

間伐材利用木ころ製造システムの改良

近畿ポリテクカレッジ
(近畿職業能力開発大学校)

西井木工有限会社

北 正彦・中川 孝夫・領木 邦浩・政宗 克美
長渡 康幸・魚住 謙一郎・土田 悟
西井 重雄

1. はじめに

事業主団体“異業種交流エコビジネス探検隊”は傘下企業が持つ独自の技術・技能を生かし、環境分野において新規事業開拓を掲げる団体である。当団体は、通常であれば廃棄や焼却処分となる間伐材に付加価値を付与することで再利用を促し、新規に市場を開拓すべく事業の展開を図っている。具体的には間伐材を写真1に示す長径30～50mm程度の楕円形木片（以後‘木ころ’と呼ぶ）に成型加工し、遊具・インテリア材へ再利用を図る事業を行っている。

現在‘木ころ’の製造は団体内で考案した一連の加工装置を用いているが、団体では今後の需要の増加を見越して、それら装置の生産性を高めたいとの要求がある。あわせて市場での優位性を得るために、高付加価値化をキーワードに檜の香り付け等の提案がなされている。しかし団体内参加企業が7社と小数のため、これらの技術的要求を団体内で対処することは難しく、平成15年3月当大学校に相談が求め



写真1 木ころ外観

られた結果、事業主団体開発研究事業（F方式）として当大学校と協同で研究開発を行うこととなった。

2. 状況調査と取り組み課題

平成15年7月末に第1回目のF方式プロジェクト会議がもたれ、その席上事業主団体より現有製造装置の能率化・効率化として成形加工機の動力向上とそれに伴う装置仕様の再検討、また、高付加価値化への対応として効果的香り付け手法の開発および香り付け効果の検証が要望された。具体的内容としてACモータの出力不足を感じているがどのくらい必要なかわからない、速度調整も付与したいが技術的などころを教えてほしい、特に強い希望として、現在、機械が稼働中であり大幅な改造はなるべく避けてほしい、とのことであった。

問題の解決には複数の技術分野による協同作業が必要不可欠との認識から、取組み体制として4科の指導員で構成したワーキンググループで対応することとなった。メンバー決定後、製造装置に関する具体的調査を目的に、直ちに現場観察と聞き取り調査を行った。図1に調査時の木ころ加工装置概要を示す。

装置内部は五面おのおのにヤスリのついた円盤を配置した、立方体様の容器構造としている。加工に際しては容器内に角状の間伐材を投入し、円盤を回転させることで間伐材の角を削り落として楕円形上に成形する。おのおのの円盤には1台ずつ750WのACモータがギア比5倍の減速器を介して取り付けられている。加工工程は粗、中、中仕上げ、仕上げの

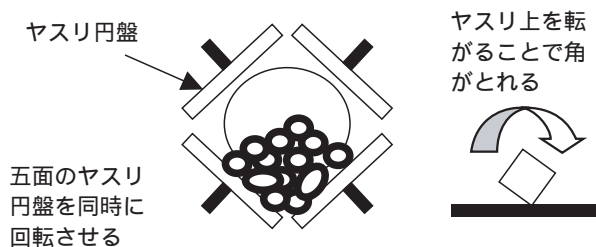


図1 加工装置の概要

4工程で行う。

モータの出力不足に関しては、初回の現場観察においてつぶさにみてとれ、特に粗工程において一度に材料を入れ停止状態から回転させた場合、かなりの頻度でオーバーロード状態が発生した。操作者の説明では、日常の防止策として粗加工では事前にモータを回転させおき、投入口の隙間から少しずつ材料を投入していくことで負荷の増大を防いでいるとのことであった。また少ない頻度であるが加工運転中に、何らかの原因で1～2カ所のモータがロックすることがあり、運転中は必ず人が張り付かなければならない状況であった。これらは製造面で非効率を招くばかりか、安全面においても大きな問題であると考えられた。

