

応用課程標準課題訓練の取り組み

生産機械システム技術科課題『自動ワーク移載装置』の製作

職業能力開発総合大学校東京校 応用課程生産システム技術系生産機械システム技術科
中村佳史・佐久間富美夫・前田晃穂・山下 忠

1. はじめに

標準課題は、専攻科に係る技能を高め、その活用能力を育成することが主目的である。このため、今回は標記の自動機械システムを部品製作の段階から組立、調整、そして仕様に基づいて制御動作まで行うすべての工程を包括した標準課題訓練を行った。訓練の展開にあたっては、システム全体を把握し、全体を分割して効果的なグループ作業を遂行することによって、プロジェクト方式によるものづくりにおける役割分担や情報交換の必要性の認識と方法の体得を期待し、グループとしていかに課題製作の中で効果的運営を行わせるかを指導のポイントとして『自動ワーク移載装置』を課題とした標準課題の実施運営に取り組んだ。

本報告では、課題内容を自動ワーク移載装置の製作とした標準課題の目的、課題の概要、仕様、グループでの取り組み、今回の取り組んだ状況および実施しての効果について報告する。

2. 訓練内容

標準課題は、学生に図面（機械製図、回路図、プログラム基本設計図等）を提示し、専門課程機械系修了相当の学生に対して応用課程1年次に実施する課題である。本課題の目的は、機械加工技術とコンピュータ、PLC、センサ、アクチュエータ等を活用した制御技術を組み合わせた自動化機器の課題製作

標準課題（自動ワーク移載装置）製作の目的

ワーク保持・搬送・供給等自動組立基礎技術

組立の自動化に必要な空気圧制御技術

PLC等制御機器を用いたシーケンス制御技術

機械設計・製図技術

機械加工・組立・調整技術

図1 製作の目的

を実施することにより、現場の自動化に対応できる実践能力を習得するために必要となる基礎的技能・技術を習得することにある。

今回の標準課題「自動ワーク移載装置」では、図1に示すようにワークの保持、搬送、供給など自動組立の基礎技術、組立の自動化に必要な空気圧機器を使用した空気圧制御技術およびPLCなど制御機器を使用したシーケンス制御技術、機械設計・製図技術、機械加工・組立・調整技術を習得できる課題内容とした。

また、企画・開発、設計、製造、検査の工程に必要な能力・経験（コスト管理、製品開発のノウハウを含む）を習得させる開発課題製作に必要な前提基礎技能・技術の習得およびグループでの課題製作能力の向上につながるものと考えられる。

3. 訓練課題の構成

図2に自動ワーク移載装置の機械本体部、図3に制御部を示す。

本装置は、ACモータとボールねじにより左右に駆動する直動スライダ部とACモータと平歯車により回転する回転テーブル、および回転部上にありワークをクランプするクランプ開閉爪からなる回転ステーション部で機械本体部は構成されている。また、総合制御を行うPLC部を中心として、直動スライダ部を制御するための直動スライダ制御部、回転ステーション部を制御するための回転ステーション制御部、ワーク保持のためのエジェクタおよび直動スライダ部につけてワークの搬送をするエアシリンダを制御する空圧制御部から構成されている。

本装置の作動動作は、直径40mm（35～45mmの範囲可）、高さ30mm、重量100g、材質アルミニウムのワークを、搬入を想定したステーション1から、加工部として想定した回転ステーション（ステーション2）へ、また、回転ステーションから搬出を想

