

モバイルマッピングシステムを用いた歩道の平坦性評価に関する研究

日本大学 学生会員 佐藤 友彦

日本大学 正会員 佐田 達典

日本大学 正会員 石坂 哲宏

1. はじめに

現在、日本の歩道は段差や傾斜があり、歩きやすく車いすで走行しやすい状態にあるとは言えない。これまで歩道の歩きやすさを左右する平坦性はプロフィールメータで計測されてきた。しかしプロフィールメータはタイヤを転がしてデータを得るため、線のデータしか得ることができない。また、プロフィールメータは人が押して計測するため、労力と作業時間を要する。そこで、本研究では走行しながら道路のデータを取得できるモバイルマッピングシステムの利用を提案する。

本システムを用いて歩道の面的な平坦性を明らかにし、加えてアンケート調査と解析を行い歩きやすさ及び車いすでの走りやすさを定量的に表現することを目的とする。

2. 歩道の平坦性計測へのモバイルマッピングシステム利用の提案

(1) 指標 SV による平坦性の表現

平坦性を評価する指標としては SV (路面勾配標準偏差) が挙げられる¹⁾。指標 SV は高さの変位の標準偏差であるため、値が小さいほど平坦であることを表す。高さの変位は図-1 に示す路面高 H_A 、 H_B 、 H_C を用いて、式(1)で計算する。また、図-1 の B は A と C の中間点であり、本研究では AC 間を 30cm とした。

本研究ではモバイルマッピングシステムで取得した位置情報と高さ情報を持つ点群データを図-1 の矢印の向きに複数本、面内で設定して指標 SV を計算した。点群データは必ずしも SV 値を算出する同じ直線上にないため、点群データをメッシュ化し解析を行った。メッシュ間隔は縦断方向に 0.10m、横断方向に 0.01m とした。

$$\text{高さの変位} = \frac{H_A + H_C}{2} - H_B \quad (1)$$

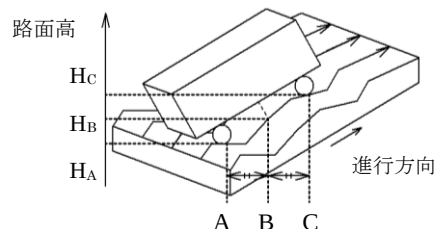


図-1 高さの変位

(2) T3D モバイル計測システム

本研究ではTrimble社製のT3Dモバイル計測システムを用いて実験を行った。本システムは20mmの精度で走行位置を計測するGPS、3軸ジャイロにより連続測定を行うIMU、車輪の回転数により距離を計測するDMI、情報を統合し位置情報と姿勢情報を算出するPCSのハードウェア部とデジタルビデオカメラとレーザスキャナーの計測センサ部、情報を統合・分配するラックマウントコンピュータ部で構成されている。

本システムはレーザを照射し、道路のデータを面として取得するため、点群データを縦断方向にも横断方向にも利用することが可能である。



写真-1 T3D モバイル計測システム

3. 歩道の計測実験

(1) 実験目的

T3Dモバイル計測システムで取得した歩道の点群データから指標 SV を計算し、歩道の平坦性を検討する。

(2) 実験概要

実験は2010年9月7日に日本大学理工学部キャンパス内のインターブロッキング舗装である実験場所1、アスファルト舗装である実験場所2、学外のアスファルト舗装である実験場所3で行った。レーザは進行方向から左に90度回転させ、走行速度は学内が15km/hで学外が20km/hとした。

キーワード 歩道の平坦性、指標 SV、モバイルマッピングシステム

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-8147

3) 解析方法

実験場所 1 は距離が長く、そのまま解析を行うと局地的な SV 値を算出できないため、30m ごとに 9 つの区間に区切り、解析を行った。実験場所 2 は一括して解析を行った。実験場所 3 は植栽によりデータの取得ができない場所も存在しているため、車両乗り入れ部でデータの取得ができた場所、または植栽があってもデータの取得ができた場所で解析を行った。

