

第2章 生産工程の現状と問題点

第2章 生産工程の現状と問題点

2 1 原材料受入工程

2 1 1 組織と人員

材料購入は経営管理課の材料購入係1名が担当し、保管は経営管理課材料管理員2名が材料置き場で管理している。材料検査は品質管理課の2名が担当している。

2 1 2 材料購入

材料購入は経営課材料購入係が生産計画に基づき、現在の鋼材在庫を考慮して鋼材メーカーに購入手続きを行う。その場合、材質、材料径、数量、納入年月日の指示を行う。

鋼材の購入先は以下の5社である。

- (a) 上海第5鋼鉄
- (b) 江蔭興澄鋼鉄
- (c) 撫順鋼鉄
- (d) 韓国
- (e) 日本（山陽特殊製鋼）

この内、韓国からの輸入は韓国メーカーの指定材料で、製品は全て韓国のメーカーに輸出される。

2 1 3 材料購入判定基準

材料購入基準は、国家基準をもとに決めたもので、その内容は次の通りである。

- (a) 材料表面は、クラック、かぶさり、割れ、凹凸などの欠陥があってはならない。
- (b) 表面欠陥の除去の深さは、実際の深さから計算して、その寸法公差の半分を超えてはならない。

いずれのロットにおいても、その中の表面品質の不合格の量はそのロットのサンプリングの数量の八分の一より多い場合に、不合格と判定する。それ以外は合格品として受け入れる。

2 1 4 受け入れ検査

受け入れ検査は品質管理下2名が担当し以下の様な検査を行っている。

- (a) 全ての鋼材について材質確認のための火花検査を行う。
- (b) 材料分析・機械検査等は技術開発センターに鋼材の一部を持参して検査する。
- (c) 表面品質については抜き取りで検査する。

外観検査場所は暗く、材料の表面品質は、鋼材のさび発生に関係もあってわかりにくい。また、表面不良を発見しても全数検査することはない。

2 1 5 材料保管

鋼材は鋼材置き場に、鋼種別、寸法別、材料メーカー別に置いてあり、それらの掲示は一応行われているが、購入年月日の記入が無く、不明瞭でわかりにくい。誰でもすぐわかるようなカンバン標識にする事と鋼材購入年月日を記入し、今後鋼材納入順に鍛造現場に払い出す、先入れ先出しを実行することを指導し、改善が図られた。

在庫は4ヶ月分と多い。長期在庫と短期在庫に区別し、長期在庫材については使用可能性の有無を調査し、使用可能性の少ない鋼材は早期処分を行う等、まず長期在庫を無くす工夫を行うべきである。材料在庫は2ヶ月分以下を目標に削減することで意見の一致を見た。

露天に鋼材を置いているため鋼材表面は錆の発生が甚だしい。雨よけ等の錆発生防止の措置を講ずべきである。

2 1 6 材料払出し

生産課は経営課材料係に作業開始の4時間前に鍛造機械、生産品目、生産数量を連絡し、払出しを指示する。材料係は材料倉庫より生産課のトラック運転手に指示して、指定の鍛造機に材料を運搬する。

2 1 7 払出し重量

払出し重量は、生産個数、生産重量に対し、必要重量8トンに対して10トンの割合で払出している。すなわち、払出し重量の20%が、端材、ばり、不良等で廃却されるものとして、払い出しを行っている。

2 1 8 不良品の処置と不良率

鋼材の不良は表面疵が大部分で、他の不良は殆ど見あたらない。

鋼材表面疵の検査は抜き取りで、不良品の処理は品質管理課からの報告を受けて技術課が指示するが、ほとんどの場合処置を講ずることなく使用するよう指示されるため、表面に疵

のある大部分のものが受け入れられている。この結果、鍛造後の製品で表面疵による不良が多発する原因となっている。

根本的には、製品品質上最も重要な問題である材料品質に対する無関心さが問題であり、以下の様な問題が改善を放置する原因になっている。

その 1 は組織権限に関する問題で、鋼材の使用受け入れの可否は、品質に関しての決定部門である品質管理課が決めるべきで、技術課が決めるべきではない。

その 2 は問題の把握・認識に関するもので、表面疵不良が発生しても、そのロットに対する追加検査・全数検査などを実施しないので、納入材に対する不良率すら把握できていない。

納入メーカー別の不良率も感覚的に言っているのみで、数値による記録は全く無い。従って、不良部分の見本の切り取り保管などの措置もとられておらず、不良内容も正確に把握できていない。

その 3 は不良対策に関わる問題で、上記の様に不良品の大部分を受け入れしてしまっていること、不良の実態把握が不十分なこともあって、納入鋼材メーカー対しても表面疵の改善を強く要求していない。不良率や不良内容などの品質情報の提示とともに、改善を強力に要求すべきである。この際、表面疵等の欠陥部分の切断見本を添付するなど、鋼材メーカーに正確な情報を供与することと、当方の要求水準を提示することが大切である。

その 4 は納入材料の保管に関わる問題である。納入された鋼材は露天に置かれているため表面に錆の発生が甚だしい。この表面劣化は製品の外観不良に少なからず影響を与えていると思われる。錆発生防止の措置が必要である。

その 5 は検査方法に関する問題である。国家規格標準に従って肉眼による抜き取り検査が行われているが、製品不良の多くが材料欠陥に原因していることを考えると、検査方法も考える必要がある。本来材料検査は、製品最終品質を確保することが目的であり、良否判定基準や検査方法もその製品や材料の現状に即したものでなくてはならない。抜き取り検査方式は、対象となる製品が一定の品質レベルが確保されている前提で有効なもので、当工場の材料の現状では、全数検査が必要と思われる。判定基準に関して、疵有無の検査の仕方、疵深さの検査方法などを指導したが、製品から要求される品質に適合した検査基準を制定することと検査員に対する熟知教育が必要である。また、全数検査に対応するには、検査員も不足している。表面錆の影響もあって、肉眼による検査判定は困難で、錆除去などの手間もかかる。できれば磁気探傷機を導入し、全数検査を行うことを推奨する。

2 2 鍛造工程

2 2.1 設計と鍛造技術

技術課が鍛造技術、金型設計、熱処理技術、各工程の時間査定等を担当しており、それら

の内容と人員は次の通りである。

副課長	2名、	熱高速鍛造機担当	2名
		3150トン・プレス担当	2名
		熱処理担当	2名
		設計プログラマー	1名

(1) 設計標準化

鍛造素材図、型設計などの標準化はなされていない。

特にハテパー熱高速鍛造機の鍛造品は殆ど類似の形状をしており、多くの部分の標準化が可能で、且つ効果が大きい。また、CADの有効活用の観点からも、素材図、工程図、型設計などの標準化を行うべきである。

