

(715) 海洋構造物用Ni-Cr-Mo-V鍛鋼の破壊じん性および環境強度特性

(株)日本製鋼所 工博 岩館忠雄 田中泰彦 ○兜森俊樹

1. 諸言 テンションレグプラットフォームは、既存の石油掘削用プラットフォームとは異なる新しい設計のプラットフォームである。その第一特徴はプラットフォームを16本のテンションレグといわれる脚で海底に固定する事である。このテンションレグは長さ10mのテンションレグエレメント (TLE) から構成されるが、その材料として3.5%Ni-Cr-Mo-V鍛鋼が用いられた。本鋼に要求される品質は、降伏応力が795MPa以上という高強度に加えて、高い破壊じん性、すぐれた環境強度特性が要求される。本報告は、これらテンションレグ材の強度、靱性および環境強度特性について述べたものである。

2. TLEの製造 TLEは塩酸性電気炉で溶解精錬され、鍛錬、焼ならし焼もどし、焼入れ焼もどしの熱処理を施した後に機械加工されている。代表的化学成分を表1に示す。

3. 材料特性 (1)強度 TLE材に要求される降伏強度は795MPaとこれまでのプラットフォーム材に用いられてきたHT80等の鋼に比べて強度が高い。製造されたTLEの内、連続して製造された67本についての降伏応力は平均833MPa、標準偏差12.95MPaと均一な特性が得られている。

(2)破壊じん性 破壊じん性はCODmaxにより規定され、板厚9.25mm厚のサブサイズ試験片で0.5mm以上が要求される。本鋼では、降伏応力、シャルピー上部棚エネルギー、CODmaxの間には図1に示すような相関関係があり、これらのバランスをとれば高強度かつ高靱性が得られるが、製造されたTLE67本のCODmaxの平均値は0.713mm、標準偏差0.078mmと要求値を十分に満足する値であった。

(3)疲労強度 TLEはその約20年の寿命中に、波浪により 10^8 回の繰返し応力を受けるとされている。環境中での疲労強度は浸漬ままでは劣下が著しいが、 $-1050\text{mV}(\text{Ag}/\text{AgCl})$ の陰極防食下ではほぼ大気中の疲労強度に近い値を示し、設計曲線に対しても安全側の値を示した。

(4)SCC特性 図2に環境中での浸漬ままおよび $-1050\text{mV}(\text{Ag}/\text{AgCl})$ の陰極防食下での K_{Isc} 特性を示すが、本鋼の強度レベルが含まれる降伏応力760~900MPaの範囲では、 $K_{I0} > 150\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ に対して10,000時間経過後もき裂の進展は認められなかった。

(5)腐食疲労特性 図3に人工海水中での浸漬ままおよび $-1050\text{mV}(\text{Ag}/\text{AgCl})$ の陰極防食下でのき裂進展速度を示すが、従来の比較的低強度の鋼と比較しても同等あるいはそれより良好な腐食疲労き裂進展特性を示した。

4. 結言 3.5%Ni-Cr-Mo-V鋼は高強度、高靱性を有し、かつ海洋構造物用鋼として優れた環境強度特性を示す。

Table 1 Chemical Composition (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
.25	.05	.22	.005	.004	3.73	1.72	.41	.12

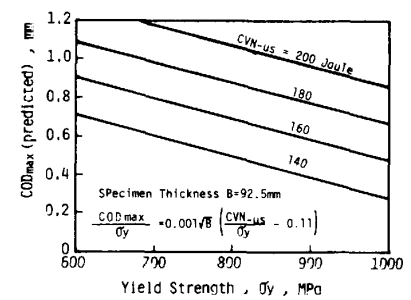


Fig.1 CODmax, CVN-us and σ_y Correlation

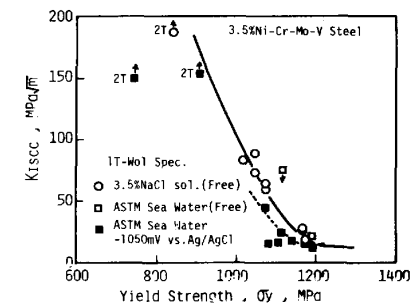


Fig.2 Effect of σ_y on K_{Isc}

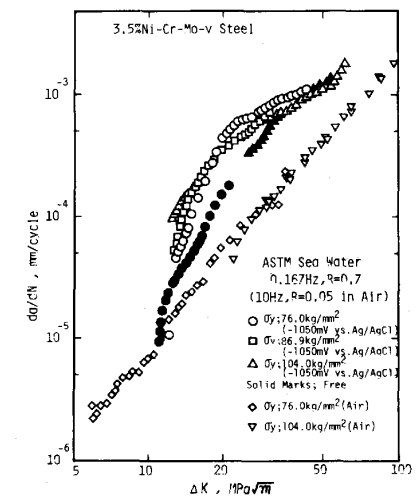


Fig.3 da/dN vs. ΔK Curves