

## 4-2 KULTI 鑄造工場

BURNPURの西、約17kmのところのところに位置するKULTI 鑄造工場はBURNPUR製鉄所よりも更に歴史は古く、WEST BENGAL州にあってKULTIは近代製鉄業発祥の地といえよう。

1870年に設立されたBENGAL Iron 製鉄所は、1875年には生産を開始した。今日からみると、あまりにも“可愛らしい”20T高炉など一連のミニ製鉄所の基礎が同地に残り、ありし日の面影を色濃く残している。

1939年に高炉の火を消してからは、BURNPUR製鉄所から鉄源の供給を受けつつ下記の製品 — それらは、BURNPUR製鉄所にとっては、非常に大切な設備機器そのものであり、また予備部品である — を生産している。

Spun pipe shops  
General casting shop  
Light casting shop  
Steel foundry  
Non-ferrous foundry  
Heavy mechanized foundry  
Pattern shop  
Machine shops  
Laboratory

上記の諸設備の持つ公称能力は年産26万Tといわれ、生産実績面では1962年に224,000T余りの成績をあげている。

BURNPUR製鉄所からは鉄源としての銑鉄（冷銑）のみならずコークス炉ガス（COG）、電力の供給をも受けている（かつては、鉄源は冷銑でなく溶銑のままに供給を受けていた位に同一地域内の一貫製鉄所と鑄造工場といった位置関係にある）。

## 4-3 鉄 鉱 山

### 4-3-1 GUA 鉄 山

BURNPURの南西267Km、BIHAR州に位置するGUA鉄山は推定埋蔵量233百万T(1969年)を持つ巨大な、近代的設備を持つ鉄鉱山である。

機械化された探鉱設備とその処理設備、そして十分な輸送能力を持つ同鉄山の公称生産能力は2.4百万T/Y(2交代作業)で、その生産実績は以下の通りである。

	塊鉄(Lump)	粉鉄(Fines)	計 (1,000T/Y)
1980	761	1,403	2,164
81	819	1,271	2,090
82	872	1,266	2,138
83	825	916	1,741
84	720	810	1,530
85	873	869	1,742

その塊鉄石の品質は、以下の通りである。

Fe	: 60 ± 1 %
SiO <sub>2</sub>	: 1.5 ± 1 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: 4.5 ± 1 %

### 4-3-2 CHIRIA鉄山

BURNPURの南西290KmのMANOHARPUR(BIHAR州)から、更に21Km程奥地に入ったところに位置するCHIRIA鉄山は推定埋蔵量20億T(1978年)を持つアジアで最大の鉄鉱山である。

GUA鉄山と異なりほぼ100%人力に頼っている上に奥地故の輸送上の難点もあって、同鉄山の公称生産能力は僅かに30万T/Yである。

その生産実績は以下の通りである。

	塊鉄	(1,000T/Y)
1980	240	
81	256	
82	263	
83	243	
84	228	
85	281	

その塊鉄石の品質は以下の通りである。

Fe : 62 ± 1%

SiO<sub>2</sub> : 1.5 ± 1%

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 3.5 ± 1%

同鉄山の今後の課題は第1に機械化、第2に輸送方法の近代化により、総合的に能力を向上させることにある。

が、とにかく、鉄鉄石の密林、山。その将来性には図り知れないものがある。

#### 4-4 炭 鉄

WEST BENGALとBIHARの両州に広がる巨大な炭田の中にIISCO所有の以下の3炭鉄がある。

##### 4-4-1 CHASNALLA炭鉄

BURNPURの西8.5 KmのDHANBADから更に2.0 Kmのところに位置するCHASNALLA炭鉄は、推定埋蔵量5千万T(地下475m迄)を持つ炭鉄である。

##### 4-4-2 JITPUR炭鉄

CHASNALLAの南東1.2 Kmのところに位置するJITPUR炭鉄は、推定埋蔵量2千万Tを持つ炭鉄である。

##### 4-4-3 RAMNAGORE炭鉄

BURNPURから僅かに1.4 Kmのところに位置するRAMNAGORE炭鉄は、推定埋蔵量1.2百万Tを持つ炭鉄である。

##### 4-4-4 石炭輸送

BURNPUR近傍のRAMNAGORE炭鉄はともかくとして、CHASNALLAおよびJITPUR炭鉄には、BURNPURへの輸送上の問題があったために、鉄道輸送に代

って以下のようなロープウェイシステムを採用している。

(1) JITPUR — 9 Km → CHASNALLA の処理設備

200T/h

(2) CHASNALLA — 5.4 Km → BURNPUR

400T/h

DHANBAD周辺の炭鉱地区に張りめぐらされた石炭輸送手段としての鉄道網、ロープウェイ網は、まさに壮観である。

ただ、第1章で説明したように、調査団のBURNPUR現地での調査期間が短かったために、ただロープウェイ網を遠望しただけで、直接上述の三カ所の炭鉱を訪問、調査出来なかった。

#### 4-5 組織と要員等

##### (1) 組織

IISCO は SAIL 傘下に入っているが、自社の取締役会をもっている。会社運営については専務取締役 (Managing director) が統括しており実質上の社長の職責を果たしている。専務取締役下の会社組織は次の通りである。

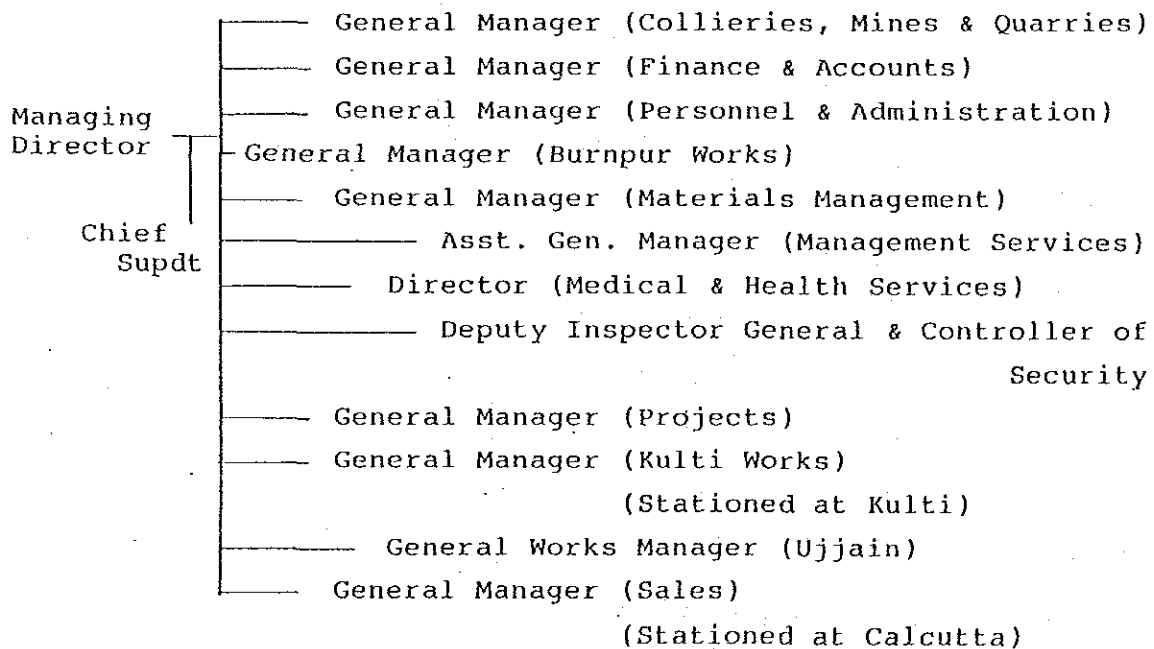


Fig. 4.5.1 Organization Chart of IISCO

部長 ( General manager ) のうち KULTI 鋳造工場担当および販売担当を除いた部長は BURNPUR 製鉄所に常駐している。

製鉄所長 ( General manager-works ) は部長の中で一番ランクが高く、製鉄所長下には 4 名のライン副部長 ( Deputy general manager ) が配置され、製鉄・製鋼、圧延、メンテナンス、サービスの 4 つのゾーンを担当している。製鉄・製鋼副部長は、コークス炉、副産物、高炉、ベッセマー転炉、平炉などを担当。

圧延副部長は、分塊、ピレット、マーチャント、形鋼、薄板、ロールなど、メンテナンス担当副部長は、設備・機械の保守・修理、発電、配電、水供給、土建、耐火レンガなど、サービス担当副部長は動力、運輸、生産計画などを担当している。

GUA 鉄鉱山は部長下に部長補佐 ( Assistant general manager ) 他管理監督者 ( Superintendent ) が配置され、採掘、メンテナンス、踏査、教育などを担当している。

## (2) 職 位

IISCO の従業員の職位は、親会社の SAIL と同様に規定されている。

職位の分類は大きく Executive と Non-Executive に分けられ、Executive の最高位はラインの部長で、以下、副部長、部長補佐、管理監督者、課長、課長補佐、管理研修生となっている。

Non-Executive の最高位は Special staff で、各部門に配置されているが、労働組合には属していない。以下、事務部門の Clerical staff、Second staff、Muster roll および Others となっている。なお、Others は職位と職務が明確に区分できない従業員の総称で、Executive に属さない教師、研修生、筋肉労働者などから構成されている。

Table 4.5.1 に給与体系の基礎となるスケールコードと職位との関連を示している。

Table 4.5.1 Nomenclature of employee

I Executives

Scale Code	Designation
E-8	General Manager (Works) General Manager
E-7	Deputy General Manager
E-6 (b)	Assistant General Manager
E-6 (a)	Chief Superintendent
E-5	Superintendent
E-4	Manager
E-3	Deputy Manager
E-2	Assistant Manager
E-1	Junior Manager
E-0	Management Trainee

Source: SAIL <Promotion Policy and the Rules for Promotion for Executives>

IISCO, Personnel & Administration

II Non-Executives

Category	Scale Code	
Special Staff		
Clerical Staff	A-4	Ministerial & Others
	A-3	
	A-2	
	A-1	
Second Staff	M-7	Highly Skilled & Supervisory
	M-6	
	M-5	
	M-4	
	M-3	
	M-2	
	M-1	
Muster Roll	O-16	Skilled
	O-15	
	O-14	
	O-13	
	O-12	
	O-11	
	O-10	
	O-9	
	O-8	
	O-7	
	O-6	
	O-5	
	O-4	
	O-3	
	O-2	
	O-1	
		Semiskilled
		Unskilled

Category	
Others	C.S.A. (Confirmed student apprentice)
	C.T.A. (Commercial trade apprentice)
	S.O.T. (Super operative trainee)
	S.N.O. (Super numerary operative)
	Sub-staff
	Ex-apprentice Labour Pool

Source: NATIONAL JOINT COMMITTEE FOR THE STEEL INDUSTRY  
<Memorandum of Agreement 1982>  
IISCO <Operational Statistics 1985-86>  
IISCO, Management Services

### (3) 要 員

Table 4・5・2 は、IISCO の総従業員数の推移を示している。

BURNPUR 製鉄所の従業員数は 1984 年にピークであったが、Non-Executive の採用を控えているため、85、86 年と下降傾向を示している。GUA 鉄鉱山の従業員数は 1,500 名前後で推移している。

BURNPUR 製鉄所の 86 年 3 月末現在の従業員 24,323 名は、Executive、Non-Executive、工場、非工場、部門毎に分類すると Table 4・5・3 ~ 4・5・5 表の通りである。要員配置の特質としては、インドの他の一貫製鉄所と同様に、内陸部の地域開発と密接な関連があり、タウンの経営に約 1,000 名、病院経営に約 700 名が充てられ、他に航空部門 (Aviation) に 28 名が充てられている。

工場従業員のうち 1,000 名以上配置されている部門は、コークス炉および化成 (副産物)、高炉、製鋼、圧延、薄板、耐火レンガ、輸送などで他に最大部門として保全部門がある。保全部門は機械・電気・土木で約 7,500 名を擁しているが、高炉、圧延部門などにも保全を担当する従業員が配置されている。

Table 4・5・6 は BURNPUR 製鉄所の Non-Executive 従業員を熟練、非熟練、監督 (Supervisory)、補佐その他 (Ministerial and others) を部門別に区分したものであり、また協力会社の従業員総数 4,630 名を部門別に区分している。

要員についてより詳細にみるため、

Table 4・5・7 に IISCO 全社の Executive の年齢構成、Table 4・5・8 に BURNPUR 製鉄所の Non-Executive の年齢構成を示す。因みに BURNPUR 製鉄所における 50 才以上 60 才までの Non-Executive の総数は 4,311 名である。

Table 4・5・9 は 82 ~ 85 年度の IISCO の新規採用者数の推移であり、技術、管理部門ともに研修生の採用は 84、85 年度と激減している。医師および財務担当社員は定量採用している。

Table 4・5・10 は BURNPUR 製鉄所の工場要員の Non-Executive のうち主要部門の従業員の学歴構成を示している。低学歴の従業員数は全社ではかなりの数になるため、本件近代化 F/S の教育訓練計画は充分考慮する必要がある。

なお、IISCO の Executives に配布されている執務要綱 (Conduct Discipline and Appeal Rules, 1977) は、従業員が地位と影響力を利用して親戚縁者を採用することに歯止めを設けている。

Table 4.5.2 Manpower statistics for IISCO as a whole (as on 31st March)

Unit	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Remarks
Burnpur Works	22,052	22,534	24,669	25,041	24,791	24,323	Including Management Trainees, Student/Trade Apprentices.
Kulti Works	7,142	7,086	6,994	6,896	6,758	6,581	
Ujjain Works	472	488	520	544	562	558	
Ore Mines (Gua alone)	3,028 (1643)	2,835 (1493)	2,840 (1512)	2,791 (1474)	2,805 (1516)	2,728 (1477)	
Collieries	8,463	8,442	8,367	8,311	8,253	8,146	
Calcutta & Branch Offices	609	645	652	614	617	601	
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>41,766</b>	<b>42,030</b>	<b>44,042</b>	<b>44,197</b>	<b>43,786</b>	<b>42,937</b>	

Source: <IISCO Operational Statistics>



Table 4.5.3 Manpower statistics for BURNPUR Works as a whole (as on 31.3.1986)

Unit	Executive							Non-Executive				Grand total	Remarks			
	E-8	E-7	E-6(b)	E-6(a)	E-5	E-4	E-3	E-2/ E-1	Total	Special Staff	Second Staff			Clerical Staff	Muster Roll	Others
Non-works Personnel	3	4	4	9	22	48	107	222	420	65	567	1,100	1,397	986	4,115	4,535
Works Personnel	1	4	5	16	34	79	172	404	715	18	2,672	312	15,856	194	19,052	19,767
	Management Trainee (Technical)														21	21
Total	4	8	9	25	56	127	279	626	1,156	83	3,239	1,412	17,253	1,180	23,167	24,323

Source: IISCO Operational Statistics 1985-86

Table 4.5.4 Departmentwise/Gradewise non-works personnel for BURNPUR Works (as on 31.3.1986)

Unit	Executive							Non-Executive				Grand total	Remarks				
	E-8	E-7	E-6(b)	E-6(a)	E-5	E-4	E-3	E-2/ E-1	Total	Special Staff	Second Staff			Clerical Staff	Muster Roll	Others	Total
1. Materials		1			2	7	12	32	54	5	24	169	227	24	449	503	- G
2. Medical				1	2	16	23	51	93	4	234	40	294	43	615	708	3 shift (indoor)G (outdoor)
3. Finance	1		2	1	2	1	5	37	49	11	10	468		75	564	613	- G
4. Personnel (including sports)	1		1	1	2	1	15	21	42	9	30	32	1	62	134	176	- G
5. Town				1	1	1	2	9	13	8	95	33	829	36	993	1,006	( ) G
6. Training				1	2		2	3	8	8	4	1	10	6	29	37	- G
7. Data Processing Center				1		1	2	15	19		10	38		7	55	74	2 shift -
8. Education								4	4			212		32	244	248	- G
9. Legal & Estate						1	1		2	2	2	12	2	7	25	27	- G
10. General Administration							3	1	4	3	1	14		36	54	58	- G
11. Managing Director's Section & Hindi Cell		1			1		3	5	10	2	2	7		2	13	23	- G
12. Order					1		1	2	4	1		34		9	44	48	- G
13. Sales							1	2	3							3	- G
14. Aviation		1			1		1	2	5	4	9	3	6	1	23	28	- G
15. Security				1	1			5	7	7	55	6		622	690	697	3 shift -
16. Vigilance/Intelligence						1		2	3	1	11	2		8	22	25	- G
17. Contracts					1	2	1	2	6	1		6		2	9	15	- G
18. Project Engineering Development Department	1	1	1	3	6	17	35	29	93	7	80	23	28	14	152	245	- G
Total	3	4	4	9	22	48	107	222	420	65	567	1,100	1,397	986	4,115	4,535	(G=general shift)

Source: ditto

Table 4.5.5 Departmentwise/Gradewise works personnel of BURNPUR Works (as on 31.3.1986)

Department	Executive								Non-Executive					Grand Total	Working Condition		
	E-8	E-7	E-6(b)	E-6(a)	E-5	E-4	E-3	E-2/ E-1	Total	Special Staff	Second Staff	Clerical Staff	Muster Roll			Others	Total
1. General Manager's Organisation	1	4	4		1				1	11					---	11	- G
2. Coke Ovens & By-Products				1	3	8	9	34	55	1	185	11	1,575	8	1,760	1,815	S > G
3. Blast Furnace			1	3	4	14	25	47	1	141	10	1,174	6	1,332	1,379	S > G	
4. Melting Shog			2	2	4	21	55	82	2	118	9	1,082	11	1,222	1,304	S > G	
5. Rolling Mills			2	2	9	9	20	42	2	321	66	1,820	17	2,226	2,268	S > G	
6. Sheet Mills			1	2	4	8	5	20		144	19	1,385	8	1,556	1,576	S > G	
7. Mechanical Maintenance			2	5	16	34	65	122	2	573	55	4,009	65	4,704	4,826	S < G	
8. Electrical Maintenance			2	3	8	19	54	86	1	216	12	976	3	1,208	1,294	S < G	
9. Civil Maintenance					4	4	10	18		77	22	1,249	5	1,353	1,371	S < G	
10. Capital Repair				1	2	2	5	10						---	10	- G	
11. Power Engineering			1	2	3	5	27	38	1	119	7	639	9	775	813	S > G	
12. Refractories			1	1	1	7	14	24		65	10	922	7	1,004	1,028	S > G	
13. Planning Cell (non-executive including Air Con.)			1	1	4	4	1	11	1	34	19	18	11	83	94	- G	
14. Metallurgical Laboratory			1	3		10	18	32		210	12	154	7	303	415	S = G	
15. Production Planning & Control				1		4	12	17		11	14		7	35	52	S < G	
16. Energy & Economy					2	4	16	22	1	114	6	51	2	174	196	S < G	
17. Transportation			1		1	7	8	17	2	244	29	732	16	1,023	1,040	S > G	
18. Scrap & Salvage			1			2	3	6	1	25	4	18	4	52	58	- G	
19. Safety				1	1	1	5	7		8	2		2	12	19	S < G	
20. Raw Materials				1	2	2	2	5		3	2		4	9	14	S < G	
21. Air Conditioning					1	1	1	2						---	2	- G	
22. Tele Communication					1	1	1	2						---	2	S < G	
23. Garage					1	1	2	3		84	2	52		138	141	S < G	
24. Industrial Engineering			1	1	2	3	8	21	36			1	2	3	39	- G	
Total	1	4	5	16	34	79	172	404	715	18	2,672	312	15,856	194	19,052	19,767	(S=Shift G=General shift)
	Management Trainee (Technical)										21			21	19,788		
										736			736	19,788			

Source: ditto

Table 4.5.6 Non-executive personnel by type of skill for BURNPUR works (as on 1.4.86)

	Unskilled & Semiskilled		Skilled & highly skilled		Supervisory		Ministerial and others		Grand Total	Contract Labour					
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female							
<u>A) PRODUCTION DEPARTMENTS</u>															
1. Coke Oven & By-product	480	69	549	1023	--	--	1023	169	--	169	12	--	12	1753	91
2. Blast Furnace	401	43	444	730	--	--	730	137	--	137	10	--	10	1321	292
3. Steel Melting shop	586	40	626	459	--	--	459	123	--	123	10	--	10	1218	85
4. Rolling Mills & Sheet Mills	977	28	1005	2202	--	--	2202	478	--	478	86	--	86	3771	--
<u>B) MAINTENANCE DEPARTMENTS</u>															
1. Mech. Maint.	1464	33	1497	2629	--	--	2629	645	--	645	59	--	59	4830	401
2. Elect. Maint.	336	3	339	636	--	--	636	215	--	215	11	1	12	1202	--
3. Civil Maint.	407	66	473	135	--	--	135	52	--	52	9	--	9	669	415
<u>C) SERVICES DEPARTMENTS</u>															
1. Power Engg.	195	13	208	441	--	--	441	116	--	116	8	--	8	773	180
2. Refractories	541	52	593	338	--	--	338	60	--	60	10	--	10	1001	313
3. Traffic	107	2	109	591	--	--	591	197	--	197	21	--	21	918	304
4. Laboratories	42	4	46	113	--	--	113	211	--	211	12	1	13	383	30
5. Permanent Way	520	50	570	83	--	--	83	20	--	20	6	--	6	679	42
6. Others	81	13	94	62	--	--	62	221	--	221	46	10	56	433	1083
<u>D) ADMINISTRATIVE DEPARTMENTS</u>															
1. Accounts	77	2	79	--	--	--	--	20	--	20	489	28	517	616	--
2. Personnel	54	10	64	--	--	--	--	12	1	13	36	4	40	117	--
3. Materials & Purchase	205	4	209	38	--	--	38	24	--	24	167	7	174	445	122

(continued)

	Unskilled & Semiskilled		Skilled & highly skilled		Supervisory		Ministerial and others		Grand Contract Total Labour	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female		
4. Security & Fire	39	3	575	--	55	--	13	--	685	NIL
5. Others	56	18	2	--	35	--	101	10	222	3
<b>E) CONSTRUCTION DEPARTMENTS</b>										
1. P.E.D.D.	15	--	4	--	12	--	16	2	49	898
2. Drawing Office	5	--	--	--	30	18	5	2	60	--
3. C.E. (Town)	10	--	8	--	20	--	4	--	42	--
<b>F) TOWN &amp; MEDICAL</b>										
1. Town	502	71	291	--	96	--	32	1	993	363
2. Medical	176	118	38	--	156	81	45	1	615	11
3. Others	3	5	--	--	47	--	166	56	307	97
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>7309</b>	<b>647</b>	<b>10398</b>	<b>--</b>	<b>3151</b>	<b>100</b>	<b>1374</b>	<b>123</b>	<b>23102</b>	<b>4630</b>

Source: IISCO Management Services

Table 4.5.7 Age-wise distribution of Executives of IISCO  
(As on 1.6.85 Inclusive of all units and management trainees)

Age Grade	18-22	22-27	28-32	33-37	38-42	43-47	48-49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Total
E-8	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	1	1	-	-	-	-	-	7
E-7	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	-	2	-	-	-	-	1	1	8
E-6(b)	-	-	-	-	-	5	1	-	2	1	-	2	1	1	-	-	1	-	14
E-6(a)	-	-	-	-	2	3	8	1	2	4	6	2	2	3	2	1	-	1	37
E-5	-	-	-	1	7	33	7	3	4	7	6	4	5	3	3	4	1	-	88
E-4	-	-	-	5	36	40	28	8	7	7	10	6	5	10	5	6	2	4	179
E-3	-	-	13	117	102	75	15	9	10	12	10	12	7	11	15	5	8	3	424
E-2/E-1 /E-0	-	324	205	109	91	102	48	12	5	7	3	15	9	12	8	4	4	9	967
Total	-	324	218	232	238	258	110	35	31	41	35	44	30	40	33	20	17	18	1724

Source: IISCO Management Services

Note: Out of 1724, 783 will retire at the age of 60  
941 will retire at the age of 58  
(agreed in 1978)

Table 4.5.8 Age-wise distribution of Non-executives of BURNPUR works (as on 1.6.85)

	18-22	23-27	23-32	33-37	38-42	43-47	48-49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	Total
HIGHLY SKILLED & SUPERVISORY	25	70	214	463	622	880	512	227	195	124	141	117	141	118	164	146	157	67	4383
SKILLED	106	207	927	1368	1361	1493	604	201	137	112	137	164	155	155	151	166	140	73	7657
SEMI-SKILLED & UN-SKILLED	1074	1662	2230	1851	1295	749	402	100	155	74	76	70	55	52	47	79	75	64	10110
MINISTERIAL AND OTHERS	15	66	167	297	249	185	74	34	17	17	18	27	33	23	29	32	25	21	1329
TOTAL	1220	2005	3538	3979	3527	3307	1592	562	504	327	372	378	384	348	391	423	397	225	23479

Source: IISCO Management Services

Grade 01 - 05 Unskilled/Semiskilled

06 - 011 Skilled

012 - 016 } Highly Skilled

M1 - M7

A1 - A4 Ministerial Others

Out of 23479, 18309 will retire at the age of 60

5170 will retire at the age of 58

(agreed in 1978)

Table 4.5.9 Intake of officers

Sl. No.	Category	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	Total
1.	Management Trainee (Technical)	87	107	24	12	230
2.	Management Trainee (Administration)	9	13	---	1	23
3.	Junior Manager (Finance)	8	8	5	8	29
4.	Security Officer	1	---	3	---	4
5.	Horticulture	1	---	---	---	1
6.	Sportsmen	---	1	---	---	1
7.	Hindi Officer	---	---	---	1	1
8.	Doctors	12	4	18	19	53
9.	Law Departments	---	1	---	---	1
10.	Dependants of deceased executives	---	---	1	---	1
Total		118	134	51	41	344

Source: IISCO, Management Services

Table 4.5.10 Educational profile of Non-executive by selected department (as on June 1986)

Name of Department.	Number of Employees.	No formal schooling.	Read upto Class VII (7 years of schooling)	Read upto Class X (8-10 years of schooling)	Secondary School Pass/ H.S.Pass (10-12 years of schooling.	Graduate & above (2-3 years after schooling)	Technical qualification		
							I.T.I./ Trade Apprent.	3 years Diploma (2 years after schooling)	A.M.I.E. (5 years after schooling)
COKE OVENS	1706	268	558	469	308	98	--	5	--
BLAST FURNACES	1310	205	433	362	245	54	5	3	3
STEEL MELTING SHOP	1197	223	332	346	261	118	3	13	1
ROLLING MILLS	2202	243	508	499	747	173	22	10	--
SHEET MILLS	1527	301	901	140	125	52	2	6	--
MECHANICAL MAINTENANCE	4614	705	745	1649	1281	172	16	43	3
Total	12,556	1,945	3,377	3,465	2,967	667	48	80	7

Source: IISCO, Management Services

Note: A.M.I.E. = Associate members institute of engineers



#### (4) 労 使 関 係

##### ○ 労 働 協 約

インドでは、鉄鋼業界の労使は National Joint Committee for the Steel Industry を設立し、全インド鉄鋼業の共通の項目について取りきめを行っている。使用者側は SAIL、SAIL傘下の製鉄所および民間のタタ製鉄などの人事総務担当上級職員で構成され、労働者側は中央の国民会議派 INTUC ( Indian National Trade Union Congress )、共産党系の2つの組織 AITUC ( All India Trade Union Congress )、CITU ( Centre of Indian Trade Union )、HMS = I L A ( Hind Mazdoor Sabha = Indian Labour Association ) の鉄鋼部門代表、および製鉄所の組合の代表で構成されている。

Table 4・5・11 は BURNPUR 製鉄所、GUA ほか鉄鉱山における労働組合の種類とその上部組合を示したもので、JICA F/S 調査団が現地で聴取した時点 ( 1986年6、7月 ) では、BURNPUR 製鉄所の労働者の組合別構成比は、INTUC 系 45～50%、AITUC 系 5%、CITU 系 25～30%、ILA 系 5%、非加入 10% 程度であった。

National Joint Committee は 4 年毎に労働協約 ( Memorandum of Settlement ) を改定し ( 有効期間 9 月 1 日から 4 年後の 8 月 31 日、最近では 1982 年に改定、1986 年は 8 月 31 日で期限切れ )、各製鉄所は当該協約に準じて 4 年毎に協約覚書 ( Memorandum of Settlement ) を交わしている。

IISCO においても、BURNPUR 製鉄所、KULTI 鑄造工場および GUA 鉄鉱山の単位毎に労使間で覚書が交わされている。

協約または覚書の内容は、賃金、住居、交通費など手当、退職金、教育、協力会社労働者、医療、ボーナス、福利厚生などに関する事項である。

#### (5) 勤 務 体 制

○ BURNPUR 製鉄所の勤務制度は交替勤務と常昼勤務があり、工場は交替勤務と常昼勤務の組み合わせ、非工場および管理事務所は常昼勤務のみとなっている。

交替勤務はワン・サイクル 7 週間の 7 直 3 交替制で、勤務時間帯は午前 6 時から午後 2 時 ( A shift = Day shift )、午後 2 時から 10 時 ( B shift = Afternoon shift )、午後 10 時から午前 6 時 ( C shift = Night shift )

Table 4.5.11 Names of the union operating  
in BURNPUR works and ore mines

Names of the Union:	Affiliated to National Trade Union Organization
<u>Burnpur Works</u>	
1. Asansol Iron & Steel Workers' Union:	Indian National Trade Union Congress
2. United Iron & Steel Workers' Union:	All India Trade Union Congress (Communist Party of India-C.P.I.)
3. ABK Metal & Engineering Workers' Union:	Centre of Indian Trade Union (Communist Party of India-C.P.I., Marxist)
4. Burnpur Ispat Karmachari Sangh:	Bharatiya Mazdoor Sangh (Indian Labour Association)
5. Iron Steel & Engineering Workers' Union:	Hind Mazdoor Sabha (Indian Labour Association)
<u>Ore Mines</u>	
1. Gua Mines Workers' Union, :	Indian National Trade Union Congress

Source: IISCO Management services

の各8時間。休日は1週1日の週48時間制である。

常昼勤務は日曜日が休日で、工場部門は午前8時から午後5時(昼食休憩時間午後1時から2時までの1時間)までの一週48時間制、非工場および管理事務所は月曜から金曜が午前9時から午後5時半(休憩午後1時から午後2時までの1時間)、土曜日は午前9時から午後1時までの1週41.5時間制である。

GUA鉄鉱山の勤務制度は、交替勤務はBURNPUR製鉄所と同じで、常昼勤務は鉱山部門が午前7時から午後4時(休憩12時から1時)の1週48時間制、非工場および管理事務所は午前7時半から午後5時(休憩12時半から午後2時半までの2時間)の1週45時間制である。

Table 4.5.12 は BURNPUR 製鉄所の交替勤務のサイクルを示したものである。

なお、BURNPUR製鉄所に適用されているインドの工場法 (Factories Act, 1948) では、労働時間は1週最大48時間、1日最大9時間となっており、年次有給休暇 (Annual leave with wages) は20日間に1日、年間最高で30日となっている。

(6) 労働法

IISCO BURNPUR 製鉄所に適用されている労働法は次の通り。

労働条件	The Factories Act, 1948
賃金・ボーナス	The Payment of Wages Act, 1936 The Payment of Bonus Act, 1965
社会保障	The Workmen's Compensation Act, 1923 The Payment of Gratuity Act, 1972
労使関係	The Trade Union Act, 1926 The Industrial Employment (Standing Orders) Act, 1946 The Industrial Disputes Act, 1947
請負労働	The Contract Labour (Regulation & Abolition) Act, 1970

GUA鉄鉱山に適用されている労働法は、労働条件が鉱山法 (Mines Act, 1952) で規制されるほかは、BURNPUR製鉄所に適用されている諸法と同じである。

Table 4.5.12 Shift cycle for BURNPUR works

SHIFT	1st Week							2nd Week						
	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.
6-2	AD	AD	AD	AE	AE	AE	BE	BE	BE	BE	BF	BF	BF	CF
2-10	BE	BE	BF	BF	BF	CF	CF	CF	CF	CG	CG	CG	DG	DG
10-6	CF	CG	CG	CG	DG	DG	DG	DG	DA	DA	DA	EA	EA	EA
OFF	G	F	E	D	C	B	A	A	G	F	E	D	C	B

SHIFT	3rd Week							4th Week						
	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.
6-2	CF	CF	CF	CG	CG	CG	DG	DG	DG	DG	DA	DA	DA	EA
2-10	DG	DG	DA	DA	DA	EA	EA	EA	EA	EB	EB	EB	FB	FB
10-6	EA	EB	EB	EB	FB	FB	FB	FB	FC	FC	FC	GC	GC	GC
OFF	B	A	G	F	E	D	C	C	B	A	G	F	E	D

SHIFT	5th Week							6th Week						
	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.
6-2	EA	EA	EA	EB	EB	EB	FB	FB	FB	FB	FC	FC	FC	GC
2-10	FB	FB	FC	FC	FC	GC	GC	GC	GC	GD	GD	GD	AD	AD
10-6	GC	GD	GD	GD	AD	AD	AD	AD	AE	AE	AE	BE	BE	BE
OFF	D	C	B	A	G	F	E	E	D	C	B	A	G	F

SHIFT	7th Week						
	S.	M.	T.	W.	T.	F.	S.
6-2	GC	GC	GC	GD	GD	GD	AD
2-10	AD	AD	AE	AE	AE	BE	BE
10-6	BE	BF	BF	BF	CF	CF	CF
OFF	F	E	D	C	B	A	G

Note:

Sequence of Rotation for 3 Shift Working in this Scheme is:-

from DAY SHIFT (6 a.m. to 2 p.m.)  
to NIGHT SHIFT (10p.m. to 6a.m.)

and

from NIGHT SHIFT (10p.m. to 6a.m.)  
to AFTERNOON SHIFT (2 p.m. to 10p.m.)

