

技 研 ニュース

1963

科学技術庁

ニ ュ ー ス

NO.10

金属材料技術研究所

ラジオアイソトープ実験場について

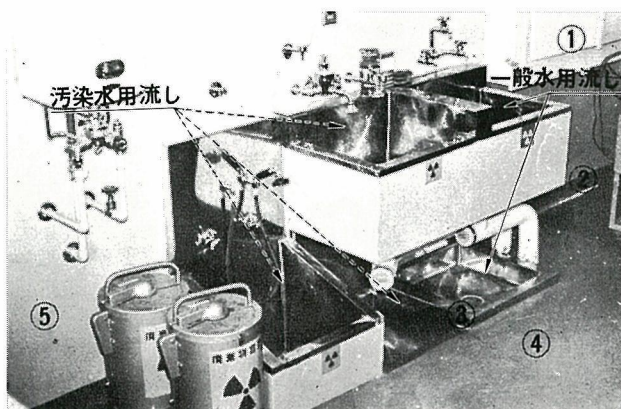
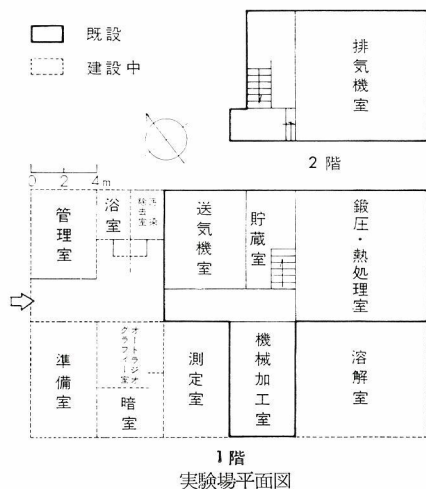
当実験場は、トレーサーとしてラジオアイソトープを用いる金属の研究を行なうのを目的として建てられたものである。従って、金属の研究に欠くことの出来ない溶解・鋳鍛造・熱処理などの作業が安全且十分にこなえることを主眼として建設を進めて来ている。

建設に当たって、全庁舎を同時に設立することが出来なかったために、溶解を初めとする金属研究のための一連の作業のうち、放射性物質による汚染度が高くなると予測せられる側より建設することとなった。この工事は昭和37年度末第1期工事（図の実線部）を終了し、現在第2期工事（図の破線部）にかかりつつある。

現在使用可能の第1期工事部分については本ニュースNo.3（1963）にもその概要が示されているが、特に汚染のおそれのある鍛圧熱処理室には特別の考慮を払い、換気25～15回/時、机上照度450Lux以上として作業の

安全を計り、且つ除染のための考慮も当然ながら払われている。写真は同室の一部でありその対策の一斑を示している。

本実験場はその第2期工事終了時において、金属の研究に必要な一連の作業がほぼ行ないうる態勢となる予定でいる。すなわち、数mc程度のアイソトープを使用する状態で、数kg以下の金属の溶解・圧延・熱処理・機械加工などの一般的作業およびそれらに対する放射能の測定が可能となる。一般的作業の内、分析・機械試験・組織試験などや当実験場担当研究室独自の研究に使用する特殊試験設備などは現在前記各室に分散配置されているが、これらの各設備の他放射化施設や特殊設備を要する研究のための実験室などはいずれ現実験場の2階に増設可能の状態になっているものである。



鍛圧熱処理室の一部①配電盤（防水型）②コーナー③床上海し（ステンレス、排水種区分式）④床（エポキシライニング）⑤壁（放射能防御塗料）

耐 熱 合 金 の 進 歩 (1)

700°C—26kg/mm² で400時間耐える経済的なCr-Ni-Mn系耐熱鋼

耐熱合金の最近の進歩はめざましいものがある。第2次大戦の末期に実用化されたジェット・エンジン用ガス・タービン材料の研究を契機として発展してきたこの材料分野は、さらに宇宙開発という一大目標に向けて拍車をかけられている。

