軽 金 属 と 紡 績 工 業* (2)

会 員 国 本 隆**

4. 加 工 法

1. 板金作業

1) 単一部品作業

板として取扱う場合寸法材質を明記し、乾燥し空気の流通良好なる処で他の金属との接触をさげ、防銹用無酸油脂又は保護塗料を塗布するも又薄紙を貼るのも一案で平積をさげ縦置するのがよい。板切断の際一般に罫引きを行う。その際尖鋭な金属針を使用せず軟い鉛筆の方がよい。板切は機械又は各種の切鋏を用いる。裁断器は各種各様のもので結構で、多量生産の場合は自働板切機が利用される。切断された面は面取り又は角落しをして置くべきで途中の位置にて切断を止める場合は必ず割止をつける必要がある。

2) 成形作業

(第8表) Al 並びにその合金板の曲げ半径

材 料	分 類	材 料	分 類
2S-0	A	24S-T36	I
2S-H14	B	52S-0	B
2S-H18	F	52S-H34	D
3S-0	A	52S-H38	G
3S-H14	C	61S-0	B
3S-H18	G	61S-T4	E
24S-0	B	61S-T6	F
24S-T	H		

厚み (mm)	0.8	1.7	3.2	4.5	6.2
分類					
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0~1t	0~1t
C	0	0	0~1t	0~1t	½~1½t
D	0	0~1t	½~1½t	1~2t	1½~3t
E	0~1t	½~1½t	1~2t	1½~3t	2~4t
F	½~1½t	1~2t	1½~3t	2~4t	2~4t
G	1~2t	1½~3t	2~4t	3~5t	4~6t
H	2~4t	3~5t	4~6t	4~6t	5~7t
I	3~5t	3~5t	4~6t	5~7t	6~10t

t = 板 厚

(a) 曲げ作業

板取り、板取りが終つた板を直線状に折曲げる場合、折曲機或は多量生産にはパワーブレーキを使用する。何れも冷間作業が普通である。板の折曲げは材質、状況により曲げのRと板厚tにはほぼ第8表のような関係がある。常識的に折曲げに対する縮代は3mm位までは板厚に等しい。パワーブレーキを利用すれば板曲げ、プロフィール類或は波板等も製作出来る。管を曲げる場合他の材料の場合と原理は同一である。曲げ加工に用いられる方法に大いに影響される。曲げ半径が大きい場合は適当に定盤に置かれた二つの滑かな桎の間において曲げる。又曲げ半径が小さい場合は歪をさけるために砂を入れたり着鉛、鉛、錫等の合金物を入れて水蒸気等で加熱し加工後取外すことにより曲げることが可能である。各種材料の標準の曲げ半径の最小値を第9表に併記する。

(第9表) 管の曲げ半径

寸 度		アルミ ニウム	アルミ ニウム 合 金	鋼	銅	真 鍮	
外径 (mm)	厚さ (mm)						
3	0.75	10	15	5	5	10	
5		15		10			
6							
8							
10	2.0	15	35	15	10	15	
12		20					
14		25					
15		30		20	15	25	
16	35	60					
18	40						
20	0.75		45	80	25	25	35
22		55					
25		65	125				
28		75					
30	90	150					
35	120						
40	180						

(b) 打抜作業

肉抜、切欠等をプレスで打抜く場合ハンドプレス又

* Aluminium in Textil Industry. (2)

** T. Kunimoto, Member. 大阪アルミニウム製作所

はフリクションプレス等を利用する。パンチとダイスとの間隙は材質、板厚等に左右されるけれども、大体板厚の5~10%程度である。

(c) 打出、絞り作業

相当深い打出をする場合はドロップハンマを利用しZnの雌型をハンマの床に配し鉛製の雄型を落して形成する。型材料は前述のものがよいか時に鉄で代用する場合もある。作動は電気、蒸気、圧搾空気等が利用される。又板を木型に乗せ両端を押え油圧で合を打上げ伸張成形する方法もある。圧力は15~150t程度で弾性限界内に止める必要がある。絞りは手加工及び機械加工の2種類があり、手加工には木槌と台木とを使用して大体の形状にしてから、鉄床を使用して仕上げる。円盤状の絞りは当金又は砂を填めた革袋を使用する。この場合余り叩くと板が薄くなり亀裂の原因となる。余り多く叩くと板が次第に硬化し脆くなるから、軽く叩き硬化した場合適当に焼鈍する。又ホイリングマシンで成形する場合もある。絞り作業ではスピニング旋盤を使用する場合とプレスを利用する場合がある。

