

7-1-4 環境汚染防止対策

製鉄所で鉄を作り鋼材を生産する以上、何らかの環境汚染防止対策を講じない限り、製鉄所とそれを取り巻く市町村は汚ない大気、水に悩まされ続くことであろう。

今回近代化のための生産設備を考え、その総合レイアウトを検討するに当り、先ず考慮したのは製鉄所従業員と、製鉄所を取り巻く周辺市町村住民を環境汚染から守ることであった。

KULTI から DHANBAD へかけての無数の Beehive ovens の存在はこれら環境対策の必要性に結びつく。

ただ、現地調査期間はあまりにも短かく、インドにおける定量的な環境規制法規を理解するに至らなかったため、以下に述べるような一般的な環境対策を関係工場、設備の中で計画した。

(1) 大気汚染防止対策

対象工場設備の主なるものは、コークス炉(7-2)、焼結工場(7-3)、高炉(7-4)と酸素転炉(7-5)である。各々の対策を以下に示す。

① コークス炉

a. ヤード地域

コークス・カッター、コークス・スクリーンおよびコークス・コンベアー・ジャンクションに集じん機器を設置する。

b. 石炭処理

集じん機器を設置する。

c. コークス炉

チャージング・カーおよびコークス・ガイド・カーに集じん機器を設置する。

消火(Quenching)タワー、シャワーなどに防じん機器を設置する。

d. 化成設備

脱硫、脱アンモニア装置を設置する。

② 焼結機

a. ヤード地域

ティップラーおよびサイジング工場に集じん機器を設置する。

b. 焼 結 機

主排気部および機器装置に集じん機器を設置する。

③ 高 炉

a. 原燃料貯蔵庫、高炉炉頂、鋳床建屋および粘土混練機建屋に集じん機器を設置する。

④ 酸 素 転 炉

a. 生石灰焼成炉

主排気部に集じん機器を設置する。

b. 酸 素 転 炉

排ガス処理システム（7-5-3-(4)参照）および二次換気システムを設置する。

(2) 水汚染防止対策

対象工場、設備は、製鉄所の今回の近代化の対象となった全工場、全設備である。すなわち、そこでの設備機器および製品を対象にして使用される冷却水および前項で述べた大気汚染防止設備、機器関連の冷却水、汚水が主な対象となる。この対策は基本的には各工場、設備で自己完結的な水循環システムを採用する。

7-1-5 建設スケジュール

総合建設スケジュールの詳細を以下に説明するが、このスケジュール策定のために、種々の条件を設定した。

(1) 大前提 — “本スケジュールの有効性”

① 結 論

本スケジュールが守られずに着工が遅れた場合（当然完成も遅れることになる）および着工そのものは遅れなくても完成が遅れた場合には — たとえば3～5年の遅れ — 本レポートの根本的見直しが必要になる。

② 理 由

既存設備については出来る限り有効活用することが本プロジェクトの大前提である。従ってコークス炉、圧延工場、保全設備およびユーティリティ関連設備・機器などの諸設備の有効利用を考慮し、新規設備の導入を出来る限り抑制し、総投資金額を少なくするよう努力した。

ただし、これらの既存の諸設備・機器は、4-1、5-1～5-9、6-3

などの説明を待つ迄もなく、既に十分に古い設備である。

“ They are too old, but still alive ! ” な状態である。

設備によっては、以下に述べる 100万T/Y体制完成の時期(1993年)迄、果して“死なずに済むのか”と危惧されるものもある位である。若しひとつの設備がかかる状況になった場合、それは単に“その設備”の見直しのみならず、その前後の工程に与える影響は相当大きくなる。特に圧延機の場合、必ず直前の工程たる連続鋳造および酸素転炉の設備計画に、ひいては高炉、焼結、コークスの設備計画に大きな影響を与えることになり、結局プロジェクト全体の見直しを求められることになり、本レポートは書きかえられなければならない。

(2) 中前提 — 本スケジュール策定の条件

本スケジュールは、以下に述べる各工場、設備(7-2~7-10)建設の全てを網羅、勘案して策定したものである。各工場、設備の建設スケジュールの例を7-2、7-3、7-4、7-5、に示すが、これらはその工場、設備を単独で建設する場合のスケジュールである。製鉄所全体となるとプロモーターの経験、能力、各工場、設備の干渉、建設業者(FabricatorsとConstructors)の能力などの制約条件が、建設スケジュールに大きな影響を与えることになる。

Fig.7-1-3 に示した建設スケジュールは日本の数多い経験に基づいて策定したものである。

(3) 1st Scep の期間

本プロジェクトの目標とする215万T/Yのひとつのトレーニング時期に相当するのが1st step 100万T/Yの時期、1993年の1年間である。

当初、調査団はこれを3年間と考えたがインド側の強い要望で1年間としたものである。100万T/Yの生産規模は、現在の既存の設備の公称能力が100万T/Yあるのだからそれ程には大きな生産規模ではないではないか、従って1年間の100万T/Yレベルの操業経験を積めば容易に215万T/Yの体制へ移行出来るのではないかと思う向きがあるかも知れない。

しかし、同じ100万T/Yと云う表現でも、内容が全く異なることを先ず理解する必要がある。すなわち、前者は215万T/Yを前提にした100万T/Y、それなりの

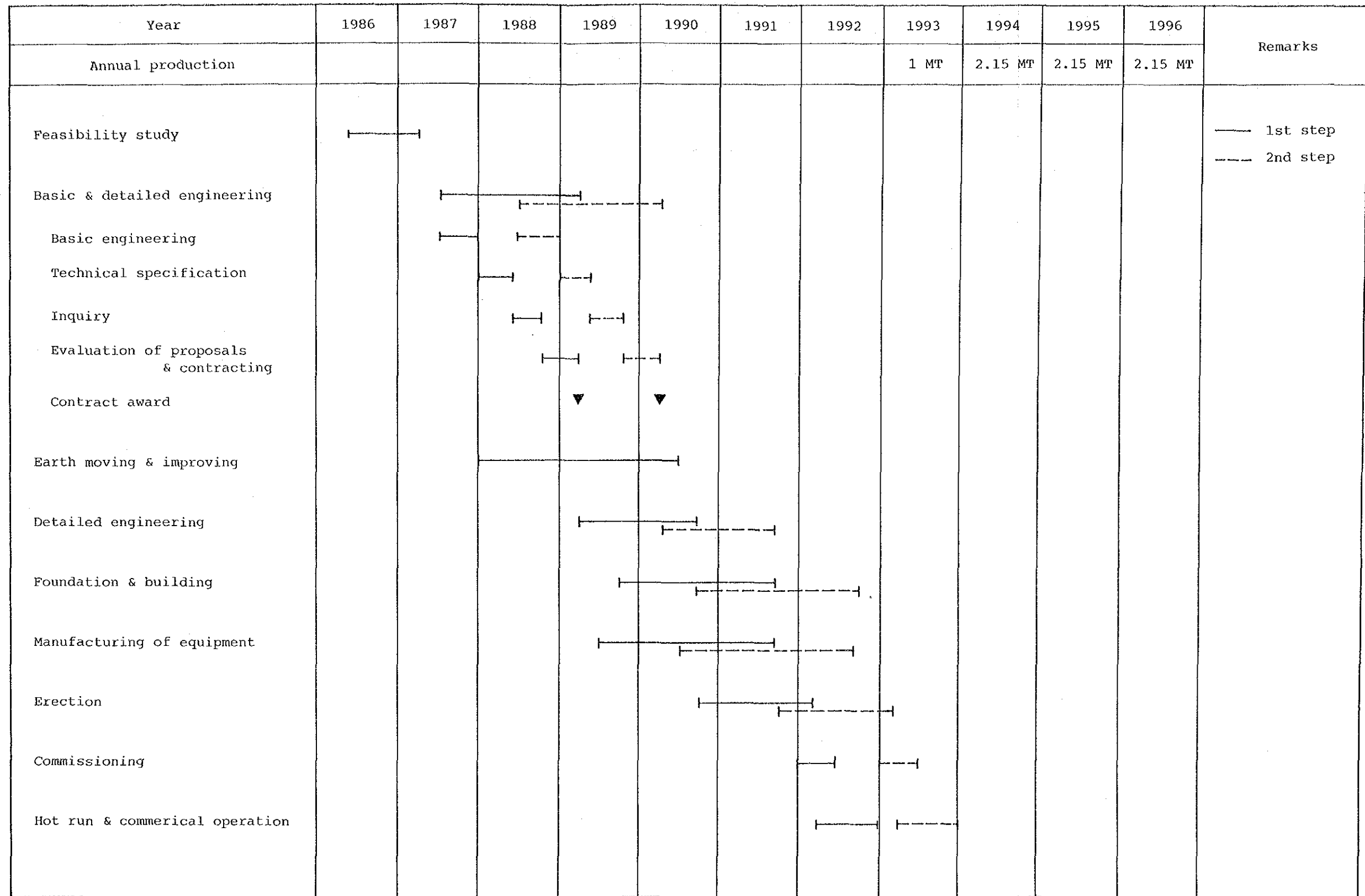


Fig. 7.1.3 Basic construction schedule

新鋭設備により生産されるもの、そしてそれは稼働中の既存設備との密接な関係を保ちながらの生産開始、立上げと云った難しい問題を内包している。それに対して後者は、100万T/Yとは云うものの実力的には50～60万T/Y程度のものである。その立上げカーブをFig.7.1.4に示す。

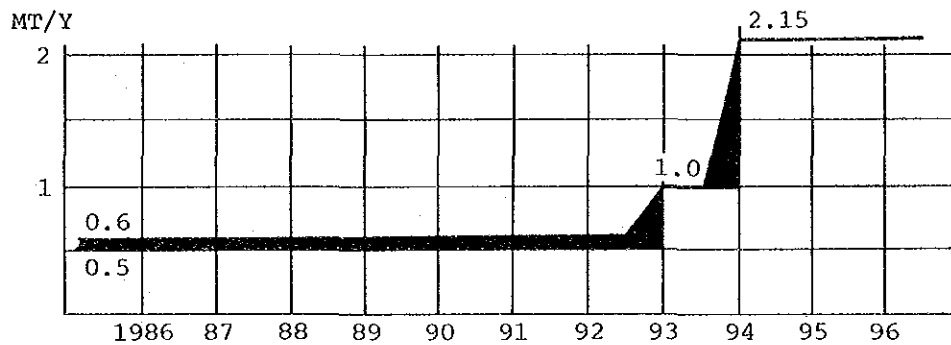


Fig. 7.1.4 Learning curve

1年間で155万～165万Tも能力増強を図ることは出来ないわけではないが、以下に述べるように相当の難しさを伴うものであることを十分に理解し、7-1-9で述べるような事前の準備に万全を期すことが必要不可欠である。

短期間での上上げの難しさについて：

ひとつには、設備機器（ハード）の初期故障が多発し、それなりの対策、改善策を考え、そのハード本来の機能を発揮するようになるのに普通1年間かかるものである。

ひとつには、ハード中のハードたる機械化、自動化された新鋭設備機器を対象にした従業員の習熟度、

そして、かかる規模の製鉄所にとって一番大事なことは、ソフト中のソフトたる一貫管理を名実共に実行出来る体制の確立に多大の時間を要することである。

基本的な建設スケジュール

近代化計画を早急に実施しないと、BURNPUR 製鉄所はその全体としての競争力を完全に失うことになろう。このような事態を避けるために、遅くとも1992年の下期までに新設備を稼働させることは、ぜひとも必要である。そのために一貫製鉄所の建設および操業における経験に基づいて、調査団は別添に示すような建設スケジュールを作成した。

この建設スケジュールはつぎのような諸々の重要な条件がすべて満足されないと、その達成は困難になる。

- ① 計画開始のための“着工OK”の許可は1987年6月末までに与えられなければならない。
- ② オーナーコンサルタントについては、その計画が、“着工OK”の許可が与えられた場合、直ちに決定、採用されなければならない。
- ③ 設備製作者の選択は、1983年3月末までに最終的に決定されるべきである。
- ④ 土地造成工事は、1988年までに開始され、1989年9月までにその大半を完了しなくてはならない。これはできる限り早く基礎工事を開始する必要があるからである。
- ⑤ 必要な設備は約2年のうちに製作されなくてはならない。外国から供給される設備機器の製作期間は、日本並の製作期間で考えなければならない。インド国産設備の製作期間はこのタイムスケジュールに合致したものでなければならない。従って、全体的にみて、スケジュールはかなり厳しいものにならざるを得ない。
- ⑥ 迅速にして円滑な荷降し、通関手続、運搬および建設を可能にするような特別の管理システムの導入が必要である。
- ⑦ 設備の試運転から稼働までの時間に余裕はなく、すべての設備は試運転から9カ月間以内に稼働するよう計画した。このことはSAIL, TISCOおよびその他の会社の類似の一貫製鉄所での基幹技術者、職長および労働者の操業開始前の訓練の必要性を意味している。

これらすべての必要条件は、きわめて厳しいものであるが、BURNPUR 製鉄所が将

米長い間生き残るとするのであれば、十分に満たさなくてはならない。

“ローマは1日にしてつくれなかった”が、さりとて“時間だけが万事ではない”。
真に必要とされるのは、関係者の協調的な骨身を削るような努力である。

7-1-6 生産計画（マクロ）

前項（7-1-5）で説明した建設スケジュールに従って以下の生産計画（案）を策定した。その基本的な考え方は、生産設備を可及的にフル操業、稼働させて増産を図り収益をあげ競争力の向上を目指すことである。

(1) 1993年 100万T/Y（良鋼）

詳細については次項（7-1-7）で説明する。

(2) 1994年～ 215万T/Y（良鋼）

詳細については次項（7-1-7）で説明する。

(3) 高炉改修年 180万T/Y（良鋼）

第5高炉および第6高炉はそれぞれ7～8年毎に改修工事のため140日間操業を休止することになる。当然減産することになる。以下高炉改修年における生産計画（案）を説明する。

140日間	高炉×1基操業	475,000 T	（良鋼）
225日間	高炉×2基操業	1,325,000	#
合 計		1,800,000	#

転炉工場以降の下工程各工場は215万T/Yに相当する能力を持っているので、180万T/Yには充分に対応出来る。この対応の方針を以下の如くに定めた。

① 製品の販売単価の高いもの、収益性の高いものから優先的に圧延生産するため、次の順序で工場（製品）を稼働させる。

- すなわち、1. 大形工場（Heavy structural mill）
2. №2 棒鋼工場（№2 Bar and section mill）
3. №1 # （№1 Bar and section mill）
4. マーチャント・バー工場（Merchant and bar mill）
5. ビレット連鋳・ビレット工場（BTCC and billet mill）

② 然しながら、永年にわたり培って来たマーチャント・バー関係の市場性をも考慮する。

以上の2案件を勘案してTable.7.1.2の如くに整理した。

Table 7.1.2 Production Plan for the Relining Period of BF's

	Normal	BF Relining Year		
	year	140 days	225 days	365 days
H.S.M.	250,000 T	95,000 T	155,000 T	250,000 T
No.2 B.S.M.	700,000	266,000	434,000	700,000
M.B.M.	250,000	93,000	155,000	248,000
No.1 B.S.M.	600,000	-	372,000	372,000
BT	238,500	-	148,000	148,000
Total	2,038,500			1,718,000

Notes: 1. $2,038,500 - 1,718,000 = 320,500$ T (Curtailed)

2. $2,038,500/2,150,000 = 94.8\%$
 $1,718,000/1,800,000 = 95.4\%$ } 0.6% increase of yield

ただ、以上の生産計画の場合、当然のことながらNo.1棒鋼工場、ピレット工場および造塊は140日間もの長期間の操業休止を伴うことになる。

- (4) 以上は7-1-5の建設スケジュールに従った生産計画であるが、その立上りカーブを見ると7-1-5の(3)で指摘したように非常に厳しさ、難しさがある。非常に速いラーニング・カーブであると云えよう。ひとつのより現実的な立上りカーブをFig.7.1.5のように考えた。

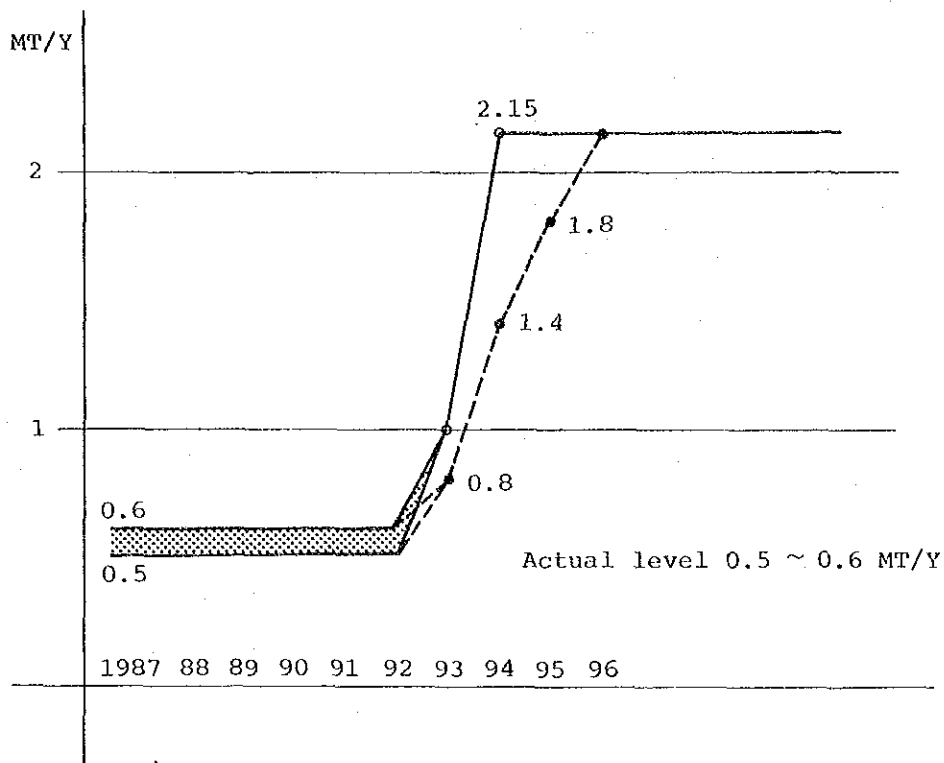


Fig. 7.1.5 Learning curve (more realistic)

Ref. Chapter 8 Financial analysis, Senditivity-case 1

7-1-7 マテリアルフロー、マテリアルバランス

1st step の 100 万 T/Y および 2nd step の 215 万 T/Y のそれぞれにおける製鉄所内のマテリアルフロー、マテリアルバランスを Fig. 7-1-6、Fig. 7-1-7 に示す。それぞれの工程内のマテリアルフロー、マテリアルバランスは 7-2、7-3、7-4、7-5、7-6、7-7 で詳述する。エネルギーフロー、エネルギーバランスは 7-9 で詳述する。これらの中で特に注目していただきたいのは以下説明するスラグ、コークス、スクラップおよび冷銑 (Cold Pig) のバランスである。

(1) ス ラ グ

スラグは高炉および転炉から発生するもので、従来大半のスラグは高炉スラグバンクおよび製鋼スラグバンクに投棄されて来たが、今回前者についてはその徹底的な有効利用を図る。

(2) コークス

コークスの品質が高炉操業に与える影響は大きいので、高炉用塊コークスは100%自家生産し、その品質管理を徹底する。

(3) スクラップ

連続鋳造設備の導入、圧延成績の向上などから自家発生スクラップだけでは必然的に転炉で使用するスクラップ量をカバーしきれなくなる。ただ自家発生スクラップの中には、各工程で発生するスクラップのみならずスカルも全量使用出来るものとした。ただしスケールは将来焼結材料としての利用を考える。

(4) 冷 錠

必ずしも、KULTI 鋳造工場へその希望する量の全量を供給出来ないこともある。

1st stepは2nd step への移行期間であり、それだけに1年間と云う短期間であるからフローとバランス上の問題は少ない。しかしながら、2nd stepでは生産量が倍増することになるが、以下に指摘する大きな問題点がある。これら全ての問題点を検討し解決するには、現地での調査時間はあまりにも少なすぎた。

(1) ス ラ グ

1) 高 炉 ス ラ グ

発生する膨大な1,012,000T/Yの高炉スラグの全量を水淬にした上で外販可能とした。

2) 転 炉 ス ラ グ

発生する538,000T/Yの転炉スラグの全量を — 上述の高炉スラグとは異なり — 製鉄所内の然るべき所すなわち、ひとつの候補地として転炉工場の北西側の空いている所へ投棄する。限られた境界内への投棄は何れ溢れになり、新たな場所の確保が必要となる。

(2) コークスバランス

コークス生産の思想は以下の通りである。

すなわち、高炉に必要な塊コークスを製鉄所のコークス炉で全量生産する。

当然のこととして、全コークス生産量の約28%を占める粉コークスが焼結用の需要を大きく上まわって相当量余剰となる。

例えば2nd stepの215万T/Yの場合、粉コークスの余剰は251,000T/Yに達

(Unit : T/Y)

○ : Yield figures

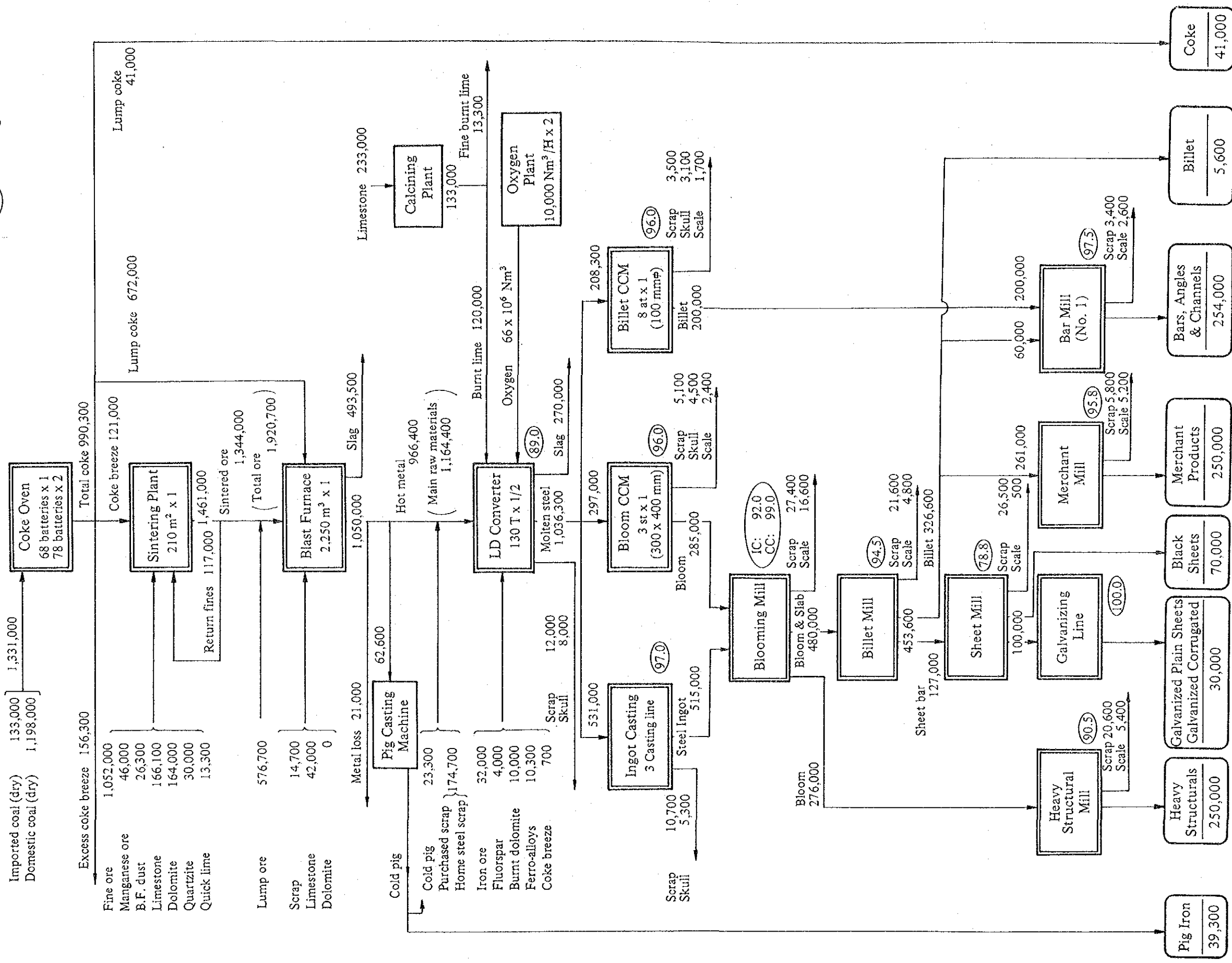


Fig. 7.1.6 Material flow and material balance (Step-1: steel 1.0 MT/Y)

(Unit: T/Y)

○: Yield figures

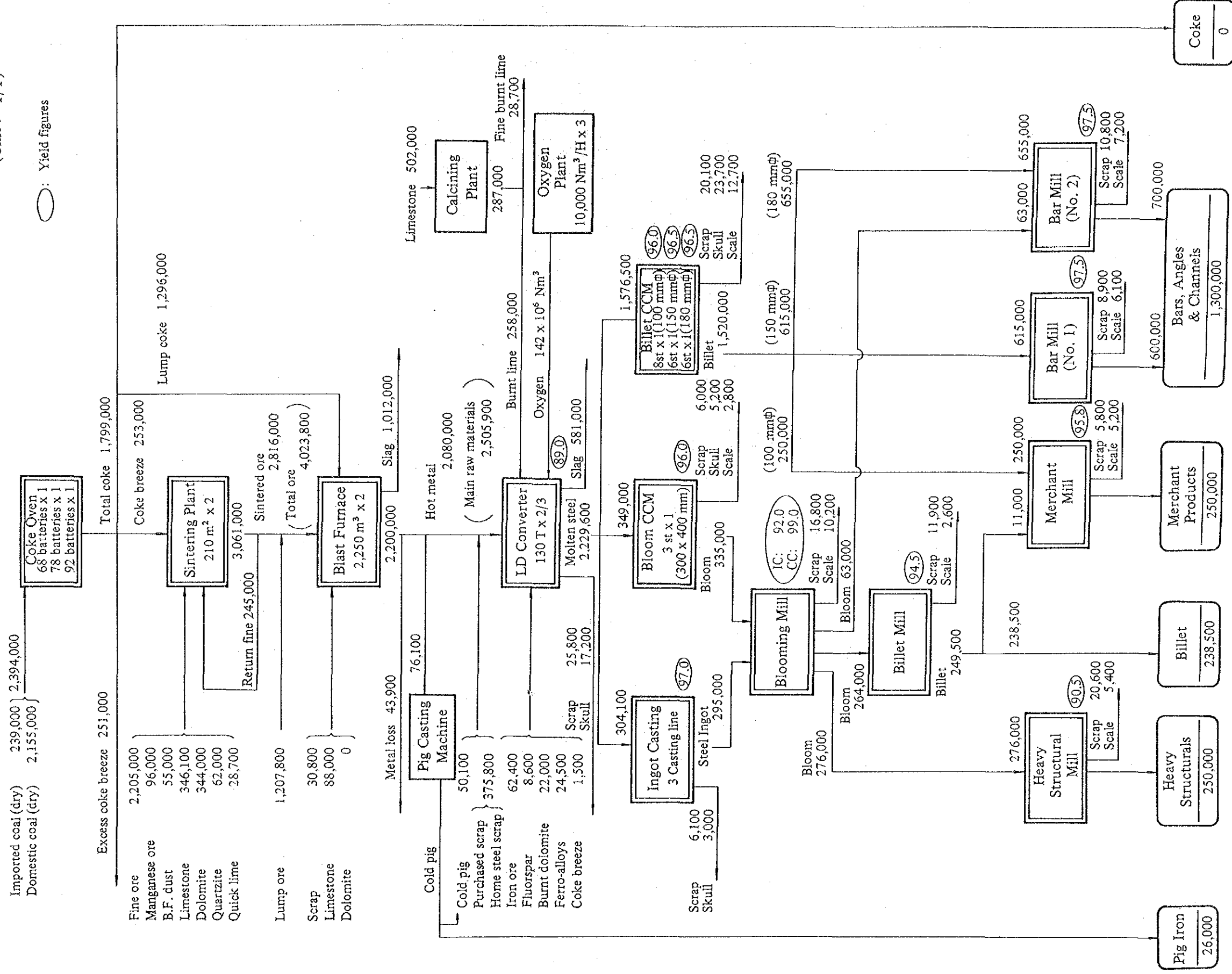


Fig. 7.1.7 Material flow and material balance (Step-2: steel 2.15 MT/Y)

する。勿論逆の思想もありうる。すなわち発生粉コークス量にコークス生産のレベルを合わせる考え方である。この場合、当然のことだが、塊コークスを外部から購入することになる。ただ今回は、外部（若しあるとして）から購入すべきコークスの品質の確認が出来なかったのでこの考え方を採らなかった。勿論コークスの品質が高炉の生産性に及ぼす影響は極めて大きいので、外部からの購入は実際問題として難しいものとする。平年の粉コークス 25,100T/Y の余剰量も大きい。これが高炉改修年になると更に一層増大することになる。以下に高炉改修年次の塊コークスおよび粉コークスの余剰量を説明する。

○ コークス生産量

コークス炉はその炉の耐火物特性から著しい減産、それも短時間の間での減産、増産は出来ない。ここでは、生産下限を 90% の稼働率とした。

No. 8、9 炉の生産能力

645,400T/Y (内塊コークス 464,700T/Y)

No. 11 炉の生産能力

973,100T/Y (内塊コークス 700,700T/Y)

合計 1,618,500T/Y (内塊コークス 1,165,400T/Y)

○ コークス消費量 (出鉄量 1,800,000 T/Y に対応)

高炉 (塊コークス) 1,048,000T/Y

焼結 (粉コークス) 207,000T/Y

○ 余剰コークス量

塊コークス 117,400T/Y

粉コークス 246,100T/Y

合計 363,500T/Y

対 策

- 1) 90% 操業を高炉改修年の翌年以降も更に続けて発生余剰塊コークスを消化する………

コークスの品質が低下する。特に雨期時発生したものは特別な対策を講じない限り使用出来なくなる恐れが大である。

- 2) SAIL 全体でコークスバランスを検討する。

3) 余剰コークスの全量を外販する。

今回の財務分析では全て外販することとした。(第8章参照)

(3) スクラップバランス

転炉では15%のスクラップを使用することを前提に1st step 100万T/Y、2nd step 215万T/Yの粗鋼生産計画を策定した。

転 炉 作 業	溶 銑 (Hot metal)	83%
	冷 銑 (Cold pig)	2%
	スクラップ (Scrap)	15%

かたやマテリアルフローとマテリアルバランスで、また7-5、7-6、7-7の説明で理解出来るように各工程歩留は高くなり、発生するスクラップ、スカルは当然のことながら、著しく減少する。

すなわち、自家発生スクラップだけでは転炉作業は出来ないことになる。2nd step 215万T/Yの段階でのスクラップの不足量を以下に示す。

○ スクラップ、スカル発生量

圧 延	74,800T/Y
連 鑄	55,000
造 塊	9,100
酸素転炉	65,900
合 計	204,800T/Y

○ スクラップ消費量

BOF 375,800T/Y

○ 不足スクラップ量

171,000T/Y

これは当然のことながら全量購入することになる。

参 考

製品・半製品合計	2,038,500	= 91.4%
溶 鋼	2,229,600	

7-1-8 組織、要員（従業員数）

ここでは、組織と要員について説明する。

折角、近代化計画に従って新設備を、新技術を導入しても、それを駆使する“人”に事欠いたりまたそれらの人々がうまく働けないような“組織”であつては、近代化計画の成果は期し難い。

すなわち、製鉄所全体として、作業効率をあげ、生産性を改善し、競争力を高められるような — 換言すれば、製鉄所に活力を与えられるような組織の策定が本プロジェクトにとって、ひとつの課題であろう。

(1) 組織

一貫製鉄所に関する組織について以下説明するが、その基本的思想、考え方は、日本の実態をベースにすると云うよりは、世界各国の製鉄業界で採用されている普遍的なもの、一般的なものである。

従って、それはインドにおいても SAILのみならず、TISCO などの民間の製鉄業界において採用している組織と大同小異のものであろう。

ただ、多層化した組織については、極力簡素化するように試みた。

ミニミルの実例（ただひとつの例であるが）からしても、簡素化は充分可能であると判断した。

① 製鉄所の組織を検討するに当っては、以下に述べるような諸条件を考えなければならぬ。BURNPUR製鉄所の場合には、われわれは主として3つの観点、すなわち組織の簡素化、将来予想される技術的進歩への対応および経営、管理システムの導入である。これらについての詳細案を別紙の組織および要員の表に示す。

② 組織の簡素化

要員管理のシステムに関しては、調査団はインドには特有の若干の問題があると考えられる。しかし、つぎのような理由から BURNPUR製鉄所は徹底的にその組織を簡素化する必要があるというのが、調査団の意見である。

a) 複雑な組織においては、監督および命令系統があいまいとなり、その結果、作業能率の減少をひきおこすことになる。

b) 複雑な組織は明らかにより多くの人を必要とすることになり、従って、生産性を低下させることになる。

③ 将来予想される技術進歩

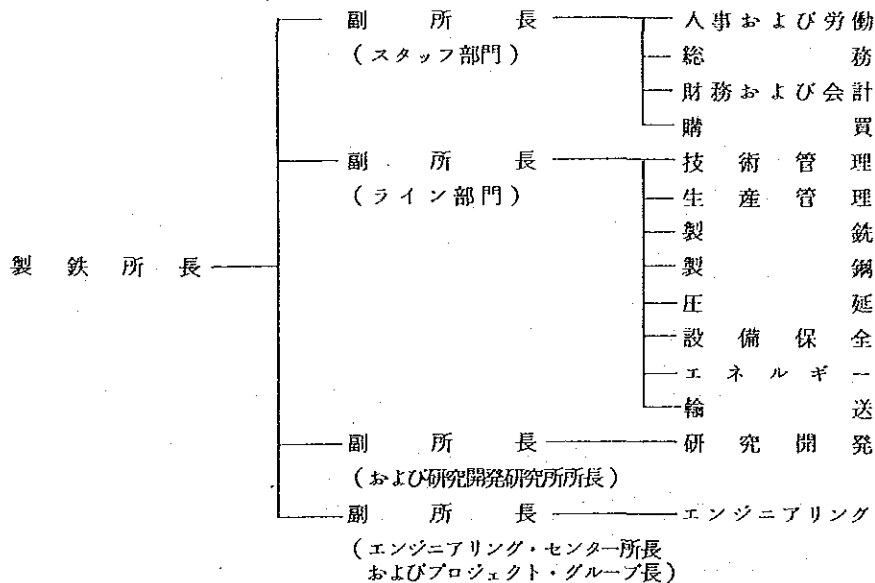
BURNPUR 製鉄所は新製品を開発するだけでなく、製品の品質を改善する能力を確保し、また現場における生産活動との密接なコミュニケーションのもとに基礎および応用研究を執行する必要がある。この目標を達成するために、RANCH における中央研究所と密接な関係を維持できる研究開発の組織および制度を確立することが基本的に必要である。

