

電波監視を目的とした建物内の電波伝搬の検討

A Study on Electromagnetic Wave Propagation in Building for the Electromagnetic Wave Monitoring

○萩倉 武宏¹, 窪田 亮², 三枝 健二³* Takehiro Hagikura¹, Ryo Kubota², Kenji Saegusa³

Abstract: The transmitted wave propagation characteristics of the wiretap was measured to decide the receiving area. In addition, the characteristics were analyzed. This paper describes them.

1. まえがき

近年, 不要電磁波の照射により電子機器が誤作動することが懸念されている. また一方, 電波による通信に関して, 各種情報の盗聴等, 悪意を持った問題が発生している. これに対して電波の発生または到来を効果的に監視できれば, その対策を講じる契機となり得る. そこで本研究では, 建物における電波の監視技術の構築を目的とした検討を行っている. 先の報告では, 電波監視装置用に広帯域受信アンテナの小形化について検討した[1]. その際に製作した小形のアンテナを使用して, 電波監視装置を構成した. 本報告では, 本装置の受信エリアの検討をするため, 建物内に設置した本装置が, ある盗聴器に対して建物内のどのエリアまで監視可能であるか基礎的検討を行った結果について述べる.

2. 電波監視装置について

電波監視装置の構成を図 1 に示す. これは, 到来する電波を広帯域アンテナで受け, 増幅(Amp)した後にスペクトラムアナライザ(SA)を用いて受信電力の測定を常時行う. この際, 特定の周波数の値がある一定値を超えた場合に PC に表示する仕組みを考えている.

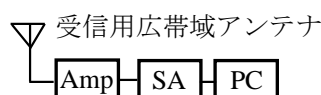


図 1 電波監視装置

3. 部屋を対象とした受信エリアの検討

電波監視装置の受信エリアは, 発信源の出力と建物の伝搬損失によって決定される. しかし, 建物内には鉄筋等の金属物や什器等が多く存在し, その電波伝搬

は複雑である. そこで, 一例として本学船橋校舎 4 号館(鉄筋コンクリート造, 地上 4 階, 地下 1 階建て)を対象とし, 盗聴機(以下, 発信機)を用いて基礎データを取ることにした. 受信装置を 3 階の角部屋に設置し, 発信機の位置を 2 階と 3 階の部屋の等間隔に設置し, 壁で「区切られた空間」における受信電力を測定した. なお, 発信機は遮音状態に近づけ, 発信周波数は 398.605MHz である. 図 2 に本学船橋校舎 4 号館 3 階の平面図を示す. 図中の赤点に発信機を設置し, 測定を行った. 測定結果を図 3 に示す. 図 3 より, 本装置

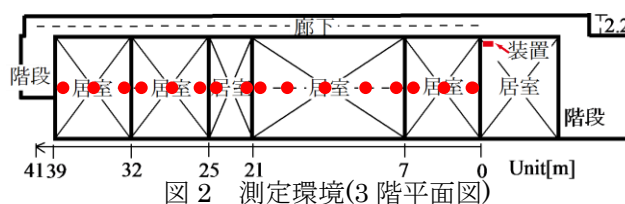


図 2 測定環境(3階平面図)

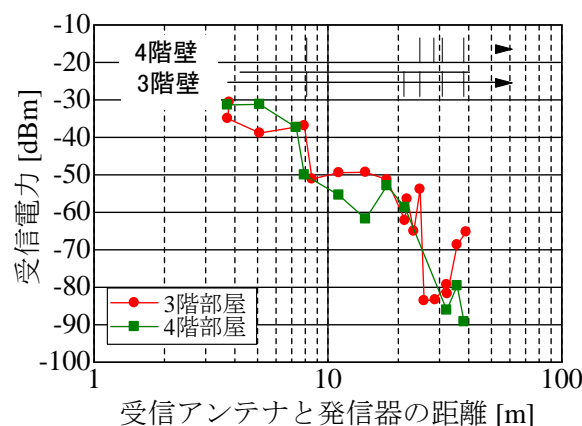


図 3 部屋を対象とした測定結果と計算値

のノイズフロアが -90dBm であることから, 本構造の建物では約 39m まで監視可能であるといえる. また図 3 から, 受信機と同フロアの 3 階部屋を対象とした際, 部屋の壁をまたぐ度に段階的に受信電力が約 10dB 減衰していることがわかった. 受信機を設置し

た1つ上のフロアの4階の測定でも、3階同様に受信電力が約10dB減衰している。これは鉄筋コンクリート壁を透過するごとに電波伝搬の減衰が起きていると考えられる。しかし、窓からの回り込みによる電波の存在も予想できるため検証として、FDTD法を用いた解析により鉄筋コンクリート壁を透過する際の電波伝搬の様子を見た。

