

製材木取りのシミュレーション (第2報)

中 田 欣 作

Simulation of Softwood - Log Sawing ()

Kinsaku NAKATA

Two lumber - sawing simulations were performed : a simulation using real logs , and one using log models . The former was aimed at finding ways to increase the output of lumber - sawing simulation as well as to shorten its operation time , and the latter at obtaining a general way to decide sawing patterns . From the experiments , the following facts were recognized :

(1) It was possible to collect data (log - radii) concerning log - forms at every 10 degrees of rotation and at every 90cm of longitudinal length , and the data collected thus was 180 in number , which made calculation results more reliable .

(2) As for sawing patterns , it was possible to apply only one sawing pattern to cant - sawing in each log diameter .

(3) In cant - sawing of a log with a bend , the volume recovery became maximum by cutting the log in parallel the direction of the bend . When both the bend and the log were large , a maximum volume recovery was possible by cutting the log in an angle of 30 degrees to the direction of the bend . The value recovery also had a similar tendency with a log having a large bend .

(4) In live - sawing , the value recovery became maximum by cutting a log at a right angle to the direction of a knot . In cant - sawing , however , a maximum value recovery was possible by cutting a log in parallel to the direction of a knot .

板木取りについて、シミュレーションの効率化及び計算時間の短縮を図るために実際の丸太でのシミュレーション方法と、木取り方法決定の目安を得るために丸太モデルでのシミュレーション方法について検討を行った結果、次のことがわかった。

1. 丸太形状のデータ数は、材長方向に90cm間隔の5カ所、回転方向に10度間隔の36点の合計180点で良好な計算結果が得られる。

2. 木取り方法は、丸太の径級ごとに1つの板びき木取りに限定することができる。

3. 丸太に曲がりがある場合には、板びき木取りでは曲がりの方向と平行にひき材すれば材積歩留まりは最大となるが、丸太の径扱が大きいかつ曲がりも大きい場合には、これより丸太を30度傾けると最大となる。また、価値歩留まりも曲がりが大きくなると同様の傾向を示す。

4. 節については、だらびき木取りの場合は節をひき道と直角にすれば価値歩留まりが最大となり、板びき木取りの場合は平行にすれば最大となる。

1. はじめに

最近の製材用原木は昔のような大径良質なものから径級20～40cm程度の中大径低質なものと変化し、特にカラマツ・トドマツの人工林材では中小径低質なもの在今后に多いと考えられる。

このように比較的low質な中小径材を製材する場合には、今までのような価値歩留まりを主眼とした複雑な木取り方法ではなく、自動化を目指した単純な木取り方法において価値歩留まりを向上させることが重要だと思われる。

そこで、自動化を目指すためには、今までのように人間の目により木取り方法を判断するのではなく、機器を用いて自動的に丸太の形状や欠点を測定し、マイクロコンピュータで最適な木取り方法を決定することが必要である。

前報¹⁾では丸太形状と節の測定方法及びマイクロコンピュータでのシミュレーション方法について検討し、丸太形状のデータ数は468点で計算結果と実際の製材結果が良く一致すること、及び価値歩留まりは主に木取り方法による影響を大きく受けることがわかった。

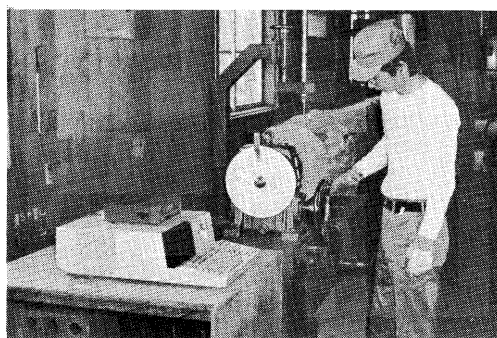
本報では、シミュレーションの効率化及び計算時間の短縮を図るために実際の丸太でのシミュレーション方法の検討を行い、さらに木取り方法を決定する目安を得るために丸太モデルでのシミュレーション方法について検討を行った。

