

高専制度創設60周年記念キーホルダー製作

山本 通¹・小野 優翔¹・後藤 伶音¹・篠田 侑志¹・八丁 颯¹・丸山 哲生¹

¹機械工学科

高等専門学校（以下、高専と言う）は昨年度、創設60周年を迎えた。この間、高専は優れた卒業生を輩出し、わが国の発展に大きく寄与してきたことから、社会的にも高い評価を得ている。一方、変化の激しい近年の社会情勢の中で活躍するには、基礎的能力や専門的能力以外に、構想力・問題解決力も重要になってくる。そのため、分野横断型PBL授業が注目され、本校・機械工学科でも7年ほど前からPBL科目を立ち上げ、実施している。例えば、本校・機械工学科5年次では、所属学生の研究室ごとに、主に指導教員がクライアントとなって様々な依頼をする。学生は、約4ヵ月をかけて、チームでその依頼に取り組み、最終的な成果発表まで行うことで、問題解決力も含めた実践的な力の向上を図る。本年度、筆者らの所属する研究室では、高専や本校をPRできるような記念品製作を依頼し、3面潜像加工がほどこされた高専制度創設60周年記念キーホルダー製作を行うこととなった。本稿では、それらの一連の取組みについて紹介する。

キーワード： 高専創設60周年、マシニングセンタ、記念品、潜像加工、PBL科目

1. 緒言

高専は、産業界からの要請を受け、我が国の産業発展を支える中堅技術者育成を目的として、1962年に設立され、2022年度に創設60周年を迎えたり。その間、工業技術に関する実務教育を中心とした高い実践力を養成する教育機関としての役割を果たし、高専卒業生や高専教育は数多くの企業や大学等から高い評価を得ている²⁻⁴⁾。

一方、変化の激しいこれからの社会で活躍するためには、基礎的能力や専門的能力のほかに、汎用的技能や人間力などの分野横断的能力を備えておく必要がある⁵⁾。そのため、構想力・問題解決力を目指した分野横断型PBL(Problem Based LearningあるいはProject Based Learningの略称)科目が注目され、筆者が所属する機械工学科では、3年次にPBL、5年次にエンジニアリングデザインという必修科目を開講し、学生がこれまでに学修した知識や技術を活かしながら、問題解決やものづくりを行う能力の向上を図る機会を提供している。

筆者の所属する研究室でも、2017年度からエンジニアリングデザインという名称の授業の中で、筆者がクライアントとなって、オープンキャンパスで行っている鋳造イベントの改良⁶⁾、本校機械工学科の情報教育強化のための教材作成⁷⁾などを依頼し、研究室所属の5年生の問題解決力やスキル向上を図ってきた。

そのような中、本年度は、本校来場者等に高専や本校を

PRできるような記念品を製作し、企業等が開催しているコンテストに出品できるレベルに仕上げるように、担当学生に依頼した。その結果、3面潜像加工がほどこされた高専制度創設60周年記念キーホルダー製作を行うこととなった。本稿では、それらの一連の取組みについて紹介する。

2. キーホルダーの設計

(1) キーホルダー製作までの経緯

筆者らの研究室は、主にマシニングセンタの精度向上や利用方法に関する研究を行っている。研究室に配属されたばかりの5年生は、4年生までの実験実習で、汎用旋盤やフライス盤は自ら使用できるようになっている。しかし、マシニングセンタやNC旋盤は設置されている台数が少なく、実験実習の限られた時間ではNC等の操作指導に十分な時間がとれず、研究室に配属された直後は、NC工作機械を自由に扱える学生は、ロボット研究部所属の学生を除くと皆無である。そのため、例年、マシニングセンタを安全に学生が使用するために、約1ヵ月以上の時間をかけ操作指導を行っているのが現状である。

そこで、エンジニアリングデザインの授業で、マシニングセンタを使用させて何らかのものづくりをさせることで、卒業研究時に使用する可能性が高いマシニングセンタの実践的なスキルを修得させてきた。本年度も例年と同様の目的で、学生に依頼する課題を考え、本校来場者等に配



