

B6 Components

駐車装置用アクチュエータについて

Actuator for Parking System

キーワード ■ アクチュエータ・ソレノイド・電動化

カーハイドロリクス事業部／技術部

八十田 徳志 Tokushi Yasoda

要 旨

近年、電動化や自動運転化など自動車を取り巻く環境には大きな変化が見られる。

カーハイドロリクス事業部においても上記環境変化に適した商品の開発をすすめている。

自動運転化をすすめるには操作系の電動化が必要となり、人の操作力に代わる電動アクチュエータが必要となる。

本稿では駐車装置の自動化、電動化に関わる技術として市場投入したソレノイドアクチュエータについて、その用途と特徴、基本性能を紹介する。

Abstract

In recent years, the environment surrounding automobiles such as EVs and vehicles with automatic drive has greatly changed. Automotive Hydraulics Business Division also has been working on the development of a product that is applicable to the above-mentioned environmental change.

To achieve automatic drive in a vehicle, it is necessary to use an electrified operating system and an electric actuator which replaces human operation.

This article introduces the usage, characteristics and basic functions of the solenoid actuator that is an automated parking device and is put into the market as a part of electrically-powered technology.

1. 駐車装置用 アクチュエータ概略

この章ではNACHIの駐車装置用アクチュエータ(図1)の概略を紹介する。

このアクチュエータは、入力電圧により出力軸の突出力を発生させるソレノイド式の直動アクチュエータである。自動運転化をすすめるには、従来人の力で操作していた装置の電動化が必要になり、電動アクチュエータが用いられる。電動アクチュエータには回転型と直動型があり、部位に応じて使い分けられる。

NACHIは回転型よりも小型、高応答のメリットから、直動型の開発をすすめており、採用部位の拡大を図っている。

本稿の直動型アクチュエータは、現在は高い応答性と信頼性が求められる駐車装置の電動化に用いられており、今後も直動アクチュエータを用いる様々な用途への適用を検討している。

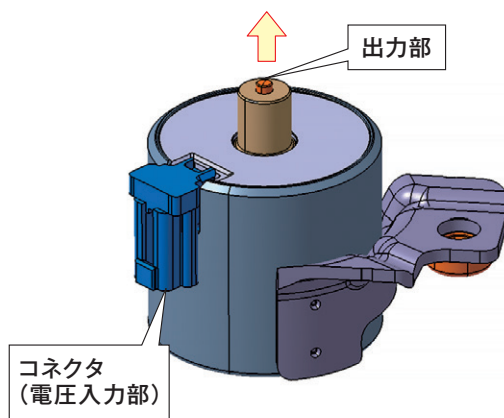


図1 アクチュエータ外観

2. 用途

自動車の駐車装置は、一般的に後輪ブレーキ部のパーキングブレーキと変速機のギアロック機構で構成されている。NACHIのアクチュエータはギアロック機構（パーキングロック機構）の電動化のために用いられており、100℃を超える高温での成立性や耐油性が求められる変速機のケース内に搭載されている。

ギアロック機構の1例を図2に示す。メインアクチュエータからの切り替え信号を受けたパーキングロッドがパーキングポウルを動作させ、パーキングギアに噛み込ませることで、ギアの回転をロック（Pレンジ）⇄ロック解除（Dレンジなど）を制御している。

NACHIのアクチュエータはこのパーキングロッドの誤動作を防ぐための安全装置として使われている。

例えば駐車状態から走行状態に切り替える際、アクチュエータを動作させギアのロック状態を切り替える必要があるため、アクチュエータの動作遅れは発進遅れに繋がり、快適性を損なう。このため、アクチュエータには高い応答性が求められる。また、安全装置のため、アクチュエータには、高い信頼性が求められる。

