

ステレオ画像法による三次元形状・変形計測法の開発

大阪府立大学大学院 工学研究科 航空宇宙海洋系専攻 正岡研究室 M1 河村恵里 B4 大平紘敬

研究背景

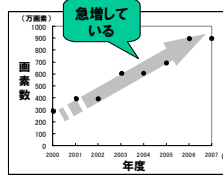
近年、構造物の強度・信頼性を評価するための非破壊検査にデジタルカメラを用いた画像解析の手法が用いられている。

村田 清田 デジタル画像法による木材のひずみ分布解析 可視化情報学会論文 Vol.25 No.9 (2006) pp57-63
白石 藤田 デジタル画像法による構造物の変形解析技術の開発 埼玉産業高度技術総合センター研究報告書 第4巻 (2006)

デジタルカメラを用いた画像解析の特徴

レーザー変位計等の光学的非接触の計測法に比べ

- ・安価 ・全視野計測が可能
- ・計測システムが簡易
- ・面内変形の計測が可能 (山口 勇司 変形計測と画像処理による非接触計測 (非接触計測の調査, 溶接シンポジウム(2005))
- ・大型構造物の変形計測が可能 (清水 素樹 大型構造物向け三次元形状計測技術とその評価, 溶接学会誌 (2003))



デジタルカメラの発売主要画素数

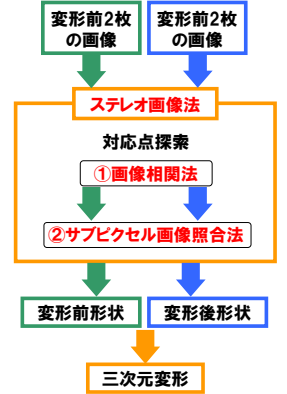
画像解析の利点や近年の画素数増加により今後期待される手法であるが、**三次元変形問題への適用事例は少ない。**

研究目的

デジタルカメラを用いたステレオ画像法による**三次元形状・変形測定システムを構築する。**

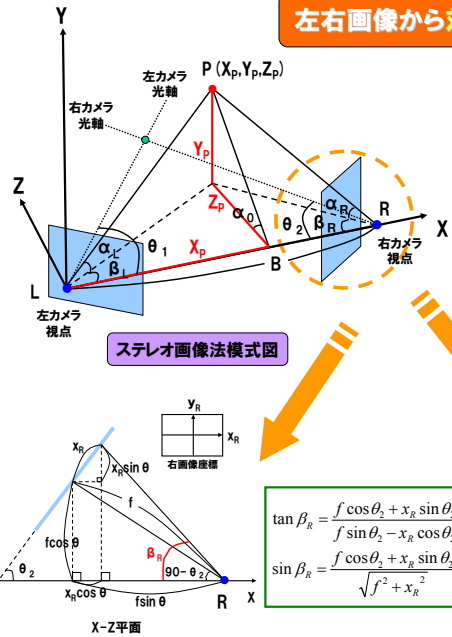
溶接変形の三次元計測に応用することにより、**本手法の妥当性・有用性**について検証する。

ステレオ画像法による三次元計測法



ステレオ画像法による三次元計測法

左右画像から**対応点**を求め、**三次元座標**を得る



$$X_p = B \tan \beta_R / (\tan \beta_L + \tan \beta_R)$$

$$Z_p = X_p \tan \beta_L$$

$$Y_p = Z_p \tan \alpha_0$$

ただし、カメラ間距離B, 焦点距離f, カメラと基準線の成す角 θ_1, θ_2 は既知

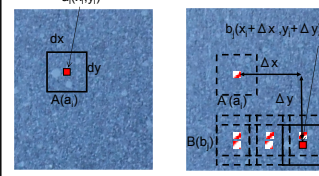
$$\tan \alpha_R = \frac{y_R}{\sqrt{f^2 + x_R^2}}$$

$$\tan \beta_R = \frac{f \cos \theta_2 + x_R \sin \theta_2}{f \sin \theta_2 - x_R \cos \theta_2}$$

$$\sin \beta_R = \frac{f \cos \theta_2 + x_R \sin \theta_2}{\sqrt{f^2 + x_R^2}}$$

