

道路高速診断システム（VIMS）の開発

- | | |
|-----------------|-------|
| ○ 東京大学大学院 学生会員 | 古川 聖 |
| 東京大学大学院 正会員 | 北川 慶佑 |
| 東京大学大学院 正会員 | 石井 博典 |
| 東京大学大学院 フェロー会員 | 藤野 陽三 |
| (財)首都高速道路技術センター | 國井 芳直 |

1. はじめに

首都高速道路は、そのほとんどが高架構造であり、22,000 もの伸縮装置を有する。また、全長の約 3 分の 1 が経年 30 年以上であり、1 日の車両交通量は 112 万台（大型車交通量比率 9%）と多い。そのため、路面舗装と伸縮装置の劣化は激しく、路面舗装と伸縮装置の状態の把握は道路維持管理において非常に重要な課題となる。路面舗装の状態を測定する路面プロファイリングは現在、2 年に 1 度の割合で実施されているが、操作コストが高価であるなどの問題がある。また、伸縮装置については、路面プロファイラーが適用できないため、道路上からの視覚的検査が事実上唯一の方法であり、効果的手法とは言えない。その伸縮装置の不具合が事故や騒音問題を引き起こす可能性もある。

以上の道路維持管理の問題を解決するため、“Vehicle Intelligent Monitoring System (VIMS)”を本研究室で開発してきている¹。これまで、計測システム(ハード)の構築、路面舗装での加速度RMSと路面わだち掘れ最大量を比較し、良好な相関を得てきた^{2,3}。しかし、GPSデータと加速度データの完全な同期が取れず、計測データの再現性が未確認であった。また、伸縮装置は異常音に対する苦情により交換される例もあるが、騒音に関しては未検討であった。そのため、VIMSの更なる実用的な開発を目的とし、加速度・騒音データに対し、完全な同期を取り、再現性を確認した。さらに、伸縮装置に着目し、改善されたシステムを用いて首都高速道路における応答値の大きい箇所を明らかにした。

2. 計測システムの概要

開発するシステムの特長は以下のとおりである。

- (1). 単純かつ安価なシステムである
- (2). 日常検査車に設置可能で、走行するだけで路面舗装と伸縮装置のデータを蓄積できる
- (3). 計測地点の位置が特定できる

VIMSのハードウェアは主に以下の4つの装置からなる。システム完成後は日常検査車を用いるが、今回は完成度を高めるため、常時使用可能なミニバン（日産セレナ）を用いた。設置箇所とデータの流れを図1に示す。

加速度計：路面舗装と伸縮装置の状態を定量的に把握するため、車両走行時の鉛直振動応答を計測
 騒音計：路面舗装と伸縮装置の状態を定量的に把握するため、車両走行時の路面騒音を計測
 GPS：加速度計・騒音計で計測した応答の位置同定
 ノートPC：計測データを記録

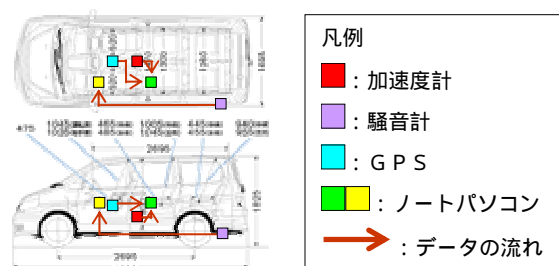


図1 ハードウェア設置図(車両:日産セレナ)

3. 同期採取と再現性の確認

GPS データを受信すると同時に加速度データを取り始め、加速度データと騒音データに電圧発生器のデータを付加することにより、3つのデータの同期採取を可能とした。GPS より出力される速度データにより、加速度・騒音データを距離スケールで表すことができる。再現性を確認するため、図2に同日同路線一部の計測2回の距離スケール加速度波形を示す。この図より、加速度データの再現性が確認できる。2回の計測の距離の差の全長に対する割合も0.013%と小さいため、距離の再現性も確認できる。また、別日、別路線でも確認済みであり、騒音データについても確認済みである。

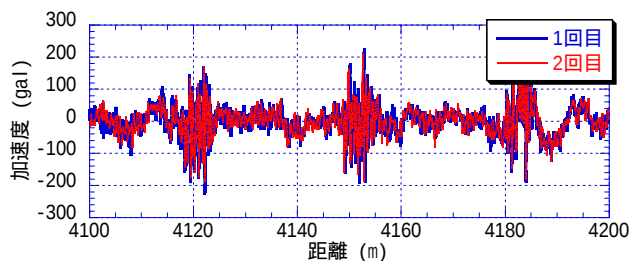


図2 加速度データの再現性

4. 首都高速道路におけるVIMSの適用と結果の比較

(1) 加速度データ

首都高速 7 号小松川線下り(錦糸町料金所～谷河内町)と中央環状王子線西行き(五色桜大橋 - 板橋 JCT)の

キーワード：道路維持管理，伸縮装置，路面舗装，モニタリング，VIMS

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 橋梁研究室 TEL 03-5841-6099 FAX 03-5841-7454

