

産業機械の製造技術

機械事業部（産機）

1. はじめに

機械製造部は、永い歴史の中でその時々々に要求される数多くの産業機械を製造してきた。化学・肥料プラント、骨材生産設備、銅鉱石選鉱プラント、集塵設備、水門設備、熱間鍛造プレスライン、環境関連設備などと枚挙にいとまがない。しかも、いずれをとっても国内有数のメーカーであり、世界へ誇れる品質を自負してきた。しかしながら、機械事業部ならびに機械製造部が取扱う製品をとりまく環境はバブル崩壊以後年々厳しく、独自性を持たない製品は価格競争に敗れ、設備投資意欲の冷えきっている現在、厳しい状況に晒されている。そんな中で現在、機械事業部は「市場原理に耐えて生き残る条件」を明確にし、要素技術の深耕に取り組んでいる。

2. 機械事業部の基本方針

産業機械部門と環境装置部門に分けて策定されているが、特に製造部に関係の深い産業機械分野では、

1) 事業部のコア商品は何か？

- (1) 破碎機・・・砕石・砕砂システム(AC-Z、S-VX、A-VX)
- (2) 鍛圧機・・・熱間鍛造プレス
- (3) 混練、粉碎、焼成・・・KRCニーダ、VXミル、外熱キルン

2) 専門性を活かすにはどのように磨き上げていくか？

- (1) 破碎機・・・高効率（生産性、経済性）、高性能な破碎
- (2) 鍛圧機・・・鍛造ラインの自動化・システム化
- (3) 混練、粉碎、焼成・・・コア商品基軸のシステム化、プラント化

3) 自部門のオリジナリティは何か？

要素技術による優位性と、ものづくりのシステムエンジニアリングおよび市場満足を充実させるための用途開拓。

- (1) 破碎機・・・砕砂システム
- (2) 鍛圧機・・・自動熱間鍛造プレス
- (3) 混練機・・・反応を目的とした混練
- (4) 粉碎機・・・O₂レス微粉砕
- (5) 焼成機・・・コンタミレス外熱キルン

3. 機械製造部門の製造技術

事業部の基本方針に沿って機械製造部門、品質保証部門ではこれらの主要機種をテーマに抜本的コストダウンや、TPM活動の個別改善活動で取り上げてコストダウンを図るとともに、多産少量生産で、かつ、大型設備を有す

る製造部門の技術・技能の伝承と教育訓練の充実で価格、品質の優位性を保持してゆきたいと考えている。製造部の技術・技能の大きな特長を今までに培ってきた礎は、住吉工場設立以来製作されてきた鉱山機械類からはじまり、多くの産業機械ならびに鉄構部門との連携による水門関係における製造実績から生まれた技術・技能の蓄積である。この製造技術・技能を大別すると、組立技術・技能、加工技術・技能、生産管理技術・技能（品質、工程など）に分類される。

1) 組立技術・技能について

一般に組立作業とは、品物を製作する場合の組立を指すが、機械製造部での組立業務内容は幅広く、仕上げ、調整、据付、試運転までを含み、手仕上げによる摺合わせの必要な精密作業、手で持てる機械から総質量800tを越すような鍛造プレスまで、全てを組立できる技術・技能と100tクレーン、各種組立用ピットの大型設備を有しているという特長がある。例えば、基本的な要素作業である嵌合（結合）を油圧、加熱、冷却などによって行う技術・技能、回転機器や摺動機器に重要な焼付防止のための手仕上げによる仕上調整、取扱いの難しい各種歯車の調整、継手の結合精度を上げる技能、プレスなど大型機械の据付から試運転に至る電気、油圧を含めた技能に加え、ニーダでの加熱や真空状態での運転技術と特殊パッキン（ガスケット）の取扱いや、水門・バルブ類の水封技能など数多くマスターする必要がある。これらの多くは過去の経験によって培われた能力に負う所が大きい。

