

京大教授 工博 西村秀雄

國産アルミと超デュラルミンの時代へ

工業の發展の遅れていた我が國では、莫大な資本を投資しなければならなかつた事業は、官業で始められた。鑛山事業の如く、また鐵鋼の生産のやうな事業がそれであつた。しかしアルミニウムの製鍊は國內資源のなかつたこと、その用途が民需品に限られていたことなどから、國家事業として着目されなかつた。これにアルミニウム製鍊は難しいといふ先入觀念も手傳つていた。しかし大正の6.7年頃にその研究は始められていたが大正9年の恐慌のために中絶して、昭和の初期から漸くアルミニウム製鍊を試みやうとする動きが始まり、業界の人々の注目するところとなりだした。

滿洲國の建設といふことに伴ふてこの動きが活潑となり、昭和9年(1934)に始めて國産アルミニウム地金生産計畫が實現した。日本電氣工業株式會社は横濱にアルミナ工場を、長野縣の大町に電解工場を建設し、田中弘法によつて明礬石からアルミナを製造することになつた。また日滿アルミニウム株式會社が富山縣東岩瀬に、住友化學工業株式會社が愛媛縣新居濱にアルミニウム製鍊工場を建設するに至つた。何れもボーキサイトを原料とすることなく、滿洲産の礬土頁岩或は朝鮮の明礬石を原料とせんと試みたのであつた。

この時代に於て我が國の輕合金工業も着々と進歩した。住友伸銅鋼管株式會社の技師田邊友次郎氏は昭和8年の夏から昭和9年の春にかけ歐米を視察して歸つた。その報告を見ると當時の海外の狀況が、大体見當がつくのではないかと思ふのである。

同氏は報告の初頭に、世界は何れの國もナシヨナリズムの波澎湃としてその岸を洗ひ、といふ言葉が用いられている。獨逸のナチス、伊の

ファシストが彼等の世を謳歌しつつあつた。我が國も滿洲國の建設以來の軍閥といふ言葉を耳にすることが多くなつて來た。

輕合金界ではデュラルミンが漸く超デュラルミンに更代されんとしていた。その研究も海外では盛になつていた。獨逸ではデュラナ・メタルウエルケから DM 31 といふ超デュラルミン系の合金が、漸くその姿をあらはした。

田邊友次郎氏の報告

田邊氏によるとその機械性質が次のやうである。

第 1 表

	降伏點 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	ブリネル 硬度
板 時効	32~34	46~48	15~12	125
時効後常溫加工	40~42	50~52	12~10	140
型材 時効	36~40	48~52	14~10	125
管 時効	35~38	48~52	16~12	130

デュラナ、メタルウエルケの 681 ZB は超デュラルミンとして造られたもので、第2表のやうに抗張力は稍々デュラルミンに優るに過ぎないものであつた。

第 2 表

	降伏點 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	ブリネル 硬度
板 時効	28~30	42~44	18~15	118
時効後常溫加工	36~38	46~48	12~10	135
型材 時効	30~32	42~44	14~12	118
管 時効	32~34	44~46	16~12	125

681ZB は Cu 4.2%, Mn 0.6%, Mg 0.9%, Si 0.5%, Al 殘分といふ合金である。これに比して DM 31 は Cu 4~4.5%, Mg 1.2%, Mn 1.2%, Si 0.7%, Al 殘分といふ合金で、マグネシウムもマンガンも含有量が高く、そのため機械性質が優れたものである。何れも珪素が比較的によく高くしてある。また米國では既に超デュラルミンとしての 24 S がアルコア社で造られ

1) 住友研究報告 2 (1934) 147

ていた。24S は Cu 4.2% Mg 1.5%, Mn 0.6%、Al 残分といふ合金である。その機械性質は第3表に示している。

		降伏点 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	ブリネル 硬度
24S	500°C 焼入時効	30.1	45.5	20	105
	同上常温 加工	37.1	47.6	13	116
アルク ラッド	焼入時効	28	42.0	18	—
	時効後常 温加工	34.5	43.4	11	—

第3表を見ると明かなやうに、DM31 と比較し抗張力は大差ないが、24S の方が伸が多い。当時米國ではプロペラに 25S が用いられていた。25S については既に述べたやうに、新しいものではない。24S が、24S といふ規格名から考へると、25S より新しく研究されたものとも考へられないが、とにかく當時まで使用されなかつたやうである。その間の關係は明白でない。アメリカの研究で既にその性質が多少明白にされていたから、その當時から研究されたものであらう。



メリカ像 …… 西村氏筆

田邊氏はこの他 RR 系合金、ヒドロナリウム合金などについても報告している。これ等の合金は既に記述したものであるから、唯これ等が實用の域に達していたと云ふに止めたい。

かやうな世界状況にあつたが、我が國ではまだ超デュラルミンに關する工業生産の域に達していなかつた。漸くこの状況に鑑みて住友、古河の兩輕合金壓延工場では、超デュラルミンの研究に着手し出した。

始めはマイスナーの超デュラルミンも一應検討された。しかしその性能が思はしくないので米國式の 24S の工業生産に努力が拂はれるやうになつた。と同時に研究もそれに全力がそそがれた。これまではデュラルミンを目的に研究していたのが、超デュラルミンを目標とするやうになつた。

デュラルミンの時効に關する疑問

一方、筆者はデュラルミンの時効に關して常に疑問を抱いていた。既に述べたやうにデュラルミンの時効の原因は $Cu Al_2$ と $Mg_2 Si$ といふ化合物の析出に關係したものと考へられていた。硬化の機構はとにかく、この化合物がアルミニウムに固溶していたものが、時効によつて析出する過程に硬化が生じる、と信じられていた。

しかし實際 $Cu Al_2$ のみを含むアルミニウム銅合金も、 $Mg_2 Si$ のみを含むアルミニウム合金も、どれも焼入して常温では時効を余りしない。 $Mg_2 Si$ を含む合金などは全く硬化は示さないのである。これが兩方の化合物を含んだときに、どうして常温で硬化が著しいのか不思議でならなかつた。

この問題は誰も未だ説明して呉れていなかつた。時効の機構の研究は銅のみを含むアルミニウム合金で行はれて、時効を説明された。アルミニウムマグネシウム、銅の3元系合金になると、どうしてデュラルミンのやうに常温時効が進むのか、この疑問に答へるやうな研究はなかつた。

1) 住友研究 1 (1932) 1 に松田孜氏などの研究がある。

三元合金の状態圖

これにはどうしてもアルミニウム、銅、マグネシウム三元合金系の状態圖を明かにしない限り、説明がつかないであらう、と考へ、以前試みやうとして中絶した研究を、また始めることにした。

昭和9年の春、研究室に卒業論文を書くために來た學生のうちで、葛浦正俊氏に Al-Cu-Mg 系合金の状態圖を調べて貰ふやうにした。久恒中陽氏がまだ筆者の研究室に残つて貰つていた頃であつたから、同氏にその世話を依頼した。

葛浦氏は現在神戸製鋼所の技師として専門は製鋼であるが、状態圖の作製のやうな興味の薄い仕事を熱心にやつて、大体の骨子を造つて呉れた。

アルミニウム側には三元化合物が一種存在することは、既にボオゲル Vogel が發表していた。同氏の状態圖は全く不完全であつた。この一種の三元化合物の存在のみでは、アルミニウム側の状態圖は説明出來ないことが發見された

蔭の力、記録されざる貢獻

これには葛浦氏の努力と久恒氏の助力が大いにあつたものであつた。葛浦氏は1ヶ年の研究をまとめて卒業していつた。この研究に端著を得て、超デュラルミンの研究にどれだけ助けになつたか、やがて書くことにならう。

歴史は常に表面の事實のみが知られて、裏面が忘れられ勝ちである。所謂縁の下の力もちで終つた人のことなどは、記録されず、過ぎ去ることが多い。この輕合金史を書くにつけて、かやうな蔭の努力を忘れないやうにと心掛けて來た。しかし筆者の身邊はとにかく廣い社會のことであり、直接關係のなかつたことは書く由もない。記録も埋れて土となり、焼けては灰となつたものも多い。かかる人々の努力こそ文化の進展に、科學の發達に缺くことの出來ないものである。

