

吸音ホイールカバーによるタイヤ道路騒音の防止技術に関する研究

－タイヤ騒音測定用トレーラの開発と走行時タイヤ近接音場の測定結果－

環境研究領域	※坂本 一朗	田中 丈晴	坂本 行	村上 孝行
横浜ゴム(株)	桂 直之	藤河 義明	古川 亨	斎藤 孝明
鳥取大学	西村 正治			

1. まえがき

タイヤ道路騒音は、自動車騒音の規制強化によってエンジン騒音が小さくなったため、相対的に大きくなっており、環境騒音改善の面からタイヤ騒音低減技術の開発が強く求められている。タイヤ騒音低減手法として、排水性舗装に代表されるような路面舗装の改良による方法や、タイヤの溝や構造の改良技術などがあり、路面による騒音低減効果は大きく舗装技術は年々進歩している。しかし、タイヤの溝や構造の改良による対策は、走行性能や燃費性能に影響を及ぼすため、これ以上の騒音低減は困難な状況である。また、路面によるタイヤ騒音の低減も、経年劣化のため効果の維持が難しく、そのため、タイヤや路面に依存しない新たな騒音防止対策が期待されている。

そこで本研究は、タイヤ道路騒音の一層の低減を図るための新しい技術として、タイヤホイール部に吸音システムを装着することによるタイヤ道路騒音の低減技術の効果を評価することを目的とする。

低減技術を評価するためには、タイヤから発生する騒音放射特性を把握する必要がある。当所では、これまで、実験室内のシャーシダイナモメータ上においてタイヤ近傍で音響インテンシティを測定することにより、タイヤ騒音放射特性の解析を行ってきた^①。また、その結果を基に、タイヤ近傍に吸音材を配置することによってタイヤ騒音を低減できる可能性を示した。図1はそのときに検討した吸音材の形状で、連続気泡ポリウレタンフォームで厚さ40mmの吸音材を、タイヤ径よりもやや小さい円形状に加工したものである。これを、中型トラックの右側の前輪に取り付け、シャーシダイナモ上でドラム側から60km/hで回転させたときのタイヤ騒音を、車両中心から7.5m、高さ

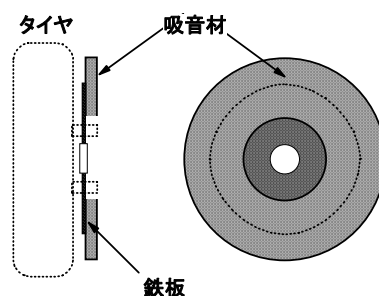


図1 吸音ホイールカバーの概要

1.2mの位置で測定し、吸音材の効果を調べたところ約4dB(A)の低減効果が認められた。しかし、この測定は曲率を有するドラム上で行ったもので、平坦な実路面上とドラム上ではタイヤ騒音の放射特性が異なることが分かっている^③。従って、実際の路面上におけるタイヤ騒音放射特性を把握するためには、実路面上を走行中にタイヤ近接で騒音測定を行う必要がある。そこで、本研究では、吸音システムの効果を評価するための、風切り音などが測定に影響しないように設計したタイヤ騒音測定用トレーラを製作し、小型トラック用のタイヤを対象として、タイヤ近傍での騒音放射特性の解析を行うことによって、本トレーラの性能の確認を行ったので、その概要について報告する。

2. タイヤ騒音測定用トレーラの仕様

図2に、今回製作したタイヤ騒音測定用トレーラの写真を示す。左右独立懸架の2輪式トレーラで、風切り音の影響を受けないように、測定対象のタイヤには防音ケースを装着し、裏側には50mmのグラスウールの上から1.6mmのアルミ吸音材が貼り付けており、暗騒音と反射音の低減を図っている。乗用車用から中型トラック用までのタイヤが装着可能で、タイヤ



図2 タイヤ騒音測定用トレーラの写真
(防音ケースを開けた状態)



図3 テストコースでの測定の様子
(防音ケースを閉じて走行)

