

金材技研

1970

科学技術庁

ニュース

NO. 5

金属材料技術研究所

原子炉用ジルコニウム合金

我が国の動力炉開発計画に採り上げられ、高速増殖炉とともに近い将来の原子エネルギー利用に重要な役割をもっている新型転換炉の最大のねらいは発電用原子炉としての経済性にある。また在来の軽水炉と大きく変っている構造上の特徴としては、原子炉の炉心部を収容するための厚肉・大型の压力容器を廃止し、圧力管を束ねた構造を採用していることである。

圧力管は重水を満したカランドリアタンクとともに新型転換炉の炉心部の主要構造を構成し、ウラン燃料要素を収容するとともに、その中に冷却剤を流して、ウランより発生した熱エネルギーを炉外に取り出す役割を受けもっている。したがって圧力管の性能は新型転換炉の性能および経済性に直接結びついているものである。

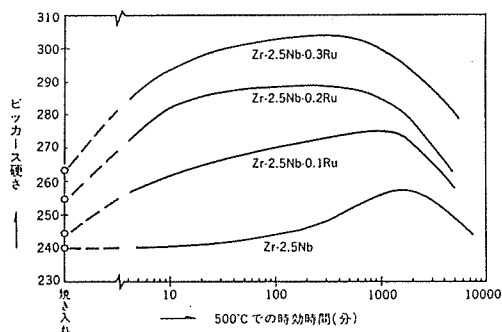
すなわち、熱中性子経済を向上させるためには熱中性子吸収断面積が小さい材料であって、かつできるだけ強力な合金を採用して圧力管の肉厚を薄く設計することが要点である。たとえば強力合金の開発により、同じ使用環境条件における圧力管の設計肉厚を1ミリメートル減らすことができるならば、200メガワットの動力用新型転換炉の発電コストは1キロワット時当たり約2銭5厘引き下げることができると試算されている。

非鉄金属材料研究部では、強力ジルコニウム合金として知られているZr-2.5Nb合金を基とし、さらに0.1~0.3%のルテニウム(Ru)を添加して

改良効果をしらべた結果、熱処理の際の時効硬化が顕著になり、硬さならびに強さが約20%向上することを見出した。

基本となるZr-2.5Nb合金の時効曲線とルテニウムを加えた合金の時効挙動を比較すれば図に示すようで、500°C時効では硬化立ち上りの時間が短縮され、ピーク硬さはルテニウム量に対応して大となり、0.2~0.3% Ru添加によって約20%高くなるとともに、ピーク値に達する時間も短時間側に移る。

なお実際に圧力管の設計にあたっては、強さのほかにも靱性、クリープ強さ、疲れ強さ、耐食性および安全性のための亀裂の伝はん状況など材料全般にわたる性質とともに、原子炉の内部において中性子照射を受けたときの影響などの広範囲のバックデータの整備が必要で、順次検討を進めたいと予定である。



電気接点の溶着特性におよぼす接触点温度の影響について

電気機器の故障の原因が開閉器の障害によって起こることをわれわれは日常数多く経験している。近年機器の小型高速化と共に開閉器に確実な信頼性が要求され、使用量も年々増加の一途をたどっている。開閉器は機構が簡単で一見問題がないように考えられがちであるが、機械的な開閉と電気回路の過渡現象を含むものであって、その現象は複雑である。この開閉器の性能を高めるためには溶着特性、消耗特性、接触の安定性にすぐれた電気接点材料の開発が要求される。

ここで、電気磁気材料研究部第一研究室では、開閉接点として従来広く使用されている Ag—CdO 接点において、Ni を添加した Ag—CdO—NiO 系の内部酸化接点を開発し、CdO 粒子の均一微細化によって接点特性の向上をはかった。また Ag—C 系については、樹脂の熱分解を応用した新しい製造法を開発して接点の諸特性を改善するとともに、接点の消耗および移転が接点材料のどのような性質に依存するか、また移転層の接点特性への影響を調べ、その機構を明らかにしてきた。引き続き、特性のすぐれた接点材料を開発するための基礎研究として、溶着特性がどのような原因に依存するかについて、その機構および接点材料との関連性について検討を行なっている。

静的溶着特性において、微弱な溶着は接触点温度が材料の軟化温度に達すると起こり、強固な溶着は融解温度に達すると起こる。

接点電流 I との関係は

$$I = \frac{[4L(T^2 - T_r^2)]^{1/2}}{\rho_r[1 + \alpha(T - T_r)]} \cdot \left(\frac{4P}{\pi fH}\right)^{1/2}$$

で表わされる。ここで、 T : 接触点温度、 T_r : 室温、 ρ_r : 室温における比抵抗、 α : 比抵抗の温度係数、 P : 接触力、 H : 硬さ、 f : 係数、 L : Lorenz Number 2.45×10^{-8} (volt/deg)² である。この式から、接触点温度が軟化温度および融解温度になったときの接点電流が得られる。ここで、図には接触力 P を変化させて軟化電流 I_s を測定した結果を示した。近似的に $I_s \propto P^{1/2}$ で表わされる。

