

新型 LEGEND における小型軽量排気可変バルブの開発

Development of Compact Lightweight Muffler Valve for 2005 Model Year LEGEND

濱 嶋 秀 典*

Hidegori HAMASHIMA

渡 辺 哲 史*

Satoshi WATANABE

上 兼 正 之*

Masayuki UEGANE

秋 山 英 和*

Hidekazu AKIYAMA

要 旨

新型 LEGEND 用の可変流量マフラに、小型軽量の新構造可変バルブを採用した。

従来の可変バルブは、軸を中心として回転し、その回転軸にコイルバネを使って荷重をかけているため、バルブを開閉する機構に、多くの部品を必要としていた。また、可変バルブのボデーは、バルブ作動範囲を全て覆っているため、形状が大きく重くなっていた。

本開発においては、従来の可変バルブに対し、部品点数削減と軽量化をする手段として、流体の流れを切り替えるという同じ機能を有した、二輪車の2サイクルエンジンにて吸気ポートの吸入空気量を切り替えるために使用されている、リードバルブの構造を応用した。リードバルブ構造に対し、バルブの共振を抑えることと、プリセット荷重を与えるために、サポートプレートを追加を検討した。

これらの結果、本開発の可変バルブは従来の可変バルブに対し、部品点数を13点から4点に削減し、重量、体積は共に約 1/10、コストは約 1/7 にすることができた。

ABSTRACT

For the 2005 Model year LEGEND, a compact lightweight muffler valve with new construction was developed for the variable flow rate muffler.

A conventional muffler valve rotates about a shaft. A load is applied to the rotating shaft by a coil spring. For this reason many parts are required for the valve to open and close. The body of the muffler valve traditionally covers the entire valve operating range, resulting in the valve being large and heavy.

As a method of reducing the number of parts and the weight of the valve, this development employed the mechanism of the reed valve. A reed valve is used in 2-cycle motorcycle engines to control the intake air volume at the intake port. The addition of a support plate to the reed valve structure was investigated to suppress valve vibration and to apply a pre-load.

The number of parts in the newly developed muffler valve was reduced from 13 parts in the conventional valve to four parts. Both the weight and volume were reduced to about 1/10. This enabled the cost to be reduced to about 1/7 of a traditional exhaust valve.

1. まえがき

Honda のフラッグシップ車、LEGEND としてふさわしい、静粛性とエンジン出力を両立させるため、排気システムに新型の可変流量マフラを採用した。

可変流量マフラには、排ガスの通路をエンジン低回転域と高回転域で切り替えるための可変バルブを配置しており、低回転域では排気抵抗を増加させることによって消音を優先し、高回転域では排気抵抗を低減させることによって出力を向上させることができる。

