

(658) 異種材料の界面接合部に生ずる残留応力について

九州工大

姫路工大

戸畑製作所

○ 寺崎 俊夫

瀬尾 健二

松尾 正伸

1. 緒言 本研究は異種材料を接合した界面に生ずる残留応力を整理するパラメータを弾性論に基づいて明らかにし、残留応力に材料定数が影響する定性的な傾向を検討したものである。

2. 残留応力の整理パラメータ Fig. 1

に示すように材料Aの半無限板と材料Bの半無限板をx軸で接合させた場合を考える。無限板の温度を零度とし、Fig. 1(a)に示す様に無限板中の領域 $x=-h \sim h$, $y=-l \sim l$ のみを温度 $T(^{\circ}\text{C})$ に上昇させる。このときに生ずる熱応力はFig. 1(b)に示すように温度上昇領域の変位を完全に拘束するのに必要な力 $P_x^A, P_y^A, P_x^B, P_y^B$ を求め、Fig. 1(c)に示すようにFig. 1(b)の

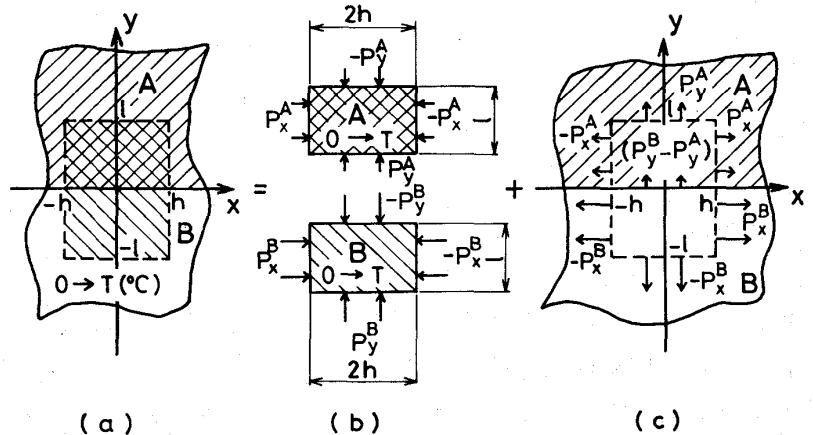


Fig. 1 Calculation method for residual stress

力と逆向きの力を無限板に作用させることにより生ずる応力とFig. 1(b)の応力を加算することにより求められる。Fig. 1(b)の完全拘束により生じる応力はA材では $\epsilon_x^A = 0, \epsilon_y^A = 0$ より、平面応力のときは $\sigma_x^A = \sigma_y^A = -E^A \alpha^A T / (1 - \nu^A) = -P^A$, 平面ひずみのときは $\sigma_x^A = \sigma_y^A = \sigma_z^A = -E^A \alpha^A T / (1 - 2\nu^A) = -P^A$, 同様に、B材では平面応力のときは

$$\sigma_x^B = \sigma_y^B = -E^B \alpha^B T / (1 - \nu^B) = -P^B, \text{ 平面ひずみのときは } \sigma_x^B = \sigma_y^B = -E^B \alpha^B T / (1 - 2\nu^B) = -P^B$$

ただし、 ν : ポアソン比 E : ヤング率 添え字 A, B は材料 A, B を意味する。Fig. 1(c)の応力は無限板中の任意点 (ξ, η) に作用している集中荷重 W_x, W_y による応力の解⁽⁵⁾⁻⁽⁸⁾を積分することにより求められる。Fig. 1(a)で生ずる領域A材の応力 σ_x は次式の関数形となる。

$$\sigma_x / P^A = G(\xi/h, \nu^A, \nu^B, E^B/E^A, x/h, y/h, \alpha^B/\alpha^A)$$

以上の方法を他の応力の計算にも適用すると結論として応力は上式の関数形で与えられることが証明できる。

3. 結論

(1) 残留応力 σ / P^A [P^A は平面応力では $E^A \alpha^A T / (1 - \nu^A)$, 平面ひずみでは $E^A \alpha^A T / (1 - 2\nu^A)$] は材料定数の影響をポアソン比 ν^A, ν^B , ヤング率の比 E^B/E^A , 線膨張係数の比 α^B/α^A の関数形で受ける。

(2) 残留応力は相似形では相似点で同じとなる。このため、相似形の界面接合継手の強度を考える場合は、強度が応力で決定される場合には寸法効果の影響を受けないこと、強度が応力拡大係数のような破壊力学のパラメータやエネルギー密度で決まる場合には寸法効果が表れることが予想される。

(3) Fig. 2に示すように線膨張係数の比、ヤング率の比は残留応力に大きな影響を与えるが、ポアソン比はあまり影響を与えないようである。

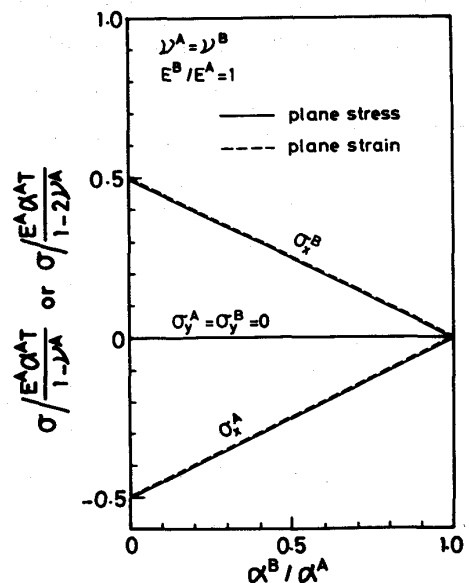


Fig. 2 Effect of linear expansion coefficient on residual stress