

(614) 12Cr系耐熱鋼の高温強度及び微細組織に及ぼすMoとW量の影響

東京大学 大学院 ○劉 興陽 工学部 朝倉健太郎
工学部 柴田浩司 藤田利夫 (現名誉教授)

〔緒言〕 Mo及びWは耐熱鋼の焼もどし抵抗を著しく増加させ、クリープ破断強度を上げる重要な合金元素として知られている。本研究では、MoとW量を変化させた数鋼種についてクリープ破断強度及び微細組織を調べ、その関連について検討した。

〔供試材および実験方法〕 供試材の化学成分をTable 1に示す。各鋼は真空溶解法またはESR法で溶解したのち、実ロータをシミュレートして鍛造を行った。熱処理は所定の温度で5 h溶体化処理してから100℃/hの冷却速度で600℃まで冷却し、その後空冷した。焼もどし処理は680℃～710℃で20 h行った。

〔実験結果及び考察〕

1. 高温強度及び常温靱性: Mo量を0.3%から0.7%, W量を2.2%から3%で増加させた場合、いずれも高応力の短時間側のクリープ破断強度を上昇させるには効果があるが、低応力の長時間側ではその効果が低下する (Fig. 1)。また、MoとW量が多くなるほど、常温靱性は低くなる。

2. 析出挙動: Mo(W)量を増加させると、析出物量が増える。また、Mo量を増加させる時とW量を増加させる時とは、それぞれの析出挙動に異なる点があるが、長時間側では、いずれも添加量の差は析出量の差となり、その一例をFig. 2に示す。従って、Mo(W)量を変化させると、短時間側では、固溶硬化と析出硬化の両方に差が生じると考えられるが、長時間側では、主に析出硬化に差が生じることになる。

3. 微細組織: 溶体化処理ままの状態では、いずれの鋼もマルテンサイト単相であり、 δ フェライトが観察されなかった。焼もどしま及び短時間加熱した試料においてもMoあるいはW量による組織の差は認められなかったが、600℃～700℃において長時間加熱すると、MoあるいはW量の多い試料は析出物の凝集粗大化が著しく、しかも、粗大化した析出物の近傍の回復が速い (Photo. 1)。このような組織の変化は高温強度に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

〔結言〕 MoまたはW量が増加するにつれて、短時間側では固溶強化及び微細析出強化の増加によって高温強度が上昇するが、長時間側では析出物の粗大化傾向が顕著になるので、MoとW増量による強度の改善効果が低下する。

Table 1. Chemical compositions (wt.%).

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	N
0.13	0.05	0.5	0.8	11	0.3~0.7	1.8~3.0	0.2	0.05	0.05

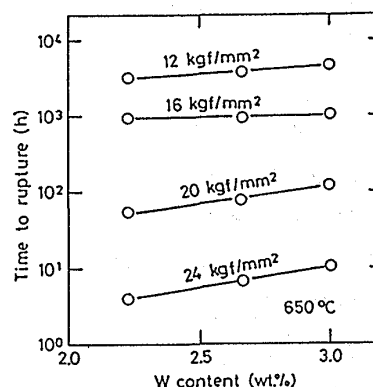


Fig. 1. Effect of W content on creep rupture strength. (0.12C-11.2Cr-0.2V-0.05Nb-0.05N)

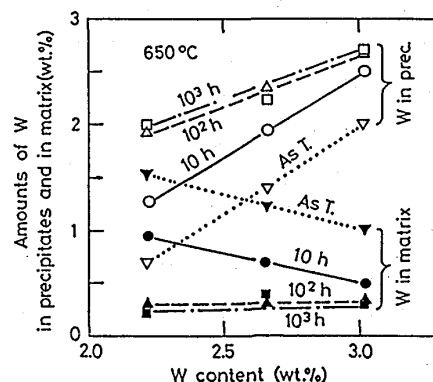


Fig. 2. Partition of W between in precipitates and in matrix. (0.12C-11.2Cr-0.2V-0.05Nb-0.05N)

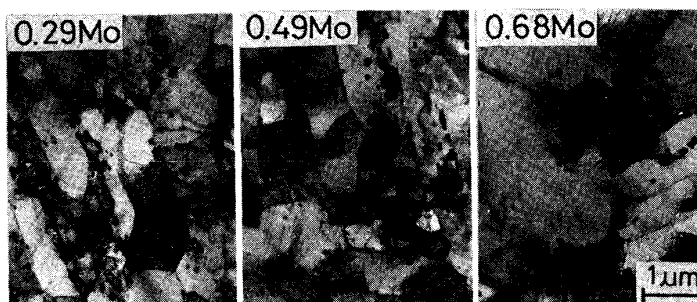


Photo. 1. Transmission electron micrographs for the specimens tested at 700 °C, 9 kgf/mm². (0.13C-10.5Cr-0.7Ni-1.8W-0.2V-0.05Nb-0.05N).