

NO.12

研 技 材

ニ ュ ー ス

1961

科学技術庁

金属材料技術研究所

年 末 所 感

第 5 部長 工博 伊 藤 伍 郎

今年もまた予算内示の季節になって、ただでさへ慌しい年末に一層気が落着かない日々を過ごすようになって来た。6月の来年度概算要求の編成から始まって本庁への説明とその訂正、大蔵省への説明と資料の提出、そして年末から年始にかけての内示と復活要求を毎年繰り返しているのであるが、その間の時間と精力の消耗は莫大なものであろう。本当に必要な研究のための予算請求であればこれらも当然の消耗であって、決して無駄とは言えないはずであるけれども、これを一年ごとに繰り返している点に問題がありそうである。

予算を獲得するためにはその研究がいかなる意味を持ち、得られるであろう結果がいかに役に立つかをその筋に分ってもらわなければならない。予算説明はこのことを強調するのであるが、それが一年以内に必ず完成するかと反問されたとすれば、はっきりと肯定する自信を持ちうる人は少ないであろう。一年と言うと長いようだが、4月から研究が始まったとしていくらかデータが出はじめるのが年内であれば良い方で、直ちに予想した通りの良い結果が得られたとしても、それがまとまるまでにはさらに一年以上の時を要する。ましてすぐに成果の期待できない独創的な研究や長期にわたる調査を伴う研究のような場合にはさらに長い年月をかりねばならない。従って、少なくとも3年、できれば5年ぐらいの間は研究費の請求に煩わされることなく研究に没頭できるようにすることが是非必要である。



当研究所が国の機関である以上、会計法に縛られてこのような希望はきわめて実現困難であるが、予算請求についての現状は研究の本質とも関連する問題で、むづかしいとあきらめてしまうにはあまりに重大である。来年の課題として考えてみたい問題の一つである。

来年の課題と言えば考えてみたいことがもう一つある。それはグループ研究を育てるのにどうしたらよい

かと言うことである。近頃のように研究の分野が細分化されてくると、今度は逆に違った専門の人たちが協力して目的をあらゆる方角から眺めて解決することの必要性が次第に強くなっていくのであって、従来全く関係がないと考えられていたような分野の専門家の協力がかえって最も必要となる。

自分の専門の分野で言うと、金属の腐食の研究のようなものは金属物理の人たちは従来全く関心を示さなかったのであるが、最近外国ではこの方面からのすぐれた見解が示されるようになって来た。たとえば格子欠陥と腐食との関連についての Yonng と Cathcart や Lacombe など、また応力腐食における Uhlig と Ehrlich または Turnbull などの寄与がそれである。我々はこのような相当に違った専門分野の人々との間のグループ研究における協力には不慣れで、現在うまく行っている例は少くないようであるが、このような研究の必要性からみて、どうしたらよいかをお互にゆっくりと考えてみたいものである。

X-40合金の23倍のラプチャー・ライフをもつ

Co 基合金の開発に成功 !!

—超耐熱合金の性能向上に関する研究—

数年前までは Co 基合金はその高い高温強度とすぐれた耐酸化性のために超耐熱合金中の王座を占めていた。しかし、ここ数年間に次々と開発された強力な析出硬化型の Ni 基合金のために、800~1000°C の温度範囲ではその王座を Ni 基合金に奪われつつある現状である。Co 基合金は炭化物を主体とした弱析出硬化型の合金が主であるが、1000~1100°C の高温では Ni 基合金の Ni₃(Al, Ti) 相の析出物よりも炭化物の方が安定度が高いので、Co 基合金は 1,100°C までの使用が期待されている。しかも Ni 基合金のように多量の Al や Ti を含まないので溶製が容易であり、湯流れもよく、タービン・ブレードやノズルのような重要な高温用部品を精密鍛造で作ることが出来る。

ところで Co 基合金中従来高温で最も強力なものは X-40 合金であった。その後この合金系に B を添加することにより更に強力なものが得られることが認められ、Modified S-816B, ML-1700, HE-1049 などの一連の強力合金が開発された。そこで第 1 部耐熱合金研究室では X-40 合金を基準とし、この種合金系の耐熱強度に対する溶製雰囲気と、B, Ti, Zr, Ce など特殊元素の影響を求めて来た。その結果、高温強度に最適な B 添加量は C 含量に依存し、0.5% C では 0.5% B で、また 0.8% C では 1.0% B で最も向上し、B と Ce を併用するとラプチャー・ライフも伸びも更に高まるが、とりわけ B 0.5% と Zr 1% の併用添加で最強の合金が得られることを発見して、この合金を 1Z05B 合金と呼称することにした。たとえば 900°C-引張応力 14kg/mm² の条件下で X-40 合金は 66 時間で破断するのにに対し、1Z05B 合金は 1506 時間で破断し、そのラプチャー・ライフは X-40 合金の実に 23 倍も長い。表 1 に本研究で使用した試料の化学組成とその 900°C におけるラプチャー・ライフの結果

