

研 技 誌

1964

科学技術庁

NO.2

ニ ュ ー ス

金属材料技術研究所

摩 擦 溶 接 機

摩擦溶接機とは、断面が円形の材料を突き合わせ、加圧下で回転させ、開先面に発生する摩擦熱によってその近傍を直接的に加熱し、回転を停止させると同時にさらに圧力を加えて据込みを行ない溶接を完了させる機械である。

本溶接機は、米国AMF社製25HC型でその全景は写真1に見られるとおりである。中央が材料を装着する部分で、右側が加圧機構、左側が回転駆動機構である。その性能は、加圧力600～10000 kg、回転速度1550～6300r.p.m.で5段ギヤ変速、最大溶接物直径は軟鋼丸棒で約45mm、加工物保持は写真2に見られるごとく、回転側はコレットチャックで50mmまで、固定側は三方締爪チャックで65mmまで、駆動用電動機25 H.P.、油圧用電動機は7.5 H.P.、加圧力はスロープ調整可能、溶接サイクルは加工物装着後は全自動である。

この溶接法の特徴は、機械的溶接法のため熱効率が大きいこと、開先面を密着した状態で自動的に融点近傍まで急速に加熱できるため各種材料の溶接が可能であることなどである。

溶接研究部特殊溶接研究室においては、本溶接機を使用して各種材料の溶接を行ない、溶接継手の性質を調べると同時に、溶接条件についても検討を行なっている。

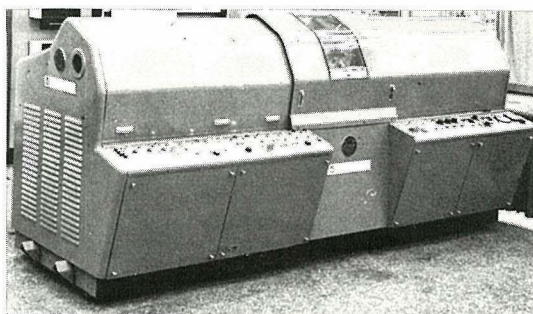


写真 1, 摩擦溶接機全景

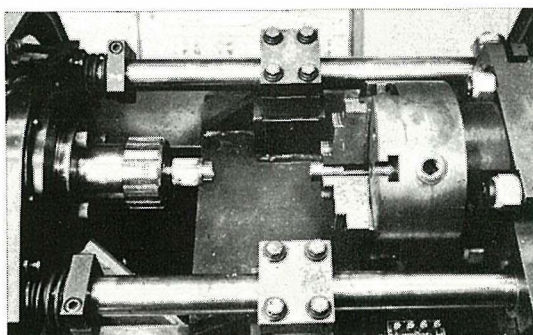


写真 2, 加工物の保持状況

耐 熱 合 金 の 進 歩 (5)

||||| Nimonic 系合金の再結晶 |||||

前回では Ni—Cr 二元合金系の再結晶について述べたので、ここでは Nimonic 系合金の再結晶を検討してみよう。この合金系は電熱線として広く知られている Nichrome 合金から発展してきたもので、初期の Nimonic 75 は Nichrome に0.4%程度の Ti を添加したにすぎないが、Ti と Al を添加したものが Nimonic 80、これに多量の Co を添加したものが Nimonic 90、さらに Mo を添加したものが Nimonic 100 である。そして Ti あるいは Al 濃度を次第に高めてきており、Co や Mo による素地組織の強化と γ' 相の析出硬化作用の高温側への移動とによって、高温強度を次々と向上させて来たものである。