前者は回転対称部品であつて絞りの深さの大なるものが適する。板厚は0.5~2.0mm位で速度は第10表*

(第10表) 絞り速度

blanks 径 (mm)	厚 (mm)	温 度 (°C)	旋盤の速度 (r. p. m.)
1,800~900	9.5~4.8	200	250~50
900~600	4.8~2.0	常温	550~250
600~300	2.0~1.4	〃	700~400
300	1.4~0.8	〃	1,100~600

* が標準である。後者では複輦式絞りプレス、空気圧抑へ装置付クランクプレス、複輦式水圧プレス、ゴム使用の水圧プレス等が利用される。潤滑剤には動物性油、植物油、黒鉛と油又はグリースを利用する。絞り率の標準は第11表の通りである。

(第11表) 絞り率

材 質	第1回絞り率 (%)	第2回以降絞り率 (%)
鋼	56~60	80~85
鋅 鉛 銅 銀	50~60	75~85
アルミニウム	55~60	80~85
亜 鉛	70~75	90

3) 鋳造作業

(a) 鋳材料

第12表の通り種々あるが、強度は余り考える必要が

(第 12 表) 鋳 材 料

名 称	化 学 成 分 (%)							熱 処 理			機 械 的 性 質			記 事
	Cu	Si	Fe	Mn	Mg	Cr	Al	焼鈍 (°c)	焼入 (°c)	焼戻 (°c)	引張強度 (kg/mm ²)	伸び (%)	剪断強度 (kg/mm ²)	
Al鋳	<0.2	<0.6	<0.6	—	—	—	残	約350	—	—	>15	>2	>8	Alcoa 52S (FAIAV 1) Alcoa 56S (FAIAV 2)
D 鋳	3.3 ~4.2	<0.5	<0.6	0.3 ~0.7	0.3 ~0.7	—	残	—	470 ~520 水冷	常温 時効	>38	>16	>26	
軟質D鋳	2.0 ~3.0	<0.6	<0.6	<0.2	—	—	残	—	560 ~520 水冷	—	>26	>20	>18	
耐蝕合金鋳 第1種	<0.1	<0.4	<0.4	<0.1	2~3	0.15 ~0.35	残	約345	—	—	>18	>20	>12	
〃 第2種	<0.1	<0.4	<0.4	0.05 ~0.20	4.70 ~5.70	0.05 ~0.20	残	約345	—	—	>25	>20	>18

鋳 関 係 寸 法 表

鋳 形 式	D	H	R	r
1. 皿 頭	1.81d	0.50d		
2. 丸 頭	1.75d	0.75d	0.885d	
3. 平 頭	2.20d	0.40b		0.40d
4. 低 丸 頭	2.50d	0.50d	1.8125d

平潰鋳頭の寸法

なければ鋳打容易な Al 鋳がよい。多少強度を要する場合は軟質デユラ鋳がよく耐蝕性も更によい点で Al-Mg 系の鋳が推奨出来る。強度を特に要する場合はデユラ鋳を使用する。この鋳を使用する場合は後述する通り熱処理に注意する必要がある。

(b) 形状寸法

第4図のものが一般に用いられている。鋳孔と板の縁との距離は鋳径の約2倍、ピッチは約8倍位が標準であるが、最近では強度さえ許されるならばピッチは相当大にしても差支えない。又水密の場合は3.5~4倍程のピッチで千鳥を可とする。重ねた板の厚さと鋳長の関係は第13表を標準とする。

(第13表) 板厚と鋳長

鋳径 (mm)	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8
重板厚 (mm)									
1	4	5	6	6	7	—	—	—	—
2	6	6	7	8	9	—	—	—	—
3	7	8	8	9	10	11	12	—	—
4	8	9	10	10	11	12	13	—	—
5	10	10	11	11	12	13	15	16	17
6	—	12	12	13	13	14	16	17	18
7	—	—	14	14	15	16	17	18	19
8	—	—	15	15	16	17	18	19	21
9	—	—	—	16	17	18	19	20	22
10	—	—	—	18	18	19	20	22	23
12	—	—	—	—	20	21	22	24	25
14	—	—	—	—	—	23	24	26	27
16	—	—	—	—	—	26	27	29	29
18	—	—	—	—	—	—	29	31	31
20	—	—	—	—	—	—	—	33	33
22	—	—	—	—	—	—	—	—	36
24	—	—	—	—	—	—	—	—	38
26	—	—	—	—	—	—	—	—	40

