

技 研

1964

科学技術庁

NO.3

ニユース

金属材料技術研究所

会 計 雑 感

会計課長 高 城 康 人

三月といえは時は正に春陽の候である。厳しい冬の寒さから解放された人々は花にあこがれ華やかな装いで街に野に浮かれる。しかし会計職員にとっては会計年度の師走である。花にうかれるところではない。まさに追込みで猫の手も借りたいところであろう。私は昨年十一月本研究所に赴任してまだ研究所の実状も解らぬままに十二月を迎え世間なみに支払い事務、予算折衝その他で多忙を極わめ、それが片付いたら年度末の整理、来年度の計画等が待っているということで会計職員の辛さをかこっている。

研究所において我々管理部門に携わる者にとって最も重要なことは研究成果があがるよう研究員に如何にサービスするかということであると思う、研究所の管理部門の者はともすると研究員を管理監督しているような気持と態度をとることがある。たとえば、研究用資材がほしいと研究員から要求があった場合、予算がないから買えないとかの理由で直ちに応じないならまだ良い方で、さらに適切な措置をとらず時間的にも迅速を欠いたり品質的にも不満足なものを買ったりして、その処置に研究員が従わざるを得ないようにすることがないとはいえない。こういうことは事務担当者の誤まった態度であり処理であると思う。こんなことが原因となり研究員は研究員でかたまり、事務屋は事務屋でかたまりやすい。そのために研究が阻害されてはならない。管理部門に携わる者は常に研究員の気持とその立場をよく認識し、事務処理の円滑化を図るのは当然である。

国の会計事務は 財政法、会計法、国有財産法、物品管理法、債権管理法等の重要な柱を持っているがそのひとつ、



たとえば物品購入の手続きを採り上げてみよう。法的には物品管理法、会計法に基づいているが、その内容は複雑多岐にわたり、その手続きは極わめて煩雑であり、しかも少額、少量の物品の購入にあたっては高額、多量の物品購入にあたっては手続さ上は殆んど変わりはない。その上研究所は特殊物品或いは多種多様の少量購入が極わめて多く、一般行政官庁では想像も及ばぬものがある。それだけに研究所における会計職員には大切な心構えが必要である。即ち研究所に適した伝票組織を確立し或いは諸手続きの簡素化、

合理化に心掛け常に能率的な運営を図るよう改善への努力をしなければならぬと思う。会計組織等の不備のために研究員に迷惑をかけたたり、不便を与えたりしてそれがために研究の遂行に支障を来たし、研究意欲を減退させてはならない。

同時に研究部門にも会計経理上の判断に関する事項については技術上の問題を楯に会計職員の声に耳をふさぎず理解するよう心掛けてもらい、又会計職員も純粋な技術的な分野に属する事項については、研究員の自由な創意と工夫とを尊重してみだりに容喙すべきではない。両者の密接な協力があってはじめて研究成果があるのであって、そのためにはやはり研究員であっても技術的な考慮だけでなく同時に一般常識的な会計経理上の物の考え方位は身につけるべきであり、一方会計職員の側でも少なくとも研究所の事務職員としてはずかしくない程度の技術的知識は日頃習得しておくべきであろう。何にもまして相互の深い理解が真の協力を生むゆえんであると信じている。

耐熱合金の進歩 (6)

Nichrome 系合金の再結晶温度におよぼす Al, Ti 単独添加の影響

Ni 基耐熱合金の再結晶温度の上昇に最も寄与する合金元素は Al, Ti であることが前回の結果で知られた。しかしこの場合は殆んど Ni 基耐熱合金がそうであるように Al, Ti を併用添加した材料についてである。Ni 基合金に Ti を単独添加すると稠密六方格子の Ni_3Ti なる η 相化合物を, Al を単独添加すると面心立方格子の Ni_3Al なる γ' 相化合物を生ずるが, 両元素を併用添加した場合に Ti に比べて Al が極端に少量でないかぎり $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ なる γ' 相化合物を生ずる。そして Ti を含む γ' 相の析出速度は Ni_3Al 単独相より遅く, Ti 濃度が増すほど益々遅くなる。両者を併用添加する大きな理由はここにある。それでは Al あるいは Ti 単独添加の場合に, いずれの元素が再結晶温度の上昇に大きく寄与するのだろうか。

