

特集：新型マツダアクセラ

11

新型マツダアクセラのダイナミック性能 Dynamic Performance of All-New Mazda Axela

嶋 中 常 規^{*1} 中 山 伸 之^{*2} 友 貞 賢 二^{*3}
Tsuneki Shimanaka Nobuyuki Nakayama Kenji Tomosada
吉 井 群 治^{*4} 渡 邊 雅 哉^{*5}
Gunji Yoshii Masaya Watanabe

要 約

新型アクセラは、初代アクセラの優れた運動性能に更に磨きをかけ、競合他車から一歩抜きん出たポジショニングを確立すべく開発に取り組んだ。

サスペンションは、車両追従性とライントレース性の改善に注力し、各構成部品の剛性アップとスタビライザの効きをよくすることにより応答性の向上と安定性を実現した。そして、ステアリングギヤBOXの保持剛性アップで前輪の位置きめを正確に行うことにより、狙ったとおりの操縦性としっかりとした安定性を実現した。

ボデーについては、そのサスペンションをしかりと支える車体構造とするため、局部剛性と車体ヒステリシス（ねじり変形の位相遅れ）の特性に注目し開発を進めた。同時に、高張力鋼板の使用比率を大幅に見直すことで、衝突安全性能も米国と日本・欧州NCAPを改善しながら、軽量で高剛性なボデー構造を実現した。

本稿ではその概要について紹介する。

Summary

The new Axela has been developed to even more improve the former Axela 's dynamic performance, and to achieve prominent positioning among its competitors.

Handling follow ability and line traceability has been improved through suspension development. Improved response and thorough stability has been achieved by improving rigidity of each parts and increasing efficiency of stabilizer. Also perfect handling and thorough stability has been achieved by establishing precise locating of front tire, through improving fixing rigidity of the steering gear box.

Body is developed to strongly support this suspension. Is has been developed by focusing on local rigidity and structural hysteresis(phase gap in tensional displacement). And usage rate of high-tension steel has been highly increased, which results in gain of 1 star in each US, Japan, Euro-NCAP. A light weight and highly rigid body has been developed.

1. はじめに

新型アクセラでは、優れた運動性能でお客様に高い評価を得た初代アクセラからの大幅な進化を目指した。特にマツダDNAの「反応の優れたハンドリング」についてシャーシ・ボデーの領域で改善に取り組んだ。

コーナリング時のコントロール性、高速での直進安定性、しなやかな乗り心地を高いレベルでバランスさせることで「Zoom-Zoom」を感じることで運動性能を実現した。

本稿では、その運動性能を実現するためのシャーシ・ボデーの主要構造と操縦安定性能の目標達成手段を紹介する。

2. シャシー

2.1 開発の狙い

初代アクセラでは、マツダのブランドDNAである反応の優れたハンドリングを実現した。新型アクセラでは、更に上質なダイナミクス性能を狙った。

特にダイナミクス性能ではステアリングの正確さと、安

*1, 2, 4 ボデー開発部
Body Development Dept.

*3 シャシー開発部
Chassis Development Dept.

*5 操安性能開発部
Chassis Dynamics Development Dept.

