

研 技 材

1962

科学技術庁

NO.7

ニ ュ ー ス

金属材料技術研究所

わが国の現状とその使命

製錬研究部長 理博 柳 橋 哲 夫

わが国は敗戦国といいながら、戦後において、わが国の歴史始まって以来と思われる経済的發展を來たした。一例をあげれば鉄鋼生産においては、ここ数年でフランス、イギリスをしのぎ、昨年12月初めには一時粗鋼の生産で西ドイツを超越すほどの実力を示してアメリカ、ソビエトに次ぐ力を持つ時代も考えられるようになってきた。



しかしこの異常な経済發展もいわばその実状は巨人が腰や足がふらふらした状態で立ち上ったようなもので、そのふらつく原因が何であるか、科学的なメスをふるう必要があるのではなからうか。今後のわが国の長期にわたる、確固たる経済的地盤を築いていくには、今から真剣に考えるべきであろう。

内部的には現在金融の引締め等で一応経済的不況をきたし、外部的には貿易の自由化が迫りまたEEC（欧州経済共同体）の強力な圧迫も加わり、さらに米国の経済的不況の影響も及ぼんとしている、一方工業原料はほとんどが海外に仰ぐという悪状況である。

そこでわれわれが静かに考えるべきことは、戦後の技術的空白を埋めるのに急なあまり、外国か

ら多くの技術導入が行なわれてきた。重化学工業の分野でも現在のわが国は一応欧米なみのていさいが出来あがったように思われる。しかし一応のていさいができたとしても、その基礎がはたしてしっかりしているといえるであろうか。一方我が国には基礎研究の立派な数多くの成果があるにもかかわらず、工業技術の發展に寄与する面があまりにも少なかった事はわれわれ深く反省させられるものである。

ここで、この苦しい時期に互いに心を引きしめあい、基礎研究を技術開発に生かすべく、それを運営する方々が互に血の通うようにして、新しい技術の發展を図り、すぐれた日本の労働力をもって、日本の経済力をしっかりした巨人に育てあげるべきものと思われる。

最後に恩師本多光太郎先生が常日頃私たちの肝に銘ぜられた言葉を思い出す。すなわち「基礎研究そのものは真理の探求であると共に、新しい技術開発に生かさねばならない」と。

この一言は私たち研究者ばかりでなく、目下の日本の運命を左右する重大な鍵なのではなからうか。

チタン合金の組織と加工性の関係

加工性の問題は歩留りなどの実用面から見て重要である。それゆえ非鉄金属研究室ではチタン合金に対して組織と加工性の関係を調べて来た。

加工性の表わし方にはいろいろな方法があるが、我々は引張試験から得られ、また物理的意味の簡明な L.R. Jackson の表示法を用いた。これを式(1)に示す。

$$\text{Formability index} = \frac{\delta_{\text{max.}}}{\sigma (\delta = \delta_{\text{max.}})} \dots\dots(1)$$

ここで δ は

$$\delta = \int \frac{1}{l} dl = \ln \frac{l}{l_0} \dots\dots(2)$$

で表わされる有効歪であり、 l は標点距離である。また $\delta_{\text{max.}}$ は均一伸びの最大値であり、 $\sigma (\delta = \delta_{\text{max.}})$ はその時の真応力である。この L.R. Jackson の加工性の表示法は引張変形を主とした加工性を表わすのによく適している。

