

# 極微低速域高減衰バルブの開発

安井 剛

## 1 はじめに

近年、自動車メーカーにて開発される新型車両において、サスペンションフレームや、ボディ自体の剛性が上昇傾向にあり、またタイヤ・ホイールの大径化・低扁平化も併せて、車両全体の高剛性化が進んでいる。

これに伴い、従来はタイヤ等によって吸収され、ショックアブソーバ（以下SA）には伝わっていなかった細かい振動もSAに伝わるようになり、同じ路面からの入力に対しても、SAがより細かく動かされるようになった。したがって、SAに対しては、より微低速域・小振幅における減衰力の確保が求められる。

本要求を受けて開発されたピストンバルブをKYB技報第51号・第54号にて紹介した<sup>1)2)</sup>。何れのピストンバルブもピストン形状を工夫することで、微低速域減衰力をリニアに発生することが可能となった（図1）。

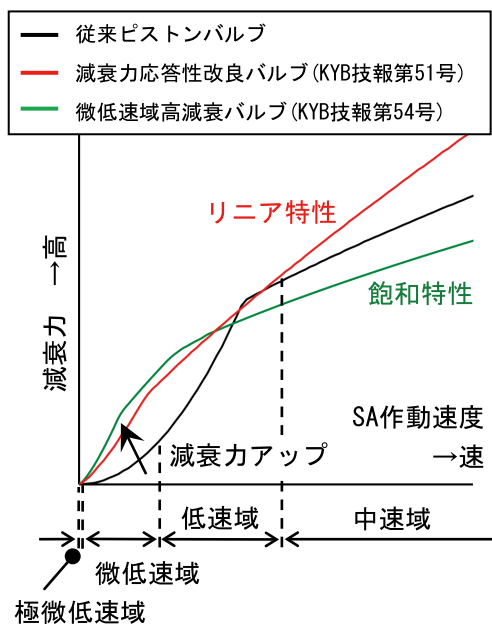


図1 既存バルブの減衰力-速度特性イメージ

本報では、前述のピストンバルブ開発時に着目した微低速域よりも、更に低速度域（極微低速域）における減衰力の向上を可能とする新開発のピストンバルブについて紹介する。

## 2 開発の背景

極微低速域は、SAが動き始める極めて初期の速度域であり、従来、油圧力（ピストンバルブ）ではコントロール困難とされてきた。

この速度域でSAが発生する軸力<sup>注1)</sup>は、SA摺動部の摩擦力が支配的であり（図2）、車両性能への影響が非常に大きいことから、摺動部品の改良による軸力コントロールが従来成されてきた。

注1) 摩擦力と減衰力の合成力

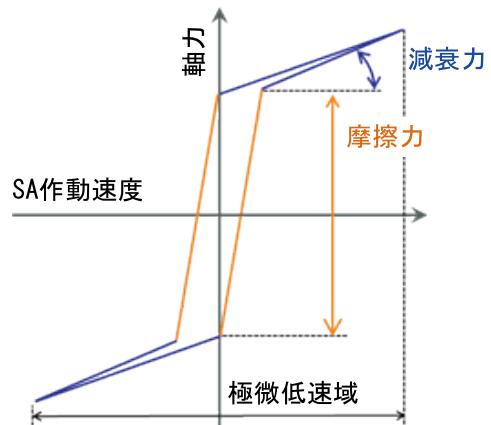


図2 極微低速でSAが発生する軸力イメージ

摺動部の摩擦力は、数十N程度であるが、その僅か数Nの差により車両官能評価が明らかに変化することが知られている。しかし、サスペンション特性や車両性能の狙いに合わせて摺動特性を変化させることは、大幅な部品種類の増加に繋がるため実質困難である。

そこで、従来のピストンバルブではコントロール出来ないと言われてきた極微低速域の軸力を油圧力

(ピストンバルブ)によりチューニング可能とすべく、新バルブの開発に着手した。

### 3 新開発ピストンバルブの狙い

極微低速域の軸力を適度に発生させることで、主に路面からのビリビリした細かい入力への遮断性等の質感やステアリング操作に対する応答性・追従性等の操安性が向上することが確認されている。

