

電動リニアアクチュエータの開発

Development of electric linear actuator

安藤 幸彦*
Yukihiko Ando
市川 豊治*
Toyoharu Ichikawa
林 和寛*
Kazuhiro Hayashi

1. はじめに

電動リニアアクチュエータは、モータの回転運動をギヤやねじを介して直線運動に変換し、推力を発生する装置である。

当社は1995年にパラマウントベッド(株) 殿へ病院用電動ベッドの高さ調整、背および膝の角度調整用として開発し製造してきた。

今回、コスト低減、軽量化、更なる安全性向上を目的に新型電動リニアアクチュエータを開発した。

本稿では、まず当社がこれまで開発、生産してきた従来型電動リニアアクチュエータの概要を述べる。

その後、今回開発した新型電動リニアアクチュエータの各要素の改良点について述べる。

2. 従来型電動リニアアクチュエータ

従来型電動リニアアクチュエータは、モータ部、減速機部、ブレーキ部、駆動部、センサ部から構成される。

従来型電動リニアアクチュエータの基本構成を図1に示す。

ベッド側のスペース的制約から、コンパクト性を重視し、ねじシャフト軸とモータ軸を平行に配置した構成となっている。

動力の伝達は、次の通りである。モータで発生した回転トルクがウォームギヤおよびベベルギヤを介して、ねじシャフトを回転させる。ねじシャフトに組み付けられている台形ナット及びそれに直結されている駆動ロッドが伸縮直線運動し推力を発生する。

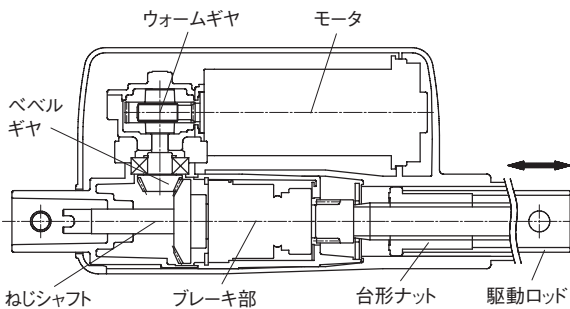


図1 従来型アクチュエータ基本構成

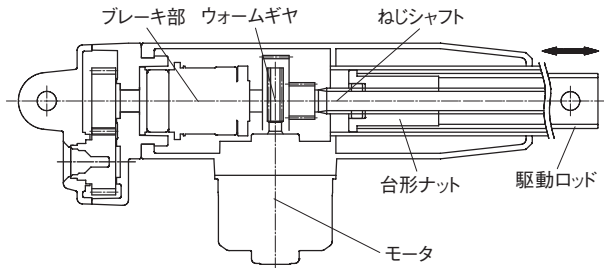


図2 新型電動リニアアクチュエータ基本構成

3. 新型電動リニアアクチュエータ

今回、新型電動リニアアクチュエータの開発で実施したコスト低減、軽量化、安全性向上について具体例を以下に述べる。

新型電動リニアアクチュエータの基本構成を図2に示す。

3.1 減速機部

従来型電動リニアアクチュエータは、前述の如くウォームギヤと金属製ベベルギヤの二段減速としていた。それに対し、新型電動リニアアクチュエータはウォームギヤの一段減速とし、部品点数を削減しコスト低減した。又、ベベルギヤの廃止により、金属ギヤ同士の噛合いが無くなり、騒音低減も可能となった。

ウォームギヤは、鋼製転造ウォームとPOM製ウォームホイールで構成した。騒音面で優れる反面、伝達効率が低い欠点がある。そのため、ウォームの進み角を大きく設定できる二条ウォームを採用し、この種のギヤでは高い伝達効率(75%)と、手動操作時に必要なウォームホイール側からの回転にも対応できるようにした。

3.2 ブレーキ部

ブレーキの機能は駆動ロッドに荷重が加わった状態を保持することと、荷重が加わった状態で下降する時の制動である。ブレーキはねじシャフト軸に配置され、荷重に応じて制動力が増減するように平面对向型としている。ブレーキシュー、ブレーキディスク、ワンウェイクラッチ、クラッチホルダーから構成され、詳細は図3に示す。