耐熱合金はその使用可能な温度領域によって超合金と耐火合金の2つに大別できる。前者は650°Cから最高1,100°Cまでであり、後者は1000°C以上2200°Cまでである。このうち超合金は650~850°CのFe基、800~1040°CのNi基、850~1100°CのCo基などの合金に、耐火合金はCb基、Mo基、Ta基、W基などの合金に分類される。そしてFe基は更に650~800°CのCr-Ni-Fe系と700~850°CのCr-Ni-Co-Fe系の合金に細分される。

鉄鋼材料研究部耐熱合金研究室ではこれまでにCr-Ni-Co-Fe系ではMnを含む高Mn耐熱鋼(材技研ニュース, 1961, No. 7), Ni基ではNo. 64 B合金(1960, No. 1), Co基では1 Z05 B合金(1961, No. 12)なる強力な材料を開発してきたが、その後の研究の進展によって現在では更にいくつかの新材料を実現しつつある。そこでその内の2, 3の材料を取上げてみよう。順序としてここではまずCr-Ni-Mn系の耐熱鋼から述べる。

この耐熱鋼は前記の高Mn耐熱鋼から発展してきたものである。その特徴はCoを全く含まずNiが更に低いので一層経済的なこと、鍛造が容易なこと、高温でのラプチャー強度にすぐれていることである。そしてその強度の向上は高い窒素含量と適量のW, Mo, Cb濃度で得られたものである。

図1は700°C—26kg/mm²の引張りラプチャー時間におよぼす各合金元素の影響を示したもので、基準組成として点線は10%Ni, 20%Cr, 10%Mn, 0.5%Cb, 0.5%N, 0.25%Cのもの、実線は6%Ni, 20%Cr, 10%Mn, 0.8%N, 0.25%Cのものである。オーステナイト化能

力はNiを1とするとMnは0.5、窒素は25~30であるから、Niを6%まで低めても窒素を0.8%まで高めれば安定かつ強固なオーステナイト組織が得られる。まず点線の基準組成にMoを6%合金化してWの効果を求めるとW2.5%付近で最もラプチャー時間が長く、そのW濃度は炭素濃度の10倍に相当していることが知られる。そこでWを2.5%としてMoの影響を求めるとラプチャー時間に対して6%Moの付近までは大差ないが、それ以上のMo濃度では短時間で破断するようになる。これはMoがフェライト生成元素であり、その能力はCrを1とするとMoは1~2であるためである。次に実線の基準組成の合金についてMoの影響を求めると点線の場合よりもラプチャー時間の低下が低Mo側に移行し、この場合は2~3%Moでピークになる。それでMoを2%にしてCbの影響を求めると0.8~1.0%Cbでラプチャー時間のピークを示し、しかもこのピークはきわめて高い。Cbのこのような挙動はこれが強力な炭化物形成元素であること、またフェライト生成元素でその能力がCr1に対して1.5~2のためである。そこでCbを1%にしてふたたびMoの影響を求めるとMo2%付近がピークであることが知られる。

このようにして得られたCr-Ni-Mn系耐熱鋼を10M 6 N合金と呼称し、その700°Cのラプチャー強さをその代表的なFe基耐熱合金であるCr-Ni-Fe系のTimken 16-25-6合金とCr-Ni-Co-Fe系のN-155合金との強さと比較して図2に掲げておく。10M 6 N合金がいかに強力であるかが知られる。これらの合金の化学組成を表1に示す。

表1 代表的Fe基耐熱合金の化学組成

合金	C	Cr	Ni	Co	Mn	Mo	W	Cb	N	Fe
Timken 16-25-6	0.08	16.0	25.0	—	1.5	6.0	—	—	0.15	Bal.
N-155	0.15	20.0	20.0	20.0	1.5	3.0	2.5	1.0	0.15	Bal.
10M6N	0.23	20.0	6.0	—	10.0	2.0	2.5	1.0	0.81	Bal.

