第３章　工業用ポンプ

３－１　レイアウトの改善

３－１－１　対象とする物品

半製品倉庫、完成品倉庫、水圧試験場、ポンプ試験場他のレイアウトの改善

３－１－２　改善箇所の状況・問題点

改善前のポンプ工場のレイアウトの状況と問題点を以下に記す。

(1) 半製品倉庫、水圧試験場、ポンプ試験場は機械加工工場および組立工場から距離が離れているため、部品の運搬距離が長く、生産効率が低い。

(2) さらに、水圧試験場は、非常に暗く、汚い棟に設置されているため、漏れ検査が施行しにくく、顧客立会い場所としても相応しくない。

(3) 完成品倉庫は、壁の無い建屋であったため、雨、風、埃が入り込み、製品の品質、寿命に影響を与えるばかりではなく、顧客の信用を損ねている。

(4) 塗装は組立工場で行われているので、環境衛生上好ましくなく、塗装品質にも影響している。

３－１－３　改善個所の生産工程での位置付け

(1) 工場全体のレイアウトが、全般的に良くなく、生産工程間の運搬距離が長い。例えば、代表的な部品であるポンプケースについて言えば、現状の鋳造から完成品倉庫までの運搬距離は、図３－１に示すように2,830mにも及ぶ。これは運搬費用、運搬時間、運搬待ち時間を増大させ、リードタイムを長くするのみならず、運搬途中における製品の損傷も懸念される。

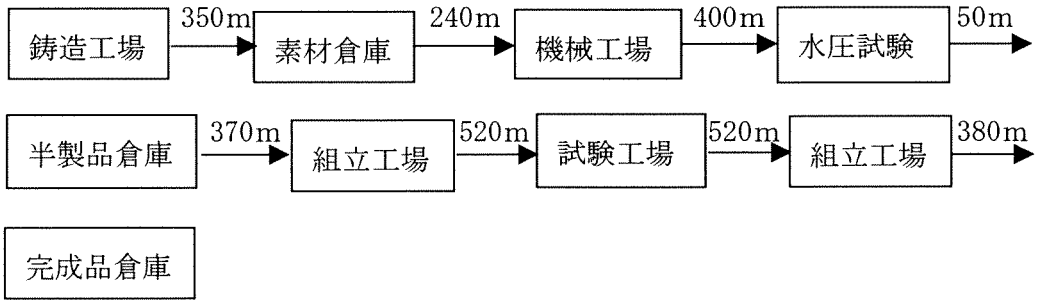

図３－１　工場レイアウト改善前のポンプケースの生産工程と運搬距離

(2) 現状の完成品置場に保管された製品は錆の発生、塗装の剥離、埃の付着が激しく、出荷前に錆落し、埃の除去のために分解、再塗装、再組立が必要になり、大きなロスを発生させている。錆、埃の除去が不完全な状況および、塗装が剥離された状況で出荷される場合もあり、顧客のクレームの原因になっている。