ところで耐熱合金研究室で発見した No 64Bや No 64

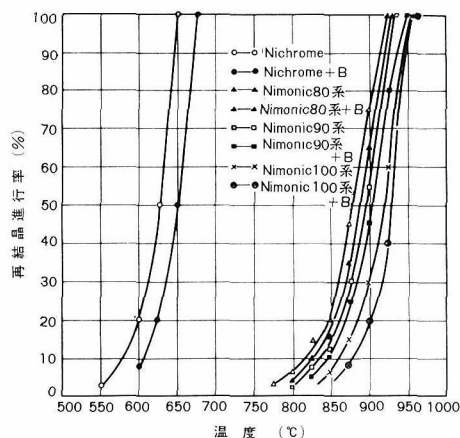


図 7, Nimonic 系合金の再結晶進行率

BC 合金はいずれも B を含んでいる。しかしこれらの強力な Ni 基合金は多量の Al と Ti を含む鑄造合金であるから強度の冷間圧延を施してその再結晶挙動を調べることは困難である。Bは再結晶に如何に影響するのだろうか。

一方, Nimonic 系合金でも Nimonic 80 までは冷間加工が容易であるが, Nimonic 90 以上の合金になると Al や Ti の濃度が高くなるために困難である。また, Al, Ti の濃度を変えたのでは Co や Mo の添加による素地組織の強化が再結晶温度をどの程度高めるかを知ることができない。そこでこの研究では冷間圧延が可能な範囲で取りうる Al, Ti 濃度を Nimonic 100系合金から選び, 他の Nimonic 系合金もこの濃度一定となるようにした。そして B 含有の有無と Co や Mo の添加が再結晶に如何に影響するかを求めた。表 5 に試料の化学組成を示すが, これらの合金はいずれも高周波真空溶製で得たインゴ

表 5 試料の化学組成 (%)

試 料	Ni	Cr	Co	Mo	Al	Ti	B
Nichrome	80	20	—	—	—	—	—
Nichrome+B	79.8	20	—	—	—	—	0.2
Nimonic80系	76.5	20	—	—	2	1.5	—
Nimonic80系+B	76.3	20	—	—	2	1.5	0.2
Nimonic90系	56.5	20	20	—	2	1.5	—
Nimonic90系+B	56.3	20	20	—	2	1.5	0.2
Nimonic100系	51.5	20	20	5	2	1.5	—
Nimonic100系+B	51.3	20	20	5	2	1.5	0.2

ットを熱間圧延し, 1150°C で 2 時間加熱後水冷の溶体化処理をして70%加工度の冷間圧延を行なった厚さ 0.6 mm の薄板である。

これらの試料を各温度に 2 時間加熱後水冷して得た再結晶進行率を図 7 に示す。Nichrome 合金の再結晶は約 550°C から始まり, この試験条件では 650°C で完了する。これに対して B を含むものは 600°C 付近から再結晶が開始し, 675°C で完了する。すなわち B の添加によって明らかに再結晶温度が上昇する。しかし Nichrome に Al, Ti を加えると再結晶温度は飛躍的に上昇する。すなわち Nimonic80 系合金は Nichrome 合金より 250°C も再結晶温度が高い。そして Co を添加した Nimonic 90 系, さらに Mo を添加した Nimonic 100 系の順に次第に再結晶温度が高くなる。進行率 60% を再結晶温度とすれば, Nichrome 630°C, Nimonic 80 系 885°C, Nimonic 90 系 905°C, Nimonic 100 系 925°C となる。一方これらに B を添加した場合は Al, Ti を含まない Nichrome 合金では約 25°C 高くなるが, Al, Ti を含む Nimonic 系合金ではいずれも 10°C 程度上昇するにすぎない。すなわち B による再結晶温度の上昇は顕著ではない。それでは B による高温強度の飛躍的上昇は何に原因しているのであろうか。

再結晶完了以上の高温に加熱してみよう。実験は 1100°C まで行なわれた。そして B を含まぬ合金はたとえ多量の Co や Mo を添加して素地を強化したものでも再結晶完了温度以上では結晶粒が速かに成長し, 1100°C では粗大化してしまう。しかし B を含むものは遙かに成長速度が遅く, 1100°C でも細かい組織を示している。写真 4 と 5 にこれらの顕微鏡組織を掲げておく。B の結晶粒界の強化作用が如何に著しいものであるかが知られるであろう。