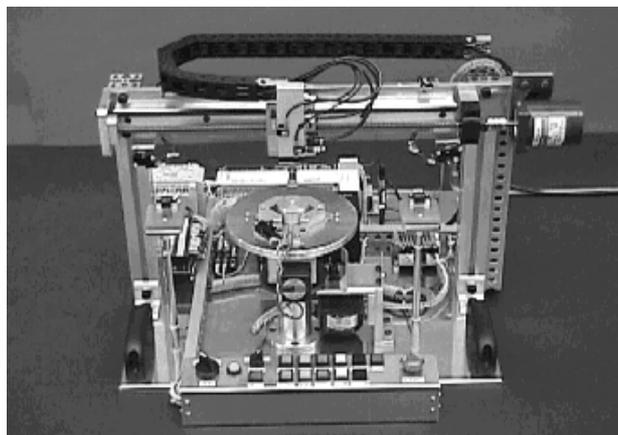


図2 自動ワーク移載装置本体部

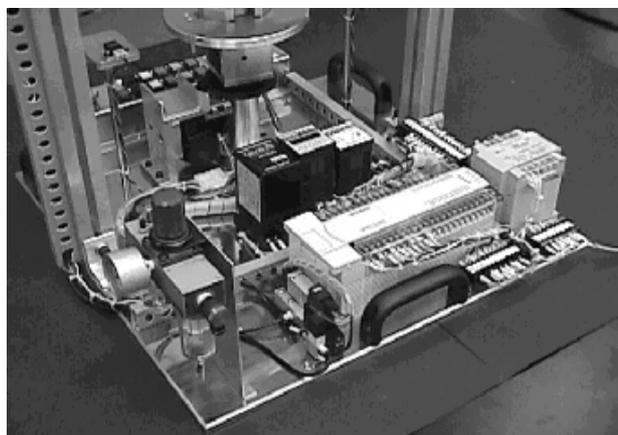


図3 自動ワーク移載装置制御部

定したステーション3へ移載させる動作を、自動または手動で操作することができる装置とした。

以下に課題仕様を示す。

システム全体

(1)装置寸法

全長500×奥行500×高さ350mm

(2)移載ワーク

材質：アルミニウム

直径35～45mm×高さ30mm

重量100g

(3)ワーク移載法

真空吸着パッドによる吊り上げ方式

(4)装置制御法

PLCによるシーケンス制御

直動スライダ部

(1)構成

1軸スライダ、ACレバーシブルモータ
エアシリンダ、真空吸着パッド

(2)駆動モータ

ACレバーシブルモータ出力6W

定格回転数1200rpm

(3)1軸スライダ

ボールネジ軸外径10mm、リード4mm

移動範囲350mm、移動速度70mm/sec

(4)使用センサ

磁気センサ、リミットスイッチ

真空センサ

(5)エアシリンダ

シリンダ径16mm復動形、使用圧0.3MPa

(6)吸着パッド

パッド直径15mm、ウレタン材

真空ポート圧 - 0.3MPa

ステーション部

『回転テーブル』

(1)構成

ACレバーシブルモータと歯車伝動

歯車モジュール1、大90、小15枚

(2)駆動モータ

ACレバーシブルモータ出力3W

定格回転数1150rpm, ギヤヘッド1/30

(3)回転条件

回転数6.3rpm, 歯車減速比1/6

(4)使用センサ

磁気センサ

『クランプ開閉爪』

(1)構成

ステッピングモータとウォームギヤ

ワーク固定爪移動おねじ(右・左)

(2)駆動モータ

ステッピングモータ 2相励磁(1.8°/step)

定格電流0.95A/相

(3)ワーク固定爪

開閉速度2.5mm/sec, ウォームギヤ条数2

モジュール1歯数20

(4)使用センサ

光センサ, リミットスイッチ

制御部

(1)構成

PLC, モータコントローラ, ドライバ

直流安定化電源, 真空発生器, 電磁弁

(2)入出力数

入力32点, 出力32点

(3)制御方法

SFCによるPLC制御

(4)運転方法

自動・手動切り替え

また、機器を来年度以降も用いるためにボールねじ、エジェクタ、空圧シリンダ、PLC、モータ、電源等を学生に対して指定、また、機械本体部と制御部とを分けて、50mm間隔にM5のねじを設けた300×500×t10mmの機械本体部のアルミベース板、380×300×50mmのアルミ箱にPLC、電源等を取り付けるために3本のDINレールを取り付けた制御盤等も指定して、来年度にも使えるよう教材費を抑えるために課題仕様を変更して学生に提示した。

