

3-3-2 生産技術および企業経営の現状と問題点

(1) 生産技術の現状と問題点

アルミニウムおよびアルミニウム合金の製品は他の金属の場合と同様に板、箔、型材、管、棒・線、鍛造品、鋳造品などの形状に区分されるが、ここでは製造方法により大きく圧延、押出、板加工、ダイカスト、およびその他鋳造（金型鋳造、低圧鋳造）に区分する。各々の製造分野ごとに企業経営ならびに生産技術の現状と問題点を以下に述べる。

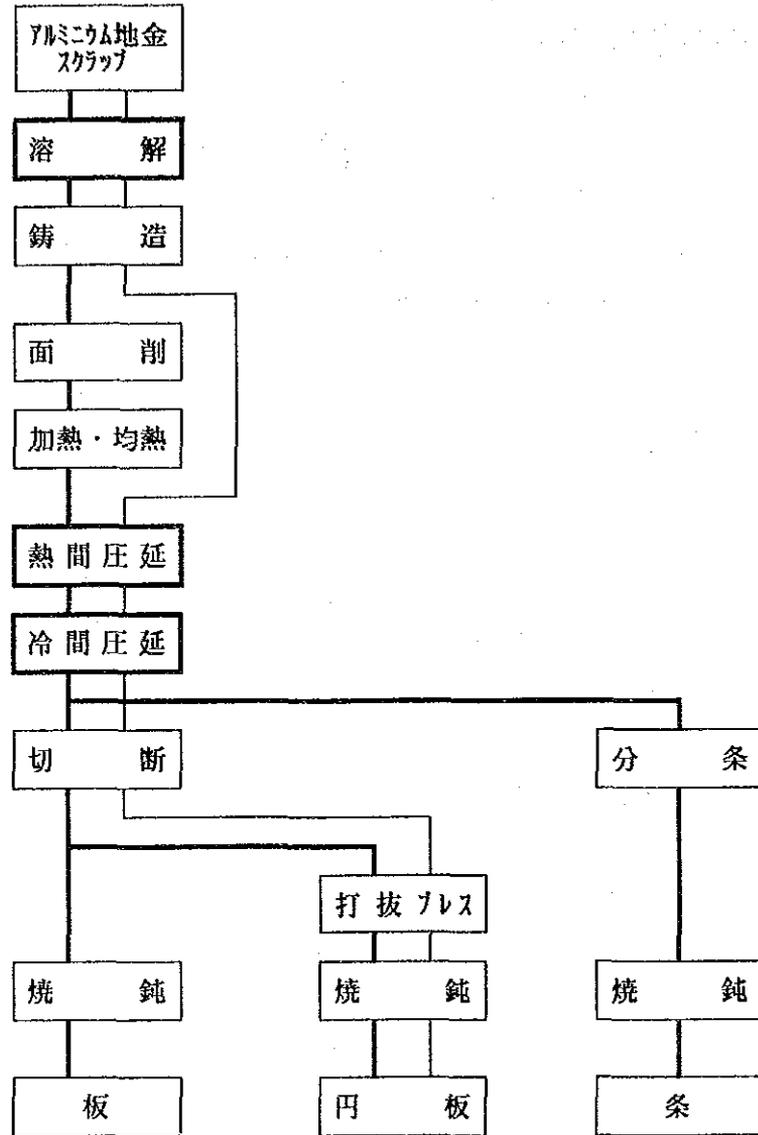
1) 圧延

① 製造工程

アルミニウム板の製造工程の主なプロセスとしては、原料としてのアルミニウム地金を溶解し圧延用のスラブに鋳造し、次に圧延するという過程をとるが、インドネシアの圧延技術は全般にまだ初期の段階である。先進国では既に消滅した人手中心のプルオーバー・ローリング・システム（PULL-OVER ROLLING SYSTEM）がまだ生き残って多くの工場の中心的設備として稼働しており、先進的なコイル・ローリング・システムと併存している。

これら製造工程のフローは次のように概観される。

図3-3-18 アルミニウム圧延の製造工程フロー



——— : コイル・ローリング
 ——— : プルオーバー・ローリング

インドネシアで広く用いられているプルオーバー・システムの工程上の一番の特徴は、非常に労働集約的な製造方法である。圧延は熱間、冷間と分かれるがその内容はすべて人手による作業である。铸造スラブの段階から10~20KG程度の小さなロットでの圧延作業で、板の寸法も人手で取り扱えることが条件であることより縦・横とも1m程度が

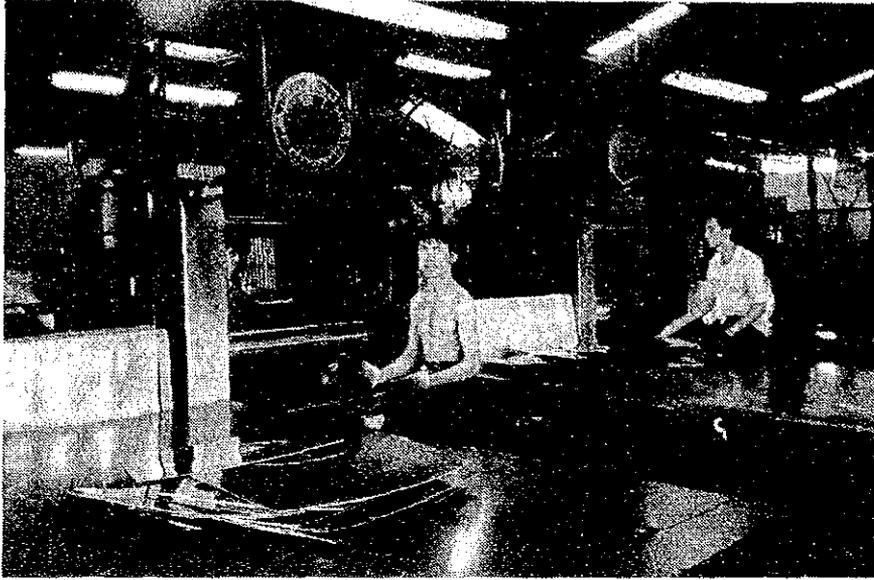
限度であり、生産性が低い。また品質的にも手作業による圧延であるために板の平坦度、厚みの精度等のコントロールが難しい。さらに表面仕上がりも板キズ等多く発生し、鍋ややかんの製品に加工した後にバフ等でキズ取りを行っているのが実情である。以上のような状況から中間製品であるアルミニウム板を外販する企業は1社を除いては存在せず、全量自社内で器物に加工し使用している状況である。

他方コイル・ローリング・システムの工程はプルオーバー・システムとは対象的であり、取り扱いが人手ではなくすべて機械化された状態で行われる。大型スラブの鋳造、コイル状での圧延が行われ大量均一生産が可能となっている。品質的にも圧延前のスラブ段階で表面の酸化被膜を削り取り、また圧延も機械化されており、傷の発生も少ない。板表面の仕上がり状態が良く、アルマイト等の表面加工を行った場合はアルミニウムの特徴を生かした美しい表面が得られるようになる。また、コイル・ローリング・システムは各種の硬い合金についても圧延できることより、機械化された作業により幅広い用途のアルミニウム板製品を製造できるプロセスである。

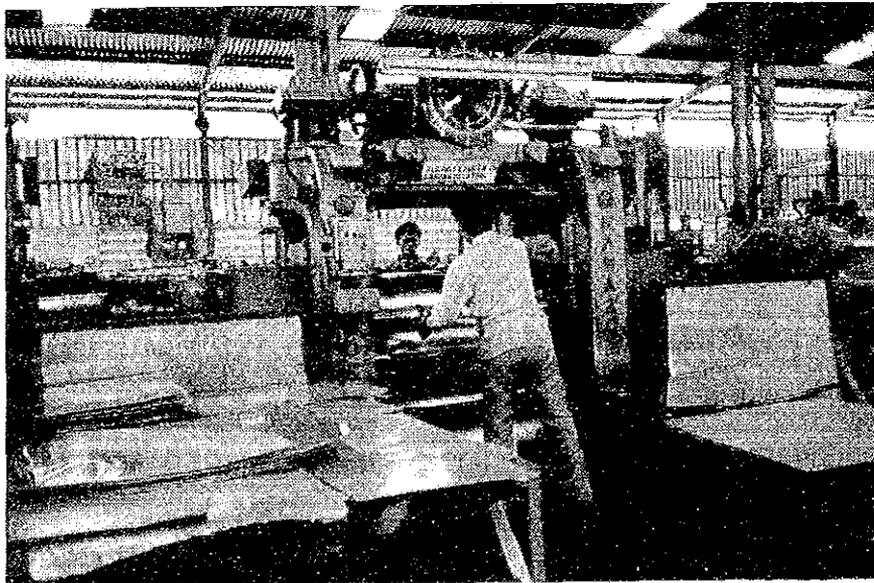
製造工程フロー図3-3-18において太枠で囲まれた工程、ならびに出荷前検査工程はインドネシアの多くの圧延工場の問題となっているところである。これらの問題は次のようにまとめられる。

- i) 溶解：溶湯の成分分析が適切に行われていない。試験装置を使用せずに勘により行われている。
- ii) 熱間・冷間圧延：特にコイルローリングにおいては手作業で行われており、板表面を傷つけやすい。
- iii) 出荷前検査：目視による検査は杜撰であり、多少の傷は見逃され、製品はそのまま市場に出荷されている。

写真①：プルオーバー圧延

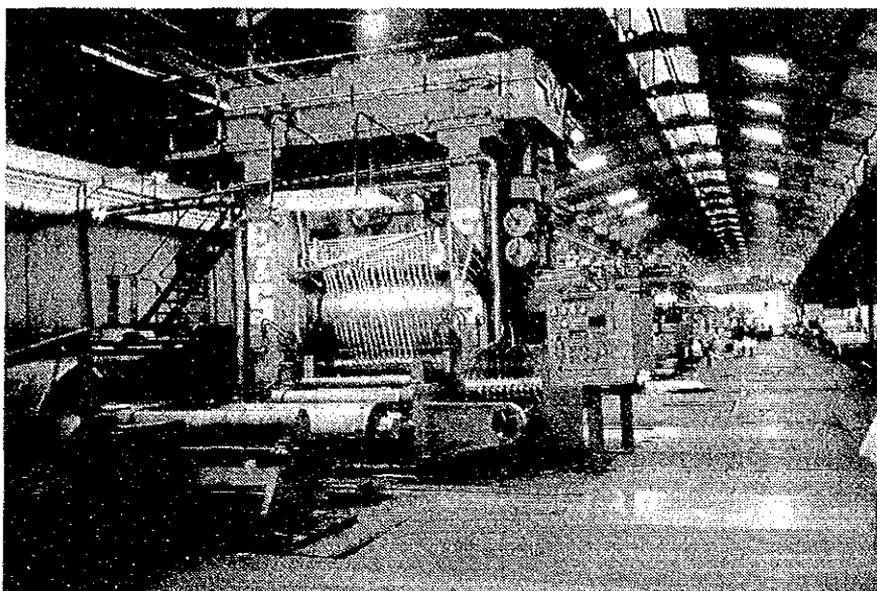


(人手に頼った圧延方式であり、生産性が低く圧延される板の品質も良くない)

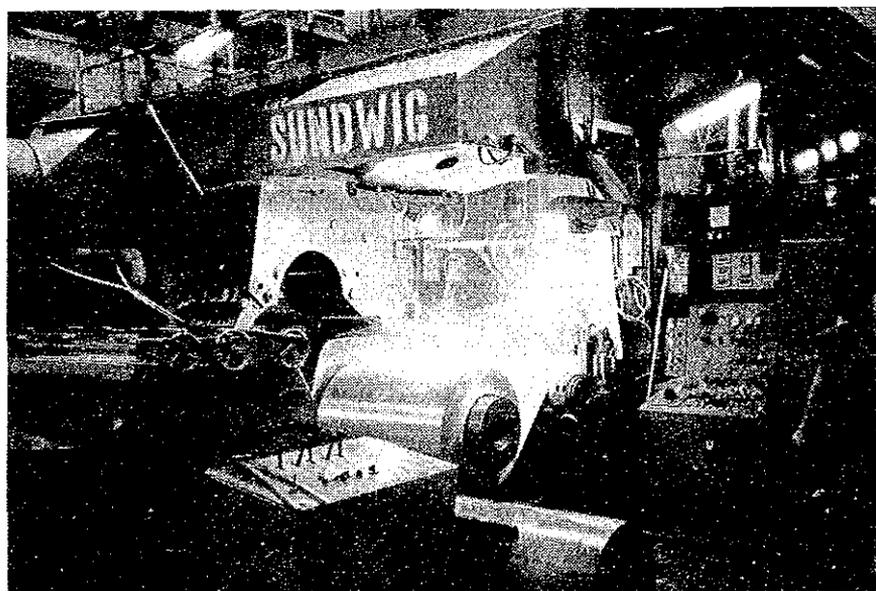


(日本製の中古機械が現役で使用されている)

写真②：コイル・ローリング圧延



(大型設備による近代的圧延方式である)



(生産性が高く、圧延される板の品質も良い)

② 技術水準

インドネシアのアルミニウム圧延産業はアルミニウム器物用材料としての板が大半を占めるといった初期的な段階からそれ以外の用途、例えばアルミニウム屋根板とかアルミニウム箔地といった分野で生産を伸ばし始めた段階である。しかし他の分野への応用が可能な良質の板はコイル・ローリング・システムでしか製造できず、現在コイル圧延の圧延設備は3社のみが保有しているだけである。しかも、この内2社は600mm迄の板幅しか圧延可能でなく、各種合金が圧延できない。他方、プルオーバー圧延設備で操業している圧延メーカーは廉価品の器物用のしかも自社内用しか生産していないのが現状である。

インドネシアのアルミニウム圧延メーカーは次のように、現有設備内容、生産能力、さらには技術水準からみた総合的な生産技術水準をA、B、Cの3ランクに区分され、類型化される。

	生産能力(月)	現在生産量(月)	圧延設備(台)	最大板幅(mm)
<u>Aクラス</u>				
A社	2,000 MT	1,600 MT	HOT ROLL (1) COLD ROLL(4)	1,240
<u>Bクラス</u>				
B社	500 MT	400 MT	HOT ROLL (1) COLD ROLL(3)	600
C社	500 MT	400 MT	HOT ROLL (1) COLD ROLL(3)	600
<u>Cクラス</u>				
D社	150 MT	150 MT	PULL OVER(5)	1,000
E社	100 MT	100 MT	PULL OVER(5)	1,000
F社	200 MT	180 MT	PULL OVER(5)	800
G社	100 MT	100 MT	PULL OVER(4)	400
合計:	3,550 MT/月	2,930 MT/月		

出所：第2年次現地調査

上記のようにインドネシアのアルミニウム圧延メーカー7社は、Aクラスが1社、Bクラスが2社、Cクラスが4社に区分される。Aクラスの1社はアルミニウム板およびその加工品、さらには箔圧延まで行っている。各クラスに属する企業の特徴および技術

水準の概要は次のようにまとめられる。

- Aクラス：i) 板幅が 1,240mmまで圧延可能で、月間生産量が 2,000トンに達している。
- ii) 板の使用先としては一般器物以外にテフロン加工用や建材用の合金板、さらに箔地用の板も生産している。
- iii) 関連加工設備として屋根用のコイル、箔圧延設備を持ち、その加工品を製造販売している。
- iv) さらに、現在 1,600mm幅の冷間圧延設備を試運転中であり、これに合わせて溶解、鋳造ラインを新設し、新たに広幅のラインで現有生産能力の月間約 2,500トン を 4,000トンに拡張する計画である。

以上のように、A社はインドネシアのアルミニウム板圧延業界ではガリバー的な存在で、技術水準でも韓国、台湾の平均的アルミニウム圧延企業と同程度のレベルに達していると判断される。

- Bクラス：i) 製造可能な板幅が 600mmまでで、設備的にも20年以上昔のものを使用し、その間大きな改善はなされていない。
- ii) 使用用途も、コイル圧延であるにもかかわらず表面状態が良好でないことよりインドネシア国内向けの器物用板に限定されている。
- iii) C社は自社内消費、B社は器物メーカー1社のみを主要顧客とし、供給を限定している。

以上の点からこのクラスの技術水準は20年前の状態のままで停滞しており、海外競合企業の参入、需要品種の変化等により容易に窮地に陥るものと考えられる。

- Cクラス：i) 全量自家消費用に生産しており、その器物の品質も「安かろう悪かろう」に徹している。
- ii) 安い人件費と低所得者の需要に依存しているが、競争が激しくなることもあって撤退するかどうかの選択に迫られている。

③ 製品開発

Aクラスの会社はインドネシア国内での新規製品を開発し、製品の多角化を進めるだけの技術力があると考えられる。具体的には、先進国でのアルミニウム製品需要の推移に追随する形で現在の器物、屋根板および箔地用から電気部品、車両用部材、包装容器材へと用途を拡張していくことが可能である。ただ、インドネシアで唯一Aクラスに属するA社は国内に競争相手がいないガリバー的な存在であり、しかも自社製品は海外競合製品から高率の輸入関税で保護されており、また現在の国内需要だけで十分に採算がとれることより新規製品開発には必ずしも積極的に取り組んでいないのが現状である。

Bクラスの会社はコイル・ローリング・システムによる製造を行っているが、圧延設備が20年以上前に設置され、その後の大幅な改造がなされていない。ほぼ全量が家庭器物用の材料に向けられている。技術的背景からみても、現状の設備内容からみても、さらに器物向けでその生産能力を十分カバーするだけの需要が国内に十分ある状況より製品開発に関しては消極的である。

Cクラスの会社ではプルオーバー・ローリングという非常に初期の、器物を作るためだけの設備を使用している。圧延された板の表面とか板厚精度が水準を満たしてなく、ただ加工性だけが何とか使用に耐えうる板である。人海戦術で安価な労働力を利用して「安かろう悪かろう」の器物を作ることで成り立っている企業である。従って、新規の製品開発は全く望めない技術水準である。

④ 工場管理

インドネシアのアルミニウム板圧延工場の工場管理には次のような特徴が見られる。

- i) 少品種生産：Aクラス企業において生産されているアルミニウム板としては、器物用（一部合金あり）、屋根板用および箔用の3種類だけである。
- ii) 見込み生産：各メーカーとも生産されているアルミニウム板は自社およびグループ内の最終製品（主に器物）の材料となっている。その最

終製品が見込み生産であるため板自体の生産も量的、品種的に毎月同じ内容の見込み生産となっている。

iii) 厳格な作業区分：オーナー一族と大学卒上級管理者、および香港等より招へいされた海外技術者により行われている作業管理と、一般の労働者による単純作業に区分され、監督者による指示・命令により工場運営が行われている。また、全般的に作業員に対する社内教育および訓練はほとんど行われておらず、現場作業員サイドからの作業改善運動や製品品質向上活動はみられない。

