

## OpenCV による実験時の変形挙動計測の試み

木更津工業高等専門学校 正会員 ○石井 建樹  
 木更津工業高等専門学校 歸山 智治  
 木更津工業高等専門学校 佐久間 拓也  
 木更津工業高等専門学校 浅野 洋介

### 1. はじめに

数値計算の信頼性を確保する際、実験結果などの実挙動との比較が不可欠である。一般に、実験における挙動計測は、主に局所的なデータを計測することが多い。数値計算結果との比較を行うためには、局所的なデータ同士を比較することになるが、その場合、全体的な挙動を把握するためには数多くのデータ計測が必要となる。こうした背景から、全体挙動を把握するために、光弾性実験<sup>1)</sup>やデジタル相関法<sup>2)</sup>など、画像を用いた計測技術が利用されつつある。

画像処理技術に基づく計測ツールは、既に多くの技術が提案され実用化されている。それらは高度な性能を有する一方で高価なことも多い。

そこで、OpenCV を用いて実験試験片の変形計測支援ツールの作成を試みた。OpenCV はオープンソースの画像処理用ライブラリである<sup>3)</sup>。本稿では、実際に作成した計測支援ツールの概容とその適用結果を報告する。

### 2. OpenCV について

OpenCV とは、Intel 社が開発・公開したオープンソースのコンピュータビジョン向けライブラリである。BSD ライセンスの下、無料で利用できる。ライブラリは主に C 言語で書かれており、各種 OS 上で使用可能である。

OpenCV のライブラリには、線形代数や統計処理、コンピュータビジョンに必要な諸関数が数多く実装されている。OpenCV に実装されている諸関数を利用することで、画像処理の専門知識に乏しい利用者でも画像処理を容易に行うことができ、開発効率の大幅な向上が期待できる。

### 3. 変形計測法の概略

実験時の変形挙動を把握するためには、変形前の画像と変形後の画像を比較して対応点を走査する（マッチング）こととなる。一般的な画像処理において、最

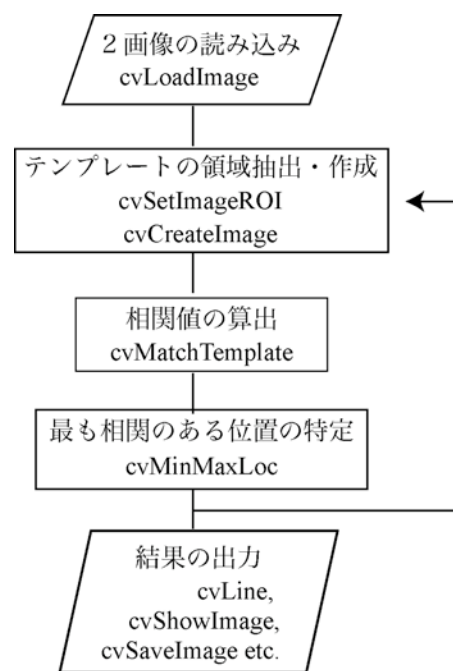


図-1 テンプレートマッチングによる変形計測

も代表的なマッチング法はテンプレートマッチングである。OpenCV には、テンプレートマッチングの関数 "cvMatchTemplate" が実装されており、その引数によって、マッチングに用いる評価式を選択することが可能である。本稿では、正規化相互相関によるテンプレートマッチングを用いることとした。

図-1 に、テンプレートマッチングによる変形計測の流れを示す。OpenCV に実装されているテンプレートマッチングでは、1つのテンプレートについての対応点を走査する関数である。したがって、次のような手順で変形計測を行う。①対象とする2枚の画像を読み込み、基準の画像からテンプレートの領域を抽出し、テンプレートを作成する。OpenCV では、"cvSetImageROI" により領域を抽出して、"cvCreateImage" でテンプレートを作成できる。②もう一方の画像に対して、テンプレートとの相関値を "cvMatchTemplate" で算出する。③そ

キーワード OpenCV 画像処理 変形計測

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0438-30-4156

れら相関値から, "cvMinMaxLoc"により最も相関のある箇所を特定する. 以上の作業を繰り返すことで, 速度ベクトルの集合を算出する.

