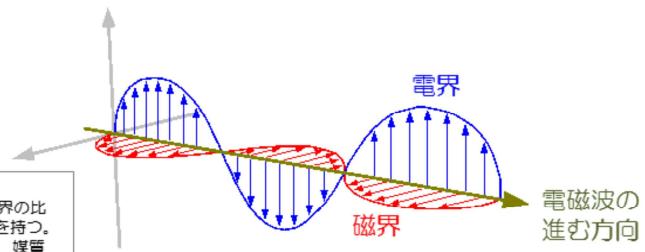


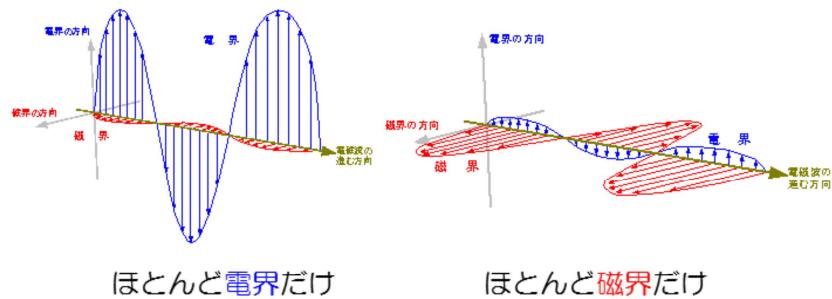
電波と電磁界

電波 (今後「紫」で表現)
電界強度と磁界強度の比が一定 (377Ω) → 遠方界

〔参考〕
平面波の伝送路 (例えば自由空間) は、その電界と磁界の比率 $|E| / |H|$ として定義される特性インピーダンス Z_0 を持つ。これは媒質の透磁率 μ と誘電率 ϵ によって決まり、媒質が真空である場合には下記となる。
 $Z_0 = \sqrt{(\mu / \epsilon)} = \sqrt{(\mu_0 / \epsilon_0)} = 120\pi \approx 376.7\Omega$



電磁界
波源に近い場合、
電界または磁界
が支配的となる
→ 近接界



1

電磁環境工学に対する基本的な知識としての「電波・電磁界」の理解

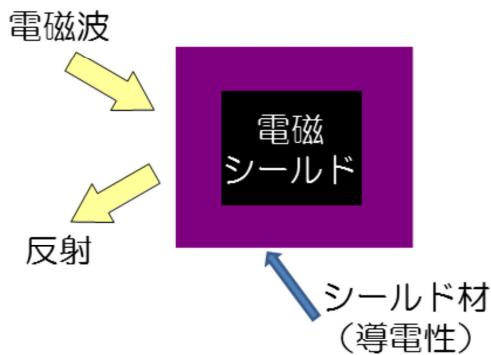
- 1) 「電波」は電磁気(電磁波)の一種であり、主に通信や放送技術に使われています。
- 2) 電波は「電界 (V/m)」と「磁界 (A/m)」からなり、周期的に強度が変動することで広域伝搬する横波です。
- 3) 電波の発信方法としては「電界の発生」と「磁界の発生」とがあります。波源に近い領域 (近接界、概ね " $\lambda/2\pi$ " 以内、 λ : 波長) では「電界波」あるいは「磁界波」の何れかが支配的となりますが、それ以遠 (遠方界) では、両者は一定の比率 (約 377Ω) です。
- 4) 従って、電波障害問題(EMC)を考える場合、以下の事がらが基本的に重要です。
 - ・障害となる電波の「発生方法」 → 「電界波」か 「磁界波」か
 - ・「対処すべき空間領域と波長との相関」の見極め
 → 「 $<\lambda/2\pi$ 」 or 「 $>\lambda/2\pi$ 」
- 5) 建築空間を対象としたEMC対応技術は「電磁シールド(遮へい)」「磁気シールド」「電波吸収」に大別されます。

