



油圧緩衝器ショックキラーの高タクト化技術

Takt Time Reduction Technology in Hydraulic Shock Absorber "Shock Killer"

中井 政司 Masashi Nakai

吉田 泰裕 Yasuhiro Yoshida

田中 広 Hiroshi Tanaka

機械装置において、高速・高応答・高タクトへの要求は日々高くなっており、これに応えるため、様々な機構や構造が考案されてきた。こうした高速化への要求の裏側には停止時に衝撃が増大するという課題が生じる。よって、高速化への要求に応えるためにはエネルギー吸収という「止める」技術が、今後ますます重要になり必要不可欠になる。そこでエネルギー吸収方法の一つである油圧式緩衝器「ショックキラー」における高タクト化技術について紹介する。なお、当社では油圧式緩衝器を「ショックキラー」と呼んでおり、本稿では以下すべてショックキラーと表記する。

Demands for high-speed, high-response machines with shorter takt time are growing day by day, and to meet these demands, various mechanisms and structures have been devised. However, behind such demands exists a problem that the higher the speed, the greater the shock when a moving load is stopped. In order to address this need for higher speed, "stopping" technology, or energy absorption, will become increasingly more important and indispensable. In this paper, the takt time reduction technology adopted in the hydraulic shock absorber "Shock Killer", which is one means of energy absorption, is introduced. The hydraulic shock absorber is called the "Shock Killer" at CKD and is hereinafter referred to as the "Shock Killer".

1 はじめに

空圧機器のエネルギー吸収には、ゴムクッション、エアクッションが一般的であるが、ガイド付シリンダやロッドレスシリンダにおいては、高エネルギーを吸収するため、ショックキラー付シリンダが増えてきた。

従来の搭載用ショックキラーはエネルギー吸収に主眼が置かれており、応答性・作動時間などの時間特性への要求はあまりなかった。

しかし、シリンダへの高速化の要求が進むにつれ搭載されているショックキラーにも高速化要求が高まり、エネルギー吸収だけでなく、時間特性が求められるようになった。当社では、これらの要求に応えるため、作動時間に着目したショックキラーの開発に取り組み、リニアスライドシリンダ用ショックキラー「SKLシリーズ」を開発・発売した。この開発過程を織り交ぜながら、本稿ではショックキラーの高タクト化技術を紹介する。

2 ショックキラーの概要

ショックキラーとは、運動エネルギーを熱エネルギーに変換することで速度を持った物体を滑らかに停止させる油圧式緩衝器である。

Fig. 1にショックキラーの外観を示す。

速度をもった物体がショックキラーのピストンロッドにあたると、その力はピストンを介し圧力室のオイルに伝えられる。オイルはオリフィスを通り圧力室から流出する。オリフィス通過時の粘性抵抗により圧力が上昇し抗力が発生するとともに、流動摩擦により熱

