

### 噴流ガスによる溶接アークの制御

手動のアーク溶接において、その溶接結果は溶接工の技量の優劣に大きく影響される。この技量の優劣の決め手となるものにウィービング操作がある。これは溶接工がアークを一定周期で一定のパターンの振動をさせながら溶接を進行させるもので、溶接ビードの欠陥を防止し、かつ全姿勢溶接や片面溶接を可能とする。このウィービング操作を自動化することにより、より高度な自動溶接装置を造りだすことができる。

溶接研究部ではこの目的のためにアークの偏向制御の検討を行ってきたが、従来の磁気制御に代る噴流ガスによる新しい制御方法を開発した。一般に溶接においてアークは風に弱いと言われていたが、この場合も単にガスをアークの側面から吹きつけるのではシールド効果を損ねるばかりか、アークを乱し、きわめて不安定にするのみである。そこで噴流ガスをアークに有効に作用させ、シールド効果を損ねず、安定にアークを偏向させる方法について種々検討した。この結果2.5mm程度の小径ノズルを使用し、噴流ガスを電極に対して傾斜し、かつ電極先端部を通過するようにあてると、アークの陰極点は電極先端においてガスをあてた反対側の面に移行し、ガスによるサーマルピンチ効果のためガス流に沿ってアークプラズマは硬直し、安定に偏向することが判明した。

ここでアークの偏向角は噴流ガスの流量により任意に変えられ、またアークを左右に振動させるには噴流ガスを一定周期で断続的に流すか、あるいはもう一つの制御ガスノズルを電極に対して対

称になるよう取付け、交互に噴流ガスを流せばよい。さらに制御ガスノズルを電極を中心軸として回転移動することにより、アークを偏向したまま回転させることも可能である。

写真は本制御方法を TIG (非溶極式イナートガス) アーク溶接に適用するために装置化したもので、2対の制御用噴流ガスノズルが内蔵された特殊 TIG アークトーチと、各制御ノズルにパルス状のガス流を周期的に供給するためのガス流制御装置とで構成されている。本装置は新技術開発事業団のあっせんで第1実業株式会社で実用化を進めているものである。

本制御方法は従来の磁気制御方法に比較してアークは硬直性をもちきわめて安定に偏向でき、またトーチのシールドガスノズルの周辺に寸法の大きく重い磁気発生装置を取付ける必要がなく、さらに母材の材質や開先条件に影響を受けないなどの利点をもち将来の発展が期待される。



写真 パルス状のガス流を周期的に発生できる噴流ガス制御装置とアーク制御ノズルを内蔵した溶接トーチ

# 1Cr-0.5Mo-0.25V鋼の長時間応力リラクセーション特性

応力リラクセーションとは、ある温度において一定ひずみの条件下で材料に負荷した応力が、時間の経過とともに低下する現象である。これに関する試験研究は、タービン関係のボルト類の締付け力、あるいはばねの力や焼きばめ部分の締付け力、またPC鋼材関係の緊張力などの実際問題に関連して、近年その重要性が高まり、いろいろ行われている。しかし従来の研究においては、比較的短時間のデータが多く、長時間でのリラクセーション挙動は明らかでない。

そこでクリープ試験部では、各種高温ボルト材についての長時間リラクセーション特性を求める試験を行なっているが、ここでは蒸気タービン用の1Cr-0.5Mo-0.25V鋼高温ボルト材についての結果を述べる。

供試材は同一溶鋼(0.48% C, 0.98% Cr, 0.07% Ni, 0.52% Mo, 0.27% V)の外径22mmの丸棒で、930°C×25min→油冷、600°C×1hr→空冷の熱処理が施こされたものである。