表 6 合金の化学組成

Nichrome + Al			Nichrome + Ti		
Al%	Cr%	Ni%	Ti%	Cr%	Ni%
0.25	20	残	0.25	20	残
0.50	20	"	0.50	20	"
0.84	19.70	"	0.81	19.39	"
1.71	19.41	"	2.06	20.05	"
2.70	19.56	"	2.77	19.90	"
3.51	20.56	"	3.92	19.70	"
4.51	19.93	"	4.92	19.46	"
			5.88	19.57	"

実験は高純度の原料金属を用いてアルゴン雰囲気中でアーク溶解したポタン・インゴットを $1200\sim 1000^\circ\text{C}$ で鍛圧後, 1150°C で 2 時間加熱水冷却の溶体化処理をして, 70%加工度の冷間圧延(厚さ 0.6mm)をしたものについて行なわれた。試料の化学組成は表 6 の如くで, 基準組成に $80\text{Ni}-20\text{Cr}$ の Nichrome 合金を選んだのは, 冷間圧延の可能範囲をできるだけ高濃度の Al あるいは Ti 側へ広げるためである。その結果, Ti の場合は 6% まで熱間, 冷間とも圧延可能であるが, Al の場合は 5% までで, 6% になる

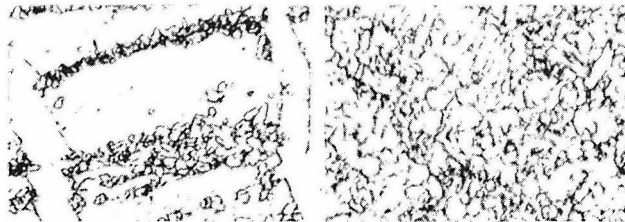


写真 6 冷間圧延合金を 650°C で 2 時間加熱した組織 ($\times 220$)

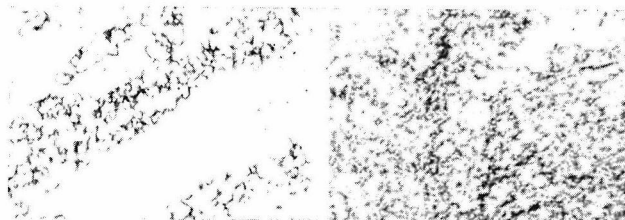


写真 7 冷間圧延合金を各温度で 2 時間加熱した組織 ($\times 600$)

と熱間圧延は可能であるが, 冷間圧延は不能であることが知られた。

これらの試料を 500°C から 1000°C まで 25°C おきに 2 時間保持後水冷却したものの硬度と顕微鏡組織の観察から, 再結晶が 60% 進行した温度を再結晶温度として Al あるいは Ti 濃度との関係を図 8 に示す。この場合 Al,

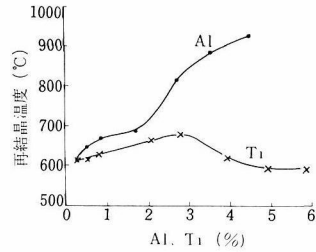


図 8 60%再結晶温度と Al, Ti 濃度との関係

目しながら図 8 をみると, Al は γ' 相の析出の有無に拘らず濃度と共に再結晶温度を高めて行くが, その上昇度は Ni_3Al の析出を伴う場合の方が著しい。しかし Ti の場合は溶解度限附近まではゆるやかに再結晶温度を上昇させるが, その上昇度は Al より低く, Ni_3Ti の析出が盛んになる濃度範囲では, Al の場合とは逆に濃度と共に再結晶温度が低くなる。すなわち Al は Ti よりも遙かに再結晶温度の上昇に寄与する。写真 6 a ~ b は各々 0.8% の Al と Ti を含む冷間圧延合金を 650°C で 2 時間加熱後の組織で, この場合はいずれも析出を伴っていないが, Ti の方が遙かに再結晶が進んでいる。

また写真 7 a ~ b は 3.5% Al と 3.9% Ti を含む合金について析出を伴う場合の組織で, $875^\circ\text{C} \times 2$ 時間の前者よりも $650^\circ\text{C} \times 2$ 時間の後者の方が遙かに再結晶が進んでおり, Ti の場合 η 相の析出がいかに再結晶温度を下げるかが知られる。

γ' 相と η 相によるこのような著しい再結晶挙動の相違は, γ' 相では結晶粒内に微細に析出したものが粒界附近に凝集し始めて γ 素地中の Al 濃度が低下した後に再結晶が起るのに対し, η 相ではパーライト状の析出と同時にその周囲の素地の再結晶が行なわれるためである。また一般に η 相の析出速度は γ' 相に比べて遅いと云われているが, この実験で使用したような高純度合金では, 明らかに η 相よりも γ' 相の析出速度が早いことを認めた。

