

特集：アクセラ

17

アクセラ / Mazda3のパワートレイン

Powertrain for Axela/Mazda3

内海 巖*1 谷口 正明*2 野崎 修*3
 Iwao Utsumi Masaaki Taniguchi Osamu Nozaki
 星野 彦一*4 金本 芳実*5
 Hikoichi Hoshino Yoshimi Kanemoto

要約

アクセラ / Mazda3のパワートレインは、マツダのブランドDNAを具現化するための出力特性改善に加え、更にNVH、環境性能及びトランスミッションの改善を図り、ドライビングプレジャーの実現に貢献しました。本稿ではそのパワートレインの概要を紹介します。

Summary

Axela/Mazda3 powertrain has contributed to realization of 'Driving Pleasure' by attaining higher output performance for embodying Mazda brand DNA and improvements in PT-NVH measures, environmental performance, and transmission. This report introduces the outline of the powertrain.

1. はじめに

アクセラ / Mazda3 (以下、アクセラ) は、アテンザ、デミオ、RX-8に続き、マツダの次世代商品の一環として開発されました。5ドアと4ドアの2ボデータイプに加え、スポーツ・アピアランス・パッケージをもつCセグメントのワールドカーです。本稿ではアクセラのコンセプトを具現化するために開発されたパワートレインを紹介します。

2. アクセラのパワートレイン

2.1 パワートレインが目指したもの

MZRエンジンシリーズはマツダの次世代を担う直列4気筒ユニットであり、3つのパフォーマンスDNAを持っています。

- ・リニア：アクセルの踏み方に応じたりニアな加速感
- ・ライプリー：アクセル操作に対して即座に車両が反応する活発さ
- ・トルクフル：市街地での軽いアクセル操作時を含めた、様々なシーンにおける力強い加速

アクセラではこれらのDNAをもとに、例えば欧州で特に評価の高いクルマにも匹敵する「運転する楽しみ」を提供できるエンジンパフォーマンスを追求しました。

2.2 パワートレイン展開

全世界の多様なお客様の個性やライフスタイルに対応するため、Table 1に示すように1.4Lから2.3Lまでの6タイプのMZRエンジンシリーズをラインアップしました。これらは、既に市場で好評を得ていますデミオ及びアテンザのパワートレインをベースとして更なる改善を図り、1.6Lエンジンはアクセラのために新規に開発を行いました。また欧州向けのディーゼルエンジン車に関しては、フォード社との共同開発を行ったパワートレインを搭載しました。本稿では日本向けのパワートレインを中心に紹介します。

Table 1 Powertrain Line-up

Eng.Vol. (L)	T/M	EU	North America		Japan	Other Countries
			Federal States	Green States*1		
1.4	5MT	●				
	5MT				●	●
1.5	4AT				●	●
	5MT	●				●
1.6	4AT	●				●
	5MT	●	●			●
2.0	4AT		●		●	●
	5MT			●		
2.0 PZEV	4AT			●		
	5MT		●	●	●	●
2.3	4AT		●	●	●	●
	5MT					
1.6DE	5MT	●				

All 4ATs have active matics.
 *1: 5States of CA, NY, MA, ME, VT

*1~4 パワートレイン開発推進部
 Powertrain Development Promotion Dept.

*5 マツダモーターヨーロッパ
 Mazda Motor Europe

2.3 エンジン出力特性の改善

これまでの一般的なCセグメントカーとは異なる動力性能を実現するため、MZRエンジンシリーズならではの数々の技術をより綿密に最適化しました (Fig.1)

(1) 低抵抗エアクリーナ+等長ロング吸気マニホールド

通気抵抗の低減を図ったエアクリーナとともに、長さ約600mmの樹脂製等長ロング吸気マニホールドを採用しました。これにより、低速から高速にわたって吸気騒音を抑えながらも充填効率を高め、全域でトルクアップを実現しています。また、2.3Lエンジンに加えて2.0Lエンジンにおいても、吸気抵抗を低減するハイフローポート・シリンダヘッドを採用し、高出力化に貢献しています。

(2) VIS (バリアブル・インダクション・システム)