10M 6 N合金は窒素を0.8%含有していてもMnが高くMoが低いので鍛圧が容易であり、しかも更にNiが低いので経済的である。そしてその800°C—10Kg/mm²におけるラプチャー・ライフは260時間である。

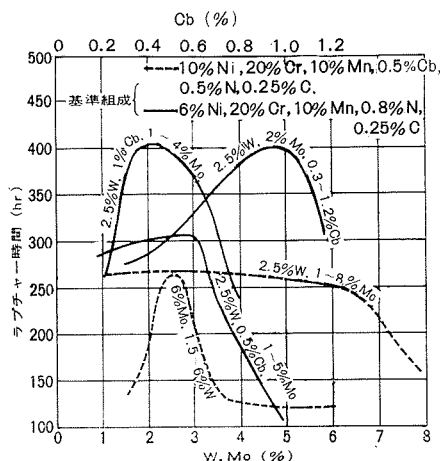


図1 700°C—26kg/mm²のラプチャー時間におよぼす合金元素の影響

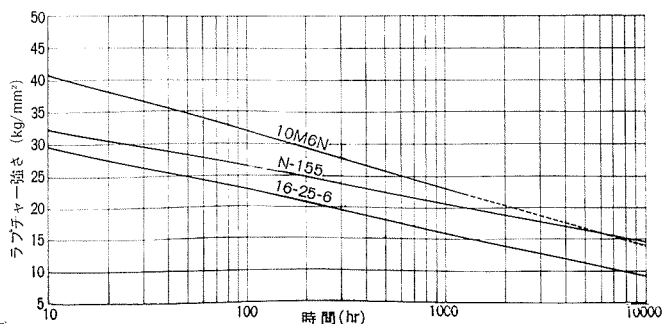


図2 各種Fe基耐熱合金の700°Cのラプチャー強さ

炭素鋼の熱疲労

変動する温度条件下で使用される機械部品は温度の変動に伴って熱応力による疲労を受ける。これによる疲労損傷はボイラ、タービンなどの熱機関等にはよく見受けられる。近時これらの熱疲労に対する研究は材料の高温強度的な観点からもさかんになり、当所においても種々な熱疲労試験機を用いて種々な材料の熱疲労特性や溶接部の影響など材料の熱疲労強度の向上の研究を行っている。

材料強度研究部では最近炭素鋼（タイヤ材）について熱疲労特性を求めたが、ステンレス鋼などの耐熱鋼と異なり、熱疲労強度にその雰囲気が大きく影響することを明らかにした。

用いた試料は 0.68C, 0.10Cr の炭素鋼 (840°C A.C.) で、これを空気中およびアルゴン雰囲気中で熱疲労試験し、その強度および破損の様相をしらべた。ただしアルゴン雰囲気中の試験は装置の都合で中空円筒状試験片の外側のみをアルゴンガスでつつみ、内側は空気中のままとした。なお中空試験片の肉厚は 1mm である。

試験結果は図 1 のように、アルゴン雰囲気中での熱疲労寿命は空気中に比し約 1.5 倍になっている。この結果から塑性歪と破損繰返し数との関係を求めたのが図 2 で、

$N_f^a \epsilon_p = C$ なる関係が認められる。しかし平均温度 $T_m = 350^\circ\text{C}$ の場合は温度振幅 $\Delta T = 300^\circ\text{C}$ の点が直線からかなりはずれている。これは上限温度 500°C 付近以下の温度では酸化の影響が小さいためと考えられる。なお

図 2 ではアルゴン雰囲気は試験片の外側のみであるので塑性歪の資料は省略してある。

試験片の破損の様相は写真に示すとおりで、ステンレス鋼等では酸化の影響はさほど大きくないが、炭素鋼では明らかに大きく影響していると考えられる。空気中の試験片では写真 1 および 2 に示すように、クラックはすべて酸化物でおおわれ、かつすべて表面から発生し、クラックのまわりの酸化物はビット状を呈し、このビット状酸化物の生じていない箇所にはクラックは認められない。また破断箇所を除いては、この酸化領域からはみ出してクラックのみが進行している状態はほとんど認められない。アルゴン雰囲気中での試験片はアルゴンにつつまれた試験片外側部は写真 3 のように酸化ビットはもちろん、クラックの発生も認められず、同じ試験片の空気中にさらされた内側部のみ発生している。また 100,000 サイクルでも破断しなかった $350^\circ\text{C} \pm 150^\circ\text{C}$ の試験片では表面酸化層も厚く、酸化ビットの形成も認められない。さらに一定応力下で単に熱サイクルのみを与えた場合もこのような酸化ビットは認められない。

