

磁気シールド実験壁を用いた磁場低減化技術の開発実験 — その1 平板状磁気シールド材の影響確認実験 —

川瀬 隆治*

要約： 近年、土地の有効利用を図りたいとするデベロッパーなどから、テレビなどの家電機器が磁気の影響を受けない環境を求める声が高まり、集合住宅やオフィスなど通常の建物に適用できる磁気シールド方法の開発が求められている。室内の居住環境を損なわずに磁気シールド施工をするには、窓や開口部などの配置を制限することのない、設計自由度の高い磁気シールド配置が必要である。そこで室内を想定した直方体空間の床面のみに磁気シールド材を敷設した場合の効果を、外部磁場方向が異なる3種類の場合について調べた。また合わせて、設計時に検討を要するシールド材層数の違いと、実際の施工時に生じることがあるシールド材同士の継ぎ目の影響について確認した。

キーワード： 磁気シールド, テレビ画面障害, 送電線

目次： 1.はじめに
2.実験方法

3.実験結果
4.まとめ

1. はじめに

現在のような情報化社会では、電磁波や磁気による電気・電子機器の障害リスクを予測・管理し、必要な対策を実施していくことが重要になる。特に、部屋内の磁気を低減して機器を磁気の影響から保護するための対策は、リスク管理の上で必要不可欠になると予想される。

最近では、土地の有効利用を図りたいとするデベロッパーやオーナー側から、ブラウン管テレビなど一般の家庭で使われる機器についても磁気の影響を受けない環境を求める声が高まり、集合住宅やオフィスなど通常の建物に適用できる磁気シールド方法の開発が求められている。

従来の磁気シールド対策は、部屋内の壁・床・天井の全面に磁気シールド材を敷設する方法が一般的であったため、集合住宅やオフィスなどのように、窓や出入り口などの開口部が必要不可欠な建物には、適用が難しかった。

このような状況のもと、採光や通風といった本来の住環境やオフィス環境を犠牲にすることなく十分な磁気低減効果が得られる磁気シールド方法を開発し、成果の効率的な実施を図るため、東急建設、三井建設、フジタの3社は、平成12年度より共同研究を進めてきた。本稿は、共同研究成果の一部として、平板状磁気シールド材の影響を確認した実験について述べる。

室内の居住環境を損なわずに磁気シールド施工をするには、窓や開口部などの配置を制限することのない、設計自由度の高い磁気シールド配置が必要である。従来は、部屋中に磁気シールド材を敷き詰めないと、磁気シールド材の連続性が途切れて極端にシールド性能が落ちると考えられていた。そのため、壁・床・天井の一部に磁気シールド施工する場合の性能を実験で確認した例は、ほとんどないのが実情であった。今回は、室内を想定した直方体空間の床面のみに磁気シールド材を敷設した場合の効果を、外部磁

場が鉛直磁場の場合、45度斜め磁場の場合、水平卓越磁場の場合の3種類について調べた。また合わせて、設計時に検討を要するシールド材層数の違いと、実際の施工時に生じるシールド材同士の継ぎ目の影響についても確認した。

2. 実験方法

2.1 概要

磁場の低減状況を計測する磁場低減空間として、実物大の部屋を1/3縮尺で想定した直方体空間(幅1800mm×奥行き900mm×高さ900mm)を設定した。また磁場低減空間の中央を横切る水平中央断面と鉛直中央断面(図1)に、計測点を格子点状に設定し(図2)、磁場の低減効果を計測した。

磁気シールド材は、部屋の床面に相当する底面に敷設した場合に、水平中央断面と鉛直中央断面上の計測点で、磁場がどのように低減したかを実測して調べた。紙面の都合上、本稿では鉛直中央断面での計測結果について報告する。

