

金材技研

1974

科学技術庁

NO.9

ニュース

金属材料技術研究所

V-Cr合金の高温脆化

Vは核的性質や高温強度などがすぐれていることから高速増殖炉の燃料被覆管材料として、また最近では核融合炉の第一壁材料としても注目されている。

被覆管材料としては高温機械的性質、成形加工性、溶接性などの諸性質のほかに、核的性質、中性子照射損傷、耐ナトリウム性などの点で総合的にすぐれたものでなければならない。Vの耐ナトリウム性はCrの添加によって改善されることが知られているが、Cr添加量と共に加工性がいちじるしく劣化する。また核融合炉の第一壁材料にVを用いる場合には14MeVのエネルギーをもつ中性子による核変換を起こしCrやTiなどを生成し、20年後にはCrの濃度は15%にも達するといわれている。

原子炉材料研究部では将来の原子炉用高温材料

を開発する目的でバナジウム基合金について広く研究を行なっているが、耐ナトリウム性がすぐれているV-Cr合金が900°C付近で脆化することを認めた。このことはV-Cr合金を燃料被覆管として、またVを第一壁材料として使用する場合きわめて重要な問題である。しか

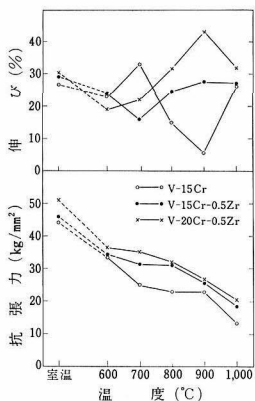


図 V-CrおよびV-Cr-Zr合金の高温引張り性質

し微量のZr添加によってこの高温脆化を防止できることがわかった。

V-15%Cr合金とV-15Cr-0.5Zr合金の高温引張性質を図に示す。V-15Cr合金は900°Cで伸びが最小となり明らかに脆化が認められる。Zrを0.5%添加した合金ではいずれの温度でも大きな伸びを示し脆化が認められなかった。また図から明らかのようにV-20Cr合金に0.5%Zrを添加したのもでも高温脆化を起こさないことがわかる。なおV-Cr合金にZrを添加すると高温脆化が防止されるだけでなく加工性も改善されることがわかった。一般にV-Cr合金はCr量の増加と共に加工性が悪くなり圧延可能な限界は15%Crまでである。しかしZrの添加によってV-25Cr合金までの圧延が可能になった。

V-15Cr合金の高温脆化は写真に示したように粒界破断によるものであるが、組織観察では粒界に析出物らしきものは認められなかった。

現在V-Cr合金の高温脆化の原因を明らかにするために微量のY, Ce, Ti, Ta, Siなどを添加したV-15Cr合金の検討と透過電顕による粒界の観察を行なっている。

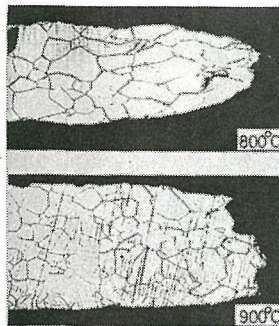


写真 V-15Cr合金の破断組織

900°Cで粒界破断が認められる(板材の側面方向から観察)。

オートラジオグラフ用対比基準片の試作

ラジオアイソトープ(RI)は、金属材料の casting, 熱処理あるいは塑性加工時などにおける含有元素の動きを知るため、十分な安全管理のもとでトレーサとして用いられる。この際、RIの存否や分布を知る手段として写真乳剤を用いるオートラジオグラフィが行なわれ、それにより得られる写真をオートラジオグラム(ARG)と呼んでいる。

このARGはRIの存在状態を極めて直感的な像として示してくれるので、元素の動きを知るためには非常に有益な手段である。しかし一方得られた像の形態は採取条件により大きく変化し、しかも、その条件因子は複雑なため正確な補正が困難なこと、さらに、多くのRIは相当早く減衰するので再採取が不可能になることも多い。また、このARGは一般の写真と異なり、被写体自体が不明であるので、得られた像の良否を判断する基準がないという問題もある。

