

3Dプリンタ製AFOの設計に向けた従来PP-AFOコルゲーションの分析 —コルゲーション設定位置による比較—

郷貴博¹⁾、東江由起夫¹⁾、前田雄¹⁾、須田裕紀¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科

【背景・目的】 近年、義肢装具業界においても 3D-CAD/3D-Printing システムが利用されはじめ、本学科でも 3D 機器を用いた義肢装具製作支援システム構築に向けた研究に取り組んでいる。その一環として脳卒中片麻痺者を対象とした 3D プリンタ製のシューホン型 AFO(以下、3DP-AFO)の試作と強度試験を実施してきた。すでに試作した 3DP-AFO は耐久性には優れるものの底背屈方向に対する剛性が低く、実用化にはコルゲーションの付加を検討する必要があることがわかった。しかし従来のプラスチック製 AFO(以下、PP-AFO)においても、コルゲーションの設定位置や形状の違いが装具剛性にどのような影響を及ぼしているか定量的に評価した文献は少ない。

そこで今回、まずは従来の工程で製作した PP-AFO を用いてコルゲーション設定位置が装具剛性にどのような影響を及ぼしているのか機械試験機を用いて定量的に評価したため報告する。

【方法】 コルゲーション設定位置は、事前に CAE 解析によって装具剛性に効果的であると予想された 2 つの形状を採用し①コルゲーション無し(以下、無し)、②I 型外側 2 本(以下、外 2 本)、③I 型内側 2 本(以下、内 2 本)の 3 条件とした(図 1)。コルゲーション径は直径 5mm、近位端は装具長に対する床面から 2/3 の高さ、遠位端は踵頂点部とし、両端を鉛直方向へ直線的に結ぶ形状に設定した。

各条件の陽性モデルを 3D プリンタで造形し、厚さ 3mm の PP シートを用いて条件ごとに 5 本(計 15 本)の計測用 PP-AFO を製作し、専用試験機にてそれぞれの装具剛性を計測した。計測は PP-AFO を試験機に固定し、装具下腿部を背屈 8° から底屈 8° へ単振運動させ、このときの底背屈方向 1° 毎の負荷トルクを記録した。これを各 PP-AFO につき 5 試行の計測を実施し、その平均値より装具剛性をモーメント[Nm]で算出した。なお、本研究はヒトを対象としておらず、関連する利益相反はない。

【結果】 各条件の背屈 8°および底屈 8°の時点における装具モーメントについて図 2 に示す。背屈 8°では①無し = 3.95±0.53[Nm]、②外 2 本 = 4.14±0.50[Nm]、③内 2 本 = 4.55±0.42[Nm]となり、①無しと比較し②外 2 本では 5%、③内 2 本では 15%のモーメント上昇がみられた。同様に底屈 8°では①無し = 5.14±0.72[Nm]、②外 2 本 = 5.45±0.75[Nm]、③内 2 本 = 6.32±0.24[Nm]となり、①無しと比較し②外 2 本では 6%、③内 2 本では 23%のモーメント

上昇がみられた。したがって装具剛性は底背屈方向ともに①無しに対し、③内 2 本で最も増加し、②外 2 本で若干の増加がみられた。



図 1 コルゲーションの設定条件

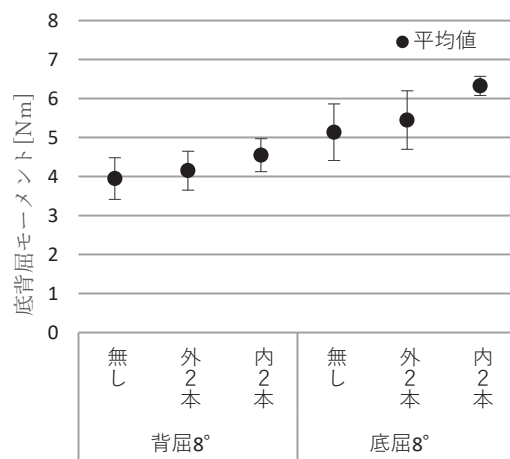


図 2 底背屈 8°における装具モーメント値

【考察】 今回のようなシューホン型 AFO の場合、コルゲーションを付加させることで足関節後方部分の断面形状が変化し、これによって底背屈方向の断面二次モーメントが増加した結果、装具剛性が高まったものと考えられる。また特に底屈方向へ応力が発生する際には、足関節部の開口部が狭まりつつ後方支柱部が上下に引き延ばされるように変形するため、後方支柱中央部に近い③内 2 本が効果的に底屈方向への装具剛性を上昇させたものと推察された。一方、背屈時には後方支柱のトリミングライン周辺部に応力が集中するため、②外 2 本が効果を発揮すると思われるが一樣の結果を示さなかった。したがって背屈方向への装具剛性には、コルゲーションの付加よりも後方支柱の幅や装具トリミングラインが影響している可能性があると考えられた。

【結論】 PP-AFO においてコルゲーションの設定位置による装具剛性への効果を定量的に評価した。結果より、底屈方向へは後方支柱の中央部周辺にコルゲーションを付加することが効果的であることが示唆された。一方で背屈方向に対してはコルゲーションの付加よりも後方支柱の幅や装具トリミングラインが大きく影響している可能性があると考えられた。