

CNT含有発泡スチロール成形体の特性

山形化成工業株式会社

2017年10月20日

ポリスチレン発泡成形品 (発泡スチロール)とは

発泡スチロール

- ・ビーズ法発泡スチロール(EPS)
- ・発泡スチレンシート(PSP)
- ・押出ポリスチレン(XPS)

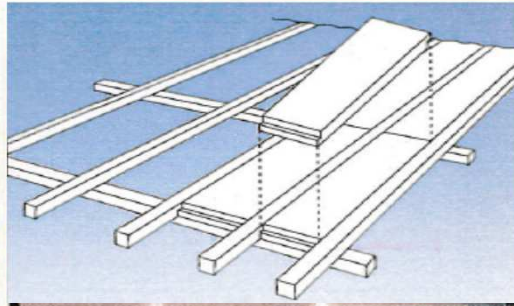
【用途】

一般産業

梱包／緩衝材



フロート

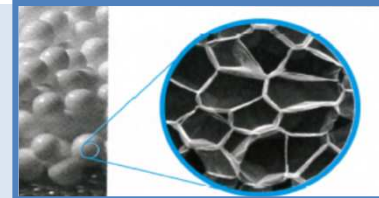


土木



【性質】

- ・断熱性
- ・緩衝性
- ・軽い
- ・水を通さない
- ・**成形しやすい**



セル構造

(発泡スチロール協会資料より)

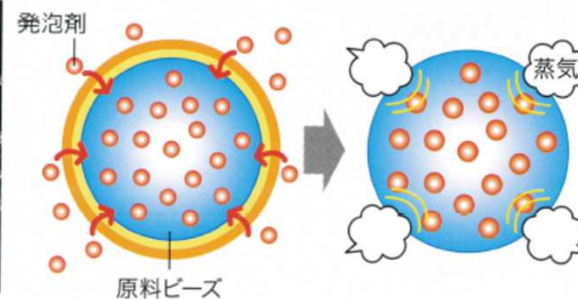
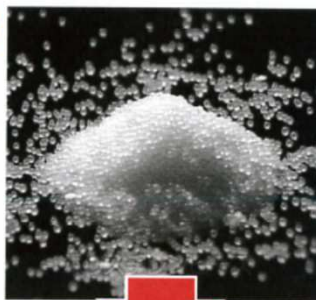
高付加価値化が課題

ポリスチレン発泡成形品の製法

【ビーズ法製法例】

原料ビーズ

発泡剤となるガスが入ってる原料ビーズに蒸気をあてると、ガスが膨張し、原料ビーズが膨らみます。

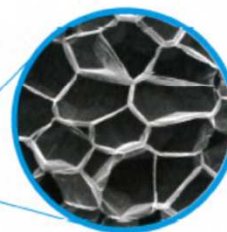


発泡ビーズ

膨らんだ原料は、元の原料ビーズの約50倍に発泡し、大量の空気を含んだ「発泡ビーズ」となります。



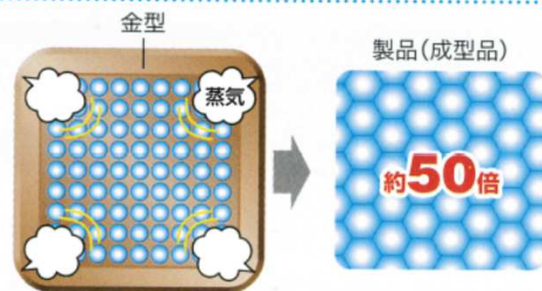
顕微鏡拡大写真



発泡スチロールは、それぞれが独立した小さな空気の部屋（独立気泡）で仕切られています。

発泡スチロール成型品

発泡ビーズを金型に入れ、もう一度蒸気をかけることでさらに膨らんだビーズ同士が熱でくっつき金型どおりの形になった製品となります。



(発泡スチロール協会資料より)