そしてより良い生産設備の導入（既存設備の改造、更新並びに新設備の設置）もまた不可欠である。何故なら、老朽化し、劣化した生産設備が改善されずにそのまま放置される場合には、稼働率、生産性、歩留りおよび製品の品質が低下し、結局競争力の低下を招くことになるからである。より良い生産設備の導入を促進するためには、プラント・エンジニアリングシステム、すなわちエンジニアリング・センターの組織と制度の導入、確立が必要である。

④ 経営組織

現在、BURNPUR 製鉄所で、生産管理、品質管理、原価管理およびその他の管理のために機能している経営組織は、あまりにも一時しのぎのものに思われる。

BURNPUR 製鉄所では上工程から下工程までの物の流れにおいても、また過去、現在から将来への時系列においても、一貫した管理が十分に機能していないように思われる。一貫した経営組織を確立するためには、つぎのような組織が必要であろう。



この経営組織において、技術管理部、生産管理部、設備保全部の各部長（ゼネラル・マネージャー）の主要業務はつぎのとおりである。

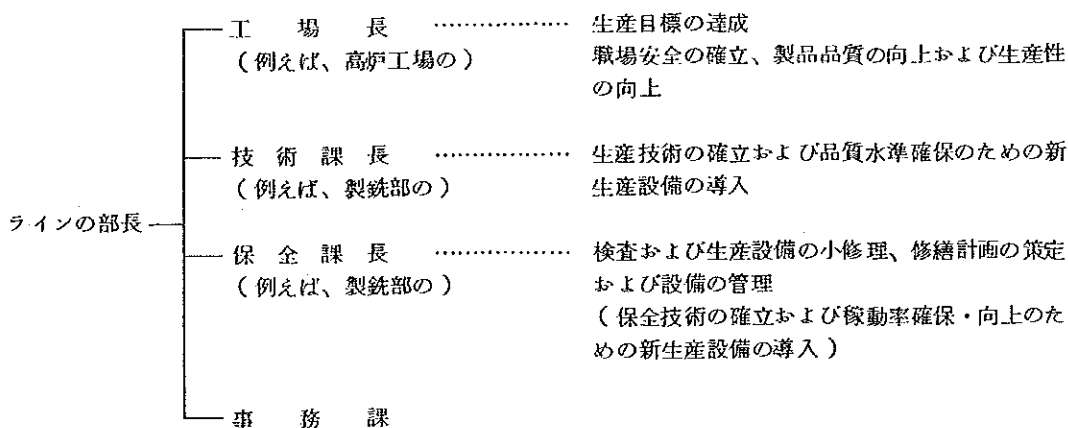
技術管理部部長： 日々の一貫した品質管理体制と長期的な品質保証体制の確立に責任を負う。日々の品質管理体制の導入・確立によって、例えば原料および燃料の管理、並びに製品歩留りの管理ができるようになる。

生産管理部部長： 日々の一貫した生産管理体制の確立と長期的な生産およびマーケティングの戦略の策定に責任を負う。日々の生産管理体制の導入・確立によって、例えば原料および燃料の需給の管理、並びに製品の出荷管理ができるようになる。

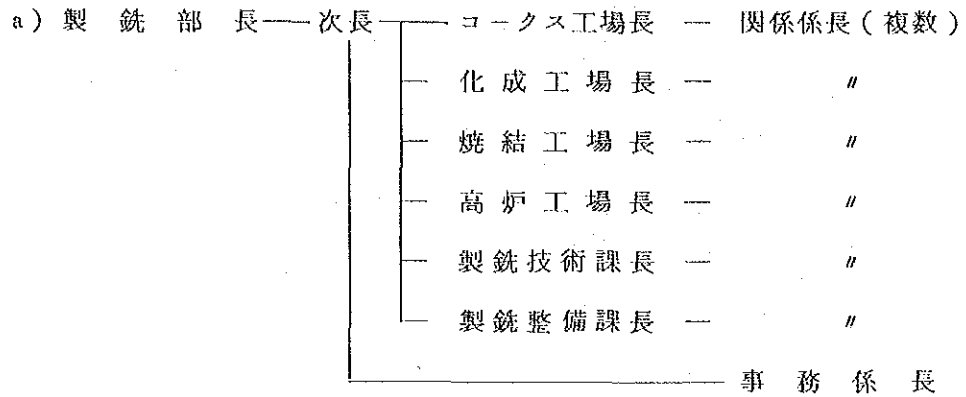
設備保全部長： 製鉄所に設備された設備の保全を促進することに責任を負う。この設備保全は短期的な設備保全と長期的な設備の更新および新規導入についての計画を含んでいる。そして短期的な設備保全は、月または年毎の定期的な修理を含む予防的な保全並びに稼働率の向上および修理コストの節減を図るための中央修繕工場での設備機器等の製作および修繕である。さらにこの部長はエンジニアリング技術の維持および向上並びに設計業務や技術情報を管理する責任も有している。

調査団の提案においては、技術管理部は形鋼管理課を持ち、生産管理部は鉄鋼管理課および生産計画課を持つように考えた。これは製品の品質が前者の部によって一貫的に管理され、生産量および出荷日、納期が後者の部によって一貫的に管理されるようにするためである。

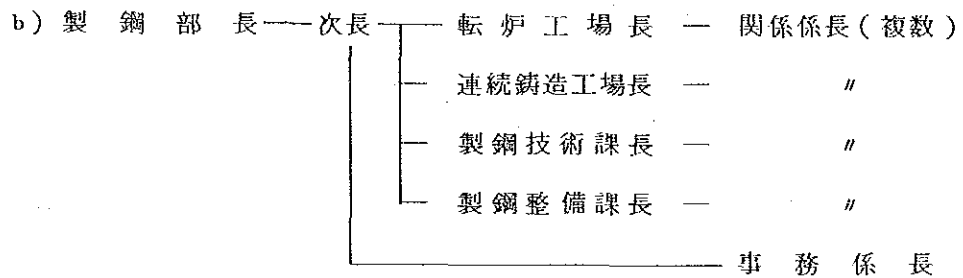
生産ラインの組織については各生産ラインの部長が彼らの責務を能率的に且つ効果的に果たすことができるよう計画した。



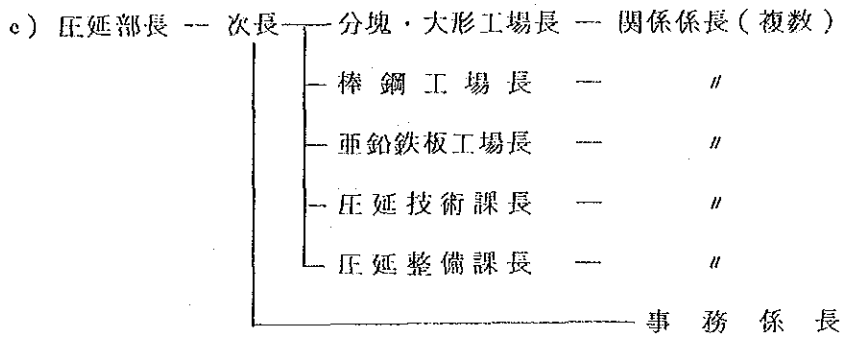
⑤ 本近代化計画（案）におけるライン組織の実例



これにより製鉄部長の強力なる指揮・指導の下に生産現場に密着した製鉄に関する設備・操業技術と、製鉄に関する設備・整備技術の向上が図れる。

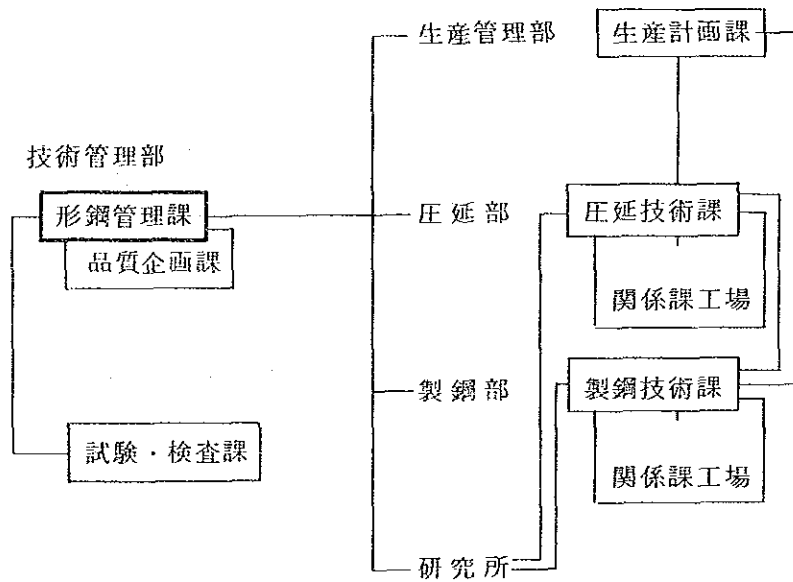


これにより製鋼部長の強力なる指揮・指導の下に生産現場に密着した製鋼に関する設備・操業技術と製鋼に関する設備・整備技術の向上が図れる。



これにより圧延部長の強力なる指揮・指導の下に、生産現場に密着した圧延に関する設備・操業技術と、圧延に関する設備・整備技術の向上が図れる。

⑥ 本近代化計画(案)におけるスタッフ組織の実例(一貫品質管理)



(2) 要 員 (従業員数)

一貫製鉄所に関する要員について以下説明するが、その基本的な思想、考え方については、日本で行なわれているシステムを前提にした。

すなわち、実作業形態との関係から必ずしも普遍的なもの、一般的なものが見当らなかつたこと、そして第1章で述べたように、調査時間の不足から、インドで、SAILで、IISCOで永年にわたり採用されて来た現システムを十分に理解しえなかつたこと(表面的なシステムはともかくとして要員を設定するとなると基本要員に加えての追加要員が必要になる。労働法、慣習などによる年休、休日の取得、労働時間の設定などなどが考えられる)から、あえてレポートでは以下に示す日本式システムを前提にして要員を設定した。

① 考 え 方

- a) ライン部門の内、直接生産活動に従事する部(製鉄、製鋼、圧延、整備、動力、輸送など)の内、24時間連続操業を必要とする課、工場については、以下のように考えた。

設備機器計画に従い、作業員数を考えて、これを基本要員とした。

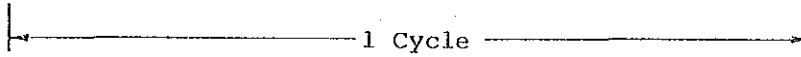
それを単純に4倍してその部門の総作業員数要員とした。

すなわち、4組3交代制を前提とした。

いわゆる4組3交代制の運用例をFig.7.1.8に示す。

当然のことながら3組3交代の要員に較べると33%の要員増となる。

Gr. \ D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
A	M	M	M	M	M	-	-	D	D	D	D	D	-	N	N	N	N	N	-	-	M	M	M	
B	N	N	N	-	-	M	M	M	M	M	-	-	D	D	D	D	D	-	N	N	N	N	N	
C	D	D	-	N	N	N	N	N	-	-	M	M	M	M	M	-	-	D	D	D	D	D	-	
D	-	-	D	D	D	D	D	-	N	N	N	N	N	-	-	M	M	M	M	M	M	-	-	D

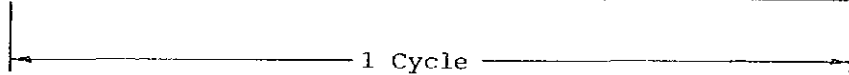


Working Time:	M :	0700 - 1500
	D :	1500 - 2800
	N :	2300 - 0700

Fig. 7.1.8 3 Shifts (M.D.N.) - 4 groups (A.B.C.D.) system in Japan

参考迄に 3 組 3 交制の一つの運用例を Fig.7.1.9 に示す。

Gr. \ D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
A	M	M	M	M	M	M	^M _D	D	D	D	D	D	D	N	N	N	N	N	N	N	N	-
B	D	D	D	D	D	D	N	N	N	N	N	N	N	-	M	M	M	M	M	M	M	^M _D
C	N	N	N	N	N	N	-	M	M	M	M	M	M	^M _D	D	D	D	D	D	D	D	N



Working time:	M :	0700 - 1500
	D :	1500 - 2300
	N :	2300 - 6700

Fig. 7.1.9 Old 3 Shifts (M.D.N.) - 3 groups (A.B.C.) system in Japan

b) その他の部門（スタッフ部門、上記 a 以外のライン部門、研究開発部門およびエンジニアリング部門）については、日本における 200 万 T/Y 規模程度の一貫製鉄所の実績と諸経験とから判断した。

ただし、このライン部門中輸送部関係については、大半が輸送そのものの業務（機関車運転手、転轍工など）と、荷役そのものの業務（原燃料の積降し作業、半製品、製品の積降し作業など）であるが、プロジェクトの具体的検討時に、インド側で再度検討、見直しをお願いしたい。

② 要 員（案）

各部門別の要員を Table.7.1.3 に示す。

要約すると以下の如くなる。

製 鉄 所 長 (1)	┌ ├ ├ └	副 所 長 (1)	ス タ ッ フ 部 門 (570)		
		副 所 長 (1)	ラ イ ン 部 門 (13,254)		
		副 所 長 (1)	研 究 開 発 部 門 (189)		
		副 所 長 (1)	エ ン ジ ン ー ア リ ン グ 部 門 (121)		
合 計	1	+	4	+	14,134 名

因みに生産性は 215 万 T / 14,139 名 = 152 T / Man-Y

Table 7.1.3 List of divisions and departments, and No. of employees in the division

This shows No. of 1st and 2nd step, and () shows No. of 2nd step, in case of separated.

Devision	Div.	Dy. Div.	Dept.	Sect.	Others	Sub-total	Group	Sub-group	Others	Sub-total	Total	Departments in the Division
Personnel & Labour Relations	1	2	8	18	234	263	0	2	40	42	305	Secretariat, Personnel, Labour Relations, Manning, Salary, Safety, Training, Training Center.
Administration	1	1	3	6	59	70	0	3	60	63	133	Organization, Welfare, General Administration.
Finance & Accounting	1	1	4	9	67	82	0	0	0	0	82	Budget & Accounting, Settlement, Accounting (Cost Analyzing).
Purchasing	1	1	3	8	37	50	0	0	0	0	50	Raw Materials & Fuel, Machinery & Materials, Contract.
Technical Control	1	3	6	16	52	78	11	35	113	159	237	Production & Technical Control, Equipment Coordination, Industrial Engineering, Quality Planning, Shape Quality Control, Testing & Inspection
Production Control	1	2	4	12	128	147	10	24	168	202	349	Raw Materials & Fuel Control, Iron & Steel Control, Production Scheduling, Delivery Control.
Ironmaking	1	3	10	22	37 (42)	73 (78)	58 (62)	177 (202)	1,018 (1,343)	1,253 (1,607)	1,326 (1,685)	Coal, Coal-Chemicals, Coke, Sintering, Blast Furnace, Ironmaking Technical, Iron making Plant Maintenance
Steelmaking	1	1	4	13	24	43	27	84 (96)	407 (611)	518 (734)	561 (777)	BOF, CC, Steelmaking Technical, Steelmaking Plant Maintenance.
Rolling	1	2	5	14	59	81	104 (92)	240 (212)	2,528 (2,005)	2,872 (2,309)	2,953 (2,390)	Blooming & Heavy Structural, Bar, Galvanizing, Rolling Technical, Rolling Plant Maintenance.
Equipment Maintenance	1	3	6	22	135 (57)	167 (89)	462 (40)	75 (171)	4,021 (2,924)	4,558 (3,135)	4,725 (3,2240)	Repair, Maintenance, Electrical & Instrumentation Maintenance, Civil Engineering, Refractory Lining, Maintenance Technical.

(continued)

Devison	Div.	Dy. Div.	Dept.	Sect.	Others	Sub-total	Group	Sub-group	Others	Sub-total	Total	Departments in the division										
Energy	1	3	7	24	35	70	11	44	266	321	391	Power Plant, Oxygen Plant, Water Plant, Energy Technical, Fuel Technical, Supply/Demand Adjustment, Environmental Control, Energy Plant Maintenance..										
Transportation	1	2	5	15	19	42	49	140	4,338 (3,970)	4,527 (4,159)	4,569 (4,201)	Transport Planning, Raw Materials & Fuel Transport, Product Transport, Raw Materials & Fuel Handling, Product Handling, Transport Technical.										
Laboratories	5	1	14	20	24	64	4	4	117	125	189	Ironmaking R&D, Steelmaking R&D, Products R&D, Welding R&D, Basic R&D, Coordination, Testing.										
Engineering Center	9	1	20	22	47	121	0	0	0	0	121	Ironmaking Plant Engineering, Steelmaking Plant Engineering, Rolling Plant Engineering, Energy & Transportation Engineering, Mechanical Engineering, Electrical Engineering, Instrumentation Engineering, Heat Technology & Engineering, Civil Engineering, Coordination.										
Grand Total	26	26	99	221	979 (906)	1,351 (1,278)	736 (306)	828 (933)	13,076 (11,617)	14,640 (12,856)	15,991 (14,134)	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Productivity</td> </tr> <tr> <td>at 1st Step</td> <td>62 T/M-y</td> </tr> <tr> <td>1 MT/Y</td> <td></td> </tr> <tr> <td>at 2nd Step</td> <td>152 T/M-Y</td> </tr> <tr> <td>2.15 MT/Y</td> <td></td> </tr> </table>	Productivity		at 1st Step	62 T/M-y	1 MT/Y		at 2nd Step	152 T/M-Y	2.15 MT/Y	
Productivity																						
at 1st Step	62 T/M-y																					
1 MT/Y																						
at 2nd Step	152 T/M-Y																					
2.15 MT/Y																						

+ Gen. superintenant 1 } 15,996
+ Deputy gen. superintendent 4 } (14,139)

7-1-9 教育訓練

製鉄業にあつては、ソフト（技術と技能）あつてこそそのハード（設備・機器）だけに、ハードの機能を100%発揮させて生産性をあげ、収益性を向上、そして高競争力を得るためにはソフトの充実、すなわち教育と訓練とによる技術と技能のレベルアップが必要不可欠である。

たとえば、高炉大型化への対応がある。BURNPURでは1922年建設された500 m^3 高炉から次のレベルの1,170 m^3 高炉を建設するに至る迄36年の年月を要している。

同様のことは日本における高炉大型化の歴史をふりかえってみてもわかる。ある製鉄所の第1号500 m^3 高炉に火が入ったのは1901年、そして第9号に相当する1,100 m^3 高炉に火が入ったのは実に1937年、BURNPURと全く同じく36年を要したことになる。

そして2,000 m^3 級の高炉へとスケールアップしたのは、第13号に相当する1,950 m^3 高炉に火の入った1962年であつた。

勿論、今日では世界の各地に2,000 m^3 級、3,000 m^3 級の沢山の高炉が林立している。そのみならず建設技術、操業技術の格段の進歩で4,000 m^3 級、5,000 m^3 級の20本近い高炉が既に各国で運転されている。

この高炉設備、操業技術の進歩と発展とは、絶えることのない教育と訓練とによる技術（たとえばハード）と技能（たとえばソフト）との進歩によつてもたらされたものと云つても過言ではない。

勿論、かかる意味での狭義の教育訓練の他に沢山の広義の教育訓練形態がある。

経営者が従業員にその経営方針を説明、徹底をはかるための教育、
人間の能力をフルに発揮させるための教育、その実習、
管理方法を習得させるための訓練、などなど。

このように広義の教育訓練は、講義形式のものから100%即物的なOJT（On the job training）に至る迄沢山ある。

企業の発展をはかるためには、これらの全ての教育訓練は必要不可欠であり、それだけにBURNPUR製鉄所においても、日夜活発な議論が出来るような教育訓練に関する企画が沢山ある。

現地調査時に傍聴した品質管理大会は、Managing director、General

Manager および関係幹部による全従業員を対象にした教育訓練であったが、相互のレベルは高く立派な内容であった。

本プロジェクトで対象になるのは、狭義の教育訓練、すなわち近代化計画の実行に当り、如何に早く、諸設備を稼動させ、如何に速く立上がらせ、設備能力一杯の生産を可能ならしめるための教育であり訓練である。

(1) 考 え 方

① BURNPUR 製鉄所にとって新設備、新技術であると調査団が判断したものについて教育・訓練を計画する。そして実施出来るよう本 F / S の総投資予定額の中に、教育・訓練予算として計上する。

② その実施方法は以下のように考える。

基本的に新設備、新技術を供給する国において短期間の教育・訓練を行なう。また、供給側のエンジニアが、その供給時に BURNPUR において、短期間の教育・訓練を行なう。

③ ただし、かかる新設備新技術が、またその類似のものが、インド国内にある場合は、そこで教育・訓練を行なう。

④ これらについては、その当該実務者だけではとかく近視眼的になり勝ちなので、適宜管理者にも同様の教育・訓練を行なう必要がある。

ただし、これらについては、その実施時点で改めて再検討する。よって以下に述べる教育・訓練計画(案)には含まれていない。

(2) 教育・訓練計画

Table.7.1.4 に上記の考え方に従って、各分野毎の教育・訓練計画(案)を示す。

コースについては、全般的に SAIL 傘下の他 4 製鉄所で教育・訓練が可能であり、また、化成設備のうち PHOSAM 法については、1988 年完成予定の VISAKHAPATNAM 製鉄所で充分に対応出来るものとした。

Table 7.1.4 Training plan

Unit: Man-days

Field		Training given by Indian trainers in India	Training given by trainers dispatched from equipment and technology suppliers, at BURNPUR	Training given in countries supplying equipment & technology
Sintering	Ore yard	0	1,037	122
	Sintering	0	1,403	122
Blast furnace	Blast furnace	0	1,500	1,056
Basic oxygen furnace	BOF	750	1,600	750
	Lime calcining	110	0	110
Continuous casting	Bloom-CC	378	158	189
	Billet-CC	378	158	189
Rolling	Bar	0	530	1,050
Maintenance	Machine assembling	0	30	0
	Forging	0	50	0
	Central maintenance	0	1,650	3,256
	Local maintenance	0	1,650	3,960
Power	Receiving & distribution	0	0	120
	Oxygen	480	120	0
	BF blast	0	120	240
	Gas	0	120	240
Total		2,096	10,126	11,404

7-2 石炭・コークス

7-2-1 近代化計画の前提

(1) 原料炭

CHASNALLA 洗炭工場の改造は近代化計画が実施されるまでには完成し、灰分17%の精炭120万T/YをBURNPUR製鉄所で使用できるものとする。

他方、コークス品位調整用に外国炭を輸入できる。

現在の石炭ヤードには拡張代がないので、新ヤードを建設する必要がある。

国内事情により貨車輸送の原料炭はEASTERN RAIL WAYを使用せざるをえない。このため、現貨車ターミナルの一部を撤去して受入れヤード(Receiving yard)を新設する。CHASNALLA炭はロープウェイで搬入される。

原料炭の品位はTable 7.2.1に示す値とする。

(2) コークス炉

№8炉団の次に№9炉団が再建設され、近代化計画達成のためのひとつの戦力となる。

再建設された№8、9炉団と新設炉団はともに適切な作業管理により長期に安定稼動が可能である。

国産の珪石レンガ等コークス炉用レンガは、大型コークス炉に充分使用でき、なおかつ安定供給を受けることが可能である。

4直3交替、1チームで120本/Dの窯出は可能である。

(3) その他

№8、9炉団の再建設にともない、原料炭ヤード、配合設備、コークス炉に付属する操業機器、化成設備、コークス整粒設備等すべての関連設備が逐次、近代的な設備に更新され、あわせて要員の教育も充分なされている。

発生Cガス中の不純物は下記の濃度とする。

H_2S : Max. 6 gr/Nm³ , HCN : Max. 1.5 gr/Nm³

NH_3 : Max. 0 gr/Nm³

高炉改修時等に余剰となるコークスは外販可能であり、また化成設備で回収される各種化成品も外販できる

7-2-2 設備概要

粗鋼100万T/Yと215万T/Y体制の生産フローを各々Fig.7・2・1と7・2・2に示す。新設する設備、改善する設備を図中の太線で示す。

(1) 100万T体制

既設の№8、9、10炉団とその化成設備で対応する。

第5高炉へ塊コークスを搬送するコンベアーを新設する。

既設備の環境・作業改善と操業安定化のための諸改善を実施する。

(2) 215万T体制

既設の№8、9炉団と新設の大型№11炉団の2地区で操業し、№11炉団に対応する化成設備、コークス整粒設備、石炭ヤードと配合設備を新設する。

№8、9炉団と化成設備は100万T体制下の設備で操業される。

受入ヤードから新ヤードへ原料炭を搬送するコンベアーを新設する。

① 石炭ヤード

原料炭18万Tを野積みする新ヤードを新設する。また既存ヤード地区に貨車ターミナルの一部を撤去して受入ヤードを新設する。

コークスは原則としてコークス整粒地区に置くものとする。なお石炭ヤードでも荷降し、在庫、払出しが可能である。

② 配合設備

№11炉団用原料炭を処理する設備を新設する。方式は配合・2段粉砕法で粉砕機は回転数を可変速とする。

③ コークス炉

№11炉団は炉高7mの大型炉92門より構成され、標準的な付属機器を設置する。

④ コークス整粒設備

№11炉団より生産されるコークスを整粒し塊コークスを高炉へ、粒コークスを焼結へ搬送する設備を新設する。

貯骸となるコークスは整粒前にヤード降しとする。

⑤ 化成設備

№11炉団から発生するコークス炉ガスを排送、精製する設備を新設する。

脱硫によって発生する含硫黄廃液からは硫酸を製造する。

脱アンモニア設備は PHOSAM 法により液安を製造する。

㊦ 1 1 炉団から発生するガス液を処理するガス液蒸留、活性汚泥設備を新設する。

粗軽油は外販する事として出荷タンクをもうける。タールは発電用の燃料として活用する。

操業に直接関係する試験、分析機器等を増強強化する。

以上主要設備装置の概要を Table 7・2・2 に、仕様を Table 7・2・5 に示す。

上記の設備内容は㊦ 8、9 炉団の再建設にともなう改善、改造の投資内容と敷地の制約等により変更があり得る。

また、215万 T 体制においては、実行段階ではその時点での現地の実態にあわせ、設備変更、仕様変更、さらには実施スケジュールの変更も必要となる。

Table 7.2.1 Coking coal blending schedule

Coal type	Blending ratio (%)	Volatile matter (%)	ASH content (%)	Annual consumption (1,000 Dry T/Y)		Coke quality expectation
				1 MT/Y	2.15 MT/Y	
Prime	50	24.3	17.0	665.5	1,197.0	Ash: 23~24% (M10: 13~15%)
Medium	30	28.0	19.0	399.3	718.2	
Blendable	10	31.0	18.5	133.1	239.4	
Import	10	24.0	9.0	133.1	239.4	
Total	100	26.1	17.0	1,331.0	2,394.0	

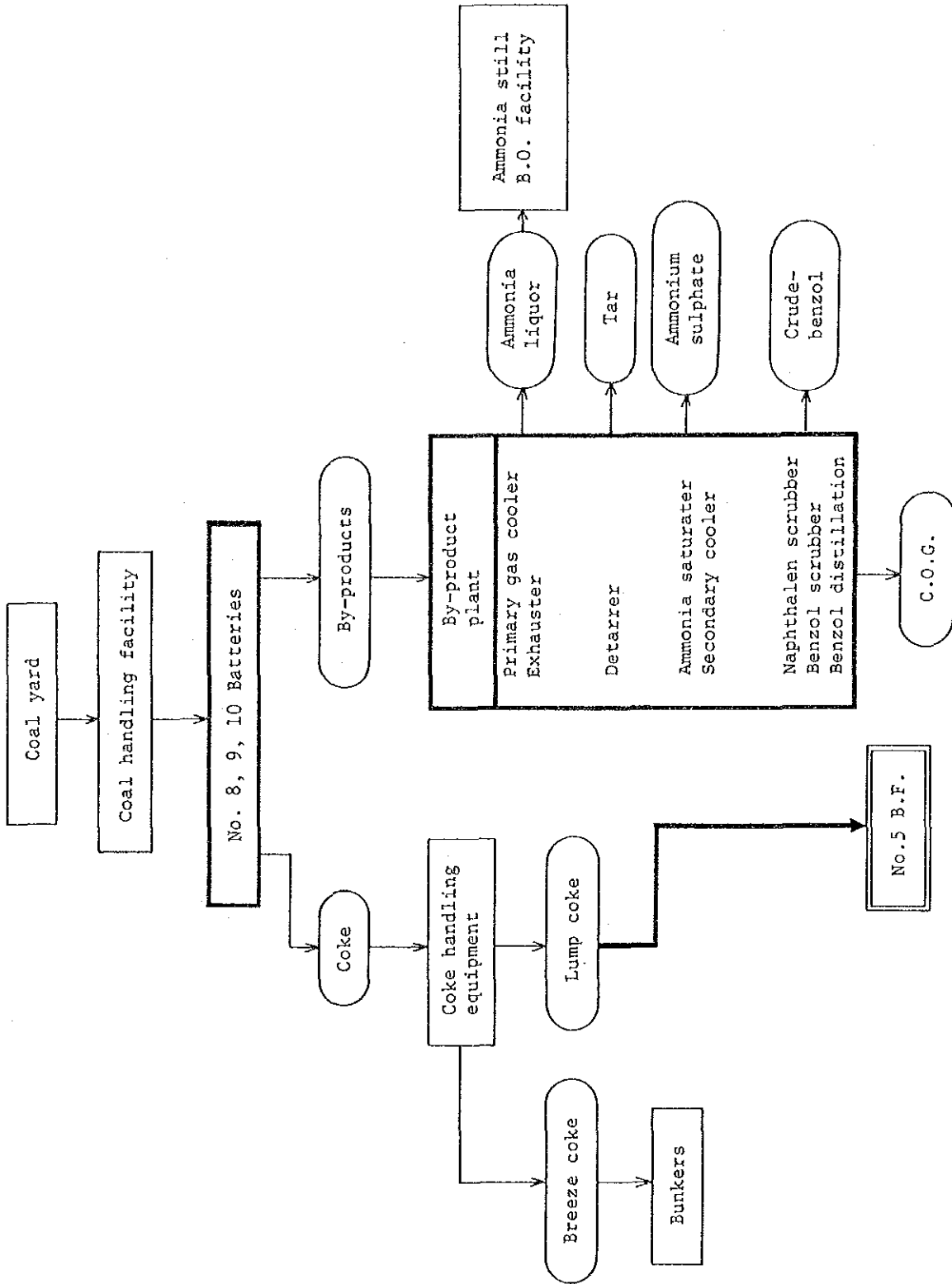


Fig. 7.2.1 Process flow (1 MT/Y)

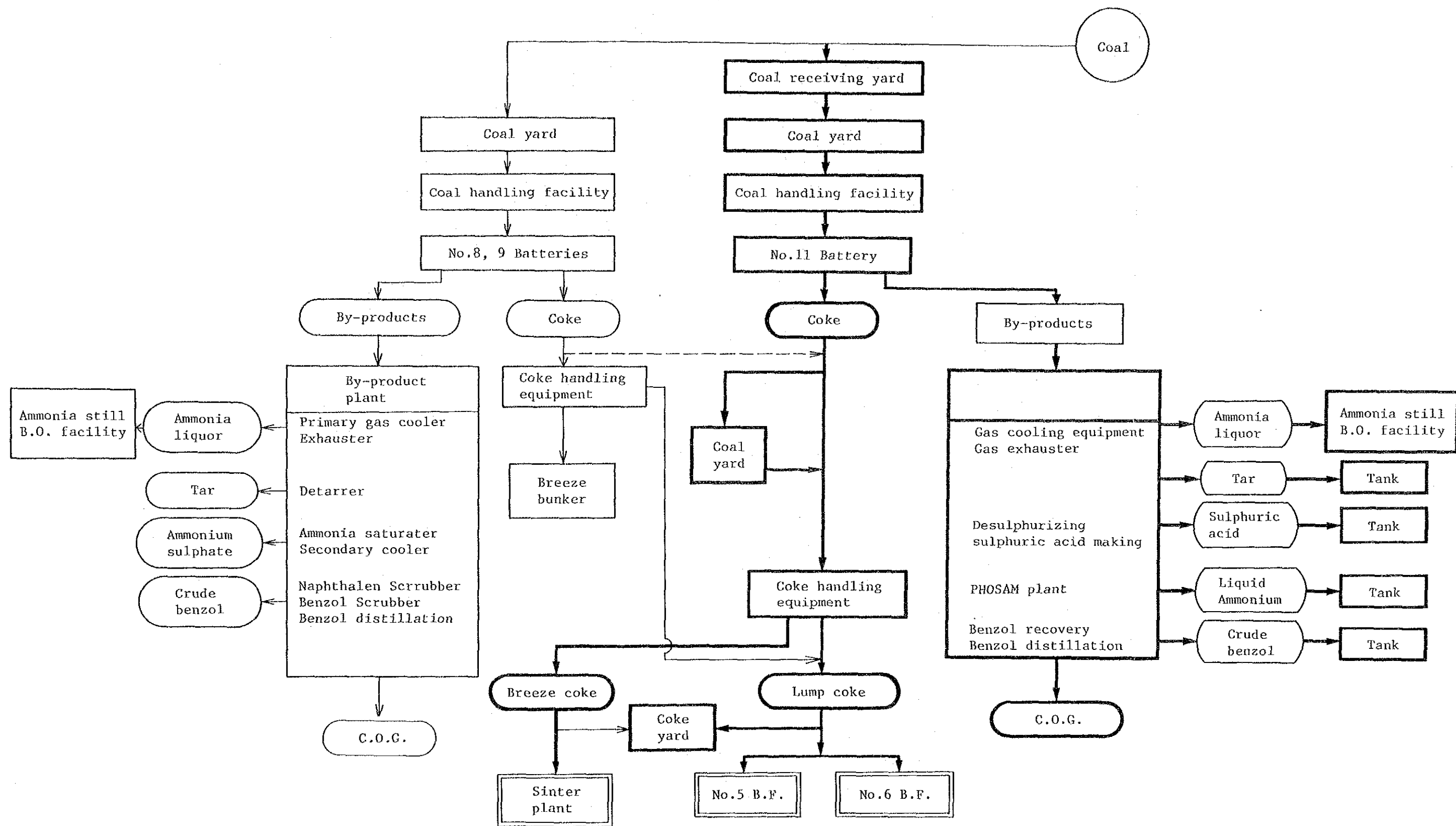


Fig. 7.2.2 Process flow (2.15 MT/Y)

Table 7.2.2 Outline of Equipments and facilities

Equipment and facility	Quantity	Outline
1. Improvement		
(1) Dust collector	2 sets	No.8, 9 Batt.: Capacity 2,500 m ³ /min
(2) Oven machine	2 sets	Coke guide car: Charging car
(3) Smokeless charge	2 sets	No.8, 9 Batt.
(4) Induction radio and V.H.F. radio	2 systems	Coal, Coke, By-product area
(5) Workers office	1 set	Coke, By-product area
2. Yard		
(1) Coal receiving yard	1 set	Yard area: 3,840 m ² Wagon Tippler: 1 unit Stacker-cum-reclaimer: 2 units
(2) Coal yard	1 set	Yard area: 46,080 m ² Storage capacity: 180,000 T Stacker: 1 unit Stacker-cum-reclaimer: 2 units
(3) Coke yard	1 set	Coke stacker: 1 unit Coke cutter and screen: 2 units
3. Coke/by-product plant		
(1) Coal handling facility	1 set	Coal blending bin: 350 T/bin x12bins Prime. and secondary crusher: and others
(2) Coke oven	92 chambers	Coke chamber volume: 7,200 mm(H) x 450 mm(W) x 16,500 mm(L) Effective volume: 48 m ³ /oven
(3) Transportation equipment	3 systems	Coal receiving yard to coal yard: 400 T/h Coke for No.8, 9 Batt.: 220 T/h Coke for No.11 Batt.: 220 T/h
(4) Gas exhaust equipment	3 units 6 units	Gas exhaust equipment: 60,000 Nm ³ /h Primary gas cooler: 16,000 Nm ³ /h cooler
(5) Gas refining equipment	1 system	Desulphurizing equipment