(3) 鋳造品の漏れ不良が社内・外で多発している現状を打開するためにも、水圧試験の環境整備が必要である。

(4) 工場には決められた塗装場が無く、主として組立場所において刷毛塗り塗装が行われている。環境衛生上好ましくなく、また、品質、能率共に良くない。

３－１－４　改善指導内容・改善理由

１）改善指導内容

(1) ５Ｓと識別管理を徹底により、デッドストックを減少させて在庫量を減らすと共に、部品の保管面積を減らし空きスペースを確保すること。

(2) 半製品倉庫は空きスペースを活用して機械加工工場、組立工場の至近距離に設け運搬距離を最小にすること。

(3) 水圧試験場は機械加工工場と半製品倉庫・組立工場との間に設けること。

(4) 半製品倉庫・組立工場との間に部品運搬用の屋根付き通路を設けること。

(5) 完成品倉庫は屋根、壁を有する屋内倉庫とすること。

(6) ポンプ試験場に最終組立場を設けて、ポンプ試験後に組立工場に運搬しないようにすること。

(7) 塗装場は完成品倉庫の近くに他工場と隔離した形で新設すること。

２）改善理由

(1) 部品の運搬距離を短くして物流の改善を図り、生産効率を上げる。

(2) 整理整頓の徹底と滞留部品の縮小化を図る。

(3) 水圧試験の検査精度の向上を図る。

(4) 完成品の保管時の損傷防止を図る。

(5) 塗装作業の環境改善、塗装品質の向上を図る。

３－１－５　具体的改善の内容と改善効果（期待効果）

１）具体的改善の内容

工場レイアウトの改善前、改善後の平面図を図３－３、図３－４に示す。

(1) 旧水圧試験場を図３－５に示す。機械工場に移設した新水圧試験場を図３－６に示す。これは全て従業員による手作業で完成したものである。

(2) 機械工場と半製品倉庫間に屋根付きの運搬通路を図３－７に示す。これも全て従業員による手作業で完成したものである。

(3) 組立工場に隣接させた新半製品倉庫を図３－８に示す。

(4) 旧完成品倉庫での保管状況を図３－９に、新完成品倉庫での保管状況を図３－１０に示す。壁なし倉庫から壁あり倉庫に改善された。完成品が移設された後の旧完成品倉庫を図３－１１に示す。今後出荷場として使用する。

(5) 今までの組立工場における塗装の状況を図３－１２に示す。今後は組立工場における塗装を中止し、図３－４に示すように新完成品倉庫の隣接した場所で仕切りを設けて塗装を行う。

(6) 試験工場内組立場は試験工場の一角に設ける。

２）改善効果（期待効果）

(1) 運搬距離の大幅削減

レイアウト改善後の生産工程と運搬距離を図３－２に示す。ポンプケースの例に取ると運搬距離は 1,220mとなり、改善前にくらべ 1,610mの短縮され、生産効率の改善効果は極めて大きい。

