
技 術 報 告

福山製鉄所の建設と操業について*

中 野 宏**

Construction and Operation of Fukuyama Iron Works, Nippon Kokan K.K.

Hiroshi NAKANO

Synopsis:

Construction of a giant iron works was planned by Nippon Kokan with a crude steel production of ten million tons as the final target, to cope with increasing competition in domestic and foreign markets for the future development of the steel industry of Japan. Another reason of this decision was the fact that the crude steel production at the three iron works in Tokyo-Yokohama area was limited to five million tons because of the local restrictions.

Company policy for this construction was directed toward the adoption of largest and most highly automated facilities and a layout permitting the most rational transportation. An area of 7.26 million m² was selected from among many possible sites of construction within Japan at the coast of Fukuyama in compliance with this policy. Reclamation was launched in January 1962. The first period construction was completed in summer 1966 with the production of sheets as objective. The crude steel production has reached in June 1967 a level of two million tons. The second period construction is already underway, and a production system comprising hot and cold rolled sheets and wide plates corresponding to a crude steel production of four million tons will be established at the beginning of 1968.

(Received 7 Feb. 1968)

1. 緒 言

わが国の鉄鋼業はここ 10 数年のうちに急速な成長を示し、昭和 39 年以降、粗鋼の生産において世界第 3 位の地位を占めるに至っている。このような驚異的な発展を遂げた理由は種々あるが、特筆すべきことは数次にわたる合理化計画の遂行とこれに続く新鋭臨海製鉄所の誕生で、製品の品質面、製造価格面で世界一流の地位を築いたことである。

日本鋼管においても、川崎、鶴見両製鉄所の徹底的合理化、水江製鉄所の新設を行なってきたが、これら京浜地区製鉄所はいずれも狭隘なため、これ以上大幅に飛躍することは困難なので、新立地の製鉄所として福山製鉄所の建設に踏み切ったわけである。福山製鉄所は年間 1,000 万 t の粗鋼生産を最終目標として鋭意増強計画に基づく建設を続行中であるが、そのうちの第 1 期工事計画は昭和 41 年夏完工し、42 年 2 月には計画値の生産に達し、6 月には計画を約 30% 上回る 200 万 t ペースに至っている。福山製鉄所の建設計画を決定してから約 6 年を経過した今日、過去をふり返ってみて建設の経過と稼動初期の操業についての概要を述べることにする。

2. 建 設

2.1 基本計画

新製鉄所の建設が社内で正式に討議されたのは昭和 34 年である。当時水江製鉄所は建設の最盛期であつたが、京浜地区 3 製鉄所はその立地的制約から合計能力は粗鋼 500 万 t が経済的な限界であると判断し、長期計画の柱として新製鉄所の建設計画を開始した。

建設計画に当たっては次の事項を前提として進めることにした。

(1) 日本の鉄鋼需要は当分の間伸長を続けるものと予測されるが、一方業界の競争は国内的のみならず、国際的にもますます激化していくものと予想される。

(2) 企業が発展するには生産性の向上と製造原価の低減を徹底的に行なう必要がある。

上記に基づき次の基本方針のもとに計画を立てることにした。

(1) 新製鉄所の規模は粗鋼ベースで 600 万 t 以上とする。個々の設備は可能な限り世界第一級の大形化と自動化を計り、特に運搬の合理化を計ったレイアウトにする。

* 昭和 43 年 2 月 7 日受付 (依頼技術報告) ** 日本鋼管 (株) 取締役副社長

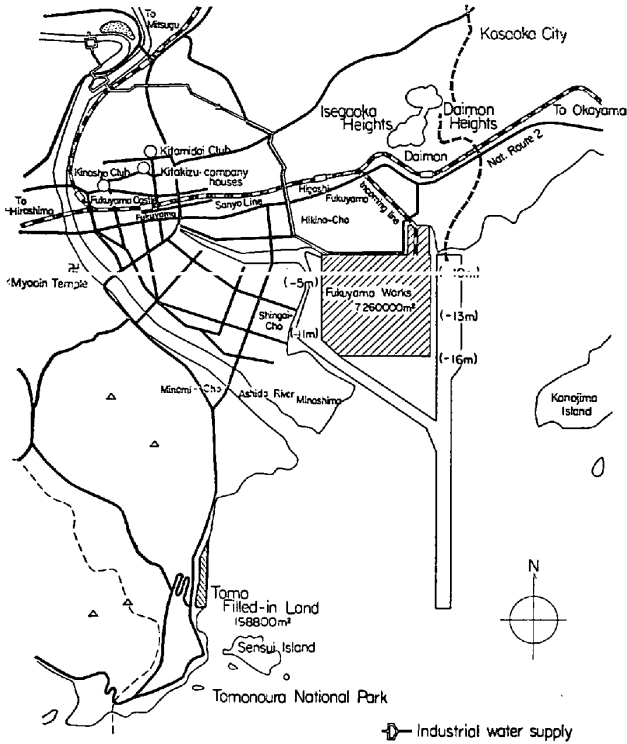


Fig. 1. Fukuyama Iron Works and its surroundings.

(2) 稼動時期は昭和 40 年 4 月を目標とする。第 1 期の生産品目は薄鋼板類とし、順次厚板、条鋼類の生産態勢を整備していく。

建設計画の第 1 段階として、前記の基本方針に基づいて 10 数カ所の候補地について詳細に比較検討を行なった結果、広島県福山市地先の海面が製鉄所予定地に選ばれた。立地決定に当たり、特に重要視した諸点は次のとお

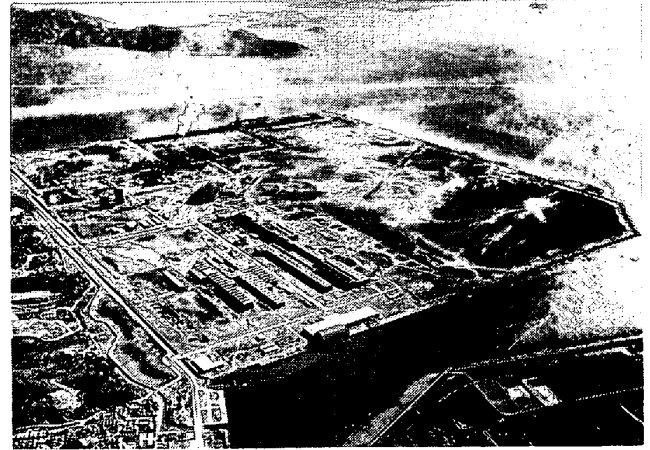


Photo. 1. Whole view of the Fukuyama Iron Works.

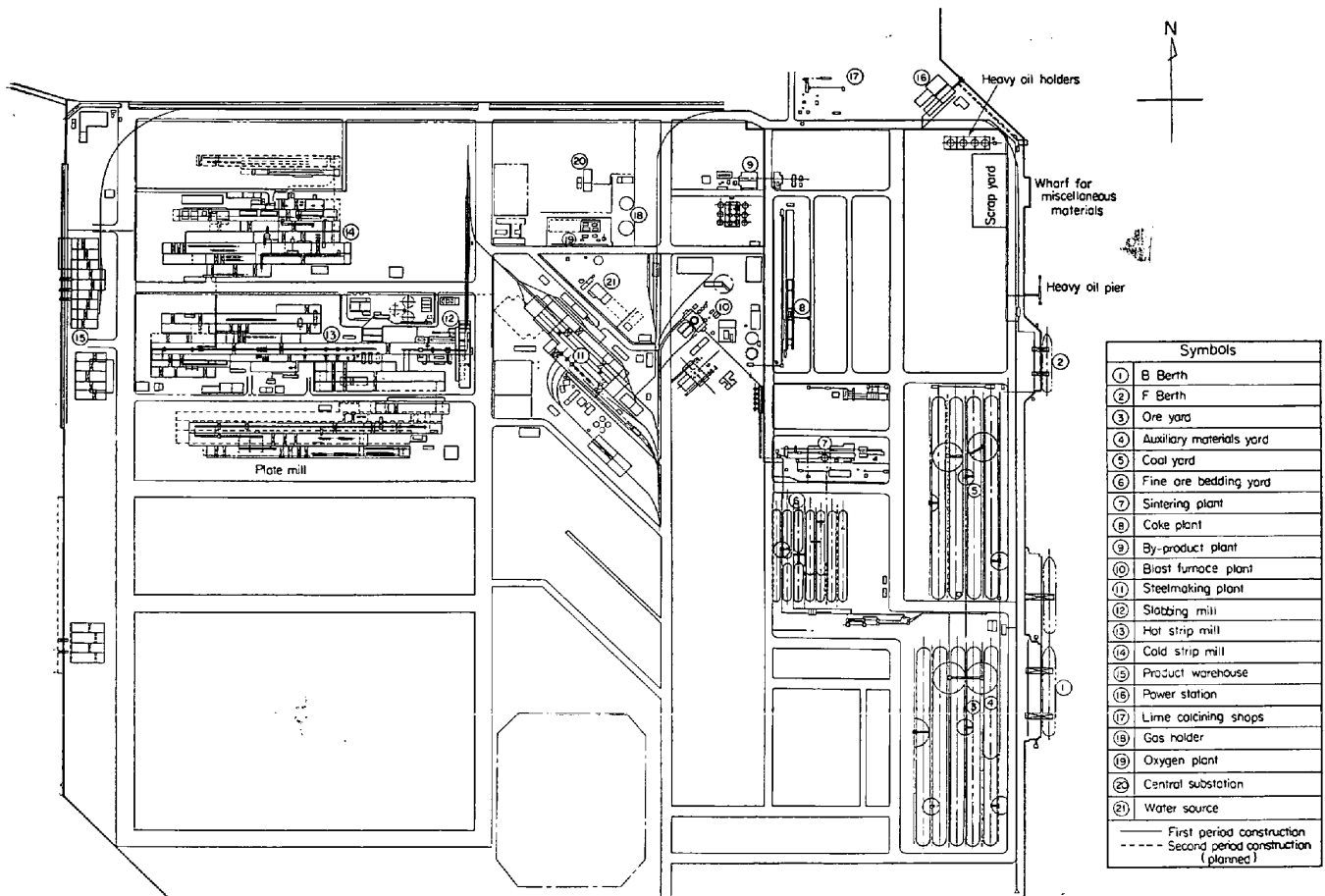


Fig. 2. Layout of Fukuyama Iron Works.

りである。

- (1) 工場配置が容易な 200 万坪 (660 万 m^2) 以上の土地が得られること。
- (2) 強固な支持層と良質な埋立用土砂があること。
- (3) 10 万 t 原料専用船が接岸可能であること。
- (4) さし当たり 10 万 m^3/day 以上、将来 30 万 m^3/day 以上の工業用水が確保できること。
- (5) 土地造成の工期と費用が好条件であること。
- (6) その他、天災、関連産業、需要家、地元との関係など。

2.2 土地造成

敷地面積は東西 2800m、南北 2400m、面積 726 万 m^2 (約 220 万坪) である。本埋立に必要な土量は 5・400 万 m^3 におよび主として当社原料岸壁前面の東泊地、成品岸壁前面の西泊地および南本船路の浚渫土を充当するよう立案した。本埋立に要した工事費は Fig. 3 に示す永久護岸 (A 型) も含めて坪当たり約 5000 円である。

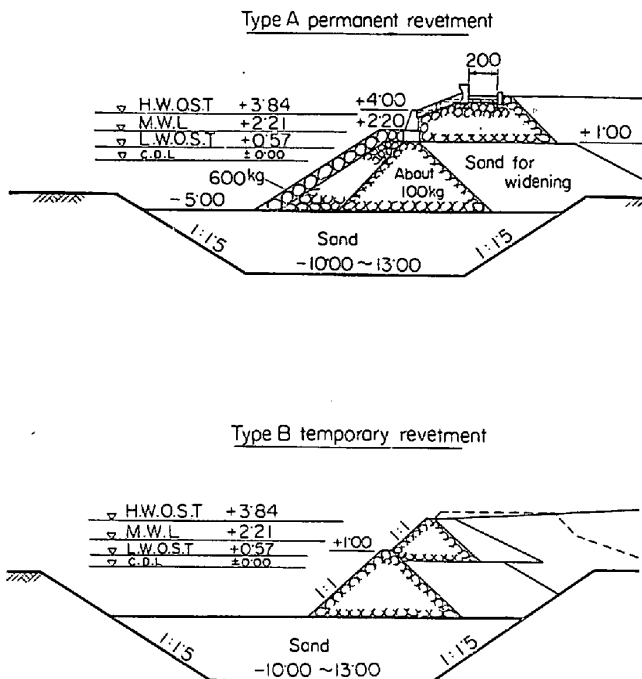


Fig. 3. Standard section of revetment.