(第14表) Al 合金の可熔接性

材 料	24ST Alclad	17ST Alclad	3SH	52SH	17ST	17SO Alclad	253-S0
	24SRT Alclad	17SRT Alclad	3S-½H	52S-½H	24ST押出材	24SO	2-½H 52SO 2SH
24ST Alclad 24STR Alclad	A	A	B	B	A	C	C
17SO Alclad 24SO Alclad	C	C	B	B	B	A	B
17ST Alclad 17SRT Alclad	A	A	B	B	A	C	C
24ST 24ST 押出材	A	A	B	B	A	B	C
3SH 3S-½H	B	B	A	A	B	B	B
52SH 52S-½H	B	B	A	A	B	B	B

A : 優 秀 B : 可 C : 不 可

(c) 熱処理

普通のデユラ鋳は焼入後2~3時間以内に鋳打作業を終らなければならない。焼入作業では焼入温度 490~510°C焼入時間は鋳径3.0mm以下15分以上、3.5mm以上は25分以上、焼入用水は 25°C 以下に保つ必要がある。

(d) 鋳打法

鋳径より 0.1mm 大きいドリルで穿孔し所要の鋳を挿入し、第5図を標準とする当板を用いスナップの形

a デユラルミン用 b 鉄 鋼 c 最 良

(第5図) 鋳打時の当板の重量

状を考慮し希望のものにする。大体第4図の如き頭形が普通である。皿取と沈下の限界板厚は 1.4mm で薄板の皿取りはさける方がよい。打方は手打と機械打があり、後者では圧搾空気利用のニューマティックハンマ、油圧利用のスキーズ等がある。鋳打枚の目安とし

て手打の数は鋸径の10倍以下、ニューマテックハンマで打撃時間は鋸径 (mm) に等しい秒数以下を適当とする。他にエキセンプレス利用のもの自働式のものもある。

2. 熔接作業

熔接作業はその加熱の方法によりガス熔接と電気熔接に大別される。Al 並びにその合金はそれぞれの性質により難易があるので注意する必要がある。今代表的な材料につき組合せに応じて表示すると第14表の通りである。熔接方法の如何を問わず熔接前に母材を充分清掃しておくべきである。即ち手拭きの時は綺麗なボロで拭き、油とか溶剤を除去するには霧吹き、浸漬或は蒸気槽に入れて処理する。又機械的に酸化物を除去するには砂吹、ワイヤブラシ、鋼毛 (鑢掛け、手削り) で取る。冷水で濯ぎながら水酸化ナトリウムにより化学的酸化物を除去したり水を濯ぎながら硝酸、或は硫酸による場合もある。浸漬時間は3~180秒位である。

1) ガス熔接

アセチレン、水素等の燃焼性ガスと酸素との混合ガス火焰を以てする。就中アセチレン、酸素による場合が多い。火口の大きさ及びガスの圧力は第16表が標準

(第16表) 火口の大きさ及びガスの圧力

材料厚み (mm)	種 類 項目 単位	酸素アセチレン熔接			酸素水素熔接		
		火口の直径	酸素の圧力	アセチレンの圧力	火口の直径	酸素の圧力	水素の圧力
		mm	g/cm ²	g/cm ²	mm	g/mm ²	g/cm ²
0.5~0.7		0.6	70	70	0.9	70	70
0.8~1.0		0.9	70	70	1.1	70	70
1.3~1.6		1.1	140	140	1.6	140	70
2.0~2.6		1.4	210	210	1.9	140	70
3.2~4.8		1.6	280	280	2.4	210	140
6.4		1.9	350	350	2.7	280	140
8		350	420	350	2.9	280	140
10		420	490	420	3.2	350	210

(神鋼金属の実験報告による)

で熔接速度

(第17表) 熔接速度

は鍊度により多少異なるけれども 第17表に参考までに示す。なお熔接接手 1 m	板の厚さ (mm)	1m 熔接する時間 (分)
	1	6~7
	2	13~15
	3	8~22
	4	28
	5	35

を熔接するのに必要な諸量は第18表に示す程度である。

(第18表) ガス熔接に必要な諸量 (1 m)

項 目		板 厚 (mm)	単 位							
			0.5	1	2	3	4	5	6	7
アセチレン		l	4	8	20	40	75	125	200	300
酸 素		l	2	4	10	20	40	65	100	150
熔 接 棒		g	20	25	50	75	100	150	200	250
熔 接 剤		g	5	7.5	10	12	15	17	18	20
時 間		分	4.5	5	6	8	11	15	20	25