また、現場調査は、

- ・相談者からの依頼内容について内在する技術的問題点を洗い出し、本研究開発事業で対応が可能な課題を、適切な説明のもと、見だし、提示して、納得していただく場となった。
- ・グループ内でたたき台的ではあるが、取り組み当初より作業計画を提示せざる終えない状況を作った。結果、具体的役割、分担、作業目標等においてすり合わせ、意見統一が促され、作業が円滑に進む要因となった。

を与え、以上を検討した結果、本年度F方式の取り組み課題は モータ出力の改善、 制御盤の設置、 研磨プロセスの改善、 檜の香り付け、の4点とした。

3. 装置本体の改良

3.1 ACモータのトルク改善

ACモータのトルク改善は大きな改造を避ける観点

から、容量の大きなモータに交換することでの対応を検討した。交換に際しては制限要素である‘ 負荷トルクの適合 ’が第一に考慮されるべきであるが、今回、既設モータの起動トルクを実際に計測した負荷トルクと比較したところ約50%と明らかに不足していることが判明した。同一の負荷で円滑な動きを得るためには、トルク余裕も見越し現状の4倍の起動トルクが必要と考えられた。しかし、以下の4点

- ACモータの寸法、形状と取り付けスペース
- 伝達機構の強度
- 供給電源のブレーカ容量
- 値段

も制限要素として同時に検討する必要がある。特に条件から安易な容量増だけでの対応では、取り付け等に支障を生じさせる恐れがあった。そこで以下に述べる工夫のもとモータ寸法の増加を最小限にとどめ、総トルク値を4倍に増加することとした。

- ・モータ軸でトルク値が2倍になるよう、モータ容量を変更した。
- ・さらに総トルク値が4倍となるよう、減速比を5倍から10倍に変更した。
- ・電源周波数として商用電源周波数(60Hz)の2倍まで供給できるインバータを用い、最高回転の減少分を補償した。

最終仕様として下面円盤用の3台を容量1.5kWの減速器付き(ギア比10倍)ACモータに交換した。なお、 は材料力学による考察から既設の機構が最終仕様を満足していることを確認した。

3.2 制御盤の設置

安全上の問題および制御性の向上から、制御盤の製作を提案し設置した。具体的には下部モータの3台に個別にインバータを取り付け、負荷の小さい上部2台に新たにサーマルリレーを追加して、過負荷運転の監視をモータ1台単位で行うようにした。またPLCを利用した自動化システムを構築し、表示ランプを制御して運転状態を常時表示できるようにした。あわせてタイマおよび可変速制御を組み合わせ、加工時に任意の運転パターンを設定できるようにした。この結果、ある程度の範囲で運転の自動化

表1 新旧機能比較

項目	細目	設置前		設置後	
安全性	異常負荷時の停止機能	×	なし(常に監視が必要)		個々のモータで可能
	異常状態の表示	×	なし		あり(表示灯、ブザー)
	非常停止ボタン	×	なし		あり
	過電流の監視	×	加工機の総電流量		個々のモータで可能
	高電圧の接点等		カバーあるが装置ごとに点在		制御盤内に集中配置
操作性	操作スイッチの配置		分散し点在している		一カ所に集中
	操作スイッチの形状		形状も大きさもまちまち		押しボタンスイッチに統一
	スイッチの機能表示	×	なし		文字による表示あり
制御性	速度制御		5台同時		個々のモータで可能
	時間制御	×	できない		タイマーにて可能
	自動化	×	できない		PLCによるシーケンス制御

が可能となり、常に人が張り付く運転環境に陥いることなく作業できるようになった。表1に新旧の機能比較を示す。

4. 研磨プロセスの改善

4.1 調査項目

‘木ころ’をより効率的に研磨するために、最適なヤスリ粒度を選定する必要がある。その基準を調査する目的で、粗工程を除き下記の実験を行った。調査項目は次の3点とする。