なお、本研究の概要を日本木材学会北海道支部研究発表会(昭和59年11月 旭川市)で報告した。

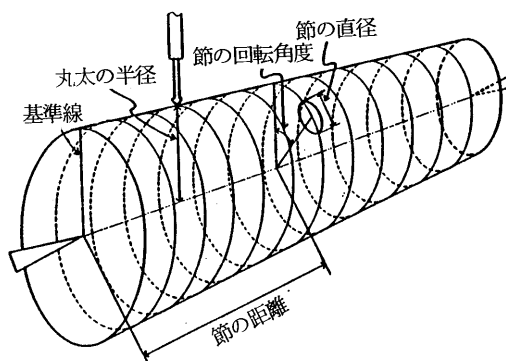
2. 実際の丸太によるシミュレーション

2.1 丸太形状と節の測定

試験は、まずバーカではなく皮した丸太を原木形状測定機(写真)にセットし、丸太形状及び節を測定した。第1図のように、丸太形状は丸太の中心から表面までの距離(半径)を上から降ろした変位計で、材長方向に30cm間隔の13カ所、回転方向に10度間隔の36点の合計468点測定した。節は元口からの距離、基準線からの回転角度、丸太表面の直径を測定した。第1表に



原木形状測定機による測定



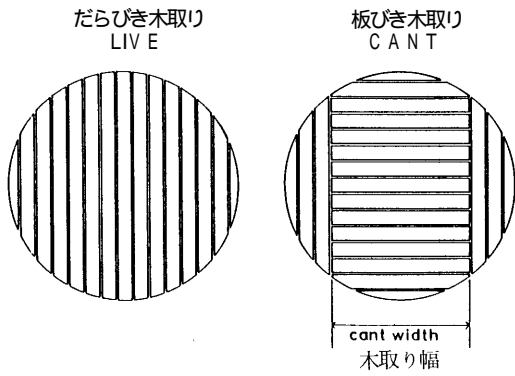
第1図 丸太形状及び節の測定方法のモデル

第1表 エゾマツ・トドマツ丸太の測定結果

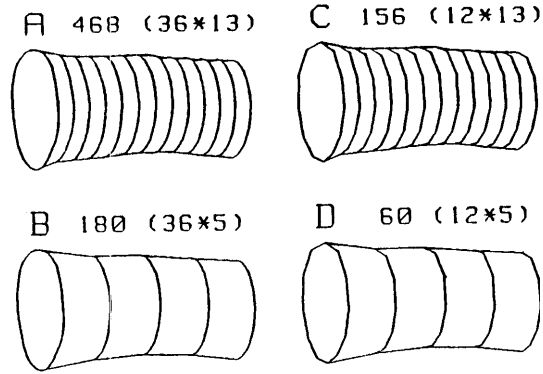
径級 (cm)	本数	末口径 (cm)	元口径 (cm)	曲がり (%)	節数	最大節 (cm)
20	7	21.0	24.3	11.4	13	2.3
22	3	22.9	26.3	13.1	10	2.4
24	8	24.9	29.6	9.5	17	4.2
26	3	26.6	31.3	11.7	22	5.4
28	6	28.7	34.2	7.8	27	5.2
30	6	31.0	37.3	12.0	13	4.2
32	6	32.9	37.9	15.2	14	4.0
34	2	35.2	43.5	12.1	21	6.8
平均	41	27.3	32.5	11.3	17	4.1

径級20～34cmのエゾマツ・トドマツ丸太41本の測定結果を示す。なお、丸太の曲がり及び節による等級は、径級20～28cmの中径材では1等材4本と2等材23本で、径級30～34cmの大径材では3等材12本と4等材2本であった。

2.2 マイクロコンピュータでのシミュレーション
木取り方法は第2図に示すようにツイン帯のご盤での製材を想定し左右対象で単純なものとしてだらびき木取りと板びき木取りの2種類を考えた。板びき木取



第2図 シミュレーションを行った木取り方法



第3図 丸太形状のデータ数

りでは木取り幅を7.5~30cmの10通りとしたので、木取り方法は合計11通りとなる。

丸太は両木口の樹心を軸として反時計回りに10度ずつ回転させ、それぞれの位置で上記の木取り方法を行い歩留まりを求めるが、回転角度の範囲は測定した際の基準線(0度)から170度までとしたので18通りとなる。

