

特集：MAZDA CX-60

21

CX-60のパワーリフトゲート開発 Power Lift Gate Development for CX-60

杉島 孝幸^{*1} 樋口 圭太^{*2} 高田 浩二^{*3} 伊藤 敦^{*4} 織田 匡樹^{*5}
Takayuki Sugishima Keita Higuchi Kohji Takada Atsushi Ito Masaki Oda
朴 吉友^{*6} 松下 将輝^{*7} 黒田 智也^{*8} 青山 麟太郎^{*9}
Jiyou Piao Masaki Matsushita Tomoya Kuroda Rintaro Aoyama

要 約

「カーライフを通じて人生の輝きを人々に提供する」ために、荷室へのアクセス時に使用するリフトゲートは、荷物を持った状態でも思いどおりに開閉できる利便性や、開閉時の上質な動きが大切な要素であると考えられる。CX-60のリフトゲートでは、思いどおりに開閉し、特別な体験を提供するパワーリフトゲート、及びハンズフリーリフトゲートを従来車に続き搭載した。従来車に対して、パワーリフトゲートは、心地よい作動速度・作動音を追求し、利便性と開閉時の作動質感を向上させた。また、ハンズフリーリフトゲートはトローイングヒッチを装着する車両との両立を実現させ、全てのお客様の利便性を向上させた。本稿ではこれらの開発内容について紹介する。

Abstract

To demonstrate the Mazda vision, “we love cars and want people to enjoy fulfilling lives through cars”, it is important the convenience of being able to open & close as desired even with luggage and the high-quality movement when opening & closing a for lift gate used to access luggage compartment. Continuing from conventional cars, the lift gate of CX-60 was equipped with power lift gate & hands-free lift gate to support opening & closing as you want and to provide a special experience. Power lift gate and hands-free lift gate have been improved for the CX-60. We pursued comfortable operating sound/speed and improved quality feel, considering customers convenience and operating quality. The hands-free lift gate is compatible with towing hitch, improving convenience for all customers. This paper introduces the development contents of such systems and technologies.

Key words : Electronics and control, Electrical actuator, Package/assembly/packaging technology

1. はじめに

スイッチを押すだけで自動開閉ができるパワーリフトゲートを従来車に続き、CX-60に搭載した。2016年から採用しているスクリュウとナットで駆動させるスピンドルタイプは、左右のユニットともに小型モーターを内蔵し、リフトゲートを電動開閉作動させている⁽¹⁾。電動開閉作動機能は、開閉利便性や特別な体験を演出するのに大きく貢献してきた。CX-60では更なるシステムの小型化を行いつつ、上質な動きとすることを目指した。具体的には、小型モーターを片側のみに内蔵したタイプを開発することで作動音源を減らしつつ、思いどおりに開閉できるよう作動性能の向上にも取り組んだ。本稿では、

これらの開発内容について紹介する。

2. 開発構想

2.1 静粛性

電動作動音は、お客様が快適に使用していただくために重要な要素の一つと考えている。静かさを求めることに加え、電動作動していることを音で伝えることは安心・安全のためにも必要と考え、お客様が心地よく感じられる作動音圧・作動音質を目標とした。

作動音圧に関しては一般的に、人が静かに感じる音は50dB (A) 以下、うるさいと感じる音は65dB (A) 以上とされる。一方、生活騒音に関しては50dB (A) 前後の範囲で発生していることが多く (Table 1)、生活騒音にか

*1~7 ボデー開発部
Body Development Dept.

*8,9 車両実研部
Vehicle Testing & Research Dept.

き消されないことを考慮して、目標値を 50~60dB (A) の範囲で定めた。

Table 1 Noise Level

Noise level (dB(A))	Feeling	Example scene
60~	Noisy	<ul style="list-style-type: none"> • Washing machin • Conversation
50~60	Normal	• Air conditioner outdorr unit
~50	Quiet	• Library

作動音質に関しては、作動音周波数が一般的に 1kHz 以上であると耳触りに感じられる領域となる。従って、1kHz 以上にピークを作らず大きな振幅を持たせないこと、また、ピークをもつ周波数間幅を一定量確保して、うなり感をなくすことを目指した。

