

実用志向型電動義手のためのマグネシウム合金製 可動式手関節継手の製作

Production of movable wrist joint made in magnesium alloy for a practical use-oriented,
electrically powered prosthes

2151034



研究代表者

湘南工科大学

准教授

森

貴彦

[研究の目的]

モーターを用いて電動ハンドを駆動する方式の筋電義手は、ケーブルを牽引して手先具の開閉を行う方式の能動義手に比べて機能性や操作性に優れているため、新たな福祉機器として期待されており、我が国では厚生労働省管轄の社会復帰促進等事業の下でドイツ Ottobock 社の筋電義手が毎年支給されている。しかし、川村らの調査結果によると、片腕前腕切断に対する義手における筋電義手の割合は、公的支給制度が整っている欧米ではドイツ 70%、アメリカ 25%、イタリア 16% であるが、日本では 2% と極めて低い支給率である。H24 年度第 6 回義肢等補装具専門家会議報告によると、障害者自立支援法での支給は H22 年度に 5 例および H24 年度に 4 例、労災保険法での研究用支給は過去 5 年間（H20～24 年度）で 87 例である。

このように義手ユーザーとなり得る潜在的な上肢切断者数が非常に多いにも関わらず、日本での支給率は際立って低いことがわかる。その理由として、支給審査基準の高さだけでなく、費用対効果の低さ（機能とコストのアンバランス）、デザインの見劣り、操作訓練の難しさなどが要因と考えられ、筋電義手の普及を妨げる課題となっている。これらの課題を解決すべく、近年、国内外で大学や企業による筋電義手や筋

電を用いない電動義手の研究開発が活発に行われている。しかし、いずれの製品もまだ義手ユーザーの日常生活動作の補助を十分に満足できる能力に達していないといえる。使いやすさの改善や獲得できる日常生活動作の質と数の強化など実用的なユーザビリティを有する電動義手を用意し、ユーザーの選択肢をもっと増やす必要がある。たとえば、現行のオットーボック社製筋電義手には可動式手関節継手があるが、丈夫であるものの重い上に使い勝手が悪い。手関節継手（可動式手首）の機能改善や軽量化は早期に解決しなければならない重要な技術的課題である。鉄やアルミニウム以外の実用金属を用いた軽量の可動式手関節継手が必要である。

そこで、本研究では、総合的に優れた特性を多く持つマグネシウム合金を用いた可動式手関節継手（可動式手首）とそれを搭載する実用志向型電動ハンドを製作する。

[研究の内容、成果]

1. 手継手の先行技術と先行研究

図 1 に示す手継手は、Ottobock 社製の電動ハンド用回旋・迅速交換式屈曲手継手 10V39（重量 149.2 g）であり、ボタンが 3 個ついている。1 個は可動部であるねじ穴のついたボルトを手継手からリリースするための金属製のボタ



図1 Ottobock 社製回旋・迅速交換式屈曲手継手 10V39



図2 電動義手用装飾グローブ

ンである。もう1個は電動ハンドを屈曲・伸展させるための金属製のボタンであり、押しながら使用する。残りの1個は電動ハンドを回内方向および回外方向に回旋させるための樹脂製のボタンであり、押しながら使用する。

ボタン操作を必要とする上記の手継手を本電動ハンドに採用した場合、図2に示す本電動義手用装飾グローブで電動ハンドを美装化した際に手継手の操作が極めて困難になる問題が想定できた。手継手の機能改善や軽量化が必要であった。

そこで、本研究代表者は先行研究において、Ottobock 社製の回旋・迅速交換式屈曲手継手 10V39 のもつ問題点を解決するために、機能改善と軽量化を施した手継手を試作した(図3左)。この手継手は、可動部中心部にボールジョイントを配置し、可動域 90 度の掌屈・背

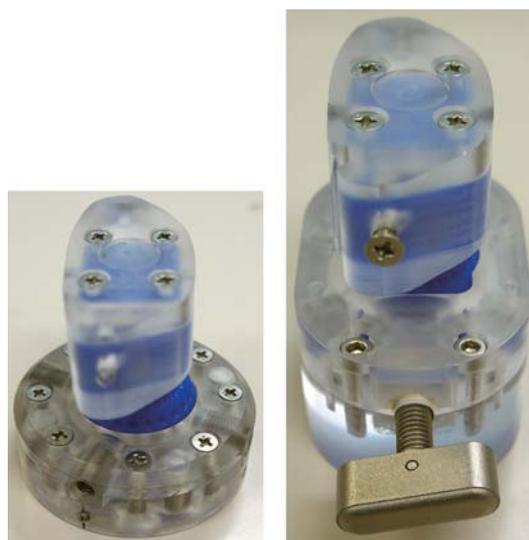


図3 先行研究で試作した手継手(左:ボタンレス型, 右:ねじ締めロック機構付き)

