

四国職業能力開発大学校
高知職業能力開発短期大学校

紀 要

第 25 号

平成 25 年(2013) 12 月

巻頭言	志水 正利	1
<教育訓練技法・実践報告>		
コンクリートカヌー競技大会への参加を通じた教育訓練の実践		
	越智 隆行	5
ポリテクカレッジ高知における溶接技術教育の取り組み		
	福原 祥雅	13
「ものづくり体験」イベントへの取り組みについて		
ー学科の特色を活かしたテーマ策定ー	高本 浩司・吉岡 誉吏	15
ステアリング部品の傷の自動検査についての考察	小澤 弘明・池本 和夫・三浦 志樹	19
ミスマッチへの提言・雑言・戯言		
ー老いの繰り言ー	神田 健一	25
<研究論文>		
ニッケル基超耐熱合金インコネル 718 の旋削加工性能に及ぼすオイルミストの効果		
	八崎 透	33
<附録>		
大学校の教育訓練体系について		43
開発課題実習報告		45
総合制作実習テーマ一覧		59

平成 25 年度紀要

巻頭言

高齢・障害・求職者雇用支援機構が発足し 2 年が経過し、平成 25 年度は、第 3 期中期目標の初年度であり重要な 1 年としてスタートすることとなりました。そのため、今年度の四国職業能力開発大学校（以下、「四国校」）・四国職業能力開発大学校附属高知職業能力開発短期大学校（以下、「高知校」）においては、これまで以上に連携を深め、四国ブロックにおける「ものづくり・ひとづくりの拠点施設」として、地域へより一層の貢献を目指すとともに、地域産業界ニーズに即した実践技術者、生産現場のリーダーを養成する大学校として、期待される魅力ある施設づくりを推進するため、1) 専門課程・応用課程各科における入口(募集等)・教育訓練・出口(就職)の充実、2) 積極的な事業主支援(共同・受託研究、総合制作課題、開発課題、在職者訓練、施設貸与・指導員派遣等)の展開、3) メッセージ発信のあり方(地域貢献含む)における課題解決を最優先として取り組むことといたしました。

四国校におきましては、丸亀・善通寺・満濃町・多度津町・琴平町からなる 2 市 3 町と「包括的連携・協力に関する協定を締結」するとともに、来年 4 月から新科として「電気エネルギー制御技術科」を設置し、地域産業界のニーズに応え、地域社会のますますの発展に向け取りて組むこととしております。

さて、昨年 8 月に公表された厚生労働省雇用政策研究会報告書骨子には、「つくる」「そだてる」「つなぐ」「まもる」雇用政策の推進とあり、様々な施策の方向性が示されるとともに、若者のものづくり離れなどにより、製造業の就業者数が 1000 万人を割り込む状況の中、同報告書では、今後とも製造業が日本の成長の軸となり、“製造業 1000 万人の日本”を維持していく必要があるとも示されています。

これら時代背景とともに、「少子高齢化問題」「大学全入時代の到来」などカレッジ（大学校含む）を取り巻く状況が刻々と変化する中で、地域に必要な期待される魅力ある施設づくりを推進するために教育訓練の現場では、今後どのような変化が問われ、どのような実践が必要になるのか、ものづくりの重要性を鑑みて、振り返り・再確認・見直しの時期であるようにも感じられます。

人材育成・供給の面からすると、四国校・高知校ともに高い就職率を維持しており、約 75%程度の学生が地元四国に就職している現状から地域貢献はできているものと思料されるところですが、前年度のフォローアップ調査結果（工科系大学等との比較において）から考察すると、入社時の修了生の技能・技術について、専門課程の約 85%・応用課程の約 93%の企業が、他の工科系大学等の卒業生より、「技能・技術を持っている」と高い評価であったものが、入社後 2～5 年経過後においては、その評価の割合が減少していることが懸念されます。

ここでは、ものづくりの重要性を再認識・再確認し、1)「伸びる学生を育てるための教育訓練」はどうあるべきなのか、2)「考える習慣を身につけさせ、考える力の習得」、「何について考えるべきか、考えることが必要だと気づかせる」ための対応等、ヘルプではなくサポートでの教育訓練が求められているのではないのでしょうか。

また、一方で、基礎学力を向上させるための対策や取組を検討し、強化することも必要

になってきています。

これら種々の問題に真摯に向かい合うことで、政策の一翼を担うとともに、あらゆる側面からの地域社会に貢献していきたいと考えております。

本紀要は、昭和 61 年（1986 年）に第 1 号を発刊して以来、今回で第 25 回目（高知校との合同発行 3 年目）の発刊となります。発刊にあたりましては、常に現場の問題に直面し、今後どのように向かい合っていくべきなのか等、日々問題意識を持って取り組んでいる両校の教員における教育訓練・専門技術に係る調査・研究成果を自己研鑽も含め、取り纏めたものです。本報告内容が一人でも多くの方々に読まれ、教育訓練の向上・発展のため、地域社会・産業に貢献するため、関係各位からの忌憚のないご意見、ご批評をいただければ幸いです。

平成 25 年 12 月

四国職業能力開発大学校

能力開発統括部長 志水正利

< 教育訓練技法・実践報告 >

コンクリートカヌー競技大会への参加を通じた教育訓練の実践

住居環境科 越智 隆行

Practice of Engineering Education through the participation in the concrete canoe competitions

Takayuki Ochi

概要 住居環境科では 2010 年度より近畿高校土木会の主催する、コンクリートカヌー競技大会へ継続して参加している。本年度で 4 回目の大会参加となるが学生の頑張りもあり総合優勝することが出来た。これを区切りに、これまでの参加過程を記録するとともに、学外の競技会への参加を教育訓練の一つとして取り組んできた指導者としての考えを報告する。

1. はじめに

住居環境科では、建築技術者を養成するカリキュラムが組み立てられており、講義及び実習内容は多岐にわたる。筆者は建築材料分野の指導担当である。

建築材料の中で、セメント系の材料は、自分で各種構成材料を選定し混合量を調整することでその性能を変化させることの出来る、自由度に富んだ材料である。裏を返せば様々な知識や経験がなければ取り扱いにくい材料とも言える。そのような複雑で多様であるイメージから住居環境科の学生は建築材料、特にセメント系材料に興味を持つ学生が少ない状況にある。そこで材料を学生自らで製作できる面白さや魅力を伝えるきっかけとして、写真 1 に示すコンクリートカヌー競技大会に参加することを、総合制作実習テーマとして取り組んできた。

筆者は学生が自らで考え行動する体験が自信につながり、学習意欲の向上につながることを期待している。本報告では、これまで過去 4 年間の参加過程を記録するとともに、校外の競技会への参加を教育訓練の一つとして取り組んできた指導者としての考えを述べる。

2. コンクリートカヌー競技大会とは

コンクリートカヌーをコンクリート製の船として捉えるとその歴史は古く、世界初の万国博覧会にさかのぼる。フランス人の J.L. ランボー (Joseph-Louis Lambot) が船形にした金網にモルタルを塗りつけ、1855 年パリ万博出展したのが初のコンクリート船であるといわれている。その後、鉄筋コンクリートとして建築、土木材料に用いられてきたが、戦時中などは、鉄不足により鉄筋コンクリート製の戦艦などが考案されていた。

世界的にはコンクリートカヌーの競技会は、米



写真 1 コンクリートカヌー競技大会 競漕の様子

国の大学を中心に盛んにおこなわれている¹⁾。日本での大会は定期的に行われているもので、関東で2つの大会、近畿で1つの大会が開かれている。

2013年で14回目を迎えた近畿高校土木会コンクリートカヌー競技大会は、土木系の工業高校の学生、その他工業高等専門学校、大学等が参加する西日本で唯一のコンクリートカヌー競技会である。参加校は兵庫県を中心とする中国地方、近畿地方の工業高校が多い。その競技は製作の部、アイデアの部、競漕の部ならびに総合の部の4部門で行なう。製作の部では、事前に提出された資料によるカヌーの構造、使用材料及び製作過程等の評価とともに、展示したカヌーならびにプレゼン用ポスターに示されたカヌーの製作過程と特徴について評価する。アイデアの部では、製作過程のプレゼンテーション(1艇3分程度)と実艇により、製作段階でのアイデアを審査する。競漕の部では約100mの折り返しコース(総距離200mのコース)でカヌー競漕の結果を審査する。

一般的なコンクリートカヌーの製作方法²⁾を説明する。はじめにコンクリートカヌーの型枠を作成する。型枠の材料には木材や、発砲スチロール等が用いられる。型枠の作成方法はウッドカヌーの作成方法と同様な場合を取ることが多い。次に作成した型枠にコンクリートを塗りつけていく。この時必要であれば鉄筋やその他の補強材もコンクリート内に埋め込む。次にコンクリートが十分硬化するまで養生期間を設ける。その後型枠を取り外し、塗装を行い完成となる。

学生はコンクリートカヌー競技大会に参加することで、建築材料及び施工に関する知識・技術の習得を目指す。カヌー製作を通して、製品の企画、設計、作成(施工)することで、モノづくりのプロセスを学ぶことができる。大会に参加することで、プレゼンテーション能力やコミュニケーション力を養える。競漕競技を通して、カヌーの性能を検証し、作成結果が数値として表れることになる。

このようにコンクリートカヌー競技大会への参加は、学生が社会に出る前に身につけておくべき様々な要素が含まれており、非常に良い訓練効果がある。

3. 取組の改善と指導内容

初年度と2年目以降に分けて大会参加にかかわる取組、調整及び学生を指導した内容を説明する。

3.1 初年度の取組と指導内容

初年度は指導者側の筆者も学生と同じく初めて経験となるため、学生と同じ目線で取り組んだ。コンクリートカヌーについての文献や資料の検索、材料の選定などを学生に提案し、話し合いながら進めていった。カヌーの製作段階では、筆者も1作業員として製作に加わった。大会当日に使用するプレゼンボードとその説明内容も、前日まで入念にチェックを行った。大会終了直後に反省点を話し合い改善点として論文に記載してもらった。

3.2 次年度以降の取組と指導内容

このような競技会で良い評価を得るためには、指導者の経験が必要である。さらに学生も経験を重ねることで、より良い評価に結び付くと考え、競技会への参加者を2年生だけでなく1年生からも希望を取り、参加するように調整を行った。また初年度の筆者の経験及び学生の改善意見から競漕競技では練習量が大きく成績に影響するので、練習場所(坂出市府中湖カヌー競技場)を確保し練習機会を増やすこととした。

カヌー製作にあたり基本的な指導の仕方は、初年度と変わらないが、学生と同じ目線でなく1歩引き、学生の自主性を尊重する形で係わることとした。学生には昨年の学生が残した文書をもとに、自らのカヌーのコンセプトや改善点を検討するよ

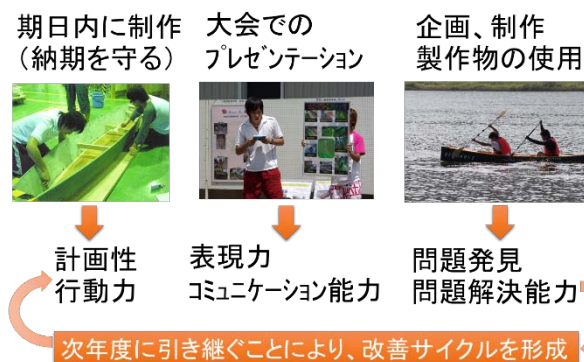


図1 訓練のサイクル化

うに説明した。大会に向けて、昨年度の競漕ビデオなどを用いてそのポイント、コツや大会の雰囲気をつかんでもらった。

カヌーの競技会は毎年8月に行われる。カヌー大会の終了後は次年度への改善点を提案するとともに、使用材料の改善を目的として実験を行い、次年度の参加者に引き継ぐようにした。

カヌー大会に向けた取組みを図化したものを図1に示す。図のように学生間で得た改善点を次年度に引き継ぐサイクルを形成した。

4. 参加結果及び改善のサイクル

これまでのコンクリートカヌー競技大会に参加した成績を表1に、カヌーを写真2~5に示す。また各艇の詳細は、付録1-4にて各参加年のコンクリートカヌー競技大会事前資料を添付するので参考にされたい。

表1より毎年参加するたびに総合の部で評価が良くなっていることが確認できる。これは過去の経験からの反省点を改善したことによる結果だと考えられる。制作の部では他の成績に比べ上位が取れていない。これは上位校の仕上がりを研究し今後のカヌー製作段階で検討する必要がある。

写真2に示すGLOLIAは25艇の中、初出場で総合の部4位となった。カヌーの制作方法が一般的な方法と大きく異なり、コンクリートパネルを折り曲げて作成したことがアイデアの部で評価されたものと考えられる。このパネルを曲げる作成方法は初参加で参加学生も2名と少なく、いかに作業量を少なく早く仕上られるかを学生と検討した結果である。またコンクリートパネルは型枠に打設して作成するため表面の仕上がりが良く、制作の部の評価につながったと考えられる。大会終了後学生からは競漕に勝つためにはカヌーの軽量

化が必要であるとの改善点が出された。

写真3に示すALFIREは気泡モルタルを用いて、軽量化を重視したカヌーである。これは前年度の大会で、GLOLIAの重量が90kgと重く、その改善策として材料の軽量化を学生が提案した。カヌーの製作方法は軽量型モルタルを型枠に流し込み一体成型する方法をとった。参加人数は6名と多く、材料実験も様々行い、その結果からカヌーには密度1以下のモルタルを使用した。そのようなことからアイデアの部で高い評価を得たものと考えられる。前年度に評価の高かった高校の資料を参考に事前資料を作成し、コンセプトや艇名の由来などプレゼンで丁寧に説明した。また船の外装に使用材料をイメージさせるデザインを採用するなどの工夫が、製作の部の評価につながったものと考えられる。競漕は天候不順により中止となり、予選タイムでの評価となってしまった。ALFIREの予選タイムは非常に遅く学生は、製作に時間をかけすぎて十分な練習が行えなかった事を反省点としてあげている。製作のスケジュール管理を徹底するように提案があった。

写真4に示すHylightは過去の2艇の材料をカヌーの部材別に使い分けた点が、評価されたと考えられる。またプレゼンテーションでは、気泡モルタルを水中に入れて浮かばせるデモンストレーション等を行った点もアイデアの部で評価されたと考えられる。製作に関しては実際のカヌーの製



写真2 GLOLIA



写真3 ALFIRE

表1 コンクリートカヌー競技大会成績

年度	艇名	製作の部	アイデアの部	競漕の部	総合の部
2010年	GLOLIA	4	4	5	4
2011年	ALFIRE	3	2	-	-
2012年	Hylight	4	2	5	3
2013年	BENDABLE	4	1	2	1

作スケジュールが狂わないように模型の製作を繰返し行っており、十分な検討がなされた。そのような点が評価されたと考えられる。大会の競漕で波が船内に入り沈没しそうな状況になったこともあり、学生はカヌーの形状の工夫が必要であるとの改善点を示した。

写真5に示す BENDABLE は前年度の改善点からカヌーの形状の工夫を行い、一般的なカヌーの形に近づける事で、直進性と回転性の両立を図った点が評価された。また、当日のプレゼン発表する学生は大会当日まで、筆者がアドバイスした点の改善を行っていた。プレゼン時は資料を読み上げることなく、プレゼンボードを用いて自分の言葉で説明したことが、高評価を得たものと考えられる。競漕では1年生も競技に参加し、良い記録を残した。そのようなことから今回は写真6に示すように総合の部で優勝することが出来た。

5. おわりに

コンクリートカヌー競技大会へ参加し、このような結果に結び付いたのは、学生の中で改善サイクルが動いていたことが大きいと考えられる。専門課程の2年間では、先輩後輩の上下の関係が結びつきにくいところがある。このような機会を設け、少しでも共有できる時間を指導側で準備する必要がある。経験や知識を次の後輩へ引き継ぐ事が、いかに大切か気付かされた。



写真4 Hylight



写真5 BENDABLE

作成したカヌーは、毎年開催される学内でのイベント「ものづくりフェスタ」でカヌー乗船体験を行なっている。このとき学生は自ら考え行動し、地域の方に取組を紹介している。訪れた子どもたちはカヌーに乗船し、写真7に示すように楽しんでもらっている。

謝辞

この取組を行うにあたり、様々なご助言とご支援を頂いた四国職業能力開発大学校 能力開発統括部長 若松道博氏(現:福井センター所長)に感謝いたします。また取組みに参加していただいた学生諸君に感謝いたします。

文献

- 1) The ASCE National Concrete Canoe Competition (<http://www.asce.org/concretecanoe/>),2013.10.25 取得
- 2) コンクリートカヌー・ジャパン.コンクリートカヌーのつくりかた(<http://www.ccj.cc/about/make.html>), 2013.10.25 取得

著者 E-mail ochi@shikoku-pc.ac.jp



写真6 2013年優勝メンバー



写真7 カヌー乗船体験

コンクリートカヌー競技大会事前資料

代表者氏名	所属	艇の愛称
	四国職業能力開発大学校	GLORIA

1. 設計のコンセプトおよび設計上の工夫

今回はカヌーを作る事も大会に出場することも初めてのなので、まずはしっかりと作られたカヌーを製作すること、来年の学生に引き継いでもらう為、来年にうまく繋がるようなカヌーを製作することをコンセプトに製作しました。

また、人員が2~6人とかなり少ないので、従来のコンクリートカヌーの作り方(内型枠)ではない方法を使って、もっと手軽にコンクリートカヌーを作れるようにならないかと考えました。具体的には、平面で考えた船の展開図を立体に起こし、船の側面部分を紙のように曲げ、船が作れないかと考えました。そして、試行錯誤した結果F³X(太平洋マテリアル株式会社)(図1-1)という材料を使用し製作することとしました。この材料については次の使用材料の工夫で述べます。

2. 使用材料の工夫

今回は従来とは違う方法で製作するという事で高じん性繊維補強セメントモルタル太平洋F³X(エフスリークロス)を使用することとしました。

この材料は、厳選された混和材を用い開発された、特殊セメントモルタルと専用セメントモルタルと専用特殊繊維を組み合わせる事で、ひび割れを架橋する繊維の引張力が可能となったセメントモルタルです。

特徴

F³Xは、セメントパウダー(図1-2)のF³Xとポリプロピレン製作過程の専用特殊繊維「パルリンク」(図1-3)「流動助剤」(図1-4)から構成され、簡単に製造することができます。(グラウトミキサや二軸強制練りミキサ等で)また、伸び能力に優れ、ひび割れ幅を微細に制御することができます。

3. 製作過程の工夫

製作過程では、まず平らな型枠にモルタルを流し込み平らな側面を作った後、その側面を船形になるように曲げコンパネの上に設置し、曲がった二つの側面によってできた底の部分にモルタルを流し込み船底を作ること(図2)としました。これにより製作過程の簡略化に成功しました。また、側面と船底との接合部が正確にかみ合うように側面を打設する際、フィンガージョイントとなるように工夫しました。

4. 製作工程と作業に関わった人数の概算

製作工程	日数	人員
1、構想・設計	30日	2人
2、側面・底面型枠作製	1日	4人
3、側面打設	1日	4人
4、側面養生	7日	4人
5、船底打設	1日	2人
6、船体の養生	14日	6人
7、塗装、その他 ※	3日	2人
計	57日	24人



図1-1 F³X



図1-3 専用特殊繊維



図1-2 セメントパウダー



図1-4 流動助剤



図2 船底打設の様子



図3 船体の全体の様子

※8/3 現在塗装と付属品の取り付けは途中のため日数と人員は予定の数量で計算しています。

コンクリートカヌー競技大会事前資料

代表者氏名	所属	艇の愛称
	四国職業能力開発大学校	AL-FIRE

1. 設計のコンセプトおよび設計上の工夫

昨年度出場した私達の学校のカヌーは、90 kg 台とかなり重量があったため、今年のカヌーでは「軽量化かつ強度維持」をコンセプトとして製作を始めました。カヌーの大きさは、(図1に示すように)軽量化のために昨年より一回り小さくしました。さらに、コンクリートに大量の気泡を取り込み、水に浮くコンクリート材料にしました。

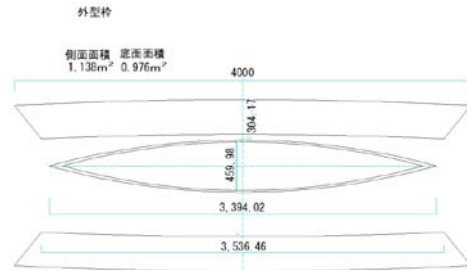


図1 カヌー設計

2. 使用材料の工夫

調査は調査表1に表しています。材料には環境面を考慮し、石材を加工する時に発生する石粉(写真1)を骨材として有効利用しています。また、アルミと水の化学反応により水素が発生する性質を利用し、気泡を入れることで軽量化をねらいました。繊維は3種類のものを実験してみて、最も強度が保てそうなバルチップジュニア(写真2)を使用、また高強度なコンクリートにするためセメントにシリカフュームを加えました。実験を行っていく際、強度に不安があったため、パーライトを追加しました。



写真1 石粉



写真2 バルチップジュニア



写真3 船体の全体の様子

3. 製作過程の工夫

型枠は図1に示すように、外型枠と内型枠を製作し、側面の厚さを考慮して外型枠の0.93倍を内型枠として製作しました。まず実物大の寸法の1/4の型枠模型を作製し、それにコンクリートを打ち込みどういった問題が起きるかを確認していきました。実物大の型枠作製の際は、解体のことを考慮し、取り外しが容易に行えるよう製作しました。側面の厚さは材料に繊維を用いていること、補強材としてラスを使用していることからコンクリートを流し込む際に十分な充填性を得るため、2 cmの厚みを持たせました。そのため2cmに切った塩ビ管を内型枠と外型枠の間に取り付けることで、2cmの間隔を保持しました。

4. 製作期間と製作に関わった人数

研究や調査を除いて、本格的にコンクリートカヌーの製作に取り組み始めたのは4月からで、主に設計班や調査実験班、型枠作製班に分かれて取り組んできました。(表2)

表2 製作期

製作工程	月	人員
1. 構想・設計	4・5月	1,2人
2. コンクリート調査実験	4~6月	2人
3. 側面・底面型枠作製	6・7月	9人
4. 船体打設	7月	9人
5. 船体養生	7・8月	5,6人
6. 塗装仕上げ	8月	9人
全体	4~8月	9人

表1 調査

単位量	セメント	水	シリカフューム	石粉	繊維	パーライト	高性能AE減水剤	アルミニウム	空気	合計
重量(kg)	696.2	348.1	104.4	174.0	7.0	34.8	27.8	3.5	0	1395.9
容積(L)	220.3	348.1	46.4	66.2	2.6	248.6	26.5	1.3	40	1000.0

コンクリートカヌー競技大会事前資料

代表者氏名	所属	艇の愛称
	四国職業能力開発大学校	Hy Light

1. 設計のコンセプトおよび設計上の工夫

競争での速さを重視し、「より軽く」をコンセプトに設計を考えました。昨年までの、カヌーの材料のハイブリット化で軽量化をねらいました。側面は繊維補強モルタル用いて曲面を作り、船底部分は発泡モルタルを基に作成しました。そうすることで従来90kgから70kgに軽量化することができました。また、カヌーの形状は安定性を高め、力強く漕ぐことのできるようにカヌーの横幅を+10cm大きくしました。

2. 使用材料の工夫

(1) 発砲コンクリート

今回は、底面に打ち込む発砲コンクリートの使用材料の最適化をおこないました。そこで、密度はできるだけ抑え0.8(g/cm³)未満かつ、圧縮応力度ができるだけ強いものとなるよう実験で、調査を決定しました。その流れを以下に示します。

水セメント比(30%、40%、50%)→前年度は50%だったが、今回は打設形状が単純なため、強度を上げより薄い船底を作成するため40%に決定しました。

石粉(15%、25%、35%)→廃棄物の有効利用及びセメントの増量剤として混入。15%が一番強度が出たが、密度が低く抑えるため、25%としました。

ガラスビーズ(3%、5%)→強度を上げるため混入。密度、圧縮強度の実験の結果からより密度を抑え強度を得ることができる3%に決定しました。

K250 アルミ粉末(0.3%、0.4%)→アルミの添加量について試験結果を図1に示す。強度は0.4%になると低下したが、目標の密度であったため、0.4%に決定しました。最終的な調査は表2の様になりました。

(2) 高じん性繊維補強セメントモルタル

プレキャストした繊維補強モルタルを曲げることで側面を作成しました。

3. 製作過程の工夫

事前に一人乗り用のカヌーを作成し、側面の厚み・形状・軽量化の検討をおこないました。その結果今回のカヌーでは、側面の厚さを12mmから8mmに変更しました。製作方法は、図3に示すように側面部を先に作製し、折り曲げて船の形状を作り、その後船底部分を打ち込むという形で製作しました。表1のように型枠をつくる手間がはぶけ、製作時間が短くなりました。

