

はく（箔）の話（8・6・15）

上 妻 正 大（昭16・理甲）

ご紹介にあずかりました上妻でございます。実は箔の話は十数年前に私が学士会報に一寸小稿を投稿した事がございます、それじゃそれを元に話をさせて頂こうと言う事ですが、もう大分、一五年という古い事になりまして、其の後色々様子も変わってきていることもありまして、実は先日、元おりました会社に行つて色々と新しい知識をも得てきまして、今日この席に立たせて頂く訳です。

箔というのは、辞典を引きますと、金属を紙のごとく薄くした物と書いてあるのです。紙のごとくといいますが、実際は紙よりもはるかに薄い訳です。紙というのは大体薄い物でも70ミクロン、ミクロンは千分の一ミリですね、厚い物で100何ミクロン、大体ハガキ等の用紙では180ミクロン位ある訳です。昔は箔に作るという事は、薄くした固まりをハンマーでとんとん叩いて、そして薄くしてゆきました。箔の一番古い金属としては、金、銀、錫とが非常に一般的なものであり

まして、金では大体厚さが0.3ミクロン、1ミリの一万分の三ですね、それくらいまで薄くなる訳です。銀ですと大体1ミクロン位までなります。金箔の場合ですと、箔を持って太陽に透かすと、短かい波長の光は少し透過するので、青色が見えます。金属の板を叩いて薄く数ミクロン以下にするのは非常に労力と時間がかかったものであって、その為に「箔がつく」というのは、非常に価値があるとか立派に見えるという意味の言葉になっています。英語の方では箔を（FOIL）と云いますが、フォイルと言うのは、英語では大体風で簡単にひらひら飛ぶ様なものをいいます。私ら技術者として学んでました時にはフォイルは大体飛行機の翼型をフォイルと言いますし、今でも水中翼船という水上を高速で走る船はハイドロフォイルと言っています。又同時にフォイルという言葉自体が動詞に使えば「他の物を引き立てる」という意味があるようです。日本語では、大体箔という字に、竹かんむりに泊と書く訳ですが、何故竹かんむりが付いているかと、金箔なんかを扱う時に竹のピンセットを使う。竹の枠で切るから竹かんむりが付いているんじゃないかと言う人もおりますが、そうじゃなくなって本来箔という字は向うが少し透けて見えるもともとは箔とは、竹すだれのことをいうのです。従って古い言葉では簾箔という言葉があります。箔という言葉とフォイルという言葉がどうも初めから考え方が一寸違う様な気がします。箔は昔はハンマーで打っておりましたけれども、手打ちでした。それが明治の初年頃にドロップハンマーと言いました機械でとんとん叩くものが出来まして、それでようやく機械生産が出来るよ

I 箔とは

II 箔製造の歴史

アルミ箔生産量	国内	圧延品中における比率	自由主義国アルミ箔 生産量('92)
昭和22 ('47)	100Ton	0.56%	米国 409,600Ton
25 ('50)	1,100	3.8	欧州 593,700
30 ('55)	2,700	5.8	日本 131,100
40 ('65)	18,300	12.0	
50 ('75)	53,400	15.6	
54 ('79)	91,100	15.7	
60 ('85)	111,430	13.7	
平成2 ('90)	134,430	12.6	
7 ('95)	140,570	11.5	

アルミ箔用途別比率%

	食料品	たばこ	電気機器	日用品	化学品	建材	その他	輸出
昭和25('50)	21.0	29.8	21.6	1.6	1.8	0.2	21.6	2.4%
平成7 ('95)	25.5	2.6	30.6	19.4	5.6	3.4	2.4	10.5

III アルミ箔の製造

IV アルミ箔の二次加工

- 1 貼合（紙，プラスチック，布）
- 2 着色印刷
- 3 型付
- 4 成型（厚い箔）

V アルミ箔の特性と用途

- 1 透湿度
- 2 反射率
- 3 その他の特性（金属光沢，高導電率，耐候性）

VI アルミニウム以外の工業生産される金属箔

- 1 錫
- 2 鉛
- 3 銅

うになりました。所が、一八五〇年位からようやくアルミニウムが金属として取り出す事が出来て、それより後にホール・エルー法とかバイヤー法と言って、ボーキサイト自体からアルミナを作り、アルミナを電解してアルミを作るという方法が発見されてから、非常にアルミは純度の高い金属として得られる様になった。そうするとアルミ自体は金・銀に比べまして安い、さらに錫なんかに比べても安い金属として世の中に出てきたので、それから主として箔というのはアルミであるという事になってしまいました。