定性を進化させることに注力した。これらを実現するため主にサスペンション剛性の向上を図ることを目標とした。

2.2 構造と特徴

(1) フロントサスペンション

フロントサスペンションはマクファーソンストラット式を採用した (Fig.1)。

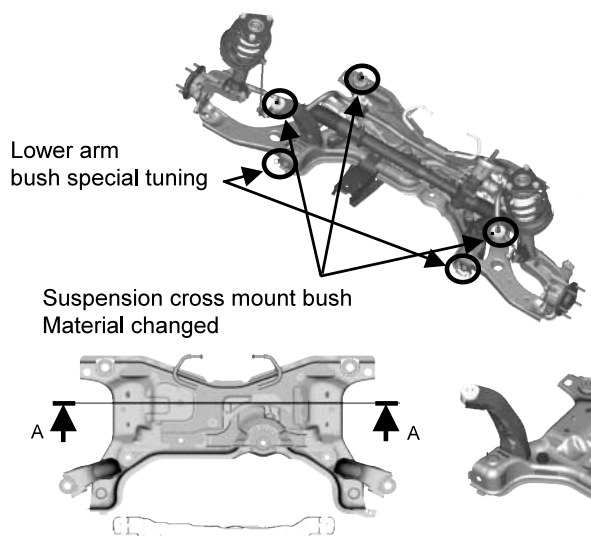


Fig.1 Front Suspension

フロントサスペンションについては、前輪の支持剛性を向上させ、ハンドル操作と車両の動きの一体感 (車両追従性) を向上させることを狙った。

サスペンション部品を取付けているフロントサスペンションクロスメンバはクロスメンバ本体の板厚アップや、車体との取付け構造を見直し、クロスメンバ本体の剛性アップを図った。更に、クロスメンバと車体を結合するインシュレータの材質を変更し剛性アップを行った。また、スタビライザのサスペンションクロスメンバへの取付けピッチ拡大を行い、車体ロールに対するスタビライザの効きを向上させ、応答性の向上を図った。これらにより狙ったとおりの操縦性 (応答性の向上) としっかりとした安定性 (ふらつきを抑える) を実現した。

(2) ステアリングギヤBOX

ステアリングギヤBOXをFig.2に示す。

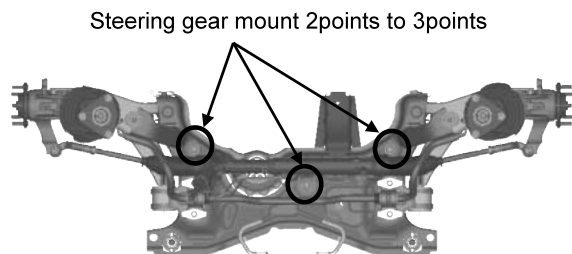


Fig.2 Steering Gear Attachment

ステアリングギヤBOXでは、ギヤBOXの保持剛性を向上させ、ハンドル操作に対する前輪の応答性、正確さを向上することを狙った。具体的には、初代アクセラではアルミダイキャスト製のステアリングギヤBOXの両端をクロスメンバに2点で固定していたものを、取付け点数を増し3点で固定した。ギヤBOXの中間部に現在の取付けに対してステアリングギヤの反対側に取付け点を追加し、ステアリングギヤBOXのクロスメンバ (車体) への位置決め剛性を向上させた。これによりハンドル操作による、ステアリングギヤの無駄な動きを抑制し、ハンドル操作と前輪の動きの応答性を向上させた。

これらフロントサスペンションの剛性アップ、および、ステアリングギヤBOXの保持剛性アップを行うことで、前輪の位置決めを正確に行い、狙ったとおりの操縦性としっかりとした安定性を実現した。

