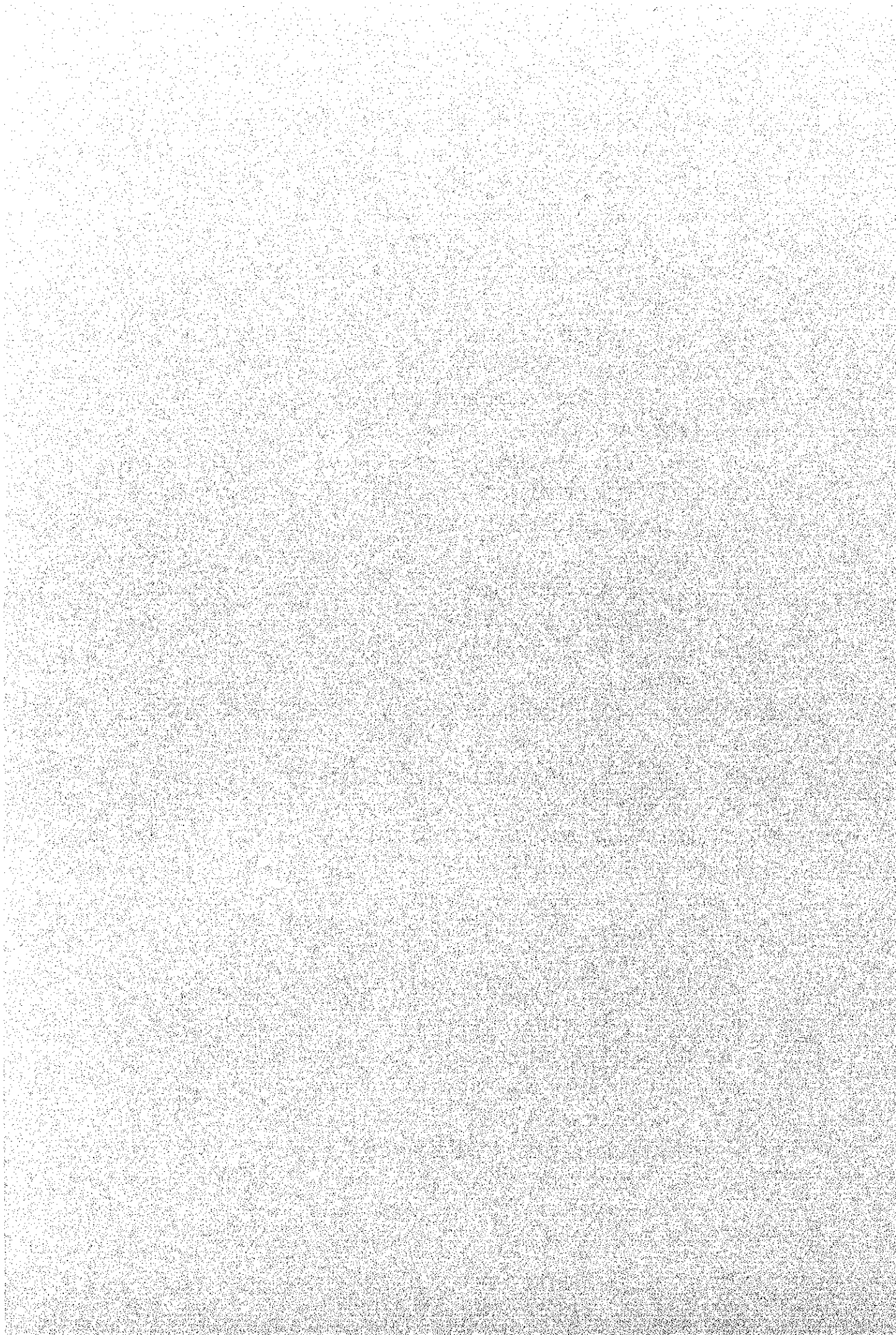


### 第3章 生産工程の現状と問題点

3-1	原材料・部品受け入れ	3-1
3-1-1	原材料・部品受け入れの組織	3-1
3-1-2	原材料・部品受け入れの現状	3-1
3-1-3	原材料・部品受入の問題点と改善策	3-6
3-2	金型製作工程	3-8
3-2-1	金型製作工程の組織	3-8
3-2-2	金型製作工程の現状	3-8
3-2-3	金型製作工程の問題点と改善策	3-10
3-3	鍛造工程	3-14
3-3-1	鍛造工程の組織	3-14
3-3-2	鍛造工程の現状	3-14
3-3-3	鍛造工程の問題点と改善策	3-17
3-4	機械加工工程	3-26
3-4-1	機械加工工程の組織	3-26
3-4-2	機械加工工程の現状	3-26
3-4-3	機械加工工程の問題点と改善策	3-33
3-5	熱処理工程	3-38
3-5-1	熱処理工程の組織	3-38
3-5-2	熱処理工程の現状	3-38
3-5-3	熱処理工程の問題点と改善策	3-50
3-6	組立工程	3-55
3-6-1	組立工程の組織	3-55
3-6-2	組立工程の現状	3-55
3-6-3	組立工程の問題点と改善策	3-56
3-7	塗装工程	3-57
3-7-1	塗装工程の組織	3-57
3-7-2	塗装工程の現状	3-57
3-7-3	塗装工程の問題点と改善策	3-57
3-8	検査工程	3-58
3-8-1	検査工程の組織	3-58
3-8-2	検査工程の現状	3-58
3-8-3	検査工程の問題点と改善策	3-59



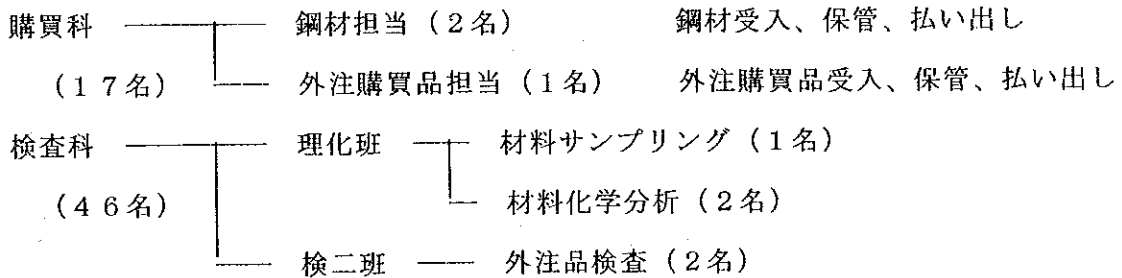
### 第3章 生産工程の現状と問題点

#### 3-1 原材料・部品受け入れ

##### 3-1-1 原材料・部品受け入れの組織

納入原材料、外注購買部品の受入、保管及び払出しは、購買科で行われる。

原材料の主たるものは、各種の鋼材である。外注購買品には、ローラーシャフトの鍛造素材、ローラーのカラー（鋳造品）、ローラー用ブッシュ、リンク組立用のシール、フローティングシール、シュー組み付け用のシューボルトがある。



##### 3-1-2 原材料・部品受け入れの現状

###### 1) 作業の流れ

材料受け取りから、払い出しまでの作業は、以下のように行われている。

・ 原材料（鋼材） 受け取り — 計量 — 製鋼所炉番毎に化学成分検査（検査科理化班） — 炉番毎に材質、化学成分を記録して保管（保管は製鋼所納入単位） — 鍛造部門・機械加工部門からの要求により払出し

・ 部品（外注品、購入品） 受け取り — 仕様、数量確認 — 納入台帳記入 — 部品単位で保管 — 機械加工・組立部門からの要求により払い出し

###### 2) 主要設備

計量機（鋼材用）

フォークリフト（4台）、運搬用トラクタートレーラー（3台）

材料置き場（鋼材用）（3箇所+臨時置き場1箇所・・・全て屋外）

部品倉庫（2箇所）

材料置き場、部品倉庫の位置を、図3-1-1に示す。



3) 鋼材の購入量と購入先

鋼材の年間の使用量は約5、000トンであり、製品用の鋼材種類は多く、9材質、40サイズに及ぶ。資金不足の現状、及び三角債の問題から、製鋼所指定ができず、1998年の鋼材購入先は、20社近くに及んでいる。

4) 鋼材の保管

鋼材の保管場所はいずれも屋外であり、保管用ラックも無く、ブロックの上に山積み  
の状況である。ブロックから外れる物も多く、土の上に置かれている。長期に保管して  
いる為、錆の発生がひどい。保管場所でクレーン設備のあるのは、第一車間の保管場所  
2ヶ所である。(写真3-1-1、2、3、4参照)

鋼材の保管は、製鋼所納入単位で、現物による製鋼所炉番の識別は困難な状態である。

4) 鋼材の払い出し

鋼材の払出し時には、出庫伝票に、製鋼所、材質、規格、数量、化学成分が記載され  
る。鋼材の保管が、製鋼所納入単位であることから、複数炉番の鋼材を混在させて払出  
し、化学成分も範囲指定となっている。図3-1-2に出庫伝票を示す。

山东烟台拖拉机配件厂

**领 料 单**                      No: 011729

1998年11月13日

部门: \_\_\_\_\_

材 料 编 号	产 品 名 称	型 号	单 位	单 件 重 量	领 用 数 量	材 料 名 称	材 料 规 格	单 位	实 发 数 量	单 价	金 额				
											十 万	千	百	元	角
	11.05		1kg		18720	4. Mn12 φ75-45		1kg	18720	3.8	7	11	3	6	00
备 注		C% 0.38-0.43% Mn% 1.48-1.56% 重状													
稽核:		保管员: 徐吉林		领用单位负责人: 王2224				领用人: 宋梅之							

三、保管理帳

图3-1-2 出庫伝票

5) 外注購入部品の受け入れ、保管

外注部品、購入部品の受入時の検査は、外観検査及び数量検査である。部品は、部品  
倉庫及び一部中間倉庫に保管されている。現物には、品番、納入時期、数量の記載は  
なく、台帳と現物の照合は、担当者のみが可能である。(写真3-1-5、6参照)

## 7) 鋼材の品質

材料の品質は全般に悪く、傷、亀裂の発生しているもの、化学成分上の規格外れのものがある。材料受入時に、外観検査で亀裂又は傷のあるもの、化学成分検査による規格外れものは、返却又は製鋼所による補修が行われている。

鋼材の品質検査は、外観検査による亀裂、表面欠陥の検査、及び製鋼所炉番毎に、 $n = 1$ の化学分析による材質検査が行われている。

化学分析により検出する成分は、炭素鋼、Mn鋼ではC、Mnであり、CrMo鋼ではC、Mn、Cr、Moと主要成分のみである。材質検査不合格の場合には、再検査が行われる。製鋼所からは、品質証明書が送付されているが、信頼性がない（製鋼所における炉番管理の不徹底によるもの）ということで、参照しているだけで、保管もされていない。製鋼所からの品質証明書のサンプルを図3-1-2に示す。品質証明書には、化学成分としてC、Mn、Cr、Mo、Si、P、Ni等の含有量も記載されている。

不合格の場合は、製鋼所との交渉により補償されているが、不合格のデータはない。

化学成分については、中国規格そのものでの発注、受入であり、化学成分は、規格一杯にばらついている。主要材料受入検査時の化学分析の結果と規格との対比を表3-1-1に示す。

1998年の生産工程において発見された亀裂、表面欠陥による鋼材廃却率は、0.46%である。

表3-1-1 購入材料化学成分

鋼種		C%	Mn%	Cr%	Mo%
20CrMo	中国規格	0.17~0.24	0.40~0.70	0.80~1.10	0.15~0.25
	検査結果	0.18~0.24	0.51~0.62	0.84~0.99	0.17~0.21
20Mn	中国規格	0.17~0.24	0.70~1.00	—	—
	検査結果	0.18~0.23	0.74~0.92	—	—
40Mn2	中国規格	0.37~0.44	1.40~1.80	—	—
	検査結果	0.37~0.45	1.30~1.75	—	—
50Mn	中国規格	0.48~0.56	0.70~1.00	—	—
	検査結果	0.46~0.65	0.70~1.26	—	—
45#	中国規格	0.42~0.50	0.50~0.80	—	—
	検査結果	0.42~0.52	0.59~0.74	—	—

本钢特钢质量记录

Q430-质A-05

技术条件

工命号: 235-21

合同号: 1-10-A

订户: 山东烟台格技本配件厂

钢种	熔炼号	规格 (mm)	长度 (m)	支数	捆数	重量 (t)	交货状态	热处理炉次	用加工方法	出厂硬度 HB 或 HBd (mm)	无损探伤	非金属夹杂物							
												A	B	C	D				
40Mn2	644P	φ80	2-6	3	3	11.00	正火		热										
化学成分													非金属夹杂物						
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	W	V	Ti	B	Al	Cu	[O]					
0.32	0.24	1.60	0.026	0.029	0.10	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01			0.01						
含量 %													非金属夹杂物						
机械性能													非金属夹杂物						
热处理温度 °C		σ <sub>s</sub> (60...)	σ <sub>b</sub>	σ <sub>p</sub>	ψ	AK	试样 HBd												
正火	回火	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	%	(mm)												
840	580	840	865		60	1P													
2K	2K	835	860		60	1P													
组织													非金属夹杂物						
一般疏松	中心疏松	偏析	白点	皮下气泡	点偏	断面	塔型												
0.5	0.5	0.5	0	0	0														
0.5	0.5	0.5	0	0	0														
末端淬透性													非金属夹杂物						
淬·火温度 °C	与端部距离 (mm)	硬度 HRC	硬度 HV	淬·火温度 °C	淬·火温度 °C	淬·火温度 °C	淬·火温度 °C												
石墨													非金属夹杂物						
弯曲	扭转	细颈																	



