

(690) Co 基超耐熱合金 HS-21 の粒界反応とクリープ破断特性

秋田大学 鉱山学部 ○飯塚 博 田中 學

1. 目的 高温用の構造材料および医療用材料などに用いられている HS-21 は炭素量が比較的高いため、熱処理によつては粒界反応型析出 (粒界反応) が発生する。粒界反応の初期にはパーライト状のノズェールが粒界から形成されるとともに粒界がジグザグ化することが知られているが⁽¹⁾、この合金の粒界反応と室温および高温での機械的性質との関連については十分に検討されていない。そこで本研究では、粒界反応の発生におよぼす熱処理条件の影響について調べたのち、クリープ破断試験を行つて粒界のジグザグ化によつてクリープ破断特性がどの程度改善されるかについて調べた。

2. 実験方法 供試材は 1423 K で鍛伸した直径 16 mm の丸棒であり、その主要化学成分は、0.27% C, 26.71% Cr, 2.37% Ni, 5.42% Mo, 0.59% Si, 0.64% Mn, bal. Co, である。この材料の完全溶体化温度は 1523 K (1250°C) であった。はじめに、溶体化加熱後の炉冷による粒界反応の発生について調べた。つぎに、完全溶体化後水冷、空冷を施したのち、あるいは溶体化温度から時効温度へ直接焼入れしたのち時効を行い、粒界反応と粒内析出の発生状況を光顕、TEM、硬度測定によつて調べた。クリープ破断試験は、熱処理によつて粒界反応量を変えた 4 種類の試料につき 1088 K (815°C) 大気中に行つた。

3. 結果 HS-21 を 1473 K 以上の溶体化温度から炉冷すると粒界反応が生じ、その量は 1523 K から 1548 K の溶体化温度で最高となった。つぎに、完全溶体化後所要の温度まで炉冷してその後水冷したとき (二段冷却) の粒界反応の発生状況を調べた (Fig. 1)。粒界反応は炉冷中 1323 K 近傍で発生しはじめ、1173 K でほぼ完了することがわかる。なお、粒界反応を面積率で約 7% はと析出させると粒界はかなりジグザグ化した。また、時効中に生じる粒界反応と粒内析出の量は溶体化温度からの冷却方法と時効時間に大きく影響されることわかった。

クリープ試験は溶体化加熱後水冷して粒界反応を生じさせた試料、二段冷却によつて約 2% と 7% の粒界反応を生じさせた試料、および炉冷によつて粒界反応を約 13% 生じさせた試料から作製した。そしてクリープ試験開始前に試験温度に 2 時間保持したのち破断試験を行つた。そのため、この保持時間中に水冷および二段冷却材には粒内析出が発生する。クリープ破断試験の結果を Fig. 2 に示す。二段冷却材は水冷材に比べて寿命が約 3 倍改善され、破断延性も良好である。また炉冷材では、破断延性は良好となったが、破断寿命は最も短かくなった。破面観察の結果、水冷材ではせいぜいの粒界破面が主体であったのに対し、二段冷却材では破面に小さな段やディンプル模様が見られた。したがつて二段冷却材で寿命が改善されたのは、粒界反応にともなう粒界のジグザグ化と粒内析出による粒内の強化によつて粒界すべりが抑制されたためと考えられる。

参考文献 (1) 山崎 善夫: 日本金属学会誌, 30 (1966), p. 1032

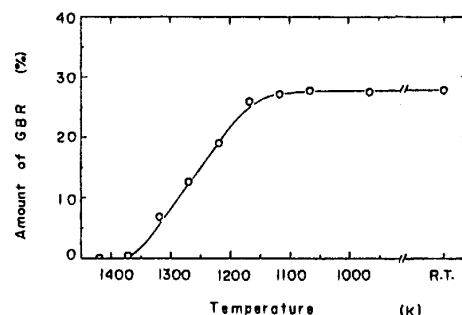


Fig. 1 Amount of grain boundary reaction (GBR) occurred during furnace-cooling.

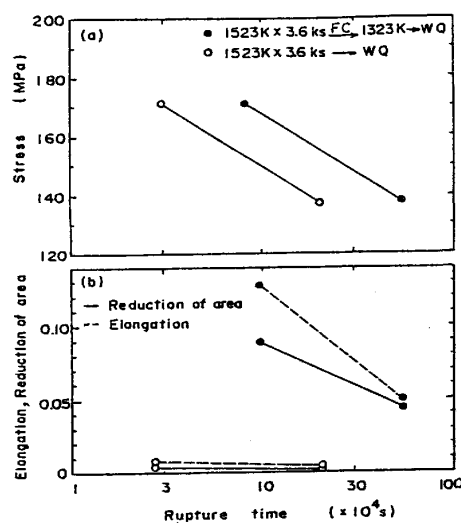


Fig. 2 Creep rupture properties.