

(5) 焼 鈍 炉

① 工 程 の 概 要

冷間圧延された鋼帯は、結晶組織は伸ばされつぶされて硬化し、そのままではいかなる成形加工もほとんど不可能に近い。従って成形加工するために、このような結晶組織を再結晶させ、粒子の成長を適度に調整して所要の延性を回復させることがこの焼鈍工程の目的である。

軟鋼板の焼鈍は、光輝焼鈍と称され、還元性雰囲気のもとでA₁変態点程度まで加熱し、ついでこの温度で数時間の均熱を行い冷却する。

本計画では、バッチ式タイトコイル焼鈍としているが、将来、製造品種の拡大に伴い他の焼鈍設備が検討導入されることになるが、冷延工場の稼働はまづこの方式の焼鈍で始めることになる。この方式が最も広範囲な品種に対し最適な方式で、これ以外の方式はいずれも非常に限定された品種に対するものであり、本計画の目的に対しては合致しない。

タイトコイル焼鈍においては、その加熱・均熱時間を充分にとることが出来ることによる結晶粒の成長および特定結晶方位の増加、ゆっくりした冷却過程による均熱時に多量に固溶した炭素・窒素の充分な析出があり、この結果きわめて良好な材質となる。

しかし、コイルがタイトに巻かれているために生ずる欠点、すなわちコイルの内部への熱伝達が遅く、生産能率は低いことコイルを多段に積層するため生ずるコイル間の温度差が生じることであるが、本計画においてはコイルの中が狭く上記の問題はあまり甚しくはないと予想された。

② 各設備仕様の概要

主要な設備仕様は別表に示すが、以下にその概要を解説する。

a. 設備公称能力

冷延工場全体の能力と同じ40,000トン/年とした、バッチ式タイトコイル焼鈍炉は単一の炉の能力は、小さいため容易に増設が可能であるため、生産量の拡大に伴い順次増設していくことが投資効率上有利となる。

焼鈍炉の設備能力は、焼鈍する品種によって非常に大きく変動する例えば、一般の冷延鋼板と深絞り用の冷延鋼板とは2.5倍～3倍の差があ

り、前述のごとく生產品種の動向により順次増設をしていく計画が必要となる。

従って、本計画においては、一般の冷延鋼板（JIS SPCC又はSPCD相当）の品種のみとして計画している。

能力検討は下記の通りとした。

・加熱時間

昇熱時間：20時間＋均熱時間：8時間 合計28時間

・冷却時間

45時間

・平均積込コイル重量

$$\begin{aligned} & 0.9 \text{トン} / \text{ホットコイル} \times 2 \text{コイル} / \text{コールドコイル} \times 8 \text{段} \\ & = 14.4 \text{ t} / \text{チャージ} \end{aligned}$$

・ベル能率

$$\frac{14.4}{28} = 0.51 \text{ t} / \text{h}$$

・ベース能率

$$\frac{14.4}{28 + 45} = 0.20 \text{ t} / \text{h}$$

・必要ベル数

$$\text{必要ベル時間} = \frac{40,000 \text{ t} / \text{年}}{0.51 \text{ t} / \text{h}} = 78,430 \text{ hr} / \text{年}$$

$$\text{必要ベル数} = \frac{78,430}{24 \times 365 \times 0.81} = 10.5 \text{ ベル} \cdots \cdots 11 \text{ ベル}$$

・必要ベース数

$$\frac{\text{ベース時間}}{\text{ベル時間}} = \frac{28 + 45 + 5}{28} = 2.79 \cdots \cdots \text{ベルベース比}$$

$$\text{必要ベース数} = 11 \times 2.79 = 30.7 \text{ ベース} \cdots \cdots 31 \text{ ベース}$$

b. ベル

燃料はコークス炉ガスとしノズルミックス式トンネル型バーナーよりHigh-Low 制御にて炉温制御を行う。

c. ベース

最大積載重量20トンとしコイル積込は、コイルとコイルの間には対流板(スパーサー)をはさんで行い、コイルへの熱伝導にする。従って、対流板は各ベース当り5~7枚必要となる。対流板は厚鋼板の溶接構造で製作する。

雰囲気ガスは、ベースファン(シロッコ型)にて循環することによりインナーカバーからの熱量を対流板を経由しているコイルに伝達される。

d. インナーカバー

素材はJIS SUS304(オーステナイト系ステンレス)で、溶接構造で作られた円筒形カバーで筒面はフラットとしている。コルゲート状のものは熱伝達面積が大きくなり、能率は向上するがフラットと異り補修ができない等、コストとは高くなるため本計画ではコルゲートインナーカバーは採用しなかった。

e. 雰囲気ガス発生装置

NH_3 分解ガスを高純度(99.999%)窒素にて希釈したガス(H_2 ガス7~10%)が光輝焼鈍には必要である。この方式を採用したのは構造機構が単純で、安定性が最も良好であるからで焼鈍工程における最も重要な品質管理項目としての雰囲気ガス管理の安定化を狙った。

設 備 名		設 備 仕 様
焼 鈍 炉		
型 式		シングルスタッフタイトコイル焼鈍炉
基 数	ベル(焼鈍炉)	11
	ベース	31
公称能力	t/年	40,000
処理材料	コイル内径	mm 500
	コイル外径	mm 1,500
	コイル重量	t 3.6
	積込高さ	mm 2,000
	積込重量	t/ベース 最大20
ベ ル (焼 鈍 炉)		
燃 料		コークス炉ガス 4,200kcal/Nm ³
バーナー型式		ノズルミックス式トンネル型
燃焼制御方式		Hi-Low
ベ ー ス		
循環ファン		シロッコ型
流 量	nm ³ /min	100
インナーカバー		
型 式		フ ラ ッ ト
シール方式		セラミックブランケット(カオウル)
コイル運搬設備		アップエンドコイルトング
雰囲気ガス発生装置		HNガス(NH ₃ 分解ガス+N ₂ ガス)

(6) 調 質 圧 延 機

① 工 程 の 概 要

冷間圧延後焼鈍された帯鋼は引続き調質圧延される。この調質圧延の目的はおもに次の3つである。

- (i) 腰折れの発生を防止し必要な機械的性質を与える
- (ii) 帯鋼の形状を改善し平坦にする
- (iii) 用途に適した表面粗さらけに仕上げる

このため圧下率0.5～4%程度の軽い冷間圧延を加える。この作業を調

質圧延（テンパーまたはスキンパス）という。冷間圧延との違いのひとつは、圧下率が低いので圧延の際、帯鋼やロールに圧延潤滑油や冷却水を噴射することがない点である。しかし、防錆性の向上と品質の改善をはかるため、冷延鋼板の調質圧延の場合には圧延液として水溶性および油溶性の防錆剤を用いることが多い。それに対して、錫鍍金（ブリキ）用の冷延鋼板の調質圧延では圧延液を使わない、いわゆるドライスキンパスで行うのが普通である。

② 調質圧延機の選択

冷間圧延の項で説明したように、冷間圧延と調質圧延と兼用の 6 Hi コンビネーション冷間圧延機を導入する計画としており、この調質圧延工程も同一の圧延機で行うことになる。

調質圧延機としての 6 Hi 圧延機は、理想的な圧延機でその形状制御能力を最大限に活用して、良好な品質の冷延鋼板が製造できる圧延機で近年新設される調質圧延機は殆んどこの 6 Hi 圧延機である。

③ 各設備仕様の概要

設備仕様は冷間圧延の項に記した通りで以下に概説する。

a. 設備能力

冷間圧延の項で、冷間圧延と調質圧延をまとめて記述したが調質圧延は、冷間圧延と異り一パス圧延である。そのため、冷間圧延に比して 2.5 倍の処理能力があるとして検討されており、冷間圧延と同様に設備能力として 60,000 トン／年としている。

現実的には調質圧延は形状検査の結果、不合格となったものの再調質圧延を実施することがあり、若干能力低下するがその量も数％であり要処理量 40,000 トン／年から考えて余裕がある。

b. 圧延機

調質圧延作業では、冷間圧延の場合に用いる圧下率にかわって、通常伸び率で管理されている。伸び率の定義および伸び率と圧下率の関係は次の式で示す通りである。

ル)、切板(コイルの長さ方向を剪断しシート状にしたもの)に大別される。

本計画においては広巾コイルと切板をいずれも製造可能な兼用ラインとして、シャーリコイリングラインとスリットコイル及び広巾コイルのいずれも製造可能なスリッターとの2つのラインで構成されている。

② 各設備仕様の概要

主要設備の仕様は別表に示すが、以下にその概要を解説する。

a. 精整設備の公称能力

冷延鋼板の製品で、最も生産量の変動の大きいものは切板製品である。そのため、シャーラインは広巾コイル用のリコイリングラインとコンビネーションラインとし15,000トン/年の能力とした。

またスリットコイルも切板と同様に変動するため10,000トン/年の能力とした。しかし、このスリッターは広巾コイルのリコイリングラインとしても利用できるために、スリットコイルの注文のみで余力のあるときは、リコイリングラインとして利用できる。

その他広巾コイルについては、一つは調質圧延(スキンパスミル)を最終工程として出荷できるもの(トリミングの必要のないもの、表面検査を厳重にする必要のないもの)もあり、上記の精整設備で処理する以外はスキンパスで製品とし直接出荷となる。

また、スリッターについては美しい表面の冷延鋼板を素材とした溶接鋼管のためのスリッターとして利用されることがある。

b. シャーリコイリングライン

シャーラインとリコイリングラインとのコンビネーションラインとしラインの前半はリコイリングラインが設置され、ベイオフリール、トリミング、塗油装置、テンションリールで構成されている。

切板を製造するときは、テンションリールを使わずトリミング後、直接シャーに鋼帯が供給され剪断されパイラーに切板は積載される。シャーはアップカットシャーとしてメジャリングロール(測長機)を用いたDDSにて剪断する。この剪断精度は非常に高く且つ設備費が安価である。

c. スリッター

本スリッターはスリットコイルの製造が主体で最小巾50mmとしたが、
需要寸法が不明であるので実行の段階で再検討することが必要である。

d. 厚み計

本計画ではγ線厚み計としているが、非常に高価なもので製造品種に
よっては、フライングマイクロメーターで精度が充分とも考えられたが、
冷間圧延の品種改善のために少なくとも一基は当工場に必要である。一
基のみとしたとき設置する設備は、シャーリコイリングコンビネーショ
ンラインが適切であると考えられる。

設 備 名		設 備 仕 様
シャー・リコイリング		
型 式		シャー／リコイリングコンビネーション
公 称 能 力	t/年	15,000
ラ イン 速 度	mpm	50
処 理 材 料		
厚	mm	0.2～2.3
幅	mm	183～353
コ イ ル 内 径	mm	500
コ イ ル 外 径	mm	1,550
コ イ ル 重 量	t	3.6
巻 戻 装 置		ベイオフリール
取 切 設 備		
型 式		スクリー調整片持式サイドトリマー
刃 物 外 径×内径×厚	mm	300×160×20
材 質		JIS SKD-12相当
巻 取 装 置		
型 式		テンションリール
コ イ ル 内 径	mm	500
コ イ ル 外 径	mm	600～1,550
コ イ ル 重 量	t	3.6
塗 油 装 置		
型 式		塗油ロール
形 状 矯 正 機		ローラ・レベラー

設 備 名		設 備 仕 様
シ ャ ー		
型 式		アップカットシャー
剪断長さ制御		メジャリングロール(DDS)
公称剪断精度	mm	±1.0
リジェクトバイラー		
台 数		1
プライムバイラー		
幅	mm	183~353
長	mm	3000
高 さ	mm	300
台 数		1
塗油装置		
型 式		塗油ロール
厚み計		γ線厚み計
計数装置		光電管式
スリッター		
型 式		テンション式
公称能力	t/年	10,000
ライン速度	mpm	100
処理材料		
厚	mm	0.2~2.3
幅 入 側	mm	183~353
出 側	mm	50~353
コイル内径 入 側	mm	500
出 側	mm	500
コイル外径 入 側	mm	600~1,550
出 側	mm	600~1,550
コイル重量 入 側	t	3.6
出 側	t	3.6
巻戻装置		ベイオフリール

設 備 名		設 備 仕 様
スリッター		
型 式		ドライブカット
刃 物 外径×内径×厚	mm	240×130×15
材 質		JIS SKD-12相当
トリム屑処理		スクラップボラー
塗油装置		塗油ロール
巻取装置		
型 式		テンションリール
厚 み 計		γ線厚み計

(8) コイル搬送設備及び保管設備

コイルの冷延工場の搬送設備及び保管設備は製品の品質と密接に関係している。そのため冷延工場の計画の中で重要な位置を占めている。

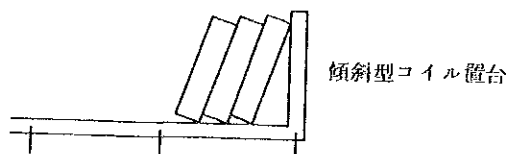
① コイルの形状

コイルの形状は、巾183～350×外径600～1,550としているが、コイルがダウンエンド状態で安定して、且つ輸送上安全なコイル巾と外径の比率は1：4が最大であると言われている。しかし、コイルが狭い場合には水平な床の施行技術上の問題もあり、前記比率1：3が最大であろう。

従って、当冷延工場でダウンエンド状態での単独のコイルでの輸送は非常に危険であると言える。

② ホットコイルの保管

熱延工場では数コイル単位の梱包で搬入される。それをそのままの状態
で保管し、酸洗ラインへの装入前に梱包を解き傾斜させた状態に置くこと
ができるコイル置台に置く。(傾斜型コイル置台)



③ 各ラインの入側ベイオフリールへの装入と出側テンションリールからの搬入

各ラインのベイオフリールにコイルを装入したり、テンションリールからコイルを抜取、搬出したりするときに最も転倒の危険がある。このために、入側コイルカーにガイド板、出側コイルカーにもガイド板を設備するなど転倒防止の措置が必要である。

④ 焼鈍工場への搬入、搬出と焼鈍工場内の搬送

焼鈍工場への搬入・搬出は、アップエンダーが必要となる。これは焼鈍工場内ではアップエンド状態で搬送するために、コイルを倒して搬入し、搬出するときダウンエンド状態に起こすための設備である。

3-5-6 溶接管工場

(1) 製管法の概念

鋼管の製造法は需要の増大と多様化、工業技術の進歩に伴って各種の方法が発明され改良が加えられながら現在にいたっている。

鋼管はその製造法により継目無鋼管と溶接鋼管に大別される。

ここでは上流工程である500mm熱間圧延機より供給されるホットコイルを素材とするため溶接鋼管を製造する。

溶接鋼管製造法には各種の方法があるが、生産性及び品質の点で小径サイズ(6~7"以下)に最も適した造管方法は高周波誘導加熱方式である。この方式で製造される電縫鋼管は、溶接部の品質が著しく改善・向上され、ボイラーおよび油井管分野への用途が急速に拡大してきており生産量も急増している。

表3-5-16に鋼管の規格とその製造方法を示す。

電縫鋼管(Electric Resistance Weld pipe = ERW)は、

- 鋼板の冷間成形により製管されるので、外径・肉厚の寸法精度が高く、表面もなめらかである。
- t/D (肉厚/外径)比の小さい薄肉管から t/D 比の大きい厚肉管まで製造が可能である。
- 長尺管の製造が容易である。……等の特徴がある。

小径電縫鋼管製造工程の一例を図3-5-60に示す。

表3-5-16 鋼管の規格とその製造方法

	製品名	主な規格とその製造方法												主な用途
		規格	S	E	B	A	規格	S	E	B	A			
配管	配管用炭素鋼鋼管	JIS G3452[SGP]		○	○		ASTM A120	○	○	○				使用圧力の比較的低い蒸気、水、油、ガス、空気などの配管
	圧力配管用炭素鋼鋼管	JIS G3454[STPG]	○	○			ASTM A135		○			○		350℃程度以下で使用する圧力配管
	高圧配管用炭素鋼鋼管	JIS G3455[STS]	○											350℃程度以下で使用圧力が高い配管
	高温配管用炭素鋼鋼管	JIS G3456[STPT]	○	○			ASTM A106	○						主として350℃をこえる温度の配管
	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	JIS G3457[STPY]				○	ASTM A134 A139 A211							使用圧力の比較的低い蒸気、水、油、ガス、空気などの配管
	配管用合金鋼鋼管	JIS G3458[STPA]	○				ASTM A335 ASTM A405	○						主として高温の配管
	低温配管用鋼管	JIS G3460[STPL]	○	○			ASTM A533	○	○					氷点下のとくに低い温度で使用する配管
	水道用亜鉛めつき鋼管	JIS G3442[SGPW]			○	○								静水頭100m以下の水道で主として給水に用いる配管
	水道用塗覆装鋼管	JIS G3443[STPW]	○	○	○	○								静水頭100m以下の水道用
	水道用塗覆装鋼管の異形管	JIS G3451[STPW]	○	○	○	○								静水頭100m以下の水道用
	ラインパイプ						API 5L	○	○	○	○			油、ガスなどの輸送用ラインパイプ
	ハイテストラインパイプ						API 5LX	○	○			○		油、ガスなどの輸送用高圧ラインパイプ
	スパイラル溶接ラインパイプ						API 5LS					○		油、ガスなどの輸送用スパイラル溶接ラインパイプ
	硬質塩ビライニング鋼管													上下水道の配管、各種工場の薬液・廃液の配管
	プラスチックライニング鋼管	JIS G3469[P]												水、ガス、油および各種化学工業用配管、電力通信ケーブル保護管
水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管													上下水道の配管	
アスファルト塗覆装鋼管													上下水道の配管	
ボイラ・熱伝達用	ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	JIS G3461[STB]	○	○			ASTM A178 ASTM A179 ASTM A192 ASTM A210 ASTM A214 ASTM A226		○					ボイラの水管、煙管、過熱管、空気予熱管および化学工業、石油工業の熱交換器、コンデンサ管、触媒管など
	ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管	JIS G3462[STBA]	○	○			ASTM A209 ASTM A213		○					
	低温熱交換器用鋼管	JIS G3464[STBL]	○	○			ASTM A534	○	○					氷点下のとくに低い温度での熱交換器管、コンデンサ管など
	加熱炉用鋼管	JIS G3467	○				ASTM A161 ASTM A200	○						石油精製工業、石油化学工業などの加熱炉においてプロセス流体を加熱するための鋼管
油井用						API 5A	○	○						油井用ケーシング、チュービングおよびドリルパイプ
						API 5AC	○							酸性油田などの腐食環境に使用されるケーシング、チュービング
						API 5AX	○							高張力油井用ケーシング、チュービング、ドリルパイプ
構造用	一般構造用炭素鋼鋼管	JIS G3444[STK]	○	○	○	○	ASTM A500 ASTM A501	○	○					土木、建築、鉄塔、足場、くい、支柱その他の構造物
	機械構造用炭素鋼鋼管	JIS G3445[STKM]	○	○	○		ASTM A512 ASTM A513				○			機械、航空機、自動車、自転車、家具、器具その他機械部品
	構造用合金鋼鋼管	JIS G3441[STKS]	○	○		○	ASTM A519	○						航空機、自動車その他構造物
	鋼管く	JIS A5525				○	ASTM A252	○	○			○		土木工事での基礎など
	鋼管矢板	JIS A5528				○								土木工事での止水など
	材料管			○										冷けん用、エルボ加工用原管
	構造用耐候性鋼管				○	○								特に耐候性、溶接性を必要とする構造用
	耐海水性鋼管マリーナ				○	○								特に耐海水性を必要とする杭など
	高圧ガス容器用継目無鋼管	JIS G3429[STH]	○											高圧ガス容器の製造に用いる管
	試す用継目無鋼管	JIS G3465[STM]	○											試す用ケーシングチューブ、コアチューブボーリングロッド