2.2.1 埋立方針

埋立計画立案に当たりまず地区全域にわたり 100 点以上の試錐を行ない、浚渫地区の良質硬土、軟弱土の総合的調査を行なった。その結果、海底下約 10m 内外は軟弱なシルト層であり、その下層は N 値 30~80 を示す強固な砂礫層で、典型的な 2 層地盤から構成されている。したがって工場建設早期着工の観点から泊地浚渫地区の砂礫層をいかに利用すべきか、埋立工法上慎重な判断を要求された。また土質解析の結果、砂と粘土との混合率が 60% 以上に上らなければ、圧密関係に顕著な効果が現われないことがわかったので、早期に工場建設を行なう地区と、そうでない地区とをあらかじめ区分し、硬土

と軟土とをこれに対応して埋立てる計画とした。すなわち、早期工場建設を行なう地区 100 万坪 (330 万 m^2) には浚渫地区第 2 層の砂礫土と、当社従業員の厚生施設団地から発生する山土の大半を投入する重点方式を採用した。したがって第 2 期以降の地区は軟土埋立としたが、これはその建設までに自然圧密が期待できることと、土質改良期間も十分あることを考慮したためである。更にまた早期建設地区内でも、工場の求める重要度合いにより硬土厚を変える工法を採用し、建設工事に支障のないよう配慮した。本工法は従来のようにただまんべんなく埋立する工法に比べ容易ではないが、用途に応じた重点方式の埋立は、建設工事の迅速化に大いに役立ったように思われる。

2.2.2 埋立工事

浚渫船は泊地と航路の必要水深の確保の目的と、前記浚渫地区の深層部の砂礫土を揚土する 2 つの目的のために、4,000 馬力から 7,000 馬力の超大型船を集中的に使用した。これらの大型船は月間運転時間 500~600hr ときわめて理想的な状態で稼動した。この埋立工事が順調に進捗した理由としては、瀬戸内海特有の恵まれた天候



Photo. 2. Scene of reclamation as of August 1963.

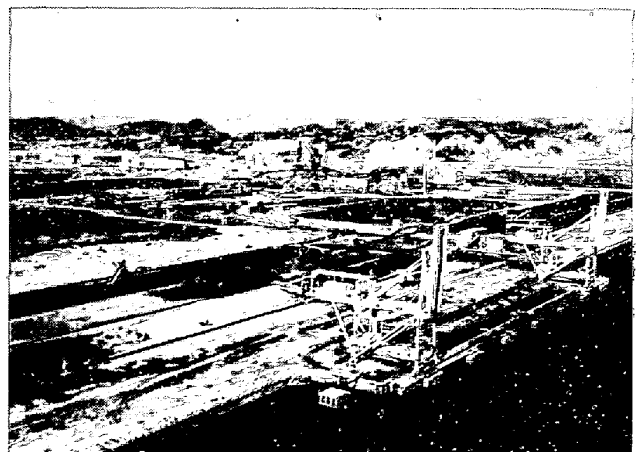


Photo. 3. Raw material berths.

Table 1. Specification of raw material berth.

Description	Water depth	Length	Max. tonnage receivable	Handled materials	Unloading facilities
B	16m	280m	100,000 DWT	Ore, imported coal	1500 t/hr Manstrolley type × 2
F	10m	180m	18,000 DWT	Coal, auxil. materials	300 t/hr level luffing type × 2

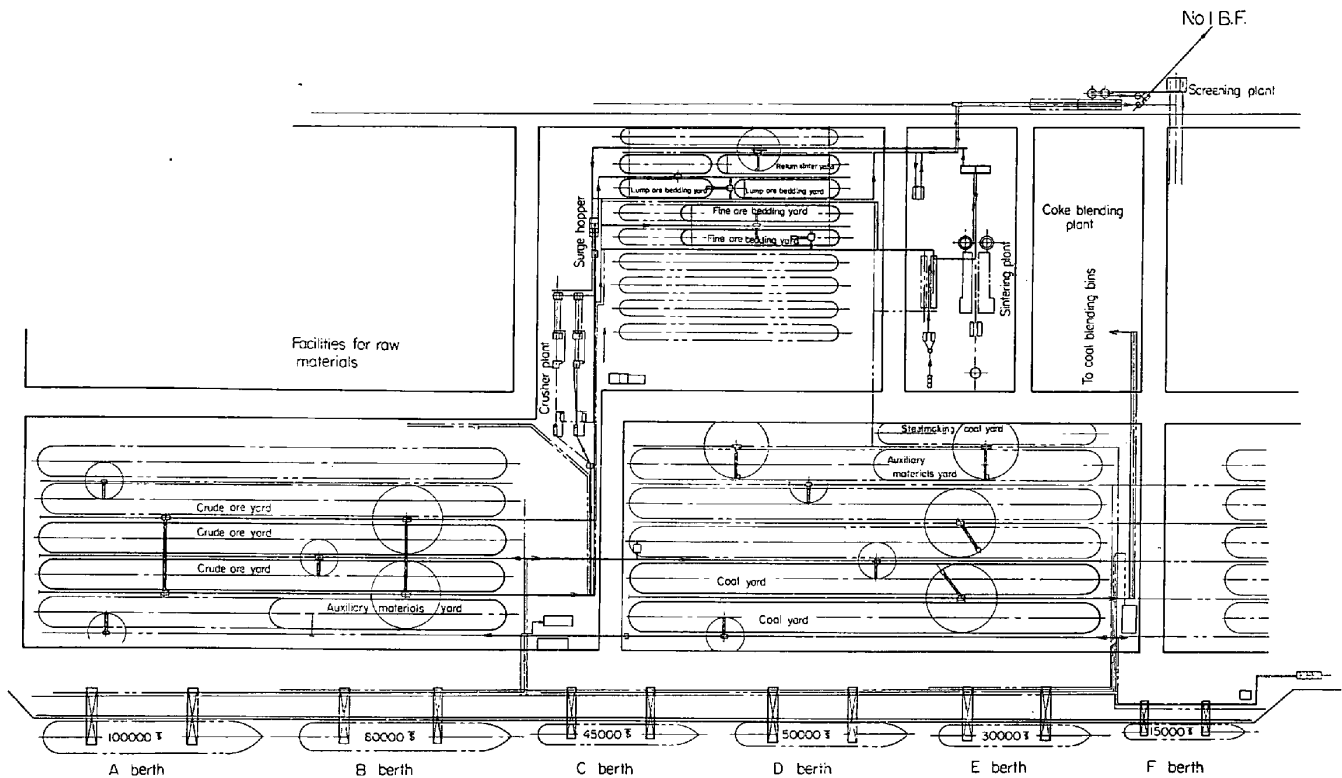


Fig. 4. Layout of raw material facilities.

Table 2. Receiving and delivering facilities in the yards.

Stacker for iron ore	3,750 t/hr × 1
Stacker for coal	2,500 t/hr × 1 (for receiving in B berth) 750 t/hr × 1 (for receiving in F berth)
Wing tripper for auxiliary materials	750 t/hr × 1
Wheel loaders for iron ore	450 t/hr × 2
Wheel loader for coal	700 t/hr × 1

の下でフル操業が可能であつたこと、および昭和 37 年から 39 年に至る不況下にあつたためにかえつて浚渫船を長期にわたり全国から 1 カ所に集結せしめることができたことなどがあげられる。

このようにして埋立に着工してから 4 年有余の歳月を経過、その間に再三にわたる景気の変動にあつたが、昭和 41 年 3 月 220 万坪 (726 万 m^2) の埋立工事を完了した。

2.3 製鉄設備

第 1 期計画の設計基準は粗鋼年産 150 万 t と決定されたので、これとのバランスより製鉄設備能力を 130 万 t とし、設備の設計を行なつた。計画に当たつての基本となる出鉄比は安全をみてノルマル 1.8~1.9 t/ m^3 , コークス比は 480 kg/t を採用した。

2.3.1 原料岸壁

福山製鉄所で使用する製鉄原料は石灰石と所内発生雑原料を除きすべて海送に依存しているため、大型船の利用が必要である。大型船の航路は明石海峡一備讃瀬戸經由と来島海峡經由があり、そのうち前者については運輸省の改修計画が立案中であつた。(現在は備讃瀬戸改修計画のうち第 1 期分-15m × 700m 幅が完了し、引き続き-17m に浚渫中である)。原料岸壁の大きさの決定に

当たつては、航路事情、積地港湾、専用船の建造計画、船型と運賃の関係などを考慮し、さし当たりの最大船型を10万tと推定した。一方所要バース数、荷役機械能力などは電子計算機によるシミュレーション解析の結果に基づき決定した。岸壁構造は建設費と荷役能率の両方から検討してデタッチド・ピアーとした。

2.3.2 原料ヤード

原料の貯蔵日数はシミュレーション解析を行なつた結果に基づいて、鉱石1.7ヵ月分、石炭1.5ヵ月分とした。鉱石、石炭のハンドリングはスタッカーローダー方式とし、下記の諸点を考慮の上ヤードの大きさは鉱石用 600m×40m×2面、石炭用 600m×40m×2面とした。

- (1) スタッカー、ローダーのブーム長よりみた経済性
- (2) 高炉増稼動時のヤードの運用計画
- (3) 土地の圧密による地耐力の向上、機械設備などを考慮して鉱石の最大積載高さを12m、石炭の場合は自然発火に備えて10mとする。

なお、ヤードの土地改良は、鉱石ヤードにはサンド・ドレーン工法を、また石炭ヤードにはペーパー・ドレーン工法を実施した。

2.3.3 鉄鉱石予備処理

福山の製鉄設備の特徴は鉱石の事前処理設備にある。すなわち、サイジング・プラントの強化、粉・塊同時ベッディングの採用、焼結鉱70～85%の高配合を原則とした予備処理設備を建設した。

サイジング・プラントは総合能力450t/hrで、1, 2, 3次クラッシャーと11台の篩で構成する1～6次スクリーンの組合わせにより、粉塊の完全分離と塊鉱の粒度調整(10～25mm)を計つた。

ベッディング・ヤードはおのおのの使用量から塊用24m×115m×2面、粉用24m×165m×2面とした。リクレマーは従来のものと異なつてバケット・ホイール・リクレマーを採用した。これらの機器はいずれも中央制御室からの遠隔操作ができるようになっている。

Table 3. Principal particulars of sintering machine.

Sintering area	3m×50m : 150m ²
Main exhaust fan	13,500m ³ /min -1200 mmAq, 3,900kW
Cooler	Cellular type; 9,000t/day Blower : 13,000m ³ /min
Dust collector	13,500m ³ /min multi-cyclone; dust content in clean gas : 0.2 g/Nm ³

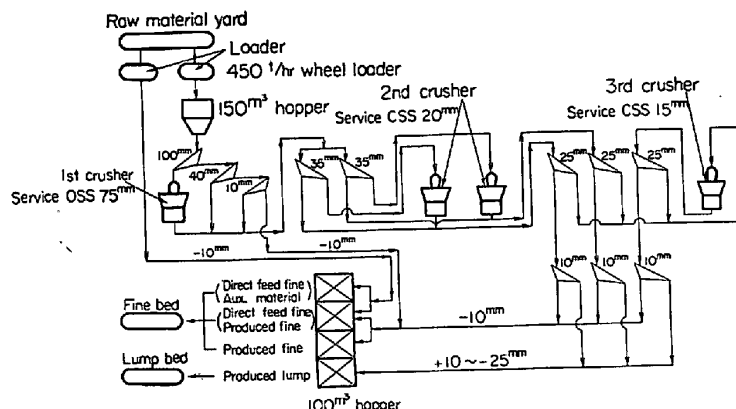


Fig. 5. Flowsheet of sizing plant.

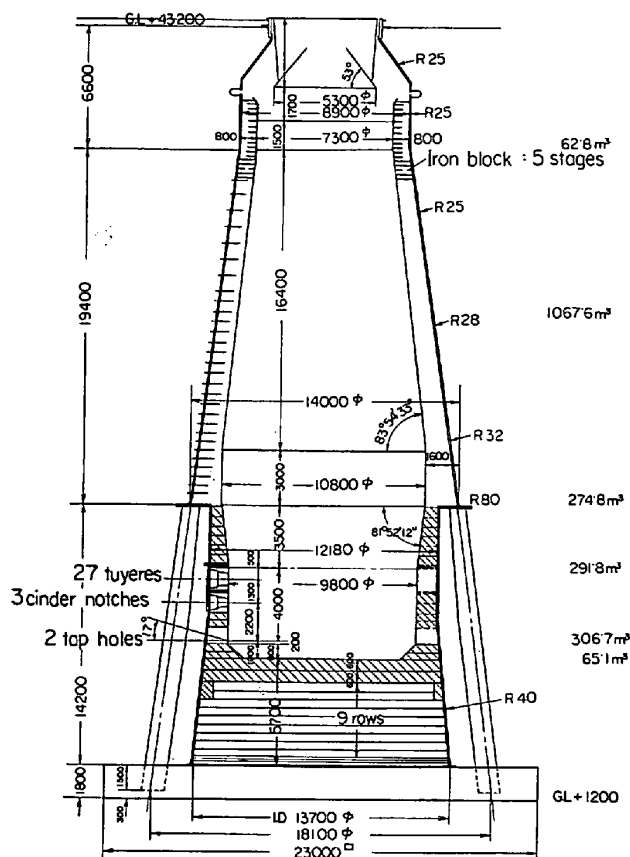


Fig. 6. Profile of No 1 blast furnace.

