

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Components

Vol. **34**B6
October/2018

機能部品事業

■ 新商品・適用事例紹介

自動車用油圧機器製品紹介
「環境負荷低減技術」

Introduction of Environmental Load Reduction
Technologies of Hydraulic Equipment for Automotive

〈キーワード〉 アキュムレータ用ソレノイドバルブ・低リーク・PBW
リニアソレノイドバルブ・小型化・環境負荷低減技術

カーハイドロリクス事業部／技術部

川島 康聡 Yasuaki Kawashima

松井 健志 Takeshi Matsui

古野 貴広 Takahiro Furuno

要 旨

排気ガスによる環境汚染や環境負荷物質による人体への悪影響、地球温暖化や化石燃料枯渇による低燃費化のニーズの高まりから、自動車による環境負荷への影響が注目されている。

近年では各自動車メーカーが燃料電池車、電気自動車、ハイブリッド車の開発やガソリン車の燃費改善にしのぎを削っている。

本稿では、自動変速機で使用されるNACHIの自動車用油圧機器の内、アキュム用ソレノイド、パーキング用ソレノイド、リニアソレノイドの環境負荷低減技術について紹介する。

Abstract

Environmental impact from automobiles has been drawing attention because of the increased needs for higher fuel efficiency due to harmful effects on the human body from environmental pollution caused by exhaust gas and environment-unfriendly substances, global warming and depletion of fossil fuel.

In recent years, all automobile manufacturers have been making fierce efforts to develop fuel-cell, electric and/or hybrid vehicles and/or to improve fuel efficiency of gasoline vehicles.

The article introduces the NACHI's environment load-reducing technology used in solenoid valves for accumulators and parking brakes and linear solenoid valves used in hydraulic equipment of automotive automatic transmissions.

1. アキュムレータ用ソレノイドバルブの環境負荷低減技術について

1) アキュムレータ用ソレノイドバルブとは

アキュムレータ用ソレノイドバルブは自動車用自動変速機のアイドルストップ機構に使用される大流量・低リークのON/OFFソレノイドバルブです。

ATやCVTなどの自動車用自動変速機は、油圧により変速制御を行っており、その油圧はエンジンの回転で作動するポンプによって供給されています。停車時にアイドルストップを行なう場合、エンジンが停止するため、発進する際のクラッチ締結に必要な油圧源をエンジン駆動のポンプとは別に用意する必要があります。

NACHIのアキュムレータ用ソレノイドバルブは、走行中のポンプの余剰流量を用いてアキュムレータに油圧を蓄圧しておくことで、発進時に必要な油圧を確保するシステムに使用されており、アキュムレータへの油の供給/放出の制御と、アキュムレータに蓄圧された油圧の保持を行なっています。



2) 構造、動作原理

図1にアキュムレータ用ソレノイドバルブの断面構造を示します。電磁部は電磁石であり、コイルで磁界を発生させることでストッパーとプランジャの間に電磁力が働き、この力がピンを介してポペットに伝わります。

油圧部はポペット弁のシート部が開閉することで、各ポート間の油の流れを制御します。本稿では、トランスミッション側のポートを「供給ポート」、アキュムレータ側のポートを「ACCポート」と呼びます。

OFF時はスプリングの力でポペットがシートに

押し当てられてシートの穴を塞ぐことで、供給ポートとACCポート間を遮断し、ACCポートに接続されたアキュムレータに蓄圧された油を保持します。

一方、ON時はプランジャが電磁力によってストッパーに吸着し、ピンを介してポペットを図1の右側方向に動かすことでシート穴が開き、供給ポートとACCポート間を連通させ、アキュムレータへの油の供給や、アキュムレータに蓄えられた油の放出を行ないます。

