

(499) CrMoV鋼の長時間加熱に伴う強度と組織の変化

東芝タービン ○山田 政之 渡辺 修 中山 義夫
東芝タービン エ博 斎藤 潔 東芝総研 中村 新一

I. 緒言

高温雰囲気中で使用されるタービンロータなどの材料は、高温におけるクリープ、疲労損傷によって材質劣化を生ずる。本報では、これらの材質劣化に及ぼす加熱の影響に着目し、タービンロータCrMoV鋼の長時間加熱によって生ずる材料強度特性変化と金属組織変化について調査、検討を行なった。

II. 試験方法

本研究に用いた供試材の化学組成および熱処理条件を表1に示す。また長時間加熱材の作成条件を表2に示す。全試料について、かたさ測定および620℃加熱材については、さらに常温引張試験、シャルピー衝撃試験を行ない、それらの結果と冶金学的調査結果との比較検討を行なった。

III. 試験結果

図1はビッカースかたさHvをラーソンミラーパラメータPで整理したものである。か

表1. 化学組成と熱処理条件

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Fe
0.27	0.27	0.66	0.009	0.007	1.10	1.23	0.25	Bal.
970℃×19hr→FurnC, 670℃×52hr→Furnace C								

表2. 加熱材作成条件

温度(℃)	時間(hr)
540~600	200~10,000
620	1,400~6,500

たさは、あるバンドの範囲内に入っており、Pの増大とともにかたさは徐々に低下し、P=21付近で急激に低下している。図2は620℃加熱材についての室温での引張試験結果を、同様にパラメータPで整理したものである。引張強さ、耐力はPとともに徐々に低下している。伸びは新材とほぼ同じであり、変化は見られないが、絞り率は約4000hrまでは新材より大きく、それ以上の加熱では逆に小さくなっている。図3は同様に620℃加熱材についてのシャルピー衝撃試験結果である。約3000hrまでは新材より衝撃値が高く、より長時間側になると逆に低くなっており、絞りと同様の傾向を示している。また、長時間加熱に伴う冶金学的変化の主なものとして、強度に直接関与すると思われるV₄C₃微細炭化物析出密度の減少、転位組織の回復(転位密度の減少、サブグレインの形成)、あるいは粒界炭化物の粗大化などが観察された。

IV. 検討

長時間加熱によるかたさ、引張強さ、および耐力等の強度に関する性質の低下は、V₄C₃炭化物の析出密度の減少と転位回復組織から説明できるが、絞りおよびシャルピー衝撃値の特異な変化は粒界炭化物の粗大化現象と転位回復組織から説明できそうである。つまり、加熱の初期(620℃で3000~4000hrまで)においては、非常に部分的に転位組織の回復が生じ、絞り、衝撃値の増加が見られるが、ある程度時間が経過すると、逆に粒界炭化物の粗大化が転位組織の回復よりも優先して起こる。そのため絞り、衝撃値が低下することになる。さらに加熱が長時間続いて転位組織の回復が広範囲に顕著に生ずれば絞り、衝撃値は増加傾向になると推定される。実際に加熱のみでこれ程の組織にするには非常に長時間を要するのである。ある応力下でクリープ損傷を与えた材料については粒界炭化物の粗大化とともに転位組織の回復が顕著に見られ、絞り、衝撃値が増加している。

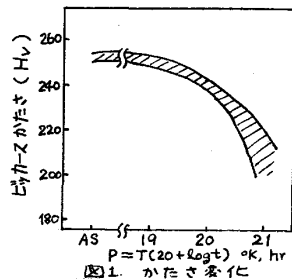


図1. かたさ変化

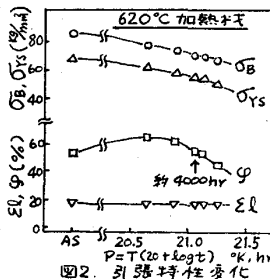


図2. 引張特性変化

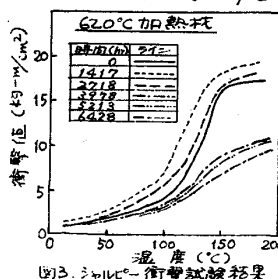


図3. シャルピー衝撃試験結果