

路面性状評価における車内騒音・振動の利用に関する研究

環境防災研究室 修士 2 年 千葉 佳奈瑛
指導教員 宮木 康幸

1. 研究背景・目的

国内の道路維持管理指標として、MCI が一般的に用いられている。その測定には多大な時間と費用を要するため、多くの道路においては点検の機会が限られているのが現状である。本研究では自家用車内に発生する振動と騒音の測定を用いて簡易かつ廉価な路面性状の評価手法を考案することを最終目標とする。また、MCI のように測定区間内を平均的に表す手法に加え、点検区間内において特に損傷の大きな箇所を特定することも目的として、実際の路面の状況とそこで発生する振動・騒音との関連性を検証することを最終目標とする。

2. 測定方法

長岡市内の市道で測定を行う。2 車線道路においては同一地点における両車線の振動加速度と騒音を測定する。各測定区間において測定は 3 回ずつ行った。騒音と振動の測定は同時に行い、測定時の車両走行速度は可能な限り 40km/h を保つこととした。

振動・騒音の測定には以下を用いた。

- ・自家用車：トヨタ ラクティス
- ・騒音計：RION NL-22
- ・データレコーダー：RION DA-20
- ・振動測定アプリケーション：iDRIMS (iphone 7)

測定機材の設置は図 2-1 のとおりである。振動測定から得たデータのうち、今回検証に用いるのは路面に対する鉛直方向の振動加速度である。



図 2-1

3. 測定値と様々な路面状況

視覚的に確認できるひび割れを含む路面において、振動加速度と騒音の測定を行った。図 3-1、3-2 から、振動・騒音ともに特に大きな振幅が得られる地点は概ね一致していることがわかる。大きな振幅が発生する地点の多くには、A、B 地点(図 3-3、3-4)のような深く深い横ひび割れ、もしくは消雪パイプやマンホール等の障害物が存在した。一方で、振幅が概ね近い値を示した C、D 地点(図 3-5、3-6)では、わだち上のひび割れ状況に大きく差があることがわかる。D 地点のひび割れの所在については振動加速度と騒音の時間変化の様子から単純に予想することは困難である。大きな振幅が得られる地点の条件として、ひび割れが深く深いことと、車両進行方向に対して垂直であることが考えられる。

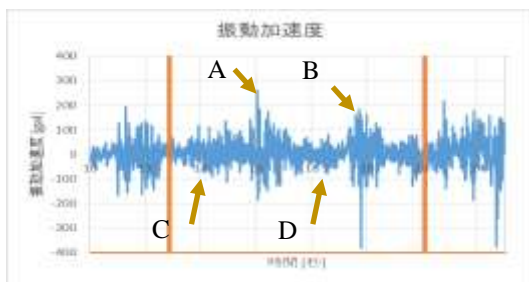


図 3-1

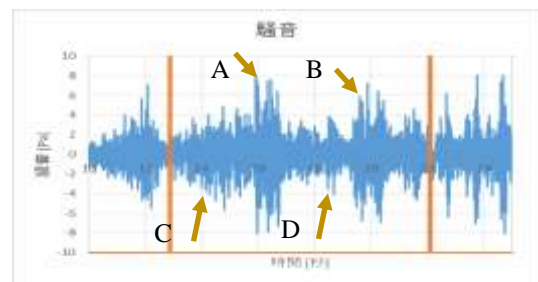


図 3-2



図 3-3



図 3-4



図 3-5



図 3-6

4. 実効値を用いた平坦性成分の分離

4-1. 各測定区間における実効値と代表値の算出

横ひび割れ以外のひび割れを持つ路面についても、ひび割れの影響を大きな振幅で評価するためのデータ処理方法を検討した。車両に発生する鉛直方向の振動は、路面の平坦性の影響を受ける。このことから、平坦性の影響を大きく受けている振幅の成分を取り除き、ひび割れの影響を大きく反映したデータを算出することを目的とした。まず、1 秒間の走行区間(約 11m)内における実効値(Slow)を算出し、また 0.1 秒間の走行区間(約 1.1m)における実行値(Fast)を算出した。平坦性が車両に与える鉛直方向への影響は数メートル単位で振幅に加わると考え、Fast と Slow との差を求めることで、平坦性の影響を除いた振幅が得られると考えこれを計算した。Fast と Slow との差を 2 乗したものを以下 $Fast \ominus Slow$ と表記する。

