

環境対応型マネキン骨材の研究

磯 智昭* 高力 美智子* 清水 幸一**

1. はじめに

マネキンとボディ(首から大腿部を形状化したもの)を合わせた年間廃棄製品は、業界全体で約 10 万体に及ぶとの試算がある。現在、マネキンのほとんどはガラス繊維とプラスチックの複合材料であり、その処分は破碎→埋め立てという手段に頼らざるを得ず、環境負荷が大きいのが現状である。この問題の対策の一つとして、骨材(補強用繊維材料)をガラス繊維から天然繊維や合成繊維に転換することが考えられる。

マネキンに求められる機能には、衝撃に強いこと、荷重による変形が少ないこと、高温での変形が少ないことがあり、骨材を変更した場合もガラス繊維複合材料と同等の衝撃強さ、変形しにくさ、高温でも変形しないことが求められる。

2. 目的

骨材に天然繊維または合成繊維を用いた、「燃焼処理可能なマネキン」の開発を行う。

3. 実験方法

3.1 骨材の選定

材料の候補を調査し、補強効果が見込まれるビニロン／ポリエステル不織布(ビニロン：90％／ポリエステル：10％)及びビニロン不織布を選定した。

3.2 FRP 板試作

選定した不織布 2 種と、現在使われているガラスクロス(織物)とガラスマット(不織布)を使い、次の仕様の FRP を作成した。

- 樹脂 : 不飽和ポリエステル
- 骨材 : ①ガラスクロス
- ②ガラスマット
- ③ビニロン／ポリエステル不織布
- (以下 V/P と記述)
- ④ビニロン不織布(以下 V と記述)
- 大きさ : 800mm×270mm
- 厚さ : 製品のマネキンの厚さに近づけるため、2mmを目安にした。
- 板中の骨材量 : 2枚重ね

3.3 物性試験

作成した FRP 板について、次の方法で曲げ試験及び衝撃試験を行った。

3.3.1 曲げ試験

- 試験片 : 長さ 100～120mm
- 幅 60mm
- 試験機器 : (株)島津製作所製オートグラフ AG-I
- 試験速度 : 2mm/min
- 支点間距離 : 板の厚さ×16mm

3.3.2 衝撃試験

- 試験片 : 長さ 63.5～80mm
- 幅 10mm
- 試験機器 : CEAST Co.Ltd 6545/000型

3.4 熱変形試験

マネキンの設置場所は様々で、照明器具等によりマネキン周辺が 60℃以上になることがあるとのことなので、気温 60℃以上で荷重をかけて熱変形の有無を調べる必要がある。ガラスクロス、V/P を骨材とした腕を試作して図 1 に示す条件で熱変形試験を行った。

- ブロック間距離 : 300mm
- おもり重量 : 3kg
- (なお、大人のマネキンの重量は約 6kg である。)
- 加熱温度 : 80℃
- 加熱時間 : 8 時間以上

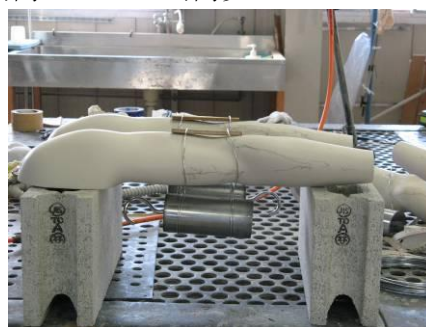


図 1 熱変形試験の試料を設置した状態

4. 結果及び考察

4.1 FRP 板の物性

4.1.1 曲げ試験

結果を図 2・図 3 に示す。最大点試験力は、ガラス系の方が V/P や V より大きい。一方、最大点変位(たわみ)は、現製品のガラスマットより V/P や V が小さい。マネキンの場合たわみは姿勢の変化につながり、たわみが小さい材料が望ましいので、この点はガラスマットより優れている。

4.1.2 衝撃試験

図 4・図 5 に示すように、V/P-2 はガラス系に近い衝撃エネルギーを、V はガラス系の 2 倍以上の衝撃エネルギーを吸収できることがわかった。ただし、骨材層が増えると試料の厚さも増えて製品全体の重量増につながる。各試料の平均厚さは表 1 のとおりで、V/P と V の場合、ガラス系と同程度の厚さになるので大きな重量増の心配はない。