2.2 利便性

(1) 電動開閉速度

お客様が快適に使用していただくために重要な 2 つ目の要素が開閉速度である。じれったさを感じず、一方、速すぎて危険感・恐怖感を覚えさせず心地よく感じる速度を目標とした。机上評価モデルでの可視化と実車モデルで人がどのように感じるかモニター結果 (Fig. 1) から、目標速度を決めた。

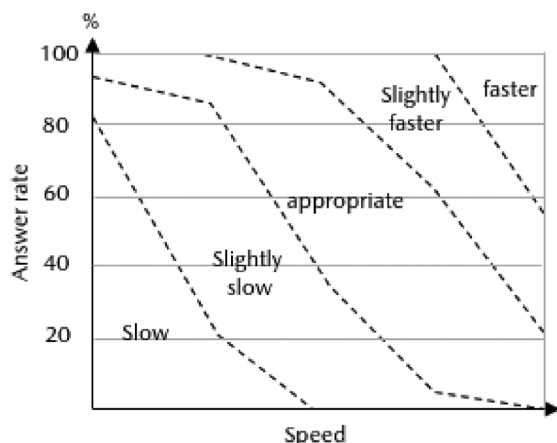


Fig. 1 Research of Feeling Lift Gate Speed

更に、開閉中、一定の速度にするのではなく、急緩をつけてお客様が心地よく感じていただける動きにすることを検討した。最も心地よく感じる動きを心拍変化の測定から検討した結果、作動の始めは速く、作動の終わりはゆっくりとさせる「ふすまを閉める際のような動き」を理想とした (Fig. 2)。

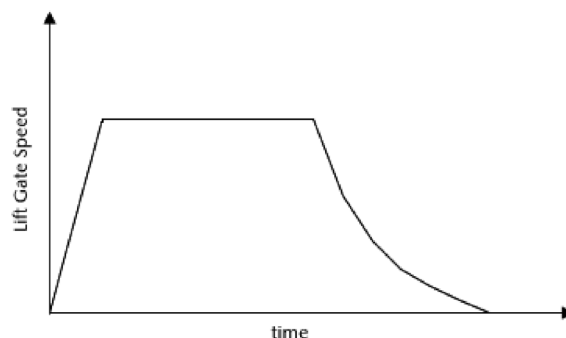


Fig. 2 Speed of Lift Gate at Each Time

(2) ハンズフリーリフトゲート

リアバンパー下部にレイアウトしたセンサーに足をかざすことで、両手がふさがった状態でもリフトゲートの開閉ができるハンズフリーリフトゲートを、従来車に続き採用した。バンパー部のデザイン・空力・操作安全性を満足させつつ、検知性能を確保するレイアウトが必要となり、トローイングヒッチを装着する車両では装着位置が重なることから、従来車ではハンズフリー、もしくはトローイングヒッチどちらか一方しか取り付けができなかった。CX-60 ではトローイングヒッチを装着されたお客様に対して、トローイングを行わない日常ユースでもハンズフリーリフトゲートを使用できることを目指した。

3. 課題の取り組み

3.1 片側駆動タイプの採用

前述の静粛性目標の達成には、音の発生源や構成部品点数を減らすことが必要で、駆動モーターを従来の両側から片側のみ内蔵した片側駆動タイプの採用に向けて取り組んだ。片側駆動を採用するにあたり、開閉時にリフトゲートシェルに加えられる人からの負荷や、左右のパワーリフトゲートユニットからの荷重が左右均等ではない場合、開閉作動時のばたつき、振じれによる閉まり不良が発生する。また、片側の取り付け部に過剰な負荷がかかることによる損傷等も懸念される。さまざまなお客様の使用シーンを想定し、電動作動方向と逆方向への強制的な作動や、手動で急作動させる意地悪的なモードにおいても品質不良が発生しないよう、後述する(1)、(2)でリフトゲートシェルへの負荷荷重を下げ、荷重を均等に分散する取り組みを実施した。(3)ではお客様に快適に使用していただくため、急緩の速度制御をする取り組みを実施した。それらを実施する中で、作動音・作動音質の目標を達成させた (作動音圧は従来モデル比 15% の低減)。

