

# 新しいFRP用芯材の義肢装具への応用 ～ハニカム構造のマットを用いたFRP～

keyword : FRP    ハニカム構造    強度比較

発表者 : (有)ピー・オー・テック    堂本洋介  
共同演者 : 高橋啓次、吉村圭吾、川岸覚  
高椋研人、南安晃、霜村藍

## 1. はじめに

近年、義肢装具に使用される軽量かつ高強度の積層材としてカーボン繊維やガラス繊維が広く使用されている。しかし、高価な点、製作者に対し有害である点は確かなデメリットとも言える。

我々の業界から外に目を向けると強度や軽量さを保ちながらコスト削減に結びつけることが出来る様々な素材が開発されている。

当社では、その中でもFRP義足ソケットの積層材として使用できると思われる新しい芯材、ハニカム構造のマット(以下に詳細を述べる)を使用し軽量化を図っている。今回、その新素材の使用経験と強度試験を行ったので紹介する。

## 2. ハニカム構造のマットとは

ハニカム構造のマットは、コア(ハニカムを構成する六角形)内がマイクロバルーン(中空微小球体)で満たされており、ラミネート時に樹脂が含浸しない。逆にコアどうしを連結している部分は繊維が粗で、樹脂が含浸しやすい。(図1)

よって、このマットをラミネートした場合、樹脂が含浸された部分を構成材としたハニカム構造が形成される。

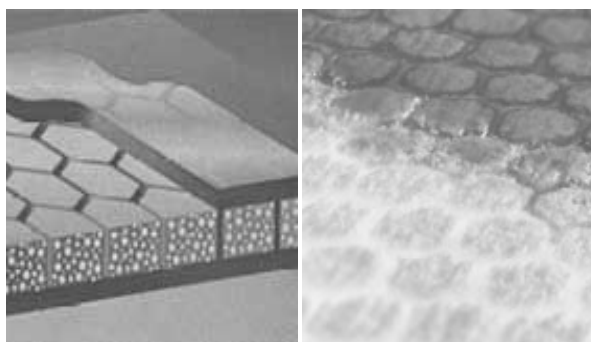


図1 ハニカム構造のマット<sup>4)</sup>

## 3. 本研究の目的

以下のことを本研究の目的とした。

- (1) 曲げ強度試験を行い、強度の比較を行う
- (2) 重量を計測し、比較を行う
- (3) 材料費、製作工数よりコストの比較を行う
- (4) 実際に義足ソケットを製作し、ユーザーの主観的意見を調査する

## 4. 研究方法

### 4-1. 曲げ強度試験

今回は強度の基礎試験として、芯材にハニカム構造のマットを用いたFRP(以下ハニカムFRP)と、テトロンフェルトを用いたFRP(以下テトロンFRP)の比較を行った。各芯材はナイロンストッキネットで挟み、混合材とした。積層の構成は、表1に示す。

表1のような積層構成で一定の試験片を製作し、インストロン材料試験機にて3点曲げ試験を行った。試験片を製作した際の条件は表2に示す。

表1 積層の構成

層	テトロンFRP	ハニカムFRP
1～2層目	ナイロンストッキネット	ナイロンストッキネット
3層目	テトロンフェルト	ハニカム構造のマット
4～5層目	ナイロンストッキネット	ナイロンストッキネット

表2 試験片製作条件

樹脂	アクリル樹脂(硬性:軟性=8:2)
ラミネート法	アルミ板上に積層材を固定し樹脂を含浸させた後、定量の錘を乗せた。
試験片切り出し寸法	ナイロンストッキネットのロール方向を縦方向とし、長さ100×幅10mmに切り出した。