このように溶着特性に影響をおよぼす接触点温度は接触通電面の電流密度と相関関係にあって、接触通電面の直径を d とすると

$$\frac{I}{d} = \frac{[4L(T^2 - T_r^2)]^{1/2}}{\rho_r[1 + \alpha(T - T_r)]}$$

で表わされ、これから I/d が極大値を示す接触点温度 T_c は

$$T_c = \frac{\alpha T_r^2}{\alpha T_r - 1}$$

が得られる。室温から T_c までは接触点温度の上昇とともに電流密度が増加する。しかし T_c から融解温度の領域は、接触点温度の上昇とともに電流密度が減少することになって定常的には存在し得なくなる。したがって $T_m > T_c$ で表わされる接点材料は接触点温度が融解温度に達せず、強固な溶着を起こしにくい。

一方、合金接点においては相変態などによって比抵抗が増加する場合、極大値をもち溶着特性を向上させる。

また、金属および合金は一般的に融解によって比抵抗が不連続的に増加する。このために接触点の電流密度は不連続的に減少することになって、融解温度までに極大値をもたない接点材料においても融解温度に極大値が存在し、静止接触において定常的には溶融状態が存在し得なくなることが考えられる。

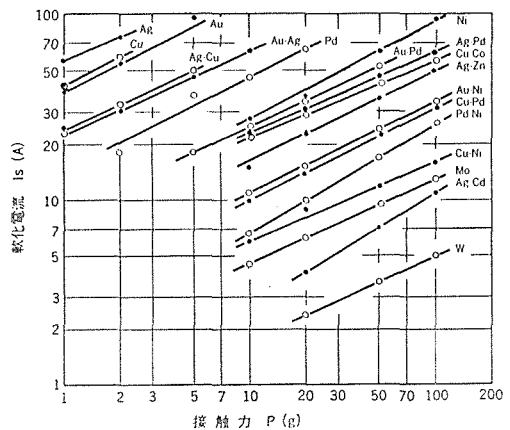


図 金属および合金接点の軟化電流と接触力の関係

構造用鋼の大気腐食

近来、大気汚染の増加にともない、屋外で使用される金属材料の腐食、すなわち大気腐食が激しく発生し、その防食対策が社会的・経済的に重要な問題となっている。

長大橋、鉄塔その他に使用される鋼構造物の防食には、塗装が作業性に富みかつ効果的な方法であるため最も広く応用されている。塗装の防食性能を高めるためには、優秀な塗料を使用することと合わせて塗膜の鋼に対する密着性を向上させ、かつ塗膜と鋼の界面における腐食反応を抑制することが必要である。それゆえ、塗装下地処理（塗装の前処理とも呼ばれている）が研究課題になっている。

従来、金属材料の大気腐食に関する研究は内外で盛んに行なわれ、各種の耐候性鋼が市販されている。また新しい塗料が開発されるとともに、腐食環境因子およびこれらの作用について研究されており、その方法の多くは屋外ばくろ試験および促進腐食試験によっている。しかし屋外ばくろ試験によって結果を得るまでには数年以上かかるのが普通である。それゆえ腐食速度を促進するような試験が必要である。

促進腐食試験に関してはすでに多くの方法が提案されており、中には商取引に用いられる標準的試験法もあるが、これら促進試験の結果と屋外ばくろ試験の結果との相関性がいたって低いということは広く知られているところである。相関性が低い理由は促進試験法による塗装鋼の腐食機構が大気中における腐食機構と根本的に異なる点があるためと考えられる。屋外に塗装鋼をばくろした場合には、塗膜を構成する高分子物質が光線により崩壊され、同時に腐食性の水溶液が塗膜に侵透することによって塗膜と鋼の界面において腐食が進行する。このように光線と腐食性物質の両方が塗装鋼の腐食に大きな役割を演じるものである。しかるに、このような二つの因子を適切に組み合わせた促進腐食試験法はいまだ標準化されていない。

このような現状にかんがみ、腐食防食研究部表

面処理研究室では、鋼の腐食機構の解明と合わせて高張力鋼の塗装下地が防食性能におよぼす影響を検討し、ばくろによる塗膜劣化の程度を定量的に求めるとも、合理的な促進試験法および塗装下地に観点をおいた新しい防食法を策定するための基礎資料を作製している。すなわち、塗装下地には既知の処理法のうち、ブラスト、メタリコン、ウオッシュプライマーおよびりん酸塩処理を選んで行なった。塗料には主として鉛丹下塗り、またはこの上にアルキッド樹脂を上塗りし、一部、ジソクリッチ塗料またはエポキシ樹脂塗料を使用した。屋外ばくろ試験は当所の屋上においてすでに4年間以上実施している。塗膜の食塩水の侵透性は交流抵抗法（青木法）によって計測した。実験結果の1例は図に示すとおりであり、ばくろ年数によって塗膜が劣化していくことが明らかにされた。これと同程度の劣化を起こすにはJIS, ASTMなどに規定されている2灯カーボン式ウェザメータによると、5000時間以上（通常行なわれている試験時間に比べて非常に長い時間である。）試験することが必要になる。

