

## わだち掘れ形状の特徴点検出に関する基礎的研究

北見工業大学大学院 学生員 ○富山 和也  
 北見工業大学 正会員 川村 彰  
 北見工業大学 正会員 白川 龍生

### 1. はじめに

舗装路面の主要な破損要因であるわだち掘れは、道路利用者の安全性に直結するものである。そして、その性状（路面プロファイル）の測定及び評価は、路面の補修を計画するにあたり極めて重要である。わだち掘れの評価は現在、その深さ（以下、「わだち掘れ深さ」という）により評価されている。しかし、わだち掘れ深さを評価指標として用いる場合、算出基準が道路管理機関毎に異なる、わだち掘れの形状が考慮されていない、道路利用者の意識が反映されていない等の問題がある。また、路面性状の測定には、管理-分析の用途に合わせて各種路面性状測定装置が開発・実用化されているが、装置によって固有の検出特性を有しており、絶対形状を得るためには注意を要する。そこで本研究は、わだち掘れのプロファイルデータをデジタルフィルタにより幾つかの周波数帯域（以下、「帯域」とする）に分割することで、わだち掘れの特徴点を検出する方法について検討した。

### 2. 使用データ

本研究では、わだち掘れ形状の分類として「シングルわだち掘れ」及び「ダブルわだち掘れ」の違いに焦点を当て考察する。使用データは、1998年に実施されたPIARC EVEN試験<sup>1)</sup>における横断プロファイルデータのうち、水準測量等により測定された絶対形状のデータを用いた。横断方向のサンプリング間隔は0.05mである。その中から、シングル及びダブルわだち掘れの特徴が明確であり、それ以外の特徴、例えばわだち掘れ深さや流動（摩耗）の程度が同等の断面として、SITE2[L=160m]（シングル）及びSITE8[L=145m]（ダブル）を選定し、解析対象とした（図-1）。前者は幅員3.15m、データ点数64点、後者は幅員3.1m、データ点数63点である。

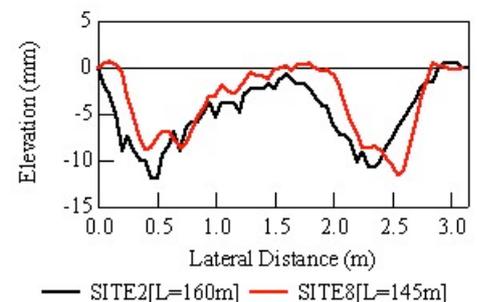


図-1 解析対象プロファイル  
（オリジナルデータ）

### 3. わだち掘れ形状の周波数分析

#### 3.1 スペクトル解析

周波数成分のパワー寄与率を検討するため、解析対象プロファイルのパワースペクトル密度（以下、「PSD」とする）を求めた。事前処理として、解析対象プロファイルの帯域を、波数（Wave Number, 以下「WN」とする） $WN=5m^{-1}$ 以下に制限する。これは、一般に高速道路等で高速測定装置を用いわだち掘れを測定する際の最大周波数に相当する。また、PSDの推定精度を向上させるため、データ点数が128点となるよう、補間処理を施した。PSDの算出結果を図-2に示す。

図-2より、シングル及びダブルわだち掘れでは $WN=0.5m^{-1}$ 以下、及び $WN=2-3m^{-1}$ の帯域において違いが見られる。これらの違いを考慮し、次節における帯域幅の設定を行った。

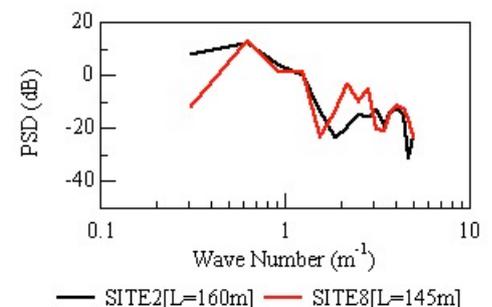


図-2 パワースペクトル密度(PSD)  
の算出結果

キーワード わだち掘れ, わだち掘れ形状, デジタルフィルタ, 周波数分析, EVEN 試験

連絡先 〒909-8507 北海道北見市公園町165 北見工業大学土木開発工学科 交通工学研究室 TEL:0157-26-9516

### 3.2 デジタルフィルタによる周波数分析

本検討のような場合，多重解像度解析を用いる方法も考えられるが，解像度（周波数）が $2^n$ の組み合わせとなるため，任意の周波数を設定する事が困難である．そこで本研究では，フィルタの安定性を損なわない限り，周波数を任意に設定できるデジタルフィルタを用いて帯域分割処理を行った<sup>2)</sup>．

はじめに，入力波形にローパスフィルタ演算を施した結果を低域通過成分とし，入力波形と低域通過成分の差を高域通過成分とする．そして，低域通過成分に対し同様の演算を繰り返す事で，各帯域における低域及び高域通過成分に分割する．分割幅（ローパスフィルタにおける通過域）については，上述のスペクトル解析の結果を考慮し， $WN=5, 4, 3, 2, 1m^{-1}$ とした（図-3）．

