軽金属工業随想

——回顧と所見——

LIGHT METAL ESSAY

—REVIEW AND OBSERVATION—

松 田 敦*
TSUTOMU MATSUDA

最近、政治家、軍人等に依り戦時中或は戦後の記録が
続々公刊せられて居るが、今回待望の講和条約が発効を
見、独立国家として、茲に、新しく第一歩を踏み出さん
とする時に当り、過去を顧みて将来に資せんとする事は
意義深き事と思われる。我国の軽金属工業（ここではAl
に就いてのみ記す）も、戦後の沈衰と混乱との時期を経
て、今日地金の生産も全く軌道に乗り、之が加工工場も
着々復旧整備せられ、生活用品を始め、建築、自動車、
船舶並に電気、化学、紡績工業等諸方面に次第に其用途
を広め、更に航空機其他の兵器の所要材料の生産をも再
会し得る態勢を整えんとして居る時に当り、茲に過去を
回顧し将来に備える事は決して徒勞で無いと思われるの
で、寄稿を求められた機会に、思い付くままに少しく記
すと共に聊か所見を申添えたいと思う。

× × ×

我国に於て外国製 Al を用いて Al 板や器物等の日用

品の生産が開始せられてから既に半世紀を経過して居
る。又デュラルミンは、第一次世界大戦中、ロンドンで
撃墜せられたツェツペリン飛行船の破片を海軍より住友
伸銅所（後の住友金属工業、現新扶桑金属工業）が大正
5 年（1916）入手、翌年初より杉浦博士が試験を行い、
続いて焼入時効硬化の研究に着手、同年末頃一応完成、
更に工場での生産も、板、管、棒、型材等に就き行われ
たのが最初である。数年を隔て、大正11年（1922）陸海軍
及伸銅所技術者10余名より成る調査団が渡独し、
Dürener Metallwerke に於て技術を習得帰朝してから
でも約30年を経過して居る。⁽¹⁾⁻⁽³⁾（デュラルミンの発明
者 A. Wilm が其研究結果を発表したのは1911年（明治
44）で、大正3、4年頃、俵博士は大学での講義中に之
に言及して居られる）。

其後10余年、航空機の性能向上の為、一層強力なる合
金が要求せられるに至り、焼戻硬化性超デュラルミン及
其 Clad 材（昭和9年（1934））、24 S 系超デュラルミ
ン及其 Clad 材（SD 及 SDC）（昭和10年（1935））及超
デュラルミン及其 Clad 材（ESD 及 ESDC）（昭和10年
（1935））研究着手、12年（1937）完成）等が住友金属工
業等に於て生産せられ、航空機機体の製造に使用せられ
た。更に戦争末期に近き昭和18年以降には、押出速度の
大なる HD、Al 地金の品位低下に対し、不純物の悪影
響を避くる為に ND 等の合金が研究、生産せられ、使用
に供せられた。⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ 此等我国で研究、生産せられ
た超デュラルミン、超々デュラルミン等と米国合金との
性能は川村博士⁽⁶⁾及西村博士⁽⁷⁾に依り比較せられて居
るが特に興味深く思われる。

尚、デュラルミンの表面を Al 又は耐蝕 Al 合金で被
覆した Clad 材は、Alcoa の Alclad、Dürener Met-
allwerke の Duralplat が文献又は見本等に依り、昭和
5 年（1930）頃には我国にも知られて居り、我国でも航
空機用のデュラルミン、超デュラルミン等の板には耐蝕
Al 合金で両面を被覆したものが生産せられた（管、鋸

