

# 材技研

## NO. 18

# ニュース

## 科学技術庁 金属材料技術研究所

### 80ton 溶接部不均一加熱熱応力破壊試験装置

原子炉用圧力容器やコンテナおよび各種パイプなどはすべて溶接で組立てられている。これらの溶接継手には不均一な温度分布による複雑な熱応力が発生し、しかも原子炉の停止および起動時に非常に大きな熱応力を発生する。この加熱冷却による熱サイクルを繰返しうけると、そのつど熱応力が発生し、とくに溶接部に形状の不連続部、溶接欠陥あるいは溶接残留応力などがある場合には、溶接部には局部的に降伏点をこえる大きな熱応力が繰返し発生して、局所的なフリーブ破断を生じ、ついには溶接部が破壊することがある。

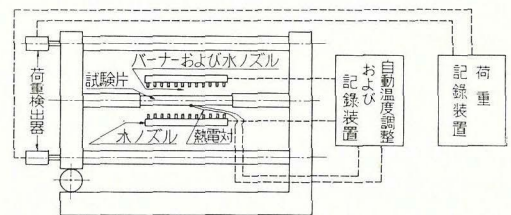
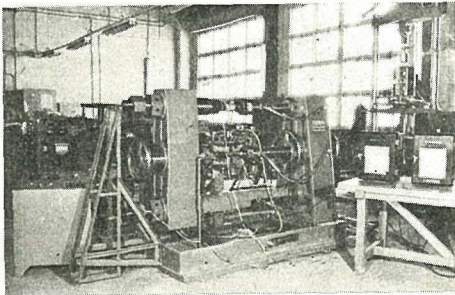
このような急激な温度変化の際に生ずる熱応力の繰返しによる金属材料の脆化および破壊を熱衝撃あるいは熱疲労破壊と呼んでいる。

この現象は、原子炉のみならず火力発電用ボイラおよび化学工業装置等の高温使用の金属材料に対しても溶接継手の安全性を脅かす研究課題として各国で注目を集めているが、この問題は小型の溶接試験片を用いては解決できないので、今回当研究所で 80ton の大型試験機を試作し、問題の根本的解決を図ることになった。この種の装置はわが国では初めてのものである。

本装置は実物に近い大きな板状の溶接継手試験片について、試験片の上下両面に繰返し急激な温

度変化をあたえ破壊に至るまでの温度サイクルの回数を計測し、その熱疲労強度をしらべるものである。その装置の外観を写真に示し、また機構を図に示す。

板状試験片は、2本の円柱によって左右のフレームに強固に固定される。試験片の下面には常に一定温度の水が注がれて、他方上面は酸素、アセチレンガスによって加熱された後、一定時間定温に保ち、次に水ノズルによって急冷され、加熱冷却の温度サイクルを繰返しうける。この温度サイクルの調整および記録は、自動温度調整および記録装置によって行われる。試験片上面温度は最高 1200°C まで設定できる。このようにして繰返し熱サイクルを与えると、上下面の間に急激な温度勾配による強大な熱応力が繰返し生ずるが、この熱応力は2本の円柱の歪から歪計によって検出され荷重記録装置によって自記記録される。本試験装置によって、実物大の溶接継手試験片が破壊するまでの熱サイクル数を計測し、また熱サイクルと熱応力サイクルなどの測定結果などから、キレツ発生条件と進展状況に及ぼす温度勾配、温度変化、溶接施工および溶接後熱処理の影響につき試験することができ、その結果、材質と溶接施工法の改善に役立つと考えられる。



両端固定不均一熱応力破壊試験装置系統図



## ≡≡≡高導磁率 Fe-Al-Mo 合金の開拓≡≡≡

磁性材料としてはもとより、耐熱および耐食性を対称としたFe-Al合金に関しても近年国の内外を問わず活発な研究が行われているが、この合金の材質に着目した特性並びに加工性の改善に関する研究はきわめてその数が少ない現状である。第2部磁性材料研究室においては、特にAl濃度の高い領域における高導磁率Fe-Al合金について、その特性改善の目的で添加元素の影響を検討し、Fe-Al-Mo合金を始めそのほかにきわめて興味ある効果を認めるに至った。

表1は各種試料の磁気特性の一例を示したものである。試料は熱間圧延による2m/m板からリング状に機械加工し、1000°C2時間の水素焼鈍を施し600°Cまで炉冷して10分間保持した後水中急冷したものである。表より明らかなように、Fe-Al-Mo合金は従来のFe-Al合金に比較してその特性に著しい向上が認められる。一般的にFe-

