

CFRTP を活用した超軽量下肢装具の開発（第6報）

－ CFRTP 製下肢装具の実用化 －

千原 健司、仙石 倫章、西垣 康広、鈴木 貴行

Development of the ultralight lower extremity orthosis using Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics (VI) - Practical orthosis using CFRTP -

Kenji Chihara, Tomoaki Sengoku, Yasuhiro Nishigaki and Takayuki Suzuki

県では、患者や障がい者等の生活の質の向上、及び医療福祉機器分野の産業振興を目的としてヘルスケア機器開発プロジェクトを平成 26 年度から進めている。その中で当研究所では、加熱により再成形ができ、軽量、高強度、高剛性の特長をもつ熱可塑性炭素繊維複合材料（以下、「CFRTP」）が、人体に合わせた調整が必要で軽量化が望まれる装具に有効と考え、CFRTP を活用した下肢装具の開発を進めている。

平成 26～27 年度には、CFRTP の設計／成形／評価技術を確立し、平成 28 年度からは具体的な医療・福祉ニーズに基づいた開発に取り組んでおり、この内 2 点の CFRTP 製下肢装具が実用に至ったので報告する。

1. はじめに

炭素繊維は軽くて強く、鉄の約 4 分の 1 の比重で、約 10 倍の比強度があると言われている。なかでも近年、自動車等へ適用され始めた CFRTP は、加熱により材料が軟化し再成形できることから、人体に合わせた調整が必要で軽量化が望まれる装具に有効と考えられる。

これまで地域の産学官による開発体制と設備を整備し¹⁾、CAE による形状設計ならびに、CFRTP の成形や加工、試作の物性評価、臨床評価に取り組み、既製品と同形状の下肢装具を試作し、評価することにより CFRTP 製下肢装具の基本的な特性を把握した²⁾。また、昨年度は、本材料の特長の一つである再成形する方法を確立するために、再加熱及び再成形手順を探索し、再成形後の材料強度及び内部観察により評価した³⁾。

本報では、これまでに確立した要素技術を活用して進めている医療・福祉ニーズに基づいた開発の内、2 点の CFRTP 製下肢装具が実用に至ったので報告する。

2. 実用化した CFRTP 製下肢装具

2. 1 脳卒中患者リハビリ用の長下肢装具

脳卒中急性期の患者は、できるだけ早く歩行リハビリを始めることが予後に良いとされており、一般に長下肢装具が用いられる。しかし、共同研究者の医師が県内病院の 56 名の患者から使用状況を調査したところ、従来の長下肢装具（図 1 左）は金属製で重く使いづらいうえ、リハビリが進むと膝から上の部分が不要となり無駄が生じていることが判明した（図 2）。

そこで、CFRTP を用いたパーツをモジュール化することで継続して使用でき、従来よりも軽量で使いやすいリハビリ用下肢装具を新たに開発した（図 1 右）。開発品の重量は約 0.6kg であり、従来品の約 1.5kg と比べ約 60%軽量化している。また、患者のリハビリが進み麻痺の



図 1 脳卒中患者リハビリ用の長下肢装具（左：従来品、右：開発品）

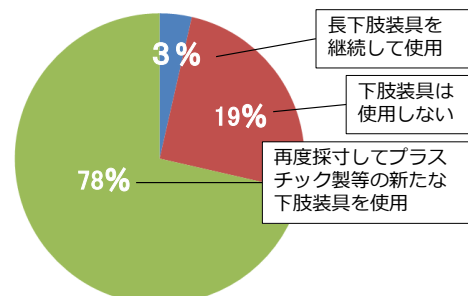


図 2 回復期病棟へ転院した片麻痺患者の従来型長下肢装具の使用状況（岐阜大学調査）

程度が軽くなれば、上部の CFRTP 部分を外すことにより下部のプラスチック下肢装具をそのまま継続して使用することができ、同時に上部の CFRTP 部分は新たな患

者の下肢装具へ再利用できるため経済的である。

従来の下肢装具と開発した下肢装具とをそれぞれ被験者に装着した上で、歩行動作を取得、比較することにより、下肢装具が適切に機能しているかどうかを評価した。歩行動作は、床反力計(ATMI 社)と3次元動作解析システム(Oxford Metrics 社、VICON)を使用して取得した。図3にVICONで処理した動作解析の様子と、従来品と開発品との床反力比較結果を示す。これらにより被験者の歩行動作は従来品と開発品で差がなく、開発した下肢装具が適切に機能していることを確認した。

