

第7章 インドネシアの要素技術産業

第1節 鑄造産業

1. 鑄造産業の概況

(1) 歴史的発展経緯

インドネシアの鑄造産業は、おおむね次のような発展経緯を辿ったものと考えられる。

古い時代には、米作などの穀倉地帯の中心地に農作業用の道具類や日用品として使われる鑄造品をつくる鑄物師が現れ、川砂や粘土を原料とした鑄型を使用し、砂鉄などの鉄原料を溶かして鑄鉄鑄物をつくった。また、宗教的儀式や王侯貴族の装身具などに使われる青銅鑄物の製造も始まったものと想像される。

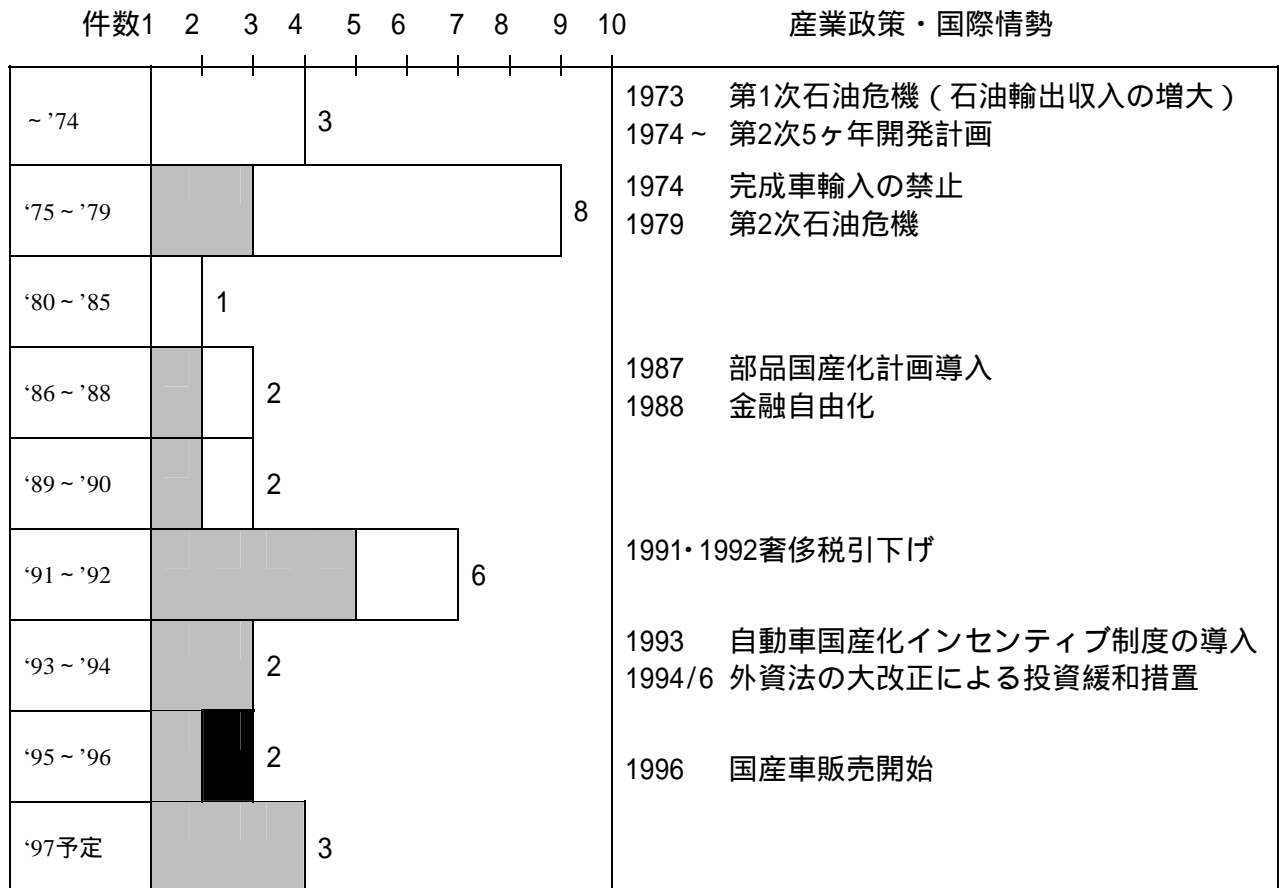
その後、1619年にオランダ東インド会社が現在のジャカルタに進出していわゆる植民地経営が始まった。18世紀後半に英国で始まった産業革命が各地に波及し、19世紀後半にはさとうきびを原料とする製糖機械及び錫鉱石や石油採掘用の機械がオランダから持ち込まれ、それらの機械の補修部品として、チェペルなどの伝統技術によって鑄造品の製造が開始されたといわれている。

インドネシアの独立後、オランダ人によって経営されていた鑄造工場はインドネシア政府に接收され、国営企業となった。その後、造船、鉄道、車輛、鉱山機械その他の各種産業機械用の鑄造品の製造が開始された。

さらに、1970年代以降、インドネシア政府の工業化促進政策と自動車部品の国産化計画が進められた。図7-1-1に示すように、70年代後半より鑄造企業の新規設立が増え、また、外資との合併企業を中心とする近代的な鑄造工場が次々と建設された。この傾向は、1990年代に入り、さらに活発化してきている。

図7-1-1 鑄造工場設立時期

訪問調査企業N=29



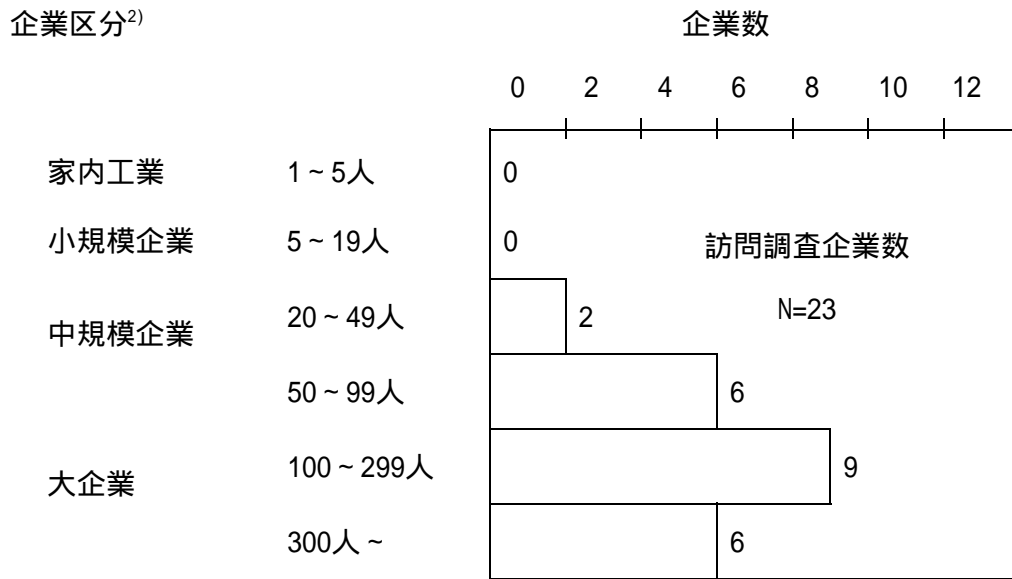
凡例 □ : ローカル企業 ■ (gray) : 外資との合弁企業 ■ (black) : 外資企業

出所：JICA調査団

(2) 企業数、生産流、需要規模

図7-1-2は訪問調査企業の従業員数を、また図7-1-3はその生産能力をまとめたものである。訪問調査は、自動車部品などを生産可能と考えられたA及びBクラスの企業を選んで行ったため、従業員数は100人以上の企業が多かった。また、一工場の生産能力では100~300トン/月の企業がもっとも多く、日本のメーカーと比べると生産能力はかなり低い方にピークがある。

図7-1-2 鑄造企業の従業員数

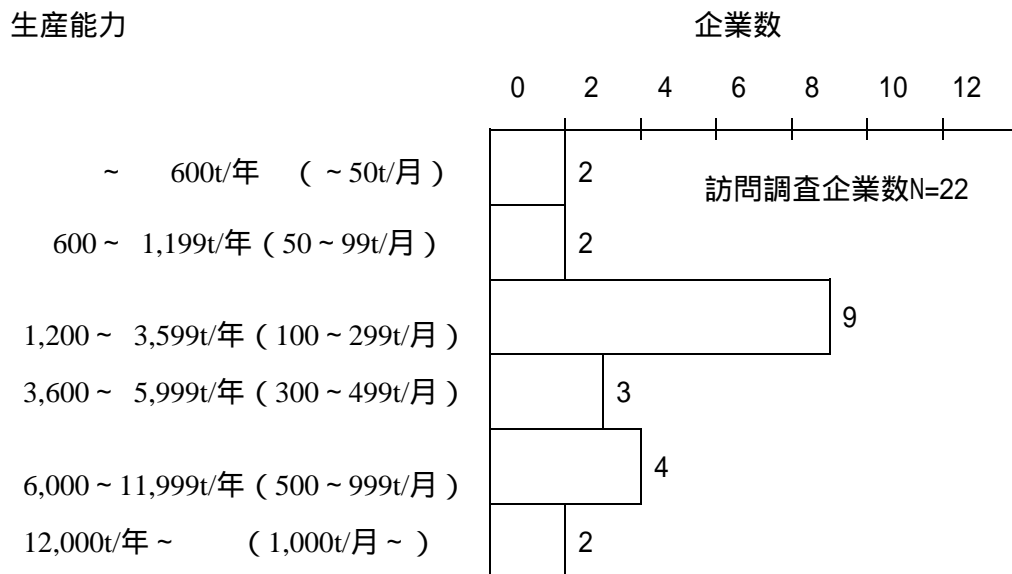


注： 1) 鑄造専門メーカー以外は鑄造部門の従業員数

2) Central Bureau of Statistics

出所：JICA調査団

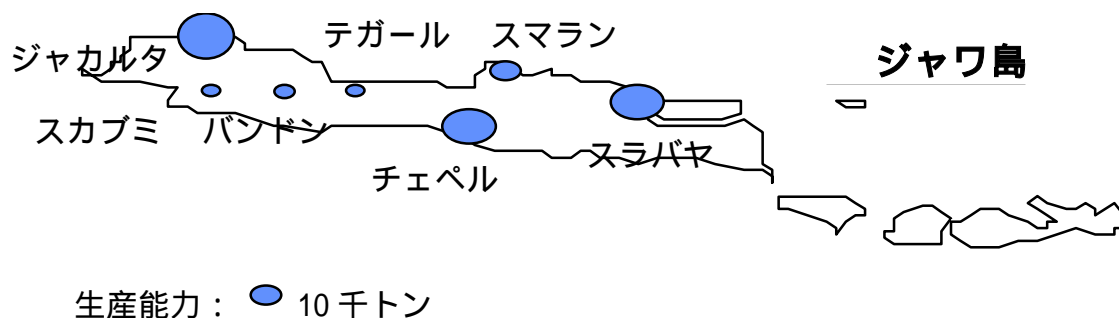
図7-1-3 鑄造企業の生産能力



出所：JICA調査団

インドネシアのジャワ島について、鑄造企業の地区別分布を示したのが図7 - 1 - 4である。A及びBクラスの優良企業はジャカルタへの立地が圧倒的に多く、またスラバヤ、バンドン、スマラン等にも3～5社ずつ存在する。

図7 - 1 - 4 地区別鑄造企業数



注：素形材センター研究調査報告書No.457、「素形材産業の海外展開ハンドブック()」

平成7年3月をもとに、今回調査データを追加

出所： JICA調査団

表7 - 1 - 1 地区別鑄造企業数

区	ジャカルタ	バンドン	スカブミ	テガール	スマラン	チェペル	スラバヤ	その他	計
生産能力 (ト/年)	65,000	5,000	4,000	4,000	10,000	30,000	30,000	2,000	150,000
企業数									
A, Bクラス	24	4	1	0	3	3	5	0	40
C, Dクラス	30	0	40	30	5	320	5	20	450

注： レベルA：先進国レベル（日系アsemblerに供給可能なレベル）

レベルB：一部の課題を改善すれば2～3年以内にレベルAになりうるレベル

レベルC：工業試験所などの適切な指導があれば将来レベルAになり得るレベル

レベルD：将来、機械部品などの鑄造品のメーカーにはなり難いレベル

出所： 図7 - 1 - 4に同じ

一方、C及びDクラスの小企業、家内工業的企業は、中部ジャワのジョグジャカルタの郊外にあるチェペルやスカブミ、デカール等の地域に多数立地している。

表7 - 1 - 2は鑄造品の輸入状況を、また表7 - 1 - 3は輸出状況をまとめたものである。1995年の総輸入量は約22万トンで、主として日本、オーストラリア、中国、台湾、米国、ドイツなどから輸入されている。一方、総輸出量は約13,700トンで、主な輸出先国は米国、日

本、オーストラリア、マレーシア、台湾である。また、輸出金額ではマレーシアとタイへの輸出が大きくなっている。これは、比較的価格の高い自動車用の大型アルミダイカスト部品などが輸出されているためと考えられる。

表 7 - 1 - 2 鋳造品の輸入状況 (1995)

輸入相手国	輸入量		輸入金額		
	単位	ト	%	100万USF 円	%
日本		104,246	47.2	1,048.8	70.0
オーストラリア		35,580	16.1	34.8	2.3
中国		30,304	13.7	33.8	2.3
台湾		11,558	5.2	56.6	3.8
アメリカ		6,547	3.0	86.3	5.7
ドイツ		5,275	2.4	51.8	3.5
その他		27,556	13.4	191.5	12.4
合計		221,066	100.0	1,503.6	100.0

出所：Central Bureau of Statistics

表 7 - 1 - 3 鋳造品の輸出状況 (1995)

輸出相手国	輸出量		輸出金額		
	単位	ト	%	100万USF 円	%
アメリカ		3,733	27.2	19,710	35.4
日本		2,858	20.9	10,110	18.2
タイ		490	3.6	3,961	7.1
オーストラリア		1,380	10.1	3,569	6.4
マレーシア		1,314	9.6	4,967	8.9
台湾		1,167	8.5	1,849	3.3
シンガポール		949	6.9	2,690	4.8
その他		1,831	13.2	8,791	15.9
合計		13,722	100.0	55,647	100.0

出所：Central Bureau of Statistics

表 7 - 1 - 4 は、1990年から1995年の材質別の鋳造品の生産量推移を示したものである。年成長率は11～15%と高いが、総生産量はあまり多くなく1995年で約125,000トンであった。

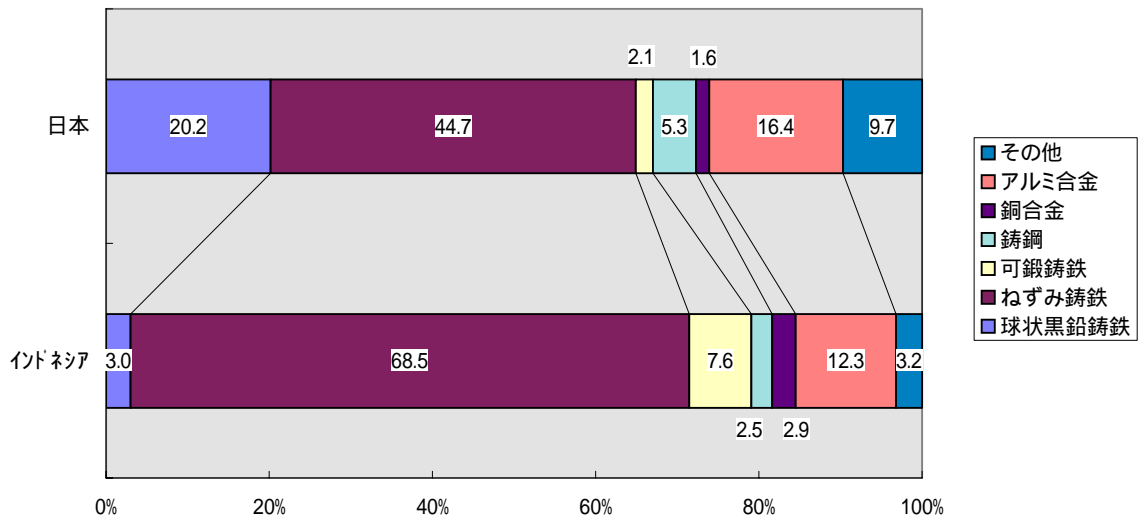
表 7 - 1 - 4 鋳造品の生産量推移 (ト/年)

		1990	1991	1992	1993	1994	1995
鋳鉄	ねずみ鋳鉄	47,400	53,489	57,834	65,396	74,022	85,526
	球状化黒鉛鋳鉄	3,050	3,725	4,693	2,748	3,274	3,798
	可鍛鋳鉄	5,580	5,914	6,328	7,984	8,753	9,456
	小計	56,030	63,128	59,474	78,506	89,149	102,649
鋳鋼	炭素鋼	1,318	1,440	1,627	1,716	1,900	2,190
	合金鋼	510	571	625	635	699	779
	ステンレス鋼	36	38	40	86	99	126
	小計	1,864	2,049	2,292	2,437	2,698	3,095
アルミ合金鋳物		7,689	8,765	10,342	11,593	13,229	15,405
銅合金鋳物		2,366	2,675	2,982	2,846	3,235	3,612
亜鉛合金鋳物		86	93	97	93	95	105
合計		68,035 ^ト	76,710 ^ト	85,187 ^ト	96,237 ^ト	108,406 ^ト	124,866 ^ト
指数		1.00	1.13	1.25	1.41	1.59	1.89
年成長率		-	12.75%	11.05%	12.97%	12.64%	15.18%

出所：CIC

図 7 - 1 - 5 は、日本とインドネシアの鋳造品生産量の材質別構成比の比較を示したものである。インドネシアではねずみ鋳鉄品の構成比率が約70%と高く、球状黒鉛鋳鉄及び鋳鋼の比率が小さいのが特徴である。

図 7 - 1 - 5 鋳造品生産量の材質別構成比 (1995)



出所：JICA調査団

表7 - 1 - 5 は、自動車用鋳造品の生産状況を示したものである。自動車用鋳造品の生産量を単純に自動車の生産台数で割り、1台当たりの鋳造品の生産量(kg/台)を算出した。日本、台湾、マレーシアは300kg/台前後であるのに対して、インドネシアは約190kg/台と低い。これは自動車用鋳造品の輸入比率が高いためと考えられる。なお、韓国と中国の場合に500～600kg/台の値が算定される理由は明らかではない。

表7 - 1 - 5 自動車用鋳造品の生産状況

	(A) 自動車生産台数 10,000台/年 1994	(B) 自動車用 鋳造品生産量 1,000ト/年 1993	(C) 全鋳造品生産量 100ト/年	(B)/(A) 1台当り 鋳造品生産量 kg/台	(B)/(C) 自動車用 鋳造品の比率 %
日本	1,050	3,300	6,682	314	49.4
台湾	44	150	1,450	330	10.3
韓国	217	700	1,305	536 *	53.4
中国	145	800	12,000	667 *	6.7
タイ	43	80	350	186 **	22.9
マレーシア	7	20	64	286	31.3
フィリピン	7	10	140	143 **	7.1
インドネシア	32	60	150	188 **	40.0

注： * 韓国、中国で1台当り鋳造品生産量が特に大きい理由は明らかではない

** インドネシア、タイ、フィリピンで1台当り鋳造品生産量が小さいのは、
自動車用鋳造品の輸入が多いためか

出所：各国統計をもとにJICA調査団が作成

表7 - 1 - 6 は、各国の人口と鑄造品生産量との関係を示したものである。インドネシアの鑄造品の生産量がタイ、マレーシアと比較してひじょうに少ない点が注目される。この結果は、今後、鑄造産業の振興に特に力を入れる必要があることを示している。

表7 - 1 - 6 人口と鑄造品生産量の関係

	人口(A) 10,000人	鑄造品生産量(B) 1,000ト/年	1人当り生産量 kg/人・年
日本	12,471	6,682	53.6
台湾	2,109	1,450	68.8
韓国	4,461	1,305	29.2
シンガポール	283	30	10.6
中国	117,758	12,000	10.2
タイ	5,872	350	6.0
マレーシア	1,885	64	3.4
フィリピン	6,846	140	2.0
インドネシア	19,723	150	0.8

注：鑄造品生産量は一部、推定値を含む

(A)、(B)のデータは平成6年度総合開発計画調査による

出所：(財)国際開発センター、1995/3

2 . 鑄造産業の生産・経営診断

(1) 経営管理

1) 管理レベル

日系合弁企業の場合には、企業経営の方針、中長期の事業計画などが策定されており、月間生産計画、日程計画、原材料、副資材などの購買計画などを立案して、日本におけるとほぼ同様の企業経営、工場経営が行われている。また、生産性、製造原価、不良率などについても目標管理が行われている。また、現業員の安全管理や技能訓練についても、日本におけると同様の努力が続けられている。このように、良好な企業経営、工場経営が行われており、日本との管理レベルの差は少ない。一方、ローカルの中小企業のうち一部の優良企業ではインドネシアでの鑄造工場の指導経験のある日本人指導者をアドバイザーに迎え入れて、日本式経営の定着に努力しているところがあり、かなり成果をあげている。

2) 人材育成

人材育成はその対象を次の3グループに分けて行う必要がある。

グループ1：大学、高専卒の鑄造技術者の育成

グループ2：現場管理者としてのフォアマン、スーパーバイザーの育成

グループ3：現場作業者の技能教育

外資系合弁企業ではグループ2及び3の育成対象者を親会社に送り、OJT教育を主とした現場教育を実施して成功している。一方ローカル企業の場合には、中小企業の従業員を大手企業の生産現場に送り、OJT教育によりグループ2及び3の人材を育成している。また、海外の公的機関を通じて派遣される講師が鑄造技術の基礎教育を行っている企業もある。このように、人材育成のための教育はたいへん熱心に行われているが、専門技術者は依然不足している。このため、さらに次のような人材育成活動を強化する必要がある。

国際会議への参加による専門技術者の育成

主な対象者をフォアマンとスーパーバイザー候補者とする技術協会主催による鑄造技術研究講座の開催

技術協会主催による工場見学会への参加

3) 資金管理

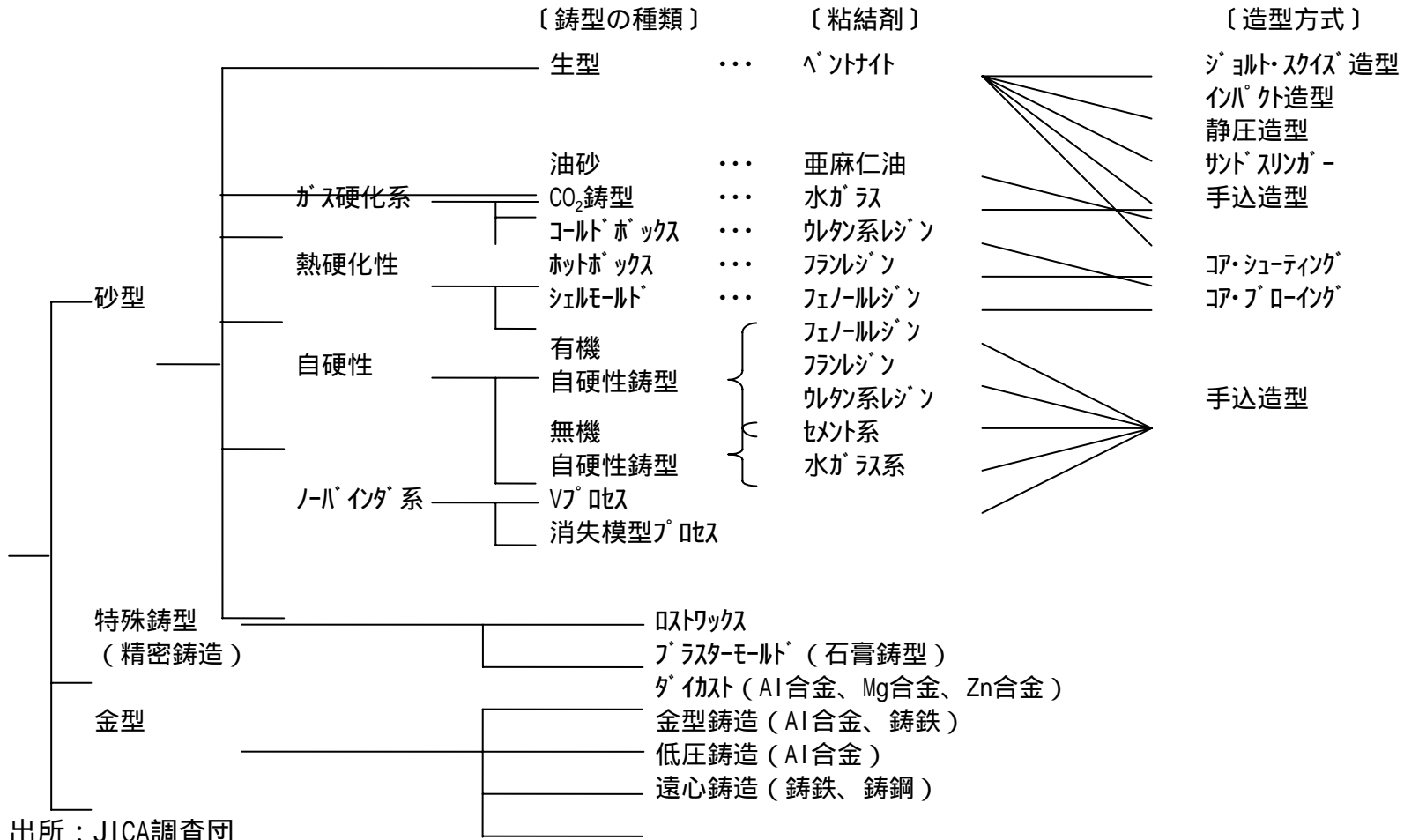
インドネシアでは金利が高いため、工場設備の近代化は銀行からの借入金先行投資とし

て行うのではなく、売上利益を積み立てた自己資金によって行う場合が多い。この場合、投資時期が問題で、あまり小刻みに小規模な投資を繰り返し行うと設備レイアウトが不合理なものとなり生産能率が低下するおそれがある。

(2) 生産方式、生産工程

鋳造には生産対象部品のそれぞれに最適の鋳造プロセスがあり、類似製品を含めた生産ロットサイズも考慮して造形プロセスを選定する必要がある。(図 7 - 1 - 6 参照)

