

## V-48

## 路面の粗さ評価としてのフラクタル解析

東亜道路工業株式会社 正会員 広津栄三郎  
 東亜道路工業株式会社 中村 泰久  
 東亜道路工業株式会社 牧原 宏

## 1. はじめに

路面の粗さは、路面の排水性、タイヤと路面のすべり特性や車両走行に伴う騒音特性などに関係することは明らかである。また路面の粗さは、アスファルト混合物の種類、骨材の大きさや供用状態の違いによって異なることが知られている。現在、路面の粗さの測定方法としては、サンドパッチング法、砂拡大器法などが広く用いられているが、これはおおよその目安となるきめ深さを測定するものである。そこで、路面の表面形状の違いと路面の粗さを表す指標が必要であろうと思われる。

本研究は、路面の微細な凹凸を測定したデータを基に路面のフラクタル次元を求めることを目的とした。

## 2. 路面凹凸の測定方法

路面凹凸測定機は、可視光レーザ式変位計により微細凹凸を測定可能な（株）マクロス社製の凹凸自動測定装置（MHⅡ型）を使用した。図-1にその概略を示す。この路面凹凸測定機は最大200×200mmの面積を1mmピッチでスキャンする機能を持っている。表-1に可視光レーザ式変位計の仕様を示す。この変位計を使用することにより微細な凹凸を測定することができる。

路面凹凸の測定は、凹凸自動測定装置を路面に水平にセットし、1ポイント10回の測定を行い、その最大値と最小値を除いた平均値をそのポイントのデータとした。そのデータはノート型パソコンに取り込みフロッピーディスクに保存する。

## 3. フラクタル次元の解析

フラクタルの重要な性質には自己相似性があり、自己相似性を持つ図形の複雑さを表す指数としてフラクタル次元が定義されている。フラクタル次元を算出する方法にはいくつかの方法が知られている<sup>1)</sup>が、本研究では、①断面解析としてデータを横軸方向にとらえ、路面の断面を波としフーリエ展開によるパワースペクトルより求める方法と、②平面解析としてデータの凹凸を等高線で結び、ある等高線に対する粗視化の割合を変える Box Counting 法、の2つのフラクタル次元を求めることとした。

## 3. 1 路面凹凸の波形より求める方法

凹凸自動測定装置によって長さ200mmの中で1mm毎に採取したデータを、パソコンのフィルターを通しフーリエ展開する。路面凹凸がフラクタルであれば、フーリエ展開により得られる周波数 $f$ のパワースペクトル密度 $S(f)$ は  $S(f) \propto f^{-\beta}$  となる。地形や個体の表面を考える場合、フラクタル次元 $D$ は  $2 < D < 3$  の間となることが知られている。フラクタル次元 $D$ と $\beta$ は  $\beta = 7 - 2D$  の関係より求めることができる<sup>1)</sup>。路面の断面を波としてパワースペクトルを求めると、波のカットオフ帯によらずそのパワースペクトルは、ほ

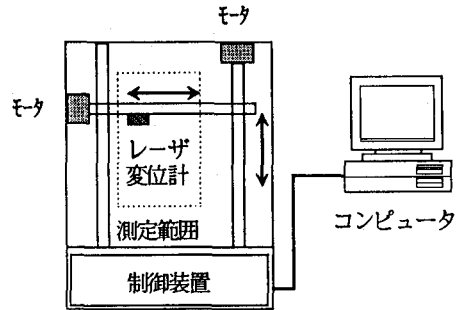


図-1 凹凸自動測定装置

表-1 可視光レーザ式変位計の仕様

| 種 類  | 超ロングレンジタイプ |
|------|------------|
| 型 式  | LB-300     |
| 光 源  | 赤外半導体レーザ   |
| 基準距離 | 300mm      |
| 分解能  | 50μm       |

ば変わらない値を示す。

### 3. 2 Box Counting法

凹凸自動測定装置によって200×200mmの面積を1mm毎にデータを採取し、凹凸の分布の最小値から最大値の80%の高さで等高線図を作成する。この図を1辺が $r$ の正方形に分割して覆ったときに、その内部に等高線を含む正方形の個数 $N(r)$ を求める<sup>2)</sup>。辺 $r$ と正方形の個数 $N(r)$ の間には  $N(r) \propto r^{-D}$  の関係があるとき、乗数 $D$ は、フラクタル次元 $D$ である。