吸気マニホールドの実質的な長さを変えることによって、低中速回転域と高回転域それぞれで吸気効率を最適化し、全域にわたる高トルク化を実現しています。具体的には、吸気マニホールド内のバルブを4,500rpm付近で電子制御によって開閉し、低中速回転域では管長を長く、高回転域では短くコントロールします。このシステムを1.5L以上の全エンジンに採用しました。

(3) ステンレス製等長ロングブランチ排気マニホールド

排気マニホールドは全車共通でステンレス製を採用しました。これによって各気筒のブランチ部を長くかつ等長にでき、排気干渉を低減して出力・トルクを向上させるとともにスポーティな排気サウンドづくりにも貢献しています。

2.4 パワートレインNVHの改善

「リニアでライブリー、そしてトルクフル」というマツダのパフォーマンスDNAに加えて、アクセラのMZRエンジンでは、Cセグメントのアベレージを超える上質な静粛性と伸びやかで澄んだエンジンサウンドを追求しました。

(1) アルミシリンダブロック&ロアブロック

高剛性のアルミ製シリンダブロック、ロアブロックあるいはディープスカート構造を全エンジンに採用しました。これにより、エンジンとトランスミッションの結合剛性やクランクの支持剛性を高め、振動・騒音を低減しました。またクランクシャフト先端にはトーショナル・ダンパ・ブーリーを採用しました。これらによって、アクセル操作にリニアに応える「伸びやかな音質」の実現に貢献することができました。

(2) 動弁系・回転系のノイズ低減

エンジンノイズの発生源のひとつに、動弁系などから出る高周波放射音があります。MZRエンジンシリーズでは、カムとシムレスタベットの低μ表面仕上げ、動弁系の慣性質量やバルブスプリング質量の低減などにより、動弁系からの騒音を低減し、「澄んだエンジン音質」を実現しました。また、ピストンやコネクティングロッドを軽量化し、エンジンそのものが発生する音のレベルを改善しました。