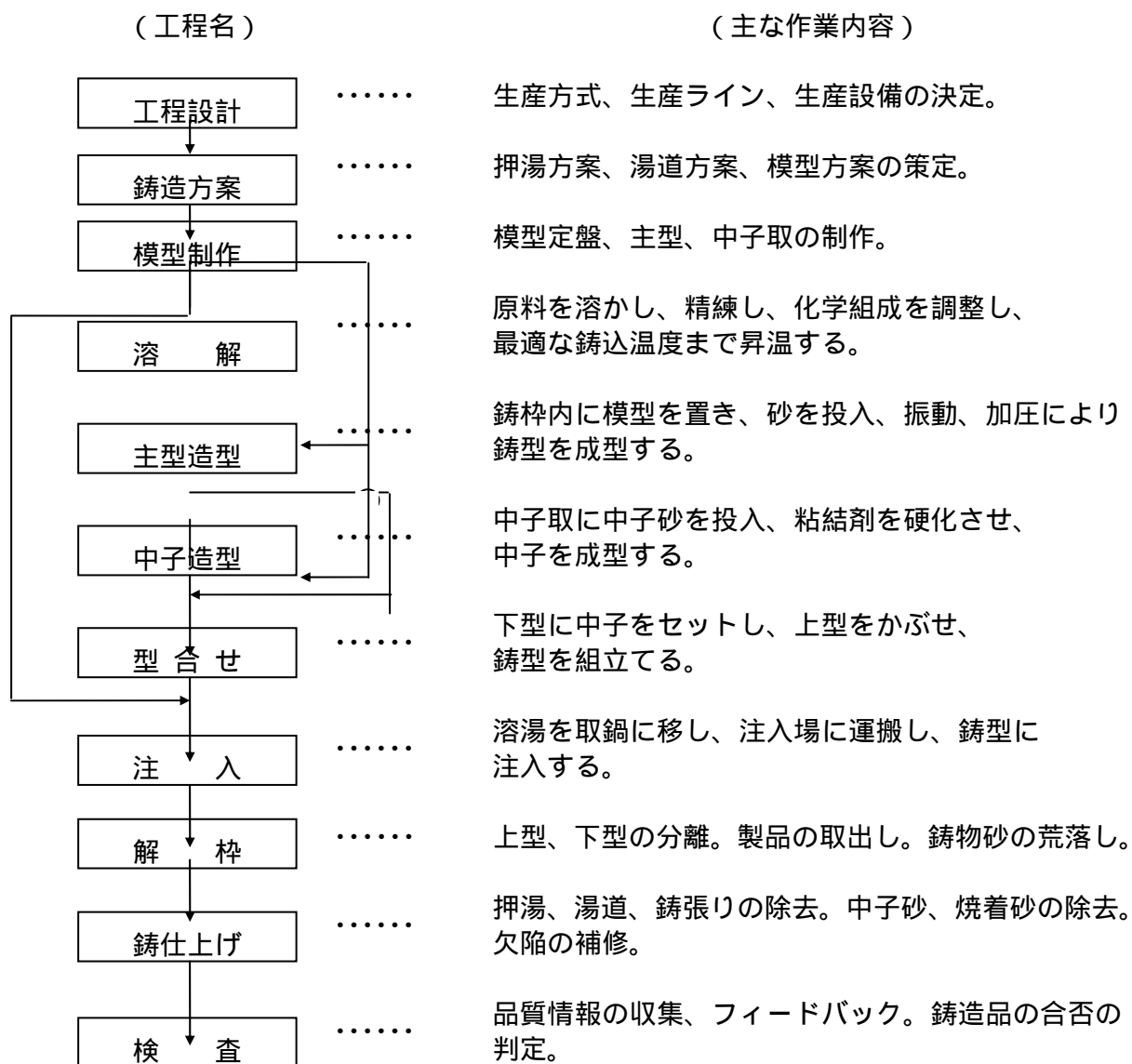
図7-1-6 鑄型の種類と造型プロセス



出所：JICA調査団

図7-1-7は、砂型鋳物の製造工程の流れを示したものである。インドネシアでは、この工程表に示された工程の中で、鋳造方案、中子造形、注入検査などの工程に改善すべき点が多く、今後専門技術者の育成と技術ノウハウの蓄積が必要である。

図7-1-7 鋳物の製造工程の流れ



出所： JICA調査団

(3) 設備機械

1) 溶解設備

訪問調査した鑄鉄鑄物の製造メーカーについてその溶解設備をみると、A及びBクラスのメーカーでは高周波炉や低周波炉を設置しているところが多く、キュポラを設置しているところは少なかった。これは、キュポラに適した灰分が少なく、強度の高い、粒の揃った良質のものが少ないことと、キュポラ操業のノウハウ習得に時間を要するためと考えられる。低周波炉には1~2トン炉が多く、キュポラも1~2トン/h炉と容量が小さく、熱効率と炉況の安定性の点で不利ではないかと考えられる。

チェペルにある伝統的な小規模企業では、トンキン炉を使用しているものが多い。この炉は出銑時に送風を停止するため出湯温度が上がらないため、機械部品などの実態強度が重要で肉厚の薄い鑄造品の生産には適さない。

2) 造形設備

スカブミ、チェペルなどの小規模企業では、生産の土間込め方式で造形しているところが多い。この方式ではデッドクレイなどの微粉分が蓄積し、通気度が低下するため、ピンホール、ブローホールなどのガス欠陥が発生しやすい。このため、なるべく早急に、小型のジョルトスクイズマシンによる造形方式に転換を図るべきである。

(4) 原材料、木型・金型の調達

1) 原材料

表7 - 1 - 7に、鑄造資材の国際比較と輸入元を示した。

バンカ島に産出する良質の鑄物用珪砂と鋼屑を除いて、銑鉄、合金鉄、シェルレジン、フランレジン、ベントナイト、溶解炉用の耐火物などはほとんどすべて輸入されており、概して高価である。

表7-1-7 鑄造資材価格の国際比較

品目		インドネシア	中国	日本
鋼屑	薄板	17～24円/kg (国内)	19円/kg (国内)	18円/kg
	厚板	22～28円/kg (国内)		
銑鉄		28～39円/kg (中国)	25～31円/kg (本溪) 22円/kg (山西)	34円/kg
合金鉄	Fe-Si	88～100円/kg (ルウイ)	-	80円/kg
	Fe-Mn	72～77円/kg (")	-	80円/kg
	Fe-Cr	110～120円/kg (")	-	150円/kg
接種剤		160～190円/kg (日本)	-	125円/kg
球状化剤		日本の1.3-1.5倍	-	-
加炭剤		94～105円/kg (インド、中国)	-	-
珪砂		3.0～5.5円/kg (国内)	-	7～8円/kg
ベントナイト		22～33円/kg	-	17円/kg
シェルレジン		日本の1.3-1.5倍	-	-
フランレジン		日本の1.3-1.5倍 (日本,英国)	-	-
レジソート サンド	65kg/cm ² 以上	日本の1.3-1.5倍 (国内,日本)	-	26-38円/kg
黒鉛系塗型材	水溶性	-	-	138円/kg
コークス		日本の1.3-1.5倍 (日本,中国)	11.6円/kg (鎮江) 8.0～9.5円/kg (山西)	35円/kg (C>90%、灰分7%)
L P G		40～45円/kg (国内)	-	70円/kg
電力		7.7～8.8円/kWH	5.4～6.8円/kWH	-

注：インドネシアのかっこ内は資材調達先を示す。

出所： JICA調査団

2) 木型・金型製作技術

日系などの大手鑄物メーカーでは、木型、樹脂型、金型の製作及び修理を行っており、その設備の増強が進められている。しかし、ローカルの中小企業では社内生産は難しく、外注できる専門のパターンメーカーを海外から誘致する必要がある。その能力が不足する間は、国営企業等の模型制作部門の模型製作技術のレベルアップを図るべきである。今後、中子を多く必要とする、形状が複雑で肉厚の薄い自動車部品の国産化を進めていく上で、この必要性が急速に高まるものと考えられる。また、このような技術のレベルアップは、型製作者の作業熟練度の向上のみならず、専用の寸法測定設備(三次元レイアウトマシン)を模型制作部門に導入し、製作した模型と試作した鑄造品の3次元形状寸法を迅速に計測し、鑄造時の寸法収縮や変形挙動についてのデータを蓄積し、製作する模型の精度の向上と模型製作期間の短縮をはかるべきである。

(5) 品質管理、安全管理

1) ローカル企業における品質保証体制

中堅企業では既に炉前試験装置、砂試験装置などを導入しているところが多いが、不良率はかなり高い水準にとどまっている。このため、今後、品質保証体制の弱点の是正と製品ごとの不良対策のノウハウを確立する必要に迫られている。

2) 不良率の低減

ローカルの鑄造メーカーでは、鑄放時10%、加工時10%程度の鑄造不良が発生している例が多い。このような高い不良率を解消するには鑄造業界総がかりの不良率低減活動が不可欠で、公的試験期間の全面的な支援が必要である。

特に、加工時に発見される鑄造不良は顧客の信頼を失い、新規の受注を困難にする。また、鑄放時の高い不良率は納期の大幅遅延の大きな原因となっていることに注目すべきである。以上の問題は、小規模生産の場合と異なり、自動車部品等の本格的な大量生産を行う場合には深刻な問題となるので、早急な改善が必要である。

このような高水準の不良率の改善には、以下のような対策が必要である。

鑄造原料、副資材の品質評価試験と改善

アルミ地金、シェルモールド用のレジンコーテッドサンド、鑄物用珪砂などの品質のばらつきによる不良の多発が報告されており、公的機関による品質評価試験と改善指導が必要である。

溶湯、システムサンドの品質評価試験と改善

中小規模のローカル企業のための、材質管理試験、システムサンドの管理試験などを行い、その品質を評価し、改善方法を指導できるスペシャリストを公的試験機関所属の技術者として養成することにより、中小企業の品質保証体制のレベルアップと品質改善の指導を行うことが切望されている。また、これらの活動は中央の研究所と地方の出先機関が役割を分担し、公的試験場の全国的なネットワークづくりを行うことによって、より有効な推進が可能になる。

鑄造欠陥の発生原因解明のためのSEMの活用

同一鑄造欠陥現象で不良が多発する場合は、それぞれのケースごとに不良原因を的確に把握し、抜本的な対策を実施し、鑄造不良の再発防止を図ることが重要である。この場合、X線マイクロアナライザーの機能を持った走査型電子顕微鏡の活用が有効であり、その利用技術の確立が望まれている。

鑄造方案改善事例集の作成

インドネシアの鑄造工場で実際に不良対策として大きな成果をあげた事例を、技術協会等の専門委員会が中心となって、一定のフォーマットに合わせて技術資料として収集し、低価格で出版、配布することは効果があると考えられるので、その実施を提案する。

3) 試験研究機関における測定装置、高級加工設備のメンテナンス体制の改善

公的研究機関や鑄造工場において、海外の高性能な測定装置や金型加工設備（例えば、分光分析装置、放電加工設備など）が故障や整備不良に起因すると思われる早期の老朽化によって使用不可能な状態になっている例をしばしば見かけた。高性能設備装置のメンテナンスを担当する専門技術者を養成するとともに、少人数からなるメンテナンス技術センターなどの専門組織を設置することにより、これらの設備の予防保全と早期修理をできる体制を作り、高価な輸入設備の有効活用を図るべきである。

4) ローカル企業における安全意識、安全管理のレベルアップ

ローカル企業の安全意識、安全管理のレベルは低く、素足かサンダル履きで鑄鉄溶湯を注入したり、中子の仕上げ作業をしている作業者が見受けられる。今後、機械装置が多数導入される際には労働災害が多発するおそれがあり、早急な改善が必要である。

(6) 技術開発

インドネシアで鑄造産業を支援している公的試験研究機関には、次のようなものがある。

金属機械工業研究所(IDMMI=旧MIDC)
化学技術院、金属技術開発センター(LIPI)
各地の工業試験所(スマラン、スラバヤなど)
各地のUPT(チェペル、スカブミなど)

これらの公的機関の活動は、従来必ずしも互いに密接な連携のもとに行われていたとはいえない。今後はそれぞれの役割を明確にし、効率的な活動を進めていくことが必要である。材料技術分野の実用技術に関する、試験及び技術開発機関の強化策を以下に示す。

1) 試験及び技術開発の目的

自動車部品など重要機械部品の量産技術のレベルアップと、ローカル企業の生産品の品質の向上を図り、国産化を促進するために、実用技術のノウハウの開発と品質保証のための各種試験を実施し、ローカル企業の活動を技術的に支援することを目的とする。

2) 国が主催する技術開発プロジェクトの具体例

自動車用アルミ合金鋳物の製造技術に関する技術開発

ギヤケース、ミッションケースなどの代表部品を選定し、ダイカスト、低圧鋳造、重力鋳造などによる最適製造条件を策定するための製造実験を行い、得られたノウハウを民間企業に技術移転するとともに、研究機関に蓄積されたノウハウをベースに民間企業への技術指導を行い、特に中小規模の鋳造機業の技術レベルの向上を図る。

高強度鋳鉄鋳物の製造技術に関する技術開発

カムシャフト、クランクシャフトなどの代表部品を選定し、低合金鋳鉄、パーライト系球状黒鉛鋳鉄、ペーナイト鋳鉄などの材質の鋳造品を合理的に製造しうる基礎技術を確立するとともに、得られた技術ノウハウを民間企業に移転して、ローカル企業のレベルアップを図る。

ギヤ、シャフト類の熱処理技術に関する技術開発

自動車、オートバイ、汎用エンジン及びポンプ部品として広く使用されている、ギヤ、シャフト類の表面硬化を目的とした熱処理技術を中心に量産技術の開発を行い、講習は焼き入れ、ガス浸炭、イオン窒化などの熱処理に関する技術ノウハウを蓄積し、民間企業の熱処理技術のレベルアップを図る。また、この技術の波及効果として、金型の熱処理技術も格段に向上することが期待される。

3) 鋳造品、鍛造品の品質保証のための基礎試験

技術開発と受託試験の重点項目例として、下記について品質保証のための試験、検査技

術を確立し、民間企業の指導、育成を促進する。

電子顕微鏡、X線マイクロアナライザー、透過X線装置などによる鑄造品、鍛造品の内部欠陥の検査と欠陥発生原因解明のための試験技術

原子吸光分析、示差ねつ分析などによる鑄造用各種粘結材料、塗型材料及び鑄造、鍛造時に使用する各種離型材料の品質を調査するための試験技術

鑄造用砂型の品質を評価するための試験技術（鑄型の高温性質、鑄物砂の充填性を中心に、鑄型及び鑄物砂の基礎的的正常を評価するための試験技術）

（7）コスト分析

表7-1-8に、鑄造品の原価構成についての調査事例を示す。アルミ合金の低圧鑄造で製造しているA工場の場合には、アルミ地金の原材料費が45%と高く、労務費は5%と安い。一方、日本で製造される鑄鉄鑄物のシリンダーブロックは、労務費が約30%と高く、鑄造品の形状寸法や製造条件によって大幅に異なることを示している。さらにデータを収集し、分析を行うことにより、コスト面から見た今度の国際分業のあり方を解明することが可能になると思われる。

表7-1-8 鑄造品の原価構成調査事例

調査対象			原価構成				
			原材料費	労務費	外注費	設備費	その他製造コスト
インドネシア	A工場	アルミ合金鑄物 カーホイル 低圧鑄造	45%	5%	-	25%	25%
	B工場	アルミ合金鑄物 タイヤモルト 石膏鑄型	18%	26%	-	19%	37%
	C工場	鑄鉄鑄物	35%	18%	-	22%	25%
	D工場	鑄鉄鑄物	30%	16%	-	25%	29%
日本	A工場	鑄鉄鑄物 ディーゼルエンジン シリンダーブロック	13.6%	28.6%	10.7%	11.9%	35.2% (電力料11.4%)
	B工場	鑄鉄鑄物 ミッションケース クラッチケース	25.4%	22.5%	20.7%	9.1%	22.3% (電力料12.6%)

注： 1．設備費には設備減価償却費、修繕費、治具型費が含まれる

2．外注費には中子外注費、鑄仕上手入外注費が含まれる

出所：JICA調査団

(8) マーケティング

チェペルでは鋳物製造の協同組合に162社が参加し、鉄道車輛のブレーキシューなどの鋳造品の共同受注に成功している。チェペル、スカブミのUPTでは地域で生産されている製品の展示コーナーを設けており、また、チェペルでは製品カタログを共同製作している。今後、中小企業ではマーケティング活動の共同化を進めることが必要であり、技術協会等の主催による全国規模の製品展示会の開催が望まれている。

(9) 技術水準評価

これまで調査した37企業の調査結果を表7 - 1 - 9に示した。また、表7 - 1 - 10から表7 - 1 - 13までに、下記の4つの評価項目に関するチェックポイントの詳細を示した。

生産設備の充実度

生産技術・技能のレベル

試験計測・検査設備の充実度

管理技術・管理状況のレベル

表 7 - 1 - 9 鑄造企業訪問調査結果 (1/4)

NO	企業名 (所在地)	鑄造品の材質			生産量 t/年	操業度*	生産品目	レベル評価結果***			
		SC	FC FCD	AI				鑄造 設備	鑄造 技術	試験 検査	品質 管理
1	P.T. Kamatsu Indonesia (ジャカルタ)				7,200	A	トラックシュー、コンテナ部品	A	A	B	A
2	P.T. Bakrie Tosanjaya (ジャカルタ)				(8,400)	A	自動車部品・一般機械部品	A	A	B	A
3	T. Barata Jakarta Foundry Center (ジャカルタ)				(4,000)	B	大型パイプ・バルブ、金型型材、 鋸山機械部品	B	A	B	B
4	P.T. Geteka Founindo (ジャカルタ)				(6,000)	A	ベアリングケース、インペラ、ボルト	B	A	B	A
5	PT. Toyota Astra Motor Engine Plant (ジャカルタ)				9,000	A	シリンダブロック、フライホイール、クランクシャフト、 クランクキャップ	A	A	A	A
6	PT. A. T. Indonesia (ジャカルタ)				(8,400)	1997	ブレーキドラム、ディスクロータ、フライホイール、 プレッシャプレート	A	A	B	A
7	PT. KSB Indonesia (ジャカルタ)				8,400	A	ブレーキドラム、フライホイール、ポンプ部品、 カウンターウェイト	A	A	B	A
8	C.V. Bakti (ジャカルタ)				1,800	A	オートバイ部品、ブレーキリング、 ブレーキドラム	A	B	C	B
9	PT. Bina Usaha Mandiri Mizusawa (ジャカルタ)				2,400	A	ディーゼルセルモータ、ウォーターポンプ部品、 ハンドトラクタ部品	B	A	B	A
10	PT. Tatung Badi Indonesia (ジャカルタ)				4,000	A	モーター部品、フライホイール、マニホールド、 カウンターウェイト	A	A	B	A

注) * 操業度 = 生産実績 / 設備能力 : A 70%、B 50%、C < 50%

** PDC : ダイカスト、GDC : 金型鑄造、LPD : 低圧鑄造

*** レベル評価 : A優秀、B良好、Cやや問題あり、D問題あり

生産量の () 内の数値は生産設備能力、他は生産実績値

表 7 - 1 - 9 鑄造企業訪問調査結果 (2/4)

NO	企業名(所在地)	鑄造品の材質			生産量 t/年	操業度*	生産品目	レベル評価結果***			
		SC	FC FCD	AI				鑄造設備	鑄造技術	試験検査	品質管理
11	PT. Daya Baru Agung (ジャカルタ)				1,200	A	ピニアフレーム、シリンダライナ、 プレートラム	B	A	B	A
12	P.T. Asama Indonesia Manu facturing (ジャカルタ)				-	A	ディスクブレーキ、シリンダスリーブ、 エキゾーストマニホールド	A	A	B	A
13	P.T. Baninusa Indonesia (バンドン)				-	A	ピストンリング	A	A	B	B
14	PT. Pindad Forging & Casti ng Divi. (バンドン)				3,600	B	ディーゼルエンジン・シリンダブロック、 トラックハブ、マシニングセンタ部品	B	A	A	B
15	PT. Bara Multi Metalika (バンドン)				3,600	A	フライホイール、プレートラム、 エキゾーストマニホールド、織機	B	B	A	A
16	P.T. Maju Warna Steel (スラバヤ)				(3,600)	C	エンジン部品・バルブ	B	B	B	B
17	P.T. Barata 'Gresik (スラバヤ)			** GDC	1,800	C	製糖機械、鉄道、船舶部品	B	B	B	B
18	P.T. Pakarti Riken Indonesia (スラバヤ)				34,000	A	自動車部品、汎用ディーゼル	A	A	B	A
19	P.T. Boma Bisma Indra (スラバヤ)				(2,000)	C	エンジン部品・農機部品	B	B	B	C
20	P.T. Agrindo unit Foundy (スラバヤ)				1,200	C	ポンプ部品・エンジン部品	B	B	B	B
21	C.V. Logam Makmur (スカブミ)		FC		-	A	ピニア小部品、タイミングプーリー	C	B	C	C

表 7 - 1 - 9 鑄造企業訪問調査結果 (3/4)

NO	企業名 (所在地)	鑄造品の材質			生産量 t/年	操業度*	生産品目	レベル評価結果***			
		SC	FC FCD	AI				鑄造 設備	鑄造 技術	試験 検査	品質 管理
22	P.T. Aneka Adhilogam Karya (チヘル)		FC		2,400	A	パイプフィッティング、インペラ、 ガイドローラー	B	B	B	B
23	Sinar Industri (チヘル)		FC		960	A	カウンターウェイト、工作機械部品	B	B	C	B
24	P.T. Itokoh Ceperindo (チヘル)				-	1997	ステンレスバルブ 部品	A	A	A	-
25	P.T. Suyuti Sidomaju (チヘル)		FC		1,200	A	ブレーキドラム、カウンターウェイト、 ウォーターポンプ、ガスバルブ	B	B	C	C
26	P.T. Karya Rini (チヘル)		FC		600	A	マンホール蓋	C	B	C	C
27	P.T. Boja Kurnia (チヘル)		FC		-	A	石油掘削機械部品、 モータープーリー	B	B	B	B
28	P.T. Federal Nusametal (ジャカルタ)			PDC	(3,500)	A	オートバイ・エンジン部品、 ギアケース	A	A	B	A
29	P.T. Kyowa Indonesia (ジャカルタ)			PDC	量産 初期	A	オートバイ・エンジン部品、 電気部品	A	A	B	A
30	PT. Honda Prospect Engine Mfg. (ジャカルタ)			PDC	840	A	シリンダブロック、クラッチケース	A	A	B	A
31	PT. Edico Utama (ジャカルタ)			GDC	480	A	小型ピストン	B	B	C	B

表 7 - 1 - 9 鑄造企業訪問調査結果 (4/4)

NO	企業名 (所在地)	鑄造品の材質			生産量 t/年	操業度*	生産品目	レベル評価結果***			
		SC	FC FCD	AI				鑄造 設備	鑄造 技術	試験 検査	品質 管理
32	PT. Inkoasku (ジャカルタ)			LPD	700	A	カーホイール	A	B	A	A
33	PT. Hashiba Indonesia (ジャカルタ)			LPD	5	C	タイヤモールド・リング	A	A	B	B
34	P.T. Berdikari (バンドン)			** PDC	-	A	オートハイ・エンジン部品	B	A	B	B
35	Steanco Putera Perkasa (スガブミ)			GDC	480	B	電気部品	B	B	C	C
36	Tunas Abadi Teknik (スガブミ)	Cu			-	B	銅合金小物部品	C	B	C	C
37	P.T. Arsimelin Megan Industri (ジャカルタ)			PDC	-	A	ポンプ用モータ部品	B	C	C	C

出所：JICA調査団

表 7 - 1 - 1 0 鑄造工場のレベル評価チェックポイント

- 生産設備の充実度 -

評価項目	チェックポイント
1. 鑄造方案	方案図作成用 O A 機器導入状況 方案図作成用ソフトの導入状況
2. 模型製作	模型製作用 O A 機器導入状況 模型製作用工作機械の充実度
3. 溶解	キュボラ（炉の形式、原料投入自動化、熱風温度） L F 炉 H F 炉（炉の形式、原料投入自動化）
4. 注入・解砕	自動注湯装置 解砕・製品取出しの機械化
5. 中子造型	中子砂混砂装置 中子造型機 中子取出し 中子塗型 中子バリ取り 中子組立の設備・治具
6. 主型造型	主型造型機のタイプ ジョルトシリンダのメンテナンス 鑄枠の剛性 鑄型ピン・ブッシュの方式
7. 砂処理 （含 砂再生処理）	砂回収ラインの合理性 微粉除去装置 回収砂混合装置 回収砂冷却 水分添加装置
8. 解砕・製品取出し	解砕装置 製品取出しのマニピュレータ化
9. 鑄仕上げ （含 熱処理）	砂落しの機械化レベル ショットブラストの方式 コアノックアウトマシン バリ取り装置 熱処理装置
10. 製品品質・ ライン内検査	現品硬度計 検査用ガバリ ターゲットフィックスチュア
11. ライン内搬送 （ライン間搬送）	ハンガーコンベア 自動搬送車 フォークリフト ワーク搬送用シュート

出所：JICA調査団

表 7 - 1 - 1 1 鑄造工場のレベル評価チェックポイント

- 生産技術・技能のレベル -

評価項目	チェックポイント
1. 鑄造方案	鑄造方案の作成能力 押湯方案・湯道方案の合理化 鑄造方案歩留
2. 模型製作	模型製作の内製化レベル 模型製作の標準化 模型製作のCAD/CAM化
3. 溶解	溶湯成分のバラツキ状況 ミクロ組織の判定技術 計測器の精度管理
4. 注入・解砕	注入温度・鑄込時間の部品別標準化 注入歩留 残湯率
5. 中子造型	造型方式選定の妥当性 中子砂配合標準 中子砂特性 中子強度の合理性
6. 主型造型	造型方式選定の妥当性 主型砂配合標準 主型砂特性 砂試験技術
7. 砂処理 (含 砂再生処理)	回収砂の性状 微粉除去装置 回収砂の温度 サンドメタル比対応
8. 解砕・製品取出し	クレーン操作技術 ホイスト操作技術 マニピュレータ操作技術
9. 鑄仕上げ (含 熱処理)	ワークハンドリング技術 研削用ポジショナ設計技術 熱処理条件最適化
10. 製品品質・ ライン内検査	日常検査基準・定期検査基準の合理性 非破壊検査条件の適正化
11. ライン内搬送 (ライン間搬送)	ライン内搬送方法設定技術力 製品別吊り具・反転治具設計能力
12. 工場レイアウト	工場レイアウトの合理性 粉塵除去装置 工場換気 工場の採光

出所：JICA調査団

表 7 - 1 - 1 2 鑄造工場のレベル評価チェックポイント

- 試験計測・検査設備の充実度 -

評価項目	チェックポイント
1. 模型製作	模型寸法検査装置 模型材料 耐摩耗性試験装置
2. 溶解	溶湯成分分析装置 溶湯温度測定装置
3. 注入	鑄込温度測定装置 炉前材質判定装置
4. 中子造型	金型温度測定装置 中子砂特性・中子強度試験装置
5. 主型造型	主型砂特性試験装置 鑄型硬度測定器
6. 砂処理 (含 砂再生処理)	砂再生処理条件測定装置 回収砂・再生砂の特性試験装置
7. 鑄仕上げ (含 熱処理)	熱処理条件測定装置
8. 製品検査	
非破壊検査	水漏れ試験装置 X線・線検査装置 超音波探傷装置 残留応力測定装置 磁粉探傷装置
破壊検査	切断検査 引張強さ 硬さ 衝喪値 疲労強度試験 クリープ試験
寸法検査	レイアウトマシン マイクロメータ ダイヤルキャリパー トスカン