Source: IISCO, Burnpur works

(7) 労働生産性の指標

次表は、インドの一貫製鉄所における従業員一人当りの粗鋼生産量の推移を示している。

Table 4.5.13 Labour productivity - Integrated steel plants  
1980-81 to 1984-85

(Ingot tonnes per man year)

Plants	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85
1. Works personnel				
Bhilai Steel Plant	71	71	63	69
Bokaro Steel Plant	77	72	63	69
Durgapur Steel Plant	38	39	34	31
Rourkela Steel Plant	47	44	42	43
Indian Iron & Steel Company Limited	34	34	28	22
Tata Iron & Steel Company Limited	62	64	64	68
2. Works and administration personnel				
Bhilai Steel Plant	63	63	55	61
Bokaro Steel Plant	63	62	55	60
Durgapur Steel Plant	34	35	31	28
Rourkela Steel Plant	42	40	38	39
Indian Iron & Steel Company Limited	30	30	25	20
Tata Iron & Steel Company Limited	56	58	58	61

Method: Production of Ingot steel including equivalent of Saleable Pig Iron assuming one tonne of Saleable pig iron equal to 0.25 of Ingot Steel divided by total number of personnel in position.

Source: [SAIL Statistics for Iron and Steel in India]

SAIL傘下のうちIISCO (BURNPUR製鉄所)の工場従業員一人当たりおよび管理部門従業員を含めた一人当たり粗鋼生産量は1981年度以降インドで最も低くなっている。つぎにDURGAPURとROURKELAが低く、その他のBHILAI、BOKAROは民間のタタ製鉄と同水準の60~70トンとなっている。

IISCO の1984年度の生産性が20トン近くに低下したのは、同年度において主にコークス炉の故障から銑鉄の生産が低下したためで、1985年度は同炉の回復もあり約30万トンに回復している。

次表は売上高に占める人件費比率を示している。

Table 4.5.14 Percentage of Personnel Expenses in Sales

	(Unit: %)			
	<u>81/82</u>	<u>82/83</u>	<u>83/84</u>	<u>84/85</u>
SAIL	13.5	14.0	14.4	13.2
IISCO	23.7	25.3	29.5	33.9
TISCO	<u>18.0</u>	<u>17.7</u>	<u>19.1</u>	<u>16.7</u>

Note: Personnel expenses is shown as Employees Remuneration & Benefits at SAIL and IISCO and Payments to & Provision for Employees at TISCO.

Sources: SAIL, IISCO Annual Report and

SAIL "Statistics for Iron and Steel Industry in India"

IISCO の比率は SAIL および TISCO に比較して高く、年々上昇を示し、1984年度は販売量の低下（生産業績の低下に起因）もあって34%と SAIL および TISCO の倍以上に達している。

従業員の平均年齢、雇用政策ならびにプロダクト・ミックスなどの比較を詳細に分析しないと厳密な比較はできないが、IISCO（BURNPUR 製鉄所）の生産性の低さは、基本的には焼結設備を欠いていること、また設備が古く、ベッセマー転炉から平炉への製鋼過程における二重性などに起因している。

次表に SAIL および IISCO の一貫製鉄所の製銑および製鋼設備の建設年次を示す。

Table 4.5.15 Year of Completion of Blast Furnace, Open Hearth Furnace and Converter at Integrated Steel Works of SAIL and IISCO

<u>Steel Plant</u>	<u>Blast Furnace</u>	<u>Open Hearth Furnace</u>	<u>Converter</u>
SAIL:			
Bhilai	1959-71	1959-67	1984-85
Bokaro	1972-85	-	1974-84
Durgapur	1959-67	1960-69	-
Rourkela	1959-67	1959-60	1959-67
IISCO:			
Burnpur	1922-58	1939-59	1945- (Bessemer)

Source: SAIL "Statistics for Iron & Steel Industry in India"

#### 4-6 教育訓練

##### (a) 教育訓練部門

IISCO の教育訓練部門は人事総務部に属している。

教育訓練部門の組織は次図の通り。

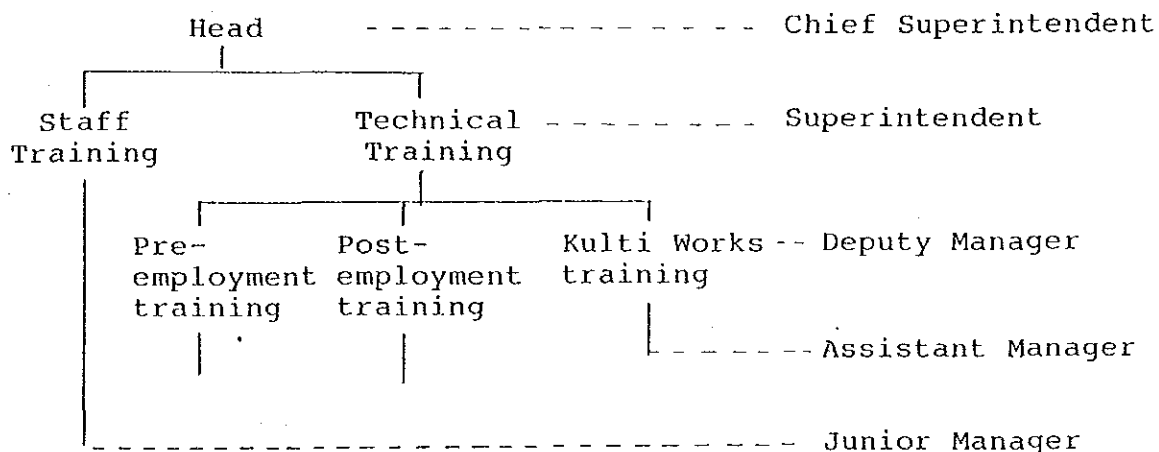


Fig. 4.6.1 Organization Chart of Training Dept. of IISCO

要員は Executive, Non-Executive の合計で約 45 名である。

(b) 教育訓練施設

教育訓練用施設は、スタッフ用は BURNPUR に、技術者用は BURNPUR と KULTI に所在している。

Table 4.6.1 Facilities for Education and Training at IISCO

	<u>BURNPUR</u>		<u>KULTI</u>
	<u>Staff Training</u>	<u>Technical Training</u>	<u>Technical Training</u>
Class room	1	4	2
Drawing hall	-	1	1
Library	-	1	-
Office room	2	6	1
Store room	1	1	1
Model room	-	1	-
Workshop for basic trade training	-	1	1
Accommodation trainees	248 persons		24 persons

なお、BURNPUR 製鉄所のスタッフトレーニングセンターには、約 400 名収容できる講堂があり、器材としては 16% サウンドプロジェクター、35% スライドプロジェクター、オーバーヘッドプロジェクターなどが備えられている。

(c) 教育訓練

IISCO の教育訓練の体系は、スタッフ部門と技術部門に分かれている。

○ スタッフ教育訓練

スタッフ教育訓練がスタートしたのは 1973 年からであり、目的は

- ① 近代管理技法を幅広く修得し、専門知識とその相互依存の判断ができるようにする。また、管理者として日常の仕事に適用することを理解させる。
- ② 会社の経営スタイルの変化に適応できるようにする。
- ③ 専門家の立場からだけでなく、マクロの角度から管理上の問題を分析できるようにする

などである。



スタッフ教育訓練は Executive に属する管理者を対象にするものと、Non-Executive の監督者を対象にするものがある。

管理者を対象にするものとしては、Management Development Programm (M.D.P.) に基づき次の4種類の方法がある。

- ① Inhouse Training… IISCO のスタッフ・トレーニングセンターで IISCO 独自および外部の教育研究機関と協同で実施。受講者は Junior Manager から Assistant General Manager。スタッフ教育訓練のベースとなる。
- ② MTI Training Programmes… SAIL の Management Training Institute に派遣。受講者は Deputy Manager から Assistant General Manager。一般および上級管理技法、職能、行動科学などを履習。
- ③ External Programme… 外部の教育訓練機関に職務上の必要に応じて派遣。Executive の全ての階層および Non-Executive の監督者の中から指命。
- ④ Foreign Training … Executive の中から教育訓練の課題に応じて推薦を受け、SAIL の Training & Management Development Section から指命を受け派遣。国連工業開発機構 (UNIDO)、インド・イタリア技術協力、コロンボ計画下の英国政府教育訓練機関などに基づくプログラムによって履習。

監督者を対象にするものは Supervisory Development Programmes (S.D.P.) に基づきスタッフトレーニングセンターで実施されている。内容は Junior / Assistant Manager を対象にするものと類似している。他に External Programme による教育訓練も実施されている。

次表にスタッフ教育訓練の履習者数の推移を示す。

Table 4.6.2 Number of Persons Trained under Staff Training

	1981	1982	1983	1984	1985	1986 (Jun.26)
M.D.P. (Executives)						
Inhouse	230	247	170	337	289	404
M.T.I.	36	64	87	78	92	23
External	59	120	124	51	104	105
Foreign	1	4	-	1	6	-
S.D.P. (Non-executives)	164	79	125	131	169	25
Total	490	514	506	598	660	557

Note: As of June 26, 1986

Source: IISCO, Training Department

○ 技術教育訓練

IISCO の技術教育訓練は、初期の頃は Supervisory および Craftsman cadre を対象に夜学と On-the-Job Training を実施していたが、粗鋼生産の能力が 100 万トンに拡張された時期に、技術教育訓練のスキームが系統化され、現在の技術教育訓練部門が設置された。

1958 年には Officer Trainee の教育訓練を開始した。1960 年には学生と Trade Apprentice の教育訓練のスキームを導入した。

Officer Trainee、学生、Trade Apprentice の採用者数は 15～30 名であったが、年々増加した。教育訓練を履習した人数は、1986 年 3 月までに Graduate Engineer と技術部門の Management Trainee が 739 名、学生が 271 名、Trade Apprentice が 748 名に達している。

1983 年には 20 名の Senior Operative Trainee の教育訓練を実施した。

その他の技術教育としては、従業員に対して 1 年を通じて長短期の教育訓練コースがある。

(d) 鉄鉱山における教育訓練

IISCO は、インド政府の鉄山安全局 ( Directorate of Mines Safety ) による職業訓練スキームに基づいて職業訓練センターを運営している。

職業訓練センターでは GUA および MANOHARPUR 鉄鉱山の従業員に対して定期的に安全および鉱山業務に関する事項を教育している。

同センターに関するデータは次の通り。

① 要 員	13名	
	インストラクター	4名含む
② 施設	教室	3
	図書室	2
	事務室	4
	格納室	2
	モデルルーム	1
	幻灯装置	1
③ 備 品	16% プロジェクター	2
	ポータブルスライドプロジェクター	1
	“ ラウドスピーカー	1
	幼 灯 装 置	1
④ 訓練履習者数	1984年	358名
	1985年	319名

#### 4-7 財務諸表

以下に IISCO の貸借対照表 (Table 4.7.1)、損益計算書 (Table 4.7.2) および部門別売上高と損益 (Table 4.7.3) を掲げる。

Table 4.7.1 Balance sheet

(Unit: Rs. in Lakhs)

Item	31st March, 1986		31st March, 1985	
<u>Source of Funds</u>				
Share Holder's Fund				
Share capital	9,315		9,315	
Share money pending allot.	2,710		974	
Reserve & Surplus	<u>385</u>	<u>12,410</u>	<u>191</u>	<u>10,480</u>
<u>Loan Funds</u>				
Bank Ovendraft (secured)	3,354		4,907	
Consortium Loan for P.R.S. (secured)	4,218		4,229	
Loan from Government (unsecured)	20,017		14,380	
Loan from SAIL (unsecured)	13,990		13,923	
Loan from SDF	4,468		4,447	
Loan from others (unsecured)	<u>100</u>	<u>46,147</u>	<u>101</u>	<u>41,987</u>
(Source Total)		(58,557)		(52,467)
<u>Application of Funds</u>				
Fixed Assets				
Gross Block	31,771		30,766	
Less Depreciation	(-) 18,748		(-) 17,441	
Less Other	(-) 25		(-) 25	
Net Block	<u>12,998</u>		<u>13,300</u>	
Capital Work in progress	5,097		2,738	
Investment	<u>338</u>	<u>18,433</u>	<u>339</u>	<u>16,377</u>
Current Assets				
Loans and Advances				
Inventories	14,111		13,925	
Sundry Debtors etc.	9,651		6,861	
Cash and Bank Balances	1,153		2,688	
Others	<u>11,313</u>	<u>36,228</u>	<u>9,030</u>	<u>32,504</u>
Less: Current Liability	(-) 35,687	<u>541</u>	(-) 29,995	<u>2,509</u>
Profit & Loss Account	39,583		33,581	
(Application Total)		(58,557)		(52,467)

Table 4.7.2 Profit/Loss statement

(Unit: Rs. in Lakhs)

Item	31st March, 1986	31st March, 1985
<b>Income</b>		
Sales	42,013	31,429
Other Revenue	1,421	900
Other Items	(-) 116	(-) 361
Loss for the year carried down	5,465	10,973
	48,783	42,940
<b>Expenditure</b>		
Raw Materials	21,495	16,469
Employees' Remuneration & Bene.	10,801	10,651
Stores & Spares	5,969	5,092
Power & Fuel	4,909	3,915
Repairs & Maintenance	3,394	2,705
Excise Duty	2,326	1,934
Contribution to SDF	0	0
Contribution to JPC & Other	494	308
Freight Outward	2,426	1,849
Interest	1,191	3,581
Depreciation	1,311	1,728
Purchase of Semi/fini. products	1,578	657
Other Expenses & provisions	3,063	2,769
Less: Transferred to Exp. on Capital Items etc.	(-) 10,174	(-) 8,719
	48,783	48,783
Loss for the year	5,465	10,973
Less: Adjustment (previous)	537	(-) 2,813
Loss Brought Fwd. from previous	33,581	---
Less: Development Rebate Reserve	---	25,421
Balance Carried Over to B/S	39,583	33,581

Table 4.7.3 Unit-wise sales and profit/loss

(Unit: Rs. in Lakhs)

	31st March, 1986		31st March, 1985	
	Sales	Loss	Sales	Loss
1) BURNPUR works incl. ore mines and CALCUTTA office	36,918	(-) 2,856	26,275	(-) 7,656
2) KULTI works	3,964	(-) 1,366	3,655	(-) 1,494
3) Collieries	1,131	(-) 1,243	1,499	(-) 1,823
Total	42,013	(-) 5,465	31,429	(-) 10,973

上記財務諸表から以下のことを読みとることが出来る。

## (i) 主要指標

(Unit: Rs. in Lakhs)

	1985年度	1984年度
① 使用総資産	54,661	48,881
② 累積赤字	(-) 39,583	(-) 33,581
③ 自己資本	12,410	10,480
④ 実質自己資本	(-) 27,173	(-) 23,101
⑤ 長期借入金	46,147	41,987
⑥ 固定資産	18,433	16,377
⑦ 流動資産	36,228	32,504
⑧ 流動負債	35,687	29,995
⑨ 当期損失	(-) 5,465	(-) 10,973
⑩ 労務費/売上高	26%	34%
⑪ 減価償却費/売上高	3%	5%
⑫ 利子/売上高	3%	11%

## (2) 赤字体質

1986年3月末現在で、累積赤字は約40億Rs.という巨額に達し、その大きさは資本金(Pending allotmentを含む)の約3倍という規模である。

従って実質自己資本はマイナス約27億Rs.となっており(いわゆる債務超過)、インド政府から約27億Rs.、SAILから約14億Rs.、SDFから約4.5億Rs.、合計約39億Rs.のUnsecured Loanを借りて命脈をつないでいる。

過去15年間の損益推移を見ても1974年1年を除いては、すべての年にわたって当期損失を計上している。

まさに赤字体質となっている。





## 第5章 生産工程とその設備（現状と問題）



# 目 次

## 第5章 生産工程とその設備（現状と問題）

5-1	石炭・コークス	187	頁
5-1-1	主要設備	187	
5-1-2	操業実績	189	
5-2	鉄 鋳 石	200	
5-2-1	鋳 山	200	
5-2-2	製 鉄 所	200	
5-3	製 銑	204	
5-3-1	現状の配置およびフロー	204	
5-3-2	高 炉 の 生 産	204	
5-3-3	問 題 点	206	
5-4	製 鋼	219	
5-4-1	生 産 工 程	219	
5-4-2	設 備	219	
5-4-3	操 業	224	
5-4-4	管 理	226	
5-5	造 塊	228	
5-5-1	プロセス概要	228	
5-5-2	問 題 点	228	
5-5-3	操業条件および結果	229	
5-6	圧 延	231	
5-6-1	分 塊 工 場	233	
5-6-2	ピレット・シートバー工場	233	
5-6-3	大 形 工 場	234	
5-6-4	中 形 工 場	235	
5-6-5	小 形 工 場	235	
5-6-6	薄 板 工 場	235	

5-7 ユーティリティ	252	頁
5-7-1 設備概要	252	
5-7-1-1 自家用発電所	252	
5-7-1-2 送風設備	253	
5-7-1-3 受配電設備	257	
5-7-1-4 ガス供給設備	257	
5-7-1-5 水供給設備	257	
5-7-2 現状の問題	265	
5-7-2-1 エネルギー全般	265	
5-7-2-2 電力制限の現状と将来	265	
5-7-2-3 ガス不足の問題	267	
5-7-2-4 その他の問題	268	
5-7-3 ユーティリティ設備	272	
5-8 設備保守	275	
5-8-1 保全体制	275	
5-8-2 生産設備	276	
5-8-3 保全修理工場	276	
5-8-4 組織と要員数	277	
5-8-5 部品の製作と修理作業	277	
5-9 立地条件	278	
5-9-1 製鉄所周辺条件の概要	278	
5-9-2 自然条件	283	
5-9-3 製鉄所敷地内の既存構造物	285	

## 第5章 生産工程とその設備（現状と問題）

本プロジェクトを効果的に、効率的に実行するためにまた関係製鉄所、プラントなどで現地調査を行ない BURNPUR 製鉄所の現状分析とそれが持つ問題点の把握につとめた。

以下に 5-1 石炭・コークスから 5-9 立地条件まで詳細に説明する。

### 5-1 石炭・コークス

#### 5-1-1 主要設備

主要設備の仕様を Table 5.1.1 に、またプロセスフロー、コークス炉団の配置を Fig. 5.1.1 から 5.1.4 に示す。

これら設備の特徴は次のとおりである。

##### (1) 石炭ヤード (Coal yard)

約 25,000 m<sup>2</sup> の敷地に約 8 万 T の石炭を、Prime, Medium, Blendable, Import の 4 炭種に区分して貯炭している。

したがって銘柄別管理、銘柄別貯炭は実施されておらず、各炭種内の各銘柄は 1 つの山に上積されて貯炭される。

石炭は貨車、ロープウェイ、トラックで搬入され、ベルトコンベアー、スタッカー付リクレーマー (Stacker-cum-reclaimer) で貯炭ヤードあるいは配合設備 (Coal handling facility) に搬送される。

##### (2) 配合設備

No. 7、8、9 炉団と No. 10 炉団用の 2 設備があり、いずれも 1 次粉砕 (各種別) → 配合槽 → 2 次粉砕 → 石炭塔 (Charging coal bin) の処理工程となっている。

槽よりの石炭切出しは、ベルトフィーダー、またはバイブレイティングフィーダーが使用されているが、秤量器は設置されていない。

原料炭の配合割合を設定するのに必要な各槽からの切出量は、経験にもとずいてなされている。

粉砕機は装入炭の粒度を 3 % 以下の割合が 80 % 以上になる様に調整されてお

り設計200T/hに対し実質能力は150T/hとなっている。

(3) コークス炉設備 (Coke battery)

オート式炉 (Otto Type Coke Oven) 4 炉団を有している。現在 6 炉団は再建設中であるが、合計すると設備門数は228門である。

実際に稼動しているのは127門で設備門数の約56%である。

1958年に稼動した 6 炉団と1982年に稼動した 6 炉団の付属機器の様子はほぼ同一で何れも旧式な装置となっている。特に炉蓋・操業機械、環境改善設備、計装関係設備はともに改善の余地が大きい。

操業機械 (Oven machine) は各炉団とも予備機をもっているが、補修は充分なされていない。

(4) コークス整粒設備 (Coke handling equipment)

各炉団に対応したワーフ (Coke Wharf) より 6 炉団、7、8と 6 炉団、9、10 炉団の整粒設備に区分されて処理されている。

コークスは高炉用の25~75%粒度の物と、25%以下の粒度の物をさらに区分けした、Nut, Pearl, Fine, の3種類に整粒される。

(5) 化 成 設 備 (By-product plant)

各炉団から発生するコークス炉ガスを排送 (Gas exhaust) し精製するための必要な能力をもった設備が設置されている。

粗軽油 (Crude benzol) の捕集・回収設備 (Benzol recovery and distillation equipment) は 6 炉団にのみ設置されている。

硫黄を原料とする硫酸製造設備が設置されており、硫酸はCガス中のアンモニアを除去し、硫酸 (Ammonium sulphate) を製造する副原料として使用されている。両設備とも補修のため停止する期間が長く、その間Cガスは硫酸設備をバイパスすることになる。

安水 (Ammonia liquor) 中のアンモニアは、スチル (still) でストリップングされ、硫酸飽和器 (Ammonia saturater) に通される。

脱安排水は活性汚泥設備 (Bacteriological oxidation facility) でフェノールが除去される。

バッチ式の粗軽油精製設備 (Crude benzol rectification facility) と脱水タール製造設備 (Tar dehydration facility) があり、ベンゾール製

品と脱水タールを製造している。

上記設備に関する計装設備は主として現場指示型であり、制御も手動作によるものが多い。

## 5-1-2 操業実績

### (1) 生産実績

1985年度の生産諸元と実績を Table 5.1.2 に、また現地調査をした1986年6月と前月の5月の実績を Table 5.1.3 に示す。

これらの数値は、IISCO発行の Operational Statistics 1985/86と、現地で入手した資料をもとにしている。

### (2) 操業状況

#### ① 原料炭配合

ヤード面積からくる制約と、搬入石炭の処理機能から原料炭は、Prime, Medium, Blendable の国内炭と Import と称している輸入炭の4種類に分けられて使用されている。1986年6月から試験的に輸入炭の使用を開始している。

1985年度の配合はインセプションレポートに対する回答（帰国後入手）では、Prime : Medium : Blendable = 56:35:9 となっているが、Operational statistics からの計算では Table 5.1.2 の割合となる。

また1986年7月1日の配合割合は、

Prime : Medium : Blendable : Import = 35:35:10:20 であった。

インド炭は灰分が高い上に可洗性が悪いため、精炭灰分も高い、また未洗の原炭も一部使用している事もあって高灰分の装入炭となっている。

<装入炭灰分：22%、コークス灰分：28.5%>

#### ② コークス炉

コークス炉の稼働門数の推移を Table 5.1.4 に示す。

7、8、9炉団とも1980年前後から稼働門数（Oven availability）が急激に減少し、日常的に行なわれている熱間補修（Hot repair）では稼働門数を増加させることができていない状況にある。

炉体の損傷は1982年に稼働した710炉団においても発生しており、設置

78門中わずか49門が稼働しているに過ぎない。

№7、9、10炉団に至っては、その合計稼働門数は126門で、設置門数228門の内実に44%にあたる102門が休止している。

稼働門数の低下により高炉用コークスの自給率は1985年度実績で71.9%であった。

必要量のコークスを得るために、装入炭レベルを異状に高くし、装炭量増を計っている。このため上部空間のガススペースは極端に不足している。

この事と炉蓋のガスシール性が不良な事とがあいまって、炉体からのガス洩れは非常に多い。

ガス洩れは、引火による炉体金物の変形、ひいては炉体の損傷を助長し、休止炉増加の大きな原因となっている。

ガス洩れの原因は、装入炭レベル管理の不備、炉蓋よりのガス止め防止にからむ種々の改善、指導、実施の不備にあり、設備的な要因の他に人的要因による影響も大きい。

すなわち、後者についてはコークス炉周辺の整理、整頓、清掃の悪さと、従業員の安全服装、作業方法の未徹底などが、この問題の本質を示していると言えよう。

休止炉が多い事と、炉長方向の温度勾配が十分に調整されていない事により乾留熱量は非常に高い。Cガス燃焼をしているため、発生Cガスの80%弱を乾留用熱源として自家消費しており、この事が所内のガスバランスを乱し、Cガス不足を招来することになる。

無煙装入装置、集塵機、各種のクリーナー等、環境整備にかかわる機器は設置されておらず、また高熱、粉塵、重筋職場でありながら休憩室等の設備も不十分である。

### ③ 化 成 設 備

全般的に設備は古く、設備、運転監視用の計器も不十分ではあるが、ガス配送、精製の機能はそれなりに果している。

安水、タール、タールスラッジの分離が悪く、コークス炉におけるスラッジトラブルの原因となっている。

Cガス中からの粗軽油の捕集は№10炉団で実施されており、捕集歩留はガ



ス温度の高い事（工業用用水の温度が高いため）もあって5ℓ/Tとなっている。

回収された粗軽油は硫酸洗浄法による前処理を受けた後、バッチ式の精製蒸留により歩留81%でベンゼン、トルエン等の製品を得ている。

硫酸製造設備の故障・修理はそのまま硫酸設備の休止につながっている。

蒸気をエネルギー源とする加熱炉、ポンプ、コンプレッサーが使用されており、蒸気の使用量は70T/hと多い。他方工場内の蒸気洩れは非常に多い。

#### ④ 試験設備

石炭・コークスに関連する試験分析室は3ヶ所に分散しており、ヤードに石炭のサンプリングを含む試料調整室が、そしてコークス地区にコークスの強度等測定室と石炭・コークス・化成品の分析室がある。

原料炭の分析は粒度分布、工業分析が主体で、原料炭の配合割合を決定するために必要な顕微鏡分析、流動性測定等は実施されていない。

コークスは粒度分布、マイカム強度試験等が行なわれている。

化成品は操業に直結した分析が行なわれており、硫酸等では一部現場でも化学測定が行なわれている。

これらの試験分析を行なう環境も設備も不十分である。

Table 5.1.1 Equipment specification

Equipment	Specifications			
	Battery - 7	Battery - 8	Battery - 9	Battery - 10
1. Coke ovens				
(1) No. of ovens	72	78	78	78
(2) Type of Battery (maker)	SIMON-CARVES	OTTO	SIMON-CARVES	OTTO
(3) Commissioning	1950 ~ 1975 1976 ~	1957 ~ 1983 under rebuilding	1958 ~	1982 ~
(4) Oven dimension				
1) Height	4,450 mm			
2) Length	12,750 mm			
3) Width	420 ~ 480 mm			
(5) Effective volume	23.8 m <sup>3</sup>			
(6) Bulk density	0.78 T/m <sup>3</sup>			
(7) Oven charging	18.56 T/oven			
2. By-product plant				
(1) Primary cooler	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 3/4	New equipment	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 3/4	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 2/3
(2) Detarrer	13,200 (Nm <sup>3</sup> /h) x 2/3	New equipment	13,200 (Nm <sup>3</sup> /h) x 2/3	13,200 (Nm <sup>3</sup> /h) x 2/3
(3) Ammonium sulfate equipment	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1/2	New equipment	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1/2	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1/2
(4) Naphthalen equipment	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1	New equipment	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1
(5) Benzol scrubber rectification equipment	—	—	—	26,400 (Nm <sup>3</sup> /h) x 1 9.5 m <sup>3</sup> /D
(6) Bacteriological oxidation facility	Improvement			9.9 m <sup>3</sup> /D
(7) Sulphuric acid equipment	60 T/D x 2 NOs. (at 77 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )			
(8) Tar dehydration equipment	10 T/charge			

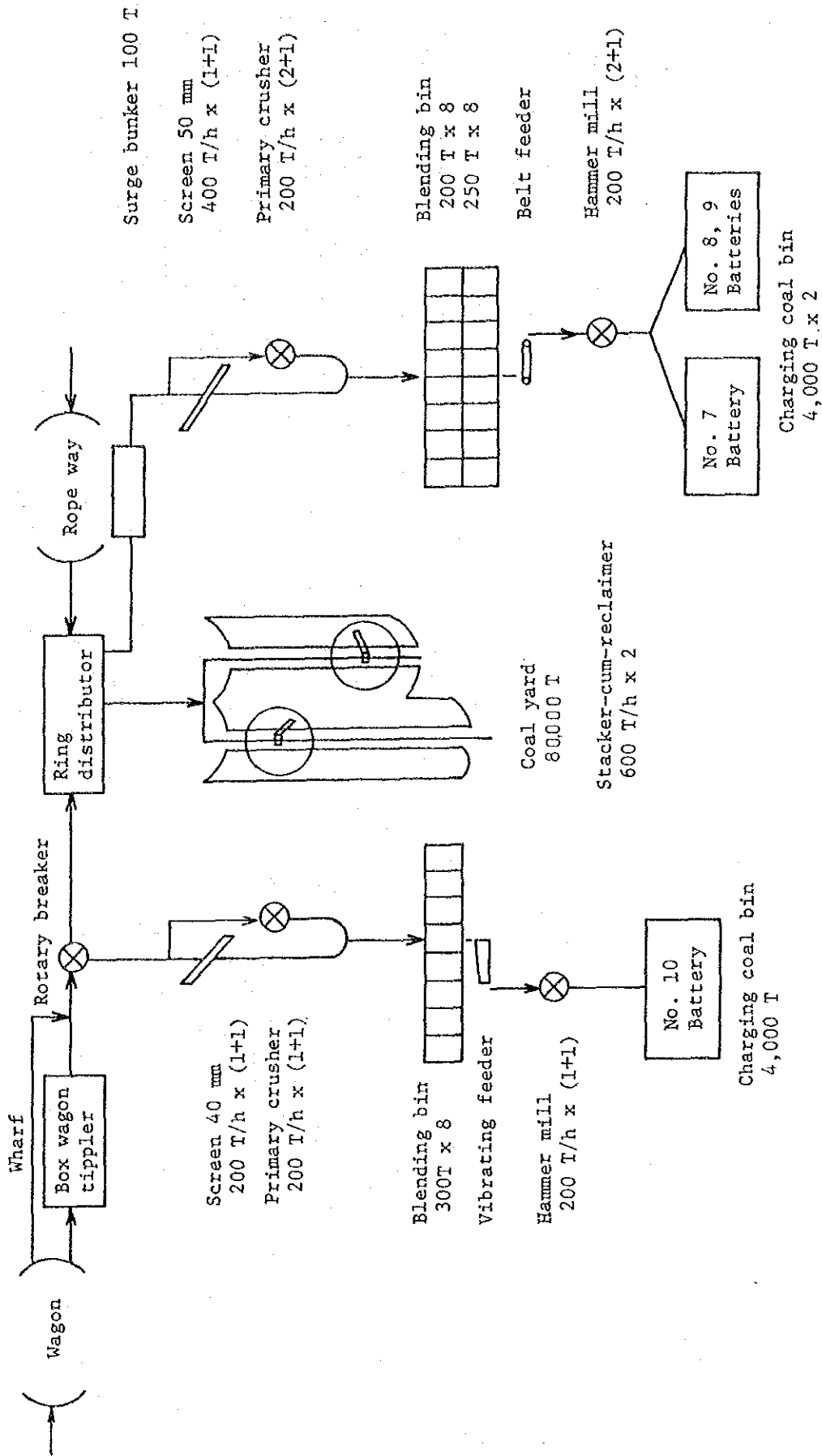


Fig. 5.1.1 Coal handling flow

Pusher machine	2	2
Charging car	2	2
Coke guide car	2	2
Quenching car	2	1
Q/C locomotive	2	1