電磁シールド 電波の遮蔽

• 電磁シールドの原理

金属（導電性材料）による反射が基本

隙間があると電波が浸入（または漏洩）



2

電磁シールド技術とは

- 1) 「電界波」と「電波(遠方界)」へは「電磁シールド技術」を適用します。
- 2) 電磁シールド技術は主に「電子機器の誤動作防止」「電子化された（機密）情報の漏えい防止」「電波を利用した通信、放送システムへの障害の防止」を目的として適用されます。
- 3) 電磁シールドは、導電性材料（金属など）の板材、膜材、網材などを用いて、対象空間を（ぐるっと）包み込む方法です。
- 4) 電磁シールドは、境界面を透過しようとする電波を反射する技術です。境界面の反対側には透過できませんが、殆ど減衰することなく反射してしまうことに注意が必要です。
- 5) 建築空間は壁、床、天井に加えて、扉や窓、電気・空調・衛生設備が設置されており、そこには導電性材料の「縫目」が生じます。
- 6) 縫目は電波の侵入・漏洩箇所となるので、「適切な材料の選定」と共に、「縫目処理の方法」や「施工管理」が重要になります。

電磁シールド性能のランクと施設の例

【電磁シールドのランク】

性能ランク	電磁シールドの品質	一般事例
0~10dB	電磁シールド性能殆どなし	
10~30dB	電磁シールドといえる対応が可能	
30~60dB	中位の障害の対応が可能	電磁シールドビル、各種検査室
60~90dB	ほとんどの障害に対応が可能	各種検査室、電波測定室
90dB以上	最も優れた電磁シールド	電波測定室、電波暗室

【電磁シールド施設の例】

対象分野 レベル	工場						研究所			病院			事務所			その他	
	半導体	自動車	電気機器・器具	精密機械	電子機器	航空機	半導体試作	検査室・計測室	特殊実験	MRI室	脳波・筋電図室	手術室	インパリッシュメントビル	PCR室	テレビ会議室	通信施設	交通施設
低レベル 減衰量30~60dB	○				○		○			○	○	○	○	○		○	
中レベル 減衰量60~90dB	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○	
高レベル 減衰量90dB以上								○									

3

電磁シールド性能と対象施設

- 1) 建築物の電磁シールド性能はいくつかにランク分けされていますが、これは明確な定義ではなく（一般的な）目安です。
- 2) 性能ランクごとに適用される材料や継目処理が変わってきます。なお、対象とすべき周波数領域はケースバイケースとなるので、「性能値と対象周波数」とはセットで検討されるべきです。
- 3) 電磁シールドを考慮すべき施設は、概略、「産業施設」「研究施設」「医療施設」「(機密情報を扱う) オフィス」「放送施設」などです。

電磁シールド材料と性能

部位	性能	30~60dB (低レベル)	60~90dB (中レベル)	90dB以上 (高レベル)
床 ・ 壁 ・ 天井	金属板			鋼板 (溶接工法)
			二重鋼板パネル (組立て工法)	
		銅箔 (ハンダ付け工法)		金属箔
		銅箔 (重ね貼り工法)		
		アルミ箔 (重ね貼り工法)		
		二重金網 (押え金物工法)		金網
		二重金網 (重ね貼り工法)		
		シールド用スチールパッティッシュ		
		一重金網 (重ね貼り工法)		
		導電シート類 (重ね貼り工法)		
窓硝子	シールド硝子 (性能の確認が必要)		シールド硝子 (金網, 金属膜)	電気フィルタ
設備	電気フィルタ (極低レベルの場合、金属配管で行う場合がある。)		電気フィルタ	高性能電気フィルタ
		配管貫通処理		配管貫通は細く少なく

電磁シールド層との接続
接地：シールド目的・用途・設置機器によって必要性や方法を設定する。
(注) 金網は、鉄、ステンレス、銅程度とし要求性能により芯線サイズおよび間隔を設定する。 4

電磁シールド材料と性能

1) 建築物の(主要部位の)電磁シールド化に用いられる材料は下記です。

- ・ 金属板(亜鉛メッキ鉄板など)
- ・ 金属膜(銅箔、アルミ箔など)
- ・ 金属網(銅網、ステンレス網など)

2) 電磁シールド扉では基本的に金属板を用いますが、開閉部には特殊な導電性材料(導電性ガスケット、コーティングなど)を併用します。

3) 電磁シールド窓は性能上の弱点になりやすいので、注意が必要です。

4) 電気設備や、空調設備には専用のフィルタ材を用います。設備貫通部と電磁シールド層(壁など)との接続処理(継目)も重要です。

5) 衛生設備は出来るだけ設置しない方が好ましいですが、止むを得ず設置する場合には入念な電磁シールド処理が必要となります(方法はケースバイケース)。

電波吸収 (電磁シールドとの違い)