4. 壁の透過における電波伝搬特性

4号館の部屋を対象とした実測を行った結果、部屋をまたぐ際に最大約10dBの受信電力の減衰が段階的に見られた。そこで減衰が壁の透過によるものだけなのかを確認するため、解析によりコンクリート壁を透過する際の電波伝搬特性を見た。今回、実測を行った4号館の建築構造が不明だったため、部屋を隔てている壁をコンクリートと、コンクリート内部に縦横200mm間隔で鉄筋(太さ20mm)を設置した鉄筋コンクリートの2パターンを行った。その解析モデルを図4に示す。これは4号館の隣り合う二つの部屋を想定

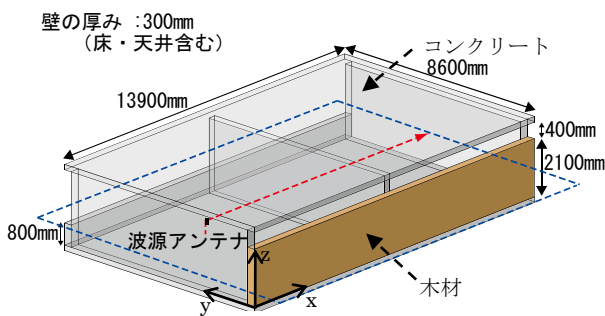


図4 解析モデル

し、寸法を決定した。窓部分については吹き抜けにし、壁はコンクリート(厚み300mm, 複素比誘電率 $5.89-j0.16$)と木材(厚み300mm, 比誘電率2)の二つの媒質で構成している。波源アンテナは微小ダイポールとし、図4中の黒点の位置(xy方向:部屋の中心位置, z方向:床から高さ200mm)に設置する。また、解析条件として、吸収境界条件をPML, セルサイズ($x \times y \times z$)を $20 \times 20 \times 20$ mm, 励振振幅を1Vとする。図4中の青線で囲まれている観測面における周波数400MHz, z偏波の電界強度分布を図5に示す。この結果より、到来する電波がコンクリート壁を透過減衰して伝搬していることが見て分かる。また、鉄筋コンクリート構造の場合の電界強度の解析も行った。図中

の波源アンテナからx軸方向に伸ばした観測線(赤線)における二種類の材質比較の結果を図6に示す。壁を透過した際電界強度がコンクリート構造では約10dBほど下がり、鉄筋コンクリート構造では約12dBほど下がった。解析結果と実測結果を比較すると、同様な結果が得られたため、実測結果が妥当であるといえる。

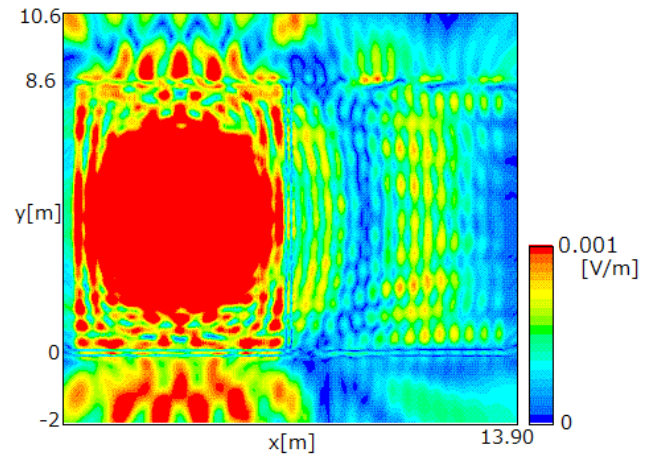


図5 電界強度分布(z面)

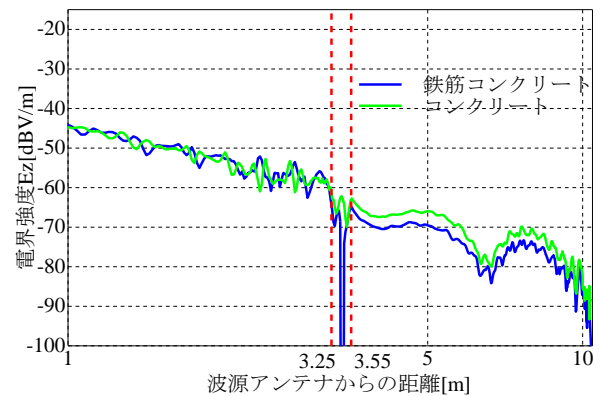


図6 構造による電界強度比較
(コンクリート,鉄筋コンクリート)

5. まとめ

建屋内における電波伝搬に関して、鉄筋コンクリート造建物を対象とした実験を行った。4階と3階の部屋を対象とした「区切られた空間」の測定結果から、アンテナと発信器の距離約39mまで測定を行うことが出来たことと、受信機を設置した階とその他の階の受信電力差および電界強度分布が確認された。また、FDTD法により実測結果の妥当性を確認した。

6. 参考文献

[1]海老原 瑞穂, 他, 学術講演会 M-7 2011