

製品としてのパフォーマンスダンパーの実績と新たに確認された広範囲な効果についての紹介

The record of Yamaha's Performance Damper as a product and its newly recognized effects

沢井 誠二 近藤 勝広 志賀 孝夫 石川 幸夫 原田 豊二 赤堀 実

Abstract

The Performance Damper (hereafter PD) is a completely new technology developed by Yamaha Motor to improve chassis performance.

After a patent application was filed in 2000, the PD was mounted on a limited-edition automobile as standard equipment in 2001 as a world's first chassis technology. The PD is a device that not only raised the stability and agility of the automobile's ride to a new level but also increased its comfort and quality feeling.

It was difficult to explain the effects of the methodology of adding "intentional increase in chassis viscosity" to the conventional "optimizing of chassis rigidity" as the means to achieve a major improvement in chassis performance. The reason is that it was a discussion involving only an order of a few microns of dynamic distortion occurring in the chassis in motion.

However, since customers began experiencing the effect and came to understand it, the use of the PD has spread to an increasing number of vehicles. Also, the ease of application of the PD device has made it a viable after-sale component that has won the acclaim of many more users.

Furthermore, the effectiveness and value of this world's first technology for increasing chassis viscosity has been recognized by awards including Japan's Prize for Promoting Machine Industry, an award from the Society of Automotive Engineers of Japan and the Ichimura Prizes in Industry.

This report introduces the facts of the spread of the PD as a product, its effects and its performance in absorbing vibration. We hope this report will promote customer understanding and help spread driving pleasure through its expanded use.

1 はじめに

パフォーマンスダンパー(以下PD)は、ヤマハ発動機によって開発された全く新しい車体性能向上技術である。

2000年に特許出願され、2001年には世界初の車体技術として、乗用車の少量限定車に標準装備された。PDは、それまでの「走り」の基準を越える安定感と運動性の双方を向上させるばかりでなく、乗り心地等の上質化まで実現する。大幅な車体性能向上を実現するために、従来の「車体剛性最適化」に加え、「車体粘性の積極的付加」という手法を用いる考え方は、効果の説明に難航することが多かった。車体の動的変形というマイクロオーダーの物理量を対象に議論するためである。

しかしながら、一度その効果が体感され、理解されるや、次々と採用が進んできている。また、装着の簡便さからアフターパーツとしても多くのお客様から高い評価を得ている。

加えて、新機械振興賞、自動車技術会賞、市村産業賞の3つの賞を受賞し、世界初の車体粘性技術がもたらす効果と価値が広く認められることとなった。

本報告では、PDの普及状況と効果、振動減衰特性について紹介する。本報告により、お客様がPDの理解を深め、更なるドライビングプレジャーを得る助けとなることを期待する。

2 PDの普及状況

現在PDは、自動車メーカーにて累計19モデルに採用されている(表1)。また、アフターパーツでは25モデル向けが販売されている(表2)。軽自動車から、上級セダン、スポーツカー、ミニバン、超高性能車、輸入車、商用車等、広範囲で採用され、あらゆるモデルでお客様から好評を得ている。

表1 自動車メーカー採用機種 (太字は現行車)

トヨタ	クラウン アスリート VX
	欧州カローラ TS
	北米カローラ XRS
	カローラランクス Z エアロツアラー
	アレックス RS180
	カローラフィールダー 1.8S エアロツアラー
	北米カローラ XRS
	北米マトリックス XRS
	GM ポンティアックバイク
スバル	インプレッサ S204
日産	フェアレディ Zバージョンニスモ
	北米 NISMO 350Z
	フェアレディ Zバージョンニスモタイプ 380RS
	エルグランドライダーの高性能グレード
	セレナライダーの高性能グレード
	ノートライダーの高性能グレード
	ティアナアクシス 2.5L2WD
	フェアレディ Zバージョンニスモ
北米 NISMO 370Z	