可変流量マフラにおける、エンジン低回転時の排気ガス流れを Fig. 1 に示す。

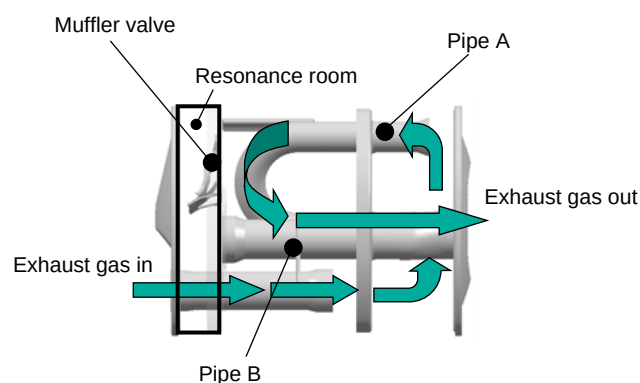


Fig. 1 Exhaust gas flow when muffler valve is closed

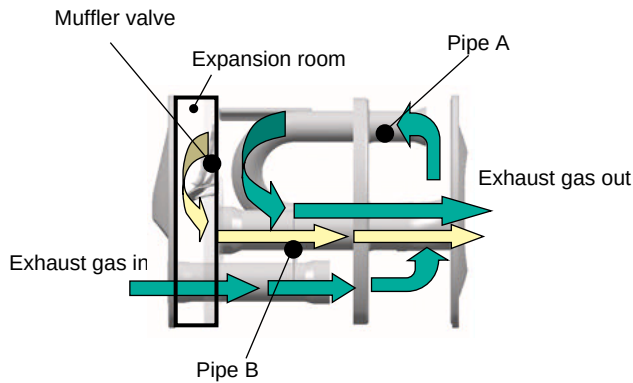


Fig. 2 Exhaust gas flow when muffler valve is opened

低回転時ではマフラ内の圧力が低いため、可変バルブは閉じており、排出ガスはパイプBを通らずに排出されるので、可変バルブ室は共鳴室として働き、消音する。

次に、可変流量マフラにおける、エンジン高回転時の排気ガス流れを Fig. 2 に示す。

エンジン高回転時ではマフラ内の圧力が上昇し、可変バルブは開き、排気ガスはパイプBを通るようになり、低回転時には共鳴室であった部屋は排気ガス通路となり、排気抵抗を低減させる。

可変流量マフラ内には排気ガスを切り替える可変バルブがあるが、従来の可変バルブには、重量が重く、コストが高いという課題があった。

本稿では、従来の可変バルブに対して、機能集約を図ることで部品点数を大幅に削減し、軽量及び低コスト化を達成した事例について報告する。

2. 開発の狙い

従来の可変バルブのエンジン低回転時及び高回転時の作動状態を Fig. 3 に示す。

従来の可変バルブは、排気ガスの通路を切り替えるために、板(以後バルブという)の端部に軸を設け、その軸を中心に回転する構造をとっている。

エンジン低回転時はコイルスプリングにより、排気ガス流れと逆方向の荷重(以後プリセット荷重という)が軸にかかっており、バルブAの位置で排気ガス通路を閉じている。高回転時は、プリセット荷重を超えた圧力がバルブにかかり、バルブは軸を中心に回転し、バルブBの位置まで開く。排気ガスは可変バルブのボデー内部を流れ、排気抵抗を低減させることができる。

可変バルブにはエンジン高回転時におけるバルブの開きを制約するためのストップ機能が付加されており、これがパイプAに当たったところで、バルブはそれ以上開かなくなる(Fig. 4)。

