1A2-11 短下肢装具の歩行時の変形解析に関する研究

Ankle Foot Orthosis Deformation Analysis During the Gait

○船山 洋一郎, 花房 昭彦, 不破 輝彦, 水澤 二郎*

職業能力開発総合大学校 福祉工学科

*啓成会高等職業技術専門校

○Yoichiro Funayama, Akihiko Hanafusa, Teruhiko Fuwa, Jiro Mizusawa*

Dept. of Rehabilitation Engineering, Polytechnic University

*Keiseikai Vocational Training School

1. はじめに

従来、義肢装具士は、義肢や装具を患者に装着して調整・修正を繰り返すことにより、適合した装具を製作していた。しかしこの試行錯誤による方法では義肢装具士や患者に負担がかかり、効率が悪いという問題があった。

この問題を解決するため、装具を装着して歩行した時の状態を事前に解析し、使用者に適合しているかどうかを評価できるシステムの研究を進めている。今回、基礎データ取得のため短下肢装具の歩行時の歪計測と短下肢装具単体の有限要素法解析を行った。

2. 短下肢装具による歩行時の歪計測

2.1 計測方法

歩行中に短下肢装具（以下 AFO）がどのように変形しているかを調べるため、その歪を歪ゲージにより計測した。足関節右側後、足関節背部、足関節左側後にプラスチック用歪ゲージ（共和電業製 KFP-5-120-C1-65L1M3R）を接着した AFO を右足に装着して、3 名の被験者に対し普段どおりに歩くよう指示した。また、3 次元動作解析装置（ANIMA 社製 MA2000）により右足歩行動作および床反力の計測を行った。歪ゲージの出力変化はブリッジボックスを介し、3 次元動作解析装置と同期して計測した。

2.2 計測結果

計測結果の一例を図 1 に示す。足が接地して床反力が増加する時、中央に接着した歪ゲージには縮む方向に約 -1.8mSTR のピークが、左側に接着した歪ゲージには逆に伸びる方向に約 1mSTR のピークが発生した。一方、足が離床して床反力が減少する時には、中央および左側は伸びる方向に約 2.6 、 1.2mSTR のピークが発生し、右側は縮む方向に約 -4mSTR のピークが発生した。中央に接着した歪ゲージに関しては、右足が接地するときには AFO が底屈方向に曲げられるため縮み、離床するときには AFO が背屈して伸びるものと考えられる。

3. 有限要素法による解析

3.1 解析方法

AFO は、図 2 に示すように 88 節点、221 の三角形シェル要素によりモデリングを行った。AFO の材料であるポリプロピレンの引張試験を行った結果、非線形材料特性を示したため、増分法による非線形有限要素法解析を行った。足底面は固定し短下肢装具上端部を前方および後方に強制変位させ、前方に曲げた場合と後方に曲げた場合の解析を行った。

Fig.1 Floor reaction force of right leg and strain of AFO.

3.2 解析結果

図 3 は AFO の上部に前後 5mm の強制変位をかけたときの歪ゲージを接着した箇所の縦方向の歪を示している。有限要素法の解析結果でも AFO が、底屈方向に曲げられているときには中央部は約 2.2mSTR 縮み、右側は逆に約 2mSTR 伸びた。また、右足が離床するときは、中央部が約 3mSTR 伸び、右側が約 1mSTR 縮むという結果になった。また左側の歪は比較的小さい結果となった。これらの変形状態は文献¹⁾とその傾向が一致していた。

Fig.2 Result of finite element analysis of AFO.

Fig.3 Strain of vertical axis direction when the AFO is bended backward and forward.

4. まとめ

AFO 装着時の歪計測と有限要素法解析結果よりその変形状態の傾向の一致を確認することができた。今後は、更に、人体モデルと一体となった有限要素法による解析を行い、適合評価の指標の検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 杉山五久夫, 高見正利, 斉藤茂喜, 斉藤英彦, 玉井敦, “プラスチック短下肢装具のデザインの分析 —FEM による検討—”, パイオメカニズム学術公演会予稿集, Vol. 7, pp. 153~154, 1986