

画像処理を用いたひずみ計測装置の構築

伊波 護

大分大学 工学部技術部

1. 概要

これまで塑性ひずみの計測には応用計測研究所の速度/変位計測装置 QuickVector 用いた計測装置を使用していたが、計測装置の老朽化に伴い、National Instruments 社（以下 NI 社）のハード・ソフトウェア群を用いてこれまでと同様に非接触、リアルタイムに塑性ひずみを計測できる計測装置を構築したのでそれについて報告する。

2. 理論

図 1 に示すような 4 角形を有限要素法の 4 角形要素と考えると、節点 1~4 の初期座標 $(x_1, y_1, \dots, x_4, y_4)$ 、およびそれぞれの節点変位 $(u_1, v_1, \dots, u_4, v_4)$ から重心 P のひずみ (ϵ_x, ϵ_y) は以下の式で表される。

$$\epsilon_x = \ln \left\{ 1 + \frac{(y_2 - y_4)u_1 + (y_3 - y_1)u_2 + (y_4 - y_2)u_3 + (y_1 - y_3)u_4}{(x_1 - x_3)(y_2 - y_4) - (y_2 - y_4)(y_1 - y_3)} \right\}$$

$$\epsilon_y = \ln \left\{ 1 + \frac{(x_4 - x_2)v_1 + (x_1 - x_3)v_2 + (x_2 - x_4)v_3 + (x_3 - x_1)v_4}{(x_1 - x_3)(y_2 - y_4) - (y_2 - y_4)(y_1 - y_3)} \right\}$$

本計測装置では試験片に 4 つの点をマーキングし、その 4 点を有限要素法の 4 角形要素とみなして画像処理によって得られる初期座標、節点変位からひずみを算出する。

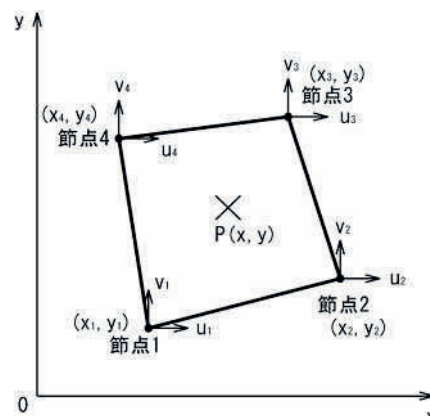


図 1 4 角形要素

3. 計測装置概要

計測装置は図 2、表 1 に示すように CCD カメラ、PXIe シャーシ、PC から構成されている。CCD カメラから得られる画像データは任意のタイミングで PC に転送され、画像処理によって得られた座標値をもとにひずみを算出している。試験片には工業用純アルミニウム A1100-H14 を焼鈍して用いた。試験片形状を図 3 に示す。実験前に試験片表面につや消しの白色塗料を塗布した後油性マーキングペンで図 4 に示すようなマーキングを施す。裏面には計測装置の妥当性を評価するために変位計およびひずみゲージ（軸方向、板幅方向）を取り付けてある。

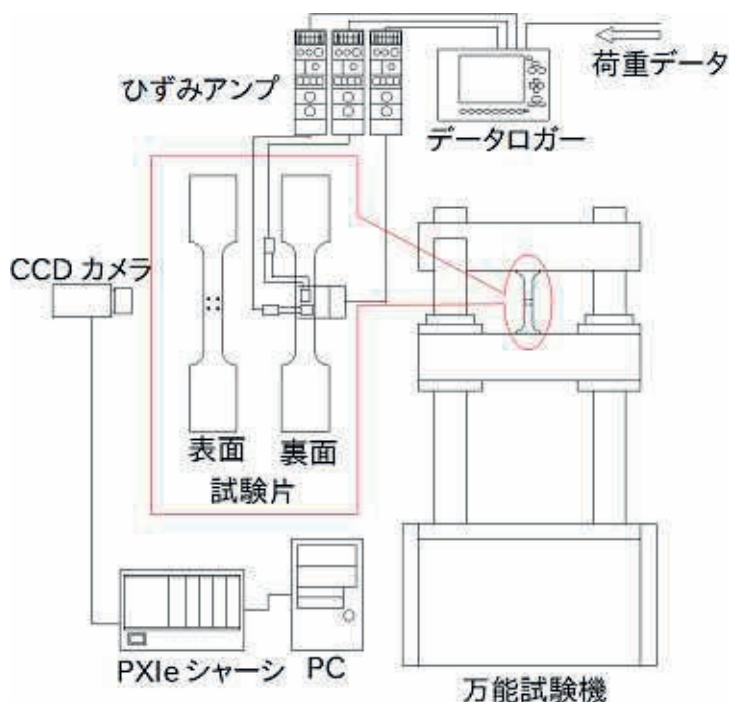


表 1 使用したハード・ソフトウェア群

計測制御ソフトウェア	LabVIEW
像処理ソフトウェア	Vision Assistant
計測シャーシ	PXIe-1062Q
画像集録ボード	PXIe-8234