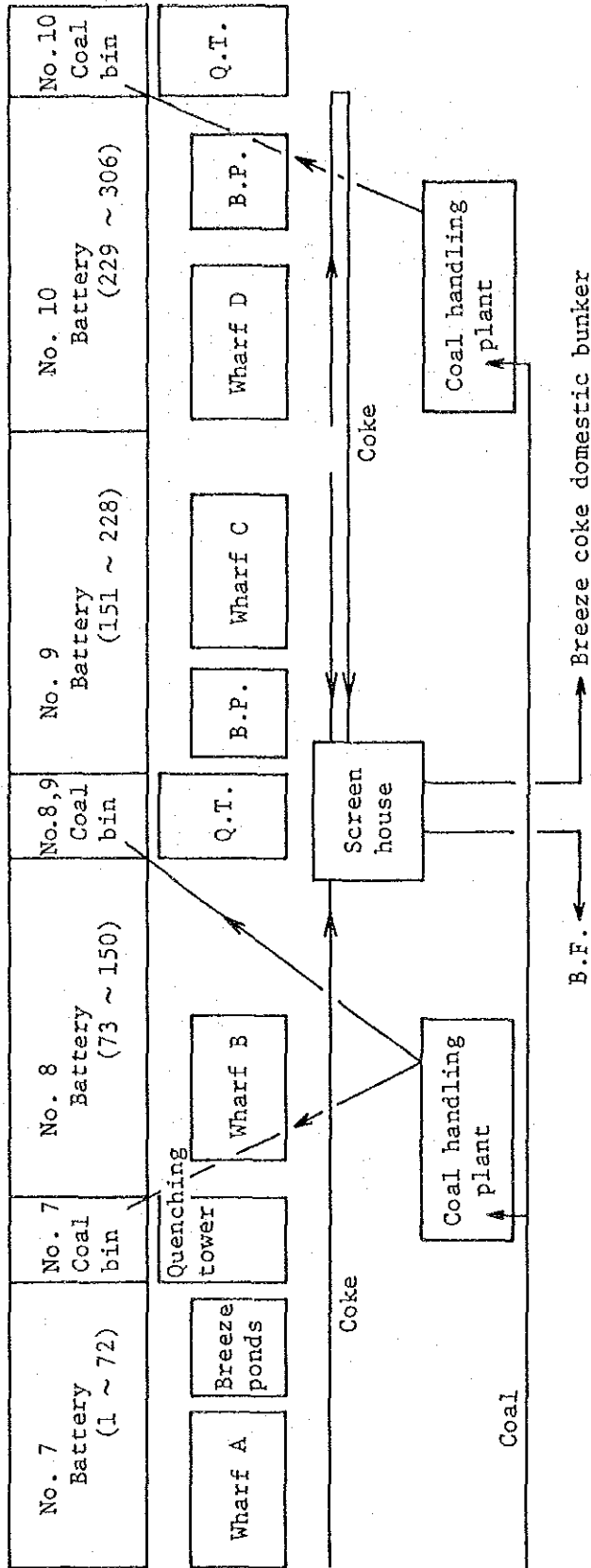


Fig. 5.1.1.2 Coke oven batteries layout

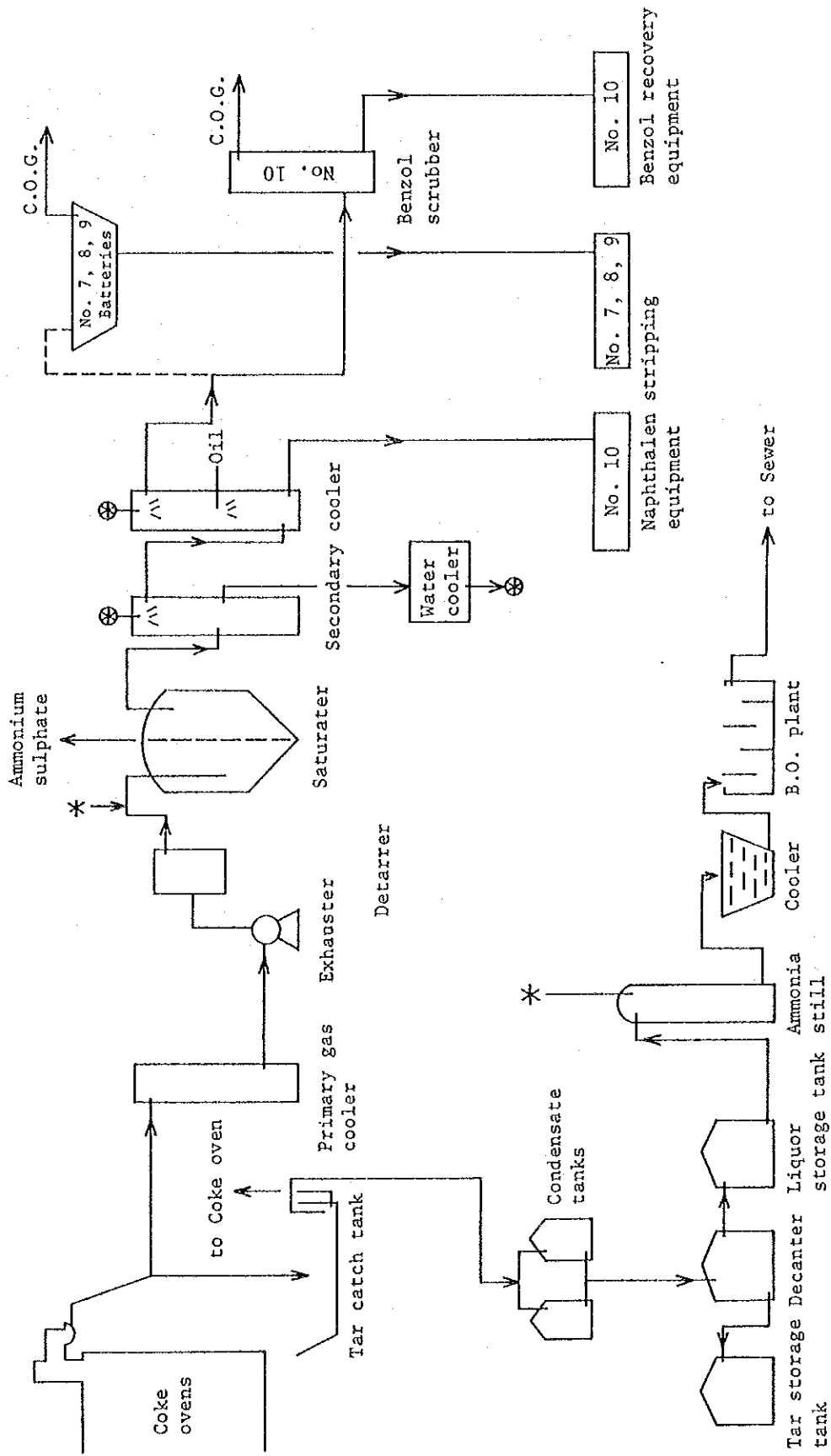


Fig. 5.1.3 By-product plant

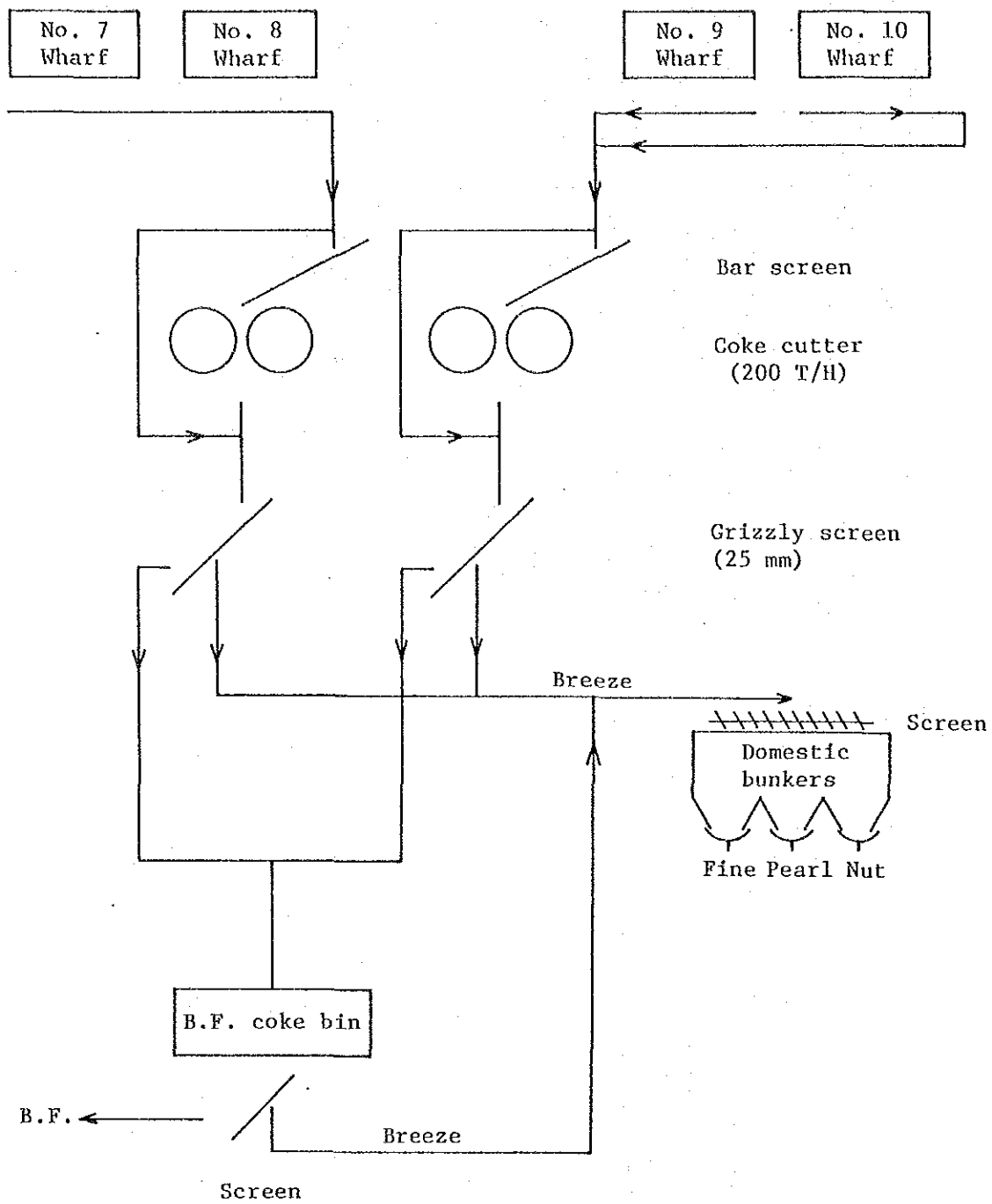


Fig. 5.1.4 Coke handling flow

Table 5.1.2 Production performance: 1985/86

Item		1985/86
Coking coal blending ratio and quality		Prime 65.9% Medium 26.0% Blendable 8.1% V.M. 25.1% Ash 22.0% Moisture 5.1%
Coal throughput		1,209,420 T/Y
Utility	Heat Consumption	783 Kcal/kg.coal
	Electricity	19,165,889 kWh/Y
	Steam	614,110 T/Y
Man-power	Executive	55
	Non-Executive	1,760
Production	Gross coke	912,672 T/Y
	B.F. coke	748,666 T/Y
	Pearl coke	59,402 T/Y
	Fines Breeze	104,604 T/Y
	Coke oven gas	316,851 x 10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> /Y
	Coal tar	24,911 T/Y
	Crude benzol	3,218 kℓ/Y
Quality of coke		V.M. 1.2% Ash 28.5% Moisture 8.3% M <sub>10</sub> 16.7% M <sub>40</sub> 74.1%

Table 5.1.3 Production performance: May and June, 1986

Item	June. 1986	May. 1986
Coal throughput (T/D)	2,787	2,888
Quality of coal charged V.M./Ash (%)	25.2/20.4	25.4/22.0
Oven availability		
Batt. - 7	51.2	50.0
9	25.3	26.2
10	52.8	56.8
Total	129.3	133.0
Pushed (Nos./D)		
Batt. - 7	55.1	55.0
9	20.1	20.5
10	67.0	71.8
Total	142.2	147.3
Coking time (h)		
Batt. - 7	20.44	20.30
9	29.55	29.55
10	18.20	18.17
Batt. temperature (°C)		
Batt. - 7	1,147	1,145
9	1,043	1,043
10	1,202	1,203
Heat consumption		
Batt. - 7	697	743
(kcal/kg.coal) 9	1,743	1,823
10	702	646
Average	847	846
Gross coke (T/D)	2,112	2,175
B.F. coke	1,756	1,805
Pearl coke	114	101
Fines, Breeze	242	269
C.O.G. (Nm <sup>3</sup> /coal T)	261	257
Coal tar (kg/coal T)	21.5	21.5
Crude benzol (kl/coal T)	4.5	4.83
Quality of coke		
Ash (%)	27.0	28.6
M <sub>10</sub> /M <sub>40</sub> (%)	15.2/75.3	16.1/74.7



Table 5.1.4 Condition of coke oven batteries

Description		Battery-7	Battery-8	Battery-9	Battery-10
Year of Commissioning		1950	1957	1958	1982
Date of previous rebuilding		Aug. 17, 1976	Under rebuilding		
Nos. of ovens		72	78	78	78
Nos. of ovens available	1971			78	
	72			58	
	73			71	
	74			73	
	75			73	
	76	72		73	
	77	72		73	
	78	72		73	
	79	65		73	
	80	60	72	71	
	81	59	68	70	
	82	72	46	54	65
	83	71	33	56	71
	84	59		34	74
85	50		34	69	
	May, 1986	50		26.2	56.8
	June, 1986	51.2		25.3	52.8
	July 1, 1986	52		26	49
Year of hot repair done		1981 ~ 82 1985 ~		1972 ~ 74 1982 ~ 84 1984 ~ 85	1983 ~ 84 1986 ~

## 5-2 鉄 鉱 石

### 5-2-1 鉱 山

IISCO は鉄鉱石を自社鉱山で採取し、一部を外部から購入している。主力鉱山であるGUAは、BURNPUR製鉄所の西南方267Kmに位置し、その近傍にCHIRIA鉱山が所在している。

両鉱山の鉄石埋蔵量は前者が233億T、後者が20億Tと言われ、CHIRIA鉱山はアジア第1の埋蔵量を有している。

両鉱山とも掘削方法は露天掘であり、鉄質は赤鉄鉱(Hematite)が主体である。鉄体(Ore deposit)中には鉄分を67%含むブルダスト(Blue dust)(自然状態で微粉化した高品位赤鉄鉱)も存在している。

またGUA鉱山では1次篩分(Primary screening)より発生するアンダーサイズ粉(Undersize fine)を堆積しており、その量が3,000万トンに達している。この尾鉄(Dumped fine ore)を水洗篩分け(Washing & screening)して、焼結原料(Material for sinter)として有効利用する必要がある。

GUA鉱山の塊鉄(Lump ore)55万トンはBURNPUR製鉄所向けに出荷され、粉鉄(Fine ore)55万トンは外販されている。

CHIRIA 鉱山では塊鉄のみ25万トンが自家消費向けに出荷されている。

Fig.5.2.1 と 5.2.2 に両鉱山のフローを示す。

### 5-2-2 製 鉄 所

現状の原料ハンドリングフロー(Material handling flow)をFig.5.2.3に示す。鉄鉱石は底開きタイプ(Bottom opening type)の貨車(Wagon)から受入ホッパ(Receiving Hopper)へ移され、ベルトコンベアで貯鉄場(Ore storage yard)へ運ばれる。

鉄鉱石の高炉貯鉄槽(Ore bin at blast furnace)への装入(feeding)も大部分はベルトコンベアにより行なわれる。

しかし、石灰石(Limestone)などの副原料(Flux material)や一部の鉄鉱石は、人力で貨車から降され、線路傍に貯蔵され、高炉への装入時は人力で貨車に積み込み、貨車が高炉貯鉄槽上に乗入れ、荷降しされる。このため原料の品質管

理は十分と言えない。例えば原料粒度 (Material size) に関しては高炉への適当なサイズ (10~30mm) に対し、100mm 程度の大塊も含まれている。

粉鉄の混入も多い時には10%程となっている。

原料の成分管理では、十分なヤード (Yard) やベッド (Bed) がないこと、および破碎・篩分設備 (Crushing & screening plant) を持たないため、成分変動が大きく、高炉の操業を難しくしている。また焼結工場 (Sintering plant) を持たないため、高炉における熱ロス (Heat loss) が大きく高炉操業が不安定になっている。

< GUA mine >

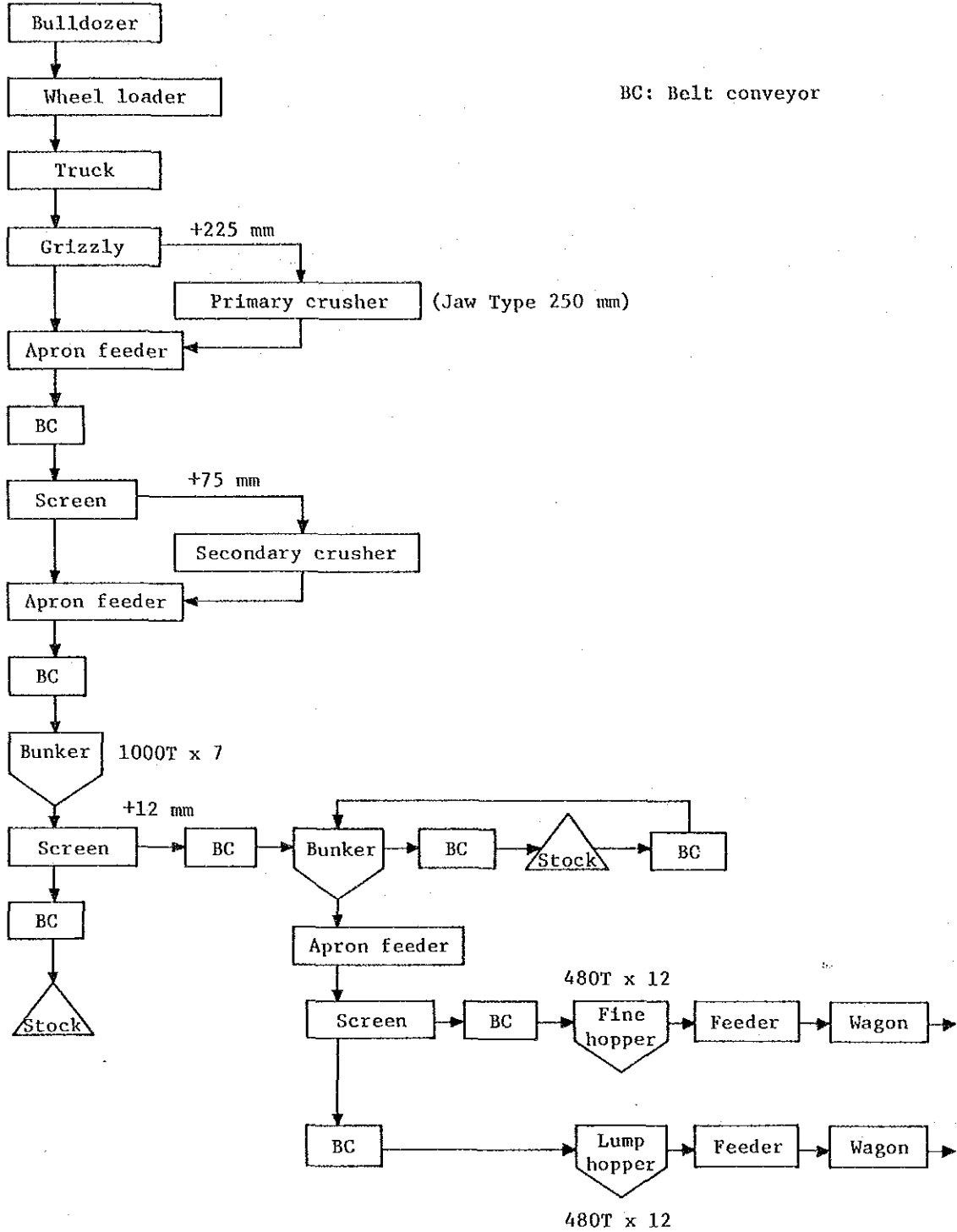


Fig. 5.2.1 Material flow at GUA mine

< CHIRIA mine >

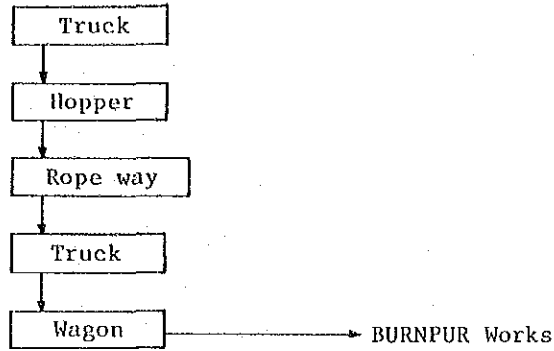


Fig. 5.2.2 Material flow at CHIRIA mine

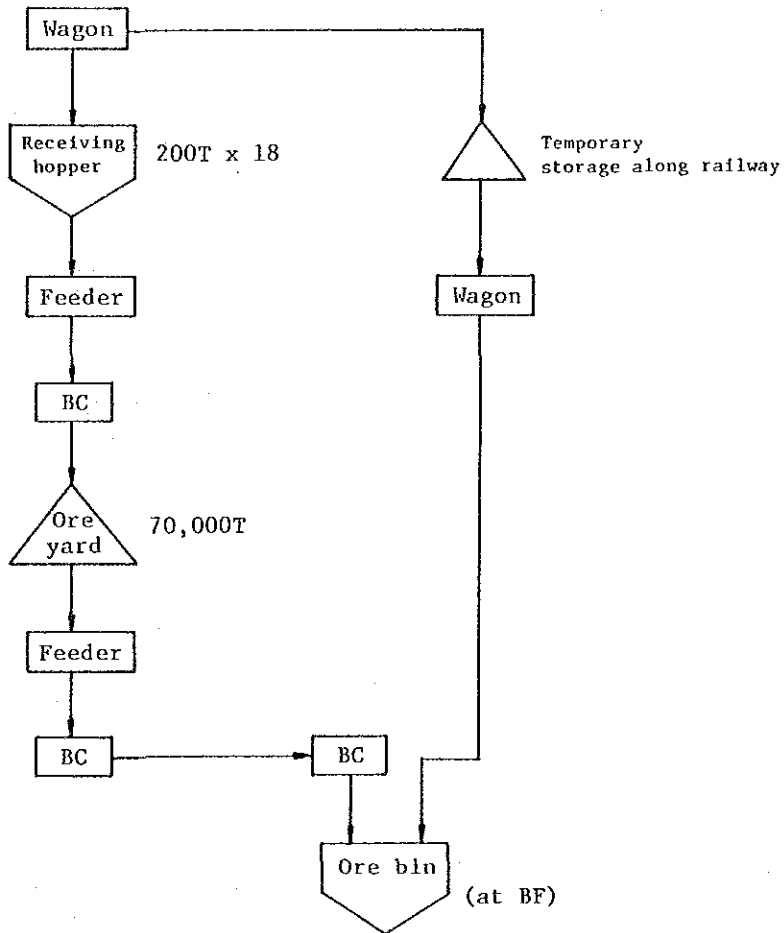


Fig. 5.2.3 Material flow at BURNPUR Works

## 5-3 製 鉄

### 5-3-1 現状の配置およびフロー

高炉は4基あり、製鉄所内の東側に位置している。

さらに東側にあるコークス炉からコンベアーを介しコークスを受けている。

南側にある地下式原料槽（貨車から直接鉄石を受けている）からコンベアーで高炉貯鉄槽に鉄石を受けている。

副原料及び鉄石の一部はコンベアーと平行するハイラインにて貨車を導入し高炉貯鉄槽に直接荷降しも行なわれている。

上記原料コンベアーにはバイパスラインがあり小さな鉄石ヤードに貯鉄している。

原料予備処理設備はなく、焼結鉄やペレットを装入していない。

製鋼工場は高炉の北西側に位置しベッセマー転炉、平炉、造塊の順で並んでいる。

高炉からの溶鉄（Hot metal）は75T溶鉄車にてベッセマー転炉及び平炉へ運ばれる。台車秤式の秤量機が高炉地区の北側にある。溶鉄の一部は冷鉄（Cold pig）の生産にあてられている。大半はKULTI, UJJAIN等の鑄造工場向外販用である。

高炉スラグは20Tスラグパンにて製鉄所西側の広大なスラグ処理場（高炉から約1～2Km）に運ばれる。ここにはスラグピットおよび水滓製造設備があり、各高炉共通で使用されている。

高炉送風機室およびポンプ室は高炉の西側に近接して設置されている。

### 5-3-2 高炉の生産（Table 5.3.1参照）

(1) 高炉4基合計の年間出鉄量は公称能力（Rated capacity）約130万T/Yである。しかし、1985年4月～1986年3月の実績を見ると下記の通り861,556 T/Yにすぎない。

高炉稼働率はますますの値であるがスラグ比が高いためコークス比が非常に高く、その結果出鉄比が著しく低くなっている。

1985/1986	内容積 ( $m^3$ )	出 銑 量 (T/Y)	出 銑 比 (T/ $m^3 \cdot D$ )	高 炉 稼 働 率 (%)	コークス比 (kg/THM)	スラグ比 (kg/THM)
№ 1 高炉	500	138,724	0.76	94.9	1,334	736
№ 2 高炉	500	139,549	0.76	93.2	1,313	796
№ 3 高炉	1,170	310,758	0.74	94.1	909	718
№ 4 高炉	1,170	272,525	0.64	94.9	950	768
年 間	3,340	861,556	0.71 annual	94.4	1,056	749

(0.75 daily)

なお、№ 4 高炉が他に比べ出銑比が低いのは、前年度にあった停電による炉冷え (Chilled) およびコークス不足 (Coke shortage) によることと寿命 (Campaign) の末期にある事が原因である。1986年7月現在№ 4 高炉は巻替中である。

(2) Table 5.3.1 に示す様に、1962/63 から 1985/86 年の間の高炉操業主要指標を追ってみると、1962年以來高炉の生産は徐々に悪化しており低下傾向は改良されていない。コークス灰分含有量の増加と相関関係にある事は明らかである。

コークス灰分の増加は CHASNALLA 炭田の水没により深部から採掘される良質の石炭が得られなくなってきた事による。84/85 の急激な落ち込みは前述の停電による高炉の炉冷が原因である。また 85/86 年の回復はコークス不足が解消した事、天候に恵まれた事、ベッセマー転炉/平炉が比較的好調であった事が主な要因である。

(3) またこの Table から解る事は小型炉の№ 2 高炉に比べ中型炉の№ 3 高炉の出銑比 (Productivity) が総じて低い事である。

(4) 上述以外にも生産を促進出来ない大きな原因は

① 未処理鉄：鉄石の事前処理工場 (焼結工場、ペレット工場) を持たず高炉装入原料は全て塊鉄である事。

② 品 質：コークス中の灰分が著しく高い事に加え鉄石の銘柄が全て国内鉄 (自社鉄山の GUA 鉄、CHIRIA 鉄および国内購入鉄 30%) ゆえに鉄石の選択並びに鉄石成分配合調整に限界がある。Fe は約 61% あるが  $Al_2O_3$  が 4.6% と高いため、大量のドロマイト塊の装入により  $SiO_2$  源、 $MgO$  源を供給している。このためスラグ比

が増大しコークス比が高くなっている。

③ 鉄石及びコークスの粒度管理

コークス：粒径は25~100 $mm$ 程度。高炉炉前のコークス槽下切出口のグリズリー（目開き $\phi 25mm$ 円形孔）により篩を行っている。

鉄石：粒径は主に25~100 $mm$ 。入荷後鉄石系統に篩分設備がないため粒径は100 $mm$ 前後の大塊や6 $mm$ 以下の混入粉がそのまま高炉に装入されている。

④ 水分管理：防塵のために原料に散水しているが、原料槽下に水分計がなく水分管理が出来ていない。このため炉内での熱変動が大きい。

### 5-3-3 問題点

(1) 高炉の生産能力を元来の公称能力に回復させるには基本的には下記の諸問題の解決および近代化が必要である。

① コークス：CHASNALLA 炭田の深部採掘の再開および輸入炭の導入によりコークス灰分の低下、コークス強度(M10)の向上を行なう。

② 原料の粒度管理：クラッシャーおよび篩分設備の設置、粉の徹底的除去。

③ 焼結機の設置：高炉への副原料投入を減らし自溶性焼結(Self-flux sinter)の投入により還元性を向上させ、コークス比を下げ高炉の生産性の向上を計る。

④ 電力の安定供給：自家発電所の強化…老朽化設備の一新および高効率設備の設置。

高炉側での問題点として

⑤ 高炉炉前での粒度管理：焼結篩の設置、コークスグリズリーの強化。

⑥ 原料の秤量及び水分管理：秤量誤差自動補正装置(Auto weigh calibrator)の設置。コークス水分計の設置。

原料配合の正確な管理。出来ればスケールカーのコンベア化。

⑦ 熱風炉の送風温度の上昇：コークス比低減のために送風温度(Hot blast temp.)の上昇を計る。



高レベル操業を維持するために煉瓦品質の向上をはかり、  
また自動切替装置の導入を行なう。

- ⑧ 送風湿度の Control : 送風に蒸気を加え調湿する。

高度の操業：上記①～⑧の条件により操業の安定を図り高度で経済的な運転  
を行うには

- ⑨ 計装設備及び集中管理システムの充実：

現在計装設備および集中管理システムが貧弱であるゆえ高炉の操業管理が不十分  
となっている。破損したまま放置されている計器もある。

1986年改修後の№4高炉を除くと測定点数、記録点数及び自動制御が不充  
分である。また、高炉毎の集中制御室がなく管理機構が分散している。

これらを大至急改善する必要がある。

- ⑩ 設備の耐久性（老朽設備の一新）：

高炉、熱風炉、ガス清浄（1次）等の設備がリベット打ち構造で高炉朝顔部  
は鉄帯式である。ゆえに高圧操業は出来ない。

高炉送風機も高圧能力がなく、ボイラー設備は旧式で効率は非常に悪い。  
設備が全般に旧式化・老朽化しており、更新の時期が来ている。

№3、№4高炉	は1993年に35才	2000年には42才
№1高炉	は1993年に71才	(Rebuild 後16才)
№2高炉	は1993年に69才	(Rebuild 後27才)

- ⑪ 大、中型高炉には炉頂原料分配装置を設置し、炉内の原料分配の均一化を計  
り、任意分配を可能とし、通気性の向上を図りガス利用率を上げる。

これに伴う監視装置も必要である。

- ⑫ 高炉の高度操業及び安定運転により、低シリコンの溶銑およびより高温の溶銑  
を製鋼工場（Steel melting shop）に送る必要がある。

- ⑬ 高炉冷却水の昇圧

高速冷却羽口や冷却函の利用。

- ⑭ 出銑滓設備の機械化

遠隔操作式出銑口開孔機（Opener）、滓口閉塞機（cinder notch  
stopper）の採用、傾注樋の採用等。

⑮ 高炉直接水滓製造設備

高炉からの滓を直接水滓にすることにより滓鍋遅れによる出鉄待ちを防ぐ。

⑯ 公害対策設備の充実

集塵機類および排水循環設備の設置。

⑰ 省エネルギー設備の設置

経済性が確認されれば設置する。

(2) レイアウト上の問題 ( Fig. 5.3.1 参照 )

前記の改良を行う場合、現状設備には下記の問題点がある。

① 4基の高炉が接近して1列に並び、原料槽および動力設備(送風機室、ポンプ室)にはさまれており現場は非常に狭濫である。

従って高炉至近距離に水滓設備、公害対策設備および将来のエネルギー設備の設置は困難である。また溶銑線、滓線が4炉共通ゆえ増産時の鍋車繰りが難しい。

焼結篩の設置やコンベアシステムおよび制御室の設置にもかなりの工夫と改造が必要である。鑄床の傾注樋化のスペースも不十分である。制御室も適当な設置場所がない。

いままでもなく高炉の大改造なくして高炉の大幅な能力アップは図れない。

② 滓処理場が遠く(どんどん遠くなる)また処理能力が不足ゆえ、高炉の生産を阻害している。年間100万T以上の場合、滓捨て場のスペースがさらに不足するので是非とも高炉滓を水滓化し、外販しなければならない。

③ 鉱石予備処理のための原料均鉱ヤードや焼結工場の用地が高炉接近地にはないので、製鉄所内西側のスラグヤードをそれに充てる必要がある。

この場合焼結鉱および鉱石は製鉄所の西端から東端の高炉に運搬することになる。

(3) 既設高炉の略仕様

既設4基の略仕様は Table 5.3.2 に示す。

各高炉の配置は添付既設図の通りである。

設備はかなり年数を経たものであり部分的には改善されつつも概して旧式である。今後世界の高炉およびインドの他の高炉と競争していくためには大幅な近代化が必要である。

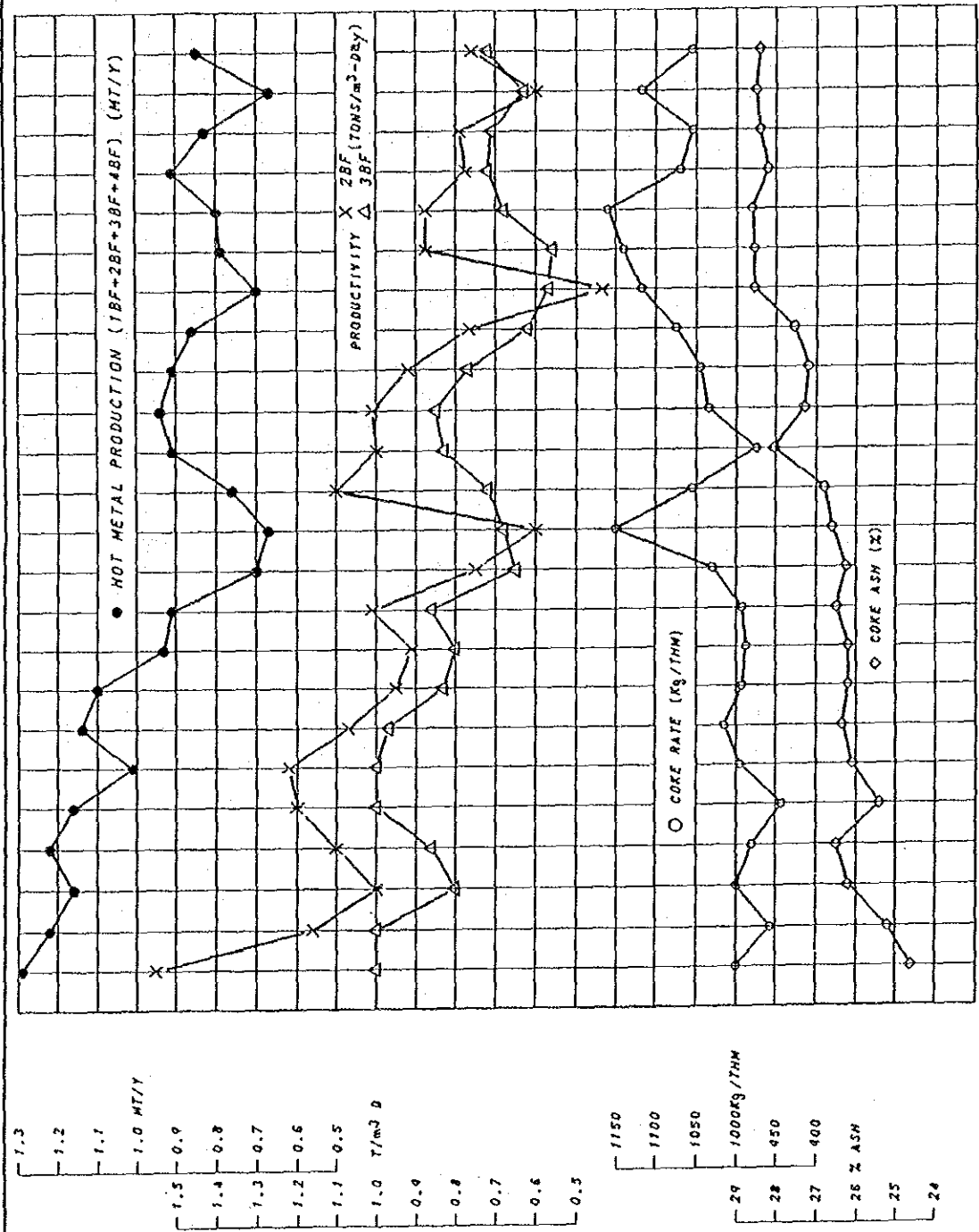


Table 5.3.1 Blast furnace performance (1962/63 - 1985/86)