に近接してマイクロホンアレイが装着できるようになっている。また、荷台にウェイトを載せることによって測定対象のタイヤに1000kgまでの荷重をかけることができる。タイヤアライメントはスリップ角、キャンバー角ともに 0° で、サスペンションはトレーリングアーム式の空気バネである。

測定に先立って、トレーラの走行安定性の確認を行った。図3に走行中の様子の写真を示す。トレーラを牽引車に接続し、80km/hの速度でテストコースを走行させた結果、安定して走行し、目視による範囲では、タイヤ騒音の測定に影響を及ぼすようなトレーラの異常な振動は、認められなかった。また、トレーラ内部にビデオカメラを固定し、走行中の様子を撮影した結果から、トレーラ走行時においてマイクアレイ自体の異常な振動は認められず、走行中のマイクロホンの変動は1cm以下であった。従って、マイクアレイの固定方法に特に問題は無いと考えられる。そこで、実際にタイヤ近接での騒音測定を行った。

3. タイヤ騒音測定方法

試験タイヤは、ホイール部分に吸音システムの取り付け加工ができ、取り扱いも比較的容易な、小型トラック（いすゞ自動車(株)のエルフワイドボディタ

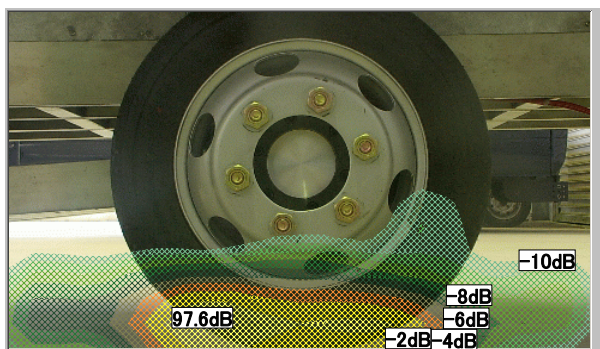


図4 試験用タイヤのトレッドパターン

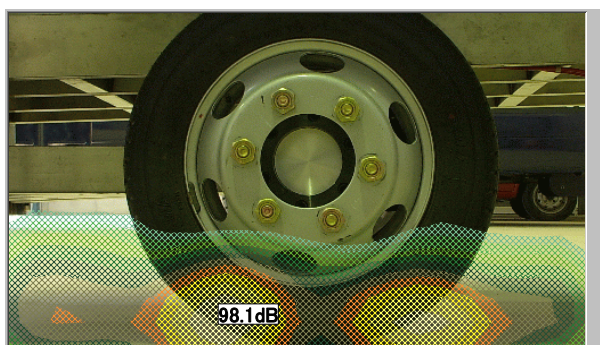
イブ)用のタイヤ(タイヤサイズ205/65R16)を対象とした。試験用タイヤのトレッドパターンを図4に示す。この試験用タイヤをトレーラに装着し、近接にBrue! & Kjaer社の非定常近接音響ホログラフィによる解析装置のマイクロホンアレイを設置した(図2参照)。マイクロホンの本数は横12本、縦7本で、マイクロホン間隔は縦横ともに7.5cmとした。これによって400Hzから1.6kHzの1/3オクターブバンドの周波数帯域まで解析が可能となる。また、タイヤ側面とマイクロホンの距離は13cm、マイクアレイの最下列と路面との距離は7.5cmとした。測定は、テストコースのISO路面上で行い、騒音測定用トレーラを牽引車に接続し、定常走行させたときの1.5秒間を計測した(図3参照)。計測システムはすべて牽引車に搭載した。車両の速度は、30km/hから80km/hまで10km/h間隔とした。試験用タイヤの荷重は、空車と半積載の条件に相当する306kgと607kgの2条件で行った。

4. 測定結果

図4に、解析結果の一例として、インテンシティの結果で、80km/hで走行させたときの、空積載と半積載の結果を示す。解析周波数帯はタイヤ騒音が集中していると考えられる400Hzから1.6kHzまでの1.3オクターブバンドの周波数帯とした。最大のインテンシティレベルの数値と、-2dB間隔でカラーコンター表示しており、以下、解析結果はすべて同様に表示している。図5(a)は空積載の結果で、タイヤ騒音は、タイヤと路面の接地部全体から発生していることが分かる。また、コンターが横方向に長くなっており、タイヤ接地部付近のレベルが最も大きい。また、接地部以外にも音源があるような結果になっている。これは、防音ケースを閉じているものの、走行中にトレーラが振動して路面に接しないように、路面と防音ケースの下端との距離を15cm程度確保したため、マイクロホンアレイの最下段のマイクロホンは走行風の影響を受け、風切り音が生じているためにこのような結果にな