が発生しオイル温度が上昇する。このようにショックキラーは、運動エネルギーを熱エネルギーに変換することでエネルギー吸収を行う(Fig. 2)。



Fig. 1 ショックキラーの外観

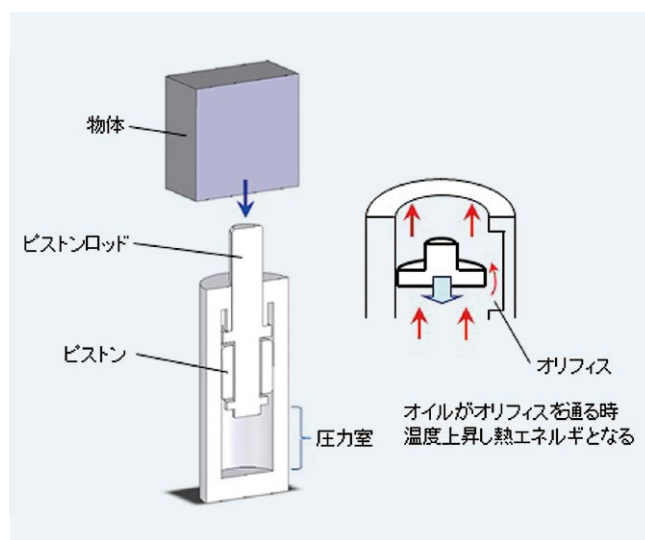


Fig. 2 エネルギー吸収の略式図

ショックキラーのエネルギー吸収特性は、抗力ストロークで表される。抗力はオイルの粘性、速度および、オリフィス断面積に依存するため、これらを制御することで理想的な衝撃吸収を得ることができる。また、抗力ストローク特性(以下、吸収特性)を見れば、波形形状や衝撃の有無などでショックキラーのエネルギー吸収状態を確認できる。

Fig. 3に正常吸収時と異常吸収時の吸収特性を示す。

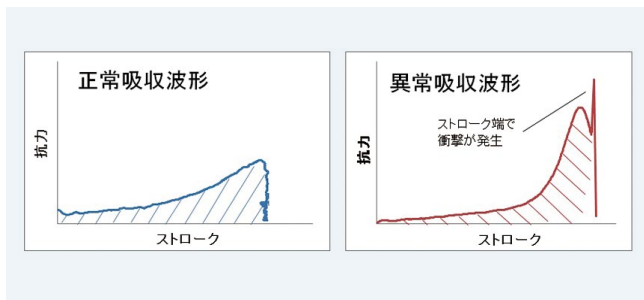


Fig. 3 エネルギー吸収時の吸収特性

3 高タクト化への課題

高タクト化を行うには、物体が衝突してから停止するまでの作動時間を短くする必要があり、SKLの開発では従来比50%の作動時間短縮を目標とした。吸収特性と作動時間の関係に着目するとエネルギーを吸収している時間は極わずかであり、吸収後のストローク移動に時間がかかっていることがわかる。(Fig. 4)

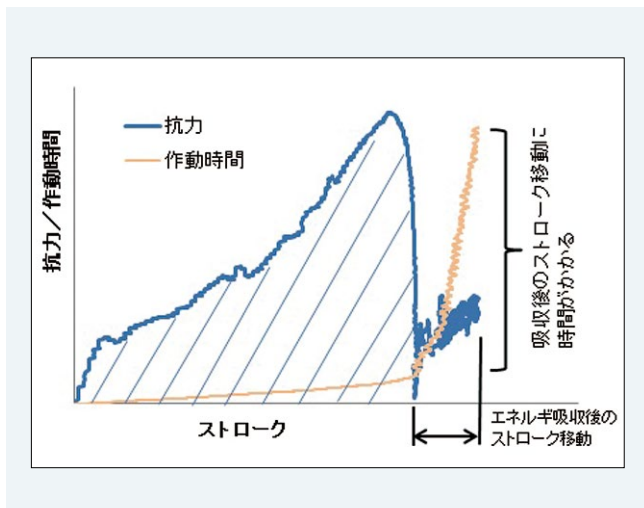


Fig. 4 吸収特性と作動時間の関係

この吸収後のストローク移動をなくすことで作動時間を短縮することが可能となる。しかし、ショックキラーは作動回数とともに吸収特性が変化する。吸収特性はFig. 5のように作動回数が増えるとストローク初期でのエネルギー吸収が減り(矢印①)後期での吸収が増える(矢印②)傾向にある。吸収後に移動するストローク量は吸収特性の変化を補う余裕ストロークとなっており、単純にストロークを短くし、吸収後のストローク

移動をなくすと吸収特性の変化によりエネルギー吸収ができず耐久性が短くなるという問題がある。このように作動時間を短縮するには、特性変化をいかに減らせるかが課題となる。