(第19表) 熔接前後の引張り強度

材 料	状 態	材質	引張強度 ka/mm ²	伸び (%)
純 Al 99.3~99.5%	熔接せず	軟	7.5~9.0	20~30
		硬	15~18	2~7
	熔接した	軟	8.2~9.0	16~30
		硬	8.2~9.5	5~11
Al-Mg (Peraluman)	熔接せず	軟	34~37	14~18
		硬	46~50	2~4
	熔接した	軟	30~33	10~17
		硬	32~34	12~14
Al-Cu-Mg (Avional D)	熔接せず	熱処理	40~44	14~18
		熔接した	〃	27~31
	熔接後熱処理	〃	39~42	7~18
		〃	〃	〃

これらは元より熔接者の腕並びに姿勢によつても異なるのは勿論である。熔接前後の機械的性質が相違することはいうまでもないが、その一例を示すと第19表に

示す通りである。熔接棒は合金を利用するか95%のAlと5%のSiを含むものを使用する。

板材の厚さと熔接棒の径並びに形状の資料は第20表である。

熔剤は塩化ナトリウム30%, 塩化リチウム15%, 塩化カリウム45%, 硫酸カリ3%, 弗化カリ7%で熔剤は成るべくアルコールにて

糊状にして使用する。熔接後

は10%硫酸、又は5%硝酸溶液で洗つた上充分湯で洗う。

(第20表) 板と熔接棒並に熔接形状

板厚 (mm)	熔接棒の径(mm)	突 合 形 状
2>	2	曲 げ
5>	3	平
10>	5	V
>10	8	Y(X)

2) 電気溶接

(a) 電気抵抗溶接

溶接する両金属を密着しておいて電流を通じ電流が最も抵抗の多い両金属の密着部を通る時に発生する電熱を利用して溶接する作業で軽金属では点溶接として利用される。17S, 24S の点溶接機は電流が数万 A 通り且つ溶接時間は極めて短時間なる特殊電氣的制御装置である。参考のため Al 合金板の点溶接と鋅との強度の比較を第15表及び第6図に示す。点溶接の板の縁

(第 15 表)

材 料 板厚耗	アルミ ニウム板	耐蝕アルミ ニウム板	高力アルミ ニウム板	マグネ シウム板
0.5	50 kg	60 kg	120 kg	100 kg
0.6	60	70	150	120
0.8	80	95	200	160
1.0	100	120	250	200
1.2	120	145	320	240
1.4	140	170	370	280
1.6	160	190	430	320
1.8	180	220	500	360

(第 6 図) 鋅又は鋅接点の剪断強度 (24ST)

からの距離は板厚の 4 倍以上でピッチ 20~30mm が普通である。最近頃に Seam Welder が考えられ利用されつつある。これは簡単にいえば連続で電極には棒の代りに車を利用する。作業速度は 1 分間 30~180cm 位である。従つて能率がよい。

(b) 不活性ガス電弧溶接

溶接すべき板と電極との間に適当な間隙を与え、ここに電弧をとばせばその熱で金属を熔かし溶接する方式で、抵抗溶接法の如く特殊の溶接機を必要としない。電流は直流又は交流で一般には適当な電流容量と、良好な電気特性を有する後者のものが用いられる。なお電弧の発生時及びそれを安定にするに役立つために溶

接回路に高圧、高周波、高電流を重ね合わせるよう連結された高周波発生部を有する。不活性ガスはアルゴンやヘリウムを用いる。これらのガスが中性で従つて電極にも基金属にも如何なる化学作用をも及ぼさない。又熱の良導性により電極の冷却にあつかる。一方電弧の安定性を良くし点火を容易にする。或る種の補給の条件の下では溶剤の干渉なしに酸化物の除去を確実にする。故に溶接が非常に美しく且つ速度が早く高能率であるから、近き将来ガス溶接はこれに代られるのではないかと思われる。今溶接前後の引張り強度の比較の一例を第21表に示す。溶接構造で力を剪断或は圧縮

(第21表) 溶接前後の引張り強度の比較 (不活性ガス)

材 料	溶 接 前	溶 接 後	記 事
2 S - 0	9.1	9.1	
2 S - 1/2 H	11.9	9.1	
2 S - 3/4 H	14.0	9.1	
3 S - 0	11.9	11.2	
3 S - 1/2 H	14.7	11.2	
3 S - 3/4 H	17.5	11.2	
2 4 S - T	47.6	18.9	熱 処 理 24.5

単位 kg/mm²

で伝達するように設計し引張りを避けるべきであること、溶接部の強度は安全を見て母材の 80% (不活ガス電弧溶接では前表の通り余り変らない) を標準とし、同一箇所に何個も又何重にも溶接することをさけるのは他の溶接の場合の考えと同一である。

