

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-108483  
(P2016-108483A)

(43) 公開日 平成28年6月20日(2016.6.20)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)
<b>C08J</b> 9/38 (2006.01)	C08J	9/38	CFF	4B065
<b>B01J</b> 20/26 (2006.01)	B01J	20/26	D	4F074
<b>G10K</b> 11/162 (2006.01)	G10K	11/16	A	4G066
<b>C12N</b> 1/20 (2006.01)	C12N	1/20	F	5D061

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-248701 (P2014-248701)	(71) 出願人	504300088 国立大学法人帯広畜産大学 北海道帯広市稲田町西2線11番地
(22) 出願日	平成26年12月9日 (2014.12.9)	(71) 出願人	000229955 日本プラスト株式会社 静岡県富士宮市山宮3507番地15
		(74) 代理人	100116713 弁理士 酒井 正己
		(74) 代理人	100094709 弁理士 加々美 紀雄
		(74) 代理人	100179844 弁理士 須田 芳園
		(72) 発明者	大和田 琢二 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立 大学法人帯広畜産大学内

最終頁に続く

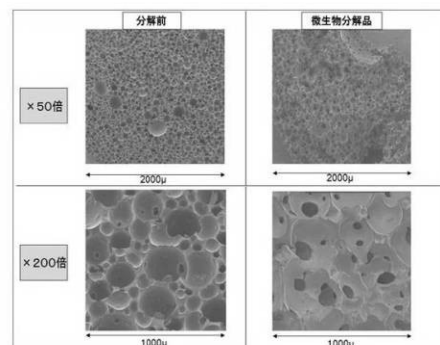
(54) 【発明の名称】 発泡樹脂、粉砕物、吸水材及び吸音材

(57) 【要約】

【課題】独立した気泡を有する発泡ウレタンのような発泡樹脂を粉砕しやすくするための加工方法を提供し、当該加工方法によって得られる新規な発泡樹脂を提供すること。

【解決手段】少なくとも一部の独立した気泡同士が微生物の作用によって連結した構造を有することを特徴とする発泡樹脂。前記発泡樹脂は発泡ウレタンであることが好ましく、また、前記微生物はウレタン分解能を有するストレプトマイセス (*Streptomyces*) 属に属する微生物であることが好ましい。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも一部の独立した気泡同士が微生物の作用によって連結した構造を有することを特徴とする発泡樹脂。

**【請求項 2】**

前記発泡樹脂が発泡ウレタンであることを特徴とする請求項 1 に記載の発泡樹脂。

**【請求項 3】**

前記微生物がウレタン分解能を有するストレプトマイセス (*Streptomyces*) 属に属する微生物であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の発泡樹脂。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の発泡樹脂を粉砕したことを特徴とする粉砕物。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の粉砕物を用いたことを特徴とする吸水材。

**【請求項 6】**

請求項 4 に記載の粉砕物を用いたことを特徴とする吸音材。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、発泡樹脂に関し、より詳しくは、微生物を用いて分解処理を施した発泡樹脂並びにこれを用いた粉砕物、吸水材及び吸音材に関する。

**【背景技術】****【0002】**

ポリウレタンはウレタン結合を有するポリマーで、ウレタン樹脂とも呼ばれている。ポリウレタンは、水分による加水分解や空気中の窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ )、塩分、紫外線、熱、微生物などの影響で徐々に分解され、人体や水生生物などに対して有害な化合物を生成する。漏出したポリウレタンは甚大な環境汚染を引き起こす可能性があるため、通常土砂等に吸着させる、囲うなどの防止処置をして回収し、容器に密閉後処理されている。ポリウレタンについてはリサイクル系も開発されているが、廃ポリウレタンの約 40% はまだ埋め立てられている。

**【0003】**

発明者等は、土壤中よりウレタンに対して吸着能と分解能を有する新規な微生物を見出し、特許出願をした(特許文献 1)。当該微生物は、菌学的性質や DNA 分析から、ストレプトマイセス (*Streptomyces*) 属に属する新規な放線菌と判明した。この微生物は、ウレタンに対して吸着性を有するため、水中に分散しているウレタン粒子を結合・凝集させ、ウレタンを効果的に除去(吸着・浄化)することができる。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

**【特許文献 1】**特開 2010 - 220610 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 1 に記載の微生物はウレタンに対して吸着能と分解能を有するが、産業的に利用するためにはウレタンの分解率を更に向上させる必要があり、その点で改良の余地があった。

**【0006】**

ところで、ウレタンとしては、軟質ポリウレタンのように弾性体で粘弾性の高い材料も知られているが、このようなポリウレタンを室温下で粉体化することは非常に困難であった。特に独立した気泡を有するポリウレタンは、弾性、機械的強度が共に高く、気泡が連通した発泡体に比べて加工がより困難である。

10

20

30

40

50

このような発泡ウレタンを粉体化する手法としては、液体窒素を用いて冷凍固化させた後に粉砕する手法が知られている。しかしながら、このような手法では設備が大がかりになり、また、ランニングコストが高くなってしまいうため実用性が無い。

【 0 0 0 7 】

そこで本発明は、独立した気泡を有する発泡ウレタンのような発泡樹脂を粉砕しやすくするための加工方法を提供し、当該加工方法によって得られる新規な発泡樹脂を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決すべく本発明者等が鋭意探求を重ねた結果、独立した気泡を有する発泡樹脂に微生物を作用させることで、少なくとも一部の気泡同士を連結させることが有効であることを見出し、本発明を完成させた。即ち、本発明は以下の構成を採用する。