(1) パワーリフトゲートユニットからの入力荷重の低減

① 構造での取り組み

パワーリフトゲートユニットからリフトゲートシェルに加わる荷重そのものの低減に取り組んだ。パワーリフトゲートユニット取り付け部に加わる荷重は、レイアウト

トによってコントロールができる。荷重を下げるために、ヒンジ中央からパワーリフトゲートユニット間距離 L を大きく取り、相反する開度保持のための反力モーメントを確保しつつ、パワーリフトゲートユニットから加わる荷重を小さくした (Fig. 3)。エクステリアデザインに関わる内容のため、開発早期に必要な要件を明確にして確定させる必要がある。3D データがない状態でケーススタディを早期に実施して必要要件を出すことができる机上検討モデルを活用し、解決に導いた。

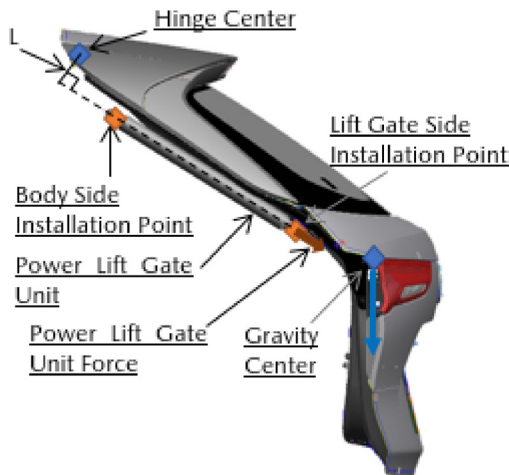


Fig. 3 Moment of Lift Gate

また、デザインとの共創で、外装樹脂部品の削減による軽量化を行い（従来モデル比で単位面積当たり 9%低減）、荷重を低減した。軽量化により、安心・安全で快適に使用していただけることにつながる保持力、及び手動操作力にも有利な方向に寄与している。

② 制御での取り組み

安心・安全のため、電動作動時、物が接触する等で一定以上の負荷がかかると停止させる。その後、接触し続けることを回避するため、反対方向に一定量作動して、最終停止する制御としている。反転作動する際、モーターは一時的にブレーキがかかる状態になり、その際、外部から入力荷重がかかると、片側が突っ張ることになり、特定の箇所にも負荷が集中することにもなる。そのため、ブレーキがかかる時間を最小化する必要があるが、速やかに停止・反転する作動に影響を及ぼさない点を追求し、ブレーキがかかる時間を短縮した。

(2) リフトゲートシェルにかかる荷重の左右均等分配

① リフトゲートシェル構造での取り組み

リフトゲートシェルに荷重が加わった際、シェルが捻じれると、特定の箇所にも負荷が集中してしまうため、剛性を確保して均等に荷重を伝達させることが大切である。

まず、剛性の寄与が高い取り付け部箇所にて、取り付け面剛性向上のため、荷重が加わる向きを考え、効果が高い引張/圧縮方向で荷重を支えられるよう補強部材を配置した。

次に、エクステリアデザインとインテリアデザインで挟まれた制約のある空間内で、机上検討モデルを使ってデザイン・関連部品と要件が成立する点を早期に発見することで、外周骨格を連続して配置でき、ヒンジとユニット取り付け部にかかる入力荷重を「連続体」にて途切れなく伝達させた (Fig. 4)。その結果、剛性を従来モデル比 20%向上させた。

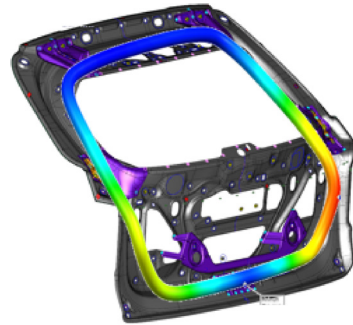


Fig. 4 Structure of Lift Gate Shell (Inner)

② ユニット構造での取り組み

モーターが内蔵されていない側のユニットに関して、モーター内蔵側と同じ荷重応答が出るように、スプリングとスクリュー/ナットの基本構造は共通にした。また、モーターの代わりとして、モーターコギング抵抗と同程度のフリクショントルクを発生することができ、小型化が容易で高耐久なコイルスプリング式のフリクションユニットを採用した (Fig. 5)。フリクションユニットは金属摺動で、温度影響を受けにくい強みがあり、さまざまな環境下で荷重応答差が拡大しないようにした。

