設計製図における実験とその応用

川 嶋 美 晴*

Yoshiharu KAWASHIMA

須 藤 亘 啓*

Nobuhiro SUDO

石 井 祥 治*

Shoji ISHII

1. はじめに

多くの場合、学校での設計製図教育は、「与えられた製図例にしたがって製図する」ことから始められ、製図規格を覚え、「機械要素の設計とそれらの総合」へと進み、「機械装置を設計し製図する」ことで終る。この間に製図の役割である「概念を図面上に具体化する」、「加工・材料など製作上の情報伝達媒体となる」、「経験を凝縮した設計資料である」ことを理解させ、設計手法・工作法・材料選択などの関連知識を修得させるのが普通である。

したがって、多人数同時教育を余儀なくされている教育現場では、ほとんどの場合、設計した「もの」は製作されることはなく、図面上に描かれるにとどまり、加工・組立作業の難易の検討、材料選択の適否の判定、原価意識の涵養、機能の確認などを学生に求めることは難しく、問題点とされる所以である。

一方、学校製図における「こうなるはず」という図面上の計画に終ることから、「こうなった」と結果を得て評価し、改善の方策を検討し、その経験を次に生かすための「設計製図とその関連教材との組み合わせ教育」も広く行われている。また設計製図教育の現状を把握し、教育内容の改善努力もなされており、その成果についての報告も多い(文献1)・2)参照)。

筆者らは、設計し製図したものが具体化されな

いことが学校製図の問題点であるとの認識から、これを少しでも改善し実証的な設計製図教育を展開するため、学生が操作して安全で扱いやすく、装置の製作も安価で容易な空気圧機器による基礎的なシーケンス回路の設計・実験ができる回路構成実験装置を開発し、簡単な(6本シリンダの1サイクル1往復シーケンス動作)回路を設計し、学生自身が回路を組み、シリンダの動作を確認するための実験を伴う設計製図教育を行った。

また、いわゆるメカトロニクスの学習を加味する意味から、電磁バルブとリミットスイッチ・電磁リレーを組み合わせた空気圧駆動ユニットの機械装置への応用として、卒業研究で試作中の自動包装機に、「被包装品を包装開始位置に定置」する移送装置を試作して組み込んだ。

これらの過程を通じ、設計した「もの」を具体化して結果を確め、問題点を把握して改善する設計製図教育について報告する。

2. 空気圧回路の設計と実験

2.1 回路設計手法と実験装置

数本のシリンダのそれぞれが任意の順序で、1回だけ往復して1サイクルを終了する、最も基本的な全空気圧制御シーケンス回路が、容易に設計できるように工夫した回路設計シート³⁾を用い、本校第4学年の学生を対象として空気圧回路の設計を行い、満足すべき結果⁴⁾を得た。図1は設計した空気圧回路でシリンダが正しく動作するかを確認するための回路構成実験装置⁵⁾で、6本シリンダの全空気圧制御シーケンス基本回路と実用上最少限必要となる自動一手動切替、一時停止、非常停止回路も組み込むことができるようにして

※ 東京都立航空工業高等専門学校
The Tokyo Metropolitan College of
Aeronautical Engineering
昭和59年度工業教育研究講演会(1984-12-8)に
おいて発表

図1 空気圧回路構成実験装置

ある。

2.2 授業の展開

回路設計一回路構成実験は、1クラスの学生を同時に教育しなければならない関係から、「機械設計製図・3単位」の課題としてとり上げる簡単な機械装置（平歯車減速機・ウインチなど）の設計一製図と並行して少人数（4～5名ずつ7～8グループ、毎週1グループ）で実施した。これに先立って回路設計法に関する講義（8時間）、回路設計演習（6時間）は「機械設計法・2時間」で行った。

回路構成実験を行うに際しては、シリンダ4本のシーケンス動作条件を個別に与え、条件通りにシリンダが作動するまで、検図一配管チェック実験を繰返えさせる。

設計した回路図を事前に検図させることはいうまでもないが、通常の製図では教員に指摘されて修正・書き直しをする受け身の姿勢であるのに比べ、実験では正確な動作が得られるか得られないかのいずれかであり、回路図の・一つの書き落し、一か所の配管ミスでも要求どおりの動作は得られない。

