

溶接力学第3回課題

地球総合工学科 B3 08C23031 古賀 光一郎

2025 年 11 月 7 日

1 A1 温度と A3 温度

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）**：約 727℃
 - 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（純鉄で 912℃）
 - 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。A₁～A₃ 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: $\eta \approx 60\% \text{ to } 90\%$
- レーザー溶接: $\eta \approx 20\% \text{ to } 40\%$

3 溶接熱源モデル

1. 点熱源モデル (Point Heat Source)

- 熱源を一点に集中させる。厚板の解析や熱源から遠い領域の計算に適した、最も単純なモデルである。

2. 表面熱源モデル (Surface Heat Source)

- 熱が母材の表面から入熱されると仮定する。ガウス分布（正規分布）に従う熱流束を与えるモデルが代表的である。

3. 体積熱源モデル (Volumetric Heat Source)

- 熱が母材の内部（体積）で発生すると仮定する。レーザー溶接のキーホール効果や、移動する溶融池の形状を模擬するのに適している。（例: Goldak の二重楕円体熱源モデル）

4 溶接温度場の最高到達温度

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

溶接温度場の解析結果の妥当性を評価するために、主に以下の項目をチェックする。

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。