学生は、これらの課題仕様をもとに、設計、図面の変更を行うところからスタートした。

図4に課題仕様を変更して、学生が製作した今回



図4 仕様変更した自動ワーク移載装置

の自動ワーク移載装置を示す。

4. 生産現場を想定した取り組み

学生総数が32名であるため、1班から5班に分け、1班を8名(うち技能五輪参加者1名)、4班を6名の構成とした。また、専門課程の出身料を考え、生産技術、制御技術出身をできるだけ同数となるように班編制した。

班編制後、班内での各役割分担を説明して決め、また、班ごとに各役割の詳細を討議して、各グループでの取り組みをスタートさせた。

班内での役割分担を図5に示す。

これは、班を1つの生産現場として想定、教員側が製品の発注者であり、学生側が受注者と仮定して、班内の役割分担を考えて進めることにしたためである。

各担当の役割は、次のように考えることにした。

総括(プロジェクト・リーダー)は、生産現場での開発部長(工場長)であり、グループ全体の把握と作業調整を行う。

総務担当は、総務課長であり、計画書、報告書、操作マニュアル等の様式設定と管理を行う。

営業担当は、営業課長であり、対外的交渉(材料の発注)、作業機械の手配(作業人員の効率的配置)、性能評価、プレゼンテーションを行う。

機械関連責任者は、機械設計製作課長であり、機械本体部の機械設計、機械加工、組立・調整を中心

として行い、そして制御関係との調整を行う。

機械関連資材管理担当は、資材第一係長であり、機械関連責任者のもとで機械本体部製作に必要な材料、器工具の受け取り、入出管理、機器利用計画と他班との調整を行う。

制御関連責任者は、制御設計製作課長であり、電気配線、SFC制御プログラム設計・作成を中心として行い、そして機械関係との調整を行う。

制御関連資材管理担当は、資材第二係長であり、制御関連責任者のもとで制御部製作に必要な材料、器工具の受け取り、入出管理、機器利用計画と他班との調整を行う。

以上のように生産現場を模した班内での役割担当を決めて、課題製作を進めることにした。

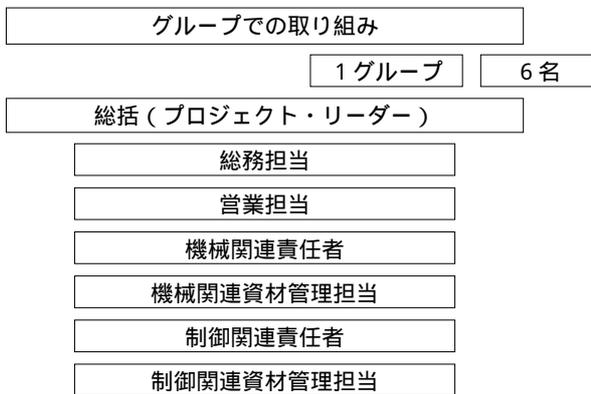


図5 班内での役割担当

5. グループでの取り組み状況

グループでの取り組んだ状況を図6に示す。

応用課程は、2年間で 期に分けている。標準課題は、1年次第 期(6月下旬)から第 期(12月上旬)までの20単位で取り組むようにしている。

今回は、6月下旬に課題の提示を行い、受注者である学生へ仕様、図面(機械製図、回路図、プログラム基本設計図等)を提示して、課題の理解をさせるように努めた。

また、課題の理解後、教材費を抑えるために変更した課題仕様を説明、これをもとに変更した箇所の設計・製図を行った。これは、提示図面をもとにしたが、各部設計、製図を行うことになり、設計・製図の考え方を理解させるに有効であった。

特に、ボールねじ、センサ等の変更により、ボールねじの軸受部、センサ取り付け部等の自動化機器設計において重要な部分であるため、軸受部の構成、センサの動作原理・検出距離等の詳細を製品カタログから抜粋して提示、その後、各班ごとに図面の変更に取り組んだ。

