

論文・解説

27

## 「MAZDA HARMONIC ACOUSTICS」の BODY との 機能統合による音響性能の進化

### “Mazda Harmonic Acoustics” by Integrating Functions with the Body Evolution of Acoustic Performance

若松 功二<sup>\*1</sup> 片岡 愉樹<sup>\*2</sup> 山内 一樹<sup>\*3</sup>  
Koji Wakamatsu Yuki Kataoka Kazuki Yamauchi  
池田 敬<sup>\*4</sup> 平尾 幸樹<sup>\*5</sup>  
Kei Ikeda Kouki Hirao

#### 要約

新型 MAZDA3 に搭載された「MAZDA HARMONIC ACOUSTICS<sup>(1)</sup>」は、従来のスピーカー配置の概念を打破し、車室内で理想的な音響を実現するために開発された。また、ドアにウーハー用開口部を設けることで、NVH（騒音、振動、粗さ）の改善にも寄与している。CX-60 以降の Large 商品群では、カウルサイドのウーハーボックスの容量を拡大し、低域再生周波数を伸ばすことを目指した。しかし、車体に開口部を設けることで剛性の低下及び、衝突時の変形量増加の懸念が生じたため、スピーカー背後の空間を密閉し、衝突荷重に耐えうる材料を使用することで、音響性能と安全性の両立を図った。この新しい設計により、カウルサイドのボックス容量は MAZDA3 の 3.0L から 4.8L に拡大され、低音域の再生能力が向上した。これにより、音楽の深みと豊かさが増し、より立体的でダイナミックな音響体験が可能となった。本稿では、カウルサイドの BOX の容量を拡大するための BODY 一体型 BOX の開発について紹介する。

#### Abstract

The “Mazda Harmonic Acoustics” installed in the new Mazda3 was developed to break away from the traditional concept of speaker placement and achieve ideal acoustics within the cabin. Additionally, by incorporating woofer openings in the doors, it also contributes to the improvement of NVH (Noise, Vibration, Harshness). For the Large product group starting with the CX-60, the capacity of the cowl side woofer box was expanded to extend the low-frequency reproduction range. However, creating openings in the body led to concerns about reduced rigidity and increased deformation during collisions. To address this, the space behind the speakers was sealed, and materials capable of withstanding collision loads were used, balancing acoustic performance and safety. This new design increased the cowl side box capacity from 3.0L in the Mazda3 to 4.8L, enhancing low-frequency reproduction capabilities. As a result, the depth and richness of the music were improved, allowing for a more three-dimensional and dynamic acoustic experience. This paper introduces the development of the body-integrated box to expand the cowl side box capacity.

**Key words** : Audio, Body structure

#### 1. はじめに

新型 MAZDA3 から搭載されている MAZDA HARMONIC ACOUSTICS は、従来のスピーカーのレイアウトの概念をなくし車室内での理想の音を目指し開発を行った。それと同時にドアにウーハー用開口部を遮蔽することで NVH の改善にも役立っている。CX-60 から始まる Large

商品群について、基本的なスピーカーレイアウトは MAZDA3 同様 (Fig. 1) であるが、低域の再生周波数の拡大を目指し、カウルサイドに搭載している BOX 容量を増加させるため、BODY の一部を BOX として利用する構造を提案した。しかし、BODY に穴を開けてスピーカーを取り付けただけでは、BODY が BOX の役割を果たさず、車体の剛性が低下し、衝突時の影響が生じることが

\*1,5 統合制御システム開発本部  
Integrated Control System Development Div.

\*2~4 車両開発本部  
Vehicle Development Div.

判明した。本稿ではその取り組みについて紹介する。



Fig. 1 CX-60 Speaker Layout

### 2. 理想の音響

#### 2.1 音源の情報を正しく伝える

2019年のマツダ技報「新型 MAZDA3 サウンドシステム開発」の中でも述べているが、音楽は芸術作品でありアーティストやレコーディングエンジニアが聴かせたい音が録音されている。マツダは、意図した音を細部にわたり精巧に再生させることが「音源に入っている情報を正しく伝える」ことにつながると考えている。

人の聴覚は 20Hz ~ 20KHz が可聴域であるとされており、低い音を出す場合にはスピーカーを動かすためのエネルギーが多く必要となる。スピーカーを大きく動かすためにBOXの容量も大きくする必要がある。しかし、車室内という限られた空間の中でBOXを大きくすることは非常に困難である。

