

(388) ハステロイ X の結晶粒の形状と高温強度
の関係についての一考察

川崎重工業㈱技術研究所 ○藤岡 順三, 村瀬 宏一
松田 昭三, 喜多 清

1. 緒言 : 実用合金において, 結晶粒の形状が複雑になると高温強度が大きくなることしばしば認められているが, 形状の定量的な取扱いや, 形状の影響がどのような温度やひずみ速度の条件下で効くかなどについては十分に把握されていない。

本研究では, 2次元な結晶粒の形状の定量化を試みると同時に, Ni基合金ハステロイ X について結晶粒の形状の差異がどのような条件下の高温強度に影響するかについて調べた。

2. 方法

(1) 結晶粒の形状の定量化 : まず, 紺田等⁽¹⁾が行なった方法で (1) 式に示す形状値を定義した。そして, 結晶粒の形状の特徴は, 等軸晶からのずれ (結晶粒の伸長度を表わす, X) と粒界の直線からのずれ (粒界の複雑さを表わす, Y) によって表わされるとして, (2) 式と (3) 式を定義した。

$$\text{形状値 } C = [\text{面積} / (\text{周囲長})^2] \dots\dots (1) \quad X = |(C_n^* - C_n) / C_n^*| \times 100 (\%) \dots\dots (2)$$

$$Y = |(C_n - C_n^*) / C_n| \times 100 (\%) \dots\dots (3)$$

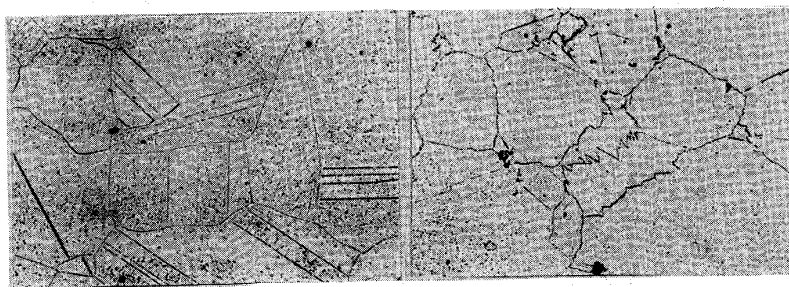
ただし, C_n : 実在の結晶粒 (n 個の 3 重点を有する) の形状値, C_n^* : 正 n 角形の形状値
 C_n : 実在の結晶粒の 3 重点を直線で結んだ図形の形状値

(2) 形状と高温強度 : 20^{mm} のハステロイ X (Ni-0.07C, 21.48Cr, 1.03Co, 9.01Mo, 0.55W, 18.19Fe) を用いて, 炭化物の析出状態をできるだけ一定にして結晶粒の形状を変える目的で次の 2 種類の熱処理を行なった。熱処理 (A) …… 1250℃ × 1h, WQ + 1180℃ × 30min, WQ + 1000℃ × 20h, WQ, 熱処理 (B) …… 1250℃ × 1h 炉冷 → 950℃ × 1h, WQ + 1180℃ × 30min, WQ + 1000℃ × 20h, WQ。そして, これらの材料について, 800, 900, 1000℃ での引張試験 (ひずみ速度は 10⁻¹, 10⁻³, 10⁻⁵ S⁻¹ の 3 種) およびクリープ試験を行なった。

3. 結果

(1) 写真 1 に示すように, 熱処理 (A) のものは平坦な粒界であるが, 熱処理 (B) のものは複雑な粒界形状を示す。代表的な結晶粒を熱処理 (A) のものおよび (B) のものから 1 個ずつ取出して Y 値を計算した結果, 熱処理 (A) のものは 4.8%, (B) のものは 18.6% という結果が得られ, Y 値によってこのような形状の複雑さを十分表わすことができることがわかった。

(2) 粒界が複雑になると, 高温引張特性にはほとんど影響を与えないが, 図 1 に示すようにクリープ破断寿命を増加させる。このクリープ破断寿命の増加は 3 次クリープ域でのクリープ速度の減少による。



熱処理 (A) 熱処理 (B)

写真 1. 熱処理後のマイクロ組織

100μ

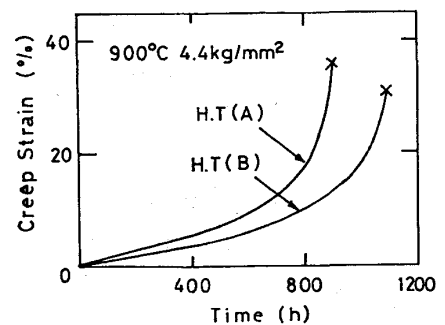


図 1. クリープ試験結果の 1 例

(参考文献 1) 紺田他: 粉体および粉末冶金, 23 (1976), 264.