

1) FS-11995-11 Study on the Preciseness of Hot Spot Stress of Out-of-Plane Gusset Welded Joints Derived from Finite Element Analyses

大阪大学 大沢直樹

面外ガセット継手の溶接止端近傍の応力集中は、付加板と主板の相互変形拘束で発生する剪断おくれと主板の板厚方向非線形応力分布が重畳して生じる。前者の応力集中はシェルモデルの方が大きい。この応力差は、引張り荷重下ではシェル要素辺長を付加板厚程度とすることでほぼ相殺されるが、曲げ荷重下では、板厚辺長要素を使用しても応力外挿範囲まで相当量の応力差が発生する。剪断おくれのメカニズムに関する考察から、曲げ荷重下のシェル・ソリッド応力差を推定する手法を開発した。以上の知見を総合して、溶接ビードをモデル化しないシェルモデルの計算応力からホットスポット応力を推定する新しい手法を提案した。提案手法の有効性は、推定応力と船体ロンジ構造モデルの計測応力を比較して検証された。

クーポン試験片での純曲げ荷重、要素辺長の決め方、位置補正、HSS 算定のための応力参照位置、ガセットからの外力に対する提案方法の適用性等について質疑があった。

2) FS-1196-11 鋼床版垂直スティフナ溶接部に生じる疲労き裂の補修・補強方法

法政大学 原田英明

鋼床版のデッキプレートと垂直スティフナとの溶接部は、デッキプレートの曲げ変形をスティフナが拘束するため、高い応力集中が生じる。この部分に数多くの疲労き裂発生事例が報告されており、そのき裂に対する適切な補修・補強が必要とされている。デッキプレートの曲げ変形を抑制することによる損傷の防止・抑制することを考えた。すなわち、小型の油圧ジャッキで 2 つの L 形鋼をデッキプレートに押し当てる補強方法である。ここでは、この補強方法の仕組みについて示すとともに、その補強効果を確認する目的で行ったモデル試験体の疲労試験と応力測定試験、そして 3 次元 FEM 解析の結果を示している。

リフトアップ量の最適値および荷重、MT のき裂最小検知寸法、止端の残留応力緩和、補強板端部からの損傷の有無、ジャッキアップの効果、施工後のメンテナンス等について質疑があった。

3) FS-1197-11 疲労センサを用いた船体構造の疲労寿命精度向上について

川崎重工業 小林朋平

船舶特有の複雑な荷重条件下での船体構造の疲労寿命を精度よく推定するために、嵐を想定した複数の負荷パターンを仮定し、その嵐荷重と平均応力の変化が重畳する条件下で疲労センサの特性取得試験と十字隅肉溶接継手の疲労強度試験を実施し、疲労センサの出力特性と溶接部の疲労強度特性の相関を明らかにすることを試みた。その結果、船舶が遭遇する嵐波形のパターンが異なる場合についても、疲労センサによるモニタリングで得られる推定疲労寿命は、波浪に起因する変動振幅荷重の影響と、積み付け条件の違いによる平均応力変化の影響を表す荷重履歴影響係数を導入することで、精度向上が可能であることが明らか

になった。

センサ周辺のスポット溶接、ランダム荷重下での適用性、き裂長さの計測方法、防水処理、平均応力の影響等について質疑があった。

#### 4) FS-1198-11 疲労载荷に伴う表面・埋没き裂の成長予測について

九州大学 後藤浩二

超大型コンテナ船のハッチサイドコーミングに代表されるように溶接構造物の極厚化が拡大しているが、これら極厚鋼板の溶接継手部では非破壊検査能力の関係上、溶接欠陥が残存する可能性が懸念される。従って、これら溶接構造物の構造健全性を担保するには、検出限界に対応させた埋没初期欠陥を想定し、これを起点とした疲労き裂成長解析を行う必要がある。本研究では、このような問題に対処するため、埋没欠陥の疲労载荷に伴う形状成長に関して寿命予測も含めた形で検討した。形状変化に関しては、埋没欠陥を楕円で近似し、長軸端及び短軸端に Paris 則を適用することでほぼ妥当な形状変化履歴を予測出来ることを確認した。平行して、同手法の表面き裂問題への適用に関しても、妥当な推定予測が可能であることを確認した。

形状変化と繰り返し载荷数との定量的な関係の推定に際しては、豊貞らにより提案されている、き裂開閉口挙動を考慮した疲労き裂成長シミュレーションと平面状き裂問題を無限板中の二次元き裂問題に置き換えるための等価分布応力法を適用し、同手法を用いることで比較的良好な推定が可能であることを示した。

K 値の算定方法、板厚貫通後の取扱い、埋没初期欠陥の評価、熱処理の有無、鋼種、表面に達するまでの伝播寿命と破断寿命までの比、埋没初期欠陥のコントロール等について質疑があった。

#### 5) FS-1199-11 JSSC 疲労設計指針の溶接継手疲労強度と強度評価法の検討

法政大学 森猛

およそ 20 年前に作成された日本鋼構造協会の疲労設計指針では、数多くの疲労試験データに基づき、さまざまな形式の溶接継手に対して疲労設計曲線を与えている。この 20 年の間に溶接の主流は被覆アーク溶接から炭酸ガスシールドアーク溶接へと移行し、またこの間にも数多くの疲労に関する有用な知見が得られている。合理的な疲労設計を行うためには、それらを有効に利用すべきである。このような背景から 2010 年 12 月に当指針が改定された。改定に際しては多くの事柄について検討されたが、ここでは疲労照査法の基本である「公称応力を用いた疲労照査」に関連して検討した中から、溶接継手の疲労強度とその評価法について検討した内容を示している。

書籍化の有無、多軸応力場の影響、板厚が残留応力に及ぼす影響、アンダーカットの処理等について質疑があった。