

1993 No. 1

# 金材技研

# ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

新年のごあいさつ／  
完全非接触溶解装置／  
急熱ひずみその場測定

## 新年のごあいさつ

所長 新居和嘉

新しい年を迎えるにあたり、一言ごあいさつ申し上げます。

本年10月より金属材料技術研究所の筑波への移転がいよいよ始まります。現在の予定では千現地区(現在、筑波支所のある場所)の建物工事は9月末で完了し、10月以降実験装置の搬入を始めます。また桜地区(千現より北へ直線距離にして約4km離れている)の工事は12月末に完了し、平成6年1月より移転が始まります。両地区とも平成6年6月には移転が完了する予定です。このように当研究所の筑波移転もいよいよ間近に迫ってまいりました。

我々はかねてより金属材料技術研究所の筑波移転を単なる移転とは考えず、材料科学技術の先導的研究を行う、より活動的な新研究所の創設と考え、そのための計画を検討してまいりました。昨年4月、それは第四次長期計画としてまとめられました。それによると筑波に移転した後の金属材料技術研究所の姿は次のように描かれています。

まず、当研究所はその主力を筑波千現地区に集結させ、基礎科学に立脚した材料研究を推進する。一方、筑波桜(柴崎)地区には「極限場研究センター(仮称)」を創設し、極限場を利用した国際共同研究を実施する。また、東京材試地区には、「材料情報専門センター(仮称)」を設置し、材料情報に係わる研究を推進する。なお、クリープデータシート業務は、従来の計画に従って材試地区で継



続する。もちろん、これはまだ我々の構想の段階ではありますが、我々はこの構想の実現のために粘り強く努力を続けていく所存であります。

研究に関しても、第四次長期計画に基づく新しい研究グループ、研究チーム制を平成5年度よりスタートさせます。筑波へ研究者が集結しますと、グループやチームの編成が容易になり、研究者の集結、流動化の効果として研究の活性化につながるのではないかと、この点でも筑波移転に期待しております。

我々は筑波移転を通して自己変革を図り、それによりさらに研究所を活性化していきたいと考えております。関係者各位の相変わらぬご理解とご協力をお願い申し上げる次第です。

# 金属の完全非接触溶解装置の開発

—— チタン2.3kgの浮揚溶解に成功 ——

従来の金属溶解法では、耐火物製のるつぽを用いるため、熔融金属中に耐火物からの不純物の混入や、化学的に活性な金属ではるつぽとの直接反応が避けられず、高純度金属材料の溶製は非常に困難であった。また高融点金属の場合には金属の融点がるつぽの耐熱温度よりも高いため、耐火物るつぽを使用する溶解は不可能であった。このため、ニオブ、チタン、ジルコニウムなどの高融点、活性金属およびそれらの合金は現在、水冷銅るつぽを使い、アーク、電子ビーム、プラズマなどによって溶製されているが、これらは金属を部分的に溶解して行く方法であるため、組成の均一性を得にくい、またアルミニウム等の低融点金属を合金元素として添加する場合にはその蒸発による損失が大きく組成が安定しにくい、などの難点がある。そのため、これらの金属材料の溶製に適した溶解法の開発が望まれていた。

非接触溶解法として高周波による電磁力を用いた浮揚溶解法がある。しかし、従来のこの方法ではグラムオーダーの金属しか溶解できない。そこで当研究所では多量の金属を浮揚溶解できる装置の開発をめざして研究を進めてきた。高周波うず電流を効果的に生じさせるためにスリット（切れ目）を入れた水冷銅るつぽを用い、るつぽの形状、スリット幅、るつぽとコイルの相対位置、電流、周波数などの装置条件と浮上力との関係について電磁気学的解析を行うとともに実験を重ねてきた結果、今回、キログラムオーダーの金属を浮揚溶解できる装置の開発に成功した。

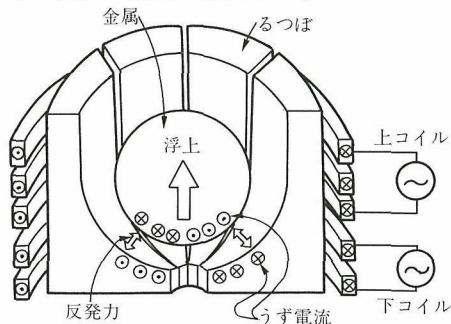


図 浮揚溶解装置の原理。⊗電流の向きが紙面の  
上から下へ、⊙下から上へ。

この浮揚溶解装置の原理を図に示した。るつぽの外側に巻かれたコイルに高周波電流を流すと、磁束によってるつぽとその中の金属にうず電流が誘起される。この際、うず電流の方向がるつぽと金属とで逆になっているため、金属はうず電流間の反発力により浮上するとともに、誘導加熱によって昇温し溶解する。しかしながら金属の種類により密度、融点、電気抵抗等の物性値が異なるため、浮上に必要な電流をコイルに流しても昇温が十分でなかったり、昇温に必要な電流を流すと反発力が大き過ぎて金属がるつぽから飛び出すというように、単一の電源を使用した場合には安定して浮揚溶解させることが難しかった。

