



ホワイトペーパー：

テストコースから試験室へ： TOYO TIREが取り組む 音響デザインの再定義

要旨

TOYO TIREのようなタイヤメーカーにとって、車室内に伝わるタイヤ騒音は、顧客体験と競争力に直接影響する重要な設計要素です。従来行われていた、試作品の実車走行試験によりタイヤの音響特性を評価する方法は、柔軟性に限界があり、コストと時間がかかります。このホワイトペーパーでは、HBKの音響振動計測エンジニアリングサービスと共同で実施された、シミュレーション主導の新しい方法について詳しく説明します。発生源経路寄与 (Source Path Contribution、SPC) 解析の物理試験データと、VI-grade NVH シミュレータを活用することにより、TOYO TIREはテストスタンド上の単体のタイヤから得られたデータを用いて、新タイヤ設計の車内音を予測できるようになりました。これにより、製品開発サイクルを大幅に短縮しつつ、結果の品質を向上させることが可能となっています。

従来のタイヤ試験の限界

従来、新しいタイヤ設計を評価するには、多大なリソースを要しました。エンジニアは一連のプロトタイプを実際に製作し、試験車両に搭載、音響性能を評価するための徹底的な走行試験を実施しなければならませんでした。このプロセスには、イノベーションの足かせとなってしまう重要な課題がありました。プロトタイプの製作、試験車両の入手、そして試験場の確保にかかる高額な費用は、経済的なハードルとなっていました。

さらにそのプロセスは長い時間を要し、開発スケジュールはそれに引っ張られてしまい、市場の要求に迅速に対応することが困難でした。実車走行試験では、エンジニアは、風切り音、エンジンのハムノイズ、シャーシの振動など、他のコンポーネントから生じる音とタイヤが発生させる特定の騒音を分離するという困難な課題に直面していました。

このような、コントロールできない要素は、正確で再現性のあるデータ収集を困難にします。その結果、設計サイクルの後半で騒音振動の問題が発見されることが多く、事後対応型の、そして多くの場合妥協的な解決策を迫られました。

解決策：フィジカルとバーチャルの融合

これらの課題を克服するために、TOYO TIREはHBKと共同で、タイヤ音響の複雑な世界を、予測不可能な道路上から制御された試験室環境へ移行させるプロセスを開発しました。このソリューションにより、エンジニアはダイナモメータ上で1本のタイヤの重要な音響的なDNAをとらえ、そのタイヤを車内のドライバーがどのように聞き、感じるかをバーチャルで予測することができます。

このプロセスには、いくつかの重要な技術が含まれています。まず、HBKのBK Connect®ソフトウェアを使って綿密なデータ収集から始めます。これにより、そのタイヤ特有の音響振動現象をとらえます。タイヤの接地面近傍に取り付けられたマイクロホンと、試験スタンド上の加速度ピックアップを用います。取得した生データは、発生源経路寄与 (SPC) 解析として知られる強力な技術によって分離されます。この手法では、実稼働データと伝達関数を用いて騒音と振動を、空気中を直接伝わる空気伝搬成分と、車両のシャーシを介して伝わる構造伝搬成分に数値的に分離します。これらの明確な経路を理解することによって、エンジニアは望ましくない騒音の正確な発生源を特定し、低減策を検討することができます。