昭和9年、クラツド材の擡頭

昭和8、9年頃の我が國の各所の研究報告を調

べて見ると、まだ超デュラルミンに関するものがなく、ただデュラルミンに耐蝕性アルミニウム合金を被覆したデュラルプラツトに関するものが發見する。

住友報告の昭和8年12月號に松田孜、東尾仲吉兩氏が住友で造つたデュラルプラツトの性能に就て記載している。主として耐蝕性を調べたものである。このデュラルプラツトは當時住友で SA3 と稱した耐蝕性合金で、マグネシウムとマンガンの含有量が合せて2%といふものである。また三菱航空機の研究報告のうちに池田傳氏がデュラルプラツトに就て同様に腐蝕に対する性質を調べたものがある。とにかく我が國ではクラツド材が漸く工業化せんとしてつたことを物語つている。この點海外より多少遅れていた。

(15頁より續く)

る所報に私の現在の宿所、その土地への出張日程等を掲載するのである。役所や商工會議所も是でこそ役に立つと痛感させられた。經濟=ウスに對する尊重、海外事務所を大いに利用することを、ミラー氏は力説してゐた。盲貿易の排撃である。

も一つ感心したのは事務の機械化、能率化である。長距離電話が二、三分で直ぐ出ることは誰でも知つてゐるが、teletype や dictaphone の正確便利さは大したもの、日本も早くあつた云ふものを利用したいが、焼けた電話の復舊が申込むで數年経つても架けて貰へぬやうでは、前途遼遠だ。その非能率極の官業を見るにつけて我等の民業は、大小、力をあはせて公衆に奉仕し、新しい、良き日本を建設して行きたい。

"Business, big and small, built America" はユー・エス・スチール社の有名な標語だが、曾ては日本にも(大正の終、昭和の初め頃) "産業立國" と云ふ標語が行はれた。この標語を新しく生かすのが、産業人の責任であらう。(25.8.21)

1) (昭和9年)2月號22頁、池田傳氏はその後昭和10年に急逝した

京大教授 工博 西村秀雄

鐵鋼を學んだ人でもオスモンの名を口にする人は少い。鐵鋼の顯微鏡組織を見ることを試みた最初のフランス人であるが、老年になつて學界から隱退して淋しく晩年を送つたがために、人から忘れられたのであつた。昨年はそのオスモンの生誕百年を記念し、フランスの冶金學界ではこの忘れられていた先驅者のためオスモン賞を制定して、全氏の名譽を永久に傳へることにした。

その記念講演を讀んでみるとフランスもこの學界の先驅者を忘れていたのは遺憾であつたと述べている。金屬の新しい研究の出發點がこのオスモンの研究に基いて始つた。また今後もその出發點にもどつて考へた進歩が生れて來ることを望みたい。

とかく近くにある人のことは誰かが法意して傳へないと研究上の功績などは忘れられてしまふのである。豫言者はその故郷に容れられないと言はれるが、學問の世界はかかることがあつてはならぬ。殊に我が國では新しい事を始めるとその先驅者の仕事を争つて模倣し、その功績を隠してしまふ。しかも一步もそれ以上に進歩しないがため、やがて忘れられてしまうことが多い。

湯 流 れ の 研 究

恒に先驅者の仕事を尊重して独自の仕事を心がけないと、後進國は何時迄も後進國として終ることにならう。こんなことを考へて1935年の英國のメタル・インダストリーを調べるため、頁を繰つていると、アルミニウム合金の湯流れの研究が書かれているので、ここに忘れていたことに気がついた。湯流れのことは少くとも輕合金史の一頁に、書いておかねばならないことであつた。

度々筆者が話題の一つとすることであるが、

フランス留學の時、1928年7月のことである。鑄物學校の株長であつたロンスレーさんの御伴をして學生の見學旅行に行つた。ツール市にある鐵道の工場を見て歸途カフェで休みながらロンスレーさんに尋ねた。今日見學した工場でキュボラの湯を渦卷の形に流し、湯流れを調べるのは興味のあることであるかと尋ねた。ロンスレーさんは、あれは日本人の報文からヒントを得て真似ているのだ、その著者の名は忘れたがといふことであつた。外國人には日本人の名は覚え難いだらうから、無理もないと思つた。

齋藤六吉、林狷之助兩氏の仕事

これで気がついた。その報文は齋藤六吉、林狷之助兩氏の名で發表された「鑄鐵或はアルミニウムの湯流れの研究」で、京都帝國大學工學部紀要に載つたものに違いない。林狷之助氏は陸軍の技術武官として長く大阪工廠に勤務しフランス語に熟達した人であつた。紀要は珍しくフランス語で書かれてある。多分齋藤六吉博士が工廠顧問として指導されて、この研究が出来たものであつたと思はれる。フランス語で書かれてあるからフランス人に讀まれた譯である。

元來鑄物を造るには湯流れが大切である。その良否を判定する方法は、既に1898年にトーマス・デー・ウエスト(Thomas D. West)によつて試みられて、齋藤六吉博士が獨逸で師事されたレデブア(Ledebur)も、1904年にこれを受けついで研究し發表したものがあつたから、湯流れを調べるといふことは必ずしも新しいことではないが、始めて渦卷形でアルミニウムの湯流れを測られたのは兩氏であつた譯で、アルミニウムについて研究が行はれているから輕合金史にも関係がある。この湯流れの試験方法がベルギー、フランスなどで採用されて多少改善され、また米國の鑄物協會の會誌にも發表され

1) Tour 2) (1919) 3) 昭和12-3年頃の大阪工廠長(少將)、元昭電専務佐野精一氏の實弟

用いられるやうになつた。

昭和7年11月、齋藤大吉博士の還暦を迎へたから、京都大學採鑛冶金學教室の水曜會から記念論文を發刊した。そのうちに筆者がこの流動性測定法に就ての一文を草して、齋藤博士の功績の一端を紹介した。1935年はその2年後になる。この間の輕合金の湯流れについて研究の跡をたどつて、語ることにしたい。

元來金屬の湯流れといふものは簡単なやうであるが、實はいろいろな要素が含まれているから、一言でその本質を説明することは難しい。例へば物理學上でいふ粘性も一要素であるが、それのみで決められない。實際型に流してみてもよいから示すことが出来ると便利である。ウエストは直線的に流して比較したが、不便であるから渦巻の形にしたものが、齋藤・林兩氏の研究であつた。

クールテイの研究

この考へに基いて輕合金の湯流れを始めて系統的に研究したのはクールテイ (Courty)¹⁾ である。Al-Cu, Al-Si, Al-Ni, Al-Zn 及び Al-Cu-Mg 系の合金について調べてある。アルミニウムに固溶体として合金する添加元素が加はると、その固溶体の區域では大体に於て流れは悪くなつて、共晶が出来るやうになると湯流れはよくなることを始めて明らかにした。この結果はその後も繰返されて證明されている。

クリニトスキーとセーガー (A. L. Krinitzky & C. M. Sueger) は米國の國立標準局 (National Bureau of Standard) の報告として砂型で渦巻型を作り、鑄鐵の湯流れ測定に關して報告をしている。次いでアルミニウムと Cu8% を含むアルミニウム合金の湯流れを研究した²⁾。鹽化亜鉛の熔劑の影響を調べているが、余り變化がないことが述べられてある。

ポートバンとパスチアン

フランスの金屬學界のことに一寸觸れておきたい。アルミニウム合金を専門に取扱つた人はないが、レオン・ギエーは非鐵金屬の研究をしているが主として鐵鋼を取扱つていたから、非鐵金屬の研究家はアルベル・ポートバン (Albert Portevin) と云へる。

ギエーはフランスの學士院會員であり、金屬學會の大御所として勢力があつた。ポートバンはフランス人らしいサンスを持つた人で氣のきいた研究をしていた。ルビユー・ド・メタルジエの雑誌編輯に専ら當つていた。研究室はギエーと同様にコンセルバトワール・デ・ザル・エ・メテュにあつた。現在ギエーは既に亡くポートバンが學士院會員としてその跡をついでいる。また同氏の指導によつて助手として働いていたパスチヤン (Bastien) が現在では立派にフランス學界の一人として活躍しているが、いつの間にか時は過ぎ行き、世の中が變つてゐるのに驚く。

このポートバンとパスチヤンの共著として渦巻型湯流れの研究が1932年にコント・ランデュー⁴⁾で發表され、また1934年には英國の金屬學會誌に "3元合金の鑄造性" といふ題目で状態圖と湯流れの關係を示した。これにはアルミニウム合金には觸れていないが、その論文に對してスイスのノイハウゼンにあるアルミニウム・インダストリー會社の主任技師であつたチエルレーダー (Zeerleder) が、兩氏の研究は状態圖との關係が明白になつて興味が深いと述べ、1931年にこの方法が發表されて以來、アルミニウム・インダストリー會社でもアルミニウム合金に採用して研究していることを發表し、一例としてアンチコロダル合金Aについて行つた結果を報告している。とにかく、これで渦巻型湯流れ試験法が日本から歐州に移されて、生長して行つた道筋が明らかになつた。

チエルレーダーの"渦巻型の價值"

チエルレーダー (A. Von Zeerleder) はその

1) Fr. Am. F. A 35 (1927) 287. 2) 同上 2 (1931) 513.

