

FR車用新型9速オートマチックトランスミッションの開発

馬場 正彦* 八木 幹* 渡邊 智行* 成林 英太郎*

抄 録

ジヤトコはFR車用新型9速オートマチックトランスミッションの生産を2019年9月から開始した。

ジヤトコは2008年よりFR車用7速オートマチックトランスミッションを提供しているが、近年、コンベンショナルトランスミッションに対しても高い環境性能が求められる。今回究極の効率と究極の応答性を目指したFR車用新型9速オートマチックトランスミッションを新開発し、環境性能だけでなく運転性や搭載性の向上を実現した。

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)は「究極の効率と究極の応答性」を合言葉に開発を進めてきたトランスミッションである。

各カーメーカが低燃費を追い求め多段化にシフトしている中で、我々として最終的に9速を選択した。

多段化すればワイドレンジ化でき、発進加速性能の向上や高速巡行時の低回転化で燃費に貢献できる一方、遊星ギヤや多板クラッチなどの構成部品が増え、構造は複雑化し大型化する。もちろんトルクを伝達する要素が増えることで何もしなければ伝達効率も悪化傾向となる。また、変速パターンが大幅に増え、シフトビジーやレスポンス悪化に繋がる可能性もある。つまり、発進性能と高速燃

費にメリットが生まれる一方で効率と応答性を改善しなければ多段化する意味がないということになる。

本稿では、「究極の効率と究極の応答性」を実現した技術を述べる。

2. 新型9ATの概要

2.1 開発コンセプト

前述の通り、高効率、高応答をキーワードに以下の3点を開発のコンセプトとした。

1. 燃費競争力確保のため、パワートレイン効率をFR車用7速オートマチックトランスミッション(以下 7AT)に対し向上させる。
2. お客様の操作に即座に応答し、スムーズ且つ小気味よいシフトフィーリングを提供するため、応答性、変速性能を7ATに対し向上させる。
3. 9速化による、大型化、質量増を抑制する。

2.2 主断面及びスペック

Fig. 1に今回開発した新型9ATの主断面を、Table 1にユニット基本仕様を7ATとの対比で示した。新型9ATの特徴として、クラス最高のレシオカバレッジ9.1を実現している。また、9速でありながら遊星ギヤセットは7AT同等の4セット、締結要素は6要素で7AT以下、ギヤボックス長も7AT以下を実現した。さらには、トルクコンバータにベンデュラムダンパ(振り子付動吸振器)、電動オイルポンプ(インバータ含)及び

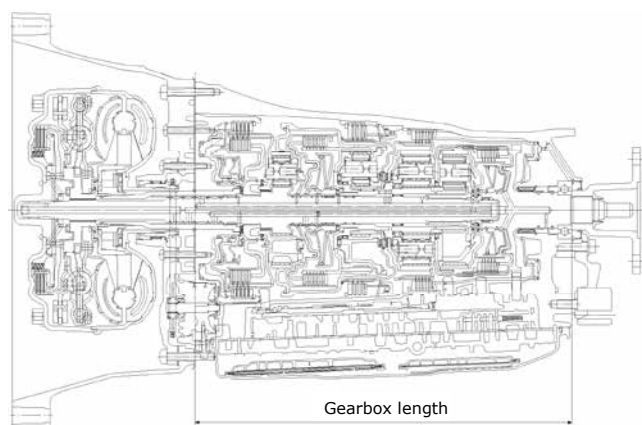


Fig. 1 Main cross-sectional view

* プロジェクト推進部

Table 1 Comparison of specifications

		7AT	New 9AT
Torque capacity		560 Nm	700 Nm
Torque converter size		UUF 260 mm dia.	UF 260 mm dia.
Lock-up		Torsional damper	Torsional + Pendulum
Gear ratios	Ratio coverage	6.3	9.1
	1st	4.887	5.425
	2nd	3.170	3.263
	3rd	2.027	2.250
	4th	1.412	1.649
	5th	1.000	1.221
	6th	0.864	1.000
	7th	0.775	0.862
	8th	-	0.713
	9th	-	0.597
Rev		4.041	4.799
Shift control		Mechanical	Park/Shift by wire
Oil pump		Mechanical	Mechanical + Electric
Transmission case		Aluminum	Magnesium
Oil pan		Steel	Plastic
Shift elements		7 Clutches/Brakes	6 Clutches/Brakes
Planetary gear sets		4	4
Weight (wet)		109 kg	99.5 kg
Gearbox length		501.5 mm	439.5 mm

