

曲がり挽き製材の有効性の検討

三浦弘人

キーワード: 間伐材, 曲がり材, 曲がり挽き

はじめに

現在北海道内には152万haの人工林があり、このほとんどはカラマツ、トドマツ、エゾマツから構成される針葉樹林です。さらに、この人工林のうち7割は、植林されてからまだ35年を経過しておらず、樹木の成長をうながして将来良質な木材を得るために、間伐が必要な時期にあります¹⁾。そのため、これらの森林が今後成熟期を迎えるのに伴い、間伐材として中小径材の生産が大幅に増えることが予想されています。

針葉樹間伐材は梱包材、枠組壁工法用構造材や集成材の原料(ラミナ)などとして利用されています。しかし、この分野ではかねてからの円高や、生産コストの高さが影響して、国産材は輸入製品との間で競争にさらされています。

また、中小径材には曲がりのある原木が多く含まれています。曲がりのある原木は製材の際に作業性が悪いことや歩留まりが低いことなどから、これまで有効に活用されておらず、大半が製紙用のチップ原料としての利用にとどまっています。また、山から運び出しても買い手がない、あるいは価格が安すぎて採算がとれないといった理由から、未利用材として切り捨てられ、林内に放置するしかないというケースもあるようです。

間伐を適切に行い、良質の木材を生産する健全な森林づくりを促進するため、また、国産材の利用促進や資源の節約のためにも、間伐材・未利用材の有効利用が期待されているといえます。

ここでは、曲がり材の有効な利用法のひとつである曲がり挽き(Curve sawing)技術の紹介と、それについて林産試験場が行った試験を解説します。

曲がり挽きとは

曲がり挽きとは、曲がった原木を、その曲がりに沿わせて製材する方法です。曲がり挽きで製材することによって、歩留まり(原木の体積に対する製材の体積

の割合)の向上や、目切れ(製材品の欠点の一つで、製材の面または縁に対して、木材の繊維が斜めに走っている状態。強度低下等の原因になる)の少ない製材が得られるなどの利点があります。

曲がりに沿わせて製材する方法は、内外の機械メーカーなどによっていくつか考案されていますが、いずれもおおむね次のようなものです。

機械に組み込まれたセンサによって原木の形状を測定します。コンピュータが原木の曲がりと太さを認識し、最適なカーブで曲がり挽きをするように計算します。

コンピュータの指示に従って、機械が原木の位置や方向を調節しながら原木を刃物に送り込み、鋸断します。

製材された板は原木の曲がりと同じように反った状態になっているので、このままでは利用できません。重しをのせて反りを伸ばした状態(圧縮)で人工乾燥して、通直な製材として利用できるようになります。

この方法は、はじめ北米・北欧の技術者・機械メーカーによって実用化されたものです。欧米で実用化された曲がり挽き製材機械は、コンピュータによる自動制御が多く取り入れられています。代表的な曲がり挽き製材機械(図1)を例にすると、その構成は次のようなものです。

チップャーキャンタで原木の2面を削り落とします。

さらにチップャーキャンタで2面を削り落とし、断面が四角形になるように整形します。機械によっては、木取りに応じた形に原木を削り取ってしまうプロファイリングカッタが備えられています。

側面を削られた原木はギャングソーによってのこ挽き加工されます。

これらの機械は曲がり挽きをするために、コンピュータが送りローラを制御して、原木の向きを調整する機能がついています。また、製材の送り速度も速いも

のでは毎分200mと、木材はまるで飛ばすような速さで処理されます。作業者は機械から離れた操作室で、監視用のモニター画面を見ながら操作盤を操作するだけでよく、原木や木材に手を触れることなしに作業を行うことができます。

欧米での曲がり挽き導入の背景として、原木の小径・低質化や、原木コストの上昇、木材需要の減少など、日本と似たような問題があげられます。このような中で、多くの製材工場が製材コストの低減と作業の効率化を進めるために、曲がり挽きを取り入れてきました。曲がり挽き製材された板材や端柄材は日本にも輸入されています。

