

7-1-3 圧延工程（大型、小型圧延の技術評価）

最近の国際的技術動向として、高級棒鋼圧延設備の目標は下記のとおりである。

1. 高生産性
2. 高品質
3. 高歩留
4. 省力
5. 省エネルギー
6. 操業性・保守性の向上

これらは、独立した項目ではなく、全て相互に密接な関係を持っている。

□ 高生産性

過去に分散して建設された圧延設備を集約して、生産性を向上させる必要がある。

一例として、月産75,000t、時間当たり200tの最大生産能力を有するものがある。

これを実現させるため、鋼片単重最大4t、圧延速度も20m/secとしており、それに見合った圧延機サイズ・主電動機容量・冷却床広さ・冷間切断機を備えている。

一般には生産能力月産50,000~60,000t、鋼片単重2t、圧延速度16~17m/secのものが多い。高生産性を達成するための最要点は鋼片手入れ設備と製品手入れ設備の省力化・自動化である。

上流工程で鋼片に発生するきずを皆無にすることは現在ではまだ不可能である。特に高級棒鋼の場合は、鋼片きずの除去作業の自動化が絶対不可欠である。製品に対するユーザーの多種多様な要求に答えるためオフラインの検査・矯正・端面処理・手入れ設備をいかに効率的に連結させるかを考慮しなければならない。更に、圧延設備のダウンタイムの減少を図ることが高生産性達成につながる。ロールスタンド組替自動化・配線・配管の自動結合化・自動セットアップによりダウンタイムの減少を図る。

① ロールスタンド組替自動化

引き出しレール方式及びターンテーブル方式または台車方式やクレーンによる直接吊り上げ方式を採用することにより、スタンド組替作業の全自動化を図っている。

② 配線・配管自動結合

各ユーティリティ（電気・油圧・冷却水）はオートカップラーによりロールスタンド組替時に自動着脱する。

③ 自動セットアップ

ミルモーターの回転数、ロール隙、カリバー位置などラインの機器は、総て計算機制御によるコントローラーの指示で自動的にセットされる。

その他、コールドシャの上下刃自動着脱、組替、圧延材の自動サンプリングなど全ラインのダウンタイム減少のための自動化を図っている。

□ 高品質

最近ユーザーでの加工工程の省略を図るため、その品質要求は益々高度化する方向にあり付加価値の高い製品品質が要求される。現在、高級棒鋼に要求される品質の傾向は、図7-24に示すとおりである。

寸法精度：通常圧延時

AISI Bar

Tolerance の1/2。

精密圧延材は

更に厳しい。

長さ精度：+20mm~-0 mm

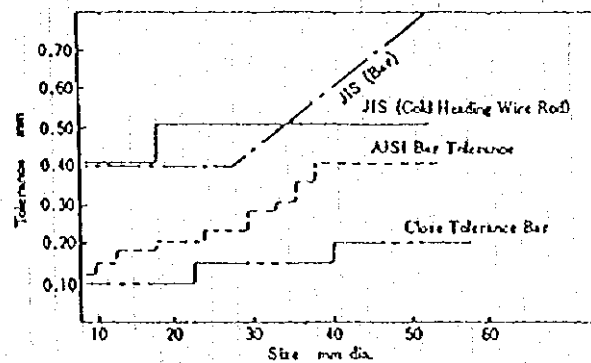
表面きず：深さ0.1mm 以下

真直度：1.0mm/m 以下

脱炭：DM-F 0

DM-S(50) 0.10 以下

(自動車用ばね)



JIS, AISI Bar Tolerance および close tolerance bar の寸法公差の比較

図7-24 各規格の寸法公差比較

以上の品質に対する要求と共に、直接熱処理材をオンラインで圧延可能とする傾向にある。

各品質要求に対応するための圧延機の機能を下記に示す。

① 寸法精度

(a) 無張力制御による連続圧延

最終製品精度を向上させるためには、その前段階の圧延材は高精度で圧延されねばならない。連続圧延の場合、太物製品は、粗中間列で仕上げるため、粗中間列での無張力制御が不可欠である。最近では電気制御機器の発達と理

論解明の進歩により、信頼性の高い無張力制御が達成されている。

(b) 高剛性ロールスタンド

圧延材の先端、後端の温度差を少なくするためにも、ロールスタンドは高剛性化することが望ましい。最近では粗列 300t/mm、仕上列でも200t/mm 程度の高剛性が得られている。

(c) スラスト軸受

圧延機の遊隙については、スラスト方向に注目する必要がある。仕上列ではスラスト軸受を複列円錐コロ軸受とし、ロール軸方向に油圧で常時プリロードをかけ、ロールチョックとスタンドとは油圧作動のくさびで押さえつける等、スラスト方向の遊隙を極力少なくする工夫をしている。

その結果従来型では $\pm 0.152\text{mm}$ の遊隙が ± 0.025 まで改善されている。

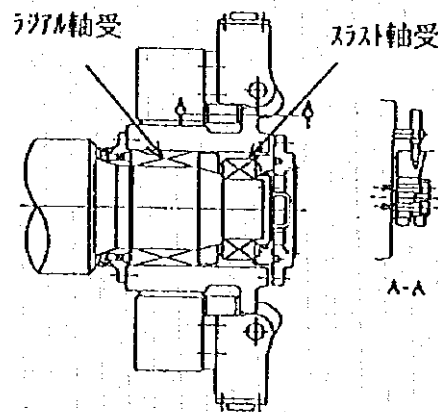


図7-25 仕上列水平式圧延機ロールチョック

② 長さ精度

コールドシャの定寸機ストップは材料温度を測定し、温度補正をして位置決めされねばならない。又、製品を搬送するシャローラーテーブルも可変速度とし、定寸時にクリーブ速度迄減速しつつストップに当たるようにし、かつストップも油圧シリンダで衝撃を緩衝しつつ、後退する定寸方式が必要である。

③ 表面きず

ビレットの表面きずをデスクレーラで除去すること、圧延材の接触する誘導ラインは耐摩耗性の球状黒鉛铸铁材（ダクタイル铸铁）を使用すること等の工夫をす

る必要がある。

ランアウトローラーテーブル以降についても、例えばVWVF（可変周波数可変電圧電源）で駆動する交流モーターを多用することで、ローラーテーブルの起動、停止時に圧延材とのスリップが防げる。

基本的には圧延材を無理に曲げることがないようにレイアウトとし、圧延材の接触する部分にはスリップのないローラーを配置し、かつ適切な材質の誘導装置を設置することがポイントである。

④ 真直度

棒鋼の真直度を確保するには、冷却床設備の工夫が必要であり、冷却床は全レイク式とするのが望ましく、レイクの歯は機械加工とする必要がある。機械加工により溝ピッチの精度は±0.1mmまで向上させることができる。

その他冷却床については、温間切断材の伸縮による曲がり無くするためストリートニングポケットの溝数を多くする。

□ 高歩留

歩留を上げる最も容易な手段としてビレット単重の増加、長尺冷却床の採用がある。コールドシャでの製品切断時に最もロスのない切断ができるように、最適切断システムを設定する。そのため圧延ラインに設置される各フライングシャはスタート、ストップ方式とし、高精度の切断が可能とする。製品測長も実際の製品速度をオンラインで測定する方式にする。

歩留向上のためには、加熱炉の自動燃焼システムによるスケールロスの少ない焼き上げも必要である。高歩留を確保するためには、機械・電気共極めて精度の高い機能が要求されるものである。

基本的には、機器の調整の自動化、圧延機の垂直－水平配列等ミスロールが発生することの少ない設備とすることが何にも増して必要である。

以上に近代的な棒鋼圧延設備の条件を述べたが、このような観点から新圧延設備の評価をすれば下記のようなになる。

(1) 大型圧延の技術評価

① 主要設備仕様

大型圧延の主要設備仕様は、表7-3 (1) と(2) に示すとおりである。

表7-3 (1) 大型の主要設備仕様

設 備 名	主 仕 様
予 熱 炉	4基、予熱鋼塊 430 ² /510 ² ×1200、重量2～3t 予熱材搬送設備・ローラー・鋼塊転倒装置・ 2.3tインゴット 90° 転倒、10sec/cycle
WB式加熱炉	型 式：オーキゲン式連続加熱炉 燃 料：重油、端入、端出 有効炉長：23,000mm 炉内幅：8,800mm 加熱能力：(常温→1,150℃) 連铸材 75t/h、 最大 90t/h、鋼塊 35t/h、最大 40t/h 加熱材料：連铸鋼片：300×400×4000mm 鋼 塊：430 ² /510 ² ×1200mm
2KT スカーフ	油圧ポンプ容量：2000T 型 式：二柱式油圧マクシ式 最大加圧力：2,000 t ストローク：1100mm 金敷寸法：上金敷 500×800×900mm (厚×幅×長) 下金敷 500×800×1,500mm
分塊圧延機	型 式：三重閉頭式 ロール径：φ820, 825, 830×2200ℓ 回 転 数：56.3rpm 主電動機出力：AC1,900kW 367rpm カムワルツ：M25×272 牙 歯車PCD 733, 293 圧下装置：AC40kW×2台 前面チルチング：ライツフト 駆動 AC30kW×2台 後面チルチング：ライツフト 駆動 AC30kW×2台 マニプレーター：ラックピオン方式 AC40kW×2台
ホットスカーフ	型 式：自走懸垂式 スカーフ速度：15～60m/min 被削材 幅：150～360mm 厚 さ：90～250mm 長 さ：3300～16000mm
熱間剪断機	使用燃料：酸素及びLNG 型 式：ガン & マット式 切断能力：300 t 電動機出力：55kW
鋼片No.1 圧延機	型 式：二重閉頭式 ロール径：φ670×1450ℓ 回 転 数：90.7rpm、減速比1/6.63 主電動機出力：AC1500kW 圧下装置：油圧モーター駆動、コロガリ軸受
鋼片No.2 圧延機	型 式：三重閉頭式 ロール径：φ670×1450ℓ 回 転 数：50～140rpm、減速比1/5 主電動機出力：DC1,000kW 250/700rpm 圧下装置：油圧モーター駆動、コロガリ軸受
鋼片No.1 材付 テーブル	φ付材用変圧器：3相50Hz、1,600kVA、3.3kV/630V φ付材制御装置：DC600V、1,086kW ロー径×胴長：φ350×900ℓ 5本 ブレーキ付駆動 11kW

表7-3 (2) 大型の主要設備仕様

設 備 名	主 仕 様
鋼片転回装置	No.1 走行ストローク : 2,000mm、フックシリンダ、昇降シリンダ 回転シリンダ、油圧ユニット No.2 油圧式 : 油圧ユニット No.3 型式 : L型鋼片油圧式、鋼片寸法 : 50~200 φ No.4 型式 : L型鋼片油圧式、鋼片寸法 : 50~200 φ フル付自走式 5.5kW No.5 走行距離 : 1,850mm (油圧モータ) 昇降油圧シリンダ-(φ180 × φ100 × 50st) フックシリンダ (FA φ80 × φ45 × 100st) マグネット付
中形粗圧延機	三重開頭式 2基、二重開頭式 1基 ロール径×胴長 : φ550 × 1,470 ℓ、φ550 × 915 ℓ 2基 合成樹脂軸受、1基 鋼軸受 減速機・カワチ (ダブルカ) No.1、No.2 フリフター (後面のみ) 主電動機 : 2,250kW 手動圧下
中形 仕上圧延機	三重開頭式圧延機 ロール : φ510 × 915 ℓ、鋼軸受 主電動機 : DC800kW 回転数 65~130rpm 減速比1/3.08 手動圧下
中形転回装置	No.1 型式 : L型油圧式、鋼片寸法 : 50~200p 横行量 No.2 型式 : " 鋼片寸法 : " : 1,500mm No.3 型式 : " 鋼片寸法 : "
ディスク ホイール	型 式 : 固定形水平動式 鋸 径 : φ1,800mm (廃却φ1,600mm) 厚 : 10mm 周 速 : 100m/sec 油圧シリンダ送り 垂直行程 : 900mm 最大前進速度 : 250mm/sec 最大後退速度 : 400mm/sec 電動機 : AC300kW、1,500rpm
空圧式 自動打刻機	型 式 : GMA-1500自動送り装置 刻印時間 : 4 sec 以下 / 1サイクル 刻印仕様 : 数字、英字 空 圧 : 4.5kg/cm ²
結 束 機	型 式 : 7-7 結束機 フープ径 : φ300 ~ φ450 結束長さ : 3,500 ~ 7,000mm 束重量 : 2000kg フープ寸法 : 0.91 × 32W 2条結束 : 1サイクル48sec
MP 2号 磁気探傷機	磁粉探傷機 (ソリッド) 検査可能サイズ : φ55~230 × 10.5m 55角~150 角 × 10.5m
円取り設備	砥石式 砥石寸法 : φ405 × φ25 × 50.8t 適用サイズ : φ55~230 × 10.5m
600tプレス	油圧式横押プレス 矯正能力 : 最大φ230 × 10.5m 矯正精度 : 3mm/m
外径寸法 測定器	光学式寸法測定器 (2軸測定) 測定範囲 : 55p ~ φ120 (測定精度0.1mm)

(2) 技術評価

新製鋼・連铸工場との連携により連铸ブルームは可能な限り、大型圧延で直接圧延で直接圧延するのが順当で、かつ経済的にも優れた生産工程と考える。将来この条件に対応した場合連铸鋼片素材単重増加への対処を検討する必要がある。

大型圧延機は1954年稼働の三重調整形（ラウト式）圧延機（平均ロール径 ϕ 830、胴長2,200mm L、リフト300mm、駆動電動機AC 1,800kW）である。公式資料では鋼塊（390P \times 490D \times 1.6m、単重2.1t）を処理し、公称能力は24万t/年である。三重式圧延機の問題点は、大重量の中ロールを昇降させるため、水スケール等の悪環境の中で昇降装置を設置せねばならず、設計的にも実操業においても無理を重ねることが多いことである。

圧延機の前後面にもそれぞれの大重量の昇降テーブルがある。大重量の圧延材を搭載したまま速い速度で昇降させるため、慣性力が大きくなる。停止時の大きな衝撃により、基礎あるいは駆動装置に無理な力を発生する。それに十分耐え得る強度の構造物を設計することは困難である。それは、日常の保守点検修理等の費用と労力のアップとなる。

作業性についても圧延材の嚙込等、二重可逆式と比較して悪く、生産能率においても劣る。

現在計画中の連铸鋼片の使用による素材単重の増加（使用実績のある270 \times 320 \times 3,760mm¹、2.5tから400 \times 300 \times 3,900mm¹、3.7tに増加）に対処できるかどうかを検討する必要がある。

二重可逆式圧延機は三重式圧延機比較して生産性が優れている。トラブルの原因となる中ロール昇降装置、テーブル等の装置部分もなく、機会損失、保守点検費用もより安いと考えられる。

以上より鋼片重量増加と生産の拡大を図るならば、将来的には分塊圧延機を二重可逆式圧延機（ロール径 ϕ 900程度、3,000kW程度が必要）に更新することが望ましい。

(2) 小型圧延の技術評価

主要仕様は次のとおりである。

公称能力	:	15,000t/月
製品	:	丸鋼 $\phi 22\sim 70\text{mm}$ 平鋼 厚5 $\sim 30\times$ 幅45 ~ 153.2
長さ	:	3.5 $\sim 10\text{m}$
素材	:	鋼片 137角 $\times 7.8\text{m}$ (1.1t) 120角 $\times 6.5\text{m}$ (0.72t) 100角 $\times 6.0\text{m}$ (0.46t)
最高圧延速度	:	丸鋼 5.0m/s ($\phi 28$) 4.8m/s ($\phi 32$) 平鋼 6.0m/s (70 $\times 6$)
製作年	:	1968年
製作者	:	NKK

① ミルの特徴

(a) ミル形式

粗列、中間列、細物仕上列の3列よりなり、並列式かつ中間列、仕上列はレピーターにて誘導する、レピーターミルである。特徴としては、テンションフリーのため、引張りによる寸法変動が少ない等の利点がある。反面圧延速度も高速は無理であり、機械生産性は低い。圧延作業にも十分なるケアを必要とする。

(b) 生産量

ミル配列、レピーター圧延のため、粗材重量、圧延機周速に制限を受け、直線配列全連続ミルに比較して生産性が劣る。生産能力は15,000t/月で、時間当たり圧延能率も40t/h程度が最大である。過去の実績では、13,000 $\sim 16,000$ t/月の範囲である。

(c) 生産品種

丸鋼 $\phi 22\sim 70\text{mm}$ (51種)	:	56 $\sim 59\%$ 主に機械構造用合金鋼
平鋼 45 $\sim 130\times 5\sim 30$ (76種)	:	41 $\sim 44\%$ 主にばね鋼

(d) 素材 連鋳比率 90%

(e) 圧延歩留 95.4~95.6%、ミスロール 0.13~0.17%

スケール損耗率 0.45%

(f) 燃料原単位 $35\sim36\times 10^3$ kcal/t

(g) 電力原単位 (主電力) 43~44 kWh/t

(小電力) 29~30 kWh/t 以上は1993年度実績値。

(h) 能率 (1993年4~6月)

・圧延作業時間 3交代

拘束時間×1日交替数×稼働日数 = $7\times 3\times 23$

残業時間 = 6時間15分

計 = 489時間15分

・ロール運転時間 = 354時間25分

・予定休止時間 空番 = 136時間45分

休憩 = 46時間

定修 = 56時間

計 = 238時間45分

・運転休止時間 ロール組替及び替

炉の都合 = 73時間46分

圧延運転/整備都合 = 39時間31分

精整都合 = 5時間58分

機械故障 = 10時間48分

電気故障 = 4時間40分

その他 = -

計 = 134時間50分

・稼働率

$$\left(\frac{\text{歴時間} - \text{予定休止時間}}{\text{歴時間}} \times 100\% \right) = 67.2\%$$

・作業率

$$\left(\frac{\text{ロール運転時間}}{\text{歴時間} - \text{予定休止時間}} \times 100\% \right) = 72.4\%$$