合 金	熱 処 理	焼 入 組 織	Formability index $\times 10^4$	圧延率†
Ti-4%Al-8%Co	950°C焼入	β	4.09	78.5%
Ti-4%Al-6%Co	950°C焼入	β^*	16.95	27.5%
Ti-2%Al-6%Co	800°C焼入	$\alpha + \beta$	8.65	40.9%
Ti-4%Al-4%Co	900°C焼入	$\alpha + \beta^*$	25.46	32.0%
Ti-2%Al-8%Co	750°C焼入	$\alpha + \beta + \text{Ti}_2\text{Co}$	7.60	28.5%
Ti-8%Al-4%Co	700°C焼入	$\alpha + \text{Ti}_2\text{Co}$	5.65	30.4%
純チタン(RC70)**	受け入れのまま		26.7	
Ti-4%Al-4%Mn**	受け入れのまま		9.3	
Ti-8%Mn**	受け入れのまま		8.4	
炭素鋼(0.2% C)††	高強度に熱処理		11.7	
炭素鋼(0.2% C)††	中程度の強度に熱処理		58.3	

* β 相が応力によってマルテンサイトに変態をする試料。
 † 圧延率として試料に割れが発生するまでに圧延できる限度を示す。
 ** L.R. Jackson の報告より。
 †† J.H. Hollomon の報告より。

Ti-Al-Co 三元合金の Formability index の例を表に示す。表にはまた比較のために純チタン、他のチタン合金、鉄鋼材料に対する値も示してある。この表で900°Cから焼入れたTi-4%Al-4%Co合金の Formability index は非常に大きく、純チタンに匹敵する値であることがわかる。この試料は焼入組織が $\alpha + \beta$ 相であるが、この β 相は不安定で応力によってマルテンサイトに変態する。次に Formability index の大きい試料は950°Cから

焼入れた Ti-4%Al-6%Co 合金であるが、これも β 相が不安定で応力によってマルテンサイト変態をする。このように応力によってマルテンサイト変態をする試料の Formability index が大きい理由はこれらの試料では均一伸びが大きいことによっている。

一方 J.H. Hollomon は金属および合金の加工硬化曲線は式(3)に従うことを見出した。

$$\sigma = B\delta^n \dots\dots(3)$$

ここで B , n は材料とその状態によって定まる常数である。この式から

$$\delta_{\text{max.}} = n \dots\dots(4)$$

の関係が導き出される。式(4)は加工硬化が大きい程均一伸びが大きいことを示している。それで応力によってマルテンサイト変態をする試料の均一伸びが大きいのは加工硬化が大きいためであることがわかる。このような試料は引張変形を主とした加工に適している。

しかし表の最右欄に記した圧延試験結果によれば圧延性は、応力により β 相がマルテンサイトに変態する試料より、 β 相の安定な試料の方が大きい。そして焼入組織が β 単相であり、この β 相の安定な950°Cから焼入れた Ti-4%Al-8%Co 合金では非常に大きい圧延率を示している。これは加工硬化が小さいため、引張試験に際しては僅かな変形で necking を起こし切断する試料で、引張変形を主とする加工では加工性はよくない。

このように β 相が応力によってマルテンサイト変態をする試料より、 β 相の安定な試料の圧延性がよい理由は、圧延の場合には均一伸びの大きさを加工できる限度がきまるのではなく、均一伸びの限界を越えて更に変形した場合に発生する割れが、加工できる限度をきめるためである。それで応力によって β 相がマルテンサイト変態をする試料では加工硬化が大きいため均一伸びが大きい、均一伸びの限界を越えて変形すれば容易に割れが発生するという状態にあるものと考えられる。一方 β 相が安定で応力によりマルテンサイトに変態しない試料では加工硬化が小さいため均一伸びは小さいが、均一伸びの限界を越えて変形を行なった場合、割れ発生までに大きな変形を与えることができる。それで β 相の安定な試料の圧延性は良好なのであると考えられる。このような材料は圧延、曲げ、押し出し等の加工に適している。

鉄の低温クリープ

鉄で代表される体心立方格子型の結晶構造を持つ金属の塑性的性質は、試験温度および変形速度に強く依存している。この性質は、これまで基礎的に広く調べられてきた銅およびアルミニウム等の塑性的性質と区別される大きな特徴である。このことは鉄の塑性、特に降伏現象を基礎的に解明するためには、第一に取り上げなければならない問題である。

