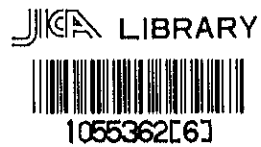


インドネシア共和国
メダン鑄物センター建設計画
評価調査報告書

昭和56年6月

国際協力事業団

インドネシア共和国
メダン鑄物センター建設計画
評価調査報告書



昭和56年6月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 8. 28	108
登録No. 14162	66.6 MPI

マイクロ
フィルム作成

は し が き

本報告書はインドネシア共和国におけるメダン鋳物センターの建設計画評価調査に関する報告書としてインドネシア政府に提出するものである。

日本政府は、インドネシア政府からの要請によって、メダン鋳物センターの建設の可能性について調査するため、国際協力事業団に委託して植木茂夫を団長とする調査団を編成し、昭和56年1月にインドネシアに派遣した。

調査団はインドネシア政府関係者と十分な討議を行い、広汎な現地調査と、収集資料の分析を行い、本報告書を作成した。

本報告書がインドネシア鋳物工業の発展のために好個の参考資料となれば幸である。

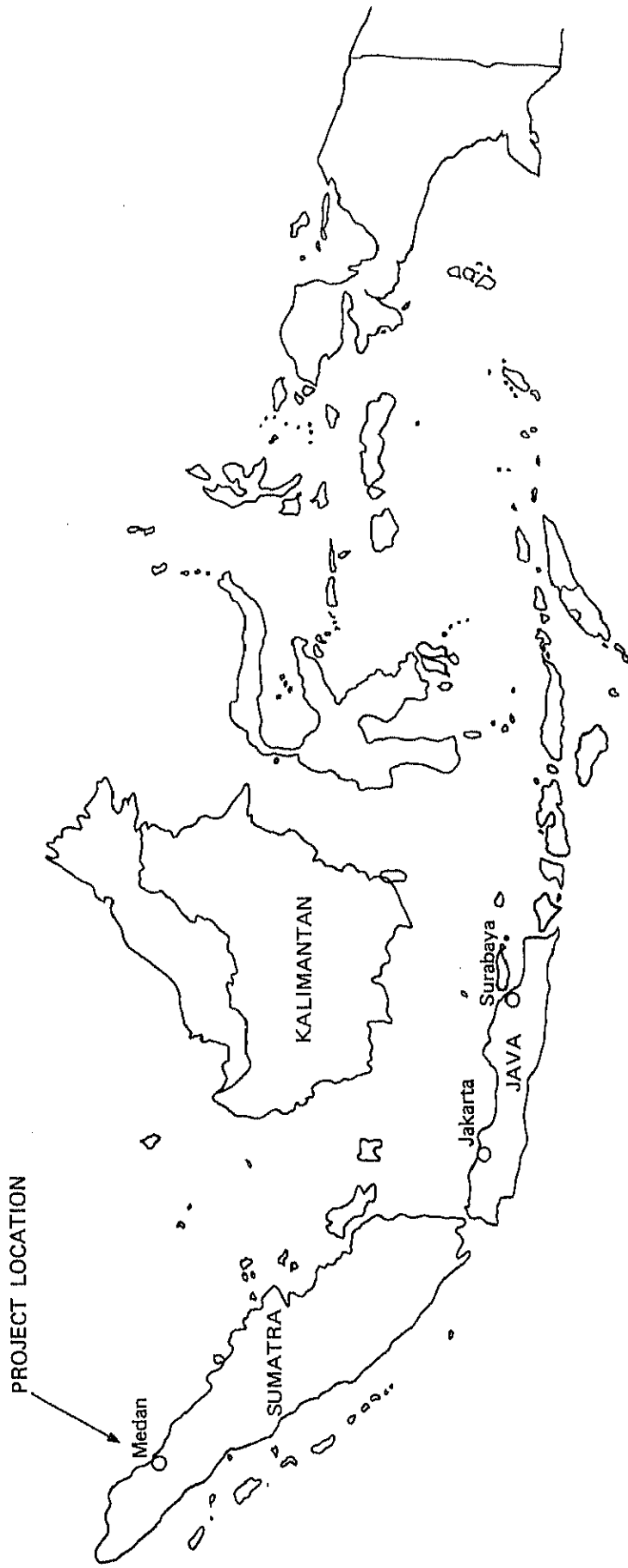
本報告書を提出するにあたり、本調査に多大の協力をされたインドネシア国の関係各位、在インドネシア日本国大使館などの関係各位並びに調査団派遣について御支援をいただいた外務省、通産省関係各位に対し、衷心より感謝の意を表すものである。

昭和56年6月

国際協力事業団

総裁：有田圭輔

PROJECT LOCATION MAP





本報告書においては、通貨の換算には下記のレートが用いられている。

$$\text{US\$1} = \text{¥205} = \text{Rp.625}$$

ABBREVIATIONS

DOI	Department of Industry
MIDC	Metal Industry Development Center
MFC	Medan Foundry Center
JFC	Jakarta Foundry Center
SFC	Surabaya Foundry Center
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan National (National Development Planning Agency)
BAPINDO	Bank Pembangunan Indonesia
PLN	Persahaan Umum Listric Negara (State Electric Power Co.)
PAM	Persahaan Air Minum (Drinking Water Co.)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
LNG	Liquefied Natural Gas
IRR	Internal Rate of Return
Y	Year
M	Month
D	Day
H	Hour
Min	Minute
Sec	Second
km	Kilometer
m	Meter
mm	Millimeter
km ²	Square Kilometer
m ²	Square Meter
mm ²	Square Millimeter
ha	Hectare (10,000 m ²)
m ³	Cubic Meter
l	Litre
kl	Kilolitre
t, Ton	Metric Ton
kg	Kilogramme

g	Gramme
V	Volt
kV	Kilovolt
kVA	Kilovolt Ampere
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-hour
Hz	Hertz (Frequency)
°C	Degree Centigrade
%	Percent
mn	Million
bn	Billion
JIS	Japanese Industrial Standard
FC	Symbol of Gray Iron Castings in JIS
SC	Symbol of Carbon Steel Castings in JIS
SCMnH	Symbol of High Manganese Steel Castings in JIS

目 次

要 約 と 結 論	要 - 1
序	序 - 1
第 1 章 インドネシアの経済と産業	1 - 1
1. 1 インドネシアの経済	1 - 1
1. 1. 1 財 政 収 支	1 - 1
1. 1. 2 貿 易	1 - 1
1. 1. 3 物 価	1 - 1
1. 1. 4 長 期 計 画	1 - 6
1. 2 インドネシアの産業	1 - 7
1. 2. 1 鉱 業	1 - 7
1. 2. 2 工 業	1 - 8
1. 2. 3 農 林 業	1 - 9
1. 3 北スマトラ州の産業	1 - 12
1. 3. 1 農 林 業	1 - 13
1. 3. 2 工 業	1 - 14
1. 3. 3 工 業 の 将 来	1 - 18
第 2 章 インドネシアの鋳物工業	2 - 1
2. 1 世界の鋳物工業の趨勢	2 - 1
2. 1. 1 機械工業の基礎としての鋳物工業	2 - 1
2. 1. 2 鋳造技術の進歩	2 - 1
2. 1. 3 鋳物工場の専門化	2 - 1
2. 2 アジア地域各国における鋳物工業	2 - 4
2. 3 インドネシアの鋳物工業	2 - 6
2. 3. 1 概 況	2 - 6
2. 3. 2 メダン地区鋳物工場	2 - 7
2. 3. 3 国営鋳物工場と合弁鋳物工場	2 - 7
2. 3. 4 鋳物の流通経路	2 - 10

2.3.5	鑄造技術のレベル	2-10
第3章	鑄物の市場	3-1
3.1	今日まで実施された調査の概要	3-1
3.2	調査の手法	3-1
3.3	インドネシアにおける鑄物の潜在需要	3-2
3.4	インドネシアにおける鑄物の生産量	3-3
3.5	メダン周辺地域における鑄物の生産量	3-8
3.6	MFCの対象となる市場の状況	3-9
3.7	MFCによる製造が推奨される製品の需要	3-11
第4章	製品構成、生産規模の選定	4-1
4.1	製品構成	4-1
4.1.1	需要予測結果から想定される販売予測	4-1
4.1.2	鑄物の材質と品目の選定	4-1
4.2	生産規模の選定	4-2
4.2.1	鑄物の生産量と単重	4-2
4.2.2	生産品目の選定	4-2
4.2.3	生産規模の決定に際して背景となった考え方	4-4
第5章	プラント・サイトの選定	5-1
5.1	メダン工業団地	5-1
5.2	工場敷地	5-1
5.3	地質	5-1
5.4	排水	5-2
5.5	交通	5-2
5.6	電力の入手	5-2
5.7	用水の入手	5-2
5.8	労働者の確保	5-3

第6章 原料及びユーティリティ事情	6 - 1
6.1 鑄造材料事情の概要	6 - 1
6.2 溶解材料	6 - 1
6.2.1 銑鉄	6 - 1
6.2.2 鋼くず	6 - 2
6.2.3 鋳鉄くず	6 - 2
6.2.4 合金鉄	6 - 3
6.2.5 鑄物用コークス	6 - 3
6.2.6 その他の溶解用材料	6 - 3
6.3 副資材	6 - 4
6.3.1 造型用砂	6 - 4
6.3.2 フィルム	6 - 4
6.3.3 粘結材	6 - 5
6.4 ユーティリティ	6 - 6
6.4.1 電力	6 - 6
6.4.2 水	6 - 7
6.5 まとめ	6 - 9
第7章 生産方式	7 - 1
7.1 選定された生産方式	7 - 1
7.2 製造工程図	7 - 1
7.3 Vプロセス	7 - 1
7.3.1 Vプロセスの概要	7 - 1
7.3.2 造型法	7 - 3
7.3.3 Vプロセスの特徴	7 - 3
7.4 各種製造プロセスの比較	7 - 5
7.4.1 生型	7 - 5
7.4.2 CO ₂ プロセス	7 - 5
7.4.3 ダイカルプロセス	7 - 5
7.4.4 フラン自硬性プロセス	7 - 6
7.5 各種溶解炉の比較	7 - 6

7.5.1	キ ュ ボ ラ	7 - 6
7.5.2	低周波誘導炉	7 - 7
7.5.3	ア ー ク 炉	7 - 7
7.5.4	高周波誘導炉	7 - 8
7.6	鋳物の材質別の溶解方法	7-1 2
7.6.1	鋳 鉄	7-1 2
7.6.2	鋳 鋼	7-1 3
7.7	鋳仕上げ・熱処理	7-1 3
7.7.1	砂 落 し	7-1 3
7.7.2	湯口, 押湯の切断	7-1 3
7.7.3	グラインダー仕上げ	7-1 4
7.7.4	熱 処 理	7-1 4
7.7.5	スケール除去	7-1 4
7.8	品 質 管 理	7-1 4
第8章	生産設備計画	8 - 1
8.1	必要な輸入設備機械	8 - 1
8.2	現地で調達可能な設備・機械	8 - 5
8.3	工場諸施設のレイアウト	8 - 6
8.4	工場電気設備	8 - 6
第9章	プラントの建設計画	9 - 1
9.1	工場敷地面積及び建物面積	9 - 1
9.1.1	工場敷地面積	9 - 1
9.1.2	建 物 面 積	9 - 1
9.2	土 木 工 事	9 - 1
9.2.1	土 地 造 成	9 - 1
9.2.2	基礎工事・構築物	9 - 1
9.3	建物の構造及び建築	9 - 2
9.3.1	建 物 の 構 造	9 - 2
9.3.2	建築材料費	9 - 3

9.4	輸入機器の内陸輸送及び保管	9-3
9.4.1	輸送及び通関の費用	9-3
9.4.2	工場における機器等の保管	9-3
9.5	機器の据付け	9-4
9.5.1	現地製作機器の受入れ	9-4
9.5.2	据付工事	9-4
9.6	試運転	9-6
9.7	検収	9-6
第10章	販売・生産計画及びプラントの操業	10-1
10.1	販売計画	10-1
10.1.1	受注	10-1
10.1.2	販売計画	10-1
10.2	生産計画	10-3
10.2.1	生産量・歩留り	10-3
10.2.2	Vプロセスによる造型	10-4
10.2.3	自硬性プロセス手込め造型	10-4
10.2.4	熱処理	10-5
10.2.5	木型	10-5
10.2.6	溶解	10-5
10.3	プラントの操業	10-6
10.3.1	所要人員	10-6
10.3.2	操業条件	10-9
10.3.3	原材料, 副資材及びユーティリティ	10-9
10.4	公害防止対策	10-11
第11章	経営及び技術の指導	11-1
11.1	指導の必要性	11-1
11.2	海外における訓練	11-1
11.3	国内における訓練	11-2
11.4	操業開始後の指導	11-2

1 1.5	訓練及び指導に要する費用	11-3
第12章	必要投資額及び資金計画	12-1
1 2.1	基本条件	12-1
1 2.2	プロジェクト・コストの見積(1981年1月)	12-1
1 2.3	運転資金	12-4
1 2.4	所要プロジェクト・コスト	12-4
1 2.5	資金調達	12-7
第13章	財務評価	13-1
1 3.1	一般条件	13-1
1 3.2	ケースA(ベース・ケース)の標準案の財務計算のための個別条件	13-1
1 3.3	製造原価	13-7
1 3.4	損益分岐点分析	13-10
1 3.5	内部利益率(IRR)	13-12
1 3.5.1	本プロジェクトの内部利益率	13-12
1 3.5.2	感度分析	13-12
1 3.5.3	ケースBの内部利益率	13-13
1 3.6	損益計算書	13-14
1 3.7	資金繰り表	13-14
1 3.8	財務評価	13-14
第14章	本プロジェクトの経済効果	14-1
1 4.1	本プロジェクトの経済的意義	14-1
1 4.2	本プロジェクトにより生ずる経済便益	14-3
1 4.2.1	有型便益	14-3
1 4.2.2	間接便益	14-3
第15章	結論, 勧告及び考察	15-1
付 録		
付録1.	Members of Survey Term	付-1-1

付録 2.	Members of the Indonesian Counterpart Team	付-2-1
付録 3.	Itinerary	付-3-1
付録 4.	Interim Report on Evaluation Study on the Establishment Program of the Medan Foundry Center in the Republic of Indonesia	付-4-1
付録 5.	Minutes of Meeting on Presentation of Evaluation Study Report (Draft) on the Establishment Program of the Medan Foundry Center in the Republic of Indonesia	付-5-1

LIST OF TABLES

		Page
Table 1-1	Trend of Government Revenue and Expenditure	1 - 2
Table 1-2	External Trade (1973 - 1978) (U\$ mn)	1 - 8
Table 1-3	External Trade (1979 - May 1980)	1 - 4
Table 1-4	Price Index	1 - 5
Table 1-5	Trend of Domestic Product	1 - 6
Table 1-6	Production of Main Ore Products	1 - 7
Table 1-7	Production of Selected Manufactured Products	1 - 9
Table 1-8	Industrial Origin of Gross Domestic Products	1-10
Table 1-9	Production of Natural Rubber in 1976	1-11
Table 1-10	Output and Exports of Palm Products	1-11
Table 1-11	Rice Production	1-12
Table 1-12	Timber Output and Exports	1-12
Table 1-13	Special-Investment in North Sumatra since 1968 till 1978	1-18
Table 1-14	Number of Large and Medium Industry in North Sumatra 1977 by Industrial Group and Number of Employed	1-14
Table 1-15	Exports from North Sumatra Province	1-15
Table 1-16	Industries in North Sumatra Province	1-16
Table 2-1	Transition of Production of Castings in Principal Industrial Countries	2 - 2
Table 2-2	Production of Castings in Asian Countries (1977 Base)	2 - 5
Table 2-3	Number of Foundries and Laborers in Asean Countries	2 - 5
Table 2-4	Examples of Local Foundries in Medan Area	2 - 8

	Page
Table 2-5	Examples of Modernized Foundry in Indonesia 2 — 9
Table 2-6	Examples of Imported Castings 2—11
Table 3-1	Potential Demand of Iron and Steel Castings in Indonesia 3 — 2
Table 3-2	Potential Demand of Castings in North Sumatra 3 — 3
Table 3-3	Production of Castings in Indonesia (1969) 3 — 4
Table 3-4	Per Capita Production of Ferrous Castings in Representative Countries (1970) 3 — 5
Table 3-5	Production of Castings in Indonesia (1981) 3 — 6
Table 3-6	Importation of Coke 3 — 7
Table 3-7	Importation of Pig Iron 3 — 8
Table 3-8	Demand Analysis 3—12
Table 4-1	Item of Iron Castings 4 — 3
Table 4-2	Item of Carbon Steel and Low Alloy Steel Castings 4 — 3
Table 4-3	Item of High Manganese Steel Castings 4 — 4
Table 6-1	Installed Capacity, Available Capacity and Peak Load 6 — 6
Table 6-2	Annual Power Consumption Designed for MFC 6 — 7
Table 6-3	National Tariff of Electric Power 6 — 7
Table 6-4	Annual Water Consumption 6 — 8
Table 7-1	Characteristics of Acid Lining and Basic Lining 7 — 7
Table 10-1	Selling Prices of Castings 10—2

	Page
Table 10-2	Basis of Sales Amount 10-3
Table 10-3	Annual Production 10-3
Table 10-4	Quantity of Molds & Production 10-4
Table 10-5	Melting Weight 10-6
Table 10-6	Placement of Laborers and Office Workers 10-7
Table 10-7	Salary and Wages in 1981 10-9
Table 10-8	Requirement of Raw Materials and Subsidiary Materials 10-10
Table 10-9	Requirement of Utilities 10-11
Table 10-10	Environmental Disruption by Foundries in General 10-12
Table 10-11	Extent of Environmental Disruption by MFC Production Equipment 10-12
Table 12-1	Estimate of Project Cost (Jan., 1981). 12-3
Table 12-2	Initial Working Capital 12-4
Table 12-3	Price Escalation, Disbursement Plan 12-5
Table 12-4	Total Project Cost Required 12-6
Table 12-5	Capital Structure 12-7
Table 13-1	Production Capacity 13-1
Table 13-2	Production Level 13-2
Table 13-3	Unit Selling Price 13-2
Table 13-4	Unit Consumption of Raw Materials 13-3
Table 13-5	Variable Utilities Cost 13-4
Table 13-6	Fixed Utilities Cost 13-5

	Page
Table 13-7 Man Power Cost	13-5
Table 13-8 Long Term Loan Interest	13-7
Table 13-9 Distribution of Indirect Cost	13-8
Table 13-10 Manufacturing Cost (1990)	13-9
Table 13-11 Unit Product Cost	13-9
Table 13-12 Break-Even Point (1990)	13-10
Table 13-13 Break-Even Point	13-12
Table 13-14 IRR, Sensitivity Analysis (Base Case)	13-12
Table 13-15 Financial Return Case A (Tax 0%)	13-15
Table 13-16 Financial Return Case A (Tax 45%)	13-23
Table 13-17 Financial Return Case B (Tax 0%)	13-33
Table 13-18 Financial Return Case B (Tax 45%)	13-41
Table 14-1 Trend of GND in Indonesia by Industrial Sectors	14-1
Table 14-2 Domestic Consumption and Production	14-2
Table 14-3 Foreign Currency Saving by the Project	14-4

LIST OF FIGURES

		Page
Fig. 2-1	Transition of Productivity of Foundries in Japan	2 - 3
Fig. 2-2	Transition of Number of Foundries in Japan	2 - 4
Fig. 2-3	Transition of Laborers in Japanese Foundries	2 - 6
Fig. 7-1	Flow Chart	7 - 2
Fig. 7-2	Sequence of Operation of the V-Process	7 - 4
Fig. 7-3	Melting Chamber of High Frequency Furnace	7 - 9
Fig. 7-4	Basic Circuit of Thyristor Frequency Convertor	7-11
Fig. 8-1	General Layout	8 - 7
Fig. 8-2	Layout of Foundry	8 - 9
Fig. 8-3	Layout of V-Process Plant (1)	8-11
Fig. 8-4	Layout of V-Process Plant (2)	8-13
Fig. 8-5	Layout of High Frequency Induction Furnaces	8-15
Fig. 8-6	Single Line Diagram	8-17
Fig. 8-7	Power Supply Device for Induction Furnaces	8-18
Fig. 9-1	Project Schedule	9 - 5
Fig. 10-1	Organization Chart	10-8
Fig. 13-1	Break-Even Point (1990)	13-11
Fig. 13-2	Sensitivity Analysis (Base Case)	13-13

要約及び結論

要約及び結論

1. 本プロジェクトは、UNIDO によって10年以上以前に勧告された、メダン鋳物センター（MFC）の建設計画である。
2. 国際協力事業団は、インドネシア政府の要請により、以前行われた調査の結果をレビューするとともに、広い角度から総合的に調査することによって本計画のフィージビリティを評価するため、インドネシアに調査団を派遣した。
3. 調査団は1981年1月5日より同23日まで現地調査を行い、その結果を基礎に詳細な検討と分析を行った。なお調査団は帰路シンガポールにおける鋳物工業を調査し、インドネシア鋳物工業との関係を検討した。本報告書はその調査結果を報告するものである。
4. 本調査は、本計画のフィージビリティを広い角度から詳細に検討、評価するもので、調査内容は下記のように大別される。
 - 1) 市場調査：市場の状況を把握する一方、MFCがどのような製品を、どの程度の規模で製造すべきかを決定する目的で実施する。
 - 2) 技術的諸問題：本計画で建設される工場の建設予定地におけるユーティリティーの入手、輸送問題の検討を行い、また生産プロセスの決定、原材料・ユーティリティー必要量の決定、生産設備計画、工場建屋の建設、建設工期等に関する検討を行う。
 - 3) 所要資金：所要資金の算定、資金計画の作成を行う。
 - 4) 財務分析、
経済評価：製造コストの算出、財務分析による本計画の企業性並びに経済的効果の評価を行う。
5. メダン周辺地域における単体の鋳物の1984年における潜在需要は、約6,800tと予測される。この地域における1984年の生産量約4,000tを差引いて、MFCが対象とし得る単体の鋳物の1984年における潜在需要は、約2,800tと予測される。
6. MFCによる製造が推奨される製品の選定に当たっては、下記のような基本的考え方を考慮に入れた。
 - 1) メダン周辺地区の既存工場が生産しているような品質レベルの製品を対象から外す。
 - 2) ある程度のまとまった量を受注できるような製品を選択する。
 - 3) 付加価値が高い製品を選択する。
7. 調査団は、メダン周辺地域における鋳物の主要な需要家を訪問して、MFCにより生産される製品の購入意志を確認する一方、その他の需要家に対する販売の可能性を考慮に入れ、さら

に、上記の基本的考え方も考慮に入れて、MFCの対象となる需要の大きさを下記の通り想定した。

鋳鉄 1,481 t/Y

鋳鋼(含Hi-Mn鋳鋼) 1,076 t/Y

8. 上記の対象となる需要に対して、MFCの生産規模を決定するに当たっては、下記の点を考慮に入れた。

- 1) 効果的投資によって製造できる製品を選択する。
- 2) 各製品別の受注率を考慮に入れる。
- 3) MFCはjobbing foundryであるので、受注活動の限度を考慮に入れる。
- 4) 鋳物素材を加工する工場の能力の限度を考慮に入れる。

この結果、生産規模は下記の通り決定された。

鋳鉄 600 t/Y

鋳鋼 480 t/Y

Hi-Mn鋳鋼 120 t/Y

合計 1,200 t/Y

9. MFCが対象とする製品は、現在大部分が輸入されているものであるため、MFCの製品は輸入代替品となる。
10. 工場の建設予定地は、メダン北方にあるメダン工業団地内とする。
11. 同工業団地は、すでに80haが整地されており、将来200haまで拡張される予定である。電力は近くの変電所から供給可能であり、水も地下水により供給される計画が立てられている。地耐力、交通の便、ユーティリティの供給の面から、本工業団地は工場の建設に必要な条件を満たしていると考えられる。
12. 原料のうち、砂や鋼くずは国内で調達可能であり、その他の大部分は輸入品により賄う。
13. 溶解には1tの高周波誘導炉2基を設置し、これらの炉を電源を切換えることによって、溶解と昇温の両方に用いる。造型には、たとえばVacuum Sealed Molding Processのような、熟練労働者を多く必要としないプロセスと、無機自硬性プロセスを併用する。中子成型にはCO₂ガス型を採用する。
14. 電力は買電により賄う。受電能力は2,000kVAとする。
15. 工場敷地面積は12,000m²、建屋面積は工場建物用3,000m²、付属建物用1,000m²である。
16. 工場の建設にはテストラン用期間を含め、契約発効後17ヵ月を必要とし、契約発効が1982年6月初めであると仮定すれば、1983年12月に建設は完了する。

17. 工場の運転開始は1984年1月を予定する。
18. 操業は1日7時間、1直とし、年間稼働日数は300日とする。操業度は第1年目、第2年目、第3年目、第4年目、第5年目以降それぞれ40%、60%、80%、90%、100%とする。
19. 所要人員は合計65人である。エンジニア及び熟練労働者の雇用に当っては、広く国内から募集することとし、未熟練労働者はメダン近郊から募集することとする。
20. 本計画の所要資金は、下記の前提に基づいて算出された。
- (a) 本工場の建設完了は1983年末とし、1984年初頭操業開始とする。
- (b) 機器調達はCIF plus Supervisor方式により一括契約によるものとし、MFCの監督の下に、機器の供給者側から派遣されるスーパーバイザーの指導の下で、インドネシアの建設業者によって建設が行われるものとする。なお、MFCはコンサルタントを雇用し、入札に必要な業務から建設完了までの業務を行わせるものとする。
- なお、機器供給者及びインドネシアの建設業者は、競争入札によって決定されるものとする。
- (c) 貨幣の交換率は下記の通りとする。
- US\$ 1.00 = ¥ 205 = Rp. 625
- (d) コストの見積時期は下記の通りとする。
- 1981年1月現在
- (e) プライス・エスカレーション(年率)には下記の率を使用する。
- 外貨分： 8%
- 内貨分： 15%
- (f) 操業前費用には下記のものが含まれている。
- 従業員の訓練費用
 - コンサルティング・フィー
 - マネジメント・ガイダンス・コスト
 - 受電のためのコネクション・チャージ
 - MFC設立のための人件費
 - 試運転費用
- (g) 予備費は下記の通りとする。
- 外貨分： 5%
- 内貨分： 10%

21. 本計画の所要資金は下記の通り見積った。

Total Project Cost Required

Item	Foreign Portion		Local Portion (Rp.1,000)	Total (Rp.1,000)
	(¥1,000)	(Rp.1,000)		
1. Land			112,200	112,200
2. Machinery & Equipment (FOB)	602,471	1,836,801	208,146	2,044,947
3. Ocean Freight & Insurance	37,373	113,941		113,941
4. Inland Transportation, etc.			38,070	38,070
5. Civil Engineering Works			89,585	89,585
6. Building Works			279,424	279,424
7. Erection Works			19,800	19,800
8. Supervision	39,370	120,031		150,031
9. Miscellaneous			80,488	80,488
10. Preoperation Capital Expenditure	229,048	698,316	208,544	906,860
11. Contingency	34,716	105,842	91,885	197,727
Project Cost	942,978	2,874,931	1,128,142	4,003,073
12. Initial Working Capital			65,842	65,842
Total Project Cost	942,978	2,874,931	1,193,984	4,068,915
13. Interest during Construction			217,890	217,890
Financing Required	942,978	2,874,931	1,411,874	4,286,805

22. 資金構成は下記の通りとする。

Capital Structure

(Unit: Rp.1,000)

Equity Capital		2,672,805
Indonesian Government	1,737,805	
North Sumatra Government	860,000	
Private Foundry Company	75,000	
Debt		1,614,000
Long Term Loan	1,614,000	
Total		4,286,805

Note: Total Project Cost including Interest during Construction, Rp.4,286,805.