リラクセーション試験は、平行部直径10mm、標点間距離100mmの試験片を用い、10ton自動平衡型引張りリラクセーション試験機により行なった。試験温度は450°、500°および550°Cで、所定全ひずみの値を原則として0.10、0.15、0.20および0.25%に変え、最長1年まで試験を行なった。そして残留応力に及ぼす全ひずみの影響を調べ、同時にクリープ試験も行なって、クリープとリラクセーションとの関連を種々な構成方程式を用いて検討した。

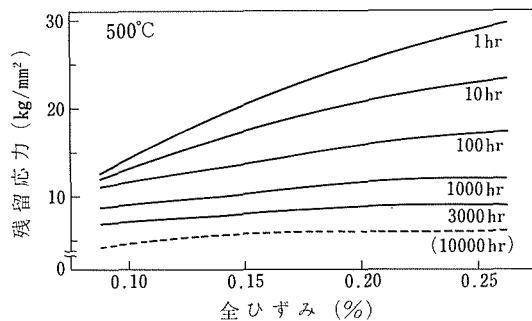


図1 残留応力に及ぼす全ひずみの影響

残留応力に及ぼす全ひずみの影響の一例として500°Cの場合を図1に示すが、全ひずみの影響は高温・長時間側になると小さくなる傾向にあった。本試験温度の範囲内では、試験時間が1000hr以上、全ひずみが0.15%以上で全ひずみの影響はほとんど無視できる程度であった。換言すれば、ボルトを強く締めても弱く締めても、長時間経過すると、両者の締付け力に差がなくなるということである。

第1期クリープデータに対してひずみ硬化理論と時間硬化理論および第2期クリープデータに対してべき数則と双曲線則を適用して推定リラクセーション曲線を求め、長時間実測リラクセーションデータと比較検討した。その結果、図2に示す例のように、第2期クリープデータより求めた推定曲線は実測値とあまりよく一致しなかったが、第1期クリープデータより求めたものは比較的よく一致した。このことは、本リラクセーション試験条件がほとんど第1期クリープ領域であったことによるものと思われる。各理論のうち第1期クリープを対象としたひずみ硬化理論が最もよく、本鋼の残留応力の値を推定したが、いずれの温度でもやや低目であった。

なお、現在試験中の19-9DL鋼では、リラクセーション曲線において試験中の組織変化によると思われる極端な屈曲が生じているが、組織変化が大きな場合には、クリープデータからリラクセーションデータを推定することは非常に困難と思われる。

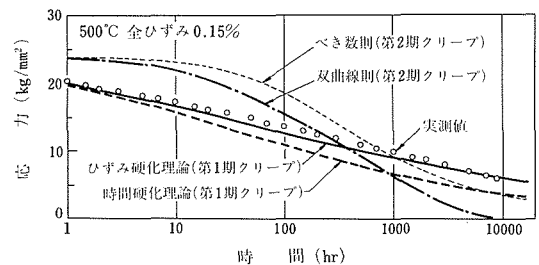


図2 クリープデータより種々の構成方程式を適用して求めたリラクセーションの推定曲線と実測値との比較

## α-鉄の表面拡散

金属の表面拡散係数は焼結や粒成長など形状変化を生ずる反応の速度を決定する重要な因子である。たとえば、鉄粉を湿潤水素中で焼結すると乾燥水素中で焼結した場合に比較して、焼結体中の空隙の形状が尖ったものになる。このことは雰囲気酸素ポテンシャルが高くなると、鉄の表面拡散係数が小さくなることを示唆している。そしてこのような空隙の形状は焼結体の機械的性質に大きな影響を及ぼし、同じ空隙の量ならば、球状空隙の方が靱性、疲労強さなどを向上させることが知られている。

また表面拡散係数は金属表面における原子の易動度を表わすので、吸着によるこの値の変化から金属表面の性質や吸着構造の変化を推定することができる。これら表面状態の変化は滲炭、窒化など表面反応の速度に著しい影響を与える。

