

材技研

NO. 13

エース

科学技術庁 金属材料技術研究所

年 頭 に 際 し て

所長 理博 橋 本 宇 一



昨年11月15日に羽田を出発して12月8日に帰京するまでのあわただしいヨーロッパへのかけ足の旅の印象を述べるにあたり、まず新年のごあさつを述べたいと思う。

今年は昭和34年に続いて繁榮の年であり、建設の一層進みまた実を結んでいく年であるが、ソ連米同等の宇宙開発の進展に伴って科学技術的には

相当大きい刺激を受ける年であろう。

このたびの渡欧に際しての個々の問題を捕えてみると材料技術的に学ぶべき点も多く、反省させられる点も多かったが、相対的にみると、本研究所の現在の歩みは研究員の熱意ある協力さえ得られれば欧州における材料研究の場に何ら遜色なく、また大企業におけるそれをみても特に考えさせられるところは多くないと感じた。

ただ本研究所でも各個研究が多岐多様にわたって個人研究が活発になる傾向があるが、これでは従来わが国におけるものと何ら変わりなく、もっと総合研究が進んで行かなければならないと痛感された。たとえばリエージュにある試験高炉はその一例であって、これは年間2億円以上の運営費を要するものであるが、その50%はユニオンが持ち、残はベルギー政府、残はフランス鉄鋼研究所がもっており、ドイツ人、フランス人等の研究者がベルギー研究者と共に研究に従事して優秀な成果をあげ始めつつある。試験高炉としてはおそらく世界最大のものであって、このような高炉による研究は建設、運営共に協力体勢によるべきであって、これから三年間は研究費が楽に賄えるといったが、このような協力体勢の訓練はまことに必要であると痛感された。同様なことはフランスの鉄鋼研究所（イルシッド）とドイツのマックスプランク鉄鋼研究所が鉄鋼中の介在物の研究に協力体勢をして、イルシッドのクリュサール博士はエレクトロン

プローブマイクロアナライザーでドイツはコッホ教授が残渣分析で協同的に研究をやっているようになっていて、こうした体勢の推進をやって行くように、行政組織の理解が得られるように努力したい。国内的にももちろんであるが、本研究所の整備に伴って国際的科学技術協力体勢をしくようにしたいものである。

次にイルシッドのメス（ドイツ語ではメツ）支所についてであるが、同研究所はローレンの中心、換言すればフランス鉄鉱地帯の中心にある。同時にその近くにはザールの優秀な製鉄用精結炭をひかえているが、豊富ではあるが鉄含有量40%以下の貧鉄である。同所ではこの条件に適合する選鉄、製鉄の研究を総額約5億フランの経費をかけて実施しており、相当大きい成果を挙げているが、貧鉄に適する生産研究として注目すべきものと思ふ。この内容については追って記したい。

ドイツのデグッサ社のウラン工場をみたが、同所はカナダ産イエローケーキを材料としてウラン、酸化ウラン等の純度の高いものを造り、住友金属工業が技術的連けいをもつようになっているが、特に感ぜられたことはその工場が特別なホットラブでないことはもちろんであるが、注意すべき点については注意をほらい、たとえば真空溶解炉の内面の掃除は強力な粉末吸入装置で行い、ウラン又は酸化ウランの塵の立つことを極力さけており、拭く又は、はくというようなことはしていないことである。また熱間押出されたウラン棒の欠陥検査は電解研磨した後、徹底して連続超音波探傷されるというように徹底して行っていることが印象に残った。もちろん2Sをもってキャンニングする場合の溶接、その検査も良く徹底していたものである。また同所では真空溶解炉も造っていたが、大型の電子ガン2個の電子衝撃溶解炉（鋼溶解で30kgぐらゐの容量）の操業とその結果、タンタラム加熱体真空炉等印象に残ったものである。

紙面の都合で詳細を述べられないことをまことに残念に思うが、終りにドイツにおけるソニートランジスタラジオの盛んな進出など二年前と比較してわが国産品が新しく輸出市場を獲得しつつあることをみたことを報告できることをまことに喜びとするものである。

900°C, 1200 hr でラプチャー強度 14 kg/mm² の Ni 基合金を得る

— Ni 基耐熱合金の高温特性に関する研究 —

Ti および Al を含む析出硬化型の Ni 基合金は 800~850°C 附近のジェットエンジン動翼材として最も広く用いられているが、現在各国とも更にその高温特性を向上させて 900°C 以上の温度でも使用出来る合金を見出すべく鋭意研究を行っている。たとえば代表的な Nimonic 系合金についてみても Nimonic 80, 80 A, 90, 95 および 100 と順次改良されてきており、また最近では Microtung や DCM 合金のように 980°C, 100 hr のラプチャー強度が 14 kg/mm² というようなすぐれた Ni 基合金が見出されている。

