

True Profile の推定範囲に関する研究 -3m プロフィロメータを用いて-

北見工業大学工学部 正会員 ○白川 龍生
北見工業大学工学部 正会員 川村 彰
北見工業大学大学院 坂井 勇太

1. はじめに

今日、道路交通の安全確保および効率的な管理の観点から、舗装の劣化モニタリングおよび劣化予測が精力的に行われているが、特に基礎技術の一つである路面プロファイル測定的重要性が高まっている。プロファイル測定装置（以下、「プロファイラ」という）は多くの種類が考案されており、それぞれ固有の検出特性を有しているが、デジタルフィルタ等を用いた演算補正により、一定の周波数領域における真のプロファイル（以下、「True Profile」という）を比較的容易に推定することができる。著者らはわが国で最も普及している3m プロフィロメータの測定データから True Profile を推定する方法について報告しているが¹⁾、本研究では True Profile の推定範囲の設定について、1998年に世界道路協会（PIARC）によって実施された国際共同試験（以下、「EVEN 試験」という）^{2), 3)}のデータを用いた考察を行った。

2. 3m プロフィロメータの検出特性と問題点

3m プロフィロメータは、長さ $L=3\text{m}$ の装置の始終点を路面に設置し、両端の変位の平均値から中央部の測定車輪の変位を差し引いた値を記録する装置である（図-1）。特徴としては、変位測定の基準面を確立するための車輪アレーをボギー連結し、車輪で接する全点の凹凸の平均化操作が行われている点が挙げられる。

3m プロフィロメータの検出特性を図-2に示す。ここで、 $\text{Gain}=1$ の場合は True Profile と同じ結果を示し、1 より大きい場合は True Profile に比べ大きな値が得られることを示す。これに対し、 Gain が 1 を下回る場合は本来得られるべき値に比べ小さな結果となるため、線形成分など低周波成分が明確に現れない。このため、一般道路を走行する乗用車のバネ上固有振動数（1.2-1.5Hz）に相当する領域（時速 60km/h の場合、空間周波数（Wave Number, 以下「WN」という） $=0.07\text{--}0.09\text{m}^{-1}$ ）については、3m プロフィロメータの測定結果からはその実形状を把握することは困難であるため、このデータを有効活用する場合はデジタルフィルタによる演算補正を要する。即ち、 Gain が 1 より大きな領域については縮小し、1 より小さな

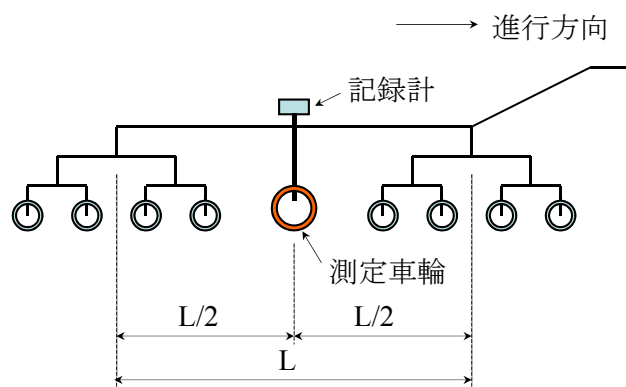


図-1 3m プロフィロメータの模式図

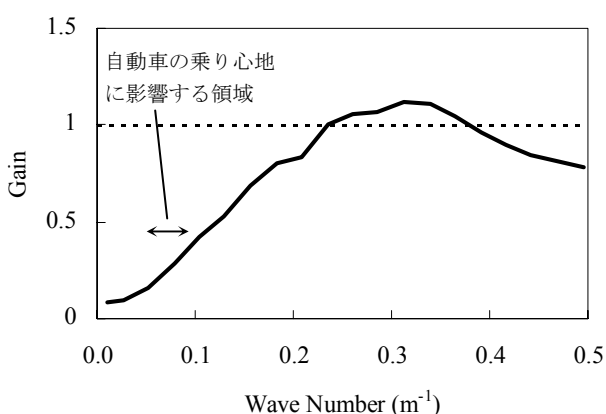


図-2 3m プロフィロメータの検出特性
(PIARC EVEN 試験結果より算出)

キーワード 3m プロフィロメータ, True Profile, バンドパスフィルタ

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 Tel&FAX 0157-26-9429

領域については拡大する演算を行う。この際、Gain が非常に小さい成分については、わずかな誤差によって演算結果に影響が生じるため、推定範囲に一定の制約を与える必要がある。そこで本研究は、推定範囲の上限の目安値を求めることを研究目的とした。