【 0 0 0 9 】

( 1 ) 少なくとも一部の独立した気泡同士が微生物の作用によって連結した構造を有することを特徴とする発泡樹脂。

( 2 ) 前記発泡樹脂が発泡ウレタンであることを特徴とする上記 ( 1 ) に記載の発泡樹脂。

( 3 ) 前記微生物がウレタン分解能を有するストレプトマイセス ( *S t r e p t o m y c e s* ) 属に属する微生物であることを特徴とする上記 ( 1 ) 又は ( 2 ) に記載の発泡樹脂。

( 4 ) 上記 ( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれかに記載の発泡樹脂を粉砕したことを特徴とする粉砕物。

( 5 ) 上記 ( 4 ) に記載の粉砕物を用いたことを特徴とする吸水材。

( 6 ) 上記 ( 4 ) に記載の粉砕物を用いたことを特徴とする吸音材。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明により、粉砕することが容易であり、また、吸水性や吸音性に優れた発泡樹脂を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】発泡ウレタンに微生物を作用させる前後の発泡セルの様子を観察した顕微鏡写真である。

【図 2】発泡ウレタンに微生物を作用させた後の発泡セルの様子を電子顕微鏡で観察した結果を表す写真である。

【図 3】本発明の粉砕物の外観を示す写真である。

【図 4】微生物を作用させる期間を変更した発泡樹脂の発泡セルの様子を観察した顕微鏡写真である。

【図 5】実施例において測定した吸水率の結果を表すグラフである。

【図 6】実施例において測定した含水率の変化を表すグラフである。

【図 7】実施例において測定した吸音率の結果を表すグラフである。

【図 8】実施例において測定した吸音率の結果を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

[ 発泡樹脂 ]

本発明に係る発泡樹脂は、独立した気泡を有する発泡樹脂の少なくとも一部の気泡同士が微生物の作用によって連結した構造を有する。これにより独立した気泡を有する発泡樹脂と、連通した気泡を有する発泡樹脂の両方の特性を併せ持った新素材としての特性を有する発泡樹脂が得られる。

前記本発明に係る発泡樹脂は、独立した気泡を有する発泡樹脂に、当該発泡樹脂に対して分解能を有する微生物を作用させることによって得ることができる。発泡樹脂に対して

10

20

30

40

50

分解能を有する微生物を作用させることで、独立した気泡の壁面に数ミクロン程度（ $1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ 程度）の微細空洞が形成され、これにより隣接していた気泡同士が連結するようになる。微生物によるこのような分解作用が進行することで、独立していた気泡同士が微細空洞によって連結した発泡樹脂が得られる。

#### 【0013】

前記本発明に係る発泡樹脂は、独立した気泡を有する発泡樹脂の構造を基本骨格としていながら、微生物の作用による微細空洞によって気泡同士が連結している。この微細空洞が形成されていることによる新たなセル構造によって、独立した気泡を有する発泡樹脂の特性と、連通した気泡を有する発泡樹脂の特性の両方を発揮できるようになる。

具体的には、本発明に係る発泡樹脂は、弾性を有しながら、室温下で細かくパウダー（粒径が $300\ \mu\text{m}$ 以下）化することが可能である。このようなパウダー化した粉砕物は弾性を有していて音のエネルギー吸収にも効果があり、優れた吸音特性を有する。

また、本発明に係る発泡樹脂は、前記微細空洞が形成されていることにより、吸水性が大幅に向上し、更に、一旦吸収された水分が放出されにくく、保水性に優れた特性を有する。これは毛細管現象によって連結した気泡部分に水分が吸収される一方で、水の表面張力によって吸収された水分がそのまま保持されるためであると考えられる。

#### 【0014】

前記発泡樹脂は特に限定されるものではなく、例えば、合成樹脂素材としては、ポリウレタンフォーム、ポリスチレンフォーム、ポリエチレンフォーム（PEF）、ポリプロピレンフォーム（PPF）、フェノールフォームなどを挙げることができ、また、自然素材としては炭化コルクなどを挙げることができる。

また、前記微生物は、発泡樹脂を構成する樹脂に対して分解能を有する微生物であればよい。例えば、前記樹脂がウレタンの場合には、ウレタン分解能を有する微生物であれば特に限定されないが、ウレタンを分解する能力が十分に高い微生物であることが好ましい。このような微生物として、本発明者等はこれまでにストレプトマイセス（*Streptomyces*）属に属する微生物を発見した。本発明においてもこの微生物（特許文献1参照）を好ましく用いることができる。

#### 【0015】

前記ウレタン分解能を有する微生物の一例として、受託番号FERM P-21770で特定される微生物（*Streptomyces* C13a）を挙げることができる。当該微生物は、2009年2月12日付にて、独立行政法人 産業技術総合研究所 特許生物寄託センター（茨城県つくば市東1-1-1 つくばセンター 中央第6）に、上記した受託番号で寄託されている。なお、上記微生物の変異株も、これと同等のウレタン吸着・分解能をもつ限り、好ましく用いることができる。具体的には、例えば、*S. albobogriseolus*（NBRC12834）、*S. thermoluteus*（NBRC14269）、及び*S. viridodiataticus*（NBRC13106）などを好ましく利用することができる。

#### 【0016】

なお、本発明の発泡樹脂は、上記のように新たな特性を有する素材として利用可能であるが、ポリウレタンを合成する際の原料として再利用することも可能である。この場合には、ウレタン原料のポリオール中に本発明の発泡樹脂を粉砕したものを添加するなどの態様を採用することができる。

