

川崎製鉄㈱技術研究所 腰塚典明 榎並禎一 田中康浩 広 紀治
水島製鉄所 吉村茂彦 楠原裕司
千葉製鉄所 福田 裕 篠原忠広

1. 緒 言

原子炉圧力容器用鋼材をはじめ、各種鋼材の靱性を評価するために落重試験が利用されることが多い。落重試験はW. S. Pelliniら米国海軍研究所(NRL)の研究者により開発された試験¹⁾であり、ASTM E 208として規定されている。この試験は、亀裂発生のための脆化部を溶接により作製するため、溶接熱による材質変化が考えられる。このような熱影響部はNDT温度には影響しないと言われていたが、鋼種によっては影響するという報告²⁾もありはつきりしない。そこで、脆化ビードの溶接熱影響部がNDT温度におよぼす影響を調査した。

2. 実験方法

表1に示す化学成分を有する鋼板を用いて、ASTM E 208に規定されるP-3型試験片により、落重試験を行ないNDT温度を求めた。さらに、熱影響部(HAZ)および溶接時の水素の影響を調べるため、脆化ビード溶接順序および棒乾燥条件の変更、予熱等を行なって落重試験片を作製し、NDT温度を求めた。これらの試片については、熱サイクル、脆化ビードおよびHAZの形状、硬さを測定した。また、計装化シャルピー衝撃試験により母板の動的破壊靱性値(K_{Id})を求めた。つぎに、Pelliniらの主張するNDT温度と破壊靱性値との関係(NDT温度では $K_{Id}/\sigma_{yd} = 0.5 \pm 0.1/\sqrt{in}$ となる)からNDT温度($(NDTT)^*$)を推定し実測値と比較した。さらに、半楕円欠陥が表面に存在し、曲げ応力が作用するときの動的破壊靱性値は $K_{Id} = M_B \sigma \sqrt{\pi a/Q}$ (M_B : dimensionless magnification factor, σ : 曲げ応力, $Q = \Phi^2 - 0.212(\sigma/\sigma_{yd})$, Φ : 楕円積分, a : 欠陥深さ)で与えられ、落重試験では $\sigma = \sigma_{yd}$ と考えられる¹⁾ことから、脆化ビード、HAZ形状から欠陥サイズを仮定し不安定破壊が生じる温度($NDTT_{cal}$)を推定し、実測値($NDTT_{obs}$)との比較を行なった。

3. 実験結果

(1) 実測したNDT温度はPelliniらが主張する

$K_{Id}/\sigma_{yd} = 0.5\sqrt{in}$ から求められる温度と良い一致を示した。(表2)

(2) 標準条件で溶接した実測NDT温度は欠陥サイズを仮定し K_{Id}/σ_{yd} 曲線より推定した $NDTT_{cal}$ と良い一致を示す。(図1の●印)

(3) 溶接熱影響部の効果を調べる目的で溶接条件を変化して得られた実測NDT温度は、推定NDT温度($NDTT_{cal}$)との相違が大きく(図1●印)、熱影響部の軟化のためと考えられる。また、水素の影響は、脆化ビード硬さの変化をとおしてNDT温度に影響する。

参考文献

- 1) W. S. Pellini and F. J. Loss : NRL Report 6900 (1969)
- 2) 大西ら : 鉄と鋼, 61 (1975), S750

表1 化学成分 (wt.%)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Alsol
A533Bcl1 A	0.18	0.26	1.37	0.011	0.006	0.67	0.54	0.019
B	0.19	0.27	1.38	0.008	0.003	0.63	0.54	0.026
C	0.18	0.27	1.39	0.008	0.004	0.63	0.54	0.019

表2 実測NDT温度と推定NDT温度

Steel	NDTT	(NDTT)*
A	-45°C	-45°C
B	-25	-25
C	-10	-20

* Temperature at $K_{Id}/\sigma_{yd} = 0.5/\sqrt{in}$

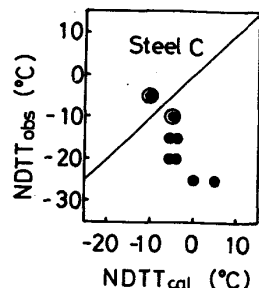


図1 溶接熱影響部変化による実測NDT温度と推定NDT温度の比較