3) 鋲付

板金接合の一方法で溶接の施設がないか或は溶接では材質に悪影響を与え既成の形状を変ずる虞のある 2 枚の板金を鋲剤の媒介によつて接合せしめて一体とするもので、硬鋲と軟鋲の 2 種である。硬鋲は Al 合金で地となる Al 中に他の成分として Cu, Zn, Mg, Si, Ni, Mn, 等が入る。溶剤を用い酸素火焰で 550°C 前後で溶着せしめる。軟鋲の成分は Zn, Sn, Pb, Cd 蒼鉛等を混合した低融合金で更に Cu, Al, アンチモン等を入れることもある。熔融点は Zn の 420°C と 180°C との中間で溶剤は鋲接棒に結合しない前にアルコールで握ねて糊状にする。軟鋲接を行う必要な温度は 350~450°C で Al 軟鋲の成分の一例を示すと、25~50%Zn, 50~70%Sn, 2~3%Cu, 0.5~1%Pb, <0.5%Al である。なお最近高周波鋲付法が出現している。

3. 機械作業

Al 合金は比重が小で熱の良導性であり、且つ膨脹

係数が鋼と異なること、弾性係数が低い、硬度衝撃値が低い、Al と鋼との間の摩擦係数が可成大きい等の問題が機械加工性にも影響を及ぼす。これらの性質は合金それぞれによっても異なることは勿論であつて、機械加工上重要な基礎となる。Al の重さが鉄の $\frac{1}{3}$ であるから、運動部分の慣性力は少く重金属より停止力が少くてすむ。

膨脹係数が鉄の2倍であることは、熱のための品物の寸法が増加するから、荒削りと仕上削りの中間で冷却と寸法の測定が必要となる。出来るだけ熱の発生を防ぎ、避けられない熱は急速に逃がすことが必要でその点良導性である Al は有利である。Al 合金は一般に軟いから普通の重金属に用いられる工具よりも却つて硬木や金成樹脂、石膏等を削るに適当した形の工具で加工する方がよい。更に工具の刃先は完全で引越くことのないようにしなければならない。一般的に刃先角が小さくなる程工具の圧力が減少し仕上は良くなる。従つて最も適当な角度は剛性と合理的な消耗率を保ち得る範囲内の最も鋭い角度である。一般に最適の切削角は合金の硬度と共に増加する合金の構成と熱処理程度、加工硬化度、部分焼鈍か全部焼鈍かによつて修正すべきである。

例えば Si を多く含んだ合金はその硬度が示すよりも機械加工の速度をゆるくし、仕上上には刃先を滲炭した工具が必要である。Cu, Zn, Mg, のようなものが入っているものは大して硬くもなく、又工具の摩耗性も少く機械加工性を増す。各種機械の適当な切削速度並びに推奨出来る切削油は第22表の通りである。又

(第22表) 切削速度と切削油

機械作業	仕 上	切削速度 (m/min)	切 削 油
フライス盤	粗 削	400~1,200	水溶性油 鉱油
旋 盤	〃	200~500	水溶性油 鉱油
〃	仕 上	600~1,200	水溶性油 鉱油
鋸 盤	〃	2,000 ~4,000	グリーン ロード油 鉱油
ボール盤	治具無	200~400	軽 鉱油 ロード油の混油
〃	〃 有	100~200	鉱 油
ねじ切盤		10~40	灯油ロード油の混油 水溶性油 鉱油

最近高速度切削の問題の研究が盛んに行われている。参考までに各種材料と バイトの 切刃角を 第23表に示す。

(第23表) バイトの切刃角

		軽合金	青銅	鋳鉄	鋼
背 角°	炭素鋼高速度鋼	10	8	8	8
	起 高 速度合金	8	6	4	6
楔 角°	炭素鋼高速度鋼	40	55	70	62
	超 高 速度合金	50~55	65~75	74~80	60~65

4. 熱処理作業

鉄類と同様 Al 合金の熱処理は極めて重要な作業で、材料そのものを有効に利用する操作であると同時に失敗すると、場合によつてはその目的を達せない許りか材料の無駄を生ずる虞が多分あるから充分注意する必要がある。加熱炉は電気炉或は硝石炉が普通である。電気炉は取扱は便利であるが炉内温度の均一性が保持出来かねる。硝石炉は硝石と智利硝石とを半分に混ぜたもので熱源では重油、電気、ガス等が用いられる。炉は鋳鉄製か普通鋼板約 20mm 位の厚さの熔接槽を用いる。部品類は出来るだけ部品毎に懸吊して槽に入れると歪の発生が少い。焼入には冷水槽かシャワを設ける。後者の方が歪の発生が少いようである。炉から水槽へ入れる時間は出来るだけ短くすることが必要である。焼入が終つたら直に水洗し硝石を完全に洗落す。焼鈍、焼入等の温度は前述の通り第7表を参照されたい。焼入の時間は材料と肉厚等によつて異なるので第24表に示す。17 S, 24 S, 61 S, 75 S 等は周知

