

アルカリ骨材反応によるコンクリートのひび割れ特性

愛知工業大学

○竹田 真美

鈴中工業株式会社

山口 典良

愛知工業大学 正会員

森野 奎二

1. はじめに

本研究ではアルカリ骨材反応によって発生したコンクリートのひび割れを、図形の定量化手法を用いて検討したものである。従来よりひび割れ状態を表す指標としてひび割れ密度があるが、それに加えて近年、複雑な図形の特徴を定量的に表現する方法として応用されているフラクタル次元があり、これをこの問題に適用してみた。ひび割れ密度やフラクタル次元は、劣化の進展状況を把握するのに重要で、特に長期にわたって管理するときには、データベースを作成する必要がある。登録する際にひび割れの状態を亀甲状、地図状、網目状などの言葉による表現では、調査をする人によって異なる恐れがある。しかし、上記の手法によれば、客観的にひび割れを数値化することができ、劣化状態の分類や検索のしやすいデータベースを作成することができる。

2. 解析方法

フラクタル次元を求める方法は何種類か提案されているが、本研究では、ひび割れの次元を求めるのに利用しやすい粗度化の度合いを変えて次元を求める方法のうち、コンピュータで処理しやすいBox Counting法によって次元を求めた。

Box Counting法とは、図1に示すように、まず平面を間隔 r の格子によって1辺 r の正方形に分割する。そして、その平面上において少なくとも1つの点を含む正方形の個数を数え、それを $N(r)$ とする。 r を変化させたとき、 r と $N(r)$ の関係を両対数グラフにプロットし、得られる直線の傾きの絶対値を次元 D と定義する方法である。このとき、 $N(r)$ と r には、

$$N(r) \propto r^{-D}$$

の関係がなりたつ(図2参照)。

ひび割れ密度は、ひび割れの状態を数値で表す指標であり、密度を測定する表面に測線を一定の間隔でメッシュを描き、測線を横切るひび割れの数を測線の総延長で割った値、すなわち測線単位長さ1mを横切るひび割れの数として求める方法である(図3参照)。

また、図4に示すような2種類のひび割れモデルを作成し、ひび割れ密度とフラクタル次元の関係を調べた。

今回の解析に使用した供試体は、供試体の形状および拘束条件などをなるべく同じ状態のもとで比較するため、すでにアルカリ骨材反応と判定されているコンクリート歩車道境界ブロック(以下ブロックという)を利用した。

利用したブロックは、ひび割れが比較的少ないものから多いものまで20本選び、ブロック側面のひび割れ状況を測定した。このうち3本は側面の他に、上面の次元および上面と側面のひび割れ密度も測定した。測定は、現地で撮影したひび割れ写真をもとに行った。

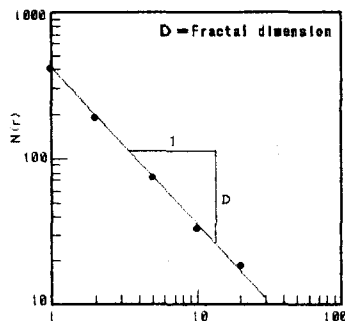
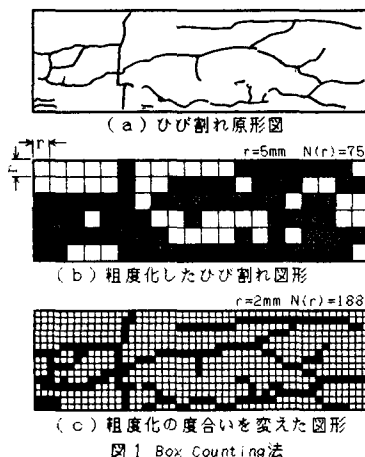


図2 $N(r) \sim r$ の両対数グラフ

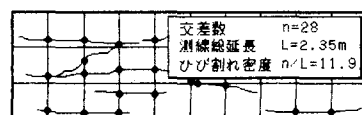


図3 ひび割れ密度の算定方法

3. 解析結果

(1) ブロックのフラクタル次元

アルカリ骨材反応により劣化したブロックのフラクタル次元は、1.06~1.13となった。今回の調査では、ひび割れの少ないブロックから、すでに一部が欠けはじめているブロックまで観察したが、ブロックの次元が1.2を越えるものはなく、ブロックにひび割れが発生してから部分的に破壊していく過程では、1.0次元に近い次元のまま破壊していくものと思われる。