図-1 表面に使用するデザイン



図-2 裏面に使用するデザイン
(高専制度創設60周年記念ロゴ)

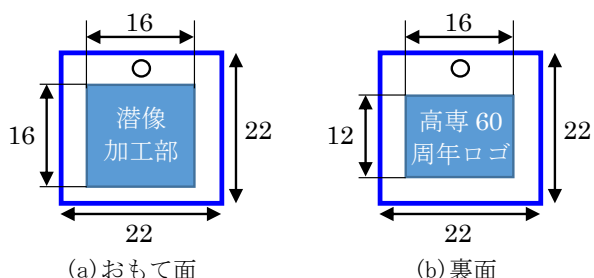


図-3 キーホルダーの概要

布できるキーホルダー製作を依頼するに至った。

(2) キーホルダーのデザイン

キーホルダーを製作するうえで、デザイン等を学生に最初から考えさせることも教育効果は高いと考えるが、そこから開始すると、スケジュール的に厳しいと考え、図-1と図-2に示すような案を学生に提案した。すなわち、おもて面では、大分高専校章、大分県地図とおんせん県おいたロゴ（以下、おんせん県ロゴと言う）を見る角度を変えることで見せるようにし、裏面では高専制度創設60周年記念ロゴ（以下、60周年ロゴ加工と言う）で高専60周年をPRするキーホルダーである。提案時、特に学生からの反対もなかったため、これらのデザインで進めることとした。

(3) キーホルダーの寸法

前述したように、今回製作するキーホルダーは、表面に3つのデザインを見せる潜像加工をほどこす。筆者らの知る限り、潜像加工を切削で行った事例は、本研究室以外では見られないため、キーホルダー製作の初期段階から、コンテスト出品を計画し、各種コンテストの調査を行った。その結果、締切期限等を考慮して微細加工工業会が主催するMICRO加工技術コンテストの1インチ部門にエントリーすることとした。ここで、上記コンテストの1インチ部門は、「最大1インチ(25.4mm)角内」に収まるサイズで作品を製作する条件があるため、キーホルダーのXY寸法は、図-3に示す寸法とした。また、厚さは、一般的に市販され

表-1 60周年ロゴの加工条件

Spindle speed	10000min ⁻¹
Feed rate	1000mm/min
Pick feed	0.1mm
Depth of cut	0.1mm(Max)
Tool	R0.5mm ball end mill



図-4 当初の60周年ロゴ加工

ているキーホルダーを参考に3mmとした。

3. キーホルダー加工

(1) クランプ方法と被削材の決定

ワークの厚みが薄いことから一般的なバイスではクランプが難しい。このような場合、これまで、本研究室では瞬間接着剤を使用してきたが、瞬間接着剤ではフライス加工時等で切削力に耐えられずワークが外れたり、加工後に接着面に残る接着剤を取り除く作業が必要であった。

今回は、おもて面と裏面に加工を行うことから、瞬間接着剤の使用は極力避けたい旨を学生に伝え、クランプ方法と被削材について検討した。その結果、磁性があり錆びにくいSUS430を被削材として選択し、マグネットチャックでクランプすることとした。

しかし、本研究室では切削加工に適したマグネットチャックを所持していなかったため、測定用のマグネットチャックを使用して試切削を行ったが、加工中にワークがずれるような挙動が見られたため、再度検討を行った。

検討の結果、両面テープを使ってクランプすることにし、試切削を行ったところ、問題なく加工できることが分かった。一方、試切削時にSUS430加工時の切削抵抗が想定したより大きく、デザイン部を加工する工具が微細なことから、被削材はA7075を使用することにした。

(2) 60周年ロゴ加工

自作CAMに画像を読みませ、その濃淡情報を高さに変換することで、60周年ロゴ加工用NCデータを作成し、表-1に示す条件で加工した結果を図-4(a)に示す。図からは少し読み取りにくいですが、例えば、図-4(b)に示すように、KOLENという文字の一部が分かりにくかったり、60という文字の一部に機械の誤差と思われるような不揃いの加

