

# アルミニウムの新しい加工技術 (第1編)

昭和アルミニウムKK\*

潮 田 豊 治\*\*

## 1. 緒 言

アルミニウムおよびその合金の新しい加工技術に関しては、多方面から研究検討され各個々のものについてはそれぞれ紹介もされているのでここではそれ等を総合しその工業的利用価値、利害得失を論じてみたいと思う。また加工技術についても鋳造、圧延、押出等のいわゆる一次加工とプレス、溶接等の二次加工とに大別される訳であるが、本号においては先づ一次加工技術について紹介し二次加工技術については次に譲ることとする。

加工技術も広義に見ればアルミニウム精練、溶解、熱処理等も含まれる訳であるが紙片の都合上形として現われる加工技術に絞って紹介する次第である。

また個々の加工技術においてもたとえば溶解鋳造技術においても溶湯処理の方式、鋳造金型、冷却方式、鋳造方法等に大きな進歩があり、圧延技術についても圧延速度、ゲージコントロール、圧延機のベアリング機構等に新しい進歩が著しく認められるのであるが、今回の紹介はこのような部分的なものを避け一般の専門外の人達にも目新しく感ずるような外観上今迄と変った機構で加工する新しい機械を紹介することにとどめることにする。

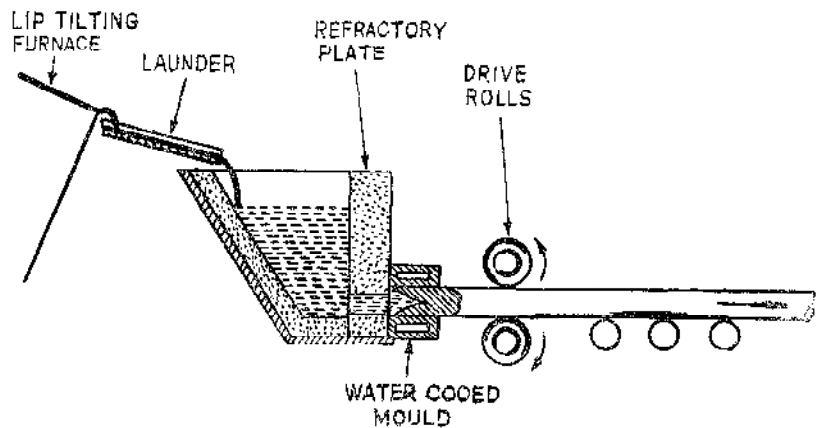
## 2. 鋳造技術

### (1) Horizontal Casting

水平連続鋳造といわれるものでアルミニウム精練工場における電解槽の大型ブスバー用に使われるのが主目的で発達した技術である。アルミニウム電解槽の通電容量も多くなり最近では10万アンペア以上のものが普通になって来た。このような大電流を通すために巾700~1000mm、厚み300~400mm、長さ20~30mのブスバーが要求される。このような大きなものは圧延または押出で作ることは出来ないで鋳造のままの形で作らなければならないが圧延工場で作っている鋳塊は知られている通り垂直連続鋳造法によるものであるから厚みや巾の大

なきものが出来ても長さは地下に穴を掘って鋳造装置をつくる都合上最大3~5米までである。このため長尺物の鋳塊を作る方式として水平に鋳造を進めることが考案された訳である。その概要は図1に示す如くである。

図1からわかるように従来の垂直連続方式を水平に変えただけで原理的には大きな変化はない。この方式で行なえば相当長尺のものも容易に作る事が出来るのであるが、この技術の要点は溶湯の注入方式と冷却方式である。この技術は仏国のペシネー社で開発され、その装置は仏国ガウチ社で作られている特許品であるが日本にも