1990 8月21日 判定员 综合判定员

注: 涂改、无综合判定员章、复制件无效。

图 3-1-3 製鋼所品質証明書

### 3—1—3 原材料・部品受け入れの問題点と改善策

#### 1) 原材料品質の確保

原材料の品質のバラツキは大きく、生産工程での熱処理条件の設定を困難にしているだけでなく、品質不安定の原因となっている。品質の安定した鋼材を生産している製鋼所もあるという事なので、優良製鋼所からの購入に絞ること、又は品質の安定している外国企業からの鋼材輸入も検討すべきである。

#### 2) 受入検査結果のまとめと活用

受入検査時の検査結果は、そのロットの合格・不合格を決定することのみに使用され、製鋼所の評価に結びつくようなまとめ方はされていない。製鋼所毎にまとめて、製鋼所毎の品質レベルの判断が出来るようにすべきである。表面欠陥、亀裂の情報は、受入検査のみでなく、生産工程からの情報もまとめて、製鋼所の評価とすると良い。検査科での化学分析は、通常主要成分のみである。熱処理条件は、主要成分のみでは決めきれないので、製鋼所の成分分析表の活用を図るべきである。

ブッシュ材の晶粒度粗大の問題が、浸炭工程で出ている。鋼材そのものの欠陥も考えられる。製鋼所における生産工程から見た晶粒度粗大化の可能性に関する情報を入手すべきである。

日本における鋼材の品質証明書の一例を図3—1—4に示す。日本の品質証明書には、結晶粒度試験結果及び焼き入れ性能を示す一端焼き入れ性試験結果が示されている。

#### 3) 鋼材化学成分の管理の改善

現在熱処理工程では、炭素鋼、マンガン鋼について、炭素量により熱処理条件を変更して、熱処理品質の向上を図っている。しかし、現状は、複数炉番の鋼材が混在した状態で払い出され、炭素量の表示も範囲指定となっている。この為、受入検査時に行った成分検査結果は、熱処理工程で十分活用されていない。熱処理品質の向上のためには、同一炉番の鋼材による生産ロットを組む必要がある。現在の製鋼所納入単位での保管、払い出しから、炉番毎の保管、払い出しとしなければならない。先進企業における鋼材保管状況を写真3—1—7、8に示す。

#### 4) 問題意識の高揚

中国国産の原材料は、品質が良くないと認識しているが、だからどうするのかは検討されていない。決められたとおりに検査し、不合格であれば、補償させる。これでよしとしているように見える。自ら対応策を立てる意欲がほしい。



Messrs.  
納入先

図

CERTIFIED MATERIAL TEST REPORT

Chemical Composition 化学成分 (%)	C x100	Si x100	Mn x100	P x1000	S x1000	Ni x100	Cr x100	Mo x100	Cu x100	Pb x100	Tensile Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )		Elongation (%)	Reduction of Area (%)	T.P. Type 試験片形状	Charpy Impact Value 衝撃値 (kgm-cm)	Streak-Flow Test 地金試験								
											MAX	MIN													
Standard 規格	3.6	15	135	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX								
Product 製品	4.4	35	175	18	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30								
Mechanical Test 機械試験	3.9	28	148	21	14	5	17	9																	
Standard 規格	Sampling 試験片採取方法	T.P. Type 試験片形状	Normalizing 焼きなまし(℃)	Primary Quenching 一次焼入(℃)	Zinc Quenching 二次焼入(℃)	Tempering 焼戻し(℃)	Hardness Brinell No 硬さ(HB)																		
Result 結果																	GOOD								
Non-Metallic 非金属夹杂物	JIS G0555																								
Inclusions 夹杂	da	ASTM-A																							
Result 結果	max	d(B+C) d(A+B+D)																							
Standard 規格	0.03	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z																							
Result 結果	0.03	0.25 0.03																							
Hardening 硬化	Distance 距離	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Hardness 硬度	52																								
Result 結果	59																								
Spark Test 火花検査	57.957.055.553.249.344.439.937.034.432.531.230.229.428.828.427.926.725.624.523.522.421.320.219.1																								
Dimension 寸法検査	600D																								
Ultrasonic 超音波探傷検査																									
Spark Test 火花検査																									
Dimension 寸法検査	600D																								
Sheet No. 成継頭No.	T5-N28330-01	Date 発行日	98.07.14	Note Grade 備 種	SHN 443H-1	Size 寸	50	Heat No. 溶解番号	603146	Condition 納入状態	R	Length 長さ m.m.	112	Pieces 本数	112	Net Weight 重量	9,551								

*K. Sabiguchi*

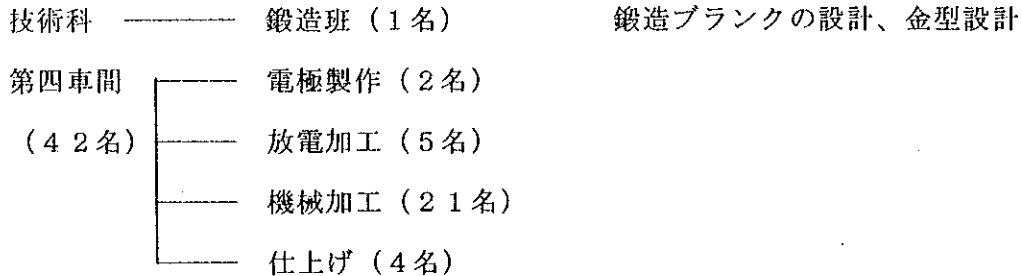
Head of Quality Assurance Group.

図 3-1-4 日本における鋼材品質証明書

### 3-2 金型製作工程

#### 3-2-1 金型製作工程の組織

リンク及びローラーの鍛造金型の設計・製作は、技術科と第四車間が担当している。



検査科検四班 — 治工具・金型・補修検査 (3名)

#### 3-2-2 金型製作工程の現状

##### 1) 作業の流れ

金型の設計、製作は下記のごとく行われている。1998年における金型製作数量は、新規製作10件、再生加工15-18件/月であった。

ブランク設計・金型設計 — 放電加工用電極製作 — 金型機械加工 — 金型放電加工  
— 仕上げ — 生産ラインへの取付 — 試打ち — 金型修正

##### 2) 主要設備

電極加工工具 (手作業)

放電加工機 (2台)

金型加工機械 (シェーパー、フライス、旋盤、ボール盤等) (約20台)

金型製作を担当する第四車間の機械配置を図3-2-1に示す。

##### 3) 電極の製作

リンク金型加工用の電極の製作は、手作業によって行われている。(写真3-2-2)  
電極製作後は、検査されているが、記録は残されていない。

##### 4) 金型の命数

金型の命数は、リンク新規製作金型で、5,000-7,000個 (日本では1,5000個程度)、再生金型で、3,000-5,000個であり、ローラー金型は、300-400である。再生された金型に、傷が残っているものが見受けられた。ローラー金型の命数は金型の亀裂破損によるものである。金型の硬度は、加工機械、刃材質による制限からHRC42-47で抑えられている (日本ではHRC55~を使用)。



## 5) 金型の設計、製作

金型の図面には、指示のないR部は2Rを取るよう指示されている。しかし、実際の金型では、シャープエッジが残っている。また、金型加工時に、R部と直線部のつなぎに段差のあるものもある。金型の検査は行われているが、記録は残されていない。

金型には、金型番号は付けられておらず、また製品の追跡調査に必要な炉番も付けられていない。上下金型の位置を示す合いマークも付けられていない。

## 6) 金型の最終検査

金型の最終検査は、試打ち品により行われている。試打ち品の精密検査を行い、必要な修正が行われる。この為、鍛造工程の段取り替えに約4時間を要している。

### 3—2—3 金型製作工程の問題点と改善策

#### 1) 金型の品質保証の実施

鍛造金型は、現場で使い易いものでなければならない。この為には、先ず金型設計者、金型制作者が鍛造現場をよく見て、不具合の摘出、金型改善を現場と一緒に行わなければならない。

金型の精度保証は、金型製作段階では行われず、生産ラインでの試打ち品の精密測定によって行われている。金型は、金型として図面に基づいて製作され、鍛造品の品質を保証できるものでなければならない。言い換えれば、金型は、金型製作時点で検査され品質を確認すべきである。形状が複雑でないローラーの金型は、通常の測定具での検査が可能であるが、形状の複雑なリンクの金型は、石膏モデルによる測定が適切である。石膏型等を使用しての金型検査、及び電極 — 金型 — 石膏型 — 製品を関連付けた測定値の記録を残して、改善につなげるべきである。野書線の入れられた石膏モデルを写真3—2—7に示す。

金型のエッジが鋭角であること、抜き勾配が十分取られていないこと、また金型の曲線と直線のつなぎ部に段差があることなどから、鍛造品の型離れが悪い。一部は、図面上2Rの指示があるにも関わらず、Rが取られていないものがあった。抜き勾配、各部のRは、製品寸法に影響を及ぼさない部分では、出来るだけ大きく取り、鍛造工程で使いやすい金型とすべきである。また、金型において、直線と円弧のつなぎ部分は、滑らかに仕上げるようにすべきであり、図面上で指示しなければならない。R部、及び抜き勾配の指示の入った日本企業における金型図面の一例を図3—2—2に示す。

上下の金型の合マークが付けられていない。石膏型製作時及び金型取付け時に必要であるので、付けるべきである。

金型とプレス金型台盤とは、金型の肩部で当たっている。金型には大きな力がかかるので、肩部で当てることは金型の割れにつながる。金型底部で台盤と当たるようにすると良い。

金型の命数が短いことの原因の一つは、金型材料の硬度の低さにある。適切な切削工具を選定し、HRC 55程度に上げると良い。またローラーの金型の場合には、サイズアップが必要である。

## 2) 金型の命数管理の実施

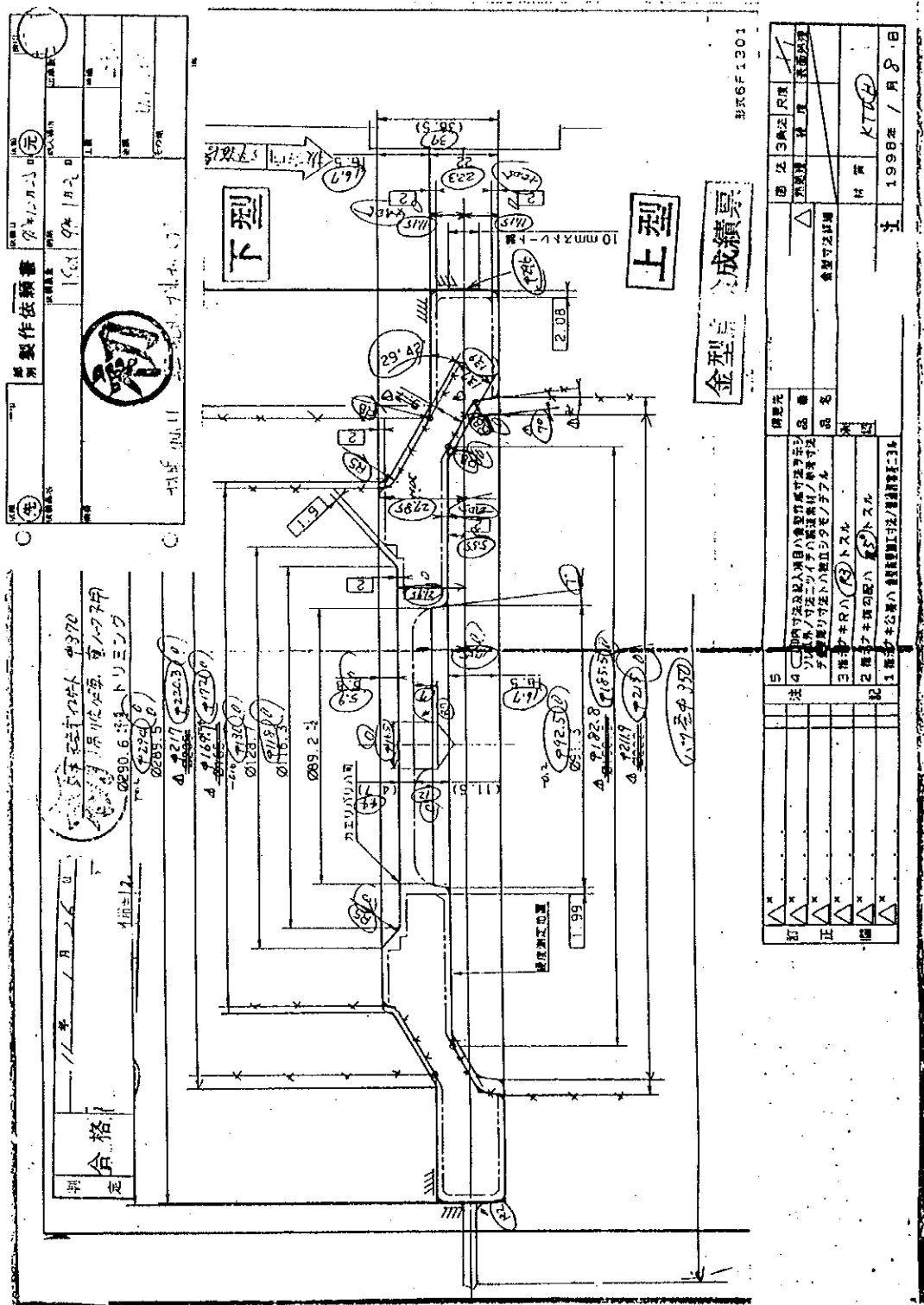
鍛造工程における金型の検査、修正、命数決定は、シフト毎の製品初物及び生産途中での抜き取り検査によって行われているが、抜き取り時点の指示はない。又測定記録も残されていない。シフト初物、一定頻度での抜き取り、一定個数生産時点、金型取り外し直前での検査の指示、実施、測定記録の保管を行い、不良発生前での金型修正及び金型交換に結び付ける必要がある。

