

国際協力事業団
オマーン国商工省

オマーン国

還元製鉄所関連施設建設計画調査

ファイナルレポート

要 約

JICA LIBRARY



1999年2月

株式会社神戸製鋼所
日本鋼管株式会社

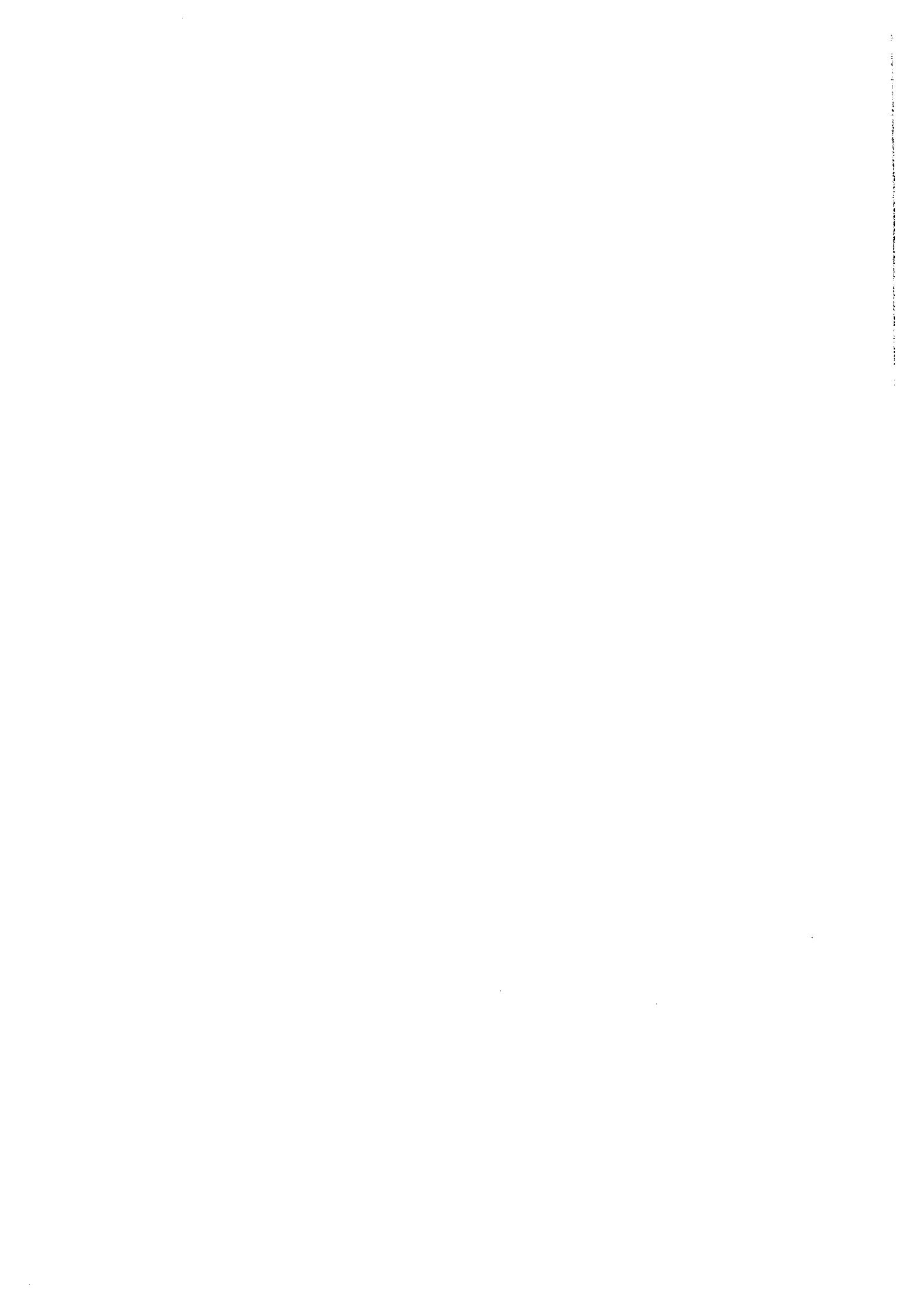
絨調工
99-005

オマーン国
還元製鉄所関連施設建設計画調査
ファイナルレポート
要約

1999年2月

310
664
MPI
BRARY
99-005





国際協力事業団
オマーン国商工省

オマーン国

還元製鉄所関連施設建設計画調査

ファイナルレポート

要 約

1999年2月

株式会社神戸製鋼所
日本鋼管株式会社



1148325 (2)

目次

第1章	緒論
1-1	調査の経緯
1-2	調査団員の構成
1-3	主要訪問先および面談者
1-4	製鉄所立地選定
第2章	調査の目的と日程
2-1	調査目的
2-2	調査日程
第3章	マクロ経済と産業政策
3-1	マクロ経済の現状
3-2	社会環境の現状
3-3	産業部門別現状と政策
3-4	国内の開発計画
第4章	市場調査
4-1	オマーン国の鉄鋼需要の現状
4-1-1	鉄鋼内需の現状
4-1-2	品種別部門別の現状
4-1-3	オマーン国の鉄鋼市場の特殊性
4-2	オマーン国の鉄鋼生産の現状
4-3	オマーン国の鉄鋼需給予測
4-3-1	鉄鋼需要予測方法
4-3-2	鉄鋼需要予測
4-3-3	鉄鋼供給予測
4-3-4	鉄鋼需給バランス予測
4-3-5	国内市場調査による生産品目の選定
4-4	国際鉄鋼市場の現状と将来見通し
4-4-1	国際鉄鋼市場の現状
4-4-2	国際鉄鋼市場の今後の見通し
4-4-3	オマーン国周辺地域の輸出市場における今後の優位品種
4-5	棒鋼の市場価格

	4-6	オマーン国の棒鋼のターゲット市場
	4-6-1	国内のターゲット市場
	4-6-2	輸出のターゲット市場
第5章		製鉄所の概念設計
	5-1	最適生産規模
	5-2	製品構成
	5-3	マテリアルフロー
	5-4	工場用地およびインフラストラクチャ
	5-5	レイアウト
	5-6	エネルギーおよびユーティリティ消費量
第6章		製鉄所の適用技術
	6-1	原料搬送設備
	6-2	直接還元鉄工場
	6-3	製鋼工場
	6-4	棒鋼圧延工場
	6-5	石灰焼成工場
	6-5-1	概要
	6-5-2	基本設計
	6-6	電力および受配電設備
	6-6-1	概要
	6-6-2	基本設計
	6-6-3	図面リスト
	6-7	ユーティリティ
	6-8	保全工場
	6-9	分析・検査設備
	6-10	構内輸送設備
	6-10-1	概要
	6-11	管理施設
	6-12	土木建築
第7章		インフラストラクチャの現状と将来計画
	7-1	港湾
	7-2	道路

	7-3	電力供給
	7-4	用水
	7-5	天然ガス
	7-6	通信設備
第8章		インフラストラクチャおよびユーティリティの概念設計
	8-1	港湾設備
	8-1-1	港湾
	8-1-2	岸壁および荷役設備
	8-2	道路
	8-3	電力供給
	8-3-1	必要電力
	8-3-2	発電プラントの概念設計
	8-4	用水の供給
	8-5	天然ガス供給
	8-6	インフラストラクチャの実施計画
第9章		製鉄所用地の現状
	9-1	製鉄所予定地と自然条件
	9-1-1	予定地
	9-1-2	自然条件
	9-1-3	用地造成
	9-2	社会的条件
第10章		原料
第11章		実施計画
	11-1	プロジェクトスケジュール
	11-2	事業会社の設立
	11-2-1	事業会社の役割と機能
	11-2-2	事業会社の出資者構成
	11-3	組織と要員
第12章		環境評価
	12-1	現在の環境状況

	12-2	還元製鉄所の環境対策
	12-3	環境評価
第13章		設備投資額の算定
	13-1	算定根拠
第14章		生産コストの算定
	14-1	原価計算方法
	14-2	年度コストの算定
	14-2-1	算定根拠
	14-2-2	原材料コスト
	14-2-3	ユーティリティーのコスト
	14-2-4	労務費
	14-2-5	保全・修理コスト
	14-2-6	設備償却費
	14-2-7	販売及び一般管理費
	14-3	生産計画
	14-3-1	生産計画
第15章		財務分析
	15-1	財務分析の前提条件
	15-1-1	財務分析対象期間（プロジェクトライフ）
	15-1-2	資金の使途と資金の調達
	15-1-3	販売計画
	15-1-4	販売及び一般管理費
	15-1-5	法人所得税
	15-2	財務諸表の分析と評価
	15-2-1	財務諸表の分析と評価の前提
	15-2-2	財務諸表
	15-2-3	内部収益率（IRR）
	15-2-4	感度分析
	15-3	補足スタディー
	15-3-1	オリジナル ケース
	15-3-2	自家発電のオルタナティブケース
	15-3-3	ベースケースに於けるオブティマムシナリオ

第16章 国民経済分析

第17章 結論および提言

APPENDIX

Appendix A4-1 Ranges and Limits of Steel Products and Regions

CONTENTS OF FIGURES

- Figure 4-3-1 Development and Theoretical Figures of Steel Consumption in Oman
- Figure 4-4-1 Map of Countries around Oman
- Figure 4-5-1 Trend of Bar Price in 1991 - 1997
-
- Figure 5-1-1 Process Flow of the Steel Complex
- Figure 5-3-1 The Steel Complex Material Flow and Balance Sheet
- Figure 5-4-1 General Layout of Port Facilities
- Figure 5-4-2 Sohar New Port Plan and the Steel Complex Site
- Figure 5-5-1 General Layout of the Steel Complex
-
- Figure 6-2-1 General Layout of the Direct Reduction Plant
- Figure 6-3-1 General Layout of the Steel Making Plant
- Figure 6-4-1 General Layout of Bar Rolling Mill
- Figure 6-6-1 Single Line Diagram for 132 kV and 33kV System
- Figure 6-6-2 Layout of Sub-staion
-
- Figure 7-1-1 Proposed Site Location
-
- Figure 8-1-1 Berth Arrangement Plan
- Figure 8-1-2 Typical Section of Raw Material Berth
- Figure 8-1-3 Typical Section of Product Berth
- Figure 8-3-1 Basic Configuration of Combined Cycle Power Plant
- Figure 8-3-2 Single Line Diagram for Combined Cycle Power Plant
- Figure 8-3-3 General Arrangement of Combined Power Plant
- Figure 8-3-4 Proposed Location of Power Plant for the Steel Complex
- Figure 8-6-1 Infrastructure Implementation Schedule
-
- Figure 11-1-1 Ovreall Implementation Schedule
-
- Figure 11-3-1 Organization Chart

CONTENTS OF TABLES

Table 3-1-1	GDP, Foreign Trade and Public Finance in Oman in 1991-1997
Table 3-3-1	Industrial Production by Sector
Table 3-4-1	Balance of GDP and its Uses during Fifth Five-Year Plan (1996-2000)
Table 4-1-1	Demand for Steel Products in Oman
Table 4-1-2	Estimation of Present Steel Consumption by Product and by Consumption Sector in Oman
Table 4-3-1	Forecast of GDP in 2000 and 2010 in Oman
Table 4-3-2	Final Forecast of Steel Consumption by Product
Table 4-3-3	Forecast of Steel Balance by Product
Table 4-4-1	Imports of Steel Products in 1991 - 1996 in World by Region
Table 4-4-2	Demand Forecast of Steel Products in 2000 and 2005 World-wide
Table 4-4-3	Production, Demand and Imports of Steel in GCC 5
Table 4-4-4	Future Planned Steel Projects in GCC Countries
Table 4-6-1	Delivery of Bars for Domestic and Export Markets under this Project
Table 4-6-2	Imports of Steel Bar and Wire Rod in Countries around Oman and Exports of Steel Bar from Oman
Table 5-4-1	Waste Disposed Outside the Steel Complex
Table 5-6-1	Electric Power Energy Consumption of Major Plants/Facilities
Table 5-6-2	Natural Gas Energy Consumption of Major Plants/Facilities
Table 5-6-3	Water Consumption
Table 6-2-1	Comparison of the Representative Process
Table 6-4-1	Size-wise Product Mix of BRM
Table 6-6-1	Estimated Power Demand for the Steel Complex
Table 7-3-1	After Modification by actual Data -1997
Table 7-5-1	Historical Production and Utilization of Non-associated Gas
Table 7-5-2	Demand Forecast of Natural Gas
Table 8-1-1	Cargo Volume of the Raw Material
Table 8-1-2	Cargo Volume of the Products
Table 8-1-3	Berth Occupancy Rate

Table 8-3-1	Emergency Fuel (Distillate Oil) Data
Table 8-4-1	Sea Water Analysis in Sohar
Table 8-4-2	Main Specification of Desalination Plant
Table 8-5-1	Required Quantity and Quality of Natural Gas for Steel Complex
Table 10-1-1	Main Raw Materials for the Steel Complex
Table 11-3-1	Manpower Requirement
Table 12-1-1	Estimated Air Emission Data
Table 12-1-2	Estimated Noise Levels
Table 12-2-1	Estimated Discharged Waste Water
Table 12-3-1	Evaluation
Table 13-1-1	Breakdown of the Capital Investment
Table 14-2-1	Unit Prices of Raw Materials and Supplies
Table 14-2-2	Production Yield and Unit Consumption
Table 14-2-3	Energy Cost in the GCC Countries and Other Oil-producing Counties
Table 14-2-4	Annual Labour Cost for the Steel Complex
Table 14-3-1	Production Plan
Table 15-1-1	Capital Investment
Table 15-1-2	Total Investment Cost
Table 15-1-3	Schedule of Fund Raising and Demand
Table 15-1-4	Sales Plan (Country-wise Sales Quantity)
Table 15-1-5	Domestic Sales Plan (Area-wise Sales Quantity)
Table 15-1-6	Sales Plan
Table 15-2-1	Cost of Products per Ton
Table 15-3-1	Sales Plan (Optimum Scenario)

ACRONYMS AND ABBREVIATION

Organization

ISI	International Iron and Steel Institute
JICA	Japan International Cooperation Agency
MOC	Ministry of Communications
MOCI	Ministry of Commerce and Industry
MOEW	Ministry of Electricity and Water
MOFA	Ministry of Foreign Affairs
MOF	Ministry of Finance
MOHE	Ministry of Higher Education
MOHL	Ministry of Health
MOHO	Ministry of Housing
MONE	Ministry of National Economy
MOOG	Ministry of Oil and Gas
MORE	Ministry of Regional Municipalities and Environment
MOSL	Ministry of Social Affairs and Labor
NFPA	National Fire Protection Association
PDO	Petroleum Development Oman LLC
WHO	World Health Organization

Position

CB	Chairman of Board
DGM	Deputy General Manager
GM	General Manager
MD	Managing Director

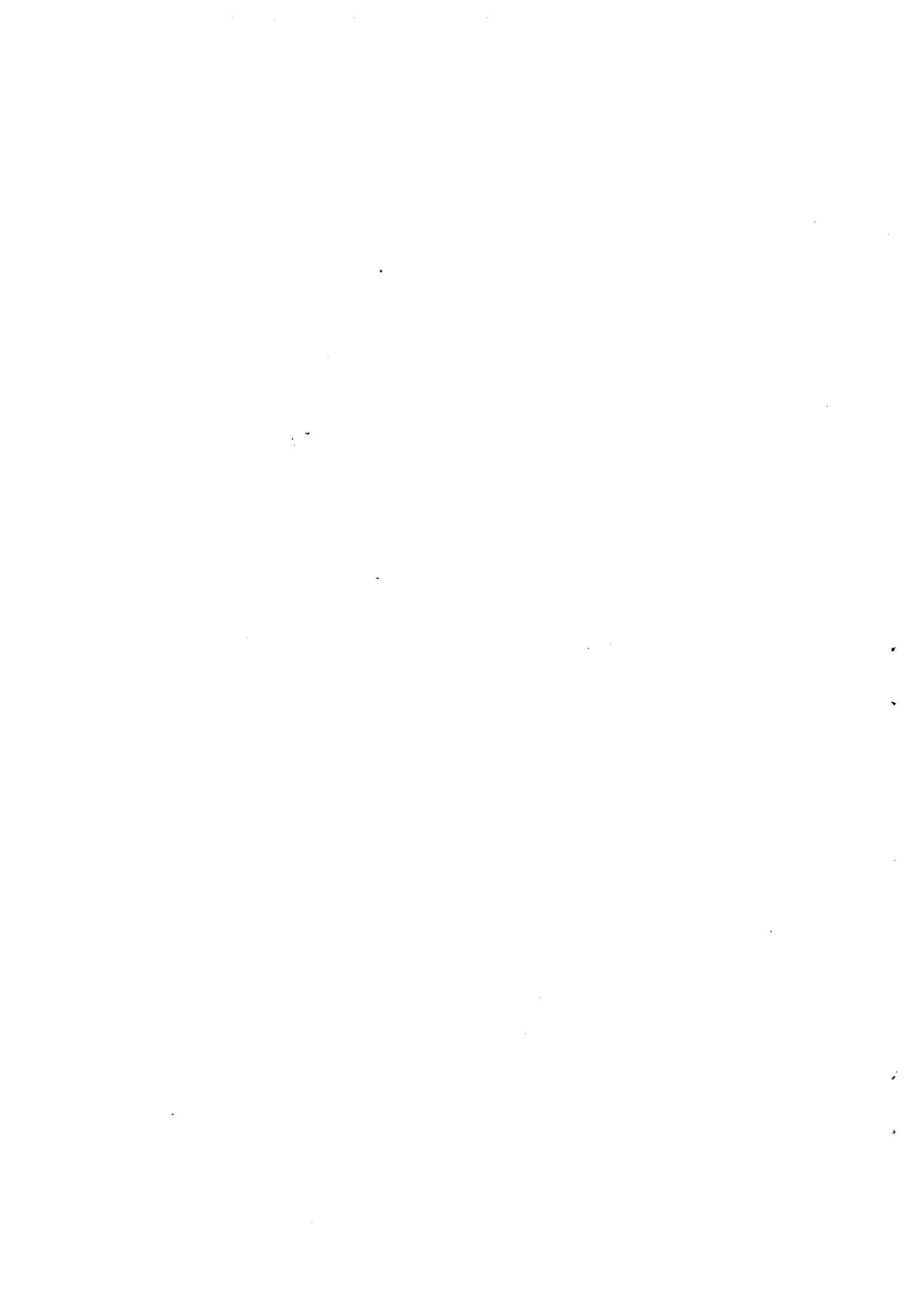
Unit (Measurement)

MIGPD	Million Imperial Gallon Per Day
Mpa	Megapascal = 10 bar = 10.1972 kgf/cm ²
NTU	National Turbidity Unit
ppm	parts per million
dB	decibel
MMBTU	Million BTU(British Thermal Unit)
DWT	Dead Weight Ton
RO.	Rial Omani
scf/d	Standard cubic feet per day
TCF(tcF)	Trillion Cubic Feet

Major Technical Terms

AI	Analysis and Inspection Facilities
AC	Alternating Current
BOD	Biochemical Oxygen Demand
DC	Direct Current
DCF	Discounted Casting Machine
DCW	Direct Cooling Water
DR	Direct Reduction
DRI	Direct Reduction Iron
EIA	Environmental Impact Assessment
EIS	Environmental Impact Statement
FES	Fume Extraction System
FPC	Flicker and Power Factor Compensator
GT	Gas Turbine
GIS	Gas Insulated Switchgear
GPT	Ground Potential Transformer
HBI	Hot Briquetted Iron
HHF	High Harmonic Filters
HHV	High Heat Value
HRSR	Heat Recovery Steam Turbine
ICW	Indirect Cooling Water
IRR	Internal Rate of Return
LA	Lightning Arrester
LF	Ladle Furnace
LHV	Low Heat Value
NGR	Neutral Grounding Resister
ONAF	Oil Natural Air Force
ONAN	Oil Natural Air Natural
OJT	On-the Job Training
RO	Reverse Osmosis
SFC	Static Flicker Compensator
SC	Static Capacitor
SS	Suspended Solid
ST	Steam Turbine
SVC	Static Var Compensator
TDS	Total Dissolved Solid

TR	Transformer
TSP	Total Suspended Particulates
TSW	Treated Sewerage Water
UPS	Uninterruptive Power Source
WTS	Water Treatment Station



第1章 緒論

1-1 調査の経緯

オマーンは、国の長期ビジョン“OMAN 2020”構想の下、社会経済開発を積極的に進めている。“OMAN 2020”の最大の狙いは、国の経済構造を長期的に脱石油化の方向に舵をとり、その核として製造業を拡大することである。現在進行中の第5次5カ年計画のもと、オマーン政府は豊富な天然ガス資源を利用して将来の基幹産業として、製鉄、石油化学、肥料、アルミの4分野を推進していく考えであり、プロジェクトの実施に必要な諸政策（税、関税、投資面での優遇策）の整備とともに、ガス供給、発電所計画、港湾計画等のインフラ、ユーティリティの整備計画も具体化したため、1997年4月にJICAに対し民間事業としてサララに新還元製鉄所を建設するためのフィジビリティ調査を要請してきた。このためJICAは2度にわたる事前調査団をオマーンに派遣し1997年9月にオマーン政府とJICAとの間で、実施細則が締結された。

1998年3月、オマーン政府からJICAに対して、製鉄所建設候補地として南部サララに加えて北部ソハールも検討するように要請があり、同年5月に両者の間で、まずサララとソハールの比較検討を行い、フィジビリティ調査は選定された1箇所について実施することで合意された。JICA調査団はサララとソハールについて技術評価および経済評価を実施し、提言とともに提出した。オマーン政府はJICA調査団の提言に基づき、同年9月に製鉄所建設地としてソハールを選定した。
このフィジビリティ報告書は製鉄所建設地をソハールとして作成された。

1-2 調査団員の構成

本調査に関わるJICA調査団は、共同企業体である（株）神戸製鋼所および（株）日本鋼管に一部の補強団員を加え、13名のメンバーにより構成された。

1-3 主要訪問先および面談者

4次に亘る現地調査を通じて、JICA調査団はオマーン側カウンターパートであるステアリングコミティとの会議をはじめ多くの関係省庁や会社を訪問し、多くの関係者から情報・資料を入手した。

1-4 製鉄所立地選定

1998年3月にオマーン政府はJICAに対し製鉄所建設候補地として南部サララに加えて北部ソハールも検討するように要請してきた。同年5月に両者の間で、まず製鉄所建

設地としてのサラールとソハールの比較検討を行い、オマーン政府により1箇所にサイト選定後、最終FSは選定された1箇所について実施することで合意された。

JICA 調査団は、ステアリングコミティによって合意された方法論にしたがって技術評価および経済評価を行い、調査団としての提言をまとめてオマーン政府に提出した。オマーン政府は、調査団の提言に基づき、製鉄所建設地としてソハールを選定した。このフィジビリティ報告書は、製鉄所建設地をソハールとして作成された。

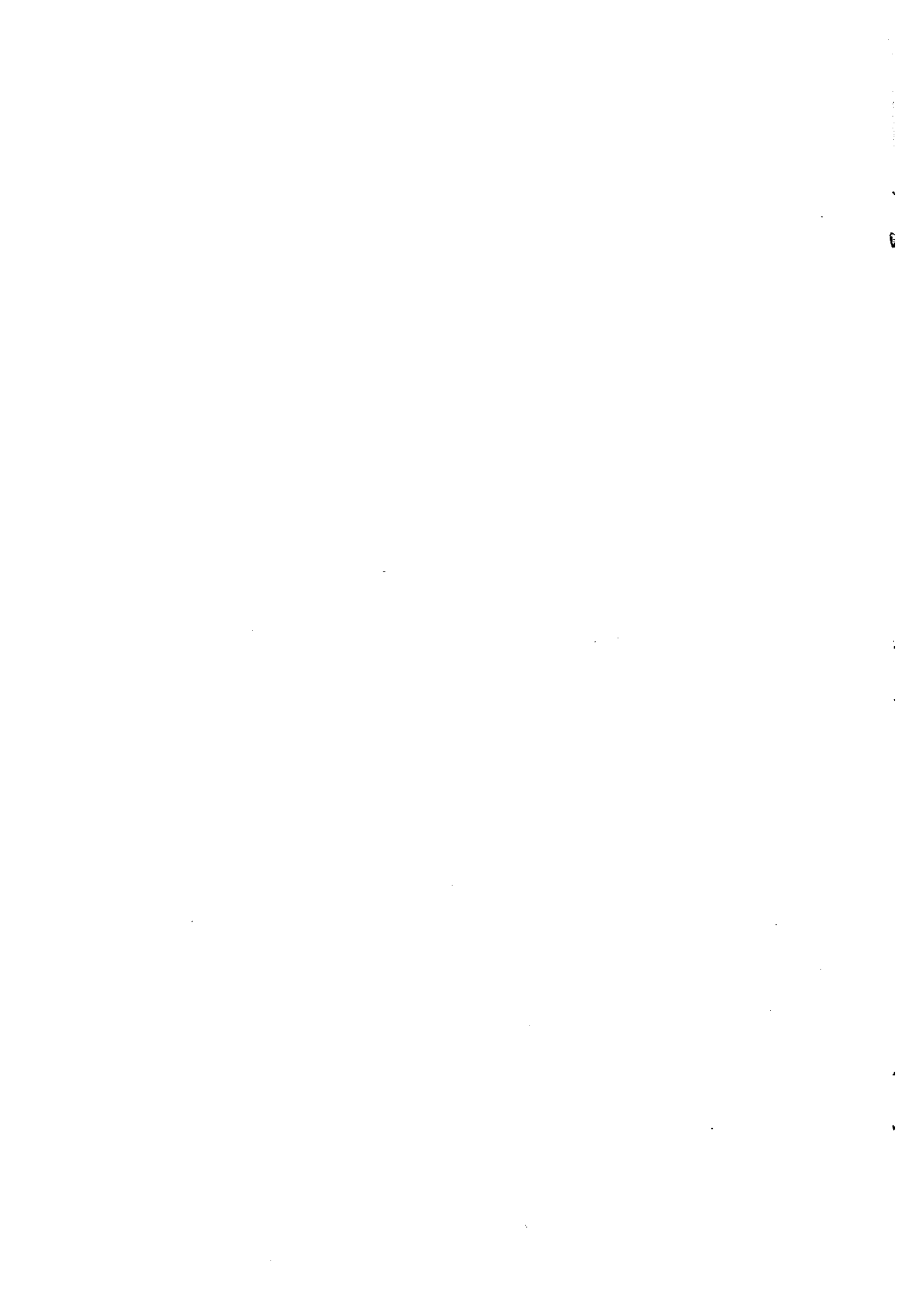
第2章 調査の目的と日程

2-1 調査目的

本調査の目的は、天然ガスを利用した新設の還元製鉄所を建設するにあたり、その製鉄事業のフュージビリティ調査を市場分析、工場の建設・運営計画の策定、財務・経済分析にわたり行うとともに、その建設・操業に必要なユーティリティや港湾等のインフラストラクチャーの整備について提言を行うことである。

2-2 調査日程

本調査は、平成10年1月からステアリング委員会の協力のもとで4回の現地調査を実施し、ドラフトファイナルレポートは、平成10年11月にステアリング委員会に発送された。また、ファイナルレポートは、かれらの要望・コメントを反映のうえ修正され、平成11年2月に発送された。



第3章 マクロ経済と産業政策

3-1 マクロ経済の現状

1997年のオマーン経済は、時価で成長率6.2%を示した非石油部門に大きく依存した。1997年の石油部門は1.2%のマイナス成長だった。2つの部門を合わせた1997年のGDP成長率は、名目で1995年の6.8%、1996年の11%に対して3.1%だった。国際経常収支は、1996年の1億700万リアル黒字から1997年には2,100万リアルの赤字となった。財政赤字は、1995年の深刻な赤字比率(GDPの9.0%)と比較すると、1996年4.4%、1997年0.7%と縮小してきている。

Table 3-1-1 GDP, Foreign and Public Finance of Oman in 1991-1997

(Unit : Million O. R.)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
GDP	4,361	4,788	4,804	4,967	5,307	5,890	6,075
Industry*	2,154	2,336	2,196	2,241	2,467	2,907	2,957
Agriculture*	115	112	115	126	147	147	156
Services	2,145	2,385	2,543	2,668	2,774	2,927	3,078
Foreign Trade	+594	+636	+411	+588	+648	+1,004	+1,001
Exports	1,873	2,136	2,063	2,132	2,332	2,822	2,934
Imports	1,279	1,500	1,652	1,543	1,684	1,818	1,933
Public Finance							
Revenue	1,585	1,680	1,724	1,757	1,852	1,990	2,267
Expenditure	1,868	2,259	2,242	2,253	2,331	2,254	2,307
Surplus or Deficit	-283	-579	-518	-496	-479	-263	-40

Source : Statistical Yearbook 1997 and Monthly Statistical Bulletin, October 1998 by MONE.