この欠点を改善するために本研究で考案したのが周波数の異なる2つの電源による制御方式である。これは、るつぽの周りに上下2組のコイルを配し、下側のコイルは主に浮上力を受け持っており、浮上力は周波数の平方根に比例する。一方、上側のコイルは加熱を受け持っており、周波数が高いほどうず電流は金属の表面を流れるため加熱効率が高くなる。このように2つの電源を用い、浮上および加熱に適した形状のるつぽを考案したことにより、溶融させる金属の種類が異なっても、また溶融量を変えても、電流と周波数を任意に制御して加熱、溶解ができるようになった。今回開発した装置では通電開始後2～3分で純チタン2.3kgを、また将来の軽量耐熱材料として注目を集めている金属間化合物チタン・アルミニウム(TiAl)も同量を完全に浮揚溶解させることができた。



写真 浮揚溶解中のチタン(重量2.3kg)

# 材料の急熱ひずみをその場測定

## —— レーザースペックル法の応用 ——

鋼板の溶接など材料が局部的に加熱されたときに生じる急激な熱ひずみは高温割れなどの欠陥の発生と密接に関連している。このような動的な熱ひずみをその場測定するような方法はこれまでなかったが、当研究所では熱ひずみの測定にレーザースペックル法を応用するための基礎的研究を行ってきており、実現への見通しを得た。以下にこれまでに得られた結果を紹介する。

レーザースペックルとは、物体に照射したレーザー光が表面で乱反射され、干渉し合った結果生じる光学的なスペックル(斑紋)を云う。物体がひずみを受けて変形するとそれに伴ってこのスペックルのパターンが変化することから、この変化を読むことにより逆にひずみを求めることができる。これがレーザースペックル法の原理で、主として引張試験など比較的遅いひずみ速度の測定に用いられてきた。図1は本方法の概念図である。変形の前後の試料表面のスペックルパターンは図に示すように光の強度分布の形で記録(サンプリング)され、2つの波形間の「ずれ」を検出することによってひずみを求める。

本研究では、この方法を金属の溶接部のような急熱、急冷される部位に適用することを目的として、加熱部近傍の動的ひずみの測定方法、測定精度とレーザービームのスポット径ならびにスペックルパターンのサンプリング速度との関係などを検討してきた。実験には光源としてヘリウム・ネオンレーザーまたはアルゴンイオンレーザーを、

試料として厚さ4mmのステンレス鋼の薄板を、局部的加熱の熱源としてTIGアーク(タングステンイナートガスアーク)を用いた。線状に移動する熱源を薄板上に置き、熱源が通過する定点の裏側でひずみと温度の変化を測定した。図2にデータ処理をほどこした測定結果の一例を示す。図の横軸はビームの移動を時間で表したもので全幅は17秒間である。また、アルゴンイオンレーザーを用い、ビームのスポット径は2.5mmである。ひずみを表す縦軸のスケールは図の左半分と右半分とで異なり、左側の感度は右側の10倍である。図の中央の矢印は感度の切り換えを表している。

これらの結果から、レーザースペックル法は、1000℃以上の高温に急熱され冷却される部位の動的ひずみの測定にも十分適用可能であること、測定精度は薄板の表面のひずみ速度や熱による薄板のたわみなど、変形の仕方に大きく依存することがわかった。本実験に用いた測定系は1秒間にスペックルパターンを最高250回サンプリングできる。現在、測定可能なひずみ速度の上限は $1 \times 10^{-3}$ /秒であるが、サンプリング速度とスペックルパターンのデータ処理に工夫をこらすことによってなお向上させることが可能である。

材料の加熱部における局所ひずみと欠陥の発生との関係の定量的解明は材料の信頼性向上など実用上の問題にとって重要であり、本方法がそれに大きく貢献できるものと期待される。

