

建築材料の平行二線線路による電波特性の研究

STUDY OF ELECTROMAGNETIC WAVE CHARACTER ON THE BUILDING MATERIALS BY THE PARALLEL WIRE LINE

河辺 伸二*, 稲吉 哲弥**
Shinji KAWABE and Tetsuya INAYOSHI

In this paper, the electromagnetic wave character of building materials are measured by the parallel wire line method and the parallel wire line for penetration wave, and the following have been examined.

1) It was possible to classify building materials into three types, (1)the materials which has the large reflection loss, (2)the materials which has little reflection loss and large reflection and (3)the materials which has little reflection loss and large penetration.

2) The amount of reflection increases by rising of the water content of cement materials, and the amount of penetration decreases.

3) The relation between the modulus of attenuation and the absorption was measured.

Keywords: Electromagnetic wave, UHF band, Parallel wire line, Reflection loss, Absorption

電磁波, UHF 帯, 平行二線線路, 反射減衰量, 吸収量

1. はじめに

情報化社会の発展に伴ない、建築空間の日々の生活のあらゆる分野において電磁波が使用されている。身近に電磁波が使用されている例として携帯電話(2GHz 帯他)や電子レンジ(2.45GHz 帯)、無線 LAN (2.45GHz 帯他)、地上デジタル放送(470-770MHz)、高速道路の ETC (5.8GHz 帯)等があり、電磁波利用機器無くして生活できない状況になっている。ところが、その一方で複雑化してきた電磁波環境により、様々な弊害も生じている。主な電波障害として、電磁波が建物内で多重反射して起こる高度医療電子機器の誤作動、無線通信の通信エラーやデータ送信速度の低下、情報漏洩等のトラブルや TV (周波数は VHF 帯) のゴースト現象が挙げられる。

さらに 2011 年には地上アナログ放送から地上デジタル放送に完全移行し、周波数帯は VHF 帯 (90-222MHz) から UHF 帯 (470-770MHz) となる。また送信アンテナである TV 塔の位置が移動する地域もある。

今後も電磁波の利用分野が広まる一方で、建築空間の電磁環境はますます劣悪になると予想される。そこで図 1 に示すように建築空間に使用されている建築材料が電磁波に対してどのような影響を与えるか検討する必要がある。例えば TV 塔から送信された電波が入射波として壁面に当たると、電波の一部は壁内を透過し、一部は反射する。さらに壁面に電波が吸収される場合もある。

筆者らは、これまで平行二線線路測定法を用いて、電波吸収体の反射減衰量の測定・評価¹⁾²⁾を行ってきた。既往の研究では建築壁面に対して電波が反射する場合を想定してきたが現実の建築物に使用されるコンクリートや木材は電波を透過すると考えられ、一般の

建築材料を評価・検討する場合、反射波(反射量)の他に透過波(透過量)と電波吸収(吸収量)を含めた電波特性を検討³⁾する必要もある。電波特性の測定方法⁴⁾⁵⁾として同軸導波管測定法、自由空間法が挙げられる。しかし、同軸導波管測定法では UHF 帯に最適な同軸管径が小さいためコンクリート等の粒径の大きな材料は混入不可能であり、供試体の材料の制限を受ける。また自由空間法では供試体が大型になり、測定が困難になることや電波暗室等の測定設備が大規模で高価であるという問題がある。

そこで筆者らは、測定装置が小規模で、室内で簡易に測定することが可能であり、コンクリート等の粒径の大きな材料の供試体や鉄筋を挿入した供試体の電波特性の測定に適している平行二線線路測定法を発展させ、透過する電波を測定できる透過波用平行二線線路測定装置を開発した。

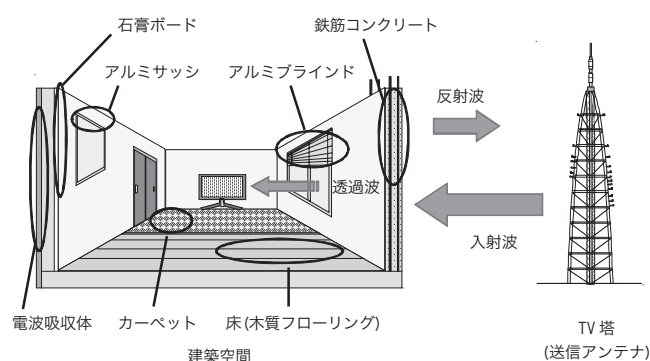


図 1 建築における電磁環境の例

* 名古屋工業大学 教授・工博

** 名古屋工業大学 大学院生

Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
Graduate Student, Nagoya Institute of Technology

本研究ではUHF帯において、平行二線線路測定装置¹⁾²⁾と透過波用平行二線線路測定装置³⁾を用い、建築材料の電波特性を検討するため、建築物に使用される一般的な建築材料の反射減衰量と、反射量・透過量・吸収量を測定する。また、含水率や鉄筋によるコンクリートへの影響と、市販の電波吸収体とコンクリートで複層化した供試体の測定を行う。さらに供試体の反射減衰量と反射量・透過量・吸収量の関係を検討する。