KYBの既存ピストンバルブを用いて極微低速域の減衰力を増加させる場合は、極微低速域以降も影響を受け減衰力が増加し、路面からのゴツゴツした入力が強くなり乗心地が悪化してしまうため、減衰力チューニングのみで、質感・操安性とゴツゴツしない乗心地を両立させることは困難であった(図3)。

新開発のピストンバルブは、既存のピストンバルブでは両立困難だった特性、①車両の質感向上を目的とした極微低速域の軸力向上、②乗心地の確保を目的とした微低速～低速域の減衰力抑制の2点を狙いとした。

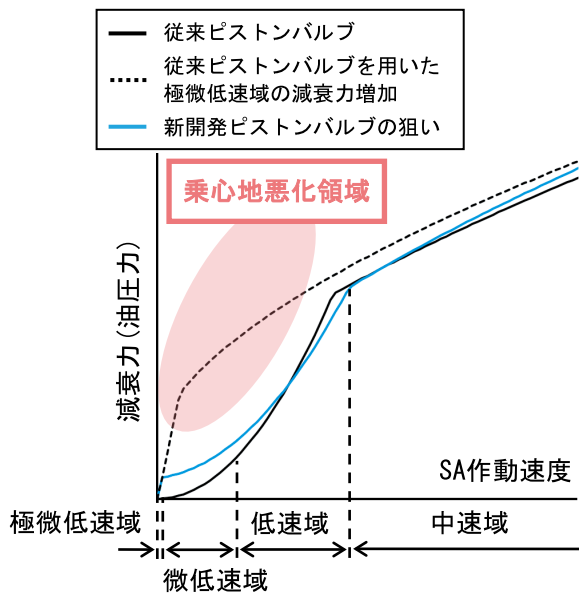


図3 新開発バルブの目標特性イメージ

極微低速域で減衰力を発生させるため、従来ピストンバルブとは異なる構造(以下、拡張バルブ部)を検討した。拡張バルブ部の設計要件は以下の3点である。

- ①極微低速域で減衰力を発生し、バルブチューニング可能とする。
- ②極微低速以降の速度域では、減衰力を飽和特性とする。
- ③伸び・縮みの両行程に作用する。

拡張バルブ部と従来ピストンバルブ部の減衰力特性を合成することで、新開発ピストンバルブの目標特性を達成することとした(図4)。

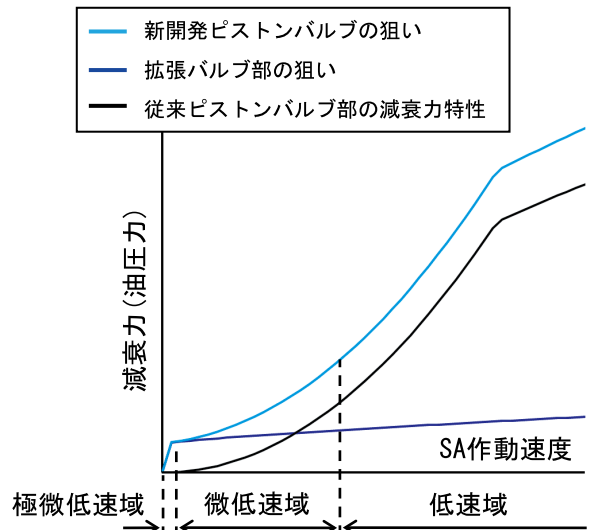


図4 拡張バルブ部の目標特性イメージ

### 4 新開発ピストンバルブのメカニズム

#### 4.1 ピストンバルブ構造

従来ピストンバルブと新開発ピストンバルブの構造を図5に示す。

新開発ピストンバルブは、従来ピストンバルブに拡張バルブ部を追加し直列配置した構造とした。

拡張バルブ部(図6)は、ディスクとリーフバルブで構成され、ディスク内径部に配置されたリーフバルブ(以下、非着座バルブ)がシート面を持たず、通常のリーフバルブのように着座しない構造となっていることが特徴である。