電波を反射させないようにするのが「吸収」

電波を跳ね返して [中に入れないと
外に出さない] のが「遮蔽(シールド)」



5

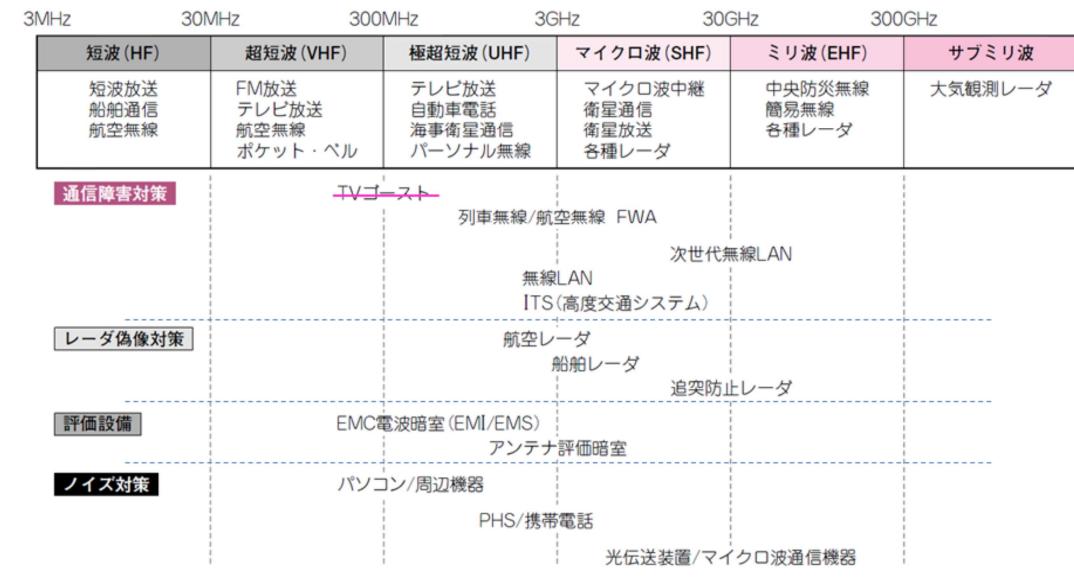
「電波吸収」と「電磁シールド」の違いについて

- 1) 電波吸収は、(文字通り) 到來した電波を境界面で吸収する技術です。
- 2) この時、境界面の反対側へ電波を透過(漏えい)させないことも基本的に必要です。この点において電磁シールド技術が併用されています※1。

※1：境界面で反射させずに透過させてしまうという考え方もありますが、一般的ではありません。
- 3) 電波吸収層に入射した電波を、「熱損失」や「共振」させることで減衰します。
- 4) 主な吸収材料として、「誘電体(カーボン)」「フェライト(酸化鉄を主材料とする磁性材)」などが用いられます。吸収したい周波数(帯域)と減衰量に応じて個別に設計されます。
- 5) 電波吸収技術は主に通信障害対策に用いられます。なお、電波暗室という特殊な実験・検査施設へも用いられます※2。

