

# 微低速域高減衰バルブの開発

君嶋和之

## 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は、サスペンションフレームや、ボディそのもの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、より繊細に動かされるようになった。

上記の振動をうまく制振できない場合、振動はSAからアッパーマウント等を介してボディに伝わり、最終的にはユーザーの不快感に繋がるため、SAに対しては、従来よりもより微低速域・小振幅における減衰力の確保、および減衰力応答性の高さが求められるようになった。

この要求を受けて、減衰力応答性改良ピストンバルブを開発し、その詳細をKYB技報第51号にて紹介した<sup>1)</sup>。本バルブにおいては、主要部品であるピストンの内面側シート面形状を、従来品（図1(a)）から刷新し（図1(b)）、減衰力応答性の大幅な向上を実現するとともに、より低速からリーフバルブを開弁させることが可能となったことから、減衰力バルブのオリフィスを更に絞り、微低速域減衰力の向上も可能となった（図2）。



(a)従来バルブ [環状シート面] (b)減衰力応答性改良バルブ [独立シート面]

図1 ピストン内面側シート面形状

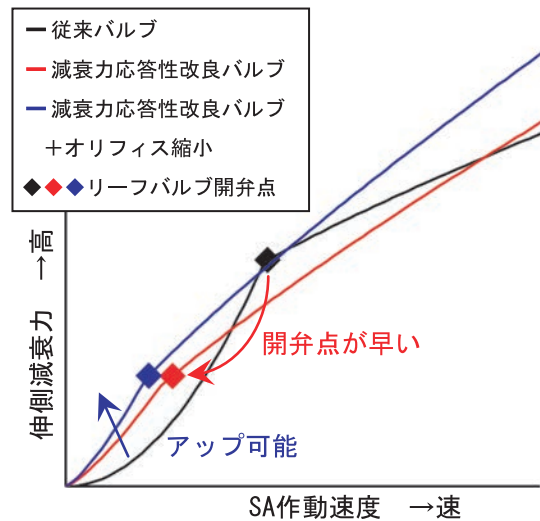


図2 従来バルブと減衰力応答性改良バルブの減衰力-速度特性比較イメージ

本報では、前記減衰力応答性改良バルブに対し、更に微低速域減衰力の向上を可能とするピストンバルブの開発について紹介する。

## 2 開発の背景

図3に、SAの作動ストロークと作動周波数に対する実車フィーリングへの影響の位置付けイメージを示す。操安性は、主にステアリングの操舵に対する応答性・追従性、質感は路面からのビリビリした細かい入力の遮断感、乗心地はばね上の制振性と言い換えることができる。

操安性と質感とは、図3における領域としては異なるものであるが、SAの作動速度に着目した場合、同じ微低速域に位置しており、微低速域減衰力が操安性と質感に大きく影響していることが分かる。また同様に、中・高速域減衰力が乗心地に影響を及ぼしていると言える。

減衰力応答性改良バルブの適用により、従来バルブに対し操安性と質感は大きく向上したものの、自動車メーカーからは更なる性能向上要求があった。

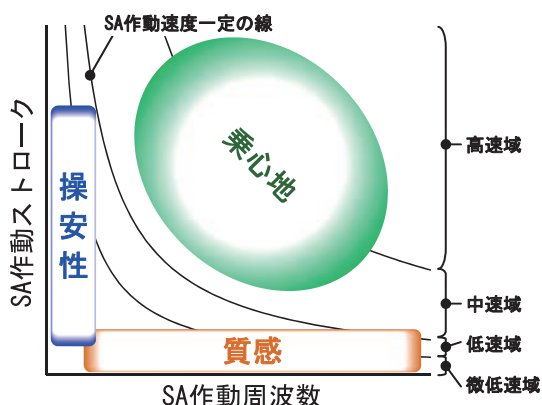


図3 SAの作動に対する実車フィーリングへの影響

また特性上、中・高速域の減衰力のみを低下させることができず、乗心地に改善の余地が残されていた。

一般的に、①操安性・質感と②乗心地との間にはトレードオフの関係があり、車両（車重やサスペンション形式・ジオメトリ等）やグレード（車両の性格）に合わせ、①②両性能の両立点（より高い妥協点）を探るのが、SAの減衰力チューニングである。

減衰力チューニングのみで、②乗心地を維持もしくは向上させつつ、①操安性・質感をもさらに向上させることは困難であったため、①操安性・質感と②乗心地とをさらに高水準で両立する減衰力バルブの開発に着手した（図4）。