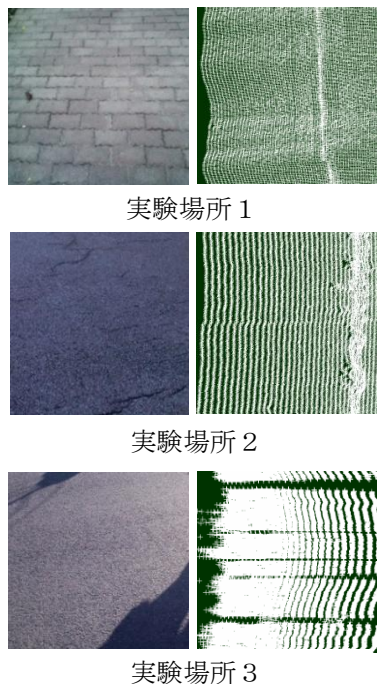


図-2 写真(左)と点群所、または植栽があってもデータの取得ができた場所で解析を行った。

(4) 解析結果

図-3 は計算した SV 値の box plot である。box plot とはデータのバラつきを表したもので最大値、最小値、平均値、平均値±標準偏差から表現される。実験場所 1 は区間 1 から区間 9、実験場所 3 は外 1 から外 3 の平均値を用いて表現した。

結果、実験場所 3 が最も値のばらつきが小さく、歩きやすい歩道であると考えられる。また、最も値が大きくばらついていたのが実験場所 1 で、ここが最も歩きづらい歩道であると考えられる。

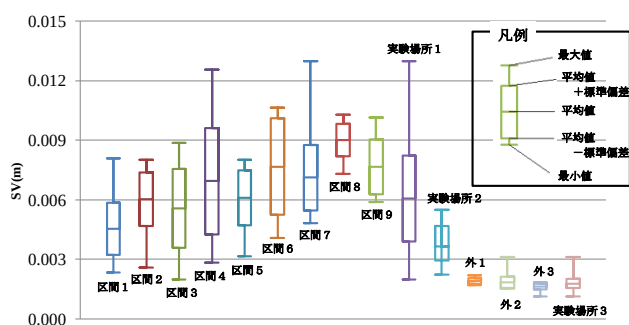


図-3 box plot

4. 歩道における車いす走行実験

(1) 実験目的

アンケート調査で車いす利用者の実感と指標 SV の関連性を明らかにする。

(2) 実験概要

実験は、2011 年 1 月 17 日から 20 日に実験場所 1、

2、3 において、車いすで走行し、アンケートに回答してもらう調査を 21 人に実施した。アンケートは細かい振動、衝撃的な振動、うねり、上り坂、下り坂、右への傾き、左への傾きの 7 項目とし、項目ごとに物理的な刺激の有無、感覚的な不快さを 1 から 5 の 5 段階で回答してもらった。数字が小さいほど刺激が無い及び不快ではないことを表している。

(3) 数量化 I 類・解析結果

数量化 I 類の解析結果の 1 つで、説明変数が目的変数に及ぼす影響を表すアイテムレンジを図-4 に示した。本研究では目的変数を指標 SV、説明変数をアンケート項目として数量化 I 類を行った。7 つの項目のうち上り坂、下り坂、右への傾き、細かい振動の 4 項目で解析を行った結果、上り坂、下り坂、細かい振動、右への傾きの順に SV 値に影響を与えていることが分かった。この時の重相関係数は 0.70 であった。

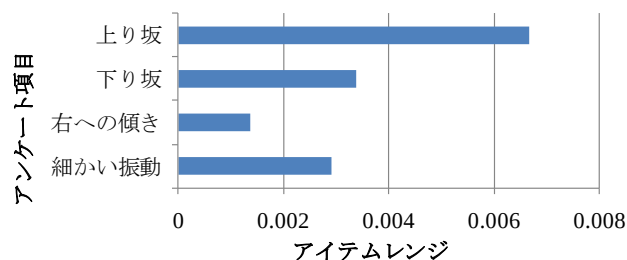


図-4 アイテムレンジのグラフ

5. おわりに

モバイルマッピングシステムを用いて取得した歩道の点群データから指標 SV を計算し、歩道の平坦性を定量的に表現することができた。その指標 SV とアンケートの回答を用いて数量化 I 類で解析を行った結果、指標 SV とアンケートの 4 項目に、ある程度の相関があるとわかった。よって指標 SV は車いす利用者が感じる歩道の坂や傾き、振動に対する感覚的不快感を定量的に表すことができるといえる。

謝辞：本研究を行うにあたりご協力いただいた株式会社ニコン・トリンプルの金綱淳次氏、塩田哲司氏、株式会社タクモの清水哲也氏に心よりの謝意を表す。

参考文献

- 1) 滑川達、山中英生：車いす・自転車の走行時体感からみた路面性状の評価方法、Vol31、pp.119、2005 年 6 月
- 2) 林佑樹、佐田達典、石坂哲宏、市野友教：モバイルマッピングシステムを用いた道路付帯物の計測実験、VI-486、平成 22 年度土木学会全国大会第 65 回年次学術講演会講演集、2010