※2：「不要な電波反射のない屋外空間や空中」を模した施設で、5面あるいは6面に電波吸収体を設置した電磁シールド室です。

電波吸収体（材料）の適用例



6

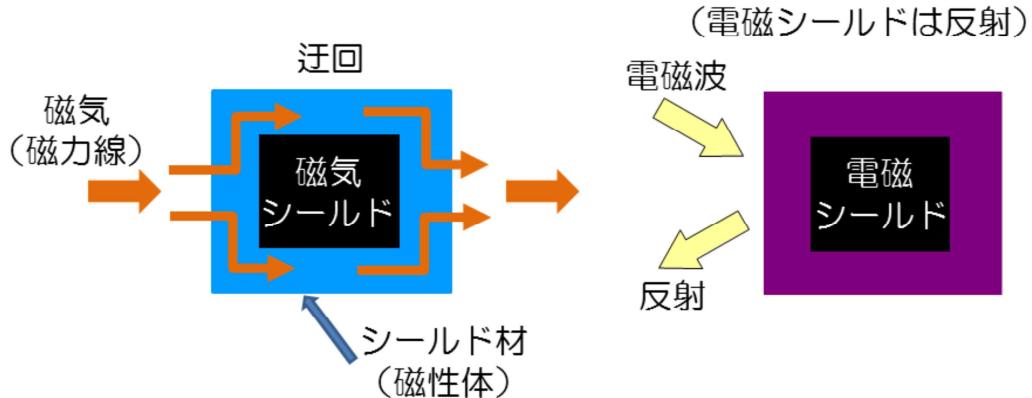
主な電波吸収材料とその用途例

- 1) アナログTV放送時代に、大型構造物からの反射波による「TVゴースト障害」への対処として、フェライト系電波吸収体が用いられていましたが、デジタル化に伴いその必要はなくなりました。（東京都庁舎、名古屋駅ビルなど）
- 2) ETC料金所では、隣接するゲート間で通信障害が起こる可能性が指摘され、必要に応じて、ゲート付近の構造物に電波吸収体が設置されます。
- 3) 航空レーダや船舶レーダでは、各種構造物からの反射波による「偽像」が発生する場合があります。この障害に対して、対象部位の表面に電波吸収体が設置されます。（本四連絡橋、東京湾アクアライン海底トンネル部の換気口など）
- 4) 電波暗室では高性能な電波吸収体が必要になります。多くの場合、低周波数領域を対象とするフェライト電波吸収体と、高周波数領域のピラミッド型電波吸収体（カーボン含浸発泡スチロールをピラミッド状に成型させたもの）が併用されます。

磁気シールド 磁界の遮蔽 の対策

磁気シールドの原理

磁界を通しやすい材料で迂回させる



7

「磁気シールド」（と「電磁シールド」との違いについて）

- 1) 磁気シールドは境界面に磁性材を設置して遮へいする技術です。
- 2) 電磁シールドでは電波を反射させていましたが、磁気シールドでは磁性材の内部に磁気を誘導して迂回させる技術です。
- 3) 磁気シールドは「静磁界（地磁気など）」「磁界波」や「電波の磁界成分」に作用する技術です。
- 4) 主な磁気シールド材料としては主に下記のものがあります。
 - 電磁純鉄：純鉄系の磁性材料です。
 - 電磁鋼板：ケイ素鋼板が用いられます。最も一般的。
 - パーマロイ：鉄ニッケル系合金です。高性能。
 - アモルファス：Co基アモルファス合金が用いられます。
- 5) 磁界を効率的に迂回させるためには、材料の選定とともに、材料間の継目処理や構造に注意が必要です。

磁気シールド対象施設

【磁気シールド対象分野の例】

磁気シールド 対象分野	病院				工場			事務所		研究所			その他		
	MRI室	X線CT室	超音波診断装置	ベースメーカー	脳波・筋電室	CRT	半導体製造装置	電子機器	トランジ	ディーリングルーム	計算機室	SQUID	SOR※2	リニアモーターカー	通信施設
外部への影響	強磁界	○											○	○	
	中磁界											○			
	弱磁界														
外部からの影響	強磁界														
	中磁界	○	○	○	○	○					○	○		○	
	弱磁界					○		○	○			○	○	○	○

※1：超伝導量子干渉計（ジョセフソン素子を用いた微弱磁場測定用素子、脳磁計）

※2：シンクロトロン軌道放射（真空中を光速に近い速度で運動する荷電粒子が、磁場により円軌道を描くときにエネルギーの一部を電磁波として放出する現象）

磁気シールド性能と対象施設

- 1) 「どのような磁界（強度と周波数）」を「どういう箇所（部位や形状など）」で」「どの程度」減衰させる必要があるかによって材料を使い分けます。
- 2) 一般に、「医療施設」「産業施設」「（特殊な）事務空間」「研究・実験施設」が対象となります。リニアモーターカーでは、その推進機構に超伝導コイルを用いていますので、車体や駅舎、軌道などの関連施設において磁気シールドなどの強磁気対応技術が用いられています。
- 3) 外部への影響を考慮する必要がある場合としては、一般に「強い磁界が発生する施設や設備」が多く、発生源に近い部位で遮へいすることが効果的、経済的です。
- 4) 外部からの影響を考慮する必要がある場合としては、「発生源強度、周波数や到来方向」が特定か不特定かによって遮へい構造、部位が変わります。