

(427) 18Cr-15W-Ni 耐熱合金の高温特性 (原子力製鉄用超合金の開発-1)

新日本製鐵(株)基礎研究所 工博 細井祐三 工博 篠田 暲(現技術開発部)
土田 豊(現製品技術研究所) 関野昌蔵 ○楠原瑞夫
製品技術研究所 本間弘之

1 緒 言

高温ガス炉を利用した原子力製鉄技術の開発が国家プロジェクトの一つとしておこなわれている。この原子力製鉄の実現には1000℃、10⁵hrでのクリープ破断強度が1Kg/mm²以上で、Coを含まない熱交換器用材料の開発が必要であると考えられている。このような強度を得るためには強析出型合金が有効と考えられるが⁽¹⁾、長尺管の製造性、溶接性、冷間加工性、時効硬化等の面で問題がある。そこで我々はCo-freeの固溶型Ni基合金でこの強度を達成すべく検討し、NCS-1合金を開発した。また後報でこのNCS-1合金の熱間加工性、冷間加工性等の製造性および冷間シームレス管の材質特性について報告する。

2 実験方法

2種類の実験をおこなった。1つはBase成分を決定するためのもので、マトリックスの強化をはかるとともに小型のAr雰囲気炉でCr14~22%、Mo0.5~1.5%、W0.5~1.5%の範囲の合金を21チャージ溶解した。あとの1つは粒界の清浄化、強化を目的としたもので0.07C-18Cr-15W-0.5Moを基本成分として10Kg真空炉でY0~0.07%、Zr0~0.15%の範囲の合金16チャージを溶解した。その後6~12mmに圧延し1200℃~1250℃×60分溶体化後900~1050℃でクリープ試験をおこなった。また600~1000℃で5000hrまで時効をおこないその時の靱性、組織および硬度変化について検討した。さらに溶接割れ感受性についてTIGAMAJIG試験をおこなった。

3 実験結果および考察

1000℃、3.5Kg/mm²でクリープ試験をおこなった結果、ベース成分として0.07C-18Cr-15W-0.5Moがもっとも優れたクリープ破断強度をもっていた。これを基本成分として粒界強化元素であるYおよびZrを添加してさらに強化をはかった。

図1は粒界を悪くすると考えられるSとOに対するYとZrの原子比のクリープラプチャー時間におよぼす影響を示したものである。原子比が1の場合もっとも優れたクリープ破断時間を示す。

溶接においても、この原子比が1の場合もっとも優れた耐割れ性を示した。600~1000℃で5000hrまで時効した場合、衝撃靱性は加熱時間が長くなるにつれて次第に減少していくが、いずれの場合も室温での吸収エネルギーは高く、優れた靱性をもっているといえる。

加熱時間が長くなるにつれて析出物が凝集粗大化する。析出物はCrを主体とするM₂₃C₆型炭化物で、粒径はt^{1/2}に比例して成長する。また合金設計にあたって組織の安定性の面から原子空隙数N_vを2.2以下にしたため、σ相等クリープ強度に悪影響を与える析出相は認められず、長時間安定した強度が得られた。

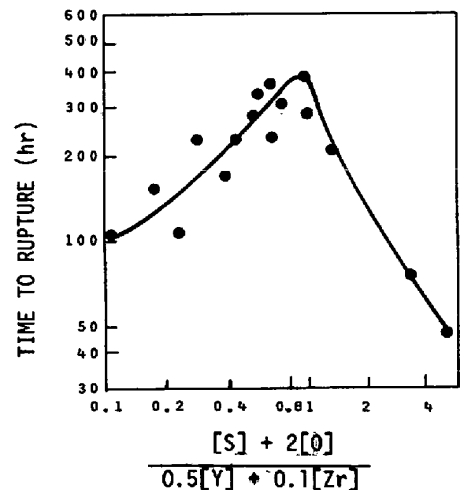


図1 1000℃、4Kg/mm²クリープ破断におよぼすY, Zr, S, Oの影響