表2 アフターパーツ採用機種
(アフターパーツ販売会社により採用)

フォルクスワーゲン	ゴルフ 5 型、バリエーション
	ゴルフ 5 型 R32
	ゴルフ 4 型、ワゴン
	ジェッタ
	ポラ
アウディ	ニュービートル
	A3 Sportback
	TT 2.0T
	TT quattro
BMW	TTS
	新3シリーズ
	新3シリーズ ターボ
	1シリーズ
	旧3シリーズ
ポルシェ	旧型 MINI
	ケイマン
ボルボ	V70R
トヨタ	ハイエース
	オーリス
ダイハツ	コペン
日産	スカイライン GT-R (R32,R33,R34)



図1 車両搭載事例 (カローラフィールダー 1.8S エアロツアラー)

3 PDの減衰力選定と構造

PDの車両搭載にあたっては、テストコースでの高度な走行試験によって車種ごとに減衰力が設定されている。

減衰力のバリエーションの一例を紹介するが、主にこれらの中から選定され、決定される。(図2)

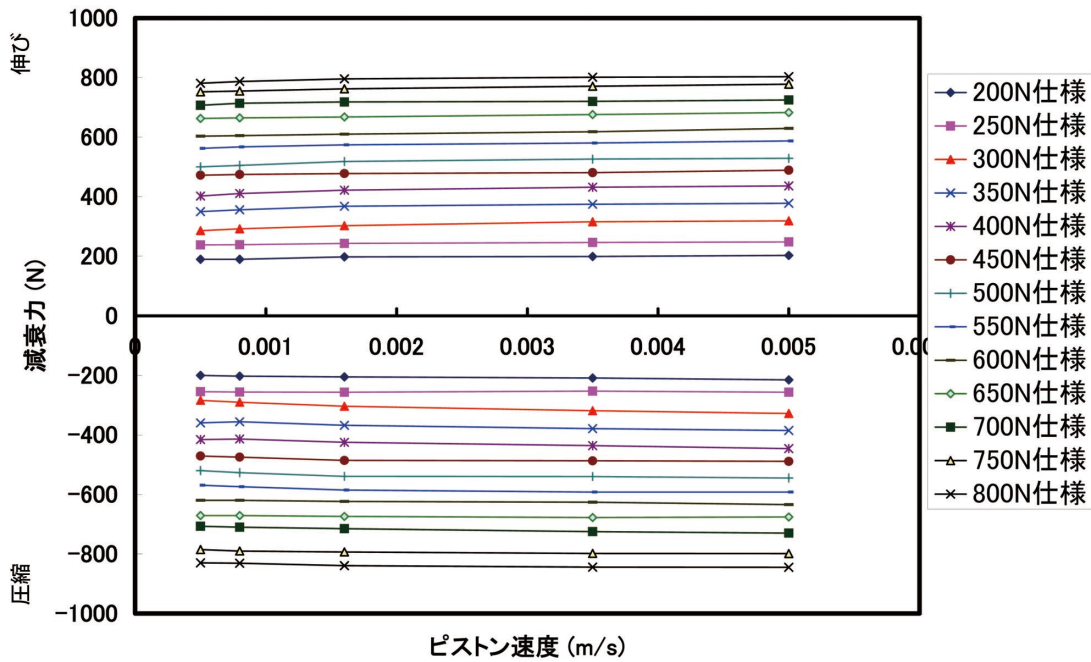


図2 PD減衰力 速度特性

PDは内蔵するバネとガス反力とのつりあう中立位置にて、搭載状態としている。(図3)

