

## 産業廃棄物の枕充填材への再利用に関する研究

山口葉子\*<sup>1</sup> 荒館俊\*<sup>2</sup> 島崎景正\*<sup>3</sup> 町田芳明\*<sup>2</sup> 田口巳則\*\*

### Study on the Reuse to Pillow Calking of Industrial Waste

YAMAGUCHI Yohko\*<sup>1</sup>, ARADATE Takashi\*<sup>2</sup>, SHIMAZAKI Kagemasa\*<sup>3</sup>,  
MACHIDA Yoshiaki\*<sup>2</sup>, TAGUCHI Minori\*\*

#### 抄録

産業廃棄物から得られる”シリコンゴムチップ”を枕の材料として利用する目的で”そばがら”と比較した。

シリコンゴムチップは外力に対する反発力があり、形状が変化しにくく、圧力の分散性が高いことがわかった。また、熱伝導性については、そばがらと同じような性質を持ち、枕の素材として利用可能なことがわかった。

キーワード：産業廃棄物，シリコンゴムチップ，そばがら，枕，熱伝導性

## 1 はじめに

環境と調和した社会システムを構築するためには、資源の有効利用、廃棄物の減量及び資源の循環を図ることが必要である。

しかし、まだ価値ある性質を残しているにもかかわらず、一度も使われずに埋め立て処理されている廃棄物もある。そこで、これを有効利用し、製品化する方法について検討した。

利用した廃棄物はシリコン等が成分で、熱伝導性が  $1 \sim 2\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  のシート状の素材である。研究にあたってはこの素材をチップ状に粉砕して使用した。以下、この素材をシリコンゴムチップと表記する。

近年、睡眠の重要性が再認識され、快適な眠り

を追求する中で枕に関心を持つ人が増え、多くの研究開発、製品化がなされている<sup>1)~7)</sup>。

そのような背景の中でシリコンゴムチップを枕の素材として再利用することを検討した。

## 2 実験方法

### 2.1 使用状況想定試験

使用したシリコンゴムチップは、粉砕時に水酸化アルミニウムを混ぜている。人体への影響は極めて小さいが枕として使用中でそれが表地の織り目から外に出るとトラブルになる可能性を考え、枕の使用状況を想定した試験を行った。また、比較検討するため、そばがらについても同様の試験を行った。

枕の使用状況を繰り返し力が加わることと定義し、これを仮に再現する方法としてピリング試験機 (JIS L 1076 A 法に使用する ICI 試験機) を使用した。試験方法は以下のとおりである。

<試料作製方法>

袋縫いで縫製した一辺が 100mm の袋に材料を

\*<sup>1</sup> 北部研究所 技術支援交流室

\*<sup>2</sup> 福祉・デザイン部

\*<sup>3</sup> 生産技術部

\*\* 持田商工 (株)

入れ、縫い目をガムテープで密閉した。それをさらにポリエチレン製の袋に入れたものを5種類まとめて 200mm × 200mm のシーチングの袋に入れ、試験機にかけた。

<表地に使用した生地>

- 夏用ワイシャツ地
- 高密度ポリエステル地 (TF-2474HT)
- 高密度ポリエステル地 (TF-2000AS)
- シーチング
- 羽毛布団用生地 (R-4179)

<材料>

- シリコンゴムチップ、そばがら

<試験時間>

- 10 時間、30 時間、50 時間

## 2.2 光学顕微鏡による観察

織り目から内容物が出ているか確認するため使用状況想定試験後の5種類の生地の上に測定点を示した図1のような型紙を重ね、光学顕微鏡で撮影し、粒子状物質の有無を観察した。

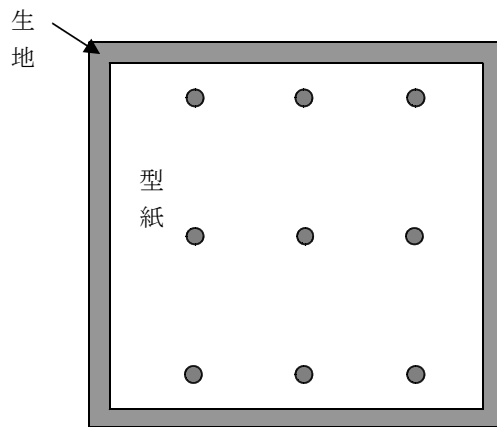


図1 光学顕微鏡測定用型紙

## 2.3 粘弾性測定

使用状況想定試験により試料の性質が変化するか確認するため粘弾性を測定した。使用状況想定試験後のそばがら及びシリコンゴムチップに対し当センターで開発した MG-Rheo アナライザーを用い円柱形プランジャーによる圧縮試験モードで測定した。荷重 80g、振幅 50 μ m (周波数ステップ時) 周波数 3Hz (振幅ステップ時) で、φ 30mm のプランジャーを使用し、振幅または周波数に対

