総 説

アルミニウムにおける三つの問題

Three 3 Problems on Aluminium

潮 田 豊 治*

USHIODA Toyoji*

アルミニウムの諸性質におよぼすものとしては金属不純物特に Fe, Si と非金属介在物（酸化物, チツ化物, 炭化物）およびガス（水素ガス）の三つの問題があり, 私は従来この三題目がアルミニウムの研究, 技術にたずさわるものとしては一生かかっても否子々孫々に至るまで引続き検討されアルミニウム研究の三部作となつてゆくものと考えてきた。アルミニウム工業は戦後急激な成長をとげこの研究成果も多大なものがあるがいずれの研究分野においても上記の三題目を離れて考えることは出来ない。戦争中は航空機の増産のため高力アルミニウム合金の研究が重要視され時効硬化現象とか複元現象などの研究が脚光をあび純アルミニウムの研究はほとんど行なわれなかつた。これが敗戦と共にアルミニウムの生産は禁止され昭和22年に再開されたとはいえ戦後しばらくの用途は純アルミニウムがその大部分でありこの生産技術上に生ずる種々の問題を解決するためいろいろと苦しんで来たものである。

アルミニウム合金の場合はその化学組成の問題とか金属間化合物の挙動とかいろいろと問題解決の糸口がつかめるのであるが純アルミニウムとなると余りに単純すぎてかえつて解決の糸口がつかみにくかつた。これはちやうど手品でも小道具や仕掛けがあればやり易いが徒手空拳ではやりにくくなり手品をやるのに熟練を要するのと同じような気がした。

私も戦後純アルミニウムの生産技術にたずさわり今から思うと十分ピントはずれの対策をやつたり誤つた論議をしてきたものと思う。ここに戦後の純アルミニウムにおけるいろいろな問題を取りあげ冒頭にかかげた Fe, Si 酸化物ガスの三題目がどんな工合に噛み合されてきたか取纏めて述べてみたい。

戦後アルミニウム生産再開とともに問題となつたのは板用鋳塊の鋳造割れであつた。昭和23年の夏私は東北大学の金属材料研究所から現在の会社に移つたばかりの時であるが熱間圧延で鋳塊が数多く割れてくるもちろん純アルミニウムであるから圧延出来ない程割れてしまうのではなく割れ目が大きくなるが熱間圧延をつづけていけばこの割れ目はくつついて板にすることは出来外観ではわからなくなる, しかしこれをアルマイトするとはつきり傷として見つけることが出来る。当時の溶解鋳造は現在の技術に比べればきわめて幼稚なもので石炭燃きの反射炉で30—50kg程度の金型鋳造の鋳塊を作るのが日本のアルミ加工業界の大部分であつた。したがつて加工業者から精錬会社にアルミ新塊の不良としてクレームを出しても生産技術が下手なのであろうと簡単にかたづけられてしまう仕末である。熱間圧延で割れる鋳塊をよくみると鋳造の時すでに割れておりこれが火延で大きく口が開くことがわかつた。日本が昭和10年初めてアルミニウムを精錬して国産地金を作つた際も同じ様に割れを生じて国産地金は使えないのではないかと当時の国会の問題にまでなつたとのことを大谷文太郎氏からうかがいづれかの原因が新塊中にあると思ひ取不敢金属不純物である Fe, Si の鋳造割れすなわち引け割れにおよぼす影響を調べ Fe/Si が1以下すなわち Si が多くなると割れ易くなることを確認, 割れ防止のためには Fe/Si が2以上3程度が良いことを確定した。当時の新塊は Fe/Si が1またはそれ以下で Si が多かつた。また同時に溶解する再生地金も Si が多かつたので鋳造割れが多く発生したわけである。この時も Fe, Si 以外にも電解炉の操業開始の不調の際には, 炭化物, チツ化物などの非金属介在物も多いし

* 昭和アルミニウム株式会社 取締役 企画部長 工博

Showa Aluminium K.K. Director, Manager of Engineering Dept. Dr. Eng.

