

(546) 3 1 6 ステンレス鋼の粒界クラックの 焼結処理とクリープ挙動

金属材料技術研究所 ○村田正治 田中秀雄 新谷紀雄

宇宙科学研究所 堀内 良

1. 緒言 オーステナイトステンレス鋼は長時間クリープにより、 σ 相を起点とした微小な粒界クラックが著しく生成する。これらの微小なクラックは破壊へと導くとともに、長時間・低応力の低ひずみ下で生じる場合は、クラック生成による体積増加がクリープひずみに大きく寄与し、クリープ速度を増加させる主要原因となると考えられた¹⁾。著者らは前報²⁾において、クリープ中に生成した粗大な粒界クラックを圧縮応力下の加熱によりほぼ完全に焼結しうることを明らかにした。そこで本報告では、粒界クラック生成の著しい 316 ステンレス鋼を用い、クリープ過程で焼結処理を施し粒界クラックを消滅させ、粒界クラック生成・消滅とクリープ挙動、さらには破断寿命等との関連について調べた。

2. 実験方法 供試鋼には、クリープ破断試験を行っている多数チャージの 316 ステンレス鋼管材の中から、長時間クリープ破断強度が著しく低下するチャージを用いた。粒界クラック生成によるクリープ挙動への影響については、引張・圧縮両用試験片を作製して調べた。 σ 相界面クラックによる破壊様式となる 750℃、53 及び 37MPa で引張クリープ試験を行い、破断寿命の 50% のところで 750℃、37MPa の圧縮による焼結処理を施した。その後、クリープ試験と焼結処理を繰り返し実施している。なお、微小クラックの生成量は密度変化測定により求め、観察は SEM により行った。

3. 結果 図 1 は、750℃、53MPa ($t_r=1764.1h$) におけるクリープひずみの構成成分を密度変化の測定結果を基に推定したものである。第 3 次クリープ領域における粒界キャビティやクラックによるひずみへの寄与が大きく、クリープ速度の急激な増加は粒界クラック等の生成が大きく影響していると考えられる。図 2 は、同条件のクリープ試験の途中(破断寿命の 50%)の粒界クラックが比較的多く生成し、クリープひずみがある程度大きくなったところで 37MPa の圧縮を 120h 施し、再度クリープを継続した結果である。圧縮により、密度が増加して粒界クラック等が焼結するとともに、クリープひずみは減少し、その後のクリープ速度の増加傾向に焼結処理の有無により大きな差異が生じる。すなわち、焼結を行った場合は、第 3 次クリープの開始が約 500h から約 1000h へと長時間側へ移行し、焼結後のクリープ速度の増加は緩やかとなる。Photo. 1a 及び 1b に約 1500h 経過後の焼結を行わない場合(破断寿命の約 80%) 及び行った場合の典型的な粒界クラック形態をそれぞれ示す。

文献 1) 田中ほか: 鉄と鋼, 70 (1984) S1419

2) 貝瀬ほか: 鉄と鋼, 73 (1987) S633

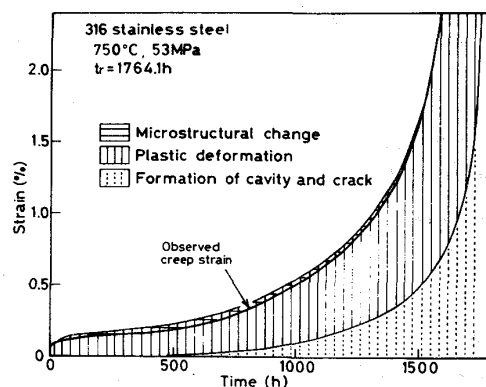


Fig.1. Strain components estimated from measurement of change in density.

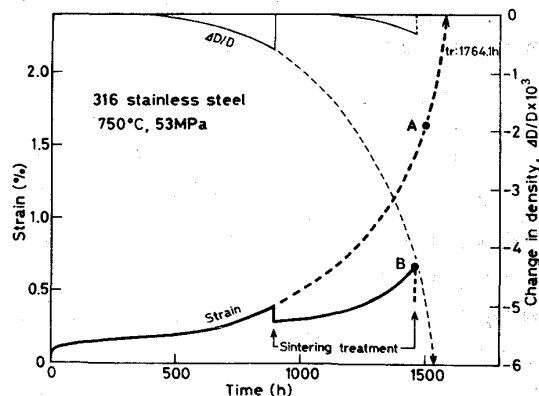


Fig.2. Effect of sintering treatment for 120h at 750°C and 37MPa on creep curve and change in density.

a) Creep $t=1500h(t/tr=0.8)$
b) Creep + sintering + creep $t=1450h$ (Point B in Fig.2)

Photo.1 Typical SEM photographs of grain boundary cracks.