

669.15'26'28-194.2: 539.125.5.043: 539.56
原子炉圧力容器鋼材の中性子照射試験

(211)

日本原子力研究所東海研究所 ○古平恒夫 生田目宏
(株)日本製鋼所室蘭製作所 鈴木公明

1 まえがき：最近の各種工業のいちじるしい発展にもなうプラントの大型化に対処するため、 $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼のすぐれた焼入れ性を利用して、高い強度を得て、大型容器の板厚の減少、容器製作の経済性の向上に関する検討が進められている。現用の軽水冷却型原子炉圧力容器用鋼材としては、ASTM A533 Grade B Class 1鋼が用いられているが、将来の大型軽水炉および高温ガス実験炉用の圧力容器には焼入れ、焼もどしを行なった $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼板(ASTM A542 Class1)の使用が予想される。このA542鋼の中性子照射ぜい化に関するデータは、国内外において少ないので、照射ぜい化感受性の基礎データを得るため、本報では、A533B鋼と比較検討した結果についてのべる。さらに、A533B鋼に関しては、不純物と照射ぜい化感受性との関係について報告する。

表1 供試材の熱処理

2 供試材と試験方法：供試材料は、ASTM A533 Grade B Class1鋼およびASTM A542 Class1鋼の6~10インチ(150~250mm)板厚における、 $\frac{1}{4}$ 板厚部を想定した表1に示す熱処理を施したものを使用した。標準シャルピ衝撃試験片に加工した後、照射試験は、日本原子力研究所東海研究所のJR-R-2, VT-1実験孔を利用して、主として、約60℃の重

供試材	焼入れ	焼もどし	応力除去焼鈍	焼入れ冷却速度	
A533Bcl.1	A	880℃×1.5hr	650℃×5hr	—	
	B	→プログラム冷却	→A.C.	621℃×45hr →F.C.	35℃/min*
	C	890℃×1hr →プログラム冷却	650℃×3hr →A.C.	620℃×50hr →F.C.	40℃/min**
A542 cl.1	920℃×4hr →プログラム冷却	620℃×10hr →A.C.	600℃×20hr →F.C.	188℃/min*** (920→460℃)	

* 7~8インチ厚材の $T_{\frac{1}{4}}$ 部に相当, ** 6インチ厚材の $T_{\frac{1}{4}}$ 部に相当, *** 10インチ厚材の $T_{\frac{1}{4}}$ 部に相当

水に浸漬した状態で行った。中性子照射量の測定はFe, NiおよびCoの純金属モニタ・ワイヤを使用して、それぞれ高速中性子照射量および熱中性子照射量を求めた。

3 試験結果：表2は、A533B鋼とA542鋼の照射ぜい化感受性の比較を行なった結果を示したものである。A542鋼は、表1からもわかるように、250mm極厚肉板材相当の熱処理を施したにもかかわらず、A533B鋼に比較して、30ft·lb遷移温度および50%破面率遷移温度の上昇(ΔT)は、かなり小さいことがわかる。なお、中性子照射によるシャルピ上部棚エネルギーの低下に関しては、A533B鋼およびA542鋼の間で、大きな差は認められない。

一方、大気溶解および真空溶解したA533B鋼の照射ぜい化感受性におよぼす不純物(主としてCu, Pなど)の影響についても照射試験を行なったが、その結果では、高純度のものが、感受性は小さいことが認められた。

表2 A533B Cl 1鋼とA542 Cl 1鋼の照射ぜい化傾向の比較

照射温度：60℃, 中性子照射量： $1.0\sim 1.3\times 10^{19}$ (n/cm² > 1MeV), 核分裂スペクトル, $\bar{\sigma}$: 110mbCo⁵⁸, 72.3mbMn⁵⁴

供試材	Vシャルピ 30ft·lb遷移温度 (℃)			Vシャルピ 50%破面率遷移温度 (℃)			Vシャルピ上部棚エネルギー (Kg·m)				
	非照射	照射	ΔT	非照射	照射	ΔT	非照射	照射	$-\Delta E$	$\Delta E/E$	
A533Bcl.1	A	-55	103	158	-24	110	134	20.9	15.5	5.4	26%
	B	-25	124	149	20	130	110	20.0	15.9	4.1	21%
	C	-28	98	126	-1	104	105	14.2	9.0	5.2	37%
A542 cl.1	-57*	35*	92*	-14	42	56	21.2	13.8	7.4	35%	

* 35ft·lb遷移温度