

10m法電波暗室とEMC評価設備の構築

Construction of 10m Radio Anechoic Chamber and EMC Test Equipment

国枝 義弘 *Yoshihiro Kunieda*
坂本 勇一 *Yuichi Sakamoto*
酒井 真一 *Shinichi Sakai*
田中 国次 *Kunitsugu Tanaka*



要 旨

自動車の制御の高度化、情報化に伴い自動車のオーディオ機器、制御機器に関しても無線装置や電子・電気装置が多く使われるようになってきている。それらの機器には電磁波の放射を伴うものがあつたり、意図しない電磁エネルギーの一部を周囲空間や電源線などへ放出したりして自動車内外の電磁環境の悪化を招いている。また逆に放出された電磁波によりそれら機器が誤動作することも発生し問題となっている。

近年、このような状況を踏まえ世界各国で電磁波に関する規制が強化されつつあり、この電磁波規制に対応する為の評価設備として10m法電波暗室とEMC (Electro Magnetic Compatibility) 評価設備を構築したので紹介する。

Abstract

Radio communication equipments and other electronic devices are becoming widely used for car audio and car control equipments with the upgrade of car controls and information. These equipments/devices however affect the electromagnetic environment inside and outside the car with radiating unintentional electromagnetic energy to the ambient space and the power supply lines. Moreover, equipment malfunctions due to electromagnetic disturbances become problems.

Recently, regulations concerning electromagnetic wave radiation are being enforced on each country. Fujitsu ten has constructed the 10m Radio Anechoic Chamber and the EMC Test Equipment meeting to these new regulations.

1. はじめに

近年、自動車用を問わず電子・電気機器のEMC（Electro Magnetic Compatibility：電磁環境両立性）が問題視されている。当社としても、EMCに関する試験評価は以前から行っていたが、ここ数年の急激なEMC規制の強化に対応出来る試験設備を保有しておらず、社外の試験サイトを借用し対応するのが現実であった。

当社以外の企業にとっても状況は同じで社外の試験サイトの予約も困難な状況にあった。

そのような状況の中で中津川テクノセンターが設立され各国のEMC規制に対応出来る設備が導入された。

主な設備としては

10m法電波暗室

シールドルーム

エミッション試験システム

イミュニティ試験システム

（アンテナ照射法、TEMセル法）

である。（図-1、図-2）

以下に規制とそれに対応した設備の概要とこれら設備構築時の品質管理と測定技術について述べる。



図-1 電波暗室

Fig.1 Radio Anechoic Chamber



図-2 シールドルーム

Fig.2 Shielded Room

2. 欧州EMC規制

EMCに関する国際規格はISO（国際標準化機構）とIEC（国際電気標準会議）、CISPR（国際無線障害特別委員会）によって制定され、各地域、各国は地域規格、各国規格を国際規格に整合させるべく規格の制定を行っている。

欧州ではEN規格、アメリカではFCC規格、日本ではVCCI規格（情報処理装置等電波障害自主規制協議会）等各地域、国の規格を制定している。（VCCIは自主規制）

1996年1月よりEU（欧州共同体）域内で販売される電子・電気機器及びシステムにEMC指令が強制適用されており適合した製品にはCEマークの表示を義務づけている。

自動車についても時を同じくして型式認定の際のEMCに関する規制72/245/EECが強化され95/54/ECとなり、適合車両にはeマークを表示することとなった。

この72/245/EECと95/54/ECの内容での主な変更点は

新たにイミュニティに関する試験項目が追加

ディーゼルエンジンの車両にも適用拡大

狭帯域ノイズの測定が追加

車両本体での試験のみから部品での試験も可能である。

この項目の追加により部品メーカーもこの規制に対応しなければならない状況となった。また、部品試験法もこれまでにない特殊な条件での試験法であり、これまでの当社のEMC試験設備では対応不可能であった。

この状況を打破する為に中津川テクノセンターが開設され、EMC試験設備が導入された。

3. 10m法電波暗室

3.1 電波暗室とは

電波関係の測定に用いる実験室でその天井、床、側壁などの内面には電波吸収体（ウレタン吸収体とフェライト吸収体）を張り巡らせて構成したものである。

ウレタン吸収体は発泡ウレタンにカーボンを浸透しピラミッド状に成形したもので主に高い周波数の減衰特性に優れ、フェライト吸収体はタイル状の磁性体であり主に低い周波数の減衰特性に優れる。