第 1 図

既にアルミニウム精練工場に数台輸入され実用されている。

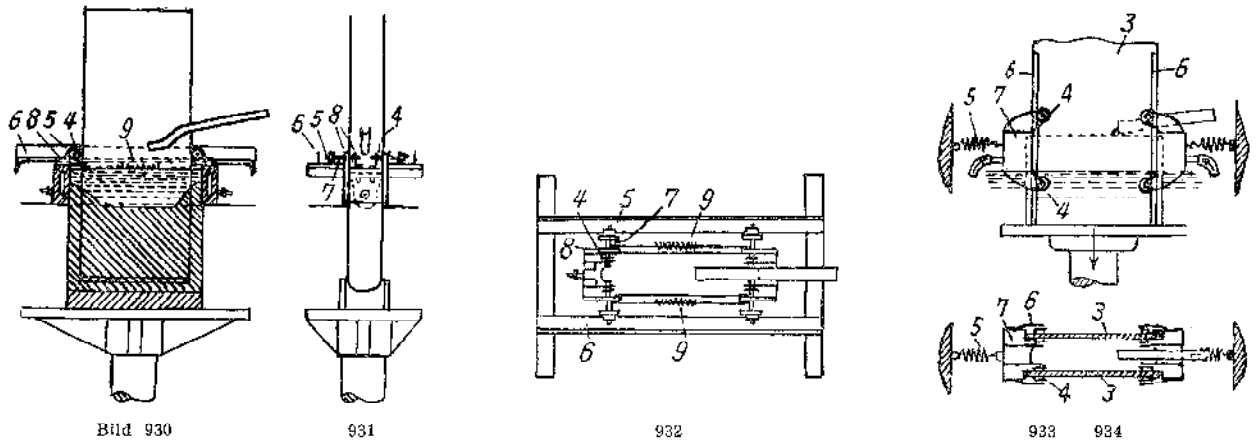
この加工技術は鋳造の生産能力が増大した歩留も向上が期待出来るが主として純アルミ用であり軟質アルミ合金(たとえば3003, 5050, 6061, 6063合金等)の鋳塊を作ることは出来ても硬質アルミ合金(たとえば5052, 5083, 2017, 2024, 7075合金等)の鋳塊を作るには鋳造技術に難しい所があり実用化されてない。したがって上記のブスバー以外に純アルミ圧延用鋳塊、押出用鋳塊を作るのに実用されているが一般の圧延、押出工場ではこの方式を全般的に採用することが出来ない現況であるが将来の研究により現在の垂直連続鋳に取替る時代がくるかもしれないと思っている。

### (2) Compound Casting

合せ板を作る鋳塊の製造技術で合せ連鋳といわれているもので従来大型鋳塊は熱間圧延の際に鋳塊と表皮板とを熱圧接して合せ板を作っているのであるがこれを鋳造の際鋳造合せするという方式である。この方式は小型の

\*堺市海山町6の224

\*\*研究部長、工学博士



第2図  
 Bild 930 4. 被覆板のガイドロール 5. 鋳型を動かす小車 6. 鋳型をのせる台車  
 Bild 931 7. 4及び5を運動する車軸 8. 軸受 9. パネ鋳型と被覆板との押え  
 Bild 932, Bild 934, 3; 被覆板 4; 鋳のガイドロール 5; パネ 6; 鋳のジャケットに接する端部 7; ウォータージャケット

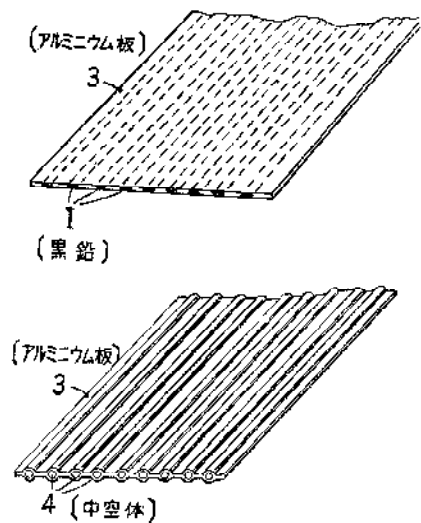
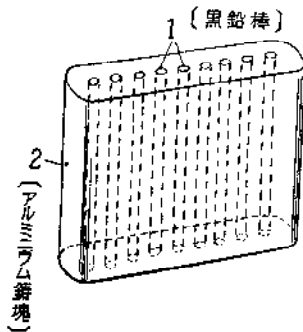
金型鋳造の際は既に大分昔から考えられ実用されて来たが連続鋳造においては実用化されなかつたのである。

その概要は図2に示す如くであり、図から見ればその機構は極めて簡単であり誰れでもすぐ出来るように思われるが連続鋳塊の際の溶湯は表面の酸化膜が側面に流れて行くようになり表皮板と接する際は溶湯は酸化皮膜で

