

NO.5

材 技 研

ニ ュ ー ス

1961

科学技術庁

金属材料技術研究所

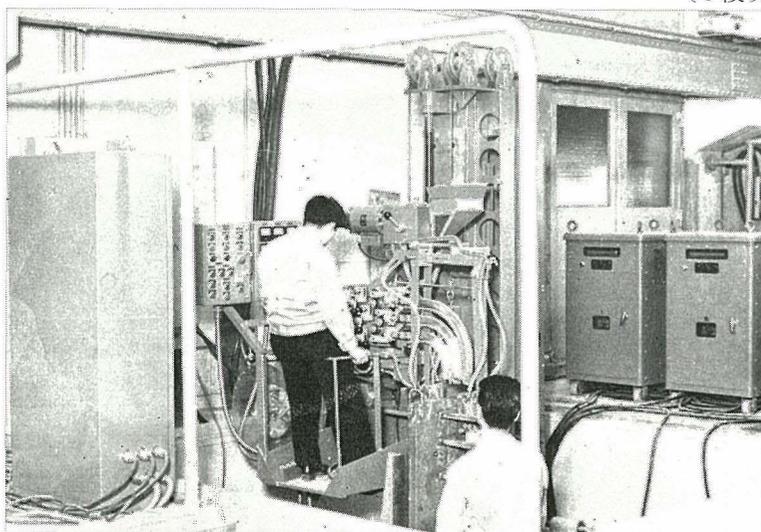
■■■■■■■■■■ エレクトロスラグ溶接機 ■■■■■■■■■■

最近、諸産業の設備が大型化する傾向にあり、それに伴って大型材料の溶接、各種の肉盛りが要求されるようになったが、これに対処する有力なものの一つとしてエレクトロスラグ溶接は、その高能率のために高く評価されている。この方法は電気融接法の一つであるが、アークの熱でなく心線と溶融スラグ中に流れる電流の抵抗発熱を利用している。すなわち、溶接の開始時には粒状フラックスの中でアークが瞬間的に発生するが、十分なフラックスが溶融するとアークは消えて、心線は主として溶融スラグの抵抗熱で融ける。なお、溶融金属がグループから流れ出ないように母材の両側にある水冷式銅壁を徐々に上方へ摺動させつつ連続鋳造式に溶接を上方へ進行させるのである。また、板厚に応じて電極数を変え、厚板では電極を左右に揺動させるのを普通とする。

当研究所第6部に設置したエレクトロスラグ溶接機の主要目について紹介する。

溶接可能板厚	50~300mm
溶接最大長さ	1000mm
溶接速度	10~100mm/min
電極(心線)数	1~3本
心線径	3・2mm ϕ
心線送給速度	0~5000mm/min
揺動速度	10~100mm/min
溶接電源	

一次電圧	400V
周波数	50 \sim
一次入力	54KVA \times 3
二次定格電流	750A \times 3
二次無負荷電圧	50, 57, 65V (3段切換)



エレクトロスラグ溶接機

鋼材における低温脆性の機構

—ケイ素の単結晶による実験的研究—

鋼材をはじめとし、その他の体心立方格子型結晶構造を持つ金属で共通して観察される低温脆性では、その特徴である劈開破断が実際に起こる時の応力の大きさは、完全な結晶と考えた場合に予想される劈開破断強度に比べて二けたほど小さいのが普通である。この食い違いを説明することが従来脆性の研究における基礎的な目標であった。これには一般的には介在物や結晶粒界を考えるだけでは不十分である。そのため、特にじりや機械的に生じる双晶と脆性との関係が多くの人達によって研究されて来たけれども、脆性破断の機構については、これまでのところ、実験に基づいた明確な結論はほとんどなかった。当所ではケイ素鉄単結晶を液体窒素中で $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 110 \rangle$ および $\langle 111 \rangle$ のそれぞれ三方向に引張り試験を行ない、かつ、その引張り試験中引きつづいて表面観察を行なってじりや変形双晶と劈開との関係を調べた。その結果、双晶同志の交叉またはじり系同志の交叉が劈開の原因としてきわめて重要なものであることが明確にわかった。また、これらの劈開の機構は体心立方格子型金属に共通して起こりうるものである。

まず引張り試験の結果を概観すると、 $\langle 100 \rangle$ 方向に引張った試料では変形双晶が $\{112\}$ 面に沿って盛んに起こり、それによって1~2%の伸びが生じた後、破断が起こる。破断は劈開型でその劈開上面に必ず特定の型の双晶の交叉が一ヵ所見られた。(図1) $\langle 110 \rangle$ 方向に引張った試料では $\{100\}$ 面上のじりによって数%の伸びが起こってから劈開が起こったが、特に面白いことは引張り軸に平行な $\{100\}$ 面上でも沢山の劈開が見られたことである。(図2) $\langle 111 \rangle$ 方向に引張った試料では伸びは大きく複雑なじりが起こった後、劈開が起こった。