ここでは主としてアルミ箔に関して、その製造方法その他の話を進めさせて頂きたいと思えます。アルミの箔の定義というのはJIS（日本工業規格）では200ミクロン、0.2ミリ以下の金属を箔という事になっています。大体200ミクロンから100ミクロン位までは箔の製造設備でなくても板の圧延設備でも作れない訳ではないので、その辺は板製造業者と箔業者が両方重複している訳です。ここでは主として薄い箔、10ミクロン以下位の箔を対象にしてお話を進めて行きたいと思えます。それと同時に又錫箔についても、これがアルミ箔が現われる前は主として箔の主たる材料だったものですからそれも一緒に話しながら進めて行きたいと思えます。

大体箔の厚さはどうして計るかという問題ですが、箔は100ミクロン以上とか200ミクロンは簡単にマイクロメーターなり、ダイヤルゲージで計れますが、7ミクロンとか10ミクロン以下のものは、特に軟質・（焼鈍して軟らかいもの）は計るたびに厚さの、表示が違って来ます。それでJ

ISの規定では一定の面積の材料の重量をその面積で割って、更にアルミの比重2.71で割った数値をもって厚さと定義する、すなわち重量法による厚さ表示を規定しています。一般にアルミニウムも箔も工業的に、所謂圧延機で生産出来る厚さと云えば、作ろうと思えば4ミクロン位まで出来ないことはありませんが、普通は5ミクロンが大体限度でありまして、細い物とか薄い物の代表的なものには人間の髪の毛などが例とし挙げられますが、人間の髪の毛のごく細い人でも60ミクロン、太い人で90ミクロンで、箔はそれの一〇分の一位の厚さになっています。人間が平担な所を撫でる時段差があると触感で分るといのは大体7〜8ミクロン位が限度です。それよりも少いと触感で段差があるという事は分からない。ここにあるのがピースの中包みです。これをして紙の下で奇麗に延しまして、これをこういう平滑な所に置きまして、どこに境界があるか触感で見ても、先ず分からないと思います。ピースの中包は7ミクロンを使っています。箔は紙と比べると面積当りの価格はそう安い物ではない訳です。だんだんアルミ箔自体が沢山使われてきますと、同じ面積だったら薄い方が安いだろうと、理屈から言えばそういう事になるんですが、出来るだけ薄い物、薄い物と言われて要求されますが、メーカーの方からは薄い物が面積当り厚い箔より高いという事は出来ないものですから、薄くなれば面積当りの販売価格は少しは安くする訳です。所がメーカー側では余り好ましいことではないのです。薄くなればなるほど急激にその

歩留りが悪くなる。ロスが出る訳です。面積当りの原価が薄くなればなるほど安くなるかと言えばそうではなくて、むしろ現状では、7、8ミクロンの所が一番安いんじゃないかと思えます。

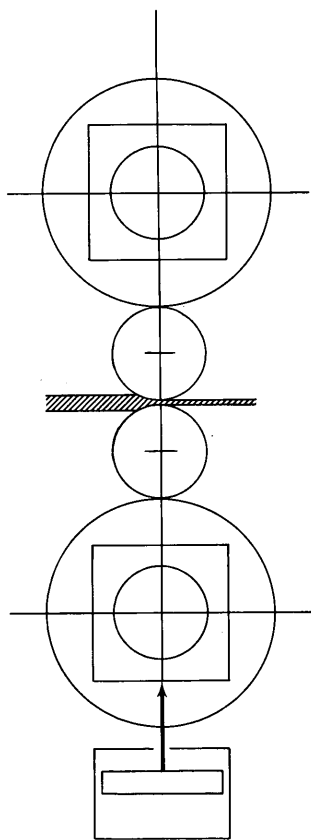
次は錫箔についてですが、錫箔はアルミよりもずっと以前から使われていました。最初に民間でたばこを作りました時には既に手打の箔を使っていたのです。その後ヨーロッパにおきまして、一九〇五年位にスイスでロールで箔を作るという技術のпатентを取った人がありましたがそれは非常に技術的に難しい方法でありましたけれども、その一九一〇年頃にドイツでラウベルとピクターパウエルという二人の人が機械メーカーのアウグスト・シュミットという機械メーカーの協力を得まして箔を巻取りで製造するという方法を初めて行ないました。その時に巻取りと巻き出しに張力を掛ける、(絵で説明)すなわちロールの前後、巻き出す所でブレーキをかける。巻き取る所は少し、もっと引っぱる。こういう事をする事によって出来上った箔は非常に平滑になるという事が分りまして、そういう設備を一九〇五年作った訳です。丁度それから一五年くらいたった時に、一九二一年頃に関東に一社、関西に四社が、昭和初期に設備を輸入しまして、たばこ包装用の箔の製造をやりだした訳です。丁度ドイツで開発されてから一五年してすぐ日本に入るといふようなこと、日本人は今も外国からのものを利用するのは非常に早い訳で、昔、鉄砲が伝来した時からもう一五年たった頃、桶狭間の戦の頃には日本は世界で優秀な小銃の保有国になっておったといふようなこととよく似ている訳です。最近でもICだとかが日本に導入されると

