自動車のEMC設計を成功させる5つのステップ

By Sreevas P Vasudevan and Praveen S Mohandas
Senior EMI/EMC Engineer Principal EMI EMC Engineer

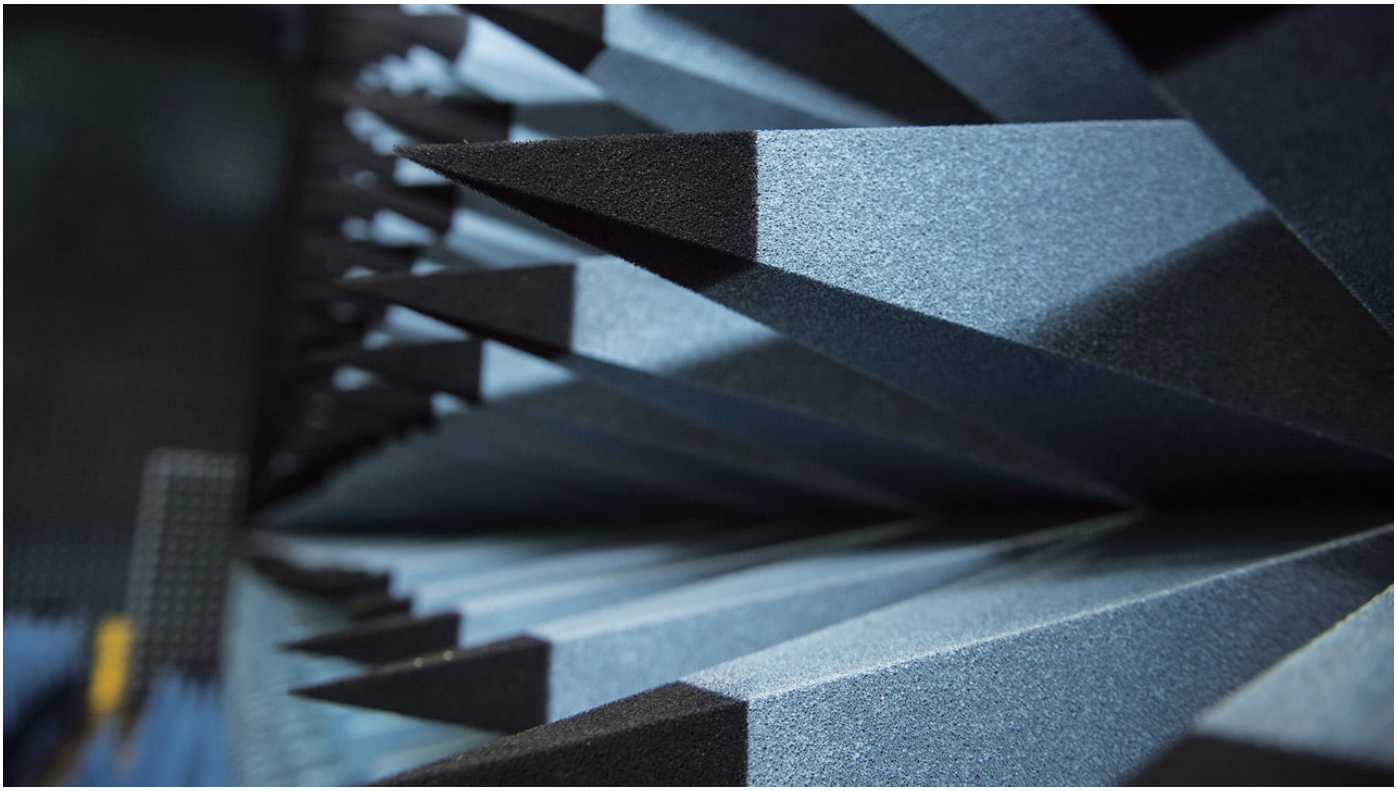
はじめに

デバイスのEMI / EMC性能は、世界中で主要な品質ベンチマークとなっている。自動車業界は、規格および厳しい制限を遵守している。技術の進歩、顧客の要求、厳しい排出ガス規制により、結果的にさらに多くの電気･電子システムを車両に搭載する必要が出てきた。そのため次に、システム内の相互結合を回避し、不適合や顧客の不満が生じないよう、車両内で電磁両立性が維持されたシステムを使う必要が出てきた。

●なぜ自動車の EMC は特別なのか?

