

金材技研 1977

科学技術庁

NO.6

ニュース

金属材料技術研究所

超強カマルエージ鋼の強靱化

ウラン濃縮用遠心分離機、エネルギー貯蔵用フライホイールなどに用いられる材料として、著しく高い強度と優れた靱性を有する超強力鋼の開発が要望されている。そこで、強力材料研究部では280 kg/mm²以上の引張強さを有するマルエージ鋼の研究を進めている。

このような高強度水準下では、鋼中に存在するかなり小さな析出物でもボイド発生源となるため靱性は大きく損われ、また非常に微細な組織にしないと微小亀裂が発生し易く延性は極端に悪くなる。したがって、高強度下で強靱化を図るには、第一に析出物の存在しない状態で微細なマルテンサイト組織とし、その後時効により組織を調整することが必要である。このような組織を得るため、1200℃附近の高温で溶体化処理を行ない析出物を完全に固溶化した後、冷却過程で加工を加え細粒化する特殊な加工熱処理法を開発した。この処理を種々の合金に適用し、強靱化を図っているが、現在、16Ni-15Co-6Mo-2.5Ti鋼を用いて引張強さ320 kg/mm²でしかも優れた延性が得られる段階に達している。

しかし、このような加工熱処理は単純な形状の場合以外では適用困難なため、熱処理のみで強靱化できる処理法が望ましい。そこで、繰返し熱処理による強靱化法を検討している。この処理では、まず1250℃で溶体化処理を行なって析出物を固溶した後、焼入れる。その後、マルテンサイトからオーステナイトへの相変態を利用した繰返し熱処理を行ない、細粒にする。その際、加熱途上での析出を阻止すると共に細粒化を助長するため急速加熱を行ない、また加熱中の結晶粒成長とオース

エージを抑制するため短時間加熱にする。この強靱化処理により、250~270kg/mm²の強度水準下では優れた延性と靱性の組合せが得られている。しかし、この処理ではオーステナイトへの逆変態を利用して細粒にするので、細粒化の度合は化学成分により著しく異なり、このような成分上の制約のため高強度化が難かしい欠点がある。

そこで、17Ni-15Co-4Mo-2Ti鋼をベースに、更にCo, Mo, Tiを添加して強度の上昇を図った(図)。Mo, Tiの増加で強度を上昇させたものは延性が著しく低下するが、Coの増加では、同時に細粒化も助長され延性の低下はない。このように繰返し熱処理により強靱化を図るにはCo含有量の高い合金が有利であり、現在引張強さ280kg/mm²で優れた延性および靱性が得られている。

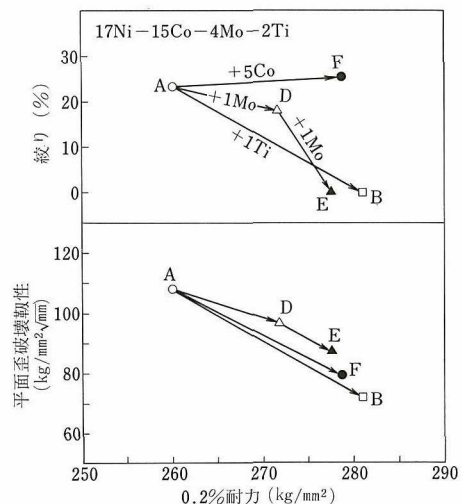


図 マルエージ鋼の繰返し熱処理による強靱化

アーク溶接における熱源特性

アーク溶接中急に溶込み形状が変化したりあるいはビードが蛇行したりして溶接部に欠陥が発生することがある。従来このような溶融の不均一現象は電源変動に起因するものとして処理されていた。ところが最近では出力変動が設定値の1%程度に押さえられる高精度の溶接装置が開発され、これらの現象を装置のせいにするのができなくなったことや高圧力容器とか原子力関係の構造物の溶接の需要が多くなり100%の信頼性を要求されることから大きな問題となっている。

溶接研究部ではこの溶融の不均一現象の原因の究明を行っていたが、これに関連するアークや溶融金属の挙動について従来明らかにされていない三つの現象を見出した。

その1はアーク溶接中の溶融部およびその近傍での周期的温度変動の存在である。写真1は静止アークで鋼板を溶融しているとき電極直下を中心に左右対称に2.5mm離れた二つの位置の溶融部近傍の温度を示す。この二つの温度変動の特性は時間の経過にしたがってその周期がしだいに大きくなることと、それぞれの位相が約180°ずれていることである。溶接部の温度については多くの冶金研究者が測定をしているが、このような周期的な温度変動が観測された例はない。

その2は溶融池の溶融金属の表面に現われる斑点や紋様のパターンの規則性である。図に示すように静止アークの発生後、時間の経過とともにほぼ円形の溶融池表面上に凸部に輝度の高い斑点を含んだオレンジ色の紋様が現われ、この変化は同一条件ではすべて図のような過程をたどる。凸部の数は時間の経過とともに少なくなり、また途中から紋様全体が円周のいずれかの方向に回転しはじめる。この回転と写真1での温度変動の周期とがほぼ一致することはきわめて興味深い。このような紋様や斑点の動きはアークから溶融池周辺への熱輸送の挙動を示すものとして注目している。

