

特集：新型ロードスター

27

新型ロードスターの遮音性能開発と軽量化技術 Development of Sound Insulation Performance and Lightweight Technology for New Roadster

山本 秀俊*1
Hidetoshi Yamamoto末國 和憲*2
Kazunori Suekuni

要 約

新型ロードスターでは“夢中になる運転体験～乗る度に深まっていく運転の楽しさ”を提供価値の一つとして掲げ、開発を進めてきた。車両運動性能からは徹底した軽量化による“手足の延長のように操れる楽しさ”の提供を目標に、また振動騒音性能からはLight Weight Sports（以下LWS）としての軽快でリニアな印象をサウンドでも実現することで、ドライバーが何度でもアクセルを踏みたくなる、そんな運転体験の提供を目標に開発を進めてきた。徹底した軽量化では、最軽量モデルで初代ロードスターと同様の1,000kg（以下1.0t）を切ることを目指し、従来車から100kg以上の軽量化に取り組んだ。また、LWSを成立させながら心地よいサウンドを阻害するノイズ除去を行うには遮音材の最適配置が必要である。そのため、効果の高い部位の特定や重量効率の高い材料の採用等、軽量化しながらも性能の維持向上が可能な手段を検討してきた。

車両全体で100kg以上におよぶ軽量化のうち、遮音性に関わる部品では約8～12kgの重量軽減を行い、遮音性能を維持／向上させながらLWSとしての軽快感と心地よいサウンドの両立を実現した。

Summary

Holding the ideal of “Fantastic driving experience - Fun-to-drive that deepened each time you ride” as one of the offering values, the all-new Roadster was developed with an aim of providing outstanding driving experiences such as “the maneuverable car just like the driver’s arms and legs” (Driving dynamics) gained by drastic weight reduction and “nimble and linear sound impression as a Light Weight Sports (LWS)” (NVH performance) which makes the driver feel like to depress the accelerator again and again. For the radical weight reduction, aiming at the lightest model to reach 1000kg or less which is equivalent level to the original Roadster, efforts were made to achieve about more than 100kg reduction from the previous model. To remove noises that hinder pleasant engine sound while realizing the LWS, optimum arrangements of insulation materials are required. To do so, measures enabling to maintain or improve NVH performance while reducing the weight were considered such as specifying high effective areas and applying materials of high weight efficiency.

Of the more than 100kg weight reduction from the car, about 8 to 12kg is the cutback amount of the components related to the sound insulation. Both lively feeling and pleasant engine sound as a LWS were realized while sound insulation performance is maintained or improved.

1. はじめに

新型ロードスターの軽量化の取り組みでは歴代モデルで増加してきた絶対重量の原点回帰、すなわち1.0t以下の車両質量を目指した（Fig. 1）。新型ロードスターの提供価値の一つである“軽快な操舵／加速フィールの実現による

手足の延長のように操れる楽しさ”を実現する以下の車両特性のねらい（目標）から、前後オーバハングとバネ上部分を重量削減の主要対象部位として設定した。その車両特性のねらいとは、①ヨー慣性モーメント／重量（YWR）の低減による旋回しやすく止めやすい特性、②トレッド／重心高／2（SSF）を高めることによる旋回安定性の高い

*1 NVH性能開発部
NVH Performance Development Dept.

*2 装備開発部
Interior & Exterior Components Development Dept.

