

平坦性測定におけるエイリアシングの影響について

Study on the Influence of aliasing in Pavement Roughness Data

北見工業大学 〇 正 員 白川 龍生 (Tatsuo Shirakawa)
北見工業大学 正 員 川村 彰 (Akira Kawamura)

1. はじめに

路面プロファイルを測定する目的としては、路面の完成検査及び補修を目的とするもの、自動車に入力される路面の凹凸の把握を目的とするものである。前者の目的は、当初、米国において 1956 年から約 6 年間にわたって実施された AASHO 道路試験に代表されるようにサーブス指数、つまり本来自動車乗員の振動乗り心地の面から道路の供用性を評価しようとしたものである。

しかしながら、現在においては当初の目的は薄れ、路面の補修時期決定などのために用いられている。一般に路面の補修を目的として提案されている路面プロファイルの計測方法は、装置の取り扱いが容易であることに主眼が置かれ、厳密な意味で路面のプロファイルを計測しているものとは言いがたいものが多い。

わが国の一般道路における平坦性評価値としては、3m プロフィロメータ (図-1) またはこれと同等の測定方法によって得られた測定結果をもとに、1.5m 間隔で基準線からの変位を読み取り、その標準偏差 (σ) を算出することによって求められる (図-2)。

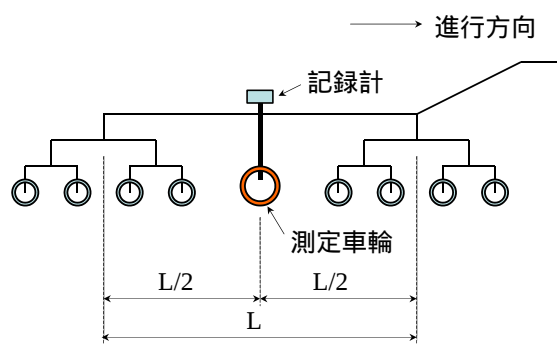


図-1 3mプロフィロメータの構造

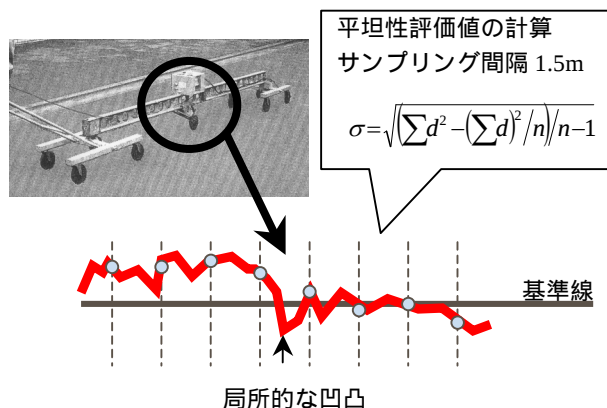


図-2 平坦性評価値の計算方法と問題点 (模式図)

この評価値には、図-2 のようにポットホールなどの局所的な凹凸の情報が反映されないことがあり、さらにエイリアシングの影響を防ぐためのフィルタ処理が行われていないため、本来の測定データには含まれない誤差が生じることもある。

そこで本研究は、平坦性測定におけるエイリアシングの影響について分析した結果を報告する。分析データとしては、1998 年に北海道で実施された PIARC (世界道路協会) の平坦性に関する国際共同試験 (通称 EVEN 試験) 結果を用いた。

2. エイリアシングとは

サンプリング間隔の 2 倍より短い波長のデータを含むアナログデータをローパスフィルタへ通さずに A/D 変換すると、エイリアシングと呼ばれる現象が起こる。同様のことは、デジタルデータのサンプリング間隔を変換して広げたときにも起こる。これは、サンプリング間隔の変換前のデータに含まれた短い波長のデータが、変換後には波長の長いデータとして現れる現象である。つまり、オリジナルのデータには含まれなかった成分が変換によって作られたことになる。図-3 に 3m プロフィロメータによる測定でエイリアシングが発生した例を示す。エイリアシングは変換によってデータそのものの性質を変える現象であるから、発生しないよう注意しなければならない。この目的で作成するローパスフィルタをアンチエイリアシングフィルタといい、オリジナルのデータはこのフィルタを通過した後で加工する必要がある。

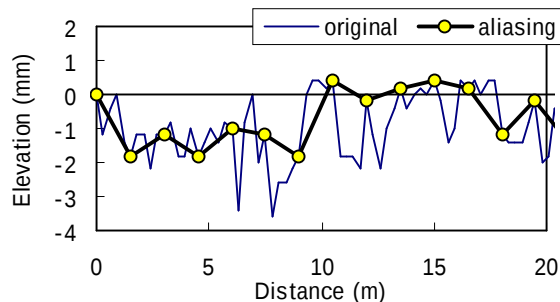


図-3 エイリアシング発生例 (EVEN 試験結果より)

3. 平坦性測定におけるエイリアシングの影響

3m プロフィロメータによる平坦性測定におけるエイリアシングの影響を調査するため、本研究ではアンチエイリアシング処理前及び処理後の波形をそれぞれ求め、両者に生じる誤差の累積値を用いた評価を行った。