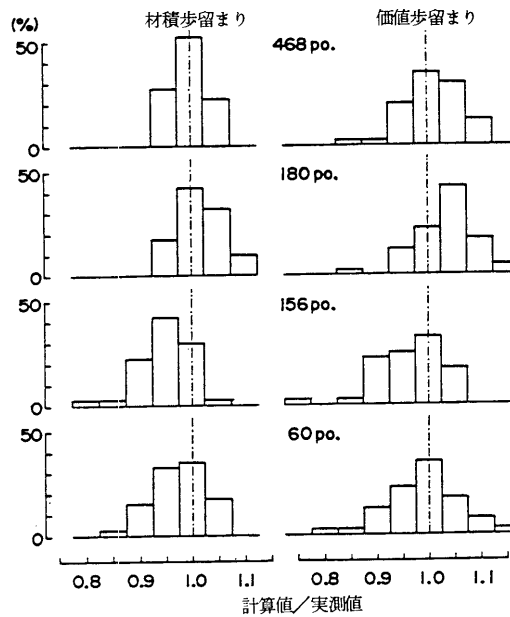
以上の木取り方法と回転角度を組み合わせると198(11×18)通りの製材方法についてシミュレーションを行い材積及び価値歩留まりを求めた。

その他の試験方法の詳細は前報¹⁾と同様である。

2.3 丸太形状測定データの検討

計算時間の短縮を図るために、第3図のようにAタイプからDタイプまで順次丸太形状のデータ数を減少させてシミュレーションを行い、計算結果と実際の製材結果とを比較した。

第2表及び第4図に示すように、Aタイプでは材積及び価値歩留まり共に計算結果と実際の製材結果との比(計算/実際)の平均は1.00に近く、かつ、ばらつき(変動係数=C.V.値)も小さく良好な結果を示している。Bタイプでは比の平均は1.00より少し高く



第4図 計算結果と実際の製材結果との比のヒストグラム

き(変動係数=C.V.値)も小さく良好な結果を示している。Bタイプでは比の平均は1.00より少し高く

第2表 丸太形状のデータ数と計算結果

タイプ	データ数				材積歩留まり		価値歩留まり		データ数の比(%)	計算時間の比(%)	
	回転方向	材長	方向	合計	比 ^{a)}	C.V.(%)	比 ^{a)}	C.V.(%)			
A	10度間隔	36点	30cm間隔	13点	468点	1.00	3.48	1.01	5.49	100.0	100.0
B	10度間隔	36点	90cm間隔	5点	180点	1.02	3.77	1.04	5.44	38.5	63.4
C	30度間隔	12点	30cm間隔	13点	156点	0.95	4.72	0.97	6.44	33.3	26.2
D	30度間隔	12点	90cm間隔	5点	60点	0.97	5.09	0.99	6.97	12.8	18.1

注) a) 比=シミュレーションでの計算結果/実際の製材結果

なり計算値の方が高いがばらつきは小さい。Cタイプでは比の平均は逆に1.00より低くなり計算値の方が低くかつばらつきも大きくなる。DタイプはCタイプとほぼ同様の傾向を示す。

これは、Aタイプにおける丸太形状の正確なデータと比較すると、Bタイプでは材長方向が30cmから90cm間隔へと広がったために丸太表面の凹凸部分が少なくなり丸太材積が増加したからであり、Cタイプでは回転角度が10度から30度間隔へと広がったために丸太の横断面が36角形から12角形となり横断面積の減少と共に丸太材積が減少したからである。また、Dタイプでは以上の2つの原因により丸太材積がAタイプに近づいたと考えられる。

以上より、A及びBタイプのデータ数では良い計算結果が得られるが、C及びDタイプのデータ数では少し悪くなることがわかった。つまり、丸太形状のデータ数は、Bタイプの材長方向に90cm間隔の5カ所で、回転方向に10度間隔の36点の合計180点で良いことがわかった。しかし、Dタイプの60点のデータ数でも大ま

