

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	High Temperature Steam Oxidation of Fe-Cr-Ni-Nb Austenitic Steels at 1073 K
著者(和文)	LYTA
Author(English)	Lyta
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9360号, 授与年月日:2013年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:丸山 俊夫,河村 憲一,須佐 匡裕,竹山 雅夫,西方 篤
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9360号, Conferred date:2013/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Lyta	
			氏名	職名		
論文審査 審査員	主査		丸山 俊夫	教授	西方 篤	教授
	審査員		河村 憲一	准教授		
			須佐 匡裕	教授		
			竹山 雅夫	教授		

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“High Temperature Steam Oxidation of Fe-Cr-Ni-Nb Austenitic Steels at 1073 K”と題し、5章から成っている。

Chapter 1: “Introduction”では、先進超々臨界圧火力発電の実現には 1073 K においてクリープ破断強度に優れ、Ni 基合金よりも安価な新規耐熱鋼の開発が不可欠であり、現在開発が進んでいる金属間化合物を強化相とする耐熱鋼(Fe-Cr-Ni-Nb オーステナイト鋼)の実用化には、水蒸気酸化特性の評価と酸化機構の解明による耐水蒸気酸化特性の向上が必要であることを指摘し、本研究の意義と目的を述べている。

Chapter 2: “Steam Oxidation Behavior of Fe-20Cr-30Ni-2Nb (at. %) at 1073 K”では、Fe-20Cr-30Ni-2Nb 鋼を 1073 K, Ar-15% $H_2O$  混合ガス気流中で水蒸気酸化し、酸化挙動に及ぼす時効熱処理および表面加工の影響を明らかにしている。すなわち、酸化の初期段階において、鋼の表面には、 $Fe_3O_4$  の外部酸化皮膜と  $(Fe, Cr)_3O_4$  と  $Cr_2O_3$  からなる内部酸化層が形成する。その後、約 20 ks で合金/内部酸化層界面の  $Cr_2O_3$  が連続層になる。この合金/内層界面に形成した  $Cr_2O_3$  の連続層によって、酸化速度が  $Cr_2O_3$  形成合金である Fe-25Cr 合金と同程度まで低下することを示し、この鋼が 1073 K において優れた耐水蒸気酸化特性を有しているとしている。さらに、 $Cr_2O_3$  連続層の形成は熱処理には依存しないが、酸化前の表面加工に依存することを実験的に明らかにしている。

Chapter 3: “Surface Oxygen Potential Measurement in Steam Oxidation of Fe-20Cr-30Ni-2Nb (at. %) at 1073 K”では、CaO 安定化ジルコニア固体電解質を Fe-20Cr-30Ni-2Nb 鋼に接触させたのち、1073 K, Ar-15% $H_2O$  混合ガス気流中で水蒸気酸化し、固体電解質に生じる起電力から酸化時の酸化皮膜表面の酸素ポテンシャルを連続的に測定している。その結果、雰囲気酸素ポテンシャル約  $-500 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  に対して、酸化初期には酸化皮膜表面の酸素ポテンシャルは約  $-550 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  まで低下したものの、 $Cr_2O_3$  連続層の形成に伴い 200 ks 後には約  $-510 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  まで上昇することを示し、 $Cr_2O_3$  連続層の生成と耐酸化性の向上を検出する方法として表面酸素ポテンシャル測定が有効であることを明らかにしている。

Chapter 4: “Effect of Addition of Boron on Oxidation Behavior of Fe-20Cr-30Ni-2Nb (at. %) at 1073 K”では、この鋼の強化相の析出を促進し、耐クリープ特性を向上させる B に着目し、水蒸気酸化特性に及ぼす B 添加の影響を明らかにしている。Fe-20Cr-30Ni-2Nb-0.03B 鋼を 1073 K, Ar-15% $H_2O$  混合ガス気流中で水蒸気酸化した結果、表面に形成した酸化組織は、B を添加していない鋼と同様であったが、その成長速度はわずかに減少することを示し、B の添加によって鋼の耐水蒸気酸化特性が損なわないことを実験的に明らかにしている。

Chapter 5: “Conclusion”では、本論文で得られた結果を総括している。

以上要するに、本論文は 1073 K における新規 Fe-Cr-Ni-Nb オーステナイト鋼の高温水蒸気酸化を系統的に研究し、表面に形成する酸化皮膜の成長機構を明らかにすると共に、先進超々臨界圧火力発電プラントにおける構造用耐熱材料としての利用に不可欠な基礎的知見を与えたものであり、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として、十分な価値があるものと認められる。