

研究論文

673 Kにおけるステンレス表面酸化物被膜からの六価クロム化合物の生成

† 渥美太郎*, 三上つき乃*

Formation of Hexavalent Chromium Compounds from Surface Oxide Film on Stainless Steels at 673 K

by

† Taro ATSUMI*, Tsukino MIKAMI*

(Received Dec. 1, 2020; Accepted Feb. 10, 2021)

Abstract

Surface oxidation of SUS304, SUS310S, SUS316 and SUS430 stainless steels has been investigated at 673 K in dry and humid air for up to 400 h by measurement of mass change and X-ray photoelectron spectrometry. A surface oxide film containing iron and chromium grows on SUS304 and SUS310S stainless steels in dry and humid air. However, the oxide film is reduced after 100 h in humid air. This reduction is caused by a vaporization of a chromium oxide hydrate containing hexavalent chromium from the oxide film. The oxide film containing iron but not chromium is formed on SUS316 and SUS430 surface and is stable in both dry and humid air at this temperature.

Keywords: Stainless steel, Surface oxide film, Chromium oxide hydrate, Hexavalent chromium

1. 結論

ステンレス鋼は、高温において表面に生成した Cr_2O_3 被膜によって保護されている。ステンレス鋼の使用の際にはこの保護被膜の安定性が重要になるが、高温、空気中では被膜が劣化し、六価クロムを含む化合物が生成する。1273 K以上の温度で Cr_2O_3 保護被膜は劣化して CrO_3 ガスを生成すること、そして雰囲気中に水蒸気が存在することでそれは加速されることが報告されている¹⁻⁹⁾。より低い 873~1223 Kの温度範囲であっても、高水蒸気分圧下では Cr_2O_3 被膜が劣化して $\text{CrO}_2(\text{OH})_2$ のガスが生成することが報告されている¹⁰⁻¹⁵⁾。ステンレス鋼の使用上限温度は条件によって様々であるが、一般的にはその条件における機械的性質から決

定される。使用上限温度以下、特殊な使用環境を除く比較的緩やかな温度、水蒸気圧条件では、保護被膜の劣化が機械的性質に与える影響がわずかである。そのため、経済的な観点において保護被膜の劣化を考慮する必要はないが、劣化に伴う六価クロムを含む化合物の生成は、環境、健康問題の観点から無視できない。以前の研究において、使用上限温度が 1000~1200 Kとされるオーステナイトステンレスの代表的鋼種である SUS304(18Cr-8Ni)を、773 K、低い水蒸気圧の空気中で加熱したときでさえ、表面酸化物被膜から六価クロムを含む酸化水酸化物が生成することを明らかにした¹⁶⁾。

本研究では、これまでに報告されているよりも低い温度である 673 Kにおけるステンレス表面の酸化物被膜の劣化について明らかにすることを目的とした。ステンレスの大気中での加熱使用を想定し、雰囲気には乾燥空気中と、日本の夏季における湿度程度の水蒸気圧の空気である湿潤空気を用いた。ステンレスは SUS304, SUS310S (25Cr-20Ni), SUS316 (18Cr-12Ni-2.5Mo), SUS430 (18Cr)の4種について調べた。オーステナイトステンレスの SUS310S は耐熱鋼で

令和2年12月1日受付

* 小山工業高等専門学校 物質工学科: 栃木県小山市大字中久喜771
TEL 0285-20-2805
atsumi@oyama-ct.ac.jp
Department of Materials Chemistry and Bioengineering,
National Institute of Technology, Oyama College: 771
Nakakuki, Oyama, Tochigi 323-0806, Japan

†:連絡先/Corresponding author