

(671)

冷間加工を施された高合金油井管の破壊靱性

日本鋼管(株) 技術研究所 ○島田 透 稲積 透
石沢嘉一 谷村昌幸

1. 緒言

油井管の靱性はほとんどの場合、シャルピー試験によって評価されている。しかし、オーステナイト系油井管のように冷間加工によって油井管としての強度を得るものに関しては、全管厚の状態での靱性を評価することが望ましい。本報では、Incoloy 825相当の油井管から全管厚のコンパクトテンション(CT)試験片を採取し、ASTM E399, E813に従って破壊靱性試験を行った結果を報告する。

2. 実験方法

110 ksi級(降伏応力 ≥ 758 MPa)と125 ksi級(降伏応力 ≥ 861 MPa)の強度水準まで冷間加工されたIncoloy 825相当の油井管から全管厚のCT試験片を採取し、ASTM E399, E813に従ってKc値, J_{1c}値を求める試験を行った。また、使用温度における時効の靱性に及ぼす影響を調べるため、320°C \times 1000 hrsの熱処理を施したものについても試験を行った。

3. 実験結果

表1にASTM E399法により得られた破壊靱性値と、P_{max}/P_Qの値を示す。今回得られた結果を以下に要約する。なお、全管厚の試験片を用いているので、平面歪条件は重要性を持たない。

- (1) 今回の供試材のようなオーステナイト系の材料でも、125 ksi級の強度水準まで冷間加工された厚肉油井管の場合には、ASTM E399法により有効な破壊靱性値(Kc)を得ることができた。
- (2) しかし、110 ksi級の比較的薄肉の油井管の場合には、E399法に従って決定されるP_Qが実際の破壊開始と対応しておらず、有効なKc値は得られなかった。
- (3) オーステナイト系油井管にE399法による破壊靱性試験を適用した場合、P_{max}/P_Qの値が得られたKc値の妥当性を判断する基準となる。すなわち、有効なKc値が得られなかった110 ksi級の材料の場合、P_{max}/P_QはE399で要求されている値(≤ 1.10)と比較してかなり大きい値となり、一方有効なKc値が得られた125 ksi級では、P_{max}/P_Qが1.10にかなり近くなっている。

- (4) 125 ksi級の材料のJ_{1c}値をASTM E813に従った方法で求め、その値をKの値に換算したところ、E399法で得られたKc値とよく一致し、この方法でもオーステナイト系油井管の靱性が評価できることが確認された。E813法は、今回の110 ksi級のようにE399法が適用できない油井管の場合にも有効であると思われる。

- (5) この鋼種の油井管は、実際の使用温度で長時間加熱しても靱性の劣化を起こさないことが、破壊靱性試験により確認された。

Table 1 Results of fracture toughness measurements according to ASTM E399

Strength level	Kc (MPa/m)	P _{max} /P _Q
110 ksi grade	68.8~71.9	1.67~1.69
125 ksi grade	71.6~73.0	1.11~1.20
125 ksi grade (320°C \times 1000hrs)	81.9~90.9	1.13~1.16