本研究の成果は一般的な建築材料を用いた建築物の建築電磁環境の改善に役立つと考えられる。

2. 測定装置

2.1 平行二線線路測定装置¹⁾²⁾

反射減衰量の測定は、図2に示す平行二線線路測定装置を用いる。測定周波数範囲はUHF帯域の550～650MHzとする。平行二線の線路間隔は、設計基準周波数を600MHzとして、波長の1/10の50mmと設定し、線路は直径5mmの銅線を用いる。受信アンテナはスライダを用いて線路下を自由に移動させることができる。反射減衰量を測定する場合は、供試体背面で電波を全反射させるために、供試体の背面に反射板を設置する。

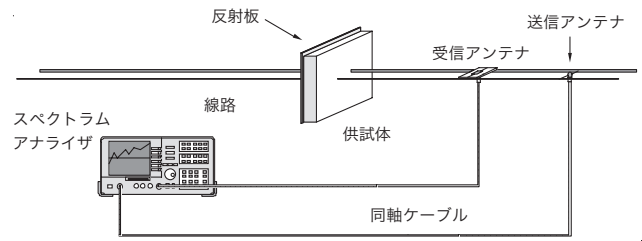


図2 平行二線線路測定装置

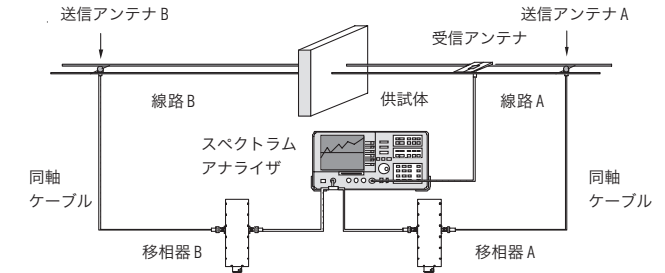


図3 透過波用平行二線線路測定装置

2.2 透過波用平行二線線路測定装置³⁾

反射量・透過量・吸収量の測定は、図3に示す透過波用平行二線線路測定装置を用いる。線路間隔と線路の直径は前述の平行二線線路測定装置と同様である。反射量・透過量・吸収量を測定する場合は、供試体背面に電波を透過させるために、反射板は使用しない。測定装置の線路の中心から右半分を線路A、左半分を線路Bとし、同一仕様の送信アンテナA、Bを線路に設置する。さらに電波の位相を変位させる移相器A、Bを用いて、左右の位相を調整する。

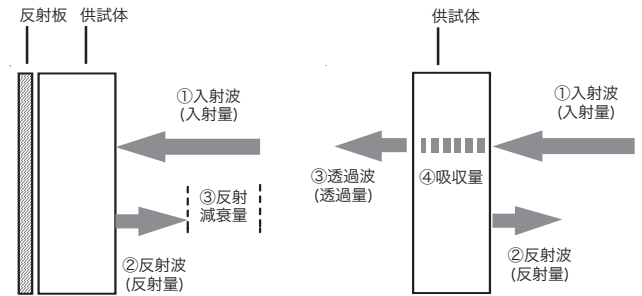


図4 反射減衰量の概念 図5 反射量・透過量・吸収量の概念

3. 測定原理

3.1 反射減衰量の測定原理¹⁾²⁾⁴⁾⁵⁾

図4の反射減衰量の概念に示すように、供試体に電波が入射すると、供試体内を通過する間に電波は減衰される。減衰した電波は反射板で全反射されて戻ってくる。②反射波は、①入射波に対して小さくなっており、このときの減衰量を、③反射減衰量という。本研究の測定は、供試体を平行二線線路測定装置に設置し、550～650MHzにおける電圧定在波を測定する。電圧最大値 V_{max} と電圧最小値 V_{min} を求め、測定値を式(1)～(3)を用いて計算し、電圧定在波比(ρ)、反射係数($|S|$)、反射減衰量(RL)を求める。

$$\rho = 10^{\frac{(V_{max}[dB] - V_{min}[dB])}{20}} \quad (1)$$

$$|S| = \left| \frac{\rho - 1}{\rho + 1} \right| \quad (2)$$

$$RL = -20 \log |S| [dB] \quad (3)$$

3.2 反射量・透過量・吸収量の測定原理³⁾⁴⁾⁵⁾

図5の反射量・透過量・吸収量の概念に示すように、供試体に電波が入射すると、入射波の一部は供試体で反射し、一部は透過し、一部は吸収される。これらの量をそれぞれ、②反射量・③透

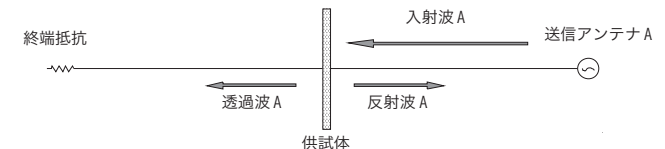


図6 供試体付近の電波の状態
(片方から電波を送信している状態)