粒度を変更した場合の木ころの単位時間当たりの除去率から、効率的に加工できる粒度を調査

時間経過に対する除去率の低下から、粒度と耐久性の関係を調査

の結果から、各工程における最適な粒度を選定するための基準を作成

4.2 実験工程

ベルト研削盤を利用した実験装置の概略を図2に示す。ベルトの粒度を変更して木ころを研磨し、各粒度での経過時間に対する除去量の変化、およびベ

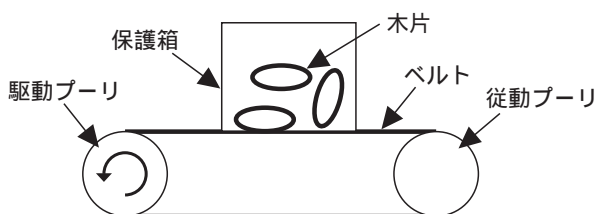


図2 研磨実験装置

ルトの傷みを観察した。

4.3 結果と考察

各粒度での経過時間に対する除去量の変化を図3に示す。除去量の比較および除去量の収束値から以下のことが確認された。

どの粒度も4分経過後徐々に一定値に近づく

中工程では#24が適する

中仕上げ工程は#60と#80の除去量に差はないが、加工面は#80が優れる

仕上げ工程は#150、#180、#240の除去量に差はない。しかし、#180以上は次の写真2のように焼けの現象が発生する場合がある

実験では、工程#24 #80 #150と工程#24

#150の加工面に大きな差は確認できなかった

～の結果より、現状の工程(#24中工程 #80中仕上げ工程 #150仕上げ工程)から1工程(#

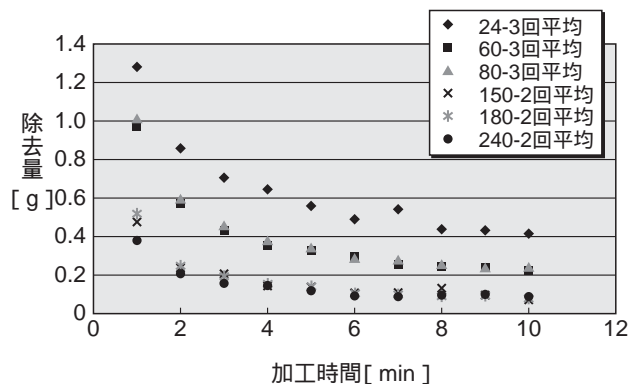


図3 経過時間に対する除去量の変化



写真2 平坦部および焼けの発生

80中仕上げ工程)を減らしても、同等に加工できる可能性が示唆された。

5. 檜の香り付け

5.1 調査項目

‘木ころ’に檜の成分(ヒノキ精油, ヒノキチオール)を浸透させ芳香性, 抗菌性などの付加価値を高めることを目的に,

効率の良い含浸装置と方法の考案

檜の成分を含浸した木材の抗菌効果

について調査した。

5.2 実験装置と含浸方法

含浸装置を考案し‘木ころ’に次の方法でヒノキ精油およびヒノキチオールを含浸させた。含浸方法として, 真空ポンプ(能力50L/min.)で1時間運転して, 木コロサンプルを入れた浸漬装置の内部を減圧後, 開閉コックの操作により含浸溶液貯蔵ビンから溶液を浸漬装置に移動させ, 木コロに溶液を吸収

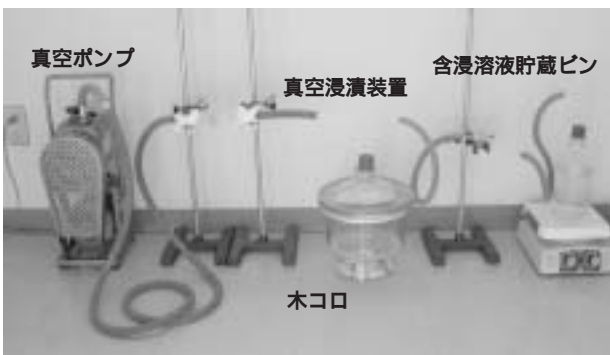


写真3 含浸実験装置

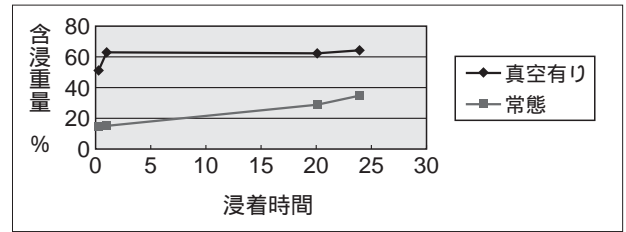


図4 真空含浸効果

させた。含浸溶液はヒノキ精油およびヒノキチオールを10mlのエタノールに溶解したものを1Lの水に懸濁させて作製した。ヒノキチオールは特級試薬を使用した。考案した含浸装置の概要を写真3に示す。

