

(344) HK40 遠心鑄造管のクリープ破壊と粒界析出物形状について

東京工業大学 大学院 ○ パーザグルル

工学部 篠田 隆之 田中 良平

I 緒言

筆者らは先にクリープ破断強度及び組織因子に及ぼすW, Ti及びNbの影響について検討した結果、いずれもこれらの合金元素添加によって変化することを明らかにした。そのなかで、クリープ破断寿命は粒界析出物の形態によってかなり影響を受けることが予想され、幸いTi, Nb及びWの添加によって種々異なった粒界形状が得られるので、本研究では、粒界形状とクリープ破壊との関連について検討し、さらに粒内の析出物形態の粒界破壊への影響についても考察した。

II 供試材及び実験方法

供試鋼の基本組成は25Cr-20Ni-0.4Cで、Wは6.7%まで、Tiは0.76%まで、Nbは3.6%まで各々3水準ずつさらに25Cr-20Ni-0.17CでMo約6%までの水準を溶解後、水平型遠心鑄造機に注湯し、外径100mm、長さ120mm、肉厚22mm、重量5Kg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)で行った。クリープは1000℃で行い、クリープに発生するボイド及びクラックを調べた。析出相の確認はEPMAによって行った。

III 実験結果

1. Tiを含む鋼は図1の例にみるようにクリープ伸びがあるが、定常クリープの段階で多数のボイドが発生し、これが加速クリープでクラックに成長してクリープ破壊となる。しかし、Ti鋼では粒界析出物がかなり複雑な形状でしかも不連続のためクラックの進行が防げられている。

2. Nb鋼でみられるような一次のネット状NbC炭化物と析出σ相が粒界を形成し、層状のNbCと基地及びσ相と基地との界面にボイドが発生し、これが主にσ相と基地との界面に沿ったクラックとなって伝播する。しかし、加速クリープの段階での伸びは主にクラックの成長によるもので、一次のNbCがクラックの成長を助けるもののようである。

3. Mo及びW鋼でみられるようにσ相がM₂₃C₆と共に粒界に連続して析出すると同時に粒内にもWidmanstätten状に析出する。しかし、ボイドの発生、クラックの伝播には後者はほとんど寄与せず、図2にみるように粒界の粗大な析出相が多くなると、ボイドの発生が多くなると同時に平均のクラックの長さも大きくなることから、クリープ破壊を早めるものと推察される。

4. 合金元素を添加しないHK40では粒界の炭化物は連続しやすく、さらにその近傍に微細な二次炭化物の析出があるため、定常クリープのクリープ伸びは小さく、また、ボイドの発生も容易ではないが、ボイドが一度発生すると粒界炭化物に沿ってクラックとなって伝播し、クリープ破壊を容易にするものと考えられる。

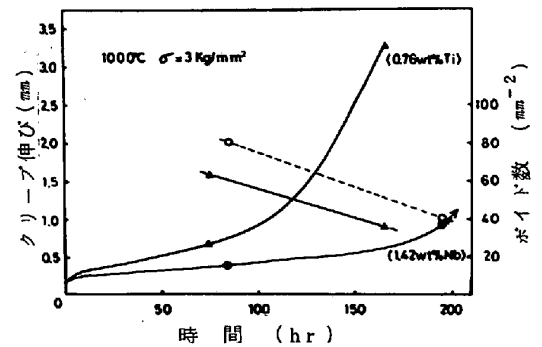


図1. クリープにともなうボイド数の変化

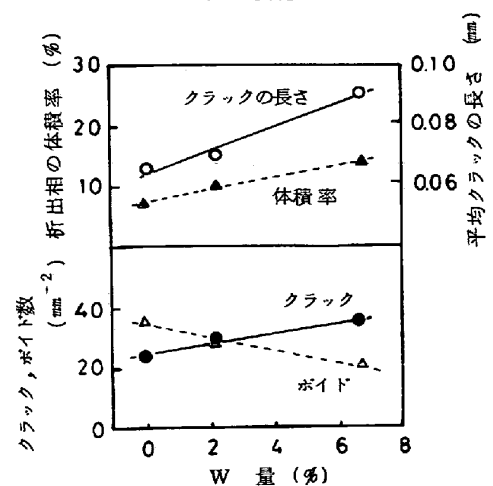


図2. W添加量によるボイド、クラック析出相の体積率の変化