

特集：RX-8

14

RX-8のドライブトレイン Drivetrain of RX-8

松ヶ迫 隆*¹ 梅岡光夫*² 松原伸幸*³ 沢崎朝生*⁴
 Takashi Matsugasako Mitsuo Umeoka Nobuyuki Matsubara Tomoo Sawazaki
 柏木慶司*⁵ 浦道雅邦*⁶ 佐々木和夫*⁷ 藤原卓治*⁸
 Keiji Kashiwagi Masakuni Uramichi Kazuo Sasaki Takuji Fujiwara

要約

RX-8におけるマツダのブランドDNAの「抜群の機能性，反応の優れたハンドリングと性能」を徹底的に追求することを重点課題としてドライブトレインを開発育成してきた。

RX-8のドライブトレインは，6速マニュアルトランスミッション（以下6MT），5速マニュアルトランスミッション（以下5MT），4速オートマチックトランスミッション（以下4AT）及び，これらに組み合わせるプロペラシャフトとディファレンシャルで構成されており，ブランドDNA実現に大きく貢献したActive Shiftをはじめ，今回開発した新技術の内容を中心に紹介する。

Summary

We have developed the RX-8 drivetrain with particular emphasis on Mazda brand DNA: surpassing features and highly responsive handling and functions.

The RX-8 drivetrain consists of a 6-speed Manual Transmission (6MT), 5-speed Manual Transmission (5MT), or 4-speed Automatic Transmission (4AT), a propeller shaft and a differential. This paper describes the mechanism of the Active Shift, which has made a significant contribution to Mazda brand DNA, and introduces some newly developed technologies.

1. はじめに

今回のRX-8に適用するトランスミッション（6MT，5MT，4AT）とプロペラシャフト，ディファレンシャルに採用した新技術を以下に紹介する。

2. クラッチ及びマニュアルトランスミッション

2.1 開発のねらい

ロータリスポーツの性能を遺憾なく発揮するため『ドライバの意のままに操作できる，小気味よいフィーリング』を合言葉に開発した。具体的には，好評のロードスター用6MT，RX-7用5MTを進化・改良することで，①ショートストロークと操作力低減の両立，②軽快，スムーズかつカチッと決まるシフトフィールの実現，③全回転域において，高い静粛性の確保を目指した。

5MTの構造を Fig.1，6MTの構造をFig.2，5MT/6MTの主要諸元をTable 1に示す。

2.2 構造と特徴

(1) クラッチ

MTの静粛性確保を目的に，ハイパワー車及びスタンダード車ともに，クラッチダンパの捻り剛性をRX-7比，約75%低減し，MTへ入力する角速度変動を全回転域で減衰させた。また，ハイパワー車では，エンジンの高回転化に対応するため，裏面側に強度重視，摩擦面側には摩擦性能重視の材料を一体成形した2層構造フェーシングを採用し，回転強度を確保した。

(2) マニュアルトランスミッション

① ショートストロークと操作力低減の両立

シフトストロークは50mmとRX-7で好評のショートストロークを維持しつつ，操作力を低減するために，5MT及び6MTともに，1st～3rdにトリプルコーンシンクロ機構を採用し，シングルコーン比約50%の操作力低減を達成した。

② シフトフィールの向上

シフト操作時の吸い込み感を向上させるために，5MTにはディテントボールに低 μ 樹脂製ボールシートを採用

* 1～8 ドライブトレイン開発部
Drivetrain Development Dept.

