

レーザドップラー振動計による路面状態識別の基礎実験結果

西野 祐一、児島 涼太、今城 勝治、亀山 俊平

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 (〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船 5-1-1)

Demonstration of road condition discrimination using laser Doppler vibrometer

Yuichi NISHINO, Ryota KOJIMA, Masaharu IMAKI, and Shumpei KAMEYAMA

Mitsubishi Electric Corporation, Information Technology R&D Center, 5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa, 247-8501

We have been developed a laser Doppler vibrometer for discriminating the road surface condition of a passing car by using 1.5 micron wavelength. We demonstrated the vibrational spectrum measurements on the road in dry and wet condition, and compared with the skid resistance tester. From the measurement results, it is obtained that the vibrational spectrum width is changed by road surface condition.

Key Words: Laser Radar, Doppler vibrometer, AOM

1. はじめに

自動運転の速度やブレーキ制御において、走行する路面の状態を検出し、タイヤの滑りやすさを車両に伝えることが重要である。本用途では、車両直下だけでなく、車両前方の路面状態を観測し、さらに昼夜問わず使用できることが求められる。本研究では、乾燥時や湿潤時に車両走行中の路面の振動音が変化することに着目し、路面の振動スペクトルより路面状態を検出するレーザドップラー振動計の試作を行った。

このシステムでは、ドップラーシフトの時間変化から路面の振動数を測定する。今回、路面の振動スペクトルを取得する試作機を作製し、路面状態識別のためのレーザ反射特性に対する基礎実験を行ったので報告する。

2. システム構成

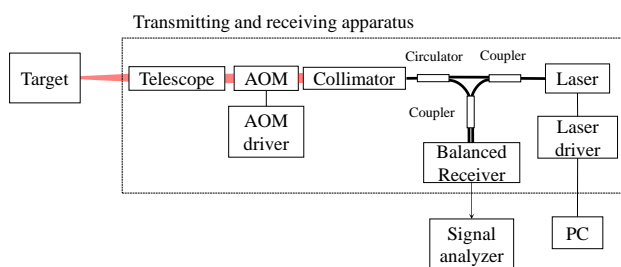


Fig. 1 Configuration of laser Doppler vibrometer.

Fig. 1 に本試作機のシステム構成を示す。波長 1.5 μm 帯のレーザ光をローカル光と送信光に分離する。送信光について、AOM(Acousto-Optic Modulator)と望遠鏡を介してターゲットに照射する。その反射光とローカル光と合波し、バランスドレシーバで受光し、ビート信号を得る。この信号の時間変化をシグナルアナライザによりフーリ

エ変換を行い、ピーク周波数の変動量から振動スペクトルを取得する。

Fig. 2 に送受信機内の写真を示す。ここで、AOM や望遠鏡は空間接続型の部品を使用し、各部品からの反射光を受信しないように、斜めに設置するなど角度調整を行っている。

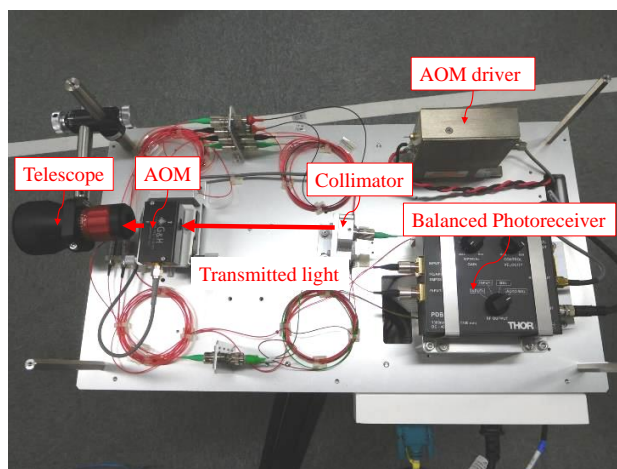


Fig. 2 Photo of transmitting and receiving apparatus.

3. 基礎実験結果

Fig. 3 にレーザドップラー振動計による計測風景を示す。本試作機を路側に設置し、車両走行位置に対して、車輪から手前 0~2 m の路面にレーザ光を照射して測定を行った。十分に乾燥したアスファルト路面を乾燥路面とし、湿潤路面ではレーザ照射位置付近に常に水たまりができるように常時散水した。

Fig. 4 に車速 30 km/h、走行位置 0 m の条件で取得した振動スペクトルの例を示す。これは、シグナルアナライザから出力される復調信号に対して、フーリエ変換を行った波

