

# FR車用新型9速オートマチックトランスミッション用トルクコンバータの開発

石川 靖浩\* 遠藤 雅亜\* 尾崎 光治\* 渡邊 拓実\*

## 抄 録

オートマチックトランスミッションの効率向上を目的に、FR車用新型9速オートマチックトランスミッション用トルクコンバータを開発した。従来のFR車用7速オートマチックトランスミッションのトルクコンバータに対し、減衰機構としてトーションダンパに振り子式の動吸振器を追加し、ロックアップ摩擦材を効果的に冷却する油路構造と、摩擦材の面圧を低減する構造を採用することで、ロックアップ領域を拡大しつつ、静粛性とシャグ寿命を向上させた。

本稿では、このトルクコンバータ開発内容について紹介する。

## 1. はじめに

FR車用新型9速オートマチックトランスミッション(以下 新型9AT)では、車両燃費向上を図るため、ATの多段化、ロックアップ(以下 LU)開始の低車速化及び低フリクションのための低粘度オートマチックトランスミッションフルード(以下 ATF)を採用した。

これらの技術採用により、トルクコンバータ(以下 TC)としては、主に2つの技術課題解決が必要となった。LU低車速化で、エンジンのトルク変動が大きい領域を使用す

ることに対する静粛性の向上、また従来と異なる低粘度ATFでのLU摩擦材のシャグ寿命の向上である。

本稿では、これら課題の取り組みについて紹介する。

## 2. 性能課題と解決方策

### 2.1 静粛性

LU低車速化により、トルク変動の大きいエンジン低回転領域を使うことになる。これにより、こもり音(車内騒音のうち、比較的周波数が低く圧迫感のある音という振動現象)が悪化する。

新型9ATのLU開始回転数は、従来FR車用7速AT(以下 7AT)の1,200rpmから800rpmに変更した。

これにより、こもり音の代表特性となるドライブシャフト(以下 DS)のトルク変動値は増加するが、静粛性目標を達成するためには、DSトルク変動値を同等とする必要があった。そのため、800rpm時のDS変動値は、エンジンのトルク変動から21.7dB以上減衰させることを目標とした(Fig. 1)。

従来のTCでの対応方策としては、イナーシャ量増加や、トーションダンパの低剛性化、ヒステリシストルク低減などがある。しかし、それらの方策では目標を達成できないため、新型9ATでは、減衰機構として、新たにペンデュラムダンパ(振り子式動吸振器)を採用することとした。