その3は巨視的にはほとんど観察できないアークフレームの挙動である。写真2は特殊な探針による静止アークのアークフレームの挙動を測定した結果で、明らかに周期的な動きを示しかつ時間とともにその周期は長くなる。ところが水冷銅板

上にアークを発生させたときには周期的な動きはしない。この目に見えないアークフレームの挙動は母板の材質、溶融状態および雰囲気ガスによって大きく影響を受ける。そしてこの挙動が溶融池表面上に種々な紋様を形成し、溶融池での熱輸送に大きく影響を与える。すなわち移動アークにおいてこの目に見えないアークフレームの動きが定常なときは問題ないが、非定常になったときに溶融の不均一が起るものと考えている。

現在これら三つの現象の観測を基に研究を進めているが、溶融の不均一の解消や溶融機構の解明に十分な成果が期待できる。

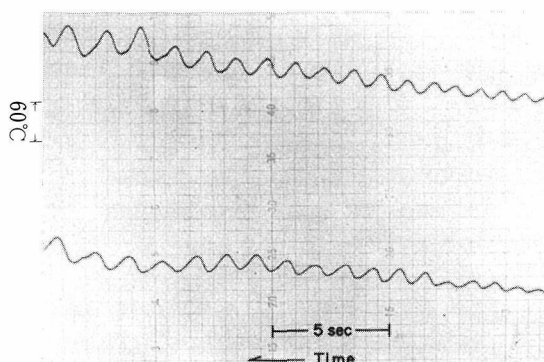


写真1 溶融部近傍の周期的温度変動

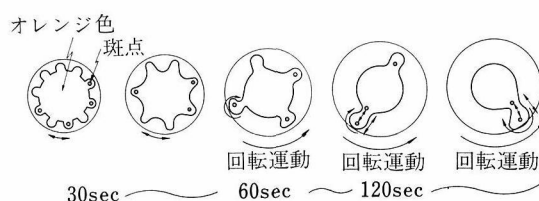


図 溶融金属表面上に現われる紋様とその時間の経過に伴う変化

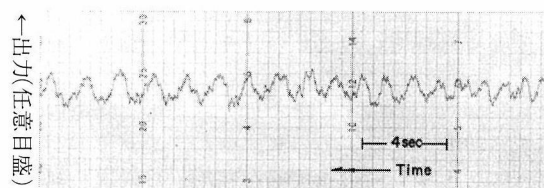


写真2 探針法で検出した目に見えないアークフレームの挙動

表面擦過による再不動態化速度の測定

実用金属はその表面に形成される酸化皮膜によりその耐食性が得られるのであるが、この皮膜は局所的には常に破壊と再生とを繰り返している。再不動態化とは広義には保護皮膜の回復のされ易さを意味している。たとえ局部的に皮膜が破壊されたとしても、その個所での再不動態化が完全であれば、孔食や応力腐食割れのような局部的破損事故に至らなくてすむ。したがって再不動態化速度が測定できるならば、金属の局部腐食感受性を評価できるであろう。

以上のような発想にもとづき、金属の再不動態化速度を測定する方法が腐食防食研究部において開発された。このための装置の概略は図1に示される。これは、1) 金属表面を擦過することによる機械的な表面皮膜の除去、2) 擦過の急速な停止および3) 擦過停止直後の再不動態化速度の計測からなっている。図1に示される回転子は回転運動をすると同時に、図面上左右方向への急速な移動が可能である。試料および回転子は試験溶液中に浸漬されたままの状態での測定される。まず回転子は回転すると同時に図面上左方向への押さえの力が加えられ試料金属表面を擦過する。回転子表面は研削剤で覆ってある。この段階で試料の表面皮膜は機械的に除去される。ある瞬間、回転子を

図面上右方向に急速に移動させることにより金属は再不動態化する。金属は外部電源によりアノード分極されているので、再不動態化時のアノード電流が測定でき、この電流の減衰の状態から再不動態化能を評価できる。電流の減衰が速いほど再不動態化し易い金属あるいは環境であるといえる。逆に時間とともに電流が増加するときは局部腐食が進行する系であるといえる。従来、応力腐食割れや孔食などの試験には極めて長時間を要したが、本方法は迅速に材料および環境の局部腐食感受性の評価方法を与えると同時に、表面皮膜成長に関する基礎的な知見をも与える。

上記の手法を用いて食塩水中の鉄の局部腐食に対するモリブデン酸塩の添加の影響を調べた。この結果は図2に示される。モリブデン酸塩を添加していない食塩水中で鉄のアノード電流は時間とともに増大し、全く再不動態化を示さないが、これにモリブデン酸ナトリウム(Na_2MoO_4)を添加すると、 Na_2MoO_4 の量に比例してアノード電流の減衰は速くなり、再不動態化が得られる。従来、冷却水などに腐食抑制剤として6価クロムが使用されてきたが、これに代わって毒性の少ないモリブデン酸塩が抑制剤として使用できることが示された。

