

溶接力学第3回課題

地球総合工学科 B3 08C23031 古賀 光一朗

2025 年 11 月 14 日

1 A1 温度と A3 温度

鋼材の A_1 温度と A_3 温度で、何が起こっていますか？

鋼材の加熱・冷却時に組織が変化する変態点である。

- **A1 温度（共析変態点）**
 - 鋼が加熱される際、パーライト組織（フェライト＋セメンタイト）がオーステナイトに変態（共析変態）を開始する温度である。
- **A3 温度（変態点）：炭素量に依存**
 - 亜共析鋼において、加熱時にフェライトからオーステナイトへの変態が完了する温度である。 A_1 ～ A_3 温度間は、フェライトとオーステナイトの共存領域となる。

2 アーク溶接とレーザー溶接の熱効率

アーク溶接とレーザー溶接の熱効率 η は大体どのぐらいですか？

- アーク溶接: $\eta \approx 60 \% \text{ to } 90 \%$
- レーザー溶接: $\eta \approx 20 \% \text{ to } 40 \%$

3 溶接熱源モデル

熱伝導の数値解析に用いる溶接熱源モデルを三つほど回答してね

1. Goldak モデル

$$\bullet q_v = \frac{6\sqrt{3}FQ}{\pi\sqrt{\pi abc}} \exp\left(-\left(\frac{3x^2}{a^2} + \frac{3y^2}{b^2} + \frac{3z^2}{c^2}\right)\right)$$

2. ガウス熱源モデル

$$\bullet q_v = \frac{3Q}{2\pi R^3} \exp\left[-\frac{3(x^2+y^2+z^2)}{R^2}\right]$$

3. ガウス分布熱源モデル

$$\bullet q_s(x, y) = f_s \frac{3Q}{\pi R^2} \exp\left[-\frac{3(x^2+y^2)}{R^2}\right]$$

4 溶接温度場の最高到達温度

溶接温度場の最高到達温度 T_{max} は、なんですか？

溶接部の最高到達温度 (T_{max}) は、材料の沸点 (Boiling Point) である。

- アークやレーザービームが照射される中心部では、金属が溶融する融点 (Melting Point) をはるかに超え、沸点に達して気化（蒸発）する。

5 数値解析結果のチェック項目

数値解析で溶接温度場が得られた場合、何をチェックすべきでしょうか？

1. 実験結果との比較（妥当性検証）

- **熱履歴:** 熱電対などで実測した特定の点の温度履歴（サーマルサイクル）と、解析結果が一致するか。
- **溶融部・ビード形状:** 実際の溶接断面（マクロ組織）と、解析における溶融池の幅や深さ、ビード形状が一致するか。
- **熱影響部（HAZ）の範囲:** 実際の熱影響部 (Heat Affected Zone, HAZ) の大きさと、解析で A_1 変態点以上に達した領域が一致するか。

2. メッシュ依存性の確認

- 解析モデルのメッシュ（計算格子）の粗さを変更（細分化）しても、計算結果（温度や HAZ 範囲など）が大きく変わらないか（収束しているか）を確認する。

3. 物理的な妥当性

- 最高温度が沸点近傍に収まるなど、物理的に妥当な結果が得られているかを確認する。