

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 山内 重徳

汎用化学機器である海水熱交換器用の伝熱管として銅合金とチタン（工業用純チタン）が広く用いられている。前者にはアルミニウム黄銅が用いられ現在では漏洩事故率 1 万本あたり年間 1 本以下という実績に達している。また、比較的近年になって発電用・海水淡水化プラントに採用が進んでいるチタンではすきま腐食と水素起因の脆化とが解決されるべき課題であった。本論文は、これらの実績の実現・課題の解決に取り組んだ研究をまとめたもので、全 7 章から成る。

第 1 章は「序論」である。熱交換管材料としての銅合金とチタンにおける従来の知見と問題点をあげ、本論文の研究課題を抽出している。

第 2 章「復水器銅合金管の on-load 耐食性診断のための分極抵抗法の応用」では、耐食性皮膜の形成がカソード反応の著しい抑制に反映されることに着目して、ゴムライニングを施された水室で管端をカソード分極するときの電気化学的抵抗を実測して、運転中にも管の腐食状況を知る方法を開発した。診断結果は抜管調査結果によく合うことが判明し、硫酸第一鉄の注入など運転条件の管理に広く適用されるに至った。

第 3 章「復水器用銅合金管の耐食性支配因子の分散分析による抽出」では、海水環境でのアルミニウム黄銅管の耐食性に対して、海水水質・復水器の運転条件などが重要で、冷・温 淡水環境で強調されることの多かった製造時の炭素皮膜・高温酸化皮膜の残存の影響は有意でないことを明らかにした。

第 4 章「復水器でのチタン管の水素吸収と管板のガルバニックコロージョンに及ぼす電位の影響」では、チタン管／銅合金管板の組み合わせを扱い、カソード防食を施さない自然浸漬ではネーバル黄銅・アルミニウム青銅のいずれの管板でもそのアノード溶解がチタン管により促進されるが、これは -0.5VvsSCE 以下で防止できること、ただし -0.75V 以下まで下げ過ぎればチタン管の水素吸収がおこること、を明らかにした。水室のカソード防食の必要性和適正電位（ -0.75V 以上 -0.5V 未満）を提言したものである。

第 5 章「MSF（多段フラッシュ型）海水淡水化装置でのチタン管の隙間腐食に及ぼす諸因子の影響」では、チタン管／チタン管板の組み合わせを扱い、管／管板－界面におけるすきま腐食が、従来 100°C 以上とされてきた臨界温度とは大きく異なる 60°C という低温で生じることを実環境条件下の長期間試験によって明らかにした。併せて、管板に銅合金を用いるか、すきま内に金属銅を入れればその懸念のないこと、すなわち、銅合金管板の有効なことを示した。

第6章「MSF 海水淡水化装置でのチタン管の水素吸収に及ぼす $\text{Fe}(\text{OH})_2$ の影響」では、国のパイロット装置で現われた水素吸収の原因解明にあたり、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ を含む NaCl 水溶液中での再現試験を通じて、チタン表面の鉄錆・金属鉄による汚染と 80°C 以上の温度という促進条件と、Schikorr 反応による機構とを明らかにして、対策を確立した。

第7章は「総括」である。

以上のように本論文は熱交換器用銅合金管およびチタン管の防食に関して、懸案の諸課題の解決に精力的に取り組み、信頼性のいっそうの向上に貢献した。これらの成果は材料環境工学の発展に寄与するところが多い。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。