原子炉材料研究部では、ARGの採取条件の良否の程度を明らかにし、得られたARGからRIの実態をより正しく評価しようという目的で、対比基準片(RTB)の利用を検討しており、今回、RTBの一部を試作し、それによるARG用乳剤の性能についての試験を行ったので、ここに簡単に報告することとする。

作成したRTBは、トレーサ利用によく用いられる低エネルギーβ線用のもので、線源用核種としては半減期の長い ^{63}Ni 、 ^{14}C および ^{60}Co を使用し、エネルギー値に応じ20~160 μm φの線状線源の横

断面を利用した。RTB全体の外形は約1×1 cm^2 のものである。

実際の試験片のARG採取に当って、使用乳剤上にこのRTBを同時に当てがいそのARGを採取し、RTBの像を基準として試験片中のRIの存在状態を評価しようとするものである。

写真aは線源の1例で、 ^{14}C をステンレス線中に均一に拡散させたものを比重5.4の媒質中に埋め込んだものである。写真b~dはこの線源より得られたARGであり、bとcとは同一乳剤で露出時間の異なった場合、bとdとは使用乳剤だけが異なった場合の例であり、採取条件が異なるとARGが異なることを示している。

図はこの ^{14}C のRTBを用い乳剤の特性をしらべた例で、金属材料のARGに良く用いられるコンタクト型ARG用乾板ET2F、NTB2およびX線用フィルムIX-80、R、およびRRについてのものである。横軸は露出量(放射能×時間)であり、縦軸には乳剤の黒化濃度をとっている。RTBの黒化濃度からARG採取条件を推定するにはこの図の傾斜部が用いられる。図より1ヶのRTBで処理できる範囲はX線フィルムでは露出量が5倍程度違うものまで、また原子核乾板では10倍程度まで違うものであることがわかる。したがって種々の露出時間のARG試験のためには、5~10倍きざみの放射能を有するRTBが必要なことがわかる。 ^{63}Ni および ^{60}Co のRTBの場合もほぼ同じ傾斜の特性曲線が得られている。

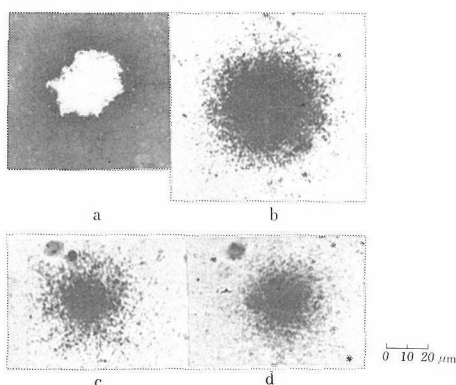


写真 対比基準片(^{14}C)のオートラジオグラムの1例
a: ^{14}C 線源 b: NTB2, $1.9 \times 10^9 \text{ electrons/cm}^2$ 露出
c: NTB2, $3.1 \times 10^8 \text{ electrons/cm}^2$
d: ET2F, $1.9 \times 10^9 \text{ electrons/cm}^2$

