

$$5.50 \text{ Nm}^3/\text{t} \times 36.0 \text{ t} \times \frac{60}{20} = 5,940 \text{ Nm}^3/\text{hr} \rightarrow 6,000 \text{ Nm}^3/\text{hr}$$

したがって、最大吹酸量を  $7,500 \text{ Nm}^3/\text{hr}$  が可能な設備とする。

吹酸圧力は、 $9 \sim 12 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$  とし、最高  $15 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$  迄可能とする。

#### 10-2-4 ランス昇降装置

ランスの昇降は固定ウインチにより、ランスガイドに沿って行う方式とする。

尚、ランスの交換作業は、上部に設けられているサービスクレーンにより行う。

#### 10-2-5 吹酸圧のコントロール

吹酸中の酸素の減圧は、2段減圧法とする。

第 1 段 …  $35 \text{ kg/cm}^2 \text{ G} \rightarrow 17 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$

第 2 段 …  $17 \text{ kg/cm}^2 \text{ G} \rightarrow$  吹酸圧

酸素配管のフローシートを Fig II-3 に示した。

#### 10-2-6 ランス冷却水

ランス冷却水は、冷却塔を設けて循環使用する。

尚、冷却水量は  $100 \text{ t/hr}$  程度が必要である。

#### 10-2-7 築炉法

排ガス処理設備フード部を移動して、操業床よりクレーンで煉瓦を取込み、炉内での築造は組立足場を使用して行う方式とする。

### 10-3 副原料設備関係

副原料の貨車又はトラック受入れより、転炉への投入までの設備として次の3系統に分けられる。

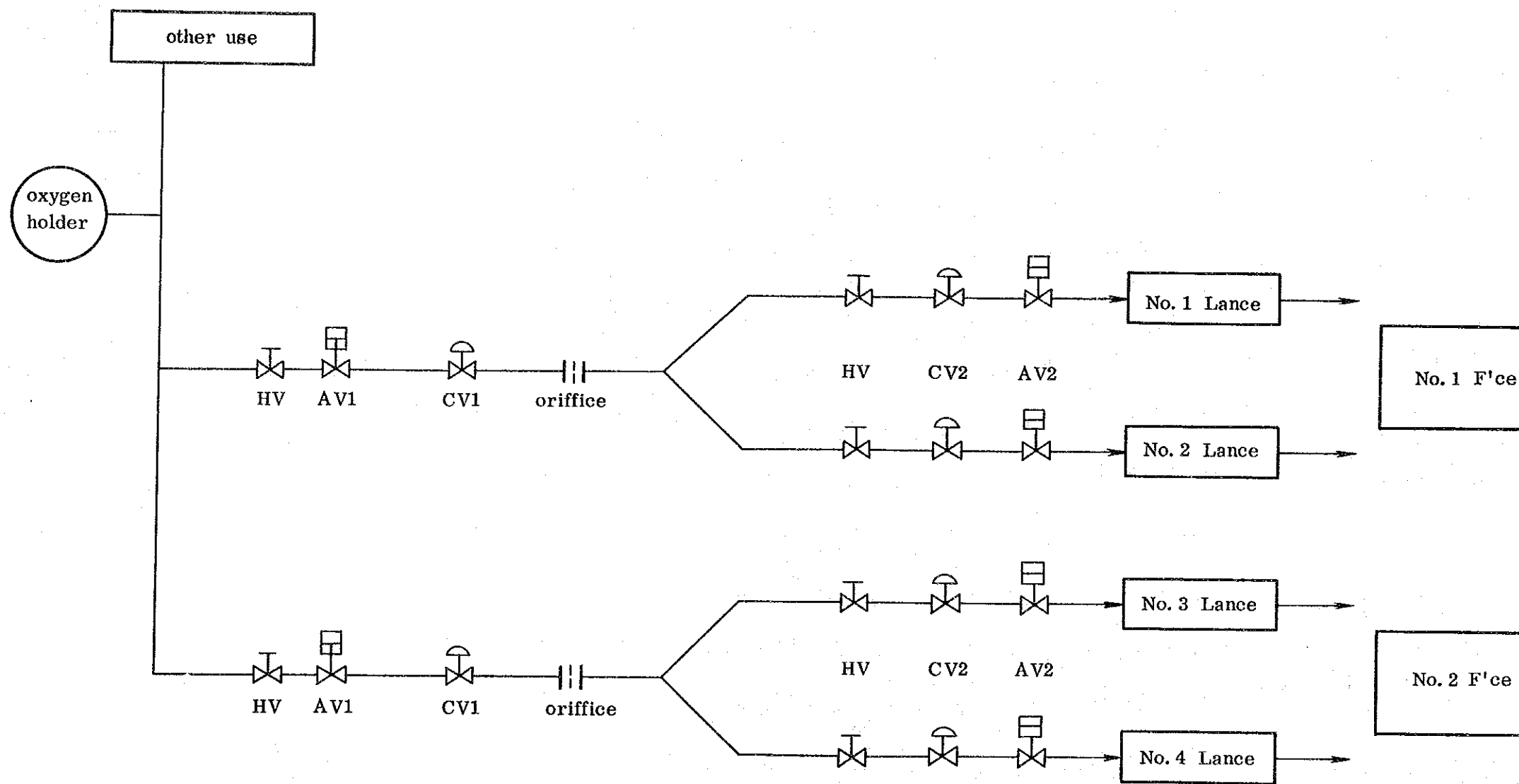
#### 10-3-1 受入れ系統

副原料は、貨車又はトラックにより地下受入れホッパーに搬入される。このホッパー底部にはファイダーが設置されている。ファイダーを通して副原料をベルトコンベヤー上に切出し、運搬され、ポケットエレベーターで垂直に捲上げられる。捲上げられた副原料は地上バンカー上のシャトルコンベヤーにより銘柄別に地上ホッパーに貯蔵される。

#### 10-3-2 輸送系統

地上バンカー各槽の底部に設置されているファイダーにより、副原料はコンベヤー上に切出される。

コンベヤー上に切出された副原料は、工場内ポケットエレベーターにより捲上げられ、



- HV : Hand operation valve
- AV1, AV2 : Pneumatic operation valve
- CV1 : Control valve (Pressure Control)
- CV2 : Control valve (Flow control)

Fig. II-3 酸素パイプ

炉上に設置しているベルトコンベヤー上に再度移される。

ベルトコンベヤー上に移された副原料は、トリッパーによって炉上バンカーに銘柄別に貯蔵される。

#### 10-3-3 投入系統

炉上バンカーは6槽あり、各槽の底部に設置されたフィダーにより、各銘柄の必要量が秤量機に切出され秤量される。

秤量された副原料は、秤量機の下部に設けている可逆式ベルトコンベヤーで、稼動炉の投入中継ホッパーに貯蔵し、炉内投入必要時期に排出ゲートを開放して炉内に投入する。

#### 10-4 合金鉄設備関係

転炉工場操業床上に運ばれた合金鉄は、№1号炉と№2号炉の間に設置されているバンカーに貯蔵される。

必要な合金鉄は、バンカーよりフィダーで手押車の中に切出され、操業床上に設置されている秤量機で秤量され、投入シュートを通じて鋳鍋内に投入する。

#### 10-5 排ガス処理設備関係

吹錬により転炉(36t/heat)から発生するCOガスをガス冷却装置において間接的に冷却し、湿式集塵装置においてガス中のダストを除去して、清浄ガスを誘引送風機によって煙突を通して大気へ放散するものである。

##### 10-5-1 ガス冷却装置

ガス冷却装置はフードとガスクーラーとから成る。吹錬中に発生するCOガスは、フードによって捕集され、炉とフードとの隙間から吸引される空気と混合してフード及びガスクーラー内で完全に燃焼し、間接的に約1,200℃迄冷却されて集塵機へと導かれる。

フード及びガスクーラーは、2重ジャケット構造となっており、フードだけは炉修時に炉のレンガ積を容易にするために、水平方向に移動できるようになっている。

フード及びガスクーラーの冷却システムは、いわゆる蒸発冷却方式と呼ばれ、フード上部に設置されたフラッシュタンクから循環ポンプによって、フード及びガスクーラーに給水された冷却水は、2重ジャケット内でその一部が蒸発し、汽水混合の状態再びフラッシュタンクに戻される。フラッシュタンクでは、蒸気が水から分離されて大気へ放散

され、蒸発して足りなくなった冷却水は、屋外に設置された脱アルカリ軟水装置からポンプでフラッシュタンクへ補給される。

#### 10-5-2 集塵装置

集塵装置は、ガスクーラーから出た高温ガスの直接冷却と粗粒ダストの捕集を目的としたウォッシャーとそれに続く、微細ダストの最終捕集を目的としたベンチュリ・スクラバーとから成る。

ベンチュリ・スクラバーの後にはミスト・セパレータが設置され、ダストを捕集した水滴はここで分離される。

清浄ガスの含塵量は  $0.3 \text{ g} / \text{Nm}^3$  以下である。

集塵水はウォッシャーとベンチュリ・スクラバーとへ平行に給水され、それぞれの排水は、シックナーへ送られてそこでダスト粒子が沈澱分離される。

シックナーでダストを除かれた清澄水は、集塵水槽に集められて再び集塵装置に循環使用される。

#### 10-5-3 誘引送風機

集塵装置で清浄にされたガスは、誘引送風機によって煙突から大気へ燃焼放散される。

誘引送風機的主要仕様は次の通りである。

吸 込 ガ ス 量 :  $2,450 \text{ Nm}^3/\text{min}$  (飽和)

全 昇 圧 力 :  $1,300 \text{ mm Aq at } 73^\circ\text{C}$

モ ー タ ー 容 量 :  $900 \text{ KW}$

#### 10-6 給水及び排水処理設備

10-5 で述べたように、ガス冷却装置に於ては、吹錬中に冷却水の一部が蒸気となって大気へ放散されるので、この系統に水を補給する必要がある。この補給水として、工業用水をそのまま使用すると、フード及びガスクーラーにおいてスケールが生成される恐れがあるため、工業用水を脱アルカリ軟水装置によって処理した軟水が使用される。

この脱アルカリ軟水装置は、イオン交換樹脂によって硬度成分及びアルカリ度を除去するもので、イオン交換樹脂の再生は苛性ソーダ及び塩酸によって行なわれる。

集塵装置からの排水は多量のダストを含んでおり、そのダストを沈澱させるためにシックナーが設けられる。シックナーの上澄液は、約  $200 \text{ ppm}$  の浮遊物を含んでいるが、集塵水槽に集められ、ポンプにより再び集塵装置へ供給される。

また、シックナーにおいて沈澱したダスト粒子はレーキによりシックナー底部に集め

られ、スラリーポンプによりスラッジ脱水機へ送られる。

スラッジ脱水機は加圧式のもので、ダストは含水率約30%のケーキとして排出される。

#### 10-7 換気集塵設備関係

混鉄炉へ溶銑を受出銑する場合に発生する赤煙及び転炉装入時、発生する噴煙をフード及びダクトを通して誘引送風機によって吸引して、バ　　で除塵するものである。

その主な仕様は、次の通りである。

バッグフィルター容量　：　4,000  $m^3/min$ 、 at 130℃

誘引送風機　：　4,000  $m^3/min$ 、 400 mm Aq

同上　　モーター容量　：　500 KW

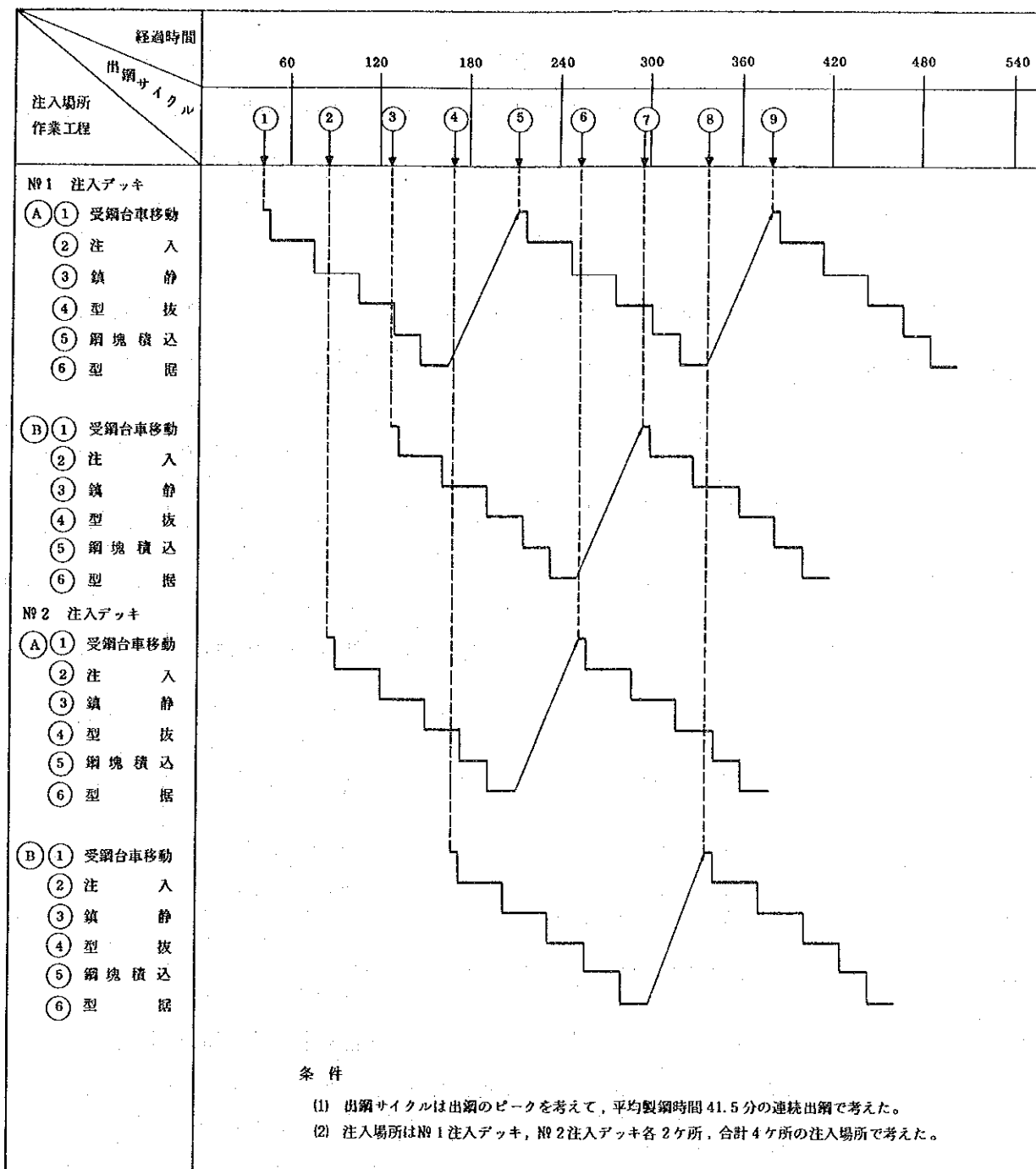


Fig II+4 造塊作業シミュレーション結果

## 10-8 造塊設備

### 10-8-1 注入デッキ

転炉からの出鋼のピークが、平均製鋼時間 4 1.5 分のピッチで連続した場合でも、注入、型抜、鋼塊処理、型据等の各要素作業の差し合いが基本的に生じない様に注入デッキは 2ヶ所に設置した。

更に 1ヶ所の注入デッキで 2チャージ分の注入が可能な注入デッキのスペースを取った。

以上の条件のもとにハンドシミュレーションを行なった結果を Fig II-4 に示した。

シミュレーション結果は全く問題なく、転炉のピーク出鋼に対して十分対処可能である。

### 10-8-2 鑄型冷却床

#### (1) 鑄型使用サイクル

項 目	時 間 (分)
(1)出鋼～注入始め迄の時間	5
(2)注 入 時 間	30
(3)注入終～型抜始め迄の時間	30
(4)型 抜 時 間	24
(5)鑄型冷却時間	600
(6)型 据 時 間	24
(7)注 入 待 時 間	30
1 サイクル時間	743
鑄型回転率 (回/日)	1.94→2.0

鑄型回転率は 2.0 とする。

#### (2) 鑄型冷却床所要面積

3 t 鋼塊用鑄型で検討を行なった。

$$1,525\text{mm} \times 1,025\text{mm} = 1.56\text{m}^2/\text{鑄型} \quad \text{※ Fig II-5 参照のこと。}$$

$$1.56\text{m}^2/\text{鑄型} \times 12\text{本} = 18.72\text{m}^2/\text{ヒート}$$

$$18.72\text{m}^2/\text{ヒート} \times 15\text{ヒート} = 280.8\text{m}^2 \dots\dots(1)$$

予備鑄型手持 (新鑄型及廃棄鑄型の出し入れスペースを含む) を 5ヒート分とすると

$$18.72\text{m}^2/\text{ヒート} \times 5\text{ヒート} = 93.6\text{m}^2 \dots\dots(2)$$

故に鑄型冷却床としては 374 m<sup>2</sup>程度が必要である。したがって 184 m<sup>2</sup> (8 m × 23 m) × 2ヶ所の冷却床を、各注入デッキの前に設置した。

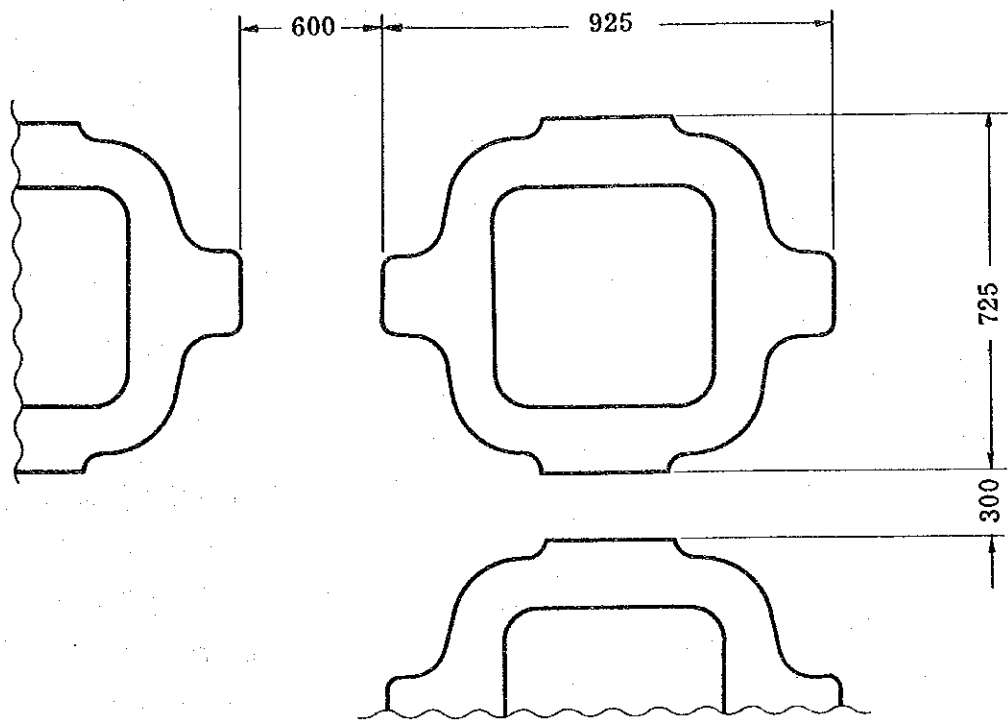


Fig II - 5 鑄型冷却床算定基準

10-8-3 鑄鍋所要個数

- 1) 27,500 t / m ..... 764 ch / m 製鋼時間 41.5分
- 2) 鑄鍋寿命 8回 ..... 受鋼時間  $0.692 \text{ hr} \times 8 = 5.53 \text{ hr} / \text{サイクル}$  (中修、小修等は全く行なわないとした)
- 3) 鑄鍋修理時間

単位: hr / サイクル

冷 却	こわし	築 造	乾 燥	計
7	5	12	12	36

4) 鑄鍋所要個数

- a) 常時回転受鋼鍋個数 =  $36 \text{ hr} + 5.53 \text{ hr} \div 5.53 \text{ hr} = 7.5$  基
- b) 回転予備鍋 1 基
- c) 地金附着等予備鍋 1 基

計

9.5 → 10 基



11. 主要設備仕様概要

	主 要 設 備	設 備 能 力	数 量	備 考
①	溶銑、屑鉄設備 1) 混 銑 炉 2) 溶銑秤量機 3) 溶 銑 鍋 4) 屑鉄シュート 5) 屑鉄秤量機 6) 溶銑鍋乾燥装置	容 量：600 t 容 量： 60 t 容 量： 43 t 容 量： 7 t 容 量： 15 t	1 1 4 3 1 1	
②	副原料合金鉄設備 1) 受入れバンカー 2) 地上バンカー 3) コンベヤー輸送量 4) 炉上バンカー 5) 秤 量 機 6) シャトルコンベヤー 7) 添加ホッパー 8) 合金鉄貯蔵バンカー 9) 合金鉄秤量機 10) 合金鉄投入装置	容 量： 30 m <sup>3</sup> 容 量： 45 m <sup>3</sup> 容 量： 60 t/hr 容 量：CaO 24m <sup>3</sup> ×2、ore 5m <sup>3</sup> ×1、CaF <sub>2</sub> 5m <sup>3</sup> ×1、予備 5m <sup>3</sup> ×1 容 量： 2t×1、0.5t×1 容 量：150t/hr 容 量： 3 m <sup>3</sup> 容 量： 1 m <sup>3</sup> 容 量： 0.5 t	2 5 1 5 2 1 2 3 1 2	
③	転 炉 設 備 1) 炉 体 2) 炉体傾動装置 3) ランスウインテ及びランスガイド 4) ラ ン ス 5) ランス冷却水用フレキシブルホース 6) 酸素用フレキシブルホース 7) 酸素屋内配管 8) ランス冷却水屋内配管 9) 炉体煉瓦こわし機	容 量：36 t(炉高7,500%、炉径4,700%) 傾動速度：0.1～1.0 rpm 容 量：10 t 水 量：100 t/hr 送酸量：7,500Nm <sup>3</sup> /hr 送酸量：7,500Nm <sup>3</sup> /hr 水 量：100 t/hr	2 2 2 2 4 4 2 2 2 1	鉄皮内容積104 m <sup>3</sup> 、築造後内容積37.6 m <sup>3</sup>

	主 要 設 備	設 備 能 力	数 量	備 考
④	排ガス処理設備	排ガス量：61,300Nm <sup>3</sup> /hr	2	排ガス燃焼放散方式
⑤	造塊設備			
	1) 受鋼台車	容量：55t	2	
	2) 鑄鍋	容量：36t	9	
	3) 排滓鍋	容量：6m <sup>3</sup>	5	
	4) 排滓鍋台車	容量：20t	3	
	5) 鑄鍋乾燥装置		2	
⑥	クレーン設備			
	1) 受銑クレーン	容量：50/10t	1	
	2) 溶銑装入クレーン	容量：60/10t	1	溶銑：41t、溶銑鍋鉄皮：9t、煉瓦：7t、計57t
	3) 屑鉄装入クレーン	容量：10/10t	1	屑鉄：7t、屑鉄シュート自重：6t、計13t
	4) 注入クレーン	容量：55/10t	2	溶鋼36.9t、溶鋼鍋鉄皮：9t、煉瓦：8t、計53.9t
	5) ストリッパークレーン	容量：10t	2	
	6) 転炉棟クレーン	容量：15t	1	
	7) 煉瓦運搬用ホイストクレーン	容量：3t	2	
	8) 鑄鍋修理用ウォールクレーン	容量：3t	2	
⑦	排ガス処理設備用水処理設備			
	1) 軟化装置	容量：15t/hr	1	
	2) シックナー	容量：250t/hr	1	
	3) 脱水器	容量：0.5t/hr	2	
⑧	換気集塵設備	容量：4,000m <sup>3</sup> /min	1	

## 12 トーマス工場における改善対策

II-1で指摘した問題点には、改造計画の実施により対処すべきものと現時点において対処すべきものがある。

後者の問題点については、早急に対策の実施を計る必要がある。その主な項目は次の通りである。

- a) 溶銑秤量機の復旧と維持管理がなされねばならない。
- b) 測温体制の確立を計らねばならない。
- c) 鋼塊輸送ロットは分塊均熱サイクルに合わせて最大2ヒート単位に変更しなければならない。

尚、上述の対策の実施と共に、トーマス転炉の生産性及び品質の向上のために酸素富化の実施についての検討を行うことも意味がある。

この酸素富化の検討に当っては耐火物、特に炉底寿命への影響を考慮しておく必要がある。

### Ⅲ 圧 延

#### 1. 分塊工場

Helwan 製鉄所の分塊工場は均熱炉をはじめとして、各ラインに問題が多く作業レベルは低い状況にある。今回の改造計画では鋼片を製造する方法として、分塊工場では次の2案を検討した。

- a) すべての鋼片を鋼塊より製造する。
- b) 一部の鋼片をCCブルームを圧延して製造する。

Table III-1 All Ingot 方法と CC-Break down 法の比較

		All Ingot 法	CC-BD法
処 理 量		375,000 t/y	295,000 t/y (CC: 250,000 Ingot: 45,000)
設 備 改 造 費		3,773 千US\$	4,900 千US\$
主 な 設 備 改 造		均熱炉 4 ホール増設 装入機 1 台増設 カバークレン 1 台増設	加熱炉 (70 t/hr) 1 基設置 装入クレン 1 台設置 レスーピングテーブルの改造
作 業 条 件	圧 延 t/hr	68.1 t/hr	79.6 t/h (CC材: 81.6 Ingot: 70.4)
	燃料原単価	300,000 kcal/t	385,000 kcal/t
	剪 断 歩 留	88.0%	91.5%
備 考			均熱炉 4 ホールでOK、加熱炉は 5, 6 均熱炉あとに設置

この2つの案は転炉工場の改造との関係において製鋼～分塊間で総合的に建設費、ランニングコスト等で比較する必要がある。詳細は製鋼部門で記載されているので省略するがAll Ingot 法がすぐれているという結果から、分塊工場の対策はAll Ingot 法について検討した。

## 1-1 操業改善

### 1-1-1 鋼塊

鋼塊の寸法、重量は分塊工場の均熱炉、圧延能力、剪断歩留及び品質等に大きな影響を及ぼす、現在の鑄型寸法は次の通りである。

Table III-2 現鑄型寸法

鑄型	Top (mm)	BoT (mm)	Height (mm)
K 3 3	445×445	510×510	2,150
K 4 0	445×565	510×630	2,150

K 4.0は装入機の吊荷重3.3 Tonの制約から現注入単重約4,000 kgは変更する予地はない。一方、K 3.3の鑄型からは鋼塊高さ約1,850 mm、単重約2,800 kgの鋼塊が製造されている。

K 3.3はリムド鋼のみに使用されているので、許容下り寸法150 mmとすれば鋼塊高さ2,000 mm、鋼塊単重3,100 kgの鋼塊が製造できる。現在これより小さい鋼塊が製造されている理由は、大形工場の加熱炉巾の制約からきていると思われるが、転炉改造にさいしてはブルーム寸法の見直しを実施して、2,000 mm高さ、3,100 kg重量の鋼塊を製造する体制をつくることが望ましい。

### 1-1-2 均熱炉

#### (1) 均熱炉能率

均熱炉能率は鋼塊のトラックタイム、装入屯数、操炉法等により左右されるのでこれらの項目に対する対策が必要である。

#### 1) トラックタイム

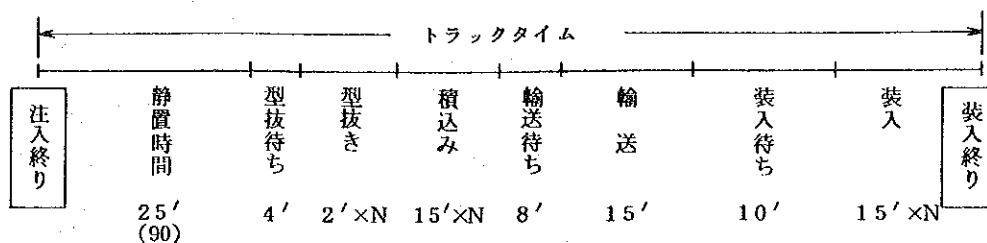
鋼塊のトラックタイムは燃料原単位の向上、加熱 t/hr の向上のためにできるだけ短くすることが望ましく、又冷塊の発生をできるだけ少なくすることを目標に作業しなければならない。

トラックタイムを10分短くすると一般的に燃料原単位で8,000 Kcal/tの低減、加熱時間10～15分の短縮可能といわれている。Helwan 製鉄所で実作業での達成可能なトラックタイムを推定すると次のようになる。

但し、静置時間：リムド、セミキルド：25分、キルド：90分

キルド比率：全体の2%（1976. 11 実績より推定）

輸送時間：1.0 km ÷ 5 km/hr = 0.20 hr → 15分



※ N : 鋼塊本数  
 ※ 待ち時間は新日鉄の例を使用

Table III-3 トラックタイムの算定値

LD リムド・セミキルド		122	分
EF	リムド・セミキルド	77	分
	キルド	142	分
平均値		112	分

※ Ingot 本数はLDが12本、EFが3本した。

Helwan 製鉄所のトラックタイムの実績は次のようになっている。

1976. 11 実績  
(トーマス + EF)

< 2 ; 300 ヒート  
 2 ~ 3 ; 206 "  
 3 ~ 4 ; 109 "  
 4 ~ 5 ; 45 "  
 > 5 ; 72 "