日本のN社は62.7%、D社は85%である。

・作業1時間当たりの成品トン数 (t/h) 29.2

・ロール運転時間当たりの成品トン数 (t/h) 40.3

・要員 直接要員 (加熱炉/ 圧延運転/ 圧延/ 精整) 50+9=59名

間接要員 (圧延整備/ ロール旋盤/ 修理保全) 12+9=21名

※ 3交替要員+ 常駐要員

② 主要設備仕様

小型の主要設備仕様は、表7-4 (1) と(2) に示すとおりである。

表7-4 (1) 小型の主要設備仕様

設備名	主 仕 様						
加熱炉	型式 : 上部3带式 W.H(ウォーキングバース) 加熱能力 : 40T/H 有効炉長×炉幅 : 21m × 8m 燃料 : 重油 抽出方式 : 炉内ローラー式 min. 35sec/cycle 装入台 : 形式:チェーンコンベヤ式 加熱材料 : 100φ~137φ、長さ 6.5~7.8m						
圧延機	列番号	St No	スタンド型式	ロール寸法 (φmm×ℓmm)	モーター容量 (kW)	回転数 (rpm)	減速比
	粗列	1	三重開頭式	530 × 1,800	AC2,400	100/750	7.5
		2	"	"			
		3	"	"			
	中間列	4	二重開頭式	380 × 750	AC1,120	145/325	2.25
		5	"	"			
		6	"	"			
	仕上列	7	二重開頭式	330 × 460	DC1,200	124/310 300/600	2.43 2.17 2.17 1.93 1.6
		8	"	"			
		9	"	"			
		10	"	"			
11		二重フルスレス	390 × 500	DC 350			
チルチングテーブルR1、R2、R3、テーブル長さ17m、ローラーφ300 × 1800ℓ、ピッチ1000 粗転回機 R ₂ 後面、R ₃ 後面1つシグ 作動式シグφ180 × 495ST 中間 " M ₁ 、M ₃ " " 仕上 " F ₁ " " 仕上列1-フルピケ 1つシグ 開閉式シグφ300 × 600ST							
デスクレー	180kg/cm ² × 550 ℓ/min、三連式ファンポンプ モーター 215kW × 2P アキュムレーター 高圧エアー封入式 1.2m ³						
カッター	ダウンカット油圧式、切断力80T、Max.切断能力:平鋼90×14 油圧シリンダー φ270 × 250ST						
ライジング	回転クランク式、切断能力 平鋼 100×11、エアー移送式クラッチブレーキ 刃幅 200、材料速度 4.03 ~ 8.06m/s、モーター 26/52kW、DC575/1150rpm、刃戻しモーター 3.7kW						

表7-4 (2) 小型の主要設備仕様

設備名	主 仕 様
冷却床	<p>跳出しテーブル テーブル長さ95m、ローラー速度4.18m/s ~ 12.6m/s</p> <p>コーン型ローラー×43本、ローラーピッチ 2000、20kWDC×2台</p> <p>シーバー装置 リンク機構昇降式、長さ75m、モーター37kW ×6p</p> <p>冷却床レッヘン 山形定盤矯正床カム昇降式</p> <p>固定レッヘン1000×410 幅、移動レッヘン幅500</p> <p>矯正床1m×75m、送りサイクル2sec/回、モーター30kW×10³</p> <p>スキューローラー ローラー φ114.3 ×5.770 ℓ×161 本</p> <p>スキュー角度60°、幅5m×長さ75m</p> <p>バイエル減速機AK75 ローラー速度 0.2~ 0.68m/s、モーター37kW×6p</p>
コールドシャ-	<p>能力 360T 片持ダウンカット式 刃幅900</p> <p>エア-移送式クラッチブレーキ モーター AC55kW×6p</p>
丸鋼計数 カウンター	<p>非接触光電式(半導体レーザー)、計数サイズφ25~70</p> <p>計数速度25m/min、センサーキーエンス LB01、LB60</p>
自動結束 装置	<p>番線結束機 外径: φ800、番線径: φ5.5、</p> <p>型式: TBM5100LS</p>

③ 小型の精整設備

(a) $\phi 20 \sim 70 \text{mm}$ 精整

工程は、次に示すとおりである。

圧延材→2ロール矯正機→ショットブラスト設備→移送テーブル面取→寸法測定→渦流探傷→磁粉探傷→人手による手入、結束→脱磁、重量計量

精整設備仕様は、表 7-5に示すとおりである。

表7-5 $\phi 20 \sim 70 \text{mm}$ 丸鋼精整設備

No.	設備名	数量	仕様	備考
1	2ロール矯正機	1	矯正能力： $\phi 20 \sim \phi 70 \text{mm}$ 30kW 2台	
2	2ロール前後面テーブル	1		
3	ショットブラスト装置	1	型式：X-30型 ショット投射量：460kg/min 主モータ：30kW 2台 速度：20~50m/min 適用サイズ： $\phi 20 \sim 70 \phi$ $\times 3 \sim 7 \text{ m}$	
4	ショットブラスト前後面ローラーテーブル	1		
5	面取機	1	端面研削方式、刃取用 適用サイズ：25-70 $\phi \times 7 \text{ m}$ 砥石寸法 $\phi 355 / \phi 127 \times 255$	
6	外径寸法測定器	1	レール式寸法測定器(2軸測定) 適用サイズ： $\phi 19 \sim \phi 50$ 測定精度： $(\pm 1/100 \text{mm})$	
7	渦流探傷機	1	適用サイズ： $\phi 10 \sim 130 \text{mm}$ 探傷精度： $0.1 \text{mm} \times 12.5 \ell$ 探傷速度：60m/min	
8	渦流探傷機ローラーテーブル	1		
9	磁粉探傷機	1	ワイヤ式 検査可能サイズ： $\phi 25 \sim 70 \text{mm}$	
10	手入結束台	2		中国国内調達
11	脱磁秤量装置	1	脱磁30G 以下、 秤量器1~5t測定可 精度： $(\pm 4 \text{ kg})$	

(b) $\phi 20\sim 40\text{mm}$ 精整

工程は、次に示すとおりである。

圧延材→二ロール矯正機→移送テーブル→寸法測定→渦流探傷→マーキング
→磁粉探傷→手入結束→脱磁、重量秤量

精整設備仕様は、表 7-6に示すとおりである。

表7-6 $\phi 20\sim 40\text{mm}$ 丸鋼精整設備

No.	設備名	数量	仕様	備考
1	2ロール矯正機	1	矯正能力 : $\phi 16\sim 40$ 22kW×2台 (4p-8p極数変換)	
2	ローラーテーブル	1		
3	外径寸法測定器	1	測径範囲 : $\phi 20\sim 40\text{mm}$ 精度 : $\pm 0.1\text{mm}$	中国国内調達
4	渦流探傷機	1	適用サイズ : $\phi 20\sim 70\text{mm}$ 探傷精度 : $0.3\text{mm} \times 25\ell$ 探傷速度 : $20\sim 70\text{m}/\text{min}$	中国国内調達
5	マーキング装置	1	型式 : MG20型 ペンキ : 不燃性、 速乾性 (15sec)	
6	磁粉探傷機	1	シャワー式、 検査サイズ : $\phi 20\sim 70\text{mm}$	
7	手入結束台	2		中国国内調達
8	脱磁秤量装置	1		中国国内調達

(c) 平鋼精整設備

工程は、次に示すとおりである。

圧延材→矯正→磁粉探傷→疵手入→鋸断→結束→秤量→入庫

平鋼規格 5～30×45～153mm、年間の精整成品量 105,000t

設備は中国内で調達している。

④ 技術評価

1960年代の並列式レピーター誘導式圧延機で、最新の全連続式に比較して下記の問題点がある。

(a) 低生産性の問題

現在の新鋭棒圧延機は素材重量 2t 以上、圧延機ロール周速 16～18m/sec 平均圧延時間当り能率 100～150t/h、生産量 50,000～60,000t/h 以上が標準であるが、並列式レピーター誘導圧延機はロール周速 6m/sec 程度、能力も 40t/h 程度と低い。素材も圧延材の前後端の温度差のため限度があり、従って生産量拡大の可能性は低い。

正味圧延時間が少いという問題点もある。ロール組替・型替等の段取替に時間を要し、作業率（正味圧延ロール運転時間／作業時間）が 70% 程度である。

新鋭ミルには、段取替の迅速化に注力し、作業率は 85% 以上に達するものが多い。予備ロールスタンドを常備し、ロール・ガイド等の取付調達は全部ライン外で処理する。組替時はスタンドの交換、水、油、電気系統などユーティリティの接続だけで、段取時間の減少を図っており、一軸式のオンライン組替とは大差がある。

(b) 品質問題

品質については、製品肌等外観に若干問題があり、寸法精度の格別に厳しい要求に応じることは難しいと思われる。品質が保証された鋼片を使用すれば、鋼片に原因があるきずは防げ、圧延作業の習熟と圧延附属装置の改善、管理の徹底により圧延きず発生のは半は防止できる。このことが達成されれば、表面きずとしては全数深さ 0.3mm 以下のレベルに収めることは可能と考える。

寸法精度については JIS 規格は勿論問題ないが、A. I. S. I. (ポトランス 確保) は若干問題があると考えられる。尚、± 0.1mm (φ 16～25mm) の精圧材の製造は難しいと思われる。

製品肌は連続圧延材による圧延材に比較して圧延温度が高いために、スケールの発生、肌不良は避けられない。脱炭の防止には、焼上げ制御等燃焼自動化が必要不可欠である。

(c) レピーター圧延に対する配慮

平鋼、丸鋼の仕上圧延作業はレピーターによるものであり、円滑なる生産の維持のためには作業面において十分要点（ガイド装置等の取付調整等）を把握し、習熟することと部品の整備が必要である。（参考資料5：小型仕上列ベテ参照）

以上の問題点はあるが、現実にはこれらの課題を解決しつつ月間13,000～16,000t（3交替）を生産して、自動車メーカーに丸、平鋼製品を大きな支障なく納入している実績がある。

⑤ 小型のレイアウト及び設備についての提言

(a) 加熱炉

W.H.（ウォーキングハース）炉の能力、鋼片装入抽出方法についての技術検討を十分行うことが必要である。抽出は炉床によるすりきず発生防止のため、ローラーテーブル方式の抽出が良い。

炉燃焼制御設備の設置と鋼種による適正加熱パターン設定のためには、計算機による制御が望ましい。

(b) 圧延機

軸受形式、ロール材質の選定、ガイド、レピーターの構造について十分検討することが必要である。また、ロール組替、型替の迅速化に対応する方式を考慮することも必要である。

さらに、オフライン組替のための設備も充実させるべきである。

(c) 圧延機の配置

将来のライン改造能力増加のため、例えば仕上列の直線化を考える場合、冷却床、仕上圧延機距離、冷却床長さ延長等の可能性を配慮することが必要である。

7-1-4 鋼管製造工程

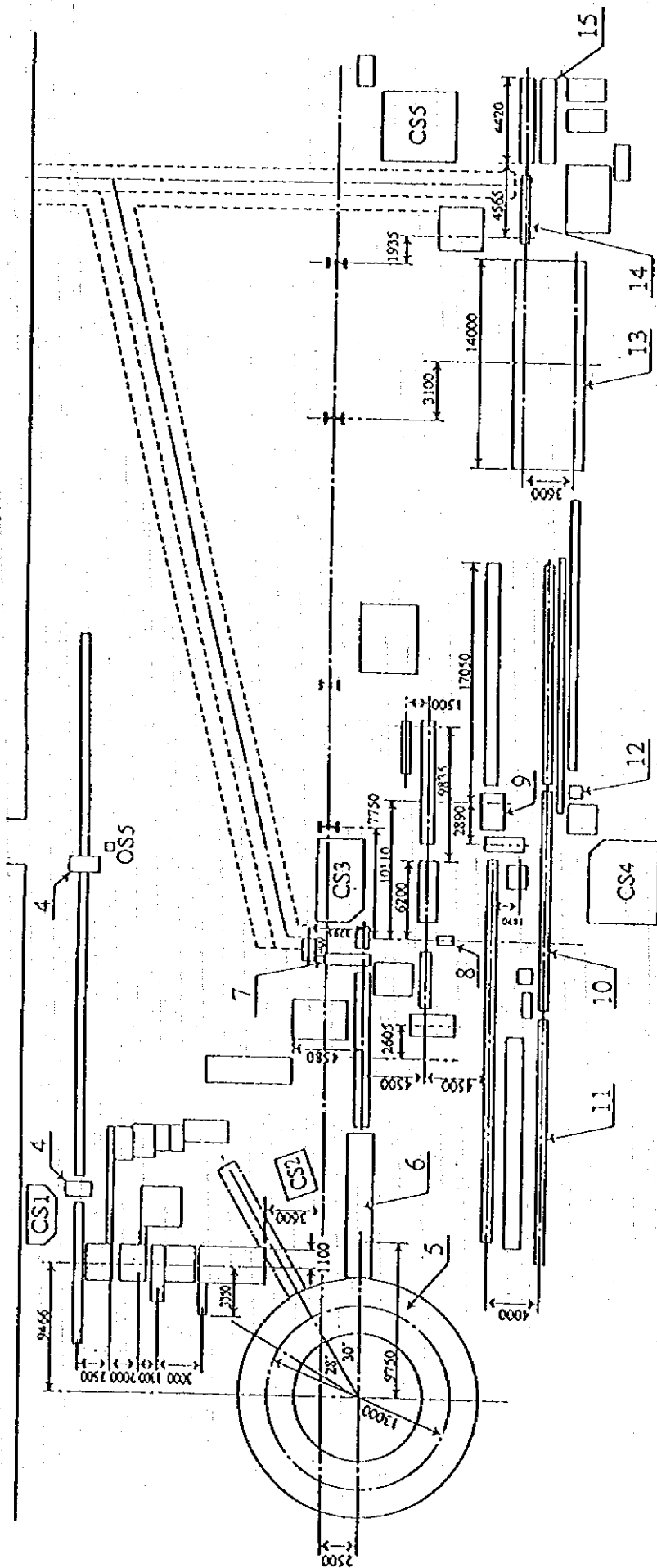
(1) 新鋼管設備仕様

新鋼管の設備仕様を、表 7-7に示す。

表7-7 新鋼管設備仕様

設備名	主仕様
ビレット矯正機	矯正速度 : 72m/min
ビレット探傷機	型式 : 過流式
	探傷速度 : 38.4m/min
ビレット切断機	型式 : コールド
	前進速度 : 1.5mm/sec 切込ストローク 120mm
加熱炉	型式 : 環形炉
	直径 : 13,000mm
	能力 : 15t/h
	加熱温度 : 1150~1280°C
	加熱材 : $\phi 100\text{mm} \times 1,000 \sim 2,500\text{mm}$ (61.5k ~154k/p)
定心機	型式 : 油圧式、管材クランプ方式、センタリングパンチ開孔
穿孔機	二重式マンネスマン方式
	出口速度 : 0.45m/sec
	穿孔後の管最大長さ : 5m
管圧延機	三方ロールアッセルミル、油圧クイックオープン型
	出口速度 : 0.6m/sec、浮動心棒圧延方式
	圧延後の管最大長さ : 13.0m
再加熱炉	加熱温度 950~1000°C
デスケーラ	圧力 18~20Map、高圧水使用
冷間引抜き機	構成18台、集中ディファレンシャル伝導方式、主電動機AC、オーバーラップ電動機 DC駆動
	出口側管速度 : 最大3.5m/sec
	最終圧延温度 : 900 ~950 °C
	最大長さ : 60m
冷却床	型式 : ステップインラック式
	長さ : 9m
	有効幅 : 60m、自重矯正
	進入温度 : 850 ~900 °C
	進出温度 : 100 °C以下
熱処理炉	2基
	型式 : ローラーハース式
重量軽量装置	オンラインビレット重量計量 (環形炉前)
圧延材温度測定装置	オンライン、穿孔機、管圧延機の入口、操作台に表示
側径、側長装置	型式 : 光学式、管圧延機の出口側設置
自動制御システム	圧延ライン制御、圧延品の生産プロセス追跡

新鋼管の設備配置は、図7-26に示す。建物、入荷中の機器、加熱炉と穿孔機、定心機と管圧延機を写真30~33に示す。



- | | | |
|----------------|------------|------------|
| 4. 管材切断用鋸断機 | 8. 穿孔機 | 12. ホットゾーン |
| 5. 加熱炉 | 9. 三重式管圧延機 | 13. 再加熱炉 |
| 6. 加熱炉製入・出テーパー | 10. 脱心機 | 14. デスケラー |
| 7. 定心機 | 11. 心棒循環装置 | 15. 張力減径機 |

図 7-26 新鋼管設備配置図 (部分)

(2) 新鋼管における技術的考察

① 技術上の特色と旧工場との比較

新鋼管と現鋼管工場との技術的比較は、表 7-8に示すとおりである。

表7-8 新鋼管と現鋼管工場との技術的比較

項目	新工場	旧工場	比較及び改善点
製品仕様 生産規模 製品材質	<p>外径22~102mm 肉厚2~20mm</p> <p>60,000t/年</p> <p>液体輸送管 : 10千t/年</p> <p>構造用鋼管 : 12 "</p> <p>低中圧ボイラー管 : 10 "</p> <p>高圧ボイラー管 : 15 "</p> <p>油圧支持管 : 3 "</p> <p>軸受管 : 3 "</p> <p>引伸ボイラー管 : 4 "</p> <p>自動車用鋼管 : 3 "</p> <p>合計 60千t/年</p>	<p>外径 5~76mm、 肉厚0.5~10mm</p> <p>17,294t /1995年</p> <p>大部分炭素鋼管、 わずかに低合金 鋼管がある。</p>	<p>新鋼管は高級 鋼管製造を指向 高圧ボイラー管 等。</p>
製 造 工 程	<p>管 材 φ 100mm : 2-6 m ラインで管材加工ライン 設置し、矯正-探傷-封取 皮はぎ処理を実施。</p> <p>加熱 新設設備環型炉 燃焼自動制御 PLCシステム マニスマン穿孔→アッセル(改 良型)→熱間加工機 (引張減径)</p> <p>熱間 圧延 2系列の独立した精整ライン で処理</p> <p>精整 1#ライン : φ22~63.5mm φ42mm以下の 小径管主体</p> <p>2#ライン : 大型規模 鋼管の構整</p> <p>矯正→面取り→スチフリング処理 渦流探傷→(超音波探傷) →秤量→マキング-結束</p>	<p>φ75mm、0.6 ~1.2mm</p> <p>一部酸洗→きず目視 →きず取</p> <p>斜傾炉</p> <p>マニスマン→チグ 穿孔 →圧延</p> <p>冷間引抜→熱処理 →矯正→検査 →マキング-結束 渦流探傷機の活用。</p>	<p>新鋼管は管材の 品質保証を確保 する工程を組み 入れている。 新鋼管は厚肉管 のみならずD/S 値は31.3(φ97 ×3.1)になり薄 肉管の製造が容 易になった。 熱間加工機と組 合せて小型でよ り長い熱圧鋼管 の製造が可能と なった。 新鋼管は探傷機 活用及び精整作 業の精密化によ り製品品質を確 保する。</p>
自 動 化 シ ス テ ム	<p>生産量増加/製品品質保証 /生産管理のためコンピュータ による制御を計画。 基礎オートメーションとして工場 生産ラインに7区分のPLC をおく。機能として速度 測定コントロール、リックコントロール、 圧延品質追跡、CR表示、 政治・警報データリフト外、 上位機との通信。その他 12台の工業用TVによる現 場の監視、圧延プロセスの温 度変化を掌握するための 穿孔機、管圧延機の入口 に温度測定装置を設置。</p>	なし	<p>新鋼管において は、基礎オート メーションレベ ルの上の生産工 程の自動化であ り生産計画とプ ロセスデータの 保存、生産デー タの収集・処理 、倉庫管理等を 含む。</p>