発泡した底面は、水の抵抗を抑えるため図4に示すように、成形を行いました。

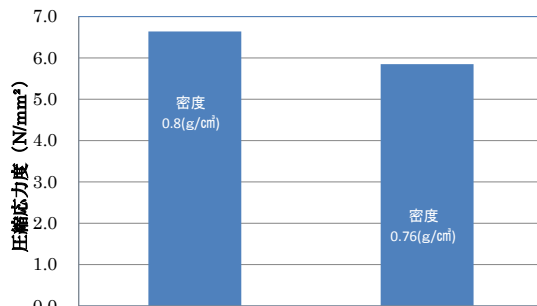


図1 圧縮強度とアルミ添加量の関係



図2 カヌー全体図

表1 製作期間

製作工程	日数	人員
1. 構想・設計	4・5月	1人
2. コンクリート調合実験	4～6月	2人
3. 船体打設(1人乗り用)	7月	3人
4. 船体養生(1人乗り用)	7月	2人
5. 塗装仕上げ(1人乗り用)	7月	6人
6. 船体打設(2人乗り用)	7月	4人
7. 船体養生(2人乗り用)	7・8月	4人
8. 塗装仕上げ(2人乗り用)	7・8月	3人
全体	4～8月	6人



図3 製作風景



図4 底面成形

表2 調合表

単位量	セメント	水	シリカフェューム	石粉	ポリプロピレン繊維 [※]	パラライト	アルミ	ガラスビーズ	Air	混和剤	合計
セメント比 %	-	40	15	25	3	3	0.4	3	2	4	-
密度(kg/m ³)	3.16	1	2.15	2.73	0.91	0.072	2.7	0.7	-	1	-
質量(kg)	21.51	8.61	3.23	5.38	0.65	0.65	0.09	0.65	-	0.86	41.61
容積(ℓ)	6.81	8.61	1.50	1.97	0.71	8.96	0.03	0.93	0.62	0.86	31.00

コンクリートカヌー競技大会事前資料

代表者氏名	所属	艇の愛称
	四国職業能力開発大学校	BENDABLE

1. 設計のコンセプトおよび設計上の工夫

基本的なカヌーの型に近づけることをコンセプトとした。そのために、昨年度までのカヌーの船底がフラットだったものを、V字に設計することにした。これにより、浮力に優れ、安定した形状を作製することができた。船の厚みは昨年度のカヌーの厚さ 10mm だったものを今回は 8mm に施工し、軽量化を図った。そして、昨年度のカヌーの船幅は安定性があったため、そのまま今回も用いることに決定した。艇の愛称である「BENDABLE」は、日本語訳すると「曲げられる」という意味である。昨年度使用した既調合高じん性モルタルは使用せず、自分たちで各材料を混合し、曲がるコンクリートを製作するという思いがあったためこの愛称にした。

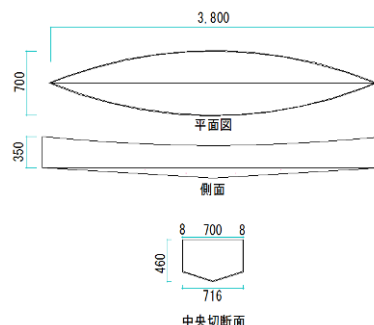


図1 カヌー設計図

2. 使用材料の工夫

昨々年、昨年度使用したポリプロピレン短繊維とそれより更に直径の小さなポリプロピレン短繊維の 2 種類を用いて、カヌーのハル部の厚みと同じ試験片を作成した。曲げ実験を行った結果、直径の小さな短繊維の方がひび割れを抑え、図 2 のように曲げることに成功した。これに加え、昨年度までの結果をもとに、資源の有効活用を図るため、石粉を使用した。また、強度の向上を図るため、シリカフェームも使用した。これらの材料は表 1 のように調合した。



図2 曲げ試験

3. 製作過程の工夫

製作は、4 枚の繊維補強モルタル板を曲げて組み合わせる方法とした。初チャレンジである側面 2 枚と底面 2 枚の計 4 枚の面を曲げるにより作製した。また側面と底面の繋ぎ目は、お互いがかみ合うように型枠の形状を工夫した。作製したコンクリート板は、図 3 のように、曲げながら相互にはめ込み、繋ぎ目の間にさらにモルタルを充填し、繊維と絡め、強固に接合した。カヌー全体を図 4 に示す。これらの施工方法で、設計・実験を除き、製作期間は 3 名の 9 日間であった。



図3 側面・底面はめ込み作業



図4 カヌー全体

表1 調合表

単位量	セメント S	水 W	石粉 F	シリカフェーム Si	バルチップJr Fi	空気 Air	高性能減水剤 SP	合計
セメント比	-	40.00	25.00	15.00	3.00	2.00	4.00	-
密度 (g/cm ³)	3.16	1.00	2.75	2.15	0.91	-	1.03	-
質量 (kg)	39.24	14.07	9.81	5.89	1.18		1.57	71.76
容積 (ℓ)	12.42	14.07	3.57	2.74	1.29	0.76	1.52	36.37

ポリテクカレッジ高知における溶接技術教育の取り組み

生産技術科 福原 祥雅

Action of the welding technical education in polytechnique college Kochi

Yoshimasa FUKUHARA

概要 高知県下で平成 18 年度に溶接連携キックオフミーティングが開かれるなど高知県の工業会から溶接技術者が求められている。また外部から溶接の実習場の使用に係る要望が寄せられていることから、溶接実習場の整備を行った。今回は整備後の溶接実習場の活用状況について報告する。高知職業能力開発短期大学校紀要第 4 号 (2009 年 3 月)「溶接技能の習得と構造物及び圧力容器の製作」の続報である。

1. はじめに

溶接実習場は、平成 19 年度に圧力容器の製作に必要な技能・技術を習得することを目的に整備された。現在では、当該実習場を溶接の授業の他、総合制作実習、在職者訓練、溶接技術検定や溶接技術コンクールの練習など幅広く活用している。

また、標準カリキュラムの改正を受け、平成 21 年度専門課程の生産技術科入校生から、機械工作実習に新たに溶接の内容が加わった。このような背景のもとで、本報告では高知職業能力開発短期大学校における溶接技術教育の具体的な取り組みについて紹介する。

2. 溶接実習場

平成 22 年度に新たに半自動アーク溶接機を 1 台追加整備し、半自動アーク溶接機は 3 台となった。現在の溶接機と自動ガス切断機の整備状況を以下に示す。

- ・直流アーク溶接機・・・3 台
- ・交流アーク溶接機・・・2 台
- ・半自動アーク溶接機・・・3 台
- ・TIG 溶接機・・・1 台
- ・自動ガス切断機・・・1 台

3. 総合制作実習

総合制作実習では、溶接機を使用して構造物を製

作する場合がある。ピッチングマシンの製作には技術要素として、溶接・シーケンス制御・機械加工・設計が含まれる。3 号機からは私が引き継ぎ、現在は改良を加えつつ、5 号機を製作中である。ピッチングマシンの製作を通して、ものづくりに必要な基本的な技能・技術や知識を身につけることを目標に取り組んでいる。

ピッチングマシンの製作では、薄板を使用するため、高い溶接技量が必要になる。また、溶接時に発生する歪みを考慮して製作しなくてはならない。図 1 にピッチングマシンの土台を示す。板厚 3.2mm の角パイプを溶接で接合している。製作では、溶接による変形をできるだけ防ぐため万力で固定したり、溶接熱が集中しないように溶接順序を意識して溶接を行っている。学生が製作するため、最初は歪みが発生してしまい、失敗を繰り返す。しかし、製作を繰り返すうちに徐々に理解が進み、溶接による歪みや溶接順序を意識して製作している姿勢が伺えた。



図 1 ピッチングマシンの土台

後継機になるほど改善を加えるようテーマを設定して取り組んでいる。図2に3号機のモデリングを示す。

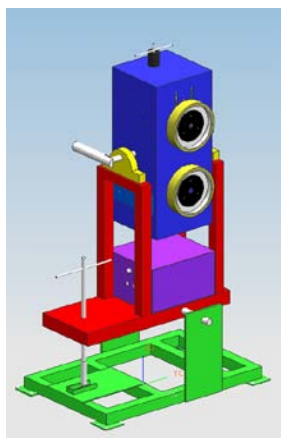


図2 マシン(3号機)のモデリング

図3はゼロハンカーのフレーム部分である。板厚1.2mmの角パイプを溶接で接合している。製作の工程においては溶接箇所が多いため、定盤上にタック溶接をしたり(図4)、万力を用いて固定したりして、できるだけ歪みを出さないように工夫している。

溶接を用いて大きな構造物を製作するのは、学生にとって大変ではあるが、その分やりがいのある作業でもある。また、半自動溶接機を用いて溶接するため、比較的短い期間で製作することができる。



図3 ゼロハンカーのフレーム



図4 定盤上にタック溶接

4. 在職者訓練

溶接の在職者訓練(セミナー)を年に数回実施しており、現状は、修了生の就職先企業からのオーダーメイドのセミナー実施が多い。

平成23年度には、高張力鋼の溶接のセミナー依頼があり、徳島センターの協力を得て、実施することができた。

5. 溶接技術検定等

生産技術科では、数年前から学生に旋盤、フライス盤、CAD、機械保全などの技能検定を積極的に受検するように勧めている。これは技能検定を受検することにより学生にやる気生まれ、合格すれば学生の自信に繋がるためである。

技能検定の職種に溶接は含まれないが、それに代わる資格として(社)日本溶接協会が実施している溶接技能者評価試験がある。高知県では年に数回、県立高知高等技術学校で試験が行われており、当校では溶接技能者評価試験の学生に対する受検推奨を2年前から始めた。授業では基本となる被覆アーク溶接の実習が多いため、希望者には被覆アーク溶接の基本級A-2F(下向き溶接、板厚9mm)を受検させている。

また、来年度は毎年各県で開催されている溶接技術コンクールに現在在籍している1年生を出場させる予定である。図5に溶接実習中の風景を示す。



図5 溶接実習

6. おわりに

今後も就職先企業の要望に応じていくとともに、総合制作実習で溶接を用いたものづくりに取り組み、専門課程の授業を充実させていきたい。

「ものづくり体験」イベントへの取り組みについて

—学科の特色を活かしたテーマ策定—

電子情報技術科 高本浩司・吉岡誉吏

Efforts to Manufacturing Experience Events

—Theme Developed that Take Advantage of the Characteristics of the Department—

Koji TAKAMOTO and Takashi YOSHIOKA

概要 高知職業能力開発短期大学校・電子情報技術科では、毎年実施の対外イベントである「オープンキャンパス」及び「ものづくりフェスタ」において、体験教室や体験コーナーを開催しているが、電子情報技術科の特色を活かした「持ちテーマ」のバリエーションが少なく、長らく同じものを実施している現状であり、陳腐化の感を否めない。その反面、新規テーマの策定に関しては一朝一夕には厳しく、他の業務との兼ね合いを考慮すると準備等々に対しての負担が増えることに加え、その時限りの一過性に終わる場合が多い。これらを受け、主に総合制作実習の機会を利用して、比較的簡単かつ短時間で製作できる複数の「持ちテーマ」の策定について、約 3 年間に渡って取り組んできたのでその経緯について報告するものである。

1. はじめに

近年、各能力開発施設において地域社会に向けた「機構並びに施設運営の広報」、「ものづくり分野への理解と啓蒙」等を目的とした対外イベントが広く開催されるようになってきている。

当校においても、毎年 11 月上旬にポリテックビジョンの一環として「ものづくりフェスタ」を開催しており、県内の各団体、企業、教育機関及び当校の取り組み状況の紹介・展示、種々の催しが賑々しく実施されている。その中でも「ものづくり体験コーナー」は老若男女、経験・未経験者を問わず「ものづくり」に接してもらう機会を提供しており、来場者の方々も少なからず毎年楽しみにされていることもあって、目玉的な企画になっている。したがって、当該イベントにおいて「ものづくり体験コーナー」は重要な位置を占めるものとなっている。

また、職業能力開発短大校及び附属短期大学校では、学卒者向けの「オープンキャンパス」開催

が年度計画上欠かせない行事となって久しい。「オープンキャンパス」では、学科の特色や教育訓練方針の説明、施設見学及び体験授業等を通し、限られた時間内でいかに認識してもらうかが重要である。

当校の電子情報技術科ではこれらの対外イベントにおける製作体験用の「持ちテーマ」が少なく、同じものを長らく実施しているため、バリエーションを欠いている状況であった。一方で、新規テーマの策定を行う場合、他の業務との兼ね合いを考慮すると、準備等々に対して対応する職員の負担が増しているが、その反面、その時限りの一過性に終わり、以後に続くものになっていない。

これらを受けて、電子情報技術科の特色（組込み機器製作技術・技能の習得）を活かした、比較的簡単かつ短時間で製作できる「電子回路」を基調としたストック可能なテーマの策定を行った。

この策定は主に「総合制作実習」の機会を利用して、専門課程 2 年生の一部学生に取り組んでもら

うことで実施した。策定に関わった学生は、「ものづくり体験コーナ」内での製作サポートも担当してもらい、初対面の来場者と接することにより、コミュニケーション力、状況分析力等といったヒューマンスキルの向上も期待するものであった。

前述の取り組みを約3年間に渡って行い、ストック可能な複数テーマの策定に至ったので、その経緯について報告するものである。

2. 取り組み経緯

2.1 平成23年度の取り組み

平成23年度「オープンキャンパス」の電子情報技術科による製作体験授業は2回、「ものづくりフェスタ」では4テーマ実施した。

このうち、「ものづくりフェスタ」内での2テーマが総合制作実習を通した策定で、次のような方針で行った。

- ①対象を小中学生限定とし、興味を示してもらうために「光る／鳴る／動く」のいずれかの動作を行うものとする。
- ②はんだ付け作業を主とし、簡単に楽しく製作できるものとする。
- ③比較的低予算で製作ができて、かつ持ち帰り可能なものとする。
- ④部品やケース等の製作を当校の生産技術科と連携して行うものとする。

上記の方針に基づいて、「人感センサを利用したスノードーム」及び「LEDライト付き防犯ブザー」の製作に関するテーマを提示することとなった。これについては、残念ながら実物を撮った写真等が無く、予備も残存していないため、画像としての情報提供ができない。

製作体験コーナにおいて実施した結果、内容に関するものとしては、事前の検討不足もあって次のような問題点が挙がった。

- ①対象者の小中学生では、はんだ付け作業が初めての者が多く、ミス修正対応に追われた。
- ②内容に凝ったため製作過程が細かくなってしまい、来場者に負担を掛けてしまったため、予定時間を大幅に超過した。

③完成せずに終了したものがあつた。

これ以外でも、イベント終了後に部品の不具合が発覚し、事故防止のためにWebページを通してお詫びと注意喚起を行ったり、調整のために一時的な預かりを行ったりと事後の対応を余儀なくされたため、当該テーマは実施テーマとしては不適切であると判断した。

また、同年度に別途提示した「電子サイコロ」の写真を図1に示す。

「電子サイコロ」はPICマイコンを使用し、スイッチを押すと鳴音しながらLED点灯による出目表示を行うもので、簡素ではあるが組込み機器のイメージを表している。

製作に際しても歩留まりが高いものとなっており、平成23年度以降の「オープンキャンパス」で毎年提示を行っているが、はんだ付け作業を伴うため、はんだ付け作業の初心者には製作に時間が掛かる結果となっている。このことは、一部の製作者に「電子回路≒電子情報技術科」に対する嫌悪感を抱かせる可能性も危惧される点が課題となっていた。



図1 電子サイコロ

2.2 平成24年度の取り組み

平成24年度「オープンキャンパス」の電子情報技術科による製作体験授業数は前年度同様、「ものづくりフェスタ」では2テーマを2回ずつ、都合4回実施した。

このうち、「ものづくりフェスタ」内の1テーマについて、前年度取り組みの問題点に対する反省

も踏まえ、子供でも取り組めるように、はんだ付け作業を行わない簡単な軽作業を主とした、1時間以内で終了するものとして総合制作実習を通して策定した結果、図2に示すような「ナイトイルミネーションボード」の製作に関するテーマを提示することとなった。

「ナイトイルミネーションボード」は明るい部屋を急に暗くすると、CdSが反応してフルカラーLEDが数分間点灯し、ルータにより絵や模様を彫った亚克力板を下部から照射するもので、暗闇で幻想的な雰囲気を楽しむことができる。

このテーマでは、組み立て作業自体を省くこととした。これに際しては、予め電子情報技術科の学生が電子回路を製作したことに加え、高知職業訓練支援センターの職員及び生産技術科の学生の協力による亚克力板の支持台製作といった、施設内外の連携も行った。

このことにより、来場者は亚克力板に好きな絵や模様を彫る作業に集中できたため、前年度に比べて種々の混乱を避けることができた。



図2 ナイトイルミネーションボード

2.3 平成25年度の取り組み

平成25年度「オープンキャンパス」の電子情報技術科による製作体験授業は「電子サイコロ」のみで、「ものづくりフェスタ」では3テーマを2回ずつ、都合6回実施した。

このうち、「ものづくりフェスタ」内の1テーマについて、総合制作実習を通して策定した結果、図3に示すような「電子ルーレット」の製作に関するテーマを提示することとなった。

「電子ルーレット」はPICマイコンを使用し、スイッチを押すと鳴音しながら環状に配した8つのLEDを順次点灯させるものであり、これも組み立て機器のイメージを表している。

このテーマでは、前年度省略した組み立て作業を復活させることとし、来場者に主要な部品をピンソケットに嵌め込んでもらう手法により、はんだ付け作業無しで組み立ててもらった。これにより、これまでの組み立て作業における時間の短縮と、はんだ不良による歩留り低下を防ぐことも可能となった。



図3 電子ルーレット

図4に同年度の「ものづくりフェスタ」内で提示した改良版の「電子サイコロ」の写真を示す。

「電子サイコロ」に対しても、部品をピンソケットに嵌め込んでもらう手法を適用することで製作時間を大幅に短縮できたため、前述の「オープンキャンパス」内での同テーマにおける課題に対する解決の一助になるのではないかと考えられる。

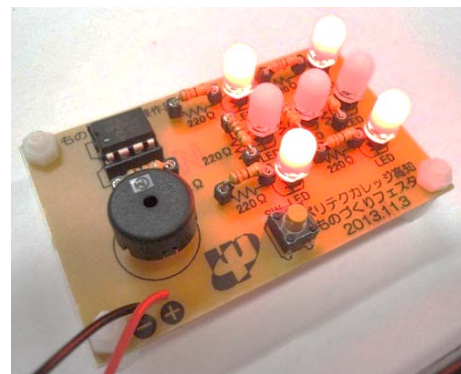


図4 電子サイコロ (改良版)

図5に同年度の「ものづくりフェスタ」内で提示した改良版の「ナイトイルミネーションボード」の写真を示す。

前年度のものと同様に基本的には同じであるが、支持台が木製であったために加工・製作に時間を要していた。そこで、見栄えの良さも考慮し、生産技術科に導入されている3Dプリンタ、四国職業能力開発大学校に導入されているレーザー加工機を駆使して、アクリルを基調とした新たな支持台の製作を生産技術科に依頼するといった、前年度同様に施設内外の連携も行った。



図5 ナイトイルミネーションボード（改良版）

3. おわりに

本報告により、約3年間に渡る取り組みについて述べたが、特に平成25年度に実施した各テーマは来場者にも好評で、科の特色を活かしつつ、今後の各イベントで利用可能なテーマとなった。

一方で、皮肉にもはんだ付け作業を除くことで、簡単に楽しく安全に比較的短時間でできるテーマを策定することとなったが、逆に電子の専門性がない職員でも対応可能なテーマになったと言える。

これからも新規のテーマ策定を行っていく予定であるが、「ものづくりフェスタ」の来場者数を考慮すると、「光る／鳴る／動く」や「楽しく・簡単に」等の方向性に加えて、多人数に対応可能なテーマや更に短時間で製作可能なテーマの策定も必要であると考えられる。

ステアリング部品の傷の自動検査についての考察

生産情報システム技術科 小澤弘明
生産機械システム技術科 池本和夫
東海職業能力開発大学校 三浦志樹

Study on the Automatic Inspection of the Wound of Steering Component.

Hiroaki OZAWA

Kazu IKEMOTO

Shiki MIURA

概要 本報告は、平成23年度、平成24年度四国職業能力開発大学校が企業との共同開発として行った事例である。

自動車業界では、生産ラインの自動化や省人化に取り組み、品質保証のために検査工程を充実させている。検査工程に画像処理を適用する場合には、撮像条件の設定が課題である。水島プレス工業株式会社では、自動車のステアリング部品の検査において、幅寸法と傷を作業者が手作業で検査している。幅寸法については、検査用の「ゲージ」にブラケットを当てることで、幅寸法が許容範囲にあるかを検査する。表面の傷については、作業者の目視により検査している。そのため、作業者にかかる負担や検査誤り・過検出などの人的ミスが問題となり、検査工程の自動化や検査結果のばらつきをなくす標準化が求められている。

共同開発としては、ステアリング部品の検査に画像処理およびPLC制御技術などを適用し、実際にラインに組み込むことを想定して、部品の供給と姿勢制御、幅寸法や傷の検査、良・不良品の分別および収納までを自動化し、検査の時間短縮と精度を標準化する産業用画像処理システムを構築した。

今回は、その中でも画像処理による傷検出について、問題点の対策、最適化及びその成果を報告する。

1. はじめに

本事例は、平成23年度、平成24年度、水島プレス工業株式会社と当校で取り組んでいる共同開発である。

自動車のステアリング部品「ディスタンスブラケット」の生産工程では、上下の幅寸法については、検査者が通りおよび止まりゲージを使用した手作業による抜き取り検査で良否を判別している。また、表面の傷については、全数に対して検査者の目視により傷の有無を判別している。しかし、手作業や目視による良否判別検査を実施しているため、「不良品を良品として判別してしまう検査誤り」や「良品を不良品として判別してしまう過検出」が問題になり、検査工程の自動化や、人間の個人差によるヒューマンエラーをなくす標準化が強く望まれている。

今回は、撮像部での問題点の洗い出し及び対策を行い、画像取得の精度の向上を狙ったシステムの開発を行ったので報告する。

2. 前年度システムの画像処理部

2.1 撮像部の構成について

撮像部は上面、両側面の3方向のCMOSカメラからブラケットの撮像を行う。また、撮像部のカメラ台に角度調整機能を設けた。

なお、撮像部構成を図1に示す。

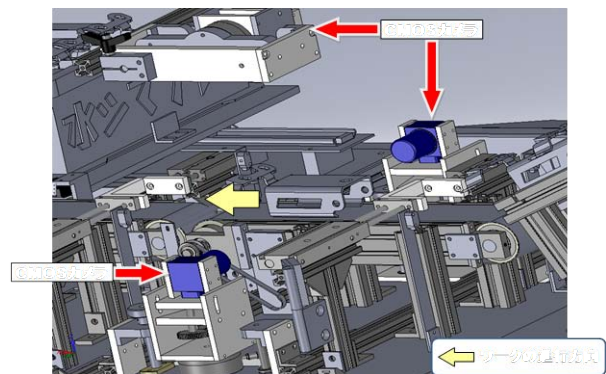


図1 撮像部構成

2.2 画像取得での問題点

前年度システムの問題を解決する上で、

- ・ 擦れによる過検出
 - ・ 傷の位置や角度による取得不良
- が主な問題となる。

2.2.1 擦れによる過検出

図2に示すように、ブラケットによっては擦れによって表面粗さが増し、光を拡散反射するものがある。これは、部品の品質に問題がないため不良品にはならない。しかし、傷との区別が困難であり、直接照明による画像処理では深さを認識できないため、これについては過検出とし、作業者の目視で判断する必要がある。

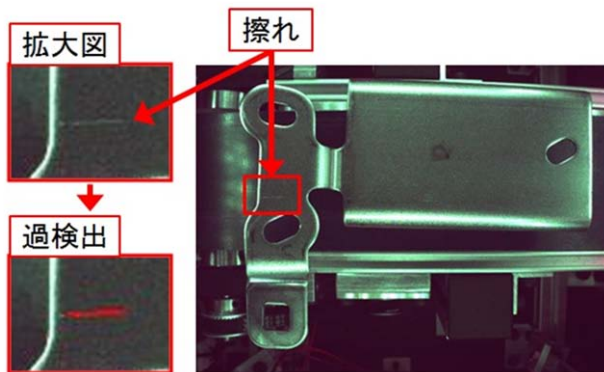


図2 擦れによる過検出

2.2.2 撮像時の傷の位置や角度による取得不良

前年度の撮像部での横方向の照明は、ベルトコンベアを使用した。この方法では下部からの照明に対して、ベルトコンベアで影が発生し、下側の光量が足りなくなってしまう。そのため、照明をブラケットに対して均一に照らすことができなくなっている。

したがって、画像取得時に傷の場所や傷の角度によっては、うまく傷を撮影できない場合が発生するのである。

3. 新システムの画像処理部について

3.1 問題点の対策

前年度で問題になっている擦れによる過検出については、上方からの直接照明では傷の深さを認識できないため、凸凹を認識可能な照明システムを使用する必要がある。そこで今年度は、ローアングル照明が利用できるかの検証を行うことにした。

