

第 225 回 FS 委員会議事録

1) FS-1174-10 極厚鋼板溶接継手部の内在欠陥の疲労き裂成長と脆性破壊発生限界長さについて

九州大学 後藤 浩二

大型コンテナ船のハッチサイドコーミングには、板厚 60mm を超える極厚鋼板が供用されているが、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。そこで検出限界に対応させ、溶接継手内部に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った。疲労き裂成長解析においては埋没欠陥の成長に伴う形状変化履歴推定を行い、この結果を踏まえて疲労き裂成長シミュレーションコード FLARP に入力することで、埋没欠陥が成長し板厚貫通に至った後までの一連の疲労き裂成長挙動を推定した。なお、大型コンテナ船の就航実績を考慮して、複数の波浪変動荷重履歴を想定した解析を実施した。さらに就航期間中に成長した疲労き裂を起点とする脆性破壊発生の可能性について検討すると共に、就航期間中の脆性破壊防止のための許容欠陥寸法も検討した。

検査間隔、想定した欠陥の種類、対象船の鋼種、残留応力の影響、実験による検証等について質疑があった。

2)FS-1175-10 大型船舶の曲げ振動が疲労強度に及ぼす影響についての研究

海上技術安全研究所 小川 剛孝

波浪中を航行する船舶には、波浪による変動荷重が作用することに加えて、船体運動がある程度大きくなるとスラミングに起因するような船体曲げ振動が重畳発生する。近年のコンテナ船は大型化が進んでおり、このような曲げ振動を考慮した疲労強度評価手法の構築と曲げ振動が強度に及ぼす影響の適切な評価がひとつの重要な課題と考えられている。本研究では、大型コンテナ船についての水槽試験データや実船データを分析し、船体縦曲げ振動(ホイッピング振動)が疲労強度に及ぼす影響について検討した。この結果、波浪による変動荷重と船体縦曲げ振動の疲労被害度に対する寄与や操船の影響が疲労被害度に及ぼす影響について報告した。

押し上げ効果の定義、計算に用いた海象、計算していない海象の取り扱い、波向き、スラミング荷重、累積損傷値の算出方法等について質疑があった。

3)FS-1176-10 シェル-ソリッド混合解析を用いた船体構造疲労強度解析の高精度化に関する研究

広島大学 田中 智行

船体には就航中に様々な外的要因によって繰返し応力の作用により、応力集中部に疲労き裂などの損傷を発生させ、船体に致命的な損傷を与える可能性がある。そこで船体構造を設計する上で、高精度な疲労強度評価を実施することが重要である。一般的に船体構造の全体解析は、シェル要素を用いた FEM 解析が実施されているが、溶接ビードをモデル化できないため高精度な疲労強度評価が困難である。一方、ソリッド要素を用いると船体構造部材の詳細なモデル化が可能のため高精度な構造解析・構造評価が可能であるが、大規模な節点数、要素数が必要となる。

そこで本研究ではシェル-ソリッド混合解析に着目した。本解析ではシェル要素とソリッド要素の結合に MSC/Nastran の RBE3 要素を用いた解析を実施した。本手法は RBE3 によりシェル要素の節点荷重

をソリッド要素の節点に分散する方法であり、従来はシェル要素の節点とソリッド要素の節点を手作業で接続する必要があったが、近年のソフトウェアの高性能化により複雑形状の構造物に対しても半自動で高精度な疲労強度解析を効率的で実施することが可能となっている。そこで本論文ではシェル要素とソリッド要素を半自動で接続可能な RBE3 を用いたシェルスリッド混合解析の基礎的検討を実施した。矩形板や溶接継手の解析を例題に精度検証を実施し、実際の船体構造の溶接継手をモデル化して、本解析の妥当性を検証した結果について報告した。

多軸外力の対応、RBE3 を用いた理由、節点以外の位置の応力算定法等について質疑があった。

4) FS-1177-10 レーザピーニングによる疲労強度向上効果とその主要因の検討

大阪大学 崎野 良比呂

レーザーピーニングは、材料にパルス幅が数 ns のレーザーを照射して高圧のプラズマを発生させ、その衝撃力を利用して材料表面の強度等の性能改善を図る技術である。これまで、普通鋼の溶接部ではレーザーピーニングによって、疲労限が上昇することが明らかになっている。本研究では、高張力鋼 HT780 を対象とし、レーザーピーニングにより圧縮の残留応力が生成されるか否か、また、それによる HT780 材溶接部の疲労寿命の伸びを定量的に明らかにした。さらに、応力除去焼鈍の有無によるレーザーピーニング後の残留応力と疲労強度の違いを比較することにより、残留応力がレーザーピーニングによる疲労強度向上効果の主要因であることを明らかにした。

面外ガセット継手の疲労強度が高い理由、線状ピーニングの可能性等について質疑があった。

5) FS-1178-10 大型溶接構造モデルの回し溶接部の疲労特性に及ぼす超音波衝撃処理の効果

新日本製鐵 島貫 広志

超音波衝撃処理の疲労特性改善効果について検討するため、疲労き裂の発生した試験体を用いて補修部の疲労き裂発生特性について検討した。スチフナを有する大型構造モデル試験体を用いて、溶接止端部の疲労き裂発生特性に及ぼす UIT 処理の効果を溶接金属の強度クラスを変化させて確認した。さらに止端部に発生した疲労き裂の溶接穴埋め補修後に UIT 処理による疲労対策を施した場合の効果を確認した。大型試験体と小型試験の応力条件の差を考慮した疲労特性を評価した結果、UIT の疲労き裂発生抑制効果に及ぼす溶接金属の強度クラスの影響は小さいこと、き裂の溶接補修後に UIT による面処理を行った結果、新設の溶接止端に UIT 処理を行った場合と同程度の疲労き裂発生抑制効果が期待できることなどを示した。

破壊の起点、ガセットプレートの構造詳細、中立軸付近のリブの目的、応力比の影響、初期き裂の確認方法、スカラップにおけるき裂の有無等について質疑があった。