日本は世界で生産量が最大となるといふのとよく似ています。錫箔の用途と云えば、実はタバコ包装用でありました。(錫箔は勿論のことアルミ箔産業界自体も専売局のタバコの包装のために成長した産業です。)今はJ.T.に納入する量は相対的に少なくなっています。その頃は箔のロールの時の製品の中もせいぜい500ミリ以下で、一ツのロットでも100キロ以下だったけれども、丁度第二次戦争の途中ぐらいからアメリカで四段圧延機というものでアルミ箔を製造することを始めました。四段圧延機で高速で行うということが、非常にアルミ箔の生産性を上げて、当初は巾1mぐらいの物を作った訳ですけど、其の後、戦後になりました、やはり四段圧延機による箔の製造を日本でも導入しました。各社がそういう設備を、まず最初住友とカナダのアルキヤンと合併の会社で導入し、続いて他のアルミ箔メーカーも四段圧延機の導入を計りました。錫箔はどうしても高価ですから、専売公社自体が昭和九年頃から錫箔をアルミに転換することにしたので、その頃はアルミ箔は同じ様な設備で二段圧延機で作っていたのが、その後昭和三一―三二年頃に箔メーカーも四段圧延機を導入しました。はじめ二段箔延機でもって製造していたメーカーは関東に一ツ、関西に四ツありました。関西の四ツの内三ツは河内の辺にありまして、河内は代々錫箔を手打で作っていたのです。それらもその後圧延機を導入したのですが、昭和の初め頃に四社が合併しまして一ツの会社になった訳です。その当時関東に一社、関西には合併した会社と、もう一ツ住軽、アルキヤンの提携した会社の三社があったのです。たばこの包装の話になります。

のたばこ包装というのは、鉛を中にしまして、両面に一〇%ぐらいの錫を重ねてそのまま圧延します。そうして薄くして最終的には9ミクロンにしてたばこ包装に使っていました。所が戦争中にたばこ包装に錫やアルミを使うという事が出来なくなつて、たばこはゆかたがけと言われる蠟紙包装になつてしまいました。それでも戦争中はやはりアルミニウムは細々とやっております、それは大体軍用のコンデンサー、或は進相コンデンサーとかに使われておりました。たばこ包装自体は昭和一四年にはもう錫、鉛の使用は禁止されまして、S一四年頃からはアルミニウムに移行することになり、終にはそれも使用出来なくなりました。資料にアルミ箔の生産量が書いてございます。S二二年、戦後の初めの頃は大体100トンぐらい、二五年にはそれが一一〇トンになってます。これは各社の増産もありますけれども、今の、住友とアルキャンとの提携した会社がその前に出来た為に増えてる訳です。それから、三〇年代の初めぐらいですか、この頃に四段圧延機が導入されて非常に当時としましては高速で、高性能の大量生産が可能になったものですから、それで三〇年〜四〇年に至る間に画期的に増えているのです。特に四〇年の前に箔の新規メーカーがその他に三社参入しまして、その為に五〇年に至っては五三三〇〇トンという数字までなっております。これはいかにも増えている様ですが、実はトン数で表すと、面積に必ず比例しない訳です。初めの間は非常に薄い箔は沢山使われておりましたけれども、箔の需要が色々多岐に亘つて増える時には厚い物が非常に増えまして、トン数ほど面積が増えておる訳では