(3) 吸気源音の改善

樹脂製等長ロング吸気マニホールドを採用し吸気源音のレベルを徹底的に改善しました。

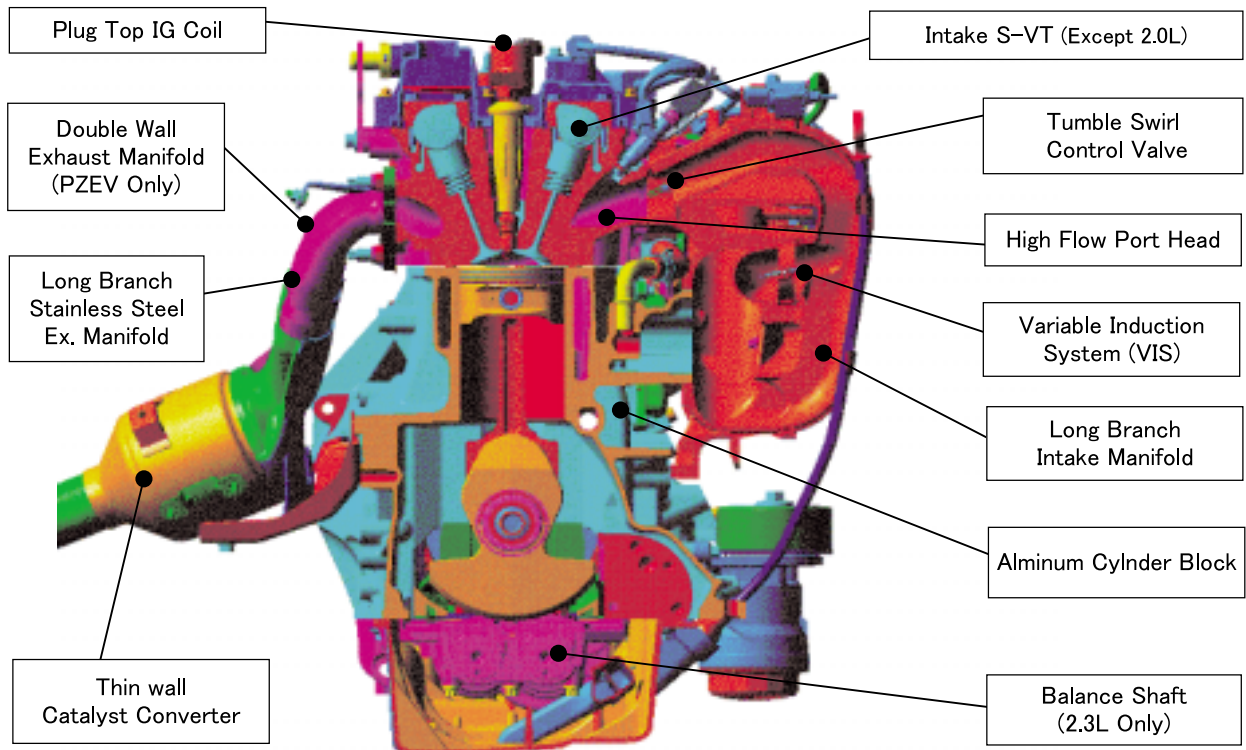


Fig.1 MZR Engine

(4) バランスシャフト (2.3L車)

2.3Lエンジンに採用したバランスシャフトは、クランクシャフトに設けたギアによって駆動され、振動・騒音を低減しています。これにより、2Lオーバーの4気筒エンジンの水準を超えるスムーズさと上質な静粛性を実現しました。

2.5 メンテナンスフリー化

また従来10万km毎に交換が必要であったカムシャフト駆動ベルトをチェーン化し、更に補機駆動ベルトにも自動調整機構を採用し、使用過程でのメンテナンスコストの削減を実現しました。

3. 低エミッション化

3.1 クラストップレベルのエミッション性能

アクセラは、ワールドワイドなレベルで高水準な低エミッション性能を実現しました (Table 2)。

(1) 北米向け

2.0L, Green States向けでは、ガソリンエンジン車にとっては、世界最高レベルにクリーンな「PZEV」規制にマッチングとして初めて適合しました。また2.3Lを含めてFederal向けではTier2Bin5という最新の規制に適合しました。

(2) 欧州向け

1.4L ~ 2.0L車まですべてのガソリンエンジン車で「Stage4」規制に適合しました。

(3) 日本向け

1.5L ~ 2.3Lまで全車で平成12年排出ガス規制値の75%以下まで低減した「U-LEV ()」認定に適合しました。

3.2 エミッション, 燃費改善技術

エミッション及び燃費性能改善のために、下記の技術を採用しています。

(1) S-VT (シーケンシャル・バルブ・タイミング)

低中負荷での運転時には、吸気バルブのオープンタイミングを早くしてバルブのオーバーラップ量を拡大し、残留ガス (内部EGR) の量を増大させています。これによりポンピングロスが減少し、燃費の向上とCO₂ (二酸化炭素) 排出量の低減を実現すると同時に、EGR効果によってNO_x (窒素酸化物) の排出量も低減しています。(2.0Lを除く)



Fig.2 MZR Engine Picture

(2) 排気系の改善

MZRエンジンシリーズは、エンジン前方から吸気して後方に排気するレイアウトを採用しています (Fig.2)。吸/排気ポートの位置をこれまでと逆転させることで、排気ポートから触媒コンバータまでの距離が短くなるため、排気の温度を高く保ったまま触媒に送り込むことができます。これにより、触媒の早期活性を促し、浄化作用を向上させています。また、触媒担体の薄壁化を実現し、更に浄化性能を改善しています。PZEV適合仕様に関しては、更に2重管エキゾーストマニホールドと2.5ミルの薄壁担体を採用し触媒の活性を改善しています。

(3) TSCV & EGRシステム

吸気マニホールド内に、タンブル・スワール・コントロール・バルブ (TSCV) を設置しました。このバルブ機構が、燃焼室内のタンブル (縦渦) とスワール (横渦) の強さを最適化して空気と燃料の良好な混合状態を形成し、より安定した燃焼を促します。また、EGR (排気循環) システムを全エンジンに採用しました。多くの排気を燃焼室内に採り入れてポンピングロスを低減し燃費を向上させるほか、不活性ガスである排気が増加することで燃焼温度が下がり、NO_xの低減にも貢献しています。

(4) 軽量ピストン, ピストンリング, シムレスタベット

低μ仕上げのシムレスタベットに加え、新形状の軽量ピストンや低張力ピストンリングを採用しました。これらによってエンジン内のフリクションロスを低減し、燃費改善を図りました。

