

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 21 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510094

研究課題名(和文) 2.45GHz帯の電波吸収リサイクルボードの開発

研究課題名(英文) Research of the Radio Wave Absorption Recycling Board for 2.45GHz Band

研究代表者

河邊 伸二 (KAWABE, Shinji)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：20252314

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：現在、情報化社会に移行し、電磁環境は非常に多様化、複雑化している。電波を安全かつ有効に利用するために建築空間用の電波吸収体は必要不可欠であり、建築材料の電波特性の研究が非常に重要になっている。また、近年ペットボトルキャップは大量に生産されているがリサイクル率は10%不足であり、P.P.廃材の大多数は焼却処分されている。

本研究では繊維化したP.P.と廃木材を原料に用いてリサイクルボードを作製し、さらに電波吸収特性をもつ炭素繊維の混入方法を比較検討した。電磁波障害が最も深刻で、広い範囲に利用されている2.45GHz帯に焦点をあわせ、高付加価値を有する電波吸収リサイクルボードを開発した。

研究成果の概要(英文)：The electronic devices like a cell phone and a wireless LAN using the electromagnetic wave are rapidly widespread recently. The trouble in an architectural space by the electromagnetic wave has expanded on the other hand of the electromagnetic compatibility, too. In the improvement of an architectural space, the research of the electric wave characteristic of the building material is important. The recycling board mixed with the carbon fiber was developed and measured of the electromagnetic characteristic in the 2.45GHz band.

研究分野：建築材料学

キーワード：電波吸収 電波遮蔽 2.45GHz 炭素繊維 リサイクル

1. 研究開始当初の背景

現在、情報化社会に移行し、携帯電話、スマートフォン、地上デジタル放送などの電波利用機器の普及が益々加速しており、電磁環境は非常に多様化、複雑化している。中でも、2.45GHz 帯は自由に利用できる周波数帯として電子レンジや無線 LAN に使われている。その一方で電波が密集し、不要電波の影響や建物内で電波が多重反射を起こすことで、データ転送速度の低下や情報漏洩など通信障害をもたらしている。これらの問題は今日、オフィス空間や一般家庭のような日常にも発生している。電波を安全かつ有効に利用するために建築空間用の電波吸収体は必要不可欠であり、建築材料の電波特性の研究が非常に重要になっている。

また、近年ポリプロピレン以下 (P.P.) が大量に使用され、代表的なものにペットボトルのキャップがある。ペットボトルキャップは大量に生産されているがリサイクル率は10% 足らずであり、P.P. 廃材の大多数は焼却処分されている。

2. 研究の目的

本研究では繊維化した P.P. と廃木材を原料に用いてリサイクルボードを作製し、さらに電波吸収特性をもつ炭素繊維の混入方法を比較検討した。電磁波障害が最も深刻で、広い範囲に利用されている 2.45GHz 帯に焦点をあわせ、高付加価値を有する電波吸収リサイクルボードを開発した。

本研究の炭素繊維混入りリサイクルボードは炭素繊維の混入方法により、炭素繊維挟みりサイクルボードと炭素繊維混込みりサイクルボードとした。

3. 研究の方法

3.1 リサイクルボードの作製方法

繊維化した P.P. と廃木材を混合し、型枠に入れ、熱間圧縮機により 175 で材料を溶解させつつ 0.63MPa で 10 分間圧縮した。次に

冷却機を用いて 10 で冷却させつつ圧縮機により 0.63MPa で 10 分間圧縮し、その後脱型を行い、リサイクルボードを作製した。方形導波管測定装置を用いて測定する際に使用するリサイクルボードは 109.2×54.6mm の型枠を使用し、調合は質量比で P.P. : 廃木材 = 2 : 1 とし、総量 19.8g で作製した。

3.2 炭素繊維挟みりサイクルボードの作製方法

厚さ 5mm の型枠に厚さ 2mm と 3mm のリサイクルボードを 2 枚用意し、その間に炭素繊維を挟み込んだ。次に熱間圧縮、その後冷却圧縮を行い、脱型をすることで、炭素繊維挟みりサイクルボードの作製をした。

3.3 炭素繊維混込みりサイクルボードの作製方法

型枠に質量比で P.P. : 廃木材 = 2 : 1 を入れ、そこに炭素繊維をほぐしつつ混込み、次に熱間圧縮、その後冷却圧縮を行い、脱型をすることで炭素繊維混込みりサイクルボードを作製した。また、炭素繊維混込みりサイクルボードの厚さを変えてそれぞれ作製した。

挟みりと混込みりサイクルボードを作製する際に使用する炭素繊維量は、6 から 200g/m² の 8 種類で、方形導波管測定装置を使用してそれぞれの電波特性を測定した。

