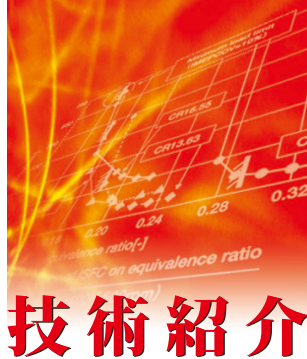




YZF-R1 用フロントフォークの開発

Development of a front fork for the YZF-R1

斉藤 琢也 渡邊 彰人 神谷 登

技術紹介

Abstract

Yamaha Motor Hydraulic Systems Co., Ltd., develops and supplies Yamaha Motor Co., Ltd. with parts and components such as front forks, rear cushioning units and steering dampers that are important for the fine tuning of a motorcycle's handling.

As components to provide a high level of handling performance for Yamaha's supersport YZF-R1 that underwent a full model change in 2009, we developed a new upside-down front fork with separate cartridges for the compression and rebound strokes (Fig. 1), a rear cushioning unit equipped with a 2-way adjustment mechanism and a newly developed electronic-control steering damper.

In this report we provide a summary of the development of the new upside-down front fork with separate compression and rebound stroke cartridges.

1 はじめに

当社(ヤマハモーターハイドロリックシステム(株))では、車輛の運動性能をチューニングするコンポーネント部品である、フロントフォーク、リヤクッション、ステアリングダンパーをヤマハ発動機(株)へ供給している。

2009 年フルモデルチェンジしたスーパースポーツモデル “新型YZF-R1”の高い運動性能に応えるべく、伸圧別体カートリッジ式倒立型フロントフォーク(図 1)、2wayアジャスト機構付きリヤクッション、電子制御式ステアリングダンパーを新開発した。本稿では伸圧別体カートリッジ式フロントフォークについて概要を紹介する。



図 1 YZF-R1 用フロントフォーク

2 開発のねらい

近年のスーパースポーツモデルには高性能なブレーキシステムが装着されている。よってフロントフォークにはブレーキングによる過度なピッチングを抑制するため、高い減衰力と動き始めより瞬時に減衰力が立ち上がる高い応答性が求められる。

しかし、高い減衰力を応答良く発生させると市街地での乗り心地が悪化しやすい。そこで、ピッチングの抑制と乗り心地の確保を高次元で満足させることを狙いとし開発をスタートした。

3 フロントフォーク概要

3.1 従来構造

従来のカートリッジ式フロントフォークでは内部パーツが左右同一構造となっており、1つのカートリッジにて伸側と圧側の両方向の減衰力を発生させている。(図2)

圧縮工程ではフロントフォークが縮む際、密閉容器であるシリンダー内部に侵入してくるピストンロッド体積分のオイルがベースバルブへ流れることで減衰力を発生させる。伸工程では、シリンダーとピストンロッドの隙間のオイルがピストンへ流れることで減衰力を発生させる。その為、従来品は伸圧減衰力のバランスを考慮し、ピストンロッド径と、シリンダー径を選定する必要があり、それぞれの性能に特化した仕様とすることができなかった。

従来構造(左右同一構造)

