

熱軟化による丸竹材の整形システムの開発（第2報）

— 丸竹材の最大曲がり量とカンテキ作業における矯正精度について —

小谷公人*・阿部 優*・中嶋聖充**・古田裕三**・宮崎 徹*

*竹工芸・訓練支援センター 研究指導課・**京都府立大学

Development of the Restoration System of the Bamboo Culms Material by Thermal Softening (II)

Kimito KOTANI*・Masaru ABE*・Masamitsu NAKAJIMA**・Yuzo FURUTA**・Toru MIYAZAKI*

*Oita Bamboo Craft and Training Support Center

**Kyoto Prefectural University

要旨

丸竹材における整形システムの装置化を進めるために、自然素材である丸竹材の一般的な曲がり形状を実測し、その曲がり量を計測した。また、実際の技能者によるカンテキ作業による竹の曲がり量を矯正後の実測値との比較検討を行った。その結果、4寸丸竹における最大曲がり量は約113.7mmであり、平均直径の約3倍であった。実際の技能者によるカンテキ作業による竹の曲がり量を矯正後の実測値は、4寸丸竹における最大曲がり量が約35.0mmであり、平均直径の約0.9倍であった。

1. はじめに

造園業・建築内装業・インテリア業界では、丸竹の通直材が求められている。しかしながら、製竹業生産現場においては、かんてき・矯直しと呼ばれる丸竹整形（屈曲した部分をバーナーで加熱し竹材を軟化させ、テコを利用して整形し、整形した状態で水をかけ冷却し変形を固定する）作業を行う職人の高齢化に伴う減少や重労働で熟練の技術を必要とするため後継者が育たず深刻な状況にある。また、外国より輸入される安価な通直材により国産材のシェアが奪われつつあり、国内製竹業界は窮地に立たされている。そこで本研究では、こうした問題を解決すべく、屈曲した丸竹材を通直にする整形技術を確立し、機械化による自動化（省力化）システムを開発し、通直材の量産を目指す。

この整形システムを確立するため、装置化に必要な丸竹の曲がり量やその曲がり傾向を把握する目的で、実測データを蓄積する実験を行った。まず、丸竹材の一般的な曲がり形状を実測し、その曲がり量を計測した。また、実際の技能者によるカンテキ作業による竹の曲がり量を矯正後の実測値との比較検討を行ったのでここに報告する。

2. 実験

2.1 曲がり形状の実測方法

供試材には、すでに湿式油抜き処理された直系約4cmの県産マダケ材の長さ4.5m材を用いた。この供試材は、A竹材店（国東町）の在庫の中から30本を任意に選んだ。



Fig.1 丸竹（直径約4cm）の実測測定台

実測を行うために準備した測定台（Fig.1）に供試材をのせ、元部を始点として、その長さ方向の節位置および節間中央部位置を測定し、直径および丸竹材円周に接する高低位置、水平位置をその各部位ごとに実測した。