導電性発泡スチロール

目的: 発泡成形体の高付加価値化

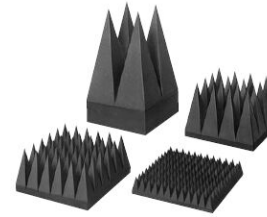
【機能発現方法】

導電性物質を添加

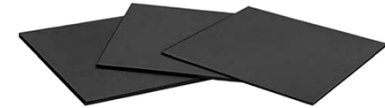
導電性が発現

- ・ 電磁波を熱に変換
- ・ 電気を流して発熱

電磁波吸収体



電磁波吸収体



電磁波吸収シート

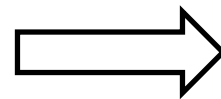
電気発熱体



壁・床暖房、食品保温容器etc.

・導電性物質添加の問題点

カーボンブラック(粒子)
カーボンファイバー(繊維)



- ・ 多量添加が必要
- ・ 摩擦による脱落
- ・ 耐衝撃性の低下

カーボンナノチューブ

(Carbon NanoTube: CNT)

・炭素材料の一つ

黒鉛,

ダイヤモンド,

フラーレン,

カーボンナノチューブ(CNT)

(1991年 飯島澄男教授により発見)

・性質

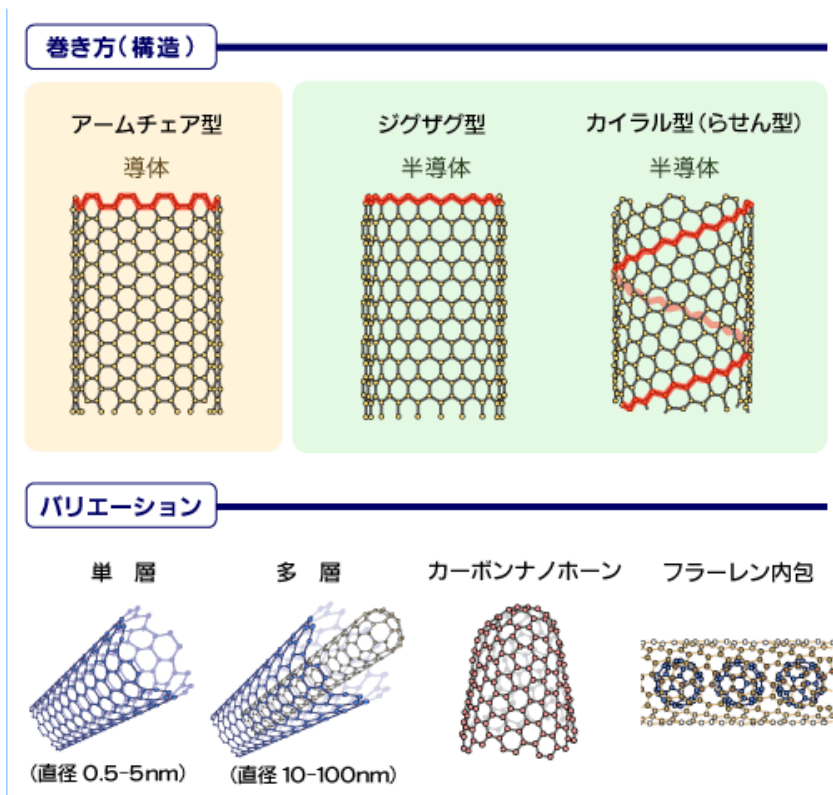
電気伝導性、熱伝導性

耐熱性、耐食性

細長い

**少ない添加量で繋がり合い
導電性が発現**

ナノメートルレベルの直径をもつ
円筒状をした炭素結晶

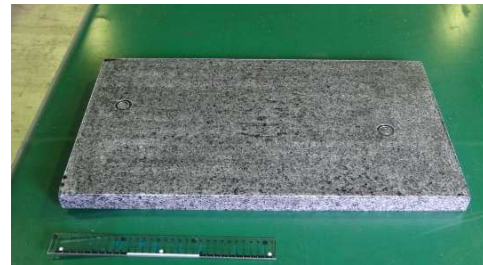


(NEDOホームページより)