(a) 空積載



(b) 半積載

図 5 解析結果例 (80km/h、解析周波数帯：400Hz-1.6kHz(1/3 オクターブバンド周波数帯域))

ったと考えられる。風切り音のインテンシティレベルはタイヤ騒音に比べて小さいため、タイヤ騒音放射特性の解析に影響は少ないものの、今後走行風の影響について改善を行う必要がある。

図 5(b)は半積載の結果である。空積載の結果と異なり、音源の位置がタイヤと路面の接地部の前後に分かれている。これは、タイヤにかかる荷重が増加したためタイヤと路面との接地面積が大きくなったため、接地部の前後で発生する騒音が分離して解析されたと考えられる。

次に、それぞれの結果のインテンシティの最大レベルについて、速度別、積載条件別に比較した。その結果を図 6 に示す。横軸の速度は対数表示である。解析周波数帯は、1/3 オクターブバンドで 400Hz から 1.6kHz までである。また、同図に、50km/h と 80km/h の速度について、500Hz と 1kHz の 1/3 オクターブバンドの周波数帯の結果もあわせて記す。まず、400Hz から 1.6kHz の周波数帯域の結果から、タイヤ騒音の最大インテンシティレベルは速度とともに増加し、30km/h と 80km/h では約 10dB、50km/h と 80km/h でも約 7dB の差があった。また、速度が高くなるにつれてインテンシティレベルはほぼ直線的に増加し

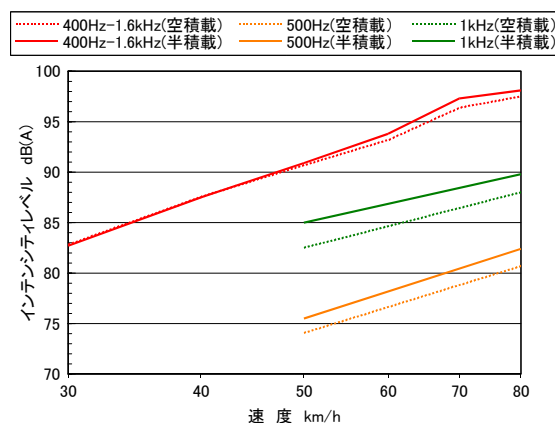


図 6 積載条件別の最大インテンシティレベルと速度との関係

た。さらに、60km/h 以上の速度では半積載のレベルがわずかながら大きくなっていった。それに対して、500Hz と 1kHz の結果では、速度の違いとともに、積載条件の違いによるレベル差もはっきり現れており、速度によるレベルの増加は、500Hz では約 7dB、1kHz では約 5dB 増加していた。また、半積載は空積載よりも 1~2dB 程度はレベルが大きかった。

次に、周波数別に騒音放射特性の違いについて述べる。図 7 は、500Hz の 1/3 オクターブバンドの解析結果を、速度が 50km/h と 80km/h の場合について、積載条件別に示したものである。まず、騒音放射特性を比較すると、速度が同じであれば空積載と定積差の違いはほとんどなく、50km/h のときはほぼタイヤと路面の接地面の中心から、80km/h のときは接地面のやや前方から騒音が発生している。またレベルの違いも 1dB 程度であった。図 8 は、中心周波数が 1kHz の 1/3 オクターブバンドの解析結果である。騒音放射特性を比較すると、500Hz の結果と異なり、速度が違っても積載条件が同じであればほぼ同じような結果であった。空積載の時は速度によらずタイヤ接地面の前方から騒音が発生しているが、半積載ではタイヤの前後に音源が再生されていた。これは、接地面積が大きくなったためと考えられる。また、空積載に比べて半積載ではレベルが 2dB 程度大きくなっていった。