(第24表) 材料寸法と焼入時間

材 料	項 目	寸 法 (mm)	時 間 (min)
板		0.55~0.7	10~14
		0.9~1.20	14~18
		1.6~2.0	18~22
		2.6~3.2	22~28
		4.0~4.8	28~34
材		5.3~6.3	30~38
棒 材 型 材	直径	3.75 >	30
		3.75~25	45
		25mm 増す毎に	45

の如く焼入して4~5日放置すると強度、硬度が最大となる。即ち時効硬化である。故に焼鈍して加工したままでは軟くして合金として価値がない故、加工終了後は必ず焼入を行つて時効完了後使用する。又時効が終るまでに加工をする場合もある。鋳材等で作業上時効の遅滞を望む場合には冷蔵庫或はドライアイス容器に保存して必要な時に使用する。時効完了に要する日

数は通常夏季は5日間冬季は7日間位を要する。

5. 仕上作業

Al 合金程各種各様の仕上方法のあるものは少い。その使用の目的に応じ適宜応用しないと折角の良さを失うことが屢々あるから注意する必要がある。各場合につき概略を述べることにする。

1) 機械的仕上法

一般によく用いられる方法は概ね次の三つの方法が一般に行われる。即ち

(a) サンドブラスト法

下地又は装飾用梨地面を目的とし荒吹きは6~20メツシュの砂により、中吹きは40~80メツシュの砂、仕上吹きは100~200メツシュの砂によつて行う。

(b) ブラシ法

目的はサンドブラスト法と同様で中目には0.12~0.24mm 径の鋼線で細目には0.05~0.11mm 径の黄*

(第25表) 脱 脂 方 法 と 条 件

方 法	溶 液	温度(°C)	時間(秒)	後 処 理	記 事
電気洗滌	1~2%苛性曹達	常 温	約 30	10%硝酸に浸漬後水洗	Al を陰極に吊し 4~8A/dm ² 電流
苛性曹達	10~15%苛性曹達	70~80	20~60	"	10% HNO ₃ の代りに稀硫酸に重クロム酸加里を加えたものでも可
硫 酸	8~15%硫酸	70~80	30~180	水 洗	
有機溶剤	ベンゼン、トリクレン	常温又は蒸気 煮沸液	適 宜	な し	手拭、タンク洗滌、蒸気洗滌の組合

(b) 研磨

研磨を機械的、化学的に行う方法で電解研磨と化学研磨に大別される。製品の大きさ並びに設備等に左右されるから採用に当つては検討の必要がある。

(イ) 電解研磨

この方法では約85%以上の光の反射率をもたせることが出来る。適当な電解研磨処理は Al 面から不純物を除去し、微細な突起部を平滑化し表面に非常に薄い酸化膜を作る。この膜は更に硫酸又は他の酸で陽極処理することにより、堅さ、温度、腐蝕等に耐える膜を作つて補強することが出来る。金属の結晶粒は機械的パンを使う場合のようにゆがめられず高度の磨面が得られる。代表的な二、三の例を示すと第26表の通りである。

(ロ) 化学研磨

研磨液は比重が高く且つ Al の場合は温度が高い

(第26表) 電 解 研 磨 の 種 類 と 条 件

方 法	電 解 液	電流密度 (A/dm ²)	電 圧 (V)	液 温 (°C)	時 間 (分)	反 射 率 (%)	記 事
アルザツク	2.5%硼弗化水素酸	1.1~2.2	15~30	30	5~10	85	アメリカ特許
ブリタル	炭酸曹達5% 正磷酸曹達5%	2.2~3.2	10~15	77~82	10~15	85	イギリス特許
磷酸	磷酸又は磷酸 +有機抑制剤	10<		40<	数秒~数10分	90	日本特許

* 銅線、ツヤ目には0.05mm 径以下の黄銅線による。

(c) パフ研磨法

下地又は装飾用光沢面を得るために膠付パフグラインダによる半光沢、縫合せモスリンパフによる光沢、縫合せモスリンパフによる輝面を得る。研磨剤はトリポリ、マチレスを用い回転数は2,100~2,400m/min である。

