

自動車用ショックアブソーバー「TRAS」の開発

Development of the "TRAS" automotive shock absorber

大澤 秀樹 山崎 豊 河合 隆 片山 信二
 中村 大 鈴木 保之 早川 昇邦 加茂 利明

Abstract

An essential element of enjoyable driving is having the vehicle respond faithfully to the driver's operations. To achieve this, it is necessary to create a sense of synergy that enables the driver to direct the vehicle as if it were part of their own body. As one element of automotive business development, the Automotive Business Unit has been working on developing automotive chassis technology that appeals to the drivers senses, and in 1997 and 2001, we commercialized the REAS^[1] and the Performance Damper^{[2]-[4]} respectively.

Currently, we are researching and developing a new component to follow on from these: the innovative shock absorber, TRAS (Through Rod Advanced Shock Absorber) that employs "Negative gas reaction force."

This report discusses the development of the TRAS, with a focus on the product attributes demanded of vehicle suspension (handling stability and comfort).

1 はじめに

ドライビングを楽しむ上で、操作に対して忠実に反応が返ってくることは非常に重要であり、そのためにはドライバーの体の一部のようにクルマを動かすことができる一体感が必要である。AM 事業部では自動車事業推進の一環として、ドライバーの感性に訴えかけるような自動車シャシー技術の開発に取り組み、1997 年には REAS^[1] を、2001 年にはパフォーマンスダンパー^{[2]-[4]} を製品化してきた。

これらに続く新たなコンポーネントとして、これまでにない“マイナス反力”を用いたショックアブソーバー：TRAS (Through Rod Advanced Shock Absorber) を現在研究開発している。

本稿では、自動車のサスペンションに要求される商品性（操縦安定性・乗心地）を中心に TRAS の開発について紹介する。

2 開発の狙い

2-1. コンセプト

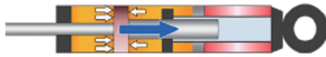
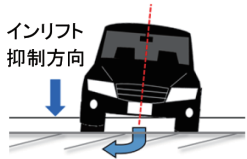

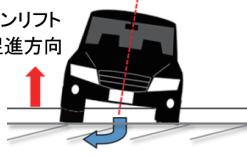
TRAS は“ドライバーの意のままに安心できる操縦安定性”と“力まずに快適に運転できる乗心地”をコンセプトとし、以下の 3 点を実現することを目標としている。

- ・ロードホールディング性の向上
- ・路面に吸い付くような安定感
- ・滑らかな乗心地

これらの目標を達成する手段として、単筒式ショックアブソーバー（以下、単筒式 S/A）ではロッドを押し出す方向に働いてしまう高圧ガスによる力を、TRAS では逆の引き込む方向の力、“マイナス反力”を用いることとした。

表 1 に単筒式 S/A と TRAS の特徴を示す。

表1 ショックアブソーバーの特徴比較

形式	ロッドに働く力	特徴	旋回時のロール姿勢イメージ
TRAS マイナス方向（引き込み方向） 	マイナス方向 （引き込み方向）	<ul style="list-style-type: none"> ・優れたロードホールディング性 ・路面に吸い付くような安定感 ・滑らかな乗心地 ・単筒式同等の応答性 	インリフト抑制方向 
単筒式 S/A プラス方向（押し出し方向） 	プラス方向 （押し出し方向）	<ul style="list-style-type: none"> ・シンプルな構造 ・軽量 ・チューニングを行いやすい ・減衰力の応答性に優れる 	インリフト促進方向 

2-2. 構造と原理

図1に、TRASと単筒式S/Aの構造を示す。

単筒式S/Aはピストンの片側にのみロッドが設けられているのに対し、TRASではガス室側にロッドより大径の副ロッドを設けている。また、ピストンの受圧面積は、単筒式S/Aはロッド側が必ず小さくなるが、TRASでは主ロッド側が大きくなる。その結果、パスカルの原理により、単筒式S/Aはロッドを押し出す方向に力が発生するのに対し、TRASはロッドを引き込む力“マイナス反力”が発生する。

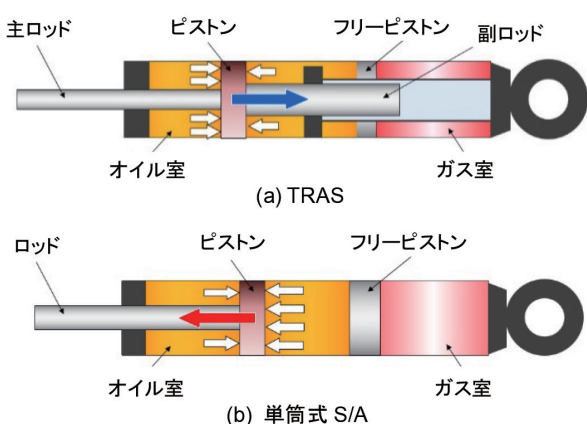


図1 TRASと単筒式S/Aの構造比較

3 効果の検証結果

3-1. 官能評価結果

これまでのテストから、以下のコメントが得られた。

- ・旋回中の姿勢が良く安定して走行できる
- ・コーナーでの内輪の接地感がある
- ・狙ったライン通りに高車速で安定して走行できる
- ・足が良く動き 4 輪全部の接地感がある
- ・ステアリングの切り返しの際に安定感がある
- ・ステアリングのつながりが自然
- ・単筒式 S/A より乗心地に落ち着きがある
- ・中高周波振動が減少し、質感が上がる