する応答別に粘性率及び弾性率を求めた。

## 2.4 圧力分布測定

圧力の分散性が使用感に影響すると考え、圧力分布を測定した。5kg または 10kg の半球 (φ 300mm) をウェイトとし、シリコンゴムチップ、そばがらを詰めたマット (30mm 厚) にのせた場合の圧力分布を測定した。(図2)

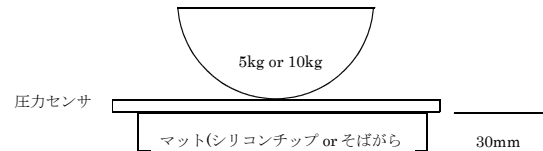


図2 圧力分布測定系

## 2.5 熱伝導性試験

使った材料はチップにする前の熱伝導率が 1 ~ 2W/(m・K) とガラス程度であるが、チップにした後の性質を検証するため、熱伝導性試験を行った。

### 2.5.1 試験機の作製

この試験に使った装置は保温性試験機(恒温法、ASTM-100A)を熱源とし独自に製作した。高さ 190mm の発泡スチロール製のブロックの穴に上から 10mm 付近まで試料を詰め、その中に温度センサをセットした。温度センサの位置は下面から 50mm、10mm とした。その概略を図3に示す。

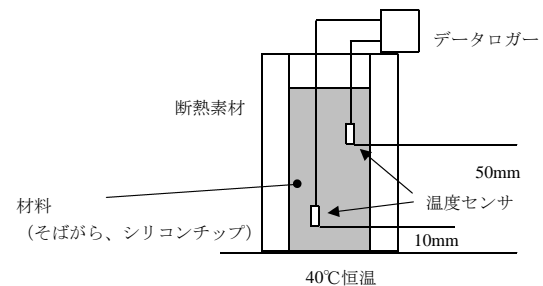


図3 熱伝導性試験装置

### 2.5.2 測定

試験は、室温20℃、湿度65%の恒温恒湿室内で行った。試料を恒温恒湿室内に1時間以上放置し

た後、試験装置にセットした。熱源である保温性試験機のプレート面の温度を40℃に設定し、この状態で試料(シリコンゴムチップまたはそばがら)内の各測定点での温度変化を計測した。計測時間7時間で3回の試験を行った。

また、試料に蓄えられた熱が放熱される様子を測定するため、熱源40℃の状態では25時間加熱した後、保温性試験機を停止し、さらに温度変化を計測しながら24時間以上放置した。

## 2.6 官能試験

実際に枕として使用した時の使い心地を評価するため官能試験を行い市販品との比較を試みた。

### 2.6.1 試験用枕の製作

枕の材料の違いによる官能試験を行うため、材料を包む生地、大きさは下記のように統一した。

使用生地・・・羽毛布団用生地 (R-4179)

サイズ・・・350mm × 500mm

厚さ・・・5kgの分銅をのせた時 50mm

使用した市販品の材料は、今回、他の試験でも比較用に使用したそばがらを含め5種類(そばがら、フェザー、低反発ウレタンチップ、パイプ、ポリエステルわた)とした。

### 2.6.2 試験方法

室温は23℃に調整した。被験者は58人である。シリコンゴムチップを含め6種類の枕それぞれについて、実際に使用した時の感じを次の6項目の質問に対して5段階で答える形式で行った。

- (1) 寝ころんだ時のヒンヤリ感
- (2) 寝ころんだ時のフィット感
- (3) 頭の安定感

表1 光学顕微鏡による観察結果 (使用状況想定試験 50時間後)

生地の種類	そばがら	シリコンチップ
夏用ワイシャツ地	△	×
高密度ポリエステル地 (TF-2474HT)	○	○
高密度ポリエステル地 (TF-2000AS)	×	○
シーチング	×	×
羽毛布団用生地 (R4179)	×	○

記号 ○：粒子が見られない・見えない △：粒子が繊維中に絡まっている、  
×：粒子が表面に浮いている・織り目に埋まっている

- (4) かたさ やわらかさ
- (5) 音や振動の有無
- (6) 夏向きか冬向きか

## 3 結果及び考察

### 3.1 使用状況想定試験結果

夏用ワイシャツ地とシーチングでは、試験時間10時間で、シリコンゴムチップもそばがらも生地の表面に細かい粉のような状態で付着しているのが観察できた。羽毛布団用生地と高密度ポリエステル地2種類については、50時間試験後でも目視では浸透物を観察できなかった。

