

## デジタル画像相関法によるモルタル表面のひずみ分布の計測

九州大学工学部 学生会員 中村英記  
九州大学大学院 正 会 員 佐川康貴

九州大学大学院 フェロー 松下博通  
九州大学大学院 学生会員 尾上幸造

### 1. 背景および目的

従来コンクリートのひずみ計測は、ひずみゲージや埋込型ひずみ計を用いて行われてきた。しかし、近年における構造物の複雑化や維持管理意識の高まりなどにより、コンクリート構造物の変形を全視野的に計測できる方法の確立が求められている。本研究では、非接触的な方法により面的な計測が可能なデジタル画像相関法を用い、圧縮力を受けるモルタル供試体表面のひずみ分布について調べるとともに、非接触ひずみ計測のコンクリート分野への適用の可能性について検討した。

### 2. デジタル画像相関法の原理

図 - 1 にデジタル画像相関法の原理を示す。まず、変形前の画像において、任意の点（画素）を中心とした小さな領域（サブセット）を考える。サブセットは 256 濃度階調をもつ複数の画素からなる。次に、変形後の画像でも、同様に任意の点についてのサブセットを考える。これらのサブセットが非常に似ていると判断されれば、移動後の点として同定する。このようにして解析対象とする点の移動地点を同定し、ひずみ量を求めることができる。

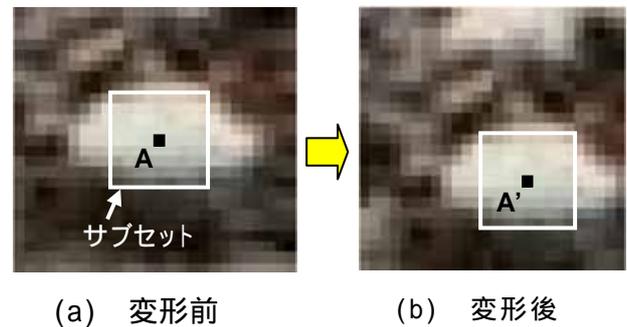


図 - 1 デジタル画像相関法の原理

### 3. 実験概要

セメントには、普通ポルトランドセメント（密度  $3.16\text{g/cm}^3$ ，比表面積  $3250\text{cm}^2/\text{g}$ ），細骨材には海砂（表乾密度  $2.55\text{g/cm}^3$ ，吸水率 1.52%）を用いた。モルタルの配合は水セメント比 0.5，砂セメント比 2.4 とし、これはフロー値が  $210\pm 10$  となるよう試し練りにより定めた。供試体の寸法は  $10\times 10\times 10\text{cm}$  の立方体とした。打設後 24 時間で脱型し、材齢 7 日まで水中養生したのち、実験室内にて気中乾燥させ、材齢 28 日で圧縮試験を行った。

圧縮試験は 2000kN 耐圧試験機により行った。図 - 2 に圧縮試験状況を示す。圧縮試験時、荷重が 10kN 増加するごとにモルタル供試体の表面を CCD カメラ（ $2000\times 2000=400$  万画素）によって撮影し、のちに画像相関法によりひずみを解析した。画像相関法におけるパターン認識を容易にするため、モルタル供試体表面に黒色スプレーを噴霧し、斑点状に着色した。また、デジタル画像相関法で求めたひずみと比較するため、供試体側面にひずみゲージ（検長 30mm）を 2 箇所貼付してひずみの計測を行った。

圧縮試験終了後、専用ソフトを用いてひずみ解析を行った。図 - 3 にひずみ解析範囲を示す。今回の検討においては、解析範囲の左上隅を基点として 50 画素毎（1 画素 = 0.06mm に相当）にひずみ測定点を定め、各測定点を中心とする  $200\times 200$  画素の範囲に存在する点のひずみの平均値を各測定点におけるひずみとして算出した。なお、サブセットの大きさは  $15\times 15$  画素とした。

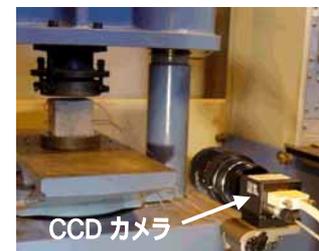


図 - 2 圧縮試験状況

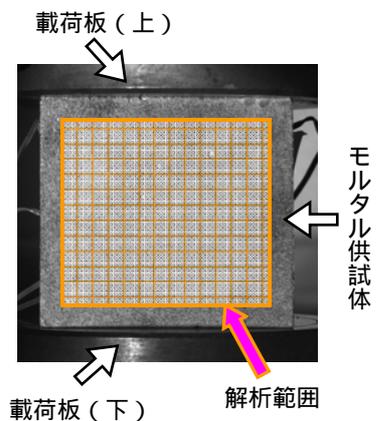


図 - 3 ひずみ解析範囲

4. 実験結果

図 - 4 に載荷荷重が(a)100kN, (b)200kN, (c)300kN, (d)400kN, (e)500kN, (f)550kN に達した時点におけるモルタル供試体表面のひずみ分布を示す。なお, この供試体の最大荷重は 567kN であった。モルタル供試体表面のひずみ分布は, 一様ではなく, 計測位置によって大きく異なっている。また, 荷重レベルが高くなるにつれ, 測定位置によるひずみの差がより明瞭になっていくことが分かる。

図 - 5 にモルタル供試体表面のひずみの度数分布を荷重レベル別に示す。縦ひずみ, 横ひずみともに, 荷重レベルが増大するにともなってひずみの度数分布の範囲が広がっており, ひずみ勾配が次第に大きくなることを示されている。

