

FCB片面自動溶接時における凝固割れに関する力学的検討

大阪府立大学 工学部 海洋システム工学科 柴原研究室 今 智史

背景と目的

FCB(フラックス銅バックング)片面自動溶接

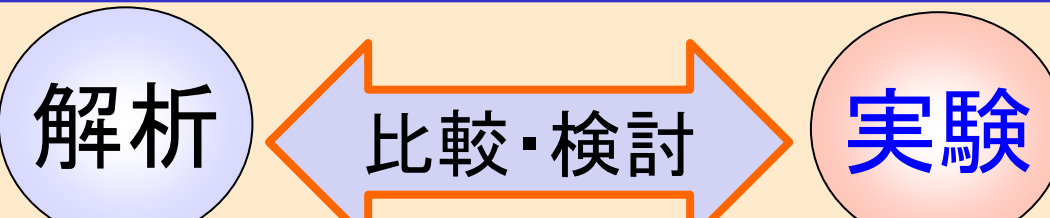
- ・大電流・多電極化による高効率な溶接が可能
- ・高効率な施工が可能

凝固割れが発生する場合があります問題
→凝固割れの補修には多大なコストがかかる

本研究の目的

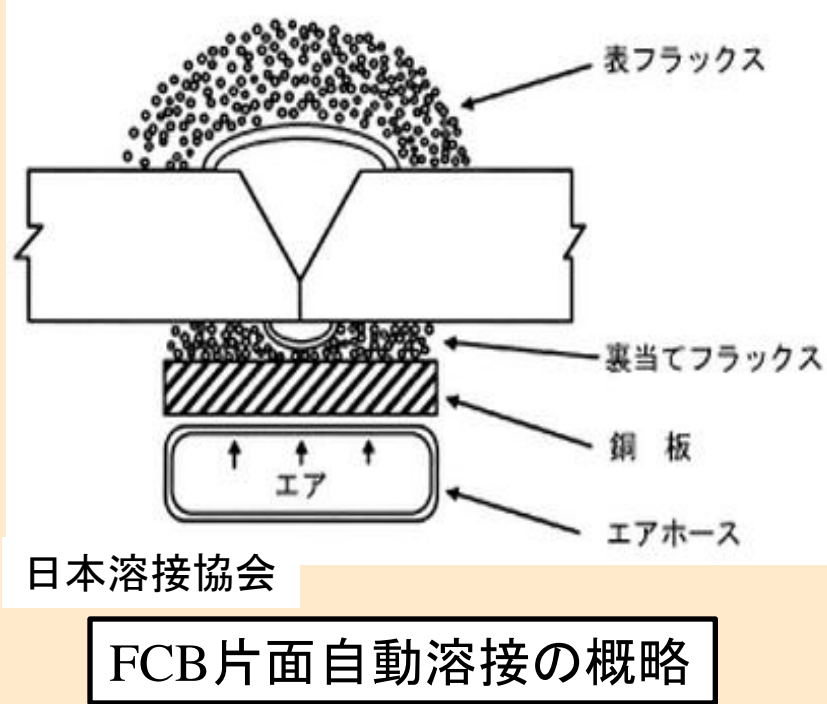
FCB片面自動溶接時における凝固割れ防止技術の開発

アプローチ

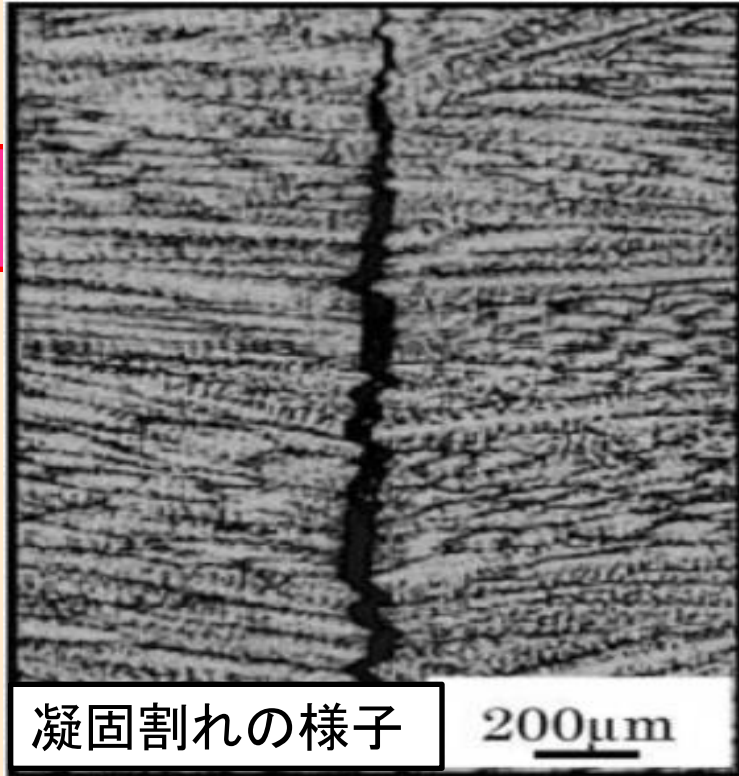


- ・凝固割れ発生のメカニズムの解明
- ・諸因子の影響を定量的に把握

→ 実施工に適用



