

社会インフラを支えるEMCと製品安全試験

玉手 泰将
戸所 佑策

多田 雅則
菊池 秀克

EMC (Electro Magnetic Compatibility) 試験や製品安全 (Product Safety) 試験は、製品開発において信頼性に係わる重要な試験である。しかし、一般生活ではほとんど注目されず、問題が発生した時だけ表面化する。人々の生活向上と経済発展に必要な社会インフラである電気、ガス、情報通信、乗り物、医療などは電力が正常に供給されかつ各々の装置が正常に意図した動作をし続けなければ生活は混乱する。そのようなことが起こらないように、社会インフラの整備、充実の陰で、私たちの生活と安全を守り、安心して暮らせる社会を維持するために、信頼性の高い製品を市場に投入することが製造者側の重要な役割でもある。OKIエンジニアリングでは、長年にわたり幅広い分野でEMC試験、製品安全試験等、信頼性分野で社会に貢献してきた。

本稿では、EMC試験と製品安全試験の規格要求事項と、それを達成させるための総合技術支援の取組みについて紹介する。

EMC試験の要求事項

(1) EMC とは

EMCとは電磁両立性とも呼ばれ、ノイズ問題の2つの側面をまとめて表現したものである。機器から放出される不要輻射であるエミッション (EMI: Electro Magnetic Interference) と、外部から侵入するノイズに耐えるイミュニティ (EMS: Electro Magnetic Susceptibility) のノイズ問題を指しており、EMC試験は国際規格および各国・地域規格等により規制されている。EMC試験を実施する場合は基本的に以下のことを考慮して取り組むが、近年、様々な複合製品および新製品が開発されているため、必ずしも適用規格が制定されているとは限らないため注意が必要である。

(2) エミッション試験

エミッション試験は電気・電子機器から放出される電磁波の強さを評価するものであり、いわば加害的な立場による評価である。試験はそのノイズの伝搬経路

により2つの種類がある。

①放射妨害電界 (Radiated Emission)

空气中を伝搬経路として他の電子機器に障害を与える場合。

②伝導妨害電圧 (Conducted Emission)

機器の接続されている線路を伝搬経路として他の電子機器に障害を与える場合。

(電源線やLANケーブルなどを介する伝搬)

多くの場合、周波数30MHzを境界として評価試験が分かれる。放射妨害電界は30-1000MHz (規格によっては1000MHz以上) の周波数帯域で、伝導妨害電圧は0.01-30MHzの周波数帯域で評価試験が実施される。なお、規格によっては30MHz以下の低周波帯域での放射妨害電界 (実際には磁界強度を測定し、電界強度に換算していることが多い) を規定している場合もある。被試験装置から放射される電波を測定するため、外来の電波から遮断されかつ内部で電波が反射しない電波暗室で試験を実施することが近年では主流である。表1に主なエミッション規格を示す。

表1 主なエミッション規格

規格番号・名称	目的・概要
CISPR16シリーズ 放射、伝導性妨害	装置から意図せず出る不要輻射規制
IEC61000-3-2 電源高調波電流	電気・電子機器による電源波形歪みを規制
IEC61000-3-3 フリッカ	機器の消費電力変化による照明のちらつきを防ぐための規制

(3) イミュニティ試験

イミュニティ試験は外部からノイズを印加して、電気・電子機器がどの程度耐えるかを評価するものであり、被害者の立場での評価である。

イミュニティ試験も基本的にはエミッション試験同様に2種類の伝搬経路で考えることができる。さらに、静電気放電、雷サージ、電源変動/瞬停の3項目を含めて

論議することが一般的である。

標準化された主なイミュニティ規格、IEC61000-4シリーズは、あらゆる電気・電子機器に適用できる基本規格として試験方法を規定し、複数の試験レベルを示す規格である。一方、EMC規制で引用される規格は製品または製品群規格であり、製品・製品群規格は基本規格の中の特定の試験レベルを適用しイミュニティ試験を実施するよう定められている。表2に主なイミュニティ規格を示す。