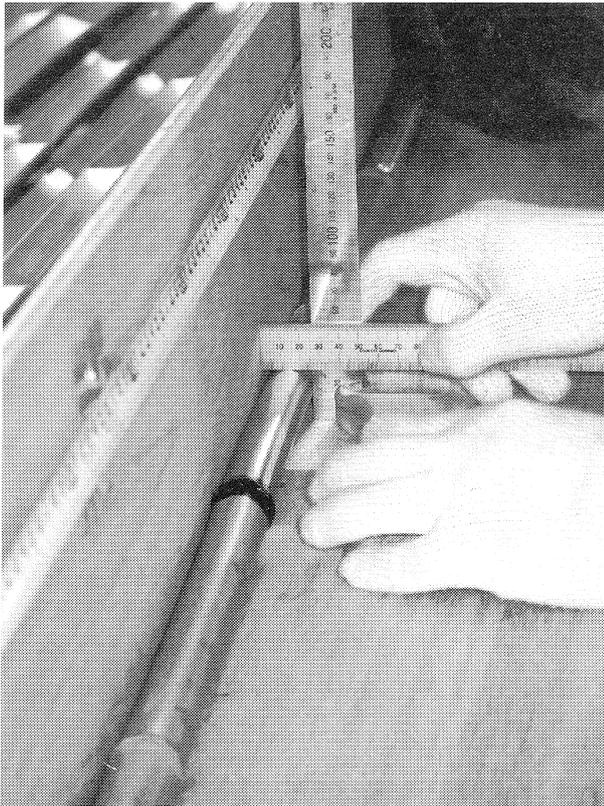


Fig. 2 実測風景

丸竹材円周に接する高低位置，水平位置実測は，Fig. 2に示すように，2本の物差しを実測測定台の垂直面と水平面に直行するようにあてて，その交差した位置の数値を読み取る方法で行った．直径約4cmの丸竹材の各部位ごとの実測値をもとに，高低位置，水平位置の実測値から半径分（直径の1/2）の数値を減算して，丸竹中心部の位置データを入力した．

2.2 カンテキ作業

A竹材店のカンテキ作業に従事する技能者によって，実測した供試材を矯正した．(Fig. 3)

2.3 カンテキ作業後の矯正竹材の実測

カンテキ作業を終えた供試材は，同様に元部を始点にして，丸竹材円周に接する高低位置，水平位置をその各部位ごとに実測した．

3. 結果及び考察

3.1 4寸竹（丸竹材4.5m）直径のばらつき把握

整形システムを考える上では，一般的に使用されている丸竹材の性状のばらつきを把握することが基礎データとなる．供試材30本の性状（節の数，直径），処理前およびカンテキ矯正後の水平位置曲がり量，高低位置曲がり量の平均，最大，最小，標準偏差をTable. 1に示す．

そのばらつきのうち，整形システム装置設計に必要なデータとして，今回の4寸竹（直径約4cm）の長さ4.5

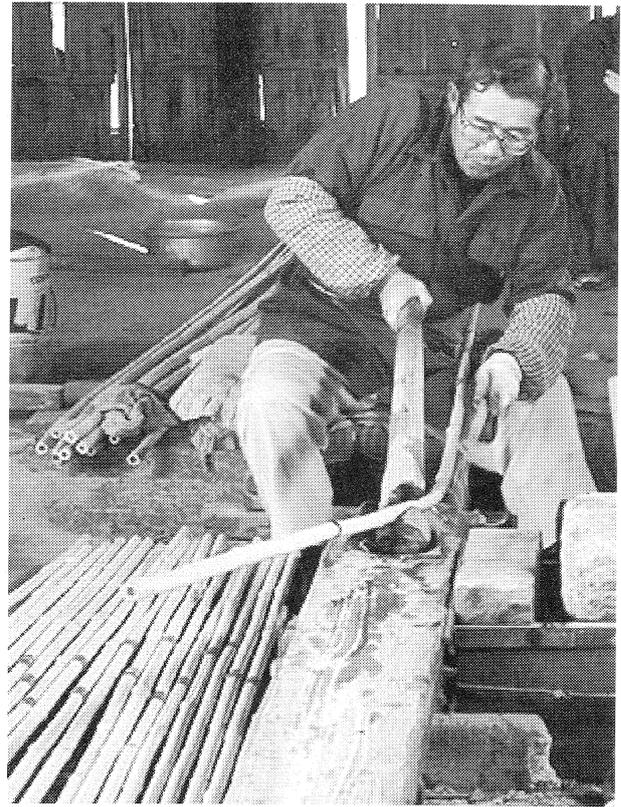


Fig. 3 カンテキ作業風景

mとされる供試材の場合，節の数は，13-20で，平均では約16になるが，出現頻度として最も多い節の数は30本中9本出現した節の数17であった．供試材の直径は，平均で38.4mmであったが，節部の直径は最大50.0mm，最小28.3mmであり，その直径差は21.7mmであり，節間部の直径差は22.1mmであった．つまり，元部（地上部）で直径50.0mmのものが，裏部（先端部）では約半分の直径25.1mmとなることを想定する必要があることが示唆された．

