

デジタル画像を用いたひび割れ抽出へのフラクタルの適用

岡山大学大学院	正会員	○塩崎	正人
山口大学大学院	正会員	河村	圭
岡山大学大学院	正会員	西山	哲
山口大学大学院	学生会員	村上	慧季
山口大学大学院	学生会員	宮地	立

1. 目的

平成26年6月に策定された各種道路構造物の『定期点検要領』では、基本的に定期点検を5年に1度実施する点検サイクルが明記され、効率的な維持管理に向けた技術開発が喫緊の課題となっている。

近年、デジタル撮像機器を用いた計測システムの開発が顕著であり、コンクリート構造物の変状のひとつであるひび割れについても、画像計測による自動抽出手法の研究が進められている。一方で、デジタル画像からひび割れを抽出する場合、ひび割れ以外の模様（ノイズ）が誤って抽出される。ノイズは、表面の色ムラ・型枠跡・気泡痕および表面キズといった様々な要因によって発生し、ひび割れの自動抽出に関して精度を低下させる要因となっている。このノイズ除去の効率化が、ひび割れ抽出の精度向上に寄与すると考え、フラクタルを適用した検証を行った。その結果について報告する。

2. データ書式

フラクタルは Mandelbrot が導入した幾何学の概念であり、特徴的な長さをもたないような図形や構造、現象などの総称である¹⁾。自然界において複雑な形状を持つ海岸線、血管、樹木などがフラクタル図形として挙げられている。フラクタル図形は自己相似性を有しており、その自己相似性や複雑さを数値化したものがフラクタル次元として表される。一般的に点は0次元、線は1次元、正方形は2次元であるが、フラクタル次元では複雑さによって非整数で表される。

フラクタル次元の算出法はいくつかあるが「ボックスカウント法」を用いている例が多い^{2) 3)}。ボックスカウント法は、フラクタル次元を近似的に計算する方法のひとつで、フラクタル次元を求めたい図形について、ボックスサイズを変えながら、図形が存在するボックスの数をカウントする(図-1)。このボックスサイズ・ボックス数を軸とする両対数グラフにプロットし、その回帰直線を求めた際の傾きが対象物のフラクタル次元となる(図-2)。

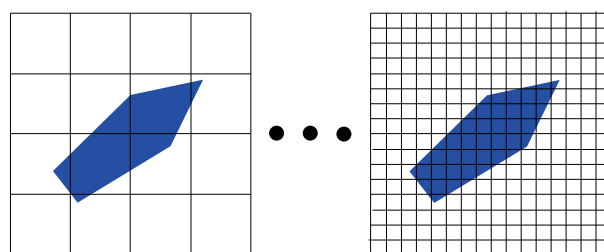


図-1 ボックスサイズの変更

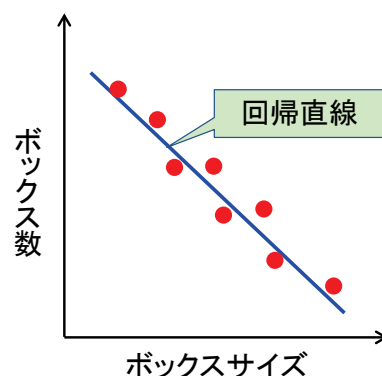


図-2 両対数グラフと回帰直線

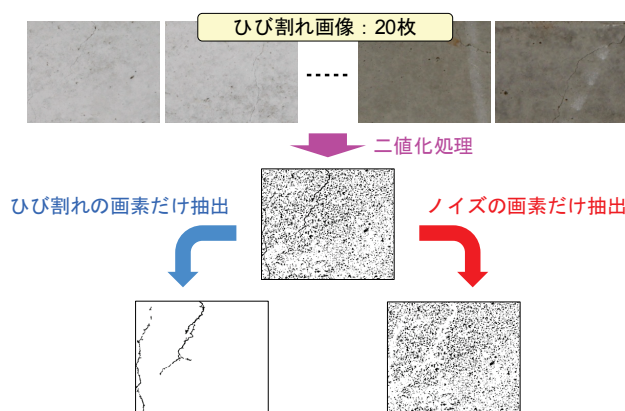
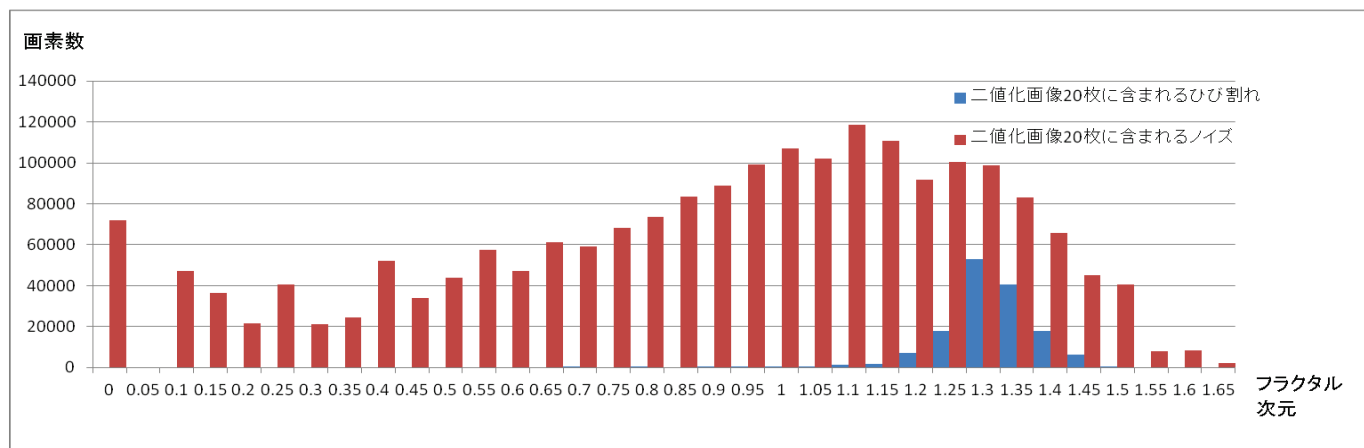