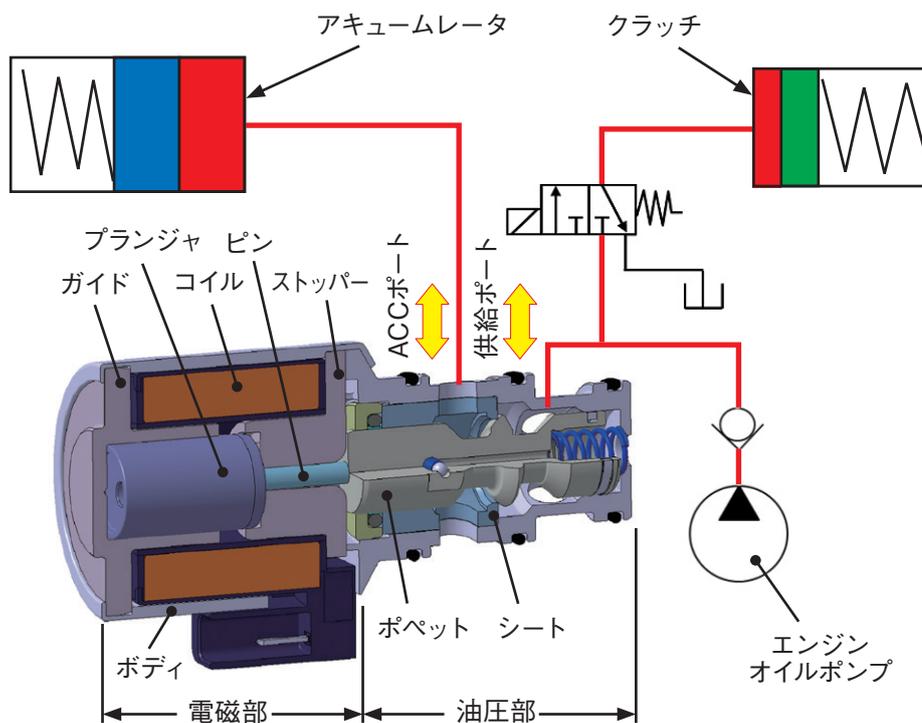


図1 アキュムレータ用ソレノイドバルブ断面構造

3) アキュムレータ用ソレノイドバルブの環境負荷低減技術

アイドリングストップ機構に使用されるアキュムレータ用ソレノイドバルブは、アキュムレータに蓄圧した油を長時間保持するために低リークであることと、発進する際のクラッチ締結をスムーズに行なうために大流量であることが求められます。

NACHIのアキュムレータ用ソレノイドバルブは、油圧部にPTFEリングとOリングからなる複合シールリングを採用し、低リーク化(1.5cc/min)を実現することで、アキュムレータに蓄圧された油の長時間の保持を可能としています。

また、大流量化を行なうに当たり、ソレノイド開弁時に油の流れから生じる圧力差によって閉弁方向に作用する流体力が増加する問題が生じますが、

流体解析による油圧部の形状最適化を行ない、開弁時の流体力を70%低減することで、この問題を解決し、従来品の10倍以上の大流量化(40L/min)を実現しました。

さらに、ポペットの形状を開弁時、閉弁時に油圧力の影響を受けないバランス構造とすると共に、摺動抵抗の低い複合シールリングの採用により、ソレノイドの作動を阻害するフリクションを抑えています。

