

⑦ 二輪車の騒音試験法に基づく騒音レベル予測手法の開発

環境研究部

みずほ情報総研株式会社

神奈川大学

※村山 誠英

山出 吉伸

山崎 徹

宝渦 寛之

今野 彰

坂本 一郎

1. はじめに

二輪車の騒音の音源には、マフラー騒音、エンジン放射音、タイヤ騒音等がある。自動車単体から発せられる加速走行時の車外騒音の規制は、昭和 46 年より開始され、その後、段階的に規制値の強化が行われてきた。平成 26 年には、市街地の走行実態を踏まえた UN R41-04 (国連規則第 41 号 04 改訂版) の試験法に変更された。また、交通流中で著しく大きな騒音を発するマフラーへの対策に関しては、平成 22 年にマフラー性能等確認制度が導入されている。

UN R41-04 については、平成 30 年から国際的な枠組みにて規制値の見直しが検討される予定である。また、マフラー性能等確認制度については、中央環境審議会「今後の自動車単体騒音低減対策のあり方について (第三次答申)」において「必要に応じ見直しを検討する」とされている²⁾。技術的に妥当性のある規制値検討を行うには、音源別の騒音低減対策の効果を評価する必要があるが、車外騒音の試験法や規制値の検討は、膨大な実測データをもとに行われ、現在の試験法は、車両全体の騒音のみを評価しているため、音源別の騒音低減対策の効果を明確に把握することは困難であることから、シミュレーション技術を活用することが効果的であると考えられる。しかし、現状のシミュレーション技術は、部品ごとの最適設計を判断する方法の一つに留まっており、車両全体の騒音 (騒音試験法の成績値) を予測する手法は見受けられない。

交通安全環境研究所では、マフラー騒音、エンジン放射音、タイヤ騒音等の音源別の騒音を予測し、車両全体の騒音を求める手法の確立を目標に研究を行っている。本稿では、研究の第一段階として、車両全体の騒音に対する寄与の高いマフラー騒音に着目し、車両全体騒音を予測する手法について述べる。はじめ

に、予測手法の概要について述べ、次に予測手法を構成する要素技術とその検証結果を示す。

2. 騒音試験法に基づく騒音レベル予測手法

2. 1. 車両全体の騒音予測手法の概要

本予測手法は、車両全体騒音をマフラー騒音とそれ以外の騒音に分け、マフラー騒音のみシミュレーションで予測し、騒音試験法で評価している車両全体騒音を予測するものである。開発する予測手法の概要を図 1 に示す。車両全体騒音の予測は、マフラー騒音以外の騒音を実測で求め、予測したマフラー騒音の結果と組み合わせ、必要に応じ車両移動による距離減衰を加味し、騒音試験法の車両全体騒音を導出する「車外騒音評価法」から成る。マフラー騒音の予測は、エンジン諸元等に基づき、エンジンからマフラー入口までの排気流を予測する「エンジン排気流のシミュレーション」と、マフラー内の脈動現象をシミュレーションし、マフラー吐出口からの圧力レベルを基に、マフラー後方の騒音を予測する「マフラー管路内脈動流及び吐出騒音のシミュレーション」から成る。シミュレーションに用いるマフラーのモデルは、効率的な検討を可能とすべく、一次元モデルとした。

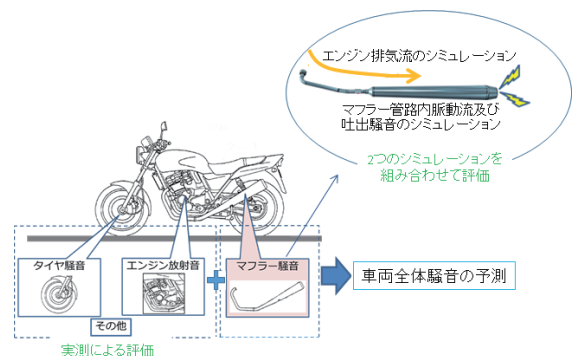


図 1 本稿で紹介する予測手法の概要

2. 2. エンジン排気流のシミュレーション

マフラーの騒音特性は、エンジン排気流の影響を受ける。一方で、同一車両であってもエンジン排気流の特性は、マフラーの種類によって変化する。そのため、エンジン排気流のシミュレーションは、エンジンからマフラーを含めたモデル化を行った。