これらの点から酸化ビットの形成には繰返し応力が重要な働きをするもので考えられ、試験片表面に生じた酸化膜が繰返し応力で割れ、局所的な酸化の進行を促し、その酸化物中にクラックを生ずるものと思われる。このように炭素鋼の熱疲労破損はステンレス鋼などと異なり、その酸化雰囲気支配されるところが大きい。

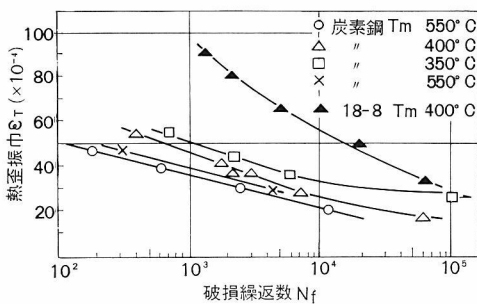


図 1 熱歪（塑性＋弾性）振巾と破断までの繰返し数との関係

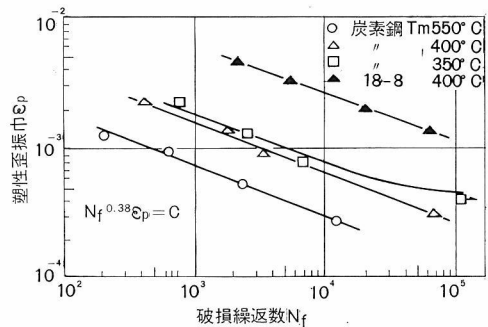


図 2 熱疲労中の平均塑性歪振巾と破断までの繰返し数

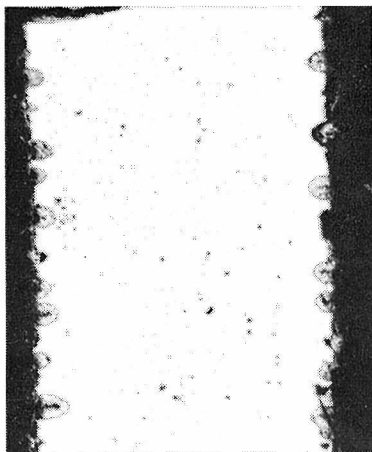


写真 1 550°C ± 200°C (×40)

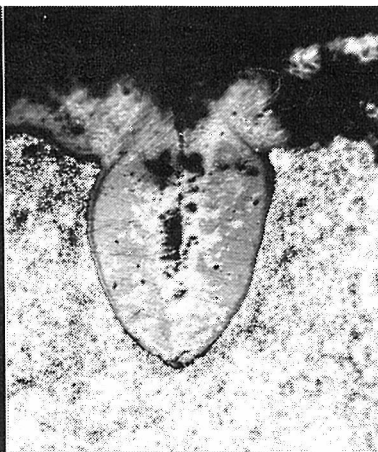


写真 2 550°C ± 200°C (×320)

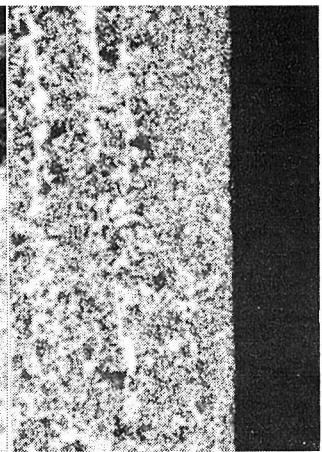


写真 3 550°C ± 250°C (×80)
(アルゴン中) Etched by Nital

CSIRO と Tribophysics

軽金属研究室長 松 尾 茂

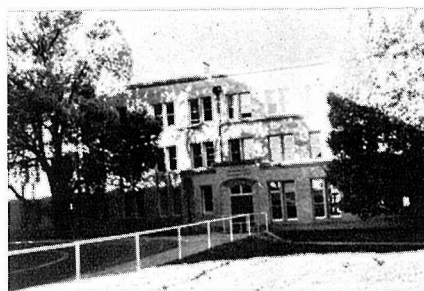
オーストラリアは1901年に独立しているが、もともとは英国の植民地であったし今も英連邦内の一国として英国の女王に忠誠を誓い政治的にも経済的にも英国と強く結ばれている。この結び付きは想像を越えるほど強いもので、法律上の定義は知らないが、これでも独立国かと思うほどである。たとえば、オーストラリアは連邦制で各州にはそれぞれ州知事があり、オーストラリア連邦には総督がいるのであるが、その総督はもちろんのこと州知事でさえ選挙によって選出されるのではなく、英国女王が任命するのである。実権はなにもないとはいえ、このような制度は奇異に感じられる。