新LD工場のチャージの最短トラックタイムは95分となる。現在120分以下のトラックタイムのものが実績で41%あるので平均値で112分を達成することは対策を実施すれば不可能ではない。

製鋼、分塊間のきより、および作業条件等により差異は生じると思うが5t鋼塊を処理しているところでリムド鋼のトラックタイムの平均値が100分前後という製鉄所もある。

Helwan 製鉄所で熱塊を輸送するのに必要な機関車数を推定すると次のようになる。

輸送チャージ数

EF材 ;  $45,000 \text{ t/y} / 325 \text{ d/y} \times 12 \text{ t/ch} = 11.5 \text{ ch/d}$

LD材 ;  $330,000 \text{ t/y} / 325 \text{ d/y} \times 36 \text{ t/ch} = 28.2 \text{ ch/d}$

EF材はすべてLD材と同時輸送するとしても28.2回/d、EF材、LD材それぞれ1チャージ輸送とすれば39.7回/dの輸送回数となる。

一方輸送時間は

製鋼入替え	5'	} 50分/サイクル
鋼塊輸送	15'	
分塊入替え	5'	
空台車輸送	15'	
離合待ち	10'	

となる。機関車の点検時間を 0.5 hr/shift、作業率 75% とすると作業時間は、

$$(24 \text{ hr} - 0.5 \text{ hr/shift} \times 3 \text{ shift}) \times 0.75 = 16.9 \text{ hr/d}$$

となり 1 台の機関車の 1 日の輸送回数は 2.03 回となる。

Table III-4. 必要機関車数

輸 送 方 法	機関車数
EF, LD材個別1チージ輸送	2.0
EF材のうち50%がLD材と同時輸送	1.7
EF材100%がLD材と同時輸送	1.4

従って、鋼塊を短いトラックタイムで処理するには熱塊輸送専用の機関車が2台必要である。その他製鋼工場での型抜き作業管理、分塊での装入作業管理、製鋼～分塊間の連絡の強化等日常の作業管理の強化が必要である。

Helwan 製鉄所では当面均熱炉の能力向上の面よりトラックタイムの短縮が必要であるが日本では省エネルギーの面から最近特にトラックタイムの短縮のためのいろいろな方策が実施され燃料原単位 100,000 Kcal/t が達成され、また 70,000 Kcal/t 代の実績もある。

次に Helwan 製鉄所では冷塊が異状に多いという特色がある。冷塊発生には次のような原因が考えられる。

- a) 製鋼分塊の定修日のちがい
- b) 分塊の長時間の故障および年修
- c) 成分外れ等製鋼異状によるもの

新日鉄の冷塊発生率は 2～6% で製鉄所に 1 つの分塊工場しかない釜石製鉄所でも 6% 前後の冷塊発生率である。1976年11月の冷塊 4.2% というのは異状で少くとも 10% 以下にするよう製鋼～分塊の定修日を同一日にするなど早急に対策を実施する必要がある。

## 2) 鋼塊装入方法

均熱炉に鋼塊を装入する場合カバーレシオと均熱炉能率、燃料原単位との間には密接な関係があり、ある一定のカバーレシオまでは装入屯数が増加する程均熱炉能率、燃料原単位とも向上する。一般にカバーレシオ35～45%が妥当とされている。

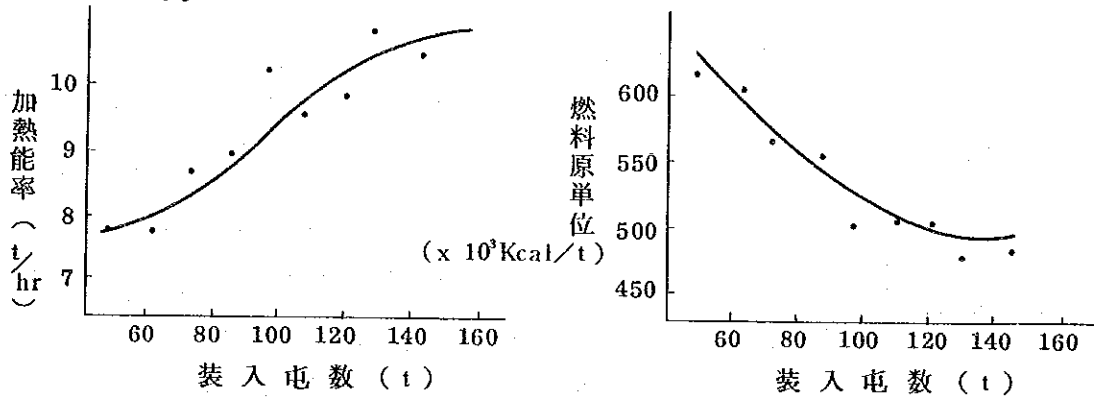


Fig. III - 1. 装入屯数と加熱能率、燃料原単位との関係

EF材、LD材の装入屯数とカバーレシオの関係は次のようになる。

Table III - 5. 装入方法をカバーレシオの関係

	EF 2 ch 装入 6本	LD 1 ch 装入 12本	EF、LD 合併装入 15本
カバーレシオ	14.0%	22.7%	29.6%

EF材は約2時間間かくの12t/回の出鋼であるのでEF材を2チャージ装入する場合は先に出鋼されたチャージは炉間に装入するか、または炉外に放置して次のチャージの到着をまたなければならないので非常に非能率的である。従って次のような装入方法が可能かどうか調査することをすゝめる。

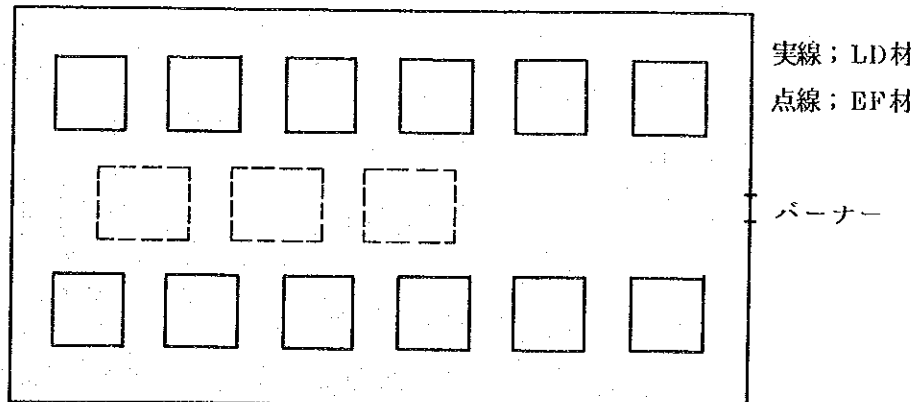


Fig. III - 2. 装入図



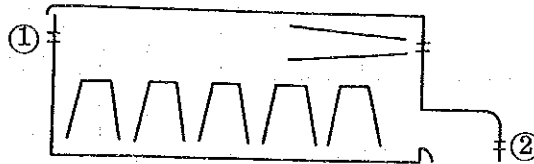
即ちEF、LD材各1チャージ計2チャージ装入を行うと、計算上はEF材の2チャージ装入より、EF、LD材を合併して2チャージ装入した方が約40%均熱能率は向上する。

その場合Fig III-2のように3列装入となり、カバーレシオは29.6%となり、問題ないと思われる。3列装入法はもう少し炉巾の広い2バーナーの均熱炉では新日鉄も実施しているが、Helwan製鉄所のような均熱炉では経験がないので、調査し作業方法を確立されることを希望する。

### 3) 操炉

#### a) 炉内温度制御

Helwan製鉄所の分塊工場の均熱炉の炉内温度制御方式は2点で温度を検出しガス、空気流量を制御している。



加熱はじめてまず②点が設定温度に到達しガス流量が減少してついで①点が設定温度に到達し重油流量がon-off動作をはじめめる。

日本では均熱炉の温度制御は①点又はその反対側での1点温度制御を実施して良好な結果を得ているので2点温度制御とどちらがすぐれているのか判断しがたいが1点制御の方が次の2点では優れている。

- a) 炉内温度がはやく上昇し加熱  $t/hr$  が向上する。
- b) 流量制御系が簡単になる。

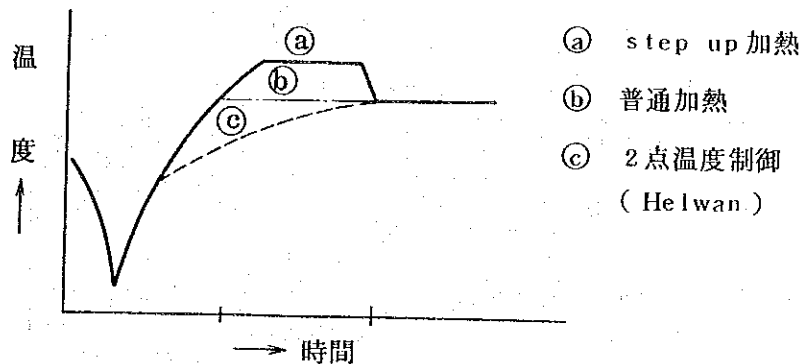


Fig. III-3. 加熱方法の比較

Fig III - 3 に均熱炉の①点での温度推移状況を示すが、一般に均熱炉能率を  
 同上させるために実施されている set up 操業とは 2 点温度制御は逆の方向で  
 あり炉内の鋼塊の温度上昇をおくらせる結果になっている。

従って 1 点温度制御の採用を検討する必要がある。

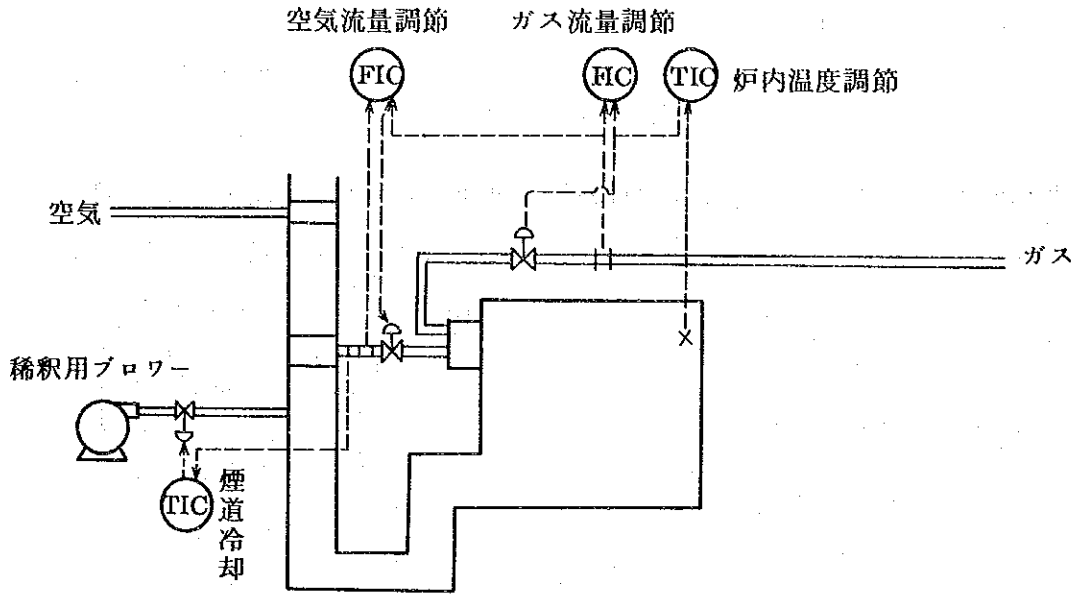


Fig. III - 4. 均熱炉計装フロー例

Fig III - 4 はガス燃焼の場合の基本的な計装フローであるが重油ガス混焼の  
 場合も考え方は同じであり制御系が簡単である。

b) レキュペレーター

当工場のレキュペレーターの整備状況は非常にわるい。レキュペレーターの効  
 果は燃料原単位、加熱 t/hr とも約 20% 向上するといわれている。当工場  
 では、レキュペレーターが焼損するというごとであるが焼損防止対策を実施する  
 必要がある。

Fig III - 6. メタリックレキュペレーターのメタル材質の予熱温度

種類	メタル材質		予熱温度
フィン付チューブタイプ	28Cr-1Ni, 30Cr-10Ni		500~550
ハーゼンタイプ	外筒 25Cr-12Ni	内筒 18Cr	450~500
スタ スタ ック	シャックタイプ	高温部 20Cr-10Ni, 低温部 18Cr-8Ni	550~600
	エッシャータイプ	高温部 25Cr-20Ni, 低温部 18Cr-10Ni-Ti	550~600

メタリックレキソペレーターの予熱空気温度をメタルの材質制約から規制しており、約600℃が最高とされている。レキソペレーターの保護方法はFig III-4に示すように燃焼ガス温度、予想空気温度等を測定してレキソペレーター入側に稀釈用空気を吹込んで燃焼ガス温度を調整する方法がとられている。

バックファイア等異常高温になることを防止することは勿論のこと、高温になった場合保護装置が正しく作動するよう日頃の整備が必要である。

(2) 均熱炉稼働率

均熱炉は当分塊工場は8ホールあるが稼働率が非常に低い。原因は炉蓋の取替え、炉の修理、排滓作業等による炉の休止である。

Table III-7. 均熱炉の休止状況(日)

月	ホール	1	2	3	4	5	6	7	8
1976.	6	0	18	2	11	3	11	2	8
	7	23	7	8	2	11	2	4	0
	8	3	17	14	9	6	0	17	0
	9	6	8	8	21	0	2	0	22
	10	14	15	19	8	0	20	11	6
	11	12	15	13	0	18	3	1	0
	合計	58	80	64	51	32	38	35	36

平均的には8ホール中5.8ホールしか稼働していないことになる。

均熱炉の稼働率の向上のためには炉寿命の延長と排滓作業の機械化が必要である。

1) 炉寿命の延長対策

(a) 耐火物

日本で使用されている均熱炉の耐火物には次のような種類のものがある。

Table III-8. 均熱炉使用耐火物

耐火物の種類	
炉床	クロマグレンガ、シャモットレンガ、耐火断熱レンガ
炉壁	上中部；珪石レンガ、プラスチック、下部；クロマグレンガ、耐火断熱レンガ
シール、バーナーポート	高アルミナレンガ、プラスチック、キャストブル
煙道	シャモットレンガ、耐火断熱レンガ
炉蓋	高アルミナレンガ、プラスチック、キャストブル、耐火断熱レンガ
排ガスポート	珪石レンガ、高アルミナレンガ、クロマグレンガ

築炉上は次の点について留意すること。

- a) 炉の特性にあった耐火物の選択
- b) 膨脹代のとりかた(大きさ、位置)
- c) レンガの接合方法(目地の接ぎ)
- d) 複合壁の積み方

(b) 炉蓋

当工場の1ヶ月毎の炉蓋の取替えは異状である。新日鉄も当工場と同じような形状、材質のハイアルミナレンガ( $Al_2O_3$  50% SK35)を使用して部分補修で10年以上使用している。

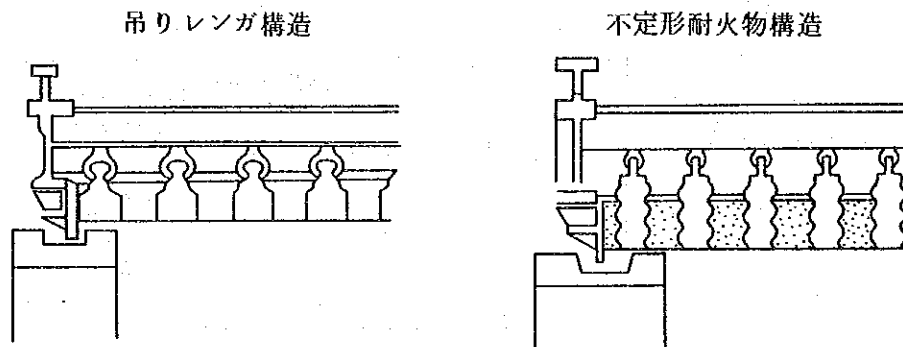


Fig. III-5 炉蓋形状

寿命の延長対策としては

- a) レンガの吊り下り部の形状を見直すこと。
- b) つり金物の強度アップおよび断熱を強化すること。
- c) 炉蓋使用前の乾燥を実施すること。  
修理後放置により自然乾燥する。  
炉外で簡易乾燥機により強制的に乾燥する。
- d) 取替え直後、炉温によって乾燥すること。

定期修繕時等に取替え低炉温で十分乾燥すること。特にc)、d)は有効な対策と思われる。

(c) 炉壁

当分塊工場と同じような使用条件の新日鉄の均熱炉の修理周期は2.5~3.0ヶ月である。当工場の2ヶ月毎の炉壁1面毎の修理は非常に特異な修理方法であるが修理後の乾燥時間が非常に短い。又炉壁が凸状になるのは、築炉上の問題の外に度々炉が冷却されることに起因していると思われる。

寿命の延長対策として次のような対策があげられる。

a) 適正な耐火物を使用すること。

最近日本では一部不定形耐火物が用いられているが、一般には上中部は珪石レンガ、下部はクロマグレンガが用いられている。

b) 築炉技術の向上をはかること。

膨脹代、目地代は一般に次の値が用いられている。

目地代  $\left\{ \begin{array}{l} \text{普通耐火物} ; 2 \sim 3 \text{ mm} \\ \text{赤レンガ} ; 7 \sim 8 \text{ mm} \end{array} \right.$

Table III-9. 耐火レンガの膨脹代 (mm/m)

レンガの種類	膨脹代
珪石	13~15
シャモット	6~8
高アルミナ	8
クロマグ(構成)	11

c) 修理後の乾燥時間を長くすること。

一般的な昇熱曲線を Fig III-6 に示す。急激な昇温はスポールディング等おこし極端に炉の寿命を短くする。

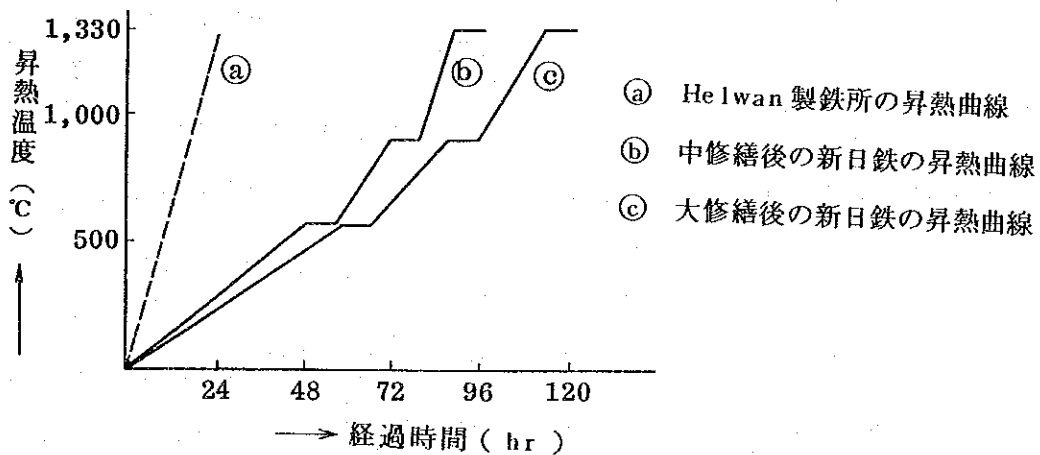


Fig. III-6. 修理後の昇熱曲線

d) 炉のかんけつ操業はしないこと。

炉壁の凸状態の発生は炉の間けつ操業にも起因していると思われる。

なお、炉壁の修理は4面同時に実施することが望ましい。

炉の修理を十分行うと同時に鋼塊の装入抽出作業時の炉の損傷防止、サンドシールの管理等日常作業の管理を十分行うこと。

## 2) 排滓作業の機械化

当分塊工場では2ヶ月毎に1回炉を冷却して排滓作業を実施している。そのさい炉壁の修理も同時に行っている。

日本においては排滓作業のために炉を冷却しているところは全くない。新しい形式の炉では炉底のシンダーホールから装入機によるスクレーパーで炉下のバケットの中へノロをかきおとしている。

旧式のシンダーホールのない炉では装入機によりスクレーパーでノロを炉の中央部にかきよせ、特殊なバケットで炉外へ搬出している。この方法で1時間以内で排滓から微粉炭の散布までの作業が可能である。

そのためにはスクレーパーでノロかきが可能な構造の装入機が必要である。

排滓作業は鋼塊抽出直後の炉温の高いときに実施することが好ましい。Helwan製鉄所でノロがかたまるという現象は排滓作業時の炉温が低いためと思われる。炉温が下がった場合空炉で1度昇温してノロをやわらかくして排滓作業をするとうい。他方ウォッシング等によるノロの異状発生がないよう燃焼管理を十分に行う必要がある。

### 炉床管理の一例

使用炉床材：微粉炭

粉炭補給：3日に1回

排滓作業：1ヶ月に1回

(3) 均熱炉能力

均熱炉能力は次式で計算する。

$$P_h = \frac{1}{24} \times \frac{24 - (T_b + T_e)}{T_p + T_o + T_e + T_d} \times W_t \quad t/hr \cdot \text{hole}$$

$$T_p = C_1 \times \frac{(\bar{W}t)^{0.8} \times (TT)^{0.62}}{(Q_p)^{0.56}} + C_2 \quad hr/cycle \cdot \text{hole}$$

$$T_e = \frac{\bar{W}t}{W} \times t_u$$

$$T_d = \frac{\bar{W}t}{Pr}$$

- $P_h$  ; 均熱炉能力 t/hr  
 $T_p$  ; 加熱時間 hr/hole cycle  
 $T_o$  ; 過均熱時間 "  
 $T_e$  ; 装入時間 "  
 $T_a$  ; 抽出時間 "  
 $T_b$  ; 炉床ならし時間 hr/d  
 $T_e$  ; 空炉時間 "  
 $\bar{W}t$  ; 装入屯数 t/hole cycle  
 $TT$  ; トラックタイム hr  
 $Q_p$  ; 最大入熱量  $10^4$  kcal/hole·hr  
 $W$  ; 鋼塊重量 t/ingot  
 $t_u$  ; 鋼塊1本当り装入時間 hr/ingot  
 $Pr$  ; 圧延 t/hr t/hr  
 $C_1$  ; 定 数  
 $C_2$  ; "

諸 数 値

$T_o$	$T_b$	$T_e$	$Q_p$	$t_u$	$Pr$
1.00	0.15	3.00	364	0.025	68.1

定 数

	リムド・セミキルド	キルド
C <sub>1</sub>	0.71	0.52
C <sub>2</sub>	2.85	5.90

前定条件

- a) TTは余裕をみてTable III-3の1.20倍した値を使用。
- b) 冷塊比率は全鋼塊の10%とした。
- c) 装入鋼塊はLD材3t×12本=36t、EF材4t×3本=12tとした。
- d) 単独装入の場合LD材36t、EF材12t×2=24t、冷塊30t装入とし合併装入の場合は36t+12t=48tとする。

以上の条件で375,000t/yの鋼塊を加熱するに必要な条件はTable III-10のようになる。

Table III-10 必要均熱時間 (hole・hr)

			鋼塊 (t/y)	単 独 装 入			合 併 装 入		
				Tp	Ph	hole・hr	Tp	Ph	hole・hr
熱 塊	LD	リムド	297,000	3.99	5.31	55,932	3.99	5.31	33,032
		EF	33,750 (3.47)	3.35	10,075	4.28			
	モルド	6,750 (6.56)	2.24	3,013					
冷 塊			37,500	8.00	2.67	14,045	8.00	2.67	14,045
合 計			375,000			83,065			72,170

※ 合併装入はEF材を100%LD材と合併装入した場合を示す。

(注) EF材の2チャージ装入の場合、2チャージ目は2hr後到着し、始めから2チャージ装入した場合のTpより30分短い加熱時間で抽出可能とした。

前記の均熱炉の稼働率の向上対策を実施すれば1ホールの1年間の加熱可能時間は7,000hr/yとすることができる。



歴時間	;	24 hr/d × 365 d = 8,760 hr		
休 止	}	炉修繕	;	24 hr × 30 d / y = 720 hr
		年修	;	24 hr × 10 d / y = 240 hr
		定修	;	48 hr / m × 11.5 m / y = 552 hr
		その他休止	;	248 hr

従って8ホールの加熱可能時間は  $8 \times 7,000 = 56,000 \text{ hr/y}$  となり均熱能力は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{単独装入の場合} & \quad 375,000 \text{ t} \times \frac{56,000}{83,633} = 251,000 \text{ t/y} \\ \text{合併装入の場合} & \quad 375,000 \text{ t} \times \frac{56,000}{72,169} = 291,000 \text{ t/y} \end{aligned}$$

### 1-1-3 圧 延

#### (1) 圧延能率

当工場の圧延能率は非常に低く、1976年1～10月までの実績は31.7～48.2 t/hrで平均42.0 t/hrである。圧延 t/hr の低い理由は鋼塊の温度が低いことによるブルームの捻圧、軽圧下等操業上の問題の外に、小休止等は圧延時間に含まれて、正味の圧延時間が把握されていないことにも起因している。

正常な状態で圧延 t/hr を推定すると、Table III-11 のようになる。大形、厚板向けの各断面の構成比率を同じ比率とすると平均圧延能率は78.1 t/hr となる。

圧延能率68.1 t/hr を達成するには次の対策を実施する必要がある。

#### a) 鋼塊の圧延温度を向上させること

鋼塊の加熱時間が短いと均熱が十分行われないため、偏熱

Table III-11 断面別圧延 t/hr

向 矢	断 面	パス回数	算定圧延 t/hr
小形・外販	140×140	25	53.6
	140×160	25	54.2
大 形	140×200	25	55.0
	140×280	21	72.9
	160×180	23	62.9
	160×220	21	72.2
	160×240	21	72.5
	200×200	21	73.4
	厚 板	140×450	15
170×450		15	127 (137)

注1; この t/hr は Helwan 製鉄所と同じような圧延機で実測したローリング時間、アイドリング時間より計算した。

注2; 厚板向 t/hr の ( ) 内の値は装入機の抽出ネックがない場合の圧延 t/hr である。

による曲り、反りの外に小さな圧下量しかとれない。Table III-10 の加熱時間はかなり精度の高い値であるが最終的にはその分塊工場で調査して、炉形式、鋼塊その他作業条件にあった加熱時間を見つけなければならない。

加熱時間が適正であるかどうかの判定の基準に圧延仕上温度がある。一般には仕上温度の平均値が  $1,100 \pm 10^\circ\text{C}$  になるように加熱時間を決めている。

Helwan 製鉄所では圧延  $t/\text{hr}$  を向上させる目的の外にスラブ、ブルームが後工程で無手入力で圧延されるので鋼片の表面疵の減少のためにも鋼塊の圧延温度をアップさせる必要がある。

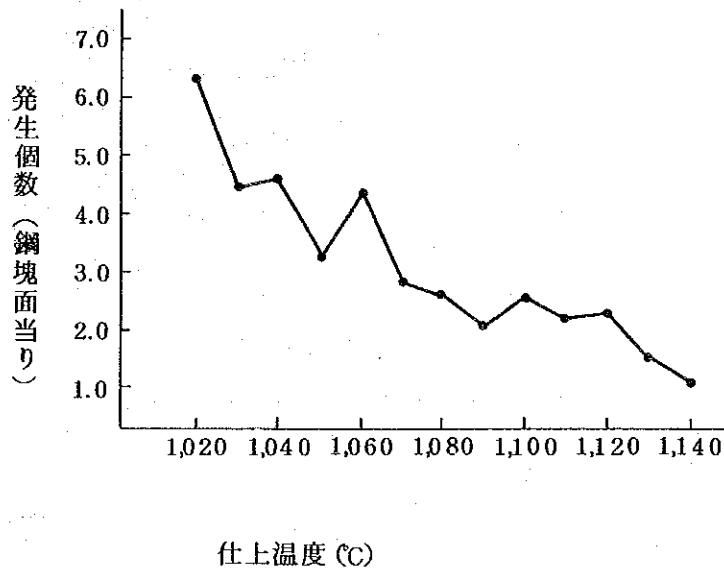


Fig III-7 分塊仕上温度と割れ疵

圧延温度が  $1,050^\circ\text{C}$  以上になると当分塊工場の圧延機では平パス時、 $40 \sim 50 \text{ mm}$ 、エッジパス時  $60 \sim 80 \text{ mm}$  の圧下が可能となり、また曲り、反りも減少する。

b) 鋼塊の抽出おくれを減少させること。

抽出おくれの第1の原因と思われる同一ホールへの同時装入抽出を中止する必要がある。同時装入抽出作業は抽出おくれによる圧延  $t/\text{hr}$  の低下ばかりでなく抽出鋼塊の温度も低下させる。

c) パススケジュールを作成すること

標準のパススケジュールを作成し、圧延手へ徹底をはかるとともに圧延技術の

向上をはかること。

パススケジュールの一例を示すが、当分塊工場で見たと例として平パス後のエッジング時にかみ出しが非常に大きくそれが捻圧の原因にもなっている。

断面 40×140 のパススケジュール

1	470	13	260
2	450 <sup>Ⓟ</sup>	14	240 <sup>Ⓟ</sup>
3	450	15	308
4	410	16	240 <sup>Ⓟ</sup>
5	370	17	240 <sup>Ⓟ</sup>
6	330	18	180 <sup>Ⓟ</sup>
7	290	19	240 <sup>Ⓟ</sup>
8	240 <sup>Ⓟ</sup>	20	180 <sup>Ⓟ</sup>
9	530 <sup>Ⓟ</sup>	21	180 <sup>Ⓟ</sup>
10	470	22	140 <sup>Ⓟ</sup>
11	410	23	190 <sup>Ⓟ</sup>
12	350 <sup>Ⓟ</sup>	24	140 <sup>Ⓟ</sup>
		25	140 <sup>Ⓟ</sup>