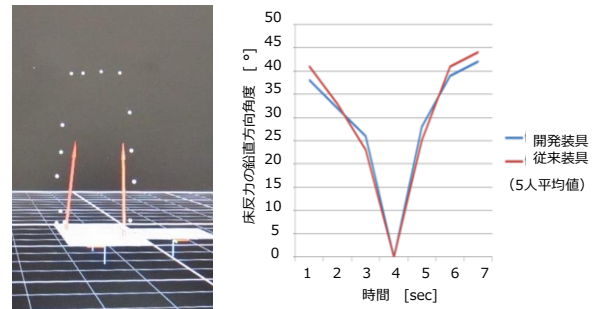


図3 3次元動作解析
(左：動作解析の様子、右：床反力の比較)

2. 2 靴に容易に着脱可能な下肢装具

脳卒中患者は、病院を中心とした3~6ヶ月程のリハビリ期間を経ると麻痺の回復が鈍化し、それ以降は長期にわたり軽装な下肢装具を装着して生活することになる場合が多い。また、生まれつき足に障がいを持つ方も下肢装具を使用する機会が多い。しかし、医師から処方される下肢装具は一足限りであり、季節や天候等に応じて外出する靴を選ぶことができない問題があった。

そこで、好みの靴を下肢装具として簡単に使用することができるパーツを新たに開発した。パーツは主として下腿部を固定し靴からの力を伝達するCFRTP部分(図4右)と、これと靴とを連結するための樹脂性ソケット(図5上)からなる。ソケットはCFRTP部品が簡単に脱着可能な構造を持ち(図5下)、なおかつ柔らかい靴底と硬いCFRTP部材の係りあう力を緩和し、靴の破壊を防ぐ役割がある。CFRTPを用いることにより装具部分の重量は約70gとなり、金属を用いた従来品(図4左)の重量約350gと比べて1/5に軽量化している。

開発にあたっては、CAEを活用して靴底に負担の掛からない形状に設計し(図6左)、汎用試験機による疲労耐久性評価の結果で挿入部分を改良する(図6右)など、これまでに培った要素技術を活用した。



図4 外出用の下肢装具
(左：従来品、右：開発品)



図5 挿入用のソケット
(上段：ソケットの外観、下段：着脱機構の説明)

3. まとめ

これまでに確立した要素技術を活用し、医療・福祉ニーズに基づいて開発したCFRTP製下肢装具2点について報告した。

現在、脳卒中患者リハビリ用の長下肢装具は県内病院にて月間10名程度の方が利用しており、軽くて使いやすいとの好評を得ている。また、靴に容易に着脱可能な下肢装具は特許権を取得し、平成29年10月より市販を開始している。

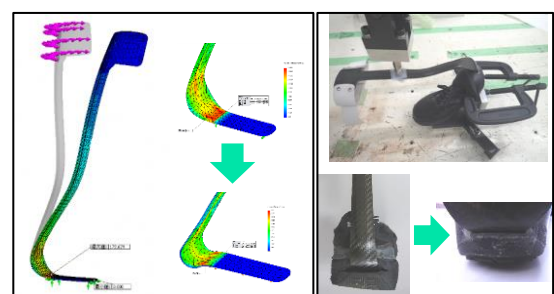


図6 活用した要素技術の例
(左：CAEによる設計、右：疲労耐久性評価試験)

【謝 辞】

脳卒中患者リハビリ用の長下肢装具は、岐阜大学医学部附属病院および株式会社今仙技術研究所と共同し、株式会社名光ブレースの協力を受けながら開発しました。

靴に容易に着脱可能な下肢装具は、ヒューマニック株式会社と共同して開発しました。

共同開発者の皆様に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 千原, 道家, 仙石, 萱岡, 田中, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.3, pp33-38, 2015
- 2) 千原, 仙石, 道家, 萱岡, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.4, pp41-44, 2016
- 3) 千原, 仙石, 道家, 萱岡, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.5, pp40-43, 2017