CNT含有発泡スチロール成形とは



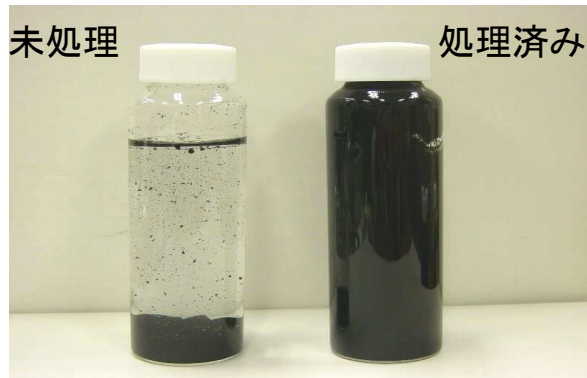
発泡ビーズ



CNT含有発泡スチロール成形体

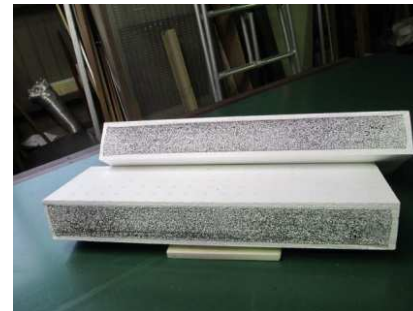


+



MWCNT-水分散液

特許第5754001号(山形県)



CNT含有2色発泡成形体

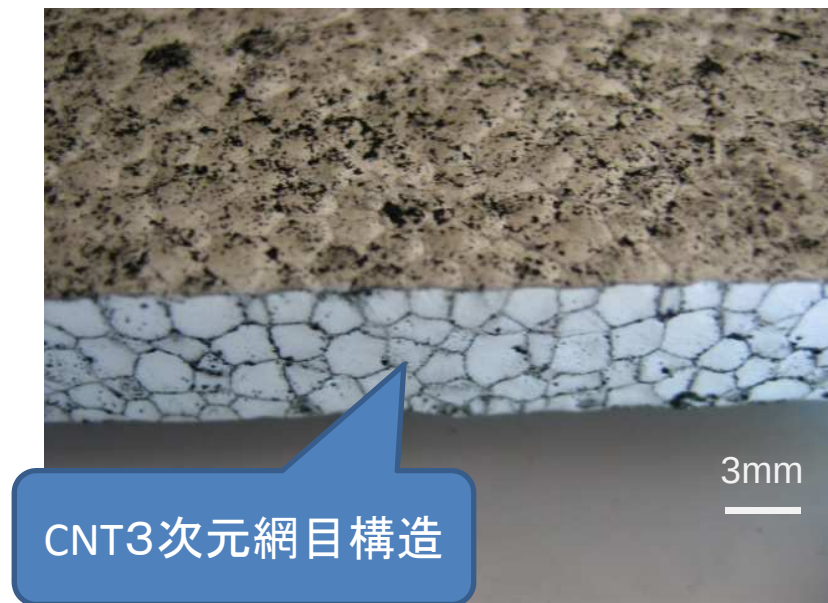
CNT含有2色成形体
特許出願済み
出願人 山形化成工業(株)