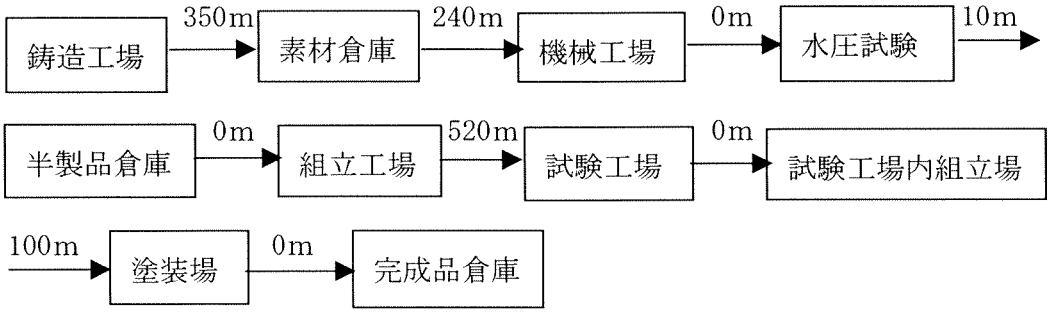

図３－２　工場レイアウト改善後のポンプケースの生産工程と運搬距離

(2) ５Ｓ活動の活発化

レイアウトの変更を契機にして５Ｓ活動が活発になり、整理整頓、不用品の廃却が徹底し、「目で見る管理」が進んだ。

(3) 品質の向上

完成品の損傷の防止、運搬時の損傷の防止、塗装品質の向上が期待できる。

３－１－６　その他（注意点・コメントなど）

(1) 半製品倉庫は、今後より立体的に保管することを検討し占有面積を減らすこと（将来は立体倉庫を検討する）。

(2) ５Ｓを更に徹底して整理整頓、不用品の一掃に注力し、作業面積の縮小化、在庫量の圧縮につとめること。

(3) 今まで行ってきた従業員自らの手による費用の掛からない改善を今後も持続すること。

(4) 塗装場については、場所の設定に留まっているので今後の塗装作業の合理化、品質の向上、環境整備の検討を進めること。

(5) 試験工場内組立場は、今後定盤の設置などの整備を行うこと。

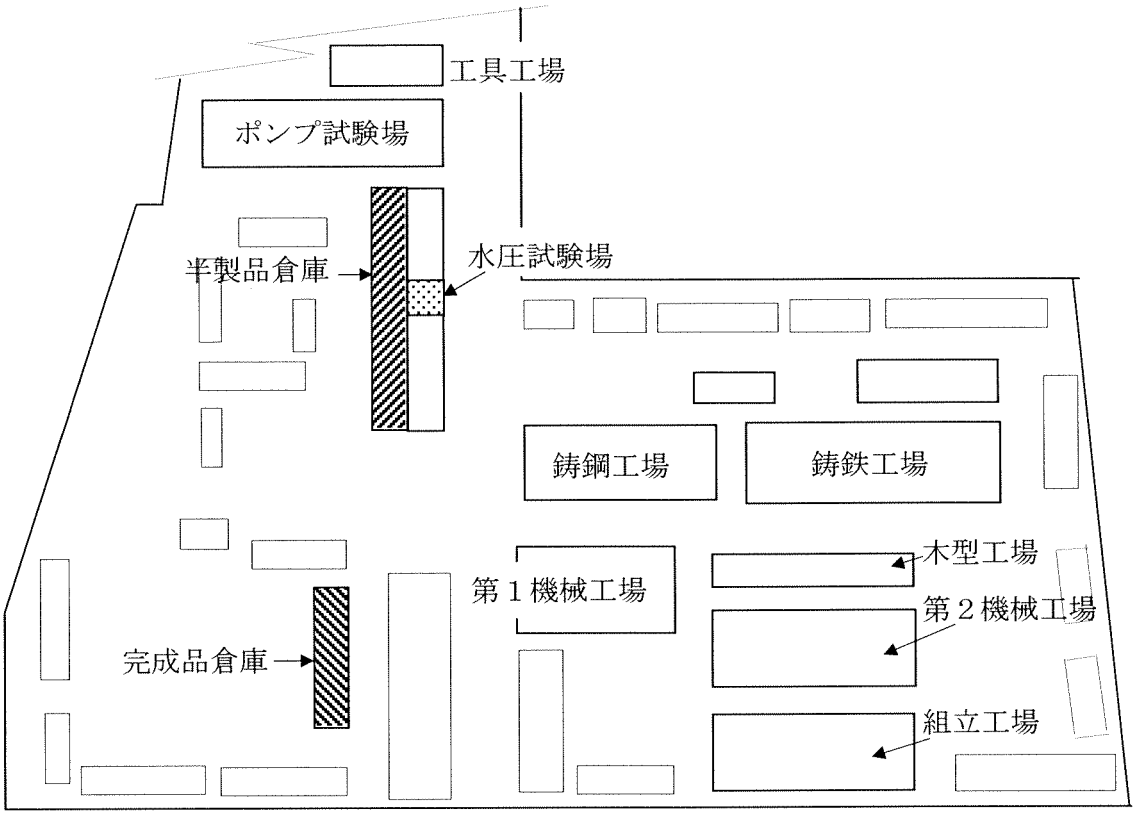

図３－３　改善前工場レイアウト

