

(588) 蒸気タービンロータの経年曲がりの原因究明とその防止策

日立製作所 日立研究所 佐々木良一, 桐原誠信, 幡谷文男

○志賀正男, 栗山光男

日立工場 二宮 敏, 久野勝邦, 丹 敏美

1 緒言 高温(566°C)で使用される蒸気タービンの高圧及び中圧ロータが運転中に徐々に曲がってくる現象は以前から問題になっており, これまでに種々の研究及び対策が講じられてきた<sup>1)</sup>。この原因はロータ断面のクリープ性質の非軸対称性によるものであるが, クリープひずみ測定<sup>2)</sup>の誤差内の非軸対称度であつても, 現用Cr-Mo-V低合金鋼ロータでは経年曲がりが生じまじまい, 現在の製鋼技術では経年曲がりを防止することが難しいと言う研究成果も発表されている。そこで, 本発表ではCr-Mo-V鋼ロータの経年曲がりの原因究明及び防止策の検討結果と, その防止策の実機での確認結果を報告する。

2 実験方法 供試材は970°C 衝風冷却焼入後, 665°C で焼もどしされたCr-Mo-V鋼ロータであり, 使用前の材料試験はすべて規格に合格していた。このロータを蒸気温度566°C を2年間使用したところ0.155mmの曲がり( $\delta/2$ )を生じたのを(Fig2, S-1), Fig 1(a)に示す部分から軸方向にクリープ試験片を採取し, クリープ試験を実施した。その時の温度分布及び時間的变化は常時 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内に調節した。

3 結果及び検討 3.1 原因究明 Fig 1(b)はクリープ試験結果を示す。経年曲がりを生じたロータについて調べた結果を要約すると次の通りである。

- (1) ロータ曲がり方向凹側外層部の結晶粒は凸側より細かい。
- (2) 凹側の定常クリープ速度は凸側より平均で30%速い(Fig 1(b))。

(3) 経年曲がりの原因は, 焼入温度の不均一により生じた, ロータ周方向のクリープ特性の非軸対称性によるものである。

3.2 防止策 (1) 焼入加熱保持中のロータ周方向の温度差を少なくする為にロータを回転しながら熱処理する必要がある。

(2) ロータ周方向の定常クリープ速度の最小と最大の比を1.2以下にする必要がある。この比はロータの使用条件, 形状及びクリープ強度レベルによって決める必要がある。

3.3 実証試験結果 Fig 3は焼入加熱保持中ロータを回転しながら熱処理したロータのクリープ曲線を示す。定常クリープ速度の最大と最小の比は1.12である。また, 上記防止策を適用したロータには, Fig 2のスター印(S-3)からも明らかなように運転期間が2年以上経過してもロータ曲がりの徴候が見られず, 本防止策の効果が実証されつつある。

参考文献 (1) A. Chitty et al : Iron and Steel (1971-4)

(2) T. Nakadaira et al : The 8th International Forgemaster Meeting (1977-10)

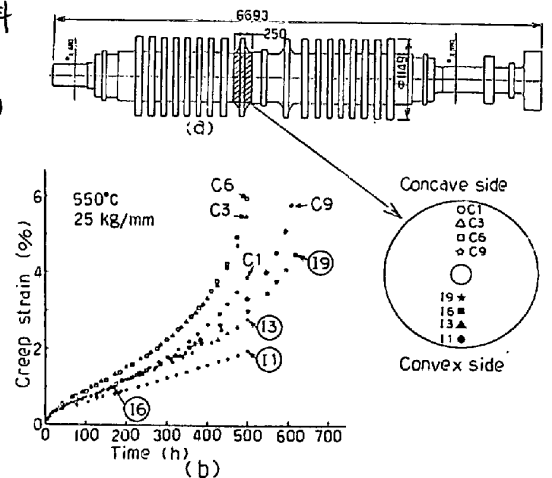


Fig.1 Results of creep tests

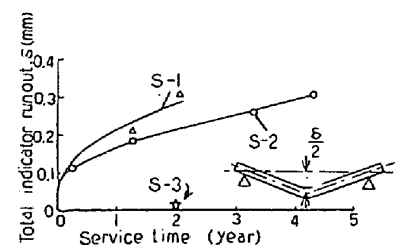


Fig.2 Relation between detection and service time

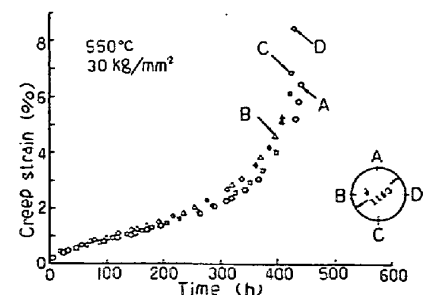


Fig.3 Creep curves of rotor shaft treated by rotating heat treatment