

シールドルームの空間性能評価方法に関する解析的検討 走査位置誤差による測定値への影響

An Analytical Study on Spatial Performance Estimation Method of a Shielding Room Effects on Measurement Results Caused by Scanning Position Error

○山田遼太¹, 三枝健二², 笠井 泰彰³
Ryota Yamada¹, Kenji Saegusa², Yasuaki Kasai³

Abstract: The purpose of this study is to estimate the spatial performance of a shielding room. In this paper, we investigated effects on measurement results caused by scanning position error.

1. まえがき

電磁ノイズを遮断するために用いられるものがシールドルームであり, シールド効果という値によって性能が評価される.

従来行われているシールドルームの一般的な性能評価法は, 部位毎の測定で評価を厳しく行うことができるが, 点での評価になり, 再現性に乏しい. これに対し, 本研究では空間的にシールドルームの性能を把握できかつ再現性の高い新しい性能評価方法を提案し, その確立を目的としている[1]. これを空間性能評価方法と呼ぶ.

空間性能評価方法は, ルーム内に設置した送信アンテナより電波を拡散させる. このとき対象壁面に対して, 壁面と平行に一次元の測定ラインを, 壁面内部および外部に対となるように設定する. そのラインに沿って受信アンテナを走査させ, それぞれで測定された電界強度の平均値を比較することによって, 壁面のシールド効果を得るというものである. 測定ライン上の内部平均電界強度を $\overline{E_{in}}$ [dB μ V/m], 外部の平均電界強度を $\overline{E_{out}}$ [dB μ V/m]とすると, シールド効果 SE [dB]は

$$SE = \overline{E_{in}} - \overline{E_{out}} \quad (1)$$

という式で求められる.

先行研究では, 本方法により得られたシールドルームの性能値がどのくらいの壁面周囲から評価がなされているのか数値的な検討を行った[2].

本測定法の課題の1つとして, 受信アンテナの走査に特別な台車を必要とするという点がある. 本研究では, この課題を解決するべく, 受信アンテナの走査を手持ちで行うことを想定し, 走査位置に誤差が生じた場合, 測定値にどのように影響するかを検討した.

2. 数値解析の設定

検討は FDTD 法による解析で行い, セルサイズは

10mm とした. 解析を行ったシールドルームのモデルを図1に示す. 送信アンテナの半波長ダイポールアンテナを, 印加電圧 1V, 検討周波数 2.45GHz としてシールドルームの中心である $x=1.5\text{m}$, $y=2.5\text{m}$, $z=1.35\text{m}$ の位置に垂直に設置した. シールドルームは完全導体 (PEC) で構成した. 欠陥であるスリットは横幅が 0.24m, 縦幅が 0.01m で図中の青のラインで示している. 図1において, 赤の点線と実線はシールドルームの内部と外部の測定ラインを示している. 測定ラインは内部 (赤の点線) が $x=2\text{m}$, 外部 (赤の実線) が $x=4\text{m}$ とし, $z=1.35\text{m}$ の位置で y 方向に長さ 5m と設定した.

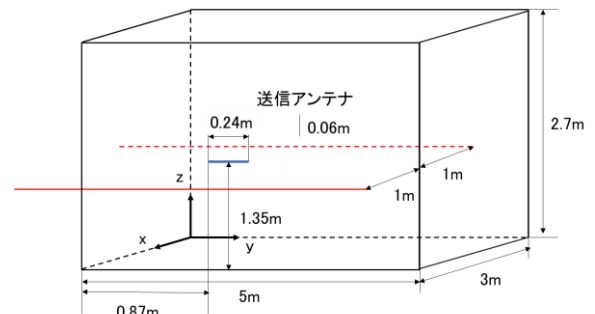


図1 解析モデル

3. 解析結果

3.1 室内の一次元分布と平均値

まず, 特殊な台車を使用した場合を想定し, 直線の測定ラインの内部の電界強度の変化を図2中の赤線で示す. シールドルーム内では電波が拡散するため, 激しく変化している. なお紙面の制約上, 外部の電界強度分布の提示は省略する. また, 直線の測定ラインにおける内部と外部の平均電界強度 $\overline{E_{in}}$, $\overline{E_{out}}$ と式(1)を用い算出したシールド効果 SE を表1に示す. 本稿では, この値を基準値として走査位置に誤差が生じた場合と比較する.