Table 5.3.2

## Equipment list of existing blast furnaces

	<u>Small furnaces</u>	<u>Big furnaces</u>
1. Name of B.F	NO.1 & NO.2 BFs	NO.3 & NO.4 BFs
2. Rated capacity ( T/D )	800	1200
3. Date of commissioning	NO.1 : 1922-11-10 NO.2 : 1924-01-07	NO.3 : 1958-10-11 NO.4 : 1958-01-30
4. Rebuilding	NO.1 : 1977-05 NO.2 : 1986-09	----- -----
5. Blowing date of this campaign	NO.1 : 1983-12-31 NO.2 : 1981-01-18	NO.3 : 1981-09-14 NO.4 : 1979-10-08
6. Blast furnace proper		
Type	Ashmore Benson & Pease UK (Old type)	
Inner volume (Useful vol. m <sup>3</sup> )	500	1170
Working volume ( m <sup>3</sup> )	434	1040
Hearth diameter ( m )	5.23	7.70
Throat diameter ( m )	4.86	6.16
Number of tuyeres	12	18
Number of tap holes	1	1
Number of cinder notches	1	2
7. Furnace refractory		
Hearth-bosh	42% Alumina fire bricks	
Belly & upper shaft	37% Alumina fire bricks	
Throat	32% Alumina fire bricks	
8. Stock house	Charged by conveyor and high line	
Scale cars	3	3
Coke screen	25mm	200T/h (25mm)
Moisture Measuring/Auto-weigh calibration	Non	Non

(... Continued)

		<u>Small furnaces</u>	<u>Big furnaces</u>
<b>9. Charging equipment</b>			
Skip volume	( m <sup>3</sup> )	2.83	6.23
Type of top		2 Bell	2 Bell
Top pressure	( mm WG )	700 ~ 800	700 ~ 800
Movable armour		----	NO.4 BF only (after revamping of 1986)
<b>10. Cast house</b>			
		Common	One each
Tap hole drill		No mechanized	No mechanized
Crane capacity	( T x No. )	15/3.2 x one for both	15/3.2 x one each
Ladles	( T x No. )	Iron ladle 75T x 18 total fleet Slag ladle 20T x 29 total fleet	
Pig casting machine		Max 600T/D x 2	( Nor. 400T/D x 2 )
<b>11. Hot stove</b>			
Type / Number		Cowper/ 3 + 4	Cowper/ 3 + 3
Type of checker		Freyh	Freyh
Hot blast temperature	( °C )	700	800
Gas calorie	( kcal/Hm <sup>3</sup> )	900	900
Blast volume (Max/Nor Hm <sup>3</sup> /min)		1000/1050	2200
Coke oven gas		Non	Non
<b>12. Gas cleaning</b>			
		1st DC + 2nd DC + Theisen washer	1st DC + 2nd DC + Scrubber + EP + (EP)
Clean gas pressure	( mmWG )	400 ~ 450	400 ~ 450
Thickeners		3 for old	& 3 for new
<b>13. Blowers</b>			
Number of blower	( Nos )	2	3
Blast volume Max.	( Hm <sup>3</sup> /min )	1696	2985
Blast pressure Max.	( kg/cm <sup>2</sup> )	1.27	1.55

(... Continued)

	<u>Small furnaces</u>	<u>Big furnaces</u>
14. Cooling water	River water in reservoir / Closed circuit	
BF cooling devices	Copper plates & hearth staves	
Temperature x pressure	32°C x 2 kg/cm <sup>2</sup>	32°C x 2 kg/cm <sup>2</sup>
Water balance	4000gpm for both Fce	4000gpm for each Fce
15. Instrumentation	Insufficient number of measuring points, recorders and data loggers. No-centralized control and less-automatic control. No.4 BF is more or less modernized in the relining of 1986. (See table 5.3.3 and 5.3.4)	
16. Automation of machines	Less- automation	
17. Slag pit ( Westward yard )	Slag pit and Slag granulator	

Table 5.3.3

## List of field instruments at blast furnaces

<u>Sl. No.</u>	<u>Instruments</u>	<u>Furnace Nos.</u>
1.	Stove dome temp. recorder.	1, 2, 3, 4.
2.	Stove back heat temp. recorder.	1, 2, 3, 4.
3.	Hot blast temperature recorder & controller.	1, 2, 3, 4.
4.	Top gas temp. recorder.	1, 2, 3, 4.
5.	Peripheral temp. recorder.	3, 4.
6.	Top gas pressure recorder.	1, 2, 3, 4.
7.	Hot blast pressure recorder.	1, 2, 3, 4.
8.	Gas (for stoves) pressure recorder.	1, 2, 3, 4.
9.	Gas (for stoves) flow recorder.	1, 2, 3, 4.
10.	Air flow (blast volume) recorder.	1, 2.
11.	Air flow (blast volume) indicator.	3, 4.
12.	Steam flow recorder (for blast humidity).	1, 2, 3, 4.
13.	Colling water pressure recorder.	1, 3.
14.	Stock level recorder.	1, 2, 3, 4.

Note : No.4 blast furnace is underlining new.  
This furnace is being provided with  
thorough instrumentation.

Table 5.3.4

## Instrument List of BF No.4 (Plan for 1986 relining)

1. Air volume recorder.
2. Cold blast pressure recorder.
3. Hot blast temperature recorder.
4. Hot blast temperature controller.
5. Stove dome & back heat : stove No.1 recorder.
6. Stove dome & back heat : stove No.2 recorder.
7. Stove dome & back heat : stove No.3 recorder.
8. Stove gas flow recorder.
9. Mid zone pressure recorder.
10. Peripheral temperature recorder.
11. Uptake temperature recorder.
12. Uptake pressure recorder.
13. Pressure after dust catcher recorder.
14. Hot blast pressure recorder.
15. Differential press. between U/T & H/Z, H/Z & H/B
16. Cooling water flow recorder.
17. Cooling water pressure recorder.



(... Continued)

18. Stove gas pressure recorder.
19. Fixed probe temp. recorder - short probe.
20. Fixed probe temp. recorder - long probe.
21. Humidity & steam flow recorder.
22. Stove combustion & heating control system.
23. Electronic coke weighing system.

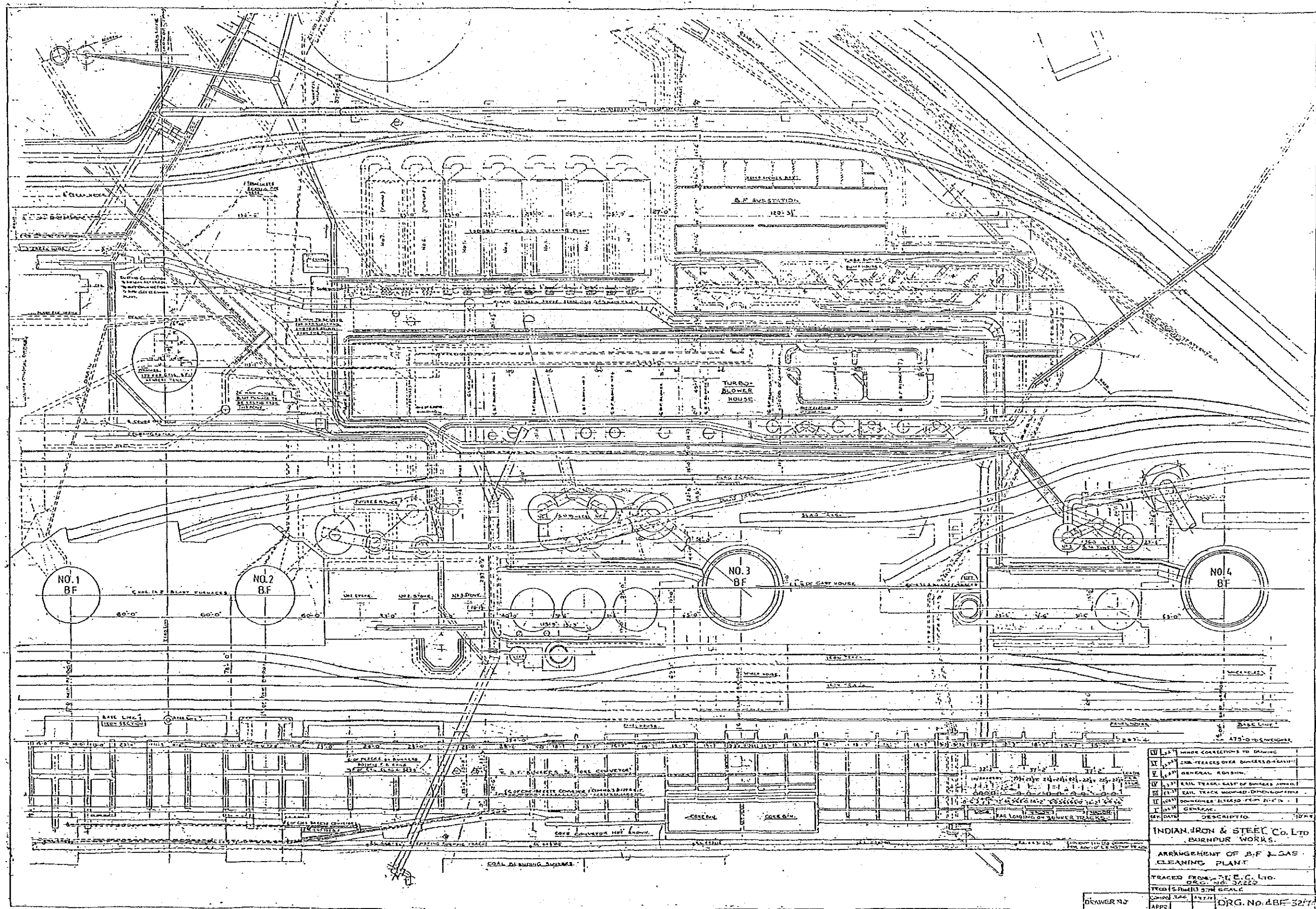


Fig. 5.3.1 Layout of blast furnaces

## 5-4 製 鋼

### 5-4-1 生 産 工 程

BURNPUR製鉄所の製鋼工程は、現在では完全に旧式な製鋼法となったベッセマー転炉 ( Bessemer converter ) と平炉との結合による二重精錬法 ( Duplex process ) となっている。現有6基の平炉のうち最初の4基が建設された1939年、およびベッセマー転炉が建設された1945年当時としては、このプロセスも主原料の溶銑条件や酸素製鋼法の出現以前という条件下では製鋼能率の高い製鋼法であったが、現在では純酸素転炉法という新しい製鋼法に生産性などのあらゆる点でとうてい太刀打ちできない工程となっている。さらに建設以来の不十分な設備改善と整備のために、本設備は、設計時の能力さえ出せなくなっており、他の悪条件と相まって粗鋼年産100万T強の能力に対して50万T台の生産量に落ち込んでいる。Fig.5.4.1に生産工程の流れと鉄バランスを示す。小容量の鍋 ( Ladle ) を使用して多数回の溶湯 ( Molten metal ) 運搬を行う工程が、溶湯顕熱 ( Sensible heat ) の損失と、各工程間のメタルロス of 累積を招いている。この工程上の特徴が生産コストに大きな比重を占める、エネルギーと歩留の操業成績を悪いものとしている。

BURNPUR製鉄所が競争力を有する製鉄所として存在し続けるためには現状の二重精錬法によっている製鋼工程の近代化こそ、第一に実行されるべき優先課題と言える。

### 5-4-2 設 備

製鋼工場の設備は、溶銑受入より造塊までの精錬一造塊の本体設備と平炉用の主な副原料設備である生石灰焼成炉とドロマイト焼成炉 ( Lime calcining plant & burnt dolomite plant ) の補助設備より構成されている。

Table 5.4.1に主な製鋼設備の概要を示す。

高炉からの溶銑は容量75Tの開放した鍋 ( Open ladle ) で、ベッセマー転炉装入溶銑を貯蔵する2基の900T混銑炉および平炉直接装入溶銑を貯蔵する900T混銑炉に運搬される。

ベッセマー転炉は公称能力25Tの3基設備に対し送風機は2基設置されている。

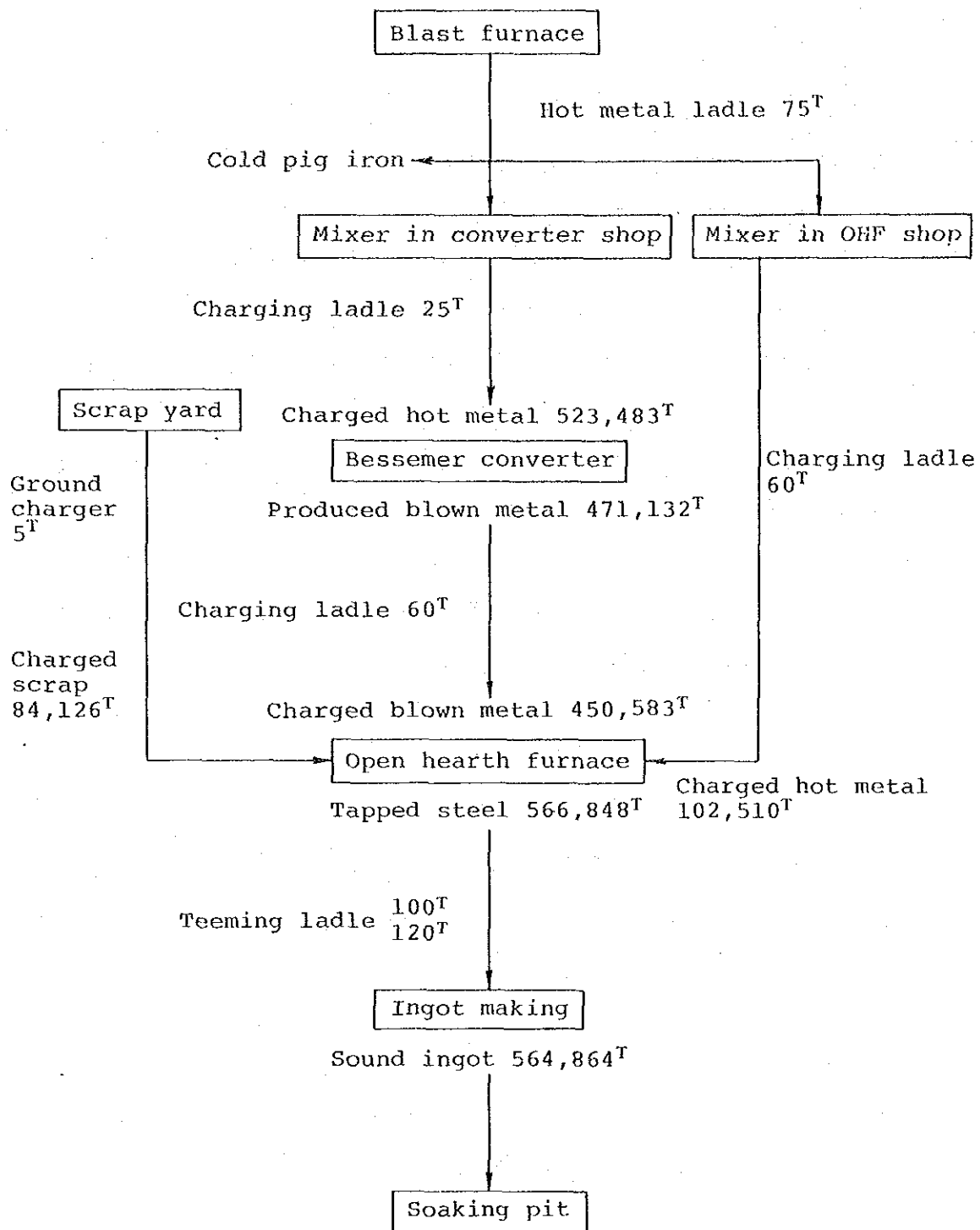


Fig. 5.4.1 Process flow and metal balance  
 (Based on the production statistics of Apr. 1985 to Mar. 1986)

スラップはヤードより台車に乗せた、容量0.75m<sup>3</sup>の平炉装入函にて平炉炉前に運搬され作業床走行式の4基の回転装入機により、それぞれの平炉に装入される。溶銑はベッセマー転炉で吹製された半溶鋼(Blown metal)を主体に一部平炉棟(Open hearth bay)の混銑炉(Mixer)からの溶銑が60T鍋で運搬され平炉に装入される。

平炉棟には公称能力225Tの傾注式平炉6基を有し、A、B、C、Eの4基は1939年製、F、Gの2基は1958年に増強新設された。平炉煉瓦は、炉体がクロム-マグネシアの塩基性、天井はシリカ-クロマグのゼブラ天井(Zebra roof)を採用している。バーナーはガス、液燃併用であり、通気は自然通気となっている。酸素は多量供給可能な酸素プラントが無く、全く使用されていない。計装設備は不十分であり、天井温度による燃焼コントロール、炉圧制御、バーナー自動切換等は自動化されていない。

平炉用副原料の生石灰と焼成ドロマイトは、自家設備で直接供給されている。生石灰焼成炉は自家製のシャフト炉4基を有し、COG焚きである。原料及び成品のハンドリングは手動で行われ、機械化設備、計装設備は付いていない。

ドロマイトは1959年製の公称能力100T/Dのロータリーキルンで焼成されている。燃料は重油、COG比率50%ずつの共通バーナーによる混焼で、バーナーヘッドは輸入品を使用している。

設備全般に関して言えることは、設備年令が非常に古い上に、設備機能を満足させ安定した稼働を保証するのに必要な整備、保全がなおざりになったまま、長期間放置されていることである。主要な製鋼設備であるベッセマー転炉および平炉とも設備新設時の能力が出せない状況となっている。ベッセマー転炉は送風機の送風能力が不足し、2基の送風機を同時稼働し、1本の送風系として対処しているが、それでも、ベッセマー転炉のヒートサイズは大幅に低下している。平炉についても、燃料を通ず系統に能力低下があり、他の増産障害要因が除かれて、製鋼での増産が要請された時、公称能力通りの生産ができるかの危惧が有る。

Table 5.4.1 Main equipment of steelmaking plant

Equipment	Specification
<p>1. Hot metal handling equipment</p> <p>1) Hot metal ladle</p> <p>2) Mixer</p> <p>3) Mixer ladle</p> <p>4) O.H.F. charging ladle</p>	<p>75<sup>T</sup> x 30</p> <p>Inactive mixer</p> <p>900<sup>T</sup> x 2 at Bessemer shop</p> <p>900<sup>T</sup> x 1 at O.H.F. shop</p> <p>25<sup>T</sup> x 4 for converter charging</p> <p>25<sup>T</sup> x 4 transfer car ladle</p> <p>1 transfer car ladle</p> <p>60<sup>T</sup> x 14 for blown metal and hot metal</p>
<p>2. Scrap handling equipment</p> <p>1) Scrap charging box</p> <p>2) Scrap weighing machine</p> <p>3) Scrap charging car</p> <p>4) Scrap charging machine</p>	<p>0.75 m<sup>3</sup> x 90</p> <p>Weigh-bridge : 1</p> <p>18</p> <p>5<sup>T</sup> x 4</p> <p>Ground charger</p>
<p>3. Bessemer converter</p> <p>1) Converter proper</p>	<p>25<sup>T</sup> x 3</p> <p>Tuyere : 18 mm x 7 fire brick</p> <p>Inner volume : 144 m<sup>3</sup></p> <p>Tilting device : Electro-mechanical</p>
<p>4. Open hearth furnace</p> <p>1) Type and capacity</p> <p>Hearth area</p> <p>Roof height</p> <p>Inner volume of regenerator-chamber</p> <p>2) Draughting equipment</p> <p>Type of charging valve</p>	<p>225<sup>T</sup> x 6 tilting</p> <p>63.0 m<sup>2</sup></p> <p>2.66 m for furnaces A,B,C &amp; E</p> <p>2.71 m for furnaces F &amp; G</p> <p>193.0 m<sup>3</sup> for furnaces A,B,C &amp; E</p> <p>213.5 m<sup>3</sup> for furnaces F &amp; G</p> <p>Natural draught</p> <p>Gas : Saunder pneumatic valve</p> <p>Liquid fuel : Manual lever</p>

(continued)

Equipment	Specification
3) Blower	Air : Balanced, electrically operated reversing plate valves Capacity : 45,000 m <sup>3</sup> /h 75 HP for furnaces F & G 30 HP for furnaces A, B, C & E
4) Chimney	76.3 m
5) Steel ladle	Two ladle for one heat Oval ladle : 100 <sup>T</sup> x 20 Round ladle : 120 <sup>T</sup> x 13 Double stopper
5. Crane equipment	
1) Bessemer converter plant	110 <sup>T</sup> /30 <sup>T</sup> x 2 130 <sup>T</sup> /30 <sup>T</sup> x 1
2) Bessemer plant ladle house	110 <sup>T</sup> /30 <sup>T</sup> x 1 75 <sup>T</sup> /30 <sup>T</sup> x 1
3) Scrap yard	15 <sup>T</sup> x 2 magnet crane
4) Open hearth shop	110 <sup>T</sup> /30 <sup>T</sup> x 4
6. Lime calcining plant	
1) Shaft kiln	30 <sup>T</sup> /D x 4 Gas fired
7. Burnt dolomite plant	
1) Rotary kiln	100 <sup>T</sup> /D x 1 2.55m dia x 84m length
2) Cooler	1.9m dia x 19.4m length Drum-type

### 5-4-3 操業

BURNPUR製鉄所の溶銑は高炉の原料条件のためC、Si、P、Sが高く、また高炉設備・作業の現状より溶銑温度が低い次の様な性状となっている。

	Ave.	Max.	Min.
%C	3.6	3.8	3.4
%Si	1.9	2.9	0.9
%Mn	0.84	1.00	0.45
%P	0.28	0.30	0.25
%S	0.050	0.110	0.030
Temp.	1,280 ~ 1,330°C (measured by an optical pyrometer)		

生産鋼種は条鋼 (Non flat, long product) 主体だが、一部亜鉛鉄板 (Galvanized sheet) 用薄板を製造している。品種は形鋼、レール、丸鋼、角鋼、棒鋼、異形棒鋼 (Deformed bar)、亜鉛鉄板であるが、P、S規格がゆるく、成品 P、S < 0.050 % で生産している。

Table 5.4.2 に主な製鋼操業諸指標値を示す。

ベッセマー転炉は約 1,200°C の溶銑を 13 分間の吹錬で C % 0.08~0.40、温度約 1,400°C の半溶鋼として、数ヒートを合わせて平炉に装入される。公称能力は 25T であるが、送風機の能力不足のため平均ヒートサイズは 15~16 T で、3 基稼動の非ラップ吹錬となっている。このため平炉装入用の 60 T 鍋に十分な半溶鋼がたまるまでの待ち時間が長く、多大の鍋付スクラップを発生させている。

平炉の主原料はベッセマー転炉から送られてくる半製鋼 70 %、溶銑 17 %、残りスクラップで構成されている。平炉の平均製鋼時間は 11 時間を要しているが、このうち装入、溶解に 8 時間を費やしている。これは 225T の平炉に対してスクラップ装入函が小さいこともあるが、大きな原因はベッセマー転炉からの半溶鋼の供給に時間がかかることである。また酸素が使用されていないことも一因となっている。

現在 6 基体制の平炉中、燃料制限のため同時稼動ができるのは 3 基が精一杯である。COG は全所的に不足しているので、コールタールまたは重油の液燃を 45~55 % と最大限使用している。

溶製鋼種はほとんどが低炭のセミキルド鋼であり、一部外販用ピレット鋼種がリムド鋼でつくられる。出鋼は 1 ヒート 2 鍋受のダブルストッパー鍋で受鋼される。造塊、副原料部門を含めた製鋼工場全体は 1,300 名強の要員で操業しており、勤務



Table 5.4.2 Main operational indices of steelmaking plant

Process	Item	Index
Mixer	Fuel COG	430 m <sup>3</sup> /h
	Refractory	0.47 kg/T
Bessemer converter	Blow time	13 min/ch
	Non blow time	5 min/ch
	Repair of refractory	3.30 h/D / fce
	Average heat size	15.2 T/ch
	Life of furnace	350~400 blows
	Life of furnace bottom	28~ 30 blows
	Unit consumption of converter refractory	22.8 kg/T
Open hearth furnace	Steelmaking time	11 h
	1) Charging time	3 h
	2) Melting and filling time	5 h
	3) Refining time	2.5 h
	4) Fettling time	0.5 h
	Periodical repair time	8~9 D/fce
	Heating up time	3 D/fce
	Good ingot production	16.4 T/h
	Average heat size	205 T
	Hot metal ratio	15~17 %
	Blown metal ratio	68~72 %
	Scrap ratio	12~14 %
	Unit consumption	
	1) Fuel	1.3 Mkal/T
	2) Iron ore	40.4 kg/T
	3) Burnt lime	59.4 kg/T
	4) Ferro manganese	11.6 kg/T
	5) Burnt dolomite	20.6 kg/T
	6) Total refractory	17.2 kg/T
	Utility	
	1) Electricity	1,025 MWH/M
	2) COG	165 m <sup>3</sup> /T
	3) Oil	15 kg/T
4) Tar	45 kg/T	
5) Industrial water	2,647 Mℓ/M	

体制は他の三交替職場と同じく、7グループ、7週間サイクルの1交替（shift）2グループによる三交替で、予備直率 $\frac{1}{7}$ である。年産能力100万tの工場として要員が多いのは、機械化、自動化が遅れていること、二重精錬工程であること、補助、雑用部門に多大の人をかかえていることなどが原因である。

現在粗鋼生産量は年産能力の半分強にすぎず、種々の生産阻害要因がからんでいる。しかし製鋼工場以外の要因が取り除かれたとしても、現状の設備で100万Tの生産を確保する操業は無理と思われる。

#### 5-4-4 管 理

製鋼工場で管理すべき事項は生産管理、品質管理、コスト管理、整備等多岐に亘る。これらを実行するには、管理体制、管理用機器、人の教育が大切な要素である。製鋼工場の現状は管理の面から見た場合、改善すべき点を多々残している。まず操業の実体を正しく把握するための機器が不足している。生産の基本となる物量管理のための秤量がほとんど行われておらず、各プロセス間は目算で行われている。溶製工程にとって大切な温度管理についても、平炉出鋼温度さえ十分管理されていない。これらは組織上の問題でもあり、温度管理が製鋼作業者の責任でなく、他部門の管理項目となっていることも、製鋼作業者の意識の低下につながっている。

操業を管理する計装用機器も不十分で、ベッセマー転炉の送風空気は、圧力計が有るだけだし、平炉の燃焼制御も手動で行われている。また設置されている設備も有効に利用されていない面もあり、例えば鋼塊実貫による、造塊単重の調整は秤量器が有るにもかかわらず、ほとんど実施されていない。

品質に関しては、製造している鋼種の品質規格が厳しくないことも有り、品質管理という意識は育っていない。

コスト管理を行うには、現状を把握することが第一であり、コスト管理項目を決めその体制を整える前段階の整備がなされなければならない。

設備の整備が完全に整備部門の責任であり、工場側が整備体制の中に組み込まれていないことは、改善する必要がある。設備の状況を感じることができる操業担当者と整備部門との連携は、故障を小さいうちに修理するため、さらには設備の予防保全（Preventive maintenance）を行うためにも絶対必要である。設備費用は生産コストにも影響があるので、コスト管理上も両者の連携がなければならない。

Fig.5・4・1 に示したメタルバランスから計算すると、混銑炉から払い出された溶銑がペッセマー転炉、平炉を経て良鋼となるまでの一貫歩留は76%であり、非常に低い。製鋼プロセス・設備への投資と共に、一連の管理体制が改善されて、はじめて最重要な一貫歩留の数字も大幅に向上するだろう。

## 5-5 造 塊

### 5-5-1 プロセス概要

平炉 (Open hearth furnace) で精錬 (Refine) された溶鋼 (Liquid steel) は2基の取鍋 (Ladle) に分割して出鋼 (Tap) される。この取鍋の容量は110 Tと120 Tの2種類である。1基の取鍋内の溶鋼は24個の5 T正錐鋳型 (Big end down mold) に2 Tストッパー (Double stoppers) を使って上注 (Top pour) される。鋼種 (Steel grade) はほぼ全量セミキルド鋼 (Semi-killed steel) であり、リムド鋼 (Rimmed steel) は1%未満である。

引続いて一定の静置時間 (Holding time) 経過後に鋳込台車 (Teeming wagons) で型抜場 (Stripping yard) に運び込まれ、ストリッパークレーン (Stripper crane) により鋼塊 (Ingots) は、鋳型 (Molds) を除かれる (Strip)。型抜き (Stripping) を終えた鋼塊はそのまま台車ごと均熱炉 (Soaking pits) に運ばれる。

### 5-5-2 問 題 点

操業あるいは品質上多くの問題が現地調査時に観察されたが、特に大きな問題点を以下に示す。

- (1) 出鋼温度 (Tap temperature) および鋳込温度 (Teeming temperature) の測定が殆んどされておらず、従って全く管理されていないと云ってよい。これは温度計 (Thermometer) の信頼性が低いことおよび保守が十分で無いことによるものである。
- (2) ストッパー耐火物 (Refractories for stopper) の品質が悪くなく湯口漏れ (Running stopper) が頻発する。
- (3) 溶鋼の脱酸 (De-oxidization) 調整が不十分なため健全な表皮 (Skin) を有した鋼塊が得られていない。
- (4) 鋳型の高さが不ぞろいであり、その結果として鋼塊単重 (Weight of ingot) のバラツキが大きくなっている。これは鋳込量 (Teemed steel weight) の算定結果に大きな誤差をもたらしている。

この結果、良塊歩留 (良鋼塊量 / 出鋼量) (Teeming yield (good ingot

weight / tapped steel weight))は95.5%とかなり低い値になっている。これを改善するためには上記問題点につきそれぞれ対策をとる必要があるが、とりわけ出鋼温度の測定および管理の徹底、ストッパーからスライディングノズル ( Sliding nozzle ) に転換することが急務であると考えられる。

### 5-5-3 操業条件および結果

Table 5.5.1 に主な操業条件および操業結果を示す。

Table 5.5.1 Main operational conditions and performance

Item	Description	Remarks																		
Steel grade	Semi-killed steel # 100% Rimmed steel < 1%																			
Chemical composition (%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grade</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IS226</td> <td>.17/.23</td> <td>.03/.06</td> <td>.75/.90</td> <td>&lt;.055</td> <td>&lt;.055</td> </tr> <tr> <td>IS1977Gr.0</td> <td>.08/.12</td> <td>&lt;.05</td> <td>.30/.50</td> <td>&lt;.050</td> <td>&lt;.050</td> </tr> </tbody> </table>	Grade	C	Si	Mn	P	S	IS226	.17/.23	.03/.06	.75/.90	<.055	<.055	IS1977Gr.0	.08/.12	<.05	.30/.50	<.050	<.050	Structural steel Sheet
Grade	C	Si	Mn	P	S															
IS226	.17/.23	.03/.06	.75/.90	<.055	<.055															
IS1977Gr.0	.08/.12	<.05	.30/.50	<.050	<.050															
Ladle	<p>Capacity</p> <p>Elliptical (double stoppers) : 110 Ton</p> <p>Invular (double stoppers) : 120 Ton</p> <p>Lining</p> <p>permanent : MG Fire brick IS-1525 Gr.1</p> <p>Wear : MG Fire brick IS-1525 Gr.1</p>																			
Teeming	<p>Number of mold per ladle : 24</p> <p>Ingot weight : 5.1 T (Ave.)</p> <p>Mold weight : 4.35 T</p> <p>Teeming time : 20 min.</p>																			
Others	<p>Holding time : 5~10 min. for</p> <p>S. Killed Steel</p> <p>2 H for Rimmed Steel</p> <p>2H for Killed Steel</p> <p>Stripping time : 30 min.</p>																			
Production tonnage	564,866 T / '85 - '86																			
Teeming yield (good ingots) (tapped steel)	<table border="1"> <tr> <td>95.5%</td> <td>Loss</td> <td>Butt</td> <td>1.5%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Spoilt steel</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Skull in ladle</td> <td>1.5%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Others</td> <td>0.5%</td> </tr> </table>	95.5%	Loss	Butt	1.5%			Spoilt steel	1.0%			Skull in ladle	1.5%			Others	0.5%			
95.5%	Loss	Butt	1.5%																	
		Spoilt steel	1.0%																	
		Skull in ladle	1.5%																	
		Others	0.5%																	
Unit consumption (kg/T)	<p>Mold : 22.3</p> <p>Steel : 3.8</p>																			