23. 長期借入金の借入条件は下記の通りとする。

据置期間： 3年

返済期間： 12年

金利(年)： 13.5%

24. 財務評価は下記の条件を基礎とする。

1) プロジェクト・ライフは15年とする。

2) 原価計算及び損益計算は、1981年1月現在の価格に原則として外貨分は年率8%、内貨分は15%の価格上昇を見込んで算出した1984年1月現在の価格を用いて計算する。この計算価格は以後15年間不変であると仮定する。

3) 製品の販売価格は輸入品の価格に左右されると考えられるので、インドネシアにおける1981年1月の価格を想定し、これに年率8%の価格上昇を見込んで1984年1月の価格を算出する。従って1984年1月における売値は下記の通りとする。

鋳鉄： Rp. 693/kg

鋳鋼： Rp. 1,134/kg

Hi-Mn 鋳鋼： Rp. 2,520/kg

25. 償却年数は次の通りとする。

機 械： 15年
建 屋： 25年
そ の 他： 5年

26. 間接費の配賦は下記の通りとする。

鋳 鉄： 40%
鋳 鋼： 48%
Hi-Mn 鋳鋼： 12%

27. ベース・ケース標準案の財務分析の結果は下記の通りである。

1) 製造原価

製品別製造原価は下記の通りである

Unit Product Cost

(Unit: Rp./Ton)

Year	FC	SC	SC MnH
1984	1,366,728	2,032,172	2,311,584
1990	709,215	1,045,871	1,325,283
1998	624,479	918,764	1,198,180

Price in 1984

製造原価は売値に比較して割合が高く、Hi-Mn 鋳鋼以外は操業初期における数年は、売値より高い値を示している。

2) 内部利益率

内部利益率は下記の通り至って低い。

IRR (税引前)： 4.304%

IRR (税引後)： 1.537%

3) 経営状態

28. 操業後数年間は欠損が続き、現金の不足を生ずる。

稼働率をたとえ高く（操業1年目、2年目、3年目、4年目以降、それぞれ65%、75%、

85%、100%) 仮定したケースB^(註)においても、その結果は下記の通り至って悪い。

1) 内部利益率

内部利益率は下記の通り至って低い。

IRR (税引前) : 4.962%

IRR (税引後) : 2.556%

2) 経営状態

操業後数年間は欠損が続く。資金繰りはギリギリで資金不足は生じないという計算結果にはなるが、経営基盤は至って弱く、条件の僅かな悪化が起れば資金不足を来し、直ちに財政破綻を招く。

29. 本プロジェクトは、その投資利益率が極端に低く、経営の基盤は至って弱い。

30. 経済効果について言えば、本計画の実施による外貨の節約額は、ベース・ケースにおいて約 US \$ 17,000,000 (1981年価格) である。

31. メダン地区における工業の開発は、均衡のとれた国家経済の生長のための重要課題の一つである。この課題の解決のためには、この地区における鋳物工業の再編成と強化が必要であり、これによって他の工業の効果的発展が可能となる。このような考え方に基づいて過去10年間にメダン鋳物センター建設に関して種々の調査が行われた。

国際協力事業団による評価調査の結果により、メダン鋳物センターを現在直ちに建設することはフィージブルでないと結論された。

しかし調査団は、本地区に鋳物を消費する工業が将来数多く誘致され、これによって鋳物市場が十分に拡大された時点で、工業省が本地区における鋳物工場の建設に関し新しい構想に基づいて調査を行うことを勧告する。

(註) Implementation Program において採用されている稼働率

序

序

1. 調査の背景

北部スマトラ・メダン地区に鋳物センターを建設する計画に関しては、1969年のUNIDOによる調査以来、日本プラント協会や海外経済協力基金による数次にわたる調査が行われたにもかかわらず、実施されないまま現在に至っている。

これらの調査が実施されてからすでに5～10年経過しており、その上第1次石油ショック等による世界的規模における経済状況の激変や、インドネシア国内における平価の切下げは、本計画のフィージビリティに少からず影響を与える結果となった。工業大臣A.R. Soehod閣下は、このような状況下にある本計画に関する評価調査が必要であるとの観点から、在インドネシア日本国大使を通じ、本計画の評価調査の実施を日本政府に公式に要請された。

この要請に基づいて日本国政府は本評価調査の実施を決定し、国際協力事業団にその実施を委託した。

かかる事情により、国際協力事業団は1981年1月5日より同1月25日に至る期間、8名の専門家から成る調査団を同国に派遣し、本計画に関する評価調査を実施せしめることに決定した。

2. 調査の目的

本調査は下記の目的のために実施された。

- 1) 北部スマトラ・メダン地区にメダン鋳物センターを建設する計画に関し、過去に実施された調査結果のレビューを行う。
- 2) 本鋳物センターの建設に関する可能性を確認するため、技術的・経済的観点から総合的に評価を行う。

3. 調査の範囲

前記の調査目的に則り、本調査の範囲はおおむね下記の通り決定された。

- 1) 関連産業の現況
- 2) 鋳物工業の現況
- 3) 市場
- 4) 製品構成
- 5) 生産規模

- 6) プラント・サイト
- 7) 原料, ユーティリティー, インフラストラクチャーの事情
- 8) 生産方式
- 9) 生産設備計画
- 10) プラント・レイアウト
- 11) プラントの建設
- 12) 生産計画, 販売計画
- 13) 経営・技術指導方式
- 14) 必要投資額
- 15) 資金計画
- 16) 財務分析
- 17) 経済分析
- 18) 本プロジェクトの実施に関する問題点

4. 調査の方法とスケジュール

本調査の実施に当っては、植木茂夫を団長とする専門家8名からなる調査団が、1981年1月4日より1月23日に至る20日間、インドネシアにおいて現地調査を行い、帰国後現地調査の結果を基礎とし、十分な検討と分析を実施した。

現地調査においては、調査団は工業大臣A.R. Soehod閣下の御意見を聴くとともに、Ir. E-man Yogasara, Director General of Basic Metal Industries (Former Director for Programming), Department of Industryをはじめとする工業省の関係者から成るカウンターパートとともに詳細な討議を行い、必要資料の入手、工場予定地の立地等に関する調査を行った。

さらに調査団は、メダン地区における鋳物工場、及び鋳物を消費している工場を訪問して詳細な調査を行った。また調査団の3名は、1月24日より1月26日に至る期間、シンガポールにおいて同国の鋳物工業について調査をした。

本調査の主要分野別の調査手法は、おおむね下記の通りである。

1) 鋳物市場調査

インドネシア及びメダン地区における鋳物の消費の実態を把握できるような統計資料がないため、調査団はメダン地域における鋳物の年間消費量を推測するため、メダン地区において下記のような調査を行った。

- a) 鋳物を消費している工場を訪問して、年間の消費状況を調査するとともに、工場経営者から同種の産業における鋳物の消費状況を聴取した。
- b) 鋳物を製造している工場を訪問して、生産の実態を調査するとともに、鋳物の加工の実態を調査し、さらに製品の納入先すなわち鋳物の消費者の状況を聴取した。
また、メダン鋳物センターが設立された場合において、これらの鋳物製造工場が採るであろう方針 — 特に、鋳物の生産を継続するか、あるいは中止するか — についても調査を行った。
- c) 小野調査団員がMr. M.T.Nasutionとともに1976年に実施したメダン周辺地区における鋳物の需要に関する調査の結果を、今回の調査においてさらに詳細に見直した。
- d) UNIDOが過去に行った調査結果をレビューした。
- e) このようにして推測される現時点における需要量を基礎として将来の需要の予測を行った。

2) 生産規模の選定

上記の需要の予測値から、既存工場の生産予測値を差引いた数値をMFCの対象市場と考え、一方MFCによる生産が推奨される品目別の需要を想定した。

生産規模の選定に当っては、上記の品目別の需要想定値に対して、品目別の受注予想率を乗じて、品目別の受注予想量を算出し、これに基づいて生産規模を決定した。

3) 技術関連事項の調査

技術関連事項に関する調査は、主として下記のように行った。

a) プラント・サイトの条件

実地視察と関連機関の訪問による聴取によって、地耐力、ユーティリティの入手の問題を中心に調査を行った。

b) 原材料の入手及びその価格

多くの鋳物工場（シンガポールの鋳物工場を含め）を訪問して必要なデータを入手するとともに、鋳物の輸出国の鋳物工業に関するデータを入手した。

c) その他の技術関連事項

その他の技術関連事項に関しては、現地事情の実地調査と、関連を有する機関や工場における聴取を行った。

4) 財務評価に関連する事項の調査

必要な資料に関しては、関係機関を訪問して討議を行い、また財務評価に際し使用すべき基本的条件に関しては、カウンターパートとの会議において決定した。

ここに収録した最終報告に先立ち、中間報告をインドネシア政府に提示し、1981年4月28日より4日間にわたり、インドネシア側カウンターパート・チームと、その内容についての詳細な討議を行った。よって、本報告書の内容は、インドネシア側の意見を尊重し、検討したものである。

謝 辞

本調査に際しては、工業大臣 A. R. Soehoed 閣下, I r. Eman Yogasara, Director General of Basic Metal Industries (Former Director for Programming), Department of Industry, I r. Moh Toyib, Acting Director of Programming, Department of Industry はじめインドネシア政府、関係機関、ならびに在インドネシア日本国大使 沢木正男 閣下はじめ我が国の外務省、通商産業省、政府関係機関の方々に多大のご協力と便宜をいただいた。ここに心から感謝の意を表したい。

第1章 インドネシアの経済と産業

第1章 インドネシアの経済と産業

1.1 インドネシアの経済

インドネシアは1.9百万km²以上の広大な国土と、1.40億人以上の人口を有する上に、種々の天然資源や広大な森林を有し、経済発展のための強力な背景を備えているといえる。

最近の輸出の過半を占める原油の輸出価格が大幅に上昇し、さらに木材、コーヒー等の一次産品の価格の上昇、新しい工業輸出品の出現や、平価の切下げの影響等により、国際収支は著しく改善され、外貨準備額は1978年末25.8億US\$であったのに比べ、1980年7月には約70億US\$と著しく上昇した。

さらに、3年続きの豊作で多年の希望であった米の自給がほぼ達成される見通しもあり、他の種々の課題が解決されつつあって、この国の経済事情は急激に変化し、今や経済大国に向けて前進しつつあるといえよう。

1.1.1 財政収支

財務収支は第1-1表の通りである。

この表によって分るように国家収支の3分の2近くが石油に依存している。政府は石油以外の他の産業による外貨の獲得を強く叫んでいるので、このための施策が着実に実施されるものと期待される。

1.1.2 貿易

1973年～1978年の貿易は第1-2表に示す通りである。

この表によって分るように輸出においては原油、天然ガス、林産物、ゴム、コーヒー、錫、パーム油等が重要な輸出品となっている。

1979年以降の輸出の状況を第1-3表に示す。

1980年の輸出のうち原油の輸出は1979年におけると同じく第1位であるが天然ガスの輸出(LNGとして)が、原木の輸出(1979年までは第2位であった)に代って第2位に上っていることが注目される。今後天然ガスは石油に次いで、第2位の輸出品の位置を保っていくであろう。

1.1.3 物価

1978年にはインフレーション率は割合に低い水準で推移していたが、1979年に入ると物価は急激に上昇し始め、同年後半に入ると、さらに著しく上昇した。この傾向は1979年11月実施された平価切下げ後もしばらく続いたが、次第に沈静化しつつある。

すなわち1980年には公務員給与の引上げ、石油製品や電気料金の値上げ、運転・通信関

Table 1-1

Trend of Government Revenue and Expenditure

(bn Rp.; Year ended March 31)

	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80 ^{a)}
Revenue	1,985.7	2,733.5	3,689.8	4,308.8	5,301.6	10,556.9
Expenditure	1,977.9	2,730.3	3,684.2	4,305.7	3,299.8	10,556.9
Balance	7.8	3.2	5.6	3.1	2,001.8	-

a) Budget.

Breakdown of Government Revenue and Expenditure

(bn Rp.; Year ended March 31)

	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80
Revenue				
Direct taxes	2,046.6	2,511.3	2,996.3	7,429.7
of which:				
income tax (private)	84.2	104.6	72.0	174.1
corporation tax	127.2	169.5	226.5	356.4
oil company tax	1,619.4	1,948.7	2,308.7	6,430.1
withholding tax	148.4	201.7	232.5	324.1
other	67.4	86.8	106.4	145.0
Indirect taxes	740.9	880.5	1,078.4	1,452.8
of which:				
sales taxes	265.5	318.0	346.6	397.7
excise tax	130.7	181.9	252.9	350.9
import duties	257.4	286.9	295.3	343.7
export tax	61.7	81.2	161.1	339.1
net profit from oil	15.7	-	-	-
other	10.7	12.5	18.0	21.4
Non-tax receipts	118.5	143.6	191.4	172.8
Foreign aid receipts	783.8	773.4	1,035.5	1,501.6
Total	3,689.8	4,308.8	5,301.6	10,556.9
Expenditure				
Routine expenditure	1,629.8	2,148.9	2,743.6	5,529.2
of which:				
personnel	636.6	893.2	1,001.6	2,055.5
equipment	339.7	376.8	419.5	683.6
regional subsidies	313.0	478.4	522.3	985.8
debt servicing	189.5	228.3	534.5	770.3
other	150.9	172.2	265.9	1,034.0
Development expenditure	2,054.5	2,156.8	2,555.8	5,027.7
Total	3,684.2	4,305.7	3,299.8	10,556.9

Source: Ministry of Finance.

Table 1-2. External Trade, 1973 to 1978

(Unit: mn US\$)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Exports (FOB)	3,061	7,426	7,103	8,547	10,853	11,643
Imports (CIF)	2,729	3,842	4,770	5,673	6,230	6,690
Balance	332	3,584	2,333	2,873	4,623	4,953

Main Commodities Traded

(Unit: mn US\$)

	1975	1976	1977	1978	% of total
<u>Exports</u>					
Crude petroleum & products	5,311	6,004	7,298	7,439	63.9
Forestry products	512	802	973	1,024	8.9
Coffee	99	238	599	491	4.2
Rubber	358	530	588	717	6.2
Tin	140	165	231	281	2.4
Palm oil	152	136	184	209	1.8
Fishery products	83	124	140	162	1.4
Tea	52	57	118	95	0.8
<u>Imports</u>					
Machinery, electrical equipment & parts	1,173	1,714	1,675	1,598	23.9
Iron & steel	628	614	599	649	9.7
Rice	326	450	678	591	8.8
Petroleum	252	437	732	579	8.7
Chemicals	138	183	237	307	4.6
Sugar	31	107	104	183	2.7

Source: Central Bureau of Statistics.

Table 1-3. External Trade (1979 – Oct., 1980)

(Unit: mn US\$)

Item	1979		Jan. – Oct., 1980	
		Compared with previous year (%)		Compared with corresponding period of previous year (%)
I. Total Exports	15,590.1	+33.9	17,903.6	+42.0
II. Petroleum, natural gas	10,163.7	+27.3	12,741.3	+54.8
Crude petroleum	8,124.2	+15.8	9,406.5	+42.3
Petroleum products	746.6	+76.1	975.5	+63.1
Natural gas, etc.	1,292.9	+134.4	2,359.3	+131.1
III. Exports other than petroleum	5,426.4	+48.3	5,162.3	+17.8
Fish	220.4	+22.0	175.5	-2.2
Coffee	614.5	+25.1	606.8	+17.1
Tea	83.4	-12.0	89.8	+22.2
Spices	65.9	-24.9	61.1	+9.0
Animal feed	86.8	+20.9	86.2	+28.8
Tobacco	56.5	+3.5	51.8	-5.7
Rubber	940.3	+31.0	951.4	+19.8
Material wood	1,551.3	+70.6	1,346.1	+12.0
Nonferrous metals, ores	188.3	+60.2	340.9	+142.6
Vegetable oil including palm oil	219.4	+2.5	200.4	+24.8
Tin	382.0	+35.8	339.7	+6.7
Timber	245.4	+186.0	214.0	+7.6
Clothing	66.1	+340.7	78.8	+72.7
Diode transistor, etc.	75.8	+229.8	79.0	+18.0
Plywood	39.4	+80.7	49.3	+65.7
Textile	33.1	+1,555.0	24.9	+0.5
Cassava, etc.	73.3	+272.3	31.4	-44.8
Hides	34.4	+73.7	17.6	-38.9

Source: Central Bureau of Statistics

Table 1-4. Price Index

	General consumers' price index in Indonesia			Wholesale price index in Indonesia excluding export		
	(1977/78 = 100) (Index at year end)	Compared with previous month	Compared with corresponding month of previous year	(1971 = 100) (Average)	Compared with previous month	Compared with corresponding month of previous year
1973						
1974				196		29.8
1975				217		10.7
1976				256		18.0
1977				292		14.1
1978				320		9.6
1979	143.07	(21.77)*		430		34.4
1980						
1978 Jul.				317	0.9	7.8
Aug.				320	0.9	8.1
Sept.				321	0.3	6.3
Oct.				323	0.6	5.9
Nov.				332	2.8	7.1
Dec.				358	7.8	15.1
1979 Jan.				376	5.0	21.7
Feb.				384	2.1	23.1
Mar.	121.77			394	2.6	26.3
Apr.	125.45	3.02		406	3.0	30.1
May	129.27	3.05		419	3.2	34.3
Jun.	132.27	2.32		431	2.9	
Jul.	135.58	2.50		445	3.2	40.4
Aug.	138.75	2.34		453	1.8	41.6
Sept.	139.78	0.74		458	1.1	42.7
Oct.	141.03	0.89		463	1.1	43.3
Nov.	141.40	0.57		467	0.9	40.7
Dec.	143.07	0.87		471	0.9	31.6
1980 Jan.	144.77	1.19		478	1.5	27.1
Feb.	146.82	1.42		487	1.9	26.8
Mar.	147.14	0.22	20.8	490	0.6	24.3
Apr.	148.67	1.04	18.5	499	1.8	22.9
May	154.31	3.79	19.4	520	4.2	24.1
Jun.	156.61	1.49	18.4	524	0.8	21.6
Jul.	158.33	1.10	16.8	529	1.0	18.9
Aug.	160.21	1.19	15.5	551	4.2	21.6
Sept.	160.78	0.26	15.0			
Oct.	163.49	1.69	15.9			
Nov.	167.12	2.22	17.8			
Dec.						

* December

係の料金の値上げ等があり、さらに建設関連資材、鉱工業製品も漸次値上げが続いた。しかし、それにもかかわらず、第1-4表に見る通り、消費者物価指数は前年同月比20%以下の上昇にとどまり、卸売物価指数も次第に沈静化の方向を示している。

なお、本報告書の財務分析においては、上記のような事情により、内貨のエスカレーション率を年間15%と仮定して計算を行うこととする。

1.1.4 長期計画

第2次5ヶ年計画(1974/75~1978/79)期間中においては、石油危機や国内における財政面の問題のために、予期したほどの成果が得られなかった。もちろん石油危機に原因して、産油国であるインドネシアの政府収入は増加したが、インフレーション率の増大を伴った。

第2次5ヶ年計画は国民の生活レベルの向上を目標として、この計画期間中に年平均7.5%のGDPの増大を目指したのに対し、実際は実質成長年間平均6.9%という結果となった。1974~1978年のGDPの増大の状況を第1-5表に示す。

Table 1-5. Trend of Gross Domestic Product

	1974	1975	1976	1977	1978
<u>Total: (bn Rp.)</u>					
At current prices	10,708	12,643	15,467	18,706	21,788
At constant 1975 prices	12,043	12,643	13,513	14,515	15,561
Real annual increase (%)	7.6	5.0	6.9	7.4	7.2
<u>Per head: (Rp.)^{a)}</u>					
At current prices	80,785	92,936	110,779	131,937	150,158
At constant prices	90,856	92,936	96,784	102,376	107,243
Real increase (%)	4.9	2.3	4.1	5.8	4.8

a) These figures are based on the population growth rates indicated by the 1971 census and it may be safely assumed that the per head figures should be much higher.

Source: International Monetary Fund.

第3次5ヶ年計画(1979/80~1983/84)においては実質成長年間平均6.5%が見込まれている。しかし工業部門においては年間11%の成長が見込まれている。

1.2 インドネシアの産業

1.2.1 鉱業

鉱業生産の概要は第1-6表に示す通りである。

Table 1-6. Annual Output of Major Mining Products

(Unit: 1,000 Ton)

	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80
Crude petroleum (10 ⁶ barrels)	485.5	497.9	568.3	616.0	582.9	577.2
Coal	171.7	204.0	183.3	248.3	256.0	267.3
Tin (metallic)	15.0	18.8	23.2	24.6	24.3	28.4
Nickel	781.1	751.2	1,177.4	1,316.7	1,178.0	1,771.5
Copper dressing ore	212.6	201.3	223.2	189.1	180.9	188.8*
Iron sand	349.2	346.2	299.7	317.2	120.2	78.5
Bauxite	1,284.2	935.8	1,048.5	1,221.8	964.5	1,160.7

* Calendar year, 1979.

Source: Presidential Report, Aug. 16, 1980.