## 3) 金型の再生作業の改善

再生された金型にクラックが残っていた。金型再生時には、クラック等の傷の検査を行い、修正の上、掘り下げ量を決め、傷が残らないようにすべきである。再生された金型の命数は、新規製作金型と同レベルが期待できるはずである。日本の企業における金型修正時の基準を図3-2-3に示す。

## 4) 金型の識別、製品の識別の実施

金型は、上記1) 金型の品質保証の項で述べたように、一つ一つ検査され、品質を保証されなければならない。この為には、金型の識別のための金型番号を付与する必要がある。金型番号毎の検査記録を残していくと良い。製作工程以降の製品の識別は、不具合の発生時に追跡調査のため不可欠なものである。成形金型には金型番号が製品に付けられるようにすべきである。また、製品の生産ロット毎の追跡には、抜き型にロット番号を組み込み、製品に付けるようにすると良い。ただし、本件は、上記3-1-2原材料の受入の問題点と改善策、3) 化学成分の管理の項で指摘したように、同一炉番による生産ロット管理が出来ないと意味がない。日本企業における金型番号を写真3-2-8に、チャージ番号(炉番)を写真3-2-9に、会いマークを写真3-2-10に、電極の識別番号を写真3-2-11に示す。



製作者依頼書  
 1998年 1 月 2 日  
 1000000  
 1000000

合格  
 11年 1 月 26 日  
 0890.6.33.9 トリミング  
 02274.0  
 02051.0  
 Δ 217 (220.30)  
 Δ 168 (173.0)

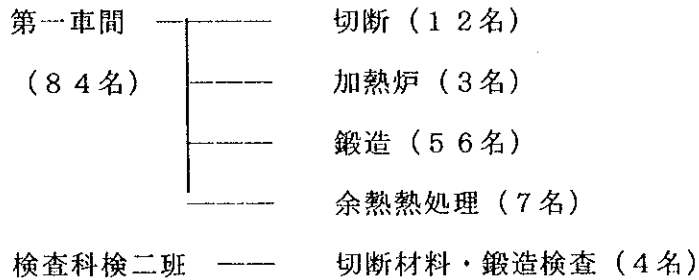
図 3-2-2 日本企業の金型図



### 3—3 鍛造工程

#### 3—3—1 鍛造工程の組織

鍛造工程では、リンク、ローラーブランクの製造及びリンクの鍛造余熱熱処理（鍛造直接焼き入れ、熱処理の項で記述）が行われる。鍛造工程は、第一車間が担当している。



#### 3—3—2 鍛造工程の現状

##### 1) 作業の流れ

鍛造工程での作業の流れは、下記の通りである。

##### ・リンク

材料取り— 加熱— 分塊（丸棒から段付き角材へ）— 成形— トリミング— 歪取り— 鍛造余熱焼入れ— 焼き戻し— 中間倉庫へ入庫

##### ・ローラー

材料取り— 加熱— 分塊（丸棒を偏平円筒形へ）— 成形— トリミング— 中間倉庫へ入庫

##### 2) 主要設備

シアー（1台）・・・リンク材切断

金鋸（6台）・・・ローラー材切断、（ピン・ブッシュ材切断も実施）

1000KW誘導加熱炉（1台）・・・加熱用、現在は500KWで使用

750KGエアハンマー（1台）・・・分塊用

1000トンフリクションプレス（1台）・・・成形用

400トンクランクプレス（1台）・・・トリミング用

300トンフリクションプレス（1台）・・・歪取り用

ショットブラスト（大、小各1台、設置場所は第二車間横）・・・輸出リンク用

第一車間の機械の配置を図3—3—1に示す。





### 3) 投入素材

65φ～85φのリンク用鋼材はシアーで、120φ～160φのローラー用鋼材及びピン・ブッシュ用鋼材は金鋸で切断されている（写真3-3-1、2参照）。シアーによる材料切断面は粗い。秤はあり投入素材の重量を測定しているが、測定頻度基準はなく、記録も残されていない（写真3-3-3参照）。端材の活用を図るために、異径材の使用が行われている。

### 2) 加熱

切断後の材料の搬入は手押し車（2名）、材料の加熱炉コンベアーへの投入は人力である。加熱炉への材料投入は、投入間隔をセットした後、自動的に送り込まれている（写真3-3-4、5参照）。

加熱温度管理は、出力と滞炉時間で行われているが、加熱後の材料の温度管理はされていない。分塊を担当する作業員が、目視及び分塊作業時の状況で、調整室に温度の上げ・下げを指示している。調整室では、担当者が、電流・電圧の異常の有無を確認した後、材料投入間隔を調整して滞炉時間を調整している。調整幅は、温度測定がないため、担当者の勘で行われている。

### 3) 鍛造工程

分塊工程はフリー鍛造であり、リンクで3～4度打ち、ローラーは10数度打ちである。この段階で、材料欠陥のあるものは、亀裂が入り、除去されている（写真3-3-11参照）。成形工程は、リンクは1度打ち、ローラーは2度打ちで行っている。離型剤は使用しているが、金型のシャープエッジ、抜き勾配の不十分さから成形プレスの型離れが悪い。鍛造工程におけるスケール除去は、鉤棒による掻き落としが主である。鍛造品の肌はかなり荒れている。日本では、必ず行っている鍛造後のショットブラストは、輸出品のみに使用している。（写真3-3-6、7、8、9参照）

バリの出方はバラツキが大きい。なかには、バリが切れているものもある。（写真3-3-12参照）

リンクの鍛造工程において、加熱炉から、加熱された材料が2個続けて落ちてくることままたまある。また分塊から歪み取りまでの作業時間にはバラツキが大きい。当然余熱焼き入れの冷却槽に入る時点での温度のバラツキも大きいと推定される。

### 4) 段取り替え

段取り替えは、金型取付け・試打ち後、試打ち品を検査し、型ずれ修正及び型の修正

を行っている。型交換に要する時間は、約4時間である。(写真3-3-10参照)

### 5) 検査

鍛造品の検査は、試打ち品、その後の抜き取り品の検査員による検査を実施している。ただし、検査項目、抜き取り頻度を決めた基準はなく、測定値も取られていない。金型寿命数の決定基準は明確でない。表面欠陥の検査は、鍛造工程及び機械加工後酸洗いした後の2回行われているが、欠陥の合否判定基準は明確でなく、作業員、検査員の判断に任されている。

### 3-3-3 鍛造工程の問題点と改善策

#### 1) 不良データの整理と活用

1998年の鍛造部門責任による不良率(廃品率)は、0.24%である。ただし、不良内容は、対策が取れるように、現象別の統計的データとしては取られていない。製品別、現象別の統計データを取るべきである。調査期間中にまとめた代表的なリンクであるT203の1998年の廃品理由を図3-3-2に示す。このようにまとめて見れば、廃品の最大の理由は、欠肉である事が分かり、廃品を測定しその結果から、投入材料のバラツキ、型の磨耗又はプレス成形作業のいずれに原因があるかを調査し、対策をとる事が可能である。

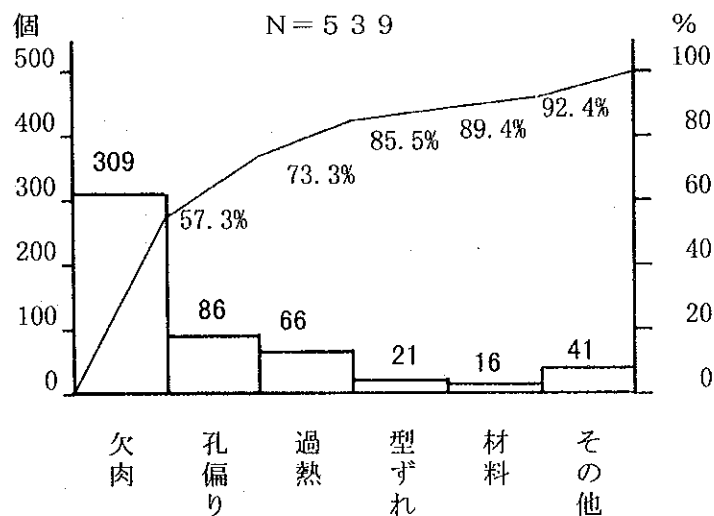


図3-3-2 T203鍛造廃品理由 (1998年)

## 2) 投入素材の重量管理の改善

シアーによる切断面は非常に荒い。材料欠陥によるものだけでなく、シアー刃の材質及び上下の刃の間隔管理にも問題がある。

投入材料の重量管理は、鍛造品品質安定のためには重要である。最大の廃品理由である欠肉は、投入材料のバラツキによることが多い。重量計での測定が行われているが、リンクの場合投入材料重量の規格幅100gに対し、重量計の精度(最小メモリ50g)が不十分であり、また測定頻度指示がないため適切に行われていない。測定間隔を検査基準として与え、記録用紙も準備して測定させ、安定した素材供給を図らなければならない。

## 3) 加熱温度の管理と調整方法の改善

加熱炉の温度管理は、出力、及び滞炉時間で行われている。温度計は設置されているが、次工程である分塊作業作業員の目視検査及び分塊時の作業状況で判断されている。分塊作業員からの加熱炉調整員への指示は、温度の上げ、下げのみであり、調整方法には基準がない。ポータブル温度測定器はあるので、加熱炉調整員による温度測定及び測定温度による調整方法の基準作成が必要である。

## 4) 作業時間の均一化

リンクの鍛造では、余熱焼き入れが行われている。焼き入れ温度のバラツキを抑えるためには、加熱炉を出てから冷却槽に入るまでの作業時間を均一にする必要がある。作業時間のバラツキは、分塊作業の打ち回数、成型時における離型剤の塗布、鍛造品の型への付着、成形、トリミング、歪み取り各工程における鉤棒によるスケール落とし作業のバラツキに起因している。各作業の時間測定を行い、作業時間のバラツキを把握するとともに、作業時間のバラツキが余熱焼き入れ温度に与える影響も把握すべきである。作業時間の均一化を図ると同時に、鍛造品表面の肌荒れを防止する意味でも、圧搾空気によって離型剤の塗布、鍛造素材の表面からスケール除去を行うと良い。

端材の活用を図る意味からの異径材の使用そのものは特に問題はない。しかし、この端材は、生産ロットとは、化学成分も異なるはずであるし、また鍛造作業そのもののバラツキを大きくする要因ともなる。異径材を同一生産ロットのなかに混在させて流すことは、やめるべきである。

## 5) 鍛造品肌荒れの防止

リンクの肌は粗い。主たる原因は鍛造工程におけるスケールの付着によるものである。

作業工程を改善して、スケールの除去を確実にする必要がある。加熱直後の分塊作業では、スケール落としの作業は行っていない。フリー鍛造であることから、素材の軽い縦打ちによってスケールを落とすことを検討すると良い。成形工程以降では、金型に残ったスケール、鍛造素材の表面に付着しているスケールともに、鉤棒によるスケール落としから、圧搾空気によるスケール落としに変更すると良い。

営業からは、リンクの表面の肌が粗いことが客先の評価を落としているといわれている。輸出用にショットブラストを掛けたものは、苦情を受けていない。外観品質向上及び表面欠陥の検査精度向上の為に、全数ショットブラストを掛けるべきである。

#### 6) 鍛造工程における製品検査の改善

鍛造工程における製品検査は行われているが検査基準もなく、記録もない。製品の品質保証のためには、検査基準を明確にし、検査基準に基づいた検査を行い、記録を残す必要がある。過去に作成したことのあるQC工程図（品質保証項目一覧表）の作成を行うと良い。QC工程図は、各部品毎の工程毎に、品質保証すべき特性と判定基準値、誰が（製造作業員、検査員）、どんな方法で保証するかを決めたものである。即ち、製造工程で管理する特性、確認方法、基準値、何時、誰が、記録はどうするかを決め、又検査では判定基準値、検査方法、検査方式、記録などを決めたものである。日本企業の鍛造工程の品質保証項目一覧表を図3-3-3（1/5～5/5）に示す。又、検査員の検査結果の記録は、なるべく記入文字が少なくなるようにすると良い。一例として日本企業の検査基準書を図3-3-4に示す。

リンクの鍛造不具合の検査部門は、鍛造を担当する第一車間（鍛造品寸法、孔位置、欠肉、表面欠陥・・・作業員、検査員）、機械加工を担当する第二車間（ピン、ブッシュ孔検査、孔位置ずれによる黒皮残り・・・作業員、検査員）及び中間倉庫（酸洗い後24時間放置、錆発生による亀裂・表面欠陥全数検査・・・検査員）、表面欠陥品の第二車間主任による補修可否判定である。検査部位、検査頻度及び欠陥の定義を明確にして、品質を安定させるべきである。

現在表面欠陥検査は、24時間放置せず、夜勤での酸洗い防錆品を朝から検査しており、検査員も検査もれを心配している状況である。客先での不具合に繋がる亀裂検査の重要性から見て、出来る限りの検出力を持った方法を遵守すべきである。磁気探傷工程の追加が望ましい。