表2 主なイミュニティ規格 IEC61000-4 シリーズ

規格番号・名称	目的・概要
IEC61000-4-2 静電気放電	静電気を帯電した人体が電子機器に触れた場合に生じる静電気放電に対する耐性評価試験
IEC61000-4-3 放射無線周波数電磁界	携帯電話等の無線機器からの放射や、電子機器からの不要輻射に曝された場合の耐性評価試験
IEC61000-4-4 電氣的ファースト トランジェント/バースト	電源線や信号線に重畳する、誘導性負荷のスイッチングやリレーのチャタリングに伴うパルス性の高周波ノイズを受けた場合の耐性評価試験
IEC61000-4-5 雷サージ	雷や大電力機器のスイッチング等により、電源線に伝播し、装置に進入してくるサージに対する耐性評価試験
IEC61000-4-6 無線周波数電磁界による 誘導性伝導妨害	電源線や信号線に重畳する、無線周波数磁界（放送・通信波等）によって誘導される伝導妨害に対する耐性評価試験
IEC61000-4-8 電源周波数磁界	大型変圧器や電力線からの磁界（50/60Hz）を受けた場合の耐性評価試験
IEC61000-4-11 電圧ディップ、短時間 停電および電圧変化	電源の電圧ディップ・瞬停又は、電圧変動の影響によりどのような影響を受けるかを評価する耐性評価試験

製品安全試験の要求事項

国際安全規格では、絶対安全は定義されていない。安全はリスクを経由して定義され、「受容できないリスクがない」ことを持って安全と定義している。

安全な製品とは、社会において現時点で受け入れられるレベルにリスクを低減した製品のことを言う。

製品安全規格での危険の要因として、一般的には次の8つの項目が上げられる。

①感電の危険

人が装置に触れた場合に感電しないか、絶縁破壊

や漏れ電流などによる危険

②エネルギーによる危険

電源を遮断したときに、キャパシタなどに残る残留エネルギーなどの危険

③熱危険

ヒーターや電球など熱くなる装置の、やけどに対する危険

④火災の危険

部品の故障、塵埃の蓄積による部品のショート、絶縁破壊などによる発火や火災などによる危険

⑤機械的危険

歯車、チェーンなど動く部分に指などを挟まれないか、また、装置の転倒などに対する機械的な危険

⑥放射線の危険

X線、マイクロ波や、赤外線などによる危険

⑦化学的危険

薬品などを扱う機器についての危険

⑧患者への危険

これは医療機器のみであるが、患者に対する保護として、ほかの規格より厳しい要求がある

以上のような、危険要因を未然に除去し製品が安全に使用できるように試験、評価することが製品安全試験である。

設計段階の総合技術支援の取組み

(1) EMC 設計支援

装置を開発する上で、設計段階からEMCを考慮して設計することをEMC設計と呼んでいる。設計段階のエンジニアは性能や機能の実現に関心が高く、EMC設計を後回しにする傾向がある。その結果、試作品の装置評価でEMC対策に予期せぬ時間とコストがかかってしまうことが実情である。当社ではこの問題に対処するため、設計段階からのEMC設計支援を提供している。

EMC設計は大きく2つの手法がある。1つ目は、EMCレビュー、2つ目はシミュレーションの活用である。

EMCレビューは、EMCに特化したもので同じプロジェクトの担当者で行うのではなく、多方面からEMC見地のコメントを出せるキーマンが、設計段階全てのフェーズで繰り返しレビューを行うことが重要である。レビューで指摘された内容をフィードバックしながら次工程に進むことで、EMC対策の時間やコストを削減できる。

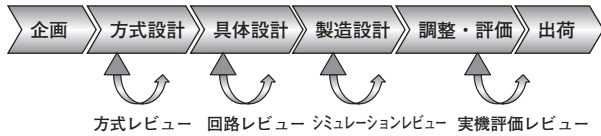


図1 EMCレビュー

2つ目の手法は、シミュレーションの活用である。特に高速・大規模回路における放射妨害電界の確認は人力では困難である。最新のシミュレーションツールを有効利用し、設計段階で信号・電源それぞれの品質を確保することが重要となる。

EMC設計を行い考えられるすべての対策を盛り込んだ回路・装置であっても、実際の評価で問題が起きる可能性はゼロではない。しかし、基本的な課題を抑えた設計を行うことにより、真の原因追究にたどり着くまでの時間は短縮できる。

(2) 製品安全設計支援(プリチェック)

製品安全でのプリチェックとは、規格適合性試験に入る前の設計段階で目視による構造確認をすることを言う。試験対象装置をレビューしながら、対象規格の解説や、設計上の注意点なども含め、試験前段階で不適合箇所の洗い出しを行う。これにより規格適合性試験時の不具合から派生する大きな設計変更や部品選定のやり直しを防ぐことができる。