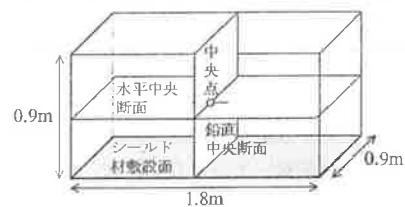


図1 磁場を計測する直方体空間と計測断面

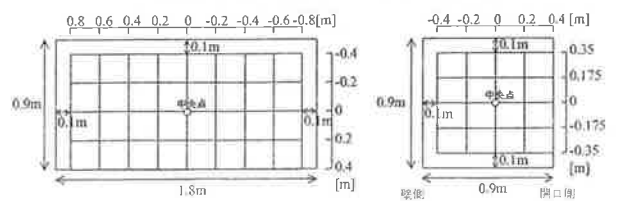


図2 水平中央断面(左)と鉛直中央断面(右)上の計測点配置

*環境技術研究室

2.2 実験機材

磁気シールド材を保持するために、図3に示すような磁気シールド実験壁を製作した。本実験壁は、幅 1800mm、高さ 2700mm の鉛直壁面と、その両側にある奥行き 900mm、高さ 2700mm の両袖壁とから成る(図3)。さらに、鉛直壁面と両袖壁の内部に、棚板を2段設置できる。これらの3壁面と2段の棚板には、225mm 間隔の格子点に 6mm 径のボルト穴が開けてあり、必要な箇所に磁気シールド材を敷設することができるようになっている。

本報告の実験では、2段の棚板を 900mm の間隔で設置し、図1の大きさの直方体空間を形成した。磁気シールド材は、床面に相当する下段の棚板に敷設し、磁場分布を測定した。

磁気シールド実験壁の向きは、設定した直方体空間の奥行き方向が、印加磁場の水平成分と平行になる向きとした。

計測には三軸磁力計(MTI社製MM-340)を用い、データをノートパソコンに取り込んだ。

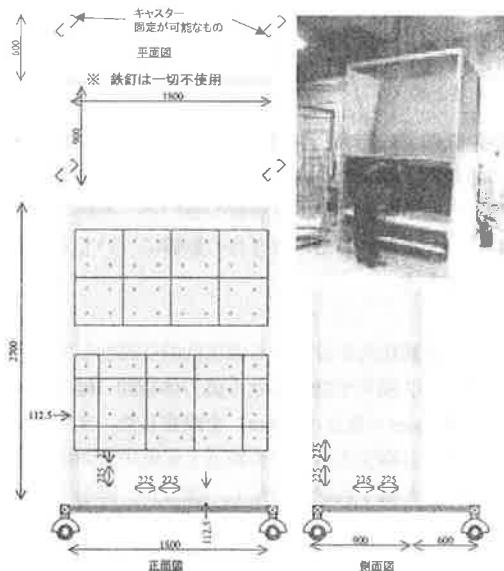


図3 磁気シールド実験壁(右上:写真)

2.3 磁気シールド材

磁気シールド材には、方向性けい素鋼板(30ZH105、厚さ 0.3mm)を用いた。高透磁率方向は、磁気シールド材敷設面の短辺方向(奥行き 900 方向)で統一した。

配置面上における磁気シールド材同士の継ぎ目は、図4に示す「等間隔配置」と「ずらし配置」の2種類の継ぎ目配置をとり、各層での配置を以下の通りとした。

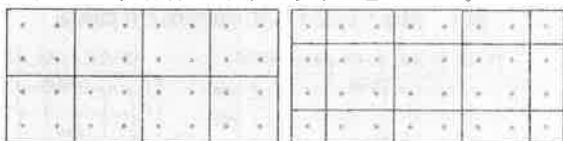


図4 継ぎ目の配置 左:等間隔配置(奇数層) 右:ずらし配置(偶数層)