	従来ピストンバルブ	新開発ピストンバルブ
KYB呼称	HMP型	HMP-SV型
構造		
油圧回路図		

→ : 作動油の流れ    □ : 拡張バルブ部

図5 新開発ピストンバルブ構造

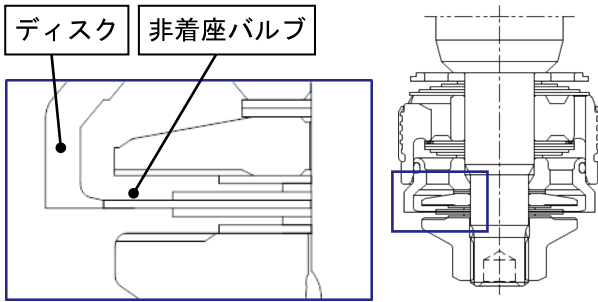


図6 拡張バルブ部構造

#### 4.2 新開発ピストンバルブの作動原理

極微低速域で減衰力を発生するため、ディスクと非着座バルブは、組付け時の隙間が限りなく小さくなるよう設計した。非着座バルブにより作動油流路が蓋をされているため、極微低速域の僅かな作動油流量であっても減衰力を発生すると共に、瞬時に非着座バルブが押し広げられることで極微低速域以降の減衰力増加が抑制される構造となっている。

また、極微低速域より速い作動速度域の減衰力を飽和特性とするため、非着座バルブを大径に設定し、バルブ開口時に十分な流路面積を確保した。中高速域においては、作動油流量が増えるため、非着座バルブを大きく撓ませ、流路面積を確保する必要がある。

非着座バルブはシート面を持たない構造であるため、上下両方向へ開口し、伸行程・縮み行程に作用する(図7)。

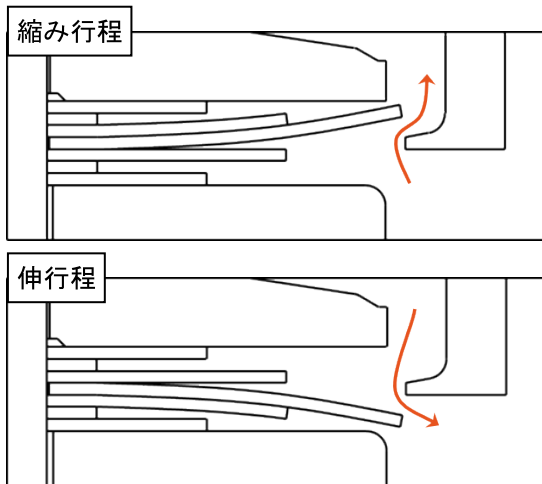


図7 拡張バルブ部の作動イメージ

#### 4.3 極微低速域軸力特性

従来ピストンバルブと新開発ピストンバルブの極微低速域の軸力特性を図8に示す。両バルブとも、同一の摺動部品で構成しており、軸力の差から、新開発ピストンバルブは極微低速域で減衰力を発生していることが分かる。

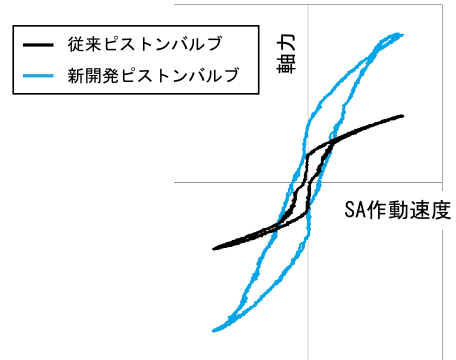


図8 極微低速域の軸力特性

#### 4.4 チューニング性

新開発ピストンバルブは、極微低速域の減衰力をリーフバルブの開弁抵抗により発生させることから、リーフバルブ剛性を変更することによりチューニングが可能である。また、内背面のバルブ剛性を変えることで、伸行程・縮み行程それぞれの減衰力を独立してチューニングすることが可能である(図9)。極微低速域のチューニング例を図10に示す。