2.3.4 原料ヤード

焼結原料の約90%はベッディング鉱石が占め、石灰石、粉コークスのみが貯槽に直送される。これらの原料はボイドメーターによつて切り出され、屋外に設置されている1次、2次ミキサーで混合と水分調整をしてから原料サージホッパーに供給される。焼結鉱の冷却設備には冷却効果のすぐれたセルラクーラーを採用し、成品は1次、2次クラッシャー、1次～3次スクリーンの組合わせにより、6～50mmに整粒して高炉に送る。成品品質の把握用に自動サンプラーを設置し、データ・ロガーの使用と相まつて情報の迅速化と確実化を計つてい

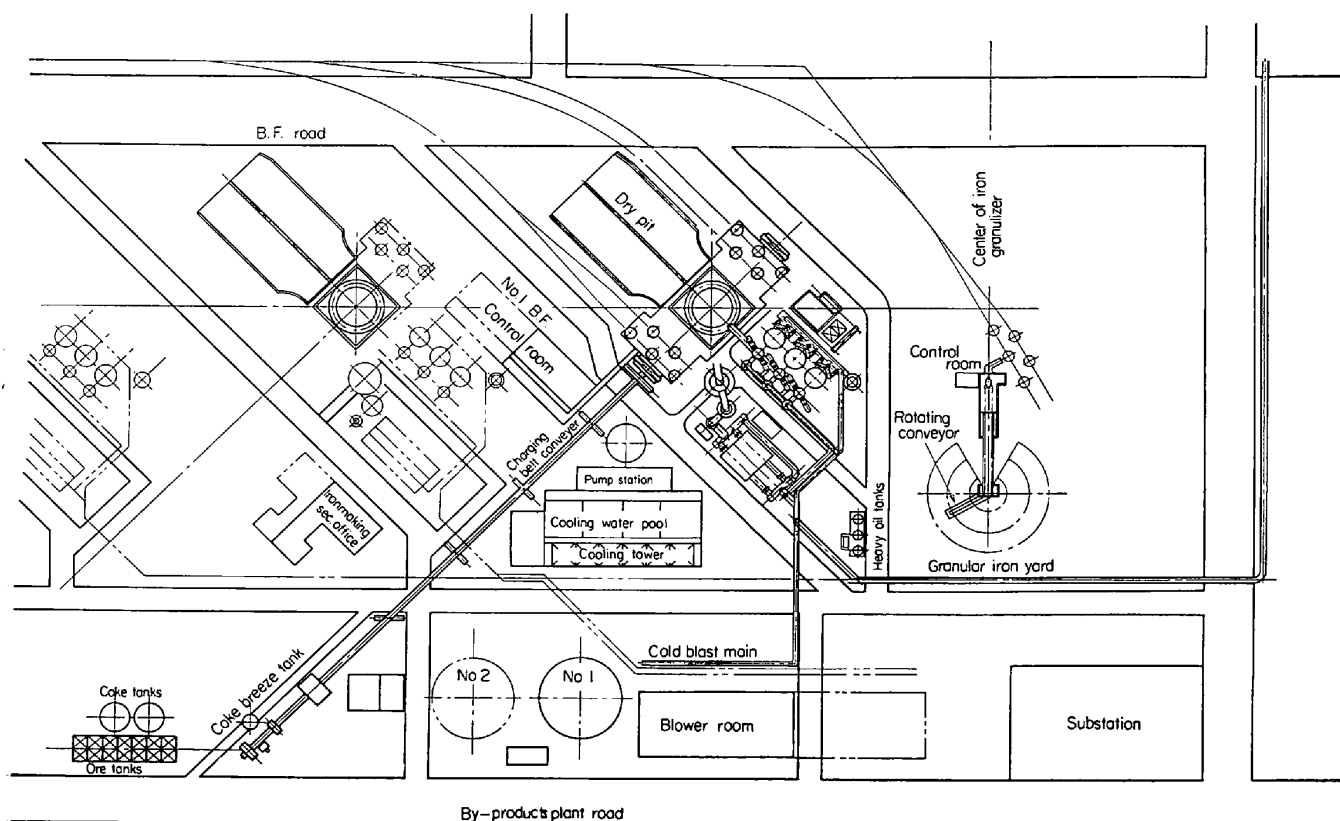


Fig. 7. Layout of ironmaking plant.

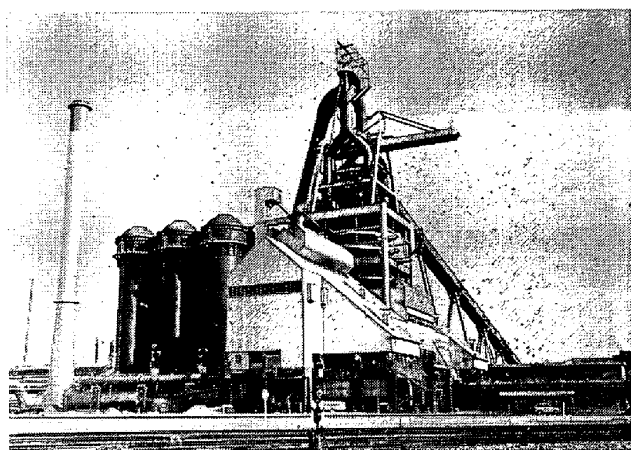


Photo. 4. No. 1 Blast Furnace.

る。焼結機の概略仕様は Table 3 のとおりである。

2.3.5 高 炉

大型高炉においては多量の溶銑と熱滓の処理が最大の問題であるため、高炉を挟む2面の鑄床とドライピットの採用によりこれに対処した。

高炉のプロファイルを Fig. 6 に示す。内容積は $2,004 \text{ m}^3$ であるが、これは将来巻替時に $2,300 \text{ m}^3$ まで拡大できるように考慮してある。高炉の基礎にはニューマチック・ケーソンを採用し、炉体重量は9本柱で、炉頂荷重は4本柱で支持するようにした。

高圧操業は 1 kg/cm^2 まで可能なように考え、装置の

Table 4. Principal particulars of No. 1 Blast Furnace.

Raw materials bin	Ore : $190 \text{ m}^3 \times 14$; Coke : $850 \text{ m}^3 \times 2$
Lifting conveyor	1600 mm wide, 100m/min
Inner volume	$2,004 \text{ m}^3$
Hearth diameter	9.8m
Tuyere	27 tuyeres
Hot stove	Heating area : $47,000 \text{ m}^2/\text{each} \times 3$ Burner : mixed gas $56,000 \text{ Nm}^3/\text{hr}$
Electric precipitator	$160,000 \text{ Nm}^3/\text{hr} \times 2$; dust content in clean gas : 0.01 g/Nm^3

気密性には特に意を用いた。炉頂は2ベル方式であるが、コンベア装入のため連続旋回方式とした。またオア・ビンの切出しと装入スケジュールの制御には専用の小型計算機を使用し、自動化を計った。

熱風炉は高温送風が可能となるよう加熱面積 $47,000 \text{ m}^2/\text{基}$ のコッパース燃焼分離型3基を設置した。高熱部に珪石煉瓦の使用、セラミック・バーナーの採用、コークス炉ガスの添加などを考慮したため、最高風熱は 1250

°C まで可能である。

高炉ガスの集塵はダスト・キャッチャー、ウエッジ・スクラバー、ミスト・セパレーターを通過後、電気集塵機により $10\text{mg}/\text{m}^3$ まで集塵される。スクラバーは差圧が一定となるよう油圧制御し、使用水圧も少なくすみ良好な結果を得ている。

溶銑の輸送は転炉作業の安定性を重視して 150 t 溶銑鍋を使用し、また銑銑機は従来の方式に代えて 240t/hr の粒銑設備を設置した。

なお、高炉作業データの収集と炉況制御を目的としてプロセス・コンピューターを設置した。

2.4 コークス設備

第 1 期計画として建設されたコークス炉団は、窯当たり装炭量(乾炭) 20.7 t の窯 94 門を有し、1 日当たり装炭量は、2900 t/day、総製炭量は 2200 t/day である。

コークス炉、化工工場ともに 2 炉団を 1 グループとし最終的に 3 グループ、6 炉団を配置できるように考慮されている。

2.4.1 配合工場

石炭処理設備は、第 2 期工事でさらに 1 炉団増設されても、増設の必要がないようになっていく。すなわち、第 1 期計画においては、1 直作業とし、第 2 期計画完了時には 2 直作業をすることになっている。これによつて約 7,000 t/day の石炭の処理が十分可能である。

石炭はヤードから銘柄別に受け入れ、配合槽に入れる。配合槽は 12 槽が 3 列に配置され、米国炭グループ、カナダ豪州炭グループ、内地炭グループに分けて銘柄別に入れられる。各列からはそれぞれ 1 本のベルト上へのせられ別々の碎炭機に入れられる。そして必要度に応じ粗碎、あるいは微粉砕がなされる。粉砕後は 1 本のコンベヤに集められ石炭塔に送られる。途中でよりよい均一性を得るため混炭機が設置されている。

現在、石炭乾燥を計画中で、まず流動層方式による乾燥の試験設備を建設中で、碎炭機後に配置する。

2.4.2 コークス炉

ウィルプット式複式炉で、この炉は低操業から高操業までの作業条件の大幅な変更に対して容易に順応でき、かつ、炉壁煉瓦にハイデンシティー・ブリックを使用しているため、高い稼働率が可能である。

この炉は燃焼方式でいえば、C ガス専焼、B ガス専焼の一般的複式炉であると同時に、C ガス燃焼と B ガス燃焼をそれぞれの燃焼系統を使つて同時に燃焼させるいわゆるコンビネーション燃焼が可能で、所内のガスバランスに応じ適宜採択される。

炉団は操業上のしやすさを考慮し、石炭塔をはさんで 47 門ずつの A 団、B 団と呼ばれる 2 炉団に分けられている。A 団、B 団は独立の燃焼系統を有するが、コークス作業は 1 チームで遂行される。

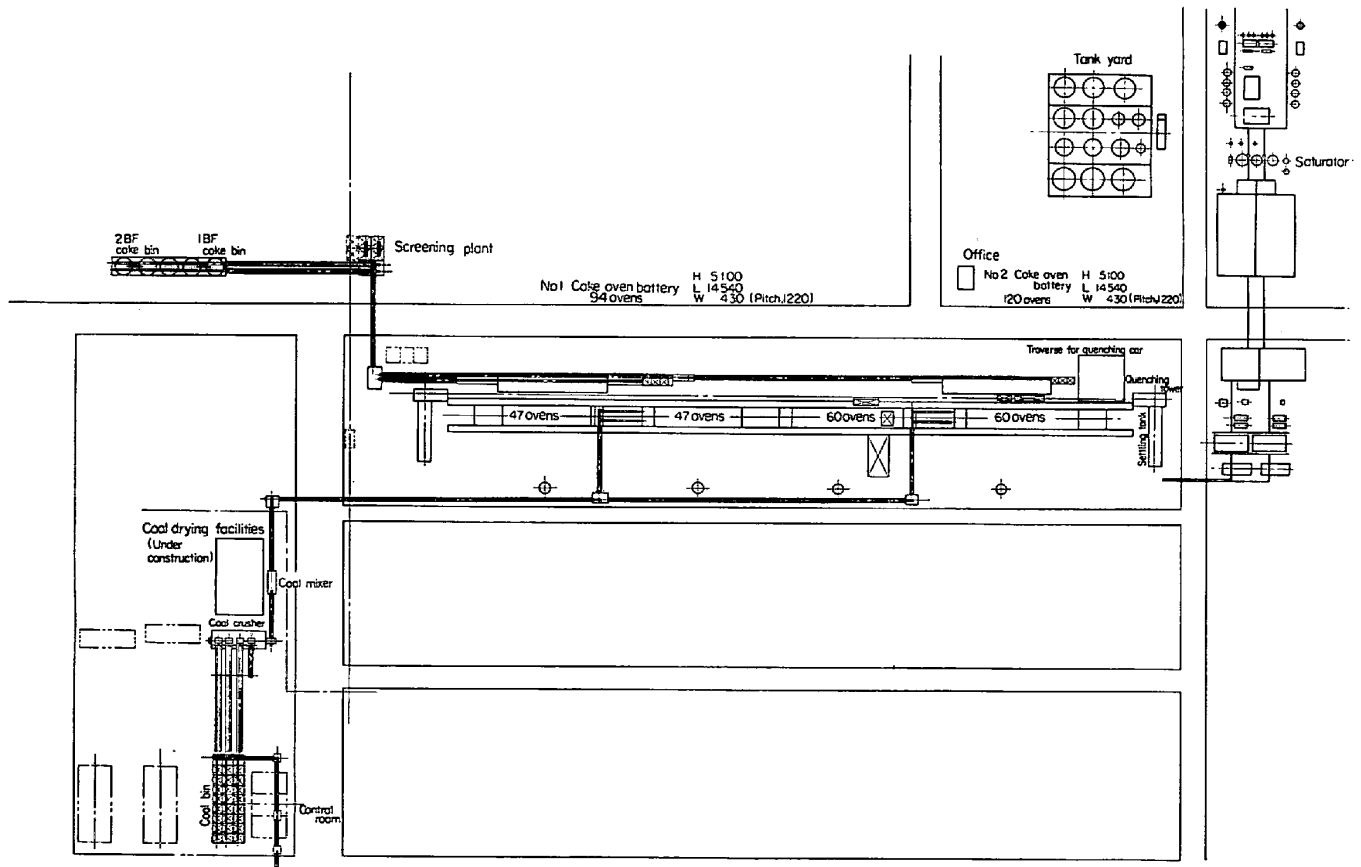


Fig. 8. Layout of coke ovens and by-products plants.