FCB片面自動溶接の概略

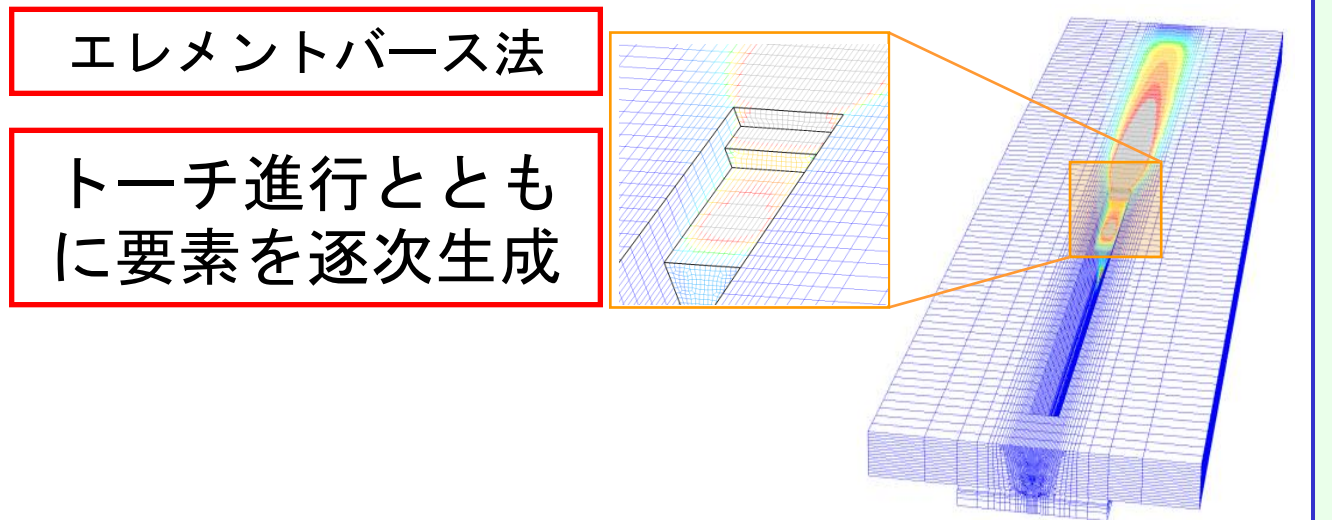


凝固割れの様子 200μm

本研究の内容

① 溶け込み形状の検討

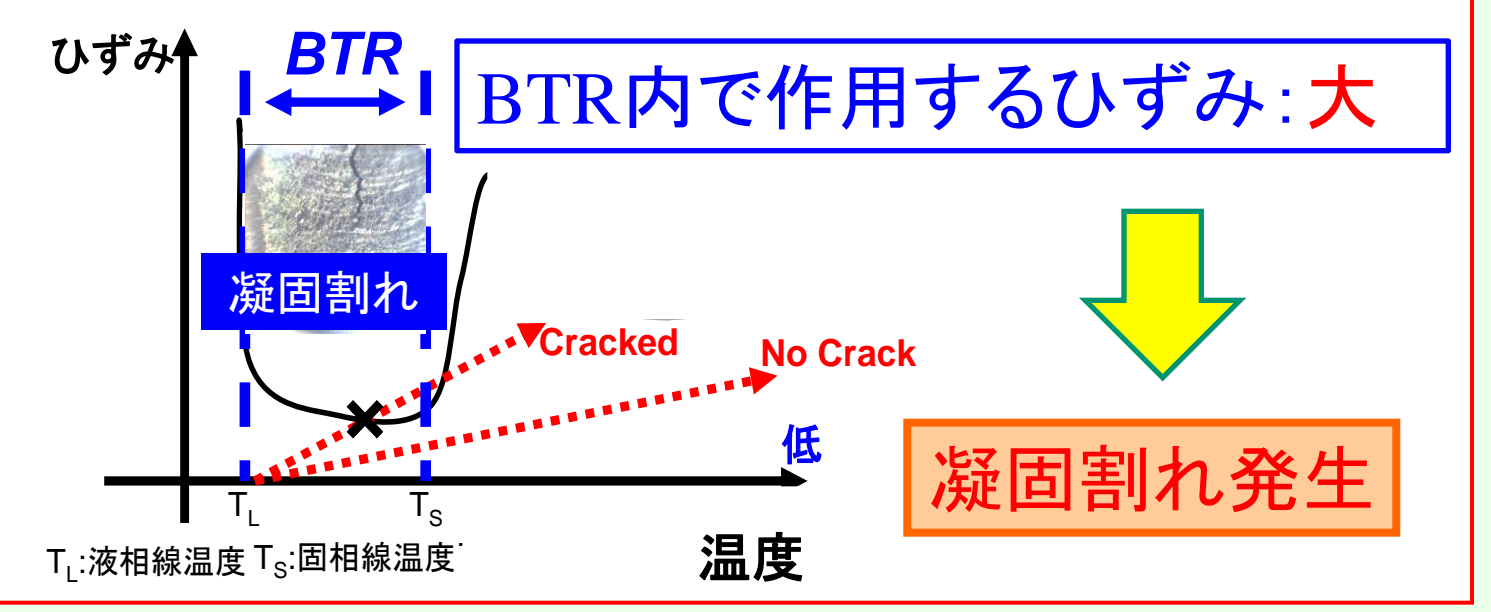
- ・基礎モデルを用いた熱効率の同定
→溶け込み形状の検討
- ・多電極FCB片面自動溶接
- ・電極毎に溶接金属を付与
→エレメントバース法を導入



② BTR塑性ひずみ増分を用いた凝固割れの評価

- ・BTRでは高温延性が低下
- ・BTRにおいて引張変形が作用した場合
割れ発生の可能性

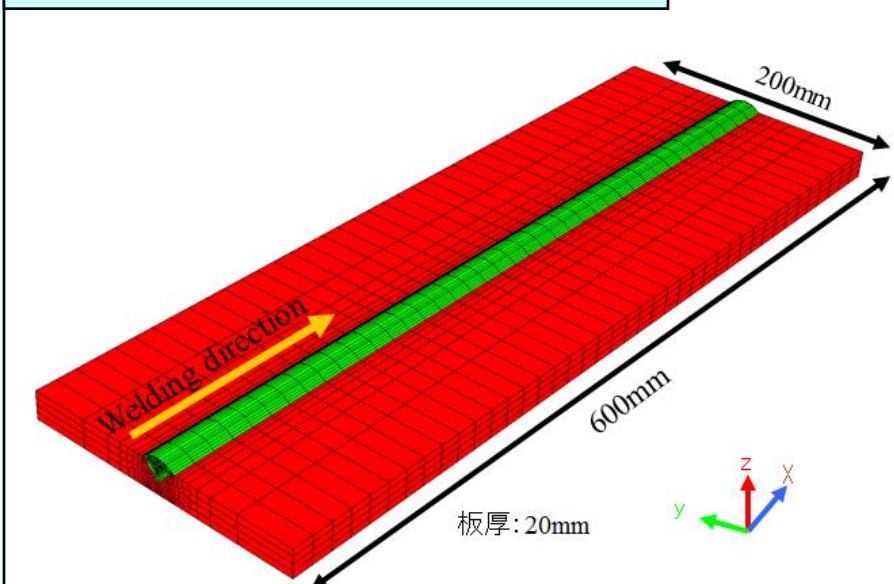
- ・BTRで発生する塑性ひずみ増分で割れの発生を評価
- ・凝固割れの発生有無
- ・凝固割れの発生位置