2) 化学的、電氣的仕上法

種々様々あるが一般に用いられる方法は列挙すると

(a) 脱脂

これは板或は製品に着いている汚物油等を除去するために行われ、電気洗滌、苛性曹達、硫酸、ベンゼン、トリクレンによる洗滌があるが、設備その他の関係から苛性曹達、硫酸洗滌が簡単で一番多く用いられている。各場合の条件を表示すると第25表に示す。

ために多少の油脂類があつても液面に浮く。この反応は激しいガスの発生を伴う反応で自然に汚物が取れるから特別に前処理する必要はない。一般に粘度の高い液であることが化学研磨液の必要条件であるから、正磷酸85~90%の液が良好である。正磷酸は価格が高いので安価な液を見出すことが必要である。液温は80°C 以上浸漬時間は20秒~2分位である。

3) 陽極酸化皮膜

Al に対する最も重要な仕上方法に陽極酸化皮膜がある。一般にアルマイトと称せられ日本では盛んに利用されている。

これは色々な電解液中で金属を陽極にし薄い不活性の耐久力のある皮膜である。皮膜は固く、下地金属として優秀な耐磨耗性、耐蝕性を有する。色は液により又合金により異なり灰色、黄色等がある。絶縁耐力が

高く多孔質であるために染料やペイントの吸収性がよい。従つて下地処理として利用される場合もある。後述する鍍金とよく混同され易いので参考までに鍍金との比較並びに日本において一般に行われている皮膜を第27, 28表に纏めて見た。又皮膜は現在JIS規格に制定されているので一般標準を第28表に併記した。皮膜は厚いということはいえないが、硬度並びに電気的目的で使用される場合もあるので参考までに他の合金或は電気材料とそれぞれ比較して第29, 30表とに表示

する。

(第27表) 陽極酸化皮膜と電気鍍金の比較

種 類	陽極酸化皮膜		電 気 鍍 金
項 目	陽 極		陰 極
材料と電源との関係	酸化アルミニウム		鍍金すべき材料
表面生成物	凹凸に無関係		凸部は尙凸となる
表面状況	着色可能		着色不可能
仕 上	剥げ難い絶縁性大		剥げ易い絶縁性なし
性 質			

(第28表) 陽 極 酸 化 皮 膜 の 種 類 と JIS 規 格

種 類		修 酸 皮 膜					
項 目	クロム酸皮膜	硫 酸 皮 膜		修 酸 皮 膜			
液 体 液 の 濃 度 (%) 電 極 液 温 (°C) 電流密度 (A/dm ²) 電 圧 処 理 色 皮膜の厚み (mm)	クロム酸溶液+0.5~3%硼酸 5~10 陰 極 炭 素 36~44 0.45~0.55 最初 15分間放置しその後 5分 間 50V 上昇 5分間保持し処理 純Al 灰色不透明Mn系白灰色 デュラルミン系灰色不透明 0.002~0.00003	稀硫酸+グリセリンフェノール 10~25 陰極炭素又は鉛板 20±5 A.C 0.5~2 D.C 0.5~2 12~15Vにて 20~45分処理 デュラルミン系淡白色Al,MgMn 系縞のある淡鼠色 0.006~0.018		修酸+グリセリン1% 1.5~5 陰極アルミニウム又は鉛板 24±5 A.C 0.5~2 D.C 0.5~2 5分間に 100V 迄上 昇 約 30~60分間処理 直流灰色又は白色交流黄色 0.006~0.014			
JIS 等 級	規 格	特 級	1 級	2 級	特 級	1 級	2 級
標準皮膜厚 (μ)		14<	9<	6<	14<	9<	6<
耐 磨 耗 性 (秒)		470<	230<	100<	1,100<	500<	150<
耐 蝕 性 (秒)		75<	50<	30<	230<	140<	90<
記 号	し	B特	B ₁	B ₂	A 特	A ₁	A ₂

(第29表) 物 理 的 性 質

材 料		Al ₂ O ₃	アルミニウム	ニ ッ ケ ル	鉄	鉛	銅
項 目	単 位						
比 重	g/cm ³	3~3.9	2.56	8.5	7.86	11.4	8.65
硬 度	mohs	8	2.9	3.5	4.5	1.5	3
熔 融 点	°C	2,050	658	1,450	1,530	327	1,083
熱 傳 導	°C	0.0250	0.3435	0.1420	0.1587	0.6836	0.7198
比 熱	°C	0.2000	0.2089	0.1034	0.1338	0.0315	0.0939