(3) リヤサスペンション

リヤサスペンションはマルチリンク式を採用した (Fig.3)。

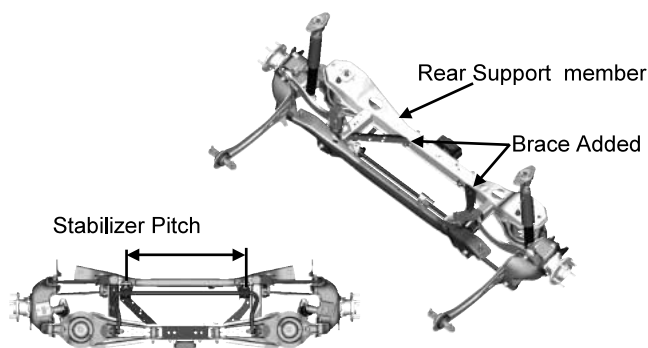


Fig.3 Rear Suspension

リヤサスペンションもフロントサスペンションと同様に後輪の支持剛性を向上させ、ハンドル操作と車両の動きの一体感、車両の安定性の向上を図った。

リヤサスペンションクロスメンバはメイン部材であるリヤサポートメンバの板厚アップと、前後をつなげているメンバとの間にブレースを追加することで、剛性アップを行った。

また、フロントサスペンションと同様にリヤスタビライザのクロスメンバへの取付けピッチ拡大も実施し、車両の応答性の向上と、しっかりとした安定性を実現した。

3. ボデー

3.1 開発の狙い

優れた運動性能で高い評価を得た初代アクセラを更に進化させ、欧州プレミアム車同等のパフォーマンスを実現することを目標とした。

新型アクセラは最小限の重量で目標を達成すべく、静剛性の指標となる曲げ、ねじりの剛性値に加え、サスタワー

剛性などの局部剛性のレベルアップと車体ヒステリシス（ねじり変形の位相遅れ）の特性に注目し、操縦安定性の更なる向上に注力し開発に取り組んだ。

3.2 構造と特徴

(1) アンダーボデー

アンダーボデーのフレームワークをFig.4に示す

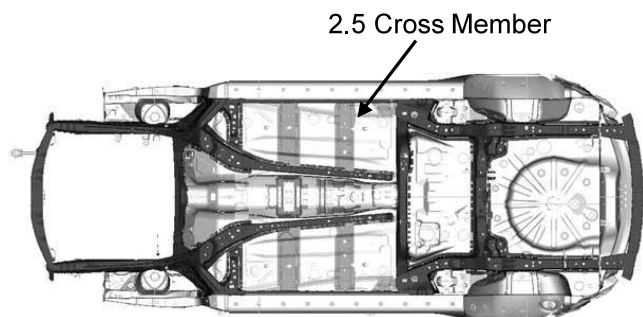


Fig.4 Frame Work

高い評価を受けた初代アクセラのフレームワークを基本としながら、2.5クロスメンバの追加と各パネルの板厚、材質の見直しを行うことで、重量を増加させることなく衝突性能を向上させるとともに、曲げ、ねじりの静剛性を確保できるアンダーボデーを作り上げた。

(2) フロントボデー構造

フロントボデー構造をFig.5に示す。

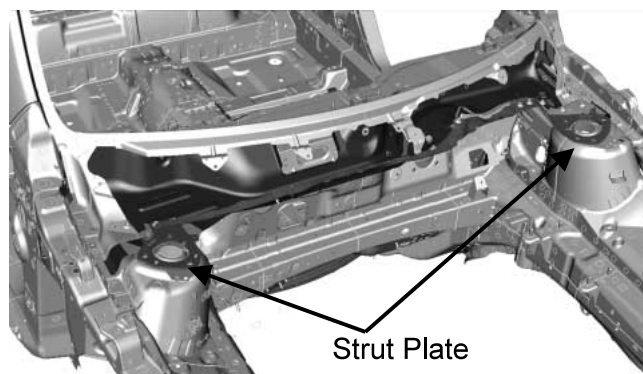


Fig.5 Front Body Structure

剛性を向上させたフロントサスペンションを支えるため、サスタワーの上面とボデー左右にわたるカウルクロスメンバを、ストラットプレートと呼んでいる部品で結合することで、スポーツモデルに採用される「ストラットタワーの機能」をボデー構造として採り入れた。