### 3-4 機械加工工程

#### 3-4-1 機械加工工程の組織

リンク、ピン、ブッシュの機械加工は第二車間、ローラー、ローラー軸の機械加工は第六車間が担当している。ピン、ブッシュ、ローラー軸、シュー素材の切断、プレス加工は第一車間、シューの孔あけ加工は第三車間が担当している。

第二車間	———	リンク加工 (40名)
(138名)	———	ブッシュ加工 (18名)
	———	ピン加工 (18名)
第六車間	———	ローラーの加工、溶接、ローラー軸の加工 (34名)
(50名)		
第一車間	———	ピン、ブッシュ、シュー素材切断、シュープレス加工 (12名)
第三車間	———	シューボルト孔あけ (シュー熱処理、塗装を含め2名)
検査科検一班	———	第二車間機械加工・組立検査 (16名)
検二班	———	第六車間機械加工・組立検査 (4名)

#### 3-4-2 機械加工工程の現状

##### 1) 作業の流れ

###### ・リンク

鍛造ブランク (素材調質済み) 受取り (中間倉庫から) — 両端面加工 — 踏み面中周波焼入れ — ボルト孔加工 — ナット当たり面座ぐり — ピン、ブッシュ圧入孔加工 (粗加工、半仕上げ、仕上げ) — ブッシュ飛び出し部孔加工 — 各孔面取り — カエリ除去 — 検査 — 洗浄・防錆 — 外観検査 — 中間倉庫入庫

###### ・ブッシュ

材料切断 (第1車間) — 中間倉庫入庫 — 切断材料受取り — 内・外径加工 — 内径仕上げ加工 — 端面加工 — 熱処理 (浸炭、焼入れ、焼戻し) — 内・外径研磨 — 端面研磨 — 検査 — 洗浄・防錆 — 中間倉庫入庫

###### ・ピン

材料切断 (第1車間) — 中間倉庫入庫 — 切断材料受取り — 端面加工 — オイル孔加工・面取り・タップ立て (オイル封入用のみ) — 外径加工・端部面取り — 熱処理 (中周波焼入れ、焼戻し) — 外径研磨 — 検査 — 洗浄・防錆 — 中間倉庫入庫

・トラックローラー（シングルフランジ、ダブルフランジで外周加工が異なる）

半割り鍛造ブランク受取り（中間倉庫から） — 内径粗加工 — 接合端面加工 — 踏み面・フランジ外径加工 — フランジ端面加工 — ブッシュ取付け面加工 — 熔接（予熱なし） — 内径粗加工 — 全外周仕上げ加工 — 熱処理 — 内径半仕上げ — ブッシュ取付け用ボルト孔あけ・タップ立て — フランジ内面加工 — ブッシュ取付け面仕上げ加工 — 内径仕上げ加工・研磨 — ボルト孔面取り — 検査 — 洗浄・防錆 — 中間倉庫入庫

・キャリアローラー

トラックローラーと形状は異なるが、仕事の流れは同じである。

・トラックローラー軸、キャリアローラー軸

フランジ付きのトラックローラー軸鍛造ブランクは外注品、フランジの無い軸は丸棒からの削り出しであるが、いずれも 外径加工 — 油孔加工 — 熱処理 — 仕上げ加工の流れで生産されている。

・シュー

材料受取り — 切断（ロール長尺物） — 切り欠き打抜き — ボルト孔あけ — 熱処理 — 塗装 — 中間倉庫入庫

機械加工工程のいくつかのものは、写真3-4-1から写真3-4-10に示した。

## 2) 主要設備

両面フライス盤（専用機）（大5台、小1台）・・・リンク側面加工

2軸・4軸ボール盤（専用機）（6台）・・・リンクボルト孔あけ

3軸・4軸中ぐり盤（専用機）（24台）・・・リンクピン・ブッシュ孔加工

3ステージ2軸中ぐり盤（専用機）（4台）・・・リンクピン・ブッシュ孔加工

2軸中ぐり盤（専用機）（2台）・・・ブッシュ内径加工

4連外径研磨機（専用機）（1台）・・・ピン・ブッシュ外径研磨

2軸ガンドリル（専用機）（1台）・・・トラックローラー軸孔あけ

6軸ボール盤（専用機）（1台）・・・ローラーボルト孔あけ

NC旋盤（2台）・・・キャリアローラーフローティングシール当たり面加工

半自動CO<sub>2</sub>溶接機・・・ローラー熔接用

その他多数（汎用旋盤、ブローチ、フライス盤、内・外研磨機等）

専用機の多くは、自社製である。

第二車間の機械配置を図3-4-1に、第六車間の機械配置を図3-4-2に示す。

### 3) 作業標準

各作業には、工芸カード（工程表・作業順序、使用機械、加工寸法、測定具を記したもの）及び検査のための検査工序図が準備されている。しかし現場における整備状況は良くない。又青焼きであることから、読みとりが困難なコピーも多く見受けられる。工芸カードに最新版・旧版の表示がなく、現場の標準発行日はまちまちである。機械加工工芸カードの一例を図3-4-3に、検査工序図の一例を図3-4-4に示す。

作業員は、工芸カードに記載されていることは、良く守って作業をしているように見受けられる。しかし、作業員に必要な全ての情報が網羅された作業標準が無く、作業の標準化は図られていない。一部はより一般的な「操作要領」に記載されているが、現場に整備されてはいない。作業員が受け持つ工程は、殆どが1工程、優秀な作業員で3～4工程である。殆どの作業員は、作業の中身は、頭に入っていると考えている。

### 4) 工具、工具管理

工具、バイト、測定機器は、作業員の個人管理となっている。同一製品を複数機械で加工する場合には、限界ゲージ、工具を共同使用している。バイトの研磨は、各作業員が実施している。切削工具はほとんどがハイス（高速度鋼）であり、超硬チップの使用は少ない。

### 5) 検査

各作業員の作業は、工芸カードに従って、限界ゲージ、ノギス、マイクロメーター、ダイヤルゲージにより自主検査が行われている。特に加工精度を要求されているリンクのピン・ブッシュ圧入孔径は、検査員により全数検査が行われている。初物検査は、指示ある物は、検査員により行われている。しかし全ての検査において測定値記録はない。自主検査、検査員による抜き取り検査の頻度の指示は、工芸カードには記載されていない。

### 6) 不良の記録

機械加工現場では、廃品記録は取られており、月別に作業員毎に纏められている。しかし、累積されたデータはない。不良が多く出ると作業員の教育、場合によっては処罰が行われる。教育は、口頭でのOJTであり、記録はない。また、廃品に至らない不良の記録、工程異常の記録は取られていない。