第 1 部鉄鋼研究室においてはまず基礎研究として過去 1 年間 Ti 0.5~5%, Al 1~7% を含む数 10 種の Nimonic 100 系合金についてその高温特性を検討してきたが、この結果に基づいて表題のごとき性能を有する Ni 基合金を得るに至った。基礎研究として得られた諸結果のうち鍛造性、曲げクリープ強度および顕微鏡組織を一括して示

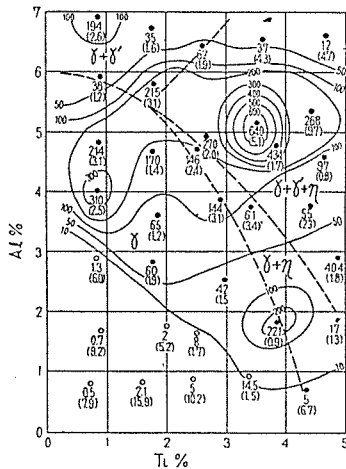


図 1 900°C, 曲げ応力 14 kg/mm² における曲げクリープラプチャー時間の等高線図
数字はラプチャー時間 (hr), 括弧内の数字は撓み (mm), ○印は鍛造可能合金, ●印は鋳造合金, 点線は組織成分の境界 (γ: 固溶体, γ': Ni₃Al, η: Ni₃Ti₂)

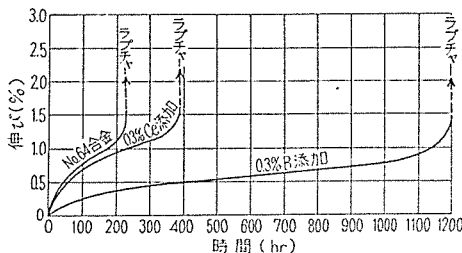


図 2 減圧溶製した No. 64 合金の 900°C, 14 kg/mm² における引張りクリープ曲線

合金	組成 (%)	C	Cr	Ni	Co	Mo	V	Cb	Ti	Al	Fe	その他
Fe 基	● 19-90L	0.3	19	9	—	12.5	1.2	0.4	0.3	—	66	—
	○ Timken	0.1	16	25	—	6	—	—	—	—	50	0.15N
	× N-155	0.15	21	20	20	3.0	2.5	1.0	—	—	—	0.15N
Co 基	△ S-816	0.38	20	20	43	4	4	4	—	—	3	—
	○ Vitallium	0.25	27	3	62	5	—	—	—	—	1	—
	▲ X-40	0.4	25	10	55	—	8	—	—	—	1	—
Ni 基	■ Inconel X	0.04	15	73	—	—	—	0.9	2.5	0.9	7	—
	△ M-252	0.1	19	5.4	10	10	—	—	2.5	0.75	2	—
	○ Nimonic 100	0.3	12	64	22	5.5	—	—	2.0	6.0	2	—
	● No.64合金	0.072	12.03	64	19.97	4.8	—	—	3.48	5.16	—	0.3B

したものが図 1 である。この図は Al, Ti 以外は Cr 12%, Co 20%, Mo 5%, 残 Ni の組成になるように高純度の原料金属を使用して大気中タンマン炉で急速溶製した合金を 1150°C で 15 hr 溶体化処理したもので鍛造の可能限界、各組織相の領域、高温特性の状況が一目して知られる。この図において特に注目すべきことは各組織相領域に各々ラプチャー時間のピークが存在すること、Al 1~2%, Ti 3~4% 附近に存在するピークは Al および Ti 濃度に対して従来の Nimonic 80 と Nimonic 90 に類似した組成領域であり、Al 3.5~5%, Ti 0.5~1.5% 附近に存在するピークは Nimonic 100 に相当するものであるが、更に Al 5~6%, Ti 3~4% 附近、すなわち γ+γ'+η の 3 相領域内に 1 つのピークが存在し、しかもこのピークは他の領域内のものに比べて著しく高いことがこの研究で明らかとなった。そこでこのラプチャー時間の最高値を示す組成合金を No. 64 合金と名づけ、このものを 10⁻¹~10⁻² mm Hg 程度の減圧下で溶解し、更にこれに少量の Ce, Zr, Nb, B 等の特殊元素を添加した合金について 900°C における引張りクリープラプチャー試験を行ったところ、図 2 に示すごとく 900°C, 14 kg/mm² でラプチャーライフ 1200 hr というすぐれた高温特性を有する材料を見出した。この材料が従来の各種超耐熱合金に比べて遥かに強大であることを示すために図 3 を掲げたが、当研究室では更に 1000°C で充分使用出来る材料を得べくこの種 Ni 基合金のみならず Co 基, Cr 基等の合金についても努力を重ねているので、これらの結果についてもいずれ報告したい。

