

(596) 316ステンレス鋼のクリープ破断性質と微細組織変化

金属材料技術研究所 新谷紀雄 田中秀雄 貝瀬正次
村田正治 横井 信

1. 緒言 長時間クリープデータを基に、クリープ破壊機構領域図を作成し、SUS304、316、及び321鋼などの破壊様式の特徴を明らかにしてきた。304鋼については、破壊機構の変化と微細組織との関連を調べ、粒界析出物が強く影響していることを報告した。本報では、種々の金属間化合物などが析出し組織変化が複雑な316鋼について、長時間にわたる析出物変化を詳細に調べ、時間-温度-析出線図を作成した。さらに、析出物と破壊機構変化との対応性や破断性質との関連性について検討した。

2. 実験方法 供試材は9チャージのSUS316 HTBの中から、長時間破断強度の低下が著しいチャージAと低下の少ないチャージBをおもに用いた。化学成分をTable 1に示す。析出物の確認は、クリープ破断試験片のネジ部及び等温加熱材を用い、薄膜の電顕観察により行った。

3. 結果 i) Fig.1の時間-温度-析出線図(チャージB)に示すように、 $M_{23}C_6$ はごく短時間で粒界に優先析出する。粒界 $M_{23}C_6$ の成長は速く、粗大化した粒界炭化物界面には長時間クリープによりキャビティが生成し、それらが成長、合体してやがて破壊へと至る。粒内 $M_{23}C_6$ は転位上に微細に析出して粒界 $M_{23}C_6$ に比べ成長は遅く、長時間にわたる有効な強化因子と考えられる(Photo.1a)。

ii) Laves相は750°C、数百時間でおもに粒内に析出し始める(Photo.1b)。Laves相の増加に伴って粒内 $M_{23}C_6$ の数は減少し、このような領域では強化因子としての作用は低下しているものと思われる。

iii) X(Chi)相は高温側でおもに粒界に析出する(Photo.1c)が、その分布密度は非常に小さい。

iv) O相は750°C、2000hでおもに粒界に析出し始める(Photo.1d)。304や321鋼と同様、析出後の粗大化は著しく速く、長時間側での粒界クラックの起点となる。Al含有量の多いチャージは長時間破断強度の著しい低下を示すが、これはO相界面にAlNが析出し、このAlNがキャビティの生成を促進して早期の破壊へ導くものと考えられる。このようにO相界面クラックによる破壊はAlなどの不純物の影響が大きいものと推測される。

Table 1 Chemical composition (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
A	0.07	0.47	1.70	0.025	0.025	13.3	16.6	2.38	0.14
B	0.07	0.60	1.60	0.021	0.010	13.4	16.4	2.39	0.31

	V	Ti	Al	B	N	Nb-Ta	Pb	Sn
A	0.02	0.055	0.095	0.0020	0.0289	0.04	0.0005	0.011
B	0.02	0.043	0.017	0.0011	0.0254	0.03	0.0002	0.013

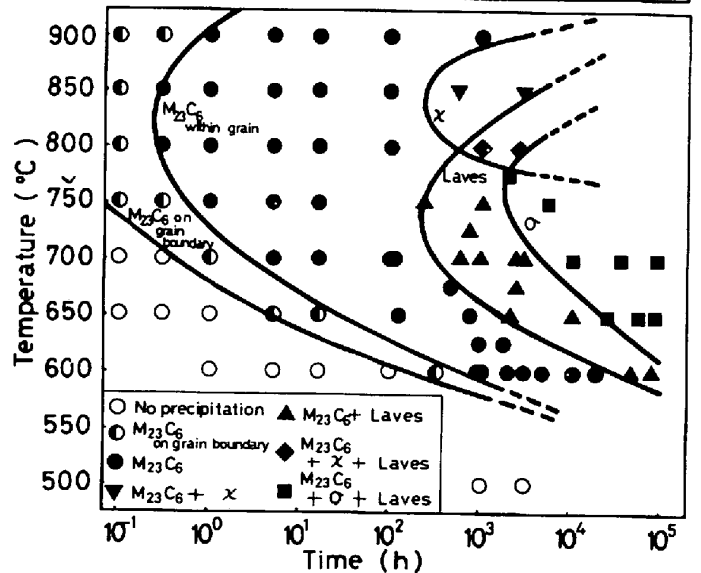


Fig.1 Time-temperature-precipitation diagram of Type 316 stainless steel (Heat B).

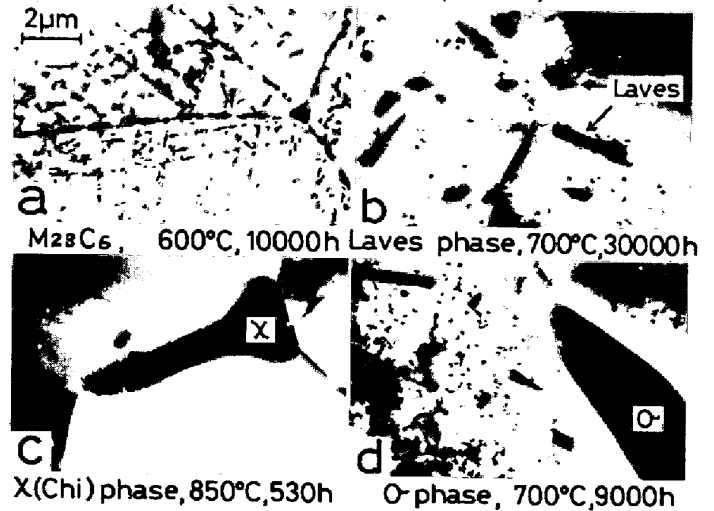


Photo.1 Transmission electron micrographs of precipitates.