

竹展開技術の実用化研究

木材工業部 ○米藏 優, 山之内清竜, 上原 守峰

1. はじめに

竹材は、反り、収縮などの欠点が少なく、材料としても極めて安定しており、かつ、美観にも優れていることから家具、建築用材などへの利用化が試みられている。

しかし、竹材は各種の材質的特徴を多く持ちながら、形状が円筒形であるために製品化への利用範囲が中小工芸品等に限定され、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当センターでは、竹材の有効利用と用途拡大を目的とした研究において、平成2年度にモウソウチク曲面材を圧延展開し、長尺幅広の竹平板を製造する技術を開発した。この成果を受けて、現在では、展開竹平板製造装置の実用化に向けた開発研究を継続しているところである。

今回は、展開竹平板製造技術について、これまでの経過を紹介する。

2. 研究項目

2. 1 展開加熱条件

展開時の加熱軟化方式の比較検討と加熱温度による展開性能及び材質試験

2. 2 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と荷重条件による展開性能の比較試験

2. 3 展開竹平板製造の実験装置試作

製造装置の技術確立を図るため、試験結果を利用した実験装置の開発試作

2. 4 装置実用化に関する改良

装置実用化を目指し、開発した実験装置について各機構の改良

3. 結果と考察

3. 1 展開加熱条件について

竹材の加熱方法と比較試験として、外部からの熱伝導によるものと直接内部を加熱する電磁波加熱方式に分けて試験を行った。この試験結果から竹加熱軟化条件としては、オートクレーブによる高圧蒸気処理とマイクロ波及び高周波加熱方法が良好であった。特に、電磁波加熱方式の高周波とマイクロ波は、材の内外で均一に早く加熱されるなど、展開には効率よい結果が得られた。

また、加熱に伴う材質変化と展開荷重を測定した。この結果からモウソウチク曲面材を加圧展開する際の最適加熱温度を検討するため、次式により展開率を算出し、破壊荷重との関連を図1に示す。

〈式〉

$$\text{展開率} = \frac{a - c}{a - t} \times 100 (\%)$$

a : 加熱前の竹曲面の矢高

c : 圧縮破壊時の "

t : 竹試験片の材厚

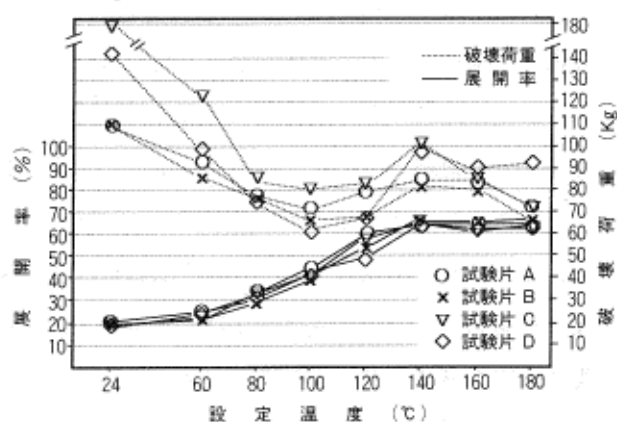


図1 温度による展開率と破壊荷重

この試験により、竹材の展開率としては加熱温度140℃以上ではほぼ一定するが、同時にその温度域から材の炭化着色も発生し始ることが判った。

また、割裂深さは120℃から浅くなり、破壊荷重は100℃と180℃がそれぞれ小さい値を示した。これらの試験結果を総合すると100℃までは、材の軟化に伴い荷重が低下する傾向を示すが、120℃から高温による材の硬化が始まり、140℃からは炭化による材質もろさが影響していると判断される。

さらに竹材の含有水分に関しては、加熱と併用することにより竹を軟化させる効果があり、特に含水率約60%以上では、展開率の向上に役立つ結果を示した。

3. 2 竹素材形状と展開荷重条件について

竹素材形状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、節部が複数個存在すると、それぞれが割れ発生時に干渉し合うのかさらに割れ易い結果にもなった。