非常に短い時間から長い時間にわたるクリープを調べることは、変形の時間依存性に関係する広い範囲にわたる現象を測定することになる。このために、約 $1/100$ 秒で、オーバーシュートなしで一定荷重をかけることのできる高速荷重装置を作っ

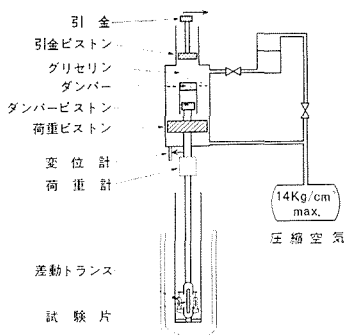


図1 高速荷重装置の原理図

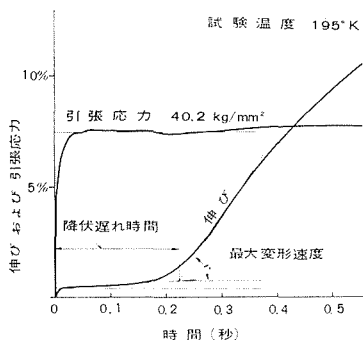


図2 鉄のクリープ曲線

た。これは図1に示されたような、ダンパーを内蔵した圧縮空気による定荷重装置である。

脱炭した純鉄多結晶を、この装置によりクリープをさせたときの、荷重および伸びの時間的変化の一例は図2のようになる。この図の示す一つの特徴は、一定荷重がかかってからある時間たつたあとで、急速な変形がおこるということである。この種の現象は降伏遅れ時間と呼ばれ、低炭素鋼については十数年前から調べられているが、脱炭した純鉄でもいづらか温度を下げるとはっきり観察されることが分った。図2のような測定を、温度および引張り応力を広範に変えて行ない、これから降伏遅れ時間の温度と応力に対する関係を求

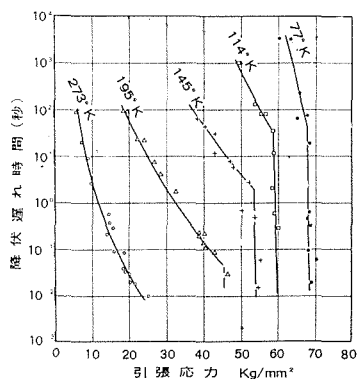


図3 各種の温度における降伏遅れ時間と引張り応力の関係

めたものが図3である。また最大変形速度についても同様の結果が得られる。

これらの結果は、結晶塑性の要素過程である転位の運動についてのかんがりの情報をもたらしてくれるものであり、鉄の塑性、特に降伏点付近での塑性的性質の基礎的な解明のために、一つの大きな手がかりを与えてくれるものである。

クリープと定速引張試験との関係、さらに純粋な条件下での実験は進行中である。

短 信

☆ ☆
☆

★ 月例所内研究報告会

7月3日午前10時から次により行なった。

- 炎光分光分析による Eu の定量
金属化学第3研究室 須藤室長
- 衝撃押出の力学
金属物理第1研究室 武内技官

- 衝撃定速度押出に関する研究
高純度金属研究室 永田技官
- ダイナパックによる衝撃押出について
鉄鋼研究室 隈部技官

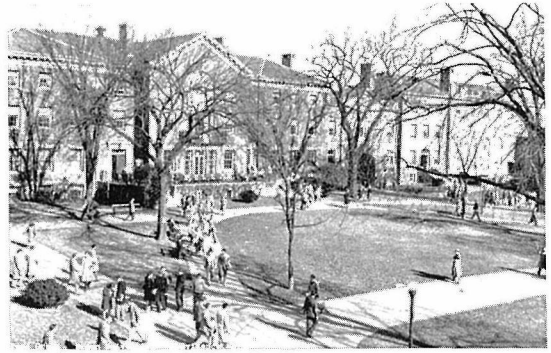
★ 研究報告の発行

- 材技研和文報告第5巻第1号
89ページ、掲載論文9篇、7月10日発行
- 材技研英文報告第4巻第1号
54ページ、掲載論文8篇、7月31日発行

アメリカ生活断片

—Brown University に留学して—

金属化学第2研究室 山科俊郎



(写真は Brown University の構内)

