

Title	発電用耐熱鋼の高温性質とクリープ寿命評価に関する研究
Author(s)	増山, 不二光
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2625
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・（本籍）	増山不二光
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 8005 号
学位授与の日付	昭和 63 年 3 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	発電用耐熱鋼の高温性質とクリープ寿命評価に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 山根 壽己 教授 藤田 広志 教授 稔野 宗次 教授 清水 謙一

論文内容の要旨

本論文は、超高温高圧発電プラントの重要な候補材料である高強度 9～12Cr 鋼および二重管、クロマイズ管の高温性質と経年変化挙動ならびに火力発電プラントで長時間使用された材料におけるクリープ損傷の実態を明らかにするとともにクリープ損傷の金属組織学的検出法および寿命評価法の開発を行った研究の成果をまとめたもので、9章からなっている。

第 1 章では、本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では、高強度 9～12Cr 鋼の長時間使用による経年変化挙動について検討した結果、衝撃値が最初の 1 年間の使用によって約 $1/3 \sim 1/2$ に低下しているが、その後の低下はみられず、他の機械的性質とクリープ破断強度は未使用材のデータバンドの範囲にあり、さらに耐高温腐食性も優れていることを明らかにしている。

第 3 章では、二重管、クロマイズ管の高温性質と高温腐食挙動について検討した結果、二重管、クロマイズ管は良好な高温強度特性を有しており、クロマイズ管の曲げ加工によるき裂発生は加工温度、歪条件を適正に選ぶことによって防止できることを明らかにした。また二重管、クロマイズ管の耐高温腐食性が優れているのは Cr 量が多いのみではなく付着灰中に腐食性化合物が生成し難いのがその一因であることを明らかにしている。

第 4 章では、火力発電プラントで長時間使用され、損傷劣化が生じた材料についてクリープ損傷の発生、進展挙動を検討した結果、実機でのクリープ損傷は応力緩和過程でのクリープが繰返して蓄積されたものが多く、変形をとまわずにクリープ空孔が発生し、それが連結してき裂に進展するものであることを明らかにしている。

第5章では、長時間使用ボイラ鋼管のクリープ強度特性について検討した結果、長時間使用によってクリープ強度が低下することを確認し、使用条件における寿命消費率は未使用材の強度が不明であっても寿命消費率-応力線図の傾きを知ることによって一義的に推定できるとの見通しを得ている。

第6章では、実機で長時間使用された材料および実験室で製作した時効試験片とクリープ中断試験片の下部組織を調査した結果、CrMo鋼の場合、クリープ損傷の進行とともに粒界における M_6C の量が増大し、粒状化すること、また M_6C と母相の界面への硫黄の偏析がクリープ空孔の生成に関係していることを明らかにしている。

第7章では、クリープによる損傷劣化の定量化について検討した結果、超高速広域X線マイクロアナライザー（CMA）によって合金元素濃度分布を求め、それをガウス分布曲線で近似し、その形状の変化から組織状態を定量化する手法を見出している。

第8章では、長時間使用した $2\frac{1}{4}Cr-1Mo$ 鋼に対して前章で見出したCMAによる組織解析手法を適用し、寿命評価を行った結果、推定した寿命消費率はクリープ破断試験結果とよく一致し、この手法は実用性のある高精度の寿命評価法として有望であるとの見通しを得ている。

論文の審査結果の要旨

高温高圧発電用として使用される9~12Cr鋼、クロマイズ鋼、 $2\frac{1}{4}Cr-1Mo$ 鋼のような耐熱鋼では長時間使用のため、材料のクリープ寿命が工学的に最も重要である。しかし、これらの鋼は長時間使用中に経年変化を生ずるために現象は極めて複雑となり、そのためにクリープ余寿命を正確に予測する方法は未だ確立されていない。

本研究は上述のクリープ損傷について、金属組織変化の定量化を簡便かつ正確に行う方法を見出し、それに基づくクリープ余寿命の評価法を確立している。その成果を要約すると次のようになる。

- (1) 長時間高温クリープさせた耐熱鋼の寿命消費率は、未使用材の強度が不明であっても、寿命消費率-応力線図の傾きを知ることにより予測できることを明らかにしている。
- (2) 金属組織学的にクリープ損傷度を知るために、高速広域X線マイクロアナライザーにより合金元素濃度分布を求め、各成分についてそれぞれガウス分布曲線で近似することによって、形の変化から組織の変化を定量化している。
- (3) この定量的組織解析の結果に基づいてクリープ寿命評価を行い、予測した寿命消費率がクリープ破断試験結果とよく一致することを明らかにしている。

以上のように、本論文は経年変化の著しいクローム系耐熱鋼のクリープ寿命について、金属組織学的評価法を開発することによって、その正確な予測を可能にしたもので金属学ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。