

長下肢装具の剛性が歩行に好影響を与えた

一症例

キーワード: 下肢装具、カーボンコンポジット、歩行分析

○南 安晃*¹, 高橋 啓次*¹, 吉岡 駿伍*¹
有限会社ピー・オー・テック*¹

【はじめに】

長下肢装具の剛性アップと軽量化という相反する課題の両立を実現するため、プリブレグ(ドライカーボンともいう)を使用し、カーボンコンポジット技術で製作した。プリブレグの使用目的は、繊維体積含有率を適切に保つことと、繊維の方向や積層数を設計することにある。カーボンの最大の特長は「低密度、高比強度」。簡単にいうと「軽くて、強い」である。比強度が鋼の6~8倍¹⁾もあるので、同じ強度や剛性を実現するために必要な質量が、鉄、アルミ、樹脂に比べて格段に小さくて済む。このことにより重量増加を最小限にとどめつつ剛性を高めることが可能である。装着者の主観的評価として「剛性があり安心して体重をかけることができる。」「軽い。」「体の横揺れが減った。」などの感想があった。実際に装具の剛性が歩行に対して、どのような影響を与えるのかを客観的に歩行解析し評価したので報告する。

【対象】

47歳男性。職業:会社員。平成13年、高所からの転落事故で脊髄不全損傷による左下肢麻痺となる。以後更正用装具として左長下肢装具を使用している。以下に症例の身体情報を示す。

●身長 167cm、体重 64kg。

●下肢筋力(左/右)

腸腰筋(2/5)、大殿筋(1/5)、中殿筋(1/5)、大腿四頭筋(1/5)、ハムスト(1/5)、前脛骨筋(3/5)、腓腹筋(2/5)。

【方法】

同一の陽性モデルを用いて、大腿支持部と下腿支持部の構造材料の違いによる2種類の長下肢装具を製作し、それぞれの歩行を計測し歩行解析する。計測器類は、リアルタイム三次元動作解析システム Eagle/Hawk Digital RealTime System EVaRT5.0 (Motion Analysis 社製)、カメラの台数:13台、撮影速度:100Hz、シャッター速度:1/1000秒。処理ソフト(分析ソフト): KineAnalyzer(キッセイコムテック社製)を使用した。装具の仕様を以下に記す。

①熱可塑性プラスチック製長下肢装具(以下、熱可塑タイプ)

大腿支持部、下腿支持部:ポリエチレン t=4mm

②カーボン製長下肢装具(以下、カーボンタイプ)

大腿支持部、下腿支持部:カーボンコンポジット構造体

なお、それぞれの装具は生体に接触する部分の面積、位置、形状を同じにし、重量および重量配分も同一になるようにカーボン

タイプの大腿部に24g、下腿部に80gのおもりを付け調整し、製作した。また、装着時のベルトの締結力も同一にするため、パネばかりで張力を計測しながら装着した。

【結果と考察】

表1に計測結果、図1に重心の左右変位量、図2に装具側の膝関節角度を示す。カーボンタイプにて歩行速度の上昇と、歩隔の減少、熱可塑タイプで重心の左右動揺の増大がみられた。図2より患側立脚時に、熱可塑タイプでは、装具がたわみ安定感が損なわれ重心移動が大きくなる。その為、歩隔を大きくとり安定性を求めた歩容となっている。また、この症例では、歩行周期の各相において、顕著な差はなく、歩幅にも大差はない。カーボンタイプでの歩行速度の向上はケイデンスの増加によるものであり患側立脚時に装具のたわみが少なく力が逃げないことが、この結果につながっていると考えられる。

表1 計測結果

	熱可塑タイプ	カーボンタイプ
1歩行周期時間(S)	1.38	1.25
右立脚期(%)	37.68	40
左立脚期(%)	30.43	30.4
両脚支持期(%)	31.88	29.6
歩幅(cm)左脚支持	42	42.6
歩隔(cm)	12.1	8.3
歩行速度(m/s)	0.69	0.79

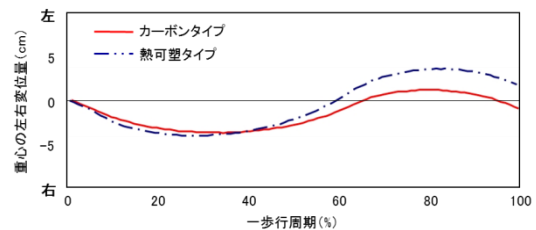


図1 重心変位量

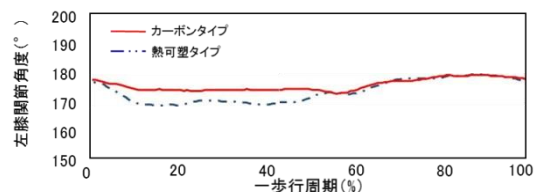


図2 装具側膝関節角度

【まとめ】

義肢装具の材料としても、脚光を浴びているカーボンの材料特性を最大限に活かすため、新しい製造方法を取り入れ長下肢装具を製作した。歩行分析から装着者の主観的評価を裏付ける結果となり本装具の優位性が証明された。いままでは装具の強度を上げる為に、重量の増加を余儀なくされていた装着者にとって有効で革新的な製造方法であると思われる。

【参考文献】

1) 山田 恵彦:カーボンファイバの科学:61.株式会社内田老鶴園.1995