1) 原油

原油の生産はインドネシア政府の収入中最大であるとともに、外貨獲得のために最大の役割りを果している。政府は原油以外の輸出品による外貨獲得額のシェアを高めようと努力をしているが、原油が輸出に占める地位は揺るがぬものであろう。生産量は1977/78年をピークとして下降線をたどっている。このため政府は石油探索を強力に奨励しているので、1981年度以降は生産は上昇に向い可能性があると期待される。

2) 天然ガス

天然ガスの生産は、LNGの輸出のために急激に上昇している。国内用には尿素の製造等のための消費があるが、LNGの輸出に必要な量に比べれば非常に少ないので、生産される天然ガスのかなりの部分が輸出されているといつてよい。

現在、北スマトラ Arun 及び東カリマンタン Badak ガス田の天然ガスの生産が急激に上昇している。

3) 錫

錫鉱の生産量は、一般的に言って世界の錫の消費の動向に左右されるものであるが、順調に増大していると言ってよい最近5年間の年平均の伸び率は14%弱である。

4) ボーキサイト

生産された全量が輸出されているので、生産量はアルミニウムの世界市場の好不況によって左右されている。しかし現在建設中の北スマトラ Asahan におけるアルミニウム製錬工場が稼動するようになれば、ボーキサイトが国内でも消費されるようになるので、ボーキサイトの生産は今後はある程度安定するものと考えられる。

5) 石炭

石油価格の急上昇に伴って、石炭産業の発展のための計画が立案されている。

1.2.2 工業

工業は急速に発展しており、GDPに占める工業のシェアは、1965～1971年における8.3%から、1971～1978年には13.4%へと上昇した。この値は、全体の経済成長率が上記の期間にそれぞれ6.0及び7.9%であったのに比べれば、非常に大きく、他の産業の伸びに比べて、工業の伸びがはるかに大きいことを示している。特に1979年11月の平価切下げの後には、工業生産量は著しく上昇した。

しかし製造業の規模を見ると、被雇用者のほとんどが家内工業に従事しており、中小規模の工業に従事している者の人数は全体の13%程度でしかない。

製造業の発展は輸入品の代替と雇用の増大に効果をもたらしており、その効果は徐々にあるが着実に増大しつつある。

近年における主要製造品の生産量の推移は第1-7表に示す通りである。

1) 肥料工業

近年尿素の生産は、PUSRI IVやKujang工場の完成により急激に増大し、年間生産能力は現在約2.2百万tである。製品の一部はすでに輸出に向けられている。さらにASEAN Project (Aceh, North Sumatra)及びEast Kalimantan Projectが完成されれば、生産と輸出は格段の増大を見ることは明らかである。

2) セメント工業

現在の年間生産能力は570万tに達したため輸入量は激減し、逆に製品の一部は輸出されつつある状況である。

3) 紙・パルプ工業

国内消費量は年間約50万tと見られているが、国内生産量はまだ少く、1978/79

Table 1-7. Production of Selected Manufactured Products

(1,000 Ton, except as stated)

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79
Textiles (mn meters)	1,017	1,247	1,332	1,400
Yarn (1,000 bales)	445	623	678	900
Cement	1,241	1,979	2,879	3,640
Paper	47	54	84	166
Salt	147	560	786	165
Car tyres (1,000 units)	1,796	1,884	2,339	2,641
Coconut oil	268	276	276	319
Vegetable oil	31	33	31	38
Cigarettes (bn units)	24	24	23	24
Kretek (clove) cigarettes (bn units)	33	38	41	45
Helicopters	-	13	6	33
Aeroplanes	-	3	7	16
Radios (1,000 units)	1,071	1,100	1,000	1,128
Television sets (1,000 units)	166	213	482	611
Motor car assembly (1,000 units)	79	75	84	99
Motor cycle assembly (1,000 units)	300	268	272	320
Reinforcing iron	202	296	240	300
Galvanised iron sheet	145	156	185	185

Source: Central Bureau of Statistics.

年における生産は約 17 万 t であった。

しかし政府は紙・パルプの生産増強を計画中であり、東スマトラや東カリマンタンの工場が完成すれば、国内生産量は急激に増大するものと考えられる。

4) 自動車工業

1978年に続いて1979年も約10万台の生産があり、1980年にはさらに増産され50%増しになると期待されている。

なお部品の国産化率は次第に増大するものと考えられる。

5) 家庭用電気製品工業

1978年以降生産は爆発的に伸びている。

1.2.3 農 林 業

産業中に占める農林業の貢献度は漸減の傾向にあるとはいえ、第1-8表に見られる通り

依然として高い。

Table 1-8. Industrial Origin of Gross Domestic Product

(1973 constant prices)

	1973		1978	
	(bn Rp.)	(% of total)	(bn Rp.)	(% of total)
Agriculture, forestry & fishing	2,710	40.1	3,204	34.1
Mining	831	12.3	1,040	11.1
Manufacturing	650	9.6	1,159	12.3
Construction	262	3.9	494	5.3
Transportation & Communication	257	3.8	451	4.8
Public utilities	30	0.5	53	0.6
Trade, finance & other	2,013	29.8	2,991	31.8
Total GDP	6,753	100.0	9,392	100.0

以下主要農林作物の生産状況について述べる。

1) ゴム

1963年よりゴムの生産はゴムの木の植替えや、ゴム林の整備によって増加に向い、またゴム処理工場の建設によって付加価値の増大が実現された。

近年におけるゴムの生産は第1-9表の通りである。

この表によって分るように、ゴムの生産量は大体横ばいの状況にある。

2) パーム油

パーム油の生産量は世界第2位で、パーム製品の生産量と輸出量は第1-10表に見られる通りである。

3) 米

BIMASとINMASプログラムの実施と、高収重品種稲の導入によって、総生産量は次第に上昇している。近年における生産は第1-11表に示す通りである。なお1980年には約2千万tの生産が予想され、永年の懸案であった米の自給が概ね達成されるようになってきている。

Table 1-9. Production of Natural Rubber in 1976

(Unit: 1,000 Ton)

	1974	1975	1976	1977	1978 ^{a)}	1979 ^{a)}
Estate	248.7	244.1	246.8	248.8	272.0	-
Smallholder	606.6	577.5	600.0	586.2	572.0	162.0
Total	855.0	822.5	847.0	835.0	844.0	-

a) Provisional.

Source: Rubber Statistical Bulletin.

Table 1-10. Output and Exports of Palm Products

(Unit: 1,000 Ton)

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978 ^{a)}
<u>Production:</u>							
Palm oil	269	290	351	411	434	496	519
Palm kernels	59	64	74	84	87	88	103
<u>Exports:</u>							
Palm oil	236	263	281	386	406	405	413

a) Provisional.

Source: Central Bureau of Statistics; Presidential Report.

Table 1-11. Rice Production

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Crop area (1,000 ha)	8,537	8,509	8,495	8,569	8,369	8,893	-
Production (1,000 Ton)	14,607	15,276	15,185	15,845	15,876	17,525	17,918

Source: Department of Agriculture; Central Bureau of Statistics.

4) 木 材

1973年頃までは木材の生産は低迷したが、販売価格の上昇に原因して、その生産額は近年急激に上昇し始めている。木材は第1-12表に見られる通り現在石油と天然ガスに次ぐ外貨獲得源であるが、その多くは加工されずに輸出されている。近年国内における加工が政府により勧奨されるようになり、加工済木材の輸出税が1978年撤廃され、これに反し、未加工の木材の輸出税率が10%から20%へと上げられた。

Table 1-12. Timber Output and Exports

	1974	1975	1976	1977	1978 ^{a)}
Production (1,000 cu.m.)	23,280	16,296	21,427	22,939	31,094
Exports (mn\$) ^{b)}	615	527	885	943	1,130
Exports (1,000 Ton) ^{b)}	12,435	11,385	15,770	15,651	16,050

a) Provisional. b) Fiscal years which end in March following year stated.

Source: Central Bureau of Statistics, Bank of Indonesia.

1.3 北スマトラ州の産業

メダンにMFCを設立しようとする計画は、北スマトラ州の産業の現在及び将来における状況との深い関連において考察されなければならない。

北スマトラ州は面積71,680km²(インドネシア全国土の約3.7%)、人口7.94百万(1978年、インドネシアの全人口の約5.8%)である。州都メダン市は人口約1.2百万(1978年)

で、インドネシア第3番目の都市であって、スマトラ島北部における中心である。
北スマトラ州の産業別の投資額と雇用人員は第1-13表に示す通りである。

Table 1-13 Regional Investment in North Sumatra Since 1968 till 1978

Activity Field	Investment		No. of Employee	
	Application	Fund (mn Rp.)	Indonesia	Foreign
1. Industry	133	88,465	25,189	30
2. Plantation	63	142,153	169,339	2
3. Fishery	3	2,035	1,140	-
4. Tourism	10	6,567	1,391	-
5. Forestry	12	18,113	3,006	90
6. Health Service	5	603	335	-
7. Communication	2	573	107	-
8. Facilities	2	1,114	2,000	-
9. Breedery	1	158	25	-
10. Publishing & Printing	6	454	462	-
11. Transportation	1	59	48	-
12. Accomodation	4	8,678	1,570	-
Total	242	268,972	204,612	122

Source: Regional Investment Coordination Province of North Sumatra.

1.3.1 農 林 業

第1-13表によって分るように、北スマトラ州の労働者の80%以上が農林業に従事しており、投資の60%が農林業を対象としている。このことはこの州が未だ農業主体の産業に頼っていることを示している。

土地のうち約57%は森林となっており、約16%はBig EstateとSmall Holderによって占められ、約6%が水田用となっている。

Big EstateとSmall Holderが所有している上記の16%の土地のうちで、ゴムと油ヤシ

の植林に使用されている土地はそれぞれ約 1 0.8 %, 1.7 % で、この合計は 1 2.5 % となっている。

このように換金作物であるゴムと油ヤシの植林が広大な面積を占有しているということは、この州の農林業を著しく特徴づけている。

1.3.2 工業

第 1-13 表に示されている通り、北スマトラ州においては工業に従事している従業員数は 1978 年現在で、全体のわずかに 12 % 強である。

一方、同表で見られる通り、投資額は全体の約 3 分の 1 に相当しており、農林業に次いでかなり高いレベルにあると考えられる。

工業別の従業員数は第 1-14 表の通りであり、食品加工工業、タバコ製造工業、織物工業、林産品加工工業のような軽工業が工業の主体をなしている。

Table 1-14. Number of Large and Medium Industries in North Sumatra 1977

Industrial Group	Number of Industry	Paid employees			Unpaid Employees	Total of Employees
		Production	Others	Total		
1. Food Products	68	3,424	509	3,933	62	3,995
2. Beverage	2	42	19	61	—	61
3. Tobacco Products	16	5,279	479	5,758	2	5,760
4. Textile Products	34	2,534	514	3,048	8	3,056
5. Ready made Clothing Products	2	48	7	55	—	55
6. Leather Products	1	28	—	28	1	29
7. Food Wear Products	3	124	18	142	1	143
8. Wood Products	93	3,229	1,088	4,317	107	4,424
9. Furniture Products	5	68	7	75	6	81
10. Paper Products	3	200	47	247	—	247
11. Publishing & Printing Products	20	652	136	828	4	832
12. Chemical Products	13	547	147	694	4	698

Source: Census & Statistical Office of North Sumatra.

ゴム加工工場と油ヤシの種子からのヤシ油の製造工場とは、この州における主要な工場であり、数多くの工場があちらこちらに点在している。

北スマトラ州から輸出されるゴムとヤシ油による外貨獲得額は第1-15表に示す通りであって、ゴムとヤシ油の製造が非常に重要であるということを如実に示している。

Table 1-15. Exports from North Sumatra Province

	1974 US\$ million	1975 US\$ million	1976 US\$ million	1977 US\$ million	1978 US\$ million	Until	Nov. 1979
						Volume Ton	US\$ million
Rubber	163.75	132.46	205.97	233.158	254.253	290.756	328.512
Palm Oil	176.91	163.76	139.85	178.590	176.650	425.057	219.768
Tobacco	15.57	16.22	17.11	20.797	17.070	1.678	17.915
Coffee	9.08	8.70	30.01	76.390	87.050	24.893	72.891
Tea	9.87	13.53	14.52	29.145	23.410	11.869	18.144
Shrimp	14.62	16.93	29.32	29.442	28.170	6.349	32.989
Others	22.06	20.32	28.74	38.632	25.120	489.181	78.676
	411.86	371.93	465.52	606.154	611.723	1,249.783	768.895

州都メダンには前記の通りインドネシア屈指の工業の中心であり、この理由のためにUNIDOはここに鋳物センターの設立を推奨した。しかし、前記の通り、現存する工業はいずれも軽工業であって、その数も規模も必ずしも十分ではない。

第1-16表に近年における北スマトラ州の工業の状況を示す。

この表によって分る通り、金属・機械工業の発展の傾向は見られるものの、まだ十分のレベルに達していない。

州政府は工場誘致を目指してメダンの北方にメダン工業団地(Mabur)を建設中である。この工業団地はすでにその80haが完成済みであり、速からず200haに拡張される予定である。

北スマトラ州には現在のところ特筆すべき大規模工業はないが、北アチェ州にはLNG工場がすでに稼働を開始している。この工場は、メダンから近くはなく、可燃性物質を取扱う工業であり、MFCからの鋳物の供給を多くは期待できないが、一応需要家に加えることができる。その他にPadanにおけるセメント工場はMFCの対象とすべき需要先である。

Table I-16. Industries in North Sumatra Province

I. Total Number of Enterprises

Industry Sector	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78
Miscellaneous Ind.	6,701	6,435	7,776	10,619	8,323	8,451	8,839	9,834	10,748
Textile Ind.	189	189	219	140	115	114	116	117	104
Metal & Machine Ind.	62	87	92	82	65	68	68	71	83
Chem. Ind.	179	152	179	192	199	109	109	27	88
Total	7,131	6,836	8,266	11,033	8,702	8,742	9,132	10,049	11,023

II. Total Number of Employees

Industry Sector	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78
Miscellaneous Ind.	24,634	22,798	33,215	40,955	46,627	51,436	53,446	65,551	68,803
Textile Ind.	5,824	5,824	7,270	5,364	4,408	5,024	5,455	5,514	5,115
Metal & Machine Ind.	1,579	2,319	3,072	2,511	2,420	2,494	3,095	3,643	3,865
Chem. Ind.	2,617	2,415	2,441	4,478	4,485	2,017	3,547	3,050	3,453
Total	34,654	33,356	45,998	53,308	57,940	60,971	65,543	77,758	81,236

III. Total Horse Power of Motors (H.P.)

Industry Sector	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78
Miscellaneous Ind.	60,866	62,985	64,597.82	100,026.44	96,906.82	101,388	123,276	153,371	153,860
Textile Ind.	6,506.8	6,506.8	6,506.8	7,363.9	6,984.2	6,617	8,871	9,467	6,361
Metal & Machine Ind.	865.5	1,163.55	1,436	8,834.8	4,727	13,870	37,914	42,663	45,077
Chem. Ind.	101.7	793.5	1,091	6,878.3	6,732.91	8,229	9,254	4,349	7,019
Total	68,340.10	71,448.85	82,781.62	133,122.44	115,350.93	130,094	179,315	209,850	212,317

IV. Investigation (mn Rp.)

Industry Sector	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78
Miscellaneous Ind.	23,230.7	13,653.2	32,754.0	45,521.2	54,314.3	61,116.5	95,653.0	141,015.5	162,676.5
Textile Ind.	962.8	962.1	1,254.8	2,997.6	4,208.2	5,539.8	12,427.0	13,672.3	15,393.9
Metal & Machine Ind.	675.2	962.2	5,747.7	5,860.4	3,905.1	4,075.5	10,540.1	15,853.6	25,736.9
Chem. Ind.	1,709.8	1,510.4	1,897.9	5,196.8	7,448.6	11,173.4	25,535.6	23,984.5	26,881.5
Total	26,578.5	17,087.9	41,654.4	59,576.0	69,876.2	81,905.2	144,155.7	194,525.9	230,688.8

V. Total Production (mn Rp.)

Industry Sector	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78
Miscellaneous Ind.	22,306.8	19,439.2	28,648.6	23,073.9	80,911.5	67,116.4	133,806.4	166,523.1	211,553.1
Textile Ind.	2,299.8	2,299.8	4,893.6	4,356.4	5,291.7	6,538.8	7,956.6	8,349.7	9,480.3
Metal & Machine Ind.	1,270.3	2,195.4	7,630.3	7,070.3	8,550.9	9,055.6	21,372.7	32,552.1	36,878.3
Chem. Ind.	1,013.6	989.8	1,978.5	1,364.4	5,787.0	2,043.1	2,406.0	1,219.2	3,226.1
Total	26,890.5	24,924.2	43,151.0	35,865.0	100,541.1	84,753.9	165,541.7	208,644.1	261,137.8

1.3.3 工業の将来

前記の通りメダン北方に工業団地が造成されつつある。現在まだ1工場も建設されていないが、いずれ種々の工場が誘致されるであろう。この工業団地に多くの工場が建設されるようになれば、北スマトラ州の工業は非常に多角化されることになるであろう。また、MFCはすぐ近傍に需要家を持つことになり、MFCの製品のための市場は非常に拡大されることになるであろう。

またメダンの東方には現在Asahanアルミニウム精錬所が建設中であり、近い将来稼働の予定である。この精錬所はMFCの製品の需要の対象になりうるものと考えられる。

またアチェでは現在尿素肥料工場が建設を開始する予定である。この工場は高圧下で操業されるので、さし当ってMFCの製品の向け先には考えられないが、水供給等における低圧用の部門は需要の対象となるであろう。

第2章 インドネシアの鋳物工業

第 2 章 インドネシアの鋳物工業

鋳物は機械の基礎資材であるから、インドネシアの鋳物工業を論ずる場合に、第 1 章に述べたインドネシアの工業との関連において取扱われなければならないのは当然であるが、同時に又近年における世界の鋳物工業の趨勢、ならびに近隣諸国の鋳物工業の現状を考慮に入れて検討されなければならない。

2.1 世界の鋳物工業の趨勢

2.1.1 機械工業の基礎としての鋳物工業

近年溶接、プレス、鍛造、粉末冶金等の各種金属加工法の技術の急速な発展、あるいは無機、有機の各種の合成化工材料の開発に伴って、鋳物工業は斜陽産業となったという声もあるが、鋳物工業自体は機械工業の発展と共に、あるいはむしろその土台となって着実に発展して来た。第 2-1 表は世界の主要鋳物生産国の生産量ならびにその推移を示すものであるが、経済の発展と共に鋳物の生産量も増加することが理解される。

2.1.2 鋳造技術の進歩

工業の近代化と共に、その素材である鋳物に対する要求も当然高度化されてきた。鋳物もはや単なる素材ではない。鋳物は今や素形材としてあるいは部品として、その性能を向上させなければならなくなった。すなわち単に材質の面において、性能例えば強度、硬度、耐熱度等の性質の向上だけでなく、寸法の正確度、表面の粗さの精度又は複雑な構造の一体化等、鋳物それ自体が 1 個の部品としての性格を具えなければならない。又鋳物の欠点とされていた内部欠陥あるいは材質の不均一性に対しては、特に厳しい要求が出されるようになり、これらの需要者側の要望に対応して、近年、鋳造技術の向上が見られた。

2.1.3 鋳物工場の専門化

鋳造技術の高度化と共に、鋳造技術の内容は複雑に分化し、各種のプロセスが逐次開発された。鋳造プロセスの分化しない過去においては、鋳物工場の多くは独立企業として、種々の注文先から仕事を集めて選択するいわゆる *jobbing foundry* の形で発展してきた。しかし鋳造プロセスの近代化と共に、鋳造工場の製品は次第に専門化され、特定の工場は特定の製品を鋳造する形で発展するに至った。従っていわゆる *captive foundry* が次第に大きく、かつ多くなりつつあり、又既存の *jobbing foundry* も実質的には *captive foundry* に近い形、すなわち特定の需要先の下請け又は関連企業的な形になるに至った。

鋳物に対する需要先の要望としては、前述の技術的要求の他に価格の低減の要求があり、

Table 2-1. Transition of Production of Castings in Principal Industrial Countries

(Unit: 1,000 Ton)

Year	Country	Ferrous Casting	Non-Ferrous Casting	Others	Total
1975	U.S.A.	13,712	1,117	31	14,860
	Japan	5,034	503	1.9	5,539
	West Germany	3,922	333	23	4,278
	England	3,287	240	-	3,527
	France	2,640	230	1	2,871
	Italy	1,680	266	4	1,946
1976	U.S.A.	15,266	1,398	32	16,696
	Japan	5,392	585	2.4	5,980
	West Germany	4,106	392	25	4,523
	England	3,218	232	-	3,450
	France	2,635	271	0.5	2,906
	Italy	1,755	327	4	2,086
1977	U.S.A.	16,085	1,441	36	17,562
	Japan	5,615	623	2.9	6,242
	West Germany	4,007	413	25	4,445
	England	3,041	233	15	3,289
	France	2,517	275	5	2,797
	Italy	1,840	368	4	2,212

Source: Casting Year Book Japan, 1978.

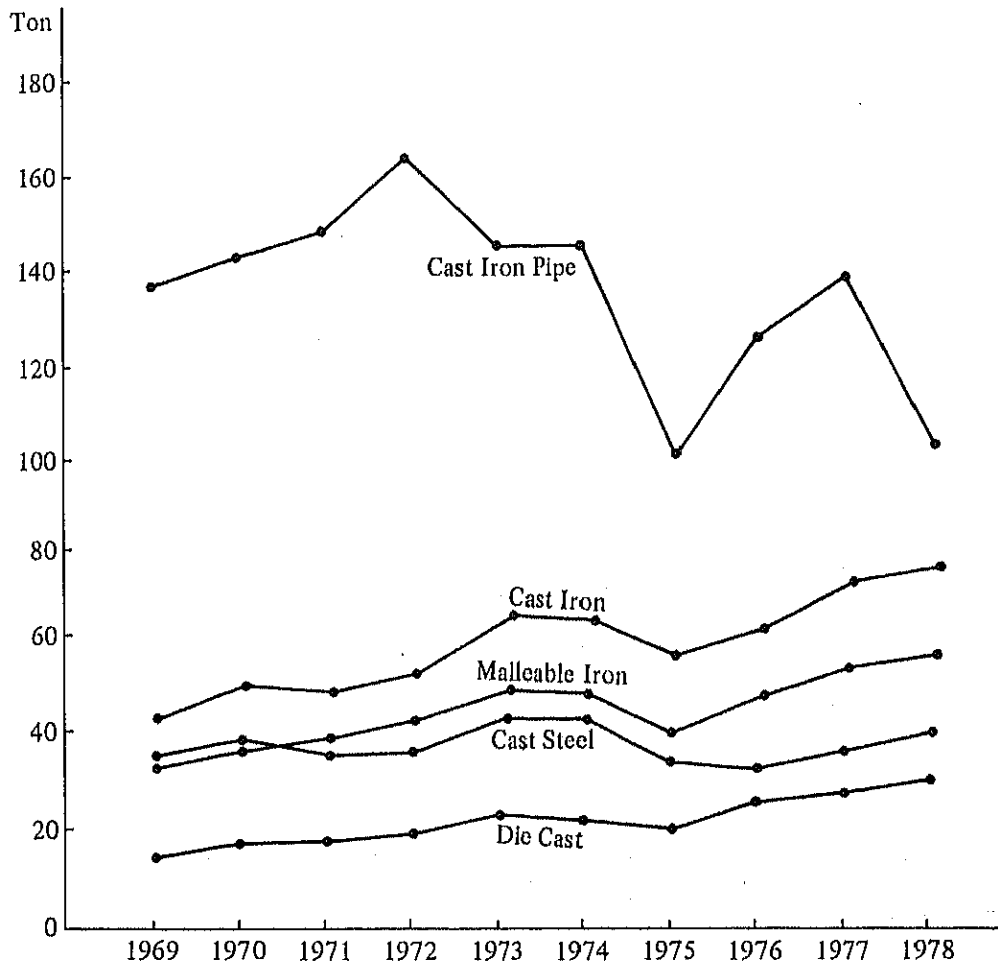
それに答えるために、鑄造プロセスの機械化による生産性の向上が実施され、これは近年の鑄造技術発展の一因でもある。そして、プロセスの機械化は製品の専門化の一因でもあった。

鑄造工場の機械化による生産性の向上は、その当然の結果として工場数の減少となった。第2-1図は日本における生産性の推移を示し、第2-2図は日本における工場数の推移を表す。

以上を要約するに、近代化以前の鑄物工場が手作業を主体とし、小規模な労働集約産業であり、経営者がワン・マン・コントロールする jobbing foundry であり、月産もせいぜい50t前後

Fig. 2-1. Transition of Productivity of Foundries in Japan

Production per Head per Year

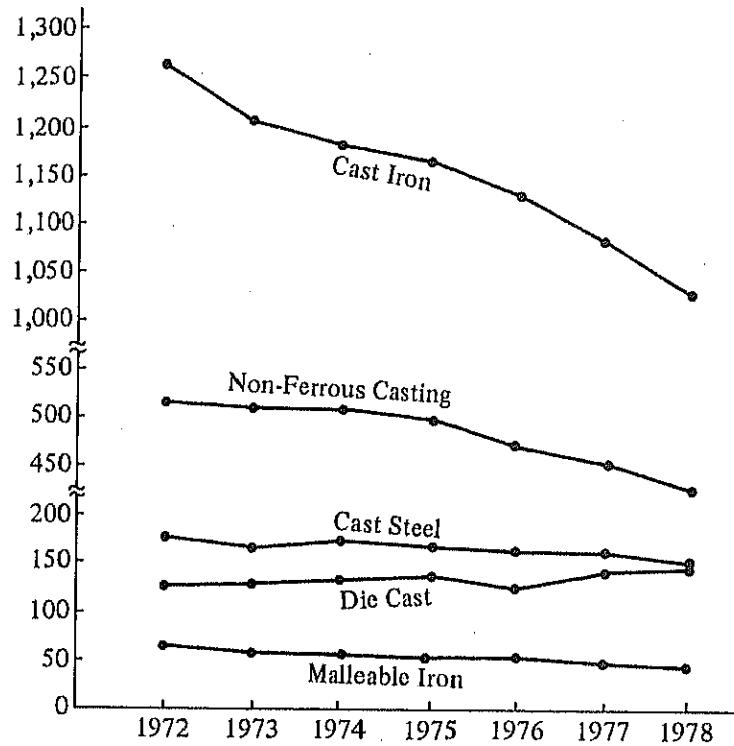


Source: Casting Year Book, 1978.

