

電子ビーム溶接

電子ビーム溶接法は、すでに広く知られているように、溶融巾が狭くかつきわめて深い溶融部を形成することを一つの大きな特徴としている。この特徴から種々の利点が生まれる。たとえば溶接ひずみを少なくできること、溶接作業能率を向上させることなどである。しかし、溶融巾を極力小さくし、溶接ひずみを減少させると、種々の重大な欠陥が発生しやすくなる。したがって工業的には溶融巾をある程度拡げて溶接しており、本溶接法の特徴をじゅぶん活用していないのが現状であり、利用範囲も狭くなっている。

溶接研究部では、従来の研究結果に基づき、電子ビームを取束した上で、これらの欠陥を防止し、健全な溶接継手を得ることを目的として本年度から研究を開始しており、その概要について紹介する。

電子ビーム溶接における代表的な欠陥例として写真に部分溶込み溶接時の溶融部先端の縦断面を示す。写真にはスパイク(先鋭な突出部)、コールドシャット(溶融金属と固体の融合不良部)およびポロシティが観察される。これらの欠陥は当然溶接継手の機械的性質に悪影響を及ぼす。諸欠陥の発生機構は未だ明確にされていないが、溶接中の金属の溶融状態、溶融金属の挙動と電子ビームとの相互作用によるものと考えられる。したがって本研究は主として、(1)溶接中の溶融状態の探知方法の研究、(2)溶融金属の制御方法の研究ならびに(3)冶金的なビード改善方法の研究から構成される。(1)では溶融中の溶融金属の挙動と欠陥研成の

関係の研究ならびに金属と電子ビームとの相互作用から生成される物理量のうち、欠陥の発生に対応する量を選別する方法について研究を進めている。(2)では電子ビーム溶接の諸パラメータを種々に制御することにより、溶融状態と溶融金属の挙動を制御する方法について研究を進めている。最終的には、溶接中の金属から補捉し選別した信号をフィードバックして、溶融金属の制御もしくは冶金的方法で改善することにより、欠陥発生を防止を行い、電子ビーム溶接法の特徴を十分活用した健全な溶接継手を得ることを目的としている。

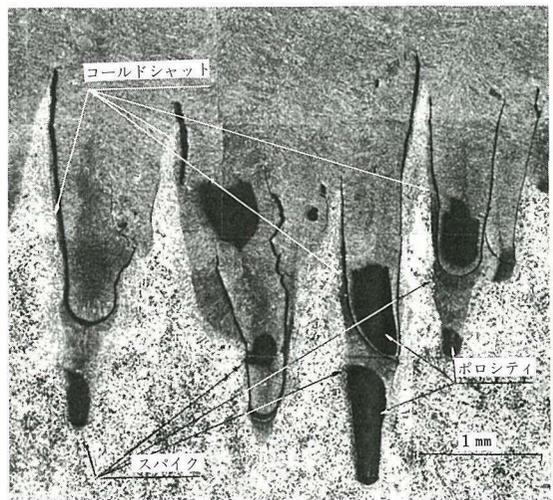


写真 電子ビーム溶接溶融部先端マクロ組織 (SS41鋼)。

格子間拡散に及ぼす圧力の影響

高圧技術の進歩に伴い金属材料などの加工、熱処理、結晶の作成への高圧力の利用が注目されて久しい。効果的な成果を得るためには、高圧下で諸材料が示す性質を常圧のデータに基に予測できることが望ましいが現状ではかなり困難である。金属中の原子の動き易さ(拡散)に関するデータは上述の意味で実用上欠くことはできないが、自己拡散および一部の置換型不純物拡散については多くの実測データをもとにした半経験的なモデルを用いて高圧下でのおおよその拡散係数を推定することが可能である。他方、BCC遷移金属中の浸入型原子の拡散については、Fe中のCおよびV中のOとNの測定結果によると、拡散に及ぼす圧力の影響は単純ではなく異常な点が多い。例えば、前者では低温で圧力の影響がほとんど認められないのに高温では認められる。また後者にも圧力の影響が認められる(但し低温のデータがあるのみ)。格子間拡散は圧力の影響をうけないとする説があるが、この種の研究はきわめて少なくこれが一般的な事実か否かは現在のところ不明である。

金属物理研究部では、この点を明らかにするためにTaおよびNb中のOの拡散に及ぼす圧力の影響を弾性余効法で測定している(ここでいう弾性余効現象とは、格子間不純物原子が固溶している試料に応力をかけると、その格子間不純物原子が試料内の応力分布を緩和するように再配列をする現象である。そしてこのときの試料のクリープ伸びまたは応力の時間的変化を測定すれば、格子間不純物原子が隣りの安定位置へ1ジャンプするに要する時間すなわち拡散係数がわかる)。実験設備の