図4に示すように真空含浸を行うことにより約10分間の浸漬時間で60重量%程度の含浸が可能であることが確認できた。

5.3 抗菌効果の確認

檜, および桂の木片を用いてヒノキ精油とヒノキチオールを含浸させて, それぞれの抗菌性を確認した。大腸菌での結果を表2に, カワラタケでの結果を写真4に示す。含浸溶液の濃度は500ppmで, ヒノキ精油の抗菌効果はほとんどないがヒノキチオールは効果が確認できた。

表2 抗菌試験結果(大腸菌)

木 材	含浸成分	阻止円の径(mm)
檜	ヒノキ精油	14.5
	ヒノキチオール	25.5
	含浸なし	19.0
桂	ヒノキ精油	0
	ヒノキチオール	17.0
	含浸なし	0

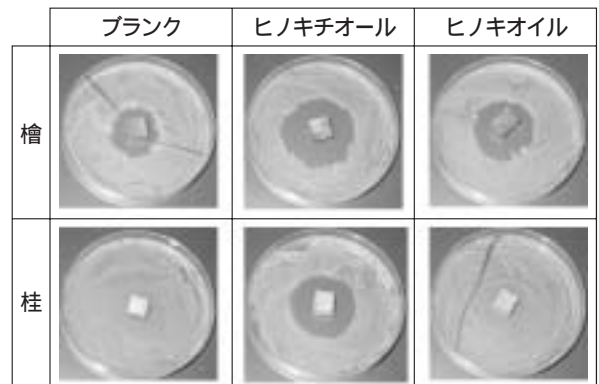


写真4 抗菌試験結果(カワラタケ, 3日後)

5.4 結果

以上の今回の結果をまとめ、以下の2点がいえた。

真空含浸法により、芳香成分であるヒノキ精油と抗菌作用のあるヒノキチオールを木材に対して任意の濃度で含浸させることができるようになった。

ヒノキチオールを含浸させた木材の大腸菌に対する抗菌効果を確認した。

6. おわりに

本年度のF方式における成果を以下に示す。

下部3台のモータを750Wから1,500Wに交換し減速比を2倍としたことで、起動トルクは作業点換算で4倍となり、負荷トルクに対する適正化がはかられた。

制御盤を設置することで安全性が向上し、あわせて監視の簡素化および運転の半自動化を可能としたことで、装置の生産性を向上させることができた。

粒度と除去率の関係を知らべ、各工程で最適となるヤスリ粒度を示した。あわせて、中仕上げ工程(#80)の省略を提案した。

檜の香り付けを提案し、その効果的方法を考案した。

檜成分であるヒノキチオールの抗菌性を確認し、香り付けが製品の高付加価値化に有効であることを示した。

写真5に、第2回近畿ポリテクビジョンでの発表の様子を示す。会期中は、幼児の遊び場をイメージした‘木ころ’プールの展示や、檜の香り付けしたサンプル品の配布等を行い、来場者の幾方から熱心なご質問や商品化に向けたご提案を数多くちょうだいした。‘木ころ’は「自然」「ぬくもり」「やさしさ」という木のもつイメージを、われわれの感性に直接訴えかける素材であることを改めて教えていただいた。

今回の支援事業に対して“異業種交流エコビジネス探検隊”様からはおおむね満足とのご評価をいただいた。微力ながら地元産業界に貢献できたことを

うれしく思うとともに、今後とも能開大の持ち味である、産学連携での支援事業が推進されていくことを願う。

最後に、‘木ころ’の商品企画について多くのご助言をいただいた関西創業サポートセンターの久富慶吾センター長、ならびに、檜の香り付けにおいてご協力いただいた本校産業化学科専門課程の赤井良平君、福光主君に感謝いたします。



写真5 発表風景



写真6 ‘木ころ’プール

