

引張試験における画像処理を用いたひずみ測定手法の開発

新井宏章・荻野直彦*・岩沢知幸*・鍋木哲志**

Development of Strain Measurement Method using Image Processing in a Tensile Test

Hiroaki ARAI, Naohiko OGINO, Tomoyuki IWASAWA and Tetsushi KABURAGI

本研究では、引張試験における伸びを測定する手法として、安価な高速度カメラと汎用的な画像処理を用いて低価格帯のビデオ伸び計を提案する。PLC（プログラマブルロジックコントローラ）を用いて記録計と高速度カメラに同期信号を出力し、記録計は万能試験機の荷重を記録し、高速度カメラは画像を記録する。画像処理プログラムを用いて、記録した画像から伸びを測定する知見を得た。

キーワード：引張試験、ビデオ伸び計、高速度カメラ、画像処理

In this research, we propose low cost price video extensometer using inexpensive high-speed camera and general purpose image processing as a method of measuring elongation in tensile test. A synchronous signal is output to the recorder and the high-speed camera using a PLC (Programmable Logic Controller), the recorder records the load of the tension testing machines, and the high-speed camera records the image. We obtained findings to measure the elongation from the images recorded using image processing program.

Keywords : Tensile Test, Video Strain, High-Speed Camera, Image Processing

1 まえがき

万能試験機は引張試験や圧縮試験などを行うことができ、試験機が負荷した力と加えられた力による試験体の変形量の関係により、変形のしにくさや壊れにくさの指標になる弾性係数や強さなどの物性値を算出する際に用いられる。試験を行う際には、試験体を試験機で固定する必要があり、試験体の変形量を試験機の変位量とみなして、変形量の測定を省略するときがある。しかし、固定する力が弱い場合、試験体と固定した面がすべることで、試験機の変位量を用いて物性値を算出すると物性値は真の値と大きく異なってしまふ。従って、より正確な物性値が求める為には、試験前にポンチやけがき線などのマーキングした 2 点間の距離（標点間距離）を計測することが必要不可欠である。実際に、センターを利用する企業から、伸びを計測する装置を用いて試験を行いたいという要望がある。

伸びを計測する方法の一つにビデオ伸び計を用いた手法がある。ビデオ伸び計とは、ビデオカメラを用いて試験片を撮影し、映像から標点を検出することで標点間の伸びを測定する手法である。この測定手法の長所は設置が容易であること、非接触であるため試験片に影響を与えないこと及び機構が単純であることが挙げられる。

本研究では、安価な高速度カメラと画像処理技術を用いて、センターが所有している従来のビデオ伸び計と同水準以上のビデオ伸び計のシステムが開発できる可能性を検討することを目的とする。

2 実験方法

2.1 万能試験機

引張試験で使用する機器は当センターが保有する図 1 に示すインストロン社製、万能試験機「材料試験システム」である。荷重容量は 100kN である。



図 1 材料試験システムの外観

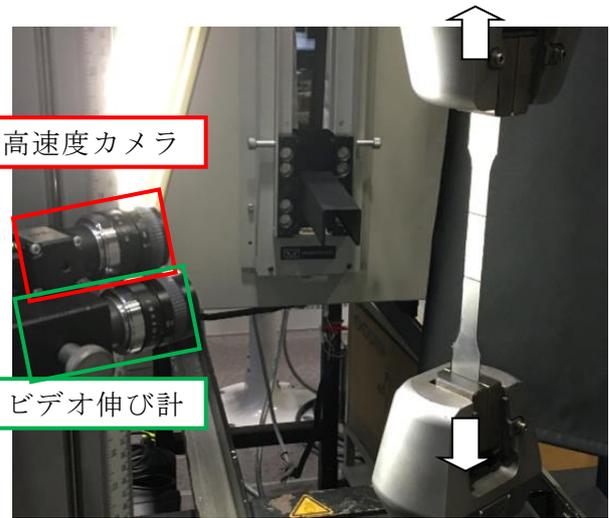


図 2 静的な伸びの測定

2. 2 試験片

本研究では JIS Z2241 に規定される 13A 号を使用した。

2. 3 試験方法

2. 3. 1 静的な伸びの測定

試験機(クロスヘッド)の変位が 1mm になるまで、0.1mm ずつ負荷した後、万能試験機を停止し、静的な伸びを測定した。

伸びの測定には、開発した高速度カメラを用いたビデオ伸び計とインストロン社製ビデオ伸び計を用いる。ビデオ伸び計を用いた測定と同時に、高速度カメラ (UI-3180CP-C-HQ Rev.2、IDS 社製) で画像を取得し、その画像から標点間距離の測定を行った。試験を行っているときの様子を図 2 に示す。ビデオ伸び計の横にカメラを設置した。