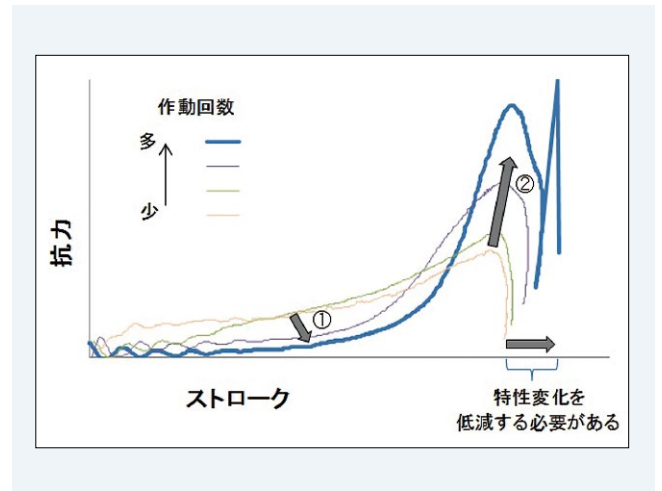


Fig. 5 吸収特性の変化例

4 高タクト化への取組み

エネルギー吸収特性の変化は、部品の摩耗と内部気泡に大きく影響を受ける。中でも内部気泡は、さらに外気を引き込むなどの悪循環を起こすため対策が必要である。

内部に気泡が侵入または残留していると物体が衝突したときに気泡が圧縮されるため、エネルギー吸収量が低下し特性に変化がおこる。Fig. 6に吸収量の低下例を示す。

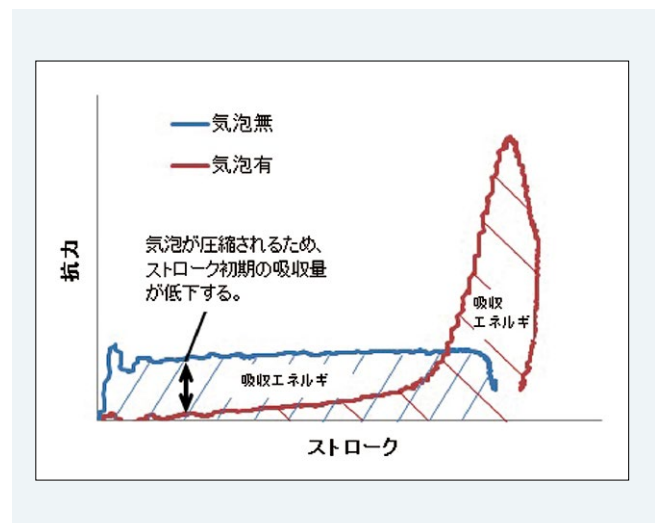


Fig. 6 気泡侵入による吸収量の低下

また、気泡圧縮による体積変化により、ロッド側に負圧が発生する。このためロッド側シール部より外気を吸込み、徐々に内部の気泡が増えエネルギー吸収量が低下していく。

Fig. 7に負圧の発生例を示す。

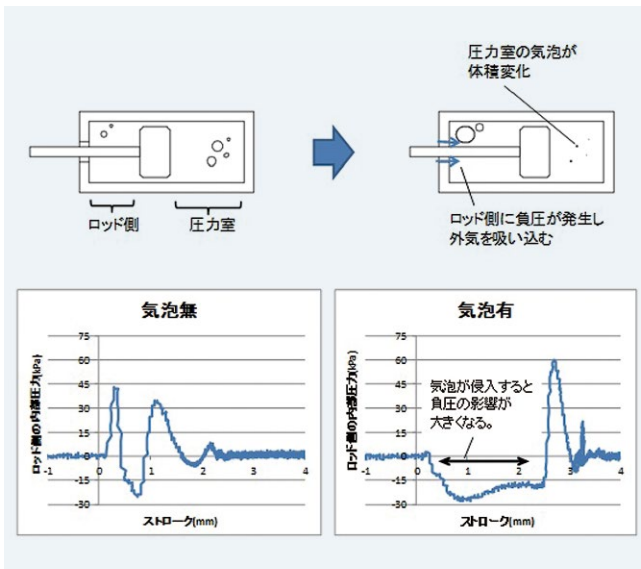


Fig. 7 気泡侵入による負圧の発生状況

このように内部気泡は吸収特性のばらつき、および、特性変化に大きな影響を及ぼすため、内部気泡を低減させることで特性変化を飛躍的に低減することができる。当社ではSKLの開発過程において、気泡低減に着目し、オイルの脱気などの技術開発に取り組み、特性変化の低減と作動時間の従来比50%短縮を実現した。(Fig. 8)

