

FDTD法による斜入射波の電磁シールド解析

吉村慶之* 長野勇** 八木谷聡** 新村誠一*

研究の背景

高度なエレクトロニクス技術の発展に伴い、電子機器から不要電磁波が放射され、これが原因となる機器の誤動作等が問題となっている。この対策として、シールド材を用いた電磁波の遮蔽が挙げられ、効率よく遮蔽するには、数値解析によりその伝搬機構を理解しながらシールドの設計を行うことが望ましい。そこで、数値解析法として、現在、FDTD(時間領域差分)解析が広く用いられているが、シールド材などの高導電性薄板の透過を扱う問題では、セル数が増大するため実用上解析が困難である。そこで、薄板材の理論透過係数をFDTD解析へ導入することによってこの問題点を解決し、斜入射問題への適用を図ることとした。

研究内容

平面波が任意方向より多層材料へ入射した場合の理論透過係数は、伝送線路理論に基礎を置いており、2,3次元モデルではこれを十分に理解していないと適用を誤ることがある。本研究では、理論透過係数をMaxwellの電磁場論に基礎をおくことにより求めた。

次に、FDTD解析において、この透過係数を空間セルのシールド材位置に導入することとし、FDTD解析の定式化を行った。TE(電界成分が入射面に垂直)モードとTM(磁界成分が入射面に垂直)モードに関する斜入射に対して定式化を行い、本手法と理論解との比較検討を行った。解析には、3層で構成されている多層型シールド材(Al:導電率 $3.64 \times 10^7 \text{S/m}$,厚み $10 \mu\text{m}$ + 空隙: 5mm + Al: $10 \mu\text{m}$)とAl単層材(厚み $20 \mu\text{m}$)とを仮定し、FDTD法によるシールド効果の計算を行った。

比較のため、垂直入射による従来法の結果を参照解として計算した。なお、シールド効果とは入射波と透過波との電磁波強度の比で表される。解析結果を上図に示す。参照解による方法では垂直入射時(入射角=0)には理論解とよく一致しているが、入射角の増大とともに誤差は大きくなる。しかし、本手法による解析では単層、多層材ともに理論値との誤差が $\pm 0.9 \text{dB}$ 以内で一致しており、その有用性が確認できた。

研究成果

Maxwellの電磁場論より平面電磁波が任意方向から多層材料に入射した場合の透過係数を求めた。この透過係数をFDTD法に導入することにより、従来から困難とされてきた薄板シールド材のシールド効果を数値計算した。その結果、理論解析結果とよく一致しており、本手法の有用性が確認できた。

なお、本研究は、文部科学省の科学技術振興調整費による地域先端研究「地域産業の発展に寄与する電磁波技術に関する研究」の一環として行われた。

論文投稿

電気学会論文誌A 2001 Vol.121-A No.10 P.964-965

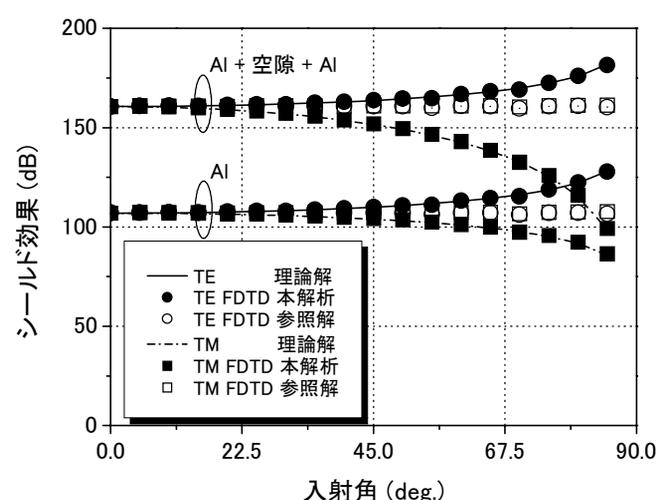


図 本解析結果と理論解との比較