煉瓦積の主な特徴は、バスフリュー練瓦を 6 mm の鋼板でカバーしてガス洩れを防止してある点、および炉頂部の珪石煉瓦と粘土質煉瓦との間は、スリップジョイントとし、バックステーにより別々に押さえられているなどである。

付属機械での特徴は、押出機とコークスガイド間にコバルト 60 によるインターロック機構の採用、および装炭車にマグネットによる蓋取装置の設置、また蓋取と装入が装炭車を動かすことなく、一定の場所でできる機構を有している。

2.4.3 コークス処理

コークス処理設備は、1 系統のベルトコンベヤからなりコークカッター、篩分工場を有す。まず 80 mm 目のバースクリーンで 80 mm 上のものを篩分けカッターにかける。カッター通過後は篩下のものと一緒になつて、篩分工場に送られ 25 mm 目のバースクリーンを通りブリーズを除く。その後はコークビンに送られ、コークビン下でさらに 25 mm の振動式スクリーンでブリーズを取除き、ベルトコンベヤで高炉に装入される。

コンベヤ、コークカッター、振動式スクリーンなどはすべて管理室で統轄制御される。

Table 5. Principal particulars of coke and by-products plants.

Coal bin	300t×4 tanks×3 raws
Coal crusher	250t/hr×4
Coal mixer	600t/hr drum mixer×1
Coal tower	2,200t
Coking chamber	13,760 mm×4,800 mm×430 mm (28.4m ³ effective)
Coke wharf	70m×1
Coke cutter	160 t/hr×1
Tar decanter	18.6m×6.0m×7.7m×2
Primary gas cooler	3,000m ² ×4
Blower	48,000Nm ³ /hr, 2,200 mmAq×2
Ammonium sulfate saturator	6.6m φ×3.5m×2
Final gas cooler	4.7m φ×22m×2
Light oil scrubber	4.4m φ×31.5m×2

2.4.4 化工工場

化工工場は副産物、すなわち、コールタール、粗軽油、アンモニアは回収のみとし、タールの蒸留、粗軽油の精製はやつていない。タールは高炉の複合送風用の燃料として全量使用し、粗軽油、硫酸はそのままの形で販売している。

化工工場は処理ガス量 42,000 Nm³/hr として設計されている。

設備上の主な特徴としては、タールを加圧脱水装置により水分を常に 2 % 以下に保つようにしてある。

2.5 製鋼設備

転炉炉容は建設費、操業性および鋼塊コスト、ならびに高炉、分塊工場とのバランスなどの点から 60 t 級、150 t 級、300 t 級の炉容について比較検討を行ない、第 1 期では 160 t 炉 2 基整備、1 基稼動と決定した。製鋼工場の平面図を Fig. 9 に示す。

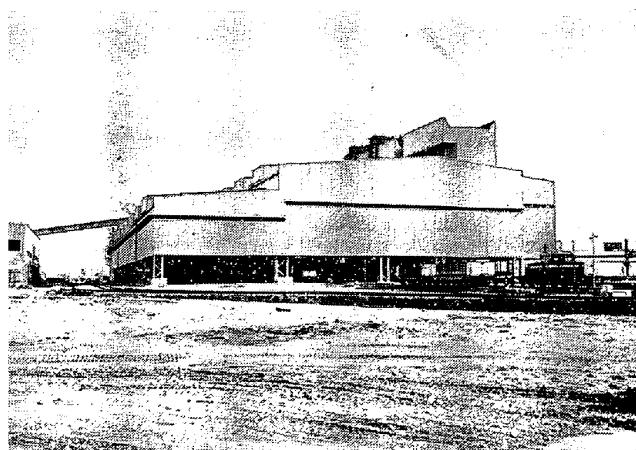


Photo. 5. Outer view of steelmaking plant.

2.5.1 原料設備

(1) スクラップ設備

スクラップはチャージ当たり 2 シュートのクレーン装入方式を採用した。積込方法は全量屋外積込みとし、まず 10 t 水平引込クレーン 2 台で 45 t トレーラー上のシュート (内容積 25 m³) に粗積みし、トラクターに牽引されて秤量機上で秤量される。秤量機側の 5 t 槌型クレーンにより重量調整が行なわれ、転炉建家内に引き込まれる。転炉への装入はダブル・トロリー・クレーン (35 t / 35 t × 2) によつて 2 シュート分を短時間に装入できるようになっている。

(2) 混鉄炉設備

高炉からの溶鉄の輸送は 150 t の大型溶鉄鍋によつて行なわれ、当社ブランド部製の 1,800 t 混鉄炉 (7.8 m φ × 13 m) 2 基に入れられる。トーピード・カーを採用しなかつた理由は、溶鉄成分、温度のバラツキを少なくして作業を安定させ鋼質の向上を重視したためである。なお、高炉と転炉の間に除滓場を設置し、混鉄炉に滓を入れないようにしている。

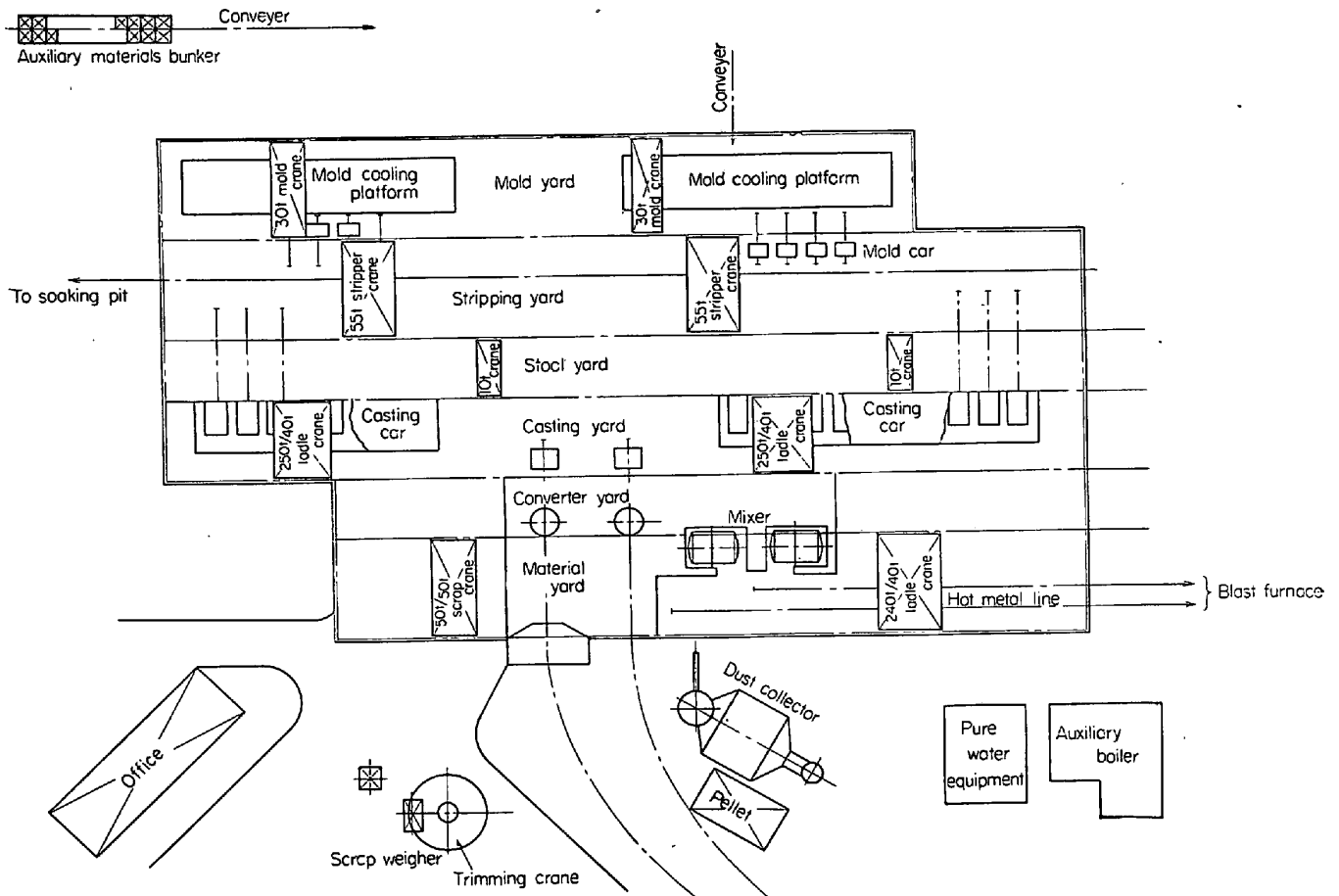


Fig. 9. Layout of steelmaking plant.

(3) 副原料設備

焼石灰、鉄鉍石などの造滓剤、媒溶剤および Fe-Mn はサイドダンプカーで 18 槽ある副原料用地上ホッパーに運ばれる。転炉炉上ホッパーへの捲き上げは転炉指令室の操作デスクから遠隔操作により行なわれる。

副原料、合金鉄の炉内、鍋内投入方式は、手動切り出し、設定による自動切り出し、または計算機による完全自動切り出しの 3 方法が操作デスクで選択できるようになっている。Fe-Mn 以外の合金鉄は炉裏ホッパーから自走式台車秤で秤量し、バッテリー・カーで運搬される。

2.5.2 転炉設備

(1) 炉 体

炉体は日立—DEMAG 製のリング付炉底非分離対称型で、炉高 9.7m、炉径 6.7m、鉄皮内容積 268m³ で炉体プロフィールは当社の経験から歩留、品質、能率などを総合的に検討した結果決定された。炉口部は熱変形防止のため、完全水冷を実施している。転炉傾動装置は DC 電動機片側駆動(110kW×2)ワードレオナード制御方式で 0.1~1.0 rpm の傾動速度である。

(2) ランス昇降装置

ガイドは固定ウインチ方式を改良し、ウインチ 2 台を備えた移動台車と固定ガイドを組合わせ、転炉指令室より遠隔操作によつて、迅速かつ正確にランス交換が行な

えるようになっている。

(3) 受鋼台車

台車の線路を幅広くとり、ケーブルカバーと線路カバーを兼ねたこと、および受鋼台車の前面と後面にスクレーパーを取りつけたことにより、炉下作業の安全性を高めている。

2.5.3 造塊設備

当工場の造塊設備については京浜 3 事業所の実績をもとに、品質、原価、生産性などの要因につきあらゆる検討を行ない、優秀な品質のストリップ材を生産するために、最近の国内外の大量生産工場がほとんど上注造塊方式を採用している中で、あえて下注方式のキャップド鋼を生産することに決定した。工場配置は水江工場と類似の櫛型配置でももちろん上注も可能であり、18線の鑄込台車が東西により分けられて、1チャージが2台車に鑄込まれるようになっている。また下注方式の場合の問題点となる作業環境は、定盤ヤードを設置し、冷風装置を設置することにより大幅に改善された。その他、付帯設備として回転式ストッパー乾燥炉 1 基(60本/day)、ストリップヤードとモールドヤードの鑄型の搬出入用の自走式鑄型台車 8 台、モールドヤードは自走式鑄型手入れ台車 2 台を有している。

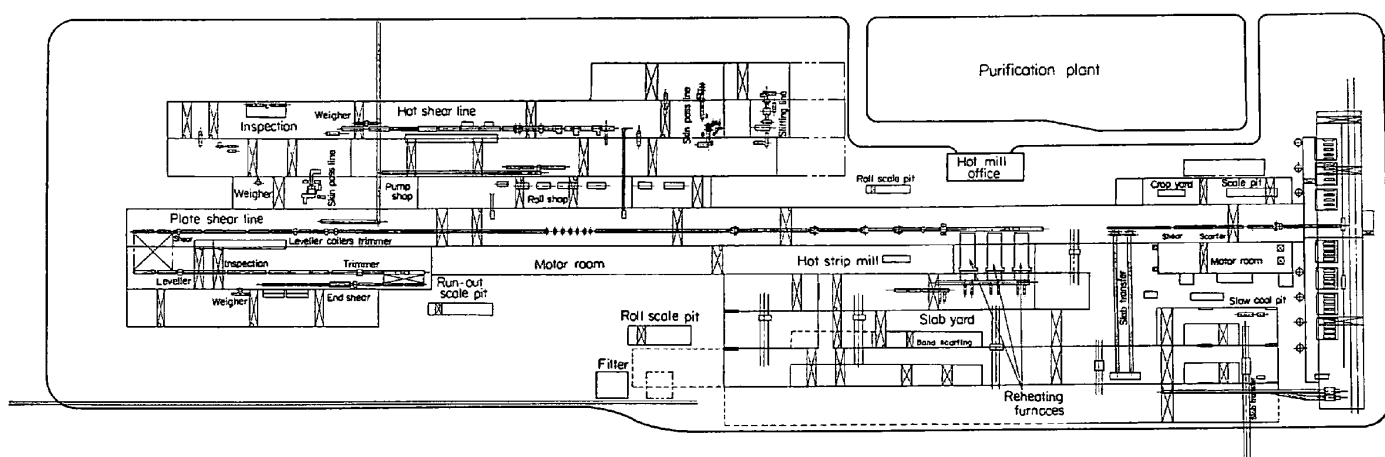


Fig. 10. Layout of slabbing and hot strip mill.

