

# 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3 「コの字型遮蔽」の低減効果確認実験 —

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実現するには、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内部に磁気シールド材を敷設し、内部での磁場低減効果を、外部磁場方向が異なる3種類の場合について調べた。本稿では、部屋を想定した直方体空間の上面、背面、下面の3面に磁気シールド材を配置した「コの字型」配置での磁場低減効果を、単相交流磁場を使った計測実験の結果について報告する。

**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. まとめと考察

## 1. はじめに

送電線の近傍に位置する集合住宅などの建物では、送電線から発生する交流磁場を室内で低減する場合、部屋を磁気シールドする必要が生じる。

一般に部屋を磁気シールドする場合は、壁・床・天井の全面に磁気シールド材を敷設し、部屋全体で磁気回路を構成する方法が最も効果的とされていた。そのため従来の磁気シールド方法では、開口部を最小限にとどめる必要があった。出入り口の扉には重厚な磁気シールド扉が使われていた。多くの場合、磁気シールドルームは、開口部を必要としない特殊な室内の磁気シールドに広く適用されてきた。

集合住宅などのように、採光・通風・景観などの良好な住環境を確保する必要がある建物では、開口部の設計自由度を十分に確保しておく必要があり、従来の磁気シールド方法をそのまま適用することは不可能であった。やむを得ず、部屋の一部に磁気シールド材を敷設する場合には、使用する磁気シールド材料の量の割には十分な磁場低減効果が得られない場合があった。集合住宅において、効果的な磁気シールド対策の実施と開口部の設計自由度の確保とは、相反する要求となっていたにもかかわらず、両方に配慮した対策が求められていた。

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、三井住友建設、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、部屋を想定した直方体空間の上面、背面、下面の3面に磁気シールド材を配置した「コの字型」配置での磁場低減効果を計測実験で調べた結果について報告する。

今回は、開口部の確保が容易な磁気シールド構造を検討するために、部屋を想定した直方体空間を用い、天井面（上面）と床面（下面）、一壁面（背面）の3面に磁気シールド材を敷設した配置（図1、以下「コの字型」配置）で、磁場の低減効果を分布計測から確認した。実験では外部磁場方向の違いによる磁場の低減効果を比較し、合わせて既報その2<sup>3)</sup>で報告した「Lの字型」配置での結果と比較検証した。

## 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、部屋を想定した幅1,800mm×奥行き900mm×高さ900mmの直方体空間を設定した。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上）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。計測点の端部は、シールド材から0.1mずつ内側に配置されている。磁気シールド材は、部屋の天井に相当する上面と、壁面に相当する奥の鉛直面、および床面に相当する下面に敷設した。図1では、参考までに既報その2<sup>3)</sup>で報告した「Lの字型」配置も合わせて示す。

### 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1,800mm、高さ2,700mmの鉛直壁面と、その両側にある奥行き900mm、高さ2,700mm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、天井に相当する上段の棚板、壁面に相当する奥の鉛直面、さらにコの字型で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（図 1 の Y 方向）が、印加磁場の水平成分とはほぼ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、RS-232C にてデータをノートパソコンに取り込んだ。