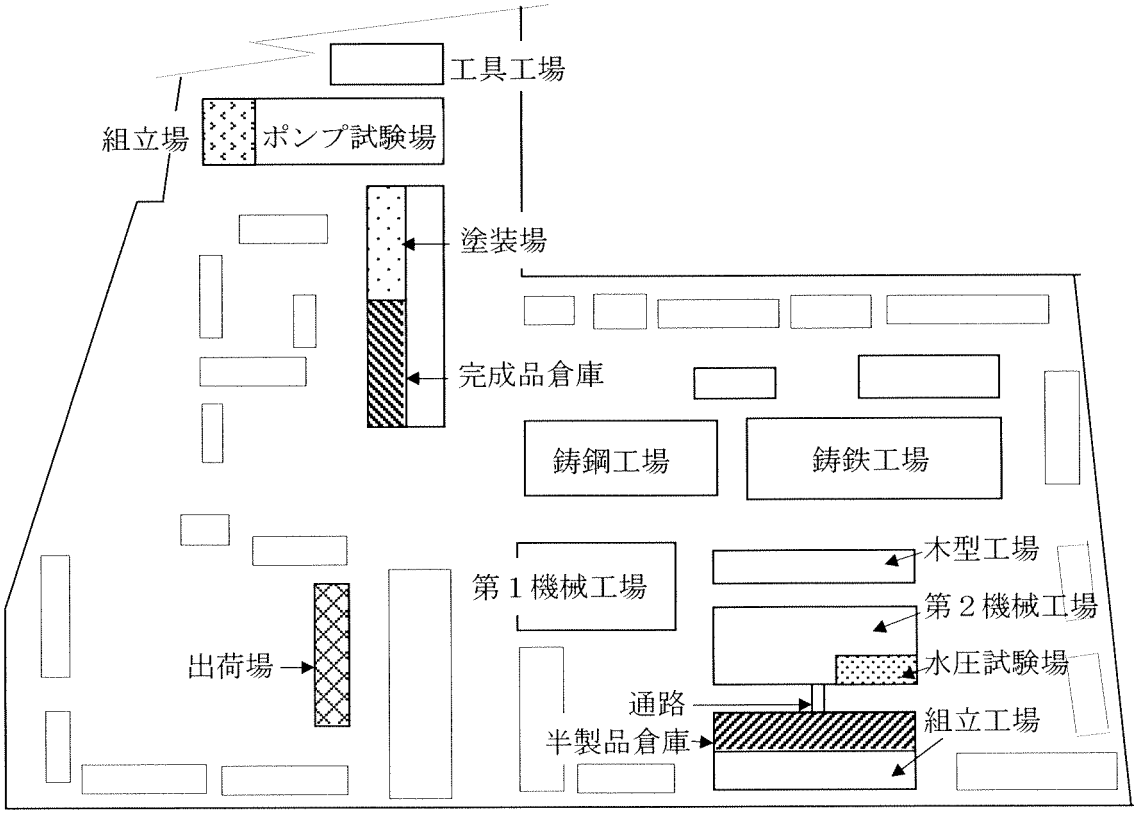

図３－４　改善後の工場レイアウト

図３－５　移設前の旧水圧試験場

図３－６　移設後の新水圧試験場

図３－７　機械工場と半製品倉庫（組立工場）間に新設された通路

図３－８　新設された半製品倉庫（柵の向う側が組立工場）

図３－９　移設前の旧完成品倉庫（壁なし）

図３－１０　新完成品倉庫（壁あり）

図３－１１　移設された後の旧完成品倉庫（今後出荷場として使用）

図３－１２　組立工場における塗装状況

３－２　外径研磨治具の整理、整頓

３－２－１　対象とする物品

ポンプシャフト表面の摩耗を保護するためのスリーブ外径を研磨するときに使用する治具。

３－２－２　改善箇所の状況・問題点

改善前の状況は、ポンプスリーブの外形を研磨するとき、内径との同心度を確保するためにスリーブ形状、内径に合わせ治具が使用される。

ポンプ機種に応じて治具の種類が多くなり、研磨盤の周りに乱雑に置かれて、治具表面に傷や錆が発生しているため外径研磨面と内径の同心度の精度を維持することができない状況である。また必要な治具を探し出すにも容易でない状態である。