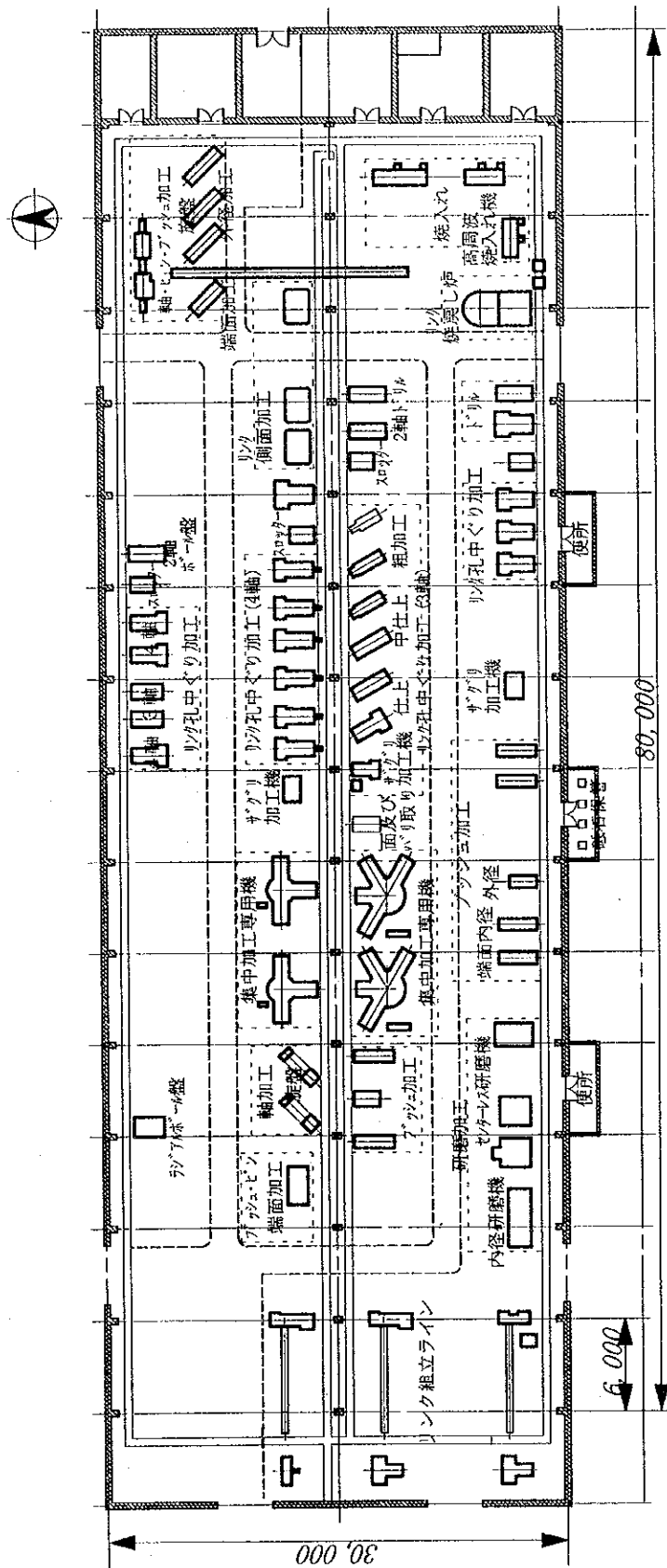


図3-4-1 第二車間（リンク・ピン・ブッシュ加工）の機械配置図

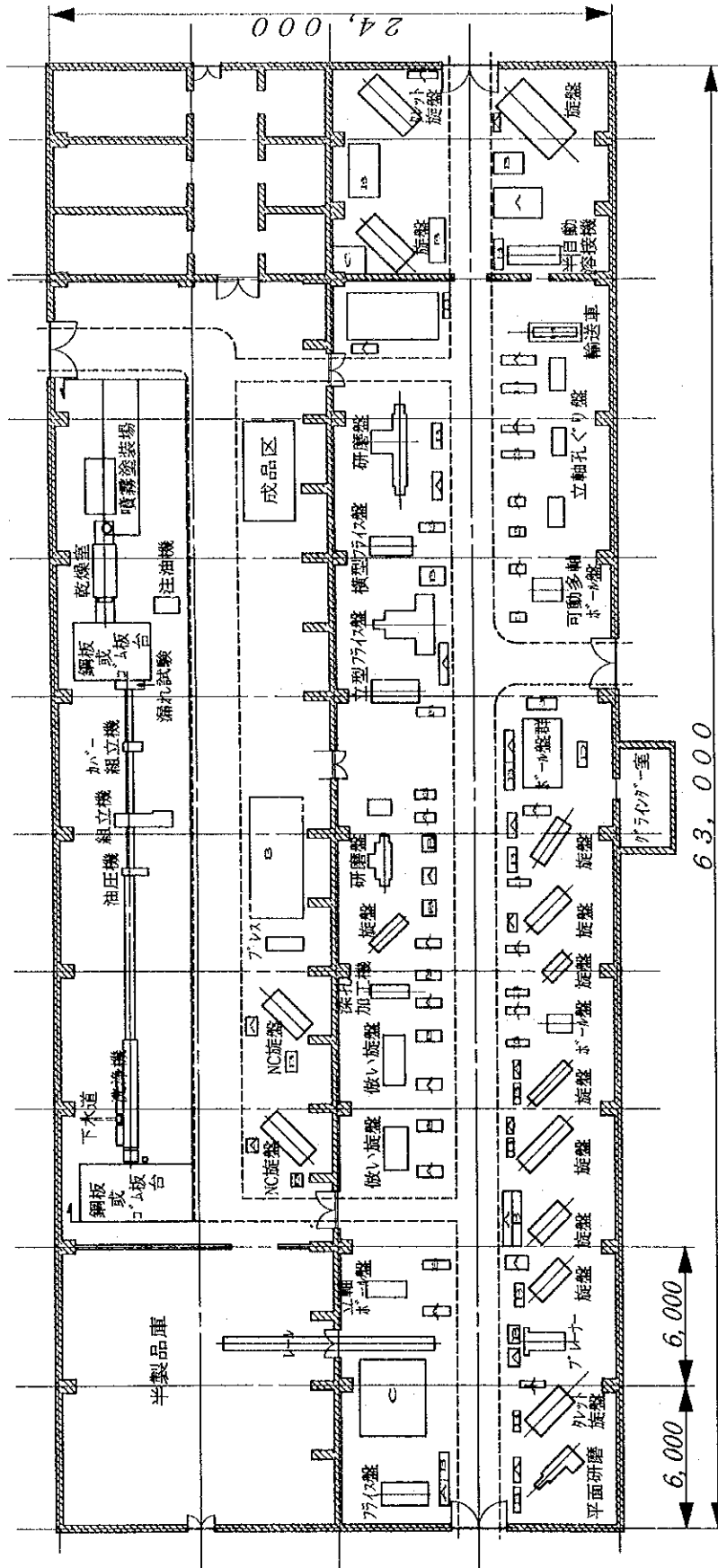


図 3-4-2 第六車間 (ローラー加工) の機械配置図

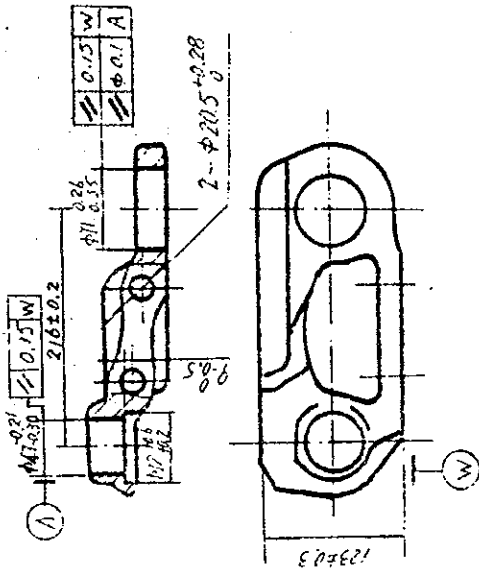


山东烟台 机械配件厂		机械加工工艺过程卡片		产品型号 T(216)05		零件(部)图号 T(216)05-5		零件名称 履带总成		图号 216-37	
工序号	工序名称	工序内容	工序设备	工序工具	工序材料	工序数量	工序工时	工序备注	工序名称	工序图号	工序备注
10	下料	下料长 166 <sup>+0.5</sup> (端面垂直度 ≤ 0.5)	切管机	三爪卡盘	HT226D300	1			长度卡规	T(216)05-5B102	
20	粗车	粗车内孔至 φ46.5 ± 0.2	双孔镗	H226A 200	HT226D300	1			活表塞规	H226F300	
30	车外圆	车外圆至 φ71.4 <sup>+0.15</sup>	精动车床	H226A 102C 103A	HT226D100	1			外圆卡规	T(216)05-5B200	
40	精车	精车内孔至 φ47.5 <sup>+0.03</sup>	双孔镗	H226A 200	HT226D300	1			塞规		
50	车端面	车一端平面, 倒外角 5.5 和 10° 倒内角 2 × 45°	专机	H226A 400	HT226D100	1			长度卡规		200
55	热处理	渗碳 淬火 回火			HT226D800	1			通用车床板		
60	磨外圆	磨外圆至 φ71.0 ± 0.05 (磨四遍)	无心磨		HT226D600	1					
70	磨内孔	修整内孔至 φ47.5 <sup>+0.034</sup>	内圆磨		HT226D600	1					
72	检查	检查 按(72)检查) 工序附图检查				1					

图 3-4-3 机械加工工艺卡片

山东烟台 (92) 检查) 工序图

产品名称: T(216)05  
 产品代号: 履带总成  
 图号: T(216)05-9  
 设计: 廖志健  
 审核: 廖志健  
 日期: T-1-012.1/28



86 用

检查: 雨棚面用23E0.3用卡规T(216)05-10 H101  
 雨口深  $9 \pm 0.28$  孔用塞规T(216)05-9 B201  
 孔  $\phi 4.7 \pm 0.21$  孔  $\phi 7.1 \pm 0.26$  均用T(216)05-10 B600a  
 止口  $\phi 12.4 \pm 0.6$  用止口塞板T(216)15 H1800  
 止口深  $9 \pm 0.5$  孔距  $216 \pm 0.2$  及三处平行度用止口深样板  
 T(216)05-9 H900 及检验T(216)05-10 H1100

日期: 1992.1.12  
 设计: 廖志健  
 审核: 廖志健  
 日期: 1992.1.12

图 3-4-4 检查工序图

### 3-4-3 機械加工工程の問題点と改善策

#### 1) 不良データの整理と活用

1998年の機械加工部門責任の廃品率（工数比率）は、0.29%である。廃品データは、部門別、作業員別にまとめられているが、鍛造廃品データと同様に、対策が取れるように現象別の統計的データとしてはまとめられていない。機械加工における廃品は、殆どがリンクである。調査期間中にまとめた代表的なリンクであるT203の1998年の廃品理由を図3-4-5に示す。

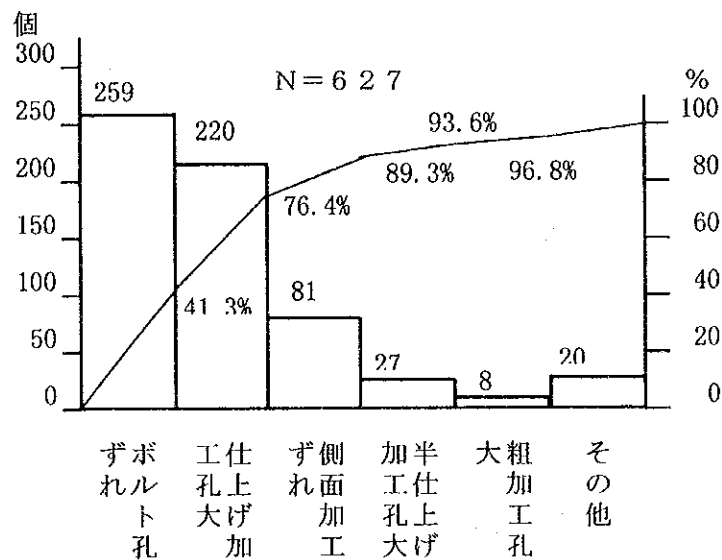


図3-4-5 T203機械加工廃品理由 (1998年)

機械加工不具合の82%がボルト孔位置ずれとピン・ブッシュ圧入孔過大で占められている。ボルト孔あけ加工は、専用機で治具を使用していることから見て、不具合原因は、鍛造ブランク精度及び加工取付け時の切屑の挟み込みではないかと推定される。ピン・ブッシュ孔過大は、中ぐり盤軸剛性の問題、工具取付け・調整時の試削りのやり方の問題と推定される。廃品の調査による原因の特定と再発防止対策の実施、及び廃品発生時、即ち異常発生時の報告を作業員に義務づけて、工程の異常を除く体制づくりが必要である。

廃品とならない工程内不良のデータはない。廃品を作る前に工程能力の測定、工程内不良データの収集を行い、品質の安定、向上を図るべきである。特に、専用機が多く、作業員と機械設備が固定された職場であることから、機械毎、作業員毎の工程能力の測

定、改善は効果が大きい。

## 2) 作業標準の改善

現場での作業指示は、工芸カードと口頭による指示であり作業が標準化されていない。各部品の各工程毎に、工芸カード、又は工序カードが準備され、検査については、検査工序付図が準備されている。更に、より一般的な作業指示書として、機械操作作業規則等がある。しかし機械加工工芸カードには、作業者が実際の作業を行う上で必要な機械調整方法、検査頻度、検査結果の記録方法、異常発生時の処置の仕方等の記載は無い。機械加工においては、複数の標準参照が必要であるが、現場における整備状況は良くない。工芸カード、工序カードに、最新版・旧版の表示がなく、現場の標準発行日はまちまちである。

各生産工程の作業の品質を上げ、製品品質を安定させる為には、作業を標準化しなければならない。作業の標準化は、作業標準の作成と作業標準に基づく教育により行われる。この作業標準は、次のようなものでなければならない。

- ・作業標準に従って、作業が出来ること
- ・作業標準通りに作業を行えば、良品が出来ること
- ・そのために必要な全ての情報（機械調整方法、作業手順、作業上の注意事項、検査手順、検査頻度、検査結果記録方法、異常処置等）を含んでいること
- ・問題が発生したら、再発防止の為に作業標準を改訂出来ること
- ・作業者の所には、常に最新版の作業標準が置かれていること

「現場の作業員は、経験豊富であるから指示しなくてもよい」という考え方は、作業員間のバラツキを管理できる体制ではなく、安定した品質を期待できる体制でもない。作業標準は、作業の為に必要であると共に、作業員教育の重要な資料である。不良発生の多い、問題のある作業から作業標準の作成を行うべきである。図3-4-6(1/2)に日本企業の作業標準の一例を示す。又何か問題が起こったら、都度「ワンポイント」といった注意書きを作り、教育資料とすると良い。ワンポイントの例を図3-4-6(2/2)に示す。

## 3) リンクのピン・ブッシュ孔加工の改善

リンクのピン・ブッシュ圧入孔加工は、粗加工、半仕上げ、仕上げと3工程要している。中ぐり盤の軸の突き出しによる加工であることから、軸剛性の問題、鍛造ブランクの精度による偏肉の問題があるが、1工程又は2工程での加工は可能であり、検討を要

す。日本では、ワークを動かすことにより、軸の剛性問題を起こさずに1工程で加工している。

#### 4) 切削工具

切削用工具は、多くの機械がハイスを使用している。加工精度、段取り時間ともにスローアウェイチップには及ばない。超硬スローアウェイチップの入手は可能であることから、加工精度を要求される工程から、スローアウェイチップへの切り替えを行うと良い。

#### 5) ローラー溶接工程の改善

客先不具合として、1件ではあるが、ローラー溶接部亀裂が発生している。ローラーの材質は、溶接時に亀裂を発生しやすい事から、予熱工程を追加することが望ましい。

#### 6) 機械レイアウトの改善

第二車間におけるリンク、ピン、ブッシュの加工ラインは、物の流れにあっていないため、半製品の動きは輻輳している。ピン・ブッシュ加工ラインを一系列にまとめ、リンクの加工ラインも、加工順にモデル別に配置し直して改善すると良い。





### 3-5 熱処理工程

#### 3-5-1 熱処理工程の組織

リンクの鍛造余熱焼き入れ（日本では、鍛造直接焼き入れという）、焼き戻しは第一車間、リンク、ピンの中周波焼き入れ（日本では、高周波焼き入れの一部）、焼き戻しは第二車間、リンクの誘導炉による焼き入れ、焼き戻し、ブッシュの浸炭、焼き入れ、焼き戻し、ブッシュの誘導炉焼き入れ、焼き戻し、ローラー、ローラー軸、シューの焼き入れ、焼き戻しは、第三車間が担当している。

第一車間	—————	リンク余熱焼き入れ（7名）
第二車間	—————	ピン、リンク中周波焼き入れ（14名）
第三車間	—————	誘導炉、電気炉による焼き入れ、焼き戻し（11名）
（43名）	├———	ブッシュ浸炭（13名）
	├———	ブッシュ焼き入れ、焼き戻し（塩基炉）（14名）
	└———	ブッシュ誘導炉焼き入れ、焼き戻し（3名）
検査科検三班	—————	熱処理検査（5名）

#### 3-5-2 熱処理工程の現状

##### 1) 作業の流れ

熱処理の工程は、部品毎、また図面指示（客先要求）によって、異なっている。

##### ・リンク

図面指示に基づき下記2通りがある。

鍛造余熱焼き入れ（油） — 焼き戻し — 中周波焼き入れ（水噴射） — 焼き戻し

焼ならし（鍛造余熱焼き入れ（油）又は電気炉） — 焼き入れ・焼き戻し（冷却剤） — 中周波焼き入れ（水噴射） — 焼き戻し

##### ・ピン

中周波焼き入れ（水噴射） — 焼き戻し

##### ・ブッシュ

材質により下記2通りの方法を採用している。

20Mn — 浸炭（試験片浸炭深度・晶粒度検査） — 焼ならし — 中周波焼き入れ（水噴射） — 焼き戻し — 硬度検査

20CrMo — 浸炭（試験片浸炭深度・晶粒度検査） — 焼き入れ（塩基炉）（塩



水) — 焼戻し — 硬度検査

なお、1999年からは、中周波焼き入れ装置の能力を増加したことから、塩基炉焼き入れを中周波焼き入れに変更した。同時に、鏝のないローラー軸の焼き入れも中周波焼き入れに変更した。

・ローラー

焼入れ（水噴射） — ハンマーによる硬度確認検査 — 焼戻し

・ローラー軸

焼きならし — 焼入れ（塩基炉）（塩水） — 焼戻し — 硬度検査

・シュー

焼入れ（水） — 焼戻し

熱処理工程のいくつかのものは、写真3-5-1から写真3-5-8に示した。

## 2) 主要設備

第三車間（熱処理）の設備は、熱処理工場1及び2、浸炭工場、熱処理センターの4ヶ所に分かれて設置されている。熱処理センターは、かつて煙台市の熱処理作業のセンターとしての役割を果たしていたときのもので、現在使用を中止している設備も多数残されている。ここには、足回り部品製造に関連する設備のみを揚げた。

鍛造余熱熱処理装置（油槽、送り装置）（1台）（第一車間）・・・リンク余熱熱処理

連続焼入れ・焼戻し炉（1台）（熱処理工場1）・・・リンク焼入れ・焼き戻し

浸炭炉（5台）（浸炭工場）・・・ブッシュ浸炭

焼入れ炉・焼戻し炉（2台）（熱処理工場1&2）・・・ローラー焼入れ・焼戻し

塩基炉（BaCl<sub>2</sub>、KCl<sub>2</sub>）（4台）（熱処理中心）・・・ブッシュ、ローラー軸焼入れ

連続焼入れ炉（1台）（熱処理工場1）・・・シュー焼入れ

中周波焼入れ装置（3台）（第二車間）・・・リンク、ピンの表面硬化

中周波焼入れ装置（1台）（浸炭工場）・・・ブッシュの表面硬化

焼入れ炉、焼戻し炉（17台）

熱処理工場1の機械配置を図3-5-1に、熱処理工場2を図3-5-2に、浸炭工場を図3-5-3に、熱処理センターの機械配置を図3-5-4に示す。

## 3) 作業標準

各部品毎に、工芸カード（工程表）により熱処理条件、検査標準が示されている。工芸カードのサンプルを図3-5-5、6、7に示す。図示した工芸カードから読み取れ

るように、一部の材質の部品に関しては、材料の化学成分のうち、炭素量によって中国規格範囲を2分して、焼入れ条件を変えている。焼き入れ条件の区分と焼き入れ条件を表3-5-1に示す。前述のように、出庫される鋼材の炭素量は範囲で示されているため、焼き入れ温度条件は、ロット毎の初物による硬度検査の結果により調整されている。鍛造余熱焼入れでは、焼入れ後の硬度測定により、焼戻し温度を設定している。