実験は、1, 2, 4, 6層で行い、各層数での継ぎ目配置、継ぎ目処理は、表1の通りとした。

表1 層数の違う実験での継ぎ目部分の配置条件

層数	1層	2層	4層	6層
継ぎ目配置	奇数層で「等間隔配置」 偶数層で「ずらし配置」			1~3層目「等間隔配置」 4~6層目「ずらし配置」
継ぎ目処理	「突き合せ」と「5mmの間隙」の2種類で実験			「突き合せ」のみ

2.4 印加磁場

今回の実験では、送電線磁場を再現するに当たり、技術研究所電磁環境実験施設にある架空コイルを用い、単相 50Hz の磁場を使用した(写真1)。本架空コイルは、地上高さ 10m、一辺 16m、20 回巻きの水平正方形コイルであり、送電線や電車線による磁場を再現することができる。



写真1 電磁環境実験施設 架空コイル

架空コイルから発生する磁場は、地上高さ付近で、中央の真下付近では鉛直磁場に、架空コイルのケーブル下付近では 45 度斜め磁場に、またコイルケーブルから 5m 程外側では水平卓越磁場になる。図5に示すように、これら3箇所を磁場方向の異なる計測位置として設定した。各計測位置に磁気シールド実験壁を設置することによって、外部磁場方向の異なる3種類の条件で実験を行った。

3つの計測位置のうち45度斜め磁場位置と水平卓越磁場位置は、架空コイル脇に位置する実験棟内に設定した。本実験棟は、アラミド筋コンクリート構造物になっており、磁場に対して影響を与えない建物になっている。

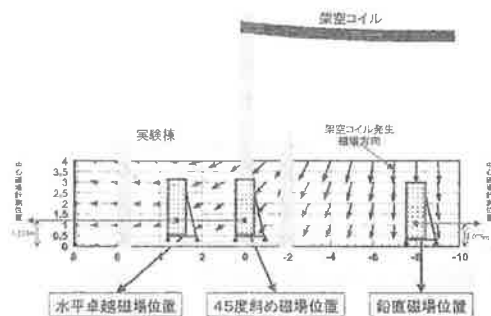


図5 架空コイル位置ごとの外部磁場方向

印加磁場の大きさは、計測する直方体空間の中央付近で磁場の合成値が $2\mu\text{T}$ (=20mG) または $5\mu\text{T}$ (=50mG) の波高値に設定した。実際の送電線付近では、 $2\mu\text{T}$ 程度の磁場が想定されるが、 $5\mu\text{T}$ 程度のやや大きな磁場で実験することにより、計測精度が高くなることと、シールド材の性能が顕著に実験結果に現れることをねらった。

3. 実験結果

実験結果は、波高値表示した磁場の直交三成分による合成値を、鉛直中央断面上の分布 (0.8m×0.7m) で示す。

3.1 外部磁場方向による違い

磁気シールド効果 (遮蔽効果) は、無シールド時の磁場を 100% とした時の、シールド材敷設時の磁場を、次式の相対値で表し、鉛直中央断面上分布として示した。

$$\text{磁気遮蔽効果} = \frac{(\text{シールド時の磁場合成値}) \times 100\%}{(\text{無シールド時の磁場合成値})}$$