次に、劈開について論ずることにする。 $\langle 100 \rangle$ 方向に引張った試料では双晶の交叉が沢山起こっているが、その交叉の中、幾何学的に特定の型のものでは幾何学的な関係から当然一方の双晶は交叉によって止められなければならない。観察の結果もこの通りになっていたのであるが、双晶が止められた場合にはその双晶の先端部で

は、その双晶内の双晶面の数だけ倍加された集中応力が働くことが期待される。実際 $\langle 100 \rangle$ 方向に引張った試料ではすでに触れたように(図1) 劈開面上に常にこの型の双晶の交叉が見られ、その場合生じたであろうと思われる集中応力を計算してみるとそれは劈開を起こすに十分なものである。また、この型の双晶の交叉で劈開に至らなかった例をよく観察すると交叉部に集中応力の緩和を示すものと見られる局所的なじり線が観察される。

次に $\langle 110 \rangle$ 方向に引張った場合を検討してみる。二つの $\{110\}$ じり系の $\langle 100 \rangle$ 方向に沿う交叉が $\{100\}$ 面上の劈開を起こしうるのはCottrellが理論的に指摘したことであるが、その機構が実際に起こるものであるか否かは、多くの議論にもかかわらず、従来はっきりした結論を見ていなかった。

彼の考察したのは $\langle 100 \rangle$ 方向への引張りの場合についてであったが、その考え方を $\langle 110 \rangle$ 方向への引張りの場合に於てはめて考えると縦方向への劈開(図2)が直ちに期待出来る。縦割れは、他の機構では理解し難いものであり、また本実験で、そのようなじり系の交叉が実際劈開に先立って常に起こっていることもじり線の観察から確認出来た。またこの方向に引張った試料で、縦割れと一緒に、または縦割れに遅れて横方向の劈開も起こったが、横方向の劈開(図2)もCottrellの考え方の自然な拡張によってよく理解出来る。以上から、双晶の交叉とじり系の交叉とが共に劈開破断の原因となることが立証された。

$\langle 111 \rangle$ 方向に引張った試料もまた、じり系の交叉によって劈開したものと考えられるがこの場合に現われたじり系はきわめて複雑であるので、どのじり系の交叉が劈開の原因となったかは確認しがたい。

しかし、伸びが大きい原因はこの場合には、初期のじり系の交叉線が $\{100\}$ 面上にないことから理解できる。 $\langle 100 \rangle$ 引張りにおける双晶の交叉線および $\langle 110 \rangle$ 引張りの場合に論じたじり系の交叉線はともに $\{100\}$ 面上に於て、その $\{100\}$ 面上で劈開が起こった。

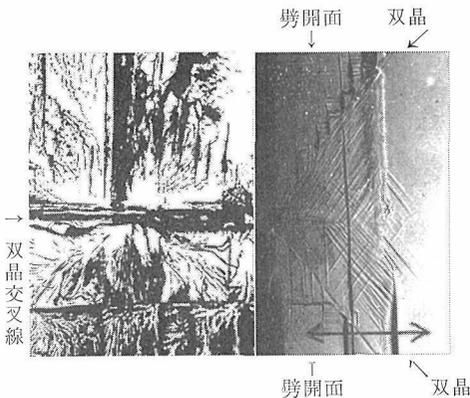


図1 (a) 劈開面 (001)
(b) 試料表面 : (110)
←→は[001]引張軸を示す
(a), (b)とも (×200)

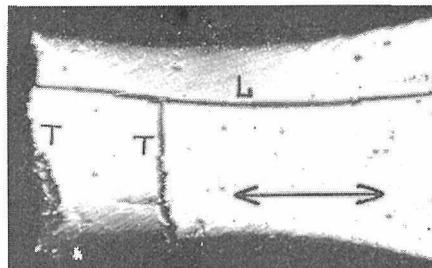
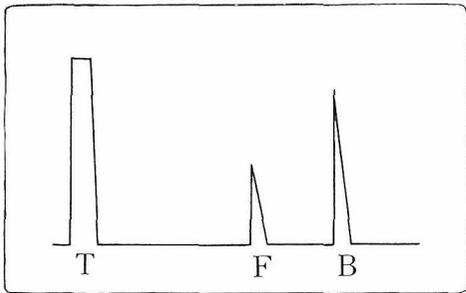


図2 試料表面 : (110)にて
観察された縦方向の劈開L,
および横方向の劈開T
←→は[110]引張軸を示す,
(×28)

