

軟質系高機能材料用 精密スライス加工装置の開発

株式会社 ニッピ機械

代表取締役社長 青田 崇

(株)ニッピ機械 技術部 齊藤 康弘

(株)ニッピ機械 技術部 小田 宗市郎

はじめに

日本の最先端産業である半導体、自動車、エレクトロニクス分野では、部品の軽薄短小化が進み“軽量化”、“省スペース化”、“薄膜化”のニーズが高まっている。特に、シリコンゴムや発泡体等の軟質系高機能材料では成型加工で製造可能な厚みよりもさらに薄いシート(図1)が求められ、製造方法や量産化に課題があった。これまで成形加工以外の製造方法でもアプローチはされていたが、加工実現性、採算性や製造装置の生産能力が課題となり実現されていなかった。こうした背景から長年皮革加工技術で培った軟らかい素材の加工技術を活かし、幅広かつ長尺の軟質素材をマイクロメートル精度で均一にスライス加工可能な装置の開発を行った。



図1 発泡体 極薄シート

開発のねらい

高速回転するバンド状の刃物で、シート状の軟質素材を連続的にスライス加工する加工装置では、作業者の熟練度の違いにより加工精度がばらつき、軟質材料を安定的にマイクロメートル精度に加工することができなかった。これらの問題解決に必要な装置の安定化、高度化、技術の見える化の3つの加工課題を下記に示す。

①回転刃の刃振れの低減

加工厚み精度は、回転刃と固定押えと下ローラーとの位置関係に影響する。厚み精度に最も起因する刃先の振れを低減化することが高精度化に必要な課題である(図2)。

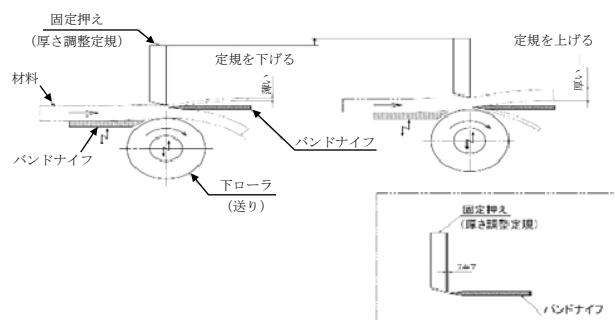


図2 厚み精度調整構造図

②加工不良の削減

通常、加工後の材料厚みと面粗度(図3、4)によって、装置状態(刃物状態)が正常か異常かを判断していた。そのため、装置の異常に気付くことが遅れ、加工不良による材料ロスが発生し、加工不良防止が困難であった。

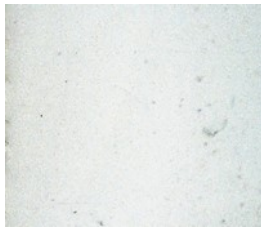


図3 面粗度 良品

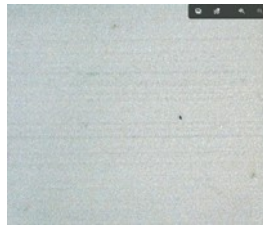


図4 面粗度 不良
(刃物痕が残る)

