

課題情報シート

課題名：	電気自動車の設計・製作		
施設名：	九州職業能力開発大学校附属川内職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	生産技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

- (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術
安全衛生、機械加工、測定、材料、力学、設計・製図
- (2) 課題に取り組む推奨段階
機械設計製図及び機械加工実習終了後
- (3) 課題によって養成する知識、技能・技術
課題を通して、主にメカニズム設計及び機械加工技術の実践力を身に付けます。
- (4) 課題実習の時間と人数
人数：12名
時間：432時間

近年、地球温暖化をはじめとする環境問題や、石油価格の高騰などのニュースに対し、我々の関心は高くなっています。これら問題に対する1つの回答として、電気自動車の開発・普及があります。

一般的に電気自動車の開発では、電池やモータなどの開発が主役ですが、本課題では製品としての電気自動車を、設計・製作・評価することにより、実際に製品を作る一連の流れを理解し、専門技術の向上を図ることを第一の目的としています。

課題の成果概要

今回、製作した電気自動車用のモータは、購入価格や入手のしやすさ、価格と性能のバランスを加味し交流誘導モータの使用を決定しました。さらにこのモータを使用するための電源デバイスについては市販品を利用することとしました。図1は本電気自動車の電力変換フローです。

必要とする動力性能を得るために、図2に示すギヤボックスを製作しました。このギヤボックスの減速比は、モータの定格出力時に5°の傾斜を走

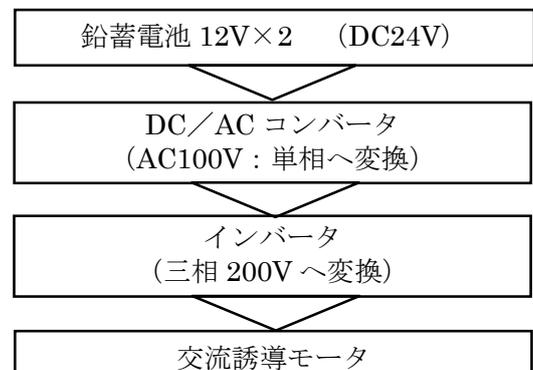


図1 電力変換フロー

行できるように 18.06 としました。歯形モジュールや回転軸の寸法等は、将来的に 2.2kw のモータに変更しても、その出力に耐えられるように設計しました。出力軸には、内輪差を吸収するために差動歯車(デファレンシャルギヤ)を採用しました(図 3 参照)。図 4 にパワートレイン部を示します。



図 2 ギヤボックス内部



図 3 デファレンシャルギヤ

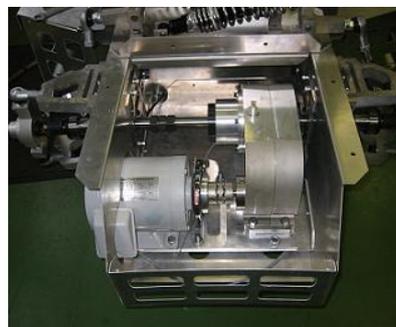


図 4 パワートレイン部

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見



図 5 3号車(H16~H17 製作)



図 6 4号車(H18~H19 製作)

<ギヤボックスの製作について>

これまで製作してきた電気自動車の駆動用モータは、2号車(H15 製作)では後輪に1つずつ、3号車(H16~H17 製作)では全ての車輪に配置しました。その目的の1つは、旋回時に発生する内輪差を、モータの回転数を個別に制御することで吸収することでしたが、その調整が難しかったため、4号車では使用モータを1個とし、デファレンシャルギヤ(差動歯車装置)によって内輪差を吸収することにしました。

また3号車まではギヤードモータを使用し必要な軸トルクを得てきましたが、4号車では必要な出力軸トルクを定めたいうで、デファレンシャルギヤ内蔵ギヤボックスを設計・製作することとしました。

設計にあたってはモータの選定、減速比の選定、歯形モジュールの選定、軸の設計、軸受の選定など、多くの機械要素を総合的に判断し、設計する必要があります。設計にあたっては、表計算ソフトで前述の項目について演算できるファイルを作成し、各部寸法等を決定していきました。

製作にあたっては、各種工作機械を使用し、特に精度を要求されるはめ合い部の加工には、厳しくチェックを行いました。

<車体の製作について>

一般的な手作り自動車の車体は、金属パイプを曲げて溶接し組み立てたフレーム（骨組み）に、FRP などのカウルを被せたものが多く、実際に 3 号車では FRP カウルの製作まで行いました。しかし手作業の部分が多く、かかった手間の割には仕上がり具合がもう一歩だったといえます。

