

## V-77

## コンクリートの破断面の表面積とフラクタル次元

岐阜大学 正会員 国枝 稔 林 承燦 鎌田敏郎 六郷恵哲  
武蔵工業大学 正会員 栗原哲彦

## 1. まえがき

表面の粗さを定量化するパラメータは数多く存在するが、それらの適用範囲等を把握して使用することは重要である。本研究では、フラクタル性を有すると予想されるコンクリートの破断面の表面粗さを表面積およびフラクタル次元を用いて定量化し、これら2つのパラメータの適用性について検討した。

## 2. 実験概要

## 2.1 対象とした破断面

表-1に示す配合のコンクリートにより、はり供試体（幅100×高さ200×長さ700mm）を作製した。はり供試体は、打設後、養生室内（20～40℃）で湿布養生した。養生期間中の室内の温度 $t$ と時間 $h$ より、後述する曲げ載荷試験時の積算温度（ $D.D. = \sum h(10+t)$ ）を算出した。材齢4日（ $D.D. = 1852^\circ\text{C}\cdot\text{hr}$ ）、8日（ $D.D. = 4529^\circ\text{C}\cdot\text{hr}$ ）、16日（ $D.D. = 12647^\circ\text{C}\cdot\text{hr}$ ）、68日（ $D.D. = 65244^\circ\text{C}\cdot\text{hr}$ ）に、標準供試体の強度試験およびはり供試体の曲げ載荷試験を実施した。その際得られた試験結果を図-2に示す。

## 2.2 破断面の3次元計測方法と表面積およびフラクタル次元

曲げ載荷試験後のはり供試体（各材齢4体）の破断面を型取りした後に石膏により復元し、図-1に示す70×70mmの領域を触針式3次元計測器により3次元計測（計測間隔：0.4、0.8、2mm）を行った。

対象領域の表面積は、破断面の3次元計測点を三角形で結び、その三角形の面積の総和として算出した。フラクタル次元は、3次元計測結果から得られた破断面に沿う高さ方向の線（切口の線）を正方形で被覆するBox Counting法により算出した。計測点を直線で結び切口の線を再現しているため、被覆する正方形の一辺の長さを過剰に小さくした場合、算出されるフラクタル次元は直線の特徴量を表現することになる。このため、正方形の一辺の長さの最小値は、計測間隔の2倍とした。

表-1 コンクリートの配合

| 空気量<br>(%) | 水セメント比<br>W/C(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |       |
|------------|------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-------|
|            |                  | W                       | C   | S   | G   | Ad.   |
| 7.2        | 50.5             | 164                     | 325 | 747 | 976 | 0.972 |

