

デジタル画像相関法を用いた非接触全視野計測によるコンクリートの材料試験

長崎大学大学院 学生会員 ○浦田 美生 長崎大学 正会員 松田 浩
 長崎大学大学院 学生会員 浜岡 広 長崎大学 非会員 山下 務
 長崎大学大学院 学生会員 大原 智裕 佐賀大学 正会員 伊藤 幸広
 福岡工業技術センター 非会員 内野 正和

1. はじめに

硬化コンクリートの力学的性質に関する試験方法として通常、圧縮強度試験、引張強度試験、曲げ強度試験が行われる。一方、硬化過程において問題となる温度ひび割れや収縮ひび割れ発生に関しては、温度応力や硬化収縮ひずみを計測する必要がある。これらの試験におけるひずみ計測には、一般的に埋め込みひずみゲージが用いられるが、この方法ではひび割れ発生位置や局所的なひずみ集中を特定することは困難である。

本研究では、コンクリートの材料強度試験及び硬化収縮ひずみ計測の際、デジタル画像相関法による非接触全視野変位計測を行い、それを基に得られたひずみ分布を用いてひび割れの発生・進展の可視化を行った。

2. 割裂引張試験

(1) 試験概要

試験体は直径 100mm、高さ 200mm の円柱試験体を用いた。試験方法を図-1 に示す。試験体製作には普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を 50% とした。その配合表を表-1 に示す。試験中は図-1 に示すように、試験体の表側をデジタル画像相関法により計測した。また、裏側中央にひずみゲージ(ゲージ部寸法 60mm)を貼り、ひずみ計測を行った。試験後、それぞれのひずみ値の比較を行った。さらに、デジタル画像相関法により得られたひずみ分布を用いてひび割れの発生・進展の可視化を行った。

表-1 コンクリート配合表 (kg/m³)

セメント	水	細骨材	粗骨材	AE 剤
175	350	748	971	7.00

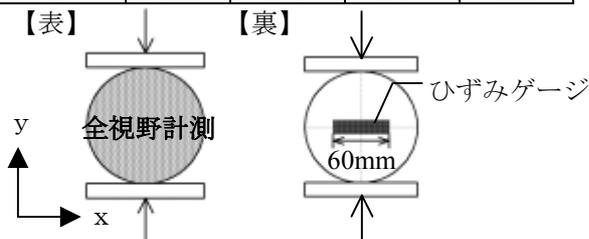


図-1 試験方法

(2) 試験結果

割裂引張試験において、ひずみゲージ法、デジタル画像相関法基準長(60mm)により得られた荷重ひずみ曲線を図-2 に示す。左図はひずみゲージ法とデジタル画像相関法の比較であり、右図はデジタル画像相関法において基準長を 5~60mm と変化させた場合の結果である。デジタル画像相関法とひずみゲージ法によるひずみ値はよく一致している。また、右図に示すように、基準長が短くなるほどひずみは大きな値を示しているため、デジタル画像相関法はひび割れ部近傍の局所的なひずみ計測にも有効となり得るものと考えられる。

図-3 は、図-2 の①~④の荷重段階での x 方向のひずみ分布を示したものである。各荷重段階におけるひずみ分布の推移を全視野計測することができ、ひび割れの発生・進展を可視化することができる。

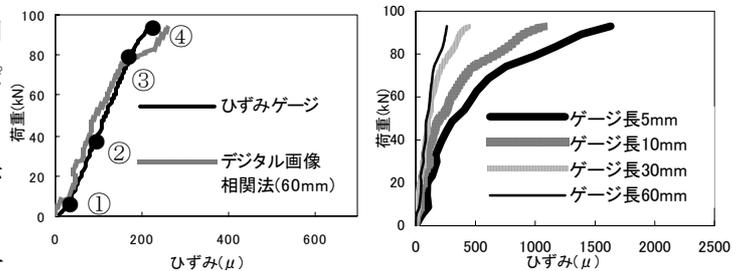


図-2 荷重-ひずみ曲線

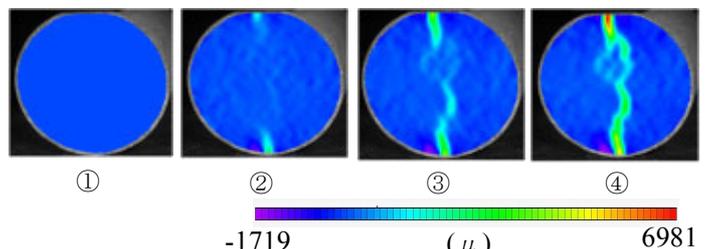


図-3 x 方向ひずみ分布

3. 圧縮強度試験

(1) 試験概要

試験体は直径 50mm、高さ 100mm の円柱試験体を用いた。試験体製作には普通ポルトランドセメントを使用し、セメント：水：細骨材の重量比を 1：0.5：2 とし

