

デジタル画像相関法によるアルミ試験片の動的変位計測に関する基礎的研究

長崎大学大学院 学生会員 ○ 板井 達志

長崎大学 正会員 出水 享

長崎大学大学院 学生会員 御舟 研二

長崎大学 生会員 松田 浩

1. はじめに

近年、既設構造物の維持管理に対する研究が注目され、構造物のモニタリング技術に関する研究が多々行われるようになった。その中で、非接触かつ全視野で計測が可能な光学的計測技術による変位計測やひずみ計測に関する研究が鋭意進められている。光学的計測法の一つデジタル画像相関法は、計測対象物の変形前後の画像を撮影・解析することで簡易に精度よく変位やひずみを算出できる手法である。最近では、高速度カメラを利用することで動的な変位やひずみの変化を捉えることも技術的に可能になってきた。

そこで本研究では、デジタル画像相関法(以下 DICM と呼ぶ)による動的変位計測を実施し、精度確認および振動数の算出を行った。

2. 試験概要

試験は 250mm×10mm×1mm のアルミ試験片を使用し、その試験片の下端 50mm を完全固定させて片持ち状態にして上端（自由端）を強制振動させた。振動パターンとしては、加振器により 20Hz（振幅約 0.6mm）で定常振動させるパターン 1 と、約 5.0mm の初期変位を与え、減衰振動させるパターン 2 とした。

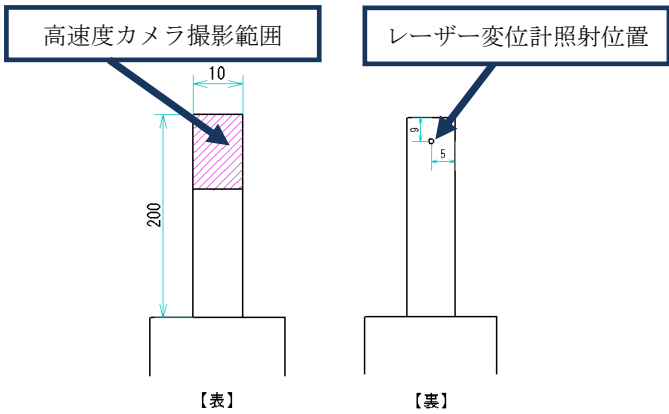
位置関係として、アルミ試験片と 2 つのカメラの中心点までの距離を 660mm、2 つのカメラ間距離を 165mm とした。この条件下では、撮影された画像は、約 0.173mm/pixel で構成される。

計測では自由端の表面を高速度カメラにより撮影し撮影した画像から DICM により変位を算出した。ここでは、DICM の精度検証のために試験片の裏面をレーザー変位計で計測を行った。

計測条件としては、高速度カメラのシャッタースピードを 1/1000 秒、サンプリング周波数を 500Hz とし 12 秒間で 6000 枚撮影した。レーザー変位計は、高速度カメラと同期させて、高速度カメラと同様にサンプリン

グ周波数 500Hz で計測を行った。高速度カメラ撮影時に白熱灯を使用した。試験体概要を図－1、アルミ試験片の物性値を表－1、計測風景を写真－1 に示す。

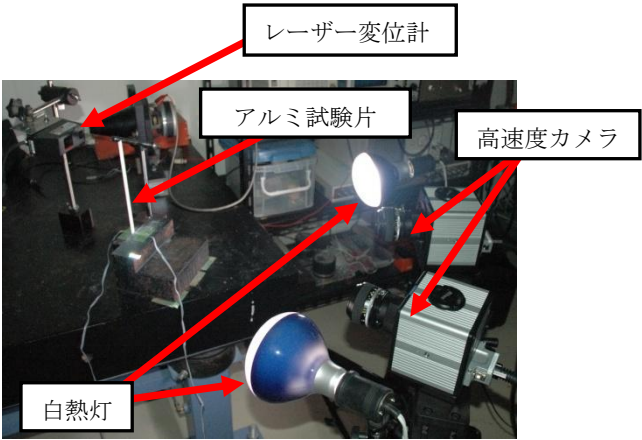
また、パターン 2 によって得られた変位－時間グラフをフーリエ変換することでアルミ試験片の固有振動数の特定を行った。構造力学公式集より式(1)、(2)を用いて固有振動数の理論値を導いた。計算結果より 1 次の固有振動数は 21.62Hz となった。



図－1 試験体概要

表－1 アルミ試験片物性値

規格	静弾性係数	引張強度	伸び
合金 5052	70 kN/mm ²	248 N/mm ²	6%



写真－1 計測風景

キーワード：デジタル画像相関法，高速度カメラ，動的変位計測

住所：長崎県長崎市文教町 1－14 長崎大学大学院生産科学研究科環境システム工学専攻

電話，FAX：095-819-2590

$$\omega_n = \left(\frac{\lambda_n}{L} \right)^2 \sqrt{\frac{EI}{A\gamma}} \quad (n=1,2,3,\dots) \quad (1)$$

$$f_n = \frac{\omega_n}{2\pi} \quad (2)$$

L : 梁の長さ(m) I : 断面 2 次モーメント(m^3)

A : 梁の断面積(m^2) γ : 密度(kg/m^3)

E : ヤング率(kN/m^2)