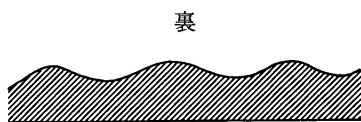
ありません。年代による箔の厚さの分布を見ますと、昭五四年ぐらいでは10ミクロン以下のものが半ばで、その他は100ミクロン以下という状態です。H七年（九五年）位になりますと10ミクロン以下の比率はもつと少なくなつてのじやないかと私は推察する訳です。

次に箔の製造について、箔の製造はどの様にして出来るか、主として薄い箔を対象に申しますと、アルミの条の0.4〜0.3を購入しまして、それを五回から六回ぐらい圧延しまして製造されますが、最終圧延の前にはその箔を二枚を重ねてから圧延します。というのは薄くすると非常に切れやすくなりますし、圧延の生産性も悪いということです。六ミクロンを作ろうと思ひますと、11〜12ミクロンの箔を二ツ重ねて圧延します。その為に薄い箔には表と裏が出来ます。NHKの「日本人の質問」という番組で、「何故アルミ箔の表と裏が違ふのですか」という疑問が出された事がありましたけれども、それは二ツを重ねて圧延するので表と裏があるのです。重なつた面が白い訳です。顕微鏡で見えますと、箔の中方向に波の様な模様が見えます。結局アルミの結晶の格子が、端が出てるといふのか、ステップが出てる訳で、多分断面積で見るとこういう格好（図1）になつてゐると思ひます。そういう訳で裏表が變つて来ます。表の面を利用したり、又逆に裏を利用するといふ事もあります。箔の圧延ロールと、板の圧延のロールは形状は一緒ですが根本的に違ふ所は、次の点です。板圧延の場合はスクリューダウンと言ひまして、強いスクリューで締めて、厚い板ですとここに二ツの空き間を与えてゐる訳です。このすき間自体が板の厚



油圧シリンダー

(図 2)



裏

表

(図 1)

さを規定しませんが、箔圧延はそうではありません。スクリューダウンがなくって（絵で説明）（図2）油圧シリンダーの油圧で下からしめ上げる訳です。ですからロールとロールの間は何時も密着しています。その所へ箔を通してやるので、箔の厚さだとか、圧下率は（圧下率とは初めの厚さと出て来た時の厚さの差を初めて厚さで割ったものを言います）、油圧の大小で決まります。ロールの位置は板の様に固定されてないで、フローティング状態でいつでも圧着しています。7ミクロンだとか、8ミクロンとかいう箔の透き間をよく調節出来るもんだと言われる方がありますが、そういうものではなくて、実際は密着した所を通過させるのです。押えつけている時に真に円筒型のロールとロールを強い力で押えつけたら材料の中に対して均等な力で押えられない。均等な力で押える為に、実はロール自体が（図を書いて説明）、こんな極端な事はありませんが、太鼓型に研磨します。太鼓型に研磨するということは、勿論板でもやりますが、箔では特に重要な問題になってくる訳です。実際太鼓型のロールを使ったからと云ってぐっと押えた時に完全に、巾に対して均等な圧力で押えられるかと言えば決してそういう事はないのです。しかし先程申し上げました、多少場所々によって圧力が違っていても、バックテンションとフロントテンションを加える事によってそれが非常に緩和される結果をもたらせます。例えば良く延びた所は前後に強く引っ張ってもそこが張力がかからないのでかえって圧下されなくなる。バックテンションとフロントテンションが自然に匡正する様に動いていく訳です。そうですから正

確に均一な圧力をかけられればそれに越したことはないのですが、さほどでなくても、テンションを掛ける事によって一応均等な厚さの箔が出来るということになります。

薄い箔になってきますと、圧力をほとんど上げたからいくらでも薄くなるかと言えば決してそんな訳ではなく、圧力を上げてでも左程薄くはなりません。圧下率を調整したり、厚さの調整をしたりするのはロール速度とテンションで行います。(図で説明) ロール入口の所で大量の油をぶっかけてロールを冷やすと同時に、ここの所の摩擦を減殺する様になっています。圧延速度を上げますとロールと材料の間の摩擦が減少しまして圧下率も少し上る訳です。それの他にもバックテンションを大きくすると、出口の材料の厚さが小になるという結果が得られますので、例えば厚さの自動制御を試みる時にはそれらの二つの点を利用する訳です。ロール出口側で厚さを検出しまして、厚かったらバックテンションを少し上げる。そしてスピードを上げる。実の所、フロントテンション、巻き取りのテンションを上げてもいいんですが、巻き取りの方は大体薄くてあんまり大きな上げたり下げたりという事はしにくいので、あまり使わないで大体バックを主にやっているのです。こういうふうにして出来た箔は、例えば二ツ合せてやったものは、セパレータという機械で二ツにはがします。需要によって加工硬化した硬い箔の商品を出す事もありますけれども、大部分の箔はそれを焼鈍して出荷します。タバコの箔もそのため軟い訳です。焼鈍はアルミの場合は非常に楽で、特に雰囲気を使うことはほとんどしません。空気でやってもアルミは表