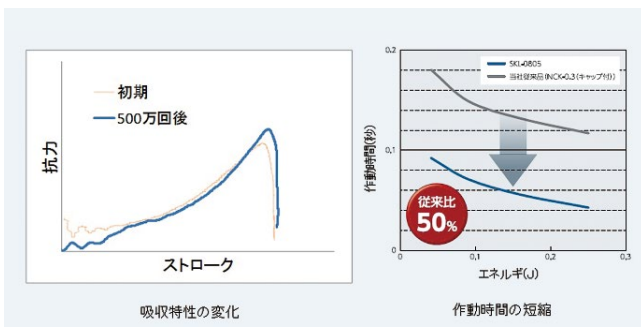


Fig. 8 特性変化の低減と作動時間短縮

5 気泡低減化の技術

開発過程において取り組んだ気泡低減技術の一部を紹介する。

5-1 オイルの気泡除去技術

オイルは注入などにより空気と攪拌されることが多く、オイル中に細かな気泡が存在する。また、オイルには気体を溶解させる特性があり、溶解された空気も含んでいる。これらの空気はショックキラーが作動すると繋がり合い大きな気泡となり、ショックキラーの特性に影響を及ぼす。この気泡を除去するために以下の方法がある。

5-1-1 真空脱気

ショックキラーのオイル充填時に真空圧を加える

ことでオイル中に浮遊している極めて小さな気泡を除去する方法。真空圧により気泡の体積が増え、浮力が増すため浮き上がるので、オイル中の気泡を除去できる。(Fig. 9)

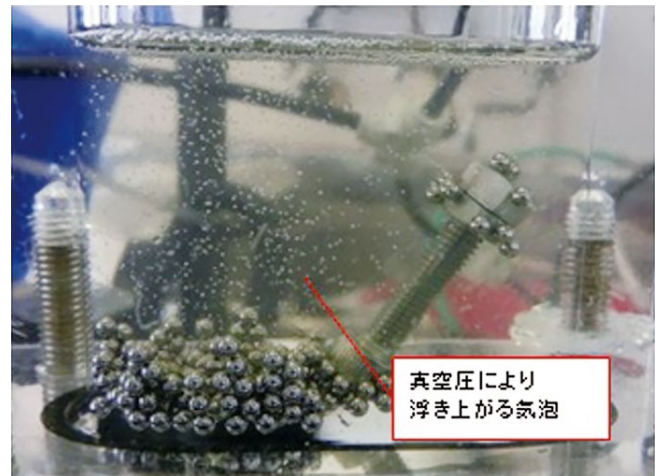


Fig. 9 真空による脱気

5-1-2 真空攪拌脱気

オイルに真空圧を加えた状態で攪拌するとオイル中に溶け込んだ空気が気泡化する。これによりオイル中の空気を脱気する方法。(Fig. 10)

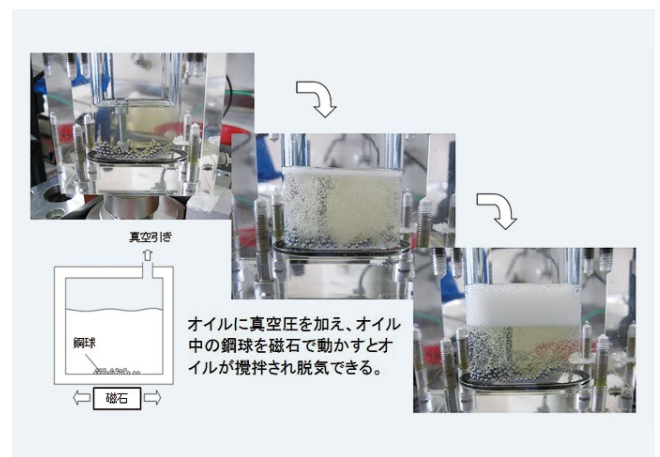


Fig. 10 真空攪拌による脱気

5-2 残留気泡の除去技術

組立段階でショックキラー内部に気泡が残留すると外部の空気を引き込みやすくなり、加速的に内部への空気の進入が増え、吸収特性が変化する。この残留気泡を低減させるため以下の方法がある。