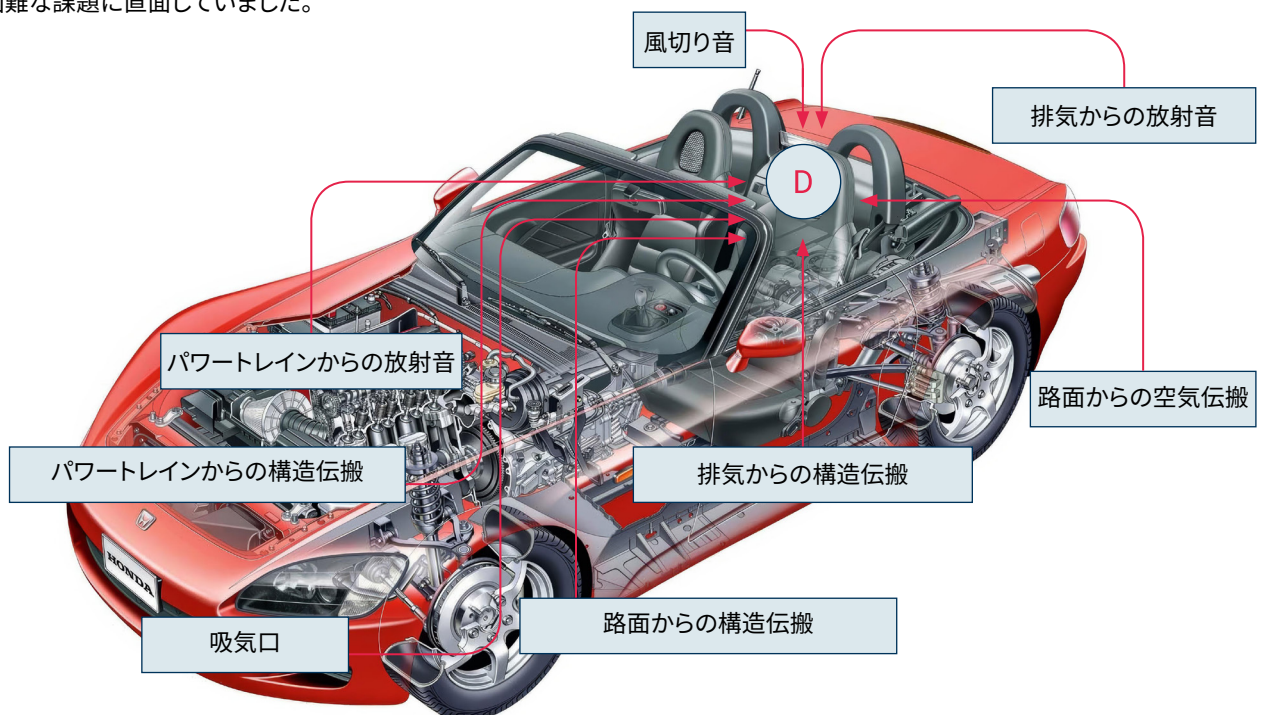


図1:発生源経路寄与 (SPC) プロセス

HBKは、車体構造を伝達する力を正確にモデル化するために、物理フォーストランスデューサデータの有効性を、最新のVirtual Point Transformation手法と比較して評価しました。後者の手法は、ホイールハブにおける動的力とモーメントを推定でき、CAEシミュレーションモデルと直接比較可能な詳細なデータセットを生成します。

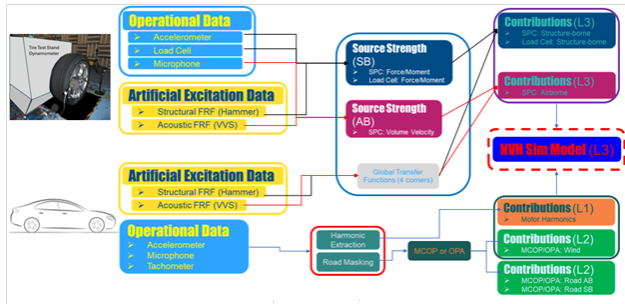


図2: NVHシミュレータモデル開発プロセス

最後に、この単体タイヤノイズを、風やパワートレインの騒音など、あらかじめ録音された他のコンポーネント音と組み合わせることで、完成度の高いリアルなドライバー体験を実現します。これらをVI-grade COMPACT NVHシミュレータに取り込むことで、没入感あふれる運転体験を実現します。ここでは、エンジニアやテストドライバーが、制御された再現性のあるバーチャル環境の中でタイヤの音響特性を主観的に評価することができ、実物のプロトタイプが製造されるずっと前に、設計を微調整することが可能になります。

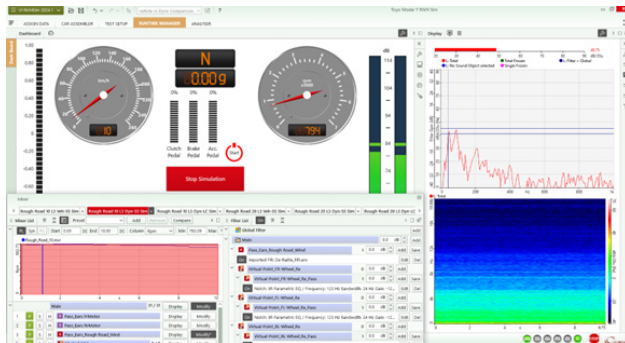


図3: VI-grade NVH Simulator interface



図4: VI-grade COMPACT Full Spectrum Simulator (FSS)

タイヤ開発の未来を牽引

このバーチャルな開発手法を取り入れることで、TOYO TIREは新たな優位性を獲得しました。フィジカル開発からバーチャル開発への移行により、新しいタイヤ設計の評価と改良にかかる時間が大幅に短縮され、より迅速かつ効率的なイノベーションが可能になりました。

高精度なデータにより、タイヤのNoise、Vibration、Harshness (NVH) 性能についてより深く、正確な理解が得られるようになり、その結果、最適化の進んだ製品の開発につながっています。

このシミュレータは、一貫性のある仮想テストベンチとして機能し、設計変更のA/Bテスト、競合他社とのベンチマーク比較、そして顧客の受容度を加味した騒音振動の詳細な目標設定に最適です。この新たに得られた機動性と精度は、実物プロトタイプへの依存度を低減することによる大幅なコスト削減だけでなく、厳しい市場環境においてTOYO TIREが競争優位性を強化する原動力となっています。