3. 試験結果

パターン 1 の計測開始から 0.1 秒間の変位計測結果を図-2 に、パターン 2 の計測開始からの 4 秒間の変位計測結果を図-3 に示す。また、DICM と変位計で計測した変位の相関関係(12 秒間)を図-4 に示す。パターン 1(定常振動状態)について、図-2 より DICM と変位計の波形は、ほぼ同じ挙動を表している。また、図-4 (a) より非常に相関性が高く相関係数 R は 0.9998 となり 1 に非常に近い値を示し、DICM は、非常に高い精度で変位が計測できていることが確認できた。パターン 2(減衰振動状態)について図-3 より、DICM と変位計の波形は減衰しながらほぼ同じ挙動を表している。図-4 (b) より非常に相関性が高く相関係数 R は 0.9990 とパターン 2 も 1 に非常に近い値を示した。

次にパターン 2 の 2.046 秒間の変位-時間グラフのフーリエ変換結果を図-5 に、図-5 より最も卓越した振動数とアルミ試験片の固有振動数の理論値の比較結果を表-2 に示す。20.01Hz 付近での卓越が確認でき、理論値の 21.62Hz に近い値を示し、誤差は約 7% となった。

4. まとめ

本試験より、定常振動状態及び減衰振動状態において DICM による動変位計測精度は非常に良く、有効性が確認できた。得られた変位応答をフーリエ変換することでアルミ試験片の固有振動数を特定することができた。

表-2 固有振動数の比較

	DICM	理論値
1次固有振動数(Hz)	20.01	21.62

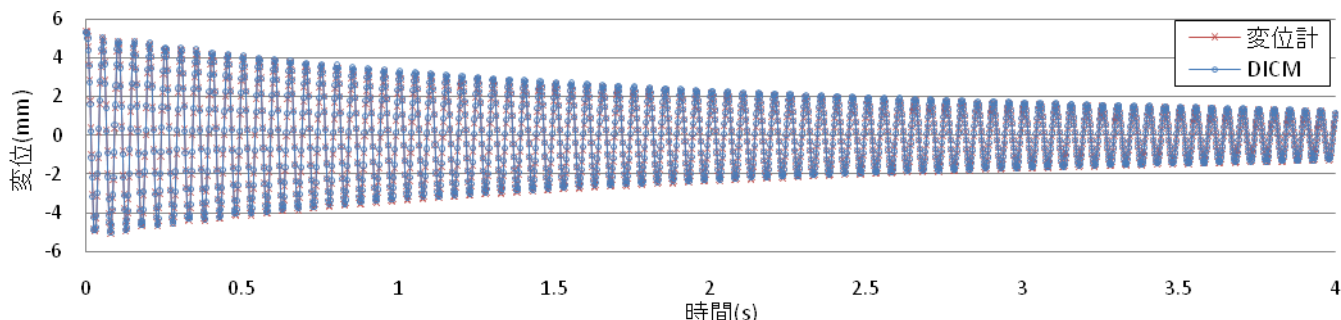


図-3 パターン 2 の変位計測結果(4 秒間)

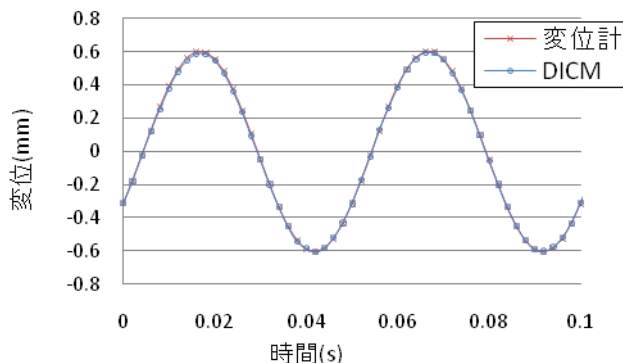
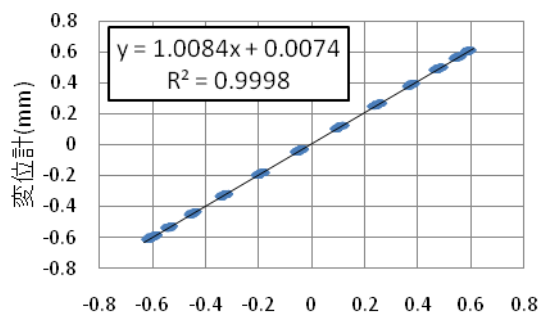
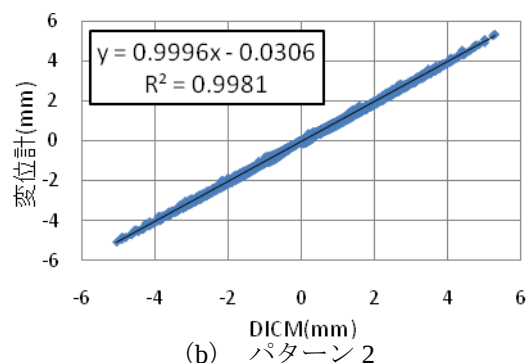


図-2 パターン 1 の変位計測結果(0.1 秒間)



(a) DICM(mm)
パターン 1



(b) DICM(mm)
パターン 2

図-4 変位の相関関係

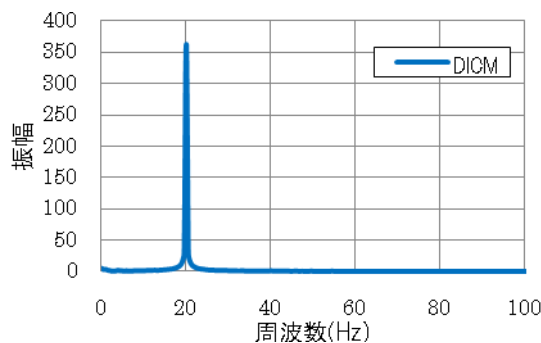


図-5 パターン 2 のフーリエ変換結果