(3) 新鋼管への期待

- ① 「実用的で信頼性が高く先進的で高能率である」という原則に基づいて設備の合理的改造及び生産プロセスの改善を実施することにより優れた品質のシームレス鋼管を製造することが可能となり、ユーザー需要に対応できる。
- ② 品質コントロール及び検査の手段を強化し、製品品質を保証し競争力を高め、錫鋼における最新鋭工場としての近代化された設備とすることで今後の実操業面での成果が期待される。

新工場における製品計画を表7-9 に示す。新鋼管生産フローチャートを図7-27 に示す。

表7-9 新鋼管の製品計画

No 序号	製品種類	規格範囲 外径×壁厚×温度 外径×肉厚×長さ (mm)	代表鋼番号	製品水準	年 生 量	
					千t	(%)
1	流体輸送管	φ32~102 × 3~20 ×3000~12000	10. 20. 09Mn. 16Mn	CB8163-87	10	16.7
2	構造管	φ32~102 × 3~20 ×3000~12000	10. 20. 35. 45. 16Mn	CB8162-87	4	6.7
3	低中圧ボイラ- チューブ	φ22~102 ×2.0~12 ×3000~12000	10. 20	CB3087-82	10	16.7
4	高圧ボイラ- チューブ	φ22~102 ×2.0~12 ×4000~12000	20G	CB5310-85	5	8.7
5	油圧管	φ83×10 ×3000~12000 φ95×10 ×3000~12000 φ 102×8 ×3000~12000	27S1Mn	JIS G3444 ASTM A159-77b	3	5.0
6	軸受管	φ57~102 × 5~12 ×2000~8000	GCr15	YBZ12-77	3	5.0
7	ボイラ用 穿孔管	φ25~89×3.0~6 ×3000~6000	DZ40~DZ65	GB3423-82	4	6.6
8	自動車 軸入管	φ70~102 × 7~12 ×3000~8000	45. 45Mn2. 4Cr	GB3088-82	3	5.0
合 計					60	100

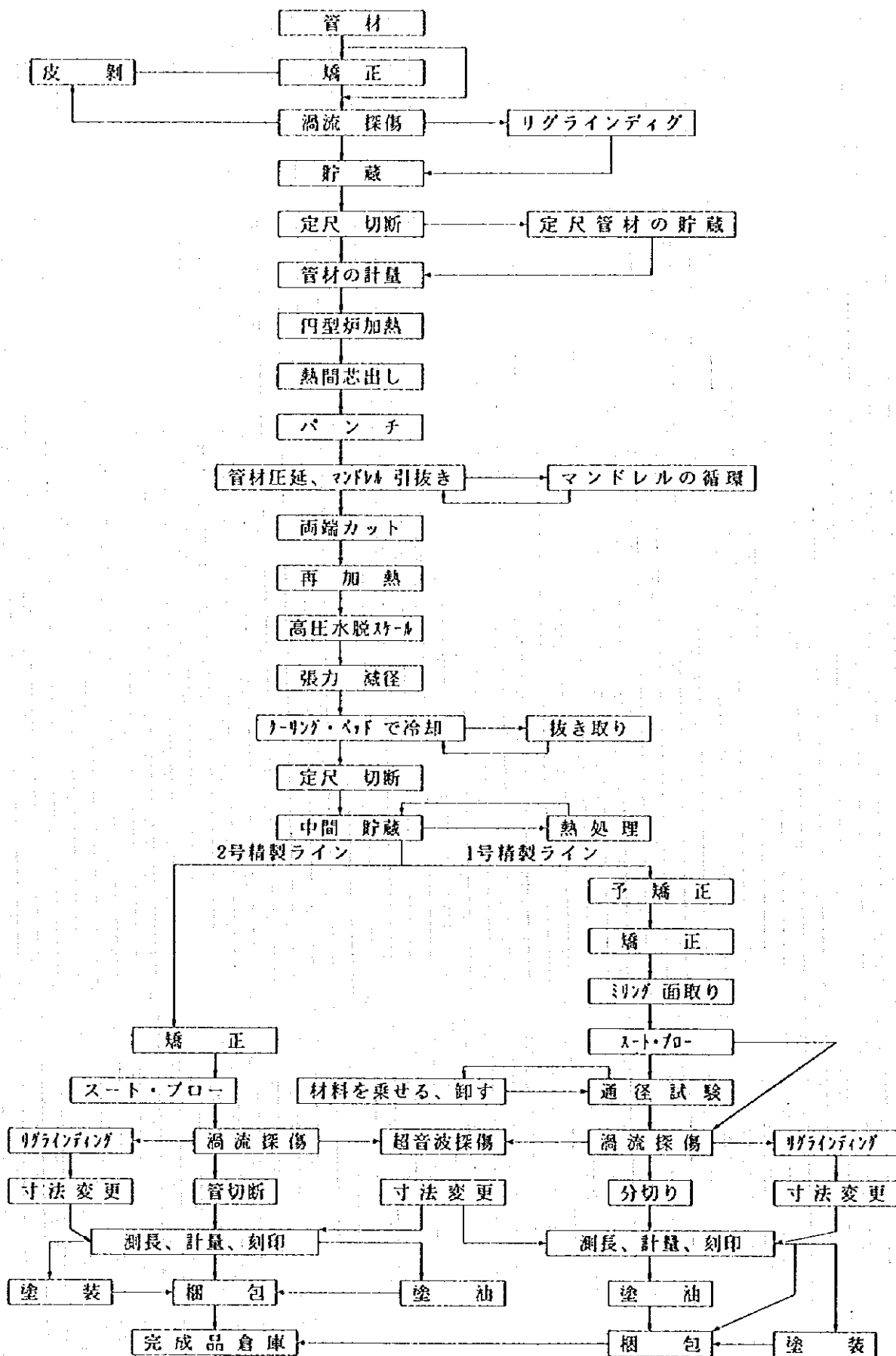


図7-27 新鋼管生産フローチャート

7-1-5 鍛造工程

(1) 第1ステップ

① 品質保証体制

鋼塊の表面肌改善のためインゴットケースの手入れを徹底する。現在製品での超音波探傷を実施していない。過渡期として高品質要求材や工程異常材および試験材にターゲットを絞り、ポータブルタイプの探傷器で手探傷を実施する。

② コストダウンの徹底

コスト割れを防ぐために生産調整を行い、そのために生産計画に対し未達成となり、さらにコストが上がるという悪循環に陥っている。徹底したコストダウンを図るための方策を検討する。

③ 省エネルギーの徹底

総て1ヒート材にしては、鍛造工場の重油原単位が、101 kg/tと非常に悪い。温度調節が、手動で行われていることに起因すると考えられる。

その他の理由としては、生産調整による間欠操業があげられる。加熱炉は一般的に連続操業が最も効率が良く、間欠操業はエネルギー損失が大きい。

生産計画をきめ細かく見直し、連続操業を行いながら計画停止も連続して取り、修理保全、多能工化教育等にあてる。

(2) 第2ステップ

① 加熱炉、焼なまし炉の改善

加熱炉、焼なまし炉の温度調節を自動化し、重油原単位を低減するとともに操炉要員を削減する。

② 省力の実施

第1ステップで検討した省力を実施する。その内容としては、作業員の多能工化および作業分担の見直しによる、省人化(51名→30名)を実行する。

③ 製造品種および寸法の見直し

1998年に新大型圧延が導入されると、従来鍛造で製造していた寸法の大部分が圧延可能となる。この場合、コスト的には圧延材が有利であり、鍛造の生産量との振り分けを再検討する必要がある。

表7-10に圧延に移行可能鋼種と寸法の検討案を示す。この内容で移行すると鍛造での製造範囲が非常に少なく、従って生産量も激減する。ただし、圧延に切り換える対象材については、予め試験を実施し、品質を確認してから移行すべきである。

第2ステップでは、鍛造材が減少する対策として新規製造鋼種への取り組みが必要であり、試作等この期間で積極的に対応をする。

表7-10 圧延に移行可能鋼種と寸法の検討案

適用可能鋼種	圧延比	圧延可能寸法（最大寸法mm）	
		300X400 丸材から	20° 鋼塊から
炭素鋼/ 0.3%以下	4 以上	φ 1 9 5	φ 2 8 7
炭素鋼/0.3% 以上	5	φ 1 7 5	φ 2 5 6
構造用合金鋼	6	φ 1 6 0	φ 2 3 4
軸受鋼 合金工具鋼	8	φ 1 3 8	φ 2 0 3
炭素工具鋼	10	φ 1 2 4	φ 1 8 1

④ 品質保証体制

ハンマー鍛造では、プレス鍛造に比較して中心部への鍛錬効果が小さく、熱間での変形抵抗の大きい高〔C〕および合金含有量の多い鋼種では、内部欠陥が発生しやすい。

第2ステップでは、鍛造品の超音波探傷をポータブルタイプの探傷器で全数検査する体制を確立する。付帯設備として脱スケールのためのショットブラスターを設置し、超音波探傷可能な表面肌の確保と、きず目視検査精度の向上を図る。

(3) 第3ステップ

① 高速鍛造機導入の検討

現在の製造鋼種および寸法範囲のままでは、鍛造品は圧延材に対し価格と寸法精度でこの先も劣勢をはね返すことは難しいと思われる。将来的には、入念に市場性を調査をした上で、ハンマー方式から油圧鍛造プレスか高速鍛造機に切り換え、新規品種に進出を検討する必要がある。

鍛造プレスの新設に際しては、設備金額が高いため、従来鋼種の製造だけでは

回収は困難と推定される。従って、付加価値の高い製品か、或いはできるだけ利益率の高い製品を製造しなければならない。例えば次のような製品が対象として考えられる。

- ・直径φ250～300mm 以上あるいは長さ4 m以上の従来不可能であった寸法の製品
- ・鍛造後熱処理・機械加工まで行う軸受け等の加工品
- ・熱間加工性からみて比較的プレス能力が小さくても製造できる、熱間工具鋼製品
- ・ステンレス鋼の鍛鋼品

将来計画の参考として、高速鍛造機の比較検討表及び鍛造方法の比較を表7-11、表7-12に示す。GFM、FFPは構造用炭素鋼・合金鋼の量産に適し、油圧プレスは熱間変形抵抗の大きい工具鋼用である。

本計画を推進する過程では、その他付帯設備としてバッチ式加熱炉（鋼種によっては再加熱が必要なため連続炉よりバッチ炉が適当）、ガス切断機、大型の焼なまし炉、バンドソー切断機、旋盤等の検討も必要である。

② 大型鋼塊の設計

直径φ250mm以上の製品を製造するためには、鍛錬比の関係上17"より大きな鋼塊が必要とされる。

第3ステップは、従来より大型の鍛鋼品を製造するための、鋳型の設計や導入設備の決定までの準備期間とする。

表7-11 高速鍛造機の比較検討表

	GFM(4面鍛造機)	FFP(4面鍛造機)	油圧プレス
メーカー	GFM	PAHNKE	三菱長崎機工
機種	SX45 (450l)	U450N (450l)	2柱式カクン型 (1,500l)
動力	機械(モーター)	油圧	油圧
ストローク/分	一定	可変(max. 240SPM)	可変(max. 120SPM)
製造可能寸法	丸: ϕ 65-460mm 角: 不可能	丸: ϕ 60-330mm 角: 60-330mm	丸: ϕ 100-400mm 角: 100-600mm
鍛造方法	表7-12を参照		
長所	<ul style="list-style-type: none"> 鍛造速度が速い 4面拘束鍛造につき表面きずを抑制できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 鍛造速度が速い 鍛造速度が可変で粗鍛造(中心部鍛錬)→高速鍛造(成形)と切換え可能 ハンマーヘッドを交換すれば丸、角が打てる。 4面拘束鍛造につき表面きずを抑制できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 鍛造形状が自由 中心部まで鍛錬効果がある。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ストロークが200mm以下なので、これ以上の範囲を鍛造するときはハンマーヘッドの交換が必要。 鋼種によっては中心部への鍛錬効果が小さい。 丸材を製造する時は中間で粗角を造らなければならない。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼種によっては中心部への鍛錬効果が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 鍛造速度が4面鍛造機に比べ遅い。
予算	10~12億円 (27:フルター含む)	12億円 (27:フルター含む)	8~9億円 (27:フルター含む)

表7-12 鍛造方法の比較

機種	鍛造方法(模式図)	特徴
SX45 (GFM)		<p>ハンマーは、被鍛造材の中心に向かって、単振動運動をする。</p> <p>↓</p> <p>1種類のハンマーでは、ハンマー同士が衝突する範囲までしか鍛造できない。</p> <p>↓</p> <p>ハンマー交換の頻度大</p> <p>4つのハンマーが独立して駆動できない上、1平面上で鍛造するため、角形状は鍛造不可</p>
U450N (FFP)		<p>ハンマーは、相互の衝突を防ぐため、数度の角度をもって運動する。</p> <p>↓</p> <p>ハンマーの交換なしで、ほぼ全寸法を鍛造可能</p> <p>他の方式に比べて、歪みの方向が異なるが、品質への影響は不明</p> <p>平角鍛造時は、前後のハンマーが独立して動き、2平面で各々、被鍛造材のW方向とT方向を鍛造する。</p>
油圧7t以上 (1500T)		<p>金敷は、垂直方向に単振動運動する。</p> <p>下金敷は、固定で、上金敷のみが運動して鍛造する。</p> <p>金敷と被鍛造材の接触面積が大きく、歪みが中心までかかる。</p> <p>↓</p> <p>内部欠陥の圧着、中心の鍛練効果大。</p> <p>2面拘束のため幅出しがあり、鋼種によってはきず発生大</p>

(*1) 図中の矢印は、ハンマーまたは金敷の運動方向を示す。

7-1-6 検査工程

(1) 第1ステップ

① 手動探傷による超音波探傷の実施

操業異常材および試験材等に対象を絞り、ビレットと鍛鋼品の超音波探傷ポータブルタイプの探傷器で手動探傷することを推奨する。

② 棒鋼検査の改善

棒鋼検査では、目視による表面きず検査を行っている。現在、水銀灯を使っているが、水銀灯の光線は目が疲れやすいので、ナトリウムランプあるいは白熱灯のスポットライト等の補助光を採用することを推奨する。

(2) 第2ステップ

中国の鉄鋼市場においても自由競争であり、ユーザーからの品質苦情は、今の拡販に大きな影響を与えられている。第2ステップでは製品の品質証に不可欠である非破壊検査の導入を図る。参考資料として日本での鉄鋼製品の非破壊検査の適用状況を表7-13に示す。検査機器による検査をしないとユーザーからの信頼を得ることはできず、鋼材メーカー（一部二次加工メーカー含む）は総て導入している。

① ビレット磁粉探傷機と超音波探傷機の導入

表面きずに対して現在目視検査のみであるが、磁粉探傷機を導入して、きず検査精度を向上させ、製品のきず不適合率を低下させる。まず、1系列導入軸受鋼、ばね鋼を対象に適用する。内部欠陥に対しては、超音波探傷機を導入して線材と棒鋼の品質保証を実施する。これらの機器を、新規導入される連鋳設備で製造された鋼材の品質確認と操業条件の確立に役立てる。

ビレット検査ラインの設備仕様と、設備配置図及び処理能力試算表を参考資料6、7に示す。

表7-13 日本での鉄鋼製品への非破壊検査(NDI)の適用状況

製 品	対象材	NDI の 種類	機 器 対 応			目 的	
			自 動	半自動	手 動	保 証	管 理
スラブ ブルーム ビレット	表面材	MT	○	○			○
		ET	○				○
	内部材	UT	○		○		○
棒 鋼	表面材	MT		○		○	○
		ET	○			○	○
		MLFT	○				○
	内部材	UT	○		○	○	○
線 材	表面材	ET	○				○
		MT			○	○	
中小径鋼管 (継目無鋼管) (溶接管)	表面材	ET	○			○	
		MLFT	○			○	
		MT		○		○	
	内部材	UT	○			○	
大径鋼管 (7-7 溶接管)	表面材	MT		○		○	
	内部材	UT	○		○	○	○
		RT		○	○	○	
鋳鋼、鍛鋼	表面材	MT			○	○	
		PT			○	○	
	内部材	UT			○	○	
		RT			○	○	

自動機器 : 材料の搬送の他に合否判定も自動にできる機器

半自動機器 : 材料の搬送等は自動的に行うが、合否判定は目視で行う機器

MT : 磁粉探傷、 ET : 渦流探傷、 MLFT : 漏洩磁束探傷

PT : 浸透探傷、 UT : 超音波探傷、 RT : 放射線透過試験

② 棒鋼検査用渦流探傷機と超音波探傷機の導入

渦流探傷機による高品質鋼種のきず全数検査体制を確立することにより、現在も一部発生している品質苦情の低減を図る。更に、連铸ブルームから直される棒鋼の内部品質保証用にも超音波探傷機を導入する。稀に発生する可能性のある、圧延の操業異常による内部欠陥も超音波探傷機により検出できる。渦流探傷機では一般的に製品の脱炭によってS/N比（S：きずからの信号高さ、N：ノイズ信号高さ）が悪化するのできず検出基準を厳しくすると、きずか脱炭かの識別が不可能となる。従って製品の脱炭は、渦流探傷を適用するためには可能限り最小に抑える。