精錬工場におけるホールディングも今日程進んではいなかった。現在の新塊にくらべてこういった非金属介在物が多かったわけであるが悲しいかなこれを分析して定量することが出来ないで害があるという推論しかできなかった。確か昭和25年の春の日本金属学会の大会においてこの割れの問題をとり上げ分科会を開き Fe/Si の比で割れが生ずることを各講師が実証して結論としたことがあった。実験室の引割れ試験ではこのことがはつきりいえるのであるが現場操業では金型鑄造の場合は金型温度の分布の不均一などの影響でこれが多少ぼやかされて困っていた所川島浪夫氏が連鑄鑄造の現場操業資料を提出されこの場合ははつきり Fe/Si の原因で鑄造割れが生ずることを現場技術の点からも実証されたので私としてはほつとした思い出がある。当時は食う物にも困っていた時代であり印刷用の紙も不足し日本金属学会誌も十分出版されなかった時であるので刊行物としては当時の記録が残されていないのが誠に残念である。当時は軽金属協会は出来ておらずもちろん「軽金属」の会誌などなかった時の話である。後になって五十嵐勇氏が炭化物、チツ化物の定量分析をされこれが割れにおよぼす影響をはつきりして下さった。また当時の溶解鑄造技術からではフクレの少い板を作ることが難かしく特に雨期に入ると各加工業者共ガスの問題になやまされた。こんなことから私はアルミに対し表題に記した三つの問題が頭から去ることが出来なくなってきた。

その次に問題となつたのがアルミニウム板のアルマイト後の表面模様である。当時のアルミニウム板の大部分は日用品の厨房器具に使われたのであるがアルマイト後にクモの巣のような模様や白雲のようなもの、松葉を散らしたような模様が出て困りこの模様は洗浄や研磨ではとれないのでその対策に困りきつた。この原因も当時は Fe, Si の影響でありこの比率が変わると模様が変わってくることを発見し、私は昭和27年の春の軽金属研究会に発表し詳細は「軽金属」の第5巻にのせてある。引続き昭和28年小林藤次郎氏がこの点を追求し「軽金属」の第6巻に実験報告をよせられている。当時は酸化物の定量が出来なかつたので Fe, Si だけの影響を論じたわけであるがその後アルミニウム板のアルマイト後の表面模様には酸化物が大きく影響した鑄造組織それ自体がまたその主導性をとるものであることがはつきりしてきた。すなわち Fe, Si と共に非金属介在物の相互作用であることがまたこの問題でいやという程思いしらされてきた。

次にガスの問題であるがこれはアルミニウムが出来て

この方づつとつきまどつてきたもので歴代の研究者がこれをやつてきて芝居の忠臣蔵のごとく軽金属の学会が開かれるところ必ずどこでもガスの問題が論ぜられている。しかしながらこれもガス単独に論ずるものでなく特に脱ガス機構においては酸化物を忘れて考えるわけにはいかない。私もこの問題には随分なやまされてきたのであるがたとえ真空溶解を行なつても酸化物の除去を行なわないかぎり十分な脱ガスは出来ないことを思い知らされたし、また現場作業においても酸化物の除去すなわちスラグを十分除去して、きれいな溶湯を作らないかぎり脱ガスはうまく行かないものである。また酸化物が原因で出来る皮疵とフクレとの間には密接な関係があることがはつきりしてきた。

また腐食の問題でもいまだにピツティングの発生機構は十分解明されていないが石田四郎先生などの研究により Fe, Si による金属間化合物の析出の大小によつて孔食が生ずるのではないかとの手がかりが得られた。また原子炉材料の研究の結果ではあるが溶接個所の腐食が大きいことがいわれ溶接芯線の表面の汚れ（酸化物）と溶接の際のガス吸収がその主因であるとされた。これらを組合せて考えていくと表題の三つの問題がこの辺で噛合されてきてこれを繙くことによつて孔食機構の究明がさらにはつきりしてくるのではなからうか。

このような研究成果はアルミニウム新塊製造技術にも強く反映してきた。アルミニウム生産再開当時はインゴットとピツグとの間に明確な差異がなく精錬工場でホールディング炉を通つたものがインゴット、電解槽から汲上げたままで鑄塊を作つたものがピツグ、であるとされていたがホールディングの目的が明確でなくホールディング工程ではアルミニウムの純度のみを調製し電解槽からタツプされた900℃位の溶湯を720℃位まで冷却させその途中で Na その他の不純物を取りガスの放出を行なつた程度であつた。これが逐次 Fe/Si の比の規制となりガス含有量の制限が出来、また、酸化物の除去に力がそそがれてきた。最近アルコア社が宣伝している F.G.I.塊は Fine Grain Ingot でありこれは Fe, Si の比、ガス含有量、酸化物含有量を規制したもので誠に我が意を得たりの感がある。

表記三題の内金属不純物の挙動は研究もし易いのであるがガステに非金属介在物の挙動はなかなかつかまえない。これに関しては分析技術の向上にまつことが多いがとも角この三要因の噛合せを今後共よく見究めて行きたいものである。