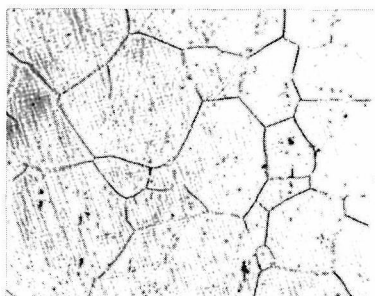


写真 4 1100°C で 2 時間加熱した
Nimonic100 系合金 (×220)

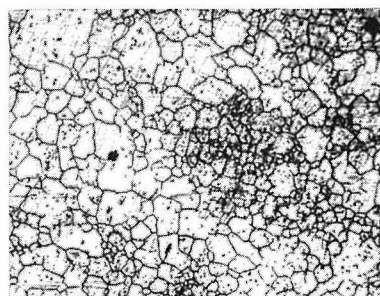


写真 5 1100°C で 2 時間加熱した
Nimonic100系+B合金(×220)

Zinc - Ferrite の酸溶速度について

金属の製錬過程においては粉体を取扱うことが多く、したがって粉体が関与する反応の反応速度が重要な問題になってくる。例えば鉄鉱石の直接還元の場合には粉鉄の還元速度が問題となり、湿式製錬の場合には種々の粉鉄の水溶液中への溶解速度が問題となる。

このような粉体が関与する反応において、その速度に影響する因子としては粉体の形状的な因子と、その粉体が持っている結晶的因子とを考えなければならない。前者としては粒度分布、表面積、集合状態などがあり、後者としては格子欠陥、格子ヒズミなどが考えられる。これらの因子は粉体を取扱う過程で同時に変化することが多く、例えば磨砕すると表面積が増加すると同時に格子欠陥、格子ヒズミも増大する。そこで製錬反応の速度におよぼす種々の影響を検討する場合、これらの因子を分離して考えることが必要となる。

湿式亜鉛製錬において、焙焼の際に生ずる Zinc-Ferrite は希硫酸に難溶性のため収率低下の原因となる。そこで Zinc-Ferrite の酸溶速度について検討してきたが、Zinc-Ferrite は生成条件により酸溶速度が異なる。しかしその差が表面積などの形状因子によるものか、生成条件により格子ヒズミその他の異った Zinc-

はシュウ酸第1鉄を分解、酸化させたものを使用した。それ以外の生成条件は全く同一とした。試料の分析値を表1に示す。これら試料の表面積は液体窒素の温度で窒素ガスを吸着させる方法により測定した。また浸出は各回毎に試料 0.5 g を 9 % 硫酸 50 cc 中で攪拌しながら行なった。浸出結果を図1に示す。図からA試料の方がBより溶解しやすいことがわかる。もしこの溶解反応が表面での反応によって律速され、したがってその表面積に比例すると仮定すれば次式がなりたつ。

$$1 - (1 - X)^{\frac{2}{3}} = Kt \quad K = \frac{1}{3} \cdot k \cdot S_0$$

X : 浸出率

t : 浸出時間 (min)

K : 見掛けの溶解速度定数 (min^{-1})

S_0 : 最初の比表面積 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)