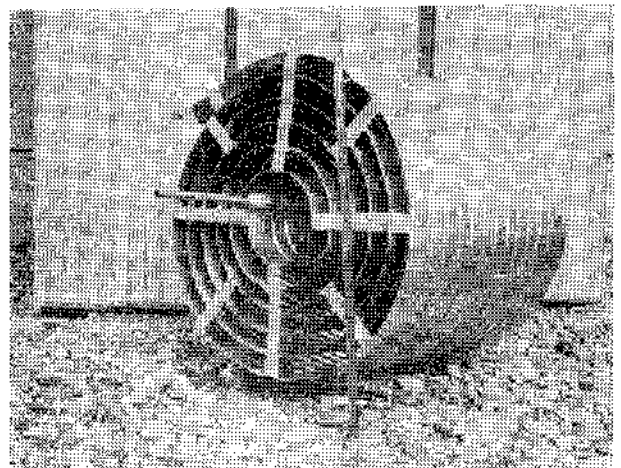
覆われた形になつて溶着することが出来なくなる。この点鋳湯方式その他を改良して出来たものでその技術の要点は秘密にされており独自のクラブ社では既に実用しており仏国のガウチ社ではその装置を販売している。この技術が確立すれば合せ板を作る場合現在の熱間圧延の際の圧着よりも有利なることは明らかである。

(3) Tube in strip

図3に示す如く鋳造の際にアルミニウム鋳塊内に黒鉛棒または板を鋳ぐるみこれを鋳造方向にのみ圧延を進めて行くとアルミニウム板の内に平行して極く薄い黒鉛の条を含んだものが出来上るとこの黒鉛の条層の所に口を開け水圧をかけるとアルミニウムの板はこの部分で二つに分れ管状にふくれ上り図4の如き板の内に管路が出来いわゆる Tube in strip が出来上り熱交換用として利用することが出来る。この Tube in strip は熱交換の効率が極めて高いので今後の大きな発展が望まれるものと思う。また鋳塊内に入れる黒鉛板を多層にすれば多層熱交



第3図



第4図

換用更に薄板にすればいわゆる Honey comb structure (蜂の巣構造) を作ることも出来る。

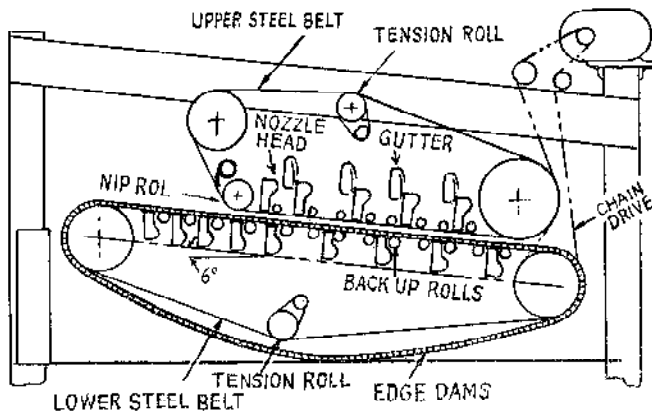
この方式のものは熱交換用だけでなく Tube in strip の Tube を rib 出しの如く補強用として設計することも出来るし黒鉛層の所を切り離して構造体を作ることも考えられその開発用途は広いものである。

(4) Properzi Casting

アルミニウムの線を作るのは一般には棒状の鋳塊を溝ロールで圧延するかまたは押出機で押出によるかして棒状のものを作りこれを線引きすることによつていのであるが本方式溝付の Casting wheel の溝の内にアルミ溶湯を流し込みこれがこぼれないように steel-belt で蓋をして行くようにして外部から水冷し Casting wheel が約半回転する間に凝固させ断面三角状の線素材を取り出しこれを直に線引して線を作るものである。この方式は伊太利の Nicols 氏により考案されこれで作られた線を Nicols Wire といつていたがこの方式が米国に渡り Properzi Casting として工業化されて来たものである。

本方式は極めて多量生産が出来またアルミニウム線材を作るには最も経済的なものであり米国においてはアルミニウム電線の製造に広く活用されている。わが国にも既に大部以前から紹介されたものであるが本方式で作つたアルミニウム電線は鋳造組織に変わる加工率が充分でないため電気伝導度が純銅の59%程度で圧延または押出で作られたアルミ電線の伝導度が62%程度であるに比し少し低い欠点があるためわが国では採用されていない。しかしながら工業技術の点からすればアルミ電線を作るには最適な方式であり日本のアルミ電線規格の電気伝導度60%以上の規定にしばられて最も経済的に製造出来る方式が日本で採用されないことはアルミ電線発展のためにも誠に残念で規格の変更も一考の要あると思われこのような新しい進歩をどしどし採り入れられるようにしたいものである。

