

1) FS-1224-13 ホイッピング荷重を重畳した繰返し荷重下の疲労き裂伝播について

角 洋一(横浜国立大学)

コンテナ船の大型化に伴い、上甲板構造には従来に比べて厚い鋼板(50-80mm厚)が使用されるようになった。極厚鋼板溶接部の埋没欠陥は、非破壊検査で発見しにくくまた破壊靱性の低下も懸念される。船長の増加とともに従来の波成分の変動応力に加えホイッピング振動成分のような高周波の小振幅成分が重畳した荷重条件の影響をどのように評価すべきか、現状では必ずしも明確ではない。本研究では、このような小振幅の重畳した応力履歴の疲労強度に対する影響を、疲労き裂伝播試験と対応する数値シミュレーションに基づいて比較検討する。

$\alpha = 0.2$ の試験において寿命が延びた理由、開口比の計測、開閉口シミュレーションの棒要素幅および実現象との対応、繰返し速度の影響等について質疑があった。

1) FS-1225-13 溶接止端部に存在する表面き裂の疲労き裂進展解析法に関する研究

田中 智行(広島大学)

本講演では、最新の破壊力学解析技術を用いて、溶接止端部に存在する表面き裂の疲労き裂進展解析を実施した結果について報告する。近年の破壊力学解析技術の向上、計算機能力の向上により、三次元的なき裂進展解析が可能となりつつある。本研究で、使用する数値解析法として (i) 四面体要素を用いた三次元表面き裂進展解析、および (ii) 拡張有限要素法を用いた二次元解析と二次元  $M_k$  ファクターを用いたき裂進展解析を実施した。(i)の方法は、四面体二次要素を用いた自動メッシュ分割を用いて表面き裂進展解析を直接行う方法である。計算負荷は比較的大きいが、表面き裂を半楕円状と仮定する必要がないこと等、より現実的なき裂進展解析が可能な方法である。一方、(ii)の方法では、メッシュ再分割を行うことなく二次元き裂進展解析が可能である拡張有限要素法を用いた。二次元の継手形状に拡張有限要素法を適用し、二次元  $M_k$  ファクターを算出する。 $M_k$  ファクターと半楕円表面き裂の解を用いることで簡易的に三次元の溶接継手に存在する表面き裂の  $K$  値を求めることができる。二次元計算のため計算負荷もそれほど小さくなく、効率的な表面き裂進展解析が可能である。それらの結果を、三次元  $M_k$  ファクターによるき裂進展解析結果との比較を行った。いくつかの溶接継手形状に対する表面き裂進展解析の数値解析例を示し、提案法の妥当性、有効性の検討を行った。

WES2805の式の間違い訂正、S-N線図、3次元解析におけるリメッシュの有無、X-FEMのリメッシュ必要性、KIIの影響、多点からのき裂合体の影響、a-N線図に与える表面K値の影響等について質疑があった。

2) FS-1226-13 疲労き裂伝播の新しい評価方法の検討

勝田 順一(長崎大学)

今回の講演では、新しい評価方法を2つ紹介した。

1つは、豊貞九州大学名誉教授らが開発したFLARP解析の原理に基づいたものである。提案する方法はき裂先端の再圧縮塑性域寸法( $\tilde{a}$ )を用いた方法である。 $\tilde{a}$ は、高速カメラで撮

影したき裂先端の画像を PIV 法により分析したき裂先端付近の変形量から求めている。求めた  $\tilde{\omega}$  は、FLARP 解析でのそれと良い一致を示した。

2 つ目は、疲労き裂先端が引張り塑性変形と圧縮塑性変形の繰返し履歴を受けることを考慮して、圧縮塑性変形と引張り塑性変形の履歴を受けた材料限界と、数値解析によるき裂先端のひずみの蓄積を比較することにより、き裂を進展させるものである。この結果は、疲労き裂伝播試験結果とよい一致を示した。

PIV 法をき裂開口計測に適用するための技術的な課題、弾性と塑性の分離、計測で得られたベクトル長さと歪の対応等について質疑があった。

### 3) FS-1227-13 フィレットを有する面内ガセット溶接継手の応力集中係数に関する解析検討 清川 昇悟(横河ブリッジホールディングス)

フィレットを有する面内ガセット溶接継手の疲労強度はフィレット半径  $r$  と主板幅  $D$  の比  $r/D$  により区分されているが、大きなフィレット半径の適用は溶接量の増大や広範囲の切削加工を招き、溶接の品質確保の観点から問題があるため、より合理的な設計方法についての要望は高い。この継手の疲労強度に大きく影響する構造的な応力集中を精度良く求める推定式を提案することを目的として、筆者らはパラメトリック FEM 解析を行って様々な継手形状パラメータが応力集中係数に与える影響について考察した。

全寿命における進展寿命の割合、ガセット形状と応力集中の関係、要素寸法の影響、余盛のモデル化、片側ガセットモデルにおける主板幅  $D$  の定義等について質疑があった。