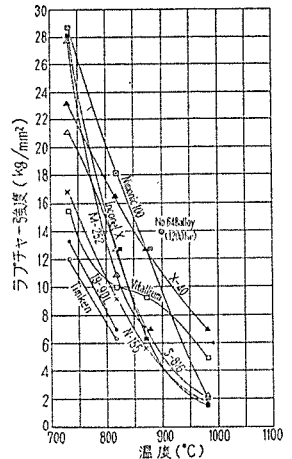


図 3 代表的超耐熱合金の 1000 hr ラプチャー強度の比較

動的拘束割れ試験装置の試作および それによる予備実験結果

1) 試験装置の概要

今度、第6部において動的拘束割れ試験装置を試作し、目下これを用いて軟鋼、高張力鋼、ステンレス鋼につき溶接割れ試験を行っている。

今まで行われてきた溶接割れ試験方法はいずれも大きな拘束を与えた状態で溶接を行い、溶接金属や溶接熱影響部における割れ発生状態から溶接割れ感受性を判定するという方法である。割れ試験を行う場合に特に問題となる点は、どのような形式の拘束（面内収縮変形の拘束や角変化の拘束等）をどの程度の厳しきで与えるかという点である。しかしながら今迄行われてきた割れ試験方法では残念ながら拘束度を広範囲に変化することは困難であり、拘束度を定量的に測定することもほとんど行われていない現状である。

以上のような現状にかんがみ、材技研第6部で長期の研究テーマとして採りあげている溶接割れの原因の探求とその防止対策の研究を行うに当たって、溶接中もしくは溶接後に2つの形式の拘束即ち面内収縮変形の拘束と角変化の拘束を広範囲の歪速度で溶接部に強制的に与えて溶接部の割れ感受性を判定するための装置として表記の装置を試作した。

試作した動的拘束割れ試験装置には引張形式のものや曲げ形式のものを含むが、目下引張形式のものについて重点的に実験を進めている。

動的引張拘束割れ試験装置は容量20tonで引張歪速度0.3~6.0mm/min(高歪速度範囲)と.0015~0.3mm/min(低歪速度範囲)をそれぞれ24段階合計48段階に変化できるようになっている。試験片は120mm×200mm角の最大板厚25mmまでの鋼板2枚を突合せて取付け、その間を溶接するわけである。引張変形を開始する時刻はタイムスイッチもしくは手動により溶接開始直後からの任意の所定時刻より

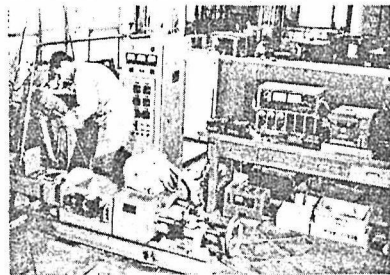


写真1 動的引張拘束割れ試験装置

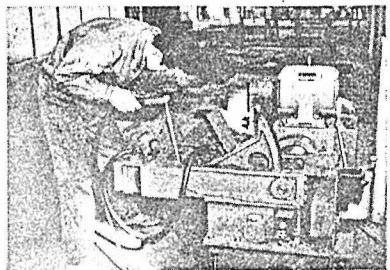


写真2 動的曲げ拘束割れ試験装置

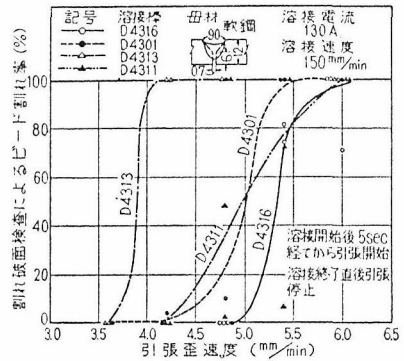


図1 各種軟鋼用モデル溶接棒の割れ感度曲線

るようになっている。引張変形停止の時刻の制御はリミットスイッチもしくは手動により行うようになっている。

動的曲げ拘束割れ試験装置も溶接ビード表面もしくは裏面において引張拘束の場合と同等な歪速度で強制変形を溶接部に与えられるようになっている。曲げ歪速度の範囲は0.22~4.54°/sec(高歪速度範囲)と0.011~0.22°/sec(低歪速度範囲)であり、やはり各範囲24段階合計48段階に変化できるようになっている。試験片は最大板厚25mmまでの70mm×110mm角の鋼板2枚を突合せて又は重ね合せて取付け、その間を溶接するようになっている。変形の開始および停止については引張拘束の場合と同じである。

