

<技術レポート>

自動車部品の評価技術 (音・振動)

自動車部品事業本部 技術開発部 実験技術課 叶 貴 磨

1. はじめに

2007年5月、当社浜松研究所内に自動車部品の設計・開発部門を集約し、自動車部品テクニカルセンターを設立した。同センター内には、当社の自動車部品事業にかかわる各種の材料、部品の評価機器を広く取り揃えているが、本報では、このうち騒音・振動にかかわる評価試験用の設備と実例を基に評価技術を紹介する。

2. 設備紹介

自動車部品テクニカルセンターには、遮音、吸音、防振、制振にかかわる材料開発から、製品を実車に組み込んで行う最終的な評価段階まで、各開発ステージに応じた評価設備を保有し、開発を進めている。以下、代表的な設備について、紹介、説明をする。

2.1 無響、半無響室

当自動車部品テクニカルセンター内には、無響室、半無響室が計3室ある。(表1)

2.1.1 小型無響室

壁面全面を吸音材施工した全無響構造である。建屋本体からは基礎を分けることにより振動絶縁され、建物の振動が試験に影響しにくい構造になっている。ここでは、防音部品の材料の性能評価やテーブル試作品の音響性能評価を行っている。ホワイトノイズ、ピンクノイズの他、超低周波音～可聴域～超音波まで任意に発生可能なジェネレーター等音源も完備しており、さまざまなモデル実験に柔軟に対応できる。

また、小型加振器も保有しており、小規模な振動試験や固体音に関する測定、例えば固体伝播音測定、振動加速度伝達率の測定等も可能である。(表2)

2.1.2 実車半無響室

床以外の5面をくさび型吸音材で覆った半無響構造である。シャーシダイナモ(導入予定)による走行状態を再現した音響振動評価も可能である。(写真1)

現状はアイドリング状態、定回転でのエンジン

表1 保有音響試験室

	小型無響室	実車半無響室	半無響ベンチ室
概要	壁面の全面を吸音	床面以外をくさび形の吸音材で処理、実車を搬入可	床面以外の全面を吸音したエンジンベンチ
寸法	4.7m×5.3m×4.9m	5.2m×10.1m×4.3m	8.0m×5.5m×3.9m
暗騒音	NC15	NC35 (空調、排気稼働)	NC60 (給排気全稼働)
測定可能な特性	FFT、(~1/24)オクターブ分析 音響インテンシティー 他	近接騒音、音源探査 次数比解析	近接騒音、音源探査 次数比解析
用途	小型残響箱測定 モデル実験	実車走行中の 音響性能評価	エンジン単体に対する 防音部品の性能評価
開発段階	材料～量産品	実機試作～量産品	実機試作～量産品

表2 小型無響室で可能な測定

測定項目	装置 (測定方法)	評価範囲
音響透過損失	(小型) 残響箱 - 無響室 音響インテンシティー法	800Hz-10kHz
	インピーダンスチューブ (大) 垂直入射透過損失	100Hz-1.25kHz
	インピーダンスチューブ (小) 垂直入射透過損失	500Hz-5kHz
吸音率	(小型) 残響箱 遮断残響時間法	800Hz-10kHz
	剛体密着型 垂直入射吸音率	100Hz-6.3kHz
固有音源探査	音響インテンシティー法 (音響パワー/コンター/ベクトルマップ)	100Hz-10kHz
多点騒音測定	最大8Chリアルタイム計測	20Hz-20kHz



写真1 実車半無響室

ルーム内の主要音源探査, 防音部品による効果の測定と結果の可視化ができる。(表3)

2.1.3 半無響ベンチ室

当ベンチ室は, 半無響室となっており, 交流動力計を備えている。(写真2)

ここではエンジン単体の騒音振動測定ができ, 特に動力計にパワートレインを接続した評価を可能としている。実車半無響室での測定と同様, 通常の騒音測定のほか, エンジンスweep時の次数比解析による主音源の推定, 定常状態で音響インテンシティー法を使用した周波数帯域毎の音源探査が可能である。(表3)

特にエンジン回りの防音部品について, その効果幅の評価と, 効果の可視化 (合成コンター図の作成) に利用している。

2.2 振動試験室 (加振機)