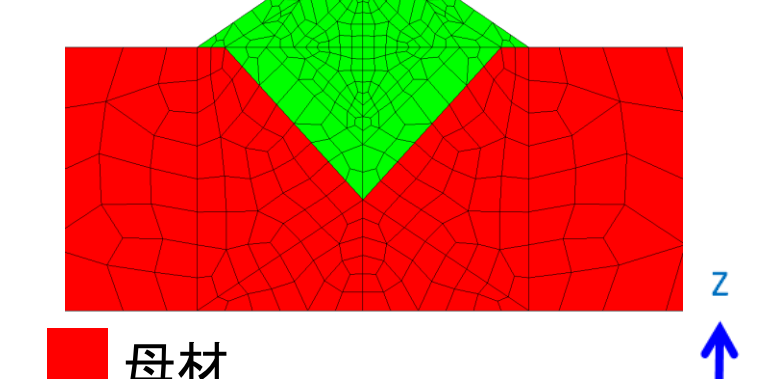
熱効率の同定

凝固割れの解析には実入熱の算出が重要

解析モデルおよび解析条件



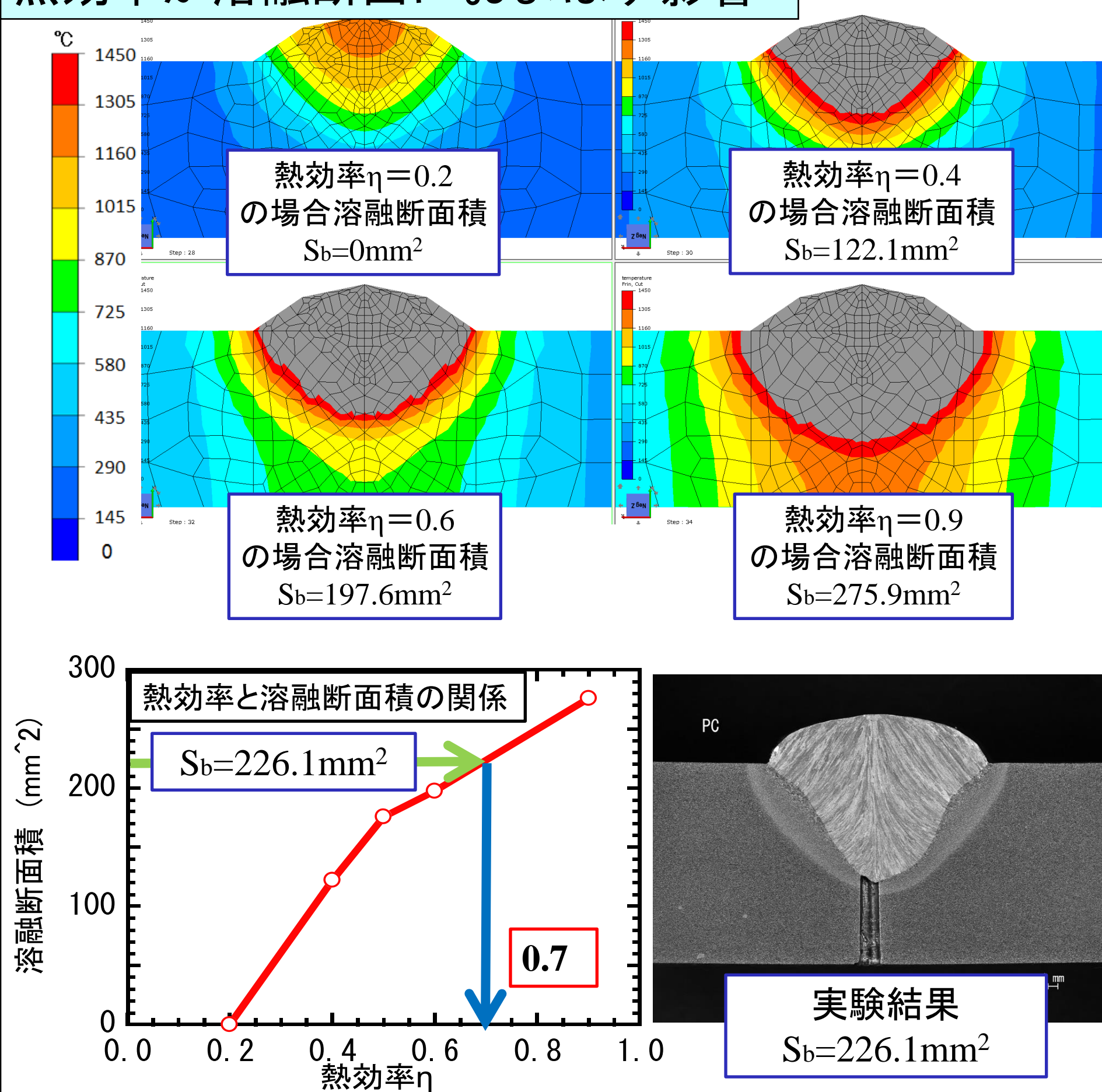
要素数: 15,840
節点数: 17,589



溶接条件	
