

## センサデータを活用した道路盛土区間の路面変位個所検出手法の提案

三井共同建設コンサルタント株式会社 正会員 ○吉武 俊章 正会員 原田 紹臣 木下 義博  
株式会社構造物クリニック 正会員 江本 久雄 Aalto 大学客員教授 フェロー会員 宮本 文穂

## 1. はじめに

地方公共団体の道路管理者にとって、近年の公共事業費や職員数の削減、組織統合による現場までの距離の遠隔化および管理すべき施設の増加という社会環境の中で、効率的な道路施設の維持管理が求められている。筆者らはこれまで、車載可能な汎用性のあるビデオカメラ、マイクおよびGPS付3次元モーションセンサ(以下センサ)により取得できるデータを活用して、舗装路面の客観的評価、要対策箇所の選定を安価で簡易に実施できる手法を提案している<sup>1)</sup>。本稿では、本手法を応用的に拡大利用し、管理者が着眼すべき路面変状の一つである道路盛土区間における路面変位を検出する手法に関して新たに提案し、試行に基づいて考察する。

## 2. 提案する検出手法の概要

既往の道路盛土区間(全20箇所)を対象に、本手法<sup>1)</sup>により得られた解析結果と既往で報告されている路面状況との関係性について分析した。なお、使用したセンサの概要を図-1に、センサスペックを表-1及びセンサ設置状況を図-2にそれぞれ示す。また、推定される路面沈下部における車両の挙動を図-3に示す。これまで、路面状況を示す指標としてZ軸加速度標準偏差(以下Z加速)について主に着眼してきたが、本研究では更にセンサより得られるローリング指標であるX軸角速度標準偏差(以下X角速)についても着眼するものとする。その際、路面における変状として抽出する閾値に関して、Z加速については既往研究より良好(0.7未満)、要注意(0.7以上0.85未満)及び要対策(0.85以上)として評価している。X角速については測定データの平均値+2σを仮閾値とし、良好(0.034未満)、要対策(0.034以上)として評価している(表-2)。



図-1 センサ(MTi-G)

表-1 センサスペック

| 項目      | 表示単位         | 加速度                |
|---------|--------------|--------------------|
| 単位;unit |              | m/sec <sup>2</sup> |
| 最大尺度;FS | units        | +/- 50             |
| 直線性     | % of FS      | 0.2                |
| ノイズ密度   | units/√Hz    | 0.002              |
| 帯域幅     | Hz           | 30                 |
| A/D解像度  | bits         | 16                 |
| 項目      | 性能           |                    |
| GPS信号   | 4Hz, 2.5mCEP |                    |
| 信号取得周波数 | 120Hz(max)   |                    |
| 最大入力加速度 | 4g           |                    |