### 4-2. 重量の計測

曲げ試験に用いる試験片の重量、厚みを計測し、単位体積及び面積あたりの重量比、さらに樹脂含有率比を算出した。

### 4-3. 製作コストの比較

ハニカム構造のマットを使用したものと、していないもののFRP義足ソケットを製作したと想定し、製作コストの比較を行った。

### 4-4. ユーザーの主観的意見調査

ハニカム構造のマットを用いて製作した義足をユーザーが装着した時の主観的意見を調査した。

## 5. 結果

### 5-1. 強度試験結果

強度試験を行った荷重と変位の関係を図2に示す。急激に荷重値が下がっている点が破断した点である。

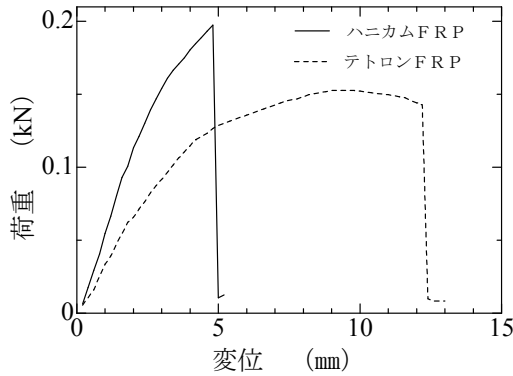


図2 荷重と変位の関係

### 5-2. 重量の計測結果

表3に、厚さ、重量比、樹脂含有率比を示す。ともに計測値よりテトロンFRPを1と換算した値である。

表3 計測結果

	テトロンFRP	ハニカムFRP
厚さ (mm)	4.45	5.32
単位体積あたりの重量比	1.0	0.76
単位面積あたりの重量比	1.0	0.91
樹脂含有率比	1.0	0.77

### 5-3. 製作コストの比較結果

コスト比を図3に表す。今回は下腿義足を製作したとして比率を計算した。樹脂量、積層材使用量、積層工数の削減により、トータルにすれば約30%コスト削減が見込める。

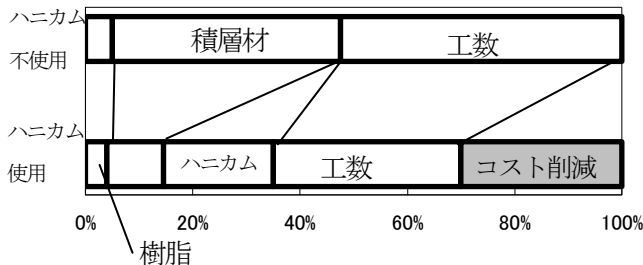


図3 製作コスト比

### 5-4. ユーザーの主観的意見より

現在までに2名の下腿切断者に装着していただいた。ソケットの重量が20%ほど軽量化されている為、軽くな

ったという意見は得ることができた。また、ハニカム構造が原因と思われる問題は未だ確認されていない。

## 6. 考察

### 6-1. 強度試験結果より

ハニカムFRPは、最大曲げ荷重で約23%の増加がみられた。しかし、破断時の変位量は、テトロンFRPの方が高い値を示している。このことから、ハニカムFRPはテトロンFRPに比べ、曲げ強度は強いが弾性には劣ると考えられる。

### 6-2. 重量の計測結果より

ハニカムFRPは、単位面積あたりの比重で約10%、単位体積あたりの比重では約24%の減少がみられた。厚みが増しているにも関わらず、単位面積あたりの重量が減少していることから、ハニカムFRP比強度は確実に高くなっていると考えられる。

### 6-3. 義足ソケット積層材として

上記の結果と考察より、FRP義足ソケットの積層材としてハニカム構造のマットを用いれば強度を保ちながらも、軽量化でき、コスト削減にもつながることが確認できた。さらにユーザーからの評価も良好である。今後はさらに臨床での使用例を増やし、実用性の検証を深めたい。

## 7. まとめ

ハニカム構造のマットをFRP用芯材に使用すれば、以下の様なことが言える。

- 曲げ強度が増す
- 弾性が減る
- 重量は軽減できる。
- 製作コストの削減が見込める。

## <参考文献>

- 1) 先端材料技術協会/監修 佐藤孝/編集：ハニカム構造材料の応用、シーエムシー出版、2002
- 2) 日本規格協会：JISハンドブックプラスチック 2005-1、日本規格協会、2005
- 3) 山本潤：早稲田医療専門学校義肢装具科卒業論文「義肢装具に使用する繊維強化プラスチックの強度テスト」、2001
- 4) 日邦産業：会社ホームページ、<http://www.nip.co.jp/>、(2006年2月現在)