

2E43

装着型ロボット装着部の創傷リスク評価を目的とした人体形状再現機構の開発

Development of a mechanism which reproduces shape of human for evaluation of wounds risk when using wearable robot

学 ○境勇真 (名大) 正 秋山靖博 (名大) 正 山田陽滋 (名大) 正 岡本正吾 (名大)

Yuma SAKAI, Yasuhiro AKIYAMA, Yoji YAMADA, and Shogo OKAMOTO, Nagoya University. Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603

Key words: wearable robot, contact safety, skin shape

1. 結 言

我々の研究グループは、装着時に装着者と密着することに起因する装着型ロボット特有のハザードに着目し、装着型ロボットの運動が接触部の皮膚に及ぼす創傷リスクについて定量的な評価を行ってきた。具体的には、ロボット装着時の人体-ロボット接触部の挙動を再現した負荷をマニピュレータを用いてダミー皮膚に対し繰り返し与え、その際に発生する応力を創傷の発生条件と比較することで接触安全性評価を行っている⁽¹⁾。その際、肉付きをはじめとした人間の装着部表面形状が各個人によって異なる⁽²⁾ことを考慮すると、装着型ロボットの十分な安全性検証には形状の個人差に合わせた創傷リスク評価が必要となる。そこで本研究では多様な人体形状に合わせたロボット装着時創傷リスク評価を実現するための人体形状再現機構を開発する。

2. 人体形状再現機構

2・1 人体形状再現の流れ

図1に示す機構上部にはDCモータ、ナイロンケーブルおよびシリコン製ゴムシートが取り付けられており、下から空気圧を加え膨張させたゴムシートを上からケーブルで抑えることで人体形状を再現する。そしてDCモータのトルクを制御し各ケーブルがゴムシートを押し込む力を調節することで多様な人体形状の再現を行うことができる。本研究ではまず変形解析上で再現したい形状を設計した後、変形解析上でケーブル張力およびゴムシートに加える圧力の設計を行い、再現したい形状を実現出来るような条件を求める。そしてその結果を開発した機構に適用することで人体形状の再現を行う。なお膜の変形解析に関しては文献⁽³⁾を参照されたい。

2・2 ケーブル補強膜の変形解析

図2(a)に今回実装した変形解析の結果を示す。なお解析において内圧は0.02 MPa、ケーブル張力はすべて1.0 Nとしている。本研究では下肢部の形状を再現することに加え、創傷リスク検証の際、装置の上に貼り付けるダミー皮膚を機構が支える必要があることを考慮し、機構の物性値は人の大腿骨の物性値を参考としている⁽⁴⁾。また今回用いた解析モデルは機構と異なりケーブルの固定点とゴムシートの端の一致を仮定している。そのため今回の解析において変形解析モデルは機構の変形部分よりも大きいケーブル固定点サイズに合わせた上で、変形部分のみを取り出している。

3. 人体形状再現機構の有効性検証

3・1 変形後の形状比較

開発した機構の有効性を検証するため、解析条件と同条件における再現形状と変形解析結果の比較を行った。図2の両者を比較すると、どちらも中央付近のみにケーブルの影響が出ていることが確認できる。

3・2 変位の比較

図3(a)中に示す点において再現形状と解析結果のz方向変位の値を比較した。図3(b)に両者の比較結果を示す。この結果において両者の間にはグラフの曲率に差が見られるが、これは変形解析モデルのサイズが前述のように機構の変形部分のものよりも広く、解析結果全体が再現形状よりもなだらかになっているためだと考えら