## 5-6 圧 延

圧延部門では1939年完成の分塊工場(1,000<sub>mm</sub> bloom mill)、大形工場(850<sub>mm</sub> heavy structural mill)、中形工場(450<sub>mm</sub> light structural mill)、1941年完成の薄板工場(Sheet mill)、1953年完成のビレット&シートバー工場(Billet & sheet bar mill)および1960年完成の小形工場(Merchant & rod mill)の6工場が稼動中である。

これらの設備は、その建設時期の古さのみならず、近年長期間にわたり設備の改善もしくは更新がほとんど部分的にもなされていない。鋼材の不足、燃料や電力の不安定な供給に加えて技術力低下、設備故障、操業不良による設備の老朽化などの諸理由から、生産性、操業原単位、設備の稼動効率は最近の近代的圧延設備と比べるべくもなく、また当初の設備能力に対しても極めて低い状態となっている。

工場の操業要員は3,970人(薄板工場はメンテナンス要員534人含む)に達し、外販圧延品の1人当りの圧延量は僅かに年間126Tである。

現在稼動中の圧延工場のうち、今回の近代化計画検討の対象期間中に休止する必要がある工場は、中形工場および薄板工場である。両圧延工場ともに機械、電気品共に余りにも老朽化しており、改造の程度が大きく投資額が生産効率に見合わないためである。近代化投資効率もあまり期待出来ないと考える。

製品の品質についても、製鋼工程との情報交流も余りなされておらず、また中間品質検査もその機能が発揮されていないため、品質レベルも低く大幅な改善が必要である。

圧延工場の生産状況を Fig.5-6-1 Material flow chart に示す。

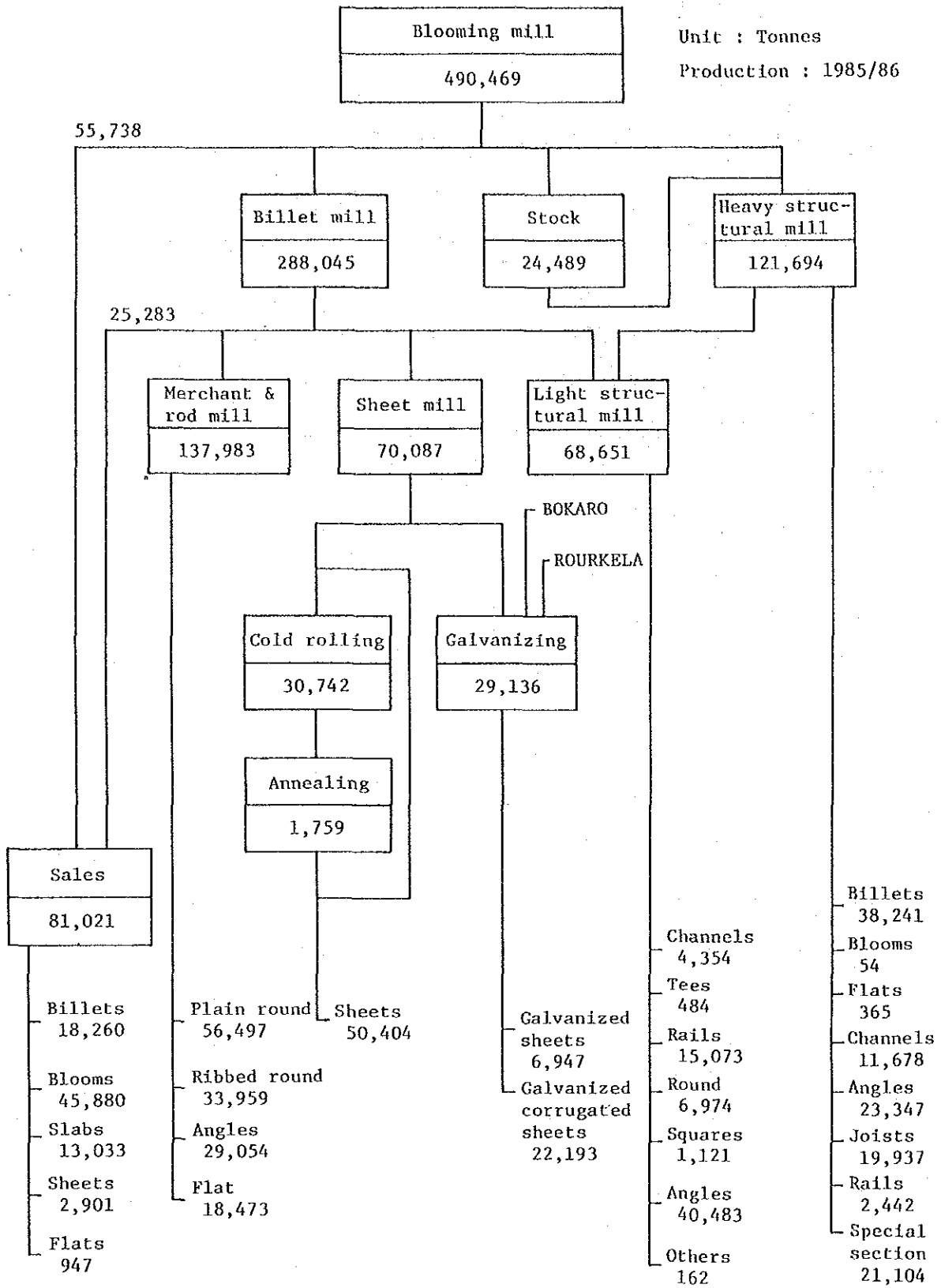


Fig. 5.6.1 Material flow chart



### 5-6-1 分塊工場 ( Bloom mill )

分塊工場の設備概要を Table 5.6.1 の Equipment list of rolling department (1) に、操業実績 ( Operational statistics ) を Table 5.6.2 Operational statistics of rolling department (1) に示す。

製鋼工場造塊ヤード型抜き場 ( Stripper yard ) から約 5 T の鋼塊 ( Ingot ) を台車により分塊工場 ( Blooming mill ) の均熱炉 ( Soaking pit ) ヤードに搬送し、均熱炉ピットクレーンにて均熱炉内に装入 ( Charge ) する。均熱炉で熟熱された鋼塊は、再びピットクレーンにて炉内より抽出され ( Discharge ) 、インゴットバギー ( Ingot buggy ) またはピットクレーンにて圧延ライン ( Mill line ) に移送される。鋼塊は分塊圧延機にて所定の寸法に断面積が減少され、鋼塊の先・後端 ( Top & bottom of ingot ) の不良部が切断 ( Discard ) され、次工程に送られる。

鋼塊の表面品質は、表面欠陥が多く、また多くのヒレ ( Fin ) が付いており、製鋼一造塊工程での品質管理、作業管理のまづさが目立っている。

インゴットバギーは、長期間の故障がつづき、ピットクレーンの稼働率を不要に高めている。また均熱炉は炉カバー部からの熱量の漏洩が多く、またスケールの発生量も 4 % と悪い水準にある。均熱炉の加熱燃焼設備は非常に古く、完全な手動制御であり、また必要な計器類も全くなく、管理された作業がなされていない。そのため燃料使用量も  $897 \times 10^3 \text{ kcal/T}$  と異常に高い値を示している。

分塊圧延機では、電気品は非常に古い。また圧延機の Breast roll が取外されているため、圧延中の歯込み失敗も発生している。更に 500 T シャーとピレットミル間のローラーテーブルも非常に古く、材料のスムーズな搬送に支障がある。

### 5-6-2 ピレット・シートバー工場

ピレット・シートバー工場の設備概要を Table 5.6.1 (2) に、その操業実績を Table 5.6.2 (2) に示す。

分塊ミルで圧延されたブルーム ( Bloom ) 鋼片は、粗圧延機 2 台 ( Roughing train, 2 stands )、中間圧延機 4 台 ( Intermediate train, 4 stands )、仕上圧延機 4 台 ( Finishing train, 4 stands ) を主要設備とするピレット & シートバーミルにて条鋼成品圧延工場用のピレット鋼片および薄板工場用のシー

トバーに圧延され、冷却後、各成品圧延工場に搬送される。

1985/86年度の圧延生産量は、約288,000 Tである。

このミルにおける問題点は、

1. 500 T シャーと圧延機間のブルーム鋼片搬送ローラーテーブルは材料の搬送をスムーズには行えていない。
2. 第5圧延機(5H)および第7圧延機(7H)から出てくる材料が、適正な形で次の圧延機に送られていない。
3. 電気設備が古く、圧延機、シャーの制御が適正でない。

が主要なものとしてあり、そのため歩留も94.5%と低くなっている。

### 5-6-3 大形工場(Heavy structural mill)

大形工場の設備概要をTable.5.6.1(3)に、その操業実績をTable.5.6.2(3)に示す。

分塊工場で圧延された熱間ブルームは、直接大形形鋼工場にローラーテーブルで搬送され、他方冷片となったブルームは加熱炉で再加熱されて粗圧延機1台、中間圧延機1台、仕上圧延機1台よりなる圧延機にて所定の寸法、形状の成品に圧延され、その後長さ方向に切断される。

1985/86年の生産量は、約121,000 Tであり、成品の種類は鋼片(角鋼、チャンネル、アングル、ジョイスト、レール、特殊形鋼)である。

加熱設備は3基あるが、最も新しい炉は位置的にブルーム鋼片の流れを確保出来ず、全く使用されていない。

使用中の2基の炉は古く、計装設備もなく、手動操作であり、分塊圧延-大形形鋼圧延の直送圧延が多いにもかかわらず、熱量原単位は $616 \times 10^3 \text{ kJ/T}$ と高く、材料も均一には加熱されておらず、またスケールの発生量も多い。炉は全く旧式のものである。

圧延機のロールベアリングも損耗が激しく、適正な圧延に支障を来している。圧延機のスピンダルおよびスピンダルバランスの油圧機構も古く、安定していない。また、圧延作業も人力に頼る部分が多く、各スタンドにチルターすら設置されていない。

電気品は全くの旧式で制御機能は劣っている。

精整設備では、矯正機の作業効率が悪く、人力が多く必要となっている。

#### 5-6-4 中形工場 (Light structural mill)

中形工場の設備概要を Table 5.6.1(4)に、その操業実績を Table.5.6.2(4)に示す。

ビレットミル (Billet mill) で圧延されたビレットは、中形工場に移送され、加熱炉で再加熱され、粗圧延機 Roughing 2台、中間圧延機 Intermediate 1台、仕上圧延機 Finishing 1台にて所定の成品寸法に圧延され、冷却床で冷却されて出荷される。

1939年に建設された圧延機であり、加熱炉の効率も極めて悪い。

圧延機のロール軸受およびスタンドのインナーハウジングの損傷も激しく、圧延作業そのものも重労働、非効率的作業を必要としている。

電気品は全て旧式であり、長期の使用には耐えられないものと考えられる。

精整ラインは成品の切断設備が不十分であり、機能も発揮していない。

1985/86年の生産量は 68,700T であり、生産能力も年毎に低下している。

#### 5-6-5 小形工場 (Merchant and bar mill)

小形工場の設備概要を Table 5.6.1(5)に、その操業実績を Table.5.6.2(5)に示す。

加熱炉 (Reheating furnace) にて加熱されたビレット鋼片 (Billet) は、9台の粗圧延機 (Roughing)、6台の中間圧延機 (Intermediate)、(2+6)台の仕上圧延機により成品に圧延され Cut-to-length またはコイルにされる。

加熱炉は燃料制御設備は設置されておらず、またレキュベレーターの効率も悪く、燃料原単位は  $560 \times 10^3 \text{Kcal/T}$  と高い。

コイル用圧延機はほとんど使用されていない。

1985/86年の生産量は 137,983T であった。これは空番による休止、ビレット不足、電力および燃料不足による休止が多いことによる。

#### 5-6-6 薄板工場 (Sheet mill)

薄板工場の設備概要を Table 5.6.1(6)に、その操業実績を Table.5.6.2(6)に示す。

ビレットミルで圧延されたシートバーは、 $94/254_{mm} \times 680/1,240_{mm} \times 3048/4064_{mm}$  の大きさに切断され、加熱炉で加熱後、粗圧延機にて圧延され、再度加熱し、仕上圧延機で所定の板厚に圧延される。

圧延は2枚～数枚の重ね圧延であり、圧延後、人力で1枚ずつはがされてシートとなる。

シートの一部は重鉛メッキラインにて熱漬重鉛メッキされる。

加熱設備、圧延設備、共に非常に旧式のものであり、操業のほとんどは人力に頼っている。

歩留78.8%、燃料原単位 $1,572 \times 10^3 \text{Kcal/T}$ 、また要員1,635人で年産70,087Tの1985/86年生産実績が示すように極めて効率の悪い、非生産性の設備であり、重労働を要求される工場である。

Table 5.6.1 Equipment list of rolling department

Equipment and facility	Quantity	Specification	
1. Blooming mill			
Soaking pit	32 Holes	Type	; Regenerative type hard bottom end fired.
		Dimension	; 3962 mm x 1981 mm x 2667 mm x 16 Holes (in 1939)
			3962 mm x 2134 mm x 2743 mm x 16 Holes (in 1959)
		Fuel	; BFG 890 kcal/m <sup>3</sup>
		Control method;	Manual
		Buggy	; Two unit (both not available)
Blooming mill	1 stand	Type	; Two high reversing mill
		Roll dimension;	1066/941 mm x 2438 mm
		Main motor	; D.C. 6650HP x 1
		R.P.M.	; 0/60/100
		Bearing	; Phosphor-bronze
Shear	2 units	Type & capacity	; 1 no 1000 t Sack shear 1 no 500 t Sack shear
		Stroke	; 505 mm and 335 mm
Crane	7 units	Soaking pit crane	; 4 nos x 5 T
		Mill crane	; 1 no x 90 T/30 T
		Bloom stock yard crane	; 2 nos x 15 T

(continued)

Equipment and facility	Quantity	Specification	
2. Billet mill			
Roughing train	2 stands	Type	; 1 no two-high horizontal mill 1 no vertical mill Roll dimension; 806 mm x 457/1220 mm Main motor ; 2 nos D.C. 800HP
Intermediate train	4 stands	Type	; 2 nos two-high horizontal mill 2 nos vertical mill Roll dimension; 648/706 mm x 381/1220 mm Main motor ; 4 nos D.C. 600HP
Finishing train	4 stands	Type	; 4 nos two-high horizontal mill Roll dimension; 518/566 mm x 558/813 mm Main motor ; 1 no A.C. 7000HP
Shear	3 units	Type	; 2 nos up and down cut shear 1 no flying shear
Cooling bed	3 units	Type	; 9.1 m x 25.9 m each
Crane	6 units	Mill crane	; 1 no x 30 T/10 T
		Billet yard crane	; 5 nos x 16 T

(continued)

Equipment and facility	Quantity		Specification
3. Heavy structural mill			
Reheating furnace	2 nos	Type	; Regenerative batch type
	1 no in 1939		
	1 no in 1959	Fuel	; Mixed gas (3100 kcal/m <sup>3</sup> ) or furnace oil (10000 kcal/kg)
		Combustion control	; Manual
Roughing	1 stand	Type	; Two-high reversing
		Roll dimension;	965/1220 mm x 2286 mm
		Main motor	; 1 no D.C. 6700HP common for roughing and intermediate
Intermediate	1 stand	Type	; Two-high reversing
		Roll dimension;	965/1220 mm x 2286 mm
Finishing	1 stand	Type	; Two-high reversing
		Roll dimension;	965/1220 mm x 2286 mm
		Main motor	; 1 no D.C. 6650HP
		Bearing	; White metal
Shear	4 units	Type	; 2 nos 650 psi pendulum type
			2 nos 50 psi longitudinal traverse up and down type shear
Cooling bed	6 nos		

(continued)

Equipment and facility	Quantity	Specification
Crane	12 units	Mill crane ; 1 no 130 T/30 T Bloom transfer; 2 nos 5 T Yard crane ; 7 nos 16 T 1 no 20 T 1 no 10 T
New reheating furnace	1	Out of use.
4. Light structural mill		
Reheating furnace	2 nos 1 no in 1939	Type ; Recuperative continuous pusher type (2 zone) Fuel ; Mixed gas (3100 kcal/m <sup>3</sup> ) or furnace oil (10000 kcal/kg) Combustion control ; Manual Materials ; 100 - 125 mmSQ x 3.25 - 3.75 m billets
Roughing	2 stands	Type ; Three-high Roll dimension; 482/584 mm x 1524/1372 mm Main motor ; 1 no A.C. 1710HP 2nd roughing stand and Intermediate stand are driven by the same D.C. 1920HP motor
Intermediate	1 stand	Type ; Three-high Roll dimension; 482/584 mm x 1372 mm



(continued)

Equipment and facility	Quantity	Specification
Finishing	1 stand	Type ; Three-high
		Roll dimension; 482/584 mm x 762 mm
		Main motor ; 1 no D.C. 1920HP
Shear	2 units	Type ; Pendulum-saw hydraulic traverse type
Cooling bed	3 nos	12.8 m x 19.2 m each
Crane	4 units	Mill crane ; 1 no 35 T/10 T
		Yard crane ; 3 nos 10 T
5. Merchant and rod mill		
Reheating furnace	1 no	Type ; Recuperative continuous pusher type (1 zone)
		Dimension ; Furnace floor 9.85 m x 16.3 m
		Fuel ; Mixed gas (3100 kcal/m <sup>3</sup> ) or furnace oil (10000 kcal/kg)
		Combustion control ; Manual
		Material ; Billet 57 SQ - 91 SQ x 9 m
Roughing	9 stands	Type ; 7 nos two-high horizontal stand
		2 nos vertical stand
		Roll dimension; 343/421 mm x 152/800 m

(continued)

Equipment and facility	Quantity	Specification
		Main motor ; Horizontal stand D.C. 250/500/500HP each Vertical stand D.C. 75/150/150HP each
Intermediate 6 stands	Type	; 4 nos two-high horizontal stand 2 nos vertical stand
	Roll dimension;	330/413 mm x 152/610 mm
	Main motor	; 2 horizontal stand D.C. 250/500/500HP each 2 horizontal stand D.C. 300/600/600HP each Vertical stand D.C. 75/150/150HP each
Finishing	(2+6) stands	Type ; 2 nos two-high horizontal for straight rolling to cooling bed 6 nos two-high horizontal for wire rod rolling
	Roll dimension;	330/(257 - 278) mm x 610/520 mm
	Main motor	; 2 horizontal stand for straight rolling D.C. 300/600/600HP each 6 horizontal stand for wire rod rolling 1 no D.C. 750/1500/1500HP

(continued)

Equipment and facility	Quantity		Specification
Shear	5 units	Type	; 2 nos rotary dividing shear 2 nos Q-bar shear 1 no up and down cut shear
Cooling bed	2 nos		82.3 m x 2.5 m each
Crane	9 units	Mill crane	; 1 no 35 T
		Yard crane	; 8 nos 15 T
6. Sheet mill			
Reheating furnace for roughing	2 units	Type	; Single chamber angle type continuous chain drive furnace
		Fuel	; Mixed gas (3100 kcal/m <sup>3</sup> ) or oil (10000 kcal/kg)
		Combustion control	; Manual
		Materials	; 9.4/25.4 mm x 680/1240 mm x 304.8/406.4 mm
Reheating furnace for finishing	4 units	Type	; Dual chamber angle type continuous chain drive furnace
		Fuel	; Mixed gas (3100 kcal/m <sup>3</sup> ) or furnace oil (10000 kcal/kg)
		Combustion control	; Manual
Roughing	2 stands	Type	; Three-high

(continued)

Equipment and facility	Quantity	Specification
		Roll dimension; 813/521 mm x 1575/1372 mm
		Main motor ; 1500 kW
Finishing	4 stands	Type ; Two-high non-reversing
		Roll dimension; 813 mm x 1113/1168/1270/1420 mm
Shear	5 units	Type ; Guillotine shear
Finishing facility		Cold rolling mill, Annealing furnace Acid pickling bath  Hot dip galvanizing line (4 lines) (acid bath-flux roll - bottom roll - exit roll - spangle conveyor - washer tank - dryer - leveller - inspection table)  Corrugating machine
Crane	10 units	Material handling 10 nos

Table 5.6.2 Operational statistics of rolling department

(1) Blooming mill

Blooming mill production

Unit: tonnes

Break-up of production		Period				
		1985/86	1984/85	1983/84	1982/83	1981/82
Saleable	Blooms	43,679	20,743	44,284	50,725	16,010
	Slabs	12,059	7,432	7,767	9,615	7,740
Semis	H.S.M.	103,379	78,024	101,744	93,554	97,389
	L.S.M.	-	-	-	34	285
	Billet mill	304,863	275,195	307,708	358,392	384,163
	Stock	24,489	33,912	25,243	33,017	38,875
Total yield weight		490,469	415,305	486,746	545,337	544,462
Yield (%)		90.97	90.59	90.59	89.85	90.42
Performance	Net utilization (%)	49.84	41.97	49.99	57.35	55.89
	Rolling rate (T/h)	116.37	116.65	115.44	115.41	115.59
Consumption	Electricity (kWh/T)	25.74	34.54	31.68	29.16	28.78

Fuel consumption ; 897,000 kcal/T

Roll consumption ; 0.07 kg/T

Maintenance cost ; 58.73 R/T

Manpower organization ; 11.91 R/T  
work shift/turn

Yield scrap ; 5.03%  
scale ; 4.00%

Number of manpower ; 192 persons

(continued)

(2) Billet mill

Billet mill production

Unit: tonnes

Break-up of production	Period					
	1985/86	1984/85	1983/84	1982/83	1981/82	
Saleable	Billets	18,260	19,825	37,918	35,319	30,532
	Blooms	2,201	1,118	1,757	1,473	1,345
	Slabs	974	586	920	1,050	890
	Sheet bars	2,901	1,180	700	5,492	3,222
	Flats	947	668	243	557	152
Semis	Billet for L.S. mill	31,767	60,272	63,767	76,508	79,643
	Billet for M & R mill	144,156	119,105	122,187	139,491	157,813
	Sheet bar for sheet mill	86,839	60,435	67,015	83,977	92,936
Total yield weight		288,045	263,189	294,507	343,867	366,533
Yield (%)		94.51	95.13	95.61	95.95	95.41
Performance	Net utilization (%)	32.21	29.60	33.75	38.65	40.17
	Rolling rate (T/h)	105.53	102.39	103.28	108.80	108.57
Consumption	Electricity (kWh/T)	27.45	27.60	27.54	25.25	25.44

Roll consumption ; 0.15 kg/T

Maintenance cost ; 52.29 R/T

Manpower organization ; 20.72 R/T  
work shift/turn

Yield scrap ; 3.99%  
scale ; 1.50%

Number of manpower ; 270 persons

{ L.S. mill ; Light Structural Mill }  
{ M & R mill ; Merchant & Rod Mill }

(continued)

(3) Heavy structural mill

H.S. mill production

Unit: tonnes

Break-up of production	Period				
	1985/86	1984/85	1983/84	1982/83	1981/82
Saleable					
Billets	38,241	42,217	59,147	60,851	84,460
Blooms & slabs	54	36	26	-	18
Flats	365	-	116	-	-
Channel	11,678	3,143	8,879	7,102	968
Angles	23,347	16,925	20,640	19,580	17,210
Joist	19,937	13,725	10,991	16,698	8,467
Rail	2,442	2,591	1,713	-	-
Special section	21,104	14,425	12,473	10,521	10,376
Semis					
For L.S. mill	4,526	7,261	237	569	-
For sheet mill	-	200	383	-	-
Total yield weight	121,694	100,523	114,605	115,321	121,499
Yield (%)	88.52	89.21	90.67	91.41	90.81
Performance					
Net utilization (%)	36.65	29.69	33.46	34.74	34.72
Rolling rate (T/h)	44.87	44.30	45.30	45.33	47.03
Consumption					
Electricity (kWh/T)	124.63	129.04	113.82	146.63	201.01

Fuel consumption ; 616,000 kcal/T

Roll consumption ; 1.5 kg/T

Maintenance cost ; 199 R/T

Manpower organization ; 121.34 R/T  
work shift/turn

Yield scrap ; 6.98%  
scale ; 4.50%

Number of manpower ; 796 persons

(continued)

(4) Light structural mill

L.S. mill production

Unit: tonnes

Break-up of production	Period				
	1985/86	1984/85	1983/84	1982/83	1981/82
Saleable					
Channels	4,354	2,959	875	3,835	379
Tees	484	1,068	1,114	926	2,509
Rails 30 Lbs.	15,073	16,744	15,309	14,845	16,200
Rounds	6,974	15,103	22,423	17,161	34,120
Squares	1,121	-	-	1,547	4,207
Angles	40,483	30,112	17,807	33,170	14,721
Others	162	651	1,356	1,424	5,927
Total yield weight	68,651	60,637	58,884	72,908	78,063
Yield (%)	91.37	91.28	91.49	91.65	91.88
Performance					
Net utilization (%)	54.76	50.49	49.54	57.36	64.28
Rolling rate (T/h)	17.20	17.60	16.52	17.00	17.08
Consumption					
Electricity (kWh/T)	51.54	58.02	79.81	57.65	57.85

Fuel consumption ; 885,000 kcal/T

Roll consumption ; 0.8 kg/T

Maintenance cost ; 246.68 R/T

Manpower organization ; 140.63 R/T  
work shift/turn

Yield scrap ; 4.63%  
scale ; 4.00%

Number of manpower ; 605 persons



(continued)

(5) Merchant & rod mill

Merchant & rod mill production

Unit: tonnes

Break-up of production	Period					
	1985/86	1984/85	1983/84	1982/83	1981/82	
Saleable	Plain round	56,497	49,205	48,043	47,233	77,982
	Ribbed round	33,959	32,917	41,118	56,288	52,046
	Angles	29,054	24,639	20,681	20,409	7,617
	Flats	18,473	5,199	9,642	12,517	14,531
Total yield weight		137,983	111,960	119,484	136,447	152,176
Yield (%)		95.81	95.39	95.30	95.62	95.51
Performance	Net utilization (%)	60.99	48.14	57.52	61.52	72.34
	Rolling rate (T/h)	46.3	46.4	43.9	45.0	44.5
Consumption	Electricity (kWh/T)	63.52	67.96	68.74	67.88	64.54

Fuel consumption ; 566,000 kcal/T

Roll consumption ; 0.22 kg/T

Maintenance cost ; 109.73 R/T

Manpower organization ; 53.25 R/T  
work shift/turn

Yield scrap ; 1.69%  
scale ; 2.50%

Number of manpower ; 438 persons

(continued)

(6) Sheet mill

Sheet mill production

Unit: tonnes

Break-up of production	Period					
	1985/86	1984/85	1983/84	1982/83	1981/82	
Black sheet	70,087	49,080	54,849	69,637	74,168	
Yield (%)	78.76	78.49	76.88	75.97	75.39	
Annealing	1,759	857	1,445	5,319	7,035	
Cold Rolling	30,742	19,964	21,672	32,053	33,423	
Galvanized	IISCO	20,249	11,362	17,614	33,009	30,366
	IISCO black to galvd. yield (%)	102.87	102.99	103.50	102.10	102.75
	BOKARO	2,889	4,145	963	-	-
	BOKARO cold rolled to galvd. yield (%)	102.92	103.91	106.06	-	-
	ROURKELA	5,998	2,592	250	-	-
	ROURKELA cold rolled to galvd. yield (%)	103.11	103.00	107.73	-	-
	Total galvd. sheet weight	29,136	18,099	18,827	33,009	30,366
Performance	Roughing mill utilization (%)	65.94	43.66	53.38	69.50	72.39
	Roughing mill rolling rate (T/h)	7.66	8.35	7.91	8.01	8.07
	Finishing mill utilization (%)	61.24	45.07	55.59	76.39	78.39
	Finishing mill rolling rate (T/h)	3.84	3.69	3.41	3.27	3.28

(continued)

Fuel consumption	;	1,572,000 kcal/T
Zinc consumption	;	81.75 kg/T
Maintenance cost	;	241.09 R/T
Manpower organization work shift/turn	;	352.84 R/T
Number of manpower	;	1,628 persons
BOKARO	;	Cold rolled sheet from BOKARO works
ROURKELA	;	Cold rolled sheet from ROURKELA works

## 5-7 ユーティリティ

### 5-7-1 設備概要

#### 5-7-1-1 自家用発電所

ボイラー14基、総蒸気発生量639T/h、蒸気タービン4基、総出力60MWの発電所で、電力および高炉送風機用蒸気・工場一般用蒸気を供給している。

No.1～No.12ボイラーは、石炭と主にBFG（高炉ガス）、COG（コークス炉ガス）を燃料としA & Bボイラーは石炭と重油を燃料としている。

Table.5.7.1にボイラーの仕様を示す。

Table 5.7.1 Equipment specifications of boiler

Equipment	Quantity	Capacity				Remarks
		Coal+BFG+COG	Coal+BFG	Coal	Coal or Oil	
No.1~6 Boiler & No.12 Boiler	units 7	T/h 27,223	T/h 16.0	T/h 10.0	T/h -	Lopulco water tube boiler I.C.L. single stoker fired
No.7~11 Boiler	5	54.446	46.0	30.0	-	Lopulco type I.C.L. U.K. Make Twin stoker fired
A & B Boiler	2	-	-	-	90.75	A.V.B. Make Twin stoker fired

Year of instal-  
lation No.1~No.4 - 1939, No.5 - 1947, No.6 - 1948, No.7 - 1953,  
No.8~No.10 - 1957, No.11, No.12 - 1959, A, B - 1980

蒸気タービンは、蒸気圧力  $22.5 \text{ kg/cm}^2$  の中圧タービンで  $10 \text{ MW} \times 2$ 、 $20 \text{ MW} \times 2$  有している。

№1、№2 蒸気タービンの冷却水は、第1貯水池ポンプ室より供給し、第2貯水池に帰えす方式である。

№3、№4 については、循環方式である。

Table 5.7.2 に蒸気タービン発電機の仕様を示す。

Table 5.7.2 Equipment specifications of turbo generator

Equipment	Quantity	Maker	Year of installation	Capacity	Steam consumption	Cooling system	Cooling water consumption
No.1 Turbo-Generator	unit 1	Stal-Asea	1939	MW 10	kg/kwh 5.45	Open channel cooling system	$\text{m}^3/\text{h}$ 546
No.2 - " -	1	- " -	- " -	10	- " -	- " -	546
No.3 - " -	1	- " -	1948	20	- " -	Hyper-bolic cooling system	455
No.4 - " -	1	Parsons	1959	20	- " -	- " -	455

設備フローは Fig. 5.7.1 に示す。

#### 5-7-1-2 送風設備

送風設備は、高炉送風機4基、ベッセマー送風機2基、共通予備送風機1基で構成してある。

送風機は、いずれも蒸気タービンプローアタイプで、蒸気は発電所から  $22.5 \text{ kg/cm}^2$ 、 $390^\circ\text{C}$  の中圧で供給されている。

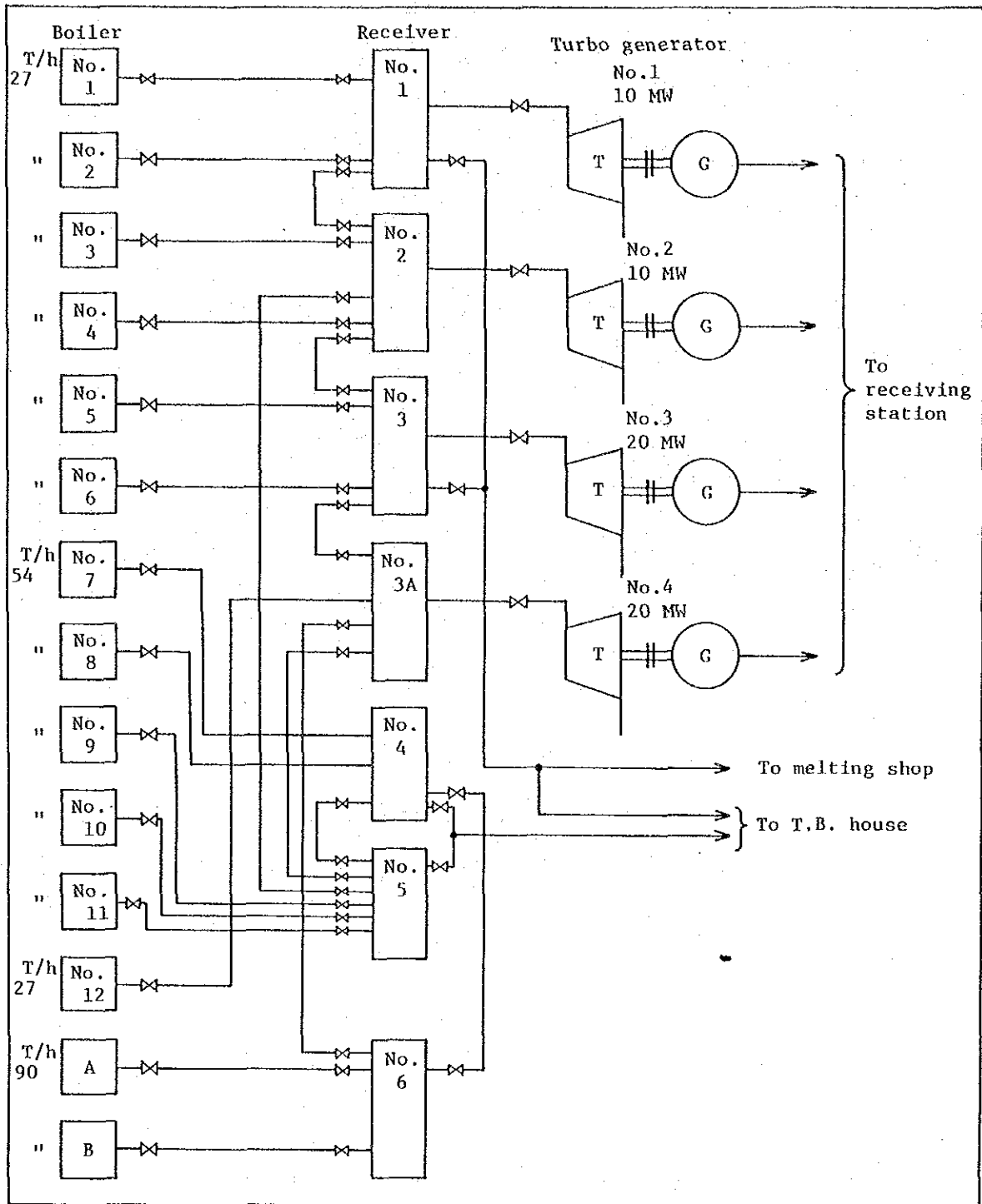


Fig. 5.7.1 Power plant system flow.