出所：JICA調査団

表 7 - 1 - 1 3 鋳造工場のレベル評価チェックポイント

- 管理技術・管理状況のレベル -

評価項目	チェックポイント
1. 品質管理	作業標準 技術標準 チェックシートの充実度 管理グラフの利用状況 部品別・現象別不良統計 不具合の再発防止票
2. 原価管理	原価計算基準 原価構成要素別実績把握 部品別原価の把握 標準工数 材料原単位のメンテナンス
3. 納期管理	受注・出荷台帳のO A化 生産計画（月間、週間、日内）作成状況 工程別進捗管理 客先別納期達成状況
4. 5 S 活動	事務所内の整理・整頓 工場内の整理・整頓 不要品の処分 治工具保管の標準化 作業安全管理 危険予知訓練
5. Q C サークル活動 （含 改善提案活動）	Q C サークルカバー率 1 テーマ活動期間 成果発表会 表彰制度 テーマ選定の合理性 改善提案件数
6. トップの方針管理 ・目標管理	工場長・部長・課長の年度方針 活動計画作成実施状況 中期計画の立案状況

出所：JICA調査団

さらに、今後製造技術の開発を行い、国産化を進めていくための、自動車及びポンプの主要部品の優先度の評価結果を表7 - 1 - 14に示す。また、これらの優先部品の生産を可能にするための要素技術を表7 - 1 - 15に示した。

表7 - 1 - 1 4 自動車及びポンプの主要鋳造部品の優先度評価

[自動車部品]

部品名	材質・製造プロセス						生産状況		技術難易度	波及効果	キー・テクノロジー				優先度
	鋳鉄		アルミ合金				外資系企業	ローカル企業			鋳造方策・模型	材質管理	造型技術	鋳造欠陥対策	
	F C	F C D	砂型 鋳物	G D C	L P C	P D C									
エンジン部品	シリンダヘッド	-	-	-	-	-	-	AA	A					A	
	シリンダブロック	-	-	-	-	-	-	AA	A					A	
	ピストン	-	-	-	-	-	-	AA	C			-		A	
	シリンダライナー	-	-	-	-	-	-	AA	C			-		A	
	カムシャフト	-	-	-	-	-	-	A	B					C	
	クランクシャフト	-	-	-	-	-	-	A	B					C	
	インテークマニホールド	-	-	-	-	-	-	A	B					A	
	エキゾーストマニホールド	-	-	-	-	-	-	A	B					A	
	シリンダヘッド・カバー	-	-	-	-	-	-	B	A			-		A	
	クランクシャフト・ベアリングキャップ	-	-	-	-	-	-	C	B					A	
	フライホイール	-	-	-	-	-	-	B	C					A	
	フライホイールハウジング	-	-	-	-	-	-	B	A					A	
	ターボチャージャー・タービンローター	-	-	-	-	-	-	AA	C			-		A	
ターボチャージャー・プロウインペラー	-	-	-	-	-	-	AA	C			-		A		
ターボチャージャー・タービンハウジング	-	-	-	-	-	-	AA	B					A		
動力伝達部品	ミッションケース	-	-	-	-	-	-	A	AA					A	
	クラッチプレッシャープレート	-	-	-	-	-	-	B	A			-		A	
	トルコンスターター	-	-	-	-	-	-	A	A					A	
	ギヤシフトフォーク	-	-	-	-	-	-	AA	B			-		B	
	デファレンシャルフォーク	-	-	-	-	-	-	B	A			-		C	
	デファレンシャルキャリア	-	-	-	-	-	-	B	A			-		A	

足	ブレーキドラム		-	-	-	-	-			B	A			-		A
回	ブレーキディスク		-	-	-	-	-			B	A			-		A
り	キャリパー・ディスクブレーキ		-	-	-	-				B	A			-		A
部	ステアリングナックル	-		-	-	-		-		AA	B					B
品	カーホイール	-	-	-	-			-		AA	C			-		C

表 7 - 1 - 1 4 自動車及びポンプの主要鋳造部品の優先度評価（続き）

[遠心ポンプ部品]

部 品 名	材質・製造プロセス						生産状況		技術難易度	波及効果	キー・テクノロジー				優先度
	鋳鉄		アルミ合金				外資系企業	ローカル企業			鋳造方策・模型	材質管理	造型技術	鋳造欠陥対策	
	F C	F C D	砂型 鋳物	G D C	L P C	P D C									
ポンプケーシング			-	-	-	-			A	A					A A
吸込カバー		-	-	-	-	-			B	A					A A
インペラー	-	-	-	-	-	-			AA	B					A
軸受胴体		-	-	-	-	-			B	C					B
共通ベッド		-	-	-	-	-			C	B					C

出所：JICA調査団

表 7 - 1 1 5 優先鋳造部品製造にかかる要素技術

具体的な優先要素技術	対象となる優先鋳造部品の例
1．複雑形状をした中子を必要とする鋳鉄品の製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ・小型汎用エンジン用 ・シリンダーブロック、シリンダーヘッド、ミッションケース ・ポンプ用ケース、吸込みカバー
2．高強度鋳鉄材料による鋳鉄品の製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車用カムシャフト、クランクシャフト、シリンダヘッド、エキゾーストマニフォールド
3．内部健全性の要求品質が高いアルミ合金鋳物のダイカスト、低圧鋳造、金型製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ・オートバイ用シリンダヘッド、シリンダーブロック ・自動車用フライホイールハウジング
4．中型鋳物品の大量生産時の品質管理技術	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車用鋳造品一般 ・汎用ポンプ用鋳造品一般

出所：JICA調査団

3. 改善目標の設定

(1) 鑄造産業の三大改善目標

鑄造産業の改善目標として、以下の3点を提案する。

自動車鑄造部品の国産化率の向上：プラス40%

30%（1995年）から70%（2005年）へ

鑄造品の輸入数量の減少：1/3

221,000トン/年（1995年）から74,000トン/年（2005年）へ

鑄造品の輸出数量の拡大：3倍

13,700トン/年（1995年）から41,000トン/年（2005年）へ

(2) 改善目標達成のための重点施策の提言

1) 鑄造設備近代化のための簡易設備の共同開発促進制度

ア. 構想

チェペルなど伝統的な小規模鑄造企業の前近代的な設備を近代化し、良好な品質の小形機械部品を量産可能とするために、安価で使い勝手の良い簡易設備を共同開発する。

開発は小規模鑄造企業、小規模機械設備メーカーが共同で行い、海外の鑄造メーカー、UPTなどが指導する。

開発費は全額国家予算とし、開発設備の図面権は3～5年で民間企業に払い下げる。

イ. 開発テーマ

小型簡易キューボラ

トンキン炉に代替可能な、安価で操業しやすい鑄鉄溶解用の小型溶解炉

・溶解能力：0.5～1トン/時

- ・ 出湯温度：1500度以上

・

小型モールディングマシン

- ・ ジョルトスクイズ式のF1型造型機
- ・ 枠サイズ：約500x350m/m

小型シェルモールディング造型機

蝶番式の小型金型を使用し、ガス過熱式焼成炉を備えたエアブローイング方式の砂充填装置

小型混練ミル

- ・ 混練能力：100kg/バッチ
- ・ 生型砂、自硬性砂、中子砂などに適用

2) 高度専門技術巡回指導制度

ア．構想

従来の鑄造コンサルタント派遣制度とは異なり、より高度な鑄造分野の専門技術を指導し、先進国からの技術移転を促進するため、各専門技術のスペシャリストと現場作業の熟練技術者を海外専門メーカー等から招聘し、巡回指導を行ってインドネシア鑄造産業の基礎技術力を高める。

イ．技術指導テーマ

高強度鑄鉄の溶解作業

形状複雑な鑄造品の主型造型、中子造型作業

アルミ合金のダイカスト作業

鑄造品の非破壊検査作業

自動車用鑄造品の鑄造法案技術

高強度鑄鉄の材質管理技術

鑄造品の欠陥原因の解明と対策技術

3) 鑄造工場現場管理者育成のための委託研修制度

将来、鑄造工場のフォアマン、スーパーバイザーを多人数育成するために、有能な現場作業経験者を大手企業、優良中堅企業などに委託して1～2年間の研修を行ってもらうための、国家予算による委託研修制度の導入。

4) 技術調査研究促進のための補助金制度

ア. 構想

戦略的に重要な専門技術や特定製品群の技術動向及び市場動向調査を促進し、鑄造産業の飛躍的な発展を図るための補助金制度

APLINDO等に技術委員会を設置し、官、学、産の有識者に委員を委嘱して、年間計画を作成し、推進する。

イ. 調査研究テーマ案

戦略製品の市場調査

- a. 鑄鉄、鉄鋼の遠心鑄造製品の需要動向調査
- b. 高性能耐磨耗材料の需要動向調査
 - ・ 砕石機械の刃板類
 - ・ セメントクリンカーのロータリーキルン用耐磨耗材料など
- c. アルミ合金低圧鑄造品の需要動向調査
 - ・ 自動車部品、二輪車部品など

海外の優良技術書の調査及びインドネシア語による翻訳、出版の市場性調査

先進技術の実用化状況と有効性の調査

- a. 鑄造分野のコンピューターシミュレーション技術
- b. 鑄造模型のCAD/CAMシステムによる製作技術
- c. 鑄物砂の再生処理技術

海外新技術動向の調査（国際会議への参加などによる調査）

(3) 重点対象鑄造部品の例

1) 自動車用鑄造部品の国産化率の向上

- ・ 小型エンジンのシリンダーブロック(FC)
- ・ 小型エンジンのシリンダーヘッド(アルミ合金)
- ・ クランクシャフト

- ・カムシャフト
- ・エグゾーストマニホールド
- ・クラッチケース
- ・ギヤケース
- ・ウォーターポンプケース
- ・ウォーターポンプインペラー
- ・その他小物部品など

2) 自動車部品以外の輸入品の国産化対象

- ・遠心鑄造による水道、下水道用鑄鉄管(FC)
- ・遠心鑄造によるガス用鑄鉄管(FC, FCD)
- ・各種管継手(FC, FCD)
- ・鉱山機械用耐摩耗部品(高マンガン鉄鋼品)
- ・自動織機用小物部品
- ・耐蝕、耐摩耗バルブ類
- ・化学プラント用ステンレス鑄物など

3) 輸出拡大対象部品

- ・アフターマーケット用自動車部品
- ・ピストン、ピストンリング、シリンダーライナー、アルミホイールなど
- ・耐摩耗鑄鉄、鉄鋼品
- ・大口径異形管
- ・遠心鑄造による鉄鋼管など

第2節 鍛造産業

1. 鍛造産業の概況

(1) 歴史的発展経緯

インドネシアにおける鍛造産業の歴史的発展の経緯は、一般に鑄造産業のそれとほぼ同様の経過をたどったものと考えられる。まず当初は、クワ、スキ、ナタなどの農耕用の道具やナベ、カマ、ゴトクなどの調理用日用品を製作していた家内工業的なものから始まった。オランダの植民地時代に入ると、オランダ人技師によって製糖機械、石油掘削機械、船舶などの修理部品を製造するための鍛造工場が建設され、機械部品としての鍛造品の生産が開始されたものと推定される。

インドネシアの独立後、これらの鍛造工場はインドネシア政府によって接收され、国営工場として生産が再開された。さらに、1970年代から始まった5カ年計画によって、部品の国産化、自動車産業の育成などの工業化促進政策が進められ、種々の産業分野において機械部品としての鍛造部品の需要が急速に拡大した。

(2) 企業数、生産量、需要規模

企業訪問調査の結果明らかとなった、インドネシアの鍛造機業の一覧を表7-2-1に示す。インドネシアには鍛造分野の工業会や技術協会が組織されていないため、その全体像を正確に把握する事は困難である。しかし、現在機械部品を鍛造できる企業は25~30社と推定される。また、材料投入量から判断して年間生産量は約24,000トン/年といわれる。日本の鍛造産業が約600社あり、年間生産量が約230万トンであるのと比較すると、インドネシアの鍛造産業は未だ未発達であるといえる。大手の鍛造企業は外資との合弁企業が多く、また、外国企業が資本参加をしていないが技術提携により鍛造技術のレベルアップを図っている企業も多い。

表 7 - 2 - 1 鍛造企業一覧 (1/2)

NO	企業名	所在地	生産量 ト/月 (設備能力)	生産品目	備考
1	P.T.Hokuriku United Forging Industry	ジャカルタ	6,000 (6,000)	建機トランス、農機部品	日系J/V
2	P.T.Bukaka Forging Industry	ボゴール	4,800 (2,400)	継手、フランジ類、自動車部品	日系J/V
3	P.T.Pulogadung Tempajaya	ジャカルタ	3,000 (16,000)	ギアボックス、小型機械部品	
4	P.T.Hydraxle Perkase	ジャカルタ	-	自動車部品	
5	P.T.Fukuyama Giken Indonesia	ジャカルタ	-	機械部品	日系J/V
6	P.T.Menara Terusu Makmur	ジャカルタ	(4,000)	オートバイ部品	日本企業と 技術提携
7	P.T.Roda Prima Lancar	ジャカルタ	-	機械部品	中国系
8	P.T.Shun Yueh	ジャカルタ	-	機械部品	
9	P.T.Shimahita	ジャカルタ	-	機械部品	
10	P.T.SCKB	ジャカルタ	-	機械部品	
11	P.T.Pandrol Tangerang	ジャカルタ	-	機械部品	

表7 - 2 - 1 鍛造企業一覧 (2/2)

NO	企業名	所在地	生産量 ト/月 (設備能力)	生產品目	備考
12	P.T.Medan Gerak Jaya	ジャカルタ	(10,000)	機械部品	
13	P.T.MAROMO	ジャカルタ	-	機械部品	日系J/V
14	P.T.Mitrajaya	ジャカルタ	(1,000)	機械部品	日系J/V
15	P.T.Nippondenso Indonesia Inc.	ジャカルタ	-	自動車部品	日系J/V
16	P.T.Pindad Casting & Forging Div.	バンドン	3,600 (7,000)	自動車用コンロッド、車載治具、機械部品	日本企業と 技術提携
17	P.T.Boma Bisma Indra	スバヤ	-	農機具(刈、スリ)	
18	P.T. Polysindo Eka Perkasa	スマラン	-	機械部品	
19	P.T.Kurakata Steel	クラカタ	-	船用大型ディーゼルエンジン、クランクシャフト他	日系J/V

出所：JICA調査団

表7 - 2 - 2 は、自動車の生産実績と現在公表されている今後の生産予測をもとに、自動車用鍛造品の原単位(kg/台)、国産化率、自動車用鍛造品の全鍛造品に占める比率などを仮定して試算した、1998年及び2000年における生産量の予測結果を示している。この結果に基づけば、インドネシアでは2000年には現在の2.5～3倍となる年間約7万トンの鍛造品を生産可能とする体制を確立する必要があると考えられる。

表7 - 2 - 2 鍛造品需要量の予測（試算結果）

		1995	1998	2000
自動車生産量 台/年*1		379,000	470,000	550,000
自動車用鍛造品	需要量 トン/年*2	37,900	47,000	55,000
	国産化率 %	20	40	60
	生産量 トン/年	7,580	18,800	33,000
全鍛造品	自動車用鍛造品比率	30%	40%	50%
	総生産量 トン/年	25,300	47,000	66,000
	増加率	1.00	1.86	2.61

注：*1自動車生産量：四輪（商用車＋セダン）

*2需要量は鍛造品の原単位を100kg/台と仮定して算定

出所：（財）素形材センター「新素形材」、1988年5月

表7 - 2 - 3 は、主要東アジア諸国について、鍛造品の人口当たり生産量を試算したものである。これらの試算は基礎データの精度が不十分であることを考慮しなければならないが、この結果は、インドネシアで今後工業化を積極的に推し進めていくためには、鍛造産業の育成に力を入れることが重要であることを示している。

表7 - 2 - 3 人口と鍛造品生産量の関係

	人口 10,000人	鍛造品生産量 1,000トン/年	1人当り生産量 kg/人・年
日本	12,471	2,269	18.19
韓国	4,461	130	2.91
台湾	2,109	14	0.67
インドネシア	19,723	24	0.12
中国	117,758	830	0.07

注：各国データは、1990年のもので、一部推定値を含む。

出所：各国データをもとにJICA調査団が作成

表7 - 2 - 4 は各産業分野の代表的な鍛造部品の例を、表7 - 2 - 5 は自動車の鍛造部品の例を示したものである。今後、さらに詳細な調査を進め、現在どのような部品が技術的に製造可能であり、今後どのような要素技術を重点的に確立していくことが必要であるか明らかにする必要がある。

表7-2-4 各産業分野の代表的な鍛造部品例

- 鋼の熱間鍛造品 -

産業分野	機械・装置	鍛造部品名	
		自由鍛造	型鍛造
船舶	ディーゼル機関	クランク軸、接合棒、ピストン棒	コンロッド
	減速装置	親歯車リム、ピニオン、可撓軸	
	軸系	推進軸、中間軸、スラスト軸	
	補機	ラダーストック、発電機軸	
鉄道	車輛	車軸、大歯車	コンロッド、支持板
鉄鋼	圧延機	ロール、カップリング、スピンドル	
	クレーン	フック	フック
	台車	車軸	
自動車動力	エンジン	表7-3-5参照	
	伝導装置		
	操向装置		
産業機械	工作機械	主軸、ギア	
	金属加工機械	型用鋼、ラム、ソープロック、ピストンロッド	
建設機械	エンジン		コンロッド、クランク、ロアーローラー
	ショベル		シャフト、シャックル、ヒンジドリル、リンク
	トラクター		ベベルギヤ、主軸、トラックリンク、シリンダ・ヘッド、ロッド、ヘッドツースティース
化学	石油精製・化学	反応塔、熱交換器、分離器	
	共通	圧縮機部品	
電力	水力発電	水車主軸、発電機軸	
	火力発電	発電機軸、タービンロータシャフト、水室	
	原子力発電	原子炉圧力容器用ノズル、熱交換器水室	
紙・パルプ	製紙パルプ製造機	ロール	

出所：出所：（財）素形材センター「新素形材」、1988年5月

表 7 - 2 - 5 自動車の鍛造部品例

装置名		鍛造部品名
エンジン		<ul style="list-style-type: none"> ・クランクシャフト ・カムシャフト ・カムシャフトタイミングギヤ ・コネクティングロッド ・コネクティングロッドキャップ ・バルブローカーアーム ・バルブインテーク ・イオルポンプシャフト
動力伝達装置	トランスミッション	<ul style="list-style-type: none"> ・ミッションギヤ類 ・メインシャフト ・トップギヤシャフト ・カウンターギヤシャフト ・ギヤシフトオーク ・クラッチハブ
	プロペラシャフト	<ul style="list-style-type: none"> ・プロペラシャフト ・スパイダー ・ヨーク類
	デフアレンシャル	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライブピニオンギヤ ・リングギヤ ・コンパニオンフランジ
	等速ジョイント	<ul style="list-style-type: none"> ・サイドギヤ ・シャフト ・アウトレース ・チューリップ ・トリボード ・インナーレースケージ
操向装置	ステアリング	<ul style="list-style-type: none"> ・ステアリングセンタシャフト ・ステアリングギヤ ・ビットマンアーム
懸架装置	フロントサスペンション	<ul style="list-style-type: none"> ・ロワーアームシャフト ・アップアームシャフト ・タイロッドエンド
	フロントアクスル	<ul style="list-style-type: none"> ・ステアリングナックル ・ステアリングナックルアーム
	リアアクスル	<ul style="list-style-type: none"> ・リアアクスルシャフト ・ハウジングエンド

出所：JICA調査団

(3) タイプ別生産状況

現在多くの鍛造企業では、生産品の寸法精度が高く、対象製品の形状の制約の少ない油圧鍛造プレスが導入が遅れている。また、対象部品は限定されるが、高精度の鍛造品を高効率で鍛造できる冷間鍛造技術や、最近自動車部品での採用が拡大しているアルミ合金の鍛造技術の導入を積極的に進めていくことも重要である。

2 . 鍛造産業の生産・経営診断

(1) 鍛造工場の操業度

調査団が訪問調査した鍛造工場のうち、一部の鍛造工場では操業度が異常に低かった。これは、A社では鍛造設備が旧式で自動車部品等の生産に適さないため、新しい金型加工設備、金型表面処理設備等を導入中のためであった。B社では金型加工設備の能力不足のため試作期間が長くかかり、新規受注活動が遅れているためであった。またC社の場合には、量産立ち上がり後日が浅いためであった。しかし、どのような理由があるにせよ、操業度の確保は工場経営の基本であり、早急な改善が必要である。

(2) 鍛造工場の生産管理、原価管理

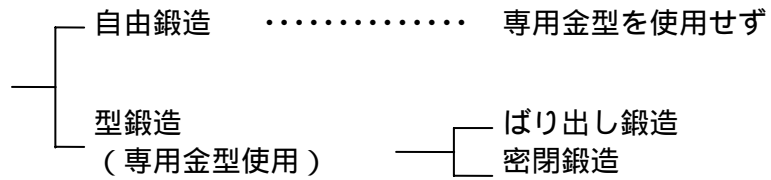
前述の条件の下、今回の調査対象工場では十分に安定した、フル操業の状態がまだ実現していない工場が多く、大手の日系合弁企業を除いては、それぞれの工場に適した生産管理、原価管理の仕組みづくりは今後の課題である。

(3) 鍛造加工の種類と生産工程

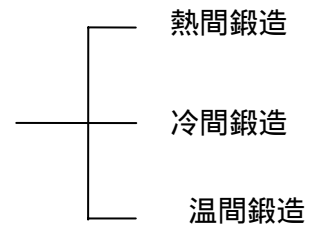
図7 - 2 - 1 に鍛造加工の種類を、図7 - 2 - 2 に鍛造品の生産工程を示す。

図 7 - 2 - 1 鍛造加工の種類

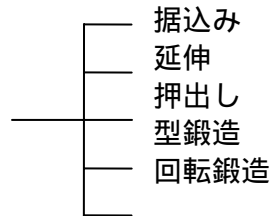
a. 専用金型の使用による分類



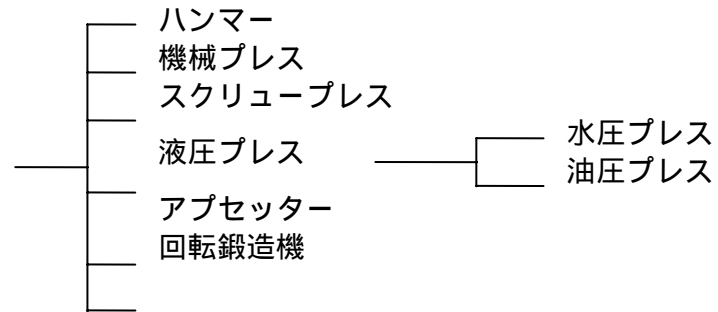
b. 鍛造温度による分類



c. 材質の変形形態による分類

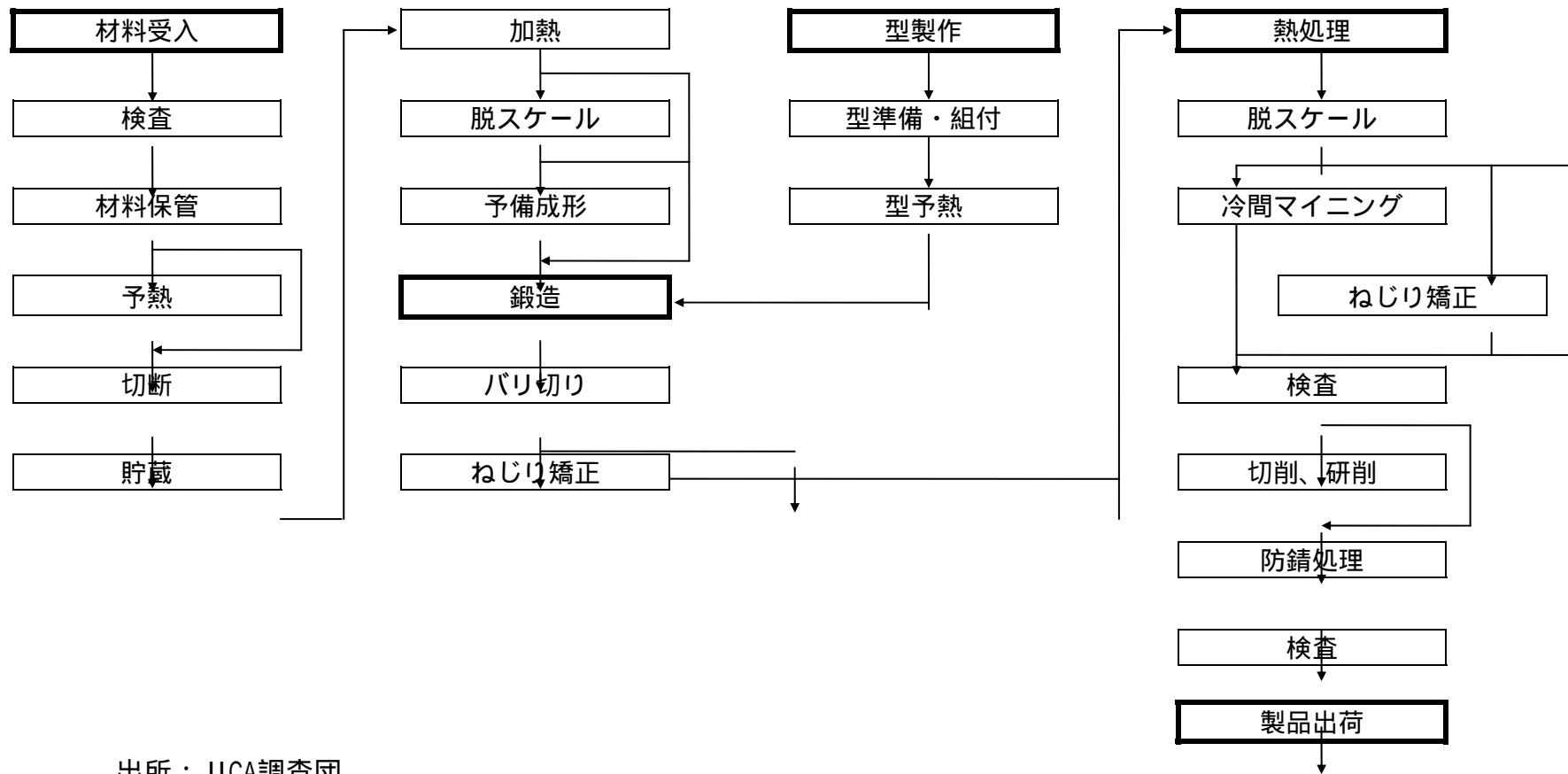


d. 鍛造機械の分類



出所：JICA調査団

図 7 - 2 - 2 鍛造品の生産工程



出所：JICA調査団

鍛造加工は対象製品の形状寸法、材質、生産ロットサイズなどによって種々のプロセスがあり、その技術ノウハウも様々である。また、生産工程もバラエティに富んでいるが、特に鍛造プロセスの選定、鍛造法案の策定、金型設計などに豊富な経験と高い専門技術が必要である。このため、先進国の専門メーカーとの合併や専門技術者による技術指導が重要である。インドネシアでは、マーケットの調査が不十分のまま汎用設備を導入し、賃加工を行うなどの企業姿勢が失敗を招いている例がいくつかみられた。