パークアクチュエータも内蔵しつつ質量も7AT以下を実現した。

Fig. 2にレシオカバレッジ, Fig. 3に各段の段間比を示す。

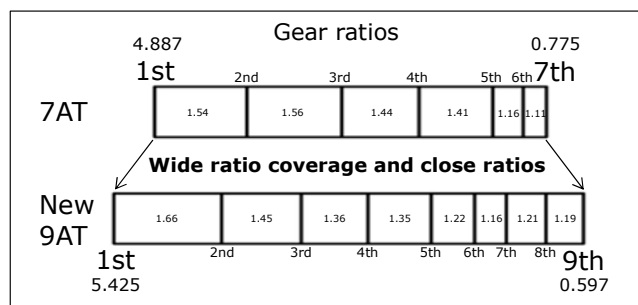


Fig. 2 Gear ratio comparison

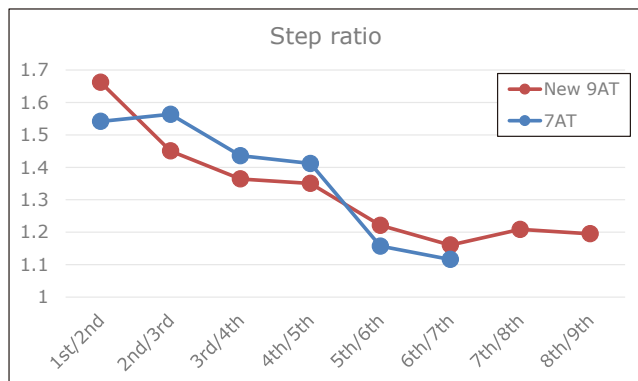


Fig. 3 Step ratio comparison

レシオカバレッジについては, Low側, High側共にワイド化, 段間比については7ATよりも前後の変速段差を小さくし, 使用頻度の高いLowギヤ側はクロスギヤのセッティングとした。これにより発進からの加速における小気味よいリズムカルな変速を実現している。

3. コンセプト実現に向けた採用技術

3.1 効率向上への貢献

・フルベアリング支持構造

ロングインプットシャフトにすべての回転要素を配置。支持構造は従来のプッシュからベアリング支持構造とし, 低フリクション化を図った (Fig. 4)。

・ペンデュラムダンパ

トルクコンバータ内に従来のトーションダンパに加えペンデュラムダンパ(振り子付動吸振器)を採用し, NVH性能を向上させロックアップ領域の拡大を可能にした (Fig. 5)。

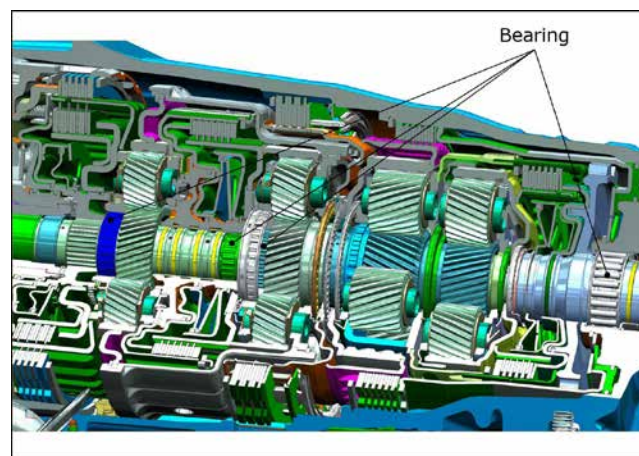


Fig. 4 Full bearing support structure

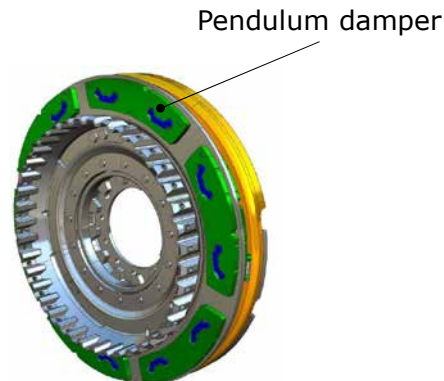


Fig. 5 Pendulum damper

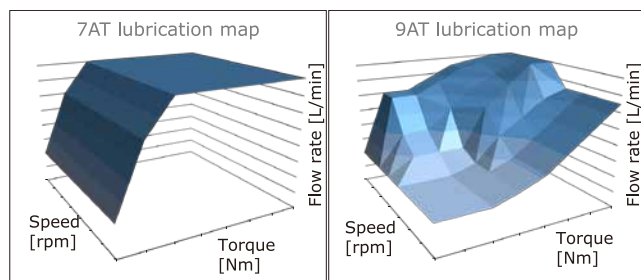


Fig. 6 Lubrication map comparison

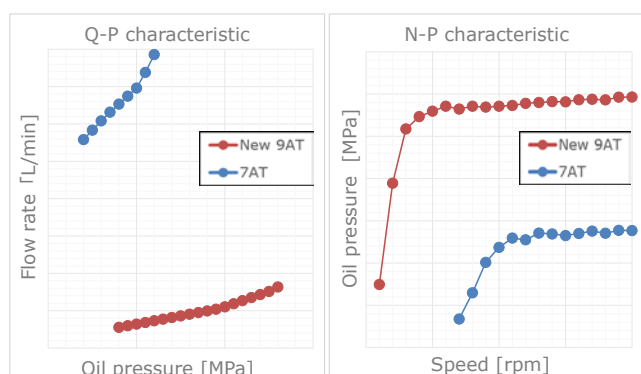


Fig. 7 Comparison of hydraulic characteristics

・Waveドライブプレート

うねりを持たせたドライブプレートを全締結要素に採用、非締結時にドリブンプレートから引き剥がし、引き摺り抵抗を軽減させると共に、後述の最適潤滑設定により高回転域での耐久性との両立を図った。

