

(506)

11Cr-7Ni鋼の焼入れ組織と時効析出硬化に

およぼす Si, Ti, Mo の影響

(株)神戸製鋼所 中央研究所 ○森本啓之 芦田喜郎

細見広次

1. 緒言

従来、析出硬化型 超高張力鋼としては、マルテンサイトを Ti, Mo 系の金属間化合物により析出強化させた 18% Ni マルエージング鋼がよく知られている。しかし、18% Ni マルエージング鋼はすぐれた強度・靱性をもつ反面、Co, Mo などを多量に含み高価なため、より安価な析出硬化型 超高張力鋼開発の試みが種々なされている。本研究では、Fe-11Cr-7Ni-Mo-Si-Ti 鋼を用い、Si, Ti, Mo の析出硬化元素としての有効性を把握することを目的として、焼入れ組織の特性および時効析出硬化について検討した。

2. 実験方法

供試材は Fe-11Cr-7Ni-(0~3)Mo-(0~5)Si-(0~2)Ti 鋼で、真空高周波溶解炉により溶製した 10kg 鋼塊を 1200℃8hr の均質化処理後 15mm の角棒に鍛造した。その後 1150℃1hr の溶体化処理後水焼入れし、焼入れ組織および性質を顕微鏡観察、透過電顕観察および硬度測定、シャルピー衝撃試験などにより検討した。また、1150℃1hr 水焼入れ材を 400~600℃ の種々な温度で各 3hr 時効処理した後硬度測定を行ない時効硬化挙動を調べた。

3. 結果

① 焼入れ組織 Fe-11Cr-7Ni-(0~3)Mo-(0~5)Si-(0~2)Ti 鋼を 1150℃1hr 水焼入れした場合の焼入れ組織は Si, Mo 量の増加にともないマルテンサイト相から (マルテンサイト+フェライト) 相、フェライト相へと順次変化する。なお、ここで言うフェライトは析出物を含む相である。Fig. 1 に Fe-11Cr-7Ni-1Mo-1.5Ti-Si 鋼の Si 量増加にともなう焼入れ組織、硬度およびシャルピー衝撃値の変化を示した。硬度は Si 量の増加にともない一様に増加する。0~1% Si ではラスマルテンサイト組織を呈し、シャルピー衝撃値も良好である。3% Si 鋼は (マルテンサイト+フェライト) の微細な組織であるが、シャルピー衝撃値は著しく低い。また、フェライト相の 5% Si 鋼も脆化している。これは粒界に多く観察される粗大な析出物が原因と考えられる。

② 時効硬化 マルテンサイト相、(マルテンサイト+フェライト) 相、フェライト相の 3 組織はすべて時効硬化挙動を示す。マルテンサイト 1 相組織の時効硬化曲線の 1 例を Fig. 2 にあらわした。Si を 1% 添加しても時効硬化量はわずかであるが、Ti を 1.5% 添加した場合 500℃ で著しい時効硬化を示し、さらに Si 1%, Ti 1.5% を同時に添加すると 500℃3hr 時効で HRC55 まで硬化する。

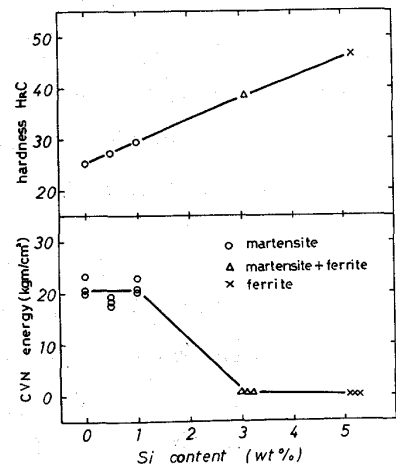


Fig. 1. Effect of Si content on hardness and CVN energy of Fe-11Cr-7Ni-1Mo-1.5Ti-Si steels in quenched condition.

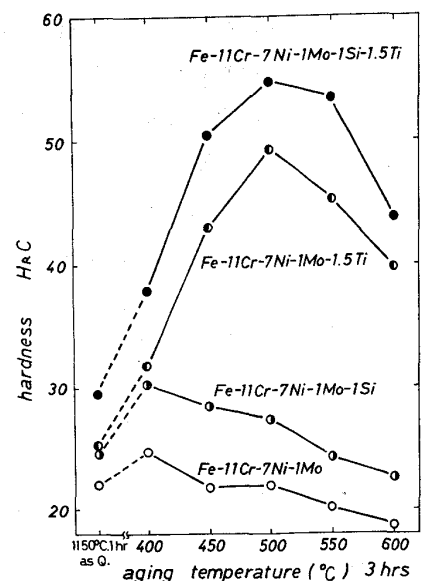


Fig. 2. Effects of Si and Ti on age-hardening behaviour of martensite.