



デジタル画像相関法による非接触力学量評価法の開発

デジタル画像相関法とは

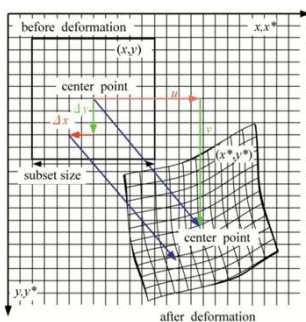
物体の表面画像に、ある大きさの観察領域を設定。それが物体の変形に伴い、どこへ移動したかを高精度に検出する画像処理手法 = 非接触・高精度変位計測手法

高精度化の原理

設定した観察領域（正方形）の探索時、観察領域の変形を考慮することと、変形後の画像の輝度分布を連続化（画素中央点の輝度値のみではなく、画素間の任意位置の輝度を定義）することにより実施 ⇒ 最高分解能：0.02画素を実現

き裂検出への応用

き裂があれば、き裂によって独特の応力集中箇所が生じる→これを検出し、き裂の検出のみならず種々の力学情報を得る



変形前観察領域の中心座標 (x, y) → 同一点探索 →変形後画像における座標 (x^*, y^*)

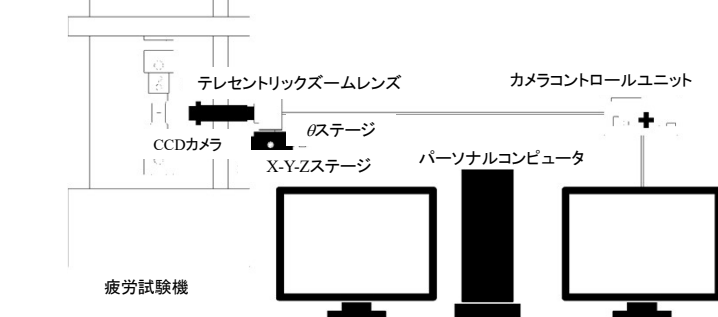
$$\begin{aligned} \text{定式化} \quad & \begin{cases} x^* = x + u - y_t R + (K_I u_I + K_{II} u_2) \times \cos \alpha - (K_I v_I + K_{II} v_2) \times \sin \alpha \\ y^* = y + v + x_t R + (K_I u_I + K_{II} u_2) \times \sin \alpha + (K_I v_I + K_{II} v_2) \times \cos \alpha \end{cases} \\ & u_I = \frac{1}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \left[\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \left\{ \kappa - 1 + 2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right\} \right] \quad u_2 = \frac{1}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \left[\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \left\{ \kappa + 1 + 2 \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right\} \right] \\ & v_I = \frac{1}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \left[\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \left\{ \kappa + 1 - 2 \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right\} \right] \quad v_2 = \frac{1}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \left[-\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \left\{ \kappa - 1 - 2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \right\} \right] \end{aligned}$$

u, v : 剛体移動、 R : 剛体回転、 $K_I u_I, K_{II} v_j$: き裂による変形成分、 α : き裂の傾き角度

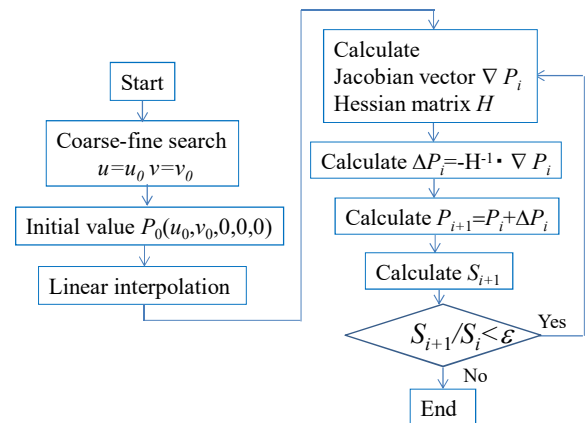
同一点探索の手法 ⇒ 変形前後画像間の相関係数 S が極小値をとる解 (u, v, R, K_I, K_{II}) を求める
相関係数 S の導関数 $=0$ の方程式の解を求める ⇒ Newton-Raphson法の利用

$$S = 1 - \frac{\Sigma \{f(x, y) \cdot g(x^*, y^*)\}}{\sqrt{\Sigma \{g^2(x, y)\} \cdot \Sigma \{g^2(x^*, y^*)\}}}$$

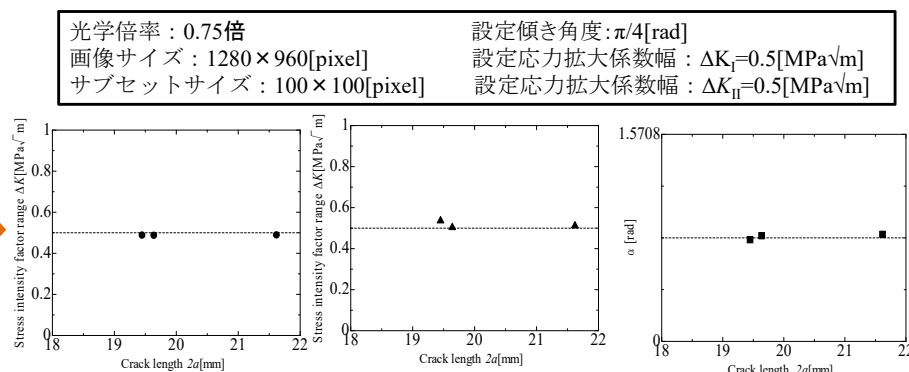
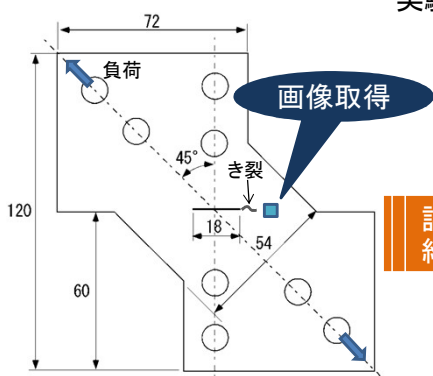
相関係数 S 、変形前画像の輝度関数 f 、変形後画像の輝度関数 g



実験装置



Flow chart



モード I 応力拡大係数 K_I 、モード II 応力拡大係数 K_{II} 、傾き角 α を正確に評価可能