



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on High-Temperature Corrosion of Ni-based Alloys in Atmosphere Containing Alkali Metal Chloride Vapor [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	HUBBY, ' IZZUDDIN
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14228号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79768
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Hubby_Izzuddin_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Hubby 'Izzuddin

審査担当者 主 査 准教授 林 重成
 副 査 教 授 橋本 直幸
 副 査 教 授 上田 幹人

学位論文題名

Study on High-Temperature Corrosion of Ni-based Alloys in Atmosphere Containing Alkali Metal Chloride Vapor

(アルカリ塩化物蒸気を含有する雰囲気中における Ni 基合金の高温腐食挙動に関する研究)

廃棄物やバイオマス発電プラントの過熱器ボイラチューブ等に用いられる耐熱合金は、燃料を起因としたアルカリ金属塩が濃縮した燃焼灰堆積下かつ高塩素雰囲気中という極めて過酷な高温塩化腐食環境に暴露される。一般に、耐熱合金に耐高温腐食特性を付与するため Ni を主体とする耐高温腐食コーティングが施される。コーティング材料には、耐腐食性の向上のために Mo や Fe が添加されるが、これら合金元素の有効性は温度や腐食環境に強く依存しており、腐食環境に応じた合金元素添加の有効性を理解することが必要である。これまでに、ボイラチューブ上に堆積した燃焼灰中に含まれるアルカリ金属塩による高温腐食機構は広く提案されているものの、燃焼灰が堆積しない部位や、常に脱離する部位における雰囲気中の塩蒸気による高温腐食についての知見は十分に得られておらず、特に Mo や Fe の添加が塩蒸気による高温塩化腐食におよぼす影響についての知見は不明となっている。

本論文は、大気中に NaCl, KCl, および CaCl_2 蒸気を含む環境下で 570 ℃ における Ni-20Cr 合金 (in mass%) の高温塩化腐食挙動におよぼす Mo および/あるいは Fe 添加の影響を調査して、その機構を明らかにすることを目的として研究したもので、全 7 章から構成されている。

第一章「Introduction」では、廃棄物焼却プラントとそれを取り巻く現状、ボイラにおける高温腐食問題について述べている。耐熱合金の高温塩化腐食に関する先行研究についてまとめ、これまでに提案された機構を解説するとともに、塩蒸気環境下における高温腐食挙動を検討することの必要性を指摘し、本研究の意義と目的を述べている。

第二章「Experimental Methods」では、研究に用いた合金および高温腐食実験方法、腐食速度の評価手法、分析手法等の本研究の実験方法を述べている。

第三章「Effect of Mo and Fe Combinations on Corrosion Behavior in Air with NaCl-KCl- CaCl_2 Vapor」では、Ni-20Cr-Mo-Fe 合金の高温腐食挙動を検討し、腐食速度は Mo および Fe それぞれの添加量の増加に伴って低下することを明らかにしている。また、腐食機構の解明と添加元素の影響については、それぞれの合金元素の影響を個別に検討する必要があることを述べている。

第四章「Effect of Mo on Corrosion Behavior in Air with NaCl-KCl- CaCl_2 Vapor」では、Ni-20Cr 合金に (0 ~ 7)% の Mo を添加した際の高温腐食挙動を検討し、Mo 無添加合金では KCl 蒸気と Cr_2O_3 皮膜の反応により K_2CrO_4 が形成し、これが Cr_2O_3 皮膜の保護性を著しく低下させるとともに、この反応に伴って生成する塩素により、合金表面の塩素ポテンシャルが増加して Cr の内部塩化

を引き起こし、 Cr_2O_3 皮膜の維持が困難となって腐食速度が増大すること、Mo 添加により Cr_2O_3 皮膜上部に NiO 皮膜が形成し、これが K_2CrO_4 の形成を阻止することにより保護性が確保されて耐食性が向上する機構を提案している。

第五章「Effect of Mo on Corrosion Behavior in Ar with NaCl-KCl-CaCl₂ Vapor」では、 K_2CrO_4 の形成には十分な酸素が必要であることから、前章の機構を検証することを目的として、Ar 中における合金の高温腐食挙動を検討し、 K_2CrO_4 が形成しない環境では、 Cr_2O_3 皮膜が長時間維持され Mo 無添加合金の腐食速度が著しく低下することを明らかにして、提案した機構を検証している。

第六章「Effect of Fe on Corrosion Behavior in Air with NaCl-KCl-CaCl₂ Vapor」では、Ni-20Cr 合金に (0 ~ 30)% の Fe を添加した際の高温腐食挙動を検討し、Fe 添加合金では、塩蒸気との反応性が弱い Fe_2O_3 が Cr_2O_3 皮膜上部に形成して K_2CrO_4 の形成が阻害されるため、 Fe_2O_3 がより均一に表面全体を覆う高 Fe 含有合金で耐食性が向上することを明らかにしている。

第七章「General Summary」では、本研究で得られた成果・知見を総括している。これらを要するに、著者は大気中にアルカリ金属塩蒸気を含む環境下における Ni-20Cr 合金の高温塩化腐食速度の低減手法に繋がる新たな機構を提案したものであり、工学的かつ学術的な進歩に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。