

車両用車体制振ダンパーの開発と実用化

ヤマハ発動機株式会社

代表取締役 梶川 隆

ヤマハ発動機(株)	AM事業部	AM第2技術室	室長	沢井 誠 二
ヤマハ発動機(株)	AM事業部	AM第2技術室	主務	坂井 浩 二
ヤマハ発動機(株)	AM事業部	AM第2技術室	主務	近藤 勝 広
ヤマハ発動機(株)	AM事業部	AM第2技術室		佐藤 正 浩

はじめに

自動車等の操縦安定性及び乗り心地の向上は、サスペンション性能のみで解決されるものではなく、サスペンションを保持している車体そのものの性能（車体性能）を高めることで達成されることが広く知られている。

車体性能を高める手法としては、車体剛性を高める、もしくは最適化することが一般的である。しかし、車体剛性（言い換えれば車体の持つバネ特性）の最適化のみでは、走行中の車体に、常にバネ的な振動挙動が付きまとう。

サスペンションから車体へ入力される加振エネルギーは、速やかに減衰せず、微小な車体の変形を繰り返すので、振動騒音が根本的に解決されないだけでなく、操縦安定性にも悪影響を及ぼしているはずである。

つまり、車体剛性の最適化のみでは、さらに大幅な車体性能向上を望むことができないと考えられる。

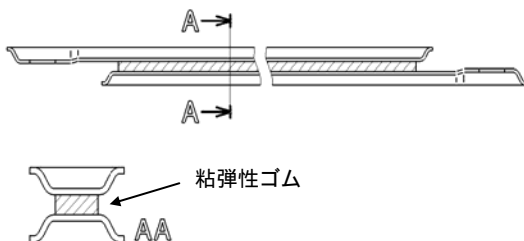


図1 粘弾性材料を使った制振構造

本業績は、車体の持つこのバネ的な振動挙動を対策することによって、車体性能の大幅向上への新たな突破口が開くのではないかとこの着想からスタートした。

開発のねらい

「車体性能の大幅向上を達成することができれば、これまでとは段違いに、運転が楽しく、上質で、快適、安全な車作りを、簡単に行うことができる筈である。」

この様な切り口から、前述の「車体のバネ的な振動挙動」を対策する手法を考え、極めて微小な車体の変形や振動を、効果的に減衰する技術の開発に努めた。

最初に、図1に示す粘弾性材料を使った制振構造を使って走行テストを実施したところ、達成イメージと同一方向性の操縦安定性の向上は確認できたが、熱的な性能安定性や耐久性に問題があった。また、乗り心地についても、その減衰特性の自由度の無さから、満足の行く結果は得られなかった。

次に、図2に示すサスペンション用高圧窒素ガス封入単筒式オイルダンパーを直接車体に取り付けてみたが、内部に封入されている高圧窒素ガスへの反力が、乗り心地や操縦安定性に悪影響を及ぼしていた。

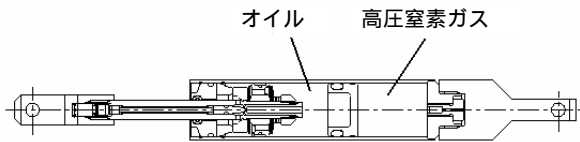


図2 高圧窒素ガス封入単筒式オイルダンパー

上記の2つの手法のうち、性能的な安定性と減衰特性における自由度の大きさから、車体制振に最適な、専用オイルダンパーの開発に集中した。

装置の概要

上記の高圧窒素ガス封入単筒式オイルダンパーの作動原理はそのままに、図3のような車体制振ダンパーを開発した。

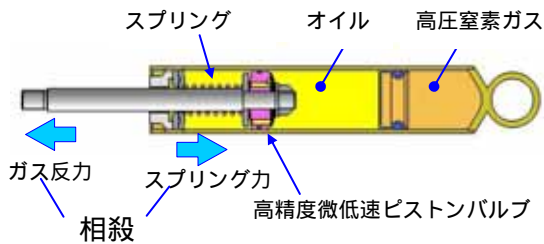


図3 車体制振ダンパー

変更点は、以下のとおりである。

(1) ダンパーの小型化。高圧窒素ガス封入単筒式オイルダンパーとしては小型の、シリンダ内径28mmを採用した。

(2) 上記ガス反力をキャンセルするために、ダンパーロッドにスプリングを外接して、常時ガス反力と相殺するような構造とした。

(3) 車体制振のような微振幅、微低速にも応答できるようなピストンバルブを開発した。

(4) ダンパーの車体への取り付け部と、ダンパー本体、ダンパー延長部の、寸法、形状、材質を吟味し、車体を効果的に減衰できる仕様を見出した。

車体への取り付けに際しては、その効果の顕著さから、前後に1本ずつ取り付けることが望ましい。また、様々な取り付け位置を試験した結果、多くの箇所での効果が認められたと同時に、各々効果の出方が違うこともわかった。