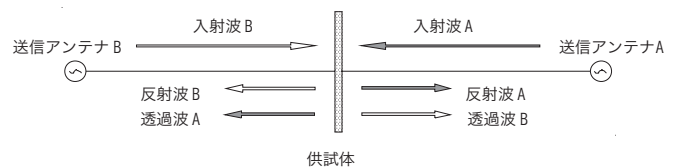


図7 供試体付近の電波の状態
(両方から電波を送信している状態)

過量・④吸収量という。本研究の測定は、供試体を透過波用平行二線線路測定装置に設置し、550～650MHzにおける電圧定在波を測定する。まず図6に示すように送信アンテナAから電波を照射し、電圧最大値 V_{max1} と電圧最小値 V_{min1} を求める。次に図7に示すように送信アンテナA、B両方から電波を照射し、電圧最大値 V_{max2} と電圧最小値 V_{min2} を求める。

2回の測定によって得られた値を式(4)～(8)に代入して計算し、

電圧定在波比(ρ_1 , ρ_2)、反射量($P_{re(A)}$)、透過量($P_{tr(A)}$)、吸収量($1 - P_{re(A)} - P_{tr(A)}$)をそれぞれ求める。 V_{in} 、 V_{re} 、 V_{tr} はそれぞれ入射波の電圧、反射波の電圧、透過波の電圧を示す。

$$\rho_1 = \frac{V_{\max 1}[V]}{V_{\min 1}[V]} = \frac{|V_{in(A)}| + |V_{re(A)}|}{|V_{in(A)}| - |V_{re(A)}|} \tag{4}$$

$$P_{re(A)} = |S_1|^2 = \left| \frac{\rho_1 - 1}{\rho_1 + 1} \right|^2 \tag{5}$$

$$\rho_2 = \frac{V_{\max 2}[V]}{V_{\min 2}[V]} = \frac{|V_{in(A)}| + |V_{tr(B)} + V_{re(A)}|}{|V_{in(A)}| - |V_{tr(B)} + V_{re(A)}|} \tag{6}$$

$$P_{re(A)} + P_{tr(B)} = |S_2|^2 = \left| \frac{\rho_2 - 1}{\rho_2 + 1} \right|^2 \tag{7}$$

$$P_{tr(A)} = P_{tr(B)} = |S_3|^2 = |S_2|^2 - |S_1|^2 \tag{8}$$

4. 供試体の作製

4.1 建築材料

本研究で使用する建築材料を表1に示す。1：2モルタルはセメントと細骨材の質量比が1：2のモルタルである。アルミブラインドは線路に平行な状態(0°)、斜めの状態(45°)、垂直な状態(90°)で測定を行う。アルミ断熱材は多孔質シートを2枚のアルミシートで重ねた材料である。アルミ吸音材は0.5mmのアルミの有孔板にグラスウールを重ねた材料である。格子型フェライト電波吸収体はフェライトを格子状に成形した電波吸収体である。二層フェライトタイル電波吸収体はスタイロフォームを2枚のフェライトタイルで挟んだ電波吸収体である。フェライトの成分表を表2に示す。発泡スチロール電波吸収体は発泡スチロールにグラファイトを混入させた電波吸収体である。

供試体寸法は図8、写真1に示すように幅300mm×高さ250mm以上とする。供試体寸法は、銅線からの距離を設計基準周波数600MHzの波長(500mm)の1/4波長(125mm)以上となるように考慮して、供試体一辺を250mm以上とした。供試体中央には線路を通すために間隔50mm、直径5mmの孔を設ける。

コンクリート、モルタル、セメントペーストの厚さdは44mmである。厚さは式(9)を考慮した。600MHzの波長($\lambda=500\text{mm}$)とコンクリートの誘電率($\varepsilon=8$)を考慮した値である。

$$d = \frac{\lambda}{4\sqrt{\varepsilon}} = \frac{500}{4\sqrt{8}} = 44 \tag{9}$$

打ち込み48時間後に脱型を行い、脱型後20±3℃で1週間気中養生を行った。その後、供試体を乾燥器に入れ100±5℃で乾燥させ、絶乾状態にした上で測定を行った。表3、4にコンクリートとモルタル・セメントペーストの調合を示す。

4.2 鉄筋と含水率によるコンクリートへの影響

4.2.1 鉄筋の挿入位置と養生期間

鉄筋は写真2に示すD10異形鉄筋を用いる。図9～12に鉄筋の挿入位置を変えた供試体を示す。鉄筋の長さは水平鉄筋を340mm、垂

表1 建築材料

建築材料	種類	厚さ(mm)
セメント系材料	コンクリート	44
	1:2モルタル	44
	1:3モルタル	44
	セメントペースト	44
焼成材料	瓦	17
金属	真鍮板(反射板)	1
非鉄金属	アルミブラインド 0°	0.1
	45°	0.1
	90°	0.1
	アルミ断熱材	7
	アルミ吸音材	0.5
木質系材料	木質フローリング	12
電波吸収体	格子型フェライト電波吸収体	30
	二層フェライトタイル電波吸収体	40
	発泡スチロール電波吸収体	45
その他	石膏ボード	9
	カーペット(ウール)	9
	岩綿吸音材	12

