

はじめに

電磁波を利用するシステムはTV放送、飛行場のレーダ、携帯端末、無線LAN、各種のセンサ等々、数えればきりが無いほど多く、さらに、自動車のミリ波レーダシステム、次世代通信「5G」など、今後益々発展することが見込まれている。電磁波を媒介とする情報通信は現代から近未来を特徴づける技術の一つである。

通信システムや機器において電波的な雑音が大きいと情報通信が正常に成されず、誤動作などシステムの信頼性を損なう事態の発生につながる。電波雑音の原因となる電磁波の不要放射や散乱を抑制し電波環境を整備する電磁環境技術（EMC：Electromagnetic Compatibility）は、情報通信の発展を支える必須技術と考えられている。その中でも電波雑音を吸収、遮蔽する電波吸収体や電磁遮蔽材は主要な電磁環境対策デバイスである。

物体に電磁波が入射するとき、どの程度反射するかは物体の性質で定まる。たとえば物体が金属板であれば入射波は全反射するし、一方スポンジのように密度の小さい絶縁体であれば殆ど反射せずに物体内に侵入する。一般に、電磁波が他の物体に入射すると、入射波の一部は表面で反射し残りは物体内に侵入する。電波吸収体とは飛来した電磁波を吸収し、反射波を無くすように設計されたデバイスである。また、電磁遮蔽材は、電磁波入射側と透過側とを電波的に切り離し、入射波が透過側に漏れないように設計されたデバイスである（電磁遮蔽は電磁シールド、または単にシールドとも言われ、同じ意味である）。

電波吸収体は、文献によると、電磁波が放送に利用されはじめ、レーダが実用化された1930年代に開発が始まったとされている。以来、今日に至るまで材料面、構造面の工夫が続けられている。電波吸収体や電磁遮蔽材開発の歴史の概略を振り返ってみよう。

電波吸収体最初の特許は単層形電波吸収体であると言われる。電波吸収体は、当初は飛来する電磁波の反射・散乱を無くしてレーダ捕獲から逃れる目的で開発された。その後、1950年代にかけて獣毛形、ピラミッド形、抵抗膜形など、現代の電波吸収体の原型が次々と開発された。

1940年代には、高性能レーダのための大型アンテナの開発が始まった。パラボラ形の大型アンテナはその後の電話網や衛星通信システムの構築にも必要とされ、アンテナ特性評価のための電波暗室の建設が盛んに進められた。電波暗室内壁面には広帯域で吸収性能がよいピラミッド形吸収体を使用した。電波暗室によりアンテナ評価が可能になり、レーダ、電話網、衛星放送などに用いられるアンテナが開発されたのであるから、電波吸収体はこの時期の情報通信の発展を支えた基礎技術の一つであると言ってよい。この時期の電波吸収体は、電波暗室用の他にはレーダや放送における電波障害が発生したときに、それを解決する手段として用いられた。

1970年代以降、電子機器、情報通信機器の普及が急速に高まり、職場でも家庭でも生活の身近

に多くの電子機器が存在するようになった。電子機器には通信などの目的で電磁波放射機能を有するものもあるが、たとえ電磁波放射を機能として持たない機器であっても、多かれ少なかれ回路動作に伴う電磁波が発生している。電子機器、情報通信機器の普及は、これらの機器より放射される不要な電磁波による機器相互の干渉という問題をもたらした。1970年代以降は、電子機器やシステムの本래の機能を発揮させるためには、不要電磁波を抑制し、電波的な環境—電磁環境(EMC)—を整備することが重要であるとの考えが広まり、現在に続いている。この時期以降、電波暗室の建設は、電子機器から発生する電磁波の強さを測定する EMC 用電波暗室が主流になった。EMC 用電波暗室は、床面が金属板とすることや、対象周波数帯の下限周波数が 30MHz と低いことなど、従来のアンテナ測定用とは異なった暗室である。そのため、壁用電波吸収体も導電材充填発泡ピラミッドだけでなく、種々改良が重ねられ、現在では導電膜を成型したくさび形などが多く用いられている。

1970年代は、電子機器からの電磁波放射が関心を集め始めた時期であると同時に、電子機器の筐体材が、重量、成形性、コストなどの点で、金属板からプラスチック材へ移行し始めた時期でもあった。このとき問題となったのが、金属板は電磁遮蔽特性に優れるが、プラスチック材は基本的に遮蔽能力がないことであった。プラスチックの遮蔽機能を強化するために導電化プラスチック(メタロプラスチック)の開発が始まった。プラスチック表面に導電層を設ける方法と共に、粒状、箔状、繊維状など各種形状の導電材を樹脂に充填した複合材、このための金属繊維製造法などが検討された。プラスチックの導電化は特性改良を目指して現在でも開発が進められている。

近年の電波吸収体のトピックで挙げられるのは、2000年頃に開始された有料道路の料金収受システム(ETC)導入に際して、電波環境改善のために電波吸収体が使用されたことであろう。

このシステムでは、料金所に取りつけられたアンテナと通過する自動車との電磁波送受信が、当該車の前後の車による電磁波散乱などに影響され、円滑に行われない場合が発生するという問題が指摘された。そのため、料金所アンテナ周囲で発生する散乱波の吸収が必要とされ、主に料金所天井部を中心に電波吸収体が施工された。システムに合わせ、吸収周波数は5.8GHz、円偏波、かつ、斜め入射対応の電波吸収体が開発された。全国約1000か所の料金所のうち、およそ6割程度に電波吸収体が施工されていると言われている。

以上述べたように、電波吸収体、電磁遮蔽材は、時代毎に要請される課題を解決するように改良され、現在に続いている。最近、ミリ波レーダが車に搭載されるようになり、ミリ波用電波吸収体が注目を浴びている。電磁波利用システムが計画通り稼働するためには、ETCの場合と同様に電波環境を整備することが必要である。ミリ波帯電波吸収体は、一部は既に開発が行われている。車載レーダシステムにおける電磁環境については、自動運転レベルの進行に合わせて、車周囲の電磁環境も平行して検討され、課題が具体化されると期待される。これにより、電磁環境を解決するための電波吸収体、遮蔽材、必要により全透過材などの開発が進むと期待される。

自動車の駆動系については、内燃機関からハイブリッドや電気自動車へ急速に移行しつつある

はじめに

ので、これら大電力機器から発生する低周波の電磁環境にも対応が必要である。低周波電磁界の遮蔽、特に近傍界の磁界遮蔽は、一般に遮蔽が難しいと言われる技術領域であり、早急な検討が必要である。

以上述べたように、車の安全・安心性能を含む高機能化を推進するためには、車を取り巻く電磁環境に対応した、車載用／インフラ用の電波吸収体、電磁遮蔽材などが必要となる。本書はこのことを念頭に編集されたもので、第1章では電波吸収体、電磁遮蔽材について、反射波、透過波の発生から吸収材、遮蔽材の設計法、評価法など電波吸収体や遮蔽材を扱う際の必須となる基本諸項目を詳しく解説している。第2章では吸収・遮蔽材に関する最先端材料技術の成果、および吸収体や遮蔽材の開発事例をまとめた。第3章では、自動車関連を中心にEMCの規格動向をまとめた。電波吸収体、遮蔽材を理解し、利用する際のご参考となれば幸いである。

兵庫県立大学 畠山 賢一

SAMPLE