以上の結果から Ni 基耐熱合金において, η 相の析出がみられるほどに Al よりも Ti を多く併用することは好ましくないことが知られる。 $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ としての γ' 相の次頁へ

臨界剪断応力の迂りの向きによる異方性

金属結晶の迂り系は、面心立方金属では特に問題はないが体心立方金属については特殊な合金或は低温での変形等の場合を除き一般に非常に不明確である。このことは体心立方金属の種々の塑性変形の機構の解明に一つの支障となっている。古くから面心立方金属及び稠密六方金属の場合、一つの結晶について迂り系への分解剪断応力がある臨界値（臨界分解剪断応力）に達したときに変形が開始するということが知られている。即ち単結晶の降伏応力の結晶方位依存性は上記の規則に従っている。このことを逆に体心立方金属に適用することによって、その迂り系に関して考察することができる。3%珪素鉄について、図1に示す

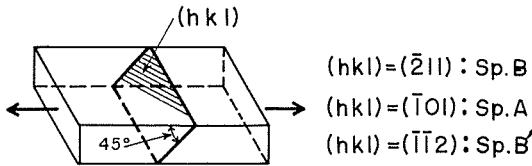


図1 引張単結晶試料の結晶方位

ように単純引張に対し $\langle 111 \rangle$ 晶帯の種々の面の $\langle 111 \rangle$ 方向が最大剪断応力を持つような試料を用いて、室温で降伏応力の測定並びに迂り帯の観察を行った結果 $\{112\} \langle 111 \rangle$ 迂り系は $\{110\} \langle 111 \rangle$ 迂り系と共に実際に働き得ることが結論された。又結晶方位の異った単結晶についての実験の結果、一つの $\{112\} \langle 111 \rangle$ 迂り系への分解剪断応力は一定であり臨界分解剪断応力の法則はこれらの試料で成立していることが分った。

しかし $\{112\}$ 面の迂りの場合次のような特異な現象が見られる。即ち図1で最大剪断応力面が同じ $\{112\}$ 面でも迂りの方向が双晶変形方向とその逆の場合で降伏応力が異なり、前者の方が5%も小さい(下表)。よく知られているように双晶変形は一方の向きの剪断応力(図1では $\{112\}$)

試料名(迂り面)	Sp.A, (110)	Sp.B, (211)	Sp.B', (112)
下降伏応力 kg/mm ²	26.8	29.7	28.0

※ 前頁より
析出速度を遅くするに適量な Ti 濃度を選ばねばならない。そして Al 濃度の増加は高温強度向上の主役をなしているが、可鍛性に対しては Ti よりも Al の方が阻害作用が大きい。従って本材料を鍛造合金として発展させるために、たとえ真空溶解法やアーク溶解法を用いても、Al, Ti 濃度には限界があり、Ti を多く用いて可鍛

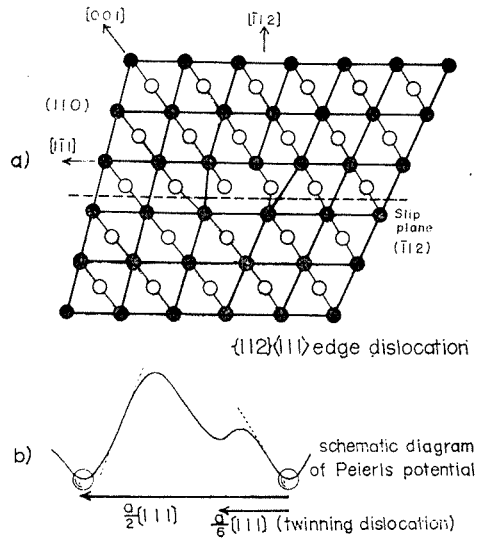


図2 (a) $\{112\} \langle 111 \rangle$ 刃状転位の原子配列, \circ, \bullet は $\{110\}$ 面の上下の原子面を示す
(b) 上の転位のパイエルスポテンシャルの模式図

のとき) に対してのみ起り得るのであるが、これと同様に迂りについても迂りの向きによってある程度の極性が見られるわけである。 $\{112\} \langle 111 \rangle$ 迂り系、或は他の結晶系での迂りではこのようなことが無いのは迂りの方向性に対する結晶構造の対称性から当然であるが、 $\{112\} \langle 111 \rangle$ 迂りについては図2(a)に見られるように転位の周囲の原子配列は迂りの向きに対して非対称である。このことが何故迂りの向きによってその抵抗に差をもたらすかは、或は $\{112\}$ 合金の特殊性に基くものか、或は面上の転位の拡張に基くものか未解決であるが、一つの原因として図2(b)の点線の勾配で示すように Peierls stress が転位の動く向きによって異なることがあげられる。

