

丸竹材の通直整形システムの開発 (第2報)

大内成司*・北嶋俊朗*・山本幸雄*・阿部 優**

古田裕三***・田浦良治****・後藤 光*****青山岩雄*****

*産業科学技術センター**竹芸・訓練支援センター 研究指導課・***京都府立大学

****MHIソリューションテクノロジーズ(株)・***** (合) グランベルク・***** (合) 青山竹材店

Development of Straight-Reforming System of Bamboo Culm()

Johji OUCHI*・Toshirou KITAJIMA*・Yukio YAMAMOTO*・Masaru ABE**・Yuzo FURUTA***

Yoshiharu TAURA****・Hikaru GOTO*****・Iwao AOYAMA*****

*Oita Industrial Research Institute・**Oita Bamboo Craft and Training Support Center

Kyoto Prefectural University・*MHI Solution Technologies Co.,Ltd.

*****Grandwerk&Co.,Ltd.・*****Aoyama chikuzai &Co.,Ltd.

要旨

現在、人手により行われている丸竹材の通直整形作業は経験と勘による重労働であり、後継者も少ないことから、作業の機械化に取り組み、安価で量産可能なシステムの確立を目指し、金属塑性加工の3ロールタイプのロータリーストレートナー方式を採用した通直整形実験装置を開発した。今回はその装置を用いて整形実験を行った。その結果、現段階での最適整形条件は、整形往復回数2回、スパン700～800mmであると判断される。しかし、この条件でも現場作業者の整形精度の8割程度の出来であり、さらなる精度の向上が必要である。また、高含水率の丸竹材は、乾燥した丸竹材の整形条件で整形を行うと、繊維方向に割れが生じやすいことがわかった。整形後、6ヶ月経過した丸竹材の形状測定を行ったところ、戻りは見られなかった。

1. はじめに

今年度は、昨年度に開発した丸竹材の形状計測装置と通直整形実験装置を用いて整形実験を行った。

第2報として、整形回数、押し込み量、ロール傾斜角度及び支持ロール間距離(以下、スパンという)等が整形精度に与える影響について検討を行ったので報告する。

2. 実験

2.1 通直整形実験装置の仕様

Fig.1 に開発した通直整形実験装置の写真とFig.2 にその模式図を示す。また、Fig.3 に整形の原理について示す。この装置には、Fig.2 に示すように2個の支持ロールと押し込み用の中央ロールが配置されており、これらのロールは、丸竹材の長手方向に対し30～40°の角度で傾斜している。また、スパンは50mmピッチで600～1000mmの範囲で調整が可能である。ロールの形状は鼓状であり、R210mmの円弧となっている。

整形の原理は、2個の支持ロール間の丸竹材を中央ロールで押さえて曲げる3点曲げが、ロールの回転によって連続的に回転移動する。Fig.3 に示すように、長手一箇所を考察すると、中央ロール通過時点に最大の曲げを受け、前後半回転で少し小さめの逆曲げを受け、さらに一回転前後ではより小さな順曲げを受けることになる。どの部位も順逆の繰り返し曲げを小 大 小と受けて加工が終



Fig.1 通直整形実験装置

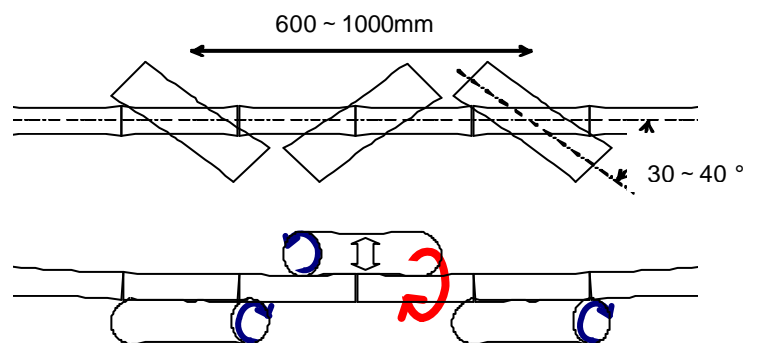


Fig.2 通直整形実験装置の模式図

了するが、その変形過程を受けることにより真直状態に揃うことになる。

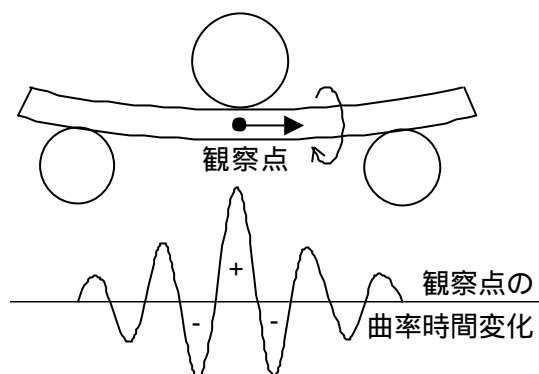


Fig.3 整形の原理

2.2 整形実験

油抜き処理（0.05%NaOH水溶液で20分間の煮沸処理）を施した平均直径22～32mm、長さ4mのマダケ材を試験に供した。

整形を行う前には、丸竹材を軟化させる必要がある。現場では、整形を行う箇所を局部的に加熱し整形を行うが、本研究では、丸竹材全体を電気炉により100～110に加熱し、整形を行った。ロールの傾斜角度は丸竹材が回転によって順逆の繰り返し曲げをより多く受けるように30°とした。スパン800mmの場合、その間で丸竹材は約14回転する。