面に酸化皮膜が出来てかえってそれ以上に酸化が進まないのが、通常は空気だけでやっています。特殊な用途になってくるとこれがまたやはり雰囲気焼鈍というような事が必要になります。雰囲気焼鈍の場合には燃料を燃やしまして、空気中の酸素を非常に少くしてそしてそういう雰囲気を炉の中へ入れるとか、或は時によっては不活性ガスを中へ封入して焼鈍したりしますけれども、そういう事はごく少いです。しかし一般的な要求が厳しくなってくると多少雰囲気を使わねばならないという事が非常に増えてくる傾向にはあります。先程申しましたが箔の厚さというのは、さっきも自動制御の中で言いましたけれど、箔の厚さを、圧延中に計るといふのは、これは接触して計る訳にはいかない訳で、どうしても非接触式の測定器でないといけない。昔は大体電磁式の測定器でもって容量を計ったりして厚さを計ったり、或はベータ線を使って、(箔は非常に薄いのでベータ線も非常に弱いものでなければいけない)。放射性のタリウムとかプロメシウムを使って厚さを測定しておった訳ですが、だんだんその方法も進歩して、最近ではX線の透過量を測定してやることが多いようです。これは板の圧延でもそうですが、圧延機自体の駆動には、厚さの調整だとか、その他の理由で速度を変える必要があります。或はバックのテンションを変えなくてはならない。変えるだけじゃなくて、大体常にコイルが太さが変わって行く訳ですがテンションだけは常に一定にしておかなければならない。そのため、圧延機の駆動は直流制御が必要となります。最近ではすべてSCRと言うシリコンコントロール整流器になっていま

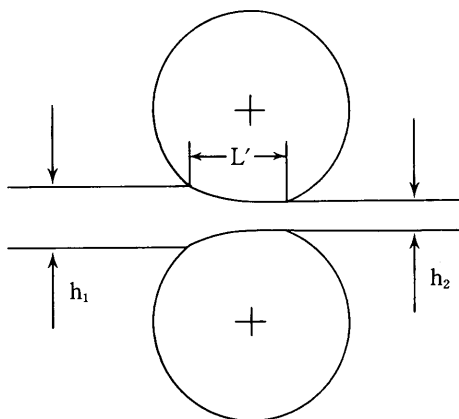
す。

厚さの自動制御も先に述べた様に速度とバックテンションを変化させて行っていますが、実際はそれらに対する応答がどういふふうになっているかよく分らないので、下手をするとハンティングが起ることも無いとは云えないので仲々難しい問題があるようです。

圧延機に使用する潤滑油はロールの潤滑と同時にロール時の熱を奪い、又、焼鈍時の油焼けを起さないために非常に薄い油を使います。そう云う点では火災に対する危険を常に伴います。普通の状態で運転しておればそういう危険はありませんが、なんらかの原因でどこかで火花を飛ばす。例えばロールとロール端が過大な圧力で劈開へまかいしたりするとすぐ火災の原因になる。箔圧延油の場合は引火点が非常に低く、蒸留範囲も非常に狭い。箔は薄くなる程歩留が悪くなりますと言いましたけれどもその原因の一つでもあります箔自体が持っているキズ、すなわち瑕瑾ですが、そういうのがどうしても色々あります。その一番問題になるのはピンホールです。箔の中に小さな細かい穴があいている訳です。それは大体初めからの材料に不純物が入っていたとか、或は圧延油の中に粒子が何か混っていたとか、或は外から空気の中からの砂塵が飛込んだとかいうような事が原因でしょうけれども、これは完全に無くすという事は出来ない訳で、大体20ミクロン以上の箔ではそういう物は見えないのですが、20ミクロン以下ですと、薄くなればなる程加速度的に増える訳です。その為にそれが実用上差し支えないと思う様な物でもこれをユーズーに出し