備考： 製造方法 S……継目無鋼管、 E……電綫鋼管、 B……鍛接鋼管、 A……アーク溶接鋼（スパイラル鋼管、板巻大径鋼管、UOE鋼管）

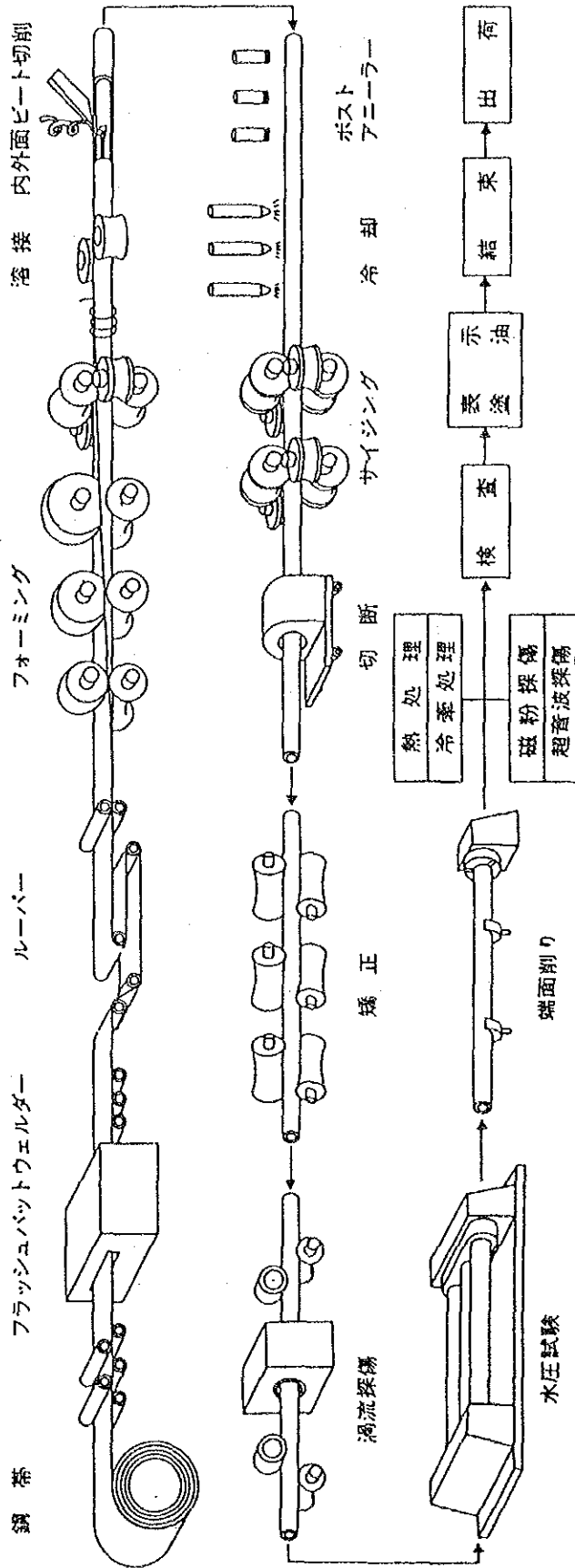


図 3-5-60 小径電鍍銅管製造工程図

(2) ERW最新製造技術の概説

電縫鋼管製造設備で小径サイズ(21.3φ~168.3φ)は図3-5-61に示すインダクション方式、中径サイズ(177.8φ≤)は図3-5-62に示すサーマツール方式が採用されている。

高周波誘導加熱の特徴は、導体中の高周波電流が導体表面に集中する表皮効果と、V形状の両エッジ部の電流がほぼ平行で逆方向のため、高周波電流がもつ近接効果によって、電流はエッジ端面に集中する。

特に小径用の誘導方式ではオープンパイプの外面に誘起された電流の一部は内面を還流して無効電流となる。このためインピーダと称する磁性酸化物(フェライトコア)を中に挿入し、内面側のインピーダンスを高めることによって無効電流を減らしている。

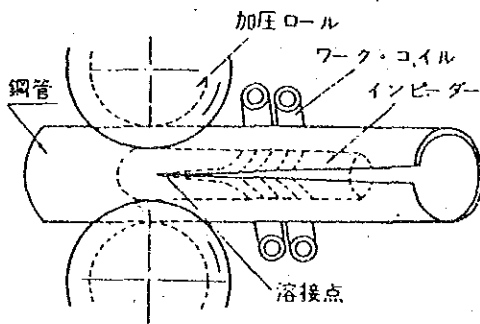


図3-5-61 インダクションウェルド法

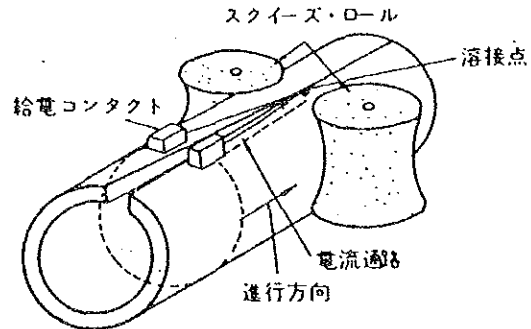


図3-5-62 サーマツール法

ERW製造技術は素材~検査部門にわたる全体的な技術向上に伴って向上してきている。

① 製鋼部門

- a. 炉外製錬法の開発によって、P.S含有量を低減し介在物を減少させた。低C.P.S化は鋼材の靱性及び耐食性が向上する。
- b. Nb, V, Tr, B等々の微量元素の添加と鋼中のNやOの含有量制御により、鋼管の諸性質の向上が計られた。
- c. 連続鋳造法の採用により、材質の均一化及びコスト低減が計られた。

② 圧 延 部 門

- a. 鋼板製造においては制御圧延、制御冷却の採用によって、組織の細粒化による性能の向上が計られた。

③ 造 管 部 門

- a. 自動入熱制御技術の開発

ERW管の溶接部品質を安定に作り込むためには溶接入熱は溶接速度変化、肉厚変化、成形時の寸法変化等に対し、自動的に入熱制御され計装化することが最も重要であった。この技術が開発され実用化されたことによって溶接部の品質は著しく向上した。

図3-5-63に溶接現象の3つのタイプを示す。

この自動入熱制御技術は図3-5-63の溶接現象第2種を常に保つことを目的に開発された。図3-5-64に自動制御装置の構成の一例を示す。

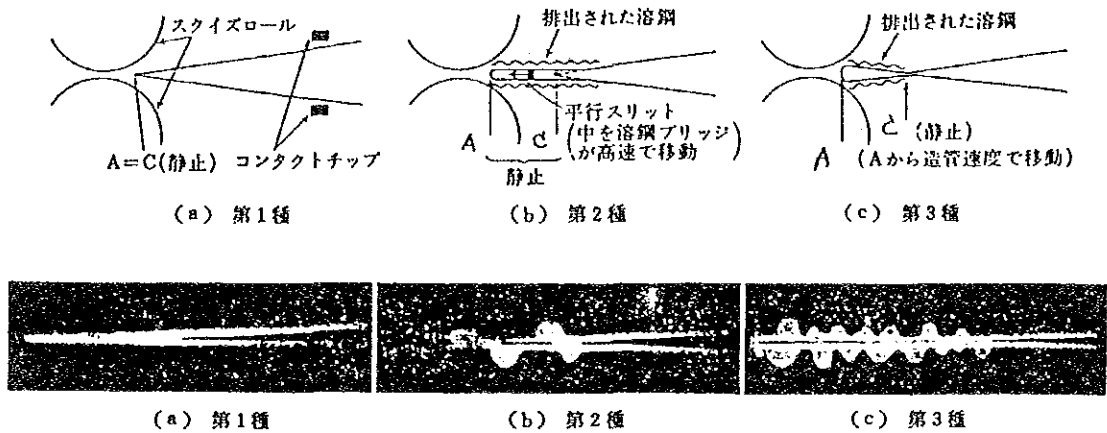


図3-5-63 高周波溶接における3種類の現象の例

図3-5-63のAは実際の接触点、CはV形状の幾何学的な収束点を示す。

第1種の場合にはCold Weldやpenetratorの発生原因になりやすく、連続的に一定量のビードを排出する第2種状態を得ることが大切である。

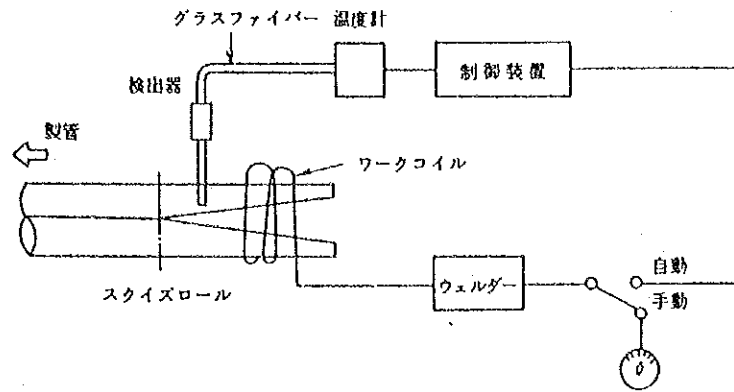


図 3 - 5 - 6 4 自動制御装置の構成

溶接部の温度を検出し、温度を一定に保つため入力を制御するようにしている。

b. ガスシールド溶接技術の開発

溶接部に Ar などの不活性ガスを吹きつけ、酸化物の生成を抑え溶接部の介在物発生を防止する。

c. 内面ビード切削技術の向上

図 3 - 5 - 6 5 に内外面ビード切削状況を示す。小径厚肉品において内面ビードを切削することは非常に難しく、非常に高度な技術を要する。

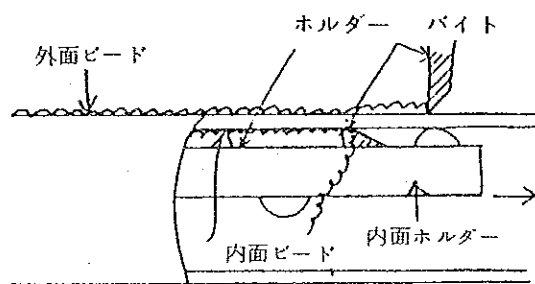
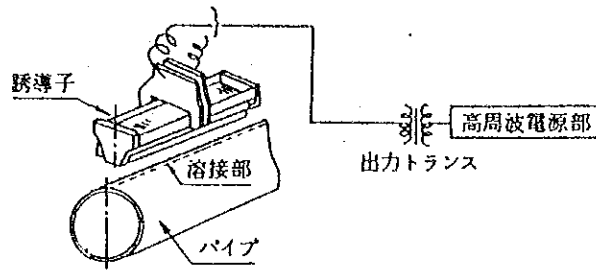


図 3 - 5 - 6 5 ビード切削機

d. オンライン熱処理技術の開発

ポストアニーラーを採用することによりオンラインで溶接部の組織が改善される。図3-5-66にポストアニーラ誘導子構造概略を示す。

ソームアニーラーの熱源としては、短時間での昇熱及びパイプ内外面の温度差を小さくするために、高周波誘導加熱方式を採用する。



ポストアニーラ構成概略及び使用法

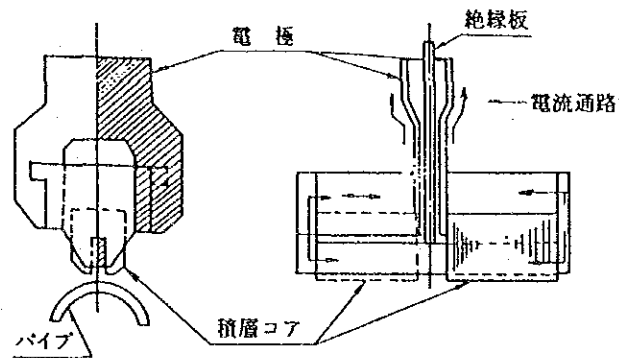
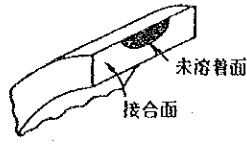

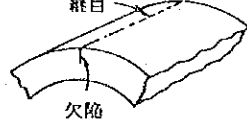
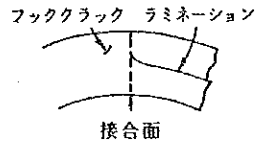
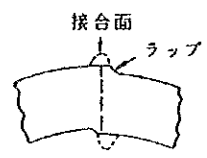


図3-5-66 ポストアニーラ誘導子構造概略

④ 検査部門

a. 特に非破壊検査技術が向上し、表3-5-17に示される高周波ERWの主なきずを発見・検出するための装置が開発され使用されている。

表3-5-17 高周波ERWの主なきず

名 称	形	態
コールドウェルド		<ol style="list-style-type: none"> 1. ほぼ全面が未溶着 2. 部分的だが長い未溶着 (外面側、内面側、肉厚内部) 3. 短い未溶着 (貫通状のもの、部分的なもの)
ベネトレータ		<ol style="list-style-type: none"> 1. 接合面に米粒状、虫食い状の微小な酸化物が残存
溶け落ち		<ol style="list-style-type: none"> 1. 接合面上に局部的な溶融、穴あきが散在
フッククラック ラミネーション		<ol style="list-style-type: none"> 1. メタルフローに沿った小さな割れ (フッククラック) 2. メタルフローに沿った大きな割れ (ラミネーション)
ラップビード不良		<ol style="list-style-type: none"> 1. 溶接部の段付(ラップ、左図) 2. ビードの切削跡が滑らかでない (ビード不良)

非破壊検査法としては、渦流探傷(EC)および超音波探傷(UST)が、それぞれの用途に応じて採用されている。

(3) 本計画の設備概要

高周波誘導加熱方式は表皮効果及び近接効果により電流が接合部に集中するため、溶接性が良く、低合金鋼、ステンレス鋼の溶接も可能である。但し

将来高級品である低合金鋼、ステンレス鋼等を造管するときには、酸化物の生成を抑えるためガスシールド溶接が好ましく、将来追加することが可能になった計画としている。

ここで、これから記述する設備は基本的には、現状の上流工程の500mm熱間圧延機的能力に基づき、次の製品を稼動当初製造することで仕様を決定した。将来熱間圧延機の改造後に高級品製造可能に補強できる設備仕様としている。

主 要 仕 様

造管寸法	外径	21.7φ～114.3φ
	厚さ	2.0 ～ 6.0mm
	長さ	4,500～6,000mm
製品種類	配管用炭素鋼鋼管	SGP
	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG42
	一般構造用	＃ STK50、41
	機械構造用	＃ STKM12A

この工場にはメッキ設備、ネジ切設備も設置し、水道用亜鉛メッキ鋼管SGPWの製造も可能としている。

また、シームアニーラーを設置しラインパイプAPI5L、油井用API5Aが製造可能な設備にしている。さらにサイジング後部にタークスヘッドを増設することにより、一般構造用角形鋼管STKRの製造も可能になっている。

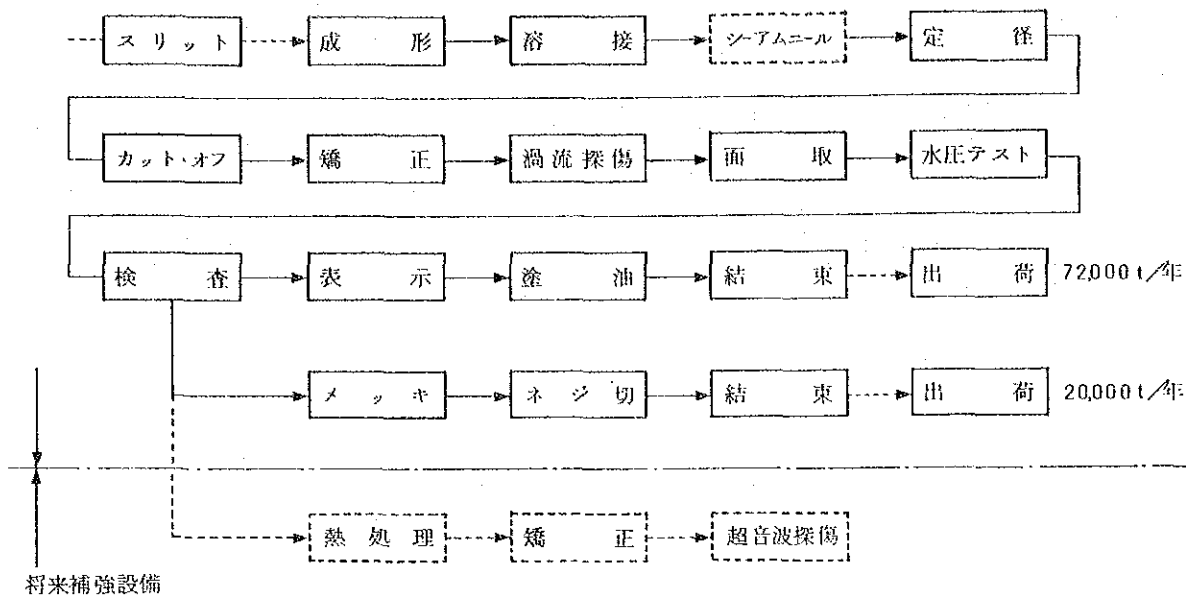
① 工 程 の 概 要

ERW 管は素材供給～成形～溶接～内外面ビード除去(但し、小径厚肉品は困難なものもある。)～熱処理(高炭素、合金鋼主体、)～定形～カットオフ～矯正～EC～面取～水圧～検査～表示～結束の順で製造される。

なお、メッキ及びネジ切もできる。

表3-5-18に工程フローを示す。

表3-5-18 工程フロー



② ミル仕様の概要

溶接品質に最も大きく影響を与えるのは、成形溶接、内外面ビード切削、シームアノール、定径工程である。いわゆるミル本体が最も大切である。従って、ミルの主要設備の概要を解説する。なお、主要設備の仕様は別紙に示してある。

a. 設備公称能力

Product mixを想定し、能力検討した結果を表8-2-19に示す。表3-5-19で⑦の合計は造管機の設備能力を示す。⑧欄はアニーラーを使用した場合の能力である。⑨は単重最大2,000kgのときのコイル長さを示している。⑩はコイルの長さにより、連続運転するためのライン速度と生産性を示す。⑪は⑩の条件でアニーラーを使用した場合の生産性である。

年間稼働時間

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{暦日} \quad \text{週休} \quad \text{祝日} \quad \text{回/月} \quad \text{H/回} \quad \text{月} \\ 365 - 52 - 10 - \frac{10 \times 6 \times 12}{24} \end{array} \right\} 24 = 6,408 \text{ Hr/年}$$

生産能力

アニールしない場合

i) 設備能力 : 135,225 Ton/年

ii) コイル長さにより制約された場合 : 120,000 "