(4) 原材料調達

鍛造品の原材料は、鋼材またはアルミ合金材料である。インドネシアでは炭素鋼は国産化されているが、高炭素鋼や高強度材料である低合金鋼や耐磨耗合金鋼はすべて輸入材であり、入手可能な鋼材寸法が限定されている。また、鍛造後の表面硬化技術の導入も今後の課題である。

(5) 技術開発

日本などの先進国では、非調質鋼の利用技術、バリ無し鍛造技術（密閉鍛造）、鍛造直接焼き入れ技術、鍛造品の浸炭処理、窒化処理技術などの実用化研究がこの十年来活発に行われている。しかし、インドネシアではまず各種部品に対する鍛造基礎技術の確立を当面の目標として、地道に取り組むことが必要である。

このためには技術協会を早急に設立し、その中に技術委員会等を設置して、学会と業界全員参加の共同研究を行うことが有効と考えられる。

(6) コスト分析

鍛造品の製造原価のうち、約50%は原材料である鋼材費が占めているといえる。したがって、ロール成型などによる予備成型によって材料歩留を高め、鍛造温度の管理精度を上げて不良率を下げるなどの努力が重要である。自動車部品の対日輸出を計画しているメーカーでは、日本での製造原価の30%がペイラインともいわれており、懸命な努力が行われている。また、対象部品の生産には不必要な設備の償却費が、コストを押し上げている事例も見受けられた。

(7) 技術水準評価

表7-2-6に、調査団が訪問調査した鍛造企業のレベルの評価結果を示す。鍛造品の不良原因の解析と不具合発生の予防についての技術ノウハウの確率が今後の課題である。

表 7 - 2 - 6 鍛造企業訪問調査結果

NO	企業名	所在地	操業度	生産品目			
				鍛造設備	鍛造技術	試験検査	品質管理
1	P.T.Hokuriku United Forging Industry	ジャカルタ	A	B	A	A	A
2	P.T.Bukaka Forging Industry	ボゴール	C	B	A	B	B
3	P.T.Pulogadung Tempajaya	ジャカルタ	C	A	B	B	B
4	P.T.Hydraxle Perkase	ジャカルタ	B	B	B	B	B
5	P.T.Pindad Casting & Forging Div.	バンドン	B	B	B	B	B
6	P.T.Boma Bisma Indra	スラバヤ	B	B	C	C	C

注：操業度：A 70%、B 50%、C < 50%

出所：JICA調査団

3 . 改善目標の設定

前掲の表7 - 2 - 6 は、自動車及びポンプの主要鍛造部品の優先度評価の結果をまとめたものである。この結果を基に、需要の多い代表部品については鍛造技術のノウハウを確立することによって、鍛造産業の発展を目指していく必要がある。その数値目標としては、表7 - 2 - 2 に示した試算結果に基づいて、下記の表7 - 2 - 7 に示した目標値を設定することを提案する。

表7 - 2 - 7 鍛造産業の改善目標

	推定実績 1995年	改善目標	
		1998年	2000年
全鍛造品の生産量	25,000トㄮ	50,000トㄮ	75,000トㄮ
自動車用鍛造品の生産量	7,600トㄮ	18,800トㄮ	33,000トㄮ
自動車用鍛造品の国産化率	30%	40%	50%

出所：JICA調査団

第3節 金属プレス産業（金型を含む）

1. 金属プレス産業の概況

（1）歴史的発展経緯

生活用金属製品には、古くからプレス加工に頼るものが多くあり、創製時のプレス加工製品の需要はこのようなものが数多くあった。生活用金属製品を供給する生産企業の形態は、おそらく人力で駆動されるようなHand pressやFoot pressを使用する家内工業的なものであったと想像できる。しかし、一方では、大量に使用される、例えば建築金具等の締結部品であるNailやRivet等を、動力プレスで大量に生産する近代的企業も存在したことは確かである。

その後、1970年代半ば以降、インドネシア政府が推進した基礎素材の輸入代替政策により、プレス加工製品の生産が飛躍的に伸長した。しかし、その実態は、自動車に使用されるプレス加工製品を例にとれば、その生産形態はREM(Replacement Equipment Manufacturing)である補修部品の生産が主であり、電気・電子部品については、箱物等の容易に加工できる構造物が主なものであったことが推定できる。また、その頃より専門のプレス加工業が勃興するようになったと思われる。そして、人力によるプレスから動力プレスの使用へと変化していった。

また、1980年代の後半に始まった外国投資の第2の波により、外資系企業の生産拠点がインドネシアに移転され、工業化の波がインドネシアにも訪れた。そして、国内民間企業の生産シェアの拡大による工業部門の構造変化に伴い、プレス加工業の近代化が要求され、自動車産業からもREM製品からOEM製品への生産移行が望まれている。しかし、現在でも多数のローカルの企業が、REMの生産形態から脱却することが困難な状況となっている。

（2）企業数

一般に、プレス加工業はアSEMBラーに対する下請の形態で、一次、二次、三次と構成されている。これらの企業群は中小から零細迄の規模で形成されているが、中にはサブアSEMBリーを行うような大規模な企業も含まれている。

今回の調査は、特に、自動車、電気・電子及び機械産業の裾野産業が対象である。これらの企業群は、ほとんどが親企業であるアSEMBラーの周辺に位置している。これらの企業数を正確に把握することは困難であるが、地域的に見て、Jakarta やSurabaya等の大都市圏の周辺に大部分が集積している。

(3) 生産量・需要規模

プレス加工製品の生産量とその動向は、親企業である自動車、電気・電子産業、機械の生産、販売量及び採用する部品の条件（材料と加工法）に応じてその量が決まるのが普通である。しかし、REMの補修部品等を含めると、その需要動向にはその時々の特別の变化があり、拡大の傾向にあることは否定できないものの、適確な量を把握することは困難である。

(4) タイプ別生産状況

取り扱う加工製品の大きさからプレス加工業をタイプ別に区分すると、500 mm角以上は大物部品、300 ~ 500角mm程度が中物部品、30 ~ 300角mm程度が小物部品、また、30mm角以下が超小物部品に分けられ、これらによって部品納入先の大略の業種が判断できる。

例えば、大物部品は自動車産業向けボディ、パネル類を指し、中小物部品は自動車部品の一部と家電やその他の金属製品類を指す。また、超小物部品は電気・電子及び精密機器の機能部品等がこれに当たる。このうちで大物部品はほとんどが自動車企業が内製している。これは、主として大物部品を扱う設備が非常に高価で重装備であることに起因している。また、超小物部品を扱う設備は非常に精密化、高速化かつ専用化されたものになっている。大量生産という条件と技術的困難さから、インドネシアの裾野産業を形成するプレス加工業の大半が、中小物部品を生産する汎用機を主体としている。

2 . 金属プレス産業の生産・経営診断

(1) 経営管理

プレス加工業はその大部分が中小企業であり、職能別組織で、各職能は全てがトップに統合された構成になっている。しかし、工場運営は必ずしも組織に忠実になされているといえない。人材育成については、調査した企業のほとんどがOJTをあげている。インドネシアにはプレス加工に対する技術情報が非常に少なく、Off-JTを受ける機会が少ない。また、日程計画のうち、大日程計画や中日程計画はほとんど親企業に依存しており、親企業から示された小日程計画のみで作業手配と進捗管理を進めているが、生産の形態は親企業にならってロット生産の方式を採っている。しかし、インドネシアの生産量の絶対値は少なく、かつ多品種化され、継続される期間も不明のため、それらが禍いとなり、新規設備の更新と生産技術の高度化ができない。このような状況であるため、従業員に最も必要な安全衛生管理や作業指導が現実に実施されておらず、設備管理の面もなおざりになっている。

(2) 生産工程

インドネシアの一般的なプレス加工業は、使用する金型は一応内製化しているが、そのほとんどが単工程型で旧式なブロック型式である。また、プレス機械も旧式のスライディングピンクラッチ付きクランクプレスを配備し、生産工程はライン化されておらず、個別生産方式となっている。そのために生産性は低く、品質はあまり良くない。

(3) 設備機器

ほとんどのプレス加工業が金型の内製化を行っているので、プレス加工用の設備と金型製作の設備について述べておくことにする。

プレス加工用の設備は、前述の通り、多くは旧式のスライディングピン付きクランクプレスを使用している。また、最新型のフリクションクラッチを装備したものでも、その仕様、特に、Capacity 及びCapacity limitation の明記されているものが少なく、プレス加工の基本計画を正しく行うことができない状態になっている。

また、金型製作用の設備は、そのほとんどが汎用工作機械で、型合せ作業も手作業で行われているのが多い。インドネシアの一般のプレス加工業の金型製作は、前近代的である。

検査設備は品質を決める上で重要な存在であるが、その保有は全く遅れている。使用されている測定器は基本的なものが主で、2点間長さのみの計測がなされ、形状精度を計測する

ことをしていない。また、金型の性能を決める硬さについての硬度計を装備している企業がほとんど見当たらなかった。

(4) 原材料調達

プレス加工製品に使用される材料の大半が軟鋼板であり、この材料の種類は大きく分けると冷間圧延鋼板と熱間圧延鋼板とになる。一般に自動車産業や電気・電子産業で使用されるものは、冷間圧延鋼板が70%程度で、要求される特性は変形能の高いものが対象となる。そのため、プレス加工用の材料はその大半を輸入に頼っている。

また、使用する金型に使用される材料は特殊鋼が多く、全く輸入製品に頼っている。なお、金型の標準部品等は商品として輸入している。

(5) 工場運営及び品質管理

工場運営については、既に種々述べてきているので、ここでは特に品質管理について述べることにする。インドネシアの現状の一般的なローカルのプレス加工業の場合、品質管理の基本的な技術である品質保証について、品質情報が親企業より提示されるが、これに対する品質展開の技術と計測技術が貧弱である。

特に、工場運営ではTQCとSQC(Statistical Quality Control)に対する技術的認識が低く、作業標準化も決められていないのが普通である。また、品質管理については計測設備が整備されておらず、初歩的な計測で品質を決めている。なお、生産設備の設備保全はほとんど不完全な状態である。

(6) 製品開発及びデザイン

プレス加工業の製品開発は、プレス加工製品図に応じて使用する材料を選定し、プレス機械の能力を決定し、金型の設計・製作を行うのであるが、この中で、開発的要素とデザインは金型に集約されることが大きい。この事柄については技術水準評価の項目で述べることにする。

(7) コスト分析

一般の製造業と同じく、プレス加工業の原価を構成する生産の3要素は、材料費、労務費、間接経費である。このうちで経費は、設備費が主な要素である。この設備自体がインドネシアの一般的ローカルの企業では比較的安く抑えられている。しかし、そのために機械設備は

旧式で、しかも保全に手を加えないので老朽化している。このような状態では、高品質で高付加価値のプレス加工製品の生産は不可能である。また、プレス加工製品の製造原価を決定する条件は生産量の大きさと持続期間の長さであるが、この点が現在では不明確である。しかし、将来の展望が拓ける体制を与えられれば、当然近代化の足がかりがつかめ、高付加価値製品を適正なコストで供給できる体制となれる筈である。現状のコスト構成は設備等のイニシャルコストを押え、労務費の安さだけをねらった異常体質であるので、このような状態から脱出するための方策が必要である。

(8) マーケティング・製品流通

プレス加工製品のマーケティングと製品流通は、主に自動車産業及び電気・電子産業に属する親企業からの受注が大きな柱である。この受注を確かなものとするためには、プレス加工業自体を高度化する必要がある。現状では、REM市場向けの供給体制が主力であるが、OEM向けの流通体制を確立するための高度化を推進しなくてはならない。

3 . 技術水準評価

(1) 生産技術水準 (金型も含む)

インドネシアの現在のプレス加工と金型の生産技術水準を述べる前に、プレス加工と金型の生産技術の変遷について日本を例として述べ、その上でインドネシアの現状を重ね合わせて見ることにする。日本のプレス加工業と金型の生産技術の変遷は1950年を起点として進展してきたので、これを基準に述べることにする。

日本のプレス加工業の生産技術についてみると、初期の段階 (1950 ~ 1965年) で使用されるプレス機械は、そのほとんどが仕様の不明解な旧式のスライディングピンクラッチ付きクランクプレスであった。金型も単純な単工程型で、パンチとダイの材質としては工具鋼か低級な合金工具鋼が主流であり、金型の構造は手作業で製作するブロック型式のもので、プレス作業も勘と経験に頼る手作業が多かった。

中期の段階 (1965 ~ 1980年) に入ると、急激な技術革新の必要性からプレス加工製品の量産化と高品質化が求められ、使用されるプレス機械も仕様の明確なフリクションクラッチ付きクランクプレスが使用されるようになり、金型のパンチとダイの材質には高級な合金工具鋼 (SKD11等)、高速度鋼 (SKH51、57等) 及び超硬合金 (WC-D) が使用され、金型の構造も研削加工された高精度なヨーク型式へと移行しつつ高級化し、それに伴い、プレス作業も自動化へと進展していった。

現在の段階 (1980 ~ 現在) に入ると、プレス加工の生産技術に対して高精度化と高速生産が要求され、このためプレス機械のスライド運動の条件に高精度な位置決めと適確な成形速度の運動特性が必要となり、プレス機械の運転精度が著しく上がった。金型の構造も精度向上を加えて、製作と保守を合理化するために、インサート型式のものが使用されつつある。また、コンピュータ支援技術も加わり、プレス加工の生産技術の高度化がますます要求されている。

以上の観点からインドネシアのプレス加工業 (特に、ローカルの企業) の状況を見ると、日本でいうところの初期から中期に移行しつつある段階にあるといえる。プレス加工の基礎的な技術であるプレス加工の工程設計と加工設計に弱く、技術力が不足している。また、技能的にみて、段取り作業、プレス加工の標準作業、作業レイアウト等の点が見劣りする。

今回の調査で、プレス加工業15社を訪問した。このうち3社が日系の合弁企業で、他は全てローカルの企業であった。いずれの企業も軟鋼板を用いて、0.3 ~ 1.2mm 板厚程度の小物部品のMetal stampingを主として行っていた。主力のプレス機械の容量は30 ~ 300tf級のクラン

クプレスで、これ以上の容量のものはほとんどが Hydraulic press である。ローカルの企業の使用しているクランクプレスはスライディングピンクラッチ付きクランクプレスで旧式のものも多く、金型もブロック型式で手作業でプレス作業がなされていた。また、品質を維持するための計測設備も不完全で、プレス工場の品質管理体制も不整備であった。

(2) 生産技術の評価

1) 生産技術診断の方法

ア．生産技術レベル評価の設定

表7-3-1に示した通り、企業診断を行うにあたり、先ず評価項目を大分類として「生産加工部門」と「品質管理・保証部門」の2項目に分けた。次いで、それぞれを「ハードウェア部門」と「ソフトウェア部門」に分け、中分類4項目のマトリックスとした。

表7-3-1 生産技術の評価項目

	A．生産加工部門	B．品質管理・保証部門
1．ハードウェア部門	A-1．生産／加工関連設備機器	B-1．品質管理／保証関連設備機器
2．ソフトウェア部門	A-2．生産技術	B-2．品質管理／保証と運営

出所：JICA調査団

A-1、A-2、B-1、B-2の中分類を、それぞれ、さらに5～10項目の小項目に分解し（「金属プレス加工の要素技術評価シート」参照）、この小項目を1つずつ5点満点で採点した。なお、この採点方法は各訪問企業の生産現場にて直接行った。

イ．採点基準

生産技術レベルが先進工業国の平均レベル以上に達しているものを最高点（5点）とし、最低点（1点）は Cottage industry レベルとして小項目毎に採点した。

ウ．採点結果の集計と平均

小項目の採点結果を、中分類4項目毎（A-1、A-2、B-1、B-2）に集計し、平均点を求めた。ついで、中分類4項目を大分類2項目（A、B）へと集計し、平均点をだし、これを集計平均して工場全体の総合評点Tとした。このように、どのようなレベルや分類での評点も最終的に5点満点での評点で表わされるようにした。

エ．評点の評価法

上記の手順で得られた評点（平均点）を見る際の基準としてA～Dの4つのグレードを設け、評点（平均点）の範囲とその意味を表7-3-2のように設定した。

表7-3-2 評価のためのグレードとその意味

ランク	評点の範囲	レベル	当工場生産可能な製品の品質水準
A	4.5 ~ 5.0	OEM International brand International market	技術的には、先進工業国の平均レベル以上に達しており、OEM部品として直接あるいは間接輸出も可能である。
B	3.8 ~ 4.4	OEM International brand Local market	ASEAN 域内の上位からトップレベルへ達しており、インドネシア国内の外資企業へ、OEM部品を供給可能、ただし最終製品の市場はイ国内に止まる。
C	3.0 ~ 3.7	OEM Local brand Local market	ASEAN の中間レベル、インドネシア国内の外資系を除く企業（比較的品質基準がゆるやかである）へ、OEM部品の供給が可能な技術レベルにある。最終製品の市場はインドネシア国内に止まる。
D	2.9 以下	REM Local market	インドネシア国内市場へのアフターマーケットへの修理部品のみしか、供給できないレベル。

注：上の評価表は、当該工場の生産技術水準を総合的にみて「この工場は、この品質レベルの製品が製造できる」という可能性を含めたランク付けを行うためのものである。従って、評価は当該工場が現在どのような市場へその製品を製造・販売しているかということから行われるものではない。

出所：JICA調査団

2) 生産技術レベルの診断結果

今回の調査によるプレス加工業15社のうちで、ローカル企業12社（A～L社）の診断結果と、日系合弁企業3社（X～Z社）の診断結果を表7-3-3及び表7-3-4に、また図7-3-1にそれらの比較を示す。

これらの図表から、ローカル企業12社の診断結果は、全体の平均値から見るとグレードDの上部に相当することが分かる。また、日系合弁企業3社を見ると、グレードCからBの間にまたがっている。特に、ローカル企業を日系合弁企業と比較してみると、A-1の生産加工関連設備機器とB-1の品質保証関連設備機器が見劣りしていることが解る。このため、全体のグレードが低下している。

表 7 - 3 - 3 ローカル企業の診断結果

ロ-加企業	A - 1	A - 2	B - 1	B - 2	T
A 社	2.9	3.1	2.8	3.1	3.0
B 社	3.2	3.0	2.3	3.1	2.9
C 社	2.8	2.3	2.2	2.6	2.5
D 社	2.5	2.9	2.2	3.3	2.7
E 社	2.9	2.7	2.2	2.9	2.7
F 社	2.8	2.9	2.2	2.9	2.7
G 社	2.6	2.9	2.2	2.3	2.5
H 社	2.6	2.3	2.2	3.4	2.6
I 社	2.7	2.5	2.2	2.6	2.5
J 社	2.8	2.7	2.2	2.6	2.6
K 社	2.9	2.8	2.2	2.6	2.6
L 社	2.1	2.2	1.7	2.4	2.1
平均値	2.7	2.7	2.2	2.8	2.6

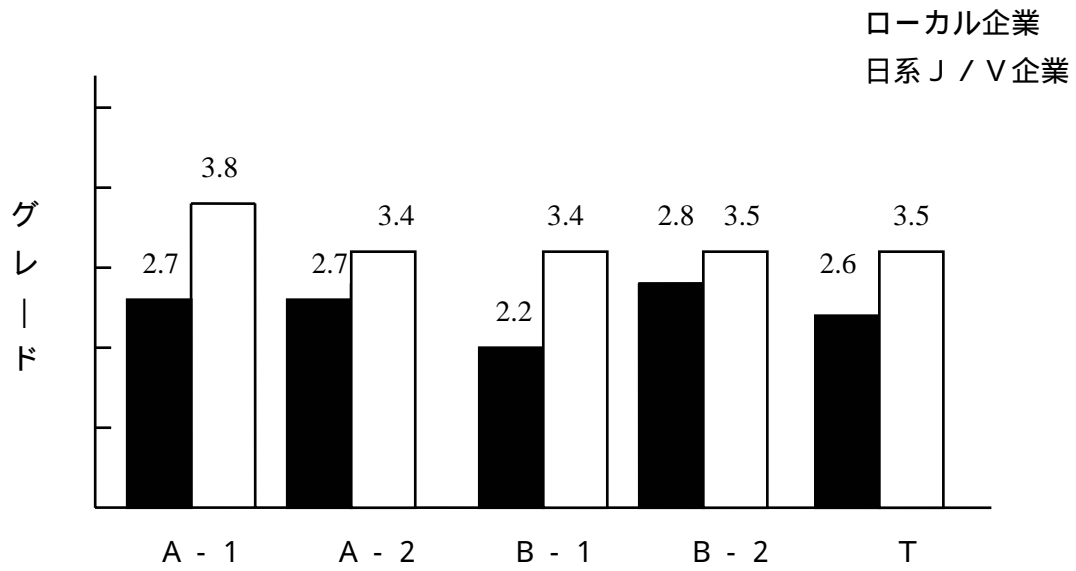
出所：JICA調査団

表 7 - 3 - 4 日系 J / V企業の診断結果

日系 J / V企業	A - 1	A - 2	B - 1	B - 2	T
X 社	4.2	3.6	4.1	3.4	3.8
Y 社	3.9	3.3	2.7	3.3	3.3
Z 社	3.2	3.4	3.5	3.7	3.5
平均値	3.8	3.4	3.4	3.5	3.5

出所：JICA調査団

図7-3-1 ローカル企業と日系J/V企業との比較（平均値）



出所：JICA調査団

4．改善目標の設定

(1) プレス加工技術の基本的条件と3要素

インドネシアの現在のプレス加工技術と金型製作に対する改善策を述べる前に、プレス作業本来の条件と、それを進めるための生産技術について解説を加えておくことにする。プレス作業の基本的条件であるプレス加工製品の生産量、品質、原価、期間等を決定づけるためには、それらを満足させるためのプレス機械・金型・被加工材の3つの要素をうまく組合せて使用しなければならない。これらの3要素は、プレス作業の際、それぞれに関連し合っ、互に影響し合い、プレス加工の成否を決定づける。

この中で、金型は、被加工材に転写を与える機能を持つもので、プレス加工製品の品質に最も影響を与える重要な1要素である。

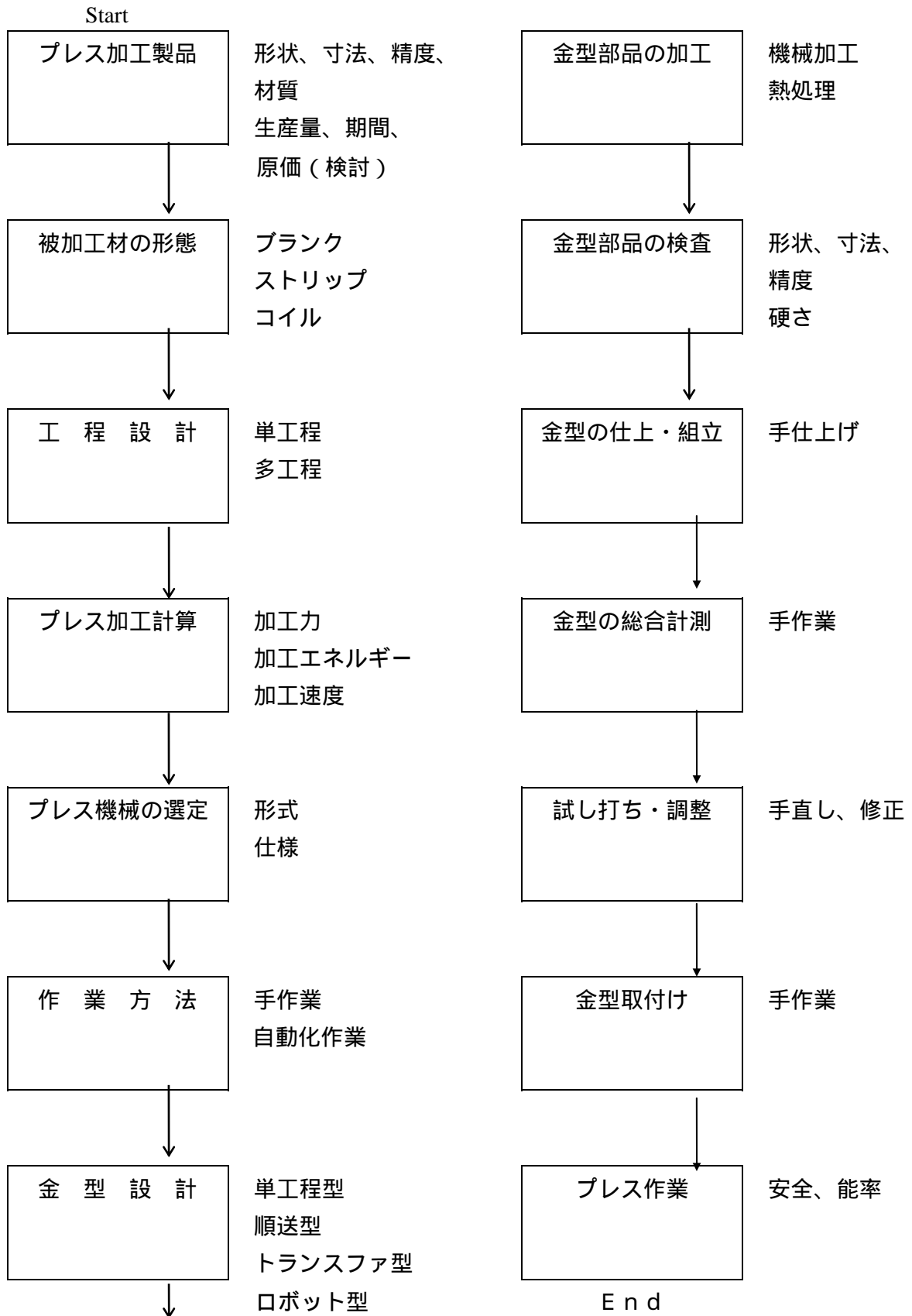
プレス作業を計画し、金型を製作するためには、上記の条件を良く理解して行わなければならない。すなわち、プレス加工技術の基本的条件により、プレス機械の形式と仕様を選定、金型の構造と機能、被加工材の特性と形態等を良く検討把握し、上記3要素をバランス良く構成した上で、プレス作業を行わなければならない。

(2) プレス作業構成のための生産技術

プレス作業を行うために採られている現在の手法について述べておく。この手法は現在、日本の大手の優良企業が行っている方法なので、充分参考になると思う。プレス作業のための生産技術の方法は、次の図7-3-2に示すステップにて行われている。