3.4 測定概要

方形導波管は、長方形の中空の金属管である。方形導波管の中を電波が伝わり、供試体を透過した電波を測定することができる。透過減衰量の測定方法は 2 台の同軸導波管変換器に方形導波管を挟み、同軸ケーブルでネットワークアナライザに接続した。反射減衰量の測定方法は、1 台の同軸導波管変換機に方形導波管と金属板をつなぎ、供試体を透過し、金属板で反射した電波を受信した。方形導波管は 109.2×54.6mm を使用し、測定周波数帯域は 1.72GHz ~ 2.6GHz とした。

3.5 透過減衰量と反射減衰量

炭素繊維混入りリサイクルボードの準マイ

ク口波帯における電波特性を知る指標として透過減衰量(dB)と反射減衰量(dB)を用いた。透過減衰量は、送信アンテナから発信した電波が供試体を透過した際に減衰する電界強度レベルの割合とした。反射減衰量は、入射波に対する反射波の比率の逆数とした。

4. 研究成果

炭素繊維挟込みリサイクルボードと炭素繊維混込みリサイクルボードの両方の厚さを5mmに統一し、混入する炭素繊維量を6~200g/m²まで変化させた際の電波特性の測定をした。透過減衰量の値は炭素繊維挟込み量を増やすほど増加していくが、反射減衰量の値は減少していく。このことから、炭素繊維は挟込むほど電波を反射していると考えられる。また、炭素繊維挟込みリサイクルボードの作製時の特徴として、炭素繊維量100g/m²以上挟込むのは困難であった。

炭素繊維量混込み量を増やすほど透過減衰量、反射減衰量の値はともに増加しているが、炭素繊維混込み量100g/m²以上では反射減衰量に変化はみられないことから、5mmのリサイクルボードに炭素繊維混量100g/m²以上混込んでも電波の吸収量に変化はなかった。結果、炭素繊維混込みリサイクルボードの方が電波を吸収するには適している。

5mmの炭素繊維挟込みリサイクルボードの炭素繊維量を変えた2.45GHzにおける電波特性において、炭素繊維挟込みリサイクルボードでは炭素繊維量を増やすほど反射量は大きくなった。

5mmの炭素繊維混込みリサイクルボードの炭素繊維量を変えた2.45GHzにおける電波特性において、炭素繊維混込みリサイクルボードでは、炭素繊維混込み量を増やすほど吸収量は大きく、その後吸収量の値はほぼ一定となり、反射量が大きくなる傾向がみられた。

炭素繊維混込みリサイクルボードを厚くするにつれて透過減衰量の値は減少するが、

反射減衰量の値は増加することが分かった。

本研究の範囲内で、炭素繊維混入りサイクルボードの2.45GHz帯の透過減衰量、反射減衰量を測定し、以下のことが分かった。(1)炭素繊維挟込みリサイクルボードは炭素繊維混込みリサイクルボードよりも透過減衰量が大きい。(2)炭素繊維混込みリサイクルボードは炭素繊維挟込みリサイクルボードよりも電波の吸収量が多い。(3)炭素繊維混込みリサイクルボードの厚さを厚くした方が透過減衰量は減少し、反射減衰量が増加する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 8件)

安藤 貴広、河辺伸二、中村 公哉：
竹繊維が円孔・切欠きを設けたリサイクルボードの引張特性に与える影響、
日本建築学会東海支部研究発報告集、pp.1-4、
2013.2

中村 公哉、河辺伸二、安藤 貴広：
繊維化したP.P.と木屑によるリサイクルボードの加熱時間と力学的特性、
日本建築学会東海支部研究発報告集、pp.5-8、
2013.2

三輪 和弘、河辺伸二、伊藤 公人、木村 俊：
準マイクロ波帯における炭素繊維混入りリサイクルボードの電波吸収特性、
日本建築学会東海支部研究発報告集、
pp.13-16、2013.2

三輪和弘、河辺伸二：
準マイクロ波帯における炭素繊維混入りリサイクルボードの電波吸収特性、
日本建築学会大会学術講演梗概集材料系、
pp.1033-1034、2013.8

三輪和弘、河辺伸二、伊藤公人、木村俊：
方形導波管測定装置による準マイクロ波帯用電波吸収リサイクルボードの研究、

日本建築学会東海支部研究発報告集、
pp.81-84、2014.2
内藤大成、河辺伸二、木村俊、三輪和弘：
セメントモルタル内の炭素繊維の配置が
2.45GHz 帯の透過減衰量に及ぼす影響、
日本建築学会東海支部研究発報告集、
pp.85-88、2014.2
三輪和弘、河辺伸二：
方形導波管による炭素繊維混入リサイクルポ
ードの 2.45GHz 帯の電波特性、
日本建築学会大会学術講演梗概集材料系、
pp.975-976、2014.9
藤原由美子、河辺伸二、三輪和弘：アルミ片
を用いた 2.4GHz 帯の電波遮蔽シートの開発、
日本建築学会東海支部研究発表報告集 53 号、
pp.37-40、2015.2

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河辺 伸二 (KAWABE SHINJI)
名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：20252314

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：