特性、でありこれらを歴代モデルから進化させることを目指した (Fig. 2)。

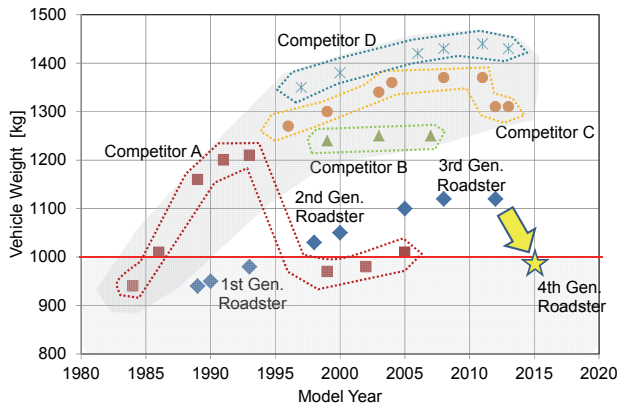


Fig. 1 Weight History of Roadster

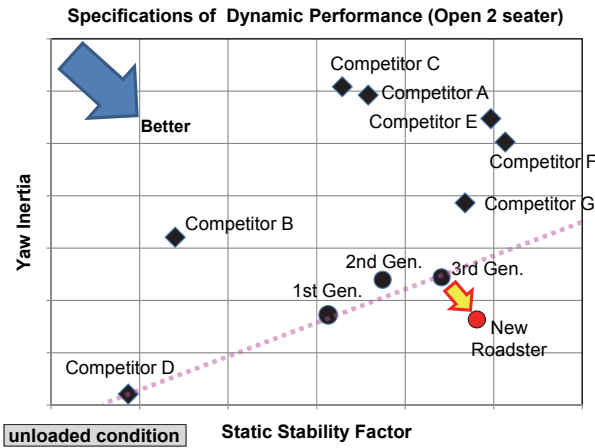


Fig. 2 Target of Dynamic Performance for New Roadster

上記背景を踏まえた上で、新型ロードスターの振動騒音 (以下NVH) 性能開発では、LWSとして提供したい価値から、以下の点に注力した開発を行ってきた。

- (1) パッセンジャとの会話を自然に楽しめる車内静粛性の実現。
- (2) エンジンサウンド (聞かせる音) の作り込み。
- (3) (1)と(2)の実現手段である遮音性能に関わる部品の質量最適化 (質量目標と性能目標の両立)。

本稿では、(1)(2)の定量目標について述べた後、(3)についての取り組み事例について紹介する。

2. NVH性能目標

2.1 車内静粛性目標

ロードスターとしてパッセンジャとの会話が楽しめることは、提供価値の一つとして重要である。長距離移動等に

おいて一定速で走るようなシーンを想定し、高い静粛性の確保を目指した。具体的開発指標としては、耳障りな高周波音を従来モデルから約40%低減することを目標として開発した (Fig. 3)。

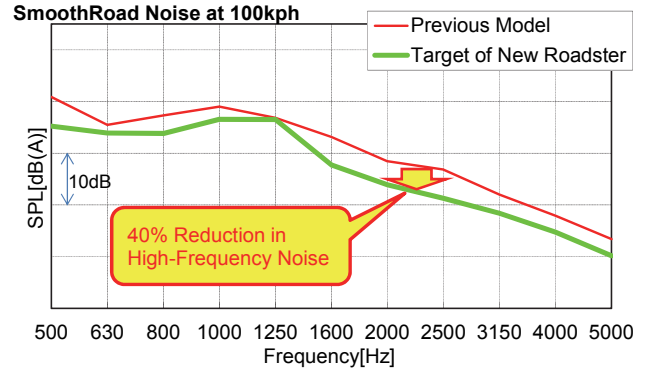


Fig. 3 Smooth-Road Noise Level Target for New Roadster

2.2 エンジンサウンド目標

新型ロードスターではキーテーマである「軽快感」を演出するために低周波音を大幅に低減し、更に以下のサウンドチューニングを行った (Fig. 4)。

- ① 低回転域 (～2,500rpm) : 中周波を基調とした排気音でLWSらしさを主張。
- ② 中回転域 (2,500-5,000rpm) : SKYACTIV-Gの特徴を活かした“鼓動サウンド(*)”により、軽快な中にもパワフルさを感じるサウンドを実現。
(*)ゴロゴロという変動感のある音色
- ③ 高回転域 (5,000rpm～) : こもり感のないリニアなサウンドを実現することでどこまでもエンジンが回るような印象を与える、“伸び感”を演出。

