

平成 21 年度 博士論文

炭素窒素無添加 Fe-12Ni-9Co-10W 系オーステナイト合金の  
高温水蒸気酸化特性およびクリープ強度に及ぼすアルミナ化処理の影響

Effects of aluminizing on steam oxidation resistance and creep strength of  
carbon-nitrogen free Fe-12Ni-9Co-10W austenitic alloy

横浜国立大学大学院  
工学府 システム統合工学専攻  
有川秀一

指導教官 阿部富士雄 教授

# 目次

## 第1章 緒論

1.1 研究背景	1
1.2 火力発電とその効率化	1
1.3 耐熱鋼の開発動向	2
1.4 水蒸気酸化とその対策	4
1.5 アルミナイジング処理	5
1.6 本研究の目的	6
1.7 論文の構成	6
第1章の文献	14

## 第2章 アルミナイジング処理材の水蒸気酸化特性

2.1 緒言	17
2.2 実験方法	17
2.2.1 供試材	17
2.2.2 アルミナイジング処理	17
2.2.3 水蒸気酸化試験	18
2.2.4 分析装置	19
2.3 実験結果	20
2.3.1 アルミナイジング処理材と非処理材の重量増加	20
2.3.2 生成した酸化物	20
2.3.3 皮膜組織の変化	21
2.4 考察	22
2.4.1 アルミナイジング処理材の重量増加	22
2.4.2 皮膜のAl濃度低下速度の検討	22

2.5 小括	24
第2章の文献	46

### 第3章 水蒸気酸化特性の支配因子

3.1 緒言	47
3.2 実験方法	47
3.2.1 供試材	47
3.2.2 試験方法	48
3.3 実験結果	48
3.3.1 水蒸気酸化試験後の表面状態および生成した酸化物	48
3.3.2 FeAl 皮膜の有無および Al 濃度と酸化スケール厚さの関係	48
3.4 考察	49
3.4.1 Al 濃度が低下した場合の耐酸化性	49
3.4.2 耐酸化性を維持する臨界 Al 濃度	52
3.5 小括	54
第3章の文献	66

### 第4章 アルミナイジング処理による Fe-Al 合金皮膜の形成過程

4.1 緒言	67
4.2 実験方法	67
4.2.1 実験条件	67
4.2.2 組織解析	68
4.3 実験結果	68
4.3.1 昇温過程で形成する合金皮膜	68
4.3.2 900°Cでの合金皮膜形成過程	69
4.3.3 表面状態の変化	71
4.3.4 FeAl 皮膜中の Al 濃度と硬さの関係	72

4.4	考察	72
4.4.1	合金皮膜厚さの増加	72
4.4.2	昇温、冷却過程の合金皮膜形成	73
4.4.3	形成温度の違いと FeAl 皮膜の硬さ変化	75
4.5	小括	76
	第 4 章の文献	90

## 第 5 章 アルミナイジング処理のクリープ強度への影響

5.1	緒言	93
5.2	実験方法	93
5.2.1	実験条件	93
5.2.2	クリープ試験	94
5.3	実験結果	94
5.3.1	アルミナイジング処理材および非処理材のクリープ破断強度	94
5.3.2	試験片外観および破断ひずみ	95
5.4	考察	96
5.4.1	アルミナイジング処理材のクリープ破断強度低下の要因	96
5.4.2	アルミナイジング処理の熱処理による影響	98
5.5	小括	100
	第 5 章の文献	118

## 第 6 章 クリープ変形によるアルミナイジング処理材の表面損傷

6.1	緒言	119
6.2	実験方法	119
6.2.1	実験条件	119
6.2.2	組織解析	119
6.3	実験結果	119

6.3.1	クリープ破断試験後のアルミナイジング処理材表面観察結果	119
6.3.2	アルミナイジング処理材のひずみ分布と表面損傷の関係	120
6.4	考察	121
6.4.1	FeAl 皮膜と内層の変形挙動	121
6.4.2	表面損傷と耐酸化性の関係	124
6.5	小括	125
	第 6 章の文献	138

## 第 7 章 結論

7.1	総括	139
7.2	今後の展望	140
	第 7 章の文献	145

謝辞		147
----	--	-----

本論文を構成する論文		148
------------	--	-----