図 - 6 にデジタル画像相関法により求めたモルタル供試体表面上における測定点 9 個の平均ひずみと, ひずみゲージにより測定された供試体中央部のひずみとの比較を示すが, デジタル画像相関法により求めたひずみとひずみゲージにより測定したひずみの値はよく一致していることが確認できる。

5. まとめ

デジタル画像相関法を用いてモルタル供試体表面のひずみ分布を計測した結果, モルタル表面のひずみ分布は載荷の初期段階ですでに一様ではなく, ひずみが局所化していること, 荷重レベルが増大するほど供試体表面におけるひずみ勾配が次第に大きくなること等が示された。

本研究より, デジタル画像相関法がコンクリートの分野へ適用できる可能性が示されたが, 粗骨材による影響や適用可能な断面寸法等については, 今後検討する必要がある。

謝辞: 本研究は, 科学研究費補助金基盤研究(B)(研究代表者: 長崎大学 松田浩, 課題番号: 17360217)の一環として行ったものである。関係者各位に謝意を表します。

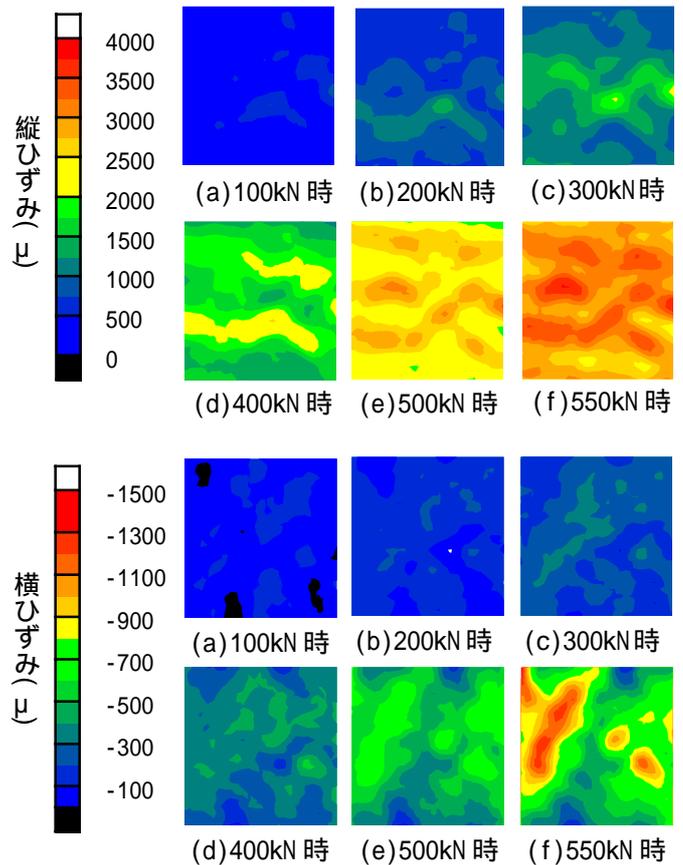


図 - 4 各荷重レベルにおけるモルタル供試体表面のひずみ分布

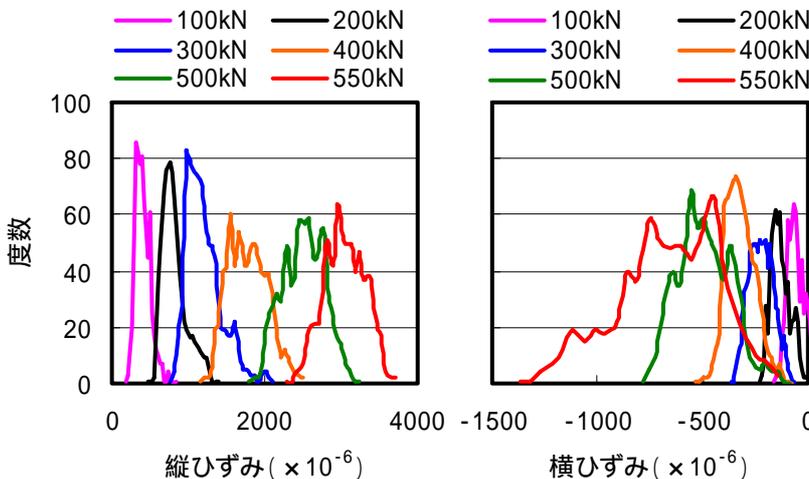


図 - 5 各荷重レベルにおける供試体表面のひずみの度数分布

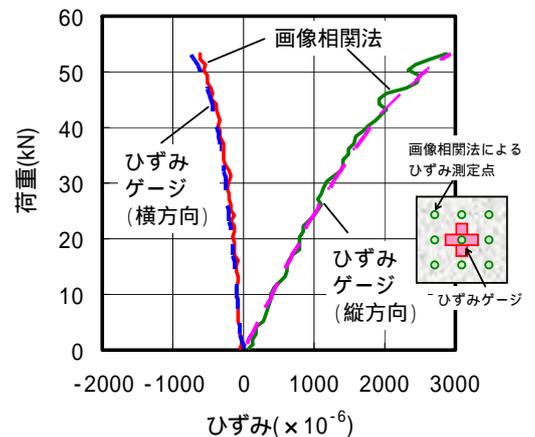


図 - 6 荷重 - ひずみ曲線の比較