

災害時を想定した道路段差走行に関する実験と力学モデルの構築

山梨大学大学院 学生会員 瀬尾 浩幸  
山梨大学大学院 フェロー 鈴木 猛康

1. はじめに

災害対応を行う際に道路被害情報は重要な情報の1つであるが、道路管理者の多層化などにより一元化できず、必要な時に必要とする形で入手できない現状である。このような問題を解決する新しい試みとして、プローブカー情報を用いた災害時の道路情報の収集・集約に関する研究が行われている。鈴木ら<sup>1)</sup>は、新潟県中越沖地震の際に、本田技研工業株式会社から提供されたプローブカー情報を用いて、被災地を通行した車両の走行軌跡を地図上に記した「通れた道路マップ」を作成し、その有効性が確認された。しかし、「通れない道路」すなわち、道路被害箇所の情報も災害対応の円滑化に必要であることが再確認された。この研究を踏まえ、2010年1月に段差被害を想定した簡易的な実験<sup>2)</sup>を行い、速度と加速度から段差被害想定アルゴリズム構築の可能性を示す事が出来た。そこで本研究では、より精度の高いセンサーとより精確な想定段差で走行実験を行い、車両が段差を走行する際の力学モデルの構築を行ったのでここに報告する。

2. 段差被害想定実験の計画

昨年の段差走行実験から改善した点としては、想定段差の精確性・段差高の種類・センサーを変更した。まず想定段差についてであるが、2010年1月の走行実験では駐車場等の段差高が異なる3箇所の段差で簡易的な走行実験を行った。今回はより精確に段差高を設定するために図-1のように木材とスタイルフォームを用いて模擬段差を施工し、実験を行った。また段差高については4cm・8cm・10cmの3種類であったが、本実験では8cm・10cm・12cm・15cmの4種類で行った。前回の段差走行実験では4cmも段差走行として検知したが、検知率が低く、段差を意識せずに走行できる範囲であったと判断し今回は除外した。そして新潟県中越地震では関越高速道路83.4kmの延長内に10cm以上の段差被害は70箇所も発生しており、10cm以上の段差高が必要であると感じたため、12cmと15cmを追加し、4種類の段差高とした。次にセンサーについては、3軸速度・加速度・角速度が収集可能なクロスボー社製のNAV440に変更した。今後の展望として、簡易的な3軸ジャイロを搭載している簡易センサーやスマートフォンでの推定を想定しているので、3軸ジャイロ搭載の高性能なセンサーで段差走行実験を行った。ドライバーについては同数の4名、車両については道路管理者が使用する4輪駆動車を含めタイヤ径が異なる図-4に示した4種類の車両を用いた。

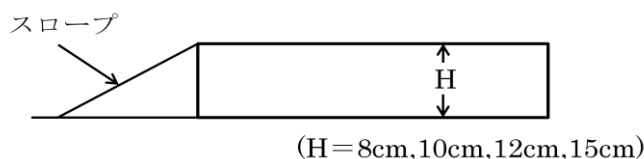


図-1 模擬段差概略図



図-4 実験使用車両



図-2 模擬段差



図-3 NAV440

キーワード：道路被害情報， 段差被害， 走行実験， アルゴリズム， 力学モデル

連絡先：山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院医学工学総合教育部 TEL 055 - 220-8531

### 3. 力学モデルの構築

2. で示した模擬段差を用いた走行実験により車両・段差高の組み合わせを変え、全 112 データを収集した。そのデータを基に段差走行を推定するのに最も適している Z 軸加速度に注目した。Z 軸加速度に注目し、段差走行を簡易的に表わすと図-5 のように表わす事が出来る。また、段差走行時の Z 軸加速度は図-6 のように前輪部が段差通過する時と後輪部が段差通過する時に計二度の振動が発生する。この振動部分の力学モデル化を行う。図-7 に示したのが段差走行実験により得られた Z 軸加速度の実測値である。A 区間の振動は前輪が段差を通過した影響を受けており、B 区間の振動は後輪が段差を通過した影響を受けている。まず、図-7 に示した Z 軸加速度より減衰定数と卓越振動数を求める。ここで求められた減衰定数と卓越振動数に段差を仮定したインパルスを与え、応答値を求めた。ここでは車重：2200kg、卓越振動数：0.75s、減衰定数：0.2 とし、その Z 軸加速度の応答結果が図-8 である。

