

リバブレーションチャンバーによる イミュニティ試験

小嶋 拓也

近年、無線技術の発展や部品の電子化/高集積化により、外来電波があっても装置が正常に動作するための電磁耐性の品質向上が求められている。実際の環境では様々な電波・電磁ノイズが飛び交うことから、EMC規格試験をクリアしても市場で不具合が発生する恐れがある。本稿では、多方向から到来する電波を模擬した試験環境を作り出すリバブレーションチャンバー（Reverberation Chamber:以降RVCと略す）について、その概要と特徴を解説し、車載部品のイミュニティ試験を例にRVC法（多方向）とALSE（Absorber-Lined Shielded Enclosure）法（一方向）の試験の相違点、及び試験事例を紹介し、RVCによるイミュニティ試験の有効性について報告する。

らの多様な電波環境に曝（さら）される。図1は実際の電波環境を模式的に示したものである。

車載電子機器は、自動車の安全・安心のため、いかなる電波環境下でも、故障や誤動作なく正常に動作することを事前に確認しておく必要がある。従い電磁耐性試験は重要な試験項目である。

従来の電波暗室での電波照射試験（ALSE法）は、一定の方向からの電波に対する耐性試験しか行えない。しかし、弊社で新設したRVCでは室内に電波を持続的に反射反響させるための電波攪拌（かくはん）装置を設置しており、実環境下に近い多方向からの電波照射試験（RVC法）が可能となる。なお、本RVCは車載電子機器向けでは国内試験所として業界初の導入である。

EMC試験の概要

EMC (Electromagnetic Compatibility) は電磁的両立性であり、EMI (Electromagnetic Interference: 電磁妨害) とEMS (Electromagnetic Susceptibility: 電磁耐性) の2つの側面をまとめて表現したものである。EMC試験は、供試品の電子機器が電磁的ノイズを発生し他に妨害を与えないこと（エミッション試験）、及び外部からの電波で供試品の電子機器が影響を受けないこと（イミュニティ試験）を確認する試験である。表1は車載製品に関するEMC試験の代表例を示す。

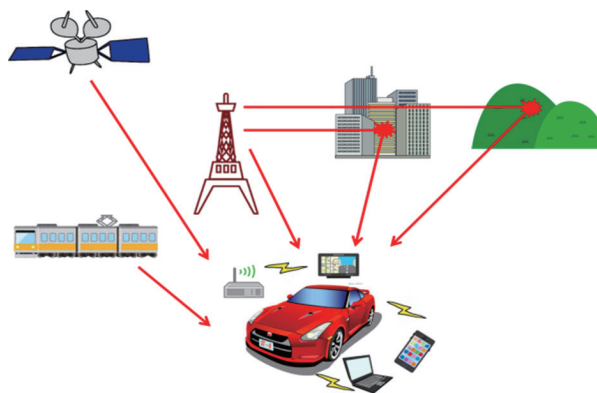


図1 実際の電波環境

表1 車載製品のEMC試験の代表例

エミッション試験	イミュニティ試験
放射 EMI	放射EMS (ALSE法/RVC法)
伝導 EMI (電圧/電流)	TEMセル
過渡 EMI	BCI 過度電圧 静電気

リバブレーションチャンバーの概要及び特徴

RVCは、送信アンテナから照射された電波を、チャンパー内壁の金属表面で反射させ、さらに電波を散乱させるスターラーと呼ばれる金属製の攪拌板を回転させることによって、多方向から到来する電波を模擬した電波試験環境を作り出す部屋のことである。図2に、弊社が導入したRVCの内部を、表2に基本仕様を示す。