自動車の電子システムは安全性が重要となる機能に関わっていて、少し例を挙げると、エンジン管理、ブレーキ制御、エアバッグの展開などがある。また自動車業界では、運転者支援および娯楽用車載電子機器の新世代デバイスが台頭してきた。自動車には機動性があるので、電磁的に無害な場所から、空港の高いレーダー電波に曝される電磁的に過酷な環境まで、さまざまな電磁環境に曝される可能性がある。

今日の自動車はほぼ全て、高感度な AM / FM / DAB※ラジオ受信機を（または陸上移動 VHF / UHF 無線機さえも、おそらく）備えているので、デジタル回路からの放射は、車載電子機器の設計者が現在、直面している最大の EMI 問題の 1 つである。



ほとんどの場合、EMI 問題は煩わしいが、緊急車両（警察、消防、救急車）の場合、無線通信受信機の妨害は生命を脅かす可能性がある。その結果、ほとんどの自動車メーカーは、問題を起こすエミッションを極めて低いレベルに抑えるよう要求されている。要するに、自動車のエミッション要求事項は、車載受信機の保護を目的としており（CISPR 25）、イミュニティ要求事項は、安全性が重要となる車載デバイスを保護するため非常に厳しいものである。主な OEM メーカーは、規格要求より厳しい独自規格を打ち出しているので、サプライヤは市場に最適な EMC 設計になるよう微調整することが不可欠となっている。

主な OEM メーカー全てが、複数の調達先の電子的サブ・アセンブリ（ESA）を車両に統合して使用しているという事実を理解することで、ESA がエミッションおよびイミュニティの要求事項を達成するように、主な OEM メーカー全てから要求される。ESA をそれぞれの規格に適合させると、車両レベルの試験での適合の可能性が高まることは間違いないが、ESA を EMC に適合させることで車両レベルの不適合を完全には回避できないことは、長年にわたり証明されている。

この記事は、Tier 1 の OEM メーカーに適合し受け入れられる製品の製造が目的のサプライヤに、おおまかな理解をしてもらえることを目的としている。

1. 要求事項の理解

自動車業界は、信頼できる「EMC 規制」の好例である。国や地域が独自に定めている法的要求は、指令（ヨーロッパの場合）または FCC 規則パート 15（米国）という形態の一般条項で制限されている。法的要件に加え、顧客ベースの要件は OEM メーカーによって確立される。OEM メーカーの要求事項は、従う規格、試験限度値、試験のタイプから見て、互いに異なる。主要な Tier 1 の OEM メーカーをカバーする規格化された試験仕様は、今日でも現実とはほど遠い [R1]。ESA の放射および伝導エミッションの場合、OEM メーカーは CISPR25 をガイドラインとして使用し、車両レベルのエミッション結果の規制目的には CISPR12 を使用する。イミュニティ測定の場合、ESA では ISO 11452 シリーズが参照され、車両レベルでは ISO 11451 シリーズが参照される。この2つの規格は、内燃エンジンを搭載した車両だけでなく、ハイブリッド車（HV）や電気自動車（EV）にも適用される。製品の性能を検証するために必要な試験距離と方法は、上述の規格で詳しく説明されている。General Motors や Ford、Fiat Chrysler の要求事項によって発行された規格など、OEM メーカー独自の規格の一部は、パブリックドメインで入手できる。（ESA の）製品メーカーが、対象とする OEM メーカーと、達成されるそれぞれのエミッションおよびイミュニティのレベルを認識することこそ、最も重要である。

2. EMC を設計に取り込む

適合性評価あるいは最終サンプル段階のどちらかに不合格になった後、プロジェクト最終段階で EMC が考慮されることはよくある。プロジェクトの初期段階から EMC 設計を実施すれば、実装が容易になり、費用効果の高い設計アプローチが可能になる。電子回路を設計する場合、EMC 性能要求事項を確実に達成できるように、いくつか予防策を講じる必要がある。設計中に EMC に対処できる方法は、次のように最適化される。

- 部品の選択と周波数の選択
- 放射を最小限にする PCB 設計
- ケーブル布線とシールド実施

A. 部品の選択と周波数の選択

多くの自動車電子システムでは、組込マイクロコントローラが基板上で唯一となる EMI の高速ノイズ源である。低いエミッション・プロファイルでイミュニティ性能が高い部品のみ選択できる場合は、EMC

Vehicle Level		Electronic Sub-Assembly	
Emission Standards	CISPR 12, EN 55012	Emission Standards	CISPR 25, EN 55025
Immunity Standards	ISO 11451-2 (Radiated Immunity)	Immunity Standards	ISO 11452-2 (Radiated Immunity)
	ISO 11451-3 (On Board Transmitter Immunity)		ISO 11452-3 (TEM Cell Method)
	ISO 11451-4 (BCI Method)		ISO 11452-4 (BCI Method)
	ISO 10605 (ESD)		ISO 11452-5 (Stripline)
			ISO 11452-7 (Direct RF Power Injection)
			ISO 11452-9 (Portable transmitter)
			ISO 10605 (ESD

表1. 自動車EMC規格の概要

[※訳者注] DABとはDigital Audio Broadcast）の略で、デジタルラジオのことである。