

(780) 低圧タービンローター用 35NiCrMoV鋼の特性に及ぼす Mn, Si および不純物元素の影響

(株) 神戸製鋼所 鉄鋼技術センター 勝亦 正昭
 試作実験センター ○高木 勇
 鋳鍛鋼事業部技術部 木下 修司

1. 緒言 発電効率向上のため低圧タービンの運転温度を上昇させることが検討されている。運転温度の上昇は、低圧タービンローター材の焼もどし脆化を促進させる可能性があるため、不純物元素の低下はもちろんのこと Mn, Si 量の低減も含めた高純度鋼の使用が計画されている。そこで、高純度 35NiCrMoV 鋼の焼入性、機械的性質、焼もどし脆化特性、過熱脆化特性について調査した。

2. 実験方法 Table 1 に示す化学成分範囲を有する 9 鋼種を使用した。供試材は真空溶解した 90kg 鋼塊を鍛造、圧延にて 30mm 板厚に仕上げた後、種々の特性を調査した。機械的性質は焼入れ (830°C×2hr, 2°C/min 冷却)→焼もどし (600°C×30hr, 70°C/hr 冷却) 後、引張特性および靱性を評価した。焼もどし脆化感受性は焼入れ→焼もどし後、ステップクーリング (SC 処理) を行ない、破面遷移温度の上昇量で評価した。過熱脆化感受性は 1050~1350°C 加熱後、連続で 950°C に 150min 保持後水冷し、次いで焼入れ→焼もどし処理を行なった試料の 100°C における衝撃吸収エネルギー、粒界破面率から評価した。

Table 1. Chemical composition range of steels (wt%)

| C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo | V | As, Sn, Sb |
|------|--------------|--------------|-----------------|----------------|-----|-----|-----|------|----------------|
| 0.25 | 0.01 0.05 | 0.02 0.80 | <0.001 0.010 | 0.001 0.015 | 8.5 | 1.8 | 0.4 | 0.10 | 0.001 0.003 |

Mn: 1) 0.02, 2) 0.15, 3) 0.30 P: H) 0.010, L) 0.001
 S: H) 0.015, L) 0.001 Si: H) 0.05, L) 0.01

3. 実験結果 (1) 焼入性… Mn 量を 0.02% まで低減しても、焼入冷却速度が 2°C/min で初析フェライトの析出は認められず良好な焼入性を示す。また、Mn 量の低下はオーステナイト (γ) を細粒化させ、それにとともに焼入硬さはわずかに減少する。(2) 機械的性質… 引張特性は Mn, Si, 不純物元素量の影響をほとんど受けない (Fig. 1)。靱性は Mn 量の影響をほとんど受けず、Si, 不純物元素量の減少により改善される (Fig. 2)。(3) 焼もどし脆化感受性… 0.05% Si, 0.01% P を含む鋼において、Mn 量を 0.3% から 0.15% に低減することにより焼もどし脆化感受性は低下し、SC 処理による脆化は認められなくなる。また、Mn 量が 0.3% の鋼においても P 量を 0.001%, As, Sn, Sb 量を 0.001%, Si 量を 0.05% にすると SC 処理による脆化は認められない。(4) 過熱脆化感受性… 0.010%~0.015% の S を含む鋼において Mn 量を低下すると過熱脆化感受性は増大する。しかし、S 量を 0.005% 以下にすれば過熱脆化感受性は低 Mn 鋼において改善される (Fig. 3)。これらの挙動は単位面積当りの γ 粒界に析出する MnS, CrS 量の増減によりよく説明できる。

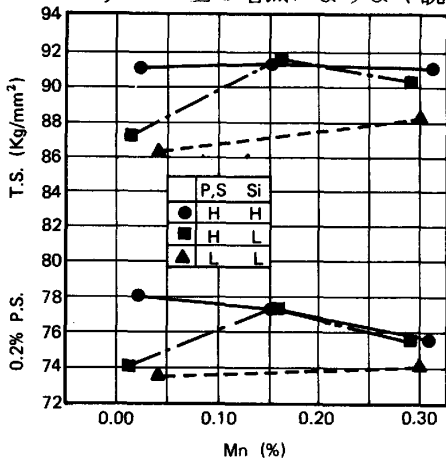


Fig. 1 Tensile properties after quenching and tempering

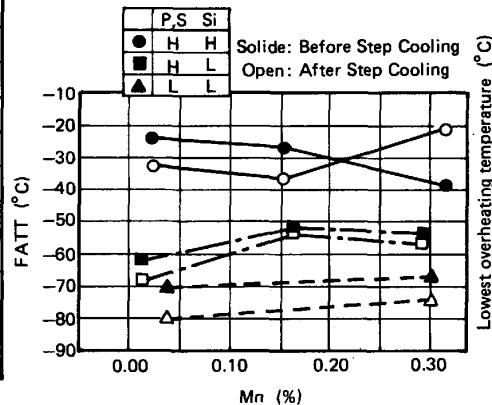


Fig. 2 Charpy impact properties before and after step cooling

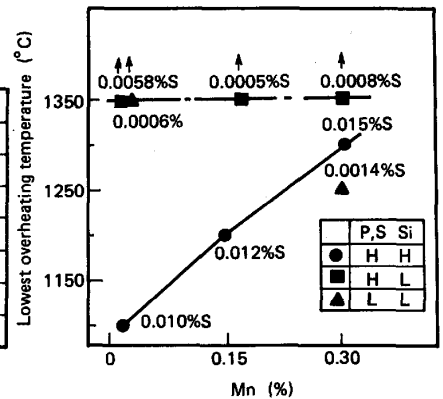


Fig. 3 Effect of Mn content on lowest overheating temperature