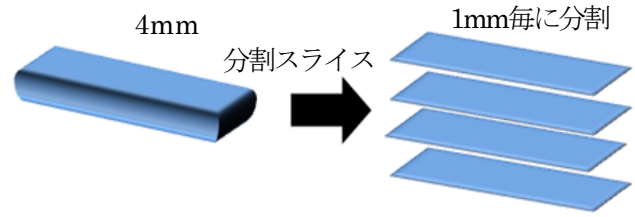


図6 スライス加工技術の特長

③職人的な加工技術の定量化

軟質材料は密度、硬度、厚みの均一化が難しい物が多く、品質の定量化が困難なため、職人的技術での装置の最適化が必要となっていた。

以上の課題解決を目指した。

装置の概要

本装置は、高速回転するバンド状の刃物により、軟質難加工材の厚みをマイクロメートル精度で連続的に加工することを可能にした精密スライス加工装置である（図5）。



図5 精密スライス加工機 NP-B650

スライス加工は、出来るだけ“きり粉”を発生させずに材料を薄く切断し、工程を繰り返すことで複数枚に加工する加工方法である（図6）。

本装置による加工手順を図7に示す。また、加工性能は表1の通りである。

①材料投入

固定押えと下ローラーの高さ位置を加工厚みに対し調整後、装置に材料を投入。



②加工中

材料は、下ローラーにより搬送され、厚みの基準となる固定押えに押し当てられて加工される。



③加工完了

上側に薄い加工品と、下側に残りの材料が数秒で二分割され搬出。



図7 加工手順

表1 加工性能

項目	諸元
最大加工幅	600mm
最小加工厚み	0.2mm
加工速度	0~15mm/sec

技術上の特徴

本開発装置では、以下三つの課題解決を図り、新たな機能、スライス加工技術の見える化を実現した。

①刃先位置を安定化する刃振れ微細制御技術

回転刃の刃振れの低減化を図るには、回転刃を機械的に保持する部品が必要となる。刃の研磨により摩耗しても刃先位置が変化しない構造で、刃の先端部の損傷を与えない刃先保持ローラー（図9、10）を装置に取付けることで刃振れの低減化を実現した。



図9 刃先保持ローラー

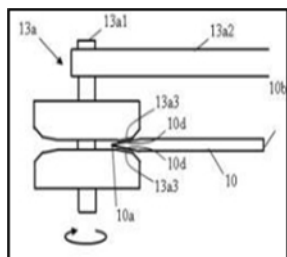


図10 保持ローラー構造

また、材料加工中に刃の摩耗、刃毀れにより刃先の振れが発生する。そのため、刃先状態を常にセンサー（図11 14a）で観察（図12）し、刃振れが発生した際には、保持ローラーにより0.01mm単位で刃先位置を調整する機能を追加し、刃振れ微細制御技術により、微量生産時の安定加工を実現した。