ますと、やっぱり一種のクレームの原因になるのです。例えば箔の5 cm角に一ツ0.1ミクロンのピンホールがある場合、(実際5 cm角に0.1ミクロンのピンホールが一箇という箔はまずないのです)。箔のピンホールの度合とかをどうして計るかと言いますと、透湿度と言いまして湿度の高い所に非常に低い塩化カルシウム(フィルムや箔で遮断して置きまして、塩化カルシウムが水分を吸収した量を測定して透湿度を規定する訳です。例えば二四時間でどれくらい塩化カルシウムが目方の増加があるかを測定して透湿度と称しています。所が、例えば5 cm角に一ツ0.1のピンホールがある箔と、15ミクロン位のポリエチレンと透湿度を比軌するとポリエチレンの方が遙かによく蒸気を通すんです。しかしこれをタバコの場合なら別としまして、薬品の包装において偶々ピンホールがその包装した箇所に当たるとこれが駄目なんです、マクロ的にはいいけれど、ミクロ的には駄目になるという風な事がある訳です。その為にピンホールは極力少く出来るように油は濾過を出来るだけ完全にします。工場の空気は外部から塵埃が入らない様にするとか、元の材料に対しては非常に嚴重に組織が、不純物が飛び込んでない様な物を使用するという様な事が要求されて来ます。(図を書いて説明)(図3)箔を圧延する時にロールには狭まれてる断面を書いてある訳ですが、実はロールは箔にあたつてる所はロールの断面そのまゝではなくって、実は扁平化しています。入口から入る材料と出口から出る材料の量が変らない訳ですから、厚い時には入口が入ってくる速度が遅い訳で、出口から出てくる時には速度が早いのです。所がロールの周速

は一定です。入口側ではロールの方が早くて、出口側ではロールの速さが遅い。ロール接触部分の何処かにロールと材料と同じ速度の所があるはずなんです。それと同時に材料に対してロールは入口側では進行方向へ摩擦力を与える。出口側では材料が出口側へ行く為にロールは摩擦力を進行と逆方向に受けて、この摩擦力自体がロールの中の材料を圧縮して行く訳です。圧縮して行って、圧縮圧力とこれから押えてる力との差がある限度になって初めて圧延が出来る訳です。従って圧下力を大きくしても同時にロールと材料接触面積が大きくなるものですから、そのためいくらでも薄くなるかと言えば決してそうではない。どんな力を加えても薄くならない箔の厚さの限度があるんじゃないかと、こういう事を昔計算した人がおります。それで計算しますと、人々によって多少理論が違いますが、常識的な値を使いますと大体60ミクロンから30ミクロ



(図 3)

ンと云う限度が計算結果となります。所が現実には6ミクロンや7ミクロンが出来る。6ミクロンは実際二枚ですから12ミクロンです。それが本当おかしき訳なんです、それはむしろ古典的理論自体が箔の場合は適用出来ないだろうと思われます。入口で27ミクロン、出口で14ミクロンの箔圧延の場合、ロールと接触している長さを接触孤長 l と呼んでいますが、この長さは材料の平均厚さの一五〇倍以上あります。その長さは2.4〜3.0mmになります。最もこれは誰も実測した訳ではなく、あくまでも計算上の話です。その為に箔の圧延はいろんな点で、エネルギーが非常にいるという事になります。例えば20ミクロン位から12ミクロンまで圧縮する場合において云えば、理論的に圧縮して薄く出来るエネルギーの四倍か五倍位の余計のエネルギーを使ってやっと圧延出来る。そういう点から考えると随分無駄な動力とか熱量を消費しています。板ははじめスラブと言いまして、200ミリくらいの厚さから圧延して、1kgの材料を箔の厚さにするのにせいぜい1KWHぐらい、所がボーキサイト自体、アルミ原料ですね、それをインゴットにするまでに要するエネルギーはどれくらい要するかと言いますと、大体15KWHぐらいいるのです。その為に考えてみると圧延というのは随分無駄な動力を使つてるといいますけども、アルミ全体に電力などのエネルギーを考えますとごく微々たるものです。そのためにアルミというものは極力再生をした方がエネルギー自体の経済という面から得な訳です。大体一般にアルミを回収して再溶融しましてそれを再びインゴットにする場合はボーキサイトから作るエネルギーの三〇分の一ぐらいですむ、

現に最近では日本でもインゴット作るのにボーキサイトからやってる量はだんだん少なくなつてほとんど再生か、或は輸入品、輸入品は電力の問題で、日本では電力が高い為に安い電力を持つてゐる所以外にはなかなかやれない訳です。