1960年9月1日に日本を出発して1962年1月末に到る1年5ヵ月の間、私は Brown University の物理学教室に留学した。この大学の所在地 Providence の町はボストンとニューヨークの中間に位置し東海岸に面した人口わずか25万足らずの小都市であるが四季の変化がすばらしく情緒豊かな所である。古色蒼然たる家々、英国ゆずりの厳格な風習と生活様式は豊かな自然と程良く調和している。Brown University は規模こそ大きくはないがまとまりのある大学として、またアメリカで6番目に古い大学として名声が高い。この大学で私は H. E. Farnsworth 教授のもとに金属の“Clean surface”の問題と取組んで来た。1920年代から66歳の今日まで Farnsworth 教授は低速電子線を用いた研究一筋に打ちこんで来た人である。40年に近い歴史をもつ研究室には歴史を彩る数々の装置が散らばっている。このような雰囲気の中で私は主としてイオン衝撃による合金の“Clean surface”の性質を触媒反応や低速電子線を利用して調べる仕事を行なった。Half-time の大学院学生という資格で研究、実験に追いまくれ殆んど他の研究機関を見学するチャンスをもてなかったが、少人数の研究室、一教授の下での生活の中から彼らの考え方、態度について十分に観察出来たことはかえって幸いであった。朝八時には、Farnsworth 教授以下一斉に仕事を初め夕方5時まで能率良く続けられる。研究室には真空装置($10^{-9}\sim 10^{10}$ mmHg)が6台もあり大学院学生4人が一台づつを使用し Farnsworth 教授は終日各実験室を精力的にかけ廻る。自らも新しい装置の設計製作、実験に忙しいが、66歳にはとても見えない。雑用が殆んどないとは言え、絶え間なく研究に打ちこむ姿には、日本の教授や指導層の人々が数々の雑用に追われているという事実を越えてなお強く感じさせられるものがあった。

もう一つ印象に残っていることは低速電子線装置を初めとして大部分の実験装置が研究室で設計され組立てられるということである。一台の装置に約半年もの月日を要しそのために研究室の Machine Shopには機械、電気、ガラスの technician が一人づつ働いているのも大きな特徴と言えよう。そして豊かな財力にもかかわらず金をかけないことも最初には予想出来なかったことであった。日本を出発する前、私はアメリカで観察しようと考えた3つのプランがあった。それは研究者の研究に対する態度、各国から集った人達の物の考え方そして外からみた日本という国ということであった。多くのアメリカの家庭に入ったり、ヨーロッパを初めの中近東諸国の学生達といろいろな問題について話し合うことに極力つとめ、多くの点で当初の目的をみたすことが出来たと思っているが、ここでは書きつくせない。

一年半の生活で、私の唯一の旅行は昨年夏愛用のポロ車を運転して Gordon Conference に出席したことであった。New Hampshire 州の片田舎で5日間にわたって約100人の研究者が寝食を共にしながら討論する Meeting である。私は Corrosion の部会に出席したが Field emission microscope の Müller を初めヨーロッパからも多くの人達が集った。欧米各国のいろいろな人と話し合う中で彼らの中に太い長い科学の歴史と悠然とその中に身を置いている彼らの自信を私は強く感じないわけにはゆかなかった。そして研究する者にとって、その back ground となるべき Philosophy の必要性をつくづく考えさせられた。

ロスアンゼルスを離れて日本へ向かう帰路、美しい雲の間から真青な太平洋の水を見下しながらもう一度考えたことは、実験装置が研究をするのではない、人間が研究をするのだということであった。

(通巻 第43号)

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

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)