また、撮像時の傷の位置や角度による取得不良については、ディスタンスブラケットを均一に照らせるように、リング照明及び有効な設置方法について検証を行った。

3.2 ローアングル照明

低いアングルからワークのエッジに照射できるローアングル方式は、光が拡散し認識が困難なエッジや表面上

の凹凸に斜め側面から照射することで、傷などの凹部内で乱反射が発生し、傷が明るく浮き上がって見えるようになる。

その結果、陰影のコントラストを撮像、判別することが可能となる。ローアングル照明の原理を図3に示す。

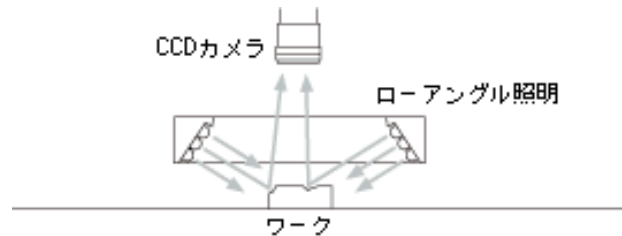


図3 ローアングル照明の原理

なお、このローアングル照明は、上記のように凹凸を強調するのに向いている機能であるが、反対に凹凸が無いような表面上の汚れには効果が低い。つまり、直接照明とローアングル照明をうまく使い分ける必要がある。今回、実験に使用したローアングル照明を図4に示す。

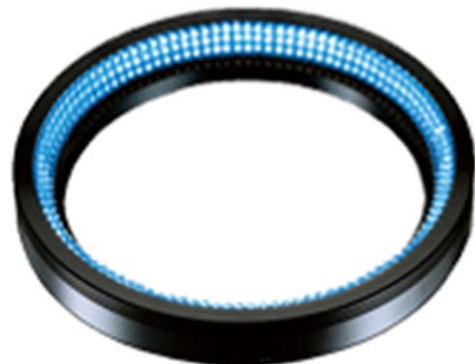


図4 ローアングル照明

3.3 リング照明

供給部は、プレス機からレールに乗って流れてくるステアリングを一時的に止め、検査装置へ1つずつ送る。撮像部は、レール上でディスタンスブラケットを止めて撮像を行っている。前年度システムでは、ディスタンスブラケットの搬送にベルトコンベアを使用した。この方法では下側の光量が足りなくなってしまう。

そこで今年度は、撮像部ではレール上でディスタンスブラケットを止めて撮像を行う機構を採用した。プレス機からレールに乗って流れてくるディスタンスブラケットを一時的に止め、検査装置へ1つずつ送るようにした。撮像部の構成を図5に示す。

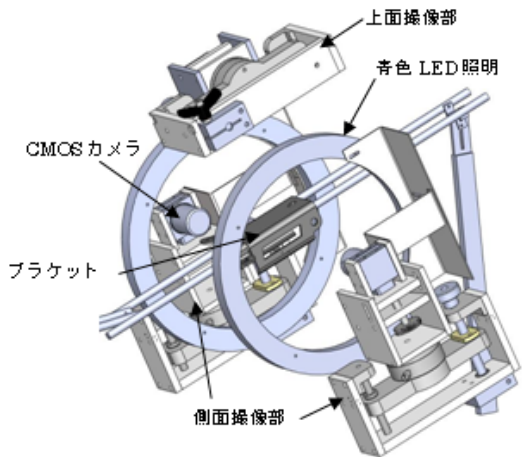


図5 撮像部の構成

なお、ディスタンスブラケットの内側については、検査の対象外であり、レールを滑らせて搬送しても品質に影響は出ない。

この機構により、レール上で撮影を行うためディスタンスブラケットを空中に浮かすことができるようになった。それにより下側も光をあてることが可能となり、ディスタンスブラケットに対して、均一に照らすことができるようになった。ディスタンスブラケットとリング照明の位置関係を図6に示す。

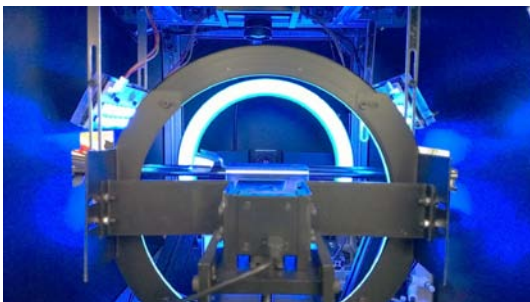


図6 ディスタンスブラケットとリング照明

4. 画像処理の手順について

次に、傷を検出するための画像処理の流れを説明する。

4.1 撮像した画像の読み込み

撮像した画像を読み込む。赤丸で示した部分が検出する傷になる。(図7)

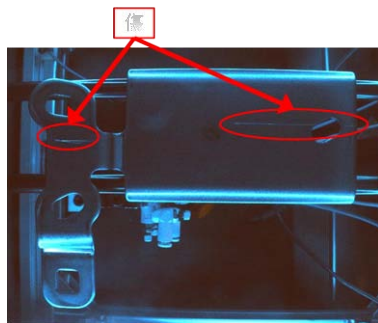


図7 画像読み込み

4.2 彩度画像へ変換

元画像では傷を判別しづらいため、画像を彩度画像に変換する。このように傷部分と光の反射部分が白くなっている。(図8)

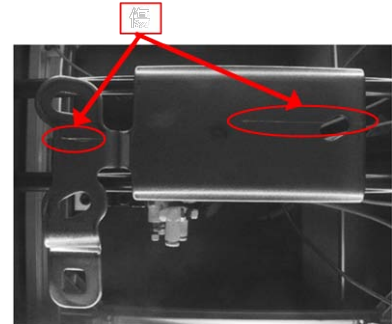


図8 画像変換

4.3 周波数領域に変換

次に、彩度画像を高速フーリエ変換で周波数領域に変換する。これは画像にどれだけの周波数成分が含まれるかを示したものである。画素の変化が比較的緩やかな背景部分には低周波成分が多く、逆に変化が激しいノイズは高周波成分として分布している。傷の成分は背景とノイズの間の周波数帯に多く分布している。(図9)

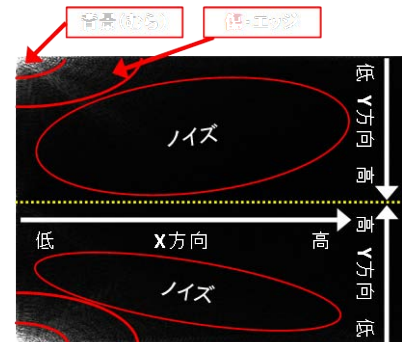


図9 フーリエ変換

4.4 フィルタリング

バンドパスフィルターを生成して、傷成分が多く分布する周波数帯の成分を取り出した。(図10)



図10 バンドパスフィルター

4.5 彩度画像に逆変換

取り出した周波数帯の成分を逆変換して彩度画像に当てはめることで、傷を強調しつつ、金属面の明るさのムラやノイズの影響を抑えた画像を得ることができる。

(図 11)

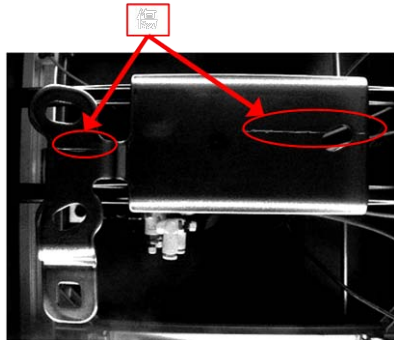


図 11 逆変換

4.6 検査領域の生成

エッジへの光の反射や穴の部分は検査対象外なので検査領域を生成して除外した。下図が上面の検査対象領域である。(図 12)

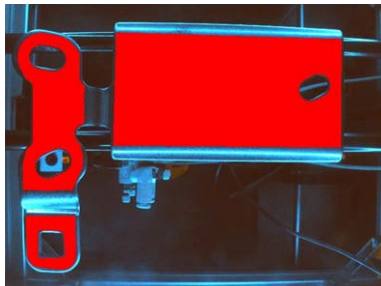


図 12 検査領域 (上面)

側面の検査対象領域は下図のようにになっている。

(図 13)

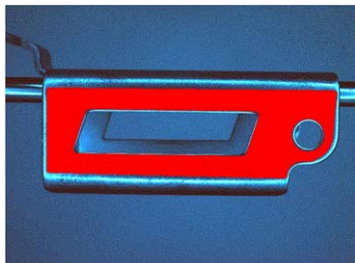


図 13 検査領域 (側面)

4.7 2値化処理

最後にしきい値による2値化で、傷部分のみを取り出した。下図は上面の検査結果画像になる。(図 14)

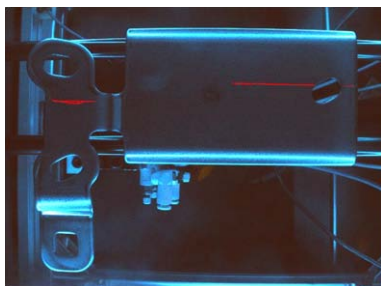


図 14 2値化処理 (上面)

側面も同様の手順で検査している。(図 15)

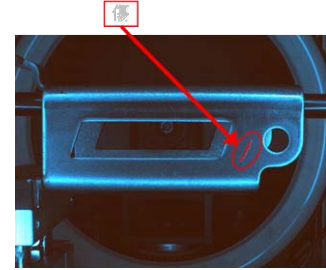


図 15 2値化処理 (側面)

5. 新システムの検討結果

5.1 カメラ位置について

カメラの位置は下記計算式によって求めたワーキングディスタンスの値から決定した。

$$a = f \times \left(1 + \frac{L}{\ell}\right)$$

・上面の計算結果

センサ幅 ℓ (mm)	5.7
視野幅 L(mm)	120
焦点距離 f(mm)	6
ワーキングディスタンス a(mm)	132.3157894736842

・側面の計算結果

センサ幅 ℓ (mm)	5.7
視野幅 L(mm)	87.5
焦点距離 f(mm)	8
ワーキングディスタンス a(mm)	130.80701754385964

昨年度はコンベア上で撮像を行っており、ブラケットのズレが発生していた為に上面、側面とも約10mm余裕を持たせた140mmとしていたが、本年度はエアシリンダでブラケットが止まり、ブラケットのズレも発生しないことから、検査精度向上の目的で、135mmとした。

5.2 ローアングルリング照明の試験について

ローアングルリング照明の最適な設定を調査するために撮像実験を行った。実験は、ディスタンスブラケットからのローアングルリング照明の距離とリング照明の調光値を変化させながら、画像を撮像する方法で行った。光源の変化による影響試験の様子を図16に示す。

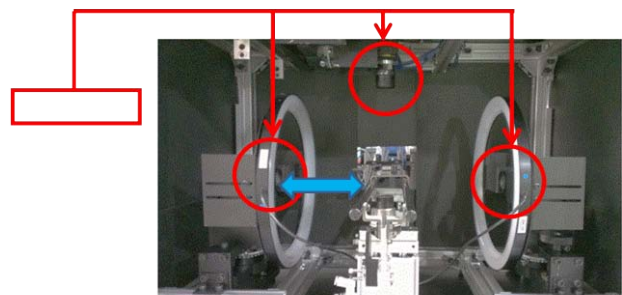


図 16 光源の変化による影響試験

5.3 試験結果について

実験は、ブラケットの耳の有る左側面に対して、リング照明の距離と明るさを変化させながら撮像を行った。

表1はブラケットからのリング照明の距離と明るさの変化による傷の見え方をまとめた表である。

ブラケットからの距離を近づけると鮮明に見え、明るさを1から256まで16ずつ変化させて撮像を行った。

ブラケットからの距離が約80~100mm程度の場合に細かい傷まで鮮明に見え、明るさは暗い程反射光の影響が少ないことがわかった。

表1 リング照明の距離及び明るさの測定結果

明るさ (1~256) 距離 (mm)	1~32	32~144	144~256
50~80	大きな傷が鮮明に見える	大きな傷が少しぼやけて見える	大きな傷がぼやけて見える
80~100	小さな傷まで鮮明に見える	小さな傷まで見えるが少しぼやける	小さな傷まで見えるがぼやける
100~130	小さな傷まで鮮明に見えるが反射光がきつい	小さな傷まで見えるが少しぼやけ、反射光がきつい	小さな傷まで見えるがぼやけ、反射光がきつい

なお、明るさは電源出力の256階調の設定値を用いている。この結果をもとに、距離は90mmで明るさは3に設定することにした。この時の照度は12ルクスであった。

この条件での測定結果を、図17に示す。

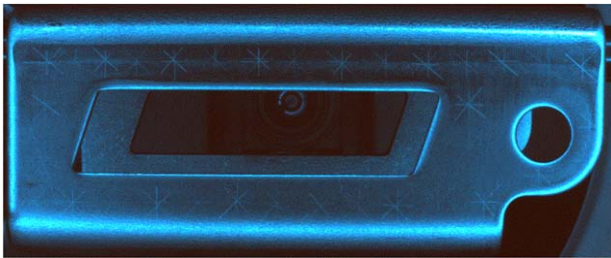


図17 距離90mm, 明るさ3 (照度: 12ルクス) での結果

今回の試験で使用した機器を以下に示す。なお、ローアングルリング照明は、発光色は傷の検出状況が良好な青色を採用した。

- ・ローアングルリング照明
LDR2-170BL-LA (CCS社製)
- ・照明用電源
PD3-3024-3-PI (CCS社製)

5.4 埃の影響について

ブラケットの試験を行っている時、傷がないブラケットであっても不良品と認識してしまうことがあった。原因を調べると、非常に小さな埃がブラケット表面に付着したところを傷として認識したためであった。

ローアングル照明は表面の凹凸を強調するため、微細な傷も認識できる半面、上面照明では認識されなかった埃を強調してしまったのである。

そこでブラケット表面に埃が付着した場合に、どの程度まで影響もしくは検出されるかについて調査を行った。

糸、毛玉、髪の毛を採取し、ブラケット上面に乗せ、傷検査を行った。使用したサンプルは図18に、サンプルを張り付けた状態を図19に示す。

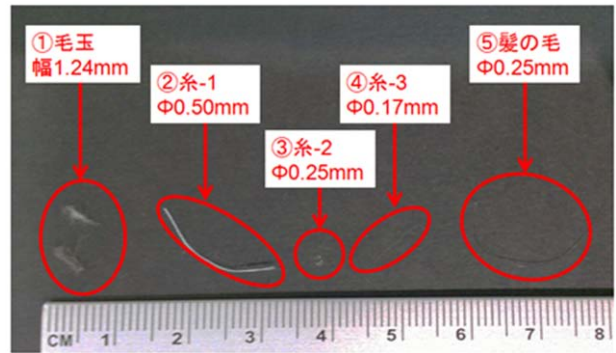


図18 埃のサンプル写真

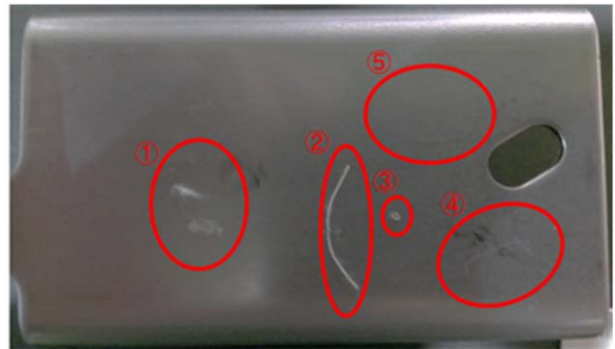


図19 処理前の画像



図20 処理後の画像

実験の結果、図20が示すように白色であればΦ0.25mmまで検出したが、黒い髪の毛は検出しなかった。この結果から、このシステムでは

- ・0.17mm以下の糸くずならば認識しない
- ・0.25mm以上の糸くずならば認識する
- ・髪の毛のような黒いものだと0.25mmでも認識しないことがわかった。

したがって、普通に漂っている綿ゴミ程度ならば、特に問題にならない。しかし、0.25mm以上の糸くずが舞う環境で試験を行うことになった場合は、糸くずによる誤認識をできるだけ排除する必要がある。

例えば、検査装置の直前にエアを吹きつける機能を用意し、埃を飛ばしてしまうようにすると効果的と思われる。

また、いろいろな種類の埃が舞う環境での検査を行う場合は、さらに詳しい検査を実施する必要がある。

6. 考察

今回の共同開発は、新規システム開発となったため、早い段階でレビューに耐えられる程度の実験を行い、水島プレス工業株式会社に提示して様々な意見を収集して、設計を行うことが最も早道となる。

しかしながら、前年度はこのシステムで問題なく検出できるだろう、という思い込みがあったため、試験が遅れてしまった。また、途中で傷の認識についての仕様変更が起こったため、対応が後手に回ってしまった。

その結果、前期で述べられた不具合の対策に十分な時間をとることができなかった。

そこで今年度は、事前に対策案を立案できたときには、十分なテストを行い、本当にその対策案は有効な手段になりえるのかについて、検証を行った。その結果、効果的な結果を得ることのできる条件設定を導き出すことができた。

今回の新システムでは、傷の認識精度の向上と擦れによる過検出の低減の確認試験を行い、不良品の認識が実用レベルにすることができた。

7. おわりに

現在、製造業ではコストダウンが至上命令となっており、いかに自動化を推し進めるのかが重要となってくる。しかし、自動車産業では安全が第一であり、自動化を行うにあたり、熟練の作業者と同等の結果を出すことを求められている。そして、今回のシステム開発を行っていく過程で、自動車部品の検査の今後の展開について、把握することができた。

今後、企業との共同開発を計画・実施していく過程で、企業や市場に求められるテーマをいかに的確に提供していくかが、求められてくる。

今回の調査・検討で、画像処理による傷の認識についての手法を確立することができた。これらの手法を今後の共同開発等に役立てていきたい。

文献

株式会社キーエンス

「ローアングル照明」活用テクニック

<http://www.keyence.co.jp/gazo/solution/jirei/shomei/shomei01.jsp>

著者 E-mail ozawa@shikoku-pc.ac.jp

ミスマッチへの提言・雑言・戯言

—老いの繰り言—

生産技術科 神田健一

A Proposal, a Calumny and a Flapdoodle to the Mismatch

—Tedious Talk of Old Age—

Kenichi KANDA

概要 大学進学率の上昇に伴い大学生の学力や意欲が問題化している。当校でも、高校から入学してくる専門課程で、消化不良をおこし履修が困難になって、仕上がり支障を来している学生が増えている。その要因にいくつかのミスマッチが挙げられる。その主因であるカリキュラムとこれに関連する、入試の可否、専門課程と応用課程の融合、コース選択制、製図と CAD、実践技術者などについて、日頃の考えを述べる。

1. はじめに

18 歳人口の減少と大学進学率の上昇により、大学進学希望者の奪い合いは益々激化している。ブランド力のある大学や人気のある大学では学部や学科を新増設して学生増を図っているのに対し、無名の大学や特色のない大学、いわゆる人気のない大学では定員割れをおこしており、大学の二極化は著しい。人気のない大学では学生募集に苦慮し、経営面から定員確保を優先する余り、学力の低い学生や素質を欠いた学生等が大挙して入学してくる可能性を秘めている。当校の状況も残念ながら人気のある大学に該当していない。

大学生の学力と意欲の問題は大学進学率の上昇に伴い問題視されて久しいが、当校に入校してくる学生の学力や意欲はこの数年で急激に低下している。学ぶ姿勢や目的意識の欠如はもとより、挨拶など最低限のコミュニケーションの不足、遅刻や欠席の多さ、レポートの提出日や決まり事の不履行等々、当然身に付けているべき基本的な生活習慣や年齢相応の人間力が欠落している学生が目につく。そのため、ややもすると授業以前の生活指導に多くの手を取られかねなくなっている。

このような状況下で行われる専門教育、とりわけ専門課程の教育訓練はほころび始めており、このま

まではほころびは益々広がり、いつか破綻をきたすと言っても過言でない。その第一の要因は標準とされているカリキュラムやシラバスと学生の学力間に生じているミスマッチが著しいためと考える。

これらや他のミスマッチについて、日頃思っていることや考えていることを提言・雑言・戯言として述べたい。提言であるか雑言・戯言かは読み手の自由である。いずれにせよ、これにより打開策につながるなら、願ってもないことである。なお、カリキュラム等は主に機械系専門課程について述べる。

2. 提言・雑言・戯言

2.1 大カリでの討議

今年 4 月に開催の大学校カリキュラム等検討委員会（以下、大カリと記す）で、「基礎学力及び専門知識不足の学生に係る現状と課題」について討議されている。ここでは委員が所属する校の学生の学力や意欲等が忌憚なく論じられている。抱える問題は「当校と似たり寄ったりで、どの校も同じ」と言った印象である。討議された中で、「学生の学力は 2 極化している」、「推薦入試入学者と一般入試入学者の学力差が大きい」、「標準カリキュラムは詰め込み過ぎ」、「やる気のない学生も入れないと定員を確保できない」、「従来の指導方法が通用しない」、「負のスパイ

ラルに陥っている」¹⁾などの指摘事項が目を引く。また各校の対処法も報告されているが、これと言った解決策は見あたらない。

2.2 入試について

大カリで指摘された学力について、筆者は2極化よりは3極化と思っている。上位1/3は「まずまず」と言えるが、中位1/3は「何とか(どうか)」で、下位1/3は「何とも」である。各校とも学力や意欲が問題になっているのは下位1/3と思われる。当校の場合、その要因の一つは入学試験の可否にある。これは大カリでも指摘されている「入試による入学者の学力差」や「負のスパイラル」とも密接に関係している。結論を先に述べるなら、推薦入試の可否では数が優先されていることである。昨年、報告した専門課程2年間の成績調査²⁾では、下位1/3に推薦入試入学者が多いことがわかっている。修了時の品質を保障していくうえで、下位1/3の学生の扱いは頭の痛い問題である。そのためには数と質のいたちごっこを抜け出さねばならず、それには定員割れを覚悟のうえで、「3年程度は質の優先」といった、思い切った方策が必要であろう。さらに下位1/3に該当する学生が応用課程へ進学を希望することもあり、この場合にも数が優先されれば、専門課程で起きていることが応用課程も起こりえる。

2.3 標準カリキュラムについて

2.3.1 総論

職業能力開発大学校や職業能力開発短期大学校の専門課程は昭和49年開校の職業訓練大学校付属短期大学校(以下、付属校と記す)に源を有する。当校も昭和56年に香川職業訓練短期大学校として開校している。専門課程の実践技術者(テクニシャン・エンジニア)の呼称やカリキュラムは付属校時代に考えられ、「工科系短期大学はかくあるべし」という思いが込められている。現在の生産技術科は付属校の生産機械科を継承し、これに金属成形の内容を一部組み入れ、幾度かの見直しを経て現在の標準カリキュラムになっている。付属校時代のカリキュラムからは一般教育が減じて、機械数学、情報処理、3DCAD、電気・電子工学実験、油空圧とシーケンス制御などの科目が増えて、これらが増えた分、従来

科目の時間数は減っている。付属校の昭和50年代と現在で、大学進学率や学生の学力と質は大きく変化しており、同じ扱いはできなくなっている。それにも拘らず、付属校の考えを踏襲したままで、科目増の標準カリキュラムと、縛りが多すぎる履修規定が根源になって、半数の学生は消化不良を起こしている。学生の学力低下によって年々この傾向は増しており、まさに「負のスパイラル陥っている」と言ってもよい状況になっている。

2.3.2 見直し その1 -科目の入れ替え-

最近の募集案内では、従来の専門課程2年+応用課程2年の教育訓練から4年間の教育訓練に言い方が変わってきている。受験生受けを意識した広報戦術と受け取れなくもないが、大方が応用課程へ進学する状況からすれば、4年間の教育訓練は当然の成り行きである。しかし、4年間の教育訓練であるためには、専門課程と応用課程で相当数の科目を入れ替えるべきと考える。専門課程のカリキュラムは詰め込みすぎと大カリでも指摘されている。機械系で述べるなら、専門課程で実施している機械制御や電気・電子工学実験、機械工学実験や機械加工実験、3DCADやCAD/CAM等は応用課程に移行し、科目数を減じてゆとりを持たせ、理解力の向上を図っていけば消化不良の解消につながる。逆に応用課程で実施している標準課題実習の製作課題(当校ではピック&プレース装置の製作を実施している)は専門課程で実施すべきである。専門課程からの科目移設に伴い、応用課程では精密加工応用実習、設計関係科目、制御関係科目等を見直した方がよい。応用課程のカリキュラムは、専門課程の学習がしっかり身に付いている前提で成り立っている。そのため、ものづくりに特化したカリキュラムになっている。しかし、その前提が崩れている以上、応用課程のカリキュラムや教育訓練方法も見直さざるを得ない。ついでに言えば、専門課程と応用課程の履修規定を1本化すべきである。

標準課題実習を専門課程に移行する話に戻る。専門課程の総合制作実習は標準課題実習の内容に変更し、標準課題実習の製作課題を実施する。これにより、専門課程でもグループ学習や役割分担、製作の一連の流れなどを学ばせるべきと考える。ただし、

設計課題の標準課題実習の方は従来通り応用課程で行う。かつての卒業研究的な総合制作実習は内容的にも時間的にも中途半端に終わりがちで、完結的な実習になりにくくなっている。それよりも、部品加工から加工物の測定検査、組立・調整、動作確認まで一通りのことを学ばせる方が有意義と考える。また専門課程でも応用課程の教育訓練方法を取り入れることで、副次的に意思疎通が図りやすくなり、4年間の教育訓練もスムーズに運びやすくなる。

