

論文・解説

21

新型6速マニュアルトランスミッション New 6speed Manual Transmission

石井 護^{*1} 桑原 亘^{*2} 濱野 正利^{*3}
Mamoru Ishii Wataru Kuwahara Masatoshi Hamano
西角 博和^{*4} 徳永 幸司^{*5}
Hirokazu Nishikado Kouji Tokunaga

要 約

マツダブランドDNAをより一層訴求するため、新型6速マニュアルトランスミッション（以下6MT）を開発した。特に、多段化による燃費・動力性能への貢献、シフトフィールDNAの追求、将来トレンドに対応したNVH性能の確保に重点を置いて開発し、狙いの性能を達成した。

Summary

We developed new 6-MT(6-speed manual transmission) to strongly support Mazda's DNA. In particular, we put emphasis on the improvement of the vehicle performance and the fuel economy, the pursuit of "Shift-feel DNA," and the improvement of "NVH performance" putting the future trend into perspective. We achieved our targeted performance.

1. はじめに

マツダブランドDNAをフルスケールで実現したアテンザに追加搭載される、ガソリンエンジン用新型6速マニュアルトランスミッション（以下G6M型）に採用した主要な技術とその特徴について紹介する。

2. 開発の狙い

- (1) 燃費と動力性能の向上に貢献する。
- (2) マツダシフトフィールDNAである「ドライバの意のままに操作でき、小気味良いフィーリング」を更に進化させる。
- (3) 低騒音化に対応したNVH性能（静粛性）を確保する。

3. 主要諸元

アテンザ2.3Lガソリンエンジンに適用する、G6M型の主要諸元をTable 1、シフトパターンをFig.1に示す。

後退段位置は、人間工学的検討の結果、1速段の左隣とした。

Table 1 Main Specifications of G6M

G6M Transmission Specifications		
Shift Control		Cable Type
Gear Ratio	1st	3.454
	2nd	1.842
	3rd	1.310
	4th	1.030
	5th	0.837
	6th	0.755
	Rev	3.198
	Final	4.388
Synchro Type	1st	Triple Cone
	2nd	
	3rd	
	4th	Double Cone
	5th	
	6th	Single Cone (Carbon)
Differential		2 Pinion
Weight;Wet [kg]		44



Fig.1 Shift Pattern

*1~3 ドライブトレイン開発部
Drivetrain Development Dept.

*4, 5 シャシー開発部
Chassis Development Dept.

4. 構造と特徴

G6M型の主断面図をFig.2に示す。

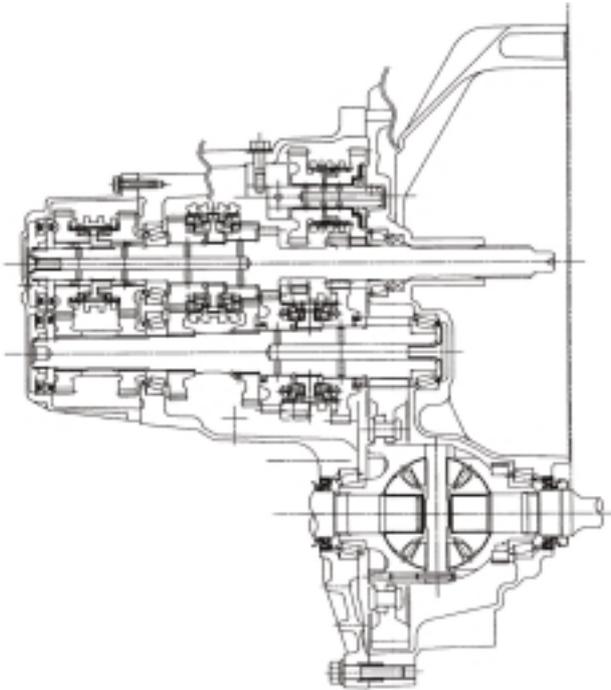


Fig.2 Main Section of G6M

ギアトレインは、並行2軸タイプの5速マニュアルトランスミッション（以下G5M型）をベースに、6速段の追加と常時噛合い式後退段への変更を行った。

4.1 6速段ギア支持構造

6速段は、入力軸と出力軸を延長し、5速段後方に配置した。また、ハウジングのアルミ化と支持ベアリングの追加により、駆動時の入出力軸の変形を抑え、ギアノイズ低減とギア信頼性の確保を両立させた。

