

(281) ボイラ管用 $1\text{Cr}-1\text{Mo}-\frac{1}{4}\text{V}$ 鋼の性質について日立製作所 日立研究所 工博 根本 正
○田野崎 和夫

1. 緒言

$\text{Cr}-\text{Mo}-\text{V}$ 鋼は高温強度の高い低合金鋼として知られ、Cも約0.2%含有する $\text{Cr}-\text{Mo}-\text{V}$ 鋼は大型タービンシャフト材として広く使用されており、その研究も比較的多い。しかしボイラ管材としての低C、 $\text{Cr}-\text{Mo}-\text{V}$ 鋼に関する研究は比較的少なく、 $1\text{Cr}-1\text{Mo}-\frac{1}{4}\text{V}$ 鋼は米国において主蒸気管材として使用されているが、我が国においては $1\text{Cr}-1\text{Mo}-\frac{1}{4}\text{V}$ 鋼のボイラ管材はいまだ実用化されていない。そこで現用 $\frac{1}{2}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼よりも高温強度が著しく高いと考えられる $1\text{Cr}-1\text{Mo}-\frac{1}{4}\text{V}$ 鋼をボイラ管材に適用するため、その熱処理特性、クリープ破断強度、溶接性、耐酸化性などについて調べ、現用材との比較検討を行なった。

2. 実験方法

試料は高周波電気炉により溶製した120kg鋼塊を所定寸法に鍛造、熱処理後に採取したもので、C約0.10%と約0.17%の2種の $1\text{Cr}-1\text{Mo}-0.25\text{V}$ 鋼について各種試験を行なった。まず硬さ、組織および機械的性質から適正熱処理条件を求め、最高加熱温度 1025°C の場合の恒温変態図を求めた。次に $1025^\circ\text{C} \times 1\text{hr}$ 空冷 $\rightarrow 700^\circ\text{C} \times 10\text{hr}$ 焼戻試料について室温 $\sim 700^\circ\text{C}$ で引張および衝撃試験を行なった。さらに同様空冷後焼戻および炉冷後焼戻試料について $500 \sim 680^\circ\text{C}$ におけるクリープ破断試験を行なった。また空冷後焼戻試料について予熱なしおよび 300°C 予熱において単層溶接後、後熱なしおよび $650^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ で1hr後熱処理を行なったものの溶接部の組織および硬さを測定し、さらに溶接のまゝの溶接部の衝撃遷移曲線も求めた。次に拘束亀裂性試験方法を用いて予熱温度を室温 $\sim 200^\circ\text{C}$ に変化させて溶接割れ試験を行なった。最後に $600, 650$ および 700°C の各温度に50hrまで繰返し加熱した場合の酸化増量も求めた。

3. 実験結果

- (1) 本鋼の適正熱処理条件は $1025^\circ\text{C} \times 1\text{hr}$ 空冷後 $700^\circ\text{C} \times 10 \sim 20\text{hr}$ 焼戻しである。
- (2) 本鋼の恒温変態図には 700°C および 400°C 付近にそれぞれパーライトおよびベイナイト変態のノーズがあり、パーライトのノーズはC量が多いと右方にずれるが、ベイナイトのノーズはほとんど変化しない。
- (3) 高温強度はすぐれており、特に空冷後焼戻試料のクリープ破断強度は現用 $\frac{1}{2}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼よりかなり大であり、 $550 \sim 600^\circ\text{C}$ における 10^5hr の破断強度は表1に示すように現用材よりも25~58%高い値を示すが、炉冷後焼戻試料では現用材と大差がない。

表1. $1\text{Cr}-1\text{Mo}-\frac{1}{4}\text{V}$ 鋼および $\frac{1}{2}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の Master 破断曲線より求めた 10^5hr の破断強度 (kg/mm^2)

試験温度 ($^\circ\text{C}$)	C 0.10%		C 0.17%		$\frac{1}{2}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼	
	NT	FT	NT	FT	NT	FT
550	15.5	7.6	13.2	9.5	8.8	9.8
575	10.5	5.7	8.9	7.0	6.3	7.1
600	6.4	4.2	5.6	4.9	4.2	4.3

* NT; 空冷後焼戻, FT; 炉冷後焼戻し。

を防止するためには、C0.08%では 50°C の予熱、C0.17%では 200°C 以上の予熱が必要である。

- (4) 溶接試験の結果、特にC量の多い場合に予熱の効果が大であり、 300°C 予熱により熱影響部のマルテンサイト組織は大部分ベイナイト組織に変わり、遷移温度も著しく低下する。また後熱温度の影響も大きく、 750°C 後熱により組織も硬さも母材と大差がなくなる。
- (5) 溶接割れ試験の結果、溶接による割れ

- (6) 耐酸化性は 700°C で著しく劣化するが、 650°C 以下では $\frac{1}{2}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼と大差がない。