

車内騒音を用いた路面性状の評価に関する基礎的研究

環境防災研究室 多田尚平

指導教員 宮木康幸

1. はじめに

非破壊検査の中でも音を利用した試験は比較的簡易に実行でき、汎用性の高い手法である。本研究では音の中でも自動車の走行時に生じる騒音に着目し、騒音の変化から道路舗装の劣化や損傷の評価方法を得るための基礎研究を行った。

2. 橋梁ジョイント部通過時の自動車騒音

橋梁のジョイント部を自動車で走行させ、その際に生じる騒音を沿道から計測したものと車内で計測したものを比較した。その結果、車外における計測では対向車が近接して通過する場合や、周辺環境から受ける音の影響が大きく、ジョイントでの音を把握することが難しいと判断された。一方で車内での騒音の計測は外的な環境の影響を受けにくく、対向車の音を極力排除できるため、ジョイント通過時の音を把握しやすいことがわかった。このような背景から本研究においては、より適切な計測方法として、車内に騒音計を設置し、騒音を計測する方法を採用した。

3. 車内騒音に影響する因子に関する基礎実験

次に、自動車の車内騒音がどのような因子によって変化するかを知るために以下の項目の実験を行った。実験は自動車の車内騒音を騒音計で計測し、音圧の変化やFFT(高速フーリエ変換)結果によって得られる周波数スペクトルの比較によって考察を行う。

① 模擬的な路面の損傷と仮定した障害物の材料の違いによる変化

当初、ジョイント部の騒音を計測した際、フェニックス大橋以外のジョイント部の中にほとんど大きな音圧を発生させないものがあった。これが材料によるものなのか、ジョイント部のずれの高さによるものなのか、あるいは他の要因によるものなのか検証をするために、路面性状の一例として、段差を模擬的に与えた場合、その材料が車内騒音にどのような影響を与えるかを知るための実験を行った。実験結果から材料の違いから周波数スペクトルが異なるという結果は得られなかった。しかし、同じ材料で高さの異なるものでは、高いほど音圧が大きくなるという結果を得た。

② 走行速度による車内騒音の変化

12mm×32mm の木材による段差を通過する際に発生する車内騒音が速度により変化するか実験を行った。(図-1) サンプル周波数 2560Hz, FFT のサンプリング個数は $N=2^{11}$ である。

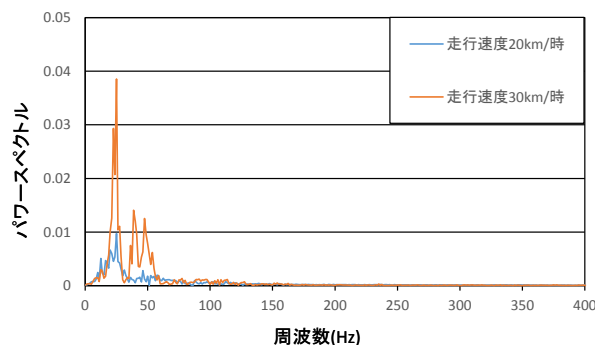


図-1 走行速度による卓越周波数の変化

結果として騒音の音圧の大きさは変化したが、卓越周波数は変わらなかった。また、実験を行った路面の都合で 30km/時より速い速度で走行できなかったため、より速い速度での変化を確認するため、この後に公道で別の試験を行った。

③ 車種の違いによる車内騒音の変化

異なる車種の車内騒音を比較するため、2 車種の普通乗用車が木材(長方形断面 12mm×36mm)による障害を通過した際に発生する騒音を計測した。(図-2) なお、車種は仮に車 A, 車 B とする。

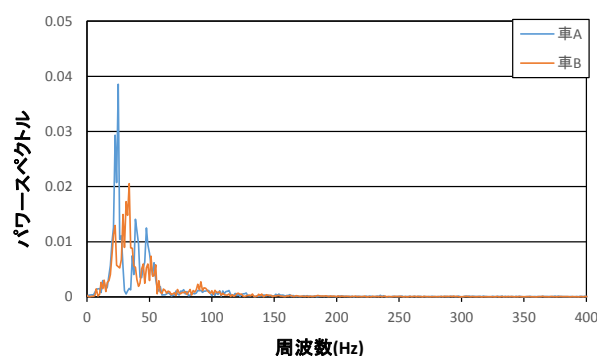


図-2 車種の違いによる卓越周波数の変化

その結果、最大卓越周波数は車 A の場合 25Hz, 車 B の場合 35Hz であり、異なる卓越周期を示していた。よって車種により周波数スペクトルは変化するのではないかと考察した。

4. 路面状態の変化が車内騒音に与える影響

実際の道路で異なる舗装状態の路面について速度を変えて走行し、舗装状態による変化と、走行速度による騒音の変化の関係を検討した。

図-3 の写真は今回走行した路面舗装の様子である。画像中央を

境界に右側を新しい舗装, 左側を古い舗装とする。



図-3 路面状態(左側：古い舗装, 右側：新しい舗装)