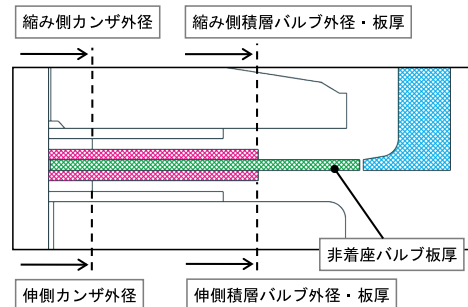


図9 拡張バルブ部チューニング要素

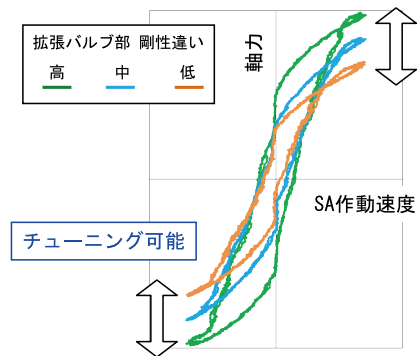


図10 極微低速域の軸力チューニング例

#### 4.5 非着座バルブ耐久性向上手法

前述の通り中高速域の減衰力を飽和特性とするため、非着座バルブを大きく撓ませる。そのため、非着座バルブの支持点に高い応力が発生し、破損の懸念がある。

非着座バルブの耐久性向上の手法として、バルブ支持点を増やし、最大応力を低下させると共に、応力を分散させる対策を行った(図11)。

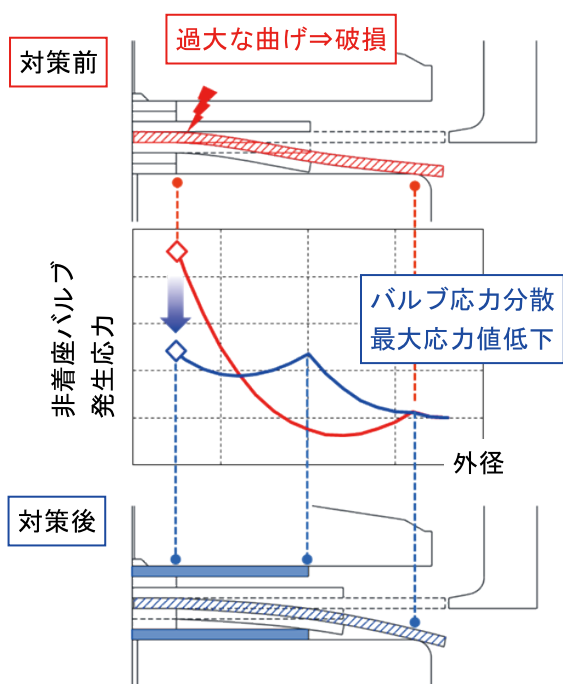


図11 非着座バルブ破損対策

#### 4.6 新開発ピストンバルブによる効果

車両が動いている間、SAは常に微振幅での上下動を繰り返しているため、伸行程・縮み行程の切り替わりで、SA作動速度は必ず極微低速域を通過する。

極微低速域の軸力を新開発バルブを用いて車両に合わせチューニングすることにより、車両性能への様々な効果が確認されている。

- ①ステアリング操作に対する応答性の向上
- ②路面から伝達する細かな振動の遮断性向上
- ③高速走行時の車両安定性の向上
- ④ばね下追従性の向上
- ⑤良路走行時のばね上フラット感の向上

また、極微低速域の軸力が油圧力（ピストンバルブ）でチューニング可能となったことで、摺動部特性は可能な限り低摩擦とすればよく、信頼性の向上へ注力できるようになることも、付帯効果として大きい。

#### 5 採用状況

本バルブ構造は、2018年7月より発売のLexus ES(写真1)の一部グレードへ採用され、カーメーカーから非常に高い評価を頂いている。

現在も複数車種にて採用に向けた開発を進めており、採用車種・生産数ともに拡大を目指している。



写真1 Lexus ES

#### 6 おわりに

極微低速域の減衰力向上・調整を可能とする新構造のピストンバルブを開発した。これにより、従来バルブでは不可能であった速度域のチューニングが可能となり、カーメーカーからのニーズに対して高い次元で対応できるようになった。

国内では既に量産が開始されており、現在は海外拠点への展開を推進している。

最後に、本開発にあたりご指導、ご協力を頂いた関係各位に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 君嶋, 山中, 山本: 減衰力応答性改良バルブの開発, KYB技報第51号, (2015年10月)
- 2) 君嶋: 微低速域高減衰バルブの開発, KYB技報54号, (2017年4月)

「Lexus ES」はトヨタ自動車株式会社の商標です。

画像提供: Lexus International

#### 著者



安井 剛

2005年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部サスペンション事業部技術部第一設計室。ショックアブソーバの開発に従事。