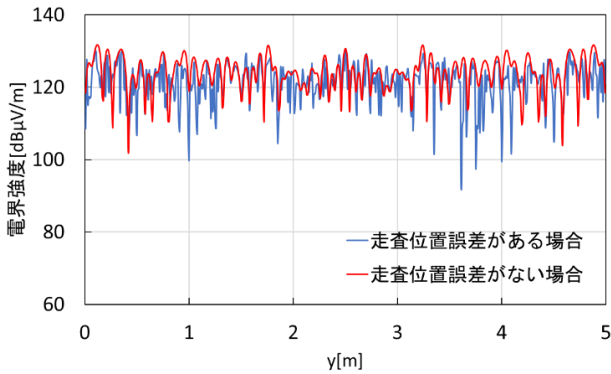


図2 測定ライン上の内部電界強度分布

表1 直線の測定ラインにおける平均電界強度

\overline{E}_{in} [dB μ V/m]	\overline{E}_{out} [dB μ V/m]	SE [dB]
124.8	81.35	43.45

3.2 位置誤差を与えた一次元分布の変化と平均値

次に、受信アンテナの走査を手持ちで行った場合を想定した検討を行った。まず、本研究のために人が歩行する際に生じる位置誤差を測定した。その結果、最大で約3cmの変動が生じることがわかった。そのため本稿では、基準とする図1中の赤の実線と点線の測定ライン上の位置に、x方向、z方向に±3cmのランダムな位置誤差を加えて検討を行った。図3に、x方向から見た際のz方向に±3cmでランダムな位置誤差が生じた測定ラインを示す。また、このランダムな測定ライン上の内部電界強度分布のグラフを図2中の青線で示す。この測定ライン上における内部と外部の平均電界強度 \overline{E}_{in} 、 \overline{E}_{out} と式(1)を用い算出したシールド効果SEを表2に示す。表1と表2の結果を比べると、シールド効果は2dB程度の誤差であり、走査位置誤差が±3cmの範囲であれば、大きな影響を及ぼさないことが分かった。

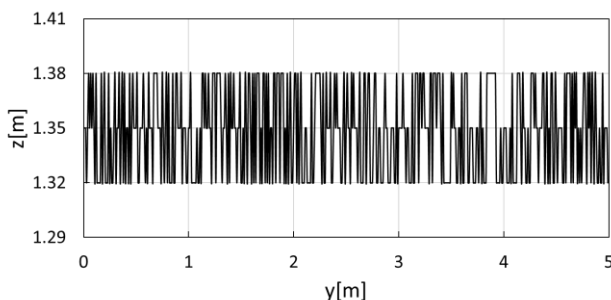


図3 ランダムな位置誤差が生じた測定ライン

表2 ランダムな測定ラインにおける平均電界強度

\overline{E}_{in} [dB μ V/m]	\overline{E}_{out} [dB μ V/m]	SE [dB]
122.7	81.34	41.36

3.3 5回試行した場合の最大幅と偏差

次に、手持ちによる測定の再現性の確認を行った。3.2節の内容を5回試行した結果を表3に示す。表3から、内部の平均電界強度は最小で約122.7dB μ V/m、最大で約123.2dB μ V/m、差異は約0.51dB μ V/mとなった。外部の平均電界強度は最小で約81.34dB μ V/m、最大で約81.36dB μ V/m、差異は約0.017dB μ V/mとなった。表3の標準偏差を計算した結果、内部は0.174dB μ V/m、外部は0.011dB μ V/mとなった。どちらも0.2dB μ V/m未満であり、本測定法の再現性は高いと言える。

表3 ランダムな測定ラインにおける電界強度

試行回数	1	2	3	4	5
\overline{E}_{in} [dB μ V/m]	122.7	123.2	122.8	122.9	123.0
\overline{E}_{out} [dB μ V/m]	81.34	81.35	81.35	81.36	81.37

4. まとめ

本稿では、空間性能評価法において手持ちによる測定を想定し、x方向、z方向に±3cmのランダムな位置誤差に対する測定値の影響について検討した。直線の測定ラインの測定値を基準として比較した結果、シールド効果の誤差は2dB程度であり、走査位置の誤差が±3cmであれば大きな影響を及ぼさないことが分かった。次に、手持ちによる測定の再現性を確認した。5回の試行の結果、0.2dB μ V/m未満のデータのばらつきであり、本測定法の再現性は高いものと言える。このことから、特別な台車を使わず、手持ちで測定できる可能性を示すことができた。

参考文献

[1] 笠井泰彰, 電磁シールド性能評価手法に関する一考察, 日本建築学会 2006 年度大会学術講演梗概集, pp.1017-1018
 [2] 清水康平, 他, 「電磁シールドルームの空間性能評価法における評価エリアに関する検討」, 2022 年日本大学理工学部学術講演, M-9