表 1 真空溶製した X-40 系合金の化学組成と 900°C のラプチャー・ライフ

合 金	化 学 組 成 (%)							900°C- 14kg/mm ²		900°C- 18kg/mm ²		900°C- 21kg/mm ²	
	C	Cr	Ni	W	B	Zr	Co	破断時 間(hr)	破断伸 び(%)	破断時 間(hr)	破断伸 び(%)	破断時 間(hr)	破断伸 び(%)
X-40	0.34	25.21	11.27	7.81	—	—	残	66	1.6	11	1.8	—	—
05B	0.39	25.12	11.00	7.71	0.27	—	残	260	2.0	—	—	—	—
1Zr	0.35	24.69	10.74	7.87	—	0.80	残	260	8.4	—	—	—	—
05Zr05B	0.45	27.84	9.82	7.83	0.30	0.36	残	1150	20.5	224	28.2	74.0	23.6
1Zr05B	0.45	26.99	8.35	7.27	0.22	0.73	残	1506	22.9	236	24.9	76.0	16.8

表 2 各種耐熱 Co 基合金の化学組成

合 金	化 学 組 成 (%)										
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Cb	Ti	B	Fe	その他
● S-816	0.40	20	20	残	4	4	4	—	—	3	—
○ Vitallium	0.25	27	3	62	5	—	—	—	—	1	—
× X-40	0.40	25	10	残	—	8	—	—	—	1	—
△ L-605	0.12	20	10	残	—	15	—	—	—	1	—
□ G-32	0.28	19	10	46	2.2	—	1.4	—	—	—	V 3.0
▲ J-1570	0.20	20	28	残	—	6	—	4	—	—	—
■ HE-1049	0.40	26	10	残	—	15	—	—	0.40	3	—
△ ML-1700	0.20	25	—	残	—	15	—	—	0.40	—	—
□ Mod. S-816B	0.40	25	5	残	4	4	4	—	0.10	—	—
⊠ Haynes No. 151	0.50	20	—	残	—	12.7	—	—	0.05	—	—

を示す。X-40 合金に 0.5% B を添加した 0.5B 合金あるいは 1% Zr を添加した 1Zr 合金では上記の試験条件下で破断時間は X-40 合金の 4 倍程度増加するにすぎない。また B に比べて Zr の添加は破断伸びの増加に役立ち、両元素の複合添加は著しいラプチャー・ライフの向上と共にラプチャー・伸びの大きな材料が得られる。

代表的な Co 基合金と現在までに知られている強力な Co 基合金の化学組成とその 1000 時間のラプチャー強さを比較して表 2 と図 1 をかかげたが、1Z05B 合金は Haynes No. 151 合金と並んで最強であることを示している。しかし Haynes No. 151 合金は Ni を含まず多量の W を含み、材質的に延性に乏しい。これに対して 1Z05B 合金は延性に富み、W が少なく Co の一部が Ni で置き換えているので、Haynes No. 151 合金よりも経済的である。

B と Zr の少量合金化によるこの種耐熱合金の著しい性能向上は、これらの元素が強力な炭化物を形成し易く、細かく分散したこれら炭化物は高温まで安定であること、B は置換型にでも侵入型にでも結晶格子に位置することが可能な元素で格子を歪ませる作用が強いこと、B が格子欠陥の多い結晶粒界に集って脆弱な析出物の凝集を妨げ、その結果結晶粒界における脆性破壊が防止されること、これら元素を含む合金は高温においても容易に結晶粒の成長が起こらぬこと、などによって合金の高温強化に役立っているからである。

900°C におけるこのような強力な Co 基合金の出現は、この合金系が Ni 基合金によって奪われつつある 800~1000°C での王座を再び取戻す可能性を示している。それが実現された暁には Co 基合金は名実ともに 1100°C まで超耐熱合金中に君臨することになるであろう。