し、フリクションを15%低減させた。6MTではディテントボールの背面に小径ボールを配置することで、フリクションを27%低減させた。

更に、6MTでは、スポーツ走行においても、より正確なシフト操作を可能とするために、プッシュ式Revセレクト機構を採用した。

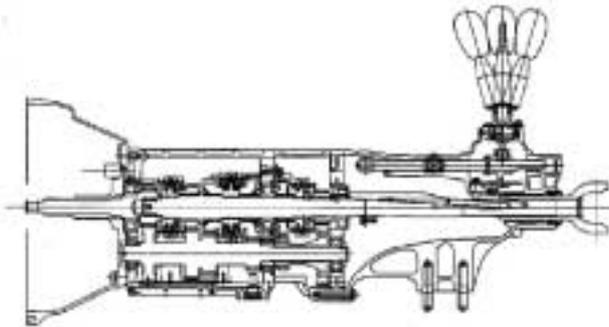


Fig.1 Sectional View of 5MT

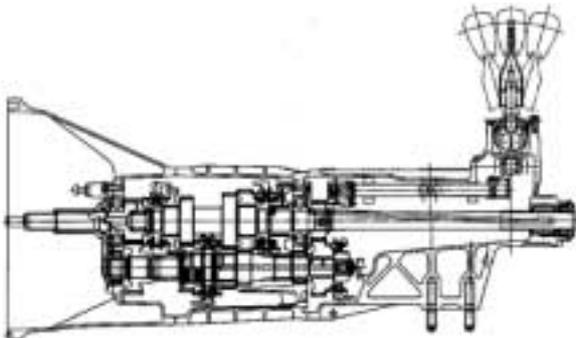


Fig.2 Sectional View of 6MT

Table 1 MT Main Specifications

		6MT	5MT
Clutch Size		236 × 160	225 × 155
Gear Ratio (JPN)	1st	3.760	3.483
	2nd	2.269	2.015
	3rd	1.539	1.391
	4th	1.187	1.000
	5th	1.000	0.806
	6th	0.894	-
	Reverse	3.564	3.288
	FGR	4.444	4.444
Synchro. Spec	1st	Triple Cone	Triple Cone
	2nd	Triple Cone	Triple Cone
	3rd	Triple Cone	Triple Cone
	4th	Single Cone	Single Cone
	5th	Single Cone	Single Cone
	6th	Single Cone	-
	Reverse	Single Cone	Single Cone
Shift Pattern			
	Shift Stroke	50mm	50mm



Fig.3 Example of Acoustical Holography

③ NVH性能の向上

ギヤノイズ、こもり音等を抑制して静粛性を確保するために、FEM解析、音響フォログラフィ等を最大限活用し、ケースの全体剛性・局部剛性の最適化を図った。

音響フォログラフィ例を Fig.3 に示す。

3. 4速オートマチックトランスミッション

3.1 4速ATの開発のねらい

スポーツカーにふさわしいクイックな変速レスポンスとマイルドなシフトクオリティの両立と、リアでレスポンスな走りの実現を開発のねらいとして、新開発のステアリングシフトスイッチ付き4速アクティブマチックをスタンダードパワーエンジン搭載車に採用した。このトランスミッション (RC4A-EL) は、特にシフトダウン時のレスポンスを大幅に向上し、操作した瞬間に反応する俊敏でダイレクト感のあるシフトフィールを実現するとともに、高回転化に対応する小気味よいシフトアップを実現した。更に、従来のオートパワーモードを大幅に進化させたActive Shiftを採用し、加減速でのレスポンスとコーナリング時のコントロール性を向上させた。

3.2 主要諸元

RC4A-ELの構造をFig.4、ギヤ比一覧をTable 2に示す。

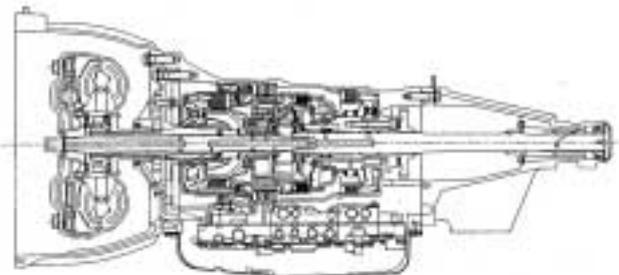


Fig.4 Sectional View of Transmission

Table 2 Gear Ratio of 4-speed Activematic

	For US	For Dom/ADR
1st	2.785	2.785
2nd	1.545	1.545
3rd	1.000	1.000
4th	0.694	0.694
Reverse	2.272	2.272
Final	4.444	4.300