#### 【0017】

##### [発泡樹脂の製造方法]

前記本発明に係る発泡樹脂は、独立した気泡を有する発泡樹脂に、当該発泡樹脂を構成する樹脂に対して分解能を有する微生物を作用させることによって製造することが可能である。前述のように発泡樹脂は、例えば、合成樹脂素材としては、ポリウレタンフォーム、ポリスチレンフォーム、ポリエチレンフォーム（PEF）、ポリプロピレンフォーム（PPF）、フェノールフォームなどを挙げることができ、また、自然素材としては炭化コルクなどを挙げることができる。また、前記微生物は、発泡樹脂を構成する樹脂に対して

分解能を有する微生物であればよく、樹脂がポリウレタンの場合にはウレタン分解能を有する前述の微生物を利用することができる。

【0018】

出発材料となる独立した気泡を有する発泡樹脂において、気泡のサイズは特に限定されるものではなく、種々のものを用いることができる。例えば、独立した気泡の粒径が10 μm ~ 300 μm程度の発泡樹脂を用いることができる。一般に、発泡樹脂は成形時に添加する発泡剤によってその構造が決定される。本発明において出発材料となる発泡樹脂は、各気泡の全てが完全に独立している必要はなく、一部において気泡同士が連結している部分が含まれていてもよい。

以下においては、発泡樹脂を構成する樹脂がポリウレタンであり、当該ポリウレタンに対する分解能を有する微生物として前記受託番号FERM P - 21770で特定される微生物である場合を例にして本発明の発泡樹脂を製造する方法について説明する。

【0019】

独立した気泡を有する発泡ウレタンとしては、例えば、ベッドや、自動車のシート、ステアリングなどの廃材を利用することができる。これらの廃材は物理的な強度が高く、粉碎することが困難であるが、本発明のように微生物を作用させて独立した気泡の少なくとも一部が連通した構造を有する発泡樹脂に加工することで粉碎しやすくすることが可能となる。

【0020】

独立した気泡を有する発泡ウレタンを用いて前記本発明に係る発泡樹脂を製造する場合には、独立した気泡を有する発泡ウレタンを含む被処理材を不飽和脂肪酸で処理する工程と、前記不飽和脂肪酸で処理した被処理材にウレタン分解能を有するストレプトマイセス (*Streptomyces*) 属に属する微生物を作用させる工程と、を行うことが好ましい。

独立した気泡を有する発泡ウレタンに、ウレタン分解能を有する微生物を作用させることで本発明に係る発泡樹脂を製造することができるが、その際に、発泡ウレタンを不飽和脂肪酸で処理しておくことにより、微生物によるウレタンの分解作用が飛躍的に高まることを本発明者等は見出した。

【0021】

前記不飽和脂肪酸は、構造中に二重結合を1個以上含んでいる不飽和脂肪酸であればよい。また、前記不飽和脂肪酸は、室温の使用温度条件下で液体であると被処理材の処理が容易となり好ましい。この場合室温とは例えば、0 ~ 35 程度のことをいう。

前記不飽和脂肪酸としては、例えば、オレイン酸、リノール酸、パルミトレイン酸、リノレン酸、アラキドン酸、ドコサヘキサエン酸 (DHA)、エルカ酸、トウハク酸、リンデル酸、パルミトレイン酸、エライジン酸などが挙げられる。これらの不飽和脂肪酸は一種単独で用いても良いし、二種以上を混合して用いてもよい。

また、前記不飽和脂肪酸は、構造中に二重結合を2個以上含むものよりも1個含む不飽和脂肪酸の方が好ましい。

上記の不飽和脂肪酸の中でも、オレイン酸やエルカ酸、リノール酸を特に好ましく用いることができる。

【0022】

前記被処理材を前記不飽和脂肪酸で処理する方法としては、例えば、被処理材を不飽和脂肪酸に浸漬したり、不飽和脂肪酸を被処理材に塗布したりする方法が挙げられる。特に、不飽和脂肪酸に被処理材を浸漬する方法は、被処理材全体に不飽和脂肪酸を作用させることができ、また、簡便な方法であるため好ましい。

【0023】

被処理材を不飽和脂肪酸で処理する時間は長ければ長いほど好ましいが、数秒程度でも効果が得られる。より高い効果を得るためには1時間以上処理することが好ましい。また、本発明のウレタンの分解方法を産業的に利用する際には、あまりに長時間の処理を行うことは不利益であるため、長くても48時間程度にすることが好ましい。これらの観点か

10

20

30

40

50

ら、被処理材を不飽和脂肪酸で処理する時間は8時間以上、24時間以下にすることがより好ましい。

【0024】

被処理材を不飽和脂肪酸で処理する際の温度は特に限定されず、不飽和脂肪酸が液体を保持する温度範囲で行うことが好ましい。例えば、不飽和脂肪酸としてオレイン酸やリノール酸を用いる場合には、30程度で処理を行えばよい。

【0025】

前記被処理材を前記不飽和脂肪酸で処理する工程においては、前記不飽和脂肪酸とアルコールとを混合して用いることが好ましい。一般に、不飽和脂肪酸は粘度が高く取り扱いが困難であるが、アルコールと混合すると粘度が低下するため取り扱い性が改善される。また、不飽和脂肪酸とアルコールとを混合した処理液の粘度が低下していると、処理液中に浸漬した被処理材同士が凝集して固着するという現象を抑制できる。これにより、パラツキの少ない安定した処理が可能となる。更に、粘度が低い前記処理液は被処理材の内部にも早く浸透するため、被処理材の表面だけでなく全体的な処理が可能となる。