キーワード 非接触, 全視野, ひずみ計測, 硬化収縮, コンクリート材料試験

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1番14号 TEL&FAX:095-819-2590

た．試験中は試験体の半面をデジタル画像相関法で計測した．試験後，それに基づきえられたひずみ分布を用いて，ひび割れの発生・進展の可視化を行った．

(2) 試験結果

図-4 に荷重開始から破壊までの最大主ひずみ分布および試験体画像を示す．デジタル画像相関法計測により得られたひずみ分布からひずみの集中とひび割れ発生箇所が一致していることがわかる．よって，デジタル画像相関法によりひび割れの発生・進展を確認することができた．また，ひび割れが発生する以前にひずみの集中が見られ，ひび割れ発生箇所の予測も可能であると考えられる．

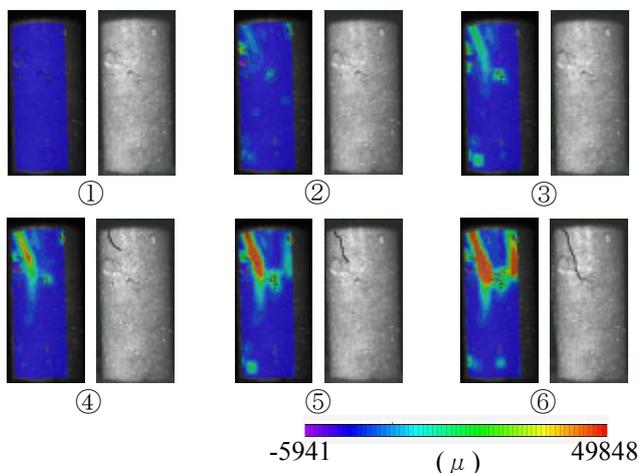


図-4 最大主ひずみ分布および試験体画像

4. 硬化収縮試験

(1) 試験概要

試験体の種類は 2 種類とし，モルタル試験体用の型枠を使用した．それぞれの型枠及び呼び名を図-5 に示す．早期に大きな硬化収縮量を発生させるために，試験体製作には超早強セメントを使用し，養生は湿潤養生を行わず，湿気の少ない部屋で行った．水セメント比 50%，室温は常時 20℃とした．

試験中は，試験体表面をデジタル画像相関法によりひずみ計測を行なった．また，内部ひずみと表面ひずみの関係を把握するために，試験体 A, B には埋め込みゲージを配置した．

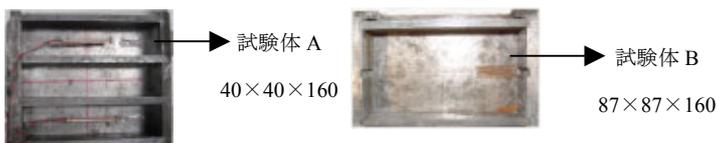


図-5 試験体型枠及び試験体呼び名

(2) 試験結果

セメントペースト硬化収縮ひずみ計測試験において，試験体 A のそれぞれの計測法により得られたひずみ値

の比較を行った結果を図-6 示す．試験開始後，内部ひずみは圧縮応力，表面ひずみは引張応力となっている．これは内部と表面の温度ひずみの差によるものと考えられる．最終的には表面ひずみが内部ひずみに比べて大きくなっている．これはセメントペースト中の水分が表面から出入りするため，また表面に外部拘束がないため，ひずみが大きくなったと考えられる．

試験体 B における試験体表面の x 方向ひずみ分布を図-7 に示す．約 24 時間後からひび割れ部付近にひずみの集中が始まり，48 時間後には完全にひび割れを可視化できている．

以上より，デジタル画像相関法により硬化収縮過程の全視野計測が可能であり，ひび割れ発生箇所の予測や可視化ができると考えられる．

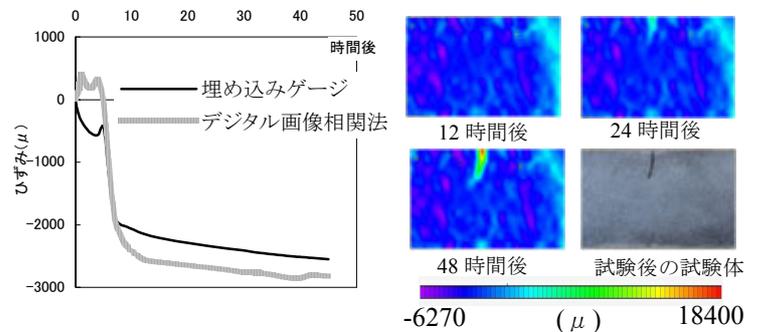


図-6 ひずみ値の比較

図-7 x 方向ひずみ分布

5. まとめ

1. デジタル画像相関法により得られる変位分布から，ひずみゲージと同精度でひずみ分布を算定することができる．
2. ひずみ分布を観察することで，ひび割れ発生箇所が予測でき，ひび割れの発生・進展を可視化することができた．
3. デジタル画像相関法とひずみゲージのひずみ値との比較を行った結果，ほぼ一致しており，デジタル画像相関法のコンクリートへの適用性を確認できた．また，ひび割れ近傍のひずみ値を取得することができた．
4. デジタル画像相関法を用いることにより，非接触でのセメントペーストの硬化収縮過程におけるひび割れ発生原因の追求や，内部ひずみと表面ひずみの関係の明確化が可能であることを確認できた．

参考文献

- ・ 籠橋忍，伊藤佑樹，堀部謙，森本博昭：コンクリートの乾燥収縮によるひずみと応力解析，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.441-446，2002