ところでここ数年の間に、日本とオーストラリア間の経済関係は深くなっていく一方のようで、それに伴って人の往来も盛んになり、経済とは余り関係のなさそうな当研究所へも今まで C. S. I. R. O. 関係者数名が立ち寄っている。この C. S. I. R. O. は Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization の略称で連邦政府の機関である。大学は州政府に属する。ちなみにオーストラリアは正式には Commonwealth of Australia と呼ばれる。現在 C. S. I. R. O. では研究員約1,500名、職員総数4,500名と称しており、又これに所属する研究所の数は45で規模に応じて“Division”又は“Section”と呼ばれ各地に散在している。農林・鉱工業関係一切の国立研究所はこれに所属しているが原子力研究所や航空研究所その他軍事に関係するものは除外されている。

C. S. I. R. O. の経費は政府予算と業界からの寄金によってまかなわれる。例を1961—62会計年度にとると、政府予算が約930万ポンド、寄金が約280万ポンドで、この寄金の中約210万ポンドが羊毛関係より出されている。このことだけからでもオーストラリアの産業界における牧羊および羊毛の占める地位が想像出来る。この総予算約1,210万ポンドの中で農林・水産・牧畜関係以外に使用されたのは約330万ポンドである。

筆者のいたのは Division of Tribophysics と呼ばれる所で、研究員約30名、総数で50名程度の小じんまりした研究所で、建物は煉瓦造りの3階建てメルボルン大学の構内に位置している。所長秘書と図書室員を除けば事務官は一人だけで物品購入から職員の給料等一切の事務を処理している。

研究員は次のような階級に分けられている。なおついでに給料の範囲を付記しておく。



Senior Principal Research Officer

3500ポンド／年 以上

Principal Research Officer

2980～3500ポンド／年

Senior Research Officer

2395～2700ポンド／年

Research Officer

1510～2265ポンド／年

Experimental Research Officer

1070～1950ポンド／年

以上は男子に対する給料で女子の場合は年に180ポンド少ない。大学新卒は最初 E. R. O. で入り数年間訓練される。大学卒でなければ R. O. 以上にはなれない。研究員以外には図書、製図、写真等の係り—いずれも専門としての資格を有している—や助手、工員がいるが、別に Technical Officer と呼ばれる人が何名かいる。日本では我々技官はおしなべて“Technical Officer”と英訳されているけれども英連邦では Technical Officer と Research Officer とは全く別で、前者の職務は機械・装置の整備保守で研究は行なわない。

Tribophysics とは変った名前であるが、辞書を見ると“tribo”はギリシヤ語源の“tribos”よりきているもので rubbing の意味だと書いてある。なんとなく由緒ありげな名前であるが、この研究所は1939年に Lubricants and Bearing Section として発足し、大戦中は実際にベヤリング生産の指導をしたそうである。ついで1949年ここが Division に昇格した時に名前を Tribophysics と変えた。Dr. W. Boas の所長就任と同時にである。以後徐々に性格が変ってきて現在では固体表面の物理・化学および金属物理的な面に研究の主体がおかれている。それらについては別の機会にゆずる。Dr. Boas は各国の研究者がどのような待遇をうけどのような生活をしているかということに興味を持っておられ、機会があれば日本も訪ねてみたいと言っておられたが、6畳一間に親子3人で暮している者もいるのを見られたならば何と言われるか容易に見当がつく。最近では日本大国論も出る程の時代だから近いうちにこのような非人間的な生活は解消されることであろう。

(通巻第58号)

発行所

科学技術庁 金属材料技術研究所

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

東京都目黒区中目黒2丁目300番地
電話 目黒(712)3181(代表)