一方、我が国でも高知県と機械メーカーが共同で、曲がり挽きのできる送材車を開発しました。これは一見、従来の送材車付帯のこ盤のように見えますが、コンピュータが原木の曲がり^{はがら}を計測し、曲がりの大きさにあわせて送材車上の原木を弧を描くように移動させ、曲がり挽きを行う機能が備えられています。

平成11年には、久万広域森林組合（愛媛県久万町）が、国内で初めてアメリカ製の曲がり挽き製材機械一式を備えた工場を建設し、スギ中目材（中径の間伐材）を原料に板類の生産を始めました。当地では、生産されるスギ中目材の4割以上が曲がり材だということで、曲がり材有効利用を含めた中目材活用のためにこの設備を導入したとのことでした。

このたび、林産試験場では、今後企業において曲がり挽き製材の導入を検討する際の技術資料として利用していただくため、曲がり挽き製材の有効性について検討を行いました。次に、この試験について説明します。

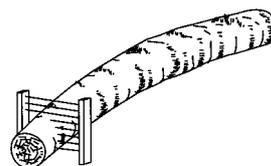
歩留まりの試算

曲がり原木を普通に製材すると、図2の左図のように、曲がり部分が製材とならないため、無駄な部分が多く歩留まりが低くなってしまいます。図2の右図のように、曲がり原木を曲がり挽きで製材することで、歩留まりの向上が期待できます。

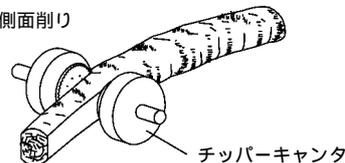
ここでは曲がり原木を直線的に製材した場合と曲がり挽き製材した場合の歩留まりを比較しました。

原木は直径18、20cmの2種類で材長365cmとし、形状を円柱とみなしました。原木の曲がり矢高は直径の10、20、30%とし、それぞれについて、原木の端から長さの1/4、1/3、1/2の点で曲がり^{はがら}が最大になる場合を設定しました。製材寸法は5層集成材で管柱

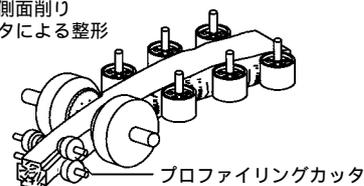
(1) 原木の測定



(2) チッパーキャンタによる側面削り



(3) チッパーキャンタによる側面削り + プロファイリングカットによる整形



(4) カーブギヤングソーによる小割り

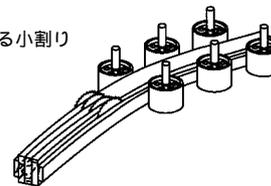


図1 代表的な曲がり挽き機械の工程

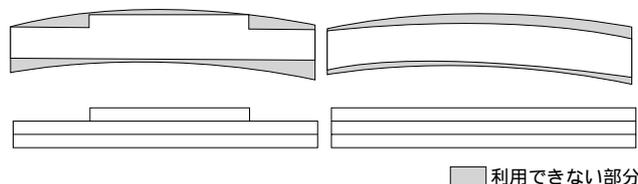


図2 曲がり原木を直線挽き（左）と曲がり挽き（右）で製材した場合の例

注：上：原木の木取り 下：得られた製材

を作製する場合のラミナ寸法を想定して、厚さ28mm、幅115mmとしました。製材の長さは、ラミナのたて継ぎを考慮して、欠けや丸身のない最大の長さを取ることとしました。曲がり挽きの場合は原木の曲がりにかかわらず、通直な原木を直線的に製材したのと同じ歩留まりになるものと仮定しました。

その結果、直線挽きでは曲がり^{はがら}が大きくなるほど歩留まりが低くなり、曲がり挽きは直線挽きと比較して3～5%歩留まりが改善されることがわかりました（図3、4）。