ペンデュラムとは、「振り子」のことである。入力振動周期に合わせて、「振り子」を逆位相に作動させることで減

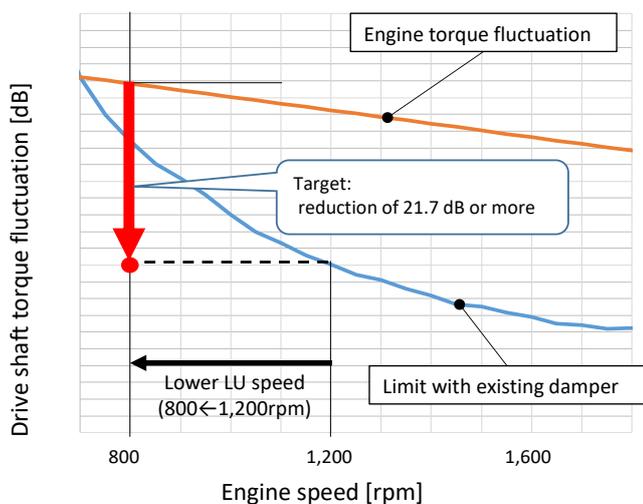


Fig. 1 Quietness target

\* 部品システム開発部

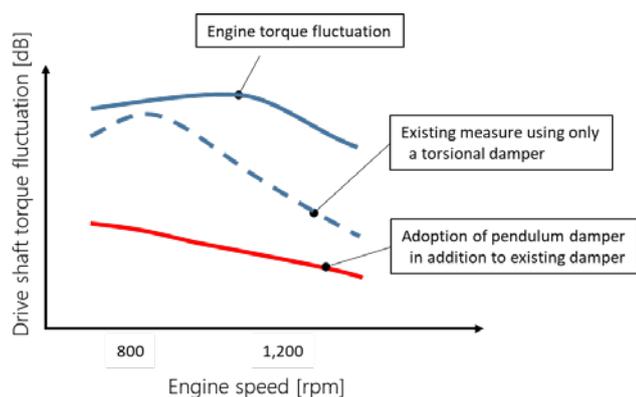
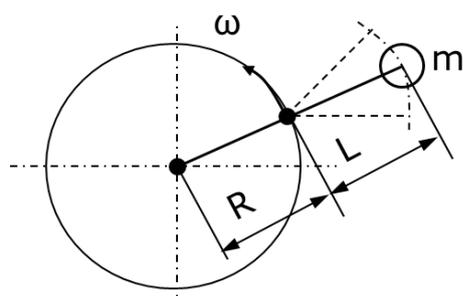


Fig. 2 Effect of adding a pendulum damper



$\omega$ : angular velocity

$m$ : mass

$R$ : distance from spindle rotation center to pendulum damper rotation center

$L$ : distance from pendulum damper rotation center to mass center of gravity

Fig. 3 Principal pendulum damper parameters

衰力を得る構造である。ダンパの低剛性化などの従来の方策では、共振点をずらすのみだが、従来のダンパにペンドラムを追加することで、DSトルク変動値自体の低減が狙える (Fig. 2)。

ペンドラム機構設計に必要な主要パラメータをFig. 3に示す。

ペンドラム機構の設計においては、主要パラメータにて式(1)の固有振動数と式(2)の減衰力 $T$ を決める必要がある。

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \sqrt{\frac{R}{L}} \quad (1)$$

$$T = m(R+L)\omega^2 R\theta \quad (2)$$

固有振動数は、エンジン気筒数に合わせて振り子中心から回転中心との距離 $R$ とマスと振り子中心との距離 $L$ の比で設定する。

減衰力を大きく得るためには、マス質量 $m$ 、そして先述の $R$ 、 $L$ を可能な限り大きく設定する必要がある。

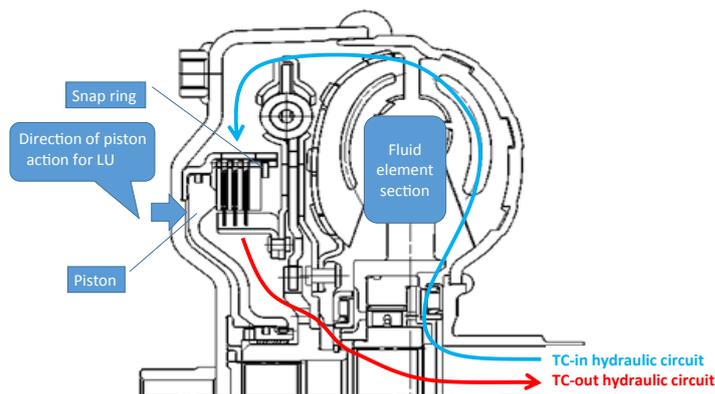


Fig. 4 Structure of hydraulic circuits and LU clutch of existing 7AT

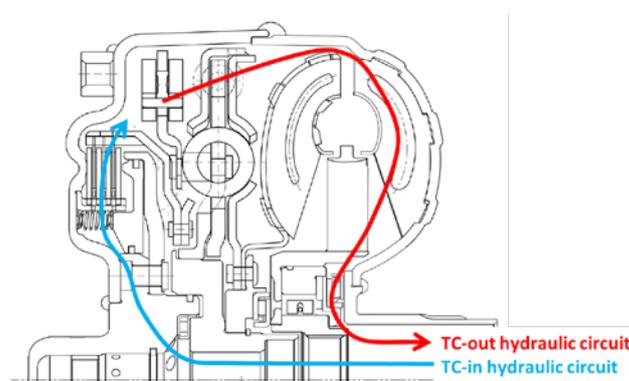


Fig. 5 Structure of hydraulic circuits and LU clutch of new 9AT

今回、レイアウト制約の中で、最大限の効果が得られるよう、減衰力と次数の因子を割り振り、DSトルク変動の目標値達成を図った。

## 2.2 シャダ寿命

LU摩擦材のシャダ寿命を向上させるには、摩擦材が相手プレートと摺動する際の摺動面温度を低減させることが最も重要である。摩擦材摺動面の温度を低減するため、油路構造と、LU構造の改良を行った。

