

竹平板製造技術の実用化研究

木材工業部 米藏 優, 山之内清竜, 遠矢良太郎

Study on Production Technology of Bamboo-Flat-Board

Masaru YONEKURA, Kiyotatsu YAMANOUCHI and Ryotaro TOYA

平成元年度にモウソウチク材の展開平板製造技術の開発研究で、竹曲面材の平板製造の基本技術と製造実験装置を開発した。この結果を踏まえ、実験装置の試運転試験と展開した竹平板の物性試験を行い、種々の形状をした竹にも対応できるよう各機構の改良設計と試作を繰り返し、実用装置の製造を行った。

1. 結言

竹林は東南アジアに多く、わが国でも気候・風土などに恵まれ、ほぼ全国的に豊富であり、その生育も早く活発である。また材質的にも多くの特徴を持ち品質もきわめて高く評価されている。しかしながら、形状が円筒形であるため製品化への利用範囲が中小工芸品に限定され、大型製品への利用化を困難にしている。

このようなことから竹材の有効利用と用途拡大を目的に平成元年度のモウソウチク材の展開平板製造技術の開発研究を行い、竹曲面材の平板製造の基本技術と製造実験装置の開発に成功した。この研究成果を受けて、平成3年度からの実用化研究で生産機械装置の技術確立に関する研究開発を継続しているところである。

この研究では、前回開発した実験装置の試運転試験と展開した竹平板の物性試験を行い、種々の形状をした竹素材に対応できるよう各機構の改良設計と試作を繰り返しながら装置の実用化を目指した。現在では、前回の実験装置の大部分の改良を済ませ、その結果製造能力が段階的に向上し、実用型としておおむね技術確立できたので報告する。

2. 研究項目

2.1 竹素材形状と展開荷重条件

竹素材形状が展開の際に示す挙動
荷重条件による展開性能の比較試験

2.2 装置実用化に関する改良試作

前回開発した実験装置の改良

2.3 竹平板の材料試験と製品の試作

展開竹平板製品の品質評価と試作品の検討

3. 結果と考察

3.1 竹素材形状と展開荷重条件の把握

前回の竹展開時における加熱軟化と材質変化特性に関する試験結果から竹展開時の加熱温度を、120℃から140℃の範囲としたが、さらに加熱による材質変化を少なくするために約120℃を加熱展開の適正温度とした。

竹材の含有水分は、加熱と併用することにより竹を塑性化させる効果があり、特に含水率60%以上では、展開率の向上に役立つ結果を示した。

材厚による比較試験では、極端に薄い材を展開する場合は、外皮側を多く残しても展開できるが、比較的厚い材を展開する場合は、外皮側を多く削除し、内皮層を残した方が良い結果が得られた。これについては、竹横断面での半径方向の組織構成要素である組織配列密度及び比重が極端に異なることが原因であると考えられた。つまり、外皮側付近の狭い範囲では、その組織構成をしている維管束の配列密度が高く、その範囲を除いた内皮側では極端に低くなっている。このため展開時に比較的硬い外皮側を残すと、軟らかい内皮側だけに割り広げる働きが集中して割れが生ずると推測でき、逆に内皮側の硬い内皮層を残し、その外周側の硬い外皮層を削除することで割れが少なくなることが判明した。

竹素材形状での長さによる展開割れの比較試験では、いずれの試験材形状においても節の存在が割れ発生に大きく影響を与え、節部が複数個で存在すると、それぞれが割れ発生時に干渉し合って増幅する結果にもなった。

そこで、この維管束の絡み合った節部分の割れ抑制条件を探るための各種試験を実施した。これらの試験では、展開時の加圧箇所を竹材の表皮側全面に加えることで、竹材内皮側で割れの原因である引張り応力を拡散でき、さらに竹曲面幅方向の両端を外周に沿って中央方向に加圧することにより、それぞれの引張り応力を抑制できるなど展開時の割れ防止の重要な要因であることが判明した。

3.2 装置実用化に関する改良試作について

ここまでの試験結果をもとに、長尺幅広な竹平板を連続的に圧延展開する装置の開発に取り組み、実験装置を試作した。

この装置は、竹材の節取り、幅決め等の素材形状を整えるための切削加工を行う竹材前処理加工機と高周波加熱電極を付加した同時加熱展開方式の加熱展開装置で構成した。

3. 2. 1 前処理加工機構の改良試作

実験装置の運転試験から半割り竹の内外皮両側に存在する節の突起部を除去し、厚さと幅を一定寸法に切削加工できると、加熱と展開の機構を簡略化でき、さらに展開仕上がりも向上できることが判明した。

