

NO.1

研 技 材 ニ ュ ー ス

1963

科学技術庁 金属材料技術研究所

年 頭 所 感

所 長 理 博 橋 本 宇 一

昨年(1962)の年頭所感として経済的な不安と、それに処する心構えに就て述べたが、鉄鋼事業を主とする産業の実態はその設備の不完全による全体的な不均衡により、未だ常態には復元していないし、又一方これを改善するための企業設備の均衡をはかるための投資は未だ困難である。このようなわが国としての余りに強度な経済伸長は現在の経済状態を困難にしているかに見えるが、これについてはそれほどおそれる必要はないと考えるものであって、一、二年又は二、三年の時をかせばわが国の経済はいずれにしても常態にもどり、均衡もとれて発展していくと考えられる。然しこれがためには外資の導入と共にわが国における外国権益の増大は必至である。又一方経済的地固めには軽工業を主とするのみでなく重工業が健全な発展を遂げるべきであって、これが為には金属材料の占める役割は実に重要であり、これの健全な発展が肝要である。幸にして当研の発足した昭和31年頃に比較すると、金属材料の重要性に対する認識は著しく増大し、本研究所の整備もやや遅ればせながらもまず順当な発展をしつつあり、研究成果も著しくあがり始めつつある。もちろん歴史が未だ浅いことではあり、質的には一部を除いて殊に優秀であるとは言えないかも知れないが、発表数が著しく多くなったと共に、その成果は海外においても相当高く評価され始めている。この様な機会におれわれが心しなければならぬことは、中だるみにならないことであり、一応の体系の整備に心のゆるみをもってはならないことであ



る。

昨年秋のアメリカ視察旅行においても強く感じた様に、R-N法、Dynapak、Hazaliet 水平連続鑄造法、Magneform 等の様に生産又は加工方法も独創的に急速に発展していると共に、General Motor Co. その他生産会社における基礎研究もアメリカ科学技術将来の発展のために誠に目覚ましい進歩を遂げつつある。これに処するにはわが国においても出来るだけ急いで、しかも創意をもった研究の成果の挙がる事が殊に望ましく、この点金属材料の総合研究機関としての本研究所に在任するものとしては、心を新たに努力しなければならぬし、又所員が安らかに研究に従事できる体勢を一層確立しなければならぬ。精神のみで仕事のできるものでなく、又精神なくして創意ある研究の発展はない。この意味から研究としてはわが国材料界における共通の課題としての、又は共通の問題点の解明のための研究と共に、従来の研究を推進すると共に超伝導磁石材料に関する研究、電子衝撃を利用した各種の新しい研究等、将来に処する研究も出来る丈地歩をしっかりと行ないたい。応用研究であっても、基礎のない処に眞の発展はないものであるから、この意味で基礎的な研究には一層努力を致したい。この際本研究所のあり様の姿を一層一般に理解していただくと共に、外部との交流、国際的な学問的交流を一層活発にしたい。鼎の軽重を問われる時季は過ぎたものであって、自信を以て科学技術の力強い開拓に当たりたい気持ちをご披露して新年のご挨拶とする。

珪素鉄単結晶の引張り変形

BCC結晶格子金属のじり系

BCC結晶格子金属，たとえば鉄，鉄合金のじり系は，それ等の金属の塑性のみならず，加工後の相変態に重要な役目を果すので，1937年 C.S. Barrett等の研究以来，多くの仕事がされている。しかし，一定の条件の下には必ず定まったじり系が作用することを明確に示す直接観察は少ない。これは変形後のじり線が直線ではなく，一般に波状をなし，これ等の基本じり系がじり方向は $\langle 111 \rangle$ であるが，じり面が $\{110\}$ ， $\{112\}$ ，又は $\{123\}$ であるか，あるいはそれ等が適当に交わり合い平均としてある高い指数からなる結晶面であるか，又完全に結晶面の上になのか明瞭でない。これの原因は転位の拡りが少なく，又低指数面上でのじりを起こすせん断応力の間に差が少ないためと考えられる。

この研究では引張り変形によって，上記の $\{110\}$ ， $\langle 111 \rangle$ ， $\{112\}$ ， $\langle 111 \rangle$ ， $\{123\}$ ， $\langle 111 \rangle$ 上にせん断応力が最大になるような結晶方位の3%珪素鉄単結晶を作った。それぞれの方位の試料をA，B，Cで