⑤ 品質管理

アルミニウム板製造についての品質管理は各製造工程における管理がどの程度なされているかが基本になる。各クラスに分類された企業の製造工程ごとの品質管理状況は概略下記の通りである。

製造工程	主たる管理項目	Aクラス	Bクラス	Cクラス
溶 解	成分管理 浴湯フィルター	ロット毎に分析 設備有り	経験による作業 無し	経験による作業 無し
鑄 造	冷却水、浴湯温度管理	システム有り	無し	無し
スラ切断	寸法精度	設備有り	無し	無し
面 削	表面不良部除去	設備有り	一部有り	無し
加熱・均熱	均質処理、均一予熱	システム有り	有り	無し
圧 延	機械化による圧延 板厚、形状の自動管理	有り 有り	無し 無し	無し 無し
仕上加工	製品の寸法、板厚	有り	有り	有り
焼 鈍	加圧による管理 雰囲気ガス注入	有り 有り	有り 無し	有り 無し

出所：第2年次現地調査

製品品種が増えれば前記の各工程の管理は必須条件となるが、現在Aクラスの1企業を除いては十分な管理がなされていない。ただし、Bクラス、Cクラスの企業では自社

内消費の器物用板という単種類生産であるため各工程毎の管理内容が不十分でも特に問題とはなっていない。Aクラスの企業は、海外先進国向け輸出製品を製造しており、各工程のチェック内容が高度の検査内容を要求されることより、品質管理体制も整備されている。

⑥ 工場現場の状態

第2年次現地調査において工場の全般的な現場の状態が工場チェックリストにより評価された。このチェックリストは25の評価項目から構成されており、訪問・視察した工場について各項目につき3段階（優秀……3点、普通……2点、劣る……1点）で評価したものであり、アルミニウム圧延企業2社の平均評価点を表3-3-49に示す。工場により多少の差はあるが、この表からインドネシアのアルミニウム圧延企業は全般的に作業環境、安全衛生、意欲からなる労務面に問題のあることが読みとれる。労務面に対して生産技術上の問題点が少ないのは、一部企業が先進諸国から導入した生産技術が現在まで受け継がれていることによると推測される。但し、生産技術のなかでも作業管理、現品管理に比べて設備管理並びに品質管理面により大きな問題がある。

表3-3-49 工場現場の視察結果（圧延）

評価項目		評価規準	圧延	
生 産 技 術	作業管理	配置人員	自動化程度、掛け持ちレベル	2
		作業態度	真剣味、眼差し、雑談	1.5
		作業速度	手の運び、歩行速度	2
		作業率	設備停止頻度、歩行距離、打合せ	2
		管理方式	生産目標・実績の掲示、欠勤掲示	1.5
		作業改善	ムダの少なさ、治工具改善	1.5
	現品管理	材料・部品	容器、保管方法、積み方、棚札有無	2
		仕掛品	停留品の多少、現品票の有無	2
		製品	保管荷姿、箱の汚れ	1.5
		マテハン	置場表示、運搬方法、置き方	1.5
	品質管理	工程検査	規準の提示、検査熟練度、限度見本	1.5
		不良品取扱	不良表示、置き場区別	1
計測機器		保管方法、検定マーク	2	
管理方式		管理図、不良率の掲示	1.5	
設備管理	レイアウト	ライン化度合い、一貫性の度合い	2	
	設備保全	設備の汚れ、配管・配線不良	1.5	
	建屋管理	床の凹凸、窓ガラス破損、塗装他	1.5	
労 務	作業環境	整理整頓	通路確保・明示、治工具保管	1.5
		服装	制服・制帽、作業靴、名札	2
		照明	明暗の程度、照明方法	1.5
		換気	塵埃、臭気、窓、換気扇	1
		休憩室	区画の有無	1
安全衛生	安全	危険表示、安全具使用、ホタル表示	1.5	
	衛生	建屋・通路の清掃、手洗い場の有無	1.5	
意欲	動機づけ	掲示板の有無、QCサークル掲示の有無、 全社運動標語掲示	1	

出所：第2年次現地調査

⑦ 原材料調達

アルミニウム圧延業界にとっての原材料であるアルミニウム地金は、インドネシア国内ではインドネシアアサハンアルミニウム社 (PT. INALUM) が一手に製造している。国際水準の品質であり、まったく問題はないと判断される。他方、急増する国内アルミニウム製品の需要に対応して主としてオーストラリアからアルミニウム地金の輸入が始まっている。アルミニウム地金に対する輸入税は現在無税である。価格は英国のLMEに準じており、基本的に国内調達のものとの価格差はない。

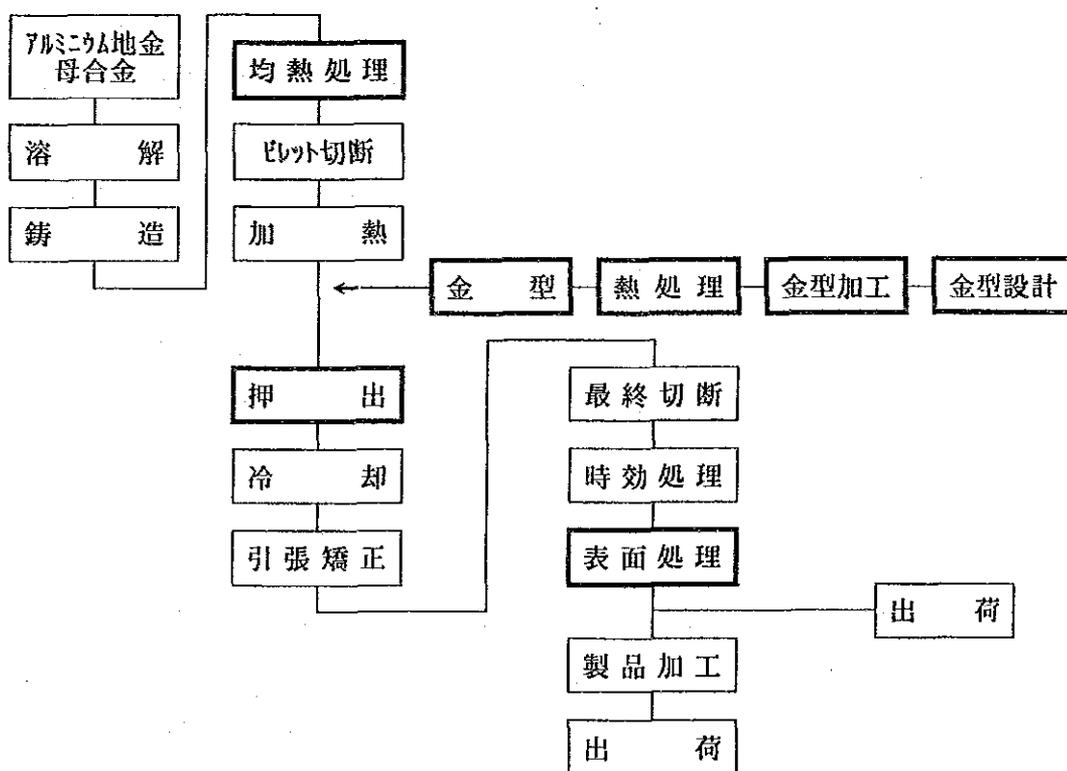
2) 押出

① 製造工程

アルミニウム押出型材の材質は6063合金が主流であり、この合金を純アルミニウム地金と合金用の母合金と組み合わせて溶解、成分調整し、ピレットに铸造、さらに、押出成形した後引っ張り矯正、切断、時効処理することで型材としての材料ができる。一般的に、この押出のままで出荷は少なく陽性酸化被膜等による表面処理後バー材で出荷するか、あるいはさらにサッシ等に組み立て加工して出荷している。

製造工程のフローは下記のようなになる。

図3-3-19 アルミニウム押出成形品の製造工程フロー



アルミニウム押出成形品を製造している企業は機械設備の内容の良し悪し、また中堅技術者の有無は別として、ほぼすべての会社が自社工場内にこの全工程を設備している。出来上がり製品の大きさは押出成形機的能力ならびに使用するビレットの大きさによって左右されるが、国内メーカーは製造される製品の大きさにより大きく2つの企業類型に区分される。

最初の型に属する企業は主として装飾用のショーケース材料パイプ等の建材部品を製造するメーカーで、使用するビレットのサイズは直径5インチまでで、保有する成形機的能力は900トン弱までである。もう一つの型に属する企業はビル用のアルミニウムサッシ、建材、各種加工製品の製造を主とし、使用するビレットのサイズは直径6～8インチであり、成形機的能力は最高で2,200トンに至る。さらに、表面加工も単なる陽極酸化処理だけではなく複合被膜処理を行っている。

製造工程フロー図3-3-19において太枠で囲まれた箇所は技術的問題の大きなところであり、問題点は次のようにまとめられる。

- i) 均熱処理：均熱処理を行わない企業が多い。押出材が所定の性質を得られなく最終製品の品質に影響を与えている。
- ii) 金 型：金型精度が低く製品の寸法が正確に出てこない。また、金型表面の熱処理（窒化処理等）が不十分で金型寿命を短くしている。
- iii) 押 出：機械設備が老朽化しており所定の精度が得られない。
- iv) 表面処理：アノダイジング処理膜が薄い。膜厚を計測する試験装置を設備していない。設備的、技術的に複合被膜処理が行えない。

② 技術水準

ここ数年インドネシアでの経済発展、設備投資の増大にともなってジャカルタを中心とした都市部においてビル等の建設ブームが起こっており、建設資材に代表されるアルミニウム押出製品の需要が順調に伸びてきている。ビル用のサッシといった本格的な押出製品の他に小物製品としてショーケース用部材、各種設備および機械の部品としての需要が大きく伸びている。

企業別にアルミニウム押出成形工場の現有設備の内容、技術水準、および増設予定等を勘察して企業の総合的な生産技術水準をみたのが下記である。アルミニウム圧延企業における類型化と同様にA、B、Cの3クラスに区分した。

	生産能力(月)	実生産量(月)	成形機能力(台)	ピレット径(インチ)
<u>Aクラス</u>				
A社	600 MT	600 MT	1,800 TON (1) 2,200 TON (1)	6', 8'
<u>Bクラス</u>				
B社	700 MT	500 MT	1,800 TON (1) 1,600 TON (1) 350 TON (2)	3.5', 5', 7', 8'
C社	320 MT	320 MT	1,850 TON (1)	7'
D社	200 MT	100 MT	1,800 TON (1)	7'
<u>Cクラス</u>				
E社	400 MT	400 MT	660 TON (2) 880 TON (2)	5'
F社	50 MT	30 MT	1,600 TON (1)	6'
G社	100 MT	100 MT	600 TON (2) 800 TON (1)	3', 5'
H社	150 MT	150 MT	950 TON (1) 350 TON (1)	3', 5'
I社	100 MT	100 MT	650 TON (2) 880 TON (2)	4', 5'
合計:	2,620 MT	2,300 MT/月	22 基	

出所：第2年次現地調査

上記の生産能力および生産量は調査団訪問時のインタビューによるものであるが、実際の工場視察に基づく推測では上記表に記述された数字よりも少なくとも30%は大きいものと判断される。従って、インドネシアのアルミニウム押出生産量は月間3,000トンを超えているものと推測される。

上記のようにインドネシアのアルミニウム押出メーカーの主要9社は、Aクラス1社、Bクラス3社、Cクラス5社と区分される。これら9社が現在保有する押出設備機器は合計で22基であり、その内8割弱の17基が台湾製である。また、具体的な増設予定としては、これら9社で9基が計画されており、うち7基は台湾よりの輸入機械が予定されている。増設の内訳としてはB社が2,500トンを1基、C社が1,800トン

のものを1基、E社が4基（能力不明）、H社が2,000トンの規模のものを1基となっている。

各クラスに属する企業の特徴および技術水準は概ね次のようにまとめられる。

- Aクラス：i) 日本の大手サッシ加工メーカーのインドネシア合弁工場であり、最新鋭の製造設備を保有している。製品の大半を輸出しているが国際水準からみてその品質は一流と評価される。
- ii) 設備、機械およびそのレイアウトについても品質および生産性を確保するため最新の日本製設備が全ラインに導入され稼働している。
- iii) 技術指導面では日本の技術者（7名）が要所に常駐し、指導、検査にあたっている。一方、インドネシア従業員も毎年約10名づつ6ヶ月の期間で日本の親会社へ研修に派遣されている。その結果、日本での研修経験者は50名以上になっており、最新技術の移転が順調に行われている。
- iv) アルミニウム地金の溶解からアルミニウムサッシの完成まで全工程に日本と同じ作業基準を適用し、それに準拠して製造している。QC活動についてもまず初期段階の安全対策面からスタートしており、今後順次生産性、品質向上に適用される計画である。
- v) 金型製造についてはコンピューターによるCADを使用しており、そのためのコンピューターソフトは日本本社で開発している。金型の材料は全量日本から輸入した特殊鋼を使用し、工作機械、熱処理炉も日本製の最新機械が使用されている。その結果、日本と比べてほぼ同品質の金型を製作している。
- vi) インドネシアでの住宅用アルミニウムサッシの需要を開拓するためにインドネシア国内向け汎用サッシのデザインを開発し拡販に努めている。
- Bクラス：i) 海外合弁先企業で技術指導を受けた経験があるか、もしくは日本等海外先進国から専門家を招へいし、技術指導を受けている。これらの活

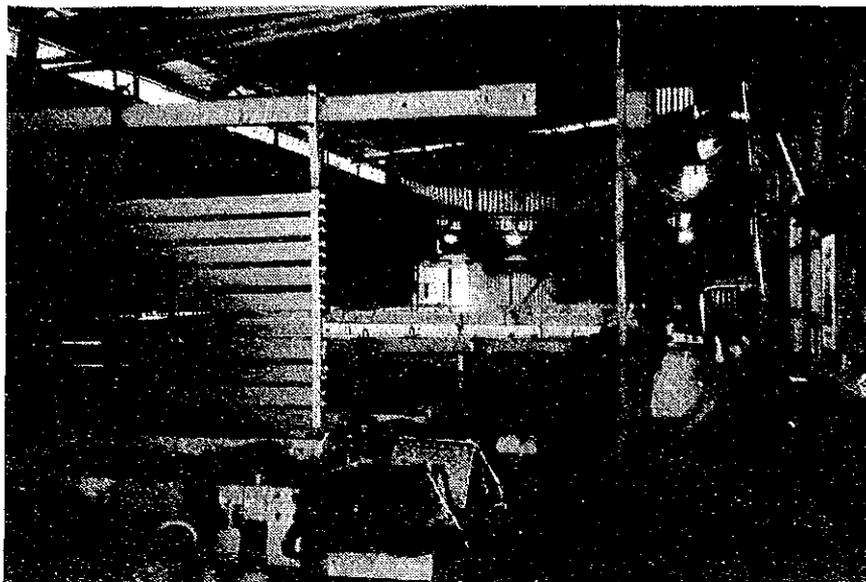
動により生産性の向上、品質の向上を目指している。

- ii) 1,800トン程度の押し出し機を保有し、主としてインドネシア国内用のビル用アルミニウムサッシの形材を生産している。表面処理もインドネシア国内では上級の水準を維持している。
- iii) 金型製造については、特に日本より最新の工作機械を導入し、機械加工ならびに熱処理も行っている。ただし、設計上のノウハウのなさ、ならびに機械加工後の熱処理が不十分なことより金型の寿命は短いものが多い。
- iv) ビレットについては一部輸入品を購入して、高品質を要求される製品用の材料として使用している。
- v) 一方、自社製ビレットは品質要求の厳しくない製品用の材料として使用されているが、成分分析、脱酸素、脱ガス処理が必ずしも十分ではなく、また均熱処理の温度も十分に管理されていない。
- vi) 全工程を自社設備で行っているが全体的な工程管理が十分でなく最終製品が品質的に安定していない。

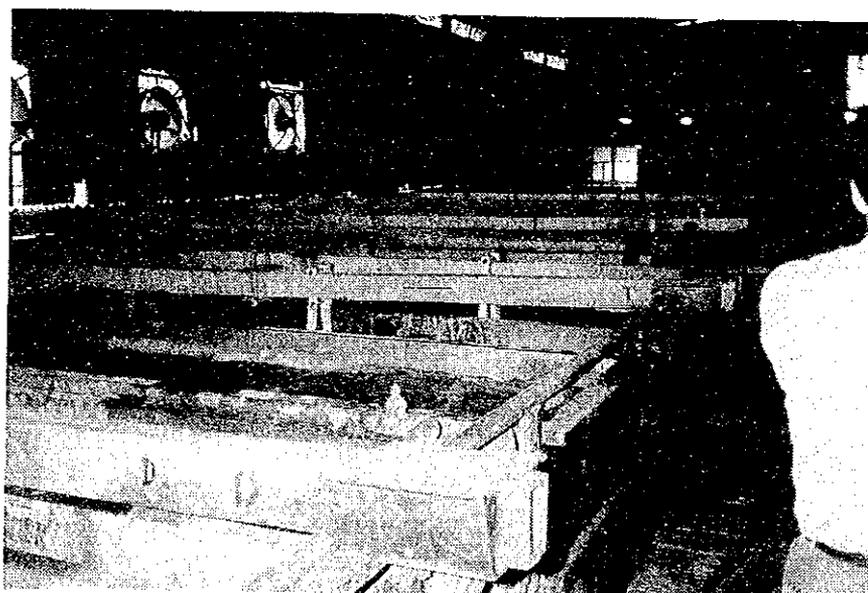
Cクラス：i) 最大径で5インチまでの小物の押出形材の生産が専門で、インドネシア国内での装飾用ショーケース材料、建材部品に使用されている。需要家の要求は品質より価格であることが多く、ある程度の形状が満足されていれば価格の低いことが条件である。近年かなりの勢いで需要は伸びている。

- ii) 多数の企業が台湾製の溶解鋳造設備、押出成形機を導入していることより技術レベルとしてはほぼ台湾企業と同じ技術水準であると判断される。操業開始時の技術指導を除いては海外から技術者を招へいすることもなく、技術的問題が発生するごとに設備機械の導入元に問い合わせを行っているのが現状である。
- iii) 溶解、鋳造によるビレットの成分調整もロットごとの分析機による管理ではなく全くの経験と勘による作業に頼っており、また、ビレットの均熱処理設備もなく、アルマイトの表面処理はただの化成処理のみで膜厚の管理は行われていない。

写真③：押出製品の表面処理



(Bクラス企業の表面処理装置：比較的整備されているが複合被膜処理はできない)



(温度、PH濃度の管理が十分でなく、酸化被膜の膜厚が薄い)