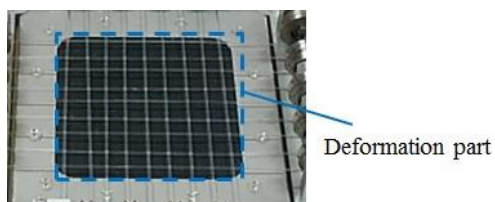


Fig.1 Upper part of the reproducing mechanism

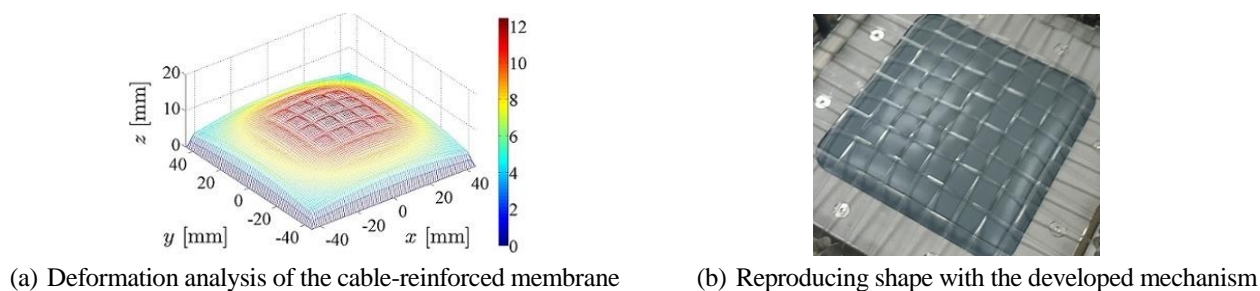


Fig.2 Shape comparison between deformation analysis and reproducing shape

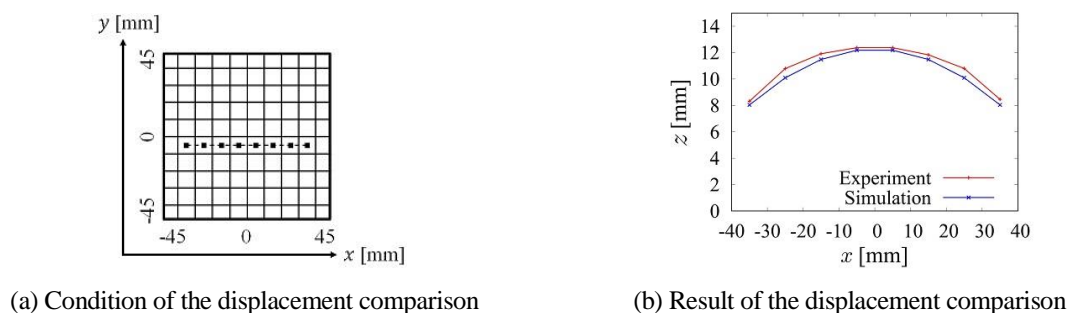


Fig.3 Displacement comparison between deformation analysis and reproducing shape

れる。しかし、創傷リスク評価実験の際に使用できる 70 [mm]×70 [mm] の中央部において両者の形状は一致しているため、今回よりも大型の機構を用いればシミュレータによる張力の設計は可能と考えられる。

5. 結言

本研究では人体形状再現機構の開発を行った。また、ケーブル補強膜の 3 次元変形モデルの作成を行い、形状および変位について機構による再現形状と変形解析結果を比較することで開発した機構の妥当性検証を実施した。

6. 謝辞

本研究は日本医療研究開発機構「ロボット介護機器開発・普及促進事業」の研究開発の成果にもとづいている。

文 献

- (1) 吉田剣吾, 山田陽滋, 秋山靖博, 原進, 岡本正吾. ”装着型ロボットによる創傷リスク見積もりのための妥当性確認試験装置の開発”, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門, 日本ロボット学会, 計測自動制御学会 SI 部門主催, 第 20 回ロボティクスシンポジウム, 軽井沢, (2014), pp.483-488
- (2) 多田充徳, 野原健, 梅田和昇, 持丸正明. ”個体差の統計分析に基づく多様な形状特徴を持つ手指有限要素モデルの生成”, 日本機械学会論文集 C 編, vol.75, (2009), pp. 2765-2772.
- (3) 福永久雄, 関根英樹, 斎藤直仁. ”空気膜ドーム構造の非線形変形特性解析”, 日本機械学会論文集 A 編, vol.63, (1997), pp. 117-123.
- (4) 塩田重利, ”人下顎骨および大腿骨緻密質の曲げ強度に関する研究”, 口腔病学会雑誌, vol.26, no. 1, (1959), pp. 69-86.