かな計算は可能であるといえる。

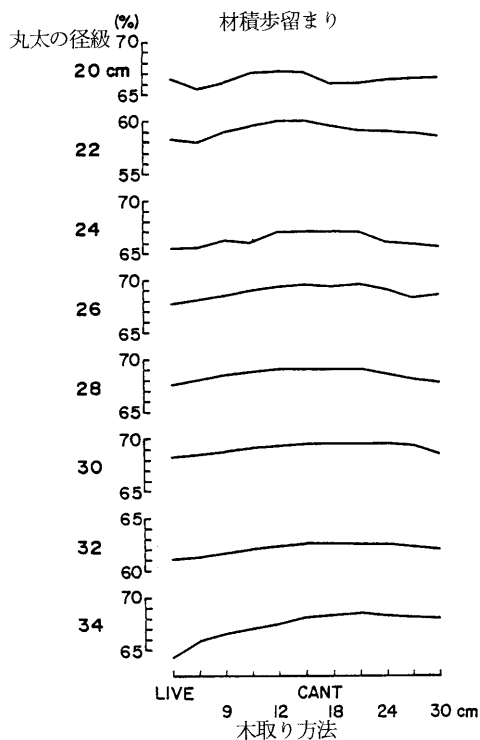
この丸太形状測定データの数を減少させる方法により計算時間は当初の63.4%に減少した。

2.4 木取り方法の検討

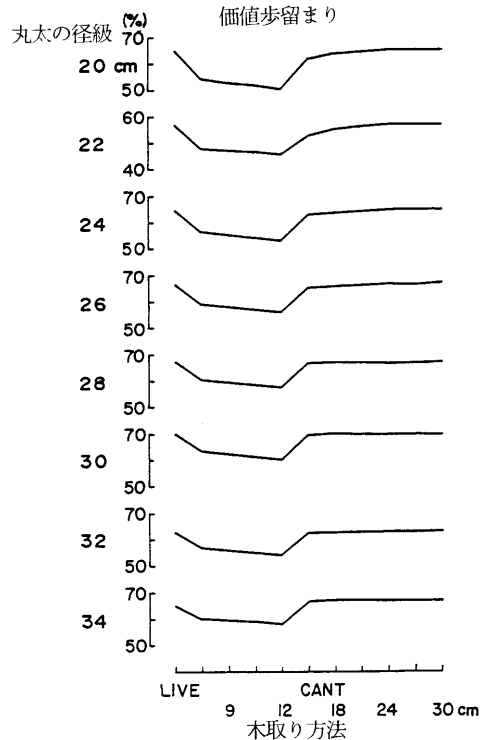
第5図に木取り方法の違いによる材積歩留まりの変化を示す。材積歩留まりは多くの径級においてだらびき木取りが最も低く、木取り方法の違いにより3%変化する。しかし、径級の違いによる特徴的な傾向は見られない。

第6図に木取り方法の違いによる価値歩留まりの変化を示す。価値歩留まりでは材積歩留まりとは対照的に、すべての径級において木取り幅が7.5, 9, 10.5, 12cmの4つの板びき木取りは他の木取り方法よりかなり低い値をとることがわかる。他のだらびき木取りと木取り幅が15~30cmの板びき木取りはほぼ同じ値である。また、木取り方法の違いによる変化は20%である。

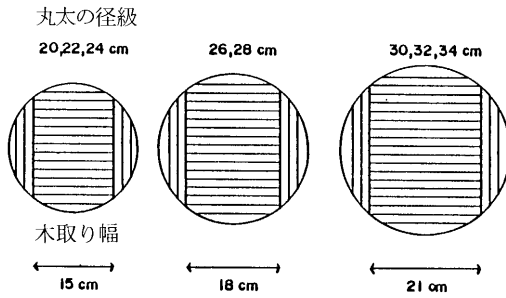
これは、上記の4つの板びき木取りでは木取り幅の影響により単価の低い幅15cm未満の板が多く採材されるためであり、これらの木取り方法のシミュレシ



第5図 木取り方法の違いによる材積歩留まりの変化



第6図 木取り方法の違いによる価値歩留まりの変化



第7図 木取り方法の限定

ンは不要であるといえる。

そこで、残りの7つの木取り方法はほぼ同じ価値歩留まりを示すが、この中から各径級の丸太について1つの木取り方法に限定することが可能か検討した。まず、だらびき木取りはすべての板を自動ローラ帯のこ盤で幅決め作業を行う必要があり作業性が悪いと判断して除外した。次に、第7図に示すように、径級20, 22, 24cmの丸太は木取り幅15cmの板びき木取り、径級26, 28cmの丸太は18cmの板びき木取り、径級30, 32, 34cmの丸太は21cmの板びき木取りに限定した。