このパススケジュールでは、13、

14パスで面とり工程を入れているが、このような能率、品質上から最もよいと思われる統一されたパススケジュールを作成することが望ましい。

d) ロールカリバーの形状、寸法を変更すること。

当工場のカリバーのテーパーは小さすぎる。一般にカリバーテーパーは2.85、2.20mm巾のカリバーについては25%、1.50mm巾のカリバーについては15%位が好ましい。

e) 圧延 t/hr の管理をすること

分塊圧延 t/hr は設備に左右されると同時に圧延する人の技術意欲により大きく左右される。且つ、交代、断面毎の圧延 t/hr を把握し t/hr の低い人的要因を追求し、人の面からも圧延 t/hr の向上にとりくむべきである。

当分塊工場と同じ規模の日本の工場の圧延 t/hr は次のようになる。

工場	鋼塊大きさ	ミルモーター容量	圧延 t/hr
A工場	3.2, 3.8 t	2,626 KW	85.1
B工場	3.3, 4.1 t	3,500 KW	90.2

(2) 圧延能力

圧延能力は圧延 t/hr × 圧延時間であるが工場能力を算定する場合の圧延時間は一般に 6,000 hr/y が用いられる。

Toble III-12 工場稼働状況

年間歴時間		8,760 hr	
計 画 休 止	点検及び調整	255 hr	0.25 hr/s × 3 s × (365-10)d-11 hr
	ロール替	0	定修時組替
	定期修繕	736 hr	16hr × 4回/m × 11m + 16hr × 2回/m × 1m
	年次修繕	240 hr	24hr × 10d
計		1,231 hr	
作業すべき時間		7,529 hr	
年間圧延時間		6,000 hr	
稼働率		68.5%	
作業率		79.7%	

作業すべき時間のうち圧延休止となる主な原因は加熱待ちと故障である。

Helwan 製鉄所の故障休止時間

Helwan の製鉄所 1976年 1～10月

(1976. 1～10)

の故障休止時間は 173.6 hr/m で非常に

機械故障 ; 73.6 hr

多い。予防保全の強化、整備内容の充実を

電気故障 ; 72.5 hr

はかるなどして大巾に故障休止を減少させ

その他故障 ; 27.5 hr

なければならない。一般に新日鉄の故障率

は 2～4%、20～30 hr/m の故障による圧延休止しか発生していない。

一方計画休止の内で定期修繕が 16 hr × 4回/m も多いように思われる。一般に新日鉄は 10～12 hr/回、1～2回/m の定期修繕基準となっている。

このようにしてまず圧延時間の向上をはかり 6,000 hr/y の圧延時間が達成できるよう対策を実施する必要がある。

その場合の圧延能力は次のようになる。

$$\text{圧延能力} = 68.1 \text{ t/hr} \times 6,000 \text{ hr/y}$$

$$= 408,600 \text{ t/y}$$

分塊工場の処理量 375,000 t/y を圧延するには圧延時間 5,507 hr/y、

月平均 472 hr/m となり当分塊工場でも達成不可能な値ではない。

#### 1-1-4 剪断

剪断作業は現在工場の生産のネックにはなっていない。しかし剪断歩留は非常に低い。

新日鉄の剪断歩留の一例をあげるとブルームでリムド鋼92.2%セミキルド鋼92.5%、キルド鋼85.0%で捻圧によるスクラップの発生量は0.02%である。

Table III-13 剪断歩留

向 先	脱酸別	現在の歩留	計画歩留	目標歩留
小形、外販	リムド、セミキルド	85.0	89.0	91.0
	キルド		83.0	84.0
大 形	リムド、セミキルド	85.0	89.0	91.0
	キルド		83.0	84.0
厚 板	リムド、セミキルド	85.0	85.0	86.0
	キルド		80.0	81.0
総 合 歩 留		85.0	88.0	89.9

現在の歩留；1976年1～10月の平均歩留

計画歩留；当計画で使用した歩留

目標歩留；将来達成可能と推定される歩留

歩留向上についてはどの工場でもそうであるが当分塊工場でも強力に対策を実施する必要がある。仮に剪断歩留が85%から90%に向上したとすれば375,000 t/yのインプットに対しては外販ビレットが7,500 t/y 増生産できるし、又33,000 t/yのアウトプットに対しては8,300 t/yの鋼塊のインプット減が可能となる。

歩留向上対策として次の対策を実施する。

a) 捻圧による切捨量を減少させること。

圧延 t/hr の向上対策のところでのべた鋼塊温度の向上は捻圧防止対策にもなる。

またⅢカリバー使用時のかみ出しを一度平パスでフラットにすること。また捻圧しそうなブルーム形状はミル運転者にわかるので事前にパススケジュールを変更して捻圧の防止をするなど運転者を訓練する。

捻圧による歩留ロス量は正確には把握されていないが3～5%といわれているが、3～5%の値も異状であるがこれほど多くのスクラップが発生しているにもかかわらずその正確な数字が把握されていないのも異状である。

捻圧が発生した場合の運転者、ブルーム断面、その時の状態、発生量等正確なデータを取り捻圧防止対策に役立てる必要がある。

b) 良質部の切捨で減少をはかること。

基準基準を設定すること。品質上の要求からいくつかの基準が設定できると思うが例えばパイプをブルームに残留させて良いような基準も設定できる。

また剪断作業でトップ、ボトムは一度に剪断せずに数回にわたる少量剪断による良質部切捨の減少をはかる必要がある。

## 1-2 設備改善

### 1-2-1 均熱炉の増設

1-1-4でのべたように現在の均熱炉ではいろいろ対策を実施した後も  
250,000 t/yの能力しかなく375,000 t/yの鋼塊を加熱するには4  
ホールの均熱炉の増設が必要である。

$$\text{単独装入の場合の必要ホール数} = \frac{83,065}{7,000} = 11.9 \text{ホール}$$

$$\text{合併} \quad \quad \quad = \frac{72,170}{7,000} = 10.3 \text{ホール}$$

4ホールの設置位置は6、5ホールの東側と7、8ホールの西側とする。6、5、6ホールのレシービングテーブル側に何故大きなスペースをとってあるのか、今回は調査していないので判別できないが、もし6、5ホールの東側に均熱炉が設置できなければ1、2ホールの東側に2ホール設置する。

均熱炉の形式は現在のカバークレンが使用できるように現在の均熱炉の寸法と同じとする。

また6、5ホール側にカバークレンを1台増設する。ただし、電気炉材の加熱は能率、原単位も非常にわるいので9～12ホールには電気炉、転炉材の合併装入をするという前提で4m巾で2バーナーで独立したカバークレンをもった均熱炉の形式を検討することも必要である。

### 1-2-2 装入機の増設

均熱炉を増設し鋼塊をレシービングテーブルまで装入機ではこぶ場合には圧延  
t/hrとの関係において抽出ピッチが問題になる。

Table III-14 ホール毎の抽出サイクル

Hole 番	走行下げ	掴み	上げ走行	放し	抽出サイクル
1	36	5	36	16	104
2	30	5	30	16	90
3	20	5	20	16	68
4	20	5	20	16	68
11	20	5	20	16	68
12	20	5	20	16	68
5	36	5	36	16	104
6	34	5	34	16	99
7	45	5	45	16	124
8	43	5	43	16	119
9	53	5	53	16	142
10	50	5	50	16	134

抽出時間 = 4 工程の合計 / 0.9

圧延  $t/hr$  と比較して小形、大形材は抽出ピッチはすべてのホールで間に合うが、厚板材については7、8ホールより遠方のホールからの抽出サイクルは圧延サイクルより長くなり厚板材の圧延  $t/hr$  は平均的に  $1.0 t/hr$  低下し、全体としては  $0.5 t/hr$  の低下となる。

レシービングテーブルより、西側に8ホール均熱炉があることによる装入、抽出の差合いの増加が懸念されるが、それを理論的に推定するのはむづかしく、新日鉄の当分塊工場と同じような条件の分塊工場から推定すると差合いによる圧延休止時間は  $2.0 hr/m$  前後と思われる。

今回はできるだけ投資金額を少なくしての改造が前提になっていたので鋼塊の輸送は装入機によるとしたが、将来、装入機の故障減少、差合い減少等のためにバギーの設置を検討することも必要である。

現在の装入機は老朽化していて故障が多い。

4ホールの均熱炉の増設による走行距離の増加、4t鋼塊の取扱い、装入機による排滓作業等のために装入機1台を増設する。



これより、通常作業は2台で行ない他の1台は、臨時作業に使用するか或いは、整備に充分時間をかけるものとする。

増設する装入機は、現有2台の装入機の中間に設置し、その能力は現有機より、大きなものとする。故に、装入機自体の重量も大きくなるため、その増設に当っては建屋の強度の検討も合わせて行なう必要がある。

#### 1-2-3 ブルーム処理クレーン

現在はクロークレーン1台で分塊剪断材の処理、大形工場の加熱炉へのブルームの装入作業をしている。

同じ棟に、他に2台のクレーンがあるが、これら3台のクレーンの稼働率は今回の調査では把握できなかった。

分塊、大形、厚板の3工場の稼働率の向上、及び生産増大などを考慮して、この棟のクレーンの台数或いはその使用のし方について再検討する必要がある。尚、この件に関しては大形工場の部で再度述べる。

#### 1-2-4 設備故障対策

工場において生産上重要な設備については、予防保全の強化を図るべきである。特に故障の多い設備 機器については、設計の再検討や材質の検討、予備品の管理の充実を図るとか、改造を行なうべきである。

当分塊工場の重要な設備で故障の多い次のものについては、整備の充実を図るか或いは必要に応じて改造更新の検討も必要となろう。

既に述べた装入機、均熱炉、均熱炉カバーの他に、マニプレーターミル前後面テーブル、ミルメインモーターがある。

ミル前後面テーブルについては、ミルに近い1ないし2本のローラーは、他のラインシャフト駆動によるローラーから切り離して、単独駆動にした方が良い。

ミルメインモーターについてはモーター本体並びに制御機器の整備を充分行はねばならないことは勿論であるが、電気機器は特に塵埃を嫌うのでモーター室は、空気清浄器によって炉過された空気での換気を行なうと同時に室内の温度上昇を防止せねばならない。

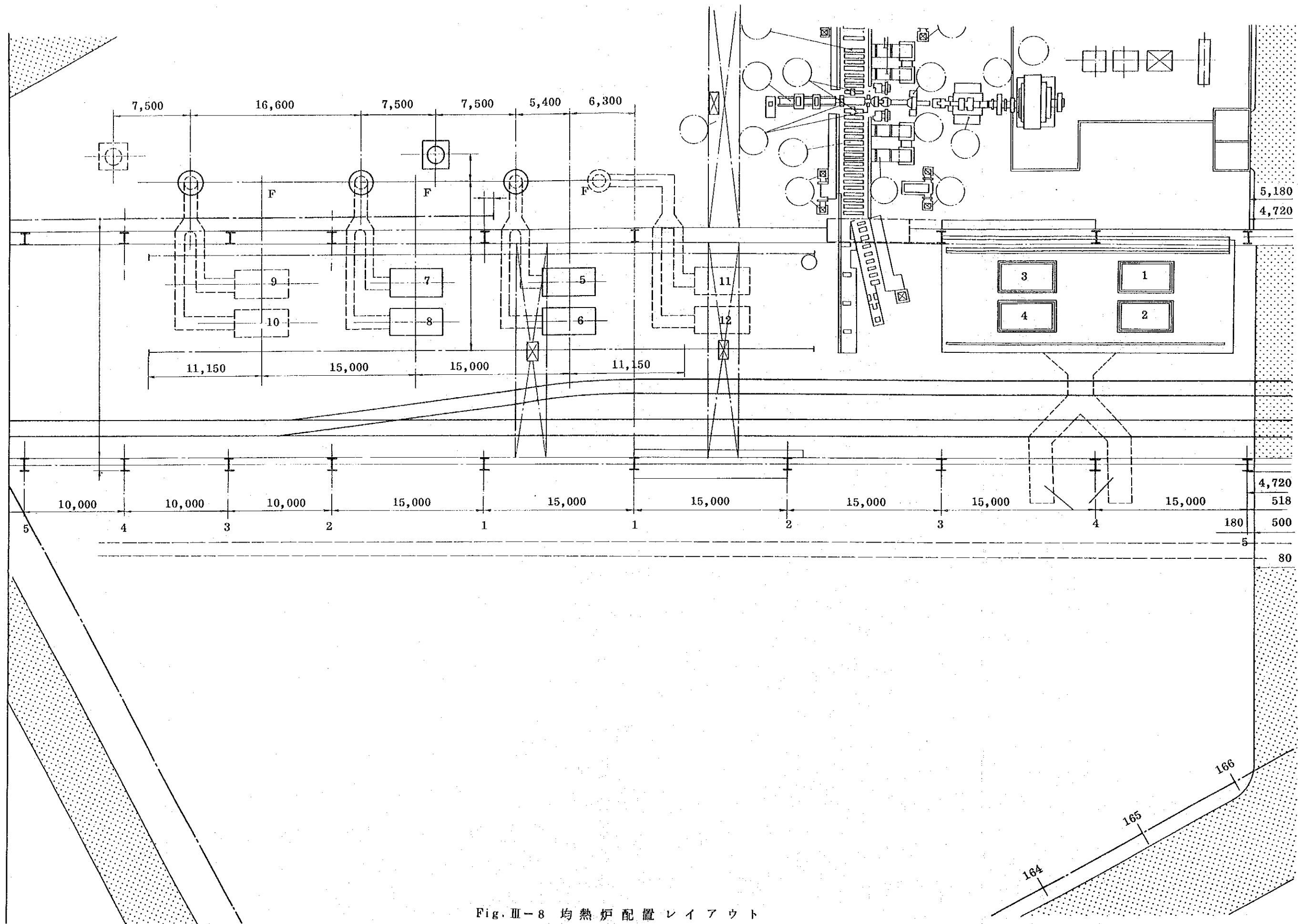


Fig. III-8 均熱炉配置レイアウト

## 2. 大形工場

### 2-1 問題点

この工場の設計生産能力は、 $180,000 \text{ t/y}$  ( $15,000 \text{ t/m}$ )であるのに対して1976年1~10月の生産実績はTable III-15に示す如く、その約 $\frac{1}{2}$ と大きく下廻っている。今仮に設計能力を達成するために、実圧延時間を $500 \text{ hr/m}$ 、圧延能率を $30 \text{ t/hr}$ として操業実績を比較してみると、 $500 \text{ hr/m}$ に対しては $302 \text{ hr/m}$ 、 $30 \text{ t/hr}$ に対しては $16.8 \text{ t/hr}$ とこの両方共に大きく下廻っている。

Table III-15 操業成績

項目	1976年 1~10月平均	最高 <sup>*3</sup>	最低 <sup>*3</sup>
生産量(t/m)	4,790	6,040	3,445
予定休止時間 <sup>*1</sup> (hr/m)	128	171	71
故障 <sup>*2</sup> " (hr/m)	175	202	112
圧延時間(hr/m)	302	442	226
t/hr	16.8	20.3	11.8
圧延歩留(%)	82.0	83.9	79.2

\*1 計画修理+生産調整休止。

\*2 機械故障+電気故障+生産休止。

\*3 項目毎の夫々についての最高、最低の値である。

この生産を阻害している最も大きな要因は、加熱能力の不足である。このことは、直接的には、加熱待ち(実績平均 $54 \text{ hr/m}$ )、或いは加熱装入(同 $10 \text{ hr/m}$ )という休止時間で表われているが、この外、間接的には工場の最も大きな休止時間である調整休止の内容は明らかではないが、直送圧延時や熱片装入時に分塊ロールとのタイミングが合わないために生ずる待ち、熱不良の材料圧延によるミスロール発生やロール折損による休止、ガイドやロールの調整のための休止などであろうと推測される。又、当然のことながら、熱不足の材料圧延は $\text{t/hr}$ の低下ももたらしている。

第2の要因としては、設備故障による休止時間の多いことが上げられる。計画修理が $78 \text{ hr/m}$ もとられているにも拘わらず、この外に機械故障( $31 \text{ hr/m}$ )と電気故障( $45 \text{ hr/m}$ )とで計 $76 \text{ hr/m}$ と大きな休止時間となっており、結果的に実圧延時間が短かくなっている。

生産量を決定するもう一つの要因である圧延能率( $\text{t/hr}$ )については、現在この工場では $\text{t/hr}$ の低い小さな品種は、1974年10月に完成予定の新中形工場へ移行する

ことになっており、この工場に残る大きな品種については、加熱炉の能力が向上した時点より、工場の設計生産能力を達成するのに十分な t/hr で生産可能であろう。

更に、この工場の将来のこととして精整ラインと品質の問題がある。精整ラインについては、将来、重軌条の生産比率をふやす計画のもとでは、レール専用の精整ラインの設置が必要であろう。又、現在のローラー矯正機の更新が必要と考える。

品質面については、分塊圧延以降の Heat No. のトレースが行われていないこと。材料置場が狭く材料管理が困難なこと、鋼片の手入が行われていないことなどが、将来の高品質要求化、多鋼種化に対して当然問題となってくることが考えられる。そこで現在から漸時その体制作りを始めることが必要であると同時に、設備の改造や新設などにはこれらを考慮して行なう必要がある。

以上、この工場の問題点について概略述べたが、生産能力向上のために第一にやらねばならない事は、加熱能力の増強であり、又、設備のメンテナンスである。これらにより、工場を常に圧延できる体制に維持するということが最も必要なことである。

## 2-2 加熱能力の増強

### 2-2-1 工場レイアウト

この大形工場は、本来分塊工場からの材料を直送圧延可能なように配置されている。このため、設置された加熱炉は、分塊と大形工場間の作業により融通性をもたせる目的で設置され、作業の流れがよりスムーズになる様にしたものであろう。確かにこの加熱炉の設置により、作業の工程としては、Fig. III-9 に示すような直送工程、炉に熱片装入する工程、炉に冷片装入する工程の3つが随時選択できるようになっている。このため、炉の設計能力は、熱片装入で30 t/hr、冷片装入で20 t/hrとなっており、工場の設計生産能力は13,000 t/m、即ち、実圧延時間500 hrとすると、必要圧延能率30 t/hrとなり、これからすると、やや小さい能力の加熱炉になっている。

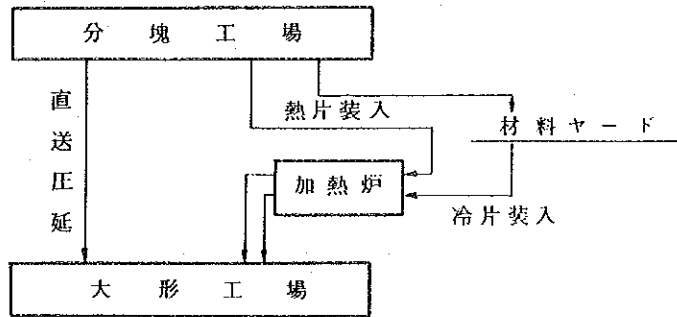


Fig. III-9 材料の流れ

2-2-2 材料のフロー

分塊工場がほぼ大形工場に専用になっている場合には、このようなレイアウトは生産性、燃料節約等の面から望ましいものである。当初の計画においては、プロダクション・フローによると Fig. III-10 の如く、分塊で生産する材料 256 千 t/y の 76.6% の 196 千 t/y が大形工場向となっている。

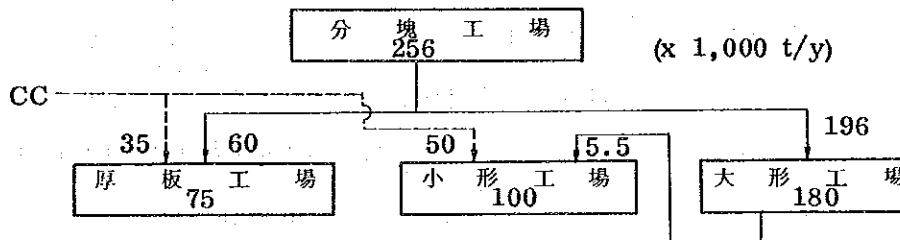


Fig. III-10 分塊～圧延工場間の計画プロダクション・フロー

しかし、現在では、小形工場で使用する中 140mm の材料が分塊工場で圧延可能となった為、分塊工場では、大形、厚板、小形の 3 工場向の材料を圧延せねばなくなり、大形工場向けの比率は小さくなってきている。

更に分塊工場では、均熱炉能力の不足や故障による休止時間の多いことなどがあり、円滑な圧延作業が出来ないこともあり、直送圧延や熱片装入をスムーズに行なうことが難しくなっている。

このような状況のため、現在の分塊工場と大形工場との間での実際作業は、ほぼ Fig. III-11 のような比率になっている。

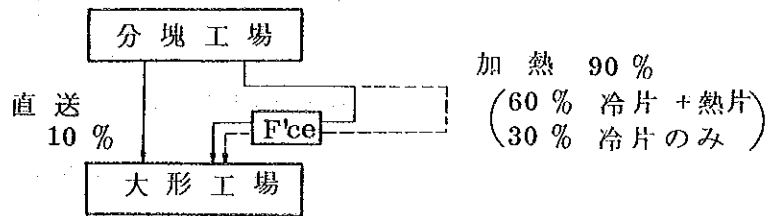


Fig. III-11 分塊～大形間の実績プロダクション・フロー

このような作業形態において、両工場のタイミングが合わないこと、或いはトラブルによる大形工場の休止は、休止時間の中で最も大きい調整休止の一因となっているものと推測される。又、熱片+冷片の装入作業は、材料寸法と鋼種が合致した場合には随時実施している。この場合、炉はプッシャー型のために熱片と冷片が隣り合って密着して装入される。そして、この冷片が抽出される時に充分加熱されていなければ、加熱待ちを随時とるような作業となっている。又、このような作業では、Heat No.のトレースが難しく、将来問題となることが考えられる。

今後の加熱能力を増強する際の材料フローの考え方を述べる。現在、Helwan製鉄所にとって最も必要なことは、各工場の能力をフルに発揮して生産量を上げることにある。このため、一方の工場の工程上の理由で他方の工場の生産作業をストップさせることのないようにすべきである。故に、大形工場の加熱炉は冷片装入で設計生産能力に必要な能力のものにすべきである。

しかし、直送圧延や熱片装入が可能であることは、加熱炉修理時の減産量が少ない、或いは燃料消費量の面で有利である事等からメリットが大きい。そこでレイアウト上からは、これらの作業が可能となるようにしておき、分塊工場と大形工場の圧延のタイミングが合致した時は、積極的にこれらの作業をすべきである。同時に炉型式は、冷片と熱片が隣り合って密着して炉内に入ることのないように、その材料間の距離が自由に選択できるウォーキングビーム式、採用が望ましい。

### 2-2-3 加熱炉の能力

加熱炉の設計能力は、前述したように冷片装入で20 t/hr、熱片装入で30 t/hrとなっている。しかし、上に述べたような理由により熱片装入の比率が小さいこと及び炉の構造上の問題から均熱帯のバーナーで炉壁のレンガを損傷させるなどのトラブルが多く、実作業では、冷片装入の加熱能力は、8~13 t/hrと非常に小さいとのことである。

新日鉄において、この加熱炉の能力を検討した結果を次に示す。

但し、この計算の前提条件として、

- a) レンガ損傷等のトラブルは考慮しないものとする。
- b) 計算に使用した値は次の通り

Helwan 製鉄所のデータ：炉型式、炉容、バーナー容量、燃料発熱量  
推定：その他計算に必要な項目

算定結果を Fig. III-12 (冷片装入の場合) に示す。同様に熱片装入の場合についても  
行ない、その結果をまとめたものが Table III-16 である。

Table III-16 加熱炉能力

装入方法	装入温度	空気温度	加熱能力	備 考
冷片装入	20℃	30℃	14 1/2 t/hr	加熱帯バーナー容量で制限される
		300℃	18 1/2 t/hr	予熱帯 " "
熱片装入	850℃	30℃	40 1/2 t/hr	加熱帯 " "
		300℃	45 1/2 t/hr	炉長で制限される

但し、この算定にあたっては、バーナーは重油専焼とした。Fig. III-11 で判るよ  
うに、もし、重油と BFG の混焼において夫々の流量の最大値の燃焼が可能とすると

$$\begin{aligned} \text{予熱帯、均熱帯バーナー} & \quad 4 \text{本} \times 55 \text{ kg/hr} + 4 \text{本} \times 225 \text{ Nm}^3/\text{hr} \\ \text{加熱帯バーナー} & \quad 5 \text{本} \times 55 \text{ kg/hr} + 5 \text{本} \times 225 \text{ Nm}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

となり、加熱能力は若干増加する。即ち、冷片装入の場合

$$14 \text{ t/hr} \rightarrow 16 \text{ t/hr} \quad \text{に} \quad 18 \text{ t/hr} \rightarrow 20 \text{ t/hr} \text{ となる。}$$

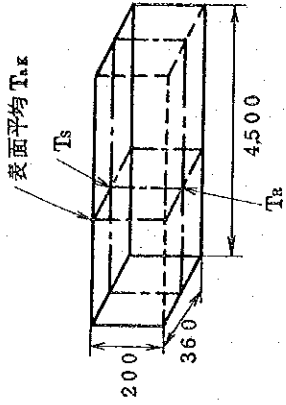
工場の設計生産能力 180,000 t/y を達成するために必要な加熱炉の能力は、  
生産品種とその量の構成によって異なるが、概算 40 t/hr (材料加熱 t/hr) 前後で  
あろう。又、現在の Helwan 製鉄所の状況からして、熱片装入はごく少量しか出来  
ないため、この必要能力は冷片装入での値となる。

#### 2-2-4 加熱能力の増強方法

加熱炉の能力を向上させるには、次のような 4 つの方法が考えられる。

##### (1) 現在の加熱炉の改造

冷片装入の加熱能力を現状の 2 倍以上にしなければならないため、炉長延長、各  
帯の燃焼室形状の全面変更、バーナー容量アップ等、改造工事は大がかりなもの  
となり、現有炉を撤去して新炉を設置するような形態となる。長所としては、大形工



抽出温度 1230°C  
冷材装入の場合

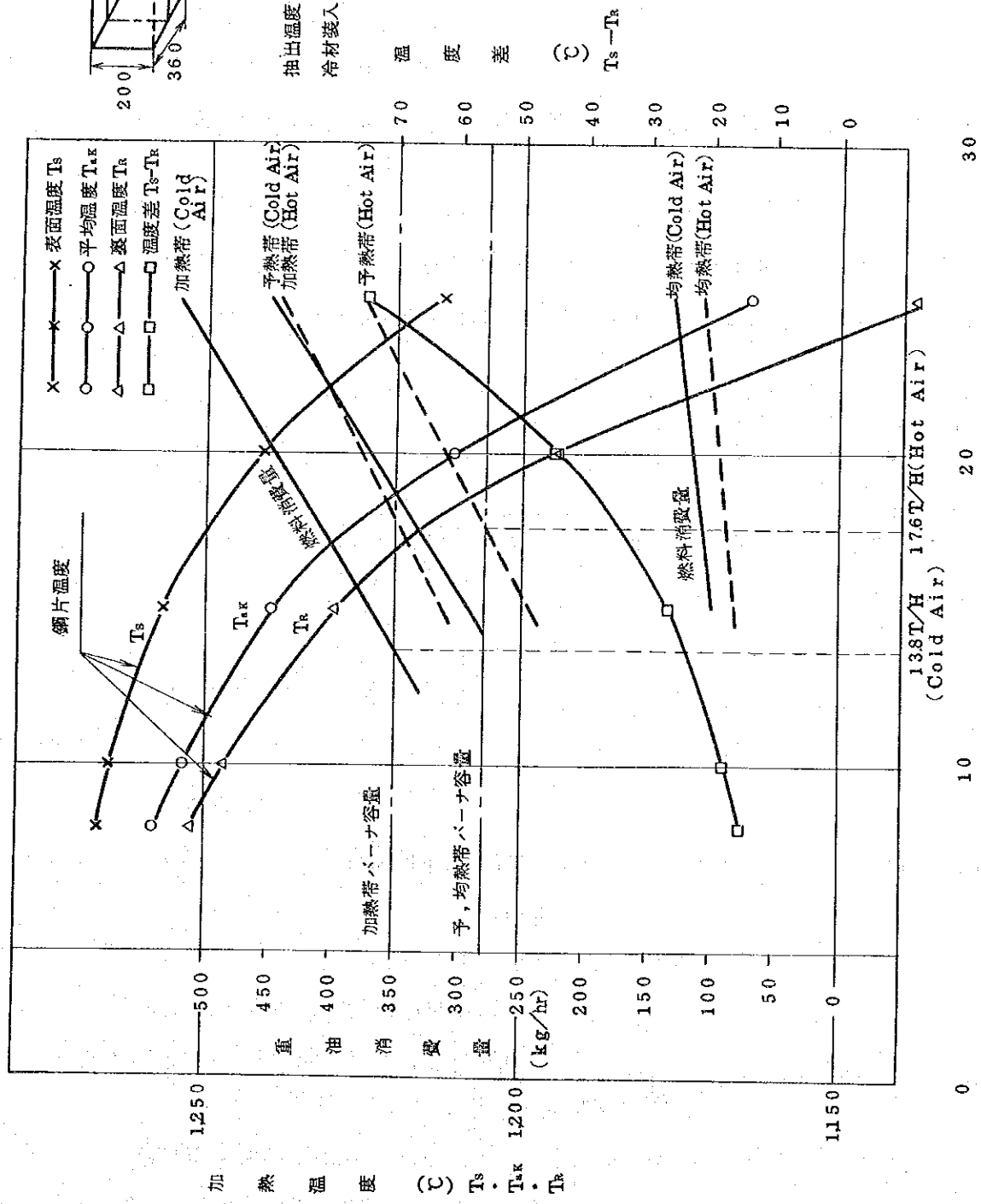


Fig III-12 加熱能力 (t/hr)