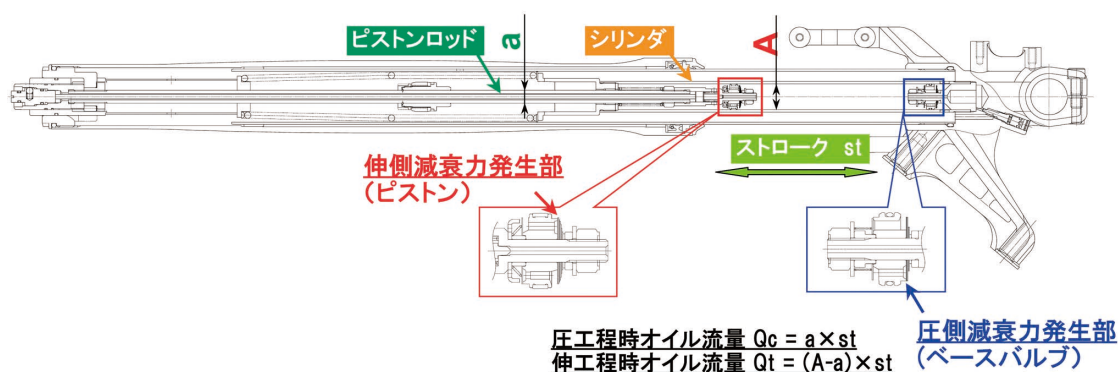


図2 フロントフォークの従来構造

3.2 伸圧別体カートリッジ式フロントフォーク

本製品は片側で伸側減衰力のみを発生させ、他方側で圧側減衰力のみを発生させる伸圧完全独立機構となっている。本機構では、一つのカートリッジにて伸圧それぞれの性能が干渉することが無いため、伸側、圧側の性能を最大限引き出すことが可能となった。以下にその詳細を紹介する。

3.2.1 低圧力、高減衰力発生機構

ピッチングを抑制するためには、高い減衰力を発生させることと減衰力を応答良く発生させることが有効である。従来構造にて圧側のピッチングを抑制したい場合には、構造的にはピストンロッド断面積 a (受圧面積)を大きくする必要がある。しかし、従来構造では一つのシリンダーで伸側と圧側の両方向の減衰力を発生させているため、ピストンロッド断面積 a を大きくすることは伸側減衰力の受圧面積である $(A-a)$ を減少させ、伸側減衰力の応答性を悪化させる原因の一つとなっていた。(図3)

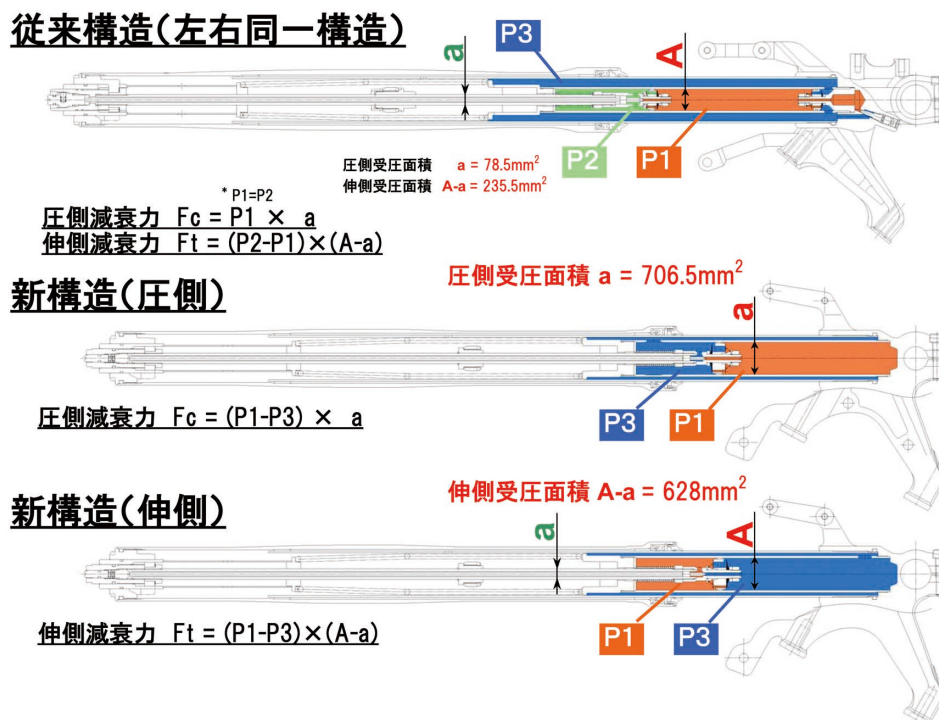


図3 低圧力、高減衰力発生機構

今回新開発した伸圧別体カートリッジ式フロントフォークでは、圧側減衰力に関しては、ピストン断面積が受圧面積 a となる構造とした。その結果、従来構造と同じ減衰力を $1/9$ の圧力にて発生させることが可能となった。伸側減衰力に関しては、シリンダー径の見直しにより従来構造と同じ減衰力を約 $1/3$ の圧力にて発生させることが可能となった。言い換えると、伸圧工程切替り時の極低圧状態でも必要な減衰力を発生でき、応答性が格段に向上する。(図4)

