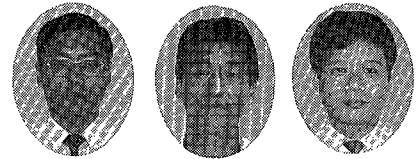


新鋭設備紹介——鏡板自動研磨装置

Introduction of New Machine in our Factory

—Automatic Dished end Grinding Machine—



(化)第2製造部
 和田 博 美
 Hiromi Wada
 研磨工場
 新小田 満
 Mituru Shinkoda
 技術開発本部
 橋岡 啓 司
 Keiji Hashioka

We have been manufacturing stainless steel or stainless clad steel equipment such as polymerizers. Grinding process is very important for them because they are often required to be finished by polishing or electrolytic polishing. We have been using a grinding machine for both cylindrical shells and dished ends made by Farros Blatter in Switzerland.

Our grinding machine can not grind such a thick dished end because its knuckle part is covered with very hard oxide film on the surface which is formed during its manufacturing process. Automatizing of grinding is needed very much because the environment of its work is very hard for workers. And also its automatizing will reduce the time for delivery and stabilize the quality of products.

This paper shows the development of the automatic dished end grinding machine which will soon start operating.

まえがき

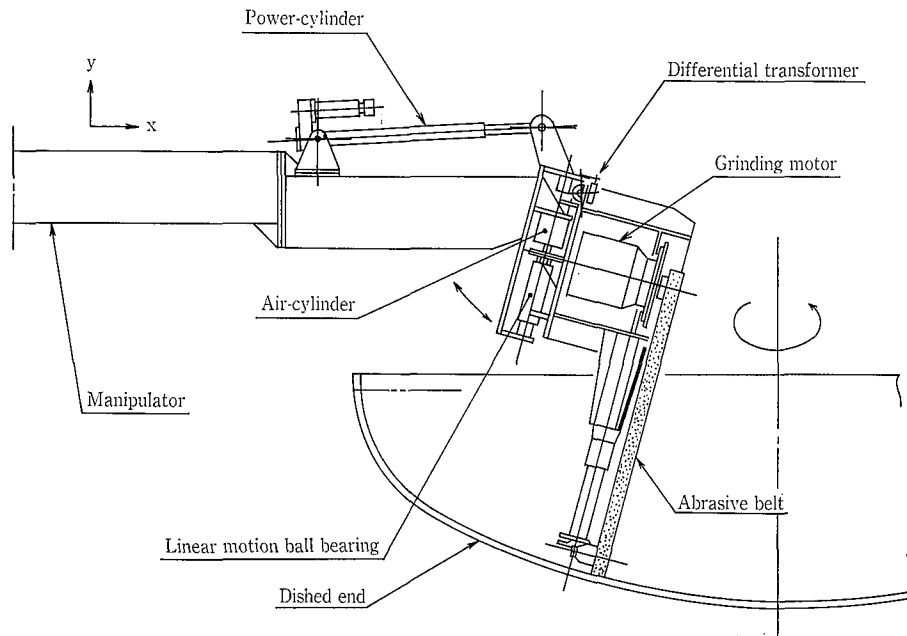
当社ではステンレスおよびステンレスクラッド鋼製重合機などの機器を製造、販売している。これらの機器は、パフ研磨、電解研磨で仕上げられることが多く、胴については従来より自動化されているが、鏡板については手作業によっている。厚肉の鏡板は加工の過程で、ナックル部に黒皮と呼ばれる非常に硬い酸化被膜が形成され、当社の所有している従来のベルト研磨機では歯が立たず、手作業によるしかなかった。厚肉のステンレス・クラッド製鏡板は、まずプレスによりクラウンRがつけられ、そのあと熱間スピニングと呼ばれる方法で、ナックルRがつけられる。熱間スピニングとは、プレスによりクラウンRのつけられた皿形の鏡板を回転させ、ナックルRをつける付近を加熱し

ながら、上下からローラで押えつけ、少しずつナックルRをつけていく方法である。この際に酸化被膜が形成される。

現在、当社ではスイスの Farros Blatter 社製の胴・鏡板兼用のベルト研磨機を使用しており、胴研磨については満足な性能が得られているが、鏡板に関しては前述のように使用不可能な状態である。研磨作業は粉塵、振動など過酷な労働条件のもとで行われているため、自動化のニーズの大きい作業であり、製品品質の向上と安定化、納期の短縮にも貢献するものである。このたび、鏡板自動研磨装置を開発したので報告する。

