

メカトロニクスの総合学習としての卒業制作 自動プレス機の設計製作

新潟県立三条テクノスクール 川村 忍

1. はじめに

私は現在、新潟県立三条テクノスクールのメカトロニクス科にて主に電気系の技術・技能について指導しています。残念ながら三条テクノスクールのメカトロニクス科(2年制)は平成15年に立ち上がったばかりであり、まだ卒業制作といったところまで入っていないのが実状です。そこで、私が以前赴任していた、上越テクノスクール、メカトロニクス科(同じく2年制)での実例をご紹介します。残念ながら資料等も手元にないものがあり、お見せできずにわかりづらいかもかもしれませんがご容赦ください。

2. 卒業制作の目標

メカトロニクスは機械と電気という大きな2本の柱を持った職種であり、考え方によっては情報処理という柱まで含まれます。そして割と新しい職種でもあります。このように複数の柱を持つことがメカトロニクスという職種の職業訓練の難しさではないでしょうか。1つの要素ごとに指導していくと、機械という柱全体、あるいは電気という柱全体を掴めるようにはなりませんが、この2本の柱の位置関係といますか、メカトロニクスというものを俯瞰するのは非常に難しいのではないかと思います。

そこで最終的な卒業課題として、機械と電気の要素を含んだ簡単なFA機器のモデル、つまり電気で

動く機械を設計製作することにより、それまで身につけた技能の関連を考え、機械と電気のつながりについて理解を深めることを目標としました。

3. 課題の前提

予算と時間の関係から、1人1つの課題というわけにもいかなかったため、いくつかグループ分けを行いました。1つのグループで1つの課題を完成させるということになります。グループ内での仕事の分担等はできるだけ自主的に任せることにしました。

課題(FA機器のモデル)の構想(ある程度の仕様も)はこちらで与えることにしました。また、電気を力に変換するアクチュエータには空圧を利用することとし、モータは使わないことにしました。制御はすべてリレーで行うこととし、プログラマブルコントローラーは使わないことにしました。

よって、生徒の仕事は以下のとおりになります。

- ・与えられた構想から組図の設計
- ・組図から部品図へのばらし
- ・部品の加工
- ・空圧部品等の選定
- ・購入部品の洗出し
- ・制御回路設計
- ・組立、配線、配管
- ・デバッグ
- ・資料まとめ

4. 実際の課題

いくつかの課題を製作したが、ここでは1つだけの紹介とさせていただきます。

図1は製作した金型のプレス機です。空圧でパンチを上下させ、テープ状の厚手の紙や金属の薄板を丸や四角に打ち抜きます。それだけではつまらないので1回打ち抜くと、空圧でテープを引っ張り、次々と打ち抜き、自動的に四角に穴の空いた部品を作ります。



図1 課題のプレス機



図2 出来上がった部品

5. 指導内容

残念ながら指導員側も役割分担があり、私もすべての部分に参与していたわけではないので、私が担当した部分についてだけ説明させていただきます。

5.1 空圧回路設計

最初に手をつけさせたのは電気で機械を動かすためのアクチュエーターの選定です。これが決まらな

ければ組図も書けず、機械設計担当も困ります。また、購入品となるため、早めに決めて発注をかけないとそれだけ計画が遅れることも説明しました。今回はパンチホルダとダイホルダの間にエアシリンダーを2個いれ、空圧でパンチホルダを上下させるという構想だったため、

- ・パンチホルダ側の重量の概算を出し、必要な推力およびシリンダ径を計算させる。
- ・必要なストローク量を決める。
- ・以上からカタログを見て発注する部品の型番を書き出させる。

次にテープを引き出すためのエアハンドとシリンダを決定させます。こちらはそれほど推力はいらないことが予想されるので、コスト重視で決定させ、取り付け方法を相談させました。

シリンダ類が決まれば空圧回路の設計です。パンチホルダを持ち上げるようなマネをするのですから、ソレノイドはダブルソレノイドを視野に入れなければならないのですが、予算の関係から、シングルソレノイドで停電時はパンチホルダが持ち上がる方向で事故を防止するというにしました。

また、手持ちのリレーの関係から電源は24Vと指定してソレノイドを決定させました。その他スピコン、クイック継ぎ手、マフラー等カタログから型番を書き出させました。これもカタログを読むよい訓練になったのではないかと思います。

ここで一緒にシリンダに取り付けるセンサも選定させます。

最後に部品表を書かせます。

5.2 電気回路設計

もちろん機械部品や空圧部品が一つもなくとも制御部の電気回路設計をはじめさせます。モノがないので、まず担当が頭の中で機械の動きを理解しているかが重要になります。

最初にI/O表を書かせます。といってもプログラマブルコントローラを使うわけではないので、名前(番号)を決めるだけです。空圧回路図にもセンサ名、ソレノイド名を書き込み、対応をわかりやすくさせます。

次に各エアシリンダーの動作のタイミングチャートを書かせます。続けてソレノイドの動作状態を書き込み、センサの動作状態を書き込ませます。次にリレーがどう動くべきなのかタイミングチャートに追加させます。これで必要なリレーの個数もほぼわかります。リレーにも名前(番号)をつけさせます。

タイミングチャートが完成すればシーケンス回路の設計資料は集まったといえるでしょう。回路設計をさせます。生徒はすでにプログラマブルコントローラに慣れていたので、放っておいたら、スタートスイッチの接点を何回も使ったり、リレー1個の接点数以上の接点を使ったりしていました。だめな理由を説明して、回避策を教え、回路を修正させます。