### 4. 路面の粗さのフラクタル次元の算出

図-2にフラクタル次元の解析フローを示す。密粒度アスコンの粗さを凹凸自動測定装置によって測定した路面の3DCGを図-3示す。路面の断面を波として求めたパワースペクトルを図-4に示す。これより波のカットオフ帯によらずパワースペクトルはほぼ変わらない値を示した。このフラクタル次元は2.03~2.195となった。等高線図の粗視化の度合を変えたときの被覆正方形の個数と辺の関係を図-5に示す。これに基づきフラクタル次元を求めると1.4~1.8となった。

### 5. まとめ

今回は、路面凹凸をフラクタルとして取り扱うことができ、路面凹凸の断面と平面におけるフラクタル次元を求めることができた。

#### 参考文献

1)高安秀樹：フラクタル、朝倉書店、2)姫野賢治ら：舗装ひびわれ評価へのフラクタル解析の応用、第47回土木学会年講概要集1992

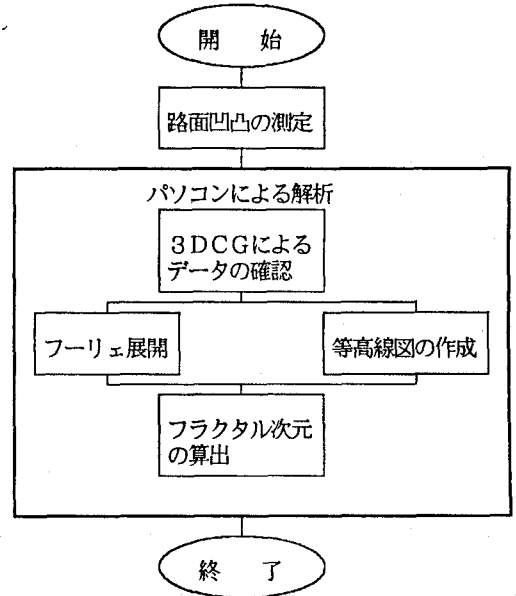


図-2 フラクタル次元の解析フロー

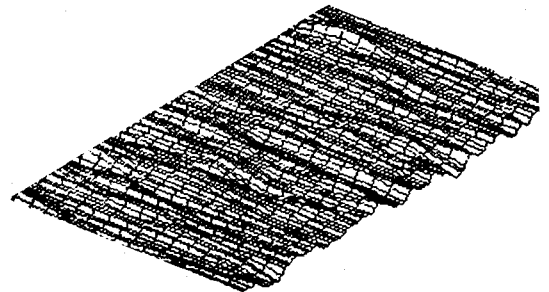


図-3 路面凹凸の3DCG

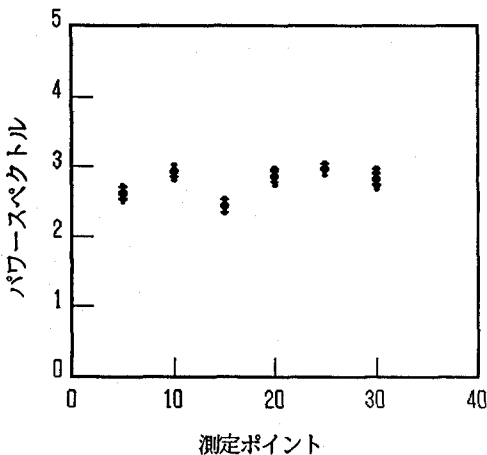


図-4 断面のパワースペクトル

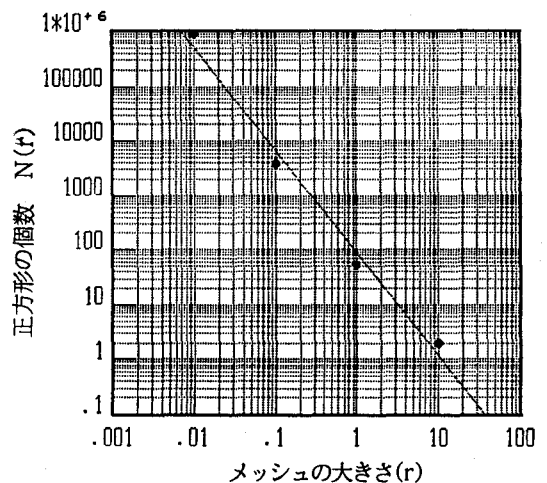


図-5 粗視化の度合を変えたときの被覆正方形の個数