フロントサスタワーの横剛性を初代アクセラから38%改善させることで（Fig.6）、コーナリング時におけるライントレース性を向上した。

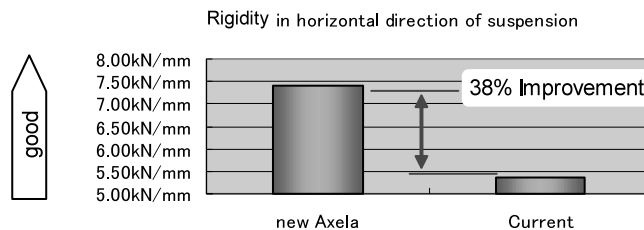


Fig.6 Progress Rate of Rigidity

(3) リヤボデー構造

最初に4ドアセダンのリヤボデー構造をFig.7に示す。

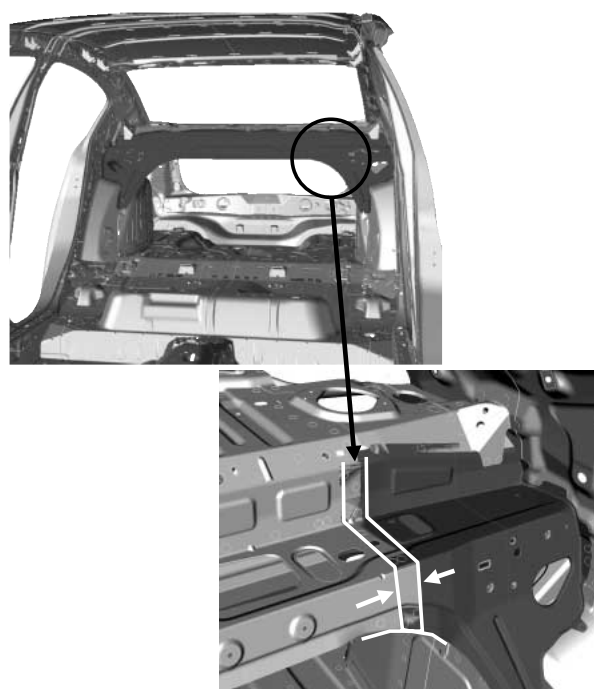


Fig.7 Rear Body Structure (4Door Sedan)

フロントボデーと同様、サスペンションをしっかりと支えることに注力した。CAE解析による弱点部の洗い出しを行った結果、サスタワーの上面から伸びるジャンクションと閉断面で構成されたパッケージトレイとラップ量を増やすことで効率よく結合を強化した。

以上の改善を織り込むことにより、リヤサスタワー間の対角変位量を初代アクセラから19%低減させることで（Fig.8）、操縦安定性にもっとも重要な車両後部のしっかり感を向上させた。

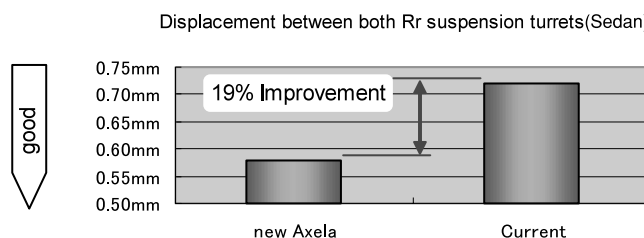


Fig.8 Progress Rate of Rigidity

次に5ドアハッチバックのリアボデー構造をFig.9, 10に示す。

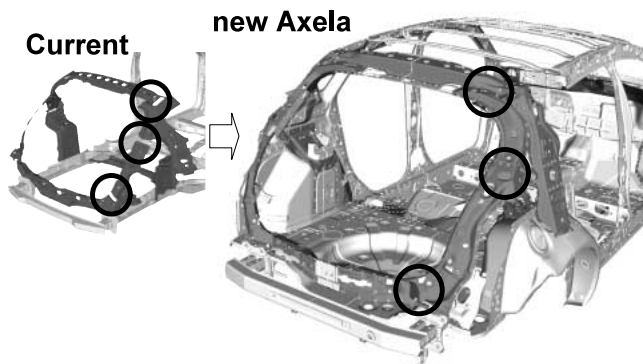


Fig.9 Rear Body Structure (5Door Hatchback)