(continued)

Equipment and facility	Quantity	Outline
(6) Bacteriological oxidation facility	1 set	Final cooler Benzol recovery equipment and others Sulphuric acid equipment PHOSAM plant Capacity: 720 m ³ /D
(7) Testing and analyzing facilities	1 set	Building area: 300 m ² x 2 floor Sample preparation device: x 1 set Testing and analyzing device: x 1 set

7-2-3 実施スケジュール

(1) 100万T体制

第5高炉の稼働1ヶ月前には既設設備に対する追加投資が完了する事を原則としている。

稼働中の設備を対象としているため、設備の取合を十分に考慮したスケジュールが大切である。

(2) 215万T体制

第6号高炉の稼働1ヶ月前には、 $\#11$ 炉団をスタートさせ、徐々に立上げて3ヶ月かけてフル稼働出来るようにする。

コークス炉のレンガ乾燥、昇温は3ヶ月をかけておこなう。

コークス炉の操業開始にあわせて、他の設備の操業開始時期が決定される。

$\#8$ 、 9 炉団の操業を安定させるべく、操業機械(Oven machine)の予備機もこの時期に完成の上、準備させ、いつでも使用出来る態勢をととのえる。

受入れヤードの建設を効率的に実施し、貯炭をコークス炉稼働の2ヶ月前より可能とする。

以上の工事は地盤整備完了後すみやかに開始し工事の平準化を計る。

以上の前提のもとに作成した工程表をTable 7.2.3に示す。

7-2-4 レイアウト

Fig.7.2.3に新設の工場全体レイアウトを示す。図中に、将来設置する可能性のあるTarとB.T.X蒸留の予定地を示す。

新ヤードは有効貯炭面積を考慮したPile配置とした。コンベアーの取合で生じる空地は、各種の建家の設置と、資材置場として活用できる。

コークス炉団はヤードと平行に配置し、 $\#8$ 、 9 炉団の代替となる $\#12$ 炉団用のスペースも配慮した。

$\#11$ Bと $\#12$ Aのコークスサイドには、将来コークス乾式消火設備(C.D.Q.)を設置するスペースをもうけている。

化成設備のレイアウトも将来炉を考慮した配置としている。

活性汚泥設置は設置スペースの関係上、Tar、B.T.X.予定地の東側とした。

なおヤードとコークス炉間にはヤード2面に相当する空地を設けている。この空

Table 7.2.3 Construction schedule

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 1 MT/Y							
Improvement	●	●	▲	◊	⊕		
Coke conveyor		●	▲	◊	⊕		
2. 2.15 MT/Y							
Coal yard	●	●	▲	◊		⊕	
Coal handling	●	●	▲	◊	◇	⊕	
Coke oven	●	●	▲	◊		⊕	
By-product	●	●	▲	◊	◇	⊕	
Others	●	●	▲	◊	◇	⊕	

- Design
- ▲ Foundation
- ▼ Building work
- ◇ Installation work
- ⊕ Overall test-run
- ▲ Hot-run

地は $\#$ 11炉団のリブレイス用地、受入ヤードと現ヤードとを統合して効率化を計る時の用地、粉コークスの篩分を強化する時の用地等に活用できる。この用地の使用方法は $\#$ 8、9炉団の寿命をも考慮して総合的に判断する必要がある。

7-2-5 マテリアルフロー

- (1) 原料炭品位の前提と配合計画を Table 7.2.1 に示す。

原料炭の配合割合は主にコークス灰分の低下を目的にして決定しており、コークス強度の改善は結果として得られるものとしている。

コークス強度も含めたコークス品位を総合的に管理するには、各種の原料炭特性を的確に把握する必要がある。215万 T/Y 体制で初めて可能となる。

- (2) コークス・化成設備の原料・ユーティリティーおよび副原料の原単位、およびそれらの年間消費・生産量を Table 7.2.4 に示す。

コークス生産量は高炉における塊コークス使用量と粉率により決定される。100万 T/Y 体制では $\#$ 8、9、10炉団の224門が稼動していることより、コークス生産量に見合う、操業負荷率は約85%と低くなる。低負荷率に起因する種々のトラブルを回避すべく、操業負荷率を5%上げて最低90%とし、そのため発生する余剰コークスは外販する事としている。

215万 T/Y においては $\#$ 8、9炉団の延命と、 $\#$ 11炉団の立地条件、効率性より、 $\#$ 8、9炉団は100%の操業度とした。

Cガス、Bガスは主にコークス炉で使用されている。コークス炉操業の安定化がなされた後に、燃焼管理をC.P.U.化し、使用ガス量の減少を図ることが必要である。またC.D.Q.の設置は省エネルギーとなるばかりでなく、コークス品質の改善、ひいては高炉操業の安定改善にも寄与することを考慮し、別途検討されるべき事項である。

$\#$ 8、9炉団で大量に使用している蒸気も、電力の安定需給、Cガス焚き加熱炉の採用等々により大幅に減少させることができる。

以上3件はいずれもエネルギー改善に波及効果を与えるものであり、操業が安定し、追加投資が可能であれば早期に実施すべき事項である。

Fig.7.2.4 と 7.2.5 に主原料と製品の量バランスを示す。

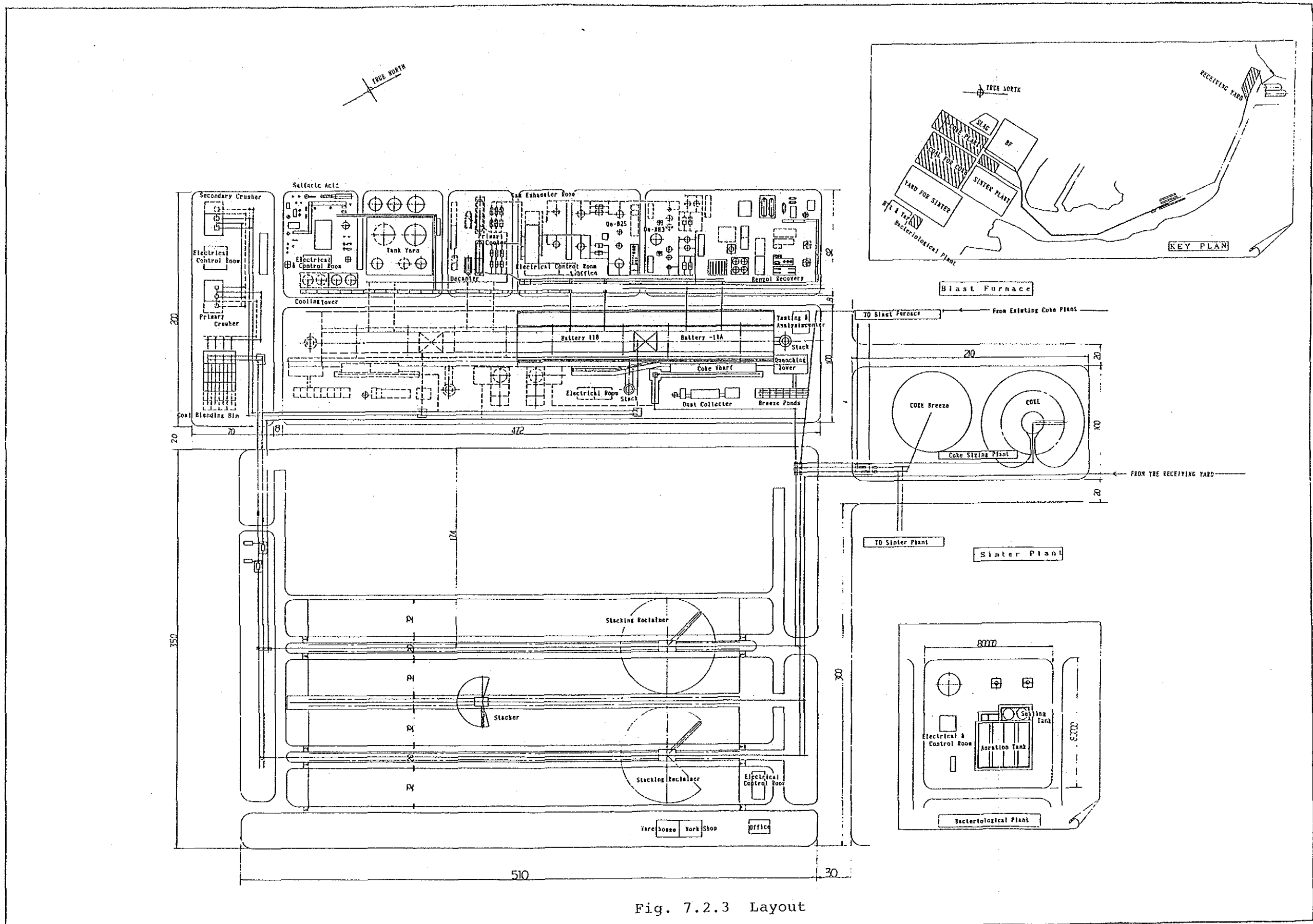


Fig. 7.2.3 Layout

Table 7.2.4 Consumption and generation

Production amount 10 ³ T/Y	Raw material			Utility			By-products			
	Name	Unit	Annual consumption	Name	Unit	Annual consumption	Name	Original material	Annual generation	
Coke 792.2	Coal	1.68 T/T-coke	1,331 x 10 ³ T	C.O.G.	89.2 Nm ³ /T-coal	118.8 x 10 ⁶ Nm ³	Coke breeze	14.9%/T-coal	198.1 x 10 ³ T	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Domestic 90% Import 10% </div>	T/T-coke	1,331 x 10 ³ T	B.F.G.	360.4 Nm ³ /T-coal	479.7 x 10 ⁶ Nm ³	C.O.G.	276 Nm ³ /T-coal (4,000 kcal/Nm ³)	367.4 x 10 ⁶ Nm ³	
				Electric power	27 kWh/T-coal	35.9 x 10 ⁶ kwh	Tar	2.5%/T-coal	33,276 T	
	I MT/Y	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Domestic 90% Import 10% </div>	T/T-coke	1,331 x 10 ³ T	Steam	461 kg/T-coal	613.2 x 10 ³ T	Crude benzol	0.5%/T-coal	6,655 m ³
					Industrial water	1 m ³ /T-coal	1,331 x 10 ³ T	Ammonium sulphate	0.45%/T-coal	5,990 T
					Nitrogen	0.25m ³ /T-coal	332.8 x 10 ³ Nm ³			
					Pure water	6.6 kg/T-coal	8,760 T			
					Compressed air	5 m ³ /T-coal	6,655 x 10 ³ Nm ³			
					Sulphur	1.3 kg/T-coal	1,760 T			
					Wash oil	0.3 kg/T-coal	399 T			
Coke 1,438.8	Coal	1.68 T/T-coke	2,394 x 10 ³ T	C.O.G.	50.8 Nm ³ /T-coal	121.7 x 10 ⁶ Nm ³	Coke breeze	15.0%/T-coal	359.7 x 10 ³ T	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Domestic 90% Import 10% </div>	T/T-coke	2,394 x 10 ³ T	B.F.G.	533 Nm ³ /T-coal	1,276.1 x 10 ⁶ Nm ³	C.O.G.	275.9 Nm ³ /T-coal (4500 kcal/Nm ³)	660.6 x 10 ⁶ Nm ³	
				Electric power	28.7 kWh/T-coal	68.6 x 10 ⁶ kwh	Tar	2.92%/T-coal	69,996 T	
	2.15 MT/Y	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Domestic 90% Import 10% </div>	T/T-coke	2,394 x 10 ³ T	Steam	218 kg/T-coal	552.1 x 10 ³ T	Crude benzol	0.5%/T-coal	11,970 m ³
					Industrial water	1.8 m ³ /T-coal	4,233.6 x 10 ³ m ³	Ammonium sulphate	0.18%/T-coal	4,251 T
					Nitrogen	0.25m ³ /T-coal	598.5 x 10 ³ m ³	Liquid ammonium	0.13%/T-coal	3,036 T
					Pure water	13.7 kg/T-coal	32.8 x 10 ³ T			
					Compressed air	5 m ³ /T-coal	12.0 x 10 ⁶ m ³			
					Wash oil	0.3 kg/T-coal	718 T			
					Picric acid	-----	100 T			
Steam (15kg/cm ²)					5.7 kg/T-coal	13.7 x 10 ³ T				
Phosphoric acid	-----	3.3 T								
Caustic soda	-----	45.5 T								

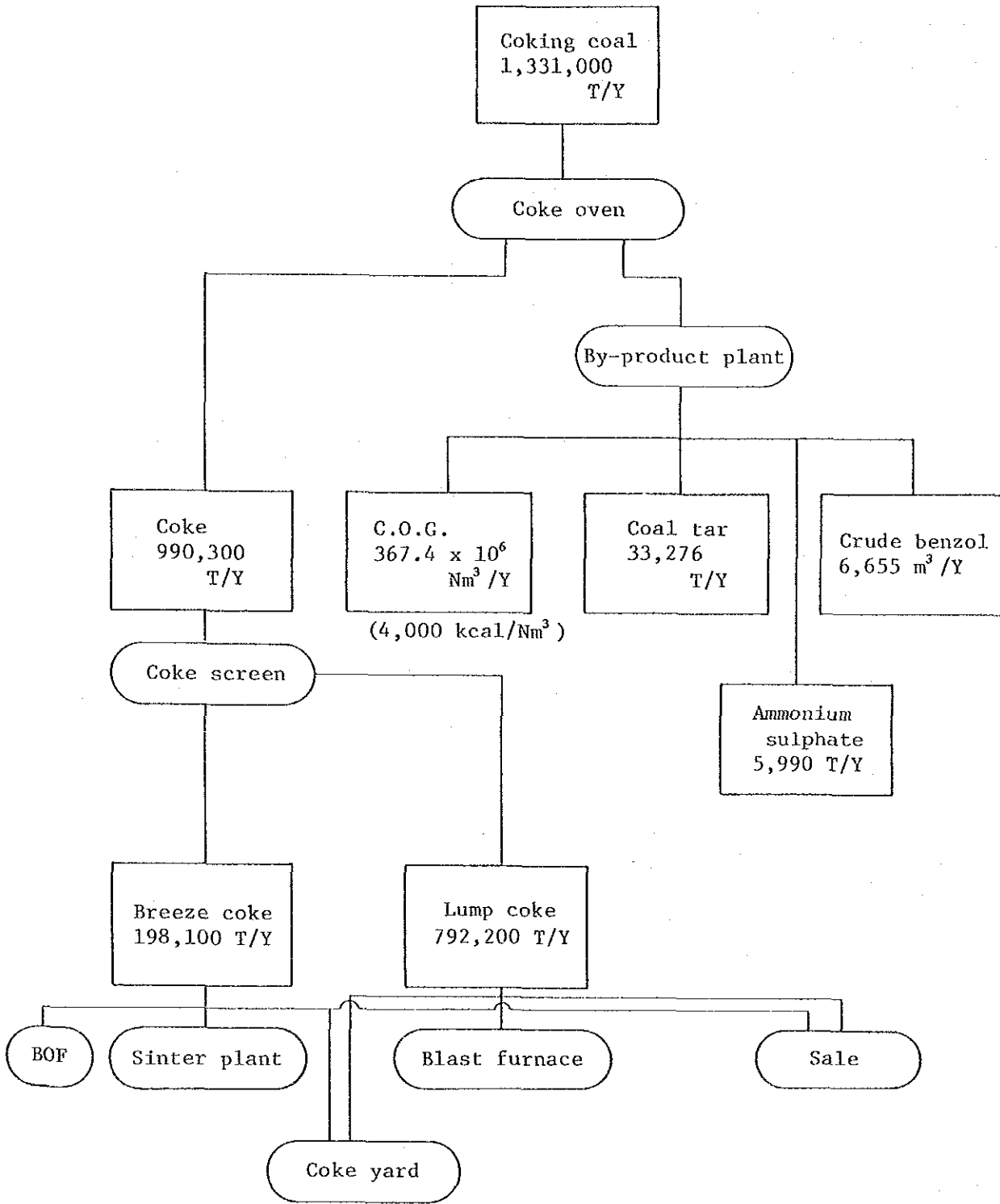


Fig. 7.2.4 Production balance (1 MT/Y)

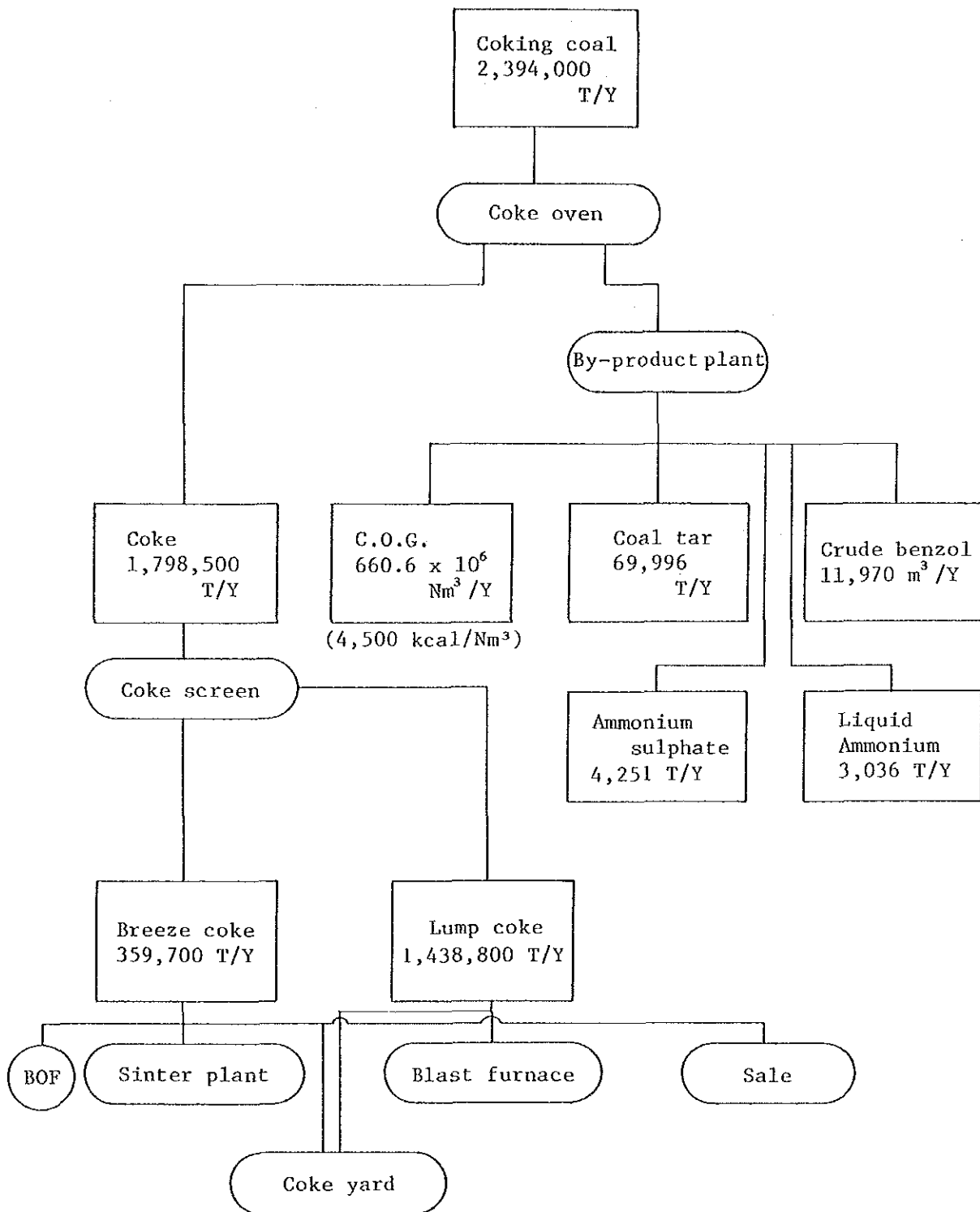


Fig. 7.2.5 Production balance (2.15 MT/Y)

7-2-6 建設資材

近代化計画を実施するために必要な資材は、基本的に国産品を使用することとし、日本ポーションは、高圧、高速の回転体、電気機器の一部、制御機器や高圧機器などの性能保証がきわめて重要な要素となる装置に限定した。

Table 7.2.5 Specifications

Equipment and facility	Quantity	Specification
1. No.8, 9 Batt. and By-product		
1) Dust collector for coke guide car and charging car	2 sets	Bag filter: 2,500 m ³ /min
2) Smokeless charge	2 sets	High pressed ammonia liquor, spray
3) Oven machine	2 sets	Charging car, Coke guide car
4) Tar, Ammonia liquor, sludge, separation	1 system	Super-decanter
5) Coke transport equipment	1 system	1,050 mmw x 220 T/h x 2.4 km
6) Communication system	1 system	Induction wireless telegraph very high frequency wireless telegraph
7) Office and operators house	1 system	
2. Coal receiving yard		
1) Yard		32 m x 120 m x 1 yard
2) Wagon tippler	1 unit	600 T/h (60 T/wagon x 10 wagons/h)
3) Locomotive	2 units	80 T Diesel
4) Stacker-cum-reclaimer	2 units	400 T/h
5) Belt conveyer	1 system	1,050 mmw x 600 T/h x 7 units 1,020 mmw x 600 T/h x 1 unit 900 mmw x 400 T/h x 1 unit
6) Coal transport equipment	1 system	900 mmw x 400 T/h x 2.4 km
3. Coal yard		
1) Yard		32m x 360m x 4 yards Storage capacity: 180,000 T
2) Railless car	6 units	Shovel x 2, Dump x 4
3) Stacker	1 unit	400 T/h
4) Stacker-cum-reclaimer	2 units	400 T/h
5) Belt conveyer	1 system	1,050 mmw x 400 T/h x 2 units 900 mmw x 400 T/h x 13 units 600 mmw x 50 T/h x 2 units
6) Automatic sampler	1 unit	Width of slot: 225 mm Travelling speed: 500 mm/sec
7) Screen	2 units	Single deck ripple flow type: 400 T/h

(continued)

Equipment	Quantity	Specification
8) Electric house and control room	1 unit	300 m ² (2F)
Office	1 unit	240 m ²
Ware house	1 unit	300 m ²
Maintenance workshop	1 unit	300 m ²
4. Coke handling equipment		
1) Coke stacker	1 unit	220 T/h
2) Coke cutter	2 units	Double roll type: 220 T/h
3) Coke screen	2 units	Single deck ripple flow type: 220 T/h
4) Dust collector	2 units	Washer type: 500 Nm ³ /min x 1 1,000 Nm ³ /min x 1
5) Belt conveyer	1 system	900 mmw x 220 T/h x 8 units 1,050 mmw x 220 T/h x 6 units 600 mmw x 50 T/h x 5 units
5. Coal handling facility		
1) Coal receiving conveyer	1 system	1,020 mmw x 400 T/h x 2 units 1,400 mmw x 400 T/h x 4 units
2) Coal blending bin	12 bins	350 T/bin
3) Primary crusher	2 units	Hammer type: 250 T/h (Variable speed control)
4) Secondary crusher	2 units	Same as Primary crusher
5) Belt conveyer	1 system	1,400~900 mmw x 24 units
6) Constantfeed weigher	12 units	~50 T/h
7) Charging coal bin	1 bin	2,500 T/bin
8) Dust collector	1 unit	Bag filter type: 2,000 m ³ /min
9) Electric house and Control room	1 unit	600 m ² (2F)
6. Coke oven Battery		
1) Coke oven	92 ovens	7,200 x 450 x 16,500 mm (Height x Width x Length) Effective volume: 48 m ³ /oven
2) Stack	2 units	120 m
3) Charging car	2 units	One point table feeding type, oven-top cleaner, hopper scale, charging hole lid seal, ignition, pre-duster, dust collector.

(continued)

Equipment	Quantity	Specification
4) Pusher machine	2 units	One point pushing and leveling, door and jamb cleaner.
5) Coke guide car	2 units	One point type, dust collector, door and jamb cleaner.
6) Quenching car	2 cars	Dump type.
7) Q/C locomotive	2 cars	
8) Quenching equipment	1 system	Pump: 540 T/h x 2 Tower height: 25 m Dust filter, Breeze ponds
9) Coke wharf	1 system	25 m L X 10 m W x 3 Drum feeder
10) Dust collector	1 unit	for coke guide and charging car Bag filter type: 5,000 m ³ /min
11) Gas reversing equipment	1 system	Hydraulic type
12) Coke belt conveyer	1 system	No.11 Batt. to coke handling coal yard to coke handling 1,200~900 mmW x 220 T/h x 300 mL
13) Coke center	1 set	Situated under/charging-coal-bin
14) Testing and analyzing center	1 set	600 m ² (2F) Sample preparing equipment Testing equipment Analyzing equipment
7. By-product plant		60,000 Nm ³ /h
1) Gas cooling equipment	1 system	Primary cooler: 16,000 Nm ³ /h cooler Decanter, Separate tank Super-decanter: x 2
2) Gas exhauster	3 units	40,000 Nm ³ /h x 1,800 mmAg
3) Benzol recovery equipment	1 system	Naphthalen scrubber: Spray type x 1 Electric mist precipi precipitater: Indirect cooler: x 1 Benzole scrubber: spray type x 2
4) Benzol distillation equipment	1 system	Wash oil treating volume: 110 m ³ /h Dehydration tower: x 1 Stripping still : x 1 Depitching still : x 1 Heating furnace : x 1
5) Desulphuriging equipment	1 system	Sulphur removal rate: over 90% Absorber : x 1 Regenerater: x 1
6) Sulphuric acid making equipment	1 system	KOMPACS method Sulphuric acid making plant: Max 22 T/D

(continued)

Equipment	Quantity	Specification
7) Ammonia liquor treatment equipment	1 system	Ammonia washer: x 1 Ammonia removal rate: over 90% Ammonia still: x 1
8) Liquid Ammonium making equipment	1 system	PHOSAM method Liquid Ammonia: Max 17 T/D
9) Bacteriological oxidation equipment	1 system	Ammonia liquor treating 30 m ³ /h
10) Tank		Tar: 4,000 m ³ , Crude benzol: 650 m ³ and others
11) Cooling tower	2 units	900 T/h x 2

7-2-7 補 足 説 明

(1) コークス炉の稼動門数

① № 8、9 炉 団

1987年、1991年にそれぞれ稼動するであろう、№ 8、9 炉団の各78門は、1993年以降の近代化計画を達成するために必要な重要な設備となる。

本プロジェクトの営業期間を20年間とすると、2012年には№ 8、9 炉団の炉令はそれぞれ、26年と22年となる。

2012年に何門のコークス炉が稼動しているかは、この間の操業条件、保全状況、運転方法により大きく変わる為、一概には言いきれないが、№ 8、9 炉団156門中、休止あるいは補修中の炉を20門とし、稼動は136門と予想した。特に№ 8 炉団については、1987年稼動開始と同時に4年間高負荷をかけることが見込まれるので破損も早いと予想する。

したがって20年間の平均稼動門数は146門(68門+78門)とした。

② № 11 炉 団

№ 11 炉団の必要設置門数は、炉の有効容積を48 m^3 の一定とすると、№ 8、9 炉団の稼動門数と操業度により決定される。

本計画では、1986年11月に来日した、インド側ミッションの炉令30年に対する各種の懸念をも考慮して、操業度を100%としている。

ちなみに№ 8、9 炉団の稼動門数を、156門とし、その操業度を120%とすると、№ 11 炉団の設備門数は計算上76門となる。

この場合、C ガスバランスへの影響は計画に対して、発生量でマイナス1.6%、使用で1.9%の増量となる。

(2) コークスバランス

原料炭灰分の低下によりコークス比重が低下しコークス歩留は見掛上低下する。また、コークス炉炉高の相違によりコークス、ガス等の歩留も変化する。本計画にはこれらの条件変化を織り込んでいる。

コークス粉率はコークス強度、コークスの輸送によって生じる落差による粉化、コークス篩の篩目、篩分け効率によって変化する。

本計画は現状の粉率(18%)を基にこれらの条件変化を考慮して安全側に粉率を推定した。

BURNPUR製鉄所近代化後のコークス水分値、粒度分布に関してさらにスタディを進めれば、ベーシックプランよりも低い粉率が得られる可能性もある。また中塊コークスを高炉に装入する方法もある。

(3) №8、№9 炉団の操業度を 100%とした時のガス燃焼温度の推定。

№8、№9の現状はかなり基準外れの操業を行っており、また、近代化後の№8、№9 炉団の詳細設計条件が不明故、適正なガス燃焼温度の推定は困難である。しかし、日本の標準からみて、操業度 120%の場合に比べ約 60℃位低い温度となる。

(4) 現在、№8、№9 炉団で行っている硫安製造を将来とりやめ、№8、№9 炉団のガスを№11 炉団の液安設備に合流させることは技術的には可能である。その費用については今回の F/S では見積外である。

7-3 鉄鉱石、焼結

7-3-1 概 要

バーンプール製鉄所の近代化において高炉の操業を安定させるためには、装入原料の向上が極めて重要である。

第5章の2で述べた「原料粒度」(Material size)、「付着粉の混入」、「原料品質の不安定」、「高炉の生産性」および「未利用粉鉱」などの問題を解決するため抜本的な改善が必要である。

(1) 鉄 鉱 石

高炉装入原料としての適正粒度 (Optimum size) (10~30 mm) を達成するため整粒設備 (Sizing plant) を設置する。この設備により自社鉄鉱石 (GUA & CHIRIA) および購入鉄鉱石の適正粒度達成と付着粉の混入防止が図れる。

石灰石 (Limestone) やドロマイト (Dolomite) など塊 (Lump) の状態で入荷するフラックス (Flux) に対しては破砕設備 (Crushing plant) を設置し、焼結工場 (Sintering plant) で使用する粒度 (3 mm 以下) に破砕する。(一部は塊の状態を高炉に装入される)。

また、原料の品質を安定化させるために塊鉱および粉鉱のオーアベツディングシステム (Ore bedding system) を導入する。

(2) 焼 結

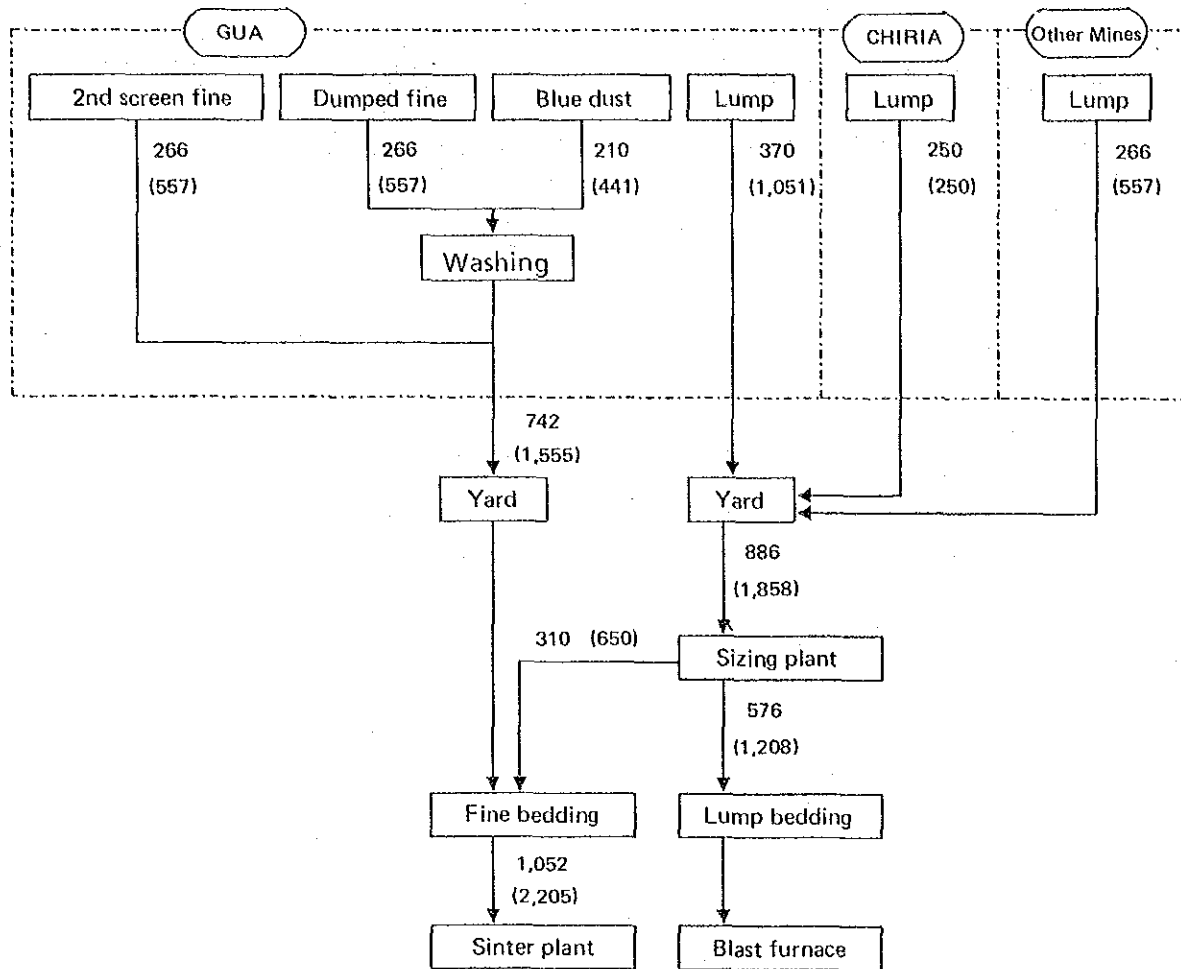
高炉に装入される原料の品質を高め、安定させるために焼結設備の導入を考える。フラックスを焼結鉱に添加することにより、高炉での熱ロスを減少させることができる。

また、GUA 鉱山に未使用のまま堆積されている尾鉱 (Dumped fine ore) やブルーダスト (Blue dust) の一部をGUA 鉱山側で水洗・篩分け (Washing & screening) 後、焼結原料として使用するものとする。

7-3-2 設 備 計 画

(1) 設備計画基本条件

第1期 (1st step) および第2期 (2nd step) における原料使用計画を Fig.