3台の加振機の内1台は, 恒温恒湿槽内での加振試験が, 他2台は常温下での試験が可能であり,

表3 実車半無響室・半無響ベンチ室で可能な測定

測定項目	装置 (測定方法)	評価範囲
固有音源探査	音響インテンシティー法 (音響パワー/コンター/ベクトルマップ)	100Hz-10kHz
回転次数比解析	サンプリング最大5Ch, 回転情報2Ch (次数比コンター/オーダーアナライザー /パーシャルオーバーオール)	0-20kHz
多点騒音測定	最大8Chリアルタイム計測	20Hz-20kHz



写真2 半無響ベンチ室



写真3 恒温恒湿槽付加振システム

主に耐久試験に用いている。(写真3)

2.3 測定・分析機器

2.3.1 音響管 (垂直入射吸音率)

当社は音響管を使用して, 防音材料の性能評価 (垂直入射吸音率) を行っている。音響管は主に, 材料特性の評価を行う他, 試作品や量産品の確性試験に使用している (写真4)。

2.3.2 音響振動分析システム

音響振動分析システムは, 一般的なオクターブ分析とFFT分析の他に, 回転次数比解析, 音響 (振動) インテンシティーがあり, 後述するよう

に、実車およびエンジンの非定常の音響特性や騒音源の探査が可能になっている。

2.3.3 トラバース装置

実車やエンジンベンチでの音源探査、ならびに特定部位に対する防音対策効果の程度を見るために、音響インテンシティー法を活用しており、正確な位置でより早く測定ができるよう、専用のトラバース装置を併用している。(写真5)

2.3.4 制振性測定システム

制振材やブレーキ鳴き防止シムの振動減衰性を評価するもので、恒温槽内での評価により、振動損失係数の周波数特性、温度依存性を評価することができる。

特にノモグラムと呼ばれる専用プログラムを使用して、汎用性の高い振動減衰特性の把握が可能となっている。(写真6)

3. 評価技術と測定例の紹介

測定例を元にしながら、実験・評価技術を解説する。

3.1 測定例(1) 制振性

図1はブレーキ向けの制振材の制振特性を、温度、振動の周波数毎に図示したものである。当社では、ブレーキの鳴きを低減するための制振材料を製造販売しているが、製品、開発品の性能の優劣を判断するための一つの指標として、損失係数を採用している。当社の制振材にはゴムや粘着材を使用しているため、制振性は温度による影響を受ける。寒冷地での始動直後からフェード状態の高温域まで使用温度域では安定した制振性能を発

揮することが望まれる。

図1の測定例ではX軸（奥行き方向）が温度を表す軸であり、手前側が高温となる。この測定例では温度軸の奥から1/3くらい約20℃の地点で1.2kHz付近の振動加速度のピークが低減しており、試料の制振特性がこの温度域で効果を発現していることが判る。これらの測定を経て、損失係数の温度依存性として表現したグラフを図2に示す。

3.2 測定例(2) エンジン放射音の音源探査

写真7は、「音響インテンシティー法」を用いて、音の強さの2次元分布を測定した一例である。(赤色が最も音の強さが強い)

この測定例では、トラバース装置で、エンジン中心から1mの平面を走査させ、縦8×横6 100mm間隔の方眼の交点上で音の強さを測定している。

本測定例は、中心周波数1.6kHzの領域を抽出したものであるが、エンジン横のプーリーが音源となっていることがわかる(赤色部分)。

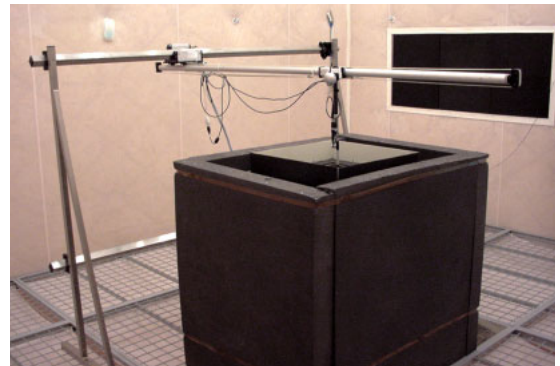


写真5 小型無響室での音響インテンシティー測定風景
(背面にあるのがトラバース装置)



