

(163) $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の焼入 焼もどし特性について

三菱重工業 神戸研究所

工博 薄田 寛

○辻 一郎

1. 緒 言

圧力容器用材料として用いられる $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼は、従来、焼なましあるいは焼ならし焼もどしの状態で使用されてきたが、これに焼入焼もどし処理を行なえば、大幅な強度の上昇が得られるので、より大形の容器を経済的に製作することが可能となり、すでに ASTM A542 に規格化されている。

本実験では $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の強度を上昇させるための焼入・焼もどし、応力除去焼なまし条件を明らかにするとともに、常温引張強さが約 80 kg/mm^2 (ASTM A542 Class 1 常温引張強さ $73.8 \sim 87.9 \text{ kg/mm}^2$ に相当) のものについて、その高温長時間強度を明らかにすることを目的とした。

2. 供試材および実験方法

供試材は板厚 100 mm (供試材 A) と 150 mm (供試材 B) の $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼板である。供試材 B を用いて焼入冷却速度 ($1 \sim 125 \text{ deg/min}$) を、供試材 A および B を用いて焼もどし温度 ($566 \sim 725^\circ\text{C}$) による機械的性質の変化を検討し、次に A542 Class 1 の規格強度を満足する焼入焼もどし条件のもの (供試材 B、常温引張強さ約 80 kg/mm^2) について、応力除去焼なまし条件による機械的性質の変化を検討した。さらに、焼入焼もどし、応力除去焼なまし後 A542 Class 1 を満足するものについて、Vシャルピー衝撃遷移曲線の作成、 454°C および 510°C における高温小野式回転曲げ疲れ試験ならびに最高 10^4 hr までのクリープ破断試験 (図 2) などを行なった。

3. 実験結果

- (1) 焼入冷却速度が 10 deg/min より遅くなると引張強さ、耐力、衝撃値は急激に低下し、また焼もどし温度が $600 \sim 650^\circ\text{C}$ の範囲内で引張強さ、耐力はやや急激に低下し、(図 1) 20°C における衝撃値は高くなることが認められた。
- (2) A542 Class 1 の規格強度を満足するためには焼入冷却速度 10 deg/min 以上、焼もどし温度 $615 \sim 660^\circ\text{C}$ にする必要があり、焼もどし温度 625°C 、応力除去焼なまし温度 600°C が適正であると判断された。
- (3) $940^\circ\text{C} \times 4.5 \text{ hr} \rightarrow$ 水冷、 $625^\circ\text{C} \times 6 \text{ hr} \rightarrow$ 空冷、 $600^\circ\text{C} \times 12 \text{ hr} \rightarrow$ 炉冷の熱処理を行なった供試材 B の板厚 $\frac{1}{4}$ の常温引張強さは約 80 kg/mm^2 、耐力は約 69 kg/mm^2 で、A542 Class 1 の規格強度を十分に満足し、圧延方向の $\text{VTr}35$ 遷移温度は -50°C であり、また高温強度は表 1 に示すとおりで、従来のものよりも大幅に許容応力を高め得ると判断される。

表 1. A542 Class 1 規格強度材の高温強度

温度 ($^\circ\text{C}$)	短時間高温強度 (kg/mm^2)		$N=10^7$ 回転曲げ 疲れ強度 (kg/mm^2)	10^5 hr クリープ破断 強さの外挿値 (kg/mm^2)
	耐力	引張強さ		
454	57	66	35	33
510	54	62	31	24

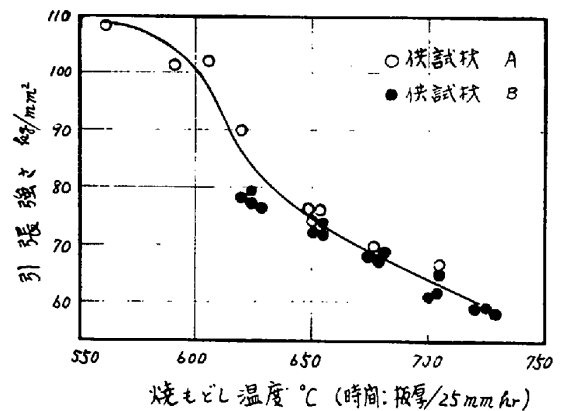


図 1. 焼もどし温度による常温引張強さの変化

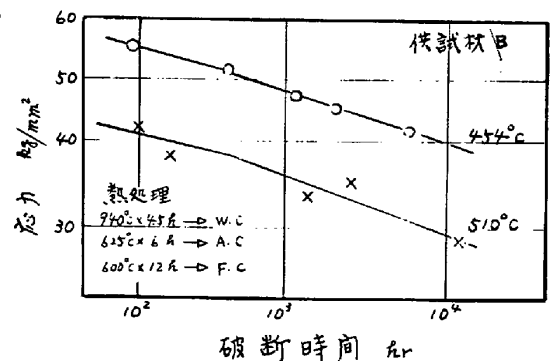


図 2. クリープ破断試験の結果