図6～図8は、外部磁場方向が、順に水平卓越磁場、45度斜め磁場、鉛直方向磁場の場合に、それぞれの磁気シールド効果の分布を鉛直中央断面上で調べたものである。

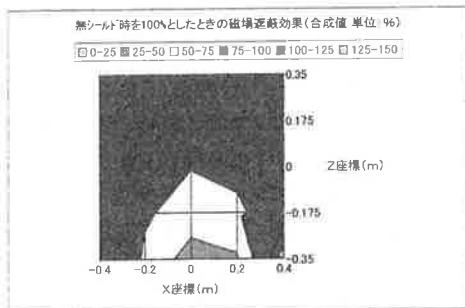


図6 水平卓越磁場中での磁気遮蔽効果分布

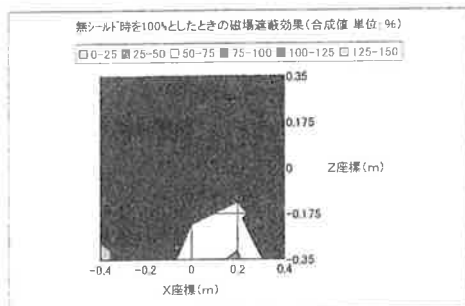


図7 45度斜め磁場中での磁気遮蔽効果分布

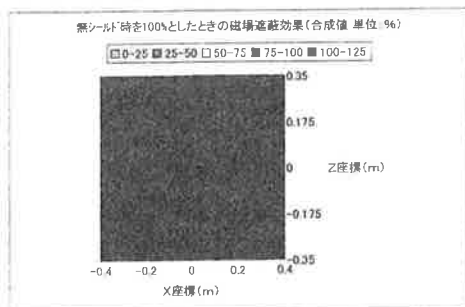


図8 鉛直磁場中での磁気遮蔽効果分布

磁気シールド面は、各磁場分布図の下端より 100mm 下の水平面にあり、方向性珪素鋼板 6 層を、高透磁率方向が各図の左右方向に向いた方向で配置してある。

図6に示すように、外部磁場が水平卓越磁場の場合には、方向性珪素鋼板の高透磁率方向が外部磁場方向にほぼ沿っているため、シールド材の中央付近では、50%以下に磁場が低減されている。またシールド材の端部付近では、磁気遮蔽効果が 100% を超えており、無シールド時よりも磁場が増えていることがわかる。このことから、水平卓越磁場に対しては、床面での磁気シールド材敷設は、部屋の中央付近で高い磁気遮蔽効果を示すが、端部付近では磁場が返って増大するため、注意が必要になることがわかる。

図7に示すように、外部磁場が 45 度斜め方向磁場の場合には、水平卓越磁場の場合に比べて、磁気遮蔽効果が全体的に小さくなっていることがわかる。

図8に示すように、外部磁場が鉛直方向磁場の場合にはほとんど磁気遮蔽効果が得られない結果となった。

以上の結果より、床面での磁気シールド材敷設は、方向性珪素鋼板を使う場合には、高透磁率方向が外部磁場方向に沿った方向になるように、シールド材を配置することが必要であり、これらが直交する配置にすると、ほとんど磁気遮蔽効果が得られないことがわかる。また、平板状の磁気シールド材配置では、端部付近で磁場が増大する場合があるので、注意が必要になる。

3.2 隙間と層数の影響

磁気シールド材の層数や、継ぎ目の影響を実験的に確認しておくことは、設計・施工技術上の観点からも必要不可欠である。そこで、磁気シールド材の層数を 1 層、2 層、4 層と変化させた場合の磁場分布の違いを比較した。また、磁気シールド材同士の継ぎ目に 5mm の隙間をあけて配置した場合 (=「隙間有り」)、継ぎ目でシールド材同士を突き合わせた場合 (=「隙間なし」) を比較した。

結果を、磁場 (合成値) の測定値を鉛直断面上の分布として図9～図11に示す。順にシールド材層数が 1 層、2 層、4 層の場合を示し、各図の左が「隙間なし」の場合を、右が「隙間有り」の場合を示す。

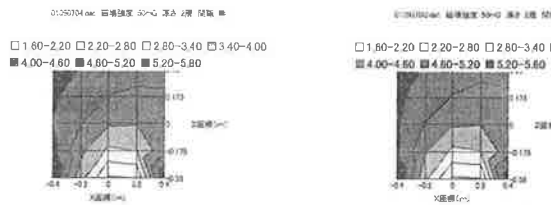
これらの結果から、以下のことがわかる。

- ・ 層数による違いは、層数が増えるに従って磁場の低減効果が高くなっている。
- ・ 1 層 (図9) と 2 層 (図10) の違いに比べて、2 層と 4 層 (図11) の違いがやや顕著に見られる。
- ・ 1 層の「隙間あり」の場合の結果では、横軸の中央付近にシールド材同士の継ぎ目があり、シールド材近傍に隙間の影響と思われる磁場分布が見られる。
- ・ シールド材層数が 2 層、4 層の場合には、「隙間有り」と「隙間なし」との場合でわずかな差異しかみられなかった。
- ・ 2 層、4 層の場合には、図4のように、継ぎ目をずらして積層していることにより、継ぎ目の影響を小さくしている。