図 3-1, 3-2 のデータにおける $Fast \ominus Slow$ の計算結果を図 4-3 に示す。ここで、各測定区間内における上位 10%の値を代表値とし、それ以上の数値を有する箇所には振動加速度の場合グラフ上に菱形印を、騒音の場合には丸印をつける。

図 4-3 から、C, D 地点においては、網状ひび割れを有する D 地点のほうが $Fast \ominus Slow$ が大きくなる結果となった。

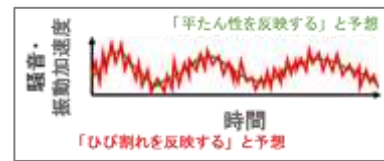


図 4-1



図 4-2

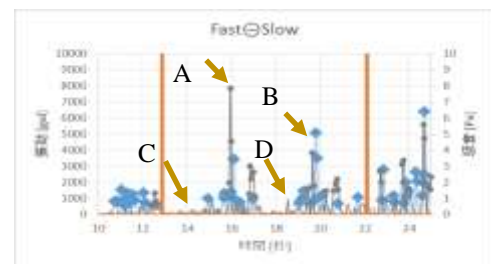


図 4-3

4-2. $Fast \ominus Slow$ によるひび割れ評価の検討

今回 $Fast \ominus Slow$ で代表値以上の値が得られた箇所(169 か所)のうちで、実際にわだち上にひび割れのある路面は 57.4%(97 か所)であった。また、横ひび割れを有する路面(48 か所)のうちで、代表値以上の値が得られたのは 79.1%(38 か所)であり、網状ひび割れについては 67.8%(59 か所のうち 40 か所)であった。この 67.8%のうちには、左右両方のわだち上に長スパンの網状ひび割れを有するものや横ひび割れを含む箇所がみられた。そのため、横ひび割れ以外のひび割れの発生箇所において卓越した振幅を得るためには、ひび割れの状況に応じたデータ処理方法が必要だと考えられる。

5. 振動・騒音データの周波数分析(DFT 値の算出)

網状ひび割れの特徴のうち、短いスパン中に高い頻度でひび割れが発生していることに着目し、振動加速度・騒音データの周波数分析を行った。特定の区間中に繰り返し高頻度で発生する振幅には、網状ひび割れによる振幅が優位に含まれていると想定して、高周波成分のみを分離することを目的としている。この高周波成分から逆フーリエ変換を行い、得られた波形と網状ヒビの所在する地点(C, D 地点)との関連を検討した。結果として、C, D 地点において 10Hz 以下のローパスフィルタを取り除くことで、平坦な波形が得られた。また、網状ひび割れの振幅を強調する数値フィルターを検討したが、一連の作業は煩雑で時間を要し、発見には至らなかった。

6. 結論と課題

- ①横ひび割れの所在は、自家用車内の振動加速度・騒音の時間変化の様子から単純に予想することがおおむね可能であるが、その他のひび割れについては卓越した振幅で評価するためのデータ処理方法が必要である。
- ②今回、周波数分析を行った路面においては、平坦性の影響を受けたと考えられる周波数成分は 10Hz 以下にある結果となった。これは 0.1 秒間隔で繰り返される振動である。このことから、 $Fast \ominus Slow$ を用いたひび割れの予想に際して、Slow の算出に用いた平均化スパン(1 秒間)が適切であったとは断言できない。
- ③振動加速度・騒音のサンプリング周波数がそれぞれ 12800Hz, 100Hz であるのに対し、今回 $Fast \ominus Slow$ の算出に用いたデータはともに 0.05 秒間隔に置きなおしたものであった。
- ④今後の課題として、C, D 地点以外の路面においてもひび割れに応じた数値フィルターを検討し、 $Fast \ominus Slow$ の計算においては、平均化するデータ範囲を周波数分析の結果に基づいて再設定することがあげられる。

7. 参考文献

1. 長谷川美季(2018). 自家用車内騒音・振動を用いた道路管理指数の推定 長岡技術科学大学平成 29 年度修士論文