場の圧延機に対して最も良い加熱炉の位置を示めることであるが、短所は、生産休止期間が他の方法より最も長く、又その改造の費用も高いことから得策ではない。

## (2) 予熱炉の設置

現在の加熱炉の前に予熱炉を設置し、冷片装入の場合は、材料はこの予熱炉を経て800~850℃まで加熱され、それから現加熱炉へ送られる。分塊から熱片装入の場合は、予熱炉を経由せず、直接現加熱炉へ装入される。設置する方法としては、Fig.Ⅲ-13のような配置が考えられる。

長所としては、工事による生産休止期間が短いこと、建設費が他の方法に比して安いこと、現在の加熱炉を活用できること、等がある。

短所としては、場所的に狭いところに予熱炉を設置すること、それにより鋼片の置場が益々狭くなること、燃料消費量が多いこと、炉巾を現在の4.5mのまま使用し、現在の炉の故障対策をせねばならないことなどである。

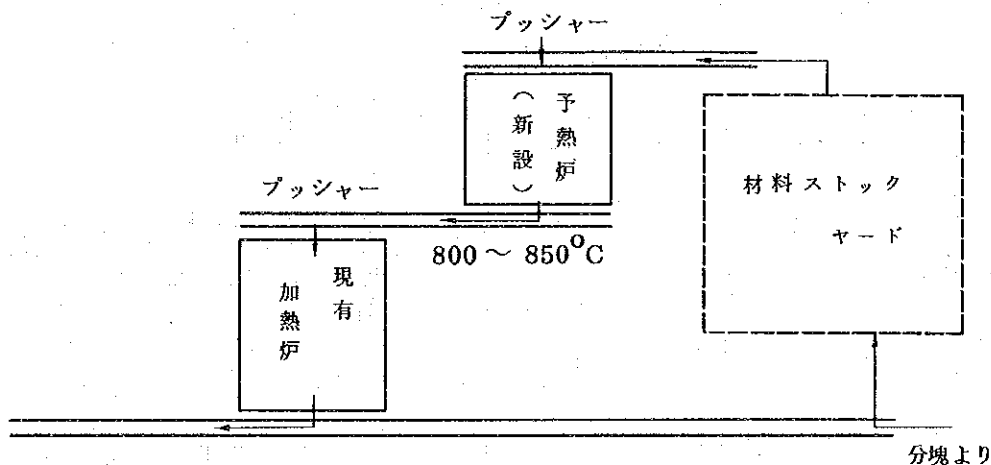


Fig. Ⅲ-13 予熱炉配置レイアウト

## (3) 加熱炉の増設

現在の加熱炉と同程度の能力を有する新しい加熱炉を設置し、20 t/hr×2基の炉をもって作業しようとする方法である。

長所としては、現有炉が有効活用できること、作業に柔軟性があることなどがあるが、一方短所として設置する場所の選択が難しいことが上げられる。

## (4) 新加熱炉の設置

必要能力の新加熱炉を設置し、現在の加熱炉を予備にしようとするものである。設置場所の選択が難かしいが、炉型式、炉容、能率等の選択が自由であり、燃料消費にも秀れた最新式の炉にすることが出来る。

設置場所の案をFig.Ⅲ-14に示す。(A. B. C)

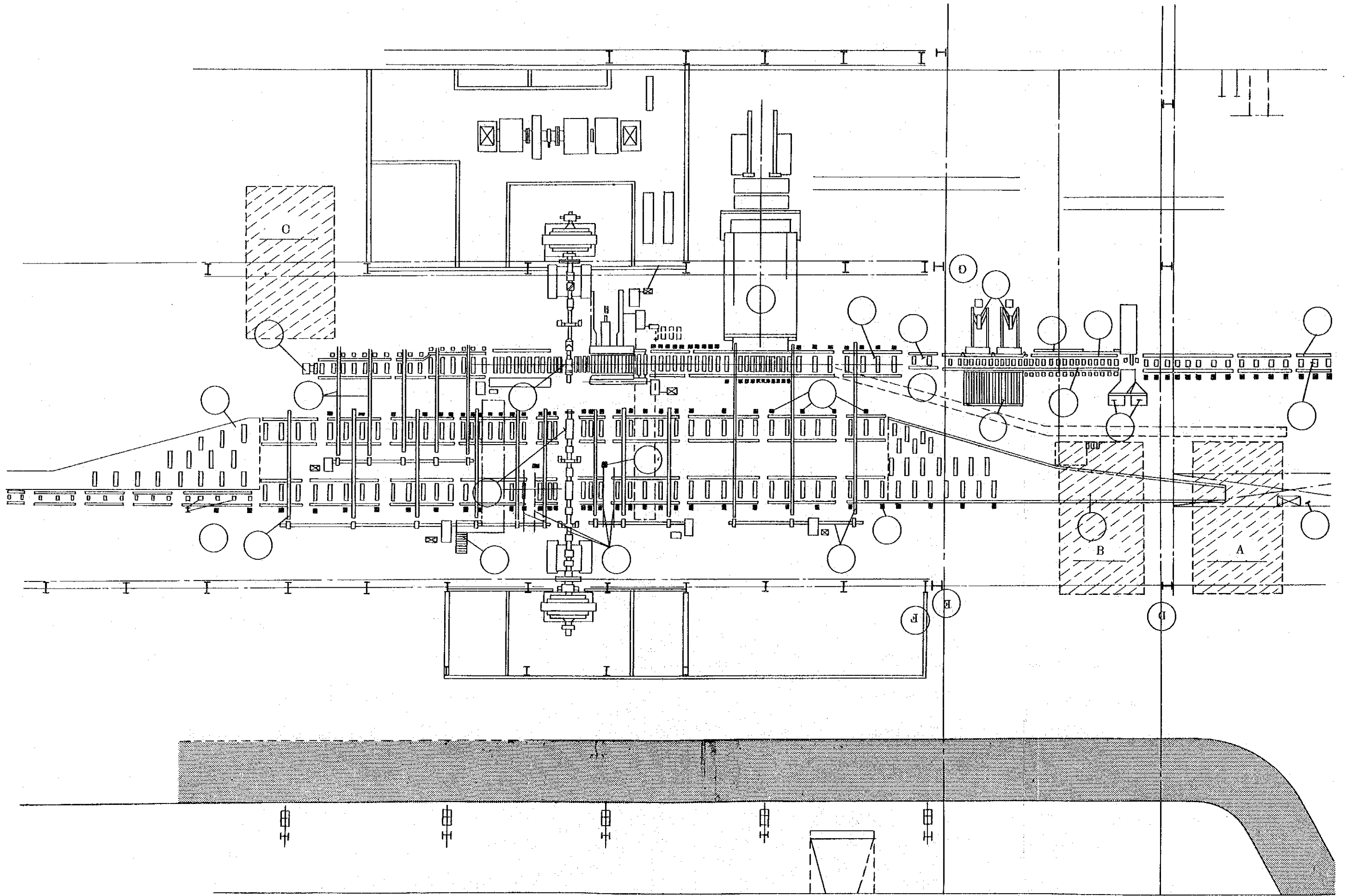


Fig III-14 新加熱炉配置レイアウト

以上、加熱能力を向上させるための4つの方法について述べたが、どの方法を採用するかは、次の項目について評価を行ない、総合的に判断してきめられるべきである。今後共引続き検討する必要がある。

- a) 材料の流れが無理なくスムーズであるか？ 熱片装入も円滑に可能であるか？
- b) 建設のための生産休止期間が短いか？
- c) 建設費はいくらか？
- d) 燃料消費量はどのくらいか？
- e) メンテナンスがし易いか？
- f) 将来の品質要求、増産要求に対処できる余地があるか？
- g) 炉型式、炉容、能率の選択は自由か？
- h) 現有炉の有効活用は可能か？ 等々

評価の一例を Table III - 17 に示す。

Table III - 17 評価の一例

	①現炉改造	②予熱炉設置	③加熱炉増設	④新加熱炉
a)	◎	○	○	(○)
b)	×	○	○	○
c)	×	◎	○	△
d)	○	×	×	◎
e)	○	△	△	○
f)	×	×	×	○
g)	○	×	△	◎
h)	×	○	○	×

但し、 ◎：優 ○：良 △：普通 ×：悪

この評価により、第4案新加熱炉設置、設置位置Aが推奨される。

## 2-2-5 第4案Aの詳細検討

設置レイアウトを Fig. III-15 に示す。

新設するものは、W. B. 式加熱炉、装入ベット、材料運搬、クレーン、テーブルローラーなどである。又、傾斜テーブルローラーは若干の改造を必要とする。

### (1) 推奨する加熱炉の概略諸元

加熱炉能率 : 40 t/hr (材料加熱 t/hr)  
" 型式 : ウォーキングビーム式  
" 大きさ : 炉巾 60 m (装入材料 max 長さ 5.5 m)  
炉長 14 m (有効長さ 12.5 m)

炉床負荷値 : 580 kg/m<sup>2</sup>hr

炉巾は装入材料長さ 5.5 m としたが、これは製品長さの固定しているレール 52 kg/m の 18 m × 3 本取りとして算出したものである。

この場合材料断面は、現在と同じく 200 mm × 360 mm とする。

加熱炉能率は、材料断面毎に異なるが最も能率の小さいもので 40 T/Hr 可能なものとする。

### (2) 材料のフロー

#### 1) 冷片装入の場合

分塊ミルからのブルームは現有クロークレーンで冷却ヤードに運搬され冷却される。この作業は現在と同じである。

冷却されたブルームは新クレーンでブルーム置場に運搬される。

この置場では必要に応じ、ブルームの表面欠陥の手入を行なう。

圧延時にはブルームは新クレーンで装入ベッドに運ばれ、加熱炉に装入される。

#### 2) 熱片装入の場合

分塊ミルからのブルームは、現有クロークレーンで直接装入ベッドに運搬され、加熱炉に装入される。

#### 3) CCブルームの場合

CCブルームは自動車輸送により、直接ブルーム置場に運搬される。圧延時は分塊ブルームの冷片装入の場合と同様である。

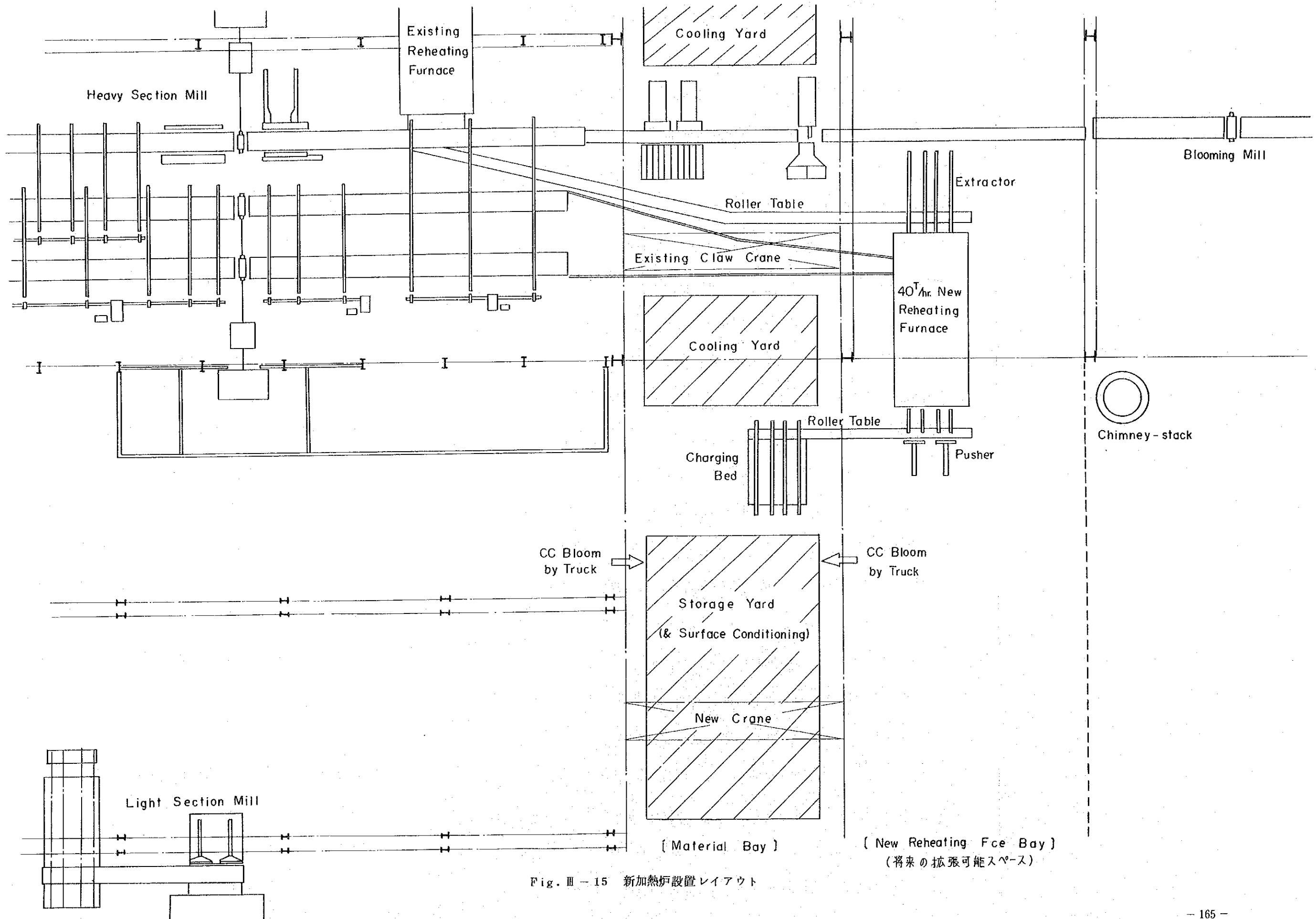
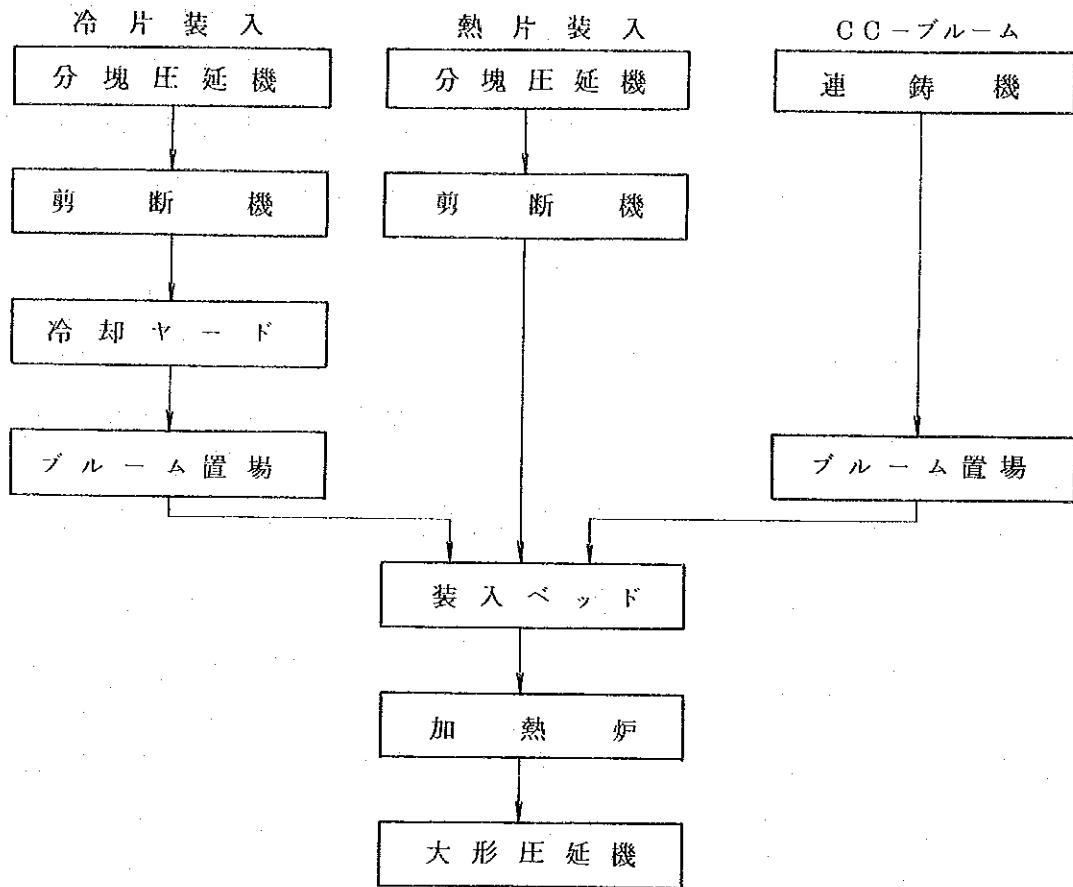


Fig. III - 15 新加熱炉設置レイアウト

以上3つの場合の材料フローを図示すると次の通りである。



(3) 分塊のクロップ処理

クロップは、ブルームシャワーのピット内に置かれたバケットに落とし込まれる。そのバケットをクレーンで運搬し、貨車にのせ、スクラップヤードに運搬する。

(4) 新クレーンの必要性

このブルーム材料棟の作業の殆どがクレーンによる作業である。

即ち、ブルームの運搬作業が非常に多く、更にその上にCC材の受入れや分塊クロップの搬出、手入作業等があり、これらの作業を現有のクロークレーン1台で行なうことは困難であり、もう1台クレーンを必要とする。

現在、この棟には、クロークレーンの他に2台の普通クレーンが厚板工場側にあるが、もしこのうちの1台が稼働率、老朽度等の面から移設が可能であれば、クロークレーンを中央にして新加熱炉側に移設してもよい。

新設又は移設のどちらにしても、このクレーンは、ワイヤー釣りとりフティンクマグネット釣りの両方の機能を備えたものが望ましい。

尚、設備費は、新クレーン設置として算出した。

(5) 現有加熱炉の活用案

現有加熱炉は予備として活用することが望ましい。

新加熱炉の大修理時や将来更に増産を要請された時に活用することが望ましい。

この場合には、故障対策（均熱帯レンガ損傷対策）を行わねばならない。方法としては、次のようなことが考えられる。

- a) 均熱帯のバーナーの向きを考える。即ち、サイドバーナーか、ルーフバーナーの採用
- b) 均熱帯の燃焼室の形状を変更する。

その改造案の1例をFig III-16 に示す。均熱帯燃焼室を全面的に改造し、サイドバーナーを片側3本ずつ使用する。

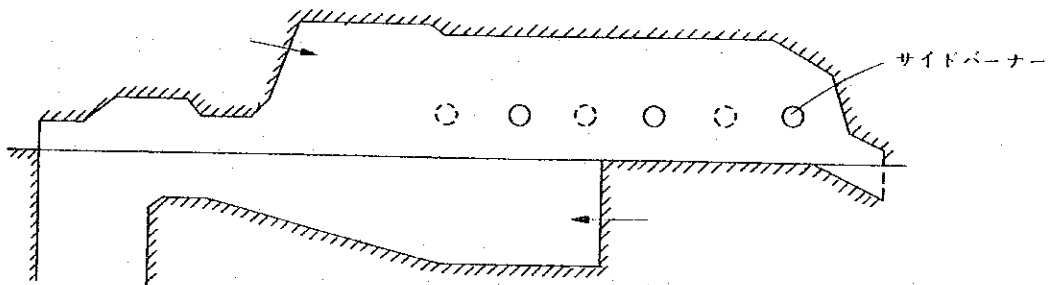


Fig. III-16 改造加熱炉の燃焼室形状

(6) その他

新加熱炉と大形圧延機との距離は約60mと長くなるが、圧延に支障を及ぼすものではない。NSCの八幡製鉄所、釜石製鉄所の両大形工場でも、この距離は60m以上あるが全く問題なく作業している。

新加熱炉をFig III-15のように設置することにより、将来の増産要請や高品質要請の際には、材料置場や手入ヤードの拡張が容易に可能である。

2-2-6 加熱炉における天然ガスの使用

加熱炉の燃料を重油から天然ガスに切換えることは、天然ガス用に設備を改造又は交換することにより、特に問題なく可能である。

設備は燃焼用バーナー、燃料配管、計装機器等について改造、又は交換を行わねばならない。このことは、大形工場のみならず小形工場の加熱炉、分塊工場の均熱

炉についても同様である。

但し、この場合、夫々の炉において重油を燃料としての加熱作業が順調に行われているものとしての事である。

新日鉄では、2つの工場についての実施例がある。

いずれも分塊工場の均熱炉で、1つは重油をLNGに、他の1つはLPGに切替えたものである。

燃料原単位、加熱時間、品質、歩留等について調査を行ったが、重油の場合に比して、特に大きな相違はなく、順調に作業を行っている。

### 2-3 設備故障対策

他の工場にも共通して云えることであるが、設備故障による休止時間が非常に多い。大形工場では、計画されたメンテナンスを月間平均78時間も行っていながら、機械故障、電気故障による休止時間が更に月間平均76時間もある。

今回の調査では、時間的な制約もあり、故障内容の調査にまで至らなかったが、一般的にこれら故障の原因は、運転作業の不良、機械電気各部の自然劣化、機器仕様の不良などである。

これらの故障対策の考え方としては、設備の重要度についてランク付けを行ない、重要設備については、事後保全から脱却して予防保全の体制に移行すべきである。故障対策の具体的内容としては、運転作業については、作業標準を作成し、それを遵守すること、設備、機器の定期的な点検基準を設定し実施すること、又故障の多い設備・機器などについては、設計の再検討や材質の検討をすること、予備品の管理の充実を図ることなどである。

この実施に当っては、工場側と整備部門が協議し、決定して実施されるべきである。

特に、予防保全に是非必要なことは、設備・機器の点検である。これには始動時点検、日常点検、定期点検などがあるが、重要なことは点検すべき設備・機器、点検周期、点検方法などを取りきめ、その点検結果を記入するチェックリストの作成などの基準を設定して実行することである。

この点検で得られた情報をもとにして、故障をその発生以前に或いはその初期段階において修理し、突発事故の発生を防止して、生産の停止時間を極力少なくすべきである。特に問題のある設備としては、現有加熱炉とミルモーターがある。

現有加熱炉については、既に2-2-5で述べた。



ミルモーター並びにその制御機器は、特に塵埃を嫌うのでモーター室は、空気清浄器によって炉過された空気中で換気を行なうと同時に室内の温度上昇をふせがねばならない。

又、20年以上経過したミルモーターは捲線の精線劣化に注意を払わねばならない。新日鉄においては、過去のデータより大型のモーターについて20年以上経過すると捲線の精密診断を行ない必要に応じてその捲線の更新を計画している。

## 2-4 対策後の工場生産能力

### 2-4-1 加熱炉の能力

この能力は、前に述べたように材料加熱能力：40t/hr、圧延歩留：90%として、製品加熱能力：36t/hrとする。

### 2-4-2 操業時間関係

現状、1976年1~10月の実績平均値に対して、加熱炉の能力増強、設備故障対策を実施した後の操業時間ケースⅠ・Ⅱを推定し、その結果をTable III-18に示す。ケースⅠは、対策後の近い将来に達成可能と推定される実圧延時間約500hr目標の場合、ケースⅡは、更にその後の努力代を見込んで到達可能と思われるものである。

Table III-18 休止時間の内訳

	現 状	ケ ー ス Ⅰ	ケ ー ス Ⅱ
計 画 修 理	78 hr	60 hr	30 hr
機 械 故 障	31	} 50	} 40
電 気 故 障	45		
生 産 休 止	99	40	30
加 熱 待 ち	54	0	0
ロール替え及び調整	44	50	50
加 熱 装 入 待 ち	10	0	0
そ の 他	16	20	20
休 止 時 間 合 計	377	220	170
生 産 調 整 休 止	51	0	0
圧 延 可 能 時 間	302	500	550
歴 時 間	720,744	720	720

圧延作業をすべき時間に対する実圧延時間の割合、即ち、歴時間より生産調整休止、計画修理、ロール替えの時間を差引いた時間を圧延作業すべき時間とし、これに対する実圧延時間の割合をみると、現状では50~60%であるが、対策後のケースIでは82%、ケースIIでは、84.4%となっている。日本の大形工場の実績では、新しい工場に於いては88~95%、古い工場でも80~90%である。

Helwan 製鉄所におけるケースI、IIの目標値は、決して到達が困難すぎることはない。

### 2-4-3 圧延能率

大形工場の生産品種をTable III-19に示すが、表にあるように新中形工場が1977年10月完成後、今迄大形工場で圧延能率の上らない小さい品種は全て新工場に移行し、圧延能率の面からは大いに有利になる。

Table III-19 工場別生産品種

品 種	現 状	1977年10月以降	
	大 形 工 場	大 形 工 場	新 中 形 工 場
ピレット	50-130	90-130	27-80
丸 鋼	45-125	90-130	30-80
山形鋼	70-150	100-150	50-90
I形鋼	100-260	140-260	80-120
溝形鋼	80-260	140-260	50-120
軌 条	8, 37, 52	37, 52	8-18
スリッパ	18, 52	52	18

多くの品種が加熱炉の能力一杯の圧延能率で生産が可能になり、このため、工場の設計生産能力180,000 t/y (15,000 t/m)を達成するに必要な約30 t/hr (製品生産 t/hr)は、品種構成にもよるが、ほぼ問題なく達成できると考えるが、概略計算により確認する。

(1) 圧延能率の算出式は、次式を使用する。

$$P_{Ri} = m \frac{3.6 W \cdot \eta / 100}{\frac{60L \cdot RA^{\frac{1}{n}}(RA-1)}{\pi \cdot R \cdot D (RA^{\frac{1}{n}} - 1)} + C_1(n-1) + C_2}$$

ただし、

Pr<sub>i</sub> : 品種別時間当り圧延能力 (t/hr)

W : 素材重量 (kg)

$\eta$  : 圧延歩留 (%)

$l$  : 材料長さ (m)

RA : 材料対製品減面率

$$RA = \frac{A}{a}$$

A : 材料断面積 ( $m^2$ )  
a : 製品断面積 ( $m^2$ )

R : モーター回転数…DCモーターの場合はベーススピード (r.p.m)

D : ロール径 (m)

n : パス回数

m : 同時通し本数

C<sub>1</sub> : 材料の孔型移送時間に関する係数

並列配置の場合 = 6.0

C<sub>2</sub> : 加熱炉から圧延機までの移送時間に関する係数

(2) Helwan 製鉄所の大型工場の品種別圧延能率算定に際しての前定条件

圧延歩留 $\eta$ は、簡略算定のため全品種90%とする。

材料長さ $l$ は、現状の4.5mとする。

減面率RA、パス回数nについて、不明の品種は推定した。

モーター回転数Rは89.5 r.p.m、ロール径D = 750mmとする。

同時通し本数mは、通常1より大きな値であるが、ここではm = 1.0とする。

但し、C<sub>2</sub> = 0として、3台の圧延機では、常時1本の材料が圧延中であることとする。

C<sub>1</sub>は、圧延機配列より6.0とする。

(3) 計算結果をTable III-20に示す。

Table III-20 品種別算定圧延 t/hr

品 種	單 重 (kg/m)	材 料 断 面 × 長 寸	材 料 單 量 kg/m	材 料 重 量 kg/本	製 品 伸 び m	パ ス 回 数	RA	$\frac{1}{R_A^n}$	PRI (t/hr)	工 場 生 産 量 /hr
中 90	63.6	200×200×4.5	310	1,395	22	11	4.87	1.155	47	36
φ 90	49.9	200×200×4.5	310	1,395	28	13	6.21	1.151	37	36
∠100×100×8	122	160×180×4.5	220	990	81	11	18.03	1.301	21	21
130×130×12	23.6	160×240×4.5	300	1,350	57	9	12.71	1.326	40	36
150×150×12	27.3	160×240×4.5	300	1,350	49	9	10.99	1.305	43	36
∟140×60	16.0	140×240×4.5	260	1,170	73	13	16.25	1.239	22	22
180×70	22.0	160×240×4.5	300	1,350	61	13	13.64	1.223	27	27
220×80	29.4	160×240×4.5	300	1,350	46	11	10.20	1.235	36	36
260×90	37.9	(200×260×4.5)	400	1,800	47	13	10.55	1.199	40	36
I140×66	14.3	140×240×4.5	260	1,170	82	13	18.18	1.250	21	21
180×82	21.9	160×240×4.5	300	1,350	62	13	13.70	1.223	27	27
220×98	31.1	160×240×4.5	300	1,350	43	11	9.65	1.229	37	36
260×113	41.9	(200×260×4.5)	400	1,800	43	13	9.55	1.190	41	36
♀ 47	47	200×360×4.5	560	2,520	53	15	11.91	1.180	46	36
52	52	200×360×4.5	560	2,520	48	15	10.77	1.172	48	36
F.P. 47	16.2	160×180×4.5	220	990	61	13	13.58	1.222	20	20

