空冷４サイクルガソリンエンジンの製作をとおして

山形県立鶴岡工業高等学校
機械システム科　阿蘇　寛隆

１　はじめに

この研究は「動くものを作りたい」という生徒の希望と、私自身が以前から内燃機関に興味を持っていたことから、課題研究の一つのテーマとして昨年度から取り組んでいる。

また、機械システム科の実習では旋盤・フライス・MC・溶接等のいわゆる機械の部品的な題材の製作が中心のため、鋳造・機械加工・熱処理等と言った既習事項を幅広く使用する題材であるこの研究は、生徒はもちろん私自身の成長にもつながるのではと考え、時代に逆行するテーマではあるが製作することに決定した。

２　製作にあたり

すべての部品を製作することが理想ではあるが、学校で可能な加工には限度があるために、特殊な加工が施されている部品や加工が難しい部品に関しては汎用エンジンのものを流用することとした。流用したものはバルブ、及びバルブスプリング、フライホイール及びリコイルスタータ、キャブレータ、イグニッションコイル、点火プラグ、ハイテンションコード、マフラーである。

また、市販されているエンジンは狙った出力と回転速度を決定してから各所の設計に入るのだろうと予想されるが、加工しやすいサイズ、と出力を上げすぎると各所の加工精度と危険が伴ってくることから排気量８３cc で設計した。

１）Pro/ENGINEER による設計

数年前に、3DCAD である、Pro/ENGINEER が導入され、２年の選択授業、３年の実習テーマとして学習に取り入れている。この３DCAD を使用しての設計は設計上の不具合が発見しやすく、修正がしやすいため大変有効だった。

２）製作について

a　シリンダブロックの製作

シリンダブロックは、模型に発泡スチロールを使用した、フルモールド鋳造法で製作した。湯口の大きさや湯道の太さ、取り付け位置を変える等、数回試行錯誤を繰り返しようやく切削できるものができた。鋳込み後、旋盤で仕上げ加工を行うが、精度をあまり必要としない部分は、生徒の意向をくんでわざと発泡スチロールの鋳肌を残した部分もある。

シリンダブロックに鋳鉄で加工したシリンダライナを焼きばめする工程では、シリンダブロックを直接バーナーであぶると、局部的にすぐに溶けてしまうために苦労したが、試行錯誤した結果シリンダブロックをるつぼ内で約５００℃まで加熱した後、シリンダライナを挿入して自然冷却することで焼きばめに成功した。交差はシリンダブロック内径よりライナの外形を０．５mm 大きく加工している。

図１　シリンダブロックをるつぼ内で加熱

c　クランクケースの製作

クランクケースに関しても、フルモールド鋳造法を試みたが、発泡スチロールが消失する際に砂が崩れて砂を噛み込んでしまうことから、木型を作ることでしっかりとした空間を作ることにした。

鋳込みは砂の水分量が重要で水分が多すぎれば水蒸気の影響で鋳肌が悪くなり、少なければ鋳込みにくくなる等、砂の水分量も鋳造を担当した生徒が鋳込みの前々日から砂を管理するようになった。

鋳込んだクランクケースの加工はマシニングセンタを使用した。また、クランクケースカバーを取り付けるためのボルト穴の加工においては何度も取り外しをする場所であるため、強度を高めるためにＳ３５Ｃでφ８の丸棒の中に Ｍ６のタップを立てたものを挿入している。この部分の接着にはロックタイトを使用した。

d　クランクシャフトの製作

クランクシャフトは通常、型鍛造で製作され各所を研磨する加工が行われるが、本校での型鍛造は不可能であるためクランクシャフトを４つの部品にして加工し組み立てる方法をとった。図２にその部品を示す。加工には旋盤、マシニングセンタを使用した。