標準化の効果は以下の様なものである。

- (a) 設計時間が短縮できる。CADの活用によりその効果より大きくなる。
- (b) 図面の間違いが少なくなる。
- (c) 技術の共有化により、全体の技術水準が向上する。

型設計の標準化に際しては、熱間高速鍛造機の金型組付け作業も標準化すべきである。

標準化に際しては、作業者の参画を求め、その経験・知識・意見・提案を吸収する事で、技術レベルの向上が図られるとともに、組付図を作業者に掲示・教育することで、型組付け作業が速くなり、間違いもなくなる等の効果が期待できる。

金型材料についても標準化を検討すべきである。

(2) 工程設計

鍛造工程の設計は以下の手順で行われている。

- 1) 必要材料の重量は、鍛造図の体積を求めて、その体積から計算で求める。
- 2) 材料径は鍛造図より最大径を計算して求める。
- 3) 鍛造機種はこの材料径により決定する。

製品を鍛造するための荷重計算は行っていない。

現在の製品は形状が比較的単純であるために、荷重計算せずに鍛造機を決定しても大きな問題は発生しないと思われるが、将来鍛造品種類が増加した場合、荷重計算が必須となる。本来、工程設計においては荷重計算を基礎に行うべきものであり、その習慣を身に付けるべきである。

鍛造速度は鍛造作業者に任せている。鍛造速度は、鍛造機械の能力、鍛造方案、鍛造作業の容易さ等により、鍛造品ごとに原則に則って合理的・科学的に決めるものである。作業任せでは、いたずらに速くして不良品の発生や生産性の低下を招く結果となる。

鍛造工程については、実際の設備状況、能率、作業者の熟練度等企業の現状に合わせて、企業独自の基準・標準を作るべきである。

(3) 型設計

型設計は、一度机の上で図面を書き検討した後、CAD を使用して設計しており、二度手間で、時間も多かる結果となっている。

型図面には、最初図面を書いてから以後の修正が非常に少なく、多くて1～2度である。我々の経験では多くの修正が行われるのが普通であり、実際の型と図面が一致しているかどうか調査する必要がある。修正された図面には修正理由の記載がない。型の修正は、不良・不具合対策、生産性の向上、コストダウンなど多くの技術的な要求に基づいて行われるものであり、工場のノウハウや技術情報が多く盛り込まれている。これらの技術を工場全体で共有化するとともに技術を継続・伝承・発展してゆくために、修正経緯や修正理由を記録して置くことが重要である。

型設計で最も重要なことは、荒型と仕上型の関係である。荒型で成形される荒地形状が、仕上り形状に対し適合性が悪いと欠肉や疵等の不良が発生する原因となるので、その関係を十分把握する必要がある。

良い作業ができる金型を設計するためには、作業者の参画を求め、その経験・知識・意見を吸収し、有益な提案は設計の中に応用することに心がけるべきである。この姿勢が、製品品質の向上・安定化、型替え時間の短縮、生産性の向上、型寿命などに大きな効果をもたらすものである。

加工された金型は常に金型設計と一致するようにすべきである。

(4) ボルスター（ダイホルダー）設計

熱間高速鍛造機（ハテパー鍛造機）、3150 トン・プレス鍛造機とも、機械購入時に同時に購入以来、新たに購入したことがなく、設計したことも、図面を検討したこともない。

3150 トン・プレス用ボルスター図面を検討したところ、型取付け基準が仕上型でなく初工程の据込型または荒型に対応するものになっているため、仕上げ型の上下型が合わせにくく、型ずれが起きやすいボルスターになっていることが判った。次回のボルスター製作時には図面を改正する必要がある。

(5) 材料利用率（材料廃却率）

製造原価の中で、材料費が60%を占めているにもかかわらず、材料利用率に関して無関心

で、製品歩留率、端材率についての調査、記録、統計は全くない。

これらの調査、分析の方法について OJT 指導しながら、一部を共同調査した。

1) 材料歩留率

材料歩留率とは、切断材料 1 個当りの重量に対する鍛造製品 1 個の重量である。

切断材料重量は工程設計データ、製品重量は製品図面から求められる。

今回は、熱間高速鍛造機の AMP30, AMP50 および 3150 トン・プレスについて、それぞれ数種類の鍛造製品の歩留率を調査した。その結果、AMP30 で 63.7%~90.2%、AMP50 で 78.2%~89.8%、3150 トン・プレスで 62.1%~88.6%であることがわかった。更に、AMP 鍛造品についての調査において、鍛造品中央部のポンチカス厚さが AMP30 で 6.0-6.5mm, AMP50 で 7.0mm と厚く、これはそれぞれ 2mm 以上薄くでき、材料歩留率を向上させられることがわかった。

仮に、ポンチカス 7mm 厚さで歩留率 80%の鍛造製品において、ポンチカス厚さ 5mm にすれば、ポンチカス廃棄率は 0.143 となり歩留率は 85.7%と 5.7%向上することとなる。(図 2.1 参照)

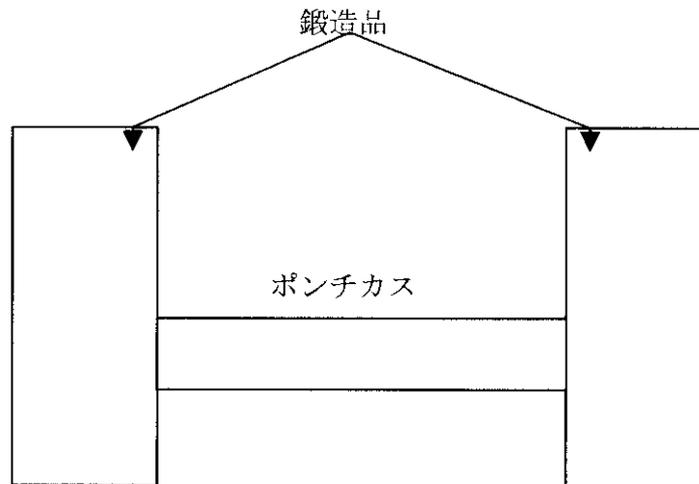


図 2. 1 鍛造品とポンチカス

現在鍛造品ごとの歩留率を求めたものは全くなく、先ず部品ごとの材料歩留率一覧表を作成し、歩留率の悪いものから順次歩留率の向上を検討するのが良い。

2) 端材廃却率

端材が出るのはやむを得ないものと考え、今まで調査したことがない。しかし一見したところでは、相当数の端材が廃却されている。端材は、材料両端の使用不能材のほか、作業途中の休止、その他の理由で発生している。この問題では、先ず作業現場の実態を把握することが重要である。それぞれの熱間高速鍛造機の側に端材を入れる箱を設置