3) Metal Industry. 46 (1935) 119. 4) Comptes Rendus 194 (1932) 422.

5) 1934年發表されているが、1933年の秋に學會に提出した。54 (1934) 45

著書アルミニウム加工法 (Technologie des Aluminium) で有名で、我が國でもよく知られていると思ふが、同氏はその後アルミニウムの湯流れに関して研究をつづけた結果をまとめて「アルミニウム合金の鑄造性」といふ題目で發表している。その中の「渦巻型の價值」といふ項を見ると、アルミニウム合金の鑄造性を系統的に調べるには、この方法が有効であることを次の實驗で證明している。

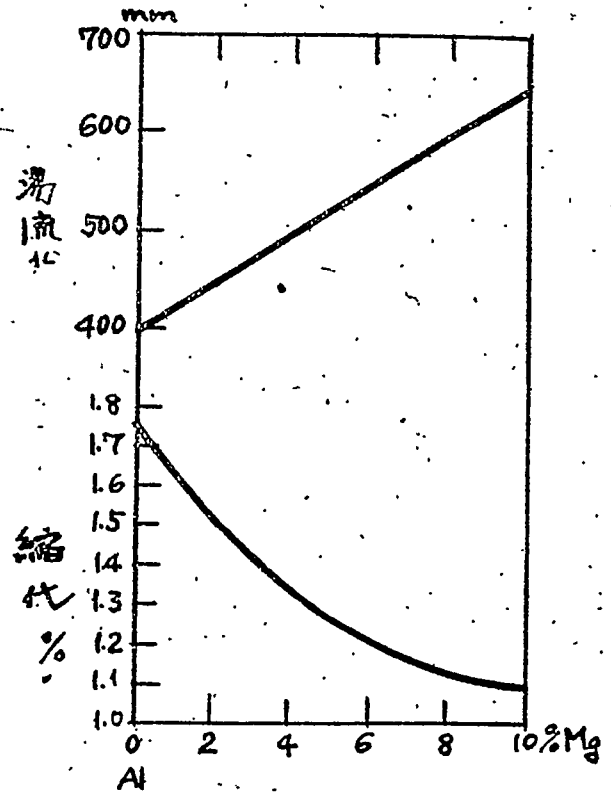
アンチコロダル合金 (珪素2~5%、マンガ 0.6%、マグネシウム 0.6% のアルミニウム合金) はその珪素が2%では渦巻の長さが310mmであつたが、5%となると410mmとなり、シルミンでは730mmであつて、珪素の影響が大きい。この鑄造性はアンチモンを加へると改善される。珪素2%を含むアンチコロダル合金にアンチモン0.5%を加へると渦巻の長さが650mmとなると同時に、抗張力も約10%増した。これから、アルミニウム合金の湯流れを渦巻型で調べるのが望ましいと云ふている。

ヒドロナリウムの湯流れ

なお注目したいことはマグネシウムを含むアルミニウム合金のことである。既述したやうにこの合金は、1899年にマハ(Mach)が、マグナリウムと稱して、獨逸で特許を得たものであるが、その後、ヒドロナリウムと我が國で稱へられている、耐蝕性アルミニウム合金である。この合金の湯流れを700°Cで350°Cの金型に鑄込んで調べ、第一圖のやうな結果が得られた。

マグネシウムはアルミニウムに固溶するが、その固溶体を造るに拘らず、湯流れが善くなつてゐる。しかし、縮み代は少くなる。これは固溶体をなす合金で、凝固範囲が増すと湯流れが悪くなるといふクルチーの結果と逆である。實際マグネシウムを含む鑄物は多少造り難い。湯流れは單に粘性とか、凝固の温度範囲といふことのみで決められない、他の要素が含まれているから、かやうな結果が與へられる。殊に湯の温度を高くすると流れ易くなるが、一方に強度といふ點から適當な鑄込温度が必要であるから

ヒドロナリウムの湯流れ



その兩方を考へて鑄込温度を定めねばならぬ。

松川氏、森田氏等の研究

こんな議論をしている一方、京都大學では齋藤博士の傳統を受けて現在大阪大學の冶金學教室の松川達夫教授が、昭和3~4年頃まで助手として京大に勤務していたが、今村博士の指導でアルミニウムなどの粘性を測定した。

また最近になつて森田志郎教授がアルミニウム合金の湯流れを、金型を用いて測定したが、同氏の學位論文となつてゐる。同氏の研究は上記のクルチー或はポートベンなどの研究と同様に、状態圖との關係を一層詳細に確めたものであつて、同様な結果を與へている。尙現在も研究をつづけているから、此所には觸れない。

とにかく我が國で生れた子供が海外で生長して大きく一人前になつた。これまで育てあげるには努力が必要であつたが、我が國で生れた子供は忘れ勝ちになる。學問の傳統はこれを受けついで始めて完成するもので、一人の力では大きい仕事は出來ない。互に協力してよい傳統を生かし、進展せしめたいものである。

1) Metal Industry 47 (1935) 531

京大教授 工博 西村秀雄

梅雨は雨が降らないでも濡り気味で、気持ち
が勝れない。殊に長雨がつづくとき早く晴れて欲
しいといふ感じがする。梅雨があけて暑い夏と
なつた方が、心持がすがすがしくなる。

會て日本が不景氣に困り抜いたとき滿洲事變
が起つた。世の中がこれで立ち直るのでないか
と感じた。これは丁度梅雨あけのやうな氣持で
あつたに違いない。これが今度の大戦にまで影
響が及んで、この敗戦國家となるなどは想像
もしなかつた。大衆はとにかく新天地が開けた
と感じて、我れ勝ちに滿洲へと出かけた。

開拓者森氏と日本電工

一瓦のアルミニウム塊も國內で工業的に生産
されなかつたのが、昭和9年に日本電工が長野
縣の大町工場でアルミニウムを生産し始めた。
これで新しい工業分野が、我が國で成立し得る
ことが證明された。とにかく、從來工業的に生
産が困難と考へられていた明礬石から、アルミ
ニウムを製鍊して市場に提供するに至つた。そ
の間技術家の努力は勿論であるが、これを敢行
した森蘆祖氏の度胸といふものに一應の敬意を
表して置きたい。總て先驅者は苦難の道を歩む
ものである。道のないところを開いて進むので
あるから確たる決意が入用で、また人の批判に
屈しないだけの強さがなければ挫折する。容易
のことではなかつた。我が國でも、とにかくア
ルミニウムの生産に自信が出来た。

これが契期となつて我が國のアルミニウム工
業が漸次擡頭して來た。日滿アルミニウム、住
友アルミニウム製鍊、日本アルミニウムなどが
相ついで生れた。

一方に何かと、日本精神などいふことが、人
の言葉に乗るやうになつた。工業にまで日本的
ということが唱へられた。日本電工で明礬石を
原料としたのもそのあらはれの一つであつた。
しかし天然資源は人力で造られない。明礬石な

どは、その埋藏量が少く、アルミニウムの資源
としては、不適當といふより使用することが出
來なくなつた。やがてボーキサイトに切り換へ
られたが、當時はこの國內資源といふことが、
事業を成立せしめるためのよい題目であつた。
森氏の事業も、それがため推進されたとも云へ
た。

