

(225) オーステナイト耐熱鋼のクリープ破断特性への粒界ならびに
粒内強度の寄与について

東京都立大学工学部 山本 優 宮川 大海
日鍛バルブ株式会社 藤代 大

1 緒言 オーステナイト耐熱鋼において、粒界の強化（粒界に粗大な炭化物を形成して粒界をジグザグ状に曲げること）と粒内の強化（粒内の炭化物を微細分散してクリープ変形抵抗を高めること）とはどちらも優れたクリープ破断強度を得るには重要である。本研究では粒界形状と粒内炭化物の分布を熱処理により系統的に変えて、平滑ならびに切欠材のクリープ破断特性への粒界強化と粒内強化の寄与を破断形態と関連して検討した。

2 実験方法 供試鋼には時刻処理により大きな硬度変化（炭化物の分布の変化）の得られる鋼として $0.3C-0.2P-20Cr-12Ni$ の CRK 22 鋼を用いた。粒界形状を変えるために溶体化加熱後の冷却法は水冷、空冷、炉冷または 2 段冷却 (FA) とした。各冷却材は硬度を広い範囲に変えるために $600 \sim 900^\circ\text{C}$ で十分に前時刻してから 700°C でクリープ破断試験した。切欠形状は $d=5.5\text{mm}$, $d/D=0.75$, 切欠底半径 0.5mm の 60°V 型環状切欠で $K_t=2.4$ である。

3 実験結果 図1は平滑材の 30kg/mm^2 の結果で、破断寿命は各冷却材とも硬度の上昇につれてある硬度までは増加するが、それ以上になるとかえって低下する。最大破断寿命の得られる硬度 H_V^* は粒界がジグザグ状になり、粒界が強化されるほど高くなり、最大の破断寿命も増加する。そして破断寿命は $H_V^*\text{-WQ}$ 以下の硬度では粒界形状にあまり依存しないが、 $H_V^*\text{-WQ}$ 以上では粒界形状に強く依存する。また直線状粒界の水冷材では溶体化温度が低くなると $H_V^*\text{-WQ}$ は高硬度側にずれ、最大の破断寿命も増大する。

最小クリープ速度 $\dot{\epsilon}_m$ は硬度が高くなると単調に減少する。しかし図2で破断寿命は $\dot{\epsilon}_m$ と逆比例して増大する区間 AD や $A'D'$ と比例して低下する区間 BE, CF 等に分かれる。AD 間では破断寿命は粒界形状にあまり依存しないが、BE, CF 等では強く依存する。

切欠材の結果図3で、破断寿命は硬度に対して平滑材と同様の傾向を示すが、各冷却材で最大の破断寿命の得られる硬度は平滑材（図1）よりそれぞれ低い値に移る。これとともに、低硬度側では切欠強化を、高硬度側では切欠弱化を示す。また破断寿命は水冷材では結晶粒が小さくなると増大するが、2 段冷却材では結晶粒度の影響はあまりない。

これらの結果はクリープ破断強度の改善には粒界と粒内の強度のフリの合いが重要で、過度に粒内だけを強化することはかえって有害であることを示している。とくに切欠のある場合にはこの傾向が顕著である。

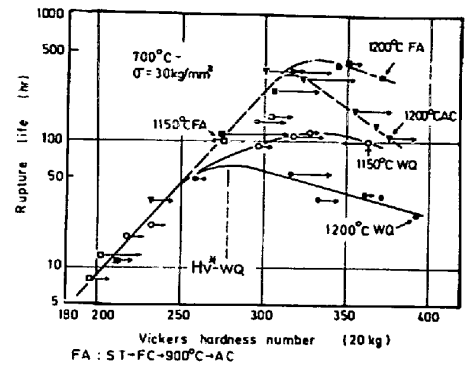


図1. 平滑材の破断寿命と硬度の関係

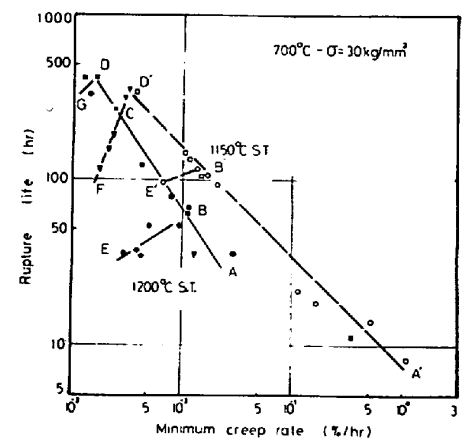


図2. 破断寿命と最小クリープ速度の関係

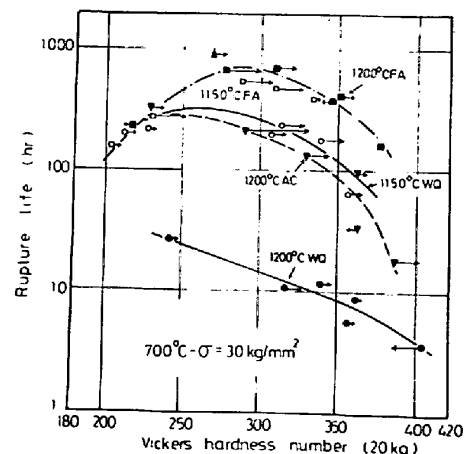


図3. 切欠材の破断寿命と硬度の関係