使用されるアクチュエータは、顧客の使い方によって2種類あり、ON/OFFタイプと無通電保持タイプがある。本稿ではON/OFFタイプについて説明する。

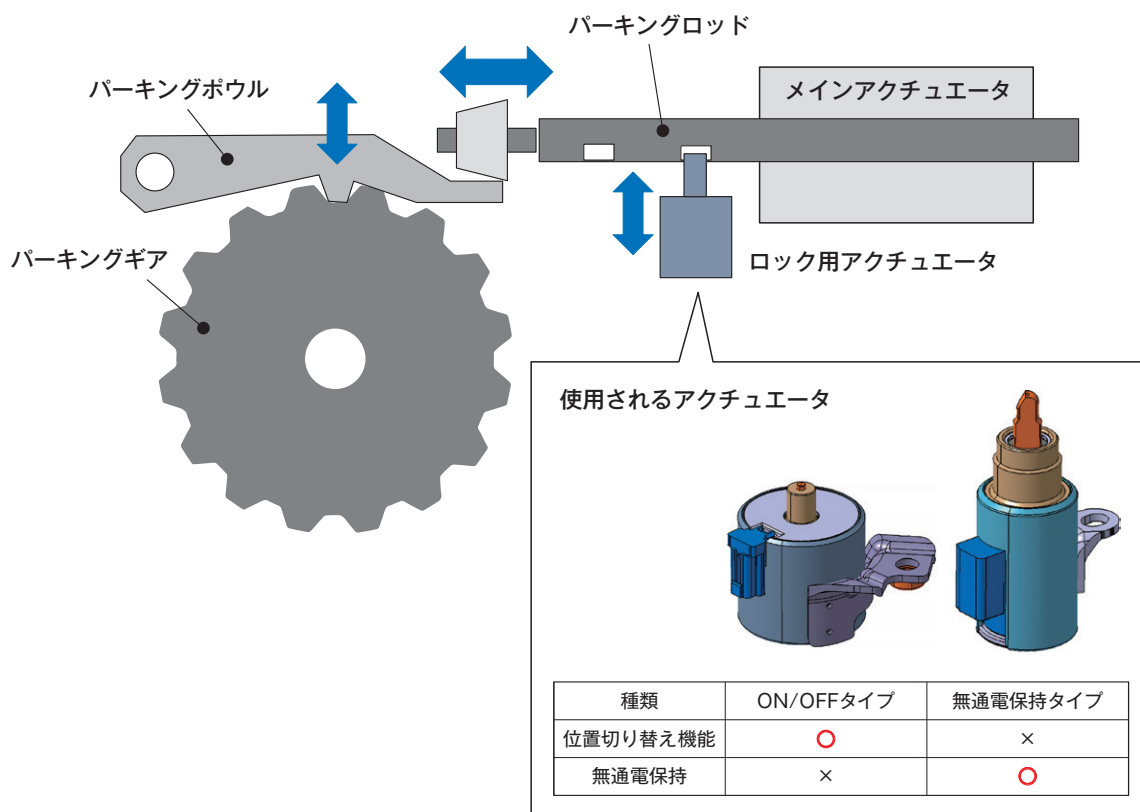


図2 アクチュエータ搭載部

3. アクチュエータの基本機能

1) 「コイル抵抗」、「吸引力」

ソレノイド製品に共通する基本特性として、「コイル抵抗」、「吸引力」がある。

「コイル抵抗」は、車載バッテリー電圧(約12V)によりどれだけの電流が流れるかを決定する。

「吸引力」は、電流により発生する磁束がソレノイドの可動子を引き付ける際の駆動力を示す。図3にアクチュエータの磁束の流れと「吸引力」を示す。電流を加えることでソレノイドに磁束が発生し可動子が固定子に吸引され、出力シャフトが突出される。

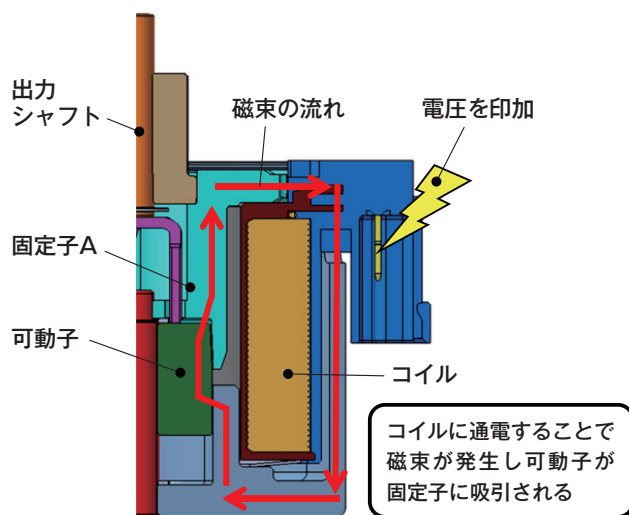


図3 磁束の流れと吸引力

2) 基本動作

次にアクチュエータの基本動作を説明する。(図4)

引込→突出時はアクチュエータに通電指示することで、前述の吸引力が発生し、固定子Aに引き付けられた可動子がプッシャ、出力シャフトを介し動作相手に荷重を加え突出させる。

