

(690) Ni-Cr-W系合金の1000°Cにおける時効組織

金材技研

○阿部 賢士雄, 坂井 義和  
田辺 龍彦, 鈴木 正, 吉田 平太郎

I. 緒言

高温ガス炉の中間熱交換器は、1000°C近辺で数万時間の使用が予想されている。特に、1000°Cといつた高温で長時間使用に耐える材料としては、固溶強化に加えて炭化物や $\alpha$ -Wの析出強化を施したNi-Cr-W系合金が有望視されており、この種の合金の高温強度は微細組織の変化と密接に關係していると考えられる。ここでは、種々の組成のNi-Cr-W系合金について、1000°Cでの時効による炭化物や $\alpha$ -Wの析出に伴う組織変化及び硬さの変化を調べた。

II. 方法

試料の化学組成をTable 1に示す。No.17と18以外は、Cr, W濃度は異なるが1000°Cで炭化物と $\alpha$ -Wの両者が析出する。No.14の組成を基準として、炭素無添加がNo.17( $\alpha$ -Wのみ析出)で、W濃度を低くしたのがNo.18(炭化物のみ析出)である。比較材として用いた113MAは、中間熱交換器用に開発された合金の一つである。No.13~16は10kg, No.17~18は3kgインゴットより鍛伸し、溶体化処理(1290~1350°C)して、1000°Cでの時効に供した。

III. 結果

(1) 硬度変化 Fig.1に、炭化物、 $\alpha$ -W及びこの両者が析出する三種類の合金の硬度変化(溶体化材基準)を示す。炭化物析出合金の硬度は、2hにピークを有しそれ以後は減少していく。これに対し、 $\alpha$ -W析出合金では時間とともに硬度が増す。両者が析出する合金は、2hでピークに達した後いったん減少し、100h以後で再び硬化を示す。このことから、炭化物と $\alpha$ -Wの両者が析出する合金では、短時間では炭化物による硬化が、長時間では $\alpha$ -Wによる硬化が優勢になると考えられる。Fig.2に、No.13~16, 113MAの硬度変化を示す。No.13を除くと、各合金とも上述したNo.14と類似の変化を示す。

(2) 組織 Photo.1に、Fig.1に示した三合金の1000hでの組織を示す。No.18では、1hでも炭化物がWidmanstätten状に多数析出し、時間とともに凝集相大化していく。一方、No.17では $\alpha$ -Wの明瞭な相大化は認められなかった。No.14では、10h程度までは炭化物と思われるWidmanstätten状析出物が生じ、 $\alpha$ -Wの析出量はわずかであった。その後、粒内では $\alpha$ -W析出量が増すが、粒界析出物は主として炭化物であった。

(\*) 渡辺力蔵, 千葉芳寿:  
鉄と鋼 63(77) 118

Table 1. Chemical composition of alloys tested (wt%).

	C	Ni	Cr	W	Ti	Zr
No.13	0.049	BAL	32.50	14.19	0.50	0.02
No.14	0.047	BAL	26.60	16.43	0.53	0.02
No.15	0.049	BAL	20.25	20.19	0.52	0.04
No.16	0.046	BAL	14.77	25.30	0.50	0.04
No.17	—	BAL	26.83	17.18	0.33	0.04
No.18	0.05	BAL	27.39	12.61	0.36	0.04
113MA	0.05	BAL	23.60	18.40	0.54	0.03

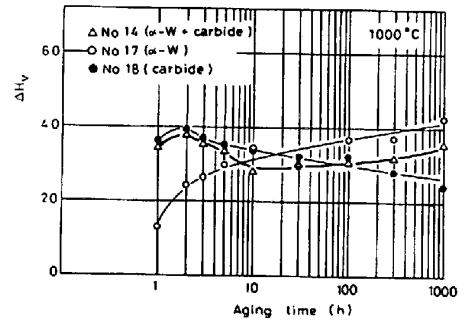


Fig.1. Age hardening of the alloys at 1000°C.  $\Delta H_V$ : increase of hardness from that of as-solution treated material.

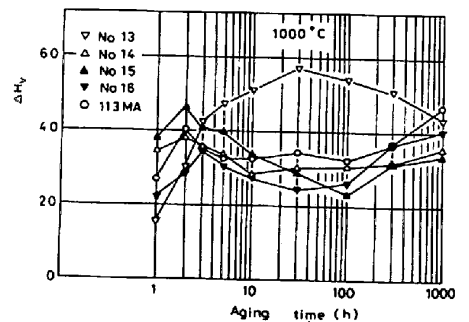


Fig.2. Age hardening of the alloys at 1000°C.

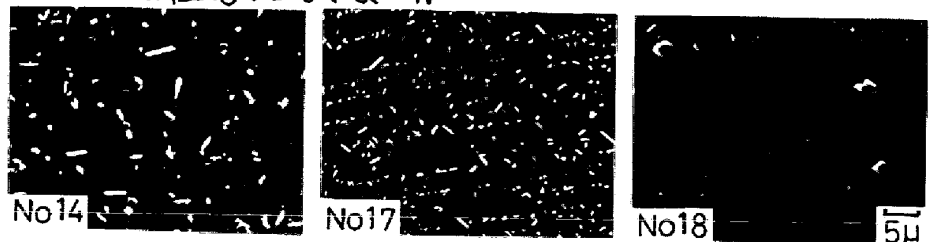


Photo.1. SEM microstructures of the alloys aged for 1000 h at 1000°C.