The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	火力発電設備用材料の高温劣化挙動に関する研究
Author(s)	隅田, 武男
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40229
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　隅田武男（すみだたけお）
博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）
学位記番号　第　13118　号
学位授与年月日　平成9年3月25日
学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当
工学研究科材料物性工学専攻
学位論文名　**火力発電設備用材料の高温劣化挙動に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　佐分利敏雄
教　授　山本　雅彦　　教　授　馬越　佑吉　　教　授　柴田　俊夫

論文内容の要旨

本論文は，火力発電用ボイラの過熱器や再熱器において，高温・高圧の過熱蒸気に曝される2.25% Cr－1% Mo鋼およびオーステナイトステンレス鋼，ならびに蒸気タービンにおいて高温で遠心力を受けるCr－Mo－V鋼について，長時間使用した後の健全性を評価するため，これら材料の劣化について調べた結果をまとめたものである。

第1章では，火力発電設備およびその部材の現状と課題について述べ，本研究の目的を明らかにしている。

第2章では2.25% Cr－1% Mo鋼について長時間水蒸気酸化試験を行い，生成するスケールは厚さがほぼ等しい外層スケール（Fe_3O_4）と内層スケール（$(Fe, Cr)_3O_4$）に分かれ，前者はFeイオンの外方拡散，後者はOイオンの内方拡散により成長することを明らかにしている。また，スケールの厚さから材料の温度を精度よく推定する式を求め，実機ボイラで長時間使用した鋼管の温度をこの式により推定し，熱電対により実測した温度とよく一致することを確かめている。

第3章ではSUS321H鋼およびSUS347H鋼について，長時間水蒸気酸化試験を行い，生成するスケールは厚さの比が45：55の外層スケール（Fe_3O_4）と内層スケール（$(Fe, Cr, Ni)_3O_4$）に分かれること，内層スケールと下地金属の境界が下地金属の結晶粒界に達したとき，その境界にCr濃化層が生成することにより下地金属の酸化が抑制され，内層スケールの成長は放物線則から外れることを明らかにしている。

第4章ではボイラで長時間使用されたMoを含まないSUS304H，SUS321HおよびMoを含むSUS316H鋼について，適当なσ相の抽出レプリカ作成方法を見出している。また，抽出レプリカ法と画像処理技術を併用して，σ相以外の粒子（炭化物等）が存在していてもσ相のみのTEM像を得る技術を開発している。

第5章ではボイラで長時間使用したSUS321Hについてσ相の定量を行い，その析出状態の予測方法を検討し，実機ボイラで長時間使用されたSUS321Hボイラ鋼管をさらに使用するときのσ相の析出状態を予測している。

第6章では2.25% Cr－1% Mo鋼のクリープ変形を，変形中に生じる炭化物間隔の変化と関係づける式を実験的に求め，炭化物間隔とLarson－Millerパラメータの間の関係を与える式を作成し，それを用いてクリープ変形挙動を数値解析的に予測する手法を提案している。

第7章では第6章で提案したクリープ変形の解析手法を用いて，ボイラで長時間使用された2.25% Cr－1% Mo鋼のクリープ強度を評価し，その有効性を確かめている。

第8章ではクリープキャビティ長さの分布を統計論的に求め，その経時変化を調べ，タービンロータ材のクリープ

キャビティ発生状態の予測方法を明らかにしている。

第9章では本研究の結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

火力発電設備において，長時間使用された材料の健全性を評価するには，高温における材料の劣化挙動の究明と信頼性寿命評価技術の開発が必要である。本研究は火力発電設備用材料の高温劣化挙動に関する問題を取り上げ，ボイラの過熱器や再熱器等で広く用いられている2.25% Cr－1% Mo鋼およびオーステナイトステンレス鋼，ならびに蒸気タービンに用いられているCr－Mo－V鋼について金属組織学的な観点から研究を行ったものであり，得られた結果を要約すると次の通りである。

(1) 2.25% Cr－1% Mo鋼を長時間水蒸気酸化雰囲気で使用するときに，生成するスケールは厚さがほぼ等しい外層スケール（Fe_3O_4）と内層スケール（$(Fe, Cr)_3O_4$）に分かれ，前者はFeイオンの外方拡散，後者はOイオンの内方拡散により成長することを明らかにしている。また，スケールの厚さから材料の温度を精度よく推定する式を求め，実機ボイラで長時間使用した鋼管の温度をこの式により推定し，熱電対により実測した温度とよく一致することを確かめている。

(2) SUS321H鋼およびSUS347H鋼を長時間水蒸気酸化雰囲気で使用するときに，生成するスケールは厚さの比が45：55の外層スケール（Fe_3O_4）と内層スケール（$(Fe, Cr, Ni)_3O_4$）に分かれること，内層スケールと下地金属の境界が下地金属の結晶粒界に達したとき，その境界にCr濃化層が生成することにより下地金属の酸化が抑制され，内層スケールの成長は放物線則から外れることを明らかにしている。

(3) Moを含まないSUS304H，SUS321HおよびMoを含むSUS316H鋼のσ相抽出レプリカ作成方法を見出している。また，抽出レプリカ法と画像処理技術を併用して，σ相以外の粒子（炭化物等）が存在していてもσ相のみのTEM像を得る技術を開発している。

(4) ボイラで長時間使用したSUS321H鋼におけるσ相の析出状態の予測方法を検討し，実機ボイラで長時間使用された鋼管をさらに使用するときのσ相の析出状態を予測している。

(5) 2.25% Cr－1% Mo鋼のクリープ変形について，炭化物間隔の変化とLarson－Millerパラメータの間の関係を与える式を作成し，それを用いてクリープ変形挙動を数値解析的に予測する手法を提案している。さらにこの解析手法を用いて，ボイラで長時間使用された2.25% Cr－1% Mo鋼のクリープ強度を評価し，その有効性を確かめている。

以上のように本論文は，火力発電用ボイラの過熱器や再熱器において高温・高圧の過熱蒸気に曝される2.25% Cr－1% Mo鋼およびオーステナイトステンレス鋼，ならびに蒸気タービンにおいて高温で遠心力を受けるCr－Mo－V鋼について，長時間使用した後の健全性評価に関する基礎を与えており，材料工学に寄与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。