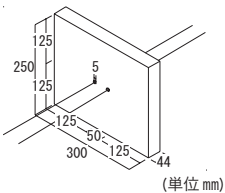


図8 供試体寸法



写真1 供試体

表2 フェライトの成分表

Fe ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO
68%	8%	7%	17%

表3 コンクリートの調合 単位量(kg/m³)

水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE剤 C×0.0035%	高性能AE減水剤 C×0.35%
175	407	697	1013	0.0142	1.42

表4 モルタル・セメントペーストの調合 (質量比)

	水 W	セメント C	細骨材 S
1:2モルタル	45	100	200
1:3モルタル	57	100	300
セメントペースト	29	100	—



写真2 D10 異形鉄筋

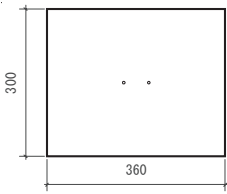


図9 無筋コンクリート (供試体番号1w1、4w1)

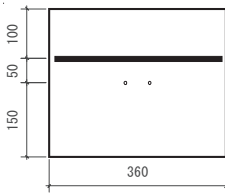


図10 鉄筋コンクリート (供試体番号1w2、4w2)

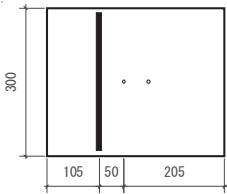


図11 鉄筋コンクリート (供試体番号1w3、4w3)

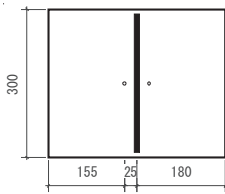


図12 鉄筋コンクリート (供試体番号1w4、4w4)

直鉄筋を280mmとする。それぞれの供試体を2個作製し、打ち込み48時間後に脱型を行い脱型後1つは20±3℃で1週間気中養生させ、1つは4週間気中養生させる。1週間気中養生した供試体を供試体番号1w1～4、4週間気中養生した供試体を供試体番号4w1～4とする。

4.2.2 供試体の含水率

供試体を気中養生後、乾燥器に入れ100±5℃で乾燥させる。乾燥開始から、一定時間後に供試体の質量を測定する。供試体の含水率は式(10)を用いて算出する。

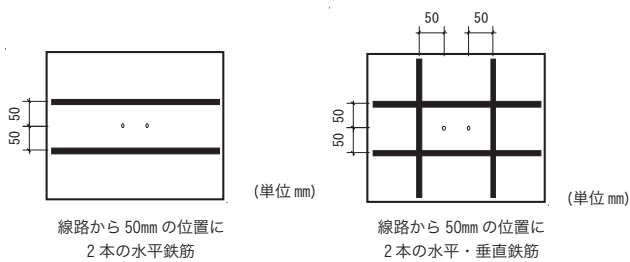


図 13 鉄筋の配置 (a)

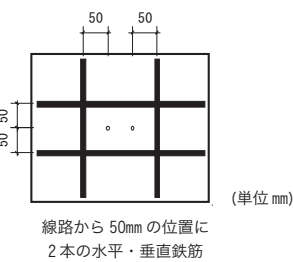


図 14 鉄筋の配置 (b)

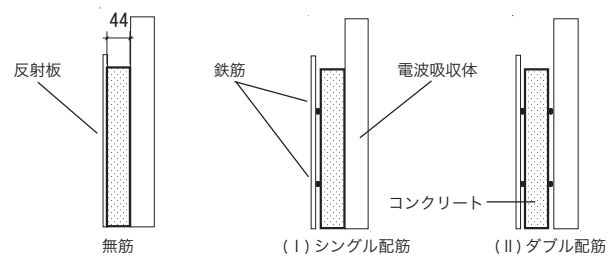


図 15 コンクリートの配筋方法 (複層)

$$\text{含水率}(\%) = \frac{\text{一定時間乾燥後の質量}(\text{kg}) - \text{絶乾質量}(\text{kg})}{\text{絶乾質量}(\text{kg})} \times 100 \quad (10)$$

目標の含水率は 3、2、1、0 (絶乾状態) % とする。予備実験の結果から目標の含水率が得られるのは、乾燥開始から 2、6、14、120 時間後である。所定の時間が経過したら、乾燥器から供試体を取り出し、測定装置で供試体を測定する。測定後、供試体は再び乾燥器に戻し、乾燥を続ける。以上の作業を絶乾状態まで繰り返し行う。

また含水率の測定結果と反射量・透過量・吸収量の測定結果から両者の回帰直線を求める。その後、1 年前に作製した供試体の反射量・透過量・吸収量と含水率を測定し、1 週間養生の供試体の回帰直線との比較・検討を行う。

4.3 鉄筋と電波吸収体によるコンクリートへの影響

鉄筋の配置、配筋方法、電波吸収体の有無の検討を行うため、反射板、コンクリート、電波吸収体、鉄筋を組み合わせて実験を行う。鉄筋は、コンクリートの表面に貼り付けることで固定し、配置は図 13 (a) 2 本の水平鉄筋と図 14 (b) 2 本の水平・垂直鉄筋の 2 種類とする。配筋方法は図 15 に示す無筋、(I) シングル配筋、(II) ダブル配筋の 3 種類とする。電波吸収体は写真 3 ～ 5 に示す格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体、発泡スチロール電波吸収体の 3 種類とする。