機械事業部のコア商品である自動鍛造プレス、KRCニーダなどは、世界に誇れる機械であり評価もうけている。

メンテナンスを含め今後もさらに発展させ、シェア拡大を図る上で組立技術・技能の伝承は最も重要視している点である。

これを確実にするため、技能技術者の開発・育成は片時も怠ることはできない。組立技能・技術者が製品の出来、不出来のカギを握っているといっても過言ではない。さらに設備投資が低調な今日、客先は既存設備の改造や補修によって生産性の向上を図っている。こういったメンテナンスを事業として成功させるにはメンテナンスについての的確な指導は勿論のこと、どのような提案ができるかが客先の評価を得るための大切な要素で、組立技術・技能者はそのレベルを常に意識して研鑽する必要がある。幸い、過去多くの先輩の技能・技術者によって培われた実績、データが多くあり、これを伝承することによって

さらに発展させることができる。

2) 加工技術・技能について

加工技術はソフト、ハードとも年々進歩はめざましく、個人の腕にたよる時代は過去のものになって久しいと一般的にはいわれている。しかし、我々が取り扱う産業機械のように多種少量生産では、最新鋭のNC機械とプログラムだけでは満足いく加工はできない。すなわち、複雑な形状と0.001mm単位までの精度を要求されるワークを完全にこなすには、

- (1) ワークに合った治具設計
- (2) 加工段取
- (3) 加工熱を考慮したチャッキング
- (4) 回転摺動部分と平行摺動部分で違うプレーンメタルの精度のとり方

など数多くの要素技能が要求される。そんな中で、製造部では技能オリンピック予選にチャレンジした人もあったし、平削、旋削各々の特長を理解し卓越した技能と高度な知識が認められ、加工技術・技能の第一人者としての称号である「なにわの名工」として讃えられる人も生みだした。このような個人の技量の研鑽はいうまでもないが、これに加え、NC化された現在の加工機械ではプログラムの重要性も大きなウェイトを占める。加工技術・技能者は与えられた図面で加工するだけでなく、その図面をどう変えれば速く、そして少ない工数でできるかを考えねばならない。また、種々の難削材と呼ばれる材料に対しての刃具の選定も含めた知識を必要とする。す

なわち、機械製造部における多能工とは、平削、旋削の加工技能は勿論のこと加工者本人が第一級のプログラマでなくてはならない。そのためには製品をよく知ることであり、客先の要求が理解できる必要がある。「図面通りに削る」からこの図面をどうかえれば「安く作れるか」「他に方法はないか」を常に意識しつつ工程を進めねばならない。

- これらを満足させるため、
- ・平削加工者と旋削加工者のローテーションによる全体のレベルアップ
- ・プログラムの育成
- ・加工技術についての開発・研究などに取組んでいる。

3) 生産管理技術・技能について

産業機械製品を作る上において生産管理技術・技能の重要性はいうまでもなく、これが「安く・速く・良い」製品作りのキャストイングボートを握っている。コンカレントなモノ作りを進める上において、現在取り組んでいる主な内容は、

- (1) 総合工程管理システムの早期完成
 - (2) ISO9001の品質管理システムの充実
 - (3) 抜本的コストダウン検討によるコア商品のレベルアップ
- である。



図1 プレス全体

4. 単体機械の製造技術について

今回の報告では、機械事業部のコア商品の中でも特に付加価値が高く、業界での評価を得ている、自動鍛造プレス、KRCニーダについて紹介する。

1) C2F自動鍛造プレスの製造技術(図1参照)

C2F自動鍛造プレスにより造られる鍛造品は主に自動車部品のミッション関係の精密ギヤーをはじめ、コンロッド、クランクシャフト、足まわり部品などの他、建機に使われる部品などがある。これらの精密鍛造品を製作するため、鍛造プレスの剛性、機械精度(JISおよび社内規格で定められている直角度、平行度、総合隙間など)も高いものが要求されている。