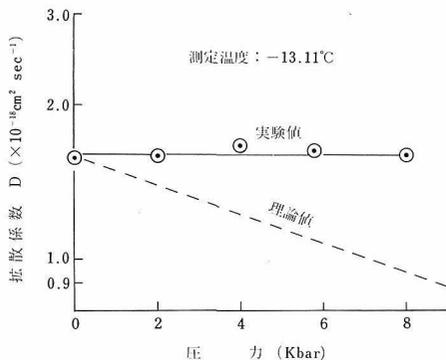


図 Fe 中の N の拡散係数

高圧装置は最高到達圧力20Kbarの液圧システムで、圧力容器の内容積は40ccである。写真のAは高圧用歪緩和測定器である。この測定器は当研究室の考案になるもので、測定可能な最小緩和時間は、一部で用いられている応力緩和測定器では約250秒程度であるのに比し、10秒と高性能である。一般に、弾性余効現象の測定においては変化する応力または歪の大きさが微小なうえに測定中の圧力および温度の変動を各々数十パーセントおよび百分の数°C以下に保たねばならないので高度の実験技術を必要とするが、本測定器によって短時間に精度よく測定することが可能となった。また、歪の検出器として圧力の影響が非常に小さい差動トランスを用い、この差動トランスを0.5 μm の精度で正確に較正することが可能で本研究のみならず高圧下のクリープ、熱膨脹係数など微小な変位の測定に応用可能である。写真のBは圧力容器内に収められたマンガニン圧力計、熱電対および測定器に大気圧側から電気回路を接続するためのコンパクトな多極電極プラグで、内径13 ϕ の断面にスベアも含めて18本の独立した導線が貫通している。図はFe中のNの拡散係数の測定結果である。弾性余効法で測定されたのはこの材料ではこれが初めて、8Kbar迄圧力の影響は認められない。図中の破線はKeyes-Zenerモデルで計算した予測値である。一般にBCC遷移金属中の浸入型原子の拡散は弾性論で説明がつくとされている。従って上述のモデルが最もよく成立すると考えられるにも拘らず測定結果は明らかに否である。この原因がFeの特異性に基づくのか、あるいは格子間拡散に対して一般に成立するのかどうかを確かめるために、拡散係数のエントロピー項が異常に大きいNb中のOと正常値をもつTa中のOについての測定結果が待たれている。

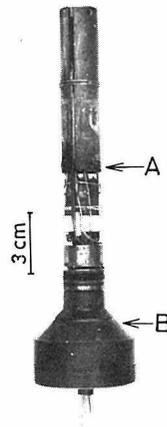


写真 歪緩和測定器(A)および高圧用電極プラグ(B)

電気泳動被覆法の研究

耐熱金属材料として現在実用に供されているものは超耐熱合金と高融点金属とであるが、高融点金属はもちろん、超耐熱合金においても強度を改善するためその組成のかなり異ったものが出現し、耐酸化性が低下しているため耐酸化被覆法の利用が検討されるようになった。しかし超耐熱合金の場合はその溶融温度の関係から最高使用温度に限界があり、高融点金属の被覆が要望されることになった。ここで高融点金属はNb、Ta系とMo、W系との二つに大別され、前者は加工性は良好であるが高温強度は後者に及ばず、しかも高価である。一方後者は加工性に難点があるが高温強度が大きく、しかも比較的安価である。このため鉄鋼材料研究部ではMoおよびWに対する耐酸化被覆法について検討を行ってきたのでその概略を紹介する。

MoおよびWに対する耐酸化被覆法としては従来ニクロム合金系、アルミナイド系およびシリサイド系などが比較的有望なものとされており、当研究部においても被覆系についてはこれらをまず検討することにした。また被覆方法に関しても従来より種々の方法が試みられそれぞれ一長一短があるが、我々はとくに異形素地例えば管内面あるいはネジ部等に、ある程度の厚さで被覆可能であり、とくにエッジ部などを含めて試料全体を均一厚さに、しかも被覆速度のかなり大きいことに着目して電気泳動被覆法を選択し検討した。

前述したように被覆物質としてはニクロム合金系、アルミナイド系およびシリサイド系について検討を行った。電気泳動被覆法は被覆物質の荷電粒子を含む懸濁液中で電氣的に素地に結合剤とともに析出させ、乾燥後加熱処理し両者の拡散により被覆系を形成させるものである。まづニクロム合金系被覆は、ニクロム合金粉末、NiおよびCrの混合粉末からなる懸濁液からの析出及びNi粉及びCr粉の交互析出により多層析出させた後、真空及びH₂中で加熱処理して形成させた。しかし被覆ニ