エコー高さのデシベル表示による 超音波探傷の定量化

超音波探傷は実用化以来すでに10年、品質管理等の有力な武器として各方面で活用されている。特にパルス反射法は内部欠陥の検出などにきわめて有力な手段となっている。

パルス反射法における探傷結果の表示方法としては F/B すなわち、傷エコー高さと底面エコー高さとの比で表わす方法が採用されている。この表示方法は原理的にはきわめて有意義なものである。しかし現実には F/B の値は単に形式的に使用されている場合が大部分である。



一般に超音波探傷器のブラウン管上で観測されるエコー高さは、入力信号の強さと比例していないのが普通である。すなわち、探傷器の増巾直線性はいわゆる AC 型の探傷器でも決して良好ではない。従ってブラウン管上でのエコー高さより求めた F/B の値は、器種および調度により異なるほか接触状況によっても左右され定量的に充分意味のある数値を得ることは不可能に近い。このような状況においては超音波探傷を十分に活用することは困難であり規格化なども数字的には不可能

である。

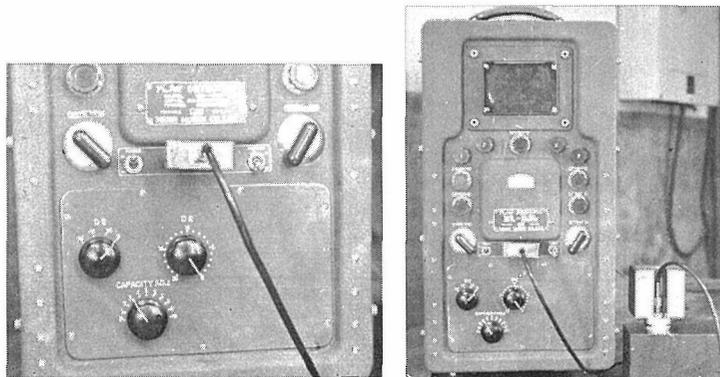
第4部非破壊検査研究室においては、超音波探傷による欠陥の定量的表示に関する研究を行なっているが、前述の問題を解決するためには、エコー高さを電氣的に測定することが必要であることを認め、抵抗減衰器を外部に接続して実験を行なってきた。すなわちエコー高さの表示に当たっては健全部の底面エコー高さまたは適当な対比標準のエコー高さを基準として傷エコー高さをそれら基準エコー高さとの比の形でデシベル（電圧比）をもって表示した。たとえば $F/B = -20\text{dB}$ は傷エコー高さが底面エコー高さの $1/10$ であることを示す。

しかし抵抗減衰器を外部に接続しただけでは探傷器および減衰器の性能が充分発揮できないことを認め、探傷器を若干改造して抵抗減衰器を内蔵せしめ最大 80dB までの測定を行ないうるようにした。写真に示すものは超音波探傷器を改造して抵抗減衰器を内蔵せしめたもので、その最小目盛は 1dB である。

本器の使用により傷エコー高さはもちろん、材質に起因する微小な雑音エコー高さも定量的に表示することができ、かつそれらの値は周波数と振動子の大きさのみに依存し、器種、増巾特性などにはほとんど影響を受けないものとなる。

