

# 溶接力学第2回課題

地球総合工学科 B3 08C23031 古賀 光一郎

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 $\sigma_x$ (a), (b)

この場合、板厚を  $t$  とすると、釣り合い条件は以下ようになる。

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

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

- 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可能である。
- 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  $\sigma_x$  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 $\sigma_y$ (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。