であったのに対して、近代化された鋳物工場では機械化・自動化された大規模な装置産業へと移り、経営も組織的に管理運営され、月産量も500tから1,000t位で captive foundryに近い経営方法をとる場合が多い。

近代化された工場の製品である鋳物は特定の製品であり、特定の需要先にしか販売できない反面、その価格の競争力は強くなる。必要な鋳物は近くの鋳物工場から買うという従来の考え方が薄れ、一部の鋳物が国際商品として流通しているのも当然である。

Fig. 2-2. Transition of Number of Foundries in Japan



2.2 アジア地域各国における鋳物工業

2.1において、鋳物工業近代化の経過をたどり、近代化された鋳物工場とそれ以前の姿の鋳物工場との差を説明したが、その差はそのまま工業先進国の鋳物工業と発展途上国の鋳物工業との差となって現われる。

鋳物主要生産国の鋳物工場は大部分が近代化された工場であるのに対して、第2-2表に示したアジア諸国の鋳物工場は大部分が近代化されていない鋳物工場であり、その中では韓国や台湾は一步前進して近代化の過程に入っているとされている。第2-3表にASEAN諸国の鋳物工場数を示したが、第2-2図及び第2-3図に示した日本における工場数並びに従業員数の推移と併せて検討すれば、その実情が理解できる。

**Table 2-2. Production of Castings in Asian Countries
(1977 Base)**

(Unit: Ton/Y)

Country	Cast Iron	Cast Steel	Copper Alloy Casting	Aluminum Alloy Casting	Other Kind of Casting	Total
India (1975)	490,000	68,000	-	-	-	558,000
Korea	420,200	51,400	-	-	-	471,600
Taiwan	296,260	24,100	5,850	7,250	4,800	338,260
Philippines (1976)	58,264	34,890	2,610	2,830	610	99,204
Indonesia (1975)	30,473	300	756	50	-	31,579
Malaysia (1976)	-	-	-	-	-	30,000
Thailand (1976)	-	-	-	-	-	25,000
Singapore (1976)	-	-	-	-	-	25,000

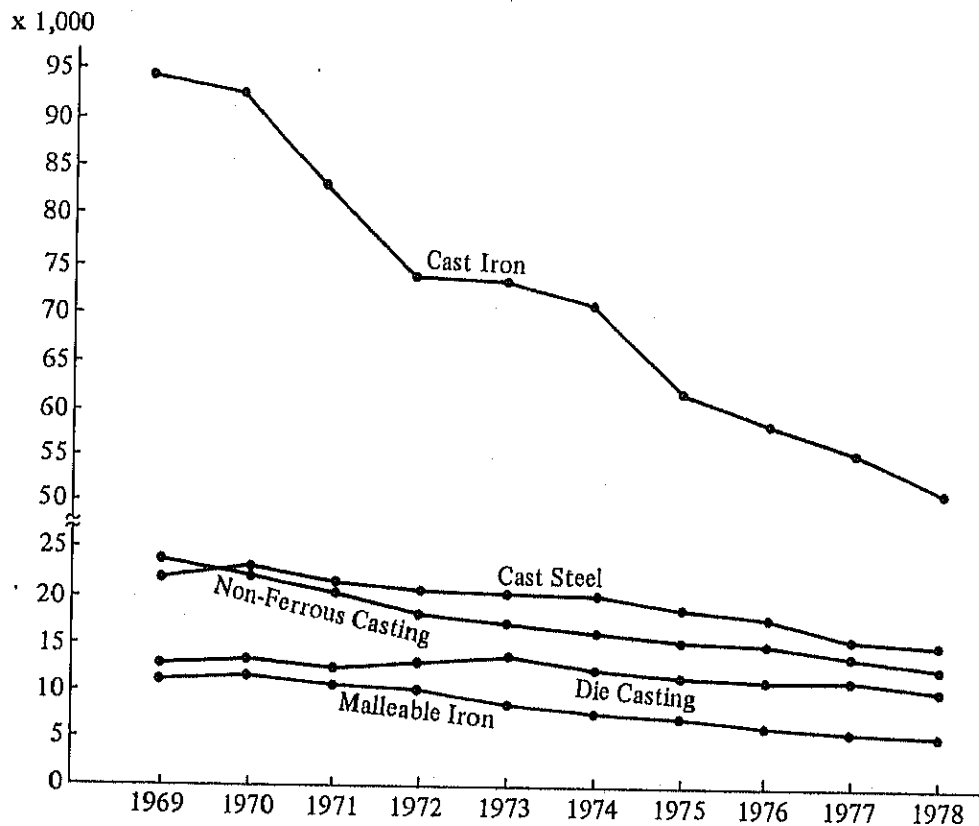
Source: Casting Year Book Japan, 1978, Sogo Imono, June 1978.

Table 2-3. Number of Foundries and Laborers in ASEAN Countries

Country	No. of Foundries	No. of Laborers
Indonesia	250 and less	Approx. 5,000
Singapore	50 and less	Approx. 1,000
Malaysia	150 and less	Approx. 4,000
Thailand	250 and less	Approx. 3,000
Philippines	270 and less	10,141

Source: Sogo Imono, June 1978.

Fig. 2-3. Transition of Laborers in Japanese Foundries



Source: Casting Year Book, 1978.

2.3 インドネシアの鋳物工業

2.3.1 概 況

インドネシアの鋳物工業が、その需要先である諸工業と共に、まだ近代化されていないということは前述の通りである。鋳物関係の統計が不十分であって詳細は不明であるが、総生産量年間30,000t、工場数約250とすれば、1工場の月産量は平均10tである。

今回の調査によれば、一部の合併企業や外国の資金を導入した国営企業は近代化された鋳造工場であるが、大部分の地場産業はまだ近代化されておらず、彼等自身近代化工場への脱皮の道を求めている。

インドネシア政府が工業近代化の一環として、重要テーマの1つとして鋳物工業の近代化を取上げられたことは、誠に賢明、かつまた時宜に適した政策である。

しかしながら、他の工業後進国の例に見られるように、鋳物工業近代化の推進は決して

容易なことではない。製鉄工業あるいは化学工業の場合のように、大規模な装置を設置すれば良いというわけにはいかない。鋳物工業に関していえば、需要の点においても、原材料の点においても、また他のあらゆる点においても、決して近代化は簡単ではない。またその製造プロセスも製品に応じて多種多様である。従って設備があれば製品が製造できるというような結果にはならない。

従って、近代化の実現にはインドネシア政府の強力な政策と援助と、鋳物工業界自体の地道な、かつ長期にわたる努力が必要である。

2.3.2 メダン地区鋳物工場

調査団はメダン地区の鋳物工業の数工場を訪問した。その概況を第2-4表に要約した。この表が鋳物工業の全部を代表するとはいえないが、この調査から鋳物工場の実態に関して次のような結論を得た。

- 1) 製品の材質は鋳鉄（無規格）が主であり、高級材質の製品は見当らない。
- 2) 造型法は手込め、土間込めが主で、機械込めは少い。寸法精度が低く、複雑な形状の製品も少い。鋳型の乾燥は木炭による表面乾燥である。
- 3) 砂は地場の川砂が主であるが、一部で地場のけい砂及び粘土による合成砂を見た。
- 4) 簡単なキュボラ以外の設備はほとんど見当らない。
- 5) 材料は地場発生のスクラップが主で、燃料は台湾産コークスが多い。
- 6) 溶解工程における温度が低く、溶解反応は酸化雰囲気下にある傾向があり、鋳巣ならびにピンホール等の欠陥が見られるが、製品そのものが植物油製造設備あるいは農機具等の比較的簡単な機械の部品が多いので、余り厳しい検査はない。
- 7) 品質管理はほとんど行われていない。
- 8) 経営者のワン・マン・コントロールで管理組織はほとんどない。
- 9) 経営のうまく行っている工場は、ほとんど機械メーカーの従属工場であり、一見したところ jobbing foundry のように見受けられるが、実質的には captive foundry に近い経営形態である。
- 10) 工場はまだ近代化されていないが、jobbing foundry の形態から次第に captive foundry の形態に移りつつあるのは興味深い。

2.3.3 国営鋳物工場と合弁鋳物工場

メダン地区以外の国営鋳物工場及び合弁私企業鋳物工場のいくつかを調査した。これらの工場は数年前に建設されたもので、設備内容は近代化されたものであった。これらの工場の概況を第2-5表に示している。

Table 2-4. Examples of Local Foundries in Medan Area

Foundry		A	B	C	D	E
Factory Area (m ²)		500	500	330	170	330
No. of Laborers (Foundry only)		15	20	25	4 + α	20
Production (Ton/M)		20	10	16	6	10
Process	Melting	Cupola 1.5t	Cupola 2.5t	Simple cupola 0.5t	Simple cupola 0.3t	Cupola 1.5t
	Molding	Hand mold charcoal dry	Hand mold charcoal dry	Hand mold charcoal dry	Hand mold charcoal dry	Hand mold charcoal dry
Material	Iron	Scrap iron	Scrap iron	Scrap iron	Scrap iron	Scrap & Pig iron
	Coke	Taiwan	Taiwan	Japan	Taiwan	Taiwan & Japan
	Sand	River sand (Local)	River sand & Banka silica	River sand	River sand	River sand & Banka silica
Product	Material	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron	Cast iron
	Name	Gear, roll, etc.	Gear, roll, etc.	Gear, roll, etc.	General	Parts of vehicles
Wage (Rp./M)	Skilled	2,000	—	1,750 + 200	2,115 + 300	—
	Unskilled	750	—	—	—	—
Customer		Private use (Mainly)	Private use (Mainly)	Private use (Mainly)	Private use (Mainly)	Private use
Selling Price (Rp./kg)	General	450		400		
	Special	360 (for roll)				

Table 2-5. Examples of Modernized Foundry in Indonesia

Factory		A	B	C	D
Type of Enterprise		Government Management	Government Management	Joint Enterprise	Joint Enterprise
Business Result		Loss	Loss	Profitable	Profitable
Potential Capacity (Ton/year)		5,000	4,500	2,500	2,400
Production (1980) (Ton/year)		1,000	500	2,500	2,000
Kind of casting		Cast steel	Cast iron & Cast steel	Malleable iron	Malleable & Cast iron
No. of Laborers		260	160		240
Operating Shift		1	1	3	3
Equipment	Melting	Heroult 5t Hi-FQ induction 1t ME-FQ induction 1t	Hi-FQ induction 5t, 1t	LW-FQ induction 5t	LW-FQ induction 3t
	Molding	Full automatic line 2	Automatic line 1	Automatic line 2	Simple machine 9
Salary (Rp./year)	Engineer	125,000 (Bonus included)	140,000 (Bonus included)		
	Skilled	100,000	60,000		50,000 + α
	Semi-skilled	50,000	40,000		
	Unskilled	20,000	30,000		18,000 + α
Selling Price (Rp./kg)	Cast steel (Wheel)	900	Cast iron (General)	1,300	
	Cast steel (Cement ball)	500	White iron (Cement ball)	9,000	
	Mn steel (13%)	2,500	Cast steel (General)	1,500	
	Stainless steel	5,000	Cast steel (Joint)	1,300	
			Cast steel (Anchor)	2,000	
			MN steel (Low alloy)	1,700	

これらの工場は、それぞれに工業先進国の技術を取入れており、組織的な管理運営につとめてはいるが、合弁私企業の経営が成功しているのに比べ、国営企業は必ずしも成功しているとはいえない。

合弁私企業は利益の追求を目標にして設立され、販売活動と生産に非常な努力を払いながら逐次設備内容を充実してきたのに対し、国営企業では高度のしかも大規模の生産設備を設置しているが、技術・生産・販売等の企業としての経営努力が不十分であったといえよう。前者は利益が期待できる製品販路が存在するから工場を建設したのに対し、後者は工場を設置してから製品販売を考えたように思われる。前者は生産性を高めるために逐次設備や技術の向上を実施してきた。これに対して後者は高度の設備を設置したが、企業の運営が不十分であり、現状の低い稼働率や低い生産性の向上対策に苦慮しているのが実状である。

2.3.4 鋳物の流通経路

第1章に述べた通り、一般的に言って鋳物の需要先である諸工業自体が十分な発達を遂げておらず、鋳物生産者の販売活動も不完全である。一部の合弁企業は地場産業との関係よりも、むしろ外国の親企業との関係が強く、従って地場の鋳物工場を育成する気運も乏しい。かつまた地場には高級品あるいは特殊品を積極的に自ら製造するだけの力がない。このような情勢から鋳物の輸入量も相当あると言われ、一説では年間輸入量15,000tとも聞いたが確実な資料がない。しかし調査団による短期間の調査によっても、第2-6表に示すように、鋳鋼等のように製造設備に費用を要するものや、高級品質のものはもちろんのこと、鋳鉄でも特殊なものは大部分を輸入に依存しているのが実状であるということが判明した。輸入鋳物の例を第2-6表に示す。

地場産業の基盤が弱いため、鋳物工業全体が1つのグループとして結束しようとする動きがなく特定鋳物工場が特定の需要先と独自の流通経路を形成する傾向が強い。一方鋳物のユーザーの中には、国内製品を求めようとせず輸入に頼る傾向がある。

2.3.5 鋳造技術のレベル

一部には先進国のレベルと同等のレベルの技術も見受けられるが、全般的にはまだ低いレベルの状態にあることは、すでに述べた通りである。また高度の技術が使用されている場合にも部分的な場合が多く、鋳造技術全般にわたる組織的な技術、あるいは現場における鋳造工程の生産管理、品質管理等のいわゆる管理技術は、非常に低いように見受けられる。政府がベルギーならびに西ドイツの援助の下に、BandungにMIDCを設立して、これを有効に活用しつつあることは誠に適切である。いずれはその効果が必ず実を結ぶものと期待できる。

Table 2-6. Examples of Imported Castings

Factory	Kind of castings	Name of part	Price (Rp./kg)	Exported from
A	Cast steel	Wheel	2,400 (FOB)	Singapore
B	Cast steel	Coupler	—	Singapore
C	Cast steel	Wheel, Flange	—	Singapore
C	Cast steel (Heat resisting)	Gate valve	—	Belgium
D	Cast steel	Ingot case	740 (C&F)	Japan
D	Cast iron	Ingot case	375 (C&F)	Taiwan
D	Cast iron (Alloyed)	Roll	1,500 (C&F)	Japan

第 3 章 鋳物の市場

第 3 章 鋳物の市場

3.1 今日まで実施された調査の概要

一国の鋳造品の市場の状況を正確に把握するためには、まず第 1 に、鋳造品の消費の実態を正確に把握する必要がある。このためには、鋳造品だけの消費量を正確に調査しなければならない。しかし、鋳造品は、他の機械の中に組込まれて使用される場合が多いため、鋳造品だけの消費量を正確に算出することは至って困難である。インドネシアにおいては、鋳造品は機械あるいはその部品の中に組み入れられた姿で輸入される場合が多いため、輸入統計によって鋳造品の輸入量を知ることは不可能である。

これに加えて、インドネシアにおいては、鋳造品の安定した需要を支える関連産業が十分に発達しておらず、工業製品の流通のネットワークが複雑で、しかも一定していない。

このような理由により、インドネシアにおける鋳造品の消費量を正確に算出することは、至って困難である。

さて、インドネシアの鋳物市場に関する調査は、過去において数回実施された。すなわち、UNIDO とインドネシア工業省が共同で行った調査、日本プラント協会が行った調査、小野^{*}及び M. T. Nasution が 1976 年に MFC の依頼によって、メダン地区において行った調査“Final Market Survey”等がある。

これらの調査のうち、UNIDO がインドネシア工業省と共同で行った調査は、調査人員と調査期間の点で調査規模が大きいとすることができる。この調査はインドネシア全国及び北スマトラ地域の鋳物市場の状況を巨視的観点から調査している。

一方、小野と M. T. Nasution が行った前記の調査は、メダン地区の鋳物市場の調査に主眼をおいている。

^{*} 今回の JICA 調査団のメンバーの 1 人である。

3.2 調査の手法

本調査においては、メダン地区における鋳物市場の状況を把握することが最も重要であるので、下記のように調査を行うこととする。すなわち、過去に行われた UNIDO の調査の中の、メダン地区における市場の数値を、時の経過を考慮して現時点の数値に直し、一方、小野が過去に行った市場の数値を、今回の調査によって修正あるいは確認することによって、現時点における数値を得る。このような方法により、得られた両方の結果に基づいて、メダン地区にお

ける市場の大きさを推測する一方、MFCによる製造が推奨される品目の需要を推測する。

3.3. インドネシアにおける鋳物の潜在需要

1969年7月、UNIDOの専門家とインドネシア工業省基礎工業局は、インドネシアにおける鋳物の需要に関して協同で調査を行い、その結果を1971年4月に発表した。この結果は第3-1表に示す通りである。

Table 3-1. Potential Demand of Iron and Steel Castings in Indonesia

(Unit: Ton/Y)

Area	Cast Iron	Cast steel
East Java	9,000	2,000
West Java	6,000	2,000
North Sumatra	5,000	2,000
South Sumatra	2,000	500
Bangka (Tin mines)	1,500	900
Belitung (Tin mines)	1,000	700
Singkep (Tin mines)	500	500
Southeast Kalimantan	500	200
Others	1,100	1,500
Total	26,600	10,300

Total Iron and Steel Castings in Indonesia: 36,900 Ton/Y

Total Iron and Steel Castings in North Sumatra: 7,000 Ton/Y

また、同じチームが1975年北部スマトラ地区（Aceh, North Sumatra, Riau, West Sumatra 及びJambiの各州を含む）における鋳物の潜在需要を調査した。その結果は第3-2表に示す通りである。

Table 3-2. Potential Demand of Castings in North Sumatra

(Unit: Ton/Y)

Item	Demand per Year
1. Agricultural Use (Irrigation pumps, rubber and palm-oil processing machines, rice and corn processing machines, etc.)	775
2. Public Works (Stone crushers, construction equipment, pipes and fittings, valves, manhole covers, etc.)	2,975
3. Industrial Use (Parts for cement mills, rolling mills and other machine parts including sewing machines and diesel engines)	2,275
4. Shipbuilding	825
5. Mining and Forestry (Wheels)	100
6. Crude Oil and Natural Gas (Valves and fittings)	500
7. Household (Pumps and utensils)	2,000
8. Miscellaneous	1,450
Total	10,900

3.4 インドネシアにおける鋳物の生産量

過去において行われた鋳物の生産量に関する調査のうちから、最も詳細に行われたUNIDOとインドネシア工業省基礎工業局が協同で1969年に実施した調査の結果を要約して、第3-3表に示す。

Table 3-3. Production of Castings in Indonesia (1969)

Area	Numbers of Foundry	Output (Ton/Y)
West Java (Jakarta, Bandung, Tirebon)	9	3,240
Central Java (Jogja, Solo, Tegal, Semarang)	4	900
East Java (Surabaya, Malang)	13	4,476
North Sumatra (Medan)	4	660
Central Sumatra	4	576
Bangka and Belitung	2	1,560
Kalimantan	1	120
Total		11,532

この結果によれば、1969年におけるインドネシアにおける鋳物の生産量は、11,532 tと想定されている。

この値を他の国々の生産量と比べ、インドネシアが鋳物の生産において、どのようなレベルにあるかを調べることをとする。このために、人口1人当りの生産量が他の国々の生産量に比べて、どのようなレベルにあるかを検討するとともに、1人当りのGNPとの関連も検討する。この目的のため第3-4表を作成した。

Table 3-4. Per Capita Production of Ferrous Castings in Representative Countries (1970)

Country	Population (x 1,000)	Per Capita GNP (US\$) (1974)	Total Production (Ton/Y)	Per Capita Production (kg/Y)
Australia	11,751	4,959	713,000	60.7
Canada	20,441	5,678	1,172,184	57.3
West Germany	67,872	5,466	5,135,705	75.7
India	511,115	133	2,477,620	4.8
Japan	99,920	3,251	6,533,654	65.4
Philippines	34,656	229	24,527	0.7
Taiwan	13,142	-	159,723	12.2
Singapore	1,956	-	17,417	8.9
U.S.A.	199,118	6,030	20,269,972	101.8
U.S.S.R.	236,000	-	24,361,000	103.2
Indonesia	120,000	122	11,532	0.1

第3-4表に示したインドネシア以外の10カ国の鋳物の生産量は“Modern Castings, Dec., 1970”誌に掲載された記事から取った。インドネシアの鋳物の生産量は、第3-3表から取った。

この表の結果によれば、1970年頃のインドネシアにおける鋳物の人口1人当りの鋳物の生産量は、非常に低い水準にあることがわかる。

第3-4表によれば、人口1人当りの鋳物の生産量は、人口1人当りのGNPが高いほど多い。1人当りのGNPが高い国の中でも工業先進国では、農業を主産業としている国より高い鋳物の生産レベルを示している。すなわち、鋳物の生産は、工業化のレベルとの深い関係を示している。

さて、インドネシアにおいては、近年数多くの鋳物工場が、あいついで生産を開始している。すなわち、P. T. Baninusa, P. T. Bakrie-Tubemakers, P. T. Kaliurang, P. T. Indomachine, P. T. Sri Riken, Singer, MIDC等が挙げられる。従って1981年現在は、その生産量は、前記の約12,000 t/Yより大幅に上廻っていることは確実である。過去の調査結果の分析と最新の情報に基づいて、現在におけるインドネシアの鋳物の生産量は、第3-5表に示し

た通りに推測される。

Table 3-5. Production of Castings in Indonesia (1981)

Area	Numbers of Foundry	Output (Ton/Y)	
		Cast Iron	Cast Steel
West Java	15	12,000	360
Central Java	30	3,600	-
East Java	13	4,200	720
North Sumatra	20	3,600	20
Central Sumatra	6	600	-
Bangka, Belitung	2	1,800	-
Kalimantan	1	200	-
Total :	87	26,000	1,100

Total Iron and Steel Castings:

27,100 Ton/Y

生産量の実態を推定する有力な手段として、鑄造に使用される原材料の使用量を基礎として計算する方法がある。

インドネシアにおいては、鑄物用コークスや銑鉄が国産されていないので、これらの輸入量が正確に分れば、鑄物の生産量はかなりの精度で算出できる。

インドネシア中央統計局の資料によれば、コークスの輸入量は、第3-6表に示す通りである。

Table 3-6. Importation of Coke

Year	Ton
1963	819
1964	264
1965	3,112
1966	2,448
1967	3,411
1968	1,464
1969	14,063
1970	1,863
1971	18,183
1972	10,152
1973	4,764
1974	18,184

各年におけるコークスの輸入量は大きな変動をしているので、1970年から1974年までの輸入量の平均をとると、年平均10,630tとなる。コークスの輸入量の約70%は製糖都市ガス等の業種で使用されていることが確認されているので、残りの30%、すなわち、年間3,200tが鋳造用に使用されていると考えられる。キュボラの操業の際のコークス比を15%と想定すると、総溶解量は約21,400tとなる。製品歩留りと不良率を考慮に入れて最終歩留りを60%とすると、製品重量は約13,000tと計算される。

次に、鋳物の原料として使用される銑鉄の量から、鋳物の製造量を試算する。

銑鉄の輸入実績を第3-7表に示す。

1970年から1974年までの輸入量の平均をとると、年平均12,700tとなる。大多数の小型キュボラの操業の場合には、銑鉄だけを用いている場合が多いので、戻り材の使用を考慮に入れて、銑鉄の使用率を40%とすると、総溶解量は約32,000tとなる。歩留りと不良率を考慮に入れて最終歩留りを60%とすると、製品重量は約19,000tと計算される。

銑鉄の消費量から算出した19,000tと、コークスの消費量から算出した13,000tの平均値16,000tをキュボラによる鋳物の生産量と仮定する。

一方、電気炉により生産されている鋳鉄、鋳鋼の量は、年間約10,000tであることは大

Table 3-7. Importation of Pig Iron

Year	Ton
1963	6,167
1964	3,386
1965	165
1966	36
1967	118
1968	2,664
1969	n.a.
1970	1,295
1971	7,505
1972	25,272
1973	22,325
1974	7,138

体確実である。従って、全生産量は26,000 tと計算される。この数値は第3-5表に示されている27,100 tという数値と近似している。このことは、UNIDOが行った調査の結果がインドネシアの鋳物工業の状態をよく把握しており、その結果は信頼性が高いことを示している。

UNIDOの調査結果による鋳物の年間生産量27,100 tを第3-4表に入れてみても、人口1人当りの鋳物生産量は僅か0.2kg強であり、非常に低い水準にあることがわかる。インドネシア政府が、工業の発展に力を注いでいることを考えれば、鋳物の生産量は伸びるべきであり、また伸びてゆくに違いないが、鋳物工業は機械工業の発展なくしては大きな伸展を期待することはできない。