#### 2.2 BOXの容量と音圧の関係

低域の再生能力とBOXの容量の関係は (Fig. 2) に示すとおりである。スピーカーをBOXに搭載した状態で振幅を拡大すると、BOX内の空気がバネの役割を果たし、スピーカーの振動を抑制しようとする。低い音ほどスピーカーの振幅は大きくなり、BOXの容量が小さいほど空気バネの抵抗は大きくなるため、低い音を出すことが難しくなる。

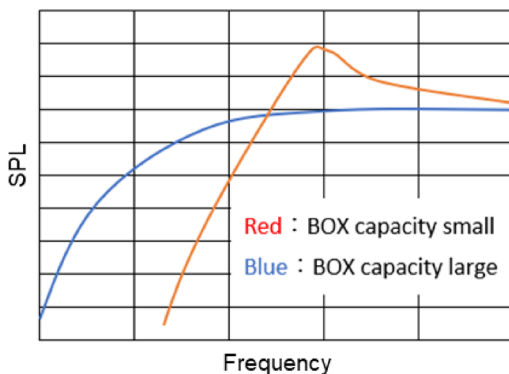


Fig. 2 Concept of BOX Capacity and Sound Pressure

### 3. 低域の再生周波数を伸ばす考え方

低域の再生周波数を伸ばすためにBOXの容量を大きくすることが必要であるが、限られた空間の中でBOXだけを大きくすることは他のユニットへの干渉などにより不可能である。そのため、今まで使用されていない空間を有効に利用するためカウルサイドと外板の空間を利用することを考えた。

まず初めに、カウルサイドにスピーカーが取り付け試作車を製作し検証を行った。BOXとして成立するためには密閉が重要であるが、以下の部分からの空気漏れが確認された。①鉄板同士をスポットで溶接している部位、②ドアハーネス貫通グロメット部、③Bピラー付け根部の開口部 (Fig. 3)。

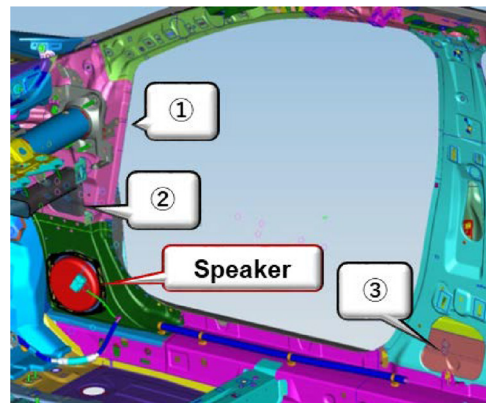


Fig. 3 Site of Air Leakage

更に、単にカウルサイドに穴を開けるだけでは、車体の剛性が低下し、スピーカーフレームも剛性に寄与しないことが判明した。また、補強レインの設定が不可能となるため、衝突時の変形が大きくなることも確認された (Fig. 4)。

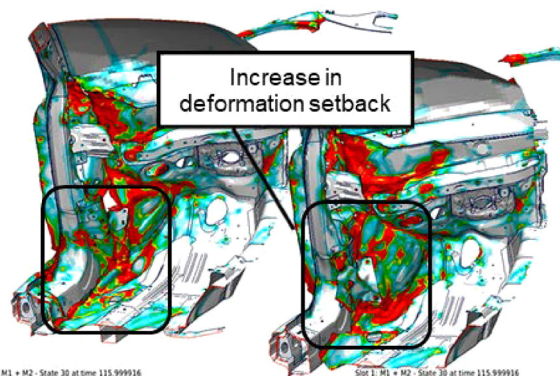


Fig. 4 Differences in Deformation Near the Cowl Side during a Collision

そこで、車体構造の一部の空間を有効に活用するために、スピーカー背後の空間を一枚の部材で密閉し、空気が漏れない構造とした。更に、衝突荷重に耐えられる材料としてハイテン材を使用した (Fig. 5)。

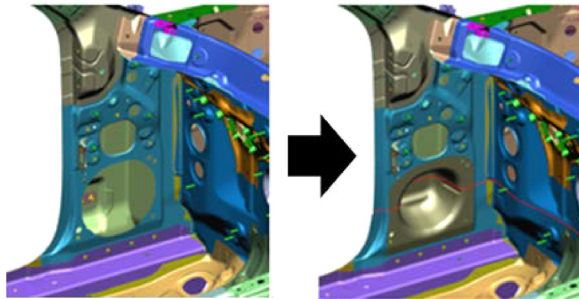


Fig. 5 Installation of Cowl Side Holes and Box

カウルサイドのBOXを深絞りの形状／構造とすることで衝突時のシミュレーションにおいてもBOXが構造部材として機能し、変形を抑制することが確認された (Fig. 6)。更に、BOXを深絞り成型とすることで、スピーカーのBOXとしての容量も確保することができた。

