

形状記憶合金製アクチュエータを用いた筋電義手の設計

知能機械力学研究室

福井眞吾

1. 緒言

先天的または事故などの後天的要因で上肢を切断した場合、義手は日常生活を補佐する装具として有効である。現在最も多く利用されている義手は装飾義手であり、一定の自由度で手を動かすことができる能動義手の数は比較的少ない。また、使用されている能動義手の多くが動作に制限が多い吊り下げ式のものであり、筋肉が受け取る電流を検知して装着者が自在に動かすことができる筋電義手はさらに少数である。この要因としては筋電義手自体が非常に高価であることや、モータなどのパーツが重く装着者を選ぶことなどが挙げられる。

現在利用されている筋電義手の多くは電動モータで駆動するものである。このモータは義手の重量を増加させ、駆動時には機械的な音を発する。

この問題に対し本研究では電動式のモータに替わり形状記憶合金製アクチュエータを用いる。Pro/ENGINEER と MSC.visual Nastran 4D 2003 で設計とシミュレーションを行ってアクチュエータの配置や必要量、動作の確認、重量の計算などを行う。拇指は他の指に比べ機構が複雑であるため、外見のみを再現して設計を行う。

2. 形状記憶合金製アクチュエータ

本研究では筋電義手の主要アクチュエータとして、トキ・コーポレーション社(株)製のバイオメタルファイバー(以下 BMF)を用いる。図1はボルトに巻きつけた BMF とそれを用いた模型製品である。BMF は形状記憶合金の温度による形状変化と超弾性の性質を備えた線状アクチュエータであり、電流によって駆動する。あらかじめ変形方向をそろえて成型され、通電時 BMF は一定の力で収縮する。この時に発生する力で各関節を稼働させる。



図1 BMF100 と模型製品

3. シミュレーションモデル

図2はPro/ENGINEERを使用して義手の形状を決定し、アセンブリを行った図である。実際の手を採寸し、形状と寸法を設定した。構造の単純化を図るため、関節部は片持ち

シャフトと軸受けによるジョイント構造とする。このモデルを visual Nastran に出力する。義手完成時に自然な動作を実現するため、手の甲と掌側それぞれに姿勢維持用のバネを配置した。指内部に BMF を模したロープ拘束を通し、各関節に分割して接続した。本研究では BMF100 (太さ $100\mu\text{m}$) で必要なストローク量を計算した(図3)。外殻材質は alminum2024 とした。



図2 Pro/ENGINEER モデル



図3 visual Nastran モデル

4. 結果と考察

シミュレーションの結果、作成したモデルは生物的で自然な動作を行った。重量は外殻のみでは 557g であった。また、指四本を開閉させるために必要な BMF の総量は約 3m であることがわかった。このことからバイオメタルを用いる方式では、モータを用いる場合に比べ製造コストを抑えることができると考えられる。このシミュレーションモデルでは最低限の動作を想定しているため、指一本に対して BMF 一本を使用している。さらに把持力を増すためには二本以上の BMF を使用することや、この原理を利用すること、形状を変更し軽量化を行う必要がある。

5. 結言

以上により、BMF を用いて実用的な筋電義手を製造することは可能であるという見通しが立った。今後は得られた結果を基に実機を製作する予定である。