

加速度計測による路面凹凸プロファイリングシステムの開発

長崎大学大学院 学生会員 ○田代大樹 長崎大学工学部 フェロー 岡林隆敏
長崎大学工学部 正 会 員 奥松俊博 長崎大学工学部 学生会員 古賀進一

1. はじめに

路面の損傷診断は従来、主に目視点検で行なわれてきたが、道路構造物の老朽化に伴い、作業コストと効率性の両面から効率的な維持管理技術を確立することが課題である。本研究では、車両に設置した加速度計より取得した加速度データから変位を算出し、さらに GPS データと同期させることで、効率的な路面凹凸プロファイリングが可能となるシステムを開発し、その有効性を検証した。

2. 路面凹凸管理システムの概要

1) システムの概要

本システムは、図-1 及び表-1 に示すような機器から構成される。車両のバネ上、バネ下に設置した加速度計からの信号は、アンプと A/D 変換カードを通してノートパソコンに取り込まれる。その後、データの表示・解析・保存を行う。同時に、GPS による測位データ(時刻、緯度、経度、速度)がシリアル通信によりノートパソコンに送信され、データをリアルタイムに表示する。そしてノートパソコンでは、GPS データと加速度データの同期が行われる。なお、仮想計測器ソフトウェア LabVIEW でプログラミングすることで、すべての工程を自動化している。

2) 変位変換について

本システムでは、路面の凹凸を評価する為に加速度データを時間積分することにより変位変換を行っている。その際、計測値には計測機器による直流成分がゼロバランスに影響するために、低周波成分をフィルタ除去する必要がある。本システムではこの処理をソフトウェアで行っている。一般に、フィルタ処理(HPF)を行うと、全体的に波形レベルが小さくなるため、本システムでは元波形に対する低下倍率の逆数をかけることで適正な振動レベルに戻している。図-2 に変位変換におけるフローチャートを示す。

3) イベントの設定

道路を走行する際、路面にわだち掘れやひび割れ等の損傷がある場合、車両を通じて衝撃が伝わる。本システムでは、図-3 に示すように 15m/s^2 (約 1.5G) を閾値と設定し、それを越えた箇所をイベントとして、その時の時刻・緯度・経度・加速度のデータを抽出する。そして、損傷の度合いを表現するために、閾値を越えたイベントデータに対してレベルを三段階で設定している。

3. 精度検証実験

開発した変位変換システムの有効性を確認するため、レーザ変位計との精度の比較試験を行った。

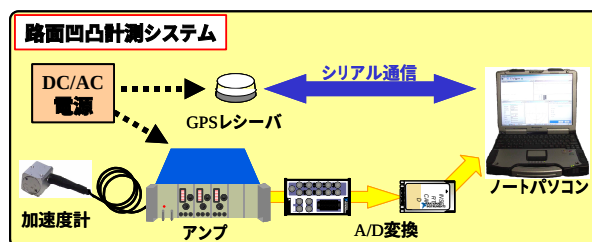


図-1 システムの構成

表-1 システム構成機器一覧

機器名	メーカー	型番	数量
加速度計	KYOWA	AS-2GB	2
	TEAC	710	2
加速度計用アンプ	KYOWA	DPM-711B	2
	TEAC	SA-611	2
DAQ Card	National Instruments	6062E	1
BNC端子台	National Instruments	BNC-2110	1
ノート型PC	Panasonic	CF-73	1
GPSレシーバ	(株)SPA	アンタレス48	1

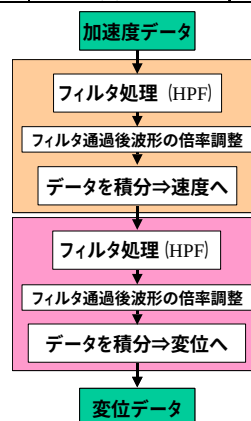


図-2 変位変換のフローチャート

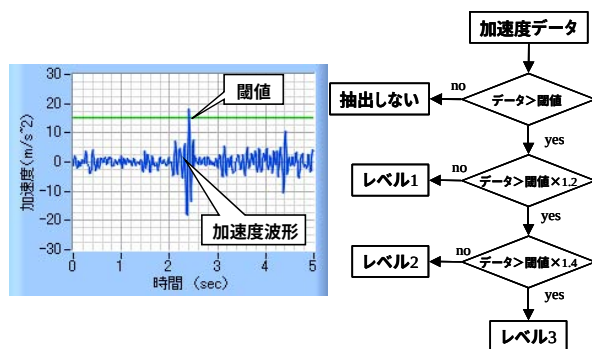


図-3 閾値の設定とレベル処理フローチャート

1) 実験概要

比較試験は、調和振動(2,5,10,15,20Hz)で振動装置(IMV.VF-3203)を振動させ、その変位を本システムで予め設定したハイパスフィルタ値(以下 HPF)ごとに算出した。この結果をレーザ変位計による値と比較することで、本システムの精度検証を行った。また、サンプリング周波数は100Hzとして計測を行った。図-4は検証実験状況である。

