることが分かる。スリットから放射されるノイズの強度や周波数は、筐体やスリットで大きく影響を受けると考えられる。

5. まとめ

筐体の接合部や開口部の形状とノイズの関係を、実測とシミュレーションにより調べた。その結果、接合部のネジ間隔が大きいとノイズも大きいことが分かった。また、開口部の寸法はノイズの周波数と強度に影響することが分かった。今後、これらの解析をさらに進めいく予定である。

参考文献

[1] 大力賢次, 飯村成洋, 浅野健治: シミュレーション活用によるノイズ低減化技術の研究; 地域ものづくり対策事業補助金中小企業技術開発産学官連携促進事業成果普及講習会用テキスト