- iv) 金型はヨーロッパからの特殊鋼を台湾や中国製の工作機械を使用し切削することにより製造している。中級品の特殊鋼が多く使用されており、工作機械の精度とあわせ製造される金型の精度、耐久性を低下させている。また、金型のデザインも厳密になされていない。
- v) 多くの企業で使用されている設備は安価な台湾製であるが、品質的要求が外形に偏重していることよりこれら設備で十分に対応できている。また、これら設備は初期投資額がアルミニウム板圧延等の設備に比べて少なく、従ってこれまで当分野への新規参入は容易に行えた。

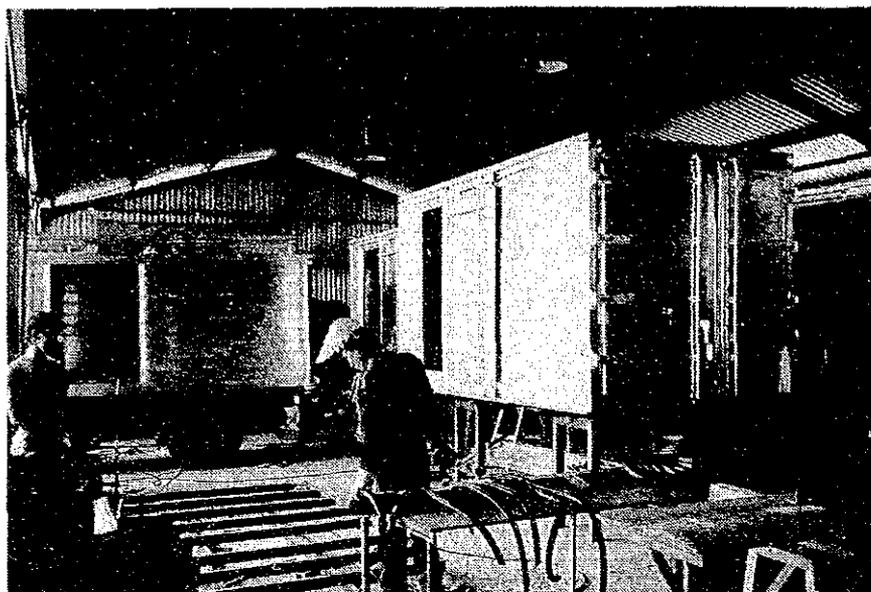
③ 製品開発

Aクラスの企業は日本等先進国における経験から、建材用、特に住宅用のアルミニウムサッシの普及を見込んでおり、インドネシア国内市場向けに専用のデザインを開発し製品の拡販に努めている。インドネシアの平均的な所得水準が低いため全国的な普及には時間がかかろうが当初は高級住宅向けに採用され、次第に需要を喚起していくものと考えられる。

さらに、先進国での建材用アルミニウム製品のうち労働集約的なもの、例えば網戸等についてはすでにインドネシアで組み立てられたものが輸出されている。将来的には雨戸、フェンス、ベランダ等の規格品についてもOEM生産が漸増していくものと推測される。

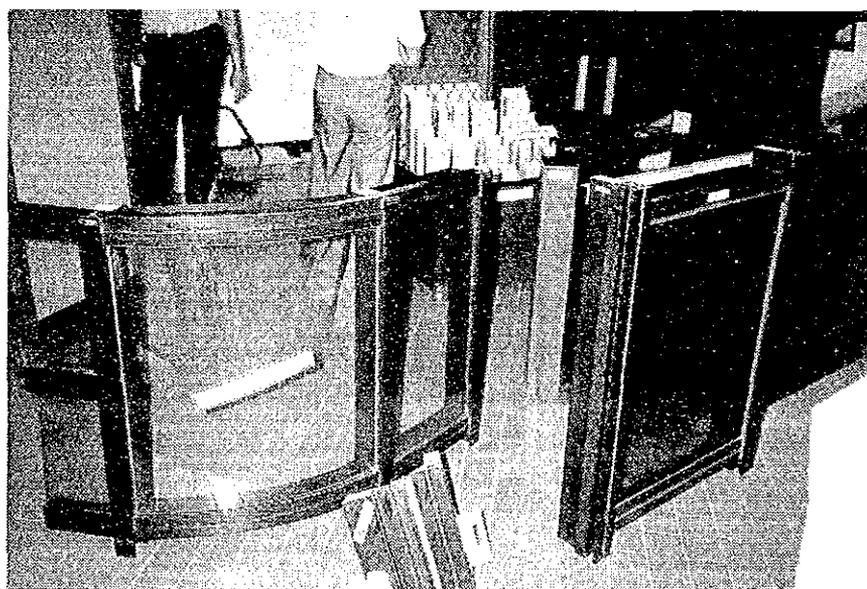
インドネシアへの電気機械、自動車メーカーの工場進出に伴って一般アルミニウム型材の国内需要が増加している。溶解、鑄造技術を向上させ単に6063合金だけでなく2000番台の高力合金、5000番台の耐食合金製の型材の需要増に対処できることが求められている。

写真④：アルミニウム板製パントラック・ボディー



(輸送機関関連部品のアルミ化はまだ始まったばかりであり、今後大きな需要が見込める)

写真⑤：アルミニウム板製建設資材



(ビルディング建設ラッシュで近年急成長している分野である)

④ 工場管理ならびに品質管理

前述したA社はAクラスに属する日系の合弁企業であり、アルミニウム押出製品の主たる用途であるアルミニウムサッシを製造している。その工場管理ならびに品質管理はインドネシアのモデル工場ともいえる高い水準であるが、その特徴は次の通りである。

- i) 日本より近代的な設備機械を導入した最新の生産ラインである。
- ii) 管理技術は日本の親会社の豊富な経験に基づき、マニュアル化が進んでいる。監督技術スタッフに日本人技術者を配置し、工場の円滑な生産活動を支援している。
- iii) 現地従業員の指導、教育については現場での日本人スタッフによるOJT訓練を基本とするが、適時従業員を日本親会社に派遣しより高度な教育、訓練を行っている。
- iv) 管理の進め方については、まず作業安全面から始まり、着実な向上を目指している。
- v) 親会社の工場との比較がたえず行われており、問題点の早期発見、解決に向け適切かつ迅速な援助が得られる環境となっている。
- vi) 親会社の長期的な視野にたった余裕のある経営方針に基づいて短期的な収益に左右されない堅実な前進がなされている。

このように、Aクラスの企業は品質管理については、日本での内容を基本として現地への適用を行っており、各工程ごとの検査設備も基本的に日本の親会社と同じものが設置、活用されている。作業内容のマニュアル化や検査工程のマニュアル化も徹底されており、作業員個人の技能に左右されない安定した品質の製品が製造されている。

一方、Bクラスの工場は日本を始めとした海外技術者の受入を行っており、工場管理、品質管理についての指導を受けることによる生産技術の向上、品質の安定を目指している。しかし、機械設備においては、特に押出機が20年以上も昔のものであり、さらなる機械化、自動化には限度がある。また、現在の機械設備により製造された製品の精度等には問題がある。

Cクラスの企業は主に台湾より輸入された二流の押出機により生産活動を行っている。鑄造設備も台湾からの技術によるもの、もしくはその模倣が多い。企業経営の焦点はもっぱら生産量の増加であり、工場管理や品質管理に対してはほとんど努力がなされていない。「安かろう悪かろう」製品の製造であり、製品の材質、調質、寸法精度等は工業規格を満たしていない。インドネシアのアルミニウム製品市場が価格重視から品質重視へと転換していくにつれこれら企業は淘汰されていくものと考えられる。

⑥ 工場現場の状態

押出工場の全般的な現場の状態が、圧延工場についてのものと同様の工場チェックリストにより評価された。地場企業6社の平均評価点と外資系企業1社の評価点を表3-3-50に並記した。

最新の機械設備並びに技術およびノウハウを導入して生産を行っている外資系企業と、旧態依然とした生産を続けている地場企業との間には生産技術から労務面全てにわたり非常に大きなギャップがある。地場企業においては工場運営面での最も基本的なものの一つである安全衛生が軽視されている。作業環境の整備も遅れており、例えば、適切な服装が会社より支給されていたのは6社中1社、休憩時の区画を設けている工場は1社にすぎなかった。生産技術面においてもインドネシア地場企業の遅れは大きく、作業管理並びに設備管理に比較して品質管理面に問題が多数観察された。単に製品が製造できれば良いと考えている経営者が多く、品質面にまで注意をはらっているところは少ない。

表3-3-50 工場現場の視察結果（押出）

評価項目		評価規準	押出		
			地場	外資	
生産技術	作業管理	配置人員	自動化程度、掛け持ちレベル	1.8	3
		作業態度	真剣味、眼差し、雑談	1.8	3
		作業速度	手の運び、歩行速度	1.8	3
		作業率	設備停止頻度、歩行距離、打合せ	1.7	3
		管理方式	生産目標・実績の掲示、欠勤掲示	1.5	3
		作業改善	ムダの少なさ、治工具改善	1.3	3
	現品管理	材料・部品	容器、保管方法、積み方、棚札有無	1.5	3
		仕掛品	停留品の多少、現品票の有無	1.3	3
		製品	保管荷姿、箱の汚れ	1.8	3
		マテハン	置場表示、運搬方法、置き方	1.7	3
	品質管理	工程検査	規準の提示、検査熟練度、限度見本	1.3	3
		不良品取扱	不良表示、置き場区別	1.5	3
		計測機器	保管方法、検定マーク	1.5	3
		管理方式	管理図、不良率の掲示	1.2	3
	設備管理	レイアウト	ライン化度合い、一貫性の度合い	2	3
		設備保全	設備の汚れ、配管・配線不良	1.7	3
		建屋管理	床の凹凸、窓ガラス破損、塗装他	1.8	3
	労働	作業環境	整理整頓	通路確保・明示、治工具保管	1.7
服装			制服・制帽、作業靴、名札	1.2	3
照明			明暗の程度、照明方法	1.7	3
換気			塵埃、臭気、窓、換気扇	1.3	3
休憩室			区画の有無	1.2	3
務	安全衛生	安全	危険表示、安全具使用、マーク表示	1.3	3
		衛生	建屋・通路の清掃、手洗い場の有無	1.2	3
	意欲	動機づけ	掲示板の有無、QCサークル掲示の有無、 全社運動標語掲示	1	3

出所：第2年次現地調査

⑥ 原材料調達

アルミニウム押出型材の材質は6063合金が主流である。押出メーカーは大きく自社で合金を製造しているところと外部から調達しているところに分けられる。Aクラスの企業は自社でアルミニウム地金を溶解しインゴットを製造し、押出型材の加工まで一貫生産している。地金は国内調達もしくは輸入しているが、両者に品質的な差はない。一方、Bクラスの企業は、国内市場向け中・低品質の押出型材用には自社製のインゴットを使用しているが、最終製品で高品質が要求されるものについては輸入合金を使用している。アルミニウム合金は国際商品であり、特に調達上の大きな問題は起こっていない。

3) アルミニウム板加工

アルミニウム板を加工し、付加価値を高めた製品としてアルミニウム家庭用器物、アルミニウム屋根板、アルミニウムインパクトチューブ、ならびにアルミニウム箔製品がインドネシアで製造されており、その一部は海外へも輸出されている。これらアルミニウム加工製品の原材料としてのアルミニウム板はほぼ全量がインドネシア国内で生産されている。原材料である国内産アルミニウム板は海外相当品に対し品質的に劣っているものの价格的には優位にある。一方、国内市場向け最終製品は品質よりも価格重視の性格であり、最終加工メーカーの多くは材料としてのアルミニウム板の購入に際しては最低限の品質を備えていれば価格を一番重要だと考えていることより、国産アルミニウム板の特に品質に関する強い不満は起こっていない。他方、品質の良い海外からの輸入板には高い輸入関税が課せられており、輸入数量はごく少量にすぎない。

このように国産原材料の品質が海外先進国のものに比較して劣っており、また製造工程そのものも旧式の機械設備を使用した極めて労働集約的なものであることより、最終製品はインドネシア国内市場でしか受け入れられない2級品のレベルとなっている。

以下、アルミニウム板加工産業の企業経営、生産技術の現状と問題点を、最終製品である家庭器物、屋根板、箔、インパクトチューブおよび缶、の4つに区分し記述する。

① 製造工程

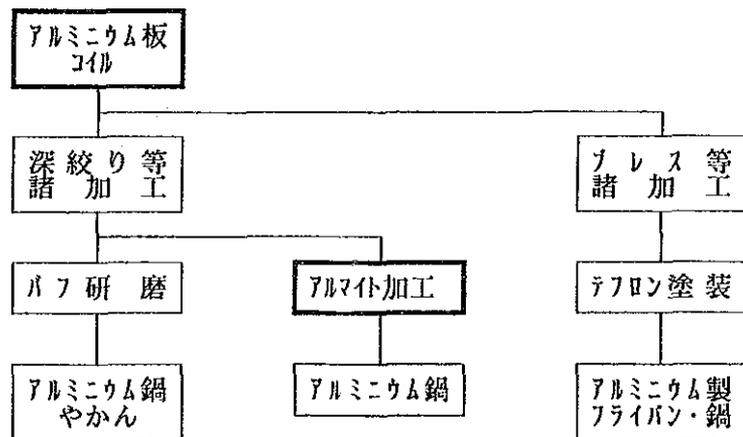
a) アルミニウム家庭器物

調査企業のほとんどはプレス等による機械加工の工程のみを設備し、表面酸化被膜処理設備等は保有しておらず、バフ研磨のみの最終仕上げで、アルミニウム鍋、やかん等の製品を製造している。これら企業が簡単な旧式の工程しか保有していない理由としては、製品自体の品質が問われない国内市場、高価な新鋭設備にとって替わる安価で豊富な労働力等が主要なものとしてあげられるが、大きな理由の一つとして原材料である板の品質問題がある。国産アルミニウム板原材料は品質が劣りアルマイト加工仕上げができないからである。アルマイト加工仕上げの製造工程をもっているのは1社のみであるが、生産能力は月産20トン程度と小さい。

アルマイト加工仕上げよりもさらに付加価値をつけるためにテフロン加工仕上げの製造工程を導入している器物メーカーもある。テフロン加工は米国の Du pont 社よりのライセンス生産であり、塗装設備と技術と一緒に導入されている。このテフロン加工ができるのはインドネシア国内で2社のみであるが、このうちの1社は原材料のアルミニウム合金板を高品質の海外からの輸入に頼っている。最終製品であるテフロン加工済みフライパンおよび鍋はほぼ全量日本を含む海外先進国へ輸出されている。

インドネシアのアルミニウム家庭器物を生産している企業の製造工程は概略次の通りである。

図3-3-20 アルミニウム家庭器物の製造工程フロー



上記製造工程フロー図において太枠で囲まれた部分が特に問題のある箇所であり、問題点は次のようにまとめられる。

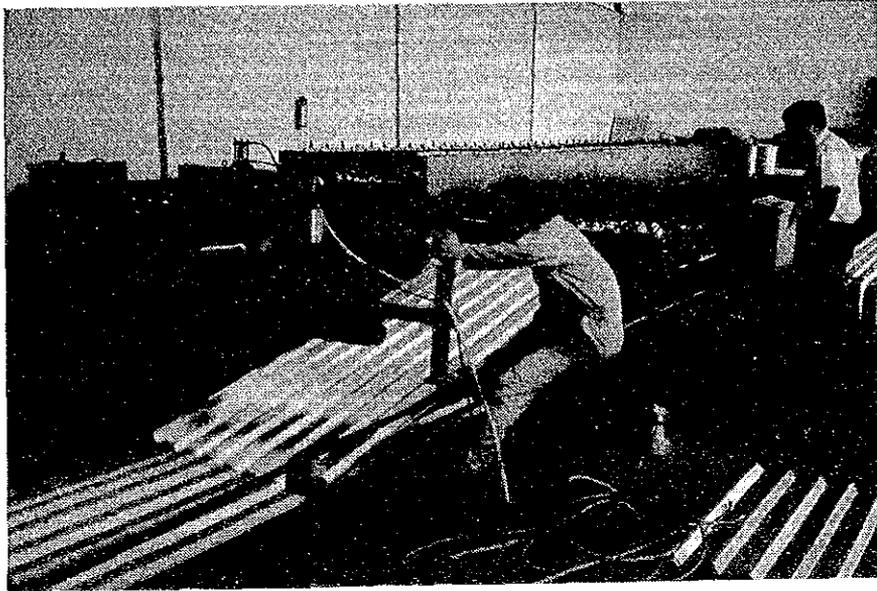
- i) アルミニウム板・コイル：原材料としてのアルミニウム板・コイルに品質の悪いものが多い。また、乱雑に扱われており、表面の汚れている材料がそのまま加工されている。
- ii) アルマイト加工：加工前半製品の表面が汚れていることが多く、うまく表面処理が行えない。アルマイト処理された製品についても酸化膜の膜厚が薄く耐久性に劣る。また、国内向け廉価品には何の表面処理も行われていない。

b) アルミニウム屋根板

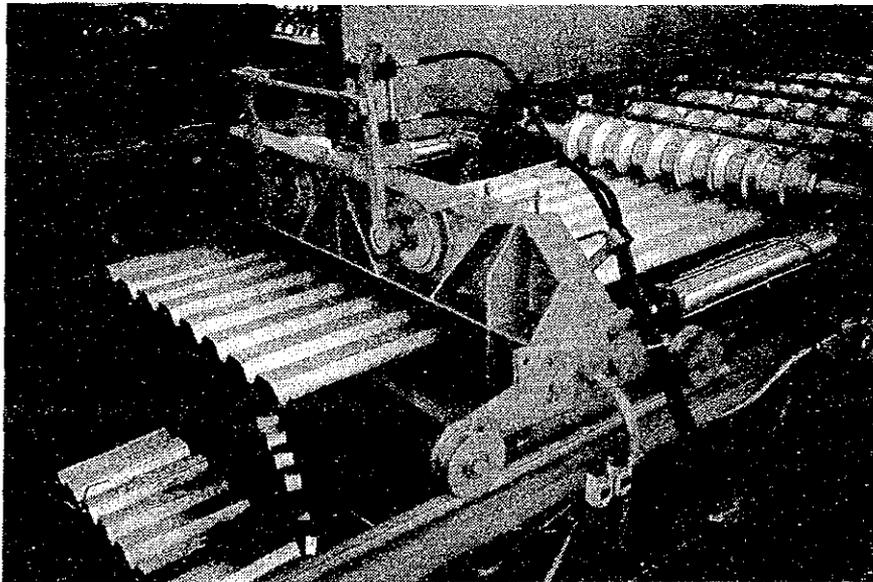
アルミニウム屋根板は鋼板製屋根板と比較して軽く成形性が良く、熱を反射することより内部が涼しい、また見栄えが良く、軽いことより土台になる鉄骨工事が簡単であるといった利点を持ち、インドネシア国内で普及が進んでいる。特に多く使用されている場所としては工場建屋の屋根があげられる。

