

溶接力学第2回課題

地球総合工学科 B3 08C23031 古賀 光一朗

2025年11月6日

1 残留応力分布の正誤と理由

残留応力は、外力が作用していない部材内部で自己平衡している応力である。したがって、任意の仮想断面において、断面に作用する垂直応力の合力 F とモーメント M は、ともにゼロでなければならない。

$$F = \int_A \sigma dA = 0$$

$$M = \int_A y\sigma dA = 0 \quad (\text{または} \int_A z\sigma dA = 0)$$

この2つの釣り合い条件に基づき、各分布の妥当性を評価する。

1.1 幅方向 y に分布する残留応力 σ_x (a), (b)

この場合、板厚を t とすると、釣り合い条件は以下のようになる。

$$F_x = t \int \sigma_x(y) dy = 0$$

$$M_z = t \int y\sigma_x(y) dy = 0$$

• 形状 (a): 正しい

理由: この分布は $y = 0$ (溶接部中心) に対して対称（偶関数）である。

– **合力の釣り合い:** 溶接部の引張応力 (+領域) と母材部の圧縮応力 (-領域) の面積の総和がゼロになるようバランスさせることができる。

– **モーメントの釣り合い:** 被積分関数 $y\sigma_x(y)$ は、奇関数 y と偶関数 $\sigma_x(y)$ の積であるため、奇関数となる。奇関数を y の対称区間（例: $-W/2$ から $W/2$ ）で積分すると必ずゼロになるため、 $M_z = 0$ が自動的に満たされる。

• 形状 (b): 誤り

理由: 応力 σ_x が全域で引張 (+) またはゼロである。

– **合力の釣り合い:** 積分値 $F_x = t \int \sigma_x(y) dy$ は必ず正の値となり、ゼロにならない。これは合力の釣り合い条件に違反する。

1.2 板厚方向 z に分布する残留応力 σ_y (c), (d)

この場合、板幅を W とすると、釣り合い条件は以下のようになる。

$$F_y = W \int \sigma_y(z) dz = 0$$

$$M_y = W \int z \sigma_y(z) dz = 0$$

- **形状 (c): 誤り**

理由: この分布は $z = 0$ (板厚中心) に対して**非対称 (奇関数)** である。

- **合力の釣り合い:** $\sigma_y(z)$ は奇関数であるため、対称区間 ($-t/2$ から $t/2$) で積分すると $F_y = 0$ となり、合力の釣り合いは満たす。
- **モーメントの釣り合い:** 被積分関数 $z\sigma_y(z)$ は、奇関数 z と奇関数 $\sigma_y(z)$ の積であるため、**偶関数** となる。偶関数 (この場合、常に正または常に負) を対称区間で積分すると、積分値 M_y はゼロにならない。これはモーメントの釣り合い条件に違反する。

- **形状 (d): 正しい**

理由: この分布は $z = 0$ (板厚中心) に対して**対称 (偶関数)** である。

- **合力の釣り合い:** 板厚中央部の圧縮応力 (- 領域) と、両表面近傍の引張応力 (+ 領域) の面積の総和がゼロになるようバランスさせることが可能である。
- **モーメントの釣り合い:** 被積分関数 $z\sigma_y(z)$ は、奇関数 z と偶関数 $\sigma_y(z)$ の積であるため、**奇関数** となる。奇関数を z の対称区間 ($-t/2$ から $t/2$) で積分すると必ずゼロになるため、 $M_y = 0$ が自動的に満たされる。