

(319) Co を含まない固溶強化型合金の合金設計 Ni 基超耐熱合金の合金設計に関する研究(第4報)

日立金属

安来工場

○渡辺力蔵

千葉芳孝

九重常男

1. 緒言：前報¹⁾に報告したように筆者らは、 1000°C で目標高温熱交換器用材料として 1000°C - 10 万時間強度 1 Kg/mm^2 以上の目標を達成する可能性の高い Co を含む固溶強化型合金を開発した。

本研究では Co を含まない Ni 基固溶強化型合金を開発する目的で合金設計を行なった。

2. 理論的分析：前報で報告したように固溶強化元素としての Mo と W ではクリープ破断強度の点から W の方が有利であるので、前報の理論的分析と同じ方法により $\text{Ni}-\text{Cr}-\text{W}$ 3 元素から有効組成を抽出したと 37 個がえられた。これらの組成は $\text{Cr}+\text{W}=40\%$ で、 $\text{Cr}+\text{W}$ はそれぞれ $4+36$, $8+32$, $12+28$, $16+24$, $20+20$, $24+16$, $28+12$ である。

さらに Cr と W の適正バランスをより詳細に検討する目的で $\text{Cr}+\text{W}=41\%$ レベルにおける 3 組成 ($\text{Cr}+\text{W}: 19+22$, $21+20$, $23+18$) につき計算を行ない、いずれも理論的抽出条件を満足する=とを確認した。

3. 実験的検討

3.1 実験方法：第1次実験として $\text{Cr}+\text{W}=40\%$ レベルの 7 合金、第2次実験として $\text{Cr}+\text{W}=41\%$ レベルの 3 合金につき実験を行なった。前報の結果からいずれの試料にも 0.5% の Ti と 0.05% の Er を添加した。 C 量は第1次実験では 0.05% 、第2次実験では 0.03% とした。試料は真空誘導溶解によって溶製した 20 Kg インゴットを 35 mm 角前後に鍛造したものを用いた。第1次実験における W の高い 2 合金は鍛造不能であったので試験は行なえなかった。いずれの試料も 1250°C ~ 1275°C $\times 1\text{ hr}$ 空冷なる固溶化処理後大気中クリープ破断試験を行なった。

3.2 実験結果および検討： $\text{Cr}+\text{W}=40\%$ レベルでは図に示すように高温長時間になるにつれて最高強度を示す組成は高 Cr 低 W 側にずれる傾向があるが、いずれにしても $20\text{ Cr}-20\text{ W}$ 付近の組成で最高強度がえられ、 Cr が低くなりすぎても W が低くなりすぎても強度は低下する。このことは Cr が主に合金の積層欠陥エネルギーの低下に効果をおよぼすのに対し、 W はおもに合金の拡散係数を低める効果をおよぼし、この両者の効果のバランスを最良にすること

がクリープ破断強度を高める上で重要であることを意味している。
 $\text{Cr}+\text{W}=41\%$ レベルの 3 合金に関する第2次実験では短時間側では W の高いものほど強度が高いが、長時間側では逆に Cr が高いものほど強度が高くなる。 1000 時間までのクリープ破断データから直線外挿すると $23\text{ Cr}-18\text{ W}$ 合金は 1000°C - 10 万時間外挿強度が約 1.5 Kg/mm^2 となり、目標強度を達成できる可能性が高い。

4. 結言：目標強度の 1000°C - 10 万時間強度 1 Kg/mm^2 以上を達成できる可能性の高い Co を含まない固溶強化型合金として $23\text{ Cr}-18\text{ W}-\text{C}-\text{Ti}-\text{Er}-\text{Bal. Ni}$ なる組成の合金を開発した。

(参考文献) 渡辺, 千葉, 九重: 鉄と鋼, 60 (1974), 5647

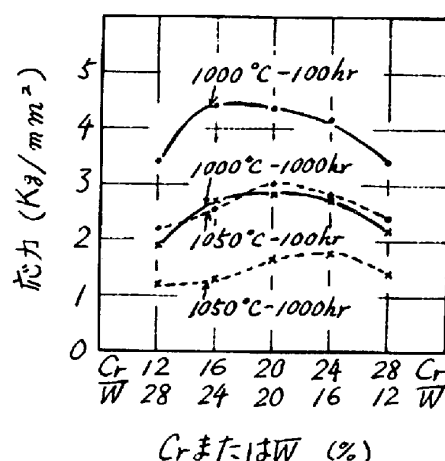


図 $\text{Cr}+\text{W}=40\%$ レベルにおける Cr/W 比とクリープ破断強度の関係