

論文内容の要旨

論文題目 「ステンレス鋼の払拭電解研磨法による表面特性の向上に関する研究」

論文提出者 藤野 毅

医薬品や化学薬品を製造する反応容器と貯蔵タンク、および電子材料を製造する真空装置などに用いられるステンレス鋼の表面には平滑性と耐食性が高いこと、および高真空中でガス放出特性が低いことが求められている。ステンレス鋼の表面処理法の一つである電解研磨は一般的には加工品をアノードとして電解液に浸漬する方法で行われており、大型で複雑な形状の加工品の場合には表面にピットや斑などの不良箇所が生じることがある。このような不良箇所の修正には、カソードに装着した不織布に電解液を含浸させて金属表面を拭く払拭法による電解研磨が用いられている。本研究では、払拭法による電解研磨をステンレス鋼製真空容器の表面処理に応用し、表面特性を向上させるための条件を検討した。真空容器に用いられるSUS304およびSUS3016Lステンレス鋼板について、払拭法の条件として電解電圧と払拭速度を変えて電解研磨を行い、表面の粗さと酸化膜の構造を解析し、耐食性とガス放出特性を評価した。従来の浸漬法による電解研磨よりもピットの少ない平滑な表面が得られる払拭法の電解研磨条件を見出し、原子間力顕微鏡観察によりナノレベルの凹凸が少ないことを確認した。透過電子顕微鏡による断面観察とX線光電子分光法による表面分析により、払拭法および浸漬法による電解研磨後に形成された表面酸化膜の厚さは約4 nmであり、表面側にはクロム濃度の高い酸化層が存在することが明らかになった。孔食電位測定から、このような表面酸化膜が形成されることによって耐食性が向上することがわかった。昇温脱離ガス分析によるガス放出特性の評価から、払拭法では電解電圧を、浸漬法では電流密度を高くするほど電解研磨後のステンレス鋼表面からの水と水素の放出量は減少し、さらに研磨量を増加すると、723 Kまでの昇温過程で放出される水素はほとんど除去されることが明らかになった。これらの結果から、電解研磨の過程でステンレス鋼内部に存在する拡散性の水素原子は、金属の溶解とともにイオン化されて減少することが示唆された。ステンレス鋼製真空容器から拡散性水素を除去するために行われる熱処理では表面構造の変化によって耐食性が低下したが、払拭法による電解研磨では高耐食性表面を形成するとともに拡散性水素を除去できることが実証された。払拭法による電解研磨は大型電解槽などの設備と加工品の運搬を必要とせず、重金属廃液の発生量を低減できるため、低コストで低環境負荷の電解研磨プロセスとして応用が期待できる。さらに本研究で得られた知見は、現在進めている自動払拭電解研磨装置の開発に応用されている。