

10405 鉱山における路面状態の解析

Analysis of the Road Surface Condition in a mine

○学 山田洋介 (横浜国大)

正 高田一 (横浜国大)

正 松浦慶総 (横浜国大)

Yosuke YAMADA, Graduate School of Yokohama National University, 79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama

Hajime TAKADA, Yokohama National University, 79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama

Yoshifusa MATUURA, Yokohama National University, 79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama

When a vehicle runs, the vibration that a road surface causes brings about discomfort of the driver and consumption of the surplus fuel. When a road surface state is bad, it is necessary to detect the irregularity of the road surface. For example, they photograph the dispersion dynamic scattering pattern that inspection light was scattered in on a road surface with a camera and detects having irregularity or not of the road surface and detects the irregularity by a millimeter wave sensor. However, they judge only an irregularity and does not think about the influence on body. In this study, we measure run data and detect the irregularity of the road surface.

Key Words: Analysis of the road surface, FFT, Suspension Pressure, dump truck

1. 緒論

鉱山の走行において路面状態が悪いと振動や走行抵抗により過剰な燃料の消費や運転手に不快感を与えてしまう。このように路面状態が悪い場合は路面の凹凸を検出し補修する必要がある。例えば、投光器から投射された検査光が路面で散乱した散乱光の散乱パターンをカメラで撮影し、撮影した散乱パターンの映像信号から得られる画像に基づいて、路面における凹凸の有無を検出するものや⁽¹⁾、ミリ波センサによって補修が必要なほど大きな凹凸がある位置の検出するものがある⁽²⁾。これらの研究では現在ダンプトラックに搭載されている計測器で計測していない。そこで本研究ではダンプトラックを走行させて、現在計測している走行データから修復すべき凹凸の場所を検出することを研究目的とする。

2.1 研究方法

試験場におけるダンプトラックの走行データを分析する。路面データは整地の必要のない路面(B路面)、ランダムに粗い路面(C路面)、人工的に作成した(D路面)の3パターンがある。B路面は整地する必要のない路面、C路面はランダムな路面で整地する必要がある路面、D路面は人工的に作成した洗濯板状の路面が複数ある路面で整地する必要がある路面である。各路面を等速で走行し、走行データの計測を行う。走行データには舵角、ホイール回転数、トランスミッション出力回転数、サス圧、傾斜角などがある。これらの走行データの中でも特にサスペンション圧力に着目し、路面状態の解析を行う。サスペンション圧力のFFT解析を行い、B路面、C路面、D路面の閾値の設定を行う。また、ダンプトラックは空車と積車の状態の二通りについて、走行速度は等速で約10km/h,20km/h,30km/h,40km/hの四通りでデータの計測を行う。

2.2 サスペンション圧力

解析に使用するサスペンション圧力は左後サスペンション圧力(RLサス圧)と右後サスペンション圧力(RRサス圧)の合計を使用する。その理由は、少しの舵角の変動による遠心力の影響をキャンセルするためである。以下に代表として、空車走行でそれぞれの路面における走行速度20km/h

の時のサスペンション圧力の図1を記す。

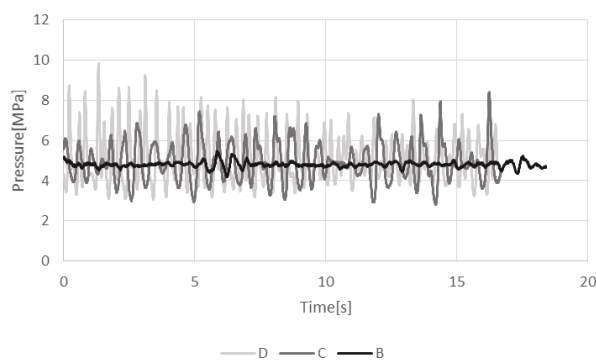


Fig.1 Suspension pressure at 20km/h

3. FFT解析

空車、積車のそれぞれの走行速度、それぞれの路面ごとにFFT解析を行う。サスペンション圧力のサンプリング周波数は100Hzで、FFTの区間は512点で合計5.12秒間の区間で行う。この区間を0.1秒進めて再度FFTを行い、これを繰り返し、合計6秒間の区間で8回FFTを行う。

4.1 FFT解析結果

空車走行中において走行速度20km/hのそれぞれの路面のFFT結果を以下の図2に記す。

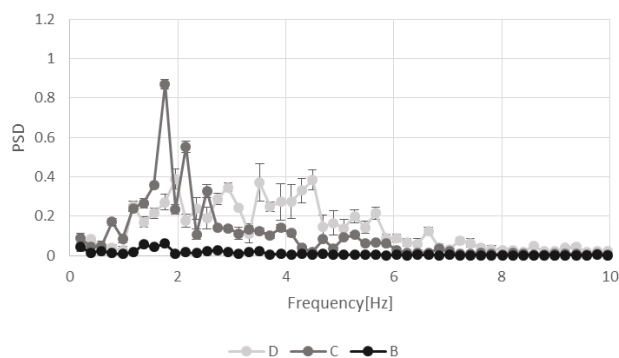


Fig.2 Power spectral density at 20km/h by empty vehicle

B路面ではどの周波数でもC路面とD路面に対してパワースペクトル(PSD)が小さくなっている。C路面とD路面では両方とも2.0Hz前後でPSDが大きくなっていたが、2.5Hzよりも大きいところではD路面の方がC路面よりもPSDが高い値になった。