その後もかかる無駄な努力や研究がどれ程行
はれたか、また研究の不充分な研究が工業化さ
れなどした。多くは昭和12年の日華事變以後の
ことであつたが、その傾向はこの頃から見えて
いた。

最初の國産地金の熱脆性

とにかく日本電工では大町工場からアルミニ
ウム塊が生産され出した。しかし明礬石を原料
としたためアルミニウム地金には珪素が多く含
まれてゐた。また再熔解を行はず熔解爐から直
接の塊を市場に提供したために、地金には除去
すべき不純物がそのまま含まれ、清淨でなかつ
た。鑄塊を火延ロールにかけると、割れるとい
ふ現象が生じた。

アルコア、アルキヤンなどの地金では全く見
られない現象であつた。加工業者の間では問題
となつた。當時京都大學の冶金學教室の助教授
で専ら分析の擔任をしていた原田隆康氏が、こ
の原因を分析的に探究し始めた。分光分析によ
つてナトリウムの含有が甚しく多いといふこと
から、ナトリウムの分析を始めた。折れ口にフ
ェノール、フタレンを含ました濾紙を密着せしめ
て割がすと、ところどころ紅色の斑點が見られ
たほど、アルカー反應を示すものがあつた。ナ
トリウムが水と作用してこのアルカー反應とな
つたものである。

これは甚しい例であつた。アルミニウム地金
にはナトリウム以外に不純物が多いから、高温
脆性の原因がナトリウムのみには歸することは出

(2)

来ないが、水曜會誌に發表された同氏の論文はその當時の地金に關して詳細に書いてある。アルミニウム地金が高溫脆性を示すことは、その後新しいアルミニウム製錬會社が設立され、地金を初めて生産するたびに問題となつた。最近も戦後の電解作業復活に際し問題が生じた。まだ現在でも未解決のところが多いから、徹底した研究をして、歴史を繰返さないやうに望みたい。

それには唯分析が確立していないことが、研究を困難にしているが、新しい研究手段を用いて、脆性の根本の原因を、明確にする必要があらう。

忘れられた頃になつて問題が生じて、あつて例は、アルミニウムに限つた話でない。他の材料にも同様なことが繰返されているから、特に注意を促して置く。

その頃日本電工の系統の日本火工株式會社の技師であつた松永陽之助氏は、東北大學金屬材料研究所で同社のアルミニウム地金を以て、輕合金の研究を進めていた。同氏はそれまでニクロム線などの製造に従事し、研究もそれに関連したニッケルクロムの2元状態圖、或はニッケル、鐵、クロムの3元状態圖などを發表してあるが、輕合金には全く經驗がなかつたのでないかと考へる。同氏の金屬材料研究所での研究から突然トム合金なる名稱で、極めて強力なる合金を發見したと發表された。

亜鉛とマグネを含む Al 合金

それは昭和10年であつた。亜鉛とマグネシウムを含むアルミニウム合金であつた。この系統の合金は別段に新しい發見でなく、コンストラクタール、サンダル合金などの名稱で、造られたことがあることは既に述べた。應力割れのやうな材質の缺陷があるため、殆ど用いられなかつた種類のものである。

筆者は既に Mg Zn₂ を析出相とする Al 合金に關して研究を始めていたが、海外の留學に出發したため中絶したものである。たゞ焼き入れ

し、時効すると甚しく硬度が高くなり、デュラミンなどの比でないことも知つていた。しかし應力割れの現象を認めたので、この系統の合金には、このままでは余り實用化の期待を持つていながつた。

Al-Mg Zn₂ 準2元系状態圖と、この合金の時効に伴ふ硬度變化に關する研究は、西原清廉氏の名によつて發表した。

いままで新しい鑛山は鑛山技術者或は地質學者によつて發見されないので、寧ろ木樵とか炭焼きのやうな人々によつて偶然に發見されることが多かつた。同様に松永氏が輕合金を深く研究していた人であつたなら、この缺陷のある材料を、かやうに宣傳することを躊躇されたのではなかつたか。云はば素人であつたから、大膽に發表が出來たのであつたと言へよう。

しかし西原氏の發表があつたため、同氏の特許の申請に對して特許局の審査官は公知のものとした。その結果、同氏の特許請求の成分を變更せられたやうに記憶している。

大宣傳されたトム合金の性質

昭和13年公告された同氏の特許の明細書を読んで見ると、次のやうな成分の合金が特許となつている。

マグネシウム	2~5%
亜鉛	6~14%
鐵	0.1~0.18%
珪素	0.15~1.0%
アルミニウム	殘分

またマンガンをも1%以下含んでも差支へないとしている。

その詳細の説明のうちに、マンガン0.8%を加へた例が示されてある。鑄造材として熱處理すると抗張力52kg/mm以上、伸20%のものが得られるとしてある。恐らく金型鑄造材の試片であつたと想像される。

特に珪素が鐵よりも多く含むことが必要であるやうになつている。

いささかこの合金のことを學術的な面から批

1) 水曜會誌 8 (昭和10年) 881.

2) 水曜會誌 5 (昭和4年) 783.

3) 特許第128330號

判をして見たい。日本電工のアルミニウムは珪素が鉄よりも多く含まれていることは、原料の関係であつた。この地金を用いて造るとすると勢ひ、かやうな合金の成分となるのであつて、珪素がマグネシウムと化合して Mg_2Si を造るから、その時効性を助けて上記合金の機械性質を増すやうになる、と考へられているやうであるが、實證は與へられていないで、また同様の特許には珪素が多いと抗張力の高い例を示しているが、鑄造材での抗張力の比較は困難で、どうにでもなる。恐らく珪素を1%も入れたら、抗張力は可なり低下したものだと思はれる。このことはその後、加工材で實證されている。

また鉄の微量が結晶を微かくするために必要であるとしている。鉄が斯かる合金の耐蝕性を悪くして應力割れの原因をなす事には全く觸れてない。要するに珪素と鉄の比など全く意味のないものであつて、寧ろ、いづれも少いことが望まれる。特許をとる爲の手段としか考へられないものと云へやう。

航空機のやうなところに、應力割れの危険がある材料を使用することは禁物であつて、この合金がトム合金として可なりのセンセーションを惹起したことは、當時の新聞がこれを傳へている。獨逸などにもこの報が傳へられて、トム合金といふ名稱は文献にも見るところである。

モリブデンを入れた輕合金

同じくマグネシウム2~5%、亜鉛6~14%、鐵0.01~0.5%、珪素0.15~1.0%、マンガン0.0~1.0%、アルミニウム殘分が主体となつてこれにモリブデンを3%まで入れた合金或は銅0.2~2.5%とニッケル0.1~1.5%、リシウム0.3~1%を加へた合金の特許が、それぞれ出願されてある。

モリブデンを加へても、加へただけの効果が

ない。銅はとにかくとしてニッケル、リシウムを添加して、どれだけの効能があるかも充分検討されないで、特許を申請されたものではなかつたか、研究はそう簡単に出来るものでない。

何れにしても充分な基礎に立つて發表されたものでないために、この合金は實用化されないうで終つた。研究が不充分であつた。總て新しく發見されたことは、立派なものでも、實用化されるまで育成するには、相當の検討が必要であつて、殊にトム合金のやうに始めから缺陷の明かなものは、その缺陷を克服して始めて役に立つものであることが忘れられていた。近代的な發明は、矢張科學的な基礎があつて、始めて工業化が確立する。

トム合金、ESDを生む

やはり、素人であつた。ヒントをつかみながら、之を延ばすべき手段が構じられなかつた。或はよい協力者がなかつたのか、惜しいことであつた。當時の金屬材料研究所に指導者が得られなかつたのか、しかし、これがためにやがてESDの出来る種を蒔いたと思ふと、その功績はあつた。E.S.D.はトム合金が發表されたため出來たとも云へるのである。