5-2-1 真空置換充填

オイル中にショックキラーを浸漬し、真空圧と大気圧を一定時間ごとに加えることでショックキラー内部の気泡を抜き、内部の残留気泡を低減させる。

5-2-2 油中置換充填

ショックキラーの内部部品を油中にて組み付けることで、内部への残留気泡を低減させる。

5-3 チャンバの強化技術

ショックキラーは密閉空間にオイルが充填されており、ピストンロッド作動による内部体積変化を吸収するため、チャンバが内蔵されている(Fig. 11)。

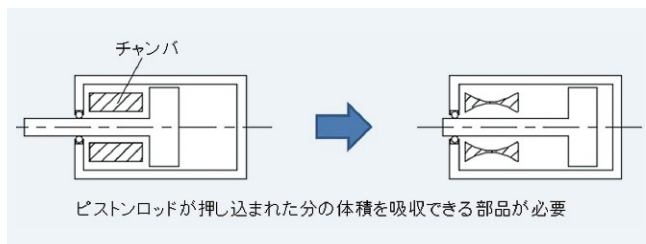


Fig. 11 体積変化するチャンバの略式図

チャンバの材質は独立発泡ゴムを使用している。スポンジ状のゴム材料で内部に空気が存在するため、外圧が加わると体積が小さくなる特性がある。また、内部の空気が外部と繋がっておらず、オイル中に空気が放出されることがない。しかし、ショックキラーの作動に伴い、伸縮を繰り返すうちに独立性が壊れ、オイル中に空気が漏れ、ショックキラーの吸収特性に影響を及ぼす。これを防ぐ技術としてチャンバの外部にコーティングを行い表面部分の厚みを大きくすることで、伸縮による破損を防止する。(Fig. 12)

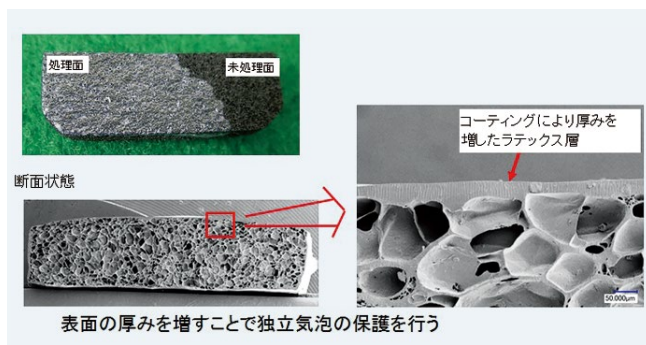


Fig. 12 チャンバへのコーティング

6 おわりに

これら要素技術の中から生産性・コスト・品質のバランスを考慮して選択した技術を採用することによりSKLは作動時間の短縮と耐久性を両立することができた。耐久性については、シリンダと比べた場合、まだ追いついたとは言えない。今後さらなる技術革新により作動時間が短く、かつ、シリンダと並ぶ耐久性のある製品に改良していく。

執筆者プロフィール



中井 政司 Masashi Nakai
コンポーネント本部 FAシステムBU
第2 技術部
Engineering Department No. 2
FA System Business Unit
Components Business Division



吉田 泰裕 Yasuhiro Yoshida
コンポーネント本部 FAシステムBU
第2 技術部
Engineering Department No. 2
FA System Business Unit
Components Business Division



田中 広 Hiroshi Tanaka
コンポーネント本部 FAシステムBU
第2 技術部
Engineering Department No. 2
FA System Business Unit
Components Business Division

■ 出典 ■

出願番号:特開2016-035299