おおむね好評を頂いたが、上記のコメントを裏付けるべく、操縦安定性・乗心地の定量化にも取り組んだ。次節以降では、その結果について紹介する。

3-2. 操縦安定性評価結果

図2には、テストコース（1 コーナー～切替し（図3））を走行した際の、TRASと単筒式S/Aの変位の比較を示す。

図4のようにコーナーリング中に浮き上がりやすい、内輪側のストロークを見ると、TRASの方が単筒式S/Aよりもストロークが小さい。これは内輪に荷重が残り、グリップを確保していることを示しており、官能評価結果の“コーナーでの内輪の接地感がある”ことを定量化できた結果である。

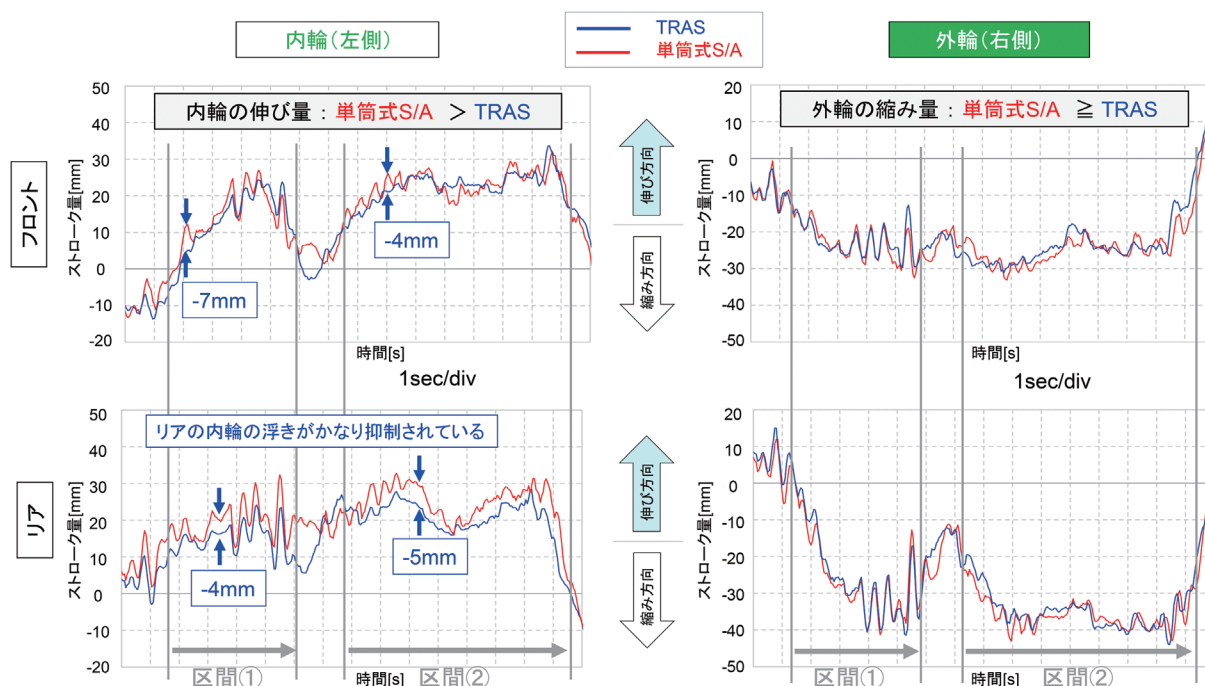


図2 コース走行時のストローク計測結果

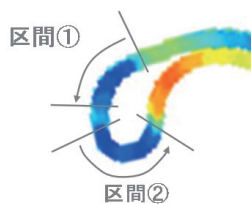


図3 走行シチュエーション

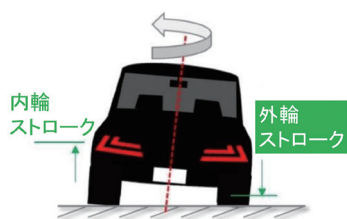


図4 計測状況

3-3. 乗心地計測結果

続いて、乗心地の計測結果について紹介する。計測は図5に示すように、段差を片輪だけ乗り上げ・乗り下げて走行した時のS/Aのストロークを計測した。なお、走行条件（特に車速）が一定条件になるように、クリーブ現象のみで走行した。