關東輕金屬再生工業

株式會社

本社

東京都板橋區志村長後町一六〇二

電話赤羽(80) { 三二一〇・三二一一
三四七二・三四七三

1) 特許第128818號。 2) 編輯者註：モリブデンを加へた合金は特殊輕合金株式會社が創立當時、看板にして物にならなかつた合金と記憶する。特殊輕合金と云ふ名稱も、是から生じたのである。其頃(昭和12~3年頃)同社は本社も工場も大垣にあつたが、支配人の隈谷と云ふ人が私(一條)の處へ来て、モリブデンを入れた輕合金は物にならないが、普通のアルミ板を大阪の器物工場に賣りたいから、紹介してくれと頼まれたことがある。其後、戦時になつて古河電工の技術的指導を受け、稻澤工場を新設して相當なデニアルミン工場となつた。

京大教授 工博 西村秀雄

輕合金の特許

特許のことに觸れたから、合金の特許に関して私見を述べて置きたい。

特許公報を見ると、よくもこれだけ新しく發明とか發見が出来るものと感心する。次から次と特許が發表される。特許といふものを知らぬ人は、それが皆立派な發明のやうに考へ、特許局がそれを保證したかのやうな錯覺を起すかもしれない。しかし實際に實施されている特許の数は極めて少い。今迄輕合金史を語るに特許のことには全く觸れなかつた。

實用されている合金のみを主として記述して來た。總ての特許を新しい發見として價値を認めることが出来ないからであつた。實に無理な特許もあるから、特許でのみ價値判斷は出来ない。

特許には新しい發見として立派な價値のあるものがある、一方には廣告のための、特許もある。その特許による製品が必ずしも造られていない。しかし会社ではこれだけ特許を持つているといふことが宣傳になる。

また他からそれに関する特許がとられると仕事が出来なくなるかもしれない。餘り役に立たないが仕事の邪魔をされぬために特許がとられてある。ときには何か仕事をしたといふ證據にたしかく特許を申請したやうなものがある。特許にもさまざまのものがあつて、時には滑稽にすら感じる。

トム合金の特許を調べた序に昭和十年頃に出願になつた特許を二、三拾つてみる。

ヒドロナリウム系の類似特許

超耐蝕性高力アルミニウム合金として
マンガン 0.1~2.0%

マグネシウム 3~16%
珪素 0.1~1%
タングステン 0.1~5%
ベリリウム 0.005~1.5%
アルミニウム 殘部

の如きものが加工材として、陸軍大臣の名を以て申請されている。

この合金は成分から明かなやうにヒドロナリウムと稱した耐蝕輕合金に、ベリリウムとタングステンを加へたものである。機械性質の比較が示されている。

第1表

加工率, %	本合金			ヒドロナリウム		
	10	20	30	10	20	30
抗張力kg/mm ²	44	49	53	43	46	49
伸 %	15.6	9.4	9.1	12	6	5

ベリリウムと、タングステンが含まれるために、460~480°Cで加熱しても表面の酸化が少く、黒變することがなく、また海水にはヒドロナリウムより著しく耐蝕性であると、腐蝕減量で比較を示してある。その數値を見ても超耐蝕性といふ程耐蝕性のものでない。實際に實驗しないから、この明細書の文句のみで批判することは或は誤る恐れもあると思ふが、第1表の示す數値がどれだけの試験の平均値かといふことが問題である。機械性質は板のやうなものでも板の堅横の方向で異なる値が示される。總て金屬材料は工業生産に入つて始めて信頼し得る平均の數値が得られるので、實驗室での値は必ずしも平均値でない。腐蝕試験などは實に信頼性の乏しいものである。

新舊同種特許の矛盾

假に一方の最高値をとり、他は最低値と比較したら、この程度の差は必ずある筈である。ベ

1) 特許 130664 號

輕金屬時代 No. 197 (25-12) (6)

リウム、タングステンの如き金属をヒドロナリウムに入れて、耐蝕性にどれだけ効果があるか。この示された数値では問題にならぬ。これは実験した人なら直に指摘するであらう。タングステン、モリブデンを加へるといふ特許は、それまでにもあつた。アルミニウムと化合物を造つて固溶体をなさぬものであるから、大型の鑄塊にでもなれば偏析などをして問題となるだらう。経済面から考へても使用し得ないことは明かである。ヒドロナリウム系合金の耐蝕性はマグネシウムが大きい役目をしている。他の元素を少量入れてもその効果は薄いと考へるべきである。

工業材料は出来るだけ単純なものが望ましいから、ヒドロナリウム系統の合金ならば、マンガンをクロムを加へて、鐵などの含まれているための耐蝕性の低下を防ぐ以外、いたづらに高値な金属を入れるのは工業的な立場からは無用な事であらう。

かく考へると、この特許も特許のための特許と云へる。特に注意しなければならないことは屑金の問題である。若し添加した少量の元素がその合金に有効であつても、他の合金には有害なこともある。軽合金のやうに外見から種別が困難なるものを取扱ふとき、合金屑の始末が簡単でないといふことは、工業的に困る問題である。この點でも単純な成分のものを選ばねばならない。

何か海外で新しい合金の発表があると、それを多少成分を變へて特許から逃れやうとする。合金の特許のやうなものは、毒にも薬にもならぬ成分を僅かに加へても變更が可能なのである。ヒドロナリウムの耐蝕性の原因はマグネシウムにあるから、それに微量の他元素を加へても大きい改善とならぬ。類似の特許が多く生れて、使用されないで終るのもこんな理由からである。

特殊の用途でない限り、一般の金属材料は始めて発見されたものが大体はよいものであり、それがよく役にも立つ。ある新しい合金が発表

されたなら寧ろその合金に関する基礎の研究をして、本質をつかむことが今後の発展に必要であつて、小細工は何の役にも立たないのでないかとふ思。

高力軽合金特許の一例

田邊友次郎氏が發明者となつて住友金属工業から申請した鍛錬用高力アルミニウム合金がある。これは

銅	4~8%
マグネシウム	0.8~3.0%
クロム	0.05~0.5%
アルミニウム	残分

といふ組成の合金である。これは24S型の超デュラルミンのマンガンをクロムで置きかえたものに過ぎない。その一例として銅5%、マグネシウム1.6%、クロム0.5%、アルミニウム残分の合金の板材を510°Cから焼入して常温時効すると、抗張力53 kg/mm²、伸24%になるといふ、極めて優秀な性質を有することが示されている。これも工業生産になつてかゝる強力なる材質のものが得られるか疑問であつて、マンガンをクロムに置きかえて、かゝる効果があるか、特許のため数値で最高のものであつたのでないか。また銅が高くマグネシウムも多いから、加工の困難が豫想される。

銅の最低値を4%としたのは、多分4%以下ではクロムを加へたものが既に發表されていた爲でないか、或は4%以下は強力性に乏しいからであらうと考へる。

いづれにしてもクロムの一部を錫或はマンガンで置きかへ、1.5%以下ならよいと附記されている。24Sの超デュラルミンで充分差支へないもので、その銅を高くすれば抗張力も高くならう。特にクロムを加へたためでない。マンガンなりクロムが必要だといふ理由はない。結局一般化されなかつたことは、特にその必要がなかつたのである。

しかし特許といふものは必ずしも實用されるに決まつていない。多少でも新しいことは先手

1) 特許 125511 號 (昭和10年出願)

打つといふか、そう云ふ意味で随分無駄と思はれるものが申請されている。この合金などもその意味で必要であつたのかと考へる。オリジナルな發明とは云へない。

實際にオリジナルな發明といふものは尠く、また容易に發見出来るものでもない。

類似特許多き輕合金

合金のやうなものは何か少量の元素を加へて新しい發明として特許となるから、始め餘程廣範圍に成分を申請しないと、それを多少變更した合金に、次から次へと特許を申請される恐れもあり、また類似の特許が出來て始めの特許が意味がなくなる。そのため追加特許が認められているが、とにかく合金には多くの特許があつながら、實用化されたものは尠い。特殊の物理性質を示すために利用される電磁材料など以外、特許の効力が發揮されることは珍しく、一般用途に供される材料には特許として使用される價值のあるものは尠い。しかしこの特許を申請した意義が何かある筈であつて、その時に於る必要な事情もあつた筈である。