製造工程は下記の製造工程フローにみられるように極めて簡単で、ロールフォーミングマシン 1 台だけの設備でアルミニウム屋根板用コイルが生産できる。生産上の最大の問題点は下記製造工程フロー図において太枠で囲んだ部分にある。すなわち、原材料である元コイルの生産をしている企業が同国で 1 社しかなく常に需給が逼迫していることと、高輸入関税により品質の良い幅広輸入板が事実上輸入禁止の状態になっていることである。この国内の元板の供給会社は板の生産と同時にロールフォーミングによる屋根板の生産も行っている。

写真⑥：アルミニウム屋根板の製造

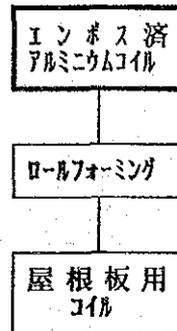


(幅広板の供給がタイトであり、生産が需要に追い付かない)



(ロールフォーミングマシン一台だけの簡単な生産設備である)

図3-3-21 アルミニウム屋根板の製造工程フロー



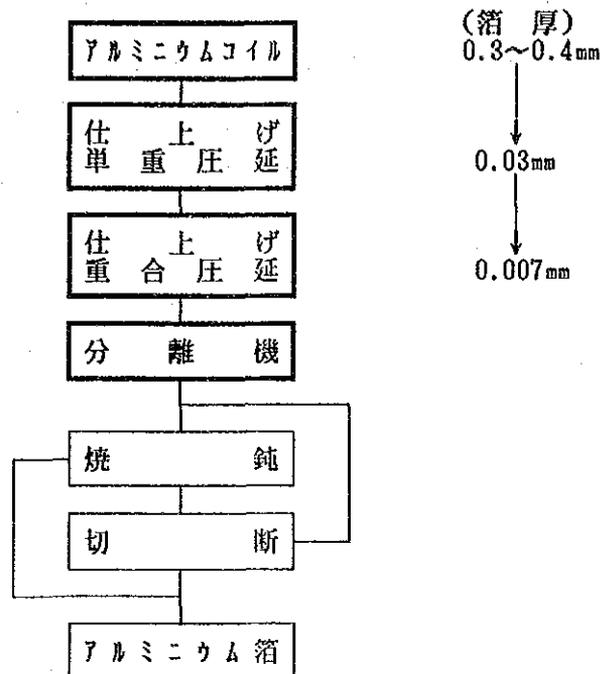
c) アルミニウム箔

板厚 0.3～0.4mmの箔地と呼ばれるコイルから順次、荒圧延、仕上げ圧延を行い7ミクロン程度の箔に仕上げる。ただし、通常の4段圧延機の場合、薄く圧延できる限度は約10ミクロンといわれており、従ってこれより薄い箔を得るためには最終の圧延パスにおいて2枚に重ねて圧延される。このように重合圧延したアルミニウム箔は次の工程で1枚ずつに分離される。その後、表面に付着している圧延油除去のため大部分は焼鈍されて鈍し材の形で使用される。

インドネシアにおいて箔を生産しているのは1社だけであり、箔厚としては7ミクロン程度までが限界である。また、樹脂、紙等との張り合わせ箔は技術上ならびに国内需要規模が小さいことより製造していない。

製造工程のフローは下図のように概略される。

図3-3-22 アルミニウム箔の製造工程フロー



製造工程上で特に問題となっているのは上記製造工程フロー図において太枠で囲んだ部分であり、問題点は次のようにまとめられる。

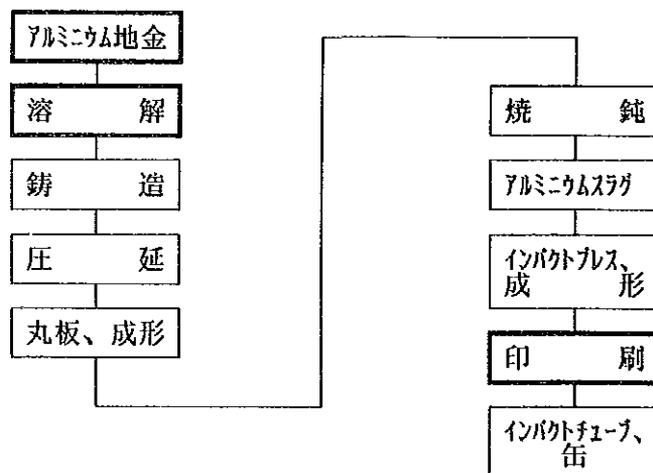
- i) アルミニウムコイル：原材料としてのアルミニウムコイルの脱酸素、脱水素が不十分であり酸化物の混入が推測される。このようにアルミニウムコイルの純度が低く、精度も十分でなく、薄く圧延した場合ピンホールが発生しがちである。
- ii) 仕上げ単重・重合圧延、分離機：機械が老朽化しており所定の厚さの薄箔が作れない。
- d) アルミニウム・インパクトチューブおよび缶
アルミニウムインパクトチューブの製造は、アルミニウム地金よりチューブ、缶まで一貫生産しているメーカーとスラグを購入してインパクトチューブ、缶を製造して

いるメーカーの2種類に区分される。製品の内訳としては、アルミニウム缶が主として化粧品用のエアゾール缶、またチューブは薬品容器や歯磨き容器である。

インドネシア国内のニーズ、保有製造設備であるインパクトプレスの規模から国内では直径50mmまでの缶が製造範囲である。先進諸国では広く使用されている樹脂ラミネートチューブはインドネシアではまだ使用されておらず、チューブ製品においてはアルミニウム・インパクトチューブが主流をなしている。

製造工程のフローは概略次のようになる。

図3-3-23 アルミニウム・インパクトチューブおよび缶の製造工程フロー



インドネシアのインパクトチューブ製造上の問題点は上記製造工程フロー図において太枠で囲まれた箇所で見られるが、次のようにまとめられる。

- i) アルミニウム地金、溶解：純度の低い材料が使用され、また成分管理が適切に行われていない。品質の悪いスラグは最終製品の歩留まりにも大きな影響を与えている。
- ii) 印刷：機械の精度、印刷用版、塗料等に原因があり、チューブ表面の印刷がかすれていたり、色ずれを起こしている。しかも、不十分な目視検査により不良品が取り除かれなまま出荷されている。

写真⑦：アルミニウム・インパクトチューブの製品例



(製造設備が古く、表面にヘアーラインが発生し、印刷の色ずれを起こしている)



(先進諸国では樹脂ラミネートに代替されたアルミチューブが生産されている)

② 技術水準

a) アルミニウム家庭器物

インドネシアでのアルミニウム家庭器物は他の東南アジア諸国と比較して、より大きい需要がある。この理由としてはまず第一に人口の大きいことがあげられるが、ゴミ採集用アルミニウム製コップ等のアルミニウム容器に昔から慣れ親しんでいることと、低所得者層にも買える程度の安価な器物を供給する多くのメーカーが存在すること、さらには、これら安価なアルミニウム器物が1年程度の寿命で使い捨て商品になっていることがあげられる。現在インドネシアでアルミニウム家庭器物を生産しているメーカーは10社程度と推測されるが、主要7社を総合的な技術水準でA、B、Cの3クラスに分類すると次のようになる。

	月間生産量	材料調達先	高級品生産量 (テフロン、アルマイト)	アルミニウム以外の 器物
<u>Aクラス</u>				
A社	800MT	自社系列	260MT	ステンレス/樹脂
B社	150MT	自社、他社、輸入	50MT	ステンレス/鉄イナメ
<u>Bクラス</u>				
C社	150MT	自社	—	樹脂 ステンレス
D社	180MT	自社	—	
E社	310MT	他社	—	
<u>Cクラス</u>				
F社	100MT	自社	—	—
G社	50MT	他社	—	—
合計：	1,740MT/月		310MT	

出所：第2年次現地調査

各クラスに属する企業の特徴および技術水準は概略次の通りである。

Aクラス：i) インドネシア国内向けに安価な器物を生産しながら他方でテフロン加工品やアルマイト加工品の高級器物を製造し、輸出している。特に、日本向け輸出には力を入れており、スーパーマーケット向けや器物メーカーのOEM生産を手掛けている。

- ii) 設備的には器物用の各種プレス、アルマイト加工設備、さらにはテフロン加工設備ラインを保有し、これら製造設備の操業は自社の技術スタッフによりなされている。
- iii) 原材料は自社製ないしは国内圧延メーカー製のアルミニウム板を使用しているが品質が悪く、輸出向け高級品の製造は歩留まりがかなり悪いものと推測される。他方、国内向けは品質が問題とされることも少なく、十分採算もとれているものと推測される。

- Bクラス：i) このクラスに属する企業3社の内2社は旧式のプルオーバー・ローリング機により製造された自社製の板を使用し、他1社は国内圧延メーカーより供給された板を使用し器物の生産を行っている。3社とも国内向けに「安かろう悪かろう」商品を大量に生産している。
- ii) 器物製造用の各種プレス機は中国や台湾製の旧式のもので、人手に頼った労働集約的な生産を行っている。
 - iii) 十分な技術スタッフがおらず海外向けに高級品を製造するだけの技術力がない。

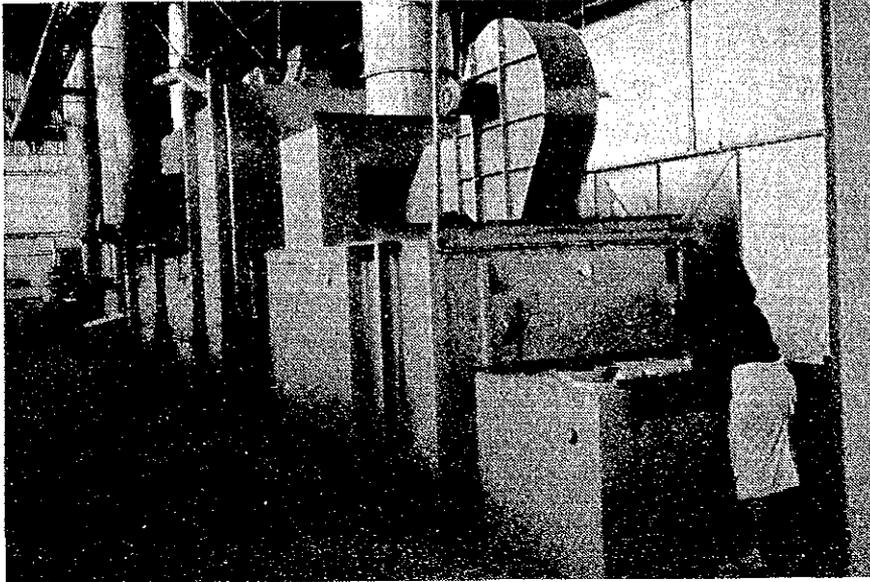
- Cクラス：i) 非常に旧式なプルオーバー・ローリング・システムの設備でアルミニウム板を製造し、これを器物に加工しているメーカーと、国内圧延メーカーよりアルミニウム板の供給を受け小規模の設備で器物を製造しているメーカーに大別される。このクラスに属する企業はメダン、カリマンタン等に販売地域を限定し、小規模の生産を続けている。

b) アルミニウム屋根板

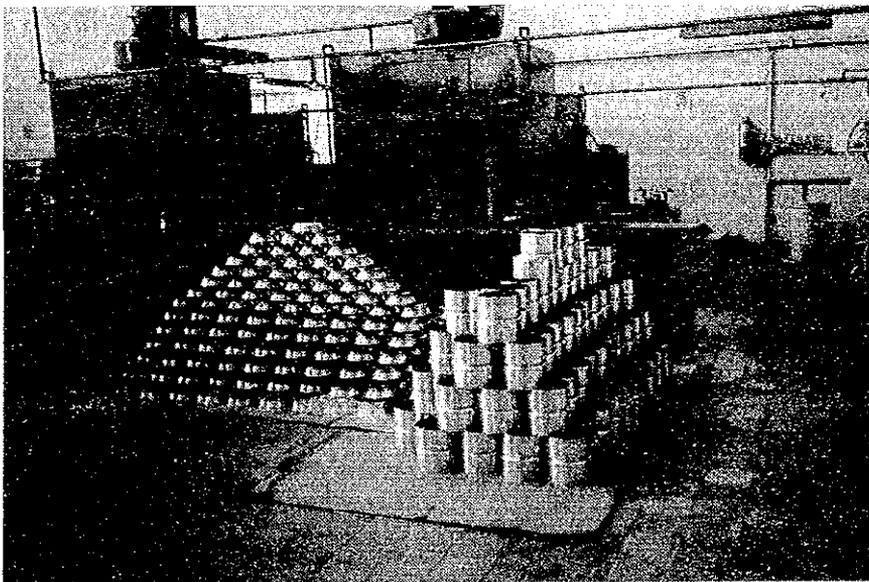
ロールフォーミング工程自体1台の機械による簡単な作業であるため技術レベルはほとんど問題とされない。最終的な製品の品質は原材料であるアルミニウムコイルの板厚精度および平坦度により決定され、品質の悪い材料の場合フォーミング成形自体ができなくなる。

インドネシアではアルミニウム屋根板用原材料のアルミニウムコイルは1社が独占的に製造、供給しており、品質向上への努力は不十分である。両端の厚さの異なる板が十分な検査もされないまま出荷されている等のクレームも指摘されている。このように、品質的には何とか使用に耐えられる程度というのが現状である。

写真⑥：新鋭設備によるテフロン加工（Aクラス）



（テフロン加工を施された製品はほぼ全量が輸出されている）

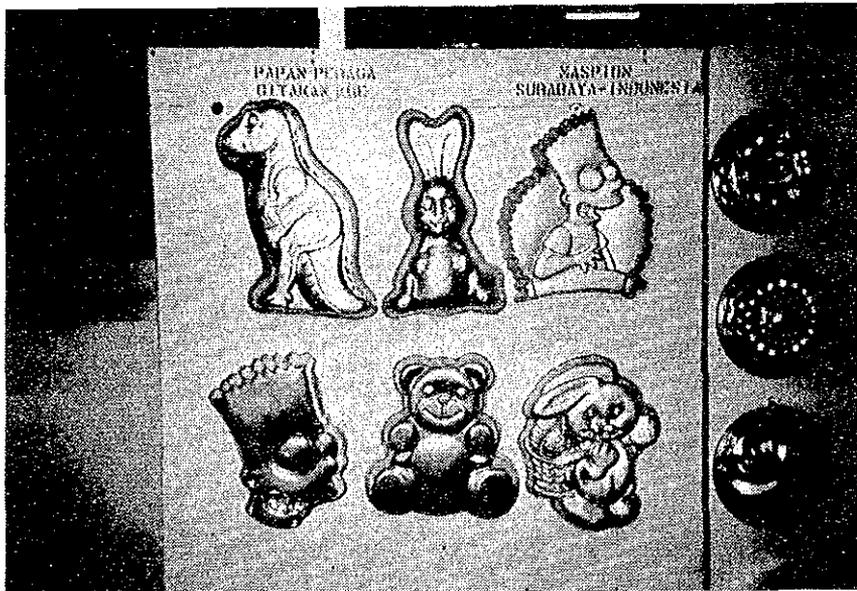


（廉価品の製造ラインと比べ整理整頓が進んでいる）

写真⑨：高付加価値製品の例



(日本へ輸出されているフライパン)



(ケーキ用型：高付加価値製品の一例)

写真⑩：アルミニウム製家庭器物の製造（Bクラス）

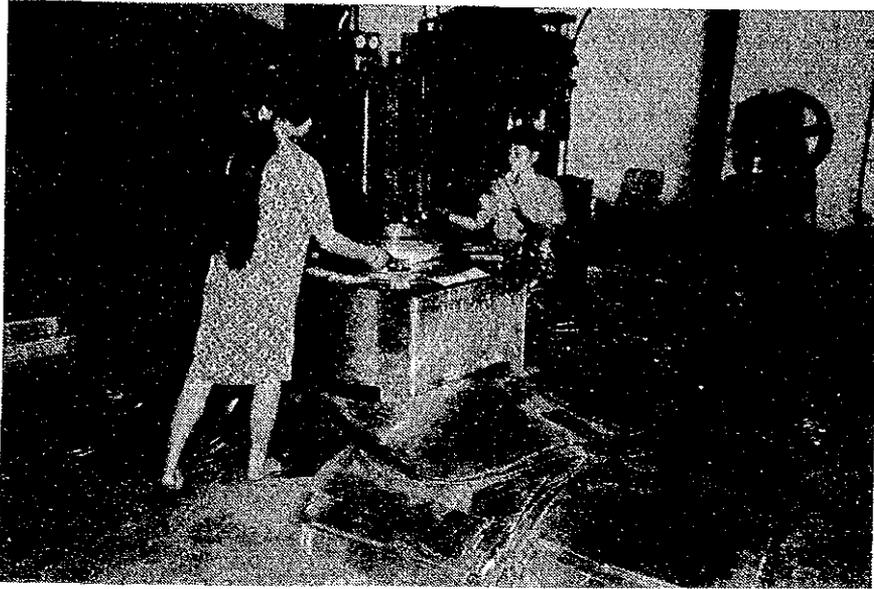


（旧式な設備で、主として人手に頼った生産である）



（機械化が遅れており、完成品の品質のバラつきも大きい）

写真⑩：旧式機械設備による製造（Cクラス）



（ほとんどの製品設備は古く、安全装置も付いていない）



（工具は私服にサンダルで作業しており、また、機械には安全装置が付いていない）

c) アルミニウム箔

インドネシアでアルミニウム箔を生産しているのは1社にすぎない。この企業は中古の箔圧延機8台にて製造を行っており、7ミクロン以上の厚箔は同社の独占状態になっている。現在国内需要の伸びが大きくなり、また関税面での保護および初期投資額が大きいことより、当面新規参入企業はないものと推測される。同社の現有設備では7ミクロン以下の箔圧延は技術的に困難である。

インドネシア国内でのアルミニウム箔の需要は月間約900トンと推測される。このうち約半分の450トンは同社が供給しているものと推測される。残りの箔は、7ミクロン以下の箔厚のものと紙やビニール等との張り合わせ用箔であり、これらは製造に技術的に高度なものが要求され、ほぼ全量を輸入に頼っている。

一般に箔圧延で問題となるのは圧延厚みの薄さによる材料の破断であり、これをいかに防ぐかが大きな技術的課題となっている。主要な破断の原因としては、㊸板の形状歪みと、㊹材料欠陥があげられる。板の形状歪みについての先進諸国における一般的な解決方法としては鋳造時の浴湯の清浄化、圧延時のローラー傷・スリッター不良の除去、さらには製造工程全体を通してのクリーン化で異物の混入の防止があげられる。

