

(396) RT_{NDT} および Upper Shelf Energy におよぼす焼入冷却速度および S 量の影響
原子炉圧力容器用 A533B 鋼板の靱性について

新日本製鉄(株)名古屋製鉄所 ○中尾仁二, 菊竹哲夫, 五弓 紘

1. 緒 言

軽水型原子炉圧力器には ASTM A533 Type B Class 1 鋼板が使用されているが, 最近では ASME Sec. III, XI およびアメリカ原子力委員会の規制を採り入れ, 設計条件, 中性子照射脆化および水圧試験の温度を考慮して, 鋼板の低温靱性に対する要求が行われるようになった。鋼板の低温靱性としては, 落重試験とシャルピー衝撃試験の両方から求められる RT_{NDT}, および中性子照射脆化を考慮したシャルピー衝撃試験の Upper Shelf Energy が特に問題にされる。そこでこれら RT_{NDT} および Upper Shelf Energy におよぼす熱処理条件および化学成分などの冶金学的因子の検討を行った。

2. 試験方法

表 供試材の化学組成 (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
.19 ~.20	.20 ~.24	1.43 ~1.45	.006 ~.008	.004 ~.008	.03 ~.05	.58 ~.62	.06 ~.10	.51 ~.54

70~90 ton の鋼塊から鍛造および圧延により製造された 140~165 mm の鋼板数枚を供試材とし, その化学成分を表に示した。その鋼板の板厚の $\frac{1}{4}$ の位置からシミュレート熱処理用の試験片を切り出し, 実際の原子炉圧力容器の施工を想定した熱処理(熱間加工, 焼入れ, 焼もどしおよび PWHT)を与えた。その際焼入冷却速度を 10~120 °C/min, 焼もどしパラメータを 19.27~19.97 × 10³ に変化させ, シャルピー衝撃試験, 落重試験および引張試験を行い, RT_{NDT} の決定根拠となる T_{NDT}, 横膨出量 35 Mils の遷移温度 Tr 35 Mils, 吸収エネルギー 50 ft-lb の遷移温度 Tr 50 ft-lb などのクライテリア, および Upper Shelf Energy への影響の検討を行った。

3. 試験結果

熱処理条件では焼もどしパラメータの影響は上記の範囲ではあまり顕著ではなく, 冷却速度が大きな影響をおよぼし, 板厚が厚くなった場合には RT_{NDT} を低温に求めることは難しくなる。また表に示した化学成分では P, S の不純物元素は充分低く, RT_{NDT} は T_{NDT} のみにより決定されるが, 更に S が高くなると Tr 35 Mils,

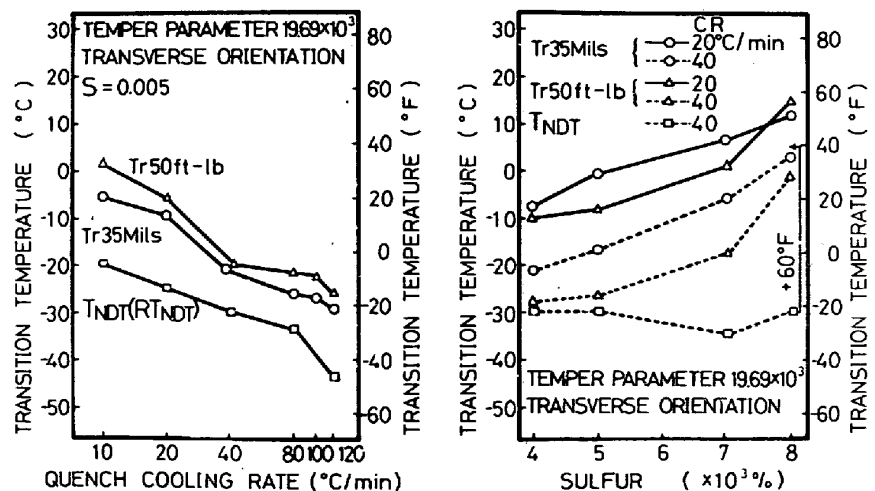


図 焼入冷却速度および S 量の遷移温度への影響

Tr 50 ft-lb および Upper Shelf Energy への影響が認められる。

4. 結 論

- (1) T_{NDT} は冷却速度, 即ち組織の支配因子が大きく現状の A533B の成分では限界があると思われる。
- (2) S ≤ 0.008% 以下では RT_{NDT} は殆んど T_{NDT} により決まり, 更に高い S では Tr 35 Mils, Tr 50 ft-lb Upper Shelf Energy に影響をおよぼす。逆に更に S を低くしても RT_{NDT} へは影響をおよぼさない。