専門課程から応用課程へ科目移行によって生じた時間は重要科目に配分し、ゆとりと余裕を持たせて消化不良を解消し、習ったことは理解し出来るようにさせたい。これらだけで下位の学生までも格段によくなると思えないが、中位の学生の半数は「何とか」から「まずまず」に向上すると考える。

2.3.3 見直し その2 -製図・CAD教育-

機械で一番大事な科目は機械製図で、図面が読めることである。ものづくり現場では図面を読む力が必要で、図面を書くことより読めることを重視している。しかしながら、現在の製図の時間では不十分なうえ、最近の学生は図形が苦手らしく投影を十分に理解できない者や三面図を満足に読めない者が多い。専門課程2年時に実施する企業委託実習でも、「図面が読めなかった」という報告が目につく。専門課程で就職する場合、生産現場での就業が多く、設計業務などは4大卒以上になりつつある。しかし、設計以外の業務でも自分のアイデアを図にしたり、三面図を書いたりすることはあるため、専門課程でも図面を書く授業は必要である。そのための演習実習である設計製図を実施しても、設計そのものは考えていない。2DCADは道具がドラフターからパソコンとCADソフトに変わっただけで、製図の道具に変わりはない。これに対し、3DCADは思想が全く異なっていて、2DCADが製図の道具であるのに対し、3DCADは設計やシミュレーションの道具である。したがって、自分のアイデアを設計しない専門課程は、3DCADを履修させる必要はなく、図面の読み書きを充実させることに重点を置けばよい。3DCADは図面の読み書きが十分にできたうえで、設計課題を行う応用課程で行えばよいと考える。

3DCADの苦言をもう少し述べる。設計道具とし

て、3DCADの機能や便利さは2DCADの比でない。3DCADでは、まさに粘土細工のように付けたり取ったりして造形していけばよい。しかし、これが落とし穴で、ものの製作は図面を媒体としている限り2D表現である。3Dから2D(投影図)へは3DCADソフトが代行してくれるが、それだけでは図面として不十分である。寸法関係の見直しや公差等を追記したり、複雑な形状では正投影を補足する図を追加するなど、設計者が手を加えなければならない。応用課程の学生が書いた図面を見てもこの点が不十分で、寸法記入に誤りがあったり、設計意図が不明だったり不足したりしている。このような不完全な図面でも、それなりにもものづくりは可能で、まがりなりにもモノはできる。モノができたことで錯覚し、「万事よし」となっていないだろうか。そのうち、「3DCADでないと図面を作れない(書けない)」と、学生は言い出しかねず、便利な道具の弊害と言えなくもない。また3DCADに知らぬ間に依存してしまうと、肝心な2Dと3D間の相互変換力に支障をきたす恐れが生じる。就職先で図面を読む業務に携わることが多い修了生にとって、2Dと3D間の変換力不足が致命的とならなければよいがと危惧する。

2.3.4 見直し その3 -その他の科目-

3DCADに関して、別の観点から述べる。専門課程では3DCAD設計を否定したが、製図やメカニズム(機構学)の授業に3DCADの利用が考えられる。最近の学生は図形や空間認識が不得意で投影を理解できないことを述べた。そのため、最初に3DCADの簡単な使い方を教え、3DCADの機能を活用して提示された等角図の平面形状や側面形状等を確認させたり、三面図にすることで、投影の理解力向上を図れる。また自学実習で不確実なところを再確認させることも可能になる。同様に、メカニズムの授業でも3DCADを利用できる。リンク機構やカム機構の動き、遊星歯車の入出力と回転関係など、具体的な構造や動きを見せることができる。特に遊星歯車装置や作動歯車装置などの難解な機構に対し、効果が期待できる。

当校の専門課程生産技術科では熱工学と流体工学を教えている。標準外の科目であるが、いずれも機械3力(4力)と呼ばれている教科で、大学の機械系

学科では必修科目になっている。機械技術者として熱と流体の常識程度は教えておきたい。これも応用課程に移行することになるが、「熱・流体の基礎」として1科目にまとめてもよいと思う。

2.4 選択制の導入

昨年の大カリでコース選択制が検討されている。大カリでのコース制は企業の生産活動における生産品や生産方法に応じたコース設定で、就職活動での自己PRや就業時の即戦力を狙った制度と理解できる。ここで述べる選択制は大カリの選択制と異なり、必修科目を最小限にして他は選択制にする方式である。現在の標準カリキュラムでは全科目が必修になっているため、興味のない科目や理解力に乏しい科目までも、無理やり履修させている。そのため、興味のない科目や難解な科目では形式的に受講しているだけで、学ぶ姿勢に欠けていて何の役にもなっていないことが多い。当然、成績の方は芳しくないが、それでも補習や再試験で何とか合格させている。これに要する労力や時間は相当だが、その割に効果は低い。大カリで報告された「負のスパイラル陥っている」実状の一端である。この根源は標準カリキュラムにあり、標準カリキュラムの全科目必修制を変更しない限り根本的な解決にならない。多様な学生に対処していくには大幅な選択制を導入し、学生の能力や素質、進路に応じた方式に変更すべきである。

提案するコース制は応用課程進学を意識した「一般コース」と、就職を意識した「技能コース」の2コースで、モデルを図1に示す。コース選択は1年後期か2年時に行い、コースに分かれてからも必要最小限の学科と実技は共通の必修科目とし、1年半ないし1年間履修する。先に述べた標準課題実習の総合制作実習はここで行う。課題のものづくりを行うことで、図面の読解力も養われる。「一般コース」における学科と実技は卒業要件に必要な単位数を満たせばよく、必修制でない。「技能コース」は実習を重視し、学科3と実技1～4から学生の興味や目的などに応じて科目毎に選択する。実技1と実技2は再履修になるが、復習やスキルアップを目的に自学自習と巡回指導方式でまかなう。学科3や実技3は「一般コース」と合同授業になるが、学科は卒業に必要な最小限の単位数でよい。実技4は「技能コー

ス」のための新たな実習になる。これは指導側の負担増を極力軽減するため、履修済みの実技の応用的な内容を自学自習と巡回指導方式で実施するもので、例えば技能検定や各種の資格試験、就職先に応じた実習などが該当する。「技能コース」の実習は主に自学自習方式になるが、実際は個別指導になるので、より細かな指導が可能になる。応用課程への進学は「技能コース」からも可能で、進学後に支障を来すことがないよう学科3と実技3に推奨科目を示しておく。両コースとも途中でコース変更してもよい。これらによって、学生に無理強いした履修を軽減でき、学生の目的や興味に応じた科目編成ができるので、下位や中位の学生の取り組み姿勢は相当よくなると考える。また大カリで検討された就職活動や就業時の即戦力にも対応できる。



図1 選択コースのモデル

2.5 指導体制

現在の専門課程と応用課程の指導体制はそれぞれの課程のみを担当している。4年間の教育訓練であるためには、専門課程と応用課程を1本化して、全体で両課程を見ていく指導体制が求められる。応用課程の指導で問題になりそうな点は応用課程研修の未受講であろう。現状の応用課程研修はOJTが中心で、応用課程が併設されていない短大校と違って当校の教員は応用課程を見聞きしたり、応用課程の学生からの相談に応じたりもしているため、応用課程研修が未受講でもあまり問題にならないと考える。

2.6 テクニシャンとテクノロジスト

当校のホームページに、専門課程は実践技術者(テクニシャン・エンジニア)を、応用課程では生産現場のリーダーの養成と記されている。当校が4年制であればある程、高校生や父兄の目は専門課程よりも応用課程に向きがちで、応用課程の内容や就職状況が重要になる。この点、生産現場のリーダーから受けるイメージは工場現場で働く作業者のグループ長や責任者程度と捉えられ、実践技術者に比べて見劣りする。学校のイメージとして、当校は決して明るい方でない。対する、大学のイメージは明るく夢のある将来を描きやすい。この時点で勝負に負けている。学生が当校を選んだ理由の多くは就職や授業料、大学卒扱いの学歴で、目的や内容より実用面や経済面を重視して選んでいる。しかし、近年の応募状況から推測すると、これらだけでは限界に近く、今以上の応募者増は見込みづらい。応募者を増やすには、高校生や父兄が夢のある将来を展望しやすいイメージやキャッチフレーズ、就職や授業料以外の「売り」を早急に確立することが求められる。

生産現場のリーダーの補足に「製品の開発、生産工程の構築等に対応できる将来の生産技術・生産管理部門のリーダー」とあるが、何のことかわかりにくく、「将来の」はまどろっこしい。生産現場のリーダーより「テクノロジスト」の方がはるかにスマートで受け入れられやすい。ドラッガーは、製造技能技術者やソフトウェア設計者、臨床検査技師、理学療法士など³⁾の「技能技術者」や「知識労働者」をテクノロジストと呼び、「その国の力はテクノロジストが多いか少ないかに依存するとし、英国の経済が衰退したのは製造テクノロジストを軽視したため」と指摘している。欧米では技術関係の仕事をエンジニア、テクノロジスト、テクニシャンに分類^{4) 5)}し、新分類のテクノロジストは認証方向にある。日本でもテクノロジストの呼称は工学部や医療系学部、企業などで使われ始め、近い将来定着すると思われる。応用課程の案内に、ドラッガーの先の指摘を借用して、テクノロジストの必要性や将来性をアピールし、応用課程=テクノロジストとすることで随分イメージは明るくなる。(過去の当校学校案内に前校長挨拶の中でテクノロジスト養成を述べていたが、挨拶文のためか反響はあまりなかった。)

欧米と比べて日本の技術者の使われ方は曖昧で、作業レベルの人でも技術者と呼んだりして様々な技術者像がある。当機構の福元は「技能と技術」誌で、専門課程を実践的な技術者(テクニシャン)、応用課程は高度な実践技術者(テクノロジスト)⁶⁾としている。テクニシャンやテクノロジストは評価できるが、実践的な技術者や高度な実践技術者とテクニシャン、テクノロジストとの整合が取りにくい。応用課程が設置された現在では、付属校時代に生まれた実践技術者を専門課程に固持し続けるには少し無理がある。この際、実践技術者の呼称は思い切って手放し、専門課程はテクニシャン、応用課程はテクノロジストに一本化してはどうか。その方が専門課程と応用課程の整合性も取れてわかりやすい。

3. おわりに

私案とはいえ、随分突拍子もないことや誇張しすぎたことを述べた。これらは切り捨ててもらっても結構だが、何より現状打開のきつ掛けになれば本望である。最後に、金沢工業大学紀要に掲載の「技術者と技能者」⁷⁾の中に、「大学、高等専門学校、職業高校、専門学校でも「技術者」とか「専門家」を目指す学生を育てるといっても、これらができる能力がなければ、「技術者」や「専門家」にはなれない。」と論じていること、ドラッガーは「テクノロジストは目的意識を持って、自らに責任を課し、新しいことへの食欲さとの確かな判断力を養うことが重要である。」とも述べていることを紹介して終わりたい。

参考文献

- 1) 大学校カリキュラム等検討委員会, 基礎学力及び専門知識不足の学生に係る現状と課題, 雇用支援機構, 2013.4
- 2) 神田, 四国職業能力開発大学校紀要 24号, GPAを用いた成績の調査分析その1, 2012.12
- 3) P.F.ドラッガー, 上田編訳, テクノロジストの条件, 日経文芸社, 2005.7
- 4) 配付資料, 大学における実践的な技術者教育のあり方, 文部科学省, 2010.6
- 5) 海野, ものづくりとテクノロジスト認定機構, 実教出版 HP
- 6) 福元, テクニシャン・テクノロジスト養成, 技能と技術, 2005.4
- 7) 飯野, 技術者と技能者, 金沢工業大学紀要工学研究 14, 2008.3

< 研究論文 >

ニッケル基超耐熱合金インコネル718の旋削加工性能に 及ぼすオイルミストの効果

生産機械システム技術科 八崎 透

The Effect of Oil Mist Application on the Machinability in Turning of Nickel-Based Super Heat-Resistant Alloy Inconel 718

Toru YATSUZAKI

Abstract

The purpose of this study is to clarify a possibility of the eco-cutting process for the super heat-resistant alloy Inconel 718. The experimental cutting by turning has been conducted for the improvement of the cutting efficiency of a difficult-to-machine material such as a super heat-resistant alloy Inconel 718 under protection of the global environment. The cutting processes in the experiments are a dry cutting, a wet cutting with emulsion coolant and an oil-mist cutting. In the experiment, a HW-K10 cemented carbide insert, a Ti compound cermet insert, a TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD coated cemented carbide insert and a (Ti,Al)N PVD coated cemented carbide insert were used for the turning of the periphery of round bars. It was found that the Inconel 718 having extremely low machinability can be machined at a cutting speed of 100m/min using a combination of (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide insert and vegetable oil mist 12ml/h with 0.5MPa air.

1. 緒 言

近年、ヨーロッパを中心とした工業先進国では、地球環境への負担軽減を指向した生産活動が行われている。また、我が国の大企業や中小企業においても、環境マネジメントシステム（Environmental Management System）に関するISO14001の認証取得のための運営管理や生産手法の改善などに力が注がれている¹⁾。そのため、加工の分野においても、環境を考慮してクーラントを使用しない切削加工の実現が大きな課題となっている。

この地球環境の負担を軽減する切削、すなわちエコカuttingの代表的なものとして、ドライ切削、オイルミスト切削および冷風切削などが脚光を浴びている¹⁾²⁾。ドライ切削とは、切削加工を完全にドライ化した条件で行うことである。しかし、従来から切削油剤に長期間依存してきた切削加工をドライ切削に切替えるには多くの問題が有る。そこで、MQL (Minimum Quantity Lubrication: 最少油量潤滑)やNDM (Near Dry Machining: 準ドライ切削)と呼ばれるオイルミスト切削、液体窒素を使用した冷却切削、切削油剤や冷却ガスを使用しない冷風切削などドライ切削に準じた環境対応型加工の研究が、盛んに行われている³⁾。

一方、クーラントへの依存度が高い超耐熱合金（難削材）への環境対応型切削加工の研究については、HW-K10種の超硬を用い切削速度40m/min程度の低い切削速度で実施されている。例えば、ガスタービン、航空機部品、原子力機器等に用いられるインコネル718の旋削においては、十数MPaの高圧注液法によるクーラントを用いた旋削が主流である。しかし、この方法では、高圧・大容量のクーラント用ポンプが必要となり、これらの設備が機械加工費用の中で大きな部分を占めることになる。さらにこの方式は、加工後の部品洗浄や洗浄排水処理が環境に悪影響を与える。

そこで、本研究では超耐熱合金であるインコネル718への環境対応型切削加工技術を確立することを目的とし、各種材質のインサートを用い、逃げ面およびすくい面にクーラント、エア、およびオイルミスト（以後ミストと言う）を吹きつけながら外周旋削を行い、これらが工具寿命、仕上げ面粗さ、加工寸法などに及ぼす影響について実験的に明らかにした。

2. インコネル718の被削性

まず、インコネル718の被削性を確認するため、

ドライにおける工具摩耗の進行を切削長さ 100m 毎に 600m まで観察した。ここでは、超硬 HW-K10 ひし形スローアウェイチップを使用し、ドライで各切削速度における工具摩耗の進行を調べた。実験装置は、CNC 旋盤（中村留樹 SC-25K）を使用し、丸棒の外周旋削を周速一定で行った。工具摩耗については、加工精度に支配的な影響を与える逃げ面摩耗を測定した。表 1 に実験条件、図 1 に逃げ面摩耗量の切削進行に伴う変化を示す。

図 1 から分かるようにインコネル 718 を切削する場合、切削速度が 40m/min 程度では、切削長さが 100m 程度で一般的に仕上げ用バイトの工具寿命とされる逃げ面摩耗量 0.2mm を超えている。切削速度 60m/min では、切削長さ 100m で逃げ面摩耗量が 0.4mm 程度まで進行し、切削長さ 300m でインサートの先端が赤熱し切削不能になった。これらは、板倉ら⁽⁴⁾が述べているように、インコネル 718 では、軽切削において切削速度 50m/min 程度でも工具刃先の温度が千数百 K に達し、工具摩耗に大きな影響を与えるという実験結果に合致する。

Table 1 Experimental conditions (Preliminary experiment)

Work material	Inconel 718 φ60×210 HB415
Tool material	Cemented carbide HW-K10
Tool geometry deg, mm	-6,-6,6,6,5,-5,0,4
Cutting condition	
Cutting speed m/min	20,30,40,60
Depth of cut mm	0.25
Feed rate mm/rev	0.25

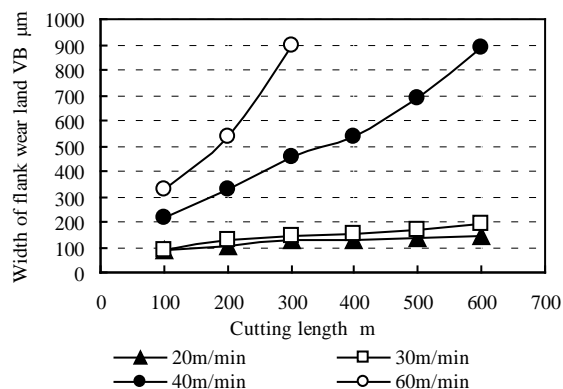


Fig.1 Relation between the cutting length and the width of flank wear land in dry cutting with HW-K10 cemented carbide inserts

3. 環境対応型旋削加工と従来型旋削加工

クーラントなどの切削油剤を加工時に供給する目的は、工具、工作物、切りくず間の冷却、潤滑および洗浄である。この 3 つの機能が確実に実行されたとき、切削温度の低下が図られ工具摩耗の進行を抑える効果が期待できる。インコネル 718 の旋削の場合には、高圧にしたクーラントを加工点に注入することにより工具寿命の延長が図れたという報告がある⁽⁵⁾。著者は、工具寿命延長のため、従来のクーラントを供給する方法と環境に配慮した植物性油（菜種油）のミストによる、インコネル 718 の旋削実験を各種インサートについて行った。

3.1 本実験の実験方法および装置

本実験では、前項の予備実験の結果を受け、超硬 HW-K10 については切削速度を 40m/min に設定した。また、切削速度の高速化を目指し Ti compound cermet, TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD コーティング超硬および (Ti, Al)N PVD コーティング超硬などのインサートを用い切削速度 100m/min を上限に置き、CNC 旋盤（中村留樹 SC-25K）による丸棒の外周切削を行いミストの効果を調べた。測定や観察は、切削長さを 600m とし 100m 毎に行った。

ミスト装置は、外部給油方式で植物性油を極微量供給が可能である。本実験では、0.1MPa および 0.5MPa のエアータンとともにミストを供給した。ミストとエアータンの供給方法は、図 2 に位置を示す 2 つのオイルホールを持つバイトを使用し、一番効果的と考えられる逃げ面とすくい面に同時に供給した⁽⁶⁾。今回の加工では、工具摩耗、加工面粗さ、寸法誤差および図 2 に示すインサートの刃底温度を測定した。刃底温度は、バイトの裏面からインサート用敷板の表面まで直径 1mm の穴をあけ、シース型アルメル・クロメル熱電対を通し、図 2 中の丸点で示す刃先から 3mm 内側に入った点の裏の位置を測定した。表 2 に実験条件を示す。

3.2 チップに HW-K10 超硬を用いた場合のミストの効果

本実験では、ミストの供給量を変えた場合、ドライの場合およびクーラントを用いた場合の、工具の逃げ面摩耗量を測定した。図 3 から、切削長さ 400m ま

ではミストの量が 6ml/h 以下では、ドライの逃げ面
 摩耗の量とほとんど変わらずミストの効果は、認め
 られなかった。ミストの量が 12ml/h では、切削長さ
 250mm までにおいてクーラントを用いた場合とほぼ同
 等の効果が認められた。しかし、切削長さが増すに
 つれ、逃げ面摩耗量はクーラントを使用した場合よ
 り大きくなった。また、ミストの量が 12ml/h と 24ml/h
 での逃げ面摩耗量は、ほとんど変わらなかった。

一方、インサートの刃底温度の測定を行い、加工前
 温度からの温度上昇を求めた。その結果を図 4 に示す。
 ミストを供給することにより、インサートの刃底温度
 の上昇が緩やかになっている。

また、ミストの量が 6ml/h と 12ml/h の場合、温度の
 上昇はドライとクーラントの間である。工具刃先の
 温度の測定はできていないが、ミストによる工具摩耗
 の低減とミストの潤滑作用により工具、工作物、切り
 くず間の摩擦が小さくなり切削熱を抑え、逃げ面摩耗
 の進行を遅らせたことによるものと考えられる。

3.3 チップに Ti Compound Cermet を用いた場合のミ ストの効果

図 5 に超硬 HW-K10 での 40m/min より高速化させた
 切削速度 100m/min での切削長 600mm におけるドライ、
 クーラントおよびミストを用いた場合の Ti Compound
 Cermet の工具損耗状態を示す。いずれの場合も大きな
 工具摩耗、凝着、変形が観察された。図 6 に切削長と
 0.25mm の設定切込み量に対する実削除量との関係を
 示す。(図中の値は、長手方向 180mm を 3ヶ所測定し、
 それらの偏差の平均値を示している。以下の実験でも
 同様な寸法測定を行った。) いずれの場合も工具損耗
 による刃先後退量では説明ができないほど設定寸法
 に対し正確に削られていない。ここで、 a : 実切込み、
 s : 設定切込み、 r : 刃先後退量、 d : 工作物の変位
 とすると、 $a = s - r - d$ という関係が成立つ。この右
 辺の d が、特にインコネル 718 の場合、逃げ面摩耗幅
 あるいは背分力と密接な関係があるために実切込み
 の減少が著しいものと考えられる。今回の実験では、
 両センタで工作物を保持したにもかかわらず顕著な
 実切込みの減少が観察された。この傾向は、切削速度
 を 60m/min および 40m/min に下げた場合も同様であ
 った。特に、ドライの場合は凝着が激しく剥離によるチ
 ッピングが観察された。また、切削速度 40m/min の場

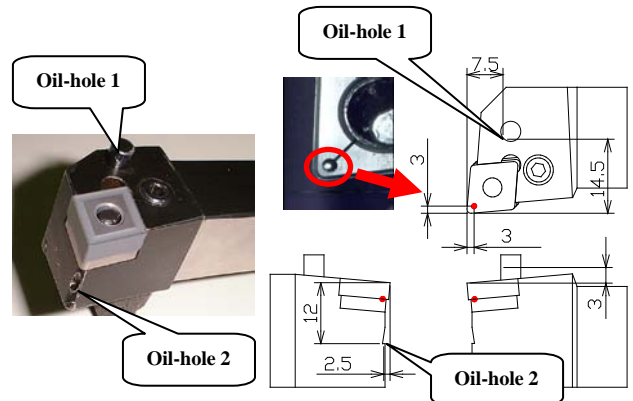


Fig.2 Overview of the cutting tool with ϕ 1mm oil holes and the position of temperature measurement near the cutting edge

Table 2 Experimental conditions

Work material	Inconel 718 ϕ 60×210 HB415	
Tool material	Thermal conductivity of substrate W/(m·K)	Hardness of substrate HRA
①HW-K10 Cemented carbide	79	92
②Ti compound cermet	33	92.2
③TiCN-Al ₂ O ₃ -Ti compound CVD coated cemented carbide tool	79	91
④(Ti,Al)N PVD coated cemented carbide tool	105 *DATA of maker	91.8 *DATA of maker
Tool geometry deg, mm	-6,-6,6,6,5,-5,0,4	
Cutting condition		
Cutting speed m/min	40,60,100	
Depth of cut mm	0.25	
Feed rate mm/rev	0.25	
Environmental conditions and coolant		
HW-K10 (40m/min)		
①Dry		
②Emulsion Coolant (0.1MPa)A1-1×20		
③Mist Blube-LB1 (3,6,12,24ml/h Vegetable oil) + Air (0.1MPa)		
Cermet, CVD cemented carbide, PVD cemented carbide (40m/min, 60m/min, 100m/min)		
①Dry		
②Emulsion(0.1MPa)A1-1×20		
③Mist Blube-LB1(12ml/h Vegetable oil) + Air (0.1MPa, 0.5MPa)		

合は、クーラントおよびミストを用いてもチッピング
 が観察された。これらのことは比較的切削速度が低い
 領域では、アブレシブ摩耗と凝着摩耗が支配的である
 ことを示している⁽⁷⁾。

一方、切削速度が高い領域でもサーメットの熱
 伝導率が小さいことから切削熱が切削点にこもり、
 刃先付近のみが高温になったと考えられる。それ
 を裏付けるように図 7 に示す刃底の温度の上昇が
 他の材質のインサートより小さな値を取っている
 のを確認した。すなわち、工具と工作物の凝着と剥
 離が頻繁に発生し、凝着摩耗の進行が促進され、

さらに拡散摩耗や酸化摩耗の影響が加わり工具の損耗が高温下で加速されたと推測される⁽⁷⁾。この現象は今回実施したすべての実験結果で確認でき、クーラントやミストを用いても工具摩耗の改善はできなかった。以上の結果から Ti Compound Cermet は、ミストやクーラントを用いた切削に限らずインコネル 718 の切削には適さないと考えられる。