*工学博士、元新扶桑（住友）金属工業（株）副社長兼東海支社長、東北金属工業（株）取締役社長、
現在富士伸銅（株）取締役

等も外国にては被覆したものが作られて居た様で、我国でも試作が金でられたが実用には至らなかつた。

× × ×

大正12年渡独調査団の帰朝後、デユラルミンの量産態勢は住友伸銅所に於て次第に整備せられたが、実需はなお甚だ少かつた。欧米に於て、所謂全金属製と称せられ機体構造にデユラルミンが用いられるに至つたのも、又プロペラ翼素材が軽合金となつたのも之より相当後の事であり、我国では更に其れより遅れたので、強力軽合金に対する実需が少かつたのも当然と言えよう。従つて此期間に住友に於ては Al とデユラルミンとの中間に位する強度を有し、然も焼入時効等を必要としない Al 合金の研究に着手し SA 1、SA 2 及 SA 3 等の合金を生産し、建築、バス車体、電車ドア、紡績、化学工業等に Al デユラルミンと此等の合金が多少使用せられた (SA 1 は Cu、SA 2 は Mg、SA 3 は Mn、Mg を含み、SA 3 はデユラルミン及超デユラルミンの被覆に用いられた)。なお、之より先、重量軽減のため、軍艦にデユラルミンや軽合金鑄物が相当広範囲に使用せられた事があるが、使用材料と使用方法が適切で無かつた為めか、其結果は思わしくなく、爾後此方面に用いられなかつた事は惜まれる次第である。

× × ×

其後、満州事変、日華事変及太平洋戦争相次いで起り、Al は航空機に重点的に使用せられた為、他方面での使用は次第に困難となり、遂には全く不可能となつたが、昭和23年に至り、ボーキサイト輸入、新地金の生産再開で24年に使用制限の解除を見、一方米国等に於ける軽金属の使用状況が明になると共に、我国に於ても、種々の方面に広範囲に夫々適当なる材質のものが使用せられるに至つた事は誠に喜ばしい次第で、関係者の努力に負う所頗る大であるが、今後 Al 地金の増産と共に一般の躍進が期待せられる。参考として某庄延工場に於ける最近6箇月間の用途別販売実績を記せば次の通りである。

生活用品	44%	機 械	6%
輸 出	17	土木建築	6
特 需	10	其 他	10
化学工業	7		

又昨26年中全国で生産せられた Al 及 Al 合金板の用途は次の如くであつたと言われる。

生活用品	43
輸 出	24
特 需	3
其 他	30

× × ×

我国で生産使用せられた熱処理強力軽合金と強度が

Al とデユラルミンの中間に位する二、三の合金について上述したが、此の外、熱処理合金として 25S 系、Aludur (Aldrey) 系の合金も使用せられ、焼入等の熱処理を施さない合金でデユラルミンに匹敵する強度を有せしめ得る Hydranalium 系の合金 (前記 SA 2 も此系統である) も研究せられた。其他、高温度用として Y 合金、遅れて Low-Ex 合金も使用せられ、又戦争中には鍛打不能時間の長い遅効鋅⁽⁸⁾や軸受合金も研究せられた。又戦争末期に於て代用鋼の研究が盛に行われたと同様に、Y 合金中の Ni を Mn にて置換せるものが研究せられた。前記の ND も一種の代用合金とも言い得よう。

× × ×

次に大正年代より送電線として Al 線に Al 被覆鋼線 (A CSR) が使用せられ、又 Aldrey 線も研究せられた。其後 Al はブスパーにも使用せられ、最近ケーブルの被覆にも用いられて居る。

箔も相当古くから生産せられて居るが、外国の設備や技術を導入して、住友アルミニウム (現東洋アルミニウム) が生産を始めたのは昭和6年 (1936) で既に20余年を経過して居り、従来の包装用、コンデンサー用等の外断熱用、建築用等にも使用せられて居る。

× × ×

以上の外、製造方式に於ても、昭和に入つてから、相当大きな変化が行われた。先づ熔解は坩堝より反射炉に、造塊はブツクモールドより連続鑄造に進み、之と共に製板には帯板製造方式が取入れられた。管素材の製造に押出機が用いられ、型材は板曲げプロファイルから押出型材に重点が置かれる様になつた。鍛造品はフリー、フォージから型鍛造に進み、高性能のプレス、ハムマー並に型彫材が整備せられるに至つた。