そこで、節凸部の除去、内外皮削除、厚さ決め、幅決め機構等について構想から設計試作まで繰り返し検討を重ね

た。この過程で、まず図1の羽根型節折り方式で、竹の内皮側の突部である節隔壁を除去し、次の厚さ決め方式である図2で、外皮側を削除しながら設定肉厚に切削する機構に試作してみた。

さらに、幅決めには、図3のような外周を一定長さで残す角度のカッターにより削除する方式とした。

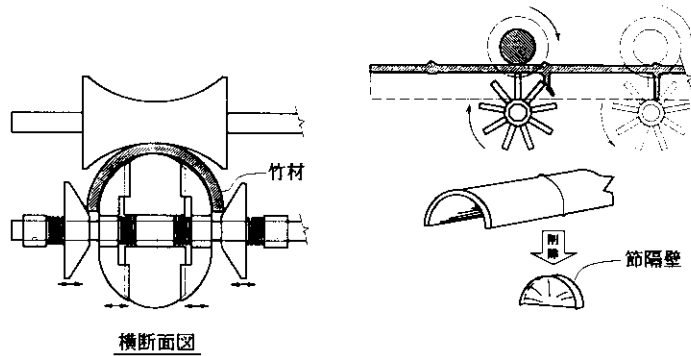


図1 節隔壁除去機構の概略図

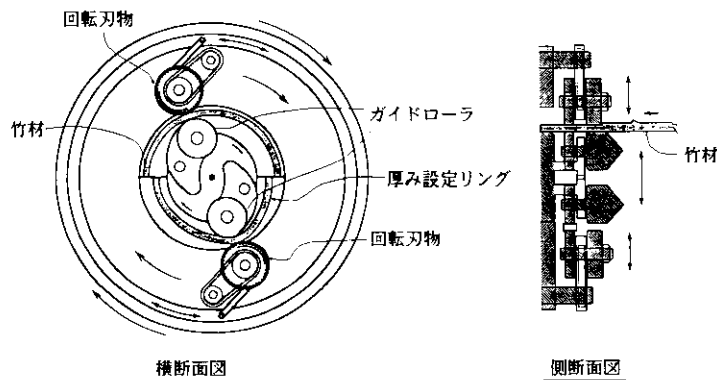


図2 肉厚決め機構の概略図

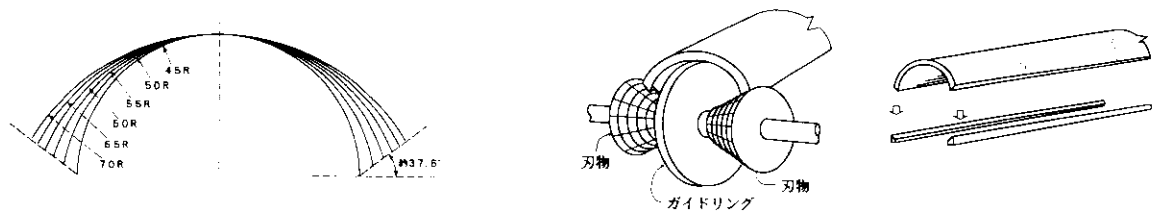


図3 幅(周長)決め機構の概略図

これらの方式を連結した機構を試作し、運転試験で細部の改良を行った。

この機構で切削し整えられた半割り竹材は、竹表皮側の比較的硬い層が多く削除され、内皮側の内皮層が残っているため、割れの発生率がきわめて少なくうまく展開できた。

しかしながら、この方式で得られた竹平板は、内皮側面

を基準とした厚さ決めであるため、薄い竹素材の場合、表皮側に近い維管束組織の配列密度が高く比重の大きい層が残り、厚い竹素材の場合、表皮からの削除分が多いため、維管束組織の配列密度が低く比重の小さい層が残ってしまう。これにより、展開竹平板製品としては、表面の色彩、光沢、硬さ等にバラツキを生じ、品質評価として均一化で