### 3.2 光学顕微鏡による観察結果

5種類の生地と2種類の材料、それぞれの組み合わせごとの結果を表1に示す。

また、材料の付着状態を観察できる光学顕微鏡写真を図4に示す。図4(b)で生地の織り目から出ている粒子は、形状から粉砕時に混ぜた水酸化アルミニウムであると思われるが、羽毛布団用の生地程度の織密度であればこのような現象は防げると考えられ、枕にも対応できるものと思われる。



(a) △の例  
そばがら  
夏用ワイシャツ地

(b) ×の例  
シリコンチップ  
シーチング

図4 光学顕微鏡写真 (×20倍)

### 3.3 粘弾性測定結果

図5は使用状況想定試験を行った試料に関し、時間ごとの粘弾性の変化をプロットした物である。その変化は外力による、いわゆる「へたり」の発生を表していると考えられる。そばがらはシリコンゴムチップに比べ、変化が顕著であり、「へたり」の度合いが大きいと考えられる。

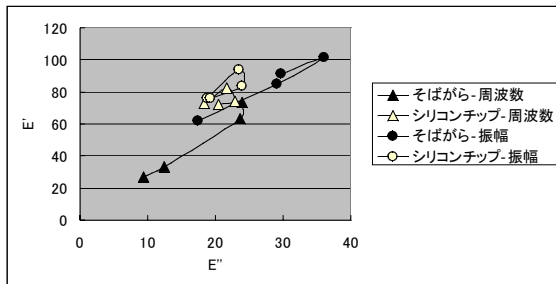


図5 粘弾性試験結果

### 3.4 圧力分布測定結果

5kgの半球をのせた時の測定結果を図6、図7に示す。圧力の最高値は、どちらのウェイトについてもそばがらの方が高い。また、3次元グラフの形状も先鋭的である。このことから、そばがらの方が圧力は集中的であり、その分散性は低いことが明らかになった。

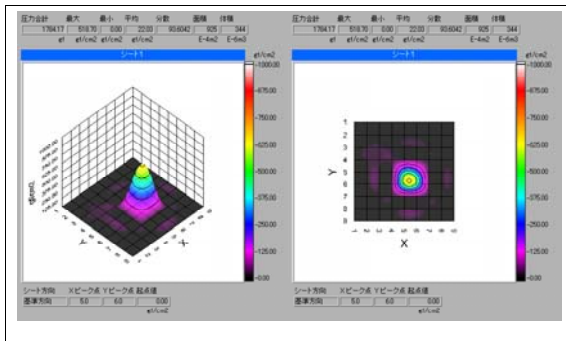


図6 圧力分布 (シリコンゴムチップ)

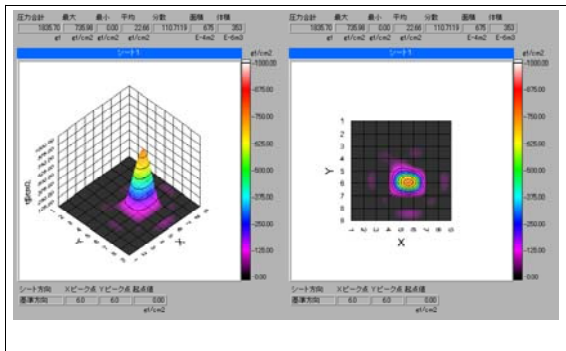


図7 圧力分布 (そばがら)

### 3.5 熱伝導性試験結果

試料 (シリコンゴムチップ、そばがら) 内の温度変化を表したグラフを図8に示す。グラフから各測定点とも最高温度はシリコンゴムチップのほうが高く (約2℃)、最高温度に達するのは、そばがらの方が早いことが明らかになった。

7時間程度実験を継続したが、シリコンゴムチップの平衡状態には至らなかった。また、枕であることから”冷めやすさ”についても検討する必要があると考え、さらに長時間の加熱と放熱を行った結果を図9に示す。

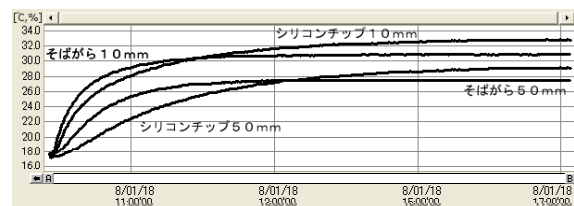


図8 試料内の温度変化 (7時間加熱)

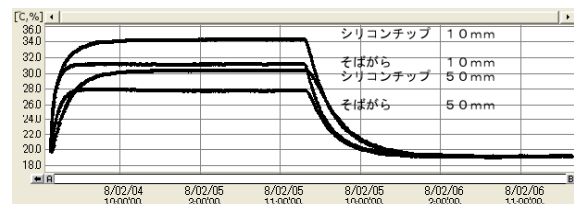


図9 試料内の温度変化 (加熱+放熱)