アニールした場合

i) 設備能力 : 110,400 Ton/年

ii) コイル長さにより制約された場合 : 108,100 "

但し、稼働率 85%

造管歩止 92%

検査歩止 97%

b. ライン速度

92,000 t/年の製品を1基のミル(造管機)で生産するために30~90 m/minで造管できるように設計した。

また、溶接を連続に行なうため、先行コイル後端と後行コイル先端を接続する間、供給するための貯込装置は基礎工事費の節約の点から GUILD TYPE の Spiral Looper を採用した。

Spiral Looper の仕様

コイル巾	65~360 mm
厚	2.0~6.0 mm
貯込コイル長さ	300 m
供給速度	コイル厚 速度
	2.0 --- 240 m/min
	4.0 --- 160 "
	6.0 --- 80 "

尚、先行コイルと後行コイルの中継溶接所要時間は2.5分/回で考えている。従って貯込コイル長さは300mとした。

表3-5-19 Product mix と能力検討

① 外径 ϕ	② 肉厚 mm	③ 単重 kg/m	④ ラインスピード m/min	⑤ 生産性 A t/H	⑥ 生産比率 B %	⑦ A X B	⑧ 7 時の m/min と A X B	⑨ Coil 長 m	⑩ 連続運転するたための m/min と A X B	⑪ 同左条件 P = 1 時の t/H	備考
21.7	2.0	0.972	75	4.374	0.3	0.01312	0.01321	387	0.01312	0.01312	内面とード有
	2.8	1.31	75	5.895	1.2	0.07074	0.07074	287	0.07074	0.07074	"
27.2	2.0	1.24	70	5.208	0.3	0.01562	0.01562	382	0.01562	0.01562	
	2.8	1.68	75	7.560	1.2	0.09072	0.09072	282	0.09072	0.09072	
34.0	2.5	1.80	70	7.560	0.4	0.03024	0.03024	329	0.03024	0.03024	
	3.2	2.43	75	10.935	1.6	0.17496	0.17496	247	0.17496	0.17496	
42.7	2.3	2.29	70	9.618	1.0	0.09618	0.09618	324	0.09618	0.09618	
	3.5	3.38	75	15.210	4.0	0.6084	0.6084	220	0.5920	0.5920	
48.6	2.3	2.63	70	11.046	1.0	0.11046	0.11046	322	0.11046	0.11046	
	3.5	3.89	75	17.505	4.0	0.7002	0.7002	217	0.67219	0.67219	
60.5	2.3	3.30	55	10.890	3.0	0.3267	0.3267	319	0.3267	0.3267	
	3.2	4.52	62	16.814	6.0	1.00884	1.00884	233	1.00884	1.00884	
	3.8	5.31	70	22.302	6.0	1.33612	1.33612	198	1.26165	0.80287	
76.3	2.8	5.08	50	15.240	4.0	0.6096	0.6096	262	0.6096	0.6096	
	4.2	7.47	60	26.892	8.0	2.15136	2.15136	178	2.1155	2.1155	
	5.2	9.12	65	35.568	8.0	2.84544	2.84544	146	2.10124	2.10124	
89.1	2.8	5.96	45	16.092	5.0	0.80496	0.80496	260	0.80496	0.80496	
	4.2	8.79	60	31.644	10.0	3.1644	3.1644	176	3.05892	3.05892	
	5.5	11.3	55	37.290	10.0	3.729	3.729	137	3.0510	2.2374	
101.6	3.2	7.76	45	20.952	2.5	0.5238	0.5238	228	0.5238	0.5238	
	4.2	10.1	60	36.360	5.0	1.818	1.818	175	1.7574	1.7574	
	5.7	13.5	55	44.550	5.0	2.275	2.275	131	1.7415	1.7415	
114.3	3.2	8.77	40	21.048	2.5	0.5262	0.5262	228	0.5262	0.5262	
	4.5	12.2	60	43.920	5.0	2.196	2.196	163	1.9764	1.9764	
	6.0	16.0	55	52.800	5.0	2.64	2.64	125	1.9680	1.584	
Total										222.4 t/H	
										2.271 t/H	
										2.470 t/H	

c. 成形装置

成形法には図3-5-67に示すように基本3方式がある。

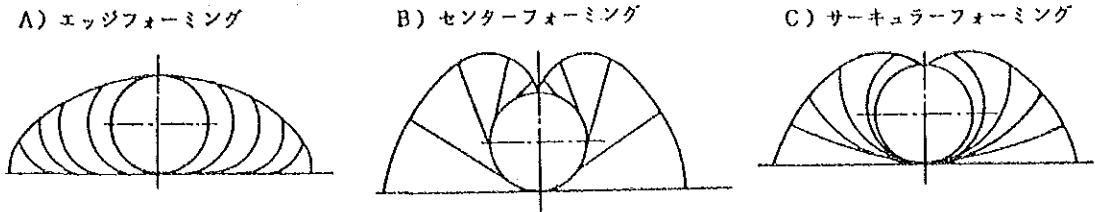


図3-5-67 ロール成形の基本3方式

この成形工程は更に区分して、粗成形、中間成形、仕上成形の3段階に分けられる。

一般に小径ERWミルは全工程をロールフォーミングで成形する。小径ミルの粗成形は水平ロールによるコイル中央部にかけての成形、中間成形では水平サイドロールによる交互成形あるいはサイドクラスターロールによるコイル中央部の成形、仕上成形は上下、水平ロールとサイドロールによる交互成形がされる。一般に仕上成形はフィンパスロールによる曲げと絞り成形が同時に行なわれ、溶接の安定化のための開先形状の適正化、振れ防止、エッジバックリング防止等を計る。

型式	I 期		II 期		III 期
A	水平ロール, サイドロール交互 		水平ロール, サイドロール交互 		水平ロール, サイドロール交互
B	水平ロールクラスター 		水平ロール, サイドロール交互 		水平ロール, クラスター
C	水平ロールクラスター 		サイドロールクラスター 		
D	I 期 水平ロール クラスター 	II 期 水平ロール サイドロール交互 	III 期 サイドロール クラスター 	IV 期 水平ロール クラスター 	
成形区分	帯鋼エッジ部の成形領域		帯鋼中心部の成形領域		レデュースングの領域

図3-5-68 フォーミング・スタンド配列の諸方式

ロールスタンド配列も良好な溶接を得るための形状を確保する上で非常に重要であり、図3-5-68の諸方式がある。

本計画においては最新式の図3-5-68のD形式を採用している。但し1期のブレークダウンロールは3段を2段にしている。D形式は薄肉管～厚肉管まで広範囲にわたって成形性に優れている。

d. 溶接装置

高周波誘導加熱方式を採用し、容量は400kwにした。

溶接速度は30～90 m/minである。

またスクイズロールの前後にはシームガイドロールおよびアライニングロールを配置し、溶接点のズレを防ぐようにしている。

e. シームアニーラー

非アニール時の60%の生産性を確保するため容量は800kw（400kw×2基）とした。方式は高周波誘導法である。

アニールしたあと徐冷するため、水冷ゾーンに入るまでの空冷ゾーンを30m設けている。

f. サイジング（定径）

定径と真直ぐにするため、サイドロール6段、ドライブロール5段、タークスヘッド2段、計13段にした。尚、一般構造用角形鋼STKR製造用のタークスヘッド増設可能なLay outスペースにしてある。

g. カットオフマシン

角形鋼管の切断することを前提にして、メタルソーによるエアアシリンダースイング方式を採用している。またNC制御を採用し切断精度も高めている。

③ 鋼管製造設備の簡単な機能解説

a. エントリー設備

(a) コイルカー

スリットされたコイル（スケルプ）は入側天井クレーンでコイルカーに供給される。

(b) アンコイラー

アンコイラーはスケルプを巻き戻す装置で、ドラム状のマンドレルガイ

ドから成っている。

(c) コイルオープナー

ドラムに挿入されたスケルブを巻き戻し、コイル先端を案内するものであってローラーとストリッパーからなっている。

(d) ピンチローラー&レベラー

アンコイルードラムより送入されるストリップ先端部を通板しやすいように平板にするものである。

(e) シャー&ウェルダ

コイル先及び後端を切断して、ラップを防ぎ溶接しやすい形状にし、先行スケルブと後行スケルブを溶接し、連続運転を可能にしている。

(f) ルーバ

ウェルダで中継を行なっている間、ミル停止を防ぎ連続運転を行なうために、接続する間に造管するだけのスケルブ量を貯える装置である。

b. 造管設備

今回考えている造管設備の外形図を図3-5-69に示す。

(a) フォーミング

平板のスケルブは10数組のロールを通る間に円形に成形(フォーミング)され、次第に管状に仕上げられる。

(b) 溶接機

高周波電流の流れる電気コイルを、オープンシーム鋼管を通すと、電磁誘導の法則による誘導電流が管内に流れるようになり、その電流が高周波電流の特徴である近接効果で端面が集中的に加熱されるので、スグイズロールが加圧して圧着する。

(c) 内外面ビード切削

加熱された軟かくなった材料を圧着するため、押し出された溶融層は溶接部の内外部にビードと呼ばれる肉盛りとなる。従って溶接直後に内外面ともバイトで切削する。

(内面ビード切削は非常に難かしく、パイプ外径21.7φについてはビード除去は行なわないようにしている。)

ラインスピード MIN 30M/min - MAX 90M/min
 丸径 MIN 21.2mm - MAX 119.3mm
 板厚 MIN 2mm - MAX 6mm
 巻径 MIN 4500mm - MAX 6000mm

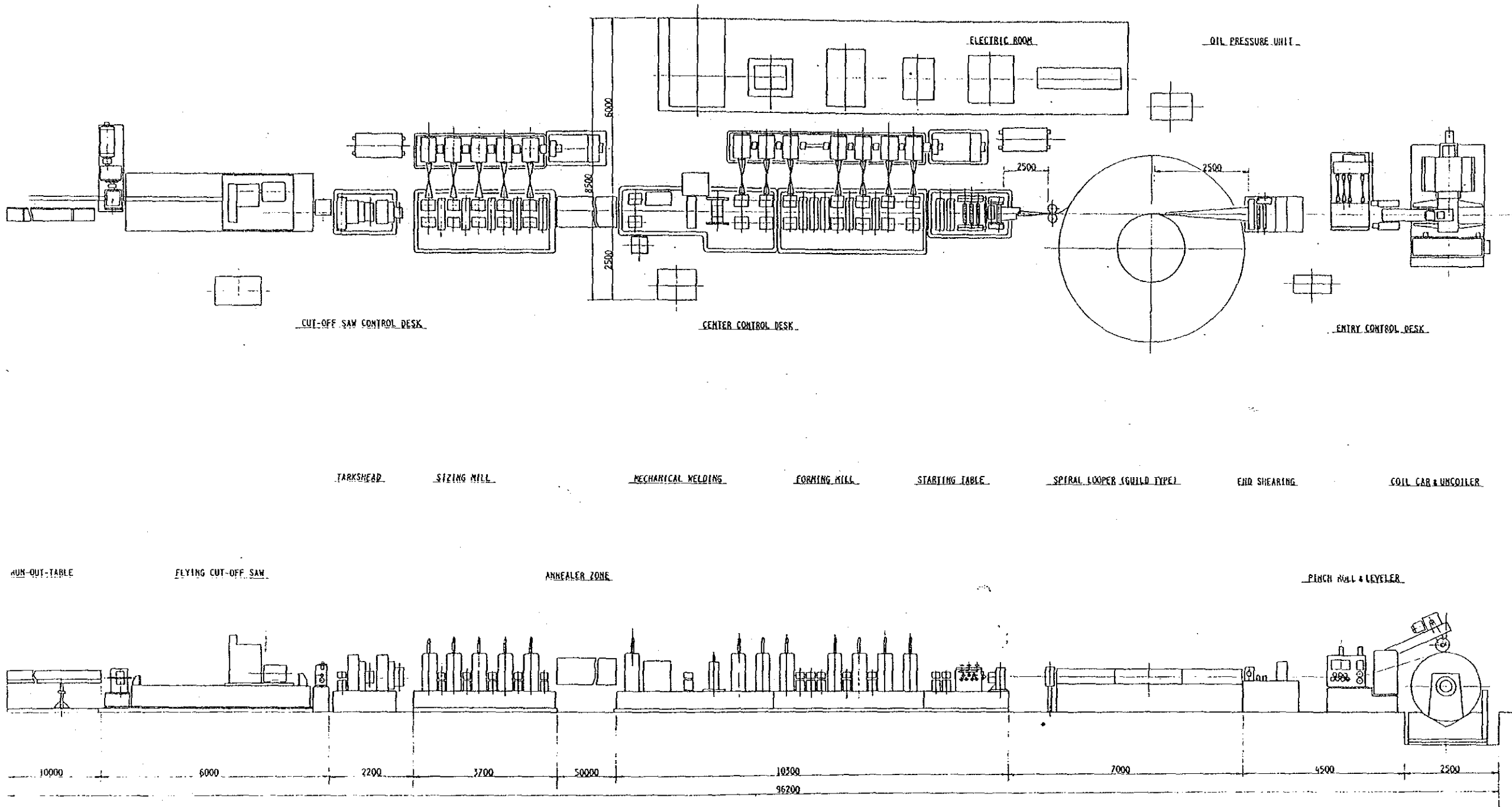


図 3 - 5 - 6 9 FOR REFERENCE

(d) シームアニーラー

1,400～1,500℃に加熱された溶接部の温度は、副射と伝導により急速に降下する。従ってC%の比較的高い材質においては、溶接部が硬化して靱性を劣化させることがあるため、溶接直後の製管工程中にシームアニーラーを設け、溶接部を適当な温度で焼鈍することによって硬度分布を均一にし、組織的にも母材と大差ないものに改善する。シームアニーラーの運転は管種によって決められる。

(e) 冷 却 帯

高温の溶接部はサイジング前に冷却する。冷却ゾーンは空冷部・水冷部に分けられ、シームアニール対象品は空冷部を長くとる。水冷部の冷却水には防錆のためソリブル油を混入している。

(f) サ イ ジ ン グ (定 形)

ミルにて造管されたパイプに2%程度のリダクションを与えることによって定形、真円度をだすもので、サイジング後端のタークスヘッドは真直度をだすために設置されている。

(g) カットオフマシーン

本装置はデジタンDCサーボ機構で切断走行台車を駆動することにより、切断寸法精度の向上、切断長の設定変更をライン運転中ワンタッチで可能とし、歩止り稼働率の大幅向上と合わせてラインの省力化をもたらす。

(h) ランナウトコンベアー

カットオフにて切断されたパイプを搬送し、矯正機入側に蹴り込むものである。

(i) エアーブロー

矯正機入側スキッドに設置され、パイプ内面のビードをふきとばすと同時にパイプ内をきれいにするものである。

c. 精整及び検査設備

(a) 矯 正 機

切断されたパイプの曲りを直して真直にするものである。

(b) 渦流 (E C) 探傷機

パイプの溶接部を非破壊探傷機で検査する方法の一つである。

(c) 面 取

切断されたままのパイプの端面には切断時のバリが残っており、この不都合を除去し、管端をきれいな面に仕上げる。

(d) 水 圧 試 験 機

パイプの内に水を充満し所定の圧力をかけ、溶接部の不具合を調べる。

(e) 外観形状寸法検査

パイプの寸法 (外径、厚さ、長さ) 形状 (曲り、内面ビード高さ、窪み、連面形状等) や地面形状等や表面キズ、重量等の品質を検査する。

d. 付 帯 設 備

(a) 印 字 機

パイプの外面に社標、規格、寸法、製造年月、ロット_№等を規定された通り自動的に連続して表示する。

(b) 塗 油 機

パイプはそのままでは錆が出てくるので外面に防錆油を塗布する。コンベア上を搬送しながら塗油機で噴霧状にした防錆油を塗る。

(c) 結 束

パイプの結束は品物の輸送・保管などに当って取扱いを容易にするため行なわれる。

④ メッキ設備概要

メッキはパイプの耐食性を向上させるために行なわれるもので、工程としては、脱脂酸洗、フラックス処理、メッキ、水冷、検査の順で行なわれる。

メッキされたパイプは後に矯正され、ネジ切工程が追加される。

⑤ ネジ切機概要

パイプ管端部に所定のネジが切られ、検査されたのち印字され製品となる。

設 備 名		仕 様
鋼管製造設備		
材 料		
材 質		熱間又は冷間圧延帯
板 厚	mm	2.0～6.0
板 幅	mm	65～360
コイル内径	φ	610
コイル外径	φ	max 1,600
コイル重量	kg	max 5,000
製造パイプ寸法		
外 径	mm	21.7～114.3
肉 厚	mm	2.0～6.0
長 さ	mm	4,500～6,000
ラインスピード	m/min	30～90
コイルカー		
移動スピード	m/min	max 5
操 作		油圧シリンダー及油圧電磁弁
アンコイラー		
タ イ プ		片持駆動型
駆 動 方 法	m/min	15 モーター 2.2 kw 1/10ギヤードモーター
ブ レ ー キ		空圧電磁弁
コイルオープナー		
タ イ プ		テンションローラーブルアウトタイプ
テンションローラー	m/min	15 モーター 2.2 kw
操 作		油圧シリンダー及油圧電磁弁
ピンチローラ&レベラー		
ピンチローラ		
ロ ー ラ		180φmm×360mm(L)
操 作		油圧シリンダー及油圧電磁弁

設備名		仕様
サイジング 構成		SS+SD+SS+SD+SS+SD+SS+ SD+SS+SD+TH+TH+SS { SS サイジングサイドロール } { SD サイジングドライブ # } { TH タークスヘッド # }
カットオフマシード 切断機構		メタルソーによるエアシリンダースイニング式
切断精度		± 1.5 mm
走行速度	m/min	30～90
走行装置		NC制御によるラックピニオン駆動
切断能力	cut/min	MAX 20
ランナウトテーブル タイプ		駆動コンベアタイプ
モーター		コンベア 3.7 kw 蹴出装置 5.5 kw

3-5-7 冷間成形工場

500mm熱間圧延機より供給されるホットコイルを素材として、冷間成形機を用いて、軽量形鋼およびデッキプレートを製造する。

(1) 主要仕様

製品寸法(参考)

リップ溝形	150H×75A×25C	4.5 t	} 1基
溝形	150H×75A×75B	4.5 t	
山形	150A×150B	6.0 t	
デッキプレート	材料寸法	2.0 t×300mm巾 1.2 t×300mm巾	} 1基

生産能力

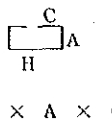
製品ベースで

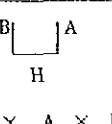
軽量形鋼	37,000 t/年
デッキプレート	28,000 t/年

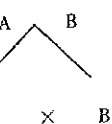
設備能力

Product mix を想定した能力検討結果を表 3-5-20 及び表 3-5-21 に示す。

表 3-5-20 第1冷間成形の能力検討

リップ溝形 50%		単重 kg/m	ラインスピード m/min	生産性 t/h	生産比率 %
4.5	150 75 25	11.3	40	27.1	10
3.2	" " "	8.27	"	19.8	10
4.5	100 50 50	7.43	"	17.8	10
3.2	" " "	5.50	"	13.2	20
2.3	" " "	4.06	"	9.7	20
2.3	75 45 15	3.25	"	7.8	20
2.3	60 30 10	2.25	"	5.4	10
平均 t/h =13.15 t/h					