4.2 後退段ギアトレイン構造

後退段は、操作性の優れた同期装置付き常時噛合い式を採用し、操作力を低減するとともに、シフトブロックアウトの発生頻度を大幅に低減した。

フロント側アイドルギアは、入力軸上の1速段ギアを共用するはずば歯車、リヤ側アイドルギアは、噛合率を向上させた平歯車とし、G5M型比後退時のギアノイズを大幅に低減した。

5. 変速操作性の向上

マツダシフトフィールDNAの更なる進化を実現するため、“マツダロードスター”のシフトフィールを目指して開発を行った。

シフトストロークは、スポーティ性とポジションの認知性のバランスから、G5M型比4mmショートストローク化

した50mmに設定した。

変速操作力は、車格やカテゴリ、変速段位に関係なく年々低下傾向にあり、トレンド上位を目指し、G5M型比30%低減を目標とした。

5.1 同期装置

ダイナミック領域の操作性にとって最も重要な同期装置における代表的な取り組みについて以下に述べる。

(1) 連結式トリプル/ダブルコーンシンクロナイザ機構

同期装置への負荷が大きい1速、2速には、連結式のトリプルコーンシンクロナイザ機構（以下シンクロ）、素早い操作頻度の多い3速、4速には、連結式のダブルコーンシンクロを採用することにより同期容量を拡大し、G5M型よりもショートストローク化を図りつつ、低い操作力を実現した。操作力の比較をFig.3に示す。

また、シンクロ構造を連結式とすることで、シンクロチャンファア角を鋭角化し、冷間条件下や比較的ゆっくりしたシフト操作での操作力も低減した。

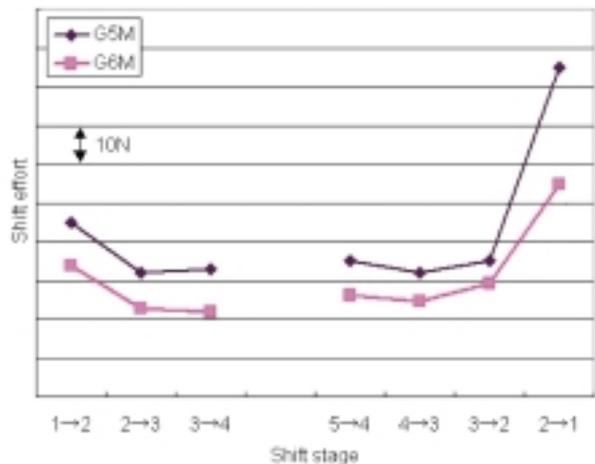


Fig.3 Shift Effort Comparison

(2) キーレスカーボンシンクロ

比較的負荷は小さいが、素早い操作頻度が高い5速、6速には、カーボンシンクロを採用した。

カーボンシンクロは、従来の黄銅シンクロに比べ、約30%摩擦係数が高くシフト力積を15~25%低減できた。更に、シンクロ装置長が従来比短いキーレス式シンクロを採用し、MT全長増を最小化した。

5.2 MT内部変速機構

G5M型の内部変速機構をベースに、6速化への対応と最適化を行った。

後退段のシフトフォーク及びガイドプレートは専用設計とし、他部品は、ベースとなったG5M型と共通化し、部品種類数の増加と生産性の低下を最低限に抑えた。Fig.4にG6M型の内部変速機構を示す。