従来の可変バルブの構成部品を Fig. 5 に示す。

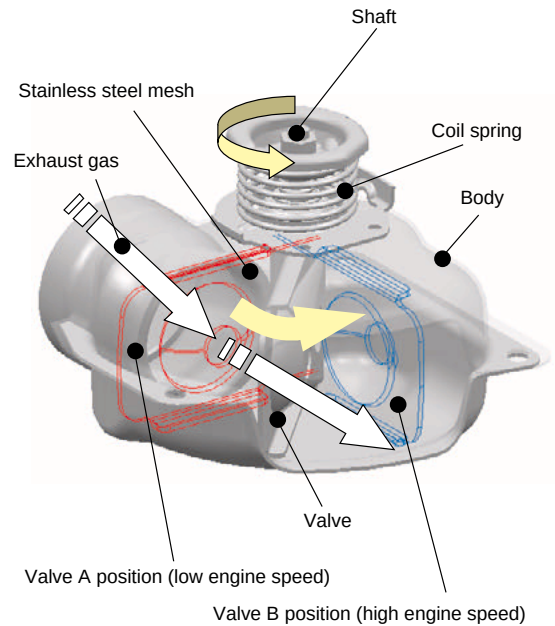


Fig. 3 Operation principle of conventional muffler valve

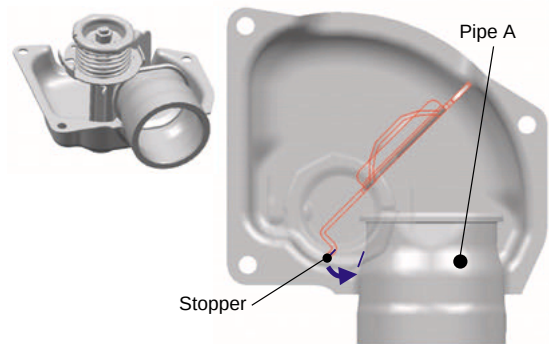


Fig. 4 Structure of stopper

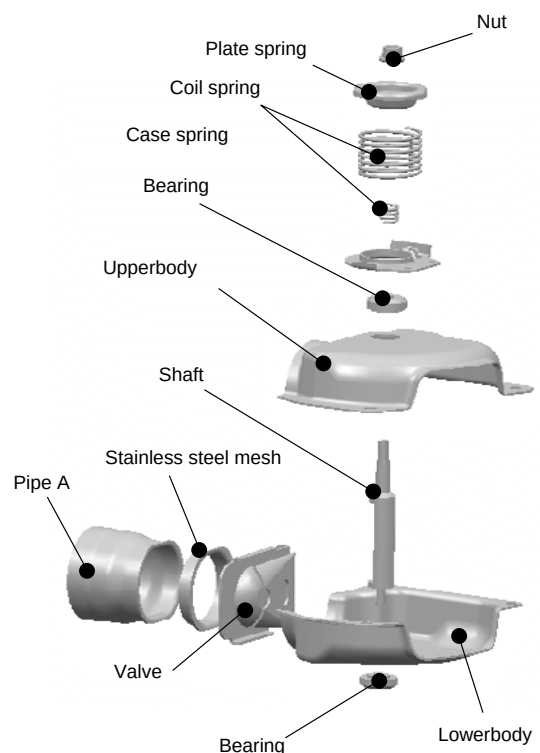


Fig. 5 Structure of conventional muffler valve

バルブは、端末部に回転軸を設けており、回転軸の両端には、軸受けが取り付けられている。コイルスプリングには、これを取り付けるためのプレートを両端に配している。

軸と軸受け、コイルスプリングの固定プレートは、アップボデーとロアボデーにて取り付けられている。アップボデーとロアボデーはバルブの作動範囲を覆っており、バルブが開いた時の排気ガス通路となっている。

従来の可変バルブで部品点数が増加している、構造的な課題は以下の三つであると考えた。

- ・軸を中心として回転する構造であるため、必然的にバルブ、軸、軸受けが必要となり、部品点数が増加する。
- ・コイルスプリングを使用しているため、スプリングの受けが必要となり、部品点数が増加する。
- ・可変バルブのボディでバルブ作動範囲を全て覆っているため、形状が大きくなり、重くなる。

本開発の狙いは、バルブは回転軸を使用することなく、バルブ本体のみで、開閉するようにし、合わせてコイルスプリングを使用しないことで、部品点数の削減を図る。また、ボデーに関しては、バルブ作動範囲を覆わないようにすることで、小型化を図る。

3. 採用技術

前章の課題を解決するため、流体の流れを切り替えるという同じ機能を有した二輪車の2サイクルエンジンにて吸気ポートの吸入空気量を切り替えるために使用されているリードバルブを応用した。これによって、部品点数の削減ができた。

本開発における可変バルブの作動原理を Fig. 6 に示す。

本構造では、排気ガスの通路を切り替えるために、片持ちばりの原理で、バルブ自体がたわみ、開閉するように、薄板のバネを使用した。

従来の板厚 1.5 mm のバルブが回転軸にて開閉する構造に対し、バルブを 0.2 mm の薄板ばねに置換し、回転軸とバルブで構成された機能を薄板ばね一枚に機能集約した。

しかし、バルブを薄板ばねに置換したときの課題は二つあった。一つはバルブの共振であり、もう一つは従来のコイルばねで与えていたプリセット荷重がかけられないことであった。