電流 (A)	1000
電圧 (V)	40
溶接速度 (mm/min)	400

FEM熱伝導解析を実施

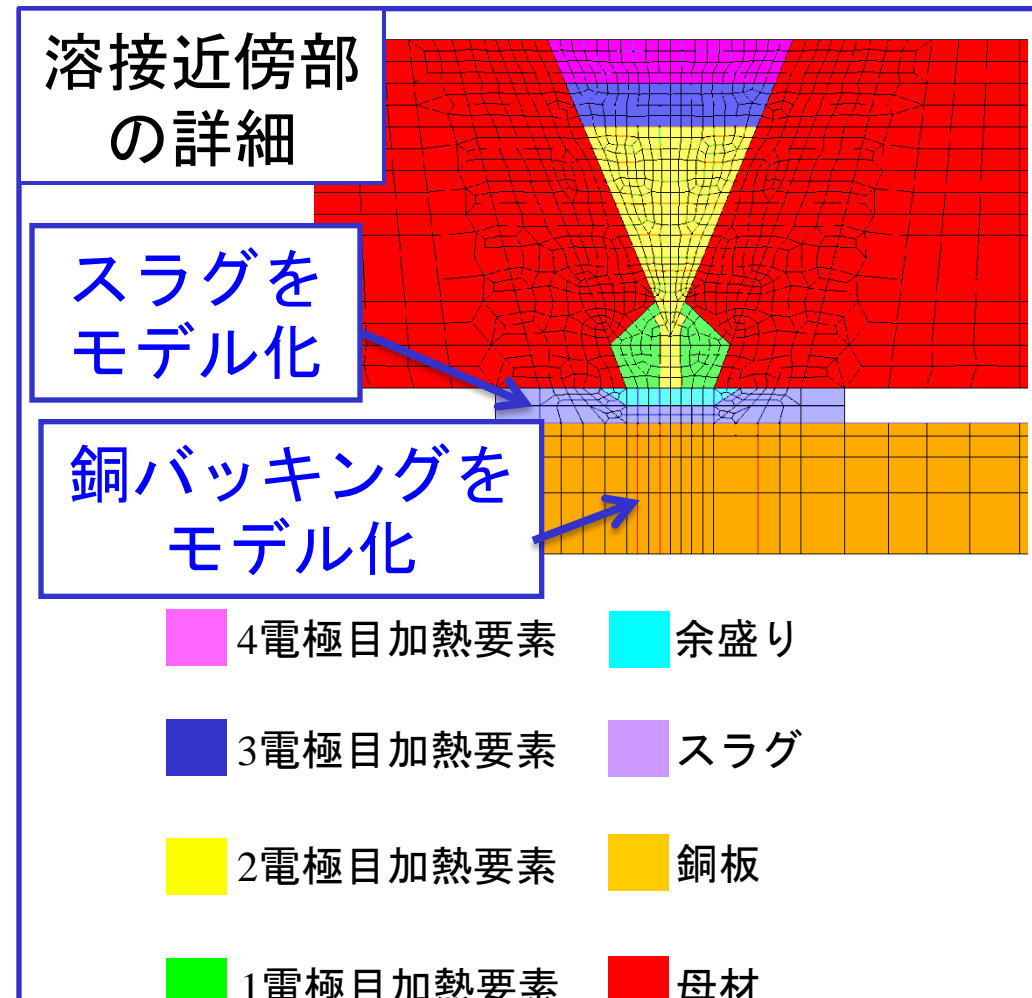
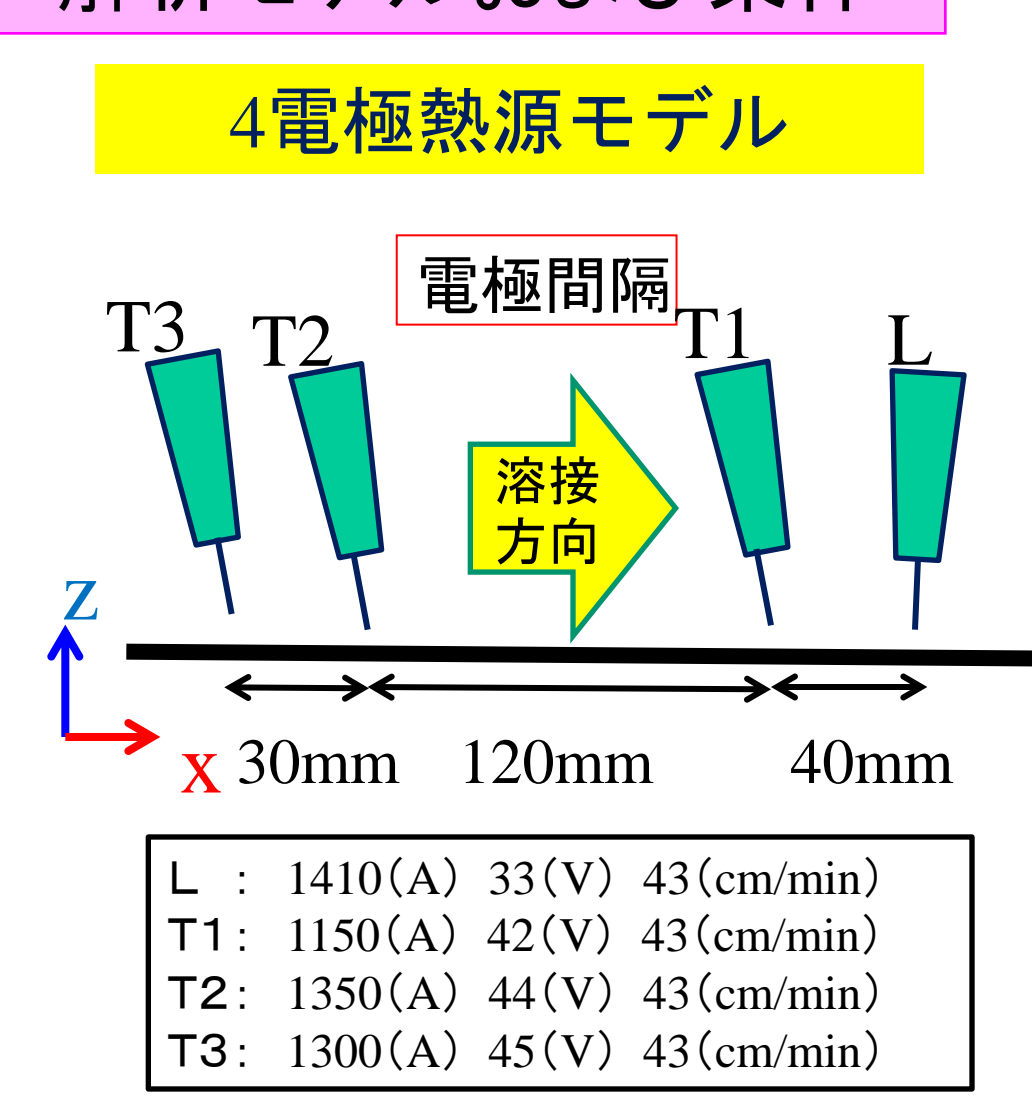
熱効率が溶融断面におよぼす影響