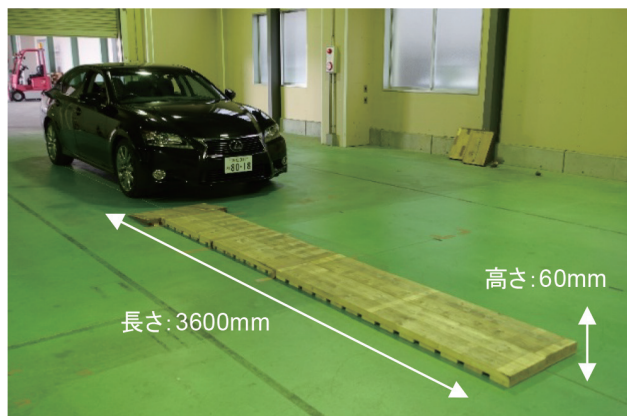
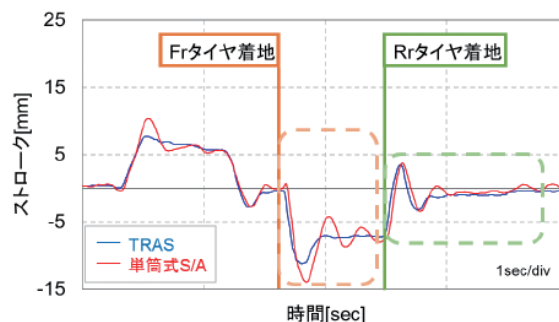


図5 乗心地計測 走行状況

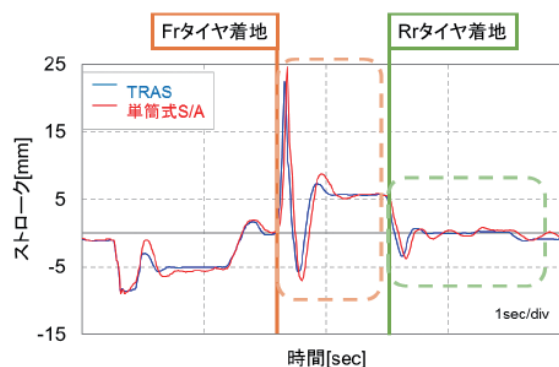
ストローク計測結果（図6）を見ると、TRASはタイヤが落下後すぐに動きが収まっているのに対し、単筒式S/Aは上下動が残っており、かつ左右の動きに位相差がある。

また、計測時の乗員の挙動を確認した結果、後輪が段差から落ちる際に、TRASの方が単筒式S/Aよりドライバー頭部の振られ量が小さい（図7）。これらの結果から、TRASは単筒式S/Aに対し動きの収まりが良く、動きの左右差も小さいため、車両のロール運動が少ないことから、“乗員頭部の振られ量”が小さくなった（乗心地が改善した）と推測さ

れる。引き続きこれらの現象を定量化すべく、計測を進めていく予定である。



(a) Fr.左計測結果



(b) Fr.右計測結果

図6 段差乗り越し時のストローク測定結果



(a) TRAS



(b) 単筒式S/A

図7 後輪が段差から落ちる際のドライバーの頭部の振られ量比較

4 おわりに

これまでの評価の結果から、TRASは、“ドライバーの意のままに安心できる操縦安定性”を達成しつつあると考えている。しかし、乗心地の改善・操縦安定性のさらなる向上などコンセプトを実現するためにはまだまだ改善すべき点があり、量産化に向けての課題も大きい。

今後はTRASの効果を解明するだけでなく、その魅力をお客様へ伝えるためにも、さらなるデータ計測・解析を取り入れながら開発を進めるとともに、量産機種への採用に向けての課題解決に取り組んでいきたい。

■参考文献

- [1] 沢井, 坂井:自動車シャシー技術の開発 X-REAS /パフォーマンスダンパ, ヤマハ発動機技報, 第33号, pp.78-82 (2003)
- [2] 沢井, ほか3名:パフォーマンスダンパーの開発, ヤマハ発動機技報, 第38号, pp.5-11 (2004)
- [3] 沢井, ほか5名: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, ヤマハ発動機技報, 第45号, pp.78-85 (2009)
- [4] 加茂, ほか3名:パフォーマンスダンパー効果のメカニズム解明に向けて, ヤマハ発動機技報, 第51号, pp.16-19 (2015)

■著者



大澤 秀樹 (前列右から2番目)

Hideki Osawa

AM事業部
AM第2技術部

河合 隆 (前列左端)

Takashi Kawai

AM事業部
AM第2技術部

中村 大 (前列中央)

Yutaka Nakamura

AM事業部
AM第2技術部

早川 昇邦 (後列中央)

Norikuni Hayakawa

AM事業部
AM第2技術部

山崎 豊 (前列左から2番目)

Yutaka Yamazaki

AM事業部
AM第2技術部

片山 信二 (前列右端)

Shinji Katayama

AM事業部
AM第2技術部

鈴木 保之 (後列右から2番目)

Yasuyuki Suzuki

AM事業部
AM第2技術部

加茂 利明 (後列左から2番目)

Toshiaki Kamo

AM事業部
AM第2技術部