

デジタル画像相関法を用いた割裂応力場におけるコンクリートの最大主ひずみ評価 Evaluation of Maximam Principal Strain of Concrete in Splitting Stress Field by Digital Image Correlation Method

○石澤美聡*・大橋純*・鈴木哲也**

○Misato Ishizawa, Jun Ohashi and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設されたコンクリート水利施設の損傷が進んでおり、既存施設の適切な維持管理が求められている。損傷が進行したコンクリート材料を精緻に評価する非破壊検査法の確立が技術的課題となっている。本研究では、一様な割裂荷重過程における変形挙動を最大主ひずみによってデジタル画像相関法(DICM)¹⁾で評価可能か検討する。

2. 方法

2.1 実験方法

本実験は、新潟大学農学部棟実験室で割裂引張強度試験(JISA1113:2018)を行った。供試体は直径10 cm、高さ20 cmのコンクリートコアサンプル(JISA1132:2014)を用いた。撮影にはCCDカメラを用いて10 Hzで行った。解像度は1384×1036 pixel、画素サイズは6.45×6.45 μmとした。

2.2 解析方法

CCDカメラで撮影された画像の最大主ひずみについてDICMを用いて確率密度関数で評価した。最大主ひずみの分布は正規分布²⁾により近似した。なお、本報では一様な速度で荷重を加える過程の最大主ひずみに注目した。サンプルが含まれるように座標上でX軸、Y軸共に50データずつの範囲を抽出した(図-1)。試験開始から20秒間隔でデータを抽出した。割裂引張強度試験から170.3秒

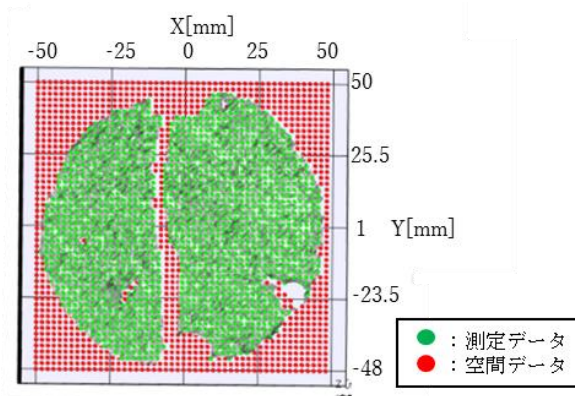


図-1 データの抽出範囲

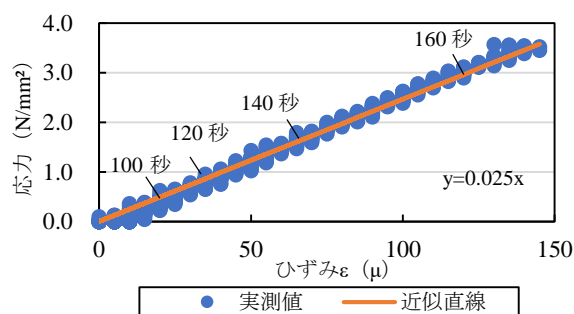


図-2 応力-ひずみの関係

のとき応力が最大となり、ひび割れや変形が生じ、割裂破壊が起こる降伏点であることが分かった。それ以降の時間の応力は低下した。破壊現象と解析面にひび割れが生じるには差がある。そのため破壊が生じた170.3秒から171.0秒に設定した(図-2)。

3. 結果および考察

20秒ごとにヒストグラムを作成すると、100.0秒前で最大主ひずみの差の大きいデータが観察された。解析データより、標準偏差が大きくなるため外れ値を除いた。外れ値の

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University.

**新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University.

キーワード: 最大主ひずみ, 3次元画像解析, 正規分布, 応力ひずみ挙動, 脆性材

判定には四分位範囲³⁾を利用した。第一四分位数に1.5をかけた四分位範囲を引いたものを下内境界点，第三四分位数に1.5をかけた四分位範囲を足したものを上内境界点とした。下内境界点から上内境界点より外側にあるデータを外れ値とした。100.0秒，120.0秒，140.0秒，160.0秒のときデータの除去率はそれぞれ約3%，4%，6%，12%になるが，171.0秒のときは除去率が44.9%と高い値になった。これは，171.0秒で割裂破壊が生じ，供試体が分割したことにより最大主ひずみの分布が複雑になったためと考えられる。

