

デジタル画像相関法を用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみ測定

木更津工業高等専門学校	学生会員	○蓮見 亮
同 上	正会員	青木 優介
同 上	正会員	嶋野 慶次
同 上		米村 恵一

1. まえがき

乾燥収縮ひび割れ発生までのひずみ挙動を実測するためには、コンクリート表面のひずみを詳細かつ面的に測定しうる技術が必要となる。本研究では、市販のデジタルカメラによりコンクリート表面の画像を撮影し、画像解析により表面各所に生じたひずみを求めることで、表面におけるひずみを面的に測定する技術の確立を目指している。本稿では、この取り掛かりとして行った収縮ひずみの測定とその測定精度について報告する。

2. 実験概要

本実験の目的は、市販のデジタルカメラにて撮影した画像からのコンクリートの収縮ひずみの測定方法について検討し、その測定精度を確かめることである。実験のフローを図-1に示す。本方法によるひずみの測定精度は、撮影条件、撮影画像の画素数、A-B間の距離、A'B'点を探し出す解析手法に依存する。写真-1に撮影の様子を示す。撮影は特に振動の生じない恒温室(温度 20°C±1.0°C, 相対湿度 40±5.0%)にて行った。光源には通常の蛍光灯を用いた。カメラには1200万画素の画像撮影が可能な市販のデジタル一眼レフカメラを用いた。レンズには単焦点レンズを用いた。写真-2(a)(b)に画像例として乾燥開始から5時間後と2日後の画像を示す。見た目にはわかりにくいですが、両画像間では水分の乾燥によりコンクリート表面の輝度値が変化している。この場合、元のAB点すなわちA'B'点を探し出すことが困難になる。この対策については後述する。本実験ではA-B間の距離を52mm(1900画素)とした。A'B'点を探し出す解析方法にはデジタル画像相関法を用いた。AB点の設定方法を写真-2(a)に、A'B'点の探索の様子を写真-2(b)に示す。詳細については別報<sup>1)</sup>を参照されたい。なお、本実験では輝度値の相関係数によるA'B'点の探索精度を上げられるよう、コンクリート表面を研磨し、各所の輝度値にランダム性を付与している。このことは将来、ひび割れの発端となるひずみの局所化を実測する際にも有利に働くと考えている。

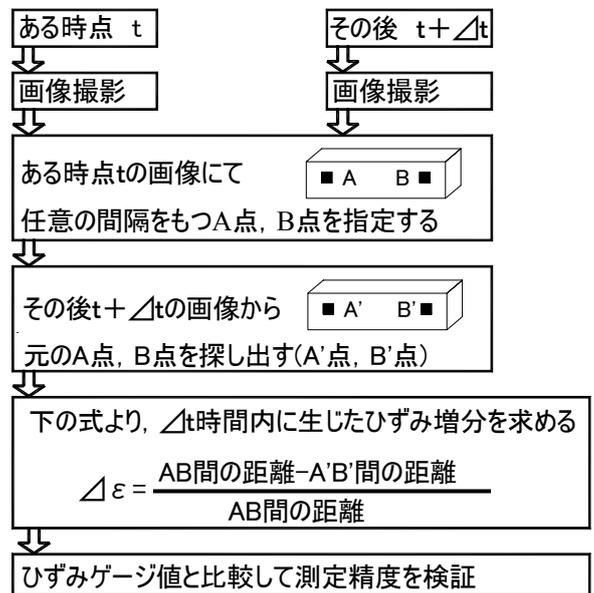


図-1 実験フロー



写真-1 撮影の様子

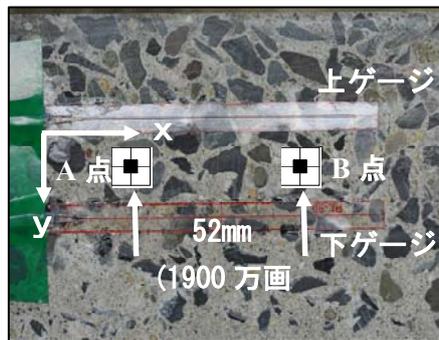


写真-2(a) 乾燥開始 5 時間後

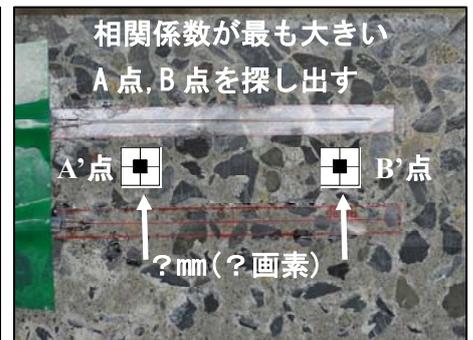


写真-2(b) 乾燥開始 2 日後

キーワード 乾燥収縮, デジタル画像相関法

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津高専環境都市工学科

TEL : 0438-30-4155

### 3. 実験結果

図-2には、写真-2(a)(b)のように撮影面に貼り付けたひずみゲージ(長さ 90mm)により測定された収縮ひずみの経時変化を示す。上下のひずみゲージの値は、平均値から±10%程度ずれている。これは、両ゲージの接着箇所が存在する粗骨材等の影響によると考えられる。以後、上下のひずみゲージの平均値と画像解析より求められたひずみの平均値(上下のゲージ間の距離は 15mm(550 画素)である。そのうち、75,175,275,375,475 画素における軸方向のひずみを算定し、それらを平均した値)を比較する。前者の値と後者の値が概ね一致(±10%以内)すれば、測定精度は良好だと判断する。