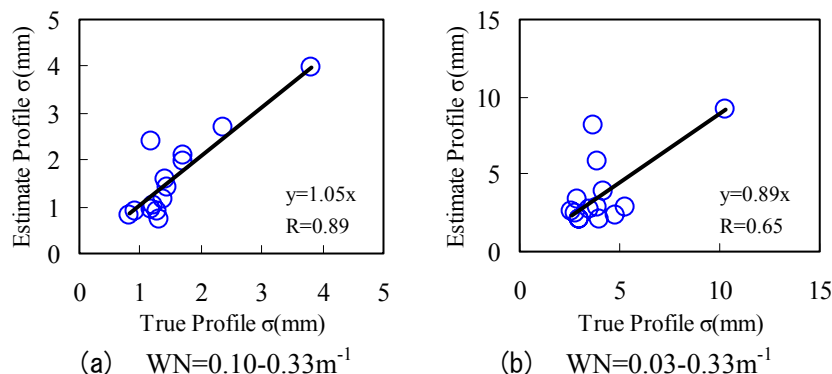


図-3 True Profile の推定結果の例

3. True Profile の推定範囲の設定

EVEN 試験では、3m プロフィロメータのサンプリング間隔が $\Delta t=0.30\text{m}$ であるため、本研究ではデータの精度を考慮しサンプリング間隔の10倍の空間周波数に相当する $WN=0.33\text{m}^{-1}$ を推定範囲の上限に設定した⁴⁾。

推定範囲の下限については、 $WN=0.10, 0.09, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05, 0.04, 0.03, 0.025\text{m}^{-1}$ に設定し、図-2に示す検出特性を補正するバンドパスフィルタを設計した。フィルタリング演算後の推定波形と True Profile に一般的なバンドパスフィルタ処理を施した波形（＝評価基準）を標準偏差（ σ ）によって比較したもの

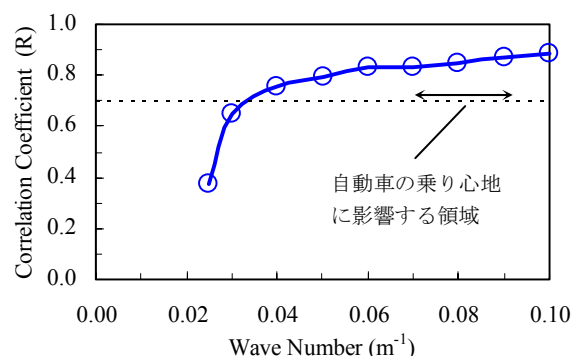


図-4 推定範囲と相関係数の関係

の一例を図-3に示す。ここで σ は平坦性を算出するために一般的に用いられている σ （ $\Delta t=1.5\text{m}$ ）とは異なり、 $\Delta t=0.3\text{m}$ のデータを統計的に処理した値である。図-3(a)及び図-3(b)を比較すると、推定範囲を波長10m程度までとした場合（図-3(a)）に比べ、波長30m程度まで推定範囲を広げた場合（図-3(b)）は、ばらつきを表す相関係数Rが小さい結果が得られた。これは低周波成分のGainが小さいため、補正するフィルタの倍率は高くなり、その結果、誤差等の影響によって推定精度が低下したためと考えられる。

図-3以外の推定範囲の場合も同様に算出し、結果を整理したものを図-4に示す。相関係数Rは大きいほど望ましいが、実用上の目安値として $R=0.7$ （決定係数 $R^2 \approx 0.5$ ）とすれば、推定範囲は $WN=0.033\text{m}^{-1}$ 以上（＝波長30m以下）に設定すべきである。これは、一般道路の速度領域を想定した場合（ $WN=0.07\text{--}0.09\text{m}^{-1}$ ）は十分な推定範囲であると考えられる。

参考文献

- 1) 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.
- 2) Kawamura,A.,Takahashi,M.and Inoue,T.: Basic Analysis of Measurement Data from Japan in EVEN Project, Journal of the Transportation Research Record,No.1764, pp.232-242, 2001.
- 3) 亀山修一, 川村彰, 早坂保則, 高橋守人, 笠原篤: PIARC 路面性状国際共通試験における舗装の縦断プロファイルと支持力の関係, 土木学会論文集, No.683/V-52, pp.119-129, 2001.
- 4) 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.