10

このようにして不飽和脂肪酸とアルコールとを混合した前記処理液を被処理材に作用させることにより、被処理材の破断応力や伸びといった物性を大幅に低下させることができる。被処理材に微生物を作用させる場合において、被処理材は大きな塊のままのものよりもなるべく小さく砕いたものの方が微生物の分解効率がよくなる。このため、上記のように被処理材の破断応力や伸びといった物性が低下していると、被処理材を小さく砕き易く好ましい。

20

【0026】

また、不飽和脂肪酸によって表面だけでなく内部まで十分に処理された被処理材に微生物を作用させることで、被処理材の内部まで均一に分解を進めることができる。このように被処理材の内部まで分解が十分に進んでいると、微生物を作用させた後の被処理材を細かく砕いて粉末状にすることが容易になる。

【0027】

また、不飽和脂肪酸とアルコールとを混合した処理液を用いることで、被処理材の表面を洗浄する効果も得られる。発泡ウレタンを含む被処理材の表面には、シリコン系の離型剤やアクリルウレタン系のバリアコートが付着している場合があり、これらの付着物は微生物による被処理材の分解効率を低下させるものである。このような被処理材の場合に、前記不飽和脂肪酸とアルコールとを混合した処理液を用いることで、被処理材の表面に付着したシリコン系離型剤やアクリルウレタン系のバリアコートを除去することができ、微生物による被処理材の分解効率を低下させないようすることができる。

30

【0028】

前記アルコールの種類は特に限定されるものではないが、不飽和脂肪酸よりも粘度が低く、かつ、不飽和脂肪酸に対して十分な溶解親和性を有するものであることが好ましい。また、前記シリコン系離型剤やアクリルウレタン系バリアコートの洗浄効果が高いものが好ましい。入手の容易性等からは低級アルコールを用いることが好ましい。具体的には、メタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブタノール、2-メチル-1-ブタノール及び2-メチル-2-ブタノールからなる群より選択されるいずれか一種又は二種以上の混合物を好ましく用いることができる。

40

【0029】

不飽和脂肪酸とアルコールとの混合比は、後工程を考えて不飽和脂肪酸の吸着量をなるべく少なくする事を考慮し、体積比で、1:9~7:3であることが好ましく、3:7~6:4であることがより好ましく、5:5であることが更に好ましい。

【0030】

また、被処理材の表面の洗浄を目的として前記アルコールを使用する場合には、前記被処理材を前記不飽和脂肪酸で処理する前に被処理材をアルコールで洗浄すればよい。この場合には、アルコール中に被処理材を浸漬して振とうする等の洗浄を行い、続いて、被処理材に前記不飽和脂肪酸又はこれとアルコールとの混合物を作用させればよい。

50

## 【0031】

被処理材に作用させる微生物はウレタン分解能を有する微生物であれば特に限定されないが、ウレタンを分解する能力が十分に高い微生物であることが好ましい。このような微生物として、本発明者等はこれまでにストレプトマイセス (*Streptomyces*) 属に属する微生物を発見した。本発明においてもこの微生物 (特許文献1参照) を好ましく用いることができる。

## 【0032】

本発明において用いることができる微生物の1例として、受託番号FERM P - 21770で特定される微生物 (*Streptomyces C13a*) を挙げることができる。当該微生物は、2009年2月12日付にて、独立行政法人 産業技術総合研究所 特許生物寄託センター (茨城県つくば市東1-1-1 つくばセンター 中央第6) に、上記した受託番号で寄託されている。なお、上記微生物の変異株も、これと同等のウレタン吸着・分解能をもつ限り、本発明において好ましく用いることができる。具体的には、例えば、*S. albogriseolus* (NBRC12834)、*S. thermoluteus* (NBRC14269)、及び *S. viridodiataticus* (NBRC13106) などを好ましく利用することができる。

以下では前記受託番号FERM P - 21770で特定される微生物を用いる場合を例にして本発明のウレタンの分解方法を説明する。

## 【0033】

被処理材に前記微生物を作用させる方法は、被処理材と微生物とが接触する方法であれば特に限定されるものではない。例えば、前記微生物を培養している培養液に被処理材を添加して前記微生物の培養を続ける方法が挙げられる。なお、微生物を含んでいない培養液中に被処理材を添加し、ここに新たに前記微生物を接種してもよい。

前記ストレプトマイセス (*Streptomyces*) 属に属する微生物は土壌菌であるため、比較的低い温度、炭素と無機塩の単純な培地で強い増殖力があり、簡便な方法 (一般的な振盪培養) で培養できる。また、胞子の形成により厳しい環境でも生存でき、一般的に抗菌化合物を生産するため、ヘテロな微生物環境でも生息率が高いという利点を有する。前記微生物を培養するための培地や培養方法は、前記特許文献1の記載に従って行えばよい。

## 【0034】

被処理材に前記微生物を作用させる時間は長ければ長いほど好ましいが、被処理材中のウレタンの含有量及び作用させる微生物の量を勘案してウレタンが十分に分解されるように行えばよい。