2-4-4 品種構成による工場圧延能率

算出式は次の通り

$$R = \frac{1}{\sum \frac{N_i}{100 \times R_i}}$$

R = 圧延能率 (t / hr)

N<sub>i</sub> = 品種別生産割合 (%)

R<sub>i</sub> = " 圧延能率 (t / hr)

算出結果をTable III-21に示す。

Table III-21 工場圧延能率

品 種	圧 延 能 率	ケース A	ケース B	ケース C
∠ 100×100 □ 140×60 I 140×66 F.P.	t/hr 20	% 10	% 15	% 15
□ 180×70 I 180×82	27	10	10	15
そ の 他	36	80	75	70
工 場 圧 延 能 率(t/hr)		32.3	31.2	30.8

2-4-5 その他の工程

加熱炉、圧延機以外の生産を制限する設備として、ホットソー、冷却床、精整設備等があるが、これについては、搬送設備、場所、人力によって、その能力不足をカバーすることが出来るので、ここでは、特に生産制限要素とは考えないことにする。

例えば、ホットソーは2台あるが、圧延長が長く販売長さが短いものについては圧延能率よりもホットソー能率の方が小さくなる場合があるが、この場合はホットソーで2倍の長さに切り、冷却後、別の場所でガス切断するなどの方法がある。

また、3面ある冷却床の能力不足については、ホースによる散水冷却の方法もあるし、また、土間に仮置き冷却と云う方法も考えられる。

これら全ての設備について、いかなる条件においても、能力を十分有するような設備を有することは、決して得策ではない。一寸した設備の改善や工夫あるいは生産工程の組み方等により、解決が可能であり、そうすべきである。

精整ラインについても同様であるが、レールについては両端の端正仕上、孔あけ

特別検査等の特殊な工程を必要とするため、将来レールの生産比率が多くなる時点では、レール専用の精整ラインが必要である。

このことについては後述する。

#### 2-4-6 工場生産能力

算出式は次の通りである。

工場生産能力 = 実圧延時間 × 圧延能率

操業時間 ケース I、圧延能率 ケース C の場合で算出すると、

$$\text{工場生産能力 } P = 5.00 \text{ hr} \times 30.8 \text{ t/hr} = 15,400 \text{ t/m}$$

その他の ケース については、これ以上の生産が可能である。

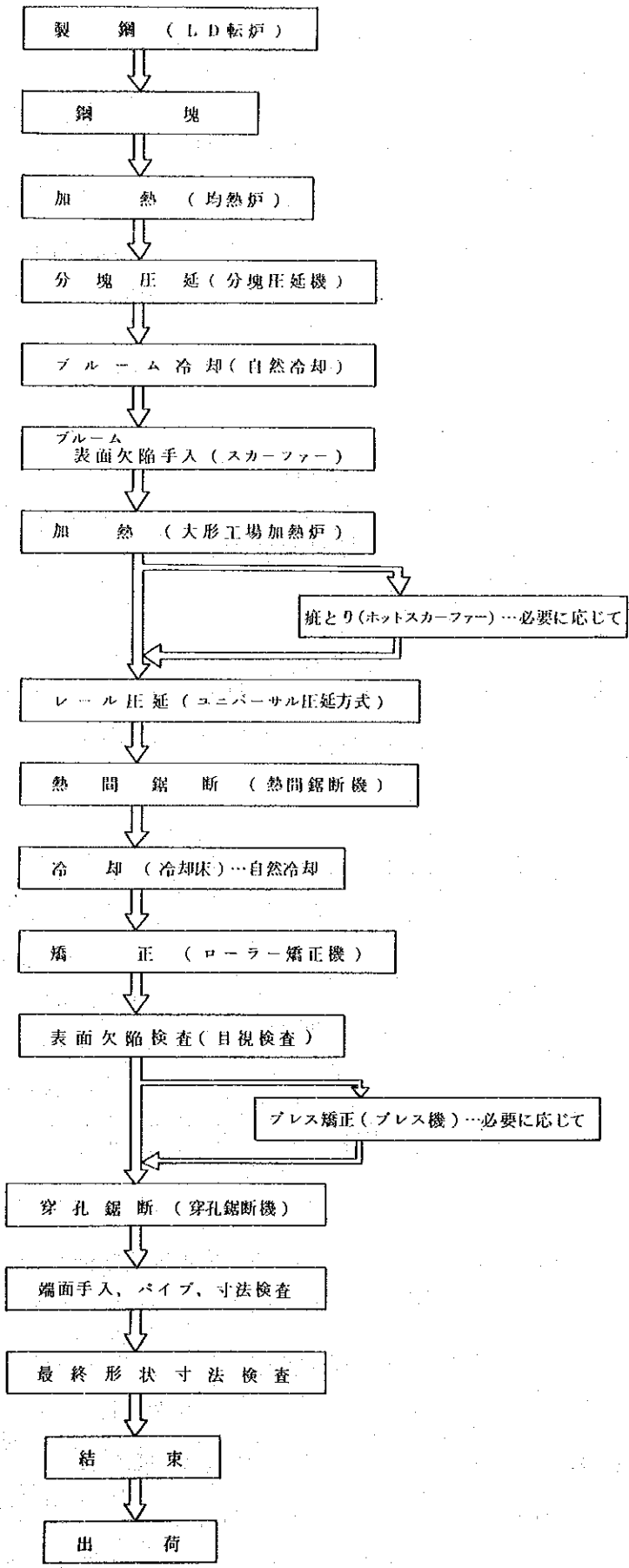
#### 2-5 精整ラインの増強

精整ラインについては、将来において生産品種の構成が変りレールの生産比率が大きくなった時、あるいは、品質要求が厳しくなったり、更に増産が要請された時点では、増強を図る必要がある。

しかし現在、即時必要とされている生産能力を設計能力まで引き上げる対策とは切離して考えるべきである。

##### 2-5-1 レールの製造について

Helwan 製鉄所に於いては、将来 6,000 T/年のレールの生産を計画している。参考として新日鉄に於けるレールの標準的な製造工程を示すと次の通りである。



新日鉄におけるレールの製造工程は、上記に示す通りであり、レールの水素対策として製品の徐冷は行なっていない。

レールの製造に関しては、製鋼から出荷に至るまでの全ての工程について、しっかりした品質管理を行なうことが必要である。

大形工場の設備面に関しては、精整ラインの増強が必要である。

レール専用の精整ラインとしては、Fig. Ⅲ-17 (A)(B)のようなレイアウトが考えられる。

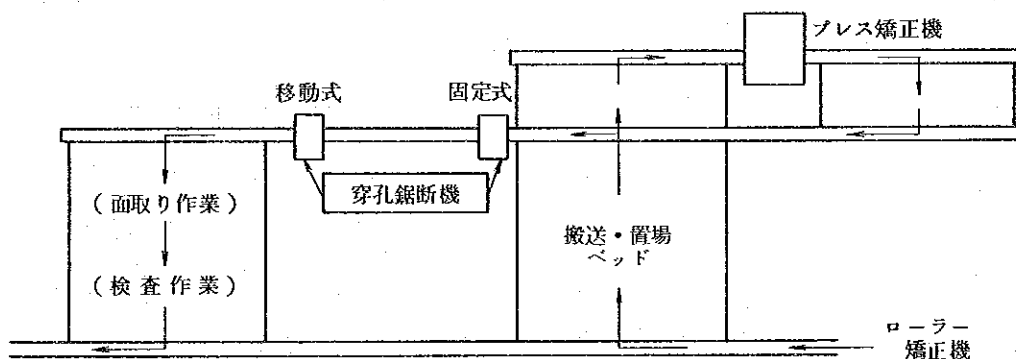


Fig. Ⅲ-17 (A) レール精整ラインの例

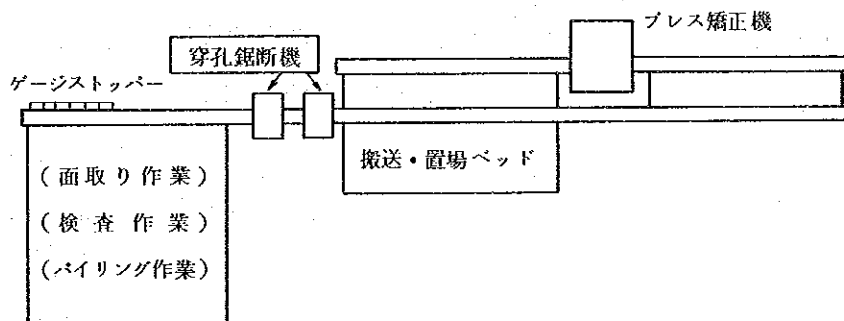


Fig. Ⅲ-17 (B) レール精整ラインの1例

ローラー矯正機を通ったレールは、一時仮置きされるか、或いは、直接搬送ベッドを通り、穿孔鋸断機で穿孔され、規定の長さに鋸断される。その後、レールは面取りされ検査を受けて製品となる。

レイアウト(A)は、レールの製品長さがほぼ一定の場合、レイアウト(B)については、その長さが変化する場合に適している。

レイアウト(A)では、1本のレールのトップとボトムが同時に穿孔鋸断される。これに対してレイアウト(B)では、先行レールのボトムと後続レールのトップが同時に穿孔鋸断可能である。



又、ローラー矯正をされても、曲りの残っているレールは搬送ベッドからプレス矯正機に送られ真直ぐにされた後、穿孔鋸断される。

このプレス矯正機は、上下・左右両方向にプレス可能な機能を備えた複式プレス矯正機が望ましい。

製品の平均長さ18mの重軌条(52kg/m or 47kg/m)を5,000t/月処理するためには、2台の機械を有する穿孔鋸断機ラインは1ラインで充分である。

設備費については、Fig. III-17(A)のレイアウトでは、概算1,870千\$、(B)は概算1,320千\$である。設備としては、ローラーテーブル、移送ベッド、穿孔鋸断機2台、プレス矯正機である。

ローラー矯正機は含めていない。

#### 2-5-2 ローラー矯正機

現在、2基のローラー矯正機を持っている。1台は両持式、1台は片持式である。両持式は容量が小さくこの工場で生産している小さなサイズが新中形工場に移行した後は、この矯正機は必要がないものと思われる。一般に両持式は、ローラー組替に時間を要し、ローラーの調整作業が難しいことから、現在はほとんど片持式に変わりつつある。

もう1台の片持式については、要求される製品の真直性との兼合いもあるが、重軌条、鋼矢板、大形形鋼等について、矯正能力をチェックしてみる必要がある。

#### 2-6 パススケジュール、パスデザイン

##### 2-6-1 パススケジュール

形鋼圧延におけるパススケジュールは、この場合、各ロールスタンドにおけるパス配分を意味するものとして、主に圧延能率の面より検討されるべきものとする。この点で大形工場で特に問題となるのはチャンネルやIビームの小さなサイズである。これらは、仕上の1スタンドでのパス回数が多く、ロール数を少なくすることにおいては意義はあるが圧延能率は非常に小さくなっている。

しかし、これらのサイズは新中形工場に移行することになっており、この工場に残る大きなサイズのものについては、2-4-3~2-4-6に述べた通り安全側に見積り、3台のロールスタンドに常に1本の材料が圧延中と云う計算をして、設計生産能力が生産可能と云う結果が出ている。

## 2-6-2 パスデザイン

ロールパスデザインについては、その良否が直接に製品形状、品質に影響することはもちろん、圧延作業のし易さ、安定度、圧延能率等にも影響を及ぼすもので、形鋼圧延においては非常に重要なものである。

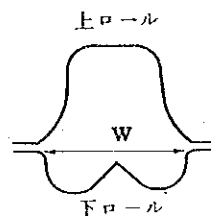
そして、この良否の判定或いは改正は、高度の技術と経験と熟練を必要とする。パスデザインの改正作業は、圧延状況の調査と鋼材のロールグループに対する充満度を調べる型取り作業を必要とし、この両者を検討した上でデザインの変更を行なう。

自分の工場にとって、常により良いパスデザインを求めて改正を行なうことが必要であり、この専門技術を備えた技術者の養成が是非必要である。

以下、ここでは3つの品種について、パスデザインの問題点指摘と解決方向を示唆する。

- (1)  $52 \text{ kg/m}$  : 製品の足の位置の片寄りが問題。

PASS-1 が右の図のような上下ロールで圧延され、これに噛込まれる材料の大きさが高さ  $190 \text{ mm}$  × 巾  $160 \text{ mm}$  とすると、



- 1) 下ロールのグループ巾  $w = 180 \sim 185 \text{ mm}$  に対して、材料巾  $160 \text{ mm}$  は、小さすぎ余裕がありすぎる。一方、上ロールのグループ巾約  $160 \text{ mm}$  に対して材料巾  $160 \text{ mm}$  は大きすぎ噛込みが不安定になる。
- 2) PASS-1.2.3 での足部を造形するパスに於いて、十分足巾が確保されているか否か、型取りにより調べてみる必要がある。

材料寸法 ( $190 \times 160$ ) とパスデザインからは、PASS-3の足巾がPASS-4のそれに対して不足気味と思われる。

これに対する改善策としては

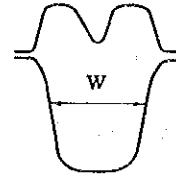
- a) PASS-1の入口ガイドにより、材料の中心とグループの中心を合わせるセンターリングと保持を完全にする方法
  - b) PASS-1の前にもう1つの造形パスを設け、足巾を出し易くすると同時にPASS-1に安定して噛込む梯形状の材料形状とする方法
- とがある。

新日鉄においては、現在、レールは新技術を適用したユニバーサル圧延機により圧延している。

この方法により、従来の2重圧延機で圧延していた時よりも、寸法精度、圧延能率、ロール原単位その他多くのものが非常に良くなった。

この新方法以前は、新日鉄がティセン型のパスデザインを採用するときは、足部を造形するパスはHelwan製鉄所の3ケ(PASS 1~3)に対し、4ケ使用していた。

造形の1パス目は、右の図のように、上下ロールがHelwan製鉄所と逆であり、材料の巾は、下ロールに安定して噛込むようにwで決めていた。材料高さも足部を確保するためHelwan製鉄所の場合よりも高くしている。



- (2) □200×75：フランジ巾寸法不良によるトップ、ボトムの切捨量が大きく歩留不良が問題

このパスデザインはGr. 9~6はIビームと兼用、Gr. 5~1が溝形専用である。デザインについては次の2つの問題がある。

- 1) ウェブの巾拡げの量が一般に大きすぎる。これはフランジ巾を不足させる働きをする。
- 2) 溝形専用のGr. 5~2について、上下のフランジの圧下率配分がアンバランスである。

改善策としては、溝形専用の孔型を1ケ増やすことによって無理がなくなり、良い製品、良い歩留を得られることと思われる。

新日鉄では□250×90が同じ様なパスデザインであるが、溝形専用パスはGr. 6~1であり、良い製品と良い歩留を得ていた。

- (3) シートパイル ラーセン1A型

試圧延中であるので、改善策について述べる。

- 1) 仕上PASS 9をFig. III-18のように変更した方がよい。これにより成形ローラーガイドなしに嵌合部のデザインの変更も必要である。
- 2) 製品の嵌合部は、Fig. III-19のようになっているが、これはFig. III-20のように変更した方がよい。(Fig. III-19はt部に勾配あり)

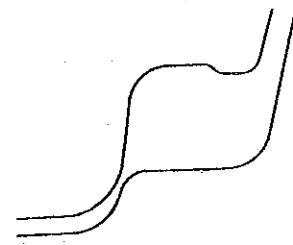


Fig. III-18  
仕上げPASS 9のデザイン



Fig. III-19  
嵌合部の現状デザイン

これによりシートパイルの打込み工事時の  
施工性が改善される。

- 3) 嵌合部に発生するクラックは製鋼にて良い  
鋼塊を作ること、分塊圧延後のブルームの表  
面手入を念入りに行なうことにより、大巾に  
減少させることが出来る。



Fig. III - 20

嵌合部の改善デザイン

以上3品種についてのロールパスデザインについて述べたが、良いパスデザイン  
は、良い品質の製品を得ることは勿論、圧延作業を容易にし  $t/hr$  も向上させる。  
同様に形鋼圧延においては、ローリングオイルの使用がしばしば圧延作業を容易  
にし、良い製品を得ることを可能にする。

- (4) ローリングオイルについて

ローリングオイルを適宜使用することによって得られる効果は次の通りである。

- a) ロールの摩耗防止する……ロール費を低減させる。
- b) ロール捲付を防止する。
- c) フランジ巾を確保する。
- d) シートパイルの嵌合部など複雑形状の成形を容易にする 等、

新日鉄においては、当初はローリングオイルとしてタールを使用していた。圧延  
機の上にタールの入ったタンクを置き、そこからパイプによりロールに滴下してい  
た。効果の面においては良かったが、発煙が甚しく、圧延機周辺をきたなくすると云  
う欠点があり、現在ではタールは使用されていない。

現在は、新しいローリングオイルが開発され水と混合して吹きつける方式がとられ  
ている。レール、I ビーム、溝形鋼、シートパイル等には効果が大きいので  
Helwan 製鉄所に於いても、その使用について検討すべきである。

### 3. 小形工場

#### 3-1 はじめに

この工場は、主として小サイズの丸鋼（ $\phi 13\text{ mm}$ 以上）と少量の小型山形鋼を生産している。以前は $\phi 6 \sim 10\text{ mm}$ の線材やバーインコイルも生産していたようであるが、問題が多く現在では生産を中止し設備も一部撤去している。

工場の設計生産能力は $100,000\text{ t/y}$ であるが、実績は $45,000 \sim 55,000\text{ t/y}$ である。しかし、製銑、製鋼からの問題で材料不足による休止時間が月平均130時間もある。Table III-22に直近の操業状況を示す。（1977年1～10月実績平均最高、最低）

Table III-22 操業実績

項目	'77.1～10月平均	最高 *3	最低 *3
生産量 <sup>*1</sup>	3,690 t	4,473 t	2,836 t
予定休止時間	85 hr	93 hr	35 hr
材料不足休止時間	130 hr	270 hr	38 hr
故障休止時間	141 hr	225 hr	92 hr
圧延時間 <sup>*2</sup>	352 hr	428 hr	289 hr
t/hr	1.05	1.17	0.92
圧延歩留	80.3%	84.4%	75.2%

\*-1：計画修理+生産調整休止

\*-2：機械故障+電気故障+生産休止

\*-3：項目個々についての最高、最低の値である。

もし十分な材料を与えて、この材料不足による休止時間も圧延したとすると、生産量は $65,000 \sim 70,000\text{ t/y}$ となるであろう。

#### 3-2 問題点

圧延工場の生産増の2つの原則、即ち実圧延時間を長くとり、その時間内の圧延 t/hr を上げることであるが、この工場は、その両方の原則に反している。即ち、多くの障害休止時間により、実圧延時間が少なく、又、圧延能率（t/hr）も、低圧延速度でほぼ1本通し圧延のために低くなっている。

まず操業時間関係についてみると、1976年1～10月の実績では、全休止時間月平均365hrのうち、材料不足による休止時間130hr/mは、将来解決されるものとして別にすると、生産休止93hr/mが非常に大きな比率を示めている。即ち

全休止時間に対しては25.5%、機械故障、電気故障、調整休止の合計時間141 hr/mに対しては、66%と圧倒的に大きい、この調整休止の内訳の内訳は、色々な原因により発生するミスロールとそれを処理し、調整する時間である。又、歩留が79~84% (平均約80%)と低いのも、ミスロールが多発していることを示している。

そこで、この工場ですべて第1に解決しなければならない問題は、ミスロールの発生をいかにして防止し、歩留を向上させるかと云うことである。その後、圧延作業が順調に安定して行われるようになった後、第2段階として圧延能率 (t/hr) の向上に取り組むべきである。

### 3-3 ミスロールの防止、歩留の向上

当工場のミスロールの発生率は、そのデータがないため、歩留より推測すると1976年1~10月の作業実績によると、

$$\text{歩留} = \frac{\text{生産量}}{\text{材料使用量}} \times 100 (\%) \quad \text{の月平均は、} 80.3\% \text{である。}$$

スケール (一次+二次発生スケール) : 2%

3ハイ粗圧延後の材料のクropp : 3~4%

製品のクropp : 3~4%

とすると、約10%前後のミスロールが発生していることになる。

このミスロールを1~2%にまで減少させることにより、8~9%の製品が増加し、同時にそのミスロールの処理時間が圧延可能時間となり生産増に大きく寄与する。

今回の調査期間では、時間的な制約もあり、ミスロール発生の個々の原因を調査するに至らなかった。しかし一般的に小形棒鋼工場のミスロールの発生原因には、次のようなものがある。即ち材料不良 (パイプ、表面疵、切断面の不良等)、ロールのセッティング調整不良、早期に作業員達の技術力の向上を図り、生産増を図るためにはこれら日本の棒鋼工場における実圧延作業修得や自主管理活動状況調査などの技術研修と、日本から Helwan 製鉄所への技術指導などが考えられる。これらの実現について検討する必要がある。

歩留の向上について云えば、 $\phi 13 \text{ mm}$  圧延時の3ハイ圧延後の材料のトップ・ボトムクropp量は必要以上に多過ぎるようである。又、冷却床に出す丸鋼の長さは、出来るだけ冷却床の長さ一杯に出すべきであろう。

更に設備面において、より安定した圧延作業を行うための抜本的方法は、現在の老朽化した連続スタンド、仕上スタンドをローラーベアリングを装備したロールスタンドに更新することである。

### 3-4 圧延能率の向上

主サイズである $\phi 13\text{ mm}$ のみ圧延した場合について考察する。

もし、ミスロールの発生率が減少し、1ヶ月における実圧延時間が $500\text{ hr}$ とれたとしても、設計能力 $8,300\text{ t/m}$  ( $100,000\text{ t/y}$ )を達成することは困難である。

この理由は、

- a) 現在の仕上ロール(No.8スタンド)のスピードが、 $3.5\text{ m/sec}$ と遅いためである。これは仕上ロールの入口作業が人手によるためである。
- b) 仕上ロール(No.8スタンド)のみは、2ストランド圧延が可能となっているが、その実施率が低いことによる。

故に、 $\text{t/hr}$ の向上対策としては、次の2つがある。

- a) 連続ロール、仕上ロールの8スタンドについて2ストランド圧延をすること。
- b) 仕上スタンドNo.7とNo.8の間にリピーターを設置し、人手による作業をなくして仕上ロールのスピードアップを図ること。

この2つの対策のうち、特に効果が大きく、まず第1段階として取組むべきは、a)の2ストランド圧延である。これにより、能率( $\text{t/hr}$ )の向上は勿論のこと、ミスロールの減少にも寄与する。

これは2ストランドのうち1ストランドでトラブルが発生しても、後続材料はミスロールにすることなく、他の1ストランドで圧延が可能になるためである。

2ストランド圧延で特に留意すべきことは、④仕上並行スタンドのリピーターによる2本のループが、その形状を正しく成長、保持することと、⑤2本のループがお互に干渉しないようにすること、の2点であるがこれらはいづれも専用ループチャンネルに若干の工夫をすることにより容易に解決可能である。(Fig. III-21 参照)

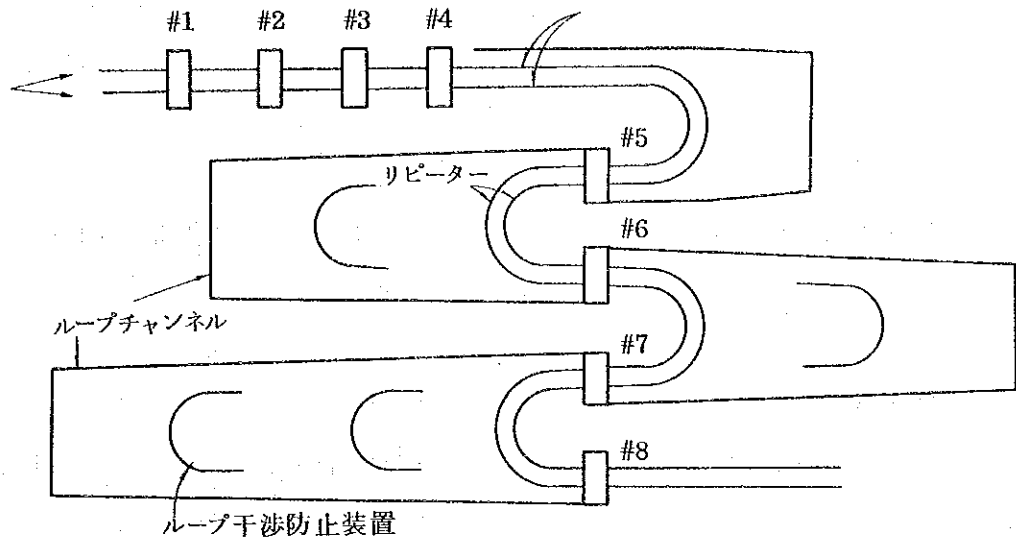


Fig. III-21 2ストランド圧延の1例

これらの対策により能率の向上は次のTable III-23のようになる。

Table III-23 圧延 t/hr の比較

	現状 - I	現状 - II	仕上スピード アップ	2ストランド
ストランド数	1	1 *-1	1	2
仕上#8ロールスピード	3.5m/s	3.5	5.6	3.5
仕上#8ロール圧延ピッチ	78 sec	68	49	44
1時間当り圧延本数	46本/hr	53	73	82
t/hr * -2	12.4 /	14.3	19.7	22.1

\*-1 : 仕上#8スタンドのみ10sec. ラップの2ストランド圧延

\*-2 : 製品 t/hr (材料1本300Kg, 歩留90%)

現状と2ストランド圧延の場合の圧延タイムスケジュールの例をFig. III-22に示す。この図によると、2ストランド圧延で連続ロールでは同時に2本の鋼材を圧延する必要はない。しかし先に述べたミスロール減少のためにも連続ロールは2ストランド圧延可能とし、交互のストランドで圧延することが望ましい。

仕上圧延後のロータリーシャーとクーリングベッドの跳ね出し装置は、2ストランド圧延が可能な設備になっている。現在は、そのうちの1ストランド分を使用している。将来2ストランド圧延が通常作業となる場合には、この部分も2ストランド使用の方が望ましい。



### 3-5 対策後の工場生産能力

#### 3-5-1 加熱炉の能力

大形に於ける場合と同じく、加熱炉の能力算定に当たってのデータの出所は次の通りである。

Helwan 製鉄所データ : 炉型式、大きさ、バーナー容量、燃料発熱量

推定データ : 上記のほか、計算に必要なデータ

能力算定結果を Fig. III-23 に示す。

Fig. III-23 より判ることは、炉の能力は予熱帯のバーナーの容量で制限されていること、設計能力 25 t/hr を出すためには、予熱帯バーナーで重油と BFG ガスの混焼が必要であることが判る。

これらをまとめると Table III-24 のようになる。

Table III-24 加熱炉能力

燃 焼 方 法	空 気 温 度	加 熱 能 力	備 考
重 油 専 焼	30 °C	19 t/hr	予熱帯バーナー容量で制限
	300	20.5	同 上
重油 + BFG 混焼	30	25	※-1
	300	25	※-2

※-1 : 予熱帯バーナーで 重油 88.5 Kg/hr × 5本 = 442.5 Kg/hr  
BFG 475 Nm<sup>3</sup>/hr × 5本 = 2,375 Nm<sup>3</sup>/hr  
の混焼が必要。

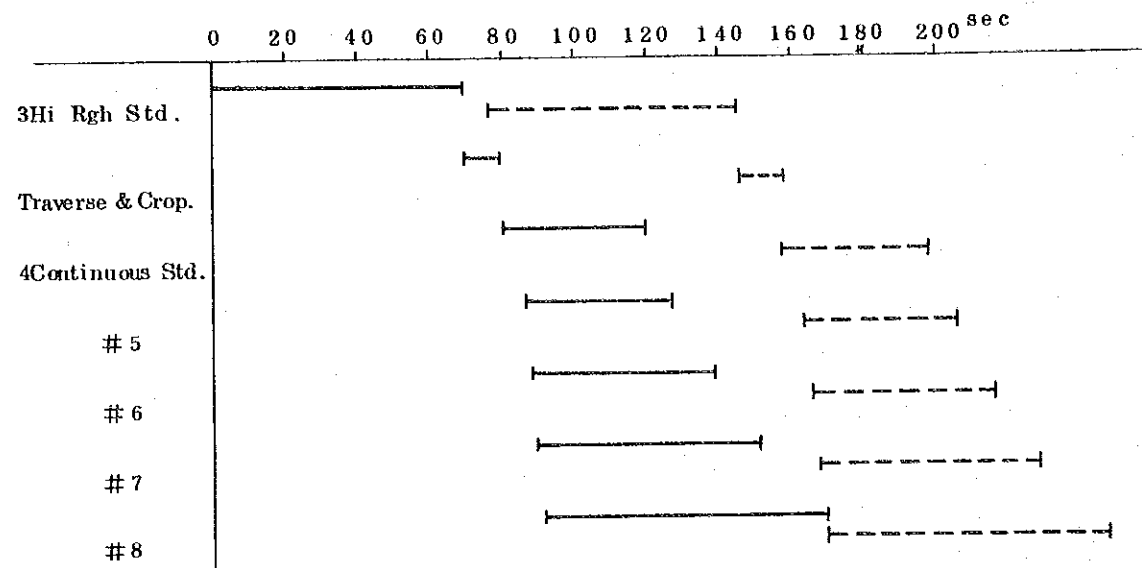
※-2 : 同様に 重油 88.5 Kg/hr × 5本 = 442.5 Kg/hr  
BFG 285 Kg/hr × 5本 = 1,425 Nm<sup>3</sup>/hr  
の混焼が必要。