ディテント機構の追加とガイドプレート形状の最適化により、ニュートラルポジション及び、各変速段ポジションでのノブ上のガタ縮小を行った。

また、シフト用レバーにカウンタウェイトを設定し、変速操作時のゴツゴツ感を低減し、フィーリングを向上させた。



Fig.4 Internal Change Mechanism

5.3 MT外部変速機構

外部変速機構には、大きく分けてロッドコントロールタイプと、ケーブルコントロールタイプがあるが、G6M型では、G5M型でも採用したケーブルコントロールタイプを採用した。Fig.5にG6M型の外部変速機構を示す。

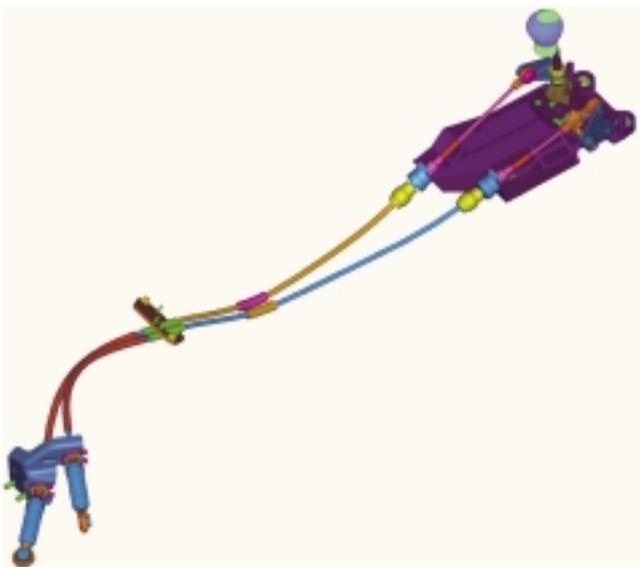


Fig.5 External Change Mechanism

ケーブルコントロールタイプは、車両のクロスメンバ等のレイアウトに影響を与えないため、車体剛性の最適化が

行いやすい。また、フロアチェンジからインパネチェンジまでフレキシブルに対応が可能である。

G6M型の外部変速機構は、ショートストローク化対応、6速化対応及び後退段ミスシフト防止機構の追加とともに、操作特性の向上を図った。

(1) シフト/セレクトストローク設定

Fig.6に示すように、乗用車クラスとしてはトップレベルのショートストローク設定とした。

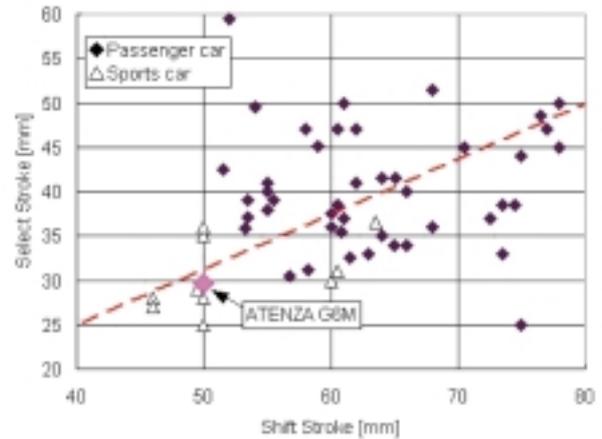


Fig.6 Shift/Select Stroke Comparison

(2) 構造とレイアウトの最適化

ショートストローク化への対応とともに、内部変速機構と外部変速機構のレバー比の関係を見直し、ケーブルの伝達損失の影響を受けにくい構造とした。

車室内レイアウトでは、シフトノブ位置を見直すことにより操作姿勢を改善し、フィーリングを向上させた。

また、プッシュ式の後退段ミスシフト防止機構を設けることにより、ミスシフト防止と操作性の両立を図った。

(3) 操作フィーリング向上

セレクトリターン機構を、よりドライバに近い外部変速機構に設定し、シフトポジションの正確性を確保した。

また、摺動抵抗の少ないシフト/セレクトケーブル配策とし、操作荷重の伝達損失を低減させた。更に、ケーブル両連結部のクリアランスを最小化するとともにインシュレーションラバー剛性の最適化により、シフトポジションの正確さと剛性感を向上させた。