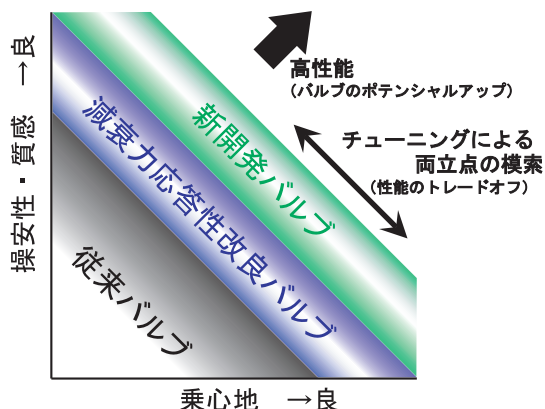


図4 新開発バルブの開発方向性イメージ

### 3 新ピストンバルブの開発

#### 3.1 開発の狙い

前述の通り、車両の操安性・質感の向上にはSAの微低速域減衰力の向上（≒リニア特性化）が寄与しており、乗心地の向上にはSAの中・高速域減衰力の抑制（≒飽和特性化）が有効であるとされている。KYBの既存バルブには、上記の両特性を併せ持つバルブはなかった（表1）。

以上のことから、新開発バルブの狙いを次のよう

表1 従来バルブと新開発バルブの特徴

	微低速域減衰力	中・高速域減衰力
従来バルブ1	低（オリフィス特性）	高（リニア特性）
従来バルブ2	低（オリフィス特性）	中（弱飽和特性）
従来バルブ3	低（オリフィス特性）	低（超飽和特性）
減衰力応答性改良バルブ	高（リニア特性）	高（リニア特性）
新開発バルブ（狙い）	高（リニア特性）	低～中（飽和～弱飽和特性）

に設定した（図5）。

- ①減衰力応答性改良バルブと同等の微低速域減衰力特性を有すること。
- ②中・高速域減衰力を抑制でき、乗心地の背反なく更に微低速域減衰力を向上できること。
- ③減衰力折れ点・傾き等を車両に応じて様々に変更することができるチューニング性を有すること。

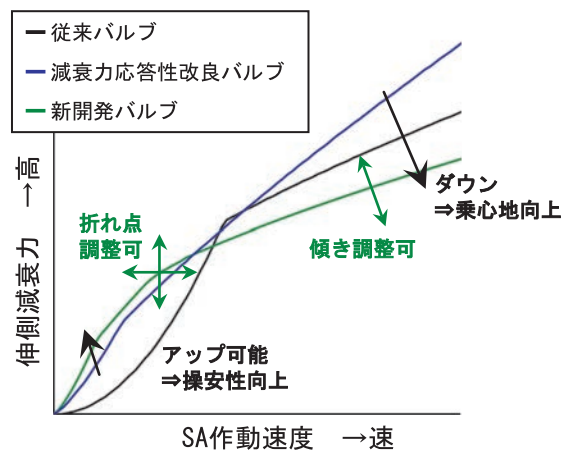


図5 新開発バルブの減衰力-速度特性イメージ

#### 3.2 ピストン形状の設計

微低速域減衰力のリニア特性化には、図1(b)に示すようなピストンシート面形状の独立化が有効である。これはSAの作動時、リーフバルブにスポット状に圧力が負荷されることで、局所的なリーフバルブの開弁を促進し、早期にオリフィス特性からバルブ特性へ移行することにより、減衰力-速度特性がリニアに近づくためである。

また、中・高速域減衰力の飽和化には、バルブシート面の環状化および大径化が有効である。ともにリーフバルブの開口面積を大きく取りやすく、作動油流量の増加に対してバルブ差圧が大きくなりやすく、減衰力の上昇が抑えられるためである。

微低速域のリニア化と、中・高速域の飽和化を同時に成立させるため、ピストン内面側シート面形状は、図6に示すような独立シート面部と環状シート面部を併せた二重形状とした。

