

(544) Cr-Mo-V 鋼のクリープ破断強度及び破断延性の支配要因

金属材料技術研究所 新谷紀雄 京野純郎 九島秀昭
今井義雄 横井 信

1. 緒言 前報¹⁾において、タービンケーシング用Cr-Mo-V 鋼のクリープ破断データは、チャージ間に大きな強度のばらつきを示し、かつ長時間側で著しく破断延性が低下することを、また、このクリープ破断強度のばらつきは微細組織に、破断延性の低下は不純物量に關係していることを報告した。本研究では、クリープ破断強度や破断延性に直接關係すると考えられた微細な V_4C_3 炭化物及びクリープキャビティ等を定量的に測定し、破断強度や破断延性の低下等とこれらの因子との定量的な關係を求めるとともに、その機構について検討を加えた。

2. 実験方法 長時間のクリープ破断試験を行っている9チャージの化学成分の最小と最大値をTable 1. に示す。 V_4C_3 炭化物の析出数の計測は抽出レプリカ法により透過電顕を用い、また、クリープキャビティの生成数の計測は走査電顕を用いて行った。

3. 結果 Fig. 1に試験前における V_4C_3 炭化物の析出密度と9チャージのクリープ破断強度との關係を示す。低温高応力側では微細に析出している V_4C_3 の析出密度のチャージ間の違いと破断寿命のばらつきが対応しており、 V_4C_3 の析出密度の違いが破断強度差を生じている主要原因であること、破断寿命は V_4C_3 の析出密度にほぼ比例することが示されている。しかし、高温低応力側では V_4C_3 の粗大化や析出密度の減少が進み、チャージ間の強度差がなくなってくる。なお、回折X線半価幅の測定値と強度差にも対応がみられた。

Fig. 2に9チャージの中で破断延性のもっとも小さいチャージAと、もっとも大きいチャージCについて、破断絞りとクリープキャビティの破断時間に対する変化を示す。いずれのチャージも破断絞りの低下に対応して、キャビティの生成数に著しい増加がみられる。

破断延性の低下及びキャビティの生成が著しいチャージは、Sn, Sb等の不純物量が多く、これらの不純物が粒界に偏析し、キャビティの生成を容易にし、その結果、破断延性の低下を促進するものと考えられる。

文献 1) 新谷ら 鉄と鋼, 68(1982)S1251

Table 1. Range of chemical composition of nine Cr-Mo-V steel castings tested. (wt %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V
Min.	0.14	0.34	0.65	0.014	0.005	0.09	102	0.94	0.08	0.23
Max.	0.23	0.54	0.75	0.023	0.016	0.30	123	1.02	0.23	0.29

	Ti	Al	As	Sn	N	Sb
Min.	0.010	0.002	0.013	0.009	0.0064	0.0025
Max.	0.032	0.020	0.024	0.032	0.0111	0.0090

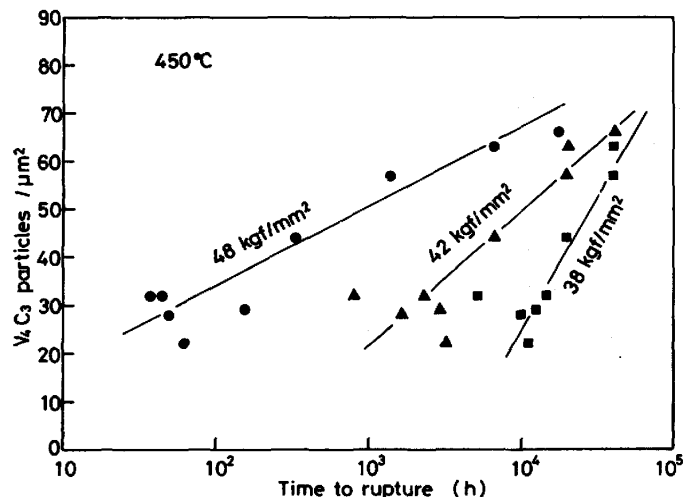


Fig. 1 Correlation between time to rupture and V_4C_3 particles / μm^2 in Cr-Mo-V steel castings.

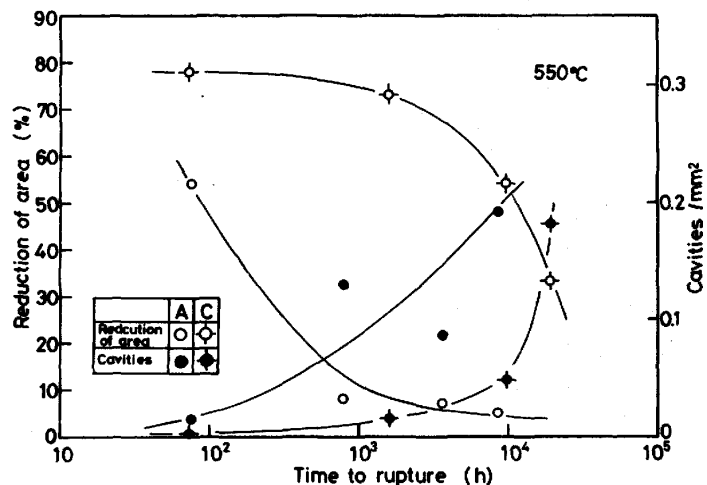


Fig. 2 Correlation between rupture ductility and creep cavities / mm^2 in Cr-Mo-V steel castings.