3.5 メダン周辺地域における鋳物の生産量

メダン市及びその周辺には、鋳物工場が約20工場操業していることは調査によって確認された。これらの工場は規模が何れも零細で、平均月産15 t程度の低品質の鋳鉄を生産している。これらの既存工場による鋳物の生産量は、合計月産300 t、年間3,600 t程度であると考えられる。

調査団は、メダン周辺地域における鋳物の生産状況を調査するため、いくつかの工場を訪問し、代表者と面談し、鋳物生産の状況を観察するとともに、工場の操業に関する経営者の活動、将来の操業に関する経営者の考え方を聴取し、さらに、この地域における原材料、ユーティリティーの調査方法と価格、製品の販売方法と販売価格等についての数多くの情報を入手した。

訪問した工場は下記の通りである。

- P. T. Sumatra Raya Sali
- P. T. Hari Subur & Sons
- P. T. Super Andalas Steel
- P. T. Tenaga Baru
- P. T. Bengkel Gelugur
- P. T. Growth Sumatra

これらの6社は、いずれもメダン地区における代表的な鋳物工場であり、P. T. Sumatra Raya Sari と、P. T. Hari Subur & Sons は、MFCの株主でもある。この2社とP. T. Tenaga Baru 及びP. T. Bengkel Gelugur は、従来通り鋳物の生産を継続しているが、P. T. Super Andalas Steel は、その製品がメダン郊外にあるさらに小さい鋳物工場が生産する安い製品と価格的には競争できないことと、一方には、本業である製缶工場が多忙であるため、自社の鋳物部門の生産を中止している。また、P. T. Growth Sumatra は、この地域では珍しい大型低周波誘導炉を設備しているながら、本業の丸棒圧延工場が多忙で、鋳物工場は自家用の消耗品を少量生産しているに過ぎない。

これらの工場における情報聴取によって、メダン周辺地域における鋳物生産量は、過去10年間ほぼ一定のレベルを保っており、製品の納入先は主としてゴム及びオイルパームのプランテーション内の加工工場であることが確認された。

3.6 MFCの対象となる市場の状況

1975年にUNIDOとインドネシア工業省が実施した調査によれば、第3-2表に示した通り、北部スマトラ地区（Aceh, North Sumatra, Riau, West Sumatra 及びJambiの各州を含む）における鋳物の潜在需要は年間10,900tと推定されている。その内訳は、ポンプ類、ゴム加工機械、パームオイル加工機械、ロードローラー、建設機械、上下水道管とその継手、マンホールカバー、セメント工場部品、ミシン、ディーゼルエンジン部品、ウィンチ、石油用バルブ、天然ガス用バルブ、手押しポンプ、鍋釜等の日用品、自動車修理部品、車輪等多岐にわたっている。

ここに挙げられた製品の中で、ポンプ類、パームオイル加工機械、ロードローラー、建設機械等は、鋳物はその構成材料として大きな比重を占めてはいるものの、他のさらに複雑で高度な技術力を用いて製造される他のコンポーネントが組み込まれて、はじめて機能を発揮するもので、MFCが鋳物素材を生産しても直ちに完成品として販売できるものではない。

このような観点から、UNIDOと工業省が推定した前記の潜在需要を見直し、さらに、過去に行われた前記の“Final Market Survey”を現時点において見直す目的で、調査団は下記の鋳物の消費会社を訪問し、責任者と面談して調査を行った。

P. T. Atmindo (パームオイル工場設備メーカー)

P. J. K. A (インドネシア国有鉄道)

P. T. Sawit Malinda(パーム油精製工場)

P. T. Adei Crumb Rubber Factory (ゴム加工場)

Perkerjaan Umum (公共事業省現場ユニット)

P. T. Indonesia Asahan Aluminium (アルミ精錬)

Gunung Gahapi (丸棒圧延)

その他、ジャカルタ、スラバヤ及びバンドンにおいて下記の工場や組織を訪問して、必要な情報の入手を行った。

P. T. Barata Foundry Gresik (スラバヤファウンドリーセンター)

P. T. Sri Riken Indonesia (パイプ継手)

P. T. Barata Foundry Jakarta (ジャカルタファウンドリーセンター)

P. T. Bakrie-Tubemakers (可鍛鋳鉄継手、自動車部品)

M I D C (金属工業開発センター)

以上の調査の結果も勘案し、調査団は前記のUNIDOが算出した潜在需要量の約50%すなわち5,450 tが、販売可能な単体鋳物の潜在需要であると想定した。

さて、UNIDOと工業省が行った調査の対象地域は、前記のように北部スマトラ地区(Aceh, North Sumatra, Riau, West Sumatra及びJambiの各州を含む)である。MFCの販売活動がカバーできる対象地域は、メダン市を中心とする地域であり、この地域内の鋳物の潜在需要は、北部スマトラ地区の単体鋳物の潜在需要の80%位と考えられる。従って、MFCの対象地域の潜在需要は、年間4,360 tと推定される。

さて、UNIDOと工業省が行った前記の調査は、1975年に行われたものである。MFCのプロジェクトが実現されるとすれば、操業が開始されるのは1984年初めである。メダン周辺地区における鋳物の主要納入先がゴムとパームオイルの加工工場であり、これらの工場の

生産量の伸びは、ゴムとオイルパームの耕地面積が増加しなければ期待できない。従って、ゴムとパームオイルの加工工場の鋳物の需要の伸びは、大きくは期待できない。よって、他の工業の鋳物の需要も入れた全体の需要の伸びは、せいぜい年間5%程度であると考えられる。年間の伸びを5%と仮定すると、前記の1975年における販売可能な単体鋳物の潜在需要4,360tは、1984年には6,760tになるものと計算される。

調査団がメダン周辺の鋳物工場を調査した結果によれば、これら既存の鋳物工場は、MFCが生産を開始しても、鋳物の生産を継続する意志を有している。その生産量の合計は、1981年において年間3,600tと考えられ、1984年には恐らく4,000t位の生産に達していると考えられる。従って、残余の潜在需要は約2,800tと計算される。すなわち、MFCが対象とし得る単体鋳物の潜在需要は、既存工場が供給する量を差引いて、約2,800tであると計算される。

3.7 MFCによる製造が推奨される製品の需要

MFCの生産品目を選定するに当たっては、メダン地区の既存工場が生産しているような品質レベルの製品を考慮外とする必要がある。何故ならば、現在既存工場で生産されている鋳物製品は、その形状が簡単で、材質及び物理的性質の面から見て低品位で、付加価値の低いものが大部分である。このような品質レベルの製品をMFCがどのようにうまく生産しても、製造原価の面で競争できないからである。

次に考慮に入れなければならないことは、ある程度の量がまとまって受注できるような品目を選定しなければならないということである。非常に少量のものを生産すると、その製造原価が高くなってしまふからである。

このような考え方にに基づき、メダン地区における需要（近い将来必ず発生すると考えられる新規需要も含め）のうち、MFCによる製造が推奨される付加価値の高い品目の需要を調査した。その結果を第3-8表に示す。

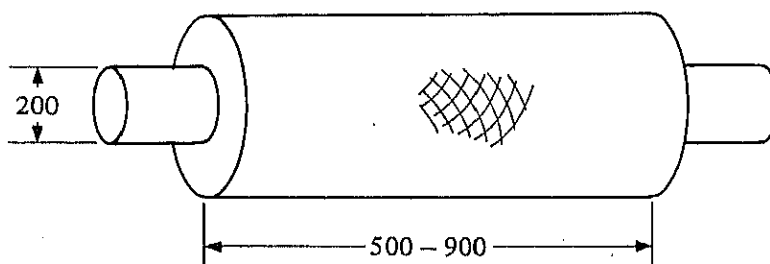
Table 3-8. Demand Analysis

(Dimension Unit: mm)

1. Gray Iron & Alloy Iron Castings

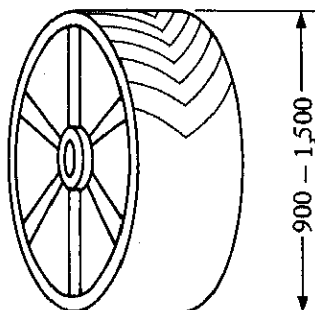
1-1 Rolls for Rubber Mill

Average Unit Weight:	600 kg
Expected Quantity per Month:	40 pcs.
Demand per Month:	24 t
Material:	FC-20/FC-Ni-Cr



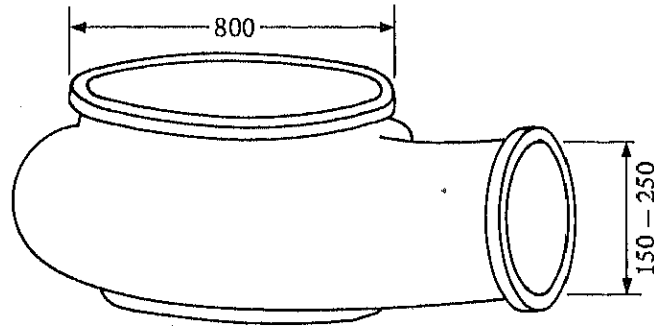
1-2 Helical Gears for Rubber Mill

Average Unit Weight:	350 kg
Expected Quantity per Month:	20 pcs.
Demand per Month:	7 t
Material:	FC-20



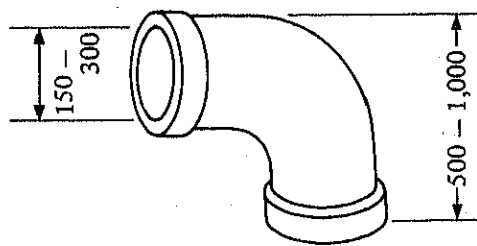
1-3 Pump Casing for Tin Mines

Average Unit Weight: 800 kg
Expected Quantity per Month: 20 pcs.
Demand per Month: 16 t
Material: FC-20



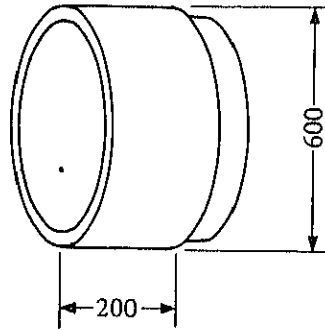
1-4 Soil Pipe Joints and Fittings

Average Unit Weight: 50 kg
Expected Quantity per Month: 80 pcs.
Demand per Month: 4 t
Material: FC-20



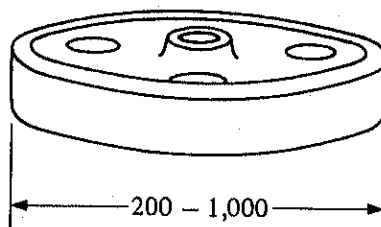
1-5 Brake Drums for Trucks & Buses (for immediate future)

Average Unit Weight: 80 kg
Expected Quantity per Month: 200 pcs.
Demand per Month: 16 t
Material: FC-20



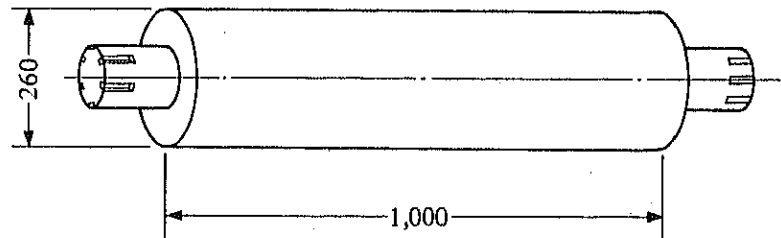
1-6 Fly Wheels for Diesel Engines (for immediate future)

Average Unit Weight: 50 kg
Expected Quantity per Month: 100 pcs.
Demand per Month: 5 t
Material: FC-25



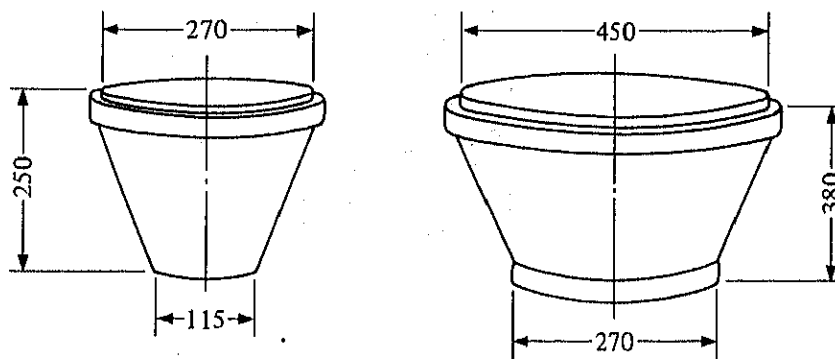
1-7 Rolling Mill Rolls

Average Unit Weight: 400 kg
Expected Quantity per Month: 40 pcs.
Demand per Month: 16 t
Material: FCD alloy (Ductile cast iron)



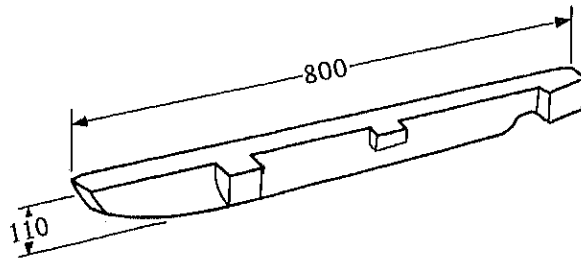
1-8 Hydrocyclone Parts

Average Unit Weight: 30 kg
Expected Quantity per Month: 20 pcs.
Demand per Month: 0.6 t
Material: 27 Cr FC



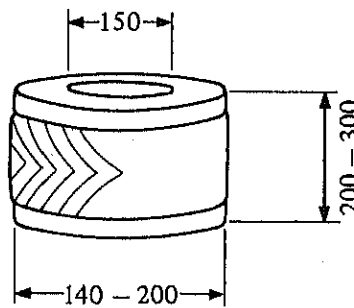
1-9 Roaster Bar

Average Unit Weight: 8 kg
Expected Quantity per Month: 800 pcs.
Demand per Month: 6.4 t
Material: Ni-resist



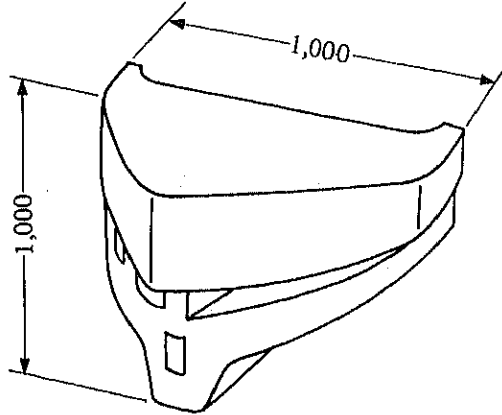
1-10 Clutches & Pinions for Rubber Rolls

Average Unit Weight: 50 kg
Expected Quantity per Month: 120 pcs.
Demand per Month: 6 t
Material: FC-20



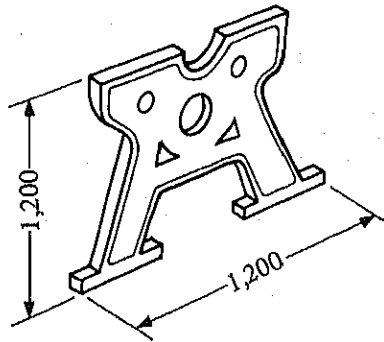
1-11 Counter Weight for Forklifts (for immediate future)

Average Unit Weight:	1,000 kg
Expected Quantity per Month:	20 pcs.
Demand per Month:	20 t
Material:	FC-15



1-12 Rubber Roll Frames

Average Unit Weight:	400 kg
Expected Quantity per Month:	6 pcs.
Demand per Month:	2.4 t
Material:	FC-20

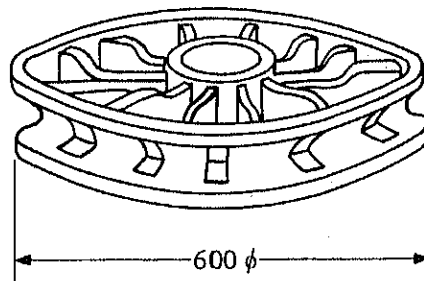


Total Monthly Demand of Cast Iron: 123.4 t (1,480.8 Ton/Y)

2. Plain Carbon Steel & Alloy Steel Castings

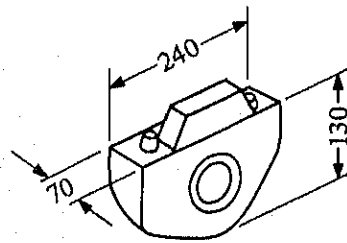
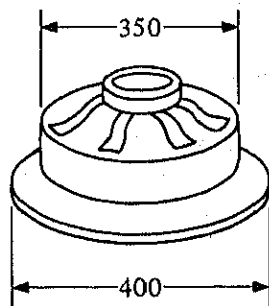
2-1 Sprockets (for immediate future)

Average Unit Weight:	200 kg
Expected Quantity per Month:	40 pcs.
Demand per Month:	8 t
Material:	SC



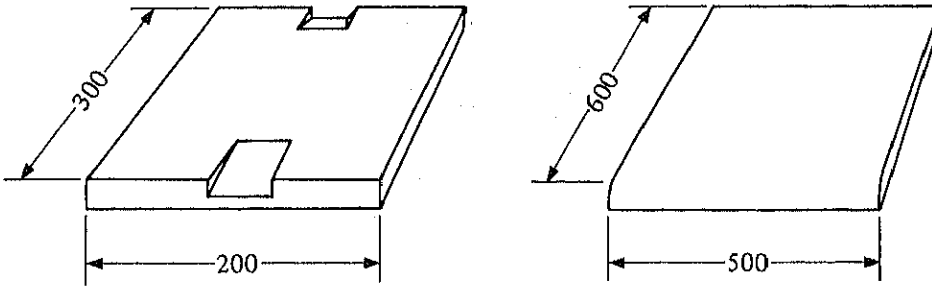
2-2 Wheels and Axle Boxes

Average Unit Weight:	25 kg
Expected Quantity per Month:	350 pcs.
Demand per Month:	8.75 t
Material:	SC



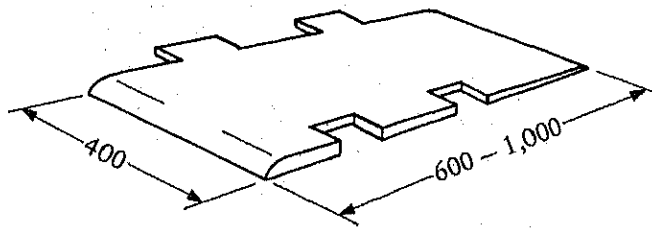
2-3 Cement Mill Liners & Other Liners

Average Unit Weight: 55 kg
Expected Quantity per Month: 80 pcs.
Demand per Month: 4.4 t
Material: SC Mn H



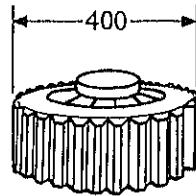
2-4 Truck Pads (for immediate future)

Average Unit Weight: 50 kg
Expected Quantity per Month: 60 pcs.
Demand per Month: 3 t
Material: SC Mn H or Low alloy



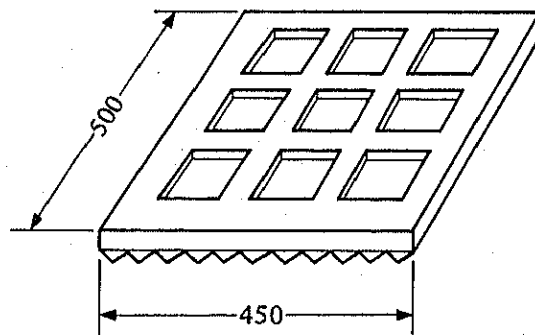
2-5 Various Gears

Average Unit Weight: 50 kg
Expected Quantity per Month: 30 pcs.
Demand per Month: 1.5 t
Material: SC



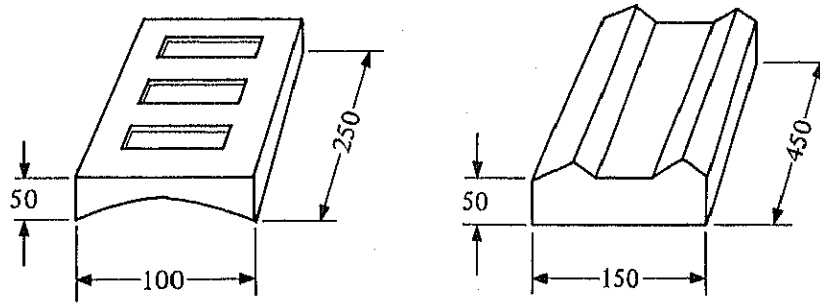
2-6 Jaws for Crushers

Average Unit Weight: 80 kg
Expected Quantity per Month: 15 pcs.
Demand per Month: 1.2 t
Material: SC Mn H



2-7 Hammers for Crushers

Average Unit Weight:	20 kg
Expected Quantity per Month:	80 pcs.
Demand per Month:	1.6 t
Material:	SC Mn H

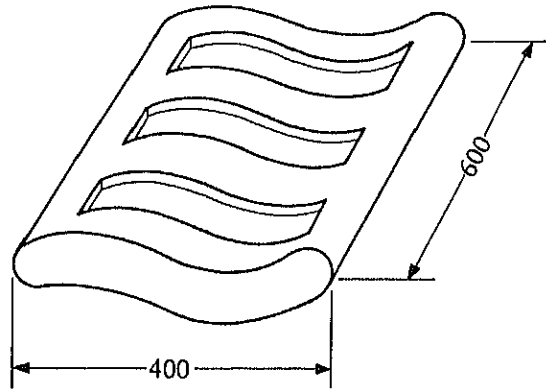


2-8 Rolling Stock Parts

Average Unit Weight:	20 kg
Expected Quantity per Month:	20 pcs.
Demand per Month:	0.4 t
Material:	SC

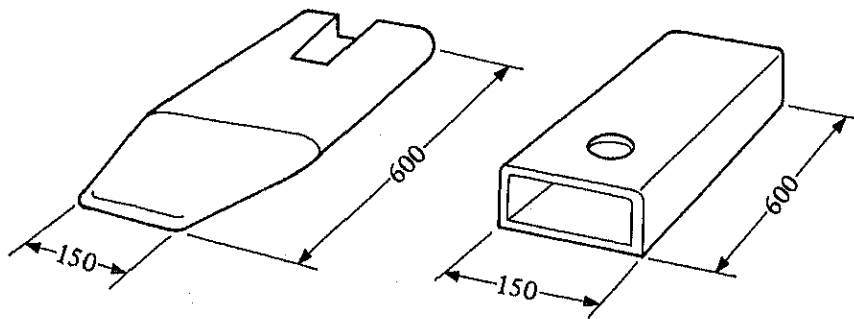
2-9 Toggle Seat for Stone Crusher

Average Unit Weight:	120 kg
Expected Quantity per Month:	15 pcs.
Demand per Month:	1.8 t
Material:	SC Mn H



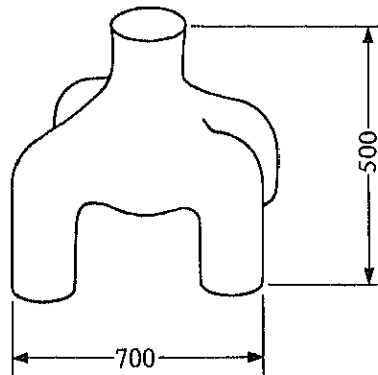
2-10 Teeth & Adapters (for immediate future)

Average Unit Weight:	60 kg
Expected Quantity per Month:	200 pcs.
Demand per Month:	12 t
Material:	Low alloy steel



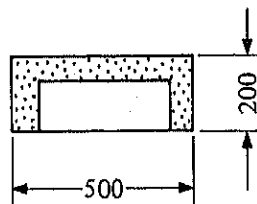
2-11 Electrode Holder for Aluminum Smelting (for immediate future)

Average Unit Weight: 300 kg
Expected Quantity per Month: 20 pcs.
Demand per Month: 6 t
Material: SC



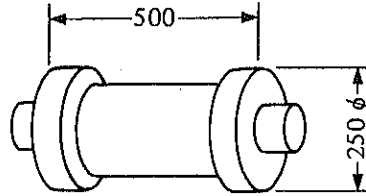
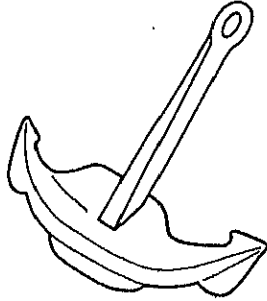
2-12 Piling Heads

Average Unit Weight: 200 kg
Expected Quantity per Month: 15 pcs.
Demand per Month: 3 t
Material: SC



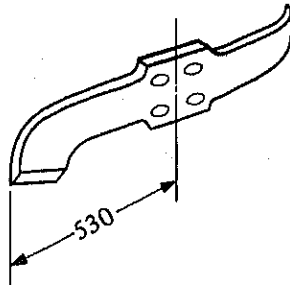
2-13 Anchors & Winch Parts

Average Unit Weight: 500 kg
Expected Quantity per Month: 6 pcs.
Demand per Month: 3 t
Material: SC