従って従来問題となっていた探傷器の増巾直線性の問題は本器の使用により一挙に解決され、超音波探傷の定量化に大いに貢献するものと考えられる。

超音波探傷器



昭和36年度研究計画

注：()の中の数字および名称は、それぞれ部および研究室名である。

- 1) 耐熱材料に関する研究
 - 1 ステンレス鋼の品質向上に関する研究 (1, 特殊鋼)
 - 2 超耐熱合金の性能向上に関する研究 (1, 耐熱合金)
 - 3 高マンガン鋼の性能向上に関する研究 (1, 耐熱合金)
- 2) 純金属の製造法とその利用に関する研究
 - 1 高圧抽出による製錬法に関する研究 (7, 希有金属)
 - 2 塩素製錬法によるタングステン, ニオブ等の製造に関する研究 (3, 金属化学)
 - 3 タングステンの加工性向上に関する研究 (7, 希有金属)
 - 4 金属ハロゲン化物の熱分解に関する比較研究 (8, 非鉄製錬)
 - 5 ニオブの製造およびその合金に関する研究 (7, 希有金属)
 - 6 電子ビーム溶解による高純度金属の製造法に関する研究 (7, 高純度金属; 5, 原子炉構造材料)
 - 7 純金属等の研究に必要な分析法に関する研究 (3, 分析化学)
- 3) 鉄鋼および特殊鋼の品質向上に関する研究
 - 1 鋼の異方性組織に関する研究 (2, 物理冶金)
 - 2 鋼中の非金属介在物に関する研究 (1, 鉄鋼)
 - 3 鋼材の連続冷却曲線および恒温変態曲線に関する研究 (1, 熱処理)
 - 4 鋼の脆性破壊機構に関する研究 (2, 物理冶金)
 - 5 残査分析法の確立に関する研究 (3, 分析化学)
 - 6 特殊の製鉄製鋼法に関する研究 (8, 鉄製錬)
 - 7 鋼の低温におけるクリープ機構に関する研究 (2, 金属物理)
 - 8 鋼の低温における疲労破壊機構に関する研究 (2, 金属物理)
 - 9 金属材料の高周波による内部摩擦に関する研究 (4, 材料強度)
 - 10 減圧製鋼法に関する研究 (8, 鉄製錬)
 - 11 特殊溶銑の製造法に関する研究 (1, 鋳造)
 - 12 低炭素合金鋼に関する研究 (1, 特殊鋼)
 - 13 硫化鉄の湿式塩素処理による高質製鉄原料の製造法に関する研究 (8, 鉄製錬)
 - 14 製鋼過程における脱酸および造塊法の改良に関する研究 (3, 金属化学; 8, 鉄製錬)
- 4) 材料強度と欠陥防止対策に関する研究
 - 1 非破壊試験結果と強度との関連に関する研究 (4, 非破壊検査)
 - 2 非破壊試験結果と傷の実態との関連に関する研究 (4, 非破壊検査)
 - 3 非破壊試験結果と材質の実態との関連に関する研究 (4, 非破壊検査)
 - 4 疲労強度に及ぼす繰返速度および荷重変動の影響に関する研究 (4, 材料強度)
 - 5 高温強度に及ぼす温度応力条件および雰囲気の影響に関する研究 (4, 材料強度)
 - 6 高温における工具鋼の機械的強度に関する研究 (4, 材料強度)
- 5) 電子工業材料の製造に関する研究
 - 1 高導磁率鉄-アルミニウム合金の製造に関する研究 (9, 磁性材料)
 - 2 耐食性弾性材料の製造に関する研究 (9, 磁性材料)
 - 3 微粉末磁性合金の製造に関する研究 (9, 磁性材料)
 - 4 金属間化合物半導体の製造と性質に関する研究 (9, 金属間化合物)
 - 5 遷移金属酸化物に関する研究 (9, 酸化金属)
- 6) 溶接材料に関する研究
 - 1 溶接棒の改良研究 (6, 融接材料)
 - 2 特殊溶接に関する研究 (6, 特殊溶接)
 - 3 高張力鋼の溶接性に関する研究 (6, 融接材料)
 - 4 活性材料の溶接およびろう接に関する研究 (6, 圧接材料)
- 7) 工業化研究
 - 1 溶接構造用高張力鋼の試作研究 (4, 工業化, 材料強度; 6, 融接材料; 1, 特殊鋼; 3, 分析化学)
 - 2 珪素鋼板に関する研究 (4, 工業化)
 - 3 細粒鋼の溶製法に関する研究 (4, 工業化)
- 8) 製造冶金に関する研究
 - 1 金属材料の高速加工に関する研究 (1, 鉄鋼; 2, 加工; 9, 高純度金属, 磁性材料)
 - 2 粉末製造法に関する研究 (2, 粉末冶金)
- 9) 非鉄金属材料に関する研究
 - 1 加工性マグネシウム合金の性能向上に関する研究 (7, 軽合金)
 - 2 ニッケル基分散硬化型合金に関する研究 (7, 非鉄金属)
 - 3 チタン合金に関する研究 (7, 非鉄金属)
- 10) 金属材料の腐食防食に関する研究
 - 1 合金鋼の腐食割れに関する研究 (5, 腐食)
 - 2 金属材料の高温酸化機構に関する研究 (3, 表面化学)
- 11) 原子炉材料に関する研究
 - 1 ステンレス鋼等のオースフォーミングに関する研究 (5, 原子炉構造材料)
 - 2 原子炉用遷移金属化合物に関する研究 (5, 原子炉構造材料)
 - 3 金属トリウムおよびその合金に関する研究 (5, 特殊冶金)
 - 4 原子炉用金属材料の腐食防食に関する研究 (5, 腐食)
 - 5 原子炉用ベリリウム成型加工と機械的性質に関する研究 (5, 原子炉構造材料)
- 12) RI を利用する金属材料の品質向上に関する研究
 - 1 RI を利用する鍛圧品の品質向上に関する研究 (5, アイソトープ利用)
 - 2 RI を利用する鋼中の非金属介在物に関する研究 (5, アイソトープ利用)
 - 3 放射化学分析法に関する研究 (3, 分析化学)

(通巻第29号)

編集発行人 吉村 浩
 印刷 奥村印刷株式会社
 東京都千代田区西神田1の10

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300番地
 電話 目黒(712)3181(代表)