表3-5-1 炭素量による熱処理条件（焼き入れ温度）の変更例

部品	材質	熱処理工程	炭素量	炭素量
			焼き入れ温度	焼き入れ温度
T220リンク	40Mn2	連続熱処理炉（3区）	C% ≥ 0.41	C% ≤ 0.40
			780℃～800℃	800℃～820℃
MT159.77 リンク	45#	中周波焼き入れ	C% ≥ 0.44	C% ≤ 0.43
			830℃～850℃	850℃～870℃

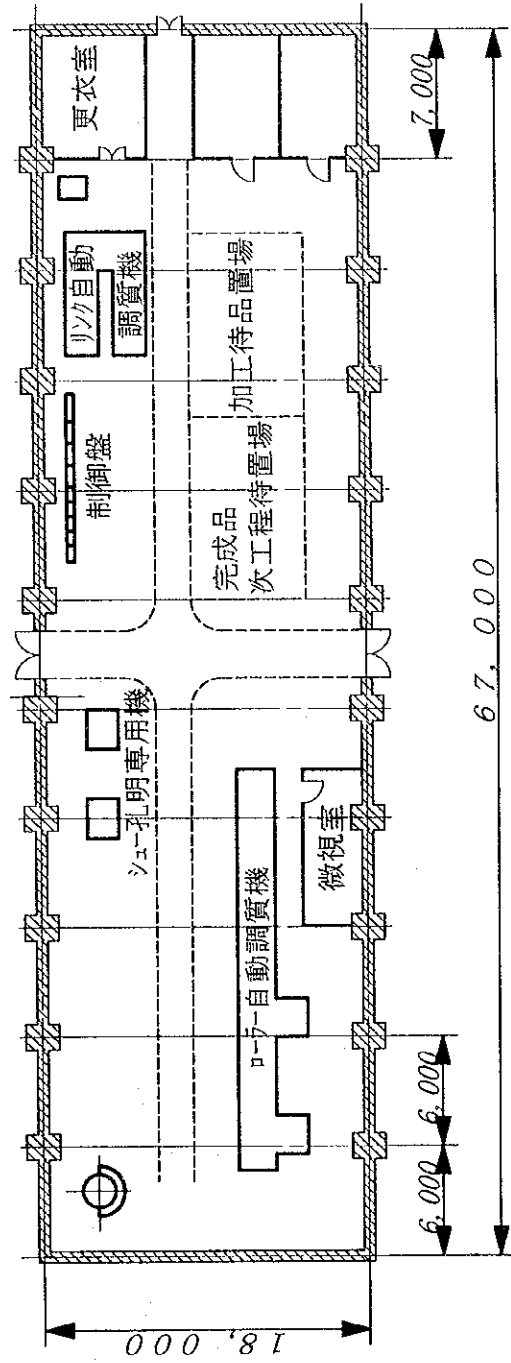
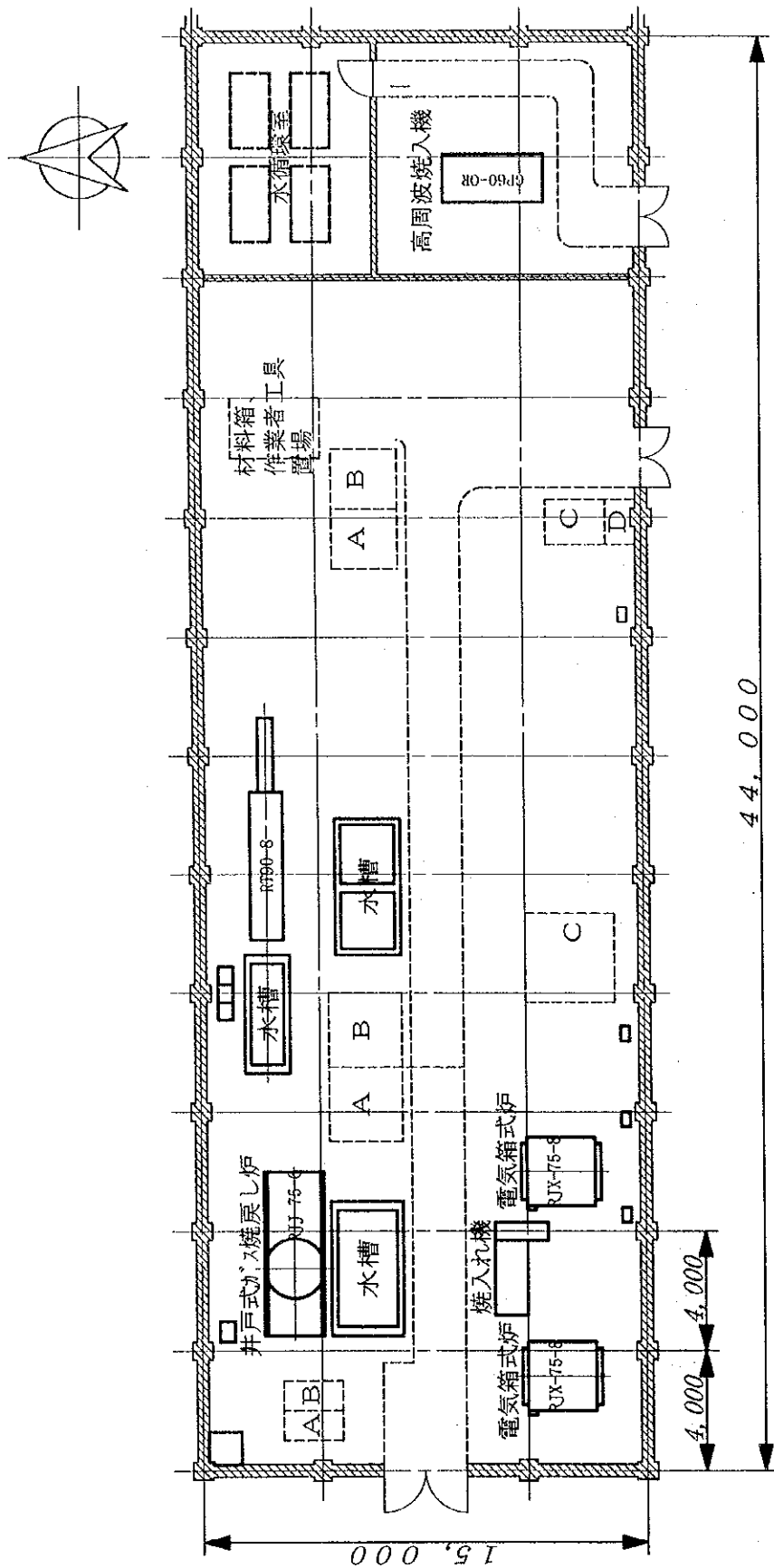


図3-5-1 熱処理工場1 機械配置図



- A : 加工待ち加工品置場
- B : 次工程待ち完成品置場
- C : 処理待ち品置場
- D : 廃品置場

図 3-5-2 熱処理工場 2 機械配置図

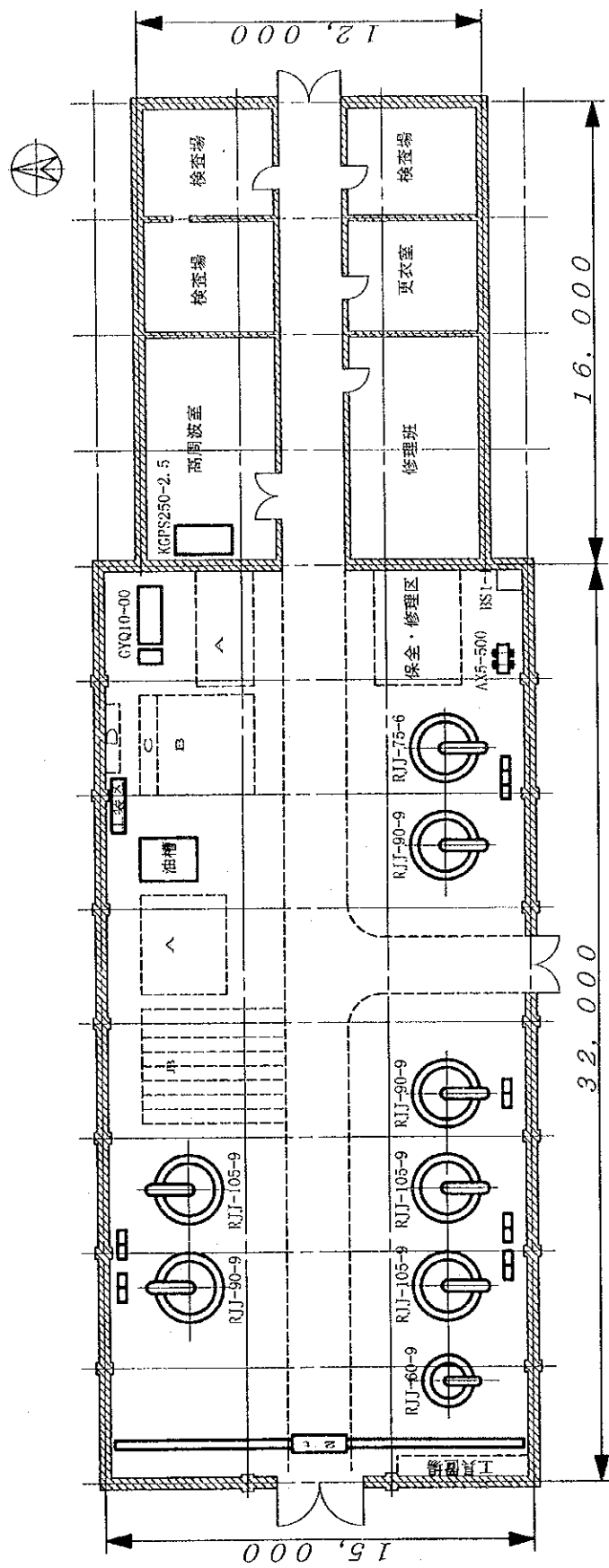


图3-5-3 浸炭工場機械配置图

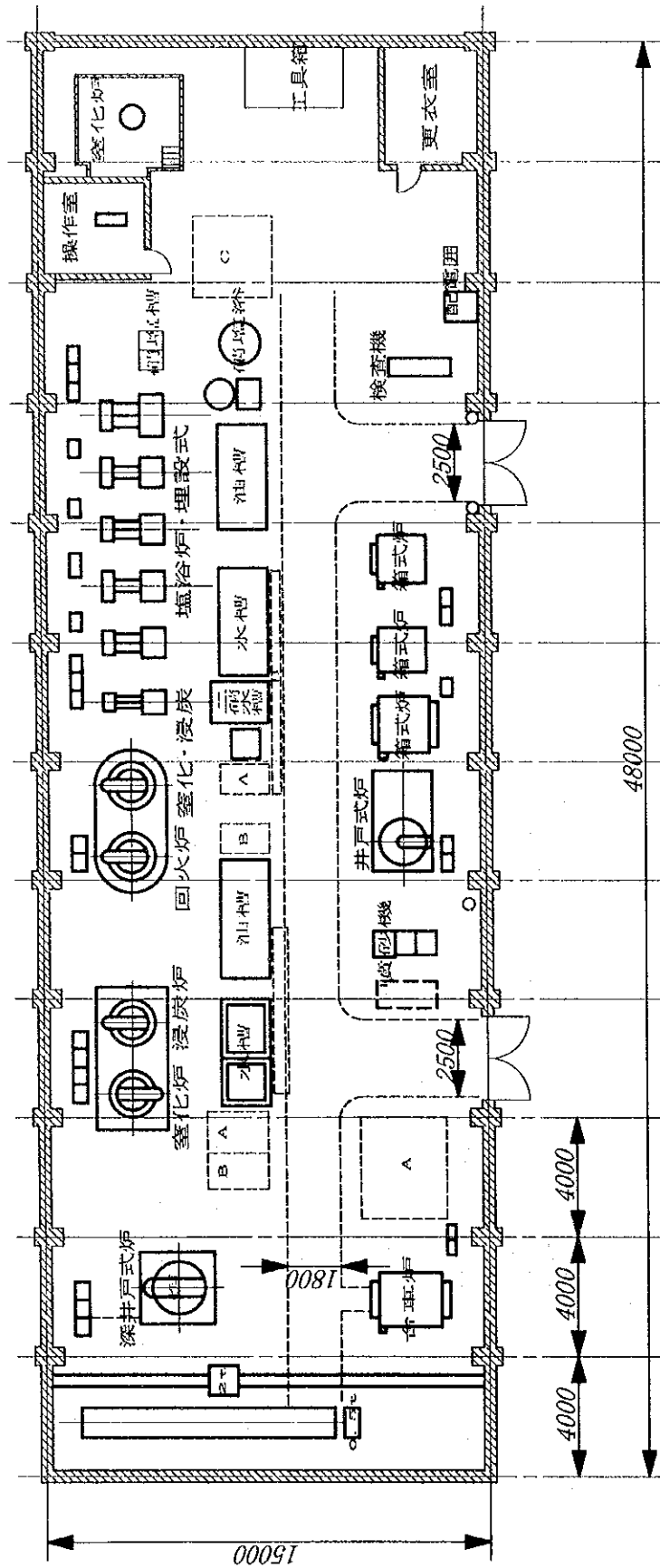


図 3-5-4 熱処理センター機械配置図









#### 4) 浸炭工程

ブッシュ浸炭炉は、ブッシュの材質によって、燈油のみ（単液）又はアルコールをエンリッチ剤として加えた燈油とアルコール（双液）の滴下方式を取っているが、雰囲気管理は行われていない。