また、被処理材に前記微生物を作用させる温度は、微生物の増殖やウレタンの分解に適した温度、例えば26~45、好ましくは30~45前後であればよい。

## 【0035】

本発明に係るウレタンの分解方法においては、被処理材を前記不飽和脂肪酸で処理しながら前記微生物を作用させること、すなわち、前記不飽和脂肪酸の存在下で被処理材に前記微生物を作用させることが好ましい。例えば、前記微生物の培養液中に前記不飽和脂肪酸と被処理材とを添加して前記微生物の培養を行えばよい。このときの不飽和脂肪酸の濃度は、0.1% (W/V) 以下とすればよい。

このようにすることで、より簡易な方法で被処理材に含まれるウレタンを分解させることが可能となる。

## 【0036】

## [粉砕物]

本発明に係る粉砕物は、前記本発明に係る発泡樹脂を粉砕することにより得ることができる。前記本発明に係る発泡樹脂は気泡の微細空洞が形成されているため、粉砕する際に破断する起点が数多く出現する。このため、弾性体であっても、遠心タイプの粉砕機を使用することで、室温でも用意に粉砕することが可能である。例えば、平均粒径が300 μm以下の微粒化した粉砕物を得ることができる。

従来は独立した気泡を有する発泡樹脂を粉砕することは非常に困難であり、冷凍固化させて粉砕する場合には1kg当たり10万円近いコストがかかり現実的ではなかった。これに対し、本発明の発泡樹脂は室温でも容易に粉砕することが可能であり、1kg当たり数百円程度と非常に安価に粉砕することが可能である。

なお、本発明に係る発泡樹脂を粉砕する方法は特に限定されるものではなく、他の方法によって粉砕しても構わない。また、粉砕物の粒径も、粉砕物を利用する目的に応じて適宜選択すればよい。例えば、粉砕物を、新たなウレタン材料の合成のための材料として利用する場合には、平均粒径が50 $\mu$ m～500 $\mu$ m程度となるようにすればよい。また、粉砕物を吸水材として利用する場合には平均粒径が50 $\mu$ m～5000 $\mu$ m程度となるようにすればよく、吸音材として利用する場合には平均粒径が50 $\mu$ m～5000 $\mu$ m程度となるようにすればよい。なお、前記粉砕物を吸水材や吸音材として使用する場合には、粉砕物の粒径の大きさにより特性が変化するため、粒径を揃えて使用することにより、より大きな効果が得られる場合がある。

#### 【0037】

##### [吸水材]

前記本発明に係る粉砕物は吸水材として好ましく用いることができる。

一般に、独立した気泡を有する発泡樹脂は気泡同士が壁で仕切られていて気泡中に空気を含んでおり、気体や液体は内部を通過することができない。これに対し、本発明に係る発泡樹脂は気泡同士が数ミクロン(1 $\mu$ m～5 $\mu$ m)程度の微細空洞によって連結した構造を有しているため、内部に水分等の液体を吸収することができる。このとき、水分等の液体は毛細管現象によって連結した気泡の内部へと吸収される。そして、吸収された水分等の液体は、表面張力によって放出されにくくなる。このように、本発明に係る発泡樹脂は吸水率が高く、かつ保水性に優れるという効果を有する。

本発明に係る吸水材は、上記のように吸水率が高く保水性に優れるという本発明に係る発泡樹脂を粉砕して得られる粉砕物を用いるものである。このような吸水材は、例えば、植物育成用のプランターや、調湿材料に利用することができる。保水性に優れるといった効果から、植物育成用に好ましく用いることができ、建物の屋上の緑化等にも応用することができる。

#### 【0038】

##### [吸音材]

前記本発明に係る粉砕物は吸音材としても好ましく用いることができる。

一般に、吸音材による吸音効果は、音の振動エネルギーを吸収して熱エネルギーに変換することにより発揮される。本発明に係る発泡樹脂を粉砕して粉体化した粉砕物は、粉砕物自体が弾性体でエネルギーを吸収しやすいことに加え、微細化されていることにより粉砕物自体がマクロ振動し、この2つの現象の相乗効果で優れた吸音効果が発揮されるものと考えられる。

本発明に係る吸音材は、例えば、冷蔵庫や自動販売機などの吸音断熱材としても好ましく用いることができる。

#### 【0039】

本発明に係る吸水材及び吸音材は、前記本発明に係る発泡樹脂や前記本発明に係る粉砕物をそのままの状態を用いることも可能であるし、これらを所望の形状に成形して用いることも可能である。所望の形状に加工する場合には、例えば、前記発泡樹脂あるいは前記粉砕物にイソシアネート系プレポリマーなどのバインダーを添加して蒸気を吹きかけながら加熱プレス成型するなどの方法により行えばよい。

また、従来の発泡樹脂の粉砕物を再生したのものとしてチップウレタンが知られているが、これは利用するウレタンの粉砕物が大きいため複雑な形状の物を成型することができず用途が限られていた。これに対し、本発明に係る発泡樹脂は微粉砕加工も可能であるため、微粉化した粉砕物を用いることで複雑な形状の物に加工することもでき、多方面への活用が可能である。

