

万歩計を利用した簡易な方法による路面段差の面的調査の試み

○八木 浩一¹⁾

1) 非会員 災害時交通流監視システム研究会, yagi@k.email.ne.jp

1. はじめに

地震などの広域災害時に被災地周辺の交通状況を迅速に把握, 共有することで復旧復興活動を支援する新たな社会インフラを提案, 研究している. その一環として, 新潟県中越沖地震において, 交通状況の現地調査を実施した. その際, 道路に非常に多くの段差ができていたことを目の当たりにし, この状況を記録しておくべきだと感じた. そこで万歩計を利用した簡易な方法を提案し観測, 記録を試みた. 本稿では, この方法と得られた結果について報告する.

2. 一般的な路面段差の調査方法と課題

通常, 路面段差の調査は, 目視による確認や, 機械式接触型や光学式非接触型などのプロファイルメータを使用して路面の寸法形状を測定して行われる. これには人手と手間や, 特殊な装置が必要であり, 被災後速やかに被災地全体を面的に調査することは容易ではない.

3. 路面段差の影響

路面段差は①道路の耐久性②車両の走行の2点に悪影響を及ぼす. このうち, 車両の走行に注目すると, ハンドルが取られたり, 乗り心地が悪くなることが問題となる. そしてこれは安全性や輸送効率の低下につながりかねない. 路面段差の寸法形状も大きな要因となるが, 一方で走行速度や車両の状態でも変化し, それらが合わさった結果として, 車両の揺さぶり, 特に上下動として現れる.

そこで今回は, 路面の寸法形状ではなく, 走行中の車両の上下方向の加速度を路面段差の影響評価指標として捉え, これを調査することとした.

4. 観測方法

加速度センサを用いれば詳細な測定ができるが, 得られるデータ量が増え, 解析処理が煩雑になる. 中でも連続値として得られたデータからノイズと段差を判別するのは面倒な処理である.

そこで, 日常生活の中で加速度を測定している身近な機器である万歩計に注目した. 歩いたときの腰の上下動に反応しつつ, それ以外の動きには反応しないように適度に鈍感になっている. またデジタル式万歩計の場合, 上下動に伴いON-OFFする振り子式のスイッチが内蔵されており, ここにリード線を取り付ければ, このON-OFF信号を取り出せる. ON-OFFの2値データであればデータ量も少なく, 解析処理も容易になる.

今回は100円ショップで売られていたデジタル万歩計を使用した. ボタン電池で駆動された万歩計の微弱

な信号をオペアンプLM358で増幅し, サンハヤト製のH8/3694F搭載マイコンボードMB-H8Aに割り込みをかけ, I2Cバスに接続したリアルタイムクロックRTC-8564NBを用いてONした時刻をミリ秒単位で取得し, その時刻をEEPROMに書き込み記録できるようにした. 以下この装置をバンプ計と呼ぶことにする.

このバンプ計を, 当初は車両中央のセンタークラスターに設置した. しかし車種によってはここにスイッチ類が集中し設置が難しかった. また左右どちらかのみに段差があった場合, 上下動が半分になってしまうため, 感度が低いことも分かった. 最終的には, 多くの車種で取り付けができ, 感度も高い設置位置として, 助手席の前のダッシュボード付近に垂直に取り付けることを標準とした.

バンプ計による上下動の観測と同時に, 車両の走行位置を把握するため, インパネ上にI-O DATA製のハンディGPS (PDC-GPS) を設置し, 1分ごとの時間間隔で1/100秒単位の緯度, 経度も記録した.

5. データ解析方法

データの解析にはマイクロソフト製の表計算ソフト, エクセルを使用した. まず次の手順で地点ごとの1kmあたりの段差の数を求める.

①エクセルにGPSの記録を取り込む.