浸炭工程は、外試片（3個）により浸炭深度管理し出炉時点を決め、内試片（各パレットに1個、計3個）により、浸炭深度、炭化物析出状況及び晶粒度を検査し、合否即ち浸炭工程のやり直し、又は再調質の要否を決めている。

工芸カードによる浸炭時間は、ブッシュのサイズにより異なるが、20時間～42時間である。浸炭出炉後、浸炭深度不足が起こるケースが8%程度あり、再浸炭を行っている。また炉内Cp（カーボンポテンシャル）は非常に高いと推定され（チェック時は1.26%）炭化物が析出するため、浸炭後に焼きならしが行われている。

1996年にブッシュ割れ問題が発生し、原因とされた原材料管理を強めると共に、浸炭剤を単液から双液に変更し、炉の改善を図り、半製品の検査頻度を上げた。

しかし、1998年製品は異なるが、ブッシュ割れが再発している。

ブッシュ割れの原因は、熱処理時の亀裂の発生、炭化物の析出及び晶粒度粗大化にあると推定される。熱処理時の亀裂の発生については、1999年塩基炉、塩水焼き入れから、誘導炉、水焼き入れに変更したことにより緩和された。炭化物については、現在の表面炭素量1.26%は高過ぎでありブッシュの品質を低下させている。晶粒度の粗大化は、再熱処理後の晶粒度が粗大化していることから、鋼材そのものの問題と推定した。

過去に、ブッシュ割れの不具合が発生していること、工程内でも上記不具合が発生していることから、技術者たちは、現有設備の中での最善策を模索しているが、雰囲気管理がされておらず、鋼材の品質にもバラツキが大きく、各要因と関連付けた結果のデータが取られていないために、十分な成果が出ていない。

#### 5) 中周波焼き入れ

中周波焼き入れの条件は、出力及び加熱時間で設定されている。時間設定は、ピンは送り速度、ブッシュは投入間隔で行われているが、リンクは作業員の手動送りである。

リンクの中周波焼入れ装置のコイルは自社製である。

#### 6) 炉の温度管理

焼き入れ、焼き戻し炉、浸炭炉には、熱伝対型の炉内温度計及び自記装置が装着されている。熱伝対及び温度計は4ヶ月に一度校正が行われる。

7) 熱処理不具合

1998年の熱処理部門責任の不良率（廃品率）は、0.08%であり、再熱処理比率は、1.93%である。調査期間中にまとめた再熱処理理由を図3-5-8に示す。

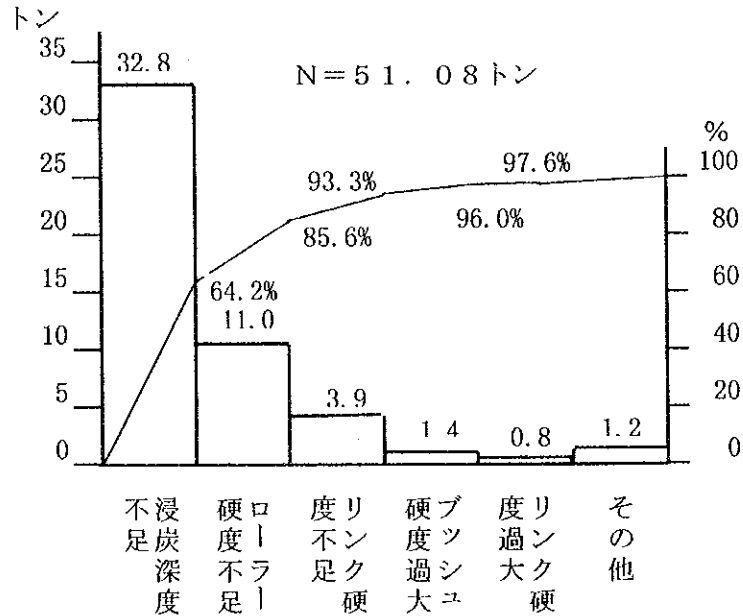


図3-5-8 再熱処理理由 (1998年)

浸炭工程を始めとして、熱処理工程は安定していない。また過去2年間に発生した市場における品質問題を表3-5-2に示す。これらの品質問題の内17件(65%)は、熱処理工程に関係するものである。

表3-5-2 市場における品質問題

部品	品質問題	件数	推定原因と責任工程
ブッシュ	割れ	11	ブッシュ組織又は焼き割れ(熱処理)
ピン・ブッシュ	焼き付き	1	土砂混入(製品仕様と使用条件)
ピン・ブッシュ	磨耗	1	ピン・ブッシュ硬度不足(熱処理)
リンク	切断	4	リンク組織又は焼き割れ(熱処理)
ローラー	油漏れ	7	内外蓋鋳物巣(外注先)
ローラー	溶接部亀裂	1	溶接割れ(溶接)
シュー	破損	1	焼き割れ(熱処理)

### 3—5—3 熱処理工程の問題点と改善策

#### 1) 熱処理工程管理全般の問題点と改善策

##### (1) 熱処理の目的と熱処理工程管理

熱処理を施した鋼に要求される品質は、引張強度、耐衝撃性、耐摩耗性である。この品質を確認するために、硬度、組織、結晶粒度などを調べる。実際の作業では、便宜的に表面硬度測定が多用されるが、要求される品質から、表面だけでなく、内部の品質も非常に大切である。熱処理工程は、材料の特性を最大限に活かすために、要求される硬度、及び硬化深度を達成しながら、焼き割れなどの欠陥を出さないように管理されなければならない。

熱処理品質に影響を及ぼす要因は沢山ある。即ち、鋼の化学成分（焼き入れ性、焼き入れ後の表面硬度、変態点温度に影響する）、熱処理温度、保持時間、炉内温度分布、冷却剤（水、冷却剤、油、塩水、空気）と冷却方法（冷却剤攪拌、噴射圧・時間）等であり、熱処理工程の結果は、原材料、設備、作業方法全てに左右される。熱処理工程においては、機械加工工程のように、工程の途中で直接結果を確認することは出来ない。熱処理工程の管理とは、これらの要因を管理することにより結果を管理することである。

##### (2) 熱処理工程でのバラツキ

これらの要因はそれぞれ実作業においてはバラツキを持っている。当然のことながら結果としての熱処理品質もバラツキを持つ。当工場の熱処理工程管理のやり方を見ると、工程がバラツキを持つということを良く理解していないのではないかと危惧する。

熱処理品質の安定のためには、各要因のバラツキを極力抑える必要がある。図3—5—9、図3—5—10は、日本の工場で、同一製鋼所の同一炉番のマンガン鋼を、一定の条件で焼き入れ、焼き戻した結果である。

同一と見られる化学成分を持った材料を、同一条件で焼き入れしてもこれだけのバラツキを持つことが分かる。規格の範囲内でも、化学成分がばらつけば、理論的にかなり大きなバラツキを持った結果が出る。

市場が要求する品質を達成するために使用する材料、熱処理条件は、理論だけで得られない。作業の結果の積み重ねから導き出していかなければならない。これが、各企業の技術力であり、他人から教わった方法が、その国で、その設備でよい結果

を出すとは限らない。

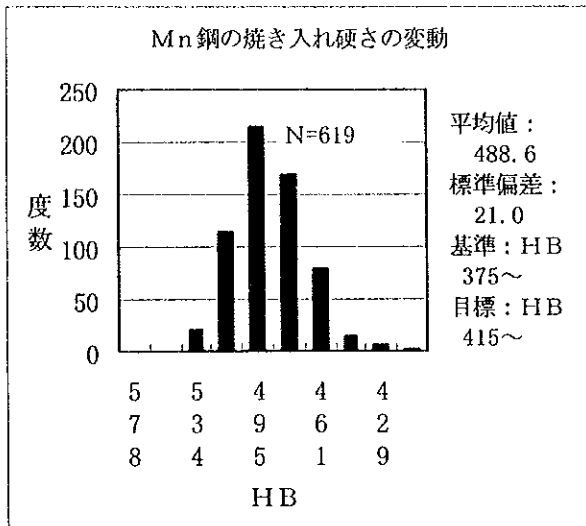


図 3—5—9 焼き入れ硬度の変動

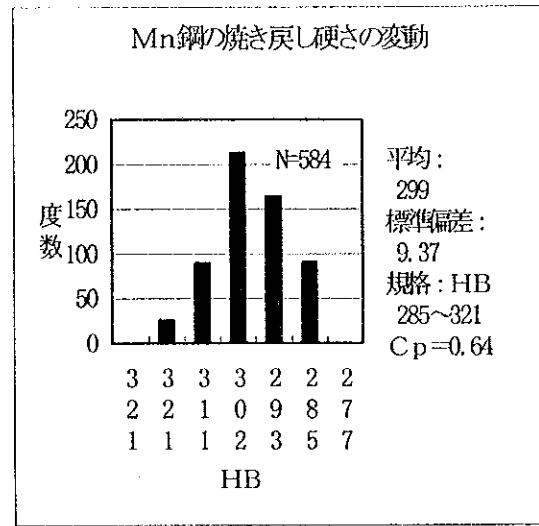


図 3—5—10 焼き戻し硬度の変動

### (3) 熱処理工程の改善（データの積み重ねと実験）

熱処理品質の向上のためには、要因としての化学成分、熱処理条件とその結果としての表面硬度、硬化深度、欠陥を関連づけた測定値を取ることから始めなければならない。現在当工場でも、熱処理工程の要因系に対するデータは取られている。しかし、化学成分に関しては、主要成分のみのデータであり、且つ数炉番混在していて範囲指定のため、対策に結びつけられるようにはなっていない。また熱処理条件のデータも、その結果とのつながりが明確にはなっていない。

熱処理炉、設定温度、化学成分など、要因が明らかに異なると思われるものは層別した上で熱処理結果のデータを取り、バラツキの状況を工程能力として把握する。工程能力が不足していれば、改善を行っていく。工程能力を上げる活動、例えば、熱処理条件の変更、設備保全、作業基準の遵守、作業標準の改訂、更には新しい方法の探索が熱処理技術者の仕事である。

### (4) 先進国での取り組み

熱処理品質の向上に対して、先進企業の取り組みの一部を紹介しておく。

熱処理品の品質は、表面硬度のみではなく、内部の品質も重視している。その為、焼き入れ性の良い材料の選定は、重要であった。新しい材料の開発が進められた。現在よく使用されているマンガンボロン鋼はその良い例である。また焼き入れ性のバラツキを抑えるために、焼き入れ性を一定幅に入れた鋼の製造を製鋼所に依頼し

た。J I Sで規定しているH鋼である。これらによって、熱処理品質の安定化を図ってきた。

次は、化学成分毎の熱処理条件の設定である。実際には、国家規格より化学成分の幅（主として炭素量）を狭くした材料を使用したり、製鋼所の化学成分検査結果を基にした化学成分毎の熱処理条件を設定してきた。熱処理条件の中には、当然冷却剤、冷却方法も含まれている。

先進企業は今日でも、より適した材料、より適した熱処理方法を探求し続けている。

## 2) 焼き入れ、焼き戻し温度設定の改善

鋼材の化学成分が異なれば、熱処理結果は変化する。しかし化学成分の変化による熱処理結果の変化は予測可能なものといえる。適切な焼き入れ温度は、変態点温度から算出可能である。表面硬度は、炭素量により一定の範囲にはいると考えられ、硬化深度は、鋼の焼き入れ性に左右される。

熱処理の結果に影響を及ぼす要因の内化学成分は、既知のものとして熱処理条件の設定に当たるべきである。即ち、熱処理品質のバラツキを抑える第一歩は、同一条件での熱処理作業において、化学成分によるバラツキを排除することである。

この為には、同一ロット内の化学成分は均質なもの、即ち製鋼所の同一炉番のもの、とする必要がある。

3-1-3、3) 材料化学成分の管理の項で述べたように、鋼材の受け取り、保管、払い出しを製鋼所の炉番単位で出来る管理体制の確立が必要である。熱処理工程が終わるまでは、明確にロットを識別し、製鋼所化学分析表を基に設定した熱処理条件による熱処理作業を行う。

当工場の材料受入時の化学検査は、主要成分（C、Mn、Cr、Mo）のみの検査であり、合・否判定に使用されている。熱処理条件の設定は、炭素量のみで行われている。製鋼所からの化学分析結果は、活用されていない。

1998年に当工場へ納入された40Mn2（炉番数80）の炭素量の分布を図3-5-11に示す。鋼の焼き入れ温度は、変態点温度+50℃といわれている。変態点温度の計算式は色々あるが、R. R. A B O T T（米）の式がよく使われている。上記40Mn2の変態点は、C、Mn以外の化学成分のデータがないため正確には計算できないが、C、Mnのみによる焼き入れ温度（変態点温度+50℃）のバラツキを各炭素量