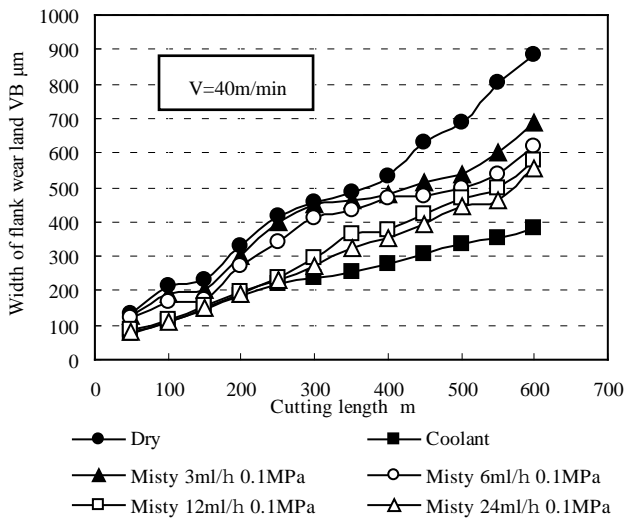


Fig.3 Relation between the cutting length and the width of flank wear land with HW-K10 cemented carbide inserts

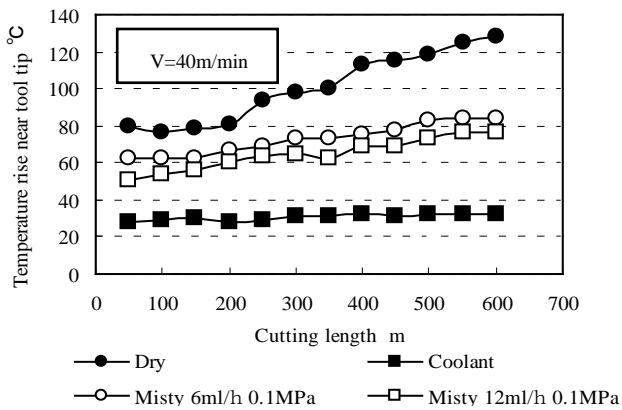


Fig.4 Relation between the cutting length and the temperature rise of inserts with HW-K10 cemented carbide inserts

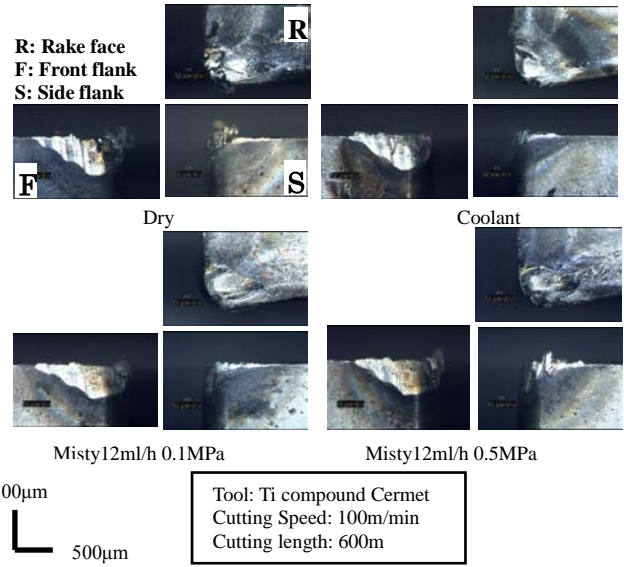


Fig.5 Close-up views of the flank wear land and the crater wear at 600m cutting length with Ti compound Cermet inserts

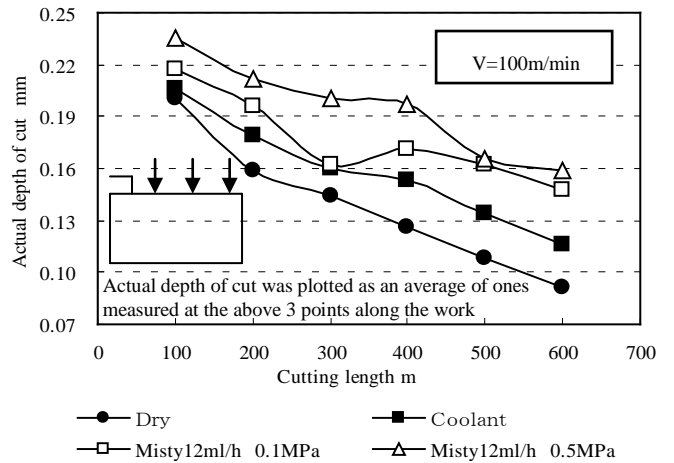


Fig.6 Actual depth of cut for a setting depth of 0.25mm with Ti compound Cermet inserts

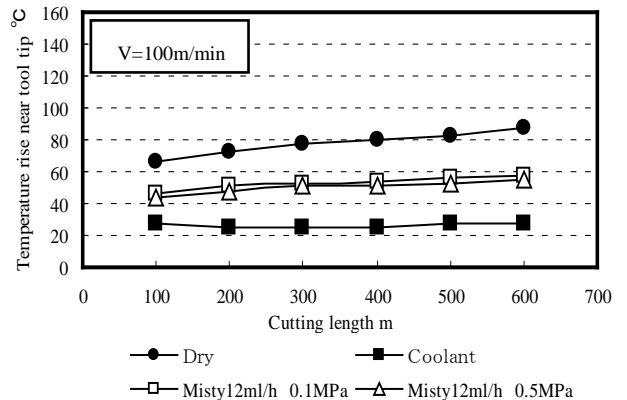


Fig.7 Relation between the cutting length and the temperature rise of inserts with Ti compound Cermet inserts

3.4 チップに TiCN-Al₂O₃-Ti Compound CVD 超硬を用いた場合のミストの効果

図 8 に切削長 600m におけるドライ、クーラントおよびミストを用いた場合の TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD 超硬の工具損耗状態を示す。クーラントを用いた場合以外のすべての条件において工具摩耗、凝着、変形が大きい。ミストを用いた場合もマイクロ스코プの観察から工具の損傷が極めて激しく、切削長 100m の段階でコーティング層が剥がれ基材(HW-K10)まで大きく変形しているのが確認された。その結果として、図 9 に示すようにクーラントを用いた以外は、0.25mm の切込みに対して正確に切削ができていないことが分かる。これらのことは、切削熱の高温化により安定して構成刃先が成長せず、工具と工作物の間で生成と脱落が頻繁に起こり、その結果構成刃先が脱落するときコーティング層が剥離したことを裏付けている⁸⁾。さらにコーティング層が剥離した後、基材(HW-K10)に対し拡散摩耗や酸化摩耗が進行し、一層切削熱が上昇したためミストを用いた程度では、潤滑と冷却が機能しなかったと推測できる。また、図 10 に刃底の温度を示すが、クーラントを使用した切削以外では刃底の温度が初期の段階から高い。これは、切削を開始した時点からコーティング層が剥離し基材の部分が剥き出しになり、切削熱を直接基材に伝えたことを意味している。これを裏付けるようにマイクロ스코プによる刃先の観察で、切削初期の段階からコーティング層が剥離しているのを観察した。

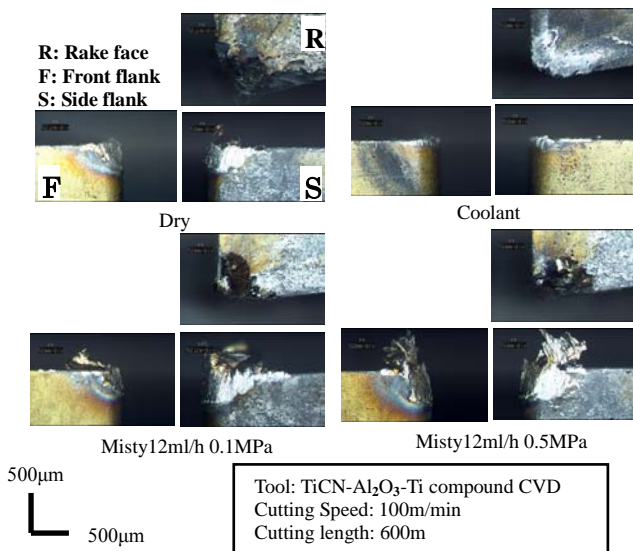


Fig.8 Close-up views of the flank wear land and the crater wear at 600m cutting length with TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD coated cemented carbide inserts

以上の結果から、TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD を用いた場合クーラントの代わりにミストを用いるのは不可と考えられる。

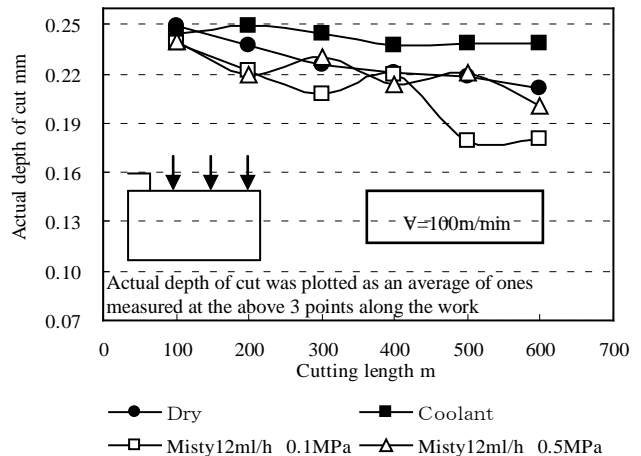


Fig.9 Actual depth of cut for a setting depth of 0.25mm with TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD coated cemented carbide inserts

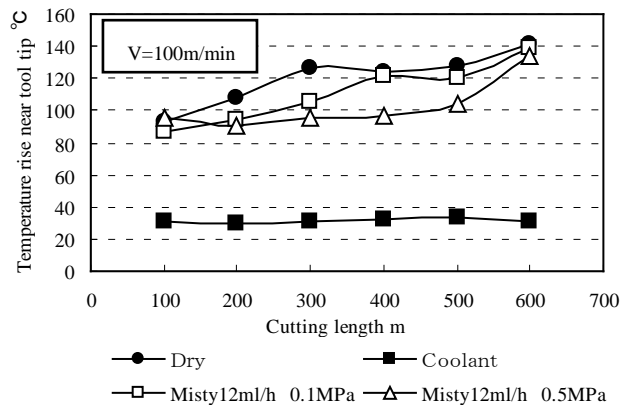


Fig.10 Relation between the cutting length and the temperature rise of inserts with TiCN-Al₂O₃-Ti compound CVD coated cemented carbide inserts

3.5 チップに (Ti, Al)N PVD 超硬を用いた場合のミストの効果

図 11 に切削長 600m における完全ドライ、クーラントおよびミストを用いた場合の (Ti, Al)N PVD 超硬の工具摩耗状態を示す。ミストおよびクーラント加工では、目立った工具摩耗、凝着、変形がなく、図 12 に示すようにミスト 12ml/h、エア圧 0.5MPa においては 0.25mm の切込みに対してほぼ 0.245mm 以上の切削が可能であった。図 13 で示す逃げ面摩耗についても、ミストを用いた場合にはクーラントを用いた場合と同程度の結果が得られた。図 14 に加工物の切削長に対する加工面粗さを、新 JIS での最大高さ粗さ Rz を用いて示す。ミストの場合でもクーラントと

同等の面粗さが得られた。また、インサートの刃底温度の加工前温度との差を求め、結果を図 15 に示す。ミストを供給することにより、インサートの刃底温度の上昇が緩やかになっている。ミストを 12 ml/h に固定しエア圧を 0.1MPa と 0.5MPa で供給し刃底温度を測定したが、ドライとクーラントを用いた場合の中間の値を示している。これらのミストの効果はミストの潤滑作用で工具、工作物、切りくず間の摩擦が小さくなり切削熱を抑え、逃げ面摩耗の進行を遅らせたものと考えられる。これを裏付ける現象としての 3 分力中で一番大きな値と変化を示した背分力が、図 16 に示すようにミストを供給することで、クーラントを用いた場合と同程度まで減少したのを、半自動旋盤(滝澤 TAC-460A)を使用した実験の中で確認した。主分力については、図 17 に示すように一般的な切削と異なり、切込みが小さいことが起因してか背分力より値が小さく、ドライ以外は値に大きな変化がなかった。このミストを使用することにより主分力が大きく変化しなかったことも、ミストによる潤滑作用が機能したことを示しているものといえる。また表 2 に示すように今回使用したインサートの基材の熱伝導率が他に比較し大きく、コーティング材(Ti,Al)N も酸化開始温度が高いという物性を持っている⁽⁹⁾。したがって、高温時に発生しやすい凝着摩耗、拡散摩耗および酸化摩耗を今回使用したミストの条件である程度抑制することが可能になったものと思われる。

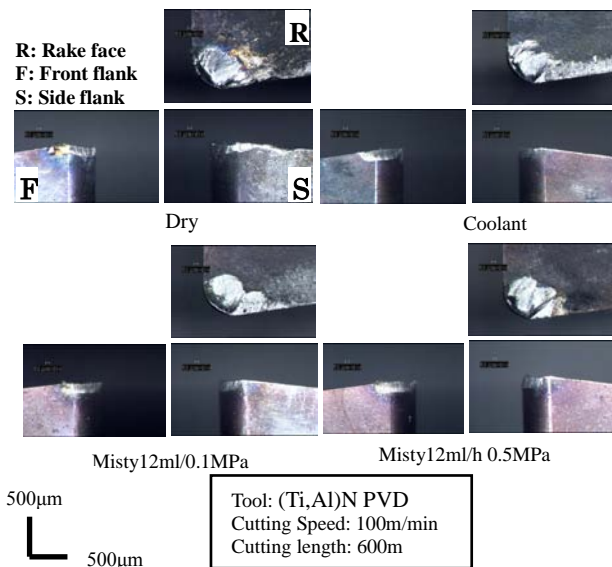


Fig.11 Close-up views of the flank wear land and the crater wear at 600m cutting length with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

前後するが、(Ti, Al)N PVD 超硬以外の切削抵抗の特徴としては、例えば図 18 と図 19 に示す Ti Compound Cermet で切削した場合の背分力と主分力を見ると、ドライ、クーラントおよびミストにおいて値に違いがなく、ここでもミストの効果を確認できなかった。

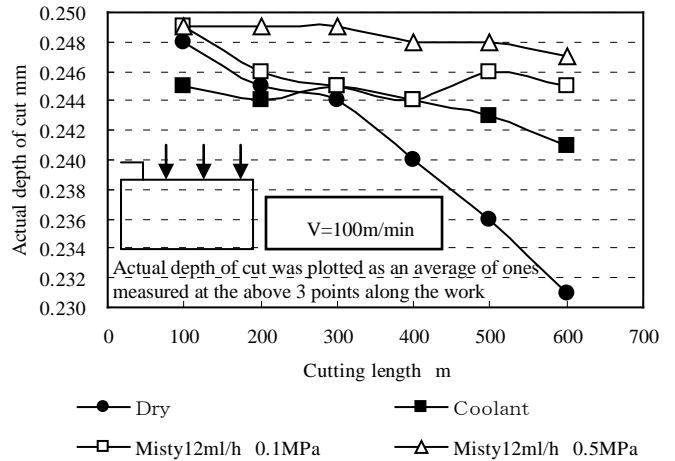


Fig.12 Actual depth of cut for a setting depth of 0.25mm with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

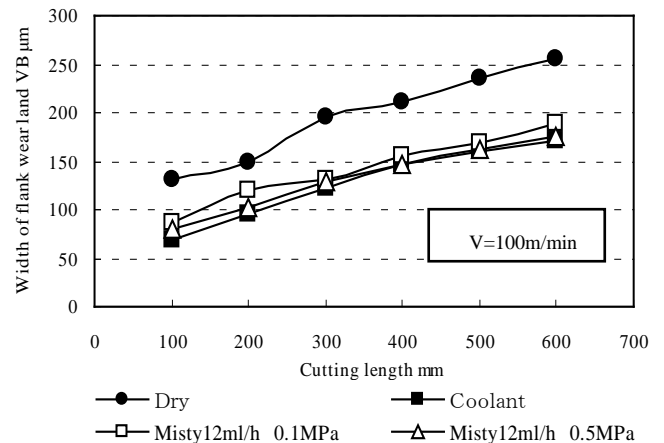


Fig.13 Relation between the cutting length and the width of flank wear land with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

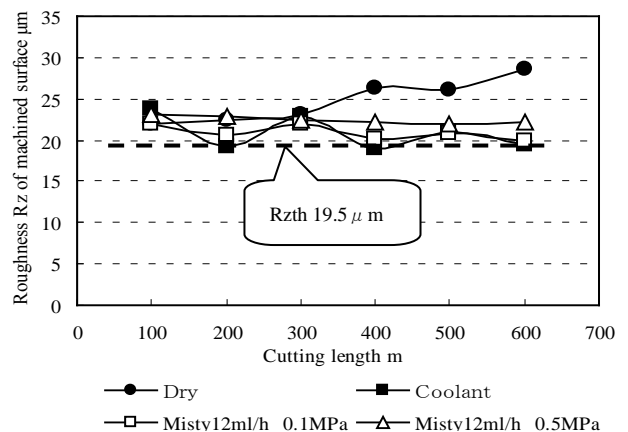


Fig.14 Relation between the cutting length and roughness of machined surface with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

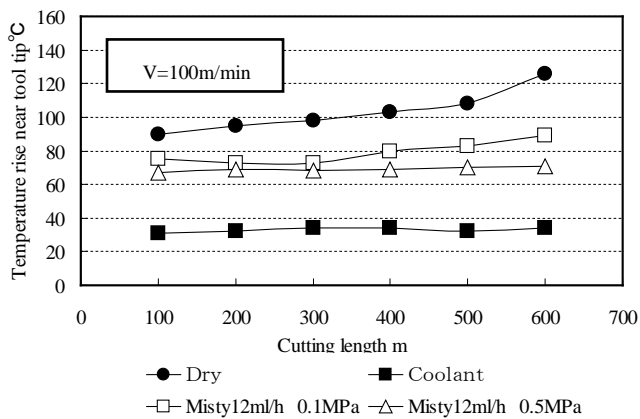


Fig.15 Relation between the cutting length and the temperature rise of inserts with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

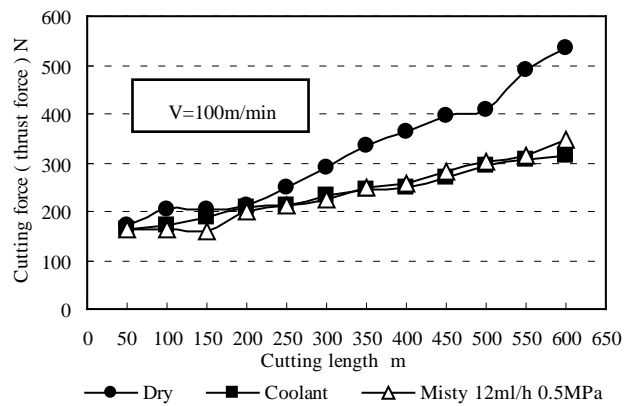


Fig.16 Relation between the cutting length and thrust force with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

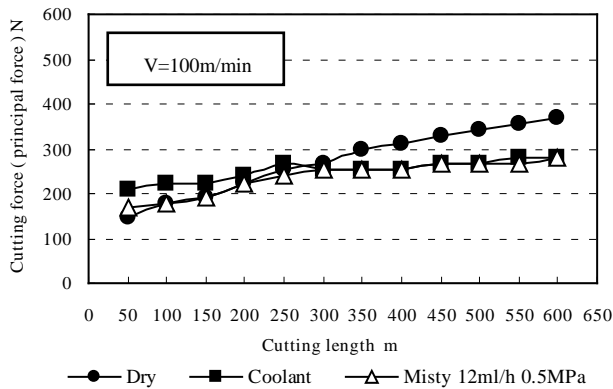


Fig.17 Relation between the cutting length and principal force with (Ti, Al)N PVD coated cemented carbide inserts

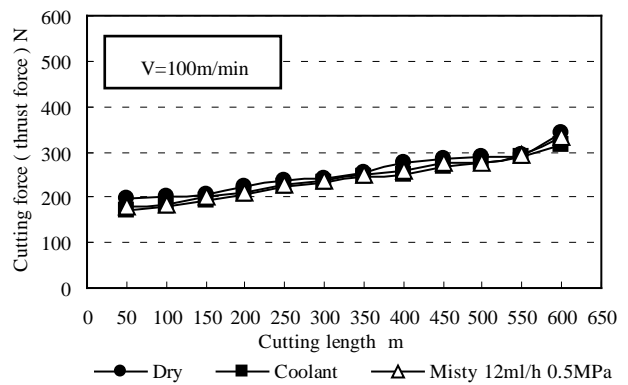


Fig.18 Relation between the cutting length and thrust force with Ti compound Cermet inserts

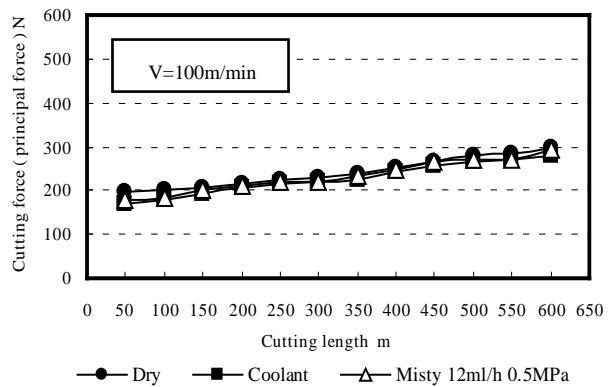


Fig.19 Relation between the cutting length and principal force with Ti compound Cermet inserts

4. 結 言

インコネル 718 を、従来工具の HW-K10 超硬、ならびに Ti compound cermet および各種コーティング超硬工具 (CVD, PVD) で外周切削を行い、ドライ、クーラントおよびミストを用いた場合の旋削実験から以下の結論を得た。

- (1) HW-K10 超硬を用いた場合、40m/min 以上の切削速度でのドライ加工は困難であり、クーラントの使用が必要である。ミストの効果については、切削速度 40m/min において切削長 300m 程度まではクーラントを用いた場合と同等の効果が得られた。
- (2) Ti compound cermet を用いた場合、切削速度 40, 60 および 100m/min のどの場合も激しいチップング、境界摩耗、凝着、変形が観察されクーラントやミストを用いても工具摩耗の改善はできなかった。今回の実験から見て熱伝導率の低い材質のイン

サートは、超耐熱合金の旋削に向かないといえる。

- (3) TiCN-Al₂O₃-Ti Compound CVDコーティング超硬工具を用いた場合、切削速度100m/minの旋削では、ミストを用いた効果が認められなかった。今回の実験を通して、刃先が高温になると構成刃先が成長、脱落を繰返しそれに伴いコーティング層が剥がれる傾向が確認された。
- (4) (Ti, Al)N PVD コーティング超硬工具を用いた場合、切削速度 100m/min で 12ml/h のミストを 0.5MPa のエアで供給すると逃げ面摩耗、加工面粗さ、実切込み量ともクーラントを用いた場合と同等の効果を得た。効率的な潤滑と基材の熱伝導率が大きく、酸化開始温度の高いコーティング材を用いたインサートの使用が適当と考えられる。

以上の結果をまとめると、インコネル 718 を旋削する場合、基材の熱伝導率が大きく、コーティング材の酸化開始温度が高く、コーティング膜と基材の密着性に優れた PVD コーティングが適していることが分かった。また、(Ti, Al)N PVD コーティング超硬工具とミストの組合せで切削速度 100m/min 程度の旋削加工が期待できることが分かった。

参考文献

- (1) 吉沢敏夫：よく分かる環境法，ダイヤモンド社 (1996)。
- (2) 吉澤正監修：対訳ISO14001, 14004, 環境マネジメントシステム，日本規格協会 (1996)。
- (3) 狩野勝吉：データで見る次世代の切削加工技術，日刊工業新聞社 (2000) 5。
- (4) 板倉勝利他5名：ロータリ工具による難削材の高効率切削加工，精密工学会誌，66, 6 (2000) 886。
- (5) 板倉勝利他5名：超耐熱合金インコネル718の高速切削加工，精密工学会誌，66, 10 (2000) 1611。
- (6) Y. Hanada, Study on Environment Cooling Air Machining Technology, Saitama Prefecture Industrial Technology Center Research Report, 2 (1999) 62。
- (7) 鳴瀧則彦：難削材の切削加工，日刊工業新聞社，(1989) 27。
- (8) 板倉勝利：超耐熱合金インコネル718の高速加工—高圧注液を用いた仕上げ切削—，精密工学会誌，66, 10 (2000) 1612。
- (9) http://www.mitsubishicarbide.net/mmc/jp/product/technical_information/grade/information/turning/diacoatpvd.htm

< 附 録 >

四国職業能力開発大学校・附属高知職業能力開発短期大学校の教育訓練体系について

－総合制作実習・標準課題・開発課題の説明－

この紀要には「総合制作実習」「標準課題」「開発課題」という言葉が出てきます。これを説明するためには、大学校・附属校の教育訓練体系を説明する必要があります。以下、簡単に大学校・附属校の教育体系を述べ、その中で上記課題がどのような内容と意味を持つのか説明します。