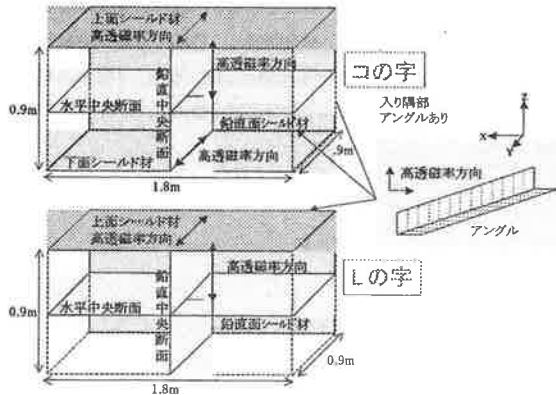


図 1 磁場計測用の直方体空間と計測断面、アングル  
（上：コの字型， 下：L の字型）

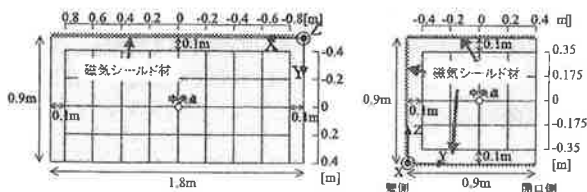


図 2 水平中央断面(左)と鉛直中央断面(右)上の計測点配置と磁気シールド材位置

### 2.3 磁気シールド材

磁気シールド材には、アングルも含めて方向性けい素鋼板（30ZH105，縦横約 450mm，厚さ 0.3mm）を用いた。

磁気シールド材は、直方体の磁場低減空間の上面と奥の鉛直面の 2 面に 6 層ずつ敷設した。高透磁率方向は、磁気シールド材敷設面の短辺方向（図 1 中 Y 方向）または鉛直上下方向（同 Z 方向）で統一し、上下面のシールド材では前後方向（同 Y 方向），鉛直面では上下方向（同 Z 方向）となるようにした。アングルの高透磁率方向も、これと平行に合わせた。

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、1，3 層目の奇数層では「等間隔配置」を、2，4 層目の偶数層では「ずらし配置」で継ぎ目を配置し

た。6 層を配置する実験では、1～3 層目を「等間隔配置」に、4～6 層目を「ずらし配置」とした。

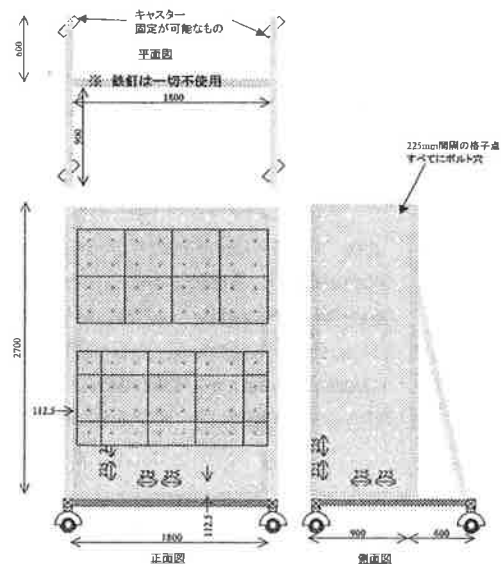


図 3 磁気シールド実験壁（右上：写真）

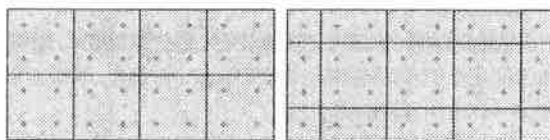


図 4 継ぎ目の配置 左：等間隔配置（奇数層）  
右：ずらし配置（偶数層）

### 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）。



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、地上高さ付近において、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。

磁場の大きさは、計測する直方体空間の中央付近で、合成値が $5\mu\text{T}$ (=50mG)の波高値となるようにした。磁力線方向は、鉛直中央断面内で水平卓越方向、45度斜め方向、鉛直方向に変化させ、磁気シールド材の高透磁率方向と同一面になるようにした。

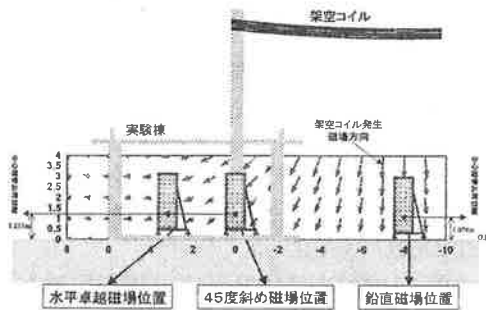


図5 架空コイル位置ごとの外部場方向

### 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、シールド材がない場合を100%としたときの相対値で、水平中央断面上(奥行き800mm,幅1,600mm),および鉛直中央断面上(奥行き800mm,高さ700mm)の分布で示す。磁気シールド効果(遮蔽効果)は、次式で求められる。

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

相対値が75%の範囲は、シールド前の磁場が25%低減したことを示す。

「コの字型」配置に、水平卓越磁場、45度斜め磁場、垂直磁場を印加した場合の測定分布を、図6、図7、図8にそれぞれ示す。いずれの外部磁場方向に対しても、計測空間の半分以上で磁場が半減していることがわかる。

参考までに、天井面(上面)および鉛直面(背面)の2面に磁気シールド材を敷設した「Lの字型」配置(既報その2<sup>3)</sup>参照)に垂直磁場を印加した結果を、図9に示す。

直方体空間の中央点での測定結果で「コの字型」と「Lの字型」を比較すると、表1の様になり、以下のことがわかる。

表1 直方体空間中央点での磁気遮蔽効果

	水平卓越磁場	45度斜め磁場	垂直磁場
コの字型	40.7%	40.0%	39.2%
Lの字型	73.9%	80.8%	64.8%

(無シールド時の合成値を100%としたときの相対値)