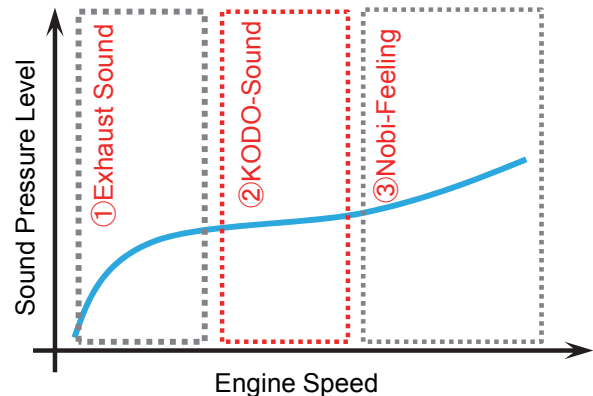


Fig. 4 Image of Engine Sound (①②③)

Fig. 4のサウンドイメージ②を周波数分析したものをFig. 5に示す。従来型比でサウンドが聞こえやすい理想の周波数特性とするために、高周波域のノイズ低減を目指した。

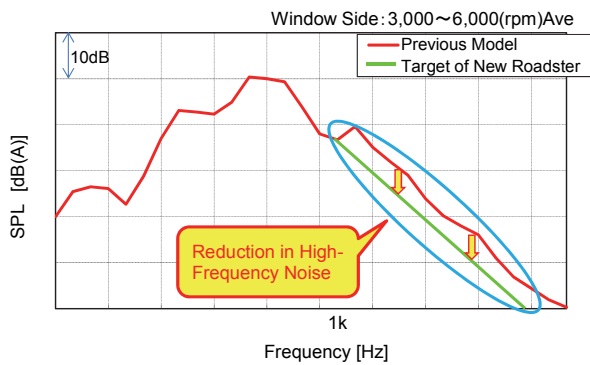


Fig. 5 Frequency Characteristic of KODO-Sound

3. 遮音性と軽量化の両立

3.1 遮音性と軽量化の両立の考え方／達成手段

2章の目標を満足する遮音性確保と軽量化を両立する機能配分の考え方として、次の3つの方針で検討を行った。

- ① 寄与度分析による重点対策部位の明確化
- ② 新規の軽量／高性能材料の採用
- ③ 機能統合による部品点数の削減

3.2 遮音性と軽量化の両立の具体例

ここでは、3.1節の達成手段の具体的一例として、タイヤ音に対する遮音性と軽量化の両立の取り組みについて述べる。

この取り組みでは3.1節で述べた①~③の手段を適用した。

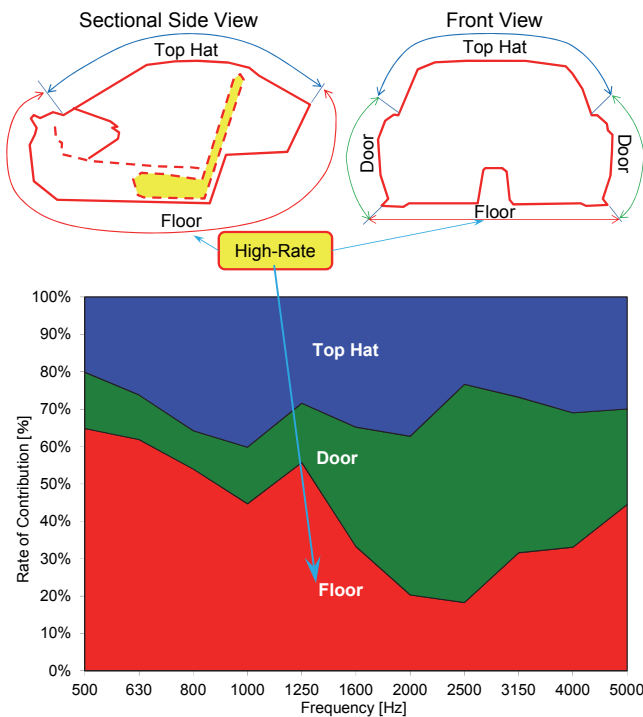


Fig. 6 Vehicle Panel Contribution on Smooth Road

まず実走行テストによる寄与度分析を行った（手段①）。この結果よりフロア部分の寄与が高いことが分かった（Fig. 6）。

次にこのフロア部分で特に寄与の高いリヤフロア部分に着目した。リヤフロア部分に対して高周波音の経路寄与分析を行った結果（Fig. 7）から主要経路である [A] センタフロア経路・[B] リヤフロア／ホイールハウス経路に対して遮音機能の強化を注力し、寄与の低い [C] トランク経路に対しては軽量化を重視した手段を配分することで性能と軽量化の両立を狙った仕様選定を行った。以下にその詳細な検討内容について述べる。