図-3(1)-(3)の帯域では，低域通過成分においてシングル及びダブルわだち掘れの特徴は明らかである．また，高域通過成分において，その特徴に大差は見受けられない．図-3(4)の帯域では，低域通過成分において，ダブルわだち掘れの特徴が平滑化され，一方で高域通過成分において両波形に明確な違いが生じている．これより，解析対象においてダブルわだち掘れを特徴付ける帯域は  $WN=2-3m^{-1}$ （波長  $\lambda=0.33-0.50m$  に相当）である事がわかる．また，図-3(5)より  $WN=1m^{-1}$  以下の帯域は，主に流動（摩擦）の程度を表していると考えられる．

### 4. まとめ

本研究では，デジタルフィルタを用いて，わだち掘れ形状の特徴を検出する方法を示した．また，わだち掘れを特徴付ける周波数帯は，概ね  $WN=3m^{-1}$  以下程度であるという知見を得た．わだち掘れ形状の特徴を道路利用者の安全性と結びつける事が今後の課題である．

### 参考文献

- 1) Kawamura, A., Takahashi, M., Inoue, T. : Basic Analysis of Measurement Data from Japan in EVEN Project, Transportation Research Record, No.1764, pp.232-242, 2001.
- 2) 白川龍生, 松原正人, 川村彰 : デジタルフィルタを用いた路面プロファイルデータ処理について-ウェーブレットの概念を導入したデジタル信号処理-, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol. 59, pp. 724-727, 2003.

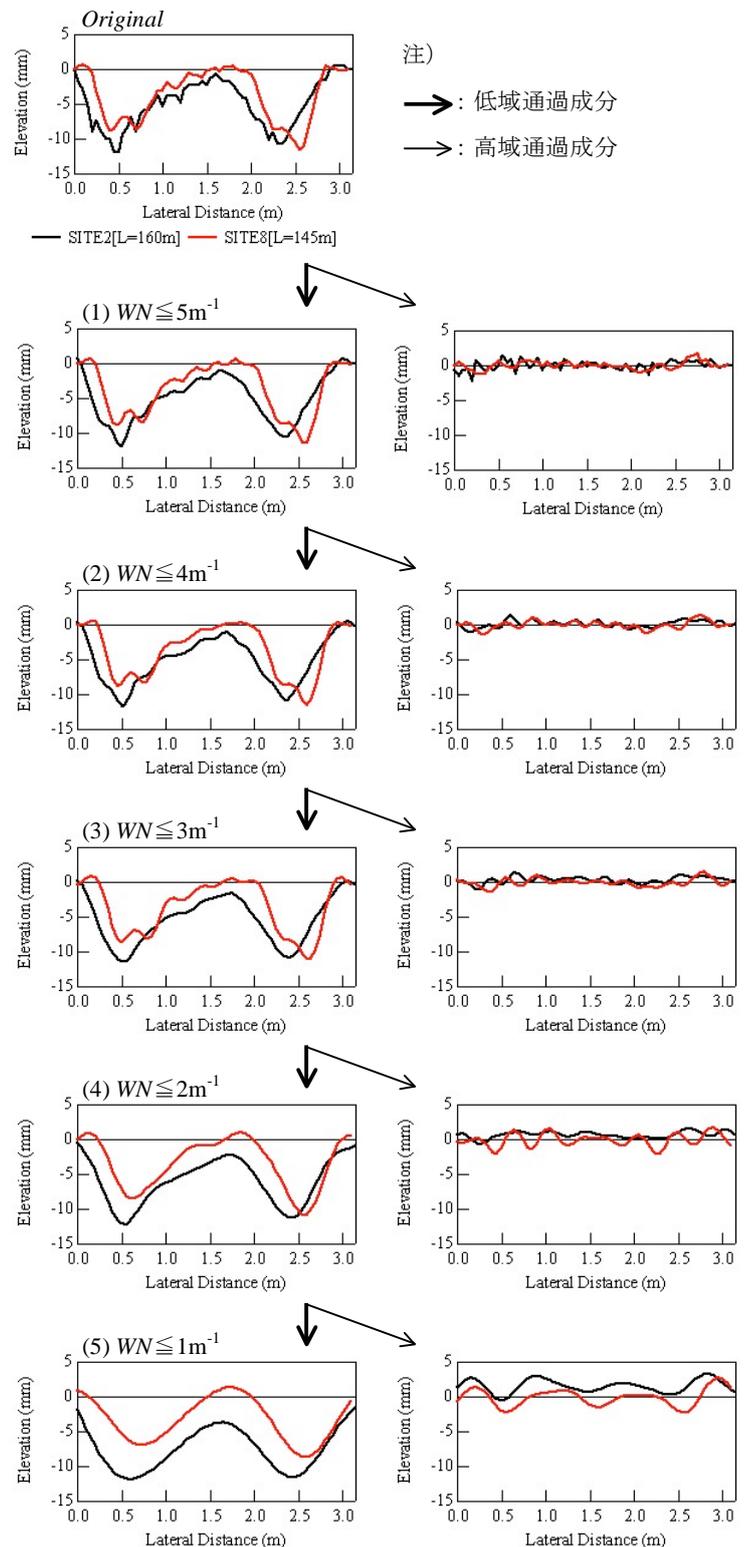


図-3 デジタルフィルタによる周波数帯域の分割