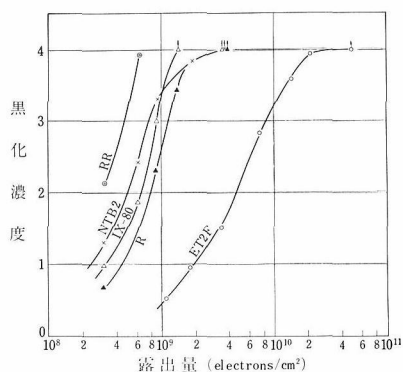


図 乳剤の ^{14}C 放射線に対する特性曲線例
各乳剤は指定処理をしているが、乳剤製作用後使用までの経過時間は乳剤間では一定ではない。

グロー放電を利用した固相接合法

固相接合法とは、たとえば圧延ロールによる合せ材の製作などの形で以前から利用されてきた技術で、加熱と加圧により母材を溶融することなく金属を合体させる接合法である。固相接合では溶融溶接とちがって溶融・凝固した溶接金属の形成はなく、そのため顕著な材質の変化は認められず、加工材、熱処理合金、焼結材料あるいは異種金属間の接合など融接法の適用が困難な場合に特に利用価値がある。固相接合の原理は簡単で、清浄な平滑金属面を原子と原子が引き合う距離まで近接密着させればよいわけである。しかし実際にこの原理を実現することはそんなに簡単なことではない。というのは固相接合では融接の場合と異なり、接合面にわずかな酸化物や異物が存在しても満足な継手は得がたく、表面の平滑さと清浄さが接合を左右する重要因子となるからである。それで接合が行われる過程中、接合面をどのような方法で平滑清浄にし、かつ保ち続けるかが固相接合では重要な問題となる。

溶接研究部では、接合面の清浄作用および加熱作用をあわせ持つグロー放電を固相接合に利用することを目下研究している

低圧の不活性ガス雰囲気中で、接合物間、あるいは接合物と溶接室間でグロー放電を発生させると、放電中に発生し加速された不活性ガスイオンは、接合表面を衝撃し表面皮膜を破壊しかつ加熱する。本法の特徴の一つは、表面清浄と加熱・加圧が連続して行えることで、表面処理後の再汚染はなく、比較的低温、微量形状変化で接合できる。

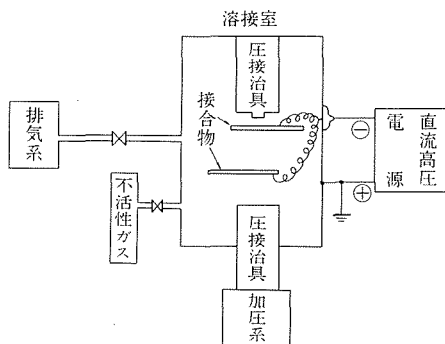


図1 接合装置の概略図

グロー放電による清浄作用は形状に関係なく、また全面にわたって一様であるから、従来困難とされていた複雑な形状あるいは大きな面積の接合物の処理にも適用できるであろう。

図1は実験装置の概略図で、図2は板厚1mmの冷間圧延銅板の接合結果の一例である。接合室は最初 10^{-4} torr以上に排気した後、アルゴンガスを導入し0.06 torrの真空度に保持し、接合物、溶接室（鋼製）をそれぞれ陰極、陽極とし直流放電させた。一定時間放電処理後、直径4mmの突起のある加圧治具ではさみ、重ね溶接した。接合荷重は500 kgで、接合変形度（くぼみと元の板厚との比の百分率）はわずか5%以下であった。試験片の温度および接合強さは、放電時間とともに急激に上昇し、それぞれ250°C、150kg程度の一定値となった。また、放電により表面層がスパッタされ、30分間で $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ 程度の試験片の重量減が認められた。これは毎秒1～2原子層の速度で削られたことになる。なお従来の実験では、ワイヤブラシで表面処理し真空中で接合した場合250°Cでは接合せず、図示のよう接合強さを得るには500°C以上の加熱が必要であった。

現在、グロー放電現象の観察ならびに放電条件と接合性の関係を実験し、最適放電条件の選定を行っている。

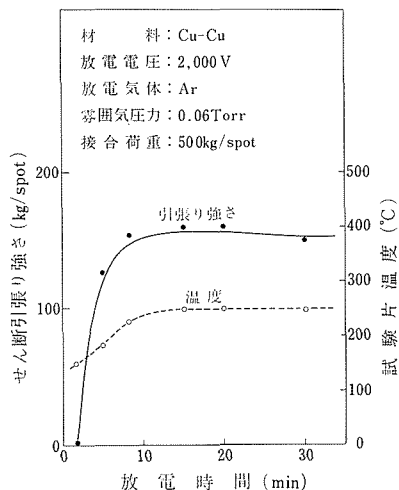


図2 放電時間と接合強さおよび試験片温度との関係

【出 願 公 開 発 明】

無気孔性アルミニウム合金 特公開昭49-16108

アルミニウムやその合金の溶接部には、金属中に溶解する水素が原因となって気孔が発生し易い。その防止策としてリチウムを含有させた無気孔性アルミニウム合金を用い、金属中の水素をリチウムと反応させることによりこれを固定し気孔を防ぐ。溶接現場に雰囲気調整用の複雑な機器を持ち込むことなく優れた効果を期待できる。