上記のフリクションの低減と、磁場解析による磁気回路の最適化によって、電磁部の小型化(φ34)と、ソレノイド作動時の消費電力の低減を実現しています。

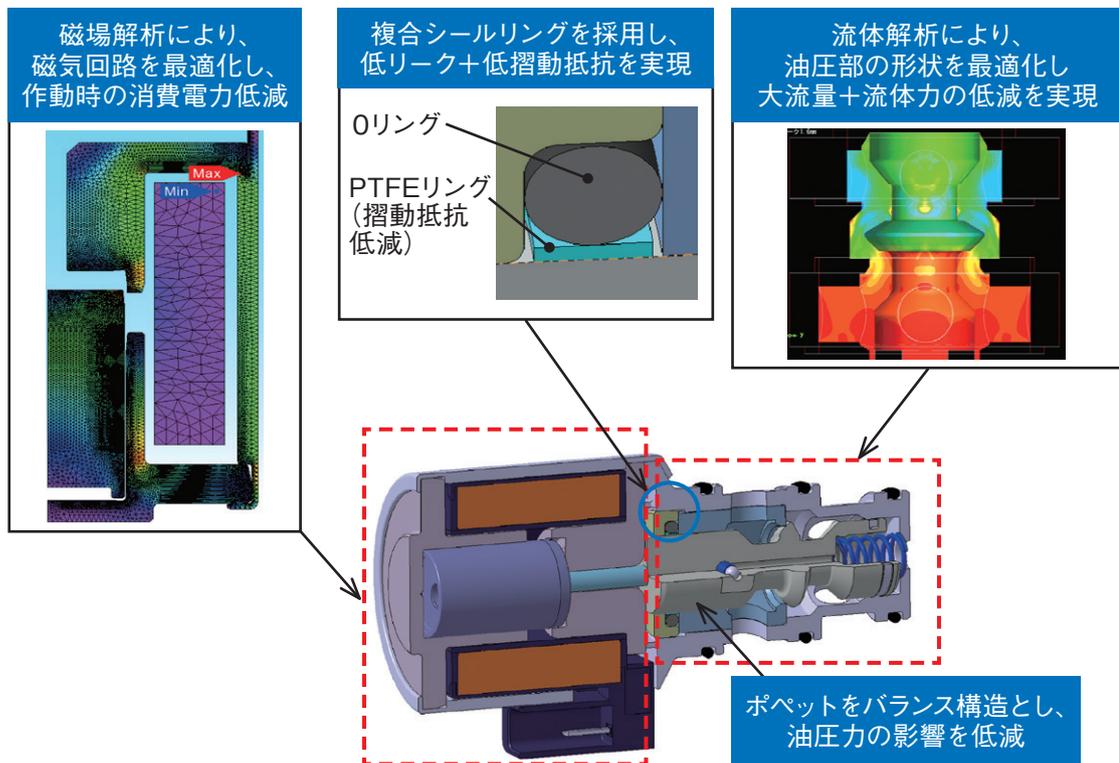


図2 アキュムレータ用ソレノイドバルブ環境負荷低減技術

2. 永久磁石内蔵型ソレノイド・アクチュエータの環境負荷低減技術について

1) ソレノイド・アクチュエータとは

ATやCVTのシフト操作部などにおいて、可動部のロック用にソレノイドを用いた直動アクチュエータが使用されています。走行中の誤作動を避けるための安全機能用や、パーキングレンジやDレンジのシフトモードの切り替え制御用など、様々な用途に使うことができます。

アクチュエータとしてソレノイドを使用する場合、通常は動作し、動作状態を保持したいときに通電し、動作を必要としないときは非通電状態となります。つまり荷重が必要なときは、その必要な時間の間、連続して通電しなければならず、荷重を発生しつづける間、電力を消費することになります。

荷重発生状態を長く継続しなければいけない用途においては、上記のように通電しないと荷重が発生しない構造は無駄が多く、効率が悪い場合があります。

2) 永久磁石内蔵型ソレノイド・アクチュエータの構造、動作原理

上記の課題をクリアするためには、ソレノイドの内部に永久磁石を内蔵する構造をとるのが一般的となります。永久磁石を内蔵することにより、通電しない状態で荷重を発生させ続けることが可能となり、荷重が必要ないときは、コイルに通電し、逆方向に磁界を働かせることで内部の永久磁石の力を弱めることができます。

しかしこの構造では、コイルの磁界が打ち消しのために必要とする量よりも過剰に強すぎた場合は、コイルの磁界で再度荷重が発生するという問題があります。

さらに、永久磁石は温度によって、その磁界の強さが変化する特性を持っています。そのため、対抗させるコイルの磁界の強さは、温度によって都度増減させる必要があり、非常に使いにくいものになっていました。

3) 永久磁石内蔵型ソレノイド・アクチュエータの環境負荷低減技術

NACHIが開発した永久磁石内蔵型ソレノイド(図3)では、永久磁石の磁力とコイルの磁力を対抗させず、コイルの磁力で永久磁石の磁力の通り道を切り替える方式を採用しました。これにより、図4に示すように、従来品ではコイルの電流を過剰に増やしていくと、一度減少していた吸引力が、再度上昇するため、使用できる電流域が狭いという課題があったのに対し、NACHI開発品はコイル電流の増加に対する吸引力の再上昇を低減しており、使用可能な電流域が広く、電流制御などの複雑な制御を用いたドライブによる駆動を必要としない構造となっています。