又使用に際しても、従来の鋲接の外に電気溶接が実施せられ、焼入も水中焼入の代りに噴霧焼入が研究せられた。

× × ×

上記は主として展伸材に就て記したが、鑄造品に於ては砂型及普通の金型の外に、住友金属工業で、昭和13年 (1938) 技術者を佛国に派遣して、ブルノー社の技術を導入し、金型シリンダー、ヘッドの製造を行つた。又東京及神戸に於て、ダイカスト工場が設立せられたのは夫々大正6年 (1917) 及大正13年 (1924) であるが、工場の生産に入つたのは昭和5年 (1930) で、戦時中、急激に発展し、昭和19年 (1944) には工場数 120、Al のダイカスト月産 200 屯に達したと言われる。⁽⁹⁾

× × ×

我国軽合金の発展に就ては、川村博士が「日本機械工業50年史」中に載せられた記録⁽¹⁾、西村博士が「軽金属

時代」に40回に亘り連載せられた記録⁽¹⁰⁾、又大谷博士の発表⁽¹¹⁾など極めて有益なる資料がある。尚、小崎博士が「扶桑金属」に発表せられた同社の非鉄金属技術史概要⁽²⁾も亦貴重なる資料と思われるので其内軽金属関係事項のみを次に摘記することとする(括弧内は筆者の註)。

1898(明治31) —この年軍用アルミニウム板の註文を引受けた。

1916(大正5) 年末ロンドンにて墜落された独 Zeppelin 航空船の残骸を入手。

1917(大正6) 年初よりデュラルミンの研究開始。

1919(大正8) デュラルミンの試作完成。

1922(大正11) 1月デュラルミン製造技術改善のため英人 Pagan を招聘。

4月 石川登喜治氏(後の海軍造機中將、早大鑄物研究所長、工学博士)を団長とする調査団独(Dürener Metallwerke)に向て出発。

11月デュラルミン焼入用硝石炉の爆発事故が起り多数の犠牲者を出した。

1923(大正12) アルミニウム合金砂型鑄物製造に着手。

1924(大正13) 2段テーブ、ロール、帯板洗滌機等を設置、銅合金及軽合金の帯板製造開始。

1928(昭和3) 軽合金用反射炉を設置、アルミニウム板用インゴットの鑄造に Alcoa の方式を採用、デュラルミン押出型材量産開始。

自動車ピストン(鑄物)製造開始。

鍛造クラック、ゲース(デュラルミン)試作。

2929(昭和4) 櫻島の(大阪市)新工場完成。この頃 Al-Mg 系腐蝕合金の研究は研究室的には完成して居た。

1930(昭和5) 鍛造ピストンの製造に着手。

1931(昭和6) 軽合金製鍛造プロペラ製造権買収。

1933(昭和8) 超デュラルミンの研究開始。

1934(昭和9) 焼戻硬化性超デュラルミンを創成、合せ板 SDC の量産開始。

1935(昭和10) 24S 系超デュラルミンの製造開始。

超々デュラルミンの研究開始。

プロペラ素材の型鍛造開始。

1937(昭和12) 超々デュラルミン ESD を完成。

Cr 入 Al を皮材とした超デュラルミン合せ板の特許を得た。

1938(昭和13) 佛国ブルノー社の金型気筒冠製造技術習得のため技術者派遣。

米国 UE 社より4段コールド、ストリップ、ミル購入、10月操業開始。

1939(昭和14) ESD の特許を得、工業化にも成功。運動性鋅材等成功。

軽合金の連続鑄造法の研究に着手。

1940(昭和15) 連続鑄造法に依る軽合金大型鑄塊の製造に成功。

ブルノー式金型鑄造法に依る気筒冠の製造開始。

水中沈下式徐冷式軽合金大型鑄塊製造方式 SKS-II 式の特許を得た。

1941(昭和16) 12月名古屋軽合金製造所(現伸銅所)操業開始。

1942(昭和17) 軽合金の連続鑄造法 SKS-V 式の特許を得た。

1943(昭和18) 4月 UE 社製タンデム4段コールドストリップミル操業開始。

1944(昭和19) 1月 堅田製作所操業開始。

1945(昭和20) SD の強靱化に関する特許を得た。

なお日本アルミニウム工業株式会社に於ては一昨年創立50年を迎えられた記念事業の一つとして同社50年史を編纂して居られる由で、此方面の貴重なる資料が公表せられる事と思われる。