棒鋼検査ラインの設備仕様と設備配置図を参考資料8に示す。

③ 鍛鋼品の超音波探傷の実施

ポータブルタイプの探傷器で全数検査する体制を確立する。このため数台の探傷器の購入と、数名の超音波探傷試験技術者の養成も必要である。超音波探傷を行うには脱スケールが必要で、ショットブラスターを設置する。これにより、きず目視検査の精度も向上する。

④ 鋼管用非破壊検査の充実

きず検出精度の優れた回転プローブ型渦流探傷機（参考資料9参照）

とマスキング装置を設置し、きずの手直しあるいは切断等で不適合率の低減を図る。

現在別々になっている渦流探傷と超音波探傷のラインを1本化し、連続探傷機を改造することで横持ちの廃止による作業の効率化及び検査員を省力する。

⑤ 探傷設備の運転室の環境

①から④に記した探傷設備の操作室は、探傷機の基板やIC等を保護するために、ほこり（特に鉄粉）と高温は厳禁であり、気密性の高い空調室とする。

(3) 第3ステップ

① ステンレス鋼ビレットおよび棒鋼の酸洗検査の実施

18Cr-8Niステンレス鋼は非磁性体につき、磁粉探傷はできないので、酸洗後目視検査をする。酸洗設備は、現在のビレット酸洗場を拡張する。なお、現在酸洗を行っている軸受鋼や合金鋼のビレットは、第2ステップで磁粉探傷に切り換えることを前提としている。特に、ステンレス鋼の酸洗で有害な六価

クロム等が大量に発生するので、廃酸処理設備が必要である。

② 研究設備（SEM、EDX）の導入

不適合材の発生原因を究明し、再発を防止するための設備としてSEM（走査電子顕微鏡）とEDX（エネルギー分散型電子顕微鏡）の導入を推奨する、現在の光学顕微鏡による調査だけでは、次のような欠陥の発生原因の特定は困難であるが、SEMとEDXによりこれを究明できる。

- (a) 欠陥がスケールであるか、非金属介在物であるかを検出元素により特定することが可能となる。
- (b) 非金属介在物の組成をその成分により、注入時の酸化か、型内剤或いは、押湯保温剤の巻き込みかを特定できる。
- (c) 内部欠陥の要因が、鋼塊のざくきずの残留によるものか、過熱による溶融かをSEMによる高倍率観察により特定できる。

現地調査時、X線マイクロアナライザ-EPMAを推奨していたが、高額であり（日本での価格：約9千万円）、今回の使用目的から前記の2機種（合計で日本での価格：約4千万円）に変更した。

(d) 不適合品再発防止の徹底

自動探傷装置によるきず及び内部欠陥の検出精度の向上と、前述の設備による解析により、従来よりはるかに欠陥に関する情報量が増加する。不合格品の再発防止には、これら欠陥の層別が重要であり、欠陥の種類により方策も異なってくる。日本での圧延品及び鍛鋼品に発生するきずの例を、参考資料・生産工程10(1)~(5)に示す。このような細かい解析により再発防止徹底する体制を構築する必要がある。

7-2 生産管理の近代化

生産計画・管理、新設備導入計画・実施、工場レイアウト計画・実施、標準時間の設定等の適否は生産性を大きく左右する。技術者、管理者を中心にIE、価値分析VA、価値工学VB等の経営工学的手法の教育を実施して、マネジメント能力の向上を図る。そのため、企業としては、若年層を教育し、育てることも必要であるが、高度の知識を有する経験者を適宜採用して、生産計画を加速することも重要である。この場合、処遇や既にいる社員との関係を上手くマネジメントする必要がある。さらに、英語圏の情報を的確に把握することは、錫鋼の近代化計画遂行に有効な手段を提供するものと考え、中堅幹部を含め英語教育を実施されたい。

- 注) IE: 工学的、科学的アプローチによって、生産のための投入資源、すなわち人、設備、材料及びエネルギーを総合し、最も経済的な生産システムを設計・確立するための技術。
- VA: 製品を機能面から分析し、より低価格で同一機能が得られるような代替資材、生産技術を見だしコストダウンを図る手法。
- VE: 製品やサービス機能を明確にし、その機能の価値を決め、最小のコストで必要な機能を達成するために、立証されたテクニックをシステムティックに適用する。

7-2-1 設計管理

(1) 第1ステップ

① DRの体系化

新製品開発着手段階、製造仕様書作成段階、生産試作・完了段階、製品完成時等各段階において、技術データを基にチェック・アンド・レビューを実施し、品質保証を新製品開発段階から実施するDR制度をより明確にする。

DRに関与する人の明示、ルール、手続き等の文書化を図ること。

② 製造仕様書の様式の標準化

一般に仕様書は文書による表記に加えて技術数値が中心となることが多い。仕

様書に明示する特性値等を整理の上、製造仕様書の様式を標準化すると共に、これら文書の整理番号、改訂、保管についても手続き規定を作成する必要がある。

(2) 第2ステップ

① 品質情報の整理活用

第1ステップと平行して着手し、品質情報の整理活用体制を確立する。

具体的には、製品別に要因と品質特性の因果関係の解析データ、品質のパラツキ具合、品質向上の推移等を一元化する。

② 科学技術用コンピュータの導入活用

品質管理手法の内、実験計画法、分散分析、相関回帰分析等のデータ解析手法をコンピュータ化する。汎用ソフトの購入活用も現在あるいは近い将来には中国国内でも入手可能と思われる。

普遍性のある基本技術情報（図書室文献等）はコンピュータ・データベース化をし、活用し易くする。

(3) 第3ステップ

国際技術水準製品の完成を目指した技術開発センター、理化学検査センター等の技術研究所を組織化して、より充実した研究・開発が実施できる体制とする。

7-2-2 調達管理

(1) 第1ステップ

① 調達品の品質向上

スクラップを含めた受入れ原材料の品質向上を図るために、調達先の組織化や錫鋼協力会の編成・運営等を検討する。受入れ成績の提示、品質管理の勉強会、表彰制度の研究等調達先を含めたグループ一体の品質管理体制の構築を図る。

② 保管品の品質維持対策の再徹底

現在の保管場所、スペース、保管方法、受入れ払出しの実情を再点検して、保管品の量（重量・形状寸法・積層による立体スペース）を生産計画、仕出量等から推算する。特に、製品の露天積み倉庫は、工場全体の物流・運搬管理を考慮して、防水屋根あるいはテント倉庫の利用を検討する必要がある。

③ 調達、在庫（入出庫）等の事務改善準備

現在使用中の帳票について、目的・発行頻度・発行量を調査し、同一用途のものは極力標準化を図る努力をする。

(2) 第2ステップ

① 近代化に向けた調達量が2000年には現在の3倍近くに達するものと思われ事前の調達枠確保と共に品質維持向上、コスト低減の確保にも努める。

② 調達在庫管理の事務処理のコンピュータ化移行

発注・入材・入庫・残高管理・払出し等一連の調達、在庫管理を現在の部分処理からトータル処理を実施できるシステムへの移行を図る。次に入・出力・処理機能の一例を示す。（表7-14(1)、(2)）

③ 調達品のコストテーブルの作成と活用・経済的購買システムの確立

調達コストをコストテーブルとしてまとめ、全社的なコスト管理に活用する。具体的には、価格査定のためのコストテーブルの整備、取引契約書、購入仕様書の見直し等の調達管理に必要な資料整備を行い、併せて経済ロットや経済的購入・保管体制も確立する。

(3) 第3ステップ

調達・在庫管理水準と在庫回転率の向上を含め、中国鉄鋼関連企業のモデル水準とする

表7-14(1) 発注在庫管理機能概要

	処理機能	入 力	出 力
生産基礎データ維持	生産品目維持	品目登録	品目情報問合せ
	原材料部品表維持	原材料部品表登録(追加・修正・複写)	原材料部品表問合せ(順展開・逆展開)
所要量計画	資材所要量計算	生産計画品目リスト	資材所要量計画状況問合せ T. 番日程表(部品単位) 材料手配表
在庫管理	入出庫管理	資材ファイル	在庫台帳(資材部品) 材料出納台帳 死蔵品一覧表
	棚卸	棚卸結果登録	棚卸記入表 棚卸差異表
発番管理	発番情報維持	確定工番登録 工番振替 完了工番削除	工番削除リスト
基準生産計画維持	基準生産計画維持	基準生産計画登録	

表7-14(2) 発注在庫管理機能概要

	処理機能	入 力	出 力
購買基礎→維持	購買品目維持	購買品目登録 品目分類登録	品目情報問合せ
	購入先/ 外注 先維持	購入先/ 外注 先登録	購入先/ 外注先 問合せ
	購買単価/ 外注単価維持	購買単価/ 外注単価記録	購買単価/ 外注単価問合せ
発注管理	購買注文/ 外注注文維持	購買注文登録	注文書/ 納品書
		外注注文登録	外注注文書/ 納品書
	材料支給維持	材料支給登録	材料支給表
	発 注	生産計画 発注計画	注文書/ 納品書 外注注文書/ 納品書 特急注文一覧表 確認注文一覧表 単価未決定一覧 表 資材注文台帳
納入進捗管理	入 材	購買注文問合せ 納入予定問合せ 発注台帳 納入遅延警告表 材料支給問合せ	
受入/ 検収	受入/ 検収処 理	受入/ 検収登 録 材料支給実績 登録	納入/ 検収日報 検査依頼書 不良日報
購買活動報告	—	—	納入成績表 購入高一覧表

7-2-3 工程管理

(1) 第1ステップ

① 生産計画立案方針の見直し

個別受注計画に加えて予測による見越し生産を加味し、設備を一定期間フル稼働させる生産計画方針に切り替えることが望ましい。多少まとまった停止期間をとることにより、コスト削減・品質維持・設備保全に適合するように計画を立てる。無錫市の電力の約 1/7 を使用している錫鋼としては、電力供給体制を考慮しての計画の最適化が望ましい。

② 工程管理事務の改善

現在は、製品が 320種類と比較的少なく、大きな問題はでていないと思われるが、将来製品種類の増加時には口頭指示が限界となることが予想される。従って、職場・作業班毎の作業指示表の作成及び指示表への実績記入、報告の制度、更には職場間での伝票類の統廃合が必要と考える。生産関係の伝票類は種類が多く記入報告だけでなく、チェックする管理者の負担も多く、目的に応じた必要な情報の再整理が必要である。

③ 品質向上に向けたボーナス・ペナルティ制度を導入する。

(2) 第2ステップ

① 標準時間制度の活用と作業改善

作業準備・正味作業時間・余裕率等を動作分析し、設備能力等を考慮して標準時間を算出し、作業管理に活用することが望ましい。作業改善については、準備作業、本作業、後処理作業に簡単な省力機器を採用することで容易にLCA化できる。

② 工程各段階での品質記録等の見直しと体系化

③ 搬送、運搬等のマテリアル・ハンドリングのLCA導入により省力化をする。

④ 新設備導入時のラインバランスを改善する。

(3) 第3ステップ

第1、第2ステップの着実に推進することにより、工程管理とプロセスエンジニアリングの近代化を達成する。特に、コンピュータシステムの構築にあたっては全社的横断的に推進していくことが必要となる。具体的には、次に示すような業務の

展開が一例として上げられる。まず、既存の帳票等を業務の流れに沿って整理し、参考資料11に示す要領で実態を調査した上で、参考資料12に示す工程管理の機能と入出力プランを検討する。更に、システム構造の骨子（参考資料13参照）を明確にし、システム開発のステップ（参考資料14参照）とスケジュールを明確にした上で、実行・進捗管理を行う。

7-2-4 設備管理

(1) 第1ステップ

- ① 各工場での点検修理と修理工場での集中修理の区分を明確にし、人員も再編成が必要と思われる。点検・小修理・整備は工場駐在の要員に任せ、工場を止めての大修理要員は、集約して機動配置とすると要員の稼働率が向上する。現状は、潜在余剰要員があり、外部の設備工事を増やしても良いと思われる。工場毎に突発事故の対応は速やかに対応できるように、復旧の優先順位をつけ要員を集約すべきである。例えば、第1製鋼、第3製鋼、第2製鋼、φ650 圧延、錫潤の順番が考えられる。
- ② 復旧修理から予防保全への転換を図るため、過去の故障データを解析して予防保全すべき設備を明確にする必要がある。例えば、製鋼のスクラップ及びレール起重機、造塊台車、電気炉の電極昇降旋回装置、天井開閉旋回装置、集塵機、650 圧延のミル駆動モータ、鋼塊転回テーブル駆動装置などは予防保全すべき設備と思われる。
- ③ 故障発生のための損失を周知徹底させ、これの削減と意識の向上を図る。
- ④ 幹部社員、設備担当者はTPM（全社的設備保全）について一層知識を高めるよう努力する。
- ⑤ 5Sを徹底させるため、朝礼・集合教育等の機会を利用して教育すると共に標語「5S徹底」を掲示することも効果のあがる方法と思われる。

(2) 第2ステップ

2000年に向けてTPM(全員参加の生産保全)の理解、小集団活動テーマへの折り込み等、全社的にTPM体制を目指した活動を推進する。

TPMについて説明を加えると、設備保全の歴史は、故障したから修理すると言う低いレベルから予防保全(故障の未然予防)→生産保全(生産性向上を目的とした設備管理、例えば老朽設備の更新や補充、積極的設備更新)→TPM(Total Productive Maintenance:故障の未然防止と経済性の追求/作業員の自主的保全体制を全社的活動として実施)と発展してきた。

TPMは、一般的に予防保全を含み、予防(正常な状態の維持・劣化の防止に務める)、経済性(経済的投資、維持コストの削減)及び自主保全(操作員が自主的に

保全)の3つの柱から成り立つ。これらの具体的展開としては、次のことが必要となる。

- 操作員の自主保全能力の向上
- 保守専門員の事故予知能力/保全修理能力の向上
- 技術者/管理者の設備知識、計画活用能力の向上

これらの活動は、一般に年単位での活動が必要であり、幹部の方針・プロジェクトの発足・教育訓練等との関連が重要である。特に、小集団活動は重要である。

(3) 第3ステップ

第1、第2ステップを着実に推進することにより、TPM体制を確立する。

7-2-5 エネルギー管理

(1) 第1ステップ

① 鋼塊熱送による改善

現在テスト中のトラック搬送による、分塊工場への鋼塊熱送方法を早期に確立し、重油原単位を改善する。

② 酸素増量による改善

新酸素製造装置を早期に立ち上げ、製鋼工場での電力原単位を改善する。計画では60~75 kWh/tの効果을期待している。

$$3 \text{ kWh/Nm}^3 \times 20 \sim 25 \text{ Nm}^3/\text{t} = 60 \sim 75 \text{ kWh/t}$$

③ 無駄の改善

エアー・蒸気漏れ等エネルギーロスの箇所を、権限を与えられた省エネ専任パトロール員が巡回・チェックし、可能な限り早急に修理を実施させる。

この漏れ箇所を解消した後に、コンプレッサーとスチームボイラーの運転台数および運転方法を再検討する。

表7-15にエアー漏れ量とエネルギー損失量の関係を示す。

表7-15 17- 漏れ量と材料損失量の関係

穴径 (mm)	穴の面積 (mm ²)	漏れ量 (Nm ³ /h)	換算動力 (kWh/h)
1	0.79	3.4	0.28
5	19.63	90.0	7.4

(注) 圧力が0.59MPaのときの値である。

(2) 第2ステップ

① 製鋼工場の新設備による改善

新製鋼の完成と第3製鋼の改造が完了する。この新設備では排ガスによるスクラップ予熱装置、ジェットバーナーの設置及びカーボンインジェクションの採用により、大幅な電力原単位の改善を図る。N社の電力原単位低減活動例を参考資料15に紹介する。錫鋼でも目標値を掲げ、スタッフと現場の協力で、早期達成に向けて努力することが必要である。

② 重油炉の操炉自動制御化

650圧延、750圧延、第3圧延、小型圧延及び鍛造各工場の加熱炉、均熱炉、熱処理炉を順次自動制御化する。

③ コンプレッサーの運転台数の自動制御化

第1ステップでエア漏れ箇所を補修した上で、第2ステップではコンプレッサー動力の省電力を実施する。これは現在9台有るコンプレッサーの自動制御を行うものである。その方法は、参考資料16に示すN社のコンプレッサー動力の省電力事例を参考に実施されたい。

③ 第3ステップ

インバーター制御の採用による省エネルギー化を図る必要がある。各設備では常時は低負荷で運転し、必要の都度、瞬時に最高負荷となるような運転を実施しており、効率改善が必要である。

最近では周波数制御により、きめ細かく出力調整するインバーターで電力を削減する例が非常に多い。これは、センサーで必要な負荷を検出し、高出力あるいは低出力の切り換えを無段階に制御するものである。電動機を必要最小限の電力で運転できる。一例として、N社での省エネ活動成果の例を参考資料17に示すので、これらを参考に錫鋼でも専任スタッフによる省エネ活動の積極的な推進を期待する。

7-2-6 環境対策

(1) 第1ステップ

- ① 故障中の製鋼工場の集塵機を修理、稼働させる。
- ② 排水については、中和状態を入念にチェックした上で排出する。

(2) 第2ステップ

- ① 第2ステップでは新製鋼が完成するが、この工場には建屋集塵機及び電気炉に炉にも直引の集塵機を設置し、環境基準を遵守する。
- ② 鍛造工場のハンマーによる騒音については、防音扉、防音壁等の設置を検討する。工場騒音の防止は、音源対策と建物による対策の2つを考える必要がある。音源対策は、音源設備の改良、消音器の設置、制震・防震、防音カバー・衝立の設置等がある。建物による対策としては、吸音材の利用、壁材の改善、出入り口・窓等開口部への処置がある。作業工程の改善や作業時間の変更等も工場騒音を改善することができる。現実的な改善策としては、既に錫鋼で実績のある消音器の取り付けなどが良いと思われる。

(3) 第3ステップ

第3ステップではステンレス鋼の生産が開始され、排水処理の新たな課題が生じる。オーステナイト系ステンレス鋼は、きずが発生しやすく、ビレット及び棒鋼製品でのきず検査が必要であるが、非磁性体のため磁粉探傷ができない。

一般的には酸洗後、目視検査できずを検査する。酸洗設備は現在のビレット酸洗場を拡張して、ステンレス鋼専用とすればよいが、その廃液に極めて有害な六価クロムが含まれるため、高価な廃酸処理設備が必要となる。廃酸処理設備の構成と処理方法の一例を、参考資料18にN社の事例で紹介する。