これにより、これまで採用が困難であった使用用途にも永久磁石内蔵型のソレノイド・アクチュエータを使用いただくことが可能となり、消費電力の低減を実現しています。

参考に、シフトモードを制御するパーキングバイワイヤ機構への使用例を図5に示します。



図3 ソレノイド外観

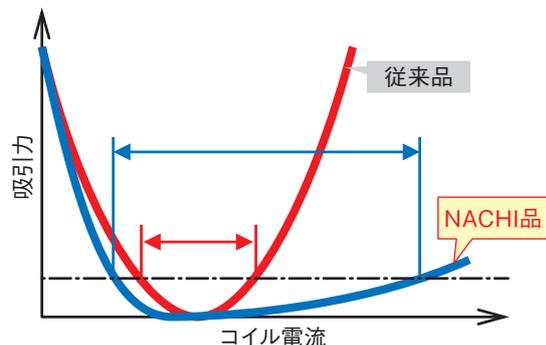


図4 電流に対する吸引力特性

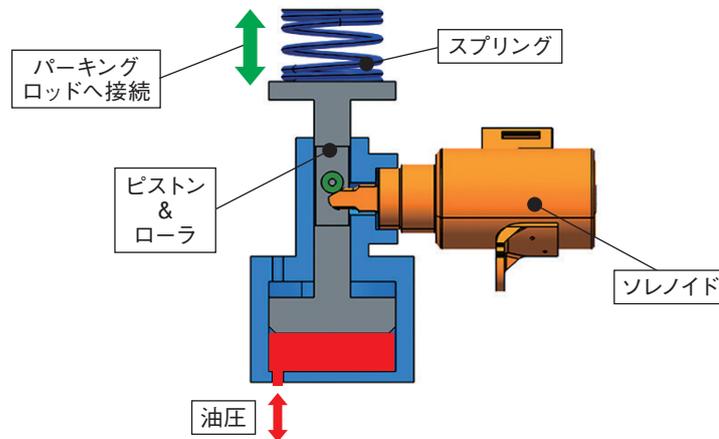


図5 パーキングバイワイヤ機構への使用例

3. リニアソレノイドバルブの環境負荷低減技術について

1) リニアソレノイドバルブとは

ATやCVTなどの自動車用自動変速機は、変速制御のため油圧が使用されています。油圧によりクラッチ締結やCVTのベルト狭圧、トルクコンバータのロックアップを制御するためリニアソレノイドバルブが使われています。

リニアソレノイドバルブの応答性やリーク、耐振動性などの油圧特性は、スムーズな変速や燃費、乗り心地に影響するため、自動変速機を構成する重要な部品の一つです。

パーのギャップを埋めようとする電磁力がプランジャに働き、この力が油圧部側に伝わります。油圧部は、スリーブと呼ばれる円筒の中空形状部品とそこにすきま嵌合されるスプールで構成されており、2部品の嵌合長さを変化させることで絞り量と漏れ量を調整し、出力圧制御を行なっています。

また、フィードバックポートは、制御ポートから出力される油圧の一部を入力することで、外乱に対する出力圧のずれをフィードバックし、調整する機能を有しています。

2) 構造、動作原理

リニアソレノイドバルブはエンジンで駆動したポンプで発生させた油圧を、電流に応じた必要な圧力に減圧制御しています。

その構造は、図6に示すように電磁部と油圧部で構成されています。電磁部は電磁石であり、コイルで発生させた磁界を、磁気回路を構成するボディ、プランジャ、ストッパーに流すと、プランジャとスト