× × ×

次に少しく地金に就て記す。輸入は遠く50年前から行われて居り、国産地金が生産せられる様になつてからでも、其不足を補うために引続き輸入(昭和11年に於ける塊の輸入は約9千屯)せられたのみならず、再生地金や屑等も輸入せられた。

Hall-Héroult に依り電解に依る製造法が確立せられ、瑞西、佛、米等に於て工業化せられたのは1900年前後で我国に於て、昭和電工及日新化学工業(当時の住友化学工業及住友アルミニウム製錬)が明礬石を原料として製錬を開始したのは之に遅れる事30余年の昭和9年(1933)である。大正4年(1915)設立せられた日本輕銀株式会社が名古屋郊外で知多半島産の珪酸アルミナを原料として製錬を行つたが、純度94%(Si 4%)程度のものが得られたに留まり、事業継続不利なりしたため大正8年(1919)遂に中止した⁽¹²⁾。此両社の外、日満アルミニウム(昭和8年創立)、日本アルミニウム(昭和10)、東北振興アルミニウム(昭和13)、日本輕金属(昭和14)等相次いで設立せられ、又満州では満州輕金属製造が礬土頁岩を原料として製錬を行い、⁽¹³⁾ 朝鮮にても数社が操業を開始し又は建設中であつた。かくて昭和9年(1934)の588屯より逐次増加して昭和19年(1944)には最高となり約14万屯(内地のみで約1万屯)に達し、米、加、独に次ぐに至つた。地金の品位も明礬石等を原料とした初期やボーキサイトの入手の困難となつた戦争末期を除き十分高級合金の製造に供し得るものであつた。

戦後の数年間は低調と混乱との中に経過したが、昭和23年ボーキサイトが輸入せられ、之に依る新地金が生産せられ、爾後、日本輕金属、昭和電工及日新化学工業⁽³⁾

社の生産は次第に増加し昭和26年度(26年4月~27年3月)には約39千屯に達した。又高純度 Al も日新化学工業に於て昭和12年より研究に着手、昭和15年(1940)之が生産に成功、99.90(スリー・ナイン)乃至99.99990(シックス・ナイン)のものが生産せられて居る。

× × ×

以上、約半世紀に亘る我国の軽金属工業に就いて一瞥したが、欧米の技術と研究とに独自の創意研究を加えて発達し来つた事は他の金属工業に於けると同様で、関係者の努力に依り、生産に於て、研究に於て又応用に於て相当高い程度迄到達する事が出来た。然し、各分野に於て進歩の目ざましい現代に於て止まる事は即ち遅れる事であり、欧米に於ける進展を知る事が六つかしかつた戦争中の長い期間に、戦後の混乱と低調とが相当長期間続いた為に、各方面に於て過去の最盛時に比し寧ろ後退したとも言ひ得よう。殊に量産に対する生産技術(例えば大型鑄塊、帯板生産方式等)に於て格段の相違を生じたものの如く思われる。(14)(15)(16) 又不活性及斯中に於ける熔接、低温熔接、鐙接等の接合方法、或は板のプレス作業に於ける Marform Process (17) 等新しい方法も発達して居る様で、関係者の一段の努力が望まれる次第である。

最近、在日米軍用として、超デュラルミン(24S)、超々デュラルミン(75S)等の強力軽合金が製造せられて居る様であり、此等軍用資材の生産は日米協力の面から今後次第に増加するものと思われるが、差当り多量に生産せられるものは直接軍需用以外のものであろう。

