

(314) HK 40 遠心鑄造管のクリーブ破断強度および組織因子におよぼす W, Ti および Nb の影響

東京工大工学部 工博 篠田 隆之 工博 田中 良平
大学院 ○ パーザグール

I 緒言 HK 40 遠心鑄造材について、筆者らは先にその一次組織とクリーブ破断強度との関連性を定量的に検討するとともに、クリーブ中に生ずる析出相によって主として構成される二次組織も強度に対して影響が大きいことを示した。本研究では、これらの結果を考慮して、鑄造時の冷却速度を一定にするため鑄型ならびに回転数を固定して、代表的な合金元素である W, Ti および Nb の添加量による HK 40 遠心鑄造材のクリーブ破断強度の変化を調べるとともに、共晶炭化物の種類および量、析出相の種類および分散状態などの組織因子との関係について考察し、とくに二次組織とクリーブ破断特性との関連性を明らかにしようと試みた。

II 供試材および実験方法 供試鋼の基本組成は $25C_r - 2.0N_i - 0.4C$ で、W は 6.7% まで、Ti は 0.76% まで、Nb は 3.6% まで各々 3 水準ずつ溶解後、筆者らが作製した水平型遠心鑄造機に注湯し、外径 100 mm、長さ 110 mm、肉厚 2.2 mm、重量 5 kg の遠心管を得た。鑄型は銅製のものを用い、遠心力は $100g$ (g は重力加速度) とした。クリーブ破断試験および時効処理は $950^\circ C$ から $1100^\circ C$ まで $50^\circ C$ ごとの温度で行なった。組織観察は顕微鏡および表面レプリカ法による電顕で行ない、電解抽出は 10% HCl-C₂H₅OH 溶液で行なった。抽出残渣の X 線解析および格子定数の測定は Debye-Scherrer 法を用いた。

III 実験結果 1. 合金元素の種類および量によって、一次組織の 1 つである Dendrite Cell Structure (スケルトン) の大きさには大きな差は認められない。

2. W の添加量によるクリーブ破断強度の変化は右図のように顕著ではない。しかし、W 量によって基地の格子定数が増加していることから W による固溶強化作用は期待できるが、二次炭化物の粗大化および粗大な Laves 相 Fe₂W の析出による強度低下と相殺して見掛け上クリーブ破断強度に変化が現われないものと推察される。

3. Ti を添加するとクリーブ破断強度は添加量とともに増加する。鑄造ままの状態では他のものにくらべ M₇C₃ が多くしかも微細な TiC が認められる。0.76% Ti を含む鋼では基地の格子定数は小さくなることから固溶炭素量が少なくなることがわかり、その分だけ多く微細な TiC が析出するとともにスケルトン内部にも微細な M₂₃C₆ および TiC が析出することによりクリーブ破断強度が向上すると考えられる。

4. Nb を添加すると約 1.7% 付近でクリーブ破断強度が最大となり、それ以上の添加量では強度は低下する。3.7% の Nb の添加は鑄造ままで NbC が粗大にしかも多量に析出することから二次炭化物としての微細な NbC および M₂₃C₆ の析出は期待できない。一方、約 1.7% を含む鋼では、一次組織に M₂₃C₆ とともにわずかに NbC が認められるが、二次組織では全面にわたって微細な NbC と M₂₃C₆ の析出がみられ、これが強度向上の原因と考えられる。

5. 以上の結果から適当な合金元素とその量を選ぶことにより、二次析出炭化物組織を微細かつ均一にすることができ、それによって高温長時間強度の改善が大いに期待できる。

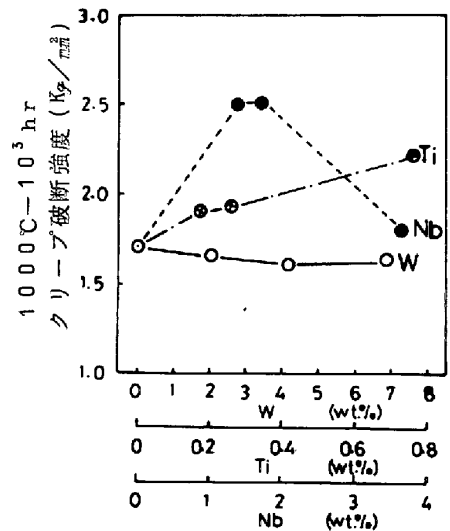


図1. 1000°C-10³ hr クリーブ破断強度の W, Ti および Nb の添加量による変化