工面が見られ、「美しさ」という面で満足できない箇所が多数あった。そこで、使用するボールエンドミルをR0.5mmからR0.3mmに変え、加工領域も一回り大きく変更した。また偶然、工具長補正値を10μm程度上げて試切削を行った際に、最も高い部分に基準面加工時のフライス面が加工されずに残った。それが、ボールエンドミルでの加工面と比較すると金属光沢が際立っており、文字部が強調されることが分かった。そこで、加工用NCデータは最大0.1mmの切込みとしながら、工具長補正値に50μmを加算して加工を行った。加工結果を図-5(a)と(b)に示す。図から読み取れるように、ボールエンドミルのみで全体の加工を行うより、フライス加工面とボールエンドミル加工面を共存させるほうが、60周年ロゴを強調させることができた。

(3) 微小山

本研究室では、画像から潜像加工用NCデータを作成する潜像加工用CAMを独自開発し、図-6(a)に示すような微小山の右側面と左側面に異なるデザインの加工を行い、見る角度を変えることで2つのデザインを見せる潜像加工を実現してきた⁸⁾。今回は、前述したようにコンテストにおいて更なる技術PRを行うために、3つのデザインを見せる3面潜像を行うことを目標に、微小山の再設計を行った。具体的には、図-6(b)に示すように、上面からもデザインを加工できるように微小山頂点の平面部を広くした。一方、これまでの加工経験から、今回選択した画像は濃淡がはっきりしているため、最大切込みはこれまでの加工量より少なくてもデザインを見せることができると考え、微小山間のピッチは可能な限り小さくした。

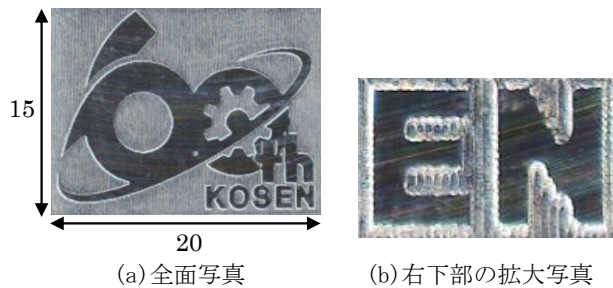


図-5 改善後の60周年ロゴ加工

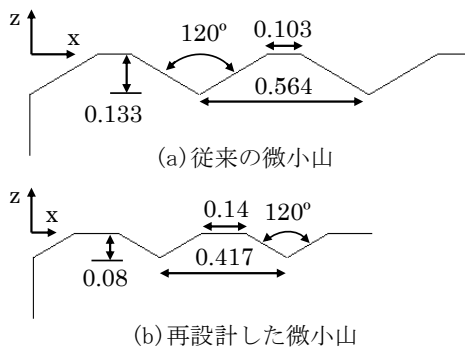


図-6 潜像加工を実現するための微小山

(4) 3面潜像加工

微小山の左側面におんせん県ロゴ、上面部に大分県地図、右側面に大分高専校章が加工できるように、本研究室で開発した潜像加工用CAMでNCデータを作成した。最初に、前節で設計した微小山を表-2左に示す条件で加工し、その後、潜像加工部を表-2右に示す条件で加工した。その加工結果を図-7に示す。図から読み取れるように、見る角度を変えることで3つのデザインを見せる3面潜像加工を、初めて実現させることができた。

(5) 飾り枠

これまで本研究室で積み重ねてきた加工経験を参考にしながら、3面潜像加工に挑戦し、それをやり遂げることができたが、全体的な外観だけを見ると、図-8(a)に示すように、コンテストに出品するには、物足りなさがあった。そこで、学生らと議論したところ、学生から潜像加工部の周りに、飾り枠をつけてはどうかとの意見が出た。そこで、大分県の県花である豊後梅を模した、飾り枠を追加し、60周年ロゴ加工と同じ工具、同じ加工条件で加工を行った。その加工結果が、図-8(b)である。飾り枠を追加したことで、高級感が大きく向上したことが分かる。

表-2 潜像加工部の加工条件

	Micro mountain	Latent-image
Spindle speed	8000min ⁻¹	8000min ⁻¹
Feed rate	400mm/min	400mm/min
Pick feed	0.417mm	0.417mm
Depth of cut	0.08mm	0.04mm(Max)
Tool	End mill of tip angle 120°	End mill of tip angle 90°