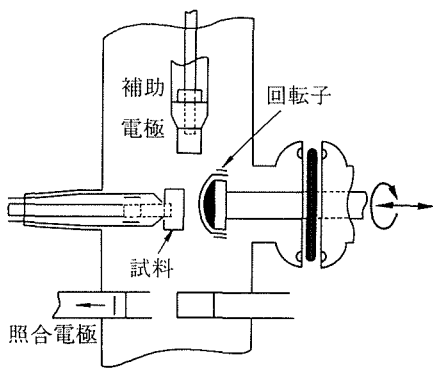


図1 表面擦過による再不動態化測定のための装置

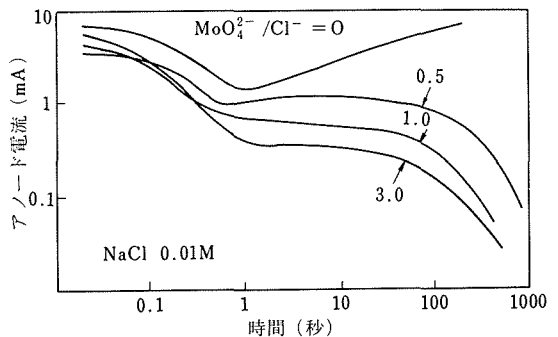


図2 鉄の再不動態化によるアノード電流減衰に及ぼすモリブデン酸イオンの影響

【科学技術庁長官当所を視察】

昭和52年5月13日、宇野科学技術庁長官は当所を視察した。

14時30分より16時30分にわたり、主な施設や設備を視察するかたわら研究現況の説明を受けた。



【出願公開発明の紹介】

キャンドモーター用キャン 特開昭52 - 12405
昭和52年1月31日

〈110〉等の磁化困難軸をキャンの円周方向にそろえた集合組織を有するフェライト系ステンレス鋼などのキャンドモーター用キャン。モーターの効率、力率等の低下を防止し、特に大容量や高圧力の用途に適している。

電気接点材料 特開昭52 - 13688
昭和52年2月2日

銀-希土類元素-ビスマス系合金及び銀-希土類元素-ビスマス-リチウム系合金電気接点材料。接触抵抗が低く、耐消耗性、耐溶着性等の接点特性に優れ、電磁開閉器、電流制限器、継電器、各種リレー、家庭電器等1~150A程度の中電流領域で用いられる。

化合物半導体の気相エピタキシャル成長法 特開昭52 - 16973
昭和52年2月8日

開管気相法によるアンチモンを含むⅢ-V族混晶化合物のエピタキシャル成長層の製造方法。組成、不純物濃度等の制御が容易で結晶欠陥や不均一性の少ない高品位の化合物半導体の製造が可能。

化合物半導体の気相エピタキシャル成長層の製造装置 特開昭52 - 16974
昭和52年2月8日

反応管を各原料部とエピタキシャル成長部とに分岐させ、各反応管に各々独立した反応炉を設けると共に各原料部反応管に独立して反応ガスを供給して、高純度の多元化合物半導体のエピタキシャル成長層を得る装置。

金属鑄造用水溶性鑄型の製造法 特開昭52 - 16423
昭和52年2月7日

アルミナ粒子、マグネシア粒子等の中性または塩基性耐火性粒子を鑄物砂にし、粘結剤としてアルミン酸ナトリウムまたはアルミン酸カリウムとナトリウムまたはカリウムの水溶性の塩または水酸化合物とを一緒に加えて混和し、成型後乾燥処理または二酸化炭素を通して硬化させる水溶性鑄型の製造方法。

超強力鋼の製造方法 特開昭52 - 30215
昭和52年3月7日

オーステナイト基質へ固溶し難いモリブデン、タングステン、チタン等の強化元素をマルテンサイト基質中で析出強化した高強度鋼の製造法に関するもので、その特徴は高温溶体化処理、析出物の生じない熱間加工、オースフォーム、直接焼入のプロセスを経て高強度水準において優れた延性、靱性を有する超強力鋼を製造する方法にある。

ガス噴流で溶融池を制御するアーク溶接方法 特開昭52 - 36534
昭和52年3月19日

ガスシールドアーク溶接において、噴流ガスにより溶融池の形状を制御することによって、アンダーカット、ハンピング現象、および立向溶接における欠陥ビード等の欠陥の発生を防止した溶接方法。

◆短 信◆

●海外出張 渡辺 治 非鉄金属材料研究部室長
日・ソ複合材料シンポジウムに出席のため昭和52年5月22日から昭和52年5月29日までソビエトへ出張した。

通巻 第222号

編集兼発行人 保坂 彬 夫
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)359-3811(代表)

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