Unit: 1,000T/Y

Note: 1. Figures in () show of 2nd stage
 2. Consumption base at BURNPUR Works

Fig. 7.3.1 Iron ore flow

Figures in () show unit consumption

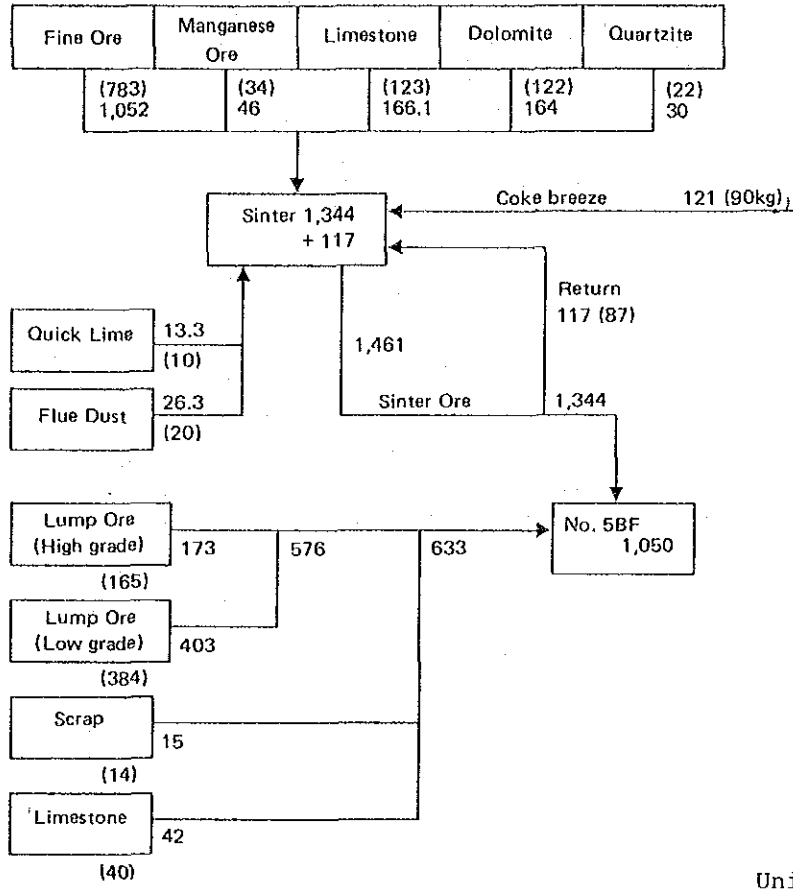
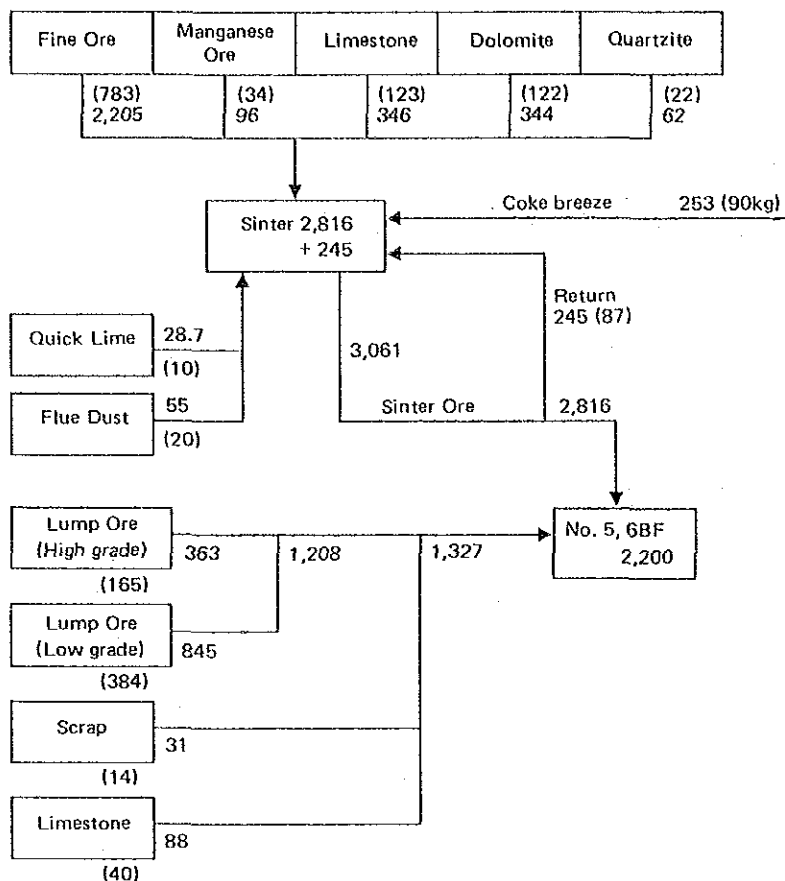


Fig. 7.3.2 Material flow diagramme (1.05MT (Hot metal)/Y)

Figures in () show unit consumption



Unit: 1,000T/Y

Fig. 7.3.3 Material flow diagramme (2.2 MT (Hot metal)/Y)

7.3.1 ~ 7.3.3 および Table 7.3.1 ~ 7.3.4 に示す。塊鉄鉱石は30%の高品位鉄 (High grade ore) (購入鉄) と70%の一般鉄 (GUA & CHIRIA) を使用する。粉鉄鉱石はGUA鉄山の粉鉄を主体に配合する。つまり2次篩分粉 (Fine ore from secondary screening) 25%、1次篩分粉 (Fine ore from primary screening) (Dumped fine) 25%、ブルードスト (Blue dust) 20%および整粒設備発生粉 (Fine ore from sizing plant) 30%の配合をベースとする。

Table 7.3.1 For sinter plant

Item	Unit consumption kg/T-sinter	Quantity (T/D)		Remarks
		1st	2nd	
Sinter production		5,003	10,482	Ope. ratio = 80%
Fine ore	783	3,917	8,207	
Sinter fine	87	435	912	
Mn ore	34	170	356	
Limestone	123	615	1,289	
Dolomite	122	610	1,279	
Quartzite	22	610	231	
Quick lime	10	50	105	
Flue dust	20	100	210	
Total raw material supplied	1,201	6,007	12,589	

Table 7.3.2 For blast furnace

Item	Unit consumption kg/T-pig iron	Quantity (T/D)		Remarks
		1st	2nd	
Pig iron production		3,028	6,345	Ope. ratio = 95%
Lump ore	549	1,662	3,483	
Limestone	40	121	254	
Sinter ore	1,280	3,876	8,122	
Scrap	14	42	89	
Total	1,883	5,701	11,948	

Table 7.3.3 Sizing plant

Item	Lump yield	1st (T/D)			2nd (T/D)		
		BF Consumpt.	Sizing Q'ty	Under size	BF Consumpt.	Sizing Q'ty	Under size
Lump ore	65%	1,662	2,557	895	3,483	5,358	1,875

Table 7.3.4 Flux crushing plant

Item	1st (T/D)	2nd (T/D)
Limestone	615	1,289
Dolomite	610	1,279
Quartzite	110	231
Total	1,335	2,799

(2) 設 備 諸 元

① ヤ ー ド

本設備は高炉および焼結工場に必要な鉄鉱石、石灰石、その他の原料の受入れ (Receiving)、貯蔵 (Storage)、整粒 (Sizing)、ブレンディング (Blending) および供給 (Feeding) を行うための設備であり、受入ヤード設備、整粒設備、フラックス (Flux) 破碎設備、ブレンディングヤード設備および受入・払出 (Stacking & reclaiming) コンベアー (Conveyr) によって構成されている。原料受入れ設備は2種類の貨車 (Bottom dump type および side open type) に対応すべく、ワゴンチップラー (Wagon tippler) 設備を備えている。

受入ヤードは鉄石、石灰、雑原料 (miscellaneous material) など総ての原料を同一ヤードに集中し、ヤードスペースを有効利用している。

受入ヤードおよびブレンディングヤードの貯鉄日数は原料のソースが比較的近いことから、それぞれ20日、10日程度と考えた。ヤード貯鉄能力を Table

7.3.5 に示す。〔但し、置場効率 (Storage efficiency) はヤード60%、ベッド50%とする〕。ヤードおよびベッドの受払いはスタッカーおよびリクレーマーにより行われハンドリングの効率アップを図っている。

整粒設備はスクリーンとクラッシャーの組合せにより高炉装入に適したサイズ (10 ~ 30 mm) に破碎篩分けを行っている。

Table 7.3.5 Material Stock Capacity

Item	Unit capacity T/m ²	1st				2nd			
		Area m ²	Capacity T	Consumption (T/D)	Days	Area m ²	Capacity T	Consumption (T/D)	Days
Yard	8.4	16,000	134,400	5,800	23	24,000	201,600	12,140	17
Bed (Fine)	5.25	12,000	63,000	4,100	15	18,000	94,500	8,590	11
Bed (Lump)	5.25	6,000	31,500	1,580	20	6,000	31,500	3,310	10

フラックス (石灰、ドロマイトなど) の破碎はインペラブレーカー (Impeller breaker) を中心とした破碎篩分け設備により行い、- 3 mm 90% 以上の成品 (Product) を目標に設備を計画している。

Table 7.3.6 にヤード設備の詳細を示す。

② 焼 結

焼結工場の規模は高炉装入原料の70%配合をベースとし、稼働率、生産性、高炉槽下篩 (Screen at BF ore bin) からの返鉱 (Return fine) などを勘案し、有効焼結面積 (Effective sintering area) を210 m²とする。その根拠は下記の通りである。

但し、高炉の出鉄量の変動に対応できるように焼結機のグレイト (Grate) 面積に5%の余裕を持たせている。

Table 7.3.6 Yard equipment

	Equipment	Type	Specification	Quantity
1.	Material receiving line			
1)	Receiving hopper	RC structur, W/Roof	100 m ³	20
2)	Feeder	Apron	600 T/h	20
3)	Belt conveyer		1200 T/h	5
4)	Stacker	Boom slewing	1200 T/h, boom 35mL	2
5)	Ore yard		40mW x 200mL x 14mH	3
6)	Wagon tippler	Car dumping		
2.	Material reclaiming line			
1)	Reclaimer	Slewing, bucket wheel	1,000 T/h, boom 40mL	2
2)	Belt conveyer		1,000 T/h	6
3.	Ore sizing plant			
1)	Surge Bunker	Steel structure	100 m ³	2
2)	Feeder	Apron	600 T/h	2
3)	Screen	Rip1-Flo	8'x20', 9'x20', 7'x16' 7'x20', 6'x12'	14
4)	Crusher	Hydro-Cone	300 T/h, 210 T/h	4
5)	Belt conveyer		10~600 T/h	25
4.	Lime crushing plant			
1)	Surge bunker	Steel structure	100 m ³	1 x 2
2)	Feeder	Apron	200 T/h	1 x 2
3)	Screen	Low-head	6'x14', 7'x18'	5 x 2

(continued)

	Equipment	Type	Specification	Quantity
4)	Crusher	Impeller breaker	150 T/h, 125 T/h	3 x 2
5)	Belt conveyer		100 ~ 600 T/h	14x1,15x1
6)	Lime hopper	Steel structure	600 m ³	4
7)	Feeder	Apron	600 T/h	4
8)	Hopper discharge BC		600 T/h	3
5.	Fine ore bed line			
1)	Ore bed bunker	Steel structure	600 m ³	4
2)	Feeder	Apron	1,000 T/h	4
3)	BC		1,000 T/h	4
4)	Stacker	Wing type	1,000 T/h	2
5)	Fine ore bed		30mW x 200mL x 12mH	3
6)	Reclaimer	Double wheel	1,000 T/h	1
7)	BC		1,000 T/h	4
6.	Lump ore bed line			
1)	Ore bed bunker	Steel structure	600 m ³	4
2)	Feeder	Apron	600 T/h	4
3)	BC		600 T/h	2
4)	Stacker	Double wing type	600 T/h	1
5)	Lump ore bed		30mW x 200mL x 12mH	1
6)	Reclaimer	Double wheel	600 T/h	1
7)	BC		600 T/h	5
7.	BF feeding line			
1)	Belt conveyer		600 T/h	4

(continued)

	Equipment	Type	Specification	Quantity
8.	Dust collector (Sizing plant)	Bag filter	5,000 Nm ³ /min -500 mmAq	1
9.	Electrical equipment			1
10.	Instrumentation equipment		Belt weigher	7
11.	Accessories		Metal detector, Metal remover, Elec. hoist, Vibrator, Sampling eq't.)	1

1st step

Required sinter ore

$$1.05 \times 1.829 \times 0.7 \div 0.92 = 1.461 \text{MT}$$

(Pig iron) (Ore ratio) (Sinter ratio) (Skip ratio)

Required grate area

$$1,461 \times 10^3 \div 365 \div 24 \div 0.8 \div 1.1 \times 1.05 = 200 \text{m}^2$$

(Ope ratio) (Productivity) (Surplus)

2nd step

Required sinter ore

$$2.20 \times 1.829 \times 0.7 \div 0.92 = 3.061 \text{MT}$$

Required grate area

$$3.061 \times 10^3 \div 365 \div 24 \div 0.8 \div 1.1 \times 1.05 = 210 \text{m}^2 \times 2$$

Table 7-3-8 に焼結工場の設備詳細を示すがその特徴は次の通りである。

- a) ブレンディングホッパー (Blending hopper) は 500m³ 10槽とし、粉原料 (Fine material)、返鉱 (Return fine) およびコークス (Coke breeze) を定量切出 (Constant feed) するための CFW (Constant weigher) を設置している。貯鉱容量を Table 7-3-7 に示す。
- b) コークブリーズの受入れは焼結工場内で貨車にて行われ、コークス貯蔵ヤ

Table 7.3.7 Storage capacity of blending hopper

Brand	Unit vol.	Q'ty	Vol.	Specific capacity	Storage capacity
Fine ore	500 m ³	6	3,000 m ³	2.0 T/m ³	6,000T
Return fine	500	2	1,000	1.6	1,600
Coke breeze	500	2	1,000	0.6	600

- ード (Coke breeze stock yard) (能力 5,000 T) にベルトコンベアで運ばれる。コークブリーズは焼結工場での使用に応じてロッドミル (Rod mill) にて破碎され、ブレンディングホッパーに送られる。
- c) 原料の混合 (Mixing) と造粒 (Rerolling) は 1 台のミキサー (Mixing drum) で行う。
- d) 点火炉 (Ignition furnace) はできるだけコンパクトにし、燃料原単位 (Unit consumption of fuel) を低減させるためラインバーナー方式 (Line burner type) とする。
- e) 焼結機 (Sintering machine) は Dwight-Lloyd (ドワイトロイド) タイプとし、有効面積 (Effective grate area) 210 m² に対して十分な焼結機長さを確認するため幅を 3.5 m としている。
- f) サイドウォール (Side wall) 高さは焼結鉄の品質を向上させるため最大 550 mm まで可能とする。
- g) 焼結機とウインドボックス (Wind box) 間の漏風 (Air leakage) を極力防止するためエアシール方式としてグリースシールを考えている。
- h) クラッシャーはシングルスパイクロール式 (Single Spike roll type) とし、クラッシャーバー (Crusher bar) は台車 (Wagon) に乗せメンテナンス (Maintenance) を容易にしている。
- i) クーラー (Cooler) は押込み式サーキュラー型 (Pressure type circular) とし、将来の省エネルギー (廃熱回収) (Heat recovery) が容易なタイプとしている。
- j) 主排気集塵機 (Main exhaust dust collector) には電気集塵機 (EP) を採用し、公害防止 (Pollution control) を強化している。

- k) 主排風機 (Main blower) は効率が良く、メンテナンスが容易なターボ型 (Turbo type) とし、プレッシャー (Pressure) は焼結機の層厚 (Bed height) 550_{mm} に対応できる - 1,450_{mm} H₂O としている。
- l) 主排煙突 (Main exhanst stack) は建設容易なコンクリート製とする。
- m) 装置集塵装置 (Room dust collector) はEPとし、焼結機の給排鉄部 (Feed & discharge portion)、クーラー部、焼結成品破砕篩分ライン (Sinter prodnet screening line) などの集塵を強化している。
- n) 成品破砕篩分ラインは1工場につき2系列とし、品質向上を図るとともに、メンテナンスを容易にしている。
- o) 焼結成品は通常高炉貯鉄槽 (Ore bin at BF) に直送されるが、高炉の休風 (Shut down) または需給バランスの変動時に対応させるため成品貯鉄ヤード (Sinter product storage yard) (各16,000トン-----3日分) を計画している。
- p) 計装制御のためマイクロプロセッサ (Micro processor) を導入し、約50項目にわたる制御を計画している。
- q) 付帯設備としてベルト秤量機 (Belt weigher)、金属片検出および除去装置 (Metal detector & remover)、バイブレータ、クレーン、サンプリングおよびテストプラント、コンプレッサなどを計画している。これらは焼結工場の円滑で安定したオペレーションをサポートする。

(3) 設備フローチャートおよびレイアウト

ヤードおよび焼結の全体フローを Fig.7.3.4 に、整粒設備のフローを Fig.7.3.5 に、フラックス破砕設備のフローを Fig.7.3.6 に、焼結工場フローを Fig.7.3.7 に示す。また、ヤードのレイアウトを Fig.7.3.8 に、焼結工場のレイアウトを Fig.7.3.9~7.3.16 に示す。

ヤードでは第1期 (1st step) で大部分の設備を設置し、第2期 (2nd step) で受入ヤード (Ore yard) 1面、フラックス破砕設備1系列、粉ベッド (Fine ore bed) 1面およびそれらに付帯する設備の設置を計画している。焼結工場は第1期および第2期に各1基ずつ並列配置で計画し、敷地の有効利用を図っている。

Table 7.3.8 Sintering Plant

	Equipment	Type	Specification	Quantity
1.	Material line			
1)	Blending hopper	Steel made	500 m ³	10 x 2
2)	Constant feed weigher	Load cell		10 x 2
3)	Mixing drum	Single rotary drum	4m ϕ x 21mL 500 T/h (Max 750 T/h)	1 x 2
2.	Material feeding eq't			
1)	Raw material hopper	Steel made	40 m ³	1 x 2
2)	Drum feeder	Rotary drum	1.324m ϕ 500 T/h (Max 700 T/h)	1 x 2
3)	Hearth layer hopper	Steel made	40 m ³	1 x 2
3.	Ignition eq't			
1)	Ignition furnace	Bottom open, top burner	3.6mW x 3mL	1 x 2
2)	Burner	Line burner		1 x 2
3)	Combustion air fan	Single suction turbo	250 Nm ³ /min 500mmAq	1 x 2
4.	Sintering eq't			
1)	Sintering machine	Dwight-Lloyd	210 m ² , 3.5mW, Bogi-flex Drive	1 x 2
2)	Pallet body	One piece W/Insulation	3.5mW x 1.5mL	102 x 2
3)	Side wall	Hexaparite	550 mmH	204 x 2
4)	Grate bar		20/25 mmW	42228x2
5)	Wind box	Double suction	3.5mW x 4mL	15 x 2
5.	Crushing eq't			
1)	Primary crusher	Single spike roll	Crushed size: < 150mm Cutter: three blade 2m ϕ x 70mmT Bar: wagon-mounted 120mmWx13pcs	1 x 2
2)	Support beam cooling fan	Single suction roll	120 m ³ /min x 175mmH ₂ O	1 x 2

(continued)

	Equipment	Type	Specification	Quantity
6.	Cooling eq't			
1)	Cooler	Pressure circular	Cooling area: 210m ² Trough: 3.5mW x 1.5mH x 36sets Cap: 430T/h (Max.600T/h)	1 x 2
2)	Cooling air fan	Double suction, turbo	7800m ³ /min at 30°C 410mmH ₂ O	3 x 2
3)	Discharge pan feeder		1.5mW x 0.6mH x 10mL	1 x 2
7.	Main exhaust equipment			
1)	Wind leg		0.7m x 1.0m/0.9mφ	30 x 2
2)	Gas main duct		3.4m/4m/4.6m/5.2mφ	1 x 2
3)	Main EP	Dry	18,000m ³ /min 150°C 0.5~2g/Nm ³ →0.08g/ Nm ³	1 x 2
4)	Main exhaust blower	Double suction, turbo	18,000m ³ /min 150°C -1450mmH ₂ O	1 x 2
5)	Double damper	Pneumatic	600mm x1300mmH	19 x 2
6)	Main stack	RC made	70mH	1 x 2
8.	Room dedusting eq't			
1)	Room DP	Dry	15,000m ³ /min 100°C 5~15g/Nm ³ →0.1g/Nm ³	1 x 2
2)	Dedusting fan	Double suction, turbo	15,000m ³ /min 100°C, 390mmH ₂ O	1 x 2
3)	Dedusting stack		4mφ x 20mH	1 x 2
9.	Centralized lub. eq't			
1)	Transfer pump	Pneumatic	650cc/min 100kg/cm ²	1 x 2
2)	Grease pump		500cc/min 210kg/cm ²	2 x 2
10.	Crushing & screening eq't			
1)	Secondary crusher	Double spike roll	1.2mφ x 1.8mL, grain size 50mm Cap: 200 T/h	2 x 2

(continued)

	Equipment	Type	Specification	Quantity
2)	Stationary grizzly		2.1mW x 4.8mL 600 T/h	2 x 2
3)	1st screen	Ripple flow	2.4mW x 6mL 20mm Slit 600 T/h	2 x 2
4)	2nd screen	Ripple flow	2.4mW x 6mL 10mm Slit 450 T/h	2 x 2
5)	3rd screen	Ripple flow	2.4mW x 7.2mL 5mm Punch 300 T/h	2 x 2
11.	Coke handling facility			
1)	Coke receiving hopper	RC made	100 m ³	4 x 1
2)	Apron feeder		50 T/h	4 x 1
3)	Coke yard		5,000 T (70mL x 22mW)	1 x 1
4)	Apron feeder		20 ~ 80 T/h	6 x 1
5)	Rod mill		40 T/h, 2.7m ϕ x 4.4mL -10mm \rightarrow -3mm	2 x 2
12.	Belt conveyer system			
1)	Raw material line		750 T/h	4 x 2
2)	Coke line		100 ~ 200 T/h	7 x 1 3 x 1
3)	Sinter product line		150 ~ 640 T/h	21 x 2
4)	Hearth layer line		100 T/h	2 x 2
5)	Return fine line		250 T/h	3 x 2
6)	Dust spillage line		10 ~ 30 T/h	4 x 2
7)	Fine sinter return line		100 ~ 400 T/h	4
8)	Coke breeze receiving line		200 T/h	2
13.	Lifting eq't			
1)	Overhead crane		25T, 10T, 3T	6 x 2
2)	Elec. hoist		5T, 3T	2 x 2
3)	Elevater		600 kg	1 x 2

(continued)

	Equipment	Type	Specification	Quantity
14.	Water facility			
1)	Drinking water system		Booster 5m ³ /h	2 x 2
2)	Circulating water system		Supply 160 T/h, Return 140 T/h	6 x 2
3)	Strainer for circulate water		70 T/h	4 x 2
4)	Hot well		8mW x 20mL x 3mD	1
5)	Cold well		8mW x 20mL x 3mD	1
6)	Cooling tower		280 T/h	1 x 2
15.	Sampling eq't			
1)	Sampler	Box sampler	50kg/increment	1 x 2
2)	Sample test plant		Screen analysis, Component analysis Shatter test	1
16.	Accessories			
1)	Metal detector	Iron loss type		2 x 2
2)	Metal remover	Cross belt type		2 x 2
3)	Vibrator			28 + 20
4)	Belt weigher	Load cell type		7 x 2
5)	Air compressor	Reciprocating	For eq't 9m ³ /min x 7kg/cm ² For instrument 2.5m ³ /min x 7kg/cm ²	2 x 2 2 x 2
17.	Sinter stock yard			
1)	Yard	RC made	16,000 T	1 x 2
2)	Feeder	Vibrating	200 T/h	10 x 2
18.	Electrical facility			
19.	Instrumentation facility		W/Microprocessor (50 items)	1 x 2

(4) 設備投資

設備投資については8章財務分析の項で説明される。ただ、GUA鉱山における一次篩分粉 (Dumped fine ore) とブルダストを焼結原料として利用するための事前処理 (水洗および篩分け) が必要であるが、このために必要なGUA鉱山での設備投資額は今回のスタディに含まれていない。

7-3-3 建設スケジュール

ヤードおよび焼結工場の建設スケジュールを参考迄に Fig. 7.3.17 に示す。しかし、詳細スケジュールは周囲の諸条件 [労働力、重機の Availability、製作工程 (Fabrication schedule) や作業能率 (Work efficiency) など] を考慮して決める必要がある。勿論全体スケジュール (7-1 参照のこと) の一環として考慮されなければならない。

7-3-4 作業計画

焼結工場における操業条件は種々のファクターにより決められる。

IISCOにおいては過去に焼結工場を持たず、従って操業の経験がないため、インドにおける他製鉄所の実状を調査し、また、原料事情、労働条件などを考慮して各種操業、原単位を決めた。Fig. 7.3.18 に基本操業仕様 (Basic specification for operation) を、Fig. 7.3.19 に焼結工場内のマテリアルフローのモデルを示す。

本スタディでは稼働率を80%としているがこの稼働率を維持し、更に高稼働率を達成するためには十分な知識と技能の習得が必要である。

原料面では焼結工場に自社鉄鉱石を使用しなければならないという制約から、成分調整のためにフロマイトや珪石 (Quartzite) を使用する。

この使用により生産性が阻害されるため、本スタディでは生産性の計画値をやや低目に設定している。諸原単位 (コークス、電力、点火炉燃料など) に関しては努力すれば到達可能な目標値を設定している。

歩留 (Yield) は原料状況を考慮し、84% (Pot yield は51%) としているが、操業計画に当っては予想配合原料のポットテスト (Pot test) が必要である。原料および焼結鉄の予想成分を Table 7.3.9 に示す。

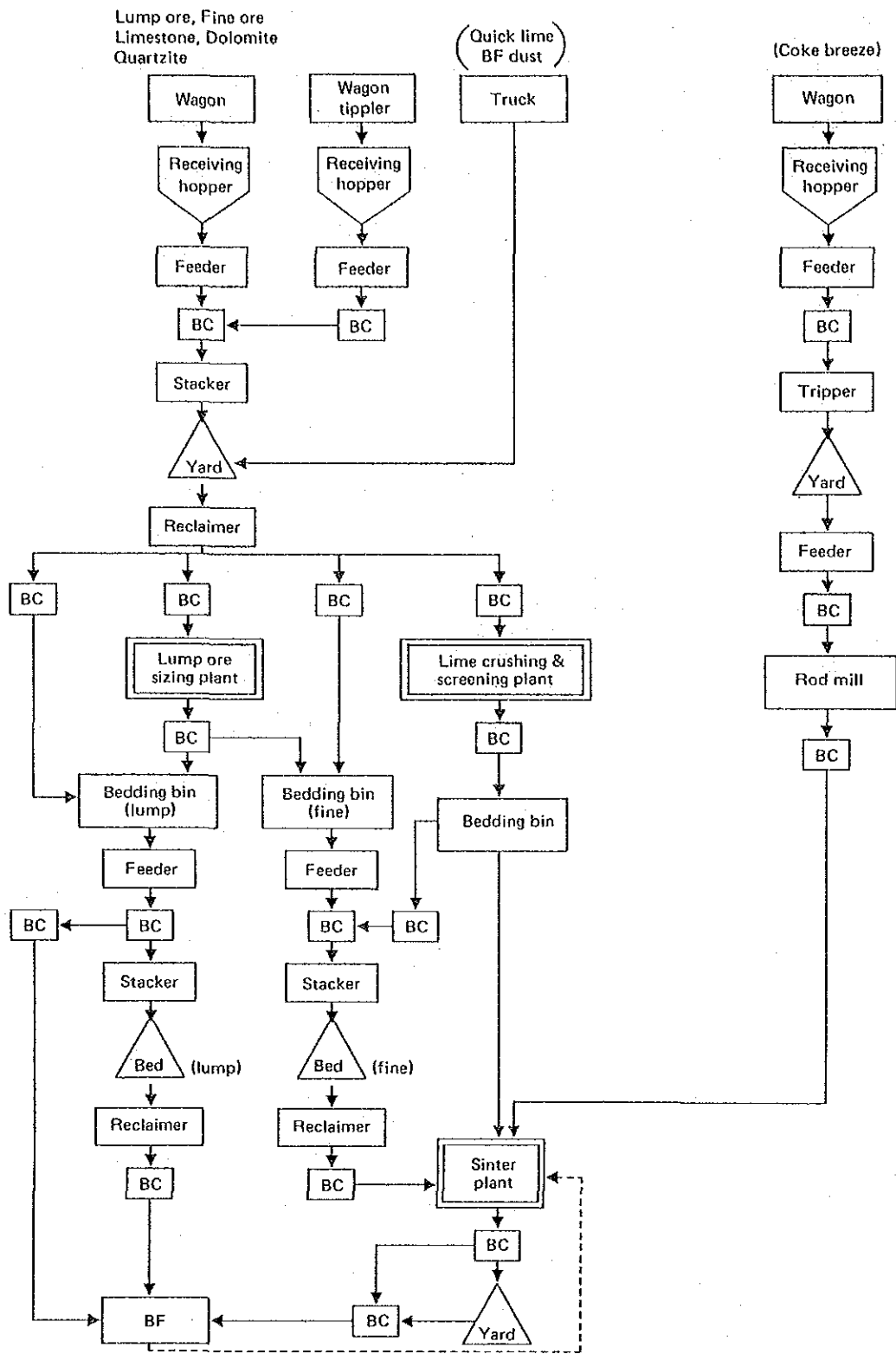


Fig. 7.3.4 Material flow of ore yard & sinter plant

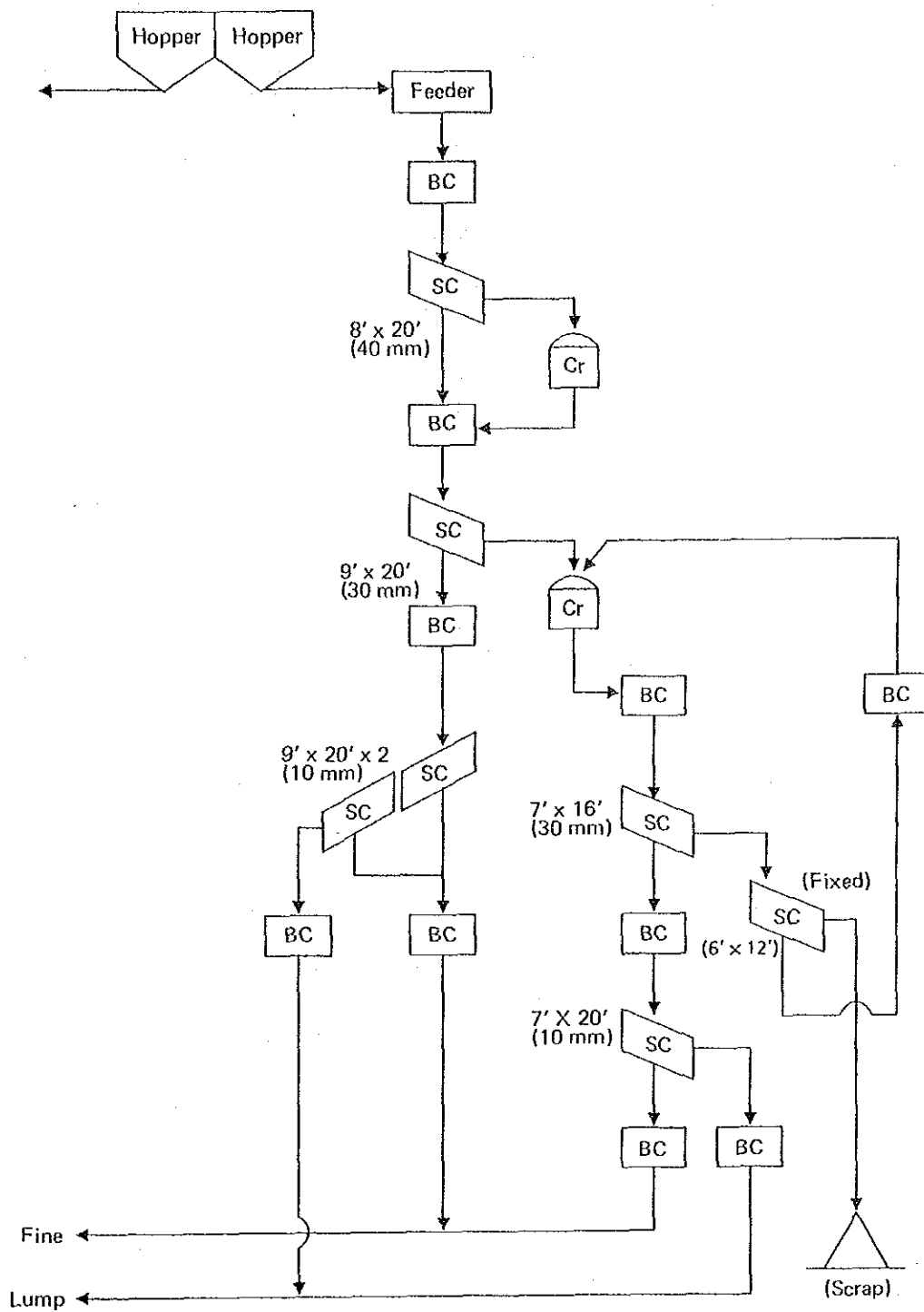


Fig. 7.3.5 Lump ore sizing plant (300 T/h x 2 Line)

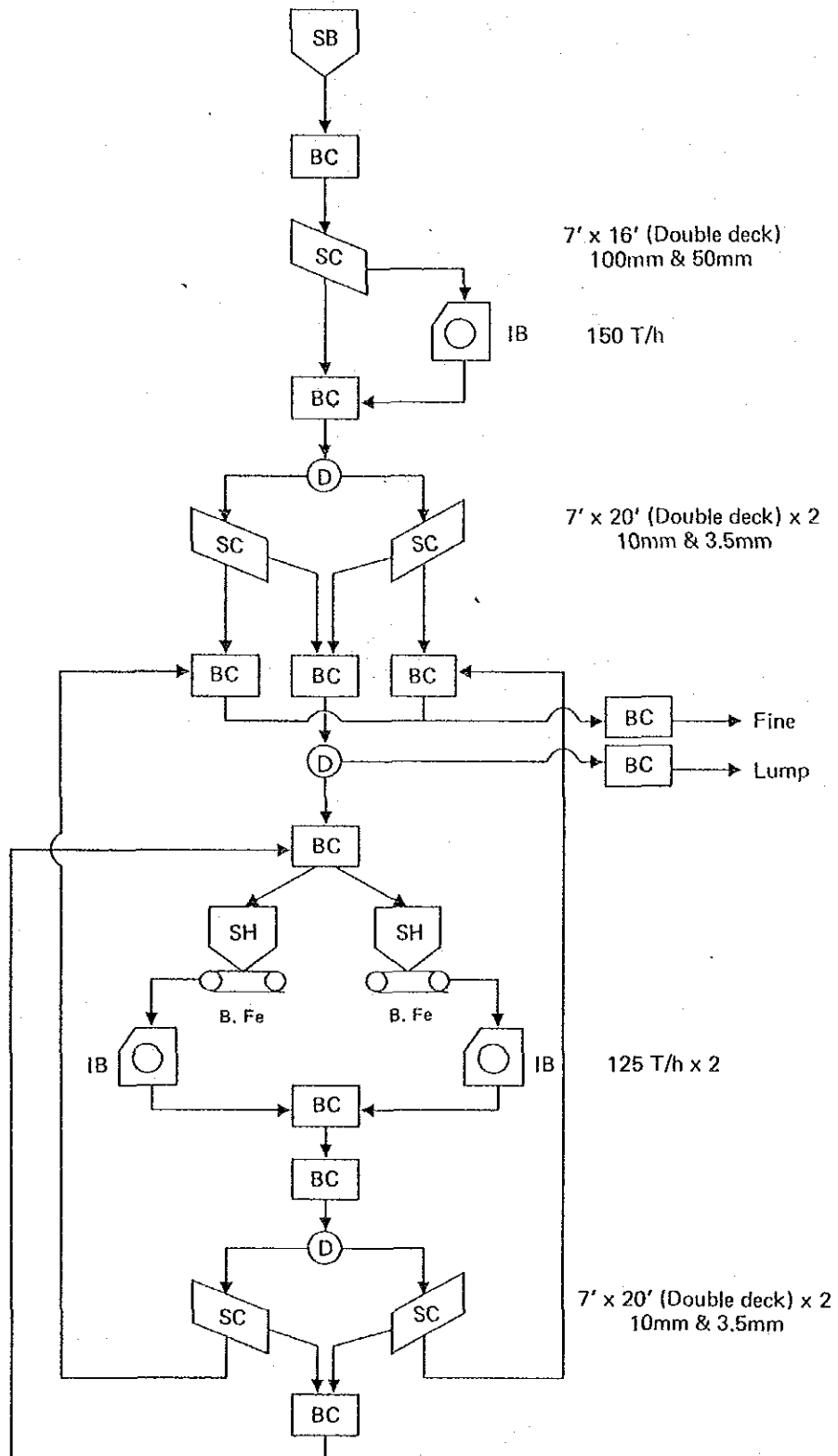


Fig. 7.3.6 Limestone crushing plant (200 T/h)