毎に計算したものが図3-5-12である。変態点温度は、P、Si、V、Niの含有量によっても変化するため、これらの成分のバラツキは、変態点温度のバラツキを更に大きくする。

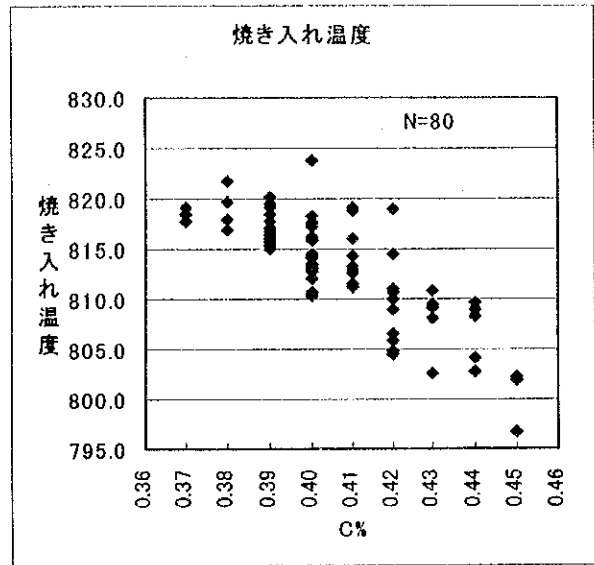
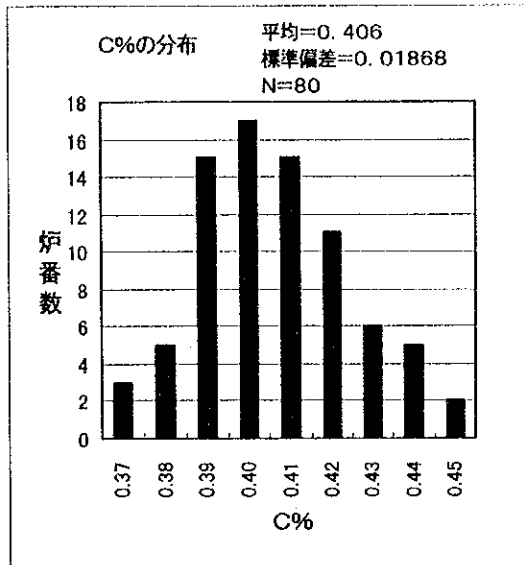


図3-5-11 炭素量のバラツキ

図3-5-12 適切な焼き入れ温度

化学成分のバラツキが大きい鋼材の使用が避けられない状況であるので、熱処理条件に影響を及ぼす化学成分全てのデータを使い、熱処理条件を設定する必要がある。この為には、現在の化学分析結果を、鋼材の受入可否の判定に使用すると同時に、製鋼所の品質証明書の確認にも使用し、以後の熱処理条件の設定には、製鋼所品質証明書の化学分析結果を活用する様にすべきである。

熱処理品質は、材料、設備、熱処理条件で大きくばらつく。理論値のみではよい結果を得られない。しっかりしたデータ管理の基で、要因及び結果を関連付けたデータの把握・分析を行い、当工場の設備でのそれぞれの鋼材に対する最適熱処理条件を確立するための活動を続けるべきである。

焼き戻し後の硬度は、製品硬度であり、また後工程の機械加工への影響もあることから、焼き戻し温度の管理は重要である。焼き入れ後の硬度測定により適切な焼き戻し温度を設定する様にすべきである。

### 3) 浸炭工程の改善

浸炭工程の問題は、浸炭深度がなかなかでないこと（管理できないこと）、炭化物の析出があること及び晶粒度が粗大化することである。

浸炭深度については、浸炭炉の温度管理は適切に行われていることから、雰囲気管理できないことが原因の一つと考えられる。浸炭工程において、雰囲気管理は重要であり、雰囲気管理装置の採用が必要である。また、浸炭深度の検査は、組織検査によっているが、実作業上は、数値化しにくい。硬度測定による確認を勧める。

浸炭作業の結果は、炉内温度、雰囲気（Cp：カーボンポテンシャル）、素材の炭素量、時間で決まる。ここでも、炉内の温度にバラツキがあれば、結果もバラツキを持つ。現在の浸炭工程でのバラツキの把握を行う必要がある。バラツキの状況によっては、現在行っている抜き取り試料片によるパレット毎の、又は炉毎の品質判定は危険である。

浸炭後のプッシュのチェック結果によれば、表面炭素量は1.26%と非常に高く炭化物の析出は避けられない。焼きならし工程による炭化物の微細化は必要である。晶粒度については、浸炭工程に問題があるか、材料そのものによるものかは判断できないが、浸炭後、焼き入れ焼き戻した部品の心部晶粒度が粗大化している事から、鋼材そのものに問題があるように思える。材料 — 浸炭工程 — 結果を関連付けたデータを収集し、真の原因を確認する必要がある。

#### 4) 鍛造余熱焼き入れ工程の改善

鍛造余熱焼き入れは、加熱温度管理がされておらず、また工程のサイクルタイムも一定していない。このため、焼き入れ温度は、かなりばらついている。ロット内化学成分バラツキと合わせると、焼き入れの結果としての硬度のバラツキは大きくなり、抜き取り試料による焼き戻し温度の設定には無理があるといえる。ロット管理と共に、加熱温度管理、工程サイクルタイム管理を徹底すべきである。

加熱後焼き入れまでの時間がかかり、温度が低下し過ぎると、結晶粒度の粗大化を招き、製品品質が低下することを考慮すべきである。

#### 5) リンクの中周波焼き入れ工程の改善

リンクの中周波焼き入れの温度管理は、出力及び加熱時間で管理することになっているが、時間測定方法がなく、管理状態にはない。時間管理の方法を検討すべきである。自動送りの検討も更に進めて欲しい。材料化学成分による熱処理条件の変更は化学成分毎の熱処理結果をデータとして取った上で決定する必要がある。



### 3-6 組立工程

#### 3-6-1 組立工程の組織

リンクアッセンブリー、リンク・シューアッセンブリー、ローラーの組み立ては、第二車間及び第六車間の担当である。

第二車間（16名）リンク・ピン・ブッシュ組み立て、シュー組み付け

第六車間（3名）ローラー組み立て

#### 3-6-2 組立工程の現状

##### 1) 作業の流れ

###### ・ リンクアッセンブリー

リンクアッセンブリーの組立は、リンク、ブッシュ、ピン、シールを組み立て用圧入機によって組み立てるもので、作業そのものは複雑ではない。（写真3-6-1参照）

###### ・ リンクアッセンブリーへのシューの取付

リンクアッセンブリーへのシューの取付は、シューボルト、ナットによる締め付け（手作業）である。（写真3-6-2参照）

###### ・ ローラー

ローラーの組立作業は、下記のように行われている。

ローラー、ローラー軸へのブッシュ圧入 — オイルシール及びカラーの取付 — 気密性確認 （写真3-6-3、4参照）

##### 2) 主要設備

リンク組み立て用プレス（3台）

ローラー組み立て用プレス（2台）、気密テスト装置（1台）

リンクアッセンブリー組み立て用の機械配置は、図3-4-1 第二車間機械配置図に、ローラー組み立て用の機械配置は、図3-4-2 第六車間機械配置図に示されている。

##### 3) 作業標準

組み立て用の工芸カードは準備されていて、ほぼ必要事項は記載されている。

##### 4) 組立工程での不具合

リンクアッセンブリー、ローラーとも組立工程は、複雑ではない。組立工程が原因となる不具合は少ないと言える。しかし、客先不具合として、ローラーの油漏れがある。実際のローラー組立現場では、気密テストにおいて、大量のカラー不良（鋳物巣による

漏れ)が発生している。カラーが外注品であることから、単に不良品として除外し、外注先からの補償を受けている。

過去に大量に油漏れが発生したときの原因が、輸送中のローラー同士の接触による油孔止めボルトのゆるみであったことから、現在ではパレットに固定した荷姿に変更している。

### 3—6—3 組立工程の問題点と改善策

#### 1) ローラーの油漏れ不良の改善

ローラーカラー（外注鋳造品）の欠陥による工程内不良が多い。返却代品納入させるだけでなく、改善させるべきである。

客先でのローラー油漏れ不具合の返却品は、必ずその原因を突き止め、工程改善に結びつける必要がある。ローラーからの油漏れの原因としては、このほかにフローティングシールからの油漏れも考えられる。過去の原因究明結果と同一原因として処理されているものが多く、異なった原因の発見を遅らせている恐れがある。

### 3-7 塗装工程

#### 3-7-1 塗装工程の組織

リンクアッセンブリーの塗装は第二車間、シューの塗装は第三車間、ローラーの塗装は第六車間が担当している。

第二車間（3名）リンクアッセンブリー塗装

第三車間（2名）シュー塗装

第六車間（5名）ローラー塗装

#### 3-7-2 塗装工程の現状

##### 1) 作業の流れ

リンクアッセンブリーは、巻いた状態で、洗浄、どぶ漬け塗装であり、シューは、十数枚のシューをボルトで固定して、洗浄、どぶ漬け塗装を行っている。

ローラーは、洗浄後ハンガーに吊り吹き付け塗装である。

（写真3-7-1、2、3、参照）

##### 2) 主要設備

洗浄槽、塗料槽・・・リンクアッセンブリー、シュー

洗浄装置、ハンガー、塗料吹き付けガン・・・ローラー

リンクアッセンブリー塗装装置の配置は、図3-4-1 第二車間機械配置図に、ローラー塗装装置の配置は、図3-4-2 第六車間機械配置図に示されている。

#### 3-7-3 塗装工程の問題点と改善策

##### 1) リンク外観品質の改善

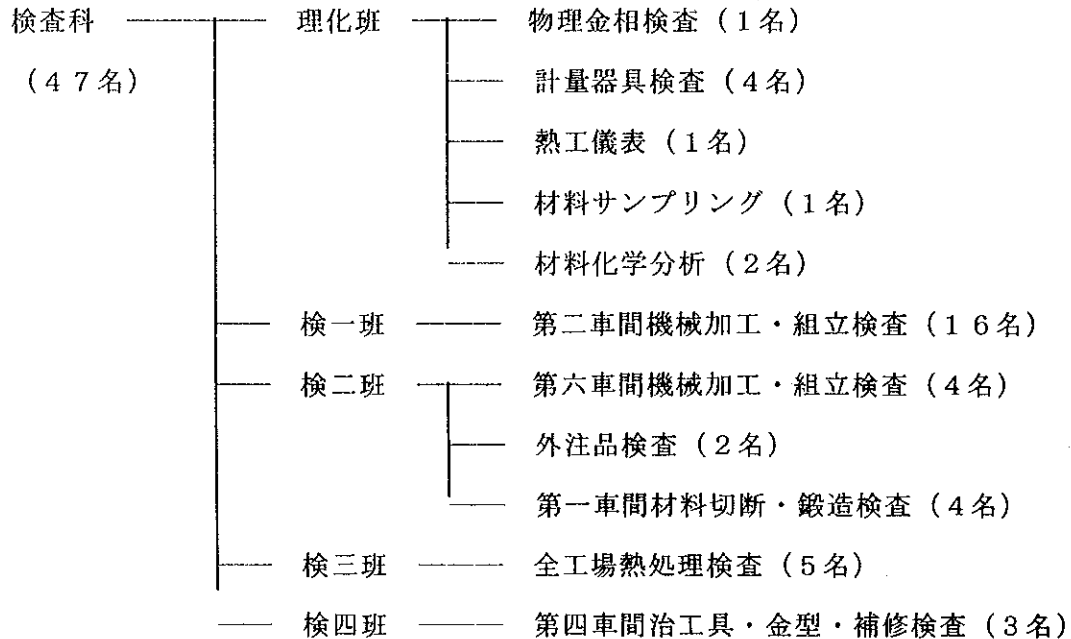
リンクの外観品質は悪い。しかし、塗装工程の問題というよりは、前処理である鍛造肌荒れの処置不十分が原因である。3-3-3、5) 鍛造品肌荒れの防止に記述したごとく、スケールの除去の徹底、及びショットブラスト工程の追加が必要である。

##### 2) シューの塗装品質の改善

シューの塗装品質は良くない。余剰塗料がシューに残って固まり外観は非常に悪い。塗料濃度が高すぎるためと、どぶ漬け塗装後乾燥時の製品の置き方（床に直置き）が悪い為である。塗料の希釈方法を検討するとともに、余剰塗料が製品に付着しないような置き方を考えるべきである。

### 3—8 検査工程

#### 3—8—1 検査工程の組織



#### 3—8—2 検査工程の現状

##### 1) 主要設備

化学分析室 (化学分析用機器)

組織試験室 (顕微鏡・・400倍、その他)

物理試験室 (物性測定用機器)

硬度測定機器 (ロックウェル、ブリネル、ショアー)

一般測定機器 (ノギス、マイクロメーター、ダイヤルゲージ、限界ゲージ)

検査、測定に必要な機器は、殆ど揃っているとよい。

以上の生産工程検査用測定器具の他に、これらの測定器具を校正するための標準検査器具を揃えている。。

##### 2) 検査標準

工芸カードに、検査すべき項目は記載されている (図面寸法)。工場全体としては、QC工程図は作られておらず、検査部位、検査頻度を決めた文書は無い。記録の方法も決められておらず、一部の測定値 (化学分析結果、一部の初物硬度、浸炭深度、熱処理条件実測値と硬度、異常時の検査結果等) をのぞき、記録はない。

過去に、QC工程図が作成されたことがあるようで (1988年)、ある現場では使用