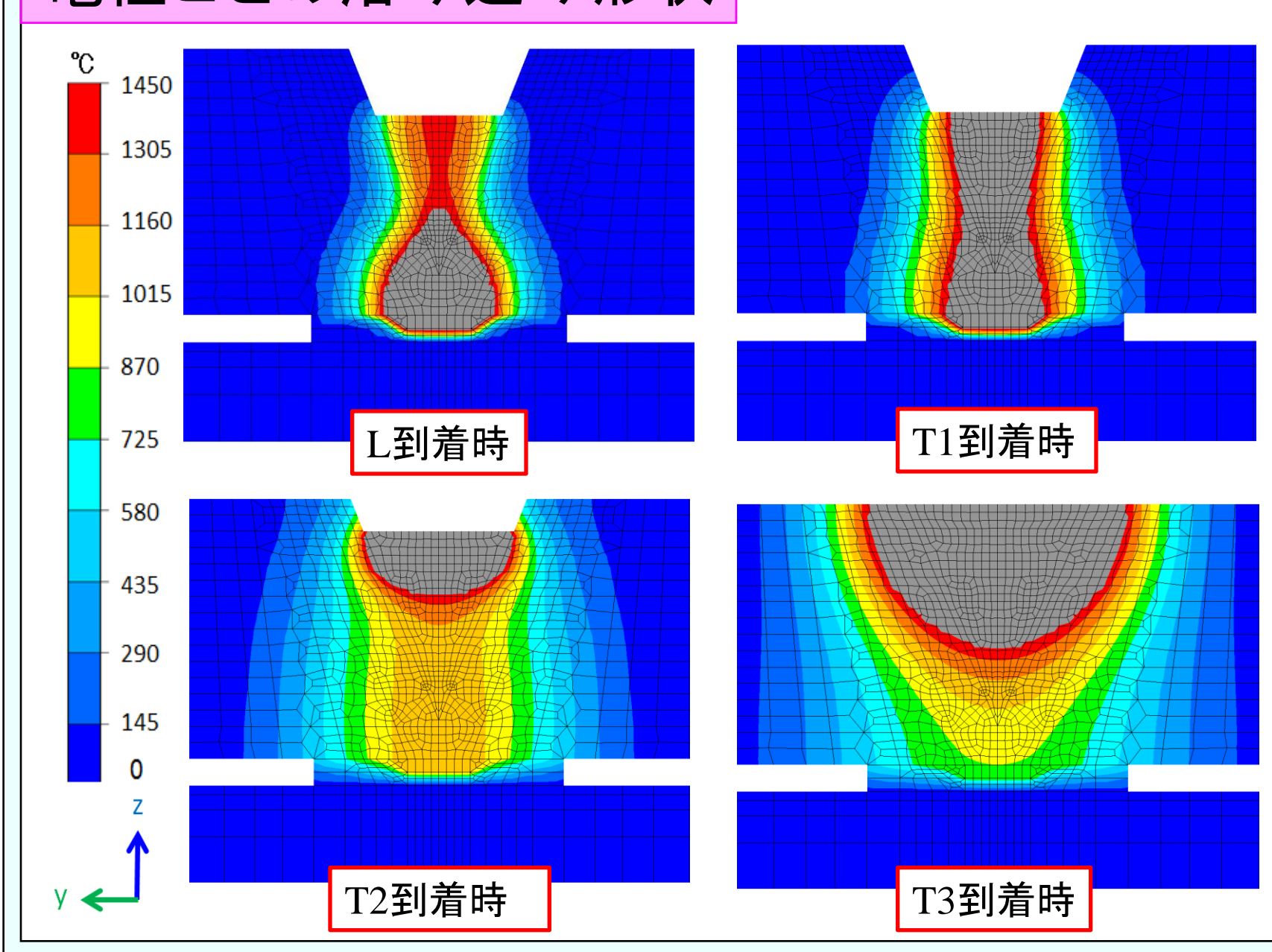
熱効率0.7として4電極FCB片面自動溶接の解析を実行

実検討モデルにおける溶け込み形状の比較

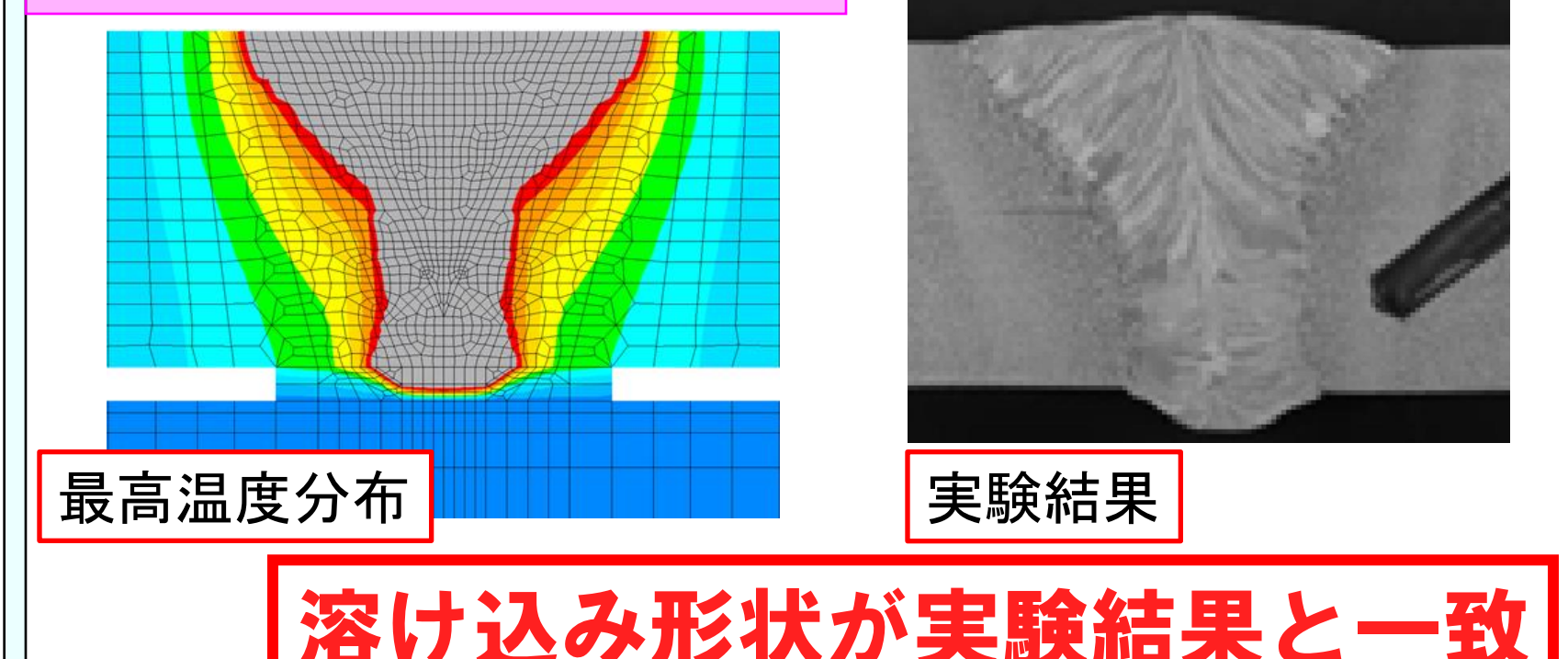
解析モデルおよび条件



電極ごとの溶け込み形状

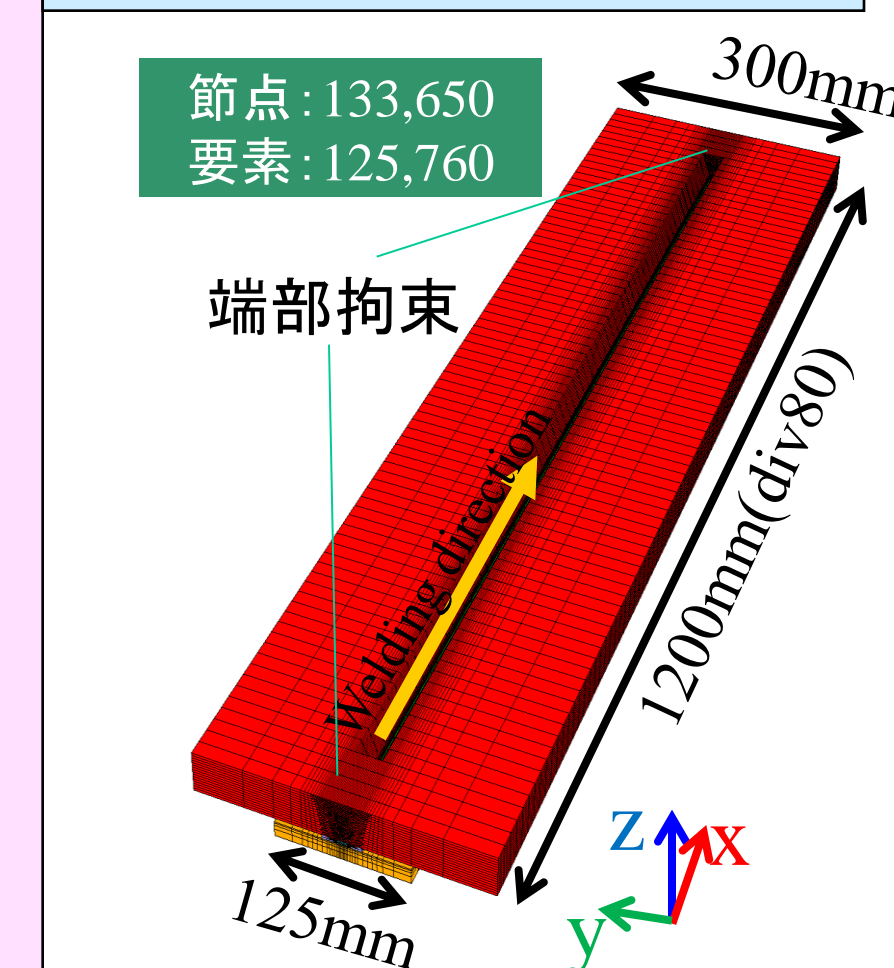


溶け込み形状の比較

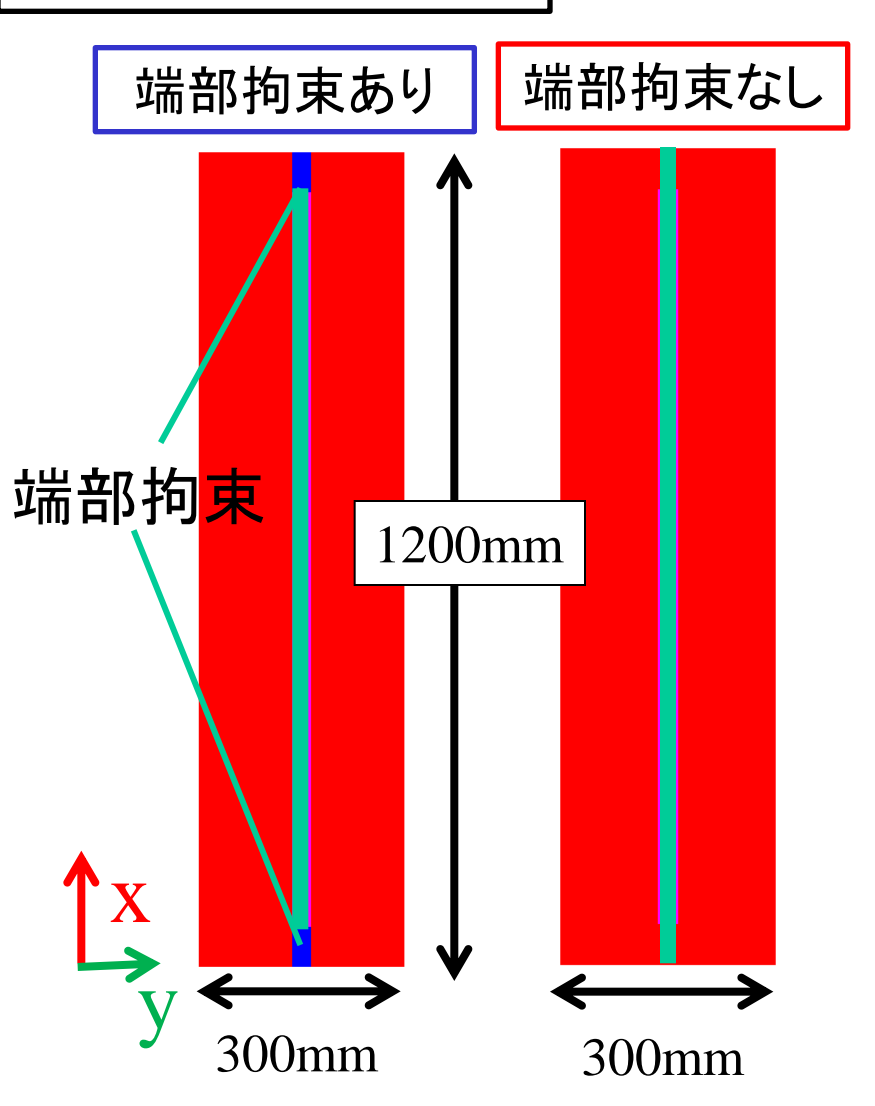


BTR塑性ひずみ増分を用いた凝固割れの評価