溝形 25%		単重 kg/m	ラインスピード m/min	生産性 t/h	生産比率 %
4.5	150 75 75	10.1	40	24.2	20
4.5	150 50 50	8.31	"	19.9	50
3.2	" " "	6.02	"	14.4	20
3.2	200 50 50	7.27	"	17.4	10
平均 t/h =19.41 t/h					

山形 25%		単重 kg/m	ラインスピード m/min	生産性 t/h	生産比率 %
6.0	150 150	13.8	40	33.1	10
4.5	" "	10.3	"	24.7	10
3.2	100 100	4.9	"	11.7	50
3.2	50 50	2.39	"	5.7	20
2.3	" "	1.76	"	4.2	10
$\bar{x}=13.19 t/h$					

$$\text{年間稼働時間} = \left\{ 365 - 52 - 10 - \frac{16 \text{回/月} \times 12 \text{H/回} \times 12 \text{月}}{24} \right\} \times 24 = 4,968 \text{Hr/年}$$

$$\text{生産能力} : 4,968 \text{Hr} \times (13.15 \times 0.5 + 19.41 \times 0.25 + 13.19 \times 0.25) \times 0.85 \times 0.95$$

$$= 59,000 \text{ t/年}$$

(2) 製造設備概要

① エントリー設備

a. コイルカー

スリットされたコイル（スケルプ）は入側天井クレーンでコイルカーに供給される。

b. アンコイラー

アンコイラーはスケルプを巻き戻す装置でドラム状のマンドレルとガイドから成っている。

② 成形機

平板のスケルプは10数組のロールを通る間に所定の形状に成形され仕上げられる。

③ カットオフマシン

本装置はデジタルDCサーボ機構で切断走行台車を駆動することにより、切断寸法精の向上、切断長の設定変更をライン運転中ワンタッチ可能とし、歩止り、稼働率の大幅向上と合わせてラインの省力化をもたらす。

④ ランナーウトコンベアー

カットオフにて切断された形鋼（含デッキプレート）を搬送し、検討以降のテーブルに送り込むものである。

表3-5-21 第2冷間成形の能力検討

波形（プレート）	単重 kg/m	ラインスピード m/min	生産性 t/h	生産比率 %
2.3 × 300	4.71	40	11.3	50
1.2 × 300	2.83	"	6.8	50
				} $\bar{x} = 9.05 \text{ t/h}$

$$\text{年間稼働時間} = \left\{ 365 - 52 - 10 - \frac{2 \text{回/日} \times 24 \text{H/回} \times 12 \text{月}}{24} \right\} 24 = 6,696 \text{ Hr/年}$$

$$\begin{aligned} \text{生産能力} &= 6,696 \text{ Hr} \times 9.05 \text{ t/h} \times \frac{\text{稼働率}}{0.85} \times \frac{\text{歩止}}{0.95} \\ &= 48,900 \text{ t/年} \end{aligned}$$

⑤ 外観形状寸法検査

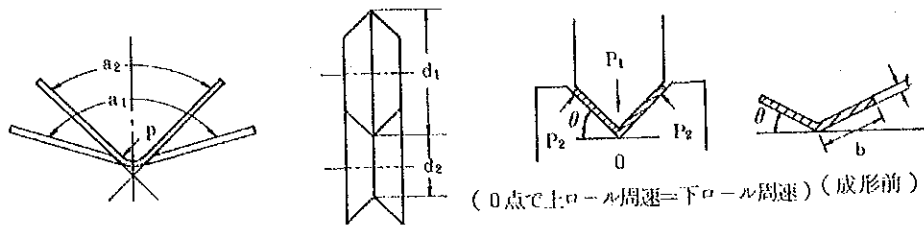
外法形状、表面キズ等の品質を検査する。

⑥ そ の 他

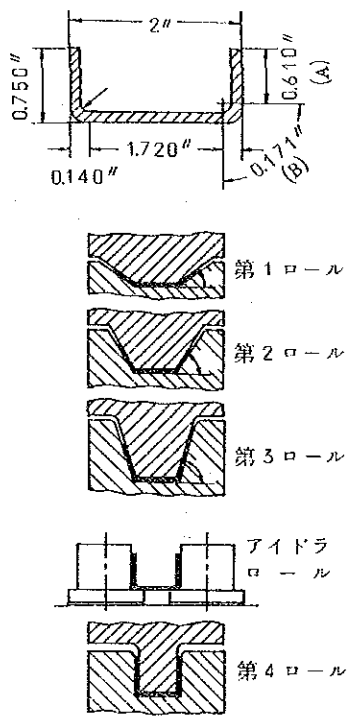
検査された後、印字、塗油、結束される。

設 備 名		仕 様
軽量形鋼製造設備		
材 料		
材 質		熱間又は冷間圧延帯間
板 厚	mm	2.3～6.0
板 幅	mm	90～350
コイル内径	φ	610
コイル外径	φ	max 1,600
コイル重量	kg	max 5,000
製造形鋼寸法		
リップ溝形	mm	60×30×10×2.3～150×75×25 ×4.5
溝 形	mm	150×50×3.2～150×75×4.5
山 形	mm	50×50×2.3～150×150×6.0
ラインスピード	m/min	20～60
コイルカ		
移動スピード	m/min	max 5
操 作		油圧シリンダー及び油圧電磁弁
アンコイラー		
タイプ		片持駆動型
駆動方法	m/min	15 2.2 kw 1/10ギヤードモーター
ブレーキ		油圧シリンダー及び油圧電磁弁
付属品		無駆動式ホールドロール

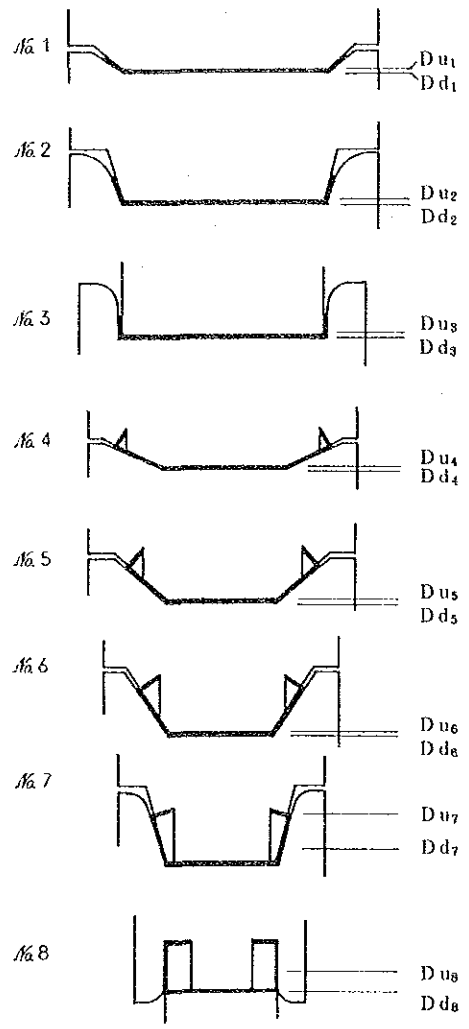
設 備 名		仕 様
成 形 材 構 成 (フォーミング)		4方ガイド+レベラー+帯ガイド+帯ガイド+ VS×12+TH { VS 駆動ロールスタンド } { TH タークスヘッド(矯正機) }
カットオフマシーン		
切 断 機 構		プレス式 シングルカット方式
切 断 精 度	mm	± 1.5
走 行 速 度	m/min	20~60
走 行 装 置		NC制御によるラックピニオン駆動
切 断 能 力	cut/min	15
ランナウトテーブル		
タ イ プ		駆動コンベアタイプ
モ ー タ ー		コンベア 3.7 kw



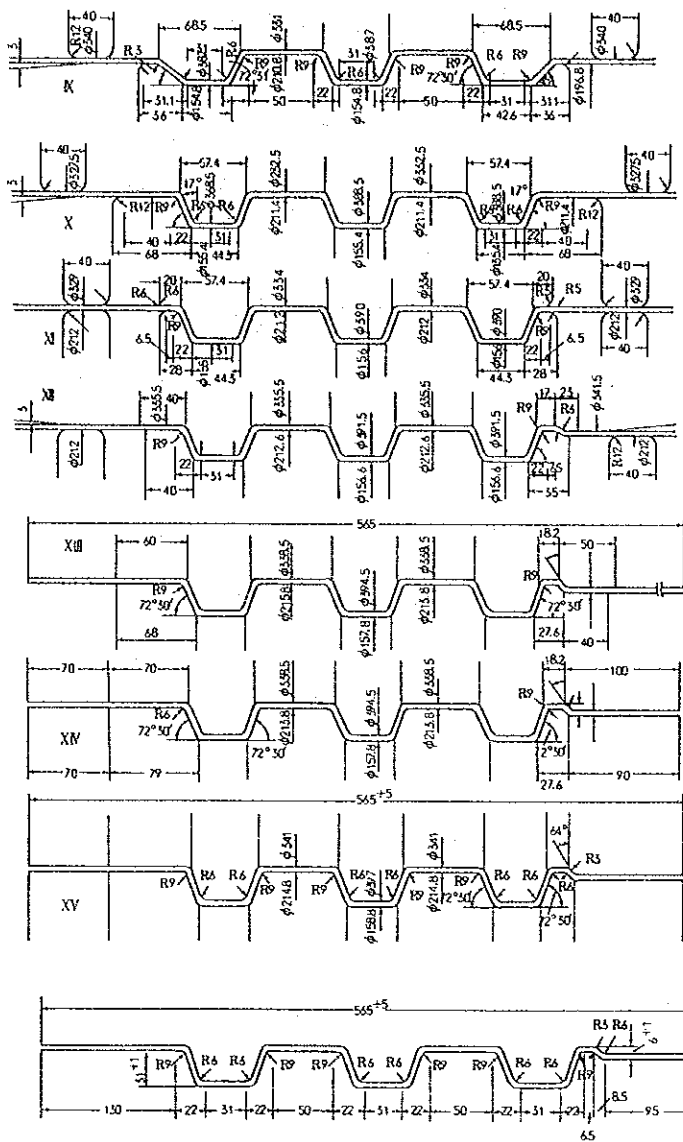
V 形 成 形 の 一 例
(山形)



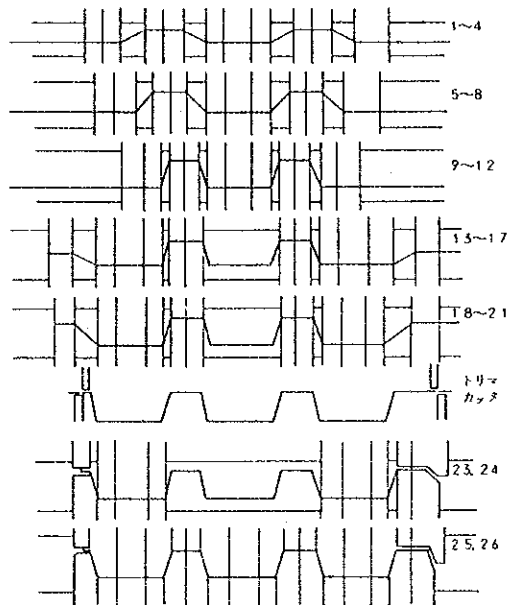
溝 形 成 形 の 一 例



C 形 成 形 の 一 例



断面の寸法



デッキプレート成形の一例

3-6 第1製鋼工場

現状とその問題点を考慮し、以下に改善計画を示す。

3-6-1 改善計画の進め方

工場改善にはいろいろな進め方がある。日本の鉄鋼業の場合は、操業上の問題を解決するため、設備の廃却更新を行なう形が進められた。30年前には電気炉の平均公称能力が10トンであったものが現在では70トン以上になっている。

今回の第一製鋼工場の改善は、精錬能力の向上による生産品種の拡大と、製品品質の向上に主眼を置くこととなったので、現有工場建家の中に設置可能な範囲で設備を検討した。

特殊鋼生産を目標とする製鋼工場における近代化の最も重要な項目は、精錬を行う設備である。従来の電気炉も、勿論現在萊鋼で操業しているように精錬の機能があり、生産は可能であるが、十分な精錬を実施するためにはかなりの時間と操業者の精錬技術が必要であり、炉の生産能力を犠牲にすることになると同時に、精錬技術の教育訓練を進める必要がある。これには約3年に及ぶ操業訓練が必要であり、短期育成は専門の教師を外部に依頼してやはり1年の時間がかかる。

近代的な特殊鋼工場では、電気炉では鋼屑の溶解と酸化精錬の工程を担当させ、脱硫、脱酸機能は、ガス攪拌を伴う二次精錬設備で行なうことが一般である。

これは、電気炉の溶解効率の著しい向上が期待出来る上に、取鍋内のガス攪拌を伴う精錬が非常に能率良く行なえることを利用したものである。精錬の実績の例では脱硫率が80%以上安定して得られ、所定のスラグ調節さえ達成出来れば脱酸も0.002%まで容易に実施できる。

この場合も作業員の訓練は当然必要であるが、2～3ヶ月あれば、普通の機械構造用鋼の製造は達成出来る。

今回の検討ではこれらを考慮し更に造塊も、現在の工場建家も大巾に変更せずに、近代化出来るように計画を進めた。

3-6-2 設備上の改造計画

〔溶解及び精錬設備容量〕

上記の精錬能力を強化するためにガス吹込による精錬を行なうものとして溶鋼温度の低下を推定すると

15,000 kgの場合 20℃(2 m³×1分)

30,000 kgの場合 10℃(2 m³×1分)

となる。溶鋼の精錬、特に酸化物の浮上分離を考えた場合、1,600℃以下では酸化物の浮上分離が困難であり、常時良い精錬効果を期待するとすれば、15トンの溶鋼では5分以上の攪拌を実施するとして、100℃の温度が必要となり精錬開始前は1,700℃が必要である。30トンまで容量を増す同様の条件で1,650℃でよい。

精錬設備に加熱機能を加えて、出鋼温度を1,650℃と推定すれば、電炉耐火物の性能を近代化設備の状態から考慮して実用的な設備とする可能性がある。精錬機能的にはより大きな炉が望ましいが、最低30トンでの操業は可能性があるものと判断し、現有建家の寸法からみて、電気炉及び取鍋容量を30トンと判断する。

〔設備計画案〕

1. 生産工程

原料準備	鋼屑選別	附着物除去
	鋼屑切断	500 _{mm} 以下に切断する
	バケットへの装入	装入時秤量
	鋼屑予熱	廃ガスの熱回収
溶解	電気炉へバケットによる装入	
	通電溶解	溶解中に酸素吹込及び粉コークス吹込実施
	酸化精錬	鋼中炭素量調整
	温度調整	1,620°以下目標
	出鋼	取鍋中で強制脱酸 (脱リン鋼種は脱酸せず)
二次精錬	スラグ調整	
	温度調節	
	脱硫精錬	(介在物除去も同時に出来る)
	成分調節	
	脱リン精錬	脱リン精錬が必要な場合は未脱酸のまま脱リン精錬しスラグ除去する
造塊	下注ぎ造塊	
	水平連続铸造	

2. 設備仕様

2-1 新設電気炉	公称能力	30トン×1基
	炉殻内径	4,600 _{mm}
	変圧器容量	1,4300VA
	炉壁	80%水冷
	炉蓋	100%水冷
附帯設備	集塵装置	バッグフィルター式
	装入バケット	3基
	取鍋	4基 2,940H×2,238D

取鍋乾燥装置	1基
取鍋予熱装置	1基
酸素昇圧設備	1基
電極置場	1基
サンプル気送装置	1式
副原料自動装入設備	1式
耐火物吹付機	1基
炭粉吹込装置	1基
鋼屑予熱設備	1基

電気炉は、炉床をマグネシアスタンプ、炉壁スラグライン部はマグネシアカーボン煉瓦で築造され、炉壁上部及び炉蓋は水冷パネルとする。

酸素は、吹込圧力を 10 kg/cm^2 とするための昇圧を行ない、溶解促進の効率向上を行なう。なお酸素吹込用鋼管は、カロライジング加工を行ない、吹込パイプの損耗による酸素吹込の中断を出来るだけ少なくする。

炭素吹込装置は、溶解中のスラグへの吹込のために使用される。酸化雰囲気における炭素質粉の吹込はスラグの容積を増大して、アーク熱の鋼への熱伝達の効率を向上させるために使用される。

サンプル気送装置は作業中の分析結果を知る時間を短縮するために必要である。

耐火物に代る炉壁、炉蓋の水冷パネルは、溶解中の鋼浴及びスラグの飛沫が附着することにより、 $5,000\sim 10,000$ 回以上の寿命が得られ、耐火物の原単位を著しく低減することが出来る。

鋼屑予熱設備は装入バケット内の鋼屑を電気炉の排ガスにより予熱する装置で $15\sim 20$ kWh/tの溶解電力節減が期待できる。

2-2 二次精錬設備

処理能力		30トン
加熱設備	変圧器容量	4,000kVA
	電極径	22.5cm
	水冷炉蓋	
	取鍋台車	

攪拌設備	ポーラスプラグ	400 ℓ/min
	上吹ランス	1,200 ℓ/min
測定設備	測 温	1 式
	試料採取	1 式
	酸素測定	1 式
原料投入設備	貯蔵ビン	7 槽
	秤量、装入設備	1 式
そ の 他	サンプル気送ステーション	1 式
	除滓設備	1 式

二次精錬機能の加熱設備は、電気炉の出鋼温度を下ることが可能となるため出鋼成分中のリンの濃度を下げる効果がある。脱硫は取鍋中のスラグ成分を、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系としてアルゴン攪拌を適用することによって達成される。この際かなりの量のアルゴンを約10分間吹くことになり、溶鋼の温度低下が起る。加熱設備は、ガス吹込による温度低下分を補償すると同時に、造塊のための溶鋼温度調節を行うのに有効である。

副原料投入設備は、必要な造滓材の投入と成分調節用の合金鉄投入を行なう為の設備で、アルゴン攪拌中に行なう合金鉄の添加は、ほぼ100%の歩留を期待出来るため、操業費の低減に有効である。

2-3 造 塊

鋼塊鑄造法、電気炉の容量増加に伴い、圧延可能な鋼塊重量として700kgを採用する。

定 盤 計 画	6本湯道12本立
	3定盤×12本鑄込 (36本)
	1定盤×5~6本鑄込 (5~6本)
計	4定盤 (41~42本)

1チャージ当り、所要定盤数は4定盤が必要である。

造 塊 場 計 画

鑄込から、次回の鑄込準備完了までの時間を150分とし、1日の電気炉の出鋼回数を14回とすれば、最小必要鑄込場は2系列である。これに予備の鑄込場所を、1系列準備すると合計3ヶ所の鑄込場所を設置す

ればよい。

電気炉と鋳込を同一建屋内で行なうことと建屋の耐荷重を増さずに溶鋼鋳込量を15トンから30トンにするために、以下の2項目の改善工事が必要である。

1. 鋳込時の取鍋高さで走行可能な取鍋搬送台車を新設する。

主 要 仕 様

自走式ガントリー型台車

レールスパン 8 m

搬送荷重 50 t

レードル設置高さ 5 m

台車レードル横行距離 3.5 m

2. 鋳込ビット移設

取鍋移送台車へ取鍋を横込む場所を23、24柱間にとり、22～24柱間にある鋳込場を11～13柱間に移設する。これによって取鍋移送台車の走行範囲を少くし、鋳込作業と電気炉操業の干渉を避ける。

