

6-3 室内方向探知における床面の影響に関する FDTD シミュレーション

三宅研究室

1215051 渡辺健太郎

1. 研究目的

本研究室では、電波を用いた方向探知による人の屋内位置検出システムを開発している。システムに必要な方向探知機の性能確認実験の結果、屋外に比べて体育館における方向探知の精度が低いことが分かった。また、屋内グラウンドと比べ、壁付近だけでなく全体的に精度が低く、これは体育館の特殊な床面の構造が電波伝搬に影響を与えたためと考えられるが、実験では電波伝搬の途中経過を見ることができない。そこで、本研究では、体育館の床面、特に床下の鉄骨の電波伝搬に対する影響を検証することを目的として、3次元FDTD法を用いた電波伝搬シミュレーションを行う。

2. 3次元FDTD法

FDTD法では、閉領域において解析領域全体を微小直方体セルに分割し、全セルに対してマクスウェル方程式を適用し、それを順次計算することで電界・磁界を決定する。解析領域内に完全導体として鉄骨を配置して体育館を再現し、電波伝搬の様子を観察する。

3. シミュレーション概要

体育館における性能確認実験は、受信機を体育館の中央に置き、実験範囲を 30×30 [m]として測定を行った。この実験を再現するために、図1に示す $30 \times 30 \times 20$ [m]のシミュレーションモデルを設定した。壁面の電波伝搬に対する影響は考慮しないため、電波を反射しない吸収境界を設定し、体育館の床の高さを50cmに設定した。実験に合わせて周波数150MHz、垂直偏波の微小ダイポールの電波源を、 xy 平面の中心、床からの高さ50cm($z = 1$ [m])に配置した。鉄骨は 5×5 [cm]のものを、図1の赤線に示すように床下50cm($z = 0$ [m])、 x 軸方向に50cm間隔、 y 軸方向に3m間隔に配置した。シミュレーションパラメータを表1に示す。

4. シミュレーション結果

シミュレーション結果を図2に示す。図2は床の高さ($z = 50$ [cm])の xy 平面の $t = 3.5 \times 10^{-9}$ [s]における電界強度(E_z)と電波伝搬方向を示している。 x 軸方向に密に配置されている鉄骨が電波

伝搬に影響を与え、 x 軸方向に電界強度が強くなっていることがわかる。この結果は、実験結果を良く再現している。また矢印の示す電波伝搬方向から、電界強度が強くなっている位置で電波伝搬方向が鉄骨の影響を受けていることがわかる。

5. まとめ

本研究では、体育館における性能確認実験を再現した3次元FDTDシミュレーションを行い、室内方向探知における床面の影響に関する検証を行った。シミュレーションの結果、体育館の床下の鉄骨が電波伝搬に影響を与えていることを確認した。また、実験と比較した結果、鉄骨が密に配置されている x 軸方向に電界強度が強くなる現象を再現できた。

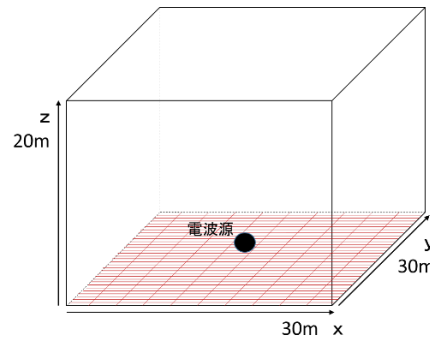


図1 シミュレーションモデル
表1 シミュレーションパラメータ

電波源の周波数	150MHz
時間ステップ数	4000
シミュレーション領域[cell]	$600 \times 600 \times 400$
Δt [s]	5.0×10^{-11}
Δx [m]	5.0×10^{-2}

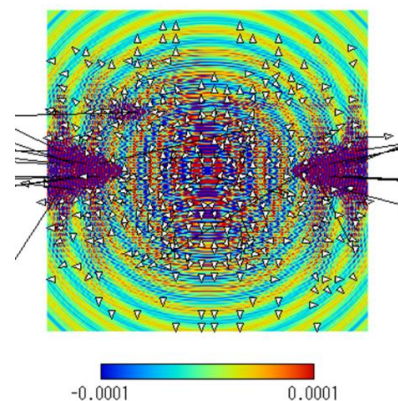


図2 シミュレーション結果