次に積車走行中における走行速度20km/hのそれぞれの路面のFFT結果を図3に記す。

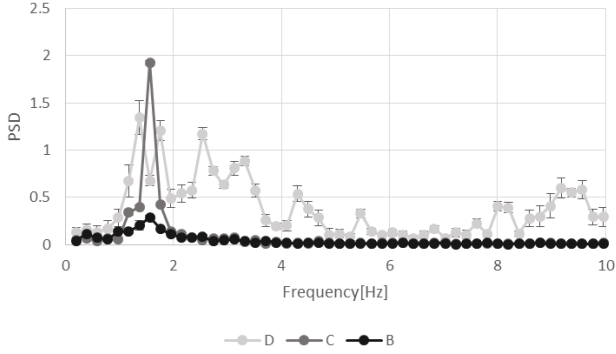


Fig.3 Power spectral density at 20km/h by loaded vehicle

B路面とC路面を比較するとC路面の方がPSDの最大値が大きいことが確認できた。C路面とD路面を比較すると1.6Hzを除いてD路面の方が大きくなっている。

4.2 閾値の計算

B路面, C路面, D路面の識別はFFTの面積で決定する。空車のB路面とC路面の識別には0.6Hz~20.0HzまでのFFTの面積を用いる。空車のC路面とD路面の識別には3.7Hz~20.0Hzまでの面積を用いる。積車でも同様の範囲の面積を用いる。計算した面積を走行速度ごとにプロットした図4~図7に記す。この時の走行速度は区間の平均速度である。またグラフの●は計算した面積の平均値を表しており▲は計算した面積の平均値から標準偏差(σ) \times 2の値をプロットした。

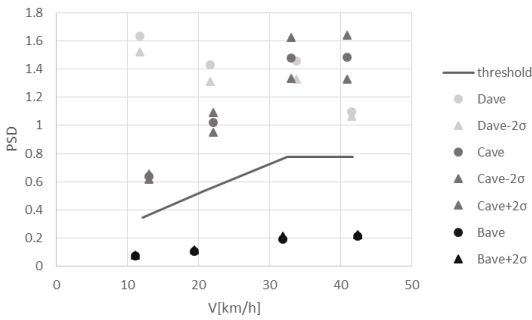


Fig.4 Threshold result by empty vehicle(0.6Hz~20.0Hz)

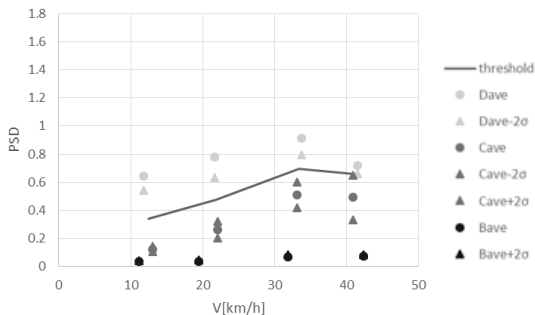


Fig.5 Threshold result by empty vehicle(3.7Hz~20.0Hz)

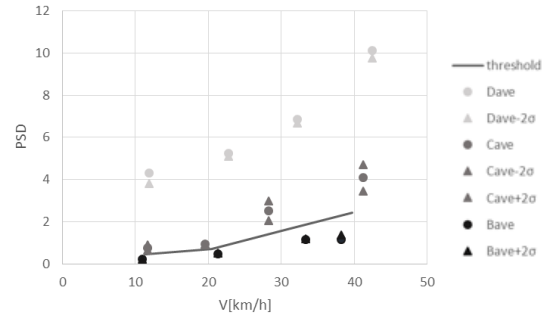


Fig.6 Threshold result by loaded vehicle(0.6Hz~20.0Hz)

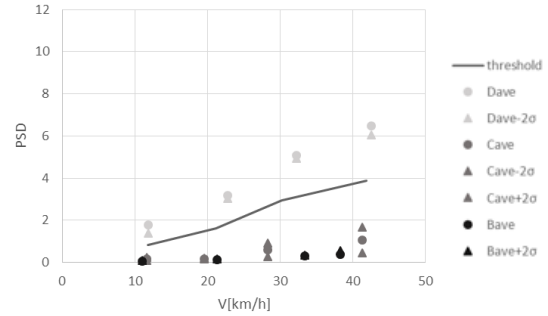


Fig.7 Threshold result by loaded vehicle(3.7Hz~20.0Hz)

Fig4とFig6ではB路面の平均値+2 σ とC路面の平均値-2 σ の平均値をB路面とC路面の境界線とする。Fig5とFig7ではC路面の平均値+2 σ とD路面の平均値-2 σ の平均値を境界線とする。

4.3 閾値の適用

0.6Hz~20.0Hzの場合でB路面以上かB路面以下かの判別を行う。そこでB路面以上と出た場合に次は3.7Hz~20.0Hzの境界を用いてC路面以上かどうかの判定を行う。この作業により路面状態を判定していく。

5. 結論

等速直線状態走行では走行路面をうまく識別することができた。

6. 参考文献

1) 路面検査方法および路面検査装置
<http://www.j-tokkyo.com/2004/G01B/JP2004-219214.shtm>
 発明者：鷹箸 幸夫、後藤 秀範
 株式会社東芝本社事務所 出願日：平成15年1月14日

2) 路面補修システム

<http://www.ekouhou.net/%E8%B7%AF%E9%9D%A2%E8%A3%9C%E4%BF%AE%E3%82%B7%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%A0/disp-A,2010-242345.html>
 日立建機株式会社 出願日：平成21年4月3日