この図に示す ~ までのステップが、プレス作業に基づく金型の計画・設計を行う作業である。これはプレス加工の成否を決める重要なステップであり、前述したプレス加工技術の基本的条件の3要素に関係するもので、プレスワークエンジニアリングと呼ばれるプレス加工技術の立案と金型設計技術である。また、 ~ までが上記のエンジニアリングに基づく金型製作であり、これらのステップはスキルワーカーの技能に大きく関係し、プレス製品の品質を決めることになる。両者は共に関連して重要な役割を持っており、 ~ をEngineerが、 ~ をTechnicianが分担しているのが普通である。なお、 と は一般のOperatorの作業となっている。

図 7 - 3 - 2 プレス作業を行うための生産技術のステップ



(3) インドネシアにおけるプレス加工と金型製作

インドネシアのローカルのプレス加工業のプレス加工技術と金型製作の状況を見ると、一般に日本の初期段階から中期段階へ移行しつつある状態にあるといえる。ほとんどのローカル企業では、図 7 - 3 - 2 に示した ~ に関する手順を正確に経ずして ~ を行っている。現場の経験主義だけで作業を進めているため、品質は一定せず、不経済で危険な作業を行っている。

また、プレス加工に使用されるプレス機械は、仕様が不明確な旧式のスライディングピンクラッチ付きクランクプレスであることと、金型製作には一般に老朽化された汎用工作機械が使用され、製作されている金型も旧式のブロック型式である。なお、メンテナンスはほとんどなされていない。

(4) プレス加工の経済性

ここで参考のために、(社)日本金属プレス工業協会(JMSA)が1983年に調査したプレス加工の種類から見たプレス加工製品 1 ケ当りの原価と月当りの生産量について図 7 - 3 - 3 に示す。これによると、一つの汎用クランクプレス(ここでは、フリクションクラッチ付き)が月に 5 品目のプレス加工製品を加工対象として、プログレッシブ加工では単工程加工との比較での損益分岐点は5000ケ/月としている。また、トランスファ加工では、8000ケ/月となっている。このことは、生産量が増大すれば自動化する方が有利なことを示している。また、プレス作業を自動化すると、品質の安定化、生産性の向上、作業の安全化を進めることが可能となってくる。なお、プログレッシブやトランスファに使用される金型は、ヨーク型式かインサート型式の高級金型であることも付け加えておく。

(5) 改善目標

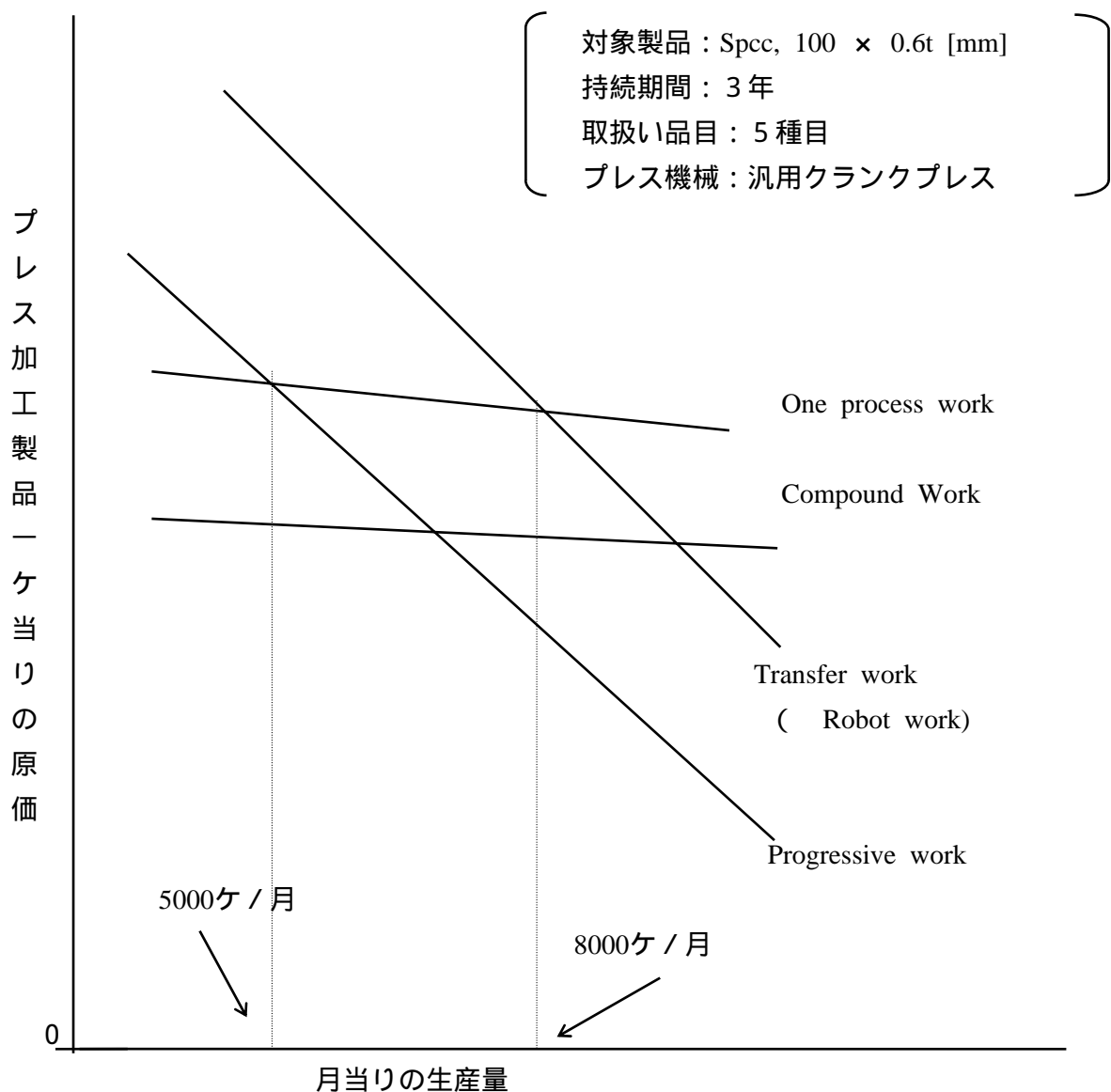
まず第一に、生産量の拡大が改善の大きな要因条件であるが、そのことは今後進展するものとして、現状のインドネシアのプレス加工と金型製作の技術及び技能に関する改善が、上述した内容によってたいへん必要であることが理解できる。

そこで、当面の目標として見ると、先ずEngineerとTechnicianの教育と訓練がひじょうに重要と思われる。これによってプレス加工の基本的な条件が認識され、生産現場の作業体制を改良させるのが可能となる。一提案であるが、金属プレス加工を行う企業の業界団体を構成し、そこでEngineerの教育育成やTechnicianの訓練等を外国の専門家等を招請して定期的に行うことが有効である。なお、人材育成の施策については別の章で採りあげているので細かくは述べないが、この調査では、多くのプレス加工業にとってプレス加工や金型製作の技術向上のための人材育成が不可欠であることを感じており、今後の重要な課題である。

また、生産設備や品質保証設備が貧弱であることも大きな問題点である。しかし、これらの更新を瞬時に行うことは困難である。このため、品質及び精度を要求されるプレス加工製品等について優先順位を決めて、その設備を徐々に更新し、新技術の導入を心掛ける必要がある。また、設備更新に関するなんらかの優遇施策があれば、これを促進することが可能となる。

さらに、プレス設備のメンテナンスがなおざりにされている企業が多い。メンテナンスは、品質の安定化と安全作業を行う上で必要な条件である。この重要性を認識し、メンテナンスを自主的に行う企業を育成するとともに、必要に応じては、法的な定期メンテナンスの義務づけを行うことも必要である。

図7 - 3 - 3 プレス加工の種類別の原価と生産量



出所：(社)日本金属プレス工業協会

プレス加工とプレス金型についての改善策として、人材育成、設備の更新、生産技術（管理技術も含む）の向上策については前述した。ここでは調査結果に基づき、生産技術の改善目標を短期、中期、長期と5年ごとに区分し、図7-3-4に、また、これに対応する部品群を表7-3-5に示す。

図7-3-4 プレス加工及び金型技術の改善技術向上の概念図



出所：JICA調査団

表 7 - 3 - 5 プレス作業の対象部品群

プレス作業の種類	対応する部品群	
	自動車部品	電気・電子部品
単工程作業 (ブロック型)	ブラケット、メタルフィッティング、 加圧機	ブラケット、メタルフィッティング、 加圧機
単工程作業 (ヨーク型)	オイルクリナーケース、エアフィルター部品、 二輪車部品類、フレーム類、内装板	容器類、事務機部品、インダクション モーターケース、シャシ、デック類
コンパウンド作業 (ヨーク型)	オイルフィルターケース、ラジエター、 フューエルタンク類	ワッシャー類、容器類、モーターケース、 シャシ、デック類
プログレッシブ作業 (ヨーク型、8工程以下)	ファンプーリー、パンパースライド、 バックプレート、ロックボディ	スピンドルフレーム、モーターブラケット、乾電 池ケース類、モーターコア、トランスコア
トランスファ作業 (ヨーク型、8工程以下)	パンパースライド、フェンダー、 リアシールド、シールド	モーターケース、モーターブラケット、 大型スピンドルフレーム
ファイナランキング作業 (インサート型)	軽荷重用加圧機、リンク、歯車、レバー 等の機能部品	軽荷重用加圧機、リンク、歯車、レバー 等の機能部品
精密トランスファ作業 (インサート型、8工程以上)	オイルパン、インストルメントパネル、リアブラ ケット、ホイールディスク、ホイールキャップ	大型モーターケース、リアブラ ケット サーボモーターケース類
精密プログレッシブ作業 (インサート型、8工程以上)		ICリードフレーム、精密端子、精密コ ネクター類、精密電子部品
プレスライン作業 (ヨーク型、メカイズト方式)	ボディ、ルーフ、ドアパネル、ボンネット、 フェンダー	
プレスライン作業 (ヨーク型、オートメテッド方式)	ボディ、ルーフ、ドアパネル、ボンネット、 フェンダー	

出所：JICA調査団

第4節 プラスチック成形加工業（金型を含む）

1. プラスチック成形加工業の概況

（1）歴史的発展経緯

インドネシアで生産可能な従来のプラスチック製品としては、家具、雑貨、食器、シート、魚網などの汎用プラスチック製品が主要生産品目として挙げられる。近年に至っては、これらに加えて自動車部品、産業用機械部品、白物家電部品などの比較的付加価値の高い部品も製造されるようになりつつある。これらの部品は、インドネシア国内並びに近隣諸国に立地している外資系大手自動車メ-カ-、家電メ-カ-などに供給されるものである。今後も堅調な完成品の生産増加に伴い、これらの部品需要も増加していくものと考えられる。

さらに、インドネシア国内に立地しているセットメ-カ-の多くは、部品の現地化を促進するためにプラスチック成形品の国内調達を希望しており、国内プラスチック成形産業の規模拡大、技術向上、品質安定に大きな期待を抱いている。

（2）企業数

インドネシアにおけるプラスチック成形加工企業数及び従事労働者数の推移を表7-4-1に示す。これによれば、1994年現在800社の企業が存在し、労働者数は8万人に及ぶ。過去10年の状況は増加の一途をたどっており、今世紀中も同様の増加傾向を示すものと予測される。

表7-4-1 インドネシアにおけるプラスチック成形産業の規模

	1986	1987	1988	1989	1990	1994
企業数（社）	544	558	654	663	687	800
労働者数（万人）	5.0	5.1	6.0	6.2	7.6	8.0

出所：CICレポート及びAPINDOヒアリングをもとに作成

プラスチック成形金型製造企業数については、表7-4-2に示すように、1996年現在30から50社程度と推定される。各社の従業員規模は、10から50人程度である。

表 7 - 4 - 2 インドネシアにおけるプラスチック成形金型製造企業概況

調査年	企業数(社)	企業立地地域
1996	30から50	ジャカルタ、ブカシ、タンゲラン ボゴール、バンドン、スマラン スラバヤ、メダン

出所：当調査団ヒアリング調査

企業の立地状況としては、プラスチック成形加工及び金型製造メーカーのいずれもいわゆるJabotabek地域に最も集積している。これは、プラスチック成形部品の発注元である大手セットメ-カ-が同地区に多数立地していることによるものである。

プラスチック成形加工企業は、これ以外にはバンドン、スラバヤ、スマラン、バタム島などにも立地しており、これらは主として各地に立地するセットメ-カ-に部品の供給を行っている。一方、金型製造企業は、スラバヤ、スマランなどにも立地しているが、バタム島には現在のところ立地していない。

(3) 生産量・需要規模

インドネシア国内におけるプラスチック材料の国内需要は、表 7 - 4 - 3 に示した通り、1995年現在70万 t に達している。

表 7 - 4 - 3 インドネシア国内におけるプラスチック使用量の推移

年	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1995
使用量(万 t)	16.5	24.6	35.6	45.8	55.0	65.0	70.0

出所：JETRO調査報告

プラスチックの材料別使用割合は、表 7 - 4 - 4 に示すように汎用プラスチックが90から95%を占め、エンジニアリングプラスチックは、僅かに5から10%に留まっている。

表 7 - 4 - 4 インドネシア国内におけるプラスチック材料使用状況

分類	代表的材料名	使用割合
汎用プラスチック	PP, PE, PVC, PS, ABS	90から95%
エンジニアリングプラスチック	PA6, POM, PC, PBT	5から10%

出所：JICA調査団

一方、プラスチック成形金型については金型工業会のような全国的業界団体が存在せず、今回の調査においては明確な金型生産数量の統計資料を入手することはできなかった。

プラスチック成形金型製造企業のうち、リ - ディングカンパニ - と考えられる企業が7社、APINDO（インドネシアプラスチック工業会）に加入しているに留まっている。これらの企業に対するヒアリング調査によれば、インドネシア国内での金型需要は今後急速に増大する気配をうかがわせている。

当調査団の企業ヒアリング調査によれば、インドネシア国内で使用されている金型の約90%は、韓国、台湾、シンガポ - ル等より輸入されている。また日本などからは家庭用品や雑貨用の中古金型も輸入されている。また、これらの輸入金型のメンテナンスについても、製造元へ送り返して対応している場合が大半を占めている。

自動車、家電などのセットメ - カ - よりのヒアリング結果では、製作納期、コストの問題から金型の現地調達を希望する意見が多数あり、今後インドネシア国内での金型製造能力の拡大が切望されている。

（４）タイプ別生産状況

インドネシアで生産されるプラスチック成形品は、主として以下のように分類される。

- 1) パイプ、シ - ト等の成形品
- 2) 熱可塑性汎用プラスチック成形品
- 3) 熱可塑性エンジニアリングプラスチック成形品
- 4) 熱硬化性プラスチック成形品
- 5) 金属インサ - ト成形品
- 6) その他の成形品

これらの中で1) 及び2) が生産量の大部分を占めており、3) から6) は少量である。

- 1) に属するものとしては、配管用PVCパイプ、PVCシ - ト、建設部材等がある。
- 2) に属するものとしては、TVキャビネット、ラジオカセットハウジング、洗濯機部品、冷蔵庫部品、バッテリー - ケ - ス、家庭用品、食器等がある。
- 3) に属するものとしては、スイッチ部品、カウンタ - 部品等がある。
- 4) に属するものとしては、絶縁部品、メラミン食器等がある。
- 5) に属するものとしては、ボルト付きキャップ、ロ - ラ - 等がある。
- 6) に属するものとしては、発泡スチロ - ル梱包資材、玩具等がある。

他方、プラスチック成形用金型としては、下記仕様の金型が主として生産されている。

- 1) 金型サイズ 20 t から 350 t クラス
- 2) 金型材質 非熱処理炭素鋼 (S20C クラス)、プリハ - ドン鋼
- 3) 金型構造 いわゆる一体構造、彫り型
- 4) 標準部品 韓国製、台湾製が主流。日本製も一部流通。

2. プラスチック成形加工業の生産・経営診断

(1) 経営管理

1) 労務管理

プラスチック成形加工業では、3交替もしくは2交替による労働形態が大半を占めている。一方、金型製造業においては“1直+残業”の形態が多い。また、成形品の検査及びアSEMBリーにはパート従業員も多用されている。

プラスチック成形業では、ジョブホッピングがしばしば発生しているが、作業工程を標準化してその対応を図る場合が多い。しかし、新しい成形品の成形を行う場合にはス・パ・バイザ・クラスの従業員が必要であり、このクラスの社員確保に苦心している企業が多いようである。

金型製造業においては、技術者の育成に時間がかかり、また新規採用も人材不足のため極めて困難なことから、経営者の親族等が技術の中心となり、人材流出を防止する手段を講じている例も見られる。このような形態は、華僑系企業で特に顕著である。

2) 人材育成

プラスチック成形のオペレータについては、OJTによるトレーニングが一般的に普及している。しかし、ス・パ・バイザ・クラスの育成には各社ともに苦心している。適切な教育指導機関、技術資料、指導者のいずれもが著しく不足しているからである。

幸いにして、業界団体としてこの点に関して新たな取り組みが計画されている。APINDOが1996年後半よりプラスチック射出成形オペレータ・クラスの基礎スキルアップを目的としたプラスチックスクールを開校する。場所としては、ジャカルタ、スラバヤの2か所を中心にして展開される見込みである。内容としては、短期コース研修を一般企業従業員向けに実施するものである。詳細なカリキュラムについては、オーストラリアより助言を受けて目下策定中である。これらの人材育成に関しては、日本政府としても支援が可能であると思われる。

金型技術者の育成に関しては、各企業内におけるOJTによる育成のほかに、POLMAN(バンドン、機械ポリテクニク)において開講されているプラスチック射出成形金型設計コース、機械加工コースの受講が可能である。POLMANのカリキュラムは実践的であり有効な人材育成手段であるが、バンドンにおける長期カリキュラムであるため、技術習得でき

る人数はかなり制約を受けているようである。

さらに、人材育成が思うように捗らない原因として、技術文献やテキストの不足が挙げられる。

3) 資金管理

射出成形機や工作機械の購入にあたっては、中古機械の購入によりイニシャルコストの低減を図る例が多い。日本から大量の中古射出成形機がジャカルタ、スラバヤ等を通じてインドネシアに輸入されている。

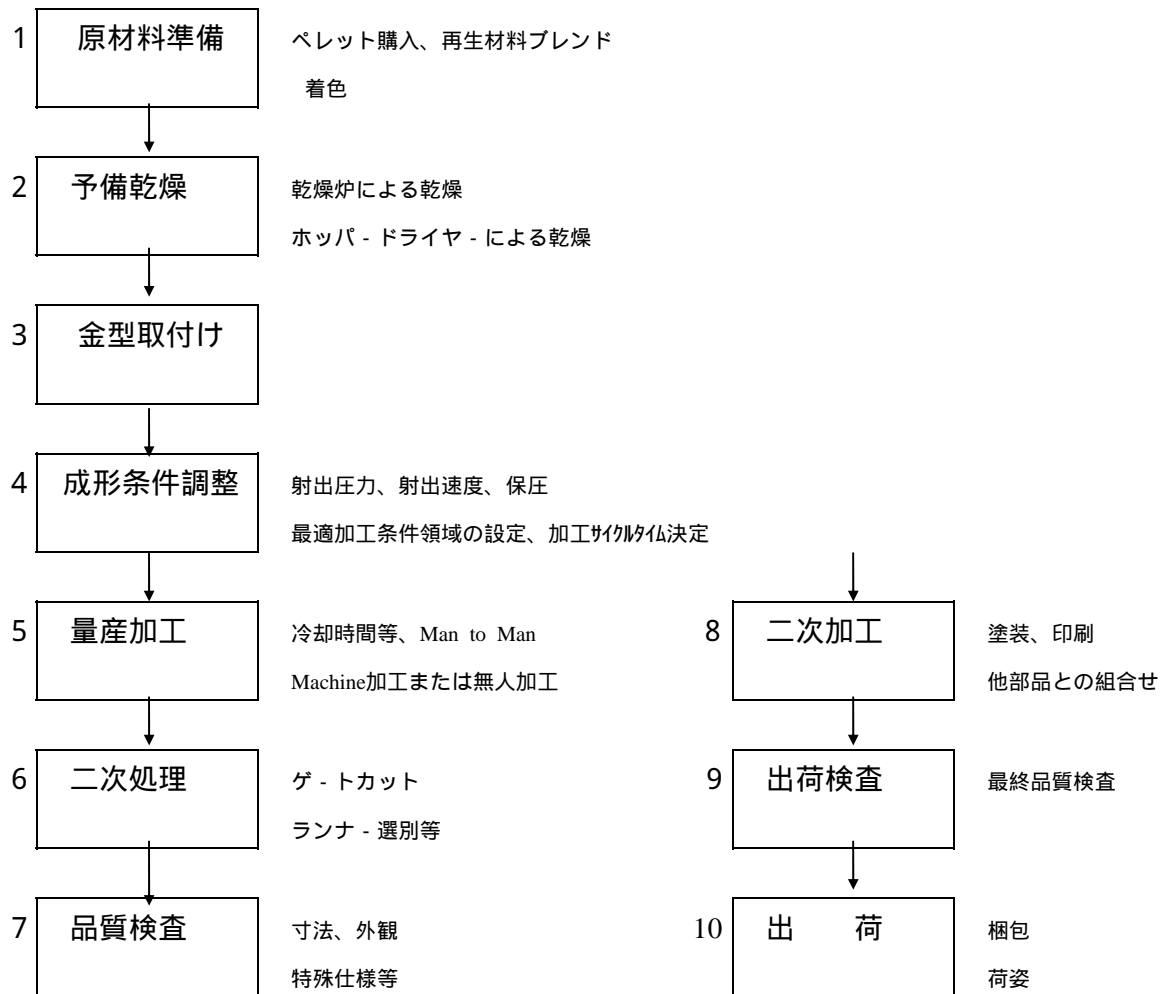
新しい機械を購入する場合には、台湾製や中国製の品質コストが安い機械を中心に選定がなされ、日本製や欧米製の新鋭機械の導入は極めて稀である。新機械の購入に際しては受注セットメ - カ - による債務保証や購買保証を得て、銀行より借入れする例も見受けられる。他方、成形材料や鋼材、消耗工具類については、インドネシア国内の物流リスクを考慮してある程度の在庫を確保する必要があり、この点については高金利の下、資金管理が難しいといえる。

(2) 生産工程

1) プラスチック成形

インドネシアにおけるプラスチック射出成形における生産工程は、以下に示すフロ - により構成されている。

図 7 - 4 - 1 プラスチック射出成型の生産工程



(出所) JICA調査団

ヒアリング調査及び工場訪問調査結果からみて、これらの工程において改善すべき点としては下記項目が指摘される。

原材料のうち、エンジニアリングプラスチックについては100%輸入に依存しているため、適正在庫管理手法を導入する必要がある。

インドネシアで生産される原材料の品質安定性を定量的に把握し、混入物、着色、MI値等のデータ取りを行う必要がある。

粉碎ランナ - のリサイクル材料及びロ - カル材料を輸入バ - ジン材料に混合させる場合、混合比率と品質の関係についてのスタディが必要である。

成形条件の設定に関して、適正条件の決め方についての知識と技能訓練の水準向上が必要である。

金型の温度管理設備と表面温度計の充実が必要である。

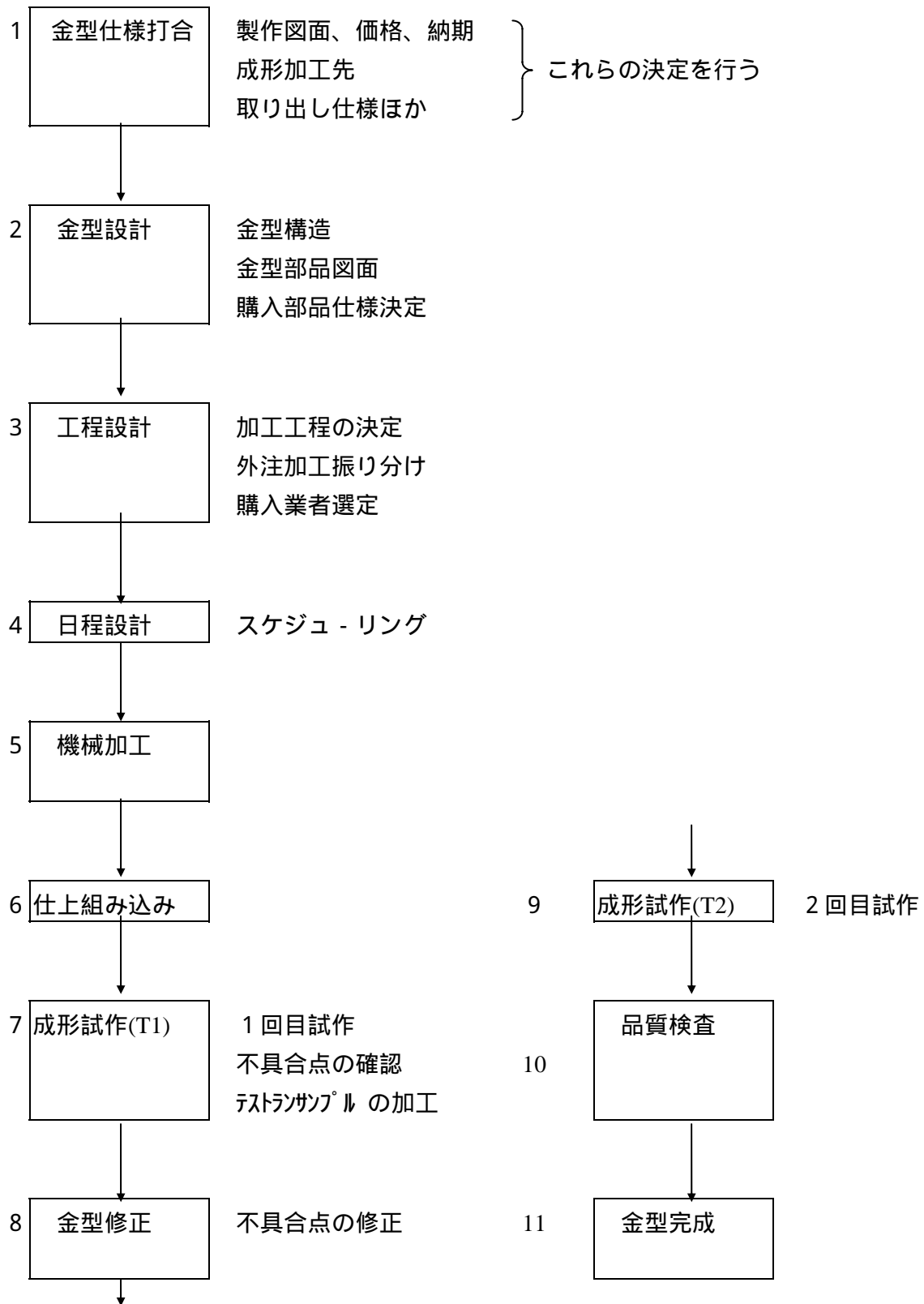
ノギス、マイクロメータ、実体顕微鏡などの測定機器及び正しい計測技術が十分普及していない。

