第 I 部門

面内加振を受ける薄肉鋼板の画像によるひずみ計測に関する基礎研究

実験結果・考察

京都大学工学部	学生員	〇川口	祐-	一郎
京都大学大学院工学研究科	学生員		林	厳

1. はじめに

構造物の点検・検査手法の一つに,構造物に打撃 加振を与え,その応答挙動から構造物の異常を検知 する打撃加振による非破壊検査がある.また,荷重 や材料劣化を定量的に評価する上で,ひずみの計測 が有効であり,ひずみの計測にはひずみゲージが用 いられることが多い.しかし,この計測方法では,作 業面やコスト面等,適用できる環境条件が制限され るといった理由から,代替計測法として光学全視野 計測法によるひずみ計測の研究開発が行われている.

本研究では、光学全視野計測法の一つであるデジ タル画像相関法に着目し、高速度カメラを用いて面 内加振を受ける薄肉鋼板を撮影画像からひずみと変 位の算定し、画像解析による測定精度および計測条 件について検討する.用いた高速度カメラと動的画 像ソフトウェアは文献1)のとおりである.

2. 実験概要

本研究で用いた試験片の寸法とセンサ設置位置を 図-1 に示す.ひずみと変位は、ひずみゲージおよび クリップ式変位計を用いて計測する.また、画像解 析時に取得する任意長さのひずみ測定精度を検証す るため、異なるケージ長(図-1の右から順に3mm, 5mm, 10mm)のひずみゲージを用いた.

画像解析では,設置した4分円のマーカー中心点 を検出し,変形方向,変形量を算定する.この変形量 から図-2に示す記号を用いて,式(1)によりひずみを 算出する.

$$\varepsilon = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \tag{1}$$

実験にはサーボパルサ U20-40L (島津製作所)を 用いて,変位制御にて振幅が 0.1mm の条件で正弦加 振を行う.計測条件の検討のために,表-1 に示すよ うに異なる周波数で計 3 ケースの載荷実験を行う.

撮影条件は, 撮影速度は 2,000 fps (frame per second),

Yuichiro Kawaguchi, Sakhiah Abdul Kudus, Gen Hayashi, Masahide Matsumura, Kunitomo Sugiura kawaguchi.yuuichirou.88x@st.kyoto-u.ac.jp

京都大学大学院工学研究科	正会員	Sakhiah	Abdul	Kudus
京都大学大学院工学研究科	正会員		松村	政秀
京都大学大学院工学研究科	正会員		杉浦	邦征

解像度は 1024×768pixel, 撮影時間は 3 秒とし, 白黒 画像で撮影した. 撮影範囲は約 25.98×19.54mm であ り, 1 ピクセルあたり約 25.4μmの計測となる.

なお、データロガーの計測開始と高速度カメラの 撮影開始は同期させずに、載荷後に周期のひずみが 0µεを示す時刻を揃える後処理を行った.

実験結果および画像解析結果の一例として Casel

50 150 R15 60 24.5 13 Marker 150 Strain gage O : Displacement transducer 図-1 試験片寸法およびセンサ設置位置(mm) Υ Picture Picture ► X Х Before After

図-2 ひずみ算出の概念図

表-1 載荷条件

	Frequency(Hz)
CASE1	1
CASE2	5
CASE3	10

I – 42

のゲージ長 3mm におけるひずみと 4 分円マーカー 間のひずみを図-3, 試験片の右側に設置した変位計 の変位および 4 分円マーカー間の変位量を図-4 にそ れぞれ示す. 横軸は撮影・載荷時間, 縦軸はひずみお よび変位量を示す.

図-3 より、画像によるひずみ値は、ひずみゲージ 値と同様に周期的な応答を示しているが、ひずみゲ ージ値とは異なり画像計測による解像度の関係で、 約 250µεの幅で離散的に変動している.

図-4より変位についてもひずみと同様におよそ周期的に推移している.

以下では、画像値の精度を測るため、1 周期ごとの の最大振幅の平均値を求め、ひずみゲージ値と比較 している.ひずみゲージ値の最大振幅の平均値を A_1 、 画像値のそれを A_2 とする.ここで**表**-2 には 3 つの CASE、3 つの計測箇所(ゲージ長 3mm, 5mm, 10mm) の $A_1 \ge A_2$ をまとめている.画像値の精度を確認する 指標として式(2)を用いて偏差 σ を算出し、結果を表-3 にまとめている.

$$\sigma = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100 \tag{2}$$

偏差が最も小さかったのは CASE1 のゲージ長 10mm であった. これは、ゲージ長が長いことで画像 におけるピクセル数が多くなり、誤差が小さくなっ たためである.

4. まとめ

本研究では、画像解析を用いて、加振を受ける薄 肉鋼板のひずみ・変位計測精度について検討した.

その結果,およそ周期的な応答挙動は計測できた ものの,250µεほどの幅をもって推移を示した.計測 精度には,1ピクセル当たりの解像度による影響が無 視できず,精度向上には画像の計測範囲を狭めたり, 載荷の振幅を大きくする必要があると考える.この



図-4 変位の計測結果

表-3 ひずみの最大振幅の偏差

範囲	3mm	5mm	10mm
CASE1	210.74	177.24	20.68
CASE2	108.85	120.06	70.84
CASE3	130.07	46.63	61.78

考察を元に載荷条件や撮影条件のケース数を増やし, 動的応答下における計測精度について今後とも検討 していく必要がある.

参考文献

1) 株式会社 ナックイメージテクノロジー http://www.nacinc.jp

表-2 ひずみの最大振幅の平均値

範囲	10r	nm	5mm		3mm	
	A_1	A ₂	A_1	A ₂	A_1	A ₂
CASE1	318	384	328	911	330	1025
CASE2	315	538	324	716	326	681
CASE3	266	431	287	421	288	663