その2つの吸収体を組み合わせ、今回導入した電波暗室は30MHz～18GHzまでの周波数帯域での使用を可能としている。

EMC評価用の電波暗室は床面だけは「地面と等しい電波反射特性をもつ面」あるいは「完全反射する金属面」

にすることが要求されている。当社の10m法電波暗室は後者を採用している。また、部屋の内壁とその前面に添付する電波吸収体との間には「電波のシールド層」を設けて暗室に「シールドルーム」としての機能を持たせている。(図-3、図-4)

3.2 電波暗室の特性評価方法

電波暗室の特性の評価方法はEMC評価用の電波暗室で

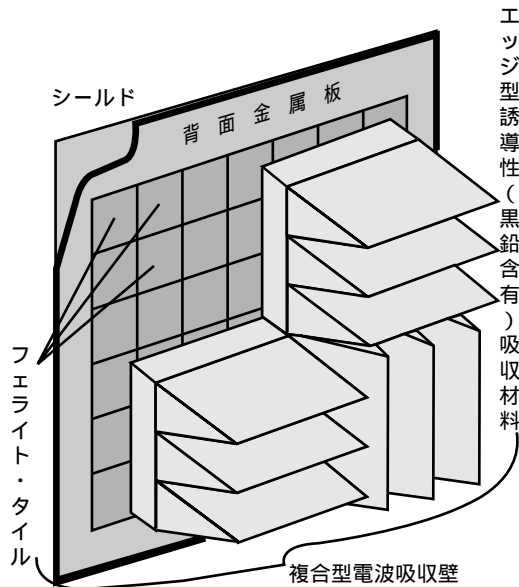


図-3 電波暗室の内部壁面の構造概略図

Fig.3 Internal Wall Construction of Radio Anechoic Chamber

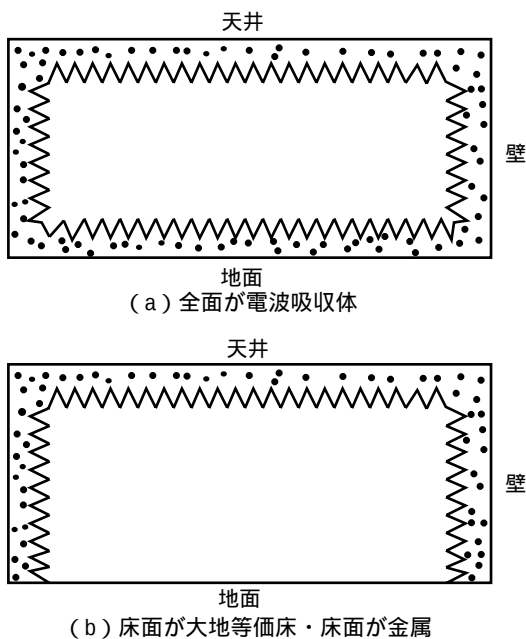


図-4 電波暗室の構造

Fig.4 Construction of Radio Anechoic Chamber

はCISPR16及びANSI C63.4等に規定されている「サイトアッテネーション」特性と、IEC1000-4-3に規定のアンテナ照射法イミュニティ試験時の電界均一性で性能を評価する。

前者は即ち「標準のオープンサイトとの比較」又は「理論的なサイトアッテネーション値との比較」で行われ、偏差は $\pm 4\text{dB}$ が許されている。

後者は高さ1.55mのリファレンスポイントに対しリファレンスポイントを中心とした一辺1.5mの正方形のエリアの内16ポイントの電界強度の偏差が6dB以内であると規定されている。(図-5、図-6)

