

(607)

落重試験法の破壊力学的検討

(第2報, 原子炉圧力容器用鋼材のNDTTとFATT, K_{Id} の相関)

株日本製鋼所室蘭製作所 工博 塚田 尚史 鈴木 公明
同上 工博 岩館 忠雄 ○田中 泰彦

1. 緒言 第1報では、¹⁾原子炉圧力容器用鋼材のNDTTのばらつきの成因について検討し、それが2パスビード下HAZの高靱性化に起因することを示した。本報告では、さらにこの現象を検討するとともに、NDTTとFATTとの相関を明らかにし、NDTTでの破壊靱性 K_{Id} について検討した。

2. 試験方法 供試材は、ASME-SA508 Cl.3鋼およびSA533 Gr.B, Cl.1鋼である。また比較材として低炭素鋼も用いた。本試験では、2パス溶接ビード上のノッチ位置のNDTTへの影響を調べるために図1に示すように1パスビードを2層に盛り、HAZのラップを変えてNDTTを求めた。また1パスビード試験片および疲労き裂を付与した試験片を用い、NDTTを求め、動的破壊靱性との関連を検討した。ここで、溶接ビードはFOX DUR350を用いた。動的破壊靱性の測定は、計装シャルピー試験およびASTM-E24 Task Groupの推奨する J_{Ic} 試験法に準じた J_{Id} 試験により行った。歪速度は、 $\dot{\epsilon}=1.5 \times 10^5 \sim 1.6 \times 10^6 \text{ Kg} \cdot \text{mm}^{-3/2} / \text{sec.}$ である。

3. 試験結果 (1) HAZのラップ状況により、NDTTは大きく変化し、30℃のばらつきを生じた。

(2) 1パス溶接ビード試験片および疲労き裂試験片は最も高温のNDTTを与え、ばらつきはほとんど無い。

(3) 低炭素鋼では、溶接条件の違いによるNDTTのばらつきはみられず、ばらつきの挙動は鋼種により異なる。

(4) 図2に1パス溶接ビードあるいは疲労き裂試験片により得られたNDTTとFATTとの関係を示す。従来の2パスビードによるNDTTとFATTの相関は、Grossの求めたもの²⁾に近く、ばらつきが大きい。上記の試験片を用いると、図のようにばらつきも小さく、NDTTとFATTはよい相関を示す。

(5) 図2は、①式のBarsom-Rolfeの関係を用いて、Upper Shelf温度での動的破壊靱性の推定値、 K_{Id-us} を求め、 K_{Id}/K_{Id-us} とExcess温度との関係を示したものである。

$$(K_{Id-us} / \sigma_{yd})^2 = 647.8 \{ (CVN_{us} / \sigma_{yd}) - 0.0098 \} \dots \textcircled{1}$$

ここで CVN_{us} はUpper Shelf温度でのシャルピー吸収エネルギー($\text{kg} \cdot \text{m}$)である。図2の相関から、NDTTはExcess温度が0℃の場合に相当し、NDTTは K_{Id} 遷移曲線のLower Shelfの開始温度にほぼ等しく、NDTTでの K_{Id} 値は①式で求まる K_{Id-us} の約30%であることがわかる。

4. 結言 NDTTのばらつきは、2パス溶接によりビード下のHAZに高靱性部が形成されることに起因し、ノッチ位置や鋼種にも依存する。1パスビードあるいは疲労き裂試験片によるNDTTとFATT, K_{Id} には良い相関がある。

参考文献 (1)塚田他, 鉄と鋼, 66 (1980), S437

(2)J.H.Gross, Welding J., 39 (1960), P59S

(3)J.M.Barsom and S.T.Rolfe, ASTM STP466 (1970), P281

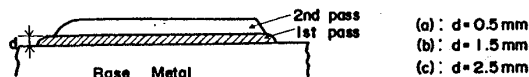


図1 2パスのラップの再現法

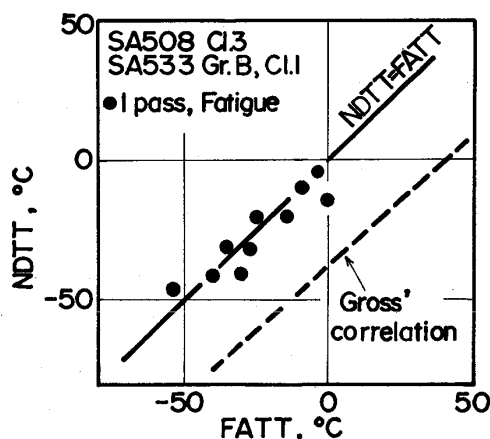
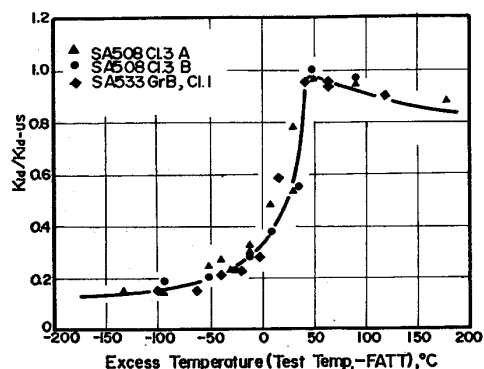


図2 NDTTとFATTの相関

図3 K_{Id}/K_{Id-us} とExcess Temperatureの関係