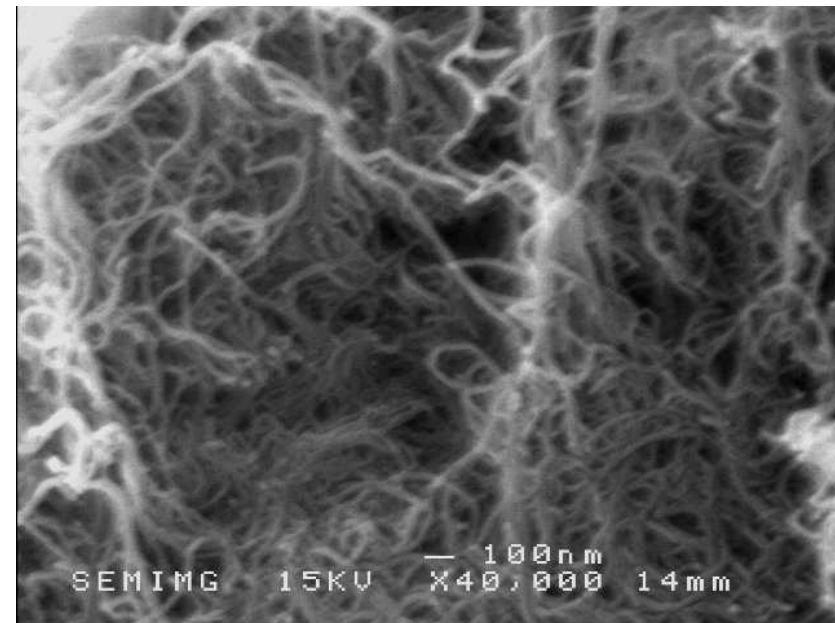
形状、大きさの
自由度が高い

発泡成形体中のCNT3次元網目構造

成形体の表面から粒界に沿って
3次元網目状にCNTが分布する構造



走査型電子顕微鏡画像(4万倍)
CNTがネットワーク構造を形成



工業技術センター 素材技術部 佐竹康史氏 提供

CNT含有発泡スチロール成形品の物性評価

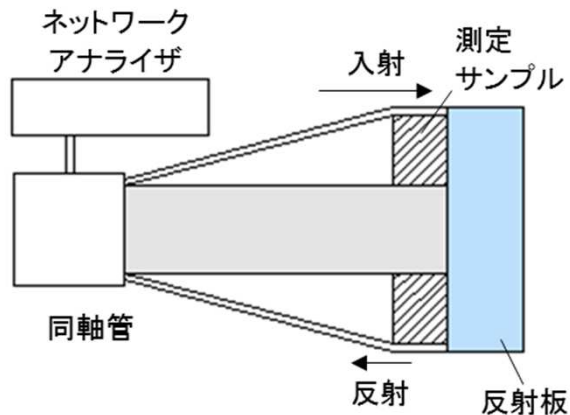
製品区分	密度 kg/m ³	圧縮強度 N/ c m ²	難燃性	熱伝導率 W/mK
一般品	49	37.4	—	0.0334
CNT添加	44	23.4	×	0.0350
難燃グレード	41	27.9	○	0.0351
規格値	>30 (JIS A 9511)	>16 (JIS A 9511)	UL94 HBF	<0.036 (JIS A 9511)

- ・密度、圧縮強度、熱伝導率はJIS A 9511の規格値を満たしている
- ・難燃グレード品は、UL94HBFをクリアし、難燃性も備えている

電磁波吸収特性

電磁波吸収特性(0-3GHzまで) (同軸管法)