図 2 計測装置概要

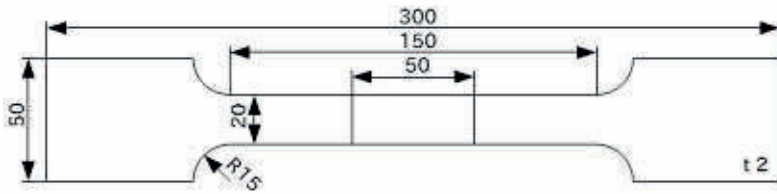


図3 試験片形状

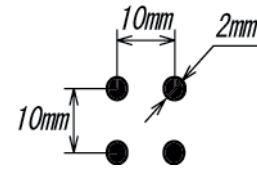


図4 マーキングパターン

4. プログラムの作成

これまで QuickVector を用いて各節点の変位増分を計測していたが、今回 NI 社の汎用計測制御ソフトウェア LabVIEW、画像処理ソフトウェア Vision Assistant を用いて図5に示すようなプロセスで各節点の座標値を求めひずみ算出するプログラムを作成した。

5. 計測装置の評価

求められたひずみが妥当であるかを評価するために引張試験を行った。その結果を図6~8に示す。図6の応力-ひずみ線図を見ると変位計による値と LabVIEW を用いたプログラムによって算出された値がほとんど重なっていることから作成したひずみ算出プログラムは妥当であると考えられる。しかし図7, 8をみると変形が弾性領域内ではばらつきが見られることから、材料が塑性領域まで変形する場合には有効だが、変形が弾性領域内の微小なひずみを評価するには適しないことが確認できた。

6. まとめ

NI 社のハード・ソフトウェア群を用いることで、QuickVector とは計測方法が異なるが今までとほぼ変わらない精度にて塑性ひずみを計測することができた。また実験装置、プログラムの拡張も容易になりさまざまな計測に適用できると考えられる。

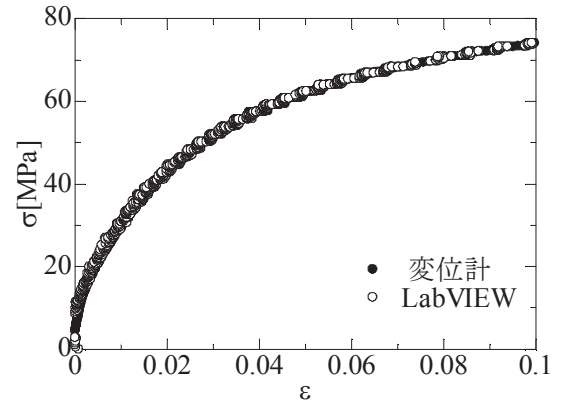


図6 応力-ひずみ線図

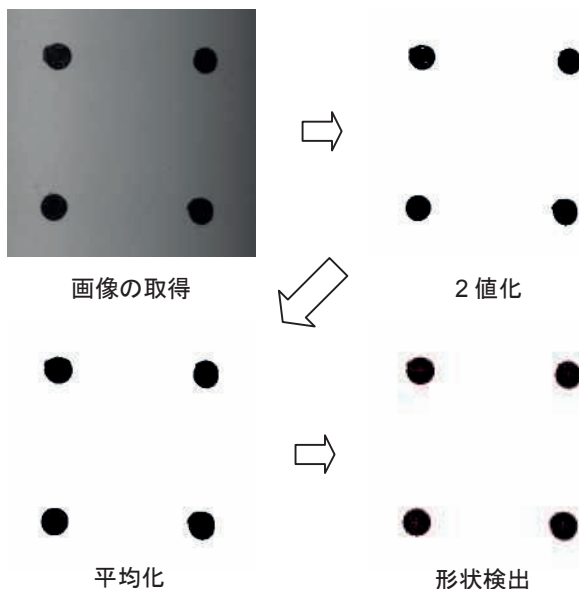
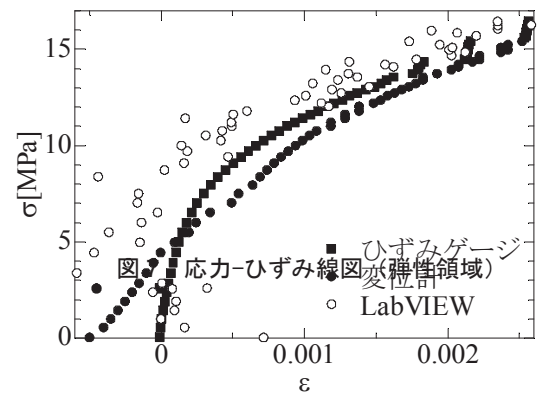


図5 画像処理のプロセス

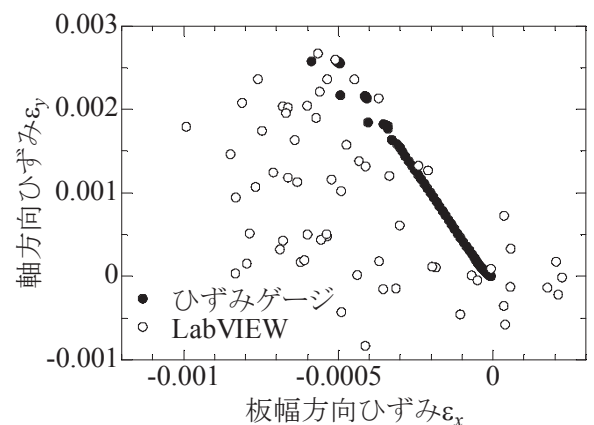


図8 ひずみ履歴線図(弾性領域)