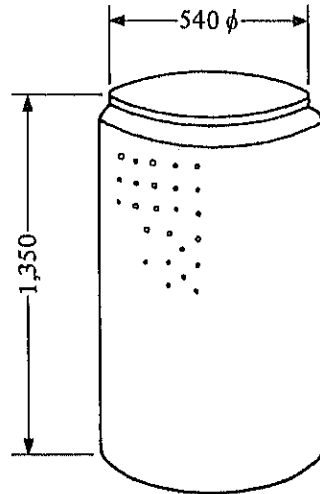
2-14 Digester Blades

Average Unit Weight: 35 kg
Expected Quantity per Month: 100 pcs.
Demand per Month: 3,5 t
Material: Alloy steel



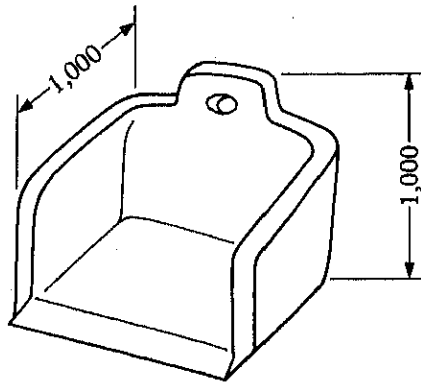
2-15 Press Cage

Average Unit Weight: 750 kg
Expected Quantity per Month: 6 pcs.
Demand per Month: 4.5 t
Material: Alloy steel



2-16 Dredger Buckets

Average Unit Weight: 1,200 kg
Expected Quantity per Month: 20 pcs.
Demand per Month: 24 t
Material: SC Mn H



2-17 Other Miscellaneous Steel Castings

Average Unit Weight:	100 kg
Estimated Quantity per Month:	30 pcs.
Demand per Month:	3 t
Material:	SC

Total Monthly Demand of Cast Iron: 89.65 t (1,075.8 Ton/Y)

第3-8表に示されるように、MFCによる製造が推奨される品目の需要は、鑄鉄1,481 t/Y、鑄鋼1,076 t/Yと計算された。

ここに算出された需要をMFCの生産計画に反映するに当っては、受注率を考慮に入れる必要があり、さらに、ジャカルタ鑄物センター及びスラバヤ鑄物センターの、操業初期における稼働率が低いという実状も参考にする必要はある。

第4章 製品構成，生産規模の選定

第4章 製品構成，生産規模の選定

4.1 製品構成

4.1.1 需要予測結果から想定される販売予測

第3章の結果によれば，材質別製品需要は，年間鋳鉄1,481 t，鋳鋼644 t，ハイマンガ
ン鋳鋼432 tと計算される。しかしながら，消費または需要が直接受注につながるものでな
いことは当然なことで，高度の製造技術を要する鋳物や利用率の悪い製造設備を必要とする
鋳物は，さし当っての生産の対象とすることはできない。また需要企業側が，MFCによっ
て新に製造される鋳物をたとえ購入したとしても，それを実際に使用するための態勢の整備
が遅れることもある。また供給側の販売活動の不足などの理由もあって，需要に対する受注
率をあまり高く期待することはできない。

以上のことを考慮に入れると，現在輸入依存率が高くて価格の高い鋳鋼とハイマンガ
ン鋳鋼製品の受注を優先し，鋳鉄は既存の鋳物工場と競合しないものと，より高度な品質の製品
を選んで受注することが有利である。需要予測の結果から，生産・販売の対象となる鋳物製
品の詳細は後述するが，種々の条件が満たされる場合年間1,200 tの受注が可能であると見
られる。

4.1.2 鋳物の材質と品目の選定

鋳造工場を新設する場合，採算性のよい操業を行うためには必要最少限の設備を設置し，
これを高い稼働率で稼働させることが要件であることはいうまでもないことである。そのた
めには単一材質で一定の大きさの範囲内にある製品を生産対象に選ぶのが得策である。

しかしメダン地区のように鋳物の市場がまだ十分に大きくないところでは，材質を1種類
のみに限定することはできず，鋳鉄，鋳鋼及びハイマンガ
ン鋳鋼の3種類の材質の製品を生
産できる工場を設計することが望ましい。

鋳造品には(1)継手，マンホールのフレームとカバー及びハイマンガ
ン鋳鋼のライナーやク
ラッシャーの歯のような黒皮のまま，または簡単な部分的機械加工によって最終製品となる
もの，(2)数工程の機械加工を行った後に，他の部品と組合わされて完成機械となるもの
がある。(2)の場合には，その完成機械の組立てを行う企業があり，さらにその中間の機械加工
工場があることが前提となる。メダン地区には多量の鋳物を消費する機械製造企業がまだ建
設されていない。錫鉱山用のポンプ・ケーシングは消耗品として多量の需要があるが，現在
はジャワ島の工場や海外から供給されていて，後発の工場がすべての受注を獲得することは
むずかしい。ブレーキ・ドラム，フライ・ホイール，カウンター・ウェイトなどの鋳物部品

も、今後の機械工業の発展につれて需要の増加が期待されるもので、鑄造工場の立ち上がりと同時に多量の受注ができるものでもない。

従って、高度の製造技術を要する型鋼圧延用ダクタイル鑄鉄ロールと、27%クロム鑄鉄製のパーム・オイル採取用のハイドロクロンの部品は、MFCの生産が安定するまでは受注率を20%とし、その他の製品の受注率を40%として、鑄鉄の受注量を年間600tと想定した。

鑄鋼については、国内のメーカーとの競合がない点からみて、受注率を約75%として受注量を年間480tとした。ハイマンガング鋼では需要量が年間288tもあるドレッジャー・バケットについていえば、その数種類のサイズのうち最小のものでも鑄込重量が2t近くになり、この製品の生産のためには過大な容量の溶解炉を設けることが必要になって得策とは言えない。ドレッジャー・バケット以外の他の製品は、大部分がセメント工場や公共事業用の消耗品であるので、安定した受注ができる可能性があり、受注率を80%以上とした。このような計算により受注量の合計は年間1,200tと想定した。

4.2 生産規模の選定

4.2.1 鑄物の生産量と単重

4.1項に述べられた受注想定量をそのまま生産予定量とし、鑄鉄600t、鑄鋼480t、ハイマンガング鋼120t、合計1,200tを年間生産量と想定する。また鑄物の単重は、溶解炉や天井走行クレーンの容量を極力小さく抑えるため、鑄込重量で1t以下とする。これを鑄放し重量に換算すると、製品の形状によって異なるが平均値をとって、鑄鉄700Kg、鑄鋼500Kg、ハイマンガング鋼600Kg未満となる。生産量と製品の単重は設備計画と操業計画の基礎となる数値である。

4.2.2 生産品目の選定

材質別の生産品目を第4-1表、第4-2表及び第4-3表に示す。

Table 4-1. Item of Iron Castings

Name	Average Unit Weight (kg)	Material	Production (Ton/Y)
1. Rolls for Rubber Mill	300	FC 20	72
2. Heralical Gears for Rubber Mill	350	FC 20	42
3. Pump Casing for Tin Mine	800	FC 20	96
4. Soil Pipe Joints & Fittings	50	FC 20	24
5. Brake Drums for Trucks & Buses	80	FC 20	96
6. Fly Wheels for Diesel Engines	50	FC 25	30
7. Mill Rolls	400	FCD alloy	38
8. Hydroclone Parts	30	27 Cr	2
9. Roaster Bars	8	Ni-resist	30
10. Clutches & Pinions for Rubber Rolls	50	FC 20	36
11. Counter Weights	1,000	FC 15	120
12. Rubber Roll Frames	400	FC 20	14
Total			600

Table 4-2. Item of Carbon Steel and Low Alloy Steel Castings

Name	Average Unit Weight (kg)	Material	Production (Ton/Y)
1. Sprockets	200	Carbon Steel	72
2. Wheels & Axleboxes	25	Carbon Steel	79
3. Various Gears	50	Carbon Steel	20
4. Rolling Stock Parts	20	Carbon Steel	5
5. Teeth & Adapters	60	Low Alloy Steel	108
6. Electrode Holders for Aluminum Smelting	300	Carbon Steel	54
7. Piling Heads	200	Carbon Steel	27
8. Anchors & Winch Parts	500	Carbon Steel	28
9. Digester Blades	35	Mn-Cr-Ni Steel	25
10. Press Cages	750	ST 70	35
11. Other Miscellaneous	100	Carbon Steel	27
Total			480

Table 4-3. Item of High Manganese Steel Castings

Name	Average Unit Weight (kg)	Material	Production (Ton/Y)
1. Cement Mill Liners	55	Hi-Mn Steel	44
2. Jaws for Crushers	80	Hi-Mn Steel	12
3. Hammers for Crushers	10 - 30	Hi-Mn Steel	16
4. Toggle Seats	120	Hi-Mn Steel	18
5. Truck Pads	50	Hi-Mn Steel	30
Total			120

4.2.3 生産規模の決定に際して背景となった考え方

生産規模の決定に際しては、次のような考え方が基本となっている。

- 1) 以前に提出されている報告書によれば、メダン地区の鋳物の生産量は鋳鉄が200~300 t/Mで、この量を新設のMFCに肩替りするものとして、鋳鉄の月産を250 tと設定している。しかし、今回の調査では、たとえMFCが発足しても、自社の鋳物の生産を続けるという企業が多く、これらの既存の企業は自ら製造した鋳物素材を機械加工し完成品としたり、あるいはこれら完成品を組込んで組立て、完成した機械を直接ユーザーに販売できるという優位性を持っている。MFCは十分な機械加工と機械の組立て能力を持たないから、これらの企業と競合することはできない。
- 2) 遠心鋳造装置で製造される排水直管は、最近では専門化したため安価に製造できるようになった。このため排水直管の製造は、今回の計画には含まれない。また最近専用機による生産が一般化したマンホール部品が安価にできるようになったので、マンホールカバー、フレームもこの計画から除いてある。多品種でしかも高級な鋳物の製造を目的とするMFCでは、このような鋳物を安く製造することがむずかしい。
- 3) 現在すべて輸入に頼っている鋳鋼及びハイマンガン鋳鋼は、鋳鉄に比べて価格が格段に高い。従って、MFCはこれらの高価な製品の生産に重点を置く計画とする。また鋳鉄の製造について言えば、既存の企業との競合をできるだけ避けるような製品を選ぶのが得策である。この理由により、高品質の鋳鉄の製造を計画することとする。
- 4) 4.1.2項ですでに述べた通り、鋳鋼の需要のうち投資効果の面から一部の製品の製造を諦めるのが有利であると考えて、受注率を設定したため、鋳鋼の製造能力を480 t/Yと

した。

- 5) 高い投資効率を上げる目的のためには、設備の稼働率を高く保つ必要がある。このためには生産設備の規模を合理的な水準に設定せざるを得ない。

設備の内容について言えば、特定の製品のための製造に必要な低稼働率の専用機器は設備せず、汎用性のある製品を製造するための機器を設備する計画を立てる必要がある。

- 6) 初期投資を少く抑える一方、十分な指導を受けて、経営及び生産技術面の実力を付けながら、設備を高稼働率で運転して採算性を高め、その間すべての面における改善を進めることは、この種の工場を新設する場合の合理的な方法である。

このように進めた上で、設備能力が受注量に追いつかなくなったときに、第2期の追加投資を行い設備を拡張することは、この種の工場にとって最も危険の少ない考え方である。市場調査の結果に基づき、また一方では上記の基本的考え方を考慮に入れつつ、生産規模は1,200 t/Yが適当であると決定された。

この生産規模は、受注活動の限度や、メダン地区における機械加工能力を考慮した場合適当であると考えられる。

第5章 プラント・サイトの選定

第5章 プラント・サイトの選定

今回の調査より以前の数回にわたる調査の結果に基づいて、プラントサイトとしては、メダン工業団地が、あらゆる条件において最も適当であると判断されている。今回は本候補地について、総ての必要条件を改めて詳細に検討した。その結果、本工業団地がプラント・サイトとして適当であるとの結論を得た。

5.1 メダン工業団地

地図5-1は本工業団地の地図である。現在80haが工業団地として整地済みである。将来は隣接地を併合して総面積200haに拡張される予定であり、スマトラ島における重要な工業団地として将来の発展が期待される。

本工業団地内には、すでに主要道路ならびに下水道が完備している。現状は広大な原っぱで、中央に団地の管理事務所があり、数名の職員が勤務しているばかりであるが、今後逐次工場が誘致されて建設が行われるものと考えられる。

本工業団地内のどの区画を選択するかは未決定であるが、目下のところは希望通りの選択が可能である。

5.2 工場敷地

工場敷地面積は将来の拡張も考慮に入れて、広いほど良いが、最低で12,000m²は確保されなければならない。工業団地内の主要道路に沿った区画の場合、30年間の借地代はm²当り、Rp. 9,350である。

借地代は5年間の分割払いが可能であるが、その場合頭金は25%で、金利は年15%と決められている。金利が高いので、一括払いの方が有利であると考えられる。従って、本プロジェクトでは全額を一括払いにする計画とする。

団地内は一応整地されてはいるが、整地が不十分であるので、建設時に改めて十分な整地を行う必要がある。

5.3 地質

メダン工業団地は、その設立に当たっての地質調査の結果、重機械装置等の設置に十分耐え得る硬い土層であることが判明した。

本工業団地の地耐力は、本プロジェクトには十分であると考えられる。ただし、重量機器の

掘付けのためにはパイリングを行う必要がある。

5.4 排水

団地内の地下水面は約2メートルであり、この地域で洪水の経験はない。排水は付近の川へ流れ、さらに海へ流れている。団地内の排水溝が完備すれば、雨期においても排水の心配は少いと考えられるが、安全のために盛土によって50cm嵩上げすることとする。

5.5 交通

本工業団地は、地図5-2に示す通り、メダンからベラワン港に至る街道沿いにあり、メダンとベラワンのほぼ中間の地点に位置している。本街道は道幅も広く、かつ比較的良く整備されており、重量物あるいは大きな容積の物の運搬にも何等支障はない。メダン及びその他の地区の需要先への鋳物製品の運搬にも、また原材料あるいは建設時の設備機械等の輸入物資をベラワン港経由で運搬するに際しても何ら問題はなく、交通は至って便利である。

5.6 電力の入手

電力の供給事情については第6章で詳しく述べるが、Persahaan Umum Listrik Negara (PLN)^{*}の電力供給能力に不安はないものと考えられる。送電についても、工業団地の西側の街道に沿ってMaburの変電所がすでに建設されており、20kVの受電が可能である。ただし、変電所から工業団地への送電線は未完成であるので、工場建設開始の時点までに送電可能な状態にしなければならない。

* State Electric Power Co.

5.7 用水の入手

鋳物工場の稼動のためには、電気炉その他の設備の冷却用水として、相当多量の水が使用される。本件に関しても第6章でさらに詳しく述べるが、飲料水供給会社であるPersahaan Air Minum (PAM)^{*}が、工業団地の中に地下水汲み上げ用の深井戸を掘り、動力さえ得られれば用水を供給できる態勢になっている。また団地の近くにあるSungall河からも水を取り入れる方法もある。本工場が必要とする冷却水は、敷地内に貯水池を設置して循環させる予定であるので、必要量の水を確保することには何ら心配はないと考えられる。

電気炉の冷却水について言えば、冷却パイプの故障を防ぐために水質に対する制約がある

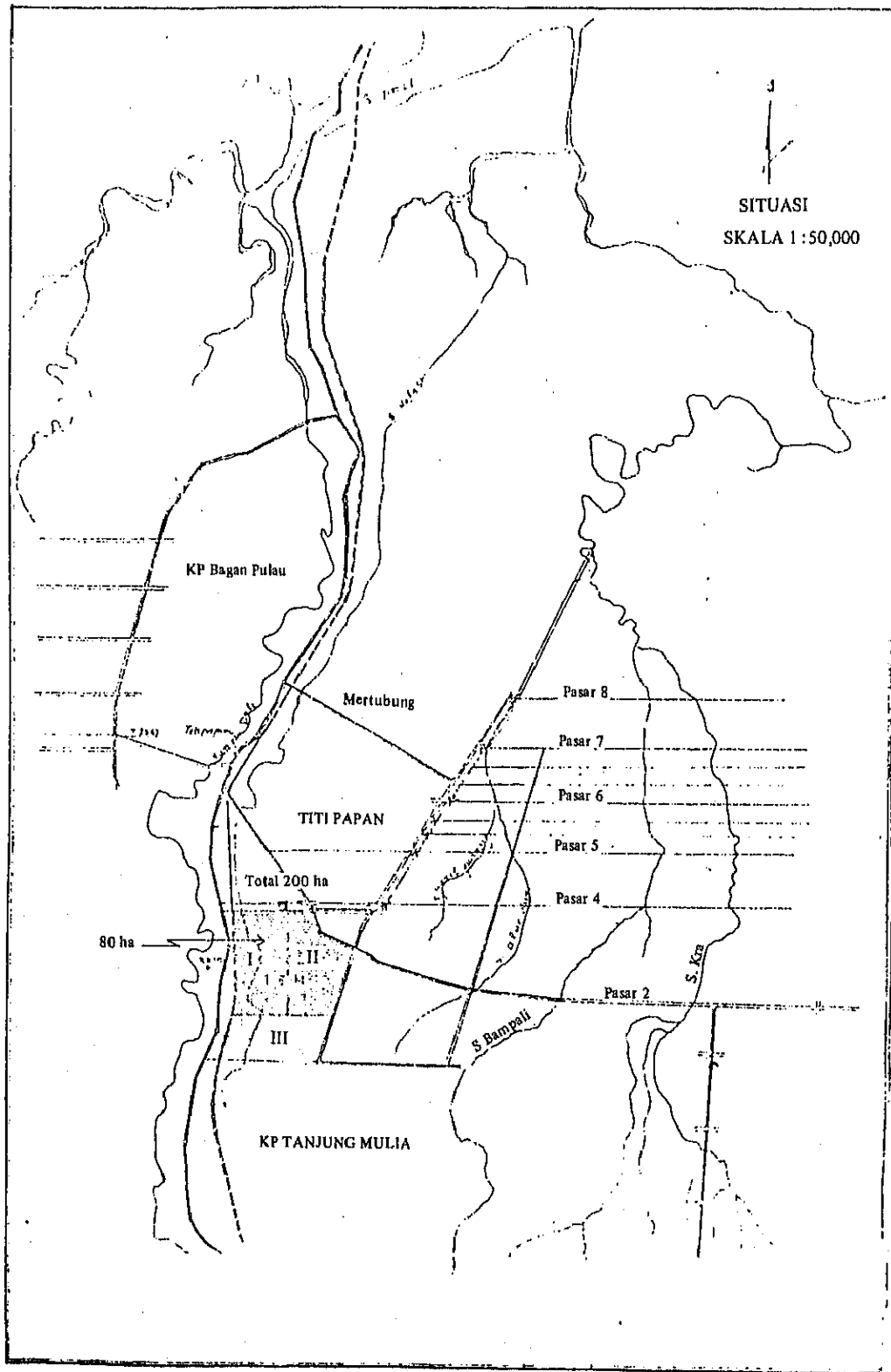
* Drinking Water Co.

が、水質に関してはまだP A Mの調査が行われておらず、今後の調査結果にまたなければなら
ない。

5.8 労働者の確保

熟練工の確保には問題はあるが、プラント・サイトはメダンという大都市の近郊に位置して
いるので、一般の従業員の確保には問題はない。通勤あるいは住宅についても、特に考慮を払
う必要はないと考えられる。

Map. 5-1 Medan Industrial Estate



第6章 原料及びユーティリティ事情

第6章 原料及びユーティリティ事情

6.1 鑄造材料事情の概要

鑄造工業を発展させるためには、鑄物の生産に必要な種々の原料、材料および副資材が容易に入手できなければならない。これらの材料は、無機化学、有機化学、窯業、鉄鋼関連産業、金属精錬、製材工業及び各種の機械工業等から供給される。

一般に先進工業国では中間に販売業者があつて、その流通を円滑にしている。中間の販売業者はユーザーである鑄造工場が希望する材料に関する品質や購入条件をよく検討した上で、最適のメーカーの製品を推薦することができる。材料のメーカーはまた、鑄造業界で使用される材料の傾向をつねに把握して、鑄造業の希望に沿った製品の製造や販売に努力している。

鑄造工業で使用される材料の製造と流通について、上記のような機構ができ上がっている国では、鑄造技術者は勞せずして、材料に関する最新の情報を入手することができ、希望する材料を電話1本で購入することができる。このような広く強力な裾野に支えられた鑄造工業は、製品の品質と生産性の向上により、ますます発展することができる。

インドネシアの鑄物の歴史は古く、ジャワ島のソロ市郊外には、数百年も続いている鑄物の村があり、近くの川砂を使って鑄鉄鑄物を製造しているという例がある。またオランダの支配下にあつた時代に建設された、大型の機械部品製造用の鑄造工場では、現在まで引き続き生産が行われている。現在では古い伝統を持つ工場のみでなく、新しい鑄造工場が各地に設立されている。

しかしながら、鑄造業を中心として見た場合、材料を供給できる関連諸工業のすべてが発達しているとはいえず、裾野が狭いことが認められる。さらに多くの島から成る広い国土を持つことが、たとえ国産の材料を購入しても、その産地が遠い場合、輸送費が高いという不利な条件になることは避け難い。

最近の鑄造技術の進歩により、鑄造工場用の新しい材料が、次々に国際市場に現われるから、これに匹敵するものを国産化するより、必要な材料を輸入に頼るほうが有利な場合がある。インドネシアでは、近代的鑄造工場の操業に必要な材料のうち、国内で生産できるものが限られているため、沢山の種類の材料が輸入されている。砂と鋼くず以外の材料はすべて輸入しているという、ある合弁企業の例が実際に見られた。

6.2 溶解材料

6.2.1 銑鉄

鑄鉄溶解の主原料の一つである銑鉄は、まだ国産されていないから、すべてがオーストラリア、台湾、日本などから輸入されている。銑鉄には製造する鑄鉄鑄物の品種によって、炭素・けい素・マンガン・りん・いおうの含有量の異なるものがあり、工場によって使い分けられる。しかし、国内の大部分の鑄造工場では、普通のねずみ鑄鉄のみを生産しているので、使用する銑鉄の選択は、品質よりも価格によって行われることが多い。いおう成分が非常に低い銑鉄を必要とするダクタイル鑄鉄の生産は、まだ行われておらず、また大部分の工場で材料や溶湯の成分分析が行われていない現状では、きめの細かい銑鉄の種類を使い分けは必要とされていない。

将来、国際的水準の鑄鉄鑄物の生産を目指すためには、銑鉄の品質に大きな関心が払われなければならない。

最近国内で生産が開始されたと聞く、鉄鉱石の直接還元による海綿鉄は、精錬が可能なアーク炉による製鋼用には使用できることは明らかであるが、キューボラや誘導炉の材料として、使用できるか否かは、海綿鉄の性質を調べた上でないと判定し難い。

6.2.2 鋼くず

鋼くずは抗張力が大きく、品質のよい鑄鉄の製造には、技術上からばかりでなく経済的にも欠くことのできないものである。鋼くずのうち、鋼板や型钢のような圧延材のくずは、含有成分にばらつきが少い上に、りんやいおうなどの有害元素が少いので、最適な材料である。その中でも自動車工場や打ち抜きプレス工場で発生する赤さびのない薄鋼板くずは最も好んで用いられ、ジャワ島の工場で実際に使われていることが確認された。

解体された機械・車・船などから集められる鋼くずには、ニッケルやクロムなどの特殊成分を含有するものが混入していることがあるから、選別に留意する必要がある。また屋外に長く放置されて、厚い赤さびのついた薄肉の鋼くずの使用は避けるべきである。

ジャワ島内のみでなく、メダン地区においても、良質な鋼くずが入手可能であり、価格も安く使用上の不安はない。

6.2.3 鑄鉄くず

鑄鉄製造には主原料として、銑鉄、鋼くずおよび戻りくずのほかに、購入鑄鉄くずが配合される。この場合、有害元素を含有しない鑄鉄くずを選ぶことが必要である。キューボラや誘導炉では、有害元素を除去することができないため、有害元素を含有する鑄鉄くずを使用すると、製品の材質を損なうおそれ大きい。品質の明らかな国内発生品の鑄鉄くずを入手することは、現状では不可能に近く、雑多な種類の鑄鉄くずを購入して、個別に分析して成分を調べることも、現実にはできない。高級鑄物の生産を目指すMFCでは、鑄鉄くずの購入は

期待しないほうがよい。この場合には、対策として次のうちいずれかの方法がある。

- 1) コストは上がるが、銑鉄の配合量をふやす。
- 2) 鋼くずの配合量をふやし、加炭材、フェロシリコンおよびフェロマンガンの添加によって成分調整を行う。

6.2.4 合金鉄

合金鉄のうちフェロシリコンとフェロマンガンは、銑鉄及び銑鋼の製造に欠くことのできない材料であり、両者とも日本や台湾などから輸入されている。現在フェロシリコンはSi含有量75%のもの、フェロマンガンは価格の安い高炭素のものが一般に使用されているが、低炭素の特殊銑鋼の製造を行わず、銑鉄、普通銑鋼およびハイマンガン銑鋼の製造を行う場合には、これで十分である。

