

(516)

高強度・低脆化Cr-Mo-V鋼ロータ材の開発

(超高温・高圧タービン用耐熱鋼の開発 第1報)

(株)日立製作所 日立研究所 ○志賀正男 栗山光男 工博 桐原誠信

1. 緒言 近年、省エネルギーの観点から、火力発電プラントの高温・高圧化(蒸気条件: 538~566℃、316 atg)による熱効率向上の要請が高まっている。また大容量タービンにも毎日起動停止、急速起動等の中間負荷運用が行なわれるようになってきた。そのため、蒸気タービンの使用条件はますます苛酷になってきている。そこで、従来のCr-Mo-V鋼ロータ材よりも強度の優れた材料を開発する目的で、高温強度及び脆化に及ぼすSi及び不純物元素の影響について検討した。その結果を基にして、実機規模大の低Si、低不純物ロータを試作し、その特性を調べた。

2. 実験方法

1Cr-1.25Mo-0.25V 鋼のSiを0.02~0.26%に、焼もどし脆化係数 \bar{X} を4.3~25.4に変化させた試料に、焼入れ 970℃×26h 80℃/h冷却、焼もどし 665℃×50h 80℃/h冷却、665℃×50h 20℃/h冷却の大形ロータ中心部相当の熱処理を施した後、クリープ破断及び衝撃試験を行なった。次にStep cooling処理を施した試料について衝撃試験を行ない、 $\Delta FATT$ (=Step cooling処理後のFATT-焼入・焼もどし処理のままのFATT)を求めた。さらに、VCD法により低Si、低 \bar{X} Cr-Mo-V鋼の50トン鋼塊を溶製し、実機規模ロータ(直径1202mm,長さ7660mm)を試作し、その機械的性質を調べた。表1にその化学成分を示す。

Table 1 Chemical composition of low Si, low \bar{X} rotor (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Sb	Sn	As	\bar{X}
0.30	0.05	0.76	0.009	0.002	0.54	1.08	1.40	0.30	0.0012	0.002	0.012	11.6

3. 実験結果 3.1 脆化及びクリープ破断強度に及ぼすSi及び \bar{X} の影響

Fig.1は $\Delta FATT$ に及ぼすSi及び \bar{X} の影響を示す。高Si、高 \bar{X} 材はStep cooling処理により脆化する($\Delta FATT=14\sim 15^\circ C$)のに対し、低Si、低 \bar{X} 材は脆化しない。Fig.2はクリープ破断強度に及ぼすSi及び \bar{X} の影響を示す。高Si、高 \bar{X} 材のクリープ破断強度は低Si、低 \bar{X} 材に比べ著しく低い。これは粒界に不純物が偏析し、粒界を脆弱化するためと考えられる。

3.2 実機規模大形ロータ試作による検証

上記成果を基にして、32トン低Si、低 \bar{X} ロータを試作した。その結果、1) 500℃で1000h加熱しても脆化しない、2) 10^5 hクリープ破断強度は538℃で19kgf/mm²、566℃で13.2kgf/mm²であり、現用ロータ材よりも約30%高くなることを明らかにした。

4. 結言 現用材よりも高温強度が高く、脆化しない低Si、低 \bar{X} Cr-Mo-V鋼ロータ材を開発し、実機規模大のロータを試作し実証した。

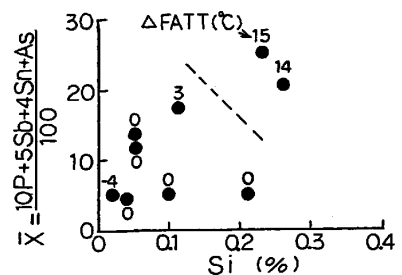


Fig.1 Effect of \bar{X} and Si on $\Delta FATT$

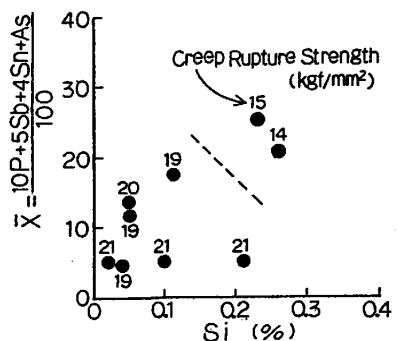


Fig.2 Effect of \bar{X} and Si on 538°C, 10^5 h creep rupture strength

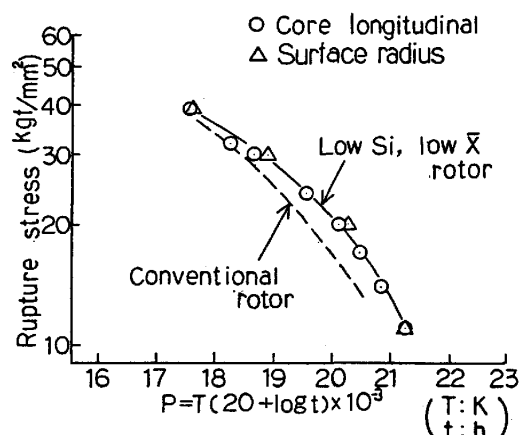


Fig.3 Creep rupture strength of low Si, low \bar{X} rotor