5. 測定結果

5.1 建築材料の反射減衰量

600MHz における反射減衰量の測定結果を図 16 に示す。建築材料では、コンクリート、1:2 モルタル、1:3 モルタル、セメントペースト、真鍮板 (反射板)、アルミブラインド 0°、45°、90°、アルミ断熱材、アルミ吸音材、木質フローリング、石膏ボード、岩綿吸音材の反射減衰量はほぼ 0dB となり、これらの建築材料は単体で用いても電波を吸収できない。

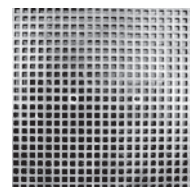


写真 3
格子型フェライト
電波吸収体

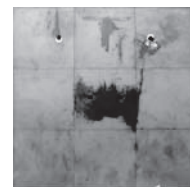


写真 4
二層フェライト
タイル電波吸収体

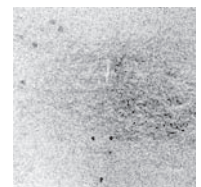


写真 5
発泡スチロール
電波吸収体

コンクリート
1:2 モルタル
1:3 モルタル
セメントペースト
瓦
真鍮板 (反射板)
アルミ 0°
ブラインド 45°
90°
アルミ断熱材
アルミ吸音材
木質フローリング
格子型フェライト
電波吸収体
二層フェライトタイル
電波吸収体
発泡スチロール
電波吸収体
石膏ボード
カーペット (ウール)
岩綿吸音材
コンクリート
無筋
I の (a)
I の (b)
II の (a)
II の (b)
格子型
フェライト
電波吸収体
無筋
I の (a)
I の (b)
II の (a)
II の (b)
二層
フェライト
タイル
電波吸収体
無筋
I の (a)
I の (b)
II の (a)
II の (b)
発泡
スチロール
電波吸収体
無筋
I の (a)
I の (b)
II の (a)
II の (b)

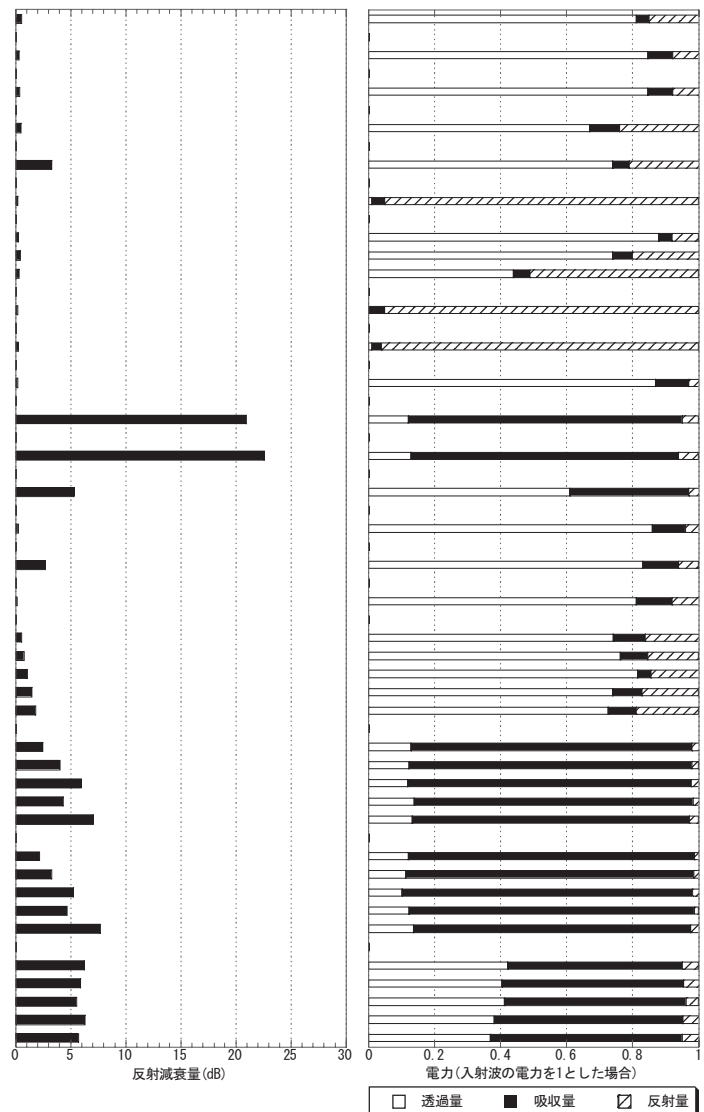


図 16 建築材料の反射減衰量

図 17 建築材料の反射量・透過量・吸収量

反射減衰量を有している建築材料は瓦、格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体、発泡スチロール電波吸収体、カーペット（ウール）であった。瓦とカーペット（ウール）の反射減衰量は3.3dBと2.7dBであった。格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体の反射減衰量は20.9dBと22.6dBであり、電波吸収体として十分な性能を示す結果が得られた。発泡スチロール電波吸収体の反射減衰量は5.3dBであった。

