

鉄筋腐食したRCはり部材のせん断実験（その2：画像計測の適用）

電力中央研究所 材料構造部 正会員 酒井理哉 松尾豊史
電力計算センター 山崎健一

1. はじめに

近年、高精度なデジタル画像を用いた画像計測手法が種々の構造実験において取り入れられ、複雑な破壊現象を解明するために用いられている^{1,2)}。これらの画像計測においては、試験環境による照明の変化や、試験体表面の汚れやひび割れなどによる不均一な画像を扱う複雑な処理が要求され、その都度パラメータを変更する必要がある。そこで本論は、格子法によるひずみ測定について、PC上で対話的な処理を行い、容易な操作の画像計測システムを開発し、鉄筋腐食させたRCはり部材のせん断実験に適用した結果について報告する。

2. 画像計測方法

(1) 画像計測装置

画像計測装置は、市販のデジカメ（2832×2128画素）と画像処理用のノートPC、画像処理ソフトウェアから構成され、可搬性に優れている（図1）。



図1 画像計測システム

(2) 格子法による画像計測

格子法¹⁾によるひずみ計測は、試験体に取り付けたターゲットの動きをデジカメなどで撮影し、画像処理により変形前後の位置を測定して変位・ひずみを算出する方法である。

以下、図2に示した流れに沿って画像処理を行った。

計測画像(a)にはカメラのレンズの収差が生じているため、格子状に点群を印刷したキャリブレーション板を種々の角度から撮影した画像を用い、ピンホールカメラ

の原理による処理を施し、放射状のひずみを除去した(b)。

カラー画像(RGB)から色相、色彩、明度(HSI)に変換し、彩度の画像を取り出した(c)。100×100ピクセルで平均化した画像との動的しきい値を用いて2値化した(d)。著者らの経験ではこの方法が、腐食したRC試験体に付着した赤錆や、変形後のひび割れが生じた画像に対しても、赤色ターゲットの認識率が高い。

ターゲットのみを抽出するため、認識した領域の特徴(サイズ、丸み)を用いてフィルター処理を行った(e)。

ターゲットは円形のものを使用しているため、量子化された領域を円にフィッティングし、円の中心位置をターゲットの座標とした(f)。

a) 計測画像



b) 収差の補正

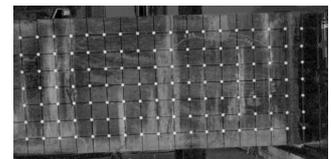
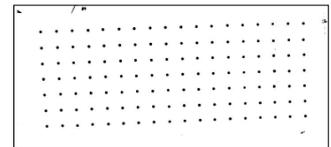
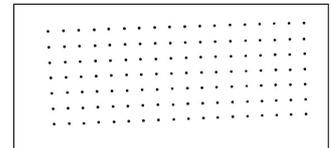
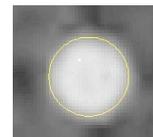
c) 色分解
RGB HSId) 2値化画像
動的しきい値e) フィルタ処理
サイズと丸みの
特徴でゴミ除去f) 座標計算
円近似した中心
座標を求める

図2 画像処理手順

キーワード：画像計測，デジタル画像処理，格子法，せん断破壊，鉄筋腐食

連絡先：〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 Tel:04-7182-1181 Fax:04-7182-5934

変形前後の2枚の画像から得られたターゲットの変位量より、ひずみを算出し図化処理した。

3. 画像計測結果

(1) 試験の概要

松尾らの実施した鉄筋腐食したRCはり部材のせん断実験³⁾に本画像計測を適用した。この試験は、電食により鉄筋を促進劣化させた試験体についてせん断実験を行い、腐食の程度がせん断耐力へ与える影響を調べることを目的としている。試験体の形状と配筋は図3に示す通りであり、腐食無しと72時間電食させた試験体（腐食あり）の2ケースについて画像計測を実施した。

(2) 画像計測結果

図4に荷重変位関係を示す。腐食無しの試験体では150kN程度でせん断破壊が生じ荷重が急激に低下しているが、腐食ありの試験体では230kN程度まで荷重が上昇しその後圧壊による最終的な破壊に至った。

図5に腐食無しの試験体のせん断ひび割れ発生時の計測画像と主引張りひずみのコンター図を示す。ひび割れに沿って2%の主引張りひずみが集中している状況がわかる。

図5は、腐食あり試験体のせん断ひび割れ発生時の計測画像と主引張りひずみのコンター図であり、せん断ひび割れに沿ってひずみの集中域が見られるが、0.5%程度の大きさで複数に分散している。