Note : at current price. * Fishing is contained.

1998年については、国際的な原油価格の低下と、オマーンの主要輸出先である日本、韓国およびASEANなどのアジア諸国経済の低迷により、1998年のGDPの成長率はさらに低下することが危惧されている。

3-2 社会環境の現状

近年のオマーンにおける社会環境の変化は、主に人口増加によってもたらされてきた。この10年で人口は年率で約3.6%成長しており、またアジアからの国内在住者も増加している。各産業部門には、一定の割合のオマーン人の雇用を定めた割り当てが次の通り

なされている。

輸送、保管および通信部門	60%
金融、保険および不動産部門	45%
産業部門	35%
レストランおよびホテル部門	30%
卸売りおよび小売部門	20%
下請け部門	15%

3-3 産業部門別現状と政策

1997年の工業生産は、1996年と比較して全体的に低下している。

Table 3-3-1 Industrial Production by Sector

(Unit : Million O-R., %)

Item / Year	1994	1995	1996	1997	95/94	96/95	97/96
Industry (1) + (2)	2,241	2,467	2,907	2,956	10.1	17.8	1.7
(1) Petroleum activities	1,815	2,020	2,463	2,434	11.3	21.9	-1.2
Crude oil	1,750	1,973	2,415	2,378	12.7	22.4	-1.5
Natural gas *	65	47	48	56	-27.7	2.1	16.6
(2) Non-petroleum activities	426	447	443	522	4.9	-0.9	17.8
Mining & Quarrying	11	13	14	16	18.2	7.7	14.3
Manufacturing	216	247	246	254	14.4	-0.4	3.3
Electricity & Water	49	49	55	65	0.0	12.2	18.2
Construction	150	138	129	187	-8.0	-6.5	45.0

Source : Monthly Statistical Bulletin, May 1998 by MONE

Note : at current price. 95/94, 96/95 and 97/96 are growth rates (%). Natural gas * is associated oil and gas.

工業の支援政策についてみると、政府は、製造などを促進することを目的に非石油産業の支援政策を取っている。製造産業において利用できる優遇策は、装置および原材料の輸入に対する関税の免除や5年間の所得税免除、民間部門への財政支援としての投資プロジェクトに対する商業産業省やオマーン開発銀行によるソフトローンなどである。

これらの産業の核となるべき鉄鋼産業への支援政策については、国内の鉄鋼市場の狭小性からかなりの量の輸出が必要となり、その輸出を可能にするために、製品の国際競争力の維持が非常に重要なポイントとなる。このような背景のもとに、オマーンの鉄鋼支援策は、以下のようなものが強く望まれる。

- ・インフラの安価な提供のために政府主導による整備
- ・投資規模の大きい鉄鋼プロジェクトの開発投資への低利の公的融資

- ・国内外の市場関連の基礎的データのオマーン内収集整備
- ・鉄鋼生産専門技術者の養成

3-4 国内の開発計画

オマーン政府は、1976年の第1次5カ年計画以来、4つの5カ年計画を終え、現在第5次計画(1996～2000)を実施している。その第5次5カ年計画の主なポイントは以下の通りである。

- ・この計画では、経済の脱石油化を基本として、経済の多様化、民間部門の役割の拡大、人的資源の開発に重点が置かれている。
- ・政府は、脱石油化産業の促進のため、国内資源に依存する産業の開発を重視し、特にガスに優先順位を与えている。
- ・産業の優先順位と投資機会から見て、短期および中期的にオマーンで開発する必要がある産業は次の通りである。
 - アルミニウム、-石油ガス化学、-プラスチック、-エンジニアリング製品
 - 鉱物(銅以外)
- ・政府は、道路、港湾、電気、水道およびテレコミュニケーションなどのインフラストラクチャの整備に注力する。
- ・第5次5カ年計画におけるGDP主要項目について、政府は、Table 3-4-1のように設定した。1996年から2000年の実質GDPの年平均伸率は4.6%である。

Table 3-4-1 Balance of GDP and its Uses during Fifth Five-Year Plan (1996-2000)

(Unit : Million O.R. %)

Item	Fifth plan					Annual growth rate	
	1996	1997	1998	1999	2000	96-2000	(91-95)
Year							
A: (1) Oil sectors	1,974	1,997	1,996	1,994	2,131	1.1	11.4
Crude oil	1,908	1,924	1,915	1,905	1,909	-0.7	12.8
Natural gas	66	73	81	89	222	36.4	-28.3
(2) Non-oil sectors	3,766	4,280	4,738	4,861	4,556	6.3	4.1
Goods producing sectors	706	911	916	1,142	1,133	13.7	8.2
Mining	21	28	30	25	27	9.7	52.3
Agriculture & fisheries	153	184	177	234	220	7.7	20.8
Manufacturing	274	353	308	337	429	12.2	11.6
Electricity & water	56	62	73	85	88	12.4	0.1
Building & construction	202	284	328	461	369	21.7	-8.1
Services producing sectors	3,060	3,369	3,822	3,719	3,423	4.4	3.3
(1)+(2)	5,740	6,277	6,734	6,855	6,687	4.5	6.7
(3) Imputed banking services	-124	-123	-130	-133	-131	-0.2	20.7
(4) Custom duties	47	57	67	69	62	6.6	9.1
Total GDP at market prices (1)+(2)+(3)+(4)	5,663	6,211	6,671	6,791	6,618	4.6	6.5
B: Final consumption	4,163	4,342	4,475	4,745	4,910	4.0	6.9
Gross capital formation	994	1,482	1,986	1,734	1,125	7.2	1.7
Surplus of exports of goods & non-factors services	506	387	210	312	583	4.9	11.7
Exports of goods & non- factors services	2,486	2,629	2,633	2,723	2,820	3.8	9.4
Imports of goods & non- factors services	-1,980	-2,242	-2,423	-2,411	-2,237	3.5	8.9

Source : The Fifth Five-Year Development Plan, July 1997, by MONE.

Note : At 1995 prices. (3) is minus items, and (4) is plus items. A: Resources, B: Uses.

第4章 市場調査

4-1 オマーン国の鉄鋼需要の現状

4-1-1 鉄鋼内需の現状

1991年以降のオマーンの品種別鋼材需要は、Table 4-1-1の通りである。鋼材需要合計は、1996年と1997年の2年間に急激に増加している。これらの鋼材需要を品種別にみると、棒鋼・線材が圧倒的に多く、次いで鋼管が多い。

Table 4-1-1 Demand of Steel Products in Oman

(Unit: 1000 tons)

Year / Products	Total	Bars & wire rods *	Sections *	Sheets & plates	Pipes
1991	256	123	22	7	104
1992	256	121	31	16	88
1993	311	165	27	22	97
1994	265	151	21	11	82
1995	215	131	12	21	51
1996	642	487	24	26	105
1997	689	288**	12	53	336

Source: Custom Statistics of Oman.

Note: * Ranges and limits steel products are shown at Appendix A4-1-1.

** The figure for "Bars & wire rods" in 1997 includes the domestic production of an estimated 60,000 tons.

このように、至近時点では、オマーンの鋼材需要は拡大しているものの、この国の鋼材市場は、一国としては60万トン台にあり、小規模な市場である。その市場は、石油ガス関連のプロジェクトやビル建築等の建設に伴う需要に依存している。

4-1-2 品種別部門別の現状

オマーンの品種別部門別の現状を推定すると以下の通りである。

オマーンの通関統計と現地調査などに加えて、日本などの鋼材の最終消費の経験によって、オマーンの品種別部門別の現状を推定すると、Table 4-1-2の通りである。その鋼材消費は建設へのウェイトが非常に高くなっている。

Table 4-1-2 Estimation of Present Steel Consumption by Product and
by Consumption Sector in Oman

(Unit: 1000 tons, %)

Sector / Product	Total	Bars & rods	Sections	Sheets & Plates	Pipes
Construction	630 (94)	380 (97)	20 (100)	30 (75)	200 (91)
Manufacturing & others	40 (6)	10 (3)	0 (0)	10 (25)	20 (9)
Total	670 (100)	390 (100)	20 (100)	40 (100)	220 (100)

Source : The field survey.

Note : Total figures by steel product are the average figures of 1996 and 1997.

4-1-3 オマーン国の鉄鋼市場の特殊性

オマーン鉄鋼市場の特殊性は、サウジアラビア、シンガポール、タイ、日本などと具体的に比較すると、以下の通りである。

その市場規模が非常に小さいことと、そして部門別品種別の構成が、建設部門と条鋼類のウェイトが抜きん出て高いことである。

4-2 オマーン国の鉄鋼生産の現状

オマーン鉄鋼生産は、その生産が 1997 年に開始されたばかりの唯一つの単圧ミル (Re-roller) によって行われている。このミルは、その原料となるビレットを輸入して鉄筋棒鋼を年間 60,000 - 70,000 トン程度生産している。

4-3 オマーン国の鉄鋼需給予測

4-3-1 鉄鋼需要予測

二つの予測方法によって三つの予測値が出される。共通の前提となるマクロ指標は Table 4-3-1 である。一つは、鉄鋼需要合計と GDP の弾性値分析による予測方法であり、これにより二つの予測値が出される。もう一つは、建設向け需要を総資本形成に、その他向け需要を GDP に、それぞれスライドさせる予測方法であり、これにより一つの予測値が出される。これらの三つの予測値が出され、最終的な予測値は、これらの平均値が採用され Table 4-3-2 に示される。

Table 4-3-1 Forecast of GDP in 2000 and 2010 in Oman

(Unit : Million O. R. at 1995 Prices, %)

Year	1995 A	1996 B	2000 C	2010* D		C / A	C / B	D / C*	
GDP	5,288	5,663	6,618	a 10,376*	b 12,658	4.6	4.0	4.6*	6.7
Gross Capital Formation	795	994	1,125	2,255*		7.2	3.1	7.2*	

Source: The Fifth Five-Year Plan. " Vision 2020.

Note: Annual growth rate of GDP in 2000 – 2020 by " Vision 2020 is 6.7 %.

GDP(b) in 2010 comes from the above annual growth rate.

GDP(a) in 2010 comes from the same annual growth rate of the Fifth Five-Year Plan.

Gross Capital Formation in 2010 comes from the same annual growth rate of the Fifth Five-Year Plan.

Table 4-3-2 Final Forecast of Steel Consumption by Product

(Unit : 1000 tons %)

Product/Year	1985 a	1996 b	2000 c	2005	2010 d	b/a*	c/b*	d/c*
Bars and rods	-	300	350	470	640	-	-	-
Sections	-	15	20	25	30	-	-	-
Sheets and Plates	-	30	35	45	60	-	-	-
Pipes	-	170	195	270	360	-	-	-
Total	362	**515	600	810	1090	3.3	3.9	6.2

Note : * The average growth rate.

** Figure in 1996 b is the average figure among 1995, 1996 and 1997. Because the original figure is supposed to contain many stocks.

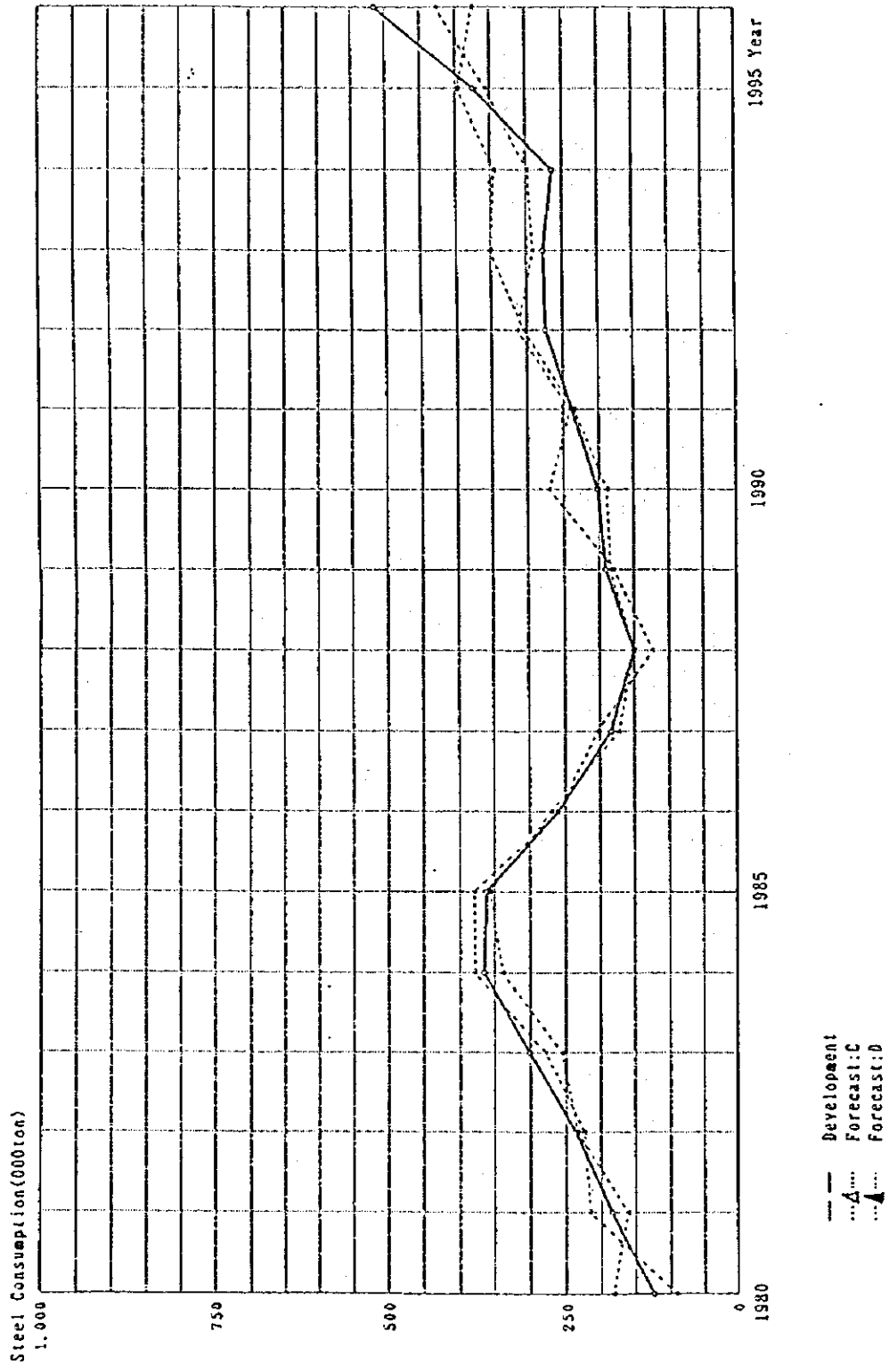


Figure 4-3-1 Development and Theoretical Figures of Steel Consumption in Oman

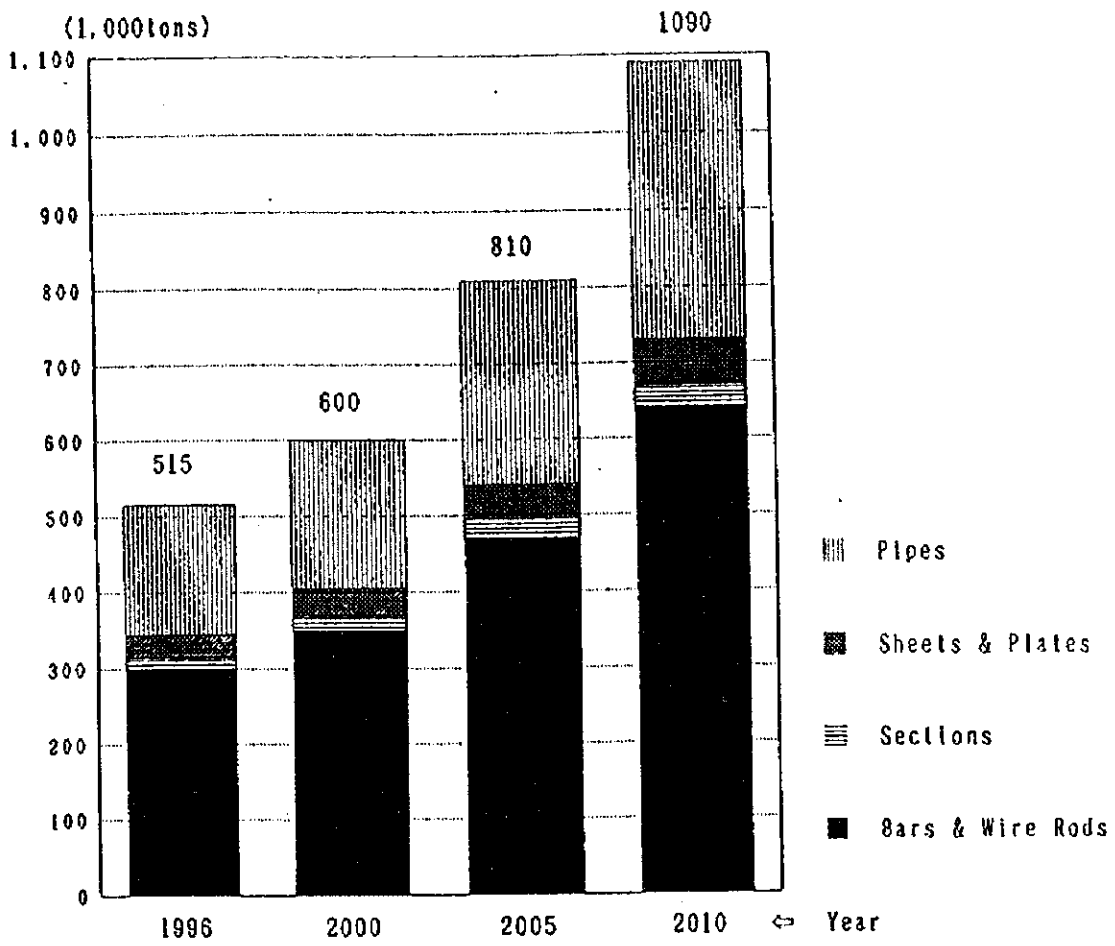


Figure 4-3-2 Final Forecast Steel Consumption by Product

4-3-3 鉄鋼供給予測

商工省や多くの鋼材の最終ユーザーへの現地ヒアリング調査によると、今後の新增設の鉄鋼プロジェクト計画は、一つも出されていない。この調査結果によって、オマーンの将来の鉄鋼生産は、現状の横這いと予測される。

4-3-4 鉄鋼需給バランス予測

Table 4-3-2 と前項の「鉄鋼供給予測」とにより、オマーンの鉄鋼需給バランス予測が Table 4-3-3 に纏められる。これによると、2005年と2010年の品種別の供給不足は、それぞれ、棒鋼・線材で40万トン、57万トン、形鋼で2.5万トン、3万トン、鋼板で4.5万トン、6万トン、鋼管で27万トン、36万トンである。棒鋼・線材と鋼管の供給不足量が大きい。

Table 4-3-3 Forecast of Steel Balance by Product

(Unit : 1000 tons)

Product	Balance/Year	1996	2000	2005	2010
Bars and wire rods	Production A	60	70	70	70
	Consumption B	300	350	470	640
	Balance B - A	240	280	400	570
Sections	Production A	0	0	0	0
	Consumption B	15	20	25	30
	Balance B - A	15	20	25	30
Sheets and plates	Production A	0	0	0	0
	Consumption B	30	35	45	60
	Balance B - A	30	35	45	60
Pipes	Production A	0	0	0	0
	Consumption B	170	195	270	360
	Balance B - A	170	195	270	360
Total	Production A	60	70	70	70
	Consumption B	515	600	810	1090
	Balance B - A	455	530	740	1020

4-3-5 国内市場調査による生産品目の選定

本プロジェクトの生産品目については、国内市場調査からは棒鋼が選定される。鉄筋用を主体とした棒鋼の市場規模が一番大きいことがその選定理由である。次に大きな鋼管は、石油掘削用やラインパイプ用のシームレス・パイプが大部分を占める高級鋼管であり、発展途上国では、製作が非常に困難である。

4-4 国際鉄鋼市場の現状と将来見通し

4-4-1 国際鉄鋼市場の現状

この5年間(1991 - 1996年)の世界の地域別鉄鋼輸入の特徴は、以下の通りである。

- ・世界の鉄鋼輸入量計は、年率6.3%の増加をして1991年の167.4百万トンから1996年には227.5百万トンとなった。
- ・この拡大に最大に寄与した市場はアジアで、そのアジアは、その間年率10%で増加し、世界最大の西欧市場に肩を並べる程の35%のシェアを確保した。
- ・西欧市場は2%程度の安定的な伸びで増加し1996年のそのシェアは36%と依然として世界最大である。
- ・北米市場は年率11%の増加で拡大し、世界第3の市場の地位を確保している。
- ・中近東市場は小さく、世界の3.3%の程度のシェアに過ぎない。
- ・東欧市場のこの間の増加率は13%と高いが、1991年がソ連崩壊後の最低水準にあったためであり、1996年の水準はまだ1988年以前の50%強に過ぎない。

Table 4-4-1 Imports of Steel Products in 1991 - 1996 in World by Region

(Unit : Million tons, %)

Region	1991	1992	1993	1994	1995	1996	96/91*	1996*
Middle East	7.6	9.0	10.4	8.1	8.3	7.4	-0.5	3.3
Asia	50.0	54.6	92.3	86.1	85.1	80.4	10.0	35.3
Africa	5.4	5.8	5.4	6.7	7.2	5.5	0.4	2.4
Western Europe	73.5	75.3	66.3	78.1	89.4	82.2	2.3	36.1
Eastern Europe	6.0	7.4	9.7	11.1	11.0	11.6	12.9	5.1
North America	20.3	21.7	24.2	37.6	32.0	34.8	11.4	15.3
South America	3.1	4.0	3.6	4.3	5.2	4.1	5.8	1.8
Oceania	1.5	1.2	1.1	1.6	1.4	1.5	0.0	0.7
World Total	167.4	179.0	213.0	233.6	239.6	227.5	6.3	100.0

Source : IISI

Note : Steel products are contained in semi-finished and finished products.

*Ranges of region are shown at Appendix A4-1-1.

96/91* indicates annual growth rate (%).

1996* indicates share (%) by region.