- 「コの字型」配置では、外部磁場方向によらず40%程度まで磁場が低減している。
- 「Lの字型」配置に比べて、「コの字型」配置では顕著に高い磁気シールド効果が得られている。

本結果から、「コの字型」配置では、開口部の設計自由度が高い構造であるにも関わらず、高い磁気シールド効果が得られており、送電線近傍の集合住宅などに有効な磁気シールド構造であることが確認された。

凡例(%) 0-25 25-50 50-75 75-100 100-125 125-150

左: 水平中央断面 右: 鉛直中央断面

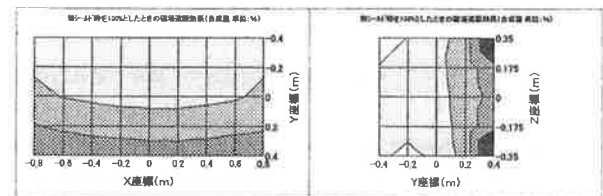


図6 水平卓越磁場中の結果(「コの字型」配置)

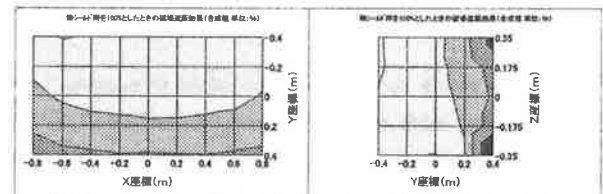


図7 45度斜め磁場中の結果(「コの字型」配置)

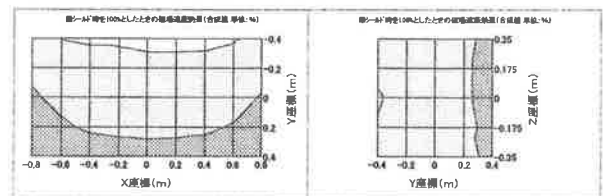


図8 垂直磁場中の結果(「コの字型」配置)

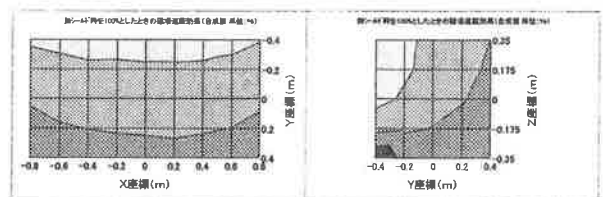


図9 垂直磁場中の結果(「Lの字型」配置)

#### 4. まとめと考察

開口部の設計自由度が高く、かつ効果的な磁気シールド性能が得られる磁気シールド構造を検討するために、直方体空間の上面、下面、鉛直面の3面に磁気シールド材を敷設する「コの字型」配置について、磁場の低減効果を検

証した。その結果、上面と背面のみの「Lの字型」配置に比べて高い磁気シールド効果が得られることを確認した。

「コの字型」配置で良好な結果が得られたのは、磁気シールド材同士が磁氣的に結合し、より強い磁気回路が形成されたためと推察される。

#### 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新納 敏文 氏（当時 ㈱フジタ 技術センター）、石橋 孝一 氏（三井住友建設㈱ 技術研究所）、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 4 0556～40558, pp1129～pp1134, 2001. 9.
- 2) 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
- 3) 川瀬隆治: 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 ーその2 磁気シールド材入り隅部の影響確認実験 ー, 東急建設株式会社 技術研究所報, 2003

## DEVELOPEMENT OF MAGNETIC FIELD REDUCTION TECHNIQUES USING MAGNETIC SHIELDING WALL

### Part.3 VERIFICATION EXPERIMENT ON MAGNETIC FIELD REDUCTION BY THREE MAGNETIC SHIELD PLANES THAT INTERSECT PERPENDICULARLY

T.Kawase

This paper reports some experimental results of magnetic field reduction in a rectangular parallelepiped space surrounded by three orthogonal shield planes. It is generally said that all the six planes, four walls, a ceiling, and a floor, should be shielded to obtain enough performance of magnetic field reduction in a room. This experiment attempts to make some non-shielded planes available in a shield room, that are applicable for opening windows or doors in residential buildings, and to make it possible to obtain as enough magnetic field reduction as a magnetic shield room generally used in the past. The experiment showed that three orthogonal shielded planes made higher performance of magnetic field reduction than two orthogonal shielded planes.