またメカニズムは後述するが、ピストンの環状シート面内部に多数のバルブサポートを設けることで、

様々な負荷位置・大きさのプリロードに対応できる構造とし、幅広い減衰力チューニング性の確保を狙った。

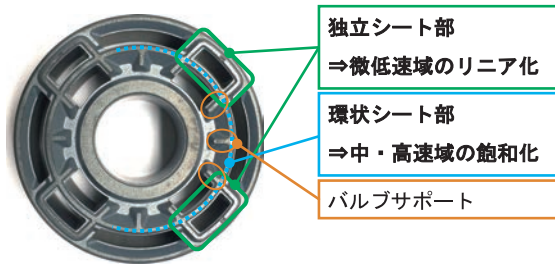


図6 新開発バルブのピストン内面側シート面形状

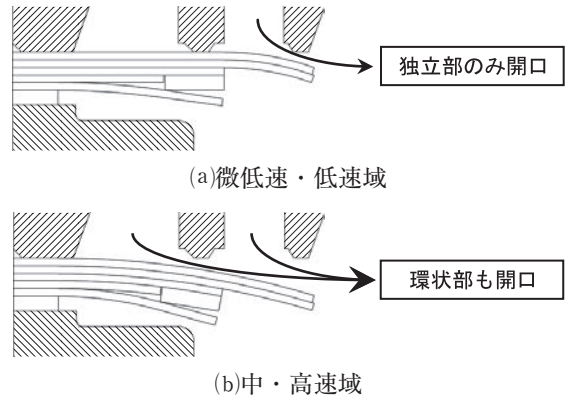


図8 伸側バルブ作動模式図

### 3.3 ピストンバルブ構造

新規ピストンバルブの断面構造を図7(a)に示す。全体の構造は、従来からあるナット締結により積層リーフバルブの内周側を固定する構造であるが、伸側リーフバルブの積層形態を、ピストンの二重シート面形状に合わせて二段構造としたことに特徴がある(図7(b))。

ピストン環状シート面内部にバルブサポートを設けたことにより(図6)、1段目リーフバルブと2段目リーフバルブの間に挟み込むプリロードバルブ荷重の大小・負荷位置を自由に調整することができ、環状シート部の開弁点をコントロールすることで、所望の減衰力-速度特性を実現することを狙った。

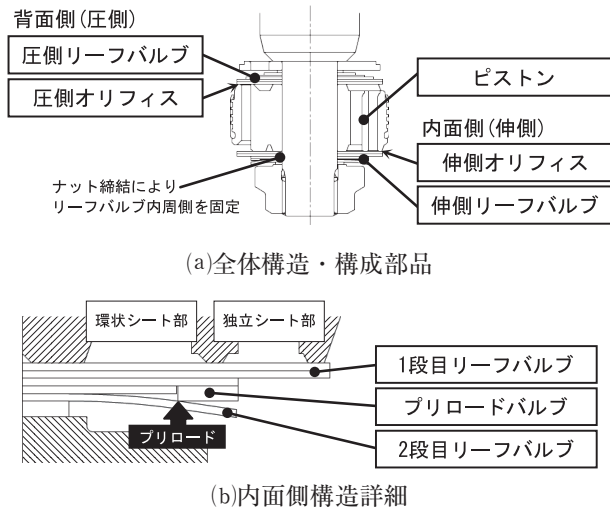


図7 新開発バルブの構造

SAの伸長作動時のリーフバルブ開口状態の模式図を図8に示す。SAの作動速度が遅いときは独立シート部のみが開口し、1段目リーフバルブのみが開弁する。1段目リーフバルブは可能な限り大径化しており、また圧力負荷がスポット状となることから、リーフバルブがSAの作動初期から開口するため、従来バルブよりもオリフィスを絞ることができ、微低速域減衰力の向上が可能となる。

SAの作動速度が徐々に速くなると、2段目リーフバルブがかかる環状シート部が開口し、開口面積が急激に増加するため、作動速度に対する差圧の上昇が抑えられ、中・高速域の減衰力が抑制できる。

環状シート部の開口点は、プリロードバルブによる荷重の大きさ、荷重負荷径により自在にコントロールでき、開口点以降の特性は2段目リーフバルブの剛性によって調整が可能である。

以上をまとめ、各チューニング要素の減衰力調整における狙いを図9に示す。

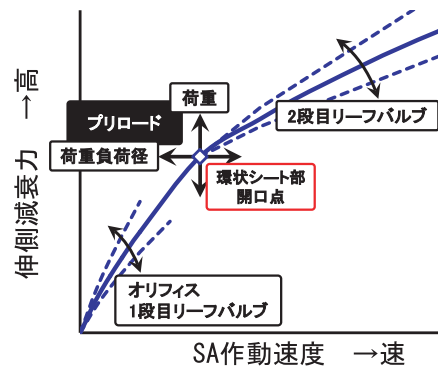


図9 各チューニング要素の狙い

### 3.4 減衰力-速度特性の確認

#### 3.4.1 減衰力応答性改良バルブとの比較

代表サイズ(シリンダ径φ35, ロッド径φ22)のSAを用いた、伸側減衰力-速度特性の比較結果を図10に示す。微低速域~低速域の減衰力は、減衰力応答性改良バルブとほぼ同一の特性となり、かつ中・高速域の減衰力を抑制し、目標の特性を達成できた。