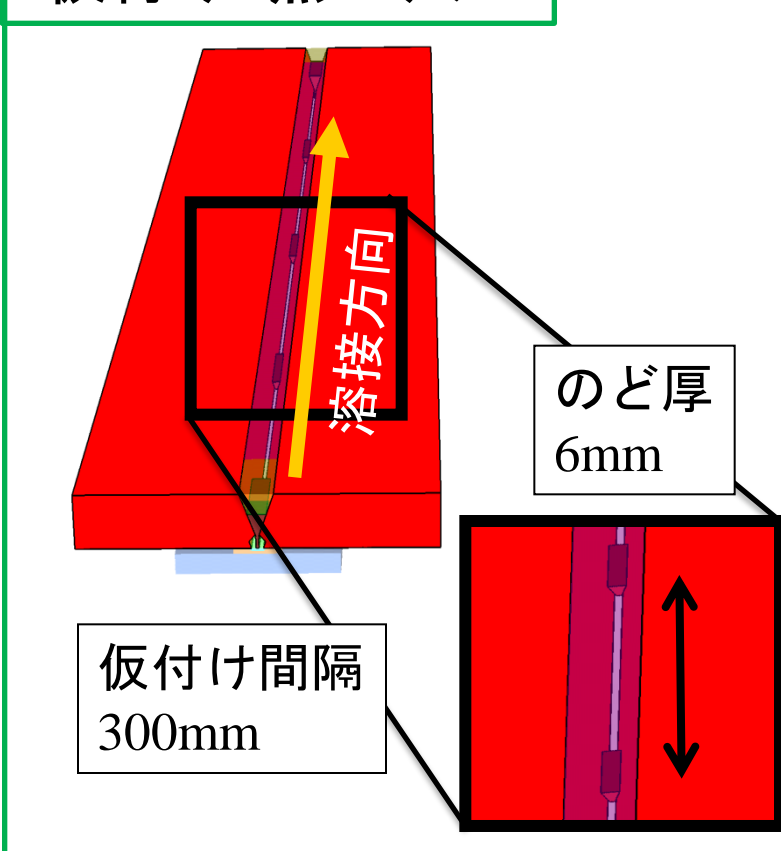
解析モデルおよび解析条件



端部拘束について

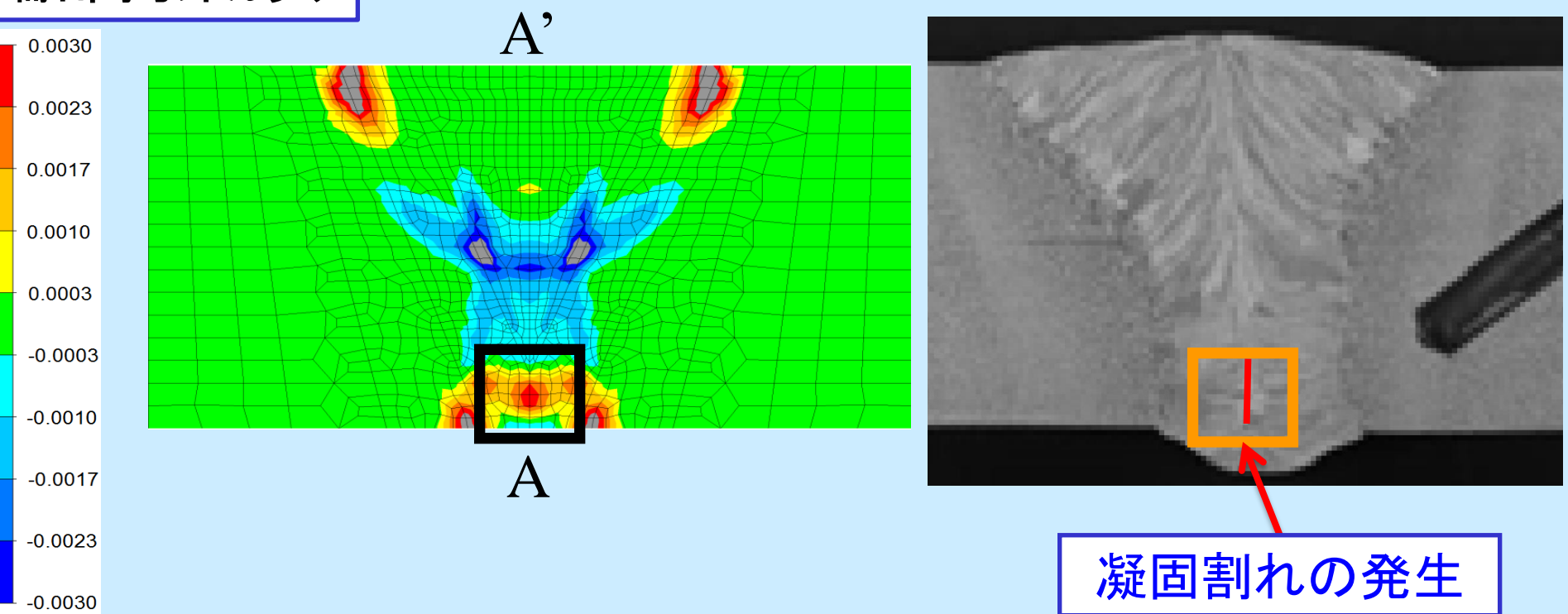


仮付け5点モデル



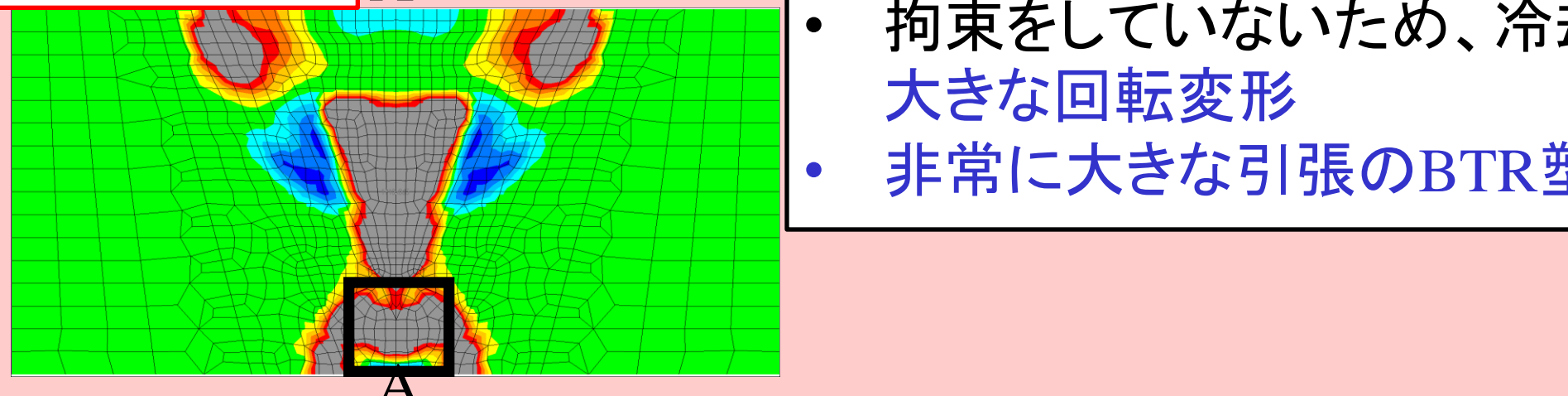
凝固割れ防止策についての検討

端部拘束あり



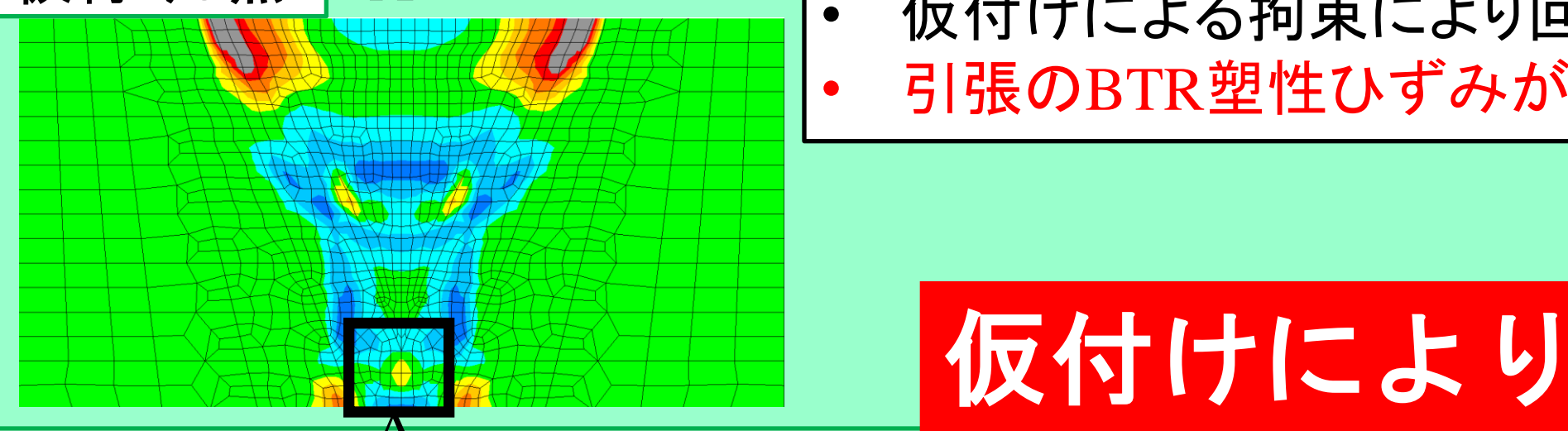
- ・凝固割れの発生箇所が実験結果と定性的に一致
