

(438) 噴射分散法による分散強化ハステロイX

早稲田大学理工学部 長谷川正義 細谷隆志・高橋和秀

I. 目的 : 著者らは分散強化合金の溶製による製造法である“噴射分散法”を開発し、ステンレス鋼¹⁾、ニッケル²⁾およびニクロムなどに応用し、優れた高温機械的特性を有する合金の製造に成功している。そこで、本研究ではハステロイXに噴射分散法を応用し、その高温機械的特性を高め、噴射分散法による超耐熱合金製造の可能性を検討することを目的とする。

II. 実験方法 : 分散質としては ZrO_2 、 ThO_2 などの酸化物およびサーメット用炭化物として使用されているTiCを用いた。また酸化物は一般に溶融金属に濡れ難いので、噴射分散法においては、酸化物-溶融金属間の界面特性を改善する“分散制御元素”を微量添加している。本研究ではステンレス鋼、ニッケルおよびニクロムなどにおいて効果のあったNbを用いた。溶解方法は高周波炉による通常の大気溶解であり、脱酸の後、分散制御元素を添加し、金型に鑄込む途中の溶融金属流に加圧Arガスとともに酸化物および炭化物粉末を噴射添加した。インゴット重量は2kgであり、 $1000^{\circ}C \times 5h$ の均質化熱処理の後、熱間鍛伸(鍛伸比15)および冷間圧延(圧延率25%)を行い、 $1180^{\circ}C \times 40min$ の溶体化処理を施し、各種試験を行った。なお、酸化物などの分散状態の観察はカーボン二酸化シリカ法による顕微鏡観察にて、行い、Underwood³⁾の方法により粒子径分布や平均粒子径を求めた。

III. 実験結果 : 1) ハステロイX中の酸化物の分散状態におよぼすNbの影響。図1に見るように、Nb量の増加とともに ZrO_2 粒子および ThO_2 粒子いずれの場合においても、 2000Å 以下の微細な粒子数が著しく増加し、 3000Å 以下の粒子数が減少して分散粒子の微細化が進んでいる。これは酸化物-溶融金属界面へのNbの吸着および引き続いて起こる置換反応により界面エネルギーが低下したためと考えられる⁴⁾。ちなみに25%Nb添加により平均粒子径は 750Å 程度にまで低下した。

2) ハステロイX中におけるTiCの分散。TiCはハステロイX中で分散制御元素なしで平均粒子径 880Å と微細に分散した。これはTiCの濡れ性が元来良い上、9%含まれるMoによりさらに改善されているためと考えられる⁵⁾。

3) 機械的特性。 ZrO_2 、 ThO_2 分散ハステロイX(25%Nb添加)およびTiC分散ハステロイX(分散制御元素添加せず)の常温および高温引張特性は非分散材に較べ向上した。また $1000^{\circ}C$ におけるクリープ破断特性も非分散材に較べ向上し、その向上率は長時間側においてより大きかった(図2)。

- 文献 1) 長谷川、竹下：金属学会報，42(1978)289
2) 長谷川ら：学振123委員会報告，19(1978)213
3) E.E. Underwood：Quantitative Stereology, Addison-Wesley Publ. Co., (1970)363
4) 長谷川、竹下：鉄と鋼，62(1976)201
5) M. Humenik：J. Am. Ceram. Soc., 39(1956)60

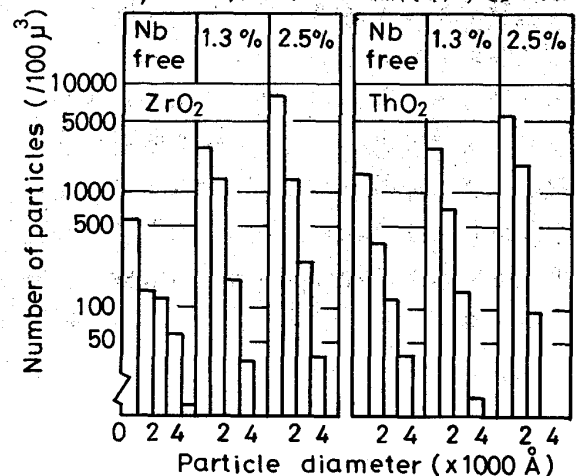


図1. ハステロイX中の ZrO_2 粒子および ThO_2 粒子の粒子径分布におよぼすNb量の影響

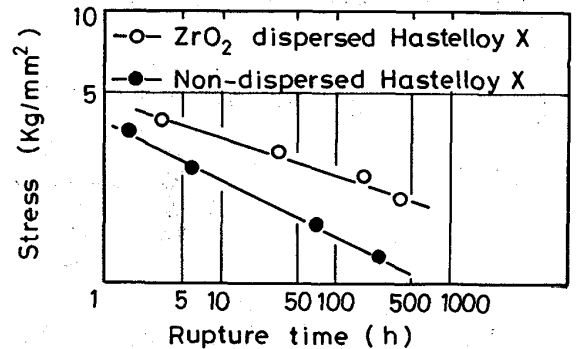


図2. ZrO_2 分散ハステロイXの $1000^{\circ}C$ における応力-破断時間曲線