

平成 11年 2月 18日

電子・情報工学専攻	学籍番号	959305
申請者氏名	千葉 元	

指導教官氏名	宮崎 保光	教授
	田所 嘉昭	教授
	後藤 信夫	助教授

論文要旨 (博士)

論文題目	建物内の移動通信における建築構造物の電磁環境特性に関する研究
------	--------------------------------

ビルの建築構造物は、移動通信システムで使用している電波の侵入に対して、多かれ少なかれ反射・透過・吸収といった現象を起し、本来の伝送電波に対して妨害となるものである。特に、鉄筋コンクリートスラブで覆われたビル内では、その影響が顕著であり、システムの無線回線設計では重要な検討要素となっている。本研究では、鉄筋コンクリートスラブ(Reinforced concrete slab: 以下、RCスラブと略す。)の約0.3~3.5GHzの移動通信周波数帯における電波反射・透過特性の解析を計算と実験により行った。そして、こうした現象を事前に予測、また実際に性能計測を行える技術を確立することを目的とした。

RCスラブの反射・透過特性の解析手法としてマイクロ波、ミリ波を用いた縮小モデルシミュレーション実験の適用を試みた。使用周波数は10.5, 35.0GHzであり、これらの周波数を用いた約1/10~1/20モデルによるシミュレーション実験の妥当性と、実際の実験システムについて示した。一方、反射・透過特性の計算シミュレーションの手法として、特性行列を用いた多層媒質モデルの適用を行った。そして、この計算モデルのRCスラブへの適用を、鉄筋格子へ等価誘電体層を設定することにより行った。

まず、RCスラブの主構成部材の鉄筋格子とコンクリートの電磁特性の解析を行った。鉄筋格子に関しては、等価電気回路による定式化を行った。そして、シミュレーション実験で金網試料での反射・透過率の計測を行った所、実験値と計算値は良く一致し、格子寸法と波長との比率、入射角度の変化による反射・透過特性が示された。また、コンクリートの複素誘電率の含有水分量、周波数依存性に関して、複合誘電体モデルによる定式化を行った。ここで絶乾状態のコンクリートの複素比誘電率が $3.3-j0.2$ と推定できた。

RCスラブにおいては、スラブ厚及び内部格子の素線間隔や素線径の寸法と、入射波長との比率の変化が、スラブ全体の反射・透過特性に大きな影響を与えることになる。これらのパラメータ変化に対する反射・透過特性の実験と計算による解析を行った。実際に単面の正方鉄筋格子が挿入されたRCスラブの基本型の縮小モデル試料の作成を行い、これらを解析モデルとした。また、入射角度及び偏波面の変化に対する反射・透過特性の解析も行った。計算と実験の結果は良く一致し、モデルの構成寸法と波長の比率の規格化により、様々な状況におけるRCスラブの電波反射・透過特性が示された。

そして、建築構造物の実モデルに対する反射・透過特性の解析をネットワークアナライザのタイムドメイン及びゲーティング機能を用いた測定及び多層媒質モデルによる計算シミュレーションから行った。まず金網が挿入されたコンクリート床面での反射特性の周波数2GHzでの解析を行った。反射率の計測結果は、多層媒質モデルによる計算値と約2~3dB以内の誤差で一致した。これより反射率の入射角度及び偏波依存性が確認できた。

同様にビル外壁のRCスラブにおける、0.3, 1.0GHzでの透過特性の解析を行った。透過率の計測値と多層媒質モデルによる計算値は、約0~60度の入射角度において約1~2dB以内の誤差で一致した。こうして実モデルにおける計測技術の確立と共に、これに対する多層媒質モデルによる計算シミュレーションの有効性も確認された。