4-4-2 国際鉄鋼市場の今後の見通し

国際鉄鋼協会は、1997年の10月に世界の地域別需要見通しを発表した。その詳細がTable 4-4-2に示される。それによると、以下のことが明らかにされている。

- ・2000年の世界鉄鋼需要は722.5百万トン、2005年は795.5百万トンと、1995年の652.2百万トンから年平均でおよそ2%前後の増加が続く。
- ・中近東では、1995年の9.0百万トンから2000年には12.0百万トンに増加し、その間の年率伸びは5.9%である。その後2005年には年率3.9%伸びで増加し14.5百万トンとなる。
- ・アジア諸国では、大幅な増加が続き、特に中国は、2000年に120.0百万トンと1995年から年率6.5%の高い伸びをし、2005年には年率3.9%の伸びで145.0百万トンとなる。中国・日本を除くアジア諸国の鉄鋼需要は、2000年が137.0百万トン、2005年が165.0百万トンと年を追って増加幅が拡大する。
- ・世界の鉄鋼需要に占める割合は、中近東諸国は増加するが、2005年で1.8%とまだ小さい。増加の大きいアジア諸国(中国・日本除く)は、2000年19%、2005年20.7%と上昇する。中国・日本を含めたアジア全体では、2005年には49%と世界の半分近くにもなる。

Table 4-4-2 Forecast of Steel Products in 2000 and 2005 in the World

(Unit: Million tons, %)

Region, Country	1995	2000	2005	2000/1995	2005/2000
Japan	80.0	80.0	80.0	0.0	0.0
U.S.A.	99.5	101.5	102.5	0.4	0.1
Canada	12.8	14.0	14.0	1.9	0.0
EU(15)	125.6	124.0	124.0	-0.2	0.0
China	87.4	120.0	145.0	6.5	3.9
Former USSR	35.7	37.0	40.0	0.7	1.6
Middle East	9.0	12.0	14.5	5.9	3.9
Other Asia	121.1	137.0	165.0	2.5	3.8
Africa	14.1	15.5	17.5	1.9	2.5
Other Western Europe	14.5	16.0	17.0	2.0	1.2
Eastern Europe	17.3	18.0	21.0	0.8	3.1
South America	28.7	40.5	48.0	8.2	3.7
Oceania	6.5	7.0	7.5	1.5	1.4
World Total	652.2	722.5	795.5	2.1	1.9

Source: IISI, October 1997.

Note: Steel products mean semi-finished and finished products.

オマーン国周辺地域の需給見通しをより詳細にみると、以下の通りである。

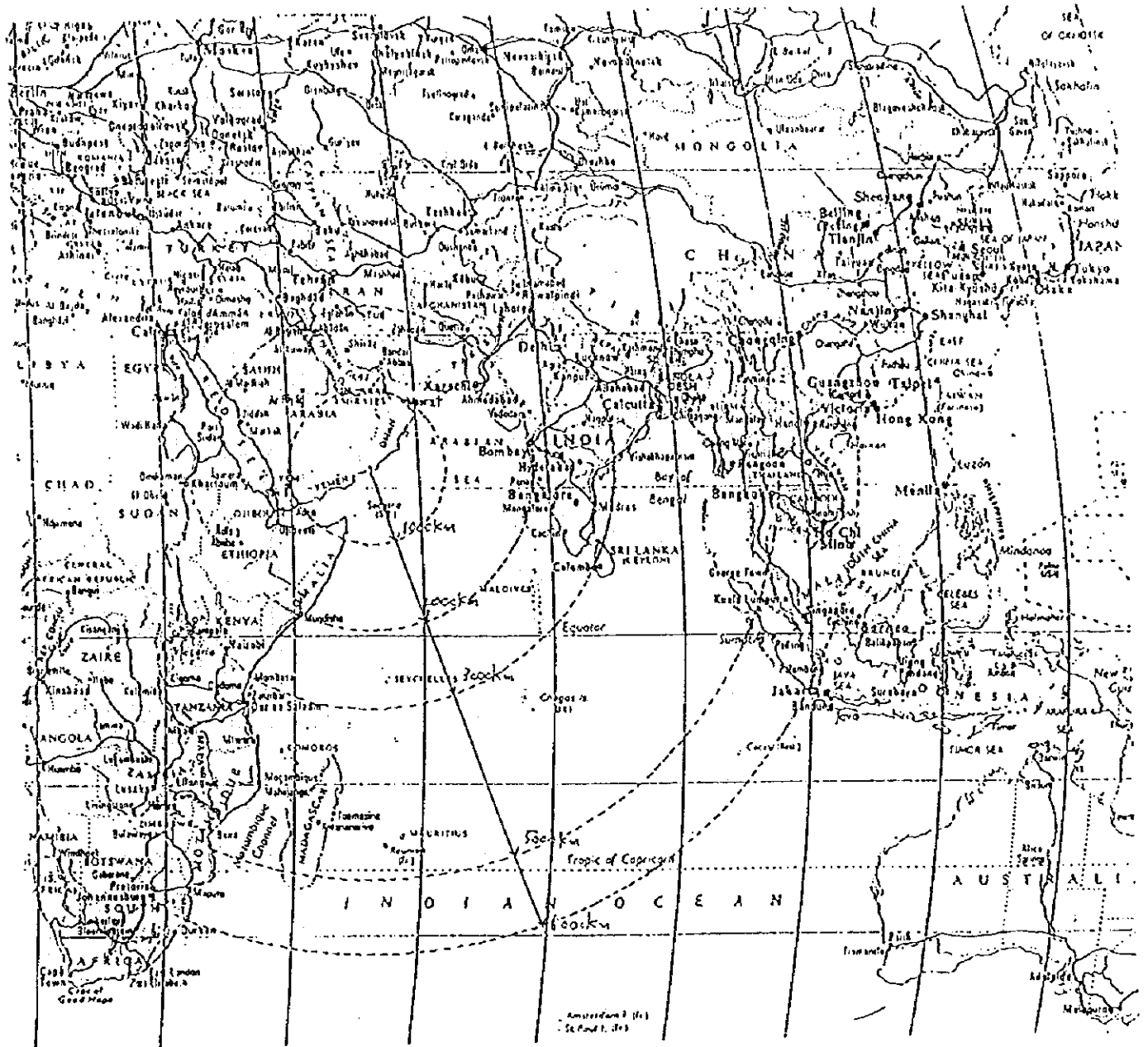


Figure 4-4-1 Map of Countries around Oman

中近東では全体的に需要過多、即ち、供給不足である。将来については、需要は Table 4-4-1 に示されたように、年率 4-6%の伸びで増加すると予測されている。それらの高い伸びは、多くの産油国で、人口の高い増加を背景とした国内雇用確保、脱石油の工業開発等で意欲的な開発計画が多いことが、その背景として挙げられる。特に湾岸諸国においては、これらの傾向が強くと現れている。オマーンを除く湾岸国 5ヶ国の鋼材需給の現状が Table 4-4-3 に示される。

Table 4-4-3 Supply, Demand and Imports of Steel in GCC 5

(Unit:1000 tons)

Item	Steel Consumption			Steel Production			Steel Product Imports		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Saudi Arabia	3,435	3,596	3,519	2,082	2,283	2,278	1,459	1,835	1,985
UAE	1,732	1,857	1,653	96	96	90	1,641	1,764	1,580
Kuwait	514	533	721	2	2	24	513	532	702
Qatar	162	398	334	604	601	601	87	214	217
Bahrain	112	112	118	0	0	0	121	114	119
Total	5,955	6,496	6,345	2,688	2,886	2,903	3,821	4,464	4,603

Source : GOIC Data Bank.

湾岸国について、新たな鉄鋼プロジェクトの主要な計画が Table 4-4-4 に示される。

Table 4-4-4 Future Plans of Steel Project in GCC Countries

(Unit : 1000 tons)

Country	Company	Product	Capacity	Operated Year
Saudi Arabia	Habed	Sheets	850	1999
	Universal Metal	Colored Sheets	120	1998
	Attich Steel	Colored Sheets	90	1998
UAE	-----	Bars	500	2000

Source : Metal Bulletin, Japan Iron & Steel Exporters' Association

これらの鉄鋼プロジェクト中では、UAE の棒鋼プロジェクトは、まだ事業主体も決定されておらず紆余曲折しよう。その他中近東周辺の鉄鋼プロジェクト計画は、1999 年までにイランで 160 万トン、エジプトで 140 万トンの増設計画がある。これらは、二つとも鋼板製品の鉄鋼プロジェクトである。

品種別にこれらの需給をみれば、棒鋼・線材はかなりの供給不足が今後とも続く。一方、鋼板製品は、サウジアラビア、イラン、エジプトの供給増加が大きく、2000 年以降は、中近東では、供給不足は続くものの、その不足量は大きく縮小するという見方が多い。

東アフリカの主要な国は、ケニア、タンザニア、南アフリカ共和国である。これらの国の1994-1996年の鋼材輸入は、合計でも、60-70万トンとその規模は非常小さい。これらの傾向からすると、今後も大きな鉄鋼需給の変化は少ないと見られる。

南アジアでは、鉄鋼業の比較的発達したインドの動向が需要面、供給面ともに、現状は大きなウェイトを占めている。南アジアの鋼材輸入の65-70%を占めるインドは条鋼類20万トン前後、鋼板類150万トン前後を輸入している。条鋼類は少ない。

アセアン5ヶ国では、これまでは鉄鋼の供給不足が大きく、その地域における鉄鋼設備計画が非常に多かった。しかしながら、これらの国では1997年の通貨危機とその後の経済混乱によりこれらの計画は、殆ど消滅してしまった。

4-4-3 オマーン国周辺地域の輸出市場における今後の優位品種

オマーン国にとって、鉄鋼輸出市場をみる時、品種を棒鋼・線材と鋼板製品に限ってみれば、以下のことが指摘できる。

オマーンに比較的近い市場である、湾岸国5ヶ国およびその他中近東においては、棒鋼・線材が鋼板製品に比して今後は魅力ある市場である。アセアン5ヶ国や中国まで含むアジアまで広げると、鋼板製品の市場が大きく、鋼板製品の方がより魅力ある品種となる。しかしながら、この地域の鋼板市場は、日本や韓国、台湾の高炉メーカーによる高品質の製品との競合が激しくなる。また、旧ソ連の低価格製品とも競合する。

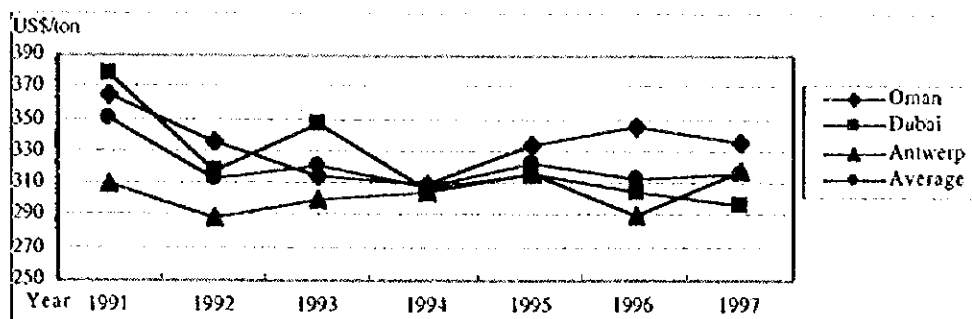
以上の点を考慮すると、オマーンで新規の鉄鋼プロジェクトとして、輸出市場として優位性のある品種は、より棒鋼・線材であると思われる。

4-5 棒鋼の市場価格

オマーンの国内棒鋼の、現状の供給は、ほとんど輸入に依存している。オマーンの棒鋼の国内消費量は小さく、今回の鉄鋼プロジェクトの遂行のためには、かなりの数量が輸出されなければならない。

現状のオマーン内外の棒鋼の市場価格は以下の通りである。

オマーンの国内の市場価格は、オマーンの通関統計によりその輸入価格が、海外の市場価格は、国際価格の基準となっているアントワープの輸出価格と湾岸国での最大の輸入国であるUAEの輸入価格が、参考とされる。それらの1991～1997年の実績はFigure 4-5-1の通りである。



Source : Oman and Dubai are from these Custom Statistics. Antwerp is from "Metal Bulletin".
 Note : Based on cif. Average* is among Oman, Dubai and Antwerp.
 Antwerp* is added freight. Bar is based on re-bar.

Figure 4-5-1 Trend of Bar Price in 1991 -- 1997

これらのデータによれば、オマーンの輸入価格は310～365US\$/ton、輸出関連の価格は289～379 US\$/ton の中で推移している。

4-6 オマーン国の棒鋼のターゲット市場

4-6-1 国内のターゲット市場

オマーンにおける棒鋼市場は、そのほとんどが建設関連分野である。建設分野の中では、住宅、一般ビルディング、工場等の建物と、道路、港湾、発電所等のインフラストラクチャーやユーティリティの土木用構造物である。このため国内市場では、国家プロジェクトを中心に今後のインフラストラクチャーやユーティリティの分野に焦点を当てなければならない。

第5次五ヶ年計画では、地域開発計画が盛り込まれ、その地域別投資金額が示されている。また、総資本形成の推計も地域別に示されている。これらによると、ターゲットとなる地域は、Muscut, Al Batinah, Adh Dhaira, Ad Dakhliyah, Ash Sharqiyahである。したがって、棒鋼の地域別の重要市場は、それらの地域となる可能性が高い。

4-6-2 輸出のターゲット市場

このプロジェクトの生産量は年産 116.4 万トンで、国内向け、輸出向けの量は、Table 4-6-1の通りである。

Table 4-6-1 Delivery of Bars and Wire Rods for Domestic and Export Markets under this Project

(Unit : 1000 tons)

Year	2005	2010
Domestic	400	570
Export	764	594
Production	1,164	1,164

この輸出向けのターゲット市場は、地域別の棒鋼輸入量、オマーンからの輸送距離などにより、次のように纏められる。(Table 4-6-2 参照)。

- ・輸出市場は、GCC 各国及びイエーメンを中心としたものとなる。特に GCC では、隣国 UAE が中心となる。
- ・その他の輸出市場は、他の中近東諸国、東アフリカ諸国、南アジアそしてアセアン 5 の国々である。

Table 4-6-2 Imports of Bars & Rods in Countries around Oman and Exports of Bars from Oman

(Unit : 1000 tons)

Country/Year	1995**	1996**	2005	2005*	2010	2010*
UAE	970	1,026	2,060	470(30%)	2,630	395(15%)
Kuwait	323	442	680	34(5%)	790	40(5%)
Bahrain	81	86	90	10(10%)	90	5(5%)
Saudi Arabia	246	314	310	30(10%)	310	10(3%)
Yemen	207	-	420	130(30%)	540	105(20%)
Jordan	117	-	120	5(5%)	120	4(3%)
Syria	204	-	200	10(5%)	200	6(3%)
Kenya	18	-	20	1(5%)	20	1(5%)
Tanzania	9	-	10	1(5%)	10	1(5%)
Pakistan	33	-	50	3(5%)	50	2(3%)
ASEAN 5	3,515	3,603	3,600	70(2%)	4,000	25(0.6%)
Total	5,723	-	7,560	764	9,600	594

Source : **IISI, GOIC Data Bank. Note : *Exports from Oman. () is share of Oman. Share in 2005* and 2010* in UAE is in accordance with the figure minus the production of 500,000 tons indicated in Table 4-4-4

第5章 製鉄所の概念設計

5-1 最適生産規模

国際競争力および適切な設備規模を考慮して、特に、天然ガスを使用する製鉄所での製鉄／製鋼プロセスにおける基幹生産プロセスである直接還元鉄工場の高利用率の観点より年間約120万トンの鉄筋コンクリート用棒鋼の生産が最適な生産規模として提案される。

ここで検討されるべき製鉄所は Figure 5-1-1 “Process Flow of Steel Complex” に示される主要生産設備より構成される。

5-2 製品構成

製鉄所で生産される最終製品は鉄筋コンクリート用棒鋼とする前提の基で検討を行う。これは、本計画は輸出志向型計画であり、棒鋼製品が板製品よりはより魅力的であるとの第4章での調査事実も考慮したものである。

製鉄所で生産される鉄筋コンクリート用棒鋼の主要寸法範囲は $\phi 10\text{mm}$ - $\phi 32\text{mm}$ と想定される。

5-3 マテリアルフロー

鉄鉱石より始まり最終製品である鉄筋コンクリート用棒鋼迄の主要設備に対する検討用のマテリアルフローおよびバランスを Figure 5-3-1 “The Steel Complex Material Flow and Balance Sheet” に示す。

5-4 工場用地およびインフラストラクチャ

提案される製鉄所の実施に必須の工場建設候補地および同インフラストラクチャに関する必要条件は以下の如く予想される：

(1) 工場用地の面積 : 120 万 m^2 (800 m x 1,500 m)

(2) 天然ガス

- 年間消費量 : 約 396,000,000 Nm³/y
(14,700,000 MMBTU/y)
- 時間当たり最大消費量 : 約 66,000 Nm³/h
(2,500 MMBTU/h)

(3) 電力

- 平均需要電力 : 約 170 MW
- 最大需要電力 : 約 200 MW

(4) 工業用水 (淡水) および海水

工業用水 (淡水) の必要量は以下の如く推定される :

- 年間平均消費量 : 約 1,200,000 m³/y
- 時間当たり最大消費量 : 約 200 m³/h

海水の必要量は以下の如く推定される :

- 年間平均消費量 : 約 184,000,000 m³/y
- 時間当たり最大消費量 : 約 25,000 m³/h

(5) 港湾および港湾施設

港湾および港湾施設の仕様計画に於いては海洋船の大きさを考慮する必要がある。国際貿易に於いては、輸送費用が低減できることより、通常では、7 - 10 万 DWT の海洋船が鉄鉱石の運搬用として使用されている。

よって、港湾および港湾施設は 10 万 DWT の鉄鉱石船が接岸出来るように計画されるべきである。同様に、港湾および港湾施設は最終製品の鉄筋コンクリート用棒鋼の輸出も考慮されるべきである。

推奨される港湾および港湾施設の仕様を以下に記載する :

- 1) 港湾アプローチチャンネルの水深 : 16 m 以上
- 2) パース
 - 延長さ : 約 700 m (1 基の鉄鉱石船と 2 基の貨物船に対し)
 - 水深 : 16 m (鉄鉱石船用) および 12 m (貨物船用)

- 3) アンローディング：アンローダ (1,000-t/h) 2 基
- 4) ローディング：ガントリークレーン (20-ton) 2 基

検討用の港湾および港湾施設のレイアウトを Figure 5-4-1“General Layout of Port Facilities” に示す。また、製鉄所用地の推奨場所を Figure 5-4-2 “Sohar New Port Plan and Steel Complex Site”に示す。

(6) 廃棄物の投棄場所

製鉄所の操業においては、所内の各プロセスより大量の廃棄物が発生する。これらは出来る限り製鉄所に近接した製鉄所構外に投棄されねばならない。Table 5-4-1 に構外に投棄されるべき主要な廃棄物を示す。

Table 5-4-1 Waste disposed outside the Steel Complex

Waste	Amount (t/y)
Slag	200,000 (approx.)
Fine, Dust and Sludge	76,000 (approx.)
Scale	16,000 (approx.)
Waste bricks	1,600 (approx.)

5-5 レイアウト

製鉄所の検討用レイアウトを Figure 5-5-1“General Layout of Steel Complex” に示す。

5-6 エネルギーおよびユーティリティ消費量

主要設備のエネルギー消費量は、各々、Table 5-6-1“Electric Power Energy Consumption for Major Plants/Facilities”およびTable 5-6-2“Natural Gas Energy Consumption for Major Plants/Facilities”に示される如く推定される。

Table 5-6-1 Electric Power Energy Consumption for Major Plants/Facilities

Plants/Facilities	Production (t/y)	Unit Consumption (kWh/t)	Annual Consumption (MWh/year)
Direct Reduction Plant	1,300,000	100	130,000
Lime Calcining Plant	50,400	50	2,520
Steel Making Plant	1,200,000	695	834,000
Bar Rolling Mill Plant	1,164,000	90	104,760

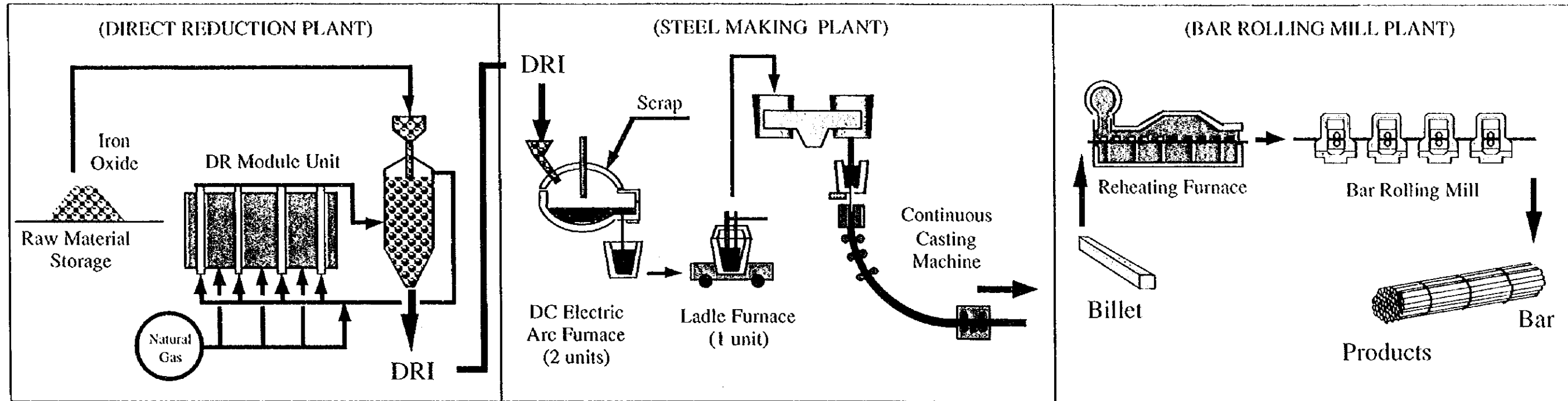
Table 5-6-2 Natural Gas Energy Consumption for Major Plants/Facilities

Plants/Facilities	Production (t/y)	Unit Consumption (kcal/t)	Annual Consumption (Gcal/year)
Direct Reduction Plant	1,300,000	2,500,000	3,250,000
Lime Calcining Plant	50,400	926,500	46,700
Steel Making Plant	1,200,000	30,600	36,720
Bar Rolling Mill Plant	1,164,000	280,000	325,920

用水の消費量は Table 5-6-3 "Water Consumption" の如く推定される。

Table 5-6-3 Water Consumption

Kind of Water	Unit Consumption	Consumption
Industrial Water	1.0 (m ³ /t-bar)	1,200,000 (m ³ /year)
Sea Water	165 (m ³ /t-bar)	192,000,000 (m ³ /year)
Potable Water	200 (liters/person-day)	200 (m ³ /day)



MIDREX MEGAMOD Module
Capacity : 1,300,000 tons/year

2- DC type Electric Arc Furnace
Capacity : 150 tons/heat each,
DRI charging system

1- Ladle Furnace
1- Continuous Casting Machine with 8 strands

1- High Speed Rolling Mill with Multi Slit
Rolling
Capacity : 1,164,000 tons/year