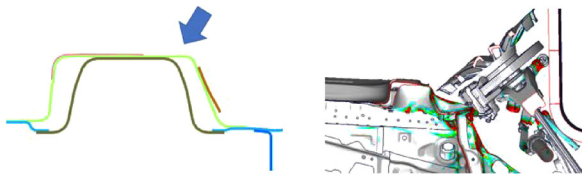


Fig. 6 Top View of Cowl Side

BOXの設計においては、前側を樹脂BOX、後ろ側を車体構造としたBOXとし、二つを組み合わせることでBOX容量の拡大を図った。樹脂BOX側では、サイドを通るハーネスの通り道を確認しつつ、フロア面まで可能な限り容量を確保する構造とした。一方、車体構造側では、外板側に大きく深絞り成型させることで容量を確保する構造とした。ハイテン材を深絞り成型させる際に樹脂面との接触部分にシワができるため、できるだけシワができないように押し込むスピードを調整し、樹脂側では多少のシワによる空気漏れがないようにウレタンの素材を厳選して対応した。これらの対応により、カウルサイドの容量はMAZDA3の3.0Lから4.8Lに拡大することができた (Fig. 7)。

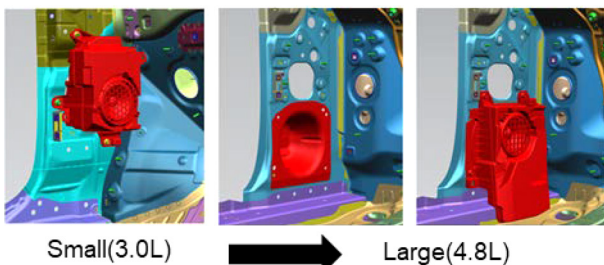


Fig. 7 Change in BOX Structure from Small Group to Large Group

このような経緯を踏まえて完成したカウルサイドBOXの容量を拡大した車両で実際に計測を行うと Fig. 2 で示したような形が確認できた (Fig. 8)。

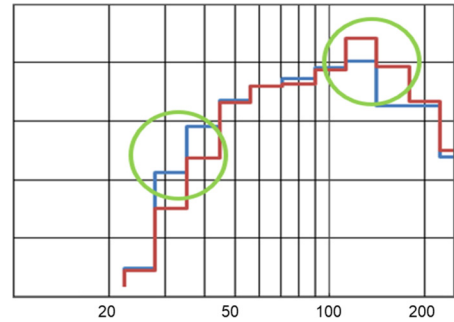


Fig. 8 Red Small Group 3.0L, Blue Large Group 4.8L

#### 4. おわりに

以上、最初の構想から10年以上の年月が経過したが、ようやくCX-60を初めとするLarge商品群のサウンドシステムで日の目を見ることができた。低音は音楽に深みと豊かさを与え、低音域がしっかりと再生されることで、音楽全体がより立体的でダイナミックに感じられる。これにより、音楽の細部まで感じ取ることができ、より感動的な体験を得ることが可能となる。更に、音楽の空間感を創出し、低音域が適切に再生されることで、音楽が広がりを持ち、まるでコンサートホールやライブ会場にいるかのような臨場感を感じることができる。これにより、音楽鑑賞の体験がよりリアルで没入感のあるものとなる。このような体験を通じて、お客様に喜んでいただける音響性能の更なる向上に取り組んでいく。

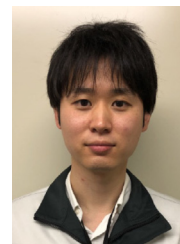
#### 参考文献

- (1) 六浦ほか：新型MAZDA3サウンドシステムの開発，[マツダ技報, No.36, pp.119-124 \(2019\)](#)

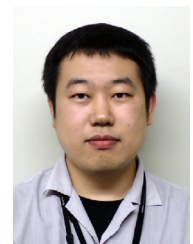
#### ■ 著 者 ■



若松 功二



片岡 愉樹



山内 一樹



池田 敬



平尾 幸樹