また本方式によつてはアルドライ (6061合金類似) 合金線程度までは製造可能であるが総てのアルミニウム合



第 5 図

金線を作ることは困難である。

(5) Hazellett Casting

Properzi方式で板を作るようにしたのが本方式であり図5に示すようなものである。この方式で作られた条次号で述べる impact extrusion 用の slag に利用するか更に冷延して薄板として使用されるがこのことに関しては次の Hunter 法の項で述べることにする。

3. 鋳造と圧延の連続操業技術

(1) Hunter Method

アルミニウムの板を作るには先づ鋳塊を作りこれを加熱し熱間圧延で4~10mm程度の厚みの条を作りこれを冷間圧延で所定の寸法にするのが一般であるが、本方式は鋳造と熱間圧延を同時に連続して行ないアルミ溶湯から一挙に6~10mm厚みのコイルを製造するものでアルミ溶湯はロールの下部から上に吹き上がるように出て来てロールに接し凝固すると同時にロール回転によつて熱間圧延されて出て行くことになる。本方式の技術の要点は注湯の吹き出し口の構造及びその材料ロール速度と注湯速度の同調にあるのでその操業には熟練を要する。

このような方式で条が出来れば従来の大がかりな鋳造設備及び巨大な熱間圧延機が不要になりアルミ圧延業界にとつて偉大な革命となるものである。事実米国では一部この方式により実際工業生産しているところもあり、外国でも工業化しているところが数ヶ所ある。本方式の特徴とするところは前述の巨大な設備費および操業費が不要となる以外に品質的には凝固に熱間圧延するため shrinkage cavity が圧着されまた熱間圧延前の加熱工程がないのでアルミニウム中のガスが凝集してこないことによりフレ (Blister) の極めて少ない板を作ることが出来、また熱間圧延工程で生ずる悪い要因、たとえば加熱による鋳塊の表面酸化物が板の表面にめり込んだり熱間ロールのコーティングが板の内にめりこむこと等がなくなってくる。このようなことは本方式で作つたコイルから箔を作れば従来のものよりピンホールの少ないものが得られ箔用素材を作る方法としては誠によい方法である。

一般用の板としては厚板は別として板厚1mm程度に仕上た場合プレス性能その他は従来のものと余り変りはない。ただし表面削りが出来ないのを板をアルマイトすると表面模様が見えなくなり見え器物材料としては不適であるが屋根板材料等のアルマイトしないものには本方式で作つたものが充分利用出来る。

以上のような利点があるにもかかわらず何故本方式が一般のアルミ圧延業界に採り入れられないかの問題であるがこれは本方式によつて出来るアルミニウム合金の種類が純アルミ3003, 5050, (5052), 6061, 6063程度の所

謂軟質合金に限られることにあり5052合金は出来るけれど非常に難しいという所にある。アルミ圧延会社としては上記合金以外に少なくとも5083, 2024等の合金板は作らねばならないので本方式で出来なければ別に熱間圧延機を持たねばならない、またたとえこの熱間圧延機で処理する合金の種類が少なくなつたとしてもその大きさは生産性及び冷間圧延機との関係から小型にする訳にはいかない。こう考えてくるとこの Hunter 法以外にも大型熱間圧延機が必要ということになり二重投資ということになる。

硬質合金をやる以上は熱間圧延機を生産能力は冷間圧延機生産能力の2~3倍にしておくのが常道であるのでこの余力で軟質合金コイルをつくることは容易である。このようなことが Hunter 法を採用することが出来ない大きな原因である。しかしながら、この方式は、一つの進歩した方式なのであつてアルミ箔専業会社、屋根板専業会社等のこじんまりした生産工場にとっては誠に有利な方式であると思う。

なお前述の Hazelett 法で作つた板の性能およびその考え方は本方式のものと同様である。

#### 4. 熱間圧延技術

##### (1) Planetary Roll

従来の熱間圧延機では一回の圧下率は普通20—30%でその最大は50—60%までであるが Planetary roll のような方式で行なえば80—90%の圧下が出来、本方式は遊星ロールといわれるもので大きなロールの巻りに小径のロールを取りつけたもので大きな咬み込み角が取れ同時に強圧下が出来ることになる。