必要ブレーキ力は、ねじシャフト仕様により異なり、ねじのリード角が大きい程、高いブレーキ力が必要となる。

ブレーキ力はブレーキシューとブレーキディスクの摩擦係数、ブレーキシューの平均径、荷重で決定される。

* 機器事業部 技術部 設計2G

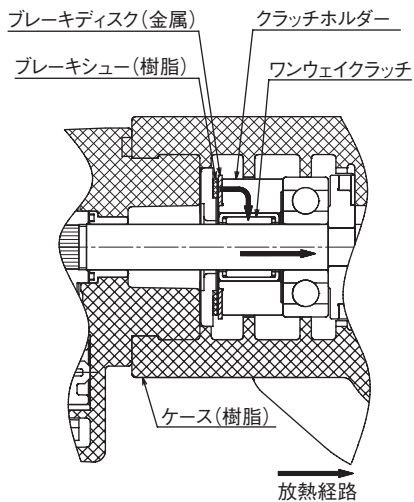


図3 ブレーキ部構成

ブレーキシューとブレーキディスク間の摩擦係数は、各々の材質・面粗度・潤滑条件により左右される。具体的にはブレーキシューに自己潤滑性の樹脂、ブレーキディスクに鉄系金属、潤滑はグリスとし、必要ブレーキ力に応じて、最適な組合せで対応している。尚、グリスの種類によっても、摩擦係数は大きく影響を受け、必要に応じて使い分けをしている。

ワンウェイクラッチは推力を発生させる方向にねじシャフトが廻る時は空転し、逆に廻る時はねじシャフトと共に廻りし、ブレーキ力が発生するようにしている。

ブレーキ部で留意すべき点は、発熱の問題である。従来型はケースがアルミダイカスト製であり、ブレーキ部で発生した熱は放熱され易かったが、新型はケース関係を樹脂に置き換えたため、熱伝導が悪くなり、ブレーキシューの焼付を招く恐れがあった。対策として、ブレーキシューとブレーキディスクの配置換えを行い、熱をネジシャフト側に逃がす構成とした。

3.3 駆動部

駆動部はねじシャフトの回転運動を直線運動に変換し、推力を発生する部分である。ねじシャフト、台形ナット、セーフティーナット、駆動ロッドから構成され、詳細は図4に示す。

ねじシャフトは鋼製転造ねじとし、台形ナットには自己潤滑性に優れたPOMを採用した。この組み合わせで、良好なグリス潤滑条件下で期待できる摩擦係数及び伝達効率は各々0.05、60%レベルである(ねじ仕様Tr14×3の場合)。

但し、実使用状態では長期間荷重放置状態で使用されなかった場合等、油膜切れ状態が想定されるため、起動時は通常運転時の二倍程度のねじシャフトトルクが必要となる。

駆動ロッドと台形ナットの固定はねじ込みとし、駆動ロッドからの荷重を、台形ねじの各ねじ山で均等に応力分散

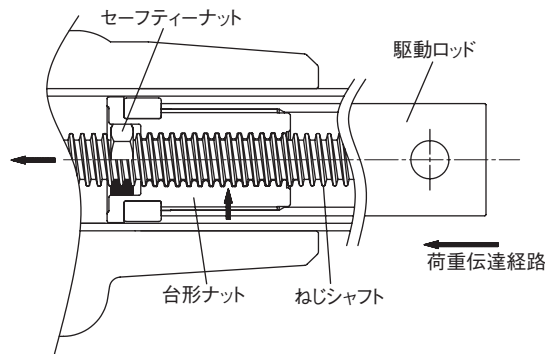


図4 駆動部構成

するよう構成した。それによりクリープ破壊防止策としている。

金属製セーフティーナットは、今回の新型から採用した。通常の運転ならびに保持荷重において、台形ナットは十分な安全性と耐久性を備えているが、想定外の過荷重や過酷な条件下での使用等、台形ナットのねじ山が破損して脱落する危険性が想定される。

これは、電動ベッドにおいて、ベッドフレームが落下し人身事故に繋がり兼ねないものである。万が一、台形ナットが破損した場合においても、セーフティーナットで荷重を保持し、危険なモードに至らないよう安全性の向上を図った。

尚、通常運転時には台形ナットに全荷重が加わり、セーフティーナットには荷重が加わらない構成としている。

3.4 モータ部

モータは従来型と同じくブラシ付DCモータを採用した。

減速機をウォームの一段減速にした事により、ネジシャフト軸とモータ軸が直交する構成になった。そのため、従来型のモータでは、モータの出っ張り寸法が大きく、ベッド側のスペースに収める事は困難となった。スペースに収めるためには、全長寸法を従来型に対し40mm短くする必要があった。更にアクチュエータの速度アップ要求に対応するため、出力もアップする必要があった。

具体的対応策として、磁束密度の高い異方性ネオジボンドマグネットをモータに採用した。異方性ネオジボンドマグネットは従来型で使用していたフェライト焼結マグネットに対して、約2倍の磁束密度を有しており、薄型化と出力アップが可能となった。反面、磁束密度が高いことにより磁極の境目にてトルクリップルが発生し、モータの振動騒音が高くなる問題がある。そこで、アマチュアコアにスキュー角度を設け、リップルを軽減し、振動騒音を低減した。