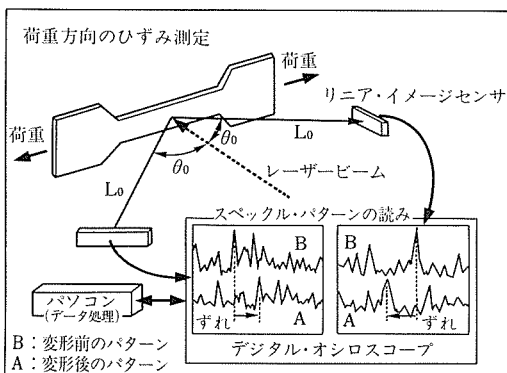


図1 レーザースペックル法の概念図

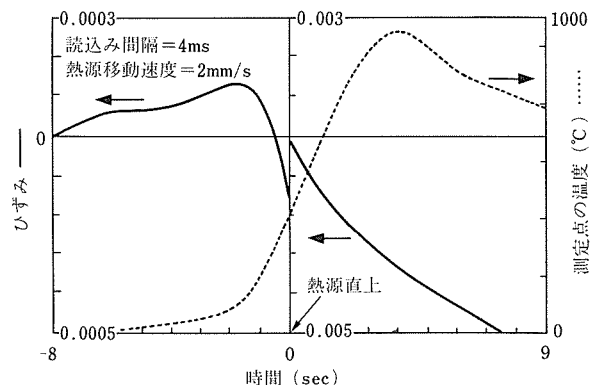


図2 TIGアークで加熱したステンレス鋼薄板の熱ひずみと温度変化

## ◆特許速報◆

## ●出 願

発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 者 名
X線分析装置	4. 9. 29	04-282174	桜井健二, 他2名(理学電機㈱との共同出願)
トンネル電流微細加工法	4. 10. 8	04-293952	升田博之, 長島伸夫, 松岡三郎
V <sub>3</sub> Si超電導極細多芯線材の製造法	4. 10. 16	04-303290	竹内孝夫, 井上 廉
部品の製造方法	4. 10. 21	04-305853	新谷紀雄, 岸本 哲, 江頭 満, 京野純郎

## ●登 録

発 明 の 名 称	登録日	登録番号	発 明 者 名
酸化物高温超電導体皮膜の形成方法	4. 11. 11	1708286	北原 繁, 井上 廉, 吉田勇二

## ◆短 信◆

## ●外国人研究員の受入れ

氏 名 Waraporn Rungruangkanokkul

所 属 タイ チュラロンコーン大学 金属材料  
科学研究所

テーマ 大気腐食研究

期 間 平成4年11月16日～平成5年2月2日

テーマ 有機金属被覆に関する研究

期 間 平成4年11月16日～平成5年2月2日

氏 名 Kim Joung Soo

所 属 大韓民国 韓国原子力研究所

テーマ 軽水炉材料の環境劣化に関する研究

期 間 平成4年11月15日～平成5年3月31日

氏 名 Naetsai Chulasai

所 属 タイ タイ科学技術研究所

## ●海外出張

氏 名	所 属	期 間	行 先	用 務
塩田 一路	機能特性研究部	4.11.5～4.11.8	アメリカ合衆国	傾斜機能材料に関する国際ワークショップ
福島 孟	組織制御研究部	4.11.4～4.11.8	アメリカ合衆国	傾斜機能材料に関する国際ワークショップ
増田 千利	損傷機構研究部	4.11.7～4.11.22	アメリカ合衆国	特性発現モデルに基づく先端材料の特性解析技術開発に関する国際共同研究
横川 忠晴	材料設計研究部	4.11.15～5.2.15	連合王国	日英共同研究「新素材の原子配列設計制御プロジェクト」
坂井 義和	第1研究グループ	4.11.16～4.12.15	オランダ王国	Cu-Ag導体材料のロングパルスマグネットへの応用に関する研究
小口多美夫	基礎物性研究部	4.11.21～4.12.20	連合王国	日英共同研究「新素材の原子配列設計制御プロジェクト」
海江田義也	第3研究グループ	4.11.28～4.12.7	ドイツ連邦共和国	二重燃焼合成装置に関する研究
平野 敏幸	反応制御研究部	4.11.29～4.12.6	アメリカ合衆国	1992年米国材料学会
小口 信行	表面界面制御研究部	4.11.29～4.12.13	アメリカ合衆国	1992年米国材料学会
知京 豊裕	表面界面制御研究部	4.11.29～4.12.6	アメリカ合衆国	1992年米国材料学会
岡本 昌明	第3研究グループ	4.12.7～4.12.13	大韓民国	日韓科学技術協力協定に基づく共同研究プロジェクト

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所  
(本 所) 〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12  
TEL(03)3719-2271, FAX(03)3792-3337  
(筑波支所) 〒305 茨城県つくば市千現1-2-1  
TEL(0298)51-6311, FAX(0298)51-4556

通巻 第409号 平成5年1月発行  
編集兼発行人 松 岡 浩  
印刷所 株式会社 三 興 印 刷  
東京都新宿区西早稲田2-1-18