1. 装置概要

第1図に鏡板自動研磨装置ヘッド部の概略図を示す。x-yの2軸のマニピュレータの片方には胴研磨用のヘッド



第1図 鏡板自動研磨装置ヘッド部構造

Fig. 1 Construction of the head of automatic dished end grinding machine

が取付けられており、もう一方には図のようなヘッドが取付けられている。今回は鏡板用のヘッド部を改造し、メカトロニクス技術を応用し、優れた研摩機に改造することができた。

1. 1 装置の構成

直交座標系のX-Yのマニピレータの先にヘッド部が取付けられている。このヘッド部は、パワー・シリンダによって垂直から水平まで傾動させることができる。ヘッド部には研摩用モータ、コンタクト・ホイール（ベルトをワークに押し付けるタイヤのようなもの）、ベルトなどが取付けられ、これらがボール・スライド（直動玉軸受）にて支持されており、エア・シリンダでベルトの接触部に掛かる圧力（研摩圧）を調整できるようになっている。このエア・シリンダのストロークが50mmあり、それを差動トランスで検知している。コンタクト・ホイール近傍には、変位センサが2個取付けられており、その差からベルトの研摩面に対する角度を検知している。鏡板を載せるターンテーブルは速度サーボにて制御され、X-Y軸、傾動用パワー・シリンダは位置サーボにより制御される。また、加圧用エア・シリンダは電一空レギュレータによって設定圧力に制御される。

1. 2 新装置への要求

本装置を改造するにあたり、これまでの装置のテストで得られた問題点を解決するために、満足すべき項目を次に挙げる。

- (1) 鏡板のどの部分でも一定の研摩圧が得られる。
- (2) ベルト接触位置の線速度を一定にする。
- (3) 鏡板一回転当りの接触位置の半径方向への移動距離を一定とし、軌跡がスパイラル状になるようにする。
- (4) ベルトの回転方向は鏡板の周方向、つまり回転軸が半径方向を向くようにする。

1. 3 制御シーケンス

次に本装置の1制御周期の、制御シーケンスを示す。

- (1) 鏡板1回転当りの、ベルト接触位置の半径方向への移動距離を一定にするように、研摩面に沿ってX-Y軸によって移動する。
- (2) ベルト接触位置の近傍に取付けた2個の変位センサにより研摩面との距離を測定し、研摩面とベルトが成す角度を算出する。
- (3) 求めた角度をもとにベルトが研摩面の法線方向を向くように角度を補正する。このときベルトの接触位置がずれないように、X-Y軸も同時に制御する。
- (4) 加圧用エア・シリンダのストロークが常に中点にくるようにX-Y軸を制御する。
- (5) 現在の角度からヘッド部の自重の、ベルト方向へのベクトルを算出し、設定研摩圧との過不足分をエア・シリンダで補正する。
- (6) ベルト接触位置の線速度が一定となるように、ターンテーブルの角速度を設定する。

以上のような制御の繰返しが行われる。

1. 4 制御システム・ハードウェア

1) マイコン・システム

本装置の制御には要求される制御の速度、経済性などを考慮して8ビットで充分と考え、STDバス規格のマイコン・システムを使用した。CPUにはZ-80を使用し、8ビットCPUの問題点である数値演算の速度を向上させるために、数値演算ボードを搭載している。その他、メモリ・ボード、X-Y軸とパワー・シリンダの位置決めボード、デジタルIN/OUT、アナログIN/OUT、CRT/キーボード制御ボード、ウォッチドッグ・タイマ・ボードなどから構成されている。

2) センサ

ベルトの研摩面に対する角度は、コンタクト・ホイール近傍に取付けられた2個のうず電流式変位センサで、研摩面との距離を非接触で測定し、その差から算出している。また、加圧用のエア・シリンダのストロークは、差動トランスで検出している。ベルト研摩では、ベルトが切断したり、脱落する可能性があるため、その際には直ちに停止させる必要がある。本機では光センサを用いて、所定の位置にベルトが装着されているかどうかをチェックしている。本機は鏡板のサイズに関係なく、その形のとおり研摩していくので、始点側（鏡板の中心）は座標で判るが、終端だけは何らかの方法で知る必要がある。そこで、うず電流式の近接SWを使用して終端を検知し、そこまできると自動的に反転するようにした。