以上により、出力アップと薄型化を実現し、取り付けスペースに収めることが可能となった。

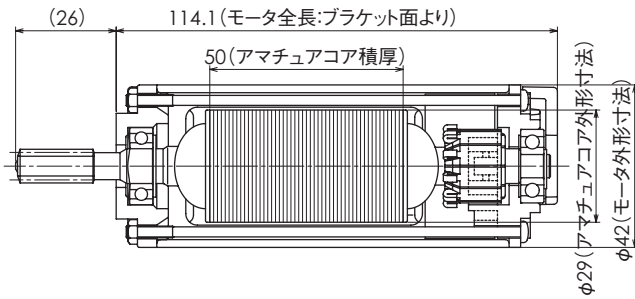


図5 従来型モータ構成

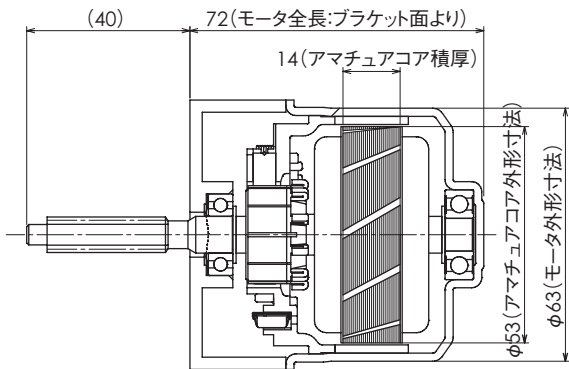


図6 新型モータ構成

表1 モータ性能比較表

	新型モータ (新型アクチエータ用)	従来型モータ (従来型アクチエータ用)
電気特性		
特長	新規開発品は従来品に対して、高出力化、高効率化を達成 出力が約1.4倍向上、効率が約13%改善	
出力 (W)	86	63
回転数 (min ⁻¹)	2750	3000
トルク (N・m)	0.30	0.20
効率 (%)	68	55
主要構成部品		
特長	新型モータは、ネオジボンドマグネットの採用により、モータ薄型化を達成。 従来型モータに対して、約37% (約42mm) 薄型化。	