しかしながら、将来国内の銑物生産量が増加したときには、近隣諸国に比べて、安価で豊富な電力を使用できるという利点を生かして、合金鉄の製造を計画することは興味のあることである。

フェロニッケルはスラベシ産のものが入手できるが、フェロクロムなどその他の合金鉄は輸入品が使われる。

6.2.5 銑物用コークス

インドネシアで最近新設された銑鉄製造用溶解炉には、誘導炉が多く用いられるが、大部分の工場で稼働中の炉はキューボラ、または簡単な構造のこしき炉である。これらの炉に使用されるコークスはすべて、台湾や日本から輸入されている。台湾産の価格の安い燃料用コークスを使っている工場が多く、高品質の銑物用コークスを使っている工場は見当らなかつた。今回の調査では、キューボラの溶解作業を見る機会がなかつたが、発生している銑物の欠陥から判断すると、溶解温度が低いことが欠陥発生の原因であると見受けられた。これはキューボラの構造ばかりでなく、コークスの品質に起因するもので、これに気付いている工場もあつた。MFCの計画ではキューボラは採用されないから、このような問題は起らないが、将来工場を拡張して、銑鉄専用キューボラを新設する場合には、高品質の銑物用コークスの使用は、欠くことのできない要件になる。

6.2.6 その他の溶解用材料

MFCの計画で予定されている、銑鉄、銑鋼およびハイマンガン銑鋼の溶解には、上記の主原料のほか、加炭材、銑鉄用接種剤、さらにはダクマイル銑鉄用黒鉛球状化剤などが用いられる。銑鋼の最終脱酸用に添加されるアルミニウムを除いては、すべて輸入品を使用する計画である。しかし、加炭材については、容易に入手できる安価な木炭を、低周波誘導炉に

よる鑄鉄製造に使用している工場があった。炉内の溶湯上に投入された木炭は、軽いため湯面に浮き、大きな炎を上げて燃焼するので、溶湯の加炭がどの程度の歩留りで行われたかは明らかでない。もし歩留りが悪くても、経済的に引合うならば、木炭の使用は検討の余地がある。

6.3 副資材

6.3.1 造型用砂

インドネシアには鑄物製造に使われるけい砂の産地が数多くあり、鑄造工場は、輸送の便のよい産地の砂を使っている。しかし、これらの砂は SiO_2 含有量が90%前後で、鑄鉄用には十分使用に堪えるが、鑄鋼用には耐火度が不足である。現在のところ、鑄鋼に適した砂は、Bangka 島産のものであり、 SiO_2 99%以上で、鑄鋼用に実用されている。通常、購入されているけい砂は、砂の業者によってふるい分けや水洗が行われたもので、適当な粒度分布に調整された袋入りの乾燥砂である。しかし、この国では天然のままのけい砂が事前処理されることなく出荷される場合もあり、この場合には草の根や木片、貝殻などの夾雑物が混入し、濡れた状態で入荷する場合が多い。当面は、よく管理されたけい砂を、国内で入手することはできないため、入荷した砂は工場内で乾燥・ふるい分け・冷却の工程による処理が必要である。

MFCでは、鑄鉄と鑄鋼に同じ砂を使うため、砂の品質は鑄鋼用に使用できるものでなければならない。従ってBangka 島の砂を使うこととする。Vプロセスに使う砂は、 SiO_2 95%以上で、粒度指数がAFS 90~130の範囲の細かいものが推奨される。ところが、現在インドネシアの2、3の工場で使われているBangka 砂は粒度指数がAFS 65程度である。同じ銘柄の砂でも、産地内の場所によって砂の粒度分布が異なる場合があるから、このプロジェクトが実施される場合は、同島やできればBelitung における産出状況の詳細な調査を行うことが必要である。ただし、Vプロセス以外の自硬性プロセス用の砂と中子用の砂はAFS 65程度の粒度指数のものでよい。

ハイマンガン鑄鋼の肌砂に使うオリピンサンドは、輸入することとする。

6.3.2 フィルム

Vプロセスでは成形用と裏ばり用の2種類のフィルムが使用される。成形用フィルムは、均質で、塑性域での伸び率が大きく、しかもその燃焼時に発生するガスが人体に有害でない性質のものであることが要求される。これらの性質に適合するものとして、さく酸ビニール・エチレンの重合体であるEVAのフィルムが用いられる。フィルムの厚さは0.1 mmが適当

で、100m巻きのロールで輸入される。裏張り用フィルムは加熱成形を行わないため、市販のポリエチレン(PE)フィルムでよいが、輸入品を使うこととする。フィルムの厚さは0.03mmで、ロールの形で入荷する。

入荷したフィルムの保管には、特別な注意が必要である。直射日光を避けて、風通しのよい倉庫に、3段以上は積み上げないように並べて、保管しなければならない。高温の場所に高く積み上げると、ロールに巻いたフィルムが局部的に密着して、展開することが困難になり、成形時の破れの原因になる。

6.3.3 粘結材

造型および中子製作には多くの種類のプロセスが用いられているが、国内で広く採用されているものは、造型用には生型と表面乾燥型であり、中子用にはシェル型とCO₂ガス型である。日本で普及している、フラン自硬性プロセスや水ガラス自硬性プロセス(ダイカルブプロセス)は、それぞれ1工場で採用されているのみである。

これらのプロセスに使用される粘結材の事情について、次に簡単に述べる。

1) ベントナイト

生型に適したベントナイトは、まだ国内で産出しないので、輸入品が使われている。しかし、アメリカ産のナトリウム系のウェスターンベントナイトが、ジャカルタで袋詰の上市販されるようになったので、入手が容易になっている。

2) 粘土

砂の粘結材として古くから使用されている粘土は、国内の各地で産出され、価格も安く容易に入手できる。しかし、品質は産地によって異なるので、用途によって適した粘土を選ぶ必要がある。

3) 水ガラス

水ガラスは鋳物以外の他の工業で多量に用いられており、国産品が使用できる。しかし、厳密に言えば、鋳物用水ガラスには、比重やモル比(Na₂O%/SiO₂%)などの規定があり、国内で市販されている水ガラスに、品種の区別が行われているか否かは不明である。

4) 有機性レジン

フランレジンとフェノールレジンのような有機性レジンは、すべて輸入される。フェノールレジンにはシェル中子用の熱硬化性の粘結材で、小型の量産品に使用される。

有機性レジンには、鋳物の生産性と品種の向上のために、この20年間に各国で広く普及されているものであり、将来この国でも普及されるものと予想される。

6.4 ユーティリティ

6.4.1 電力

国営電力公社 Persahaan Umum Listrik Negara (P L N)はメダン地域への電力供給の主要発電所として Glugur , Titi Kuning , Raya Pasir の発電所を有している。

メダン地区の電力事情は第 6 - 1 表に示す通りである。

Table 6-1. Installed Capacity, Available Capacity and Peak Load

(Unit: kWh)

Name of Power Plant	Type of Power Plant	No. of Unit	Installed Capacity	Available Capacity	Peak Load
Glugur	D, GT	7	49,990	40,560	23,350
Titi Kuning	D	6	24,846	24,000	14,750
Raya Pasir	GT	4	69,092	64,000	17,800
Total	D + GT	17	143,928	128,560	55,900

Source: "Statistics" Apr. 1979 - Mar. 1980
PLN - Region II / North Sumatra

(D = Diesel, GT = Gas Turbine)

P L N は、1 9 8 3 年中に Raya Pasir 発電所に 6 5,0 0.0 kW のガス・タービン発電機を 2 基建設する計画を有しており、また遅くとも 1 9 8 4 年までにアサハン水力発電所とメダン地域とを送電線で結びアサハン・アルミ精錬工場での余剰電力 5 0,0 0.0 kW が供給される計画である。

これに対し、年間 1,2 0 0 t 生産ベースで、メダン鋳物センターが必要とする電力量は第 6 - 2 表に示す通りで、力率、負荷率を考慮しても 2,0 0 0 kVA が確保できればよい。

P L N からの買電に不安がないので、電力は P L N から買電することとする。

Mabur 工業用地の西側に、P L N の Mabur 変電所があり、これから数 km の送電線を引けば 2 0 kV の電気を受けることが可能である。

Table 6-2. Annual Power Consumption Designed for MFC

(Unit: kWh)

	Consumption (Approx.)
Melting	1,808,400
Molding, etc.	840,000
Lighting	86,400
Total	2,734,800

PLNの取り決めによると、送電線接続費用としてkVA当りRp.40,000、検査費用としてkVA当りRp.500が必要であり、これらを投資額として見積っておかねばならない。

PLNの現行の電力料金表を第6-3表に示す。

Table 6-3. National Tariff of Electric Power

	Hour	Rp.	Unit
1. Fixed Charge		1,600	kVA . Month
2. kWh Charge	22:00 - 18:00	15	kWh
	18:00 - 22:00	24	kWh
3. Surcharge		5	kWh

6.4.2 水

MFCが使用する水のうち約60%が冷却水として使用される。このため工場敷地内に貯水池を設け、水を循環使用することにする。

年間1,200t生産ベースでの水の年間使用量は、第6-4表に示す通りである。

メダンの北方14kmに位置する、Industrial Estate Medan 所有のMabur

Table 6-4. Annual Water Consumption

(Unit: m³)

Use	Consumption
Cooling Water (Melting Furnace)	4,320
Cooling Water (Molding Process)	2,160
Cooling Water (Compressor, etc.)	1,080
Water Quenching (High Manganese Steel)	1,200
Others	3,600
Total	12,360

From this table, the daily water consumption can be calculated as 41.2 m³.

工業団地には、Persahaan Air Minum (PAM-Drinking Water Co.)が工業用水供給用に掘った地下水くみ上げ用深井戸がある。

同工業用地には、まだ電気が引込まれていないため、ポンプは設置されていない。このような事情もあり、PAMからこの深井戸の地下水の湧水量に関する資料は得られなかった。しかし、PAMは、1981年中期にこの工業団地内に第2番目の深井戸を掘ることを予定しており、メダン鋳物センターが1日約42tの用水を得ることに問題はないと思われる。

また、PAMは、工業団地内の主要道路に沿って、直径300mmの主給水パイプ網の青写真を完成している。

調査の際、PAMで上記の深井戸の地下水の水質分析資料が入手できなかった。メダン鋳物センターでは、この地下水を冷却水として使用する。この冷却水にカルシウムやシリカ等の不純物が多量に含まれると、トラブルの原因となるので、工場建設前に水質確認が必要である。

PAMはMabur工場用地での用水の料金表を未だ作成していないので、パイプ引込費や水の使用料も不明である。本レポートでは、水の使用料として、メダン市内の料金表を準用して1m³当りRp.250とする。

6.5 まとめ

調査の結果、メダン鋳物センターの生産活動に必要な原材料、用水および電力の入手に関して大きな問題がないことが確認された。

第 7 章 生產方式

第7章 生産方式

7.1 選定された生産方式

製品の単重を溶解炉の容量から算定して、鑄鉄は700kg、鑄鋼は500kg、ハイマンガン鑄鋼は600kgを最大とし、これ以下の鑄物が製造できる設備が計画された。

造型プロセスの選定に当っては、北スマトラにおける熟練工の調達が非常に困難であるということを考慮に入れなければならない。労働力を少なくするためならば、完全自動の高速造型機の採用がよいが、これは単に大量生産にしか向かない。MFCのようなjobbing foundry向けには、Vacuum Sealed Molding Process (Vプロセス)のようなプロセスが推奨される。その理由は、Vプロセスは労働者に帰因する製品の欠陥を最低にし得るし、その他の長所も多いからである。しかしVプロセスのみの採用は、製品の選択の融通性に欠けるので、1,000t/YをVプロセスで、残余の200t/Yを無機自硬性プロセスによって製造する計画とする。

中子の成型には、他の類似プロセスに比べて操作が容易なCO₂プロセスの採用を推奨する。このように成型に2種類のプロセスを用いることは装置と操作を複雑にするが、MFCの場合のように種々の製品を対象とする場合には、避けられないことである。

溶解には容量1tの高周波誘導炉2基と、溶解用と昇温用の2基の電源設備を設けて、前記の2基の電気炉の各々が、ある時は溶解用に、ある時は昇温用に切替えるようにする。1炉は酸性ライニングで鑄鉄用とし、1炉は塩基性ライニングで鑄鋼とハイマンガン鑄鋼用として、2炉を溶解用と昇温用に交互に用いて操業する。なお鑄鉄と鑄鋼(炭素鋼と低合金鋼)は酸性ライニングの炉で溶解可能であるが、ハイマンガン鑄鋼の場合には、酸性ライニングは侵食が大きくて溶解に適しない。また塩基性ライニングで鑄鉄を溶解することは可能であるが、ライニングが酸性のものより高価なので、溶解費が高くなる。

7.2 製造工程図

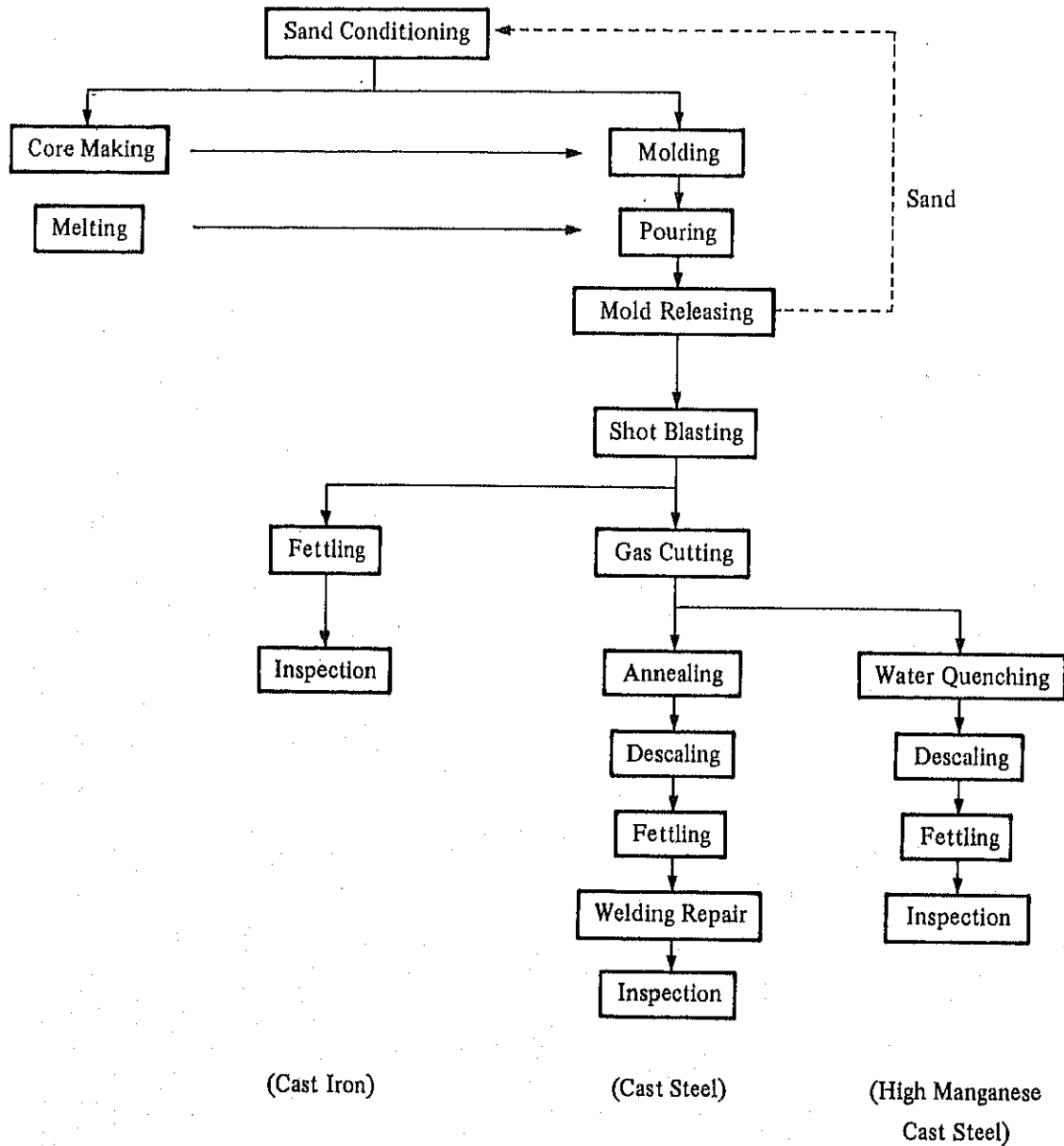
鑄物の製造工程を示すと第7-1図の通りである。

7.3 Vプロセス

7.3.1 Vプロセスの概要

Vプロセスとは“Vacuum Sealed Molding Process”の略称で、1971年日本で発明され、次いで工業的に開発された造型法である。Vプロセスは乾燥した砂のみ

Fig. 7-1. Flow Chart



を用いて粘結材を使用せず，プラスチックフィルムで密閉した鋳型を減圧状態に保つこと
 によって硬化させ，そのままの状態で行い，鋳物を作る方法である。これは鋳造業界
 における画期的な発明で，日本はもとより欧米諸国でも最も新しい造型法として注目を浴び，
 ライセンス契約企業は世界で200社近く，すでに生産に移している工場が多い。

7.3.2 造型法

造型に必要な主要設備名とその用途は次の通りである。

振動テーブル：	砂の充填
吸引ボックス：	パターンプレートの取付け吸引
加熱装置：	成形用フィルムの加熱
金枠：	吸引機構を備えた中空金枠
解枠装置：	砂と製品との分離
砂冷却装置：	解枠後の回収砂の冷却
真空ポンプ：	鋳型と吸引ボックスの減圧吸引
集じん装置：	発じん防止

通気のための多数の細孔をあけた定盤付模型を吸引ボックスの上面にはめ込み、木枠に装着した成形用フィルムを塑性域まで加熱して模型定盤上に置く。同時に吸引ボックスを減圧すると、フィルムと模型表面との間に残った空気が、吸引ボックスを通して吸引されて、フィルムが模型と定盤に密着する。フィルムの表面に揮発性の塗型材をスプレーで塗布し、乾燥後金枠を置き、乾燥したけい砂を入れる。あらかじめ吸引ボックスを載せてある振動テーブルに振動を加えて、金枠内の砂を充填する。次に砂の表面を平坦にならして裏張りフィルムをかぶせ、金枠を吸引して減圧状態にすると、金枠と上下面のフィルムで密閉された鋳型は硬化する。模型側の減圧を切って、金枠を吊り上げることによって容易に型抜きが行われる。

同様な要領で上型と下型とを別に造型し、あらかじめ準備した中子を収めて上下型を合わせて注湯が行われる。溶湯が凝固して適当な温度まで冷却した後、鋳型全体を解枠装置内に搬入して、鋳型の吸引を切ると、砂は崩壊して鋳物と分離される。造型から解枠までの間、鋳型は真空ポンプから配管されたパイプとホースによって吸引を続けられる。

使用済みの砂は介在物の除去後、冷却装置を通して再使用される。

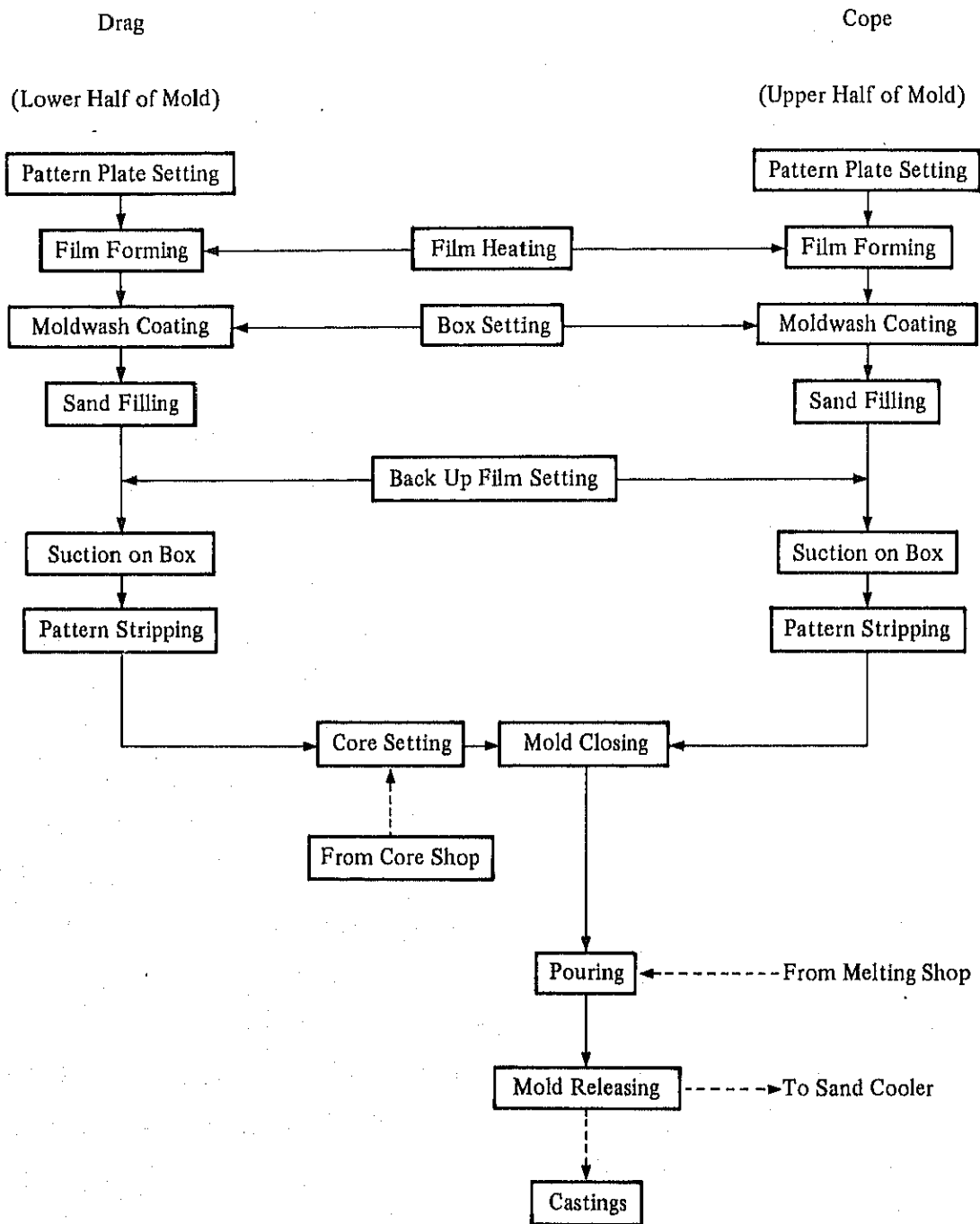
なお鋳型が減圧中その形状を保ち得るのは、鋳型内の砂側とキャビティ側（模型側）との間の圧力差によるもので、注湯中でもキャビティの上部に設けた孔によって、キャビティ内が大気と通じていれば、鋳型は元の形状を保つことができる。

作業順序を第7-2図に要約する。

7.3.3 Vプロセスの特長

- 1) 寸法のばらつきが少く、美しい鋳はだの鋳物ができる。
- 2) 砂は冷却のみによって再使用できる。
- 3) 模型は定盤を必要とするが、木型を使う場合でも砂による木型の損耗や、型抜き時の破損のおそれがないから、長期の使用に堪える。

Fig. 7-2. Sequence of Operation of the V-Process



4) 作業工程が簡単で作業者の習熟が早い。

上記のような長所があり、木型の方案に技術的配慮を払えば、造型が容易でロット生産の鑄物に適した方法である。

7.4 各種製造プロセスの比較

造型用のおもな材料は一般にけい砂であるが、これに添加する粘結材には多くの種類のもので使用され、これによって各種のプロセスの名称がつけられている。MFCの場合、選択の対象として挙げられるプロセスとしては、生型、CO₂ガス型、水ガラス系自硬性型、フラン自硬性型などがある。水ガラス系自硬性型には硬化材の種類によって、金属酸化物と金属塩を使うダイカルシウム・シリケート法（ダイカルプロセス）、フェロシリコン粉末を使うNプロセスその他数種類のものがある。MFCの場合には、砂の管理が容易で、広く使われているダイカルプロセスを採用することとする。

以下造型プロセスの主要なものについて述べる。

7.4.1 生型

生型はベントナイトを粘結材とし、これに石炭粉、デキストリン及び水を添加した砂を、造型機によって造型する方法であり、小物の量産に適している。砂は大部分回収して再使用され、砂費は安い、砂の管理に細心の注意を要する。また同一の砂を鑄鉄、鑄鋼両方の造型に用いることはできず、鑄鋼には別に配合混練したはだ砂を用いなければならない。さらに造型機の容量をこえる大きさの鑄型を手込めで作るときは、高度の造型技術を必要とする。MFCの場合、品種が多岐にわたり量産品がないので、生型の活用は有利でない。