そこで 4 号車はフレームと車体が一体となった、モノコック構造を採用しました。設計は配管・配線等をのぞき、全て 3 次元 CAD を使用しました。車体強度の検証については、アセンブリモデルでの CAE による強度解析が困難であったため、1/5 スケールモデルを製作し、強度検証を行いました。その結果に基づいて構造の見直しと補強を検討しました。

今回は、ギヤボックスの製作についての訓練ポイントおよび所見を以下に紹介します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 歯車減速機の設計における各種機械要素の選定と設計を習得できます。</p> <p>① 歯車(減速比・歯数選定・歯車の種類・モジュール)</p> <p>② 軸及び軸受(軸受の種類・軸の設計)</p> <p>③ 潤滑及び密封装置(潤滑方法・密封装置)</p>	<p>◇ 電動機の選定を行った後、最終的に必要な軸トルクを計算により求めます。</p> <p>◇ 文献により、歯車の歯形曲げ強さや歯面強さを考慮したモジュールの選定・各歯車軸の減速比及び掛る応力・軸径の算出・軸受の大きさなどはすべて関連するので表計算ソフトにて一括計算できるようにしました。</p> <p>◇ 3 次元 CAD でモデリングを行い、干渉チェックなど確認しながら設計しました。</p>	<p>● 利用できる電源及び電源デバイスから使用できる最も大きな電動機を選択しました。</p> <p>● 校内走行を前提とし、校内にある坂道の斜度を簡易計測しました。</p> <p>● 各機械要素とそれぞれの関連性について提示</p> <p>● 歯車や軸受などの規格品は各メーカーのカタログを参考にしました。</p> <p>● 歯車で規格品では対応できない場合、自前で追加工させます。</p>
<p>○ 歯車減速機の製作</p> <p>様々な部品製作において複合的な加工手法が習得できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ワイヤカット放電加工 ・ マシニングセンタ加工 	<p>①ケース部の加工</p> <p>◇ ケースの外形をあらかじめワイヤカット放電加工で仕上げた後、ケース内側はマシニングセンタ加工を行います。</p>	<p>● ワイヤカット放電加工機では、厚板(65mm)の加工なので、垂直出しを慎重に行いました。</p> <p>● 使用工具の選定と切削条件の決定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 加工部最大深さが深いため、ロングシャンクのエン

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>★ 使用工具の選定・ツーリング・ワークの固定方法など実際の製作に合わせた加工方法</p> <p>・ 汎用旋盤 ・ フライス盤 ・ ボール盤</p> <p>★ 製品加工のためのジグや取付け具の必要性和考え方を理解し、適切な製品を製作できます。</p>	<p>◇ いずれも CAM ソフトにより NC プログラムを作成しました。</p>  <p>写真は加工終了直後の状態です。コーナー部にはビビリが残りました。</p> <p>②歯車軸の加工</p> <p>◇ 歯車軸は歯車とのキーによる締結、軸受とのはめあいを考慮します。</p> <p>◇ 軸へのキー溝加工は、旋盤加工後、フライス盤で実施します。</p>	<p>ドミルで加工します。</p> <p>・ メーカー推奨の切削条件で加工したら、工具が折れたため、切削条件を落としました。</p> <p>● 軸受とのはめあい部は精度が高いため、仕上げをサンドペーパーで行いました。</p> <p>● キー溝加工時の、軸の固定方法について検討させます。</p> <p>● 軸受の取付けについて、小さい軸受はヒータを利用して焼きばめを行いました。大きい軸受はジグを作り、圧入しました。</p>

<所見>

本課題における総合制作実習の進め方としては、①製作期間が複数年度にまたがること。②延べ 12 名と多数の学生が担当する。ということもあって、2～3 名の小グループに分け、製品のアセンブリ単位で作業を分配しました。また、グループにはリーダーを 1 名おき、リーダーに作業の分担や進捗状況のチェック、また材料や部品等の購入品のリスト作成等を任せました。

この総合制作実習を通して、専門的スキル・技術の習得だけでなく、各メンバー間のコミュニケーション能力や、調整能力、さらにリーダーシップ能力の向上につながったと考えます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校附属川内職業能力開発短期大学校
住 所 : 〒895-0211
鹿児島県薩摩川内市高城町 2526
電話番号 : 0996-30-2485
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/kagoshima/sendai/index.htm>