職業能力開発大学校とは、厚生労働省管轄の独立行政法人である「高齢・障害・求職者雇用支援機構」が設置し運営する教育訓練機関です。全国に、北海道・東北・関東・北陸・東海・近畿・中国・四国・九州・沖縄の計10校があり、四国職業能力開発大学校（略称：四国校）もそのひとつです。各大学校には附属校として職業能力開発短期大学校を1～2校設置しています。四国校の附属校に高知職業能力開発短期大学校（略称：高知校）があります。

大学校・附属校の教育体系を、図1で説明します。ここでは標準的な場合を説明します。大学校・附属校には高校を卒業した学生が、入学試験を経て入学します。大学校は4年間の教育訓練課程を持っており最初の2年を「専門課程」、次の2年を「応用課程」と呼びます。附属校は2年間の「専門課程」のみになっています。専門課程を修了すると、応用課程に進学することもできますし、就職することもできます。多くの学生は応用課程に進学します。応用課程を修了すると、ほとんどの学生が就職します。

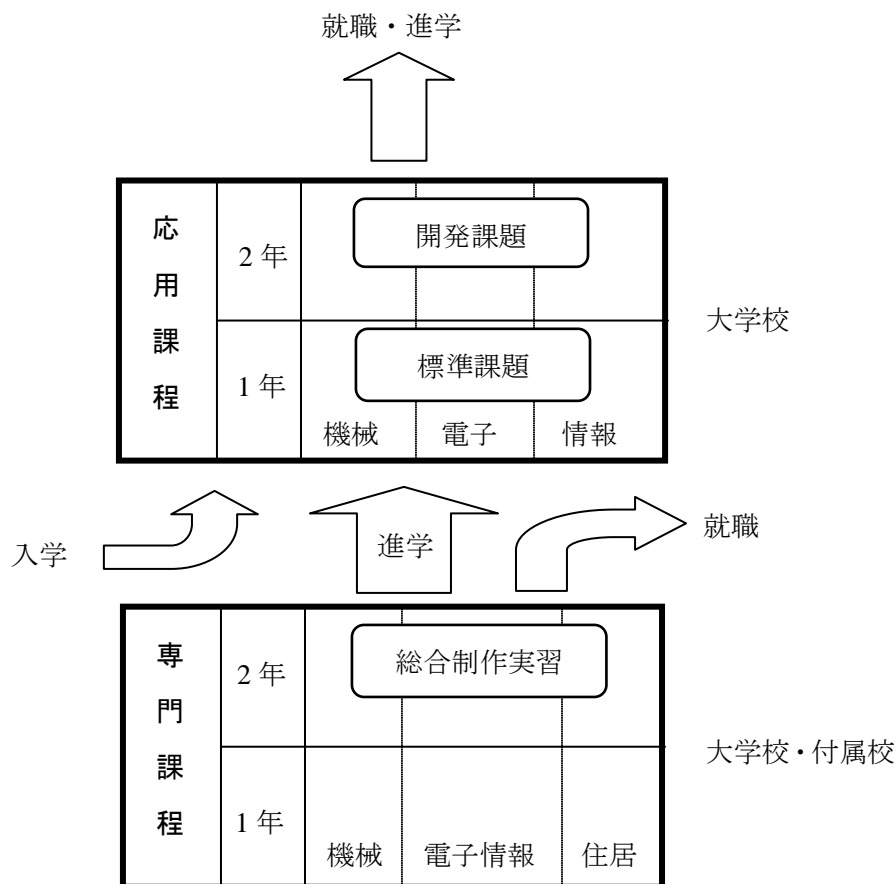


図1 大学校・附属校の教育訓練体系と実習課題

四国校の専門課程には、生産技術科・電子情報技術科・住居環境科の3学科が、高知校には生産技術科・電子情報技術科の2科があります。生産技術科と住居環境科の定員は20名で電子情報の定員は30名です。応用課程には機械・電子・情報の3学科があります。四国校に住居の応用課程はありません。しかし他の大学校には住居系の応用課程をもつところがありますので、住居の学生にも進学があります。

大学校・附属校の教育のもっとも大きな特長は、学科と同様に実習を重視していることです。学科で学んだ知識や技術を、実習によって実際のものづくりに応用してゆくようにしています。私たちはこの教育方法のことを「実学融合教育」と呼んでいます。「実」は実習・実技、「学」は学科・理論を意味します。実学融合教育によって、理論と技能をともに身につけた実践的な技術者を社会に送り出すこと、これが当校の目標です。

この目標を達成するために、カリキュラムが工夫されています。ここではその中で

- (1) 総合制作実習
- (2) 標準課題
- (3) 開発課題

について説明します。学生はこの順序で課題を実行します。

総合制作実習は専門課程の2年生の科目であり、いわば専門課程の卒業論文です。専門課程ではものづくりの基本となる知識や技術を学びます。総合制作実習はここで学んだ事柄に基づいて実際にソフトウェアやハードウェアを製作します。2年生後期の約半分の時間を当てています。本紀要には総合制作実習のテーマ名リストを掲載しています。

応用課程では、専門課程よりもさらに高度かつ実践的な内容の授業が行われます。1年生の後半～2年生前半に課されるのが標準課題実習です。ここでは、各科の学生でいくつかのグループを作らせ、これらの全グループに対し同一の製作課題が与えられます。すなわち、作るべき物の仕様が与えられたとき、それを実際に製作する手順や技能をここで習得します。各科の標準課題実習のテーマは本紀要には示していません。

最後に開発課題実習について説明します。開発課題の理念は、作るべき対象の仕様が与えられるのではなく、学生自身が発想し、企画し、設計することです。大まかなテーマが与えられたあと、学生は自ら行動するよう要請されます。活動にあたっては、機械・電子・情報の3科の学生がグループを作り共同で設計・製作してゆきます。このとき、コストおよび工程の管理、共同作業の進め方、連絡報告や発表の重要性とその方法などが指導されます。すなわち現実の企業活動を模擬した実践的かつ総合的な課題が開発課題であり、2年生の約70%の時間が費やされます。今年のテーマとその結果を後に掲載します。

以上、大学校・附属校の教育体系とそこでの実習課題について簡単に説明しました。われわれはこのような教育・訓練によって「生産現場のリーダー」を育成することをめざしています。その活動の一端を本紀要でご覧下されれば幸いです。

インソール製作支援システムの開発

生産機械システム技術科 進木 淳也 杉江 邦夫 河合 智司 南原 雅史
生産電子システム技術科 竹本 翔 上杉 泰輝 小林 駿介
生産情報システム技術科 ○福岡 千純 大西 良典 前田 愛輝 尾崎 友夏

Development of a Support System for Insole Manufacturing

1. はじめに

図1に示すように、足を形成する骨格には3つのアーチがあると言われている。その中の中足骨アーチを矯正することで、扁平足やたこなどの痛みを軽減することができる。メタターサルパッド（以下、パッドとする）は中足骨アーチの矯正をするために使用している。現状では、パッドの位置決めを製作者の実績や経験を基にした主観で決定している。このため、パッドによる矯正の効果が顕著に見られない、あるいは過度の矯正により違和感や苦痛を伴う場合がある。そこで、本システムでは、足底圧分布（客観的データ）および被験者の体感（主観的データ）を基にパッドの位置を決め、被験者により適合したインソールの製作を支援する。

昨年度では、パッドの動作を前後、左右、上下、鉛直軸周りの回転までは実現できていた。しかし、本来のインソールの形状は爪先から踵にかけて緩やかな傾斜があり、この傾斜を表現できていなかった。よって、新たに Rx 軸の追加を行い、実際のインソールに近い形状を目指した。

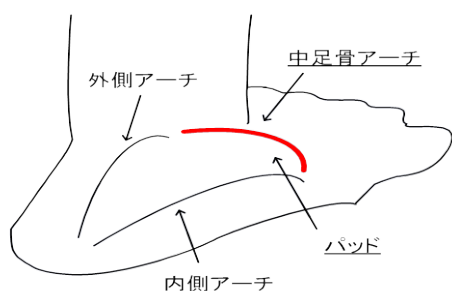


図1 足の三つのアーチとパッド

2. システム構成

図2に示すように本システムは駆動部、制御部、足置き台で構成されている。足底圧分布を計測する圧力シートは、駆動部にあるパッドの上部へ被せるように設置する。パッド位置の調整は、左右(X軸)、前後(Y軸)、上下(Z軸)、X軸周りの回転(Rx軸)、X

軸周り回転(Rz軸)の5軸で行い、圧力シートの下から足底にパッドを押し当てる。

システムの操作はパソコンで行う。始めに、被験者の氏名や、足のサイズ、症状などの情報を登録する。次に、駆動部に計測する足を乗せ、USBカメラで爪先と踵の画像を撮影し、足の位置を決定する。撮影した画像から輪郭を取得し、足底圧を常時表示した状態でパッドの操作を行う。足底圧分布や被験者本人の体感を参考にして、足底圧の変化を確認し、被験者に合ったパッドの位置を決定する。これらの手順を基にインソールの製作を進める。

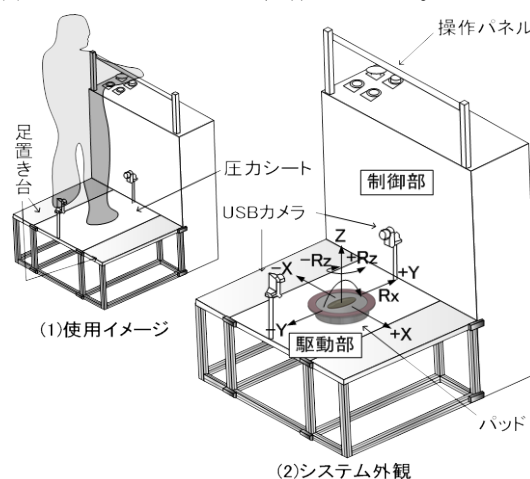


図2 システム概要

3. 駆動部

図3にRx軸を示す。Rx軸の駆動を実現するため、ステイの底面に接する2本の軸が上下に動くことでパッドを傾けるようにした。パッドは最大5°傾けることができ、インソール形状の傾斜に倣うよう設計した。なお、Rx軸にはウォームギアを用いており、セルフロック効果によって体重がかかってもRx軸の角度が変化しない設計とした。また、図2に示すように駆動部と制御部の横幅を均一にすることで、駆動部、制御部、足置き台をスナップ錠で取り付けが可能となり、組み立て作業が行いやすくなった。

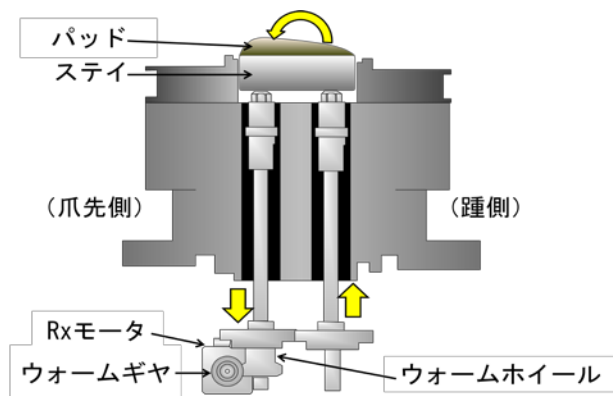


図3 Rx軸

4. 制御部

図4に制御システムの構成を示す。昨年度では各モータにドライバを1つ設置していたが、Rx軸の増設に伴う制御部の拡大化及びコストの増加について対策する必要があった。2つの問題の対策として、まず各軸のドライバを統一し、制御部の縮小化を行った。また、手動コンソールの稼働率が低かったため、パソコンのみの操作とすることでコスト削減に繋げた。さらに、結合時のコネクタの数を少なくしたことで結合作業が行いやすくなった。これにより、制御部ではRx軸増設後においても、重量は740[g]の軽量化、コストは8万円の削減が実現できた。

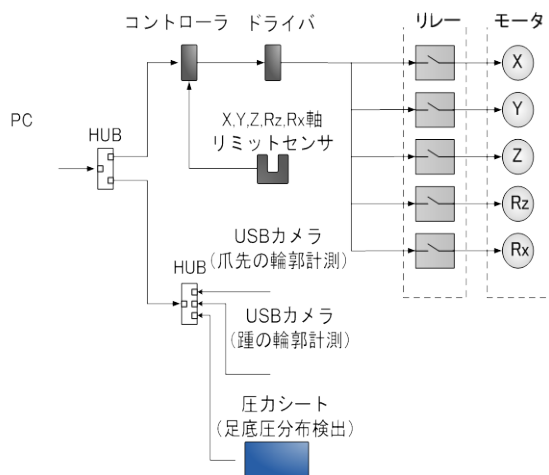


図4 制御システム構成

5. 足底圧表示

昨年度はダイナミックレンジが一定であったため、被験者の体重によっては図5の(1)調整前のように圧力値が飽和状態となっている部分があり、視認性が低かった。

そこで、今年度は計測画面にダイナミックレンジ

を調整する機能を追加した。この機能を使用し、図5の(2)調整後のように圧力値が高い部分と低い部分の表示を際立たせることで、視認性を向上させた。また、マウスでカーソルを合わせた箇所、クリックした箇所の圧力を定量的に表示することにより、パッドの調整による効果を評価しやすくなった。

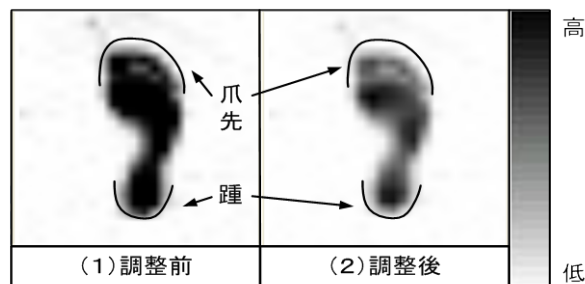


図5 ダイナミックレンジ調整前後の足底圧分布

6. 差分表示

図6の(1)、(2)に差分比較を示す。差分表示はパッドの位置の変更による圧力分布の違いを比較し、変化した部分の増加分(3)と減少分(4)のみをそれぞれ個別に表示する。これにより、パッド位置の変更による影響を視認しやすくなった。また足の輪郭を表示することによって足底内のどの部分の圧力が変化したのかを明確化した。

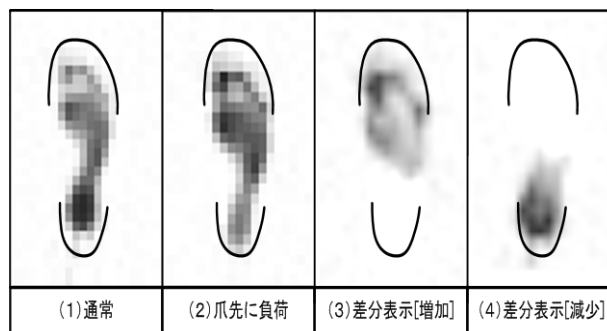


図6 差分表示

7. おわりに

今年度の成果として以下のことを挙げる。

- Rx軸機構の追加によるパッド傾斜の実現
- 制御部の縮小および軽量化
- ダイナミックレンジ調整機能による視認性向上
- 輪郭表示による圧力部の明確化

今後の展望として駆動部の高さを抑えた設計、3センサ方式の導入、圧力や輪郭などの計測データの精度を向上し、装置の有用性を高めていきたい。

ステアリング部品の幅寸法および傷の自動検査システムの開発

生産機械システム技術科 大石 一貴 小島 範明 河内 康訓 増田 凌 宮武 遼多
生産電子システム技術科 宇高 涼 黒瀬 和矢 浜田 隆完
生産情報システム技術科 安倍 航 ○谷脇 悠麻 松本 拓也 森 裕貴

Development of Automatic Inspection System for Width Size and Scars of Steering Component

1. はじめに

自動車のステアリング部品の「ディスタンスブラケット」の検査において、幅寸法は検査者が「通りおよび止まりゲージ」を使用した良否判別をしている。表面の傷の有無による良否は、全数を目視で判別している。手作業や目視による良否判別を自動化し、検査誤りや過検出を低減して、検査を標準化するシステムの開発を部品メーカーから依頼された。開発するシステムは、部品の上下の幅寸法を接触式センサで測定および検査する。部品の両側面と上面および穴周辺部の傷は画像処理で検査する。また、自動検査の各工程で部品の表面に傷を付けないように搬送収納できるようにした。

2. 開発システムの仕様と構成

手作業で使用する幅寸法の検査用ゲージは以下の寸法に製作されている。図1に許容寸法を示す。

(1) 上側の幅寸法の検査ゲージ

止まりゲージ: 52.60mm 通りゲージ: 52.90mm

(2) 下側の幅寸法の検査ゲージ

止まりゲージ: 52.75mm 通りゲージ: 52.95mm

傷による不良品の目安は明らかなひっかき傷や打痕などが、摺動面や穴の周囲に目視で確認できることである。開発システムの仕様を表1に示す。

開発システムは、機構部と制御部および検査部により構成する。幅寸法は接触式の測長センサを用いて計測し、表面の傷は CMOS カメラと青色 LED リング照明を用いて撮像する。3 台のカメラと 3 台の PC を接続し、PLC とパソコン間で判定情報のデータを通信して、良否を自動判別する。

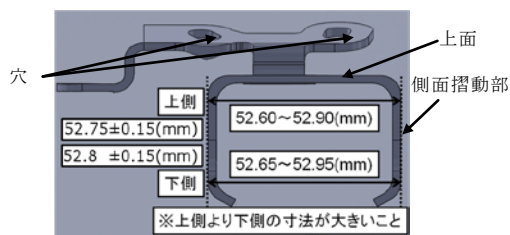


図1 ブラケットの幅寸法の許容範囲

表1 開発システムの仕様

検査時間	タクトタイム:4 秒、あるいは 8 秒
検査方法	測長センサ・画像処理による良否判別
検査精度	検査誤りをなくし過検出を低減する
制御方法	PLC によるシーケンス制御

3. 機構部

開発システムの外観と主要機構部を図2に示す。機構部は、供給部、撮像部、測長部、および分別収納部などで構成する。供給部は、プレス機からレール上を搬送されてくるブラケットを一時的に止め、撮像部へ1つずつ送る。撮像部は、レール上で傷を検査する。昨年度はコンベア上で撮像したため下側の光量が不足したので、今年度はレール上で撮像して、問題を解消する。搬送部は、レールからベルトコンベアに移送し、両サイドのローラにより位置を制御して測長部へ送る。測長部は、接触式センサを用いて上下の幅寸法を検査する。測定子をエアシリンダで引くことで、ブラケットの幅寸法の検査範囲を広げることができる。撮像部と測長部の概要を図3に示す。

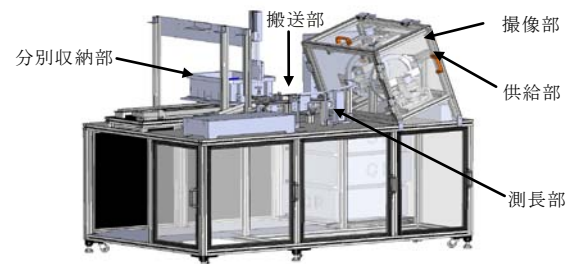


図2 開発システムの概要と主要機構部

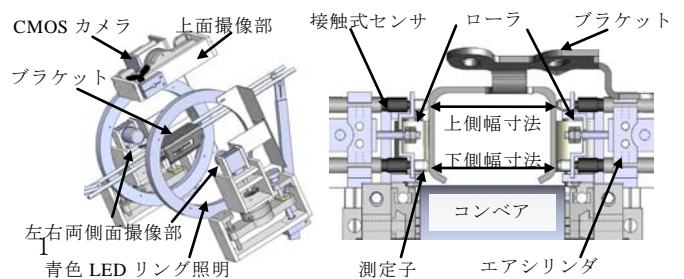


図3 撮像部および測長部

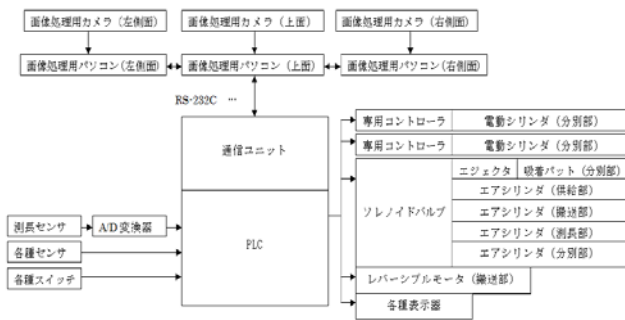


図4 制御部の構成

4. 制御部

センサ情報や画像処理部の判別結果に基づき、機構各部で構成される検査工程を PLC により自動化する。制御プログラムには、上面および左右両側面の画像処理の開始と終了に伴う PC との通信機能などを付帯する。1 個当たりの検査時間は現状の手作業時間内に収める。制御部の構成を図 4 に示す。

5. 検査部

5.1 画像処理部

傷検査において、上面については 4mm^2 以上の傷を外観不良とするが、穴周辺および左右両側面についてはより細かな傷の検出が要求される。本年度は傷を一様に浮かび上がらせるために、青色 LED リング照明によるローアングル照射を採用した。リング照明だけではブラケット上面の光量が不足したため、バー照明を製作し、補助照明として設置した。ブラケット表面の検査対象領域を考慮した視野幅を確保するためにワーキングディスタンスは 135mm に設定した。処理速度を上げるために、3 台の PC でネットワークを構成し、各カメラの撮像時間を短縮した。

5.2 画像処理の工程と領域設定

取得したブラケット画像に処理を施して表面の傷を検査する。検出する傷の基準は爪に引っかかる深さであるが、画像処理では深さを得られないため、彩度の差を利用した。フーリエ変換で画像を周波数領域に変換し、高周波成分である傷領域をバンドパスフィルタで抽出した。ブラケットのエッジ部分に反射する光も傷と同じ高周波成分であるが、検査対象外であるため、検査領域を限定

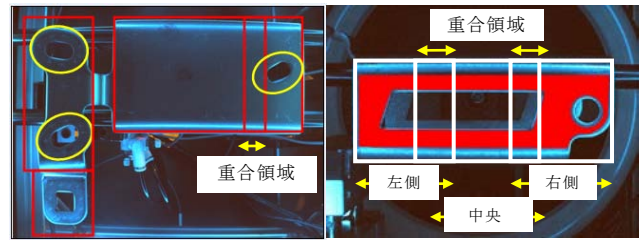


図4 領域設定(左: 上面 右:両側面)

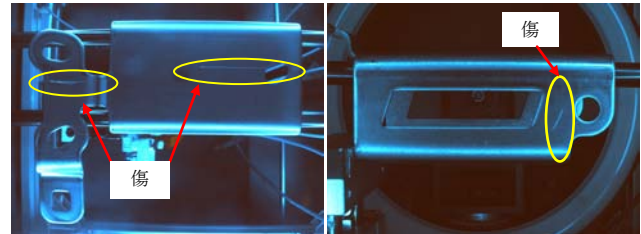


図5 画像処理による傷検出(左:上面 右:側面)

表2 開発環境

OS	Windows XP Professional SP3
画像処理	MVTEC HALCON 7.1.4
DB	Microsoft Access 2007
カメラ	DFK72AUC02
レンズ	上面:DF6HA-1B (焦点距離: 6mm) 側面:SV-0814MP(焦点距離: 8mm)

して除外した。2 値化後、しきい値を設定し、白く現れる傷を検出して良否を判別する。上面の検査領域では、穴およびエッジ部分を除外した。両側面の検査領域では、表面の光量の差を考慮して、横方向に 3 分割し、重合領域を設けることにより、境界にある傷も確実に検出できるようにした。具体的な領域設定を図 4 に、上面および側面の傷の検出事例を図 5 示す。また、開発環境を表 2 に示す。

5.3 測長部

図 3 に示すように、接触式の差動トランス式変位センサを 4 個使用し、ブラケットの左右両側面間を測長する。点接触および摺動接触させて計測した。その結果、変動幅は平均 $3.7\mu\text{m}$ に収まり、1000 分の 4mm 以内の測定精度が得られた。

6. おわりに

本課題では、画像処理とセンシング技術に PLC 制御技術などを組み合わせて適用し、ステアリング部品の幅寸法および自動検査システムを開発した。今後は検証実験を繰り返し、幅寸法と表面傷の検査精度を高めると共に検査時間を短縮する。

ロボット操作用端末装置の開発

生産機械システム技術科 安藤 浩揮 岩崎 裕矢 岡田 誠
生産電子システム技術科 志賀 勇哉 宮田 幸大 木山 貴之
生産情報システム技術科 ○高橋 勝 上谷 佳大 高芝 美好 田嶋 拓矢

Development of Terminal Equipment for Robot Control

1. 概要

案内ロボットとロボット操作用端末装置を開発した。操作端末ではモーションセンサとして加速度センサを利用して、腕の動きを検出し感覚的な操作ができるようにした。また、デザイン性を重視し、「親しみやすさ」をコンセプトに案内ロボットの設計・製作をした。自律走行は、ロボット上部に設置されているカメラの画像処理やロータリーエンコーダで距離計測などを行うことにより、実現した。