Figure 5-1-1 Process Flow of the Steel Complex



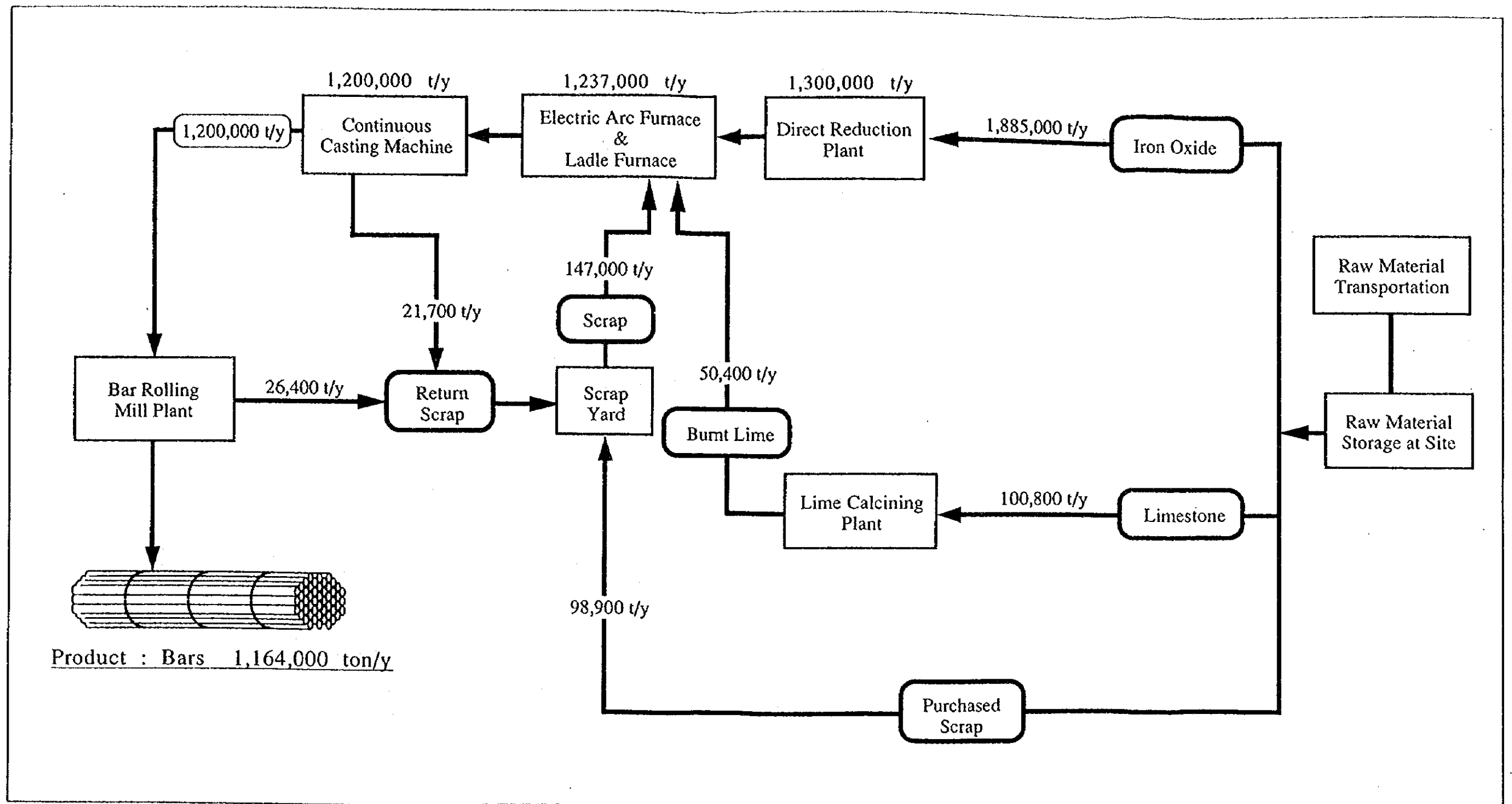


Figure 5-3-1 The Steel Complex Material Flow and Balance Sheet



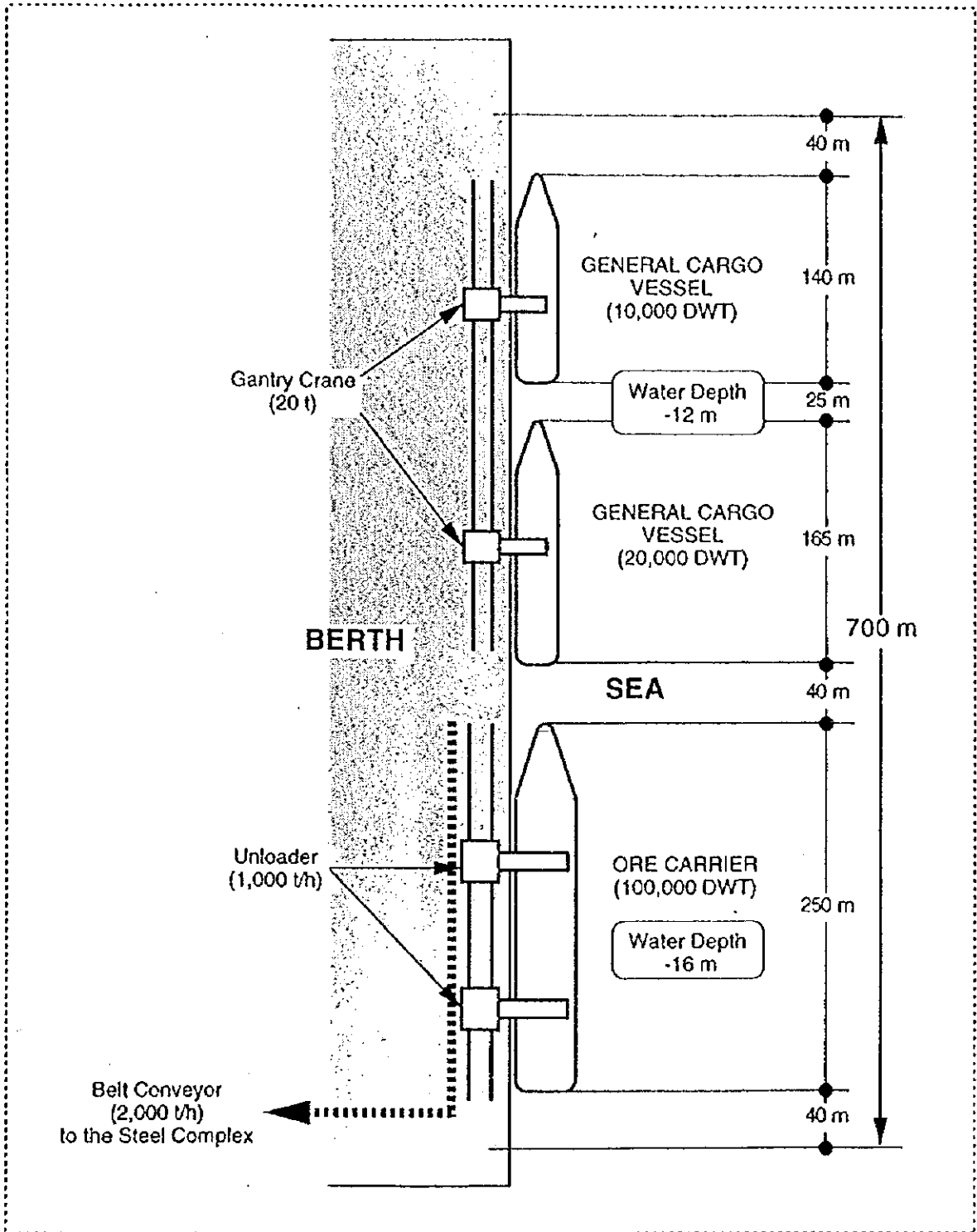


Figure 5-4-1 General Layout of Port Facilities

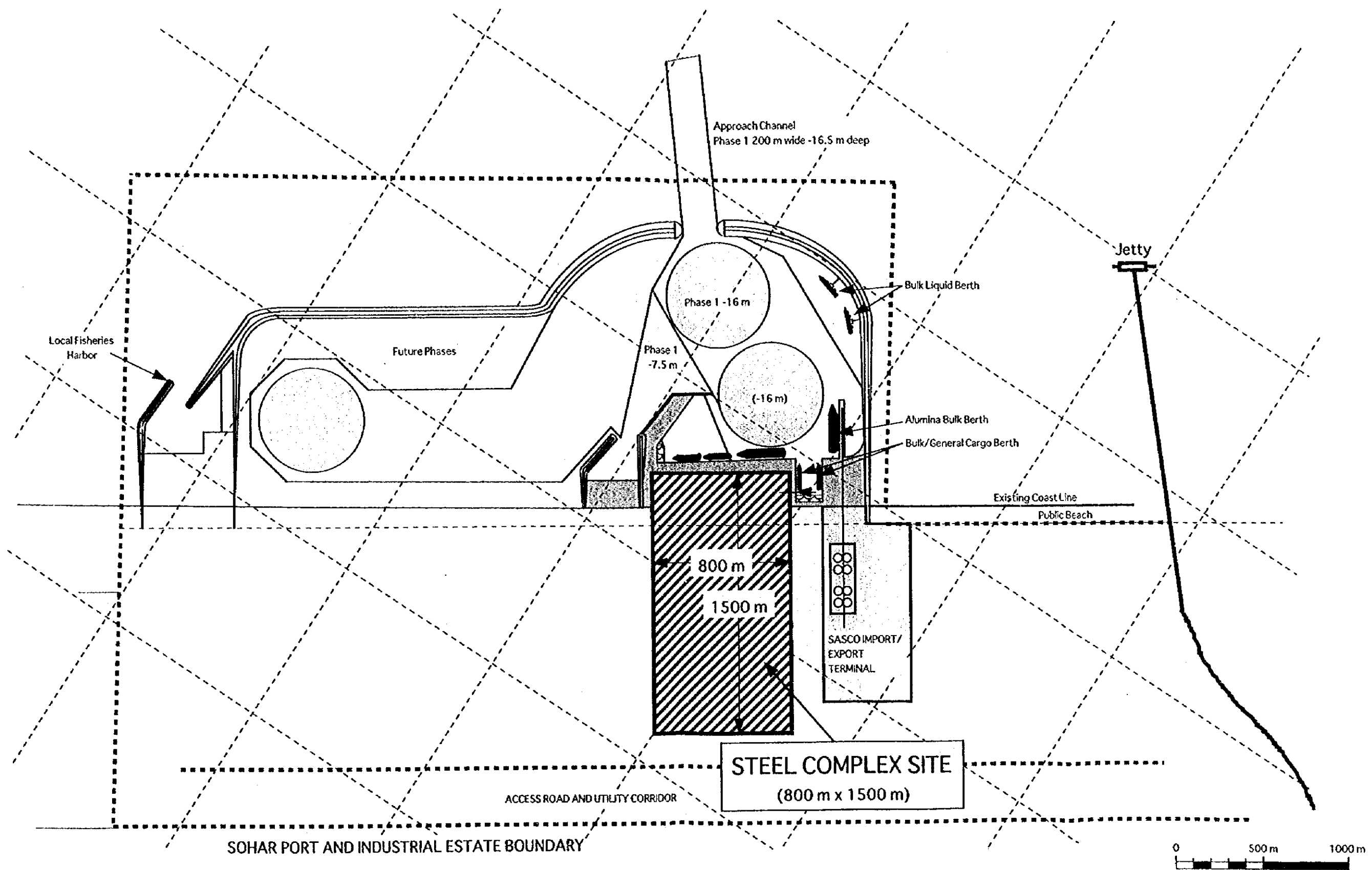
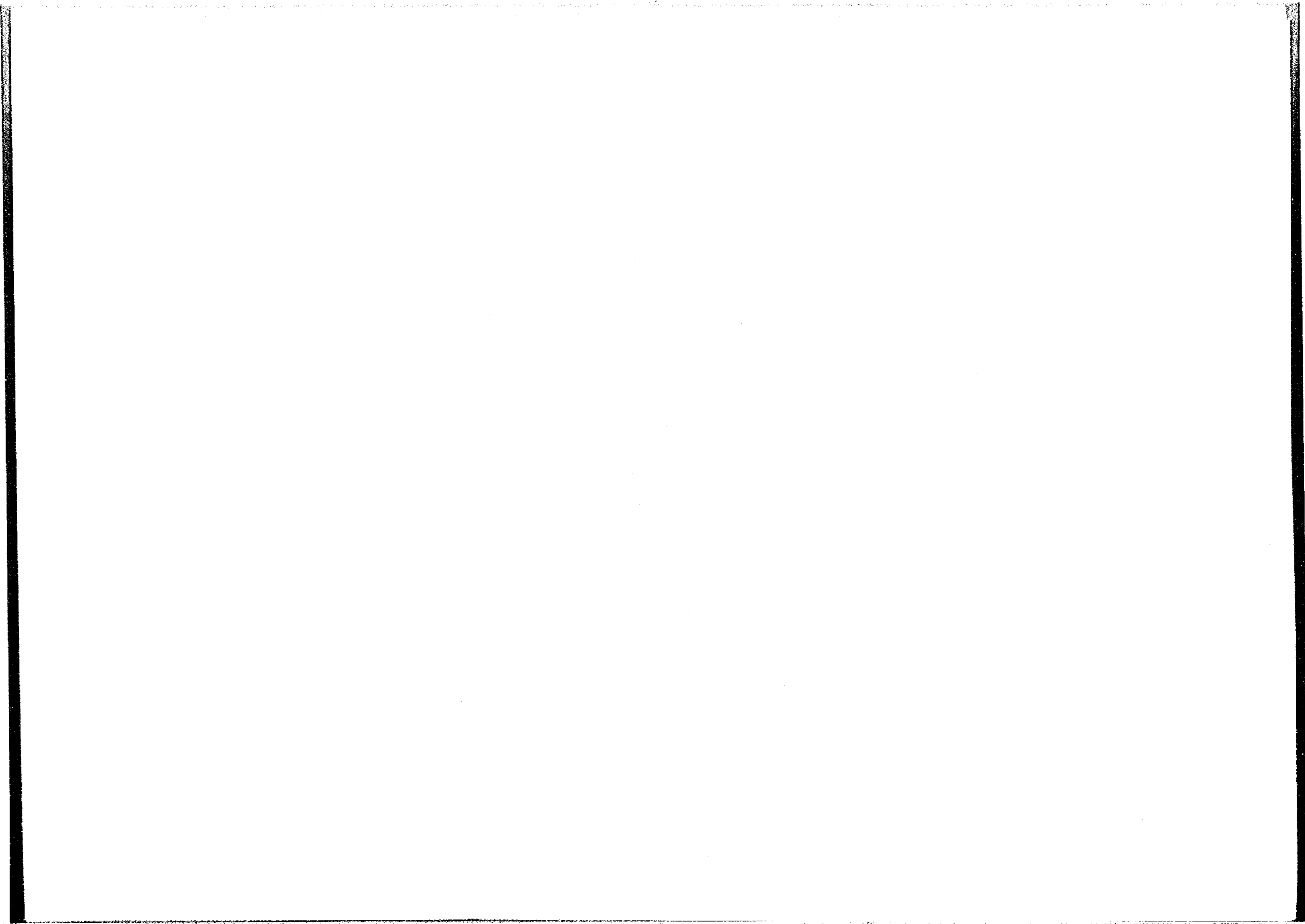
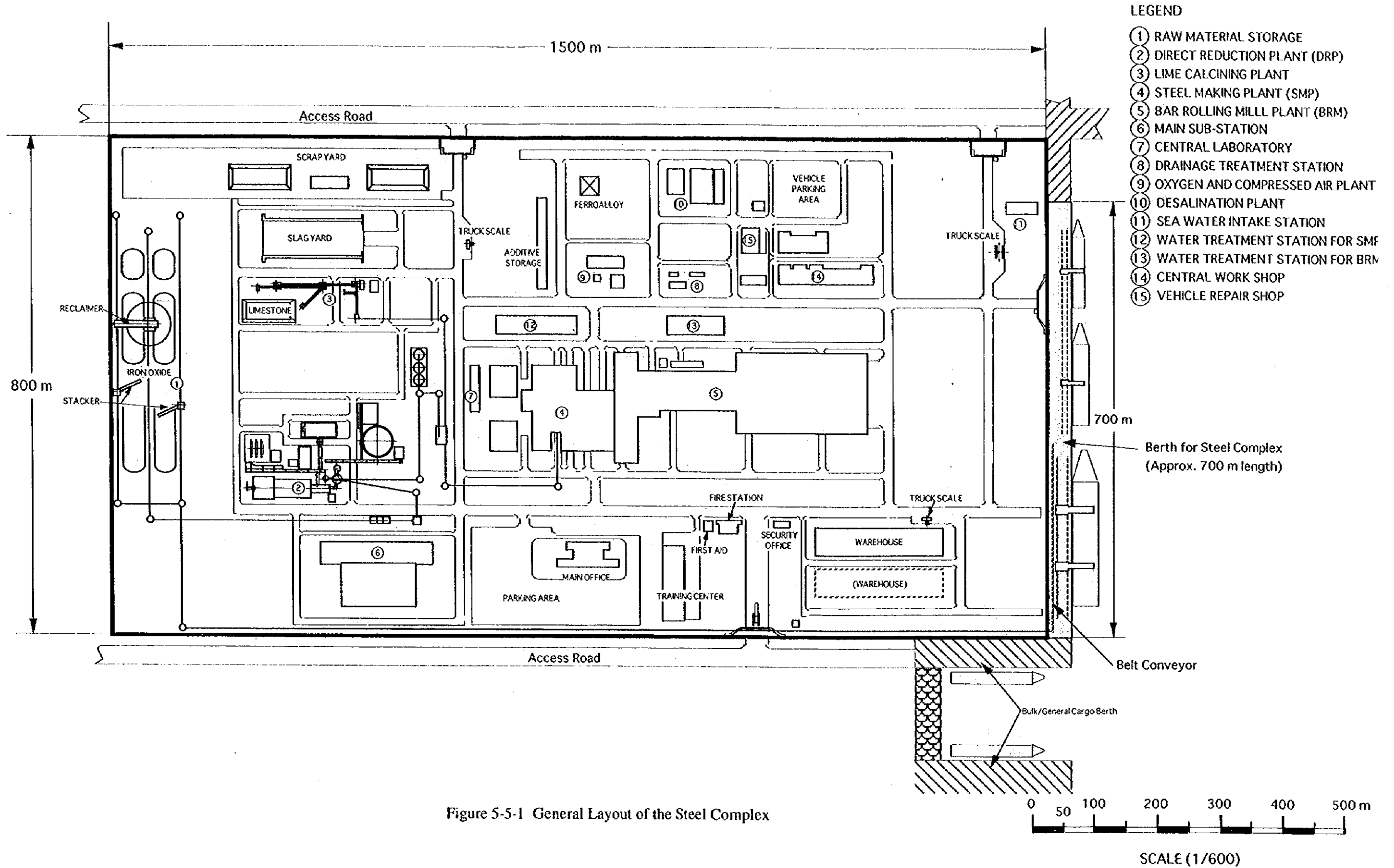


Figure 5-4-2 Sohar New Port Plan and the Steel Complex Site







第6章 製鉄所の適用技術

6-1 原料搬送設備

輸入される鉄鉱石（酸化ペレットおよび塊鉄石）は製鉄所の近くに位置する Sohar 港にて荷揚げされるので、埠頭から製鉄所へ鉄鉱石を輸送する原料搬送設備が設置されねばならない。

原料搬送システムは、埠頭のアンローダーから製鉄所の貯鉄ヤードに至るまでの複数のベルトコンベア（各々 2,000 t/h）や、貯鉄ヤードのスタッカー 2 基（各々 2,000 t/h）とリクレーマー 1 基（500 t/h）およびリクレーマーから直接還元鉄工場の貯鉄ビンまでの複数のベルトコンベアから構成されることになろう。

屋外型貯鉄ヤードの広さは 35m 幅のパイルが 2 列で全長 400m となろう。貯鉄能力は約 270,000 tons でこれは通常操業時の 50 日分に相当する。

6-2 直接還元鉄工場

(1) 直接還元鉄工場適用プロセス

ガスによる直接還元-電気炉法による製鋼プロセスは、現在世界中の製鋼操業で 2 番目に大きなシェアを占めている。ガスによる種々の直接還元プロセスの中で次のプロセスが工業的に実証済みか商業的に利用されている。

- MIDREX プロセス
- HyL-III プロセス
- FINMET(従来の FIOR)プロセス
- IRON CARBIDE プロセス

これらの代表プロセスの主な特徴を比較して Table 6-2-1 に示す。

Table 6-2-1 Comparison of the Representative Process

	MIDREX	HyL-III	FINMET (former FIOR)	IRON CARBIDE
Status	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial
Iron source	Pellets Lump	Pellets Lump	Fines (Size: sinter feed)	Fines (Size: 0.1-1mm)
Pressure (kg/cm ²)	Atmospheric	5	11 - 12	0.8
Maximum plant capacity per one module (x 1,000 tons/y)	1,360 *	1,100 *	FINMET: 625 * (FIOR: 400)	330 *
Plant installed (modules) **	43	13	1	1
Total capacity installed (x 1,000 tons/y) **	23,190	6,970	400	300
Evaluation	Most widely used	Less plants than MIDREX	Only one industrial plant	Only one industrial plant
Commercial operation in Arabic countries	Yes	No	No	No

* Plant under construction as of 12/31/1997

** Status as of 12 / 31 / 1997

Table 6-2-1 に示す通り FINMET(従来の FIOR)および IRON CARBIDE 両プロセス共に、400,000 tons/y よりも大きな能力を有するプラントは今までのところ建設されていないし実証されてもいない。従ってこれらのプロセスは本スタディには適さない。たとえこれらのプロセスを本スタディに採用したとしても、複数モジュールのプラントが必要となり、このことは結果的には設備コストが高くつくであろうし、操業保全コストも高くつくと考えられるからである。(FINMET の 4 モジュールからなる年産 2 百 50 万トン規模のプラントは未だ実操業に入っていない。)

従って、MIDREX と HyL III の両プロセスが本製鉄所の直接還元鉄工場として適用可能であろう。しかしながら、次のような理由から本フィージビリティスタディの目的のためには MIDREX プロセスを適用することとする。

- 1) MIDREX プロセスは全世界で建設された商業プラントでその基数が最も多い。
- 2) MIDREX プロセスは全世界の直接還元鉄(DRI)の生産能力で最大能力を有する。
- 3) MIDREX プロセスはプラント 1 基当たりで DRI を 180-190 t/y で定常運転できることをメキシコの IMEXSA に建設されたプラントで初めて実証した唯一の直接還元プロセスである。
- 4) プラント 1 基当たり 1,000,000 tons/y 以上の能力を有する HyL III プラントは今までのところ運転された実績はない。

(2) 概要

本製鉄所の直接還元鉄工場の基本計画として、ガスベース直接還元鉄プラントである MIDREX Megamod® を採用するものとする。定格生産計画は、年間 8,000 時間操業で、還元鉄 130 万トンである。

還元鉄の主要な仕様は、次のとおりである。

- a) 鉄分： 90-94 wt%
- b) 金属鉄分： 83-89 wt%
- c) 金属化率： 92-95 wt%
- d) 炭素含有率： 1.0-2.5 wt%

直接還元鉄工場の原料は鉄鉱石ペレットと塊鉄鉱石との混合物で、使用量は設計ベースで年間 192 万トンである。原料の標準的な混合比は、次のとおりである：

- 1) ペレット： 100-70 wt%
- 2) 塊鉄鉱石： 0-30 wt%

(3) 原単位

MIDREX Megamod® プラントの原単位（製品トン当たり）は、期待値で、次のとおりである。

- 1) 鉄鉱石： 1.45 t
- 2) 天然ガス： 2.50 Gcal (LHV)
- 3) 電力： 100 kWh
- 4) 水： 0.3 m³

(4) 直接還元鉄工場の構成

直接還元鉄工場は、還元システム、ガス改質システム、プロセスガスシステム、熱回収システム、シールガスおよびパージガスシステム、非常用イナートガスシステム、原料・製品輸送システム、用水システム、消火システム、ダスト回収システムの各プロセス・システムより構成される。

(5) 全体配置図

添付の Figure 6-2-1 に直接還元鉄工場の全体配置図を示す。

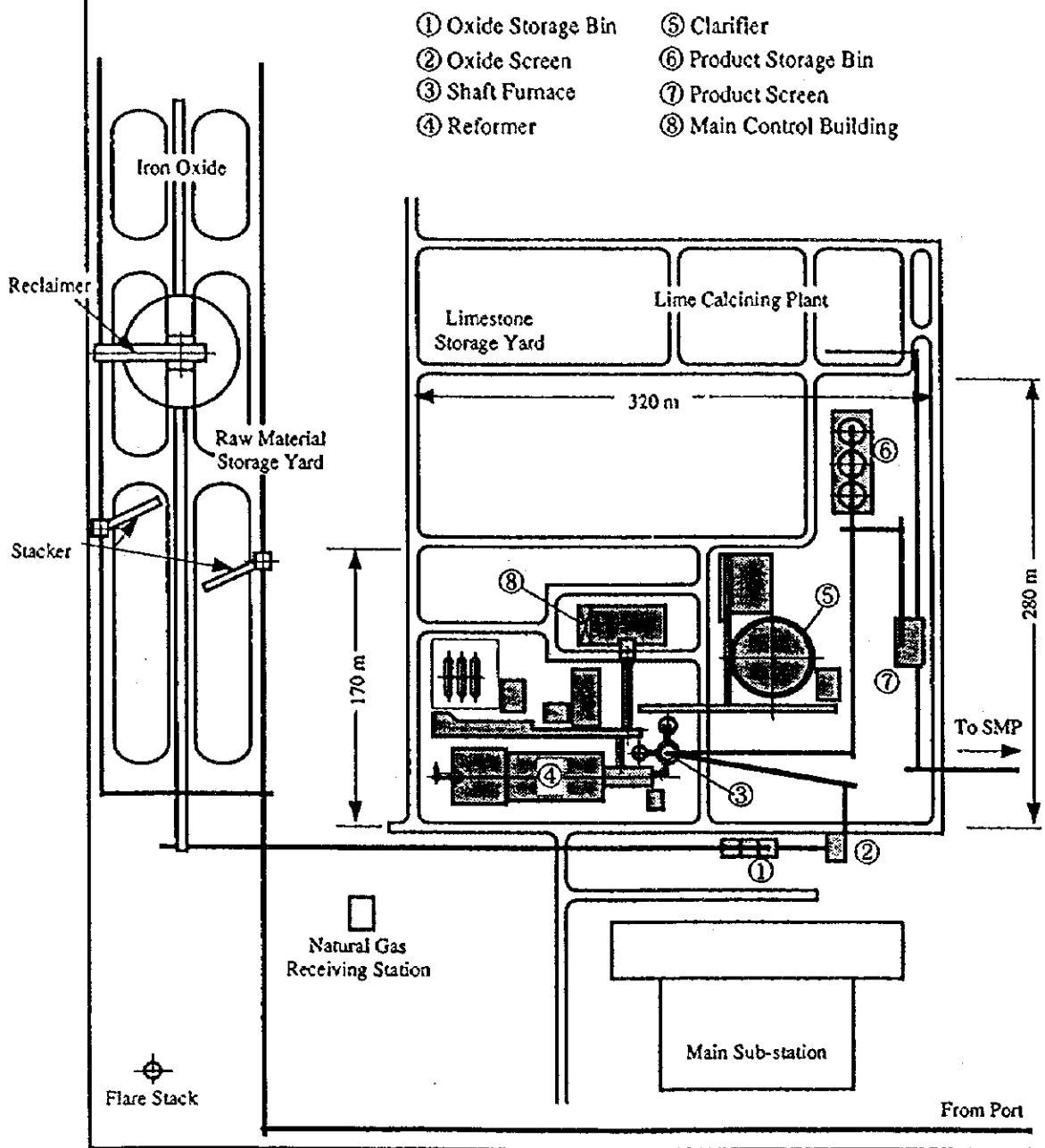


Figure 6-2-1 General Layout of the Direct Reduction Plant

6-3 製鋼工場

製鋼工場は、鉄筋コンクリート用棒鋼向けビレットを製造するために、150 トン直流電気炉 2 基、150 トンレードルファーネス 1 基、8 ストランドのビレット連铸機 1 基および付属設備より構成するものとする。

