

(591) SUS 304 ステンレス鋼のクリープ破壊機構領域図

金属材料技術研究所

○新谷紀雄 横井 信

京野純郎 村田正治

1. 結 言 材料の高温性質を示す場合、クリープ破断強度やクリープ速度などとともに、どのような破壊機構が、こういった条件下で働いているかを示す破壊機構領域図の重要性が認識され始めている。本研究ではSUS 304ステンレス鋼について長時間にわたる破壊様式の変化を調べ、破断強度の温度や応力依存性なども検討し、クリープ領域での破壊機構領域図を作成した。

2. 実験方法 供試材のSUS304HTBの化学成分を表1に示す。この鋼種については9チャージ採取し、クリープデータシートを作成しているが、本供試材は長時間側での破断強度の低下が最も著しいチャージである。破壊様式は破断部の光顕観察やSEMによる破面やキャビティなどの観察から求めた。

3. 結 果 図1に供試材の応力-破断時間曲線と各破壊様式の領域を示す。破壊様式は粒内クリープ破壊と粒界クリープ破壊に大別できるが、粒界クリープ破壊はさらに楔型クラック(写真1a)、クリープキャビティ(写真1b)、及び σ 相と地との界面に生じるクラック(写真1c)の成長、合体によるものと分けられた。

表1 化学成分 (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	N
0.07	0.48	1.59	0.020	0.012	10.7	18.6	0.47	0.047	0.032

粒内破壊及び楔型クラックによる破壊領域での応力-破断時間曲線は直線的であり、応力指数 n ($\log \sigma \sim n$) は11~6.5, またクリープ破断の活性化エネルギー Q_r は470~400 kJ/molである。キャビティによる破壊の領域では、破断強度の低下が大きく、 n は減少する。 σ 相と地との界面クラックの領域では n 及び Q_r とも著しく減少し、 n は約1.4, Q_r は160 kJ/molまで低下している。

n 及び Q_r の値などから、粒内クリープ破壊及び楔型クラックによる破壊の領域では、破断時間はクリープ速度に依存しており、また σ 相との界面クラックによる破壊領域では粒界拡散が大きな役割を果たしていると考えられる。なおこのような破壊機構の変化は他のチャージにおいても同様であるが、より長時間低応力側に移行している。

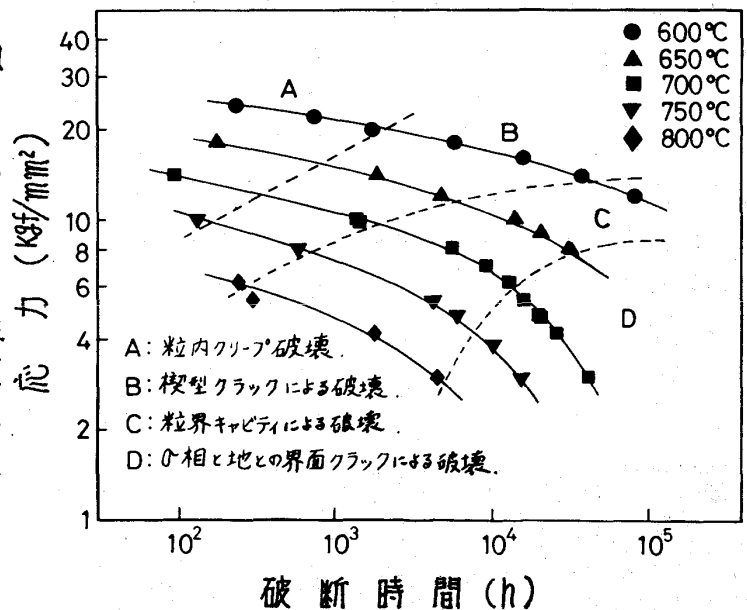


図1. 応力-破断時間曲線と各破壊様式の領域



写真1a~c. クリープ破壊様式