なお動的拘束外力の測定は、目下のところ引張り形式の場合には引張シャフトに電気抵抗線歪ゲージを貼り付け、動的抵抗線歪計及び電磁オシログラフにより引張外力の動的な測定を行い成功しているが、曲げ形式の場合には装置の関係から曲げ応力の測定は一寸困難である。写真1および写真2にそれぞれ引張りおよび曲げ形式の動的拘束割れ試験装置の外観を示した。

2) 軟鋼モデル溶接棒による予備実験結果

本試験装置を高張力鋼、ステンレス鋼等の溶接割れ試験に使用するために先立って、先ず最初に製造履歴の明らかな軟鋼モデル溶接棒につき本試験装置の特性を目下試験中である。

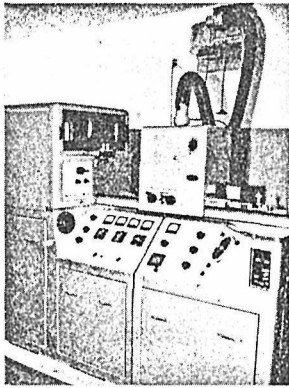
実験結果の一例としての図1は動的引張拘束割れ試験において引張歪速度とビード割れ率との関係を各種モデル溶接棒について示したものである。これによればD4313(高酸化チタン系軟鋼溶接棒)が最も低い引張歪速度で割れ易いので一番割れ感受性が高くD4316(低水素系溶接棒)が最も高い引張歪速度ではないと割れ難いため一番割れ感受性が低いことがわかった。さらに割れ発生温度、応力状態を破面の状態、拘束外力曲線から解析することも行っている。

分光分析法の確立化への基礎

Jaco 3.4 m エバート型格子分光器と
CAMECA オートマチック・スペクトロレクター

金属材料の化学分析に対して発光分光分析の果してきた役割は大きいですが、本研究所においても各基礎研究の成果を期待し促進させるため各種金属材料の分光分析法の確立に大きな努力がなされつつあり、米国 Jarrell-Ash Co. とフランス CAMECA の上記分光器が有力な武器となっている。

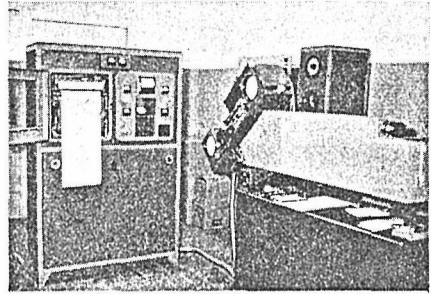
エバート型分光器は凹面鏡と平面回折格子（高さ 6.3 cm, 巾 15.3 cm）の組合せによる Ebert mounting で非点収差のないのを特徴とし、分散度は 6,000 lines/cm の格子の一次で 5 Å/mm である。また 3,000 lines/cm の格子に Order sorter を附属せしめれば高次のスペクトルが得られ、分散度をさらに高めることができる。



Jarrell-Ash Co. 製 3.4 m
エバート型回折格子分光器

この分光器の利用は普通鋼、非鉄金属はもちろん、高合金鋼、耐熱合金、稀土類元素、白金族元素等の複雑なスペクトルを有する試料および純金属中の微量元素の分析に対しきわめて有力である。

スペクトロレクターは、1950年に CAMECA が発表した直読式分光器で、わが国へは最初のものとして



CAMECA 製直読分光器オート
マチック・スペクトロレクター

して1959年6月に本研究所に設置された。

本器の特徴はその直読機構にあり、一個の光電管が走査によって全定量元素の各スペクトル線を順次受光し、他の一個の光電管は内標準用として基成分元素のスペクトル線を受光してその強度比を順次記録する。この走査は、あらかじめ試料の種類と定量元素ともとずいて選定したプログラム・ルーラーにしたがって自動的に行うものである。異なる試料種の定量に際しては、ルーラーの交換と数分の調整時間のみで済み、カントメーターその他の直読式分光器のような煩雑な調整操作を必要としない。

その適用面はプリズム分光器の使用による若干の制約はあるが、迅速性および精度上の観点から多量成分元素の定量および低合金鋼、軽合金等の日常分析にはきわめて有利である。

短 信

◇研究報告 第2巻第3号発行

金属材料技術研究所研究報告 第2巻第3号が発行された。同号は掲載論文8篇、58ページである。

また、同報告第2巻第4号が近く発行される予定である。掲載論文は8篇の予定。

◇欧文報告 第1巻第2号発行

欧文報告第1巻第2号(Transactions of National Research Institute for Metals Vol. 1 No. 2) がこのたび発行された。同号は57ページで、掲載論文は全訳7篇、抄訳4篇である。

発 行 昭和35年1月

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

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)