②前回の緯度Lat1, 経度Lon1, 今回の緯度Lat2, 経度Lon2から, 大圏距離Leを次式で求める.

$$Le = \cos^{-1}[\sin(Lat1) \times \sin(Lat2) + \cos(Lat1) \times \cos(Lat2) \times \cos(Lon2 - Lon1)] \times 2 \text{万km} \div \pi \quad \dots\dots\dots \text{式1}$$

③エクセルにバンプ計の記録を取り込む.

④時刻をキーに並べ替え, GPSの記録の間にあるバンプ計の記録回数Nを数え, 式1で求めた大圏距離Leで割り, 1kmあたりの記録回数Neに単位化する.

$$Ne = N \div Le \quad \dots\dots\dots \text{式2}$$

⑤1kmあたりの記録回数Neの代表位置として, ②の中間の緯度Lat_e, 経度Lon_eを求める.

$$Lat_e = (Lat1 + Lat2) \div 2 \quad \dots\dots\dots \text{式3}$$

$$Lon_e = (Lon1 + Lon2) \div 2 \quad \dots\dots\dots \text{式4}$$

以上で求めたデータをエクセルのグラフ機能を用い, 次の手順で地図上にプロットする.

⑥エクセルシートに該当地域の地図画像を挿入する.

⑦その上に透明化したグラフを重ねる. グラフの種類はバブルとし, 2つの系列を用意する, 系列1はX, Y, サイズに経度Lon_e, 緯度Lat_e, 記録回数Neを用いた段差の数を示すもので, 系列2はX, YにGPS

に記録された経度Lon1, 緯度Lat1を用いた走行位置を示すものとする. 系列2のサイズは系列1のバブル表示の邪魔にならない程度に任意の値を与える.

このとき用いる緯度, 経度は30度, 130度を引き, 擬似的に時刻形式にしておくと見やすいグラフとなる. (例: 北緯37度12分34.56秒→7:12:34.56)

- ⑧系列2の表示を見ながらグラフの大きさとX, Yの表示範囲を調節し, 地図画像と位置を合わせる.

6. 観測結果と考察

2007/8/12~16に柏崎周辺地域で実施した交通流調査の移動中に観測した結果を図1に示す. 図中の円の大きさは1kmあたりの段差の観測回数を表している. (ただし, コンビニエンスストアに立ち寄った際の車道と歩道の段差などは, 手帳に書きとめた走行メモと照合することで除外した.) これを見ると柏崎中心街を東西に走る国道8号線とそれに並行する道路と, 刈羽～出雲崎を南北に走る国道116号線と県道574号線で, 段差が特に多いことが分かる. これは運転時の印象と一致する. 長岡市の深沢町～七日町の国道404号線でもいくつかの段差が記録されているが, ここには融雪パイプが敷設されており, それによる段差である.

走行速度が上がると検出回数が増えると予想されるが, 国道8号線の長岡～三条間を60km/hで走行した区間では段差の記録がほとんどないことと, 柏崎中心

街の渋滞区間でも段差の記録が多いことを考えると, 速度の影響はあまり大きくないと思われる. また信号停止があったにもかかわらず段差の記録がない区間が多いことから, 発進, 停止時の加減速の影響も大きくないと思われる.

また図1は2時間程度で容易に作成できた. マクロを用意するなどすればさらに短縮が可能である.

7. まとめ

万歩計を利用した簡易な測定機器を車両に設置して走行するだけで, 被災地域とその周辺の路面段差を, 少ない人員と手間であらかじめ観測, 解析できた.

バンプ計による観測結果は, 使用する万歩計の個体差や, 車両の特性, 乗車人数, 測定機器の設置位置, 走行速度などによって段差の検出感度が変わるため, 絶対的な指標にはならないが, 安価で速報性に優れていることから, 被災直後の状況把握などに貢献できれば幸いである.