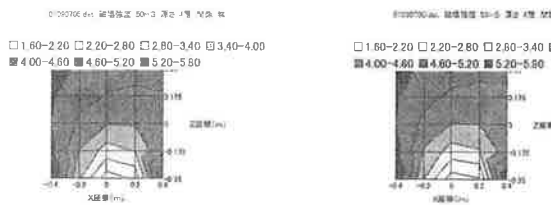
くしているものと思われる。



「隙間なし」 「隙間あり」
図9 磁気シールド材1層での磁場分布



「隙間なし」 「隙間あり」
図10 磁気シールド材2層での磁場分布



「隙間なし」 「隙間あり」
図11 磁気シールド材4層での磁場分布

今回は、無シールド時の外部磁場の合成値が、直方体空間の中央付近で $5\mu\text{T}$ の場合の結果を示したが、参考までに、同様の外部磁場が $2\mu\text{T}$ の場合でも、前述の傾向は同様に見られた。ただし、 $5\mu\text{T}$ の場合での実験のほうが、やや高い磁気シールド効果になる結果となった。

4. まとめ

室内を想定した直方体空間の床面のみに磁気シールド材として方向性珪素鋼板を敷設した場合の効果、3種類の外部磁場方向の場合について調べた。その結果、方向性珪素鋼板の高透磁率方向が外部磁場に沿った場合ほど、磁気遮蔽効果が高く、特にシールド材の中央付近では50%程度に磁場が軽減される範囲ができることを確認した。また、その場合、シールド材の端部付近では、無シールド時よりも磁場が増大する場合があることも、確認した。

設計時に検討を要するシールド材層数の違いを調べ、比較した結果、1層と2層の違いに比べて、2層と4層では、さほど大きな差異が見られない結果となった。層数によってシールド材が発揮する性能が異なるためと考えられる。

施工時に生じるシールド材同士の継ぎ目の影響についても確認した結果、シールド材層数が1層の場合には、継ぎ目に5mm程度の隙間があると、継ぎ目付近のシールド効果が低下することを確認した。対策方法として、偶数層と奇数層で継ぎ目の配置をずらし、継ぎ目にシールド材が覆い被さる配置をとることによって、隙間の影響を小さくできることを確認した。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、共同研究者として実質的な実験作業・検討に加わっていただいた棚フジタ 技術センター、新納 敏文 氏、三井建設 技術研究所、石橋 孝一 氏、その他、貴重な助言をいただいた共同研究連絡会関係者の方々に、感謝の意を表します。

参考文献

- 1)川瀬隆治、石橋孝一、新納敏文：送電線近傍における環境磁場の予測・低減化技術に関する研究 その1～その3、日本建築学会学術講演梗概集 40535～40537, pp1095～pp1100, 2002.8

DEVELOPEMENT OF MAGNETIC FIELD REDUCTION TECHNIQUES USING MAGNETIC SHIELDING WALL Part.1 VERIFICATION EXPERIMENT OF PLANE MAGNETIC SHIELD MATERIALS

T.Kawase

This paper reports some experimental results on plane magnetic shield materials. In these days, a new technology to reduce magnetic field, that is applicable to ordinal condominiums, is demanded for the purpose of effective land use. To save a comfortable residential environment in a room, magnetic shield material should not occupy designed locations for windows and doors. In a way, plane magnetic shield was attempted and verified in this report. Effects of shield layer number and seam treatment were also verified in the experiment.