#### 【実施例】



## 【 0 0 4 0 】

以下に、実施例を参照しながら本発明についてより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

## 【 0 0 4 1 】

## [ 実施例 1 ]

## ( 被処理材 )

自動車のステアリングに用いられていた発泡ウレタンの廃材を 5 mm 角程度の大きさに粉砕したものを被処理材として用いた。

## ( 不飽和脂肪酸 )

不飽和脂肪酸としてはオレイン酸 ( 和光純薬工業株式会社製、等級：和光一級 ) を使用した。

10

## ( 微生物 )

ウレタンの吸着・分解能を有する微生物として前記受託番号 F E R M P - 2 1 7 7 0 で特定される微生物 ( 菌株：C 1 3 a ) を用いた。

## 【 0 0 4 2 】

## ( 培地 )

前記微生物を培養する培地としては、以下のようにして調製した Y E S - G 培地を用いた。

下記表 1 に示す濃度の  $KH_2PO_4$  溶液と  $Na_2HPO_4$  溶液を用意し、それぞれ 1 0 m L 及び 4 0 m L を混合して Solution A とした。他の Solution B、Solution C、及び Solution D は下記表 1 に示す通りの組成の溶液とした。調製後の Solution A ~ D は 1 2 1、2 0 分間、の条件で滅菌処理した。

20

3 L 三角フラスコに、Solution A を 2 0 m L、ゼラチンを 4 . 0 g、蒸留水を 9 7 0 m L、 $(NH_4)_2SO_4$  を 0 . 5 g 入れて混合し、1 2 1、2 0 分間、の条件で滅菌処理した。冷却後、この 3 L 三角フラスコに Solution B を 1 0 m L、Solution C ( 1 0 倍濃度 ) を 0 . 1 m L、Solution D を 2 m L それぞれ加えて Y E S - G 培地を作製した。

## 【 0 0 4 3 】

## 【 表 1 】

溶液名	含有試薬	含有量
Solution A	$KH_2PO_4$	0.182g / 20mL (DW)
	$Na_2HPO_4$	0.379g / 40mL (DW)
Solution B	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5g / 10mL (DW)
Solution C (10倍濃度)	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	2.0g
	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	0.028g
	$ZnCl_2$	0.022g
	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.026g
	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	0.15g
	DW	100mL
Solution D	Yeast extract	0.1g / 10mL

※表中の「DW」は蒸留水を意味する

## 【 0 0 4 4 】

- 被処理材を不飽和脂肪酸で処理する工程 -

オレイン酸を 9 9 % エタノールで 1 0 % ( W / W ) 濃度に希釈したものを用意し、これを 1 0 0 m L 三角フラスコに加えた。

前記被処理材 4 g ~ 5 g 程度を上記 1 0 0 m L 三角フラスコに入れて前記被処理材を完全に浸漬させ、アルミホイルで蓋をして常温で 1 時間処理した。

処理時間が経過後、三角フラスコ内を水道水及び蒸留水によって洗浄し、更に蒸留水を

50

加えて超音波による洗浄をした。三角フラスコから被処理材を取り出し、更に、蒸留水によって洗浄を行った。その後、40℃で十分に（over night）乾燥させ、121℃、20分間、の条件で滅菌処理した。

【0045】

- 被処理材に微生物を作用させる工程 -

前記微生物（C13a）を100mLのYES-G培地に接種して振盪培養して前培養液を得た。培養の条件は、40℃、140rpm、11日間、とした。

これにより得られた前培養液10mLを、1LのYES-G培地に加えて振盪培養して本培養菌液を得た。培養の条件は40℃、140rpm、9日間、とした。

前記で用意した被処理材が入った100mL三角フラスコに、本培養菌液を50mL加えて振盪培養した。培養の条件は40℃、80rpm、とした。

微生物を作用させる期間は一週間とした。

【0046】

- 評価 -

各培養期間の経過後に菌液を捨て、被処理材を蒸留水ですすいだ後に99%エタノールで超音波洗浄を行った。更に被処理材を蒸留水で洗浄した後に、40℃で十分に（over night）乾燥させた。

（顕微鏡観察）

得られた被処理材（発泡ウレタン）のセルの状態を顕微鏡により観察した。その結果を図1に示す。図1において右上に示す写真が本発明に係る発泡樹脂のセルの様子を示すものであり、右下に示す写真はその拡大図である。また、図1において左上に示す写真は参考例として、分解前（微生物を作用させる前）の被処理材（発泡ウレタン）の様子を示すものであり、左下に示す写真はその拡大図である。

図1に示すように、独立した気泡の壁面に数ミクロン（1μm～3μm）程度の微細空洞が認められた。また、この微細空洞はセルの内部にまで侵入している様子が見られた。

（電子顕微鏡観察）

更に、上記のようにして得られた被処理材を電子顕微鏡によって観察した。その結果を図2に示す。図2において左上に示す写真は本発明に係る発泡樹脂のある部分の観察結果を示す写真であり、右上に示す写真は左上の写真内においてAで示す部分の拡大写真である。また、図2において左下に示す写真は本発明に係る発泡樹脂の別のある部分の観察結果を示す写真であり、右下に示す写真は左下の写真内においてEで示す部分の拡大写真である。

図2に示すように、微細空洞部に菌糸が張られ、小孔の奥に菌糸が侵入している様子が確認された。

【0047】

[実施例2]

- 粉碎処理 -

実施例1で得られた被処理材（発泡ウレタン）を超遠心粉碎機（Retesch（登録商標）ZM200、ヴィーダー・サイエンティフィック株式会社）を用いて粉碎した。

その結果、従来の独立した気泡を有する発泡ウレタンと異なり、室温でも容易に粉碎することができ、平均粒径が300μm以下の微粒化した粉碎物を得ることができた。その粉碎物の写真を図3に示す。

【0048】

[実施例3]