3) マニピュレータ

X-Y軸、ヘッド部傾動用パワー・シリンダはACサーボモータにより位置決めされ、位置決めボードからサーボアンプへ制御パルスを送ることで制御される。ターンテーブルもACサーボモータで制御されるが、これは速度サーボで、D/Aコンバータからサーボアンプへ設定値が送られる。研摩圧調整用のエアシリンダは、電一空レギュレータがマイコン・システムのD/Aコンバータからのアナログ信号による設定値に制御する。ベルトを回転させる研摩モータは一般的なインダクション・モータである。

1. 5 制御システム・ソフトウェア

OSにはリアルタイム・マルチタスク・OSを使用し、装置の制御、マンマシン・インターフェイス、リアルタイム・デジタル入力、タイマ、アナログ入力のデジタル・フィルタなどのタスクが同時に稼働している。ソフトの開発にはアセンブリ言語とC言語を使用した。サーボモータのコントロール・ソフトは位置決めボードにファームウェアとして搭載されており、CPUからのコマンドで操作が可能である。アナログ入力はノイズを考慮して、ソフトウェアによるデジタル・フィルタを通してしている。ベルトの切断など瞬時に対応が必要な処理については、イベント駆動型のタスクとして登録されている。マン・マシン・インターフェイスは研摩圧、研摩速度などの条件のキーボードからの変更、現在の座標、研摩条件などのCRTへの表示を行う。

1. 6 特長

次に本装置の特長を示す。

- (1) 鏡板の形状にならっていくため、形状をインプット

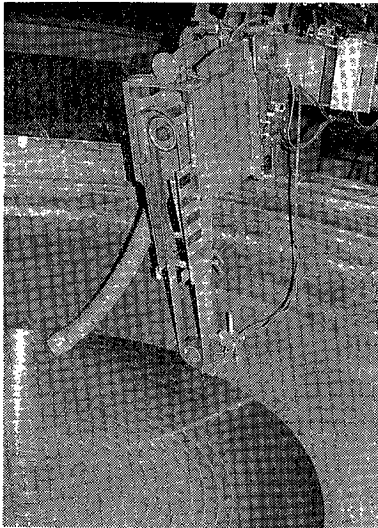


写真1
運転中の研摩機
Photo. 1
Grinding machine
in operation

する必要がない。

- (2) 鏡板の全面にわたり、一定の研磨条件（研磨圧、研磨速度など）が得られる。
- (3) 研磨面にはベルト以外のものは接触しない（非接触のセンサを使用）ので、研磨面を傷めることがない。
- (4) マイコンのマン・マシン・インターフェイスにより研磨条件を自由に変更できる。
- (5) マイコンでコントロールしているので、今後生じる要求に対して、プログラムの変更で柔軟に対応が可能である。

2. テスト結果

本装置のテストを行った（写真1参照）ので、次に報告する。

胴研磨では研磨位置の移動速度をかなり高速に設定しているため研磨圧を高くしている。これと同じように研磨条

件を設定しようとしたが、機構上の制限から無理であることが判明した。つまり、エア・シリンダで加圧しているので、エアの配管による反応の遅れ、および電一空レギュレータの反応の遅れにより、研磨面に対する素早い追従が不可能であることが判った。そこで、移動速度を胴の場合に比べて小さくして、エア・シリンダが追従できる程度にし、同時に研磨圧を小さくして切込み過ぎを防ぐように研磨条件を調整した。

これに関連するが、研磨位置の移動速度をできるだけ速くするために、鏡板を載せる際に芯出しが必要になった。できれば、適当に載せても研磨できるものにしたかったが、エア・シリンダで加圧する限り避けられない。次の機会には、芯出しを自動化したいと考えている。

前述のように鏡板の表面はクラウン部とナックル部で性質が異なるので、その研磨条件も変わる。使用するベルト、研磨圧、研磨速度などを変更する必要があるが、全自動にはせず、まず黒皮を除去するための条件でナックル部だけを研磨し、そのあと全体を研磨する。ナックル部だけを研磨する場合のスタートの位置決めは、鏡板の製造誤差を考慮しマニュアルによる。

むすび

本装置は既存の装置を改造するという制限の中で開発を行ったので、鏡板を研磨する方法として必ずしもベストな方法というわけではない。全く新しい機械を研磨の方法から考えれば、また違った方法が考えられるし、使い方や適用範囲に若干の問題点を残している。これらについては次のリプレイスのときに、今回の経験を生かし、より良い装置を開発したいと考えている。しかし、研磨面の仕上がり具合は、充分満足のいくレベルであり、かつ均一な仕上がりりが得られ、最終的な調整を経てまもなく稼動開始の予定である。今回の開発により納期の短縮、品質の向上と安定、過酷な作業の削減などの大きな効果が期待されている。