2.5.4 廃ガス処理設備

廃ガス処理設備については、製鋼作業そのものを阻害しないこと、また製鋼工場の生産に直接関与するものでないため、建設費、作業費ともに低廉なものでなくてはならないことなどに主眼を置いて、いくつかの方式について検討した結果、W. B. 製ハーフボイラーとルルギ式電気集塵機の組合わせに決定した。ボイラーは助燃なしのハーフ・ボイラーで、廃ガスは 1000°C まで冷却された後煙道を経てスタピライザーに入り、スプレイ水で 200°C まで冷却され、電気集塵機に入る。発生蒸気は過熱されて一般蒸気として使用され、また集塵されたダストはグリーン・ペレットとして焼結に送られる。

2.5.5 計算機設備

吹錬作業の安定を第一目的とし、あわせて分塊工場に工程管理用の鋼塊情報の電送と諸データの収集のため計算機を設置した。

2.6 分塊設備

第1分塊工場はホット・ストリップミルと厚板ミルとにスラブを供給するよう計画されている。

2.6.1 均熱炉

転炉の1ヒート 160 t をホールに装入できるトップ・ワンウェイ・メタリック・レキュペレーター型を採用した。第1期計画は3基12ホールであるが、将来10基40ホールまで増強可能な配置にした。設備の特色は次のとおりである。

- (1) 耐久性が高く、かつ空気予熱温度も高い輻射型シャック・レキュペレーターの採用
- (2) ガスの流れがよく、均一な加熱状況が得られるブルーム用のスパイラル・バッフル・バーナーの採用
- (3) 各ホールごとに煙道ダンパー、燃焼空気用ブロワーを設置してあるので、炉圧制御、燃焼制御がやりやすい。

設備の概略仕様を Table 6 に示す。

2.6.2 圧延設備

30 t までの鋼塊を処理できる高能率ユニバーサル・ス

Table 6. Specification of soaking pit.

Type	Heat exchange type top single direction burning (Ishikawajima-Armco)
Quantity	4 holes/unit $\times$ 3; 160 t/hole
Hole size	3,200 mm wide $\times$ 8,650 mm long $\times$ 4,850 mm deep
Fuel	C heavy oil
Burner	Spiral baffle burner for bloom/hole; Burner capacity : 8.5 million kcal/hr
Combustion air blower	170 Nm ³ /min; 110 mm Aq; a blower/hole
Recuperator	Shack radiation type $\times$ 2/hole; Amount of air : 9,250 Nm ³ /hole; Preheating temp. : 450°C
Furnace rid Rid remover	Detric structure One/hole

ラビング・ミルでタンデム圧延をするよう計画した。圧延設備は次のような特色を持っている。

- (1) マニプレーションを含めた全自動圧延作業を行なう C.P.C. システムを採用した。
- (2) ミルの前・後面テーブルは単独モーター駆動とし、大鋼塊の逆転時間の短縮を計った。また水平ロール圧下スクリュース昇降速度は 240 mm/sec と早くした。
- (3) 水平ロールにティムケン・テーパー・ローラー・ベアリングを採用した。
- (4) インゴット・カーよりミル・アプローチ・テーブルまでのスケール処理はシエカー・コンベアとした。またミル下の鋼屑はスクレーパーで処理し、スケールと一諸にクロップ・ヤードのスケール・ピットに運搬する。
- (5) スラブ・シャーは保守と能率の点から電動シャ

Table 7. Specification of slabbing mill facilities.

Maker	B.K.-Hitachi
Nominal roll size	H : 1,168 mm × 2,438 mm V : 965 mm × 2,210 mm
Main motors	H : 2,250kW × 2 × 2 0/40/80rpm V : 1,500kW × 2 0/60/150rpm
Ingot size	500-975 mm thick × 600-2,100 mm wide × 1,600-2,600 mm high; max. weight : 30t
Slab size	90-500 mm thick × 500-1,950 mm wide × 1,500-9,100 mm long
Slab shear	Max. shear size : 300 × 1,950 mm Shearing force : 2,000t (1,100kW × 2) Frequency : 12 shears/min

Table 8. Specification of hot scarfer.

Slab size	355.6-2,176.5 mm wide × 63.5-547.7 mm thick; Min. length : 4,250 mm
Scarfig depth	0.8-5 mm
Scarfig speed	20-60m/min
Scarfig unit	type HCSU#9 8 units each upper and lower; 2 units on both sides

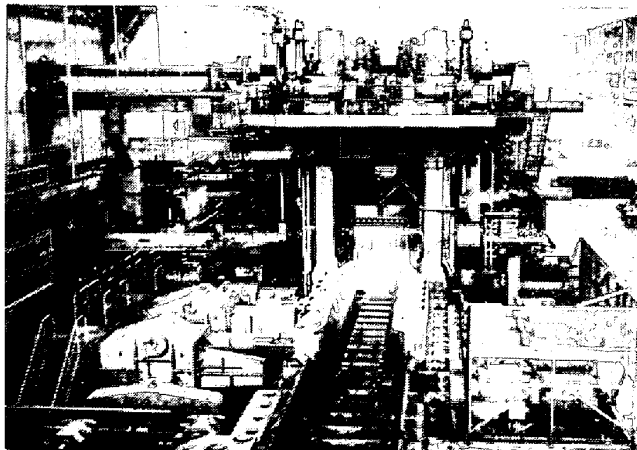


Photo. 6. Slabbing mill.

ーとした。

(6) 将来ロードセルが取り付け可能なようにしてある。設備の概略仕様を Table 7 に示す。

2.6.3 ホット・スカーファ

- Linde の CM-78-8 型を採用した。燃料はCガスをを用い、作業費を大幅に減少した。概略仕様を Table 8 に示す。

2.6.4 自動運転および計算機制御

分塊工場全般に大幅な自動運転と計算機の活用を計った。その主なものは次のとおりである。

(1) 均熱炉蓋取から分塊圧延機デリバリー・テーブルまでのサイクルの自動化

(2) マニプレーションを含む圧延作業のC.P.C.システム

(3) シャー以降トランスファー・カーまでのサイクルの自動化

(4) 計算機を利用した各運転室への作業指示の表示と諸データの採取

2.7 熱延設備

精度のよい広幅帯鋼の製造、高能率の生産を目的として80inch全連続式ホット・ストリップミルを設置した。本工場は第2期計画の完成時にミル能力一ぱいの生産が行なわれることを予想し、設備配置を行なった。

2.7.1 加熱炉

250 t/hr の能力を有する五帯式加熱炉2基を設置した。将来5基まで増設可能である。この加熱炉は次の特色を有している。

(1) エッシャー型のレキュペレーターの採用

(2) 均熱帯はロング・フレームとなる。

(3) 重油と混合ガスとを任意の比率で混焼できる。

(4) 工業テレビによる装入、炉内監視

設備の概略仕様を Table 9 に示す。

2.7.2 ホット・ストリップミル

V. S. B. 1基、粗圧延機5基、仕上圧延機7基、捲取機3基よりなる日本最大の全連続式ミルである。第1期ではR-2、F-7の2スタンドを省略してある。本設備の特色は次のとおりである。

(1) 圧延機の運転にはプリセット・コントロール方式を採用した。この装置は近い将来に行なう予定の計算

Table 9. Specification of reheating furnace.

Type	5-zone continuous billet reheating furnace (Naigai Furnace Ind. Rust)
Capacity	Max. heating capacity : 275t/hr/unit
Size	Effective length : 32,000 mm; length of soaking zone : 8,840 mm; total length : 34,260 mm; inner width : 9,800 mm
Slab size	170-250 mm × 670-1,900 mm × 7,900-9,200 mm (or 3,300-4,400 mm with 2-row charging)
Fuel	Heavy oil and mixed gas
Recuperator	Escher type × 2/furnace; amount of air : 1,274Nm ³ /hr/unit; Air preheating temp. : 454°C Exhaust gas temp.(entrance) : 1,121°C

Table 10. Specification of 80inch hot strip mill.
(part built in the first period)

Maker Product size	Mesta-Mitsubishi Heavy Ind.-Toshiba 1·2-12·7 mm×457·2-1879·6 mm, ID 28-½", OD 75"
V. S. B.	45"×20", 232fpm, AC 1,150kW×1, 450fpm
R-1	48"×80", 232fpm, AC 3,750kW×1, 450fpm
R E-3	33"×14", 191/382fpm, DC 205/410kW×2, 390/780rpm
R-3	38"×60"×80", 374fpm, AC 7,500kW×1, 514rpm
R E-4	33"×14", 255/510fpm, DC 205/410kW×2, 390/780rpm
R-4	38"×60"×80", 524fpm, AC 7,500kW×1, 514rpm
R E-5	33"×14", 344/682fpm, DC 205/410kW×2, 390/780rpm
R-5	38"×60"×80", 680fpm, AC 7,500kW×1, 514rpm
F-1	28·5"/60"×80", 249/609fpm, DC 2×3,000kW×1, 135/330rpm
F-2	28·5"/60"×80", 384/940fpm, DC 2×3,000kW×1, 135/330rpm
F-3	" " 553/1,353fpm, " " , "
F-4	" " 746/1,828fpm, " " , 100/245rpm
F-5	" " 1,007/2,462fpm, " " , 135/330rpm
F-6	" " 1,306/2,985fpm, " " , 175/400rpm
Down coiler	2 down coilers; mandrel dia. : 28·5"

機制御の足がかりとなる。

(2) 計算機を使用して、技術、工程管理用データを収集中である。ソフトウェア開発完了次第、一部のハードウェアを追加設置して計算機による自動運転を行なう予定である。

(3) F2～F5 スタンドに A.G.C. が設置されている。

(4) ストリップ断面形状の調整のため油圧によるロールクラウン制御装置を有する。

(5) 加速圧延により 2980fpm (F-7 の設置により 3300fpm) の高速圧延が可能である。

(6) ランアウト・テーブルでのストリップの冷却にラミナ・フローを採用した。

(7) その他、クロップ・シャーの自動切断、ダウン・コイラーの自動運転、126 kg/cm² の高圧デスケーリング・ポンプの設置などを行なった。

2.7.3 精整設備

(1) ホット・スキンパス・ミル

ロール寸法 865 mm×2100 mm の 2 段非逆転式シングル・スタンド・ミル(芝共一安川)である。取り扱いコイル厚は 1.2 mm～6.35 mm で、コイル自動分割装置、自動減速装置、ダブルコーン式マンドレルなどの特色を有する。またミルの入口側、出口側に剪断機を付属せしめた。

(2) ホッド・シャー・ライン

薄物用、厚物用のコンビネーション・ラインでフライング・シャーにより 1.2 mm～4.76 mm×609.6～1829.9 mm×914.6～9144 mm の鋼板の剪断を、またアップ・カット・シャーにより ～953 mm×609.6～1829.9 mm×1600～12193 mm の剪断を行なう。フライング・シャーの精度向上のためのオートマチック・レングス・コントロール、アップ・カット・シャーの精度向上のための制御装置、板の自動選別用のシンクロ・タイマー、その他の特色を有する。

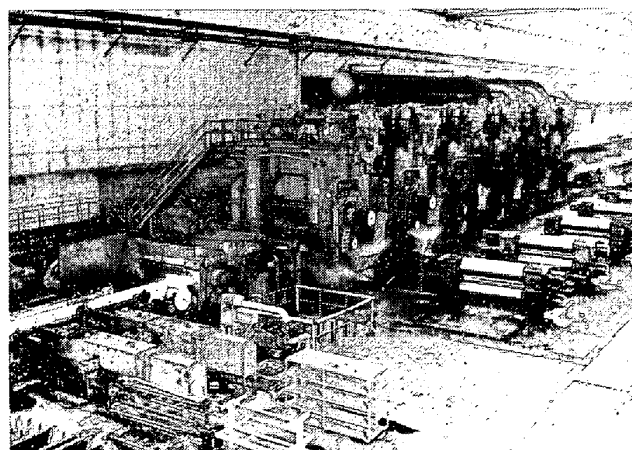


Photo. 7. Hot strip mill.

(3) リコイル・スリッティング・ライン

コイル厚 1.2～9.53 mm、最小スリット幅 50 mm のラインである。コイル自動分割装置、自動式減速装置、ドライブ・カット方式、スタンド交換方式による刃替時間の短縮などの特色を有する。またスリット・コイル自動梱包装置も設置した。

(4) 厚板精整設備

ホット・ストリップミルの能力の余裕を利用して厚板を生産するため、ダウンコイラーの後方に厚板精整設備を付属せしめた。レベラー、ディバイディング・シャー、検板機、トリマー、エンド・シャー、パイラーなどで構成され、6～19 mm×900～1829 mm×1,828～15,240 mm のカット・エッジ厚板を処理する。なお、本設備はフレーム・カッティングの併用により、最大板厚 32 mm まで製造可能である。

2.8 冷延設備

わが国最初の 80 inch 5 スタンド・コールド・タンデム・ミルを主体とする薄板専門工場である。

2.8.1 酸洗設備

Table 12. Specification of 80" cold strip mill.