写真4 垂直入射吸音率測定システム



写真6 制振性測定システム

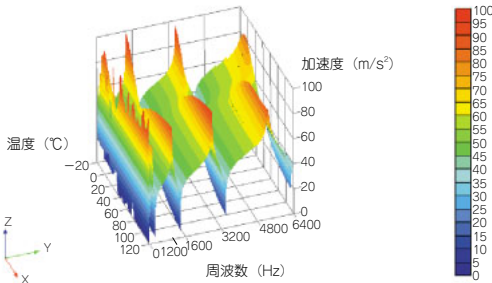


図1 制振性測定例

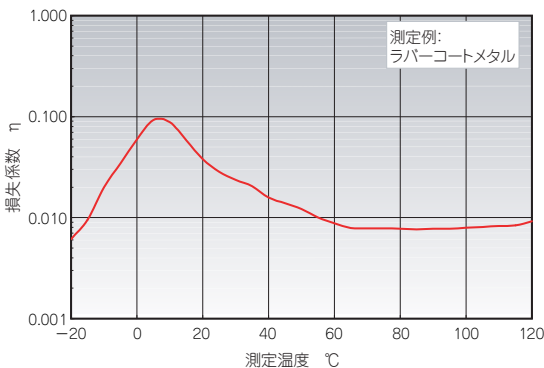


図2 損失係数の温度特性測定例

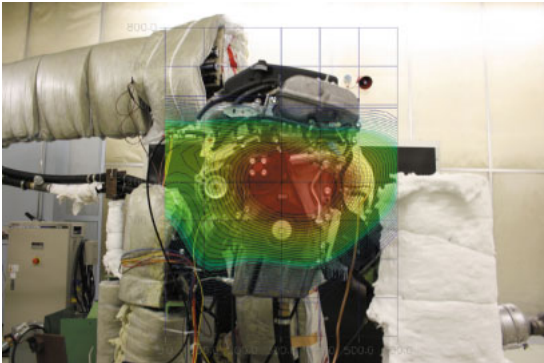


写真7 エンジンの音源探査例

なお、計器類のケーブルを保持するアームや、エンジンをマウントする支柱については、反響音の影響を極力低減するために、吸音材を用いて対策したり、ダクトの風切り音や、オイルポンプの防音等、エンジン以外からの暗騒音を極力低減する工夫を施し、エンジンをアイドリング運転した時の騒音との差を1/3オクターブバンド周波数全域で10dB以上確保している。

図3は「回転次数比解析」を実施した例である。

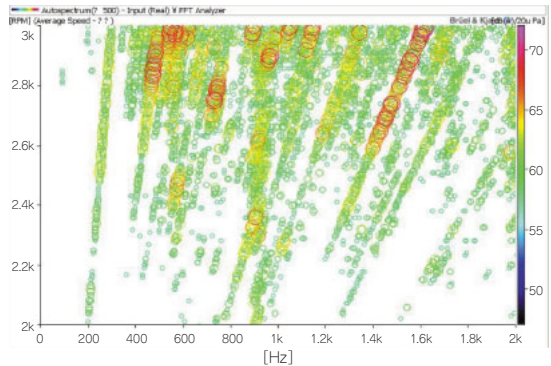


図3 回転次数比解析実施例

エンジンの回転数をアイドリングから6000rpmまでスイープした時の、エキゾーストマニフォールド側の騒音を測定した例の一部を抜粋したものである。今回の例では、縦軸は回転数、横軸は周波数を示し、音圧は色と円の大ききで示している。

斜めに円の連なりが幾筋も見られるが、これは音圧のピークとなる周波数がエンジン回転数に比例して高周波側にシフトしていることを示している。ギア等のエンジン回転に応じて回転数が決まる部品に特有なものである。(回転次数比)

また、エンジンの回転数に関わらず、450, 900Hz付近に音圧のピークが表われているが、これは、エンジンからの振動を受けたエキマニカバーやその他構造体が共振したことで発生した放射音であると考えられる。(構造共振)

このグラフを利用することで、主音源が、エンジンの回転に起因するものなのか、何らかの部品の共振に起因するものなのか、更にエンジン回転に起因する場合、エンジン一回転毎に何回の周期性がある音なのかを調べ、前述した音源探査のコンター図を併用することで詳細な音源の特定が可能になる。

4. おわりに

当社は、保有する騒音振動評価設備ならびにその実験・評価技術を活用して、騒音・振動にかかわる環境問題の解決に貢献できるよう、今後も多種多様な防音製品・制振製品を開発してゆく所存である。

みなさまからの忌憚のないご指導、ご鞭撻をお願いする次第である。