トラブル発生時の技術的解決能力が著しく低い状況である。

2) プラスチック金型製作

プラスチック金型製作における生産工程は、以下に示すフローにより構成されている。

図 7 - 4 - 2 プラスチック金型の生産工程



(出所) JICA調査団

ヒアリング調査及び工場訪問調査結果から見て、これらの工程において改善すべき点としては下記項目が指摘される。

日系を含む外資系セットメ - カ - との金型仕様打合せにおいて、言葉の問題からコミュニケーションがうまくはかれないケースが多く、円滑な交渉ができない場合が多い。金型の設計技術者数が著しく少ない。また、その組織的育成手段が確立されていない。機械加工のスキルが全般に低水準であり、標準時間の設定がなされておらず、スケジュール管理を困難にしている大きな原因となっている。

機械加工条件、工具選択能力、工具研削技術が適切でない例が散見される。

金型用特殊鋼は、100%輸入に依存している。

熱処理工場が国内にほとんど立地していない。

硬質クロムメッキの対応ができるめっき工場がほとんど存在しない。

金型のみがき、調整スキルが適切でない場合が多い。

成形試作後のトラブルシュ - ト技術が著しく低い。またリ - ダ - シップを持って、金型をまとめられる技術者も少ない。絶対経験数が不足しているため判断力が弱い。

品質検査の基準が明確化されていない場合が多い。

(3) 設備機器

インドネシアにおける、プラスチック成形及びプラスチック金型製作に使用されている設備機器の概況を以下に述べる。

1) 射出成形機

10	-	75tクラス	小物部品成形用など
75	-	350tクラス	AV部品成形用など
350	-	2000tクラス	TV, エアコン部品など

日本製、台湾製の機械が多く、中古機械の比率が高い。

2) 温度調節機

一般に普及率が低い。成形機台数に対して30から70%程度しか設置されていない。

3) 材料予備乾燥炉

全般に何らかの形で保有している。

4) 表面温度計

ほとんど普及していない。

5) フライス盤

台湾製、中国製、日本製の中古機械が多い。NCフライス、マシニングセンタは、一部の企業に限定される。

6) 平面研削盤

台湾製、日本製の中古機械が主流。普及率もまだ低水準。

7) 旋盤

中国製、台湾製が多い。数量的には最も普及している。

8) 放電加工機

ほとんど普及していない。導入されている場合は、日本製、台湾製、スイス製の新品が多い。

9) ワイヤ - カット

放電加工機と同様、ほとんど普及していない。日本製、台湾製、スイス製のほかに粗取り用として中国製エンドレスワイヤ - も使用されている。

10) CAD/CAM

一部の優良企業でのみ導入されている。

(4) 原材料調達

インドネシアにおける原材料の調達状況は、以下の通りである。

1) 汎用プラスチック

PP, PE, PVC, PS, ABSに関しては、1996年現在、国内で調達が可能である。他方、国内調達と並行して日本、米国等からも輸入が行われている。特に、外資系セットメ - カ - 向けの成形品には過去の使用実績を重視して輸入材料を使用する例がかなり多い。流通価格は、HDPE国産材料がRp 2,650/kg、ABS台湾輸入材料がRp 3,500/kg程度である。

主要な国内汎用プラスチック製造企業を表7 - 4 - 5に示す。

表7 - 4 - 5 インドネシアの主要プラスチック製造企業

企 業 名	製 造 材 料	商 標 名
PT.Petrokima Nusantra Indo	PE	
PT.Tripolyta Indonesia	PP	
PT.Chandra Asri	PP, PE	
PT.Polychem Lindo	PS	POLYRON
PT.Pacific Indomas Plastic Indonesia	PS	STYRON
PT.Strindo Mono Indonesia	PS	
PT.Asahimas Subentra Chemical	PVC	ASNYL

出所：ジャカルタジャパンプラ資料及びJICA調査団

2) エンジニアリングプラスチック

POM、PBT、PC、PA6、PA66などのエンジニアリングプラスチックについては、1996年現在100%輸入に依存している。主要輸入国は、シンガポ - ル、日本、米国等である。エンジニアリングプラスチックの製造プラントの建設計画は現在のところ白紙の状態である。

3) 熱硬化性プラスチック

ポリウレタン及び不飽和ポリエステルについては国内材料の調達が可能である。メラミンについては100%輸入に依存している。

4) 金型用鋼材

キャビティ用特殊鋼は、100%輸入に依存している。主要輸入国は日本、シンガポ - ル、スウェ - デン、ドイツ等である。インドネシア国内には大手鋼材商社が数社あり、各地のロ - カル商社がデリバリ - を受け持つ流通経路を採っている。

5) 金型用モールドベ - ス

台湾製、香港製、シンガポ - ル製が主流である。日系自動車部品メ - カ - の中には日本製を輸入させているところもある。

6) 金型用標準部品

台湾製、韓国製が圧倒的に多い。日本製も最近になって流通を開始した。

(5) 工場運営及び品質管理

プラスチック成形加工業及びプラスチック金型製造業の営業活動については、いわゆるトップセ - ルスにより日系等のセットメ - カ - とビジネスコネクションを持つケ - スが多い。特に日系企業とのビジネスを円滑に行いたいために、JODC専門家の常駐を希望する企業も少なくない。

工場のマネジメントについては、中間管理職の確保とマネ - ジャ - 育成が難しい点が問題点として挙げられる。品質管理に関しては、工程内での品質作り込みはほとんど行われていない。豊富な労働力を駆使して、製造後の選別検査を行うケ - スが大半である。また、QCに関する基礎知識も一般作業員クラスではほとんど理解されておらず、科学的な品質管理の普及が今後必要である。さらに、一般測定機器も不足気味であり、また統一工業規格の整備不足も問題点として指摘される。

(6) 製品開発及びデザイン

製品開発能力は、一般にエンジニアのスキルと人数に大部分を依存している。特にプラスチック成形金型の開発及び設計の分野においては人材の確保が極めて困難であり、従って、インドネシア国内での金型開発能力は著しく低い状況である。

主要な人材供給源としては、POLMAN (バンドン機械ポリテクニク) のプラスチック射出成形金型設計コ - スがある。APINDOでも将来は、金型設計のセミナ - を持ちたいと考えているようであるが、具現化できる状況には至っていない。

企業訪問調査の際にITB、スラバヤ電子ポリテクニクの卒業生がセットメ - カ - でプラスチック成形品の図面を設計する例が散見されたが、OJTによる教育により機械設計法を習得していた。電子や電気系統の学部では機械製図や機械設計法に関してはカリキュラムにないことが多い。電気電子系高等教育機関での機械系講座の弾力的な採用も、インドネシアにおけ

るプラスチック成形品の開発能力の向上には有効であると考えられる。

(7) コスト分析

1) プラスチック成形品コスト

プラスチック成形品の製造原価構成を図7-4-1に示す。

図7-4-3 プラスチック成形品の製造原価構成

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\begin{array}{c} \text{製造原価} \\ \text{T} \end{array}} & = & \boxed{\begin{array}{c} \text{原材料コスト} \\ \text{A} \end{array}} & + & \boxed{\begin{array}{c} \text{成形加工コスト} \\ \text{B} \end{array}} & + & \boxed{\begin{array}{c} \text{二次加工コスト} \\ \text{C} \end{array}} & + \\ & & & & & & & \\ & & \boxed{\begin{array}{c} \text{二次処理コスト} \\ \text{D} \end{array}} & + & \boxed{\begin{array}{c} \text{金型償却コスト} \\ \text{E} \end{array}} & + & \boxed{\begin{array}{c} \text{品質管理コスト} \\ \text{F} \end{array}} & \end{array}$$

出所：JICA調査団

製造原価中、A（原材料コスト）は、輸入材料を使用せず国産材料を使用することによりコストダウンを図る余地がまだ残されている。

B（成形加工コスト）については、労働賃率が一般にタイ、マレシア、シンガポールに比べて低いため、直接労務費の点では前述の諸国より有利である。しかし、成形サイクルタイムの短縮や品質不良率の改善等を行えるスキルが不十分なため、これらによって生産効率が阻害され、結果的に低賃率のメリットを十分に行かできていない例が多く見受けられる。

次に、C（二次加工コスト）であるが、これはいわゆるゲートカットやランナ選別作業がこれに相当する。これらは、単純作業であるので特別なスキルを必要とせず、従って低賃率のメリットを十分に享受することが出来る。

続いて、D（二次処理コスト）については、塗装、シルク印刷等がこれに該当する工程である。直接労務費は低賃率によりコストメリットを生んでいるが、品質不良によるロスも同時に生じている例が多い。

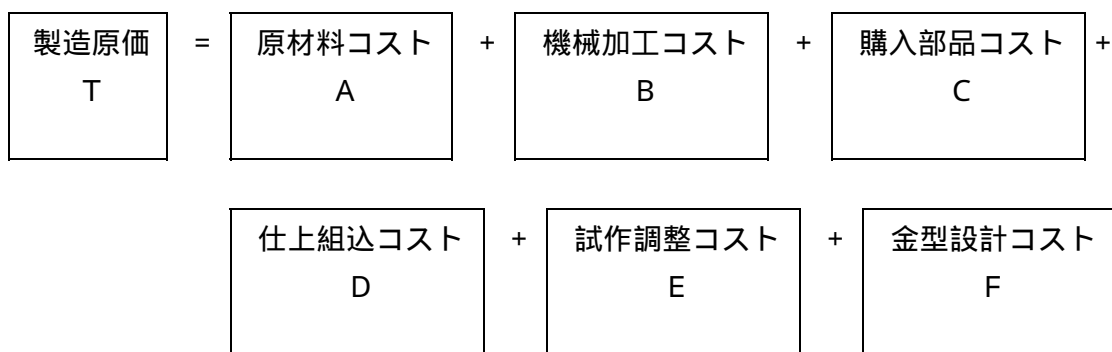
次に、E（金型償却コスト）であるが、金型がセットメ - カ - より貸与される場合には当コストはゼロである。自社負担金型の場合、金型を外国より輸入した際には当コストはかなり大きな金額になり得る。

最後に、F（品質管理コスト）であるが、成形不良率が一般に高いために当コストは他国に比べて高い傾向にある。

2) プラスチック金型製造コスト

プラスチック成形金型の製造原価構成を図7 - 4 - 2に示す。

図7 - 4 - 4 プラスチック成形金型の製造原価構成



出所：JICA調査団

A（原材料コスト）については、金型用特殊鋼が100%輸入に依存しているため、他国と比較して同程度のコストとなっている。

B（機械加工コスト）については、工作機械償却費が割合低く抑えられている場合が多い事並びに直接労務費率が低いために、他のASEAN諸国よりは有利である。しかし、機械加工スキルが十分でないため、加工時間が先進国の2から3倍近く必要であり、最終的には、他のASEAN諸国より若干有利な水準に留まっている。

次に、C（購入部品コスト）であるが、台湾製、韓国製の標準部品を使用する場合には日本製を使用する場合よりはコストメリットがある。ただし、部品の寿命や信頼性まで含めた形で考えた場合には、イニシャルコストの高い日本製を選択したほうがトータルコストダウンにつながると考えられる。

D（仕上組込コスト）については、低級のみガキ仕上げ、簡単な組み立て作業については直接労務費率が低いため、コストメリットがある。しかし、鏡面みガキ等の高度なスキ

ルを必要とする工程では海外に依存することになり、コストアップ要因を含んでいる。

次に、E（試作・調整コスト）であるが、第1回試作（T1）後のトラブルシューティングスキルが低いこと、金型設計製作スキルが十分でないことが原因となり、何度も金型の修正を繰り返し、コストアップの傾向が強い。言い換えれば、これらの弱点を克服することにより、コストダウンを確実に推進することが可能である。

最後にF（金型設計コスト）については、金型設計技術者の数が極端に少ないため、技術者の報酬は一般社員に比べて高額である。従って、設計賃率も高くなりコストアップの傾向にある。

（8）マーケティング・製品流通

プラスチック成形加工及び金型製造の企業に共通して言える点は、営業能力が不足していることである。外資系大手セットメカより受注を得るためには語学力とマネジメント能力を備えた人材確保が必要であるが、このような人材は全国的に不足しており、ロカル企業が直面している頭の痛い問題の一つである。この点が原因となって海外より進出してきた同業他社に仕事を奪われてしまうケースも散見された。

製品流通に関しては、セットメカ工場の近隣地域に立地し、自動車輸送により納品するパターンが最も多いようである。一部の小物部品については空輸によるものもある。

（9）技術水準評価

当調査団の企業診断によるインドネシア国内企業の技術水準評価は以下の通りである。

表7-4-6 インドネシア国内企業の技術水準

業種	評点	評価	コメント
プラスチック成形加工企業	2.0-3.5	C	アセアン低級 - 標準レベル
プラスチック成形金型製造企業	2.0-3.0	D	アセアン低級レベル

出所：JICA調査団

3 . 改善目標の設定

当調査団の調査結果を基に検討を加え、プラスチック成形（図7 - 4 - 3）とプラスチック用金型（図7 - 4 - 4）の改善目標を設定した。これらをクリアする施策を講じ、企業体質の強化を図ることが望ましい。

図7 - 4 - 5 優先要素技術（プラスチック成形関係）の改善目標

優先要素 技術名	短期改善目標		中期改善目標		ターゲットとなる 部品例
射出成型 (汎用プラスチック) インサート成型	品 質	(1)品質管理規定明確化 (SNIの普及、充実化) (2)測定機器の拡充(圧入、マイクロメータ、実体顕微鏡の普及)	品 質	(1)QC手法の定着 (品質の定量的評価、改善 計画立案力獲得)	・家電・AV機器 用プラスチック筐 体、キートップ等 ・自動車用内装 部品 ・機械部品など
	技 術	(1)成型技能者の基礎スキルアップ (成型条件調整スキルの向上) (2)スーパーバリエーションの育成 (成型理論、品質管理技術、マ ネジメント能力の獲得)	技 術	(1)金型温度管理技術の普及 (金型温度調整、表面温度 計の普及) (2)エンジニアリングプラスチック成型 技術の導入(成型ノウハウ・金 型製作技術の獲得)	
	コ ス ト	(1)成型不良率の低減 (工程内不良率引き下げ) (2)成型サイクルの適正化 (成型サイクル短縮手法の習得)	コ ス ト	(1)国産原材料の採用 (汎用プラスチック現地化) (2)金型の国内調達率の向上 (簡単な金型の国内製作)	

出所：JICA調査団

図 7 - 4 - 6 優先要素技術（汎用プラスチック金型技術）の改善目標

優先要素 技術名	短期改善目標		中期改善目標		ターゲットとなる 部品例
金型技術 (汎用プラスチック 用)	品 質	(1)品質管理規定明確化 (SNIの普及、充実化) (2)測定機器の拡充(ノギス、マイ クメーター、実体顕微鏡の普 及)	品 質	(1)QC手法の定着 (品質の定量的評価、改善 計画立案力獲得)	・家電部品用金 型 ・AV機器部品用 金型 ・自動車内装部 品用金型 ・機械要素部品 用金型
		技 術		(3)機械加工技術スキルアップ (切削技術、研削技術、放 電技術等の向上) (4)金型メンテナンス能力の 獲得(磨き技術、金型調整 技術の習得)	
	コ ス ト	(1)機械加工不良率の低減 (同一不良の再現防止対策 の定着) (2)機械加工効率の向上 (段取りロスの排除と適正 加工条件の習得)	コ ス ト	(1)国産原材料の採用 (汎用プラスチック現地化) (2)金型の国内調達率の向上 (簡単な金型の国内製作)	

出所：JICA調査団

第5節 機械加工業

機械加工とは、ここでは金属加工と同意語として捉え、与えられた材料を図面の指示通りに加工するため工具（刃物）を使って機械工作を行う業種と定義する。従って、この場合、切削、研磨等の作業が主体となる。

1. 機械加工業の概況

(1) 歴史的発展経緯

インドネシアの機械加工業の歴史的発展経緯は、当国が保有する豊富な自然資源（一次産品）の加工に関連して始まったものと考えられる。一次産品の加工に必要な設備はすべて先進工業国から輸入した。

一方、これらの設備の順調な稼動のためには定期的保守管理が行われ、スペアパーツの調達が必要となる。このため、創出されたのが機械加工業と考えられる。

当時、生産形態は図面を使用せず、多くの場合クライアントからサンプル支給（現物の部品を製作見本として支給する）され、これによってわずかな生産をしていたと考えられる。

従って、インドネシアの機械加工業は近年まで汎用機使用の歴史が続いてきた。しかし、機械工業は量産型工業製品（自動車、家庭電化製品等）の出現によって、品質の維持、生産性の向上のため、専用機、自動機の導入等一つの転換期を迎えつつある。

(2) 企業数、生産量、需要規模

インドネシアにおいては、機械加工業の企業数は明らかでないが、個人営業が多く見られる。例えば、創業に際しては、設備リース業者から機械を借りて簡単に仕事を始めるケースもある。

しかし、量産型工業がジャカルタ、スラバヤ等の大都市周辺に立地したことにより、その関連工業も周辺に立地して極地的であるが、取引できるようになったものと思われる。

今後、行政機関、業界団体等により情報提供や指導の基礎データ収集のためにも、機械加工業の実態把握のための資料収集を行っていく必要がある。

(3) 生産形態

機械加工業の営業の特徴から考えると、次のように分類できる。

- 1) 一次産品志向型
- 2) 部品修理型 (自動車部品の再生等)
- 3) 量産品志向型

1) は前述の一次産品志向型のため、それぞれの資源産地に立地している。

2) は人口の多い都市あるいは工場の集まっている場所に立地して営業するタイプである。この二つのタイプは生産形態が多品種で個別生産あるいは中量生産が多い。

3) は今回の調査の対象としたサポーティングインダストリーであり、アSEMBラーの生産計画に合わせて良質のパーツの供給が期待されている。

2．自動車産業と機械加工業の特徴

(1) 自動車部品の機械

自動車部品は大きく分けると次のようになる。

購買部品 (Functional Parts)

購買部品メーカーはそれぞれの専門部品メーカーとして、多くの場合一貫生産を行っている場合が多い。インドネシアにおいても日本電装を始めとして大手メーカーが進出している。

フュエルポンプ、タイヤ、バッテリー、電装品等専用部品メーカーが自動車用部品として市場に供給しているもので、アSEMBラーが自社の生産車の技術仕様に合せて調達する。

標準部品 (Standard Parts)

標準部品については設計段階で製品コストを下げるため極力標準部品を使用する機会が多い。標準部品の専門メーカーは品質の安定とコストの低減を図るため自動化によって多量生産を行っている。しかし、途上国の工業化の過渡期においては、流通量が少ないため、輸入に依存したほうが安い場合がある。インドネシアにおけるアSEMBラー、専用部品組立メーカーは特に品質の安定が要求される標準部品を輸入している。

輸入される標準部品はJIS、その他の国家規格(母国規格)によって生産されるファスナー類(ボルト、ナット、ワッシャー、バネ等)である。

専用部品 (Exclusive Parts)

専用部品については、各アSEMBラーは専用部品を継続的に国内調達を図ろうとしている。アSEMBラーはこれらの部品群を安定的に調達するため、インドネシアに存在しない技術分野あるいは未発達分野の部品の開発を以下のように行っている。

i) アSEMBラーが同社海外の下請企業にインドネシアへの進出を要請し、この要請により設立された現地部品メーカー(現地資本との共同)から部品の安定調達を図っている。

ii) インドネシア国内の適格な既存企業(ローカル企業)と取引を行い、その過程で技術

ノウハウを提供しながら育成を図る。アSEMBラーが現地企業に技術指導を行い、部品を調達する。

しかし、アSEMBラーが独自に開発設計した部品で他社との互換性はほとんど無く、他社からの部品の国内調達は困難である。従って、生産計画、早急に必要とする部品は輸入により対応している。

なお、今回の現地調査の過程でも、アSEMBラー側からはローカル企業の技術水準の向上策について望む声が強かった。

(2) 機械加工(自動車専用部品)の特徴

1) 経営形態

自動車部品生産企業を市場性から見ると次のように分けられる。

アSEMBラー向けの部品生産
アフターマーケット向けの部品生産
アフターマーケット部品の修理再生

の場合は新車組付用としてアSEMBラーに供給されるもので、内容的には購買部品、標準部品、専用部品に分けられる。

の場合は修理用であるため、部品によっては寸法別に何種類かを作っている。

の場合は、クランクシャフト、シリンダーヘッド等の再生加工であり、生産工程は単品生産に適するよう個別の生産形態である。このような生産システムでは、簡単にロット型生産への転換はできない。

の場合は、アSEMBラーの操業状態に合わせて部品供給を図ることや、管理技術水準の向上等取引に際しての要求が厳しい。この問題を早期に解決するため、機械加工分野においても自動車産業の発展に対応した各種の経営戦略がある。この経営戦略は大きく四つの方法が考えられるが、インドネシアの場合次の特徴を有している。

ア. 外国企業との合併

特に機能部品(スターター、ショックアブソーバー、バッテリー等の購買部品)につ

いては外国資本との合弁によって特定部品の生産工場を設立し、経営ノウハウの導入、技術移転等を積極的に行っている企業が多い。

イ．先進外国企業との技術提携

外国企業との技術提携については、訪問調査企業の中ではポンプのメーカーで1社あただけで、機械加工專業ではほとんどないのが現状である。

ウ．外国人コンサルタントの活用

素形材及び表面処理・熱処理分野では日本人専門家の活躍が見られるが、現地系機械加工業については外国人専門家の指導を受けているとの情報は無かった。今後の指導分野としては、工程設計、治工具の開発が望まれる。

エ．自社単独の技術改善

図7-5-1に示したように、自動車部品製造分野でみると、現地系一次下請企業についてはアセンブラーの間接指導によって生産技術の改善等が行われている。また、二次下請については、一次下請企業が必要に応じて技術指導を行っており、この点からは自動車部品業界は系列化が進んでいるといえる。したがって、自社単独での技術改善はほとんど存在していないといえる。

2) 生産形態

自動車部品、生産の特徴は一定の品質の製品を複数個以上作ることである。このため、工場の生産形態はロット生産に適するように工程設計されていなければならない。

この対応策として、次のような事がアセンブラーから下請企業に要請されている。

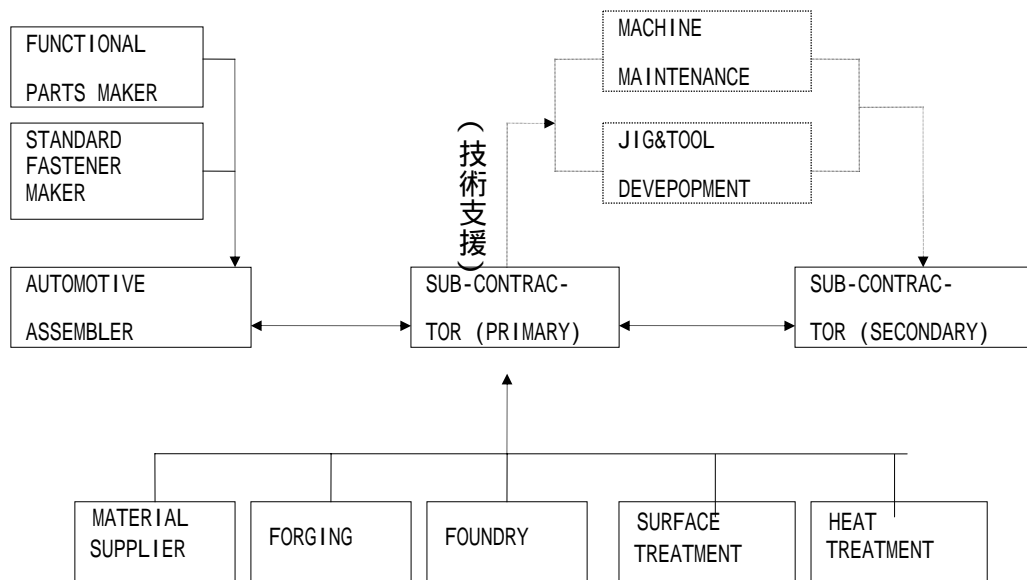
- 治工具（固定具）の開発
- 専用検査機器の開発
- 設備メンテナンスの実施
- 生産管理の強化

(3) 企業の補完関係

図7-5-1は、インドネシアの一次および二次の機械加工下請企業と他企業との関連を示したものである。

アSEMBラーはコンポーネント・パーツと標準部品は市場で調達し、専用部品は一次下請機械加工業者に発注する。一次下請業者は鋼材業者、素形材業者から材料を入手、加工を行い、熱処理によって部品の性質を調整したり、表面処理を外注するなどして完成させる。この意味で、機械加工業は関連工業の補完を必要とするといえる。

図 7 - 5 - 1 機械加工の補完関係



出所：JICA調査団

一次下請業者は、次のような場合にその加工の一部を外部に委託加工する場合があるが、これが二次下請である。

- 自社に加工技術がない。
- 自社の生産能力が足りない。
- 受注単価が低く、採算割れする。

インドネシアでは、二次下請の経営規模はかなり小さくなり、人的規模では3人～5人位の零細企業が多い。立地環境も関連企業と技術補完を保つには不便な所が多い。このような経営規模では資金調達は困難と見られ、設備の保守改善等は十分に行われていない。このため、不良品の発生、納期遅れ等が多発し、一次下請に大きな影響をもたらしている。この対策として、一次下請がこれらの二次下請企業に技術指導を行っている。この事を示したのが図7-5-1の上段の点線部分である。

アSEMBラー、一次下請、二次下請の補完関係を考える時、最も問題点を抱えているのは二次下請と考えられる。この問題解決のため短期的には当面一次下請の支援に委ねるものの、

中長期的には、既存の小規模団地の活用等による集団化による指導システムを考えるべきであろう。

3. 機械加工業の生産・経営診断（ケーススタディ）

（1）ケーススタディの目的

フェーズIの現地調査では、アSEMBラーおよびサブアSEMBラー（一次下請企業）に対するインタビュー調査で、ローカルの下請企業の問題について情報を収集することができた。その中で指摘されたローカル企業の問題は次の二点に集中していた。

品質が悪い（不良率が高い）
納期が守れない

これは、インドネシアに限らず他の発展途上国においても常に指摘される問題である。従って、フェーズIIの現地調査では上記二つの問題の発生個所と発生原因を究明することとした。

不良品に関しては、不具合内容が材料不良か、加工不良か、ハンドリング不良か。また、その発生個所はどこか。その発生原因は何か。
納期遅れに関しては、生産計画立案方法の問題なのか。材料の調達遅れか、保有工数の不足によるものか、あるいは納期管理体制の問題なのか。

以上の2点を把握するために、ローカル企業の受注から生産、検査、納品までのプロセスを調査し、どの過程に問題があるのか、どのように改善すべきかを検討する。

このため、ローカル企業2社をケーススタディの対象として調査した。

（2）A社の事例

1）企業の概要

創 業 1989年1月

創業当初は自動車用ジャッキの生産を行っていた。92年から工具の鍛造および部品生産が開始された。

資本金 8,150百万ルピア

従業員 392名（うち管理部門115名、その他79名）

年間売上額 1995年 8,500千米ドル

主要製品 機械式ジャッキ
ハンドツール

鍛造部品 a. アンダーブラケット b. キックスターター
c. プッシング d. スプラインハブ

2) 技術の特徴

鍛造工場を備え、工具ではスパナ、また鍛圧・造型による自動車部品を生産している。ただし、熱処理は日系の専門企業に発注している。機械工場では鍛造品の後加工を行っている。この他にワークショップを持ち、鍛造型の製作修理、治工具の製造を行っている。トヨタを始めとするアSEMBラーとの取引を通して指導を受けているので管理水準が高く、特に鍛造工場には日本の技術専門家が派遣されている。