コンクリートは鉄筋の配置が(a)よりも(b)、(I) シングル配筋よりも(II) ダブル配筋の供試体の方が反射減衰量は高くなった。格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体を用いた供試体の結果は差異が少ない。配筋方法に関係なく、鉄筋の配置が(a)よりも(b)の方が反射減衰量が高くなった。発泡スチロール電波吸収体を用いた供試体は鉄筋の配置、配筋方法に関係なく5dB以上の反射減衰量が得られた。

5.2 建築材料の反射量・透過量・吸収量

5.2.1 反射量・透過量・吸収量

600MHzにおける反射量・透過量・吸収量の測定結果を図17に示す。反射量・透過量・吸収量は入射波の電力を1とした場合の割合として表している。

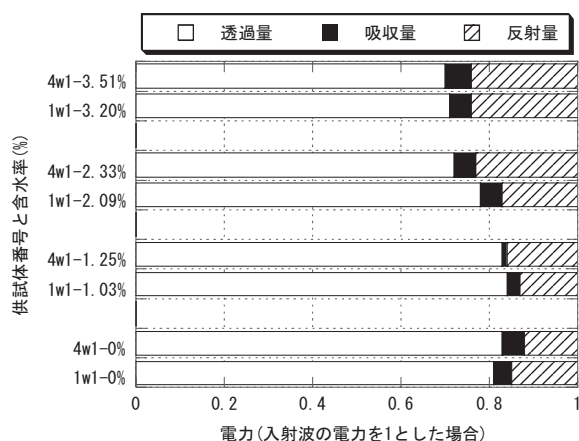


図18 無筋コンクリートの反射量・透過量・吸収量
(供試体番号 1w1、4w1)

(1) 単体で用いる場合

建築材料では、コンクリート、1:2 モルタル、1:3 モルタル、セメントペーストを比較するとセメントの量が多くなるほど吸収量が増加するという結果が得られた。瓦の反射量はセメントペーストと同程度であるが、吸収量はほとんどなかった。アルミブラインドは、アルミブラインドの角度が線路に垂直になるにつれて反射量が大きく、透過量が小さくなった。アルミ断熱材とアルミ吸音材は全反射した。電波吸収体である格子型フェライト電波吸収体と二層フェライトタイル電波吸収体は入射電力の8割以上を吸収し、発泡スチロール電波吸収体は入射電力の3割以上吸収することがわかった。木質フローリング、石膏ボード、カーペット（ウール）、岩綿吸音材は、透過量が大きく、入射波の多くが供試体を透過した。

(2) 複層で用いる場合

コンクリート、格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体、発泡スチロール電波吸収体を複層で用いた供試体は鉄筋の配置、配筋方法に関係なく、同等の測定結果が得られた。コンクリートは入射電力の1割、格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体を用いた供試体は入射電力の8割、発泡スチロール電波吸収体を用いた供試体は入射電力の6割吸収することがわかった。

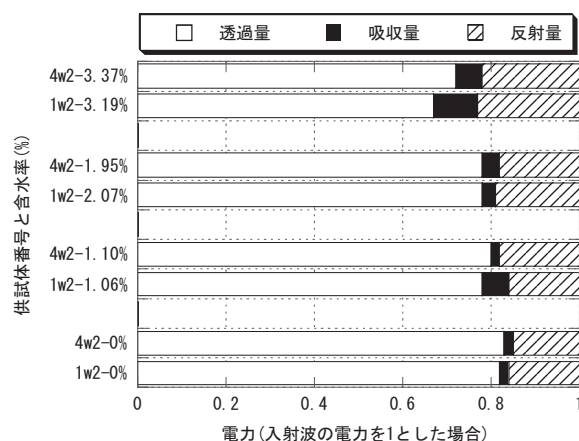


図19 鉄筋コンクリートの反射量・透過量・吸収量
(供試体番号 1w2、4w2)

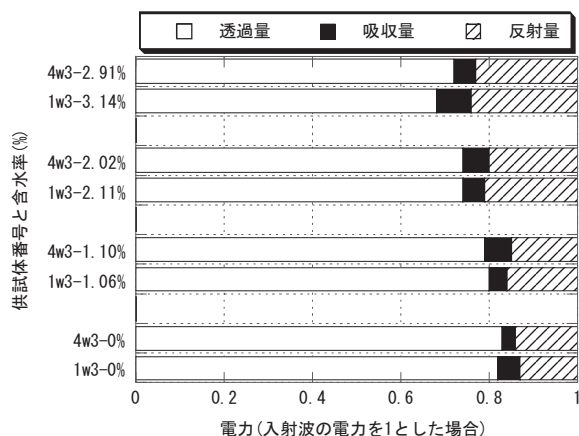


図20 鉄筋コンクリートの反射量・透過量・吸収量
(供試体番号 1w3、4w3)