このように木取り方法を限定してシミュレーションを行った場合に、どの程度の精度で歩留まりの最大値を見つけられるかを、丸太形状のデータがAタイプとBタイプとについて検討したのが第3表である。これより、材積及び価値歩留まり共に限定木取りの最大値と全木取りの最大値との比は1.00に近くかつばらつきも小さく良好な結果を示しているため、木取り方法を1つに限定しても良いことがわかった。

この木取り方法を1つに限定する方法により計算時間は1/11に減少した。以上の2つの方法により、計算時間は当初の6%と大幅に短縮することができた。

3. 丸太モデルによるシミュレーション

3.1 丸太モデルの作成

以上のように実際の丸太を測定して木取り方法をシミュレーションする方法では、丸太の曲がりや節が歩留まりに及ぼす影響を見つけないことができなかった。

そこで、測定したデータに基づき以下の条件の丸太モデルを作成してシミュレーションを行った。

- 1) 丸太の径級は20cmから40cmまで。

[林産誌月報 No. 410 1986年 3月号]

第3表 木取り方法を限定した場合の最大値

タイプ	材積歩留まり		価値歩留まり	
	比 ^{a)}	C. V.(%)	比 ^{a)}	C. V.(%)
A	0.99	0.72	0.98	2.50
B	0.99	0.64	0.97	2.29

注) a) 比=限定木取りの最大値/全木取りの最大値

2) 丸太の横断面は円とし、材長は90cm間隔(第8図)。

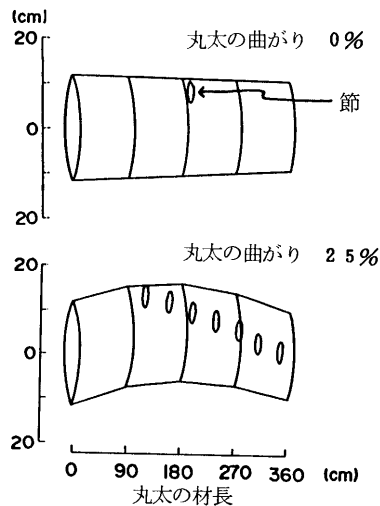
3) 丸太の曲がりは0%から5%ごとに25%まで(第8図)。

4) 節については、無節から4材面有節まで16のパターンを考えた。丸太の曲がりを上下方向とすると、節のある材面の数が同じでも2~4のパターンが考えられる(第9図)。

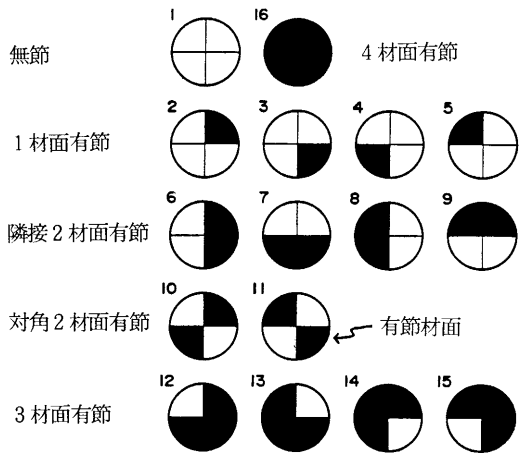
5) 木取り方法はだらびき木取りと限定した1つの板びき木取り。

3.2 シミュレーション結果

第10図に丸太の曲がりによる材積歩留まりの変化を示す。木取り方法は板びき木取りの場合である。丸太の曲がりが大きくなるにつれて歩留まりは徐々に低下し、曲がり25%の丸太は曲がりのない丸太より歩留まりが約15%低下する。また、丸太の径級が小さくて曲がりがある場合は、丸太の回転角度が0度(第9図の基準位置を0度として反時計回りに丸太を回転させる)