今後、運転支援などのため車車間や路車間で通信するコネクテッドカーが増加すると見込まれており、車載電子機器は、今まで以上に車内外で発生する多方向か

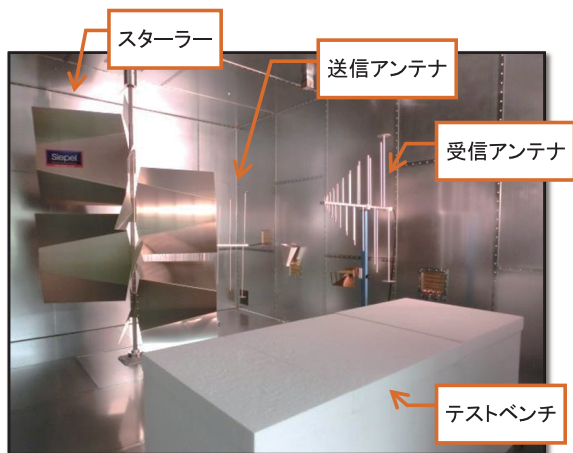


図2 RVCの内部

表2 RVCの基本仕様

項目	仕様
対応周波数	80MHz~6GHz
試験レベル	~1000V/m

(1) チャンバーでの共振

金属製の空洞箱内で電波を送信した時、共振周波数と送信周波数が一致すると定在波が発生する。図3にチャンバー内の共振の様子を示す。このように、チャンバー内に共振を発生させることにより、低い送信電力で非常に高い電界強度を得られるのがRVCの特徴の1つである。

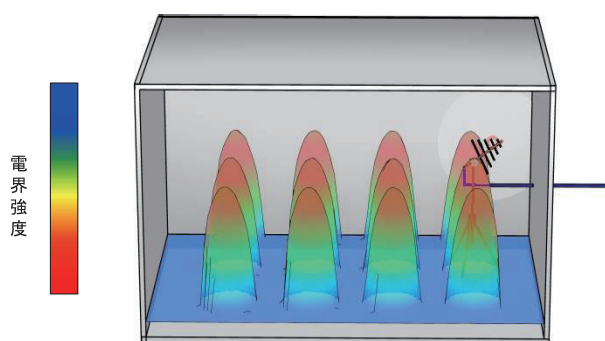


図3 チャンバー内の共振の一例

(2) スターラーの効果

チャンバー内に設置したスターラーにより電波を攪拌することでランダムな反射が起こり、共振モードが変化する。図4は攪拌した様子を示した図である。

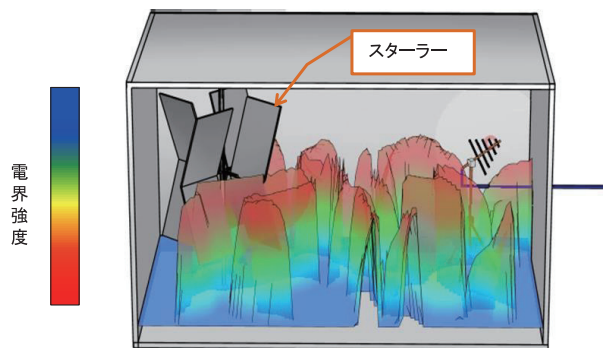


図4 スターラー設置時の電界分布の一例

(3) 電界推移

テストベンチ上に置いた電界センサーの電界推移を図5に示す。電界の向きは時間変化に伴い変化し、電界強度も3軸ばらばらに推移する。多方向から到来する電波を模擬したRVCの特徴の1つである。

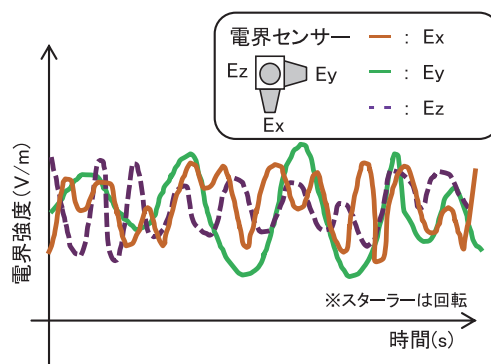


図5 電界強度の推移の一例

(4) テストボリューム (RVC法とALSE法の比較)