学生にとっては、設計上の誤りや配管の誤りを発見して正し、与えられた条件どうりの動作が得られるまで実験を続けることで、理解を深めると同時に「完成させるよろこび」を体験し、「確めること」・「経験を次の設計に生かすことの重要性」や「検図の意義」を認識させることができるなど、学習意欲の向上にも役立ったと考えている。

3. 空気圧駆動ユニットへの応用

3.1 包装機とその電装

図2は、昭和55年度から「包装作業の自動化」

図2 空気圧駆動ユニットに組み込んだ試作包装機

をテーマとして卒業研究でとり上げた直方体（50×50×100mm）を上包み（Over wrap）する自動包装機⁶⁾で、学生が設計したものを試作し、失敗と改良を重ねながら機能の拡充をはかり、組立作業を終了したもので、被包装品・包装材料の供給機構、包装機構、動力駆動機構および電気制御・空気圧駆動部から構成されている。現在、各ブロックの連続運転と機能確認を終り、包装工程のタイミングの整合、ブロック間の調整を進めているものである。

機械工学系の学生にとっては、機構設計に比べて電気回路の設計は、知識も設計経験もなく苦手とするところであった。参考とする回路図の多いモータの起動・寸動・停止回路、市販の瞬時停止モータの配線図に示された回路通りの配線でさえも学生にとっては大仕事であり、誤配線のないように回路図を色鉛筆で彩色するかのようにルートをたどり、同色の配線コードを使って作業を進めた。まして、簡単であるとはいえ、主軸上のカムにより作動するタイミングスイッチでソレノイドやシリンダの動作を制御する回路の考案・回路図の作成はゼロからの出発であり、多大の時間を費したが、4年次で学習した全空気圧制御の回路設計の延長線上の応用問題として解決することができた。学生にとっては貴重な体験であり、前項で述べた全空気圧制御シーケンス基本回路設計法を学習することが、電氣的な制御への展開も可能であるといえるのではないだろうか。

本機には、①駆動用モータの起動・寸動・停止、②巻取包装材料の定量繰出用瞬間停止モータ制御、③被包装品無給時には包装材料の供給を停止する包装材料供給用上部加圧ロール分離用ソレノイドの制御回路および、④被包装品移送用空気圧シリ

図3 試作機の駆動モータ・定量繰出・供給ロール分離・移送シリンダ制御シーケンス図

シリンダのシーケンス制御回路がある。図3にシーケンス図を示す。①～③について簡単に触れると、

① 駆動用モータは、電磁開閉器(MC)とプッシュボタンスイッチ(PBS[入], PBS-1, 2, PBS[切])により起動・寸動・停止を行う。

② 包装材料定量繰出用モータ制御は、駆動の始点をリミットスイッチ(LS ru・a)で検出し、瞬時停止モータ制御ユニット(BM・市販品)によりモータを駆動する。包装材料の必要量が繰出されると、リミットスイッチ(LS br・b)で検出し、制御ユニットによりモータは停止し、繰出しを終了する。

③ 被包装品が供給されたときのみ包装材料も供給する装置で、包装機の主軸1回転で1包装サイクルを終了するので、包装材料を供給すべき時期を、主軸上に設置したカムAでリミットスイッチ(LS-Aa)を閉じることで検出し、このとき、包装開始位置上の被包装品を光電管で確認すると光電管スイッチは開き、回路31は通電されずロール分離用ソレノイドは励磁しない。したがって包装材料をはさんでいる供給用上部加圧ロールは分離せず包装材料は定寸切断供給される。もし、被包装品が供給されていなければ、光電管スイッチは閉じ、ソレノイドは励磁されてロールは分離し、包装材料を供給しない省資源メカである。ソレノ

イドの励磁は、包装材料供給終了のタイミング検出カムBにより、リミットスイッチ(LS-Bb)を開くことで終る。

3.2 空気圧駆動による被包装品移送ユニット

被包装品の包装開始位置への供給は、当初、供給コンベアで直接定置するよう計画されたが、供給の不連続や包装サイクルとの不整合で、包装開始時期に包装開始位置に定置されないことがあり、被包装品・包装機構が破損し、包装作業は中断されることになる。