突出→引込時は、アクチュエータの通電指示を切ることで吸引力がなくなり、動作対象のリターン力によって出力シャフトを押し、突出側から引込側へ切り替えられる。

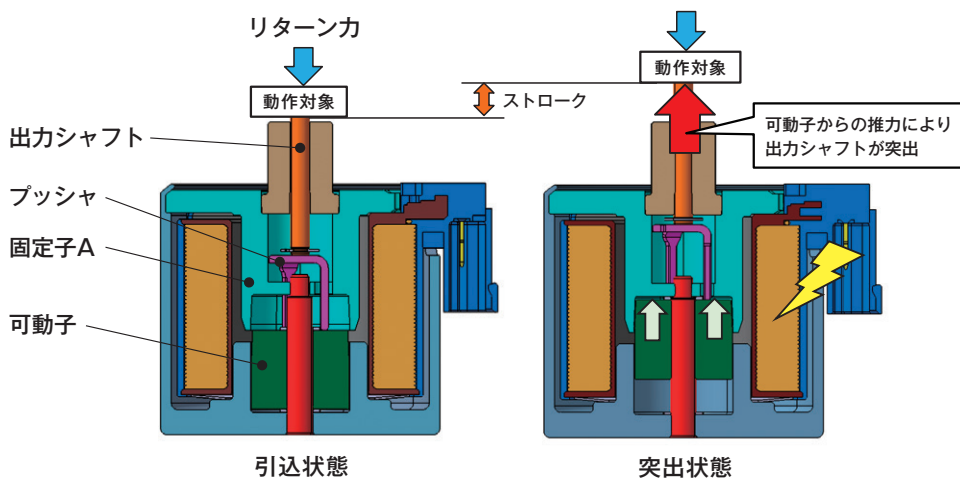


図4 アクチュエータの動作

3) 出力特性

アクチュエータの出力を表わす代表特性として、突出力×ストローク特性を説明する。アクチュエータは、電圧を加えるとシャフトに突出力が働き、突出方向にストロークする。一定電流下でのストロークと突出力の特性を図5に示す。

動作対象にあわせた必要最低限の出力に設計することで、製品の無駄を無くし小型化することができる。電力から効率的に突出力を生み出すため、磁気が流れる部品のすきまや形状設計が重要になる。

NACHIのアクチュエータは、磁場解析と最適化技術を組みあわせることで、1,000パターンを超える寸法組みあわせから最適な形状を選択している。

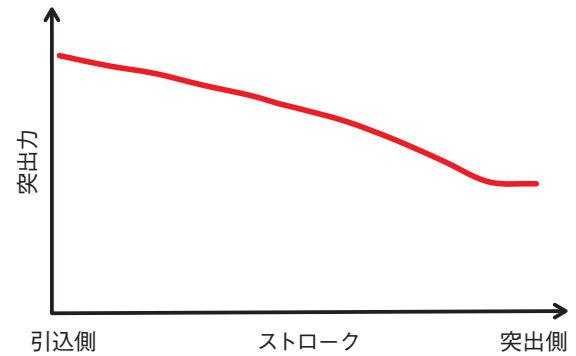


図5 突出力×ストローク特性例

4) 応答性

アクチュエータに電圧を与えてから出力シャフトが突出状態になるまでにはタイムラグがあり、これを応答性という(図6)。応答性を高めるには動作を阻害する抵抗要素をできる限り抑え、電気的、磁氣的、機械的な効率を高める必要がある。

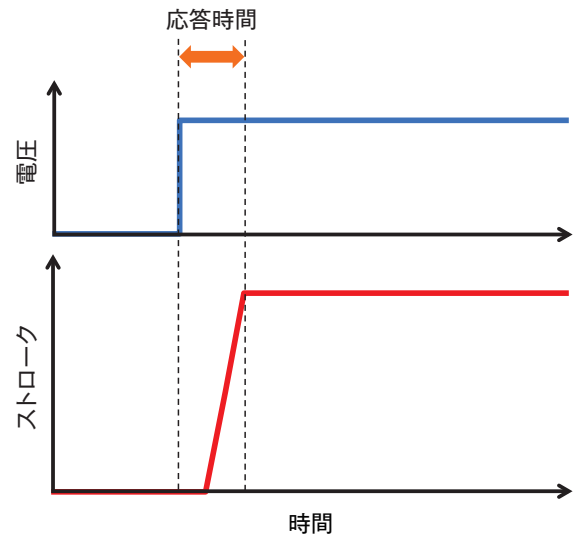


図6 応答特性

5) アクチュエータの構造

アクチュエータの効率と応答性を高めるため、NACHIでは独自の特許構造を採用している。(図7)