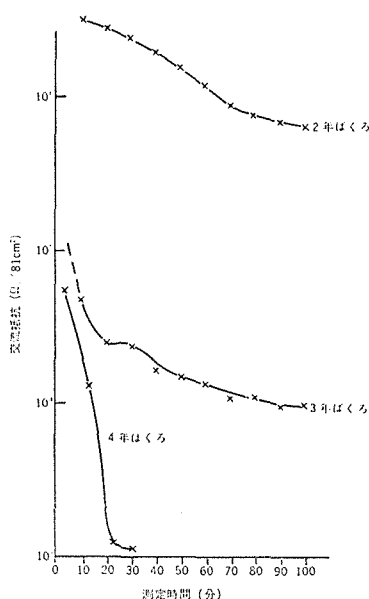


図 屋外ばくろ試験による塗膜劣化の計測（試験片はショットブラスト後、鉛丹下塗り、アルキッド樹脂塗料上塗り）

試験研究成果の春季学・協会発表（口頭）

部名は略称で、○印は発表者を示す。

発表題目	担当者	部	発表題目	担当者	部
日本物理学会			◇端栓溶接部の内圧破壊性質		
◇鉄の変形応力に及ぼす表面転位源の影響	○武内 朋之	物理		○雀部 謙功 岡根 入江	溶接
◇電子顕微鏡の中で変形した鉄の転位	○池田 省三	物理	◇炭素鋼圧接継手の組織とその機械的性質について	○田沼 欣司 橋本 達哉	溶接
◇Ti ₂ FeCoの低温比熱	○浅田 雄司 能勢 宏	物理	◇平面ダイスによる変形模様と圧縮条件について——圧接部の変形に関する研究——（第1報）	○田沼 欣司 橋本 達哉	溶接
◇Nb単結晶の電顕内引張変形（I）	○古林 英一 池野 進	物理	◇摩擦圧接過程について（第3報）	○蓮井 淳 ○福島 貞夫	溶接
◇熱分解黒鉛の比熱	○渡辺 治特 ○菅谷 唯男	材料	日本原子力学会		
日本電子顕微鏡学会			◇オーステナイト系ステンレス鋼の高温流水腐食におよぼす溶存酸素の影響		
◇高温における像のコントラスト	○古林 英一	物理		伊藤 伍郎 ○清水 義彦 兼子 正生	科学研究所 腐食
電気化学協会			日本塑性加工学会		
◇LiCl-KCl（共融混合物）溶融塩中の塩化ジルコニウムとジルコニウムとの平衡	○鈴木 正化 岡崎 好子	化学	◇遊星圧延機の圧延機構の解析	○田頭 扶 鈴木 正敏 大久保 透	工業化学
◇溶液中における ¹³⁹ La ³⁺ の核磁気緩和時間	○中村 惠吉 河村 和考	原炉材料	日本機械学会		
日本鋳業会			◇切欠材の疲れに及ぼす結晶粒大きさの影響（そのII停留き裂について）		
◇NMRによる硝酸リチウム中の水分の追跡	○河村 和考	原炉材料		○福原 照明	材料 強
◇銅製錬に関する一、二の考察	○亀谷 博製 ○山内 睦文	錬	◇常温～800℃における0.89%C炭素工具鋼の摩耗現象について	○辻 栄一 安藤 裕治	材料 強
軽金属学会			日本精機学会		
◇アルミニウムの水による孔食発生について	伊藤 伍郎 ○清水 義彦 ○後藤建次郎	科学研究所 腐食	◇Zn-Al超塑性合金の機械的性質におよぼす結晶粒度の影響	舟久保照康 ○星本 健一 吉見 三郎	材料 強
日本鋳物協会			非破壊検査協会		
◇水ガラス粘結砂型の崩壊性におよぼすマグネシヤの影響について	○松村 英一 ○村松 晃 牧口 利貞 山田 利信	製冶	◇渦電流による深さの測定について	○植竹 一藏 伊藤 秀之	材料 強
溶接学会			◇燃料被覆ステンレス鋼管の過電流検査	○伊藤 秀之 植竹 一藏 木村 勝美	材料 強
◇流体素子を利用した開先トレーサの試作について	○稲垣 道夫 ○岡田 明	溶接			

通巻第 137 号

編集兼発行人 佐々木 武
印刷 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1-1-4

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

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)