Maker	U.E.-Shibakyo-Mitsubishi Electric
Coil size Entry Exit	2·0-6·0 mm × 762-1,880 mm 0·3-3·2 mm × 762 mm
Nominal roll dia.	23"/60" × 80"/78"
Main motors	Uncoiler : 190kW × 2, 250/1,000rpm No. 1 : 930kW × 2 × 2, 150/400rpm No. 2 : 1,300kW × 2 × 2, 225/564rpm No. 3 : " , " No. 4 : " , " No. 5 : " , " Tension reel : 370kW × 3 × 2, 200/1,000rpm

の Gary 工場に最初に設置され、その後 Youngstown Sheet and Tube 社の Indiana Harbor 工場 Bethlehem Steel 社の Burns Harbor 工場、日本鋼管福山工場、National Steel 社の Great Lakes 工場、U. S. Steel 社の Irvin 工場とあい次いで設置されてきた注目すべき圧延機である。

圧延機の仕様を Table 12 に示す。設備の特色は次のとおりである。

(1) 入口側および出口側でコイル取り扱いの自動化を計った。

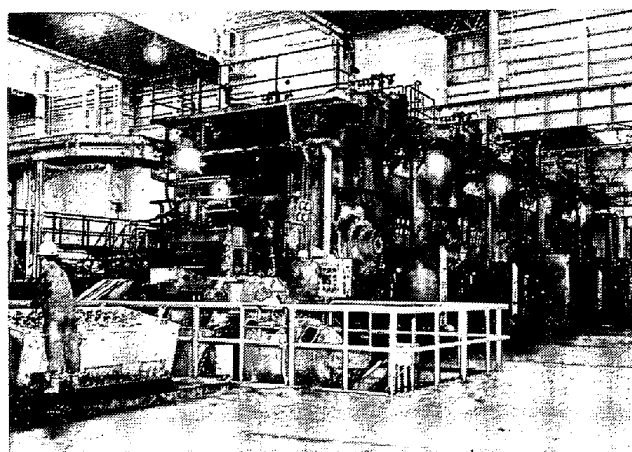


Photo. 8. Cold strip mill.

(2) アンコイラーはエキスパンディング・ダブル・マンドレル型で、ドラグ・ゼネレーター駆動で、バック・テンションをかける。

(3) ストリップの自動通板が可能である。

(4) ロール・クーラント系統は合成油による循環システムを採用した。また No. 1, No. 5 スタンドはそれぞれブロック・オフされ、水またはデタージェント・オイルによる圧延が可能である。

(5) 油圧によるロールクラウン制御装置を有する。

(6) コンピューター・コントロールの準備がしてある。

2.8.3 電解清浄設備

Table 13. Specification of annealing furnace.

Type	Single-stack coil annealing furnace	Multi-stack coil annealing furnace	Open coil annealing furnace
Weight of charged coil	Max. 90t/charge	Max. 360t/charge	Max. 84t/charge
Height of stacked coil	Max. 4,150 mm	Max. 4,150 mm	Max. 3,430 mm
OD of coil	Max. 2,032 mm	Max. 2,032 mm	Max. 3,353 mm
Max. heat input	1,494,000kcal/hr/f'ce	3,150,000kcal/hr/f'ce	2,500,000kcal/hr/f'ce

Table 14. Specification of temper rolling mill.

Maker	Shibakyo-Toshiba
Coil size	0·3-3·2 mm × 762-1,880 mm, OD max. 2,160 mm, Weight : 32t max.
Nominal roll size	23"/60" × 80"/78"
Motors	Uncoiler : 350kW × 2, 165/745rpm Entry tension roll : (350kW × 1 (500/700rpm 175kW × 1 " Stand : 550kW × 2 400/1,000rpm Exit tension roll : (600kW × 1 (500/700rpm 150kW × 2 " Tension roll : 400kW × 3 200/900rpm

ライン速度 457m/min, 電解電流 20,000Aの電解清浄ライン1系列を設置した。取り扱いコイルは 2.3 mm 以下とした。

2.8.4 焼鈍設備

シングル・スタック・コイル焼鈍炉 16 基, マルティ・スタック・コイル焼鈍炉 3 基, オープンコイル焼鈍炉 9 基を設置し, 成品品質, ロットサイズに応じて運用できるようにした。

2.8.5 調質圧延機

最大圧延速度 1144m/min のシングル・スタンド・テンパーミルである。設備仕様は Table 14 に示すとおりで, 次のような特色を持っている。

- (1) 入口側, 出口側のコイル・ハンドリングの自動化
- (2) フライング・スレッドの採用
- (3) 自動減速
- (4) 油圧によるロールクラウン制御装置の採用
- (5) ワークロール・ベアリングにオイルミスト潤滑

Table 15. Specification of generators of Kyodo Karyoku.

	#1	#2
Output	35,000kW at generator terminal	75,000kW at generator terminal
Maker	Mitsubishi Heavy Ind. Mitsubishi Electric	Hitachi
Steam produced from boiler	190t/hr max.	290t/hr max.
At exit of superheater	90.5 kg/cm ² , 513°C	130.1 kg/cm ² , 541°C
Steam turbine	Rating 35,000kW	Rating 75,000kW
Steam condition of turbine	88 kg/cm ² , 510°C	127 kg/cm ² , 538°C
Generator	Rating 43,750kVA	Rating 95,909kVA

の採用

2.8.6 精整設備

(1) シャーライン

74inch と 50inch との 2 ラインを有し, 0.3~3.2 mm × 1880 mm の冷延シートを剪断する。本ラインはライン内自動選別機構を採用した。

(2) リコイル・スリッティング・ライン

74inch リコイル・スリッティング・ラインと 50inch リコイル・ラインとを有する。スリット幅の最小は 150 mm である。コイルの最適分割計算機構と自動停止の特色を有する。

(3) その他

冷延成品の錆を防止するため, ヤード内の空調設備, 冷延シートの機械梱包ラインなどの設備がある。

2.9 動力設備

2.9.1 発電設備

大容量発電機使用による効率の向上, 高炉ガスの有効利用などを目的として福山共同火力を設立した。建設工事の都合により 1 号機 (35MW) は製鉄所側で建設し, 自家発電設備として運転したが, 42 年 9 月 2 号機 (75MW) の完成とともに共同火力に移管され, 以後保安電力の確保は一切共同火力に依存している。

2.9.2 酸素設備

製鉄所に酸素, 窒素を供給するとともに酸素会社に液酸, 液窒, アルゴンなどを販売することを目的として, 当社と日本酸素(株)との共同出資により福山酸素センターを設立した。空気分離機の容量は気酸 12100Nm³/hr, 液酸+液窒+液アルゴン合計 1200Nm³/hr, 窒素 4000 Nm³/hr で気酸圧送機には遠心式を採用した。ほかに非常用として 500 t 容量の液酸タンク 1 基を持っている。

酸素アキュムレーターは転炉工場横に容量 1600m³, 最大圧力 25 kg/cm², 材質 NK ハイテン (IN 処理鋼) のものを 2 基設置した。

2.9.3 高炉送風機

制御の容易なこと, 建設費の安いことなどの理由により高炉送風機は大型高炉では初めての試みである電動式とした。概略仕様は次のとおりである。

2.9.4 ガス関係設備

高炉ガス用として MAN 型 10 万 m³, コークス炉ガス

Table 16. Specification of blast furnace blower.

Type	Axial flow type; constant OD; full variable static blade
Maker	Mitsui Shipyard; Toshiba
Max. flow rate of blast	4,270Nm ³ /min
Max. blast pressure	3.0 kg/cm ²
Motor	18,000kW, 2P; synchronous motor

Table 17. Progress of the first period construction.

Year	1961	1962	1963	1964	1965	1966	Events
Month	7-10-9 12	1-4-7-10-3-6-9-12	1-4-7-10-3-6-9-12	1-4-7-10-3-6-9-12	1-4-7-10-3-6-9-12	1-4-7-10-3-6-9-12	
Land reclamation		1				3	Construction underway
Route dredging		6			9		
Industrial water supply (Fukuyama city)	10						Arrival of first carrier on May 18
Incoming railway				11		3	
Wharves & handling facilities				12		7	Start of delivery on July 29
Raw materials facilities					10	7	
Sintering facilities					4	8	Coming into operation on Aug. 6
Coke facilities					3	10	
Blast furnace facilities					6	8	Fired in on Aug. 26
Steelmaking facilities					5	9	
Slabbing facilities					4	9	Blown in on Sept. 1 Start of operation on July 15
Hot strip mill facilities					4	9	
Cold strip mill facilities (I)				2	3		on Aug. 17 Temper mill coming into operation on Mar. 30
Cold strip mill facilities (II)							
Common welfare facilities	10						Cold strip mill coming into op. on June 29 EGL coming into operation on Dec. 25

Table 18. Completion of facilities.

March 1965	Temper rolling mill completed
May 17, 1966	First ore carrier arrived
June 29, 1966	Cold tandem mill started
July 15, 1966	Slabbing mill brought into operation
July 29, 1966	Coal charging into #1 coke oven started
August 17, 1966	Hot strip mill started
August 26, 1966	#1 Blast Furnace fired in
September 1, 1966	Converter poured the first heat

用として MAN 型 5 万 m³, ガス圧力はいずれも 550 mm Aq のホルダーを設置した。ガス配給形態は製鉄、製鋼両地区および発電所には B ガス, C ガスを各単独にホルダーで輸送し, 圧延地区には C ガスおよび混合ガス (2500 kcal/Nm³) を昇圧して供給する。

2.9.5 工業用水設備

製鉄所の工業用水使用量は第 1 期では 70,000t/day である。工業用水設備の建設に当たって種々の革新的な試みをしたが, 現在良好な結果を収めている。その特徴をあげると次のとおりである。

(1) 系統を水質別に細分し, 必要最小限度の水処理を行なった。特に最大の使用工場である熱延関係は系統

をラインに沿って縦に 3 分割し, 各スケール・ピットを水処理設備として有効に利用した。

(2) 薬注処理は廃液処理を除いて一切行なわない。

(3) 圧延循環水に圧力式急速濾過器を採用した。

(4) すべて屋外式とし, また貯水池は地上式とした。したがって横型ポンプの採用が多い。

(5) 運転監視室は全所で 3 カ所とし, 半集中化を計るとともに, エネルギー・センターと有機的な結合が計れるようにした。

(6) 海水の使用は化工工場と発電所のみとした。

2.9.6 エネルギー・センター

水, 燃料, 酸素, 圧縮空気, 蒸気などの需給部署とし

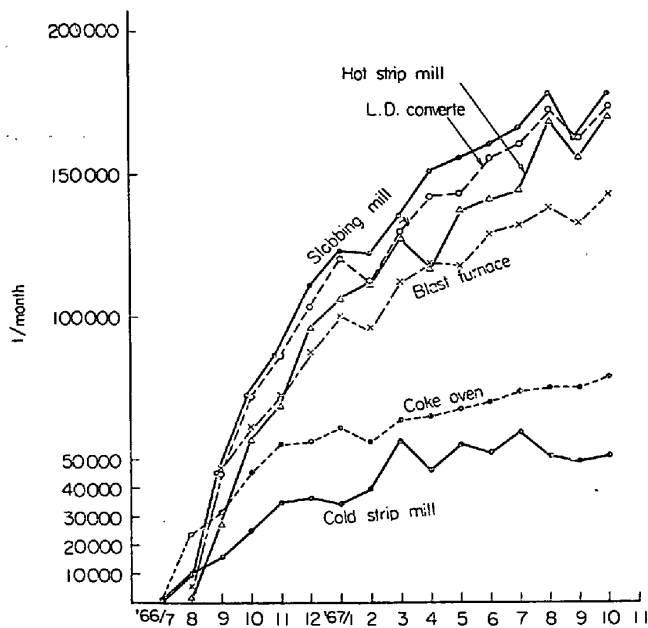


Fig. 13. Progress of production.

て工場のほぼ中心にエネルギー・センターを設置し、動力源のコントロールをするようにした。センターの監視盤には全工場の動力関係の計器が集中されており、専用計算機の活用とともに有効なコントロールを行なっている。

2.10 第1期工事の工程

製鉄所建設に当たり、福山建設本部を昭和36年10月に発足させ、直ちに

- (1) 広島県および福山市と基本協定に基づく諸条項の実施に関する詳細な交渉
- (2) 土地造成計画への参画と実施監視
- (3) 設備計画の立案、実施計画の作成、準備工事の発注などの業務を開始した。37年春には主要設備について成案を得、発注段階に入つたが、経済情勢の悪化のため稼動時期の設定が困難となり埋立工事を除くその他の建設準備はすべて一時保留となつた。38年上期に至り、冷延工場の電解清浄以降の設備の一部を40年4月に稼動せしめる目途がつき、同年8月設備の発注を行なつた。その後、経済情勢は順次好転したため、38年11月には第1期工事の再開を決定し、39年始めより主要設備の発注をあい次いで行なつた。建設工事は社外、社内の一致した協力により順調に運び、工期も当初の予定より大幅に短縮され、41年8月に完成した。実施工程表は Table 17 に示すとおりである。

