

# 金属材料技術 1970

科学技術庁

# NO. 9

# ニュース

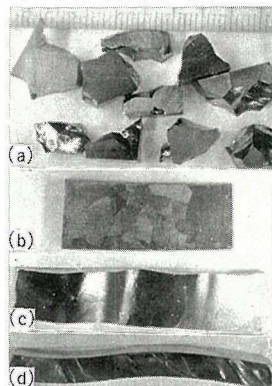
金属材料技術研究所

## 高融点金属・合金の研究

宇宙開発や原子力の材料分野あるいは溶鋼のダイカストの金型などの新しい工業技術の材料分野ではW（融点3410℃）、Ta（2996℃）、Mo（2610℃）、Nb（2468℃）などの高融点金属とその合金の発展が要望されている。ところがこれらの材料は高温では耐酸化性が全くなく、WやMoは常温や低温で脆く、TaやNbは水素などの雰囲気中で使用するときには脆弱となり、成形加工性が他の金属材料に比較して容易ではない。高融点金属材料を高温から低温まで構造材料として広く使用できるようにするためには、高温で強力で、かつ耐酸化性をはじめ種々の高温雰囲気にも耐える耐熱性を持ち、しかも成形加工が可能で常温でも脆弱でないような材料を得ることが必要である。しかしこのような材料はまだ開発されていない。

そこで当所では44年度から46年度までの特別研究として高融点金属をとりあげ鋭意研究を進めている。44年度はまず基礎的研究からスタートし、電子衝撃浮遊帯域精製法によって高純度の高融点金属の単結晶を作り、その薄膜試料の超高压電顕内での引張変形による転位の動的挙動の連続観察や室温付近での圧延加工性におよぼす結晶方位の影響を調べ、また多結晶試料については室温延性に対する結晶粒度の影響とその粒界破壊機構、低温脆化におよぼす水素の挙動、耐酸化性付与に対する合金化因子などを検討してきたが、45年度は2元合金へと進んでおり、46年度は3元ないし4元合金へと応用的に発展させる計画である。また

これと平行して当所でのこれまでの応用的研究で内外の特許を取得している、MoやWを耐熱合金で鑄込み加工被覆して完全に耐酸化性を付与した複合材料の各種高温特性も調べている。現在までに得られている研究成果のうち、一例を写真で示した。電子ビーム溶製したMoの鑄放し試料は粗大な結晶粒をもち室温では極めて脆弱である。これに微量の炭素を添加すると結晶粒が細くなり、結晶粒界から割れにくくなるのでやや圧延性が付与される。硼素と炭素と同様の効果を持ち、結晶粒界の強化作用で延性を向上する。さらに固溶体軟化作用をもつ合金元素を炭素や硼素と少量併用添加すると、その室温延性は著しく向上し、圧延過程で中間焼鈍を用いればMoの鑄塊材料をそのまま薄板や細線までの成形加工が期待できる。そこで少量の合金元素を含むこの種のMo合金を現在特許申請中である。



- (a) 純Mo  
圧下率2%以下で完全に粒界破壊する
- (b) 微量炭素を含むMo、圧下率4%で亀裂が入る
- (c) 微量な炭素と合金元素を含むMo、圧下率28%で亀裂が一部発生する
- (d) (c)の側面写真

電子ビーム溶製したMo鑄放し試料の室温での圧延加工性

## 超高真空下の固相接合の研究

昨年ソ連の宇宙船ソユーズ6号が、近い将来予想される宇宙ステーションの建設に備えて宇宙溶接の可能性を、電子ビーム溶接、プラズマ溶接、MIG溶接の3溶接法で実験し、併せてその適用性を検討したと報道されている。