3) 調査の対象部品

同社では製品が多岐にわたることから、次のような工程を経て完成に至る部品を選定することにした。

鍛造工程から加工する
機械加工がある
組立加工がある

以上の条件から、自動車メーカー向けのキックスターターを調査対象部品とすることにした。

4) 検査の状況

ア．材料検査

使用する購材はすべて取引先のブランド指定によって購入している。材料の検査は130本のうち5本をインドネシア大学に送り、検査を行っている。

イ．工程検査

Heatingから始まってTrimmingまで5人のオペレーターによって処理されている。この後に目視検査が行われる。当工程の最終検査は、サンプリングによって主に概観検査を実施している。

ウ．加工後検査

加工ラインでは全て作業標準で各工程毎に加工後の検査が義務付けられている。刃物についても加工部数によって指示されている。

5) 不良品の発生状況

鍛造工程における不良発生要因としては次の事が挙げられる。

打ち損じ

欠肉（材料の位置決め）

型のライフ

型ぶれ（メンテナンス等）

材料のオーバーヒート

なお、金型は製品数で5,000ヶでメンテナンスするようにしている。

ア．鍛造工程

鍛造部門全体の不良率は1996年5月2.50%、7月2.75%であり、日本においても鍛造部門の不良率概略3%程度と言われており、特に重要な技術上の問題は見あたらない。

部品別の不良率では、技術的に難しいArm(Kick Starter)の不良率は次のようになっている。

	<u>生産量</u>	<u>不良品</u>	<u>不良率</u>
1996年5月	44,519	1,649	3.70%
1996年7月	38,937	1,606	4.12%

イ．機械加工

生産ラインを観察した時点では、鍛造工程でのbending不良が機械組立の工程で発見されていた。日本では、ショットブラスト後に鍛造品の寸法検査を専用検査治具を使って

検査するのが一般的であるが、当社では行われていない。機械加工での無駄を省くためにも実施したほうがよい。Armの加工工程ではfixtureやjigの構造不適による加工不良が発生している。上記のように機械加工前の検査（これは鍛造工程の最終検査として実施する必要がある）や加工工程の設計に問題があり、Armの不良率が高くなっている。

機械加工部門全体の不良率は1996年5月0.94%、7月1.16%であるが、Armの不良率は次のようになっている。

	<u>生産量</u>	<u>不良品</u>	<u>不良率</u>
1996年5月	46,705	1,006	2.15%
1996年7月	42,328	635	1.50%

ウ．アSEMBラーからのクレーム

当社がアSEMBラーへ納入している9種類のコンポーネント(Under Bracket類、Kick Starter類、Flange、Bushing)のクレーム率は、1996年6月で0.36%であるが、調査対象のKick Starterのクレーム率は次のようになっている。

	<u>納 入</u>	<u>クレーム</u>	<u>クレーム率</u>
1996年6月	27,800	48	0.17%

1996年6月のKick Starterのクレームの内容は機械加工不良であった。

6) まとめ

技術的には完成する技術力があると考えられるが、安定した技術力を発揮するには検査治具の開発を図る必要がある。特に工程内検査の成果をあげるためには、工程別検査器具の開発が重要である。

この調査では、特にアSEMBラーから多く指摘されている、現地系企業の「不良品の多発」、「納期遅れ」の問題について調査を行った。当社の場合、管理水準はかなり高く、今後生産技術の導入による工程改善、治工具の研究開発を図れば、十分にアセ

ンブラーの期待に答えることが可能と思われる。

(3) B社の事例

1) 会社の概要

創 業	1985年4月
資本金	150百万ルピア
従業員	149名(うち臨時工21名)
売上高	300~400百万ルピア/月

2) 主たる製品

グリップサイド、フックカバー、エンドプレートなど、二輪自動車関連部品を中心に製造している。また、スイッチボックスといった配線器具の製造も行っている。

3) 技術の特徴

主にSPCC材を用いて切断 打抜き 曲げ 穴明け 曲げ 溶接といった加工技術を保有している。ただし、メッキ・塗装などは外部の企業に依存している。

加工に用いる型の90%以上を外部から調達しているが、最近では型の補修技術を蓄積するとともに高い精度を必要としない型の内製化を図っている。

4) 不良品の発生と対応状況

納入先からは月報の形で不良品のレポートが出されている。穴径の寸法不良が不良要因の一位と二位を占めている。これは、使用する工具の寸法管理をはかれば解決できる問題と思われる。

不良発生情報を広く伝えるために、不良見本とその原因を掲示して作業者の意識向上をはかっている。

また、大手電気メーカーにおける不良対策をみると、限度見本が求める品質水準(おそらく日本国内の品質水準をそのまま適応したものである)がインドネシアの技術水準に合致しないと思われる点を、双方の合意により修正している。このような努力は今後も必要であろう。

5) まとめ

不良品として溶接不良の例があった。その原因は、何台かの溶接機が同時に作業すると電圧変動が生じて発生するものである。電圧の安定化を計り、また同時溶接を生じさせない工夫により回避できる問題である。

プレス型の保管場所は確保されているが、防錆処置が完全とはいえない。また、見本として前回の作業における良品を1個添付しておくことにより次回の作業が容易になるが、これが行われていない。

作業指示に対する業務達成の意識が不徹底であるように見受けられた。OJTを通じた作業者の教育・訓練が必要である。

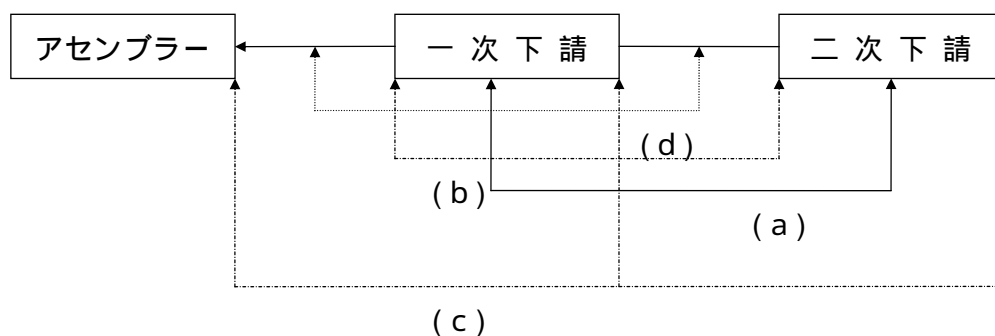
外注依存している、メッキ・塗装の不良原因に「キズ」、「打痕」が数多く見受けられた。実際に3社の下請企業を調査したが、幹線道路から下請企業までの道路状況が極めて悪く、荷姿の改善だけで解決できる問題ではない。下請企業の集約化（例えば、共同工場）によって環境を整備することで改善がはかれるものと思われる。

メッキを行っている企業に対する調査では、排水処理をしているとの回答であったが、スラッジの回収は見受けられず、排水は最終的には垂れ流しになっていた。また作業者は素手と裸足であり、環境問題だけではなく健康問題も視野に入れた改善が緊急の課題である。

(4) 企業間取引における不良品の発生個所

ケーススタディの結果によれば、企業間取引における専用部品の流過程での不良品の発生個所は、図7-5-2に示したとおりである。

図7-5-2 不良品の発生個所



出所：JICA調査団

(a)は生産工程内での発生であるが、二次下請では工程内検査は行われていないので、特別な場合を除いて不良品が検出される可能性は無い。一次下請の場合は、インプロセス検査と

中間検査を実施しているので、不良品の取り出しが行われている。

(b)は出荷（最終）検査である。二次下請と一次下請で行われるはずであるが、二次下請では実際には行われていない。多くの場合専用検査治具が無い場合が多く、この負担は一次下請の受入れ検査にかかっている。

(c)は受入れ検査である。二次下請には、材料受入れ検査があるはずだが、実際には実施していない。一次下請とアSEMBラーで行われているが、先に述べたように一次下請の検査は不良率が高く、アSEMBラーに対しての納期遅れの原因の一つになっている。

(d)は二次下請 一次下請 アSEMBラーに至る輸送過程における不良発生である。これはすなわち、運送荷姿の不具合による打疵等の発生である。機械加工品には、研磨、表面処理した物等、取り扱いに注意を要する物が多い。このため、それぞれの部品に適した荷姿を開発する必要がある。

このように、部品検査は3回の検査過程を経て（二次下請の検査を除く）アSEMBラーの検査に至るが、一部の企業についてはその評価はよくない。加えて輸送中の不良品発生は憂慮すべき問題である。

4 . 機械加工業の現状と改善策

一次下請と二次下請の間には経営的にも技術的にも大きな格差があり、いわば二極構造化している。そのため、ここでは機械加工を一次と二次に分けてその現状と改善策について検討することにする。

(1) 一次下請企業について

1) 技術情報源

近年、世界経済の変化、技術の進展も目まぐるしい変化を遂げつつある。こうした経済環境の中で企業にとって情報の収集とその活用は極めて重要な課題である。

インドネシアでは技術に関する情報をどこから入手しているかを設問（13社）した結果が表7- 5 - 1である。

表7 - 5 - 1 技術情報の入手状況

	Resources of information	Frequency
1	Client	5
2	Machinery & EQPT supplier	5
3	Book & brochure	3
4	In-house	2
5	Grouping firm	2
6	Educational institution	1
7	Not answerable	1

注：13社による複数回答

出所：JICA調査団

回答の特徴として、クライアント、機械工具業者、外国図書及びブローシュア等によるとしたものが多かった。

先進国においては、情報発信源として政府系機関、地方公共団体および業界団体等が重要な役割を果たしている。これに対してインドネシアの場合には各機関の現状は次のようになっている。

ア．政府系機関

MIDCは基幹技術に関する有力な情報源であると思われるが、海外情報等最新情報の発信が少ない。

イ．地方公共団体

地方公共団体から事業者に対しての技術情報の提供は悪い。

ウ．地域商工組合

まず、組織そのものが存在していない。

エ．業界団体

業界団体はあるものの、定期的発行物が無い。

このような状況から、日常の接触機会の多いクライアント、納入業者に対して外部情報を期待することになると思われる。

今後技術情報の発信源として既存機関の活発な事業展開が望まれるが、幸いにして企業の立地条件は工業団地が多い。工業団地入居企業を組織化することによって、情報の交流、共同収集等も可能となろう。

2) 工程設計

一次下請についてはアSEMBラーの指導によって、総体的に技術は改善されつつある。しかし、次のような問題点を抱える工場があった。

ジグ取付具は現場サイドで製作している場合があるため、その機具の精度保証が不明である。

カッティングツールは部品加工個数別交換時期が決められていない。

カッティングツールの補修がオペレーターの判断で実施されている。

ロット生産の場合、加工作業条件は常に一定の条件でなければ均質な部品加工ができない。このため、生産開始に先立って加工手段・順序を決め、さらに使用する工具の指定ジグの開発作業時間を算出する。このような一連の設計作業の積み重ねによって工数計画の

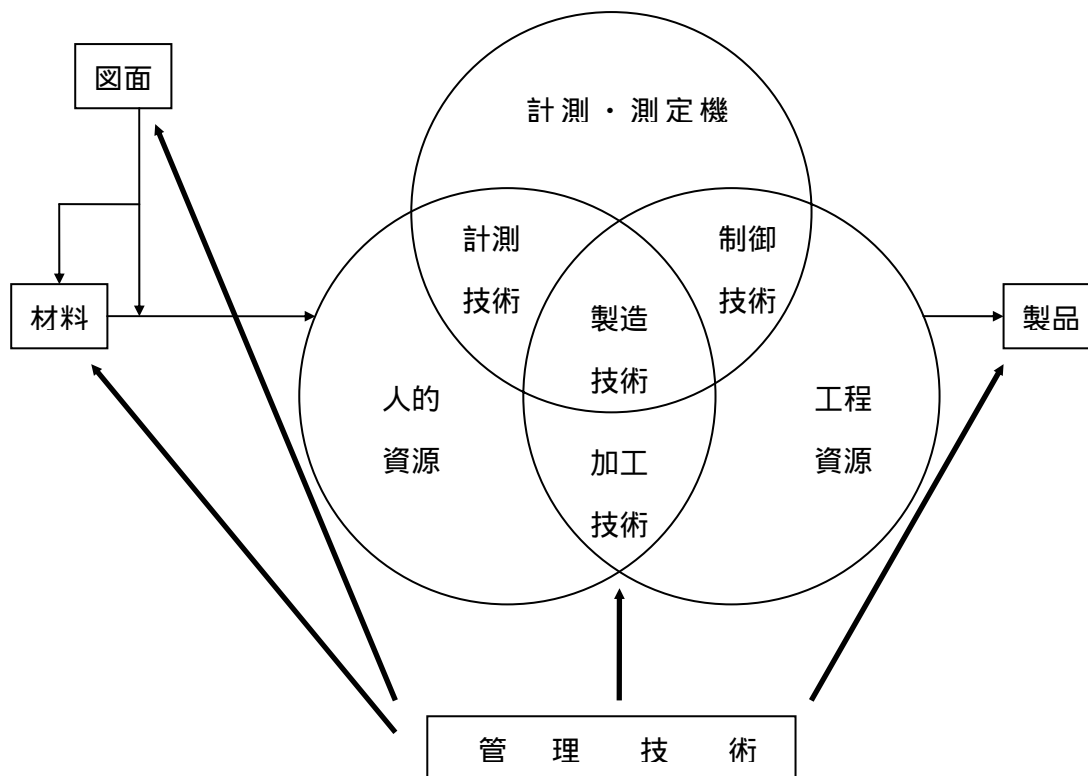
立案が可能となるのである。品質管理の原点は工程設計と考えてよいが、このような設計技術は平素からの情報蓄積が必要である。

3) 従業員教育

アSEMBラーの多くは現地機械加工業には問題点があると指摘している。その中で人材の不足を問題として取り上げているケースが少なくない。企業経営はよく人、物、金と言われている。有能な人材によって企業経営することが如何に重要かを表現したものである。

ところで技術要員の育成を考えるに当たり、生産活動はどのような要素技術によって構成されているか表現したのが図7-5-3である。

図7-5-3 生産活動と管理技術の相関



出所：JICA調査団

機械加工技術は人材、工程資源（加工機械）に加えて加工技術・制御技術・計測技術によって構成され、生産活動は管理技術によって統制されているものと考えられる。従って、人材育成にはこれらの技術要素を全て体系的に教育する必要がある。

4) 治工具の開発

現地系企業の場合、汎用機による工程編成が多い。従って、ロット生産に対応するには治工具（固定具を含む）の開発が必須要件である。しかし、これらの専門技術者を育成するには相当な時間を要するであろう。当面の対応策としてはアSEMBラーの支援を求めることであるが、長期的には業界団体の支援により専門企業を創出していくことも考えられるであろう。

(2) 二次下請について

1) 一次下請の技術指導

当面の生産活動については、以下のような事項に関して発注者である一次下請から指導を受け、技術の蓄積を図っていく必要がある。

工具の選定

検査工具の選定

生産設備の保守管理方法

治工具の貸与とメンテナンスの提供

2) 材料の調達

経営効率を高めるため、原則として一次下請よりの受注の場合、材料も支給してもらうことが望ましい。

3) 工業団地あるいは共同利用工場（工場アパート）への参加

現状のように、小規模工場が各地に散在した形では技術情報の収集や資材調達は困難と思われる。将来的には、共同利用工場あるいは小規模工場団地への参加等他企業との共同による事業活動が望ましい。

5 . 改善目標の設定

(1) 生産管理・技術改善目標

機械加工業の生産管理・技術改善に関する短期・長期目標を次のとおり提案する。ただし、中規模企業（主として一次下請）と小規模企業（主として二次下請）の間には格差があるため目標設定は区分して提案する。

1) 小規模企業について

ア．短期目標

設備稼働率が悪く経営効率を悪化させるので、早急に向上させる。
加工技術が低く不良品が多発しているため、不良率を低減させる。

このための必要な施策は、一次下請企業を中心として設備保全及び加工技術について指導することである。

イ．長期目標

経営内容の安定を図るため、コストの低減を図る。

このための必要な施策は以下の通りである。

業界団体を中心にして経営ノウハウを提供する。
投資コストを節減させるために設備の共同化の推進を図る。

2) 中規模企業について

ア．短期目標

品質の向上を図る。

このための必要な施策は、外国人コンサルタントの指導を受けるなどの方法により治工具の開発を促進することである。

イ．長期目標

生産性の向上を図る。

このための必要な施策としては、MIDC等によって自動化技術およびツールの設計技術の研究開発を行い、企業に技術情報を提供していくことである。

(2) 必要なR&D活動

1) 短期目標

インドネシアでは汎用機が多く使われている。このため、機械の改良によって品質あるいは生産性向上を図る。

2) 中期目標

NC工作機械の導入に備えて、効率のよいツールを設計するノウハウを育てる。

3) 長期目標

新技術として、例えばレーザー加工技術の導入を図り、金属加工の精度向上および新分野への応用について研究する。

(3) 必要な政府の支援策

小規模企業の育成策として、政府が以下の支援を行うことが有効と思われる。

1) 短期

政府系機関による巡回指導

2) 中期

中小企業の組織化による共同事業あるいは共同施設事業の推進

3) 長期

工業団地への誘致による操業基盤の向上

第6節 表面処理・熱処理産業

1. 表面処理・熱処理の概況

金属製品あるいは部品の耐食性向上、表面改質と材料特性改善を行う技術が表面処理と熱処理である。表面処理技術を代表するものがめっきであり、装飾用めっきと工業用めっきに大別される。装飾用めっきは、指輪、ネックレス等の金めっき、食器器具等のクロムめっき等が良く知られているが、今回の調査対象には含まれない。

工業用めっきは、主に鉄鋼工業製品あるいは部品の防食、耐食、表面光沢、耐摩耗を目的とするもので、概ね次の3つに分類され、鉄鋼量産品の耐食表面処理技術としては、1)の無電解めっきが一般的である。

- 1) 亜鉛、アルミ、錫、鉛等の熔融浴浸漬めっき・無電解めっき
- 2) 普通用いられる電気めっき・電解めっき
- 3) 亜鉛、クロム、アルミ、珪素などを、表面から拡散浸透させるセメンテーション

一方、熱処理については、ほとんどが鋼に適用されると考えてよい。鋼に所定の性質を付与するために行う、固態においての加熱と冷却の諸操作を言い、次のように分類されている。

- 1) 硬度と引張強度を増大させる(焼入れ、焼戻し)
- 2) 組織を細密化し、方向性や偏析を少なくして、均一な状態にする(焼ならし)
- 3) 組織を柔らかく変化させたり、あるいは機械加工に適した状態にする(焼鈍)
- 4) 歪(ヒズミ)や残留応力を除き、機械加工時の変形や使用中の破損を防ぐ(歪取り焼鈍)
- 5) 表面を硬化させる(高周波焼入れ、滲炭・窒化処理)

2)、3)と4)の焼ならし・焼鈍が一般的な熱処理で設備費も少なく済むが、普通鋼材で簡単な処理しか行えない。一方、5)については、部分的・表面を硬くする処理であるが、高周波焼入れで電極コイルの設計技術が必要になってくる。これに対して、1)は金型材、特殊鋼部品等に適用されるもので、設備も大掛かりとなり、熱履歴や温度管理が厳しく、熱処理対象物が相当量まとまらないと生産規模には至らない。

(1) 表面処理

表面処理はめっき技術に代表されるが、零細めっき業者まで含めるとジャカルタ周辺だけで300社以上の工場が存在し、装飾品から外構フェンスに至るまでのどぶ漬け方式を採用しているところが多い。クロムメッキを行っている企業も一部あるが、品質の信頼性にまだ問

題があると言われる。

本件調査対象分野の自動車、電気・電子産業向けの工業生産規模の専門メーカーは、日系が3社、ローカルが7社程度である。今回は、このうち2社のローカル企業を選び、工場診断調査を行うとともに関連情報を収集した。

(2) 熱処理

加工工程での簡単な熱処理は内製化されているが、今回対象の主力とするのは金型用工具鋼等の特殊鋼の熱処理である。この熱処理企業は、ローカルでは存在せず、日系を始めとする外資系企業が専門又は鋼材の販売手段に熱処理を行うものがあり、その数は少ない。今回は特殊鋼熱処理企業の日系2社を訪問し、事業内容と本業界の展望に付いて調査を行うとともに、ローカル企業数社について熱処理の内製化の現状を調査した。

2 . 表面処理・熱処理の生産・経営診断

ここでは、金属表面処理としてのめっき及び金属表面強化のための熱処理を対象に、インドネシアにおけるそれらの技術レベルがどの程度かを企業訪問調査に基づき記述する。

(1) 表面処理

インドネシアでは、金属の防食を目的とした亜鉛めっきを主体とする3号めっきが一般に行われている。複雑な技術を要求される装飾用の1、2号めっき、即ち Ni-CrやCu-Ni-Crなどのめっきを行うところは少ない。また、機能的な特性を要求される硬質クロムメッキについては、ほとんど見受けられない。一般にクロムを含む高級なメッキは複雑な熱管理と浴管理が伴うため、インドネシアではこれらの生産技術の導入が困難な状況にある。また、これらの設備は高価であるとともに操作が自動化されており、それらの先端的な技術・ノウハウの習得が難しく、導入の阻害要因にもなっている。

今回は、亜鉛めっきからクロマイト処理を行うめっき企業2社を調査したので、これらをモデルとして評価を行った。両社ともローカル企業であるが、技術的に優劣の差が非常に大きい。評価点の高い企業はめっき設備が自動化されて近代化が進んでおり、浴管理から製品テストまでが整備され、効率よく運営されている。従って、日系の自動車及び二輪車メーカーからの受注を無難にこなしている。一方の企業は、旧式の設備での手作業が多く、排水設備もほとんど機能していない。

(2) 熱処理

今回の調査では、日系の専業2社と金属加工の途中工程で熱処理を行うローカル企業数社が調査対象となった。本調査では金型材料が対象となるので、熱処理方法は焼入れと焼き戻しを中心に調査を進めた。勿論、一般機械に関して焼きなましや焼きならしは重要な技術であるが、今回調査ではそれらを調査する機会が得られなかった。

今回調査対象となった日系2社は、専業の熱処理メーカーである。両社とも設備は最新鋭のもので、大気雰囲気ライン炉からガス雰囲気ライン炉、塩浴炉ライン等、全てプログラムコントロール方式の高級な設備である。また、焼きもどし用オイルタンクや、アルカリ高温水ジェットクリーナーなどの付帯設備なども設けられている。一方、ローカル企業では簡易型電気炉が一般的であり、温度調節は手動のスライダック方式で行っており、油焼入れ用タンクも簡単なものが使われる。また焼き戻しについては、一般家庭用扇風機などを使用して自然空冷を行っている。

3．改善目標の設定

(1) 表面処理

前述の2社の大きな相違点は、1社にはJODCの専門家が3年間従事し、顧客第一主義のものとときめ細かい技術指導と改善を行ってきた成果が漸く実ったところであるのに対して、もう1社は今までのやり方を踏襲しているに過ぎないことである。それでも前者の場合、めっき作業工程に問題がなくても類似部品が平行して流れると異材混入が生ずるケースがある。

日本では表面処理はほとんど装置産業化されており、現場の末端に至るまで技術の中身と作業内容を完全に理解しているため、ポカミスはほとんど皆無に近い。万一発生すると企業の信用に関わるので、人為ミスの出ない生産管理体制が取られ、従業員各自の自覚の元に生産が行われている。それも長年の経験と実績の蓄積があって達成できることである。

現在、インドネシアの地場企業のめっき技術は、無電解めっきやガルバナライジングおよび陽極酸化も含めて、生産技術と管理技術ともに発展途上にあり、品質の安定を図りかつ量産体制を整備する必要がある。そのためには、JODC等のスキームを活用した個別の派遣専門家の指導により、作業マニュアル作り、作業の定常化、人為ミスの軽減等、客先のニーズに沿った少量多品種生産のQDC(Quality, Delivery & Cost)を確立することが早道であり、外資系の表面処理企業への対抗手段であると思われる。

(2) 熱処理

焼鈍、焼きならし程度の一般熱処理については、温度管理がラフで良いためそれほど大きな問題はなく、インドネシアでも良く見受けられ、ハンドリングを含めた工程管理の指導程度で十分と考えられる。一方、焼入や焼戻を伴い、複雑な温度履歴、正確な温度管理を必要とする熱処理についての専門企業は外資系に限られ、企業数も数える程度である。

これらの企業については、硬度や強度の向上を図る鋼材はもとより、工具鋼 SKS, SKD, SKT, SKHなどについての熱処理は問題ないし、現在建設計画中の規模からも、寸法的にみても、国内で必要とする金型材の熱処理には十分対応できるであろう。ただし、特別な表面硬化処理を狙った、高度な技術が要求される PVD(physical vapor deposition)やCVD(chemical vapor deposition)はまだ実施されておらず、今後の需要規模によってはメニューの追加等が考えられる。

熱処理は、他の製品や部品と異なり少量多品種生産であり、結果を目視でチェックできない。このため、一般熱処理を除いては、インドネシアにおける熱処理は当面外資系企業及び外国企業と技術提携を行った地場企業に頼らざるを得ないであろう。

第7節 診断結果の総合評価と改善の方向

1. 経営管理面の評価と改善の方向

当国の裾野産業（サポーターイングインダストリー）に属する企業の抱えている経営上の問題点は、企業のタイプ、規模、業種等によって異なっている。特に外資系企業、大手地場企業と中小地場企業の間には大きな差が観察された。

外資系企業は経営面における広範な支援を海外親企業から受けており経営上の問題は少ない。最大の問題は人材、特に技能者と中間経営管理者の確保である。これは近年の急激な海外からの投資増による人材不足と当国における限られた教育機会が背景にあると考えられる。外資系企業は政府より積極的な技術移転、現地採用者の登用等を要求されており、企業の経営・管理面を含めた総合的な技術力の向上を図っている。しかし、これらの問題が当国への技術移転を円滑に行うことの阻害要因の一つとなっている。

地場企業の中でも大手企業は近代的経営管理技術を導入しており、人材面を除けば特に大きな問題はない。しかし、中小・零細規模の企業は経営面での整備が遅れている。また、従業員の定着率の低さ、人件費の高騰等も大きな問題となっている。

一方、経営面に影響を与えている外的な要因としては、多くの製品について最終アSEMBラーの生産数量が少ないことよりサポーターイングインダストリーに対する需要が小さくかつ受注量が大きく変動し、投資に見合う販売数量の確保が困難であることがあげられる。