図３－１３に当工場の治具保管状況を示す。

３－２－３　改善箇所の生産工程での位置付け

ポンプスリーブの内径と外径の同心度は25μｍ以下を必要とする。治具表面の傷や錆を発生させない状況で保管し、必要ななとき容易に取り出せる整理、整頓が必要である。

３－２－４　改善指導内容・改善理由

治具を１ヶ所に保管できる棚を設け、軸径順に並べ必要な治具を簡単に取り出せるように保管する。

使用した治具は防錆油を塗布し元の位置に戻すことを習慣ずける。重ね置きするときはネットを被せ表面に傷を生じないようにする。

生産処と協力して治具の仕様（寸法、適用機種）を記載したリストを作成し今後開発するポンプに流用するなどコストダウンの資料に役立たせる。

改善後の治具棚に保管された状況を図３－１４に示す。

３－２－５　改善効果（期待効果）

(1) シャフトスリーブの加工精度向上、ポンプスリーブおよびシールの寿命の延長が図れる。

(2) サイズ毎に整理、整頓することにより、他機種との共通化を図りジグの種類を減らすことができる。

３－２－６　その他

作業員に治具の重要さを認識させ品質意識を高めることが重要である。

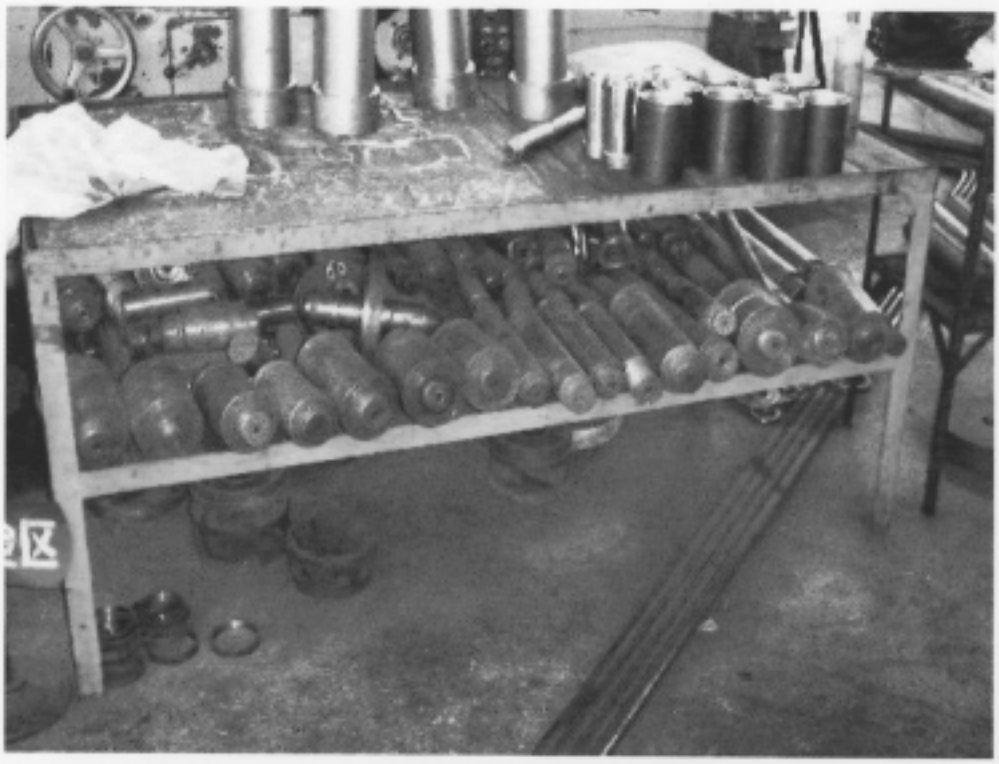

図３－１３　改善前のスリーブ研磨用治具の保管状況

図３－１４　改善後の治具整理棚

３－３　加熱装置の設置

３－３－１　対象とする物品

玉軸受、軸接手などポンプ軸に組付けする部品の嵌め込みに使用する。

３－３－２　改善箇所の状況・問題点

改善前の軸受のポンプ軸への組付けの状況と問題点を以下に記す。

高速回転（3000 rpm）ポンプに使用される玉軸受、軸接手はポンプシャフトに締まり嵌めになっている。現状は銅ハンマーを使用して叩きこんでいるので玉軸受のボールに傷が発生することがあり、軸受の寿命を短くする。

ポンプ組み付け中に使用している銅ハンマーを図３－１５に示す。また銅ハンマーでたたき込んだ玉軸受けの取付状態を図３－１６に示す。

３－３－３　改善箇所の生産工程での位置付け

締まり嵌めで取り付けられる部品は外径側にある部品を暖め、締まり嵌め代以上に内径を膨張させ取り付ける必要がある。

３－３－４　改善指導内容・改善理由

部品の温度を 120℃～200℃に加熱できる装置を組立工場に設置し、玉軸受け、軸接手の内径寸法が、締まり嵌め代以上膨張する温度に加熱しポンプシャフトの所定位置に取付け速やかにエアーで冷却する。

嵌めこむために、叩いた部品に直接傷を付けないために銅ハンマーが使用されているが、それを受ける玉軸受けのボールは点接触で内輪、外輪に接触しているので傷が発生しやすい。またポンプシャフトは軸径に比較して長いため、シャフトに部分的に衝撃を与えるとシャフトが曲がる可能性が高い。また締まり嵌めの部品を無理に叩きこんだりするとお互いの接触面に引っ掻き傷が発生し、分解時にその傷が成長し分解ができなくなることがあるなど品質上問題が多い。ポンプ組立作業においてハンマーの使用はボルトの締め付け以外に必要としないので、銅ハンマーは組立工場から排除する必要がある。