図6に腐食あり試験体の圧壊発生時における計測画像と主圧縮ひずみのコンター図を示す。主圧縮ひずみは斜めひび割れに沿ってアーチ状に集中し、局所的に-2%に達している状況が伺える。このことから、腐食により試験体が斜引張破壊モードからせん断圧縮破壊モードに移行し、アーチ状の圧縮領域が形成され、最終的な破壊に至った状況について画像計測を用いて確認できた。

4. まとめ

デジタルカメラとPCによる簡易な操作の画像計測システムを開発した。RCはり部材のせん断実験に適用し、劣化の程度により破壊モードが変化することを確認した。

参考文献

- 1) 矢川, 松浦, 安藤: 点認識画像処理を用いた非接触ひずみ解析法, 日本機械学会論文集(A編), 第49巻447号, pp.1435-1443. (1983)
- 2) 酒井, 宮川, 松尾, 末広, 遠藤: 画像計測を利用した鉄筋コンクリート構造のひずみ測定を試み, 土木学会第56回年次学術講演会, CS3-002, 2001.
- 3) 松尾, 松村, 金津: 鉄筋腐食したRCはり部材のせん断実験(その1: 鉄筋腐食がせん断耐力に及ぼす影響), 土木学会第58回年次学術講演会, 2003. 投稿中

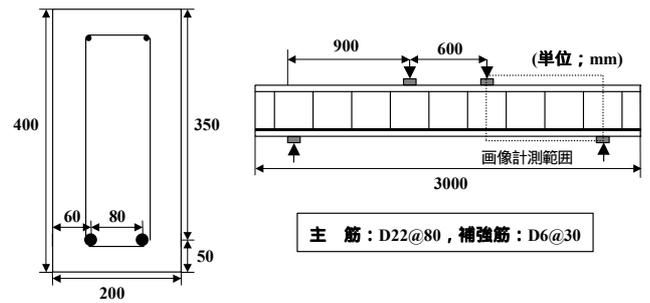


図3 試験体の形状と配筋

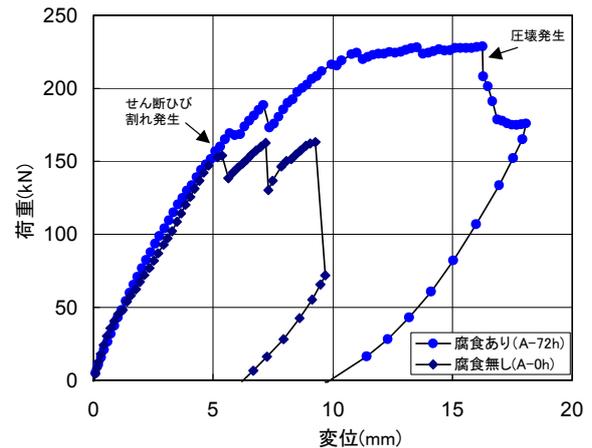
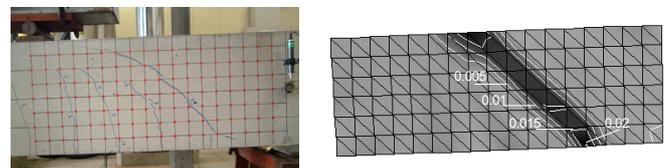


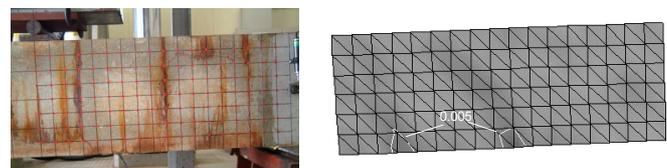
図4 荷重変位関係



計測画像

主引張りひずみ分布

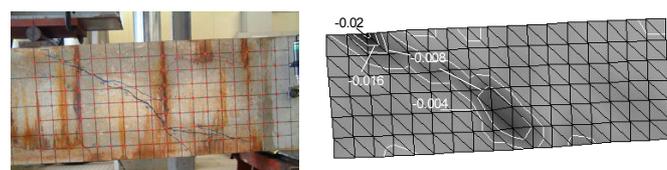
図5 せん断ひび割れ発生時（腐食無し）



計測画像

主引張りひずみ分布

図6 せん断ひび割れ発生時（腐食あり）



計測画像

主圧縮ひずみ分布

図7 コンクリート圧壊時（腐食あり）