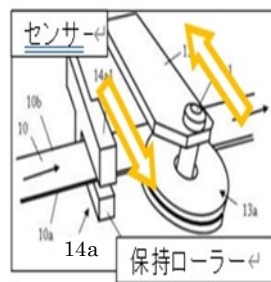


図11 保持ローラー位置調整機構



図12 刃ブレ状態表示

②切れ味の持続性を向上させる微細研磨技術

刃先の状態をカメラでモニタリング可能とし（図13）、センサー（図11 14a）で回転刃の刃先位置を測定することで、最適な刃先状態を維持し易い研磨技術を実現した。

上下砥石の研磨切込み量を0.001mm単位で圧力制御した微細研磨システム（図14、15）により、軟質材料を低い抵抗で薄く加工出来る鋭利な刃先状態を実現した。

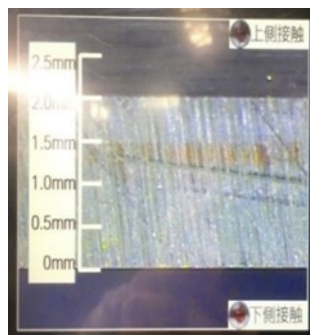


図13 刃先状態



図14 微細研磨装置



図15 微細研磨制御システム

③職人加工技術が見える化

スライス技術の高度化にあたり、必要となった要素技術の一つが、“回転刃の速度とワーク送り速度の相関関係”（図16）であった。

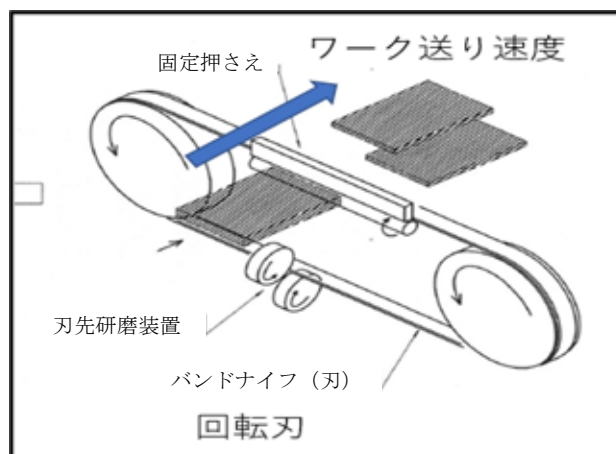


図16 回転刃の回転方向とワーク送り方向

まず、顧客ニーズの高い材料を絞り込み、その材質別に、回転刃の速度とワークの送り速度の組み合わせによる加工品質の相関をデータ化する事で、属人的な加工ノウハウを定量化し、加工技術の見える化と材料毎の最適な加工パラメーターを見出すことができた。

実用上の効果

①スライス加工精度の向上

軟質材料を 0.02 mm ± 0.03 mm の実現

加工幅：600 mm × 50 mm

②材料ロスの削減

加工後に加工品の良否で加工装置の異常を確認していたが、刃先状態と加工不良の相関関係の研究により、加工前、加工中に装置の設定不良を事前に察知可能となり、材料ロスを 30% 削減した。

③付加価値の高い高機能材料開発に貢献

軽量化、省スペース化、薄膜化ニーズに対し、従来品より付加価値の高い“電気伝導性”“光透過性”“気密性”の高機能シート製品作りが実現した。さらに日本の先端産業が世界で優位性を示す製品作りに貢献することが出来た。

顧客では、発泡体を薄くスライス加工することで、材料の高機能化により通常の厚み製品よりも 10 ~ 20% (図 17) の材料製品開発に貢献した。

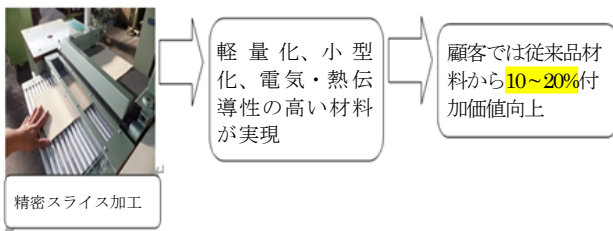


図17 材料の高機能化

④生産コスト、在庫費用の低減

成形加工で都度製造していたシートを、厚めのシートからの複数枚取りを実現した。さらに、高精度なシートの大量生産を実現し、厚み毎の在庫保管を不要にして、在庫圧縮を可能にした (図 18)。

	加工方法	利点	経済性
開発機	1枚 → 複数枚加工	在庫量の圧縮、臨機応変な厚み対応	在庫費用の低減
従来	1枚毎に製作	在庫量が増加	

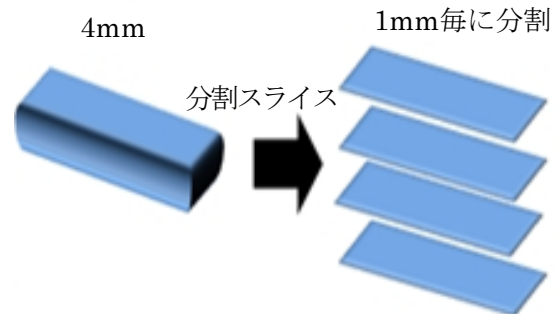


図18 生産コスト、在庫費用の低減

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

①日本国特許第 6762021 号

名称：スライサー及びスライス方法

概要：回転刃（バンドナイフ）の位置制御による高精度スライス加工の実現

むすび

当社の独自加工技術はこれまで様々な顧客課題解決に取り組んできました。皮革加工→タイヤ、化粧品の軟質素材加工→半導体高機能材用途の加工ニーズと外部環境に伴い、技術の高度化を図ってきました。

“独自スライス加工技術”では“極限まで薄く、安定的、高速、加工する技術により、幅広い分野で興味を持って頂いています。

今後、さらに高度な加工技術を研究開発し、産業発展に貢献していきます。