設備フローを Fig.5.7.2、仕様を Table.5.7.3 に示す。

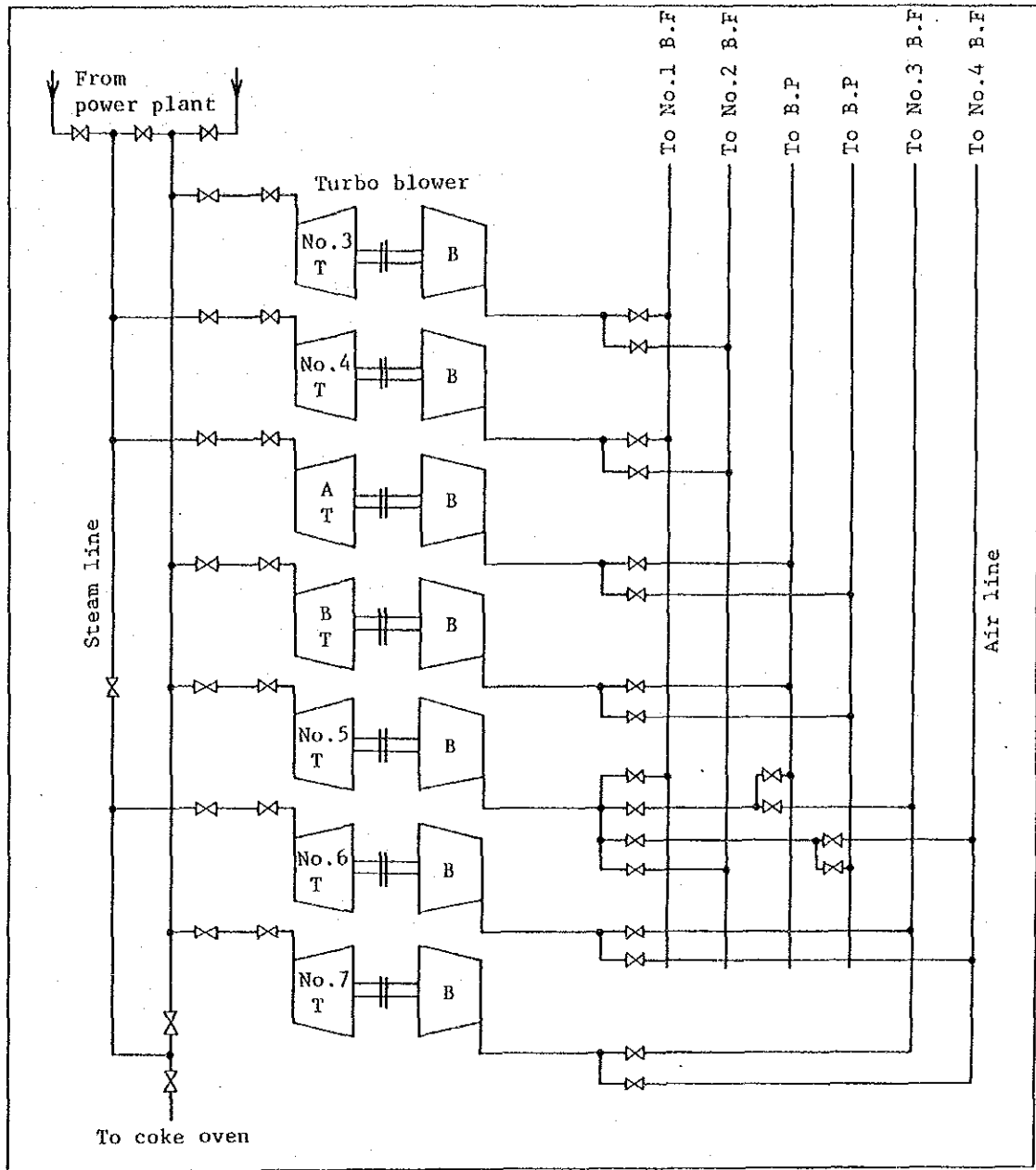


Fig. 5.7.2 Blower plant system flow

Table 5.7.3 Equipment specifications of blower plant

Equipment	Maker	Turbine					Blower		Remarks
		Year of instal- lation	Steam pressure kg/cm <sup>2</sup>	Steam temp. °C	Steam con- sumption T/h	R.P.M.	Max. air volume Nm <sup>3</sup> /min	Max. air pressure kg/cm <sup>2</sup>	
No.3 Turbo-blower	M/S. C.A Parsons U.K.	1928	22.5	387.8	20.5	3340	1,696	1.265	For No.1 B.F & No.2 B.F
No.4 " "	" "	1929	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
A " "	" "	1947	" "	" "	16.1	" "	848	2.465	For Bessemer plant
B " "	" "	1958	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
No.5	M/S. G.H.H W. Germany	1958	" "	" "	34.0	" "	2,685	1.550	For all B.F & B.P
No.6	" "	1958	" "	" "	" "	" "	" "	" "	For No.3 B.F & No.4 B.F
No.7	" "	1958	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "



#### 5-7-1-3 受配電設備

受電は、Kalipahari s/s から2回線とKulti工場s/sからの2回線の計4回線である。

いずれも33KVの架空線で通常はKalipahari s/sから電力を供給されている。

Kulti工場s/s lineは非常用となっている。

33KVで受電したものを125MVA 2台の変圧器で11KVに降圧し、各工場へは11KVで配電している。

11KV配電線は地中配電線となっている。

Fig.5.7.3に受配電システムを示す。

#### 5-7-1-4 ガス供給設備

工場で使用する燃料としては、副産物として発生するBFG、COGおよびタールがある。購入燃料は重油がある。

これらの燃料を各工場に供給する設備がガス供給設備である。

BFG、COGの使われかたは、高炉、コークス、製鋼等では単独で使用され、圧延は混合ガスとして使用している。

重油は、COG不足気味になっているため、不足時の代替燃料として圧延、製鋼、ドロマイト、発電所等へ供給出来るようにしてある。

Fig.5.7.4にガス供給システムを示す。

#### 5-7-1-5 水供給設備

冷却水供給システムは、第1貯水池ポンプ室より供給し、第2貯水池に帰えす方式となっている。

発電所、ブローア、コークス工場の一部は、工場サイドで循環処理する循環方式となっている。

貯水池への補給は、Damodar川からポンプアップし、沈澱池で浮遊物を沈澱させた上、第2貯水池ポンプ室のポンプで補給している。

浄水は、第2貯水池ポンプ室より、Town water worksで浄化された上、タウンおよび製鉄所へ供給されている。

Fig.5.7.5に水供給システムを示す。

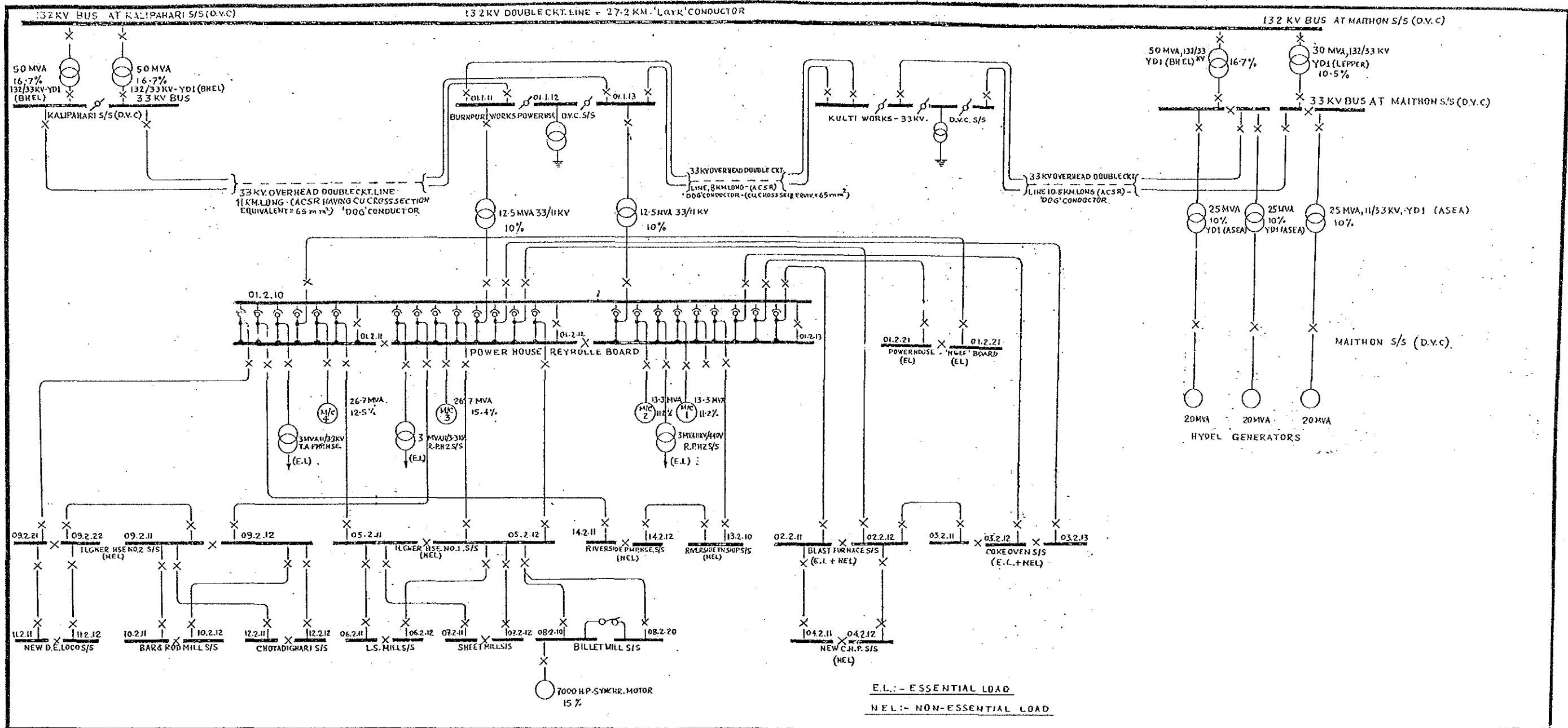


Fig. 5.7.3 Power system

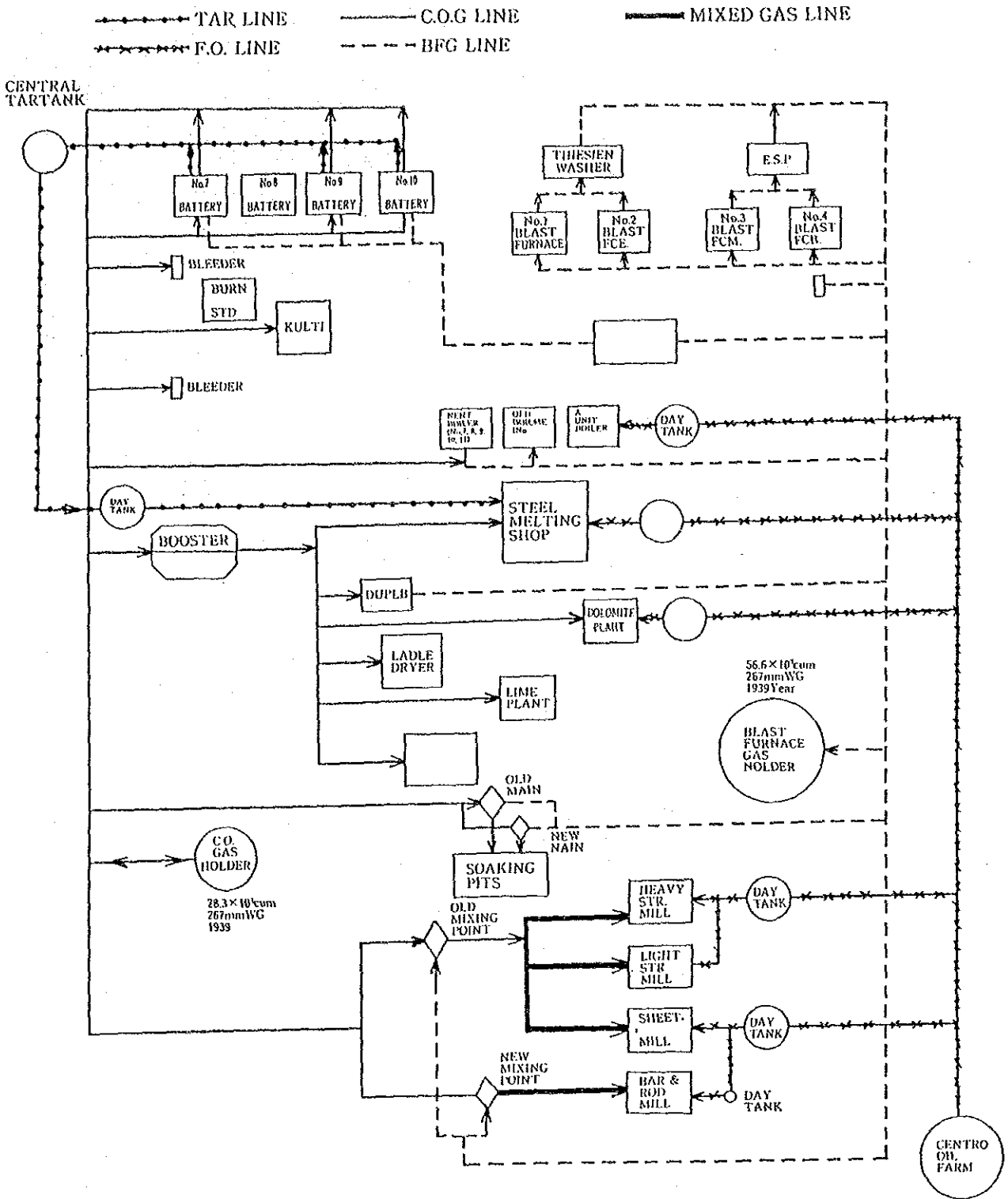


Fig. 5.7.4 Gas supply system

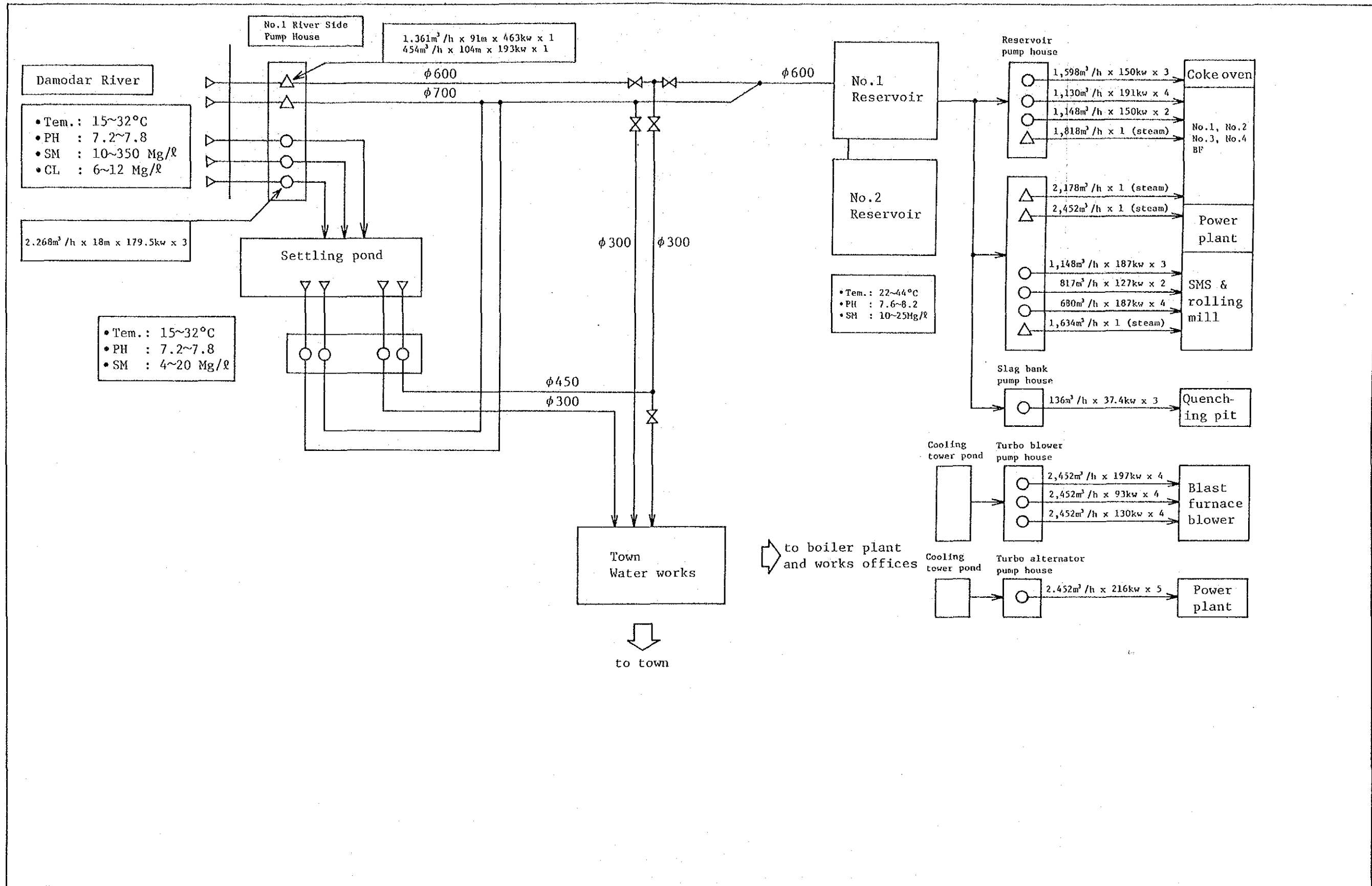


Fig. 5.7.5 Water supply system

## 5-7-2 現状の問題

### 5-7-2-1 エネルギー全般

BURNPUR製鉄所の粗鋼生産量は、1963年をピークに年々低下し、現在では能力の半にあたる50～60万T/Yの生産となっている。

この原因は、諸々のことが考えられるがエネルギー供給上

- 電力会社からの電力供給が不安定

電力制限が頻繁にある。

- ガス不足

COG不足によるエネルギー需給バランスの崩れ。

の2点が大きく影響している。

### 5-7-2-2 電力制限の現状と将来

#### (1) 電力制限の現状

電力会社からの電力制限は、Fig. 5.7.6 に示すごとく毎日制限されており、月時間の70%にもおよんでいる。

この様な状態では、正常な生産活動を維持するのは困難である。

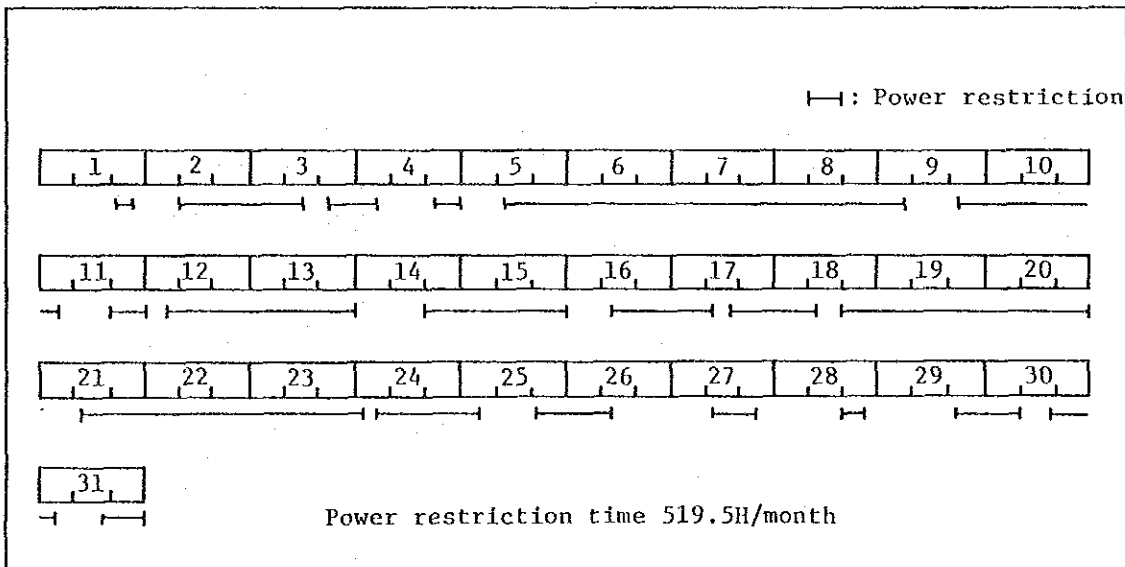


Fig. 5.7.6 Power restrictions 1985/86

(2) 電力会社の実力と将来

BURNPUR製鉄所へ供給している電力会社は、総計 1,549 MW の発電設備を有し、95%は石炭火力発電である。

供給と使用のバランスは、設備容量 1,549 MW に対し、使用最大 1,100 MW と数字的には取れているが、Table 5.7.4 に示すように実発電量は約 700 MW である。

電力会社の実力は、Table 5.7.4 および Fig. 5.7.7 から推定すると最大設備利用率は 60% 程度である。

Table 5.7.4 Power plant capacity and generation of D.V.C.

	Power plant capacity	Power plant generation	Utilization factor
1986. 6. 2	1,549 MW	700 MW	45 %
1986. 6. 5	1,549	600	39
1986. 6. 7	1,549	650	42

$$\text{Utilization factor} = \frac{\text{Generation}}{\text{Capacity}} \times 100$$

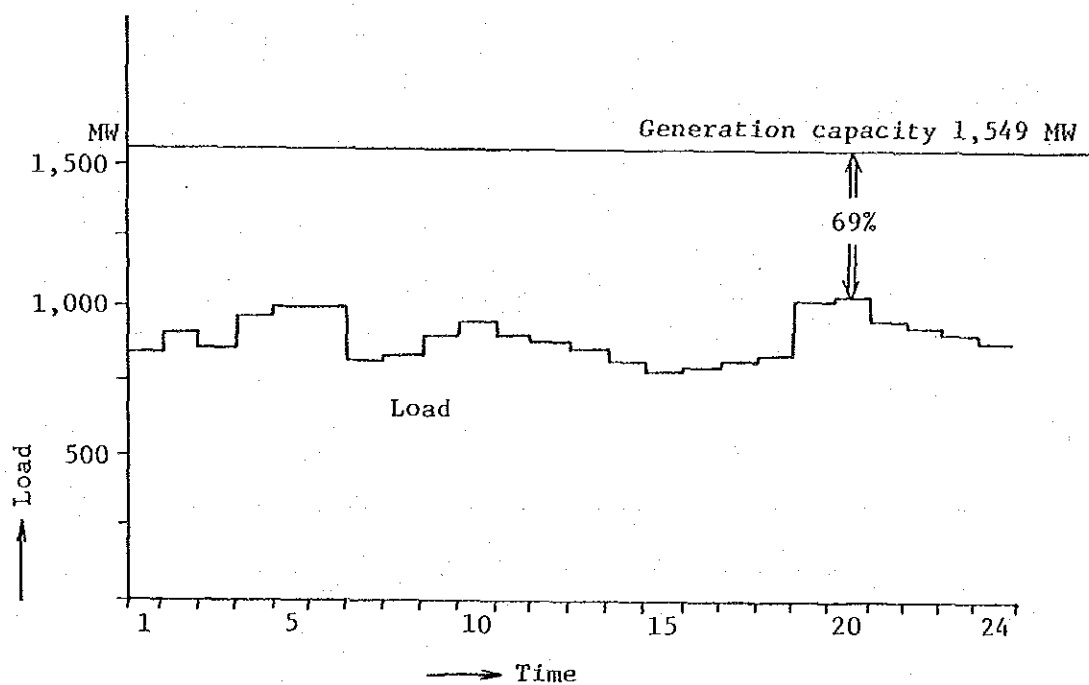


Fig. 5.7.7 Load curve (max., day) of D.V.C.

また、電力会社の将来計画を分析すると Fig. 5.7.8 に示す如く、1993年で利用率 68%、1995年で 70% と現状と変化していない。

このことから、今後技術向上がないかぎり電力制限が続くものと判断するのが妥当と考えられる。

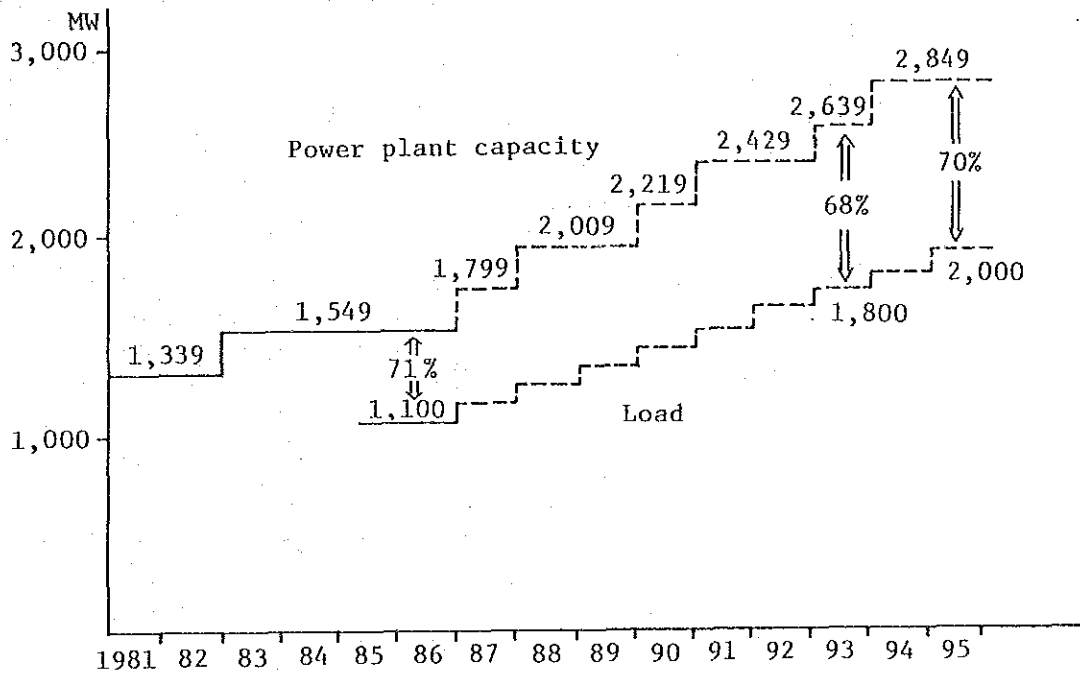


Fig. 5.7.8 Expansion plan of power plant and load forecast of D.V.C.