但し、これはカロリーの上からの BFG 必要量である。実際には BFG は廃ガス量が多いのでこの量以上必要である。

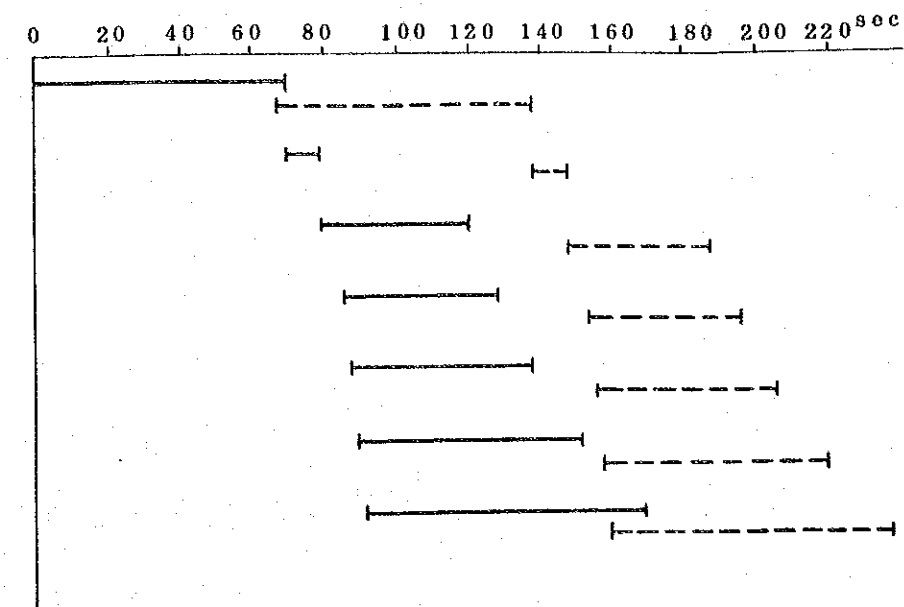
混焼の可能限界のデータはないので、この加熱炉の能力について明言は出来ない。しかし、能力アップを図るためにバーナーの容量をアップする場合には、次の項目について調査する必要がある。

- a) 燃焼空気フロー容量
- b) 空気配管径、燃料配管径、蒸気配管径
- c) 煙道、煙突等の排気設備
- d) レキュベレーター容量

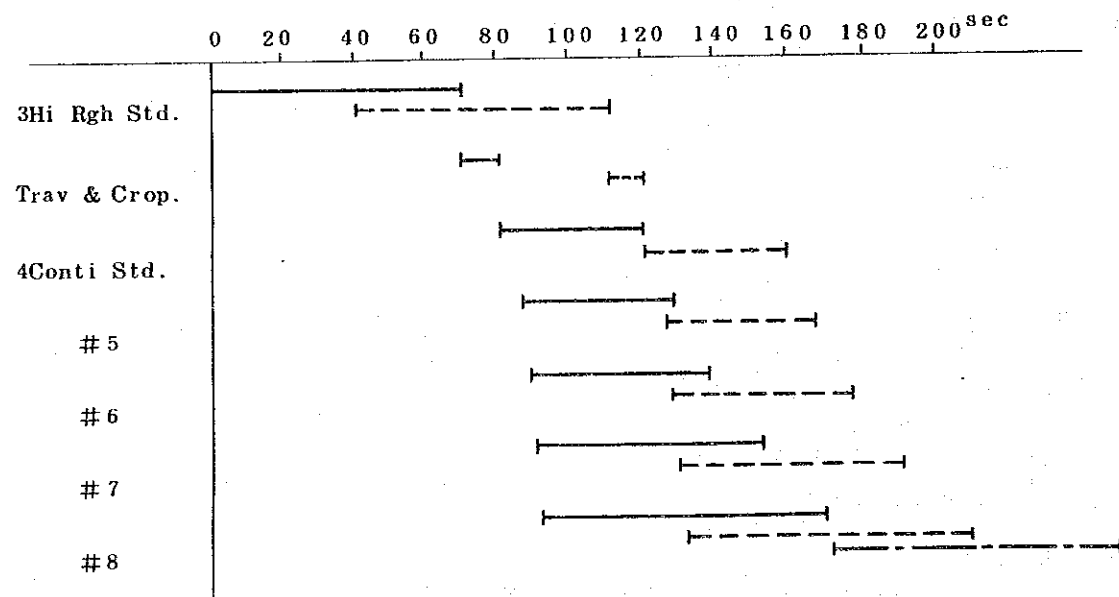
現状I (仕上<sup>#</sup>8スタンド ラップなし)



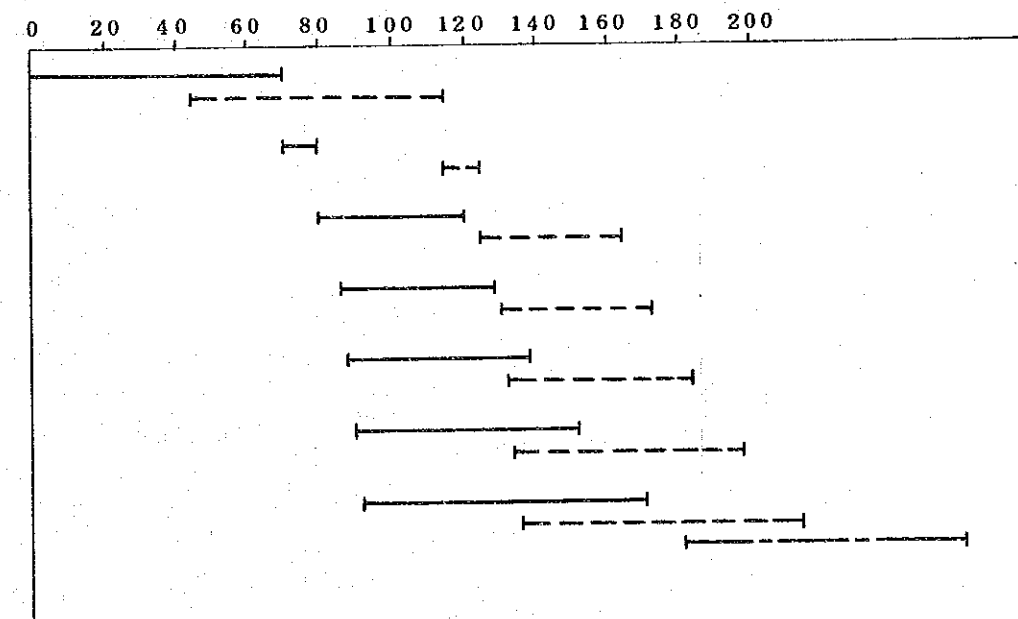
現状II (仕上<sup>#</sup>8スタンド 10<sup>sec</sup>ラップ)



2 ストランド 圧延 (仕上<sup>#</sup>8 圧延ピッチ40<sup>sec</sup>)



2 ストランド 圧延 (仕上<sup>#</sup>8 圧延ピッチ44<sup>sec</sup>)



注：1. 圧延時間  
 3Hi Rgh Std. : 70<sup>sec</sup>  
 Cont Std. #1~4 : 40  
 Fin Std. #5 : 42  
           6 : 50  
           7 : 62  
           8 : 78  
 移送, クロップ切断 : 10

2. 凡例  
 ┌───┐ 1本目  
 ┌───┐ 2"  
 ┌───┐ 3"

Fig. III-22 圧延タイムスケジュール

平均加熱溫度 1200°C

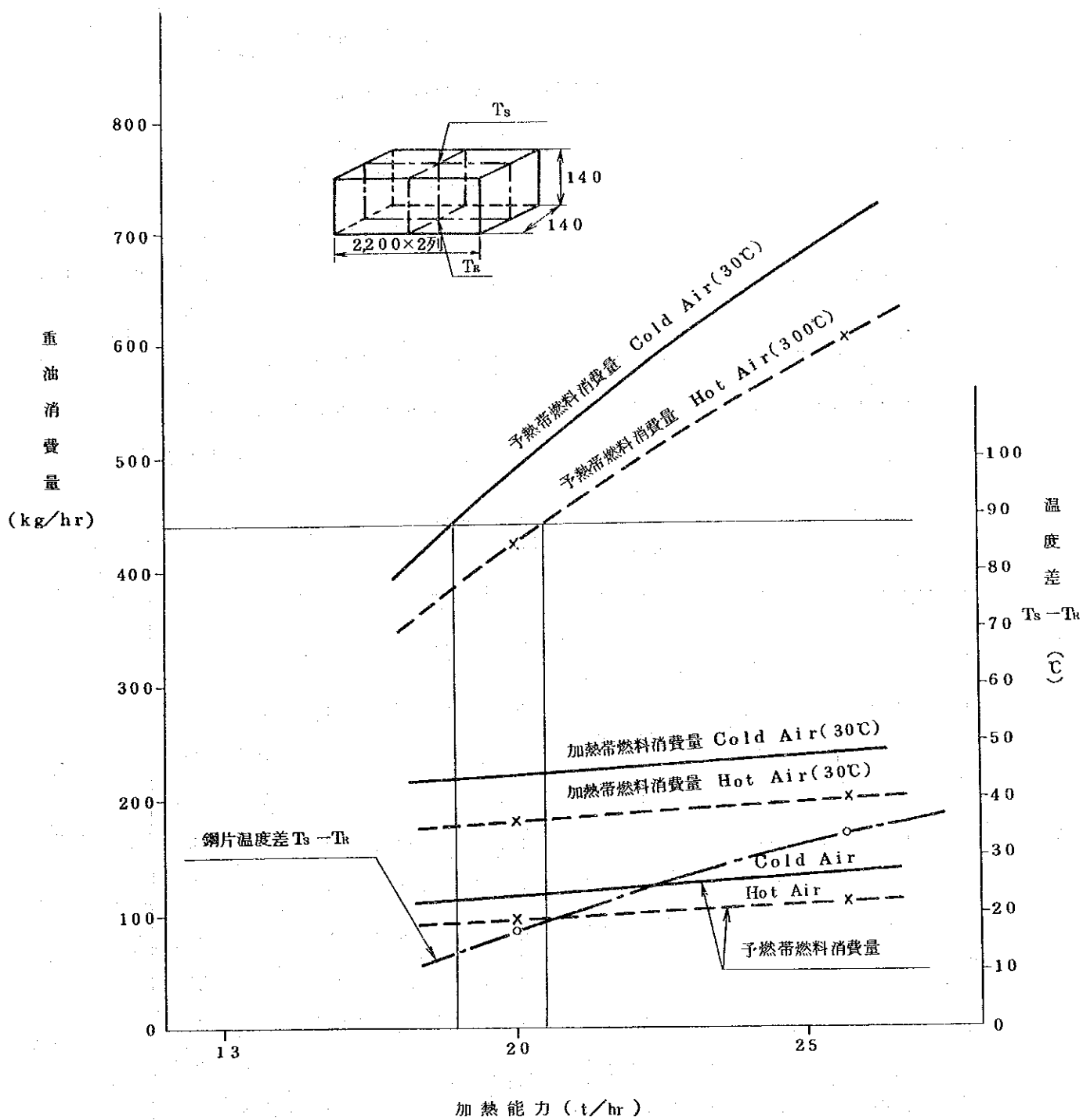


Fig. III-23 加熱爐能力

e) 燃料供給設備（オイルポンプ、ヒーター、ストレーナー、オイルタンク、ガス送風機等）

f) 工場全体としてのエネルギーバランス（オイル、ガス、蒸気）

なお、以下工場能力算定にあたっての加熱炉能力は、

$$\text{材料加熱 } t / \text{hr} = 25$$

$$\text{製品加熱 } t / \text{hr} = 22 (\cong 25 \text{ T/Hr} \times 0.9)$$

とする。

### 3-5-2 圧延能力

#### (1) 操業時間

1976年1～10月の実績をもとにして、Table III-25に示す如く、4つのケースについて1ヶ月（30日ベース）の作業を想定し、圧延可能時間を算出した。生産調整休止はないものとする。

Table III-25 休止時間の内訳

	現 状		対 策 後	
	Case I	Case II	Case III	Case IV
計 画 修 理	70 hr	80 hr	80 hr	46 hr
機 械 故 障	25	30	25	20
電 気 故 障	22	27	25	20
調 整 休 止	92	107	40	30
加 熱 待 ち	4	4	10	10
ロ ー ル 替 え 及 び 調 整	9	11	25	25
材 料 不 足	130	0	0	0
そ の 他	7	8	15	15
全 休 止 時 間	359	267	220	166
圧 延 可 能 時 間	361	453	500	554
歴 時 間	720	720	720	720

注：ケースⅣの計画修理 46 hrの内訳は  
 $2 \text{ shift} \times 2 \text{ 回/m} = 4 \text{ shift/m} (= 32 \text{ hr/m})$   
 $0.5 \text{ hr} \times 28 \text{ d/m} = 14 \text{ hr/m}$  …… 始動時点検

ケースⅠ：現状作業ほぼ1～10月実績ベース

ケースⅡ：現状で材料不足がないと仮定した場合

ケースⅢ：対策後、圧延作業がかなり安定し、調整休止が減少した場合

ケースⅣ：将来、到達すべき作業時間割合

圧延可能時間の554 hrは歴時間に対して77%。

## (2) 圧延能率

### 1) $\phi 13\text{mm}$ の圧延 t/hr

t/hr 向上対策として、2ストランド 圧延を行うとし、仕上ロールスピードは現状の $3.5\text{ m/sec}$ とする。但し、2ストランド 圧延実施の時間比率は70%とし、残りの30%は1ストランド圧延とする。この場合の総合t/hrはTable III-26に示す。

Table III-26  $\phi 13\text{mm}$ の圧延 t/hr

ストランド数	ネック工程	t/hr	時間比率	総合t/hr
1 (ラップなし)	仕上ロールスピード	12.4	30%	19
2	加熱炉	22	70%	

### 2) $\angle 30 \times 30 \times 4$ 、 $\angle 40 \times 40 \times 4$ の圧延 t/hr

材料は、 $\phi 13\text{mm}$ と同じ $300\text{ kg/本}$ とし、圧延歩留は90%、仕上ロールスピードは $3.5\text{ m/sec}$ 、1ストランド圧延、仕上ロールに於ける材料間隔は5 secとする。この場合のt/hrをTable III-27に示す。

[ Table III-27 アングル材の圧延 t/hr ]

	t/hr	ネック工程
$\angle 30 \times 30 \times 4$	18.5	仕上ロールスピード
$\angle 40 \times 40 \times 4$	22	加熱炉

## (3) 圧延以降の設備能力について

これらは精整ラインに搬送設備と場所と人力があれば、かなりの柔軟性をもって処理可能のため、今回は特に検討は行わず、ネック工程はないものとする。

(4) 品種構成による圧延能率 ( t/hr )

この圧延能率は、次式により与えられる。

$$R = \frac{1}{\sum \frac{N_i}{100 \times R_i}}$$

但し、R : 圧延能率 ( t/hr )

N<sub>i</sub> : 品種別生産割合 ( % )

R<sub>i</sub> : " 圧延能率 ( t/hr )

品種構成を次のケース A、B、C と想定し、その時の圧延能率を求めると Table III-28 の通りである。

[ Table III-28 工場総合圧延能率 ]

	ケース A	ケース B	ケース C
φ 13	80 %	70 %	90 %
∟ 30 × 30 × 4	10	15	5
∟ 40 × 40 × 4	10	15	5
工場総合圧延能率	19.2 t/hr	19.3 t/hr	19.1 t/hr

(5) 工場総合生産能力

操業時間ケース III と品種構成ケース C の場合で算出すると、

$$\text{生産能力 } P = 500 \text{ hr.} \times 19.1 \text{ t/hr.} \approx 9,500 \text{ t}$$

その他のケースについては、これ以上の生産が可能である。

3-6 パスデザイン

主サイズである φ 13 mm のパスデザインをチェックしてみると、色々問題がある。現状のパスデザインそのものについては、各パスの圧下率の配分やロール隙のきめ方に問題がある。実際の圧延作業はこの設計された値とは、かなり違った状態で行われているものと推測される。

現在、使用中のロールを若干改正して、より良いパススケジュールにするためには、現在の実圧延作業の状態即ちロール隙、各パスの鋼材の形状等をよく調査した上で行わねばならない。

Table III - 29  $\phi 13\text{mm}$ の現バスマデザインと改正案

スタンド	現 状	現 状		改 正 案	備 考
			Helwan製鉄所		
0		S	37		
		H	46.4		
		t	6		
		F	1,326		
		Red.			
1		H	21		Red. 大きい ロール隙大きい
		B	51.2		
		t	6.4		
		F	827		
		Red.	37.6%		
2		S	25.2		ロール隙大きい
		H	32.2		
		t	4.5		
		F	624		
		Red.	24.5%		
3		H	12		Red. 大きい
		B	40.6		
		t	4.5		
		F	380		
		Red.	39.1%		
4		S	16.6		
		H	20.7		
		t	2.9		
		F	270		
		Red.	28.9%		
5		H	11.5	t = 2.5 Red. : 21 ~ 24%	Red. 小さい
		B	26		
		t	3.5		
		F	230		
		Red.	14.8%		
6		S	14.0	t : 2.5 Red. : 18 ~ 21%	ロール隙大きすぎ
		H	17.7		
		t	3.7		
		F	190		
		Red.	17.4%		
7		H	11.0	$\frac{B}{H-t} (-2.10) \rightarrow 2.4$ 2.9 t : 2.0 Red. : 20 ~ 22%	Red. 小さい ロール隙小さく調整代少い $\frac{B}{H-t}$ : 大きくし捻転し易くする
		B	20.2		
		t	1.4		
		F	167		
		Red.	12.1%		
8		D	12.9	Red. : 15 ~ 18%	Red. 大きすぎ 噛み出しのおそれあり
		t	2		
		F	132.7		
		Red.	20.5%		

連続ロールは、各スタンドのロール回転数がきまっているため、パスデザインを変更できる余地は小さい。ここでは非常に大きな圧下（24.5～39%）がとられているため、ロールの摩耗が甚しく、正規の状態を維持するためには、頻繁なロール調整が必要になる。しかし、この連続 $\#4$ スタンドで正しい形の角寸法を作って、仕上 $\#5$ スタンドに送ってやるのが、仕上 $\#4$ スタンドの圧延作業を安定して円滑に行わせる条件ともなる。

$\phi 13$  mmのパスデザインについて推奨する改正案をTable III-29に示す。

このパスデザインに於いて、連続ロール（ $\#1 \sim 4$ ）については、ロールの回転数の比率がきまっているため、圧下率は単独できめられず、ロール径と回転数とにより、選択する範囲がきまる。

現在使用中のロール径のデータがないため、改正案は示さないが、Table III-29にあるように $\phi 13$  mm用の連続ロールの各パスの圧下配分は良くない。又、同じ連続ロールにおいて $\phi 13$ 、 $16$ 、 $19$ の各サイズについて、圧下配分はTable III-30のように異っている。これらは実態をよくチェックして改正すべきであろう。

Table III-30 連続スタンドにおける圧下配分

	$\phi 13$		$\phi 16$		$\phi 19$	
	断面積	Red.	断面積	Red.	断面積	Red.
#0 (角)	1,326		2,330		3,290	
1 (オーバル)	827	37.6%	1,570	32.6%	2,210	32.8%
2 (角)	624	24.5	1,118	28.8	1,560	29.4
3 (オーバル)	380	39.1	719	35.7	1,070	31.4
4 (角)	270	28.9	498	30.7	760	30.0

粗3ハイロールのパスデザインについて大事なことは、前にも述べたように、最終パスにおいて37mmの角寸法が正しく出せるかどうかと云う事である。この角寸法が正しく出せないと、連続 $\#1$ スタンドのロールに捻れて入るようになりトラブルの原因となる。この角寸法の代りに、圧延し易い形の丸にすることも可能であり、連続 $\#1$ スタンドに対して良い結果を得ることが多い。粗3ハイ圧延機では下ロールの圧下スクリュウが、スケールやダストのために動かなくなることが多いが、下ロールも上ロールと同様に、常時調整が出来るようにメンテナンスしておかねばならない。



現在、仕上スタンド $\#9 \sim 12$ を使用している線材やバーインコイルの生産は中止している。仕上 $\#8$ スタンドまでを使用している最も小さなサイズは主サイズの $\phi 13\text{mm}$ であるが、この場合の平挫圧下率は次の式で計算される。

$$R = \left(1 - \sqrt[n]{\frac{A}{A_0}}\right) \times 100$$

但し、 $R$  : 平均圧下率(%)

$n$  : パス回数

$A$  : 製品断面積( $\text{mm}^2$ )

$A_0$  : 材料断面積( $\text{mm}^2$ )

$140 \times 140$ の材料から17パスで $\phi 13\text{mm}$ 圧延の平均圧下率は $R = 25.5\%$ である。

一般にこの平均圧下率の値は、次の様になっている。

普通鋼の丸鋼 :  $R = 23 \sim 27\%$

高級鋼の丸鋼 :  $R = 20 \sim 23\%$

故に、Helwan 製鉄所の現在の圧延方法では $\phi 13\text{mm}$ が最小サイズとなり、これ以下のサイズの丸鋼圧延は非常に困難になる。

例えば $\phi 10\text{mm}$ の場合には $R = 27.7\%$ となり、 $R$ が大きすぎる為、パス回数をふやすべきである。パス回数をふやす方法としては、3ハイ粗スタンドで9パスを11パスにする方法を、仕上 $\#5$ 、 $\#6$ スタンドを2回通すFig. III-24のような方法がある。

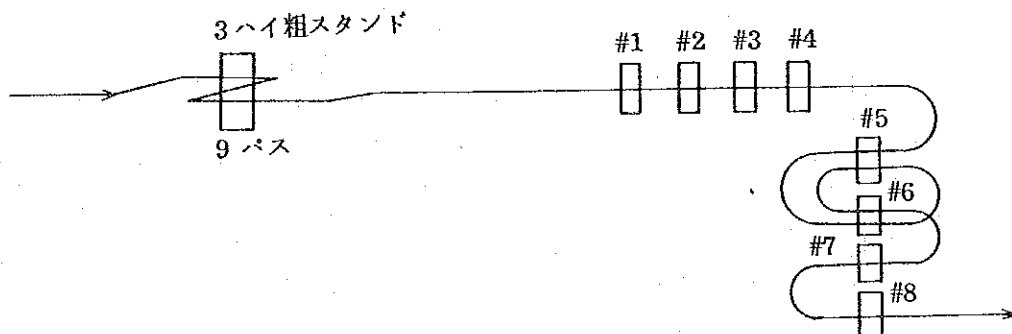


Fig III-24 小サイズの圧延スケジュール

しかし、どちらの方法にしても圧延作業は困難で $t/hr$ は小さくなることから、 $\phi 13\text{mm}$ 未満の丸鋼の生産は好ましくない。

小形工場においても、大形工場と同じくロールパスデザインを担当する技術者の養成が必要である。

### 3-5 設備改善

1976年1～10月の操業成績では機械故障、電気故障が特に多いとは云えない。

しかし、これらについては、可能な限り短時間にする努力を払うべきであり、その考え方については大形工場の部2-3で述べた通りである。

小形工場で特に問題ある設備としては、ミルモーターと圧延スタンドがある。

ミルモーターについては、大形工場の場合と全く同様である。

圧延スタンドについては、現在の4台の連続圧延スタンド4台の仕上圧延スタンド共旧式で且、整備も悪いので、特に念入りに整備する必要がある。又将来、より安定した圧延作業をするために、又品質のより良い製品を作るために、これらのスタンドをローラーベアリングを装備したプリストレスのスタンドに更新することを検討することが望ましい。

## Ⅳ 付 帯

### 1. 耐火物

#### 1-1 全般的事項

Helwan製鉄所における耐火物の問題は、製鉄～製鋼～圧延の全工程にわたって発生しており、その解決には耐火物についての取組み方の基本的な考え方と体制を検討し、明確にしておく必要がある。このためには、エジプトにおける耐火物工業の状況など多くの要因についての考慮が当然必要であるが、今回の調査に基いて検討した結論として、以下の提案をしておきたい。

- a) 建設用耐火物は輸入品を使用する。
- b) 作業用耐火物は基本的には国産品を使用する。
- c) 耐火物の品質、施工、操炉を一貫管理するための機能を強化する。

建設用耐火物（高炉などに長期間使用のもの）はその需要が断続的であり、必要に応じて輸入するのが、耐火物の品質の面からも、経済性の面からも当然有利であるといえる。これに反し、作業用耐火物（取鍋レンガなど炉の補修用）は継続した安定供給が必要であり、国産品が望ましい。しかし、現状の国産品でその品質に問題がある品種については、当分輸入によることは止むを得ない。また将来とも輸入を前提とする一部の特殊耐火物が作業用として使用されることもありえよう。

耐火物の良好な実績を得るには、その品質のみでは不十分であり、施工精度の向上を含めた築造管理の強化、操炉条件の耐火物への影響を考えた適正な操業の実施が不可欠である。そのためには耐火物の製造購入時の品質管理から、施工作業、操業、使用実績の把握に至る一貫した管理体制あるいはその機能の強化が必要である。

今回の調査によると、DEMAG PLANTでの耐火物総合原単位は150～170Kg/t-steelと推定される。その内容の主要な代表統計値は次表のとおりである。

Table V-1 耐火物寿命と炉材原単位

		寿命 (回)	炉材原単位 (Kg/t-metal)
高炉	タールマット	—	4.0
	溶銑錘	—	2.0
トーマス転炉	炉壁	110~130	120.0
	炉底	20~22	
電気炉	天井	50~70	12.0
	炉壁及び炉底	—	49.0
鍋	溶銑鍋	8~10	7.4
	混転鍋	60~90	2.8
	転炉用受鋼鍋	5~8	36.0
	電気炉用受鋼鍋	8~11	32.5

## 1-2 ドロマイト工場

### 1-2-1 現ドロマイト工場(トーマス工場付属)の問題点

現在のトーマス転炉工場に付属しているドロマイト工場は、トーマス転炉用のタールドロマイトレンガおよびタールドロミックスを製造し、一部は電炉用にも供給されている。

この工場の問題点としては

- 設備レイアウトが狭隘であり、全般に設備、装置類が老朽化している。
- ドロマイトの焼成にシャフトキルンを使用しており、操業管理の困難さに加えて、クリンカーの焼成がきわめて不均一であり、燃料用コークスからのフラックス成分( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 等)の混入もみられる。
- 粉砕、混練、成形の各工程の作業管理、設備についても改善が望ましい点が少ない。

これらの問題点を現工場において解決することは、きわめて困難でありかつ制約が大きい。

### 1-2-2 改善案

当改造計画の実施に伴い、トーマス工場付属ドロマイト工場は休止し、タールドロマイトレンガおよびタールドロミックスの製造を、現在稼働中の新LD工場付属の新ドロ

マイト工場に保管し、Helwan 製鉄所の全ドロマイト耐火物を、ここで集中生産する。

この集中化により、耐火物の品質レベルの向上と安定化および生産効率の向上も期待できる。

新ドロマイト工場は年産 19,400 t (レンガ: 16,300 t、ミックス: 3,100 t) の能力がある。一方、当改造計画実現後(製鋼工場第 4 案)の Helwan 製鉄所の両転炉工場のタールドロマイト原単位は  $12\text{Kg/t-steel}$  と推定される。現在の新 LD 工場の原単位は実績として  $15\sim 18\text{Kg/t-steel}$  と推定されるが、今後のレンガ品質の向上、操業技術の改善により  $12\text{Kg/t-steel}$  のレベルになることが期待できよう。電気炉用のタールドロマイトの原単位も、その時点で  $20\text{Kg/t-steel}$  のレベルを期待できると仮定すると、年産転炉鋼 1,530,000 t (年産電炉鋼 450,000 t) に必要なタールドロマイト耐火物は、年産量として

転 炉 用	$12\text{Kg/t} \times 1,530,000\text{ t}$	$= 18,360\text{ t}$
電 炉 用	$20\text{Kg/t} \times 450,000\text{ t}$	$= 900\text{ t}$
合 計		19,260 t

(この中ミックス 約 3,100 t)

従って、新ドロマイト工場へのドロマイト耐火物の生産集中は可能と判断される。

なお、上記生産所要量算定の基礎となっている各種原単位の数値は、今後の技術改善も折込んだ推定値であり、特に操業技術による影響が大きい。それらの推定原単位が達成されない場合の対策としては

- a) ドロマイト工場の 2 交代を 3 交代とする。
- b) 電炉用については、壁にクローマグレンガを、炉底にマグネシアを使用する。などの処置があるが、あくまでそれら推定原単位の達成を原則とすべきである。

また旧ドロマイト工場の廃止が何らかの理由で実施できない場合の処置としては、電炉用ドロマイト耐火物の生産専用として利用していく方法もあるが、その場合もレンガは生産せずタールドロミックスのみの生産に使用するのが望ましい。

### 1-2-3 転炉寿命の延長

転炉寿命を延長し、 $12\text{Kg/t-steel}$  以下の原単位を確保するための方策としては、大別してつぎの 2 点がある。

- a) 転炉操業条件の改善
- b) レンガ品質の向上

操業条件の改善方法も種々あり、特に吹止温度の影響が大きいので、その管理の強化が

先づ必要である。溶銑中の Si 量を極力低く保つことも有効である。(Table IV-2 参照)

