

(203) Ni - Cr - Mo 系合金の合金設計

Ni 基超耐熱合金の合金設計に関する研究(第5報)

日立金属 安永工場 冶金研究所

渡辺力蔵

1. 緒言: 筆者らは高温熱交換器材料を開発する目的でNi基固溶強化型超耐熱合金につき合金設計を行ない、1000℃-10万時間強度1kg/mm²以上の目標を満足する可能性の高いNi-Co-Cr-W合金およびNi-Cr-W合金を開発した²⁾。しかしこれらの合金はWを多量に含むためにかなり高価であるので、より安価で目標強度を満足する合金の開発の可能性を検討する目的でNi-Cr-Mo系合金につき合金設計を行なった。

2. 理論的分析: Ni基固溶強化型合金のクリープ破断強度に作用する要因としてのオーステナイト組成は格子定数 a と平均電子空孔数 N_V をパラメータとして表わすことができ、 a および N_V が大きいほどクリープ破断強度は高くなる。一方合金の組成がオーステナイト1相領域にあるためには、 N_V がBarrowsの限界電子空孔数 N^C より小さいことが必要である。そこでNi-Cr-W系合金の場合を参考にして $N_V \geq 1.90$ 、 $a \geq 3.580 \text{ \AA}$ および $N_V \leq N^C$ を満足する領域を理論有効組成領域とし、この領域の中から図1に示す7個の組成を選択して実験的検討を行なった。

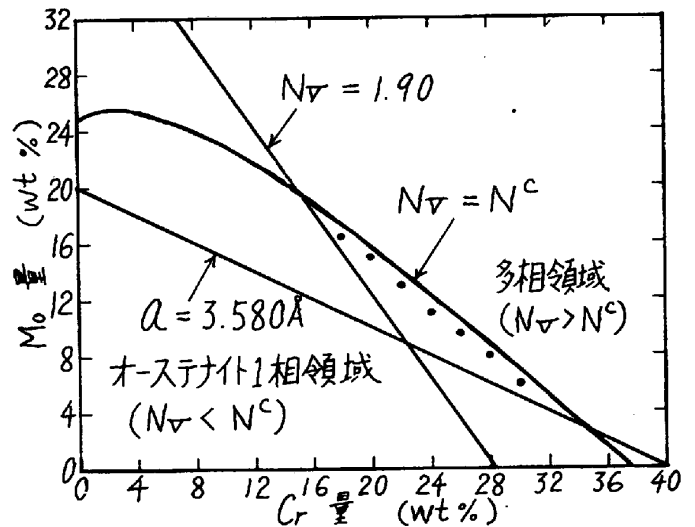


図1 Ni - Cr - Mo 3元系の606℃の切断状態図における理論有効組成領域と実験組成

3. 実験的検討: 試料は真空誘導溶解によって溶製した。各試料にはC 0.03%, Ti 0.3%, Zr 0.05%, Mg 50 ppmを添加した。インゴットを鍛伸後、1200~1225℃×1hr空冷なる熱処理を施して1000℃におけるクリープ破断試験を行なった。

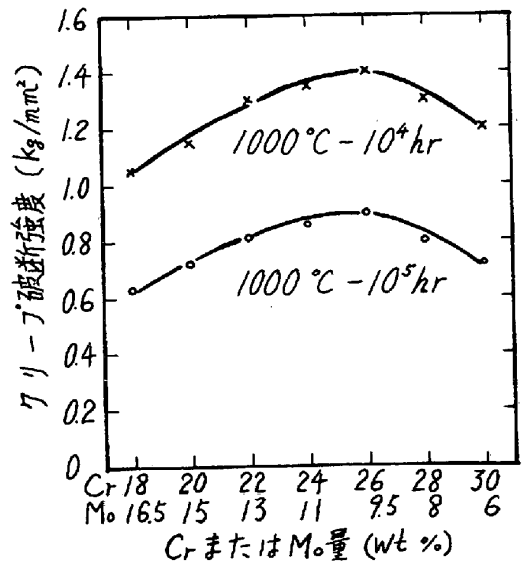


図2にCrとMoのバランスと1000℃における1万および10万時間外挿クリープ破断強度の関係を示す。この図から長時間側のクリープ破断強度は26%Cr-9.5%M_oの付近でもっとも高くなり、それより低Cr-高Mo側あるいは高Cr-低Mo側では低下することがわかる。またNi-Cr-Mo 3元系合金では1000℃-10万時間クリープ破断強度1kg/mm²以上の目標を満足することは困難であることがわかる。しかし26%Cr-9.5%M_o合金はInconel 617と同程度の強度をもち、Coを含まない利点があるので、系外力用などの各種高温材料に広く応用できると思われる。

図2 CrとMoのバランスと1000℃外挿クリープ破断強度の関係

4. 結言: Ni - Cr - Mo 3元系固溶強化型合金につき合金設計を行ない、Coを含まずInconel 617と同程度の強度をもち合金を開発した。

参考文献) 渡辺他: 鉄と鋼, 61 (1975), 2405; 2) 渡辺他: 鉄と鋼, 61 (1975), S320