し、1シフトごとに端材数と鍛造数を調査し、端材率を把握することから始めて、実態と発生原因を把握対策するのが良い。

3) 総合材料利用率

ハテバーAMP 製品 KJL69349/10 の材料利用率について調査した。

この鍛造品は、材料径 32mm、長さ 47mm、重量 288 g の鋼材から鍛造され、鍛造品重量は 237 g で、この結果材料歩留率は 82.3%となる。

材料利用率は 74.4%であった。これより残りの 25.6%が廃却されたとなるが、このうちの材料歩留率は上記より 17.7%であるので、残りの 7.9%が端材および不良品ということになる。端材は材料の両端すべてが廃却されたと計算すると 2.65%となるが、そのほかに作業途中での休止、その他の理由で発生する端材を考慮して全体で 5%発生したとすると、不良率は 2.9%となる。

この数値は略現状を表していると考えられるが、この部品の材料利用率を別途詳細に調査すると、材料利用率が 78.3%という結果のものがみつかった。これから算出するとポンチカス 17.7%、残りの端材と不良率が 4%ということになり、これでは上記の場合と大きく異なる。調査の結果、この原因は鍛造への払出重量があいまいで、指示重量より多く払い出しているために、超過重量分だけ完成数量が増加し、見かけ上材料利用率が高くなっている可能性が大きいことが判明した。例 1 および例 2 にそれらの関係を示す (図 2.2)

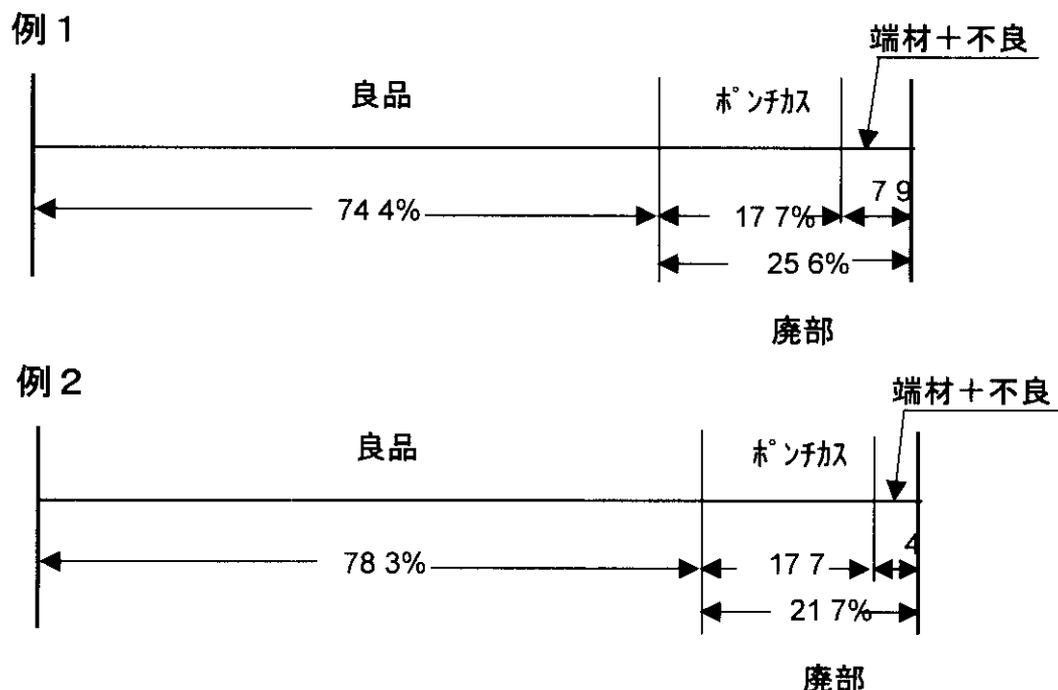


図 2.2 良品率 (材料利用率) と廃棄率

このような現場裁量を許容している管理体制は、極めて重要な問題で、工場挙げての意識改革が必要なことを示唆している。

この材料利用率の問題に関しては、材料払出し管理を厳重にし、購入材料重量と払出重量の対比を行うとともに、端材、不良も厳重に数量管理して、材料利用率も正確に算出できる体制に改めた。第2次調査時点では、不十分、不正確で今後改良の余地はあるものの、作業現場での端材数、不良数、その他について場所・工程を設定して把握する努力はされており、その数値を掲示して、作業者に周知・認識させるようになり、一歩前進したものと評価できる。

今後、調査結果に基づく改善が実行され、継続管理されて行けば、一層の効果が上がるものと期待される。

2.2.2 鍛造作業

鍛造作業は生産課に属し、事務所に課長以下、生産管理担当2名、生産統計担当1名、生産準備担当2名、その他金型倉庫管理員1名、運転手3名、清掃員2名、油類管理員2名、旋盤工1名がいる。

鍛造作業のポイントとしては、材料の加熱温度と型取付け時の型合せがあげられ、これらについて特に注意すべきである。

(1) 作業内容と鍛造工程

1) ハテバー熱間高速鍛造機

作業工程は、大きく次の2工程で構成されている。

- (a) 誘導加熱による棒材加熱（バーヒータ）
- (b) 鍛造機内作業（切断、据込み、荒鍛造、仕上げ鍛造、
中ばり取りと親子製品分離）

棒材加熱を含め、すべて自動化作業である。

それらの工程を図2.3に示す

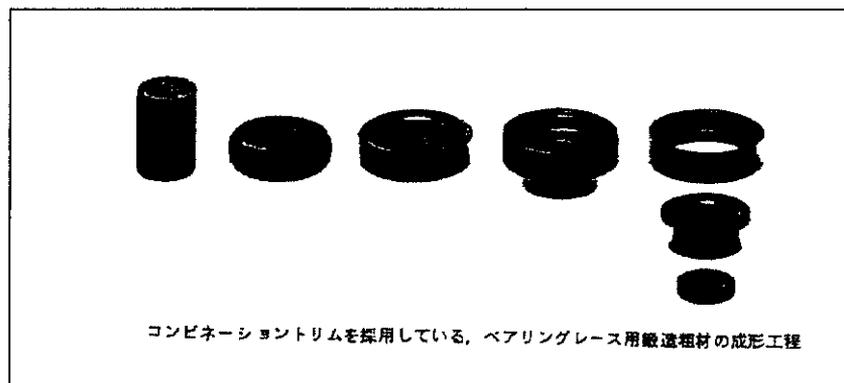


図2.3 鍛造成形工程

2) 3150 トン・プレス

作業工程は、次の 4 工程で構成されている。

- (a) 材料切断
- (b) 誘導加熱による切断材加熱（ビレットヒータ）
- (c) 鍛造機内作業（据込み、荒鍛造、仕上げ鍛造）
- (d) バリ切り機による、バリ切り作業