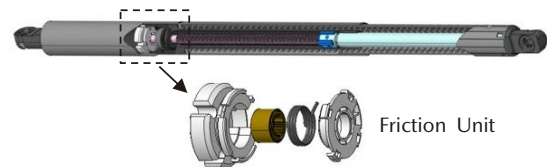


Fig. 5 Structure of Power Lift Gate Unit

(3) 急緩の速度制御

ねらいの急緩速度制御を加える場合、加速初期から定常速度に移行する際の速度変化が大きくなり、定常速度移行時、すぐに速度収束しないこと、また、全開位置に向けてゆっくり止めようとする全開停止位置のずれや、ばたつきが目立ちやすい。それらを発生させないように、モーター特性を踏まえた出力調整や、緩やかに停止させる抑制制御を追加し、お客様が心地よいと感じていただける急緩制御を実現した。

3.2 ハンズフリーとトーイングヒッチの両立

ハンズフリーリフトゲートとトーイングヒッチの両立を実現するために、装着位置が重なる問題の解決が必要である。トーイングヒッチの箇所ハンズフリーセン

サーを迂回させつつも機能させることを目指した。2本のセンサー間距離が変わることで、検知精度が悪化する課題があったが、検知パラメーターの感度設定をチューニングした。更にトローリングヒッチ有無で設定パラメーターの切り替えを行うことで、トローリングヒッチがある車両においても同等の検知性能を発揮できるようにし、利便性を向上させた (Fig. 6)。

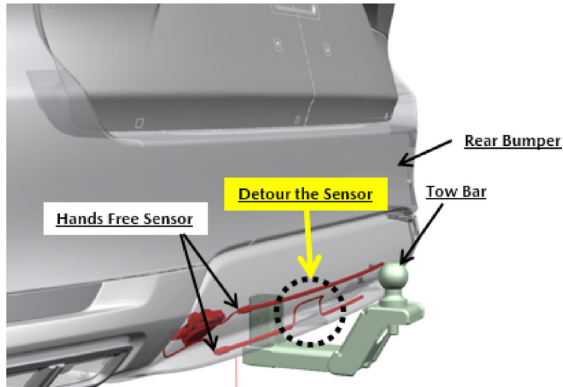


Fig. 6 Layout of Hands Free Sensor Unit

4. おわりに

新開発したCX-60のパワーリフトゲートは以下の取り組みにより、片側駆動タイプを採用し、作動音・作動音質の向上、急緩制御を実現させ、商品化できた。

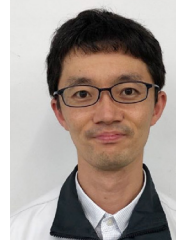
- ・リフトゲートシェルへの負荷荷重を低減させるため、机上検討モデル活用によるレイアウトのコントロール、デザインとの共創による外装樹脂部品の削減、ブレーキ制御時間の最小化を実施。
- ・リフトゲートシェルにかかる荷重を左右均等に分散するため、取り付け面剛性の向上と外周骨格の連続配置を実施。また、ユニット左右で荷重応答が同程度となる構造を採用。
- ・急緩制御を実現するため、モーター特性を踏まえた出力調整を実施。

今回の開発がゴールではなく、更なる高みを目指して、お客様の期待を超える、思いのままに開閉ができる商品を提供し、感動を届けられるよう、今後も開発に勤しんでいく。

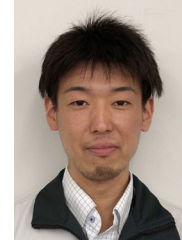
参考文献

- (1) 山内寛和ほか：新型CX-9のパワーリフトゲート開発，[マツダ技報](#)，No.33，pp.56-59 (2016)

■著者■



杉島 孝幸



樋口 圭太



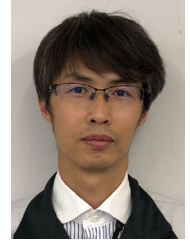
高田 浩二



伊藤 敦



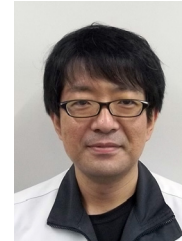
織田 匡樹



朴 吉友



松下 将輝



黒田 智也



青山 麟太郎