しかし特許は學術的な面で重要な役割をはたさないにしても、その時代の研究の趨勢を物語る何者かがあるから、一概にこれを輕視すべきではない。時には立派な發明があり、その發見が特許として記録されるから絶えず調べて注意をして欲しい。殊に海外の特許には將來發展性のある新しいものが多いから、關心を拂はなければならぬ。

もちろん海外からの特許が必ずしも信用し得る優秀なもの許りではない。特許の意義が明白でなく、何を目標としたか判明しないものがある。何處の國でも一種の特許マニアがあつて、特許を得ることが一種の趣味と考へられる。役に立ちそうでない特許を、どうして次から次と申請したかと、不思議に思はざるを得ないものがあつたりする。

恐らく實用化されぬであらうと想像されるやうな合金でも、研究成果を記録する意味で特許を申請されていることがある。また研究者が研究の成果を發表する必要上、特許を出願されていると考へられるものもある。

孰れにしる特許となつた合金も、輕合金史に述べた合金のどの部類かに屬したものが多く、實用されている特に新しい劃期的な合金は、既に述べて來たから、多くの特許の合金に一々觸れなかつたわけである。従つて上に述べた特許も代表的なものを示したものでなくただ昭和10~12年に出願されたものから、その例を拾ひ出したままであつて、或は適切なものでないかと思ふが、特許といふと、どんなものでも價值のあるものと考へ勝ちであるから、特許といふものに對する愚見を述べることにしたに過ぎぬ。

我が國で特許となつた輕合金の數を調べ、それを分類すれば或は興味ある統計が出るかもしれない。恐らく今迄に述べた合金のどれかに屬するもの許りとならう。しかし、學術的な立場からは、それは過去の無駄を集積するに過ぎないやうに考へ、必要以外は特許に觸れなかつた。

關東輕金屬再生工業株式會社

本社

東京都板橋區志村長後町一六〇二

電話赤羽(80) { 三二一〇・三二一一
三四七二・三四七三



營業品目

アルマイト厨房用品各種
アルマイト着色及アルマイト漆器
アルマイト加工・ネームプレート

理研電化工業株式會社

取締役社長 神田 博
専務取締役 水野 喜一郎

本社 靜岡市曲金二丁目百(電話靜岡4120-4123)
東京出張所 東京都中央區日本橋江戸橋2丁目8
帝帽ビル四階 電話日本橋 1853
名古屋出張所 名古屋市中區榮町一丁目十番地
東京海上ビル三階 電話本局 2676
大阪出張所 大阪府北區宗是町一番地
大阪ビル六階 電話土佐堀 1931

隨筆 輕合金史 (第27回)

大教授 工博 西村 秀雄

我が國のアルミニウム製錬の創始と関連して話をまた古い昔に戻すことにする。先づアルミニウムといふ言葉が何を示しているか、語源の探索を試みた。明礬のことをアラム (Alum) というから、これに関連したものであるとは考えていたが、このアラムが極めて古い言葉であることを知った。

血止め薬より金属アルミニウムへの歴史

ローマ人は血止め剤、或は澁味のある物質を Alumen というた。それは硫酸アルミニウムと硫酸第一鉄などの混じた不純なものであつたらしい。明礬もその一種であつたと考えられるがその発見の歴史は不明である。とにかく十二世紀頃から明礬が Alumen の一種として広く使用された。

しかし酸化アルミニウムであるアルミナについては、1782年に佛國のエ・エル・ラボアジエ (A. L. Lavoisier) がアルミナはある金属の酸化物で、酸素との親和力が強く、炭素でもその他還元剤では還元し得ないと知つて、同氏はテール (Terre) と稱する總ての物質は、吾人の利用し得る手段では還元し得ない金属の酸化物に過ぎないだろう、と云うている。斯様に18世紀にはアルミニウムの金属は未だ不明であつたが、その酸化物が知られていたのである。

1808年になつて英國のデヴィ (H. Davy) はアルミナの還元を種々と試みた。同氏は完全にアルミニウム金属を分離したのではなかつたが同氏は幸いにして求める金属を得たとし、それを Alumium と名付けた。しかしその後、Alumina から生れたのであるから言葉が悪いと批判を受けた。それで Aluminium を用いることにした。これがアルミニウムという金属が名前

を付けられた始めである。

それから獨逸でウエラー (Wöhler) が始めて屬を分離し得たのが1827年であることは、廣く知られているから述べる必要がないであろう。また1886年に佛國でエル (P. L. V. Héroult) が、米國では C. M. Hall が現在行われているように熔融電解でアルミニウムを生産することに成功した。

ボーキサイトの発見とその處理

この熔融電解に用いる酸化アルミニウム即ちアルミナの製造に関しては直接輕合金に關係のないことであつたから何等觸れなかつた。しかし我が國でアルミニウムを生産するようになってから、將來原料を國内産鑛石に依るか、南洋のボーキサイトに頼るかは大きな問題であつた。前者に對しては種々の方法が考案され、また議論の種を蒔いた。海外に於てもアルミニウムの工業生産が始まつて以來、アルミナ製造に各種の方法が試みられたが、結局は、ボーキサイトからバイヤー (Bayer) 法で造ることが經濟的であり、問題がないので、現在ではこれが一般化している。

またボーキサイトは南佛に産するが、それをボー地方に発見したのはベルチエー (Berthier) であつた。1821年のことである。

當時はまだアルミニウムの金属が還元し得なかつた時代であつた。しかしアルミナを造ることは研究せられていたものに違いない。これがアルミニウムをナトリウムで還元され、アルミナの回收の研究にも拍車を加えたものと考えられる。尤も最初からバイヤー法が行われたものでなく、ボーキサイトからアルミナを製造するにはドビイル・ペエシネ法と云われているものが先づフランスのサランドルで行われた。

1) 1743~1794、物質の不滅を解いた有名な化学者。

2) Terre はラテン語の Jerra である。

土を意味する。一般に粘土質のものを指したと考えられる

3) 1778~1829年

ドビルとペエシネの仕事

サン・クレール・ドビル (St. C. Deville) はヴェラーとともにアルミニウムの金属をナトリウムで還元した最初の人であるが、同氏の方法でアルミニウムがサランドル (Salindres) に於ける工場で生産された。ペエシネはその工場の所有者であつた。それでドビル・ペエシネ法と呼ぶのである。

メラーの無機化学叢書²⁾によるとその方法はボーキサイトの粉末と炭酸曹達30%とを混じ、反射炉で熔融し、アルミン酸曹達を造る。これを水で処理するとアルミン酸曹達の水溶液が得られ、鐵の氧化物など不可解物を分離してから、その液に炭酸ガスを通じると水酸化アルミナが沈澱するものである。これはエル・ル・シャトリエ法と呼ぶと書かれている。

メラーにエル・ル・シャトリエの名を擧げているが、ドビル・ペエシネとの関係は明らかにしてゐない。

バイヤー法の學的價值

次に生れたものがバイヤー法であつた。バイヤー (C. T. Bayer) の名は現在アルミニウム製錬を學ぶものに親しいものである。アルミナをボーキサイトから造るのは、バイヤー法というのが常識となつている。

このバイヤー法は1887年に獨逸で特許を得ているもので、上記のドビル・ペエシネ法が炭酸ガスを利用して、アルミン酸曹達からアルミナを沈澱せしめていた代りに、水酸化アルミニウムを用いることにしたものであつた。方法として特に劃期的というほどのものでもない。

1887年は丁度アルミニウムの熔融電解が成功した翌年であるから、それと関連してアルミナの製造が考えられたものであろう。しかしバイヤーという人のことは、以上のこと以外に遺憾ながら當時の文献が少く、殆ど何等知ることが出来ない。

金属アルミニウムの工業生産の基礎をなしたものと異り、當時に於ても方法として特に新し

いというべき程のものでなかつたかと考えられる。またバイヤー氏は特に有名な學者でもなかつたのであろう。この他に同氏の業績というものを知ることが出来ない。

しかし、ボーキサイトを原料としてアルミニウムを生産する以上、バイヤー法によることは定石となつている。ボーキサイトからアルミナを製造する間は、バイヤーの名はそれと共に永久に残されるに違いない。我が國では台灣の高雄で日本アルミニウム株式會社が先づこの方法を採用した。