加熱は自動であるが、他の作業は作業による作業である。

(2) 鍛造機と人員

- | | | |
|-------------------|-----|----------------------|
| (a) 熱間高速鍛造機 AMP50 | 1 台 | 3 交替勤務で 12 名 |
| (b) 熱間高速鍛造機 AMP30 | 2 台 | 2 交替勤務で各 6 名、合計 12 名 |
| (c) 3150 トンプレス | 1 台 | 2 直勤務で 10 名 |

勤務時間は 2 直勤務の場合、7:30～15:30、15:30～23:30

3 直勤務では、上記に 23:30～7:30 が加わり、拘束 8 時間、実働 7 時間となる。

(3) 加熱

1) 材料の加熱温度は鉄-炭素合金図のカーボン量より決めるべきである。

熱間高速鍛造の場合は加熱温度規程があり、1130～1180℃と明記され、超えた場合は機械を停止することとなっている。しかし、実作業では 1170～1180℃で、1180℃を超えることも再々見受けられた。温度が管理範囲外にあることを作業員に注意しても、また技術担当員に知らせても、そのまま作業者に注意もせず作業は続行されている。

また、AMP30 では温度計が故障しているが、そのまま作業は対策されることなく行われている。温度に関する関心度は薄い。

2) 3150 トン・プレスの場合、加熱標準は明記していない。

誘導加熱で加熱温度を一定にするためには、材料径、長さ、送り速度により電流、電圧等を調整するものであるが、それに対する加熱作業標準は全くない。

部品ごとの加熱標準を作成し、作業者が常に見て作業する必要がある。

また、加熱温度が低く、鍛造できない焼きざまし材が多く発生し材料を無駄にしている。型替え後の試打ち時には 25～30 個、検査中に材料を炉内に入れたままにして、再度加熱するため、作業開始時に 20～30 個発生している。

3) 加熱に関する作業標準は全くなく、すべて作業者まかせである。

(4) 鍛造稼働率

稼働時間の中で製品を造った時間率を求める方法で、1個当たりの必要時間から所定労働時間内にできた製品個数より求める。例えば1個に要する時間が10秒であるならば、1時間に最大360個できるので、仮に180個生産したら稼働率は50%となる。

この求め方で2月の稼働率を求めると以下の様になっている。

AMP30-1	34.0%
AMP30-2	33.7%
AMP50	40.2%

いずれのハテバーも稼働率は低い。最低50%以上になるべく努力すべきである。

(5) 不稼働時間の内訳

稼働率を向上するには、不稼働時間の内容を知り、少なくする必要がある。

工場ではこれまでこの様な調査分析を行ったことが無いので、不稼働時間の分類の仕方、求め方を指導した上で、各鍛造機に人を付けて、実地観測を行い、巡回指導ながらそれらを求めた。

3月12日から19日までの約1週間の不稼働時間を内容別に求めた結果を次の表2.1に示す。

表 2. 1 不稼働時間の内容

鍛造機	労働時間	鍛造時間	型替時間	型調整時間	故障修理	その他
AMP30-1	5880	2354	1711	905	650	375
AMP30-2	5880	2770	2244	494	105	380
AMP50	10080	3283	2832	2237	1046	772
3150Ton	3780	2085	1195	130	0	403

この表から、型替え時間、型調整時間、故障修理時間が極めて多いことがわかる。それ以外にも型待ち、材料待ちなどの時間も発生している。これらの時間を減少することが稼働率をあげる要因となるが、今後それらの要因を無くす努力が求められる。

(6) 生産記録

生産記録には、以下の項目・内容を明記すべきである。

- (a) 稼働時間を正確に記録し、停止の原因、処置方法の記録
- (b) 停止するたびに、それまでの記録
- (c) 型替えする時、製品名、型替理由、型替時間

生産記録統計には、生産時間、調整時間、型替時間、修正時間、故障時間、待ち時間（型、材料）、保守点検時間等を、それぞれシフトごと、設備ごと、統計処理する。

この記録から、生産に影響する要因図を作成し、問題の原因分析を行い対応策を作る。

2 2 3 型替え

上述のように、型替え作業時間を短縮することは稼働率を向上させる最も大きな要因となるので、鍛造作業では型替え作業は最も大切な作業となっている。

(1) 熱間高速鍛造機

先の調査では、不稼働時間の中で型替え時間が一番多い。また、型替えには同一鍛造品での型摩耗等のため、一部の型替えを行う場合と鍛造製品が異なる場合の金型全部を交換する場所があるが、それを区別して管理していない。

先の調査において、一番多い時は AMP50 で一回の型替えに 660 分も要している場合があった。すなわち 1 直半も要していることがある。

この様に型替え時間が多くかかることが、同一部品を 1 ヶ月分まとめて鍛造することとなり、作りすぎや在庫増を起こす原因にもなっている。

型替え作業時間の短縮には実態を把握することがまず大切であり、型替え時間の内訳を取り外し、取り付け、試打ちに分け、型替え時に、型替え作業員 1 人毎に記録員 1 人を配し、その作業員の作業を分単位で観測・記録し、その結果について、無駄な作業・動作の有無、鍛造作業中に平行して作業できないか等の問題を分析検討する方法を実地指導した。

AMP30 で、製品 603049-220 から製品 6006-01/02-18 への作業員 3 名による型替え作業の作業の観測・調査を行い、技術課と型替作業員を交えて分析・検討した。

観測結果を表 2.2 に示す。

この型替作業では 3 名の作業員の分担は決まっておらず、作業員各々の自己判断で型替作業を行っている。

その記録表より、鍛造作業中にできる型組立等の外段取り、不要作業、手待時間等を検討し、機械停止後でなければできない作業を対象に型替使用時間を検討した結果、以下のような改善短縮の可能性が明らかになり、この結果を踏まえて、工場では型替え時間短縮に取り組むことにした。