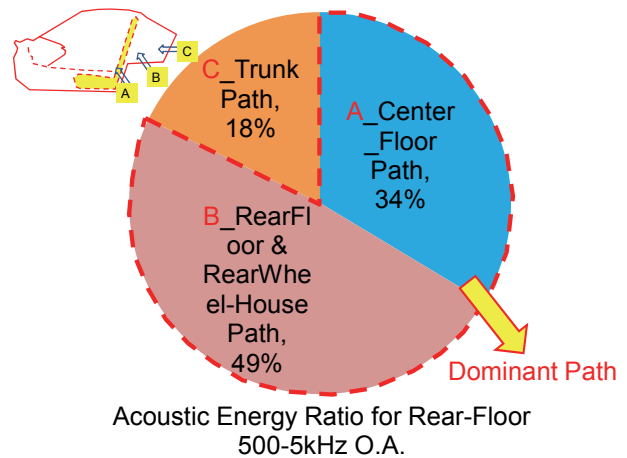


Fig. 7 Transfer Path Analysis For Rear Package Area

従来型では、[A]、[B]、[C]の各経路を透過するトリムの構成はハード（PP基材）の裏面にフェルトを部分的に貼り付ける構造であり、ボデーパネルの透過音に対して吸音し切れない入力があるとトリムを透過する音があった。新型では、フェルト材を3次元形状化し全面に配置することで、ボデーパネルからの透過音を十分減衰させ車室内に透過する音を小さくするねらいとした。具体的には、リヤパッケージトリム（幌格納部のトリム）およびトランクトリム本体の材料構成を従来型のPP基材から不織布成形品（遮音層／吸音層を持った素材）に変更した。

耳位置から近いリヤパッケージトリムの吸音層には、PET（ポリエチレンテレフタレート）製の極細繊維を採用し、吸音層の内部減衰エネルギーを効率的に高めた（Fig. 8）（手段②）。

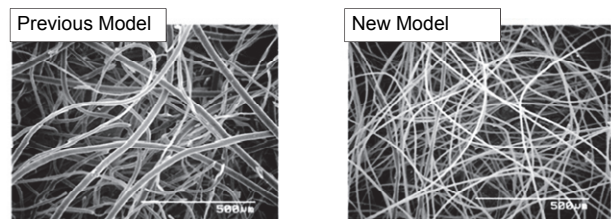


Fig. 8 PET Felt Fiber (REAR-PACKAGE TRIM.BACK)

リヤパッケージ部分でのねらいは、意匠（見栄え）機能と遮音機能を機能統合することにより、部品点数削減による軽量化とNVH性能の両立を達成することである（手段③）。キャビン部フロアマットの吸遮音メカニズムを参考に、リヤタイヤに近い幌格納部のトリム、トランク内部のトリムへ全域にわたってそのメカニズムを採用した。幌格納部位については、幌格納機構のレイアウトとの整合取りに、とりわけ苦労した。リヤパッケージトリムの板厚を幌収容性に必要な部分は薄肉化し、逆に幌収容性に影響しない部分をつぶさに確認してその部分の板厚を上げ、性能目標とレイアウトの整合取りを徹底した。