2. システム仕様

操作端末は、マニュアル操作機能を有する。

案内ロボットは、カメラやスピーカ、モニタを装備し、自律走行案内、案内補助のための画像計測・認識及び音声ガイド機能を有する。

表1に、操作端末と案内ロボットの基本仕様、図1に案内ロボット外観図を示す。

表1 基本仕様

	案内ロボット	操作端末
大きさ (mm)	H1000×W500×D500	H150×W280×D60
電源	バッテリー	バッテリー
稼働時間	約1時間	約4時間
機能	移動案内・フロア走行	ロボット操作・受付案内

※操作端末の外観図は図5に示す。

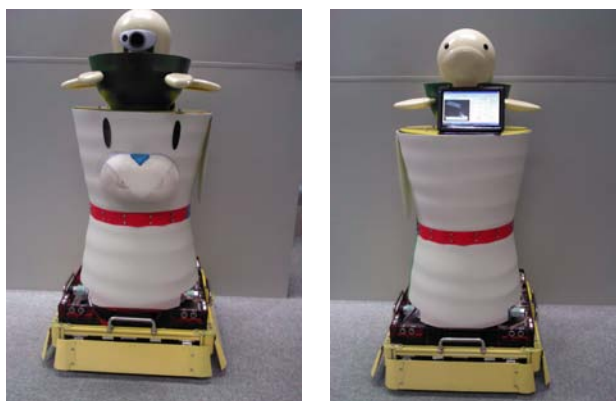


図1 案内ロボット外観

3. 案内ロボットの構成と製作状況

案内するというイメージから香川県で有名になった警察犬のきな子をモチーフにし、キャラクター的なデザインにした。また、丸亀市の市名にも入っているカメをイメージした飾りを頭部に配置した。

3.1 駆動機構部

今年はメカナムホイールを採用した。その結果、昨年使用したオムニホイールでは不安定であった段差の乗り越えが安定して行えるようになった。

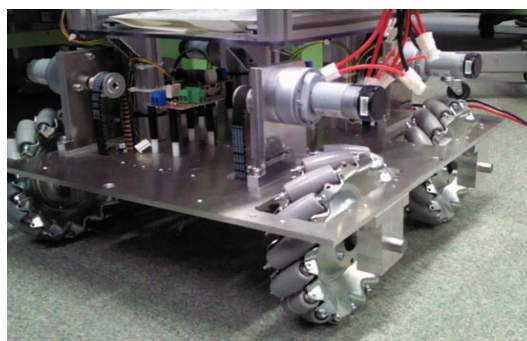


図2 メカナムホイール

3.2 電子制御部

案内ロボットを小型化・軽量化し、低電力にするために、マイコン制御部と電源回路の小型化と効率化を考慮し、設計・製作を行った。

3.2.1 駆動部

制御用マイコンを使用し、プログラム生成したPWM信号を用いて、モータ制御を実現した。

制御用マイコンとボード PC 間を通信させ、ボード PC からのコマンド文字列を受信し、解析した結果に基づきロボットの速度調整と進行方向の選択を行えるようにした。

3.2.2 距離計測部

超音波センサを使用して、障害物や壁との距離を計測するようにしている。距離計測データは、シリアルポートを使って、ボード PC へ送信するようにしている。

3.2.3 電源部

バッテリーを主電源に使用しているため各部へ電圧を変換し電力供給している。駆動部と制御部の電源は、DC/DC コンバータを別々にすることで、ノイズの影響を抑え各部で安定な動作ができるようにした。また、新たにバッテリー残量を確認できるようにランプを取り付けた。

3.3 情報制御部

案内ロボットの情報制御部は、ボード PC を中心にして、画像処理用のカメラとスピーカ、マイコン制御部を接続した。スピーカはコーナを曲がる際の周囲への注意や、障害物が接近した際の警告を促すために使用する。エレベータ乗降時は、音声でボタン操作を人に依頼する。目的の部屋まで到着後、部屋番号をカメラで認識する。初期位置に戻るときも各種センサを使用し自律的に戻るようにする。

案内ロボットのマニュアル操作はモニタ画面に集約し、システム開発の効率化を図った。図 3 に自律走行システムの操作画面を示す。



図 3 自律走行システム操作画面

4. 操作端末の構成

受付案内機能は、昨年度のシステムの講師名や部屋番号などの受付情報の更新を行った。

また、操作端末は、画面を全体的に明るいデザインにし、昨年度開発されたモーションセンサによる操作機能やタッチ操作に改善を加えている。

4.1 ロボット操作端末

操作端末でのロボット操作は、押しボタンなどの手指による操作に加えて、加速度センサによる上肢のモーション検出を行い、移動や旋回等のロボットの基本操作を感覚的に行うことができるようにしている。図 4 にロボット操作用の画面を示す。



図 4 ロボット操作画面

4.2 操作端末のデザイン

小型化と扱いやすさをコンセプトとして、車のハンドルをイメージしてデザインし、持ちやすく操作しやすいように設計した。アナログスティックで上下左右への移動、二つのボタンで左右への旋回が可能になっている。

図 5 に製作した操作端末の外観を示す。



図 5 操作端末の外観

4.3 受付案内端末

マイクによる音声認識またはタッチパネルの操作により、部屋名と講師名から目的の案内先を特定し、案内ロボットに伝える。今年度の音声は、音声処理ソフトを変更し、イントネーションが不自然な所を改善し、聞き取りやすく、親しみやすい音声にした。

5. 成果・まとめ

目標であった操作端末の小型化を達成した。操作端末を用いて手動での操作が可能である。操作端末での操作方法でバランス操作があるが、端末を傾けた角度によりスピードの調節ができるようにすることで、ロボットの操作を扱いやすくした。

案内ロボットは、昨年度搭載されていた腕をなくしたことにより、小型化と軽量化に成功した。更に、このようなデザインにすることで、誰にでも親しみやすいようにすることができた。また、駆動部にはメカナムホイールを使用し、小さな段差の乗り越えを安定して行えるようになった。

室内利用集計システムの開発

生産情報システム技術科 板本 知也 岩川 裕樹 ○中井 友輝

Development of The Room Used Hours Count System

表1 マイコンボード仕様一覧

マイコンボード	MS104-SH4AG
CPU	R5S77640N300BG (SH-4A)
オーディオ I/F	シリアルサウンド I/F 4ch
LAN	10/100BASE-T 1ポート
USB	USB2.0 1ポート

1. はじめに

室内利用集計システムは、各部屋の利用時間を自動集計し、不審者を検知するシステムである。移動物体の検知には、マイクロ波を使った動体検出センサや焦電型赤外線センサの使用を検討した。各センサの特性を把握するために測定実験し、データを取りまとめた。汎用的な使用方法も考慮し、かつ容易に設置可能な室内利用集計システムとして実装準備を進めた。

2. 概要

開発する室内利用集計システムは、室内利用者を検知する装置とデータベースを搭載した集計 PC で構成する。ネットワークに接続することにより、遠隔地から部屋内の利用状況を遠隔監視できるシステムとなる。

設置したシステムは、利用者を検知すると、集計 PC のデータベースに利用時間数や人検出回数を自動集計する。集計情報は、一覧表やグラフ表示され印刷出力が可能となる。またセキュリティ機能として、各部屋の使用可能時間や警報動作等の設定も可能とする。使用可能時間外での使用は侵入者と判断し、警報動作となる。

図1にシステム概要図を示す。

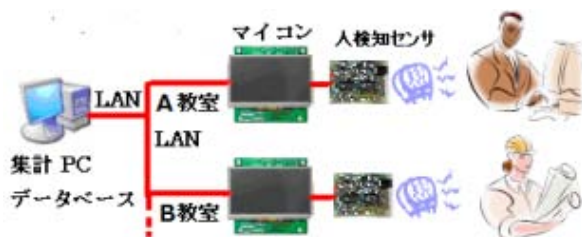


図1 室内利用集計システム概要図

3. システム仕様

ドップラーセンサで検知した情報は、マイコンボード上で処理し、ネットワーク上のデータベースに自動集計する。集計後、Web 上で集計データの閲覧が可能となるシステムを実現した。システムに使用するマイコンボードの仕様を表1に示す。

3.1 ドップラーセンサ

ドップラーセンサは、温度や遮蔽物の影響を受けにくく、移動体の検出範囲が広いセンサである。

感度調整により、約 20m先まで検知することが可能である。しかし感度が高いと、室外の移動体を検知するので、教室の広さに応じて調整が必要となる。

3.2 焦電型赤外線センサ

焦電型赤外線センサは、動物体温から発生する赤外線の変化を検知するセンサである。

太陽光、蛍光灯などの影響を受けやすいため、CdS セルを利用して主に夜間のみ利用するセンサにする。

4. 測定実験

部屋の利用者を検出するセンサとして採用し、ドップラーセンサと焦電型赤外線センサについて特性測定実験を実施した。

4.1 ドップラーセンサ

図2はドップラーセンサを教室の出入りロドア側に設置し、各席を検知するか測定した結果である。◎は検出可能、×は検出不可を示す。後方一部を除いて、広域で検出可能なことが確認できた。

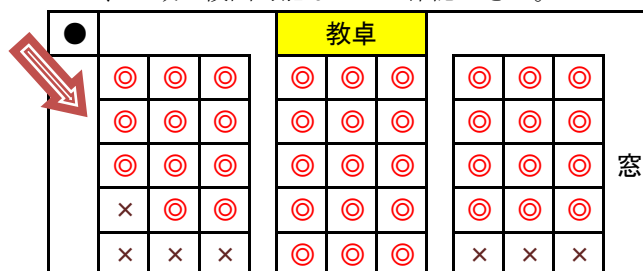


図2 ドップラーセンサ反応結果(6205 教室)

4.2 焦電型赤外線センサ

図3はフレネルレンズを装着した焦電型センサを

教卓の上に置いて測定した結果である。フレネルレンズを装着して測定したことで、センサの前方指定範囲だけに反応することが確認できた。

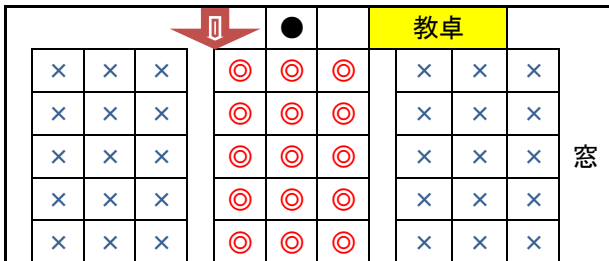


図3 焦電型赤外線センサ反応結果(6205 教室)

しかし、明るいと反応が安定しないことが分かった。

5. 製作

測定実験の結果、人検知センサとしての有効性が確認できたので、ドップラーセンサをマイコンボードと組み合わせ LAN 経由で検出結果を転送する試作器を作成した。図4に作成した試作器を示す。



図4 作成した試作器

電源は POE (PowerOverEthernet) で LAN 回線経由で供給するため、設置の際は LAN 配線のみの簡易な設置が可能となった。

5.1 集計用データベース

本システムでは、集計用 PC で動作するデータベースとして MySQL を採用している。マイコンボード上で処理された検出結果は、LAN 経由で集計用 PC に集約する。また、他 PC から集計結果を Web 表示で確認できるようにした。図5に、集計データを表示した web 画面を示す。1 時間で 600 回(約 10 分)以上の検出毎に教室の使用があったものとしてカウントし、教室毎に利用状況を集計している。Web 表示では、合計使用時間、平均使用時間、合計警告回数、平均警告回数を表示する。さらに、時系列単位で表示した詳細データも別途表示している。

集計データを表示する

教室	合計使用時間	平均使用時間	合計警告回数	平均警告回数
6408	494	4.7048	5596	53.2952
6410	242	4.8400	20151	403.0200

詳細データを表示する

日付	教室	使用時間	警告回数
2013-01-30	6408	8	0
2013-01-30	6410	0	0
2013-01-31	6410	0	0
2013-01-31	6408	2	0

図5 集計データ・詳細データ

警報とは、教室の使用可能時間外に移動物体を検知することで、警報音が鳴り出すシステムである。また、電子メールでの警報通知も可能とした。

6. 開発予算

予算の執行状況を表2に示す。

表2 予算の執行状況

品名	予算(千円)	支出(千円)
集計用 PC	300	80
ドップラー動体検知キット		40
焦電型赤外線センサ		20
MS104-SH4AG		90
合計	300	230

7. 開発日程案

作業工程表を表3に示す。

表3 作業工程表

	7月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
製作作業・進捗報告							→
備品製作・組立調整							→
動作確認							→
システム構築							→
発表準備			↔	↔	↔	↔	↔
課題発表会			↔	↔	↔	↔	↔
報告書作成・提出							↔

ドップラーセンサを利用した試作器の製作が終わり、動作確認をした。

8. まとめ

電子部品についての知識を深め、センサの性能を調査するのに多くの時間を掛けてしまった。進捗予定より大幅に遅れてしまった。しかし、部屋を利用した人を検知し作業時間を集計管理することのできる製品の開発ができた。

真珠採取機の開発

生産機械システム技術科 小松 龍平 曾我部 良太 ○藤原 寛隆 松岡 優 真鍋 隼人
生産電子システム技術科 田中 仁志 前田 直也 松本 悠希

Development of a Pearling Machine

1. はじめに

本課題は株式会社 DynaxT 様からの依頼で、アコヤ貝の内臓と貝殻を自動で分離することのできる装置の開発を目的とする。昨年度の機構は約 9 割の内臓吸引が可能になった。しかし、手動操作が主など、使い勝手に難があった。

今年度は、機構の全体的な自動化を目標とし、取り組んだ。

2. 開発の背景

現在では、浜揚げと呼ばれるアコヤ貝の内臓、貝柱、貝殻、真珠を分離させる作業をすべて手作業で行っている。今回は、最も手間の掛かる作業である、『内臓除去』を自動で行う装置の開発を目的とした。

3. 概要

3.1 アコヤ貝について

別名、真珠貝とも呼ばれる二枚貝である。殻長は約 100mm で貝殻の内面は美しい輝きをもつ真珠層があり、養殖真珠の母貝として利用されている。実際のアコヤ貝を図 1 に示す。



図 1 アコヤ貝

約 1 年間管理し、浜揚げを行い、真珠を取り出す。真珠は大きいもので約 8mm である。また、貝柱は食用として用いられる。

3.2 装置について

昨年度の機構は、吸引率の向上を目標としていた。『水中での吸引』という方法を用いることで、9 割ほどの吸引率を収めることができたが、吸引以外の操作を手動で行う必要があった。昨年データを基に自動化させた工程は、『搬送』と『吸引』、『排出』の 3 つである。装置の全体図を図 2 に示す。

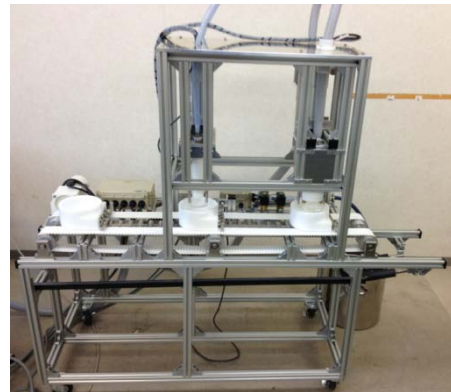


図 2 装置全体図

海辺での使用を考慮し、ステンレスや樹脂などの耐食性に優れた素材を多用している。また、食品を取り扱うので、本装置は食品加工工場で使用されているグリスを使用し、衛生面にも配慮している。

4. 機構

4.1 搬送部

搬送部は直線式ベルトコンベアを採用した。貝受け皿は直線式ベルトコンベアに直接取り付け、循環させる。取り付け方法は蝶番を用いて、二本のベルト上に固定する。蝶番を用い完全に固定しないことで、受け皿がベルトコンベアの上面から下面に移る際、皿を反転させることができる。反転した際に貝殻を排出させることで、『排出』の工程を特別な機構を設けることなく、1 サイクルの動作に組み込むことができる。貝受け皿の固定方法を図 3 に示す。

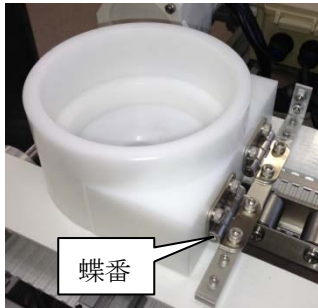


図3 受け皿の固定

受け皿は上下3つの合計6個取り付け。上3ヶ所にはそれぞれ、『投入』と『貝検出』、『吸引』の工程を取り入れる。

昨年度の実験結果から、吸引の際にアコヤ貝を、水と共に吸引することで吸引率を高めることが判明している。そこで、貝受け皿にある程度の深さを設け、小型の水槽の役割を担わせた。

4.2 貝検出部

装置を自動化するために、貝受け皿内の貝の有無を検出する必要がある。そこで、『投入』と『吸引』の工程の間に『貝検出』の工程を組み込むことを考案した。検出方法は防水性に優れた、近接センサを用いて検出することにした。

吸引部と同様にロボシリンダを使用し、貝検出部を上下させ、アコヤ貝に貝接触面であるアクリル板を接触させる。その際、接触面の支柱が押し出され、支柱の側面に取り付けられたステンレスを近接センサが検出する。検出されるとシリンダが原位置にもどる。

また、『貝検出』の工程に、ウォーターノズルを取り付け、貝受け皿への給水も行。貝検出部の構造を図4に示す。

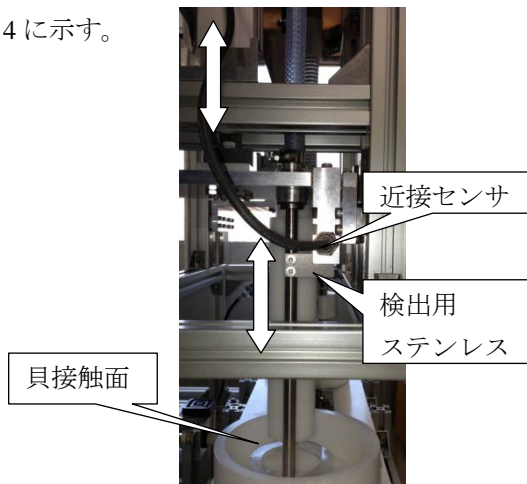


図4 検出部の構造

貝接触面はアコヤ貝と接触した際、真珠や貝柱に傷をつけないために、貝殻の周りを押さえつけるようにする。アコヤ貝との接触面を図5に示す。

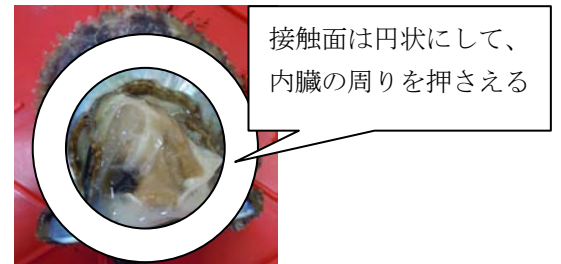


図5 検出部接触面

4.3 吸引方式

吸引部は昨年度までブローバッククリーナとコンプレッサを用いて吸引を行っていた。しかし、吸引後の内臓と水をブローバッククリーナ内のタンクに貯蔵させるため、頻繁な排出を行う必要があった。また、大容量のコンプレッサが必要であり、連続的な吸引ができなかった。今年度は水エジェクタとポンプを用いて水の力で吸引することを考案した。水エジェクタを用いることで、吸引後の内臓をタンクなどに貯蔵する必要がなくなる。

4.4 ウォーターノズル

昨年度はウォーターノズルから水をアコヤ貝の内臓に向けて噴射し、内臓を浮かすことで、吸引率を向上させていた。しかし、ウォーターノズルからの水流が、吸引ノズルに当たってしまうという問題点があった。その対策として、ウォーターノズルと吸引ノズルを一体化させ、より効果的にアコヤ貝の内臓に供給できるようにした。また、ウォーターノズル形をφ2からφ1に変更し、噴射の勢いを強めた。

5. おわりに

水エジェクタを使用することで、自動化を実現できた。しかし、吸引率が昨年度の9割から4割へ下がってしまった。原因として、受け皿内の水量が少ない状態で吸引を行っているなどが考えられる。

対策として皿形状の改良、給水量を増やすことが挙げられる。それでも吸引率の向上がない場合、流量の高いポンプを取り入れるなど更なる改良方法が考えられる。

切り屑かさ減容装置の開発

生産機械システム技術科 梶原 英悟 ○門田 直也 曾我部 友輔 立木 準也
Development of a Volume Reducing System of Cutting Chip

1. はじめに

本課題は、切り屑かさ減容装置の開発に取り組むものである。これは、事業の1つでベアリングの施削加工を行っている株式会社タイホーより依頼されたものである。

切り屑は、金属を切削加工する過程で発生する。一般的な切り屑の処理方法では、保管場所の確保や搬送コストなどの問題が起こる。(株)タイホーでは、切り屑がアルミの様にはまとまらず、高炭素鋼の様にもろくもないため、切り屑がかさばり、搬送のコストがかかる問題が生じている。このコストを下げることが依頼であり、トラック1回の搬送量を増やすことが課題となる。今回は、最適な切り屑減容方法の検討と試作機の開発を目指す。

2. 調査

2.1 切り屑の材質と形状及び特徴

ベアリング製造で使用する材質を調査し、切り屑の形状から分別を行った。

切り屑の材質を調査した結果、一般的に高クロム低炭素鋼を扱うため、引張り強さと粘り強さが大きく、引きちぎりにくいことが分かった。

次に減容方法の選択に用いるために、切り屑の形状について分類を行ったところ9種類あり、これらは、螺旋状、もつれ形状、幅広螺旋状の3つの形状に分別できた。

2.2 切り屑処理装置の調査

(株)タイホーで導入している切り屑処理装置と市販の切り屑処理装置を調査し、問題点を調べた。

(株)タイホーが導入している処理装置は2種類あり、スクリーンにある溝と回転刃で引きちぎる破碎方法と1本ずつ押しつぶす破碎方法があったが、粘り強い切り屑のため、うまく処理できていなかった。市販品の切り屑処理装置も、(株)タイホーが導入している処理装置と同タイプであった。押しつぶすと材料

の変形は認められたので、圧縮して固める方法が有効と考えた。また、簡易的な切断実験を行い、引きちぎらずにハサミで切る方法が有効と分かった。これらを考慮して、適切な減容方法を検討する。

3. 減容方法の簡易実験・検討

調査の結果より、切り屑を圧縮するか、ハサミのようなもので切る方法が有効と考え、簡易的な実験を行った。実験は、1辺100mmの立方体の切り屑に対し、バイスによる圧縮と金切りハサミによる切断を行う。切り屑をバイスで厚さ10mmに圧縮したところ、約30mmに復元し、1/3に圧縮できた。このことから、圧縮による減容は可能だと考えられる。切断実験では、圧縮していない切り屑を金切りハサミで、数回切ることで切断できた。切り屑を圧縮した場合、1回で切断できた。このことから減容方法は、圧縮した後に切断する工程が有効と考えられる。次に、圧縮と切断ができる実験装置を製作する。

4. 実験装置

交換ユニット(a)は、交換することで圧縮と切断を実現できる。圧縮や切断の荷重を測定するために、歪みゲージを取り付けた八角弾性リング(b)を使用した。圧縮ユニットは、切り屑を100mm角のブロックで150mmから0mmまで圧縮できる。切断ユニットは、切り屑を幅約126mmの刃でシャープ切断できる。上刃の交換でシャープ角は変更できる。実験装置を図1に示す。

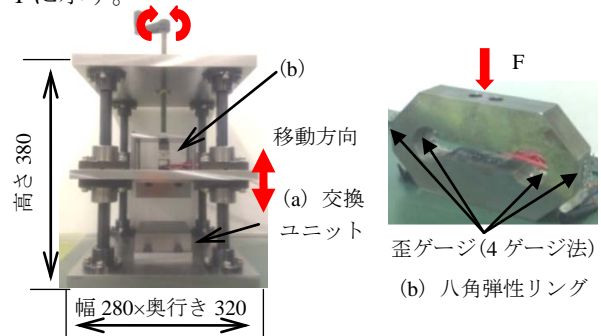


図1 実験装置

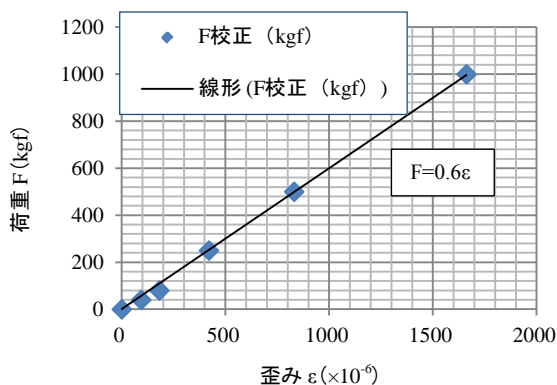


図2 歪みと荷重の関係

5. 実験結果

5.1 圧縮及び切断実験

実験装置を使用し圧縮及び切断の実験を行った。圧縮実験では、簡易実験と同様の結果が得られた。切断実験では、シャープ角(0°、2°、4°、6°)で切断した場合、6°が一番簡単に切断することができた。このことから、切断刃にシャープ角をつけたほうが、切り屑を処理しやすいことが分かった。

