

イノベーションの 軌跡

The trajectory of the innovation

全国発明表彰受賞者にきく

令和6年度 日本商工会議所会頭賞

回転回数に応じてトルクを変化させることができる極めて静かな緩衝機構

「ブラインド降下時等に任意の速度に設定可能な静音型回転速度制限装置」の発明
(特許第6218420号)

株式会社TOK
経営企画室

高橋 大輔



※1) 遠心ブレーキ

遠心力を利用し、回転速度に応じて制動力を発生させるブレーキ装置で、ドラム、ブレーキシュー、シャフトなどから構成され、固定されたドラムの内側に、複数のブレーキシューを配置している。シャフトが回転すると、遠心力によってブレーキシューがドラムの内側に接触して摩擦抵抗が生じ、シャフトの回転速度を減少させることができる。

※2) 増速機構

入力した回転を増速して出力する機構で、入力部材、歯車、出力部材などから構成されている。入力部材を回転させると、中間に配置している歯車が入力部材の歯車部と噛み合っ
て回転し、出力部材の歯車部に回転が伝達される。この入力部材の歯車部と出力部材の歯車部の歯車比を小さく設定し、出力部材の回転速度を入力部材の回転速度よりも速くなるようにしている。

※3) ロータリーダンパー

ロータリーダンパーは、回転運動に抵抗を付与することで回転速度を制御する機構である。有限角ロータリーダンパーは、粘性流体を圧縮し、オリフィスを通して流すことで、一定角度内で減衰力を発生させる。一方、粘性流体のせん断抵抗を利用した無限角ロータリーダンパーは、連続回転が可能である。

I. 今回の発明に至った経緯

当社は、機械要素およびそのユニット製品のメーカーで、汎用製品の他、さまざまな用途や仕様に合わせてカスタマイズ製品の開発も行っている。本発明は、長い動作ストロークとブレーキ力の可変を実現するとともに、静音性を高めた緩衝機構に関する技術である。

開発の発端は、日射遮蔽装置メーカーから、ブラインドやロールスクリーンなどの日射遮蔽装置において、遮蔽部材を降下させる際に生じる緩衝機構の大きな音を解消できないかと相談を受けたことであった。

日射遮蔽装置は、昇降装置、遮蔽部材、ボトムレール、コードなどから構成され、遮蔽部材を昇降させることで、日差しを取り入れたり、遮断したりしている。その昇降装置には、遮蔽部材の昇降を緩衝させる機構として遠心ブレーキ^{※1}が使われていたが、遮蔽部材を降下させる際に大きな動作

音が発生していた。これは、遠心ブレーキのブレーキシューの摺動音と、増速機構^{※2}の歯車の噛み合い音が複合されたものであり、静粛な室内空間を求めるシーンにおいて課題となっていた。

日射遮蔽装置には二つの特徴があり、一つは動作範囲が長いということ、もう一つは、スクリーンやブラインドの羽根などの遮蔽部材を上方から下方へ降ろしていくにつれ、昇降装置に加わる負荷が軽くなるということである。このため、一定の速度で降下させるには、ブレーキ力を徐々に弱めてゆくことが必要になる。

この特徴は、使用できる緩衝機構を限定するものであり、従来技術では遠心ブレーキが適合していたが、非常に大きな動作音を解消することができなかった。

当初はロータリーダンパー^{※3}で対応することを検討したが、有限角ロータリーダンパーの場合、動作ストロークが短いため、

長い動作範囲を緩衝させることが不可能であった。そして無限角ロータリーダンパーの場合、静音性は高まるものの、ブレーキ力の速度依存性が小さく、動作中对象物の負荷が変化する日射遮蔽装置などには使うことができなかった。

日射遮蔽装置の動作音の課題を解消するには、従来技術では対応が困難であったが、新たな道を切り開くため、これまでにない緩衝機構の創出に挑むことになった。

II. 受賞技術の概要

受賞技術は、回転回数に応じてブレーキ力（ダンパートルク^{※4}）を変化させ、対象物の負荷の変化に応じて適正なダンパートルクを付与するとともに、動作音を無音に近づけたトルク可変式の緩衝機構の技術である。

主な構成は、シリンダー・ピストン・リード弁・シャフト・キャップ・オイル・オイ

ルシールで、一方に回転させると強いダンパートルクを発揮し、他方に回転させると軽い力で動作する。

具体的には、オイルを充填したシリンダー内部に、シャフトの軸心に沿って移動（直動）可能なピストンを配置し、ピストンには側面を貫通するオイル流路を設け、一方の側面にリード弁を設置している。そして、シリンダー内周とピストン外周の間にわずかな隙間を設けている。