なお 1Z05B は特許申請中の合金である。

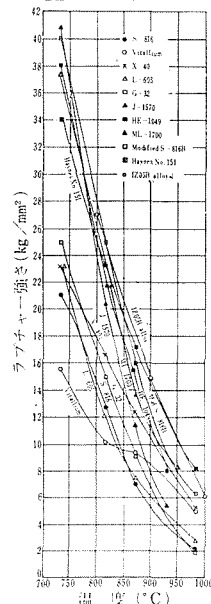


図 1 各種 Co 基合金の 1000 時間のラプチャー強さの比較

ステンレス鋼酸化の異方性について

金属を電解研磨その他の方法で薄膜の状態にし、電子顕微鏡で直接観察する方法が近年金属内部の塑性変形、相変態、析出現象などの研究に用いられつつあるが、このような試料を金属の高温酸化の研究に用いても大いに有用な知識が得られることが最近見出された (G. Shimaoka: Symposium of The Electrochemical Society, Oct. 1-5 (1961), at Detroit)。

この方法を用いると試料の微小部分(最少 1μ 平方まで)の制限視野電子回折が行なえるので、試料が多結晶であっても個々の結晶粒については単結晶として扱うことが出来て話が簡単となる。

第3部表面化学研究室では従来からステンレス鋼の耐高温酸化性について種々研究していたが、最近ステンレス鋼薄膜の酸化過程でオーステナイト結晶内の酸化の異方性について甚だ興味ある現象を発見した。

写真1は耐熱鋼として知られている25Cr-20Niのオーステナイト系ステンレス鋼の薄膜を約0.0001mm Hgの真空中で加熱した際現われる酸化象を示したもので、薄膜のへりの白く抜け上った所が酸化をうけた領域でそれらが横に平行に並んでいるのは酸化がこの方向(電子回折より $\langle 110 \rangle$ 方向と判定)に沿って進行し易いことを示している。暗い領域は金属の部分で多数の等高

干渉縞がみられる。また酸化層と金属との境界にはひし形の小領域が多数みられるが、これは酸化進行のステップを示すものであろう。写真2は写真1の視野に対応する電子回折像で、これから酸化物は FeCr_2O_4 の組成のスピネル型結晶でオーステナイト結晶と次のような方位関係を持つことが分る。

$(110) \text{FeCr}_2\text{O}_4 // (110)$ オーステナイト

および $[001] \text{FeCr}_2\text{O}_4 // [001]$ オーステナイト

すなわち酸化物結晶は地のオーステナイト上で完全な平行生長をしている。写真3は酸化がオーステナイト結晶粒内で起っている場合を示したもので無数の酸化物の核とそれらが発達して出来た見事な十字形がみえる。この十字形はオーステナイトの(001)結晶面上で直交する2つの $\langle 110 \rangle$ 方向からなり、またそれらがつながって同じ方向に発達する模様が明らかである。写真4は結晶粒界における酸化を示したもので酸化物の核発生は粒界に沿って飛び石状に起り、さらにそれらは各結晶粒の方位に応じて特定の方向に優先的に発達する傾向が認められる。このような現象はオーステナイトの酸化が等方性でなく、ある特定の方向に沿って優先的に進行し易いことを示すもので、ステンレス鋼の内部酸化の問題と関連して今後大いに研究しなければならない課題の一つであろう。

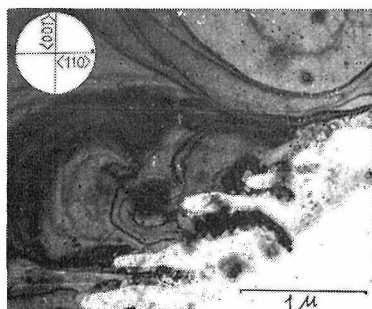


写真1 $\langle 110 \rangle$ 面上の酸化像

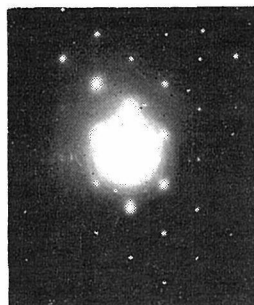


写真2 写真1に対応する電子回折像

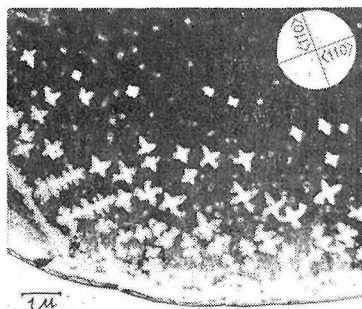


写真3 $\langle 001 \rangle$ 面上の酸化像

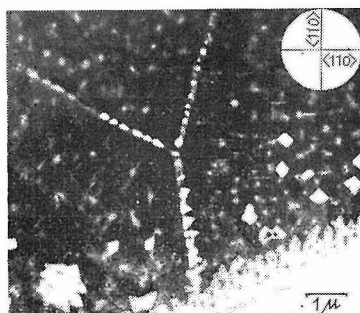


写真4 結晶粒界における酸化像

水素透過量測定装置

一般に、高温高压の水による金属の腐食量の測定は各種タイプのオートクレープの中に試料を入れて腐食させ、試料の腐食前に対する重量増加又は重量減少を測定することにより行なわれている。