図-3 ひび割れ画像の分解イメージ

キーワード：デジタル画像，ひび割れ，フラクタル

連絡先：〒104-0051 東京都中央区佃2-1-6 三井住友建設（株）技術本部 建設情報技術部 TEL 03-4582-3121

E-mail: MasandoShiozaki@smcon.co.jp



図－4 ひび割れ画像 20 枚から求めたフラクタル次元

3. フラクタルのひび割れ抽出への適用

ひび割れのフラクタル次元に関する先行研究として、阿部ら⁴⁾は、舗装に発生する線状ひび割れのフラクタル次元を 1.00-1.10 としており、王ら²⁾は、コンクリートひび割れのフラクタル次元を 1.10-1.70 としている。

そこで筆者らはひび割れ画像のノイズ除去手法として、先行研究で求められたひび割れのフラクタル次元を除いた範囲に存在するものがノイズであると仮定した。これを除去することでひび割れだけ抽出することができると考え、ひび割れ画像の検証を行った。

検証にはひび割れを撮影した撮影条件の異なる 20 枚の画像を準備した。それぞれの画像に対して二値化処理を行った後、手動でひび割れだけを抽出した画像とノイズだけを抽出した画像に分解した (図－3)。

20 枚の画像について、ひび割れのフラクタル次元、ノイズのフラクタル次元を解析し、累積画素数をグラフにしたものが図－4 である。ひび割れのフラクタル次元は 1.00-1.50 となっている。一方で、ノイズのフラクタル次元は 0.00-1.65 と広く分布しており、ひび割れのフラクタル次元と重なっていることが判る。

4. まとめ

先行研究および今回の検証から以下の知見を得ることができた。

- ①ひび割れは先行研究と同じ範囲のフラクタル次元に存在する
- ②ノイズはほぼ全域のフラクタル次元に存在する
- ③ボックスカウント法だけでひび割れのフラクタル次元を判別することは困難である

ボックスカウント法は、海岸線のような海陸境界がはっきりしたフラクタル図形、線状図形の場合は「幅・太さ」の概念がないフラクタル図形に対して、フラクタル次元を算出する有効な手法であると考えている。一方で、コンクリートひび割れのノイズは、線状から塊状まで広く存在している。ボックスカウント法では、点状のものは 0 次元、線状のものは 1 次元、塊状のものは 2 次元となるため、サイズの大小に関わらず、フラクタル次元が決定される。また、同じことは画像上のひび割れにもいえる。画像に写るひび割れは必ずしも線状ではなく、点線のように写る場合もあり、この場合、既往研究にあるフラクタル次元とは異なる可能性が高い。

フラクタル次元を利用したノイズ除去は、手法が単純であり処理時間の短縮に繋がると考えている。今後は、デジタル画像に対応したフラクタル次元の算出法について研究を進める計画である。

参考文献

- 1) 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，1986.
- 2) 王鉄成，西林新蔵：アルカリ骨材反応による膨張ひびわれのフラクタル次元解析，コンクリート工学論文集，第 8 巻 1 号，pp.43-50，1997.
- 3) 松永敬太ほか：都市部道路網の形態評価における修正ボックス・カウント法の有用性に関する研究，第 21 回ファジィ システム シンポジウム，pp.453-458，2005.
- 4) 阿部忠行，小川進：舗装ひび割れのフラクタル解析，土木学会論文集，No.442，V-16，pp.119-126，1992.