電気炉の主原料は、スクラップ及び還元鉄である。

(1) 生産量

溶鋼 : 年産 123 万 7,000 トン = ヒート当り 150 トン x 日間 13.3 ヒート
x 年間稼働日数 310 日 x 2 炉

ビレット : 年産 120 万トン = 溶鋼年間 123 万 7,000 トン x 歩留 97 %

(2) 製品

ビレット : 150 mm 角 x 16 m 長さ

(3) 設備

電気炉設備

型式および基数 : 直流型 x 2 基
容量 : 150 トン、30 トン残湯
トランス : 88 MVA
原料 : 還元鉄/スクラップ比率 = 90/10
製鋼時間 : 108 分

レードルファーネス設備

型式および基数 : 交流型 x 1 基
取鍋容量 : 160 トン
トランス容量 : 22 MVA
処理時間 : 20 - 40 分

ビレット連铸機

ストランド数および基数 : 8 ストランド x 1 基
ビレット寸法 : 150 mm 角 x 16 m 長さ
铸込み速度 : 毎分 2.2 m、最大毎分 3 m
铸込み時間 : 49 分

その他の設備

ハンドリング設備
集塵機
クレーン
電気設備、コンピュータシステム、制御機器

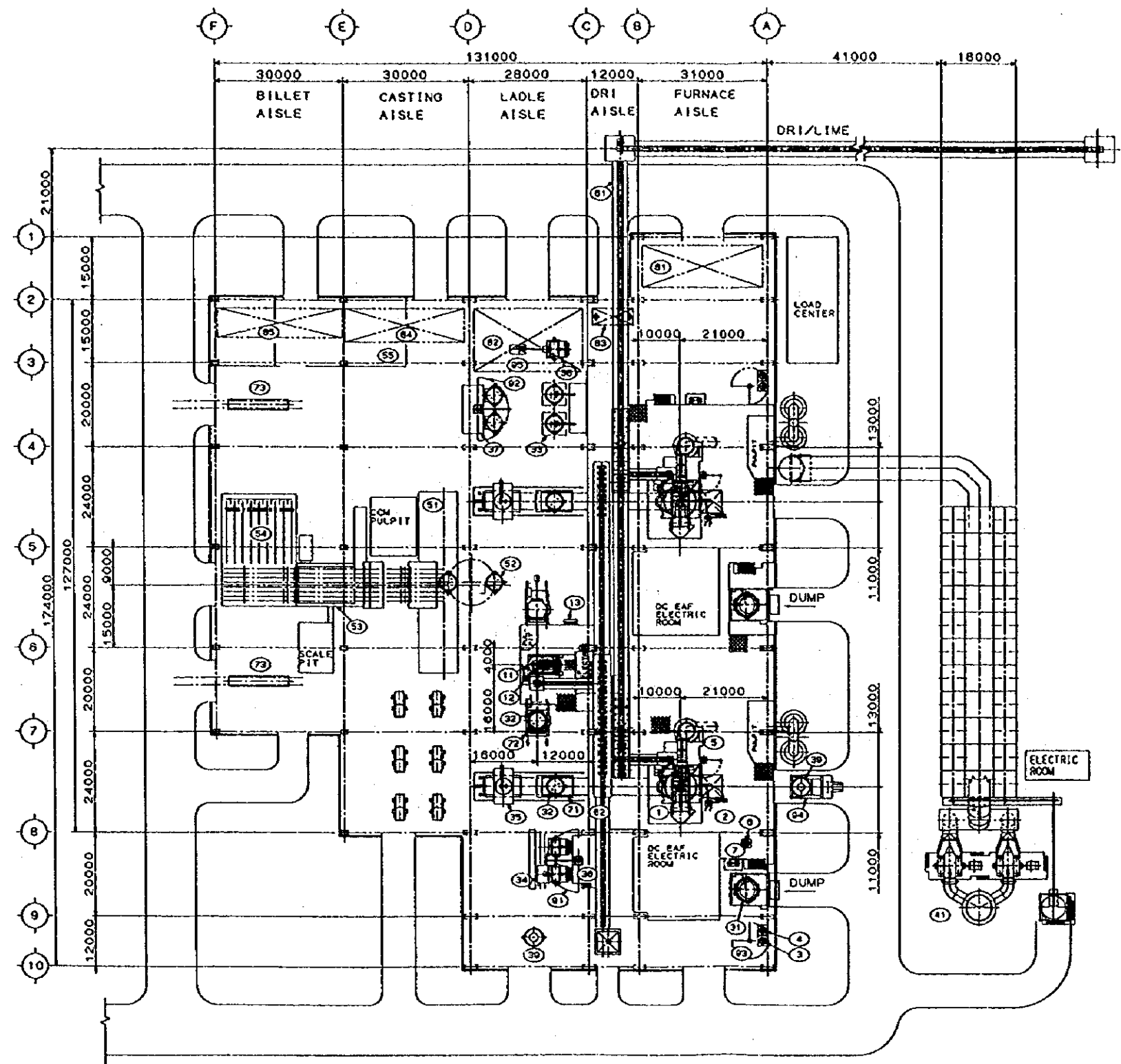
(4) 操業シフト : 4 組 3 交替

(5) 要員 : 267 人

(6) 配置図 : Figure 6-3-1



REVISION		DATE



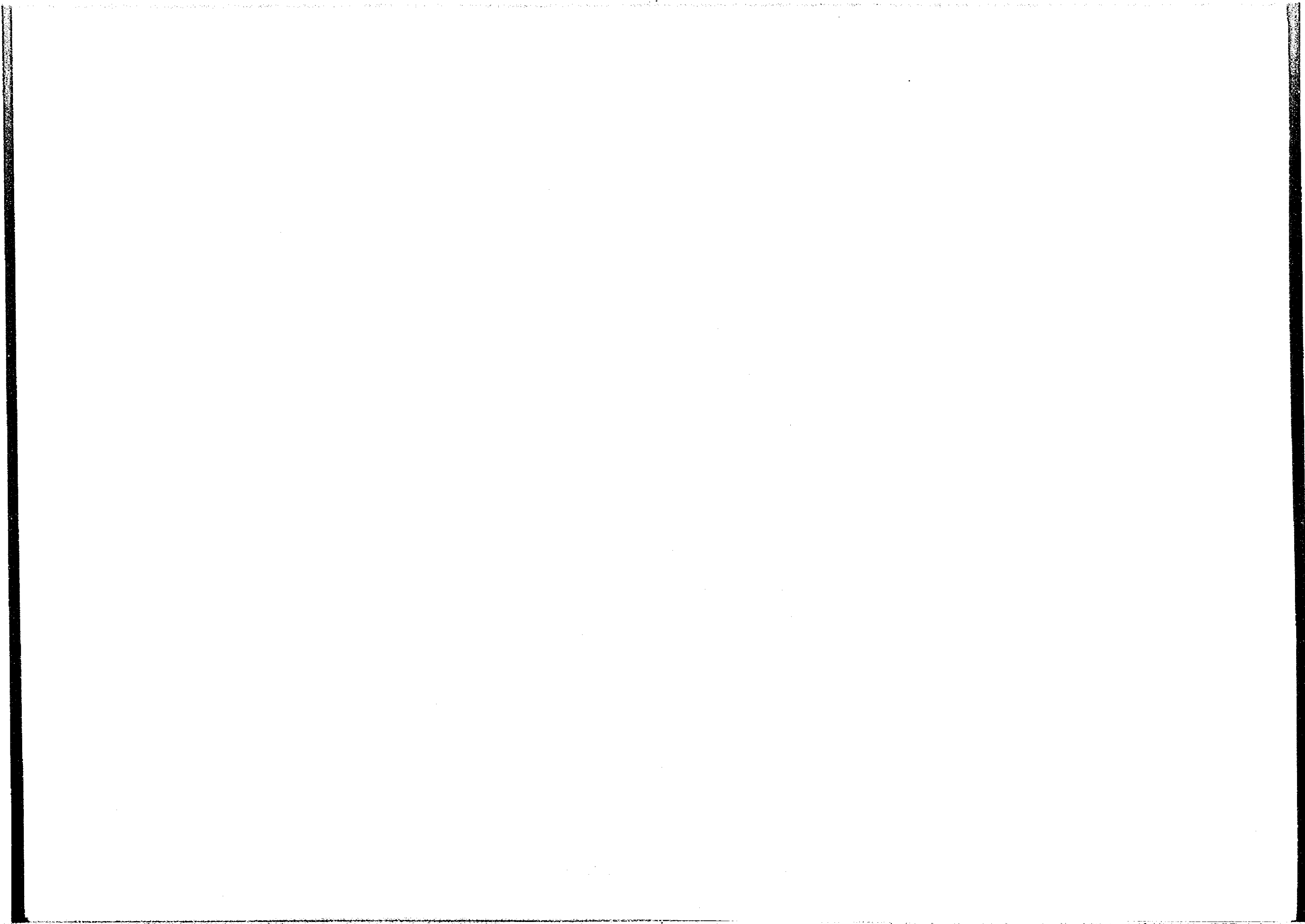
NO.	MAJOR EQUIPMENT	Q'TYS	REMARKS
1	ELECTRIC ARC FURNACE	2	
2	OXYGEN AND CARBON LANCE MANIPULATOR	2	
3	CARBON INJECTION SYSTEM - STORAGE HOPPER AND INJECTION VESSEL	2	
4	GUNNING SYSTEM - STORAGE HOPPER AND INJECTION VESSEL	2	
5	GUNNING SYSTEM - ROTATING GUN	2	
6	ELECTRODE NIPPLING DEVICE FOR EAF	1	
7	ELECTRODE STAND FOR EAF	2	
11	LADLE FURNACE	1	
12	TEMPERATURE, OXYGEN MEASURING AND SAMPLING DEVICE FOR LF	1	
13	ELECTRODE STAND FOR LF	1	
31	110m³ SCRAP BUCKET	2	
32	150t LADLE	8	
33	LADLE DRYER (VERTICAL)	2	
34	LADLE PREHEATER (HORIZONTAL)	1	
35	LADLE COVER WITH BURNER	2	
36	LADLE VALVE MAINTENANCE STATION	1	
37	LADLE RELINING STATION	1	
38	LADLE DISMANTLING STATION	1	
39	16m³ SLAG POT	8	
41	DEDUSTING SYSTEM	1	
51	CONTINUOUS CASTING MACHINE	1	
52	LADLE TURRET	1	
53	RUNOUT TABLE	1	
54	COOLING BED	1	
55	MOLD REPAIRING AREA	1	
61	DRI/LIME HANDLING SYSTEM	1	
62	ADDITIVE HANDLING SYSTEM	1	
71	LADLE TRANSFER CAR FOR EAF	2	
72	LADLE TRANSFER CAR FOR LF	2	
73	BILLET TRANSFER CAR	2	
81	110/30t SCRAP CHARGING CRANE	1	
82	250/50t LADLE CRANE	1	
83	10/5t MATERIAL HANDLING SERVICE CRANE	1	
84	80/20t CCM CRANE	1	
85	30t BILLET HANDLING CRANE	1	
91	2t LADLE VALVE MAINTENANCE STATION JIB CRANE	1	
92	2t LADLE RELINING STATION JIB CRANE	1	
93	5t SUB-MATERIAL HANDLING JIB CRANE	2	
94	55t SLAG POT CARRIER CAR (TO BE SUPPLIED BY OTHERS)	2	
95	DIG OUT MACHINE	1	

Figure 6-3-3 General Layout of Steel Making Plant

This drawing is the property of NKK CORPORATION (NKK). The information contained herein shall not be reproduced, stored in a retrieval system or otherwise disseminated without the written consent of NKK. For use for any purpose other than that for which it is furnished.

JOB NO.	CUSTOMER
APPROVED	PROJECT
CHECKED	TITLE
DESIGNED	FIGURE 6-3-3
DRAWN	GENERAL LAYOUT OF STEEL MAKING PLANT
DESIGN SECTION	(PLAN)
SCALE	1:800
NO. OF SHEETS	3
SHEET NO.	3
DATE OF ISSUE	6-7
PROJECT NO.	AJ-0110-P80-01

NKK CORPORATION



6-4 棒鋼圧延工場

(1) 概要

棒鋼圧延工場 (BRM) は製鋼工場の連続鋳造機で生産されたビレットを素材として年間約 120 万トンの鉄筋コンクリート用棒鋼を生産する為に建設される。

(2) 生産計画

- 1) 生産量 : 年産約 120 万トン
(即ち、年産 1,164,000 トン)
- 2) 製品 : 鉄筋コンクリート用棒鋼
 - 寸法 : D10 - D32 (異形直棒鋼)
- 3) 素材 : 連続鋳造ビレット (供給はビレット連鋳機より)
 - 断面 : 150 mm 角
 - 長さ : 16,000 mm
- 4) 年産 1,164,000 トンに対する寸法別製品生産割合

Table 6-4-1 参照。

Table 6-4-1 Size-wise Product Mix of BRM

Product size	Proportion ratio (%)	Annual production (t/y)	Kind of products
D10	13.0	151,320	Deformed steel bars for concrete reinforcement
D12	23.0	267,720	
D14	10.0	116,400	
D16	25.0	291,000	
D18	5.0	58,200	
D20	10.0	116,400	
D22	2.0	23,280	
D25	7.0	81,480	
D28	1.0	11,640	
D30	1.0	11,640	
D32	3.0	34,920	
Total	100.0	1,164,000	

(3) 生産能力

- a) 操業シフト : 4 組 3 交代
- b) 有効圧延時間 (Tr) : 6,210 - 6,624 (h/y)
- c) 平均推定圧延能率 (Pe): 191.7 (t/h)
- d) 圧延能力 (P = Tr x Pe): 1,190,000 - 1,270,000 (t/y)

(4) プロセス/設備構成

計画される棒鋼圧延工場は下記の主要プロセス設備より構成される：

- a) ビレットの受け入れおよび保管
- b) ビレットの加熱
- c) 圧延および熱間切断
- d) 棒鋼の冷却および切断
- e) 棒鋼の精整（結束、計重等も含まれる）
- f) 棒鋼製品の保管

設備の基本諸元は下記の如く計画される：

- 1) ミル形式 : 全連続式ミル（細径サイズに高速スリット圧延プロセスを適用）
- 2) 圧延ストランド数 : 固定バスラインでの 1 ストランド（但し、細径サイズのスリット圧延での仕上スタンドを除く）
- 3) 加熱炉 : ウォーキングビーム式、最大能力 210 (t/h)
- 4) ミルスタンド台数 : 合計 22
- 5) 最大圧延速度
 - スリット圧延の場合 : 25 m/sec.
 - スリット圧延でない場合 : 18 m/sec.
- 6) 棒鋼冷却床設備 : 2 ラインのウォーキングビーム式冷却床設備
- 7) 冷間切断機設備 : 2 ラインのダウンカット式冷間切断機設備
- 8) 棒鋼精整ライン設備 : 2 ラインの棒鋼精整設備

(5) レイアウト

Figure 6-4-1 を参照。

(6) 要員

棒鋼圧延工場合計 278 人。



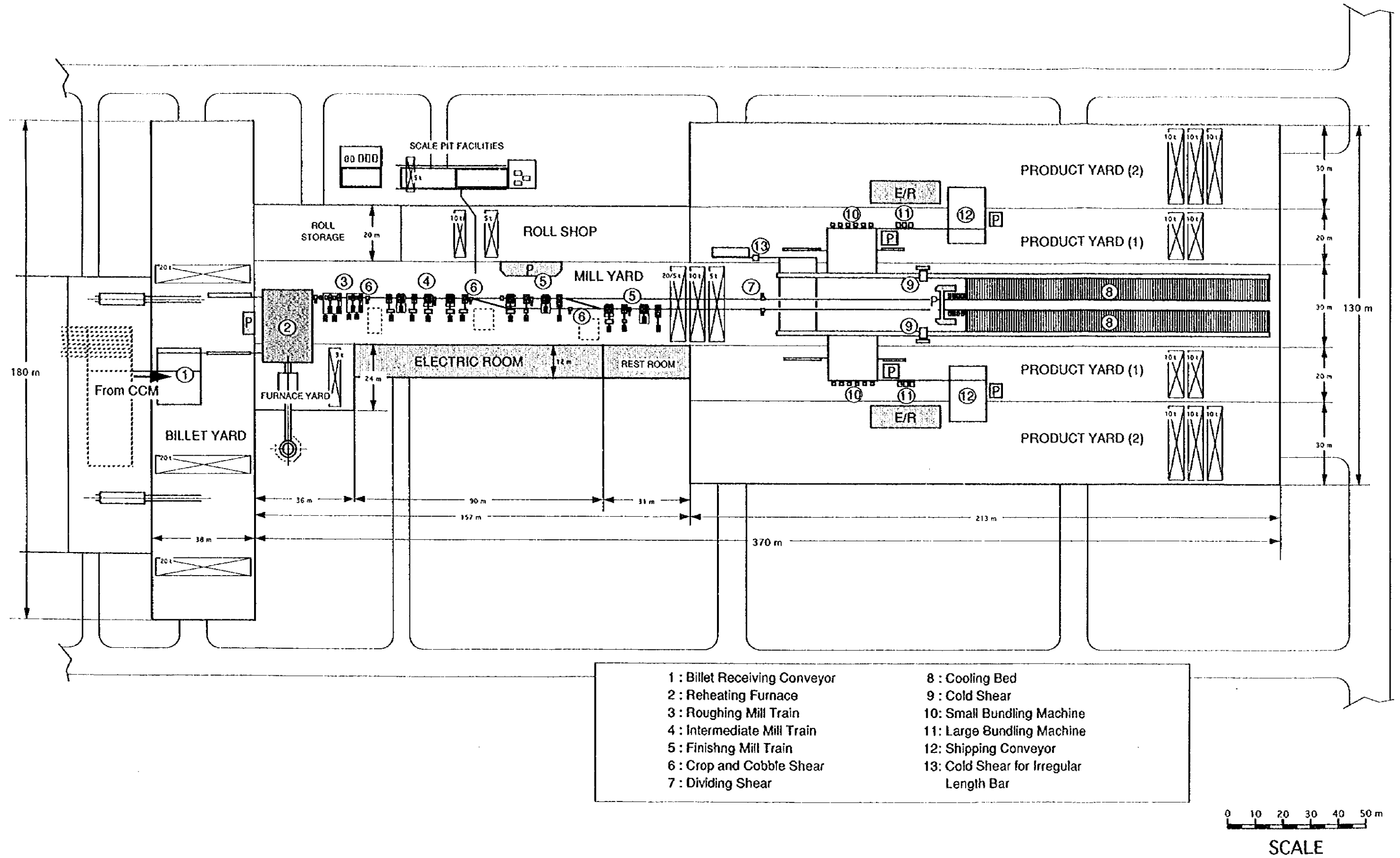
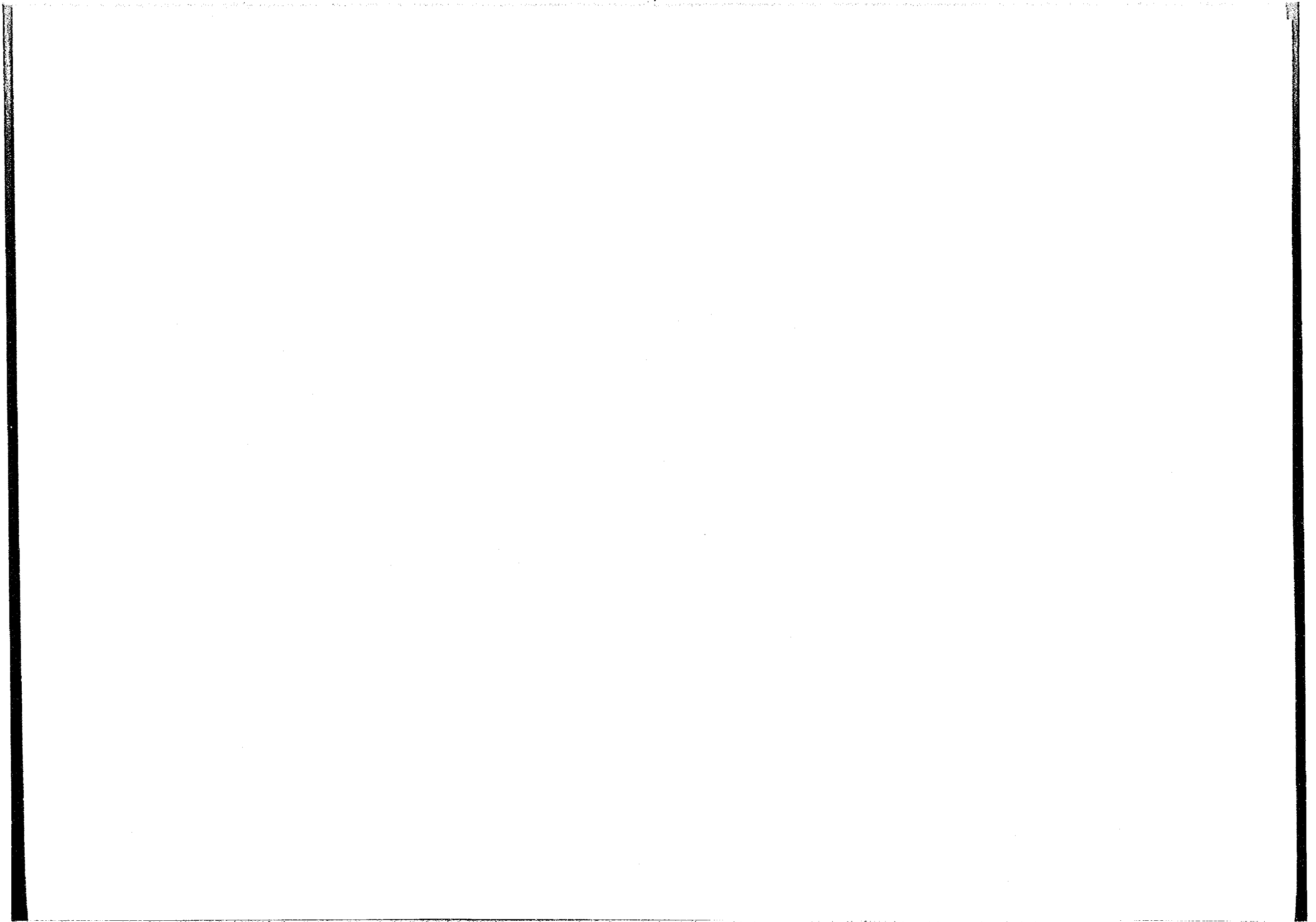


Figure 6-4-1 General Layout of Bar Rolling Mill



6-5 石灰焼成工場

6-5-1 概要

この石灰焼成工場は、製鋼工場で使用される焼石灰を供給するために建設されるものである。焼石灰は非常に活性度の高い物質であり、空気中の水分との接触により化学変化をおこし水酸化カルシウムへと変化しやすく、電気炉でのスラグ化に問題をきたす。このため石灰焼成工場は、必要に応じて必要量の焼石灰を供給できることが重要であることから、製鋼工場に近接して設置される。

6-5-2 基本設計

・年間生産量	: 50,400 トン (330 日/年 x 24 時間/日稼働)
・日生産量	: 平均 160 トン/日 (1 日 24 時間稼働)
・時間生産量	: 平均 6.67 トン/時
・製品の品質	
残留 CO ₂	: 最大 3%
反応性	: 最小 350 ミリリットル (4N-HCl、50 g、10 min)
サイズ	: 40 - 5 mm
・石灰石サイズ	: 50 - 20 mm
・燃料の種類	: 天然ガス

(1) 生産計画

1) 生産

製鋼工場での焼石灰の年間必要量は年々徐々に増加していく。2006 年以降は、石灰焼成工場の生産能力である年間 50,400 トンを生産することになるが、その余剰分は国内のマーケットへ販売することになるであろう。

2) 主原料 (石灰石)

オマーン国内で生産される石灰石を、この石灰焼成工場用の主原料として用いる予定である。主原料の使用量は、製品 (焼石灰) 1 トン当たり 2.0 トンが必要である。また石灰石の粉率は、約 10% 程度となるものと推定される。

3) ユーティリティー原単位

石灰焼成工場の各種ユーティリティー原単位は、プラント稼働後以下のようになると推定される。

・電気	: 50 kWh/t
-----	------------

・天然ガス	: 100 Nm ³ /h
・冷却水	: 0.02 m ³ /h
・圧縮空気	: 55 Nm ³ /h

6-6 電力および受配電設備

6-6-1 概要

- (1) 電気・水利省 (Ministry of Electricity & Water 略称 MOEW) はソハール発電所・変電所より電圧 132kV x 2 回線を地下ケーブルにて工場内に設置する受変電所の 132kV 盤へ給電する。
電圧 132kV は工場内変電所の主変圧器にて 33kV または 6.6kV に降圧しそれぞれの工場へ配電する。
- (2) 主変圧器 132/33kV はフリッカーを発生しない負荷用とフリッカーを発生する負荷用に各々分離して設ける。
 - ・フリッカーを発生しない負荷：直接還元鉄工場、ピレット連铸機、棒
圧延工場、酸素工場およびユーティリティ
 - ・フリッカーを発生する負荷：電気炉およびレードルファーン
- (3) 高調波フィルターおよび静止形フリッカー補償装置は電気炉およびレードルファーン側母線へ取り付ける。
- (4) 非常用発電設備は工場内の主変電所内に設置し、電圧 6.6kV、0.40/23kV にて非常用電気を必要とする工場へ給電する。

6-6-2 基本設計

- (1) 推定需要電力
製鉄所の全稼働時における推定需要電力は Table 6-6-1 を参照のこと。
- (2) 132/33kV 変圧器
主変圧器は電気炉、レードルファーン用として容量 110MVA x 2 台、直接還元鉄工場、ピレット連铸機、棒鋼圧延工場、酸素工場およびその他の設備用として容量 80/110MVA x 2 台を設置する。