主なプリチェック項目を以下に示す。

- ・構造検査
 - 電撃又は火傷に対する保護
 - 機械的危険に対する保護
 - 表示類の確認等(銘板、表示色等)
- ・主要部品の確認
 - 認証有無確認(難燃材料等)
- ・資料の確認
 - 取扱い説明書、保守マニュアル
- ・リスクアセスメント実施支援
 - 手順確認、考え方指導
 - リスクの概念

受容可能なリスクの概念は3領域に分かれる。受容可能なリスクの境界線は、現時点の一般社会で、受け入れられる範囲のことで、技術の進歩とともに変化する。

リスク概念の3領域

- 領域① 広く受容できるリスク領域で、誰もが危険ではないと認識する領域。
- 領域② リスク低減をした方がよい領域で、危険は無くなっていないが、保護手段があるので、大丈夫だと認識する領域。

領域③ 受容できない領域で、誰もが危険だと認識する領域。

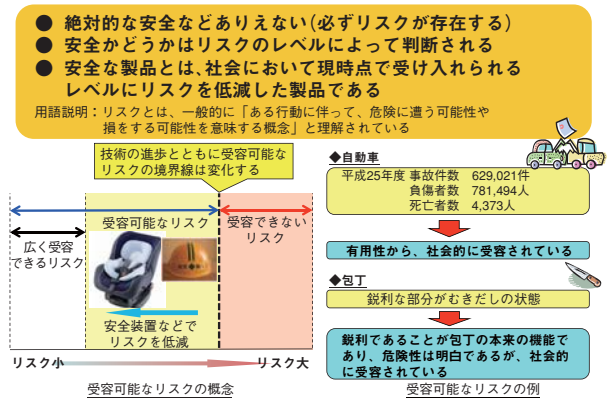


図2 リスクの概念

(3) リスクアセスメント

リスクアセスメントとは、危害シナリオを見出し、リスクレベルが受容可能になるまで対策することで、製品事故を未然に防ぐ手法のことである。図3の手順に従いリスクアセスメントは実施される。

リスクアセスメントとは、危害シナリオを見出し、そのリスクレベルが受容可能になるまで対策することで、製品事故を未然に防ぐ手法

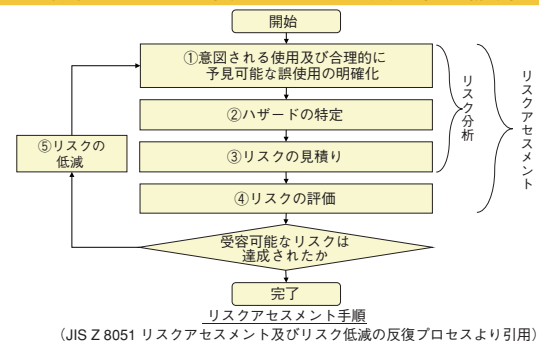


図3 リスクアセスメント手順

手順① 誤使用の明確化

製品使用状態を、正しい使用、故障状態での使用、予見可能な誤使用と予見不可能な誤使用の4つに分けて考える。

手順② ハザードの特定

製品に関連するハザードを特定する方法には、危害シナリオ、FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)、FTA (Fault Tree Analysis)、ハザード・マトリックス等、様々な方法があるため製品に適した方法を選択することが重要となる。

手順③④ リスクの見積りと評価

特定した危険源からどのくらいのリスクがあるか見積もる。リスクの評価に使用する手法として、R-Map手法が代表的である。この手法は、縦軸に発生頻度、横軸に危害の程度を表し、リスクレベルを可視化したものである。

- リスクの見積り、リスクの評価に使用する手法として、R-Map手法が代表的
- R-Map手法を用いてリスクレベルを可視化することで、リスクが受容可能かどうか容易に判断できる

・R-Map手法は、(財)日科技連の「R-Map実践研究会」で開発されたリスクアセスメント手法
 ・R-Map実践研究会編著「製品安全、リスクアセスメントのためのR-Map入門(第1版)」
 (財)日科技連HP (<http://www.juse.or.jp/reliability/103/401>)参照。