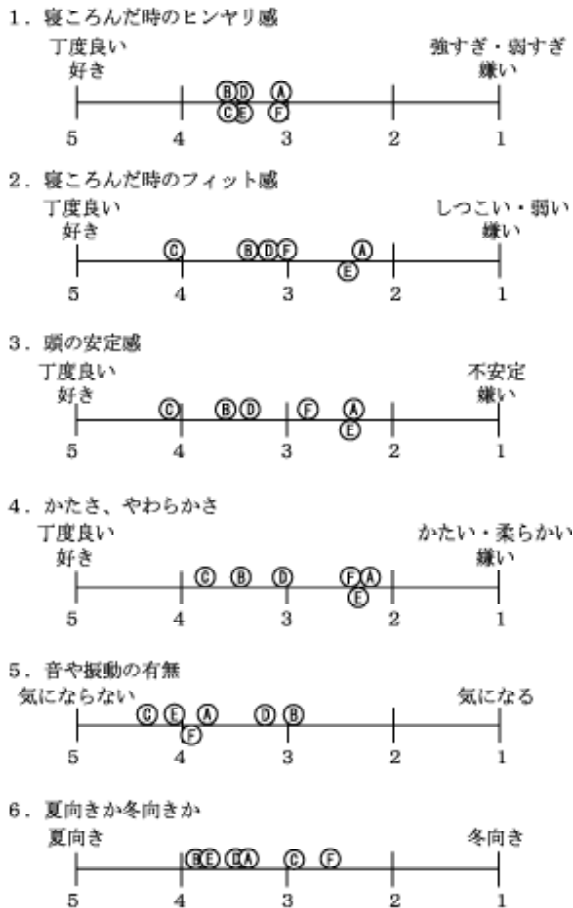
図9のグラフから最高温度は異なるもののシリコンゴムチップ、そばがら、どちらも変化の傾向は同じことが分かる。特に熱源近傍については、温度上昇のカーブの形状が似ている。このことから使用開始直後の温度的な使用感は、ほぼ同じであると考えられる。また、一定時間経過後は、シリコンゴムチップが暖かく感じられると思われるが、枕の使用時間を考えると問題ないと考えられる。

### 3.6 官能試験結果

各項目について平均点を表した結果を図10に示す。ヒンヤリ感については、室温を調整していることから表面 (表地) の温度がほぼ同等であったため、同じような結果となった。全体的に低反

発ウレタンチップが圧倒的に高い評価を得ている。そばがらは夏向きへの偏り、音・振動についての難点もあるが、総合的に2番目であると考えられる。シリコンゴムチップは高い評価を得ていないが、フェザーに近い評価を得ている。ただし、性質が大きく異なるため、支持者の多くは共通していないと思われる。このことから、価格・デザイン等の条件が同等であれば、フェザー枕程度の人気を期待できる。ただ、商品化に際しては、重量を軽減するなどの検討が必要と思われる。

使い心地評価アンケート<平均点集計>



A : フェザー、 B : そばがら、  
 C : 低反発ウレタンチップ、  
 D : 樹脂パイプ、 E : シリコンゴムチップ、  
 F : ポリエステルわた

図10 使い心地評価アンケート結果

4 まとめ

シリコンゴムチップを枕の材料として利用する目的で、似たような性質を持つと考えられるそばがらと比較しながら、いくつかの試験を実施した結果、次のことが分かった。

- (1) シリコンゴムチップを枕に使う場合の表地としては、羽毛布団用の生地程度の目の細かさがあれば、使用可能と考えられた。
- (2) 粘弾性測定の結果、繰り返し力を加えると、時間とともにそばがらの粘性率・弾性率が顕著に変化するが、シリコンゴムチップについてはわずかである。これは、いわゆる「へたり」であると考えられ、シリコンゴムチップの高い耐久性を示している。
- (3) 圧力分布測定の結果、シリコンゴムチップの方がそばがらより圧力の分散性が高いことがわかった。
- (4) 熱伝導性試験の結果、シリコンゴムチップは昔から枕の材料として親しまれてきたそばがらと同じような温度変化を示し、更に蓄熱効果があると考えられることから枕の材料として利用可能と考えられた。
- (5) 官能試験の結果、シリコンゴムチップ枕は、フェザー枕程度の支持は得られると考えられた。

参考文献

- 1) <http://www.pref.osaka.jp/shouhi/topic/makura.pdf>, 2007/12/19
- 2) <http://www.makura-erabi.com/>, 2007/11/08
- 3) <http://www.chie-pillow.com/>, 2007/11/08
- 4) 西尾貞男：人の健康に優しい健康波動枕，特開 2000-325201
- 5) 芳賀俊男：健康枕及びその製造法，特開平 11-76022
- 6) 森川正直：健康枕，特開平 10-94467
- 7) 曾我藤男：健康枕，特開平 8-10120