この二つの課題を解決させるために、もう一枚の薄板ばね(以後サポートプレートという)をバルブに接触させることで、これらの課題を解決させた。

エンジン低回転時には、サポートプレートはサポートプレート C の位置にあり、バルブ D の位置でバルブにプリセット荷重をかけ、強制的に抑えつけることで排気ガス通路を閉じている。

エンジン高回転時には、プリセット荷重を超えた圧力がバルブにかかり、バルブ自体がたわみ、バルブ F の位置まで

開く。サポートプレートは、サポートプレート E の位置まで、バルブの面上をたわみながらスライドする。この時、排気ガスは可変バルブのボデー外部へ流れて行く。

本可変バルブ構造を Fig. 7 に示す。

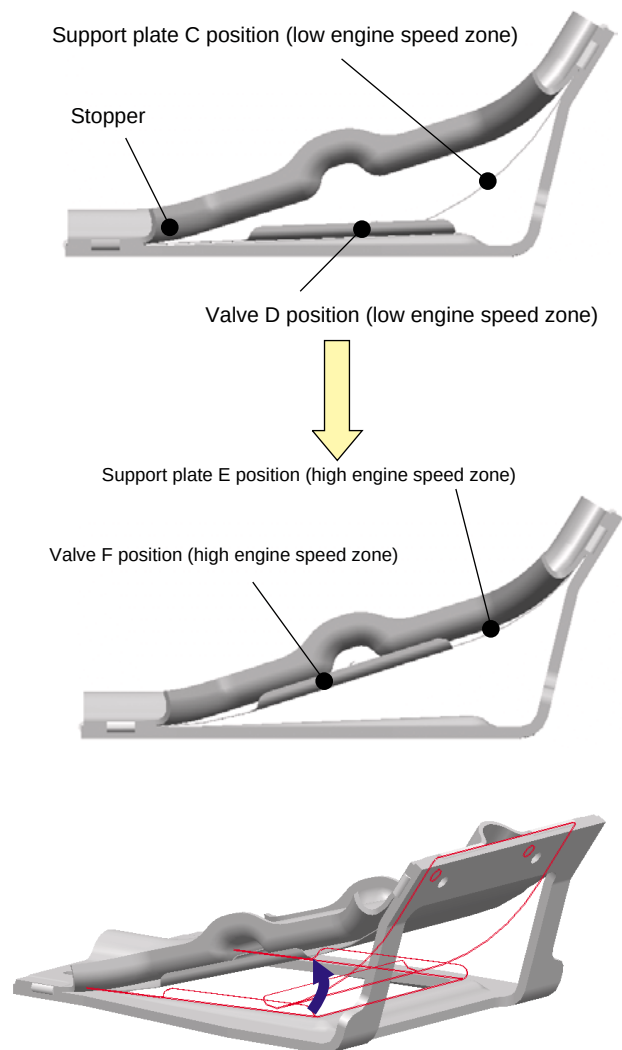


Fig. 6 Operation principle of developed muffler valve

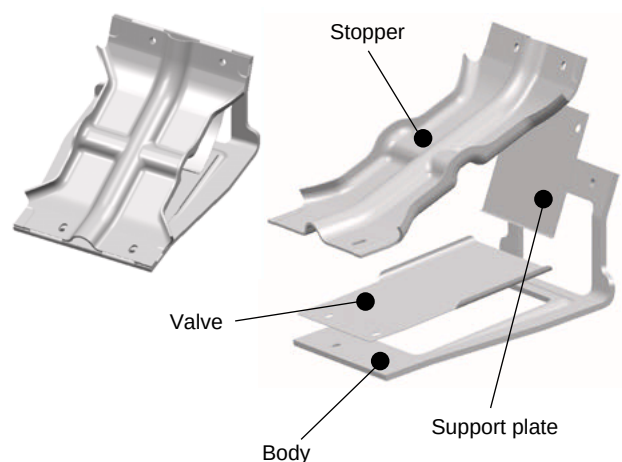


Fig. 7 Structure of developed muffler valve

バルブとサポートプレートが全開になった時に、それぞれの固定端部の応力が、材料の疲労限界を越えないようストッパを付加し、バルブとサポートプレートの作動を制約した。ストッパを付加する際に、バルブとサポートプレートをそれぞれ片端固定する機能も同時に有した。