画像処理ソフトウェア (Future Processing 社製 Adaptive Vision Studio) により作成したプログラムを用いて、取得した画像から標点間距離の測定を行う。標点間距離を測定するために作成したフローチャートを図 3 に示す。

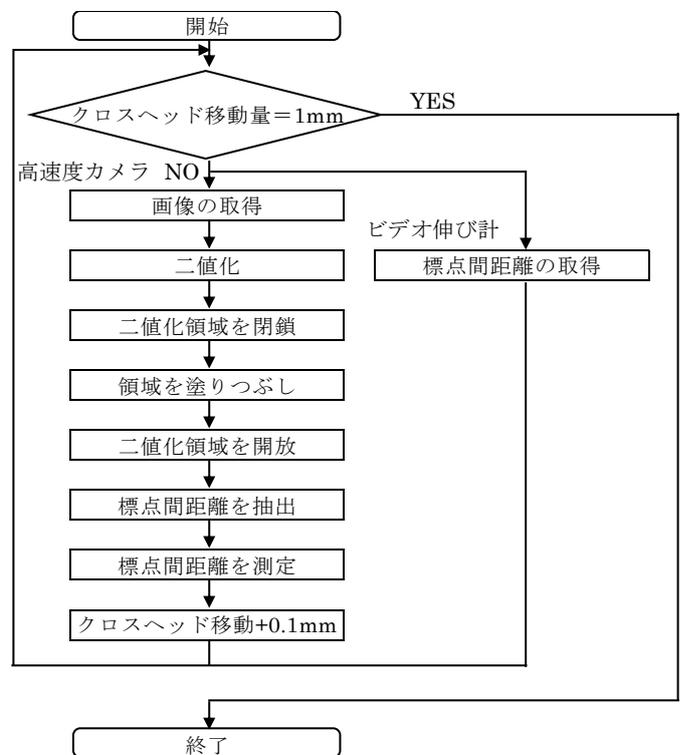


図 3 静的な伸び測定フローチャート

2. 3. 2 動的なひずみの測定

2.3.1 で使用した装置を用いて連続的に画像を取得し、ひずみを測定した。

取得したひずみを比較するために、ひずみゲージ (FLA-3-11、記録計にキーエンス社製 NR600、NR-ST04 を使用) 及びビデオ伸び計 (インストロン社製) を用いてひずみを測定する。

ひずみ測定フローチャートを図 4 に示す。試験開始とともに、プログラマブルコントローラ (FX5UC-32MT/D、株三菱電機製) から記録計とカメラに同期信号を出力する。同期信号が入力

された記録計は万能試験機からアナログ電圧として出力されている荷重及びひずみゲージからひずみを取得し、カメラは画像を取得する。画像処理により、取得した画像から標点間距離を測定する。