被処理材への微生物の作用期間を2週間、4週間、9週間に変更した以外は実施例1と同様にして本発明の発泡樹脂を得た。

【0049】

- 評価 -

（顕微鏡観察）

実施例1と同様にして顕微鏡によって発泡セルの状態を観察した写真を図4に表す。図

10

20

30

40

50

4において、「1W」、「2W」、「4W」、「9W」とは、それぞれ微生物を作用させた帰還が1週間、2週間、4週間、9週間の発泡樹脂であることを意味する。

図4に示すように、微生物を1週間作用させると微細空洞が形成され、それが徐々に進行していく様子が分かる。これにより、柔軟性と反発性を併せ持った材料特性を有するようになる。

#### 【0050】

(吸水率)

実施例1で得られた発泡樹脂と、実施例3で得られたそれぞれの発泡樹脂の吸水率を測定した。吸水率の測定は次のようにして行った。

また、電子秤を用いて発泡樹脂を計量した後、水を入れたビーカーに発泡樹脂を添加して攪拌子を用いて3分間攪拌した。攪拌器のスピードは水がこぼれず激しく攪拌できる程度とした。その後、漏斗に濾紙をセットして発泡樹脂の水を切り、発泡樹脂の表面の水分を拭き取った後、電子秤で重さを計量した。

その結果をグラフにしたものを図5に示す。

図5において「分解前」とは、脂肪酸による前処理も、微生物による処理も行っていない発泡ウレタンを意味する。また、「前処理品」とは、エタノールで希釈したオレイン酸で処理を施したのみの発泡ウレタンを意味する。「分解1W」、「分解2W」、「分解4W」、「分解9W」とは、微生物を作用させた期間が1週間、2週間、4週間、9週間の発泡樹脂であることを意味する。

図5に示すように、本発明の発泡樹脂は吸水性が4倍以上と大幅に向上していることが分かる。このように本発明の発泡樹脂は、独立発泡の高弾性を維持しながら連立発泡の特性を併せ持つ素材となる。

#### 【0051】

(保水性)

上記のようにして水分を吸収させた発泡樹脂について、時間経過と共に保水量がどのように変化するかを測定した。その結果を図6に示す。

図6において、「未分解」は微生物を作用させる前の独立した気泡を有する発泡ウレタンを、「分解品」は微生物を1週間作用させた本発明の発泡樹脂を、「スポンジ」は比較として用いた連通気孔を有するスポンジを意味する。

図6に示すように、本発明の発泡樹脂は、独立した気泡を有する発泡ウレタン、連通気孔を有するスポンジに比べて保水量の変化が少なく、保水性が高いことが分かった。これは、本発明の発泡樹脂は微細空洞が形成されていることによって毛細管現象で水分が吸収され易くなったことと、水の表面張力によって微細空洞の内部の水分が放散されにくくなったためと考えられる。

#### 【0052】

(吸音特性)

実施例1で得た本発明の発泡樹脂と、実施例2で得た本発明の粉碎物との吸音特性を評価した。吸音特性の評価は、小野測器(株)製の垂直入射吸音率測定システム(DS2000)を用いて、ISO 10534-2、ASTM E 1050に準拠して行った。

具体的には、音響インピーダンス管端に内蔵されたスピーカーから音波を管内に放射し、管内2点のマイクロホン間の伝達関数を測定して垂直入射吸音率・反射係数・基準化インピーダンスを算出するシステムである。高周波数領域、低周波領域で音響インピーダンス管の仕様を変えた。高周波領域のB管は、長さ500mm、内径29とし、低周波領域のA管は、長さ835mm、内径100とした。

その結果を図7及び図8に示す。

#### 【0053】

図7において「初期粉碎」とは脂肪酸による前処理も微生物による処理も行っていない、独立した気泡を有する発泡ウレタンを5mm角程度の大きさに粉碎したものを意味する。また、同様に「前処理」とは、初期粉碎品を、99%エタノールで10%(W/W)に希釈したオレイン酸で処理したのみのもので、微生物を作用させず、また、サンプル内に

オレイン酸を含有した状態のものを意味する。「分解後（残脂肪酸）」とは、オレイン酸による前処理を施した後に微生物を1週間作用させたもので、サンプル内にオレイン酸を含有した状態のものを意味する。「分解品（脱脂肪酸）」とは、オレイン酸による前処理を施した後に微生物を1週間作用させ、その後、サンプルを99%のアルコールで超音波洗浄してサンプル内に含有していたオレイン酸を完全に除去したものを意味する。「二次粉碎（残脂肪酸）」とは、オレイン酸による前処理を施した後に微生物を1週間させたもの（5mm角程度のもので、これを「1次粉碎品」という）を2次粉碎して微細加工したものであり、サンプル内にオレイン酸を含有した状態のものを意味する。

【0054】

また、図8において「二次粉碎（残脂肪酸）」とは図7における「二次粉碎（残脂肪酸）」と同じものを意味し、「シンサレート」とは3M社製の吸音断熱材を意味し、「ナゴヤパッキング」とはナゴヤパッキング製造株式会社製の吸音材を意味し、「冷蔵庫」とは三菱電機株式会社製の冷蔵庫に用いられていた吸音断熱材を意味する。