ところが、このような重量変化による測定法では次のような色々と困難な問題に遭遇する。

1) 重量増加による測定法では腐食生成物の剥離又は生成物の腐食液中への溶解などにより測定値に大きな誤差を生じる。

2) 一方、重量減少法の場合には腐食されていない下地の金属の部分に浸すことなく腐食生成物だけを完全に除去することは非常に困難である。

3) 試料とオートクレープ間の電池作用による腐食の問題がある。

4) 連続的な測定が出来ない。

5) 測定値の再現性があまり良くない、等々。

そこで、これらの困難な問題を解決する手段として、**第5部腐食研究室**では本装置を試作したのでここに紹介する。

原理としては、金属が高温高压の水と反応して水素ガスを発生するので、この水素ガスを定量的に測定することにより金属の腐食量を測定する装置である。

即ち、試料は**写真1**に示すごとくそれ自体がオートクレープになったカプセル試料である。**写真2**に示すような試料作製機により管状試料の内部に腐食液(水)を完全に満たし、試料の両端をプレスして外部に腐食液が漏れないようにする。最後に両端をスポット溶接して密封する。試料は装置略図に示した測定容器内に入れ、容器内を 10^{-4} mmHg程度の真空にして試料を加熱炉のところまで下げて加熱を始める。試料内部より腐食が進行し、腐食反応により発生した水素ガスは金属の壁を通して外部に拡散して出てくる。

この水素ガスは真空容器内に入り、真空度に変化をきたす。ピラニ真空計で真空変化が測定記録される。

真空度変化から腐食により発生した水素ガスの量を換算し、腐食反応式より化学量論的に金属の腐食量を算出するのである。

この方法によると測定精度も高く、一つの試料で連続的なデータが得られる。本装置では12個の試料について同時に試験ができるようになっている。

腐食量測定の新しい方法として今後注目される装置である。

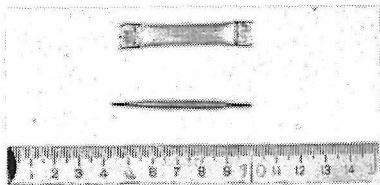


写真1 試料

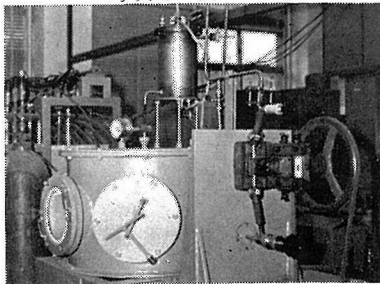
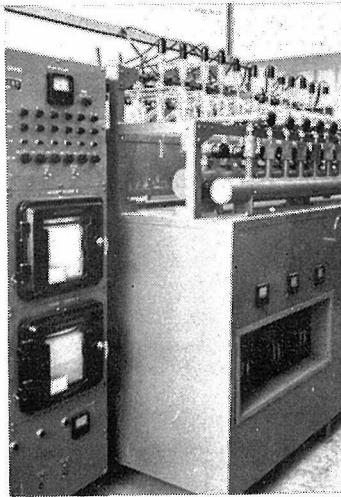
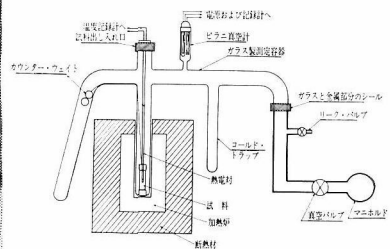


写真2 試料作製機



水素透過量測定装置



装置略図

短 信

★ 月例所内研究報告会

12月5日午後1時30分から次により行なった。

- マルテンサイト変態に及ぼす塑性加工の影響
第5部原子炉構造材料研究室 細井技官
- 帰朝報告 第5部長 伊藤伍郎

★ 研究報告の発行

材技研和文報告第4巻第2号発行
121ページ、掲載論文12篇、12月5日発行

★ 学位授与

第5部アイソトープ利用研究室長前橋陽一技官は、「新しい超音波探傷法(MAスコープ法)とその溶接部探傷などへの応用についての研究」の論文により昭和36年12月12日付で、東京大学工学部教授会から工学博士の学位を授けられた。

(通巻 第36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1~10

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)