現状の型替所要時間	2 時間 28 分
現状で前段取りを徹底した場合の型替所要時間	1 時間 30 分
ボルスターが整備され調整時間が不要になった場合	1 時間

表 2. 2 ハテパー熱間高速鍛造機の型交換作業

期日 2001年6月30日

交換部品・603049-220⇒6006-01/02-186

時間	楊世華		朱志文		
08 22	型降ろし	08 23	工具の整理	08:28	フレーム外し
08 25	パンピンの組立	08 29	リフトアウト緩め	08 29	上つかみ具外し
		08 30	ハレットスリーブ外し、カッター板固定	08 30	水管外し
		08 35	2OPダイロック外し、ボルト緩め	08 31	ダイロック蓋緩め
		08 37	1OPダイロック外し	08 33	2OPダイロック外し
		08 39	1OP型の組立外し		
08 41	2OPパンピン外し	08 40	固定ナットダイロック取付(1OP)		
08 43	あて板の準備	08 43	2OPダイロック押出、組立		
		08 47	2OP固定座金の取付、 ダイロックの組立		
		08 49	ダイ出口の清掃		
08 51	パンピンの組立外し	08 51	1OPリフト受け台再組立		
08 55	1OP2OPパンピン組立セット				
08 57	3OPパンピン組立				
08 59	3OPで金型車に固定	08 59	1OPダイロック取付		
		09 00	2OPダイロック取付(不良外し)		
		09 02	3OPダイロック取付、外し		
		09 03	3OPハレットスリーブ外し、交換		
		09 05	3OPダイロック取付		
09 09	つかみ具外し	09 06	2OPダイロック外し、例外		
09 11	つかみ取り	09 07	中間座金取り、例外		
09 12	つかみ取付	09 10	中間座金を金型工場へ運出		
09 17	移動カッター外し	09 21	3OP研磨		
09 22	固定カッター外し	09 23	3OPパンピン組立		
09 30	固定カッター取り	09 30	移動カッター板調整		
09 36	固定カッター取付	09 46	移動カッター板取付		
09 43	投入装置清掃、投入	09 59	カッター板間隔調整		
09 54	ワイヤロープで材料吊上	10 05	カッター板ハレットスリーブ等取付協力		
		10 06	2OPダイロック取付		
		10 08	ダイロック蓋取付		
		10 09	蓋のボルト締め		
		10 10	パンピン投入量の調整		
		10 17	ナット締め		
		10 23	つかみ具を下へ調整		
		10 31	装入装置の交換取付		
		10 35	つかみ具を上へ調整		
		10 45	探知機の取付		
		10 47	水管の取付		
		10 48	冷却水の調整		
		10 50	材料待ち		

(2) 3150 トン・プレス

3150 トン・プレスは2シフト2交替で作業をおこない、1シフト5名である。

熱間高速鍛造機と同様に型替え時間は長く、多い時で 440 分を要し、1 シフトすべてを型替えに費やすこととなる。前もって準備できることを型替え時に行っている例として、特に型温めに 1 時間を要している事など型替え時間の短縮改善の可能性が多く見られるので、熱間高速鍛造機の場合と同様に、YML01-07 ギヤから YML00-53 ブレーキ用部品に型替えを行った場合を例にして分析検討を行った。表 2.3 に観測結果を示す。

作業員 5 名が型替作業に従事しているが、作業員それぞれの役割分担は決まっておらず、各作業員は各自、自分の判断で型替作業に参加している。

今回は、手違いからボルスターを鍛造プレスから取外し、またボルスターから型を取外した後の作業を調査したが、それでも量産開始までに 7:30 から 13:55 まで 6 時間 15 分を要している。主な問題点は以下の通りである。

- (a) 取付け前の型の調査で 2mm のエア抜きが詰まっている不具合が発見され、その修正に 1 時間の待ち時間があつた。
- (b) 取外後の全員による清掃時間も 30 分ある。作業員によると実際は 15 分あれば十分とのことである。
- (c) 敷板等の準備、型組立等にも相当時間がかかっている。
- (d) 型予熱に 40 分を要している。
- (e) クレーン操縦者は、天井クレーンに乗ったままで、型替作業を手伝わない。
- (f) バリ切りの型替えが速く終了しても、その作業員は他を手伝っていない。

この結果を型替作業員を含めて検討した結果、機械停止しなくてもできる作業は前もって準備し、また清掃時間等短縮できる作業等をあわせて、現状でも型替えは 2 時間以下にできると判断され、それに基づいた型替作業手順書を作成することになった。

なお、以上の AMP30 および 3150 トン・プレスの型替えは型交換による場合で、今後ボルスターが完備され、ボルスター交換になれば、更に型替えの時間短縮は可能となる。

表 2. 3 3150トンプレス型交換記録

3150T金型交換記録

期日 2001年6月28日

交換部品：YML-53ブーム

時間	胡 健	陳瑞忠	胡興軍	楊 波	李志明	曾志强
07 30	掃除					
08 00	型待ち				クレーン運転	縁取り、押しぬき、修正型組立
09 00	ブームの研磨 型の予備鍛造	当て板、 ボルトの準備	型床、 組立台の準備			座金、 ボルトの準備
09 10	型の組立	型の組立	ボルト締め		クレーン運転	ボルト締め
09 30	手作業鍛造金型 組立完了、 全員待機終了 鍛造金型の到着			スパナ、 スリーブの準備	型待ち	
10 30	ブーム仕上げ金型 周りの研磨			ボルト締め		
10 40	座金、 圧力ピンの準備	座金の清掃	型床、 組立台の清掃	ボルト締め		ボルト締め
10 50	圧力ピンの据付	ブーム仕上げ金型 の型床入れ	ブーム仕上げ金型 の型床入れ	ボルト締め	クレーン運転	ボルト締め
11 00	吊り上げの指揮 型床の下型入れ	型床の清掃	型床の ロープ吊上げ	型床の ロープ吊上げ	クレーン運転	
11 10	圧力機の蓋開け	下型床の底清掃			クレーン運転	
11 12	型床 吊上げの指揮	協力	協力	協力	クレーン運転	
	圧力機の 前スライダウェイへ					
11 15	圧力機の清掃、 型床の型の組立	木の棒で圧力機 上の突出棒を 支える	柱、 パイロットブッシュ の注油	ロープの準備	クレーン運転	ロープ付け
11 25	型床の圧力機へ の設置 (後全員休憩)	スライダウェイを元の 場所へ吊上げの 協力	スライダウェイを元の 場所へ吊上げの 協力	スライダウェイを元の 場所へ吊上 の協力	クレーン運転	ロープ外し 元に戻す
12 30	上下型床の固定 ボルト締め	上下型床の固定 ボルト締め	上下型床の固定 ボルト締め	上下型床固定 ボルト締め	ボルト締め	ボルト締め
13 00	型の加熱機への 挿入、加熱開始					
13 30	型の加熱機から の取出し			投入開始	ブーム修正	縁取り 押しぬき
13 40	型のテスト	協力	黒鉛乳液付け	投入		
13 50	型の調整	型の調整	協力	協力	協力	協力
13 55	ブーム試作1件 完了 検査待ち					

(3) 型替え手順書

型替え手順書はなく、作業員、または、その時により型替えの方法、手順は異なっている。また型の組付け図はなく、全て作業員まかせで、作業員は型部品も番号しか知らず、部品の寸法も知らないで、その部品が定寸法であるかどうかのチェックもしていない。このような作業法が型組み付け後の調整を多くする要因になっている。

