

軽量・高保温性繊維素材の開発(第1報)

中島孝康、林浩司、立川英治、奥村和之

Development of fiber material having lightweight and excellent heat-retaining property (I)

Takayasu NAKASHIMA, Koji HAYASHI, Eiji TACHIKAWA and Kazuyuki OKUMURA

中わた用途として、羽毛の代替となるような軽量・高保温性素材の開発を目指して、短繊維の絡まった構造体を試作した。原料となる短繊維のタイプの違いにより、様々な形状の独立構造体ができることが分かった。得られた独立構造体は、比較的、高いかさ高性を示し、保温性もある程度あった。

1. はじめに

軽量・かさ高な高保温性素材として、代表的なものに羽毛がある。羽毛は天然の防寒素材として非常に優れており、ダウンジャケット、羽毛布団など、衣類・寝具の「中わた」としてよく利用されている。しかし、近年、一大供給源である中国における食生活の変化、鳥インフルエンザによる殺処分等により、供給が不足し、価格が高騰し、代替品ニーズが強くなっている。そこで、当所でも、羽毛の代替となるような軽量で保温性の高い素材の開発を目指すこととした。

布団や衣類の中わたの構造は、連続か、独立かという点で、大きく2種類に分かれる。羽毛以外は、一般的にはシート状の連続した構造体が多い。一方、羽毛は独立した素材の集合体である。羽毛のような独立構造体の場合、連続体に比べて、一般的に人体の形状に馴染みがよく、例えば、ふとんの場合、冬、すきま風の防止になって、保温の点でメリットがある。

これまで、羽毛代替品として、主に2つの方法が開発されている。意匠擦糸の方法を工夫することにより複数のループ糸等の集合体とする方法と、短繊維群を絡ませて球状のわた(粒わた)とする方法がある。

当所では、ひとまず、羽毛代替として、短繊維群を絡ませて粒わたのような独立構造体とする方法で開発を進めることとした。開発の初年度である平成27年度においては、まず、様々なタイプの短繊維を原料に試作を行い、独立構造体が得られるかどうか検討し、試作したものの軽量性(かさ高性)、保温性を評価した。

2. 実験

2.1 試料

様々なタイプのポリエステル短繊維(A~G)について、試験に供した。

2.2 加工方法

短繊維群を相互に絡ませる方法で行った。A~Gまで、同一条件で、加工を行った。

2.3 かさ高性の評価

「JIS L 1903:2011 羽毛試験方法」の荷重用円盤 B(直径

285mm、総重量 94.3g)を用いる方法を準用した。ただし、JISに規定のある前処理(スチーム等)については羽毛のための処理と考えられ、試作品の場合、合成繊維であるので実施しなかった。試作品のほか、比較のため、市販の羽毛布団から採取した羽毛(ダウン混率 50%)、及び、市販の枕用粒わたについても、試験に供した。羽毛については、回復のためのスチーム処理を実施したものと、実施しないもの双方について、測定した。

2.4 保温性の評価

試作で独立構造となったもの及び比較のための市販品について、下記2つの方法で保温性を評価した。

① 「JIS L 2001:1980 綿ふとんわた」の保温率測定

② 熱伝導率測定装置(英弘精機(株) HC-074/200)による熱抵抗測定

②は、温度の違う上下のプレート間に試料を挟んで、プレート間に流れる熱流を測定する方法である。装置構造上、本研究の試作品のような、全体として形状が固定していない独立構造の集合体は、試料単体では測定が困難である。そこで、断熱材の枠を作製して、枠内に試料を充填し、上下をアルミ箔で蓋をした状態で試験に供した。枠は、20cm角、厚さ4cmの断熱材の中央部14cm角をくり抜いて作製した。試料重量は、2.3で測定したかさ高性の値から、かさ高性測定時と同じ見かけ密度となるように算出して充填した。装置の上部プレートを10℃、下部プレートを30℃に設定し、上向きの熱流で測定した。

3. 結果及び考察

3.1 加工結果

A、B、Cからは短いひも状(図1)、D、E、Fからは球状(図2)の構造物が得られた。いずれも、構造物相互の絡み合いは多少あるものの、おおよそ独立構造体となった。A、B、Cについては、同じひも状でも、太さや長さが違った。球状になるD、E、Fについては、D、Eの球の大きさは、外観上、大きな違いはなかったが、Fは、大きめであった。Gについては、ひも状であったが、ひも同士でも絡みあい(図3)、独立構造体とは言えないものとなった。