ところで、同社では自社内でスラブより圧延された箔地の元板を箔圧延しアルミニウム箔を製造しているが、全体を通して旧式の設備機器を使用していることより浴湯の清浄化ならびに圧延時の形状歪みの除去が十分にはされなく、これが最終製品であるアルミニウム箔の歩留まりに大きな影響を与えている。ただし、同社では目下設備機器の更新を進めており、新たに導入したAFC装置を付帯した冷間圧延機が稼働し始める頃には、浴湯、鋳造の新設備とあいまって製品歩留まりは大幅に改善されるものと考えられる。

d) アルミニウム・インパクトチューブおよび缶

インドネシアのアルミニウムインパクトチューブ・缶主要5社の生産品目、生産量、保有設備、使用材料の概略は次の通りである。

	生産品目	生産量(月)	保有成形機	材 料
A社	アルミ 缶	150MT	西独製 (4基)	アルミ地金
B社	アルミチューブ	30MT	西独製 (4基)	アルミ地金
C社	アルミチューブ	20MT	西独製	輸入スラグ
D社	アルミチューブ	10MT	西独製 (4基)	国産スラグ
E社	アルミ 缶	15MT	西独製 (2基)	輸入スラグ

合計： 225MT/月

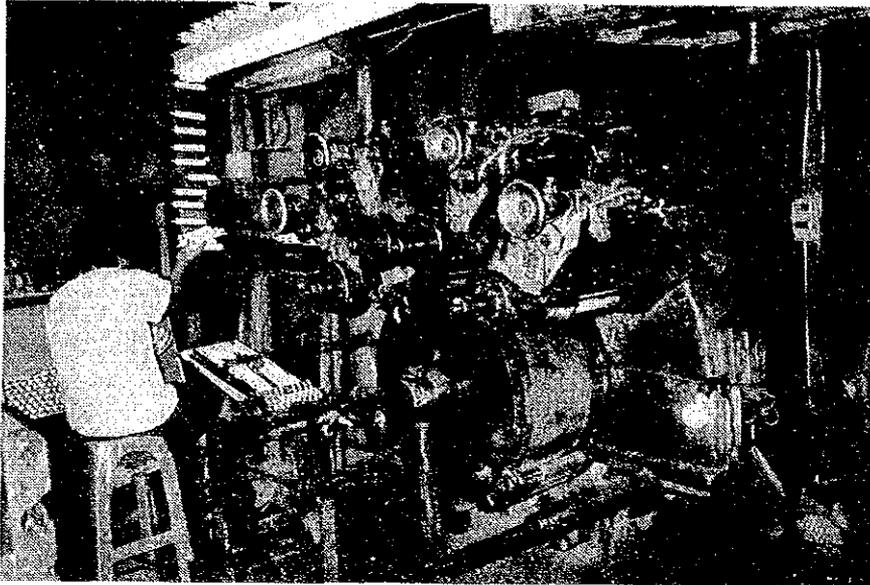
出所：第2年次現地調査

上記のように、A社が国内で圧倒的な生産量を誇っている。同社はアルミニウム新地金の溶解から最終製品までの一貫生産を行っており、また、スラグの外販も行っている。しかしながら、溶解全ロットの成分分析は行っておらず、中間材料のスラグの純度が最低限の99.7%を維持しているかは不明である。

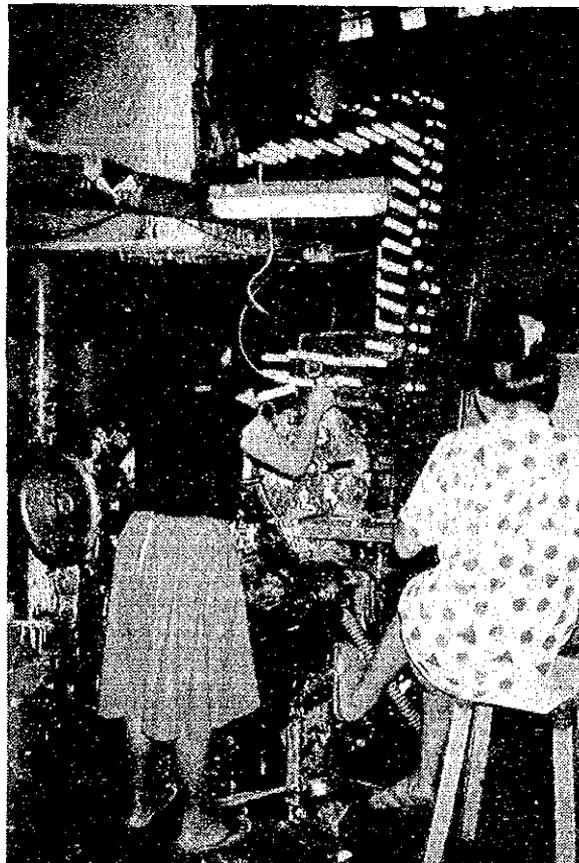
A社の製造設備は西独製の中古機械であり、製造技術についても西独より導入している。最終製品の形状、印刷上がりが全般的に劣っているが、カサ高い製品でもあり輸入品との競合は少なく、国内需要家に受け入れられている。

A社以外のメーカーは、品質の劣る材料を使用しており、また老朽化した設備機械を使用していることより、生産性が低く、また最終製品の品質も良くない。特にスラブの材質が安定していないことより最終製品のチューブ、缶の形状が安定せず、このことが印刷段階の問題を引き起こしている。調査団の訪問時においても機械の故障のために稼働を停止しているラインがいくつも観察された。安価な人件費で、一つの機械の回りに何人もの工具を配置し、人海戦術でこれらトラブルに対処しているのが実態である。

写真②：アルミニウム・インパクトチューブの製造



(老朽化した製造設備により生産されており、種々品質上の問題を起こしている)



(一台の機械に5～6人の工員が張り付いており、生産性が低い)

③ 製品開発

a) アルミニウム家庭器物

インドネシア国内での家庭用器物の最近の伸びは著しく、この2年間は年率にして10%程度の伸びを示している。他方、国民所得が順調に推移していることより、より付加価値の高い高級器物に対する需要は順調に伸びていくものと推測される。

Aクラスに区分されるメーカーではこれまでにテフロン加工品とかアルマイト加工品といった高級品を多少の採算の悪いのにもかかわらず輸出向けに手掛けてきている。今後も器物の高級品を始めとするプレス加工品については現有の設備で十分に対応でき、材料として品質の高いアルミニウム板の供給がなされるならばOEM生産とか、部品供給といった形の輸出が増加していくものと考えられる。

一方、B、Cクラスの企業は現有設備内容および技術力からみて製品開発に取り組む余裕は余りないと判断される。

b) アルミニウム屋根板

既述のごとくアルミニウム屋根板はアルミニウムの特製を生かした用途としてこれまでカラー鋼板やスレート等の競合品に打ち勝って需要を伸ばしてきている。ロールフォーミング成形という分野では今後壁材用のサイディング材あるいは雨戸材等の建材製品の分野での新製品の開発が期待されるが本格的に製品開発を進めている企業は皆無である。現在の、同国内での1社独占供給状態をなくし、少なくとも海外品と競合する状態にすることで付加価値の高く品質の良い製品開発の動機付けを行うことが必要であると考えられる。

c) アルミニウム箔

今後インドネシアにおいてはより付加価値の高い薄箔、貼り合わせ用箔、ならびに箔加工品の需要が伸びていくものと考えられる。インドネシアで生産を行っている唯一の企業では箔地の品質改善を進めており、7ミクロン以下の薄箔については技術的に製造可能なところまできている。平坦度の十分な薄箔の開発により紙やビニールと

の貼り合わせ箔の製造が可能となるであろう。

また、同社は既に箔トレイやガスマット等箔加工品の製造も手がけていることより、価格が重要視されるこれら製品については日本を始めとする東南アジア諸国への輸出の拡大が可能となる。

d) アルミニウム・インパクトチューブおよび缶

日本とか欧米の先進国では歯磨き用のアルミニウムチューブは樹脂ラミネートに、アルミニウムエアゾール缶はブリキ缶にとって替わられつつあり、アルミニウムチューブおよび缶の需要は伸び悩んでいる。それに替わって伸びているのはコンデンサーケース、コピードラムといった電気・電子部品の分野である。今後、インドネシアの電気・電子関連産業が発展していけばこの分野での需要は急増していくものと考えられる。また、インパクトチューブの製造自体がアルミニウムの冷間鍛造の一種であり、鍛造技術の向上で自動車部品や高額製品の部品といった分野に大きな需要が生まれるものと期待される。

これらの高度な加工製品での品質を決定する最も重要な要素は原材料であるスラグの品質であり、現在インドネシア内で供給されているスラグの品質をいかに改善していくかが今後この分野において国際競争力を持つための最重要ファクターとなってこよう。

④ 工場管理ならびに品質管理

アルミニウム板加工製品のうちインドネシアにおける代表製品である家庭用器物産業における管理状況を見ると、圧延製品についてみたのと同様の特徴が観察される。すなわち、㊸小品種生産、㊹見込み生産、㊺少数の監督者と多数の単純作業員、である。このような特徴をもった産業分野であり、生産コストは低い品質面ではかなり劣る鍋、やかん等に限られた製品が大量に生産されている。

工場管理面からみると、小品種大量生産に向けた、かつ単純作業に適した丸抜きプレス、深絞りプレス、表面バフ加工機といった機械が大量に設置され、手作業による操業が行われている。品質を問わなければ生産性も良くコストも低く押さえられた管理がな

されていると評価される。ただし、今後、インドネシアアルミニウム産業が国際的に競争力を持つためには、②新鋭機械設備の導入、⑤近代的経営の導入、③より高い生産性の追求、④R & D機能の充実、が不可欠とされる。

⑥ 工場現場の状態

アルミニウム板加工のうち家庭器物製造7社とインパクトチューブ製造2社が工場チェックリストにより評価された。これら企業の平均評価点を表3-3-51に示した。屋根板並びに箔の製造は圧延メーカーにより行われていることより、ここでは省いた。

器物製造の7社は企業による製造規模および設備機器の差が大きい。欧米より技術を導入して高付加価値の製品を製造している1社はほぼすべての項目に2点もしくは3点の評価となっている。これに比べて付加価値の小さな廉価品を製造している3社は生産技術、労務面の両方において25項目のうち約1/3が2点、残りの2/3が1点の評価となっている。3社は両社の中間に位置している。

器物製造7社が全般的に評価の良かった項目は作業管理のなかの配置人員、作業態度、作業速度、作業率、並びに設備管理のなかのレイアウトである。他方、評価の低かった項目は現品管理の4項目、品質管理の4項目、作業管理の3項目、安全衛生の2項目と意欲に関する1項目である。各社とも従業員が楽しく安全に仕事を行えるような環境を整えることよりも、いかに効率よく製造を行うかの点により重点がおかれており、また、製造された製品の品質管理については一部の輸出用製品を除いては重要視されていない。

インパクトチューブの工場は設備管理が比較的良好に行われている。特に工場レイアウトは優れており、効率の良い製造ラインが設置されている。工員の配置も適切で、人間のムダな動きが少なく労働力が有効に利用されている。反面、生産技術面においては品質管理が十分に行われていない。ごく基本的な計測機器があるだけで、より付加価値の高い高品質商品の製造には不十分である。また、労務面においては、制服の支給とか休憩室の設置とかが今後の課題である。

表3-3-51 工場現場の視察結果（器物・インパクトチューブ）

評価項目		評価規準	器物	インパクトチューブ		
生産技術	作業管理	配置人員	自動化程度、掛け持ちレベル	2	2.5	
		作業態度	真剣味、眼差し、雑談	1.9	2	
		作業速度	手の運び、歩行速度	2	1.5	
		作業率	設備停止頻度、歩行距離、打合せ	2	1.5	
		管理方式	生産目標・実績の掲示、欠勤掲示	1.1	1.5	
		作業改善	ムダの少なさ、治工具改善	1.7	2	
	現品管理	材料・部品	容器、保管方法、積み方、棚札有無	1.6	2	
		仕掛品	停留品の多少、現品票の有無	1.6	1.5	
		製品	保管荷姿、箱の汚れ	1.6	2	
		マテハン	置場表示、運搬方法、置き方	1.4	2	
	品質管理	工程検査	規準の提示、検査熟練度、限度見本	1.4	1	
		不良品取	不良表示、置き場区別	1.7	1.5	
		計測機器	保管方法、検定マーク	1.3	1	
		管理方式	管理図、不良率の掲示	1.3	1	
	設備管理	レイアウト	ライン化度合い、一貫性の度合い	1.9	2.5	
		設備保全	設備の汚れ、配管・配線不良	1.6	2	
		建屋管理	床の凹凸、窓ガラス破損、塗装他	1.7	2	
	労務	作業環境	整理整頓	通路確保・明示、治工具保管	1.6	2
			服装	制服・制帽、作業靴、名札	1.1	1
			照明	明暗の程度、照明方法	1.7	2
			換気	塵埃、臭気、窓、換気扇	1.1	1.5
休憩室			区画の有無	1.6	1	
安全衛生		安全	危険表示、安全具使用、扉表示	1.3	1	
		衛生	建屋・通路の清掃、手洗い場の有無	1.4	1.5	
意欲		動機づけ	掲示板の有無、QCサークル掲示の有無、 全社運動標語掲示	1.1	1	

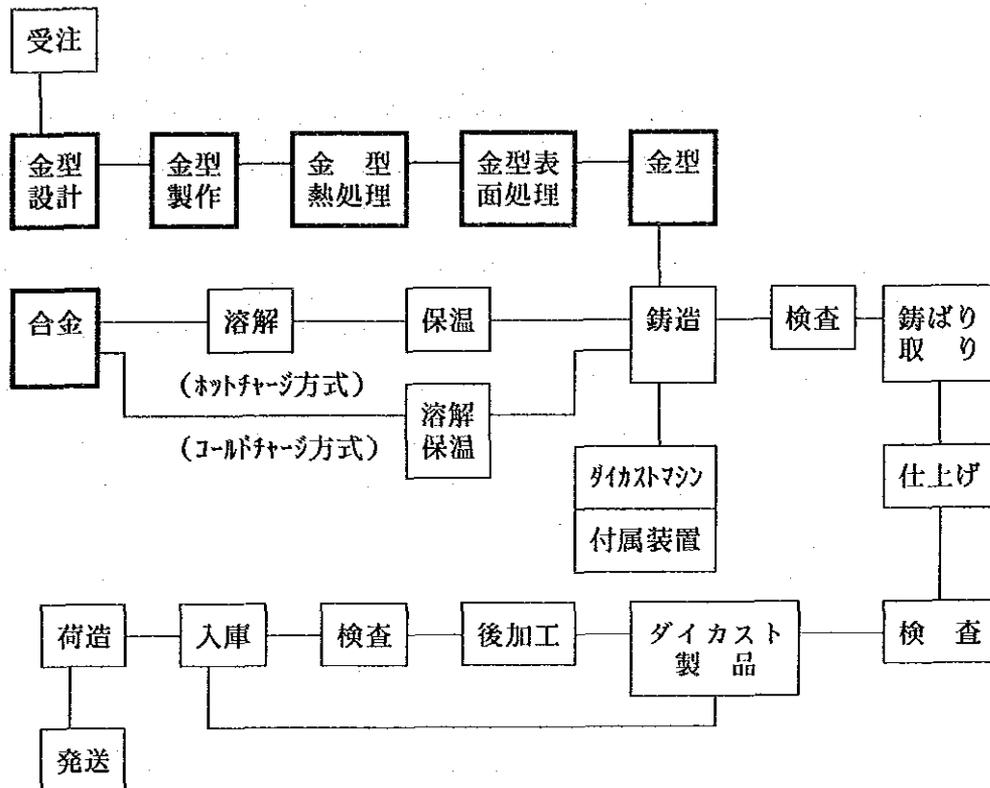
出所：第2年次現地調査

4) ダイカスト

① 製造工程

ダイカスト製品の製造工程は下記のように概略される。

図3-3-24 ダイカストの製造工程フロー



一般的に工業製品は5Mの要素により生産されるといわれる。5Mとは、材料(Materials)、機械(Machines)、方法(Method)、人(Man)、資金(Money)である。ダイカストにおいては、この5Mに加えて金型(Die)が主要な生産要素となっている。すなわち、「5M+1D」によりダイカスト品は生産されている。

得意先よりの受注が決定したら、その製品の品質のポイントを十分に把握し、それを満足するような設計をして金型を製作する。この金型と材料であるアルミニウム合金、それにダイカストマシン（附属装置含む）に人、作業方法、資金を加えた5M+1Dによりダイカスト製品は生産される。

ダイカスト製造工程には大きく、ホットチャージ方式とコールドチャージ方式の2通りがある。両者の違いは合金の溶解工程と保温工程が区分されているか否かである。ダイカストでは、その基本となる温度管理は重要な管理項目であり最終製品の品質に大きな影響を与える。ホットチャージ方式はコールドチャージ方式に比べ溶湯の温度管理が容易であるため、高品質のダイカスト製品の生産にはホットチャージの方式が望ましい。

製造工程フロー図において太枠で囲んだ部分はインドネシア国内企業において特に問題とされるところである。これらは合金と、金型である。地場企業が溶解・精練して販売している合金は十分な検査が行われずそのまま出荷されるため成分が不明確で、信頼性に乏しく、しかも、需要量に対して国内の供給量は十分ではない。一方、金型は設計方案の技術が未熟であり、ノウハウがないことより複雑な型の設計、製造はできなく、また適正な熱処理・表面処理ができないため、種々トラブルの発生、耐用命数の短命などの問題が発生している。

② 技術水準

技術水準は外資系企業と地場企業との間に大きな隔たりが観察された。外資系企業は輸送機関連の組立型メーカーが自社内で使用する部品を内製しているケースが大半であり、ダイカスト専門メーカーはない。一方、地場企業はごく少量の部品を内製しているところを除けば、ダイカスト専門メーカーは1社のみである。以下、外資系企業と地場企業に分けて各々の技術水準について記述する。

②-1 外資系企業

- a) 日本、イタリア、西独等より設備と技術を導入し、また技術者の研修、指導も受けているため、製品品質も良好で日本における中クラスに相当する技術水準である。

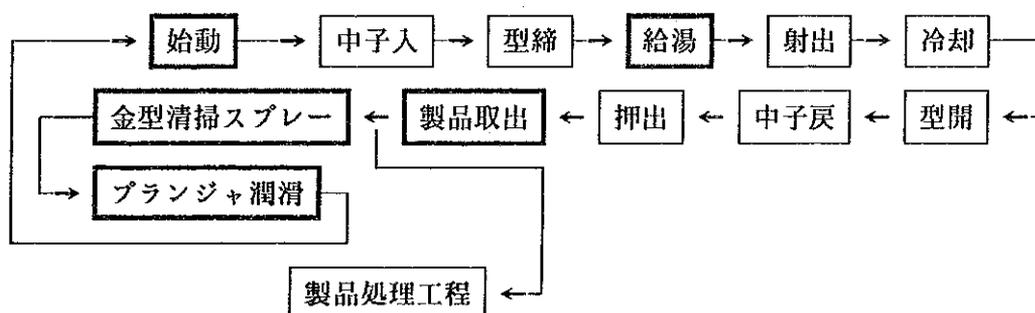
b) どの工場も人手に頼っての製造工場であり、鑄造の省力化、自動化についてはほとんど関心をもっていない。数社は給湯機の自動化はしているが自動給湯機と自動スプレーの両方を設備しているのは1社にすぎない。自動化の目的は、㊸工数の低減、㊹品質の安定、㊺生産性の向上であり、単に人手に替わる機械化ということではなく、品質の向上に大きく貢献するものである。