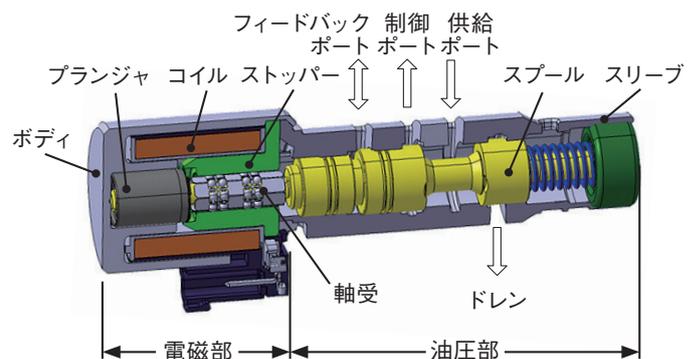


図6 リニアソレノイドバルブ断面構造

3) リニアソレノイドバルブ環境負荷低減技術

今回新たに開発したリニアソレノイドバルブは小型軽量化および、低リーク化により、環境負荷低減を実現しています。

小型軽量化については、リニアソレノイドは前述の通り、電磁部と油圧部で構成されていますが、製品重量は電磁部がその約7割を占めています。今回新たに開発したリニアソレノイドは、電磁部を軸受構造から新設計の摺動構造へ刷新することで、ストッパー、プランジャの同軸精度改善と磁路面積拡大を行なっています。

このように磁気効率を改善することで、同等の油圧制御性能を維持しながら10%の小型化と17%の軽量化を達成しています。

低リーク化については、リニアソレノイドバルブは、油圧部のスリーブ、スプールをすきま嵌合させ圧力調整を行なっているため、必ずすきまから油漏れが発生します。バルブクリアランスを縮小することでリーク低減が可能ですが、スティックなどの異物リスクが懸念されます。このため、バルブクリアランスとスプールアルマイトの表面処理設定を最適化し、低リーク化と耐異物性が両立する最適バルブクリアランスを実現しています。

これにより、耐異物性は従来品同等を確保しつつ、エネルギー損失低減となるリーク量の50%低減を達成しています。

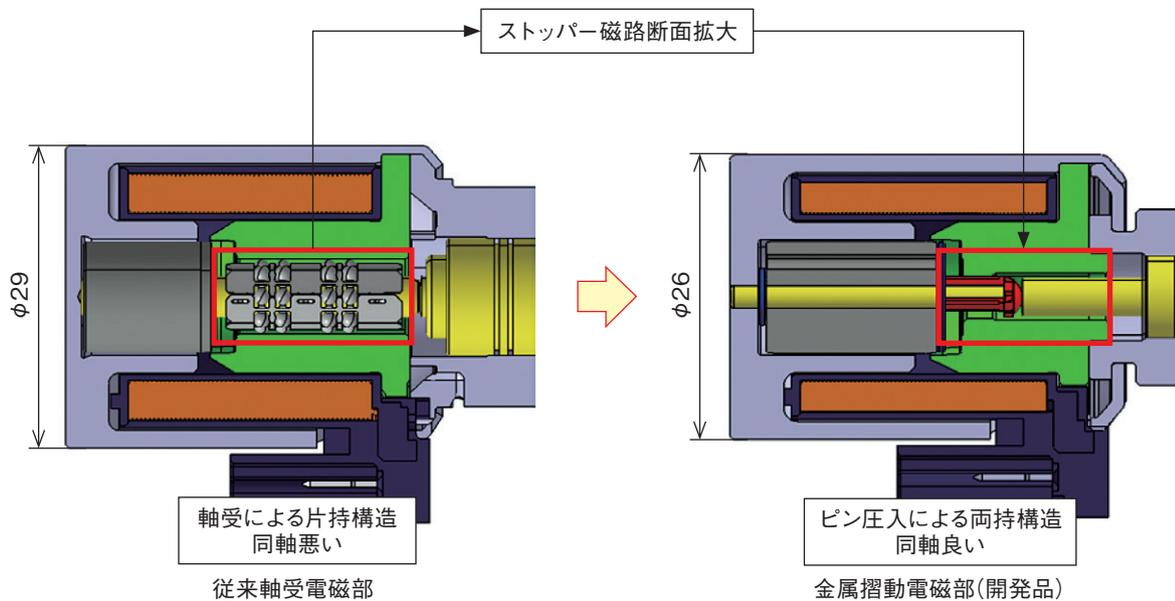


図7 電磁部構造

4. まとめ

以上、紹介してきたように、NACHIでは自動車用油圧機器において環境負荷低減の技術開発をすすめています。

今後もこのとり組みを継続させ、さらに油圧を使用しない電磁アクチュエータを含めて省エネルギーに対応し、お客様のニーズと信頼に応えていきたいと考えています。