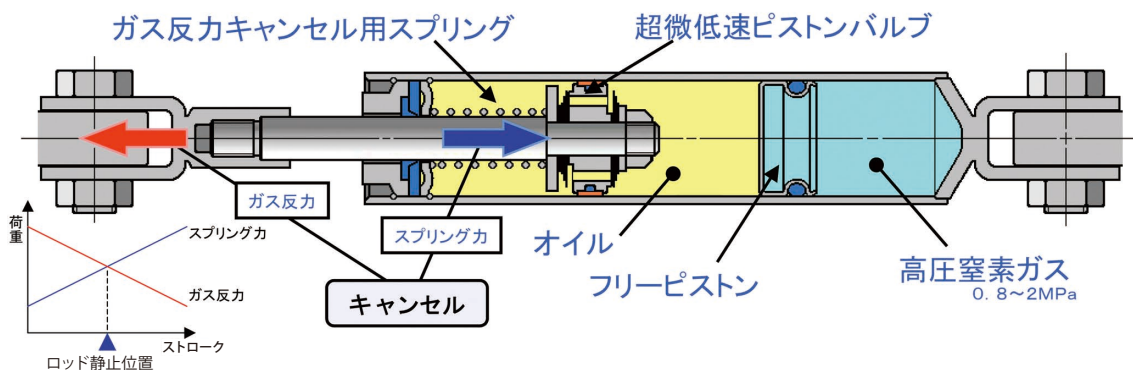


図3 PDの構造

4 PDの効果

PDは、極めて広範囲な効果を発揮し、かつ欠点がほとんど無い。開発当初の目標である「欧州の高速道路を想定した高い平均スピードにおける、安定感のある運動性、危険回避性能を実現すること」をクリアしただけではなく、快適性や上質感の向上、駆動系のロス感低減にも効果がある。更にはドアの閉まり音、オーディオの音質向上にまで効果を発揮していることが分かってきた。

4-1 車体の振動の計測

図4に車両の運転席フロア振動の計測結果を示す。

PD有では、広い周波数域で振動レベルが低減している。

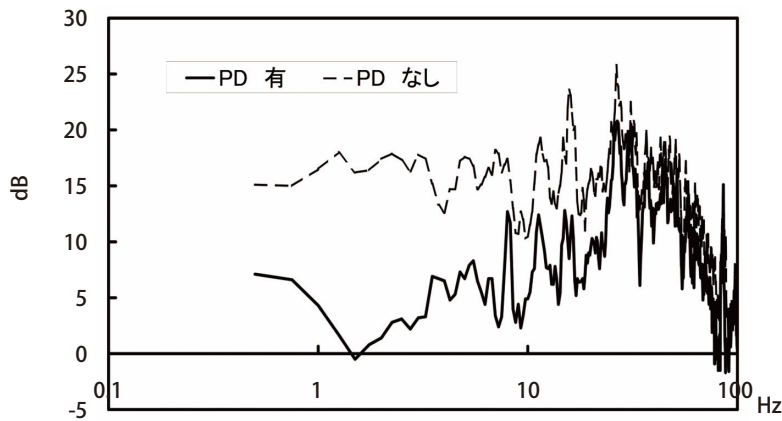


図4 運転席フロア垂直方向振動レベル
(60km/h 定速走行)