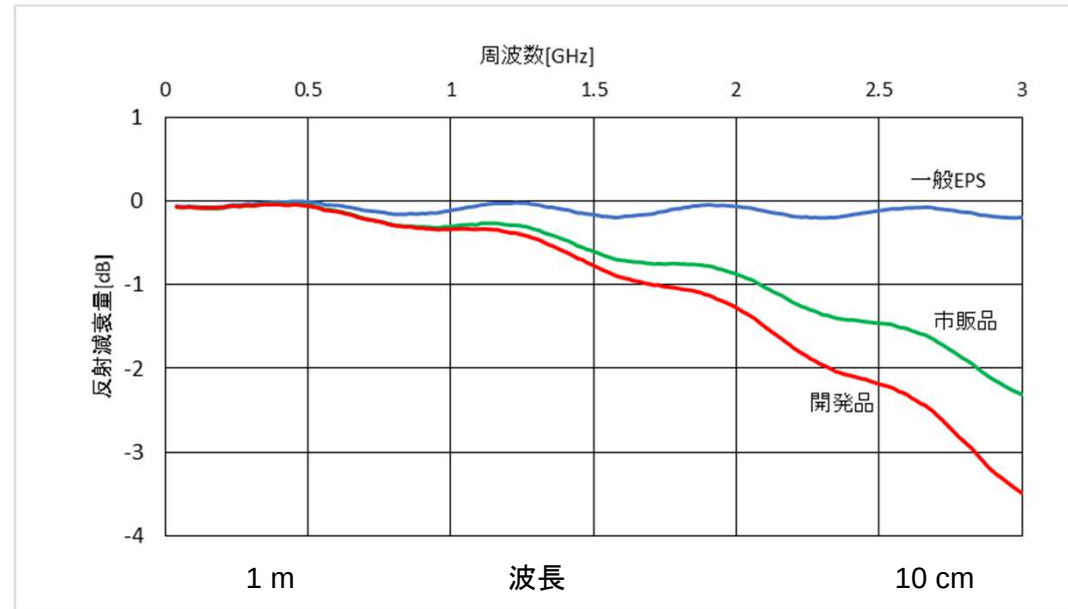
測定方法



サンプル形状



直径 40 mm
厚さ 10 mm
ドーナツ状



主な
利用例

VHF

超短波(UHF)・電子レンジ・無線LAN(2.4GHz)

測定場所: 東京都立産業技術研究センター

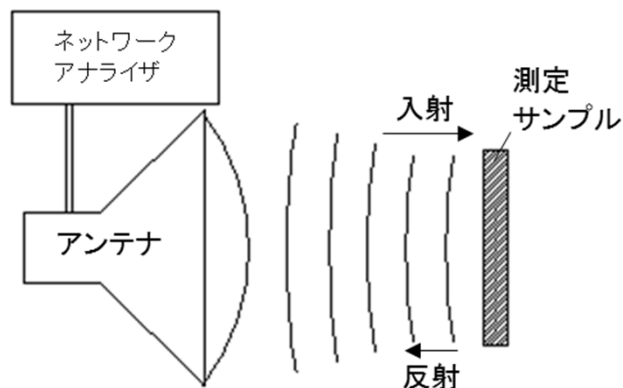
~3 GHzの範囲で、
市販品以上の電波吸収を見せた

電磁波吸収特性

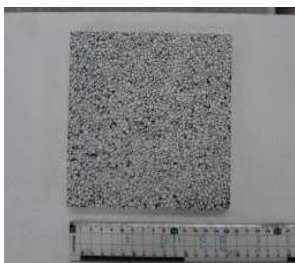
電磁波吸収特性(高周波領域)

(自由空間法)