シャフト・クランクピン・バランスウェイトの位置決めと組み立てにはステンレスの丸棒を加工したキーを使用した。本校にはキー溝を加工するスロ

ッターがないために苦肉の策をとった。組み立ての際はロックタイトを使用した。

図２　クランクシャフトの部品

ｅ　コンロッドの製作

コンロッドは A2017 のジュラルミンを使用した。大端軸受け部はコンロッドキャップをとりつけた状態でエンドミルで下穴加工し、その後ボーリングバーでφ２０．０６に仕上げている。

ｆ　シリンダヘッドの製作

シリンダヘッドは燃焼室やバルブシステムを配置しなければならないため、設計でも加工でも大変時間がかった。当初は、材質をジュラルミンで削り出す予定だったが、材料費が安い事と加工が容易であるため、鋳鉄から削り出した。

左の写真はシリンダヘッド上部を MC で切削しているところで、下側が燃焼室になっている。

３）今後の製作予定

当初、今回の研究発表会までに完成させる予定だったが、部品の一つ一つが非常に細かい精度が要求されることから思うように製作が進まなかった。しかし、確実に生徒一人一人の知識と技能が向上しており、なんとか今年度中には完成にこぎつけられると考えている。

３　生徒の感想

今現在、製作途中ですが、これまでの生徒の感想は、おおむね次の５つの感想だった。①すべてのものに精度が要求されるので、ものづくりの大変さがわかった。②実習で工作機械を使ったが、製作物によって加工手順の確認と切削条件の決定に時間がかかった。③実際にエンジンが動いていないが、加工に関しては手応えをつかんだ。④座学で教えてもらった事が今回初めて理解できた。⑤夜遅くまで残ってみんなと作っているのは意外に楽しかった。

４　まとめ

１）指導内容・指導方法について

課題的には難易度が高いものであったが、クリアしなければならない課題を一つ一つ解決する力を養う良い課題であったと思う。当然難易度の高いものは、単年度で完成とはいかないために複数年の継続研究が必要になると思われる。また、動くものを作ることによって、明確な目標設定ができ生徒の取り組む姿勢が非常に積極的であったと思われる。加工において精度が要求される部分だとどうしても生徒は消極的になりがちだが、失敗したときには「なぜ失敗したのか」を生徒と一緒に考え次は「同じ失敗は繰り返さない」を合言葉にして明るい雰囲気を絶やさないよう心掛けることにより生徒の積極性を養うことができた。

２）教員の指導力向上のために

今回の製作にあたり、科内の支援体制があったからここまで出来たと考えている。職員室内で「この辺の加工はどうすればよいか？」という投げかけに対して即座に「多分こうだと思うけど、今やってみようか」という声から授業の空き時間にミニ研究会が始まるようなオープンな支援体制があったことは非常にありがたかった。このようなオープンな環境で支援する体制が学校内であれば、今以上に教員の指導力が向上しものづくりが活性化するのではなだろうか。

また、様々な工作機械が開発され新たな技術が確立されている現在、技術は直ぐに真似されるが、技能を真似するには長い時間が必要となる。今回の製作を通して、教科書での切削条件はあくまでもおおよその目安で、形状・要求される精度にあわせて微妙に条件を変化させなければならないことを身をもって経験した。こういったものは経験で培われる物であり、技術研修＋技能研修が大切であると考える。

４　今後の課題

今回は、すべて科内の情報交換と技術・技能研修をもとに製作を行ったが、やはり企業へ出向いての研修は工業界の現状を知る上でも、重要なことであると考える。今後、積極的に企業との連携を考え実現していきたい。

今回の製作期間中は部活動指導をすべて別の顧問の先生にお願いしている。製作活動は休日と放課後からがメインになることから双方の指導の両立はできない状態であった。思い切った部活動指導とものづくり指導の棲み分けも考えなければならない事柄のように感じている。

５　おわりに

エンジンの製作にあたっては現在も失敗を繰り返しながらの製作途中である。完成した後にはなんらかの形で報告させていただきたいと考えている。