4-2 車体の振動の計測

4-2-1 走行時の車体変形

走行中の車両で、左右前輪ストラットタワー間の変位を測定した(図5)PD装着により最大変位が15%に減少している。

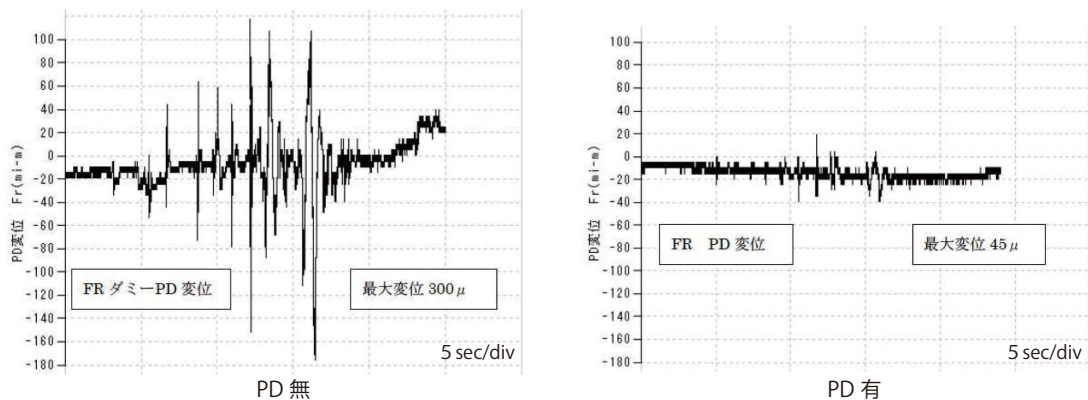


図5 走行時の車体変形：左右前輪ストラットタワー間距離変位

4-3 オーディオの音質改善

4-3-1 ホワイトノイズ再生音比較

ホワイトノイズ再生音をPD有無で比較した結果を示す(図6)聴感上、PD有では低音が強調された音に聞える。

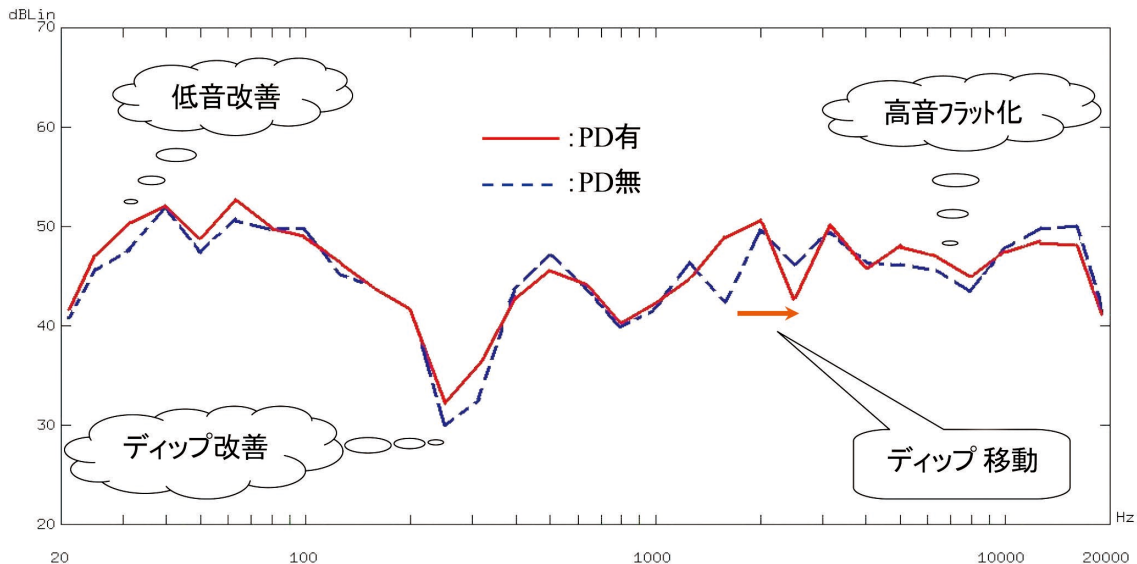


図6 ホワイトノイズ再生音比較

4-3-2 オーディオ専門家の官能評価

PDによるオーディオ音質改善効果について、オーディオの専門家による評価を実施した。その結果、PD装着により音質が改善していることが確認できた。

表3 カーオーディオ音質改善 官能評価結果：PD有についてPD無との比較

<ul style="list-style-type: none"> ・低音の音程がきちんとそろろう。 ・ベースの音を取りにくい音源なのだが、フレット移動するときのフレット毎の音が明確に聞き取れる様になる。 ・ふやけた感じがなくなって、音量が下がった感じ。(良い) ・ドアのデッドニングを苦労して実施したものと同様の効果。 ・パネルなどの、振動起因による余計な音がしなくなった。変なくせがなくなる。 ・音質が向上。低音が良くなったせいかツイーターの音の汚さが目立つようになる。 ・ピアノの音の中域。数百 Hz、500 ~ 600Hz までか、変化がある。 ・スピーカーが出したい本来の音が出てくるイメージ。 ・スピーカーボックス(ドア)の振動が収まる。