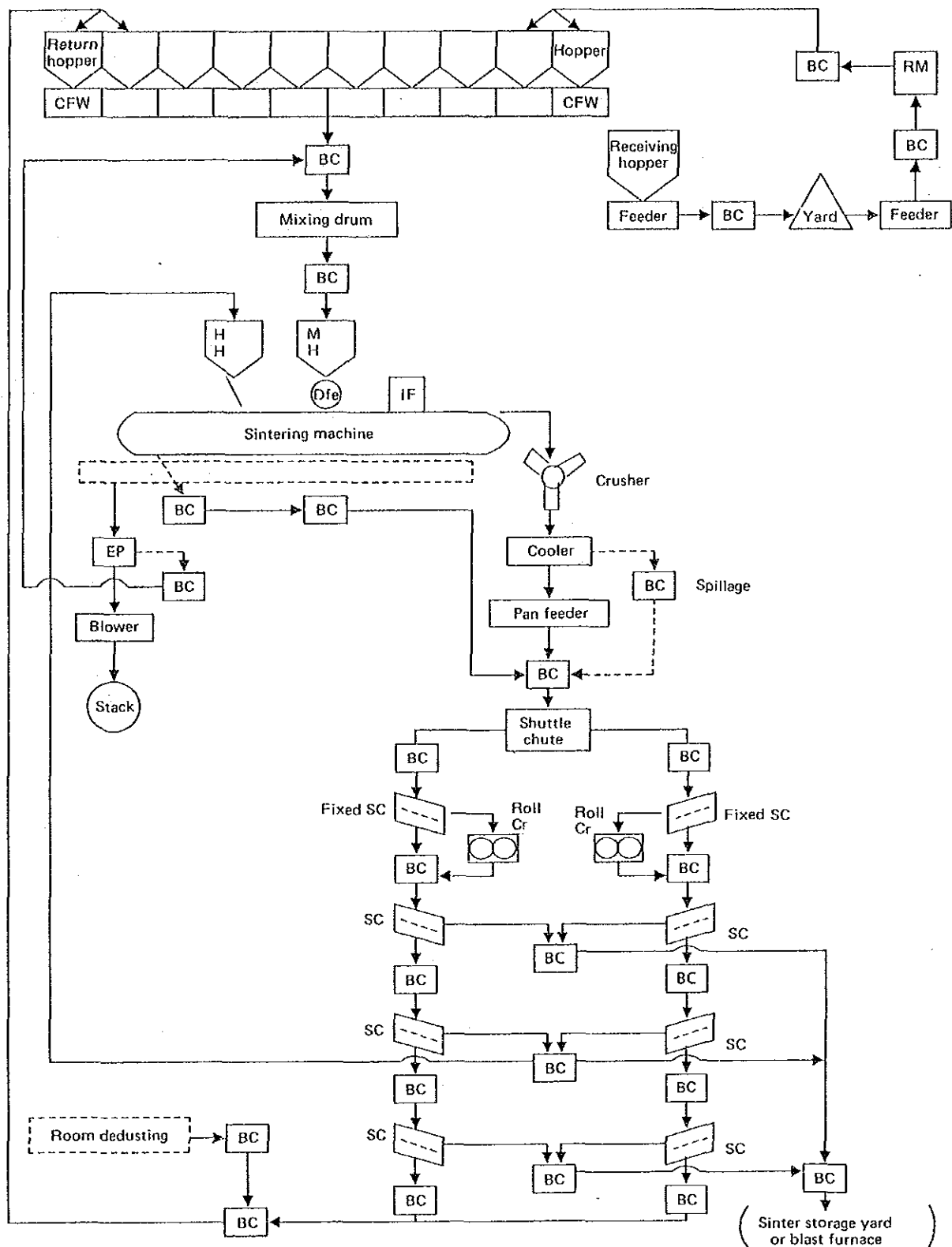


Fig. 7.3.7 Flow sheet of sinter plant

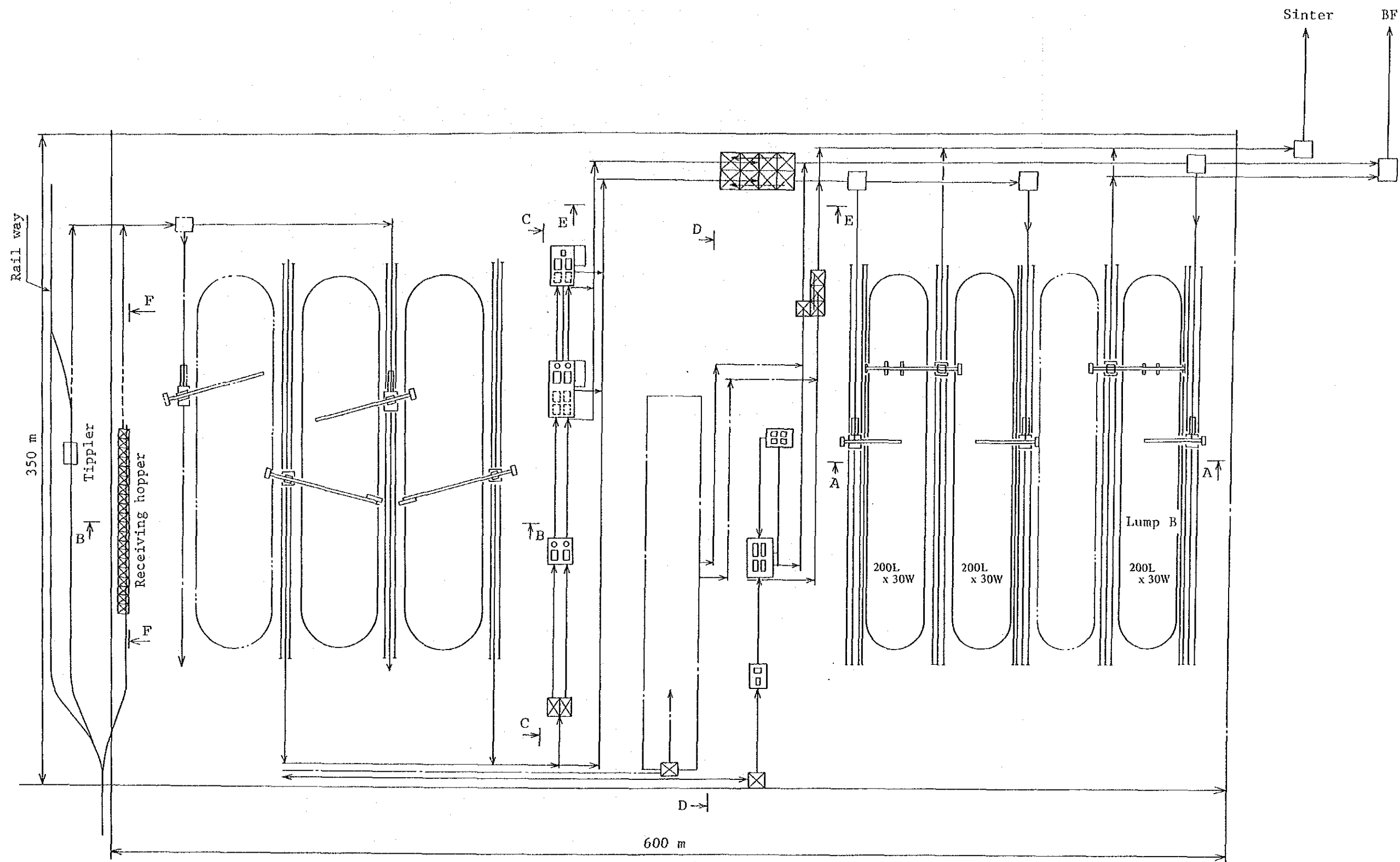


Fig. 7.3.8 Ore yard layout

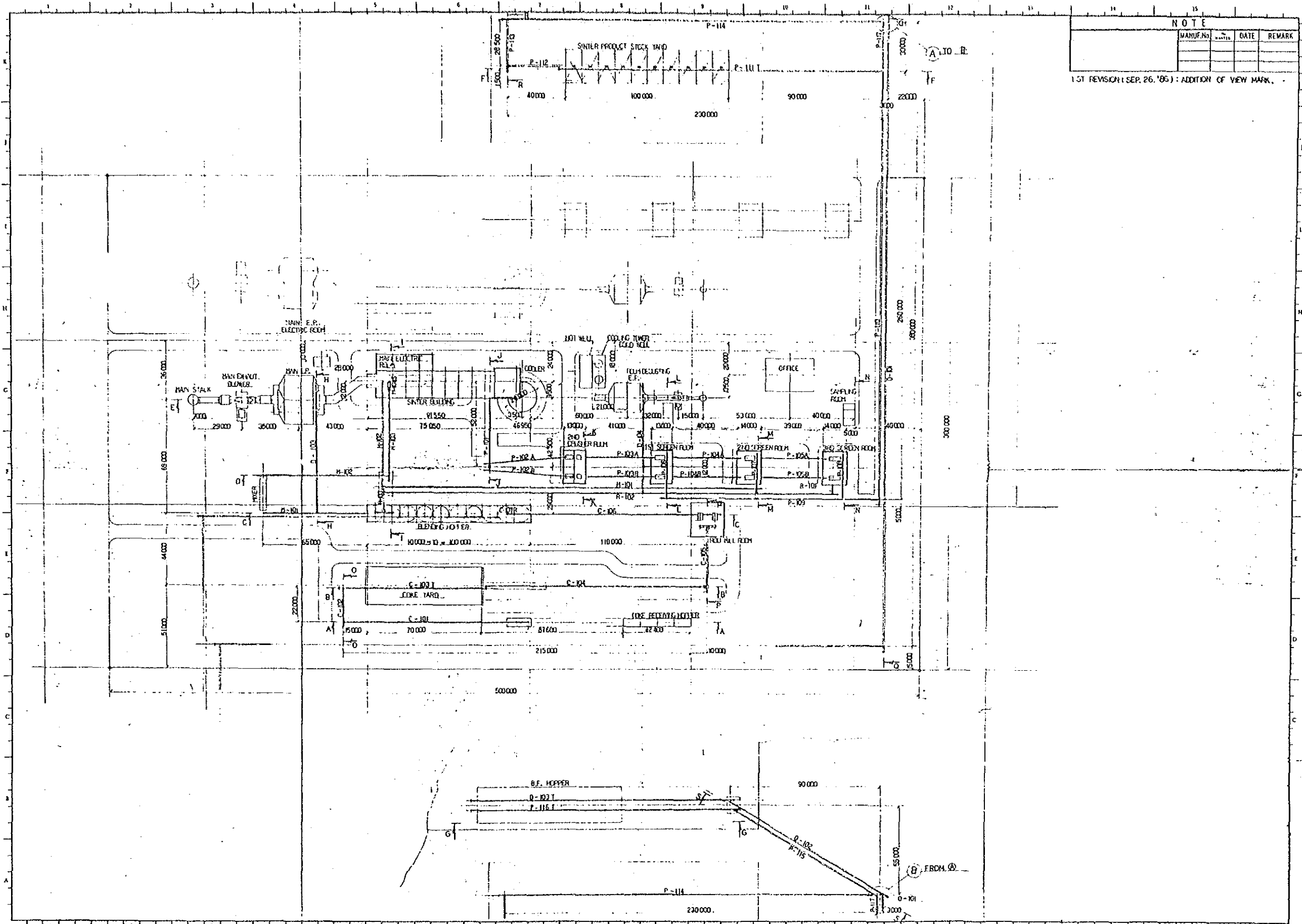


Fig. 7.3.9 210m² DL type sinter plant layout (plan)

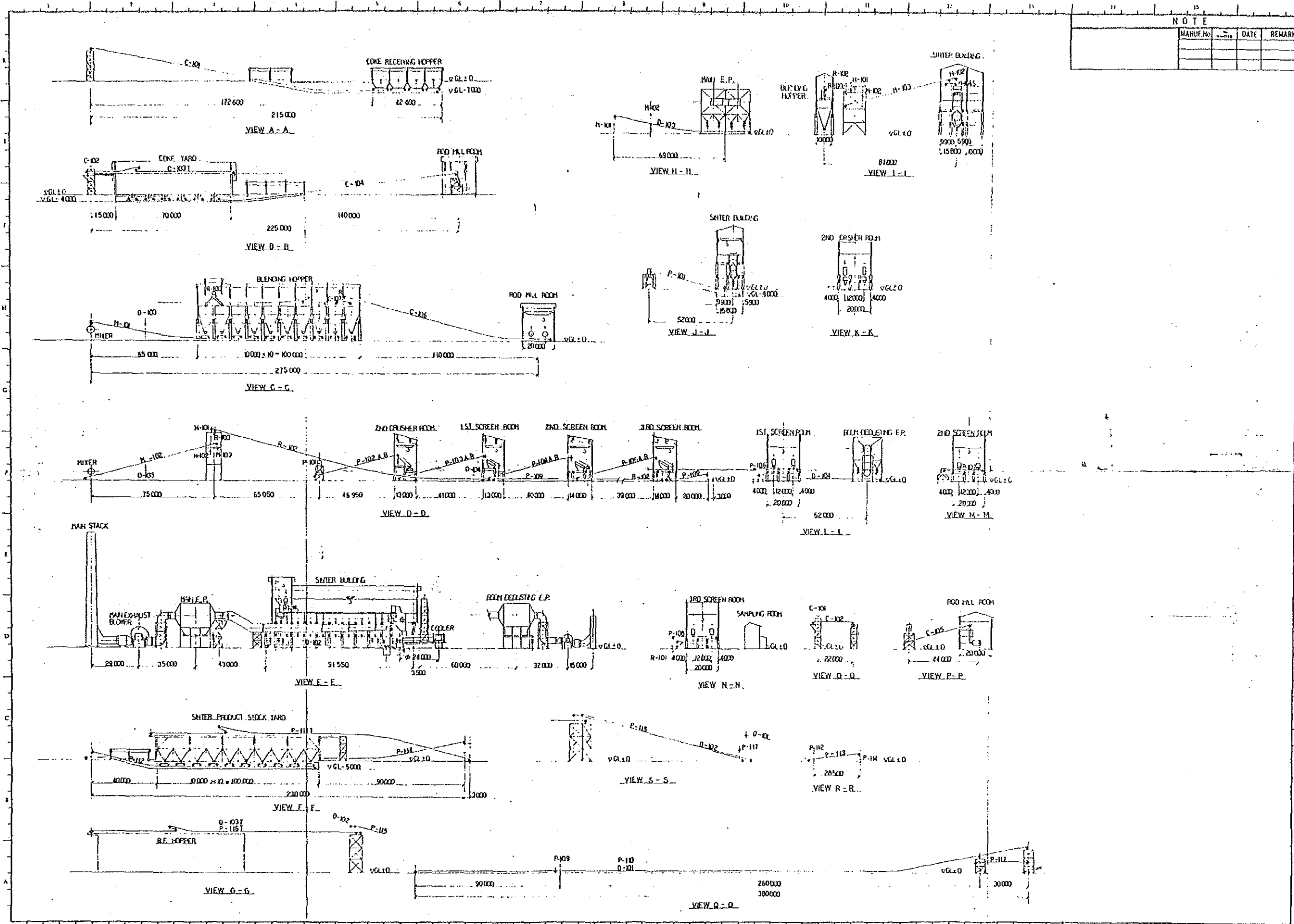
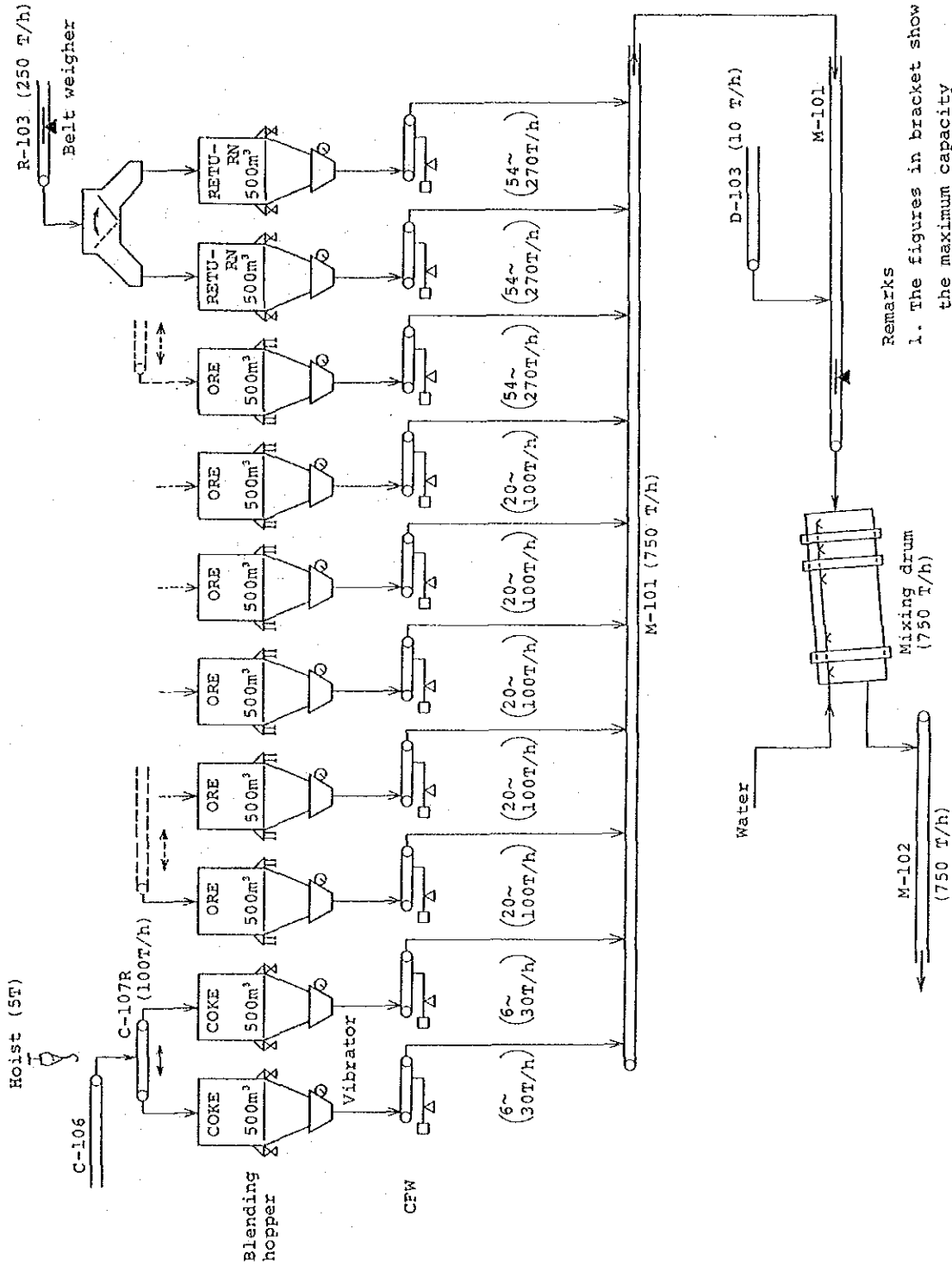


Fig. 7.3.10 210m² DL type sinter plant elevation (Section)



Remarks
 1. The figures in bracket show the maximum capacity
 2. CFW = Constant Feed Weigher
 3. C,R,M,D,H,P,O Show belt conveyer

Fig. 7.3.11 Sinter plant flow sheet (1/6)

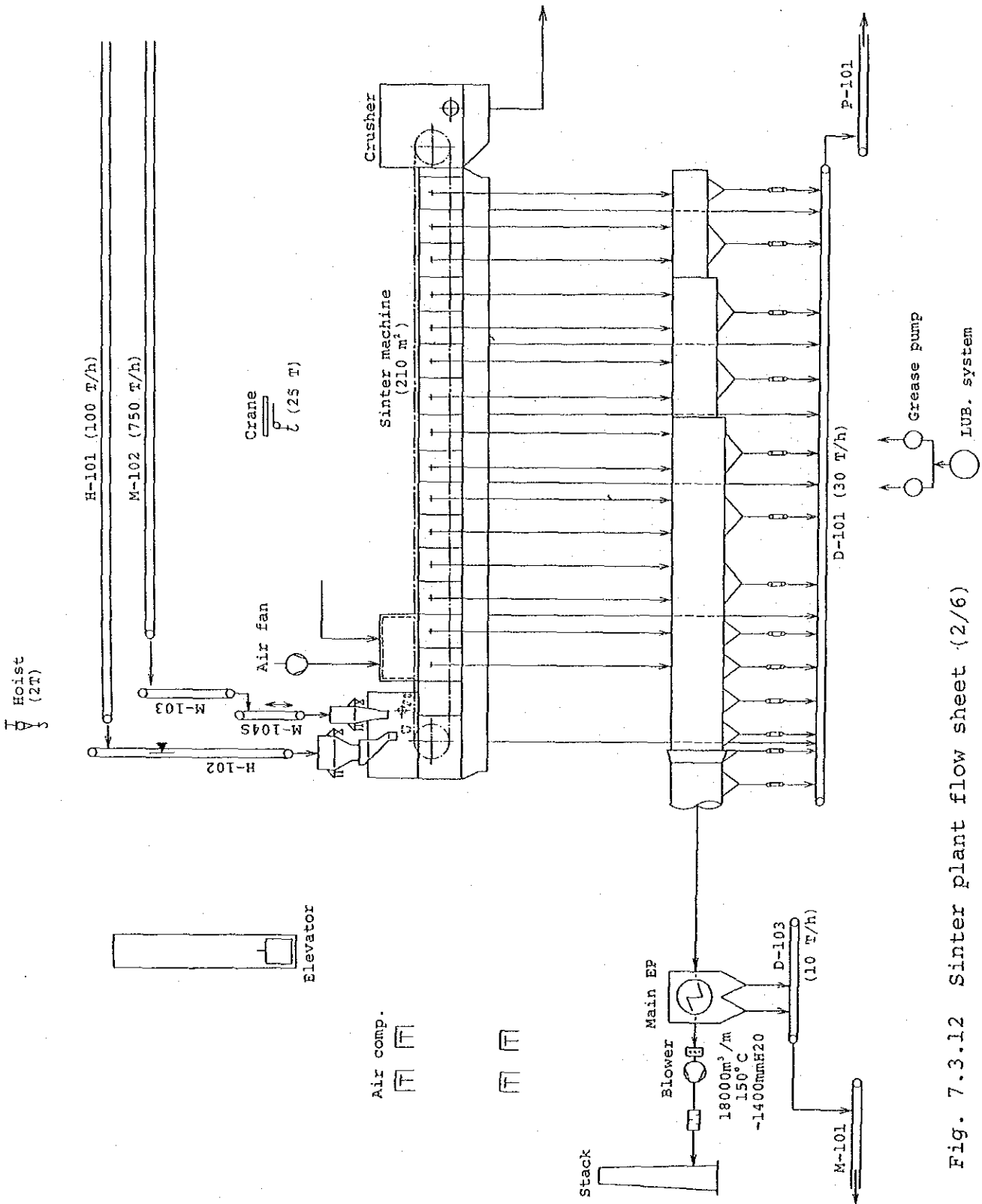


Fig. 7.3.12 Sinter plant flow sheet (2/6)

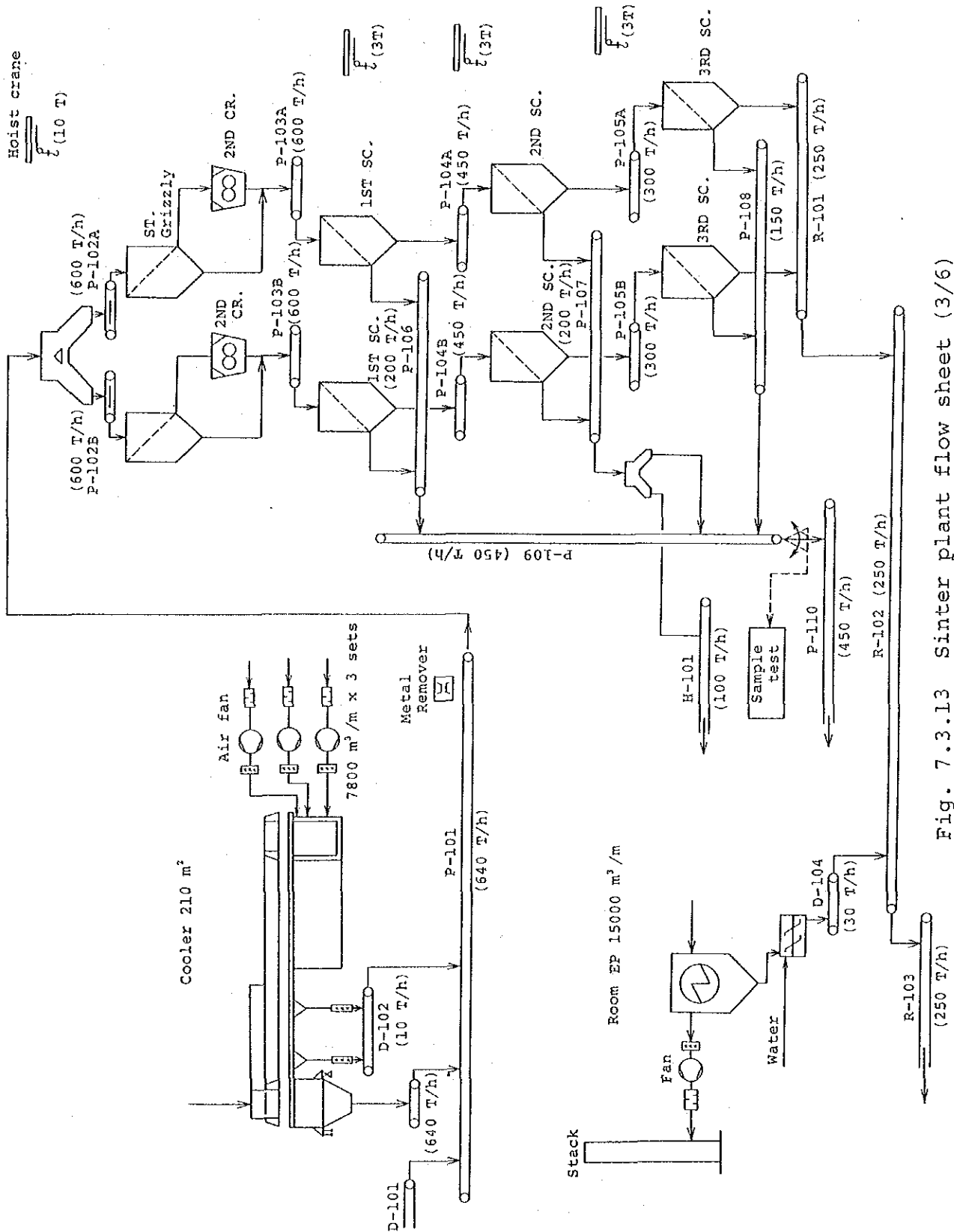


Fig. 7.3.13 Sinter plant flow sheet (3/6)

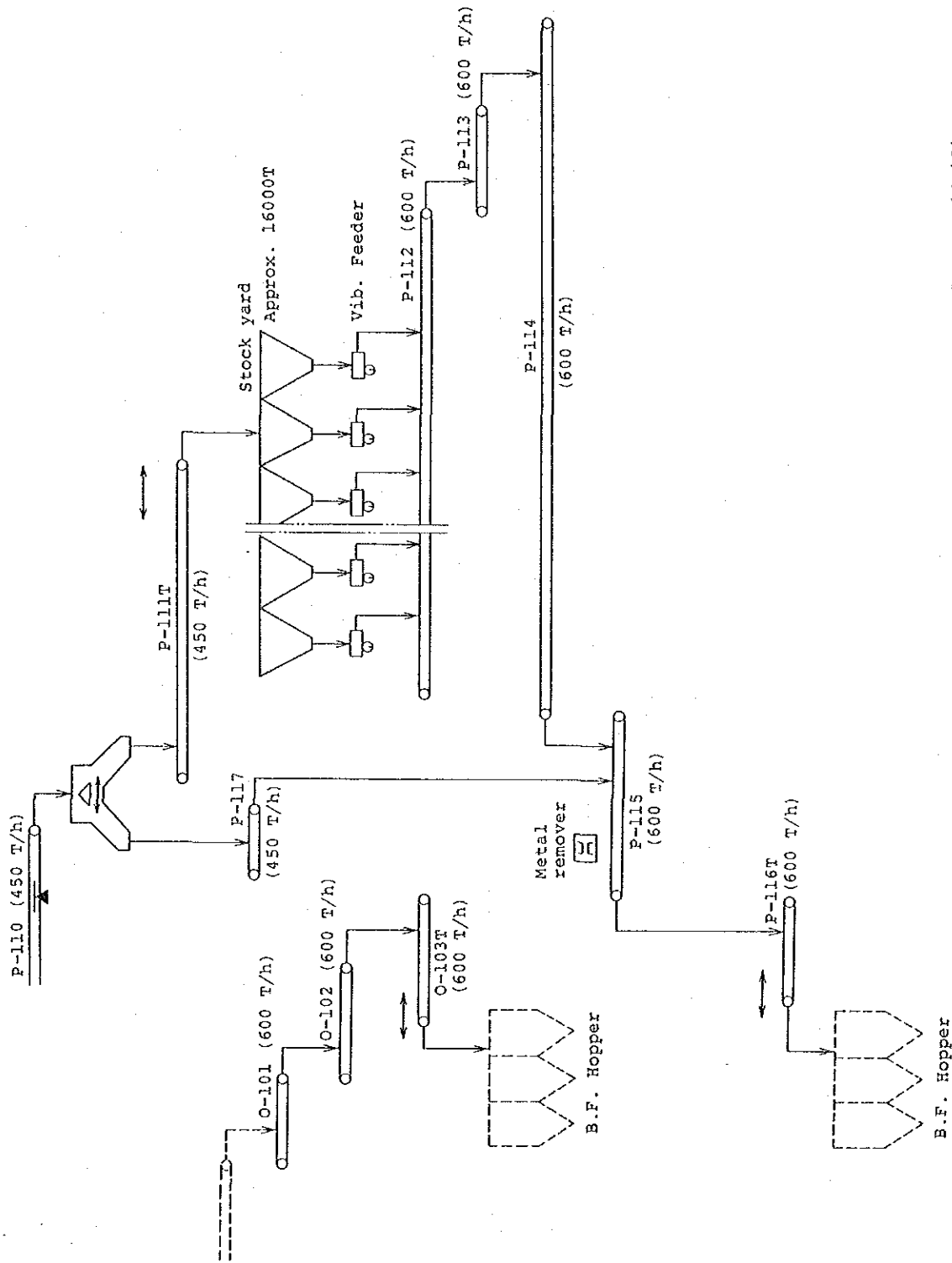


Fig. 7.3.14 Sinter plant flow sheet (4/6)

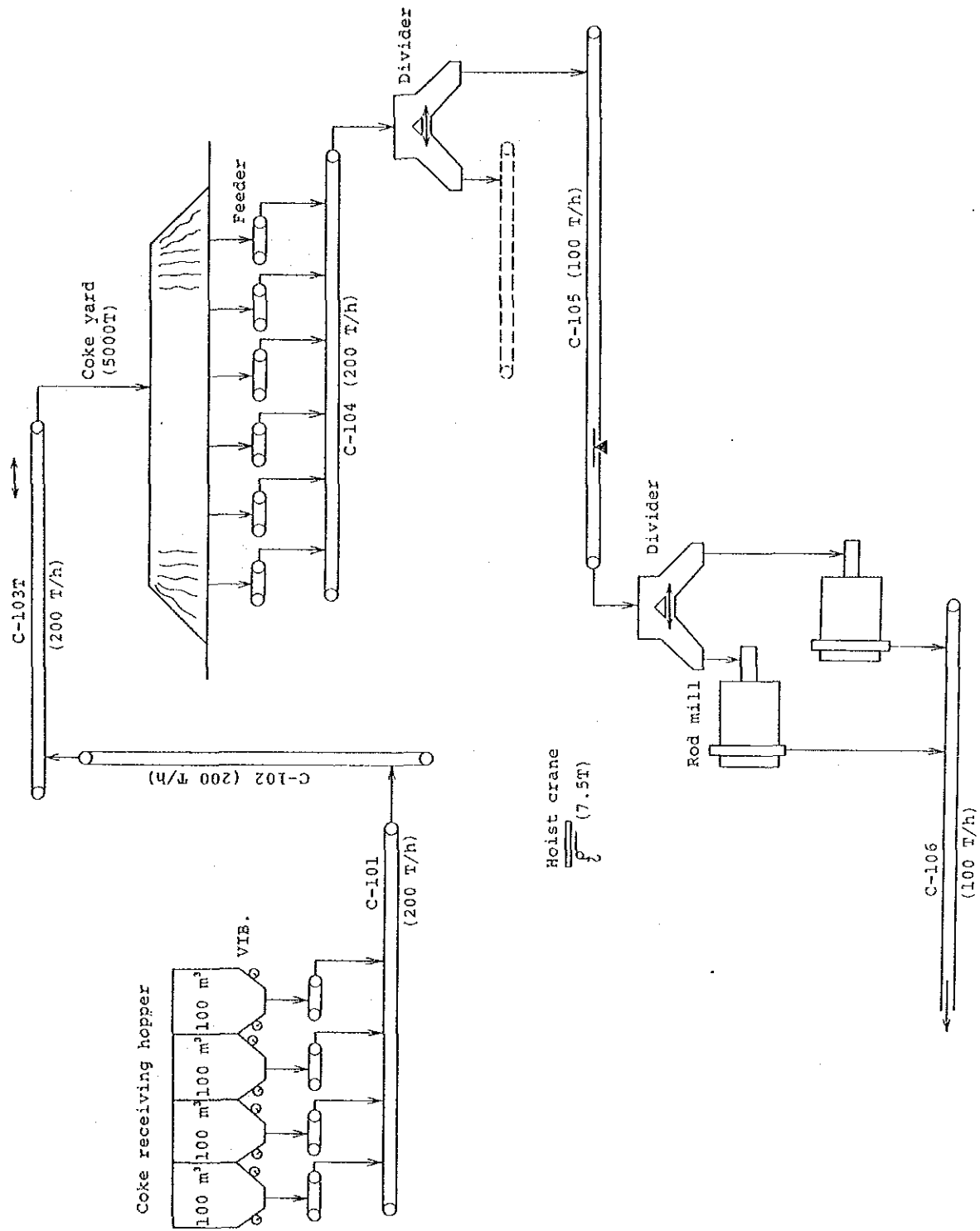


Fig. 7.3.15 Sinter plant flow sheet (5/6)