LU摩擦材の冷却性能を向上させるため、流体要素部で昇温されたATFがLU部に供給される従来の油路構造に対し、TCに供給される冷却されたTC in油圧回路からのATFをLU摩擦材に直接供給する油路構造に改良した。

従来7ATは、LUピストンからの荷重をスナッピングで受けるLU構造であった。新型9ATでは、ピストンとTCカバー側が共にLU摩擦材内外径の中央部で荷重を受け、LU摩擦材摺動面の面圧を均一化させるLU構造に改良した (Fig. 4, 5)。

### 3. 改善効果

#### 3.1 静粛性

従来のダンパにペンデュラムを追加した結果、トルク変動の低減目標21.7dBに対して、32dBの低減効果を得ることができた。これにより、LU低車速化が実現でき燃費向上に貢献することができた(Fig. 6)。

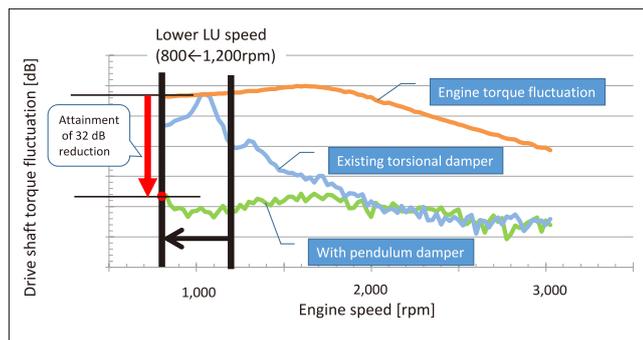


Fig. 6 Effect of quietness improvement

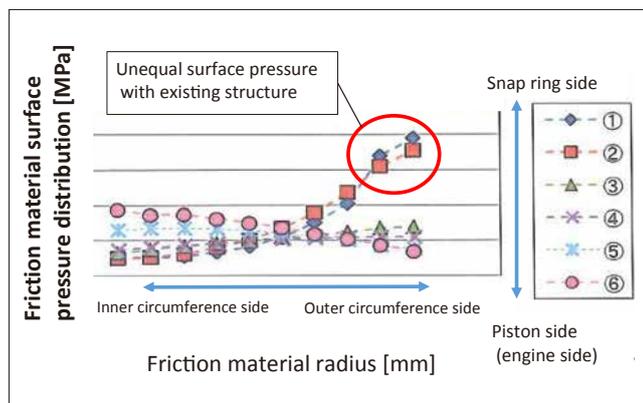


Fig. 7-1 Surface pressure distribution of friction material with existing structure

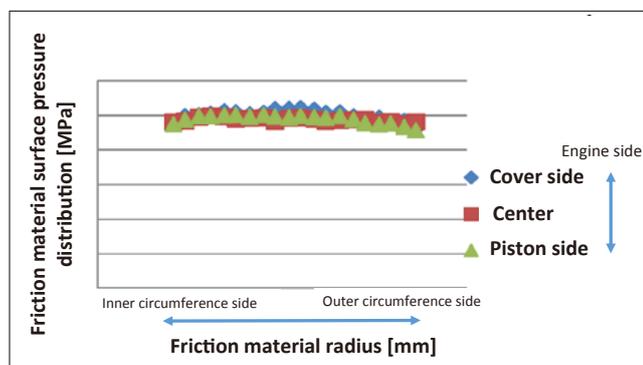


Fig. 7-2 Surface pressure distribution of friction material with new 9AT

#### 3.2 シャダ寿命

構造変更の結果、面圧分布はFig. 7-1からFig. 7-2のように改善された。更に冷却性能改善効果と合わせると同じ発熱量での摩擦材温度の上昇幅を従来構造比で46%低減することができた(Fig. 8)。

温度上昇を低減させた結果、ATF性能差があり、スリップ頻度が増加する条件下でも、シャダ寿命を従来7AT以上とすることができた(Fig. 9)。

#### 3.3 性能とレイアウトの両立

静粛性向上及びシャダ寿命改善を目的とした、ペンデュラムダンパ追加や、油路及びLU構造変更を単に組み合わせると、軸長が長くなる。そこで、減衰力を確保することを目的にペンデュラムを外周側に配置し、LU部は従来のまま内周側に配置することで、TC内のデッドスペースを無くした。また、トーシヨダンパに関しては、常時振りトルクを受ける親バネを内周に配置し、過大入力時のみに使う子バネを外周に配置することで、軸長を伸ばさずに性能を満足する仕様設定ができた(Fig. 10)。