また、自動化の要求に対してはプレス内の各鍛造工程(例:素材 つぶし 荒地 仕上げ バリ抜き)を自動搬送するサーボモータ駆動式トランスファフィード装置が取り付けられ、0.1mm以内の搬送精度も可能となり、作業ストロークは連続で1分間45ストロークが可能で、大型のこの種のプレスでは世界にも誇れるものである。これを可能にしたのは摺動面の均一な加工精度と組立調整技能が大きく寄与している。このC2F鍛造プレス本体とトランスファ装置の製造技術について具体的な内容で紹介する。

(1) 工場内組立と現地組立

C2F鍛造プレスの製造方式には、工場内でプレス本体の総合組立を行い、試運転完了後(場合によってはワーク試し打ちも含む)輸送可能な状態に分解し、ユーザに納入する工場内組立方式と各ユニット毎の部分組立状態で出荷し、現地(ユーザ指定場所)にて総合組立を行う現地組立方式がある。現地組立方式は、工場での組立および解体の費用が発生しないことと製造期間が短くなる利点がある。最近では、加工・組立の技能の向上と作業手順書などの充実で現地組立を選択するケースが多いが、万が一にも納入後にトラブルが発生しないように、各部分組立品ごとに付属装置の作動確認、寸法確認を確実に行うことで対応している。

(2) 真直度、平行度、直角度、総合隙間(図2参照)

プレスを製造する上において真直度、平行度、直角度、総合隙間がシビアな数値でJISでも要求されている。これを満足させるため、加工工程では平面と垂直面の加工精度を0.01mm単位で厳しく管理し、組立工程では、フレーム連結用タイロッドを焼き締めた後のフレーム歪を補い、適正なガイドギブ隙間を確保するための調整に独自の技能が施されている。

隙間設定については、プレスサイクルの高速化による油切れおよび焼きつき防止のため、運転実績に基づき設計部門と協議の上適正隙間の標準化を行ってきた。ま

た同時に、熱間、温間、冷間鍛造プレスの各ギブ隙間の設定方法について、それぞれ標準化がなされている。



図2 精度検査状況

(3) トランスファの精度と高速化対策

機械製造部独特の技術・技能が発揮される場所である。加工工程において各加工部品の平面度および直角度の向上を図るのは当然のことであり、組立工程ではトランスファ装置の駆動中のフィードバーのビビリ対策として各軸(フィード、クランプ、リフトのボールネジ)の軸受部ベアリング軸方向の隙間を調整し、フィードバーのビビリ(バックラッシュ)がないように、なおかつ、高速回転による発熱防止のため0.001mm単位の隙間調整を行っている。その他リニアベアリングなどの部品は組み込み後、複数のガイドが平行に取り付けられているかどうかを治具により測定し事後の確認を行っている。これらの処置は各工程において事前検討会を開催し、個別改善を重ねた結果生まれたものである。

(4) 機能の検証と調整

組立完了後、工場または現地にて試運転調整を行い、各部の機能チェック、精度測定、連続運転チェックを行っている。調整技能・技術の真価が問われるところで、前項で述べたトランスファ装置の動的精度検証は、動歪計および記録計と加速度計センサを使用し、X軸(クランプ軸)、Y軸(フィード軸)、Z軸(リフト軸)の加速度を測定し設計値との比較検証を行い、動作確認は、変位センサを使用し、ストローク線図と比較検証すると同時に各軸のタイミングを10ms単位で調整してデータの集積を行っている。

2) KRCニーダの製造技術(図3参照)

KRCニーダは高度な混練性を有する連続式混練機で食品原料、医薬品、化学製品から廃棄物処理まであらゆる

る用途で利用され、用途によっては業界屈指の実績を有している。海外においても多くの納入実績があり評価も高い。本製品に対する機械製造部の誇れる優位性はKRCニーダのすべてのサイズを工場内で組立試運転を行うため、数多く保有するテスト機との実証比較がしやすく、納入後も主要部材料の多くが耐食性、耐摩耗性に富んだSUS、HCK(当社製特殊合金鋳鋼)、インコネルなどで、取扱いが難しいが、その経験と冶金知識は精度維持、摩耗対策などあらゆる客先要求に対応できる。また、現地試運転まで担当することが多く、システムとしての判断ができることにある。