段差走行を行った際の Z 軸加速度の実測値を表した図-7 と、減衰定数と卓越振動数にインパルスを与えて得られた応答値を示した図-8 は非常に近似している波形となった。この際に入力したインパルスは、前輪による影響と後輪による影響を考慮し、同波形の 2 つのインパルスを入力した。また、その 2 波の間隔は実験中に撮影した動画より段差を通過する時間の 2 秒間とし、2 波目の振幅は 1 波目の 1/2 とすることで Z 軸加速度の力学モデル化を行う事が出来た。

### 4. まとめ

地震時に橋梁の前後で発生する段差被害について前回実験よりも精確な模擬段差と精確なセンサーを用いて段差走行データを収集し、段差走行の際に生じる Z 軸加速度のモデル化を行った。以下に本研究により得られた結果をまとめた。(1)精確な段差高 4 段階で段差走行実験を計画・実行し、段差走行の推定を行うために Z 軸加速度を抽出した。(2)Z 軸加速度から車両ごとの減衰定数と卓越振動数を求め、インパルスを与えることで力学モデル化を行った。(3)入力したインパルスは同波形のインパルスを 2 秒間隔で並べ、2 波目を 1/2 とすることで 1 自由度系の力学モデルを再現することが出来た。

今後の課題としては、インパルスの 2 波目の間隔や振幅の大きさ応答波形に大きく影響してくるので、モデル化により適したインパルスを求める方法を確立することである。

#### 参考文献

- 1)鈴木猛康, 秦康範, 小玉乃理子:プローブカー情報の利活用によるユビキタス減債情報の提供に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vo.37, 2008.6. 2)瀬尾浩幸, 鈴木猛康, 秦康範:車両走行データに基づいた道路段差走行アルゴリズムの開発, 土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集, 2010.9.

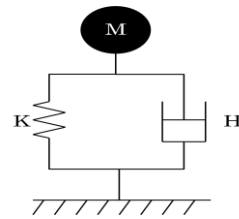


図-5 1 自由度モデル



図-6 段差走行実験

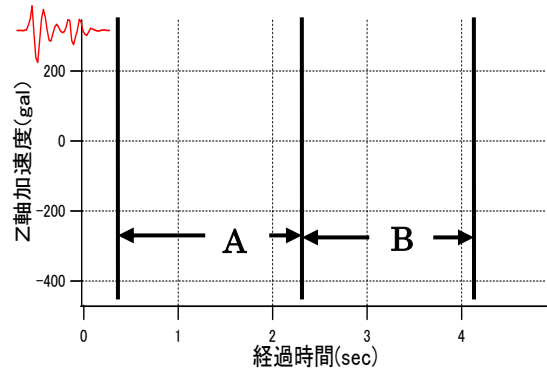


図-7 段差走行時の実測データ

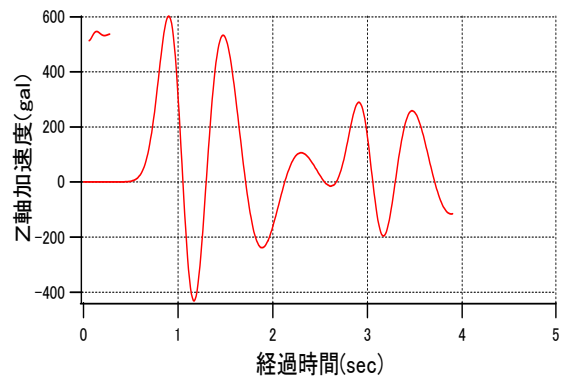


図-8 Z 軸加速度のシミュレート結果