5.2 荷重測定実験

圧縮及び切断実験を行い、八角弾性リングを用いて荷重を測定した。切り屑を圧縮ユニット(横100×縦20mm)で厚さ10mmに圧縮したところ、約290kgfの荷重がかかった。圧縮した切り屑をシャープ角6°で切断した場合は、約560kgfの荷重がかかった。このことから、試作機には、約600kgf以上の力がだせるモータを使用する。これらを考慮して、試作機の設計を行う。歪みゲージは、4ゲージ法によるブリッジ回路を組んだ。F方向に作用する力は、図2の歪みと荷重の関係式で求めることができる。八角弾性リングの校正は図2となった。

6. 圧縮サポート装置と圧縮切断装置

試作機は、1辺100mmの立方体の切り屑を圧縮サポート装置で約2/3まで圧縮を行い、圧縮・切断装置に供給する。供給された切り屑を、連続的に約1/3まで圧縮し、一定の長さで切断を行い、処理しやすい装置である。仕様を表1、試作機(圧縮サポート装置 圧縮切断装置)を図3、処理の流れを図4に示す。

表1 装置の仕様

圧縮切断装置	
寸法	W530×D250×H550[mm]
重量	約80[kg]
モータ容量	6[W]
圧縮サポート装置	
寸法	W400×D220×H320[mm]
重量	約60[kg]

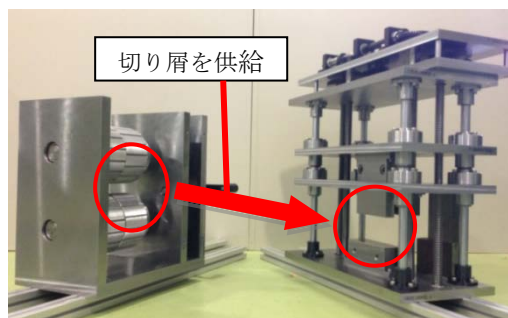


図3 試作機(左:圧縮サポート装置 右:圧縮切断装置)

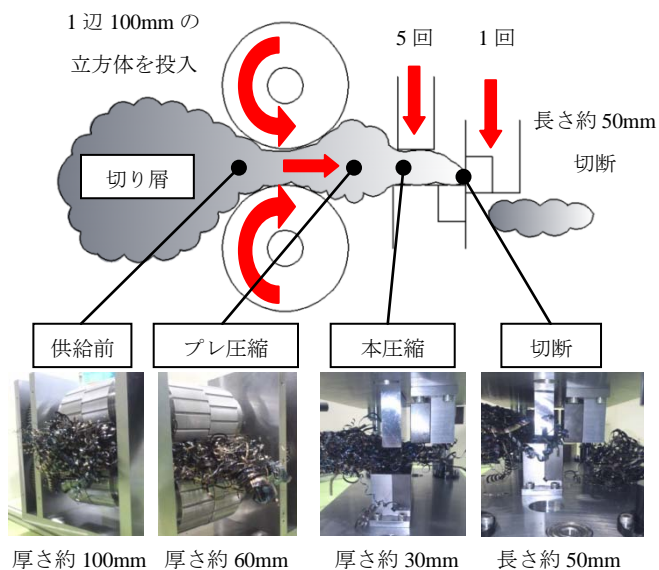


図4 処理の流れ

7. まとめ

切り屑かさ減容装置の開発に取り組む第1段階として、最適な切り屑減容方法の検討と試作機の開発を目指したところ、以下の結論を得た。

- ・切り屑の材質・形状及び特徴を明らかにして、圧縮切断の有効性を確認できた。
- ・動作荷重を計測できる実験装置を完成させ、実機を想定した減容条件を見出した。
- ・実験装置の構造を盛り込んだ試作機を製作した。

今後の課題は、実機の開発に向けたデータの取得及び切り屑の定量供給システムの検討である。

耐力壁ビス位置マーク装置の開発

生産機械システム技術科 ○溝淵 友樹 篠原 悠輔 眞鍋 裕希 山本 和也
 生産電子システム技術科 切中 健太 小谷 渉 白井 健悟
 生産情報システム技術科 伊藤 達哉 上村 洋平 大森海 豊嶋 俊之

Development of marking machine which automatically detects fastening position by screw

1. 概要

本課題は本校住居環境科を通じて久万材の家づくり推進協会より頂いた。木造住宅用耐力壁として久万材を活用して製作したラティスパネルに、JIS の検査基準に応じた穴位置を墨入れする作業を自動化し、工数削減を実現することを目的としている。

今年度は、動作の高速化と確実性の向上を目指した。同時に高付加価値化を狙い、各工程の自動化の検討を行う。

2. 装置の仕様・動作

本装置の動作は X 軸、Y 軸で位置決めされた後、画像処理の結果によってラティスパネルに墨入れをする。装置全体図を図 1、装置の仕様を表 1 に示す。装置本体と制御装置の 2 つに分かれており、有線で繋がっている。また、屋内での使用を想定している。

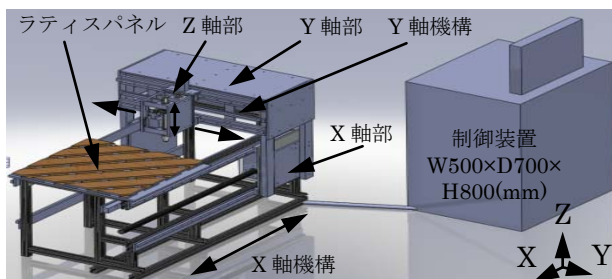


図 1 装置の全体図

表 1 装置本体・制御装置の仕様

装置本体	
寸法	W1200×D700×H1000[mm]
重量	60[kg]
主電源	AC100V 12A(制御装置含む)
印字対象物	W500×D500×H20[mm]のラティスパネル
制御装置	
寸法	W500×D700×H800[mm]

3. 動作の流れ

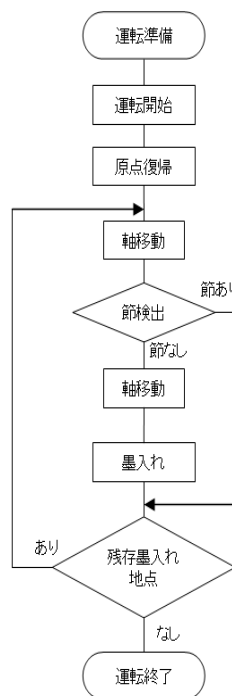


図 2 動作の流れ

本システムは描点位置の節の有無を判断して、ビス位置に墨入れする。

図 2 に動作の流れを示す。運転準備にて、電源を入れ、ユーザーが墨入れポイントを指定し、運転開始をする。原点復帰にて、サーボモータの座標軸を合わせる。墨入れ地点へ移動し、節の有無を判断する。節がなければ墨入れをする。節があれば、次の墨入れ地点へ移動する。以上の動作を墨入れ地点がなくなるまで繰り返す。

4. 装置の高速化

4.1 X 軸、Y 軸の動作速度向上

H23 年度は製作が中心で、サーボユニットのパラメータは初期設定のままであった。H24 年度は手動調整を行い、X 軸、Y 軸の動作速度向上を試みた。

H23 年度と H24 年度について、以下の比較を行った。図 3 (a)は各軸のフルストロークでの移動時間の比較を示す。また、図 3 (b)は予め設定していた 2 辺上の 8 点を自動動作させた時に掛かる時間の比較である。図 3(a)より、手動調整による移動時間で X 軸、Y 軸は 7~8 秒短縮し、図 3 (b)より、2 辺上での 8 点動作では約 20 秒短縮したことが分かる。

これは、位置決めユニットと、PLC の速度制限パラメータを安全に考慮したモータの最大回転数まで

にした為である。これにより、X、Y 軸ともに最大回転数 2400r/min を実現できるようになった。

動作速度の向上に伴い、X 軸、Y 軸の急停止・発進時、装置全体に振動が生じた。サーボモータの応答性が高いと軸の動作が俊敏に、低いと緩やかになることが分かった。振動の要因は応答性にあると考え、サーボモータの応答性を減少させ、指令に対するモータの回転数が緩やかに上がるようにパラメータ調整を行い、振動の軽減に成功した。

4.2 CCD カメラの採用

節は自然のものの為、形が歪であったり、色がはっきりしていなかったりする。また、作業場の照明の状態は不明であり、節の自動検出は難しい。そこで撮像にはコントラストの調整が容易で、光源の影響を受けにくい CCD カメラを採用した。

節検出は、撮像画像に 2 値化及び、画像の中にある黒い塊を節とみなした。塊の面積が実寸 12 mm²以上、円形度が 0.7 以上のものを節とみなした。図 4 (a) に画像処理前、図 4 (b) に画像処理後を示す。

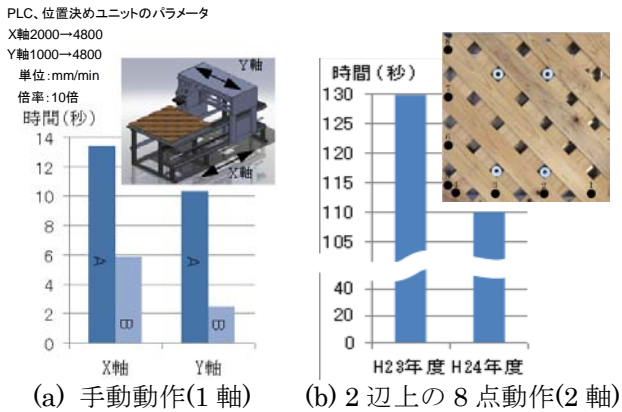


図3 昨年度との動作時間の比較

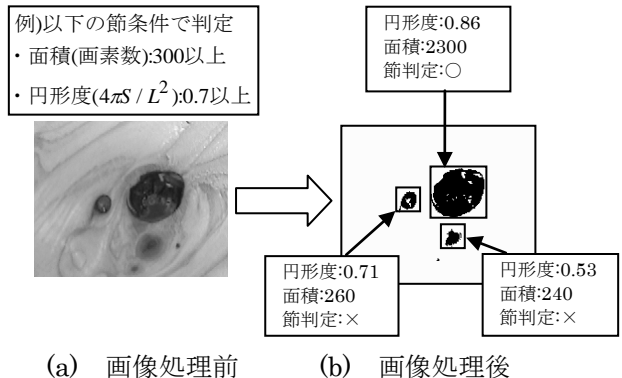


図4 節の検出画像

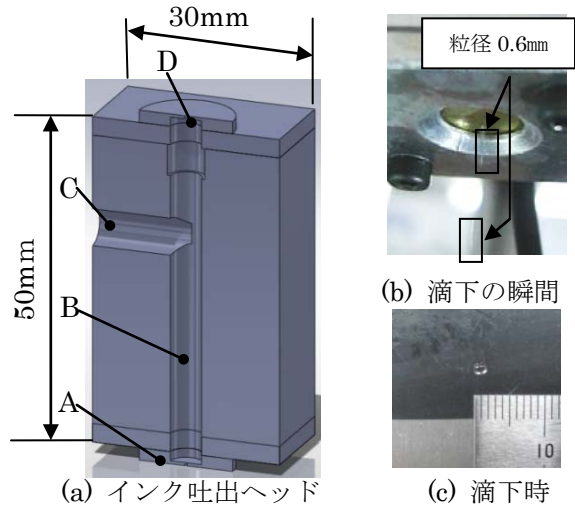


図5 滴下の様子とインク吐出ヘッド

表2 実験条件

	1	2	3
ノズル径(φmm)	0.25	0.3	0.35
圧力(MPa)	0.5	2.5	4
グリセリン濃度(%)	8~72% 8ステップ		

4.3 インクヘッドの開発

今回提案する吐出システムを図5(a)に示す。エア一吹き込み口(C)からエアを瞬間的に送り、グリセリン水溶液(B)の液面を振動させて、ノズル(A)から(B)を吐出する。その後エアはオリフィス(D)より外へ排出される。表2に示す水準の全ての組み合わせで、周波数 50Hz、ノズルにフッ素コーティングをして液滴を生成することを確認できた。ノズルからグリセリン水溶液を粒径 0.6mm で吐出している瞬間を図5(b)に示す。図6(c)はプラスチックフィルムへ滴下した時の様子を示す。滴下後の液の直径は 0.8mm であった。

5. まとめ

今年度の取り組みでは、位置決めユニットと PLC のパラメータ調整により動作速度が向上し、描点箇所のみ撮像する為に可能となった撮像時間の短縮、インクヘッドの開発が実現できた。

今後の課題としては、インク吐出ヘッドの小型高密度化、およびソフトウェアによる文字・図等の表現である。

平成 24 年度（平成 25 年 3 月卒）専門課程総合制作実習 テーマ一覧

四国職業能力開発大学校

生産技術科

減速歯車装置の製作

Production of Reduction Gears

岡部友治、作江勇樹、福田大晃

指導教員 神田健一

板金加工による立体モデルの製作（第 2 期）

Creation of a Three-Dimensional Model by Sheet Metal Processing (Trial for the Second Year)

辻 恵太、富田将吾、三宅悠介

指導教員 後藤拓真

ごみ圧縮機の製作

Production of a Press Machine for Refuse

藤澤光介、三宅浩樹

指導教員 穴田悦生

切削加工による金型の製作

Production of a Die by Milling

福西亮介、藤原敏晃、増田哲也

指導教員 藤沢則秋

アミューズメント偵察ラジコンの製作

Production of a Radio Control Reconnaissance Car for Amusement

池内 海、植村勇斗、葛原圭祐

指導教員 孫入弘安

V 曲げプレス機の製作

Production of a V-Bending Press Machine

岩崎拓也、岡田吉容、中元雄介

指導教員 穴田悦生

各種型による紙のエンボス加工

Embossing of the Paper by Press Brake Using Various Dies

磯野隆洋、木下研吾

指導教員 後藤拓真

技能検定「数値制御フライス盤課題」に挑戦

—各種機能による時間短縮—

Challenge to Technical Skill Test for Numerically Controlled Milling Machine

—Reduction of Machining Time Utilizing Various Functions—

片山裕貴、松岡 航

指導教員 藤沢則秋

パスタマシンの製作

Production of a Pasta Machine

清水吉彦、尺長弘樹

指導教員 孫入弘安

電子情報技術科

お風呂用水位ブザーの製作

Production of a Water Level Alarm for Bathtubs

村崎大誠

担当教員 永松将貴

RFID を利用した出欠管理ツールの製作

Fabrication of the Attendance-Management Tool Using RFID

下谷勇喜

担当教員 永松将貴

家庭用スマートメーターの製作

Production of a Home Use Smart Meter

小片章弘

担当教員 永松将貴

加速度センサを使用したコントローラの製作

Fabrication of the Controller Making Use of an Accelerometer

勢登玲央奈

担当教員 永松将貴

マイコンを使用した温湿度計の製作

Fabrication of a Thermo-hygrometer Making Use of a Microcomputer

田中惣一

担当教員 永松将貴

PIC を用いたデジタルオーディオアンプの製作

Artifice of a Digital Audio Amplifier Using the PIC

長江大助

担当教員 永松将貴

ET ロボコン攻略 ー戦術考案とそのモデリングー

Trial for the ET Robocon ーConception of the Strategy and Its Modelingー

中川富雄

担当教員 瀧本雄一

ET ロボコンのリモートスタートプログラムとデータロギングプログラムの作成

Creation of a Remote Control Program and a Data Logging Program for the ET Robot Contest

今村圭輔

担当教員 瀧本雄一

アナログシンセサイザーの製作

Production of an Analog Synthesizer

武田秀和

担当教員 瀧本雄一

若年者電子回路組立模範解答の製作

Fabrication of an Electronic Circuit Assembly as a Model Answers for the Assignment in the Youth Monozukuri Skills Competition

上田開斗

担当教員 瀧本雄一

スマートフォンを使った計測器の製作

Fabrication of a Measuring Instrument Using a Smartphone

小出浩貴

担当教員 瀧本雄一

ソーラーエネルギーを利用した電波時計 Radio-Clock Powered by Solar Energy		
森本康寛	担当教員	瀧本雄一
エフェクト機能付き音楽再生ソフトの制作 Creation of a Music Playback Software Equipped with-Effect-Functions		
平野亮太、細川 泰司	担当教員	中村美利
赤外線センサによる照明の自動消灯装置の制作 Fabrication of an Automatic Extinguishing Equipment-Making Use of an Infrared Sensor		
福岡稜也	担当教員	中村美利
Android 携帯によるチョロQ コントロールアプリの制作 Choro-Q Control Application for Android's Mobile Phones		
藤川 誠	担当教員	中村美利
Beagle Board で制御するロボットの検討 Considerations on a Robot Controlled by Beagle Board Run Under Android or Linux Operation System		
宇高尚史	担当教員	鳥谷部 太
自動姿勢制御自転車の製作 Manufacture of an Automatically Attitude Controlling Bicycle		
小松史弥	担当教員	鳥谷部 太
LED を利用したオブジェの製作 Fabrication of an LED Objet D'art		
金久俊喜	担当教員	鳥谷部 太
インタラクティブデザインの検討 Investigation on the Interactive Design		
大野峻平	担当教員	鳥谷部 太
パーサライト(Persistent Of Vision)を利用した時計の製作 Production of an LED Illuminated Clock Using the Persistence of Vision of the Eye		
別府一輝	担当教員	鳥谷部 太
ネットワークを利用した温度・湿度管理システムの製作 -DB 編- Production of a Room Temperature and Humidity Monitoring System Using LAN -Database-		
増田千尋	担当教員	佐竹一孝
ネットワークを利用した温度・湿度管理システムの製作 -ハードウェア編- Production of a Room Temperature and Humidity Monitoring System Using LAN -Hardware-		
高橋祐希	担当教員	佐竹一孝

ネットワークを利用した温度・湿度管理システムの製作 —データグラフ化編—

A Production of a Room Temperature and Humidity Monitoring System Using LAN —
Consideration for Graphical Representation of the Data—

塩谷東吾 担当教員 佐竹一孝

自動車実装部品耐久試験装置のデータシステム化 —データのグラフ化の検討—

A Study of —Systematization of Data from the Endurance Test Equipment for Vehicle
Mounted Components —Consideration for Graphical Representation of the Data—

石原 誠 担当教員 佐竹一孝

自動車実装部品耐久試験装置のデータシステム化 —データの永続化の検討—

A Study of Components —Consideration for Data Perpetuation—

松岡智彦 担当教員 佐竹一孝

住居環境科

丸亀駅前商店街の活性化

—新商業施設創設と旧商店街のリノベーション—

Activation Proposal of Marugame Station Shopping District

—Renovation of the Old Shopping District and Establishment of a New Commercial
Facility —

山本 裕香、香川 萌、森本 美保 指導教員 山下世為志
四国霊場遍路旅休憩施設の企画と計画

Planning and Programming of Rest Area for Shikoku Hallowed Ground Pilgrims

上田 和哉、谷本 大知 指導教員 山下世為志
木造軸組み住宅の振動模型を用いた振動実験

Vibration Experiments Using a Wooden House Model

岡 宗一郎 指導教員 出口秀史
学生ホールの熱環境に関するシミュレーション

Simulation of the Thermal Environment Inside the Student Hall

森野貴士、沖野 魁 指導教員 出口秀史
本館建物の耐震性能に関する研究

A Study on the Earthquake-proof Performance of the Main Building of Shikoku
Polytechnic College

中川 幸和、越智 康平 指導教員 出口秀史
茶室空間の設計と施工

Designing and Construction of a Tearoom Space

石川 直樹 指導教員 齋藤慎一郎

石材スラッジの有効利用の提案と試行

Proposal and Trial Experiment of the Effective Utilization of Stone Sludge

里 愛波

指導教員 越智隆行

コンクリートカヌー Hy Light ～限界への挑戦～

Challenge-of the Concrete-made Canoe “Hy Light”

青木 優太、朝倉 悟、川西 達紀、南浦 一也

指導教員 越智隆行

鉄筋コンクリート構造模型作製

Making of a Pseud -Reinforced-Concrete Structural Model

花本悠乃

指導教員 越智隆行

竹材等の低利用資源を用いた高性能壁土の開発

ーその1 開発の経緯と成果ー

Development of High Performance Mud Wall with Underused Resources Like Bamboo

Part1. Background of the Development and Achievements

山本 克海、石川 翔也、中尾 風緒

指導教員 宇都宮直樹

竹材等の低利用資源を用いた高性能壁土の開発ー

ーその2 混合繊維と施工工程別による土塗壁の耐力と耐震性能への影響

Development of High Performance Mud Wall with Underused Resources Like Bamboo

Part2. Effect of the Fibers Mixed in the Soil and of the Construction Processes on the Proof Strength and the Aseismic Performance

石川 翔也、山本 克海、中尾 風緒

指導教員 宇都宮直樹

竹材等の低利用資源を用いた高性能壁土の開発

ーその3 土壁用砂質粘土の地域特性に応じた調合方法の開発ー

Development of High Performance Mud Wall with Underused Resources Like Bamboo

Part3. Development of a Blending Method According to the Regional Characteristics of Sandy Clay for Mud Wall

中尾 風緒、石川 翔也、山本 克海

指導教員 宇都宮直樹

高知職業能力開発短期大学校

生産技術科

土佐打ち刃物用付け替グリップの製作

Production of a Replacement Grip for Tosa Knives

梅木 涼、小松 聖弥、竹崎 龍一、松木 基

指導教員：帆足 雅晃

偵察ラジコンの改良

Improvement of a Radio Control Reconnaissance Car

戸梶龍一 浜田晃吉 山本章人、西森勇貴

指導教員：安部章二郎

ゼロハンカーの設計、製作

Design and Production of a “ZEROHAN” Car

池地良介、小松智哉、近藤崇恭、樋本 翔、廣瀬建太郎、森 貴義、森岡俊成、山本晃司

指導教員：榎本 実、上田潤一

構造物製作と溶接技能の習得

Learning of Structure Fabrication and Welding Skills

竹内 元己、松本 哲

指導教員 福原 祥雅

構造物鉄工の習得

Learning of the Ironwork for Steel Structures

近森 祐貴、熊谷 慎也

指導教員 福原 祥雅

電子情報技術科

小型人型ロボット

Creation of a Small Humanoid Robot

倉内 勝政、藤田 晋也

指導教員 井上 信之

デジタルオシロスコープ制作（USB 接続型）

Production of a Digital Oscilloscope with Interfaces for USB Connection

田中 一成、藤田 晋也

指導教員 井上 信之

デジタルオシロスコープ制作（液晶パネル表示型）

Production of a Digital Oscilloscope with Liquid Crystal Panel Display

三谷 啓輔、藤田 晋也

指導教員 井上 信之

学校案内端末システムの開発

Development of a Terminal-type Guide System for School Buildings of Polytechnic College KOCHI

市川 魁秋

指導教員 井上 信之

携帯電話向け学校ホームページの制作

Creation of the School Website for Mobile Phones

小野寺 萌

指導教員 井上 信之

電子演奏機器および音響効果ソフトの製作

Production of an Electronic Performance Controller and a Sound Effect Software

澤田 尚弥、山岡 聖卓、山川 賢、吉松 幹真 指導教員 吉岡 誉吏

Nintendo DS を用いたテストシステムの支援ソフトの開発

Development of the Support Software for the Test System Using Nintendo DS

楠目 悠平、西岡 芳朋、細川 裕司 指導教員 深江 裕忠

若年者ものづくり競技大会「IT ネットワークシステム管理」対策問題集の制作

Production of the Test Measure Collection of the Assignments for “IT Network Systems Administration” in the Youth Monozukuri Skills Competition

金尾 智之 指導教員 深江 裕忠

ウェザーボードの製作

Production of a Weather Board Linked with Android Terminal Equipments

土居 大祐、濱田 紘州、穂積 誠也 指導教員 高本 浩司

簡易気象観測システムの製作 (Ver.高知)

Production of an Easy Weather Observation System (Kochi Version)

舛市 優司、山田 純平 指導教員 高本 浩司

ガイガーカウンターの製作

Production of a Geiger Counter

松尾 智仁、三木 裕太、山口 赳宏、結城 亮政 指導教員 山岡 眞吾

野菜情報システムの制作について

Production of an Information System about Vegetables

常石 智 指導教員 井上 信之

平成 25 年度 紀要編集委員会

四国職業能力開発大学校

委員長 稲葉 武彦 (校長)
副委員長 志水 正利 (統括部長)
機械系 池本 和夫 (生産機械システム技術科)
電子系 天野 隆 (生産電子システム技術科)
情報系 小澤 弘明 (生産情報システム技術科)
居住系 山下世為志 (住居環境科)
事務局 朝倉 均 (学務課長)

高知職業能力開発短期大学校

委員長 松中 孝二 (校長)
副委員長 山谷 隆則 (能力開発部長)
委員 榎本 実 (生産技術科)
委員 高本 浩司 (電子情報技術科)
事務局 尾堂 治彦 (学務援助課長)

四国職業能力開発大学校

高知職業能力開発短期大学校

紀要 第 25 号

発行 平成 25 年(2013)12 月 16 日

発行者 四国職業能力開発大学校
〒763-0093 丸亀市郡家町 3202
TEL 0877-24-6290 FAX 0877-24-6291