実際の取り付け例を図4、5に示す。



図4 フロント側採用例



図5 リヤ側採用例

図6に各種車体制振ダンパーを示す。従来のパイプ材等による車体の補強部材とは異なり、ダンパーのロッド部を延長した形態が車体制振ダンパーである。



図6 各種車体制振ダンパー

技術上の特徴

車体制振ダンパーの減衰力特性の一例図7では、サスペンション用ダンパーと比較して、微低速度域における減衰力が非常に大きいことが分かる。

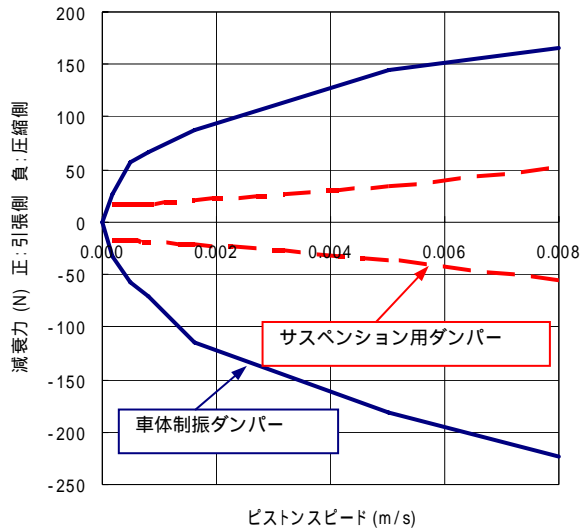


図7 車体制振ダンパーの減衰力特性

実際に車体制振ダンパーを車体に取り付けた状態での、走行中の車体の変形を表現する結果が図8である。

これは、路面上の凸部を乗り越える際の、車体制振ダンパーのストローク変位を、時間経過に沿って測定したグラフである。

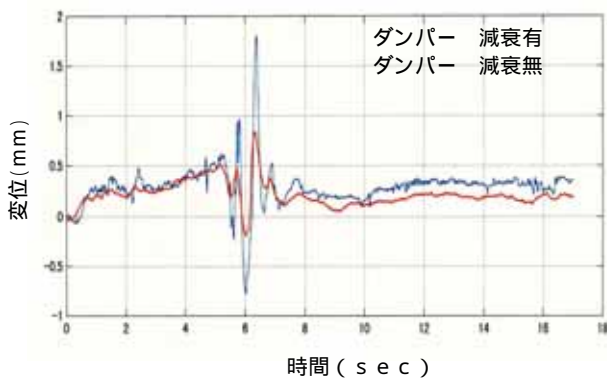


図8 路面凸部走行時のダンパーの変位

このように、車体制振ダンパーには、走行中の車体の振動的な挙動を速やかに減衰させ、かつなめらかに整える効果があることがわかる。

実用上の効果

車体制振ダンパーには、これまで広く行なわれてきた車体剛性の最適化とは、原理的にも異なる車体性能向上効果があり、数値で表すのは困難であるが、敢えて定量化すれば、表1のように下記諸性能を大幅に向上させる効果がある。

表1 車体制振ダンパーの官能評価ポイント
(これまでのすべての開発車両の平均値)
(ダンパー無しを5点とする10点法)

	ダンパー無し	ダンパー有
操縦性	5	7
安定性	5	7
乗り心地	5	7
騒音	5	6
振動	5	7
上質感	5	7

性能的な向上代は、官能評価で2ランク上の安心感、高級感であり、その他、以下のような効果がある。

(1) 安全性の向上

優れた操縦安定性により、正確で、疲労感のない安定した運転が可能となり、アクティブセーフティ性能が向上する。

(2) 品質感の向上

走りの高級感、上質感が向上し、日常的な走行条件において、常時誰でも感じ取ることができる。これは本装置の大きな特徴である。

(3) 環境への貢献

車体用鋼材の節約が可能になり、車重低減による燃費低減効果が期待できる。また、操縦安定性の向上により、走行安定制御装置の作動を抑

え、ブレーキダスト等の放出量を低減する。

(4) 開発工数の低減

本装置の開発には、特別な設備投資や、多大な開発人員は不要である。また、車両の基本性能が向上することにより、車体開発、サスペンション開発にかかる開発工数、開発人員の節約も可能である。

工業所有権の状況

本開発品の装置に関する特許申請は下記の通りである。

日本国特許出願番号

特願 2001-248871号

名称：車両用補強部材及び車体構造

概要：主として軸力を受ける車両用補強部材において、軸方向の変形に対して粘性的減衰力を発生する減衰力発生手段を設ける。

日本国特許出願番号

特願 2003-252240号

名称：車両の車体用補強ブレース、およびこの補強ブレースを用いた車両

概要：温度変化に対応する構造

この他、4件が出願中であるが未公開である。

現在、他社の出願において、本領域で先行するものは見当たらない。

むすび

今回開発し、実用化した車体制振ダンパーは、車両の根本性能を高める技術である。

バネ要素である車体に、直接ダンパーを取り付けることは、理論的に正しいことであるが、車体の極微小な振動を減衰させるダンパーの開発に、これまで誰もチャレンジして来なかっただけに、思わぬ大きな成果を生み出した。

高度に進化した車両技術において、このような基礎技術の開発は、車両に必要な新しいコン

ポーネントの発見ともいえるものではないだろうか。

現在、「安全」という課題に対し、技術的に高度な安全装置が数多く開発されているが、本装置によって基本性能を根本的に向上させることができれば、走行中、安全装置が作動するような状況が少なくなり、仮に作動したとしても、より高度な安全性が確保できるものと確信する。

本装置は、まだ生まれたばかりなので、まだまだ大きな可能性を秘めている。

今後の開発においては

(1) 更なる高性能化

(2) 低コスト化

(3) 応用領域の拡大

の3点について、努力する所存である。

本業績のように、弊社では、基本性能をとことん追求する技術を開発することによって、安全、環境といった社会の要請に応えつつ、真に感動できる車作りの技術開発を行なっている。

今後も、長期間に渡って通用し続ける基本技術を開発することによって、日本の自動車産業に貢献していきたい。