

# 金材技研 1985

科学技術庁

# NO. 7

# ニュース

金属材料技術研究所

## さびは資源・エネルギーの大敵

—— 屋外大気中でのさびを防ぐ日印共同研究 ——

省資源、省エネルギーの問題がクローズアップされている今日、つい見過ごされがちなのは、金属材料のさび（腐食）による損失が大きいことである。その実体については各国で調査され、意外に巨額に達していることが知られている。わが国では、腐食による直接的損失は年間2兆5000億円（GNPの約2%）に達するという驚くべき事実が認められ、しかも、このうちの大部分は大気中におけるさびによるものといわれている。このような実状をもとに、国連のアジア・極東経済会議および政府間の機関であるアジア科学協力連合（ASCA）で腐食問題の重要性が指摘された。

一方、開発途上国との科学技術交流は、昨今、日本政府にとって重要な課題となっている。そこで、当研究所では腐食防食の問題を通じて交流を行うため、さしあたり、アジア地域で腐食の研究が最も進んでいるインド国立金属研究所との間で共同研究を行ってきた。その内容は、高温多湿の熱帯における「金属の大気腐食および表面被覆による防食」に関するものである。そもそも、日本の国土には他の先進国と同様に熱帯地域は存在しないので、熱帯の自然環境における金属腐食の課題を対象として研究するためには、外国の協力を得なければならない。

このような意味から、日本およびインドで作製した普通鋼、ステンレス鋼、被覆鋼などの共通試

験片を両国の代表的地域に暴露し、腐食状態の違いを観測している。

これまでに、湿度、温度、金属表面がぬれている時間および海から飛来する塩分の量と腐食量との相関関係式を求め、材料選定上有用なデータを作成することができた。

従来、大気腐食の多少は海岸、工業地帯、都市、山野などの地域によって異なることが知られている。本研究によると同様な結果が得られ、そのうえ、同じ地域内でも構造物が置かれている場所に特有の気象条件（微気候）と構造物の部位によって腐食量が異なるという事実が明らかにされた。



写真 インド製標準照合試験片の暴露状況

# ステンレス鋼構造物に生じる局部腐食

## —— 溶接金属の孔食現象の解明に手がかり ——

化学プラントや原子力プラントなどには、多くのオーステナイト系ステンレス鋼が構造材料として使用されている。これらのプラントでは、腐食の問題は極めて重要であるが、材料を使用環境、使用条件に合わせて選定している今日では、かなり解決されているといえる。しかしながら、溶接部についての腐食は未解決の部分が多く残されている。事実、上記プラントに生じる腐食損傷の約60%は溶接部に集中しており、さらにその半数は溶接金属およびその近傍に発生している。それは、溶接金属と母材との組織や化学成分の差、溶接金属内部における成分の不均一性および溶接時に生じる残留応力などが原因となっているものと思われる。また、溶接部に生じる腐食損傷のうち、応力腐食割れが約 $\frac{1}{3}$ を占めており、これに関しては多くの研究がなされている。しかし、約 $\frac{1}{3}$ を占める局部腐食については十分な研究が行われておらず、とくに溶接金属のところどころに深い孔を生じる孔食現象については未解決な部分が多い。

当研究所では、この問題を解決する目的で9種類のオーステナイト系ステンレス鋼を用いて基礎的研究を行っている。すなわち、タングステン電極を用いて不活性ガス雰囲気中で溶接（TIG溶接）した試料の溶接部を、JIS法に準拠して、塩化第二鉄水溶液に浸漬して孔食を発生させつつ、光学顕微鏡ステージ上で観察と同時に、腐食し易さの目安となる腐食電位の測定を局部的に行っている。

図はSUS304鋼のTIG溶接部における腐食電位の分布を示している。腐食液に浸漬した直後から、溶接金属部では、その周囲に比べ腐食電位が卑となり腐食され易いことを示している。すなわち、溶接金属部の耐食性は母材のそれよりも劣るという、従来経験的に知られていたことが明瞭に示されている。また、時間の経過とともに、溶接金属の両サイド（溶融線近傍部）の腐食電位の降下が著しくなり、そこに孔食が発生し、進行していることが示されている。このような腐食電位分布およびその経時変化は、溶接金属にデルタフェライト（体心立方晶の相でオーステナイト相中に存在

すると耐食性が悪くなる）が残留し、さらに溶融線近傍の溶接金属表面に波状のしわ（リップル）が形成され易いものに生じることが見いだされた。さらに、デルタフェライトの残留およびリップル線の形成はSUS304鋼のような汎用オーステナイト系ステンレス鋼に多く認められる一般的な特徴であることが知られた。

組織観察の結果から、このリップル線部には、デルタフェライトが特に高密度に存在し、その結果、その近傍に耐食性にない手であるクロムやモリブデンなどの元素の欠乏部が形成され、耐食性が低下して、リップル線部に孔食が優先的に起こりやすくなっていることが明らかになった。