図3～図5に最大主ひずみのヒストグラムと確率密度関数を示す。得られた確率密度関数において有意水準5%でt検定を行うと有意差があることが明らかになった。任意の時間における応力を最大応力で割った値を応力レベルとすると，100.0秒，120.0秒，140.0秒，160.0秒の応力レベルはそれぞれ11.2%，23.4%，46.0%，81.3%になり，载荷過程の進行に伴い応力レベルは増加し，最大主ひずみの平均値にも段階的な増加が見られた。図6に最大主ひずみの平均値と応力レベルの関係をグラフで示す。最大主ひずみの平均値を比較すると100.0秒と120.0秒で1.24倍，100.0秒と140.0秒で1.92倍，100.0秒と160.0秒で2.70倍になる。载荷過程の進行に伴い，ひずみが段階的に増加することが分かる。このことから最大主ひずみはDICMで評価できることが分かった。

4. おわりに

脆性材の特性において，応力ひずみ曲線よりひずみは応力に対して直線的に増加する。割裂引張強度試験で一様な速度で荷重を加えた結果，DICMで評価した最大主ひずみは応力に対して直線的に増加し，その分布の特徴から破壊特性の評価が可能であることが示唆された。

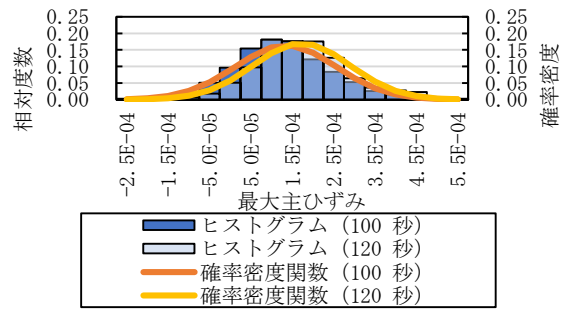


図-3 最大主ひずみのヒストグラムと確率密度関数（100秒と120秒）

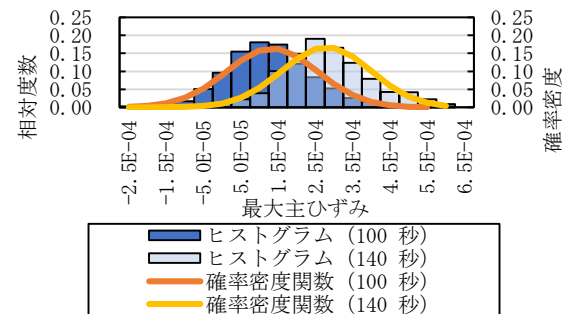


図-4 最大主ひずみのヒストグラムと確率密度関数（100秒と140秒）

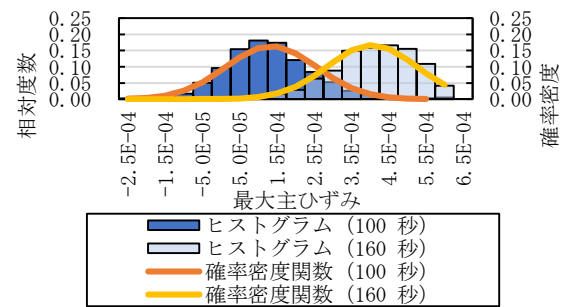


図-5 最大主ひずみのヒストグラムと確率密度関数（100秒と160秒）

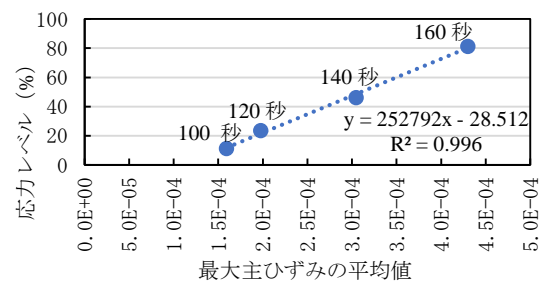


図-6 最大主ひずみの平均値と応力レベルの関係

参考文献

- 1) Michael A.Sutton, Jean-Jose Orteu, Hubert W.Schreier : Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements, Springer, pp.81-117, 2009.
- 2) 伊藤學, 亀田弘行, 能島暢呂, 阿部雅人 : 改訂土木・建築のための確率・統計の基礎, 丸善出版株式会社, pp. 122-127, 2007.
- 3) 野呂竜夫, 和田かず美 : 統計実務におけるレンジチェックのための外れ値検出方法, 統計研究彙報第72号, pp 41-54, 2015.