可動子の内径に固定シャフトを設け、上下の固定子と可動子の軸精度を極限まで高める構造であり、これにより、磁気効率が上昇する。また、可動子は表面積の狭い内径部を摺動させることで、オイルの粘性抵抗を受けにくく、低温環境での応答性向上に寄与する。

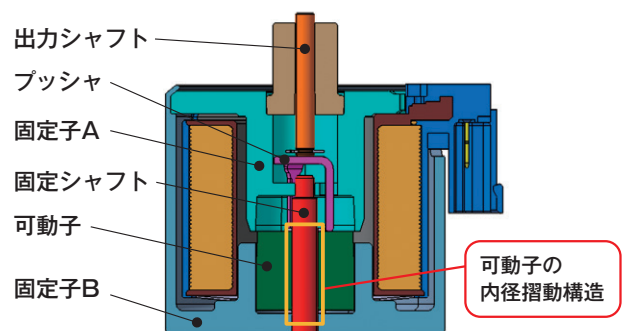


図7 アクチュエータの構造

4. 高応答化のための構造

NACHIのアクチュエータは変速機内のオイルに油没、または飛沫がかかる環境でアクチュエータ内部にオイルが満たされた場合にも応答性が損なわれないよう、もう一つの特許構造を採用している。アクチュエータが動くとき外に飛び出すシャフトの容積分、内部に容積変化が生じるため、油中環境ではこの容積分のオイルが入り出す。この際、粘度が高いオイルでは抵抗力が大きくなり、可動子の動きを妨げ応答性を悪化させる。この章では、高粘度のオイル環境でも優れた応答性を実現する設計について説明する。

1) 呼吸油路構造 (特許構造)

高粘度オイルによる抵抗力を低減するには、容積変化油量に対し、流す油路容積を大きくすることが有効である。その油路を形成するために、NACHIのアクチュエータは図8の油路構造としている。コイルアッシーの外周部と固定子Bの間をオイルが迂回する油路構造(ラビリンス構造)とし、油路容積を確保している。この構造は、油路容積の確保以外にも呼吸穴から侵入した異物に対しても有効である。異物は図8のように迂回するよう侵入するため、コイルアッシーの外周部を登ることができず、重力で落下しコイルアッシーと固定子Bの間に沈殿する。これにより、摺動部への異物侵入を阻止する。

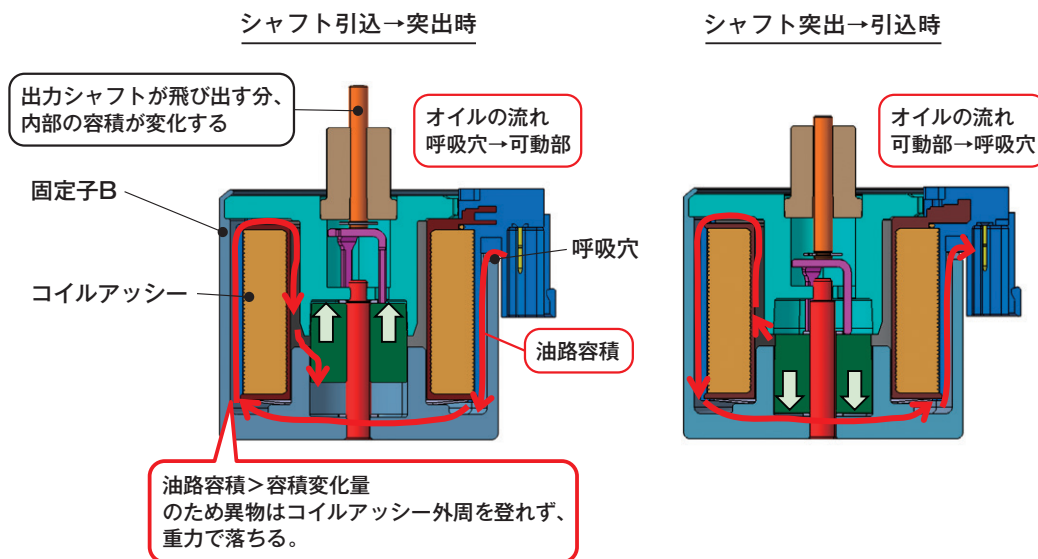


図8 油路構造

2) 動的解析による適切な油路設計

油路容積を過剰に大きくすると、アクチュエータのサイズが大きくなる。NACHIのアクチュエータでは応答性目標を達成するために、電気、電磁力、オイルの抵抗力を複合した1D解析を行ない、呼吸油路の最適寸法を設計した。