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、外皮側に薄くしても展開できるが、比較的厚く展開する場合は、外皮側を削除した方が良い結果が得られた。

これについては、竹横断面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る。つまり、外皮側付近の狭い範囲では配列密度が高く、その範囲を除いた内皮側は極端に低くなっている。このため、展開時に外皮側は硬くて圧縮され難く、組織配列密度が低く外皮層より軟らかい内皮側を割り広げる要因となるためであると推測される。

また、竹曲面材の展開荷重過程で生じる応力分布の測定結果では、展開時の負荷箇所を平均して竹材の全面に加えることで、竹材内皮側の引っ張り応力を拡散でき、さらに竹幅方向の両端を固定あるいは抑止するような力を加えることにより、それぞれの引っ張り応力を抑制し、小さく分散できるため展開時の割れ防止に役立つことが判明した。

3. 3 展開竹平板製造の実験装置試作について

長尺幅広な竹平板を製造できる生産機械としての基礎技術の確立を図るため、モウソウチク曲面材を圧延展開する実験装置を開発制作した。

この装置は、竹材の節取り、幅決め加工をする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展開装置で構成され、これまで困難とされていた長尺竹材を展開製造できる機能を備えたものである。

また、これらの装置により製造される竹平板について展開後の処理法と材料品質の試験を行った。この中で展開された竹平板の乾燥工程については、予め表皮側だけを荒削りしてから乾燥を行う手順にすれば、乾燥による材の反りが展開方向に反るので、竹曲面が完全に平板化されていない材に対し、仕上がり歩留りが良くなる傾向を示した。

展開平板後の変形戻りについては、木材の曲げ加工と異なり、再度加湿と高温加熱しない限り、含水率変化に伴う戻りはほとんど生じないようである。

竹平板の利用例として、節付き長尺竹展開平板の特徴を生かした建築内装壁材とフローリング材を試作してみたが、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り、また竹特有の清潔感、強靱さ、涼しさ及び弾力性等の竹材の材質的利点が活かされた新しい素材として期待できる品質評価が得られた。

3. 4 装置実用化に関する改良について

以上の試験結果と開発した実験装置を利用し、製造装置の実用化に向けた改良研究を実施している。

実用化に必要な検討項目としては、多様な素材形状である竹を適正な形状と寸法に加工できる機構、効果的な加熱方式を付加した加熱機構、及び適正な展開加圧ができる圧

延送り機構等を重点に改良研究を進めている。

これまでの実用化研究で竹材の形状と寸法の切削加工については、竹材前処理加工機の位置決め送りと幅決め切削機構の改良試作を行い、縦割り竹材の横断面の外周長さを一定寸法に加工できるようになった。さらに節隔壁の荒折りと欠き取り、外皮削りと材厚決め、内皮削り機構については、改良方針が決定したところである。

また、加熱方式の改良については、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い、この試験結果を受けて、前回の実験装置に取り入れた発振周波数13.56MHzの片面並列電極方式から、竹の送り込み方向と平行に電極を配列した40MHzの発振周波数の方式に改良するとともに加熱テーブル構造も改良した。これにより、竹径の変化と材の送りに即応し、比較的均一に早く加熱できるようになった。

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出来なかったため、今回は側圧の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の機構部で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。

4. おわりに

今後は、各機構の改造を早期に済ませ、それぞれを工程別に連結した一体型の機械での試験運転を繰り返しながら追加検討を行い、順調に行けば来年度に実用試作の第1号機を完成させる計画である。

なお、この研究関連で3件の特許出願を済ませたが、継続中の実用化研究については、現段階で装置の各機構に関する改良特許申請すべき項目があり、その出願書類の作成準備中である。そのため今回の報告では、詳細な内容の発表ができず、全体的に不十分な報告内容となったが、この点については、この実用化研究が完了した後に、早急に公開報告する予定である。