C：普通ポルトランドセメント、Ad.：AE減水剤

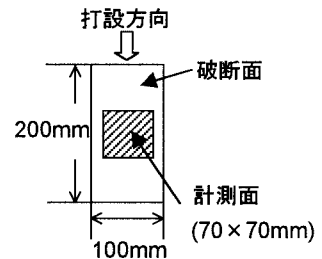


図-1 計測範囲

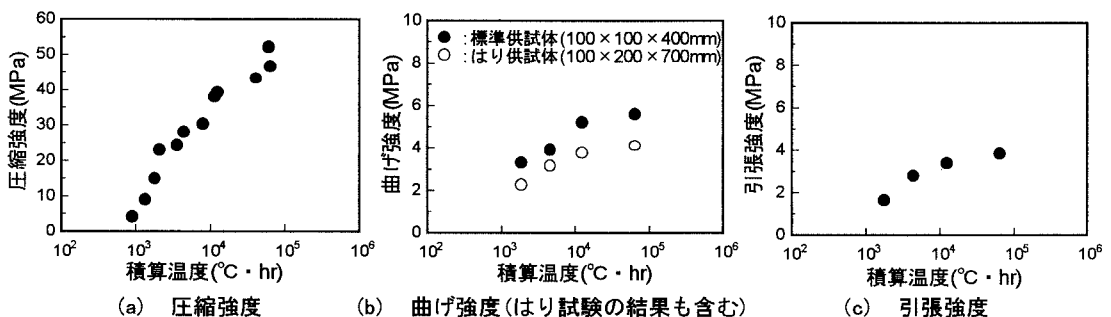


図-2 積算温度と強度試験結果

キーワード：粗さ評価、破断面、表面積、フラクタル次元

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL/FAX：058-293-2408

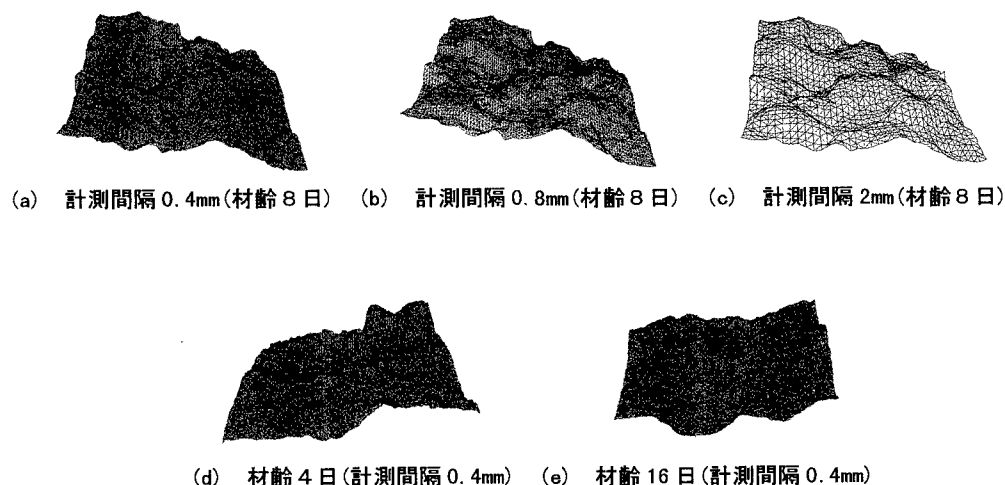


図-3 3次元計測結果の例

### 3. 結果と考察

#### 3.1 計測間隔の影響

材齢 8 日の破断面について各計測間隔を変化させた場合の 3 次元計測結果の例を図-3(a)、(b)、(c)に示す。これらより、計測間隔を大きくすると、細部の凹凸は再現できていないが全体の傾向は表現できている。図-4、5 に、計測間隔を変化させた場合の破断面の表面積および切り口線のフラクタル次元（いずれも 4 体の平均値）を各材齢ごとに示す。表面積については計測間隔が大きくなるにつれて算出される表面積が小さくなることが分かる。一方、フラクタル次元については、計測間隔 2mm の際に大小関係が逆転しているが、表面積に比べると計測間隔の影響は小さい。

#### 3.2 材齢の影響

各材齢における破断面の例を図-3(a)、(d)、(e)に示す。これによれば、若材齢時の破断面は粗骨材に依存した凹凸が多く存在するが、材齢の進行に伴い相対的に滑らかになっていく様子がうかがえる。図-4、5 より、材齢の進行に伴い、表面積およびフラクタル次元はともに小さくなる傾向を示しており、破断面が滑らかになっていることが分かる。ただし、材齢 68 日においては、材齢 16 日の場合に比べ、表面積およびフラクタル次元は若干大きな値となった。

### 4. まとめ

はり供試体の破断面の形状を、表面積およびフラクタル次元により評価した結果、材齢が進行し、コンクリートの強度が増加するに伴い、形成される破断面は滑らかになることが確認できた。また、フラクタル性を有する表面粗さの評価を表面積によって行う場合、表面積は計測間隔に依存することをふまえたうえで、評価パラメータとして使用する必要がある。今後は、本研究で取り上げた表面積やフラクタル次元を、コンクリートの打継部の表面処理の粗さ評価などに利用する予定である。

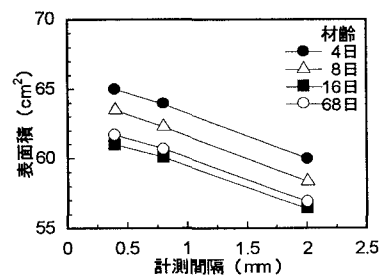


図-4 表面積と計測間隔

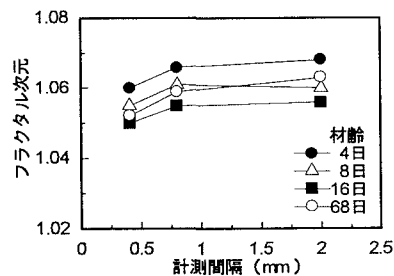


図-5 フラクタル次元と計測間隔