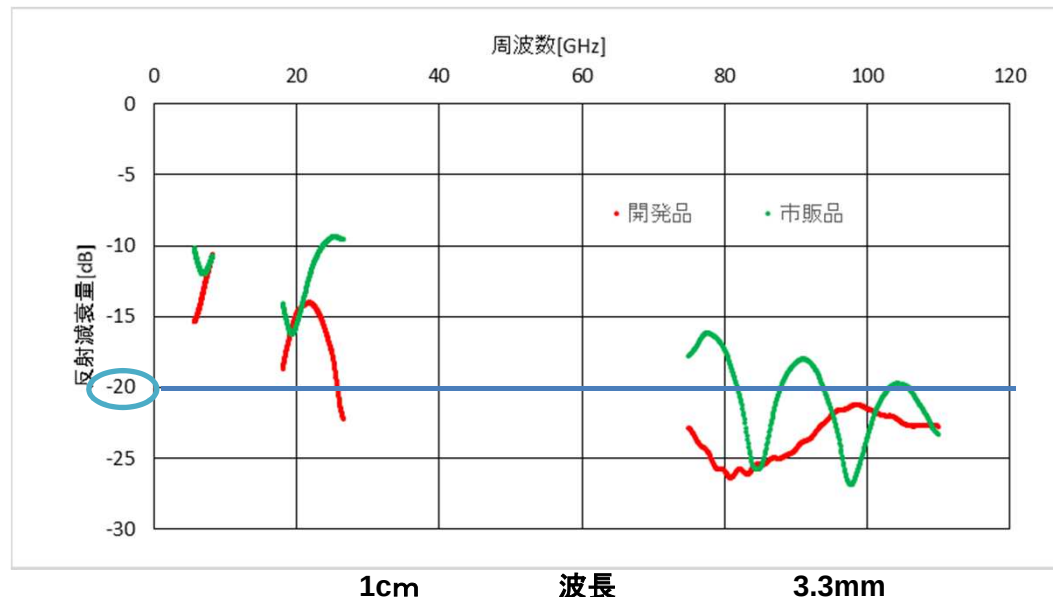
測定方法



サンプル形状



150 mm四方、
10 mm厚
平板



主な
利用例

マイクロ波
無線LAN
衛星通信

ミリ波
レーダー
自動車衝突防止装置

測定場所: 一般財団法人
ファインセラミックスセンター

測定バンド: Cバンド (5.6~8.2 GHz)
Kバンド (18.0~26.5 GHz)
Wバンド (75.0~110.0 GHz)

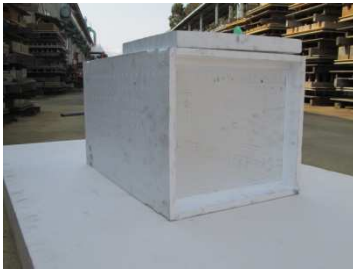
高周波帯域において
幅広く電磁波を吸収できた

電磁波吸収試験 (BOX形状での減衰特性)

アンテナから電磁波を照射し、BOX内の電界センサーの感知した強度と比較して、吸収特性を測定した。

試験場所: テュフズードザクタ株式会社
米沢試験場 10m電波暗室

測定BOX



基準



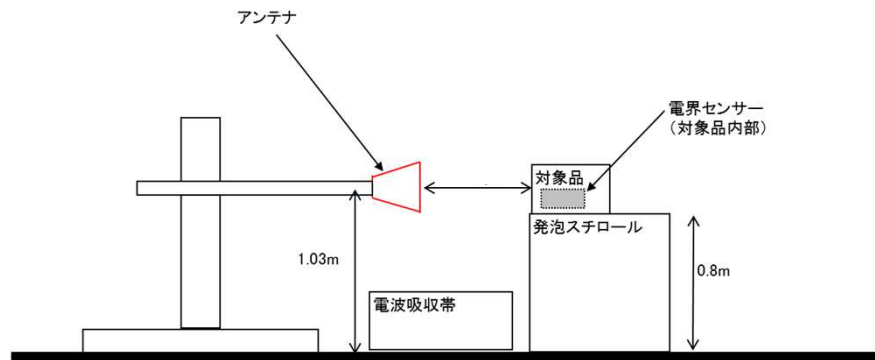
内箱



二重箱

寸法(mm)

内箱	外寸	340×370×600
	内寸	275×310×535
外箱	外寸	415×445×670
	内寸	350×380×610
(基準のBOXも同じ寸法)		