### 5-7-2-3 ガス不足の問題

ガス問題は、COGの発生不足に起因している。

Fig. 5.7.9 に示すごとく年々低下し、1985年には、 $300,000 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{Y}$  まで低下している。

このため需給バランスが崩れ、圧延関係に供給出来ない場合が多く、生産低下の要因となっている。

例えば、Blooming mill の場合、Table. 5.7.5 に示すごとく、1985年で 1,030h/Y 影響を受けている。

また、発電所に対しても 1983年からは完全にカットした状態になっており、このため蒸気発生量が低下している。

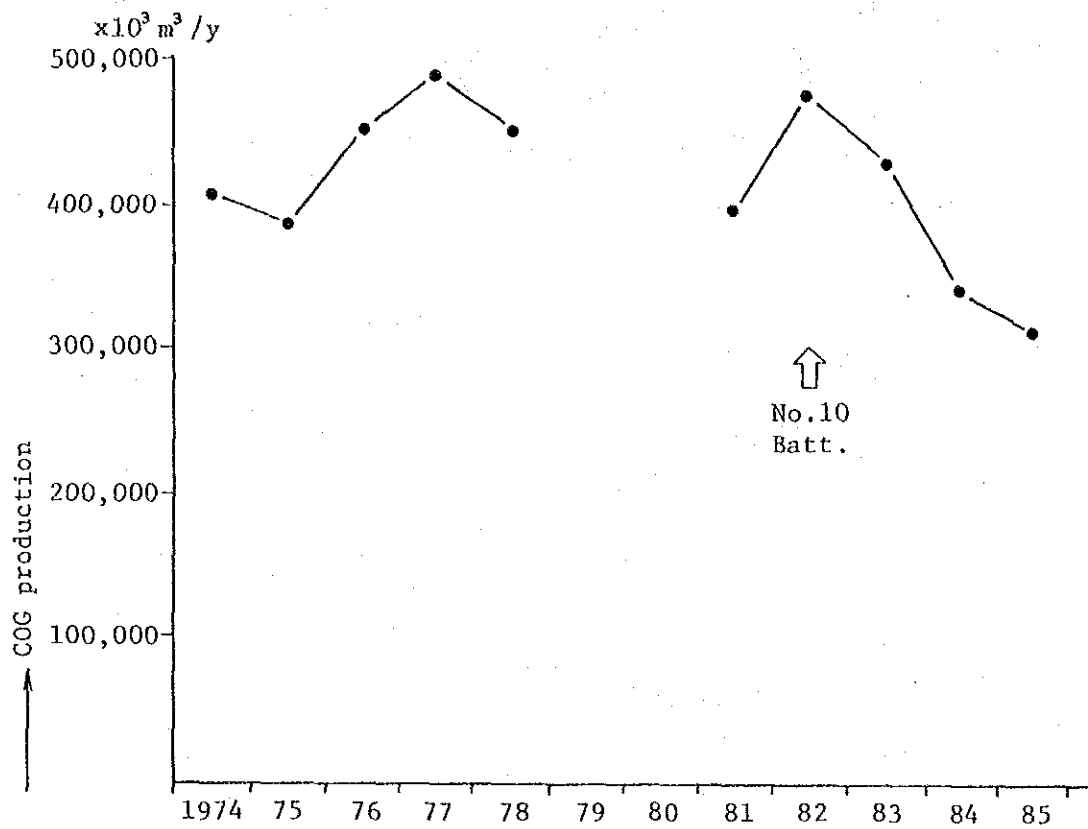


Fig. 5.7.9 COG production

Table 5.7.5 COG restriction of blooming mill

	1981-82	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86
COG restriction time	570 h	898 h	1,116 h	1,974 h	1,029 h

5-7-2-4 その他の問題

電力の自給率低下、蒸気使用増、電力使用増等の問題がある。

(1) 電力自給率低下

電力自給率は、Fig. 5.7.10 の通り、発電能力があるにもかかわらず低下してきている。



この原因は、次によるものと思われる。

- 蒸気の発生が設備容量に対して少ない
  - 工場用蒸気の使用が増加し発電にまわすことが出来ない。
  - 電力使用量が増えている。
- (2)項参照  
(3)項参照

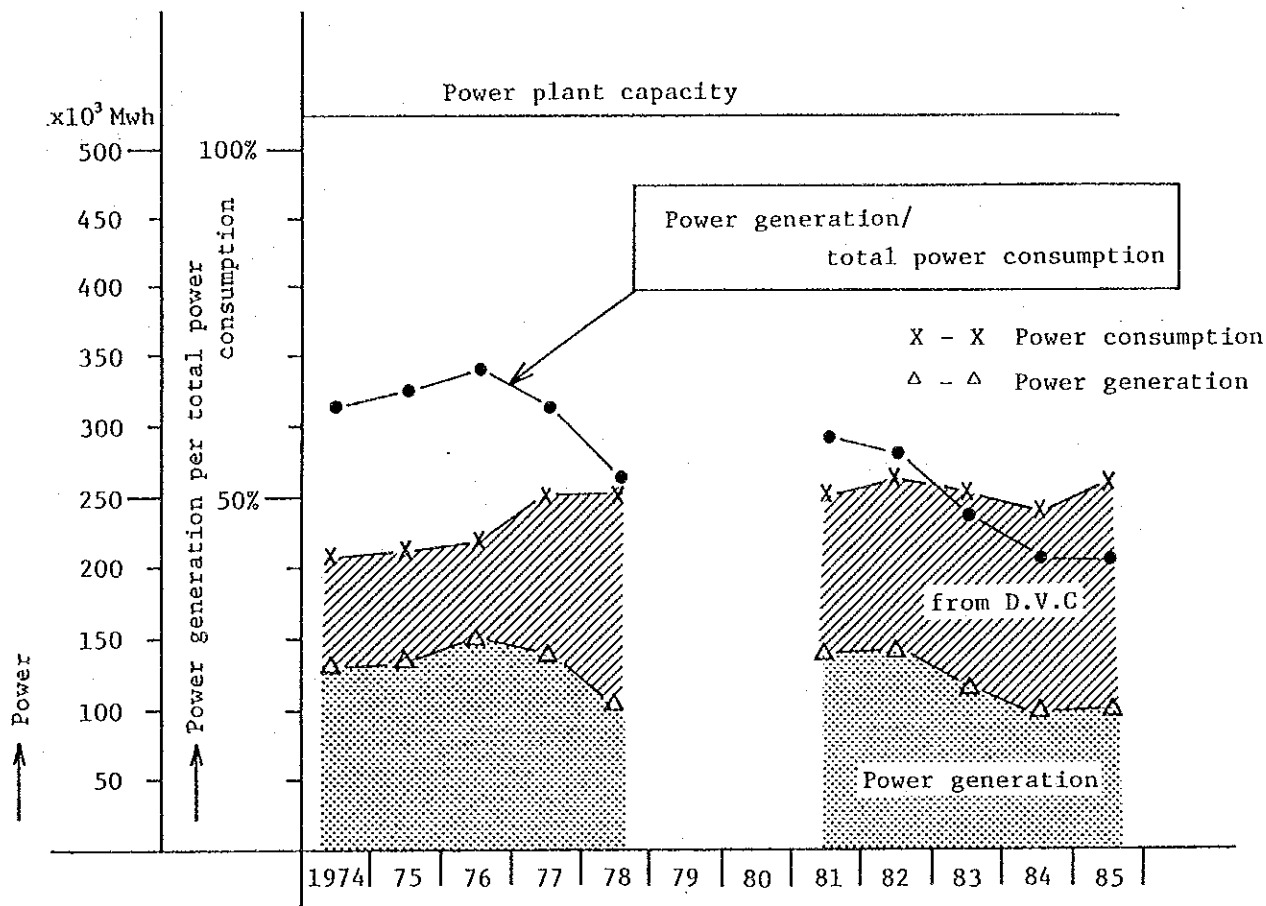


Fig. 5.7.10 Power generation per total power consumption

(2) 蒸気使用増の問題

蒸気は、発電用、高炉送風用、一般工場用に分けることが出来る。

蒸気で問題となるのは、Fig.5.7.11で判るように

- 一般工場で使用している蒸気が増加して発電へまわすことが出来なくなっている。
- ボイラー能力の割に蒸気の発生量が少ない。

の2点になる。

一般工場用蒸気使用増の問題は、データ不足で解析出来ないが、配管からの洩れ、工場サイドでの洩れ等が考えられる。いずれにしても管理を強化する必要がある。

発生量の問題は、COGカットによるものと設備の劣化等による稼働率、効率の低下によるものと考えられる。

### (3) 電力使用量増の問題

Fig.5.7.12に示すようにkWh/Ingot-Tは、1979年を境にして、新設備の稼働もないのに50kWh/T増加し、さらに増える傾向にある。

自家発電のアップを期待出来ない状況下では、コストアップの問題のみならず、受電々力アップに伴う電力制限の要因にもなるため調査の上対策が必要である。

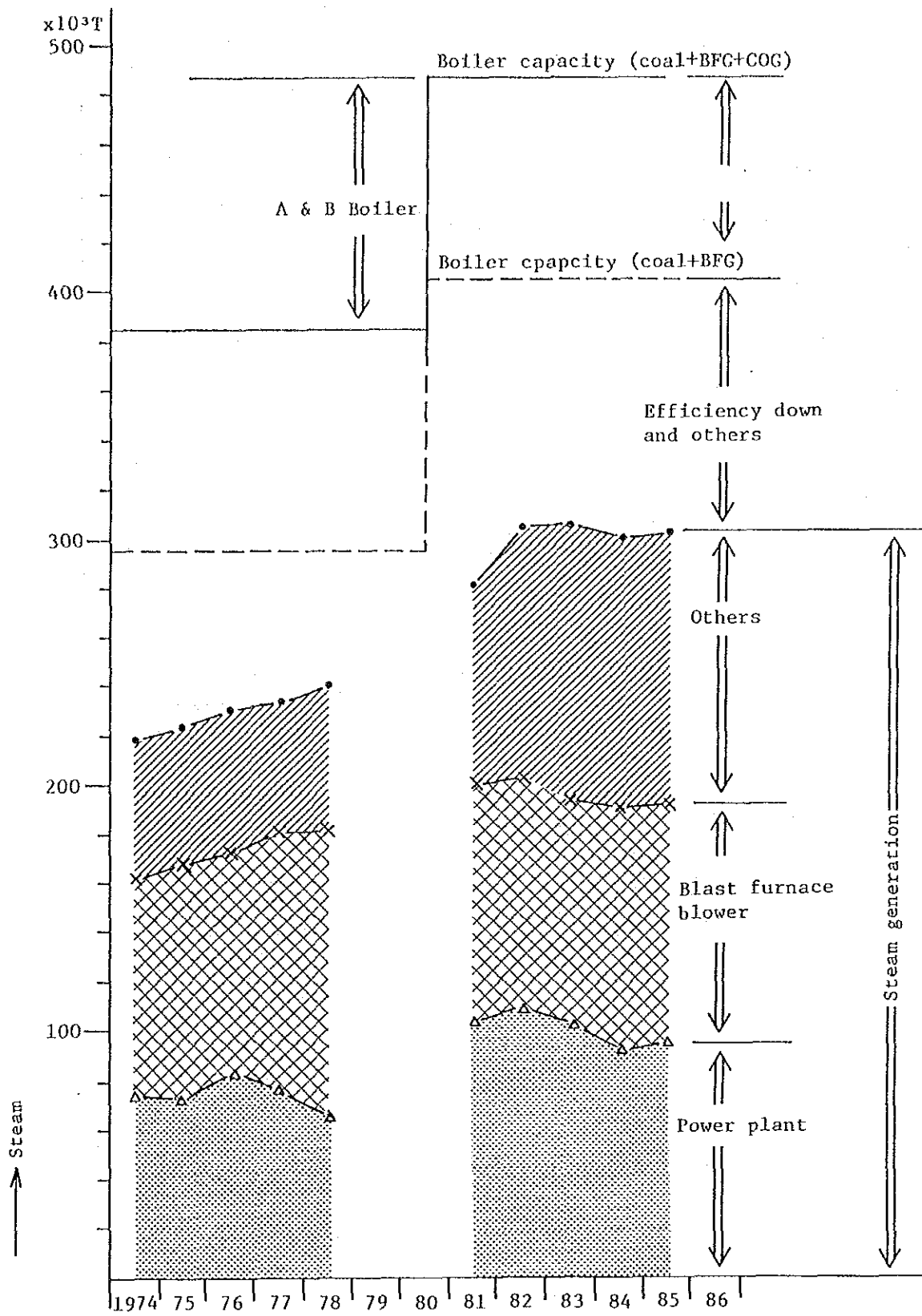


Fig. 5.7.11 Steam consumption

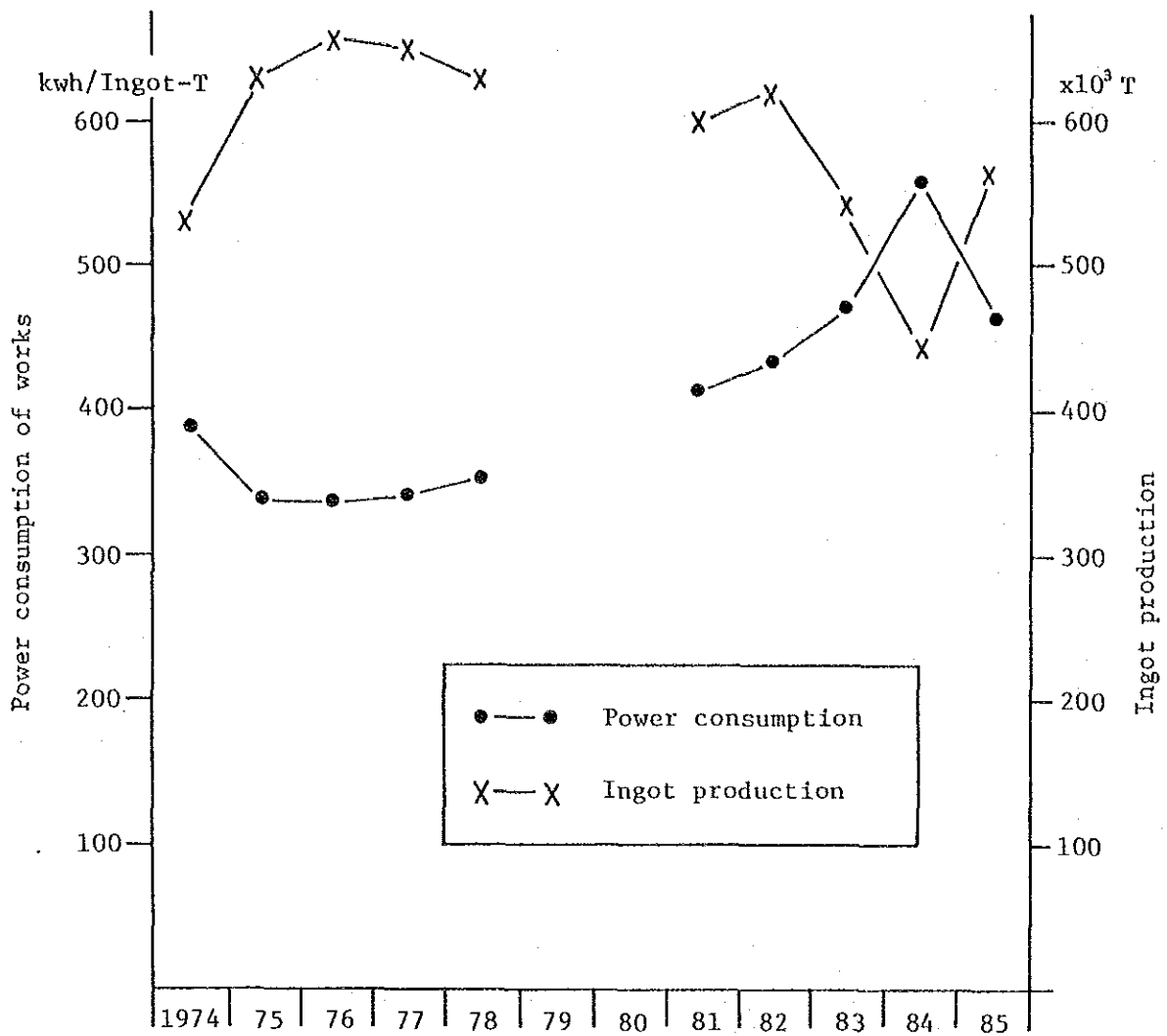


Fig. 5.7.12 Power consumption of works

### 5-7-3 ユーティリティ設備

#### (1) 発電設備

発電設備の問題としては、

- 設備が古く、稼働率、効率の面に悪い影響を与えている。
- 石炭粉砕機が能力不足である。
- 石炭の質が悪い
- 管理用計器が劣化している。

等があり、結果的に蒸気の発生量、発電量の低下になっている。

Fig. 5.7.13 に示すごとくボイラーの Heat rate 1,050Kcal/kg、タービン・

ジェネレーターの Steam rate 設計 5.45kg/kWh に対し 6.18kg/kWh になっている。

なお、タービン・ジェネレーターの Steam rate 推移を Table.5.7.6 に示す。

Table 5.7.6 Steam rate of power plant

	1974	75	76	77	78	1981	82	83	84	85
Steam rate (kg/kwh)	5.50	5.29	5.35	5.55	5.74	5.79	6.10	6.68	7.26	6.18

(2) 高炉送風設備

高炉送風設備は設備が古く、管理計器が劣化している等の問題があり、効率が低下しているため、エネルギー原単位が著しく高く不経済である。

(3) ガス供給設備

ガス供給設備は整備がなされているとともに、データの集中管理の体制もできつつあり、今後このデータを有益に使用出来るようにレベルアップを図ることが必要である。

但し、コークス炉ガスホルダーがブローア故障のため使用されないケースがあるのは問題である。

コークス炉ガスの不足の状態であるにもかかわらず需給調整のホルダーをこのような状態にしておくことはますます生産を阻害するものと云える。

(4) 受配電設備

全体的に劣化していると共に機器の短絡容量が不足していることから改善が必要である。

(5) 水供給設備

劣化の状況は、他の設備と同様である。

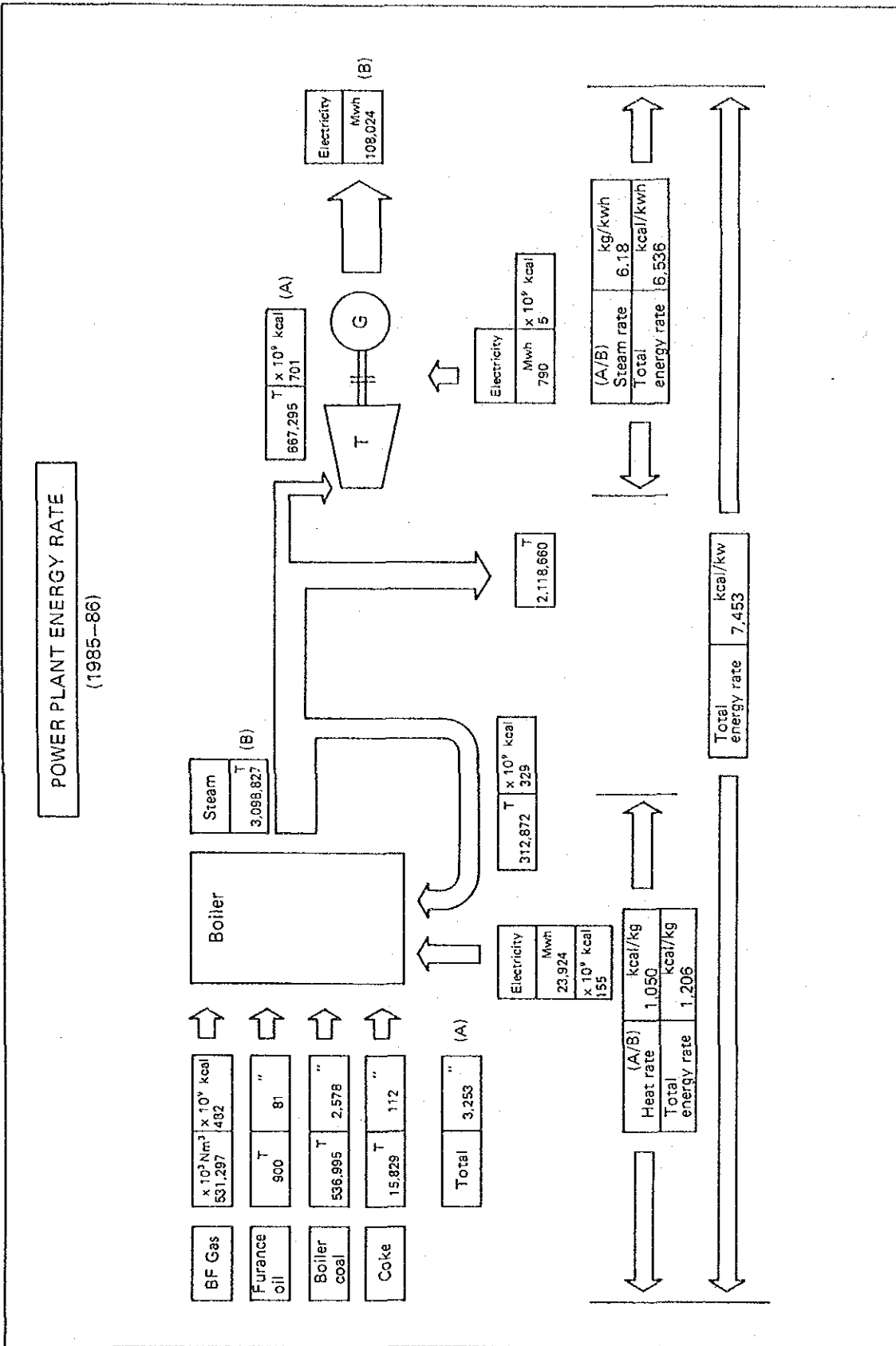


Fig. 5.7.13 Power plant heat rate

## 5-8 設 備 保 守

### 5-8-1 保 全 体 制

(1) BURNPUR 製鉄所の保全体制は集中保全体制 (Centralised maintenance system) である。そして、保全部門は次のような業務を行なっている。

- 各工場設備の点検
- 各種保全計画 — routine/schedule 等
- 各種修理計画 — major/capital 等
- 予備品管理
- 受入検査のサポート
- 労務、安全、house keeping

但し、例外として、薄板工場だけは分散保全体制 (Mixed maintenance system) であり、薄板工場自身で日常の保全を行なっている。

集中保全体制と分散保全体制のいずれが勝っているか、一概に決めるのは難しい。しかし、最近の一貫製鉄所においては一般に分散保全体制を採用しているところが多い。

その理由としては：

- 日常の点検、簡単な修理、各工場固有の繰り返し使用する部品の修理、等を各操業部門で行なうことにより、作業者を有効に活用することができる。

例えば、圧延工場のシャットダウン時に行うスケール上げやロール交換を保全部門が行なっている間、操業部門の作業員が手待ち (何もしていない) になっているといった無駄を避けることができる。

- さらに、上記作業を操業部門で行なうことにより、“操業部門は設備を運転するだけでよい”といった考え方が“生産や品質を確保するためには、設備の保全が大切である”といった考え方に変ってくる。

(2) 保全・管理活動に問題がある

例えば、設備故障時に迅速な復旧をなすための標準類の整備や日常の保全活動によって収集されたデータに基づく故障の再発防止対策、さらには部品の寿命を延ばすための活動が十分に行なわれているとは云い難い。

### 5-8-2 生産設備

製鉄所の生産設備の多くは劣化が著しく、競争力のない設備になっている。

その主な原因として次のようなことを挙げる事ができる：

- 長年に亘って設備の更新がなされなかったこと
- 長期的な保全計画、即ちModification/Alteration/Updating of technology and equipment がなされなかったこと

日本においても、20年以上経過した古い設備があるけれども計画的なModification/Alteration/Updating of technology and equipment により今日でも立派に操業している設備がある。

また、以上に述べたような計画的な保全なしでは、折角大規模な近代化を実施しても、早晚設備の老朽化をきたし、競争力のない製鉄所になってしまうはずである。このことは、世界的に多くの実例を見る事ができる。それだけに保全計画の策定とその実施とはIISCOにとって必要欠くべからざるもの、不可避のものである。

### 5-8-3 保全修理工場

保全部門が保有している保全修理工場 (Maintenance & repair shops) の現状は次のとおりである：

- 機械工場 (Machine shops)、仕上工場 (Repair & assembly shops)、製缶工場 (Welding and plate/structural shops)、鍛造工場 (Forging/blacksmith shops) が小型品修理地区 (Light maintenance area) および大型品修理地区 (Heavy maintenance area) の二つの地区に分散している。

- 多くの施設が老朽化している。
- 仕上工場は狭く、暗く、建屋の高さが低く、さらにハンドリングが不便である。

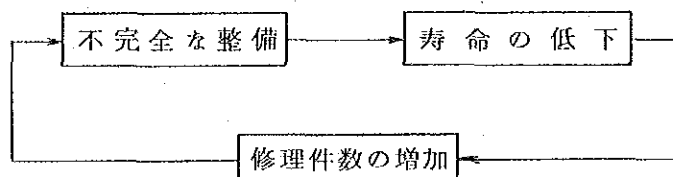
また、適正な精度を得るためのデバイスも不足しているように思われる。

- 鍛造設備の合理化のおくれ
- 電気修理工場は修理対象となるモーターやその他機器が多く、十分な整備がなされているかどうか疑わしい。
- 部品の耐久性を向上させるための設備の不足



例えば、equipment and means for hard facing and heat  
treatment of spare parts

以上の結果、次のような悪循環を繰り返していることが考えられる。



#### 5-8-4 組織と要員数

BURNPUR製鉄所の特徴のひとつとして、組織と要員の肥大の著しいことが挙げられる。特に、Executive クラスは保全部門の場合 deputy general manager 以下9段階にもおよんでいる。

このような数多い階層の組織においては

- 指揮命令系統の混乱
- 責任の所在の不明確
- その結果、末端組織、作業者へ適確な指示命令が伝わらないことになる。

といった弊害が生じているものと考えられる。

#### 5-8-5 部品の製作と修理作業

次の特徴としては、製鉄所内での各種部品の製作・修理が非常に多いことである。

その理由として、次のようなことが考えられる。

- (1) 部品製作や修理を行う下請企業の数がBURNPUR市の周辺に少ない。
- (2) 上記下請企業の能力が低い。
- (3) 老朽化設備が多いため修理件数が多い。
- (4) 旧式設備のため既にメーカーが標準部品の製作を中止している場合があり、製鉄所内で製作しなければならない。

上記(1)、(2)はBURNPUR製鉄所のおかれた環境に原因する。従って、数多くの部品製作/機器修理を製鉄所内で行なうことは、設備近代化後も抜本的に解決できないものと考えられる。西ベンガル州全体、インド全体で根本的・長期的対策をたてる必要がある。

## 5-9 立地条件

### 5-9-1 製鉄所周辺条件の概要

製鉄所近代化のための BURNPUR 地域の立地条件は西ベンガル州としては、以下に述べる如く十分なものである。

#### (1) 原 燃 料

BURNPUR は炭田 (層) の上に存在しており、また鉄鉱山も周辺に在り原燃料には恵まれている。

#### (2) 工 業 用 水

町から 6 Km のところを流れる DAMODAR 川からの取水で充分である。

#### (3) 労 働 人 口

人口の多い西ベンガル州 (約 5,460 万人、1981 年) と云うことだけでなく、1922 年に第 1 号高炉の火入れ、操業を開始した当時の従業員の 2 代目、3 代目の数多くの質の良い従業員に恵まれている。

#### (4) 交 通

鉄道と道路それぞれの交通の要地 ASANSOL 市が BURNPUR 市に隣接する町である。

鉄 道 : DELHI、CALCUTTA 間を走る広軌、複線、電化と三拍子揃った EASTERN RAIL WAY が、また南方 JAMSHEDPUR、ROURKELA へと通じる同規模の SOUTH EASTERN RAIL WAY の何れも利用出来る。

道 路 : DELHI と CALCUTTA とを結ぶ一級国道 G T R ( Grand trunk road ) は製鉄所のすぐ近くを走っている。

#### (5) 周 辺 産 業

製鉄業を支える周辺産業はまだ比較的少ないインドであり、西ベンガル州であるが、KULTI 鑄造工場や耐火レンガ産業が周辺にある。

また姉妹製鉄所の DURGAPUR 製鉄所や BOKARO 製鉄所も近距離のところ的位置し、相互に技術的に、物流的に援助し又協力しあえる関係にある。

ただインド全体の問題として当然考慮しておくべき以下の諸点がある。

(1) 電 力

D V C による供給は不十分で、不安定である。

(2) 鋼 材 市 場

広大な国土に偏在している。既存の BURNPUR 製鉄所は市場立地ではない  
(これは、今後のインドの全産業のより一層の発展に期待することになる)。

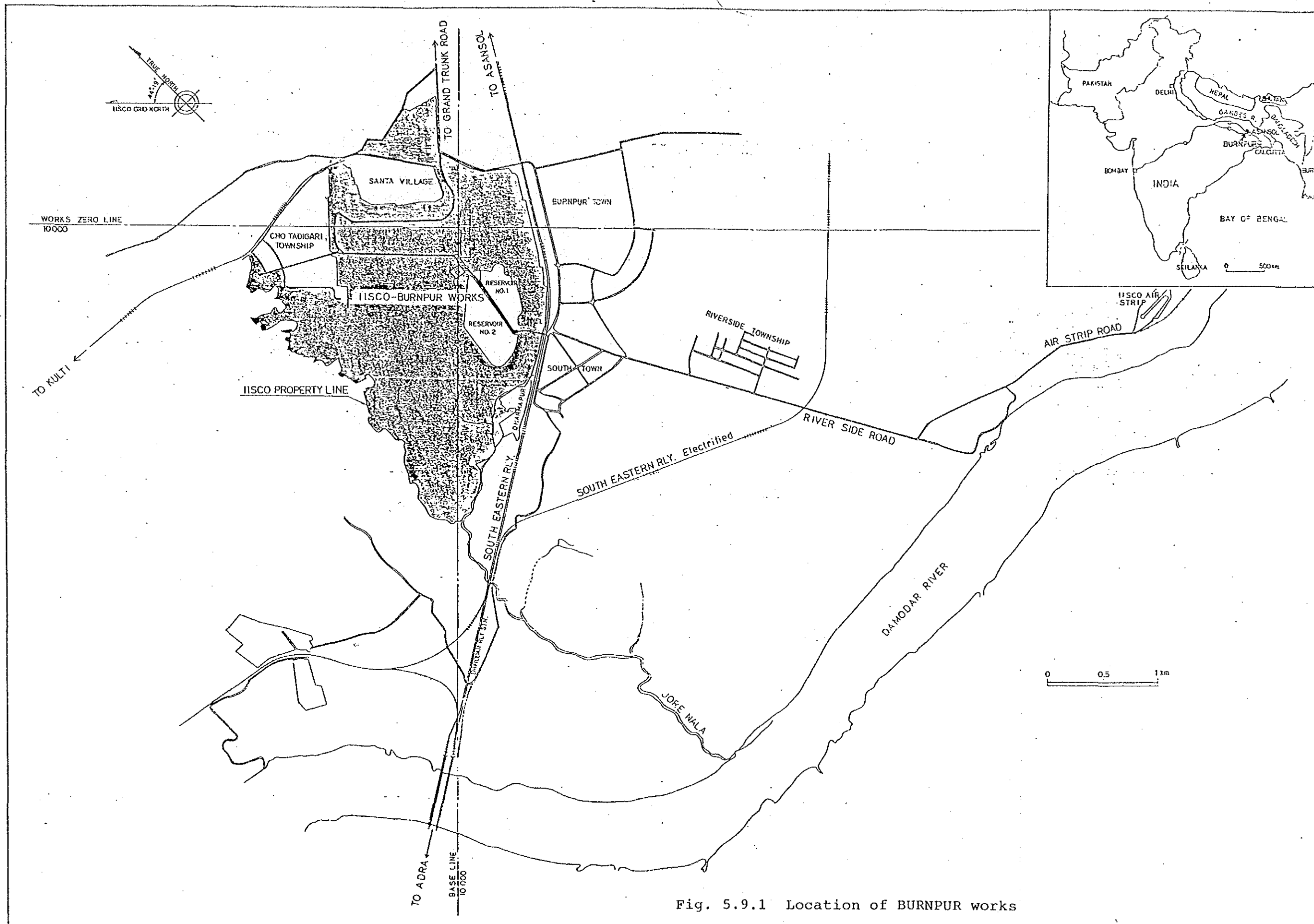


Fig. 5.9.1 Location of BURNPUR works

## 5-9-2 自然条件

### (1) 気象

BURNPUR製鉄所での1985年の気温、湿度、降雨量、風向についてはTable. 5.9.1、Fig.5.9.2に示すが、注意すべき点は以下の2点である。

#### 1) 降雨量

これは6月～10月にわたるモンスーンといわれる雨期に集中することである。降雨量に関する統計数字の見方には充分の配慮が必要である。すなわち年間、月間での降雨量では、たとえば排水対策に役立たず、時間当りの降水実績を把握する必要がある。反対に11月～5月は乾期で降雨量は殆んどゼロとなる。

#### 2) 風速

これは構造物の高さに応じて45～50 m/sec (160～180 km/h)の暴風を考えておく必要がある。通常はせいぜい2.5～5 m/sec程度である。

Table 5.9.1 Weather conditions

1985/86	Temperature(°C)		Humidity (%)		Rainfall (m/m)	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max./day	Total/month
85 April	44.5	22	76	27	--	
May	43.5	21	77	58	23.0	53.9
June	43.0	23.5	90	51	28.0	152.8
July	36.0	24	95	72	61.6	298.2
Aug.	36.5	25	95	80	46.0	281.8
Sep.	35	25(24)	95	72	50.4	219.8
Oct.	35.5	18.5	94	69	63.5	115.2
Nov.	32.0	13.0	84	66	3.0	3.0
Dec.	31	12.0	83	59	--	--
86 Jan.	31.5	9.5	88	60	3.0	3.0
Feb.	34	14.5	79	43	--	--
(85 March)	40.5	18	80	37	5.5	5.5

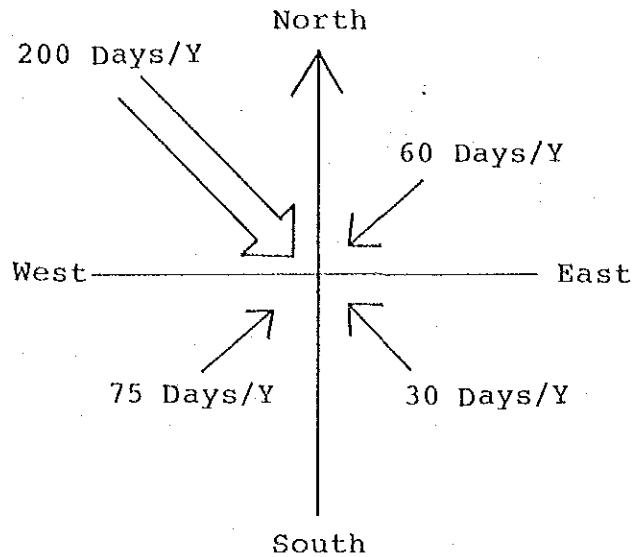


Fig. 5.9.2 Direction of the wind

(2) 地形、地質

製鉄所は海拔110~130mの平原地帯にあり、その敷地はFig. 5・9・1で示す形状をしている。敷地の北東部には主要設備があり、約260万 $m^2$ の面積を持っている。敷地の南西部には製鉄所から発生する高炉スラグ、平炉スラグ、石炭くず、石炭灰や煉瓦くずなどで埋め立てられており、約220万 $m^2$ の広さを持っている。ここは、1922年以來の高炉スラグ、1937年以來の平炉スラグなどが半世紀以上にわたって棄てられてきたため、土地利用に当っては充分に事前の土質調査が必要である。そして異常廃棄物の位置、大きさの確認と更に埋立層下部の地層構成や土質特性を確認、把握しておくことが重要である。

(3) 地下水

土質調査資料によれば、地下水位は概ね埋立層中に存在するが、高低は各調査位置によって異なっている。しかしながら、この水位は原地盤の表面の標高に多少近くなっている。

従って、地下水位を確認するためにも事前に土質調査を行う必要がある。

また、地下水の水質分析結果は、普通のポルトランドセメントあるいは、それと同等なセメントが使用できることを示している。

(4) 地震

BURNPUR製鉄所は、IS-1893 "Criteria for Earthquake

Resistant Design of Structures”によれば、Seismic Zone IIIに属している。“Reference deta - Present Status and Modernization of Burnpur Works”では基本水平震度として0.06が記述されており、設備の実施計画に際してはこの基本震度に対応した地震力を考慮する必要がある。

### 5-9-3 製鉄所敷地内の既存構造物

新規設備が建設される BURNPUR 製鉄所南西部敷地には、スラグ水滓設備 ( Slag granulation plant )、スラグ・ピット ( Slag pit )、高炉ダスト廃棄場 ( Blast furnace flue dust disposal area )、スクラップ・ヤード ( Scrap yard )、汚水処理場 ( Sewage treatments station )、鉄道線路 ( Railway tracks ) 等の設備があるので、既存工場の操業に支障のないよう土地造成工事や設備工事に先立って、これらの移設・撤去等の対策を講じておく必要がある。

また、北東部の既存設備と JORE NALA 川を結ぶ工場排水、雨水排水用の地下埋設構造物もあるので、土地造成計画や設備計画に十分考慮する必要がある。

その他動力ケーブル、計装ケーブル、配水管等の埋設位置の確認が必要となる場合もでてこよう。





## 第6章 マネジメント



# 目 次

## 第6章 マネジメント

6-1	BURNPUR 製鉄所におけるマネジメントの実態	291	頁
6-2	生産管理	292	
6-3	設備管理	292	
6-4	要員管理	294	



## 第6章 マネジメント

IISCOの全体像については、第4章で述べたようにBURNPUR製鉄所のみならず、KULTI 鋳造工場およびGUA、CHIRIA両鉱山を訪問、調査出来たので、かなり正確に把握しえたものと考えられる。