Table IV-2 炉寿命への操業条件の影響

操 業 条 件		寿命への影響度
溶 銑	[ Si ]	- -
	[ Mn ]	+
鋼 滓	Tatal Fe	- -
	CaO/SiO <sub>2</sub>	+
	MgO	+ +
	螢 石	-
操 業	温 度	- - -
	吹 錬 時 間	- -
	1 日 当 り 出 鋼 杯 数	+

転炉内張の溶損速度におよぼす吹止温度の影響については多くの研究があるが、その定量的な関係についてはレンガ品質、操業方法などにより一律ではないが、新日鉄で MgO 70% 程度のタール含浸焼成マグドロレンガ内張について得られた結果の一例を参考として示す。吹止温度 (X℃) と内張溶損速度係数 (Y) の関係はつぎのようになる。

$$Y = 0.022X - 34.0$$

すなわち、吹止温度 1,590℃での内張溶損速度を 1.0 とすると、吹止温度 1,680℃では内張溶損速度は約 3.0 となり 3 倍の溶損速度になる。吹止温度の管理が、内張寿命延長にいかにか重要かは明瞭である。

一方、レンガ品質向上にも、原料の選択、製造工程の改善、管理の強化など各種の方策が考えられるが、特に有効なものとしては、つぎの諸項があげられる。

- a) 嵩比量を極力高くする。(このためには粒度分布、タール添加量、混練方法などの検討が必要である。)
- b) レンガ内の残留炭素を多くする。(タール組成の変更、カーボン(天然黒鉛)添加など)
- c) MgO含有量の増加

特にMgO含有量の増加は有効であり、その効果の程度はレンガの製造条件、原料性状あ

るいは操業条件によって必ずしも一定ではないが、有効であることは過去の多くの経験から明らかである。Fig IV-1はMgO含有量と内張寿命の関係を示した一例である。

MgO含有量の増加のためには、マグネシアクリンカーの添加が必要であり。クリンカーの入手については別途検討が必要であろう。

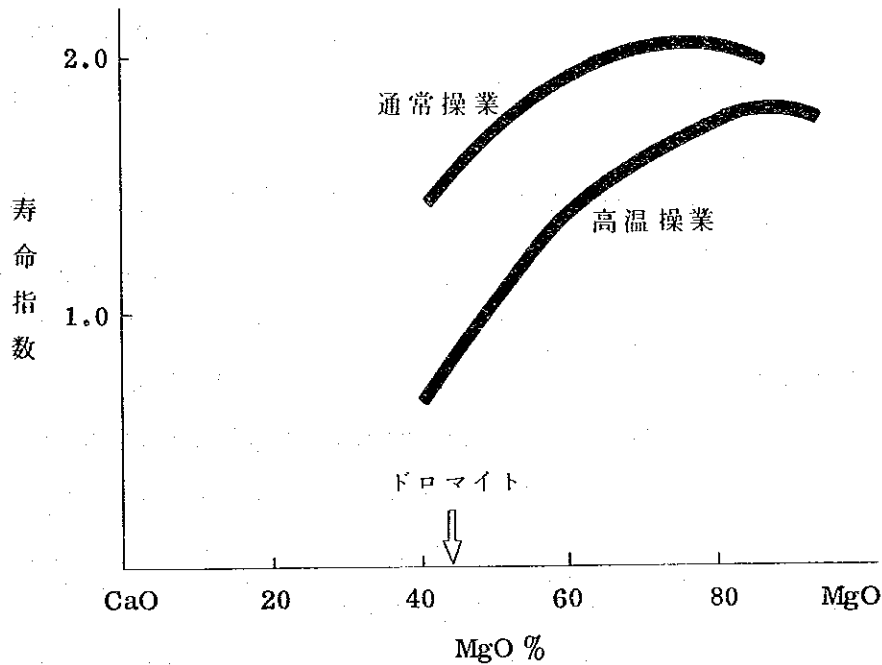


Fig IV-1 MgO含有量と寿命の関係(代表例)

#### d) その他の炉命延長策

上記以外の炉命延長方策として、つぎの諸法が考えられるが、吹付補修以外は、今後さらにその実現性、経済性を十分に検討したのちに具体化を考えるべきものであろう。

- ① 吹付補修
- ② タールドロマイトレンガのベーキング処理
- ③ 焼成ドロマイトレンガの使用
- ④ スラグコントロール

吹付補修は、すでに各国で常用されている内張補修法であり、各種タイプの吹付装置および吹付補修材が市販されている。必要に応じてそれらを使用することは容易であり、局部溶損部の補修、炉命末期の吹付による目標寿命の確保に特に有効である。留意すべきは、その経済性である。さらに製鋼作業への時間的な影響も検討しておく必要がある。最近の吹付作業は10分以内でも可能な場合がある。

タールドロマイtrenガのベーキング処理も寿命延長に有効である。それはレンガの熱間強度と耐消化性を改善する。通常300～350℃での処理が適当な条件とされている。問題は設備コストと処理コストからくる経済性である。一般に、ベーキング処理は高湿度の気候で、レンガ工場と製鋼工場が地理的に離れている場合に、この処理を適用している場合が多いといえる。

焼成ドロマイtrenガの使用は、経済性の点で将来とも実現性の低い方策であると考えられる。むしろタールマグネシアレンガの使用の方がより実現性があるが、これは先に述べたタールドロマイtrenガのマグネシア含有量の増加による対策の極端な場合と考えればよい。

スラグコントロールは、転炉スラグのMgO含有量を増加させることにより内張侵食を低減させる方法である。Helwan製鉄所の場合には、スラグ中のMgO増加の脱リン反応への影響を十分考慮しておく必要があり、今後に残された課題である。

#### e) ドロマイtrenガ工場の生産性向上

新転炉工場付属のドロマイtrenガ工場に、タールドロマイtrenガの全生産を集中した場合、その生産性が計画通りに達成されるためには、各工程の生産性が調和したものでなければならない。生産性の面から問題となりやすい工程は、当工場の場合、成型工程であろうと推定される。その場合の有効な対策としてつぎの2点が特に指摘される。

① 成型機の整備の強化

② 熱間成型の実施

成型機の良い整備は、金型などの予備部品の確保も含めて重要であり、成型機の高水準の稼働率維持のために必須の条件である。

現在、当工場では、加熱混練されたタールドロマイtrenミックスを冷却したのち、レンガに成型している。この製造方法は生産能率の面で問題があるのみならず、成型後のレンガ嵩地重の点でも好ましくない。

加熱されたミックスを直ちに成型する方法 — 熱間成型 — を採用することにより、ミックスの冷却による能率低下が防止できよう。ただし、この方法の実施には、タールの性状、添加量の再検討が必要である。

成型機の増設など設備面の増強は、これら操業面の対策の結果によって、次の段階で考慮されるべきである。



### 1-3 取鍋レンガ

Helwan 製鉄所での取鍋レンガの成績不良の原因は

- a) レンガ品質の不適正（形状、品質）
- b) 築炉施工の精度不十分
- c) 操業の不適正（特に地金つきの多発）

に分類できる。

レンガ品質面での改善対策としては、現状のレンガ（気孔率 20~23%、 $Fe_2O_3$  2~4%）を、たとえば各国で常用されているブローティング性高珪酸質レンガ（気孔率 10~15%）に変更することがあげられる。このためには粘土原料の変更がまず必要である。さらに形状寸法の正確度の向上も重要である。これにより、築炉精度も改善され、目地に起因する目地部溶損や地金付きが相当低減される筈である。

築炉施工の作業管理および使用時の操業管理（特に地金つき防止）の強化が有効なことも明白である。

これらの諸対策により、現状の寿命 5~8 回を 10~15 回に延長することは十分可能である。ただし、レンガ品質の改善については、国産化推進の一環として原料も含めた耐火物メーカー側での相当の努力と工夫が別途要請されよう。

## 2 動力

### 2-1 高炉ガスの運用とホルダー容量

#### 2-1-1 高炉ガス需給バランス

##### (1) 現状

生産が比較的安定している 1976 年 8 月の高炉ガス需給バランスを Table W-3 に示す。No.3 高炉系のガスバランスはとれているが、No.1、2 高炉系では発生ガス量の 40%（全発生量に対しては 16%）が放散されている。この放散量は E L-TABBIN にて消化可能な量であるが、変動量が大きいかを理由に使用されていない。

##### (2) 設備改造後

Demag Plant の改造計画を含めた最終段階での高炉ガス需給バランスを Table W-4 に示すが、この段階においても高炉ガスの需給パターンは現状と変わらず、No.1、2

高炉系からの余剰ガス量は現状より更に増加して $66,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ となる。この余剰ガスをEL-TABBINにて有効活用するために、EL-TABBINとHelwan製鉄所との緊密な関係が必要である。

#### 2-1-2 高炉ガスホルダー容量と保安用高炉ガス量

高炉の突発休風時には危険防止のため直ちにガス切操作が行なわれる。ホルダー容量は a) 最大高炉(No.3, 4高炉、高炉ガス発生量 $166,000\text{Nm}^3/\text{hr}/1$ 基)が1基突発休風したとき、ガス切操作完了までの間の高炉ガス供給不足量を補うに足る容量が必要であり、b) 更に余剰ガスの有効利用を図るため、高炉ガスの需給のアンバランスを調整するための容量が必要である。以下、現有の $30,000\text{Wm}^3\times 1$ ホルダー(有効容量 $30,000\times 0.9=27,000$ )の運用方法を検討する。

Helwan製鉄所における現在のガス切操作所要時間は5～15分とバラついているが、この時間を熱風炉およびT.B.S各2.5分、その他5分に短縮することにより必要保安容量は $15,000\text{Wm}^3$ となる。換言すれば、ホルダーは常時 $15,000\text{Wm}^3$ の高炉ガスを保有し、高炉の突発休風時には、この保有ガス量で高炉ガス供給不足量をまかなえる時間内にガス切操作を完了することが必要である。一方、需給アンバランスの調整容量としては $12,000\text{Wm}^3$ が振りあてられ、余剰ガス量の平滑化のために機能することになる。

ガス切操作時間の短縮にはNo.1～4高炉全体の高炉ガス運用操作手順の検討を前提とするか、その結果によっては高炉ガスホルダーの増設のケースもあり得る。なおNo.2高炉には発生ガス量の計測装置がなく、今後の計測システムの検討のなかで考慮する必要がある。

Table W-3 高炉ガス需給バランス

(1976.8月)

		生産量 (t/m)	平均BFG供給使用 (Nm <sup>3</sup> /hr)		
			計	BFG (No. 1, 2)	BFG (No. 3)
供給					
No. 1, 2 B.F.		16,191	76,000	76,000	
No. 3 B.F.		30,734	116,000		116,000
計		46,925	192,000		
使用					
旧 プラ ント	No. 1, 2 B.F. 用熱風炉		27,000	27,000	
	分塊工場	11,181	8,000	8,000	
	大形工場				
	小形工場	3,251	4,000	4,000	
	石灰工場		3,000	3,000	
	トーマス転炉工場	7,311	4,000	4,000	
	小計		46,000	46,000	
新 プラ ント	No. 3 B.F. 用熱風炉		34,000		34,000
	連続熱延工場	15,195	24,000		24,000
	冷延工場		4,000		4,000
	石灰工場		8,000		8,000
	その他		10,000		10,000
	T.B.S		36,000		36,000
	小計		116,000		116,000
放散			30,000	30,000	
合計			192,000	76,000	116,000

Table W-4 最終段階におけるエネルギーバランス

	生産量 ( $\times 10^3$ t/y)	熱量原単位 ( $\times 10^6$ kcal/t)	ガス熱量 (kcal/Nm <sup>3</sup> )	年間ガス供給量と使用量 $\times 10^9$ kcal			年間 重油使用量 $\times 10^3$ t	稼働時間 (hr/y)	ガス供給量と使用量 $\times 10^6$ kcal/hr			重油使用量 (t/h)	
				計	内 訳				計	内 訳			
					BFG(No.1.2)	BFG(No.3.4)				N.G	BFG(No.1.2)		BFG(No.3.4)
供給													
No.1, 2 B.F.	394	3.1	1,025	1,220	1,220		8,760×0.9	155	155				
No.3, 4 B.F.	1,340	1.86	894	2,494	2,494		8,400	297		297			
天然ガス			9,000	2,398		2,398					425		
重油			10,054				249.4					33.2	
計				6,112	1,220	2,494	2,398	249.4	748	155	297	425	33.2
使用													
No.1, 2 B.F.	394					284			36			36	
No.1, 2 B.F. 用熱風炉			1,025	217	217		8,760×0.9	28	28				
トーマス転炉工場	330												
分塊工場	330	0.3	1,025	50	50		8,760×0.89	6	6			0.6	
大形工場	180	0.4	1,025	22	22		8,760×0.6	4	4			1.0	
小形工場	100	0.5	1,025	15	15		8,760×0.6	3	3			0.7	
厚板工場	75	1.17	1,025	88	88		8,000	11	11				
石灰工場			1,025	48	48		8,000	6	6				
ガスタービン				904		904	8,760×0.8	129			129		
小計				1,628	440	1,472		13.4	223	58		165	2.3
焼結工場 No.1								15					1.9
焼結工場 No.2								48.2					6.1
No.3, 4 B.F.	1,340							116.8					13.9
No.3, 4 B.F. 用熱風炉		0.71	1,170	955	670	285	8,400	114		80	34		
コークス工場及び化成工場	1,616	0.62	1,000	990	490	500	8,760	115		57	58		
その他の			4,390	100		100	8,000	13			13		
転炉用ボイラー	1,200		1,500	150	72	78	8,760	17		8	9		
連熱工場	560	0.7	894	392	392		6,000	67		67			
冷延工場	290	0.3	1,600	57	38	19	6,000	11		5	6		
中形工場	215	0.6	1,600	129	57	72	6,000	21		9	12		
修理工場			4,390	6		6	53.2	3,000	2		2	9.0	
その他の			4,390	1,297	243	1,054			155		29	126	
ターボ・プロアー				718	718			2.8	82		82		
小計				4,794		2,114		236	597		337	260	30.9
EL-TABB IN又は放散				594 ( $=66 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	780	-186			57 ( $=56 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	97	-40 ( $=39 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)		
合計				7,016	1,220 ( $=136 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	2,494 ( $=318 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	3,302	249.4	877	155 ( $=15 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	297 ( $=332 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	425 ( $=472 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr)	33.2 ( $=37.1 \times 10^3$ Nm <sup>3</sup> /hr-N.G)

- 注 (1) No.1, 2 B.F., No.1, 2 B.F. 用熱風炉、分塊工場、ガスタービン、大形工場、小形工場のデータは今回の改造計画にもとづく。他のデータは Helwan 製鉄所提供による。  
(2) T.B.S. の BFG 消化量は  $11,000 \times 4 \times 2 \text{ Nm}^3/\text{hr}$  の BFG バーナーの容量と同一とした。  
(3) Helwan 製鉄所提供データにおける COG はすべて N.G. に置換した。  
(4) 重油は今後すべて N.G. に切り替えられるものとして N.G. 換算値を付した。

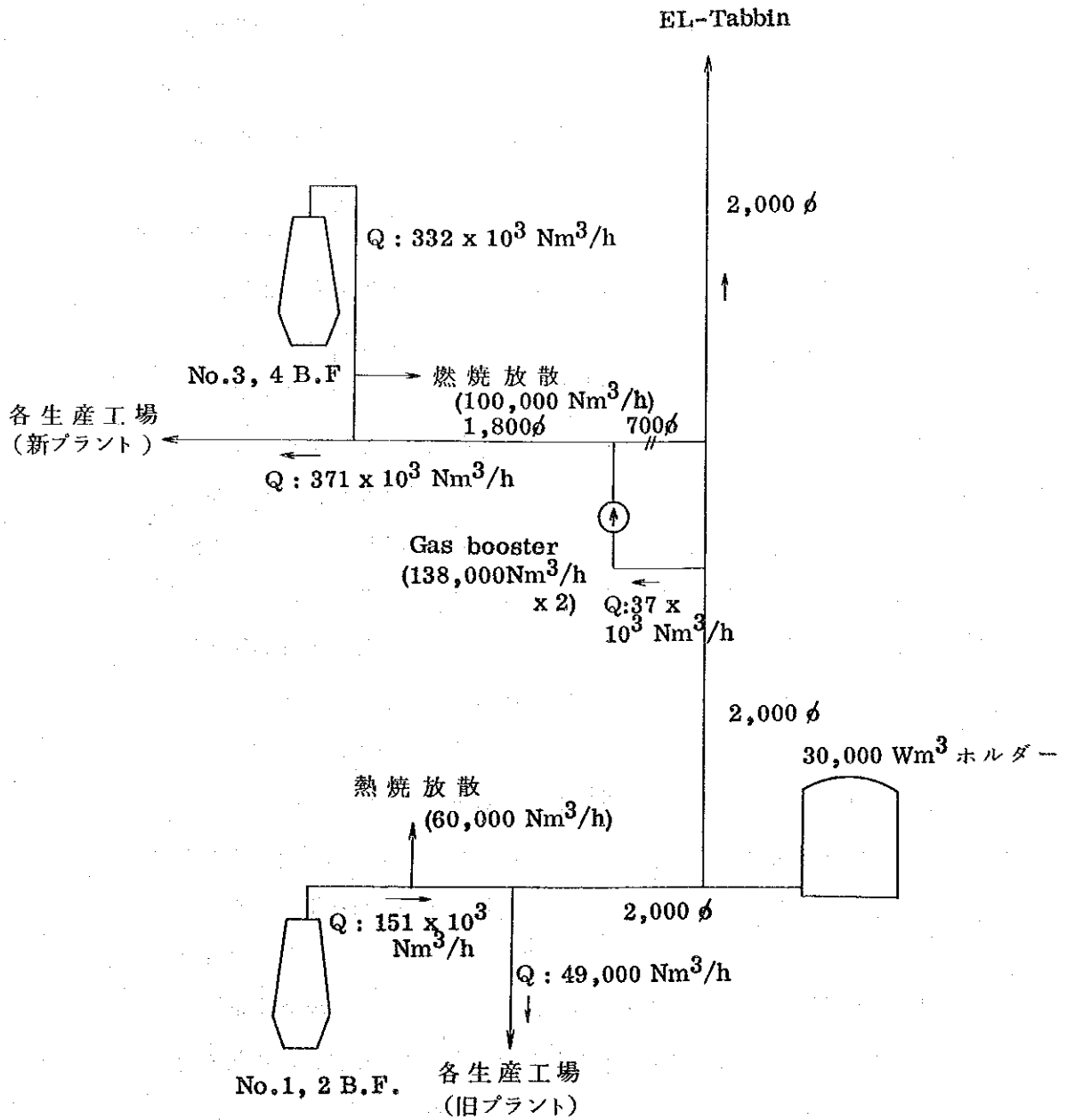


Fig N-2 高炉BFG配管系統図(最終段階)

## 2-2 電源の確保

### 2-2-1 問題点 …… 停電事故

製鉄所内全停電および局所的な停電事故が頻発しており、設備破損や生産阻害を惹起している。

受電停電事故が特に多いことが注目され、全停電継続時間は最長75分にも及ぶことがある。

#### (1) 受電停電

受電停電の主要原因として下記事故が挙げられる。

- a) 受電線が架空線であり、厳しい気象条件のため信頼性が低下している。
- b) 受電変電所が4ヶ所もあり、複雑なネットワークを構成している。このネットワークに対応した保護リレーシステムが不備であり、1ヶ所の停電が連鎖的に波及して全受電変電所の停電に至る場合がある。

なお、この受電変電所は電力会社が管理運用しており、停電防止対策、停電時処置対策を効果的に講ずるに際して不便を生じていることが想像される。

#### (2) 電力設備機器の劣化による停電

電力設備機器の劣化、破損にもとづく停電事故が多い。主なものとして

- 1) ケーブルの劣化が散見され、またケーブルの埋設方法が不相当である。ケーブルは土中深さ800mmに布設されており、その上にレンガを敷いた簡単な構造であるため道路、鉄道の荷重に耐えられず、ケーブルの破損を惹起している例がトーマス転炉工場付近に多く見られる。またケーブル接続部からの水の侵入による事故も多発している。
- 2) 変電所機器は全てオープン構造となっており、塵埃に対し無防備となっている。塵埃付着にもとづく絶縁劣化が停電事故に結びついている。

#### (3) 電気需用設備機器の劣化にもとづく故障

周囲温度の上昇にもとづく電気需用設備機器の劣化故障がかなりある。これらの故障は広範囲の停電事故に拡大する可能性がある。

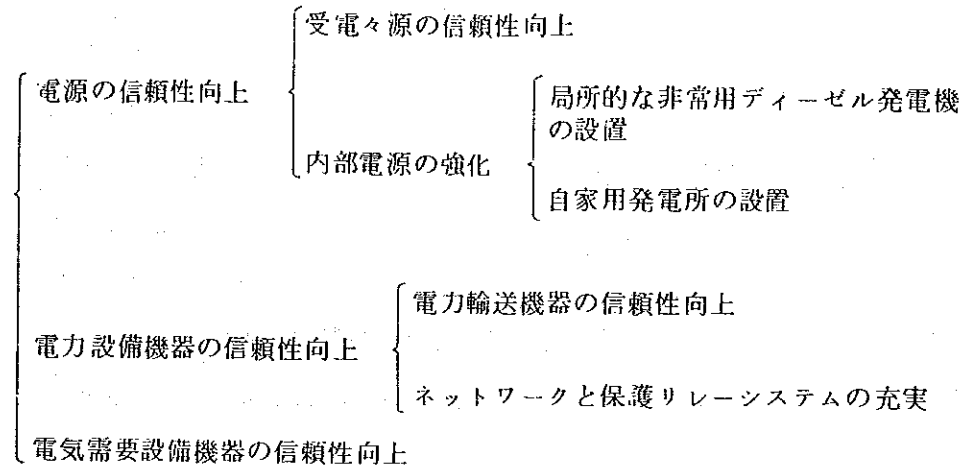
#### (4) 停電時処置対策の不備

- 1) 停電時処置対策として、最少限必要な設備保安用の炉体冷却水確保のための高架水槽を備えている。(一部の炉には、更に非常用ディーゼルポンプを備えている。)しかし、高架水槽の容量を起えた長時間停電が発生しており、また操業保安用電源設備がないことを考えると停電時処置対策が不備といわざるを得ない。

2) 一部の配電用変電所は遠方監視制御の設備なしに無人となっており、停電事故の影響を拡大する要因の一つとなっている。

## 2-2-2 設備上の対策

停電対策は全て設備上の対策である。以下に対策の一覧を示す。



### (1) 電源の信頼性向上

#### 1) 自家用発電所の設置

受電々源の信頼性の向上は第一に考えられねばならないが受電変電所を含めて電源側は電力会社の管轄という事情もあり、早急な信頼性向上は望めない。局所的な非常用ディーゼル発電機の設置は、最小限の設備保安電源の確保だけに限れば建設費は最も少ない。

自家用発電所は、建設費は高いが、電源の信頼性を増し、設備保安電源のみならず、操業保安電源の確保も可能となる。また、エジプト国内の電力事情は新たな電源の増強を必要としており、従って発電所をHelwan 製鉄所内に増強することは一石二鳥の対策となり得る。従って自家用発電所の設置が望ましい。

#### 2) 自家用発電所の方式

運転が容易で、建設費が安く、また建設工期の短いガスタービン発生方式を推奨する。

#### 3) 自家用発電所の規模

設置理由からすると適正な規模は、電力系統規模を考慮しなければならないが、ここでは最小限の必要規模として所要保安電力（設備保安+操業保安）を基準にして算定する。新日鉄の保安電力の大きさから推定すると、保安電力の値を生産

規模に比例するとして、Helwan 製鉄所の生産規模での保安電力の大きさは 20 MW 程度である。ネットワークの構成によって大きく異なるが、保安電力を供給する電源の大きさを保安電力の大きさの 2 倍として 40 MW 程度の発電所規模とする。

4) 自家用発電所設置に際しての留意点

a) 発電機の設置に伴うしゃ断容量増加対策

b) 保安電力が有効に供給されるネットワークの整備が必要であるが、受電変電所の管理運用を含め、a) b) を総合的に検討しておく必要がある。(Fig. IV-3を参照のこと。)

5) 燃料

ガスタービンの燃料は天然ガスとする。

天然ガスバランスはTable IV-4を参照のこと。また配管系統はFig IV-6を参照のこと。

Helwan 製鉄所に隣接して電力会社がガスタービン発電所を設置することになっている。このガスタービン発電所の電源をHelwan 製鉄所の安定電源とするためには信頼性の高い受電ケーブルと受電ネットワークの検討が必要である。

(2) 機器の劣化対策

劣化した機器は、劣化の程度に応じ、工場設備の更新改造時期を考慮して更新を図る必要がある。その際劣化原因となっているケーブル埋設方法の改善(土冠 1200mm、ケーブルは堅ろうなトラフに収納)、塵埃対策(密閉構造の採用)温度上昇対策(レイアウト、換気対策)が必要である。



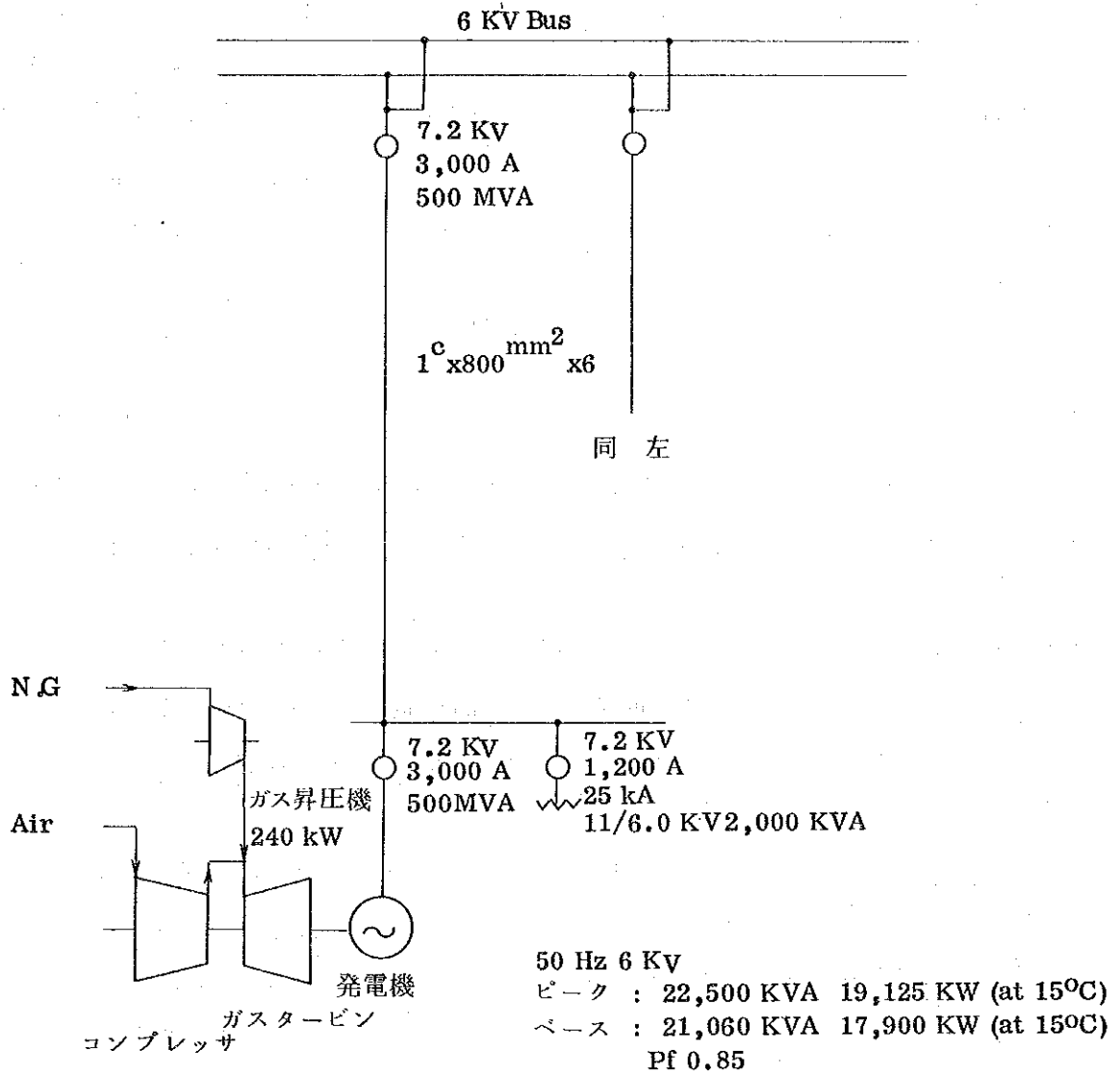


Fig W-3 ガスタービン発電機系統図

### 2-3 天然ガス その他

#### 2-3-1 天然ガス

重油から天然ガスへの燃料転換が計画されているが、天然ガスの停止の可能性を考慮すれば、保安性及び生産性を要求される設備については既設の重油設備を残す配慮が必要である。尚、重油と天然ガスの2重システム設備の実現の可能性については、個々の設備の詳細なエンジニアリングが必要である。

#### 2-3-2 その他

圧縮空気、蒸気については特に問題を見出していない。しかし、Helwan 製鉄所全体計画の中では、今後見直す余地はあろう。

## 2-4 循環水の水質、水温の改善

### 2-4-1 冷却塔の増設

各工場のフル稼働時に於いては、Fig W-4に示す如く循環水必要水量は $5,000\text{ m}^3/\text{hr}$ と計画されている。

この計画値に対して送水ポンプ、配管等の能力はあるが冷却塔の能力が $3,000\text{ m}^3/\text{hr}$ しかなく、給水水温の制御について問題がある。 $2,000\text{ m}^3/\text{hr}$ の冷却塔の増設が必要であろう。