2.11 第2期計画

粗鋼生産規模を400万tとし、第1期計画において投資ずみの潜在能力を吸収するとともに生産品種を拡大することを目的として、41年10

月第2期計画工事に着手した。第2期計画の概要は次のとおりである。

(1) 製造部門

- 第2高炉 2600m³
- 第2コークス炉 ウイルプット式 120窯、原料炭乾燥設備
- 第2焼結機 162m²

(2) 製鋼部門

- 第1転炉工場 第3転炉(268m³)増設

(3) 圧延部門

- 第1分塊工場 均熱炉4基、16ホール増設
- 第1熱延工場 連続式加熱炉1基増設、粗2号圧延機増設
- 厚板工場 ロール胴長 4,699mm

(4) 港湾関係

- 原料バース -17m×300m
- 成品バース -11m×180mおよび-5m×350m

(5) その他

- 動力、運輸、その他付帯設備増設

これらの設備はいずれも43年初めに完成、稼動に入る予定である。

3. 操 業

福山製鉄所は昭和40年3月冷延先行工事の完成を見、翌41年8月、高炉に火入れ以来半年後の42年2月には計

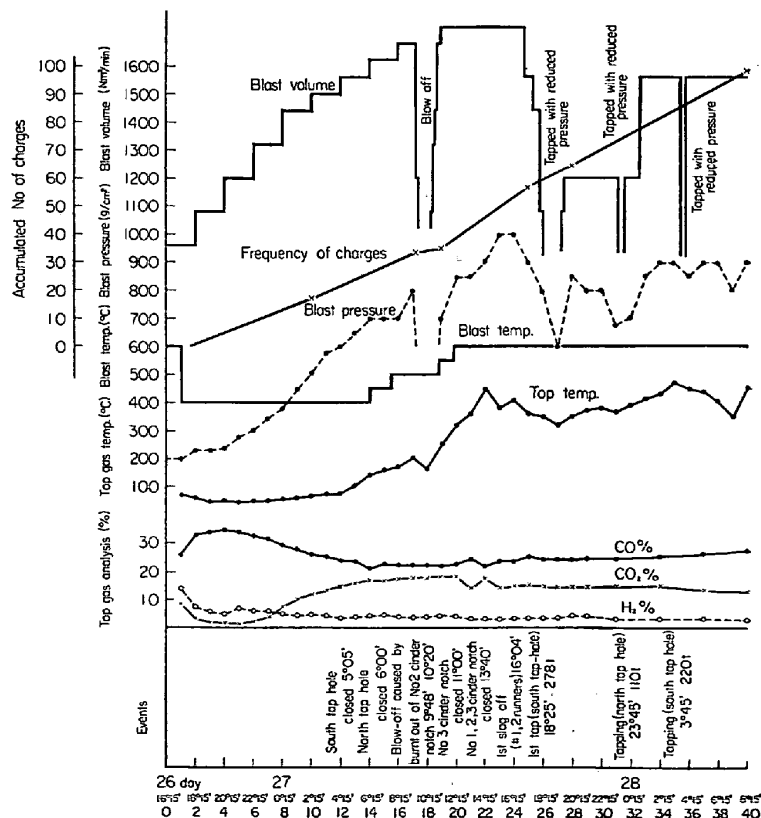


Fig. 14. Operating results immediately after firing-in.

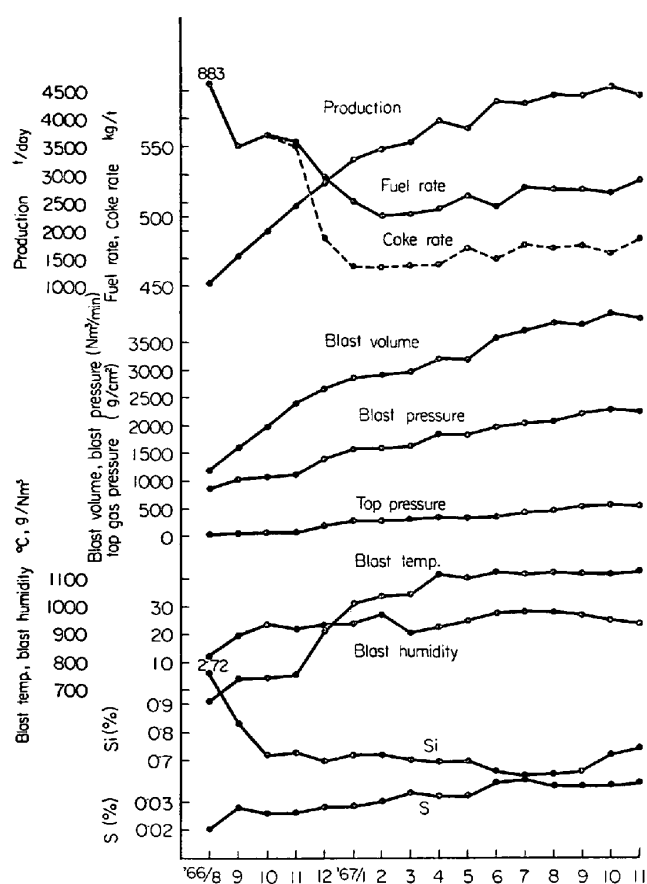


Fig. 15 Operation of No. 1 blast furnace.

画値(粗鋼年産 150 万 t ペース)に達し、同 6 月には年間約 200 万 t ペースに到達、引続きます順調な生産をあげている。

同製鉄所発足以降における各設備の稼動開始時期を Table 18 に、生産高の推移を Fig. 13 に示す。

3.1 製鉄工場

熱風炉の乾燥はコークス炉の稼動に先立つて行なわれ、燃焼室前にオイル・バーナーを本体とする熱風発生設備を設置し、燈油によって発生した熱風を希釈空気により一定温度として炉内に吹込む方式を取り、きわめて満足すべき結果を得た。

高炉の乾燥は煉瓦積み時に大型煉瓦の乾燥を熱風で行ない、煉瓦積み後は熱風炉を使用し、低風熱、大容量の熱風乾燥を 18 日間にわたって実施した。

填充は従来の考え方を踏襲し、トップチャージの ore/coke は 1.85、原料配合は焼結鉱 67%、B 塊 33% として火入れ後の焼結鉱基準配合と結びつけるようにした。

火入れ後の操業度は過去数年間にわたる各社の大型高炉の実績を考慮し、かつ鉱石処理が有利な条件下にある点を考え、過去の実績より高いペースで稼動計画を立てた。操業度の上昇に合わせて、複合送風、高風熱操業を併行して進め、これらが安定した時点より高圧操業に入り、火入れ 11 カ月を経過した 7 月には、出鉄量 4450 t /

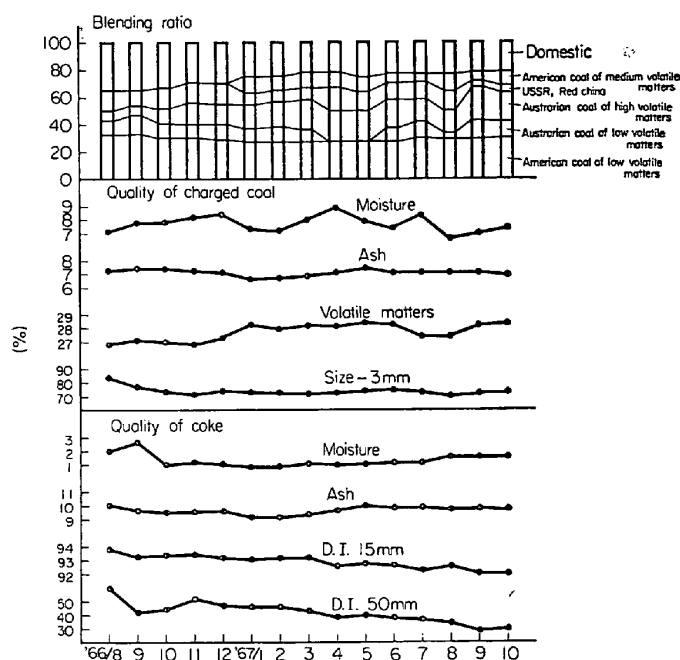


Fig. 16. Coking coals and quality of coke.

day, 燃料比 510 kg / t, 風熱 1120°C, 炉頂圧 0.5 kg で操業を行なった。

高炉火入れ以来、定期休風以外の休風はきわめて少なく、順調に操業が続いているが、これは設備の点からみて、湯溜り容量を大きくとつて大容量の溶銑処理に対処できるようにし、操業の面では出銑・出滓管理の強化によるものと思われる。

ベッディングの効果は、焼結鉱の成分、特に塩基度変動の減少に顕著に現われており、実際の操業面でも石灰石のアクション回数がきわめて少なく、焼結、高炉両工場とも安定した操業が続いている。

3.2 コークス工場

コークス炉の乾燥は C ガス、または B ガスを使用して行なわれるのが普通であるが、A 団の乾燥に際しては、工場内に利用できるガス源がなかったため、ブタンガスを空気で希釈して約 5,000 kcal/m³ のガスとして使用した。最初は燃焼速度が遅くやや困難を感じたが、乾燥工程および乾燥実績についてはほとんど差がない結果が出た。B 団は A 団より約 2 ヶ月半遅れてスタートしたので C ガスで普通どおり乾燥ができた。

乾燥用の仮窯は、従来の格子積のものに代えてウィルプット式のトンネルタイプのものを使用した非常に簡単なもので、仮積みや掻出した作業が安易になる利点がある。機能上は差がない。

Table 20 に A 団、B 団の乾燥日程実績を示す。

火入れ後、操業はきわめて順調で、高炉の操業率の上昇とともに順次稼動率を上げ、42 年 6 月には窯出本数 146 本/day, 稼動率 156% にまで到達した。操業度の変更に比較的容易に許容できるこの炉の特徴においても実証された。

Table 19. Filling of Fukuyama No 1 blast furnace.

Number of stages	Height (m)	Inner volume (m ³)	Compression (%)	kg/ch			
				Coke	Ore		Total
					Sinter	Bedded lump ore	
12	2.5	113.3	5	10.000	12.400	6.100	18.500
11	2.5	124.9	6	//	10.700	5.300	16.000
10	2.0	112.3	7	//	9.000	4.500	13.500
9	2.0	123.9	8	//	7.700	3.800	11.500
8	2.0	136.1	9	//	6.000	3.000	9.000
7	2.0	148.8	10	//	4.700	2.300	7.000
6	2.0	162.2	11	//	3.400	1.600	5.000
5	2.0	176.1	12	//	1.700	0.800	2.500
4	2.0	183.2	13	//	0.300	0.200	0.500
3	2.0	180.8	14	//	—	—	—
2	2.5	202.7	15	//	—	—	—
1	5.0	368.3		//			

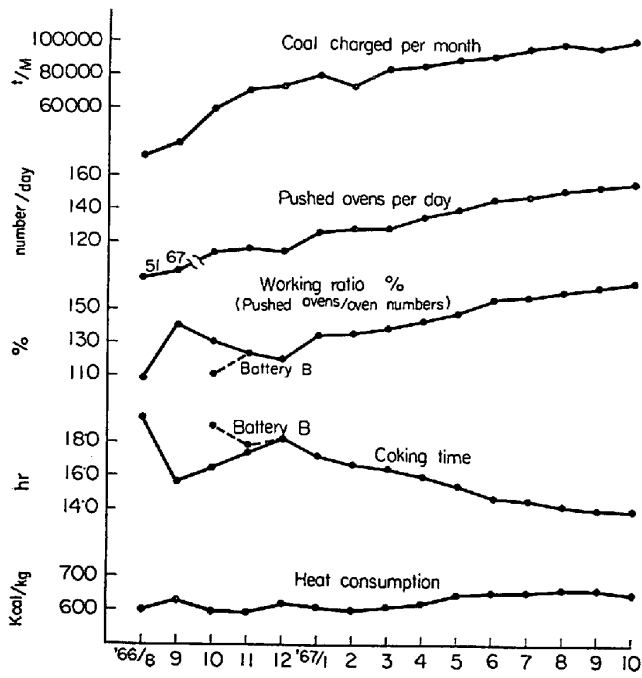


Fig. 17. Operation of coke ovens.

この間の原料炭およびコークス品位の推移を Fig. 13 に稼動状況を Fig. 14 に、副産物品位の推移を Fig. 15 に示す。

3.3 製鋼工場

41年9月1日火入れ以降、質量ともに順調な立上りを示した。高炉の出鉄増加に伴い順次シフト数を増加し、42年5月以降は20シフト/weekの態勢となっている。

製鋼工場では、冷延向け極軟低窒素鋼から厚中板向け中炭素鋼、高張力鋼に至るまで広範囲の鋼種を吹き分けている。

吹錬作業は順調で、高速吹錬にもかかわらず、噴出は非常に少なく、品質の安定に役立っている。現在ランス・ノズルは3孔で、平均酸素流量は約 23,000Nm³/hr、ランス高さは約 1500mm、ランス寿命は約 150回であ

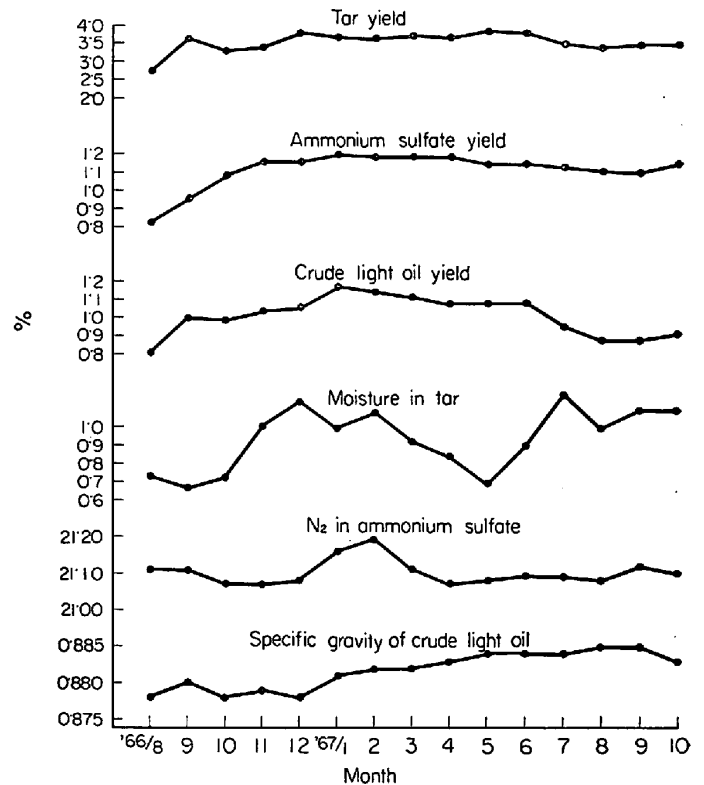


Fig. 18. Operation of by-products plant.