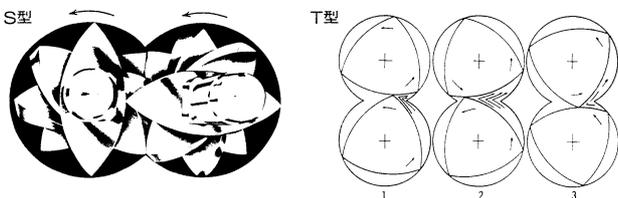


図3 ニーダ

(1) 胴体、スクリュー、パドルの加工

胴体、スクリュー、パドルの主要部品は特殊な材料が多く使われているが、加工条件(切削速度、パイトの選定など)の設定は、豊富なデータを基に確立されており、また、本機の重要な要素である素材の熱処理による変形量も部品毎に把握しているため、切削時間を最小でかつ最適な条件を見出せる。また、これらに必要な加工治具も経験と工夫により安定した品質が提供できる。心臓部であるスクリュー、パドルについてはさらに機能アップを図るため、現在研究テーマとして、プロフィール加工のプログラム確立と難削材であるCHST(当社製高硬度鋼)などの加工条件の向上を完成させるべく取り組んでいる。

(2) 組立・試運転(図4参照)

組立作業においてのノウハウを必要とする部分が数多くあり、何れもすでに作業手順書に盛り込まれている内容であるが、主要部分を例としてあげると、

胴体

上下胴体の合せ面や側板の合せ面は完全なシャープエッジにしなければならない。これは材料の混練条件と胴体の摩耗に大きな影響を与えるためである。下部フレーム側のパッキン装置用の溝は、上部フレームとの合せ面の内側は0.5R、外側は0.3Rを手作業にて幅10mmから15mmの範囲で設ける。これは胴体の開閉の際にOリングを傷つけたり、開閉作業によるシール性を損なわないためである。

パドル、スクリューとシャフトの組立

他の機械と違ってKRCニーダは、一度組み込まれたシャフトとパドルを度々組み替えて混練条件を変えするという特長がある。客先側でも行われることが多いので、ムラなく組替作業ができる必要がある。これらを確実にを行うために蓄積されたデータから、軸穴およびキー溝に特別な仕上加工が施されている。

何回組んでも油膜切れによる焼付きを行わせないためには、この他にも色々な手順が決められている。例えば、

「シャフト、パドルを洗浄 1個ずつ装入する(このときパドルは回転させずに自重降下で静かに所定位置へ納める。支えた腕に力が入りすぎないように伸ばした状態でサポートする) シャフトは7°に傾斜させ(#20の場合)表面には数滴油を落とす。キー溝の位置を必ず2時と10時にする。」