他の目的で使用されていた電気加熱炉改造し、玉軸受け、軸接手専用の加熱装置を作成した。設置された電気加熱炉を図３－１７に示す。

３－３－５　改善効果（期待効果）

(1) 軸受けのクレーム減少

(2) ポンプ振動レベルの低下

(3) 作業能率の向上

３－３－６　その他

組立作業において、部品の加工精度不良をヤスリや銅ハンマーを使用して修正しながら組み付けを行うことが可能である。ただし品質および品質管理に問題が多いのでヤスリ、銅ハンマーを使用しないで組立作業が可能な機械加工手順、組立作業に必要な設備を検討することが製品の品質向上に役立つ。

図３－１５　組立作業に使用する銅ハンマー（矢印）

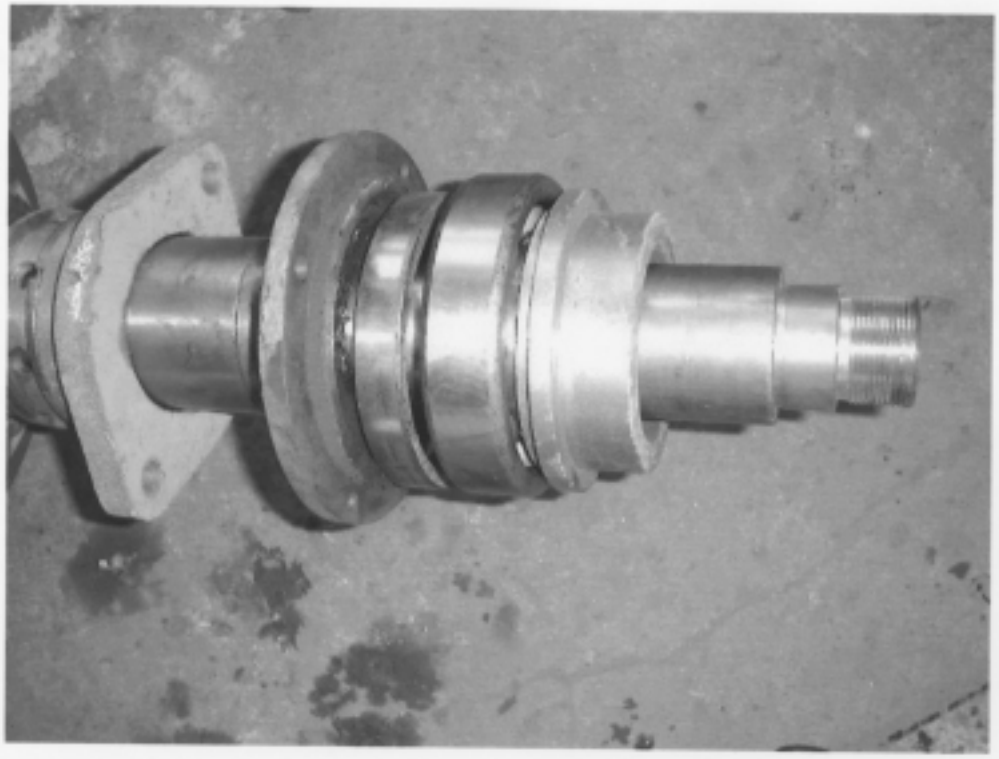

図３－１６　銅ハンマーで叩き込まれた玉軸受

図３－１７　組立工場に設置された焼嵌め用加熱装置

３－４　羽根車グラインダー仕上げ場の設置

３－４－１　対象とする物品

機械加工終了後のポンプ羽根車

３－４－２　改善箇所の状況・問題点

改善前の状況は、羽根車が鋳造工場から鋳バリ、押湯などを取り除いた粗仕上げ状態で機械加工され、それが組み立てられている。

組立てられた羽根車の羽根先端部分を図３－１８に示す。羽根先端の形状が不揃いで剣先形状に肉厚が薄くなっている。

羽根車の形状はポンプ性能の 80%を支配するにも拘らず、羽根車流体通路のグラインダー仕上げが行われていない。特に羽根先端の形状と鋳肌面粗さがポンプ性能に大きく影響するので機械加工終了後、羽根出口先端部分をヤスリまたはグラインダーで図面寸法通りに修正加工する。且つ羽根車内部の流体との摩擦損失を小さくするために、この部分を滑らかにヤスリ仕上げをする必要がある。