(3) 非常電源

非常電源設備としてディーゼル発電機 2 台を設ける。

電圧は 6.6kV および 0.4/0.23kV にて必要とする工場へ給電する。

(4) 監視および制御室

空調された部屋に監視盤および制御盤を設ける。

(5) 132kV 引き込みケーブル

132kV ケーブルは主変電所内に設ける 132kV ガス遮断器引き込み盤まで地下道を経由して MOBW が供給する。

6-6-3 図面リスト

(1) 132kV および 33kV 単線結線図

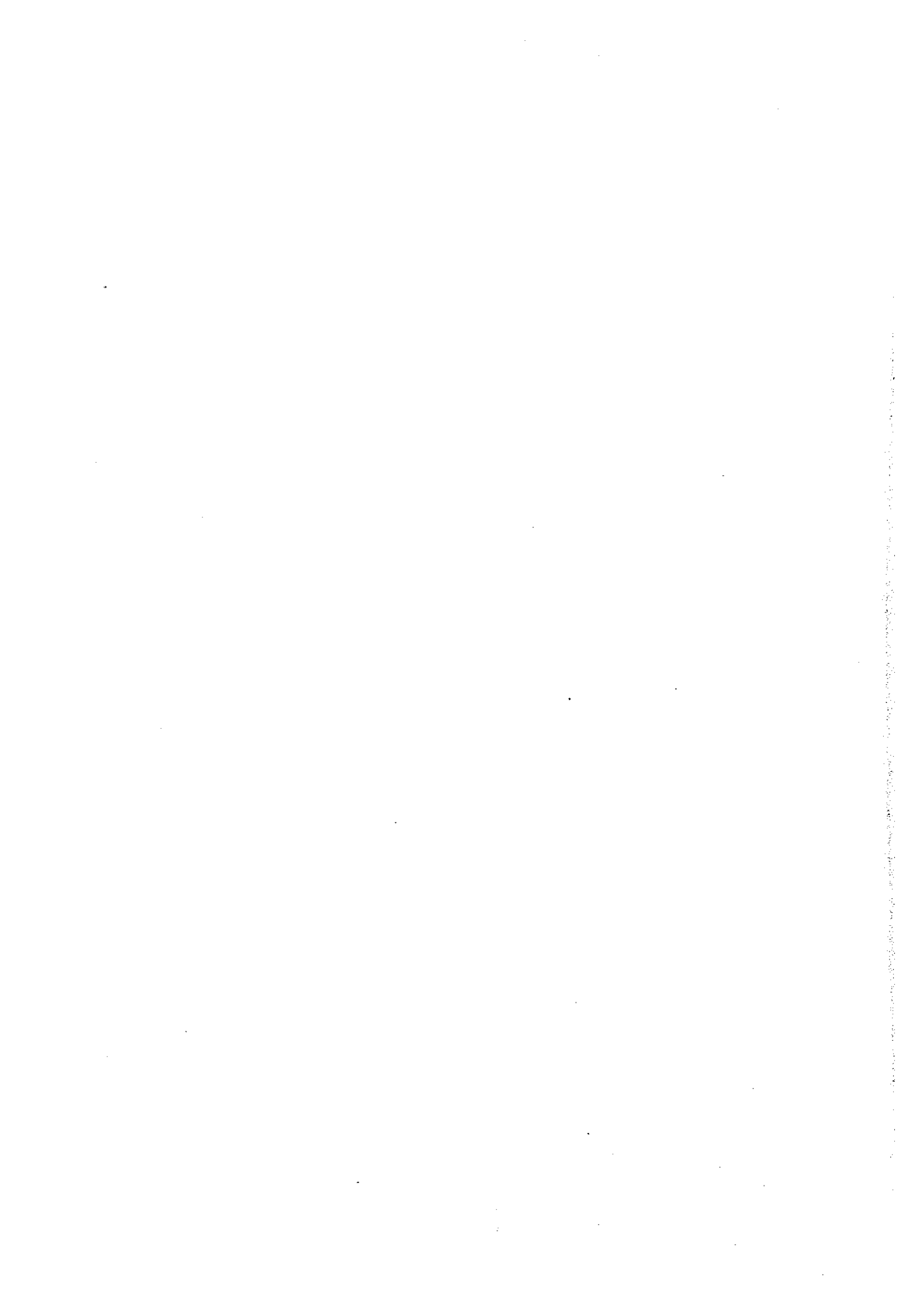
Figure 6-6-1 を参照のこと

(2) 変電所配置図

Figure 6-6-2 を参照のこと

Table 6-6-1 Estimated Power Demand for the Steel Complex

Plant / Shop	Production 1,000 t/year	Operation hour in year	Power consumption		Average Load MW	Load factor	Maximum demand MW
			kWh/t	GWh/year			
Direct Reduction	1,300	8,000	100.0	130	16.3	0.9	18.1
Lime Calcining	50.4	7,440	50.0	2.52	0.34	0.9	0.4
SMP	1,200	7,440	695.0	834.0	112.1	0.7	159.0
Bar Mill Plant	1,164	6,400	90.0	104.8	16.4	0.77	21.3
Oxygen Plant		8,000		51.8	6.5	0.9	7.2
Air Compressor		8,000		16.9	2.1	0.9	2.3
Sea Water		8,000		37.1	4.6	0.9	5.2
Water Treatment		8,000		30.1	3.8	0.9	4.2
Others (lighting, Air Con.)		8,000	13.7	16	2.0	0.9	2.2
Total			948.7	1223.2	164		220
Diversity factor							1.1
Annual operation	1,200		948.7	1223.2	164		200



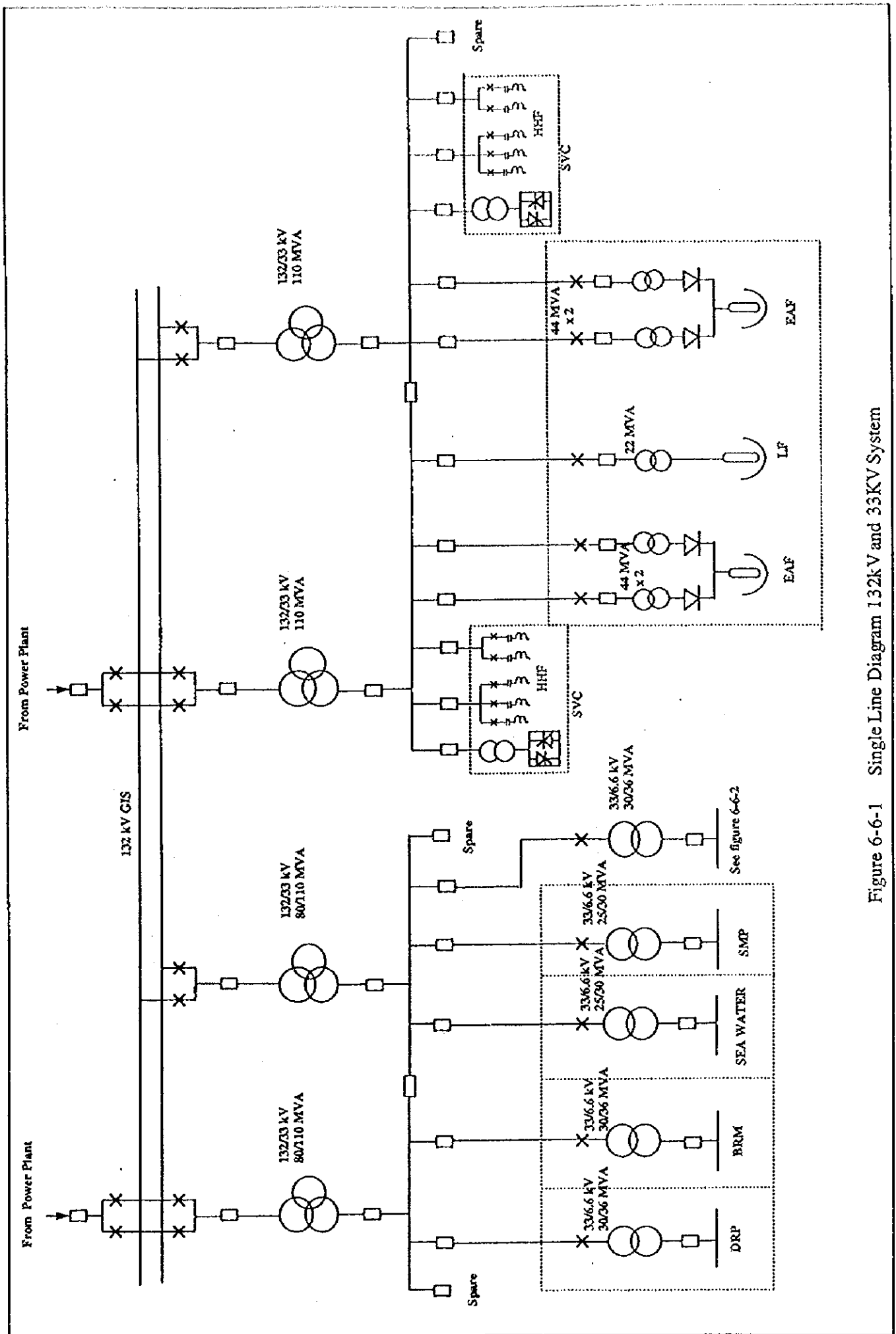
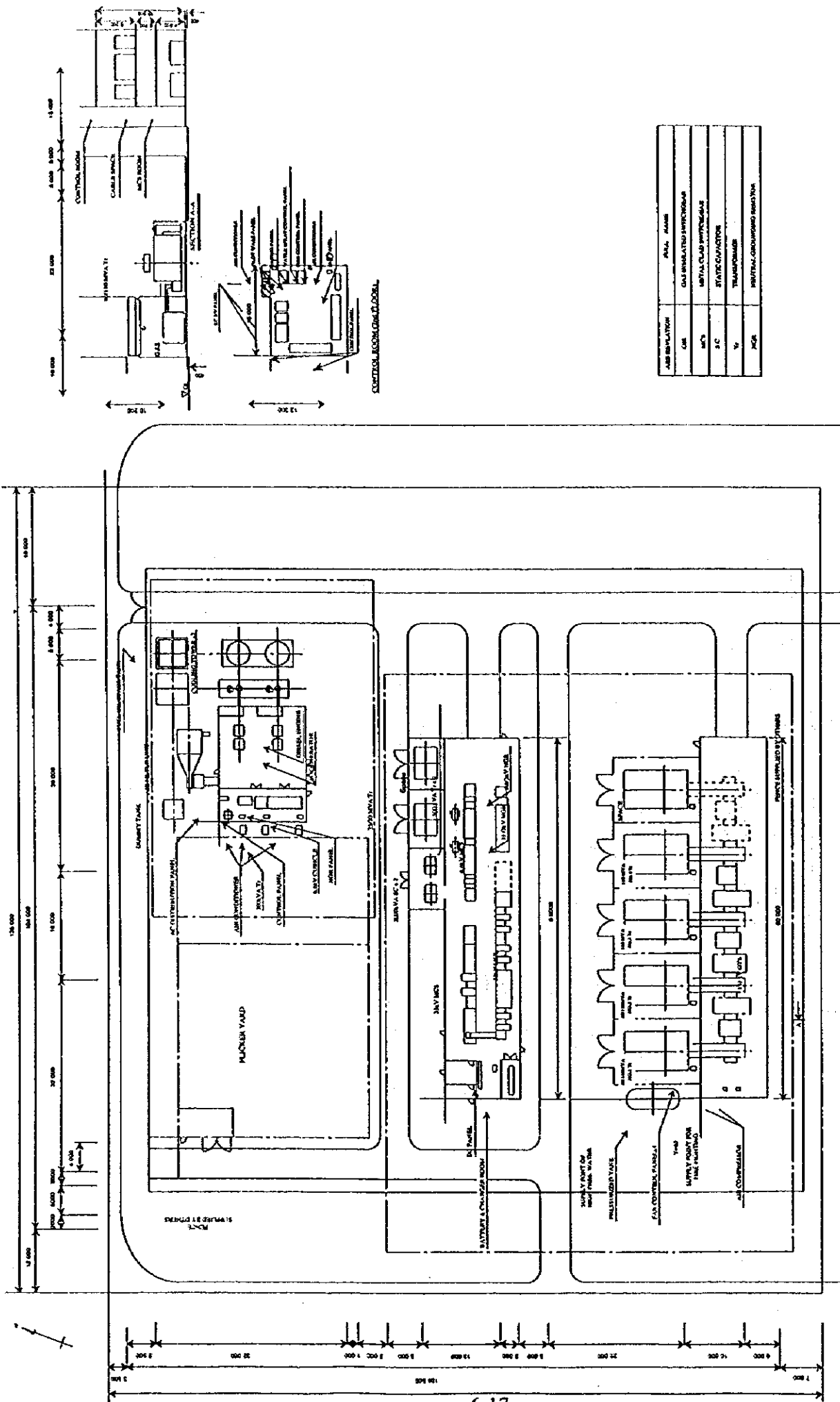


Figure 6-6-1 Single Line Diagram 132kV and 33kV System



ARM BRACKET	PAV.	ALUM.
CON.	CON.	CON.
M.C.	METAL CLAD SWITCHGEAR	
P.C.	STATIC CAPACITOR	
T.C.	TRANSFORMER	
P.C.P.	INSULATED CHARGING ROOM	

Figure 6-6-2 Layout of Sub-station

6-7 ユーティリティ

(1) 概要

ユーティリティには次のものが含まれる。

天然ガス、酸素ガス、窒素ガス、工場空気、工業用水、飲料水、循環水、海水、生活排水、および消火用水。

1) 天然ガス

天然ガスは製鉄所に隣接して設けられる政府のガス供給設備からパイプラインで受け入れ、各工場に供給される。

2) 酸素ガス、窒素ガスおよび工場空気

酸素ガス、窒素ガスおよび工場空気はコンプレッサーと空気分離装置によって工場内で生産される。

3) 工業用水および飲料水

工業用水および飲料水は製鉄所内に設置する造水設備から供給される。飲料水は造水設備に設置したポンプにより配管で直接消費場所に送られる。

工業用水は一旦製鉄所内の貯水槽に受け入れ貯水される。

殆どの工業用水は各プロセスへ補給水として送水される。

また工業用水は消火栓用に貯水槽から供給される。

4) 冷却水設備

工業用水の消費量を極力少なくするため

- 密閉式再循環システム、
- 工業用水以外の冷媒への変更
 - ・ 海水の使用
 - ・ 空冷の採用

等が採用された。その結果用水の進んだ使用状況を示す指標として用水の回収率が用いられてきている。

用水の回収率 (Water Recovery Ratio 略称 WRR)とは

$$= \frac{\text{循環水量} - \text{補給水量}}{\text{循環水量}} \times 100 (\%)$$

本概念設計について計算すると

$$WRR = (14,246 - 189) / 14,246 = 98.7 \%$$

日本の一貫製鉄所では WRR = 95 ~ 96% を維持しており、本概念設計の WRR はこのレベルを越えている。

(5) 海水

海水はソハール港から取水され海水取水設備は除塵設備、循環ポンプ、滅菌設備および電気設備からなり原料岸壁に設置される。

海水は循環ポンプにより揚水されて配管で製鉄所に供給される。海水は製鉄所の冷媒として使用され、波止場の外側に放流される。

(6) 工場排水

製鉄所の水処理設備からの排水はクローズドループのため殆どなく、製鉄所の排水はほぼ受け入れた海水と同じ水質および水量と考えられる。

(7) 生活排水

飲料水は製鉄所内で飲料や洗浄、食堂などで生活のために使用されて、生活排水として排出される。

生活排水は各事務所や工場に設置されるポンプ場から集められて、製鉄所内の下水処理場に配管で送られる。下水処理水は製鉄所内で樹木などへの灌漑や銅滓の冷却用に使用される。

(8) 消火栓システム

消火栓供給設備は原水受水施設内に設置され、消火用水を屋外消火栓システム（国際防火協会、National Fire Protection Association 略称 NFPA）により供給する。

(9) ヤード配管設備

ヤード配管設備は供給設備類、各工場、再循環設備および排水設備などを接続するものである。

飲料水、排水および消火用水配管を除き、安全性を考慮してほぼ全ての配管設備は配管架構上に設置される

6-8 保全工場

保全工場は機械加工工場、解体組立工場、製缶工場、電修工場、車両整備工場を有している。

プラントの全ての設備の維持保全のためには定期修理、大修理、時には突発修理などが必要である。保全業務は全て社内施工を前提とし、これらが無難に遂行するため、機械保全課、電気保全課、動力課、保全調整課の4課からなる保全動力部が設けられる。

6-9 分析・検査設備

分析・検査設備は、製鉄所内で製造される DRI、溶鋼、ピレット、棒鋼圧延製品等々に対して、通常業務の品質管理を行う上で必要な分析・検査業務を実施するために設置されるものである。

分析・検査設備は、2グループより構成されている。すなわち一つのグループは、製鋼工場の主原料とその工程に必要な分析および検査を行う設備であり、他のグループは、その後の工程で製造される半製品や最終製品に対する物理的および冶金学的検査を行う設備とから構成されている。前者のグループに属する分析・検査設備は、製鋼工場に近接した分析センターと呼ばれるビルディング内に設置される。後者のグループに属する分析・検査設備は、棒鋼圧延工場に近接した(材料分析センターと呼ばれる)ビルディング内に設置される。

本システムと機器は、作業員間の個々人の差異による影響を最小にするため、またできるだけ複雑な手動測定作業をさけるために設置され、安定した分析値・検査結果が得られるようになっている。

6-10 構内輸送設備

6-10-1 概要

製鉄所構内の輸送設備は年間約 1,200,000 トンの棒鋼製品を生産するのに必要なスクラップ、石灰石、添加材、耐火物、電極、スラグ、ミルスケール、廃棄物などの物量を運搬する設備を主とし、またそれらを保管するための設備も含む。

構内輸送設備は下記のもので構成される。

- 1) クレーン車、フォークリフト、ショベルカーなど物の積み込み積み下ろし用移動

機

- 2) スラグボットキャリヤ、ダンプトラック、トレーラー、平ボデートラックなど運搬車
- 3) 耐火物、電極、添加材、予備品などの倉庫
- 4) スクラップ置場兼仕分場
- 5) 石灰石置場
- 6) スラグ捨て場
- 7) 車載秤量設備

6-11 管理施設

下記の管理施設の設置を考えるものとする。

各施設の設計ならびにシステムは、国際規格ならびにオマーンの慣行的規定および規則に準拠しておこなうことを基本とする。

- (1) 本事務所
- (2) 訓練センター
- (3) 救急診療所
- (4) 守衛所
- (5) 消防施設
- (6) 工場管理事務所
- (7) 駐車場およびその他

6-12 土木建築

土木工事および建築工事の範囲は、下記に示すような土地造成ならびに直接還元製鉄所設備の建設および据え付けに必要な全ての基礎および建家とする。その設計原則は、最新版の国際規格、基準の関連条項ならびにこれと同等の基準にしたがって確立するものとする。

- (1) 土地造成（ゲートおよび外周のフェンスを含む）
- (2) 原料貯蔵設備
- (3) 直接還元鉄工場設備
- (4) 製鋼工場設備
- (5) 棒鋼圧延工場設備
- (6) 石灰焼成工場設備
- (7) 電力および受配電設備
- (8) ユーティリティ

- 1) 水処理設備
- 2) 天然ガス受け入れステーション
- 3) 取水口
- 4) 生活排水処理ステーション
- (9) 保全工場設備
- (10) 分析および検査設備
- (11) 構内輸送設備
- (12) 管理施設
- (13) 道路および舗装
- (14) 排水システム（雨水排水および廃水処理ならびに衛生設備排水用）

第7章 インフラストラクチャーの現状と将来計画

7-1 港湾

ソハール港はオマーン北部の工業化の拠点港とし計画され 2002 年に完成の予定で計画が進行中である。この港の背後には火力発電所、石油化学、アルミ精錬等のプロジェクトが計画されている。

ソハール港の計画は、当初計画では水深はアプローチチャンネル、ターニングベイソン共に-15mであったが、製鉄所の立地を想定して、Figure 7-1-1 に示すようにアプローチチャンネルが-16.5m、ターニングベイソンが-16mで計画されている。

Phase-1 で整備される港内最奥部に製鉄所専用岸壁用として 100,000DWT 級原料バース 1 バース、20,000DWT 級製品バース 1 バース、10,000DWT 級製品バース 1 バース分の約 700m の水際線が用意されており、この専用岸壁のすぐ背後が製鉄所用地となっているので極めて効率良く貨物のハンドリングが出来る。

7-2 道路

ソハール港の南西約 4 km にはマスカットから湾岸諸国に通じる幹線道路 (Route-1) が走っている。

Route-1 との間は製鉄所予定地の約 2km 南のマジス棧橋まで 2 車線の舗装道路が通じているが、マジス棧橋とサイト間のアクセスは無い。開港時には当然アクセス道路が整備されると思われるので、製鉄所としてはアクセス道路とプラントを結ぶ道路のみを整備する。

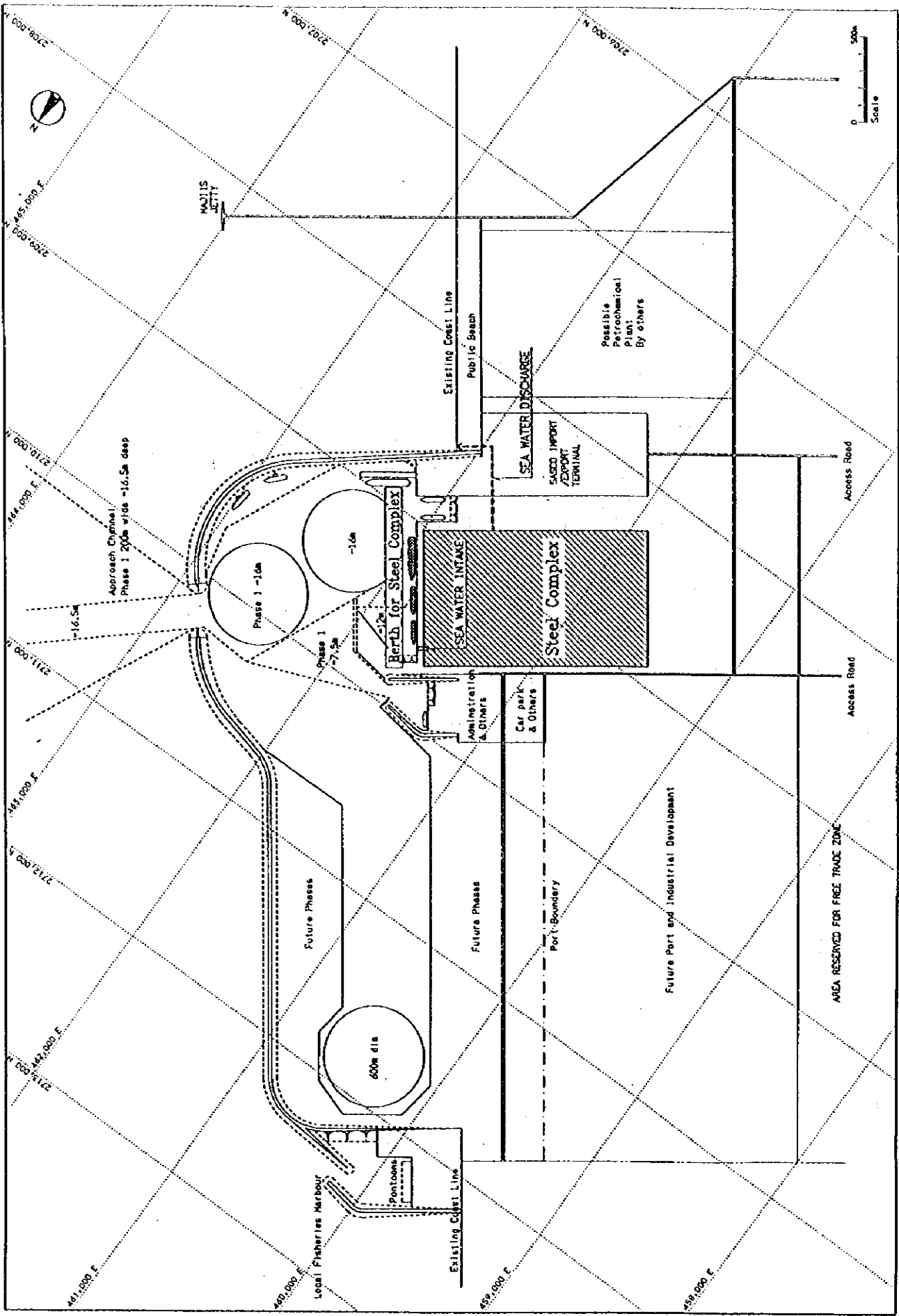


Figure 7-1-1 Proposed Site Location

7-3 電力供給

(1) ソハール地域の電力

- 1) 現地調査の結果、ソハール地域の電力は製鉄所に必要な容量がない。
MOEWは製鉄所への電力供給する計画もない。
- 2) したがって、製鉄所あるいは民間にて製鉄所に必要な電力容量 200 MW またはそれ以上の発電所を新設する必要がある。
- 3) 一方、ソハールは石油科学、石油精製、アルミ精錬などの建設計画がある。これらのプロジェクトの一つは余剰電力を持つ可能性がある。
- 4) その上に、MOEWは数年以内にマスカットシステムとソハール変電所（ワジ・ジジ発電所を含む）間を電圧 132kV にて接続する計画があり、この新設発電所とも接続される。もし、これが実現されるとより大きな短絡容量が得られ、製鉄所の操業運転に何等支障がない。
このネットワークによる 2004 年までの総発電容量は 2240 MW またはそれ以上になる。
- 5) 前従の方法により、短絡容量は最低 3,000MVA-最高 6,000MVA が得られるので、電圧変動を抑えるためのフリッカー補償装置は減量出来る。

