

(494) Ni-Cr-W系合金のCr-WバランスとC量の組織とクリープ破断強度による影響

日立金属(株) 安来工場
冶金研究所渡辺力蔵
千葉芳孝

1. 緒言 筆者らは原子力用中間熱交換器材料を開発する目的でNi-Cr-W系合金につき合金設計を行ない23Cr-18W-Ni合金を最強合金として選定したが、その後この合金では α -Wという2相が析出すること、また過度に低Cにするとクリープ破断強度がかなり低下することなど、合金設計時侯では予期しなかった事実が判明したので、あらためてNi-Cr-W系合金のCr-WバランスとC量の組織とクリープ破断強度による影響を検討した。

2. 試料および実験方法 Cr-Wバランスの影響についてはCを0.02%と0.05%の2水準とし、Cr-Wバランスを種々変化させた試料を、C量の影響については23Cr-18W-Ni合金でCを0.02%~0.09%の範囲で変化させた試料を真空溶解で溶製した。いずれの場合もTiを約0.5%、Zrを約0.03%添加した。各試料は鍛造後1300°C×1hr水冷の熱処理を施して試験に供した。組織については各試料とも1000°C×100hrの時効処理後X線回折により析出物の同定を行った。またクリープ破断試験は1000°Cで応力4kg/mm²を中心に行なった。

3. 実験結果および検討 (1) Cr-Wバランスの影響: Cr-Wバランスと析出物の関係を図1に示す。 α -WはBarrowsの方法から計算した1相領域のかなり内部でも析出すること、炭化物は高Cr側ではM₂₃C₆が主体であり、反対側ではM₆Cが主体であることがわかった。図2にはCr-Wバランスとクリープ破断強度の関係を示す。0.02% CレベルではCr/Cr+W比が0.35程度のところでクリープ破断強度は最大となり、また α -Wの析出によってクリープ破断強度は向上している。一方0.05% CレベルではCr/Cr+W比が0.56程度のところでクリープ破断強度が最大となるが、これはCr/Cr+W比が0.54以下ではM₆Cが、0.54以上ではM₂₃C₆が主に析出し、クリープ破断強度の点でM₆Cは効果が無いがむしろ有害であるのに対し、M₂₃C₆はきわめて有効であるためと考えられる。結局クリープ破断強度に関しては低C-14Cr-26W-Ni合金が中C-23Cr-18W-Ni合金が良好であるが、前者は初期のクリープ速度が大ききという欠点があるので、当初の合金設計通り23Cr-18W-Ni合金がもっともすぐれていると判断される。

(2) C量の影響:

23Cr-18W-Ni合金ではC量は0.035~0.065%の範囲がよく、これより低CではM₂₃C₆の析出量が十分でないため、またこれより高CではM₆Cの析出が多くなるため、クリープ破断強度が低下するので好ましくない。

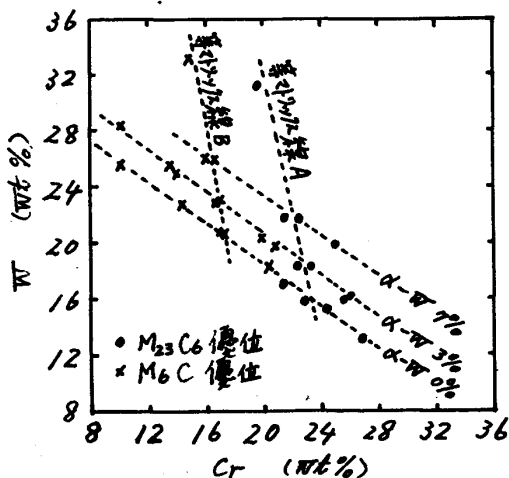
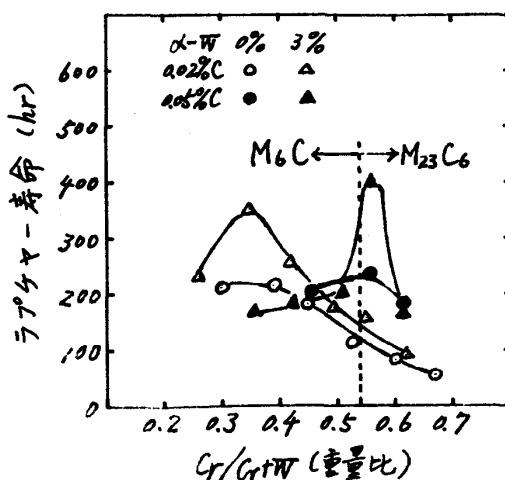


図1 Ni-Cr-W系合金のCr-Wバランスと析出物の関係

図2 Ni-Cr-W系合金のCr-Wバランスと1000°C-4kg/mm²のクリープ破断寿命の関係