自動化を推進するには、まず第1に生産ラインの作業方式を検討し、次に各工程について綿密な分析をしなければならない。すなわち、手作業により行われている工程の各要素を分析し、それら进行处理できる機能をもった自動装置に置き換えることになる。

安定品質を得るためには、溶湯温度、金型温度、冷却水の流量及び温度調整の管理が重要であり、これらの計測制御方式の確立が必須である。また、生産性の向上に対しては、鑄造作業の安定性に重点をおき、ダイカストマシン、金型、周辺機器などのトラブル排除を進めることが最も重要である。

一般的なダイカスト作業（コールドチャンバー）のフローチャートを次に示す。

図3-3-25 ダイカスト作業のフローチャート



上記フローチャートにおいて太枠で囲まれた部分が手作業による工程である。この手作業部分は、次の自動装置におきかえられる。

製造工程

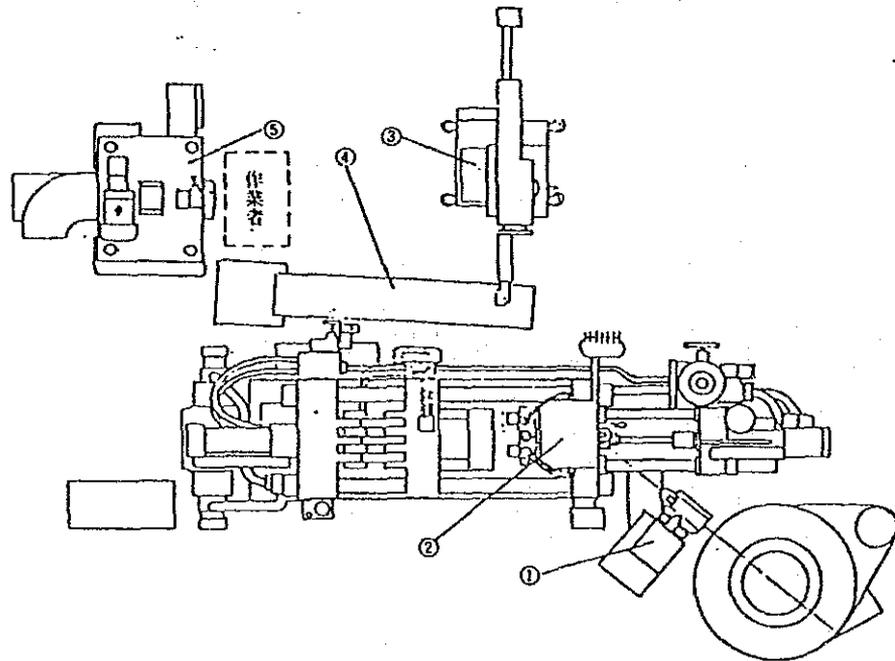
手作業

自動装置

給湯	圧入スリーブへの給湯	自動給湯装置
製品取出	金型からの製品取り出し	自動製品取出装置
	トリミング型へ製品搬入	自動製品取出装置
金型清掃スプレー	金型清掃離型剤のスプレー	自動スプレー装置
プランジャ潤滑	プランジャ潤滑油塗布	自動プランジャチップ潤滑装置

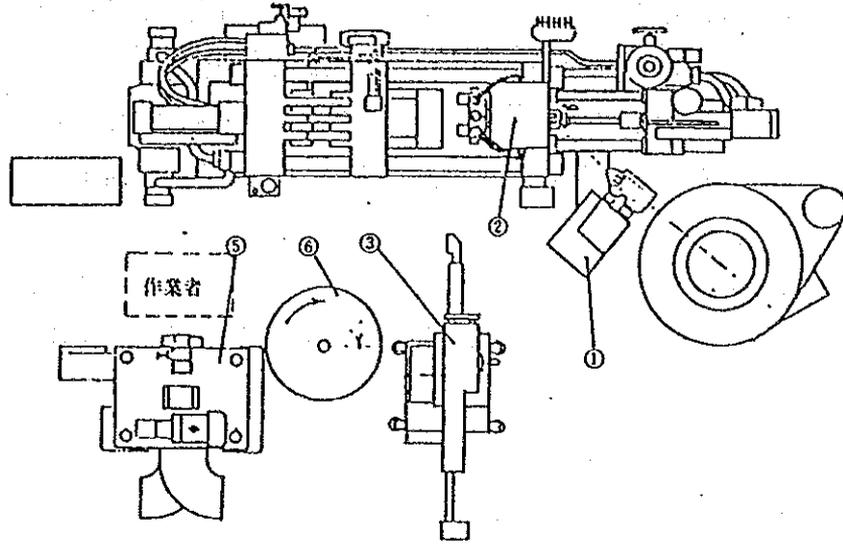
自動化のレイアウト例を3通り図示する。図3-3-26は製品取り出し装置とトリミングプレスを操作側の反対に設置したものである。他方、図3-3-27は走査側に旋回機能を持つ製品取り出し装置とターンテーブルを組み合わせ、作業者がトリミングするレイアウトである。図3-3-28はダイカストマシンの配置例である。

図3-3-26 自動化レイアウト事例(1)



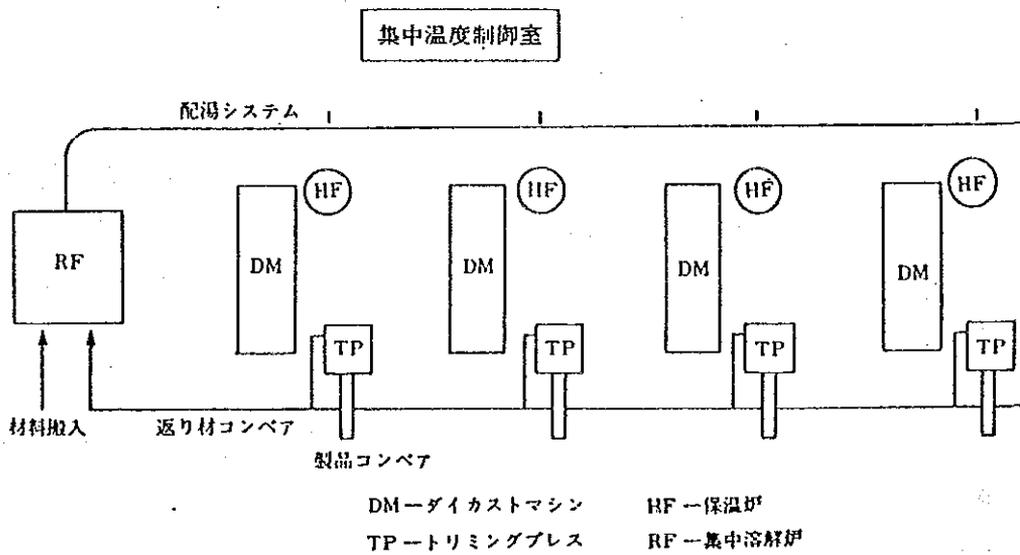
装 置 名	
① 給湯装置	④ コンベアー
② スプレー装置	⑤ トリミングプレス
③ 製品取出装置	⑥ ターンテーブル

図3-3-27 自動化レイアウト事例(2)



装 置 名	
① 給湯装置	④ コンベア
② スプレー装置	⑤ トリミングプレス
③ 製品取出装置	⑥ ターンテーブル

図3-3-28 ダイカストマシン配置例



c) 前述したようにインドネシアのダイカスト産業における技術的問題の最大の一つは金型にある。現在のインドネシア産業の水準では金型の設計製作の技術・技能が未熟なため、簡単なものはつくれるが複雑な高級金型はつくれない状況である。複雑な高級金型は、外国（日本、イタリア、西独、台湾等）に製作を依頼している。また、簡単な金型でも設計から完成まで長い期間を要し、製作の開始から最終合格まで1年間を要した例もある。

設計の基本、鑄造理論、ならびにダイカストマシンの性能等を十分に理解し習得する必要がある。具体的習得事項としては次のようなことがあげられる。

- i) 製品仕様と製品の細部設計
- ii) 縮み代、寸法精度
- iii) 力学的諸問題と金型設計
- iv) 鑄造方案の基本設計と細部設計
- v) 金型冷却方案の設計
- vi) 金型寿命（ヒートチェック、溶接、摩耗等）
- vii) ダイカストマシンの射出装置の挙動と製品の充填条件の水力学的考察

金型の設計製作の最終段階は熱処理および表面処理であるが、インドネシアには適正な金型の熱処理と表面処理の設備を備えた工場は少なく、製作される金型の耐用命数が短く、これが生産阻害の主要因となっている。熱処理と表面処理設備の設置検討が各企業にとり緊急課題である。

d) 多くの企業においてダイカストマシンおよび金型のメンテナンスは十分な管理がなされていない。事故が起こってから対処する傾向が強く、事前の防止対策を講じている企業は少ない。毎日、1週間、1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月及び1年毎の定期点検項目を決め、チェックする体制が必要である。

e) 製品不良内容の中でポロシティ不良は主要なものの一つであるが、その防止対策である金型対策及びマシン対策が不十分である。もっぱら鑄造条件だけで対策している傾向が多く、根本的な対策がなされていない。日本等先進諸外国においては、鑄巣発

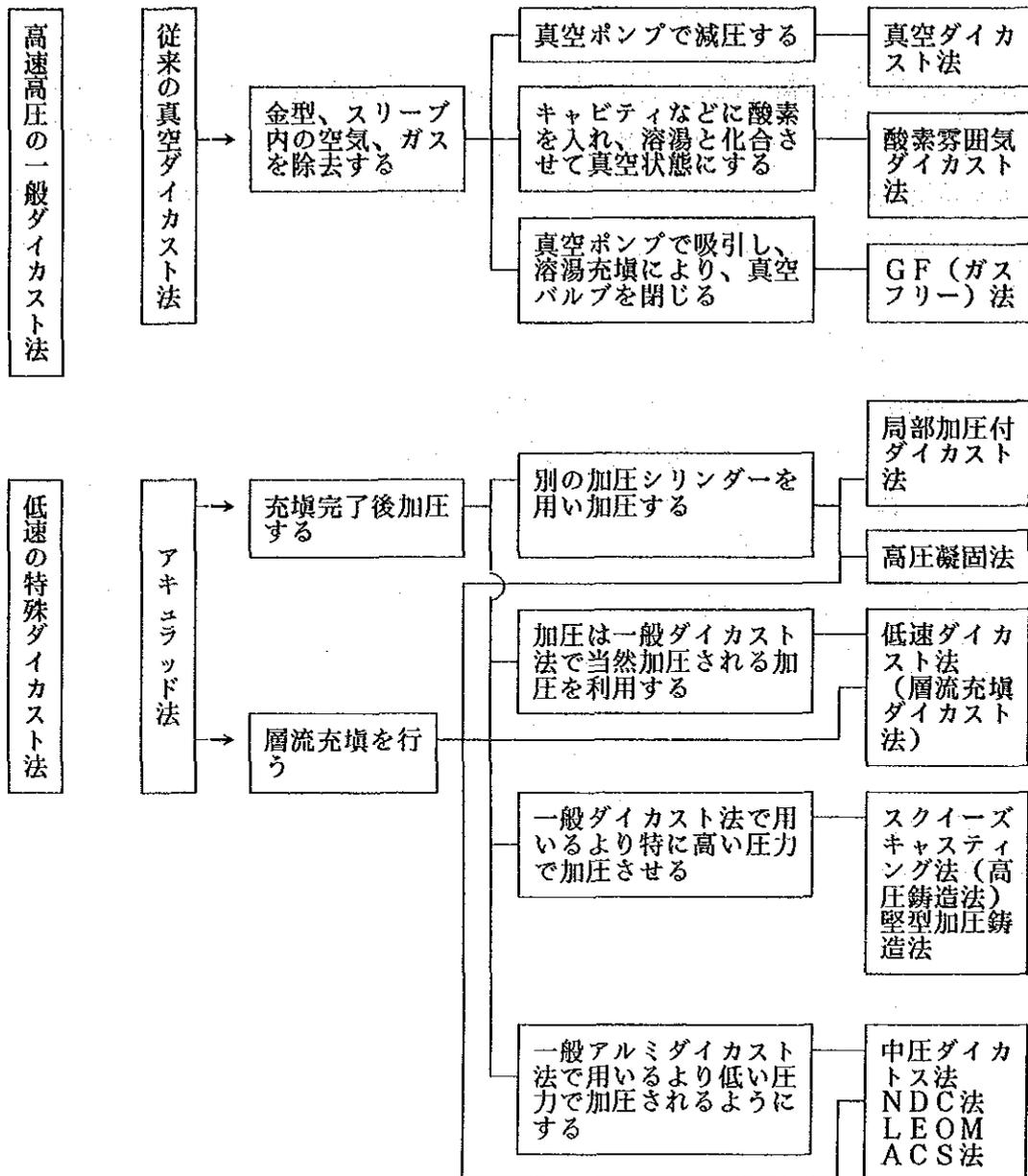
生防止法の諸方法が開発されているので、適合する方法を導入して、ポロシティ不良を減少させるように努力すべきである。

金型の湯口、湯溜方案と、鑄造条件の調整だけで処理するのは第一段階である。その次の段階としては、金型キャビティ内をいかに減圧、真空にして空気の巻き込みのない溶湯を充填させるかの検討である。現在までに開発されている方法としては次のようなものがあげられる。

- i) 真空ダイカスト法
- ii) 減圧ダイカスト法 (キャビティ内の減圧)
- iii) PFダイカスト法 (酸素雰囲気ダイカスト法)
- iv) GF (ガスフリー) 法
- v) 局部加圧付ダイカスト法
- vi) 高圧凝固法
- vii) 低速ダイカスト法 (層流充填ダイカスト法)
- viii) スクィーズキャスト法 (高圧鑄造法)

これらをまとめて一覧表にすると次のようになる。

基礎となる 新ダイカスト法の主要素 主要素、圧力の使用方法 新ダイカスト名



f) 外資系の企業では一般的に外国人技術者により工程の管理、技術指導等が行われているが、現場の作業者との間に立つ中堅技術者が不足しており、生産性の向上、金型も含めた一貫生産、R&Dの面において発展を阻害している。中堅の技術者が育っていない原因として、育てる過程の中で退社する等の定着率の悪さと、育てようにも基礎

的な技術知識に欠ける等の人材の質の問題があげられる。ある日系企業を例にとれば、生産性は日本国内のそれと比較し約6～7割位にしか達していない状況である。中堅技術者は、非常に重要な役割を担っているため、早急にその育成策を検討する必要がある。

g) インドネシア産の原材料アルミ合金の品質が信頼性に乏しい。材料の溶解精練の技術が低いため、安心して使用することができない。また、合金に付帯している成分表に誤差の多いことが数社より指摘された。現実には1社だけがその使用総量の約2割を国内調達しているのを除けば、残りの合金はほとんどすべて輸入品に頼っている。

②-2 地場企業

地場企業は既述した外資系企業の抱える技術的問題すべてに加え下記した問題も持っている。

a) 生産設備のレイアウトがよくないことがまずあげられる。地場企業ではアルミニウムダイカストを製造するコールドチャンバと亜鉛ダイカストを製造するホットチャンバのマシンを隣接して設置しているが、これは材料混入の問題を必ず引き起こし、品質の悪い製品を産み出す。このような異なる材料を使用する設備機械は完全に隔離して、設置しなければならない。可能ならばアルミニウム合金と亜鉛合金の鋳造設備は別棟にすることが高品質の製品を生産するためには望ましい。

b) 第2番目として温度管理がなされていないことがあげられる。地場企業はダイカストの基本である温度（溶湯温度、金型温度）に関してほとんど無関心である。特にコールドチャンバにおいては、保温炉に温度計もなく、何度で鋳造しているかよくわからないほどである。溶湯温度や金型温度は非常に重要で、製品品質に及ぼす影響が大きいので、よく管理しなければならない。溶湯温度は、特に保温炉で合金を溶解し保温する場合は湯温のばらつきが大きいので注意を要する。合金材料を別々の溶解炉で溶解し溶湯を保温炉に補給する、いわゆるホットチャージ方式のほうが、湯温のばらつきが小さいので望ましい方法である。

写真③：地場ダイカスト企業の生産設備



(アルミダイカストと亜鉛ダイカストの製造設備が隣接しており材料混入の恐れがある)

写真④：製品のバリ取り



(鉄片による製品のバリ取りは乱雑であり、良品が傷つきやすい)

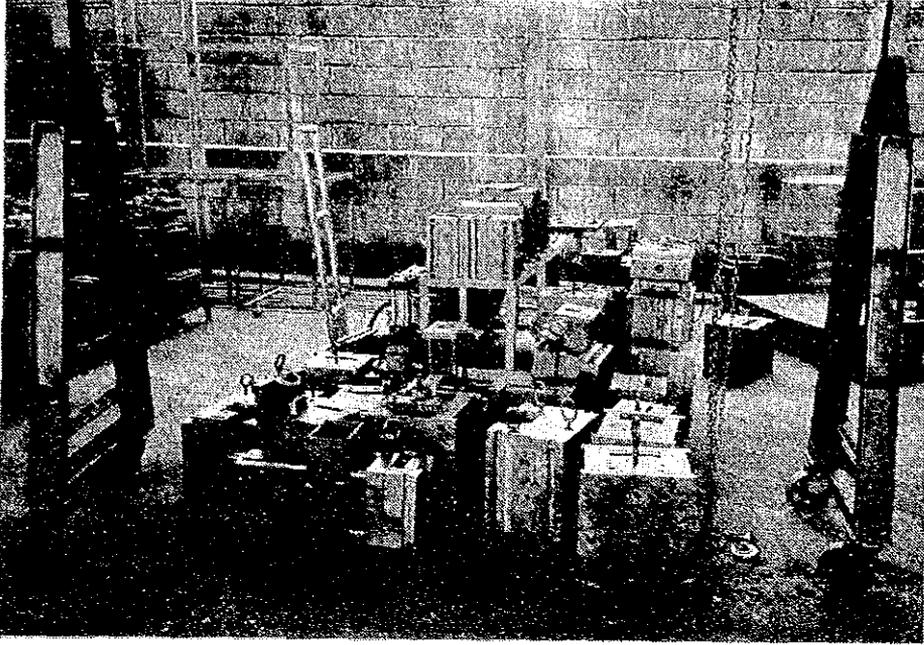
c) 製品の保管及び取扱い方が粗雑である。湯口、湯溜り等の除去作業は製品を地面にころがしておいて、1個ずつ取り上げて受台の上におき、工具で除去しているが、製品に打こんや傷がつきやすい状況にある。また、湯口、湯溜り、錆びり等を除去した良製品が地面に山積みされている。良品に傷が付いたり、良品と不良品が混入するおそれが多い。基本的なこととして、デパリング（製品でない部分を除去する作業）と良品の保管方法を改善しなければならない。

d) 金型の整備ならびに保管が不適切に行われている。地場企業においては保管金型が地面に直接置かれているが、ごみ、ほこり、および異物等の附着のおそれがあるので好ましくない。適当な受台を準備し、その上に保管しておくことが望ましい。その際留意することとしては、铸造終了した金型に附着しているアルミニウム片などをよく除去して、出来れば洗浄し、防錆油を塗布して保管しておくことである。その際、焼付き部分のみがき、寸法修正、機能部分（押出ピン、可動中子、ガイドピン、鋳込口ブッシュ、分流子、冷却管）の不具合な部分の修正を行うことが大切である。これら修正においては、不具合な部分のみの修正にとどまらず、他に不安定なところがあれば積極的に修正しておき、特に消耗の激しい中子ピンなどは必ずスペアを常備しておくことが肝要である。