以上の構想により、全体の作業の流れを整理すれば、

〔電 気 炉〕

炉修作業は水冷により、耐火物張替作業が不要になり、35～38柱間の場所は予備の炉蓋1基と炉壁水冷パネルの予備品置場及び鋼屑予熱設備の設置場所となる。

29～35柱間は電極置場及び合金鉄、造滓剤の置場と電気炉の予備品置場に使用出来る。

24～29柱間は電気炉の操業場として使用され、この中に鋼屑搬入台車、スラグ搬出台車が設置出来る。

22～24柱間は取鍋を鋳込用移送台車に積みこむ場所とし、1～24柱間に、鋳込ビット3基と、取鍋修理、取鍋予熱装置、スライド式注入口装着及び、二次精錬設備の設置が可能である。

〔型 抜 工 場〕

小型鋼塊であるから、鋼塊及び鋳型の特殊搬送用吊具を作り、この

工場の中で、

鋼塊型抜作業	(鑄込ビット)
定盤屑整理作業	(")
定盤冷却	(")
定盤レンガ設置作業	(")
注入管立て作業	(")
鑄型型据作業	(")
鋼塊徐冷作業	(鋼塊徐冷ビット)
鋼塊手入作業	(グラインダー設置場所)

を実施する。

予想されるその他の用途は、

注入管ビット	(注入管総数 16本)
鑄型置場	(予想鑄型総数 120～160本)
定盤レンガ置物	
定盤レンガ乾燥場	
モルタル準備場	

である。700kgの鋼塊を製造するときは鑄型の寸法も大きくなるので、出来れば鑄型内面清掃を行なうことが望ましい。作業内容はワイヤブラシによる研磨が予想される。

なお、上広鑄型作業における湯道切断除去は危険な作業なので鑄型設置の際200～250mm厚の小型定盤を鑄型の下に入れ、鋼塊の凝固収縮による湯道の自然切断を行なうと作業がやりやすくなる。

3-6-3 連続鑄造設備の計画

〔連続鑄造設備の利点〕

圧延機の装入寸法に制限があり、鋼塊寸法が大きく出来ない場合、ピレット用連続鑄造機を新設することが考えられる。

連続鑄造機を導入すれば、鑄型の管理、型抜作業、定盤張り、型据作業は不要となり、著しく作業量を少なくすることが出来ると同時に、従来の各鋼塊から発生する圧延時の頭部及び底部鋼片の除去分が不要となり製鋼工場の製品歩留りを向上することが可能である。115～145mmの鋼片の場合、概算で溶鋼—

鋼片の歩留りは7%以上向上する。

連続鋳造は、鋳型の数が少なく管理が容易になるので鋳片の表面性状も向上し、鋼塊で必要な表面手入れも殆んど省略することが出来る。

最大の利点は、連続鋳造機で中形圧延素材の寸法の鋼片が得られ、分塊圧延工程を省略出来ることである。

現在製鋼工場の省エネルギーの最も効果的な項目は連続鋳造化であり、全世界で連続鋳造化比率の競争が進められていることは周知の事実である。

[連続鋳造設備の選定と計画]

ピレット用連続鋳造設備は非常に種類が多い、現状のクレーンレール高さ9mの建屋構造で適用できるものとしては、水平連続鋳造機が必要となる。通常の連続鋳造機は垂直鋳込であり、この方式では鋳込デッキ高さが4~5mになり、その上に鋳込設備が置かれるため、取鍋の設置高さが8m近くなる。現状のクレーン高さ9mでは、操業は不可能である。建屋の改造なしで新設するとすればピレット中心高さを1.5m以下に出来る水平連続鋳造しか可能性がない。

水平連続鋳造機は100~170mm角又は、100~210mm丸の鋳片の製造が可能であり現実に生産設備として稼動しているものである。

取鍋の高さは鋳造機上に置く場合にトラニオン高さで5m以下にすることが可能であり現状のクレーン高さがあれば設置可能である。

1ストランド当りの鋳造可能重量は鋼片寸法によって変るが1時間当たり約15トンが可能であり、電気炉1基の溶鋼を鋳造する為には2ストランドの連続鋳造機が必要となる。

現在の型抜作業場はクレーン有効巾13mあり、連続鋳造機長さ約40mを想定すれば余裕のある設置面積が計画出来る。

鋳造機を型抜作業場に置く場合、取鍋はやはり高架式台車で搬送する必要がある。

鋳造機の設置位置は12~20柱間にして取鍋搬送台車は19~20柱間に入れることが出来る。

22~24柱間の現状の鋳込ピットは、事故の時の溶鋼処理場とし、15~17柱間の鋳込ピットは廃止する。

3-6-4 設備工事項目と機器の価格

(1) 電気炉設備工事項目

電気炉（4基）撤去工事

26柱へ30トン電気炉新設工事

20柱へ二次精錬設備新設工事

19～22柱間クレーンガーダー及び柱補強工事

（50トンクレーン走行可能とする）

取鍋移送台車レール敷設工事

取鍋移送台車設置工事

取鍋修理場設置工事

取鍋乾燥装置設置工事

取鍋注入口着脱装置工事

工事の順序としては26柱の電炉撤去と30トン電炉新設を先行しその間西側3基の電気炉で操業を続ける。造塊関連工事の工事期間は完成を30トン電気炉の完成時期に同じになるようにして、生産停止期間を出来るだけ少なくする。実際の工事期間は推定困難であるが、日本ベースで推定した工事計画は次表のようになる。

	第1年目	第2年目
電気炉撤去工事		
No. 1（26柱）		—
No. 2（20柱）		—
No. 3（13柱）		—
No. 4（6柱）		—
30トン電気炉新設	-----	▬
二次精錬設備新設	-----	▬
クレーンガーダー、柱補強		▬
造塊ヤード	-----	▬
生産停止期間		▬

(2) 主要設備価格(参考値)

30トン電気炉設備	3億8千万円
電気炉附帯設備	1億1千万円
原料投入設備	1億4千万円
集塵装置	2億1千万円
クレーン 55t	1億1千万円
二次精錬設備	1億7千万円
鋼屑予熱設備	8千万円
電気炉、精錬設備合計	12億円
造塊設備 普通造塊……取鍋移送台車	3千万円
連続鑄造機(水平式)2ストランド	3億4千万円
電炉改造、普通造塊の場合の購入機器費用合計	
12億3千万円	
電炉改造、連続鑄造の場合の購入機器費用合計	
15億4千万円	

連続鑄造機と普通造塊法との経済的比較

電気炉出鋼量を年間10万トンとする。

溶鋼量	100,000トン/年
鋼塊量	96,000トン/年
鑄片量	91,200トン/年
連鑄鋼片量	96,600トン/年

年間5,400トンの増産が可能

分塊圧延における加熱炉用燃料の節減量

年間6,500トンの重油の節減が可能

10万トン生産とすれば連続鑄造設備費は2年以内に回収可能となる。

3-6-5 操業上の改善計画

特殊鋼生産工場として今まで述べた設備改善を前提とする操業上の改善案を示す。

〔製鋼工場〕

電気炉の役割は鋼屑の溶解と酸化精錬とし、特に脱リン精錬が必要な場合の

脱リン精錬、脱酸、脱硫等の還元精錬はすべて二次精錬設備で処理する。

これによって電気炉の溶解能力を増大し、還元精錬中の電気炉耐物の損耗を防止する。

普通造塊の場合は二重定盤を採用して、鋼塊の型抜作業を容易にする。

〔電気炉作業〕

(1) 原料処理

鋼屑の選別及び切断作業を強化し、鋼屑の寸法は最大500mmとする。これによって溶解中の電極の折損事故を防止する。

鋼屑予熱を実施することにより、溶解電力20kWh/tの節減を行う。

(2) 溶解中の酸素吹込及び炭素吹込

溶解促進のための酸素吹込はカロライジング加工した20mm径以下の鋼管を用いる。酸素配管の末端バルブにおける酸素圧力は10kg/cm²とし、酸素の吹込パイプの消耗を少なくすると共に、溶鋼の酸化及び攪拌能力を向上させる必要がある。

鋼屑溶解が80%以上になったら、コークス粉をスラグ中に吹込み、スラグの中に気泡を発生させ、電極先端がスラグに埋まるようにし、アーク輻射熱を炉壁にあてないようにする。

(3) 電力投入方法

変圧器の二次電圧は通電開始時、上から3タップ目を採用し3～4分後には最高電圧を用い、力率が0.75～0.82の値となるよう電流を調整する。電極先端がスラグの中に埋没している状況であれば出鋼まで電力投入を調節する必要はない。

(4) 溶鋼温度調節

スラグを泡立たせた状態での溶解は炉内の鋼屑状況がわからないので温度測定で溶解状況を推定する必要がある。1580℃が溶解完了の目標となる。測温器具の整備は重要である。

(5) 脱酸

脱リン精錬の必要ない溶鋼は、出鋼時のフェロシリコン、フェロマンガンを添加及び二次精錬設備におけるアルミニウム添加で脱酸される。

脱リン処理の必要な鋼は脱リン処理後、完全除滓を行なった後、取鋼中に

アルミニウム添加で脱酸を行なう。

(6) スラグ塩基度

電気炉内のスラグ目標塩基度は2.0とする。溶解完了時のリンが高い場合は溶解中にスラグを出来るだけ流出させ脱酸時の鋼中への復リンを少なくする。

(7) 目標原単位

上述の方法で予想される原単位は次の通り。

電	力	溶 解 用	360 kWh/t
		そ の 他	60 kWh/t
		合 計	420 kWh/t
酸	素		20 Nm ³ /t
生	石 灰		27 kg/t
電	極		3 kg/t
吹込用	コークス粉		20 kg/t
フェロシリコン			4 kg/t
フェロマンガ			8.5 kg/t
耐 火 物	炉蓋、炉壁		1.3 kg/t
	炉 床		5.8 kg/t
	熱間補修		1.0 kg/t
	合 計		8.1 kg/t

但し、電極は針状石油コークスを主原料とする人造黒鉛電極とする。又、耐火物は海水マグネシアを主原料とする炉床耐火物、及びスラグの接触する部分はマグネシア-炭素煉瓦を使用した場合の数値である。

〔二 次 精 錬〕

取鍋内で製品の品質要求に応じて脱リン、脱硫及び脱酸が行なわれ、温度調節、化学成分の調節が行なわれる。これらの精錬作業はすべてアルゴン吹込による溶鋼攪拌を伴うもので、短時間に精錬処理出来ることが特長である。

二次精錬の採用によって、

- (1) 造塊工程における溶鋼温度による事故は完全に防止される。
- (2) 酸化スラグを用いる脱リン精錬では50%以上の脱リン率が期待できる。
- (3) 脱硫精錬では75%以上の脱硫率が期待でき、その上酸素含有量も著し

く低下する。

(4) 電気炉の還元精錬を取鍋処理に移行出来るので電気炉の生産能率を向上する。

(5) 鋼の成分調節が容易となり、合金鉄歩留りは100%近い値になる。

等の利点があり、脱硫精錬時の溶鋼攪拌によって鋼中の酸素量を20 ppm以下に出来るので、鋼の品質が著しく向上する。

[脱 リ ン 作 業]

15 kg/tの電気炉酸化スラグと4 kg/tの生石灰、4 kg/tの無水ケイ酸ソーダを取鍋上のスラグとして0.8 Nm³/min以下のアルゴン攪拌を行なう。この時の溶鋼温度は1,600℃以下が望ましい。攪拌終了後完全排滓を行えば脱リン作業は完了する。

[脱 硫 作 業]

脱リン後330 kgの生石灰と56 kgのSiO₂及び85 kgの金属アルミニウムを投入し、0.3～0.8 Nm³のアルゴン吹込を行いながら電力で加熱する。造塊に必要な温度に精錬中の温度降下分(約30℃)を加えた温度が目標昇熱温度となる。加熱は電気炉と同様にアークによって行なわれる。脱硫は1.5～2.0 Nm³/minのアルゴン吹込で約15分間が必要である。アルゴン吹込は耐火物で保護された上吹ランスとポーラス煉瓦による底吹の2つの方法が用いられる。

脱リン及び加熱中のアルゴン吹込は取鍋底に設置されるポーラス煉瓦で行なう。脱硫精錬時のアルゴン吹込は上吹ランスを用いる。

脱硫精錬前に溶鋼分析試料を採取し、その値と鋼の目的成分との差を調整するために必要な合金鉄の量が計算される。脱硫精錬終了後計算された合金鉄を取鍋に入れ、約5分間、0.3 Nm³/minのアルゴン攪拌を行なって精錬を完了する。

上吹による脱硫精錬の際に、鋼中の介在物はスラグに捕集されるので精錬終了後の鋼中酸素量は25 ppm以下にできる。

[造 塊 作 業]

鋼塊を700 kgに大きくすることにより、電気炉出鋼量の増加による造塊作業量の増大は少くできる。

定盤による下注ぎ作業は

作業場の清浄化

湯道の清掃作業

鋳型内面の清浄化

型据時のモルタル等の水分除去

等作業員が注意を要する点が多い。

湯道の切断は型抜時に必ず発生する危険の多い作業であるが、鋳型と定盤の間に200～250mmの厚さの二重定盤（鋳型底部と同じ寸法）を入れることにより作業を著しく軽減できる。

〔連続鋳造〕

連続鋳造を採用すれば、鋼片歩留を向上できることは既に記述した。

水平式の連続鋳造の場合は鋳型の組立てと引抜速度の調整が主な作業となる。

なお、鋳造機を用いる場合溶鋼の温度管理が製品品質の向上と作業事故を少なくする為に非常に重要となる溶鋼温度は、二次精錬設備で10℃以下の精度で管理する。

〔工場改善の留意点〕

1. 溶鋼の管理について

溶鋼された鋼は、空気中では常に温度低下と空気による酸化、及び窒素ガスの侵入の危険にさらされる。溶解、精錬及び造塊で凝固完了するまでの時間は出来るだけ短かくしないと経済的に良い鋼を製造することはむづかしい。そのためには電気炉、造塊及び起重機の運転作業者が製造工程を短縮するよう努力し、作業の中断の起らぬように注意するべきである。

2. 耐火物の品質改良について

電気炉及び二次精錬用取鍋のスラグと接触する部分は通常のアルミナ煉瓦では長寿命が期待出来ない。更に、炉床用のマグネシア耐火物も高純度の海水マグネシアの生産を考える必要がある。現在用いられている煉瓦では耐火物の保全に時間をとられて十分に設備の生産能力を発揮出来ない。早急に技術及び設備の導入を行ない、省単位の耐火物生産工場を作って鉄鋼の近代化を支える必要がある。

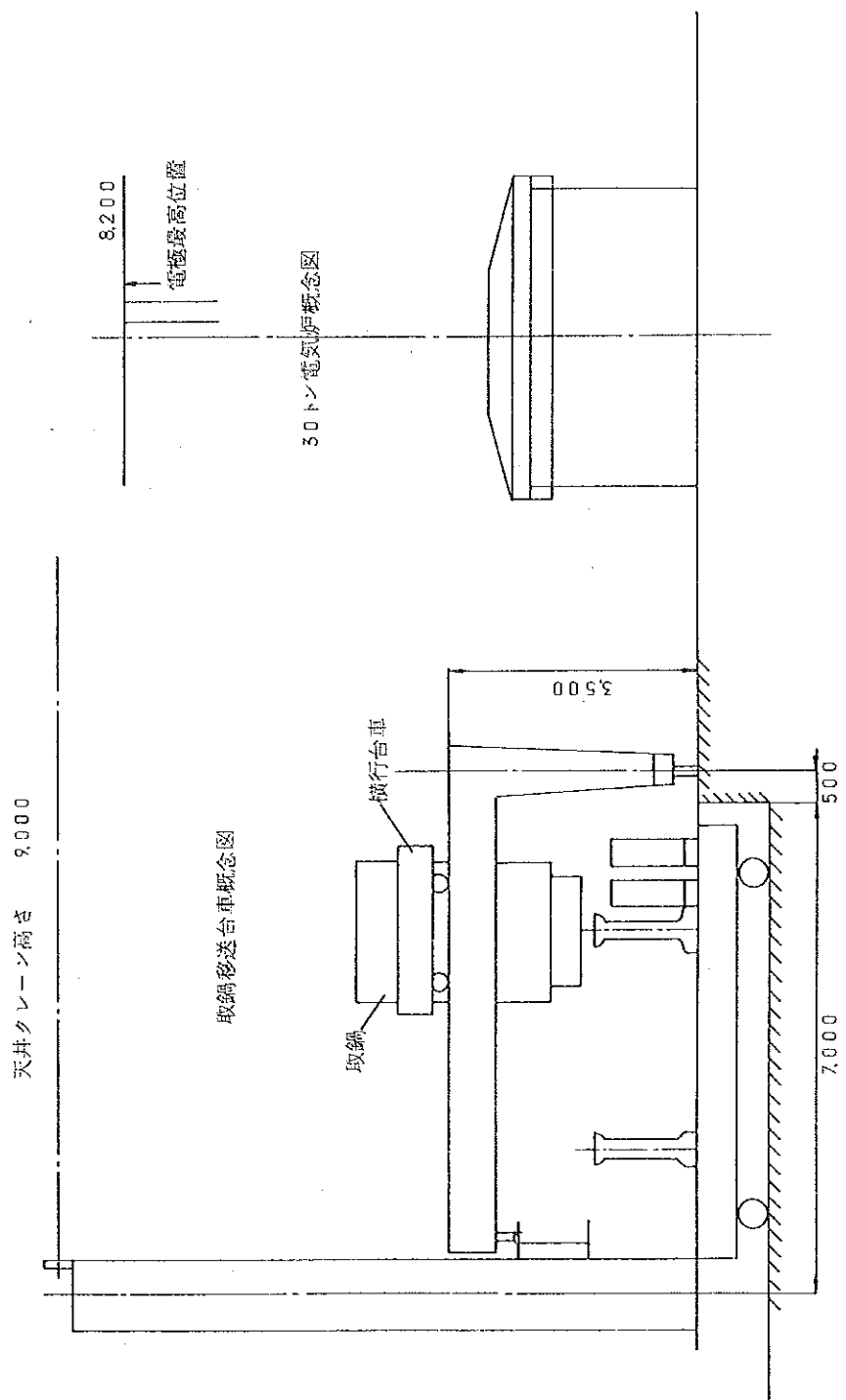
3. 計測管理の強化について

工場経営には生産の状況把握のために数量の確認が必要である。正確な数量把握が出来なければ生産状況の状況も判断出来ない。わずかな生産量の変動から、設備の良否、作業の良否を検出し、最良の状態で行なうことが工場生産を円滑に続行するために重要である。特に製鋼作業の場合、鋼の温度が品質に大きな影響を及ぼし、時には生産を阻害する事故を発生することもある。製鋼工程は高温の化学反応を利用する作業であり、温度の制御は生産の経済性を向上させるために最も重要な要因である。近代化設備計画と同時に是非、計量、計測の管理体制を作りあげる努力を進めるべきである。