きない結果となった。

また、比較的小さい径の竹に対応させる構造では、切削に必要なそれぞれの部品も小さく複雑になるため、構造上

において耐久性でも問題を生じた。

そこで、この節取り厚決め機構について再度検討することとし、最終的に図4のような方式の機構を試作してみた。

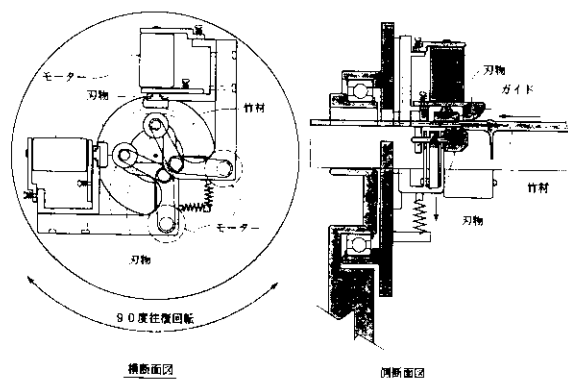


図4 節除去と肉厚決め機構の概略図

この機構は、結果的に図1の節隔壁除去機構を必要とせず、この部分で内外皮側と肉厚決めを同時に加工でき、また構成する部品等も比較的大きくできるため耐久性も向上できた。

これによる切削加工では、外皮層を設定深さで薄く削除した面を基準にし、その基準面から設定厚みを残すように内皮側隔壁も一緒に内皮側が削除される。

この要領で前処理加工された竹を展開平板化する場合、外皮側の維管束組織の配列密度が比較的高く硬い外皮側の層が残り、内皮側は硬い内皮層が削除され比較的軟らかい層が残る。そのために、割れの発生抑止条件は厳しいが、

表側となる面の色光沢や材質が均一になるため、一定した竹平板製品に仕上がる。

3.2.2 加熱機構の改良試作

加熱方式については、高周波電極方式の出力、周波数、電極の配列方法による加熱試験を行った。その結果から、前回の実験装置に取り入れた発振周波数13.56 MHzの片面並列電極方式(図5)から、竹の送り込み方向と平行に電極を配列した41.14 MHzの発振周波数の図6に示す方式に改良し、更に加熱テーブルの構造も改良した。

これにより、異なった竹径にも即応でき、比較的均一に早く加熱できるようになった。

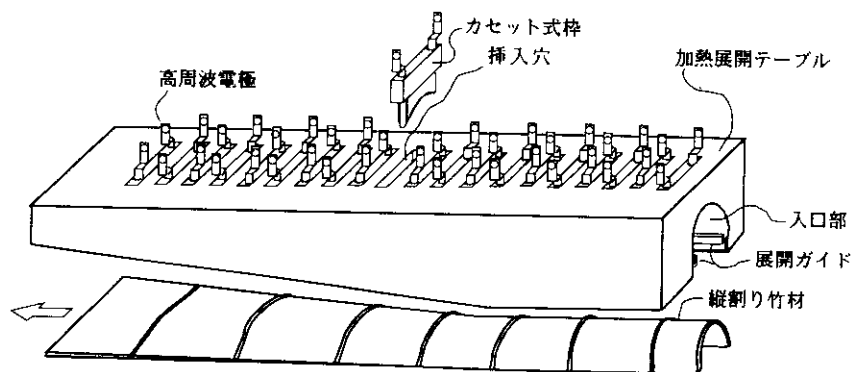


図5 改良前の高周波加熱方式

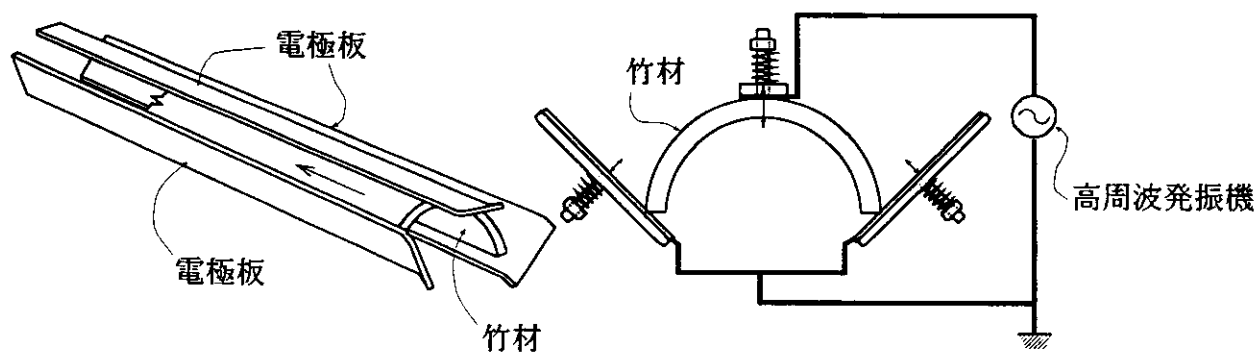


図6 改良後の高周波加熱方式の概略図

また、圧延送り機構については、従来の機構では、竹の割れ防止のための側圧ガイドによる過大な摩擦抵抗のために送りが停止するなどの欠陥があり、さらに各種形状の竹に対し適正な方向へ加圧できなかったため、今回は側圧ガイド部を設けた送りローラと凹形のローラとで、竹を挟みながら強制的に送り込む方式に改良した。