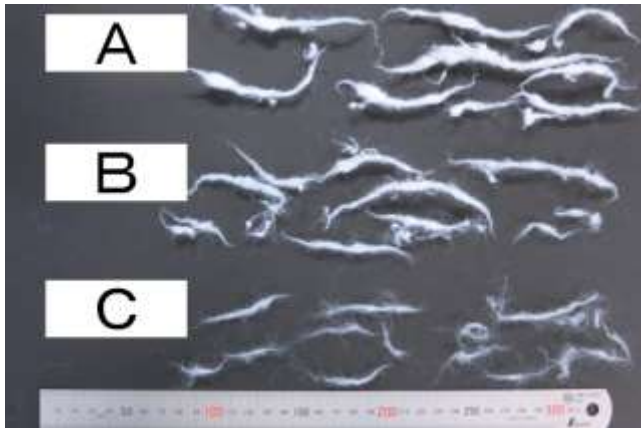


図1 A～Cから作製されたひも状構造体

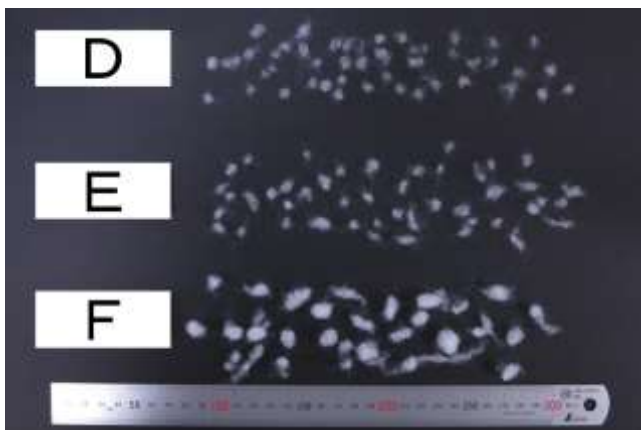


図2 D～Fから作製された球状構造体



図3 Gから作製されたひも状のものが絡み合った構造体

以下、外観等の特徴を踏まえ、表1のように記述する。同じ加工条件であっても、原料となる短繊維のタイプにより、様々な形状の独立構造物が得られること、また、タイプによっては、独立構造とならないことが分かった。

表1 加工物の外観

短繊維タイプ	外観
A	ひも状・大
B	ひも状・中
C	ひも状・小
D	球状・小
E	球状・小
F	球状・大
G	ひも状・絡み大

3. 2 かさ高性

かさ高性の試験結果を図4に示した。試作したA～Fについて、スチーム処理した羽毛には及ばないものの、前処理なしの羽毛と比較して、同程度以上のかさ高性を示した。このように、かさ高性は良好であり、羽毛代替品としての可能性が感じられた。また、A～Fのいずれも、市販の枕用粒わたよりもかさ高性が高かった。市販の枕用粒わたの作製方法は不明であるが、外見から判断して、空隙が少なく密に絡み合っているようであった。一方、当所での試作品は比較的空隙に富んでおり、おそらく市販枕用粒わたの作製方法と、当所の試作方法とは違うものと推察された。かさ高性の観点においては、当所の方法に優位性があると考えられた。Gについてはかさ高性が低かった。短繊維同士の絡まり合いが強すぎて、空隙が小さくなったためと考えられた。形状と同様、短繊維タイプの選択により、同一加工条件でも、かさ高性に大きな違いが生じることが分かった。

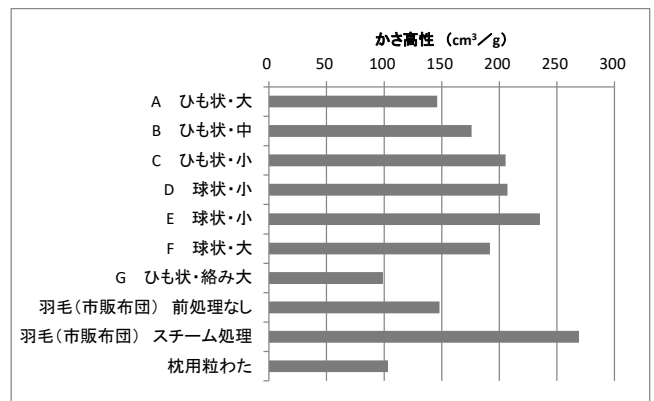


図4 試作品のかさ高性

3. 3 保温性

JIS L 2001 による保温性の試験結果を図5に示した。JIS L 2001 は、綿ふとんわたに関する規定であるが、品質基準として、特級～2級までランク付けがあり、最上級の特級では、保温率が79%以上となっている。試作品は、羽毛と比べると低い値であったが、いずれもこの79%という値を上回り、ふとんの中わた用途として、ある程度の保温性があると言って良いのではないかと考えられた。

