

(597)

12Cr 鋼のクリープ破断強度におよぼす Ni および W の効果

(超高温蒸気タービン 12Cr ロータの研究 - 4)

三菱重工業 (株) 原動機事業部 肥爪彰夫 長研 竹田頼正 ○高野勇作
(株) 神戸製鋼所 機械事業部 工博 木下修司 高野正義 工博 土山友博

1. 緒言 前報で 593℃ 高圧蒸気タービン用 12Cr ロータを開発し, 50MW 超高温実証タービン (593℃/593℃) に採用したことを報告した。一方, さらに 12Cr ロータのクリープ破断強度を高めると, ロータ冷却が不要となり, また主蒸気温度をさらに高めることができ, 火力発電プラントの一層の高効率化が可能となる。本報では, 621℃ の主蒸気温度に耐える 12Cr ロータ開発のため, Ni, W 等の影響を調査し, クリープ破断強度改善について, 若干の知見が得られたので報告する。

2. 材料および試験方法 供試材に用いた 12Cr 鋼は Table 1 に示す 4 種で, A, B 材は 2ton ESR で, C, D 材は 100kg 真空溶解材である。各材共, 大型実ロータを想定した鍛造, 熱処理を実施し, 試験に供した。Table 2 に供試材の機械的性質および調質処理を示す。供試材は, 引張強さが約 90 kg/mm² になるように調整されている。クリープ破断試験は, 平滑については 600℃, 650℃, 700℃ を, 切欠については 600℃, 650℃ を実施した。

3. 試験結果 (1) Fig. 1 に A 材, B 材のクリープ破断曲線を示す。なお比較のため 593℃ 用 12Cr ロータ¹⁾ のクリープ破断曲線も示している。A 材は, Ni を 0.06% と低くしたものであり, B 材は, Ni が 1% となっている。

なお A 材は, Ni の減少による焼入性の低下を補うために Co が 1% 添加されている。Ni 添加量を減じることにより大巾にクリープ破断強度は改善され, 特に短時間側の改善が顕著である。ただし, Ni を減少させると, 600℃ での破断絞りが低下し, また, 切欠クリープ破断強度が長時間側で平滑に接近してくる等, 不安定な現象を示す。

(2) Fig. 2 に C 材, D 材のクリープ破断曲線を示す。593℃ 用 12Cr ロータの Mo は 1.5% とし, W は添加していないが, C 材, D 材は, W を添加したもので, C 材は W1.6%, D 材は W1.96% 添加し, Mo 当量は, それぞれ, 1.3%, 1.1% と低目になっている。両材共に, 593℃ 用ロータのクリープ破断強度より改善されており, 特に, 長時間側での改善が大きく, W が長時間側の炭化物凝集によるクリープ破断強度の低下を防止する効果を持つことを示している。また, 本材は, 切欠強化を示し, A 材 (Ni0.06%) のような不安定な挙動は示さない。

4. 結論 W の効果を利用することにより, 621℃ 用 12Cr ロータ材開発の可能性が出て来た。

Table 1 Chemical composition of test materials (wt %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	N	Co	B	Mo eq
A	0.13	0.05	0.43	0.006	0.004	0.06	8.95	1.18	0.68	0.17	0.062	0.049	0.99	0.001	1.52
B	0.13	0.06	0.43	0.006	0.003	1.00	8.83	1.03	0.79	0.19	0.071	0.047	—	0.002	1.425
C	0.14	0.06	0.49	0.009	0.004	0.70	10.19	0.50	1.61	0.17	0.057	0.038	—	—	1.305
D	0.14	0.02	0.51	0.008	0.005	0.69	10.23	0.11	1.96	0.17	0.058	0.037	—	—	1.09

Table 2 Mechanical properties of test materials

	YS kgf/mm ²	TS kgf/mm ²	El %	RA %	ICP kgf-m/cm ²	Heat treatment
A	78.7	89.6	22.6	61.5	6.6	1100°C × 15hr 1200°C center simulate cooling 680°C × 23hr AC
B	80.5	91.8	20.0	65.0	7.1	
C	77.7	91.9	23.0	66.0	5.0	1050°C × 15hr 1200°C center simulate cooling 660°C × 23hr AC
D	76.3	89.8	24.0	67.0	23.4	

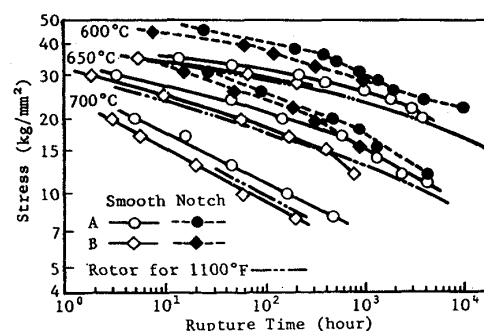


Fig. 1 Creep Rupture Curve of A and B

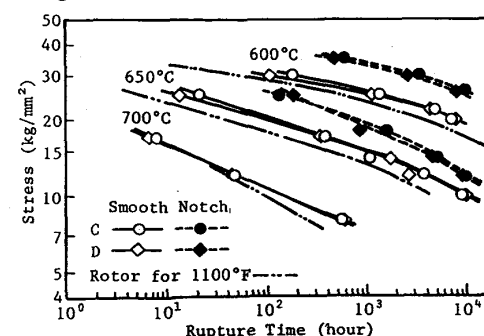


Fig. 2 Creep Rupture Curve of C and D

参考文献 1) A. Hizume, S. Kinoshita et al: ASME

Winter Meeting 12. 1986. 86 - WA/Mats