形である。振動スペクトルを取得した結果、乾燥路面では14~15 Hzにおいて強いピークが発生し、湿潤路面ではそのピークが広くなるという結果が得られた。

Fig. 5 に車速 20, 30 km/h で通過時の路面の振動スペクトルの周波数幅と、摩擦係数との相関図を示す。摩擦係数の測定には、すべり抵抗器（大和建工社製 DB-500）を用いた。振動スペクトルの周波数幅を、ピークにおける周波数の前後 50 Hz の範囲における二次モーメントを求めることにより算出した。その結果、路面の摩擦係数と車両通過による路面の振動スペクトルに相関があり、摩擦係数に応じて振動スペクトルの周波数幅に差があるという結果が得られた。さらに、車両走行位置に対して、車輪から手前 2 m の路面にレーザ光を照射した場合においても、上記と同様の結果が得られた。

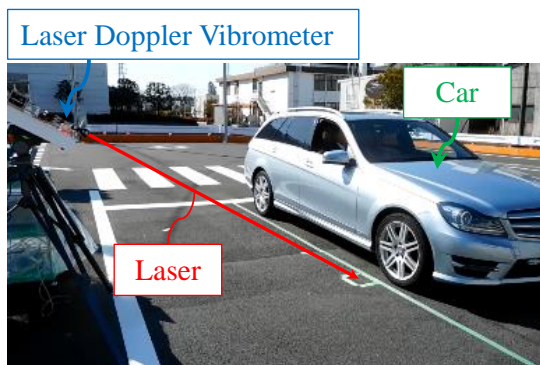
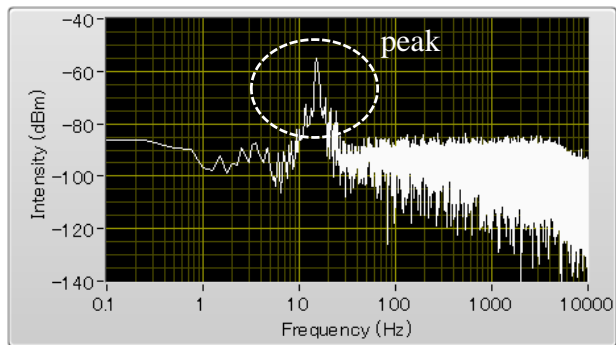
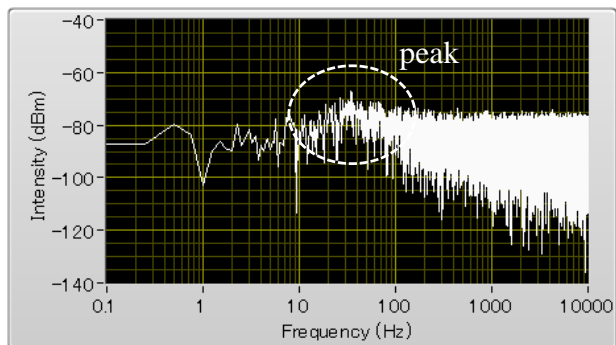


Fig. 3 Appearance of the experiment.



(a) Dry condition.



(b) Wet condition.

Fig. 4 Experimental result of vibration spectrum.

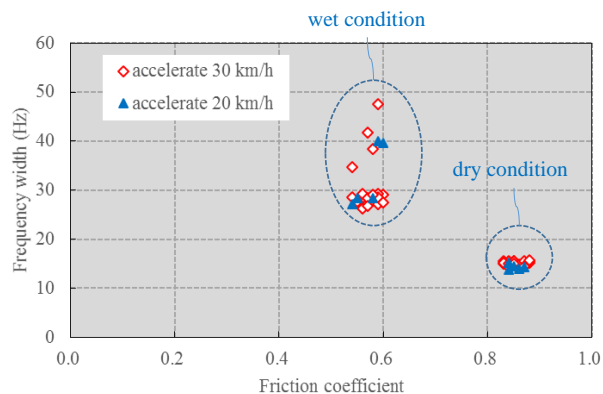


Fig. 5 Relationship between friction coefficient and frequency width.

4. まとめ

車両通過による路面の振動スペクトルより路面の状態を識別する波長 1.5 μm 帯のレーザドップラー振動計を試作した。このシステムでは、ドップラーシフトの時間変化から路面の振動数を測定する。本試作機を路側に設置し、車両走行位置に対して、車輪から手前 0~2 m の路面を測定した。その結果、路面の摩擦係数と車両通過による路面の振動スペクトルに相関があることが分かった。

参考文献

- 1) M. Mizuma *et al.*, "Pulsed all-fiber laser Doppler vibrometer", 24th Laser Sensing Symposium, p59-60 (2005).
- 2) S. Kameyama *et al.*, Proc. Of Coherent Laser Radar Conference, 43-46, (2003).
- 3) S. Kameyama *et al.*, Proc. Of Coherent Laser Radar Conference, 174-177, (2005).