7-3 財務管理の近代化

(1) 近代化計画をスケジュールどおりに遂行するために、投資資金調達計画を早期に明確化する。

(2) 経営分析指標の活用と推進

財務会計から管理会計への移行を図る。経営分析指標に基づき、収益性、成長性、生産性及び安全性の各々の視点から検討して、錫鋼としての管理項目を設定する。特に、生産性については、その数値を過去の実績から評価し、経営管理に活用する体制を構築する。部課長クラスまで数値の示す意味や推移について十分に教育し、関心を持たせる。参考資料として経営分析指標、数値の判定の例を表7-16に示す。

表7-16 経営分析指標、数値の判定基準(例)

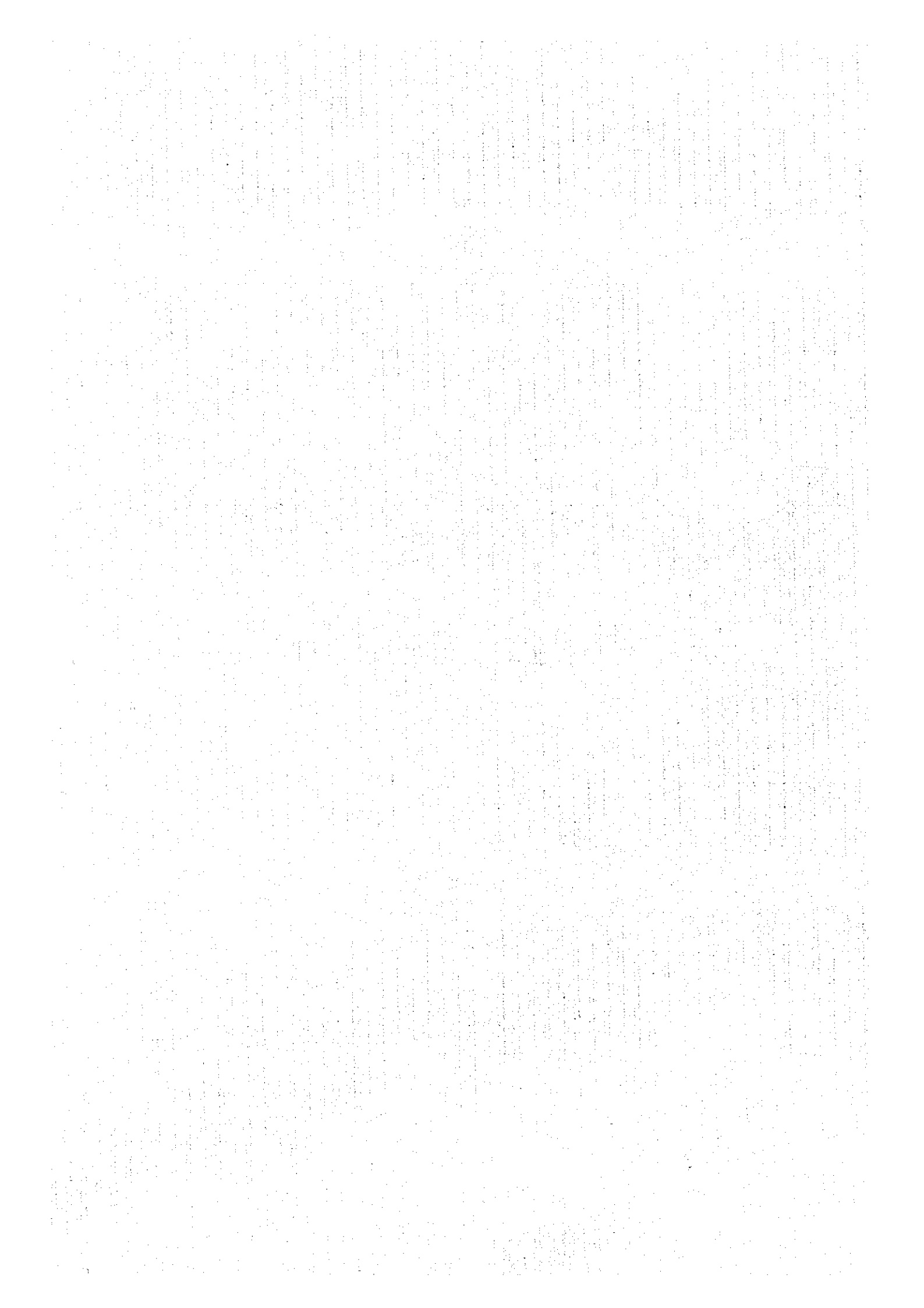
	指 標	算出式	判定基準等	日本特殊鋼10社の例
収 益	経営資本、 営業利益率	$\frac{\text{営業利益}}{\text{経営資本}}$	比率大が良好	10年間の値3.2-7.8%
	総資本回転 率	$\frac{\text{売上高}}{\text{総資本}}$	比率大が良好	同上の値0.65-0.98%
	売上高、 経常利益率	$\frac{\text{経常利益}}{\text{売上高}}$	比率大が良好	
性	売上高、 支払利息率	$\frac{\text{支払利息}-\text{受取利息}}{\text{売上高}}$	比率小が良好	
生 産	1人当り 年間売上高	$\frac{\text{売上高}}{\text{人員数}}$	比率大が良好	33-46 百万円
	1人当り 付加価値	$\frac{\text{付加価値} \times 1}{\text{人員数}}$	比率大が良好	9-12百万円
産 性	機械設備 投資効率	$\frac{\text{付加価値}}{\text{設備投資}}$	比率大が良好	
	流動比率	$\frac{\text{流動資産}}{\text{流動負債}}$	比率大が良好	120 ~ 130%
安 全	当座比率	$\frac{\text{当座資産}}{\text{流動負債}}$	比率大が良好	
	固定長期 適合率	$\frac{\text{固定資産}}{\text{自己資本}+\text{固定負債}}$	比率小が良好	
性	自己資本率	$\frac{\text{自己資本}}{\text{総資本}}$	比率大が良好	
	固定資産 回転率	$\frac{\text{売上高}}{\text{固定資産}}$	比率大が良好	
	原材料 回転率	$\frac{\text{売上高}}{\text{原材料費等} \times 2}$	比率大が良好	

※ 1 中国の実情に合わせて定義する。※ 2 仕掛品、製品等を用いても良い。

(3) 財務処理のシステム化

月次の損益計算、バランスシート等、主に財務諸表作成のための、プログラム開発、パッケージプログラム購入等を推進する。

第 8 章 結論と勧告



第 8 章 結論と勧告

錫鋼は、1985年の近代化計画に基づき改造を進めた結果、この10年で知名度の向上・生産量の増大(18 万t から 30 万t へ)・高級化推進(普通鋼から特殊鋼へ)・売上高及び税込み利益の増大(それぞれ2.2 億元が 13 億元へ、37百万元が135 百万元へ)が図られた。

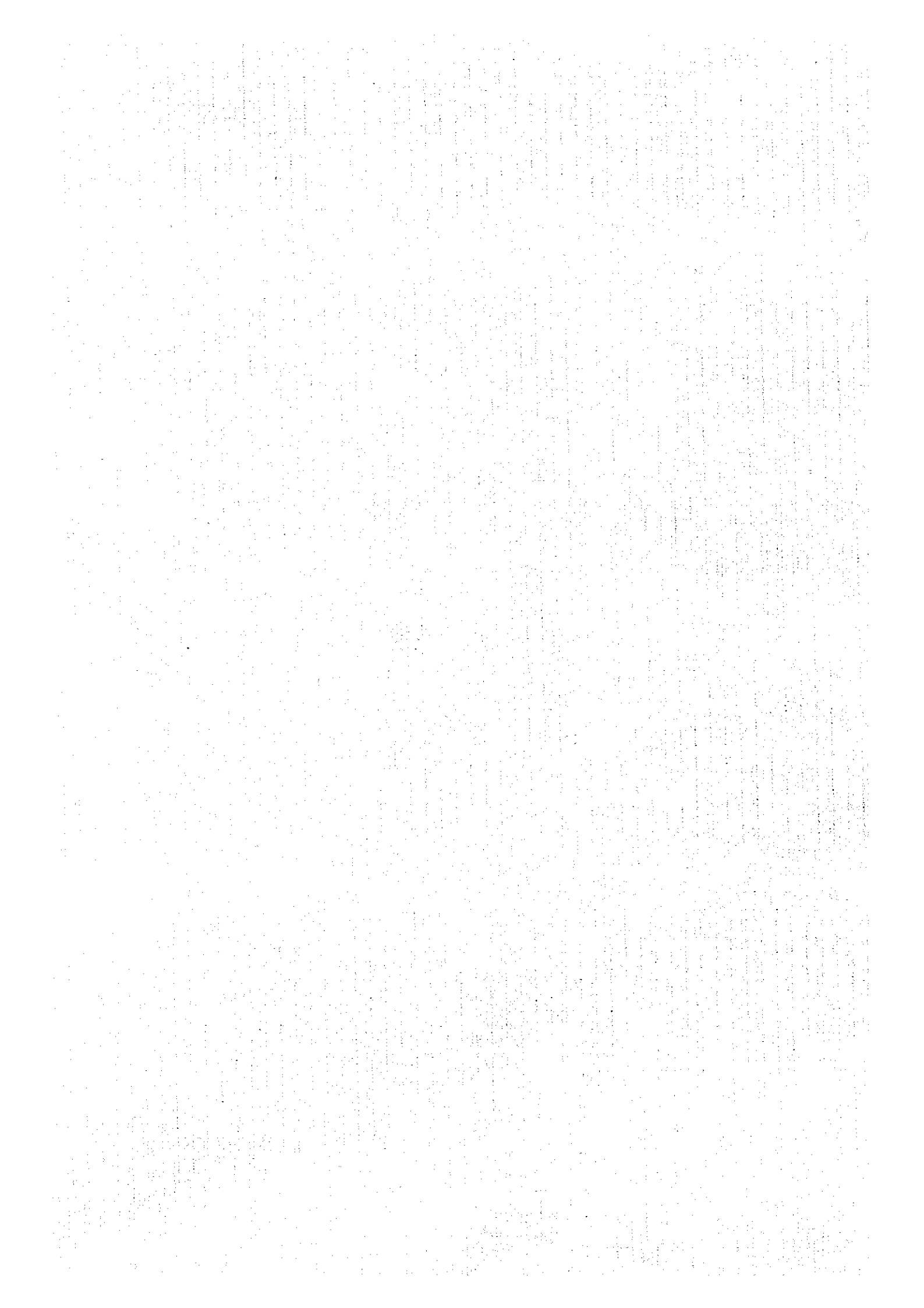
今般の現地調査においても、①経営方針が優れており、徹底されていること、②総経理以下経営陣・管理職・技術者・作業員に至るまで近代化への熱意と意欲が感じられること、③技術者、作業者のレベルが高いこと、④製品品質は一般的に安定しており、取引先の信頼は厚いこと、⑤特殊鋼化に対する市場の発展性も高いこと、⑥生産効率とコストダウンについて近代化案第1ステップの改善を行うべきことなどを知ることができた。今後販売の効率化を図り、生産管理を確立して在庫削減を徹底すれば、錫鋼の近代化計画は妥当であり、目標に対する環境も整いつつあり、十分に成果が期待できる企業であると判断する。是非、その遂行を図られたい。

本調査報告書に提案された製鋼・圧延を中心とする生産工程の近代化案、品質管理、エネルギー管理・教育・訓練(人材育成)を中心とする生産管理の近代化案及び財務管理の近代化案を実施されたい。実施にあたっては、第1ステップ(現在)、第2ステップ(1998年)及び近代化到達段階の第3ステップ(2000年)の各段階毎に必ずチェック・アンド・レビューを実施し、着実に推進されたい。

以上のことが着実に実施された結果として、2000年には近代化計画の最終目標である①製鋼工程の改造による 80 万t 体制の確立、②圧延工程設備改造による製品品質・生産性の向上、③鍛造設備の改善による生産性の向上及び④管理部門の強化が達成でき、中国有数の国営企業のなかで最も近代化が図られた国際的に評価される企業の一つとなると確信する。

本報告書が、錫鋼の近代化計画推進の一助となれば幸いである。

参 考 资 料



生产经营作业计划

96年2月份

江苏锡钢集团公司生产处

本月份工作重点

1. 各单位要抓好实物产品的质量, 正确树立“质量第一”的观念, 正确处理产量与质量、质量与市场的关系。
2. 各单位要抓好安全生产, 严格遵守各项安全操作规程, 杜绝各类违章现象, 避免各类事故的发生。

现将二月份的生产经营作业计划安排如下:

电炉钢:	27500t	(32693t)
钢 坯:	24000t	(28038t)
商品坯:	1000t	
钢 材:	20000t	(18188t)
工业总产值:	3505 万元	

周 (旬) 生产计划

炼钢片:	2. 26. 3. 5 日计划		
一炼钢:	1900t		
10.5"	Q215.Q235	100t	
10.5"	20#管	200t	
10.5"	60#60#绳	600t	
10.5"	70#绳	500t	
10.5"	55SiMnVB	300t	
14"	35#	30t	(供锻钢)
14"	45#	170t	(供锻钢)
二炼钢:	2600t		
10.5或12"	Q215.Q235	150t	
10.5"	65#绳	400t	
10.5或12"	70#绳	400t	
10.5或12"	60Si2Mn	350t	
10.5"	55SiMnVB	700t	
注:	尽量浇铸12"锭		
三炼钢:	4800t		
11"	Q215.Q235	700t	
12"	67A(H)	300t	

参考資料1-(2) 製作指令書

鋼線のMn含有量の調整および主要顧客に指定電炉鋼を供給するのお知らせ

各関連部門：

市場の需要に応じて、政府の第71号文書(1995年)を厳格に執行するため、当社は無錫市・錫山市・南通市鋼線工場の意見を聴取した。その結果、パテンチング処理鋼線生産工場(無錫市鋼線工場・錫山市鋼線工場・南通市鋼線工場)には、製品品質の要求を満足させるGB/T699-88標準の3.1.1.3項に基づいてMnの含有量を調整し、指定電炉鋼を計画的に供給するを決定した。

具体的な規定は下記の通りである。

1. “一類は真空脱ガス鋼線；二類は鋼線；三類は硬質ワイヤ”の原則を貫き、鋼線、ばね、標準ねじなど業者別・用途別の客先の要求を満足させる。
2. 重点顧客の使用品質を確保するため、パテンチング処理鋼線鋼はNo6・No7・No8号電炉を使って生産し、無錫市鋼線工場・錫山市鋼線工場・南通市鋼線工場に供給する。
3. 客先の意見及びGB/T699-88標準3.1.1.3項パテンチング処理鋼線用35#-85#鋼のMn含有量の規定によって、第三製鋼分工場は60鋼線・65鋼線・70鋼線の製錬中に、Mnの含有量を0.50-0.80%から0.30-0.60%に調整する。そのほかの化学成分は従来>ZBll44004-88の通りである。

上記の決まりは鋼線生産社の要求に応じながら、マンガ鉄の節約、生産コストを低減するのを目的としており、全工場各部門の協力を願います。

本通知の内容を1996年3月1日から実施する。

無錫鉄鋼工場科学技術処

1996年XX月XX日

(一) 执行标准和化学成分

1、执行标准: GB1298-86.

2、化学成分(%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
T8	0.75~0.84	≤ 0.35	≤ 0.40	≤ 0.035	≤ 0.030	≤ 0.25	≤ 0.20	≤ 0.30
T9	0.85~0.94	≤ 0.35	≤ 0.40	≤ 0.035	≤ 0.030	≤ 0.25	≤ 0.20	≤ 0.30
T10	0.95~1.04	≤ 0.35	≤ 0.40	≤ 0.035	≤ 0.030	≤ 0.25	≤ 0.20	≤ 0.30

(二) 钢种特性及用途

有良好的淬透性、高的硬度和一定的韧性, 用于耐磨性较高的模具、刀具等。

(三) 冶炼特点

本钢种易产生皮下气泡和缩孔, 要求脱氧良好, 温度控制不宜过高, 精心操作, 避免脱C过剩。

冶炼本钢种要求配用80%以上的优质废钢, 配C以电极块为主, 注意避免成品Mo高出格。

(四) 工艺操作要点

1、新炉衬第三炉、新钢包第二炉才可冶炼。

2、要求全熔成分

(1)C, T8: 1.15~1.25%, T9: 1.25~1.35%, T10: 1.35~1.45%;

208

(2)P ≤ 0.050%;

(3)S ≤ 0.060%;

(4)残余Cr、Ni、Cu在规格范围内。

3、脱C量 ≥ 0.40%, 加C温度 ≥ 1550℃。

4、氧末分析C、P、Mo。

5、C、P合适, 将Mo调至0.20%, 进行静沸腾, 时间 ≥ 5分。若残Mo ≥ 0.20%, 不得加Mo, 即进入静沸腾, 若残Mo > 0.30%, 改炼其他钢种。

6、投渣渣条件

(1)C, T8: 0.73~0.78%, T9: 0.83~0.88%, T10: 0.93~0.98%。

(2)P ≤ 0.018%。

(3)温度: T8: 1580~1600℃, T9: 1575~1595℃, T10: 1570~1590℃。投渣要快、净。

7、预插Al 0.5kg/t, 加稀渣渣料。

8、薄渣形成后, 用C、Si粉还原(以C粉为主), 渣白后, 充分搅拌均匀, 在不同部位取双样, 分析C、Mo、Si、S, 取双样, 分析(FeO)。

9、要求(FeO) ≤ 0.50%, 白渣时间 ≥ 15分钟。

10、根据双样分析结果, 调整成分, Si控制在0.20~0.25%, Mo控制在0.20~0.30%。

11、放钢S ≤ 0.050%。温度: T8: 1580~1600℃, T9: 1575~1595℃, T10: 1570~1590℃。放钢前, 终插Al 0.4kg/t。