地場中小・零細企業に焦点を置いた、サポーターイングインダストリーの主要な経営上の問題点および改善の方向性を以下に述べる。

1) 近代的経営管理技術

経営管理技術の範囲は、企業のヒト、モノ、カネの経営全般にわたっている。具体的には、経営計画から始まってマーケティング、販売、生産、調達、人事・労務、財務、研究開発等が含まれる。大手グループに属する企業や外資系企業はグループ内の主要企業や海外親企業よりさまざまな経営支援を受けており、熟練作業員や一般作業員の人数不足、賃金水準の上昇などの人事・労務面の問題を除けば管理上の問題は少ない。これに対し、中小地場企業には個々の経営管理技術に欠けることが多い。これら多くは家族経営の企業であり、近代的な経営管理の導入に消極的であると考えられる。その結果として適切な経営計画、経営コントロールが行われておらず、様々な経営上の問題を内包している。

本来このような問題は個々の企業の努力でもって解決すべきものであるが、支援策としては業界団体や政府機関が中心となり、経営管理技術のセミナーを開催したり、海外から専門家を招いて各企業の巡回指導を行うことが有効と考えられる。

下表7-7-1はアSEMBラー及び顧客企業からの原材料・型、金融、技術、経営、教育の5項目における支援状況をアンケート調査よりみたものである。外資合弁企業（PMA）の1/3以上は何らかの支援を受けていると答えている。一方、PMDN企業では全体の27.5%が、Non-PMA/PMD企業においては24%の企業が支援を受けているに過ぎない。

表7-7-1 アSEMBラー・顧客企業からの支援状況

従業員数	支援を受けている	支援を受けていない	支援を受けていない が受けたい	有効回答数
PMDN	11 (27.5%)	19.4 (48.5%)	9.8 (24.5%)	40
PMA	13.4 (34.4%)	19.6 (50.3%)	5.6 (14.4%)	39
Non-PMDN/PMA	32.4 (24.0%)	65.6 (48.6%)	36.6 (27.1%)	135

注：5項目の平均回答企業数

出所：アンケート調査、JICA調査団

2) 熟練労働力

熟練した労働力、特に技能工の不足が目立つ。これは、メッキ、鋳造、金型などの分野において著しい。この背景としては、まず第一に、高卒・大卒新人の多くが大手組立企業とか外資系企業への就職を望んでおり、サポーターイングインダストリーによる人材採用が容易でないことがあげられる。また、採用しても転職が多く、技術・技能の蓄積が行われないケースも多い。この問題もまた個々の企業の努力によって解決すべきもので、基本的には労働管理の改善が急務であり、正規従業員の拡充、労働時間の短縮、職場環境の改善、福利厚生の実、勤労意欲の向上等が挙げられる。また、これら活動によってサポーターイングインダストリーに対するイメージの向上を図ることが必要である。

第二に、技能工育成のための教育・訓練機関が不足していることがあげられる。当国には理系大学、ポリテクニクなどの教育機関が存在し技術教育を行っているが、理論に重点が置かれており、一部のポリテクニクを除けば技能の修得はおろそかにされている。また、これら教育機関に対するサポーターイングインダストリーの利用頻度は低い。就業前の学生のみならず、就業している技術者のレベルアップのための教育も必要である。企業のニーズに合わせたカリキュラムの編成をし、同時にサポーターイングインダストリーへの啓蒙活動が重

要である。

一方、技術面での基礎的な学力に欠けている技術者が多いと言われる。大学、ポリテクニク、さらには高校において上述した技能の修得と共に基礎教育を強化する必要がある。また、実技と座学とを併せ持った技能訓練センターのようなものを政府研究機関、工業会などが主体となって整備していくことが求められている。

アンケート調査によって明らかにされた人的資源管理上の問題点を表7-7-2にまとめた。全体でみて、「頻繁な転職」が2番目(43%)、「高学歴人材の採用困難」が4番目(23.3%)に重要な問題点としてあげられた。さらに、要素技術別に問題点をみても、鑄造業と鍛造業においては高学歴人材の採用難が、部品組立業、鍛造業、プレス加工業、熱処理業、プラスチック成形業においては頻繁な転職が主要な問題点として指摘された。

表7-7-2 人的資源管理上の主な問題点

要素技術	高学歴人材の採用困難	社内教育訓練が困難	従業員の規律の不足	頻繁な転職	労働争議・ストライキ	賃金の上昇	その他	有効回答数
部品組立	36	55	71	61	1	32	5	137
鑄造	25	29	47	26	0	11	2	74
鍛造	7	6	13	9	0	5	1	22
機械加工	32	56	71	48	1	25	5	125
プレス加工	19	43	69	56	2	26	2	113
メッキ・表面処理	6	16	25	15	1	10	2	39
熱処理	10	12	23	18	1	12	1	40
プラスチック成形	4	12	16	14	0	3	1	30
その他	45	78	111	90	2	35	5	201
合計	63 (23.3%)	99 (36.7%)	145 (53.7%)	116 (43%)	2 (0.7%)	46 (17%)	7 (2.6%)	270

注：複数回答につき合計は必ずしも有効回答数と一致しない。

出所：アンケート調査、JICA調査団

3) 情報ソース

情報は新製品開発とか生産コストの低減とか品質の向上に大きな影響を与えるものであり、有益な情報が日常的に入ることがサポーターティングインダストリーにとっては非常に重要なことである。

サポーターティングインダストリーの現在の情報の入手先は、取引先企業、設備機器の納入業者、自社の経験、専門書籍・雑誌、業界団体のセミナーなどである。しかしながら多くの場合、特定の問題に限定された情報であり、系統だった情報は少ない。また、技術に偏った情報が多く、経営面に関する情報は極めて限られている。

サポーターティングインダストリー企業はより良い技術、より良い経営技術に関心が高いがその入手先が限られているといえる。サポーターティングインダストリーで必要とされる情報は既に確立されたものがほとんどであり、適切な情報源を整備するとともに、どのように入手するかについての専門家による支援が必要とされる。特に、アSEMBラー、部品メーカーからの技術情報と経営情報をスムーズに移転する仕組みを作ることは重要であり、各技術分野の工業会が中心となって情報収集活動を行うことが適当であると考えられる。しかし、現実には多くの工業会はまだ未整備な段階にあり、政府機関および海外援助機関などによる支援が必要とされる。

下表 7 - 7 - 3 は新技術に関する情報の必要性についてのアンケート調査結果である。有効回答企業291社の内43%の125社が情報の必要性を認識している。特に、鋳造業、プレス加工業、熱処理業及び機械加工業は高い必要性を感じており、適切な情報源の整備が求められる。

表 7 - 7 - 3 新技術に関する情報の必要性

要素技術	必要と考える	有効回答数
部品組立	61 (41.5%)	147
鑄造	39 (48.1%)	81
鍛造	10 (40%)	25
機械加工	56 (42.1%)	133
プレス加工	54 (45.8%)	118
メッキ・表面処理	14 (35.9%)	39
熱処理	19 (44.2%)	43
プラスチック成形	9 (31.0%)	29
その他	89 (41.6%)	214
合計	125 (43%)	291

注：複数回答につき合計は必ずしも有効回答数と一致しない。

出所：アンケート調査、JICA調査団

4) アセンブラーによる支援

一部の大手アセンブラー、例えばナショナルゴーベルは自社の従業員だけではなく広く産業界に対して技能訓練と実技教育に焦点を置いた教育を行っている。しかし、このようなケースは非常に希である。一般的にアセンブラーからサポーターイングインダストリーに対する支援は品質管理とか製造技術上の問題点に対する技術的対処方法が多く、系統的な支援がされていないのが実状である。また、サポーターイングインダストリー企業に対する経営および財務面での支援はほとんど行われていない。品質問題が起こったときだけ支援を受けているという企業が大半であり、日常的に支援を受けている企業は少ないといえよう。

一方、一部のアセンブラーは日本的な協力会を組織し、支援を強化していきたいとの意向を持っているが、現在のところ実現されている例は非常に少ない。このような状況において、大手アセンブラーによる系統的な支援策の展開が早急に望まれる。特定の産業に関する川上産業から川下産業までを集中させた特定分野集積工業団地などを開発し、アセンブラー、部品メーカー、サポーターイングインダストリーのリンケージを強めることも検討に値する。

アセンブラー及び顧客企業からの経営指導及び技術指導における支援状況をアンケート調査の結果よりまとめたのが下表 7 - 7 - 4 と 7 - 7 - 5 である。経営指導、技術指導のどちらにおいても、従業員規模の大きな企業と小さな企業との間に大きな差が観察された。従業員規模が49人以下の小さい企業の中では、アセンブラー及び顧客企業から経営指導を受けて

いるのは18.6%の22社、技術指導を受けているのは29.8%の37社に過ぎない。一方、従業員数が200人以上の企業においては、おのおの26.2%の17社と51.4%の36社である。ところで、技術指導の支援を受けている企業が全体の36.9%であるのに対して、経営指導を受けている企業は20.8%にとどまっている。アSEMBラー及び顧客からの支援の多くが経営面でなく技術面において行われているからである。

表 7 - 7 - 4 アSEMBラー・顧客企業からの支援状況（経営指導）

従業員数	支援を受けている	支援を受けていない	支援を受けていない が受けたい	有効回答数
49人以下	22 (18.6%)	66 (55.9%)	30 (25.4%)	118 (100%)
50～199人	9 (18.8%)	26 (54.2%)	13 (27.1%)	48 (100%)
200人以上	17 (26.2%)	34 (52.3%)	14 (21.5%)	65 (100%)
合 計	48 (20.8%)	126 (54.5%)	57 (24.7%)	231 (100%)

出所：アンケート調査、JICA調査団

表 7 - 7 - 5 アSEMBラー・顧客企業からの支援状況（技術支援）

従業員数	支援を受けている	支援を受けていない	支援を受けていない が受けたい	有効回答数
49人以下	37 (29.8%)	54 (43.5%)	33 (26.6%)	124 (100%)
50～199人	17 (34%)	20 (40%)	13 (26%)	50 (100%)
200人以上	36 (51.4%)	21 (30%)	13 (18.6%)	70 (100%)
合 計	90 (36.9%)	95 (38.9%)	59 (24.2%)	244 (100%)

出所：アンケート調査、JICA調査団

5) 公的機関、工業会による支援

公的機関、ポリテクニク、大学、工業会などによるサポーターディングインダストリーに対する短期プログラム、セミナー等の活動は近年始まったばかりである。カバーする分野の多くが技術面に限定されており、専門家の不足、財源の不足などの理由から経営管理面における活発な活動は行われていない。さらに、工業会の支援によるセミナーは情報量が少なく実践的でないといわれている。支援活動を拡大するためには内外政府機関、公的研究所等も含めた第三者による積極的な支援が必要といえよう。さらに、工業会において市場開放に関する研究を行い、AFTA計画による市場開放の結果としての国際的な競合がサポーターディングインダストリーの経営にどのような影響を及ぼすかを認識させることも大切であろう。

他方、サポーターディングインダストリーはMIDCなどの公的機関を利用している例が少ない。公的機関のレベルアップを図ると共に、より有効に効率的に活用されるための施策が必要といえる。

表7-7-6は公的機関の抱えている問題をアンケート調査の結果からみたものである。公的機関そのものに関する情報が不足していることが、離れた場所に立地、設備・技術の陳腐化を上回って最大の問題となっている。この結果からみる限り、公的機関に関する認知度を高めることが急務であると考えられる。

表7-7-6 公的機関から技術支援を受ける上での問題点

問題点	企業数
公的機関に関する情報不足	33 (41.3%)
離れた場所に立地	27 (33.8%)
設備・技術の陳腐化	23 (28.8%)
サービス費用が高い	17 (21.3%)
対応・サービスが遅い	11 (13.8%)
申請手続きが複雑	12 (15.0%)
その他	3 (3.8%)
合計	80

注：複数回答につき合計は必ずしも有効回答数と一致しない。

出所：アンケート調査、JICA調査団

6) 企業家精神の発揚

サポーターイングインダストリーの生産活動は、基本的には組立企業、部品メーカーからの受注生産であるが、金型やスイッチ、スピーカー、工具、アフターサービス市場向け部品などの単品部品は独自のマーケティング活動が可能である。しかし、多くのサポーターイングインダストリーはその規模が小さくアSEMBラーとか部品メーカーからの受注生産に終始し、受け身の経営姿勢になりがちで、企業発展の可能性を放棄している。将来、近代的経営技術を身につけた外資系企業が積極的にサポーターイングインダストリーの分野に進出してきた場合に、自らリスクをとって市場を開拓して行かねば厳しい競争を生き残ることは困難であろう。そのためには企業家精神を身につけた企業を育てる経営者教育の場が必要であると考えられる。

具体的には、工業会の情報活動を通じての市場情報や技術動向の提供、工業会がコーディネートした模範企業の工場見学、政府機関とか工業会を通じて専門家を派遣することによる企業の個別指導、政府諸施策の周知、などが考えられる。

アンケート調査では部品産業の顧客数を質問している。この結果をみると、全体の60%の企業が10社以下の顧客の受注生産を行っている。とりわけ、40%弱の企業は1～5社のごく限られた企業と取引を行っているだけである。より積極的な顧客開拓を行うことによって大きなビジネスチャンスが生まれ、企業の発展も可能となる。

表7 - 7 - 7 サポーターイングインダストリーの顧客数別内訳

顧客数	企業数
1社～5社	93 (39.2%)
6社～10社	50 (21.1%)
11社～20社	37 (15.6%)
21社～50社	26 (11.0%)
51社以上	31 (13.1%)
有効回答数	237 (100%)

出所：アンケート調査、JICA調査団

7) 資金調達

現在マクロ面から見ればインドネシア経済は好調に推移しており、新工場の建設や、設備の増設を計画している会社も多い。このため、当面の設備資金の調達や操業要員の採用・訓練などに関心が高い。資金需要は大きい、中小・零細企業の多くは資金面での余裕がなく、一般銀行からの借り入れが困難である。また、借り入れたとしても、金利が20～25%と非常に高く、健全な投資・経営計画をたてることが非常に困難である。

他方、サポーティングインダストリーに対する制度金融は融資金額の上限が低いことや対象企業が限定されていることで、資金需要を十分に満たしているとは言えない。このような状況を勘案して、サポーティングインダストリーの実態に即した制度金融の充実が求められている。また、制度金融の取扱い機関側に中小・零細企業の財務・経理を指導するコンサルタントを設置し、経営者の経営問題に助言することも有効であろう。

インドネシアにおける資金調達上の問題点をアンケート調査の結果によってまとめたのが下表7-7-8である。全体の60%以上の企業が金利の高いことをあげており、これが最大の問題点となっている。次いで、36%、75社が審査基準の厳しいことを問題としている。

表7-7-8 資金調達上の問題点

問題点	企業数
金利が高い	127 (61.4%)
審査基準が厳しい	75 (36.2%)
担保が不十分	54 (26.1%)
融資金額が限られている	52 (25.1%)
手続きが煩雑	50 (24.2%)
金融機関の貸出審査に時間がかかりすぎる	46 (22.2%)
金融機関が保証会社の保証を要求する	35 (16.9%)
金融機関が中小企業向融資に積極的でない	28 (13.5%)
為替リスクの存在	12 (5.8%)
社内の財務ノウハウの不足	5 (2.4%)
国際金融市場へのアクセスの不足	4 (1.9%)
インドネシアの証券市場が未発達	3 (1.4%)
その他	7 (3.4%)
有効回答数	209

注：複数回答につき合計は必ずしも有効回答数と一致しない。

出所：アンケート調査、JICA調査団

2 . 工場管理面の評価と改善の方向

当国の裾野産業（アSEMBラーの下請企業）に属する企業の問題点については、アSEMBラー訪問時にインタビューによる調査を行い、一方、工場管理レベルの評価については下請企業訪問時に「工場管理の現状確認相互診断表」（添付資料3）による調査を行った。

（1）アSEMBラーからみた下請企業の問題点

下請企業の問題点としてアSEMBラーが指摘するのは、品質不良と納期遅れ、およびコスト競争力不足の三点である。特にコストに関しては、自動車アSEMBラーからの指摘が多く、これを改善することがインドネシアがアジア地域での部品相互補完体制下における生産拠点となるための必須条件になっている。

（2）「工場管理の現状確認相互診断表」による評価

1）調査した下請企業のタイプ

調査した企業は次のようなタイプに分類できる。

組立企業と直接取り引きのある企業（1次下請）と直接取り引きのない企業（2次下請）

外国企業と技術提携契約している企業としていない企業

外国人のコンサルタントが駐在しているか、あるいはかつて駐在したことのある企業とそうでない企業

2）調査項目

工場管理の評価は、「工場管理の現状確認相互診断表」の7項目について行った。

整理整頓（5S）

現品管理

生産管理

品質管理

進捗管理

受入検収・外注購買管理

設備治工具管理

3) 評価結果

評価は、1～5点の5段階法でおこなった。

- ・全体によく実施している ... 5点
- ・実施している、分かるようになっている ... 4点
- ・まあまあ実施している、まあまあ分かるようになっている ... 3点
- ・一部で実施している ... 2点
- ・実施している気配はあるが十分でない ... 1点

ア．企業タイプ別の総合評価

表7-7-9 企業別の総合評価

企業形態	評価ポイント	企業形態	評価ポイント
外国との合弁企業	3.7	ローカル企業	2.2
1次下請	3.2	2次下請	2.0
技術提携あり	3.6	技術提携なし	2.5
コンサルタントの経験あり	3.2	経験なし	2.7

出所：JICA調査団

- ・総合評価でギャップが大きいのは、合弁とローカル：1.5、1次下請と2次下請：1.2、技術提携の有無：1.1の順である。
- ・管理レベルでは、合弁企業、技術提携企業が高い。

イ．合弁企業とローカル企業の評価項目ごとの評価

表7-7-10 合弁企業とローカル企業の評価項目ごとの評価

	合弁企業	ローカル企業
整理整頓	4.3	2.8
現品管理	4.2	2.5
生産管理	3.6	2.0
品質管理	3.4	2.2
進捗管理	3.5	2.2
受入検収・外注購買管理	3.9	2.1
設備治工具管理	3.1	1.9

出所：JICA調査団

- ・合弁企業とローカル企業でレベル差が大きいのは、受入検収・外注購買管理、現品管理、生産管理（工程管理）である。
- ・合弁企業では品質管理、進捗管理、特に設備治工具管理のレベルが、他の項目に比べて低い。
- ・ローカル企業は全般にレベルが低く、特に生産管理（工程管理）と設備治工具管理に問題がある。

ウ．1次下請企業と2次下請企業の評価項目ごとの評価

表7-7-11 1次下請企業と2次下請企業の評価項目ごとの評価

	1次下請	2次下請
整理整頓（5S）	3.5	2.5
現品管理	3.4	2.0
生産管理	2.9	1.6
品質管理	2.9	1.9
進捗管理	3.0	1.7
受入検収・外注購買管理	3.1	1.6
設備治工具管理	2.7	1.7

出所：JICA調査団

- ・1次下請企業と2次下請企業でレベル差が大きいのは、受入検収・外注購買管理、現品管理、進捗管理である。
- ・2次下請企業は、生産管理（工程管理）、受入検収・外注管理、進捗管理、設備治工具管理に問題がある。

エ．技術提携している企業としていない企業の評価項目ごとの評価

表7-7-12 技術提携している企業としていない企業の評価項目ごとの評価

	技術提携（有）	技術提携（無）
整理整頓（5S）	4.2	2.9
現品管理	4.0	2.7
生産管理	3.5	2.3
品質管理	3.5	2.4
進捗管理	3.5	2.4
受入検収・外注購買管理	3.0	2.4
設備治工具管理	3.0	2.2

出所：JICA調査団

- ・技術提携（有）と技術提携（無）でレベル差が大きいのは、受入検収・外注購買管理、現品管理、5Sである。
- ・技術提携（有）企業は設備治工具管理、受入検収・外注購買管理が他の項目に比してレベルが低い。
- ・技術提携（無）企業は設備治工具管理、生産管理（工程管理）に問題がある。

オ．海外コンサルタントの経験の有る企業と無い企業の評価項目ごとの評価

表 7 - 7 - 1 3 海外コンサルタントの経験の有る企業と無い企業の評価項目ごとの評価

	経験（有）	経験（無）
整理整頓（5S）	3 . 4	3 . 2
現品管理	3 . 4	3 . 0
生産管理	3 . 0	2 . 5
品質管理	2 . 9	2 . 7
進捗管理	3 . 1	2 . 6
受入検収・外注購買管理	3 . 5	2 . 6
設備治工具管理	2 . 8	2 . 3

出所：JICA調査団

- ・両企業の間には、受入検収・外注購買管理以外は顕著なレベルの差はない。

カ．業種別の総合評価と評価項目ごとの評価

調査した企業の業種を次のように分類して評価した。

素形材：鋳造・鍛造・ダイカスト
 機械・プレス（含む熱処理・表面処理）
 電気・電子
 プラスチック成型（含むゴム）

表7-7-14 業種別の総合評価と評価項目ごとの評価

	素形材	機械・プレス	電気・電子	プラスチック
整理整頓(5S)	2.5	3.5	3.5	3.3
現品管理	2.2	3.3	3.5	2.9
生産管理	2.4	2.7	3.1	2.4
品質管理	2.5	2.7	3.5	2.7
進捗管理	3.0	2.7	3.3	2.3
受入検収・外注購買管理	3.5	3.1	3.3	2.2
設備治工具管理	2.9	2.6	2.8	1.7
総合評価	2.7	2.9	3.3	2.5

出所：JICA調査団

- ・総合評価では、電気・電子産業、機械・プレス加工産業、素形材産業、プラスチック・ゴム成型産業の順になっている。
- ・素形材産業では作業の性質上、現品管理と整理整頓(5S)に問題がある。
- ・各業種に共通の設備治工具管理に問題がある。

(3) 総合的な工場管理システムの評価

裾野産業に属する調査対象企業を1次下請企業と2次下請企業とに分類したが、1次下請企業の約80%は外国企業との合弁企業か、外国企業と技術提携契約を結んでいる企業である。次に、調査対象企業を1次下請企業と2次下請企業にグループ化して工場管理の各管理システムについて評価することにする。

1) 品質管理システム

ア. 1次下請企業

Quality Control Flowchart, In-ProcessのChecksheet, Intermediate ProcessのChecksheetを保有し、各プロセスにおけるDefective Ratioを把握し、不良対策をするシステムができています。しかし管理サイクルのDO, CHECK, ACTIONのプロセスに問題があります。すなわち、DO, CHECKのプロセスでの検査機器の選定と点検保守に問題があり、不良率が大きくなっています。ACTIONのプロセスでの不良対策については、固有技術のレベルの低さが原因となって応急・再発防止対策が十分でない。(機械加工の事例：切削工具の刃先の形状と再研磨方法、取付ジグの基準面の取り方と締付け位置などの基本的な改善の技術)

イ．2次下請企業

品質管理システムにおいて、1次下請企業のシステムと相当の差がある。まずFinal Inspectionの方法（検査機器と検査方法）を改善し、次に品質管理システムの構築を進めることが必要である。

2）納期管理システム

ア．1次下請企業

工場管理部門では総合的なProduction Control Boardによって、また生産現場では細分化したControl BoardによってSchedule Controlを行っている。アSEMBラーの納入要求に対しては、完成品在庫で対応していて納期遅れは少ない。ただし、2次下請企業からの納入品に不良が多い場合には、納期遅れが発生することがある。

イ．2次下請企業

工場管理部門のDelivery Control、生産現場のSchedule Controlともに問題がある。スケジュールプランニングの時に基礎となる生産能力の把握が不十分で、計画の精度が低い。従って実績だけの把握にとどまり、計画とのCheck および納期遅れの対策がいい加減になっている。特に不良の発生が納入数量の不足となり、納期遅れの原因になっていることも多く、納期管理と同時に品質管理の強化が必要である。

3）原価管理システム

工場管理レベルの高い優秀な企業でも、品質管理や納期管理に比較して原価管理システムのレベルは低い。原価管理では、 $(\text{販売価格}) - (\text{利益}) = (\text{総原価})$ の基本思想にたつて、コンポーネントごと、部品ごとの製造原価のコストターゲットを設定し、これをコスト費目ごとのコストターゲットにブレイクダウンする原価計画のシステム構築が必要である。

製造原価の費目としては材料費（直接・間接）、加工費（労務費、外注費、減価償却費、設備関連費を含む）、製造経費などがあり、コスト競争力をつけるためには生産活動に関連するすべての固有技術と管理技術の改善が要求される。管理面では、不良品発生にともなう不良コストの低減、過剰在庫による仕掛在庫コストの低減、資材調達費の低減、作業能率の改善、設備稼働率の改善などの工場管理の技術が重要である。

4) 設備・治工具管理システム

1次下請企業では、生産設備の日常点検・定期点検、治工具類の交換基準、計測機器の精度維持のための点検基準などのシステムは、レベルの差はあるが一応文書になっている。しかし、点検結果の記録の欠落、点検結果の数値化がなされていない点検記録もある。工具類の交換基準（寿命）についても、指示文書に指示されている数値と実際の数値が一致していないなど、システムの実行段階での問題が残されている。

量産加工になると、品質の維持のために加工設備の自動化が必要となる。自動化設備が増えてくれば、加工品の不良率、加工工程の能率、設備故障による稼働率低下などを考慮した「設備総合効率」の管理が必要になってくる。

2次下請企業では、1次下請企業に比してシステム化が遅れている。とくに最終検査（出荷検査）機器の精度の維持管理、確実な検査の実施の問題が、加工品納入時の不良率の悪さの原因となっている。検査機器の精度管理および検査・計測機器の正しい使用方法の教育が必要である。

5) 環境管理

2次下請企業の小規模企業では、廃棄物や廃液などの処理方法の改善が必要である。

(4) 工場管理レベルの向上方策

1) 品質管理・納期管理

アSEMBラーの1次下請企業で構成する、日本にみられるような協力グループを組織する。1次下請企業の中には管理レベルの高い企業が存在するので、情報交換・技術交流により他の協力グループ所属企業の管理レベルの向上に努力する。次に、1次下請企業はそれぞれの取引先である2次下請企業を指導して、そのレベルアップを図る。この際にはアSEMBラーの支援を要請することも考慮する。

2) 原価管理

合弁先の外国企業、技術援助契約を結んでいる企業から原価管理システムを導入し、1次下請企業グループとしてできるだけ共通のシステムを再構築する。アSEMBラーや海外の専門家による教育、巡回指導により原価管理レベルの向上を図り、2次下請企業への移転を進める。

3) 設備治工具管理

設備治工具管理は、品質と納期に影響が大きいいため、品質管理・納期管理レベル向上の手段の一つと考えて、1)の品質管理・納期管理の向上方策と同じ進め方で良い。ただし、「設備総合効率」による管理手法（TPM）に関しては、海外の専門家（例えば日本）による教育が有効であろう。

4) 環境管理

合弁先の外国企業、技術援助契約を結んでいる企業、あるいは海外からの環境技術の専門家に依頼して、2次下請以下の企業の診断を実施し、必要な改善に対しては例えば公的資金等の利用を可能にすることも必要であろう。