バイヤー法を、濕式の代表的なアルミナの製造法とすると、乾式法の代表はホール法であろう。それはアルミニウム電解の創始者の一人であるホールが考案したもので、アメリカン・アルミニウム會社 (アルコナ) で研研されて、實施されたことがある。

ボーキサイトを焼結して之に還元剤としてコークスを加へ、鐵屑と共に電気炉で熔融還元する。要するにフェロ・シリコンを製造する譯で唯、鑛滓がアルミナであることが普通のフェロ・シリコンの製造と異なる譯である。この熔融したアルミナを流出口で壓搾空氣か蒸氣を吹きつけて中空の粉状とする、これを硫酸溶液で處理して不純物を除去して用いる。

日滿アルミと滿輕の体験

この方法に類似した方法が我が國でも行われた。富山に造られた日滿アルミニウム工場では北支の礬土頁岩、ギリシャ産ボーキサイトを處理するに鈴木庸生、田中弘、兩氏の方法を採用した。これは熔融アルミナ中の鐵の除去に鹽素で處理し、鹽化鐵として揮發せしめるものであつた。粉碎の必要上鐵の混入は避けられなかつた。鹽素處理は種々の困難を伴うたのみでなく完全に鐵の除去が出来なかつた。熔融アルミナを約600°Cの水蒸氣で處理すると容易に粉末となつたから、漸次その方法に轉換した。しかしバイヤー法のアルミナと異り、熔融電解に使用するとき困難があつた。

1) Deville Péchiney

2) Vol. 5. 524頁

3) 獨逸特許 43977

また礬土頁岩にチタンが含まれているため、それがアルミナと混じアルミニウムに含まれて来る。これを重油炉で熔解して偏析を利用して分離することなど、操作上手数がかかった。そのため経費が高くかかつて工場経営に苦しんでいた。礬土頁岩を原料としてアルミニウムを工業的に生産したのは満洲に於ける満洲輕金屬製造株式会社と日滿アルミニウムの兩工場であつた。孰れも海外に例のない独自の方法によつて操業を始めたものであつた。しかし終始採算に苦しんでゐたようである。

國産アルミ各種製法の記録を遺せ!

ここに我が國のアルミニウム工業に對して、その創始の頃を顧みて考へて見る。原料を持たないで製造工業を始めるほど、無鐵砲なことはない。これを敢て試みたのである。我が國は全くアルミニウムの原料として、適當な資源がない。之を海外に仰ぐ必要がある。南洋からボーキサイトを輸入することは平時には容易であるが、戦時となると、それは困難となるであろう。幸い滿洲が我が國の勢力下におかれた。アルミナの含有率の高い礬土頁岩が豊富に埋藏されている。また北支にも同様礬土頁岩の資源が恵まれている。これの利用は是非とも考へねばならないものであつた。この觀點からは、資源とし

て礬土頁岩を目標とすることは、止むを得なかつた。しかし、實際かかる新しい事業の工業化には、實驗室の研究から中間工業實驗を経て大規模の工場を造るべきで、始めは最少の經濟單位のものから出發するのが、賢明な又確實な方法である。ところが礬土頁岩からのアルミニウム製錬は、始めから工場單位までに一足飛びに進んだ。

多くの解決すべき問題を残しながら、調査の不充分なものを、そのまま工業に移した。それが後まで祟つて經濟的に破綻を來たした。

日本電工、住友アルミの如きは早くボーキサイトに轉向したから、その命脈を保ち得たのであつた。が、あのような時局でない限り、あのような大規模の工場實驗は不可能であつた。

將來、我が國のアルミニウム製錬はバイヤー法によつてアルミナを造ること以外、かかる新しい方法の製造法が採用されることは、恐らくあるまい。

大きい犠牲を拂つた經驗の跡を記録として残すことは將來のために必要なことである。再び同じ失敗を繰り返すことのないようにしたい。まだ當時の經驗者の多くは健在であろう、誰かその經驗談を書いて欲しいものである。とにかく我が國のアルミニウム工業の歴史は、輕合金史にも關連した一挿話として残るであろう。

米國の生産力増強と軍需アルミ

(エコノミスト 25.10.28) 昨年度米國は第1・4半期の國民生産額(年率に換算して)が2,600億ドルから第3・4半期に2,840億ドルに増加し、工業生産指數は1月の183から4月190、7月196、10月215と後半期になつてから躍進したが、本年の國民生産額は裕に3,000億台ドルに上るであろう。しかし、すでに鐵鋼、アルミ、電力等の基礎部門では既存設備のフル動員が行われてしかも供給力は不足を痛感されているほどだから、能力の増加のみでなく、消費の制限は強行されねばならない。

ここに軍擴物資の増産にも拘らず、民需消費の制限をよぎなくされる一例として、アルミニウムの需給計畫を示してみよう。

アルミニウム需給計畫(億封度)

	生産	軍需用	民需用
1950年	14	2	12
51年	16	6	10

52年 20 10 10
 昨年の軍需は朝鮮事變前には五千七百萬ポンドと推定されていたが、事變後激増して二億ポンドとなつた。本年には六億、來年は十億ポンドへと飛躍的に増大する。そこで民需は昨年秋から35%の削減を命令されている。おそらく民需の削減は今後もつと急調におしすすめられるものとおもわれる。

こうして民需用の供給はおさえられるのに民間の購買力はふえる一方なのだから、すでに今まででさえ不足していた物資はますます欠乏してゆく、そこで、ヤミ取引を抑えるにはどうしても購買力そのものを抑える外はない。この點ではすでに消費者信用の制限が行われているし五〇億ドルの増税も行われたが、今度はさらに數十億ドルの超過利得税が法人所得税等を中心して、強制的吸い上げがおこなわれるだろう。

毎年のことであるが、我が國は夏から秋にかけて台風の被害を受けないことはない。日本といふ國はアジア大陸の東側に位し、南から北に長く延びている加減で、どこかが南方から生れた台風の通路となる。その度に脆弱な木造家屋は倒れ、或は高潮の浸水で損害を受ける。田畑の被害も多く、米の收穫がその度に減じる。しかし現代の科學では、防ぎやうもなく、運を天にまかせている有様なのはなさけない。

環境と性格

日本人が會へば互に先づ天候の挨拶をする習慣は、昔から餘程天候にはなやまされたためであらう。第一に天候のことが氣になつた結果と考へられる。これは屢々書かれていることである。

また被害を受けた當座は防災が問題にされる。その対策が論じられるが、喉もと過ぐれば熱さを忘れるの習ひで日が経つにつれて台風のことなど忘れられる。忘れられた時分に災害が生じる結果となる。災害には不斷の研究と対策を構はなければならないが、貧乏な國民は應急策で安心して暮すことになる。防災のやうなものは一時的應急處置でなく恒久の対策が必要だが、資金があれば大體出來得るものであらう。

飛行機の如きも初期は墜落するものと思つていた。我が國でも犠牲者を多く出したが、絶えざる研究がつひに安全なる飛行機を造り出した。現在では飛行機が事故の最も少い乗物となつている。

ここに至るまでには基礎的な研究が如何に盛に行はれたか、現在の原子力研究と比較しても決して劣つてはいなかつた。各國とも競つて航空に關する研究所を造り、全力をそそいでいた。

輕金屬材料に關する研究もそれと關聯して既

述のやうに次から次へと新しい研究が發表された。それがまた實用されて來た。我が國の防災のやうに、思い出したやうに、又何年隔きかに研究するやうなことでは、かかる急速な發達は望まれなかつたであらう。これは輕金屬に關する學術的な發表からも、また特許の數からも想像される。

アーチャーとケムプの特許

そのため先にアルミニウム合金に關する特許について多少書いたのである。そのため特許を調べた。そのとき是非とも書いて置きたい事項で未だ觸れていながつた點を發見した。それで話をもとに戻るが許して貰いたい。

米國のアーチャー (R. S. Archer) とケムプ (L. W. Kemp) が發明者として英國のアルミニウム、リミテッドから昭和4年我が國に出願されたアルミニウム合金がある。珪素7~15%、マグネシウム0.5~3%、ニッケル0.5~7%、銅0.3~7%を含むもので、膨脹率が低く、硬度も高いもので、ピストンなどの製作に適したものとなつている。