5 PDの減衰特性

PDの振動減衰特性には、ストロークによる減衰力に加え、オイルを高圧封入したことによる減衰効果がある。

5-1 微小ストロークにおける減衰特性計測結果

5-1-1 テストピース ハンマリング加振による減衰特性計測結果

100Hzの固有振動数を持つテストピース(図7)を用いて振動減衰波形の包絡曲線を求めた。(図8)
 仕様は下記4仕様である。

1. 単独直立・・・ロッド/P D 無
2. 直立した2本のテストピースをロッドで結ぶ・・・ロッド補強
3. 直立した2本のテストピースを減衰力大 P D で結ぶ
4. 直立した2本のテストピースを減衰力小 P D で結ぶ

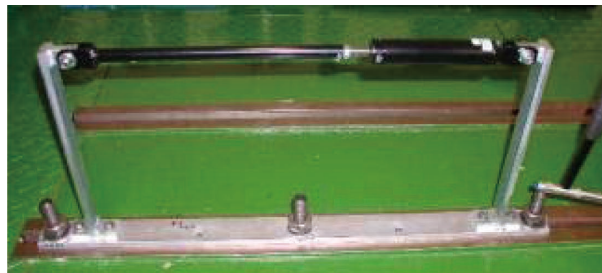


図7 100Hz 振動テストピース
 (PD 有での計測状態)