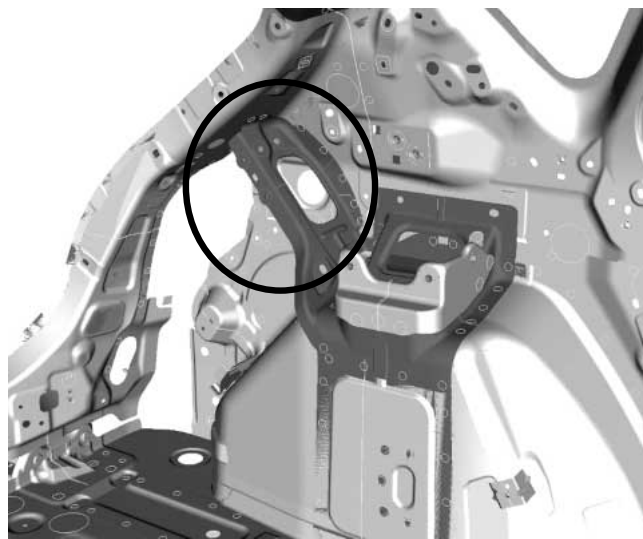


Fig.10 Rear Body Structure (5Door Hatchback)

5ドアハッチバックは、剛性上の弱点となるリフトゲート開口部を強化するため、リフトゲート開口に沿って切れ目ない閉断面で囲う環状構造を採用した。また、環状構造とサスタワーを結合するようにサスタワーレインとブレースバーを配置し結合を強化した。特に、この環状構造からブレースバーの結合までの一連の構造決定には、CAE解析を繰り返し行い最適形状の作りこみを行った。

以上の改善により、初代アクセラからリフトゲート開口変位を33%低減、リアサスタワー間の対角変位量を10%低減させることで (Fig.11), 4ドアセダンと遜色ない車両後部のしっかり感を実現した。

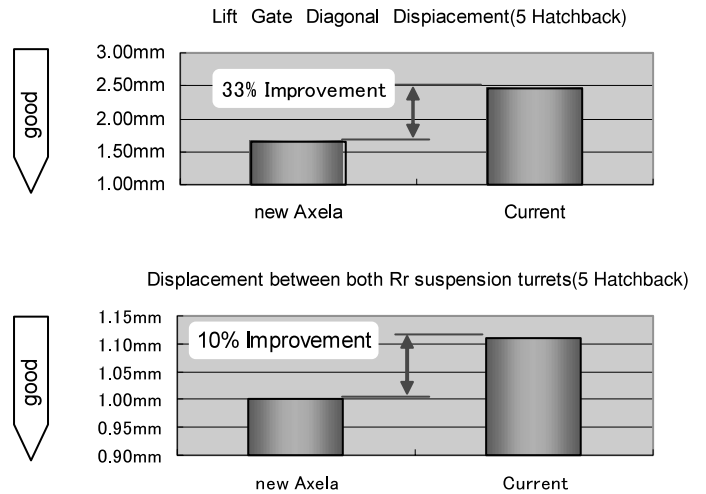


Fig.11 Progress Rate of Rigidity

(4) キャブサイド構造

キャブサイド構造をFig.12に示す。

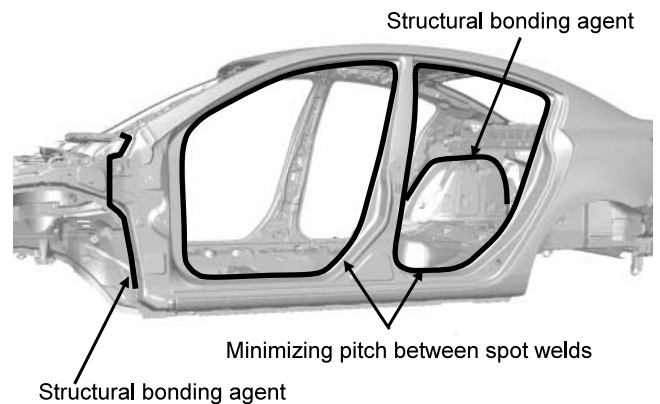


Fig.12 Cab Side Structure

車体は複数の部品をスポット溶接で接合することで構成されるため、接合部分に塑性変形が発生する。これを車体ヒステリシス(ねじり変形の位相遅れ)という。この値が大きいと、運転者は「ハンドル操作と車両の動きに一体感がない」と感じる。