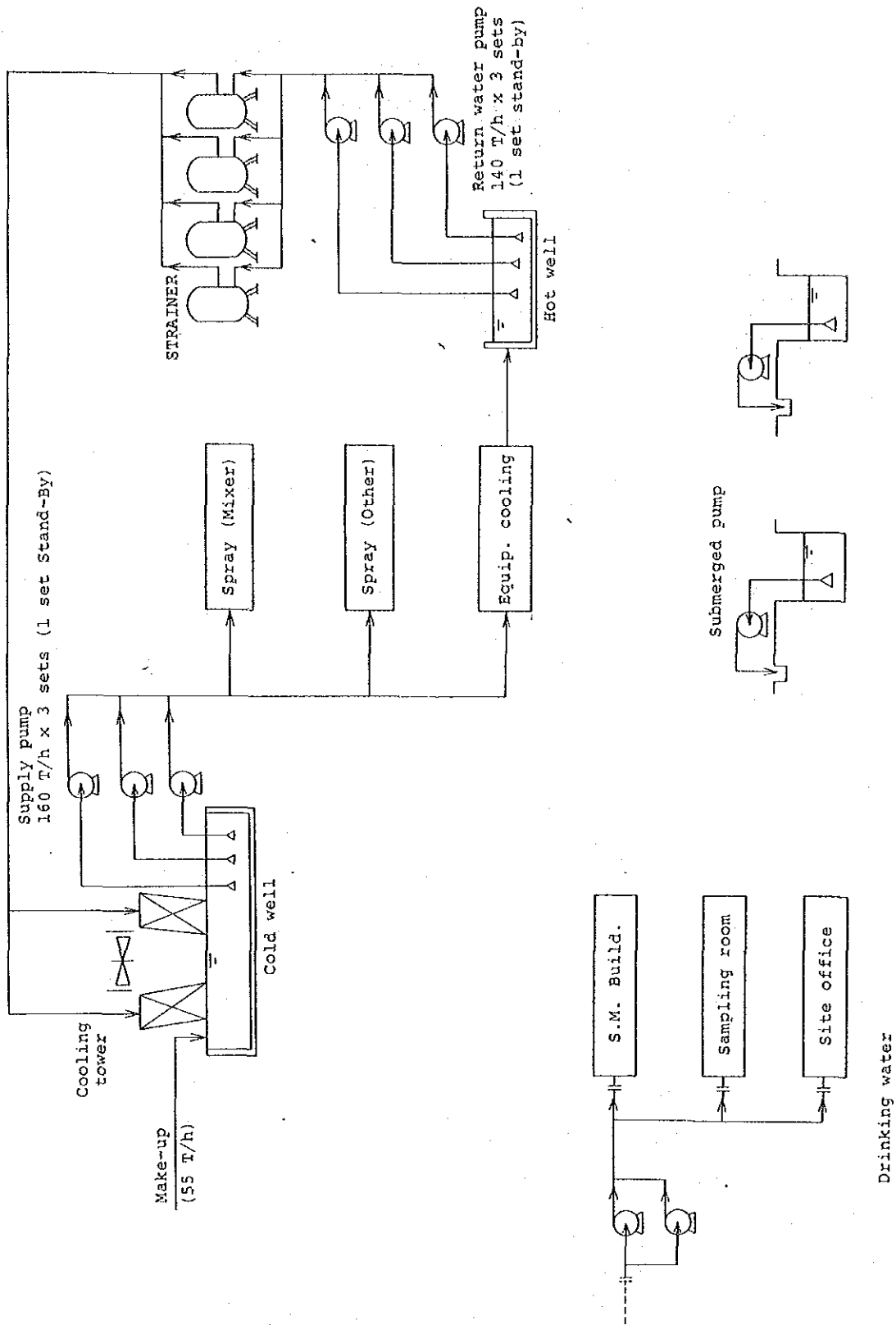
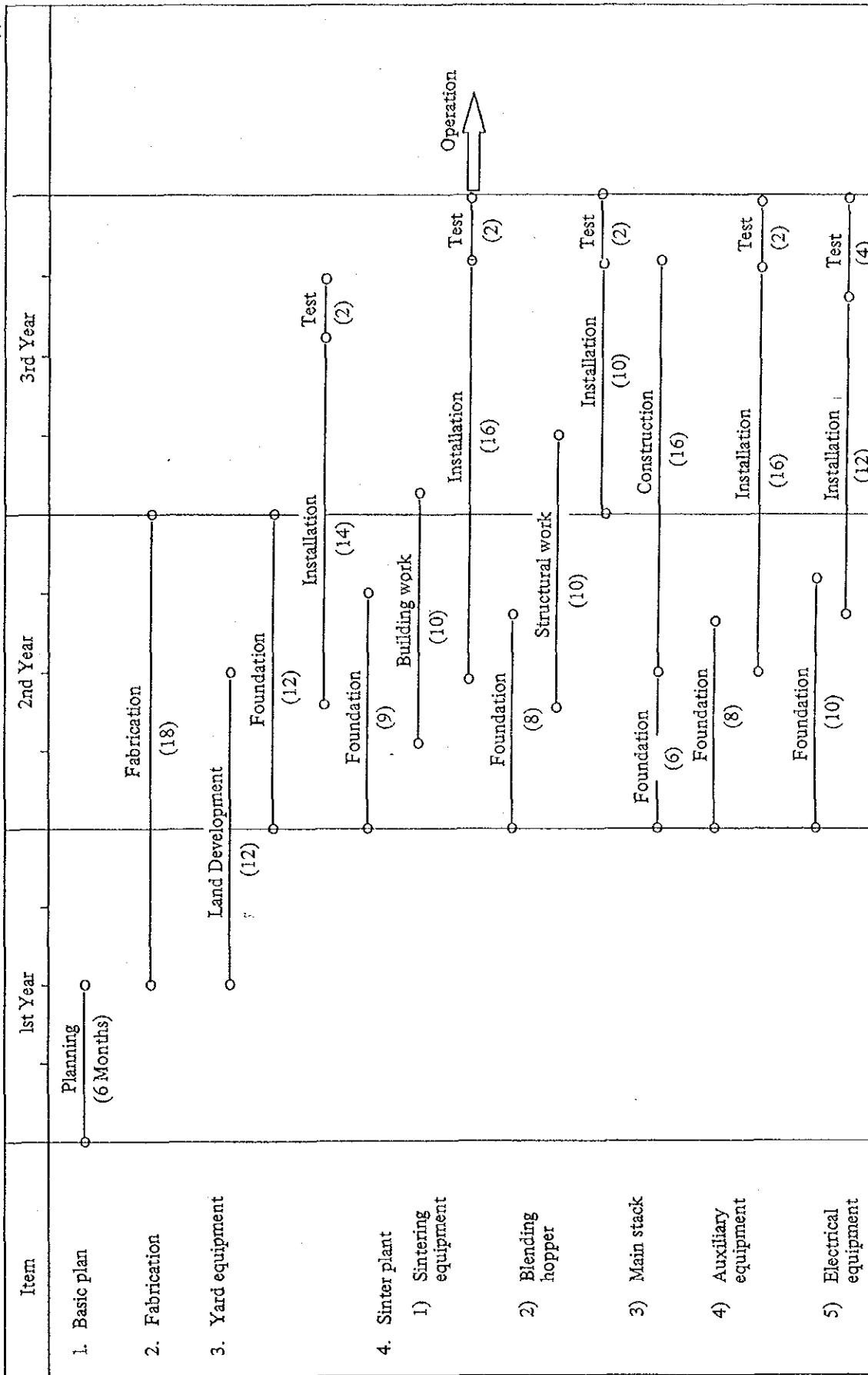


Fig. 7.3.16 Sinter plant flow sheet (6/6)

(for reference only)



Note: figures shown in () show Nos. of months

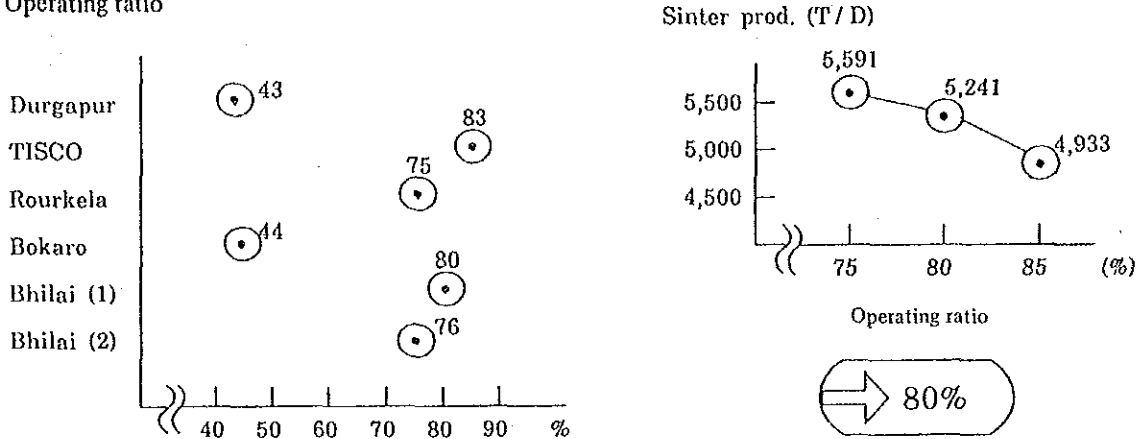
Fig. 7.3.17 Construction schedule (Yard & sinter plant)

Table 7.3.9 Chemical composition of material & product (plan)

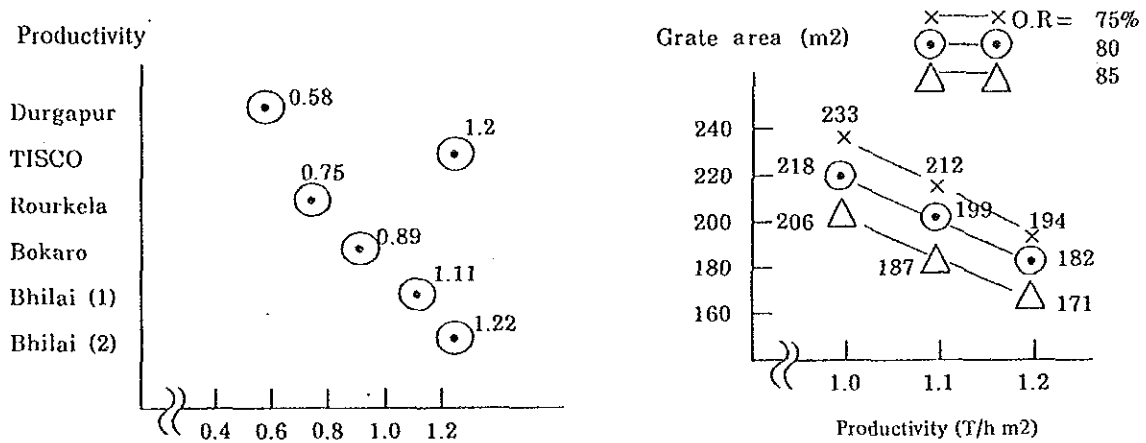
Component	Mixed material	Sinter product
T. Fe	50.58 %	47.08 %
Mn	0.92	0.90
SiO ₂	4.34	5.34
Al ₂ O ₃	3.25	4.46
S	0.02	0.01
P	0.11	0.10
CaO	4.30	9.36
MgO	2.43	2.68
TiO ₂	0.19	0.21
Si/Al	1.33	1.20
CaO/SiO ₂	0.99	1.75
ExCaO	----	3.85

1. Sinter production Phase I 1,461 (Skip sinter $1,344 \times 10^3 \text{T}$)
Phase II 3,061 (Skip sinter $2,816 \times 10^3 \text{T}$)

2. Operating ratio



3. Productivity



4. Unit energy consumption

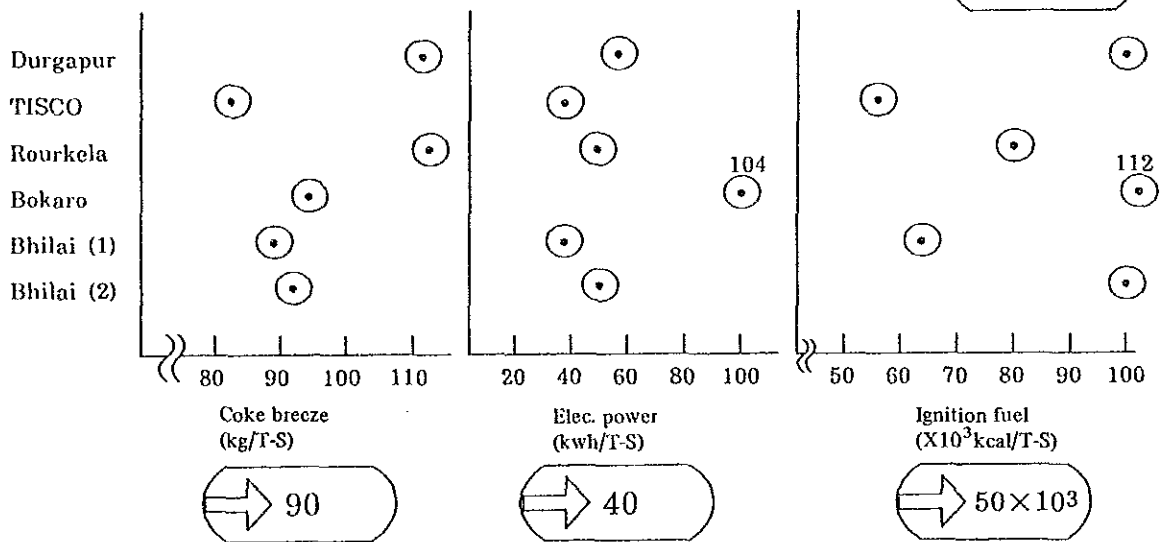


Fig. 7.3.18 Study of basic specification

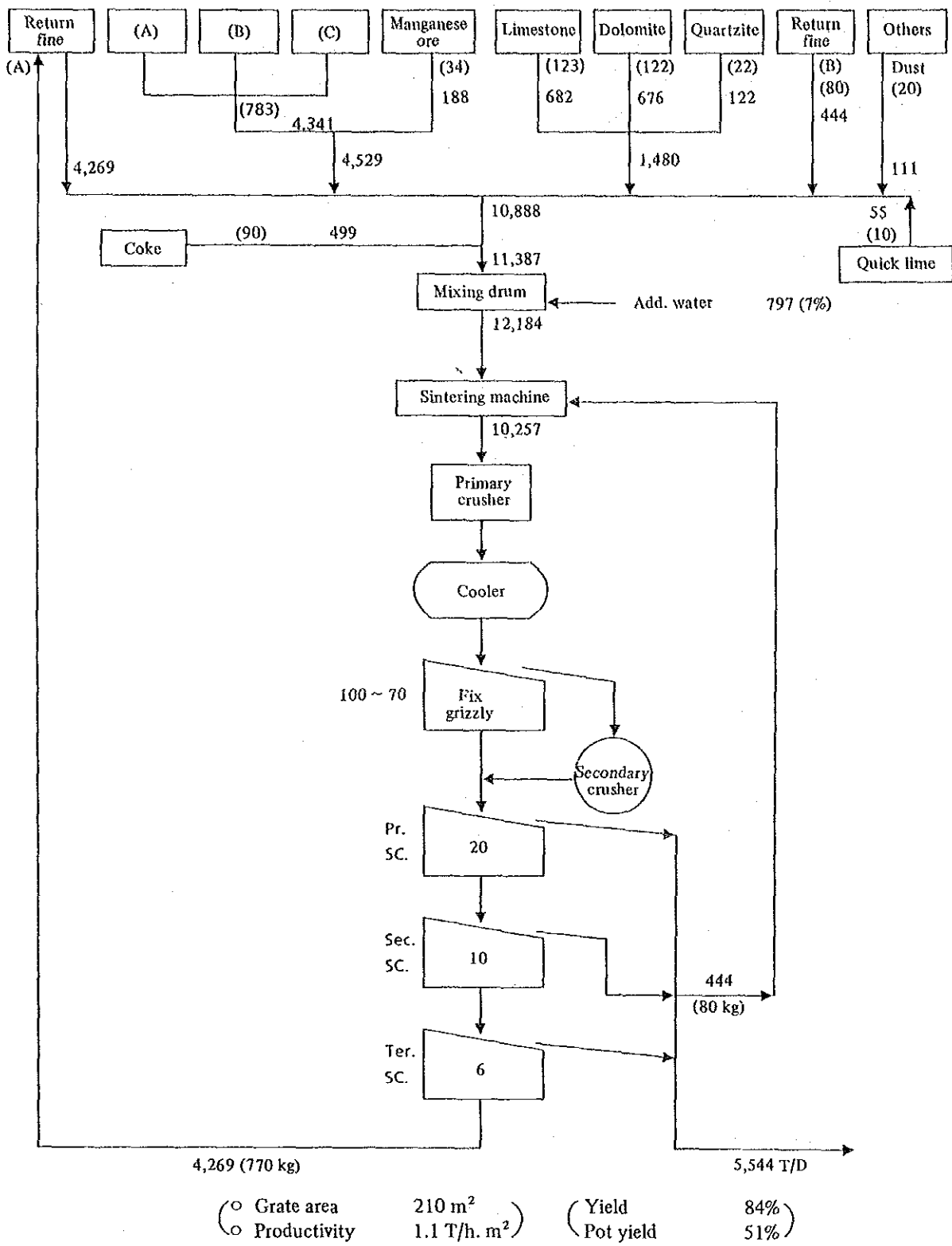


Fig. 7.3.19 Sinter material flow (T/D)

7-4 製 鉄 (高 炉)

7-4-1 高炉近代化について

製鉄所の生産量を、将来とも粗鋼最大100万T/Yに限定する場合には今から数年後迄を論ずる場合は部分的改造でしのぐ方法もあろうが、本F/Sが検討対象としている1993年から20年間の生産を計画する場合、原料および操業の改善のみならず5章の3で述べた様な設備的諸問題を充分に解決しておく必要がある。

老朽化設備の一新も図らなければならないので、大幅な改造および更新を伴うものにせざるを得ない。

本F/Sでは1994年から製鉄所の生産能力を倍増し、粗鋼年産215万T体制とする。

7-4-2 粗鋼100万T/Y計画(この製鉄所を将来とも粗鋼Max 100万T/Yに限定する場合)

(1) 既存の4基の高炉の内容積は合計 $3,340\text{m}^3$ ($2 \times 500 + 2 \times 1,170$)で年産銑鉄は約 $862,000\text{T/Y}$ (1985-86実績)である。

現状の高炉年間稼働率 : 約94.4%

現状の高炉操業度(日産/内容積): 約 $0.75\text{T hot metal/Inner vol.}\text{m}^3/\text{D}$

原料および操業の改善(焼結鉱および低Ash Cokeの使用、原料粒度管理、高温送風等)を行えば、元来の定格生産量迄生産向上が可能となる。

高 炉 操 業 度 $1.0 \sim 1.15\text{ THM/m}^3 \cdot \text{D}$

年 間 出 銑 量 $\text{Min } 3,340 \times 1.0 \times 365 \times 0.944 = 1,150,000\text{ THM/Y}$

粗鋼100万T/Y時に必要な出銑量 $1,050,000\text{ THM/Y}$ を充分に供給することが出来る。

操 業 度 $1.07\text{ THM/m}^3 \cdot \text{D}$ とすればOriginal capacityの $1,240,000\text{ THM/Y}$ も可能である。

(2) 設備的改造

既存の4基の高炉を順次巻替改造工事を行い、それぞれリフレッシュされた高炉にする。例えば4基の高炉の内、小型高炉($500\text{m}^3 \times 2$ 基)を廃止し、 $\text{No. } 3$ 、 $\text{No. } 4$ 高炉を $1,225\text{m}^3 \times 2$ 基の近代的高炉に生まれ替わせると云う案も考えられる。

粗鋼100万T/Yでの最適計画を見出すには、さらに各高炉の詳細に亘る調査と検討が必要であろう。

7-4-3 粗鋼215万T/Y体制(本F/Sの主目的)

- (1) 本F/Sに於ける Burnpur 製鉄所のファイナルの生産到達点(ゴール)は粗鋼年産215万T/Yである。総合的建設スケジュールの都合、215万T/Y体制の早期実現、近代化設備への習熟期間を考え

1993年	1st Step	100万T/Y体制確立
1994年	2nd Step	215万T/Y体制へ増強し、生産体制の確立を全体のスケジュールとする。

また、財務計算および経済計算の範囲は1993~2012の20年間である。従って、100万T/YのStepは僅か1年であり、これは引き続く215万T/Y体制への移行期間に過ぎないものとする。

- (2) 各案検討(Table 7.4.1 Schedule および Table 7.4.2 各案比較表参照)
Basic plan - No.5 BF + No.6 BF (2,250m³ × 2)

- ① この案が長期的視野から見た最も望ましい近代化計画案である。

既設各高炉が1993~1996年前後に巻替期間を迎えることを前提として以下のステップを考える。

1993年に新5高炉(2,250m³)に火入れし、粗鋼100万T/Y体制に対応させる。

1994年に新6高炉(2,250m³)に火入れし、No.5高炉+No.6高炉で粗鋼215万T/Y体制に対応させる。高炉の合計内容積は2,250m³ × 2 = 4,500m³ 操業度1.41、年間出銑量約2,200,000T/Yである。

既設の4基高炉は1992年末、または1993年初頭に休止する計画である。

- ② 以下の各代案について、新設高炉は2nd Stepに於て全てBasic plan と同一原料条件、同一出銑比とする。新旧高炉の年間生産計画の合計値は

1st Step	出銑量合計	1,050,000 T/Y
2nd Step	出銑量合計	2,200,000 T/Y

とする。

代案 1. $\text{No. 1 B F} + \text{No. 5 B F} / \text{No. 5 B F} + \text{No. 6 B F}$

- ① No. 5、No. 6 B Fの考え方は Basic plan と同じである。

1st Step に於て No. 5 B F 1基のみだと炉況不調の場合製鉄所全体のガスバランスや生産計画を阻害するので 1st Step (1993)のみ既設 No. 1 B F を運転し、No. 5 B F を助ける。

No. 1 以外の高炉でも良いが No. 1 B F は 1990 年に巻替えを済ませたばかりであり他の高炉に比べ炉命があり、小型炉 ($500 m^3$) 故に生産バランス上も丁度良い。

- ② この案は現実的な案の 1 つであるが、No. 1 B F はコークス比が No. 5 B F より高く、No. 1 B F 用の運転要員を余分に確保する必要があり計算上 Basic plan より明らかに不経済となるため、本 F/S の運転計画および財務計算からは除外した。

代案 2. ($\text{No. 3 B F} + \text{No. 5 B F} / \text{No. 5 B F} + \text{No. 6 B F} + \text{No. 7 B F}$)
($1,500 m^3 \times 3$)

- ① Basic plan では $2,250 m^3$ の高炉 2 基 (合計 $4,500 m^3$) 新設であるが、代案 2 は $1,500 m^3$ 高炉 3 基 (合計 $4,500 m^3$) 新設の案である。

1st step : 新 5 高炉 ($1,500 m^3$) のみでは生産量が不足するので既設 No. 3 B F ($1,170 m^3$) が応援する。(No. 4 B F は巻替え時期ゆえ休止する)。

2nd step : 新 6 高炉、新 7 高炉 ($1,500 m^3 \times 2$) 火入れ。No. 3 B F 休止。

- ② この案も現実的な案で魅力がある。

但し、代案 1 と同様 No. 3 B F の要員および追加コークスが必要である。

また建設コストも Basic plan より高くなる。高炉 3 基分の敷地が必要。

Step 2 に於ても高炉 3 基の要員が必要であり、電力コストも高くなる。ただし高炉改修年次の減産は Basic plan より少ない。

この代案 2 は、実施計画の時に Basic plan と詳細な比較をする必要がある。

代案 3. ($\text{No. 5 BF} / \text{No. 3 BF} + \text{No. 4 BF} + \text{No. 5 BF} (1,125 \text{ m}^3 \times 2 + 2,250 \text{ m}^3)$)

- ① Basic planのNo. 6 BFの代りに既設No. 3とNo. 4を近代的な高炉($1,125 \text{ m}^3$)に生まれ代わらせる案である。No. 1とNo. 2 BFは休止する。No. 3とNo. 4高炉の合計内容積は $2,250 \text{ m}^3$ である。No. 5高炉は $2,250 \text{ m}^3$ 。
- 1st step : No. 5高炉火入れ。
- 2nd step : No. 3 + No. 4 + No. 5の新高炉3基体制となる。
- ② この場合新No. 3およびNo. 4高炉は既設位置に建替えられることになるが、No. 5高炉が西側の新立地のためマテリアルフローが二重となり、また製鉄工場の管理も二重となるので長期的には不便であり当然不経済である。
- 既設を一部流用出来るとしてもNo. 3 BFおよびNo. 4 BF 2基の主要設備の建設費がNo. 6 BFのそれよりも高いので建設コストは同等または高めとなるろう。

代案 4. (Time delay - 高炉建設時期を遅らせる)

- ① 1993年と1994年に設備投資が集中するのを避けるために既設の高炉を出来るだけ永く使用する方法である。色々な組合せが予想されるが代表案として
- 1st step : 1993年 既設4基運転 (No. 4 BFとNo. 1 BFは巻替え時期に来ているのでやや問題はある。)
- 2nd step : 1994年 5高炉 ($2,250 \text{ m}^3$) 火入れ 1 + 2 + 3 + 4 + 5 BF 運転。
- 1996年 6高炉 ($2,250 \text{ m}^3$) 火入れ 5 + 6 BF 運転。
- 既設No. 1 BF ~ No. 4 BF 休止。

既設高炉がいつ迄使えるか現在判定するのは難しい。高炉、熱風炉その他のShellの寿命は通常20年以下、延ばしても30年が限界であろう。

既設高炉の延命を考える場合、1986~1992年の間に行なわれる4基の高炉のそれぞれの改修項目を定義し、且つ老朽化設備の更新範囲を決定する必要がある。

既設高炉は既に寿命が来ていると考える。

本F/Sの検討期間は前述の通り1993~2012年の20年間であり、

この期間所定の生産量を確保する必要がある。1993年迄に大幅なリプレースをせず、もし2012年迄既設高炉を使うと仮定すると、この期間（1993～2012年）に結局全ての部品や設備を順次更新する事となる。

代案3でも述べた様に投資コスト合計は新6号高炉と同等または高いものとなろうし、運転コストも高くなる。

従って、なるべく早く炉6BFに切り替えるべきと考えるので冒頭に記した案を想定した。

1996年は炉3高炉の次の次のCampaignが終わる年である。

② 代案4は

投資コスト、運転コストともにBasic planに比べ高くなる。

但し、Burnpur製鉄所近代化実施の過程で投資時期、金利等の関係で資金繰りの運用上多少高炉の建設時期をずらさざるを得ない場合の一例である。

最終的には5高炉+6高炉の近代化された姿になるのでF/Sの財務計算はBasic planのみ取り上げる事とする。

(3) 各案まとめ

上記各案の比較の結果下記理由により本F/SではBasic planを取り上げて検討することとした。

- ① 既設高炉群および附帯設備の老朽化が激しく設備が旧式なので早い時期に全面的更新が必要である。
- ② 第5章の3で述べた様に既設の狭隘なスペースに近代的で完全な高炉を再建または新設する事は難しく且つ不経済である。
- ③ 長期に且り新立地と既設の両方に高炉があると原料の受入れ、溶銑の配送、動力設備がそれぞれ必要となり管理体制も二重となり非能率的である、また、保全面での共通性もなくなる。
- ④ 新立地に於けるレイアウトに見る通り、原料、焼結、コークス、高炉、転炉の一連のスムーズな流れを早く実現すべきである。

特に転炉での製鋼作業の安定化のためにも溶銑温度の低下を防がねばならない。

Table 7.4.2 Basic plan/alternative plans of blast furnace modernization

Plans	Steps	Description	Notes
Basic plan	Step 1	1993 BF5 (2250m ³) blow in. All existing furnaces will stop.	2250m ³ (1.05 MT/Y)
	Step 2	1994 BF6 (2250m ³) blow in. BF5 + BF6 operate.	2250m ³ x 2 = 4500m ³ (2.20 MT/Y)
Alt. 1	Step 1	1993 BF5 (2250m ³) blow in. Only BF1 (500m ³) will support BF5 for the training period of one year.	Or in 1992 BF5 Blow in. Considering training period and at the end of 1982 that all existing furnaces are to stop.
	Step 2	1994 BF6 (2250m ³) blow in. BF5 and BF6 operate, BF1 stops.	
Alt. 2	Step 1	1993 BF5 (1500m ³) blow in. Only BF3 continues to operate.	(1.05 MT/Y)
	Step 2	1994 BF6 (1500m ³) & BF7 (1500m ³) blow in. BF5 + BF6 + BF7 operate.	1500m ³ x 3 = 4500m ³ (2.20 MT/Y)
Alt. 3	Step 1	1993 BF5 (2250m ³) blow in. BF3 and BF4 are completely replaced by this year.	(1.05 MT/Y)
	Step 2	1994 New BF3 (1125m ³) & New BF4 (1125m ³) blow in. BF3 + BF4 + BF5 operate.	2250 + 2 = 1125 = 4500m ³ (2.20 MT/Y)
Alt. 4	Step 1	1993 Existing four (4) BF's (total 3340m ³) will operate in this year.	(1.05 MT/Y)
	Step 2	1994 BF5 (2250m ³) blow in. Existing four (4) BF's continue to operate.	(2.20 MT/Y)
	1996 BF6 (2250m ³) blow in. BF5 + BF6 operate. Existing four (4) BF's stop.	4500m ³ (2.20 MT/Y)	

- ⑤ 建設コストのみならず生産効率(生産コスト)、人件費、高炉改修工事、金利等を総合した場合、どの案が一番 BURNPURに適するか正確に比較をするには、更に細かい調査、インド側との討議および詳細に亘る複数の計画、設計、財務計算が必要であるが、第1章緒言で述べられているように今回の F/Sの期間ではそれは不可能である。
- ⑥ 完成された姿を想像すると Basic plan または代案2がベターであるが、2,000 m^3 以上の高炉が1993~2012年頃のインドの主力高炉となると考えるので Basic plan を本 F/Sでは採用する。
- ⑦ 現在のインドでも2,000 m^3 級の高炉が比較的良い操業を上げており、今から7~8年後に於ては焼結技術の向上、コークス品質の向上も期待出来るので、更に高炉の操業は安定し高度の運転が可能となる。
- また、小型高炉に比べ溶銑温度の上昇も期待出来る。

7-4-4 近代化の前提条件

- (1) 高炉の近代化は1st step, 2nd step と step を踏みながら実施されるが、需要に出来るだけ早く応ずるために1st step (100万T/Y体制)は1993年のみとし1944年には2nd step (215万T/Y体制)を達成する。
- 従って、高炉においても1994年迄に粗鋼215万T/Yに見合う溶銑供給体制を確実にし、且つ1994年から2012年末迄19年間それを維持出来る高炉設備とする。
- (2) 1992年迄の既に計画されている既設各高炉の巻替えの内容および予算については調査団のF/Sの対象外とする。既設4基の高炉群は1992年迄の巻替えの際、若干の改善がなされるとは言え、高圧化は出来ず設備全体の老朽化が激しく、1993年には35才となり、また設備の狭隘さから近代的附帯設備の付設も無理なことからこのF/Sの検討期間内に抜本的なリブレースが行われ、次に記す様な近代的な高炉に生まれ替わるものとする。
- (3) 調査団のF/Sに於ては7-4-3(3)について説明した通り、下記の案をメインテーマとした。

1993年	5高炉(2,250 m^3)火入れ	100万T/Y体制
1994年	6高炉(2,250 m^3)火入れ	215万T/Y体制(5BF+6BF)

巻替え間もない1高炉で1993年のみ5高炉を助ける方法もあるがこれは不経済なので5高炉のみで100万T/Yを確保するものとしてF/Sの検討と諸試算とを行う。寿命の来た1～4高炉は1992年末または1993年初頭に休止とする。5高炉火入れ前の1992年までは勿論既設の4基の高炉は充分その役割を果たさなければならないので、新高炉の建設工事により、それを阻外しないものとする。

- (4) 各原料のサイジング、焼結鉱および品質が改善されたコークスの挿入により、高炉操業の安定化、高能率化、低コークス比が図られるものとする。
- (5) レイアウト (Fig.7・4・3 BF№5&№6 General layout 参照)
 - ① 新高炉№5、№6の敷地面積は約400m×400mの予定でReservoir№2の西側となる。
 - ② 原料、焼結、コークスに続き新高炉を設置し、転炉安定操業のために転炉に近接させる。これにより製鉄原料の流れを連続化する。
 - ③ 高炉の向きは溶銑車の運行がスムーズに出来る様考慮する。
 - ④ 高炉の位置は現在のスラグヤードの水滓設備近辺となるが、№5BF建設工事期間は既設の水滓設備は既設の高炉の滓処理用として残る。№6BF建設時は既設水滓設備を撤去する。№5・6BFとも高炉区域にて直接滓処理を行う。オール水滓で計画する。水滓は貨車で搬出される様計画する。
 - ⑤ 高炉の原料装入はコンベア装入方式とし、高炉原料槽、原料、焼結、コークスの各プラントと効果的に繋がる位置とする。
 - ⑥ コークス、焼結鉱ともに高炉庫下篩 (Blast furnace underbin screens) を設けCoke breezeおよびSinter fineはReturn conveyersにてSintering plantに戻る計画とする。
 - ⑦ 送風機室、水処理設備、集塵設備、電気室、製鉄事務所、その他を機能的に配置するとともに、製鉄所入口道路より池 (Reservoir) ごとに見た時の美観も考えた設計とする。
 - ⑧ 以下の如き将来予見される設備の設置スペースとして、高炉廻りに余地を設ける。
炉頂発電、脱珪・脱硫設備、滓掻設備、燃料吹込み (微粉炭吹込み) 等。
 - ⑨ 既設のコークス炉からのコークスはコンベアにて池 (Reservoir) の南側を通り、新高炉へ送られる。

