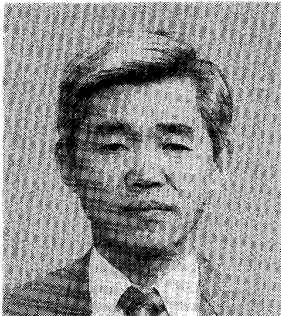


西山記念賞

東京工業大学工学部助教授

水流 徹君

鉄鋼材料の腐食現象の交流インピーダンス法による解明と評価法の研究



君は昭和44年3月東京工業大学理工学部金属工学科を卒業後、50年同学大学院博士課程を修了し直ちに同学助手となり、55年7月より1年間米国マサチューセッツ工科大学に留学した。昭和57年3月同学工学部金属工学科助教授となり現在に至っている。

その間、君の行った研究のうち主要なものは次のとおりである。

1. 鉄鋼材料の腐食機構の交流インピーダンスによる解析と腐食モニタリング法の研究

種々の腐食系に対してその交流インピーダンス特性を理論的に解析するとともに、実験的にも腐食反応機構の解明と腐食速度の測定に交流インピーダンス法が有用であることを実証した。さらに低周波数と高周波数のインピーダンスの差が腐食速度に反比例することをみだし、鉄鋼材料を中心とした多くの系で確認した。この原理を応用して、腐食速度を自動的に測定・監視する腐食モニターを開発し、実験室においてこのモニターがきわめてよい精度で腐食速度を測定できることを種々の腐食系で実証するとともに、大型鉄鋼構造物の燃料貯蔵タンクの腐食モニタリング等に実際に適用した。これらの研究成果は内外において注目され、今日の交流インピーダンス法普及のきっかけとなり、また腐食モニタリングの重要性の認識を広げるのに先鞭をつけた。

2. 塗装鋼板の劣化機構とその評価法の研究

従来不明であった表面処理・塗装鋼板の腐食機構について、精密な化学分析と電気化学的手法により塗膜を通しての物質移動を明らかにしカソード剝離の重要性を指摘した。また、交流インピーダンスの高周波数側に現れる折点が塗膜劣化程度の指標になることを理論的に導くとともに実験的にも確認し、塗膜の耐食性を定量的に評価する方法を提案した。さらに、塗膜剝離のごく初期に発生するアコースティック・エミッション(AE)の検出により劣化開始時期を決定する方法や、レーザ光の走査により劣化位置と大きさを非破壊で求める光音響(PA)法を適用し、塗膜劣化の新しい評価法を提案している。これらの評価法はいずれも理論的基礎に立脚した独特の方法として内外に広く注目を集めている。

3. 鉄系材料のアノード溶解機構および不働態皮膜の機能に関する研究

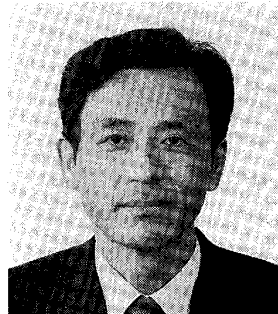
チャンネル・フロー電極法を鉄、鉄-クロム合金の溶解機構の研究に適用し、従来から議論的であったBockris機構を確認したばかりでなく、これまでその存在が予想されていた吸着中間体の表面濃度を電流応答の過渡特性から初めて定量的に測定することに成功した。さらに、金属蒸着膜の抵抗変化を電気化学的測定と結び付けたレジストメトリーの手法を開発し、鉄不働態皮膜の電気抵抗が極めて小さく、皮膜表面に存在する酸素の吸着層が皮膜の安定性に重要であることを指摘し、交流インピーダンス法により皮膜の電極反応特性を明らかにした。これらは鉄鋼材料、ステンレス鋼の耐食性、不働態特性についての基礎的研究であり、長年議論の分かれるところであったアノード溶解機構、不働態皮膜の問題に新しい知見と研究方法を提示する優れた業績といえる。

西山記念賞

(株)日立製作所日立研究所主管研究員

福井 寛君

高温機器用耐熱合金の開発と実用化



君は昭和38年3月富山大学工学部金属工学科卒業後(株)日立製作所入社、38年日立研究所に配属となり、53年主任研究員、55年室長、61年主管研究員に就任し現在に至っている。この間、昭和56年「耐熱鋳造合金のクリープ破断特性の改良に関する研究」で工学博士の学位を得た。

君はこの間下記の各種耐熱合金の開発、実用化に従事して多大の成果をおさめている。

1. 化学プラント用耐熱鋳鋼

化学プラントの高温(700~1100°C)反応管にはHK40(0.4C-25Cr-20Ni耐熱鋳鋼)が多く使用されてきた。しかし、この材料は高温使用中に粒界にCr炭化物が析出し、これが凝集粗大化してクリープ破断延性が低下する。そこで各種々の添加元素の影響を検討し、適量のTi, Nb添加により、層状の共晶炭化物は球状に分断され、更に、高温使用中には微細な炭化物が主として基地に均一にゆっくりと析出するようになり、982°C、1000hの破断延性を従来材の10%以下から、50~70%に、10⁵h強度を約1.8倍に向上した。この材料は水素製造リホーマ管、エチレン製造クラッキング管として10プラントに適用され、反応管の寿命を7年以上に延長することができた。

2. 高温ガスタービン用耐熱合金

上記化学プラント材料での知見をもとに燃焼器用Fe基合金ハステロイX(45Ni-23Cr-9Mo-Fe)にTi, Nbを添加し、Cr炭化物の粒界連続析出を阻止して、1000h加熱後の靱性を2倍に向上させた。同じく、ノズル用Co基合金FSX-414(GE社材)にTi, Nbを添加し、982°C、10⁵hクリープは断強度を1.5倍、耐用温度を50°C向上させた。また、運転温度の上昇にともないディスクに450~500°Cの高温度が要求され、従来の12Cr耐熱鋼では対応ができないのでNbを添加した高靱性高強度12Cr耐を開発した。これにより世界最高の効率を有する1260°Cの高温ガスタービンを実現させた。

3. 超々臨界圧蒸気タービン用耐熱合金

従来の蒸気温度538°Cを599°C及び650°Cに上昇させた蒸気タービン用ロータ材を開発した。599°C用としては12Cr鋼に適量のMo, W, V, Nb, Nを添加した12Cr耐熱鋼を開発して、従来の12Cr耐熱鋼と比較し、10⁵hクリープは断強度を1.5倍向上させ、また60°C用としてはA286のC, Ti, Alを低めに制御して、鍛造性を向上させるとともに650°C×1000h加熱後の靱性を2.0倍に向上させた。