試験条件



10m電波暗室

インサート成形による電気発熱体

発熱体としての実証試験



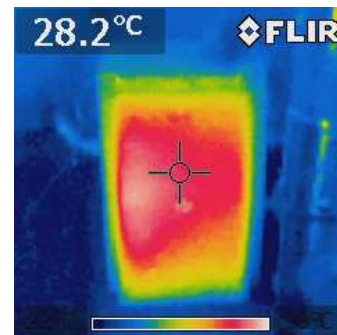
銅箔を設置した
CNT含有発泡成形体

成形

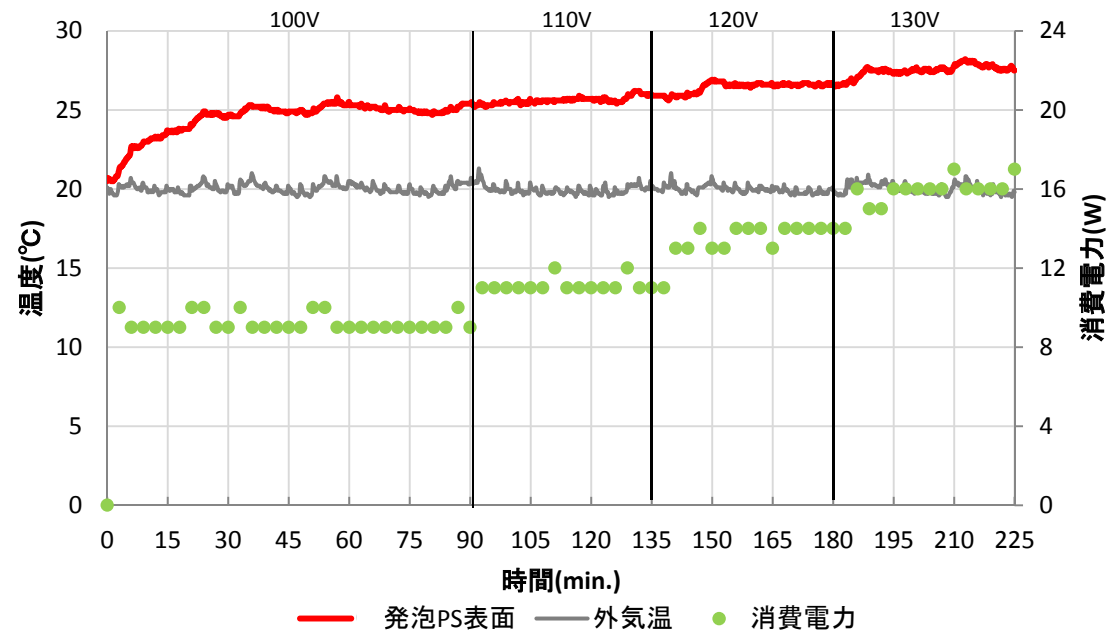


インサート成形ヒーター

電圧印加



発泡PSヒーター発熱温度測定(100-130V)