#### 3.4.2 チューニング自由度の確認

図11(a)~(e)は、新開発バルブの各チューニング要素につき、減衰力-速度特性への影響およびカバーレンジを確認した結果である。

(a)オリフィス面積の変更により、微低速域での十分な減衰力可変幅が得られている。また中・高速域の減衰力を抑制できている効果で、微低速域の減衰



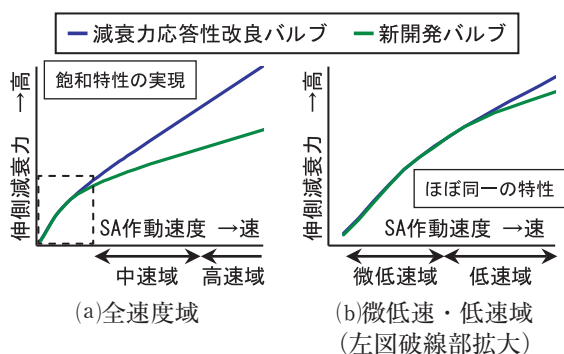


図10 減衰力-速度特性比較

力を大きく向上させても、この領域の減衰力変化を比較的小さく抑えられており、乗心地との両立ができていていると考えられる。

(b)1段目リーフバルブ剛性の変更により、全速度域での減衰力ボリュームの調整が可能である。微低速域から減衰力が変化していることから、リーフバルブの開弁開始速度が非常に小さく設計できていることも同時に窺える。

(c)プリロードバルブの段差の選択によるプリロード荷重の調整により、環状シート部の開口圧を変化させることができる。開口点以降の速度では減衰力はオフセット的に上下する。

(d)プリロードバルブの外径の選択によるプリロード負荷径の調整により、環状シート部の開口速度の微調整が可能である。

(e)2段目リーフバルブ剛性の変更により、環状シート部の開口圧、および開口点以降の減衰力傾きの調整が可能である。

#### 4 採用状況

本開発ピストンバルブは、昨年12月より量産を開始し、現在も多数の車種に採用の動きとなっており、適用開発を進めている。先の減衰力応答性改良ピストンバルブと併せ、標準バルブとは一線を画す付加価値バルブとしての位置付けで、今後の主力バルブとして展開を進める予定であり、採用車種・生産数

著者



君嶋 和之

2000年入社。オートモーティブコンポーネンツ事業本部技術統轄部サスペンション技術部第一設計室。ショックアブソーバの開発に従事。

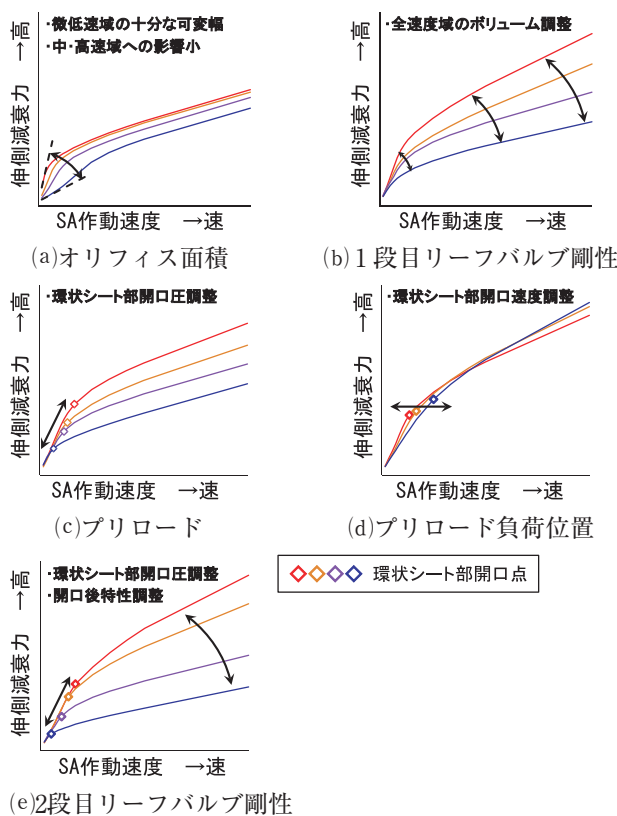


図11 各チューニング要素の減衰力-速度特性への影響・効果

ともに拡大が予測される。

#### 5 おわりに

微低速域減衰力の向上、および中・高速域の減衰力抑制に着目し、先般の開発バルブの弱点を克服する新規アイテムを開発した。これにより操安性と乗心地との両立をさらに高い次元で実現し、エンドユーザにより快適な車両を提供できるようになった。

最後に、本開発にあたりご指導、ご協力頂いた関係各位に、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).