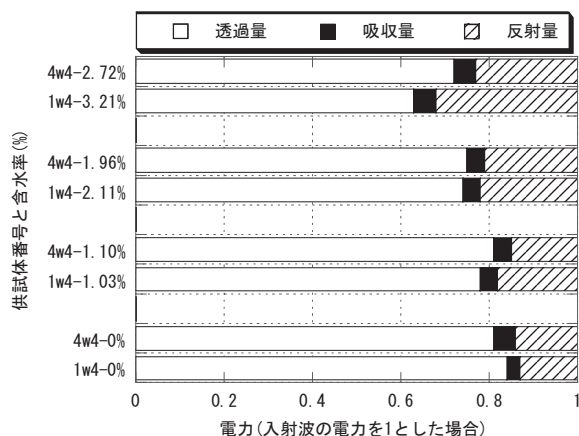


図21 鉄筋コンクリートの反射量・透過量・吸収量
(供試体番号 1w4、4w4)

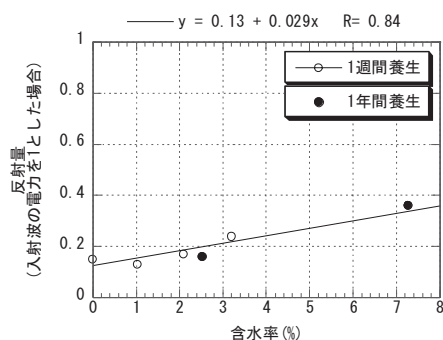


図 2.2 無筋コンクリートの
反射量と含水率
(供試体番号 1w1)

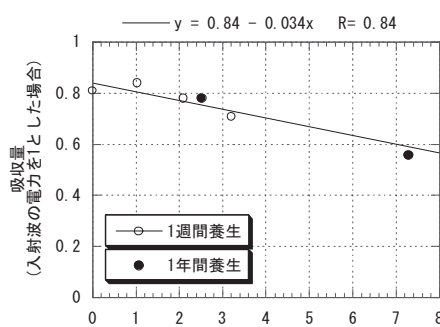


図 2.3 無筋コンクリートの
透過量と含水率
(供試体番号 1w1)

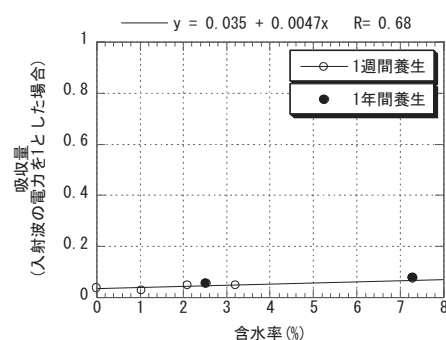


図 2.4 無筋コンクリートの
吸収量と含水率
(供試体番号 1w1)

5. 2. 2 含水率によるコンクリートへの影響

無筋コンクリートと鉄筋コンクリートの600MHzにおける反射量・透過量・吸収量を図18～21に示す。1週間養生の供試体と4週間養生の供試体を乾燥器に入れ、目標の含水率(3, 2, 1, 0%)にそれぞれ乾燥したところ、両者の供試体の含水率はほぼ同じ状態にできた。含水率ごとに反射量・透過量・吸収量を比較すると、1週間養生の1w1と4週間養生の4w1、同様に1w2と4w2、1w3と4w3、1w4と4w4の測定結果はほぼ同等であり、供試体の養生期間は、反射量・透過量・吸収量に影響を与えなかったといえる。

含水率の変化で測定結果をみると、全ての供試体で含水率が高くなるほど、反射量が大きくなり、透過量が小さくなる傾向がみられた。これは供試体中の水分が多いと、電波は供試体の表面付近で反射して、供試体を透過しにくくなるためと考えられる。同じ含水率において鉄筋の挿入位置による反射量・透過量・吸収量の変化はなく、どの供試体においても同等の結果が得られた。

5. 2. 3 無筋コンクリートの反射量・透過量・吸収量と含水率

図18の測定結果から得られた1週間養生の供試体番号1w1の反射量・透過量・吸収量と含水率の関係として回帰直線を求めた。1年間養生した供試体番号1W1の含水率と反射量・透過量・吸収量を測定し、さらに12時間水中養生を行った後の含水率と反射量・透過量・吸収量を測定した。そして、1週間養生の供試体の測定結果の回帰直線上に1年間養生の供試体の測定結果をプロットし、養生期間の影響を検討した。

図18の各含水率における1週間養生の供試体の反射量・透過量・吸収量を図22～24中の白丸でそれぞれ示す。これらの白丸から得られた、1w1の含水率と反射量・透過量・吸収量のそれぞれの回帰直線を示す。また、反射量の相関係数Rは0.84、透過量は0.84、吸収量は0.68となり、高い相関関係がある。さらに1年間養生の供試体の含水率と反射量・透過量・吸収量を図22～24中に黒丸でそれぞれプロットする。これらは1週間養生した供試体の測定結果から得られる回帰直線の付近に点在している。無筋コンクリートの含水率と反射量・透過量・吸収量の関係において、養生期間の影響は小さいといえる。