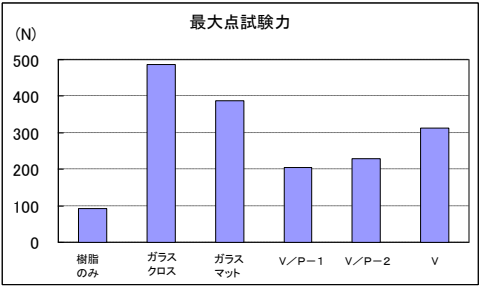


図 2 各 FRP 板の曲げ試験 最大点試験力

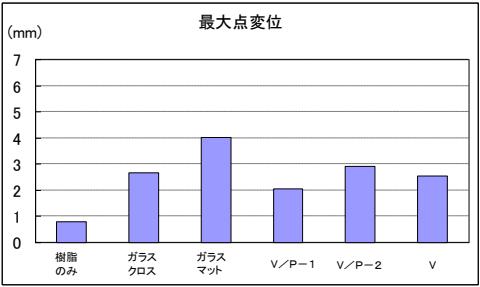


図 3 各 FRP 板の曲げ試験 最大点変位

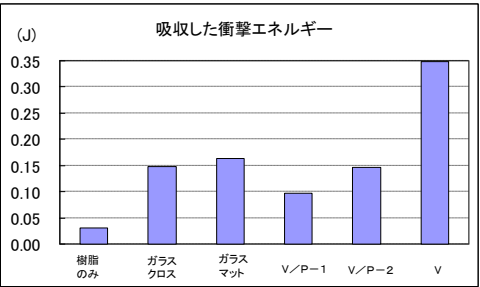


図 4 各 FRP 板の衝撃試験 衝撃エネルギー

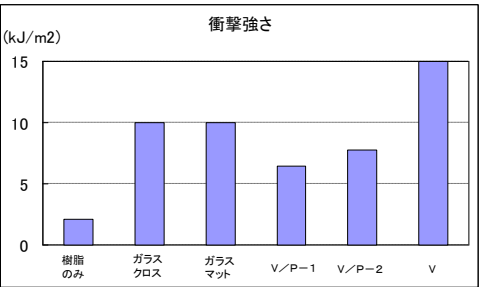


図 5 各 FRP 板の衝撃試験 衝撃強さ

表 1 試作した FRP 板の平均厚さ

骨材	平均厚さ (mm)
ガラスクロス	1.5
ガラスマット	2.2
V/P-1	1.7
V/P-2	2.0
V	2.4

4.2 マネキンの試作

今回選定した骨材を使い、頭部や下半身を試作した。従来のガラスクロスやガラスマットを使ったときと比べて、各骨材とも製造時間が約 30%長くなった。

理由は、初めて使う材料なので様子を見ながら実施したため、骨材を切るときガラス繊維よりも若干切りにくかったため、などである。



図 6 試作した頭部

4.3 熱変形試験

FRP は十分硬化していない状態で荷重をかけると変形するため、荷重をかける前に 80℃で 8 時間予備加熱をして硬化を促進させてから、指定の条件で熱変形試験を行った。

表 2 熱変形試験条件

実験項目	温度 (℃)	時間 (h)	荷重 (kg)
熱変形試験①	80	8	3
熱変形試験②	80	16	3

加熱前後に試料の各寸法を測定して変化を調べたが、V/P 骨材の腕、ガラスクロス骨材の腕、両方とも変化は見られなかった。以上の結果から、試作したマネキンを加熱により十分に硬化させれば、指定した条件では熱変形しないことがわかった。

5. まとめ

ビニロン/ポリエステル不織布、ビニロン不織布では燃焼可能であり、これを骨材にすることで燃焼処理可能なマネキンの試作ができた。

物性評価の結果、このような不織布を骨材とした場合も従来のガラス繊維骨材とほぼ同じ衝撃強さである。

荷重試験の結果、試作したマネキンは気温 80℃でも変形が見られず、実用性は高いと考えられる。

さらに衝撃強さと曲げ強さを向上させるためには、骨材の積層等により骨材重量割合を増やす必要がある。そこで注意する点は、骨材を増やすと使用する樹脂量も増えるため、製造時には樹脂を少なめにすることである。樹脂量の増加はマネキン本体の重量増にもつながる。

一方、次の課題が新たに出てきた。

①不織布の価格はガラス繊維の約 2 倍である

②材料の変更によりマネキン製造時間が従来に比べて約 30%長くなった

製造コストには、製造時間の方が大きく影響する。対策としては作業方法の改善の他、作業時間の短い小型の製品、例えばトルソー（上半身だけのもの）に使う等が考えられる。