

(573) 12Cr鋼のクリープ破断強度におよぼす高温域での焼入速度の影響

(超高温蒸気タービン12Crロータの研究 - 2)

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 近年、火力発電プラントの高性能化を目的とした、超々臨界圧発電プラントの開発が進んでいる。蒸気タービンにおいては高温ロータの開発が急務であり著者等は、593℃(1100°F)以上の蒸気温度に耐え得る高強度12Crロータの開発を進めて来た。大型12Crロータは一般に焼入れは油冷で実施するが、実体の焼入速度は遅く中心部では約100℃/hr程度となる。したがって12Crロータの開発においては材料特性、特にクリープ破断強度におよぼす焼入速度の影響を明確する必要がある。そこで一般的には炭化物が析出しないとされている900℃以上の領域の焼入速度の影響について検討し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 供試材は、Table1に示す3種の12Cr鋼で、40×40×70mmの角材を用いた。焼入温度は、1100℃であり、焼入速度は(1)油冷、(2)100℃/hrで930℃まで冷却し、930℃より油冷、(3)20℃/hrで930℃まで冷却し、930℃より油冷の3種とした。それぞれの材料・熱処理について焼入硬さ、焼戻し硬さ曲線を測定し、680℃×23hr焼戻し材については650℃においてクリープ破断試験を実施した。

3. 試験結果 (1)焼入組織は全てマルテンサイト組織である。油冷材の焼入硬さはA材:Hv 579, B材:Hv 528, C材:Hv 536と炭素の高いA材が最も高い。焼入速度を遅くした場合、max 40程度であるが、焼入硬さは低下する。但しC材が最も焼入れ硬さの低下は少ない。
(2)焼戻し硬さ曲線も、各材ともに焼入速度の遅いほど焼戻し硬さは低下する。A材は、700℃焼戻しで急速に軟化し、B材については最も焼入速度の遅い20℃/hrのみ700℃で急速に軟化するのが特徴である。C材は700℃での急速な軟化はなく、油冷材が640℃~680℃で軟化抵抗が高くなっている。

(3) Fig.1, Fig.2に650℃, 25kg/mm²および12kg/mm²のクリープ破断時間と焼入速度の関連性を示す。明らかに各材ともに焼入速度が遅くなる程、クリープ破断時間は短くなっている。長時間のクリープ破断強度(12kg/mm²データ)は、B材およびC材が優れているが、C材は、100℃/hr, 20℃/hrの25kg/mm²のデータではB材よりも破断時間が短いにもかかわらず、12kg/mm²では逆転しており、又100℃/hrから、20℃/hrへの破断時間の低下が少なく、長時間側で安定な特性を有していることが分かる。以上の結果をNb(C,N)等の溶体化における固溶及び焼入時(高温域)の再析出との関連性で報告する。

Table 1 Chemical composition of test materials (wt%)

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	N
A	0.21	0.05	0.44	0.49	10.16	1.44	-	0.22	0.055	0.034
B	0.14	0.08	0.51	0.60	10.23	1.48	-	0.17	0.056	0.045
C	0.14	0.07	0.49	0.70	10.02	0.39	1.76	0.18	0.048	0.050

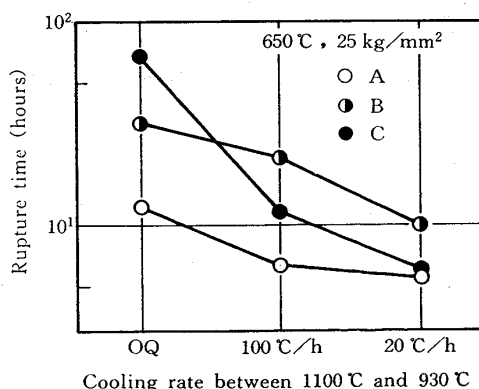


Fig. 1 Effect of cooling rate on creep rupture strength

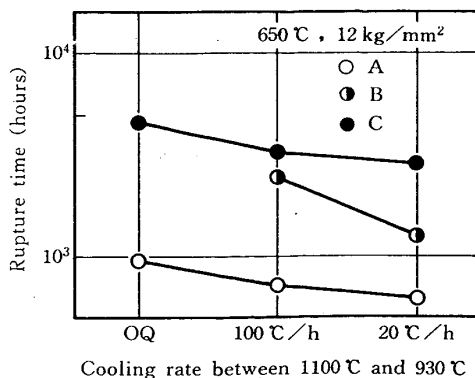


Fig. 2 Effect of cooling rate on creep rupture strength