薄板である、バルブとサポートプレートの材料については、従来のコイルバネと同等の耐熱性と耐食性を持たせるために、同じインコネル材を使用した。

従来と本構造での可変バルブでの、機能に対する使用部品を比較した図を Fig. 8 に示す。

Fig. 8 より、従来の可変バルブ対し、プリセット荷重機能に関しては、部品点数を3点から1点へ、回転軸機能に関しては、6点から1点へ、ストッパ機能に関しては、2点か

Function	Conventional muffler valve	Developed muffler valve
Preset load		
Shaft		
Stopper		
Exhaust gas passage		

Fig. 8 Parts list for each function



Fig. 9 Size comparison of conventional and developed muffler valve

Table 1 Specification comparison of conventional and developed muffler valves

	Conventional muffler valve	Developed muffler valve
Wt (kg)	1.34	0.12
Number of parts	13	4
Volume (mm ³)	1.12×10^6	0.08×10^6

ら1点へ、排気ガス通路に関しては、2点から1点へ、それぞれの機能に関して部品点数を削減した。

従来と本開発の可変バルブとの大きさに関して、この二部品を比較した図を Fig. 9 に示す。

従来の可変バルブに対する、主要諸元比較を Table 1 に示す。

本構造においては、従来構造に対して、以下の優位点を有する。

- ・部品点数を 13 点から 4 点へ 9 点削減した。
- ・重量、体積共に約 1/10 とした。
- ・部品点数、小型化によりコストを約 1/7 にした。

4. 実車効果

排気音・背圧に関して、実車における可変流量マフラの効果を可変バルブを強制的に開閉させたものとの比較にて検証した結果を、排気音は Fig. 10 に背圧は Fig. 11 に示す。

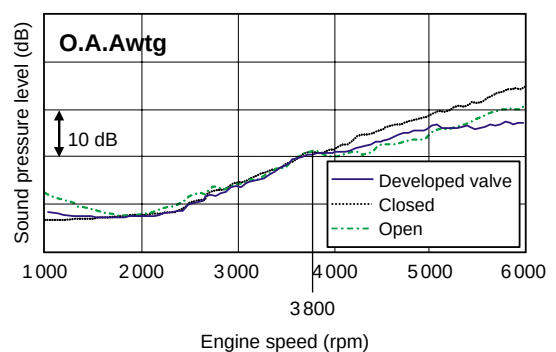
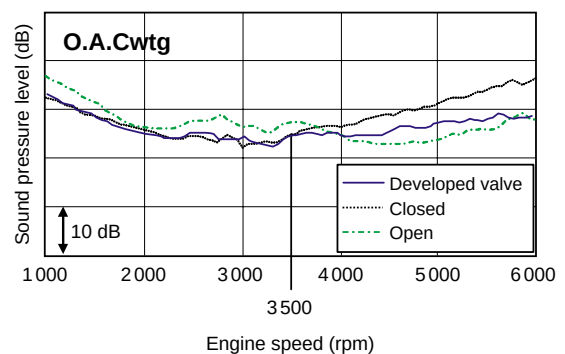