3.3 変速レスポンスとクオリティの両立

クイックな変速レスポンスを実現するために、RC4A-ELでは、まず、変速レスポンスに影響する油圧回路のバルブスプリングやオリフィス径等のハード特性を、油圧応答が最速となるように最適化した。その変速レスポンスを維持しかつマイルドなシフトクオリティを実現するため、油圧の過渡応答を詳細にコントロールした。同時にエンジントルクの最適値を約10ms毎に演算し、最速タイミングでエンジントルクをコントロールすることで、急激な油圧応答時に発生するショックを低減した。更に、この高精度の油圧、トルクコントロールをばらつきなく確実に実現するために、シフトアップ時には油圧のリアルタイムフィードバック制御を採用し、その他の変速では、変速時油圧の学習制御を採用することで、ばらつきなくねらいの性能を実現した。これらの技術により、変速回転7,000rpmという高回転での変速においても変速時間を30%低減(当社従来比)し、クイックな変速レスポンスと、マイルドなシフトクオリティの両立を実現している。

3.4 リニアでレスポンスな走りの実現

(1) 変速制御のねらい

従来のアクセル踏み込み量で変速を決定するシステムでは、アクセル踏み込みと同時に発生する変速による駆動力段差や応答遅れにより、アクセル操作に対するリニア感やトルクのレスポンス遅れを感じてしまう。これを解決するため、アクセルを踏み込む前にドライバが求める駆動力に適したギア段を予め選択し、その後アクセルを踏み込んだ時には変速による駆動力段差や応答遅れがないリニアでレスポンスな駆動力を実現可能にした。

RX-8では、路面勾配の変化に対して余裕駆動力を最適化するスローブコントロールを採用し、更にドライバの加速度要求レベルを推定して、スポーツ走行時などに、より強い駆動力が得られる低速ギアを積極的に選択するActive Shiftを新たに採用した。

(2) Active Shift

① Active Shiftの作動

Active Shiftは、ドライバの加速度要求レベルを推定し、加速要求が強いと判断した場合は、より高車速まで2速または3速を保持する変速パターンを選択する。これにより、アクセルを全開に戻しても、シフトアップせずに低速ギアを保持することが可能になり、その後アクセルを再度踏み込んだ時は、変速することなく低速ギアで加速走行を開始することができる。

一方、ドライバの加速要求が小さいと判断した場合は、低車速から3速や4速に切り替わる変速パターンを選択する。これにより、一定速の巡航運転や一般の市街地走行を行うような時は、高速ギアを多用して、静粛性や燃費が向上する走行を可能にする。

② Active Shiftの特徴

上記の通り、Active Shiftでは、ドライバの加速度要求レベルに応じて、従来よりも加減速用と巡航用に特化した変速パターンを使い分けることが大きな特徴である(Fig.5)。しかし、変速パターンをアクセル開度操作量のみでドライバの加速度要求レベルを推定して決定すると、推定結果が実際のドライバの要求と異なった時に、不用意にエンジン回転が高い状態を保ったり、逆に加速しようと思うときに4速を選択してしまったりと違和感を発生させてしまう。そのため、アクティブシフトコントロールでは、従来パワーモード判定等で用いられてきたアクセル開度操作量による推定に加え、ドライバの運転操作の履歴から加速度要求レベルを推定するシステム(Fig.6)を取り入れて、ドライバの加速要求をより精度良く検出するシステムを構築した。

具体的には、市街地や郊外路、山岳路、高速道路やテストコース走行などのあらゆる走行シーンにおける様々なドライバの操作履歴を収集し、このデータベースより加速度要求レベルが強い場合、弱い場合の操作の特徴を関数化し、この関数を使って実際のアクセル操作量や車体加速度など加速度要求レベルに変換した上で判定するシステムとなっている。この結果、従来加速度要求レベルが強い場合に多