12、浇注103"带帽锭。

13、模冷时间6小时(注坯2小时后投模, 然后, 带模钢锭集中堆放在不通风地区慢冷)。

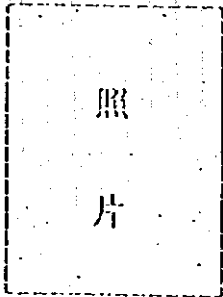
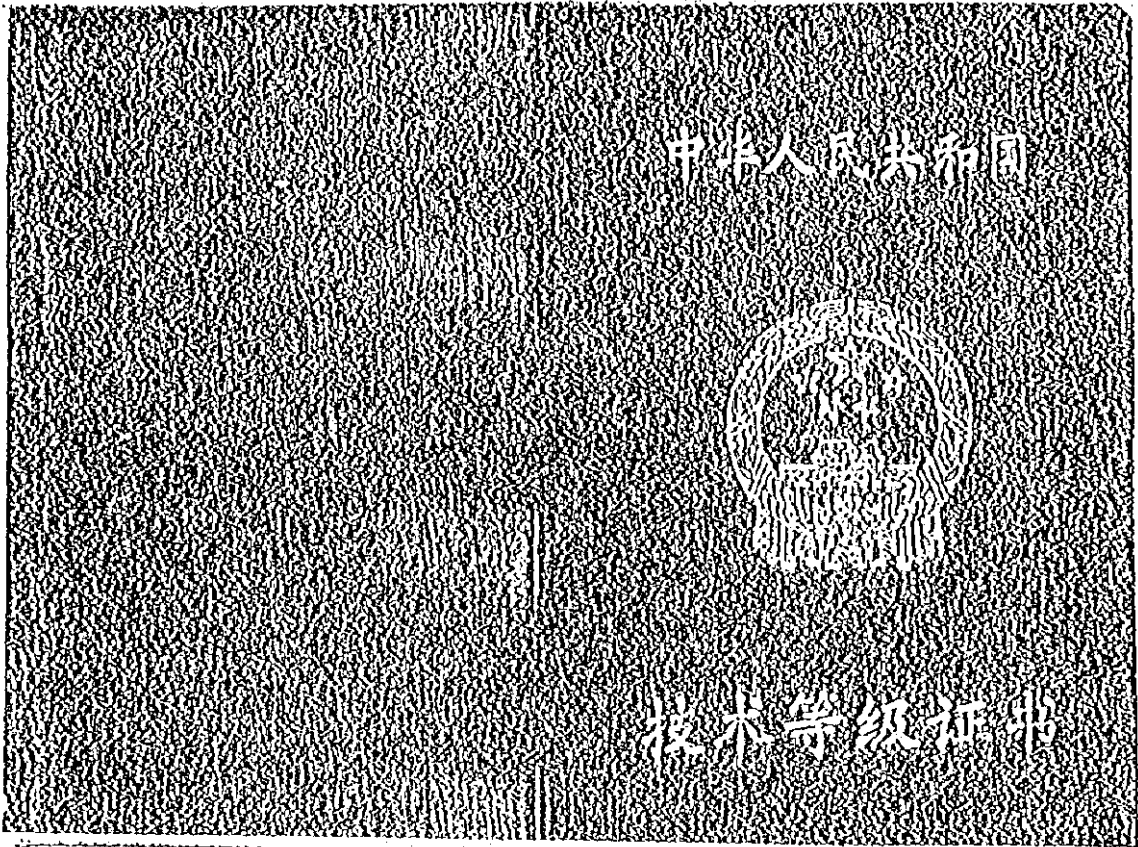
外米坯 本厂 按炉轧制流转卡 无锡钢厂

注	规格	批号	V号	支数	重量 (t)	化学成分 (%)										交货去向	
						C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Al		
	20CrMnTi	68	165	14	32.5	0.21	0.24	1.02	0.023	0.018	1.13	0.05	0.18	0.057	0.26	绿色	
GB/T3077-88																	
技	规格	支数	重量 (t)	机械性能					组织			其他性能					交货去向
				屈服	抗拉	延伸	收缩	冲击	硬度	珠光体	铁素体	其他	氧化	脱碳	夹杂	其他	
	140	568	27.470													绿色	
YB/T002-91																	
口	规格	支数	重量 (t)	机械性能					组织			其他性能					交货去向
				屈服	抗拉	延伸	收缩	冲击	硬度	珠光体	铁素体	其他	氧化	脱碳	夹杂	其他	
	65	116支	27.850													黄色	
YB/T002-91																	
口	规格	支数	重量 (t)	机械性能					组织			其他性能					交货去向
				屈服	抗拉	延伸	收缩	冲击	硬度	珠光体	铁素体	其他	氧化	脱碳	夹杂	其他	
YB/T002-91																	
有关部门意见: 原料110人尖沙料>修磨56支 / A剖112支 头部114支																	
有代单 罗家珍 日期 96. 1月15日																	

江苏锡钢集团公司质管处钢研所物理性能检验报告

2008年 (四) 批 96年2月7日

序号	规格	炉号	支数	重量 (t)	屈服强度 (MPa)					抗拉强度 (MPa)					伸长率 (%)					其他
					上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下				
102	20CrMnTi	68165	14	32.5	210	210	210	520	520	520	22	22	22	合格						
103																				
104																				
105																				
106																				
107																				
108																				
109																				



编号 _____

姓 名 _____

出生日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

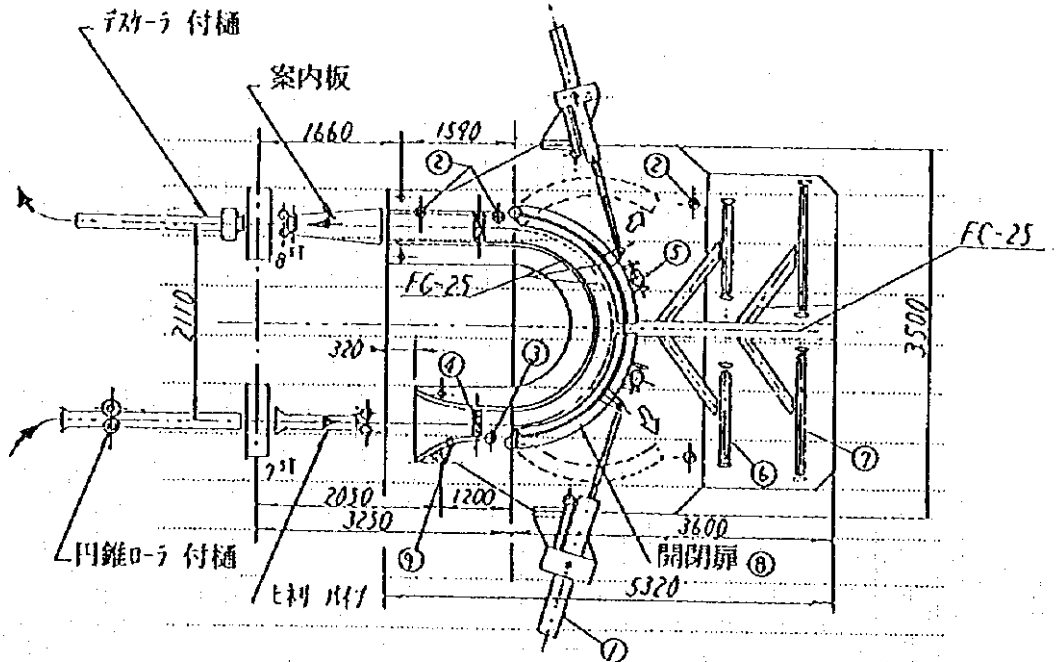
工种(专业) _____

文化程度 _____

发证日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

参考資料 4 技術等級證書

参考資料5 小型仕上列レピーター



①エアシリンダー	NC-T- $\phi 150 \times 700$ ST	2台	⑧開閉扉
②タテ・ローラー	$\phi 70 \times 178$ ℓ	4ヶ	⑨光電管
③ "	$\phi 75 \times 250$ ℓ	1ヶ	
④ヨコ・(タテ)ローラー	$\phi 75 \times 200$ ℓ	3ヶ	
⑤扉受用ローラー	$\phi 70 \times \phi 80 \times 75$ ℓ (たいこ型)	2ヶ	
⑥ヨコ・ローラー	$\phi 75 \times 1000$ ℓ	2ヶ	
⑦ "	$\phi 75 \times 1200$ ℓ	2ヶ	

○ 構造及び作動状況について:

この装置はシリンダー、FC側板付開閉扉、FC底板、ローラー等により構成されている。鋼のトップがレピーター入口に来ると光電管にて受光し数秒後に(鋼トップがNo. 8STに入る寸前)シリンダーが作動し開閉扉が開き鋼の伸びによって生じたループを後方へ逃がす。鋼が通過後、タイマーにより扉が閉じる。

○ レピーターの保全について:

① 破損箇所の点検、修理

- 1) 溶接外れ
- 2) ボルトのゆるみ

② ローラーの点検、修理

- 1) 回転状態
- 2) キズの有無や摩耗の状態
(へこみ、局部摩耗、刃等があれば、グラインダで研磨。)

- 3) 給油

③ 鋳物板の点検、修理

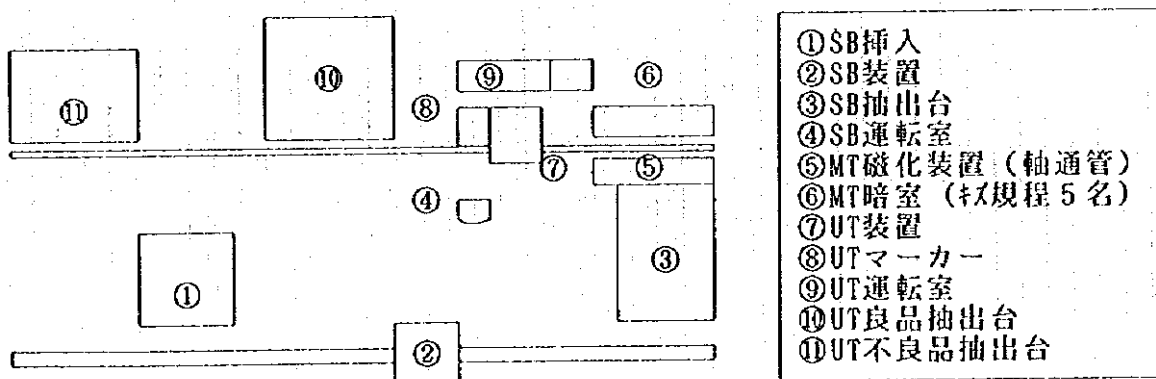
- 1) 床面の鋳物板に局部摩耗、刃等があれば、グラインダで研磨。
- 2) 開閉扉の鋳物部に局部摩耗、刃等があれば、グラインダで研磨。

参考資料6 ビレット自動検査ラインの設備仕様と概略予算

- (対象材) 1.寸法: 130×130
 2.長さ: 3m ~ 6m
 3.曲がり: 70mm / 全長以下
 4.対象量: 17.6 万t/年 (1.5 万t/月)
- (工程) S B - 磁粉探傷 - 超音波探傷 - きず取り

設備	仕様	台数	予算(万円)
ショットブラスト	1.ショット投射量: 150kg/min 2.ライン速度: 5~10m/min 3.送り本数: 1本 4.集塵機	1	300
磁粉探傷装置	1.方式: 極間法、ツリ式、目視検査、2面検査後180°反転する。 2.磁化電源: 12,000AT 3.フラット: 400W	2 20灯	900
超音波探傷装置	1.方式: 2振動子垂直探触子による4面探傷(16ch) 2.音響結合方式: シー追従水膜式 3.探傷速度: 35 m/min 4.マーキング: スプレーによる自動マーキング	1 1	1,400
きず取り装置	1.方式: 研削機上下移動、ビレット台車上で横移動 2.研削速度: 50m/min 3.砥石寸法: φ510 × 65 4.研削圧力: 100 ~ 400 kg 5.砥石周速: 3800m/s 6.集塵機	4	2,670
合 計			5,270

(注) それぞれの設備金額には、搬送装置、テーブルを含めている。
 一元 = 13 円として換算。



ビレット自動探傷ライン 設備配置図

参考資料7 ビレット検査ラインの処理能力試算表

項目		内容			内容			内容		
1. 対象鋼種と対象量	製品量	年間(t)	月間(t)	ビレット量	項目	設備名	能率	処理能力 (能率×稼働時間×台数)	能力算出根拠	
		135,000	11,250	12,655						
	構造用炭素鋼	120,600	10,050	11,305		ショットブラスター	31.8 t/h	31.8 t/h × 576 h/M = 18,317 t/M	(4+1)m → 5 m/min × 60min × 0.53 t/本 = 31.8 t/h	
	合金鋼	90,000	7,500	8,437		磁粉探傷装置	26.5 t/h	26.5 t/h × 576 h/M = 15,264 t/M	50 本/h × 0.53 t/本 = 26.5 t/h	
	ばね鋼	40,000	3,333	3,749		超音波探傷装置	51.3 t/h	51.3 t/h × 576 h/M = 29,549 t/M	(60min ÷ 0.62 min/本) × 0.53 t/本 = 51.3 t/h 給材 → 探傷 → 集材 14s 6+7s 10s ↓ total 37 s = 0.62 min	
	合金工具鋼	10,000	833	937		きず取り装置	6.36 t/h	1) 4台の場合: 6.36 t/h × 576 h/M × 4台 = 14,653 t/M 2) 5台の場合: 6.36 t/h × 576 h/M × 5台 = 18,313 t/M	12本/h × 0.53 t/本 = 6.36 t/h	
	合計	395,600	32,966	37,083						
製品歩留 (ビレット量/製品量) = 88.9%					4. 各設備の処理能力					
として、ビレット量を算出した。					5. 能力試算					
2. ビレット単重	130 角 × 4 m = 0.53 t				1) 自動検査ラインの処理能力は、磁粉探傷装置の 15,264 t/M ではほぼ決定される。					
3. 稼働時間	(1) 3直稼働の場合: 24 h/M × 24 h/D = 576 h/M (2) 2直稼働の場合: 24 h/M × 16 h/D = 384 h/M				2) きず取り装置の台数は、磁粉探傷装置の能力から4台に設定したので、検査ラインの処理能力は、14,653 t/M である。					
					3) この能力に見合う対象材としては、高品質材である「ばね鋼、軸受鋼、合金工具鋼」の全量(13,123 t/M)とし、余力分で合金鋼の一部を処理する。					

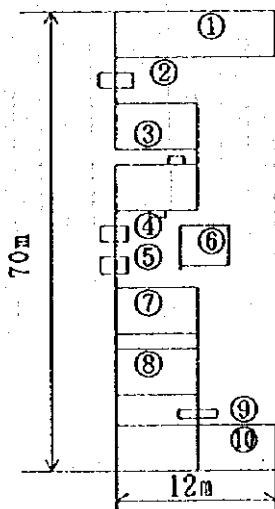
参考資料8-(1) 大径棒鋼自動検査ラインの設備仕様と概略価格

- (対象材) 1.寸法: $\phi 30 \sim 100$
 2.長さ: $3m \sim 6m$
 3.曲がり: $1mm/m$ 以下
 4.対象量: $10万t/年$ ($0.83万t/月$)
 (工程) 矯正-面取り-渦流探傷-超音波探傷-きず取り

設備	仕様	台数	予算(万元)
2ロール矯正機	1.寸法: $\phi 30 \sim 90$ 2.矯正速度: $max. 60m/min$ 3.電動機: DC 175 kW	1	[1.150]
面取り装置	1.寸法: $\phi 30 \sim 100$ 2.砥石寸法: $\phi 455 \times 450 \times 2ヶ$ 3.電動機 4.集塵機	1 1	460
渦流探傷装置	1.寸法: $\phi 10 \sim 130$ 2.方式: 回転プローブ(非接触) 3.回転数: 3000 rpm 4.チャンネル数: 4 ch 5.探傷速度: $60 \sim 120 m/min$ 6.マーキング装置: 4 ch	1	[385]
超音波探傷装置	1.寸法: $\phi 30 \sim 130$ 2.方式: 回転プローブ 3.チャンネル数: 4 ch(垂直2+斜角2) 4.探傷速度: $60 m/min$ 5.マーキング装置: 1 ch	1	615
きず取り	1.方式: スリッグラインダによる手動きず取り 2.集塵機	3 1	230
合計			[1.535]

(注) 2ロール矯正機と渦流探傷装置は既に日本へ発注済と推定し、[]内に新品価格を記載している。

1元 = 13円として換算。



No.	設備名
①	装入テーブル
②	矯正機
③	面取り装置
④	渦流探傷装置
⑤	超音波探傷装置
⑥	運転室
⑦	UT不良材テーブル
⑧	きず手直し台
⑨	高速切断機
⑩	搬出テーブル

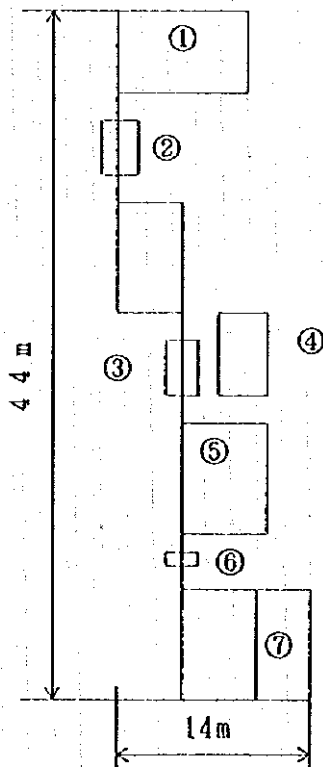
大径棒鋼検査ライン設備配置図

参考資料8-(2) 小型棒鋼自動検査ラインの設備仕様と概略価格

- 〔対象材〕 1. 寸法: $\phi 14 \sim 30$
 2. 長さ: $3m \sim 6m$
 3. 曲がり: $1mm/m$ 以下
 4. 対象量: $10万t/年$ ($0.83万t/月$)
- 〔工程〕 矯正 - 渦流探傷 - きず取り

設備	仕様	台数	予算(万元)
多ロール矯正機	1. 寸法: $\phi 14 \sim 30$ 2. 矯正速度: $max. 80m/min$ 3. 電動機: DC 50 kW	1	770
渦流探傷装置	1. 寸法: $\phi 2 \sim 30$ 2. 方式: 回転プローブ(非接触) 3. 回転数: 9000 rpm 4. チョック数: 4 ch 5. 探傷速度: $60 \sim 180 m/min$ 6. マーキング装置: 4 ch	1	310
きず取り	1. 方式: スリッグラインダーによる手 きず取り	2	77
合 計			1,157

