

アジアへの展開を目指した簡易路面診断システム (VIMS) の汎用化とシステム改良

東京大学 正会員 藤野陽三 長山智則 水野裕介 久保田慶太

東京大学 学生会員 ○朝川皓之

1. 研究目的

高速道路の路面状態を低コストかつ効率的に診断する Vehicle Intelligent Monitoring System (VIMS) が開発されつつある。今後はアジア各国で道路インフラの維持管理の必要性が高まる事が予想されるなか、本研究では VIMS の海外展開を視野に入れ、システムの改良、海外における VIMS 計測の実施、車種キャリブレーション手法の確立を目指す。

2. システムの改良

指標値 IRI (International Roughness Index) を算出する際に使用する計測車両の伝達関数、クォーターカーモデル (QC) の伝達関数、QC の加速度 RMS と IRI の近似式を修正し、より精度の高いものへと変更した。

計測車両の伝達関数は、従来は式 1 で算出していたが、今回は式 2 のようにした。この際に伝達関数の位相が失われる点は、パーセバルの公式を利用して解決した。新しい伝達関数は図 3 で示す通り凹凸の少ないものとなった。

$$TF = \frac{F_y(f)}{F_x(f)} \quad (\text{式 1}) \quad |TF| = \sqrt{\frac{P_{yy}(f)}{P_{xx}(f)}} \quad (\text{式 2})$$

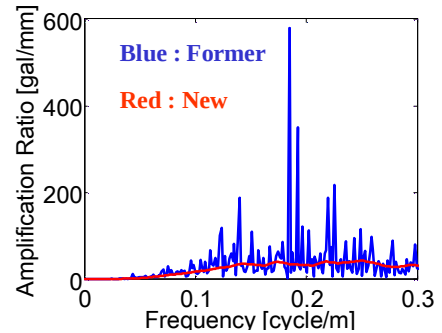


図 3 計測車両の伝達関数

TF : 伝達関数, F : フーリエ変換, P : パワースペクトル, x : 路面変位, y : 車両加速度

QC の伝達関数は、IRI の算出定義に基づき 80km/h で走行する場合に変更した。

加速度 RMS と IRI の近似式は、シミュレーション計算を再度行い、式 4 のように変更した。

$$IRI = 0.0371 \times RMS + 0.2964 \quad (\text{式 4})$$

これらの変更を加えた新システムと従来のシステムの精度を検証した。首都高速道路小松川線の同一区間で連続して 3 回の計測を行った。従来のシステムでは 3 回の計測結果のばらつきが 9.8%であったものが、新しいシステムを用いた際には図 5 で示すようにばらつきが 2.8% となり、システムの精度が向上した。

この他には、計測システムを海外でも使用可能でよりコンパクトなものに変更し、結果表示方法も出力データを KML で Google Earth 上に記述するより汎用性の高いものに変更した。

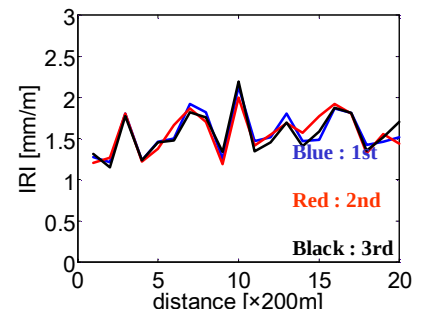


図 5 新システムによる結果

キーワード 移動体モニタリング, IRI

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 工学部 1 号館 329 号室 TEL:03-5841-6097

3. 海外における計測

2006 年 11 月にタイのバンコクにおいて改良を加えた新たなシステムを用いて計測を行った。図 6 で示すように、ETA (Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand) の管理するバンコク市内の高速道路約 300km を 5 日間 (約 15 時間) で容易に診断できた。このことから、VIMS が実際に海外でも使用できることが実証された。

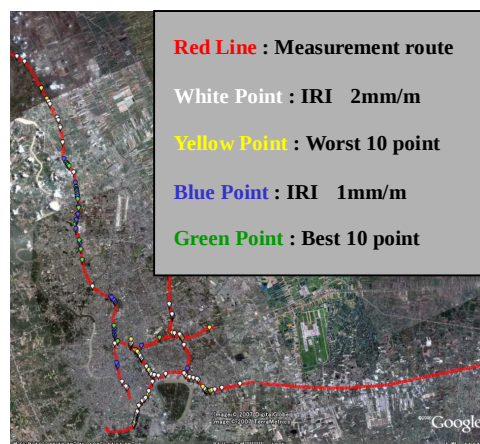


図 6 バンコクにおける計測結果

4. 車種キャリブレーション手法の確立

図 7 はランドクルーザー (トヨタ)、セレナ (日産)、カローラ (トヨタ) の 3 車種を用いて首都高速道路小松川線の同一区間で計測を行った結果である。この図が示すように、計測に用いる車種が異なると算出される IRI の値も異なるものとなる。VIMS の汎用性をさらに高めるためには、車種キャリブレーション手法を確立する必要がある。

そこで、同一路面の計測データから車種間の伝達関数を算出し、この伝達関数を使用することで車種キャリブレーションを行った。今回は首都高速道路川口線の同一区間を対象として上記 3 車種による計測を行い、車種間の伝達関数を算出した。この伝達関数を首都高速道路小松川線における計測結果に適用したところ、3 車種による計測結果は図 8 のようになった。以上より、同一路面を走行したデータが得られる場合は車種間伝達関数を利用することで車種キャリブレーションを行えることが証明された。

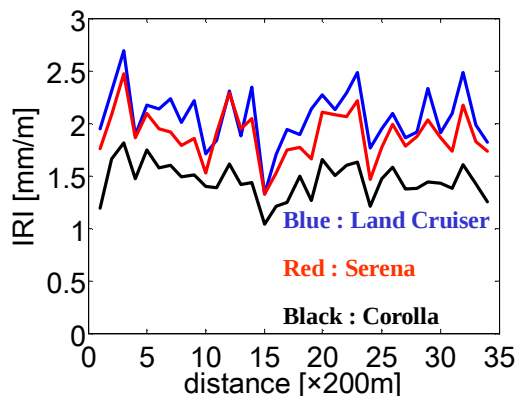


図 7 車種キャリブレーション前

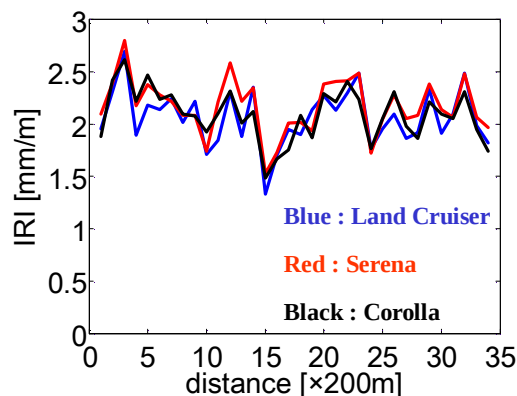


図 8 車種キャリブレーション後

5. まとめ

本研究では、VIMS を海外でも使用できるようにシステムに改良し、また IRI 算出の精度を向上させた。そして、この新たなシステムを使用して実際に海外でも容易に計測を行えることを実証した。また、さらなる改良として車種キャリブレーション手法を確立した。

参考文献: 古川聖、巡回車の動的応答を利用した舗装・伸縮装置のリアルタイム簡易診断システムの開発、東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士論文、2006.3