箔は皆様のお眼にかゝることが少いので、あまりご存知ないかも知れませんが、箔というのはかなり市場に出ています。箔そのもので商品になつてゐるものでは、家庭箔とか家で使用するレンジの下に敷く物とか、天ぷらのガードとかしかなない訳です。所が実際問題、箔は二次加工、いわゆるそれを色々更に加工しまして他の素材と一緒になつて、いろんな商品になつてゐます。

(資料を参考に)アルミ箔の用途別比率・S二五年食料品二一・〇%となつておりますが平成七年でも二五・五%と書いてあります。食料品は色々ありますがその五〇%というものが食品容器、たばこはS二五年には二九・八%あつたものが今は二・六%、これはたばこの生産量自体が増えないで、他の用途が増えた。しかも厚い物が沢山使用されたと云うことです。トン数での表示ですから、電気機器三〇・六%とありますが、これの七五%くらいはほとんどコンデンサーです。日用品、これが皆さまお目にされる物ですけれども一九・四%のその内の半ばが家庭箔というこれなんです。他が天ぷらガードとかアルミマットとかです。建材は私もよく分かりませんが、家の断熱の為にグラスウールを袋に入れる。グラスウールの袋の外側をアルミ箔と紙とを貼り合せたものでやれば輻射断熱もするという事があるから使われるのだらうと思ひます。中にはアル

ミ箔の少し厚いものを天井の野地板、或はそれに類した所にピッチなどでもって接着する。アルミは錆びても腐らないから、そういう使い方もあります。其の他はちょっと分かりません。輸出も多少ありますが、そういう事が大体アルミ箔の用途別の比率ですが、アルミ箔単体という物はこの中で日用品くらいな事で、後は加工品という事になる訳です。アルミ箔の二次加工には何があるかと云えば、まず貼合せがあります。タバコでもありますが、模造紙と貼合せ。これを貼合せる接着剤にも色々あり、昔はデキストリン系統の接着剤を使っていました。最近ではポリ醋酸ビニールのエマルジョンが多い。時に用途によって、カゼイン或はパラフィンだとか、そういう物を使います。ポリエチレンを使う時もありますが、ポリエチレンは押出して熱い中に紙と箔の間にはさんで一緒にして捲き取ります。パラフィンは、これは実はほとんどチューインガム包装です。

次に着色の印刷、着色というのは大体何のためにやるかと言えば、金属光沢を生かし非常に美しく見せるという事で、これも表を使うか裏を使うかによって、裏を使うと梨地の様な表面が出来る。表を使うとよくピカピカと光った表面が出来る訳です。大体染料を加えた物をグラビュコートします。染料を今まで使っておりましたけれども染料では耐候性がないので、最近では微粒子顔料、粒子が非常に細かい顔料を使ってもやはり金属光沢が生かされるのでそういうインキで着色もやっています。所がアルミの着色は、技術は難かしくないので、顧客に納め

る時に難かしい訳でして、先程申し上げたスピードをあまり早く圧延した物は光沢が悪くなる。或は圧延油自体によっても光沢が違って来ると、同じインキを塗っても色が違う、そのためにクレームがかかる訳です。こちらの責任でクレームがかかるのは仕方がないのですが、大体あまりこういう商品に対して、一ツのマンセル記号だとかそういうものがないものですから、結局主観でやる訳です。そうすると向うからもらったサンプル通り出しましても、向う自体も感覚でこれは違うと言われる事が多くて、どうもこれも非常に難かしい点が多いです。

次は型付（エンボスと云います）、について、これはやはり鉄に彫刻を施したロールでもって、下はペーパーロールの上に押しつけて一ツの型を付ける。例えば貼合せをやって金色を塗って、エンボスをする。大体一ツの素材に二次加工の工程をいくつか経ると、加工費がかかるので高い。たばこにしか使わない訳です。これも、印刷の着色なんです、上に無色のビニールコートをする事が多い訳です。これをビニールコートするかポリエチレンかを塗工しまして、こうして熱接着する訳です。そのためにコーテングが利用されるという事もあります。レトルトパウチはこのまま保存しておいても缶詰に近い寿命が保てます。これは上からいいますと、ポリエステル、アルミ、ポリプロピレン、その間にナイロンをちよつと間に入れたりしますけれど、外部から雑菌だとか入らない為にこういう構成にすると缶詰なみに半年やそこらは充分に持つという事です。ビニールコートして熱接着するもので一番数の多いのが錠剤用プレスルーパックといって、包装