走行速度はそれぞれ40km/時, 50km/時, 60km/時とした。以下の図は計測した騒音のFFT分析結果である。(図-4)(図-5)

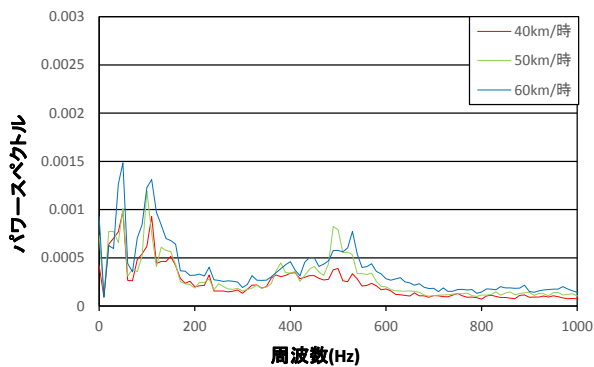


図-4 車内騒音(新しい舗装)

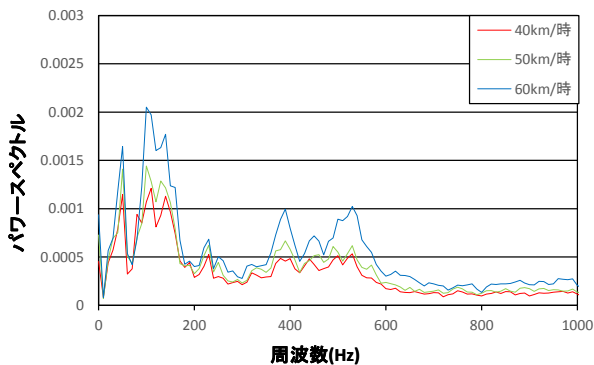


図-5 車内騒音(古い舗装)

古い舗装は新しい舗装よりも全体的に大きな騒音が発生しており, また古い舗装では400Hz前後で卓越周波数が見られるが, 新しい舗装では400Hzの周波数は卓越していない。よって舗装状態により卓越周波数に変化することが考察される。また, 速度が速くなると横軸の卓越周波数の位置は変わらないが, スペクトル値は大きくなっている。

5. 位置情報と連動したシステムの検討

本研究では新しい道路舗装の維持管理システムを構築するためスマートフォンのGPS機能により測量した位置情報を利用することとした。GPSを利用したスマートフォンアプリの中でもGPSロガーは移動した経路についてGPS衛星を利用し記録する

ものの事であり,今回は適当なものとしてGoogleのMy Tracksを使用した。My Tracksで記録されたデータはcsv形式に変換してエクスポートする事が可能であり,Excel等でデータの編集が容易にできることが利便な点である。また, ArcGISを始めとするGIS上に記録した位置情報を投影することができるため, 道路地図の情報を含むレイヤと重ねて表示することで位置情報がどの道路に対応しているか, すぐに確認することができる。次に位置情報により求めた特定区間の道路の車内騒音から路面の状態を推定することを試みた。以下のある区間の車内騒音の変化をグラフでは, 2箇所の地点で大きな騒音を計測した。(図-6)

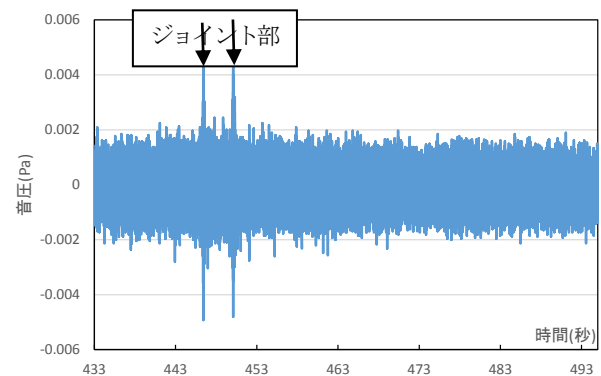


図-6 位置情報に対応させた騒音の例

この2箇所の騒音を計測した時間の位置情報を地図上にプロットすると少し離れた位置に橋梁のジョイント部があることがわかった。

6. まとめ

自動車が走行中に発生する車内騒音に変化する要因として, 路面の状態以外に, 車種, 走行速度が関係することがわかった。このため路面の性状を評価するためにはこれらの条件について考慮する必要がある。また, 騒音データと計測地点の道路情報を対応させる手段としてスマートフォンを利用したGPS測量による位置情報の記録を用いたところ, かなりの精度で道路情報と対応することがわかった。

7. 今後の展望

データの計測を研究者一人で行うのではなく, 協力者に依頼し, 日常的に自動車で移動する際にデータを収集できるようになると, よりサンプル入手が効率的になるものと考えられる。また, 今回は騒音の計測に騒音計を用いたが, スマートフォンアプリに騒音計の機能を持つものもあるため, より簡易にデータ収集を行うため, そちらの計測方法の導入も検討する必要がある。

*なお, 本論文中で使われているシステム・製品名は, 一般に各社の商標または登録商標である。