対応点探索

①画像相関法



比較する画像領域 A (a_i), B (b_j) を同サイズ dx × dy で設定 (dx, dy は 10~100 程度)

比較画像の画像領域 B (b_j) をずらしながら順次設定

各々の領域の**輝度相関値** R_{ij} (a_i, b_j) を正規化相関により求める。

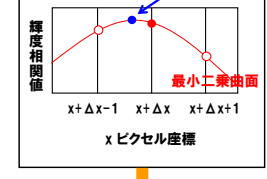
輝度相関値 R_{ij} が最大時における B (b_j) の中心位置 b_j (x₁ + Δx, y₁ + Δy) が**対応点 (サブピクセル単位)**となる。

全画素について繰り返し適用

②サブピクセル画像照合法

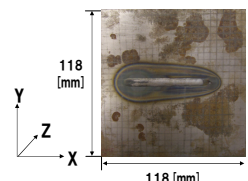
ピクセル単位での**対応点** b_j を基準にそれと隣接する点 (x 方向 3 × y 方向 3) の**輝度相関値** から**最小二乗曲面**を作成

最小二乗曲面が最大値の座標 (x, y)



対応点 (サブピクセル単位)

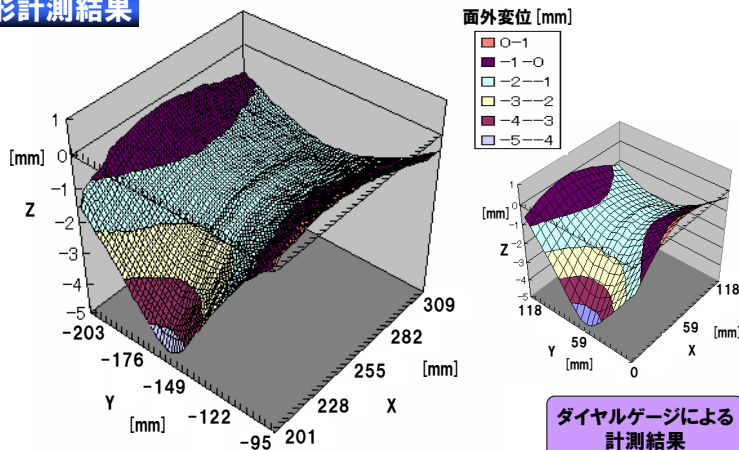
溶接試験片の面外変形計測結果



ビードオンプレート溶接を実施した鋼板

溶接条件

溶接長さ(mm)	70
溶接速度 (mm/s)	1.67
電流(A)	100
電圧(V)	約17



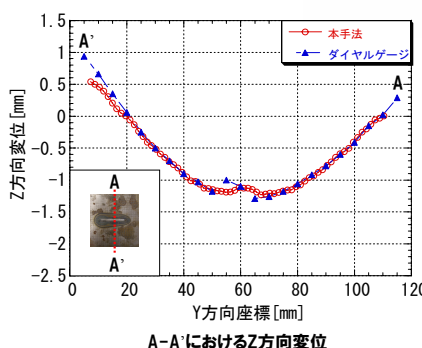
ダイヤルゲージによる計測結果

本手法による計測結果

両者の三次元形状はほぼ一致!

ダイヤルゲージと比較した**本手法の利点**

- ・撮影画像を元に計測するため**計測時間・手間**が大幅に短縮
- ・全視野計測が可能なので**計測点数**が多い
- ・**面内変形計測**が可能



結言

- ・デジタルカメラを用いたステレオ画像法による**計測システムを確立**した。
- ・本手法による三次元形状計測の精度はダイヤルゲージと同程度であり、**実用上十分な精度**であることを確認した。

今後の展望

- ・船体外板等の大型曲面構造の**三次元形状計測**への適用を試みる。
- ・簡易的に非常に多くの面内・面外変形データが得られるため、様々な溶接継手に関する変形データベースの構築を容易に行うことが可能である。