の裏からプチツと押し出して錠剤を出しますが、あれのアルミニウムは軟質じゃなくなって、硬質の焼鈍しないものにビニールコートをして、ああいうプラスチックと熱接着するのです。あれは硬い箔を使いますので、プチツと割ると錠剤が飛び出すのです。(図を書いて説明)

次にアルミ箔の特性について、アルミ箔は透湿度が非常に低い、しかも光の反射率が非常に高い。アルミニウム自体がたとえ表面がかなり酸化していても七〇%ぐらいの反射率を持っている。新しい圧延したものなら九〇%以上、電解研磨でもしますと、九七・九八%あります。そういう事を利用して、輻射断熱に使うというのが反射率です。その他金属光沢が非常に豪華に見えるとか、或は耐候性が利用される。またやはりアルミも銅には及びませんが非常に導電率が高い、導電率が銅に劣るため通常トランスに使えないか、柱上トランスは軽いことが要求されるので、アルミでやったら軽くないかと、これは線を巻くのではなくて箔をコイルに巻きまして、それを一次側、二次側のコイルにするという試みもありましたが、どこ迄実用しているのかよく知りません。

次は普通純度のアルミニウム以外の工業生産される金属箔について簡単にお話します。

アルミでありますけど、従来の物と違いますので、まず高純度箔、ラファイナルという九九・九九・九九%これは100ミクロンぐらいの物は実は電解コンデンサーに使います。それをエッチングしまして、非常に表面積を増やして電解コンデンサーとして使う訳です。その次は錫です

が一部はコンデンサーとして使われています。どうもその理由はよく知らないのですが、アルミよりも錫コンの方が錆びないため、アルミは錆びると端子の電気伝導率が悪くなりますけれど、錫はそういう事がないからじゃないかと思えます。もう一ツはごく微々たる用途なんですけれどもワインのキャップシールドに使う訳です。高級ワインでないと使わないらしいですけども、ワインの頭にかぶせておりますあれをこういう錫で使います。

次は鉛、最近あまり使う事が少ないですが、X線の遮蔽用、もう一ツX線のフィルタに使う訳です。私も細かい事は知りませんが、細く切った物を重ねまして、細く切った物を横に並べて、鉛とプラスチック重ねて板にするとX線の映象が鮮明になるのでこういう風な事にも使う様です。

次は銅の箔ですが、銅の箔は実際使う量が少いのですが、最近非常に需要が増加して来ました。所が銅は変形抵抗がアルミより大きいため、アルミ用圧延機では製造困難で、それより細いロールの圧延機を使用します。需要の増加した理由はリチウムイオン電池に使われるからです。リチウムイオン電池の陰極に使って、私も何故銅でなくってはいけないのか、陽極はアルミか何か使っていますが、陰極は銅でなくてはいけないのかはよく知りません。どうもそういう点技術的な事は電気のメーカーはなかなか数えてくれない様です。リチウムイオンを含んだ物質を、一種の電解液みたいなものですが、そして間にフィルムか何か入れながら陰極と陽極を作って二次電池を作る訳です。所が最近では携帯電話とかパソコンなんかも電池として、小型で要量が大き

いことが要求されます。同じ大きさだったらニッケルカドミウム電池の三倍ぐらいあるという話です。それでみんな開発に競争してる訳です。その為に銅箔が非常に今の所では需要が多くて、それが使うのが10〜16ミクロンとかの銅箔です。銅箔はもう少し前では、プリント配線は大体電解銅箔だったんですが、最近では接着方法が向上したためにフレキシブル配線というんですが、圧延銅箔をよく使うようになりました。フレキシブル配線はワープロパソコンなどによく使うと思いますが、電子手帳でもそうですが、電子計算機でも、折れ曲げたりする所を通る訳です。その為には電解銅箔は使えないという事で圧延銅箔が使われています。最近私は私も一寸話だけで聞いたのですが、自動車のダッシュボードでも銅線の配線は面倒だから銅箔のプリント配線したもを使用するそうです。大体これらがいろんな種類の箔の用途でございます。話がだらだらしてお分りにくい所があったと思いますがその点ご容赦願います、私の話はこれで終らせて頂きたいと思ひます。

(元日本製箔KK常務取締役)