

高速高精度三次元高温割れ解析法の開発とその応用

海洋システム工学分野正岡研究室 M2 野田裕久(Hirohisa_Noda@marine.osakafu-u.ac.jp)

概要

溶接施工時において、大電流MAG溶接やレーザーアークハイブリッド溶接法の導入あるいは新しく導入された材料を溶接する場合には**高温割れ(凝固割れ)**が発生する場合がある。凝固割れは溶接により加熱された溶融部が凝固、収縮する際に発生し製品の品質低下や生産コストの上昇につながり問題となる。

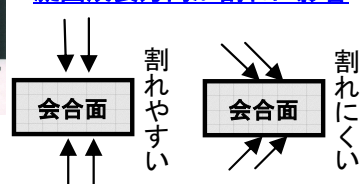
そこで本研究では力学的立場から高温割れの発生メカニズムを解明し実施工において割れを防止することを目的とし**割れ解析に温度依存型界面要素法、3次元解析に高速解析手法である反復サブストラクチャー法**を導入した新しい高速高精度三次元溶接高温割れ解析法の開発を行う。さらにはT継手モデルに適用することにより割れ発生メカニズムの解明を行う。

今後の展望

1. 温度勾配を用いた新しい高温脆化モデルを開発
2. T継手解析モデルにおける三次元割れ解析の実施
3. 拘束度に関わる割れの発生評価指標の提案

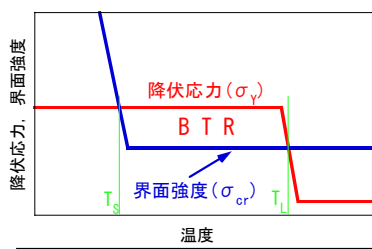
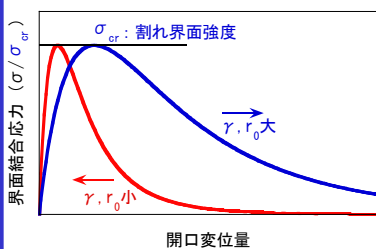


凝固成長方向が割れに影響



高温割れ解析手法－温度依存型界面要素法

割れの進展解析が可能



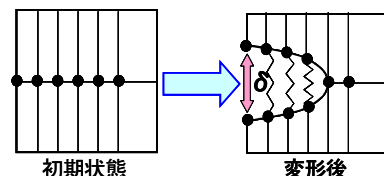
界面の相互作用は**非線形バネ**を用いて表される

BTRは**界面強度**と**降伏応力**の温度依存性により表される

高温脆化温度域(BTR)を
降伏応力: $\sigma_y > \sigma_{cr}$: 界面強度
として力学的モデル化

$$\sigma = \frac{\partial \phi}{\partial \delta} = \frac{24\gamma(T)}{r_0} \left\{ \left(\frac{r_0}{r_0 + \delta} \right)^7 - \left(\frac{r_0}{r_0 + \delta} \right)^{13} \right\}$$

ϕ : 界面ポテンシャル γ : 表面エネルギー
 σ : 界面結合応力 r_0 : 寸法パラメータ



割れが発生すると予想される経路に**界面要素**を配置する

高速化解析手法－反復サブストラクチャー法

溶接問題の特徴

1. 塑性および材料定数の温度依存等起因する非線形性を示す領域は溶接トーチ周辺の極狭い領域であり大部分を占める他の領域は線形挙動を示す。(局所的**非線形性**)
2. 非線形領域が溶接トーチと共に移動(**移動非線形性**)

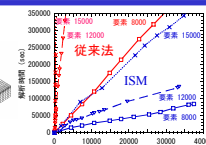
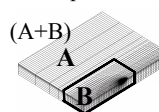
通常のFEM熱弾塑性解析ではモデルの極一部分だけが**非線形挙動**する場合でも**全体を非線形問題**として解く必要がある。

反復サブストラクチャー法では(A+B)の**非線形問題**を(A+B')の**線形問題**とBの**非線形問題**に分けて解く。

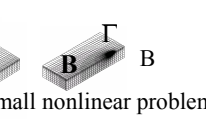
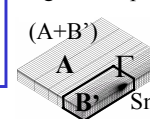
A領域とB領域の境界Γにおける**変位**は常に連続するように定義し、境界における**荷重の釣り合い**は反復計算により満足させる。

高速に**3次元解析が可能!!**

Large nonlinear problem

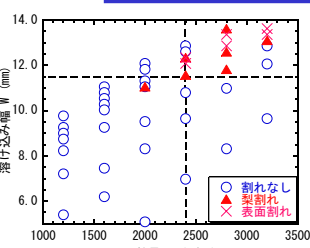
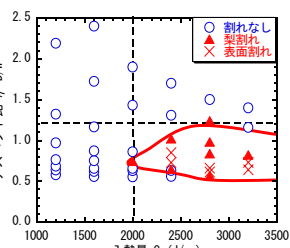
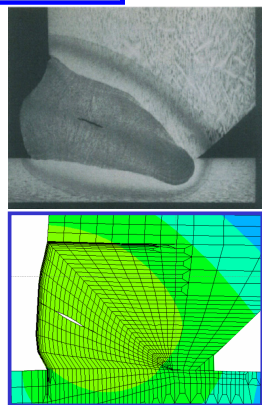
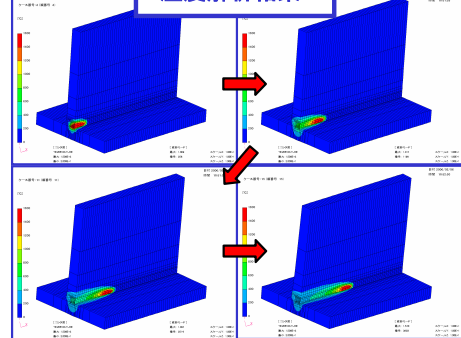


Large linear problem



T継手完全溶け込み溶接時の高温割れ解析

温度解析結果



割れ発生条件の検討

狭開先溶接の高温割れ解析

- ・割れの発生条件傾向がわかる
- ・割れの発生場所を特定できる

割れ防止策について検討できる