示し，図1は試料の結晶方位と $\{112\}$ ， $\{110\}$ 面を示す。せん断応力は $\{112\}$ ， $\langle 111 \rangle$ 上で最大で $\{112\}$ 面上でじると，上面では引張り方向と直角の方向にじり線が現われ， $\{110\}$ 面上でじると斜めの方向にじり線が現われるはずである。実験はA，B，Cの試料について，常温より液体窒素の温度範囲にわたり，変形速度は1.0%/minを選んだ。

写真1は試料Bの上面のじり線を示す。液体窒素温度， -196°C では明らかに，二つの $\{110\}$ 面でじっているが， -121°C では部分的に $\{110\}$ か $\{112\}$ 面でじり，常温では大部分 $\{112\}$ 面でじっている。温度によりじり系は変わるが $\{112\}$ ， $\langle 111 \rangle$ のじり系の存在することを明瞭に示している。試料Aでは常温より， -195°C まで $\{110\}$ 面でじり，それ以下の温度ではじり変形の前に $\{112\}$ 面での双晶変形を示す。試料Cでは部分的に $\{110\}$ ， $\{112\}$ 面でのじりは存在することが確認されるが， $\{123\}$ 面上のじりの存否については今のところ，確かめられていない。これ等の観測事実を基にして，他の方位の単結晶の変形機構は矛盾なく説明される。

なおじり帯の微細構造の電顕的観察を行なっているが，一つのじり面上で数 μ にも及ぶじりはなく， 100\AA 程度の微細じりから成立っている。又これ等の性質の変形速度による変化等を研究中である。(金属物理研究部金属物理第3研究室)

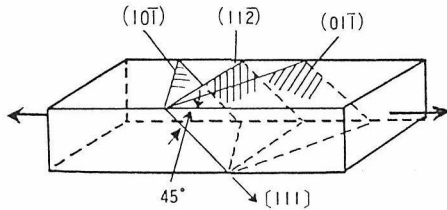


図1 試料Bの結晶方位

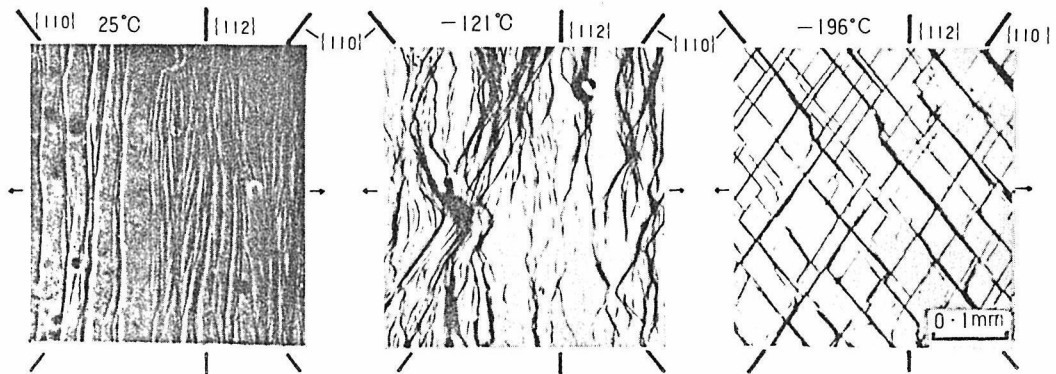


写真1 試料Bの上面にみられるじり線(伸張0.5~1%)

低炭素鋼の恒温変態組織と その機械的性質について

溶接技術の発達にともない高張力鋼などの分野では、溶接部の観点から炭素量をさげる傾向にある。

低炭素鋼の変態特性については、純鉄の $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態が Shear Mechanism によって行なわれるという Eichen らの考え方と、現実に低炭素鋼でも同様な現象が観察されることから、この種の鋼では変態特性が異なるのではないかと推測される。鉄鋼材料研究部特殊鋼研究室では、高張力鋼の基礎研究として 0.06% C 鋼に各種合金元素を単独に少量添加し、その変態組織と機械的性質を調べた。その結果恒温変態を行なうと粒界に初析 ferrite が析出したのち、続いて起こる変態組織は三つの型に分類されることがわかった。すなわち拡散変態と考えられる Polygonal ferrite, Shear Mechanism を伴った変態と見られる Prior Austenite の粒内に方向性をもった ferrite および Austenite 粒内に Nucleate する ferrite などである。(写真 1) 写真に示すような変態組織は、元素、その添加量および変態温度によって異なってくるもので、一般に Si, Mn, Cu, Ni 等は同様な効果をもち、この場合は、添加元素量が少なく、かつ変態温度が低いものが方向性をもった ferrite になる傾向を示している。又 Cr, Mo のような炭化物形成元素は、その量が少ない場合は前記元素と同様な効果をもつが、添加量を増すと過冷 Austenite 粒内に ferrite が析出するようになる。粒内における ferrite の析出はその確率が