従来型モータの構成を図5、新型モータの構成を図6に示し、性能は表1に示す。

3.5 センサ部

センサ部には従来型と同じくポテンションメータを採用した。ポテンションメータはねじシャフト軸の回転と連動し、駆動ロッドの位置検出信号としている。

また、停止中の駆動ロッドの位置を監視し、万一ブレーキ滑り等が発生した場合には、手元スイッチのLEDを点滅し、ユーザーに故障を知らせる機能も有している。

センサ部構成を図7に示す。

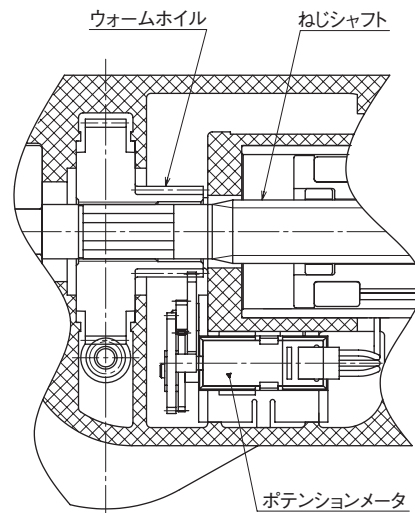


図7 センサ部構成

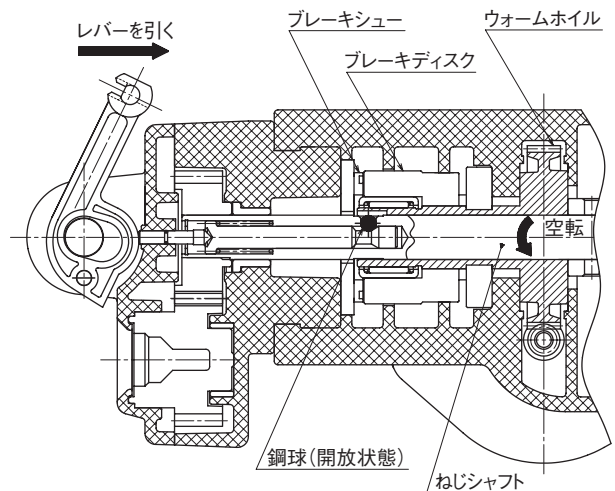
3.6 ケースの樹脂化

従来型電動リニアアクチエータは、駆動部を保持するアルミ製駆動ケースとモータを含めた全体を収める樹脂製筐体ケースを使用している。

今回、モータと駆動ケースを一体構造にすることで、筐体ケースを廃止し、部品点数を削減した。また、ガラス繊維入りPAを採用し、強度を確保し、軽量化を実現した。

3.7 緊急背下げ機構

集中治療室用のベッドには、心肺蘇生処置のため、緊急背下げ機能が要求されている。新型の背角度調整用アクチエータにおいても、本機能を有しており、その構造を図8に示す。レバーを引くとねじシャフトとウォームホイール、ブレーキの結合が開放されて、ねじシャフトが空転し、ベッド背角度を数秒以内に水平にする機構である。レバーを戻せば、自動的にクラッチはつながり、通常動作が可能となる。(特開2000-253618)



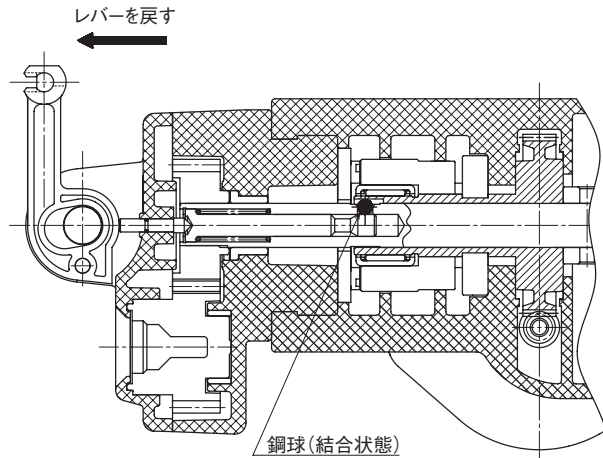


図8 緊急背下げ構造

3.8 手動操作

従来型同様、新型も手動操作機能を有している。従来型はねじシャフト端部に直接ハンドルを挿入して、操作する構成であったが、新型はギヤを介して操作する構成とした。

これによりアクチュエータのベッドへの取り付けにおいて、従来型が二本の段付ボルト固定であったのに対し、新型は一本の通しピンのみで対応可能となり、客先での組立性が改善された。

3.9 従来型と新型の仕様比較

従来型と新型の高さ調整用アクチュエータの仕様比較を表2に示す。

表2 高さ調整用アクチュエータ仕様比較表

	項目	新型電動リニアアクチュエータ	従来型電動リニアアクチュエータ
基本性能	推力 (N)	7,000	7,000
	速度 (mm/s)	5.0	4.0
	保護等級	非防水タイプ：IP34 防水タイプ：IP66	非防水タイプ：IP44 防水タイプ：IP66
付加機能	手動操作機能	標準装備	標準装備
	緊急背下げ機構	オプション (手動操作機能との兼備可能)	オプション (手動操作機能との兼備不可)
	離床検知センサ	標準装備	無し
重量 (kg)	3.1	3.4	
外郭寸法 高さ×巾 (mm)	120×96	110×80	
構造	—	モータ軸とネジシャフト軸は直角	モータ軸とネジシャフト軸は平行
その他	—	RoHs対応 CE、UL対応	—

4. あとがき

今回、コスト低減、軽量化、更なる安全性向上を目的に全体構成を見直し、新型電動リニアアクチュエータを開発した。

今後この新型電動リニアアクチュエータを基に更なる改良を行い、多機種展開を図っていきたいと考える。

最後に本製品の開発にあたり、多大なご協力をいただいたパラマウントベッド(株)殿をはじめ、関係各位に厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献

- (1) 安田：「電動ベッド用電装品の開発」愛知電機技報 No.27(2006)

最近公開された愛知出願

特許

公開番号	名称	発明者	共同出願人
2009-86562	光電変換回路内蔵型コネクタ	加藤 道利	
2009-94309	巻鉄心の製造方法及び製造装置	松岡 孝志	
2009-130149	巻鉄心製造設備における鉄心材料の供給装置	松岡 孝志	
2009-152509	鉄心材料の整列装置	松岡 孝志	
2009-174357	送風機のベルマウス製造方法および製造装置	伊藤 嘉章	昭和工業株式会社
2009-176846	鉄心材料の周長差調整装置	松岡 孝志	

最近登録された愛知出願

特許

特許番号	名称	発明者	共有権利者
4285672	変圧器鉄心の搬送装置	小原 聡 松岡 孝志	
4327488	電子錠装置	杉浦 良一 近藤 英二	美和ロック株式会社
4346970	巻鉄心の製造装置	鈴木 康夫 椎名 卓	
4351929	電動機の樹脂モールド方法および樹脂モールド方法に用いる成形金型	杉浦 博幸	