5	10 ⁴ 以上 →10 ⁵ 以上	致命的	C	B3	A1	A2	A3	A領域 受容できない (耐えられない)リスク領域
4	10 ³ 以上 →10 ⁴ 以上	重大	C	B2	B3	A1	A2	
3	10 ² 以上 →10 ³ 以上	中等	C	B1	B2	B3	A1	
2	10 ¹ 以上 →10 ² 以上	軽微	C	C	B1	B2	B3	
1	10 ⁰ 以上 →10 ¹ 以上	軽微	C	C	C	B1	B2	
0	10 ⁻¹ 以上 →10 ⁰ 以上	許容できない	C	C	C	C	C	B領域 最小限のリスクまで 低減すべき領域
			C	C	C	C	C	C領域 社会的に受入れ可能な リスクレベル= Safety領域
			軽微	軽微	中等度	重大	致命的	
			0	I	II	III	IV	

例)発生頻度：しばしば発生する→4
 危害の程度：重大→III の場合
 リスクレベルは「A1」となり、許容できない。
 発生頻度を下げてC領域を達成するには、
 4セル分(10⁻⁴=1/10,000)のリスク低減が必要。

消費生活用製品に用いるR-Map

図4 R-Map

手順⑤ リスク低減

許容可能なリスクが達成できない場合は、本質的安全設計、安全防護、使用上の情報提供などにより、リスクを低減する。

この手順を、受容可能リスクが達成するまで繰り返す。

評価段階の総合技術支援の取組み

(1) EMIノイズの可視化

製造者は製品出荷に当たり、EMI(放射電界)試験に適合しなければならないが、EMI試験は不適合となることが多く、その対策、解決作業に多くの時間と労力が必要となる。

当社では、ノイズを可視化するツールを導入したことで、ノイズ源を早期に特定し対策時間の短縮を実現するEMIノイズ可視化診断サービスを提供している。

可視化ツールによるノイズ分析例を図5に示す。サンプルの各面を可視化ツールでスキャンすることで、視覚的にノイズ分布状態を確認でき、ノイズ発生箇所を容易に特定できる。

ノイズ発生箇所を特定した後、ノイズの発生要因を特定し、適切な対策を施す。その後、電波暗室にて対策効果および試験の適合性を確認し、適合すれば完了となる。

上記のように、電磁波ノイズ可視化診断サービスでは“可視化ツール”、“当社技術者のノウハウ”及び“電波暗室での公式EMI試験”それぞれの利点を活用し、より早く、

正確に対策を製品に施すことができる。お客様の製品がEMI試験で不適合となった場合でも、最短で規格に適合するよう支援している。

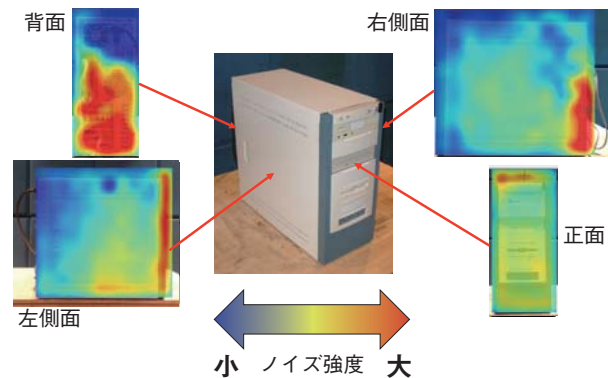


図5 ノイズ可視化ツールによる分析事例

まとめ

社会インフラは、人々の生活、企業活動においてなくてはならない社会基盤であり、電力、通信、交通等の幅広い分野で電力を使用し構築されている。その使用されている装置、設備、システム等は、私たちの生活と安全を守り、安心して暮らせる社会を維持するために、信頼性の高い製品が求められる。また、試験規格は技術の進歩とともに要求内容も進化しており、現在規格で定められない事例はリスクアセスメントとして考えることが追加要求となってきている。当社では、今後もEMC、製品安全等、信頼性分野において最新の試験評価分析技術を向上、提供することで社会に貢献したいと考えている。

● 筆者紹介

玉手泰将：Yasumasa Tamate. 沖エンジニアリング株式会社 EMC事業部

多田雅則：Masanori Tada. 沖エンジニアリング株式会社 EMC事業部

戸所祐策：Yusaku Todokoro. 沖エンジニアリング株式会社 EMC事業部

菊池秀克：Hidekatsu Kikuchi. 沖エンジニアリング株式会社 EMC事業部