

三菱重工 神戸研究所

工博 薄田 寛

。 作 本 嘉 郎

1. 緒 言

耐熱合金を高温で長期間使用していく過程で生じる材質変化の状況を明らかにしておくことは、材料選定と組み合わせて重要である。そこで、二種の耐熱合金を実験室的に長時間加熱を行なうとともに、実機ガスタービンの動翼材として最高34,000 hまで高温で使用してきたものについて、定期的な抜取調査を行ない、使用温度・時間と機械的性質・金属組織との関係を明らかにすることを試みた。

2. 実験要領

初めに、溶体化処理および時効処理後、実験室炉を用いて温度700℃（加熱材：Inconel 700，Inconel X）および760℃（加熱材：Inconel 700）において、最大10,000 hまでの加熱を行なった棒状試料について常温・高温強度、かたさ、延性、じん性ならびに金属組織を調べた。

ついで、12,000 kW ガスタービンの第1段動翼（材質：Inconel 700，推奨使用温度：720～750℃）、第2段動翼（材質：Inconel 700，一部Inconel Xを試用，推奨使用温度：660～690℃）、第3段動翼（材質：Inconel X，推奨使用温度：590～620℃）を対象として、一定期間使用ごとに翼の抜取調査を進め、使用時間による材質変化の進行状況を前記と同様な試験項目について調べた。

3. 実験結果

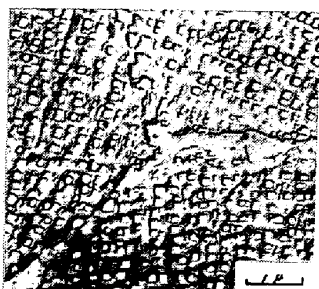
(1)実験室加熱材：10,000 hまでの加熱の過程で、Inconel 700，Inconel Xともに、加熱時間の増大に伴って時効硬化が進み、その後過時効軟化に移るが、この変化の傾向と常温の0.2%耐力のそれとは一致し、延性、じん性は加熱時間の増大に伴って漸減することが判明した。

(2)実機翼材：図1に示すように、1段動翼のInconel 700と2段動翼に試用したInconel Xとは同一傾向でかたさ変化を生じ、その変化の割合は使用温度の低いそれぞれの後段翼に比べて著るしい。このかたさ変化の傾向と常温0.2%耐力、クリープ破断強さのそれはよく一致を示すことが明らかとなった。一方、金属組織的には、写真1に示すように、長時間使用に伴って粒界炭化物の粗大化ならびに粒内δ相の析出増大が観察された。

材質的にはInconel 700の方がInconel Xよりも高温で安定なことが確認された。



a) 使用前



b) 22,000 hrs 使用後

写真1 2段動翼として試用したInconel X
の電子顕微鏡組織

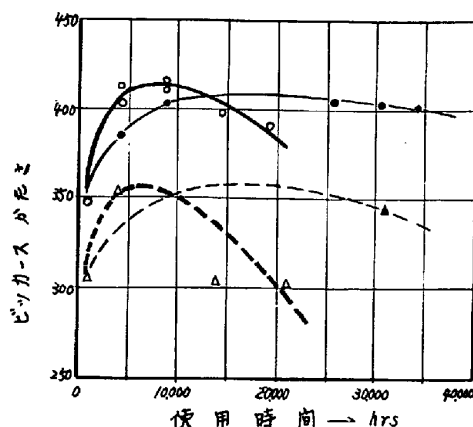
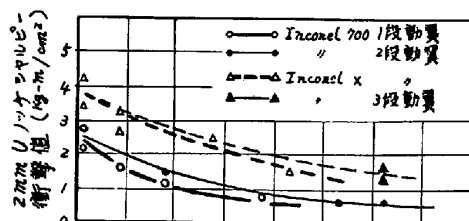


図1 使用時間による動翼最高温度
のかたさと衝撃値の変化