(2) 現状のマスカットおよびソハール（ワジ・ジジ発電所を含む）間の 132 kV 送電網は次のとおりです。

- 1) ワジ・ジジ発電所とソハール変電所間 : 運転中
- 2) ソハール変電所とカブラ変電所間 (約 60 km) : 98-7 テンダー発行予定
- 3) カブラ変電所とマサーナ変電所間 : 現在設計中
- 4) マサーナ変電所とマスカットシステム間 : 運転中

(3) ワジ・ジジ発電所

- 1) 総発電容量 : 278 MW, 99 年末までに 334 MW へ増量予定
- 2) デマンド: 最大 300MW (夏期) 最小 90MW (冬期)
- 3) 燃料 : 天然ガス (非常時はオイル)
- 4) 型式・フレームサイズ: ガスタービン、F-5 x 3, F-6 x 8 台
- 5) 短絡容量 (於いて 132kV): 最大 1283 MVA, 最小 397MVA
- 6) 発電コスト: 7.6 baizakWh

(4) ソハール変電所

- 1) 総変圧器容量：2 x 125 MVA
- 2) 平均デマンド：100 MVA
- 3) 最大デマンド：124 MW (夏期)
- 4) 電圧変動：132 kV から 126 kV
- 5) 周波数変動：50Hz から 49.8Hz
- 6) 全停電：過去3年で2回

(5) 電気料金

1) 一般家庭

kWh	baiza / kWh
00000-03000	10
03001-05000	15
05001-07000	20
07001-10000	25
10000 以上	30

2) 商業

- 一律 20 baiza/kWh

3) 工業

(a) 工業指定地域

夏期 (5,6,7 および9月) : 24 baiza/kWh

冬季 (9月より4月) : 12 baiza/kWh

(b) 指定地域外

夏期 : 24 baiza/kWh

冬季 : 16 baiza/kWh

ドハール地方：夏期 (4月より7月)、冬季 (8月より3月)

4) 農業および漁業

7000 kWh 迄 : 10 baiza/kWh

7000 kWh 以上 : 20 baiza / kWh

5) ホテルおよび旅行者

00000-03000kWh	: 10 baiza/kWh
03001-05000 kWh	: 15 baiza/kWh
5000kWh 以上	: 20 baiza/kWh

(6) 電力の総合計画

最大需要バランスおよび発電計画は下記の Table 7-3-1 に示す。

Table 7-3-1 Maximum Demand Balance and Generation Planning after Modification by Actual Data -1997

Unit : MW

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Peak demand	1373	1447	1521	1688	1790	1890	1987	2061	2134	2206	2277
Net supply capacity	1406	1551	1645	1833	1928	2022	2157	2241	2241	2335	2411
Reserve margin	1406	1551	1645	1833	1928	2022	2157	2241	2241	2335	2411
Firm generation	1311	1456	1550	1738	1833	1927	2062	2146	2146	2240	2316
Balance of firm generation to peak demand	-62	9	29	50	43	37	75	85	12	34	39
Rusail P/S	500.4	594.5	688.6	782.7	782.7	782.7	782.7	782.7	783	783	782.7
Future expansion		94.1	94.1	94.1							
		(GT-7)	(GT-8)	(GT-9)							
Ghubra P/S	537	537	537	537	537	537	484.5	473.6	474	474	473.6
Future expansion							-52.5	-105			
								94.1			
Manah P/S	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	180.5	180.5	181	181	180.5
Future expansion							94.1				
							(GT-4)				
Barka P/S	0	0	0	0	94.1	188.2	282.3	376.4	376	376	470.5
Future expansion					94.1	94.1	94.1	94.1			94.1
					(GT-1)	(GT-2)	(GT-3)	(GT-4)			(GT-5)
Wadi Jizzi P/S	281.8	281.8	333.2	333.2	427.3	427.3	427.3	427.3	427	521	503.6
Future expansion			51.4		94.1					94.1	-17.8
			(GT-12/13)		(GT-14)					(GT-15)	(GT-1)
Expansion total		94.1	145.5	94.1	188.2	94.1	94.1	83.2		94.1	76.3

Source : MOEW

7-4 用水

(1) 発展の歴史

オマーンにおいては、住民は大昔から多くの井戸やファラージシステム（運河、一種の地下水脈からの取水装置、今もなお片田舎に水を供給している）からも水の供給の

恩恵に浴してきた。

マスカット地域における水の消費は年々増加の一途をたどっており、水資源の要求増大のために、新進の造水プロジェクトが設立されグブラに最初の造水ユニットを1976年に竣工した。そして今や造水容量の合計は35(百万インペリアルガロン毎日量)に達している。

1989年にオマーン政府は新規井戸の掘削と既存の井戸からの新規取水を規制する水資源管理のための積極的な方策を打ち出した。

そして最近の水に関する政府方針は5カ年計画(1996-2000)にも見られ、計画は2005年迄に住居地域への飲料水を供給することを目標としている。

(2) 水源

ソハールにおいては、井戸水が住居地域やソハール工業団地へ供給されている。井戸水の合計量は現状8,000-毎日量(8本の井戸×1,000-毎日量)であり、今後工業化の進展とともに造水プラントの建設が必要となる。

7-5 天然ガス

(1) 天然ガス埋蔵量

ガス田はイーバル、バリク、サイ・ニハイダ、サイ・ロウル及びファフード等オマーン国のほぼ中央に存在しており、オマーンの合計埋蔵量は次のとおりである。

Expected	25.4 TCF (非石油随伴ガス)
Proven	17.7 TCF (非石油随伴ガス)

石油随伴ガスについては、向こう25年間ほぼゼロに近い。

出典 : Sohar and Salalah gas supply study , (Long term gas supply plan for Sultanate of Oman) : Revision 2, February 1998

[定義]: Expected: (50% 可能性有り, 50% 可能性が低い)

Proven: (85% 可能性有り, 15% 可能性が低い)

天然ガスは地中深くに存在しており、経済的に地上に取り出す必要がある。

50% 可能性有りというのは、埋蔵量の50%が経済的に採掘可能ということである。

尚天然ガス探査プログラムにより確認埋蔵量を35TCF(兆立方フート)以上に増加する計画が進展中である。

(2) 天然ガスの生産、消費および需要予測

天然ガスの生産、消費および需要予測について Table 7-5-1 および 7-5-2 にそれぞれ示す。

過去の生産量に比し、天然ガスの需要予測は目を見張る増加を示している。これには LNG プロジェクト、肥料プロジェクト、アルミ精錬プロジェクト、化学プロジェクト等が含まれている。

LNG プロジェクトは国家予算の基盤を石油からガスへと転換する戦略を代表しており、西暦 2000 年より稼働する。

需要予測によると、天然ガスの生産は西暦 2011 年の需要を満たすことが出来ず、不足分は新しい埋蔵量の開発により補われる見込みである。

Table-7-5-1 Historical Production and Utilization of Non-associated Gas

(Unit: Million scf/d)

	Production	Utilization	
	Non-associated gas	Domestic & industry	Oil field injection
1991	166	146	20
1992	179	170	9
1993	201	192	9
1994	219	198	21
1995	222	205	17
1996	243	226	17

Source: PDO -as supplied to MOG 30/11/97 Ref:AEG/126/97

Table-7-5-2 Demand Forecast of Natural Gas

(Unit: Million scf/d)

Year	2000	2005	2010	2015	2020
Power	411	603	795	904	1014
LNG	712	959	959	959	959
Industry/Others	82	493	575	575	466
Total	1205	2027	2301	2411	2438

Source: PDO

(3) 天然ガスパイプラインの現状

既存の政府のガスシステムはソハール地域へ 20 インチと 36 インチの 2 本がイーバルとムライラト間に、そして 16 インチがムライラトからソハールまで敷設されている。上記のガスラインはフルに使われており余裕はない状況である。

供給圧力はサイー・ニハイダで 7.0 メガ・パスカルである。

新しいパイプライン（ファフードからソハールまで）はこの地域の長期にわたる家庭や工業用の需要予測を満たすものとして提案された。

ファフードからソハールまでの配管距離は 300 キロメートルである。

管径 32 インチの基本設計は既に完了しており、このラインは西暦 2001 年の夏までに完了するよう計画されている。

7-6 通信設備

(1) 必要な電話およびフファク

製鉄所に必要な電話、ファクスおよび携帯電話は下記に示す。

—電話 : 25 回線

—ファクス: 10 回線

—携帯電話: 20 回線

(2) 製鉄所に必要な電話（含む携帯電話）およびファクスは電話局（GTO）が必要回線を供給する。

第8章 インフラストラクチャーおよびユーティリティーの概念設計

8-1 港湾設備

8-1-1 港湾

ソハール新港の建設計画はオマーン政府により実行され、この計画は製鉄所が立地する場合を想定しているため、製鉄所として整備する必要はない。

8-1-2 岸壁および荷役設備

岸壁等の港湾設備は政府により整備される。一方アンローダーやガントリークレーン等の荷役設備は製鉄所で整備する。

(1) 取扱貨物量及び使用船型

1) 原料

原料としては主原料である鉄鉱石及びコークスと他の副原料があり、主原料と副原料では荷役用クレーンが異なる。副原料は製品と同じ型式のクレーンを使用するため製品バースで荷役する。

Table 8-1-1 に品目毎の貨物量、船型、一船当りの積載量、入港隻数、仕様バース等を示す。

Table 8-1-1 Cargo Volume of the Raw Material

Item	Cargo Volume (t/y)	Ship Type	Ship Size (D.W.T.)	Cargo Volume per Ship (ton)	Total No. of Ships per Year	Berth Used
Iron oxide	1,920,000	Ore carrier	100,000	80,000	24	Raw material
Scrap	98,900	Cargo ship	20,000	10,000	10	Product
Coke lump	42,000	Cargo ship	20,000	3,000	14	Raw material
Fettling materials	18,400	Cargo ship	10,000	2,000	10	Product
Ferro-manganese	12,000	Cargo ship	10,000	2,000	6	Product
Ferro-silicon	5,300	Cargo ship	10,000	1,000	6	Product
Others	2,600	Cargo ship	10,000	1,000	3	Product

2) 製品

取扱う品目は棒鋼だけである。市場調査の結果より輸出先、貨物量、使用船型は Table 8-1-2のとおりである。

Table 8-1-2 Cargo Volume of the Products

Export Destination	Cargo Volume (t/y)	Ship Type	Ship Size (D.W.T.)	Cargo Volume per Ship (ton)	No. of Ships Entered to Port (y)
Domestic	39,000	Cargo ship	20,000	2,000	20
Kuwait	34,000	Cargo ship	20,000	2,000	17
Bahrain	10,000	Cargo ship	20,000	2,000	5
Saudi Arabia	30,000	Cargo ship	20,000	2,000	15
Yemen	130,000	Cargo ship	20,000	2,000	65
Jordan	5,000	Cargo ship	20,000	2,000	3
Syria	10,000	Cargo ship	20,000	2,000	5
Kenya	1,000	Cargo ship	20,000	1,000	1
Tanzania	1,000	Cargo ship	20,000	1,000	1
Pakistan	3,000	Cargo ship	20,000	1,000	3
ASEAN	70,000	Cargo ship	20,000	3,000	24

BERTH ARRANGEMENT PLAN

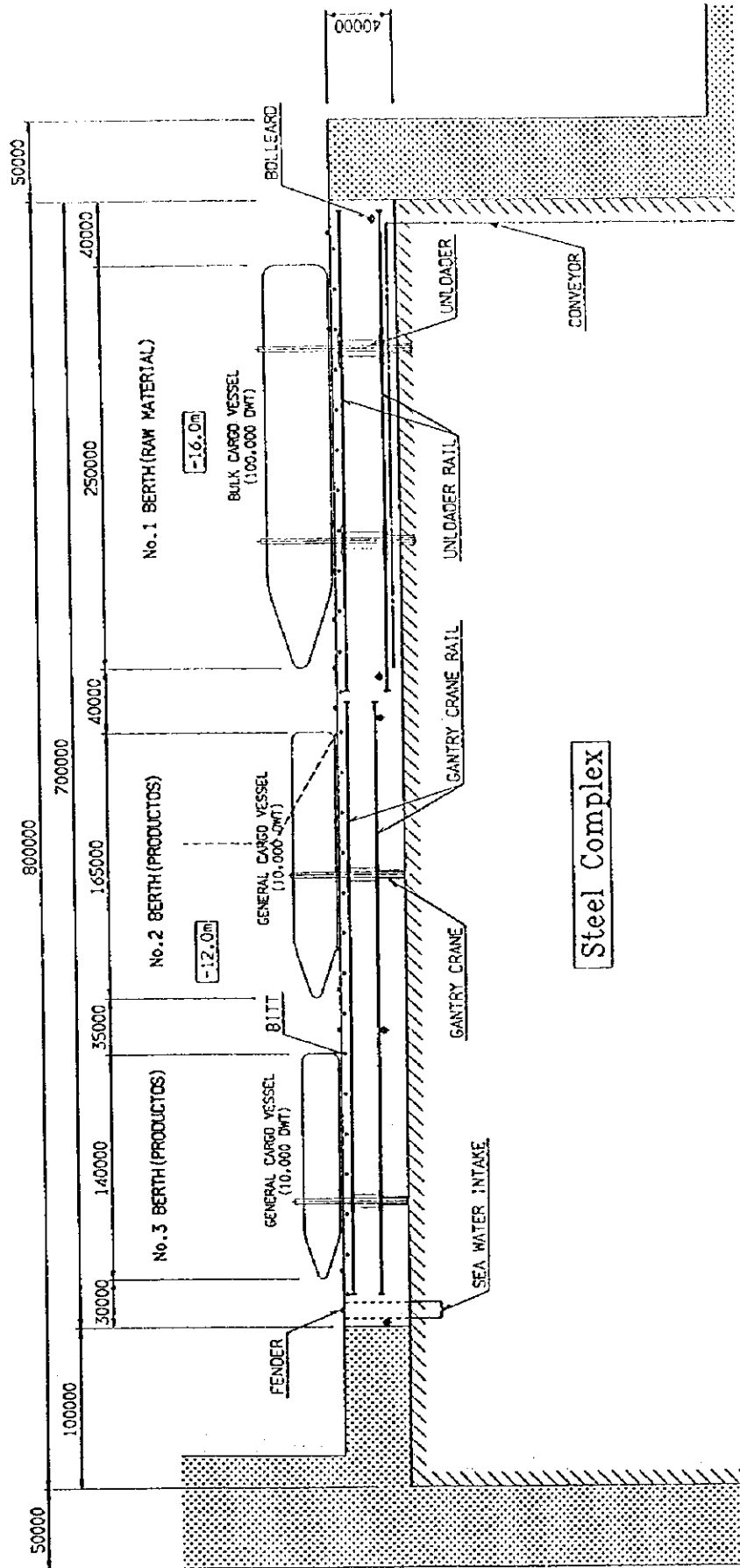


Figure 8-1-1 Berth Arrangement Plan

(2) バース計画

バース数は貨物の種類と量、船型、入港隻数から原料バース1バース、製品バース2バースとする。その配置計画を Figure 8-1-1 に示す。

(3) 荷役設備

原料バースには鉄鉱石及びコークス荷揚用としてアンローダーを2基、製品バースには製品積出用及び副原料荷揚用としてガントリークレーン2基を設置する。

クレーンの仕様は下記のとおりとする。

* アンローダー

アンローダーの形式としてはグラブバケット式と連続式があるが、連続式は効率的是ではあるが、高価であると共に故障した場合の修理がオマーンでは非常に難しいので、グラブバケット式を採用する。

形 式： グラブバケットアンローダー

能 力： 1,000 t/h

レールゲージ： 25m

* ガントリークレーン

形 式： 橋型クレーン

能 力： 最大吊荷重 20t

レールゲージ： 20m

(4) バース占有率の検討

計算結果は、Table 8-1-3 に示す様に、各バース共に目標占有率60%以下となる。

(5) 岸壁の予備設計

Figure 8-1-2 と Figure 8-1-3 に原料バースと製品バースの標準断面を示す。

Table 8-1-3 Berth Occupancy Rate

Items	Cargo volume(ton)	Productivity (ton/hr/crane)	No. of crane	Necessary operation time		Occupying days per ship	No. of ships per year	Total occupying days per year	Occupancy rate
				(hours)	(days)				
No.1 Berth	Iron oxide	600	2	66.7	3.2	3.4	24	82	
	Coke lump	200	1	15.0	0.7	0.9	14	13	
							Berth Total	94	27%
No.2 Berth	Scrap	10,000	1	166.7	7.9	8.2	10	82	
	Fetting materials	2,000	1	66.7	3.2	3.4	10	34	
	Ferromanganese	2,000	1	66.7	3.2	3.4	6	20	
	Ferro-silicon	1,000	1	33.3	1.6	1.8	6	11	
	Graphic - electrode	1,000	1	33.3	1.6	1.8	3	5	
							Berth Total	153	44%
No.3 Berth	Steel bars	2,000	1	20.0	1.0	1.2	130	156	
	Steel bars	3,000	1	30.0	1.4	1.6	24	38	
	Steel bars	1,000	1	10.0	0.5	0.7	5	4	
							Berth Total	198	57%

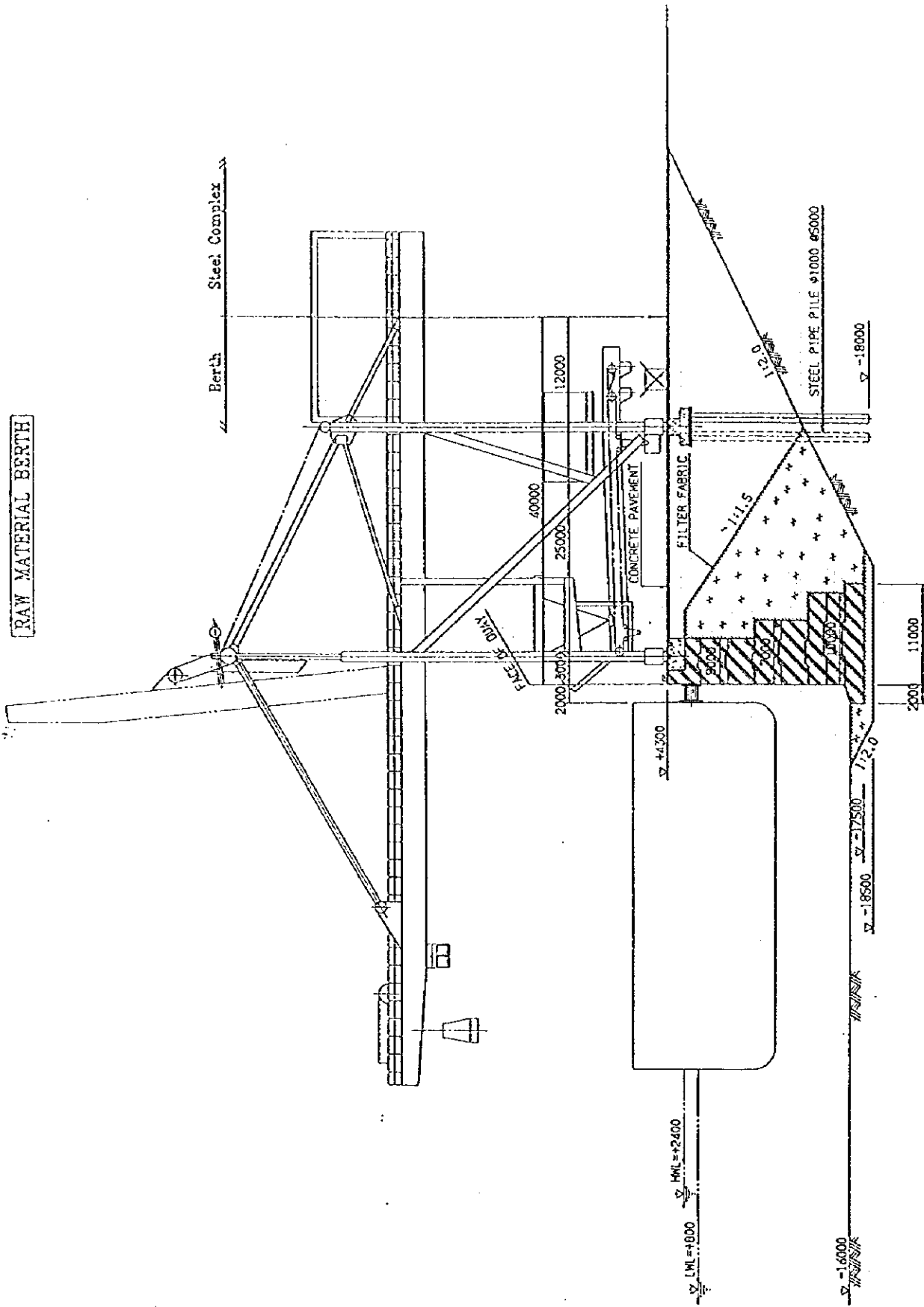


Figure 8-1-2 Typical Section of Raw Materials Berth

PRODUCT BERTH

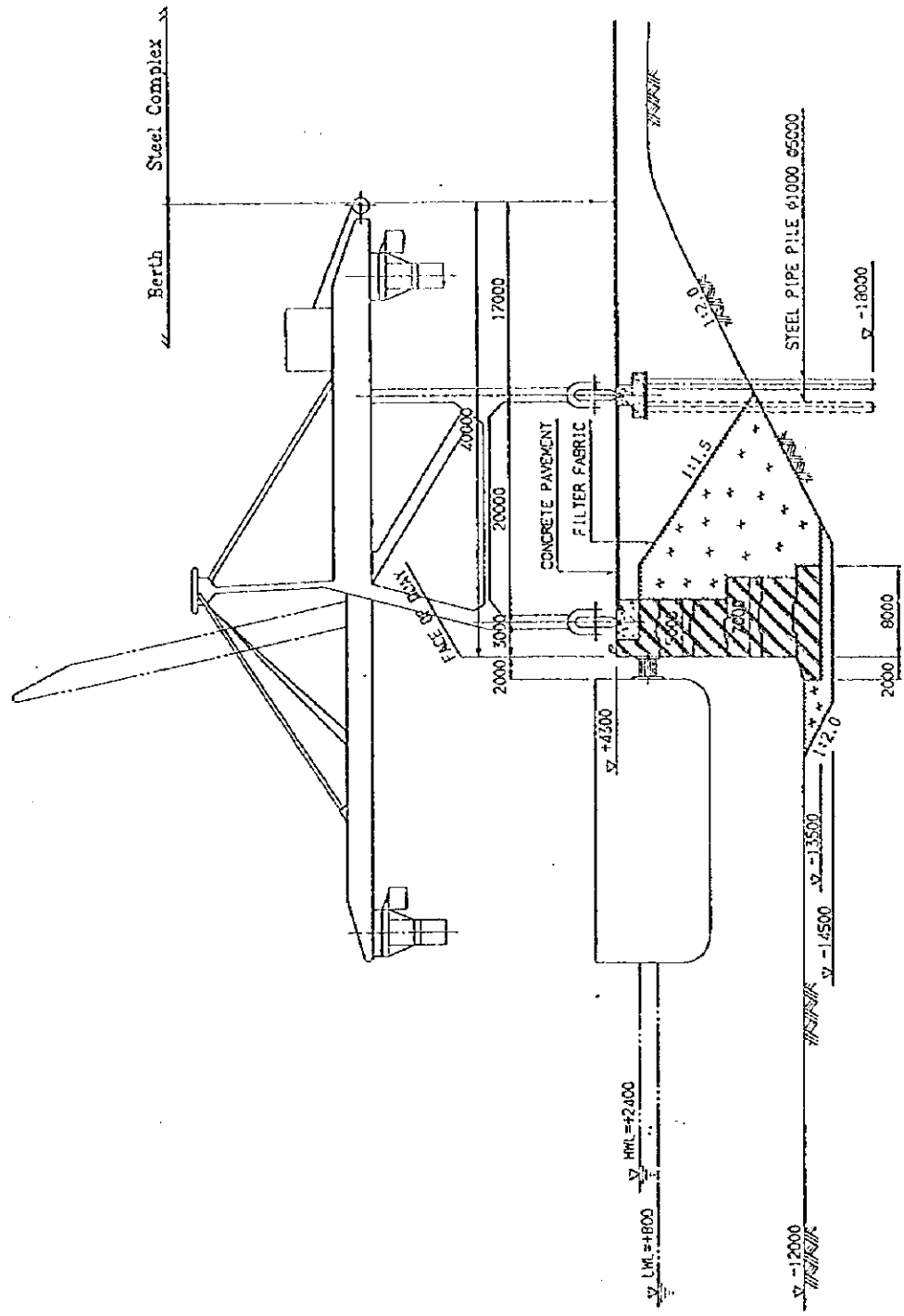


Figure 8-1-3 Typical Section of Product Berth

8-2 道路

既存の幹線道路ルート1から港湾区域へのアクセス道路は、現在政府により計画が進められている。また港湾区域内の幹線道路も政府により整備されると思われるので、製鉄所側ではこれらの道路へのアクセスのみを考えれば良い。現状では港湾区域内の幹線道路の計画が不明であるが、製鉄所側で整備する道路の延長は非常に短くて済むと思われる。

8-3 電力供給

8-3-1 必要電力

(1) 製鉄所用必要電力は下記に示す。

最大需要電力	: 約 200 MW
平均電力	: 約 164 MW
供給電圧	: 132 kV
回線数	: 2 回線
短絡容量	: 最低 1,500 MVA 以上 (おいて 132 kV)

8-3-2 発電プラントの概念設計

製鉄所用 200 MW の発電所に関して概念設計の対象とする発電方式、機器構成、機器仕様などの基本的事項について述べる。

(1) 設計条件および使用燃料

1) 設計条件

発電プラントの機械・電気設備は、以下の条件、規格・基準に基づいて概念設計を行う。

(a) 設計条件

大気温度	: 最高 50℃、最低 5℃、平均 30℃、設計 50℃
海水温度	: 最高 35℃、設計 30℃
相対湿度	: 最高 100%、年間平均 40%、設計 100%
降雨量	: 年間平均 100 mm、24 時間最大 80 mm
最大風速	: 40 m/s
雷雨日数(IKL)	: 20 日/年
標高	: 1,000m 以下