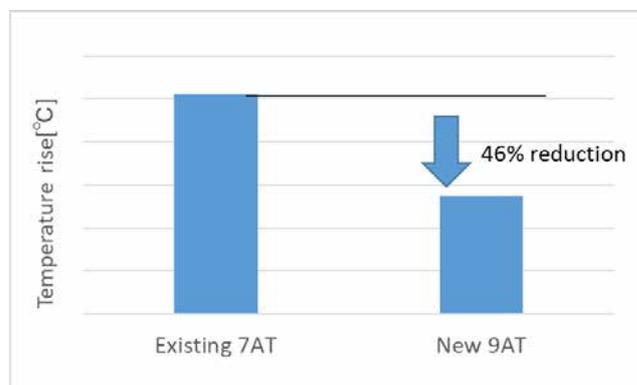


Fig. 8 Effect of reducing friction material temperature

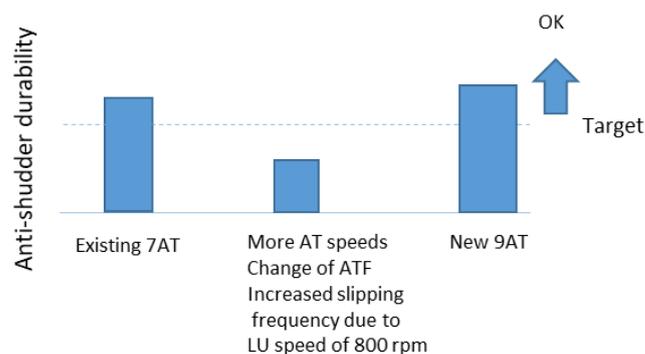


Fig. 9 Effect of improving anti-shudder life

#### 4. まとめ

新型9ATのTCは、静粛性向上のためのペンデュラムダンパ採用と、シヤダ寿命の改善のための油路とLU構造を改良した。

本TCで設計したペンデュラムダンパと油路構造及びLU構造は、ジヤトコの基本技術として、同一構造を新機種へも採用することを検討している。

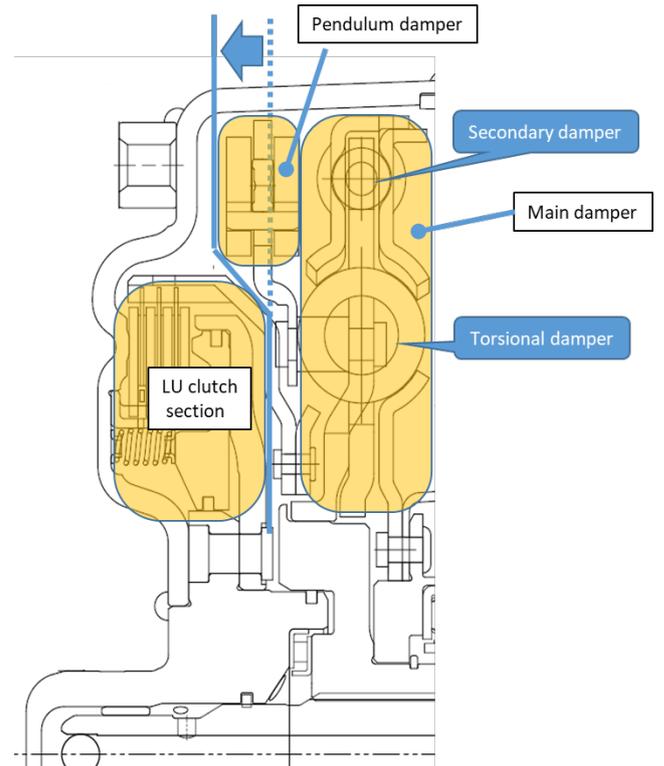


Fig. 10 Layout of new 9AT

#### ■ 著者 ■



石川 靖浩



遠藤 雅亜



尾崎 光治



渡邊 拓実