

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	川見 和嘉
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目			
Research on advancement of electropolishing technology and development of uniform and dense chromium oxide film formation technology (電解研磨技術の高度化と均一で緻密なクロム酸化物による皮膜形成技術の開発に関する研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	荻 崇	
審査委員	准教授	木原 伸一	
審査委員	准教授	駒口 健治	
審査委員	助 教	平野 知之	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究では、代表的な耐食性鋼種である SUS304 オーステナイト系ステンレス鋼について、耐食性や耐水素脆性を付与するための湿式処理を主体とする表面処理の開発に取り組んだ。本来、優れた耐食性を発現するステンレス鋼であるが、使用環境によっては腐食に伴う劣化を生じ、配管・容器の寿命を左右するような問題を抱えている。そこで、新規な手法による不動態皮膜の被覆形成を試み、構造物を想定した耐食性向上や水素感受性について検討した。</p> <p>第 1 章では、プラント構造物などに使用されるステンレスの耐食性や耐水素脆性に関する現在の研究背景が紹介された。また、これまでの研究におけるステンレスの湿式処理を主体とする表面処理がレビューされた。</p> <p>第 2 章では、SUS304 ステンレス鋼の表面に均一な皮膜の形成を促進するため硫酸、リン酸、メタンスルホン酸からなる電解液組成による電解研磨と化学酸化・陰極電解・不動態化などの併用による酸化処理が検討された。被覆形成された不動態皮膜について、膜厚および元素の分布の観点から膜の構造を、孔食電位を指標とする耐食性を調べ、さらに皮膜の形成モデルが考察された。電解研磨液の従来組成成分の硫酸をメタンスルホン酸に置き換えることで被処理物の表面粗さが低下した。一連の逐次処理の結果、被覆形成された皮膜は厚さ 250~300 nm で、三価の Cr を主体とした酸化物で構成されていることが示された。化学酸化および陰極電解処理の結果、急激な孔食から緩やかな全面腐食に変化した。逐次処理を進めるほどに耐食性が向上しており、皮膜は不動態として機能した。一連の処理の中でも特に皮膜を厚膜化する工程が耐食性向上に寄与することが述べられた。</p> <p>第 3 章では、SUS304 ステンレス鋼に成膜した皮膜の水素脆化抑制効果を調べるため、処理条件の異なる試験片に対して 110MPa の高圧水素中で SSRT 試験および水素透過試験などを実施した。SSRT 試験の結果、伸びと絞りには明確な差があり、未処理、電解研磨、</p>			

不動態化処理の順に大きくなった。一連の逐次処理を施した試験片の破断面は、典型的な延性のようなディンプル構造を示した。皮膜を形成した SUS304 試験片の水素透過率は、773 K において、 $2.8 \times 10^{-13} \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0.5})$ 、皮膜なしは $2.2 \times 10^{-11} \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0.5})$ であった。断面 TEM 像から、皮膜は 10~20 nm のボイドを多く含む緻密な微細構造を有していることがわかった。このことから、一連の逐次処理によって形成された皮膜は SUS304 の水素バリアとして有効であることが示された。

第 4 章では、プラント構造物を想定し、ステンレス鋼製パイプ/容器の溶接継手において、水素バリア機能を発揮する表面処理技術について検討した。第 2 章で検討した同様の組成を用い皮膜の厚膜化、均一化および緻密化に適する条件で処理した SUS304 鋼の溶接試験片について水素ガス透過抑制を確認した。573 K における水素透過率は、基材に表面処理を施すことで、基材のみの約 1/100 に低減することを確認した。XPS による解析の結果、非溶接個所と溶接個所の被覆形成された酸化皮膜は厚さ 290 nm で、バルク材より 10 at% 程度クロムの含有量が増えた。断面 TEM 観察より、非溶接個所と溶接個所の被覆形成された皮膜の厚さは、220~300 nm で、皮膜内には 10 nm 程度の多数の空孔が認められた。この空孔は相互に連結しておらず、このような空孔が多数あることで、空孔界面が水素トラップサイトとなり、結果として水素拡散抑制につながっていると考察された。

第 5 章では、本研究で得られた結果を総括し、本研究の今後の課題や展望が述べられた。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。