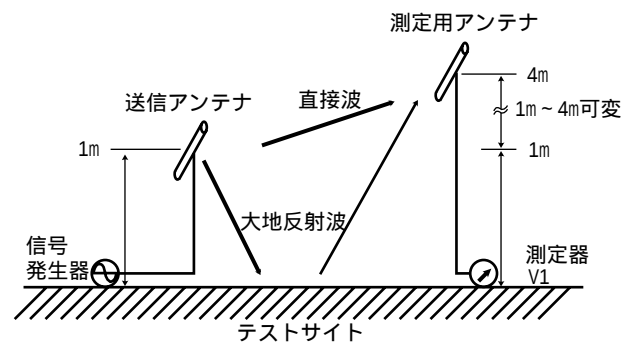


図-5 サイトアッテネーションの測定レイアウト

Fig.5 Layout of Site Attenuation Measurement

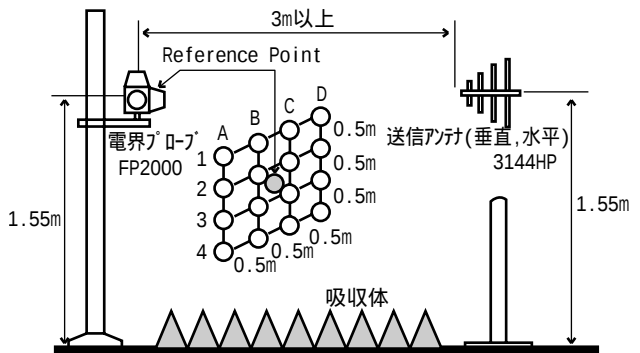


図-6 1000-4-3 電界の均一性の測定レイアウト

Fig.6 Layout of Electric Field's Uniformity Measurement

3.3 電波暗室構築時の品質管理

今回当社が導入した10m電波暗室ではサイトアッテネーション特性を3.1項で説明したサイトアッテネーション特性の許容値 $\pm 4\text{dB}$ (約3dBの測定の不確実性とサイトの不備に対する追加許容値1dBよりなる合計評価誤差)よりもさらに厳しい $\pm 3\text{dB}$ に設定した。

シールド特性に関しても通常80dBの特性を100dBに設

定した。通常電波暗室の性能はその構築過程の品質管理でそのほとんどが決定される。

例えばサイトアッテネーション特性の場合はフェライト吸収体間の貼付けた際の際間によって特性が変化し、シールド特性の場合はシールドパネル固定時の締付けトルクの値によってシールド特性が変化する。それらを達成する為に、当社と電波暗室メーカー間で特性評価要領書を取り交わし暗室工事各ステップでの立会い試験を行った。(図-7)

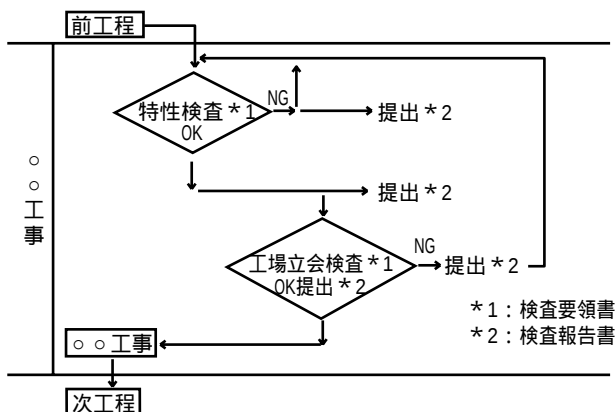


図-7 電波暗室品質管理フロー

Fig.7 Radio Anechoic Chamber Quality Control Flow

各ステップでの特性が満足するまで次工程が行えないようにし、品質管理をメーカーに任せず徹底的に行った。

その結果、最終的には設定した特性値を満たす電波暗室が完成出来た。(図-8、図-9)

また、サイトアッテネーション測定技術については今後の自社サイト運営の基幹となる測定技術なので電波暗

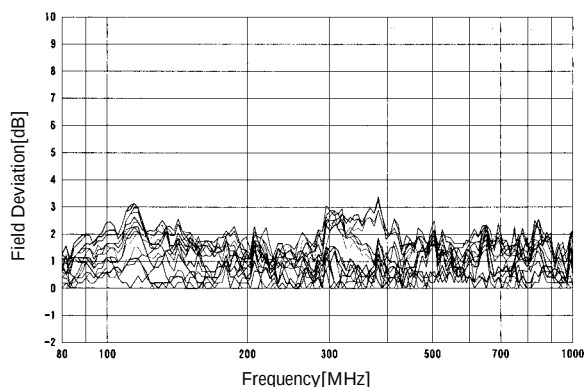


図-8 1000-4-3 電界の均一性の測定結果

Fig.8 Electric Field's Uniformity Measurement Result

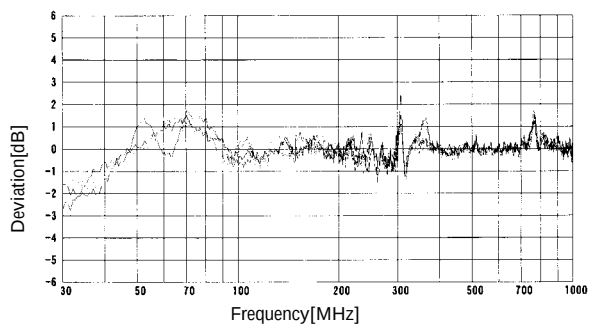


図-9 サイトアッテネーションの測定結果

Fig.9 Site Attenuation Measurement Result

室メーカーでの測定と共に自社の測定設備でも測定を行いサイトアッテネーション特性の確認を行った。サイトアッテネーション測定については測定時間の短縮を目的に自動測定ソフトの採用、カスタマイズを行い測定工数の削減を行った。