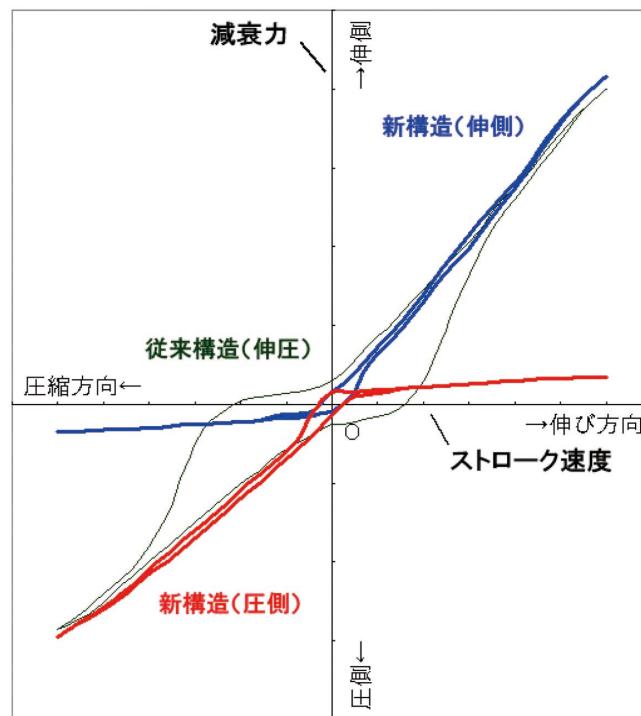


図4 減衰力波形比較

3.2.2 摺動フリクションの低減

乗り心地に影響する要因の一つとして摺動フリクションがある。本フロントフォークではインナーチューブの製造最終工程へ微小砥石による仕上げ研磨を追加することで従来品に対し30%以上のフリクション軽減を達成している。(図5)

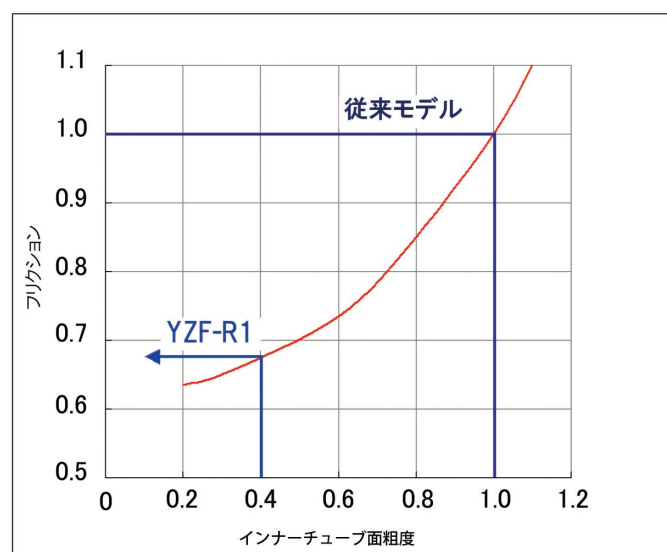


図5 サイドフォース付加フリクション特性

3.2.3 減衰力アジャスト幅の増大

ピッチングの抑制と乗り心地の確保を両立させるためには、減衰力のアジャスト機構の調整幅を増大させることが有効である。アジャスト幅を増大させるためには、アジャスト機構へ流れるオイルの流量が重要であり、本フロントフォークでは圧側のアジャスト機構へ流れるオイルの流量を従来構造の9倍とし、伸側のアジャスト機構へ流れるオイルの流量を従来構造の約3倍とした。その結果、ライダーがアジャスト機構を調整するだけで最適な乗り味を得ることが可能になった。(図6)

また、動き始めの瞬間より減衰力の発生が可能な伸圧別体機構と低摺動フリクション特性を合わせ持った仕様としたことにより、ピッチングの抑制と乗り心地の確保を減衰力にてコントロールできる比率が従来品よりも増大している。その結果、減衰力アジャストによる効果をライダーがより実感しやすくなった。