走行車線について、計測を行った。伸縮装置部の加速度 RMS に着目し、比較した。ここで、波形の特性より加速度値のピーク部を中心に前後 5m 区間を伸縮装置部の応答と考える。両路線において RMS が大きい上位 10 箇所の伸縮装置位置と RMS 値を地図上にプロットすると、図 3 のようになる。両線とも応答の大きい箇所が広範囲に分布している。また、両図を比較すると、7 号小松川線下りの方が平均 60gal 程大きい。これは、供用期間が王子線より 30 年以上長いためと考えられるが、実際の補修履歴などを考慮し、さらに検討していきたい。



(a) 7 号小松川線下り



(b) 中央環状王子線西行き

図 3 伸縮装置加速度 RMS トップ 10

(2) 騒音データ

加速度データと同時刻同路線での伸縮装置の騒音レベルに着目した。ここで、波形の特性から、音圧値のピーク部を中心に前後 1m 区間を伸縮装置部の応答と考える。7 号小松川線下りにおいて騒音レベルが大きい上位 10 箇所の伸縮装置位置と騒音レベル値を地図上にプロットすると、図 4 のようになる。こちらも広範囲に分布し、王子線と比較すると、平均 5dB(A)程大きい。



図 4 7 号小松川線下り伸縮装置騒音レベルトップ 10

また、図 3(a)と比較すると、応答値の大きい位置はそれ

ぞれ対応していない。そのため、今後は加速度・路面騒音のそれぞれに対し、検討していく必要がある。

また、騒音データは騒音レベルだけでなく、周波数解析により、異常を検出できることが考えられる。伸縮装置部での金属音を感じた部分と感じない部分での FFT の比較を図 5 に示す。図より、金属音を感じた部分ではピーク周波数が明らかに異なるため、異常箇所の検出の可能性が期待できる。

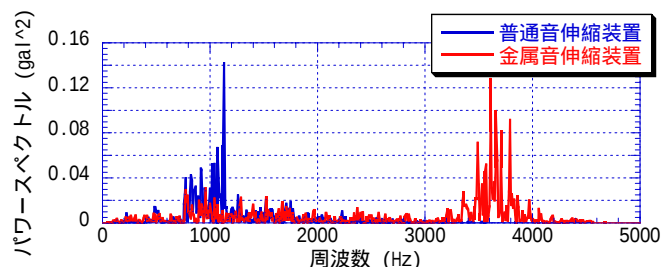


図 5 伸縮装置 FFT, 金属音有無による比較

5. 結論と今後の課題

本研究では加速度・騒音データに対する再現性の確認、首都高速道路において VIMS を適用し、応答値の大きい箇所の明示、騒音データを周波数解析することによる異常箇所検出の可能性の検討を行った。

今後は伸縮装置部・路面舗装部の定義や異常を判断する基準値の設定など、判断システムを開発する必要がある。つまり、伸縮装置部・路面舗装部の定義に関し、今回用いた伸縮装置部の定義は検討の余地がある。また、異常を判断する基準値の設定に関し、加速度に対しては段差とのキャリブレーションを行い、異常を判断する基準の段差・加速度 RMS の決定、騒音に対しては周波数解析ベースの評価基準の決定を考えている。

さらに、3 で述べたように距離の再現性は確認できるが、絶対的な位置同定のためには、GPS の経緯度を用いる必要がある。現在の GPS の技術では計測ごとに数 m のずれがある(図 6)ため、対策が必要である。

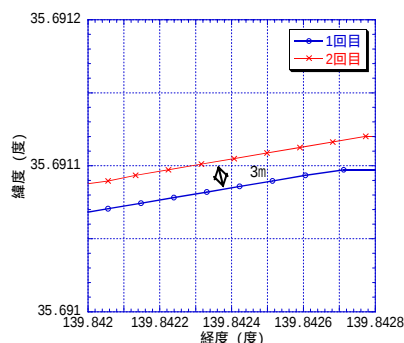


図 6 GPS 経緯度の再現性

謝辞 本研究において、首都高速道路公団には、資料提供や計測において多大なるご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- Fujino, Kitagawa, Furukawa, Ishii: Development of Vehicle Intelligent Monitoring System (VIMS), Smart Structures & Materials/NDE Joint Conference, SPIE 2005.3
- 河野, 阿部, 藤野: 道路高速診察システム(VIMS)の開発, 土木学会第 57 回年次学術講演会, 2002.9
- 河野, 阿部, 藤野: 道路高速診察システム(VIMS)の実用化に向けた研究, 土木学会第 58 回年次学術講演会, 2003.9