

## 3DP-AFO の設計に用いるプラスチック AFO の トリミング設定の違いによる特性の分析

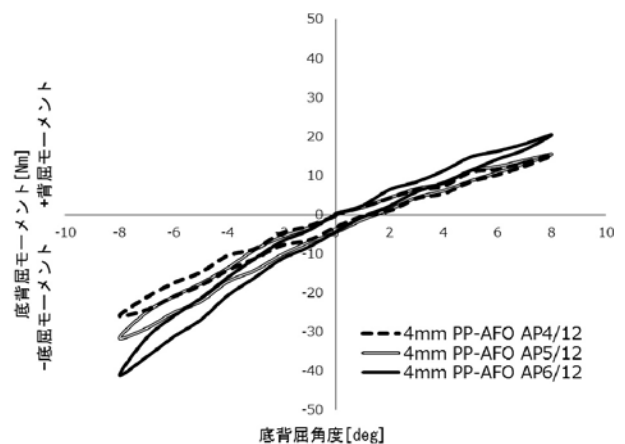
須田裕紀<sup>1)</sup>、郷貴博<sup>1)</sup>、前田雄<sup>1)</sup>、東江由起夫<sup>1)</sup>、  
田村真明<sup>2)</sup>、山崎一史<sup>3)</sup>、高橋篤<sup>3)</sup>、石谷拓也<sup>3)</sup>

- 1) 新潟医療福祉大学 義肢装具自立支援学科
- 2) 株式会社田村義肢製作所
- 3) コニカミノルタ株式会社

【背景・目的】近年、義肢装具製作においても 3D プリンター(以下、3DP)の応用が注目され、諸外国をはじめ様々な取り組みがなされている。一部の義肢装具では、実用化レベルまでに達しており、筋電義手の指部分や、装具の継手パーツ、簡易的な治療装具に应用されている。義肢装具製作で応用が期待されている 3DP で装具を製作する場合、3D スキャンを用いて下肢の形状を獲得し、CAD ソフトで修正を行う製作手法が考えられる。さらに 3D CAD ソフトと合わせて有限要素解析などのシミュレーションによって、装具に必要な強度や剛性を客観的なデータで算出し、装具のトリミングやデザインを決定することができる。一方で、義肢装具の製品に関わる材料では、強度や剛性が高いだけでなく、靱性や延性などの性質も必要となる。特に、プラスチック材料を用いた装具の場合、プラスチック材料特有の可撓性や弾性を装具の機能として求める場合がある。現状の装具のデザイン設計は、使用者の身体機能や麻痺の程度を考慮しながら経験に基づいて感覚的かつ主観的に行われている。そのため現状の PP(polypropylene) 製 AFO(SHB 型)のトリミングラインの設定における客観的なデータが存在しない。そこで本研究では、3DP を用いた装具製作の設計に必要な基礎データを得るために、既存の PP 製 AFO のトリミングラインの設定と、装具の矯正モーメントの関係性と特徴を分析することとした。

【方法】計測用 AFO は平均的な健康成人の足を基に製作し、4 mm の PP 材料を従来通りの製作方法にて成形した。SHB のトリミングラインは、一般的に足継手より近位での調整は底屈制動に、遠位での調整は背屈制動に影響するといわれている。今回はトリミングラインと底屈制動の関係性を明らかにするため、遠位部では外果中央を通り、近位部では装具長の近位 1/3 レベルの間のみの AP 径を変化させた。トリミングラインの具体的な設定は、4/12AP(1/3AP 相当)、5/12AP、6/12AP(1/4AP 相当)の 3 水準とした(図 1)。6/12AP の設定は、外果中央を通り Rigid type の AFO に相当する。4/12AP は Soft type の AFO に相当する。今回の下肢モデルでは、各水準間の削り量の違いは 5 mm 程度であった。装具の足継手部分は踵部内壁と第 1 中足骨頭内壁を結ぶ方向を進行方向とし、足継手部は進行方向に直行するように設定した。

【結果】評価試験機にて計測した各トリミングラインの設定における AFO の底背屈モーメントと角度変化の結果を図 1 に示す。縦軸が AFO に加わる底背屈モーメント[Nm] で+方向が背屈、-方向が底屈を示す。横軸は底背屈角度[deg]を示す。結果から全体的な傾向として、背屈モーメントに比べて底屈モーメントの方が大きい値となった。トリミングラインによる違いを比較すると、底屈モーメントにおいてトリミングラインの設定に準じた段階的な変化が見られトリミングの削り量が大きくなると底屈モーメントが小さくなる結果となった。最大底屈角度 8° においては 4/12AP では-25.86 Nm、5/12AP では-31.62 Nm、6/12AP では-41.4 Nm となった。一般的に臨床で用いられるリジッドタイプの 4/12AP とソフトタイプの 6/12AP を比較すると約 1.6 倍の差があった。一方、最大背屈角度 8° においては、4/12AP では 15.06 Nm、5/12AP では 15.42 Nm、6/12AP では 20.4 Nm であり大きな差は見られなかった。



【考察】今回の結果から、AFO(SHB 型)におけるトリミングラインと装具の底背屈モーメントならびに剛性の特徴を明らかにできた。これは、装具の足関節部分における断面二次モーメントで説明できるが、生体の足関節部分の形状は一般的な U 型ではなく、水平面においては外果に対して内果は前方にあり、前額面では上方に位置するため、トリミングラインの設定によって断面形状は変化するため説明は複雑となる。しかし、これらのデータは臨床における装具のトリミングラインの決定や微調整、CAD ソフトにおける装具のデザイン設計の基礎データとして極めて有益な情報であるといえる。今後はトリミングラインと背屈モーメントの関係性や、底背屈モーメントの関連性を明らかにし、粉末焼結積層方式による 3DP-AFO と比較検証し、3DP-AFO の臨床活用に向けた基礎データを集積する予定である。

【謝辞】本プロジェクトはコニカミノルタ研究費、新潟医療福祉大学研究奨励金の助成を受けたものである。