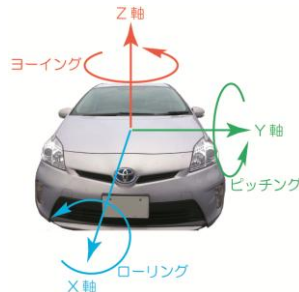


図-2 測定車両とセンサ(赤丸)設置状況

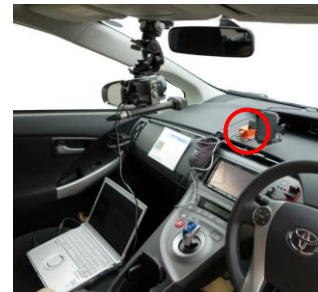


表-3 盛土調査カルテとセンサデータ適合状況

| No. | カルテ内容              | センサデータによる路面評価           | 適合度 |
|-----|--------------------|-------------------------|-----|
| 1   | 補修済みのため評価は良好       | 良好                      | ◎   |
| 2   | 路面の亀裂              | 不良                      | ◎   |
| 3   | BOX上部の法枠の沈下、はらみ    | 部分舗装による路面沈下観測           | ○   |
| 4   | 盛土の沈下、側方へのはらみだし    | 沈下部のローリング観測             | ○   |
| 5   | 路面のひび割れ、沈下;H25対策済み | 起終点の路面不良観測(舗装の打継ぎ目)     | ○   |
| 6   | 路面の亀裂              | 標識位置での路面変位 -9cm観測       | ○   |
| 7   | プレキャスト法枠老朽化、歩道面亀裂  | 橋梁伸縮継手部を検出              | -   |
| 8   | 道路の陥没              | 舗装補修後の一部不具合検出           | △   |
| 9   | 石張り工のはらみだし         | 山側の路面不良検出               | ○   |
| 10  | 舗装面のクラック           | 山側の路面不良、海側一部不良          | ◎   |
| 11  | ブロック積み水平クラック       | 走行映像に路面のひび割れ記録          | △   |
| 12  | 舗装面のクラック           | 山側良好、谷側不良(GPS不良)        | ○   |
| 13  | 擁壁上部工の開口           | この付近全般に路面不良(擁壁の影響は薄い)   | -   |
| 14  | 路面のくぼみ             | 8:11:53~8:11:54は路面表示上通過 | ×   |
| 15  | 本線路面は再舗装           | 良好                      | ◎   |
| 16  | 本線路面は再舗装           | 良好                      | ◎   |
| 17  | 舗装路面の亀裂            | BOX部の変状検出               | ◎   |
| 18  | 歩道部の亀裂             | 山側良好、谷側一部不良             | ○   |
| 19  | 道路面のひび割れ           | 山側一部不良、谷側不良(ガードレールゆがみ)  | ◎   |
| 20  | 道路路面変状なし           | 山側一部不良(舗装打継ぎ目)、谷側良好     | ◎   |

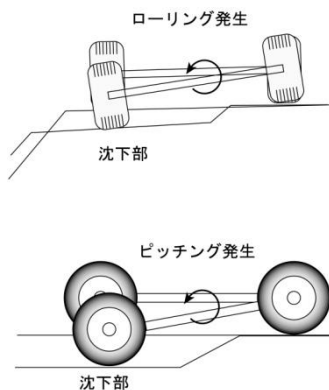


図-3 沈下部の推定挙動

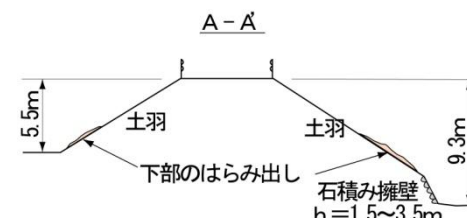
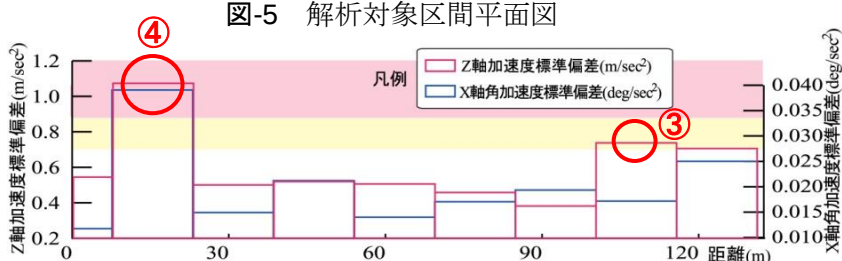
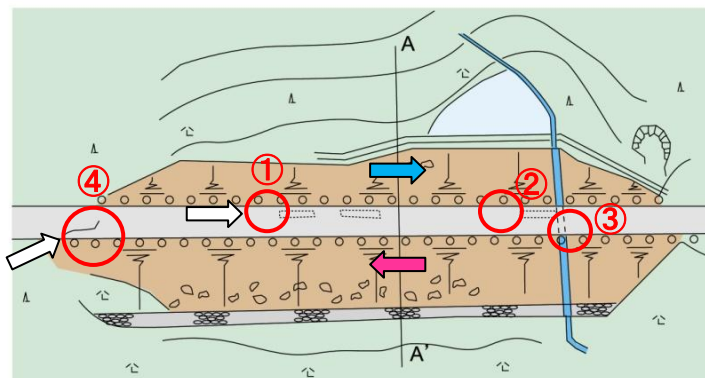
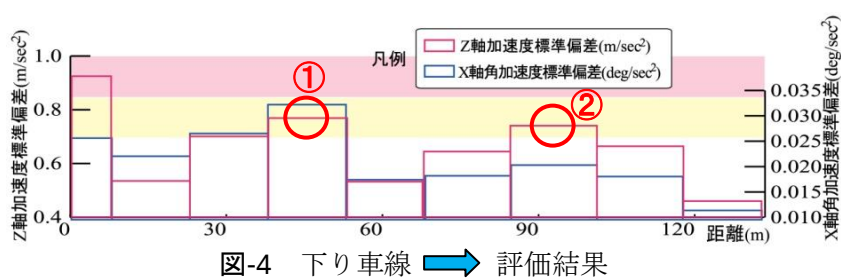
表-2 閾値の設定