これは當時 Low-ex といふ名稱を附し、宣傳され、現在でも鑄造用のピストン材の低膨脹係數のものとして知られているものである。

航空エンジンのピストンとしては Y合金、次いで R. R. 系合金が何れも英國で研究されて耐熱性に優れたものとして發表された。

耐熱輕合金、ピストン材の問題

一般にアルミニウム合金の膨脹係數は $23 \sim 24 \times 10^{-6}$ でかなり大きい。これがピストンとしては好ましくない。もつと膨脹係數の低いものを探究されたのが、この Low-ex であつて、珪素14%、マグネシウム1%、ニッケル2.5%、銅1%程度を標準とした。珪素を含むと膨脹係數

1) 特許 90649

は少くなるが、それだけではピストンとしての温度が不足する。それで他の元素を加へ熱処理を施し得るやうにしたものである。

同じやうな考から獨逸では K. S. ピストン合金の名稱で珪素2%その他を含んだ合金が發表されている。我が國でもこの種の合金は問題にされたこともあるが、廣く實用化されないでしまつた。

とにかくピストンは、航空エンジンは勿論、一般に内燃機關の大切な部品であるから、優秀な材料が要求され、研究が進められた。

伊丹榮一郎氏の研究

我が國でこの問題を系統的に研究したのは、神戸製鋼所の伊丹榮一郎博士であつた。昭和7年頃、研究主任として各種の材料の研究に従事していた同氏は、Y合金の主体をなす Al-Cu-Mg-Ni系アルミニウム合金について研究を繰返し、ピストンとして適當なものを探究したが、矢張 Y合金が結局に於て耐熱性が優れていることを知つた。今迄金属材料では新しく發見されたものが大体優秀なもので、その後それを凌駕するやうなものは容易に見當らぬのが普通である。改良されたとしても本質的には大差のないものが多い。伊丹博士のこの研究は Y合金の優秀性を同様に裏書することとなつた。Y合金が未だに耐熱性材として一般に使用されているのは實際に優れているためである。

同氏は引きつづいて耐熱性輕合金の研究を進めた。それは系統的な研究の必要を感じたため、二元合金から出發して金型材の試験片を用い、高温抵抗試験を試みて耐熱性を比較した。鐵と鋼第20年(昭和9年)を見るとその第一報と第二報が、それぞれ358頁及450頁に掲載せられている。

同氏の研究は耐熱性輕合金の研究として我が國で先鞭をつけたものであるといへるから、少しく詳細にその結果を検討してみる。

2元系合金の500°Cまでの抗張試験を行つた結果、アルミニウムに耐熱性を與へるものは、銅、マグネシウムが第一でマンガン、クロム、鐵

ニッケル、珪素の順で亜鉛は最も効果が少い。これから Al-Cu系を主体とした亜鉛、ニッケル、クロム、マンガン、鐵、珪素、マグネシウムをそれぞれ加へた3元系合金、次いで、4元系合金としてマグネシウムを含まないものと含むものについて検討した。これ等の結果から耐熱性のあると考へられる組合せをした4元以上の多元系合金の耐熱性を調べた。

極めて多くの試片を必要とした實驗であつた。その結果生れたのがコピタリウムと名稱を附した合金であつた。

コピタリウムの成分と性能

コピタリウムは二種類に區別され、No. 1は Cu 1~5%、Si 0.5~2%、Cr 0.2~1%、Fe 1~2%、Mg 0.4~2%、Ni 0.4~2.0%、Ti 0.08~0.2%、Al 殘分といふ合金で No. 2は Cu 1~5%、Si 7~15%、Mg 0.5~1.5%、Cr 0.2~1%、Ti 0.05~0.12%、Al 殘分であつた。いづれも520°Cで焼入して170°Cで焼戻して用いる。

このうち No. 1が主として實用に供せられるものであつた。チタンは鹽化チタンとして加へ脱ガスを同時に行ひ、金型鑄造材の試験片では常溫で抗張力が40kg/mm²以上に達するものが得られた。

實際現場で大型ディーゼル機關のピストンの鑄物を造つて試験されたが抗張力35kg/mm²程度であつて、試験片のやうな40kg/mm²は困難であつたが、これは總てアルミニウム合金の實物試験をすると、金型試験片のやうな成績は得られないのが普通であるから止むを得ないが、確かに強力性には優れていた。

しかし實際使用した結果は割れが生じたりしたため、一般に廣く利用されるに至らなかつた。これは同氏の實驗が唯耐熱性のみを目標としたためであつて、熱傳導度、膨脹變化などの検討が不充分であつたばかりでなく、種々の事情でその後の研究が進まなかつたことにも起因した。

その後筆者が調べたことから考へると、Y合金や R. R. 53合金を焼入れ焼戻しの熱処理して

1) 水曜會誌(昭和9年)349, 519

から、これ等の合金の膨脹變化を調べると、多少生じて加熱のときに著しい異常變化は生じない。もしこれが著しい異常膨脹又は收縮の變化が生じるものであると、ピストンのやうなものはその使用のとき一端が加熱せられるから、熱歪のための應力が発生し、時には割れを生ぜしめる。

伊丹博士の研究は筆者も絶えず注意して見ていた關係で、その前後の事情は熟知していた。

戦時戦後の應用例

が、この研究も無駄ではなかつた。我が國が第二次世界戦争に無暴にも参加し戦争の進むにつれて戦況は漸次不利になり、窮境に追込まれてしまつた頃まで話が飛躍するが、元來資源に恵まれぬ狹隘の國土には、探しても寶庫の埋れていることは望まれない。そこで代用資材なるものが生れた。金屬資源の如きは不足だらけの我國であつた。資源の偏在するのは自然であつて、丁度金屬の偏析の現象に類する。鑛脈は地殻に於ける一種の偏析現象と見て差支へなからう。就中金屬資源として大切なニツケルの如きは全く資源に乏しい日本であるため、忽に不足をつげた。Y合金に用ひられる僅か2%のニツ



ケルすら節約しなければならなくなつた。

このため耐熱合金の再検討が生じた。コピタリウム合金がこのとき多少姿を變へて、或は全く異なる姿となつて登場して來た。現在もなほこの結果が JIS の規格に残されている。

總て研究は、有用なものなら何時かは役に立つ。また役に立つやうに努力しなければ研究の意味がない。伊丹氏の研究にもその例が見られるのである。とにかく研究を Y合金より一步進めたこと、それだけが價值であつた。伊丹氏はこの點で我が國に於ける耐熱合金の研究に先鞭をつけたものである。

アルミニウムに全面的割當制

(ワシントン1月25日発UP—共同) 米國の主要經濟部門を政府の統制下におく物價賃金統制令は25日国防生産委員會によつて最終的に承認され26日發表されることになつた。物價統制令はほとんどあらゆる物資の價格を本年1月2日の水準に戻すことを目的とするものと思われる。またトルーマン大統領は25日の記者会見で政府が議会に対し国防生産法の一部を強化するよう要請すると言明し、國家生産局は同日第二次大戰中実施した統制資材計画と同じく、鉄鋼、銅、アルミニウムに全面的割當制を課す計画を準備中である旨明かにした。

<p>家庭金物全般</p> <p>大阪家庭金物株式會社</p> <p>大阪市南區安堂寺橋通四丁目二八 電話 船場(25)二八五〇</p>	<p>印士富</p>  <p>品目 アルマイト 厨房用品 各種加工</p> <p>理研電化工業株式會社</p> <p>取締役社長 神田博</p> <p>本社 靜岡市曲金二丁目百(電話靜岡四三〇一四三三) 東京出張所 東京都中央区日本橋江戸橋三丁目八 名古屋出張所 帝帽ビル四階 電話日本橋 大阪出張所 名古屋市中區榮町一丁目十番地 東京海上ビル三階 電話本局 云地 大阪ビル北區宗是町一丁目一五番地 大阪ビル六階 電話土佐堀一九三</p>	 <p>アルミニウム板壓延</p> <p>富士金屬工業株式會社</p> <p>本社 大阪市東區伏見町四丁目三三 電話北濱②二四五六一九、三三〇〇 工場 大阪府中河内郡加美村春日町二七 電話東住吉②一三九四</p>
---	---	--