新型アクセラは変形量の大きなフロントドア・リアドア開口部、更にハッチバック車はリフトゲート開口部のスポット溶接を増やした。前後サスペンションの荷重が大きく入るフロントヒンジピラーとリアホイールハウス部分はウェルドボンドによる連続接合を採用した。

車体構成部品間の接合を徹底して強化し、車体ヒステリシスを初代アクセラから13%低減させることで (Fig.13), 車体剛性の向上を行い、車両応答性を改善した。

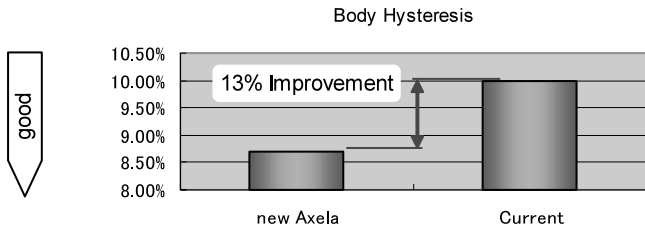


Fig.13 Progress Rate of Rigidity

(5) 高張力鋼板

初代アクセラと新型アクセラの高張力鋼板使用比率を Fig.14に示す。

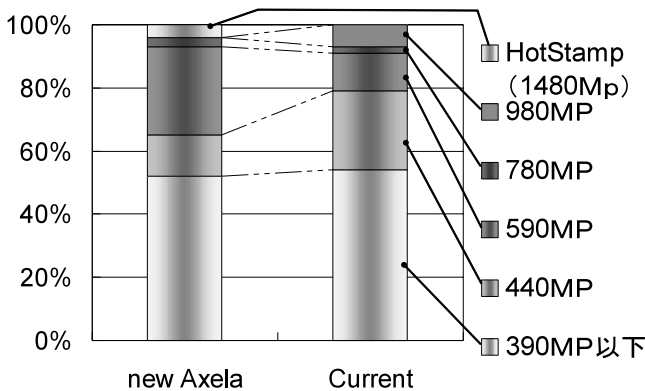


Fig.14 High Tensile Steel Percentage

新型アクセラは高張力鋼板の使用比率を大幅に見直した。590MPa級の鋼板を12%から27%に拡大し、更にホットスタンプという特別な成型方法で作られる1,480MPa級の鋼板をパンバレインに採用した。強度の高い材料を適材適所に採用し、初代アクセラよりも薄板化を進めた結果、衝突安全性能を米国と日本・欧州NCAPで1ランクの改善を達成するとともに、運動性能を悪化させる要因となる重量増加をゼロに抑えることができた。

更に、前後端で2.5kgの軽量化を行い、車体全体の重量バランスを整えることにより、車体応答性を改善させた (Fig.15)。

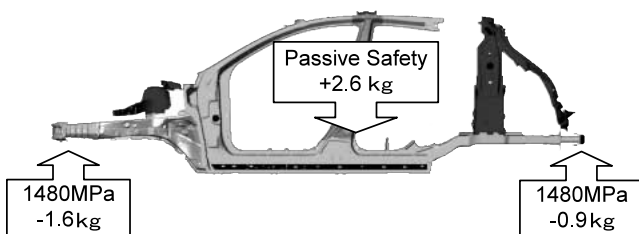


Fig.15 Structural Reinforcement and Weight Reduction

4. 達成性能

4.1 操縦安定性能

Steering/Handlingの目標をFig.16に示す。

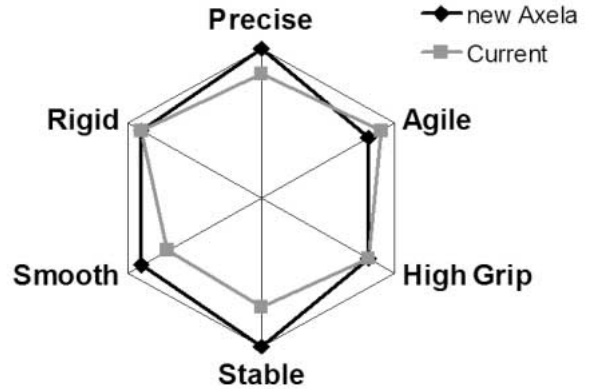


Fig.16 Steering Handling Result

以上述べてきたシャシーとボデーの様々な施策により、初代アクセラに比較して、俊敏さ (Agile) を抑え、正確さ (Precise), なめらかさ (Smooth), 安定性 (Stable) を特化させる目標とした。