5.3 電気配線, 空圧配管

電装盤は予算の関係で上越テクノスクールの家屋管繕科から余り物(?)の板をもらってきました。大きさの関係で配線ダクトを取り付けることまではしませんでした。

板の上にリレー、ブレーカー、ソレノイド、スイッチ等の配置を決めさせます。リレー、ブレーカー等はレールの上に乗ったのであまり最短距離の配線などを心がけなくともほぼ自動的に決まってしまうました。

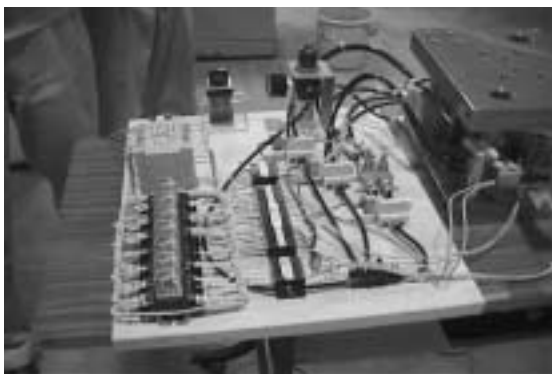


図3 電気回路部

配線はダクトを使わないとはいえ(使わないからこそ)、きれいな配線を心がけさせました。ある程度の間隔でタイバンドで線をまとめ、板に止めさせました。配管は金型の方へ何本もいってしまうのである程度しょうがないのですが、板上ではまとめられるものはまとめて固定しました。

5.4 デバッグ

まずエアシリンダーに取り付けるセンサの位置調整をさせました。機械組立前にある程度してあるはずですが、もう一度確認です。電源、空圧源を入れ、ソレノイドを手動動作させ、センサが切り替わることを確認します。

プログラマブルコントローラを使うのであればI/Oチェックからでしょうが、リレーのみなので簡単にできません。回路もそれほど複雑ではなく、機械的に干渉する箇所もないので、配線のラベルを再確認して、誤配線のないことを確認してから、いきなり動かすことにしました。

結果、ギクシャクとしながらも一応動きました。ギクシャクというのはパンチホルダがダイホルダに平行に持ち上げらずに、斜めに持ち上がるのです。2本のシリンダーで持ち上げているので片方が早く上がるのかと思い、見回してみるとソレノイドからシリンダーの配管の長さが2本のシリンダーでかなり違います。配管が長いと圧力が到達するのに時間がかかることを教え、配管の長さを同じにしましたが変わりませんでした。

次にパンチホルダを下げて、パンチホルダとダイホルダの距離を2本のシリンダーの位置で測ったところ、かなり距離が違います。最初からパンチホルダが斜めに取り付いているので、ガイドに横方向に強い摩擦がかかりギクシャクとした動きになったものと思われます。

機械的な調整ができてないことを教え調整させました。設計時にそんな場所の調整が必要とは思わなかったようで、どう調整するか少しもめてましたが結局簡単にできたようです。この体験もよい訓練になったと思います。

この調整でパンチの上下の動きはうまく動き、厚紙や金属板をうまく打ち抜けるようになりました。しかし、次の問題は厚紙や金属板のテープをうまく送れないという問題でした。テープをエアハンドでつかんで引っ張り、次の打ち抜き位置にセットする予定でしたが、エアハンドのつかむ力が弱く、滑ってそれほど引っ張ってくれません。

相談した結果、エアハンドに滑り止めになりそう

なものを張り付けることにしました。ゴム状のものを両面テープでハンドに貼り付けたところ状況は非常に改善されました。

これで改善されて、うまくいくときもあるのですが、うまくいかないときもあります。原因を究明するため、皆で観察したところ、テープを引っ張るのに、

ハンドでテープをつかむ

別のシリンダーでハンドを前進させる（テープを引っ張る）

ハンドはテープをはなす

シリンダーでハンドを後退させる

という順番で動作するのですが、使っているテープは厚紙や金属板で、押さえないと自重で下に垂れ下がります。手順 のとき、ハンドが開いているにもかかわらず、自重で垂れ下がったテープがハンドの下側に接触し、手順 でハンドが開いているにもかかわらず、テープとハンドが接触しているために、テープが押し戻されることが判明しました。



図4 動作している様子

そこで、テープが下に垂れ下がらないようにガイドが必要だということになりました。とりあえず手近な板金と両面テープ等でガイドを作り、試したところ非常にうまく動くようになりました。

本来ならこのガイドはテスト用でうまくいったらちゃんとしたものを作るべきものなのですが、時間もなくてそのままになってしまいました。

5.5 完成後のまとめ

図面、部品表、カタログ等のコピーは一冊のファ

イルにまとめさせました。最後に発表会を行い、ビデオを作成しました。



図5 発表会の様子

6. まとめ

生徒たちはこの1つの課題を1人でやったわけではなく、一連の流れを掴めたかといえそうではなかったかもしれませんが、しかし、何も無いところから動くものができるという体験、設計したものが思ったとおり動かなくて、工夫をするという体験は貴重であり、今後の財産になったのではないかと思います。

7. 今後の課題

実はこの機械、この後部品取りに使われて、今では跡形もなくなっています。しかしこれではいけないと感じ、もうちょっと拡張性のあるものができるかと考えています。例えば、去年のこれに今年はこんな機能を付けたそうとか。そしてどんどん教材が増えればと思うのですが、なかなか良いアイデアがないのが現実です。

【謝辞】

一緒に指導して下さった小林先生、山口先生、ビデオを作成して下さった土田先生、そして生徒の諸君には厚く御礼申し上げます。