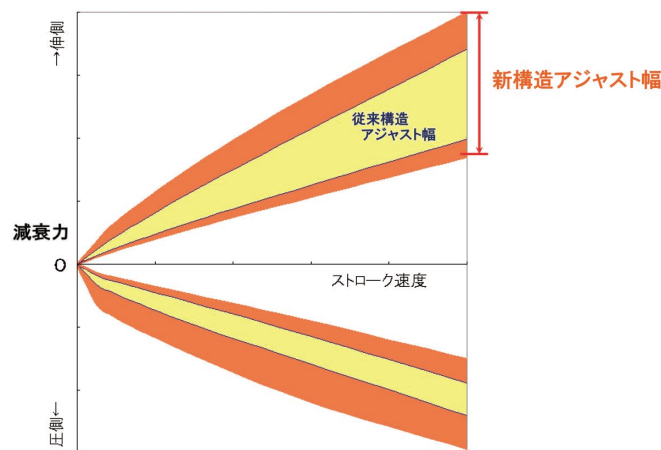


図6 減衰力アジャスト特性（速度 / 減衰力）

4 部品点数

伸圧別体式構造とすることにより、従来のカートリッジ式フロントフォークでは必要不可欠であったベースバルブが不要となり、減衰力アジャスト機構も二ヶ所から一ヶ所のみとすることが可能となった。(図7)

その結果、従来モデルに対し総部品点数を約30%削減することに成功した。

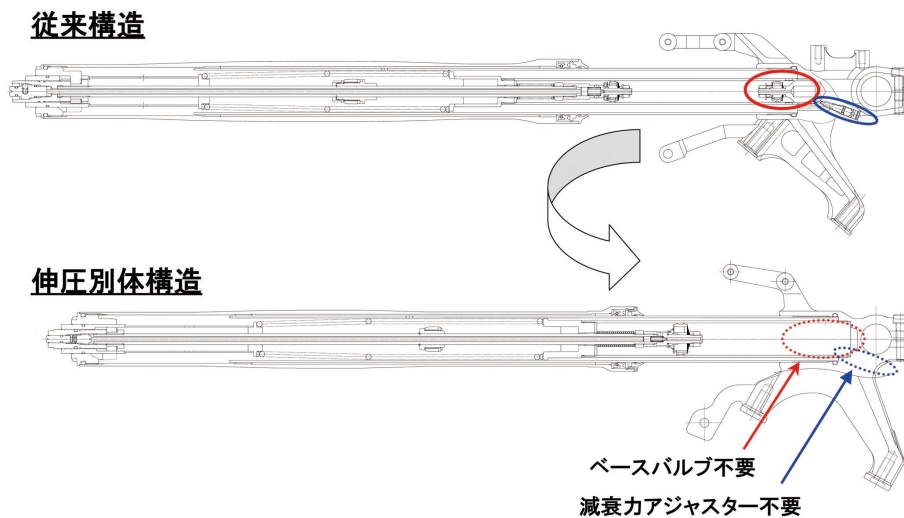


図 7 伸圧別体の構造

5 おわりに

今回の新規開発により、YZF-R1 モデルの高い運動性能と快適な乗車感の両立に貢献出来た。これはヤマハ発動機グループの一員として、同社と一体となり効率の良い開発が出来た結果である。

今後も、独創的な視点でフロントフォークのみならずリヤクッション、ステアリングダンパーに対し更なる進化を図った製品を提案していく所存である。

■ 著者



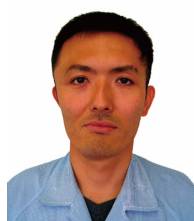
斉藤 琢也
Takuya Saito

ヤマハモーターハイドロリックシステム(株)
第一開発部



渡邊 彰人
Akihito Watanabe

ヤマハモーターハイドロリックシステム(株)
第一開発部



神谷 登
Noboru Kamiya

ヤマハモーターハイドロリックシステム(株)
第一開発部