エンジン排気流のシミュレーションは、一次元ガスダイナミクス、エンジンシミュレーションである Ricardo 社の WAVE を用いて、マフラー入口における排気圧力、温度及び流速を予測する。エンジン排気流シミュレーションのモデルは、エンジン、エキゾーストマニホールド、触媒、マフラーから構成され、エンジン諸元やマフラーの形状寸法等を用いて構築する。なお、構築したモデルは、管内摩擦損失および熱伝達を考慮している。

2. 3. マフラー管路内脈動流及び吐出騒音のシミュレーションと検証

マフラー吐出騒音のシミュレーションは、マフラー管路内脈動流を解析し、マフラー吐出口の排気圧力を求め、得られた結果をもとに、マフラー後方の騒音レベルを予測する。

図 2 に、構築したマフラー吐出騒音モデルの概要を示す。マフラー吐出口の排気圧力は、一次元モデルにより計算する。一次元モデル構築は、図 2 のように、マフラー形状寸法をもとに、マフラー内部の流路を流れ方向に分割し構築する。なお、マフラー入口の境界条件として、前項で予測した排気圧力及び流速を与える。マフラー後方の騒音レベル予測は、求めたマフラー吐出口の排気圧力に対し、地面反射と距離減衰を考慮して求める。

図 3 に、構築したモデルの検証例として、ある原動機付自転車の UN R41-04 の全開加速走行騒音試験のマフラー後方騒音の実測値と予測値の比較を示す。実測値は、シャシダイナモ上で、マフラー騒音以外の騒音をマスキングし、マフラー騒音のみを測定した結果である。この条件においては、実測値と予測値が、約 2dB 以内で一致していることを確認した。

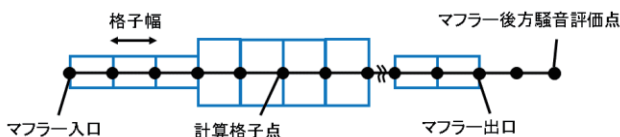


図 2 マフラー吐出騒音モデルの概要

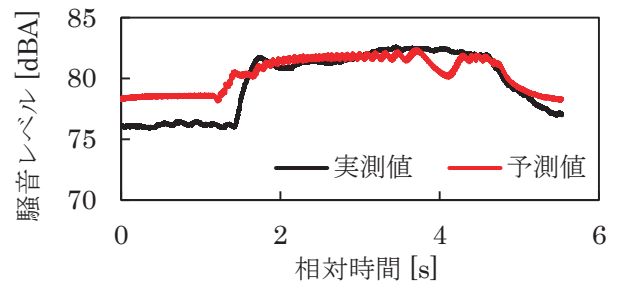


図 3 マフラー後方の騒音レベルの比較

2. 4. 車外騒音評価法と検証

現段階における本予測手法は、マフラー騒音のみをシミュレーションにより予測し、それ以外の騒音（タイヤ騒音、ドライブチェーンの駆動音等）は実測値を用いる。マフラー騒音以外の騒音の評価はマフラー騒音をマスキングして、騒音試験を実施する。

騒音試験法の車両全体騒音の導出は、上記の評価と前節のマフラー騒音の予測結果を組み合わせ、必要に応じて車両移動による距離減衰を加味して導出する。

本予測手法の検証として、前節で予測した UN R41-04 の全開加速走行騒音試験のマフラー後方騒音の結果を用いて、同条件の車両全体騒音値を予測した。この条件での実測値と予測値の差は、0.3dB で良好な結果であることを確認した。

3. おわりに

各音源別の騒音を予測し、車両全体の騒音を求める手法の確立を目標に、研究の第一段階として、マフラー騒音のみをシミュレーションにより予測し、車両全体騒音の予測手法についての概要及び予測結果の一例を示した。

マフラー騒音の様々な条件下での予測精度向上に向け、現在取り組んでいる課題を以下に示す。

1. マフラー内部の複雑な流路の一次元モデル化の検討。
2. マフラー内部の吸音材のモデル化の検討。
3. エンジン諸元やマフラー寸法等がエンジン排気流予測に与える影響の検討。

最後に、本研究は環境省からの請負業務として実施したものである。

参考文献

- 1) 環境省中央環境審議会，“今後の自動車単体騒音低減対策のあり方について（第二次答申）”，（2012）
- 2) 環境省中央環境審議会，“今後の自動車単体騒音低減対策のあり方について（第三次答申）”，（2015）