・最適潤滑流量設定

ライン圧に関係なく潤滑流量をコントロールできるようにするため、潤滑圧ソレノイド及び調圧弁を採用した。これにより、走行シーンに応じた必要潤滑量が調整でき、フリクション低減と耐久性との両立を図った (Fig. 6)。

3.2 応答性向上への貢献

・回路リークの低減

コントロールバルブのボアとスプールのクリアランスを小さくすることで流量リークの低減を図った。またインプットシャフトからチェーンで駆動される小型ベーンオイルポンプとの組合せで必要油圧を低流量で実現した。

これにより低回転から効率的な油圧コントロールが可能となり、応答性向上を実現した (Fig. 7)。

・クラッチ制御圧の応答性、安定性の向上

各クラッチ弁に小径軽量ニッケルメッキスプールを採用

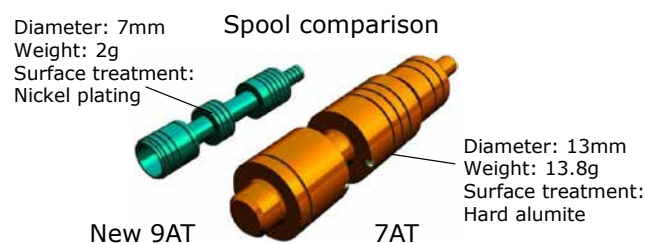


Fig. 8 Spool comparison

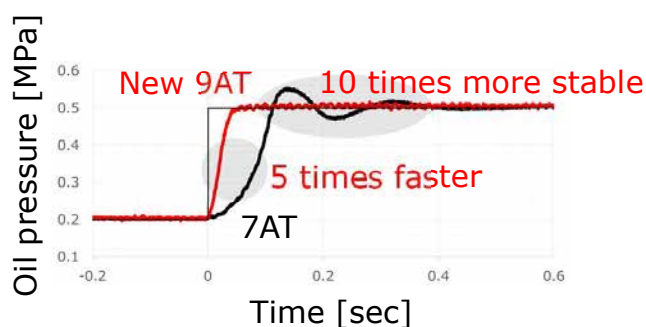


Fig. 9 Hydraulic response comparison

し、全域可変ディザ制御と共に応答性、安定性を飛躍的に向上させた (Fig. 8, Fig. 9)。

3.3 小型軽量化への貢献

以下をはじめとした、軽量化、小型化技術を採用し、7ATに対する大型化、重量増の抑制を実現した。

・材料置換による軽量化技術

- ・マグネシウムケース
- ・樹脂オイルパン
- ・アルミボルト

・高密度レイアウトによる全長短縮技術 (Fig. 10)

- ・高張力鋼板を用いた薄肉プレス部品
- ・磁気エンコーダによる回転検知

4. まとめ

昨今のトランスミッション開発は伝達効率の向上が求められており、多段ATの9速ともなればそれは必須条件であった。

さらにその効率を十分に活かすためには応答性向上も必須であり、今回の新型9速ATの開発を通じ究極の

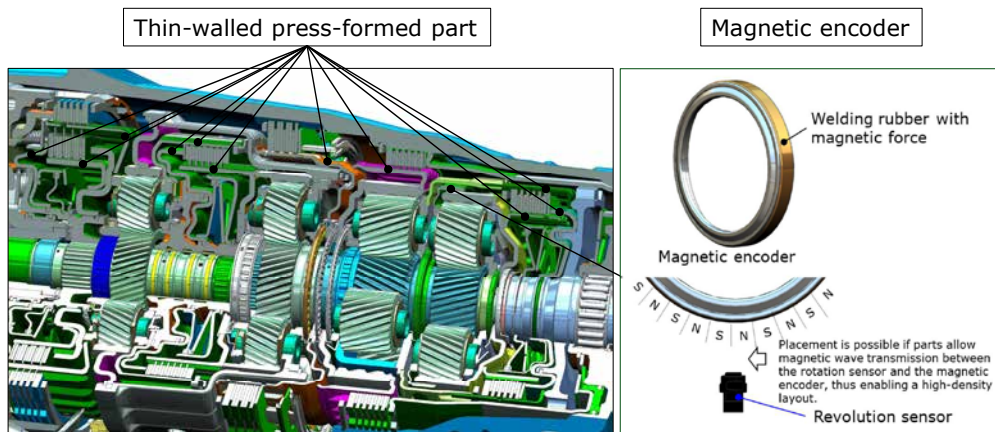


Fig. 10 Techniques for shortening axial length

効率と究極の応答性を前述の技術で実現することができた。

また、ジヤトコで初採用となる技術、工法も多く、今後の製品開発及び製造へフィードバックできる技術がストックできた。

今後、コンベンショナルなエンジン、ATの組合せにおけるさらなる競争力向上に向け、改良を続けると共に電動化への準備も進めていきたい。

■ 著者 ■



馬場 正彦



八木 幹



渡邊 智行



成林 英太郎