6. NVH性能

乗用車では、年々車内騒音が低下傾向にあり、ギアノイズ・歯打ち音に代表されるトランスミッション騒音も、このトレンドに沿った低減を狙い開発を行った。

ギアノイズ性能では、乗員の可聴感度の高い走行域と低い走行域の音圧レベルのバランスが最適となるようにギア歯面形状の最適化を図った。

5速段での最適化事例をFig.7に示す。

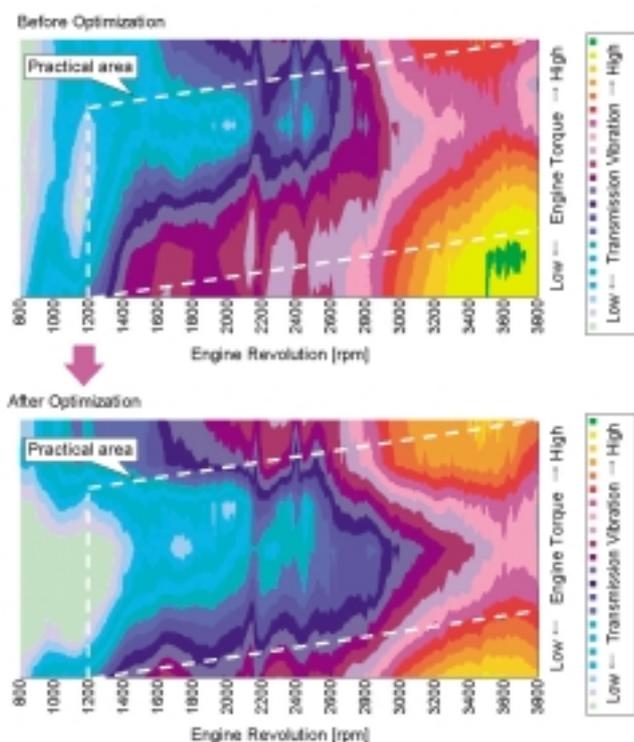


Fig.7 Optimization Case with Gear Noise

開発初期段階の最適化前 (Fig.7上図) では、駆動トルクが低い定常走行時にユニット振動が大きくギアノイズが発生した。

このため、白破線で示した実用領域における、駆動トルク・回転数の使用頻度と車内暗騒音レベルから、ユニット振動目標の重み付けを行い、低駆動トルク・低回転数領域 (図左下) から高駆動トルク・高回転数領域 (図右上) へ向かい、緩やかに上昇する振動特性を狙って最適化を行った (Fig.7下図)。

また、歯打ち音性能では、フリクションダンパの効果的な配置と適切なフリクショントルク設定により、歯打ち音性能向上とシフト操作性を両立させた。

7. 小型化・軽量化

燃費・動力性能への貢献、及び車種展開を考慮し、BIC (Best in Class) レベルの重量、Cカーへの搭載性を確保する外寸を目標に開発を行った。

キーレスタイプシンクロの採用の他、精密鍛造技術による5速段・6速段周辺レイアウトの最適化、FEM (Finite Element Method) 解析による新設アルミハウジング形状の最適化等により、G5M型比2kgの重量増と15mmの全長増に留め、開発目標であるBICレベルの重量とCカーへの搭載性確保を実現した。

8. おわりに

以上、G6M型の開発の狙いと商品概要について簡単に紹介した。

エンジンの駆動力 (トルク・回転数) を走行条件に合わせて最適に調整し、タイヤに伝えることが、トランスミッションの基本機能であるが、車両との一体感や走る楽しさを実現するためには、ドライバーの意のままに変速可能であることが最も大切であると考え、操作フィーリングに注力して開発を行った。

また、軽量化による、燃費・動力性能への貢献や静粛性の向上も走る楽しさの実現に寄与している。

G6M型では、“Zoom-Zoom” に代表される、マツダブランドDNAを体感して頂けるトランスミッションが実現できたと考えている。

是非“意のままに操作でき、小気味良いフィーリング”を体感して頂きたい。

著者



石井 護



桑原 亘



濱野 正利



西角博和



徳永幸司