第8図 丸太のモデル

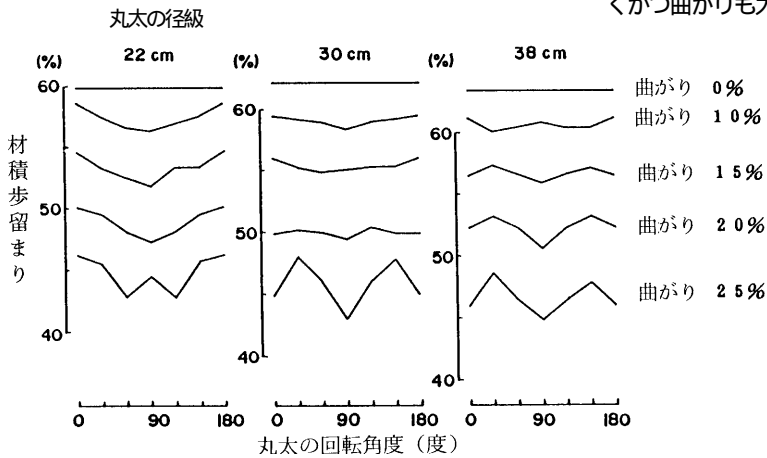


第9図 有節材面のパターン

で歩留まりが最大となるが、径級が大きいかつ曲がりも大きくなるに従って最大値を示す角度が30度ずれることがわかった。

第11図は価値歩留まりの結果で、隣接2材面有節の丸太(第9図のNo. 8)の板びき木取りの場合である。材積歩留まりと同様に、丸太の曲がりが大きくなるにつれて低下し、曲がり0%の場合の歩留まりを100とすれば曲がり25%の丸太では歩留まりは約75にまで低下する。

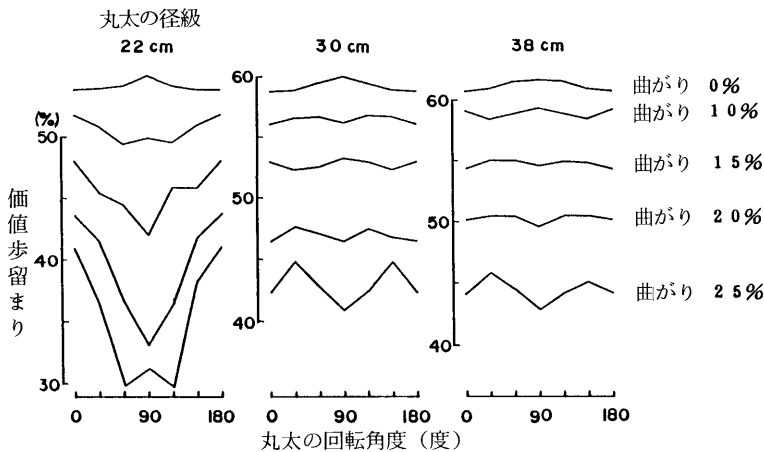
また、丸太を回転させると節のある位置が変化することにより製品の等級が変化し、価値歩留まりも変化する。丸太の曲がり0%では節の影響により回転角度が90度で歩留まりが最大となるが、丸太の径級が大きいかつ曲がりも大きくなるに従って徐々に0度、30度



第10図 丸太の曲がりによる材積歩留まりの変化

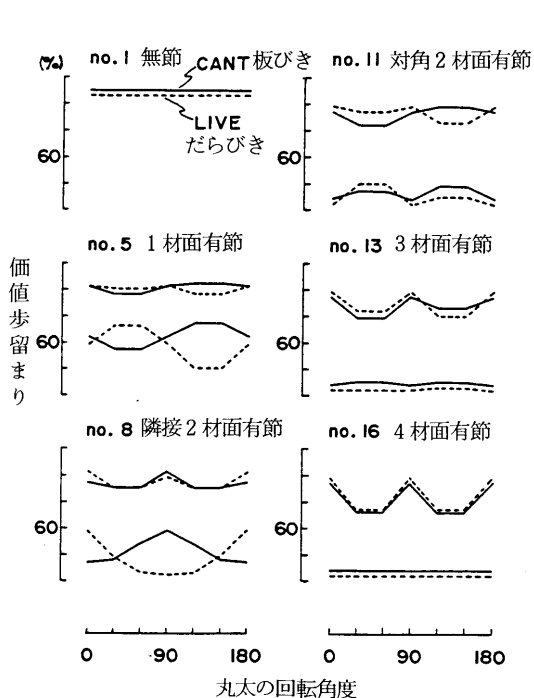
で最大値を示すようになる。

これは、曲がりが大きくなると製品材積が減少し、したがって価値歩留まりも低下するためであり、径級の小さいものでは曲がり10%以上になると、また径級が大きいものでは曲がり20%以上になると、節よりも曲がりの影響が大部分を占めるようになることを示している。