従来、ほとんど研究がなされていなかったステンレス鋼溶接金属に起こる孔食現象について、多くの知見が得られ、今後の研究に期待が寄せられている。

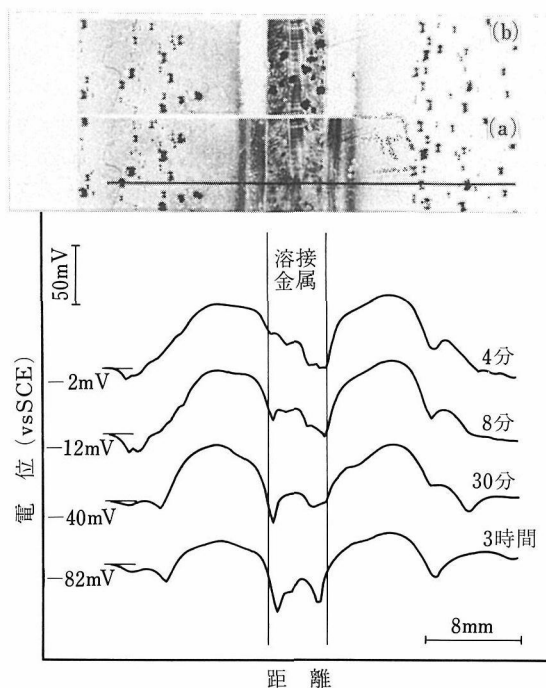


図 SUS304鋼の溶接部での腐食電位分布と試験片外観写真  
(a)は試験終了直後  
(b)は超音波洗浄後の外観写真

## 核融合炉材料の誘導放射能をコンピュータにより評価

核融合炉の炉壁材料は厳しい中性子照射環境下におかれ、誘導放射能を生じる。この放射化は、炉の保守、安全性および材料の選択、材料開発などの点から最近重要な課題として認識されてきた。しかしそれを実験的に評価することは難しいので、コンピュータによるシミュレーションを試みた。

第一壁の負荷条件としては、1 m<sup>2</sup>当り 1 MW、高エネルギーの高速中性子照射を最長10年間とし、各純金属について中性子との反応断面積（反応の割合）を基に、照射後の放射性元素の全生成量を計算した。さらに放射能が時間と共にどのように減衰するかを求めた。その結果、Ni, Nb, Moなどが高放射化元素として挙げられること、さらにAlについては、長期運転の場合、誘導放射能が減衰し難くなることがわかった。

以上の結果は、炉材料の選択にさいして、有力な指針となるであろう。

（原子炉材料研究部）

## 溶銑の予備処理中に生ずる熱エネルギーを利用して、石炭をガス化

石炭をガス化し、それをエネルギー源として利用する研究は、世界各国で行われている。その一つの方法として、溶銑中に石炭粉と酸素ガスを供給する方法があるが、灰分や硫黄分、多量に発生する酸性スラグなどの問題点が多かった。

当研究所では、当所で開発した連続製鋼法を応用し、溶銑の熱を源として石炭を熱分解し、製鋼の予備処理と石炭のガス化を同時に行うことに成功した。（特許第1160960号）

本法は多段極型連続製鋼炉の、主として脱珪素、脱燐を分担する

部分に毎分10kgの石炭粉と5.4N<sup>m</sup>の酸素を噴射供給するもので、その結果、CO73.5%、CO<sub>2</sub>9.1%のガスを毎分13.2N<sup>m</sup>という高い収率で得ることに成功した。

このさい、溶銑中の硫黄は0.12%まで増加するが、石灰系造滓剤により0.05%以下に抑えることができる。本法は省エネルギー、低コストの石炭ガス化の新プロセスとして大いに期待される。

（製錬研究部）

## 海洋鋼のフレットング疲労

海洋構造物の係留に使われるチェーン、ワイヤーなどには、海底の土砂や岩石と接触したり、材料同士が互に接触したりする状態で波浪による繰り返し荷重が加わることが多い。このような状態での損傷をフレットング損傷と称し、この特性を正確に把握することが、材料を正しく評価して係留系材料の信頼性を図る上で極めて重要となる。しかしこの方面の研究は、現在まであまり行われておらず、不明の点が多い。

そこで当研究所では、疲労特性をみきわめるための各種試験に加えて、試験片両側面に接触材を押しつけて摩擦による損傷を与えながら疲労試験を行うタイプの海水中フレットング疲労試験を開始した。その結果係留用高張力鋼のフレットング疲労強度は、通常の腐食疲労強度の半分以下に低下することが判明した。今後電気防食下などの種々の条件下での特性把握を進め、材料選択、材料開発、設計基準などに寄与できるデータを蓄積していく方針である。

