

画像解析データのセミバリオグラム処理に基づく損傷コンクリートの変形特性評価

Deformation Characteristic Evaluation of Damaged Concrete based on the Semi-Variogram Model using the Data of Image Analysis

○山岸俊太郎¹⁾・鈴木哲也²⁾・緒方英彦³⁾・周藤将司⁴⁾

佐藤智⁵⁾・石神暁郎⁵⁾・森井俊広²⁾・河合隆行⁶⁾

Shuntaro YAMAGISHI, Tetsuya SUZUKI, Hidehiko OGATA, Masashi SUTO,

Satoshi SATO, Akio ISHIGAMI, Toshihiro Morii and Takayuki KAWAI

1. はじめに

ひび割れの発達したコンクリートは圧縮強度や弾性係数などの力学特性の低下が顕在化する。既存施設の適切な維持管理には、劣化や損傷機構の解明とともに、ひび割れの発達した材料の物性評価の方法論を確立することは重要な技術的課題である。

本論では、凍害損傷の進行したコンクリート製開水路からコンクリート・コアを採取し、ひび割れの発達したコンクリートの圧縮破壊過程の特性を詳細評価することを目的としている。

2. 実験・解析手法

2.1. 供試体

供試体は凍害損傷が顕在化したコンクリート製開水路の側壁部より採取したコンクリート・コアである。側壁部の気中部より Type A, 水中部より Type B および C を採取した。Type A では 0.05mm から 2.0mm のひび割れがコア全域で確認され、Type B では 0.15mm から 0.55mm のひび割れが表面から 100mm 深で確認された。Type C においてはひび割れが確認されなかった。採取したコンクリート・コアの直径は ϕ 104mm, 高さは 216mm~257mm である。

2.2. 圧縮強度試験

圧縮強度試験には、画像計測を導入し、破壊過程におけるコア供試体の変形挙動を画像解析より算出した。本研究で行った画

像解析は、変形前後のデジタル画像を数値解析により、計測範囲の変位量およびひずみ量を算出するものである¹⁾。画像計測には 2 台の CCD カメラを用いてステレオ撮影を行った。

2.3. セミバリオグラムモデル

セミバリオグラムモデルとは、縦軸に $\gamma(h)$, 横軸に計測点間の距離 h をとったグラフである。一般に図-1 のような形状を示す。 $\gamma(h)$ は以下の式より定義されている²⁾。

$$\gamma(h) = \frac{1}{2|N(h)|} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_{i+h})]^2 \quad (1)$$

ここで、 $N(h)$: 距離 h だけ離れた計測点全ての組み合わせ数、 $Z(x_i) \cdot Z(x_{i+h})$: 計測点 $x_i \cdot x_{i+h}$ の計測データである。 $\gamma(h)$ の最大値をシル、シルに達する h の最短距離をレンジ、 h が 0 のときの $\gamma(h)$ をナゲット効果という。シルは計測データの内在的なばらつきを示す。

3. 結果および考察

圧縮強度試験の結果、圧縮強度は Type A

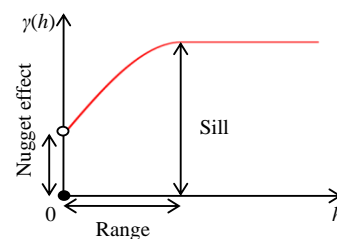


図-1 セミバリオグラムの概念図

¹⁾新潟大学大学院自然科学研究科, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, ²⁾新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University, ³⁾鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ⁴⁾鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, ⁵⁾土木研究所寒地土木研究所, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, ⁶⁾新潟大学災害・復興科学研究科, Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, キーワード: 凍害損傷, コンクリート, ひび割れ, 画像解析

7.0N/mm², Type B 3.8N/mm², Type C 28.2 N/mm²であった。Type A, B の圧縮強度が極度に低下していることが確認された。図-2 (a) は供試体の X 線 CT 画像である。Type A では層状のひび割れがコア全域に分布し、Type B では、コア表面部から 90 mm 深に複数のひび割れが確認された。Type C においては、ひび割れは確認されなかった。