Table 20. Results of drying schedule.

	A oven		B oven	
	Date	Required days	Date	Required days
Start of operation	22/5/66	1	4/8/66	1
Regular heating	18/7/66	58	30/9/66	58
First charging	29/7/66	69	22/10/66	70

kg /ch				Ore/coke	Pig iron (kg/ch)	BF slag (kg/ch)	Slag ratio (kg/ch)	Basicity (Cal/ SiO ₂)	Al ₂ O ₃ in slag (%)
Auxiliary materials									
Mn ore	Silica	Limestone	Ballas						
0·200	0·900	1·100	0·900	1·85	12270	4980	405	1·11	15·2
0·200	0·800	1·100	1·200	1·60	10640	4950	465	1·11	15·5
0·200	0·700	1·100	1·400	1·35	8990	4863	541	1·11	15·5
0·200	0·650	1·050	1·800	1·15	7670	5020	654	1·10	15·5
—	0·600	1·000	1·900	0·90	6030	4810	798	1·05	15·5
—	0·500	0·900	2·900	0·70	4720	5485	1162	1·06	15·7
—	0·500	0·900	2·500	0·50	3390	4910	1450	1·01	15·5
—	0·100	—	3·700	0·25	1757	4940	2810	0·94	18·2
—	—	0·250	1·800	0·05	416	2910	7000	0·89	19·9
—	—	0·200	1·900	—	88	2940	33400	0·85	19·9
—	—	0·200	1·400	—	81	2440	30100	0·79	25·7

3200 sleepers, 300 logs, 30 m³ woods and charcoal of 114 bags

(Nov. 1966)

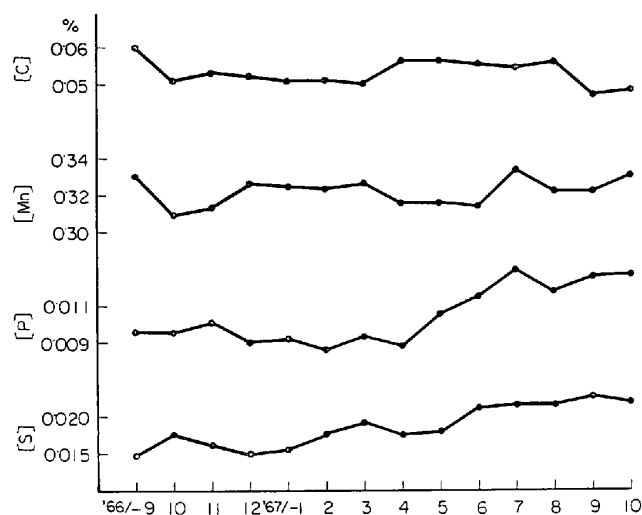


Fig. 19. Low carbon steel analysis.

る。冷延向け極軟鋼の [C] は (T.Fe) を 22~23% 程度に押えて低い値が得られており、また [N] も低い水準のものが得られている。

転炉炉体煉瓦はタール・ドロマイト煉瓦であるが、現在の寿命実績 450~500 回ではまだ相当の残存が認められるので、炉口部の一部手直しを実施してさらに寿命の延長を計る予定である。

造塊作業は櫛型配置の鋳込線を使用し、キャップド鋼、キルド鋼は下注、セミキルド鋼は上注で良質の鋼塊を鋳込んでいる。

稼動当初より現在までの操業実績を Fig. 19, 20, 21 に示す。

3.4 分塊工場

分塊工場は高炉の稼動より約 40 日早く 41 年 7 月 15 日から操業に入つた。転炉稼動とともに本格操業態勢に入り、さらに京浜地区製鉄所より毎月約 3 万 t の冷塊を受入れて圧延し、生産高は急速に増加した。41 年 12 月には第 1 期計画の設計値 150 万 t / year に達し、現在は年産約 175 万 t のペースに到達している。

能率の面では 41 年 8 月には 220 t / hr であつたが、10

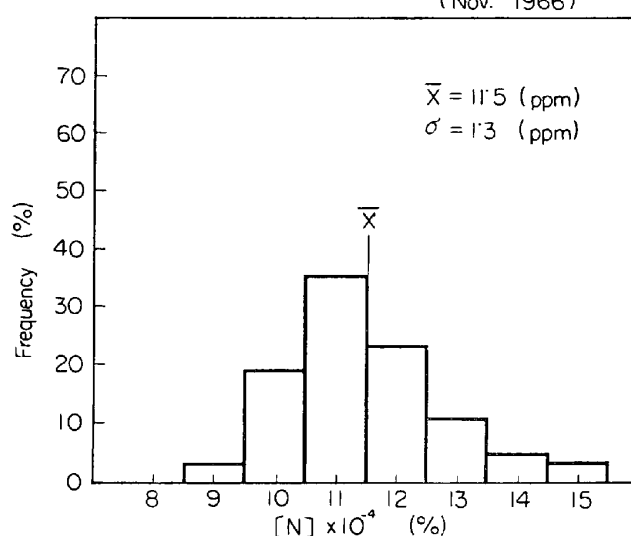


Fig. 20. Example of histogram on [N] in crude steel (low carbon steel).

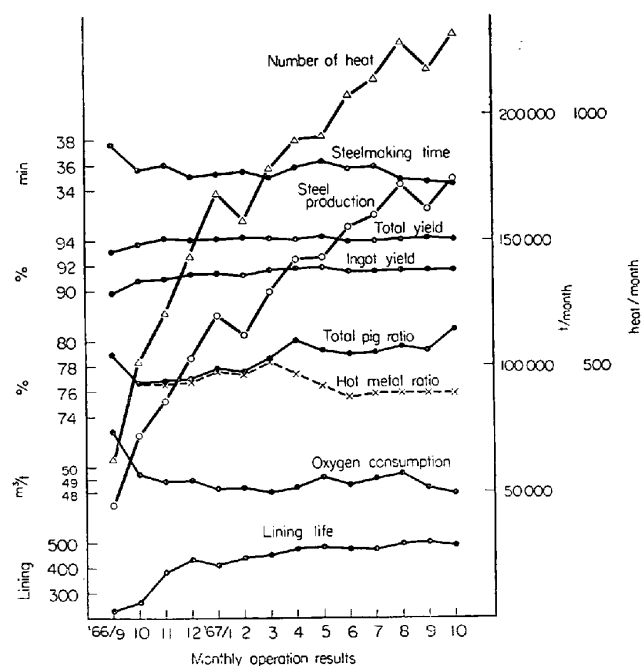


Fig. 21. Operation of converter.

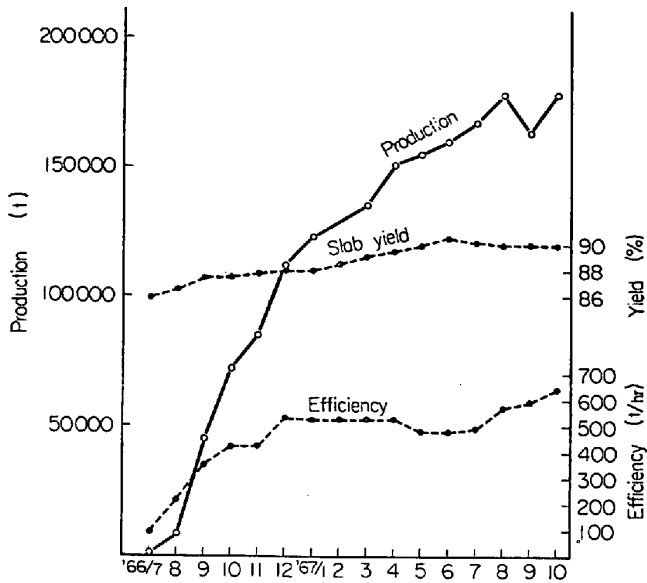


Fig. 22. Operation results in slabbing mill.

月にはユニバーサル・ミルとしての平均的な 400 t/hr を越えることができた。その後、熟練度の向上、タンデム圧延の実施などにより12月以降は 500 t/hr の水準を維持している。

歩留も逐月上昇し、平均歩留で 90.5%，キャップド鋼の平均では 91.5% に達した。

稼動以降の操業状況を Fig. 22 に示す。

3.5 ホット・ストリップミル

ホット・ストリップミルは高炉火入れより多少早く、41年8月17日に稼動を開始、生産は Fig. 23 に示すように順調な伸びを示している。稼動シフトは第1カ月目に2シフト、第4カ月目より3シフトとした。平均圧延能率は加熱炉の能力とフラット・カット材圧延時の冷却台の能力で押えられ、図に示すような推移をしているが、コイル材を圧延しているときは約 400 t/hr となっている。

この圧延機は加速圧延装置、自動板厚制御装置、ロール形状制御装置、ラミネー・フロー型冷却装置など数々

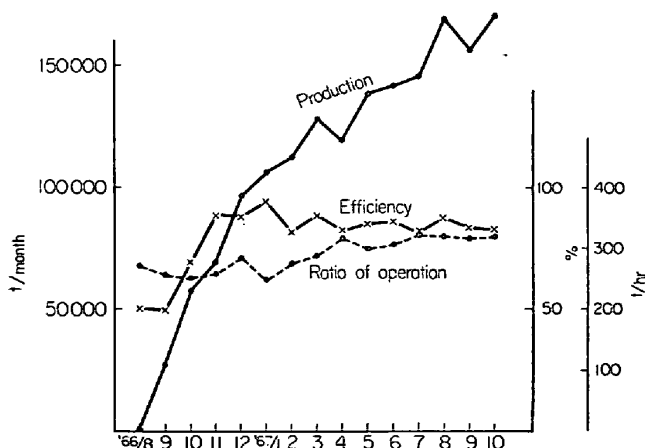


Fig. 23. Operation results of hot strip mill.

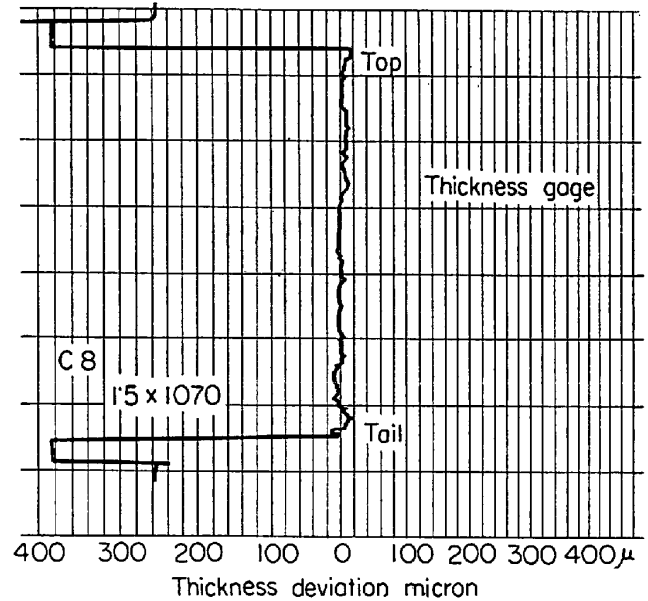


Fig. 24. Deviation in thickness in longitudinal direction of 1.5 mm x 1070 mm strip.

の特徴を有しており、現在これらの設備は初期の目標どおりの成果をあげている。ストリップの長手方向の厚さ変動は非常に少なくなっており、1例として 1.5 mm x 1070 mm のものの状況を Fig. 24 に示す。

3.6 コールド・ストリップミル

41年7月コールド・ストリップミルの稼動以降順調な立上りを見せ、現在は約 5 万 t/day の生産を続けている。

酸洗工場は世界最初の横型塩酸酸洗ラインと廃塩酸回収装置とを組合わせた工場であるが、成品品質、能率、作業費の面でいずれも満足すべき成績を収めている。

冷間圧延機はわが国初の 80inch・5 タンデム・コールド・ストリップミルで、稼動以来約 30 万 t の冷延成品を圧延したが、広幅厚物から狭幅薄物に至るまで広範囲の製品を圧延している。

4. 結 言

福山製鉄所の第1期計画は粗鋼年産能力 150 万 t の薄板類専門工場として着手された。工事着手直後不況のため建設工事は一時中断されたが、市況回復により工事を再開し、きわめて短時間のうちに建設を完了し稼動を開始した。

稼動以降各工場とも順調に推移し、建設に当たり考慮した種々の特徴はいずれも初期の目的どおりの成果をあげ、稼動10カ月には計画値を約 30% 上回る 200 万 t ペースに達し、引き続き好調な生産をあげている。

また第1期計画に引続き、現在第2期計画の建設を実施しており、昭和43年始めには年間 400 万 t の熱延、冷延薄板および広中厚板の生産態勢が確立される予定である。