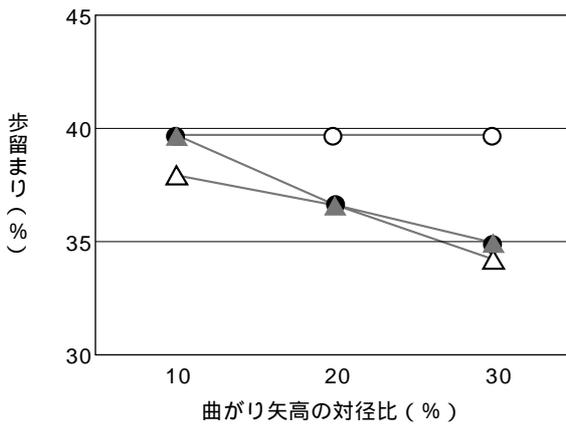


図3 直径18cmの原木の歩留まり変化

凡例：○：曲がり挽き
 △：1/2曲がり原木を直線挽き
 ●：1/3曲がり原木を直線挽き
 ▲：1/4曲がり原木を直線挽き

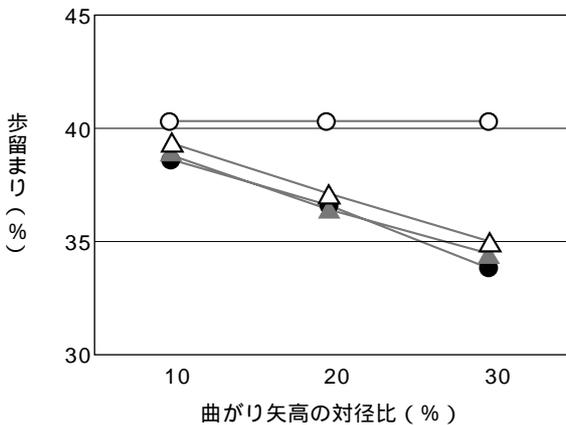


図4 直径20cmの原木の歩留まり変化

凡例：図3参照

表1 乾燥前後における製材の平均反り矢高

製材・乾燥条件	乾燥前(mm)	乾燥後(mm)
曲がり挽き・高温	44.3	10.4
曲がり挽き・中高温	37.6	11.6
直線挽き・高温	4.3	13.6

注：中高温：乾球温度 85 ，高温：乾球温度 110

曲がり挽き製材の乾燥

曲がり挽きの板は前述のとおり、圧縮して人工乾燥のうえ利用しますが、乾燥の条件が違ふことで不具合が生じることがないか検証しました。

カラマツの曲がり原木を、厚さ42mm、幅115mmに曲がり挽きで製材し、棧積みの上に約4tの重しで加重した状態で、中高温(乾球温度85)と高温(同110)の2条件でそれぞれ人工乾燥しました。また、比較と

して、曲がり原木を同じ寸法に直線挽き製材したものを同様に加重し、高温条件で人工乾燥しました。

表1に乾燥前後の反りの測定結果を示します。曲がり挽き材では、高温条件、中高温条件とも、乾燥後には反りが減少し、ほとんどが桝組壁工法構造用製材の日本農林規格において、甲種桝組材特級・1級として認められる範囲に収まりました。

しかし、中には乾燥しても反りがとれないものや、反りが乾燥前よりも増加しているものがみられました。調べたところ、これらの材はあて材を多く含んでおり、製材時に大きな変形が認められたものでした。過度のあて材を含む材は乾燥しても反りがとれないようです。

曲がり原木を直線挽き製材したものは、乾燥による狂いが発生し、結果的に曲がり挽きの材よりも反りが大きくなりました。これは、木材の繊維が製材と平行にならない「目切れ」が多くなり、乾燥による収縮が不均一になったことなどの理由で、反りが生じたものと思われます。

乾燥後の形状安定性

乾燥でまっすぐになった曲がり挽き製材が、時間の経過とともに元のように反ってきてしまつては問題ですので、先ほどの試験で乾燥した曲がり挽き製材を屋内に放置して、乾燥後の経過に伴う反りの変化を観察しました。その結果、著しい反りの変化は認められませんでした。

おわりに

曲がり挽き技術とその実用性について、解説と検討を行いました。曲がり挽きで生産された製材は、集成材の材料として、もしくは桝組壁工法用の製材として、従来の方法で生産された製材と同様に利用できるものと思われます。

日本国内での曲がり挽き技術の活用はまだまだこれからといった状況ですが、今後この技術の普及に伴って、間伐材の有効利用が促進され、製材生産コストの低下、ひいては国産材の需要拡大につながればと思います。

参考資料

- 1) 北海道水産林務部：北海道林業の動向，平成11年度版

(林産試験場 製材乾燥科)