4. 生石灰の品質向上

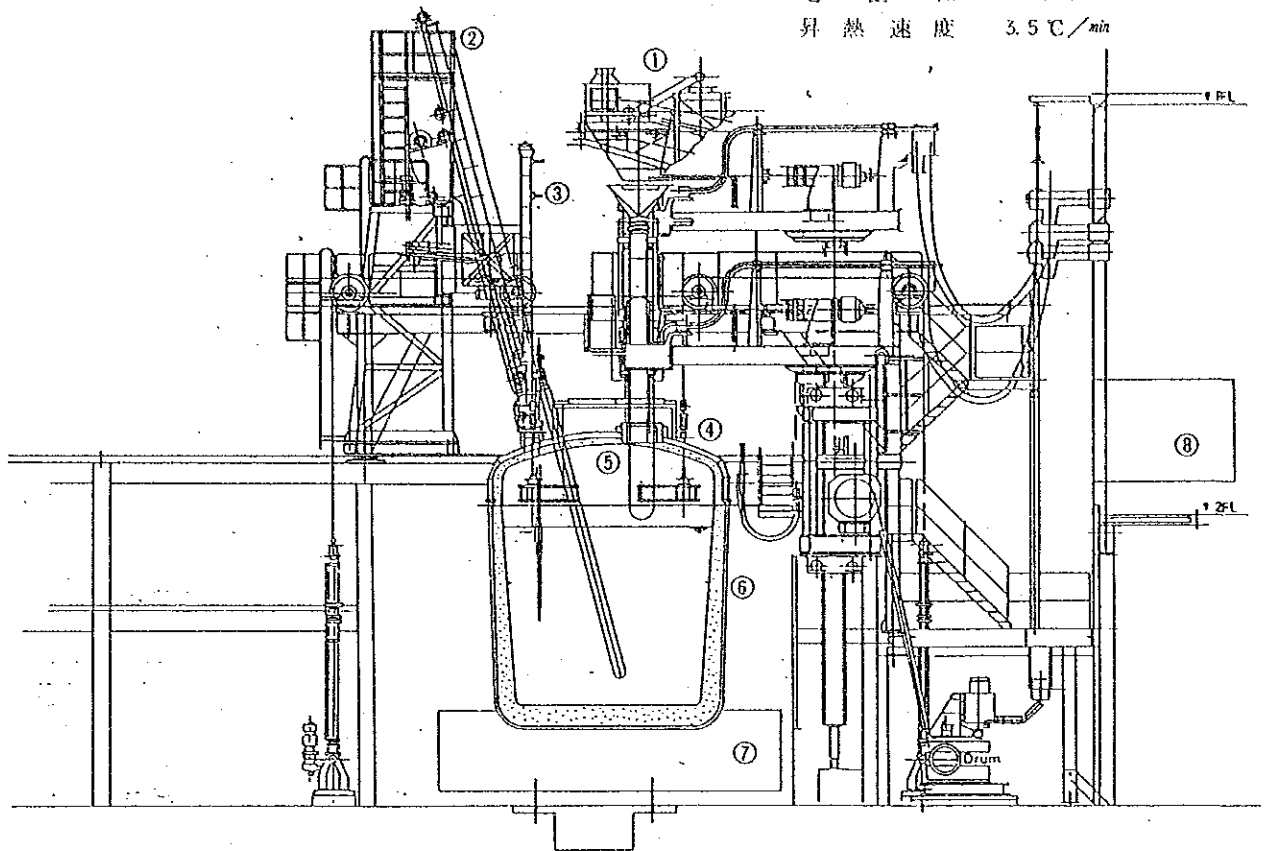
製鋼操業ではスラグの役割は非常に重要であり、その主成分となる。生石灰の品質は、鋼の精錬に大きな影響を及ぼす。十分熱成されていない生石灰を製鋼炉に添加した場合は、炭酸カルシウムの分解熱により、鋼浴の温度が降下する。更に、焼成の状況によって鋼浴へ投入した時の生石灰の滓化の時間が変わるので、石灰焼成炉の中へ装入する石灰岩の大きさ、及び焼成時間を制御して製鋼用に最適の生石灰を得る必要がある。

これによって、製鋼用電力は7～8割／tは節減出来るし、酸化精錬の精錬効果の向上が期待される。



二次精鍊設備説明図

処理能力	30トン
変圧器容量	4,000kVA
二次電圧	180~250V
電極径	225mm
昇熱速度	3.5℃/min



- ① 合金鉄投入設備
- ② アルゴン吹込装置
- ③ 温度測定、分析試料採取用装置
- ④ 加熱用炉蓋
- ⑤ 電 極 (3本)
- ⑥ 取 鍋
- ⑦ 取鍋用搬送台車
- ⑧ 電 気 室

3-7 工場近代化後の設備

近代化前後の設備内容比較(主要設備)

工場	部所	設備	内容		備考
			近代化前	近代化後	
第2製鉄	原料	混合ヤード		<ul style="list-style-type: none"> ○ヤード面積 150m×25m 2面 ○スタッカー 600t/h 1基 ○リクレーマ 400t/h 1基 ○搬出入コンベアベルト 	<ul style="list-style-type: none"> 新設 " " "
		移動機械		<ul style="list-style-type: none"> ○貨車降し機 180t/h 1基 ○リクレーマ 300t/h 1基 	<ul style="list-style-type: none"> 増設 "
		破碎設備		<ul style="list-style-type: none"> ○塊鉄篩分設備一式 	<ul style="list-style-type: none"> 増設
	焼結 (No.1、No.2改造)	冷却機		<ul style="list-style-type: none"> ○冷却機本体 110t/h ○通風送風機 	<ul style="list-style-type: none"> 新設 " "
		床敷設備		<ul style="list-style-type: none"> ○床敷鉄供給槽 10m²/槽 ○ロール・フィーダー 10t/h ○コンベア・ベルト一式 10t/h 	<ul style="list-style-type: none"> 新設 " "
		破碎篩分		<ul style="list-style-type: none"> ○スクリーン1次 50mm 220t/h 2次 15mm 220t/h 3次 8mm 150t/h 4次 5mm 150t/h ○クラッシャー: 50mm 40t/h ○床敷鉄貯鉄槽 ○整粒鉄ホッパー 	<ul style="list-style-type: none"> 新設 " " " " " "
		主排風集塵機 点火炉	○多管式	<ul style="list-style-type: none"> ○電気集塵機 ○点火炉縮少 ○点火バーナー改造 	<ul style="list-style-type: none"> 更新 " "

工場	部所	設備	内 容		備 考
			近代化前	近代化後	
第2製鉄	焼 結 90m ² ×1 新 設	原料輸送 コンベヤー		(1) 主原料輸送コンベヤー 1式 (2) 燃料、石灰石コンベヤー 1式 (3) 槽上トリッパー 1式	新 設 " "
		石灰石破碎設備		(1) 石灰原料槽 1槽 (2) 定量供給フィーダー 30T/H×2台 (3) ハンマー式破碎機 35T/H×2台 (4) 篩分け設備 35T/H×2台 (5) リターンコンベヤー設備 1式 (6) バケットエレベーター又は輸送コンベヤー 1式	新 設 " " " " "
		燃料破碎設備		(1) 燃料槽 2槽 (2) 定量供給フィーダー 6T/H×4台 (3) ロッドミル式破碎機 6T/H×3台 (4) バケットエレベーター又は輸送コンベヤー 2式	新 設 " " "
		原料倉庫		(1) 配合原料輸送コンベヤー (2) 主原料配合槽 (3) 燃料配合槽 (4) 石灰石生石灰配合槽 (5) 返鉄配合槽 (6) フィーダー及び定量秤量装置	新 設 " " " " "
		ミキサー		(1) 1次ミキサー 6.8m×2.8φ (2) 2次ミキサー 8.0m×2.8φ	新 設 "
		焼 結 機		(1) 原料供給槽 (2) 床敷槽 (3) 焼結機本体 90m ² (2.5m×36m) (4) 点火炉	新 設 " " "
		主排風機		(1) 8,100m ³ /min・1,400mm (2) 煙 突	新 設 "
		ホットクラッシャー		(1) 鬼歯型クラッシャー	新 設
		冷 却 機		(1) 冷却機本体 (2) 通風送風機	新 設 "
		破 碎 篩 分		(1) スクリーン：1次 50mm 2次 15mm 3次 8mm 4次 5mm	固定グリズリー 床敷用

工場	部所	設備	内容		備考	
			近代化前	近代化後		
第2製鉄	焼結 (90m ² × 1新設)	石灰石破碎設備		○ハンマー破碎機 25t/h 2台	新設	
		コークス・破砕炭 破碎設備		○ロッド・ミル破碎機 18t/h×1台	新設	
		原材倉庫			新設	
				○配合原料輸送コンベアー	"	
				○主原料配合槽	"	
				○燃料配合槽	"	
				○石灰石、生石灰配合槽	"	
				○返鉄配合槽	"	
				○フィーダー及び定量秤量装置	"	
			ミキサー		○一次ミキサー 6.8m×2.8φ ○二次ミキサー 8.0m×2.8φ	新設 "
			焼結機		○原料供給槽 ○床敷槽 ○焼結機本体 90m ² (2.5m×36m) ○点火炉	新設 " " "
			主排風機		○8,100m ³ /min 1,400mmAq ○煙突	新設 "
			ホット・ クラッシャー		○鬼歯型クラッシャー	新設
			冷却機		○冷却機本体 ○通風送風機	新設 " "
			破碎篩分		○スクリーン: 1次 50mm 2次 15mm 3次 8mm 4次 5mm	新設 " " "

工場	部所	設備	内 容		備 更
			近代化前	近代化後	
第2製鉄	焼 結 (90m ² × 1 新設)	破 砕 篩 分 集 塵 機 計 装 設 備		<ul style="list-style-type: none"> ○クラッシャー 50mm ○床敷鉄貯鉄槽 更新 ○整粒鉄ホッパー " ○成品、返鉄、床敷鉄用コンベアー ○主排風集塵機 ○温度計 ○圧力計 ○水分計 ○レベル計 	
	高 炉 改 造 (620m ² → 750m ²)	高 炉 本 体 鑄 床 設 備 原 料 ・ 秤 量 巻 上 設 備 熱 風 炉 ガ ス 清 浄 設 備	<ul style="list-style-type: none"> ○内容積 620m² ○熱風炉 3基 (○加熱面積 14,840m²/基) 	<ul style="list-style-type: none"> ○内容積 750m² ○高炉4本柱 更新 ○送風環状管 " ○高炉鉄皮 " ○炉体レンガ " ○炉体冷却機器 " ○マッド・ガン、開孔機 更新 ○鍋落口部の傾注樋 新設 ○酸素配管 " 出鉄開孔用 ○コークス、鉄石篩分設備 更新 ○ベルレス装入装置 新設 ○ブリーダー弁、均排弁 更新 ○コークスガス混焼設備 新設 ○熱風炉 1基 " (加熱面積 約15,000m²/基) ○重力除塵機 補強 ○洗浄塔 " 	<ul style="list-style-type: none"> 羽口数 12→16

工場	部所	設備	内容		備考
			近代化前	近代化後	
第2製鉄	高炉改造 (620m ² → 750m ²)	ガス清浄設備		○炉頂圧制御スクラバー 新設	
		制御、計装機器		○炉頂ガス連続分析計 新設 ○ベルトゾンデ # ○炉口温度計(1段×8) ○シャフト温度計(5段×4) ○シャフト圧力計(6段×2) ○炉底温度計(計12) ○データ・ロギング設備(小型計算機)	
		送風機	○送風機 2基 ・最高圧力 2.5kg/cm ² ・最大送風量 1,500 Nm ³ /min	○蒸気タービン軸流式 更新 ・最高圧力 2.5kg/cm ² ・最大送風量 2,000 Nm ³ /min	
高炉新設	高炉本体			○内容積 750m ³ ○炉床径 7.0m ○型式 フリースタンド	新設 # #
		鑄床設備		○建屋 ○開孔機 ○マッド・ガン ○鑄床クレーン	新設 # # #
		原料・秤量 巻上設備		○コークス槽 275m ² ×2 ○鉄石槽 350m ² ×2 175×4 130×7 ○巻上設備 スキップ・6m ² ○炉頂装入設備 ベルレス方式 ○原料秤量 自道秤量方式	新設 # # #
	熱風炉設備		○型式 内燃式 3基 ○加熱面積 2,000.0m ² /基×3基 ○自動切替燃焼方式	新設	

工場	部所	設 備	内 容		備 考	
			近 代 化 前	近 代 化 後		
第2製鉄	高炉新設	熱風炉設備		<ul style="list-style-type: none"> ○高炉ガス+コークス炉ガス混焼設備 ○最高送風温度 1,100℃ 		
		ガス清浄設備		<ul style="list-style-type: none"> ○重力除塵機 ○洗 浄 塔 ○炉頂圧制御型スクラバー 130,000 Nm³/h ○脱 水 器 	新 設 " " "	
		制御・計装		<ul style="list-style-type: none"> ○ゲーター、ロギング設備 ○炉頂ガス連続分析計 ○ベル下ゾンテ ○溶銑浸漬温度計 ○カント・バック分析計 ○蛍光X線分析計 	新 設 " " " 銑鉄用 焼結鉄 高炉専用	
		送 風 機		<ul style="list-style-type: none"> ○蒸気タービン軸流式 ・最高圧力 2.5 kg/cm² ・最大送風量 2,000 Nm³/min 	焼結鉄 高炉専用	
		排 熱 回 収 設 備		<ul style="list-style-type: none"> ○焼結排熱回収設備 ○熱風炉排熱回収設備 ○炉頂発電設備 	焼結鉄 高炉専用 " "	
		焼石灰設備		<ul style="list-style-type: none"> ○壜型炉 炉能力 100~600 t/日/基 		
		原 料	溶銑予備処理		<ul style="list-style-type: none"> ○溶銑脱硫装置 ○除 滓 機 	新 設 "
		溶銑秤量器 クレーン 制御、計装機器	○クレーン・スケール	<ul style="list-style-type: none"> ○地上レバー式秤量器 2台 ○スクラップ・ヤード・クレーン 1台 ○溶銑温度計 	新 設 増 設 更 新	
		転 炉	転 炉 本 体	○LD転炉	○複合吹練転炉	改 造

工場	部所	設備	内容		備考	
			近代化用	近代化後		
第2製鋼	転 炉	制御、計装機器		○溶鋼温度計	更 新	
		連 铸	連 铸 機	○分 析 計 2ストランド彎曲型	新 設	
	造 塊				○レードル・ターレット：スイング・タワー式	＃
					○タンデッシュ	＃
					○タンデッシュ・カー	＃
					○モールド：1体チューブラー型	＃
					○レベル・コントロールオシレーション	＃
					○ローラーエプロン	＃
					○2次冷却装置：鋳込速度連動型	＃
					○ピンチ・ロール：押え油圧式	＃
					○切断装置：ガス切断方式	＃
					○ダミーバー装入装置：サイドシフト方法	＃
		搬送設備	○搬送設備	新 設		
	クレーン	○モールド・クレーン(40t用) 2台	新 設			
	2次精錬設備	○バブリング設備 ○レードル・ファーンエス設備 ○噴流攪拌式取鍋精錬設備 (P.M設備)	新 設 ＃ ＃			
	鋳型修理設備	○自動ドリル 1台 ○溶接機 1台 ○自動スカーフアー 1台 ○自動研磨機 1台 ○鋳型清掃機 手動式 2台 ○定盤反転機 1台	新 設 ＃ ＃ ＃ ＃ ＃			
	造塊設備	○注入台車 12輛	新 設			
		○下注定盤 25枚	更 新			
		○注入管 19本	新 設			

工場	部所	設備	内 容		備 考
			近代化前	近代化後	
第2製鋼	造 塊	クレーン		○ストリッパークレーン(40t用) 2台	新 設
	分 塊	均 熱 炉	○8ホール	○10ホール	改 造 更 新
		ミル主電動機	○2,800kw	○3,500kw	
		熱間手入装置		○熱間溶剤機 ○集塵機	新 設
		保 熱 装 置		○分塊一熱延間テーブル・カバー	新 設
	熱 延	加 熱 炉		○ブッシャー型加熱炉 1基 ・有効炉長×炉巾 13,996×10,440 ・能力 68t/hr (冷片の場合)	新 設
		圧 延 機		○粗圧延機 ・スケールブレイカー：縦ロール型 310kw 1基 ・2段圧延機 800kw 4基 ・エッジャー：縦ロール型 180kw 1基	新 設
		冷 却 設 備		○回転ガイド：長さ 9,050mm ○平板冷却輸送コンベアー：長51,820mm 巾 2,200mm	新 設 "
		巻 取 設 備		○巻取機、縦型	新 設
		スリッター・ライン		○スリット条数1~4	新 設
中 形	加 熱 炉		○ウォーキング・ビーム型加熱炉 1基 ・能力 80t/hr	新 設	

工場	部所	設備	内容		備考	
			近代化前	近代化後		
第2製鋼	中形	圧延機		○ B・D ₁ ミル ・ 2段圧延機 3,500 kw 1基	新設	
				○ B・D ₂ ミル ・ 2段圧延機 3,500 kw 1基	"	
				○ 粗中間ミル ・ コンバーサル圧延機 4,000 kw 2基	"	
				○ エッジング・ミル ・ 2段圧延機 2基	"	
				○ 中間形鋼ミル ・ 2段孔型圧延機 2基	"	
				○ 仕上ミル ・ コンバーサル圧延機 1,600 kw 2基	"	
				○ 固定式ホット・ソー 1基	新設	
				○ 移動式ホット・ソー 1基	"	
				○ ソーゲージ	"	
			○ クロップ搬出装置	"		
			冷却床		○ 冷却床本体 2面	新設
				・ トランスファー幅 20 m		
				・ 前後面テーブル芯間距離 30 m		
			精整設備		○ ローラーストレートナー 1基	新設
				○ プレス矯正機 1基	"	
				○ 冷間鋸断機 1基	"	
				○ 検査床	"	
				○ 再矯正トランスファー	"	
				○ プレス前後面トランスファー	"	
			仕分け・出荷設備		○ 仕分けトランスファー	新設
				○ シッピング・トランスファー	"	
	○ 積込装置	"				
	○ 結束機	"				

工場	部所	設備	内容		備考
			近代化前	近代化後	
第2製鋼	冷延	酸洗設備		<ul style="list-style-type: none"> ○連続酸洗設備 ・型式 横型連続式 ・能力 60,000t/年 ○アンコイラー：マンドレル型 1基 ○入側シャワー：電動アップ・カット型 1基 ○溶接機：ユニオン・メルト型 ○入側コイル貯込装置 ○スケール・プレーカー：3ロール型 2基 ○酸洗槽 2基 ○水洗・乾燥設備 ○出側コイル貯込装置 ○出側シャワー：電動アップ・カット型 ○巻取機：リール型 1基 ○塗油装置：塗油ロール型 ○排煙洗浄装置 ○廃酸処理設備：酸化中和型 	新設
		圧延機		<ul style="list-style-type: none"> ○ベイオフィール 25kw ○テンションリール 55kw 2台 ○6Hi可逆圧延機 300kw 2基 ・圧下型式 油圧圧下 ・公称能力 30,000t/年 1基 ・冷間圧延、調質圧延コンビネーション・ミル 	新設
		洗浄設備		<ul style="list-style-type: none"> ○入側設備 ・巻戻し設備 ・入側シャワー ・溶接機 ○粗洗浄設備：スプレーブラッシング型 ○仕上洗浄設備：浸漬方式 ○温水洗浄設備：スプレーブラッシング型 ○乾燥設備 	新設