図面変更後、製作する各部品ごとに作業の計画および開発課題に向けて加工工程の理解をさせるために作業工程表を作成するようにした。作業工程表の項目は次のとおりとした。

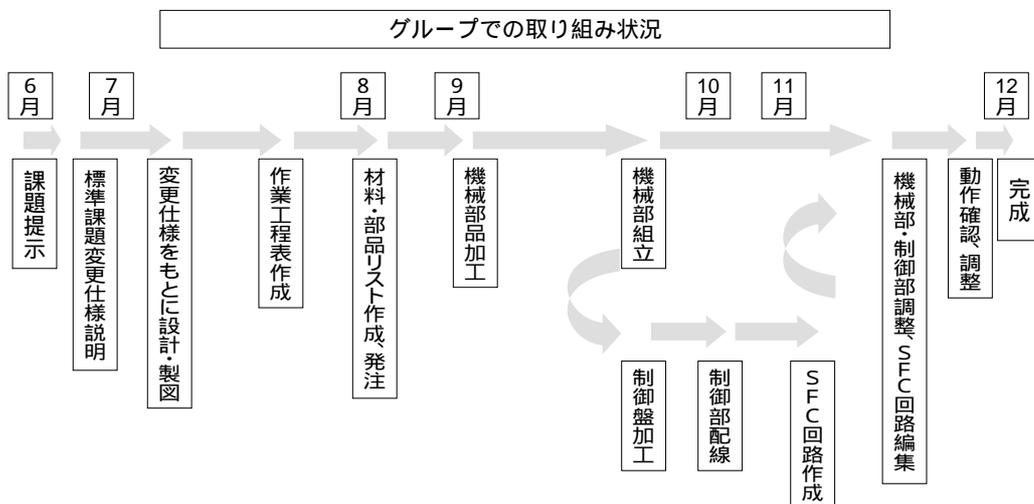


図6 課題取り組み状況

確認者名（リーダー）

確認者名（機械関連責任者）

分担担当者名

分担担当者が考え，リーダー，機械関連責任者が確認するようにしている。これにより，班内で十分に考えて整理することができるものとする。

部品名

図番

材料種類および寸法

使用する機械

必要な工具，治具

測定具

消耗品等

略図

加工部品のイメージを把握させるために立体図で書かせるようにしている。また，加工をするうえで加工基準の取り方が大切であるため，図中に加工基準面を示すようにした。

作業のポイント，加工工程

略図を書き，部品のイメージを把握した後に，加工工程，この加工で大切なポイントおよび加工条件を書かせるようにしている。実際に加工を行って工程および条件を変更した場合は，書き加えるようにし，どうして変更が必要なのかを考えさせるようにした。そして，加工途中で気がついたことはどんなことでも書き加えることにした。

問題点，改善点，良かった点等

完成した部品を検査して，問題点，改善点，そして，良かった点等を書き，開発課題でも同じような工程がでてくるものと考えられるため，開発課題につなげる意味でこの加工工程の整理をするようにした。

以上の項目で各部品ごとに作業工程表を書かせ，十分に作業計画の打ち合わせをさせ，班内の考えを整理させて作業を行うようにした。

この作業工程表作成後，材料・部品リストを作成，教員側に発注することにした。

夏休み明けから，全員で部品加工に取り組み，最も能率的な手順を各班ごとに模索させた。例えば，

六面体加工，溝入れ等，何人かで工程を分けて取り組んでいる班，1人が1つの部品を責任を持って行う班等，リーダーおよび機械関連責任者を中心にした班ごとで討議して進める形をとった。

10月上旬より，機械本体部の組立，制御部の加工・組立と機械関連責任者および制御関連責任者を中心とした2グループに分かれて作業を行った。制御部は，PLC，モータドライバ，電源等を取り付けるための制御盤を作成，制御盤前面に端子台を取り付け，各機器の配線を端子台まで行い，機械本体部組立後，この端子台へ機械本体部のモータ，センサからの配線を行い，1つにまとめる作業とした。この作業形態は，機械本体部と制御部との綿密な調整を必要とするが，各班リーダーの指導調整能力により，この作業に続く機械部と制御部を接続しての調整がスムーズに運んだ班と問題を残した班とに分かれた。