少なくそのもとなるものははっきりしない。炭化物変態域においては以上述べた ferrite の形態によって炭化物の分布、形態が必然的に影響をうける。すなわち Polygonal ferrite の場合は Pearlite Colony として発達し、方向性のある ferrite の場合は粒界炭化物として析出する。又粒内に ferrite の析出するものは、細かく炭化物が分散する。V は特別で、Polygonal ferrite になるが、炭化物は高温域において VC のみを析出する。従って Si, Mn, Cu, Ni 等の元素は ferrite に固溶することにより、 α の変態特性に Solid Solution effect を与え Cr, Mo, V 等の炭化物形成元素は C の挙動を制御することにより影響を与えていると推測される。

機械的性質にもその効果が現われており、引張り強さでは Si, Mn, Cu, Ni は固溶体強化の効果が、又 Cr, Mo, V では組織的な影響が現われている。又切欠靱性に対しては、一般に方向性のある ferrite 組織のものがその衝撃値レベルは高く、かつ低温靱性の低下も少ない。この場合粒界炭化物は靱性に悪影響を及ぼしているかどうかははっきりしないが、靱性の向上には ferrite の形状、粒度が優先して影響しているように思われる。粒内に ferrite の析出する型のもは、衝撃値には悪影響を及ぼすと考えられる。以上のように低炭素鋼の恒温変態組織には、種々の型が観察され、実用鋼においてはこれらが混在して鋼の諸性質に影響を与えるものと考えられる。



写真 1 (a) 1.5% Si 鋼

950°C×15分→600°C×5秒
(Polygonal ferrite)

(b) 0.3% Cu 鋼

950°C×15分→500°C×7秒
(方向性のある ferrite)

(c) 1.0% Mo 鋼

950°C×15分→500°C×10秒
(粒内に析出する ferrite)

.....Purdue 大学に留学して.....

金属間化合物研究室長 工博 増本 剛

アメリカ合衆国の中東部に位し、5大湖の1つ、Michigan湖と北部において接する Indiana 州は大部分、所謂黒ボカ土の平坦地で、穀類の宝庫（酪農、畜産地帯でもある）となっているが、Illinois 州境の Chicago 市から、LCA の30人乗り位の小さなプロペラ機に乗り、この見渡す限り緑一色のとうもろこし（全米の7割を産す）や大豆（生産量は全米第3位）畑の上を、東南に約40分飛ぶと、小さな田園都市 Lafayette（人口約4万5千）の上空に達する。Purdue 大学および州立農業大学のある West Lafayette は、この Lafayette の一部として、Mississippi 河の支流、Wabash という Indian 名の余り綺麗でない河を挟んで、その西岸に発達した大学町であり、飛行場は Purdue 大学航空工学科と兼用で、この West Lafayette の町はずれにある。

筆者が'60年暮から'62年10月まで留学した Purdue 大学は Land Grant Institution になって、今年が100周年で、Hammond, Fort Wayne, Indianapolis および Michigan City にある4つの分校を含み、工学部（航空、化学、土木、電気、応用物理、機械、金属、原子力その他、計10学科）、理学部（物理、化学、数学の3学科）、農学部、獣医学部、薬学部、経済学部、人文学部、教育学部および家政学部をもつ総合大学で、学生数約1万8千名（大学院学生約3千名を含む）の大世帯であり、全米約2千の大学の中、第12位にランクされている。研究費のみで大学全体として年間約30億円を費しており、又図書館も完備し、'58年に新設された Memorial Center 中の3階に跨がる近代的な本部大図書館と20の各学科付属図書館とがあり、合計55万冊におよぶ蔵書を有している。卒業生は業界、学界等あらゆる分野において活躍しており、博士も、27年以来約3千名の多きに達し、football のみならず、名実共に評判の高い有名大学である。