### 2-4-2 油除去装置の設置

主として圧延工場から相当量の循滑油類が流出、循環水に混入する。

循環水に混入した油は一部沈澱池で浮上して油膜を形成し、一部は循環水中に乳濁する。

循環水中に乳濁した油は部分的に本計画で設置予定の汙過器の汙材で吸着され循環水中から除去されるが、通過する油分は水の使用箇所です懸濁物質生物等と共にスライムを形成し、冷却水の熱交換効率を低下させたり、ノズムを閉塞させたりの障害を起す。

又、油は汙過器の汙材の寿命を短める。汙材中に、スライム性マッドボールを形成しやすいからである。

この様な油に起因する障害を防ぐ為に沈澱池で浮上した油はオイルスキミングベルトで吸着除去する。

乳濁した油は、循環水の20%量を凝集剤添加の加圧浮上装置で連続的に処理する事により濃縮を防止出来る。

### 2-4-3 汙過設備の設置

循環水の水質を制御する水処理設備としては自然沈澱池しかないので浮遊物質濃度が高い。Helwan製鉄所から提示された値は $72\text{ ppm}$ の高値である。高炉、製鋼、圧延の各工場の直接冷却、間接冷却を一つの循環系で給水する場合、給水の浮遊物質濃度は $20\text{ ppm}$ 程度であることが好ましい。なぜなら、冷却部分の浮遊物質付着による冷却効率の低下、各種ノズルの閉塞、冷却管閉塞等が予想されるからである。

この様な浮遊物質障害を防止する為に、沈澱池の処理水を更に汙過することが望ましい。

汚過設備の概要を Fig V - 5 に示す。

#### 2 - 4 - 4 高炉ガス洗滌水用の単独戻水場の設置

高炉ガス洗滌設備の排水は、一次沈澱処理した後高炉、製鋼、圧延の各工場に共通の循環水系に混合している。したがって、高炉ガスから水に転移される塩素イオン、カルシウムイオン、亜鉛イオン等が循環水全体の水質を悪化させる結果となっている。高炉ガス洗滌設備そのものは、良質の給水水質を要求しないし、且つ又、低い給水水温を要求しないので Fig V - 5 に示す如き、水処理設備により単独循環水系を構成し得る。

この循環水設備を設置することにより、高炉ガス洗滌設備の  $750m^3/hr$  の受水量は十分の一以下となるので、この余剰水を今回提案されている高炉冷却水の増量に振り向けることが可能となる。

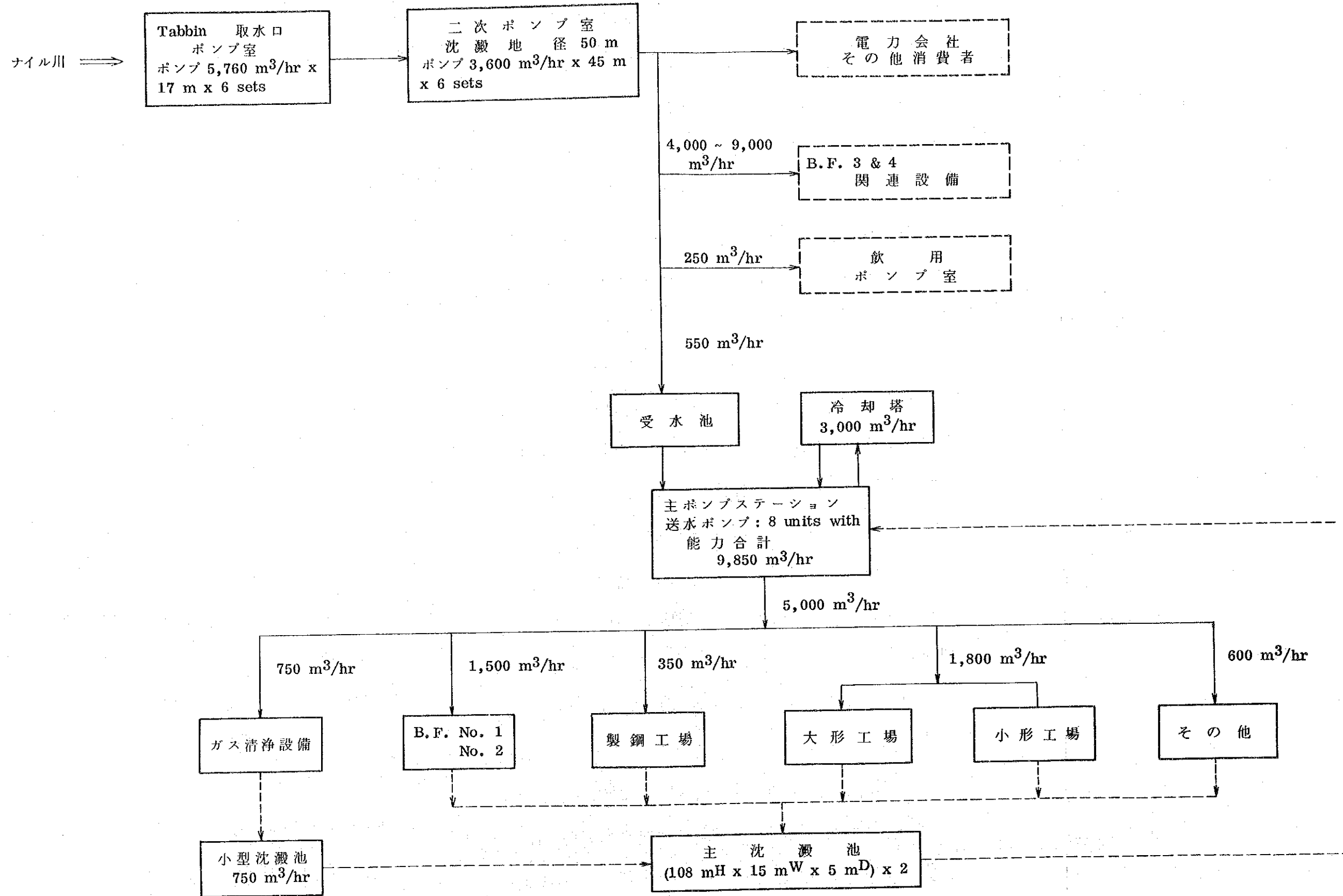
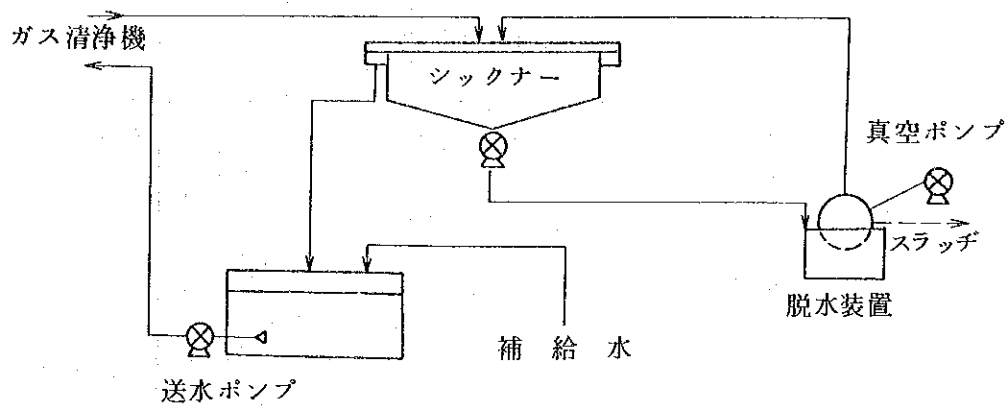


Fig. N-4 給水系統および水バランス



BFG清浄機用水循環装置

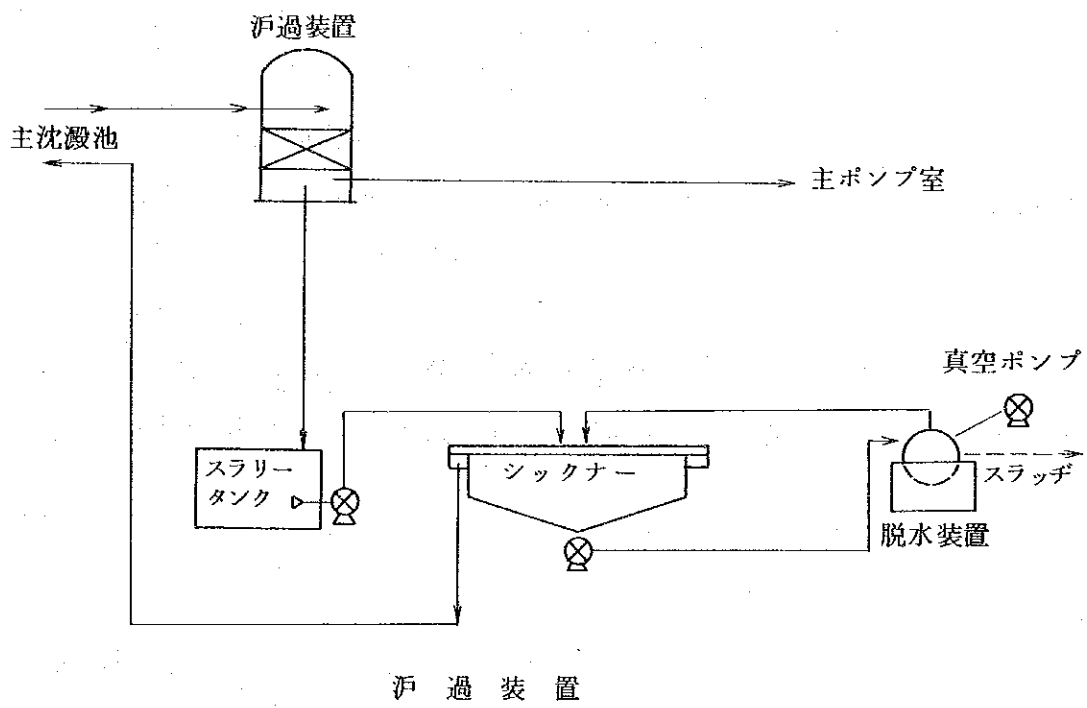


Fig W-5 水処理系統説明図

## 2-5 改造計画に伴う動力設備増強

### 2-5-1 1、2高炉改造関連動力設備増強

前提となる高炉の操業条件は、下記のとおりである。

項 目	
出 鉄 量 (Pmax)	600 t/d
出 鉄 量 (Po)	540 t/d
コ ー ク ス 比	765 Kg/t-pig
オ イ ル 比	—
天 然 ガ ス 比	80 Nm <sup>3</sup> /t-pig
送 風 原 単 位	1,961 Nm <sup>3</sup> /t-pig
酸 素 富 化 率	3 %
漏 風 率	10 %
天 然 ガ ス 量	2,000 Nm <sup>3</sup> /hr × 2
送 風 量	910 Nm <sup>3</sup> /hr × 2
酸 素 量	2,150 Nm <sup>3</sup> /hr × 2

#### (1) 天然ガス供給設備

天然ガスは、G.R.P. 464付近から、6 atgにて取出し、減圧装置を介して高炉に供給する。Fig. W-6を参照のこと。Table. W-4に天然ガスのバランスを示す。

#### (2) 酸素供給設備

酸素は、2 atgにて462酸素工場より圧送し、酸素富化装置を介して高炉に供給される。Table. W-5、Fig. W-7を参照のこと。

Table N-5 酸素需給バランス

		平 常 時			定修(4,200 Nm <sup>3</sup> /hr×1基)時		
		No.1 酸素工場	No.2 酸素工場		No.1 酸素工場	No.2 酸素工場	
設 備	設備容量	Nm <sup>3</sup> /hr 4,200 × 4	Nm <sup>3</sup> /hr 10,000 × 2	Nm <sup>3</sup> /hr 3,500 × 2	Nm <sup>3</sup> /hr 4,200 × 3	Nm <sup>3</sup> /hr 10,000 × 2	Nm <sup>3</sup> /hr 3,500 × 2
	酸素純度	99.5% DRY	95% 30%WET	99.5% DRY	99.5% DRY	95% 30%WET	99.5% DRY
発 生	発生量	Nm <sup>3</sup> /hr 16,800	Nm <sup>3</sup> /hr 20,000	Nm <sup>3</sup> /hr 7,000	Nm <sup>3</sup> /hr 12,600	Nm <sup>3</sup> /hr 20,000	Nm <sup>3</sup> /hr 7,000
使 用	1.2高炉			4,300			4,300
	3.4高炉		18,100			18,100	
	新転炉	8,630			8,630		
	改造転炉	3,000			2,120		880
	その他	1,850			1,850		
	計	Nm <sup>3</sup> /hr 13,480	Nm <sup>3</sup> /hr 18,100	Nm <sup>3</sup> /hr 4,300	Nm <sup>3</sup> /hr 12,600	Nm <sup>3</sup> /hr 18,100	Nm <sup>3</sup> /hr 5,180
余 剩		Nm <sup>3</sup> /hr 3,320	Nm <sup>3</sup> /hr 1,900	Nm <sup>3</sup> /hr 3,600	Nm <sup>3</sup> /hr 0	Nm <sup>3</sup> /hr 1,900	Nm <sup>3</sup> /hr 1,820

備考：(1) データは1.2高炉、改造転炉の使用量を除いて全てD.P.R. Expansion plan による。

- (2) No.1 酸素工場とNo.2 酸素工場とは、定期修理をラップさせない。  
 (3) No.2 酸素工場1基定期修理時は高炉用酸素を制限する。

#### 2-5-2 トーマス工場改造関連動力設備増強

##### (1) 酸素供給設備

前提となる転炉の操業条件は、下記のとおりである。

項 目	
出 鋼 量	36 t/ch
製 出 鋼 歩 留	90%
溶 鉄 比	85%
製 鋼 時 間	40分
吹 錬 時 間(計)	22分
製 鋼 時 間(最短)	40分
酸 素 原 単 位	5.5 Nm <sup>3</sup> /t-steel
1 ヒート 当り 酸素量	2,000 Nm <sup>3</sup>
酸 素 圧 送 量	3,000 Nm <sup>3</sup> /hr
吹 錬 時 酸 素 量	5,400 Nm <sup>3</sup> /hr

№1酸素工場は4基操業とし、酸素圧縮機2,200Nm<sup>3</sup>/hr、34atgを増設して供給する。№1酸素工場1基定修時には№2酸素工場に増設する酸素圧縮機2,200Nm<sup>3</sup>/hr、34atgにより№1酸素工場からの供給不足分を供給することとする。

転炉工場には150Wm<sup>3</sup>×2のホルダーを設置し、転炉工場にはこのホルダーを介して酸素を供給する。

ホルダー容量算定の考え方；

$$\text{ホルダー容量} = \text{酸素圧送量を平滑化するための容量} + \text{停電時対策分容量} \\ (1 \text{ ヒート}) \div 300 = 150 \times 2$$

Table. N-5、Fig. -7を参照のこと。

## (2) 変電所設備

現在のトーマス工場サブステーションの電力機器は塵埃に対して、オープン構造であり、かつトーマス工場サブステーションは特に塵埃の多い場所に位置している。従って、トーマス工場の改造に関連して、トーマス工場サブステーションの位置を変え、電力機器を屋外形密閉構造のものに更新する。また、電源ケーブルは劣化が著しいので、併せて更新する。

また、M.S.D.S-1にてトーマス工場サブステーションを遠方監視制御するものとしている。

更新後の変電所規模、結線方式、フィーダー数は現状のものと同じとする。Fig. N-8を参照のこと。



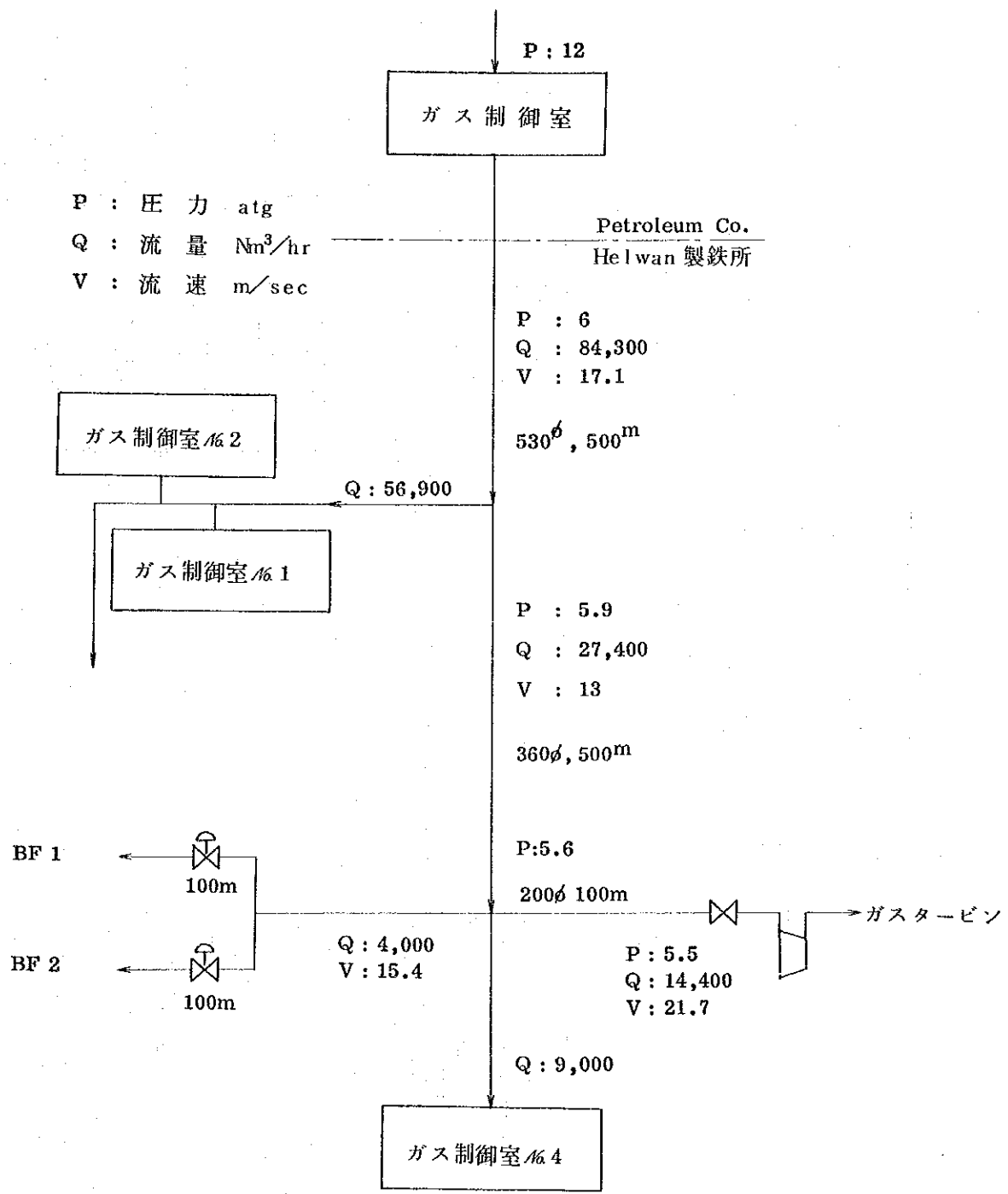


Fig IV - 6 天然ガス配管系統図

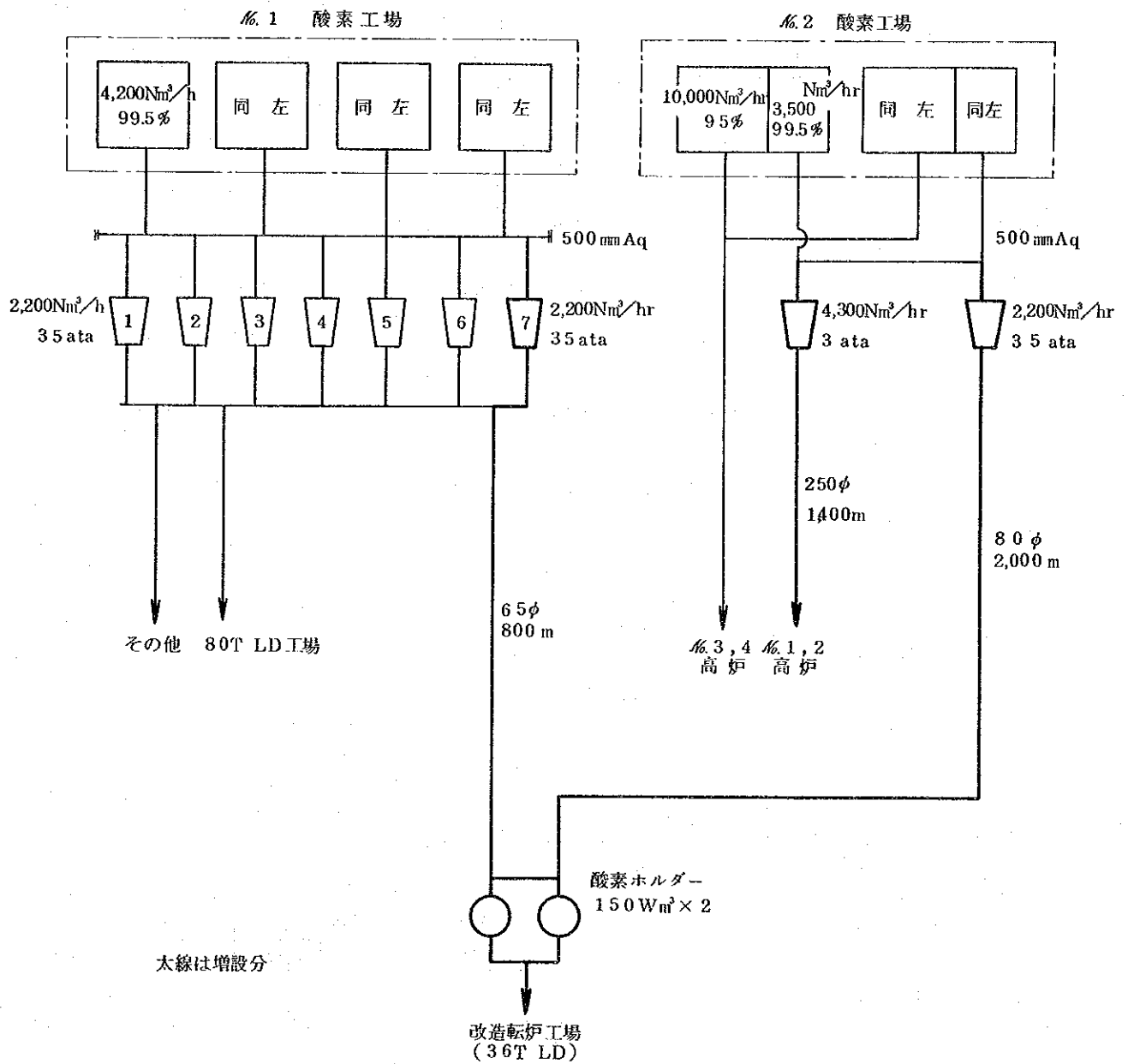


Fig. N-7 酸素系統図

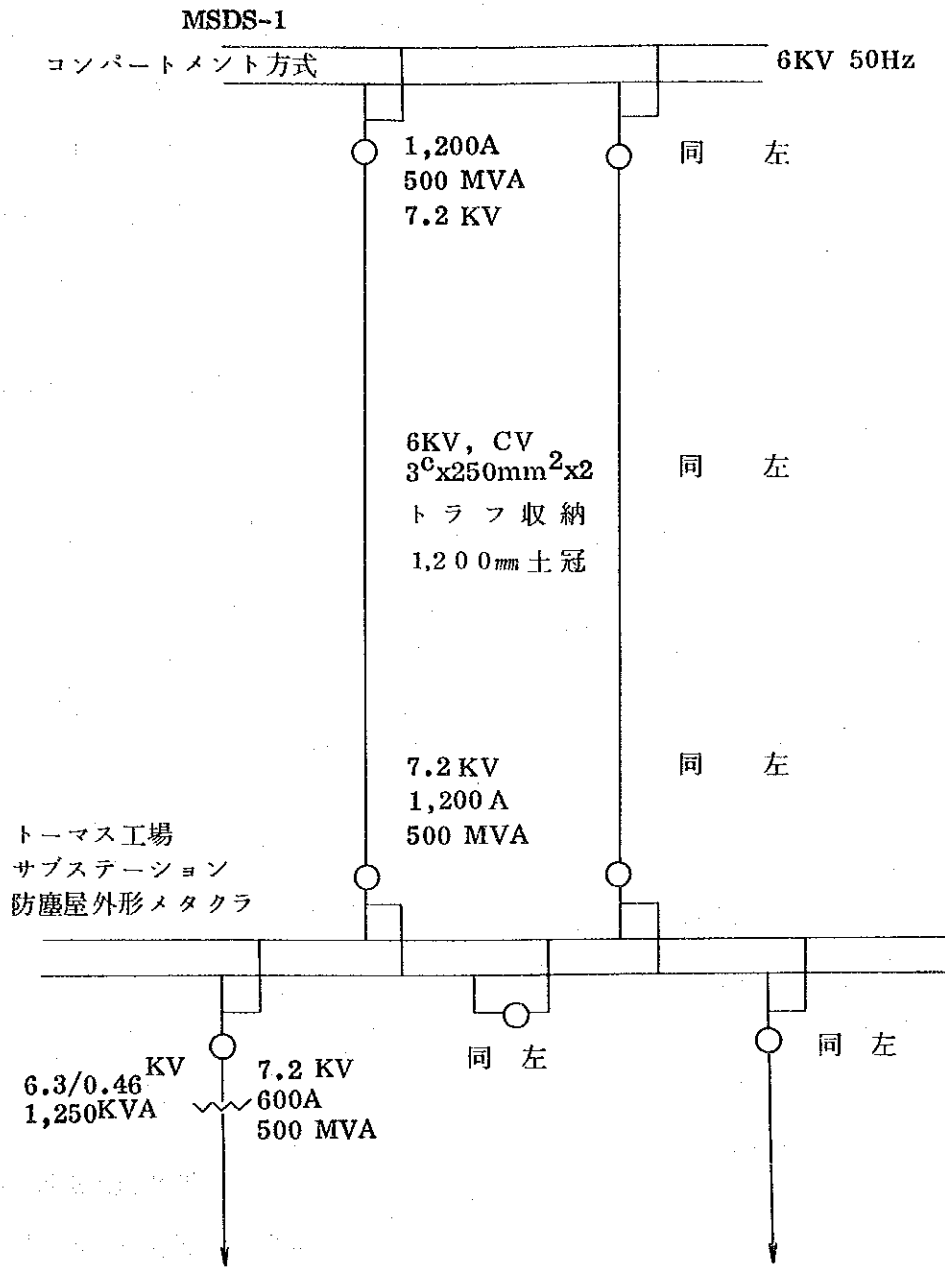


Fig V - 8 転炉サブ電力系統図

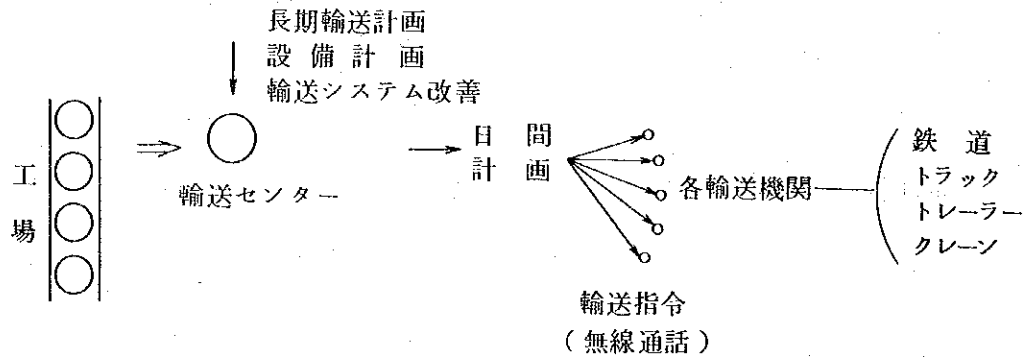
### 3. 輸 送

輸送管理に関して、日本の例として、新日鉄の実例を参考のために示す。

(1) 整備率 =  $1 - \frac{\text{修理台数}}{\text{保有台数}}$

機 関 車	0.85
溶銑鍋台車	0.7
ノロ台車	0.8
一般貨車	0.9

(2) 輸送の作業管理の系統図



(3) 輸送倍率

$$\text{輸送倍率} = \frac{\text{輸送屯数}}{\text{粗鋼生産屯数}}$$

新日鉄八幡製鉄所	: 9.4
新日鉄釜石製鉄所	: 7.5
新日鉄室蘭製鉄所	: 7.5
新日鉄大分製鉄所	: 5.3
新日鉄君津製鉄所	: 5.1

輸送倍率が小さい製鉄所が輸送効率が高く合理的レイアウトといえる。Helwan 製鉄所とレイアウト的に似ている新日鉄八幡製鉄所の場合は八幡～戸畑地域を結ぶ連絡鉄道が介在するために倍率が高い。新日鉄の大分、君津の例では新鋭設備で立地条件及びレイアウトが合理的であることを示している。旧式の既存製鉄所では通常7～8である。