ところで宇宙溶接という問題で溶接技術者の関心をひく現象の一つに“真空と接合”という問題がある。人工衛星が飛行する数百〜千キロメートルの宇宙空間は $10^{-7}$ 〜 $10^{-10}$  torrの超高真空雰囲気である。このような超高真空雰囲気では、大気中と違って金属表面を清浄状態に維持することが容易であるから、表面状態に敏感な接合現象には極めて有利な環境であることは想像に難くない。事実宇宙船装置でも特に摺動部、回転部には“凝着現象”が認められ、これが各種制御に支障をきたすといった問題が取り沙汰されていると聞くが、この現象はとりもなおさず超高真空下での接合の容易さを示すものであろう。

溶接研究部圧接研究室では、接合現象の基礎解明と新溶接法開発を目的として固相接合に関する一連の研究を実施、表面処理、圧接変形、接合温度、後熱処理など固相圧接の各種基本要因と接合性能との関係を調べ、接合の基本過程の解明と、各種金属の接合性の検討を進めている。これら諸要因のうち特に表面状態は定量的に把握することが困難で、かつ一定の状態を再現することの不可能な要因であって、これが接合結果の不揃いの原因ともなり、各種金属の接合性の判断や接合現象の基本解明に大きな障害となっている。接合現象が

界面現象であることを考えればこれは当然のことというべきで、固相接合における表面処理とその管理の重要性はいくら強調してもしすぎることはない。かかる意味から接合現象の基礎研究ではまず清浄表面を作り出すことが先決で、これを用いて金属固有の接合性を検討していくのが順序と考える。

図1、2は真空中における銅の圧接に関する実験結果である。被圧接面はワイヤブラシで処理している。図1は、圧接温度が継手の機械的強さに対し重要な因子の一つであること、また表面処理および圧接雰囲気圧力が温度の低い場合に特に重要であることを示している。図2は、圧接圧力が $25\text{kg}/\text{mm}^2$ および圧接時間が2分という一定の条件下において、良好な圧接継手が得られる限界の条件を示している。すなわち圧接温度が $100^\circ\text{C}$ の場合、表面処理した被圧接面を $2 \times 10^{-4}$  torrの真空中に1秒間以上放置したのちに圧接すると、その継手の強さはいちじるしく低下することを意味している。このような条件は被圧接材の種類や他の圧接条件によっていくぶん変る。しかし室温付近における銅の圧接には $10^{-6}$ 〜 $10^{-7}$  torr・secの条件を必要とすることが図2から予想される。現在当研究室では超高真空圧接装置の設置を計画中である。この装置によると $10^{-9}$  torrまでの広範囲の接合性が調べられ、従来の実験結果と合わせることで、また宇宙空間の新しい溶接技術の開発にも役立つものと期待している。