表1 各種試料の磁気特性

溶解法 試料 特性	真空溶解		大気中溶解	
	Fe-Al合金 (Al15.6%)	Fe-Al-Mo 合金 (Al14.4%, Mo3%)	Fe-Al-Cr 合金 (Al15.0%, Cr1%)	Fe-Al-Mo 合金 (Al14.8%, Mo3%)
初導磁率 $\mu_{0.01}$	5,200	11,000	3,000	3,000
最大導磁率 $\mu_m$	48,000	94,000	36,000	57,000
抗磁力 Hc	0.04	0.03	0.06	0.03
残留磁束密度 Br	3,000	4,000	3,800	3,200
飽和磁束密度 B <sub>10</sub>	6,500	7,600	7,100	7,300

ただし、HcはH=1 oe, BrはH=10oeより減磁した場合を示し、またB<sub>10</sub>はH=10 oe の場合のBに対応する。



写真1 Cioffi型自記磁束計

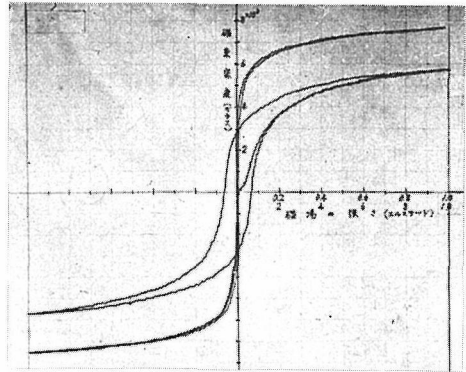


図1 測定結果の一例

Al合金の導磁率および抗磁力などはほぼAl量の増大に伴って改善される傾向にあり、Al量が約16%付近において最高に達する。一方飽和磁束密度はAl量の増大に伴って漸減し、同時に加工は次第に困難となり、17%のAlを含む合金ではほとんど磁性は認められず加工は全く不可能となる。しかるにFe-Al-Mo合金では最適磁気特性を示すAl量がFe-Al合金に比較して、1.5%~2%低下するため、飽和磁束密度の向上とともに加工性に重大な影響をもたらし、かつ広い組成範囲にわたって優れた磁気特性を示すことが認められた。以上の特質は従来Fe-Al合金の欠陥とされていた諸項を補促するものであって、Fe-Al-Mo合金の開拓には充分なる意義があると考ええる。当研究室では溶解、鋳造、加工および熱処理など工程の全域にわたって最適な製造方法の確立を計るため現在研究中であるが、同時に本合金に要求される電気特性ならびに耐食性、耐摩耗性に関する実験も目下準備中である。

一方磁気測定には主として写真1に示すようなCioffi型自記磁束計を使用している。本機の最高および最低感度はそれぞれ $1 \times 10^6$ 、 $1 \times 10^3$ マックスウェルターンであって、記録部を含めた総合精度は0.5%以下である。図1は測定結果の一例であり、これの測定所要時間はわずか2分以内である。

