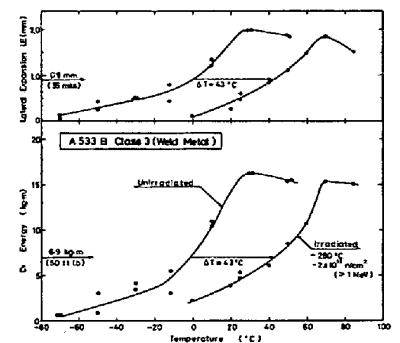


(343) 原子炉圧力容器用厚肉鋼母材および溶接金属の中性子照射脆化

日本原子力研究所 東海研 ○古平恒夫, 中島伸也
三菱重工業(株) 高砂研 工博 薄田 寛

1 緒言 軽水炉の圧力容器には、厚肉の低合金鋼が使用されており、容器の炉心近傍部は、中性子照射を受けて破壊靱性が低下し、不安定破壊に対する余裕度が減少する。最近、鋼材の中性子照射脆化を評価するため、ASME Codeなどにおいて、吸収エネルギー 50 ft·lb (6.9 kg·m)、横膨出量 35 mils (0.9 mm) を評価基準とするいわゆる RT_{NDT} 基準が採用され、これをもとに破壊力学的手法による圧力容器の構造安全性評価が行われている。本報告は、この RT_{NDT} 基準の妥当性を検討するため、数種の圧力容器用鋼材を供試材として、低温 (~50℃) および高温 (~290℃) の中性子照射試験を実施し、その結果をとりまとめたものである。

2 実験方法 本研究に用いた供試材は、板厚 100~200 mm の A516Gr.70, A302B, A387Gr 22, A508 cl. 2, A533B cl. 1, A533B cl. 3, A542 cl. 1, A543 cl. 1 の計 7 鋼種である。この中で、低温照射には 7 鋼種の母材を用い、高温照射には A533B cl. 1 および cl. 3, A542 cl. 1, A543 cl. 1 の 4 鋼種の母材および溶接金属を供試した。中性子照射は、JMTR を使用し、照射量は低温照射 (~50℃) および高温照射 (~290℃) とともに $\sim 2 \times 10^{19}$ n/cm² (> 1 MeV, 予測値) である。照射後試験としては、シャルピ衝撃、引張、金相および硬さ試験を実施した。



3 実験結果 図 1 は、一例として A533B cl. 3 溶接金属の 290℃ 照射の結果を示す。遷移温度の上昇 (ΔRT_{NDT}) は同図より 43℃ となる

図 1 A533B cl. 3 溶接金属の結果

ことがわかる。表 1 は、290℃ 高温照射の結果をまとめて示している。同表中で、予測値は米国の NRC Regulatory Guide 199 で提唱されている式(1)より求めた。

表 1 290℃ 照射による遷移温度 (ΔRT_{NDT}) の上昇

供試材	母材		溶接金属	
	実測	予測	実測	予測
A533cl. 1	32℃	36.2℃	75℃	79.7℃
A533cl. 3	10	43.0	43	60.2
A542cl. 1	55	-	38	-
A543cl. 1	42	-	60	-

$$\Delta RT_{NDT} (^{\circ}F) = [40 + 1000(\%Cu - 0.08) + 5000(\%P - 0.08)] [f/10^{19}]^{1/2} \dots (1)$$

ここで f は高速中性子照射量である。(1)式は、Mn-Mo-Ni 系低合金鋼に適用されるとされており、表 1 の実測値と比較すると予測値の方が若干大きく、安全側の予測となることが明らかとなった。図 2 は、290℃ 高温照射材の吸収エネルギーと横膨出量との関係を示す。高エネルギー領域ではばらついているのは、上部棚域にあるからであり、遷移温度領域では $Cv = 7.75 (LE)$ なる直線関係が成立し、50 ft·lb, 35 mils 基準の妥当性を示している。尚、低温照射材の場合も全く同様の傾向を示した。

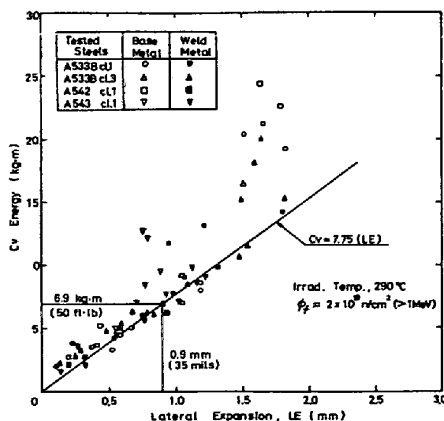


図 2 Cv と LE との関係

つぎに、上部棚域では上記基準は適用できず何らかの検討が必要である。図 3 は、エネルギーの低下と横膨出量の減少との関係を示したものである。同図から、多少ばらつきはあるが ΔE と ΔLE は直線関係にあるとみてさしつかえないであろう。この他に講演会では、横収縮量の挙動、シャルピ衝撃性質からの K_{I0} 破壊靱性の予測の妥当性についても言及する。

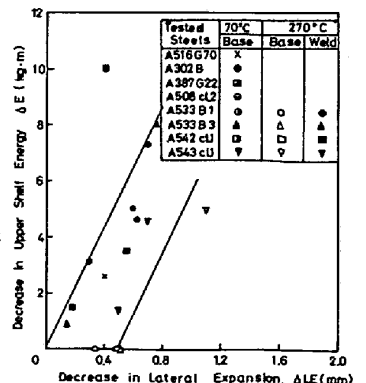


図 3 ΔE と ΔLE との関係