工場	部所	設備	内 容		備 考
			近代化前	近代化後	
第2製鋼	冷 延	清 淨 設 備		○出側設備 ・テンション・ロール ・調芯設備	新 設
				○巻取設備	"
			焼 鈍 設 備	○焼 鈍 炉 ・型 式 シングルスタックタイト コイル焼鈍炉 ・公称能力 40,000 t/年 ・基 数 ベルト(焼鈍炉) 11 ベース 31	新 設
		○コイル運搬設備		"	
		○雰囲気ガス発生装置		"	
		精 整 設 備		○シャーリコイリング ・型 式 シャー/リコイング コ ンビネション ・能 力 15,00 t/年	新 設
			○スリッター ・型 式 テンション式 ・能 力 10,000 t/年	"	
			冷 間 成 形	○コイルカー	新 設
		○アンコイラー		"	
		成 形 機		○成 形 機 ○カット・オフ・マシーン ○テンアウトコンベア	新 設 " "
溶 接 管	エントリー設備		○コイルカー	新 設	
		○アンコイラー	"		
		○コイルオープナー	"		
		○ピンチ・ローラ&レベラー	"		
		○シャー&ウェルダー	"		

工場	部所	設備	内容		備考
			近代化前	近代化後	
第2製鋼	溶接管	エントリー設備		○ルーバー	新設
		造管設備		○フォーミング	新設
				○溶接機	#
				○内外面ビード切削装置	#
				○シーム・アニーラー	#
				○冷却設備	#
				○サイジング	#
				○カット・オフ・マシーン	#
				○ランナウトコンベアー	#
			○エアーブロー	#	
精整、検査設備		○矯正機	新設		
		○渦流探傷機	#		
		○水圧試験機	#		
		○外観形状寸法検査装置	#		
付帯設備		○印字機	新設		
		○塗油機	#		
		○結束機	#		
	メッキ設備			新設	
	ネジ切機			新設	

3-8 工場近代化後の操業目標値

3-8-1 焼結、高炉

	操業度	燃料比
焼結	1.20 t/時/m ³	60 kg/t (粉燃料比)
高炉	1.80 t/日/m ³	532 kg/t (コークス比換算)

3-8-2 製鋼

(1) 製鋼時間

7,776時間(324日に相当)

(2) 歩止り

- ① 転炉歩止り 94%
- ② 造塊歩止り 90%
- ③ 連铸歩止り 92%

3-8-3 圧延工場

工場	圧延能率 (t/hr)	ミス・ロール率 (%)	歩止り (%)	燃料原単位 × 10 ³ kcal/t
分塊	60.4	1.0	85	400
中形	80.0	3.0	93	400
熱延	60.4	1.0	93	340
冷延	5.6	不良コイル5%以下	85	250 (焼鈍炉)
溶接管	27.8	0.5	92	—
第一冷間成形	8.5	1.0	92	—
第二冷間成形	5.2	1.0	92	—

3-9 エネルギーバランス

エネルギー消費量は、設備の内容がすべて決定し、それにもとづく生産計画が出来てからでないと正確な推定は出来ない。今回萊鋼から提出されたエネルギー消費原単位が明瞭でないので、主要設備についてのエネルギー原単位をもとに、近代化完了時の推定を行ない、問題点の有無をチェックすることとした。

エネルギーの項目としては、高炉ガス、コークス炉ガス及び電力を取扱った。

鉄鋼生産でのエネルギー消費量は非常に大きく、操業方法で節約すれば莫大なエネルギーの節減が出来る省エネルギーを実現するには、日常の各生産工程における量の確認が必要であり、そのためには計量装置の完備が重要である。

今回の調査でエネルギー量の把握が十分でない状況が判明し、本報告でも量のバランスを計算出来なかった。ここでは近代化による主要設備のエネルギー必要量がどのように変化するかを参考までに記載することとした。

3-9-1 エネルギー使用量の変化

	1985		1990	
	原単位		原単位	
〔高 炉〕				
生産量		289,697トン		945,000トン
高炉ガス	859Nm ³	24,885万Nm ³	945Nm ³	8,230.2万Nm ³
コークス炉ガス	3 #	87 #	200 #	18,900 #
電力	13.3 圃	385.3万圃	15 圃	1,417.5万圃
〔焼 結〕				
生産量		582,484トン		1,597,000トン
コークス炉ガス	11Nm ³	641万Nm ³	5Nm ³	798.5万Nm ³
電力	28.6 圃	1,666万圃	40 圃	6,388万圃
〔転 炉〕				
生産量		80,974トン		770,000トン
電力	41.9 圃	339万圃	27 圃	2,079万圃
コークス炉ガス	95Nm ³	769万Nm ³	5Nm ³	385万Nm ³
転炉回収ガス	-		48 #	3,696 #
〔分塊圧延〕				
生産量		172,312トン		328,000トン
コークス炉ガス	172.6Nm ³	2,974万Nm ³	44Nm ³	1,443.2万Nm ³
電力	57.2 圃	986万圃	42 圃	1,377.6万圃
高炉ガス	-	-	143Nm ³	4,690万Nm ³
〔中形圧延〕				
生産量				347,000トン
コークス炉ガス			47Nm ³	1,630万Nm ³
高炉ガス			153 #	5,309 #
電力			85 圃	2,950万圃
〔熱 延〕				
生産量				250,000トン
コークス炉ガス			47Nm ³	1,175万Nm ³
高炉ガス			153 #	3,825 #
電力			105 圃	2,625万圃

圧延用加熱炉はすべて $1,600 \text{ Kcal/m}^3$ の混合ガスを前提とした。

ガスの使用量は萊鋼資料の1990年のガスバランス表の使用予想量と比較してすべて少くなっている。

電力は、生産増に伴う使用予想の増加がやや萊鋼原案の1990年使用量を上まわって来るので、再検討の必要がある。

3-10 ユーティリティ計画

エネルギーと同様に、設備内容と操業計画が明確にならないと、検討はむづかしい。

ユーティリティで扱う項目としては、酸素、窒素及びアルゴン等のガス及び空気、水及び蒸気がある。何れにしても、設備の操業条件が明確でないこと、空気は各工場で圧縮機を設置管理していて総合的に管理されていないことなどの理由から、ここでは製鉄、製鋼に関連の深い、酸素、アルゴン及び冷却用に用いられる工業用水を原単位から推定し、近代化後に必要な数量をあげるにとどめる。

3-10-1 水、酸素等の使用量推定

	1985		1990	
	原単位	年間総量	原単位	年間総量
[高炉]				
生産量		289,697トン		945,000トン
用水	11.86トン	343.6万トン	12.0トン	1,134万トン
[焼結]				
生産量		582,484トン		1,597,000トン
用水	1.80トン	104.8万トン	2.0トン	319.4万トン
[転炉]				
生産量		80,974トン		770,000トン
酸素	80 Nm^3	647.8万 Nm^3	60 Nm^3	4,620万 Nm^3
アルゴン	—	—	0.6 "	46.2 "
用水	14.51トン	117.5万トン	* 6.5トン	500万トン
[連続鋳造]				
生産量		—		314,000トン
酸素		—	3.8 Nm^3	119.3万 Nm^3
用水		—	* 2.50トン	78.5万トン

	1985		1990	
	原単位	年間総量	原単位	年間総量
〔分塊圧延〕				
生産量		172,312トン		328,000トン
用水	5.49トン	94.6万トン	6.0トン	196.8万トン
〔熱延〕				
生産量		--		250,000トン
用水		--	* 25トン	625万トン
〔中形圧延〕				
生産量		--		347,000トン
用水		--	30トン	1,041万トン

* は日本の実績による推定値。

用水量は総量4601.2万トンと推定され、循環率を90%とすれば、年間給水量は上記設備に対し460.1万トンが必要となる。

現在計画では鋼鉄廠の供給計画値として年間供給予想量は、約2,000万トンであり特に問題はない。

酸素については、現有の3,200Nm³/h設備に6,000Nm³/hの設備の新設が予想されて居り、稼働率を90%とすれば、新設分の6,000Nm³/hの設備を90%稼働率で、操業可能の体制を作れば供給には問題ない。

3-11 近代化計画設備コスト

近代化計画に必要な設備コストを表3-11-1にまとめる。設備費を算定するには、詳細なエンジニアリング調査と中国国内での物価状況調査を行う必要があるが、今回のスタディからの算定では、極めて一般的な大まかな数値で示しており、あく迄も参考値である。金額は日本に於ける土木、建築、工事費用を除いた設備のみのコストで表示した。中国の元と日本の円の換算比は1986年1月13日における1元65.4円を適用した。

表 3 - 1 1 - 1 近代化計画設備コスト一覧表

1. 第二製鉄工場

分 類	項 目	設備費(万元)	備 考
1) 原 料	(1) 原料混合ヤード	1,834.9	
	(2) 移動機械増設	611.6	
	(3) 破碎設備改造	152.9	
	(4) 焼結仮置場	229.4	
	小 計	2,828.8	
2) 焼結機改造 (50m ² ×2)	(1) 冷却機設備	1,100.9	360×2基
	(2) 床敷設備	305.8	100×2基
	(3) 破碎篩分設備	290.5	190×1基
	(4) 操業管理強化	122.3	40×2基
	(5) 点火炉改造	183.5	60×2基
	(6) 電気集塵機	917.4	300×2基
	小 計	2,920.4	
3) 焼結機新設 (90m ² ×1)	(1) 機械設備一式	5,198.8	
	(2) 電気及計装設備一式	1,070.3	
	小 計	6,269.1	
4) 高炉改造	(1) 機械設備一式	5,045.9	炉体レンガを含む
	(2) 電気及計装設備一式	1,070.3	
	(3) 送風機	764.5	2,000Nm ³ /min×1基
	小 計	6,880.7	
5) 高炉新設	(1) 機械設備一式	2,938.8	
	(2) 電気及計装設備一式	1,987.8	
	(3) 送風機	764.5	
	小 計	12,691.1	
6) 環境集塵設備	(1) №1、2 焼結機用集塵機	183.5	3,000Nm ³ /分
	(2) №3 焼結機用集塵機	183.5	3,000Nm ³ /分
	(3) №1、2 高炉巻下集塵機	244.6	4,000Nm ³ /分
	(4) №1、2 高炉鉤床集塵機	367.0	6,000Nm ³ /分
	小 計	978.6	

分 類	項 目	設備費(万元)	備 考
7) 排熱回収設備	(1) 焼結排熱回収設備	688.1	90m ² 焼結機クーラー用
	(2) 熱風炉排熱回収設備	305.8	プレート方式、750m ² 高炉
	(3) 炉頂発電設備	688.1	1,500kW、750m ² 高炉
	小 計	1,682.0	
8) 石灰焼成設備	(1) 機 機 設 備	917.4	220t/日
	(2) 電気及計装設備	152.9	
	(3) 焼結添加用破碎設備	259.9	37,000t/年、1m ² 粒径
	小 計	1,330.2	
合 計		3,558.9	

2. 第二製鋼工場(製鋼関係)

分 類	項 目	設備費(万元)	備 考
1) 原 料	(1) 溶銑脱硫装置	917.4	秤量機温度計
	(2) 除 滓 機	122.3	
	(3) クレーン	76.5	
	(4) 計量機器	78.0	
	小 計	1,194.2	
2) 転 炉	(1) 複合吹錬転炉	535.2	分析装置、温度計
	(2) 計量機器	65.8	
	小 計	601.0	
3) 造 塊	(1) レードルフェーネス設備	382.3	レードルカー クレーンスケール レードルクレーン ウォールクレーン
	(2) 噴流攪拌式取鍋精錬設備	688.0	
	(3) フラッシング設備	91.7	
	(4) 取鍋、高速加熱装置	122.3	
	(5) クレーン、台車	504.6	
	小 計	1,788.9	
4) 連続鋳造	(1) 連続鋳造機	1,223.2	
5) 鋳型 鋼塊処理棟	(1) 鋳型修理設備	152.9	
	(2) ジーゼル機関車	367.0	
	(3) クレーン	397.6	
	(4) 定盤反転装置、鋳型清掃機	53.5	
	小 計	971.0	
合 計		5,778.3	

3. 第二製鋼工場（圧延関係）

分 類	項 目	設備費（万円）	備 考
1) 分塊工場	(1) ミル主機モーター	412.8	モータージェネレーター含む 2ホール分
	(2) 熱間溶削機	458.7	
	(3) 集塵機	168.2	
	(4) 分塊、熱延間、テーブルカバ	30.6	
	(5) 均熱炉燃焼制御装置	152.9	
		小 計	1,223.2
2) 形鋼工場	(1) 加熱炉	1,070.3	炉入出側設備含む 周辺機器含む ホットゾー
	(2) 圧延ミル一式	5,045.9	
	(3) 鋸断装置	458.7	
	(4) 精整設備一式	2,905.2	
	(5) テーブル搬送設備	3,058.1	
	(6) ロールショップ	1,529.1	
	(7) 天井クレーン	764.5	
	(8) 給油、給脂、液圧装置	764.5	
	(9) 水処理設備	458.7	
	(10) 貨物線路	30.6	
	小 計	16,085.6	
3) 冷延工場	(1) 酸洗設備	1,834.9	
	(2) 圧延設備	1,651.4	
	(3) 清浄設備	535.2	
	(4) 焼鈍設備	1,177.4	
	(5) シャー、リコイリング設備	519.8	
	(6) スリッター	229.3	
	小 計	5,948.0	
4) 溶接管工場	(1) ホットスリッター	259.9	
	(2) ミルライン	841.0	
	(3) 精整ライン	841.0	
	(4) メッキライン	420.5	
	(5) ネジ切ライン	259.9	
	小 計	2,622.3	

分 類	項 目	設備費(万元)	備 考
5) 第1冷間成形工場	(1) 成形機設備一式	259.9	
6) 第2冷間成形工	(2) 成形機設備一式	259.9	
合 計		26,434.9	
第2製鋼工場	製 鋼 関 係	5,778.3	消耗品関係含まず
	圧 延 関 係	26,434.9	
	合 計	32,213.2	
第2製鉄工場	合 計	35,580.9	
第2製鋼工場	合 計	32,213.2	
総 合	計	67,794.1	

(附)第1製鋼工場(製鋼関係)

分 類	項 目	設備費(万元)	備 考
1) 製鋼設備	(1) 30トン電気炉設備	581.0	55トン
	(2) 電気炉附帯設備	168.2	
	(3) 原料投入設備	214.1	
	(4) 集塵装置	321.1	
	(5) クレーン	168.2	
	(6) 取鍋精錬設備	259.9	
	(7) 鋼屑予熱設備	122.3	
	小 計	1,834.8	
2) 造塊設備	(1) 取鍋移送台車	45.9	2ストランド
	(2) 水平式連続鋳造設備	519.9	
合 計	電気炉改造、普通造塊の場合	1,880.7	
	電気炉改造、水平連鋳の場合	2,354.7	

3-12 近代化の経済効果

経済効果の詳細は、工場の操業原価、製品の販売価格等の詳細が必要であり、これらの実状が日本とかなり異なるため算定は省略する。

報告書で検討した設備が完成した場合と、現状の生産実績を比較すると生産量は下記の通りとなる。

表3-12-1

	1985年	1990年	比率
焼結鉄	580,000 t	1,570,000 t	271%
鉄	290,000 t	945,000 t	326%
転炉鋼	80,974 t	700,000 t	864%
分塊工場	172,312 t	328,000 t	190%
熱延工場		250,000 t	
形鋼工場		347,000 t	
冷延工場		34,000 t	
第一冷間成形		37,000 t	
第二冷間成形		28,000 t	
溶接管工場		92,000 t	
圧延鋼材計 (萊鋼生産分)	85,168 t	578,000 t	679%
電炉鋼	70,012 t	100,000 t	143%

主要製品の原単位減による効果1990年の生産量で節減されると予想できるものを次に示す。右に示す数字は年間の節減量である。

表3-12-2

項目		年間節減量
焼結粉燃料比減	157万t×20kg	31,400 t
高炉コース比減	94.5万t×108kg	102,060 t
転炉酸素量	70万t×30Nm ³	21,000,000 Nm ³
電炉溶解電力量	10万t×27965	27,965,000 kWh

歩留向上による効果

全工程の歩留改善効果は、新設備（圧延部門）があり計算が困難なのでここでは連続鋳造機の採用による歩留向上を示す。

77万トンの溶鋼のうち、34.1万トンが連続鋳造機に向けられる。

造塊と連続鋳造機の歩留差は2%

分塊圧延の歩留りは85%を想定しているので、全量造塊、分塊工程によって生産する場合と比較すると、

$$341,000 \times (0.92 - 0.90 \times 0.85) = 52,855 (\text{トン})$$

即ち、4.4%の溶鋼を連続鋳造機で鋼片化すれば、造塊、分塊工程で鋼片を製造する場合よりも年間約53,000トンの増産が出来る。

更に、連続鋳造では、分塊工場の均熱炉の燃料が不必要となり、省エネルギー効果が大きい。

経済効果は、本来工場の生産工程全体につき、算定すべきであるが、今回の近代化計画案は、新設の設備が多く、現状との差が大きいので、増産効果と部分的な原単位低減効果及び歩留り向上効果を記した。

3-13 近代化計画実施上の留意点

製鉄、製鋼工業は、経験を基礎とする技術から成りたっている。それ故、新しく設備や技術を導入する場合には、その設備、技術が実際にどのように活用されているかが評価の基本となる。その意味で、本計画案は日本で実施されている技術が根拠となって居るので実施は、不安な点がない。

計画案は、既存設備の活用が前提とされたため、日本における最も効率の良い設備と比較して、完全な近代化が達成されていない部分が残っている。具体的には造塊、分塊の工程が残っている点である。

今回の計画を実施するに当って留意すべき点は、計画案が主要設備中心に計画されたために、具体的に計画実施に入った段階で、周辺附滞設備の詳細検討を行なわねばならないこと、建設工程が1990年目標のため具体的な建設計画の作業は出来るだけ早く着手する必要があること、現在稼動中の設備の生産活動を阻害しないように部分的に設備の変更を考慮する必要があること、稼動開始後の設備保全のための予備品、図面等の準備を考慮する必要があること等があげられる。

設備の内容に関しては、萊鋼側の要望を基に検討しており、製品寸法等に変更のない限り、問題はない。

前述のように、短い期間に一斉に工事が進行するので資材置場、工事場所の設定仮運搬径路の計画、工事用機械の使用計画等、施工上の計画を十分に検討した上で実工事を開始することが必要である。