筆者が客員研究者として付属した Purdue 大学物理学教室は、米国の物理学分野における big 10 中の1つで、その研究は固体物理、X線および電子回折（電子顕微鏡による研究を含む）、分光、核物理（角度相関、Cyclotron, Synchrotron）および理論物理の7 groups に分けられている。筆者は、固体物理 group の主任教授で、特に半導体の光学的性質に関する研究において世界的に有名な H.Y. Fan 博士に直属して、金属間化合物半導体 ZnSb の単結晶製作およびその電気磁気的性質について研究を遂行した（この報告はすでに広島金属学会および当研究所において発表された）。

この固体物理 group では結晶体、特に半導体（Ge, Si および Te のような単体半導体や InSb, GaSb, GaAs, ZnTe のような化合物半導体）の基礎的な性質が広汎に研究されており、又種々の金属や超伝導体を含む種々の合金についても、特に低温において研究されている。実験室には各種実験の要求に応じて、各種品質の種々の半導体材料の単結晶を製作できる装置が完備されており、研究内容も広く電氣的、磁氣的、熱的、



Purdue 大学の物理学教室(右前方)と化学・冶金工学教室(左手前)
(卒業式場へ入る前の卒業生と教授の行列)

光学的測定および microwave 測定を含んでいる。これらの異なったタイプの研究が互いに関連しあっているため、研究対称の各材料についての全般的な理解をうることができる。又特別な部門として結晶欠陥の研究も行なわれており、high energy の中性子や電子の衝撃により生ずる結晶損傷も広汎に研究されている。光学的測定は可視部から遠赤外部まで行なわれ、低温実験は約0.1°Kまでできる。30万 KV の Synchrotron の他、4万 gauss まで使用可能な電磁石も数個ある。

次に当物理学教室の人員構成は一般学生以外、教授17名、準・助教授20名、講師2名、研究員15名、大学院学生（博士課程47名、修士課程56名）、技術員10名、operator 4名、機械工作室12名、電子回路工作室4名、ガラス工場3名、事務員その他30名の総員220名であり、この中固体物理 group の研究職員は Fan 教授以下27名（教授6名、準・助教授10名、研究員6名および技術員5名で、博士所有者は20名）で、大学院学生は28名である。そして19の研究題目に対し、各題目毎に指導教授が1名おり、その下に2~5名の研究職員と大学院学生が所属している。

次に主な研究題目を挙げてみよう。(1)結晶の不完全性に関する電子状態の理論的研究、(2)半導体中の輸送現象の理論、(3)高電場下の Ge 中の hot carrier 効果、(4)Ge の低温における伝導現象、(5)各種化合物半導体の電気磁気的性質、(6)各種半導体の赤外性、(7)各種半導体の光伝導、(8)各種半導体、金属性合金および超伝導体の低温における比熱、(9)Ge, Si の熱伝導度および熱起電力、(10)電子照射により半導体中に生ずる損傷、(11)各種半導体の Cyclotron 共鳴等々。このようにすべて基礎的研究に重点がおかれており、その上広範囲にわたるすきのない、しかも深く突き進んだ、充実した多くの研究が、比較的少数の有能な研究者によって着々と進められており、さらにこれ等の研究成果は相互に密接な関連があり、一大総合研究として体系づけられている。そして特に注目しているのは、1つの研究題目、材料等を10年近くもの長年月にわたり、あらゆる角度から充分に探究し尽くす徹底した研究が多いという事であって、国情が異なるとはいえ、一研究者の筆者をしてこの点大いに感慨を新たにせしめた。又研究施設にしても、大部分の装置は学部所属の工場で短期間に、しかも性能、精度良く製作あるいは組立てられており、特殊な物以外は消耗品を始め各種部品や計器に至るまで、常に学部か本部の物品係に揃えてあり、必要に応じ直ちに入手できる仕組になっている。その他は紙面の関係で省くが、要するに合理的で、しかも能率的な環境の下で、数多の有能な好意的研究者に囲まれて、しばしばの徹夜実験のつらさも楽しく研究に従事する事ができた。

帰国して、毎朝夕の1時間近くもの長い通聖途次、あの殺人的雑踏に押しつぶされながら何時も思い出すのは、大学まで自分の道程を“うまい”空気を胸深く吸い込み、清掃車で真空掃除された美しい並木路を、リスと戯れながらのんびりと通った、大学町 Lafayette の静かな落ち着いた日々である。

(通巻第49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)