4 . EMC評価設備

4 . 1 設備内容

今回導入した試験設備の特徴を以下に説明する。

30MHz～5GHzまでのエミッション試験可能

イミュニティ試験時最大200V/m (200MHz～2GHz) の電界強度での試験が可能

オーディオ製品のスピーカ出力を光に変換し、光ケーブルにて計測室に導入 (シールド性能劣化防止のため光ケーブルにて引き込む)

評価設備の全てを計測用パーソナルコンピュータにて集中制御

LAN回線を計測室に導入 (シールド性能劣化防止のため光ケーブルにて引き込む)

計測用パーソナルコンピュータをLAN回線に接続することで神戸本社等に測定結果をリアルタイムに伝送可能

4 . 2 イミュニティ試験時の制御方法

通常イミュニティ試験時は電界プローブを供試品と共に電波暗室もしくはTEMセル内に置き試験する実測法と規定電界でのSG出力を記録し、本試験の時にそのSG出力を再現し試験する置換法に大別される。

ここで置換法試験時に従来の方法では、SG出力を再現させても高周波アンプのゲインが安定しない場合に規定の電界強度が得られないことが考えられる。

周波数スイープについても通常リニアステップ、%ステップでしか変移しないが、任意の周波数を設定しそれを選択することで変則的な周波数変移を可能とした。

今回中津川テクノセンターに導入したEMC評価設備（1項参照）に対しても電波暗室と同様に特性評価要領書を作成し、設備納入時に特性評価を行った。主な項目を上げると、

- ・測定系ノイズレベル試験
(FCC part15、CISPR pub.22等による)
- ・周波数確度試験
(CISPR pub.16による)

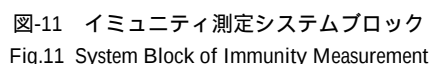
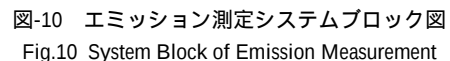
- ・電界均一性試験
(IEC1000-4-3、95/54/ECによる)
- ・規定電界強度発生試験
(IEC1000-4-3、95/54/ECによる)

・電界均一性試験

等である。

試験工数の削減と操作の簡易化のため、中津川テクノセンターに導入したEMC評価設備は、設備の操作の大部分を自動測定で行えるようにした。(図-13)

ファイルされている試験条件を選択するだけですぐに試験が行えるため、面倒な試験条件の設定を試験毎に行



わなくてもよいようにした。

今回導入したソフトウェアで一番特徴的な項目は品質管理という概念をソフトウェアに導入したことである。

(図-14)

試験条件や各試験機器の環境設定等を設定し、削除出来る管理者とその設定された条件の元で試験を行う測定者、また管理者を任命出来る上級管理者の3階層に権限

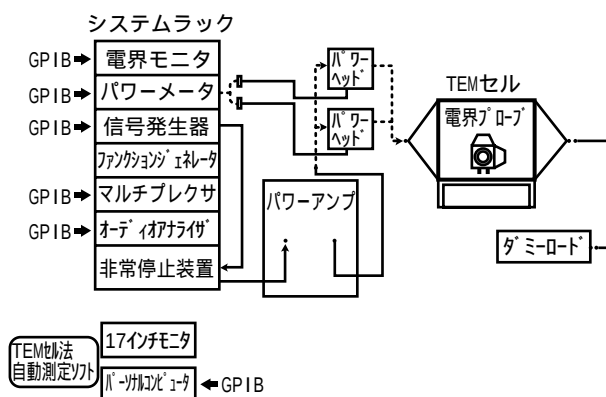


図-12 TEMセル法測定システムブロック

Fig.12 System Block of TEM Cell Method Measurement



図-13 自動測定 初期画面

Fig.13 Initial Screen of Measurement Software



図-14 履歴管理の画面

Fig.14 Screen of Career Management

を分割した。(パスワードによる管理)