図-2 (b)は画像解析より算出した縦ひずみの解析画像である。Type A および B は、ひび割れの発達した部位において、縦ひずみ量の変動が確認され、ひび割れ部位と縦ひずみの分布が対応していることが確認された。

画像解析の結果を基に、圧縮破壊過程における変形特性をセミバリオグラムモデルにより検討した。図-3 は解析したセミバリオグラムモデルのシルと載荷荷重の関係を示したものである。載荷荷重の増加に伴い、シルも増加傾向が確認された。Type A のシルは他の供試体と比較し、極度に高いことが確認された。指数関数の近似式より、各供試体の傾きは Type B, Type A, Type C の順に高いことが確認され、局所損傷の進行した供試体ほどシルの増加傾向が明確になることが明らかとなった。

4. おわりに

検討結果を以下に列挙する。

- 1) 本研究では、凍害によりひび割れ損傷が発達したコンクリート・コアを用いて、画像計測を導入した圧縮強度試験を実施した。その結果、ひび割れの発達した部位においてひずみの局所化が確認された。
- 2) セミバリオグラムモデルのシルを用いることにより圧縮破壊過程におけるコ

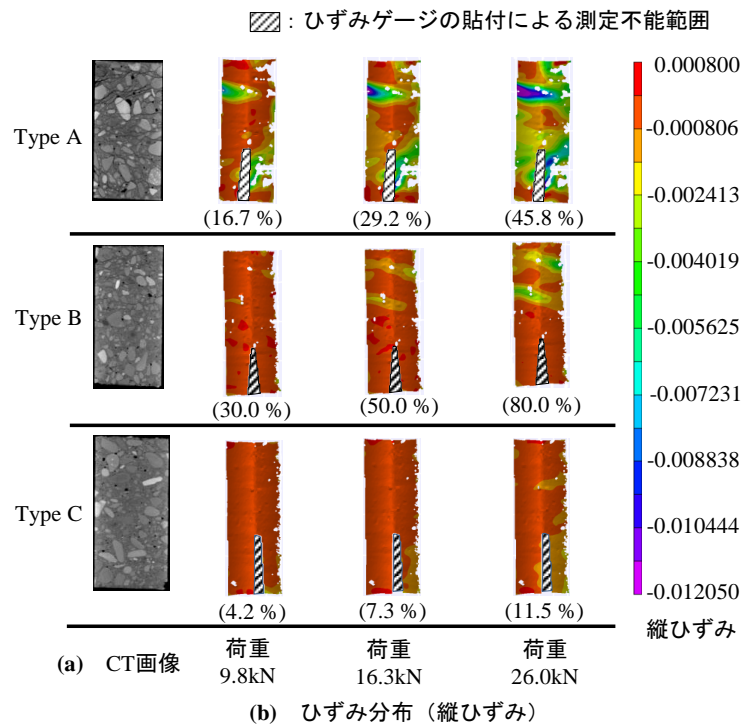


図-2 縦ひずみの分布図

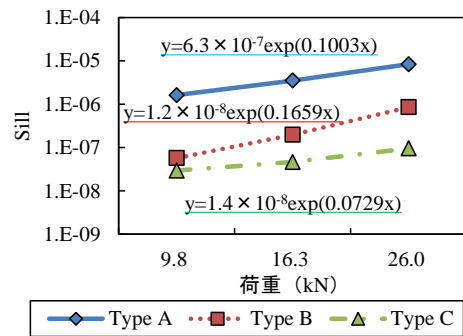


図-3 シルと載荷荷重の関係

ンクリートの変形特性を評価できることが示唆された。

参考文献

- 1) M. A. Sutton, J.J. Orteu and H. W. Schreier : Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements, Springer, 2009.
- 2) 鈴木哲也, 青木正雄, 大津政康 : バリオグラムによる表面被覆工を施したコンクリートの熱特性評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp. 763-768, 2008.