10

【0055】

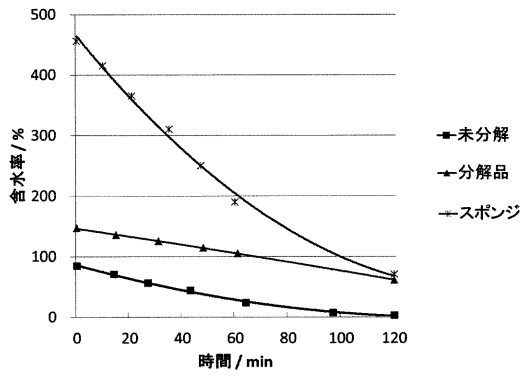
図7に示すように、初期粉碎品に対して微細空洞が形成された場合には若干の吸音特性の向上が認められたが、微細空洞が形成されたサンプルを加工して粉体化処理したサンプルで測定すると吸音率が大幅に向上する事が認められた。特に、高周波の2000Hz以上の波長領域に大きな効果が認められ、その特性は吸音材として実績があるシンサレートに近い効果が得られている。

【0056】

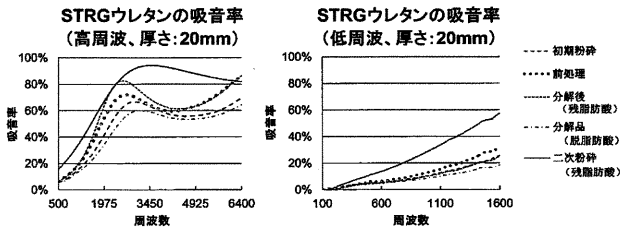
吸音効果を引き出す為には、音の振動エネルギーを吸収して熱エネルギーに変換させる効率性の良いものが、吸音部材として適しているが、本発明の発泡樹脂を微細粉体化した粉碎物は、粉碎物自体が弾性体でエネルギーを吸収しやすいことと、微細化したことにより、粉碎物自体がマクロ振動し、この二つの現象の相乗効果で吸音率が向上したのではないかと考えられる。シンサレートに比べて、非常に廉価な新しい吸音材としての用途が期待できる。

20

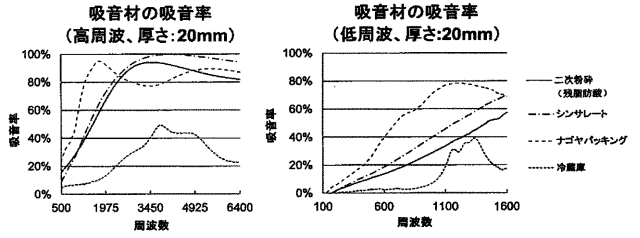
【図6】



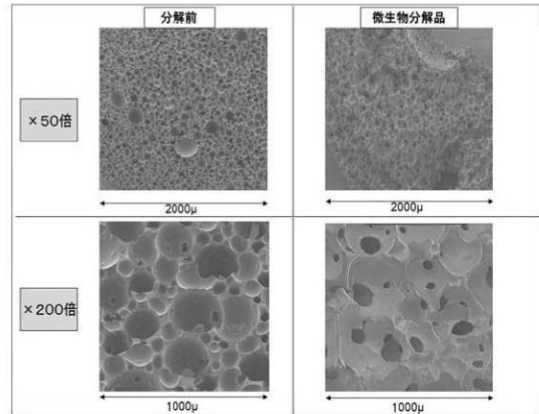
【図7】



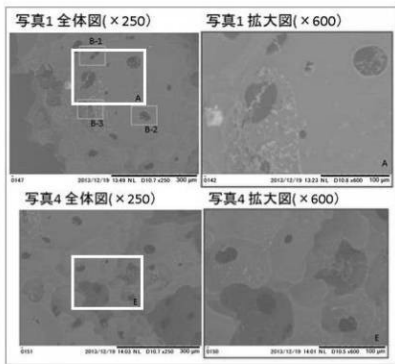
【図8】



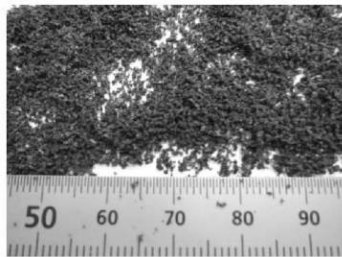
【図1】



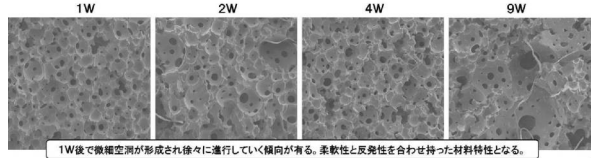
【図2】



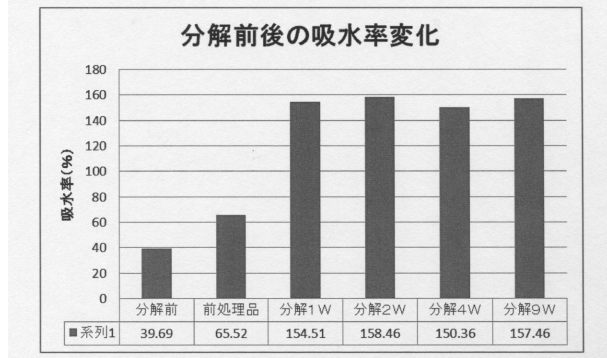
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 和幸

静岡県富士宮市山宮3 5 0 7番地1 5 日本プラスト株式会社内

Fターム(参考) 4B065 AA50X AC20 BA22 BB40 BC43 BD06 CA55

4F074 AA78L CD01 CD08 DA13 DA57

4G066 AC06D AC24B AC39A BA09 BA22 BA36 BA38 CA43

5D061 AA06 AA26 AA29 BB35 DD11