

恒温槽内の非接触三次元形状及びひずみ測定

機械電子科 長津義之 岩澤 秀 針幸達也 渥美博安

3D scanning and strain distribution measurement of objects in a thermostatic chamber through a glass window

NAGATSU Yoshiyuki, IWASAWA Shigeru, HARIKO Tatsuya and ATSUMI Hiroyasu

Keywords : 3D scanner, DIC, thermostatic chamber, thermal displacement

キーワード：非接触三次元測定、デジタル画像関連法、恒温槽、熱変形

1 はじめに

自動車や家電等の部品の使用環境及びその製造工程における熱影響の調査では、恒温槽や加熱炉が多く用いられる。短時間で広範囲の形状やひずみ測定が可能なカメラ等による非接触光学式測定は、測定対象物が槽内にある場合、ガラス窓越しの測定となることが多く、測定精度低下が問題となる。そこで、非接触三次元形状測定装置（3D スキャナ）を用いて、ガラス窓越し測定の影響及びその校正法の検証を行った。

2 方法

3D スキャナは ATOS Core185 (GOM 社製) を用いた。カメラを恒温槽 FL431N (-40 ~ 120°C、エタックエンジニアリング(株)製) の大型窓付き扉にパイプフレームで固定し、一回の校正の後には、扉の開閉毎の校正を不要とした (図1)。窓越し校正には、カメラ付属の校正プレートを用いた。

測定精度検証として、まず、室温で呼び寸法 100mm セラミックブロックゲージ (1級、(株)ミツヨ製) の寸法測定を行った。窓なし測定と、恒温槽窓と同じ構成の三枚板ガラス (厚さ 5mm ガラス間 6mm) 越し及び恒温槽窓越しの測定を行った。ゲージ長さは、一方の測定面に最小自乗平面を作成し、その対面上の 5 点とのそれぞれの距離の平均値とした (図2 (a))。

次に、一辺 100mm の正形状、厚さ 2mm のアルミニウム (AL) 板の、槽内温度 -30 ~ 120°C における面内熱ひずみを、同じ 3D スキャナと DIC (Digital Image Correlation、デジタル画像関連法) を用いて測定した。AL 板測定面に、DIC のため、つや消し白のラッカースプレーの下地に黒色のスプレーでランダムドット

を作成した。そこに、6 個の距離ゲージを構築し、その長さ変化で熱ひずみを算定した (図2 (b))。形状測定、DIC によるひずみ算定及び寸法算定のソフトウェアは、それぞれ GOM Scan、ARMAMIS Professional 及び GOM Inspect (すべて GOM 社製) を用いた。また、比較のため同じ AL 板をペルチェ素子温調システム UT70U120WM (-40 ~ 125°C、(株)アンペール製) により 1 面を加熱・冷却し、ガラス窓なしで同様に寸法及びひずみ計測を行った。

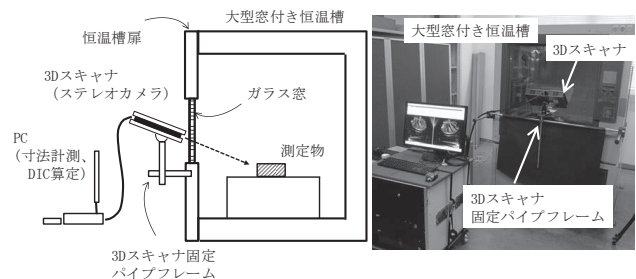


図1 恒温槽内対象の形状及びひずみ測定系

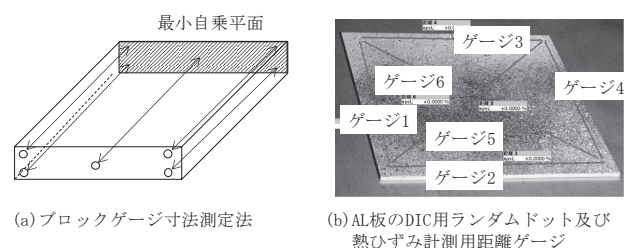


図2 寸法及び熱ひずみ測定法

ある点群における最小自乗平面とは、各点との距離の自乗和が最小となるように設定された平面である。

3 結果及び考察

図3に、室温におけるブロックゲージの寸法測定結果を示す。ガラス窓越しの校正により、ゲージ呼び寸法からの値の偏りが $30\mu\text{m}$ 以下に減少した。また、槽内のAL板のDICによる熱ひずみ測定結果は図4のとおり、線膨張係数からの推測値から $\pm 0.02\%$ 以下の差異となった。これらの差異は、ガラス越し校正の偏差及び着霜等が原因と推測される。

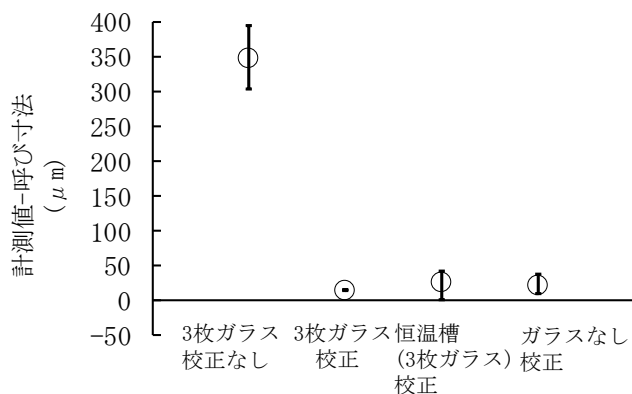


図3 恒温槽内のブロックゲージの寸法測定結果 (室温)

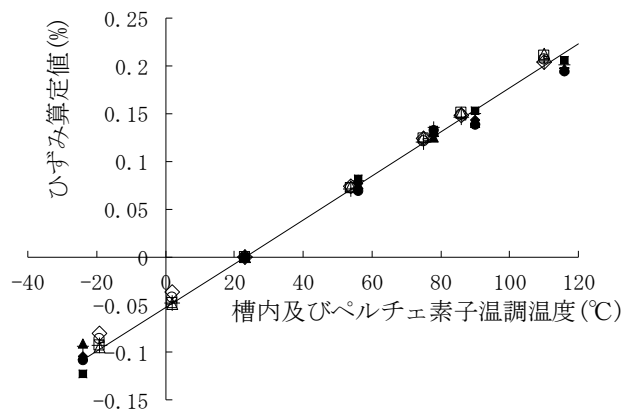


図4 AL板の熱ひずみ計測結果

●ゲージ1(槽内)、▲ゲージ2(槽内)、■ゲージ3(槽内)、
◆ゲージ4(槽内)、+ゲージ5(槽内)、-ゲージ6(槽内)、
○ゲージ1(ガラスなし)、△ゲージ2(ガラスなし)、
□ゲージ3(ガラスなし)、◇ゲージ4(ガラスなし)、
+ゲージ5(ガラスなし)、-ゲージ6(ガラスなし)、
実線はアルミの線膨張係数より推測した値、基準温度 23°C

4 まとめ

恒温槽内の対象物の形状及びひずみ測定系を構築し、測定精度の検証を行った。窓越し校正により、ガラス窓なしに近い寸法及びひずみ測定精度が得られた。今後、試作・製品試験やシミュレーション用の熱物性パラメータ取得等に応用していく。