金属化学研究部では、金属表面の雰囲気による変化を知るための一つの手段として、α-鉄の表面拡散係数におよぼす酸素ポテンシャルの影響を、露点を制御したH<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O雰囲気中で、粒界溝の成長速度を測定することにより求めた。Mullinsによれば、表面拡散により粒界溝が成長する場合の溝の巾(w)と時間(t)との間には次のような関係がある。

$$w = 4.6(Bt)^{1/4}, \quad \text{ここで } B = \text{const.} \times \left(\frac{D_s}{kT}\right)$$

したがって、定温で粒界溝の巾wを各時間毎に測定すれば表面拡散係数D<sub>s</sub>を求めることができる。試料は歪焼鈍法により粗大結晶化した純鉄を使用した。

log w-log t プロットの勾配は各温度、雰囲気ともほぼ1/4となり、この実験範囲内では、粒界溝

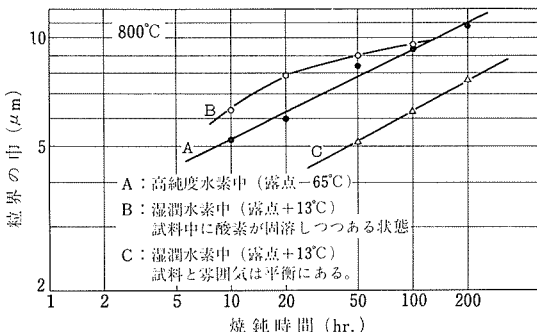


図1 α-鉄の粒界溝の成長

の成長は表面拡散支配であることがわかった。露点が約-65°Cの高純度水素中では表面拡散係数は  $D_s = 10^5 \exp(-54,500/RT)$  と表わされる。また800°C、露点13°Cの水素中(P<sub>O<sub>2</sub></sub>=10<sup>-21.8</sup>気圧)で焼鈍した時の粒界溝の成長過程を図1に示す。Aは高純度水素中(露点-65°C)での粒界溝の成長過程である。Bは高純度水素中で焼鈍し、ほとんど酸素の固溶していない試料を露点13°Cの水素中で焼鈍した時の粒界溝の成長過程である。この条件下では、焼鈍初期に雰囲気から試料中への酸素の吸着-固溶がおこっているはずであり、この場合には表面拡散係数は非常に大きい。すなわち、酸素の吸着-固溶という表面反応がおこっている場合には、表面原子の配列は著しく乱れていると考えられる。Cは露点13°Cで200時間焼鈍し、完全に雰囲気と平衡になった試料を改めて露点13°Cの水素中で焼鈍したものである。この条件下でのD<sub>s</sub>は小さい。図2に露点-65°C、13°Cの場合のlog D<sub>s</sub>-1/Tプロットを示す。このように鉄を酸素ポテンシャルの高い雰囲気と平衡にした場合、鉄の表面拡散係数は小さくなる。このことは、鉄粉を湿潤水素中焼結した場合、空隙が球状化しにくいという現象をよく説明している。