クロム合金中への素地Moの拡散がかなり多く、耐酸化性が期待された程得られなかった。アルミナイド系被覆は、Al粉末あるいはAl及び少量のSiとの混合粉を析出させ、H₂中で加熱処理して形成させた。Al-Mo系には金属間化合物が多数存在し耐熱性を得るためには高温でかなり長時間加熱する必要がある、これはMo素地を脆化させるので思わしくなかった。この被覆系ではその耐用温度は現在のところ1000°C以内であるが、改良処理により性能の向上が期待できる。またシリサイド系被覆はSi粉末あるいは少量のMoSi₂粉末を含んだ懸濁液中で析出させ真空中で加熱処理して形成させた。この被覆の表面状態は非常に良好であり、例えばネジ部などはそのまま使用可能な程で、類似被覆法である通常の電気めっき法により形成された被覆と比べても突起部の尖鋭化が少なく、凹部への充填もむしろ良好である。この被覆系は、前者中では一番すぐれているが、Si-Mo系で最も耐熱性のあるMoSi₂と素地Moとの間で使用中に拡散が起り、より耐熱性の劣る化合物に変化するため耐熱性の長時間安定性に問題がある。拡散の障壁などの改良処理が成功すれば最有力となろう。

以上Moに対し3種類の耐酸化被覆を電気泳動法を利用して検討した結果、被覆の耐酸化性は現時点では必ずしも十分なものとは言えないが、例えば常温での曲げ加工ではどの被覆も肉眼で観察されるクラックを発生することなく、またシリサイド被覆したものは常温で引張り破断させても被覆の剝離あるいは表面のクラックなども認められずすぐれた性質を示した。

最後に、今後これら高融点金属に対する耐酸化被覆が実用化されるためには、特に繰り返し加熱を受けた場合の被覆の剝離に対する信頼性あるいは溶接性など解決すべき難問が多く控えていることを強調したい。

【出願公開発明】

金属の電解採取法

特公開昭50-108105
昭和50年8月26日

電解液に懸濁した金属粒子表面で電解を行う金属の電解採取法において、操業能率を向上させるために電流密度を高めることにより起こる陽極室の酸素発生に伴う弊害を取り除くため、該酸素を電解液とともに外部へ取り出し、気液分離して電解液を陽極室へ循環させる傍、酸素を捕集して電流効率を高め連続操業の安定性を図る金属の電解採取法。

銅の電解製錬法

特公開昭50-108121
昭和50年8月26日

陽極室に硫化第1銅を含む原料を装入して陽極酸化により電解液中に溶解させ、他方の陰極室で装入した銅種粒子への陰極析出によりこの種粒子を成長させて純銅を採取する銅の電解製錬において、陽極室の硫化第1銅の電解酸化により生成した硫化第2銅を電解液とともに外部へ取り出し、硫化第1銅に還元した後、再び原料として陽極室へ戻して陽極酸化を継続する銅の電解製錬法。

アルミニウムおよびその合金の陽極酸化法

特公開昭50-108137
昭和50年8月26日

アルミニウム材料の陽極酸化に使用する電源設備及び冷却設備の規模の縮小を図りながら硬質皮膜をつくるため、硫酸マグネシウムと硫酸の混合水溶液を使用し、酸と同種の陰イオン濃度を十分高くして、該水溶液中で陽極酸化を行い、浴電圧の上昇と局部腐食を防ぎながら酸化皮膜を生成させるアルミニウム及びその合金の陽極酸化法。

押出し加工法

特公開昭50-108152
昭和50年8月26日

圧延加工等のしにくいもろい材料を塑性加工す

るため、流動性のよい固体の圧力媒体を使用し、液圧押し加工法とほぼ同様な準静水圧中の加工ができるようにし、圧力媒体が固体であるため安全性を高めた、また高温押し加工のできる押し加工法。

高衝撃値を有する低合金 鋳鋼

特公開昭50-114336
昭和50年9月8日

産業機械、化学工業関係に広く使用される機械的強さに富む低合金鋳鋼に関するもので、炭素の偏析をなくすため珪素を含有させた、極めて靱性の向上した炭素、マンガン他に必要に応じクロム、モリブデン、ニッケルのうち1または2種を含む低合金鋳鋼。

オーステナイト耐熱鋼の 加工熱処理法

特公開昭50-120418
昭和50年9月20日

クリープ破断強さと高温の耐力を同時に向上させるため、0.1~0.5%の炭素を含み1,000~1,350℃の温度範囲で固溶する組成のオーステナイト耐熱鋼を、前述した温度に加熱した後、該温度より若干低い温度範囲へ冷却し、その途中またはこの温度範囲内で適当な時間保持する過程で高温加工を与えた後急冷する加工熱処理法。

粉鉄鉱石の連続的流動 還元法

特公開昭50-122413
昭和50年9月26日

多段流動還元法において、精鉱と未反応粒子を分離し、還元効率を向上させるため、流動還元層の排出物を磁力により精鉱と未反応粒子とに分離して、精鉱を次段の流動還元層に、未反応粒子を第1段または前段の流動還元層に送入しながら還元を進行させる方法。

記事の訂正について

No.10 通巻202号6頁「炭素材料学会11月11日~11月13日、1.繊維系複合材料の研究」を削除。

◆短 信◆

●海外出張

太刀川 恭治 電気磁気材料研究部長

第2回急冷金属に関する国際会議ならびに研究、調査のため昭和50年11月15日から昭和50年11月28日までアメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第203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)