従来、標準書、手順書作成は技術員のみで作成していたが、上記の型替え時間の検討に

際して、今回初めて担当作業者を含めて検討会を行った。作業者も熱心で建設的な発言もあり、今後も標準書、手順書作成には現場作業者を参加させることは有効で、更に意識も高揚し、作成に参加した責任もあり、標準を守るようになるものと思われる。

(3) 型調整時間

調整が生ずる事はやむを得ない問題と考えており、これまで損時間や内容の調査を行ったことはない。調査の方法、分類、集計の方法を指導し、AMP30 で 602-01/02 部品の鍛造 2 直作業(1 日)をモデルに調査を行った。その結果、この間で 10 回の調整作業があり、その合計時間は 260 分に達した。調整作業の中では、材料運搬用のトング位置不良による製品の偏心不良発生のための調整時間が 190 分と最も多いことが判明した。

2 2 4 型寿命

型寿命は寸法、バリの出方、型割れ等を見て、品質管理課の検査員と生産課の担当班長が相談して決定している。型寿命に関して、あまり関心はなく、この位のものと思っている。

型材もすべて H13 を使用しており、使用場所による材質の選択は行なわれておらず、型材表面処理も行われていない。

型寿命は全く記録していない。先ず部品ごとの型寿命一覧表を作り、今後型寿命ごとに記録を取り、実態把握が必要である。その結果に基づいて、早期摩耗、破損するものと長寿命部分とでは材質を変更し、金型各部品の寿命ができるだけ一致するよう型材料を選択するのが良い。

具体的な例として AMP30 の 32008X-209 用鍛造金型部品の型寿命について調査した。

その結果、鍛造数は 104,984 で、最後まで型交換を必要としない型部品があるかと思えば、一方最短は 3390 個で摩耗のため型交換をしなければならない場合も発生している。

型寿命の原因は全て型摩耗によるもので、型交換の一番多い型部品は 104,984 鍛造するのに型交換が 9 回で、この型部品の平均寿命は 11,665 個で、最短は 3390 個、最長は 15,880 個である。また、3 工程の中で 2 工程の型寿命が一番短く、型交換も多いので、これらについて工程ごとの適正な鍛造形状についての検討、また熱間高速鍛造の日本での型材質の実例を紹介し、型材質の検討をするよう指導した。

たまたま 3150 トン・プレスの型破損をきたし、その原因の調査を依頼された。破損の原因について下記の想定要因を上げて調査した。

- (1) 破損は作業の開始時か作業途中なのか仕事の終わりなのか
- (2) 型温度は何度なのか、型温度が低いと型破損を生じやすい
- (3) 材料温度は適正か
- (4) 材料の重量、大きさは適正か

- (5) ダイセット状況は適正か
- (6) 型への材料の置き方は適正か
- (7) 潤滑剤による影響はないか
- (8) 型隅への水だまり、空気残りは爆発性の要因となり型割れを起こす

今回の破損原因は鍛造された材料が極端に大きかったことによることが判明した。

今後、このような場合、その時の製品はしばらく置いておき、作業者にも見せ、今後型割れが起きないように説明する必要がある。

2 2 5 型潤滑

(1) 熱間高速鍛造機

金型の冷却、潤滑は、金型寿命および材料肉流れを左右し、その良否が金型寿命と欠肉やきず等の不良に影響する。技術員は作業者と一緒に基準を作り、それを守る必要がある。

ハテパーは、型冷却のために主として水を使用しているが、潤滑剤が型に、むらなく吹き付けられているか否かが重要で、型割れ、型摩耗、製品の欠肉等の発生が起きる要因となる。今まで無関心であった模様である。

(2) 3150 トン・プレス

黒鉛系潤滑剤を使用しているが、吹き付けは作業者の手作業で吹き付け量は非常に少ない。潤滑剤は型冷却と同時に加熱材の肉の流動性を良くし、型摩耗を防いで型寿命を長くすると同時に、製品の欠肉を防ぐ意味がある。

(3) 潤滑に関する作業標準

全くなく、作業者にまかせており、作業者毎に潤滑剤濃度、吹き付け量が異なる。上記を踏まえて作業標準を整備すべきである。

2 2 6 点検整備

熱間高速鍛造機については、毎日の点検、注油などの保守項目が掲示してあり、作業者は忠実に実行している。一方、3150 トン・プレスの点検要領は見あたらなかった。

定期点検としては、月 1～2 日機械を停止して点検を実施している。稼働率向上の観点から、点検日を今後鍛造生産日でない日曜、連休日にずらすことを提案した。

現在、設備機械が故障・修理をしても、原因・対策に関する記録は全く残っていない。今後は機械故障、機械設備の停止理由とその内容、停止時間並びに故障停止の理由、対策を記録し、再発しないように、また故障発生時に短時間に復旧するようにし、停止時間を短縮することに努めなければならない。

2 2 7 標準類の掲示

生産現場では、カンバン方式を採用すべきである。まず設備機械には現在の稼働状況その他のカンバンを掲げるべきである。

作業基準書、作業標準、作業手順書等は殆ど掲示されておらず、全て作業者まかせである。

それ故、部品ごとの生産タクトの基準もなく、毎日の生産必要量を示しているのみである。

前述した稼働率についても、生産タクトが決まっておらず、作業者により生産のサイクルタイムが異なるので求めようがなかった実情である。

3150 トン・プレスでは、作業方法も作業者、同一作業者でも時と場合により異なっていた。作業者が必要とし使用する書類は、作業台から遠く離れた工具箱等付近に置くのではなく、常に見える作業台付近に掲示するよう指示したところ、作業中の部品に関係のない掲示物も多く掲示され、作業者が見にくく、その作業に必要な最小限度にするよう再度指導した。管理者は、これを利用して、作業者が標準通り作業しているかどうか管理監督すべきである。

2 2 8 鍛造品の品質管理

鍛造に関する品質管理法として、QC 工程図による方法、その他の品質保証法があるが、検査と品質保証を一緒に考えており、検査と品質保証は異なることから説明し指導した。

鍛造作業中での検査員としては、3150 トン・プレスには 1 名が常駐して鍛造品の検査を行い、熱間高速鍛造機は鍛造工が検査を行っている。

2 3 熱処理工程

2 3.1 設備と人員

熱処理は生産課に属し、3 人 3 交替制で毎日 1 直休みで合計 12 人で作業している。電気焼なまし炉が 1 基稼働中で、更に 1 基増設中で、7 月に稼働予定である。

