

特殊編地によるむくみ予防サポータ部材の開発

繊維生活部 ○中島明哉

1. 目的

むくみは、重力の影響で心臓から下の遠い位置にある脚に起こりやすい。これは立ち仕事の人によく見られる症状であり、同じ姿勢が長時間続くことや脚の運動不足により、血液やリンパ液などの循環が悪くなることが原因と考えられている。一般に、脚のむくみを予防するためには弾性ストッキングを着用する方法が用いられているが、完全に防ぐことができないのが現状である。本研究では、熱で収縮する形状記憶合金糸を用いて締め付ける力を変えることで、脚を動的にマッサージすることができるソフトアクチュエータを開発し、むくみ予防サポータ部材に適用することを目的とした。

2. 内容

2.1 弾性ストッキングの着圧と張力の関係

一般に、弾性ストッキングは図1右に示すように足先から体に近くなるにつれて脚を締め付ける力が弱くなるように設計されている。製品には、着用した際に脚を締め付ける力の目安として足首とふくらはぎの着圧が図1左に示すように表示されているが、着圧の測定方法や締め付け力との関係(着圧の算出方法)については明記されていない。そこで、市販されている標準着圧製品9種類について精密万能試験機(株式会社島津製作所製 AG-5kNI)を用いてその力を調べた。その結果、むくみ予防に必要な着圧を発生させるための力は、最大0.21N/mmであることがわかった。



着圧表示例

図1 弾性ストッキング

2.2 着圧可変むくみ予防用サポータ部材の開発

むくみ予防サポータの着圧を変化させるために、温度により長さ方向に伸縮変形する形状記憶合金糸を用いて0.21N/mm以上の力を発生させるソフトアクチュエータを開発した。

(1) 形状記憶合金糸の機械的特性

熱応力試験機(インテック(株)製 KE-2S/PC)を用い、表1に示す仕様の形状記憶合金糸について、糸の両端を固定した状態で温度を30℃から100℃に加熱した場合の張力(発生力)の変化を測定した。また、0.03Nの荷重を加えた状態で同条件により加熱した場合の収縮率の変化も調べた。これらの結果を図2に示す。この結果から仕様の値の4%まで収縮するには80℃近くまで加熱しなければならないが、糸両端を固定した場合、70℃強で仕様の最大発生力1.47Nを超えることがわかる。

(2) 形状記憶合金編地の作製

収縮率の向上を目的に、横編機(株式会社島精機製作所製 SFE161(7G))にてウェール数60、コース数32のゴム編地を作製した。図3に示すように作製した形状記憶合金編地は無負荷の状態では長さ、幅ともに約75mmである。むくみ予防に必要な力0.21N/mmの力を発生させるためには、形状記憶合金糸の仕様から計算すると

表1 形状記憶合金糸(仕様)

線径 [mm]	0.15
収縮率 [%]	4
最大発生力* [N]	1.47

*最大発生力を超えると可逆性を失う

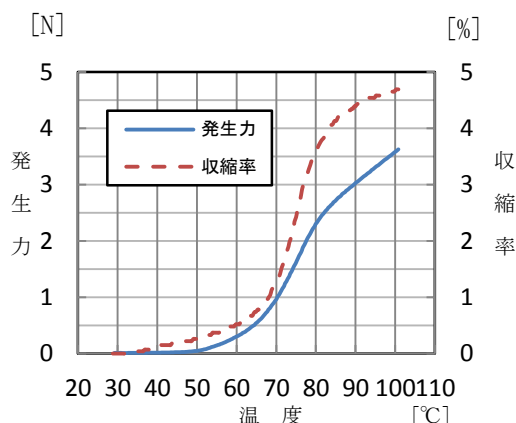


図2 形状記憶合金糸の特性

0.14 本/mm が必要である。

作製した編地においては、形状記憶合金糸の密度がウェール方向で 1.5 本/mm、コース方向で 0.82 本/mm であり、70℃以下でも十分な力を発生できることがわかった。