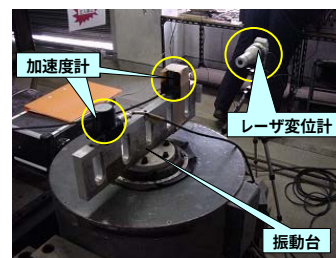


図-4 検証実験状況

2) 実測値との比較

図-5はレーザ変位計で求めた値(真値)に対する、本計測システムによる結果の倍率(ゲイン調整係数)をプロットしたものである。HPF 値が 0.125Hz のとき比較的、真値に近い値が得られていることが分かる。よって、この値を HPF 値として採用した。そして、変位を算出する際には、計測データの卓越振動数に応じたゲイン調整係数を計測結果に乘じるにより補正を行うこととした。

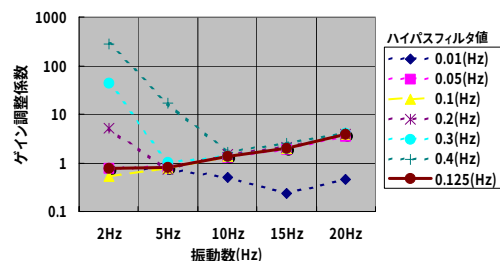


図-5 各振動数時のゲイン調整係数

4. 道路適用実験

開発したシステムの有効性を検証するために、実際に路面凹凸計測実験を行った。

1) 実験概要

図-6に示すように、ワンボックスタイプの車両を使用し、GPS レシーバを上部に、加速度計を左・右後輪のバネ下及びバネ上に計4つ設置し、計測システムは後部座席後ろのスペースに設置した。また、サンプリング周波数は100Hz、変位変換における HPF 値を 0.125Hz として計測を行った。

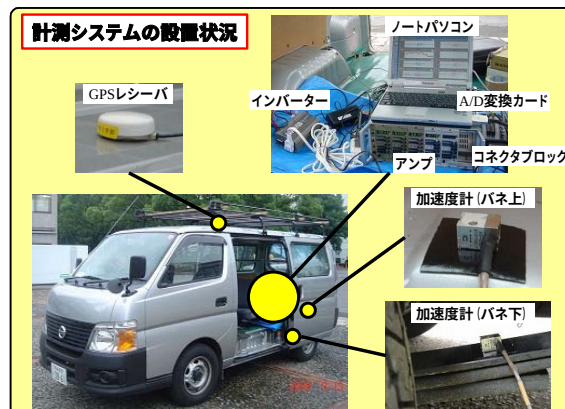


図-6 機器の設置状況

2) 実験結果

得られた結果のうち、あるイベント発生地点(路面段差)での加速度・変位・GPS データを図-7に示す。この計測地点における加速度計測データはスペクトル解析の結果、約3Hz付近であったために、図-5の2Hzと5Hzの振動実験時の結果からゲイン調整係数を0.773として変位を算出している。計測の結果、実測値が約2cmの段差において、算出した変位が約2.5cmであった。実測値に対して2割程度大きく評価した結果となったが、本システムが路面凹凸をほぼ適正に計測できることがわかった。

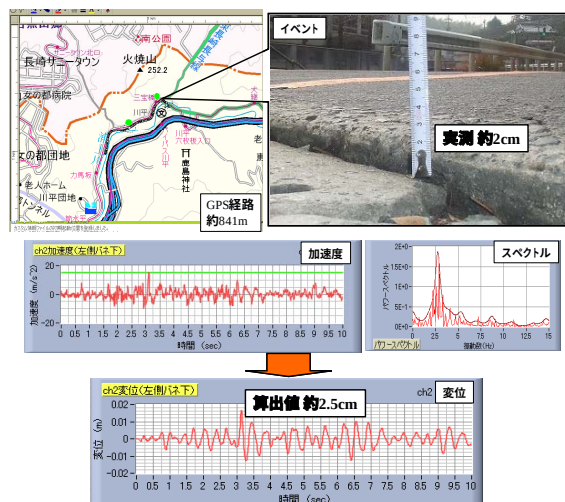


図-7 適用実験結果

本研究をまとめると以下ようになる。

- 1) 加速度計測とGPS計測とを組み込み、加速度データから変位を算出し、GPSデータとの同期を自動化することで、効率的な路面プロファイリングシステムを開発した。
 - 2) 実現場に適用した計測実験から、本システムが路面凹凸をほぼ適正に検出することを確認した。
- 今後は、車両速度を考慮するなどの検討を行うことで、システムのさらなる精度向上を図っていきたい。

【参考文献】1) 西田恭平, 岡林隆敏, 樺山好幸, 中村直文, 奥松俊博: 軽量多機能計測モジュールを用いた計測システムの開発, 平成17年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 第I部門, pp.83-84, 2006.3