浸炭窒化ガスの管理法 特公開昭49-26136

機械部品の耐摩耗性等付与のため低合金鋼機械部品のガス浸炭窒化法は有力な手段であるが、浸炭窒化層は性質のバラツキが大きいので利用されていなかった。この原因はガス雰囲気中の適当な管理法がないためで、この発明では浸炭窒化層の炭素と窒素の性質から誘導した算式により各ポテンシャルを求め、これをコントロールした雰囲気中で処理するもので、性質のバラツキをなくし、シアン系塩浴の液体浸炭窒化法に代えることができる。

磁粉探傷用の耐酸化性磁粉 特公開昭49-39509

鉄鋼材料加工品の表面の傷、割れ検査法として磁粉探傷が使われている。発電機、ボイラー、ガスホルダー等の大型化に伴って使用される高張力鋼、耐熱鋼の溶接工程では200~350℃の磁粉探傷が必要になっているが、従来の磁粉では酸化してしまっていて使用できない。この発明はクロム、けい素、アルミニウム等を含有させた耐酸化性磁粉で200~400℃で常温と変らない検査を行い得る。

流量および温度制御装置付連続誘導溶解炉

特公開昭49-58009

スクラップ原料等を連続的に溶解する誘導炉において、大塊又は小塊の原料が入ったとき排出される溶湯量の急激な増減や炉内の棚吊りが生じて連続操業上好ましくない。この発明は原料装入部に補助コイルを設け、これと主導部コイルへの供

給電力をコントロールして、補助コイルの電磁力を利用することにより炉からの出湯量を調節できるようにしたもの。溶解の均一化、溶解能力と熱効率の向上が期待できる。

連続融解精錬鑄造法 特公開昭49-58016

鉄鋼スクラップの再生利用は省資源の面から重要性が増している。この発明はスクラップや半還元鉄の融解、精錬、鑄造を連続した工程で行う鋼素材の製造技術である。操作の自動化による省力化とコストの低減等が期待される。また品質調節と連続鑄造における注湯流量調節ができるため、高品質の鋼素材を製造できる。

V₃Si超電導体の製造法 特公開昭49-60307

この超電導線の強磁界特性は、実用されているV₃GaやNb₃Snの超電導線と同等以上の性質をもち、すでに3種類の加工法が試みられている。これらはいずれも複雑な操作を含む工程であるのに対し、この発明はバナジウム線基材の表面に室温でけい素樹脂を塗布した後熱処理によりけい素樹脂を分解させてV₃Siを生成させることを特徴とするもので、工程は簡略化され、低コストの超電導体が提供される。

鑄鉄のチル抑制方法 特公開昭49-67813

金型に鑄鉄溶湯を注入して鑄造品をつくる場合鑄物の表面にチル組織が発生して表面を硬化させ、品物がもろくなる。これを防ぐため鑄鉄溶湯中に固相と液相が混合する鉄-炭素合金を僅かに添加した後金型に注入して鑄物のチルの発生を防ぐようにした。薄肉鑄物のチル防止、コスト低減等が期待される。

鑄鉄のチル抑制方法 特公開昭49-67814

前記の発明と同様の目的で、鑄鉄溶湯中に黒鉛の晶出又は析出した鉄-炭素合金を添加した後金型に注入するようにして上記と同様の効果を得る。

◆短 信◆

●海外出張

河部義邦 鉄鋼材料研究部鉄鋼第2研究室長

強力材料の強靱化に関する研究、調査のため昭和49年8月25日から同49年12月26日までアメリカ合衆国へ出張した。

門馬 義雄 クリープ試験部クリープ第1試験室研究員
高温材料のクリープ特性に関する研究のため昭和49年9月1日から同50年8月31日までアメリカ合衆国スタンフォード大学へ出張した。

通巻 第189号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 林 弘
印 刷 株式会社 ユニオンプリント
東京東大田区中央 8-30-2
電話 東京(03)753-6969(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)