上記設計により、高粘度環境(-40℃)における応答時間が競合品と比較し53%減と高応答性を実現した。(図9)

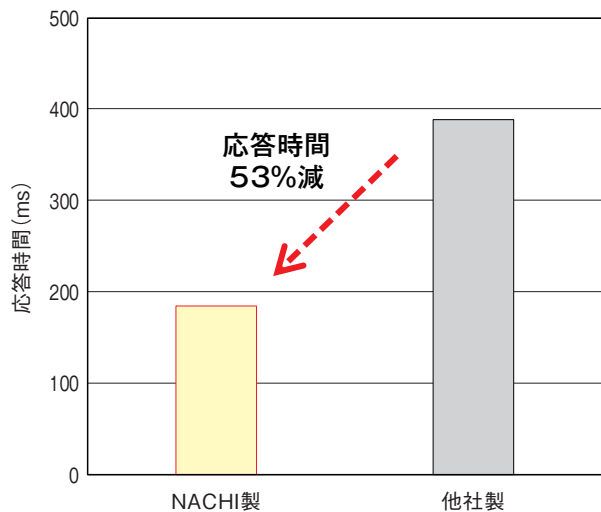


図9 競合品との応答性比較

5. 耐異物性の向上

アクチュエータはオイルに油没、または飛沫が掛かる環境に設置されると、オイル内の鉄粉や砂粒などの異物により、異物がアクチュエータの摺動部に噛み込むリスクがある。前章では、呼吸口の異物侵入に対し迂回油路を設けたことを紹介したが、呼吸口以外にも出力シャフトの摺動部からの侵入が考えられる。対策としては、摺動部品の硬度を異物の硬度以上にし、摺動摩耗を防ぐことが有効である。また、砂粒など、より硬い異物に対しては、オイル内に滞在すると想定される最大粒径以上に摺動部位のすきまを大きく設定し、異物の噛み込み自体を避けている。(図10)

迂回油路構造を含め、この2種類の対策を盛り込むことで、異物が混在するオイル内でも著しい推力低下なく、機能を十分満足することに成功している。

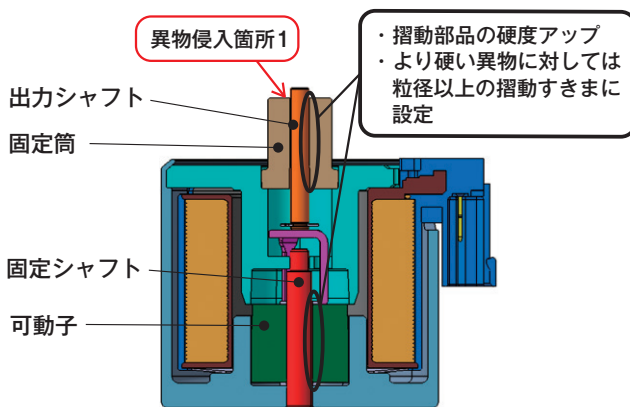


図10 摺動部位

6. 品質と生産性

この章では、アクチュエータの品質、および生産性向上のための実施内容を紹介します。

1) 異物対策

構成部品は組み立て前に洗浄を行ない、生産ラインはクリーンルームで組み立て、検査を実施している。また、検査工程で使用するオイルも一定期間で残留異物の検査し、製品への異物混入防止を徹底している。

2) 自動組み立て、検査ライン

NACHIのロボット技術を活用し、組み立て、検査工程を自動化することで、生産性の向上とヒューマンエラーを未然に防止している。

工程内検査では、検査結果をデータベース化し、統計処理を行なうことで製造品質をリアルタイムで傾向監視し、不良品の発生防止に役立っている。

トレーサビリティの観点から、アクチュエータの外観に2次元コードを刻印し、工程内検査データと紐付けることで品質の保証体制を構築している。(図11)



図11 2次元コードによるトレーサビリティ例

7. まとめ

本稿ではギアロック機構に搭載される駐車装置用アクチュエータを紹介した。車両の電気機器が増えるなか、この技術を活かし、さらに機能を高め、より幅広い用途に適用していきたいと考える。引き続きお客様の信頼に応えられる商品開発をすすめていきたいと考える。