ビデオ伸び計は 1 秒ごとに独立で、ひずみを測定する。

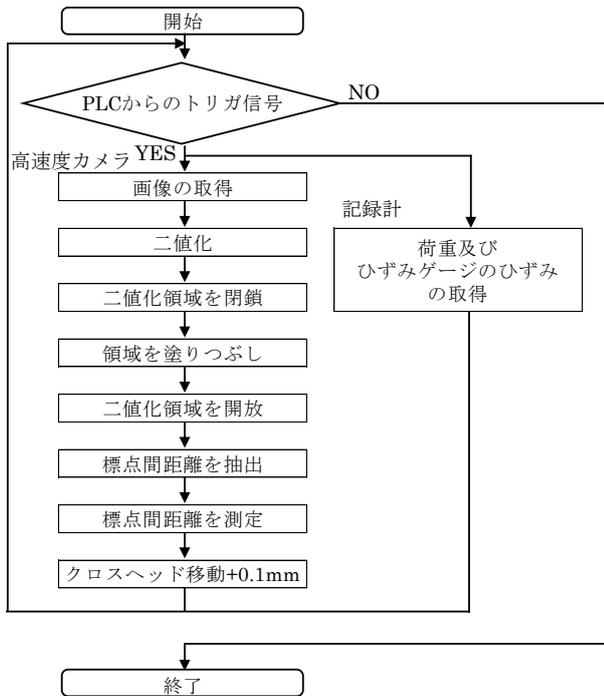


図 4 動的なひずみ測定フローチャート

3 実験結果

3.1 静的な伸びの測定結果

ビデオ伸び計を用いて測定した伸びと高速度カメラを用いて測定した伸びを図 5 に示す。相関係数が 0.995 であることから、強い相関がある。

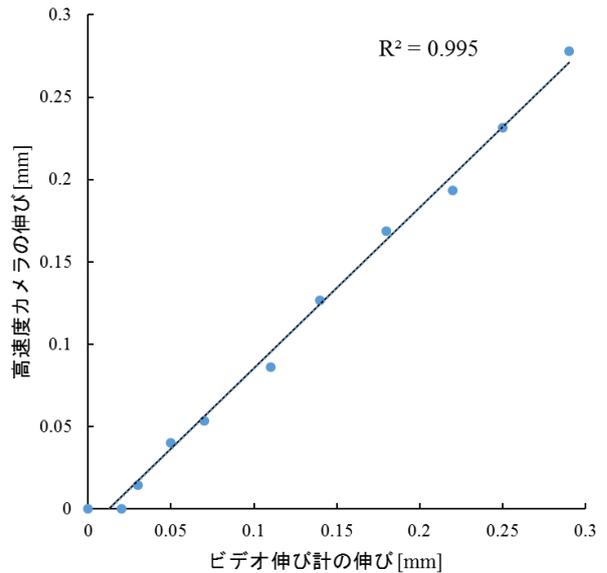


図 5 ビデオ伸び計及び高速度カメラによる伸びの測定

3.2 動的な伸びの測定結果

ビデオ伸び計、高速度カメラ及びひずみゲージを用いて測定したひずみの時間変化を図 6 に示す。ひずみゲージの測定結果は、測定範囲が小さいため、波形が途切れている。

応力-ひずみ曲線を図 7 に示す。ひずみが大きくなると、ひずみゲージとビデオ伸び計による測定結果と高速度カメラによる測定結果の値が異なった。

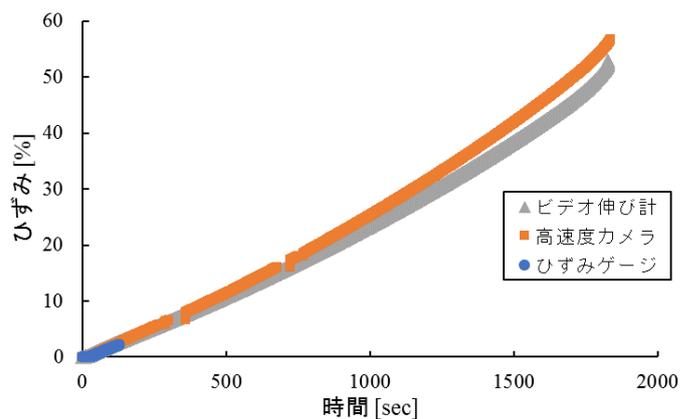
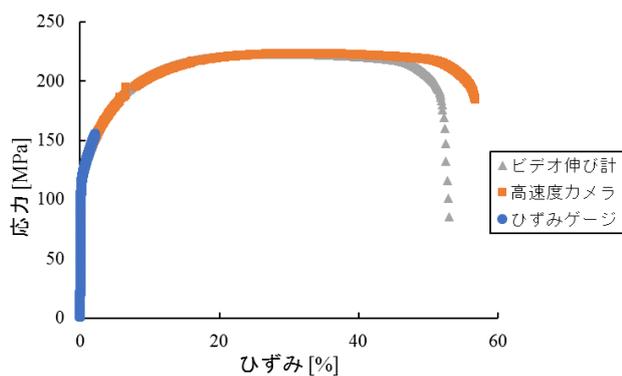
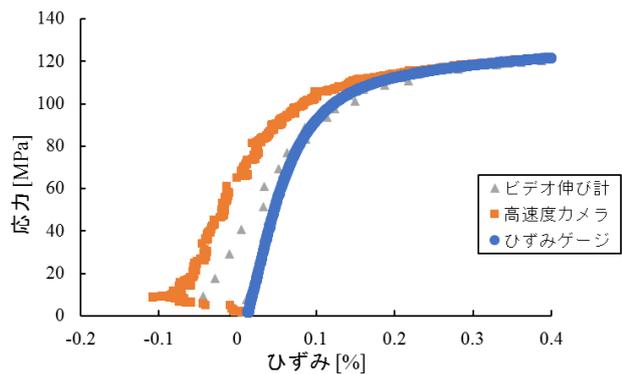


図 6 ひずみの時間変化



(a)応力—ひずみ曲線



(b)弾性域

図 7 応力—ひずみ曲線

4 まとめ

当センターにおいて、高速度カメラと画像処理技術を用いた伸び計の開発を行った結果、次の知見を得た。

- (1) 高速度カメラと画像処理技術を用いて標点間距離の測定ができることが分かった。
- (2) レンズの校正を行っていないため、測定精度に影響を与えたことが考えられる。

引き続き、レンズの校正などの調査を行い、測定精度向上、検証及びシステムの構築を行う。