2 3.2 熱処理作業

窒素投入による無酸化加熱を行っており、タクト 73 分で 1 バックづつ処理している。

1 バックの鍛造品投入量はバック重量ともで 1120 kg (鍛造品正味 850 kg) である。

バック内での鍛造品の温度バラツキ、温度上昇のバラつきは測定したことがない。

1 バックの上、中、下の 3 箇所中央部の温度を測定し、昇温速度および保温時間を測定し、実態を調査しておく必要がある。保温時間が長すぎることは、設備とエネルギーのムダであるし、短すぎることは品質上問題である。

熱処理炉用温度測定熱電対の検査周期は、検査費用の節約と国家規程に基づいて検査(6 ヶ月)している。24 時間のフル操業であるので検査周期を 3 ヶ月に 1 回に短縮すべきである。

2.3.3 作業標準

作業標準は完備されているが、その内容は 785℃に 3 時間保持する線図になっている。しかし、温度上昇時間は規定されておらず、何時間必要なかは不明である。この温度上昇に要する時間を測定し、標準書に明記することが必要である。

2.3.4 熱処理検査

熱処理検査工の中には、品質管理課所属が 1 名おり、1 日 1 回抜き取って、技術開発センターに持参し、硬さ、表面脱炭状況を検査して貰い、成績表を受け取っている。

しかし、抜き取り後、製品が先出し先送りになっていないので、もし不良と判定された場合、どこまで再検査して良いか不明である。熱処理後の製品を時間単位でバックに入れ放置する。鍛造、製品検査と熱処理に使用するバックを一致させる。また生産過程の各工程を記録し、熱処理後の各ケースに、いつ熱処理したものか、処理時間、炉の番号、硬さ等がわかるように、保管する体制とすることが必要である。また、管理を容易にするためには鍛造した順序に従って熱処理を行うべきである。

2.4 機械加工工程（金型加工工程）

2.4.1 組織と人員

金型加工は金型加工センターに属し、課長（副工場長兼務）以下 63 名で、事務所には 8 名がいて管理、統計、等を行っている。

2.4.2 金型加工機械と人員

(1) 荒加工

熱間高速鍛造機の金型は円形が多く、そのため旋盤加工が主体となっており、一部は交替制で総員 11 名で編成されている。

(2) 仕上げ加工

旋盤加工されたものを平研磨盤、外径研磨盤で仕上げ加工する班で、一部 2 交替制で総員 14 名で編成されている。

(3) フライス・プレーナ班

熱間高速鍛造以外の、型、治具を加工しており、1 名の班長の他 10 名は、2 交替で総員 11 名である。放電加工用の電極を加工している。

(4) 総合班

班長以下、放電加工機4台に作業員2名、ボール盤2名、芯出し1名、クレーン1名、型修理3名、の合計10名で編成されている。

(5) 熱処理班

金型熱処理は型寿命に一番影響する。摩耗に対しては硬さが高いほど良いので、そのように熱処理すべきである。

熱間高速鍛造の型は加工後ソルトバス（塩浴炉）で焼入れを行っている。この設備は古く、公害等を考えて新規設備への更新を希望している。現在日本では公害の関係で、このようなソルトバスを設置している会社は見あたらなくなっている。

熱処理要員は合計9名である。

2 4 3 金型加工手順

技術課が加工工程、加工寸法、加工時間を決定後、金型加工センターが、それに基づいて加工機械、加工日時を決定して加工を行い、品質管理課が寸法等の検査を行う。この場合金型加工完了品を、その都度作業員が品質管理課に持参している。品質管理課の検査員が1日1回金型加工センターに出向き検査をする様に変更した方が無駄がなく、加工能率が良い。

2 4 4 金型補修

鍛造後、手直しすれば鍛造可能な金型の補修を行うもので、その手続きは次の通りである。

- (a) 生産課は技術課に金型の修理理由を記載して技術課に連絡し、技術課で修理箇所、修理方法、修理時間を決定して生産課に通知する。
- (b) 生産課は、その通知書と一緒に金型を金型加工センターに送り、金型補修を依頼する。
- (c) 金型加工センターは、技術課設定の時間内に金型補修を行い、品質管理課の検査を受け、金型倉庫に保管または生産課に送付する。

2 4 5 その他

- (1) 放電加工機の使用済みまたは使用中の電極材（カーボン）の保管状況は不十分で、過去の不要電極が数多く、無造作に保管されていた。第2次調査時には不要電極は処分され、必要電極は綺麗に整頓され改善された。
- (2) 金型加工センター内での在庫が多く、不要品も数多く見られた。第2次調査時には不要品は処分し、整理整頓された。

- (3) 金型倉庫の完成品在庫が多く、2000年8月に製作された型も数多くみられる。
- (4) 使用済みで、摩耗等のため使用不能の型も他の型に転用するため数多く保存されている。整理すべきである。
- (5) 旋盤と作業台の遠いものがある。そのため、加工品、完成品を作業台に置くのに時間が長かかっていた。第2次調査時には旋盤のすぐ側に作業台が配置し改善された。

2 5 ボルスター（ダイホルダー）

ボルスターは、型セットの基本になるもので鍛造の命ともいえる。整備が悪いと型替え時間が長くなり、作業途中の型調整も多くなり、鍛造品の品質も悪くなる。

保管、整備は設備課の担当になっており、2名が他の仕事と兼務で担当しているが、現状では整備が不十分である。

型替時間、作業途中での型修正時間が多い要因にもなっている。

2 5 1 ボルスター数

現在下記のボルスターを保有している。

熱間高速鍛造機 AMP30 用	4 セット
熱間高速鍛造機 AMP50 用	2 セット
3150 トン・プレス用	1 セット

3150 トン・プレス用は予備ボルスターが全くないので、型替えの際、前段取りが難しく型替時間が多くなる一因にもなっている。予備ボルスターを製作すべきである。

2 5.2 整備基準書

熱間高速鍛造機の整備基準書はあるが、事務所の机の中に保存されている。

3150 トン・プレス用の整備基準書はない。

2 5 3 ボルスターの整備補修

予備ボルスターを設備課でチェックし、不良個所を明示、金型課に渡し修理を依頼する。一方、その案を技術課に通知し、修理時間を設定して貰う。それにより金型加工センターは溶接、加工を行い、補修を完了後に設備課の検査を受け、設備課が保管するようになっている。