3.2 4寸竹（丸竹材4.5m）の曲がり量の把握

整形システムでは，長さ方向に対する丸竹の曲がり量

Table. 1 直径約4cmの丸竹材（供試材）の性状

		平均 mm	最大 mm	最小 mm	標準 偏差
供試材 の性状	節の数	15.97	20	13	1.52
	総直径	38.4	50.0	25.1	4.2
	節部直径	39.8	50.0	28.3	—
	節間直径	36.6	47.2	25.1	—
カンテキ 前	水平位置	46.5	113.7	14.9	21.7
	高低位置	23.9	60.3	12.5	5.0
	総位置	35.2	113.7	12.5	19.4
カンテキ 矯正後	水平位置	24.0	35.0	14.5	3.2
	高低位置	21.7	28.7	13.5	2.8
	総位置	22.8	35.0	13.5	3.2

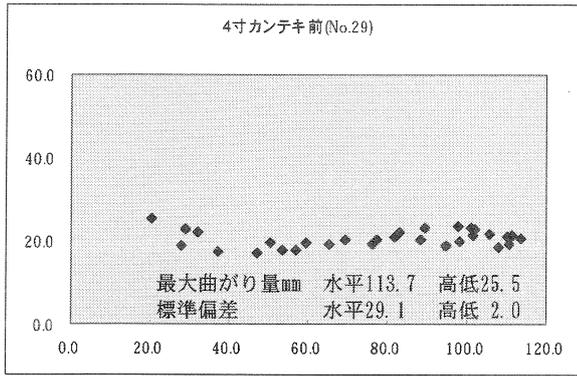


Fig. 4 水平位置最大曲がり量供試材の分散図

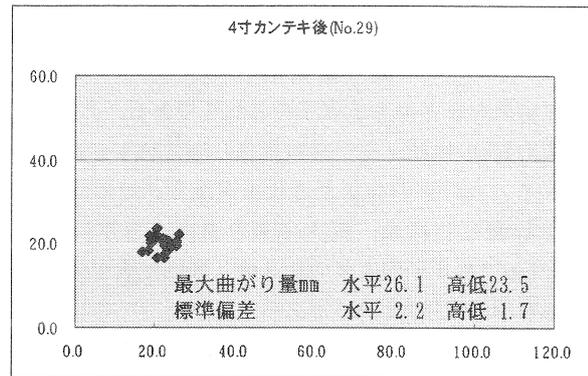


Fig. 6 水平位置最大曲がり量矯正後の分散図

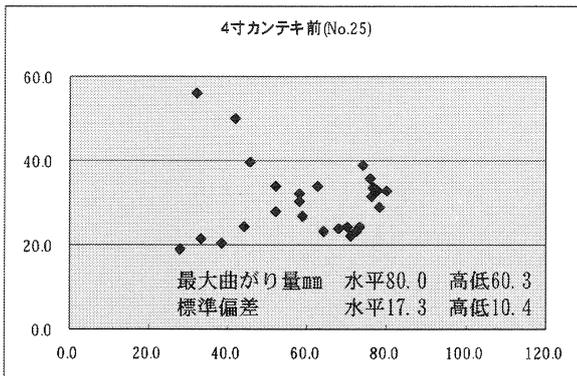


Fig. 5 高低位置最大曲がり量供試材の分散図

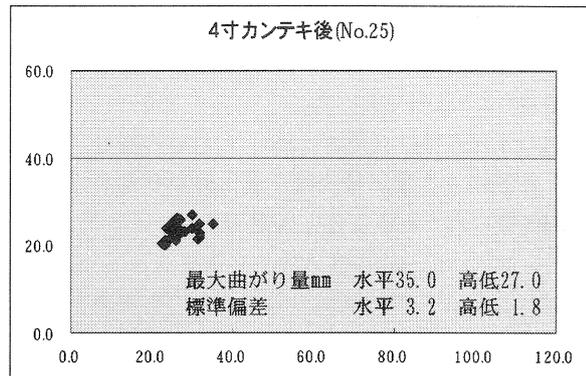


Fig. 7 高低位置最大曲がり量矯正後の分散図

を矯正することが目的であり、最大曲がり量がどの程度かを把握すると、供試材30本の最大曲がり量は、水平位置113.7mm、高低位置60.3mmであった。

今回の実測では、竹材をFig. 1のように比較的安定する状態に設置して測定したことから、水平位置での曲がり量が高低位置での曲がり量の2倍近い曲がり量となった。これは、竹材の曲がりの傾向を示すものとして、3次元的な曲がりよりも、比較的2次元的な曲がりの傾向が強いことを示すものと思われる。