k : 溶解速度定数 ($\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

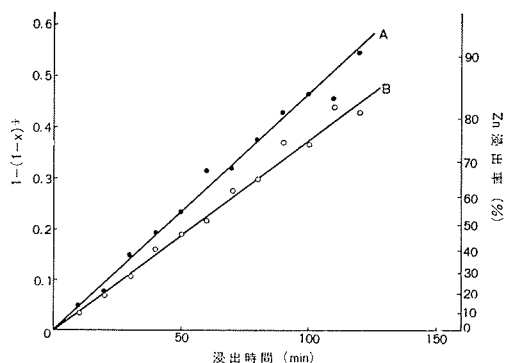


図2 Zinc-Ferrite の酸溶速度

ここで K は表面積の項を含んだ速度定数であり、 k はそれを含まない本来の速度定数である。この式により第1図を書き変えると図2のようになり、80%程度までは

表1 試料

試料	酸化鉄調成温度 (°C)	Ferrite生成温度 (°C)	Zn (%)		Total Fe (%)	Ferrite生成率 (%)
			FerriteZn	Free Zn		
A	850	900	26.50	1.12	45.67	97.71
B	500	900	26.06	1.15	46.22	96.09

Ferrite が生じたためなのか不明である。これらを明らかにするため試料の表面積を測定し、酸溶速度との関係を検討した。

試料Aは硫酸鉄を熱分解した酸化鉄を使用し、試料B

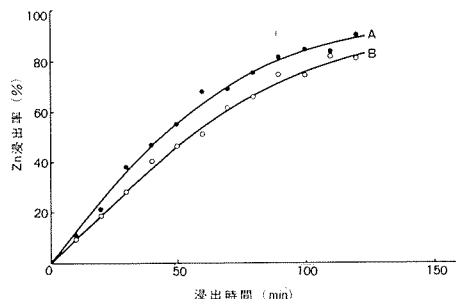


図1 Zinc-Ferrite の溶解
浸出液: 9 % H₂SO₄
浸出温度: 80 °C

表2 溶解速度定数

試料	浸出条件	S_0 (m^2/g)	K (min^{-1})	k ($\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
A	9% H ₂ SO ₄ , 80°C	2.67	4.75×10^{-3}	5.34×10^{-3}
B	9% H ₂ SO ₄ , 80°C	2.00	3.77×10^{-3}	5.66×10^{-3}

近似的に直線関係が成立する。この傾斜から求めた k , およびそれと S_0 から計算した k を表2に示す。 k の値で比較すると両試料ともほぼ等しく、これは試料の酸溶速度の差は単に表面積の差に由来するものであることを示している。すなわち使用した酸化鉄の製法の違いは Zinc-Ferrite の酸溶速度に影響しない。

(非鉄金属材料研究部希有金属研究室)

ヨーロッパ出張の断片

金属化学第3研究室長

理博 須藤 恵美子

エレクトロニクスや電子工業の発達にともない半導体などの新しい電気材料や電子炉材料の研究がさげばれ、極微量不純物の存在が問題となり超高純度金属または高純度材料の研究および製造が盛になって来ている。

したがって現在までの PP^m (10^{-6}) から更に PP^b (10^{-9}) の極微量の不純物の定量が全成分にわたって確実にしかも迅速にとらえることが要請されていることが当然である。しかし従来の種々の分析方法ではこの様な極微量不純物の検出は不可能もしくは困難であった。

近年めざましい分析機器の発展にともない超高純度固体物質中の極微量不純物の検出、定量に対する質量分析器が登場して来た。

イギリスのエレクトロニカル・インダストリーズ社 (AEI) においては世界でも一番古くよりこの二重収束型質量分析器を手がけ生産し、ヨーロッパ各地および米国、ソ連に於て工場又は研究所で広く使用されておる。

今回本研究所においてもこの機器を設置するにあたりその実地の使用および各地におけるその機器の活動状況を視察するべき時を与えられ昨年7月末より約2ヵ月間のヨーロッパ出張の命を得た。

AEIの研究所はロンドンより約汽車で4時間の工業都市マンチェスターの中心より更に車で約20分ほどの所にあり、広々とした工場地帯にある。マンチェスターは雨が非常に多いところと聞いていたが初めの数日は全くすばらしい快晴にめぐまれ研究室の窓からは手入れの行きとどいた緑の芝草から青い空へと広がる景色がすばらしくながめられ日本とのちがいをひしひしと感じさせられた位だった。