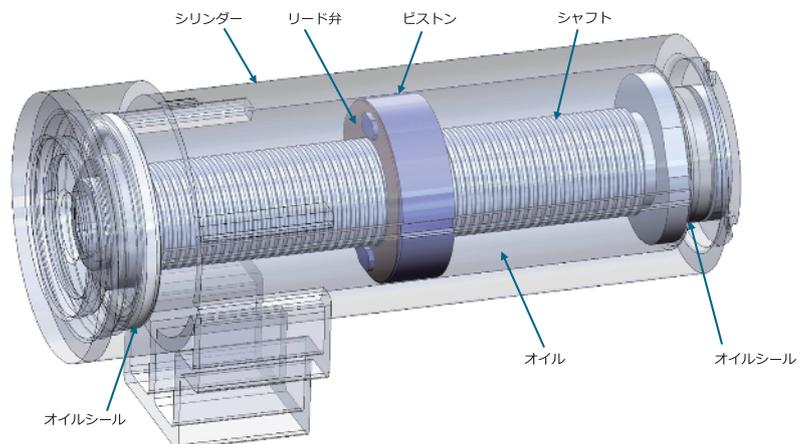
ピストンが一方に移動した際は、オイルの圧力でリード弁が閉じる方向に動いてオイル流路がふさがれる。このため、オイルはピストン外周とシリンダー内周の狭い空間を通過することになり、強いダンパートルクを発揮する。ピストンが他方に移動した際は、オイルの圧力でリード弁が開く方向に動き、ピストンに設けられたオイル通路が開通する。このため、オイルは少ない抵抗で流動し、軽い力で動作させることが

※4）ダンパートルク
回転速度制限装置のシャフトを一方に回転させたときに生じる緩衝力で、取り付け対象物の動作速度を緩めるブレーキ力となる。

図1 発明品



図2 発明品の構造



できる。

このように、オイルの流動によってダンパートルクを付与しているため、機械要素の摺動音や噛み合い音の発生を解消することが可能となった。

Ⅲ. 技術的課題をどのように解決したか

大きな動作音を解消するため、オイルの流動を利用したロータリーダンパーを前提に検討を開始したが、当社で主に扱っていたのは、オリフィスと可動弁による機構を使った有限角ロータリーダンパーや、無限角ロータリーダンパーなどであり、それらは前述のとおり、日射遮蔽装置の機構としては適していない。そのため、従来の機構は使わず、騒音の発生を防止することができるオイルの流動特性のみ利用することにした。そして構想設計を進めていくなかで、シリンダー、ピストン、シャフトを基盤とする仕組みを検討した。

まず、シャフトの回転動作をピストンに伝達するため、シャフトの外周に雄ネジ、ピストンの内周に雌ネジをそれぞれ形成して、シャフトとピストンをネジ動作させる構造にした。そして、シャフトの回転動作をピストンの直動動作へ変換するため、ピストンの外周に溝（ガイド凹部）を設け、シリンダーの内周に、長手方向の一端から他端まで続く凸部（ガイド凸部）を設けて、ガイド凸部をガイド凹部の溝に収容する構造にした。このような構成にすることで、シャフトを回転させると、ガイド凸部とガイド凹部が係合し、ピストンは回転が抑止

されるとともに、シリンダーのガイド凹部に案内されて、シリンダー内をシャフトの軸心に沿って直動自在となる。

以上のようにシリンダーとシャフトおよびピストンを基盤とし、シリンダーとピストンの全幅を長くすることで、長い動作ストロークが得られるようになった。

さらに、シリンダーの内周の径（内径）は、一方側を大きくし、他方側に向かうにつれて小さくなるよう形成し、ピストン外周とシリンダー内周との隙間を徐々に小さくするようにした。これによって、シリンダー内周とピストン外周の隙間も徐々に狭めることができ、ダンパートルクを変化させることが可能になって、日射遮蔽装置の用途においては、遮蔽部材が降下していくにつれ、ダンパートルクを徐々に小さくすることを可能にしている。

その他、本発明の量産化において、コストやお客さまの要望などにより、構成部品に多く樹脂材料を使用することにした。当社は1963年に世界で初めて樹脂ベアリングを開発して以来、樹脂に関する多数のノウハウを保有しており、それらがスピーディーな開発と製品リリースに役立った。

Ⅳ. 研究・開発中に苦労したこと

本発明はオイルを封止するためシール部材を用いており、シリンダーとシャフト間、キャップとシャフト間にそれぞれ配置している。このシリンダーとシャフト、キャップとシャフトは相対回転するため、シール部材の摺動抵抗によって日射遮蔽装置の遮



蔽部材が最下部の直前で止まってしまい、閉まりきらないという問題が出現した。この課題を解決するため試行錯誤を繰り返している。

とりわけ、シールメーカーと連携し、シールの形状や材質、コーティング剤、シール面の表面性状など、あらゆる可能性を検討し、試作を重ねた。それらさまざまな種類のシールとシール^{かんこう}嵌合部を徹底的に試験・評価することで、オイルを封止するための必須要件となるシール性能を維持しながらも、極めて摺動抵抗の小さいシール部材の開発に成功した。これにより、遮蔽部材が最下部まで閉まりきらないという問題を解消するとともに、ロータリーダンパーの設計開発における技術的な基盤を強化できた。

V. 研究・開発のやりがいと心がけ

課題を克服するために新たなアイデアの試験や検証を繰り返し、その過程でシール

機構や潤滑機構などに関する新たな知見を得ることができ、さらには専用試験機の開発も成功して、最適な結果が得られたのは幸いであった。

これらの成果は課題解決に直結するとともに、当社の貴重な財産となり、以降の緩衝機構などの開発の場面において役立っている。

また、これらの研究内容の一部を日本機械学会などで発表する機会にも恵まれ、学術的な視点から意見交換を行えたことも有意義であった。

本発明品を搭載した日射遮蔽装置の購入者からは、音が小さくなったことで、寝ている子どもが遮蔽部材の昇降時に目を覚まさなくなったので助かったという評価をいただき、発明が役立っていることを改めて感じた。実社会における価値を実感する瞬間にこそ、研究開発の大きなやりがいを覚える。

図3 発明品の特性