参考文献

- 3m, 8mプロファイルメーター
<http://www.ywco.co.jp/introduction/6.html>
- 路面性状測定車 (Pavemeter) の新たな機能と活用法
<http://www.extec.or.jp/pdf/extec67/p058.pdf>

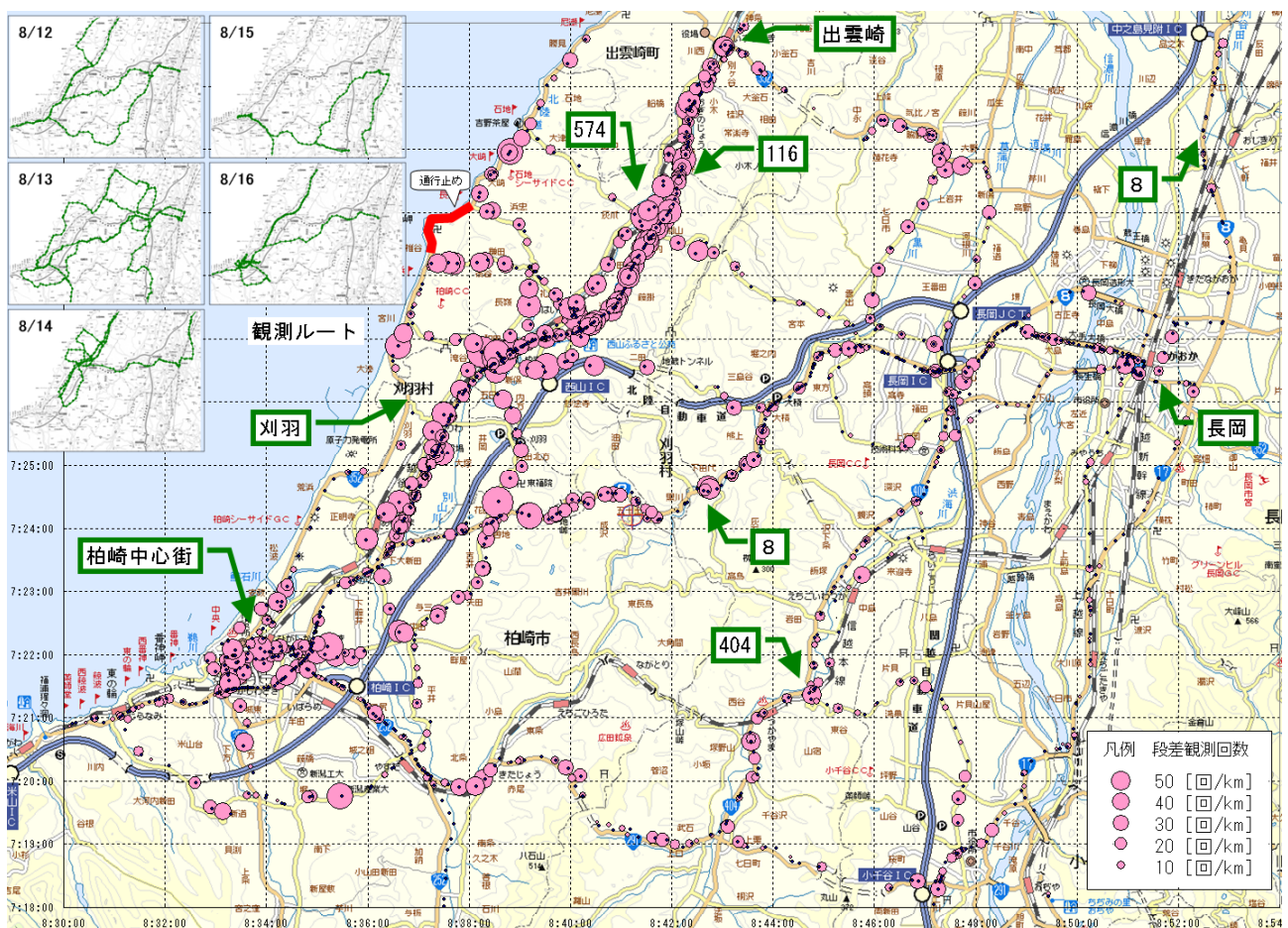


図1 新潟県中越沖地震におけるバンプ計による路面段差の観測結果 (観測日: 2007/8/12~16)