なお高周波磁気測定装置ならびに磁場冷却装置などは現在整備中であるため、近い将来には詳細な磁気特性に関する紹介が出来るものと考えられる。

# 昭和35年度研究計画

1. 耐熱材料に関する研究
  - 1—1 ステンレス鋼に関する研究 (第1部・熱処理研究室)
  - 1—2 超耐熱合金の性能向上に関する研究 (第1部・耐熱合金研究室)
  - 1—3 高Mn耐熱鋼の性能向上に関する研究 (第1部・耐熱合金研究室)
  - 1—4 高温強度における温度応力条件および雰囲気の影響に関する研究 (第4部・材料強度研究室)
  - 1—5 金属材料の高温酸化防止に関する研究 (第3部・表面化学研究室)
  - 1—6 珪化物系耐熱材料に関する研究 (第2部・粉末冶金研究室)
2. 純金属の製造法とその利用に関する研究
  - 2—1 高圧抽出法による精練法に関する研究 (第7部・希有金属研究室)
  - 2—2 純クロムなどの高速度加工法に関する研究 (第7部・高純度金属研究室)
  - 2—3 Na還元法によるZr, Hfなどの工業的製造に関する研究 (第3部・化学冶金研究室)
  - 2—4 純クロムの製造および利用に関する研究 (第7部・高純度金属研究室)
  - 2—5 ニオブの精練およびその合金に関する研究 (第7部・希有金属研究室)
  - 2—6 高純度金属の物理精製とその利用に関する研究 (第7部・高純度金属研究室)
  - 2—7 純金属などの研究に必要な分析法に関する研究 (第3部・分析化学研究室)
  - 2—8 高純度珪素の製造に関する研究 (第3部・化学冶金研究室)
  - 2—9 硫化鉄の湿式塩素処理による良質製鉄原料の製造に関する研究 (第7部・希有金属研究室)
3. 鋼および特殊鋼の品質向上に関する研究
  - 3—1 軸受鋼の品質向上に関する研究 (第1部・鉄鋼研究室)
  - 3—2 鋼中の非金属介在物に関する研究 (第1部・鉄鋼研究室)
  - 3—3 S曲線に関する研究 (第1部・鉄鋼研究室)
  - 3—4 鋼の脆性に関する研究 (第2部・物理冶金研究室)
  - 3—5 残査分析法の確立に関する研究 (第3部・分析化学研究室)
  - 3—6 特殊の製鉄製鋼法に関する研究 (第3部・化学冶金研究室)
  - 3—7 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 (第4部・材料強度研究室)
  - 3—8 強磁性材料の製造に関する研究 (第2部・物理冶金研究室)
  - 3—9 鋼の高速変形と破壊に関する研究 (第2部・加工研究室)
4. 鋼材の欠陥の制定および防止対策に関する研究
  - 4—1 非破壊試験法の確立および強度との関連に関する研究 (第4部・非破壊検査研究室)
5. 電子工業材料の製造に関する研究
  - 5—1 高導磁率 Fe—Al合金の製造に関する研究 (第2部・磁性材料研究室)
  - 5—2 耐食性弾性材料の製造に関する研究 (第2部・磁性材料研究室)
6. 溶接材料に関する研究
  - 6—1 ステンレス鋼溶接棒の改良に関する研究 (第6部・溶接棒研究室)
  - 6—2 耐熱合金の溶接に関する研究 (第6部・圧接材料研究室)
  - 6—3 高張力鋼の溶接性試験法に関する研究 (第6部・融接材料研究室)
7. 工業化研究
  - 7—1 溶接構造用高張力鋼の試作研究 (共同研究)
  - 7—2 珪素鋼板に関する研究 (第4部・工業化研究室)
  - 7—3 細粒鋼の溶製法に関する研究 (第4部・工業化研究室)
8. 鑄造に関する研究
  - 8—1 軽合金の振動鑄造に関する研究 (第7部・軽合金研究室)
  - 8—2 鑄造用鉄鋼原料の改善に関する研究 (第1部・鑄造研究室)
  - 8—3 排気鑄造に関する研究 (第1部・鑄造研究室)
9. 非鉄金属材料に関する研究
  - 9—1 Al合金の再結晶に関する研究 (第7部・軽合金研究室)
  - 9—2 ニッケル基分散硬化型合金に関する研究 (第7部・非鉄金属研究室)
  - 9—3 チタン合金に関する研究 (第7部・非鉄金属研究室)
10. 粉末冶金に関する研究
  - 10—1 粉末製造法に関する研究 (第2部・粉末冶金研究室)
11. 原子炉材料に関する研究
  - 11—1 原子炉用ステンレス鋼の加工と機械的性質に関する研究 (第5部・原子炉構造材料研究室)
  - 11—2 原子炉用異材継手の溶接と熱脆化に関する研究 (第6部融接材料研究室)
  - 11—3 金属トリウムおよびその合金に関する研究 (第5部・特殊冶金研究室)
  - 11—4 原子炉用金属材料の腐食、侵食に関する研究 (第5部・腐食研究室)
  - 11—5 原子炉用セラミックの高温における性能向上に関する研究 (第5部・原子炉構造材料研究室)
  - 11—6 原子炉用 Zr, Nb およびそれらの合金の真空溶接に関する研究 (第6部・圧接材料研究室)
  - 11—7 ベリリウムなど原子炉用新金属の加工と機械的性質に関する研究 (第5部・原子炉構造材料研究室)
  - 11—8 RI を利用する金属材料の品質向上に関する研究 (第5部・アイソトープ室)

編集発行人  
印刷

吉 村 浩  
奥村印刷株式会社  
東京都千代田区西神田

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)