Table 2 EM Regulation Compliance

Destination	Compliance EM	Engine
N.A.(Green States)	PZEV (LEV2LEV*1)	2.0-2.3L
N.A.(Federal States)	Tier2Bin5	2.0-2.3L
Europe (Gasoline)	Stage4	1.4-2.0L
Japan	U-LEV *2	1.5-2.3L

*1••2.3L *2••As of 2003CY

4. トランスミッション

アクセラで求めたドライビングプレジャーのひとつ、「リニアで爽快な加速感」は、洗練されたトランスミッションによって初めて現実のものとなります。アクセラでは、4速AT (電子制御) と5速MTをそれぞれ最適にチューンし、運転する楽しみを増幅するスポーティで快適なシフトフィーリングを実現しました。AT車については、Fun to Driveなアクティブマチック機能を全AT車に採用しています。

4.1 電子制御4速ATアクティブマッチック

(1) 小気味よいシフトフィーリング

シフトアップと、シフトダウンの変速応答をチューニングし、スポーティな小気味よさを演出しました。例えば1速から2速へのシフトアップの変速時間では、従来比較で約0.6秒から0.5秒へと約20%改善しています (Fig.3)。

(2) スローブコントロール機能

下り坂ではコンピュータが勾配を演算し、必要に応じて4速から3速へ、更に車速が低くなると2速へシフトダウンされます。このため、フットブレーキを頻繁に使用することなく、意図した車速を保つことが可能になります。上り坂では、余裕駆動力を随時演算し、シフトアップすると駆動力の不足が予想される場合には、シフトアップを抑制する制御を行います。このため、つねにスムーズな登坂走行が可能になります。このように、ドライバの感性に合ったスムーズでリニアなシフトコントロールを実現しました。

(3) 低燃費に貢献する減速スリップ制御

1.5L車にはスリップ制御を採用して減速時のフューエルカット時間も大幅に延長し、低燃費とCO₂削減を促進しています。

(4) ギア比選定

アクセラで最強のパワーを発生する23Sに搭載されるATは、4.416という低速型のギア比を採用しました。これにより、AT車でありながらもMZRエンジン本来の優れた加速性能を味わえるものとしています。

4.2 5速MT

(1) 1-2速ダブルコーンシンクロ

シンクロ負荷の特に大きな1速と2速にダブルコーンシンクロを採用しました。様々な条件下でシフト操作力を軽減するとともに、スポーティなショートストローク化を実現しています。

(2) すっきりとした上質な操作感

ロッドエンド押し付けボール背面に小径ボールを多数配した2重構造のディテントボールを採用しました。また、

シフトロッド/クランクレバー/コントロールロッドのリンク部の軸に特殊な表面処理を施したほか、テフロンコーティングの低μプッシュを採用しました。ディテントボールとの相乗効果により、摩擦係数を大幅に低減し、すっきりとした上質な操作感を実現しました。

5. おわりに

このアクセラでは、アテンザ、デミオで好評を得ていないMZRエンジンを更に進化させました。具体的には、上質なエンジン音と軽快な走り性能の実現だけでなく、環境性能もTopレベルを狙いました。またトランスミッションでも操作感、楽しさ、快適さに更に磨きをかけました。是非体感してみたいと思います。

著者



内海 巖



谷口 正明



野崎 修



星野 彦一



金本 芳実

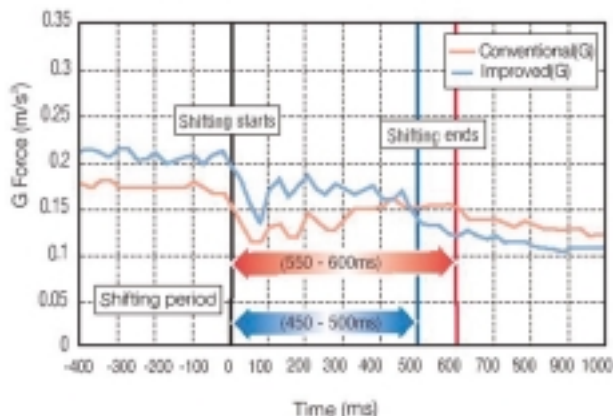


Fig.3 AT Shifting Response