これにより試験条件ファイルの管理が上級管理者が任命した管理者でしか行えなくなる。

試験条件ファイルの管理も条件変更時はパスワードが必要であるとともに変更履歴が自動的に履歴ファイルとして保存される。

これにより、もし試験条件の間違いが発生した場合でも、どの時点からその試験条件で行っていたかの判明が可能となり、試験結果がどの時点まで問題なかったかが確認出来る。

4.5 設備の安全管理

電波暗室をはじめEMC評価設備に対し安全性を考慮した対策を行った。(図-15)

電波暗室天井の電波吸収体の落下防止線の設置

施錠によるターンテーブル地下ピット作業時のターンテーブル動作の強制停止

アンテナ照射法試験時の電波暗室内での音声案内とパトライト点灯(アンテナ照射法自動測定ソフトによる制御)

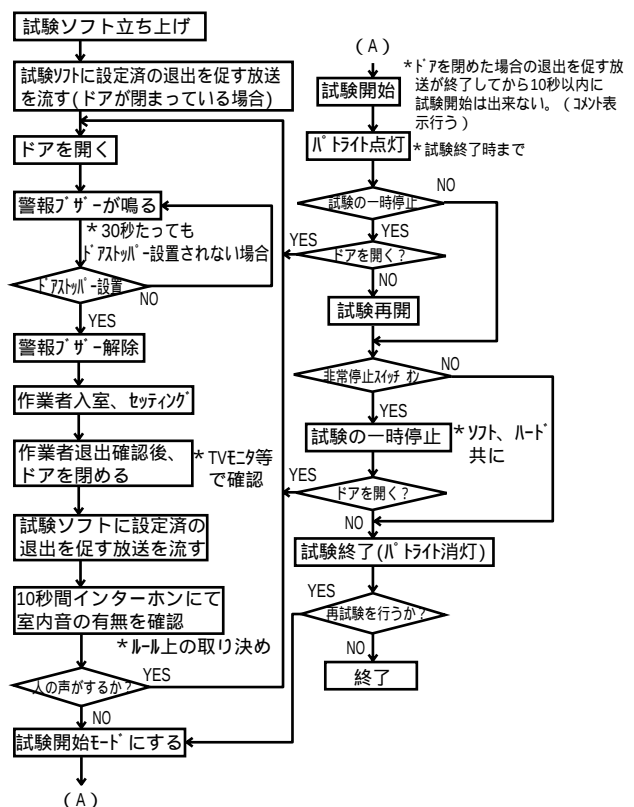


図-15 安全対策フローチャート

Fig.15 Safety Operation Flow Chart

電波暗室内からのドア開閉可能
 電波暗室内外からの電波照射強制停止可能
 電波暗室内、地下ピット内のインターホンの設置
 電波暗室ドア開閉時の電波照射の強制停止
 ソフトウェアとハードウェア両面でのセキュリティ
 リミット設置（アンテナ照射、TEMセル）
 電波暗室ドアの不正常開放時にブザー音発生
 電波暗室内監視用カメラ（移動・固定）設置

<参考文献>

- 1) 不要電波問題対策協議会：EMCC用語解説（増補改訂版）（1996）
- 2) 情報処理装置等電波障害自主規制協議会：VCCI測定技術者研修用テキスト（1996）
- 3) (社) 関西電子工業振興センター：ANCI C63シリーズハンドブック（1992）
- 4) (社) 関西電子工業振興センター：IEC1000-4-3シリーズ（1996）

5. おわりに

今回のテクノセンター設立にあたり、各要求性能を満たし、品質管理・安全管理の面においても満足する設備を導入することができた。

今後とも、各国電波規制への対応を、迅速かつ確実に遂行できるよう努力いたします。

筆者紹介



国枝 義弘(くにえだ よしひろ)

1974年入社。以来カーオーディオの開発、設計に従事。現在AVC本部要素技術開発部第一開発課在籍。



坂本 勇一(さかもと ゆういち)

1981年入社。以来カーオーディオの開発に従事。1997年より中津川テクノセンターEMC技術課在籍。



酒井 真一(さかい しんいち)

1993年入社。以来車載用電子制御機器のEMC(Electro Magnetic Compatibility)評価に従事。現在中津川テクノセンターEMC技術課在籍。



田中 国次(たなか くにつぐ)

1963年入社。以来放送中継器、移動無線の開発に従事。1996年6月より中津川テクノセンター設立を準備。現在中津川テクノセンター次長。