更に、効果的に吸音するために、リヤパッケージトリム両端末は落とし込み形状を作り、フロア下からの入射音がサイド部分へ漏れにくい構造設計とした（Fig. 9）。

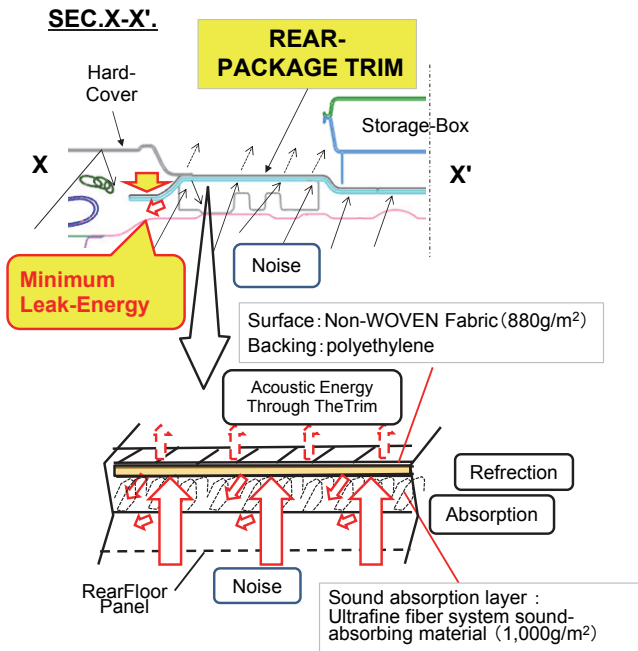
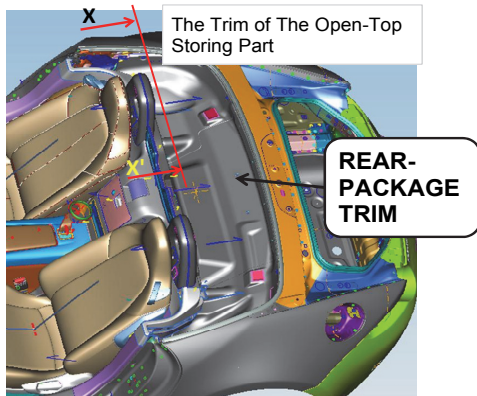


Fig. 9 Sound Insulation of REAR-PACKAGE TRIM

この結果、幌格納部及びトランク部のトリムの質量は、従来型から0.8kg下げることができた。これは、本部位（リヤパッケージおよびトランク）のトリム総質量の約9%の低減にあたる。

3.3 遮音関連部品の質量最適化結果

3.2節での取り組み例を含めたその他の部分の軽量化と遮音性の両立の取り組みを進めた結果、遮音関連部品での軽量化は従来型から性能を維持／向上しながら、大幅な軽量化（約8kg）を達成した（Fig. 10）。

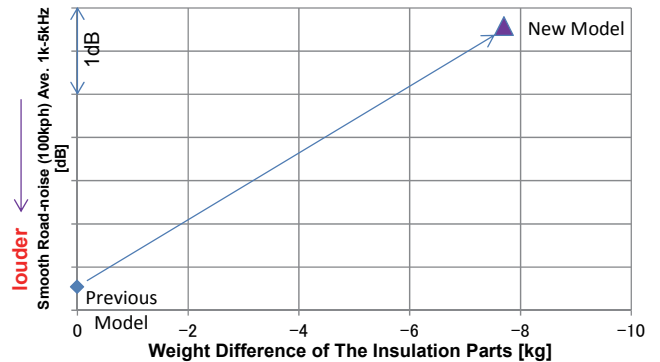


Fig. 10 Changes in Weight-to-Performance Relation

4. おわりに

車両開発において軽量化と遮音性（NVH性能）の両立は永遠のテーマであるが、今回新型ロードスターにおいて原点回帰を目標とした軽量化との両立に取り組んだことは、今後の車種開発にも活かせる知見やノウハウを得る重要な取り組みとなった。

■ 著 者 ■



山本 秀俊



末國 和憲