今後、種々の金属について、表面拡散係数の酸素ポテンシャル、イオウ・ポテンシャル依存性などを測定し、表面拡散係数と表面構造の関係を明かにすることを試みる。

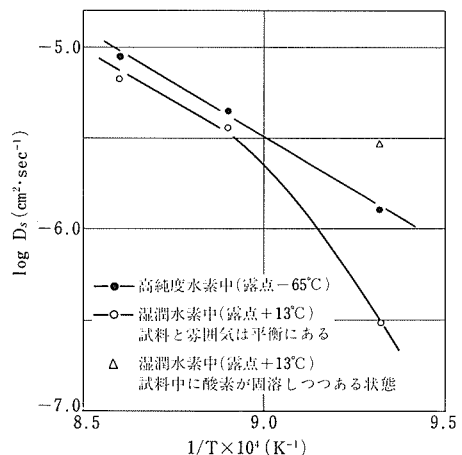


図2 表面拡散係数の温度依存性

## 【特許紹介】

### 溶射皮膜の加圧焼結法

公告番号 昭49-32173  
特許査定 昭和49年11月29日  
発明者 岡根 功, 蓮井 淳, 北原 繁

金属材料の表面処理の一つである溶射被覆は、例えばニッケル基やコバルト基の耐熱超合金、タングステン炭化物などの耐摩耗超硬材料を鋼材などの素材の表面に積層させ、製品の表面に耐熱性耐腐食性、耐摩耗性などの特性を付与させる特徴がある。しかし皮膜自体の結合強さ、素材との密着強さはかなり低く、かつ皮膜は多くの気孔を有す。この欠点を除くため、従来、溶射皮膜の再溶融処理法が採用されているが、溶射材を融点以上に加熱する必要がある、また焼結法ではこれを長時間加熱する必要がある、素材には材質変化、熱ひずみ又は相当の作業時間を伴う。

この発明は素材の表面に溶射皮膜を形成させた

後、皮膜及び素材との境界部近傍を加圧すると同時に溶射材を融点以下の温度で加熱し、皮膜の緻密性、結合性及び素材との密着性を短時間で向上させる加工法である。従って加圧焼結の時に皮膜及び素材の圧延成形ができる特長がある。

ニッケル基Cr-B-Si系自溶性合金粉末を軟鋼材にガス溶射し、次いで加圧しながら直接通電で加熱して焼結して作った皮膜の性質は表1のとおり

表1 加圧焼結法で作った溶射皮膜の特性

加熱温度 ℃	加圧力 kg/mm <sup>2</sup>	密度 g/mm <sup>2</sup>	結合強さ kg/mm <sup>2</sup>	密着強さ kg/mm <sup>2</sup>
700	5.89	7.55	17.1	—
800	2.95	7.50	21.7	—
900	3.93	7.92	33.2	33.3
溶射のまま	—	7.06	0.49	—

である。皮膜の緻密化、結合強さ及び素材との密着強さは、適切な加熱温度と加圧力の選定で向上し、これにより溶射皮膜の用途をますます拡大することができる。

## 【出願公開発明】

リジンを防止するフェライト系ステンレス鋼板の製造法 特公開昭49-99927  
昭和49年9月20日

フェライト系ステンレス鋼板のリジンを防止するため、熱延板をオーステナイト-フェライトの2相域で加熱する前に両相共存域直下または直上のフェライト単相域で熱処理を行う方法。

フェライト系ステンレス鋼板のリジン防止のための製造物の加工処理法 特公開昭49-115054  
昭和49年11月2日

フェライト系ステンレス鋼板のリジンを防止するため、板面に柱状晶を含む鑄塊をこの柱状晶と直角方向へ圧延する加工処理法。

金型用無チル鑄鉄の製造方法 特公開昭50-3913  
昭和50年1月16日

鑄鉄のチル発生を防止するため、ねずみ鑄鉄の

溶湯を金型へ鑄込む前に、鑄鉄のA<sub>1</sub>変態点以上の温度域における加熱昇温速度を80℃/min以上で加熱溶解し、無チル鑄鉄を製造する方法。

加工性のよいオーステナイト系高アルミニウム耐酸化鋼 特公開昭50-6516  
昭和50年1月23日

鉄-アルミニウム合金の加工性を向上させるため、炭素、ニッケル、マンガンなどを添加して鋼の組織をオーステナイト化した、熱間および冷間加工性の優れた耐酸化鋼。

脱炭焼なましによるフェライト系ステンレス鋼板のリジン防止法 特公開昭50-6520  
昭和50年1月23日

フェライト系ステンレス鋼板のリジンを防止するため、溶鋼の炭素含有量をあらかじめ高めておき、冷延後焼なましの段階でオーステナイト単相またはフェライト-オーステナイト2相領域に加熱しながら脱炭処理を行う冷延鋼板製造法。

通巻 第195号

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

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)