現在補修期間が2～3ヶ月と長すぎる。補修期間を1ヶ月以内にすべきである。

特に注意しなくてはならないことは、ガイドの摩耗状況を常に把握し、ガイドを基準値内

に保持することである。ガイドの摩耗は、型ずれ等の不良が発生する要因である。

2.6 仕上げ加工工程

2.6.1 設備と人員

仕上げ加工班は生産課に属し、作業員は全員で10名である。

以下の設備がある。

ショットブラスト1台

外径研磨機1台

旋盤2台

小型プレス4台

2.6.2 業務内容

(1) ショットブラスト

現在仕事が無く、遊休設備となっている。

(2) 外径研磨機

検査で外径に材料疵が見つけれられたものの中で、疵深さが浅いと思われるものを外径研磨、除去し、良品としている。

(3) 旋盤

在庫製品のうち、不要在庫となったものの中から、他の製品に外径、内径を旋盤加工して転用している。

(4) 小型プレス

小型プレスで鍛造品内部穴開け部分の修正をおこなっている。

加工個数等を把握していないため、別の作業員が数を梱包袋に入れている。プレスカウンターを取付け、プレスの製品出口に梱包袋を取り付けると梱包作業員1名が不要となる。第2次調査時には実施、改善していた。

2.7 製品検査工程

2.7.1 組織と人員

製品検査としては、生産課の包装班の中に、熱間高速鍛造機AMP30検査員10名、熱間高速鍛造機AMP50検査員10名がおり、更に品質管理課にAMP30検査員2名、AMP50検査

員 2 名がいる。

生産課の検査員が良品、手直し品、不良品と区別し、品質管理課の検査員が、良品については抜き取り検査、他の手直し品、不良品は全数検査し、良品と不良品に分け、不良品の内容、個数の統計をとっている。

熱間高速鍛造機での生産途中の廃却不良は不良統計に含まれていないので、この不良廃却も統計の中に入れるべきで、手直し不良についても同じである。

2 7 2 不良内容

AMP における 2 月検査の不良内容、個数は次の通り

AMP における不良内容と不良個数

不良内容	数 量	%
材料表面きず	22338	36.2
欠 肉	22251	36.1
変 形	6418	10.4
かぶさり	3952	6.4
楯 円	1942	3.1
偏 芯	1169	1.9
その他	3594	5.9

このように不良内容別に数量統計は取られているが、鍛造個数全体或いはバック単位の統計はできていない。先出し先送りがなされておらず、しかも鍛造個数も鍛造時に明確に把握されていないため、不良統計ができない。1 シフトごとの鍛造個数に対する不良率、手直し率を求めるべきで、更に時間ごとに鍛造時の鍛造個数、良品、手直し品、不良品の明確化することと、先出し先送りを実現すべきである。

不良統計は、図表で明示し、全員にわかるようにし、認識を深める必要がある。

2 7 3 不良対策

不良対策としては、バックごとに良品、廃却不良品、手直し品の統計を行い、いつの時間帯に不良品および手直し品が発生したかわかるようにし、対策がすぐ打てるようにすべきである。そのためにはバックにカンバンを掲げ、それに鍛造年月日、製品名、ロット数、鍛造順序等を明記し、ロットごとの統計ができるようにし、順序番号順に検査選別、不良統計をおこない、特に不良率の高い製品については、原因分析し、対策を考えるようにすべきである。

また不良対策としては、次のようなことが考えられるので、詳細調査を行ない至急対策を行う必要がある。

(1) 材料表面疵

材料メーカーに材料表面疵について現物、写真等について知らせ、今後このような材料が発送されないように注意すべきである。

(2) 欠肉

(a) ワークに水が当たっていないか

(b) 型にガス、水が残っていないか

(c) 型摩耗していないか

(d) 材料が型の中心にきているか 等を調べる必要がある。

(3) 変形、楕円、偏芯

(a) 製品を型から取り出し時、型の一方に当たって変形していないか

(b) 型が偏摩耗していないか

(c) 材料のかぶさり

(d) 材料の切断がよいか 等を調査する必要がある。

2 7 4 再発防止システム

不良の内容及びそれらの個数については、品質管理課が、技術課、生産課に知らせ、再発を防止する体制をとっている。しかし、実際には原因追及が不十分で、十分な効果は得られていない。

2 8 総括

今回の調査結果をまとめると次のようになる。

(1) 目で見る管理がなされていない。

すなわち、作業基準書、作業標準、作業手順書がなく、また一部にあっても事務所の机の中にしまっており、作業者は作業基準書、作業標準等を見て作業していないため、間違いやバラツキを生じている。管理監督者もそれを確認することができない。

これらの作業基準書、作業標準、作業手順書を整備する必要がある。

(2) 統計的数量把握ができていない

個別には数量把握はあるが、前工程と後工程の数量比較ができていない。

すなわち、前工程と次の工程での数字が異なった場合、なぜかの追求がなされていない。

最終的には、材料出荷数と途中廃却数の合計が在庫出荷数と合わなければならないが、それらの統計がなされていない。つまり、前工程と後工程のつながりが無い。

その大きな原因は、先出し先送りができていないことにある。

(3) 無駄が多い

作業の無駄、人の無駄が多い。

特に作業者の歩く無駄が多い。例えば、検査のために作業者が品質管理課や開発センターに製品、金型を持って行ったり、作業上でも一歩二歩あるくことは多い。

また作業者が少し工夫すれば、他の作業者が不要となる場合も多い。すなわち、検査工が数量を数え、包装袋に入れるようにすれば、現在の包装員の殆どがいらなくなる。

(4) ボルスターの整備が不十分で、しかも数が不足している。

特に 3150 トン・プレスにおいては予備ボルスターがなく、整備は全くなされていない。

熱間高速鍛造機予備ボルスターが 1 台ずつあるが整備は不十分で、これが、型替え時間が長い原因となり、また作業中の調整時間を生む原因ともなっている。

(5) 技術課が品質に対する最終権限を持っているのはおかしい

現在品質管理課が製品、材料の検査をして、その結果を技術課に報告して採決をあおぐようになっているが、品質に関しては最後まで品質管理課が持ち、技術課は本来の技術の向上を図り、新規開発、不良対策等に全力を投ずるようすべきである。

現状では、いずれの課も中途半端になっている。

(6) 第 2 次調査時、作業現場での標準類の掲示は一応実施されているが、数多くの不要の掲示もあり、それらの内容、掲示物について、作業者が、その作業に必要なかどうかを検討して、不必要な掲示は除去すべきである。また日で見える管理、数量管理の徹底のため、鍛造後の鍛造品が入っているバックへ、カンバンを取付けるようになり一歩前進したが、そのカンバンを見れば、誰でも必要な事柄がすぐわかるような内容、すなわち先入れ先出し先送り等に必要な内容、数量が掲示されることが望ましい。

(7) 今回の調査に一番熱心なのは工場長ではないかと思われる。このように工場長が先頭になって改善を行えば必ず成果は現れるものと確信する。

その一例として、調査期間中に私が話したこと、指示したことを速やかにまとめ、工場長から直かに、その書類を貰い、速やかに実行しますと約束されたことで、このように速く、まとめた資料をいただいたのは初めてである。