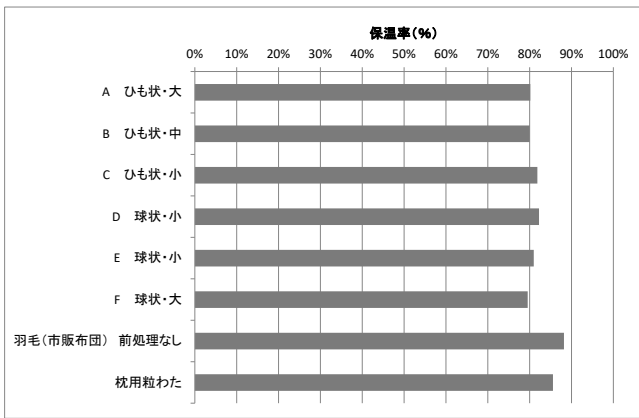


図5 試作品の保温性(JIS L 2001:1980 綿ふとんわた)

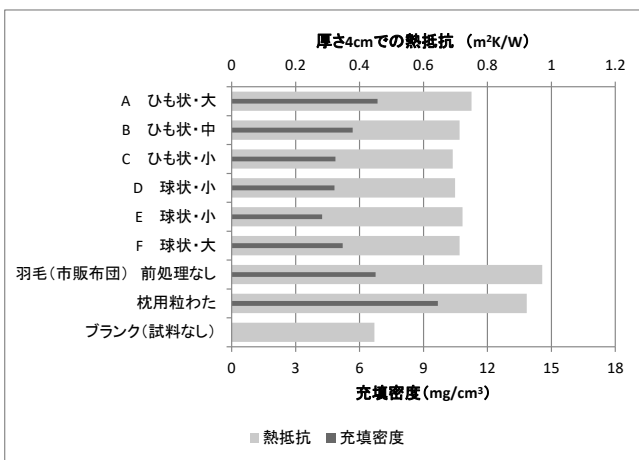


図6 試作品の熱抵抗

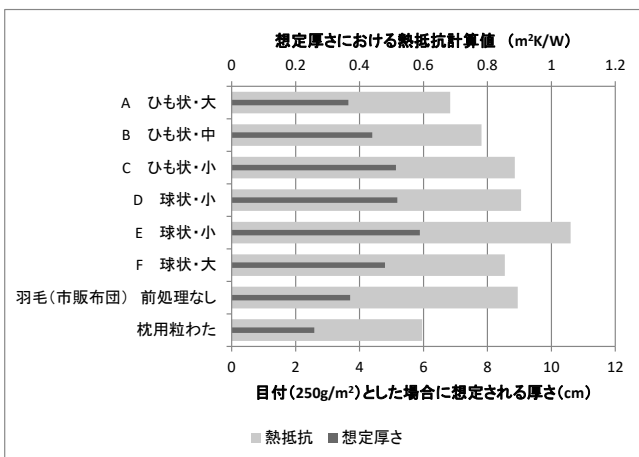


図7 試作品の熱抵抗計算値(目付250g/m²を想定)

熱伝導率測定装置を利用して熱抵抗を測定した結果を図6に示した。熱抵抗が高いほど保温性が良いということである。先に示したJIS L 2001の方法は、試料10gを20cm×20cmの大きさとしてガーゼで包み、それを放熱部に取り付けて、放熱部下部の温度下降に要する時間を計測するものであるが、測定

装置は、リング状の枠で試料を放熱部に押さえつける方式のため、測定時にかさ高性の効果が低減する可能性が考えられた。一方、熱伝導率測定装置を利用する方法では、かさ高性測定時と同じ見かけ密度となるような充填状態で測定を行ったため、保温性に対するかさ高性の効果がより良く見られると考えられた。ただ、図6のデータは、同じ厚さでの測定で、試料間で、わたの充填密度、つまり、わたの重量が違うため、単純な比較は難しい。そこで、同重量の場合を想定して比較するため、仮に、わたの目付が250g/m²とした場合の厚さを充填密度から算出し、熱抵抗が単純に厚さに比例すると仮定して計算した結果を図7に示した。主に春秋用として使用されることが多いと思われる合掛け布団は、シングルサイズ(150cm×210cm程度)で羽毛充填量0.8kg前後のものが多く、わたの目付250g/m²というのは、これと同等レベルである。同重量で想定される熱抵抗について、試作品のうち、A、Bは羽毛より若干低めであったが、その他は、羽毛と同等、もしくは高く、羽毛代替品としての可能性があると考えられた。

4. まとめ

短繊維群を絡ませる方法で、様々な独立構造体を得ることができた。短繊維の種類により得られる形状が違うことが判明した。どのようなタイプからどのような形状のものが得られるのかという点について、大まかな傾向をつかむことができたが、今後はさらに検討条件を広げて、ノウハウを蓄積する予定である。試作したものについては、かさ高性が比較的高く、保温性もある程度あり、羽毛代替品としての可能性があると考えられた。