6. 反射減衰量と反射量・透過量・吸収量の比較

建築材料の反射減衰量と反射量・透過量・吸収量の測定を行った結果、次に記述する6.1反射減衰量を有する建築材料と6.2反射減

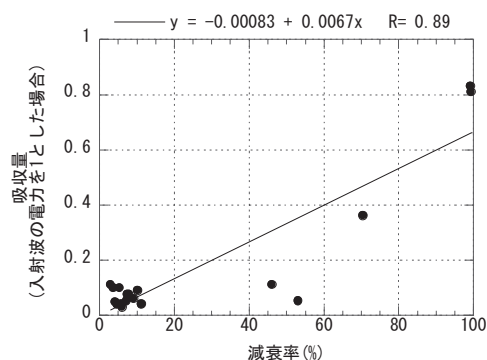


図 2.5 建築材料の減衰率と吸収量

衰量を有しない建築材料に分類できる。さらに6.2は、6.2.1反射量の大きい建築材料と6.2.2透過量の大きい建築材料に分類できる。アルミブラインドは角度により電波特性が変化するため、ここでは例外とする。

6. 1 反射減衰量を有する建築材料

建築材料の中で反射減衰量を有する材料は瓦、格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体、発泡スチロール電波吸収体、カーペット(ウール)である。電波吸収体である格子型フェライト電波吸収体、二層フェライトタイル電波吸収体、発泡スチロール電波吸収体は反射量・透過量・吸収量の測定においても吸収量が大きく出ており、電波を吸収している。瓦とカーペット(ウール)は反射減衰量が3.3dBと2.7dBであったが、吸収量についてはほとんどなかった。このことから瓦、カーペット(ウール)の反射減衰量が3dB程度あるのは、反射減衰量を測定する際に、反射板と材料の間に生じた空気層の影響であると考えられ、瓦、カーペット(ウール)の素材自体には電波吸収効果はないと考えられる。

6. 2 反射減衰量を有しない建築材料

6. 2. 1 反射量の大きい建築材料

反射減衰量を有しない建築材料の中で、反射量の大きい建築材料は真鍮板(反射板)、アルミ断熱材、アルミ吸音材である。これらの建築材料は電波を透過せず、全反射する材料である。材料の表面で全反射するため、電波を吸収できない。

6. 2. 2 透過量の大きい建築材料

反射減衰量を有しない建築材料の中で、透過量の大きい建築材料はコンクリート、1:2 モルタル、1:3 モルタル、セメントペースト、木質フローリング、石膏ボード、岩綿吸音材である。これらの建築材料は、反射する電波は少しであり、入射波の多くが材料を透過する。材料を透過するときに、材料に吸収される電波の量が小さいため、電波吸収効果も小さく電波を吸収できない。

6.3 建築材料の減衰率と吸収量

本研究で求めた反射減衰量RLを式(11)に代入して、減衰率を求める。減衰率は、供試体は何%の電波を吸収したかを示す指標である。建築材料の減衰率と吸収量の関係を図25に示す。減衰率と吸収量の相関係数Rは0.89と高く、建築材料の減衰率(反射減衰量)と吸収量の間には相関関係があるといえる。すなわち建築材料内で電波が減衰されると電波の吸収量は大きくなる。

$$\text{減衰率(\%)} = 100 - \left(10^{\frac{RL[dB]}{10}} \right) \times 100 \quad (11)$$

7. 結論

本研究では、平行二線線路測定装置と透過波用平行二線線路測定装置を用いて建築材料の電波特性として反射減衰量と反射量・透過量・吸収量の測定を行い、以下のことがわかった。

- 1) 建築材料の電波特性の測定結果より、(1) 反射減衰量を有する建築材料、(2) 反射減衰量を有せず反射量の大きい建築材料、(3) 反射減衰量を有せず透過量の大きい建築材料の3種類に分類できた。
- 2) セメント系材料の含水率が高くなるほど、反射量は大きくなり、透過量が小さくなる傾向が見られた。
- 3) 建築材料の減衰率と吸収量の関係を求めた。

これらの測定データは建築材料の電波特性を論ずる場合に有用な資料となるものとする。

謝辞

本研究は、名古屋工業大学池田哲夫名誉教授のご指導と科学研究費補助金(16510058)により行われました。謝意を表します。

参考文献

- 1) 池田哲夫、河辺伸二、岡島達雄：平行二線線路によるTV電波吸収特性の測定方法の提案、日本建築学会構造系論文集、496、pp.17-22、1997.6
- 2) 河辺伸二、池田哲夫、王大鵬：平行二線線路によるUHF帯用電波吸収体の研究、日本建築学会構造系論文集、592、pp.1-5、2005.6
- 3) 王大鵬、河辺伸二、池田哲夫、松並良、稲吉哲弥：平行二線線路によるUHF帯電波の透過係数の測定方法、日本建築学会構造系論文集、618、pp.1-6、2007.8
- 4) 内藤喜之：電波吸収体、オーム社、1987.4
- 5) 清水康敬他：電磁波の吸収と遮断、日経技術図書(株)、1989.1

(2009年3月6日原稿受理、2009年6月8日採用決定)