(b) 電圧区分および配電方式

電 圧 : 132kV, 33kV, 11kV, 6.6kV, 415V, 240V

周 波 数 : 50Hz

配線方式 : 3相3線式、ただし、415V, 240Vは3相4線式

接地方式 : 送電変圧器の1次側は直接接地式、2次側は抵抗接地式

(c) 適用規格・基準

国際電気規格 (International Electrotechnical Commission : IEC)

日本工業規格 (Japanese Industrial Standards : JIS)

電気規格調査会標準規格

(Standard of the Japanese Electrotechnical Committee : JEC)

日本電機工業会標準規格

(The Standards of Japan Electrical Manufacturer's Association : JEM)

日本電気協会電気技術基準調査委員会電気技術規程

(Japan Electric Association Code : JEAC)

日本電線工業会規格 (Japanese Cable Makers' Association Standard : JCS)

通商産業省省令電気設備技術基準 (Electrical Standards)

2) 使用燃料および燃料供給

(a) 使用燃料

コンバインドサイクル発電プラント用ガスタービンに使用する燃料は、次のとおりとする。

*主燃料 天然ガス (低位発熱量 35,800 kJ/kg)

*非常用燃料 留出油 (低位発熱量 42,915 kJ/kg)

留出油の成分および基本データを Table 8-3-1 に示す。

(b) 燃料供給

天然ガスについては、石油・ガス省がプロジェクトサイト内に減圧ステーションを設置し、同ステーションまで石油・ガス省の所轄である。

したがって、発電プラント側は減圧弁以降のガス配管を敷設する。

発電プラント側が必要とする天然ガスの使用圧力、使用量は、概ね次のとおりであるので、この要求条件に適合する天然ガスが供給されるものとする。

*使用圧力 : 20kg/cm²

*使用量 : 42,000 kg/h (GT 1台あたり)

主燃料 (天然ガス) のデータは 8.5 章の Table 8-5-2 に示す。

また、非常用燃料の留出油については、サイト内に留出油タンクを設置し、同タンクから発電プラントに留出油を供給する。

Table 8-3-1 Emergency Fuel (Distillate Oil) Data

Description	Figures
Density	0.8377
Kinetic Viscosity at 40°C (cS)	3.9
Cloud Point (°C)	-6
Pour Point (°C)	-15
Sulphur (% weight)	0.44
Ash (% weight)	0.005
Flash Point (°C)	114
Water Content	Nil
Sediment	Nil
HHV (kJ/kg)	45,700 (10,918 kcal/kg)
LHV (kJ/kg)	42,915 (10,252 kcal/kg)

Source : JICA 1994

(2) 発電プラントの型式選定

1) 型式選定の基準

この発電プラントは、負荷変化に応じた発電をしながら、主燃料として使用される天然ガスの使用量を節減する上で熱効率の高い発電方式が必要不可欠である。これらの要求条件を十分に満たすのがガス・蒸気コンバインドサイクル発電方式である。この発電プラントにはコンバインドサイクルを採用する。

2) コンバインドサイクル発電プラントの概要と特徴

Figure 8-3-1 に発電プラントの構成を示す。

コンバインドサイクル発電の特徴は、下記のとおりである。

- (a) 熱効率が低い
- (b) 起動停止時間が短い。
- (c) 最大出力が大気温度によって変化する。
- (d) 温排水量が少ない。

(3) コンバインドサイクル発電の仕様

コンバインドサイクル発電方式は、ガスタービンと蒸気タービンの組み合わせの方法によって数種類に分類される。ガスタービン主体のサイクルとしては、排熱回収サイクルと排気助燃サイクルがあり、蒸気タービン主体のサイクルとしては、排気再燃サイクル、過給ボイラサイクルと給水加熱サイクルがある。これらのサイクルには、それぞれ特徴があり、プラントの出力、燃料の種類、運転条件、立地環境条件などを考慮して方式を選定するが、ガスタービンの高温化が進むと排ガス温度も上昇するので、高効率化にとって最も有利な方式は排熱回収サイクルとなる。排熱回収サイクルは Figure 8-3-1 のとおり、ガスタービンの排ガスを排熱回収ボイラ（熱交換器 HRSG）に導き、その熱回収によって蒸気を発生させ、蒸気タービンを駆動する方式である。この方式はコンバインドサイクルの中では最も簡単なシステムであり、次のような特徴を持っていることから世界的に数多く運転されている。

- (a) 蒸気タービンよりもガスタービンの出力の割合が大きい。
- (b) ガスタービンが高温化するほど、熱効率上昇の割合が大きい。
- (c) 起動時間が短い。
- (d) プラント単位出力あたりの温排水量が少ない。
- (e) プラント単位出力あたりの CO₂ 排出量が少ない。

また、コンバインドサイクル発電方式は、電力需要の増加に応じて、第1段階でガスタービンを設置し、第2段階で HRSG と蒸気タービンを追加することが可能である。このようなプラント構成の採用によって、発電出力の増加と熱効率の向上が期待できる。したがって、この製鉄プラントには、排熱回収方式を採用する。

(4) 図面リスト

Figure 8-3-1：コンバインドサイクル発電プラントの基本構成

Figure 8-3-2：コンバインドサイクル発電プラントの単線結線図

Figure 8-3-3：コンバインドサイクル発電プラントの配置図

Figure 8-3-4：製鉄所用発電所配置図

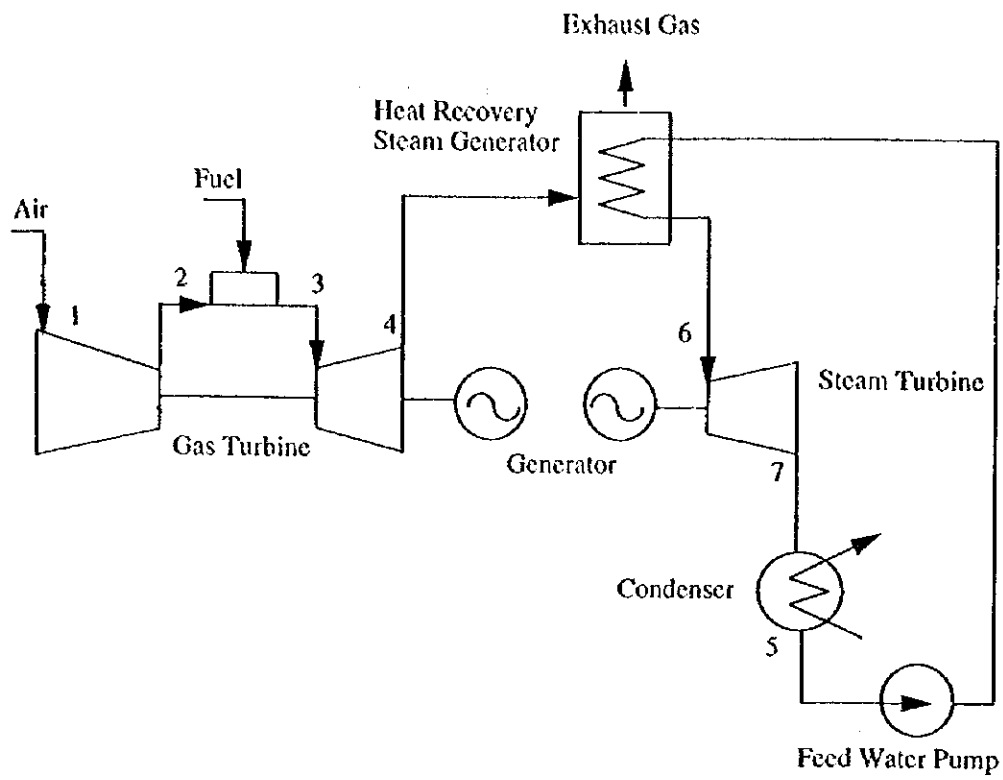


Figure 8-3-1 Basic Configuration of Combined Cycle Power Plant

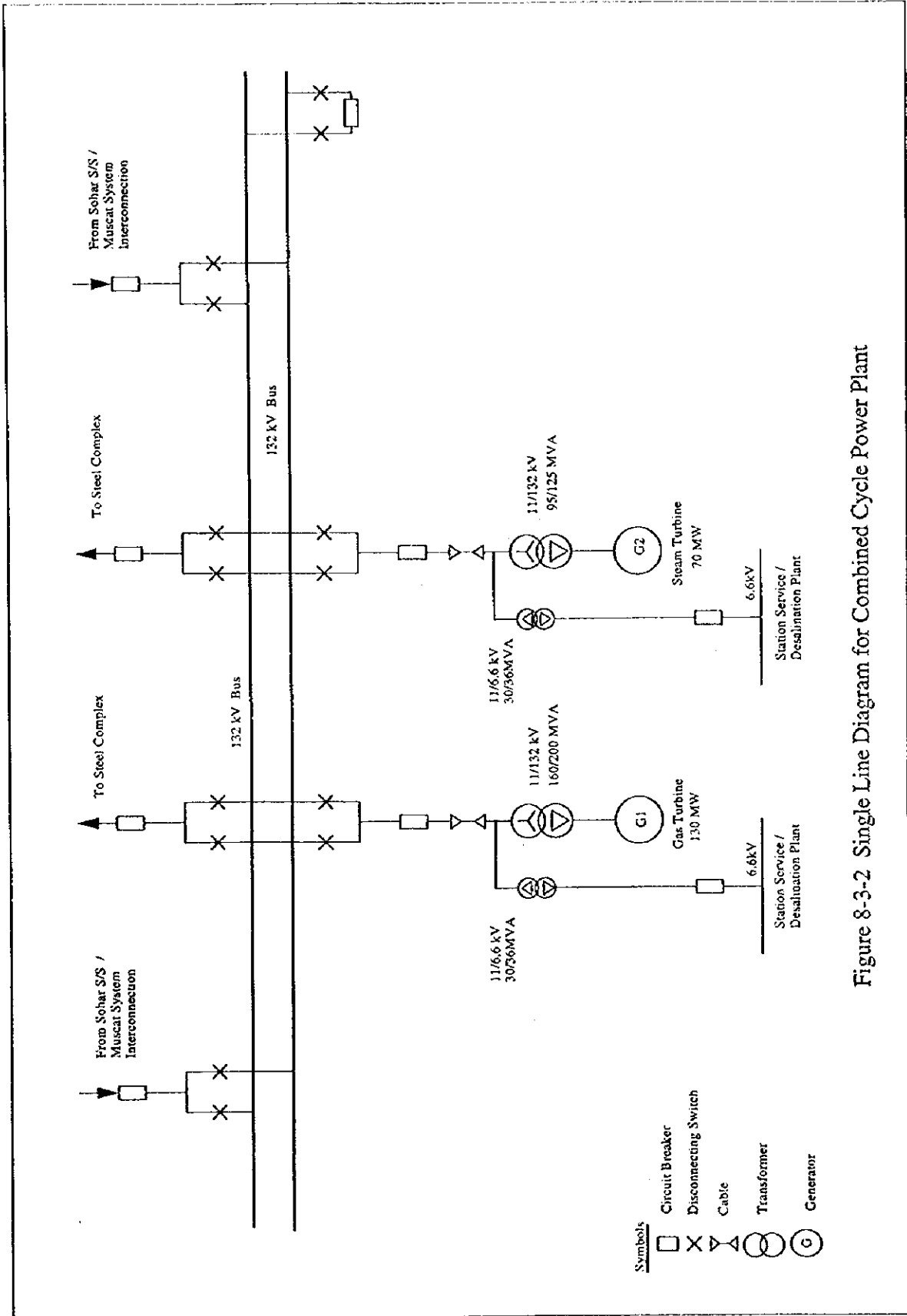
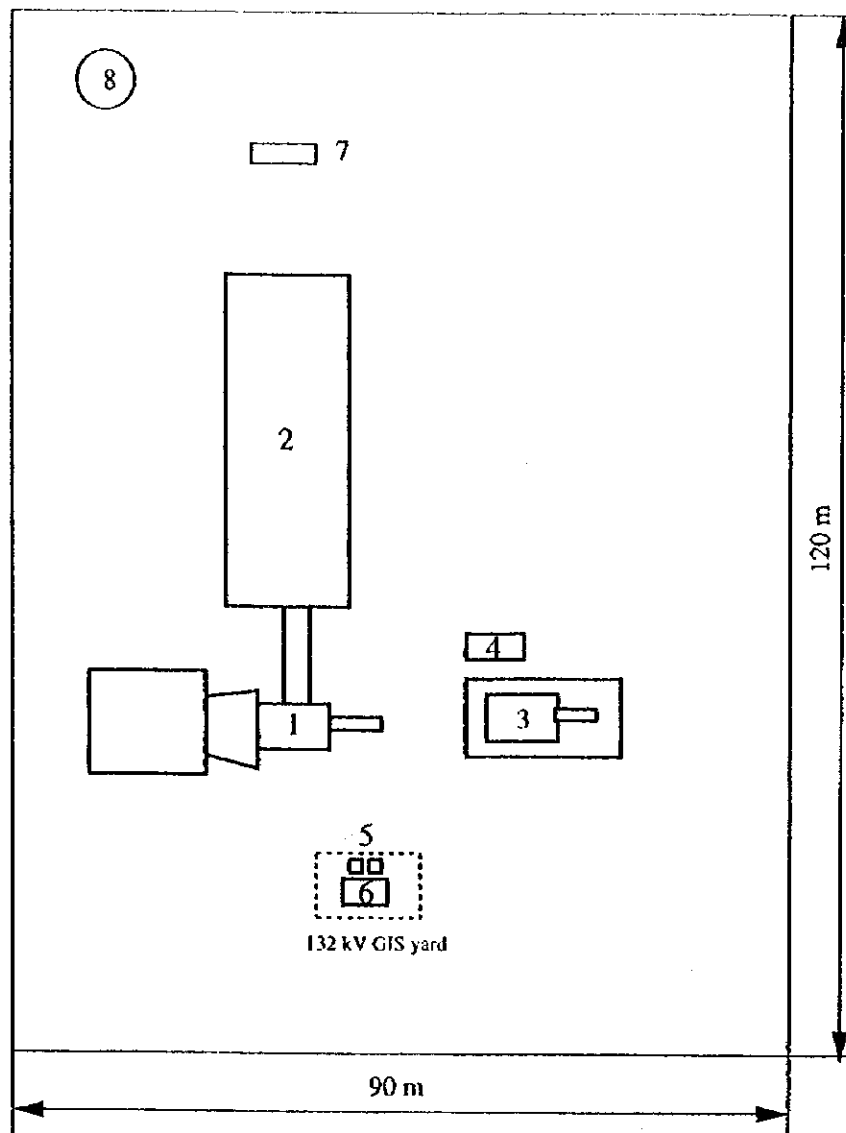


Figure 8-3-2 Single Line Diagram for Combined Cycle Power Plant



- 1 : Gas Turbine Generator Package
- 2 : HRSG
- 3 : Steam Turbine Generator
- 4 : Electric and Control House
- 5 : Main Transformer
- 6 : 132 kV GIS
- 7 : Water Treatment System
- 8 : Fuel tank

Figure 8-3-3 General Arrangement of Combined Cycle Power Plant

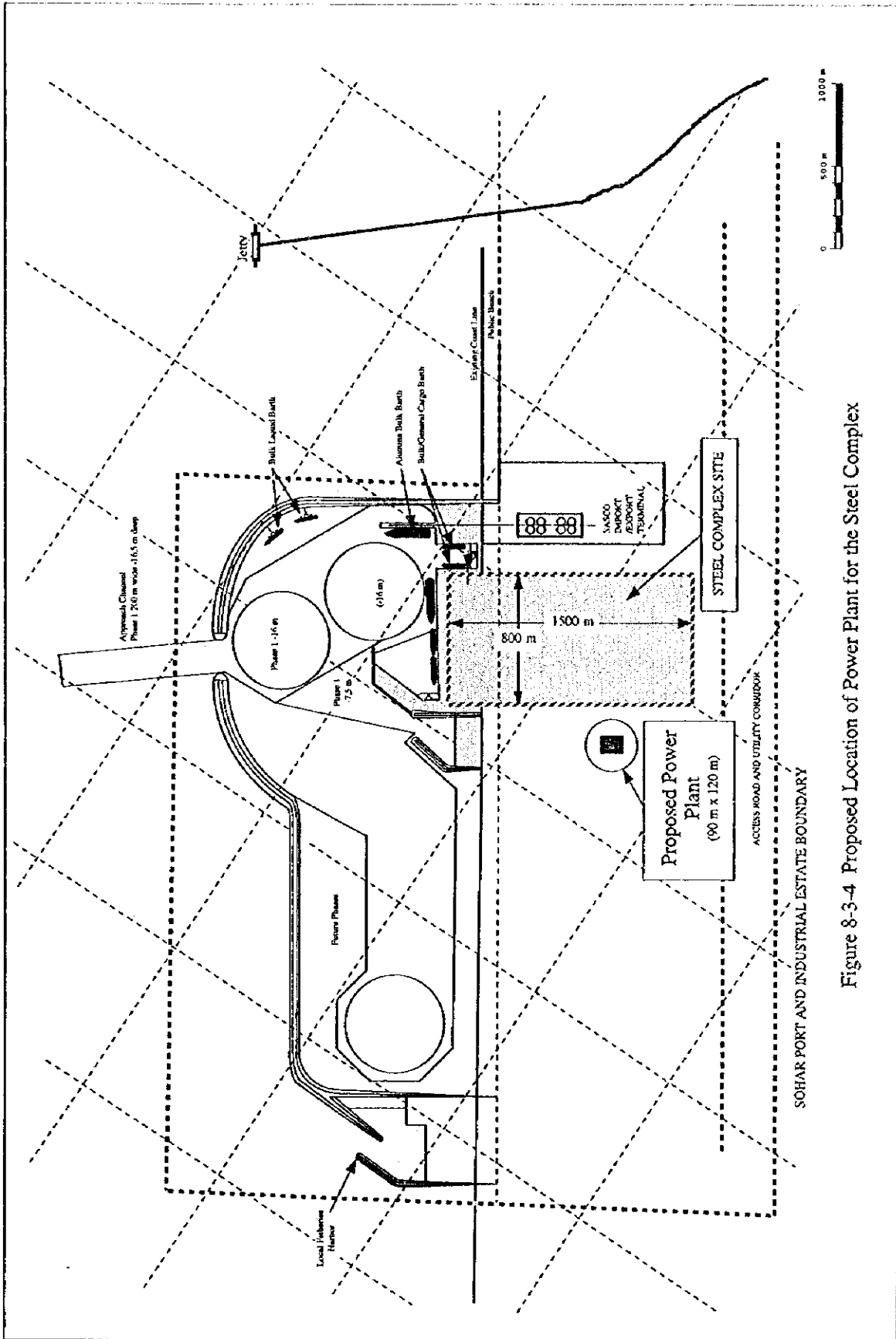


Figure 8-3-4 Proposed Location of Power Plant for the Steel Complex

8-4 用水の供給

(1) 飲料水

- 製鉄所に必要な飲料水は1日当たり 200 m³ (一人1日当たり 200 リットル x 1,000 人)
- 製鉄所候補地 (ソハール) における飲料水の状況
飲料水は8本の井戸 (井戸1本あたり日量 1,000 m³) から供給される。供給装置の容量は毎時 250 m³ である。既設の配水管と工場間の距離はおよそ 5 km (4 インチ管) ~ 7 km (12 インチ管) である。

(2) 工業用水

- 工業用水の所要量は毎時: 200 m³, 1日当たり: 4,800 m³, そして年間: 1,200,000 m³。
消費原単位: 製品トン当たり 1.0 m³
- 製鉄所候補地 (ソハール) における工業用水の状況
ソハールでは工業用水は確保出来ない。
ソハールにおいては製鉄所用に造水装置の建設を考慮する必要がある。
- 所要設備
 - ・ 造水プラント : 1 セット
 - ・ 飲料水の連絡配管 : 1 式造水プラントを設置する場合は飲料水は造水プラントから供給できるので、連絡配管は不要である。

(3) 造水プラントの概念設計

ソハールに設置される造水プラントの仕様は次のとおり。

1) 設計基準

-原料海水

温度条件: 30℃

最高許容温度: 35℃

その他: Table 8-4-1 の海水分析値による。

Table 8-4-1 Sea Water Analysis in Sohar

Item	Unit	Value
Turbidity	NTU	<1.0
Conductivity of sea water	μ S/cm	54,100
Total dissolved solid (TDS)	mg/l	40,500
pH		8.1
Chloride ion	mg/l	20,500
Calcium ion	mg/l	400
Magnesium ion	mg/l	1,430

Source : Water sample was collected from seashore of Sohar proposed port and was analyzed in Japan on July 15 1998.

-製造水の水質

製造水の水質はオマーン国の水道水質基準(OS8/1978)を満たすこと。

さらに製鉄所の工業用水として下記の条件を満たすこと。

TDS:< 110 ppm as CaCO₃

全硬度 : < 20 ppm as CaCO₃

塩素イオン濃度 : < 50 mg/l as CaCO₃

-造水容量

日量 : 5,000 m³

また製造水は飲料水槽に蓄えられて味付け、殺菌等を行った後、飲料水として製鉄所や発電所に送水される。

2) 造水プラントの型式

R-O (Reverse Osmosis, 逆浸透圧式) と MSF (Multi Stage Flush, 多段フラッシュ式) の造水プラントが世界の稼働の主流を占めている。R-O タイプが技術的および経済的見地から選定された。

3) プラント仕様

造水プラント (日量 : 5,000 m³) の主要設備を Table 8-4-6 に示す。

Table 8-4-2 Main Specification of Desalination Plant

No.	Equipment	Q'ty	Specification
IW-001	Pressure filter Including: backwashing system	5	Filter media: sand Capa: 240 m ³ /h,
IW-002	Back Wash Pump	2	Type: Centrifugal Capa: 300 m ³ /h
IW-003	Filtrate Water Basin	1	Type: Rectangular/RC Capa: 360 m ³
IW-004	RO Supply Pump	4	Type: Centrifugal Capa: 240 m ³ /h
IW-005	Cartridge Filter	5	Type: FRP
IW-006	1st Stage RO Unit	3	Type: Spiral Wound RO Membrane
IW-007	High Pressure Pump with Pressure Recovery Turbine	3	Type: Turbine Capa: 70 m ³ /h, 600 m head
IW-008	1st Stage Treated Water Tank	1	Type: Rectangular/RC Capa: 360 m ³
IW-009	2nd Stage RO Unit	3	Type: Spiral Wound RO Membrane
IW-010	RO Supply Pump	4	Type: Centrifugal Capa: 85 m ³ /h, 30 m head
IW-011	2nd Stage Treated Water Tank	1	Type: Rectangular /RC Capa: 360 m ³
IW-012	Chemical Dosing System Including: 1-pH Control Unit 1-Chemical Cleaning Unit 1-Chlorination Unit	1	
IW-013	Potable Water Tank	1	Type: Rectangular/RC Capa: 500 m ³
IW-014	Potable Water Supply Pump	2	Type: Centrifugal Capa: 30 m ³ /h, 35 m head

8-5 天然ガス供給

(1) 製鉄所で必要とされる天然ガス

直接還元製鉄所および発電所に必要な天然ガスは Table 8-5-1 に示す。

Table 8-5-1 Required Quantity and Quality of Natural Gas for Steel Complex

	Steel complex	Power station for Steel Complex
Supply capacity	Max. 66,000 Nm ³ /h Av. 54,000 Nm ³ /h 396,000,000 Nm ³ /year 14,700,000 MMBTU/year	Max. 50,000 Nm ³ /h Av. 45,000 Nm ³ /h 265,000,000 Nm ³ /year 9,800,000 MMBTU/year
Service	Feed to DR plant (Direct Reduction plant) for reducing gas Fuel gas for furnaces	Fuel gas for gas turbine and/or steam boiler
Supply pressure and quality	4.0±0.1 kg/cm ² G C5+ (Heavy hydrocarbon) : <0.1(mol%) Sulfur (as H ₂ S): < 5 ~ 10 ppm	27 ~ 30 kg/cm ² G

(2) 天然ガスの供給

-新パイプラインプロジェクト

新しいパイプライン（ファードからソハールまで）これはこの地域の長期にわたる家庭や工業用の需要予測を満たすものとして提案された。

ファードからソハールまでの配管距離は 300 キロメートルである。

管径 32 インチの基本設計は既に完了しており、このラインは西暦 2001 年の夏までに完了するよう計画されている。

天然ガスは上記のパイプラインにより製鉄所にも供給が可能である。

-天然ガスの品質

重炭化水素の含有量は製鉄所の要求値よりもかなり高い値となっている。

重炭化水素の除去装置が製鉄所への天然ガスには必要である。

(3) 天然ガス供給システムの概念設計

天然ガスはここソハール地区では、製鉄所だけでなくたくさんのプロジェクトに使用される予定である。

天然ガス供給システムの概念設計はオマーン政府により全ての関連するプロジェクトの要求に沿った設計とする予定であり、製鉄所独自の概念設計は不要とのことでここでは実施しない。

8-6 インフラストラクチャーの実施計画

インフラストラクチャーの実施計画には港および港湾施設、道路、電力、電話、水および天然ガス等が含まれており Figure 8-6-1 に概要をとりまとめた。

クリティカルパスは発電プラントになりそうで、電力は製鉄所が無負荷テスト (No-load Test) 開始以前に必要である。(プロジェクト月で44ヶ月)

200MW の発電所は建設期間として30ヶ月必要とする。

発電所プロジェクトは製鉄所プロジェクトと同時にスタートする必要がある。

Figure 8-6-1 Infrastructure Implementation Schedule