3-14 近代化計画予想工程

3-14-1 生産主体工程

区分		予 想 工 程						備 考
		1986年	'87	'88	'89	'90	'91	
第二製鉄	原料設備	検討	設計	製作	改造			
	炉1			改造				
	焼結(炉2)				改造			
	炉3				新設			
	高炉(炉1)					改修		
	炉2				新設			
	焼石灰炉			新設				
第二製鋼 (製鋼)	脱硫設備			新設				
	転炉			改造				
	造塊銜空鋼塊処理棟			新設				
	" 注入ヤード			改造				
	P M 設備		新設					
	L F 設備				新設			
	連 鑄 設 備				新設			
第二製鋼 (圧延)	分塊均熱炉			増設				
	" 熱間溶削機			新設				
	形 鋼 工 場				新設	サイズ拡大	検討	
	熱 延 工 場	新設					直正	検討
	冷延工場圧延機	炉1			新設	I期		
	" 炉2						II期	
	" 清浄設備				新設			
	" 焼鈍設備				新設		増設	
	" シャーリコイリング				新設			
	" スリッター						新設	
	溶接管工場			新設				
	" ミル関係設備			新設				
	" ノッキ関係設備			新設				
	" ネジ切関係設備			新設				
	第一冷間成形工場			新設				
第二冷間成形工場			新設					

第 4 章 結 論 と 勧 告

第4章 結論と勧告

4-1 工場改善の概要と意義

今回の調査では、既に計画された高炉及び転炉の増強計画と建設中の熱延工場設備を前提として、最終製品の種類、寸法の鋼鉄廠側の要求を満足させる設備計画を検討する形となった。

鋼鉄廠案によると小寸法の生産要望が強く、そのままその案を採用すれば製鋼の鋼塊、鋼片の生産計画量70万トン进行处理するための圧延設備は非常に大きくなってしまい。そこで製品の形状、寸法については、調査団と鋼鉄廠の間で検討を重ねて、本報告の内容に定められたものである。

本報告に述べられた改善内容は、現在の操業における問題点の改善を主体とし、この規模の設備の中で品質要求を満足するために必要な項目がとりあげられて居り、設備工事が完成すれば一通り近代的な設備が整い、要求されている品質を満足に生産し得る工場となる。しかし、現在鉄鋼生産技術の進歩は、製品品質の要求から著しく早くなっており、今回の近代化計画では現状の最新鋭の製鋼設備まで達する段階には到達できなかった面がある。具体的には分塊工場設備を残したため、製鋼の造塊を全量連続鋳造化出来なかったのが一例である。その意味では、今回の近代化計画により、まず部分的に新技術を取り入れ、技術を消化習熟した上で、残った合理化を、設備の更新の形で進める段階が必要と思われる。旧来のプロセスを全面的に変更して新しい製法を採用することは、技術の習熟に困難が伴ない、あまり実際的な方法ではないので、今回の改善計画は現状に適した方法と考えられる。

4-2 設備以外に改善を要する問題点

今回の調査で特に印象の深かったのは、生産管理と計量管理にかなり改善する点があることで、現状のままでは設備改善が完了しても生産が計画通り達成出来ないことが懸念される。

問題点を要約すると以下の通りである。

- (1) 製鉄、製鋼、圧延各部門間の半製品の搬出、搬入が、設備の稼動に必要な条件に合っていないため、材料待ちの時間損失が大きく、これがエネルギー消費を大きくしている。
- (2) 設備の故障が多く、特に計器類は不備のまま生産が行なわれることが多い。
- (3) 計量、分析機器が完備されていない。
- (4) 作業用材料の品質が良くない。

対策としては、

- (1) 各部門間の連絡を密にし、前工程の操業責任者は次工程の工場の作業状況を把握して、責任を持って必要な時間までに必要な半製品を送る体制を考える必要がある。この責任とは、輸送を管理する部門への連絡も含める。
- (2) 設備は、点検及び部品交換の周期をきめる等の方法により、予防保全を実施し、運転中の故障発生を防止することが出来る。
- (3) 計量、分析等は操業内容の状況把握の最も大切な指標である。生産能率を向上し大量の物が扱われるようになると計量値があいまいな場合、操業の問題点を知ることが出来ない。特に転炉の生産が順調になると、分析時間は生産に大きく影響するので分析機器の設置が必要である。
- (4) 特に大量に使用される生石灰の品質と耐火物の品質を向上する必要がある。
焼成が不十分な生石灰は転炉の熱を吸収して、操業時間を長くする。
耐火物は使用原料の品質、粒度及び焼成温度で著しくその性能に差があり、よく管理された耐火物の専門工場で安定した品質の製品を作るようにすべきである。

4-3 その他

4-3-1 教育、訓練

工場概要の中に、現在鋼鉄廠で従業員の文化水準向上のための教育が熱心に行なわれていることに触れた。ここでは、日本の鉄鋼工場における従業員教育の必要項目と教育の実施状況を述べ参考に供する。

イ. 研修コースの教育項目

計 算 能 力 (四則演算とパーセント計算)

化 学 方 程 式 (元素記号、分子式の理解等)

鋼の性質	(品質及び高温変態の理解)
工場設備	(使用する設備器具の機能扱い方)
安全作業	(保護具、作業上の注意事項)
品質管理	(教直の統計処理、管理図、要因分析)
製造工程	(工場の中の製品の流れと所属職場の作業)
製造原価	(使用する原料材料の価格)

ロ. 教育方法の例

上記の研究は作業日以外に教室で講義を受ける。操業中には問題が発生したら作業終了時約30分で問題発生の原因対策を班全員と技師で検討して同様の問題の生じないようにする。

4-3-2 原料、材料の仕様の規格化

現在、工場で使用されている原材料及び機器類の品質が良くないために、操業上かなり悪い影響を及ぼしている。資材不足の現状では困難であるが、工場で使用する資材は、使用側から見た要求品質があり、その品質を供給側が理解しないと満足な操業が出来ない。この問題を解決するためには資材を使用する側から品質規格を提出して供給側の人々の理解を得る必要がある。例を製鋼用の生石灰にとってみると、製鋼用に必要な品質は、(1)完全に焼成されていて灼熱減量は5%以下であること、(2)大きさは最大50mmで1mm以下の粉が混入していないこと等があげられ、更に有効石灰分は92%以上あることも重要である。このような品質を実現するためにはまずその品質の規格を使用側で作ることが第1歩である。

すべての使用資材に規格或は要求品質を制定し、供給側に理解させるのには、長い年月と工業水準の向上が必要であるが、近代化の一つの大きな目標として努力して理想を実現すべきである。

規格の制定に当ってはまず使用する目的に最適の品質(機能、寸法、材質、化学成分等)を定め、工場内で品質改善可能な場合(例えば、合金鉄の形状等)があればその能力範囲で処理可能な品質を定める。

特に優先的に規格制定が望まれるのは、高炉用原料、鉍石、製鋼用合金鉄、造滓材等と耐火物であり、計測器具である。

付 属 資 料

合 意 書

国際協力事業団より派遣された、中華人民共和国 山東省
山東萊蕪鋼鐵廠近代化計画調査団(以下、日本代表団と言う)は
1986年1月15日より1月28日にかけて、中国山東萊蕪鋼鐵廠管理委員会
(以下、山東萊蕪鋼鐵廠と言う)の誠意ある対応を受け、真剣かつ効果的
に現地調査を行った。

本現地調査を通じ、日本代表団と山東萊蕪鋼鐵廠は、技術報告書
作成に関し以下の事項につき合意した。

1. 1990年の計画生産量 鋼塊、連鑄鋼片合計70万トンの生産を基礎に
添付の生産工程表に示された数値を生産計画量とする。

(設備検討により多少変動することもある)。

2. 特に留意する技術検討内容。

(1) 製鉄工場。 生産バランスの良し、効率の高し、省エネルギーを
考慮して設備計画を検討する。

(2) 製鋼工場。 軋圧3基整備、2基稼働体制で、効率西傾の向と
生産目標達成が可能な設備と操業面も含めて検討する。

中形形鋼工場向鋼片製造用の連続鑄造機の

新設を検討する。

製鋼 圧延間の物流について合理的な案を検討する。

(3) 中形形鋼工場 生産品種は H形鋼、山形鋼、薄形鋼、工

設計能力 50 万トン/年とする

(4) 熱延工場 建設中の設備であるが、能力及平型さの

る、品質上の問題を提言する

(5) 熱延コイル加工ライン 設備は 溶接管ライン、冷間加工

ライン、冷延工場 と設置する

(6) 新設および増設の建屋については、その長を中高さ

必要起重機荷重、起重機レール高さ等建屋にかかわる

数値を提出する

(7) 計量計測設備は 最低限必要なものを提言する

(8) 工場配置は、直送圧延等の省エネルギー対策を考慮する

3. 技術水準

1990 年における、山東莱芜鋼鐵廠の技術および管理水準は、生産達成に十分な水準にあるものとする

なお、報告書には、各部門毎に次の項目につき目標値を設定

す

焼結 操業度 (T/時/m²)

燃料原単位

高炉 操業度 (T/日/m³)

燃料原単位

製鋼 製鋼時間

歩留

圧延 能率

燃料原単位

歩留

ミスロール率

4 コスト計算

設備費 については、日本 FOB ベースとする。その他、コストはどの

金額表示は、換算レートを用いて、明確にした上で“元”表示とする。

5 稼働体制

全工場 3 直稼働を前提とする

6 ユーティリティ

酸素、窒素、アルゴン については、生産に適合した供給設備能力を

検討する。

電力、用水、燃料ガスについては、検討する設備についての
必要量を算出する。

7. 環境保全

設備の排煙、排水、騒音、振動については、中国の公害規制
値と外れは、いよう考慮する。

8. 第1鋼廠

山東萊蕪鋼鐵廠は、本格調査の対象外ではあるが、
第1鋼廠の西線、拡大と西線改善方案の提出を強く希望する。

1986年 1月 28日

国際協力事業団

山東萊蕪鋼鐵廠

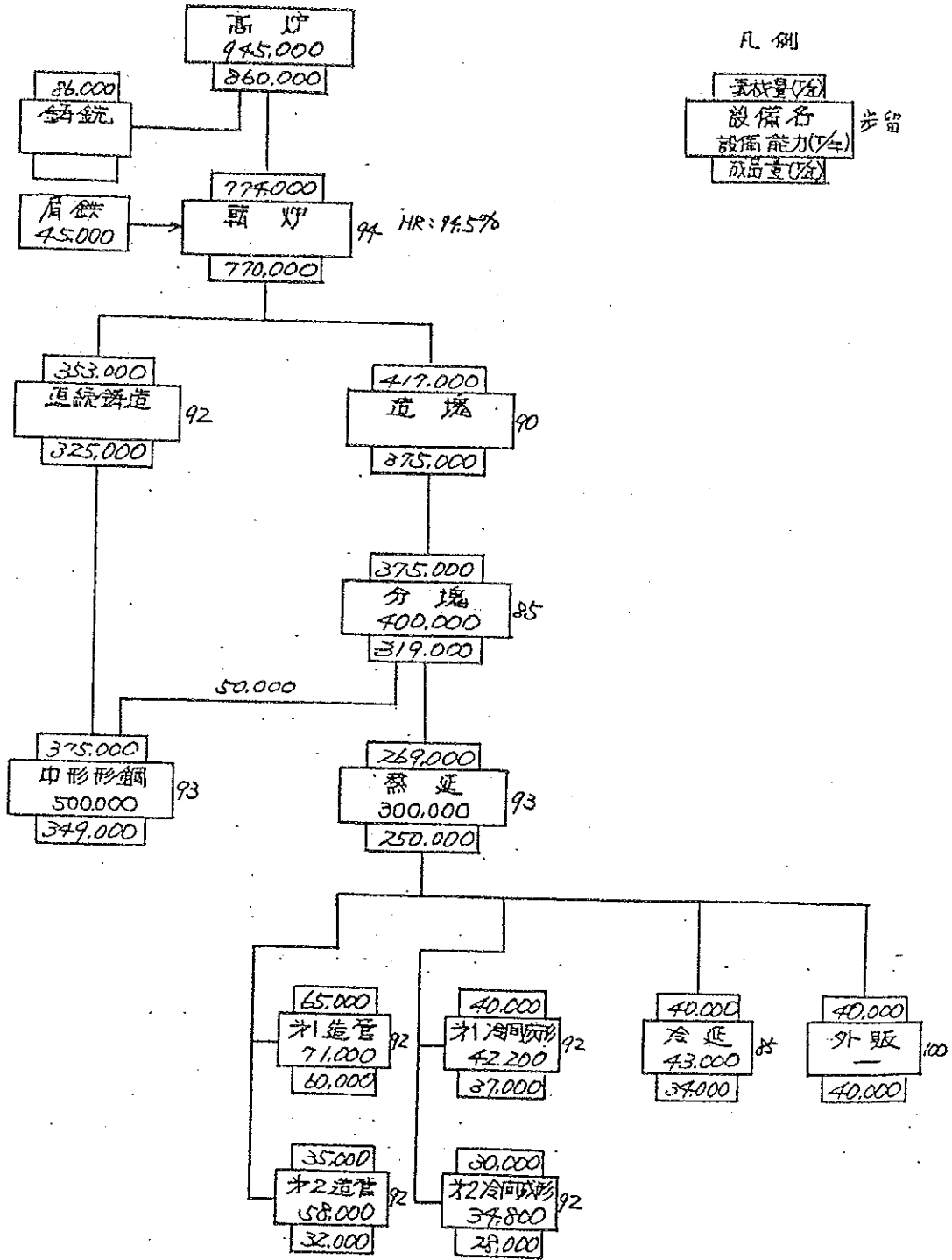
山東萊蕪鋼鐵廠近代化計画調査団

団長

杉山 敏

廠長 馬仲才

(原文 日本文とす)



中華人民共和国工場(山東萊蕪鋼鐵廠)近代化
計画調査(報告書説明)に係る議事録

中華人民共和国工場(山東萊蕪鋼鐵廠)近代化計画調査団は、
1985年9月14日署名の「中華人民共和国工場(山東萊蕪鋼鐵廠)
近代化計画調査実施細則」に基づき、1986年1月13日から同年
1月31日まで現地調査を実施した。

上記調査団は、1986年6月14日から中華人民共和国を訪問し、
上記調査に基づき作成した報告書(案)に関する説明を中国側関係者
に行った。

中国側は、日本側調査団の労を讃え、感謝の意を表明した。また、
日本側調査団は、中国側の協力と友好招待の労を讃え、感謝の意を表明した。

またる変更点は下記の通りとし、その他の事項については細かな
字句の修正等を除き報告書(案)通りとすることで双方同意した。

記

1. 報告書に追加すべき項目

- 1) 焼結及び高炉の槽下と鑄床の集塵設備
- 2) 第二製鋼 高速取鍋加熱装置
- 3) 転炉工場設備の主要な詳細設備項目と価格
- 4) 分塊工場 主モーター、MGの更新
- 5) 第一製鋼 スクラップ予熱装置

2. 報告書の内容変更

- 1) 高炉 鉍石破碎設備増設を削除し、購入塊鉍石粒度を10~25mm
とする。

- 2) 焼結用燃料破碎機は、実能力不足のため2基増設し90m²設備に設置する。
- 3) 高炉原料仮置場は焼結鉦のみとする。
- 4) 焼結用冷却機は、機器内容の統一の意味から押込式に変更する。
- 5) 焼結機の新設を先行し、既設設備50m²×2の改造は新設工事完了後とする。
- 6) 転炉注入台車レールゲージは、凡用ゲージ1435mmにする。

3. その他

- 1) 工場概況に近代化の必要性を追記する。
- 2) 設備内容、管理方法、その他説明不足な項目は追加説明を追記する。

1986年6月20日

日 本 国
国際協力事業団
中華人民共和国工場
(山東萊蕪鋼鐵廠)
近代化計画調査団団長

杉山 敏

中華人民共和国
山東萊蕪鋼鐵廠廠長

馬 仲 才

現地調査の受領資料

(1) 一 般

1. 1985年管理目標達成状況
2. 動力部概況
3. 萊鋼冶金廠区1990年ガスバランス表
4. " 1990年給水バランス表
5. " 1990年蒸気バランス表
6. 変電所、給電系統図
7. 電力供給目標
8. 配電系統
9. 各工場電力使用状況及使用実績
10. 工業用水給水状況
11. コークス炉ガス、酸素
12. 高炉ガス、蒸気

(2) 製鉄関係

1. 企業診断報告資料
2. 第二製鉄プロセスフロー図
3. 第二製鉄エネルギー管理系統図
4. 第二製鉄電源系統図
5. 第二製鉄給水系統図
6. 第二製鉄鉄道平面図
7. 第二製鉄原料ヤード配置図
8. 第二製鉄破碎工程建設図
9. 第二製鉄破碎室建設詳細図
10. DQ30リクレーマ
11. 焼結室配置図
12. 50 m^2 焼結機図
13. 50 m^2 焼結機組立図
14. 620 m^3 高炉平面配置図
15. 620 m^3 高炉体図

16. 620 m^3 高炉側面図
17. 620 m^3 高炉熱風炉配置図
18. 620 m^3 高稼熱風炉側面図
19. 焼結工場総平面図
20. 620高炉炉体断面図

(3) 製 鋼 関 係

1. 萊鋼第二製鋼工場情況紹介(資料)
2. 企業診断材料第一製鋼部分(資料)
3. 萊鋼第二製鋼工場建設計画平面図
4. 萊鋼第二製鋼工場区域配置図
5. 萊鋼第二製鋼工場設備平面配置図
6. 炉耐火物工場工程フロー図
7. 25トン純酸素上吹転炉炉体及び煉瓦張図
8. 線 路 図
9. 125 m^3 豎形炉工程フロー図
10. 2,130kg鋳型図
11. 26.8m台車配置図
12. 20インチ鋳型図
13. 19.8m、23m(24.6m)平面配置図
14. 12m、15.8m平面配置図
15. 6m作業床下配置図
16. 8 m^3 スラグポット
17. 原料装入系統総配置図
18. 3.2mスクラップ置場総図
19. III-III部工場断面図
20. 25トン純酸素上吹転炉傾動設備
21. 4.9m作業床下平面配置図
22. 注 入 管
23. 排ガス浄化系統平面配置図
24. 20インチ鋼塊用定盤図

25. I-I部工場断面図の2
26. 35トン受鋼
27. I-I部工場断面図の1
28. 35トン溶銑用取鍋
29. II-II部工場断面図
30. 84年、85年製鋼品質統計表
31. 第一製鋼工場二期設備計画平面図

(4) 圧延関係

1. 萊鋼第二製鋼工場建屋配置図
2. 750_{mm}分塊工場設備配置平面図
3. 5/10トントングクレーン総図
4. バーナー燃焼均熱炉上部断面図
5. 均熱炉用バーナー図
6. 金属製レキュペレーター図
7. 750_{mm}分塊圧延機
8. 400トン剪断機
9. 400トン剪断機
10. 400トン剪断機総図
11. 500_{mm}熱延帯鋼工場設備設計値抜粋
12. 500_{mm}熱延帯鋼工場全体配置図
13. 550_{mm}鋼片圧延工場設備平面配置図
14. 中形工場圧延設備配置図
15. 小形工場圧延設備配置図

(5) その他

1. 冶金工場区域配置図
2. 冶金工場区域平面配置図
3. 動力供用概況説明
4. 萊鋼冶金工場燃料ガス平衡表(85年、90年)
5. 萊鋼用電力配電計画図
6. 萊鋼工業用水使用量

7. 銀山変電所主結線図
8. 南岭変電所主結線図
9. 第一製鋼、萊蕪鉄鉱、冶金精錬工場変電所単線結線図
10. 蒸気高炉ガス分配図

JICA