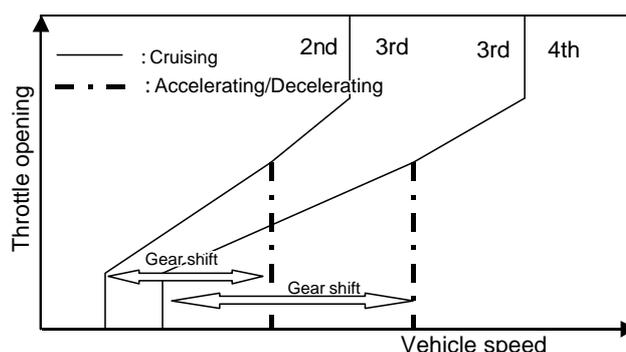


Fig.5 Cruising Pattern & Accel./Decel. Pattern

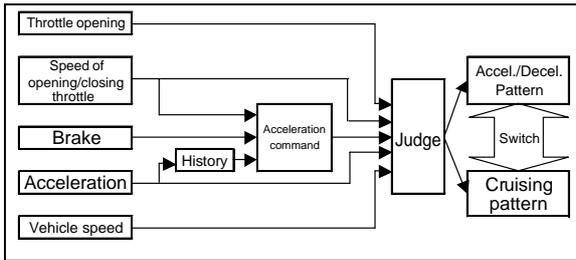


Fig.6 Control System Flow

く発生していたダウンシフト変速やアップシフト変速を約80%低減することを可能にし(当社従来比),かつ,加速度要求レベルが小さい時の違和感も起こらない変速制御を実現した。

3.5 操作性向上

RX-8ではフロアのシフトゲートはショートストローク化し,特に使用頻度の高いニュートラルとドライブレンジ間を短縮したことで操作ポジションを最適化し,クイックでスポーティなシフト操作を可能にしている。アクティブマチックでの変速は,チェンジレバーのアップ,ダウンスイッチに加えて,ステアリングホイール上に設定したステアリングシフトスイッチでも可能にした。これにより,シフトレバーの操作でシフトアップ,シフトダウンさせるスポーティな走行と,ステアリングを握ったままでのシフトチェンジを可能にし,スポーツカーとして素早く正確な操作が実現できた。

4. プロペラシャフト

4.1 1ピースコンポジットプロペラシャフト

走りを追求する6MT,5MT車にはカーボンファイバー強化樹脂製パイプを使用した軽量の1ピースコンポジットプロペラシャフトを採用した。その結果,スチール製2ピース構造プロペラシャフトに比べて3.7kgの軽量化と回転慣性モーメントの低減による走りへの貢献を図った。

2ピース構造プロペラシャフトにおけるセンターベアリング部のフロアマウントをなくし,駆動系の振動が直接ボディに伝達されるのを回避することで大幅な異音・振動低減を実現した。

4.2 プロペラシャフトの3次元一直線レイアウト

プロペラシャフトとデファレンシャル,及びトランスミッションをつなぐユニバーサルジョイント部に角度がついていると,デファレンシャルに伝達されるトルク・回転数に変動が起き,こもり音が発生し易い。そこでユニバーサルジョイントの3次元相対折れ角をゼロ度とし,トランスミッション,プロペラシャフト,デファレンシャルの駆動系を3次元で一直線にレイアウトした(Fig.7)。これにより駆動系での騒音・振動の発生を低減した。