水平位置で最大曲がり量113.7mmとなった丸竹材の中心位置の分散図をFig. 4に示す。水平位置での標準偏差25.5、高低位置での標準偏差2.0であることも見て、水平位置での曲がり量のみでの2次元的な曲がりであることがわかる。供試材の平均直径が38.4mmであることから、最大曲がり量は供試材の平均直径の約3倍であった。

高低位置で最大曲がり量60.3mmとなった丸竹材の中心位置の分散図をFig. 5に示す。この場合、水平位置での標準偏差17.3、高低位置での標準偏差10.4であることを見ても、水平位置、高低位置ともに曲がり量が大きい3次元的な曲がりであることがわかる。

このような3次元的な曲がりの場合は、整形システム

を考える上で、丸竹材を回転させながら矯正することも必要であり、装置設計上は、これらの3次元曲がりについても、今後、さらに詳細な実測データを積み上げる必要がある。

3.3 カンテキ作業による矯正精度の把握

Table. 1のカンテキ矯正後の数値を見ると、すべて供試材の平均直径以内になっているのがわかる。カンテキ作業という目視上直材と判断される整形は、丸竹材各位置の中心点がこの平均直径以内に収まることであると仮定すると、整形システムの矯正後の数値目標をこの範囲内に設定すればよいことになる。

一例として、水平位置で最大曲がり量113.7mmを示した供試材のカンテキ矯正後の分布図をFig. 6、高低位置で最大曲がり量60.3mmを示した供試材のカンテキ矯正後の分散図をFig. 7に示す。

これら最大曲がり量を示した供試材であっても、すべての測定点が平均直径以内に分布しており、ばらつきの度合いを示す標準偏差も3.2~1.7で、総測定値の標準偏差(3.2)以内であることから、カンテキ作業の矯正精度を数値目標として、竹材の平均直径以内であり、標準偏差が3.2以内であることが、ひとつの目安になると考え

られる。

4. まとめ

今回の結果をまとめると以下のとおりである。

- ・ 直系約4cmの県産マダケ材の長さ4.5m材30本を供試材として、丸竹材の曲がり性状を実測し、その曲がり量を計測した結果、最大曲がり量は、水平位置で113.7mmであり平均直径の約3倍、高低位置で60.3mmであり平均直径の1.6倍であった。
- ・ 丸竹材の曲がりには、2次元的曲がりとは3次元的曲がりがあり、2次元的曲がりの方が最大曲がり量は大きい。
- ・ カンテキ作業による曲がりの矯正によって、最大曲がり量は35.0mmで、竹材の平均直径以内となり、標準偏差も3.2以内であった。
- ・ 今回の4寸丸竹材（長さ4.5m）の竹材の場合、カンテキ作業による矯正精度は、最大曲がり量が竹材の平均直径以内であることと仮定した。

今後は、さらに丸竹材直径の異なるものも実測データを積み重ねて、大径竹や小径竹においても同様な傾向があるかを把握しながら、今回、仮定した矯正精度の数値目標である最大曲がり量が平均直径以内という条件設定が一般化できるかという課題を解決する必要がある。そのためには、さらに検討を進めて、整形システム開発の基礎データとなるよう実測値データを測定するとともにその解析を進めることとしたい。

謝辞

本研究の丸竹材の実測を行うにあたり、測定場所の提供及びカンテキ作業について、合資会社 青山竹材店の協力を得たことに感謝いたします。

また、この現場での実測に協力し、実際の実測作業を行っていただいた京都府立府大学 大学院 農学研究科の山本氏に深謝いたします。