（強力材料研究部）

## クリープ破壊に対する新しい寿命予測法

一部の火力発電プラントなどでは、すでに10年を越す長期間運転のため、その構造材料にはクリー

プ損傷と呼ばれる、一種の老化現象が蓄積されている。これは、金属材料の内部、特に結晶粒界などに直径1μm程度の非常に小さな空孔（キャビティ）や微小き裂ができ、それらが次第に成長・合体して大きなき裂となり、遂には破壊するものである。このようなクリープ損傷の評価には、これまでプラントの定期点検時に部材の一部から試験片を切り出し、クリープ試験を実施する方法が一般的であったが、当研究所ではこのようなキャビティなどが全体として金属材料の密度に影響することに着目し、10<sup>-5</sup>程度の密度変化を測定できる高精度密度変化測定装置を開発した。この装置を用いることによりクリープ損傷の成長過程、さらには破壊までの寿命との関係を明らかにすることができた。この方法の特長はわずか10g程度の試料で短時間の内に簡便にクリープ損傷を定量化できることである。

（科学技術振興調整費研究）

## 電子機器部品の屋内腐食の要因を探る

科学技術庁外人研究者招聘制度に基づき、タイ国立科学技術研究所のS. Judabong氏とフィリピン政府科学工業エネルギー会議のR.C. Sabularse氏が来所し、ASEAN各地の屋内における腐食と環境因子との関係について研究を開始した。これまでに、腐食は地域の気象条件だけでなく局所的な環境にも影響されることがわかった。

（腐食防食研究部）



## クリープ受託試験の現況

当研究所は、昭和42年に制定された「金属材料技術研究所クリープ試験受託規程」（科学技術庁訓令第69号）及び「金属材料技術研究所クリープ試験受託約款」に基づいて、企業等からの委託を受け、クリープ試験を実施している。

昭和42年度に開始してから昭和59年度まで18年間を経過したが、ここでは59年度の試験実施状況

について報告する。

受託試験受理状況は下表に示すとおりであり、昭和59年度については、件数が54件（前年度よりの継続35件、新規19件）、試験片数421本、延試験時間が1,133,377時間で、試験片1本当たりの平均試験時間は、クリープ試験が4,170時間、クリープ破断試験が2,009時間である。

受託試験受理状況

区 分		42～58年度	59年度	計	
ク リ ー プ 試 験	受 理 件 数(件)	119	7	126	
	温 度 別 試 験 片 数 ( 本 )	300 ～ 600℃	776	66	842
		601 ～ 800℃	106	4	110
		801 ～ 1000℃	105	0	105
		小 計	987	70	1,057
ク リ ー プ 破 断 試 験	受 理 件 数(件)	351	12	363	
	温 度 別 試 験 片 数 ( 本 )	300 ～ 600℃	2,964	84	3,048
		601 ～ 800℃	1,029	51	1,080
		801 ～ 1000℃	552	56	608
		小 計	4,545	191	4,736
合 計	受 理 件 数(件)	470	19	489	
	試 験 片 数(本)	5,532	261	5,793	

### 【特許紹介】

#### 電解質抵抗降下の自動的補正方法

発明者 小玉俊明・藤井哲雄

公 告 昭和59年2月10日 特公昭59-6386

特 許 昭和59年10月17日 第1236429号

本発明は、電極の電位を測定する際に、電解質抵抗と電解電流の積により生ずる電圧降下（iR降下）を除き、高精度に電位を測定する方法である。

従来、iR降下の補正は電極に電流を与えた状態から電流を単発的にOFFにし、その時の電位応

答を記録計等で波形観察し、iR降下を補正する電気遮断法が用いられていた。しかし、この方法は観察した波形の図形解析を必要とし、操作が煩雑なうえ、精度が低い等の欠点を有していた。

本発明では、電解電流を周期的にON-OFFしてその時に生ずる電極電位の波形に生ずる最大値と最小値の差を演算回路で演算し、iR降下またはiR降下を除去した電位を直読することを可能とした。

この方法によって、腐食計等の計測器の精度が向上し、電気化学における電極電位の測定が、自動補正によって容易に行える。

### ◆短 信◆

#### ●海外出張

吉松史朗 製錬研究部長

「ニオブ等を含む銑鉄の製錬技術」の開発に係る情報交換のため、昭和60年6月2日から昭和60年6月10日まで中華人民共和国へ出張した。

渡辺 治 機能材料研究部第5研究室長

「金属基複合材料に関する講義、研究討論、指導」を行うため、昭和60年6月10日から昭和60年7月10日まで中華人民共和国へ出張した。

河部義邦 強力材料研究部長

「超強力鋼に関する学術交流、技術指導及び講演」のため、昭和60年6月11日から昭和60年6月20日まで中華人民共和国へ出張した。

通巻 第319号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 越 川 隆 光  
 印刷 株式会社 三 興 印 刷  
 東京都新宿区信濃町1-2  
 電話 東京 (03)359-3841(代表)

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号  
 電話 東京 (03) 719-2271 (代表)  
 郵便番号 153