その全体的なイメージを基にして、BURNPUR製鉄所におけるマネジメントの実状とその問題点について以下に説明する。

たゞマネジメントの基礎概念たる“Control”なる用語の定義およびその実態は各国によって、各社によって相当異なるものである。このレポートで調査団が述べる“Control”の定義を参考資料(Management-Managerial Practices in Japanese steel industry)として巻末に紹介し、相互共通の認識を持つこととした。

### 6-1 BURNPUR 製鉄所におけるマネジメントの実態

巻末の参考資料(For IISCO Burnpur works)に示すメモは、JICA調査団が現地調査を終了するに当って、BURNPUR製鉄所の実状の一端をIISCO幹部へ(BURNPUR、18-JUL.-1986)、そしてSAIL幹部へ(NEW DELHI、23-JUL.-1986)それぞれ説明したものである。

これについては第5章で、技術系の調査団員の全てが異口同音に説明しているように、現地調査終了後半年経過した現在でも、実状認識は正しかったと考えられる。勿論その後SAIL、IISCOの関係者の努力で大幅に改善されているものと信じている。

従って、同メモはいつの日にか改訂されねばならないものである。

尚、同メモに述べた項目については、以下6-2、6-3、6-4で敷衍説明する。

## 6-2 生産管理 (巻末参考資料メモ (For IISCO Burnpur works の 2.1、2.2、2.3、2.4、2.5 参照))

生産を管理するという事は狭義に考えると、顧客の求める(ある品質、ある量、ある価格と云う条件の)鉄鋼製品を、顧客の求める時期迄に、適正な製造原価の範囲内で顧客に納入することである。すなわち、品質優先だからといって歩留を低下させて製造原価を無視したり、納期を遅らせたりしてはならない。また、納期確保のためだからといって製造原価を無視して生産したり、品質を無視した粗悪品を出荷してはならない。このため製鉄所の管理者は、先ず第1に現場作業者の作業環境を整備すること(メモ2.1、2.3)、第2に、現場作業者に正しい作業をさせること(メモ2.2、2.4)、第3に、現場作業者にControlの思想を植えつけ実行させること(メモ2.5)が肝要である。

勿論、現在のBURNPUR製鉄所の幹部、管理者、作業者は、全員朝早くから夜遅く迄、一生懸命働いている。“I want work and work and work…… I want you to build up INDIA”との掛け声高くまたその意気込み盛んに問題解決のために非常に努力して居られる。

しかし、解決しなければならない問題は山積しているといえよう。

初心に立ち返ってManagementを、Controlを考え直す必要があるろう。

## 6-3 設備管理 (巻末参考資料メモ (For IISCO Burnpur works 2.2、2.3、2.5 参照))

諸生産設備については、世上次のようにいわれることが多い。

“生産設備機器は一旦導入し、建設し、そして使用開始したら末代物である。何十年でもスクラップになる迄使えるものである。”

しかし、かかる考え方は、以下の諸観点から間違っているものであるといわざるを得ない。

- (1) 諸設備は人間同様乃至はそれ以上に老化する。これは一般に耐用年数が定められていること、使用期間が長くなればなる程老朽化が進み修繕費が増加すること、などから周知の事実である。特に製鉄機械は一般に非常に苛酷な条件下で使用さ

れるために老化の進度は速いとされている。

- (2) 諸設備は当然のことながら、ある品質のものを、ある特性を持った製品を生産することを前提に設計され、製作されている。

しかし製品の品質は、市場の意向により日々変化して行くのが一般であり、従って諸設備は相対的に(また、物によっては絶対的に)市場のニーズにマッチしたものを製造、生産が出来難くなって来るものである。

かかる観点から諸設備機器については、老朽化を防ぎ、また市場のニーズにマッチ出来るように保全をすること、すなわち設備管理をする必要がある。それは、たとえば設備、機器の思いきったリブレースであったり、大幅な改善、改造であったり、また日々の修繕であったりすることになる。

しかしながら、実態はメモ 2.2 で述べたように機能を果さなくなった設備機器がそのまま放置されている例が非常に多い。これでは 6-2 で述べた生産管理が充分になされ得ないことになる。競争力を日々失なうことになる。

今後近代化を実施、推進して行くに当って、以下に二つの提案を行ないたい。

- (1) 設備(ハード)導入に当っては、その機能(ソフト)を充分に熟知しうまく使用しなくてはならず、いやしくも次のように考えてはならない。

“設備さえ新設すれば、近代化は終了する。それだけで BURNPUR 製鉄所は蘇生する。”

仏像(ハード)作って魂(ソフト)入れず となつては近代化による設備投資も効果をもたらさないことになる。

- (2) 設備老化防止のためもあつて、本 F/S の投資金額中には 3% の修繕費を見込んである。

これは、単なる修繕費用だけでなく以上述べて来た設備管理の必要性を考えて計上したものである。普通、我々の常識では製鉄所を効率的に稼働させるためには 3~5% 程度の修繕費を必要とする。この修繕費の効果的使用を忘れてはならない。

#### 6-4 要員管理 (巻末参考資料メモ (For IISCO Burnpur works 2.4 参照))

BURNPUR 製鉄所の組織は多層性を持ち、従って従業員数は、他の同規模の製鉄所に比べると、非常に多い。それが、ひとつには年間一人当たり粗鋼生産 22T (1984/85) という生産性の極端な低さとなって現れているのは、周知の事実である。メモ 2.4 でも触れたように、組織が多層性を持ちそして従業員が多いことは、製鉄所にとっては以下の問題点をかかえることになる。

(1) 製造原価に占める人件費 (今日のインドにあつては人件費単価の低いことからこれがための競争力低下は未だ未だ発生しないであろう)。

そして、より重要なことは、

(2) 指揮命令系統が複雑になり、末端従業員への命令および諸情報、連絡などの伝達が遅く且つ正確さを欠くことになる。

(3) 従業員 (これは、末端作業者のみならず、相当数の従業員を意味するが) の参画意識、責任意識に裏付けされたモラルが希薄になる。

かかる観点から組織および要員管理を積極的に行なうことを提案したい。



## 第7章 近代化計画



# 目 次

	頁
第 7 章 近代化計画	
7-1 近代化計画の概要	301
7-1-1 近代化計画の前提条件	305
7-1-2 近代化される製鉄所像	306
7-1-3 製鉄所のレイアウト	310
7-1-4 環境汚染防止対策	319
7-1-5 建設スケジュール	320
7-1-6 生産計画(マクロ)	328
7-1-7 マテリアルフロー・マテリアルバランス	330
7-1-8 組織・要員	339
7-1-9 教育訓練	351
7-2 石炭・コークス	355
7-2-1 近代化計画の前提	355
7-2-2 設備概要	356
7-2-3 実施スケジュール	365
7-2-4 レイアウト	365
7-2-5 マテリアルフロー	367
7-2-6 建設資材	374
7-2-7 補足説明	379
7-3 鉄鉱石・焼結	381
7-3-1 概 要	381
7-3-2 設備計画	381
7-3-3 建設スケジュール	397
7-3-4 作業計画	397
7-4 製 鉄(高炉)	419
7-4-1 高炉近代化について	419
7-4-2 粗鋼100万T/Y年計画	419
7-4-3 粗鋼215万T/Y年体制(本件F/Sの主目的)	420
7-4-4 近代化の前提条件	426
7-4-5 原料条件	433
7-4-6 生産計画	434
7-4-7 高炉操業条件およびマテリアルバランス	435
7-4-8 エネルギーおよびユーティリティ	444
7-4-9 設備見積範囲	445
7-4-10 建設スケジュール	447
7-5 製 鋼(B.O.F.)	459
7-5-1 新製鋼の必要性と基本的考え方	459
7-5-2 設備計画の前提条件	460

7-5-3	設備概要と主仕様	463
7-5-4	操業	482
7-5-5	生石灰焼成炉	486
7-5-6	建設スケジュール	492
7-6	連続鋳造および造塊	495
7-6-1	概要	495
7-6-2	検討前提	495
7-6-3	設備計画	501
7-6-4	造塊	523
7-7	圧延	527
7-7-1	近代化計画の概要	527
7-7-2	製品構成	527
7-7-3	近代化計画	529
7-7-4	近代化後の操業諸元	553
7-8	整備	555
7-8-1	近代化の前提	555
7-8-2	近代化の提案	557
7-9	ユーティリティ	567
7-9-1	発電設備	567
7-9-1-1	概要	567
7-9-1-2	検討の前提	567
7-9-1-3	設備計画	568
7-9-1-4	補足説明	569
7-9-2	受配電設備	574
7-9-2-1	概要	574
7-9-2-2	設備計画	574
7-9-3	ガス供給設備	579
7-9-3-1	概要	579
7-9-3-2	計画前提	579
7-9-3-3	設備計画	580
7-9-4	蒸気供給設備	586
7-9-4-1	概要	586
7-9-4-2	設備計画	586
7-9-5	酸素設備	587
7-9-5-1	概要	587
7-9-5-2	設備計画	587
7-9-6	給水設備	591
7-9-6-1	概要	591
7-9-6-2	設備計画	591
7-9-7	高炉送風設備	597
7-9-7-1	概要	597
7-9-7-2	計画前提	597
7-9-7-3	設備計画	598

7-10	土木建築	607
7-10-1	概要	607
7-10-2	土地造成工事	607
7-10-3	土木建築工事計画の前提条件	612
7-10-4	土木建築工事費見積条件	613
7-10-5	建設工事数量	614
7-11	近代化計画のまとめと財務分析のための技術的前提条件	621



## 第7章 近代化計画

### 7-1 近代化計画の概要

IISCO ( BURNPUR 製鉄所のみならず、GUA、CHIRIA 両鉱山および KULTI 鋳造工場を含めて ) の実状を第4章、第5章、第6章で述べたように十分に理解し、また IISCO を取り巻く周辺事情を第2章、第3章で述べたように把握した上で、第1章で詳細に述べた本プロジェクトに係る F/S 実行上の種々の前提条件下で、以下に述べる近代化計画 (案) を策定した。

近代化計画については、いろいろの観点から各様の提案があつてしかるべきと考えられるが、JICA 調査団としては次の諸条件、諸前提を基に近代化計画 (案) を策定したものであり、ベストの案と考える。

- (1) 第1章で述べた条件 — 本 F/S 実行上の大前提。
- (2) 以下に述べる条件 — SAIL/IISCO 関係者との議論を通じて確認された中前提 ( 製鉄所のレベル、7-1 に詳述 )、小前提 ( 工場のレベル、7-2~7-10 に詳述 )。

Fig. 7-1-1 に近代化計画 (案) 作成の思想と手順とを示した。1986年7月に訪印の際に説明したものにその後の検討実績を付け加えたものである。

本章のまとめ、近代化計画 (案) の整理を7-11で行ない、それを第8章で述べる財務分析のための技術的前提条件とした。

Original = 23-Jun-1986

Studied  
and = 3-Feb-1987  
finalized

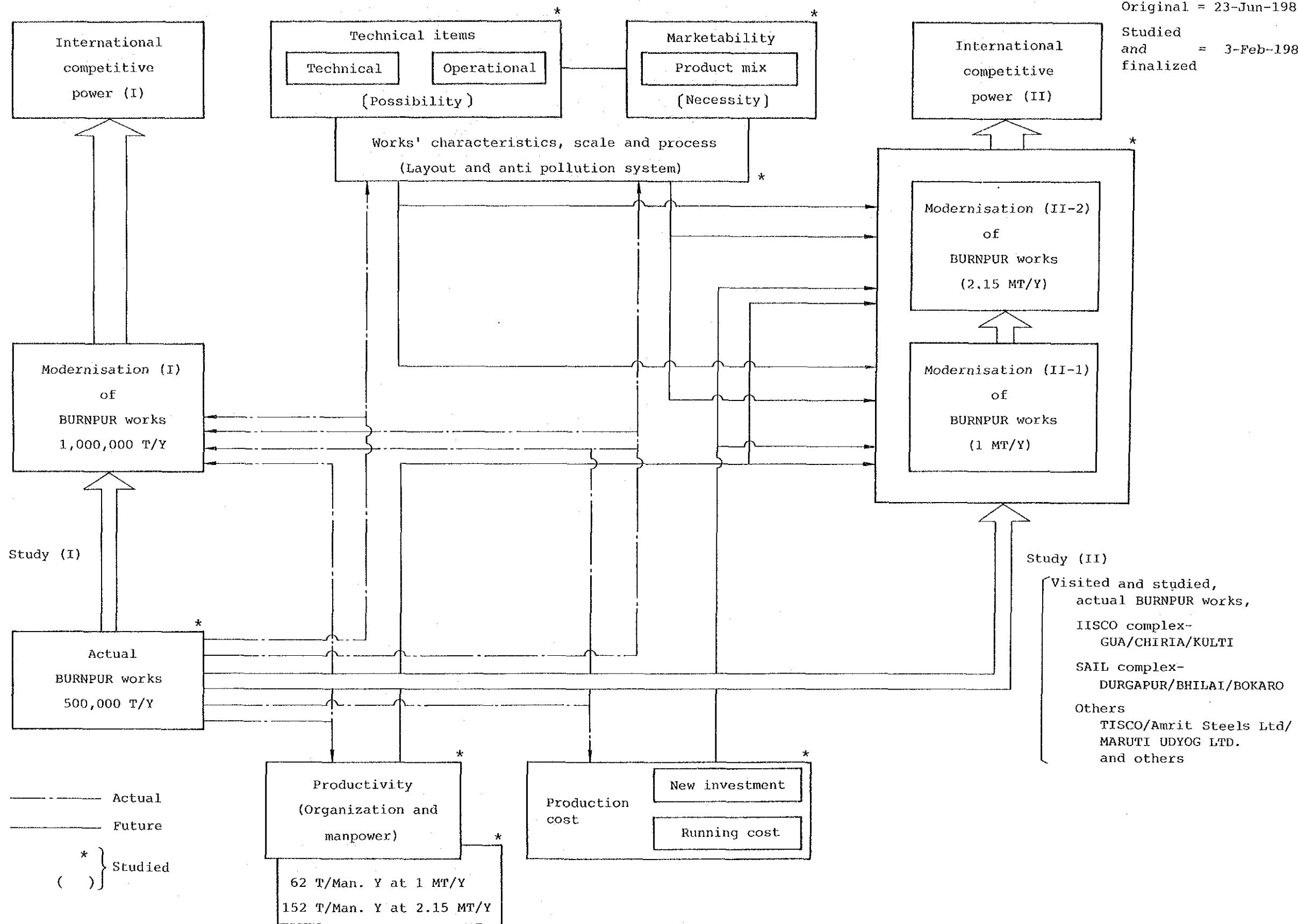


Fig. 7.1.1 The philosophy of modernization of BURNPUR works



### 7-1-1 近代化計画の前提条件

ここでは、製鉄所レベルでの前提条件を先ず検討した。それらを基に以下に詳述する7-2～7-10の検討を行った。

#### 製鉄所レベルでの前提条件

- (1) 近代化計画は現在の BURNPUR 製鉄所の境界の内部にて実施される。  
(製鉄所の最大能力→7-1-2、7-10)
- (2) CHASNALLA 炭はローブウェイで運搬され、製鉄所へ搬入される。  
(製鉄所の全体のレイアウト、石炭ヤード計画→7-1-3、7-2)
- (3) 発生余剰コークスは全量外販する。  
(コークス炉新設計画、高炉操業計画→7-2、7-4)
- (4) 高炉滓は全量外販する。  
(水滓処理計画→7-4)
- (5) 省エネルギーの徹底を図る。  
(連続鑄造と圧延の直結→7-6、7-7)  
(発電所の燃料計画→7-2、7-4、7-5、7-9)
- (6) 製品は需給バランス(SAIL)に基づき、基本的にはNon-flat(条鋼類)とする。これは大前提であるが中前提でもある。  
(製鉄所の全体レイアウト→7-1-3、7-7)  
(圧延工場新設計画→7-7)
- (7) 電力については、社外からの電力供給の不確実さから発電所を製鉄所内に設ける。  
(発電所建設計画→7-9)
- (8) 環境汚染防止対策を実施する。  
これは当然大前提であるが、中前提としても考慮する。  
(大気汚染/水質汚濁防止→7-1-4、7-2、7-3、7-4、7-5)
- (9) 鉄道輸送網の合理化  
(製鉄所全体のレイアウト→7-1-3、7-2～7-10)
- (10) コンピューターの導入  
単体設備機器のためのコンピューターについては導入する方向で検討する。たとえば酸素転炉におけるサブランスを制御するためのコンピューターは設置する。ただし製鉄所の全所レベルでの生産管理のためのコンピューターについては導

入しない。

## 7-1-2 近代化される製鉄所像

### (1) 性格：Non-flat（条鋼類）

第1章、第3章で述べたようにマクロ的にはNon-flatとする。

ただし、線材などの小径物はミニミルで容易に生産出来るので除外した。大形形鋼などの大物は、需要総量、BHILAI 製鉄所の能力そして溶接による代替の可能性などから除外した。

かかる条件のみならず製鉄所の諸条件、特に立地条件から見て、Flat（板類）を対象外とした技術的理由は以下の通りである。

- ① 粗鋼生産最大215万T/Y－公称100万T/Y→増分は僅かに115万T/Y  
この程度の量に見合うFlat（この場合、Flatとはホットストリップミルにより生産される薄板を指す）製造は一般的にスケールメリット上不利である。
- ② 他方、付加価値上から、いわゆるホットファイナルとは考えられず、従ってホットストリップミル－コールドストリップミルの一連の膨大な圧延設備が必要となる。加熱炉－ホットストリップミル－捲取機－酸洗設備－コールドストリップミル－焼鈍炉－調質圧延機など相当量の設備を要するが、BURNPUR 製鉄所内には、これに見合う用地が無い。
- ③ 勿論、これらに加えての上工程の設備として、スラブキャスターのみならず、それに見合う転炉、品質対策設備（脱ガス、二次精錬設備など）が必要となる。これらに要する総投資額はかなりのものになる。
- ④ 逆に、既存の30,000T/Y規模の亜鉛メッキラインを残すべくその上工程を検討する考えもあろう。しかしながら結果的には、現在のFlat圧延技術上、簡単な設備、たとえばステッセルミルのみで対応するのは、品質上難点が多く、そして基本的には規模の大小はともかくとして、上述の②③の諸設備を必要とすることになる。

### (2) 規模：215万T/Y

第1章で述べた大前提に従い高炉－転炉方式とした以上、製鉄所規模は常識的には大きければ大きい程採算性は改善されるとの判断から、用地の許す限り最大限の大きさを検討した。その判断理由を以下に示す。その中での一応の結論は

2百万T/Yとしたが、その後の詳細検討の結果、215万T/Yまで可能と判断し、粗鋼生産規模215万T/Yを、以下の7-2~7-10の諸検討の前提とした。

(3) 生産プロセス：高炉-酸素転炉-連続鋳造

第1章で述べたように一般的な高炉-酸素転炉-連続鋳造方式とした。

ただし、この様な小中規模の高炉-酸素転炉-連続鋳造方式をベースにする一貫製鉄所の採算性については、第8章、第9章で詳細に述べるが、必ずしも“非常に良好”とはならないのが一般であろう。

## 生 産 規 模

製鉄所の生産規模はいろいろの要因によって決定される。BURNPURの場合、以下に述べる2つの理由から、年産最高200万Tという生産規模が決定された。一つの理由（これが主な理由であるが）は、建設地として利用できる場所が限られていることであり、他のもう一つの理由は、生産される製品がNon-flatに限定されていることである。

BURNPURの実状からすると、建設地として利用できる地域は、地図に示されているように全体で約1,500,000m<sup>2</sup>の全地域である（7-10参照）。一般的に一貫製鉄所においては粗鋼1Tを生産するのに約1.5m<sup>2</sup>の敷地を必要とするといわれている。従って、年産能力の増加量は1,500,000m<sup>2</sup>/1.5m<sup>2</sup>/T=1,000,000Tということになる。既存製鉄所の公称年産能力は1,000,000Tであるので、結局、最終的な生産規模は年産2,000,000Tとなる。

Fig.7-1-2に示されている全体のレイアウトから充分理解されるように、拡張予定地は極めて狭いものである。

さらに、この様な敷地の実態に加えて、生産品種がNon-flatであるためにFlatだけの生産と比較して生産性が低く、且つ多くの条件を管理する、“例えば品質管理、生産管理、工程管理など”、上で幾多の難しさを伴うものである。このようなことから、Non-flatのみの一貫製鉄所では大量生産は出来難くなる。従来経験からすると、全世界的にみてもこのようなNon-flat専用の製鉄所の生産規模は年産2,000,000T近いであろう。

Non-flat専用製鉄所の特徴は、製品の単位当たり重量がより小さいこと、注文のロット規模が小さいこと、そして製品の品種および寸法の種類が多様であることである。圧延のロットが小さいこと、1時間当たり圧延トン数が少ないこと、そしてロール組替の頻度が高いことが圧延工場の操業率を低いものになっている。そしてこのことが、製鋼のロットの大きさを制限した生産の能率をも制限することになる。

さらに、多品種小量生産ということは、製品倉庫の稼働率および輸送の能率を低下

させることになる。そしてNon-flat生産においては、品質管理上明らかにより多くの労働力、時間およびコストを要することになる。

### 7-1-3 製鉄所のレイアウト

#### (1) 設 備

製鉄所近代化のための各工程の設備機器の詳細説明は7-2～7-9で行なうが、その主要設備をTable.7.1.1に示す。

ただ、既存設備、機器、施設などで使用出来るものは出来る限り使用して全投資額を出来るだけ少なくした。それらはTable.7.1.1に述べるコークス炉および圧延機設備以外にも下記設備機器、施設がある。

- 1) 石炭ヤードおよび石炭運搬設備
- 2) 修繕工場
- 3) 分析、試験設備
- 4) ゼネラルマネージャーなどの事務所

#### (2) 製鉄所の全体のレイアウト

原燃料から製品出荷に至る迄の各種の設備機器施設がたとえ同じものであっても、その並べ方すなわち如何にレイアウトし、如何に物の流れを規定するかによって、その後の製鉄所の性能は決定される。すなわち、悪いレイアウトであると所定の生産量を確保出来なかつたり、製造原価が改善されなかつたりと、いろいろの問題が発生したりする。

以下に如何にレイアウトを考えたかを示すが、第1の条件は原燃料から製品に至る迄の沢山の物の流れを相互の干渉を防ぎ、一方通行的にかつ、最短距離で処理出来るよう計画したことである。この点かなり理想的なマテリアルフローであり、レイアウトであると考えらる。

ただし、レイアウトを策定するに当っての大きな問題点は7-10で詳細に述べるように土質条件が不明のため、またそれを解明すべき現地調査時間が無かつたために、既存の稼動中の諸設備が問題をおこしていないから大丈夫であろうとの相対的な判断で土地利用をOKした点である。

実行段階で充分なるボーリングを行なつて万全を期すことが肝腎である。

Table 7.1.1 Main Facilities of BURNPUR Works  
after Modernization

1. Coke ovens

No.8 coke oven battery	68 ovens
No.9        "-"	78 "
No.11       "-"	92 "

Note: Dimensions of No.11 battery:

7200 mm H x 16500 mm L x 450 mm W

2. Sintering machine

No.1 sintering machine	210 m <sup>2</sup>
No.2        "-"	210 "

Note: Width of sintering machine is 3500 mm W.

3. Blast furnace

No.5 blast furnace	2250 m <sup>3</sup>
No.6        "-"	2250 "

Note: 1) Working volume 1932 m<sup>3</sup>

2) Twin cast-house with bell-less top

3) High top pressure: Normal 1.3 & Max 1.5 (kg/cm<sup>2</sup>)

4. Steelmaking shop

4-1. Lime calcining kiln

No.1 kiln	400 T/D	Becken Bach type
No.2 "	"	"

4-2. Basic oxygen furnace (BOF)

No.1 BOF	130 T/heat	Inner volume	123 m <sup>3</sup>	after lining
No.2 "	"	"	"	"
No.3 "	"	"	"	"

Notes: 1) Sub-lance equipment

2) Waste gas treating equipment:

LDG recovery rate 70-100 Nm<sup>3</sup>/T

5. Continuous casting machine

Bloom caster	BL size:	300 mm x 400 mm x 5000 mmL
	Max. BL weight:	4.68T
No.1 Billet caster	BT size:	100 mm sq. x 4000 mmL
	Max. BT weight:	0.312T
No.2        "-"	"	: 150 mm sq. x 12000 mmL
	Max. BT weight:	2.112T
No.3        "-"	"	: 180 mm sq. x 12000 mmL
	Max. BT weight:	3.036T

Table 7.1.1 (Cont'd)

- Notes: 1) BL CC & No.1 BT CC is ladle stand type.  
No.2 & No.3 BT CC is ladle turret type.  
2) Machine radius is 8 m, except BL CC which is two-point bending type and its machine radius is 8 m and 16 m.

6. Rolling mill

- 6-1. Blooming mill (Improvement of existing facilities)
- 1) Soaking pit: Combustion control system
  - 2) BL reheating furnace: 100 T/h 4 zone walking beam type furnace, 6800 mm W x 20000 mm L
  - 3) Main drive motor: Thyristor converter for main motor 6600 Hp x 1
- 6-2. Billet mill (Improvement of existing facilities)
- 1) Main drive motor: Thyristor converter for roughing mill 800 Hp x 2  
intermediate mill 600 Hp x 4
- 6-3. Heavy structural mill (Improvement of existing facilities)
- 1) Replacement of two reheating furnaces:  
1 zone pusher type furnace  
6700 mm W x 7500 mm L
  - 2) Main drive motor: Thyristor converter for main motors  
6700 Hp x 1  
6600 Hp x 1
- 6-4. Merchant and bar mill (Improvement of existing facilities)
- 1) Reheating furnace: Combustion control system
  - 2) Main drive motor: Thyristor converters for  
250/500/500 Hp x 1 #1 & #2 stands  
"- " x 7 #3 - #9 stands  
300/600/600 Hp x 2 #10 & #12 stands  
"- " x 2 #11 & #13 stands  
75/150/150 Hp x 4 E1 - E4 stands
- 6-5. No.1 Bar and section mill
- 1) Reheating furnace: 120 T/h walking hearth type
  - 2) Roughing mill: Horizontal stands x 5  
Vertical stands x 4
  - 3) Intermediate mill: Horizontal stands x 6
  - 4) Finishing mill: Horizontal stands x 2  
Vertical stands x 2  
Splitting unit (for split rolling)  
x 1



Table 7.1.1 (Cont'd)

6-6. No.2 Bar and section mill

- 1) Reheating furnace: 150 T/h walking beam type
- 2) Roughing mill: Horizontal stands x 6  
Vertical stands x 4
- 3) Intermediate mill: Horizontal stands x 4
- 4) Finishing mill: Horizontal stands x 2  
Vertical stands x 2

7. Generator

No.1	60 MW	Gas turbine
No.2	---	---

Notes: 1) Fuel for gas turbine is BFG, COG & LDG.

- 2) Existing Nos. 1 thru 4 steam turbines (total output of 60 MW) are old (startup in 1939) and are to be kept as spares for emergency.

8. Blower

No.1	Motor driven blower	3900 Nm <sup>3</sup> /min,	19500 kW
No.2	---	---	"
No.3	---	---	"

Note: Existing steam turbine blowers are old as steam turbines, but are kept as spares while existing blast furnaces have opportunity of operation.

## 製鉄所の全体のレイアウト

一般的に“鉄鋼業は輸送業である”と云われていることから理解されるように、製鉄所の全体のレイアウトの計画において最も重要なことは、能率的な物の流れを確保することである。これに加えて、生産低下をきたさないで設備増強ができること、また既存の設備については、できる限り利用、稼働させることが必要である。

物の流れに関する調査団の見解はつぎのとおりである。

鉄鉱石のような主原料および副原料の大半は鉄道、すなわち SOUTH EASTERN RAILWAY (広軌、電力、複線) によって運搬されることになる。従って、鉄道は DAMODAR 駅の近くで製鉄所の鉄道に分岐されることになる。さらに、主原料および副原料とも製鉄所の南西端から一方通行的搬入されるということがこの策定に当たりの重要な点である。

他方、外販用の製品および半製品は、既存の製鉄所の北東端に位置する HIRAPUR 操車場を通過して一方通行的に輸送されることになる。

主原料および副原料、ならびに製品および半製品の効率的な輸送にとって2番目に重要なことは、関連する生産工程は、できる限り近く置くか、またはそれを直結することによってできる限り流れ工程のサイクル・タイム、在庫および仕掛品ならびにエネルギー消費を少なくすることである。

この考え方が IISCO・BURNPUR 製鉄所のレイアウト策定の基本的考え方になる。

主原料および副原料は製鉄所の南西側から搬入されることになり、それはおのずと焼結工場、コークス炉および高炉の位置を決定することになる。

外販用の製品および半製品は製鉄所の北西側から搬出されることになり、おのずと圧延工場の位置を決定することになる。

製鋼一連続鋳造工場はできる限り、高炉に接近して設置され、また圧延工場と直接接続されるようにする。すなわち、直結化を図るよう考えた。

圧延工場に関しては、新たに建設されるべく計画されている棒鋼工場は直接圧延が

実施され得るように、レイアウトした。

計画した全体のレイアウトを Fig.7-1-2 に示す。

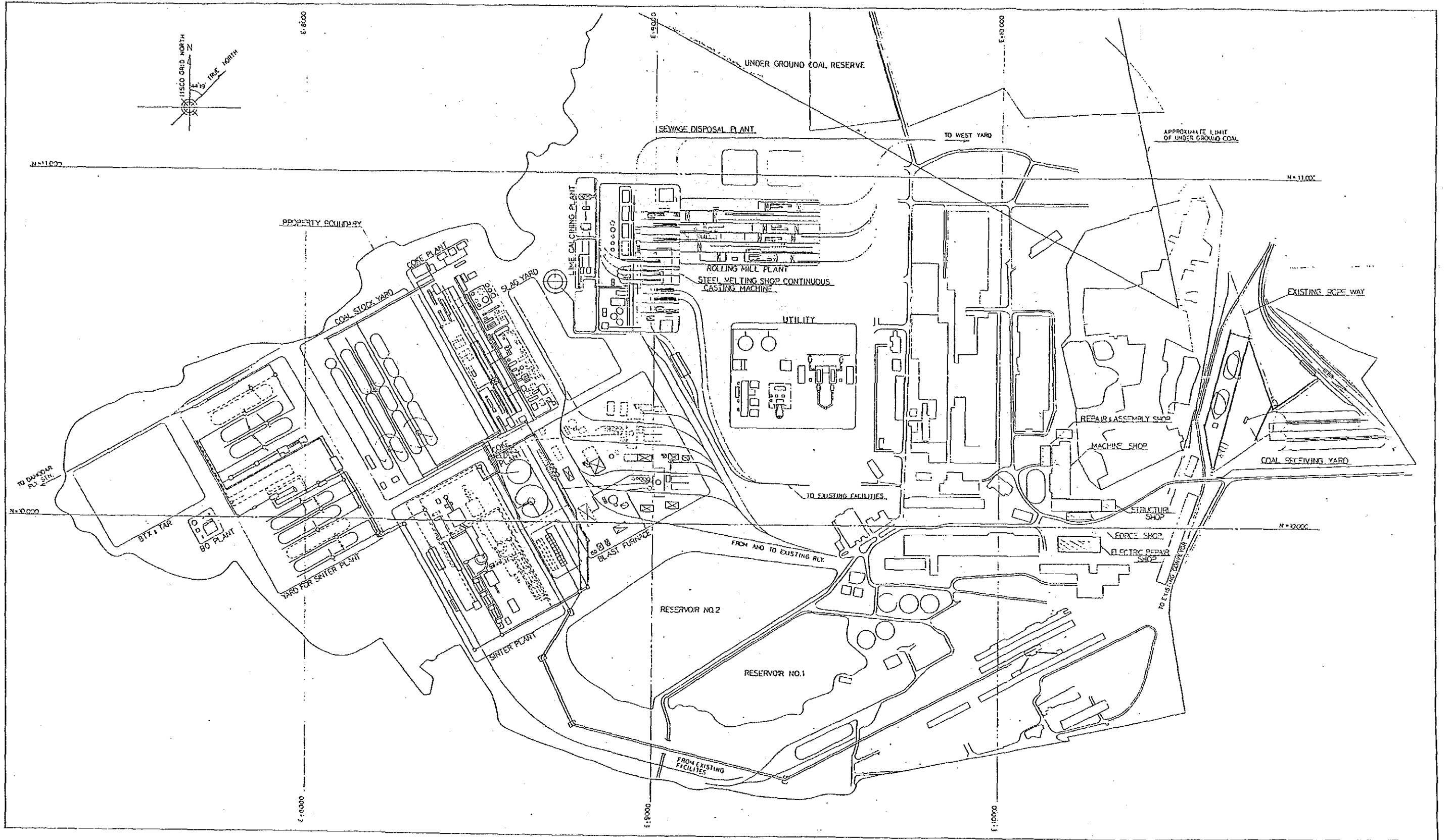


Fig. 7.1.2 General works layout