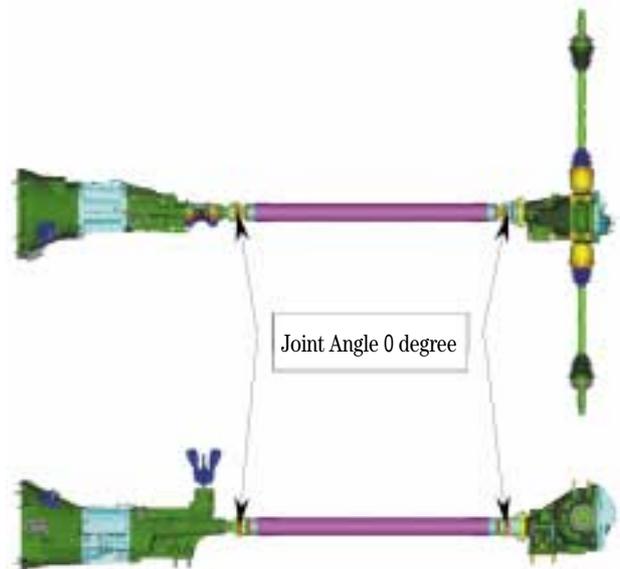


Fig.7 Straighten Driveline Layout

5. デファレンシャル

コーナリングや急発進時に車輪の空転を防ぐリミテッドスリップデファレンシャル(LSD)はスポーツ走行に欠かせない。RX-7にはトルクセンシングLSDを他社に先駆け採用し,アクセル操作に対する応答性や車両コントロール性,コーナ立ち上がりでのトラクションは市場で好評を得てきた。RX-8では好評の応答性,トラクションは維持しつつ車両コントロール性を更に進化させ,限界走行でも通常走行でも全てのドライバーが楽しく,安全に走れるLSDの開発を目指した。

これを達成するためにRX-8では低トルクバイアスレシオ(TBR),駆動方向に関係なく摩擦面が変化しない構造とした新しいトルクセンシングタイプLSD「スーパーLSD」を開発した。更にイニシャルトルク付加によって,加速/エンジンブレーキ間の駆動方向が変わる場面での差動制限力変化を抑えることでコーナリング中の車両コントロール性を向上させ,かつ発進時や直進走行時の車両安定性を増した。結果,車両コントロール性と安定性の両立を図ることができた。Fig.8にスーパーLSDの断面図, Fig.9に差動制限特性を示す。

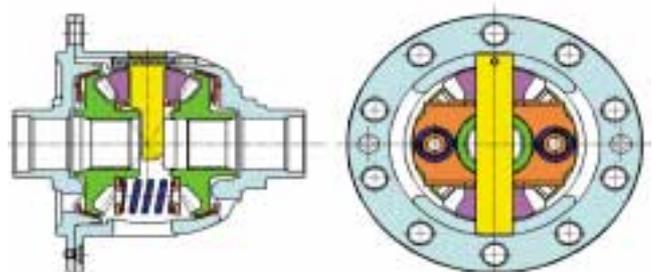


Fig.8 Structure of Super LSD

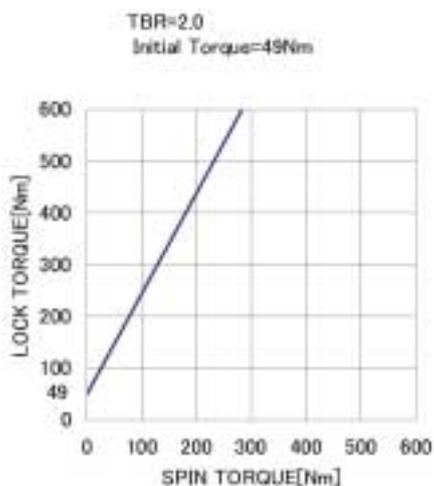


Fig.9 Characteristic of LSD

6 . おわりに

RX-8用ドライブトレインは快適な操作フィーリングと高い静粛性を実現しており、あらゆる走行シーンでその高い快適性を実感して頂けると自負している。

最後に、ドライブトレインの開発・生産に際し、ご協力・ご支援頂いた関係者、関連メーカーの関係者の方々に深く感謝致します。

著 者



松ヶ迫隆



梅岡光夫



松原伸幸



沢崎朝生



柏木慶司



浦道雅邦



佐々木和夫



藤原卓治