屈、可動域 90 度の橈屈・尺屈の機能を有し、装飾グローブの上からでも片手で手継手に一定の力を加えることにより、ロックが解除される。なるべく複数の箇所での位置決めができるようにボールジョイントの表面に複数の穴を準備し、筐体にバネ構造を持つ穴と同径のプランジャー(バネを持つピン)を装着した。しかし、プランジャーの先がボールの穴に嵌ることにより、手継手をロックすることができるが、プランジャーのバネ力だけでは不十分であった。そこで、図3右に示すようにボールジョイントにボルトを直接ねじ込み方式をロック機構として採用したが、装飾グローブの上から操作が困難となってしまい、抜本的な改善策が必要となった。

2. 手継手の機能改善

本研究代表者は先行研究で試作した手継手(図3右)をベースに、そのロック機構に関する問題点を解決するため、本研究では、鉄やアルミニウム以外の実用金属を用いた軽量の可動式手関節継手を開発した。実施内容は以下の通りである。

ボールジョイントを基本として、締め操作のためのねじ部品を使わなくても位置決めができるように、ボールジョイントとC型バネと2

本のアームを装着した。この構造により、義肢関節は無段階で360度の回旋、縦方向および斜め方向への掌屈・背屈が無段階に可能である。

そこで、無段階で動く義肢関節の運動を、1本のアームの一端をワンタッチの手動操作で軽く押すだけで義肢関節の運動を瞬間的に完全にロックすることができる(図4(a))。また、1本のアームの他端をもう一端と同じ方向からワンタッチの手動操作で軽く押すだけで義肢関節の運動を瞬間的にロック解除することができる(図4(b))。

上記の機能により、ねじ締め操作やアームの引き上げ操作を排除し、被覆されたカバーの上からの容易な操作を可能とした(図5(a)~(d))。以下、主な特徴である。

- ・関節の任意方向に無段階操作
- ・同方向からのブレーキ操作
- ・ワンタッチロック
- ・ワンタッチアンロック

特に回旋・迅速交換式屈曲手継手 10V39 の場合、手先具が装飾グローブを装着した状態でねじ締め操作が困難であるが、本機能により、装飾グローブ装着時でもブレーキ操作が簡単にできる。また、1つのボールジョイントを用いることで義肢の迅速な回旋と掌屈・背屈を可能とした。特に回旋・迅速交換式屈曲手継手 10V39 の場合、斜め方向への掌屈・背屈が不可能であるが、本機能で手先具を360度の回旋、縦方向の掌屈・背屈だけでなく斜め方向への掌屈・背屈も実現できる。

3. 手継手の軽量化

先行研究では、ボールジョイントを摩耗に強いNCナイロン製、筐体を強度が大きいポリカーボネイト製にすることで、先行技術であるOttobock社製の電動ハンド用回旋・迅速交換式屈曲手継手 10V39 (重量 149.2 g, 図6(a))に比べて26.1 gの軽量化に成功した(重量 123.1 g, 図6(b))。また、ステンレス製のねじ締めロック機構をマグネシウム合金製のワン



(a) ロック状態



(b) アンロック状態

図4 ビリヤードボールで試作した模型



(a) 正面

(b) 背面



(c) 右側面

(d) 左側面

図5 試作した手継手

タッチロック機構に変更することで、さらに16.4gの軽量化に成功した(重量 106.7 g, 図6(c))。



(a) 手継手 10V39



(b) ねじ締めロック機構付き



(c) 試作した手継手

図6 各手継手の重量

[今後の研究の方向, 課題]

電動ハンドが持つ手先具の重量次第では、ワンタッチロック機構の保持力を維持できない場合があった。また、保持力を強くするとアームが破損する場合があった。今後の研究の方針として、保持力を大幅に向上させても破損しないような機構に改善する必要がある。

[成果の発表, 論文等]

- (1) 森貴彦, 「優れたユーザビリティを有する電動義手の開発」, 医療福祉専門誌月刊「地域ケアリング」2016年11月号, pp.79-82 (2016)
- (2) 森貴彦, 「操作が簡単な電動ハンドの開発」, 医療福祉専門誌月刊「地域ケアリング」2017年5月号, pp.50-53 (2017)