このDNA Targetを達成するために、2つのポイントに注力した。

正確かつなめらかなステアリング性能を実現するために、車速に応じたリニアな手応えの増加を目指した。

Fig.17に操舵角に対する操舵力変化の比率を示す。欧州競合車は中～高旋回加速度域における操舵力増加が大き過ぎて、なめらか (自然) な操舵フィールを損なっている。一方、新型アクセラはリニアな変化と、初代アクセラより手応えを増加させることで、正確なコントロール性とを両立させた。

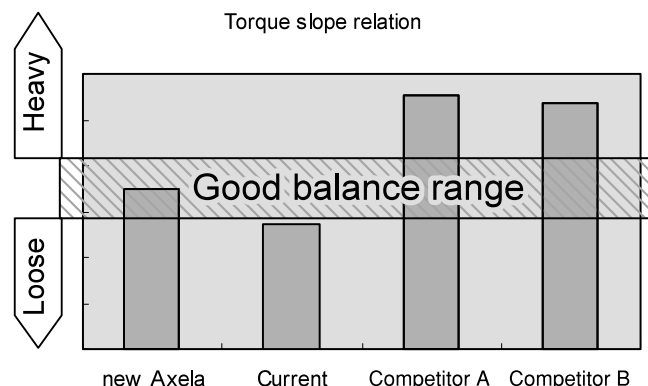


Fig.17 Balance between Lateral Acceleration and Torque Build Up

安定性を高めるためには、リヤのサスペンションおよびボデーがしっかりしていることが不可欠であり、前述のような手段を採用した。この結果、微小なステアリング操作にもサスペンションとボデーが追従し、ドライバの意図に忠実で安定感あるステアリング性能が実現できた。Fig.18に微小横G(0.05G)を発生させるのに必要な操舵角の比較を示す。新型アクセラは、より少ない角度で横Gを発生させており、車両の高い応答性を実現できていることが示されている。

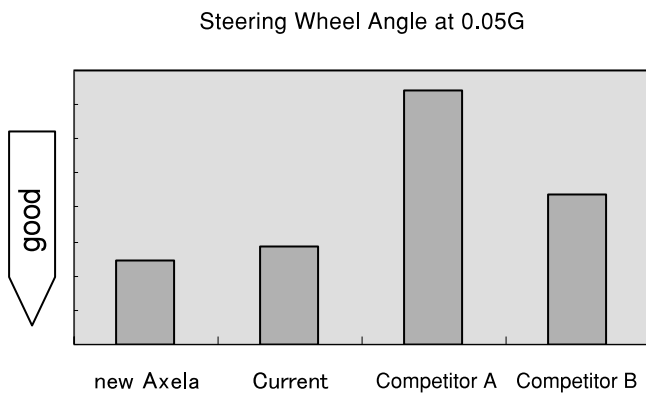


Fig.18 Lateral Acceleration Dead Band on Steering Wheel Angle

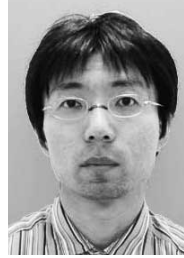
5. おわりに

以上、新型アクセラの運動性能について狙いの性能と実現するための構造を簡単に紹介した。

運動性能を大幅に改善した新型アクセラが初代アクセラ同様、高い評価でお客様に受け入れていただけると確信している。

最後に新型アクセラの高い運動性能を実現できたのは、関連サプライヤの多大な協力による。この誌面をお借りして感謝の意を表したい。

著者



嶋中常規



中山伸之



友貞賢二



吉井群治



渡邊雅哉