ロッド補強では、初期変位が単独に対して半分に抑えられるものの、減衰が小さく、時間がたつと単独仕様よりも変位が大きい。

PDでは、初期変位の減少はロッド並であるが、減衰が大きく変位が収束するのが速い。PDの仕様違いで振動が収束する速さが異なる。

車両でのロッドによる補強の効果とPDによる減衰付加の効果の違い及びPDの仕様違いによる減衰効果の違いが見て取れる結果となった。

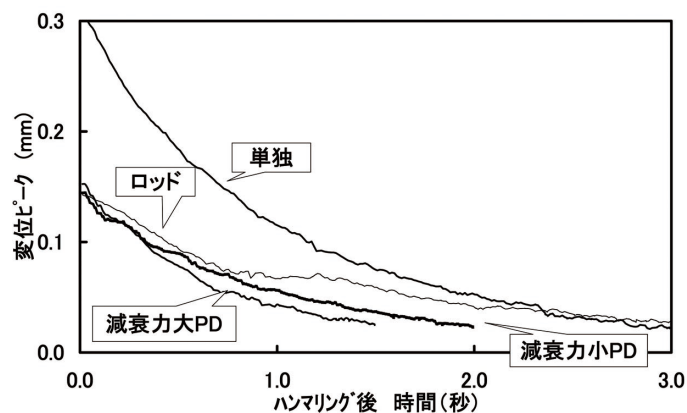


図8 テストピース振動減衰波形の包絡線

5-1-2 荷重試験機による減衰力測定結果

図9は超微低速でPDをストロークさせたときにロッドに生じる抵抗力(減衰力)を測定したものである。微小ストロークで減衰力が発生していることが確認できる。

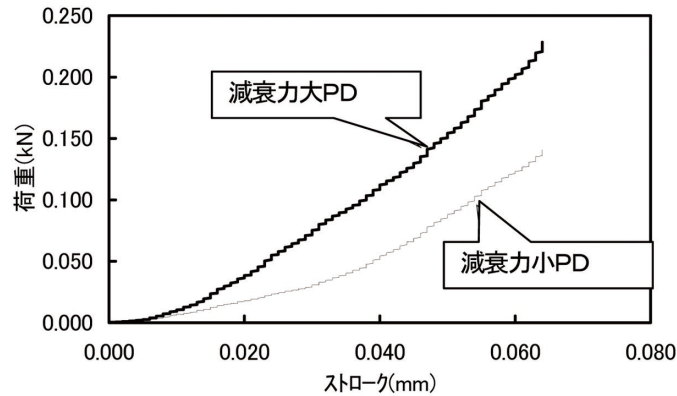


図9 超微低速での減衰力計測結果

5-2 殆どストロークをしない状態での減衰特性計測

閉じた構造体を(図10)をインパルスハンマーにより加振して、周波数応答関数を計測した(図11)

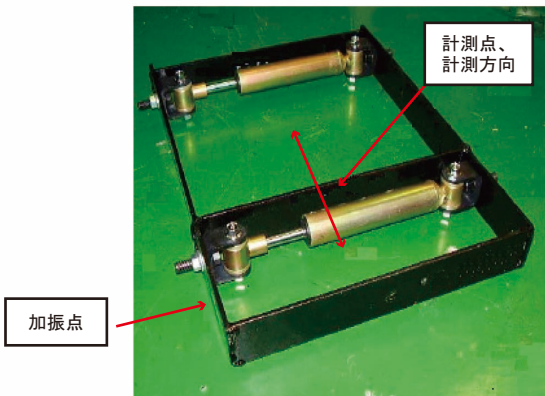


図10 閉じた構造体へのPD取り付け

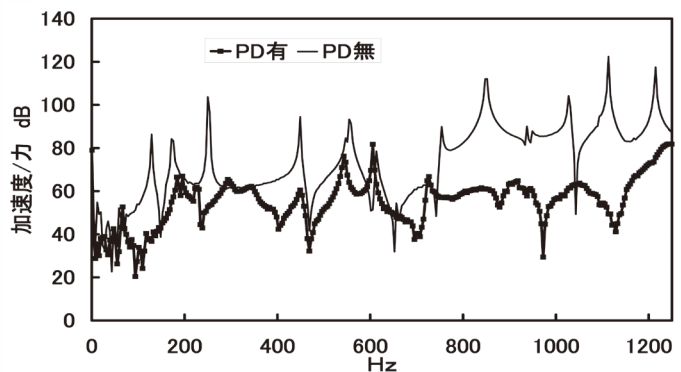


図11 周波数応答関数 低減効果

PD有では、PD無に比べ、最大で60dB低下している。1 kHzを超えるような高周波域(微振幅域)でも低減効果が見られる。これが、高圧封入したオイルの効果と考えられる。

6 PDの未来

PDはそれ自身がエネルギーを使うことなく、高性能を発揮するので、EV、HV車両における「走る楽しみ」の強化にも有望である。

振動を吸収するために、粘性を加えるという考え方は振動工学の基本であるので、車両以外の分野でも微小変位の減衰という目的で使用が拡大する可能性がある。

今後は様々な分野への応用を考えていきたい。

7 おわりに

実車で大きな効果に対して、裏づけとなるデータを紹介した。PDの機能・効果をより深く理解する助けになれば幸いである。

PDの開発、製造及び拡販にご尽力いただいた皆様、またご採用、ご購入いただいた皆様に深く感謝すると共に、今後も走りの本質の追及に特化することによって、お客様の期待をはるかに超える感動を創造していく所存である。

■ 著者



沢井 誠二
Seiji Sawai
AM事業部



近藤 勝広
Katsuhiro Kondo
AM事業部
AM第2技術部



志賀 孝夫
Takao Shiga
AM事業部
AM第2技術部



石川 幸夫
Sachio Ishikawa
AM事業部
AM第2技術部



原田 豊二
Toyoji Harada
AM事業部
AM第2技術部



赤堀 実
Minoru Akahori
AM事業部
AM第2技術部