|        | Z軸加速度標準偏差 | X軸角速度標準偏差 |
|--------|-----------|-----------|
| 平均値    | 0.721     | 0.017     |
| 最大値    | 5.293     | 0.141     |
| 最小値    | 0.003     | 0.004     |
| 標準偏差   | 0.458     | 0.008     |
| 平均値+σ  | 1.179     | 0.026     |
| 平均値+2σ | 1.637     | 0.034     |

(データ数; 6443 データ)

キーワード 舗装路面, ローリング, 路面変位, 盛土, GPS, モーションセンサ

連絡先 山口県山口市大内小京都 4 番 3 号 (083)934-3822 [yossy21@c-able.ne.jp](mailto:yossy21@c-able.ne.jp)



### 3. 検出結果

盛土（20箇所）を対象にした路面評価の比較結果を表-3に示す。表-3に示されるとおり、センサで検出できなかった箇所は2箇所、不適合は1箇所であった。なお、表-3中No.4（赤枠）はZ加速およびX角速ともに閾値を超えた要対策箇所を検出したため、本箇所を詳細に分析するものとする（平面図：図-5）。また、当該箇所における解析結果に関して、下り車線（左から右方向）及び上り車線（右から左方向）の双方向におけるZ加速（左目盛）とX角速（右目盛）を図-4及び図-6にそれぞれ示す。なお、当該区間は現地調査により舗装補修箇所（①，②：図-5）、横断暗渠箇所（③）及びひび割れ箇所（④）がそれぞれ確認されているとともに、盛土法面のはらみ出し（図-8）及び路面変状が確認されている。解析結果からZ加速での評価は①から③が要注意、④が要対策となった。一方、X角速での評価は④が要対策となった。ここで、対象となる①地点手前の現地状況を図-7に、④地点の路面ひび割れの現地状況を図-9にそれぞれ示す（ただし、写真撮影方向は図-5白矢印）。図-9に示されるとおり、顕著に変状が確認されている④地点のZ加速及びX角速ともに閾値を超え、対策済み箇所（ただし、これまでの経緯より今後変状が再発する可能性がある変状予備軍）である①や②については、Z加速のみ閾値を超えており②に比較して①の路面評価が悪いことが分かる。

### 4. おわりに

本稿では、盛土路面変位箇所に関する簡易的な検出手法として、これまで筆者らが提案してきた手法を応用して新たな提案をし、その結果、ローリング指標で路面沈下部の検出が確認できた。今後、測定データの蓄積を行い、更なる検証を加えて、閾値の見直しを行うことで手法の精度を高め、手法の改善を図りたい。

### 参考文献

- 1) 吉武俊章，溝部和広，安村成史，宮本文穂：走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発，土木学会論文集 F4，Vol. 69，No. 1，pp. 12 - 31，2013. 2.