7.4.2 CO₂プロセス

水ガラスとカーボン質の崩壊剤を加えた砂を造型し、炭酸ガスを鑄型に吹き込んで砂を硬化させる方法である。硬化を終了した鑄型は取扱いが容易で、鑄はだのきれいな鑄物が安定して得られる。しかし、炭酸ガスの費用が高いことと、砂の崩壊性がわるくて砂落としと砂の再生に特別な装置を必要とするので、適用範囲が限定される。

しかしながら、このプロセスは砂量の少い中子用には、成形とその後の取扱いが容易なため、今でも広く用いられている。

7.4.3 ダイカルプロセス

砂に水ガラスと硬化剤としてダイカルシウム・シリケートを加えて混練後、砂が硬化を始めるまでに造型する方法である。造型可能な時間は硬化剤の添加量によって調整される。この方法の利点は前述のCO₂プロセスと同様であるが、ガスの吹込みを要しないで、設定された時間で自然に鑄型が硬化するという点が異なる。造型作業も容易で、しかも安定した鑄物ができると、さらに砂代が安いという点から、広く一般に採用されている。

砂の崩壊性を高めるために各種の添加剤が用いられる。MFCの場合、年間200tという少量のサイズの異なる鑄物を生産するのでこのプロセスが適している。また鑄鋼にも同一

プロセスが使用できる。

7.4.4 フラン自硬性プロセス

このプロセスでは砂に粘結剤としてフランレンジ，硬化用触媒としてりん酸またはスルホン酸などの酸を加える。造型時間に合わせて硬化時間が決められる。この方法は，高温における砂の崩壊性がよいことと，再生処理による砂の回収率が高いという利点のために，この10年間に広く使われるようになり，とくに大型の鋳鉄，鋳鋼の製造に適している。この方法は生産性が高いので，徹底した砂の管理を行うことができる工場では，このプロセスの長所が発揮できる。

最も注意を要する点は砂の管理で，混練時の原料砂の温度を一定に保ち，しかも砂が水分を含まないことを要し，添加剤の正確な秤量も必要である。厳密に管理するには，鋳鉄と鋳鋼によって性質の異なる種々のフランや酸を使わなければならない。少量の鋳物の生産のためにこのような厳密な砂の管理を行うことは得策ではない。また注湯時に鋳型から発生するガスの量が多く，これを鋳型の外へ逃がすこと，砂の量を少なくするために製品のサイズに合う金枠を使うことなど，造型上の十分な配慮が必要である。MFCの生産ではこのプロセスを採用することは得策ではない。

7.5 各種溶解炉の比較

鋳鉄と鋳鋼とでは溶解温度，鋳込温度ともに150～200℃の差があり，一般にはこれらの製造には異なる種類の炉が用いられる。一般に広く用いられる炉は，鋳鉄用にはキューボラと低周波誘導炉であり，鋳鋼用にはアーク炉と高周波誘導炉である。しかし，MFCの場合，生産量が少い工場で2種類の炉を設けることは，設備費と操業管理の面でむだが多いため，1種類の炉で鋳鉄と鋳鋼の両方に使えるものが好ましい。次に各種の炉の得失を挙げてあるが，結局本計画では鋳鉄，鋳鋼の両方に使え，操業の容易な高周波誘導炉が選ばれた。

7.5.1 キューボラ

コークスを燃料と加炭材として使う炉で，鋳鉄専用である。直立の円筒状の炉に一定の高さまで入れたコークスを，下方の側面に配置した羽口からの送風によって燃焼させ，上から装入した材料を溶かす。溶けた鉄は，コークス層で過熱されて炉底に溜るが，この間，溶湯が還元雰囲気さらされて酸化が防止できるので，適度の加炭も行われて良質の溶湯が得られる。

しかし，鋳物用の良質のコークスと，適正な炉内への送風ができる構造を持ったキューボラを使うことが，質のよい高温の溶湯を出すための条件である。さらに溶湯の成分は炉内で調

整できないから、装入材料の配合が予め適切に行われなければならない。

7.5.2 低周波誘導炉

商用周波数の電力を投入し、装入材料内に発生する誘導電流によって、材料が加熱、溶解される炉で、るつぼ形とチャンネル形とがあるが、ここでは周囲に水冷銅管を巻いたるつぼ形について述べる。この炉はキューボラのように多量の粉じんを排出しないこと、炉内での成分調整と温度調整が容易に行われるという利点があるため、鑄鉄溶解用にキューボラに代るものとして、広く使われている。

この炉では、小形の冷材は、スタート時に加熱されにくいいため、冷材スタートの場合にはスターティングブロックと称するあらかじめ準備した大形の材料を装入しなければならない。また連続操作中も溶湯の約3分の1を炉内に残し、その上に冷材を装入する必要がある。また投入電力が小さいため、鑄鋼溶解には時間が長くかかり不利である。鑄鉄専用に使われる場合が多く、良質のけい砂による酸性ライニングが施工される場合が多い。

7.5.3 アーク炉

鑄鋼溶解に最も多く使われる炉である。炉の容量は1tから200tまであり、2tから30tの範囲のものが多い。炉ぶたを貫通しておろされた3本の黒鉛電極と装入材料との間にアークを飛ばせて、加熱・溶解するもので、大量の材料を短時間に溶解することができる。

アーク炉は鋼板製の炉殻の内側をクロムれんが、マグネシヤれんが、マグロれんがなどで内張りし、鋼浴部のベッドをライニング材で構築したものである。炉ぶたを旋回移動して、装入バケットの底を開いて、1度に全装入量を炉の上部から投入することができる。溶鋼は炉を傾けることによって、出鋼口を通してとりべに受けられる。

ライニング材にはけい砂を使う酸性ライニングと、マグネシヤまたはドロマイトを使う塩基性ライニングとがある。両者は用途と経済性を考慮して第7-1表のように使い分けられる。

Table 7-1. Characteristics of Acid Lining and Basic Lining

	Acid Lining	Basic Lining
Cost of Material	Low	High
Removal of P.S.	Impossible	Possible
Refining Time	Short	Long
Erosion by Mn	Severe	None

上記のような得失があるので、りん、いおうの含有率の少ない良質の鋼くずが入手できる場合には、ハイマンガン鋼以外の鋳鋼の溶解には酸性ライニングが有利である。一方、良質の鋼くずが入手できない場合およびハイマンガン鋼を溶解する場合には、塩基性ライニングが使用される。アーク炉はすべての鋳鋼溶解に用いられるが、鋳鉄の溶解も可能である。

アーク炉の場合は容量1 t 当り400~500 kVAのトランスを設けることによって、大電流を投入して短時間に溶解が行われる場合が多い。さらに操業初期のアークの不安定の間は、電圧の変動が激しいために、容量の特に大きい受電設備を設けることが必要である。MFCの計画では、電圧変動と受電設備能力の面から考えて、アーク炉の設置は推奨されない。

7.5.4 高周波誘導炉

1) 炉の特性

高周波誘導炉の場合は、大電力を加えて溶解材料内部に熱を発生させるので熱効率が高く、また迅速な昇温と溶解が可能である。誘導炉の原理は次のようである。導体の外周にコイルを巻き、これに交流電流を通すと、導体には電磁誘導作用により、コイル電流と逆方向の誘導電流が流れる。この電流は導体の表面に多く、内部に入るにしたがって少くなるような流れかたをする。溶解材料は導体であるので、自身の抵抗によって発生するジュール熱によって加熱され溶解される。

効率のよい加熱を行うためには、炉の容量と溶解する材料の種類によって、最適の周波数を選ばれる。周波数の選定に際して、必要以上の周波数を使用すると設備費ばかりでなく、運転費も増加し、配線などの損失も増大し、効率が低下する。一般に1~2 tの炉には500~1,000 Hzの周波数が多く用いられる。これらの周波数の炉は、鋳鉄でも効率よく溶解することができる。

溶解された材料すなわち溶湯は、コイル磁束と溶湯中に流れる誘導電流の相互作用により、中心方向に圧縮される力を受け、自動的に攪拌される。溶湯の攪拌力は、周波数と電流密度によって大きく左右され、同一溶解材料の場合は、周波数の低いほど、また電流密度の大きいほど、溶湯の攪拌力や盛り上りの高さが大きな数値になる。

このように高周波誘導炉の基本特性は、周波数、電力、攪拌力の三要素の組合わせによって決定される。鋳鋼と鋳鉄の溶解に使用する炉に供給される電力は、600~1,000 kWの範囲で選定されるが、電力が大きいほど、溶解までに要する時間を短かくすることができる。なお炉の構造図を第7-3図に示す。

2) 設備の概要

高周波誘導炉の設備の構成は次のものからなっている。

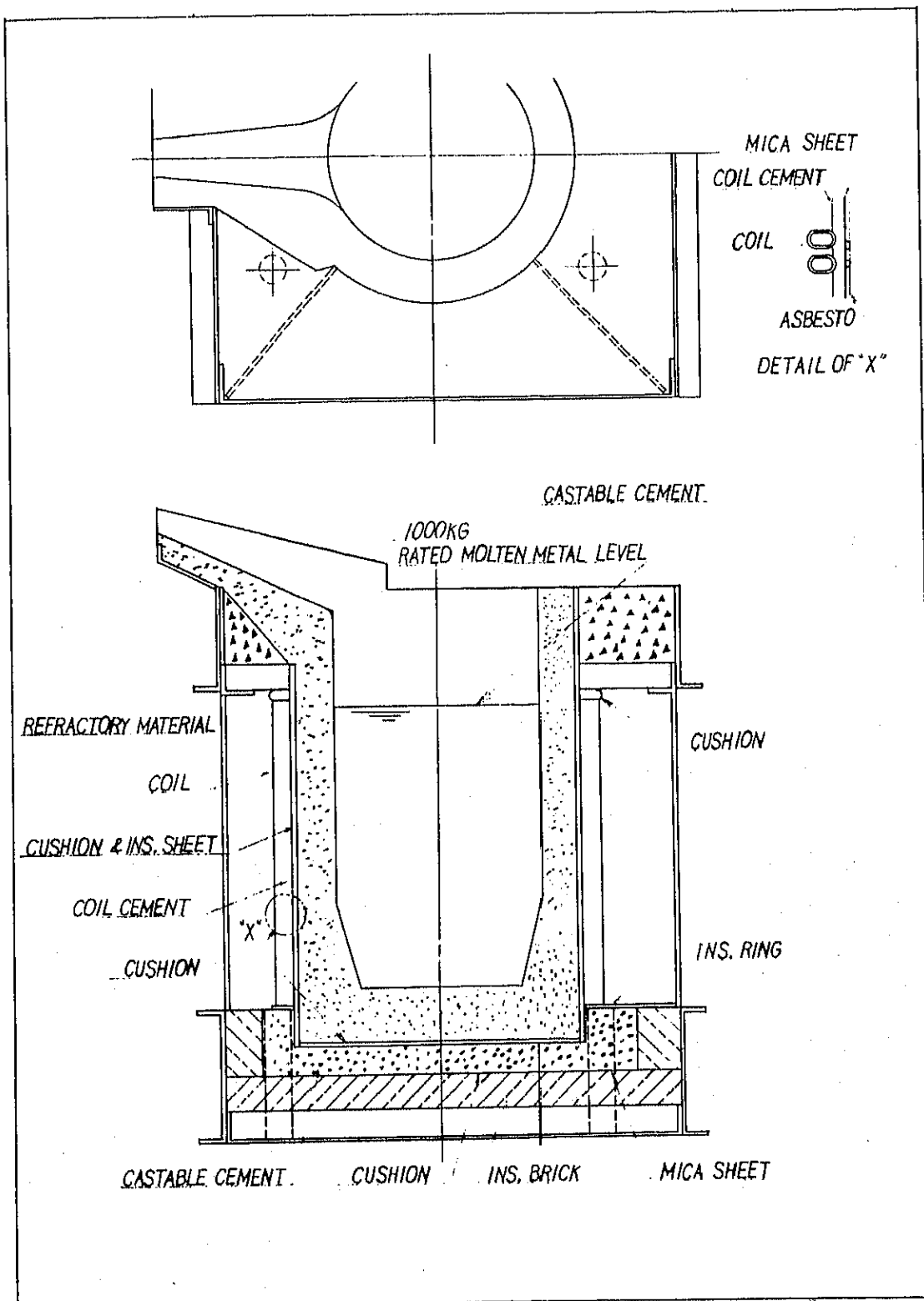


Fig. 7-3. Melting Chamber of High Frequency Furnace

- a) 受電装置
- b) 周波数変換装置(整流器用三相変圧器及びサイリスタ・インバータ)
- c) 高周波制御整合装置
- d) 炉切換え装置
- e) 高周波誘導炉

サイリスタ・コンバータ式周波数変換装置の基本回路図を第7-4図に示す。商用周波数の交流電力を半導体整流器用変圧器により降圧し、サイリスタ整流器で一度直流電力に変換する。直流リアクトルによりそのリップル分を平滑にし、この直流電力をサイリスタインバータによって高周波電力に変換する。

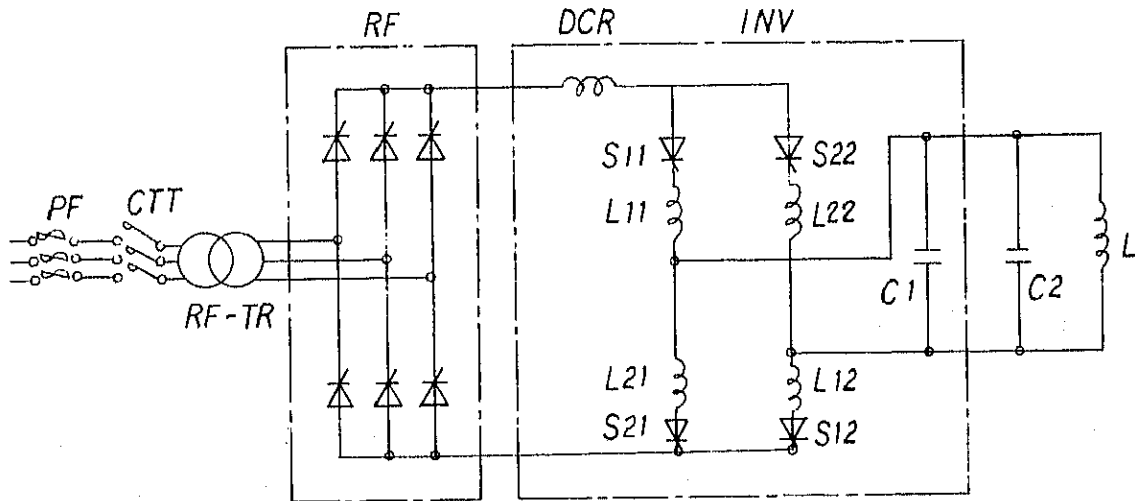
高周波制御整合装置は、設備全体の制御を行う制御盤、電源と炉のインピーダンス整合を行う整合装置、および炉の力率改善用コンデンサ装置よりなっている。整合装置としては、転流コンデンサ、始動装置のほか、必要に応じて昇圧用または降圧用の高周波変圧器と、タップ切換え装置が取り付けられる。また高周波誘導炉は力率がきわめて低いため、コンデンサを使用して、力率を100%近くまで改善する。炉の切換装置は、電源設備に対して炉を切換えるときに使用される。

高周波誘導炉は非磁性金属製炉わく構造になっていて、コイルおよびコイル・サポートを内に納め、炉材などの膨張による炉構造材の変形を上部に逃がすようにしてある。コイルは絶縁処理を施した銅管で、水冷フレキシブルケーブルと連結される。また炉体のコイルのみでなく、サイリスタ等の電気設備に相当量の冷却水が使用されるが、一般に冷却塔と送水ポンプの組合わせにより、水は循環・冷却して再使用される。冷却に用いる水は、ごみや泥などの夾雑物を含まず、スケールやスライムなどを生成させる不純物や有機物を含まず、また金属を腐食、溶解させる不純物が含まれていないことなどが必要である。これらを含む場合には、フィルターの他に処理装置をつける必要がある。

3) 耐火材料

高周波誘導炉の性能や経済性を決定するさまざまな要素のなかで、耐火材料とライニングの築造は最も重要な役割を持っている。耐火材料には高品質の天然けい砂または熔融シリカを主体とする酸性材料と、マグネシアまたはスピネルを主体とする塩基性材料がある。いずれを用いるかは、最高使用温度、溶解する材料の種類、経済性によって決められる。シリカ系の材料は最高使用温度1,650℃、マグネシア系のものは1,800℃が限界である。一般に鋳鉄と炭素鋼鋳鋼の溶解には酸性ライニング、特殊鋼、ハイマンガン鋼及び高

Fig. 7-4. Basic Circuit of Thyristor Frequency Converter



PF:	Power Fuse
CTT:	Magnetic Contactor
RF-TR:	Rectifier Transformer
RF:	Thyristor Rectifier
INV:	Inverter
DCR:	DC Reactor
$S_{11}-S_{22}$:	Inverter Thyristor
$L_{11}-L_{22}$:	Anode Reactor
C_1 :	Current Condenser
C_2 :	Power Factor Condenser
L:	Induction Furnace

温溶解を要する炭素鋼鋳鋼の溶解には、塩基性ライニングが採用される。

ライニングの築造法は水分を使わない乾式法と、水分、けい酸ソーダ、にがりなどを使用する湿式法とに大別される。一般には築炉工数の短縮を重要視する場合は、乾式法が採用され、炉材、消耗材などの費用の軽減に重点を置く場合は、湿式法が利用される。とくに湿式法では、築造後のライニングの乾燥に高度な技術が要求されるために、最近の傾向では乾式法が多く採用されている。

7.6 鋳物の材質別の溶解方法

7.6.1 鋳鉄

ねずみ鋳鉄の溶解温度は、製造される鋳物製品の大きさと肉厚とによって変えられるが、一般に $1,450\sim 1,500^{\circ}\text{C}$ が適当である。本計画では高周波誘導炉2基のうち1基を鋳鉄用として、酸性ライニング材で内張りをする。酸性ライニングの炉では $1,600^{\circ}\text{C}$ までの昇温が可能で、これ以下の温度で溶解する限り、ライニングの急激な損耗のおそれはない。

また、高周波誘導炉では低周波誘導炉に比べて、誘導電流による溶湯の攪拌が激しくないので、空気による酸化の程度が少く、安定した成分の溶湯が得られる。

日本工業規格によれば、ねずみ鋳鉄の材質はFC15、FC20、FC25、FC30などの記号によって分類されている。ここに示される数字は試験片の引張り強さを表わし、たとえばFC20は引張り強さ 20 kg/mm^2 のねずみ鋳鉄を表わすものである。鋳鉄の引張り強さに及ぼす影響が最も大きい成分元素はカーボンとシリコンであるので、出湯前にはこの2元素の含有量を、限定された範囲内に調整しなければならない。さらに鋳鉄は凝固時の冷却速度によって、結晶粒度や析出する黒鉛の大きさが変わり、それによって引張り強さや硬度が変化するから、製品の肉厚によってもカーボン、シリコンの微妙な調整を行う必要がある。また出湯時にフェロシリコンを主成分とする粒状の接種材をとりべに添加することによって、析出する黒鉛の大きさと形状を整え、材質を向上することができる。

次にねずみ鋳鉄より引張り強さが高く、しかも延性の大きい球状黒鉛鋳鉄は、黒鉛の形状を球状にするために、とりべにマグネシウム合金などを袋入した上に受湯して、激しい反応を起こさせて製造したものである。一部のマグネシウムは溶湯中のいおうと化合してMgSとなつて、浮上してドロスになるが、一部は残留マグネシウムとなつて、黒鉛の球状化に役立つ。従つて、マグネシウム合金の添加量を最少限に抑えるためには、元湯のいおう含有量を 0.03% 以下になるよう、炉に装入する銑鉄やスクラップは、いおう含有量の低いものを選ばなければならない。溶湯のいおう含有量が高い場合には、あらかじめ脱硫を行うことす

ら必要となる。

また溶湯のマンガン含有量が高いときは、鑄込みのままでは所定の伸びが得られないので、焼なましによって伸びを向上させる。焼なましをしないで所定の伸びを得るには、マンガン含有量を0.3%以下とすることが推奨される。

7.6.2 鑄鋼

ここでいう鑄鋼とは、炭素鋼と低合金鋼を含めたもので、低合金鋼の場合に所定の合金元素を合金鉄の形で添加することのほかは、溶解方法は両者とも同じと考えてよい。鑄鋼の溶解温度は通常1,600℃～1,680℃の範囲であり、高周波誘導炉の酸性ライニングの常用使用温度限界とされている1,600℃を超えるため、やむを得ない場合のほかは、酸性ライニングの炉を使うことは少い。この理由によって、鑄鋼の溶解には耐火性の優れたマグネシヤ系の塩基性ライニングの炉を用いる。マグネシヤ・ライニングは高温溶解には有利であるが、急激な加熱、冷却を繰り返すとクラックが発生しやすく、湯漏れの原因となるため、ライニングの施工を慎重に行うとともに、出湯後のライニングの急冷を避けるよう、保温の処置が施されることが推奨される。

高周波誘導炉の操業においては装入材料の溶解、成分調整、昇温及び出湯が行われ、材料中の有害元素や水素ガスを除去する精練が行われない。したがって、装入材料の配合に当っては、含有成分が明らかで赤さびのない材料を選ばなければならない。とくに低合金鋼の押湯や湯口の戻りくずは、ガス切断したときに材質別に分類して保管する必要がある。ハイマンガン鑄鋼の溶解法は、溶落後多量のフェロマンガンを投入すること以外は、鑄鋼と同様である。

7.7 鑄仕上げ・熱処理

7.7.1 砂落とし

注湯の際に鑄物に付着した砂は、ハンガータイプのショット・ブラスト装置内で、インペラにより投射される高速の鋼粒によって除去される。この場合、集じん装置のバグフィルターを焼損させないため、鑄造品は100℃以下まで冷却してからショット・ブラスト装置内へ装入される。ショット・ブラストで除去されない中子砂は、ニューマティック・ハンマーにより除去される。

7.7.2 湯口、押湯の切断

鑄鉄の湯口、押湯はハンマーで叩き落とすことができるが、鑄鋼は酸素、プロパンガス、トーチによって切断される。鑄鋼品の切断跡の仕上げには、生産性のよい利点があるので、多

くの場合にアーケアブラストが使用される。ハイマンガン鋳鋼品の切断面には、場合によっては微小なクラックが生ずることがあるため、常温で切断する場合には、切り株を少し残すことも行われる。また大きな押湯を切断するときには、予熱を行うか、または熱処理後に切断することもある。

7.7.3 グラインダー仕上げ

鋳鉄品はグラインダーによって、切断跡や鋳張りの折り跡の仕上げが行われる。グラインダーには固定式、懸垂式、手持式などの種類があり、製品の大きさや仕上げ部分によって使い分けられる。

7.7.4 熱処理

炭素鋼および低合金鋼の製造には焼なまし、または焼ならしが行われる。とくに低合金鋼で機械的性質や硬さの規格の厳しいものは、必要に応じて、焼ならし後の焼もどしが行われる。焼なましは900～920℃に加熱・保持した後に炉中で冷却する熱処理であり、焼ならしは同じ温度で保持した後に、炉から出して大気中で冷却する方法である。焼ならしを施行すると、焼なましを行った場合より高い強度と硬度が得られる。これらの熱処理を行うことによって、強度はあまり変りないが、大きな伸びの向上が得られる。

ハイマンガン鋳鋼の熱処理は、1,000～1,100℃に加熱・保持の後、水中で急冷する方法がとられる。この材質の鋳物は鋳込みのままでは、硬くてもろいマルテンサイト組織であるが、加熱状態で得られたオーステナイト組織を、水冷によってそのまま残すようにすれば、耐摩耗性が与えられる。

MFCの計画では、上記の各種の熱処理を1基の熱処理炉で使い分けることにしている。したがって、熱処理炉のバーナーの能力と耐火レンガの材質は、1,100℃の加熱に耐えるものとする。

7.7.5 スケール除去

熱処理を終った鋳鋼品は、表面に付着したスケールを除去するために、ふたたびショットブラストにかけられる。その後のグラインダー仕上げは、鋳鉄の場合と同様である。

7.8 品質管理

国内のユーザーの要望にこたえるのみでなく、将来の輸出を促進するためにも、国際規格に対応できる品質の製品を製造できるよう、品質管理を取入れることを推奨する。生産設備を稼働し、入荷した材料を使って製品を作るだけでは、安定した良品を得ることはできない。使用するすべての材料の品質、工程ごとの作業法、溶解および注湯温度、熱処理方法等についても、

また製品についても検査法の基準を決め、実施の結果を記録して、管理することが望ましい。

しかしながら、これらすべてのことを直ちに行うことは不可能である。

操業開始当初は、このうち最も重要な次の項目を測定・検査することとする。

なお下記の測定のための装置は、本計画では研究室用装置として見積られている。

砂試験

成分分析

溶湯温度測定

炉前迅速分析

機械的性質・硬度測定

表面欠陥検出

顕微鏡試験

その他に木型と製品の寸法測定を行うことは当然である。