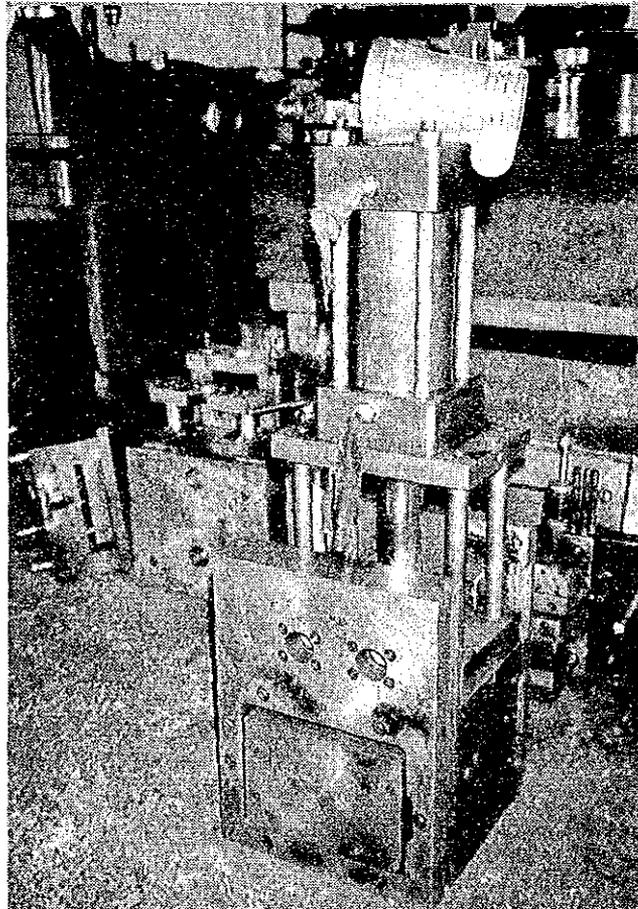
キャビティ面の黒色酸化膜は Fe_3O_4 が主な組成で、熱衝撃を緩和する作用や断熱、潤滑効果をもたらす重要な皮膜である。従って、漫然とみがきとってはいけない。また、付着した水滴で赤錆が発生するとこの皮膜は破壊されてしまうので、防錆剤を塗布して保護しなければならない。

日本の企業においては、整備済みの金型は、押出ロッド、コアプラ、プランジャチップ、冷却パイプなどの関係部品と共に整備済みの表示をして所定の場所に収納するような管理がなされている。要は、次回の铸造時に絶対にトラブルをおこさないように対処することである。地場企業ではこのような管理はされておらず、整備済の金型と未整備の金型が関係部品と一緒に雑然と床に置かれていた。

写真⑯：金型の保管



(保管金型が直接地面に置かれており、ごみ、ほこり、異物が付着している)



(手入れが悪く防錆油が塗布されておらず、金型の表面が錆びている)

e) 地場企業においては企業内での作業教育はほとんど行われていない。定期的に作業教育を行うことが中堅技術者の養成にもつながる。教育内容は、ダイカストの基本について、ごく簡単なことから合金、金型、ダイカストマシン、鑄造、品質並びに安全に関することまで含まれ、さらに上級管理者には原価コストの分析等の教育も必要である。しかしながら、地場企業の現状をみるに、まずは整理・整頓よりはじめることが必要であると考えられる。安全は整理・整頓にはじまり、整理・整頓に終わるといわれる程職場の安全管理を推進する上に大切な対策の一つである。

整理・整頓とは具体的に次のような内容を含むものである。

整理： 必要なものと、不要なものに分け、不要なものは即刻自分の作業範囲から取除く。

整頓： 必要なものを使いやすいように、きちんと並べ、いつでも使えるようにしておく。

清掃： 自分の職場はいつもきれいに掃除する。
機械・器具・壁にふれると作業服が汚れるようではダメである。床だけきれいでは清掃とはいえない。

清潔： 整理、整頓、清掃の状態を維持すること。
これはしつけによって習慣づけられるまで全員で互いに指摘し、監査して習慣が定着化されるまで徹底的に行うことが必要である。これは無駄排除の必須条件であり、第一番に取り組むことである。

整理・整頓を徹底することにより、㊸狭い場所が広く使える、㊹明るい気分の作業場になり作業規律が自然によくなる、㊺物を探す時間が少なくなり能率があがる、㊻火災の心配がなくなる、㊼つまづき、すべり等の事故がなくなる、等の向上が期待できる。

写真⑥：製品の取り扱い



(床の上に乱雑に山積みされており、良品と不良品の区別がつきにくい)

今後、開発を進めるべき分野としては、自動車部品、二輪車部品、電気機器、通信機器、電子部品ならびに日用品関係が考えられる。特に、輸送機用部品ならびに電気・電子関連部品は急激な需要の増大が予想される分野であり、戦略的に開発をおし進める必要があるであろう。

④ 工場管理

a) 工程管理

避けることのできない障害をできるだけ取り除き、日常の生産活動を円滑にしようとするのが工程管理の仕事である。生産業務をうまく行うことは、5M、即ち、材料(Materials)、機械(Machines)、方法(Method)、人(Man)、資金(Money)をうまく組み合わせることであり、楽に、早く、安く、所定の品質の製品が納期通りにそろえられるようにしなければならない。

外資系企業は基本的に親会社の工程管理に従って管理を行っており、管理体制は効果的に機能している。しかしながら、地場企業においては、特に機械の老朽化による初期性能の劣化、故障等の問題、作業方法の粗雑さ、進行の不適さ、作業者の認識不足等により、一つの工程から次の工程に移る仕事の運びが円滑には行われていない。

b) 製品管理

外資系企業においては、現品はきちんと区分され、箱詰めされており、職場間の受渡しも良好である。また、仕掛品も専用の容器の中に収納され、現品管理は概ね良好な状態である。

他方、地場企業においては、仕掛品が床面に山積みされたり、現品の処理においても床面に無造作に置かれたりして現品管理はほとんどなされていない。

c) 職場管理

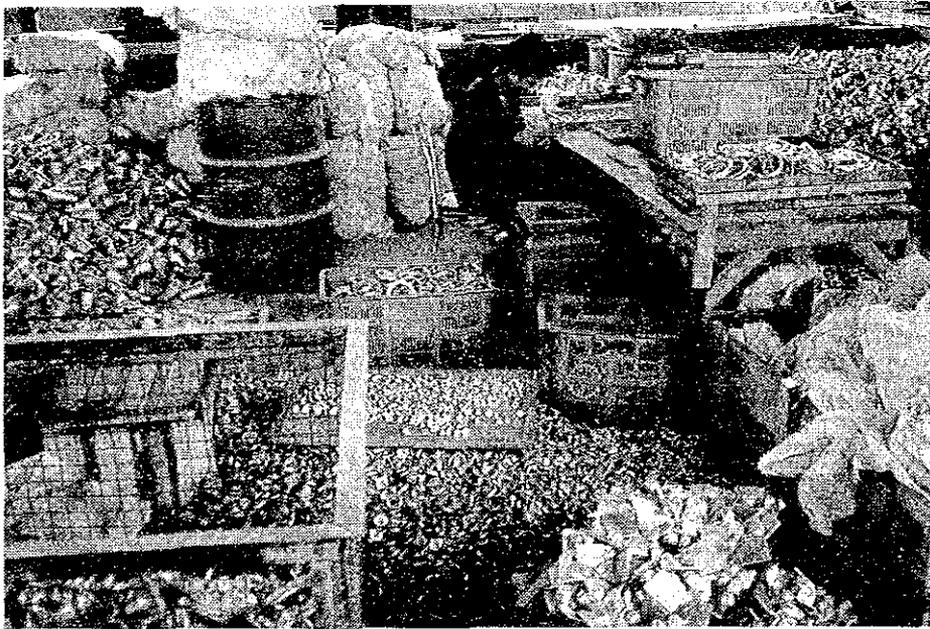
作業方法の管理についても現品管理と同様に外資系企業と地場企業とでは大きな隔りがある。地場企業では一応決められた方法で行っているが、標準化あるいはそれに準じたものはつくられていない。作業者によるばらつきをなくし、常に安定した品質のものをつくっていくためには、標準化された職場管理の確立が必要となる。

写真⑦：外資系企業の現品管理



(製品ごとに区分けされ、箱詰めされ、整然と保管されている)

写真⑧：地場企業の現品管理



(異なる製品が整頓されずに乱雑に置かれており、製品が混同したり不良品が混入する)

d) 環境管理

職場の環境は作業能率に大きい影響を与える要因の一つである。外資系企業においては、概ね職場の環境は良い状態にある。例えば、レイアウトが整然としており、作業者の服装もきちんとしており、5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）も進んでいる。それに比べ地場企業では整理・整頓・清掃の基本3Sでさえほとんど無視されたような状態にある。工場内のレイアウトの不適、不要と思われる物品、煤煙やごみ、塵埃等の排出不備、作業者の服装の乱れ等が観察された。これら基本3Sの徹底を早急に促進する必要がある。また、安全作業についても「備えよ常に」、「安全第一」という言葉を肝に銘じて徹底的に推進して行かねばならない。

⑤ 品質管理

品質管理とは、「買手の要求に合った品質を経済的につくり出すための手段体系の一つで、品質は各工程において、つくり込むもの」と、いわれている。ダイカストにおいては、メーカーと客先との技術的打合せにより決定されたある規格の製品について、まず生産計画が立てられ、製品をつくる具体的な工程、手段、方法が決められ、それらを規定するQC工程図などがつくられる。次に、定められた工程ごとにその製品に対する作業標準書（指図書）、検査基準書などが作成され、それによって作業が行われ、また検査試験なども行われる。

外資系企業においては、これら一連の品質管理はある程度実施されているが、まだまだ整備していかなければならない点が観察された。例えば、QC管理は一応の体系が形成されていても、実際の運営面においては、本来の目的通りには展開されていない企業が多い。やらなければならないことはわかっているが、その核となる中堅の人材がいないことより実施されていないケースが多くみられる。より良い品質の製品を作るために企業ぐるみで品質管理活動に取り組むことが重要であり、その為に以下に述べたような活動が要求される。

a) 従業員全員の品質意識を高める。

- i) 作業者に作業を指示するときに、その製品に要求される品質を親切に指示する。また、品質管理を実施すれば利益が増えるということを熟知させる。

ii) 機械、工具類はいつもきちんと整備しておくことが大切である。

不要物は撤去し、必要な機械、工具類は定期的に整備し、いつでも正確に使用できるように管理する。

iii) 量産時における鑄造初品検査の充実を図る。

量産時における鑄造初品は最も重要であるので、十分に検査し不良品を出さないようにする。また、工程の間でも適宜検査することが重要である。

b) 作業者に品質管理を担わせる。

i) 作業者の教育。

品質意識と作業知識の養成と、そのためにはどうすればよいかという知識、ノウハウ、ならびに実行のための技能を育てあげなければならない。

⑥ 工場現場の状態

ダイカスト製品製造メーカー5社につき工場現場の状態が工場チェックリストにより評価された。これら5社の内訳は外資系企業が4社と地場企業が1社である。外資系企業は4社とも自動二輪車の製造メーカーであり、ダイカスト製品は一部の外販を除いて自社内部での組立用部品である。地場メーカーはダイカスト専門メーカーであり外資系企業の下請としてスピーカーの部品とか自動二輪車の部品を生産している。外資系企業の平均評価点と地場企業の評価点を表3-3-52に並記した。

ここでも他の製品分野と同様に外資系企業と地場企業との間に非常に大きなギャップが観察された。外資系企業はいずれも新鋭設備を設置し本国から導入した製造技術にて生産活動を行っている。これら企業の海外親会社は技術力があり、インドネシアでの合弁工場は親会社の全面的な技術支援を受けている。一方、地場企業は全ての項目が1点の評価であり、生産技術から労務に至る全ての項目において問題をかかえている。

表3-3-52 工場現場の視察結果（ダイカスト）

評価項目		評価規準	ダイカスト		
			地 場	外 資	
生	作業管理	配置人員	自動化程度、掛け持ちレベル	1	2.8
		作業態度	真剣味、眼差し、雑談	1	3
		作業速度	手の運び、歩行速度	1	3
		作業率	設備停止頻度、歩行距離、打合せ	1	2.8
		管理方式	生産目標・実績の掲示、欠勤掲示	1	3
		作業改善	ムダの少なさ、治工具改善	1	3
産	現品管理	材料・部品	容器、保管方法、積み方、棚札有無	1	3
		仕掛品	停留品の多少、現品票の有無	1	3
		製品	保管荷姿、箱の汚れ	1	3
		マテハン	置場表示、運搬方法、置き方	1	3
術	品質管理	工程検査	規準の提示、検査熟練度、限度見本	1	2.8
		不良品取扱	不良表示、置き場区別	1	2.8
		計測機器	保管方法、検定マーク	1	2.8
		管理方式	管理図、不良率の掲示	1	2.8
設	設備管理	レイアウト	ライン化度合い、一貫性の度合い	1	3
		設備保全	設備の汚れ、配管・配線不良	1	3
		建屋管理	床の凹凸、窓ガラス破損、塗装他	1	3
労	作業環境	整理整頓	通路確保・明示、治工具保管	1	3
		服装	制服・制帽、作業靴、名札	1	3
		照明	明暗の程度、照明方法	1	3
		換気	塵埃、臭気、窓、換気扇	1	3
		休憩室	区画の有無	1	3
務	安全衛生	安全	危険表示、安全具使用、ホタル表示	1	3
		衛生	建屋・通路の清掃、手洗い場の有無	1	3
意	欲	動機づけ	掲示板の有無、QCサークル掲示の有無、 全社運動標語掲示	1	3

出所：第2年次現地調査

⑦ 原材料調達

ほとんどの企業は原材料のアルミダイカスト合金を外国（オーストラリア、日本、イタリア、台湾等）より輸入している。JIS（日本工業規格）のADC12相当のものが最も広く使用されている。輸入材料は、溶解、精錬が適確に処理されているので、成分とか混入酸化物等において、特に問題は起こっていない。ただし、品質的には問題ないが、輸入品のため、価格ならびに安定供給の面で問題を抱えている。国内で調達できればこれらの問題は解決できるが、現状の品質では安易に国内材料を使用することはできない。溶解、精錬および成分値等が不適正で、信頼性に乏しく、国内合金を使用していない外資系企業は多い。

金型、合金およびダイカストマシン等、ダイカストの設備はいずれもほとんど輸入品である。将来的には、国産化はまず原材料の合金からであり、その為にも信頼できるような品質のものを早急に生産し、各企業で使用されるように努力すべきである。

⑧ サポート・インダストリーとの関係

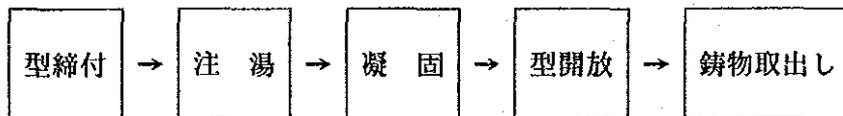
ダイカストの品質の70～80%は金型の出来栄によって左右されるといわれる程、金型の品質はダイカストにとって重要な役割を果たしている。金型の出来栄とは、④金型設計、⑥金型製作、⑦金型熱処理・表面処理、等の良否のことである。現在、ほとんどの企業は金型を輸入している。簡単な金型は自社でも製作しており、専門メーカーも存在しているが、複雑な金型は輸入に依存している。IDMMI、ITBスイス・ポリテクニック等の政府研究・教育機関においても開発を進めているが、ようやく簡単なものが製作できる水準に至ったところである。設計の基礎理論を習得し、経験を重ねることが、複雑な金型を製作する行程である。国内の金型製作設備は必ずしも旧式の設備ではないが、さらに設備を充実することが必要である。新鋭設備の導入と同時に理論と経験とノウハウを習得し高品質の金型が設計・製作できるように推進することが今後インドネシアのダイカスト産業を育成するために不可欠である。

5) その他の鑄造法

ダイカストの他にアルミニウム鑄造製品を生産する鑄造法としては、金型鑄造法と低圧鑄造法がある。

① 金型鑄造法

アルミニウム合金の金型鑄造は、金型による急冷効果を利用して緻密な組織で高品質の鑄物をつくることを目的とするものと、一般鑄物の量産手段としての利用の2通りがあり、通常は後者を主目的とすることが多い。鑄造法は、鑄型（ダイス）を繰返し使用し、重力差により溶湯をダイスに流し込み、溶湯が凝固後ダイスを開放して鑄物を取り出し、工程を終了する。即ち、鑄造の1サイクルの工程は次のようになる。



金型鑄造機の主要点はダイスの開閉機構にあり、ほとんどの機械はダイカストマシンと同様な操作方式をとる。ダイスの開閉操作は、手動、空圧、あるいは、油圧でなされる。インドネシアにおいては、手動式と油圧式が主流であり、これらは縦型（上下開閉）と横型（横開閉）が使用されている。金型はほとんどが外国（主として日本、台湾）より輸入されている。地場にも金型メーカーが数社あるが、安定供給ができない状況である。製品は自動車、二輪車のピストンが主である。品質上の問題は特に発生してないとのことであるが、企業によっては切削加工代が多いことよりピンホールが発生していた。これは加工代を少なくすることが前提条件となるがそのような設計の行える技術者のほとんどいないのが実情である。