スターラーを360度回転することで、テストボリュームと呼ばれる統計的に電界強度が均一なエリアが作り出され、この領域に供試品を設置し試験を実施する。この領域の評価基準は、3軸の電界センサーで均一領域の頂点となる8箇所の電界を測定し評価される。国際規格ISO11452-11¹⁾で許容される標準偏差を表3に示す。

表3 RVCの電界均一性の評価基準

周波数	許容偏差
< 100 MHz	6 dB
100 MHz ~ 400 MHz	6 dB ~ 3 dB
> 400MHz	3 dB

次にテストボリュームの大きさの比較を示す。網掛で示した領域が所望の電界強度で試験が実施可能な範囲である。

図6はRVC法でのテストボリュームを示し、テストベンチを覆うほどの大きな領域が確保でき、供試品とそれに付随する周辺機器も同時に試験することが可能である。

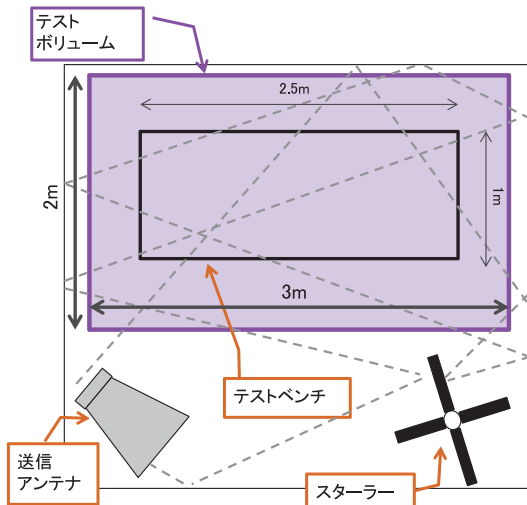


図6 RVC法でのテストボリューム

図7はALSE法のテストボリュームを示し、アンテナ正面の狭い領域のみが所望の電界強度となる。

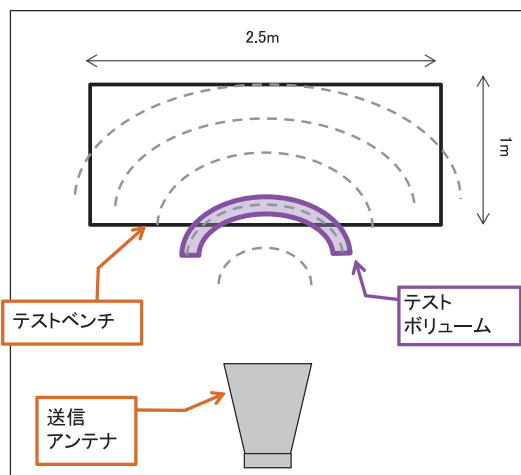


図7 ALSE法でのテストボリューム

国際規格ISO 11452-11¹⁾に準拠したRVC法の試験セットアップを図8に、ISO 11452-2²⁾に準拠したALSE法の試験セットアップを図9に示す。テストベンチはRVC法では低誘電体材、ALSE法では銅板となっていることが特徴である。RVC法では下方向(床方向)からの電波も照射可能のように低誘電体材を用いる。

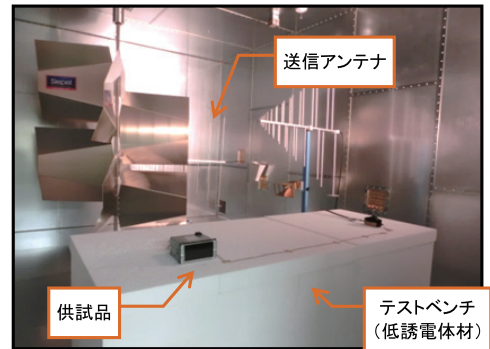


図8 RVC法の試験セットアップ

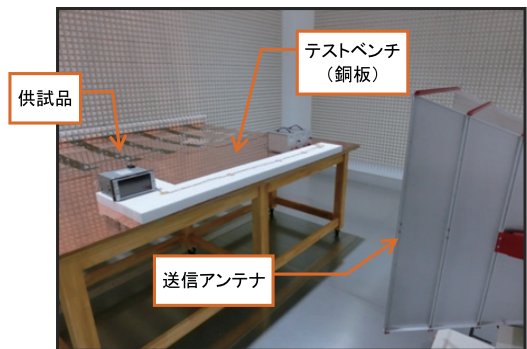


図9 ALSE法の試験セットアップ

今回の試験では、どちらの方法も、試験周波数は200MHz~2GHz、試験電界強度は200V/mで実施した。誤動作判定はカーナビゲーションの画面表示が正常か否かを確認した。写真1は試験前の正常状態の画面表示である。