Fig. 10 Exhaust noise comparison by difference valve condition

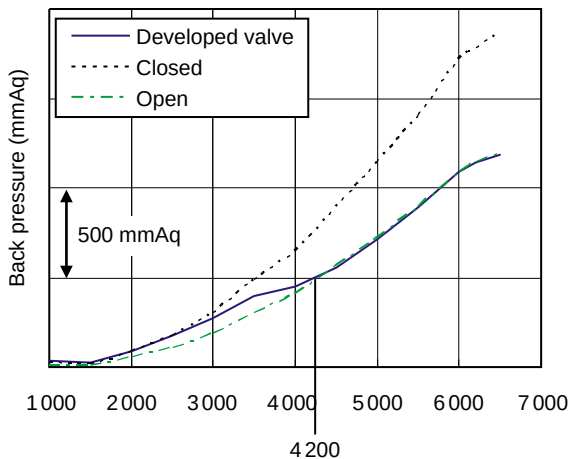


Fig. 11 Back pressure comparison by difference valve condition

背圧とは、排気抵抗をパイプ管内圧力にて表現したものである。

Fig. 10 の排気音C特性レベル測定結果に示すように、1000 から 3500 rpm までは、バルブを強制的に閉状態にしたものに対し、本開発の可変流量マフラーは同等の消音性能を有しており、排気脈動音レベルが同等であることがわかる。また、排気音A特性レベル測定結果からは、可変バルブが開くことで、バルブを強制的に閉状態にしたものに対し、3800 rpmから上の回転域における気流音は、低減していることがわかる。

一般的に 4000 rpm から上の回転域における排気音については、テールパイプから噴出される気流音が支配的であり、流速が増加すれば気流音も増加する。すなわち、4000 rpm から上の回転域では排ガス流路を増加させれば気流音が低減する。

一方、Fig. 11の背圧測定結果に示すように、3000 rpmから上の回転域では、バルブを強制的に閉状態にしたものに対して、バルブが開くことにより、本開発の可変流量マフラーの背圧は低減していき、4200 rpmから上の回転域では、バルブを強制的に開にした状態と同等の背圧性能になっていることがわかる。

以上のことより、可変流量マフラーを採用することで、低い排気脈動音レベルを維持したまま、エンジン高回転域において、気流音と背圧を低減できたといえる。

5. まとめ

1. 新型 LEGEND 用の可変流量マフラーに、本開発の可変バルブを採用することで、軽量、低コストにて、Honda のフラッグシップ車、LEGENDとしてふさわしい静粛性とエンジン出力を両立させた。
2. 本開発の可変流量マフラーは、バルブを強制的に閉状態にしたものに対し、可変バルブが閉じていることで、

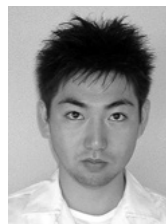
1000 から 3000 rpm までは同等の消音性能を持ち、3800 rpmから上の回転域においては、可変バルブが開くことで、気流音を低減させることができ、4200 rpmから上の回転域では、バルブを強制的に開状態にしたものに対し、同等の背圧性能を持つ。

3. 本開発の可変バルブは従来に対し、部品点数を 13 点から4点へ9点削減し、重量、体積共に約 1/10 にし、部品点数削減と小型化により、コストを約1/7にした。

6. 参考文献

- (1) 村上光清 他：管路・ダクトの流体抵抗(改訂版)，日本機械学会，p.3-126(1998)
- (2) 福田基一，奥田襄介：騒音対策と消音設計，共立出版株式会社，p.160-225(1982)
- (3) ばね技術研究会：ばね，丸善株式会社，p.13-387(1982)
- (4) 鯉淵興二，小久保邦夫：製品開発のための材料力学と強度設計ノウハウ，日刊工業新聞社，p.9-98(2002)
- (5) 小泉 亮，原 利昭，笠野 英秋，水口 義久：基礎材料力学，株式会社養賢堂，p.55-98(1996)
- (6) 自動車技術会：自動車技術ハンドブック(第2分冊 設計編)，社団法人 自動車技術会，p.33-183(1991)
- (7) 宮川大海，坂木庸晃：金属学概論，株式会社朝倉書店，p.132-193(1996)
- (8) 望月修，丸田芳幸：流体音工学入門，株式会社朝倉書店，p.60-138(1991)

■著 者■



濱 嶋 秀 典



上 兼 正 之



渡 辺 哲 史



秋 山 英 和