

海洋構造物用極厚C-Mn-V鋼に関する研究
(第3報-COD値のばらつきおよび海水中疲労き裂伝播挙動)

日本製鋼所 室蘭製作所 研究部

○福田隆, 大津 英彦, 内山 英二, 島崎 正英

1. 緒言

海洋域での石油、ガス開発の規模拡大、深海化にともない海洋構造物に使用される鋼材の肉厚増大傾向は著しいものとなっている。石油、ガス生産用海上プラットフォームの脚部構造物として、極厚鍛鋼シームレスチューブラが溶接コスト低減、信頼性の点から最も適していると考えられる。しかしながら肉厚120mmを超える様な部材は破壊靱性値等に関するエンジニアリングデータ不足のために、海洋構造物用としてまだ使用されていないのが現状である。この様な問題に対処するため筆者らは197mm tの鍛造鋼板および溶接継手を試作し各種エンジニアリングデータの収集解析を行なっている。今回、従来から問題となっていた遷移温度領域特有のCOD(δ_c)のばらつきに詳細な検討を加え、さらに波浪相当のくり返し速度での海水中疲労き裂伝播速度を測定したのでその結果について述べる。

2. 試験方法

供試材は肉厚197mmの鍛造鋼板で、その化学成分はLow C-Mn-V系にAlを添加し、Ceq. (IIW)は0.46と低値に押さえている。鍛造鋼板はQT処理後、手溶接およびサブマージドアーク溶接を行ない、母材用試材も含めて応力除去焼鈍後、COD, Jならびに疲労裂伝播速度の測定に供した。COD, Jおよびき裂伝播測定用試験片のNotch位置はASTM, E-399表示でT-Lで、Notch中心部は板厚中心相当とし、HAZ用試験片はFusion lineから0.5mmの位置にNotchを挿入した。なお得られた母材降伏強度は35Kg/mm²。

3. 試験結果

(1)本鍛造鋼板の母材およびSAW, HAZ部は同等の海水中疲労き裂伝播速度を示すが、波浪相当のくり返し速度で試験すると、いずれも大気中に比し極めて高い伝播速度を示す。

(2)遷移温度領域においてCOD(δ_c)の大きなばらつきを示し、(Fig. 1参照)薄肉試験片ほどその傾向は大きい。試験片肉厚が大きくなるにしたがい、平均 δ_c は低下し、その下限値は安定き裂発生開始点における δ_i にほぼ等しくなる。

(3)遷移温度領域における δ_c のばらつきの下限値を合理的に推定する新しい統計的手法を提案した。試験片肉厚をB, 同一試験温度で使用した肉厚Bを有する試験片本数をN, N個の試験片を用いて測定した靱性値の中、最小値を示すJ値をJcとした場合、 $NB \geq 1000 Jc / \sigma_y$ ($Jc / \sigma_y = 2 \delta_c$ に変換可能)を満足するJcもしくは δ_c はばらつきの下限値を与えることを確認した。この考え方は、製品の最大肉厚より小さい試験片を用いて、工業的に厚肉製品のCODを評価する場合有効に利用できる。

(Fig. 2 参照)

(4)複雑な形状を有する最大肉厚300mmを超える海上プラットフォーム用鍛鋼シームレスチューブラが実際に製造され母材、溶接部いずれも北海での代表的要求性能を十分満足した。

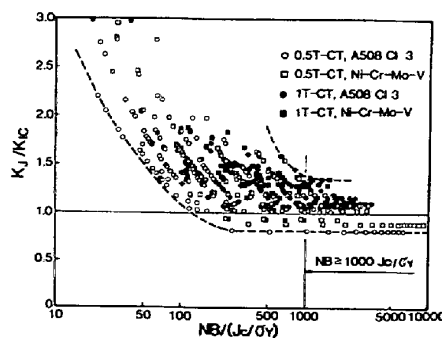


Fig. 2 Relationship between K_{II}/K_{Ic} and $NB/(Jc/\sigma_y)$

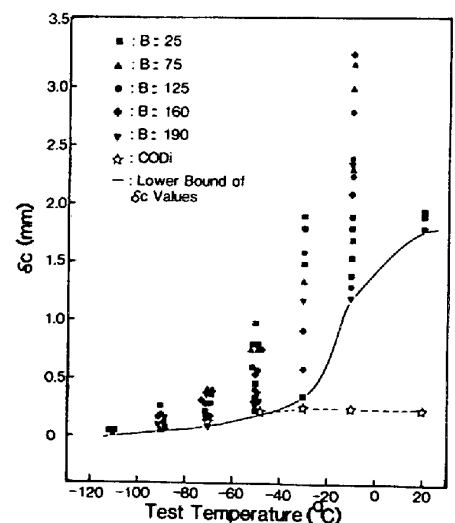


Fig. 1 Results of COD Tests on Base Metal