制御部配線後，SFC回路設計方法を制御部担当を集めて説明，提示した割付および制御仕様に基づいてSFC回路作成を行った。

最後に，機械部と制御部を接続後，各部の動作調整に基づいてSFC回路の編集を行い，動作確認，そして調整を班全員で行った。この時点になるとリーダーの指導調整および班員のコミュニケーションの違いによる完成度の違いの差が生まれる形になった。

6．標準課題発表会

生産現場では，自らの考えを仕事のグループ，企業側または注文者側に伝え，お互いの十分な理解を得て仕事を進めていかなければならない。そのために，相手に自らの考えを十分に理解させるためのプレゼンテーション技法がこれからの技術者にとって必要である。そこで，取り組んだ課題製作のまとめを兼ねて標準課題の発表会を行うことにした。

発表会は，班で作業のテーマを決めて取り組んだ成果をまとめ，発表を行った。

各班の発表のテーマおよび要旨は次のとおりである。



図7 標準課題発表会

1班 『自動ワーク移載装置の外観と機能性について』

限られた時間と材料の中でより高度なものづくりを目的にして、外観と機能性のあるものづくりをテーマに作業を行った。

2班 『開発における作業能率の向上』

作業効率の向上を目指して、得意分野、専門分野の技術を有効に活かすために、担当を生産技術科系で構成した機械担当と制御技術科系で構成した制御担当に分けることを行った。

3班 『Co-Engineering（協働）とグループ内技術移転』

グループワーキングという作業体系を理解し、Co-Engineering（協働）を行っていくかということと、技術移転という各自が持っている技術を、グループの人や他の人と教え合うことで、より幅広い知識を得るといふこれら2つのテーマをもとに作業を行った。

4班 『小プロジェクト方式による自動ワーク移載装置の設計・製作』

4つのユニット（スライダ部、回転テーブル部、制御部、ベース）に分割した小プロジェクトで作業を行った。

5班 『グループ内の円滑な作業』

グループ内でいかに合理的かつ円滑に作業を進めるかについて焦点を絞り、作業を行った。

発表は、同じ仕様に基づいた製品であるため、製品についての発表ではなく、今回の課題製作を行う

うえでどう班として取り組んだかをテーマにおき、各班ごとに発表した。発表の準備は、各班ごとに前記のテーマを決め、各班の総括（プロジェクト・リーダー）が各担当の調整を行い、どう教員側である注文者に説明するのか営業担当が戦略を練り、総務担当が中心になり準備を行った。

7.まとめ

標準課題『自動ワーク移載装置』を課題としたグループによる課題学習方式は、教員が注文者側、学生が受注者側というスタイルをとり、12月9日（木）の標準課題発表会までに装置および図面、作業工程表、部品表、部品写真、PLC割付、配線図、SFC回路、および操作説明書等の報告書を納品する形態をとった。

班を1つの生産現場と位置づけ、OJTを想定した各学生の役割を明示して、学生の話し合いの中で役割を決定し、役割に応じて計画を立て、製作を行った。これらの取り組みは、自らの立場が鮮明になり、グループでの課題製作を行うために有効であるものと考えている。

今回、課題仕様を変更した結果、変更仕様に基づいて設計が必要な箇所が生じた。そのため、学生側が課題をより良くする考えが生まれ、班により特徴を持った課題の製作ができ、今回の課題をより理解したものと考えている。

加工工程では、作業工程表を書かせ、学生が自ら作業の分析を行う形をとった。加工基準面を考えた加工工程から、材料寸法を求め、実際に加工、加工終了後、訂正整理させてもう一度考えさせる。学生にとってかなり面倒ではあったが、自らの作業を分析するだけでなく、班内で情報を共通化でき、次の作業につなげることができたものと考えている。

しかし、班内での各自の技術差があるため、かなりの負担を負わなければならない者もあり、また、学生間の調和がとれている班とそうでない班との差が製品の差となって表れたことは、今後、班編制を考えるに課題として残った。