⑩ 既設の高炉は廃止する予定であるがもし残るとしても、焼結工場から既設高炉への焼結鉄送りコンベヤーは設けない。

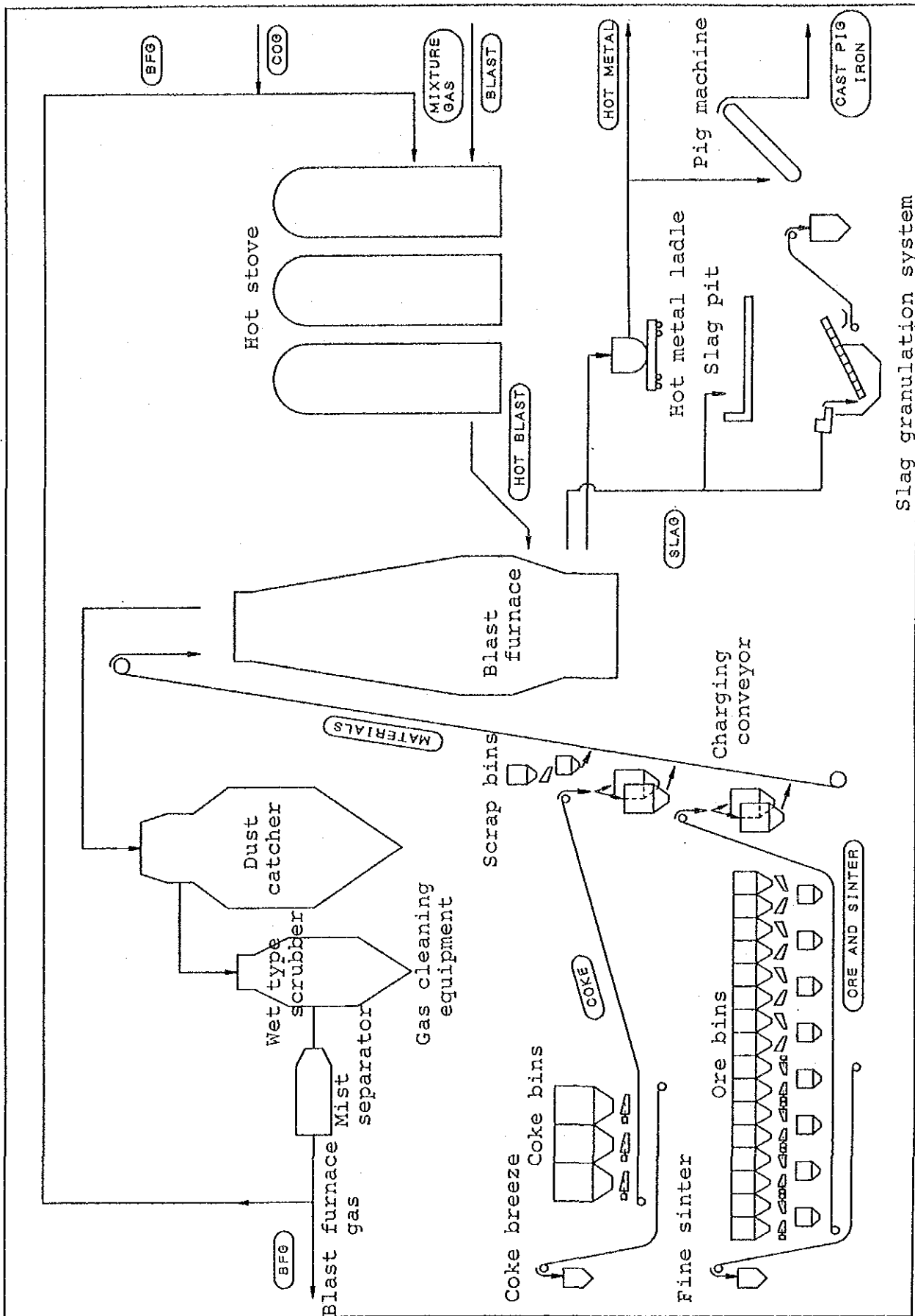
(6) 高炉のプロセスフローおよび高炉のプロフィールについては Fig.7.4.1 および Fig.7.4.2 を参照のこと。

(7) 新高炉の特長 (炉 5 B F および 炉 6 B F)

Productivity: Low Nor. 1,346 Nor. 1.41 Max. 1.5

Inner volume: 2,250 m³ (1.10 MT of Hot metal) x 2

1. With twin cast-house, bell-less top, belt conveyer charging, under-bin screening, automation & computer control
2. Sinter-ave. 70% (max. approx 80%)
3. Coke ash: 23.5% in Coke at 10% of imported coal
4. Coke strength: M10 = 12.5 at 10% of imported coal
5. High top pressure: Low Nor. 1.15 Nor. 1.3 Max. 1.5 (kg/cm²)
6. 100% cast-house slag granulation and emergency dry pit.
7. High duty hot stove: Blast temp. 1100°C by coke oven gas and blast furnace gas mixture
8. High duty gas cleaning with gas pressure control
9. Iron ore size 10-30 mm
Flux size 10-30 mm
Coke size 25-75 mm (Average 50 mm)
10. Tapping 8-10 times/D. furnace (75 ton ladles)
11. Modernized opener, clay gun, splash cover and tilting runner
12. Environmental control equipment
13. Hot metal temp. 1250°C Si≤1.3% at L.D. converter



Slag granulation system

Fig. 7.4.1 Process flow

5 BF (2250 M³)

I.V. = 2246 M³

W.V. = 1932 M³

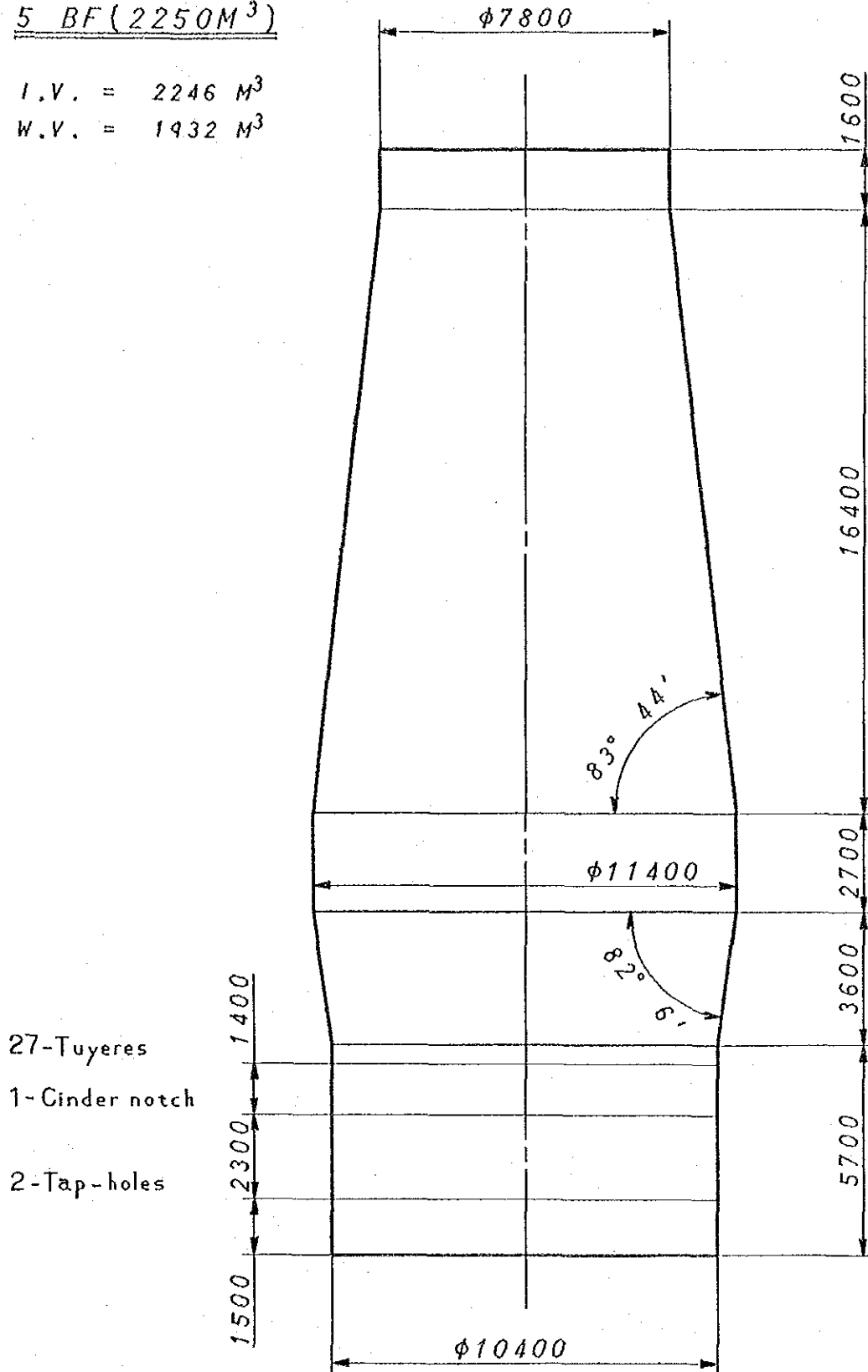


Fig. 7.4.2 Blast furnace profile

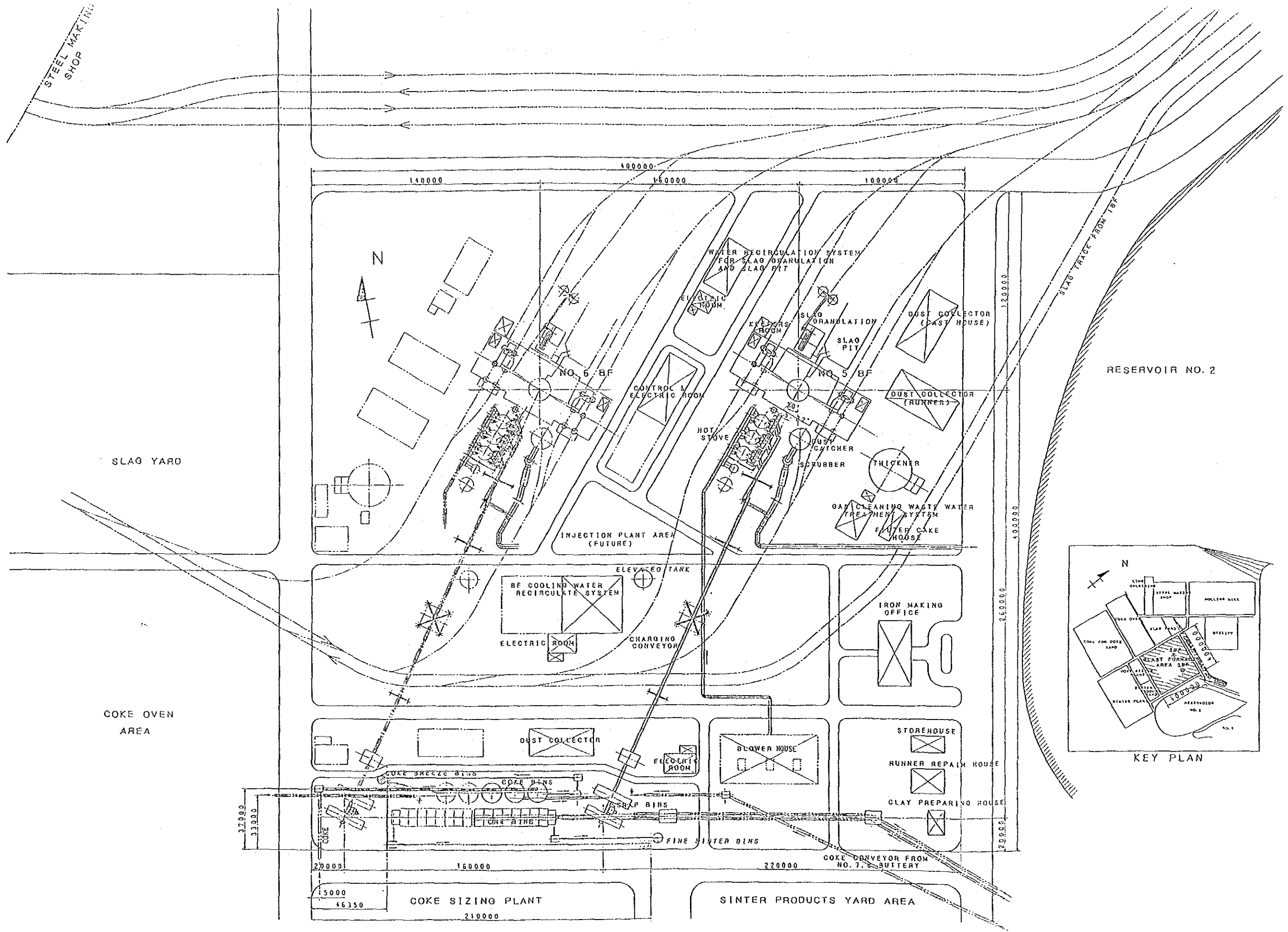


Fig. 7.4.3 Blast furnace No.5 & No.6 general layout

7-4-5 原料条件

(1) コークス

- ① CHASNALLA の洗炭設備は 1988 年に稼働を開始し、1993 年以降は高炉の要求値を完全に満たせるものとする。また、Deep mine からの良質石炭を採炭可能とする。
- ② 更に輸入炭 10% をコークス原料として用い、その結果コークス成分を下記の通り向上させる。コークス中灰分を現状の 28.5% から 23.5% に低下させコークス強度 M10 を現状の 17.0 から 12.5 に向上させる。
- ③ コークス比 : 約 589 kg / THM 必要量が新コークス炉から供給される。
- ④ コークス粒度 : 高炉庫下篩 25 mm ~ 75 mm 平均 50 mm に管理する。粉率 (Return coke breeze) は約 10% で計画する。

(2) 焼結および鉄石

- ① 現在焼結鉄はないが 1992 年末迄に №1 焼結工場完成、1993 年末迄に №2 焼結工場を完成し、それぞれ №5 BF、№6 BF に対し鉄石中の焼結鉄比率 70% を満たす。高炉の操業変更に応じ焼結鉄比率 80% 迄可能とする。
 - ② 焼結鉄の塩基度 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ 1.75 以下 Fe 分 47.08% で計画する。
 - ③ 焼結も含め鉄石および副原料粒度を 10 ~ 30 mm に管理出来る Sizing 設備が必要。焼結鉄の高炉庫下篩の粉率 (Return sinter fine) は 8% で計画する。
 - ④ 焼結、鉄石、コークスとも Al_2O_3 含有量が高いのはインド国内鉄の宿命とはいえ将来何とか下げるべきである。
- (3) 上記原料条件は、№5・6 BF 用であるが既設高炉 (例えば №1 BF) をもし使う場合既設高炉には焼結鉄を使わない計画とする。
- (4) 原料成分および原料バランスは別表による。

7-4-6 生産計画

(1) 各ステップの生産計画は下記の通りである。

1st Step (5BF - 2,250m³)

Hot metal	: For steelmaking	-	966,400 T/Y
Cold pig	: For steelmaking	-	23,300 T/Y
Cold pig	: For others	-	39,300 T/Y
Metal loss	: recovered as scrap	-	21,000 T/y

Hot metal output	-	1,050,000 T/Y
Crude steel	-	1,000,000 T/Y

2nd step (5BF - 2,250m³ 6BF - 2,250m³)

Hot metal	: For steelmaking	-	2,080,000 T/Y
Cold pig	: For steelmaking	-	50,100 T/Y
Cold pig	: For others	-	26,000 T/Y
Metal loss	: recovered as scrap	-	44,000 T/Y

Hot metal output	-	2,200,000 T/Y
Crude steel	-	2,150,000 T/Y

- 各 Step に於ける銑鉄必要量（高炉出銑量）は製鋼用 Hot metal および製鋼用 Pig に、KULTI, UJJAIN その他鑄造工場向の外販 Cold pig を加えた量である。
 - Metal-loss 2% で計算する。
 - ここで言う Crude steel とは良鋼すなわち Good ingot + Good cast bloom and billet である。
- (2) 外販用 Cold pig は 85 / 86 生産実績に対し少なくしてあるのは、連続鑄造化が進み造塊比率が下がり、鋳型の需要が減る事と、溶銑の低シリコン化により鑄物工場は別の供給元より溶銑を得る可能性がある事のためである。
- (3) 転炉装入溶銑温度 1,250℃、溶銑中 Si（シリコン）≤ 1.3%
- (4) 高炉改修年次の生産計画
- ① 高炉改修年次 各炉とも 7～8 年毎に改修工事を行う。

No. 5 B F	2000 年末および 2008 年中期
No. 6 B F	2001 年末および 2009 年中期
 - ② 改修日数 110～120 日 / 回

減産日数換算	140 日 / 回
--------	-----------

- ③ Hot Metal Production 1,800,000T/Y
(Crude Steel Production 1,800,000T/Y)

7-4-7 高炉操業条件およびマテリアルバランス

前記生産計画を満す高炉の操業条件およびマテリアルバランスを Table 7.4.3 ~ 7.4.6 および Fig. 7.4.4 ~ 7.4.6 に示す。

Table 7.4.3 CHEMICAL ANALYSIS ON THE MATERIALS FOR
BLAST FURNACE

焼結および鉄鉱石は今回 F/S 用の計画値である。

コークス灰分は現状のデータ (1986年9月1日の SAIL 情報による) を採用した。

その他副原料については現状の原料の分析値である。

Table 7.4.4 BLAST FURNACE SPECIFICATION

- ① 現在の高炉の操業データ (85/86) およびケース G、ケース H にそれぞれ 1st step, 2nd step の高炉操業計画値およびケース I に操業最大値の例を示す。
- ② ケース G は 1st step 1993年、1年だけの No. 5 B F の平均運転点を示す。
この1年間は、大型高炉、高圧高炉、高出鉄比の運転に慣れるための期間であり、ケース H (2nd step) よりやや低めの送風温度、送風圧力とした。
1st step ではコークス炉ガスも充分でないため送風温度を 900℃ としている。
ケース H は 1994年 ~ 2012年の 2炉とも通常運転年次の計画値である。
コークスはケース G、H とともに輸入炭 10%、M10 = 12.5 である。
- ③ ケース 1 は No. 5 B F、No. 6 B F (2,250 m³) の各高炉の最高運転点の一例を示すものである。
ここでは輸入炭 20% のコークスで灰分 21.8%、M10 = 11.0 を予想し、炉頂圧 1.5 kg/cm²、送風温度 1,100℃ とし出鉄比 1.5 を得る。これは平年の出鉄比 (ケース H) の約 6.4% up である。
- ④ 生産計画上の平均値は Step 1 で操業度 1.346、Step 2 で操業度 1.41 であるが、インドでは高炉の周期的 (季節的) 生産変動計画値が ±6% 程度であるゆえ、高炉および附帯設備の能力を高炉操業度 1.5 が可能となる様計画する。

- ⑤ ケースJ：これは参考データであるがコークス強度が充分得られない場合（ $M10 = 1.45$ ）高炉操業度が約1.38に低下するので、年間出鉄量 2,200,000 T/Yを確保するためには高炉内容積をやや増して約2,300 m³の高炉が必要となる。基本案 2,250 m³に比べ建設費は極く僅か高くなる。

Table 7.4.5, 7.4.6 BLAST FURNACE MATERIAL BALANCE

1st step, 2nd stepおよび改修年次の生産計画に基きマテリアルバランスをそれぞれケースG、ケースHおよびケースKに示す。それぞれのケースのマテリアルフローを以下の図に示す。

Fig. 7.4.4, 7.4.5, 7.4.6 BLAST FURNACE - MATERIAL FLOW AND BALANCE SHEET

粗鋼年産100万 T/Y (1st step) および粗鋼年産215万 T/Y (2nd step) については、高炉の年間稼働率を0.95として各高炉を、年間を通じて一定の出鉄比で運転するが、高炉改修年次粗鋼年産180万 T/Yについてはこれを得るために例えば $\#5$ BFを改修する場合140日間の減産量を最小限にするために他の225日に於て $\#6$ BFでやや増産し、140日分の製鋼用 Cold pigをつくりだめし、 $\#6$ BFは140日間、高品質コークスの投入や高圧操業にて最大限の出鉄比を得て且つ製鋼の鉄配合比率をやや下げる等の手段を用いる。Fig. 7.4.6 はこれらの年間合計である。

140日間転炉の生産量は平年に比べ減るので、余った酸素を高炉に転用し、この期間のみ $\#6$ BFの送風に酸素富化吹込みを行うことも有力な高炉の増産対策の一つである。

Table 7.4.3 Chemical analysis on the materials for blast furnace

Contents Materials	T.Fe (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	TiO ₂ (%)
Sinter	47.08	5.34	4.46	9.36	2.68	0.90	0.10	0.01	0.21
High lump ore	65.20	2.20	2.70	0.00	0.00	0.05	0.03	0.10	0.21
Low lump ore	59.80	2.80	4.70	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.20
Scrap	78.00	10.00	2.00	---	---	---	---	---	---
Lime stone	1.00	7.80	2.70	45.70	3.60	---	---	---	---
Dolomite	1.00	6.50	2.10	29.00	19.30	---	---	---	---
Manganese ore	21.40	7.00	10.00	---	---	26.00	0.05	---	---
Coke ash	6.90	57.00	25.80	2.80	1.00	---	0.60	(SO ₃ =0.80)	1.50

Present specific gravity

Sinter	:	---
High grade ore	:	2.5
Low grade ore	:	2.1
Lime stone	:	1.5
Dolomite	:	1.4
Coke	:	0.6
Slag	:	1.5
Granulated slag	:	0.8

Table 7.4.4 Blast furnace specification

Items	Cases	Present	Case G		Case H		Case I		Case J		Notes
			1st step	2nd step	A sample of Max. ope.	A sample of Alt.	1st Step	2nd Step	Revamp	Crude steel	
1.1 Blast furnace	1BF, 2BF, 3BF, 4BF	# 85/86	5 BF	5 BF + 6 BF	5 BF or 6 BF	5 BF + 6 BF	5 BF + 6 BF	5 BF + 6 BF	5 BF + 6 BF	Hot metal	1.00MT/Y
1.2 Inner volume	(m ³)	500 500 1170 1170	2250	2250 x 2	2250	2300 x 2	2300 x 2	2300 x 2	2300 x 2		1.00MT/Y
1.3 Furnace productivity	(THM/Nm ³ of inner Vol/D)	3340	Nor	Nor	(1.41 x 106.4)	Nor	Nor	Nor	Nor		2.20MT/Y
1.4 Daily productivity (THM/D)		0.75	1.348	1.41	1.50	1.38	1.38	1.38	1.38		1.80MT/Y
1.5 Furnace availability (%)		2,500	3,028.5	3,172.5 x 2	3,375	3,174 x 2	3,174 x 2	3,174 x 2	3,174 x 2		1.77MT/Y
1.6 Annual production (THM/Y)		862,000	1,050,100	1,100,000 x 2	(95)	95	95	95	95		1.80MT/Y
1.7 Production plan (THM/Y)			1,050,000	2,200,000	---	2,200,000	2,200,000	2,200,000	2,200,000	Used for material balance	
2.0 Material and furnace operation condition satisfying the production plan											
2.1 Size of Sr. ore, limestone etc. (mm)			10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30		
2.2 Sr (rate) (%)		Not used	Nor. 70	Nor. 70	Nor. 70	Nor. 70	Nor. 70	Nor. 70	Nor. 70		Max approx. 80%
2.3 Underbins screen		Not used	Applied	Applied	Applied	Applied	Applied	Applied	Applied		
2.4 Sr property			Fe 47.0% Basic. 1.75	Same as left	Same as left	Same as left	Same as left	Same as left	Same as left		Basicity CaO/SiO ₂ of Sr = 1.75
2.5 Sr strength (OI % ₅₀)			> 80	> 80	> 80	> 80	> 80	> 80	> 80		
2.6 Coke Size (mm)		+80mm 30% (Tryings)	25 ~ 70 (Ave. 50)	Same as left	Same as left	Same as left	Same as left	Same as left	Same as left		CHASNALLA washery complexes
2.7 Imported coal (%)			10	10	20	10	10	10	10		by 1988. Ash data from IISCO
2.8 Coke ash (%)		23.5	23.5	23.5	21.5	23.5	23.5	23.5	23.5		TELEX dated 1988-9-1
2.9 Coke strength (M10)		17 (16.7)	12.5	12.5	11.5	14.5	14.5	14.5	14.5		
2.10 Top pressure (Kg/cm ²)		0.97	1.146	1.316	2.50	1.565	1.565	1.565	1.565		
2.11 Hot blast temp. (°C)		664	900	1100	1100	1100	1100	1100	1100		
2.12 Coke oven gas mixture (%)		Not used	Approx. 1	5 ~ 7	5 ~ 7	5 ~ 7	5 ~ 7	5 ~ 7	5 ~ 7		
2.13 Additional humidity (g/Nm ³)		10	20	20	20	20	20	20	20		
2.14 Fuel injection		Not used	Not used	Not used	Not used	Not used	Not used	Not used	Not used		
3.0 Material rate (Refer to the material balance sheet as to the detailed data)											
3.1 Sinter unit consumption (Kg/THM)		Not used	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280		Net sinter
3.2 Coke rate (Kg/THM)		1056	640	589	545	580	580	580	580		
3.3 Slag rate (Kg/THM)		749	470	460	430	460	460	460	460		
3.4 Flue dust rate (Kg/THM)		33	20	20	20	20	20	20	20		

= Note : Data of 85/86 are based on "Operational Statistics 1985-86 IISCO"

Table 7.4.5 Blast furnace material balance (1)

Items	Present		Case G		Case H		Case K		Notes
	85/86	1st step	2nd step	Revamp. year	5 BF + 6 BF	Revamp. year	5 or 6 BF Revamp	(2250)	
1.1 Blast furnace	1BF, 2BF, 3BF, 4BF	5 BF	5 BF + 6 BF	5 or 6 BF Revamp	Data for revamping year show as a sample				
1.2 Inner volume (m ³)	500 500 1170 1170	2250	2250 x 2	(2250)	2250 x 1.41 x 225 x 0.95 = 678,122 T/Y				
1.3 Furnace productivity (THM/m ³ of inner Vol/D)	3340	Hor	Hor	A B C	2250 x 1.423 x 225 x 0.95 = 684,374 T/Y				
1.4 Daily productivity (THM/D)	0.75	1.346	1.41	1.41 1.423 1.487	2250 x 1.487 x 140 x 0.95 = 439,000 T/Y				
1.5 Furnace availability (%)	2,500	3,028.5	3,172.5	3172.5 3201.5 3300.5	Total hot metal product = 1,801,496 T/Y				
1.6 Annual production (THM/Y)	94.4	95	95	95	During a furnace revamping, hot metal rate in converter can be reduced. Then crude steel product can be 1.8M/Y				
1.7 Production plan (THM/Y)	852,000 (861,556)	1,050,100	1,100,000	1,801,496					
1.8 Crude steel (Ton/Y)		1,050,000	2,200,000	1,800,000					
		(1,000,000)	(1,150,000)	(1,772,000 → 1,800,000)					
2.0 Consumption of raw material					=1 : Data of unit consumption of present (85/86) show "Specific consumption rate" of page 68 to page 71 in "Operational Statistics 1985-86".				
2.1 Received sinter	0	1391	1391	3061	Data of Annual Quantity of present (85/86) show data of page 58 and page 65 to page 67 in the same book.				
2.2 Return fine sinter	0	111	111	245	Unit consumption of Ore (85/86) : 437 + 993 = 1430 (High grade ore is 1430 x 30.58% = 437)				
2.3 Net sinter	0	1280	1280	2816	=2 : Data with < > are weighted averages.				
2.4 High grade ore	437	173.3	165	363					
2.5 Low grade ore	993	384	384	844.5					
2.6 Scrap	40	14	14	30.5					
2.7 Lime stone	401	40	40	88					
2.8 Dolomite	270	0	0	0					
2.9 Manganese ore	56	0	0	0					
2.10 Received coke		711	654	1439					
2.11 Return coke breeze		71	65	143					
2.12 Net coke (Dry) (-Coke rate)	1056	640	589	1296					
	(1056)	(640)	(589)	(582)					

Table 7.4.6 Blast furnace material balance (2)

Cases Items	Present		Case G 1st step		Case H 2nd step		Case K Revamp. year		Notes
	Unit Consumption (Kg/THM)	Annual Q'ty (1000T/Y)	Unit Consumption (Kg/THM)	Annual Q'ty (1000T/Y)	Unit Consumption (Kg/THM)	Annual Q'ty (1000T/Y)	Unit Consumption (Kg/THM)	Annual Q'ty (1000T/Y)	
1.1 Blast furnace	1BF, 2BF, 3BF, 4BF	85/86							
1.2 Inner volume (m ³)	500	500	2250	2250	5 BF + 6 BF 2250 x 2	5 BF + 6 BF 2250	5 or 6 BF revamp (2250)		Data for revamping year show as a sample (m ³) 2250 x 1.41 x 225 x 0.95 = 678,122 T/Y 2250 x 1.423 x 225 x 0.95 = 684,374 T/Y 2250 x 1.467 x 140 x 0.95 = 439,000 T/Y Total hot metal product = 1,801,496 T/Y
1.3 Furnace productivity (THM/Rm ³ of inner Vol/D)	0.75	3340	1.346	3340	1.41	1.41	A B C 1.41 1.423 1.467		
1.4 Daily productivity (THM/D)	2.500	862,000	3,028.5	862,000	3,172.5	3,172.5	3,172.5	3201.8	3300.8
1.5 Furnace availability (%)	94.4		95		95		95		
1.6 Annual production (THM/Y)	862,000		1,050,100		1,100,000		1,801,496		
1.7 Production plan (THM/Y)			1,050,000		2,200,000		1,800,000		
1.8 Crude steel (Ton/Y)			(1,000,000)		(1,150,000)		(1,772,000--1,800,000)		
3.0 Miscellaneous material									
3.1 Mud			1.4	1.5	1.4	3.0	1.4	2.5	
3.2 Sand			1.4	1.5	1.4	3.0	1.4	2.5	
3.3 Steel bar			1.4	1.5	1.4	3.0	1.4	2.5	
3.4 Mixture			1.4	1.5	1.4	3.0	1.4	2.5	
3.5 Refractory			2.6	3.0	2.8	6.0	2.8	5.0	
4.0 Waste materials									
4.1 Dust (Dry)	33	28.5	20	21	20	44	20	36	
4.2 Sludge (Wet)			13	13.7	13	28.6	13	23.4	
4.3 Waste refractory			2.8	3.0	2.8	8.0	2.8	5.0	
4.4 Skull	(11.1)	(95.6)	5.5	5.6	5.5	12.0	5.5	9.9	
4.5 Slag yield	749	645.5	470	483.5	460	1012	<453>	815.5	
4.6 Air cooled BF slag			0	0	0	0	0	0	
4.7 Granulated slag			470	493.5	460	1012	<453>	815.5	
5.0 Hot metal production	1000	862	1000	1050	1000	2200	1000	1800	
5.1 Hot metal to SMS	(856)	(738)	920.4	966.4	945.46	2080	<951.8>	1713.3	
5.2 Cold pig production	(110)	(95)	59.6	62.6	34.6	76.1	<29.4>	52.9	
5.3 Cold pig to SMS	(1)	(1)	22.2	23.3	22.8	50.1	<23.3>	41.9	
5.4 Cold pig for others	(109)	(94)	37.4	39.3	11.8	26.0	<6.1>	11.0	
5.5 Metal loss	(34)	(29)	20	21	20	44	<18.8>	33.8	

(Crude Steel = 1.0 MT/Y)

Figures in () show unit consumption

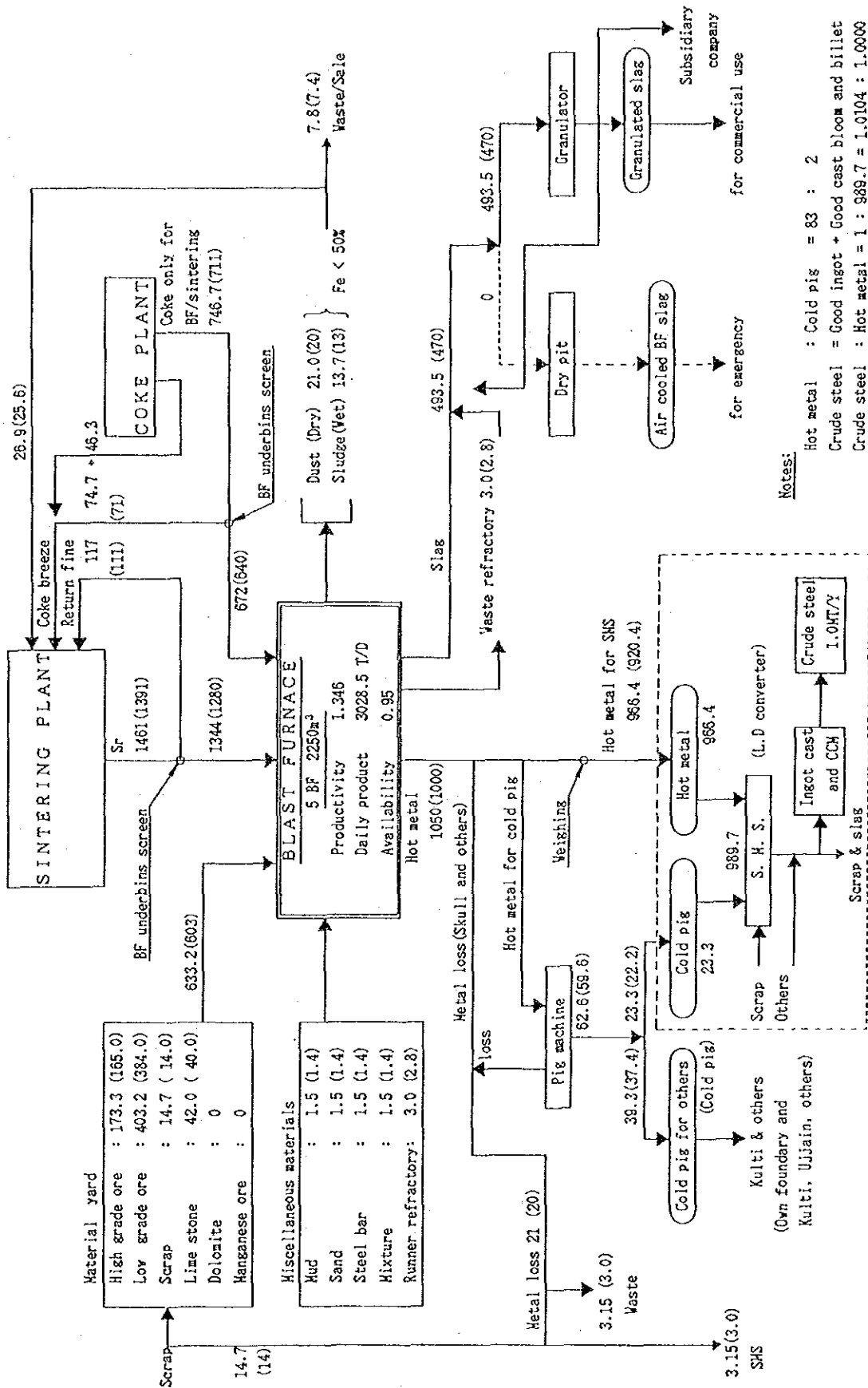


Fig. 7.4.4 Material flow and balance sheet - Crude steel 1.0 MT/Y

(Crude Steel = 2.15 MT/Y)