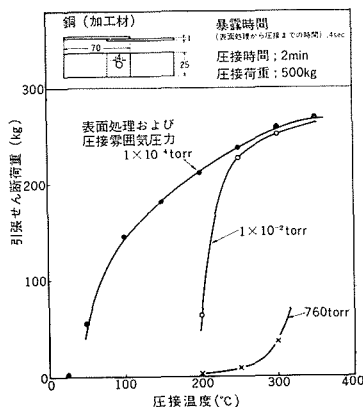


図1 継手の強さと温度との関係

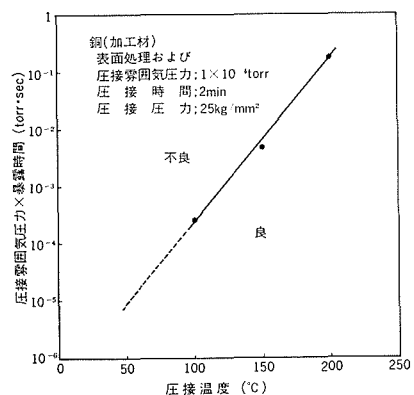


図2 良好な継手が期待される真空度と温度との関係

## 塑性変形したマルテンサイトの積層不整

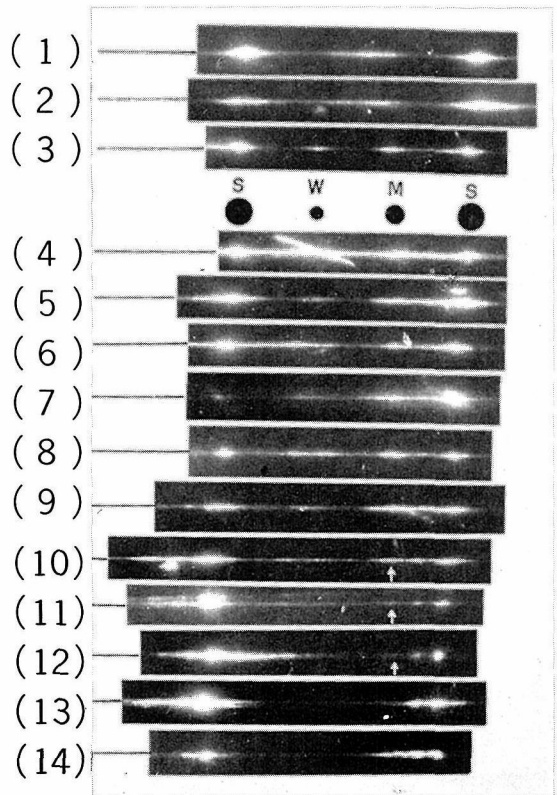
稠密構造をもつマルテンサイトは、その積層欠陥エネルギーが一般に低く、塑性変形によって容易に多数の積層欠陥が導入される。その極端な場合は、別の積層順序をもつ稠密構造に変態することさえある。貴金属を基とする合金のマルテンサイトは大部分がこのような傾向を示す。この種のマルテンサイトの積層不整を詳しく知ることは、結晶学的にも又マルテンサイト構造の安定性を調べる上にも重要なことである。

金属物理第4研究室では塑性変形した Cu-Al 合金マルテンサイトの積層不整を電子回折を用いて詳細に研究した。この合金のマルテンサイトの結晶構造は  $ABC\ BCA\ CAB$  の積層順序を持つ稠密構造 (9 R 構造) で、*fcc* と *hcp* 構造の中間的な構造とみなすことができる。このマルテンサイトをやすり掛けなどで強加工すると、10% (重量パーセント) Al 以下では *fcc*、10~12% Al では *fcc* と *hcp* の混在物、12% Al 以上では *hcp* 構造に変態する。このうち中間的な Al 成分をもつマルテンサイトを適当に加工すると、9 R 構造から *fcc* 構造あるいは *hcp* 構造にいたるまでの種々の積層不整が生じるであろうと期待される。これらの積層不整はその回折像に著しい影響をあたえ、したがって逆に回折像を詳しく調べることによってその積層不整を知ることができる。

実際 Cu-11.04% Al 合金のマルテンサイトを塑性変形したものについて、写真に示すような種々の電子回折像が得られた。この写真では回折像は  $c^*$  軸方向 (稠密面に垂直な方向) の一周期についてのみ示してある。積層欠陥を含まない結晶では W, M, S の3種類の強度の異った回折斑点が  $c^*$  軸方向に等間隔に並ぶ。ところが、積層欠陥を含んだ結晶ではこれらの斑点が等間隔でなくなったり、 $c^*$  軸の方向に著しく伸びたりする。写真で(1)~(3)の回折像は M~S の間隔が一周期の  $\frac{1}{2}$  より大きく、(4)~(14)では  $\frac{1}{2}$  より小さい。回折理論を使って詳細に解析したところ、(1)~(3)では六方晶型積層欠陥( $\beta$ )が、(4)~(9)では立方晶型積層欠陥( $\alpha$ )が多数存在していた。これら二種類の積層欠陥の頻度は、それぞれ  $\beta=0.16\sim 0.77$  および  $\alpha=0.27\sim 0.59$  であり(3)→(1)あるいは(4)→(9)にしたがって大