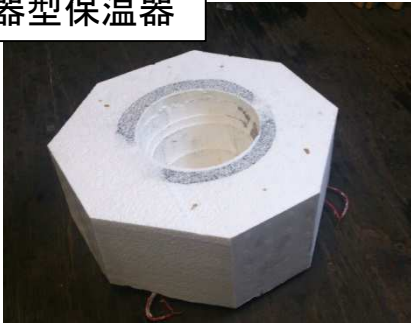


- ・電圧を印加して
発熱することを確認
- ・線ではなく面
で発熱する発熱体

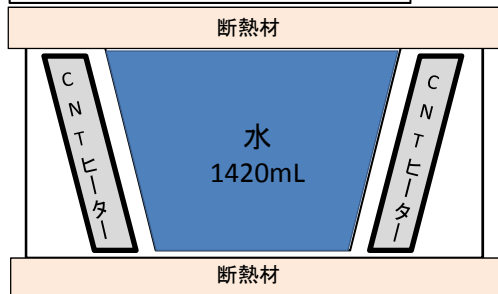
インサート成形による電気発熱体応用例

EPSの成形しやすさを利用して、内容物を包むようにCNT含有成形体を配置した器型のインサート成形体を作成して、水を加熱してその実力を測定した

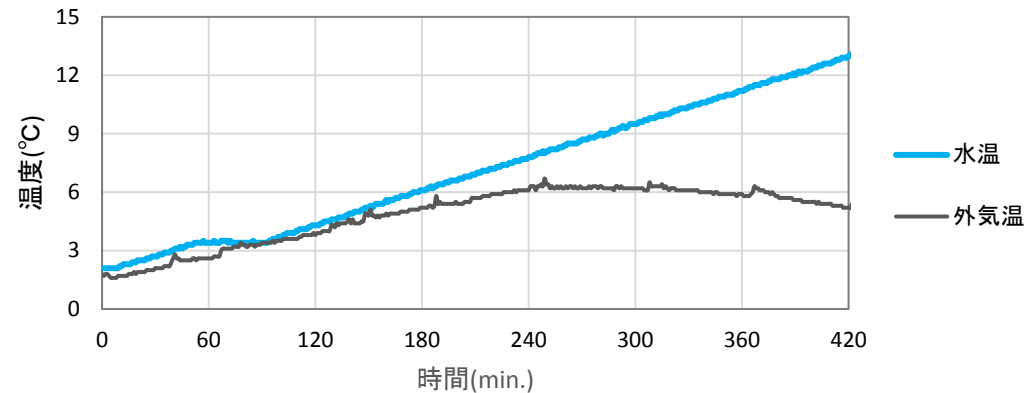
器型保温器



試験時の断熱構成



器型保温器 水加熱試験



試験7時間の結果

電圧 (V)	水温 (°C)	温度変化量 (°C)	熱量 (kJ)	仕事率 (W)	消費電力 (W)
100	2.1→13.0	10.9	64.9	2.6	5

・外気温の上下があっても、小さな電力で保温と昇温が可能

CNT作業環境における許容暴露濃度値

CNTの安全性は、法的な拘束力のある規制値でないが、諸機関より安全性試験が行われ、許容暴露濃度の規制案が提案されてきている。

機関・団体・企業	許容暴露濃度(mg/m ³)
米国労働安全衛生 総合研究所NIOSH (2013)	0.001 mg/m ³ (吸入性炭素量、45年暴露)
NEDOプロジェクト 産総研等 (2011)	0.03 mg/m ³ (吸入性粉じん、15年程度の暴露)
Nanocyll社 (2009)	0.0025 mg/m ³
Bayer社 (2010)	0.05 mg/m ³

CNT含有発泡スチロールの安全性

弊社の加工工場での作業環境測定



スタンド丸鋸カット



ニクロム線ヒーターカット

測定結果： $< 0.002 \text{ mg/m}^3$

諸機関の許容暴露濃度の規制案より低く、作業環境におけるCNTの飛散はほとんどなく、作業的には懸念すべきリスクのない状態と言える。

「多層カーボンナノチューブ添加発泡体を含む二色成形体並びにその製造方法」の発明で、「特許登録」されました。

平成28年11月11日付で「特許登録」され、平成28年12月7日付で「特許公報」が発行されました。

- CNT添加(含有)発泡スチロール成型品は、電磁波吸収特性を付与でき、物性としても発泡スチロール JIS A 9511の保温版1号として、規格値をクリアーしており建材としても使用可能である。
- 特許文献は、電磁波遮断特性を備えた第一の樹脂からなる第1成型部と電磁波透過特性を備えた第2成型部とを組み合わせる「二色成形法」によって、電子機器用複合樹脂成型部品を製造する方法で開示している。
- 二色発泡成形を適用することにより、両樹脂に於ける各々の断熱特性、電磁波遮断特性等が有機的に機能することを志向するものである。



CNT含有発泡スチロール成形品の総合評価

電磁波吸収特性

- ・同軸管法と自由空間法の結果より、発泡PSに電波吸収特性を付与できることが明らかになった。
- ・また、その吸収特性は市販品と比較しても同等以上のものとなっている。

電気発熱体

- ・30℃弱の発熱ができ、面状であるため、接触暖房に適している。
- ・発泡スチロールの断熱性により、電力の無駄が最小限に抑えられる。

成形性

- ・ビーズ法で成形しているため、金型に沿った形にでき、形状や大きさを自由に成形できる。
- ・カットも通常の発泡スチロールと同様に、熱線で容易に加工できる。

物性

- ・密度、圧縮強度、熱伝導率はJIS A 9511の保温板1号の規格値をクリアし、建材として使用できる水準である。
- ・UL94HBFをクリアする難燃性の水準である。



電磁波吸収体、電気発熱体として機能する
発泡スチロール成形体

ご清聴ありがとうございました。