このため、不連続・不定期に供給される被包装品をストッパを設けてプールし、確実に包装開始位置に移動するように設計変更した。これを従来どおりのメカニカルな方法で改造すると、2組のカムリンク機構を新たに組み込まなければならず、取付部の制約から組み込みが困難なので、空気圧駆動による方法の導入を検討し、マイクロスイッチ・電磁バルブ・空気圧シリンダ(2本)からなる空電制御による被包装品移送ユニットを試作した。図4は扱いやすくコンパクトにまとめた被包装品移送ユニットと回路図である。

主軸上のカムCで移送開始時期をリミットスイッチ(LS-Ca)、被包装品のプールをリミットスイッチ(LS-A1a)で検出し、電磁バルブ(MA)のSol-A1を励磁してシリンダ(CYL A)を前進

図4 被包装品移送ユニット・回路図

させる。CYL Aの動作終了をLS-A2aで検出すると、電磁バルブMaのSol-A2、MbのSol-B1を励磁してCYL Aを戻し、CYL Bを前進させる。

被包装品がCYL Bにより包装開始位置に定位されるとLS-B1aが閉じ、Sol-B2が励磁されCYL Bが原位置に復帰し、移送のサイクルを終了する。

この空電制御の移送ユニットの回路は学生にとっては既習した全空気圧制御シーケンス基本回路における空気圧機器を電氣的なスイッチと電磁バルブに置き替えただけの簡単なものであることから、特別に抵抗なく回路設計ができたようである。

4. ま と め

空気圧回路構成実験で、回路設計シート作成中もっとも学生が興味を示したのは回路図で、自分の設計条件は、他の学生の条件と違うため、自分で

正しく作図し、回路を構成しなければならないという意識がはたらいて、想像以上に真剣であった。

また、実験を取り入れたことにより実務経験のない学生にとっても回路図を書き配管ができるという自信を持たせることができるなど、教育効果が高く、シーケンス基本回路の設計法を容易に理解できるものと考えられる。

機械装置への応用として、包装機の被包装品移送ユニットの設計について、学生らは4年次に全空気圧制御シーケンス基本回路の設計法を学習していることもあって、外部パイロット方式4ポート2位置弁に代えて、電磁方式5ポート2位置弁を用いたシリンダのシーケンス動作の設計についても理解を深めることができ、機械設計と電氣的な制御を含めた機械装置の設計・製作を実施したことは、機械系学生のウィークポイントを少しでもうめることができたものと考えている。

設計は「経験」が重要であり、設計実務者のように実際の環境の中になく学校で、設計製図教育を気あるものとするのは大きな課題でもあると考えている。

筆者らは、ささやかながら、空気圧回路の設計・回路構成実験、包装機の設計・製作など実験をも加味しての一貫した設計製図教育を行い、学生が設計したものが、計画通りの動作が得られるかどうかを実験し製作するなどの実務を体験させることが、図面を作成するだけに留まることの多い学校における設計製図教育の不足を補うことができたのではないかと考えている。

参考文献

- 1) 日本の大学・機械工系学科における設計教育の現状、59年9月、日本設計製図学会
- 2) 高専における機械工学の教育方法の改善に関する文献集、59年3月、日本機械学会・JESCE6分科会報告
- 3) 川嶋・須藤：空気圧回路設計法について、設計製図、Vol. 12, No. 57, P31~39(52年5月), Vol. 13, No. 65, P13~18(53年9月)
- 4) 川嶋・須藤：空気圧回路設計法について、設計製図、Vol. 15, No. 74, P29~34(55年1月)
- 5) 須藤・川嶋：空気圧回路設計法について、設計製図、Vol. 12, No. 60, P36~42(52年11月)
- 6) 川嶋・須藤・石井：高専における設計・製作の一試行、設計製図、Vol. 16, No. 85, P19~24(56年8月), Vol. 17, No. 96, P22~26(57年10月), Vol. 18, No. 105, P6~11(58年9月), Vol. 20, No. 117, P43~47(60年1月)