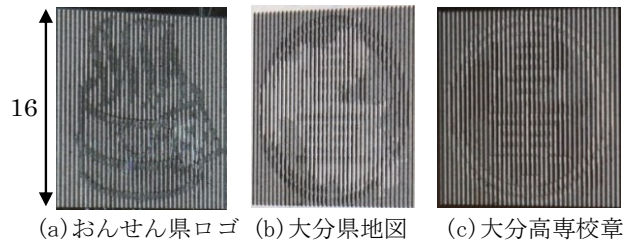


図-7 潜像加工結果

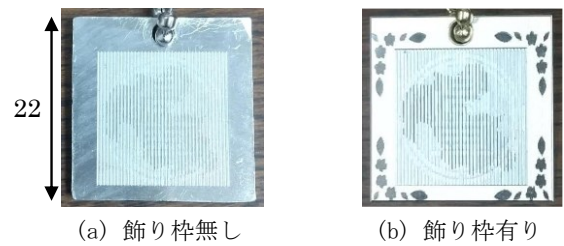


図-8 飾り枠の有無比較

4. 結言

本取組みでは、3面潜像加工がほどこされた高専制度創設60周年記念キーホルダー製作に挑戦した。得られた成果や課題を以下に示す。

- 1) 本取組みによって、関わった学生のほとんどが、マシニングセンタを安全に扱えるようになり、精密加工の基礎を修得することができた。また、輪郭形状測定機、マイクロスコープやダイヤルゲージ等での計測スキルや、実践的なプログラミング能力も向上させることができた。
- 2) 本取組みの中で、切削による3面潜像加工を初めて実現することができた。出来上がったキーホルダーは、非常に高品位に仕上がりに、本校来場者等に配布するには十分な仕上がりと化した。今後、コンテストでの審査にて評価されることを期待したい。
- 3) 本取組みによって、大きく学生のものづくりに関するスキルを向上させることができたと考えているが、それが取組み開始前と比べて、どの程度向上したのか評価することは容易ではない。また、本取組みの中で、学生の構想力や問題解決力が向上したのか評価することも困難であった。
- 4) 安全面や高価な機器を扱うことから、教員のフォローがかなり手厚くなった感があった。行き過ぎたフォローが、学生自らが考えチームで活動する部分を阻害していた可

能性がある。どのような進め方が適切なのか、検討の余地がある。

参考文献

- 1) 谷口功: 高専教育制度の創設から60年, 化学と教育, 70, 4, p. 214-217, (2022)
- 2) 田村隆弘: 国立高専の変遷にみる高度化への取り組み, 工学教育, 69, 4, pp.64-73, (2021)
- 3) 矢野眞和: 工学教育の成果とキャリア, 工学教育, 65, 4, pp.16-21, (2021)
- 4) OECD, 森利枝(訳), 米澤彰純(解説): 日本の大学改革—OECD高等教育政策レビュー—, 明石書店, (2009)
- 5) 濱田裕康, 矢島邦昭, 加藤岳仁, 多羅尾進, 田川晋也, 川辺真也, 岡野寛, 漆原史朗, 小林幸人, 高木夏樹, 野口健太郎, 森本真理: 高専が牽引するイノベーション人材教育: コンピテンシー教育コミュニティの形成, 工学教育, 69, 4, pp.86-93, (2021)
- 6) 立川正真, 江藤春輝, 国宗理恵, 山本通, 薬師寺輝敏: 本校オープンキャンパスにおける鑄造体験・実演イベント, 大分工業高等専門学校紀要, pp.12-15, (2020)
- 7) 山本通, 佐藤色波, 須藤優樹, 中谷賢希, 平山創大: 5軸マシニングセンタとVBAによる実践的な学習教材, 大分工業高等専門学校紀要, pp.18-23, (2022)
- 8) 山本通, 安藤開: 切削による潜像加工への挑戦, 精密工学会誌, 84, 9, pp.776-780, (2018)

(2023.9.6受付)