#### 4. 引張試験への適用

テンプレートマッチングによる変形計測を引張試験に適用する. 試験片には JIS 5 号に準拠した高強度鋼板を使用する. 図-2 に示すように,  $2 \times 2\text{mm}$  の格子状に補助線を描いた試験片と何も描かない試験片の2種類を準備した. 撮影には, デジタル一眼レフカメラ(Canon EOS5D)を用い, RAW 形式で保存した. カメラを三脚に固定し, リモートスイッチで撮影する. 照明には, ハロゲンランプをカメラの右後方に設置した.

図-3 に, 計測結果を示す. 用いた画像は, 载荷前を基準として, 载荷変位が  $4.5\text{mm}$  程度に達した時の画像を解析した. ブロックマッチングにおけるブロックサイズは 50 ピクセル四方として, 走査領域は 200 ピクセルである. 図中の点は, 探索対象領域の基準点を示しており, その点から伸びる線が速度ベクトルを表している. 補助線間隔から推定すると, 1 ピクセル当たり  $0.06\text{mm}$  程度の計測精度が想定される.

図では, 試験片の上半分で大きな変位が計測され, 定性的な全体挙動は得られている. 特に補助線を描かなくても, 表面の微細な模様から変位を求められることが見て取れる. 試験片の中央部ではマッチする点が得られていないが, これは中央部に大きな変形が集中することを示唆している. 今後は, 撮影時の人為的誤差を軽減するために, アフィン変換などを用いて補正する必要がある.

#### 5. おわりに

本稿では, コンピュータビジョン向けに開発されたオープンソースライブラリである OpenCV を用いて, 実験時挙動の簡便な計測支援ツールを作成した. OpenCV の利用により, 極めて容易に画像処理技術を用いた変形計測ツールを開発でき, 開発した計測ツールによって, 実験時の変形挙動を観察できることを確認した. 今後は, デジタル相関法などを取り入れ, より定量的な計測が可能なツールへと改良していく.

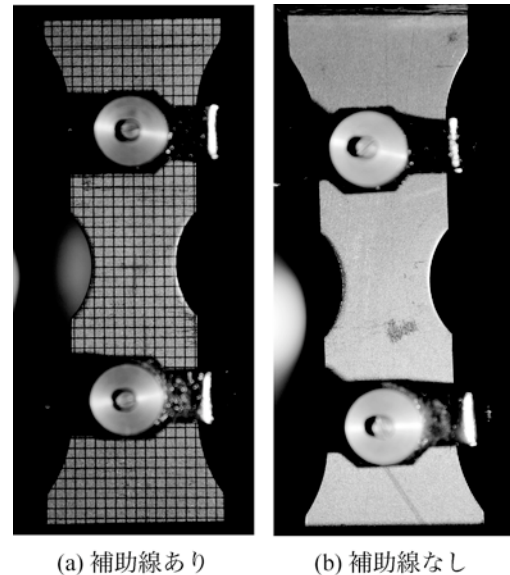


図-2 試験片

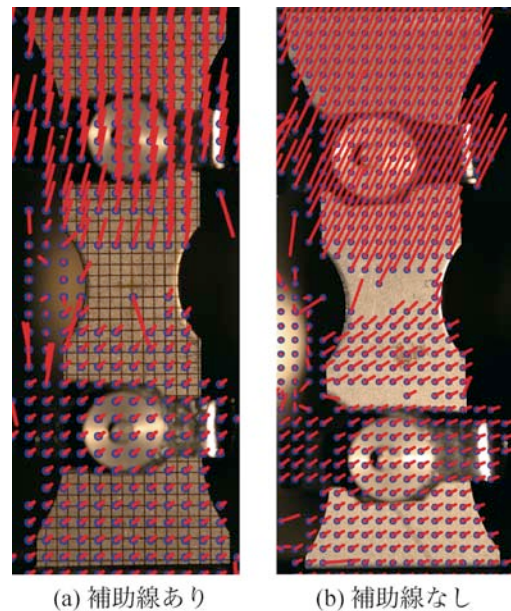


図-3 変形計測結果

#### 参考文献

- 1) 沖中知雄, 堀宗朗, 小国健二: 超高速ビデオカメラと X-FEM を用いた平行亀裂の進展経路に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A, 65, 2, 321-334, (2009)
- 2) 柴原正和, 山口晃司, 正岡孝治, 坪郷尚: 画像処理による非接触変形・応力計測法の開発, 溶接構造シンポジウム講演論文集, (2006)
- 3) Bradski, G., Kaehler, A. 著, 松田 晃一 訳: 詳解 OpenCV, オライリージャパン (2009)