羽根車外周を機械加工した後、羽根先端の肉厚が薄く、鋭角となって残るので丸みがつくようヤスリで削り落す必要がある。もしもそのまま残っていると高速流で脱落しポンプ内部を損傷するトラブルの原因となる。

３－４－３　改善個所の生産工程での位置付け

羽根車は機械加工終了後、羽根車仕上げ工程を設け羽根出口先端部分を図面寸法（出口幅、羽根先端部分の出口角度、羽根先端部の外周方向長さ）通りに仕上げる必要がある。

３－４－４　改善指導内容・改善理由

機械加工工場の一角に羽根車仕上げ場を設ける。

機械加工終了後羽根車は仕上げ場において羽根出口先端部分を図面寸法（出口幅、羽根先端部分の出口角度、羽根先端部の外周方向長さ）通りに仕上げる。

羽根車仕上げ担当者は羽根車内部通路を目視検査し、詰まり、鋳バリ、鋳巣など欠陥が発見されたとき補修を行う。

新設された羽根車仕上げ場を図３－１９に示す。

３－４－５　改善効果（期待効果）

(1) ポンプ性能向上（ポンプ効率 2～3%の向上が期待できる）

(2) 振動、回転部焼き付きなどポンプトラブルの減少

３－４－６　その他

羽根車以外の鋳造部品（ケーシング、ケースカバー）も鋳肌面の仕上げ状態が悪い。鋳造工場においてケーシングなどの鋳肌、形状を入念に仕上げを行い、また鋳造欠陥を事前に発見し補修するためのグラインダー仕上げ場を設け鋳物部品の品質向上を図る必要がある。

鋳鋼工場、鋳鉄工場に鋳物部品グラインダー仕上げ場を設置準備中である。

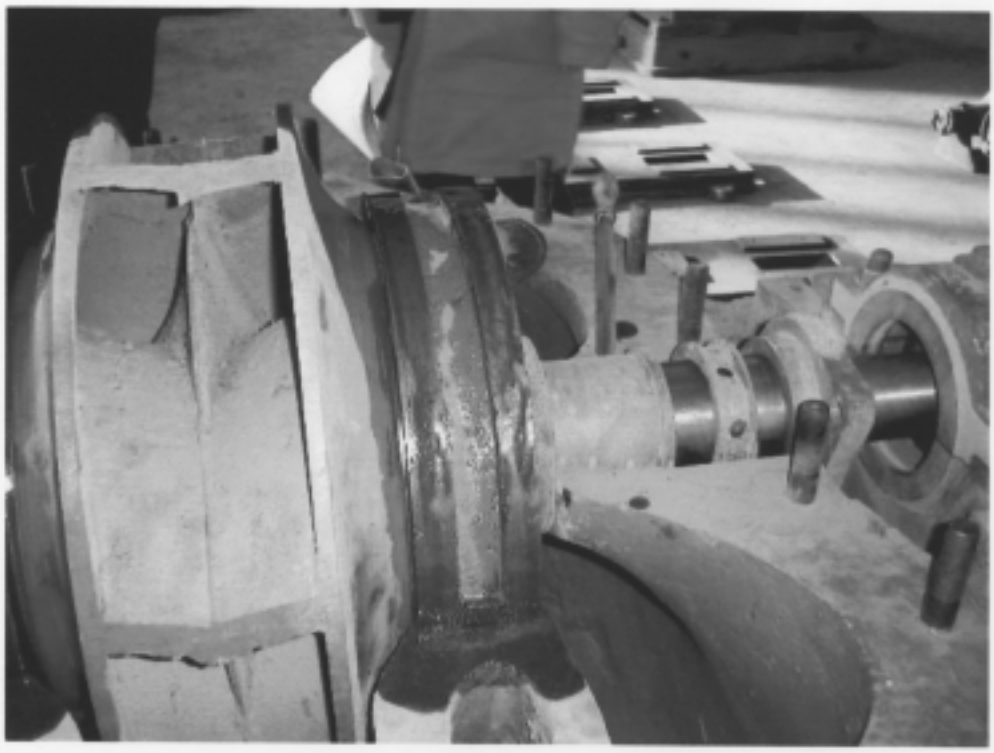

図３－１８　組立中の羽根車先端および通路の仕上不良状態

図３－１９　新設した羽根車仕上げ場の状況