- ・トーチL, T1の通過時に凝固割れの発生箇所には大きな引張のBTR塑性ひずみが発生
- ・L, T1による引張の塑性ひずみを抑制することで割れ発生を防止する可能性

端部拘束なし

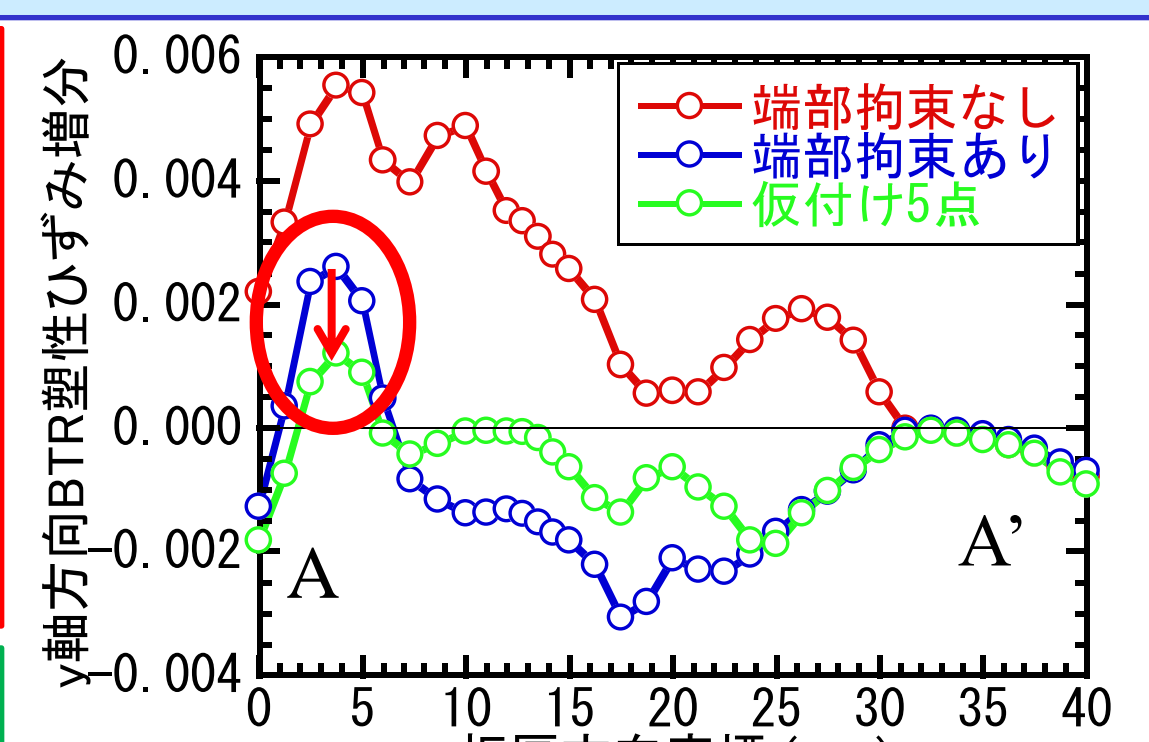


- ・拘束をしていないため、冷却時に開先が開く大きな回転変形
- ・非常に大きな引張のBTR塑性ひずみが発生

仮付け5点



仮付けにより凝固割れを防止できる可能性



仮付けにより引張りのBTR塑性ひずみ増分が減少

結言

本研究では、理想化陽解法FEMによる熱弾塑性解析を用いて、BTR塑性ひずみ増分を指標とする割れ解析を行った結果、以下の結論が得られた。

- ・4電極熱源モデルを用いてFEM熱伝導解析を実施した結果、実験結果と良好に一致する溶け込み形状を得た。
- ・FEM熱弾塑性解析を実施した結果、凝固割れの発生箇所が実験結果とほぼ一致することを確認した。また、仮付けにより凝固割れを防止できる可能性を示した。

今後の展望

- ・25mクラスの大型鋼板を対象とした高温割れ解析を実施し、仮付けの影響等について検討する。
- ・温度依存型界面要素を用いた高温割れ解析を実施し、割れの進展・長さを予測する方法を確立する。