写真1 正常動作時の画面表示

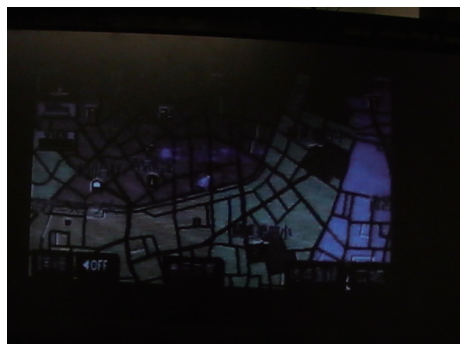
リバブレーションチャンバーの試験事例

次に、供試品として車載カーナビゲーションを用いたイミュニティ試験の結果を紹介する。

RVC法での誤動作の一例を写真2に示す。(a)は231.5MHzの電波を印加したときの結果であり、縞(しま)ノイズと呼ばれる横線が画面に入り画像が乱れた。(b)は243.1MHzの電波を印加したときの結果であり、輝度が低下し画面が暗くなっていることが分かる。



(a) 231.5MHz 縞ノイズ



(b) 243.1MHz 輝度低下

写真2 RVC法の試験結果の一例

同一周波数でのALSE法の試験結果は写真3であり、誤動作は確認できていない。

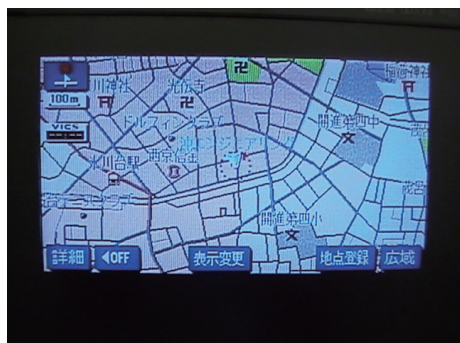


写真3 ALSE法の試験結果の一例(231.5MHz)

そこで、RVC法による多方向からの電波照射試験で誤動作が発生し、ALSE法で同様の誤動作が起きなかつ

たのかを検証したところ、ALSE法規格準拠の条件とは異なるが、供試品の向きを変えながら試験を繰り返すことによって、誤動作を24回目で再現することができた。この結果、供試品への電波照射面による違いであることが確認できた。

このように、ALSE法で規格準拠の試験を実施しても、誤動作を発見できない可能性がある。RVC法による試験を用いれば、誤動作の発見が容易に可能である。

まとめ

リバレーションチャンバーによるイミュニティ試験の有効性は以下である。

- 多方向からの電波照射を行うことで、実際の環境に近い状況を模擬した、試験が可能
- 電界強度の均一エリアが広いため、システム全体に対する試験が可能
- テストボリューム内は電界強度が均一であるため、再現性の高い試験が可能
- ALSE法に対し容易に誤動作の発見が可能

今回紹介した、RVC試験を通し製品の更なる品質向上に役立てられるものと考えている。当社は、今後もユーザーの皆様への信頼性に対する要求に応えられるよう試験設備及び技術を向上させていく所存である。 ◆◆

参考文献

- 1) INTERNATIONAL STANDARD,ISO 11452-11“Reverberation chamber”
- 2) INTERNATIONAL STANDARD,ISO 11452-2“Absorber-lined shielded enclosure”

筆者紹介

小嶋拓也：Takuya Kojima. 沖エンジニアリング株式会社 EMC事業部