(第30表) 電氣的性質並びに他の材料との比較

種 類	アルマイト皮膜	マイカナイト	磁 器	硝 子	フアイバ	ベークライト	エポナイト
誘 電 率 空気=1	5.9	4.5~8	4~6.8	3.8~10	5	5.1~9.9	2~3.5
表 面 固 抗 a × 10 ^b Ω	a { 4 2 }	—	{ 6.7 1.6 1.5 }	{ 4 3.5 1.4 }	1	1~2	{ 1 2.7 }
	b 12(乾) 10(常)	—	13 10(10 ²) 7(10 ⁷)	14 10(10 ²) 8(10 ⁷)	10	11~16	16 7(10 ⁷)
容 積 固 抗 a × 10 ^b Ωcm	a 7.5	1	3	1	1	1~2	1
	b 12	13~16	14	7~16	10	12~16	16~18
絶 縁 耐 力 kv/mm	25~30	15~50	8~25	5~10	1~5	10~30	10~70
記 事	誘電率は800~10000~の値を示す 表面固有抵抗は直流の値を示し、交流の場合は()内に周波数を示す。						

4) 鍍金

Al も鉄、銅と同様に鍍金が出来るが、それら程確実性がないので陽極酸化皮膜程応用されていない。今後未だ研究の余地が多分にある。Al に種々鍍金する方法は普通の鍍金法と似たものである。設備等は同一であるが液体濃度その他に手心が必要である。表面はバフをかけて擦傷や凹凸をなくし、適当な清浄液に漬けて汚れ、グリース、油等を除去する。その後よく冷水で洗い清浄後2～3分間位亜鉛酸塩溶液につけ金属面上に非常に薄い純亜鉛膜を作る。それより希望の金属の鍍金をする。相次いで鍍金をする時はその間にバフ電解清浄、腐蝕等を挿込んで進める。電鍍では特に溶液処理後、予備清浄と水洗を徹底的にする。これをしないと多孔性になったり残液が汚れていると水泡が出来る。鍍金の種類は Cr, Ni-Cr, Zn, Cd, Cu, 等である。

5) 着色

Al 並びにその合金は酸化皮膜を利用して着色することが出来る。その方法には第31表の如き数種の方法

(第31表) 軽合金の着色

方法	染料	記事
浸漬	酸性クロム染料	直接つける
吹付	塩基性オイル染料	型紙を当て上からスプレイガンにて吹付
印画	全染料	ゴム印刷その他の方法で捺染する
印刷	オイル染料	ロール印刷法その他でオフセット印刷同様にする
写真	感光物質	現像焼付

があるが要は多孔性の陽極酸化皮膜に有機染料を吸収させるか、酸化膜と無機薬品で処理するか、電解液から直接に酸結合により又は浴中の添加剤により着色膜を得るものである。

6) メタリコン

Al 材料は勿論 Cr, Ni, Cd, Zn, Cu 等の材料を針金又は粉末状にしメタリコンピストルの酸素瓦斯焰を通る際熔かされた粒子を圧縮空気で面に吹きつけ、かくして得た粒子は衝撃により扁平になり生地金属面の不規則個所及び熔融粒子自身と絡み合う。これ等の被覆は多孔性になる傾向を持つている。下地としてはサンドブラストがよい。又酸化水素焰の場合の一例を示すと熔射距離は15～30cm 水素の圧力2気圧、酸素の圧力2気圧、空気の圧力3気圧、線の送りは2～6m/min 位である。

6. 塗 装

Al は本来が耐蝕性に富み且つ美麗であるが、更に特別な要求及び目的に応じて塗装する場合がある。一般的にいつて塗装は利用されるものの中経済的で装飾的で且つ保護の目的を達する仕上方法の一つである。前処理として板に腐蝕生成物がある時はその程度に応じて、タワシ、サンドペーパー、ワイヤブラシ、サンドブラスト等で除去する必要がある。油脂その他の汚れは脱脂仕上による外、石鹼水で洗落す。この場合は後で充分水洗をする。又鋳物類は清浄後要すればガラ焼を行う。下地処理は陽極酸化皮膜、磷酸、アルコール、サンドブラスト、又は下地処理用のプライマのハケ塗、吹き付塗のいずれかを行う。塗装の工程は大体下塗、中塗、上塗で中塗は省略される場合がある。回数は1～2回である。利用される塗料はフタル酸エナメル、アルミニウムペイント、メラミン樹脂、ラツカ等である。耐蝕塗料としてアクリル、ビニール、珪素、エトキシリン系合成樹脂塗料で又水密塗料にはエトキシリン樹脂、ジソクロメート、黒ワニスか絶縁にはジソクロメート、黒ワニスが用いられる。