Figures in () show unit consumption

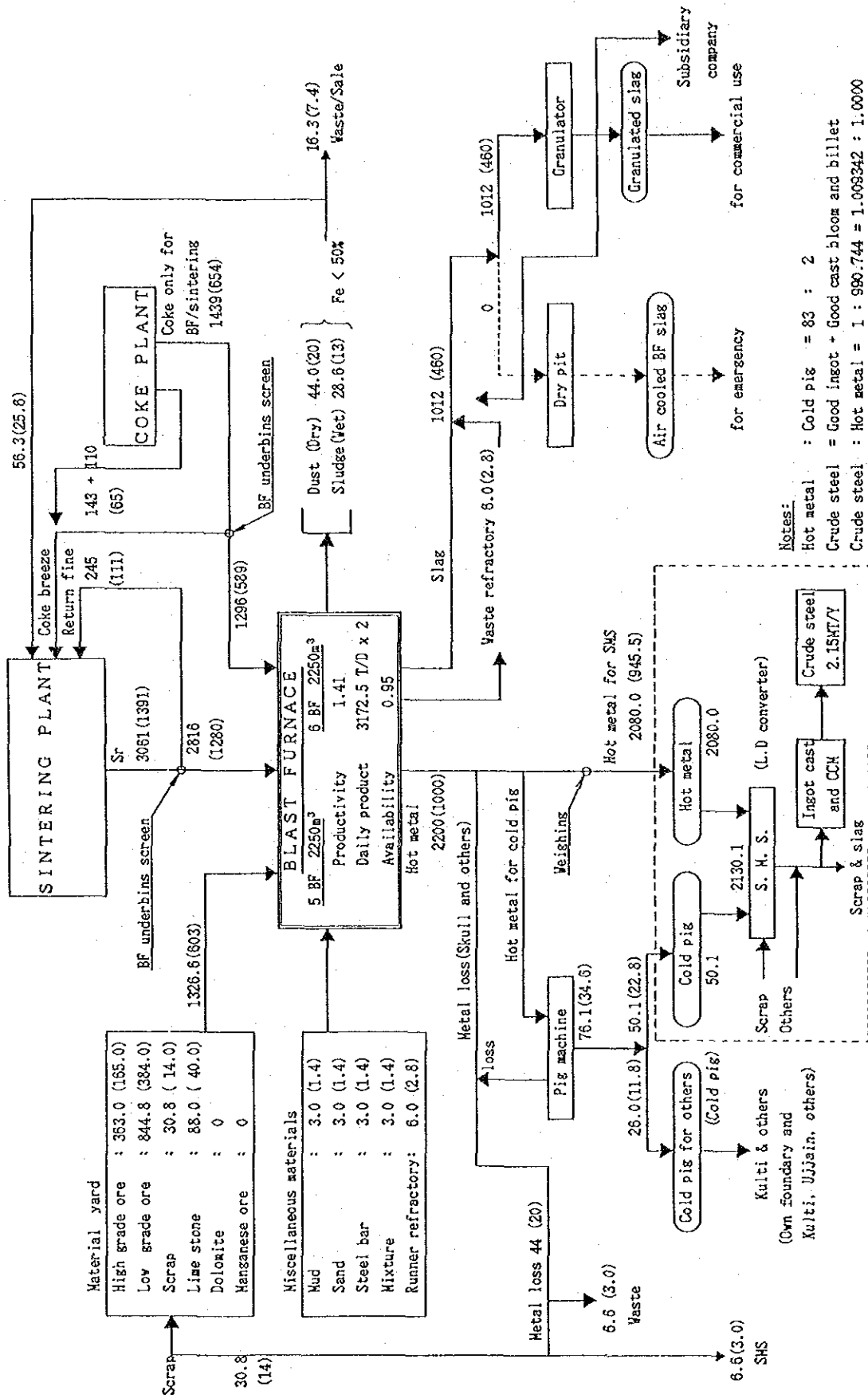


Fig. 7.4.5 Material flow and balance sheet - Crude steel 2.15 MT/Y

7-4-8 エネルギーおよびユーティリティ

1st step (No.5 BF) および 2nd step (No.5 BF + No.6 BF) のエネルギー関係の前提条件を以下に、またそのエネルギー原単位を Table 7-4-7 に示す。

(1) 高炉送風機は高炉の高圧操業が可能な送風圧、高操業度およびコークス比に見合った送風量を得られる設備とする。熱風炉切替時の充圧余裕も含む。

1st step では高炉送風機1/2稼働、2nd step では1基増設し3/4稼働とする。

(2) BFG (高炉ガス) 量は、現状は $900\text{Kcal}/\text{Nm}^3$ であるが、計画ではコークス比が低下するので $800\text{Kcal}/\text{Nm}^3$ 換算値でBガス発生量および使用量を設定する。

(3) COG (コークス炉ガス) は 1st step では不十分であるが、2nd step では高温送風可能なる量が供給される。

(4) Fuel injection を行わず、平常時は酸素富化送風も行わない。出銑口開口用酸素は、購入高圧酸素 ($150\text{kg}/\text{cm}^3$) を使用する。

(5) 高炉送風に蒸気を吹込み平均 $20\text{gr}/\text{Nm}^3$ ($30\text{kg}/\text{THM}$) の加湿を行う。

(6) 工業用水は、主に高炉関係設備の冷却、水淬製造およびガス清浄集塵用であるが、この循環水量に見合った Make up water が必要である。

(7) 圧縮空気および窒素ガスは用意されるものとする。

(8) 所要電力の確保：附表は高炉設備および高炉浄水場用の使用電力を示すが高炉送風機用は別である。

(9) 省エネルギー設備または高炉地区での電力発生設備は将来採算が合う事が解ってから設置するものとし、今回の電力バランスからは除外した。

Table 7.4.7 Unit consumption of energy and utility

		<u>1st. step</u>	<u>2nd. step</u>
(1)	Cold blast (Nm ³ /THM)	1500	1400
(2)	B gas (Blast furnace gas)	B gas volume is shown as conversion at 800Kcal/Nm ³	
	- B gas yield (Nm ³ /THM)	2100	1950
	- Consumption at hot stove (Nm ³ /THM)	720	700
(3)	C gas (Coke oven gas)		
	- for hot stove (Nm ³ /THM)	7	38
	- for casthouse (Nm ³ /THM)	3	3
(4)	Oil, Tar, Pulverized coal, CaO injection	0	0
(5)	Steam		
	- for blast humidity control (Kg/THM)	30	28
	- for others (Kg/THM)	16	16
(6)	Compressed air -7Kg/cm ² G (Nm ³ /THM)	20	20
(7)	Nitrogen gas (Nm ³ /THM)	5	5
(8)	Oxygen for tap hole opening - purchased (Nm ³ /THM)	15	15
(9)	Industrial water - make up (T/THM)	3.0	2.8
(10)	Electric power		
	- for blast furnace (KWH/THM)	22	21
	- for water treating system (KWH/THM)	17	16

7-4-9 設備見積範囲

見積範囲の詳細および設備計画については Table 7.4.8 を参照のこと。

(1) 見積範囲

5 高炉および6 高炉新設に伴う、下記の設備および工事。

- ① 高炉機械設備（耐火物を含む）および高炉浄水場
- ② 公害対策設備
- ③ 電気計装設備
- ④ 附属建屋
- ⑤ 基礎工事（設備基礎、建屋基礎、その他）

⑥ 車 輛

⑦ 予 備 品 (2 年分)

(2) 高炉設備関連であるが他部門または製鉄所共通項目で見積るもの

① 製鋼工場行溶銑の秤量

溶銑鍋毎にクレーン秤量にて計算し、高炉別出銑別管理を可能とする。

② 滓 掻 き 設 備 : 混銑炉後に設置する。

③ 高炉送風機、エアークンプレッサー、高炉ガスホルダー等

④ 車 輛 の 内 : 溶銑車、溶銑台車、機関車、トラック、貨車、クレーン車、ダスト片付用ショベルローダー等

(3) 見積外であるがレイアウト上将来設置可能な配慮がしてあり、将来生産上の必要性または省エネルギー効果(メリット)が生じた時に設置するもの。

① 燃料吹込み (Oil, Tar または 微粉炭吹込み)

② CaO吹込み設備

③ T R T (高炉炉頂ガスエネルギー回収発電タービン)

熱風炉排熱回収設備

④ 脱硫・脱硅設備および高炉後滓掻設備

(4) 既設 № 1 ~ № 4 高炉 (見積外)

① 今回の F / S では 1993 年以前の既設高炉の巻替工事費用は見積外とする。

既設高炉の 1992 年迄の巻替に関し IISCO で予算化しているものとする。

② Basic plan (5 B F + 6 B F) では、1993 年以降の既設高炉 № 1、№ 2、№ 3、№ 4 各炉の巻替はない。

③ 既設高炉の休止に伴う設備安全対策は、通常保全費の枠を出ないものとする。

(5) № 5、№ 6 高炉の改修工事 (高炉特別修繕引当金扱い)

① № 5 B F、№ 6 B F とも 7 ~ 8 年毎に行う。

② 高炉煉瓦の巻替を主とし、その他高炉改修時しか出来ない修理を最少限行うものとする。

7-4-10 建設スケジュール (Table 7.4.9 参照)

基本計画決定後の正味建設期間は、高炉1基当たり、約3年である。各案の比較および Basic plan 実施案の決定、土質調査、土壌改良などの準備期間を加えると約5年となる。インドにおいて、3年で実現するためには、周到な準備、近代的な工法の採用、綿密な工程管理、機能的なプロジェクト運営組織が必要であろう。

また、短期間に所定の生産量に立ち上げるためには、炉5BF火入れ前に近代的な高炉の設備および運転のために充分トレーニングし、習熟しておかねばならない。

Table 7.4.8 Blast furnace equipment specifications

sheet 1 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
1. Raw materials transporting facilities (1) Raw materials bin	1 unit	Sinter bin : 160m ³ x 8 Ore bin : 100m ³ x 4 Miscellaneous material bin : 40m ³ x 5 Coke bin : 600m ³ x 2 + 1 Fine sinter bin : 130m ³ x 1 Coke breeze bin : 100m ³ x 1	1 unit	Same as left ditto. ditto Coke bine : 600m ³ x 2 Same as left ditto
	11 sets	Sinter screen : 165T/h x 8 Coke screen : 200T/h x 2 + 1	10 sets	Sinter screen : 165T/h x 8 Coke screen : 200T/h x 2
	8 sets	Ore feeder : 450T/h x 4 Limestone feeder : 60T/h x 4	8 sets	Same as left
	10 sets	Coke weigh hopper : 35m ³ x 2 Material weigh hopper: (2 to 7m ³) x 8	10 sets	Same as left
	2 sets	Reserving hopper : 25m ³ x 2	2 sets	Same as left

(Continued)

sheet 2 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
(6) Conveyor	1 unit	For Ore : 1000T/h For Coke : 500T/h For Fine sinter : 100T/h For Coke breeze : 40T/h	1 unit	Same as left
(7) Charging conveyor	1 unit	Type : Gallery type Capacity : 1000T/h Belt width : 1200mm Belt speed : 100m/min	1 unit	Same as left
(8) Stockhouse dust collecting equipment	1 unit	Dry type : 7000m ³ /min x 1	1 unit	Same as left
2. Top charging system				
(1) Top charging gear	1 unit	Top charging method : Bell-less top Bunker : 35m ³ x 2 Top pressure : 1.5 kg/cm ²	1 unit	Same as left
(2) Others		Hydraulic equipment Centralized lubricating equipment 4-sounding device Top igniter Dust collector : Dry type 500m ³ /min x 1		

(Continued)

sheet 3 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
3. Blast furnace (1) Furnace shell	1 unit 1 set	High top pressure control equipment (Bleeder valves, equalizer & relief valves) Furnace supporting system : Free-stand type Inner volume : 2250m ³ Working volume : 1930m ³ Hearth diameter : 10,400mm No. of tap holes : 2 No. of cinder notch : 1 No. of tuyeres : 27	1 unit	Same as left
(2) Furnace structure	1 set	4 column structure and platforms		
(3) Cooling devices	1 set	Cooling plates, staves and shower		
(4) Refractories	1 set	Al ₂ O ₃ /SiO ₂ , SiC, carbon etc.		

(Continued)

sheet 4 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
4. Cast house equipment	1 unit		1 unit	Same as left
(1) Cast floor	1 set	2 casting areas : about 2600m ²		
(2) Main iron trough	2 sets	Fixed trough		
(3) Iron runner	2 sets	Runner and tilting spout		
(4) Slag runner	3 sets	Runner slag granulation system and to slag pit		
(5) Slag treatment equipment	1 unit	1 slag granulation system : 1500T/D = (100%)	1 unit	Same as left
(6) Clay gun	2 sets	1 slag pit (Dry pit) for emergency Full hydraulic type 0.25 m ³ /stroke (Effective)	1 unit	Same as left
(7) Tap hole opener	2 sets	Pneumatic remote control type	2 sets	Same as left
(8) Cinder notch stopper	1 set	Pneumatic remote control type	1 set	Same as left
(9) Cast house crane	2 sets	20t x 18m span	2 sets	Same as left
(10) Main iron trough cover crane	2 sets	Post type jib crane : 10t (Air type)	2 sets	Same as left
(11) Dust collecting equipment	1 unit	For runner : Dry type : 7500 m ³ /min x 1 For cast house: Dry type : 10000 m ³ /min x 1	1 unit	Same as left
(12) Pig casting machine	2 units	Stationary fixed roller type: max 600T/D each (Repair and reuse of existing equipment)	-----	None

(Continued)

sheet 5 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
5. Hot stove equipment (1) Hot stove	1 unit 3 sets	Hot stove type : Cowper 3 units Blast temperature : 1100°C Blast pressure : Max. 3.2 Kg/cm ² Blast volume : 3350 m ³ /min Heating surface : 41,500 m ² /stove Fuel : Mixed gas (BFG & COG) Combustion gas : 52,500Nm ³ /h stove Combustion air : 45,000Nm ³ /h Hot stove valve cooling	1 unit	Same as left
(2) Combustion air fan	3 sets			
(3) Valves	1 unit	Stove valves : 3 sets Backdraft valve : 1 set Snort valve : 1 set		
(4) Duct	1 unit	Ducts, bustle main, bustle pipe etc.		
(5) Refractories	1 unit	Refractories for stoves, ducts, etc.		
(6) Coke oven gas booster	2 sets			

(Continued)

sheet 6 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
6. Gas cleaning equipment	1 unit	Gas cleaning method : Dust catcher ----> Wet type scrubber (with top pressure control) ----> mist separator Treating gas volume : Max 280,000 Nm ³ /h Degree of gas cleaning : 10mg/Nm ³ (Below)	1 unit	Same as left
7. Water treating system (1) Blast furnace cooling water	1 unit	Amount of feed water : Approx. 9,000m ³ /h including cooling tower, pump, strainer and piping and elevated water tank (1000 + 350 = 1350m ³)	1 unit	Same as left
(2) Gas cleaning waste water	1 unit	Amount of feed water : Approx. 900m ³ /h including thickener (25m ϕ), dehydrater, cooling tower, pump, strainer and piping	1 unit	Same as left
(3) Slag pit water	1 unit	Amount of feed water : Approx. 300m ³ /h including pump, strainer and piping	1 unit	Same as left
(4) Slag granulation water	1 unit	Amount of feed water : Max. 42m ³ /min including granulator, filter, cooling tower, pump and piping	1 unit	Same as left

(Continued)

sheet 7 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
8. Service piping	1 unit	<ul style="list-style-type: none">- Water, compressed air, steam, nitrogen gas, oxygen gas and coke oven gas for casthouse etc.- Oxygen enrichment (for production increase).	1 unit	Same as left
9. Instrument	1 unit	<ul style="list-style-type: none">- Infrared camera, above burden probe, shaft differential pressure, CO2 detector, gas analyzer (profile meter, shaft horizontal penetrate probe)- Weighing with auto calibrator and moisture control.- Gas cleaning pressure control.- Blast humidity control.- Field instrument including thermocouple, orifice, pressure gauge etc.- CRT, shared display, data logging, control equipment and computer.	1 unit	Same as left
10. Electric equipment	1 unit	<ul style="list-style-type: none">- Substation, battery back up.- Switch gears, panel, motor, limit switches.- PLC and automation equipment and control.- Elevator, air conditioning, lighting.- Inter-communication system, ITV.- Metal detector, soundings etc.	1 unit	Same as left

(Continued)

sheet 8 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
11. Building	1 unit			
(1) Stockhouse dome	1	575m ²	1	Same as left
(2) Driving house	1	120m ²	1	ditto
(3) Casthouse	1	2600m ²	1	ditto
(4) Keepers room	1	8m x 10m	1	ditto
(5) Control room	1	570m ² x 3 storied (including electric room)	1	ditto
(6) Electric room	3	for stockhouse, slag and pump rooms	3	ditto
(7) Elevator tower	1	3m x 3m x 63mH	1	ditto
(8) Dehydrator house	1	150m ²		
(9) Iron making office	1	800m ² x 3 storied	-	Nil
(10) Clay preparation house	1	150m ²	-	Nil
(11) Runner repair house	1	300m ²	-	Nil
(12) Store house	1	200m ²	-	Nil
(13) Expansion of ladle refractory repair house	-	Nil	1	Expansion 300m ²
12. Equipment for buildings	1	Mechanical and electrical equipment for buildings are included in respective equipment items	1	Same as left

(Continued.)

sheet 9 of 9

Item	Step I (BF No. 5)		Step II (BF No. 6)	
	Quantity	Main specifications	Quantity	Main specifications
12. Civil	1 unit	<ul style="list-style-type: none"> - Foundation of BF, HS and other equipment - Foundation of buildings - Stockhouse bunker - Dry pit and fence - Water ponds - Railway, road, drainages 	1 unit	Same as left
13. Vehicle and others				
(1) Scope of BF	1 unit	<ul style="list-style-type: none"> - Power shovel and bulldozer for dry pit (repair) - Fork-lifts for storehouse 	1 unit	Same as left
(2) Scope of common	1 unit	<ul style="list-style-type: none"> - Hot metal ladles, ladle cars, diesel loco, shovel loader/truck/wagon for slag, dust and others, truck, truck crane for maintenance, etc. - Hot metal weighing, slag dig-out machine 	1 unit	Quantity of fork-lifts are different Same as left (Quantity of vehicles are different)
(3) Scope of SMS	1 unit		1 unit	Same as left
14. Spare parts	1 unit	For 2 years	1 unit	Same as left

7-5 製 鋼 (B.O.F.)

7-5-1 新製鋼の必要性と基本的考え方

現在の製鋼工場は設備的に老朽化が激しく、長期的将来計画の立案に当っては以下に要約する理由によって第1章緒言で述べた如き転炉法による新製鋼工場の建設は必須のものである。

- (1) ベッセマー転炉と平炉の組み合わせによる二重精錬法 (Duplex process) は、製鋼法そのものが旧式である上に、両炉共に建設以来の設備改善と設備保全が不十分であったため、将来にわたって持ちこたえることはできない。
- (2) 現有設備は生産能率が低く、設備の老朽化と相まって当面の目標である年産100万Tの良鋼生産は難かしい。
- (3) 溶銑から鋼までの歩留が低く、エネルギー原単位が高く、他方労働生産性は低い。そのため製造コストは高くなり競争力は低下する。
- (4) 秤量機器、測定機器、計装機器などの装備が不十分で機械化、自動化が大きく遅れている。
- (5) 作業労働環境が不良で、地域に対しての環境保全対策もほとんど行われていない。

新製鋼工場の計画に当っては、BURNPUR製鉄所の置かれている現状を考え現在の操業をソフト的に見直すことはせずに、ハード的に転炉法を導入するという本F/Sの基本方針をふまえて、以下の方針の下に検討を行った。

- (1) 主原料である溶銑の品質 (化学成分と溶銑温度) とプロダクトミックスから推定される成品品質の2条件から、転炉の操業条件を決定し設備仕様を決めた。溶銑受入れから造塊、連鑄に溶鋼を渡すまでの工程の流れはできる限り簡素なものとした。
- (2) 設備は転炉工場 (Basic oxygen furnace) の基本設備の他に新鋭工場として具備すべき付帯設備として、非燃焼型排ガス処理設備 (Non combustion system of B.O.F. waste gas with gas recovery) であるOG設備、吹錬自動制御設備であるSub-lance設備、転炉の自動煉瓦積設備 (Relining

lower)を含めた。

- (3) インドのエネルギー事情と製鋼コストの低減を目指して、排ガス回収を行い、製鉄所内で有効利用することとした。
- (4) 転炉の主要な副原料である生石灰はその使用量と品質上の問題を考え、現在のシャフト炉を廃止し、大容量のシャフト炉を新設して直接供給ができるようにした。
- (5) 将来の環境基準にも耐えうる公害防止機器を設置し、大気、水質とも完全な環境保全対策を講じた。

新製鋼工場はプロジェクト全体の生産計画に従って、100万TのStep 1で転炉2基設置の1基稼動(one out of two furnaces operation)、215万TのStep 2で同サイズの転炉1基を増設する。

7-5-2 設備計画上の前提条件

(1) 溶 銑 条 件

主原料である高炉溶銑の転炉装入時の目標成分、温度をTable 7.5.1に示す。

Table 7.5.1 Chemical composition and temperature of hot metal

	C	Si	Mn	P	S	Temp
Target	3.8 ~ 4.2%	1.1 ~ 1.6	0.6 ~ 1.0	<0.28	<0.07	1,230 ~ 1,280°C
Expected average	4.0	1.3	0.8	0.25	0.05	1,250

(2) 粗鋼生産計画 (Product mix in crude steel)

良塊または良鋳片ベースの生産計画をTable 7.5.2に示す。

(3) 主原料配合率および歩留

主原料配合率および歩留りをTable 7.5.3に示す。主原料配合率は最適な転炉操業が行なえるよう溶銑配合率を決める。冷銑は溶銑品質のバラツキ、高炉-転炉操業のバラツキを吸収するバッファの鉄源とする。スクラップはStep 1のリターンバランス点が13.5%、Step 2のリターンバランス点が7.3%なので不足スクラップは購入スクラップおよび自家発生スクラップを使用することとする。

Table 7.5.2 Product mix in crude steel (sound ingot and steel cast)

			Crude steel production 10 ³ T/Y	
			Step I	Step II
Casting method	Cast size	Final product	1,000	2,150
1) Ingot casting	5T	Sheet	148	---
		Bar, Rod, Shape & Billet	367	295
2) No.1 Billet-CC	100□mm	Bar, Rod & Shape	200	250
3) Bloom-CC	300 x 400 mm	Heavy structural	285	335
4) No.2 Billet-CC	150□mm	Bar, Rod & Shape	---	615
5) No.3 Billet-CC	180□mm	Bar, Rod & Shape	---	655
Continuous casting ratio			48.5%	86.3%

Table 7.5.3 Main materials blending ratio and yields

1) Main material blending ratio	a) Hot metal ratio	83 %
	b) Cold pig iron ratio	2
	c) Scrap ratio	15
2) Yield	a) Molten steel yield (to charged main material)	89
	b) Sound ingot yield (to molten steel)	97
	c) No.1 Billet-CC as cast yield	96
	d) Bloom-CC as cast yield	96
	e) No.2 Billet-CC as cast yield	96.5
	f) No.3 Billet-cc as cast yield	96.5

(4) 操 業 条 件

溶銑 Si の変動を考慮して、全ヒート中 20% は中間排滓を伴うダブルスラグ
操業を行なうことと想定し、平均 Charge to tap 時間および稼働率はそれぞれ
Table 7.5.4、Table 7.5.5 に示す通りとした。

操業条件の基本項目を Table 7.5.6 に示す。

Table 7.5.4 Estimated charge to tap time

	Single slag	Double slag
Charging	4 minutes	4 minutes
Blowing	18	18
Re-blowing	6	6
Intermediate slag off	--	10
Blow-off adjustment	6	6
Tapping	5	5
Final slag off	2	2
Average charge to tap time	41	51

Total average charge to tap time $41 \times 0.8 + 51 \times 0.2 = 43$ minutes

Table 7.5.5 Estimated working ratio

Hindrance ratio	Break-down of equipment	5 %
	Waiting for hot metal	6 %
	Break-down of subsequent process	6 %
	Matching between BOF & CC	6 %
	Others	3 %
Working ratio		74 %

Table 7.5.6 Operating conditions of the B.O.F. plant

		Step 1	Step 2
1) Operating time	a) Annual operating days	348D	
	b) Monthly operating days	29D	
	c) Periodical shutdown for maintenance	8.5h x 4 times/M	
2) Working ratio		74 %	
3) Steel tapped per heat		129.3T	
4) Steel tapped (tons)	a) Annual tonnage	1,036,000T	2,230,000T
	b) Monthly tonnage	86,300T	185,800T
	c) Daily tonnage	2,980T	6,400T
5) Steel tapped (heats)	a) Annual heat	8,012 heats	17,247 heats
	b) Monthly heat	667 heats	1,437 heats
	c) Daily heat	23 heats	50 heats
6) Daily steel tapped by destination	a) Ingot casting	1,560T (12 heats)	900T (7 heats)
	b) Continuous casting	1,420T (11 heats)	5,500T (43 heats)
7) Charge to tap time	Average	43 mins	
	Single slag (80% of heats)	41 mins	
	Double slag (20% of heats)	51 mins	

7-5-3 設備概要と主仕様

(1) プロセスフロー

製鋼工場は第1期(Step 1)で100万T/Y、第2期(Step 2)で215万T/Yの良鋼を生産するため、第1期では130T/heatの転炉を2基設置し、2基整備の常時1基稼動とする。第2期では転炉を1基増設し、3基整備の常時2基稼動とする。転炉で溶製された溶鋼は造塊および連铸法により铸造される。Fig. 7.5.1に製鋼工場の製造工程の概念を示す。

(2) 設備レイアウト

製鋼工場の配置は、第7章7-1の全体レイアウトに示すごとくBURNPUR製

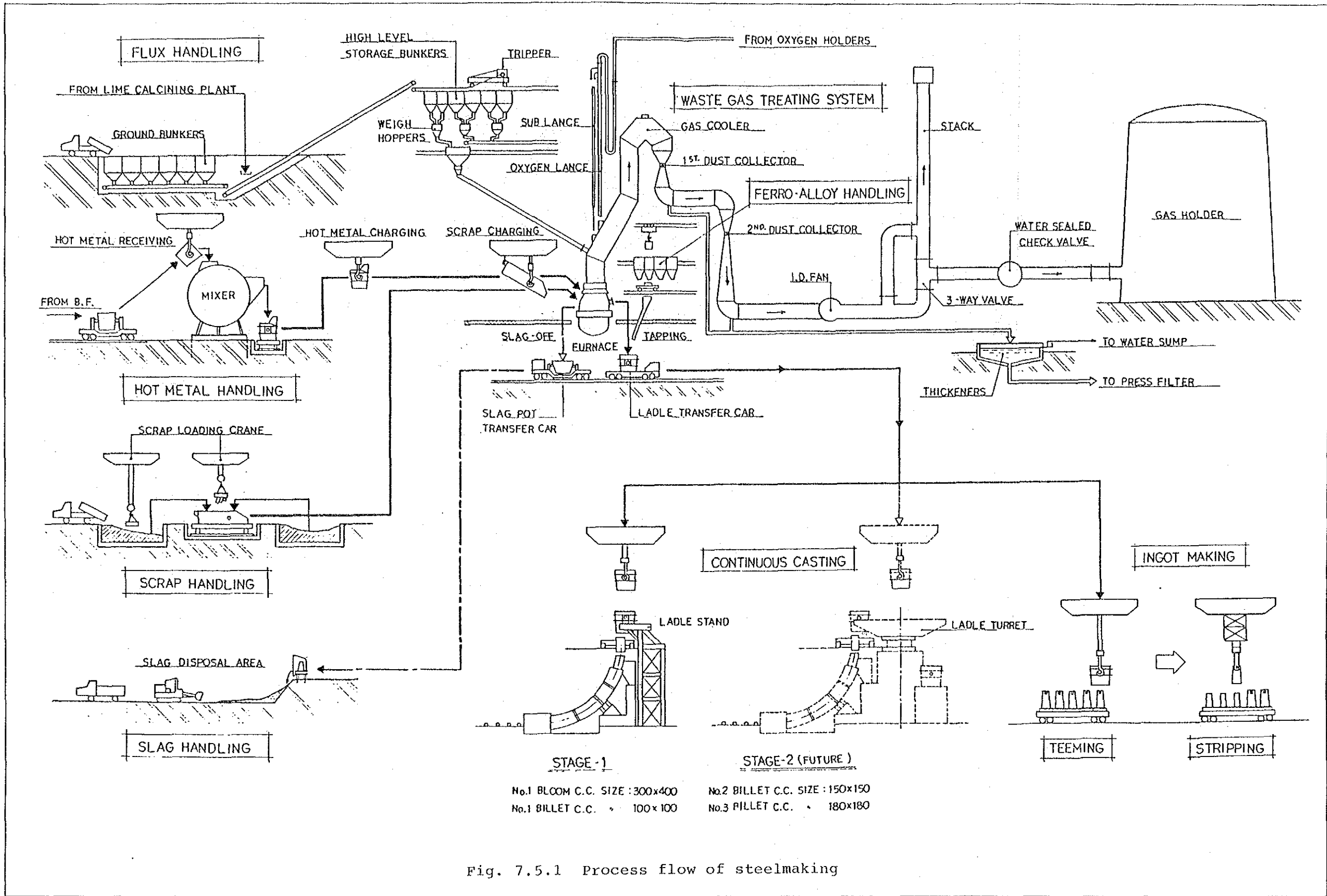


Fig. 7.5.1 Process flow of steelmaking

鉄所の新設設備群のほぼ中央に位置する。鉄源フロー (Metal material flow) は近接する新高炉—転炉—造塊・連鋳を経て新設マーチャントミルに直結するようコンパクトに集約したレイアウトとした。製鋼工場のレイアウトを Fig.7.5.2 に示す。

転炉棟は直線的な配置とする。転炉を中心として、主原料の溶銑とスクラップ取扱設備は両翼に位置する。混銑炉 2 基は転炉と直列の並びとし、受入溶銑線は混銑炉前に 2 条入れる。スクラップの積み込みは屋内ピットを設け、秤量台車上のスクラップシュートに積み込まれた後、クレーンで転炉に直送される。

転炉から出鋼される溶鋼および排出されるスラグは鉄源の流れと直角の方向に搬出される。溶鋼は隣接する造塊棟に受鋼台車で引出し後工程に渡される。転炉スラグは炉下に引込まれたスラグポット台車により、溶鋼と反対方向に搬出される。

転炉棟の南西側には関連設備が配置される。すなわち転炉棟に隣接して転炉排ガス処理設備、水処理設備、電気室、換気集塵設備、ガスホルダー等を設置する。その外側に生石灰焼成炉 (Lime calcining plant) を配置し、生産された生石灰は直接転炉ホッパーに運搬するコンベアで転炉へ搬送される。Fig.7.5.2 の中で実線で示された部分が Step 1 の 100 万 T 段階で建設される部分、破線で示された部分が Step 2 の 215 万 T 段階で増設する部分である。

(3) 設備とその主仕様

Table 7.5.7 に転炉工場の設備仕様を示す。以下各設備の機能、計画の考え方等につき概要を説明する。

① 溶銑設備 (Hot metal handling equipment)

高炉から転炉工場への溶銑運搬は、既存の 75 T 溶銑鋼で行なう計画のため、混銑炉を設置する。容量 1,200 T の 2 基を設置する。高炉より運搬された溶銑はクレーンにより混銑炉に貯蔵され、転炉吹錬計画に合わせて装入鍋に出銑される。装入鍋は秤量機上に置かれ溶銑量は連続計量される。この際発生する塵埃はフードで捕集しバグフィルターへ送られ除去される。

② 屑鉄設備

スクラップは製鋼工場近くに貯蔵され、スクラップ積み込み棟 (Charging bay) にダンプトラックまたは貨車で運ばれ、2 つの大きなピットに受け入れ

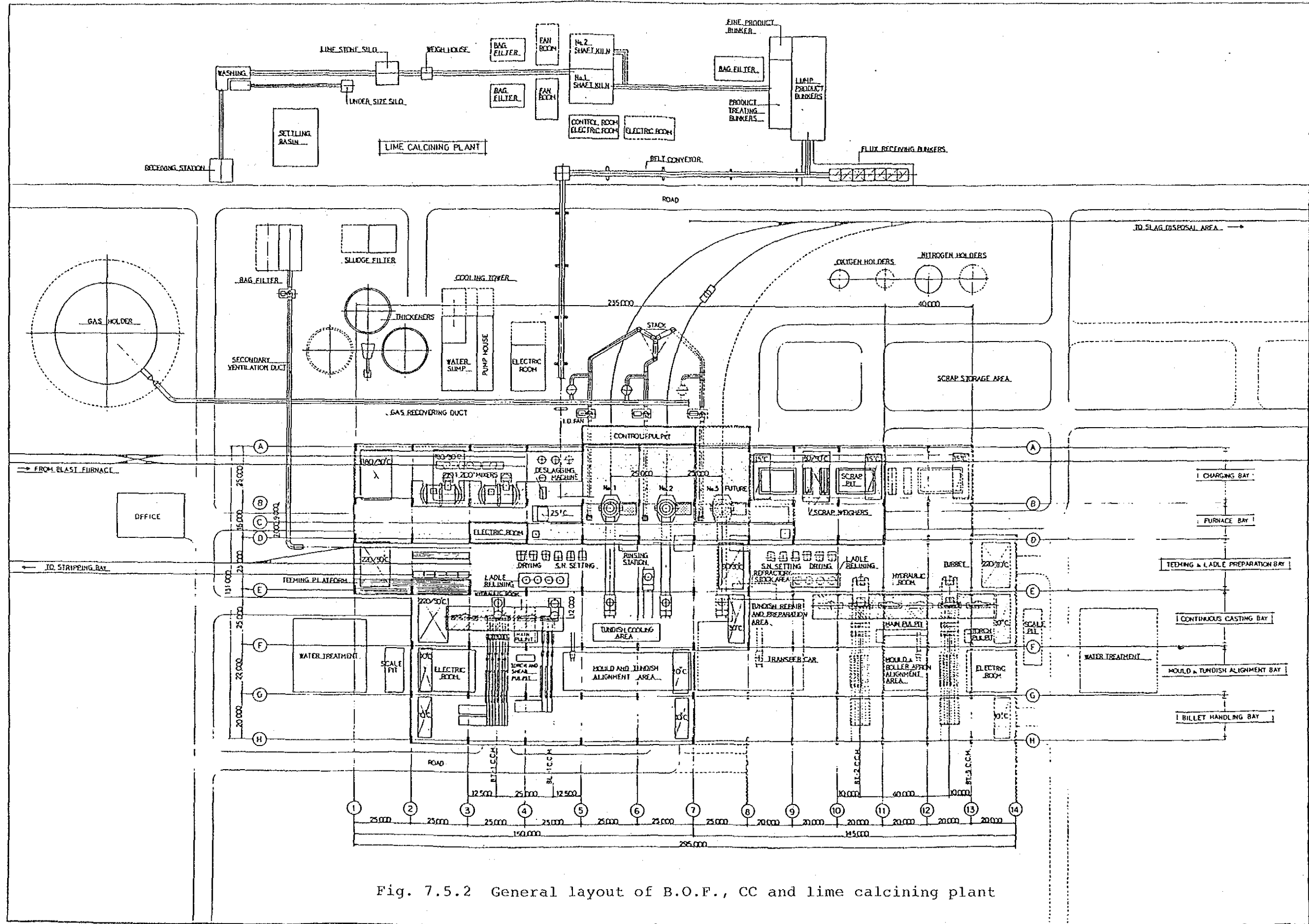


Fig. 7.5.2 General layout of B.O.F., CC and lime calcining plant