(2) ひび割れ密度とフラクタル次元の関係

ひび割れモデルを利用した解析の結果、ひび割れ密度とフラクタル次元の関係は、図5に示すように一直線上にプロットされ、明瞭な相関関係が認められた。また、ブロックの設置された場所によって、その勾配に違いが表れた。

実測値とモデルのデータを比較して見ると、No.1とNo.2のブロックはひび割れの進行速度には差があるものの、同じ反応過程に沿って、ひび割れが進行してきたことが予想される。図5で、No.1とNo.2は同じ場所から採取したブロックであり、No.3は別の場所から採取したものである。No.3の次元は他のものとはほぼ同じであるが、密度が異なっている。また、ブロック上面と側面を比較してみると、上面と側面では明らかにひび割れの性質に違いがあることが図5より分かる。ブロックのひび割れ実例を図6に示す。

上記の結果、フラクタル次元とひび割れ密度を併用することにより、ひび割れの形状や進行状況を分類することができ、コンクリートの劣化状況を管理するデータベースなどで、ひび割れ形状の特定・分類がしやすくなる。

4. まとめ

- ①調査した範囲では、アルカリ骨材反応を起こしているブロックのフラクタル次元は1.06~1.13であった。
- ②ひび割れ密度とフラクタル次元との間には、明瞭な相関関係が認められ、両方を併用することにより、ひび割れの特徴の選別がしやすくなる。

参考文献 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，1978

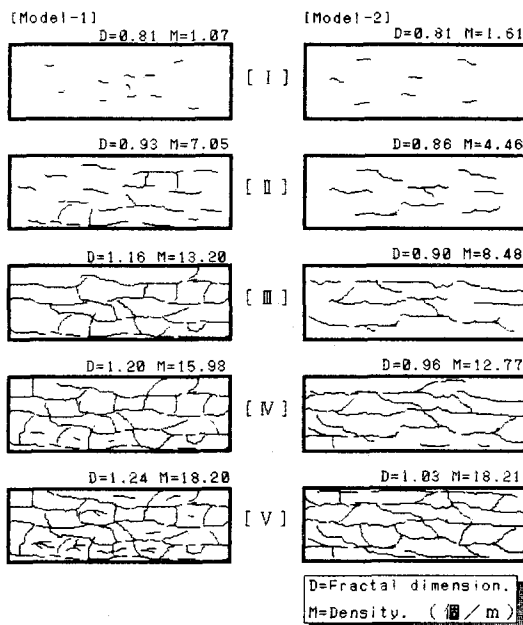


図4 ひび割れモデル

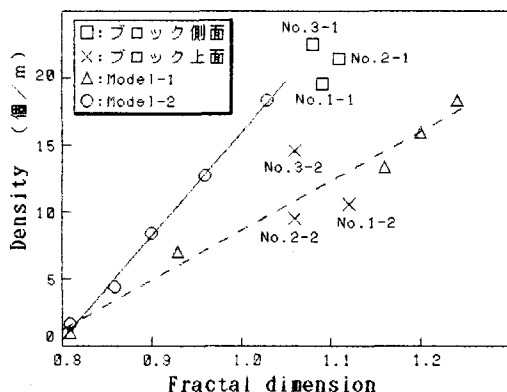


図5 フラクタル次元とひび割れ密度の関係

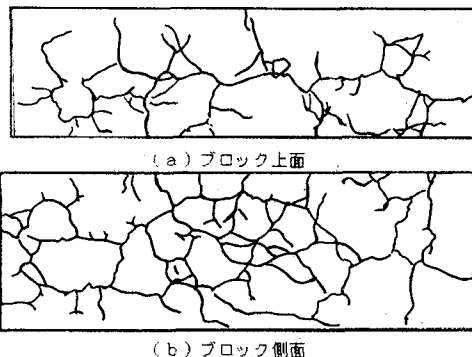


図6 ブロックのひび割れ実例