朝は8時45分むかえの車が来、夕方は4時半(5時になると車がこむので一足早いらしい) いやおう無しに送り返される。ここでは殆んど残業等ないらしい。研究室には固体用質量分析器以外の質量分析計が数台あり、1日中熱心にそれぞれと取り組んで居、時には私の様に外国からそれをつかいに来ている人が見える。名にしおうイギリスのお茶の時間はやはり何をおいても午前と午後きちんと守られ、ビスケットと共にますます食欲のなくなるおもいではじめのうちはへいこうした。イギリス人はとかく取りすましていてとか冷たいとか云はれるが、この研究所の人は研究室の人々は勿論毎朝むかえに来てくれる女の運転手の人も交換嬢も実に親切で、あかるく楽しく過ごし得たことは、洋の東西を問わず、やはり田舎の純朴さからか、いざしらずとにかく何の郷愁も無く

のびのびくらせたことは実に幸であった。土曜、日曜と続く休日でもホテル(家族的な小さなホテルのせいもある)の主人と奥さんがかわるがわるドライブにつれて行ってくれたり思出はつきない。

イギリスではバーミンガムのニッケル研究所で本機器により高純度ニッケル中の不純物定量をしなかなかの成果をあげておるが設置してから4年になるとか、研究員の中にはお嬢さんが1人居て彼女もずっとこの機器にとりついておるよし。独乙の分光研究所でも数年になり現在は窒化物の問題にとり組んで居。はじめの数年間の苦勞をよく説明してくれ、色々とはげましてくれた、いかにも独乙人らしいあかるい私の2倍もある様な親切なドクターを思い出す。スイスのアルミニウム研究所でも高純度アルミニウム中の不純物の検出に用いている状況がよくうかがわれた。ここでは室内の除塵の為のえらく大きいスリッパが印象にのこった。総じて云えることは何れの工場でも研究所でも広い部屋に機械が設置されしかも1台の機器に少くも3人から4人の人が取りくんでやっていることで、これは私どもにとって一番うちやましいことに思われ、これでこそはじめて機器が充分にその性能を発揮出来るまでもってゆけるものであることをおしえられた。

更にもう一つの目的としては、最近エレクトロニクスの分野の発達による計数管の発達とX線管球の発達により高精能の蛍光X線装置が出来、大いに研究および成分管理分析部門に役立って来た。オランダのフィリップス社で全自動蛍光X線分析装置PW1210型の機器について実際の試料につき種々の実習を行った。本機器は現在本研究所に設置されたが、これはX線管球100kvで定性定量何れにも使用出来、研究ならびに成分管理の両用に使用することが出来る。試料を非破壊のままでも定量出来しかも化学分析では非常に分離困難なものも簡単に定量出来るという利点を有する。

オランダ人はイギリス人のように別に愛想はよくなく、むしろ日本人に似た所がある様で、なれて来ると大変親切で、ここで助かったことは相手は物理屋でこちらが化学屋であることでお互うまく仕事がやれたことである。実に熱心にこちらでやりたいことをやらせてもらい大いに感謝した。

その他各地の研究所では主として分析室をみせてもらったが、さすが古いものを大切にするだけあって古い機器を後生大事にかかえ込んでそれ等の機器にふさわしい古めかしい部屋でやっているのも新しい機器を入れるすきが無い様にみうけられたが、その他の国に至ると実に奇麗に広々とみがきあげられた床の上を歩くのさへはばかり様な所でのびのびと研究している様子がよくうかがえる。そのせいあってか人間も実におおらかにみうけられたことは大いに勉強になった。

仕事以外にも各地で各国の人々が非常に親切にしてくれ、思いかけぬ旅情を味わうことが出来大層勉強になり、それがあなたは女であるからだと言われる人があるならば、女であることの今迄の数々の不利を一気に挽回した様な時を一寸でも得たことを合わせて感謝する次第である。

(通巻第62号)

編集兼発行人 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)