Al 地金は今後も逐年増産せられる計画であるが、之に対応して、特需の外、輸出及国内消費の各方面の需要を喚起する必要がある輸出に於て最近特に問題になつて居るのは価格であると聞か、原鉱石の入手、地金の製錬から製品の生産に至るまでの各段階に於て、一層合理化、能率化を計りコストの低下を計る事が急務であり、又国内消費に於ては更に新しい用途を開拓する事が必要であろう。最近、反射鏡、ケーブル被覆用、炭坑用支柱等として新しい用途が開拓せられて居るが、今後更に新用途を拡大する事が望ましい。之には何よりも使用者との緊密なる連絡と協力とが必要であろう。軽合金が重点的に航空機に使用せられた時代に於ては、航空機製造会社に多数の材料技術者があり材料会社の技術者とよく連絡協力して成果を挙げ得た事を想起する。此経験よりしても、使用者、設計者、関係学者、技術者等との協力の必要が感ぜられる。之は関係者に於てもつとに着眼せられ既に実施中で着々成果を挙げて居られると聞くが、新用途の開拓には特に重要であると考えられるので敢えて言及した次第である。尚、之に関連して、使用に当りて必要ある熱処理、機械工作等の外、接合並に防蝕、硬化

美化のための表面処理等に於いても十分なる研究と普及とが望ましい。

終りに研究に就いて一言付け加える。戦時中、個々に或は学名、技術者等の共同研究(例えば、前者に就いては日本金属学会編「最近金属学概観」(昭25年)参照、又後者に就いては、日本學術振興会の第36(デュラルミン)小委員会(昭14年設置)、第18特別委員会(昭18年)及大日本航空技術協会第5(金属材料)部会等に依て、終戦まで、基礎的並に応用的研究が熱心に続けられたが、終戦後多くのものは中絶せられて居る。今後必要に応じ続行が望まれるものもあるかと思われる。又基礎的研究としては高純度の Al も国内で生産せられ、(18) 電子顕微鏡等に依る有力なる研究方法も普及するに至つたので既着手の研究の続行、新研究の着手など益々盛に行われん事が強く望まれる次第である。

- (1) 川村宏美: 日本機械工業50年史(日本機械学会編) 昭和23(1948) 445~
- (2) 小崎正秀: 扶桑金属 (1950) 104, 109
- (3) 山本正雄: 軽金属時代, 昭和26(1951) 1月
- (4) 西村秀雄: 日本金属学会分科会報告Ⅱ 昭和24(1946)
- (5) 西村秀雄: 軽金属時代 昭和26(1951) 8~12月
- (6) 川村宏美: 生産技術 昭和26(1951) 4月
- (7) 西村秀雄: 軽金属時代 昭和27(1952) 1・2月
- (8) 石川 正: 日本金属学会分科会報告Ⅱ 昭和24(1949)
- (9) 菅野友信: 金属20(1950) 2月
- (10) 西村秀雄: 軽金属時代 昭和23(1948) 4月~昭和27(1952) 2月
- (11) 大谷文太郎: 日本金属学会分科会報告Ⅱ 昭和24(1949)
- (12) 高橋本枝: アルミニウム工業 昭和2(1927) 135)
- (13) 満洲に於ける軽合金工業に就ては森永博士の興味深い記録が発表せられて居る。
森永卓一: 軽金属時代 昭和25(1950) 1月~
- (14) 沢田彰逸: 同上 同上 (同上) 12月
- (15) 小崎正秀: 日本金属学会誌 14A(1950) 10-8
- (16) 軽金属協会: 軽金属資料 No.127(1951)
- (17) Schulze: Light Metal Age(1951) April
- (18) 高純度: Al を用いた 最近の研究には次のものがある。
川島浪夫、中村雄造: 日本金属学会誌 15-B(1951) 11, 195

(昭27. 4.30)