以上のことは体心立方金属に対する臨界分解剪断応力は迂り面及び方向のみでなく、迂りの向きも考慮せねばならないことを示して居り、他の結晶系の金属では見られない特異な現象である。

性を維持しようとする高温強度の向上が期待できない。しかし鍛造合金ならば脆弱にならない範囲で、Al, Ti 濃度を更に高めることができ、高温強度の向上した材料が得られる。このような観点から、耐熱合金研究室では No. 64B, No. 64C, No. 64BC など一連の強力な Ni 基鍛造耐熱合金を発展してきたのである。

— M. I. T. における

脆性破壊の研究—

金属物理第2研究室

本多龍吉

私は昭和36年に米国マサチューセッツ工科大学冶金学教室に派遣され、それより約2年間、同教室の鋼の脆性に関する研究グループの一員として研究に従事してまいりました。

その間、自分では鉄単結晶の劈開破断に関する研究を行い、又同グループ内外の多くの研究者と金属の強度その他に関し、有益な議論をする機会に恵まれた事は幸いでありました。当然多くの研究者達の間で友人知己を得ることが出来たのは、今後共楽しく又、有益なことであろうと期待して居ります。

同教室での研究態度と言ったものを一言で語ろうとする事は勿論不可能であります。若干の印象を述べれば、例えば、研究題目としては、事の新旧を問わず、冶金学的に重要な問題を着実に研究して行くと言った感じを受けました。基礎的研究とか、応用的研究とか言ったことは余り論じられない様子です、と言いますのは、同教室に於いて結局、研究の目標は材料の性能向上であり、その目標に達するには、最も正確な知識が必要であって見れば、研究態度が屢々、極めて宇遠に見える様相を取る事もある訳で、ここに於いては、基礎的研究も応用的研究も、区別することが出来ないということであろうかと思ひます。いわば当り前のことでありましよう。

次に自分で直接行いました鉄単結晶の劈開破断の研究に就いて若干述べます。此の問題は鉄鋼材料の脆性破断現象を基礎的に理解する事を目標として行なわれたものであります。具体的には亡り乃至は双晶変形と破壊との関係が主題でありま

す。此の問題に就いては、鉄、硅素鉄、モリブデン、タングステン等の単結晶で既に幾多の報告があります。しかし特に鉄に就いて—鉄の冶金学的重要さにも拘らず—その結果が甚だあいまいでありました。幸いにして筆者の研究の結果、鉄単結晶の劈開破断に就いて、多くの問題点が解決されたものと考えて居ります。例えば、(1) 鉄単結晶に於いては、双晶が破壊の原因として最も重要であること、(2) 硅素鉄の場合と異なり、亡りの交叉は重要でないこと、(3) 鉄単結晶に於いて、破壊の伝播は、破壊応力の方位依存性を理解する為に重要であること、(4) 鉄単結晶中に属々残留する、微少な“島結晶”は破壊の始まる場所となり易いこと等が、判明致しました。又双晶が破壊を引き起こす機構に就いて、色々の考え方が提案されて居りますが、本研究の結果によれば、それは一つの双晶の他の双晶乃至は島結晶に止められた時に起こる応力集中によるものと考えられます。同じ脆性研究グループに属する他の研究者達のやって居りました研究を御紹介致しますと、例えば、鉄中のカーバイドと、脆性破断との関係に関する研究は面白いものの一つでした。即ち、カーバイドが鉄鋼の変形に従って割れますと、或る条件の下に於いて、それがフェライト中に劈開き裂を生じ、それが破断を惹き起こすということが此の研究に於いて、極めて明快に結論されました。此のことは、実用鋼の脆性破断の問題を論ずる上に大変重要な事と思ひます。その他鉄の歪み時効と脆性との関係に就いても面白い研究が行なわれて居りました。

研究活動に附随して、写真や図版のサービス、研究手伝いや秘書の人達のこと、研究室内外の清掃美化、等を論ずれば色々のうらやましい点がありますが、これは紙面の関係もありますので割愛し、具体的に改善の可能性が希望出来る機会に論じて見度いと思ひます。

尚学会等で訪れる機会を持ちました学校や研究機関としては、Harvard, Pennsylvania, Florida等の大学、Battelle Memorial Institute, 又 Ford, G. E., U. S. Steel等の会社研究所があります。何かの御参考まで。

(通巻第63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)