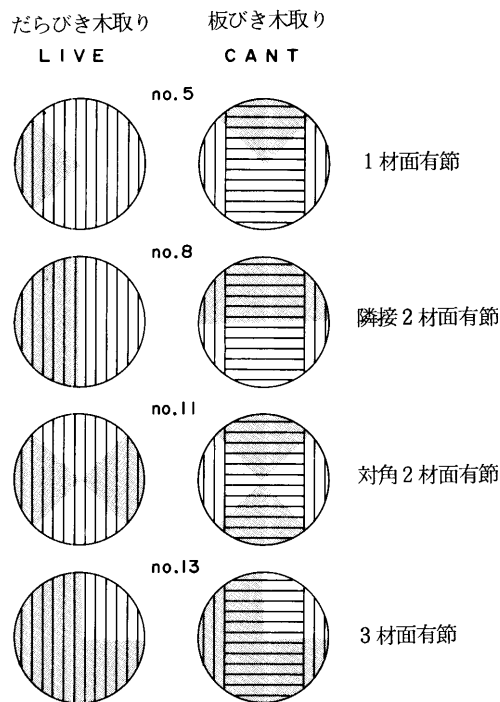


第11図 丸太の曲がりによる価値歩留まりの変化

第12図に、丸太の曲がり0%の場合の節のパターンによる価値歩留まりの変化を示す。丸太の径級は30 cmで、実線は板びき木取り、破線はだらびき木取り、また、上側は1材面当たりの節が少ない場合(丸太表面での直径が5 cmで1材面当たり1個)で、下側は節が多い場合(直径が10 cmで9個)である。



第12図 節のパターンによる価値歩留まりの変化



第13図 価値歩留まりが最大となる節の位置

4材面有節の丸太は無節の丸太より価値歩留まりが5%低下する。

1材面有節, 隣接2材面有節, 対角2材面有節では丸太を回転させることにより価値歩留まりが変化し, 板びき木取りとだらびき木取りでは最大値を示す回転角度が90度ずれている。しかし, 3材面有節と4材面有節では1材面当たりの節が多くなると回転角度による変化は少なくなり, 板びき木取りもだらびき木取りも同様の傾向を示す。

これらの結果を第13図に示す。つまり, だらびき木取りでは節を帯のこのひき道と直角にすれば価値歩留まりが最大となり, 板びき木取りではこれより丸太を90度回転させて節を最初のひき道と平行にすれば最大となることがわかった。

4. まとめ

以上より, 板木取りについて計算時間の短縮と木取り方法決定の目安を得るために, 実際の丸太及び丸太モデルでのシミュレーションを行った結果, 次のこと

がわかった。

1. 丸太形状のデータ数は, 材長方向に90cm間隔の5カ所で回転方向に10度間隔の36点の合計180点で良好な計算結果が得られ, 当初の468点のデータ数の場合と比較すると計算時間は63.4%に減少した。

2. 木取り方法は, 丸太の径級ごとに1つの板びき木取りに限定することができ(径級20, 22, 24cmの丸太は木取り幅15cmの板びき木取り, 径級26, 28cmは幅18cm, 径級30, 32, 34cmは幅21cm), 当初の11通りの木取り方法の場合と比較すると計算時間は1/11に減少した。

以上の2つの方法により, 計算時間は当初の6%と大幅に短縮することができた。

3. 丸太に曲がりがある場合には, 板びき木取りでは曲がりの方向と平行にひき材すれば材積歩留まりは最大となるが, 丸太の径扱が大きかつ曲がりも大きくなるとこれより丸太を30度傾けると最大となる。価値歩留まりも曲がりが大きくなると同様の傾向を示す。

4. 節については, 1材面有節, 隣接2材面有節,

対角2材面有節では丸太を回転させることにより価値歩留まりが変化し、だらびき木取りの場合は節をひき通と直角にすれば最大となり、板びき木取りの場合は平行にすれば最大となる。

文 献

1) 中田欣作：林産誌月報，392，9（1984）

- 試験部 製材試験科 -
(原稿受理 昭60.11.25)