(注) それぞれの設備金額には、搬送装置、テーブルを含めている。
 1元 = 13円として換算。



No.	設備名
①	装入テーブル
②	矯正機
③	渦流探傷装置
④	運転室
⑤	きず手直し台
⑥	高速切断機
⑦	搬出テーブル

小型棒鋼検査ライン設備配置図



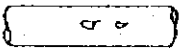
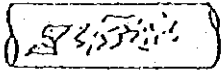
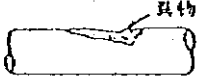

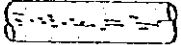
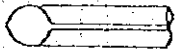

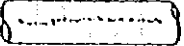

項目	回転プローブ型	貫通性
1. 特徴	<p>1) プローブコイルの有効幅と回転数により探傷速度が決定される。</p> $\text{探傷ピッチ (mm)} = \frac{\text{ライン速度 (mm/min)}}{\text{プローブ数} \times \text{回転数 (rpm)}}$ <p>未探傷長さ (mm) = 探傷ピッチ (mm) - コイル幅 (mm)</p> <p>2) 線状の長いきずを精度良く検出するが、プローブコイル幅より短いきずの検出は難しい。</p> <p>3) 冷間の棒鋼（黒皮、磨き）に、また鋼線の伸線ラインに使用されることが多い。</p>	<p>1) 探傷速度は任意に選べる。</p> <p>2) 横割れやへげ等の比較的短いきずしか検出できない。</p> <p>長い線状きずはきずの両端のみ信号がでるので、きずの長さを誤認する可能性がある。</p> <p>3) 圧延ラインで熱間探傷に、また鋼線の伸線ラインに回転プローブ型と併用して使用されることが多い。</p>
2. 基本構成図		
3. ガイド装置	<p>(黒皮棒鋼の例)</p>	<p>(線材熱間圧延の回転プローブ型との併用例)</p>
4. レイアウト例	<p>(黒皮棒鋼の磁気飽和型の例)</p>	<p>(線材熱間圧延の例)</p>



参考資料10--(1) 圧延品に発生する表面きずの例

きずの名称	形態および特徴	発生原因	外観
れんがきず	耐火物が鋼材の表面に存在しているきず	<ul style="list-style-type: none"> 造塊時における耐火物（れんが、モルタル）およびスラグなどの巻き込み 加熱中に付着した耐火物のかみ込み 	
へげ	表面がはげかけた葉状、ラップ状のきず	<ul style="list-style-type: none"> 造塊時に発生するスプラッシュ 素材のラップきず、肌荒れ 加熱、圧延中のすりきず 	
線状きず	圧延方向に断続的に出る比較的浅い短い線状のきず	<ul style="list-style-type: none"> 鋼塊のピンホール、ブローホール 素材の肌荒れなど 	
縦割れ	圧延方向に連続して出る比較的深い線状のきず	<ul style="list-style-type: none"> 鋼塊のピンホール、ブローホール、その他の材料不良 鑄造時の凝固および鱗片・鋼塊の冷却、加熱における熱ひずみ 	
横割れ	圧延方向に直角または斜めに出た横割れ状のきず	<ul style="list-style-type: none"> 材料の成分不良、脱酸不良による延性低下 加熱、冷却不適正 加工方法の不適正 	
うろこ	表面が比較的細かくひび割れ状、またはうろこ状になったもの	<ul style="list-style-type: none"> 素材の過熱 成分不良、脱酸不良 	
かききず	圧延方向に引っかかれたり、削られてできたくぼみ状のきず	<ul style="list-style-type: none"> 仕上圧延後誘導装置、移送装置、捲取装置などによる引っかききず 	
折れ込み	圧延方向に沿って折れ重なったきず	<ul style="list-style-type: none"> ロール調整不良 孔型不良 ガイド調整不良 	
肌荒れ	肌が荒れて凹凸になったもの	<ul style="list-style-type: none"> カリバーの肌荒れ 	

参考資料10--(2) 圧延品に発生する表面きずの例

きずの名称	形態および特徴	発生原因	外観
ロールきず	圧延方向に周期的に凸状または凹状になったもの	<ul style="list-style-type: none"> 孔型欠損 異物固着 孔型摩耗 	
スケールきず	表面にスケールが圧着またはかみ込んだもの	<ul style="list-style-type: none"> スケールの付着 ディスクレーリング装置の不良 	
虫くい	削れくずなどの異物が圧着されてできたきず、一部は脱落してへこみ状になっている	<ul style="list-style-type: none"> 削れくずのかみ込み 異物のかみ込み 	
くいちがい	断面形状にずれを生じたもの	<ul style="list-style-type: none"> 仕上ロール調整不良 	
しわきず	主として自由圧縮面に生じたしわ状のきず	<ul style="list-style-type: none"> ロール調整不良 孔型不良、カリバー荒れ 圧延温度不良 素材肌荒れ 	
かみだし	圧延方向に連続的にかみだしたもの	<ul style="list-style-type: none"> 圧下率の不適正 仕上誘導装置の調整不良 	
打ちきず	局部的に発生した打こんきず	<ul style="list-style-type: none"> 機械・工具などによるあてきず 	
すりきず	表面が局部的にこすられて生じた引っかき状のくぼみきず、金属光沢を有することが多い	<ul style="list-style-type: none"> 圧延後の冷却以降の工程で発生 結束条件の不適 ハンドリング不良 	
さび	赤くさびたもの	<ul style="list-style-type: none"> 保管の不適 	

参考資料10-(3) 鍛鋼品に発生する表面きず（内部欠陥を含む）の例

きずの種類	発生形態	発生原因
鋼塊縦割れ	鋼塊の縦方向に割れが発生する	鑄型内面の不良。鑄込作業の不適當。鑄型形状不良。鋼塊脱型後の冷却方法不適當。脱酸不良
鋼塊横割れ	鋼塊の横方向に割れが発生する	鑄型内面の不良。鑄込作業の不適當。溶鋼の注ぎ過ぎ。鑄張りの発生。鑄型と鋼塊の鑄着。脱酸不良
首切れ	押湯と本体の境界に横割れとして発生する	同上 および 鑄込後の押湯拵取扱い不適當
押湯ふくれ上がり	鑄込終了後、押湯部がふくれ上がる	溶鋼の脱ガス不十分。脱酸不足。出鋼から鑄込までのとりべ、トラフ、鑄型、押湯型などの乾燥および手入れ不十分
肌荒れ	鋼塊表面が不当に荒れる	鑄型内面の不良。流動性の悪い溶鋼。溶鋼が不均一に凝固した外皮の一部がしわを形成。温度の低い溶鋼を鑄込んだとき、溶鋼飛沫が鑄型内面に付着したとき
気泡	鋼塊表面および内部に泡状の気泡が発生する	脱ガスおよび脱酸不十分。鑄型内面の凹部にガスが残留。鑄型内面の錆が還元されてガスが発生。鑄型内面塗料の不適當。鑄型道具の乾燥不十分
パイプ	鋼塊中心部に生ずる凝固時の収縮管が切捨て不足のとき軸端に露出	高温・高速鑄込み。精鍊不良。押湯効果不適當。鋼塊形状不適當。鑄型設計不適當
非金属介在物	脱酸および脱硫生成物を主とする非金属介在物（アルミナ、シリケート、サルファイド等）	精鍊および造塊不良等による硫化物、酸化物など非金属介在物の残存。外来不純物の混入
砂きず	肉眼で見える程度の大きさの非金属介在物	低温鑄込み時の鋼塊表面にノロが付着。造塊作業中の出鋼時にとりべ、トラフ、湯道、押湯などの耐火材の欠落。酸化物、硫化物の富化肥大
異物混入	機械加工工程時に表面に部分的な変色部として、または超音波探傷など内部検査時に異物が見つかる	造塊作業時の不注意により異物が落下混入する

参考資料10-(4) 鍛鋼品に発生する表面きず（内部欠陥を含む）の例

きずの種類	発生形態	発生原因
ゴースト	鍛造品の仕上げ面に光沢のない変色部として現れる偏析	製鋼原料中の不純元素P, Sの過多。精錬の不適當。造塊の不良。鋼塊形状および鑄型温度不適當。鍛造方法の不適當
偏析きず	鍛造品の表面または内部に現れる異常偏析きず。 機械加工により表面に露出	同上 および脱水素処理不十分
白点性割れ	鋼材内部に破面が銀白色または灰白色を呈する円形・偏平の割れ。介在物の多い脆弱部に発生しやすい。 機械加工により表面に露出	低合金鋼（Ni, Cr, Mo, Wなどを含む鋼）で脱水素不十分の時発生し易い。 鍛錬比が少ないとか鍛造後の熱取扱いが不適當なとき発生し易い。
ざくきず	鋼塊の中心線に沿った粗晶部に微小な空隙として現れるきず	精錬不良。鋼塊形状不適當。鍛錬比不適當
亀甲割れ	鋼材表面に亀甲状に現れる比較的浅い表面きず	鋼中にCu, As, Sn, Sなどが比較的多いとき。 鍛造開始温度が高過ぎたり、低過ぎるとき
焼け過ぎ	過熱により内部まで粒間酸化を起こして著しい結晶成長、または粒界割れを起こす	加熱温度が高過ぎるか、加熱時間が長過ぎる。
かぶさり	仕上げ鍛造面にかぶさりきずとして残る	鍛造金敷の形状不適當。一回の鍛造圧下量の過大。連続した異径軸の段差が大きいときに段の小径側に生じる
しわきず	仕上げ鍛造面に鍛造しわが残ったもの	鍛造作業不良。鍛造方案不適當。加熱の不均一
打ち割れ	鍛造過程で、表面に横割れまたは中心部領域にもめ割れが発生	鋼塊不良。不均一加熱、並びに材料温度が低く加工度の大きいとき
急熱割れ	鍛造前加熱および熱処理加熱中に表面または内部に発生する	材質、質量、形状に対し不適當な急速加熱により内外部の膨張差によって過大応力が発生するため
急冷割れ	鍛造後および熱処理直後に割れが発生する	材質、質量、形状に対し不適當な急速冷却により内外部の膨張差によって過大応力が発生するため

参考資料10-(5) 鍛鋼品に発生する表面きず（内部欠陥を含む）の例

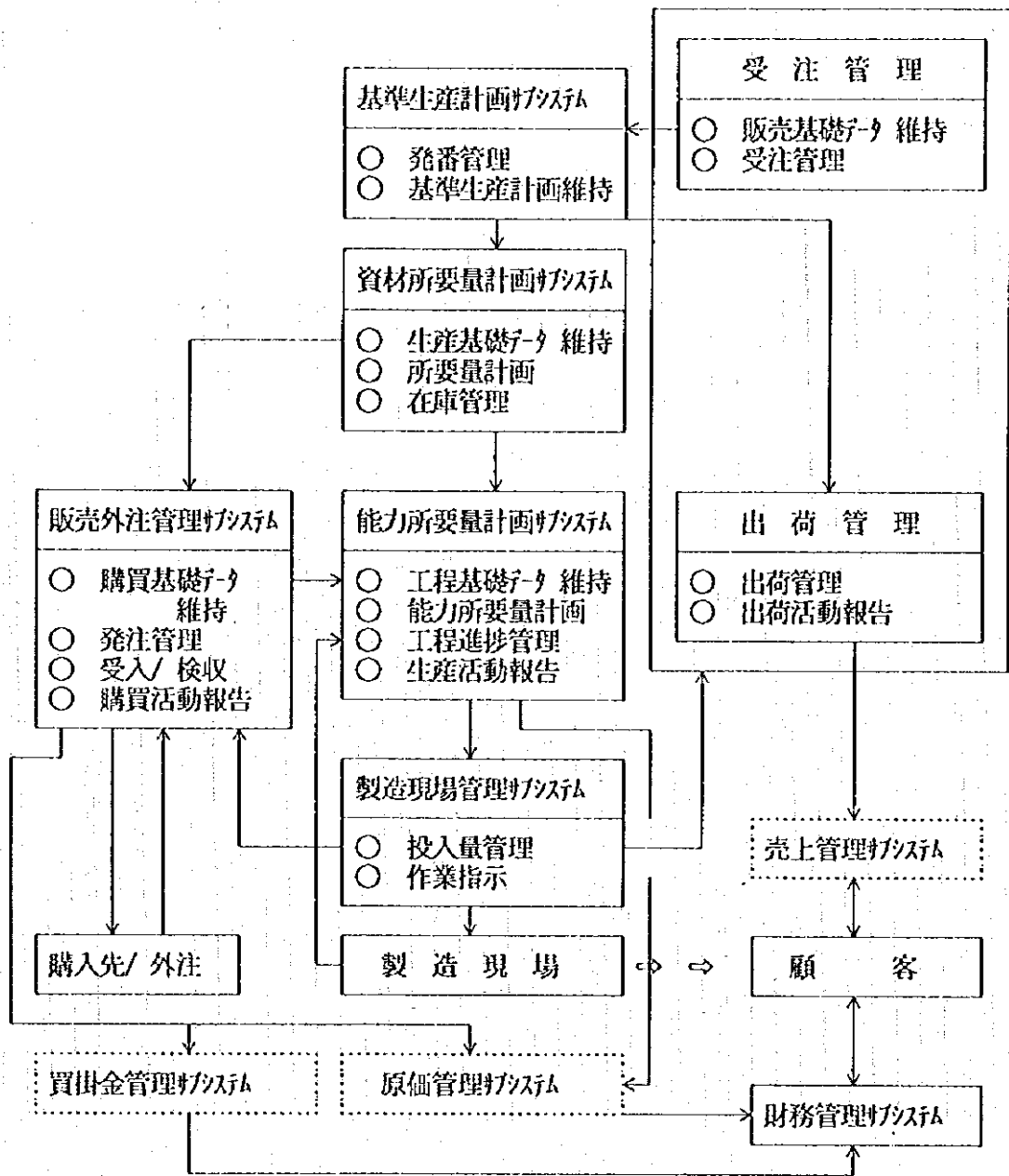
きずの種類	発生形態	発生原因
焼き割れ	焼入れ中または焼入れ直後に割れが発生する	形状不適當。焼入れ温度の高過ぎ。ワークの冷却が速すぎ。加熱の不均一。焼戻し処理が不適當。材質不良
置き割れ	鍛造または熱処理後、長時間経過してから発生する割れ	収縮応力や変態応力などが過大に残存しているとき、気温の激変によってさらに応力が助長されて割れる
スケールきず	鍛造仕上げ面にスケールのかみ込みまたはスケールの脱落跡の凹み	鍛造過程でのスケール除去不十分
ガス加工割れ	鍛造後ガス成形のときの熱取扱い不適當。材質の不均一	ガス成形のときの熱取扱い不適當 材質の不均一
研削割れ	製品の表面研磨の際、肉眼では見えない程度の微小割れが発生し、同時に金属組織も軟化され、引張り応力が残留する	重研削、研削前の熱処理不適當

参考資料II コピーシステム構築のための生産業務調査

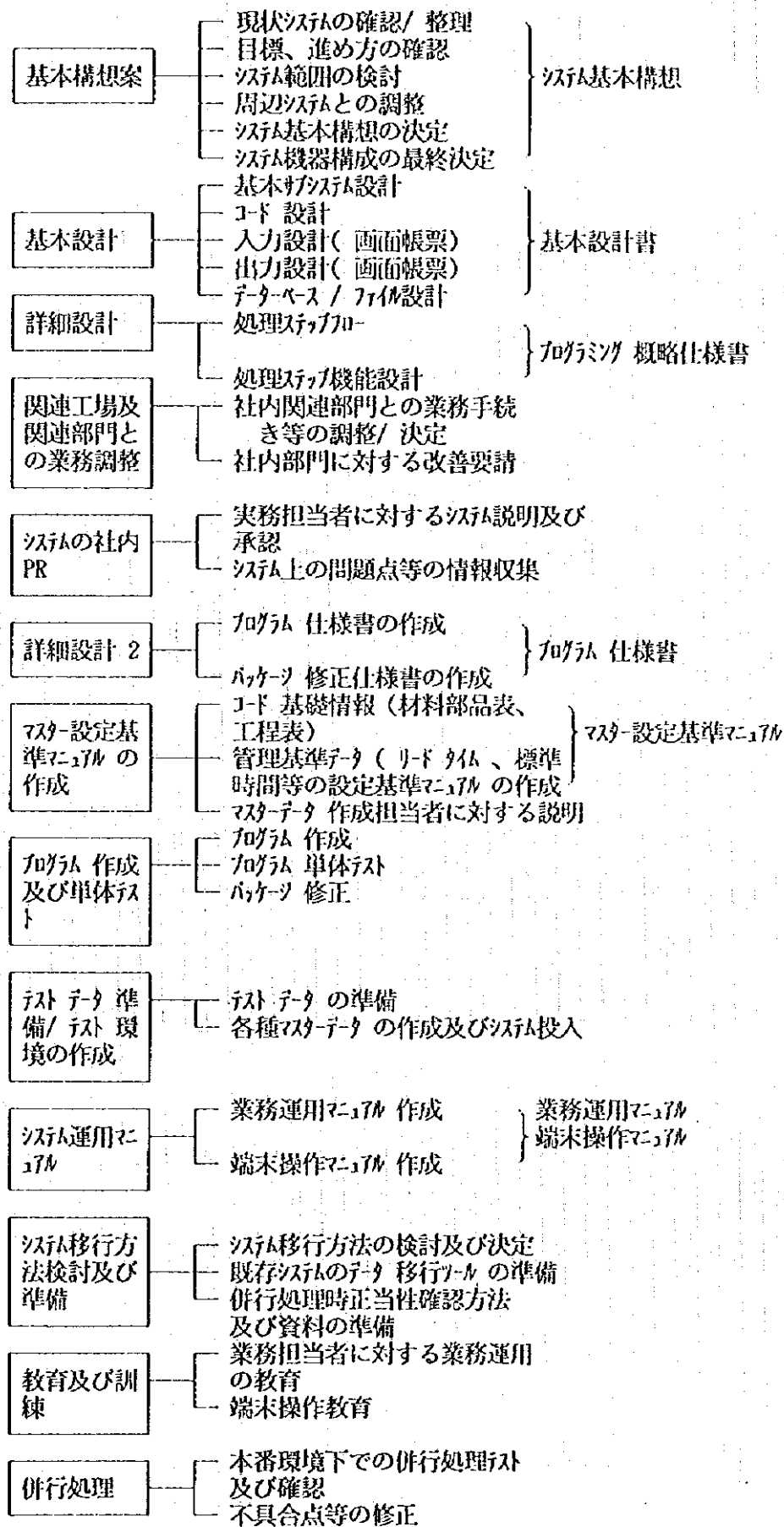
基本 機能	タ ス ク	アウトプット			担当 部門	用益人員		評 価	備 考
		帳票 情報	発行 頻度	情報 量		人 員	延べ 時間		
受注展開									
完成計画 納入計画									
内外製 区分									
大工程 負荷計画									
部品展開 工程計画									
資材外注 計画管理									
作業指示 割当									
作業実施									
進捗管理 完了報告 異常報告 処理									
検査 完成	検査 試験								
	納入								
実績 管理	能率								
	品質								
	原価								
その他									