きくなっている。したがって(3)→(1)は9 R から *hcp* へ、(4)→(9)は9 R から *fcc* へ移行する途中の積層不整をそれぞれ表わしていると考えられる。

(10)~(14)の回折像は9 R 構造に無秩序に積層欠陥が入ったとしては説明できず、これらはむしろ *fcc* 構造に約10層間隔に規則的に入ったものとしてはじめて説明される。このような長周期の積層構造が見いだされたことは、結晶構造の安定性を電子論的立場から論ずる場合の一つの重要な手がかりとなるであろう。



# 特許紹介

## 溶接継手に設置した電極の分電流で溶接アークを制御する溶接法

公 告 昭和45年 4月24日

公告番号 昭45-11411

アーク溶接において、アークが継手の開先内のどの位置で発生しているかを溶接工が肉眼で直接監視し、開先内でアークの到達する深さより溶込み深さを推測しアークの制御を行なっているが、この場合にアークが開先内に到達している位置を正確に確認することは困難であり、また、サブマージアーク溶接のごとくフラックス中でアーク溶接する場合は肉眼で監視することはできない。

本発明は、アーク溶接においてあらかじめ継手の所定の位置に絶縁被覆した金属線あるいは金属板の電極を溶接長全長に設置し、溶接アークよりその電極に導いた分電流を、また、分電流回路に抵抗を挿入しその両端に検出される電圧を計測し所定の位置までアークが到達しているか否かを検知することを特徴とし、これによりアークを制御する溶接方法である。

図1に示すように溶接継手開先内に絶縁被覆した金属線あるいは金属板の電極を設置し、この一端を電流計A<sub>2</sub>および抵抗Rと、電流計A<sub>1</sub>と母材を結合した同一端子により分電流回路を構成する。絶縁被覆電極は母材と同一の金属、鋼もしくは電気伝導度の比較的良好な銅、アルミニウム等を用い母材の開先内には溶接長全長にわたって設置される。分電流回路は同回路に導かれる分電流による抵抗Rの両端に検出される電圧によって溶接電源の溶接電圧あるいは電流の制御を行なわせるよう溶接電源制御部に接続する。

溶接施工中、所定の位置に設置した電極まで溶接アークが到達している場合瞬間的に電極がアーク

にさらされ、アークの分電流が流れると同時に同電極のアークにさらされた部分がアーク熱で溶融するが溶接ワイヤは溶接方向に進行するので同電極は直ちにアークに露出し分電流が流れる。この状態を図2に示す。アーク発生位置が変化しアークが電極まで到達せず電極が溶融金属に接触すると電極に流れる分電流は小さくなる。

このようにして所定の溶込み位置すなわち電極挿入位置までアークが到達しているか否かは電極の分電流の急激な変化により検知することができる。

本発明によると、片面アーク溶接において適正な裏波ビードを得ることができ作業の能率、信頼性を向上させることができる。

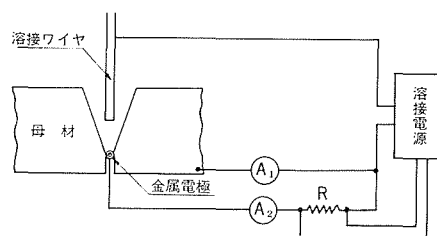


図 1

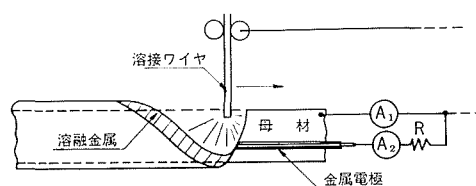


図 2

### ☆短信☆

E. C. E (Economic Commission for Europe)  
の当所見学について

日本政府招待の E. C. E スタディ・ツアー一行約50名は、6月29日(月)午後2時30分来所し、所長のあいさつおよび鉄鋼材料研究部内山室長の概況説明ののち約2時間にわたり所内を見学した。

(通巻 第141号)

編集兼発行 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 目黒(719)2271(代表)