例として、乾燥後 1~6 日までの収縮ひずみ増分と乾燥後 2~6 日までの収縮ひずみ増分の比較を表-1に示す。ひずみゲージにより測定された収縮ひずみの増分と比較すると、(水分の乾燥により後の輝度値が変わる)乾燥後 1 日の画像を基準にした場合、ひずみの測定精度が劣化することがわかる。一方、輝度値の変化が落ち着いた乾燥後 2 日の画像を基準とした場合、精度は良好だと判断される。図-2に、乾燥後 2 日の画像を基準とした解析により求めた収縮ひずみの経時変化を追加した。乾燥後 10 日までの精度は良好だが、その後精度の劣化が認められる。仮に輝度値の変化が原因だとすれば、基準となる画像を固定せず、一定期間ごとに基準とする画像を更新することにより対処できると考えられる。

一方、乾燥後 2 日までの収縮ひずみを精度よく測定するために、基準とする画像を更新しながらひずみの増分を累積していく方法について検討した。具体的には、乾燥後 5 時間の画像を基準とし、乾燥後 1 日の画像からその間のひずみ増分を求める。次に、乾燥後 1 日の画像を基準とし、乾燥後 2 日の画像からその間のひずみ増分を求め、前ステップのひずみ増分に足し合わせた。結果を図-3に示す。図中には、ひずみゲージによる測定値とともに、乾燥開始後 5 時間後の画像を基準とし、乾燥後 2 日の画像から求めたひずみの増分も示している。ひずみを累積していく方法では、これを行わない場合より測定精度は改善されるが、まだまだ誤差は大きい。輝度値の変化が大きい期間の測定については、撮影時間間隔の更なる短縮と頻繁な基準画像の更新、探索用画像のサイズ拡大などを含めた対策を講じる必要がある。

### 4. まとめ

市販のデジタルカメラにより撮影した画像からのコンクリートの収縮ひずみの測定方法について検討し、その測定精度を確かめた。輝度値の変化が落ち着いた時点での画像を基準とすることにより、良好な精度でひずみを測定できることがわかった。輝度値の変化が大きい期間の測定については課題が残った。

### 謝辞

本研究を始めるにあたり、福岡県工業技術センター内野正和様、九州工業大学日比野誠先生、合田寛基先生に貴重なアドバイスを頂きました。深く感謝致します。

### 参考文献

- 1) H.A.Bruck, S.R.McNeill, M.A.Sutton, W.H.Peters, "Digital Image Correlation Using Newton-Raphson Method of Partial Differential Correction," Exp. Mech., 29, No.3, pp.261-267, 1989.

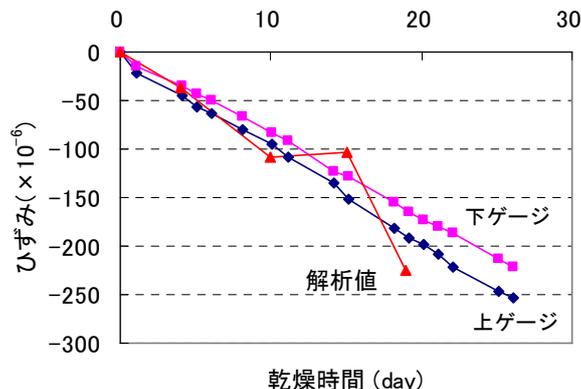


図-2 収縮ひずみの経時変化

表-1 測定結果の比較

	y座標	乾燥後1~6日	乾燥後2~6日
画像解析	75	-223	-57
	175	-277	-15
	275	-175	-43
	375	-64	-50
	475	-150	-13
	平均	-178	-36
ゲージ平均値		-59	-40
精度		不良	良好

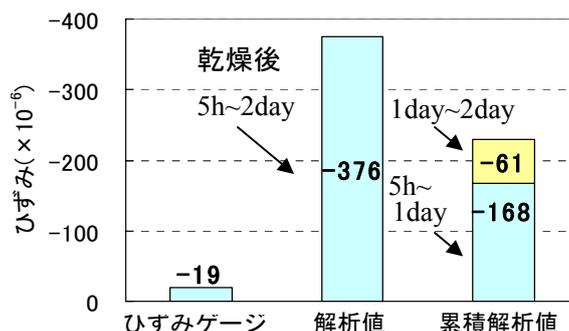


図-3 各測定方法によるひずみ