など細かく決められている。

この他、真空仕様の場合や耐圧仕様の場合の特殊パッキンの組み方、高温仕様のパドルと胴体の隙間の設定など本機特有の組み方を作業手順書に網羅して運用している。

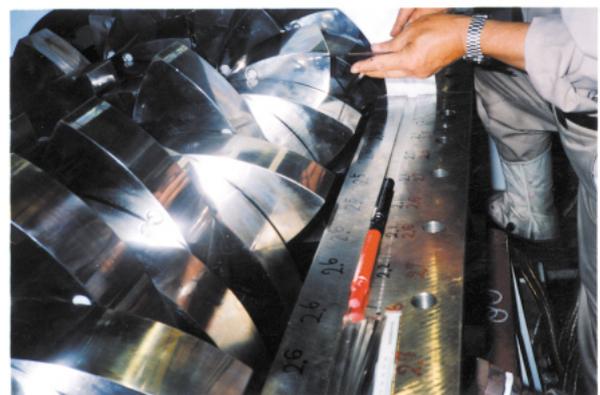


図4 パドル組立状況

5. おわりに

機械製造部の製造技術は、ここに紹介した自動鍛造プレス、ニーダの他にも特有の技能・技術を種々保有している。例えば、

- 1) LHコーンクラッシャ・・・メインシャフトの油圧によるテーパフィット、油圧による分解方法
- 2) AC-Zクラッシャ・・・特殊大口径油圧環状シリンダ

の組立

3) ハンマクラッシャ・・・ハンマディスクと主軸の焼きばめ方法

4) JFゲート、高圧スライドゲート・・・バルブ面のシール技術、摺り合わせ方法と水圧テストによる変形防止方法

5) 歯車伝達機器・・・熱処理歯車の精度維持、芯出し方法

6) 鍛造プレス用自動送り装置に代表される電気、油圧、機械の複合した技術の組立調整

などがあげられる。このような技術・技能は単体機械のものだけにとどまらず、各種のシステムやプラント全体に生かせる大切な要素技術であり、正確に伝承しつづけていきたいと思います。加工技術、組立技術ともに産業機械メーカー

として生き残るため、そして栗本全体への技術・技能の発信基地としての存在価値を発揮したい。技術・技能の伝承および向上は部門内教育の充実が大切であり、また、製造部の生命線との認識から、実務経験において数年先輩の部員によるブラザ教育、熟練した部員による専門教育、専門機関による最新教育などについてバランスを考え、年間スケジュールを設定して取り組んでいる。このような現在の教育体系は、数年前に構築されたものに加え、TPM導入後、その思想も加味して構成されているもので、資格取得意欲にもつながっている。

(文責 機械製造部・山本雅巳)

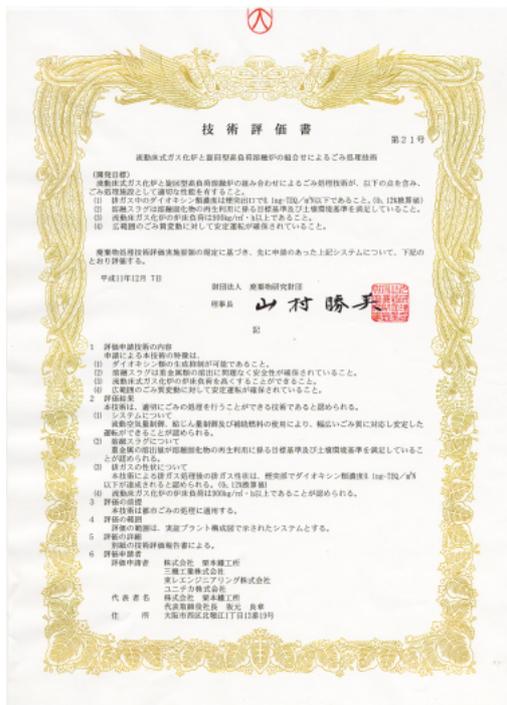
栗本トピックス

ごみのガス化溶融システム、(財)廃棄物研究財団より「技術評価書」取得

当社はこの度、廃棄物研究財団の開発プロジェクトである「次世代ごみ焼却処理施設の研究開発」に、三機工業(株)殿、東レエンジニアリング(株)殿およびユニチカ(株)殿と共同で参画し、静岡県掛川市に、ごみ処理能力10t/日の流動床ガス化溶融システム実証プラントを建設し、延べ150日以上の実証実験を完了して、下記のような「技術評価書」を平成11(1999)年12月7日付で財団より取得した。

この流動床ガス化溶融システムは、ごみを還元雰囲気中で熱分解し、発生した可燃性ガスおよび炭化残さを1250以上の高温で燃焼し、灰分を溶融した後、熱回収および排ガス処理を行うものである。このシステムを用いることで、ダイオキシン類や窒素酸化物をはじめとする有害物質の排出を、従来のごみ焼却システムに比べて大幅に低減することが可能となり、高効率サーマルリサイクルや、ごみ中の灰分を溶融スラグとして回収することで、建設用資材などとしての再利用も可能となる。

ガス化溶融システムは、ごみ焼却における諸問題を解決する有効な手段として、「次世代ごみ焼却処理システム」と称され、注目されている技術である。



取得した技術評価書