(3) 形状記憶合金編地の機械的特性

恒温槽付き万能試験機(島津製作所製 AG-100kNplus)を用い、作製した形状記憶合金編地のウェール方向、コース方向のそれぞれについて、編地の両端を固定した状態で温度を 28℃から 70℃に加熱した場合の最大張力(最大発生力)を測定した。また、編地に 0.21N/mm の張力を作用させた状態で同条件により加熱した場合の収縮率も調べた。これらの結果を表 2 に示す。ウェール方向では、最大発生力 0.32N/mm、最大収縮率 3.3%、コース方向では、最大発生張力 0.15N/mm、最大収縮率 4.1%である。

(4) むくみ予防サポータ部材による着圧実験

図 4 に示す形状記憶合金編地と伸縮性のある弾性生地とを直列に組み合わせたむくみ予防サポータ部材を作製した。

図 5 に示すようにマネキンの脚に作製したむくみ予防サポータ部材を装着し、形状記憶合金編地に 5V の電圧を ON/OFF して着圧を変化させる実験を行った。その結果、図 6 に示すように、着圧を 10hPa から 30hPa までで変化させることができ、着圧を保持することも可能であることを確認した。



図 3 形状記憶合金編地

表 2 形状記憶合金編地の特性

編地方向	最大発生力 [N/mm]	最大収縮率 [%]
ウェール	0.32	3.3
コース	0.15	4.1

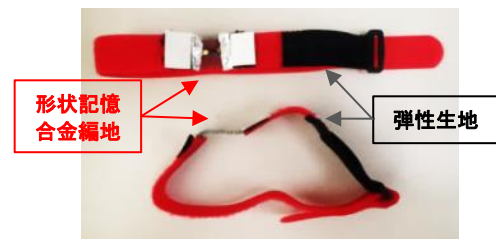


図 4 むくみ予防サポータ部材

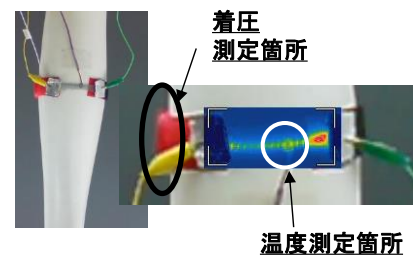


図 5 着圧実験の様子

3. 結果

特殊編地によるむくみ予防サポータ部材の開発を行うことにより、以下のことがわかった。

- (1) 市販されている標準着圧製品 9 種類について、むくみ予防に必要な着圧を発生させるための力を調べた結果、最大 0.21N/mm であることがわかった。
- (2) 形状記憶合金糸を用いた特殊編地を作製し、70℃以下で最大発生力 0.32N/mm、最大収縮率 4.1%であることを確認した。
- (3) 形状記憶合金編地と弾性生地と組み合わせたサポータ部材を作製した結果、10hPa から 30hPa 間で着圧を変化・保持することができた。

今回作製した形状記憶合金編地の制御温度域が最大で 70℃であることから、今後は、実際に人が装着した際の火傷防止対策に取り組んでいくことに加え、県内企業とも連携して実用化を目指していく。

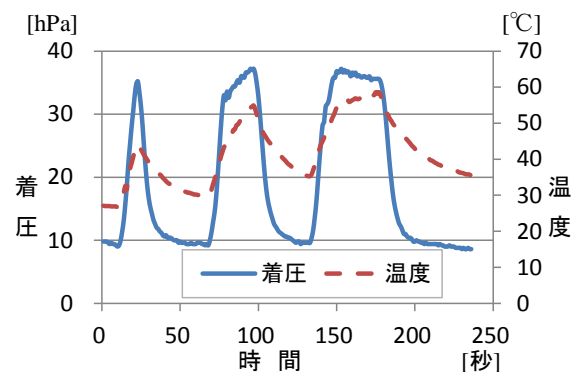


図 6 着圧実験結果