以上のように、この実用化研究では、前回の実験装置の大部分を改良することになり、仕様と機能も段階的に向上しているところである。

なお、現段階で改良開発した図7の機械は、厚さ8 mmで幅14 cm、長さ2 m以上の竹平板を毎分1.2mの送り速度で連続生産できる能力を持つものである。

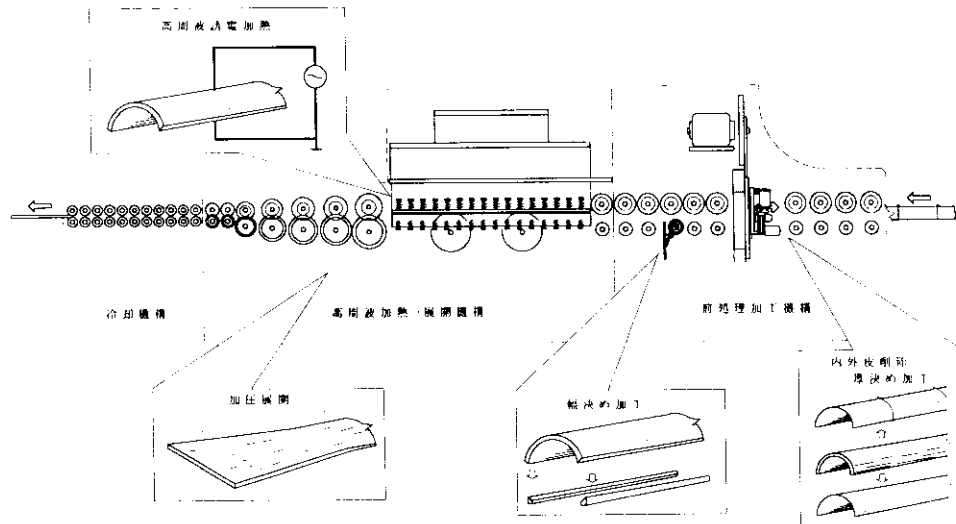


図7 竹展開装置の機能概略図

3.3 竹平板の材料試験と製品の試作について

この実験装置により製造される展開竹平板の物性試験では、表1の結果が得られた。

表1 展開竹平板の材料試験結果

種類	気乾比重	硬さ (kg/mm ²)		圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	ヤング係数 (ton/cm ²)
		木口	板面			
展開竹平板	0.76	5.8	3.7	405	1.076	82.4
(参考) ヒノキ	0.44	3.7	1.1	400	750	90.0

この結果から、展開された竹平板は材質的にも充分であり、また表中のヤング係数から弾力性に富む材料であることが推測できる。

さらに、フローリング材としての用途のため、日本農林規格に従った摩耗試験を行い表2の結果が得られた。

表2 展開竹平板の摩耗試験結果

		100回転当たりの摩耗減量 (g)			
		最大	最小	平均	全平均
展開竹平板	節無し	0.108	0.084	0.097	0.107
	節有り	0.136	0.094	0.119	

この表から、その規格に定められた摩耗減量が0.15 g以内でJASに適合する結果を示した。

今後、さらに製品化を考える場合には、竹材だけを利用する純竹製品はもちろんであるが、木材や合成樹脂及び金属等との複合利用も可能である。また竹特有の清潔感、滑らかな手触りなどの感覚特性並びに強靱さ、弾力性等の品質特性が生かされ、新しい素材として期待できる評価が得られた。

4. 結言

この研究で開発製造した機械は、今後の技術導入企業と協力しながら、生産現場で要求される過酷な各種条件に耐える精度と機能性を向上させる必要がある。

また今後は、展開竹平板の応用化に関する各種の試験を早急に行う予定である。

竹材を展開平板化することは、材料として優れた特質を生かすことができ、さらに身近に豊富で短期間で再生産可能な木質系資源活用の有効な手段としても十分な可能性を持つ。

そのためにも、完成度の高い機械の開発を早急に完成し、素材提供できるよう努めたい。

なお、この研究成果として、現在、企業が実用機の製造に取り組んでおり、その機械を利用した竹平板製造の企業化が検討されている。