5. まとめ

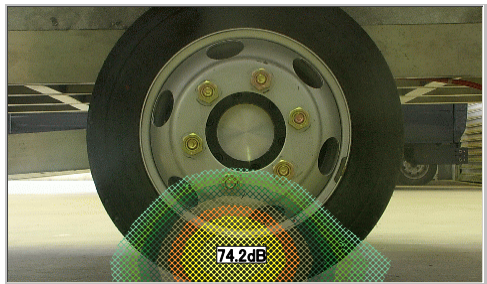
実路面を走行しているタイヤ騒音の放射特性を把握するために、タイヤ騒音測定用トレーラを製作し、小型トラックタイヤを用いて、タイヤ近接で非定常音響ホログラフィによる騒音測定を行った。その結果、速度別、積載量別の騒音放射特性の違いを把握するこ

とができ、本トレーラによって走行時のタイヤ騒音特性を解析できることが確認できた。しかし、走行風の影響が認められたため、今後改善を図るとともに、吸音ホイールカバー製作し、タイヤ騒音低減に対する効果の解析を行っていく予定である。

参考文献

(1) 坂本ほか、貨物自動車のタイヤ騒音放射特性の解析 (第2

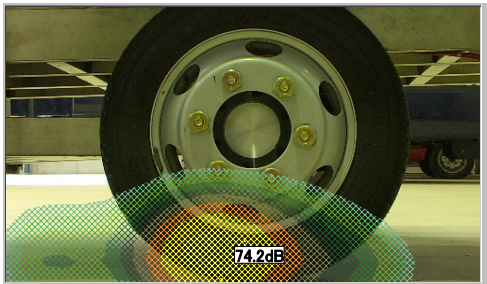
報), 交通安全公害研究所第 27 回研究発表会講演概要, 119-122, (1997-11)
 (2) 坂本ほか、吸音材による貨物自動車のタイヤ騒音低減対策とその効果, 自動車技術会 1999 年秋季大会学術講演会前刷集, No.101-99, 17-20, (1999-10)
 (3) 坂本ほか、音響インテンシティによる実路面上とローラー上のタイヤ騒音放射特性の比較, 自動車技術会 2003 年春季大会学術講演会前刷集, No.3-03, 9-12, (2003-5)



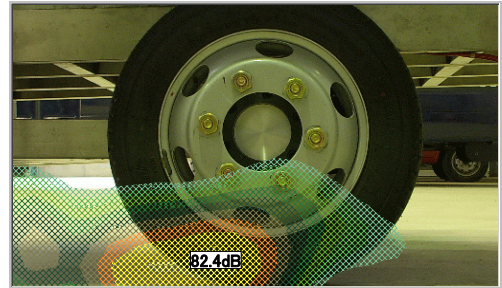
(a) 50km/h、空積載



(c) 80km/h、空積載



(b) 50km/h、半積載



(d) 80km/h、半積載

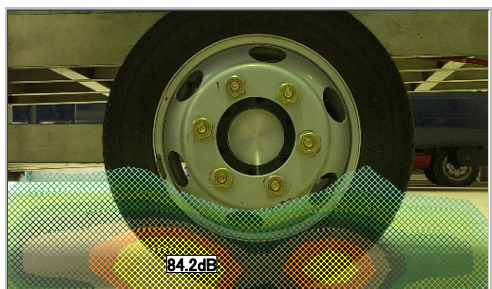
図 7 500Hz の解析結果



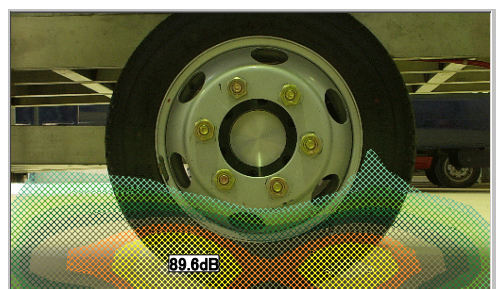
(a) 50km/h、空積載



(c) 80km/h、空積載



(b) 50km/h、半積載



(d) 80km/h、半積載

図 8 1kHz の解析結果