従来10回位かかつた圧下が1回で出来るというような有利なもので、独逸のクルップ社で実際に操業しているし、この圧延機はスイスの A I A G 社、アッヘンバッハ社で製作している。現在の所この圧延機で出来る板巾が最大 500mm 程度であるので工業生産としては1~2米の中のものが必要で現在では余り重要視されていないが将来の研究により大巾のものが出来ることが楽しみである。しかしながら硬質合金の場合、鑄塊から一度に大きな圧下率を加えた場合の割れの問題等機械装置以外にまだ検討されなければならない問題も多い。

#### 5. 冷間圧延

##### (1) Tandem Roll

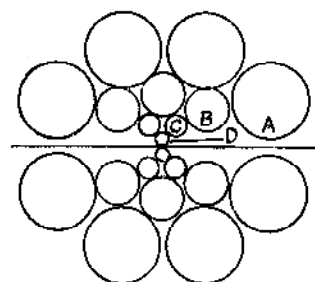
従来の冷間圧延は2段不可逆式圧延機 (Pull over Mill) で行なわれたものであるがこれが4段可逆式圧延機 (4-High Reversing Mill) に変り最近では図6, 4段不可逆式圧延機をならべて連続的に一気に冷間圧延を行なう形式に進歩して来た。この方式は極めて多量生産に適し圧延速度も毎分100米以上になつて来た。この設

備に対しては巨大な資本金とこれを制御する優れた技術を必要とするが従来のものに比しその生産性の向上は多大であり、わが国においても目下この方式の設備の設置が急がれている。

##### (2) Senzimir Roll

極めて寸法精度の良い薄板を作る方式で一般に多段ロールと呼ばれているもので20段ロールの側で見ると中央の細い Work roll で強加工度の圧延を行なうものであるが、このロールの圧下を助けきたロールの曲りを防ぐ

ために廻りに数多くのロールを配置した構造のものである。従来はニッケル板、特殊鋼板の薄板圧延用として利用されていたが、最近アルミニウム薄板用にも使われるようになった。本方式は強加工下並びに圧延精度において優れているが圧延機の中を広げることにより非常に高額の設備費を要するので現在は1米巾の板を作る程度の中のものまでである。また前述の Tandem Mill に比し圧延速度は遅く生産性は少ない欠点がある。



第6図 センジミヤミルの略図

A : バックアップロール  
B, C : 中間ロール  
D : ワークロール

センジミヤミルの仕様例

	長さ単位 : in
ワークロール径	2.125
第1バックアップロール径	4
第2バックアップロール径	6.812
バックアップベヤリング径	11.811
バックアップベヤリング所要数	48
ミル用主電動機 HP×rpm	2500×0/350/595
リール用電動機 HP×rpm	1400×0/250/790
定格トルク時の最大圧延速度 ft/m	770
低トルク時の最大圧延速度 ft/m	1210
ロール間最大開き (ただしロール径は称呼径とす)	0.25
材料値 (最大値)	49
コイル外径	61
コイル重量 lb	26000
巻取張力 lb	35000
リールドラム径	20
リール幅	51
循環潤滑油量 g/m	850
潤滑油タンク容量 g	17000

#### 6. 押出技術

押出技術においてもここ数年急速の進歩をとげダイスの設計、加工方式も大きく変り従来の縦型押出機で管を作つた時代に競べ最近では横型押出機で管も押出材も (以下35頁に続く)

(47頁より続く)

自由に製造するようになった。これ等の技術は既に各方面から紹介されているのでここでは目新しいものだけを紹介することにする。

#### (1) Clad Extrusion

芯材と異質の材料を押出で被覆する方式であるが、芯材はマンドレルの中を通過し変形されないがダイスとマンドレルとの間で芯材に働く被覆材料の力が圧着を促進しまた芯材を右へ移動させる。

この方式では現在のところ比較的単純な断面形状のものしか Clad 出来ないのであるが将来の研究によつて新しい複合材料の製造方式が期待される訳である。

#### (2) Aluminium sheath cable machine

電線の上にビニール被覆をしその上にアルミニウムを押し出機を用いて被覆する方式である。アルミニウム鋳塊が左右から装入され左右から均一に圧縮を受けるビニール被覆電線は中央後部から前方に繰出されてくる。前方ダイスのところで両者が Clad されるのであるがアルミニウムは 500°C 近い温度で押し出されて来て約 70°C 位でビニール電線に Clad されなければビニールがこげてしまうので特殊ダイスを用い冷却を充分に行ないながら、Clad するもので今後の海底電線等に大きな需給が見込まれ既にわが国においても数社で生産を行なっている。

(二次加工技術については次の機会紹介する予定)