ダイカストと比べ技術的には容易であることより地場企業の生産活動は全体的に良好であるが、外国（日本、台湾等）への研修を定期的に行うなどにより海外先端生産技術を導入することが求められている。

② 低圧鋳造法

低圧鋳造法の工程は次のようになる。まず、密閉されたるつぼ内の溶湯の表面に 0.1 ~ 0.5気圧の空気圧（または不活性ガス）をかけて、溶湯の中のストークを通して鋳型に注湯し、キャビティ内のメタルが凝固した後、圧力を大気圧にもどす。鋳物は上型について下型と離れ、上型に内蔵された押し機構でとり出される。このような低圧鋳造法の工程は金型鋳造法より幾分複雑であり、鋳造機は自動化が進んでいる。

製造工程のフローを以下に図示する。図3-3-30は原材料のアルミニウムインゴットから完成品の出荷までの製造工程フローである。また、図3-3-31は全体の工程の中から鋳造の部分だけを取り出したものであり、同じサイクルで鋳造が繰り返される。

図3-3-30 低圧鋳造法による製造工程フロー

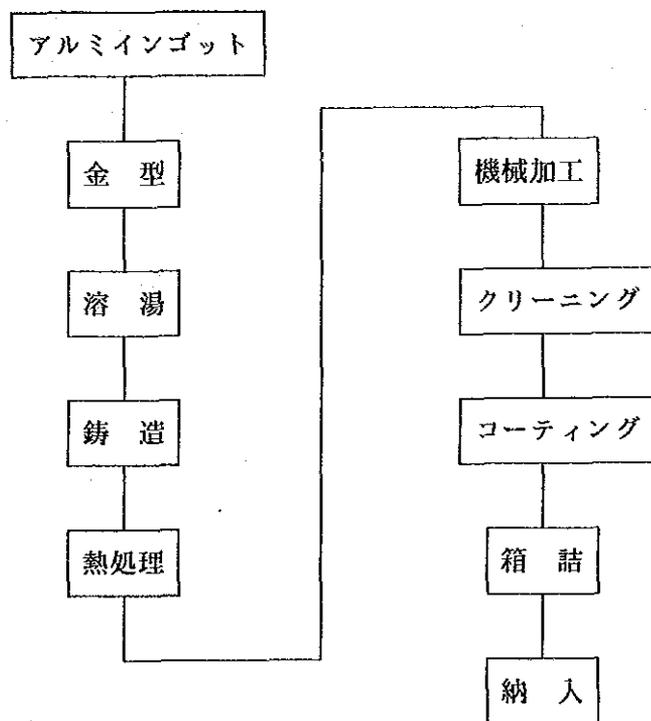
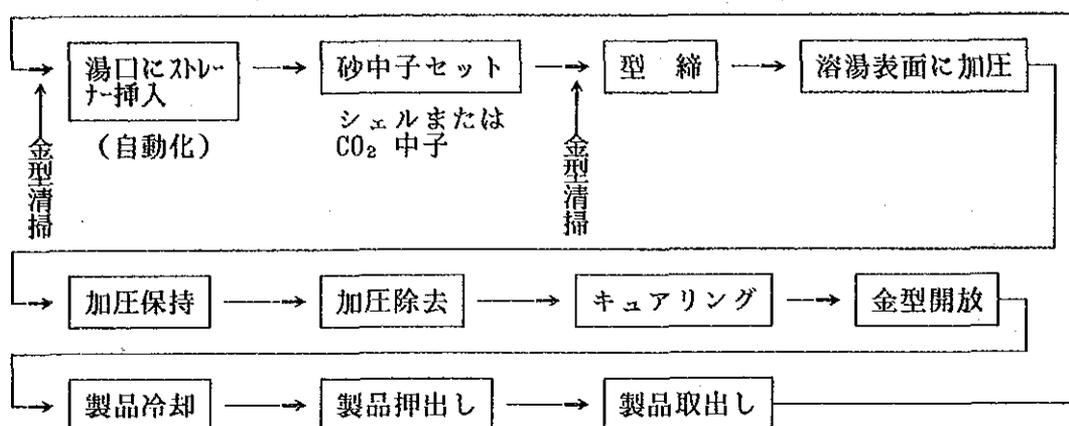


図3-3-31 低圧鋳造法（1サイクル工程）



インドネシア国内で低圧鋳造による製造を行っている企業は2社である。1社は西独、もう1社は日本より技術を導入している。両社とも試験設備は揃っており、技術レベルは高い。金型は常時スペアを準備しており、作業標準も完備され、生産体制は整っている。両社とも製品は自動車、二輪車用のアルミホイールである。技術上の問題点としては、1社において不良率（約15%）が高いことである。不良内容の主たるものは、黒皮残り、ポロシティ、リーク等である。両社とも出荷されている製品は、技術的に高度なものであり、特に1社では現在輸出比率が40%に至っており、今後さらに増加する計画とのことである。

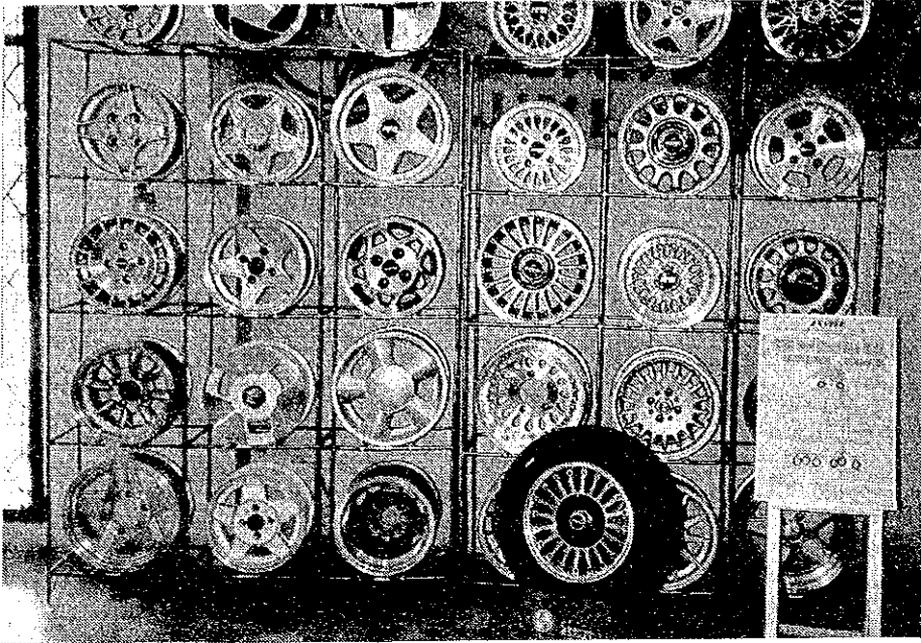
総体的に低圧鋳造法によるアルミホイールは技術がハイレベルであり、他のアルミニウム加工分野への技術波及効果も期待できることより今後も引き続き技術の向上に努めることが求められる。

③ 工場現場の状態

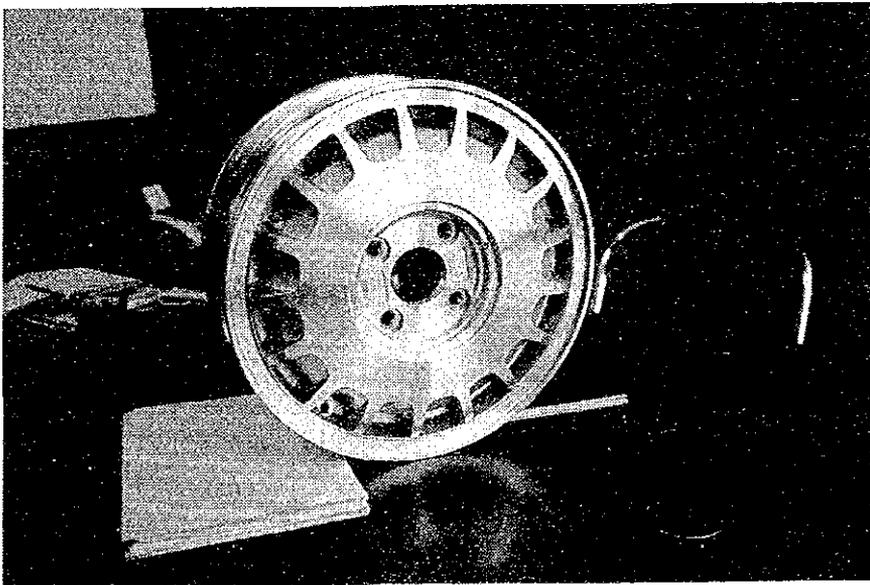
第2年次現地調査において金型鋳造（重力鋳造）企業2社と低圧鋳造企業2社を訪問したが、これらのうち工場視察を行った金型鋳造メーカー1社の工場評価を表3-3-53に示す。もう1社の金型鋳造メーカーでは技術関連のマネージャーが不在であったこと、また低圧鋳造メーカー2社では工場視察を行えなかったことよりここでは省いた。

鋳造関連の企業としては全般的に清潔であり、工場内部の整理、整頓も比較的きれいに行われていた。労務面においては特に問題点は観察されなかった。工場現場の視察結果による生産技術上の問題点として、現品管理における仕掛品の管理と、品質管理における不良品の取り扱いおよび管理方式があげられる。

写真⑩：低圧鋳造法によるアルミホイール



(製品の品質は良好で先進諸国に輸出されている)



(日本製の金型を使用し、日本の規格で製造された製品)

表3-3-53 工場現場の視察結果（金型鑄造）

評価項目		評価規準	金型鑄造	
生	作業管理	配置人員	自動化程度、掛け持ちレベル	2
		作業態度	真剣味、眼差し、雑談	2
		作業速度	手の運び、歩行速度	2
		作業率	設備停止頻度、歩行距離、打合せ	2
		管理方式	生産目標・実績の掲示、欠勤掲示	2
		作業改善	ムダの少なさ、治工具改善	2
産	現品管理	材料・部品	容器、保管方法、積み方、棚札有無	2
		仕掛品	停留品の多少、現品票の有無	1
		製品	保管荷姿、箱の汚れ	2
		マテハン	置場表示、運搬方法、置き方	2
術	品質管理	工程検査	規準の提示、検査熟練度、限度見本	2
		不良品取扱	不良表示、置き場区別	1
		計測機器	保管方法、検定マーク	2
		管理方式	管理図、不良率の掲示	1
設	備管理	レイアウト	ライン化度合い、一貫性の度合い	2
		設備保全	設備の汚れ、配管・配線不良	2
		建屋管理	床の凹凸、窓ガラス破損、塗装他	2
勞	作業環境	整理整頓	通路確保・明示、治工具保管	2
		服装	制服・制帽、作業靴、名札	2
		照明	明暗の程度、照明方法	2
		換気	塵埃、臭気、窓、換気扇	2
		休憩室	区画の有無	2
務	安全衛生	安全	危険表示、安全具使用、ポスター表示	2
		衛生	建屋・通路の清掃、手洗い場の有無	2
意	欲	動機づけ	掲示板の有無、QCサークル掲示の有無、 全社運動標語掲示	2

出所：第2年次現地調査

6) 原材料の品質

アルミニウム製品は使用する原材料の違いより、㊸圧延品および押出製品と、㊹ダイカストおよび鋳造製品の2つに大きく区分される。

圧延品および押出製品は原材料として純アルミニウムもしくは純アルミニウムを主体とした合金を使用する。この純アルミニウムは新地金により供給され、インドネシア国内では PT. INALUMが一手に生産しており、品質上の問題は皆無である。新地金は国際規格に則った国際商品であり、輸入新地金についても品質上の問題は皆無である。

一方、ダイカストおよび鋳造製品に使用されるアルミニウム合金は使用目的に応じて多くの種類があり、機械的特性、耐食性、耐圧性、耐摩耗性、切削性、表面処理性等が異なる。通常、鋳造工場においては新地金の使用は少なく、工場内スクラップとか再生二次地金の使用量が原材料の半分程度に至っている。スクラップに含まれる亜鉛、鉄、シリコン等の不純物が規定値以上に混入し最終製品の品質を劣化させることも多く、良質の製品を製造するためにも原材料の品質管理は重要である。

上記の観点より第2年次現地調査においては、訪問調査を行った工場のうち特に5社よりアルミニウム原材料のサンプルを入手し、日本の埼玉県鋳物機械工業試験場にて定量分析を行った。これら5社の内訳は、地場ダイカストメーカーが2社、外資系ダイカストメーカーが1社、地場金型鋳造メーカーが2社である。分析の対象とした成分は製品の品質に及ぼす影響の大きな銅、シリコン、マグネシウム、亜鉛、鉄、マンガン、鉛の6種類である。試験結果を表3-3-54にまとめた。

表3-3-54 アルミニウム合金材料の化学成分

サンプル採集企業		化 学 成 分 (単位：%)						
		銅	シリコン	マグネシウム	亜鉛	鉄	マンガン	鉛
ダイカスト	A社(地場)	2.11	9.16	0.20	2.53	1.00	0.16	0.18
	B社(地場)	3.06	8.37	0.13	1.65	1.39	0.10	0.12
	C社(外資)	nil	0.08	trace	0.01	0.39	trace	trace
鋳造	D社(地場)	1.15	12.24	0.45	0.09	0.73	0.07	0.02
	E社(地場)	1.33	11.70	0.81	0.11	0.69	0.12	0.03

表3-3-54に示された成分分析結果より、合金の種類別に次のようなことがいえる。

① ダイカスト用合金

日本においてダイカスト用の標準合金としてもっとも一般的に大量に使用されている合金は日本工業規格（JIS）のADC10とADC12である。これらの合金は鍛造性が良好で生産性が高いことより、機械的性質が優れた耐圧性の良い鋳物ができる。ADC10とADC12の差はシリコンの含有量の違いによるもので、ADC12は鍛造性を良くするためにシリコンを増量している。

インドネシア国内のA社およびB社で採集されたアルミニウム合金は、構成成分並びに製品用途からJISのADC10もしくはADC12に相当するものである。両者の化学成分の比較を行ったのが下の表である。

表3-3-55 ダイカスト用合金の成分比較

		化 学 成 分 (単位：%)					
		銅	シリコン	マグネシウム	亜鉛	鉄	マンガン
J I S	A D C 10	2.0~ 4.0	7.5~ 9.5	0.3 以下	1.0 以下	1.3 以下	0.5 以下
	A D C 12	1.5~ 3.5	9.6~ 12.0	0.3 以下	1.0 以下	1.3 以下	0.5 以下
合 金 サ ル	A社(地場)	2.11	9.16	0.20	2.53	1.00	0.16
	B社(地場)	3.06	8.37	0.13	1.65	1.39	0.10
	C社(外資)	nil	0.08	trace	0.01	0.39	trace

表3-3-55よりA社、B社から採集した合金はJISのADC10により近いものと判断される。成分別にみると、銅、シリコン、マグネシウムは規定値の範囲内に入っているが、A社の合金は亜鉛が、B社の合金は亜鉛および鉄が規定値を超えている。

A社の場合、亜鉛の含有量が多い。亜鉛の含有量の多い合金で作られたダイカスト製品は熱に弱く、強度の不足した割れやすいものとなりがちである。A社ではアルミニウムダイカストと亜鉛ダイカストの両方の生産が隣あわせで行われており、また製品およびスクラップの管理が適切に行われていないことより亜鉛のスクラップがアルミニウムのスクラップに混ざっているものと推測される。

B社で使用している合金もA社と同様に亜鉛の含有量の多い合金であり、従って製品は熱に弱く、強度の不足したものになりがちである。亜鉛の他にも鉄が許容値を超える1.39%の含有量となっている。鉄分が増えると製品がもろく、またハードスポットが生じやすくなり機械加工性が悪くなる。JIS規格では鉄分の上限は1.3%であるが、通常日本の鋳造工場では1.0%以下に管理している成分であることより、この1.39%は高すぎる値である。

C社の原材料は成分値より純アルミニウムと判断される。鉄分が多少入っているのは高圧鋳造によるダイスの溶着を防止し鋳造性を良くするためと推測される。鉄の他には0.1%を超える不純物は入っておらず、成分管理が適切に行われていると判断される。

② 金型鋳造用合金

金型鋳造用合金はダイカスト用合金と比べて多くの種類があり、製品の特性は鋳造法や合金の種類により異なってくる。第2年次現地調査で訪問した金型鋳造工場は2つであり、両工場とも製品のほとんどは自動二輪車および自動車用ピストンである。

一般的にピストン合金と呼ばれているのはAl-Si-Cu-Ni-Mg系合金で、JISのAC8A、AC8B、AC8Cが相当する。これらの合金は耐熱脆性、耐気密性、高温強さに優れ、また鋳造性が良好である。さらにシリコンの含有量を増やして熱膨張係数を小さくし、耐摩耗性を高めたAl-Si-Cu-Mg系合金は2サイクルエンジン用ピストンに多く使用されている。JISではAC9AとAC9Bがこれにあたる。インドネシア現地調査で収集されたアルミニウム合金とこれらのJIS類似合金を比較したのが次の表3-3-56である。

表 3-3-56 金型鑄造用合金の成分比較

		化 学 成 分 (単位：%)						
		銅	シリコン	マグネシウム	亜鉛	鉄	マンガン	鉛
J	AC8A	0.8~ 1.3	11.0~ 13.0	0.7~ 1.3	0.15 以下	0.8 以下	0.15 以下	0.05 以下
	AC8B	2.0~ 4.0	8.5~ 10.5	0.5~ 1.5	0.50 以下	1.0 以下	0.50 以下	0.10 以下
I	AC8C	2.0~ 4.0	8.5~ 10.5	0.5~ 1.5	0.50 以下	1.0 以下	0.50 以下	0.10 以下
S	AC9A	0.5~ 1.5	22 ~ 24	0.5~ 1.5	0.20 以下	0.8 以下	0.50 以下	0.10 以下
	AC9B	0.5~ 1.5	18 ~ 20	0.5~ 1.5	0.20 以下	0.8 以下	0.50 以下	0.10 以下
D社 E社	D社(地場)	1.15	12.24	0.45	0.09	0.73	0.07	0.02
	E社(地場)	1.33	11.70	0.81	0.11	0.69	0.12	0.03

注：AC8BとAC8Cの成分上の違いはニッケルの含有量であり、本表には現れない。

D社で使用されている合金は銅およびシリコンの含有量からJISのAC8Aに相当している。AC8Aと比較するとマグネシウムの含有量が規定量に達していないが、その他の不純物の量は規定内に納まっている。マグネシウムの不足より、製品の耐食性、加工性並びに強度がやや劣るものと推測されるものの合金としてはほぼ満足できる水準を満たしている。

一方、E社で使用されている合金はすべての不純物の含有量がJISのAC8Aを満たしており、化学分析上の品質に関しては問題がない。