参考資料12 機能及び入出力プラン

機能	処理機能	入力	出力
工程基礎データ維持	工程品目維持	工程品目登録 品目分類登録 工程記号登録	品目情報問合せ
	7-7x7 維持	7-7x7登録 7-7x7保有 設備登録 標準作業登録	7-7x7問合せ
	加工手順維持	加工手順登録 類似加工手順登録 使用治工具登録 使用材料登録	加工手順問合せ
	治工具維持	治工具登録	治工具問合せ
能力所要量計画	日程計画		製品日程表 パーツ日程表
	材料出庫計画		材料出庫予定表
	使用治工具計画		治工具予定表
	負荷山積み		工程別負荷状況表 負荷状況問合せ
	負荷平準化		調整後負荷状況表
工程進捗管理	仕事/作業維持 作業実績管理	仕事登録 作業登録 作業実績 材料出庫実績	作業実績日報 材料出庫日報 検査日報 不良日報 検査仕掛日報
	作業進捗管理	完了報告	作業進捗問合せ 7-7x7別作業問合せ 工番別進捗状況表 遅延警告表
生産活動報告			7-7x7稼働報告書 仕掛残高表
投入量管理	作業順序付け (差立)		差立表
作業指示	作業指示	作業指示	作業票 現品票 異動票
	材料出庫指示		材料出庫票



参考資料13 システムの構造の骨子



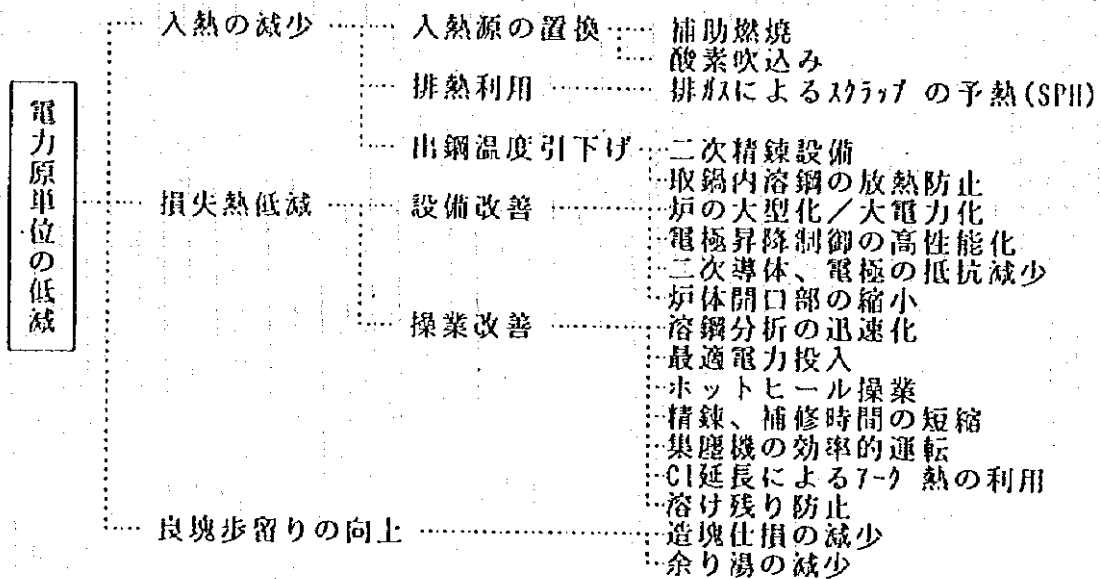
参考資料15 N社電気炉の電力原単位の低減活動例

1. 設備の概要

項目	内容
1) 容量	呼称：40 t (実装 50 t)
2) 変圧器容量	35 MVA
3) 一次電圧	33 kV
4) 二次電圧	420 V (max. 675 V)
5) 二次電流	47,550 A
6) 炉殻径	5,500 mm
7) 電極径	20 インチ
8) 生産品目	特殊鋼 (軸受鋼、工具鋼、構造用合金鋼、ステンレス鋼等)
9) 生産量	20 万 t / 年

2. 電気炉の溶解電力低減対策

電力原単位の低減ため以下の項目について着目し、対策を実施した。

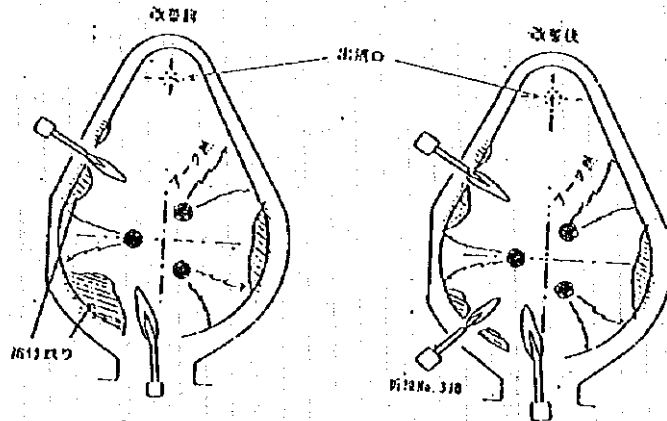


3. 主な対策実施経緯

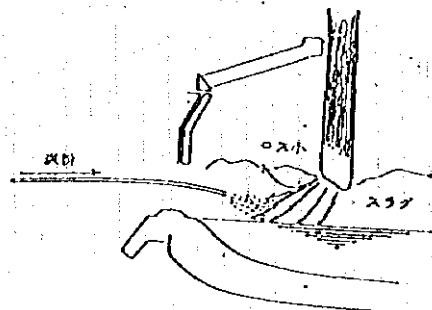
年/月	対策項目	内 容	改善効果
81/5	スラッグ 予熱装置の活用	電気炉排ガス熱を利用したスラッグ予熱装置を設置した。	2.9
90/4	吹込み酸素増量	酸素発生装置の導入により、吹き込み酸素を増量した。	2.3
93/5	ジェットバーナー(JB)の増設	従来2基あったが、No.1、No.2電極間コールドスポットにJBを1基増設し溶解の促進と溶け残り防止を図った。	3
93/8	カーボンバクション(CI)の時間延長	溶解末期のCIを延長することにより、スラグホーミングを促進し、スラグでアーチを包込みアーチ熱効率を上昇させる。(リバーシブルアーチ操業)	6
93/12	スラッグ 配合の改善-1	スラッグ 銘柄の配合比率を変化させ電力原単位低減効果のある適正な嵩比重を探る。	1.2
94/4	スラッグ 配合の改善-2	溶解し易いタイプ粉を増量し、嵩比重を低下させ、電力原単位の低減を図る。	
94/4	スラッグ 装入量の削減	余り湯削減対策として、装入量削減を実施した。	3
	その他		4
合 計			8.0 (kWh/t)

4. 対策の効果

			1990/ 3	1993/ 4	1994/ 6
各原単位	電 力 酸重 C 電 源極	(kWh/l)	439	423	388
		(Nm ³ /l)	18.7	22.8	23.5
		(l/l)	2.0	3.1	4.3
		(kg/l)	5.5	5.7	6.2
			3.18	2.7	2.98
エネルギー 原単位 指数	電 力 酸重 C 電 源極		85.6	82.4	75.6
			10.9	13.3	13.7
			1.0	2.5	3.5
			1.2	1.2	1.3
			0.7	0.6	0.6
			100 %	100 %	94.7 %
エネルギー コスト 指数	電 力 酸重 C 電 源極		66.2	63.8	58.5
			14.1	3.1	3.2
			0.8	1.3	1.8
			2.6	2.7	2.9
			16.3	13.8	15.3
					100 %



No. 3JB 設置場所



スラフニング操作の例

参考資料16 N社のコンプレッサー動力の省電力事例

1. 概要

N社の工場内で使用する主たる圧縮空気のコンプレッサーは7台ある。

稼働状況は、4台が常時運転、1台は圧延寸法により運転あるいは停止し、残り2台は給油、整備、故障時の予備となっている。

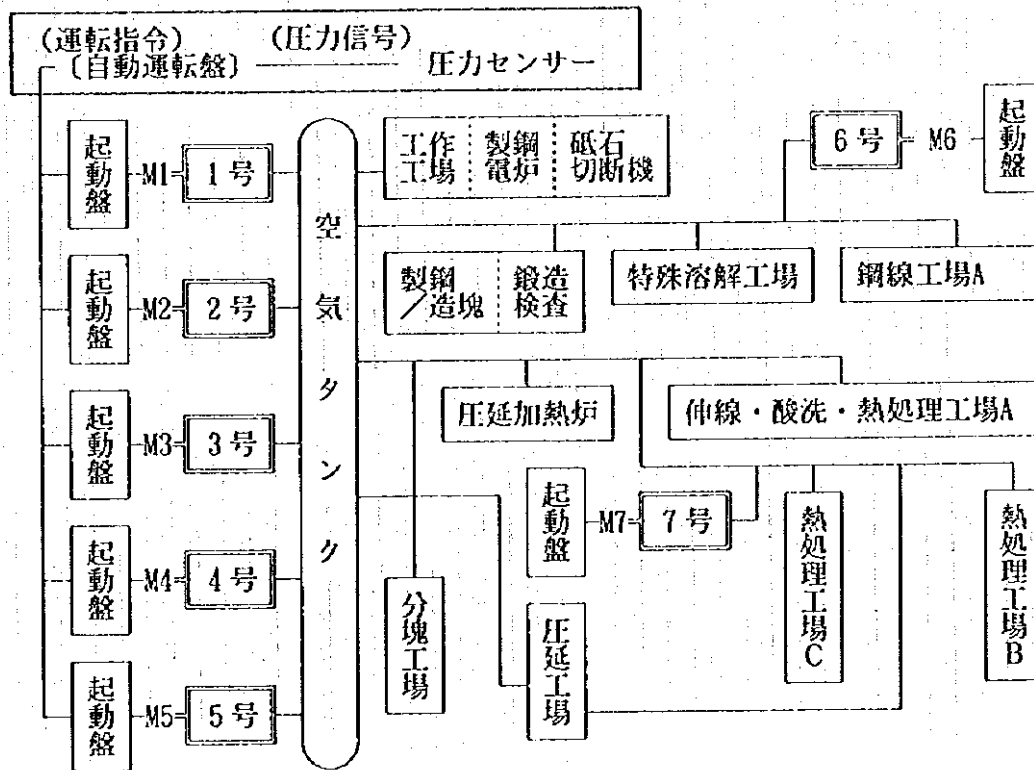
当時の稼働状況においては、軽負荷時（圧縮空気の使用量が少ない時）の場合でも4台運転していた。

コンプレッサーは各々軽負荷運転するよりも、台数を減らして各々100%に近い負荷運転をさせた方が効率が良い。

そこで空気タンクの圧力を検出して、設定圧以上になれば1台停止し、設定圧以下になれば再運転させる。この制御を自動化することによって、コンプレッサー動力の省電力を図った。

2. 概略図

圧縮空気の配管系統図は下記の通りです。



圧縮空気配管系統図

3. 改善内容

3. 1 改善前の圧縮空気供給状態

1, 2, 6, 7号機は常時運転し、3, 4, 5号機は圧延寸法により1台選択して運転する。残り2台は、給油・整備・故障で他機が停止した場合に運転する。

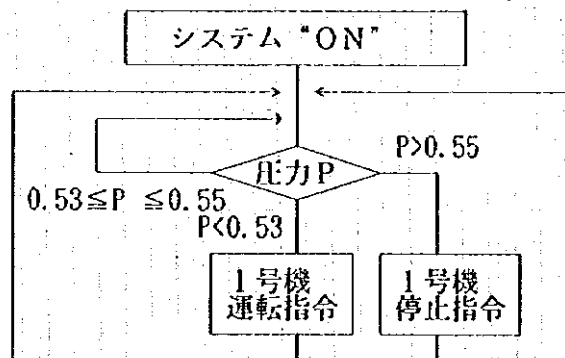
常時運転している4台の内、6, 7号機は配管圧力補正用で、常時運転させる必要がある。

軽負荷運転時に停止できるのは、1, 2号機であり、今回は1号機を省エネ用として自動運転させた。

3. 2 改善の内容

1) 空気タンクに圧力センサーを取り付け、自動運転制御盤内にその信号を取り入れて制御し、運転か停止かの判断をして、1号機起動盤に指令を出す。

2) 簡易フロー（下図参照：単位 MPa）



4. 効果

4. 1 減圧運転によるメリット

$$1,515 \text{ kWh/週} \times 50 \text{ 週/年} = 75,750 \text{ kWh/年}$$

4. 2 アンロードパーセント運転によるメリット

$$3,547 \text{ kWh/週} \times 50 \text{ 週/年} = 177,350 \text{ kWh/年}$$

4. 3 年間省エネ金額

$$(75,750 + 177,350) \times 10 \text{円/kWh} = 2,531 \text{ 千円/年}$$

5. 投資金額

5. 1 自動運転盤 2,400 千円

5. 2 据付配線工事 600 千円 合計 3,000 千円

参考資料 17-(1) N社の省エネ活動成果の事例

対象エネルギー	電力	実施日	
製鋼水処理 冷却塔ファン省電力			
改善内容	製鋼水処理原水槽の冷却塔ファンは、水温が低い時 (25°C 以下) でも低速で連続運転している。 そこで、水温が25°C 以下であれば停止、25°C ~35°C の間は低速、35°C 以上になれば高速運転になるようにして電力の省電を図る。		
改善概要	□冷却塔ファン(極数変換モーター) ・高速運転: 22kW 4P (負荷電流: 60A) ・低速運転: 15kW 6P (負荷電流: 30A)		
	[改善案] 電子温度調節計により下記の運転パターンになるように制御回路を改造する。		
要図	□運転パターン変更 [改善前] 高速 (30A) / 低速 (60A) / 停止 水温30°C 以上で高速 25°C 以下で低速 [改善後] 高速 (斜線部省エネ) / 低速 (30A) / 停止 (60A) 水温5°C 以上で高速 25°C ~35°C で低速 25°C 以下で停止		
効果	(1) 年間省エネ時間(水温25°C 以下の時停止可能時間) 測定期間: 96-3-19 (火) 9:00~96-4-3 (水) 11:00 (経時間: 362Hr) 停止可能時間: 191.9Hr $(720\text{Hr}/362\text{Hr}) \times 191.9\text{Hr} \times 12\text{月}/\text{年} = 4,580\text{Hr}/\text{年}$ (2) 年間省エネ電力量 $P = 3 \times 0.22\text{kV} \times 30\text{A} \times 0.80 \times 3,664\text{Hr}/\text{年} = 33,508\text{kWh}/\text{年}$ (3) 年間省エネ金額 $33,508\text{kWh}/\text{年} \times 10.0\text{円}/\text{kWh} = 335\text{千円}/\text{年}$ (省エネ率: 49.5%)		

参考資料 17-(2) N社の省エネ活動成果の事例

対象エネルギー	電力	実施日	
件名	10t 炉変圧器 冷却水ポンプの省電力		
改善内容	<p>10t炉変圧器の油温を上昇させないように冷却水を送って冷却している。油温は遮断器（VS）が投入され変圧器に電気が励磁されてから上昇する。そこで、変圧器が励磁されていない時、すなわち10t炉が操作していない時は流量をすくなくし（低速回転）、操作している時は流量を多く（高速回転）して冷却水ポンプの省電力を図る。 （高速：電力大、 低速：電力小）</p>		
改善概要	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="331 779 502 1108"> <p>10t炉</p> </div> <div data-bbox="502 779 981 1108"> <p>10t炉変圧器</p> </div> <div data-bbox="981 779 1436 1232"> <p>変圧室 冷却水ポンプ 5.5kW</p> </div> </div> <p>□ 低速運転可能時間 ： 月平均稼働直数 13直/月 720Hr/月 - (8Hr/直×13直/月) = 616Hr/月 高速 (60Hz)時負荷電流: 18A 低速 (30Hz)時負荷電流: 6A</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> </div> <p style="text-align: center;">[改善前] [改善後] 低速:VS "OFF"</p>		
効果	<p>(1) 年間省エネ電力量 $P = \sqrt{3} \times 0.22\text{kV} \times (18-6)\text{A} \times 0.80 \times 616\text{Hr/月} \times 12\text{月/年} = 2,7041 \text{ kWh/年}$</p> <p>(2) 年間省エネ金額 (省エネ率: 57.0%) $2,7041 \text{ kWh/年} \times 10\text{円/kWh} = 270\text{千円/kWh} = 270 \text{ 千円/年}$</p>		

参考資料18 N 社廃酸処理設備の事例

1. 設備の構成と内容

水洗水処理系		濃厚廃酸処理系	
名称	内容 (役割)	名称	内容 (役割)
① 水洗水原水槽	酸洗後のビレット、棒鋼を水洗した廃液を一旦溜める水槽	① 濃厚廃酸槽	酸洗に使用し劣化した濃厚な廃酸液を一旦溜める水槽
② No.1PH調整槽	消石灰液を投入し、中和させる水槽	② No.1 中和槽	消石灰液を投入し、中和させる水槽
③ No.2PH調整槽	さらに消石灰液を投入し、一旦アルカリ性にする水槽 (中和だけでは鉄を含む重金屬が析出しないので一旦アルカリ性にする必要があるため)	③ No.2 中和槽	同上
④ 凝集槽	凝集剤を投入し、フロックを造る水槽	④ 汚泥濃縮槽	汚泥を濃縮させて底部の汚泥は脱水機 (7.4t-7t/s) へ、上澄み液はNo.1 PH調整槽へ
⑤ 沈殿槽	汚泥を沈殿させる水槽。沈殿物は汚泥濃縮槽へ	⑤ 脱水機	汚泥を脱水し、ケーキ状にしてから産業廃棄物処理業者へ
⑥ 再中和槽	硫酸液を投入し、PHを6~8.2に調整する水槽		
⑦ 処理水槽	排水するための水槽		

2. 廃酸処理系統図