ここで EVEN 試験とは、以下の 2 つの目的で実施さ

れた平坦性評価のための国際共同試験であり、PIARCによってデータが公開されている。この中には 3m プロフィロメータの測定結果も含まれている。

- ・ 路面の縦断プロファイルに関する各種測定手法の比較と検討結果を舗装設計と舗装マネジメントの構築に活用すること。
- ・ 路面プロファイルから得られる情報の信頼性評価に有用となる基礎データを提供すること。

本研究ではこの測定結果を用いている。なお、分析に用いる各データの延長は始点から 150m までのもの及び 150m～300m のものとした。

EVEN 試験は、北海道内における高速道路及び一般道路の計 14 箇所で行われており、その平坦性の程度は国際ラフネス指数 (International Roughness Index, 以下 IRI とする) =1～6mm/m 程度と幅広く設定されている。

エイリアシングの影響を除去するためのアンチエイリアシングフィルタは、以下のスペックで設計した (図-4)。

通過域: Wave Number = 0.25m^{-1} 以下

過渡域: Wave Number = $0.25 \sim 0.33\text{m}^{-1}$

阻止域: Wave Number = 0.33m^{-1} 以上

通過帯域の変動 (Ripple) : 3dB 以内

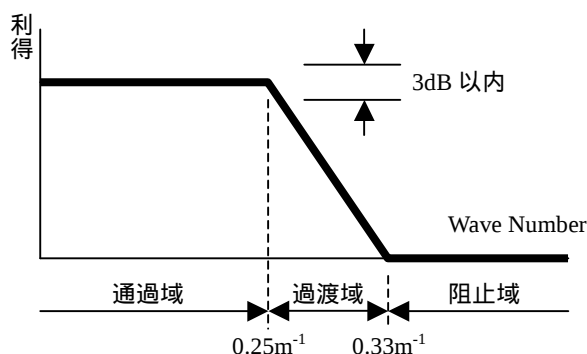


図-4 アンチエイリアシングフィルタの設計スペック

エイリアシング処理前及び処理後の波形は、1.5m間隔で整理し、両者に生じる誤差を求めた。この誤差の絶対値を延長 150m にわたって累積し、これをデータ数（各測定結果いずれも 100 点）で除したものを各点の平均エイリアシング誤差（単位: mm）と定義し、分析に用いることとした。分析結果を図-5 に示す。図-5 における縦軸が平均エイリアシング誤差である。

IRI が 3mm/m 以上になると各点で平均 1.1～1.3mm 程度のエイリアシングが生じている。この図では IRI の値が大きい箇所のデータが少ないため、今後同程度の箇所においてデータの分析を行う必要があるが、各点の平均エイリアシング誤差が 1.1～1.3mm という結果は、仕上り検査の評価基準が $\sigma = 2.4\text{mm}$ 以下であることを考えると影響は大きい。

平坦性測定におけるエイリアシング誤差をどの程度の値まで許容されるかという点については、舗装構造及び道路管理者の判断によって値が変わると思われるので

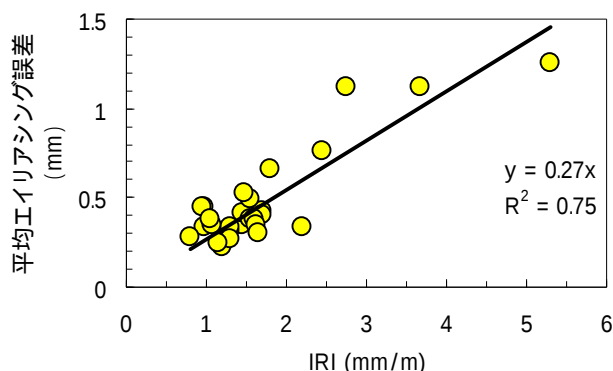


図-5 IRI と平均エイリアシング誤差の関係

本研究では言及することはできないが、エイリアシングの影響は大きいため、その影響が比較的小さい IRI=2mm/m 以下で管理されている道路（竣工直後の道路など）に用途を限定したほうがよいと思われる。

3m プロフィロメータに関する研究として、著者らは、装置固有の検出特性の補正に関する研究を進めており、全国の道路管理者及び道路関連企業に最も普及した装置である 3m プロフィロメータを有効活用する方法について、今後も検討を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) Kawamura,A.,Takahashi,M. and Inoue,T. : Basic Analysis of measurement Data from Japan in PIARC EVEN Project, Transportation Research Record, No.1764,pp.232-242,2001.
- 2) 白川龍生, 川村彰, 高橋清, 中辻隆: ウェーブバンドを考慮した路面プロファイルデータ処理手法について -EVEN データを用いて-, 舗装工学論文集, Vol.7, pp.15.1-15.12, 2002.
- 3) 白川龍生, 川村彰, 高橋清, 上浦正樹: 3m プロフィロメータによる True Profile の推定 -PIARC EVEN データを用いて-, 舗装工学論文集, Vol.8, pp.25-33, 2003.
- 4) 白川龍生, 前田近邦, 川村彰: 検証実験に基づく真のプロファイル推定における制約条件の設定, 舗装工学論文集, Vol.9, pp.41-48, 2004.
- 5) 望月常次, 栗原克行: 路面の凹凸の計測法, 自動車技術, Vol.34, No.11, pp.1184-1189, 1980.