Table 1 に示す条件により整形実験を行った。整形往復回数を1、1.5、2、4回とし、スパン1000mmでは全ての回数で行った。800mmは1.5、2回で行い、700、600mmは2回のみ行った。押し込み量は、スパン600mmの場合20mmとし、その他の条件は30mmとした。

整形の固定化を図るために、往復の最終回時に送り速度を低速（約1cm/sec.）に落とし、中央ロールの下部付近で丸竹材に直接冷水をあて冷却を行った。その様子をFig.4 に示す。

Table 1 丸竹材の整形条件

整形往復回数 (高速 低速)	スパン (単位: mm)			
	1000	800	700	600
1 (高:0.5 低:0.5)		-	-	-
1.5 (高:1 低:0.5)			-	-
2 (高:1.5 低:0.5)				
4 (高:4 低:0)		-	-	-

高速: 約6cm/sec. (ローラー回転数30r.p.m.)

低速: 約1cm/sec. (ローラー回転数 5r.p.m.) 冷却時



Fig.4 冷却による固定化の様子

3. 結果及び考察

3.1 整形往復回数とスパンが整形精度に与える影響

今回開発した形状計測装置を用いて、整形前・後の形状を測定し、左右方向の偏位量(Y)と上下方向の偏位量(Z)を求めた。測定方法については、第1報に記載しているので省略する。

第1報でも述べたが、現場作業による通直材であるという判断は、目視によるものであることから、現場作業者が整形した丸竹材の整形前・後の形状を測定した結果、整形後の偏位量が直径の範囲内に収まっていれば、通直であると判断してよいと考えられる。そこで、その結果をTable 2 に示す。整形往復回数、スパン毎に整形前・後の偏位量(Y)と(Z)の値を示している。整形後の偏位量の値が小さいほど真直状態に近いことを意味し、通直精度の指標となる。今回使用した丸竹材の平均直径は22～32mmであることから、整形後の偏位量(Y)と(Z)の両方の値が20mm以下のものを通直であると定義した。その定義にあてはまる値を朱書きで、その比率を最右列に示す。

整形往復回数別に見ると1往復と4往復はその定義にあてはまるものは無かった。1往復の場合は、順逆の繰り返し曲げを受ける回数が少なかったためだと思われる。4往復の場合は、整形時間が長いため途中で丸竹材の温度が低下し、冷却による固定化が図れなかったためだと思われる。整形中の温度低下を防ぐことが出来れば、整形精度は向上すると考えられる。1.5往復と2往復では、スパン1000mmの場合、それぞれ29%、33%とさほど差は見られなかったが、スパン800mmの場合、1.5往復では20%であるのに対し、2往復では68%と高い整形精度を示した。

2往復におけるスパン別に見ると700mmが78%と最も高く、次に800mm:68%、600mm:57%、1000mm:33%の順となった。

これらの結果から現段階での最適整形条件は、整形往復回数2回、スパン700～800mmであると判断される。しか

し、この条件でも現場作業者の整形精度の8割程度の出来であり、さらなる精度の向上が必要である。整形前・後の丸竹材をFig.5とFig.6 に示す。

Table 2 整形前・後の形状測定結果

整形往復回数	スパン (mm)	整形前(mm)		整形後 (mm)		偏位量が20mm以下の比率 (%)
		偏位量 (Y)	偏位量 (Z)	偏位量 (Y)	偏位量 (Z)	
1	1000	47	17	23	12	0
		17	64	8	26	
		18	50	16	36	
		26	93	15	69	
1.5	800	15	43	5	13	20
		53	46	20	21	
		29	50	16	24	
		15	71	17	26	
		17	66	14	41	
	1000	52	75	20	10	43
		24	29	6	11	
		25	48	20	13	
		8	39	7	17	
		14	48	13	17	
2	600	31	67	11	24	57
		8	60	7	26	
		18	67	9	9	
		10	85	8	11	
		21	32	10	13	
		29	25	13	15	
	700	5	67	7	28	78
		10	50	9	35	
		9	72	5	37	
		14	54	10	13	
		10	33	10	15	
		15	41	15	15	
	800	22	24	9	16	68
		16	79	18	17	
		25	80	20	17	
		10	43	13	19	
		28	55	7	27	
		36	63	27	33	
		15	11	11	7	
		8	24	11	8	
		25	59	5	8	
		16	25	12	9	
		14	46	7	10	
		14	29	14	12	
		14	43	10	12	
		9	31	9	13	
		11	26	5	14	
		14	77	11	15	
		17	48	11	17	
		14	59	16	17	
1000	8	43	29	19	33	
	16	35	12	20		
	22	68	9	24		
	19	87	15	27		
	18	59	9	30		
	18	50	12	32		
	15	77	11	41		
	35	47	15	7		
	10	20	8	8		
	24	23	11	10		
	8	24	6	13		
	34	41	12	16		
	95	20	38	16		
	15	37	12	20		
	14	56	17	20		
	12	87	8	22		
	41	58	22	22		
	44	33	29	23		
16	22	13	23			
12	61	12	24			
27	53	6	27			
31	38	16	27			
14	95	16	29			
11	86	11	36			
12	91	8	55			
18	121	16	81			
19	52	19	24			
14	54	15	24			
4	1000	15	45	11	23	0
		19	69	14	36	
		18	45	13	26	

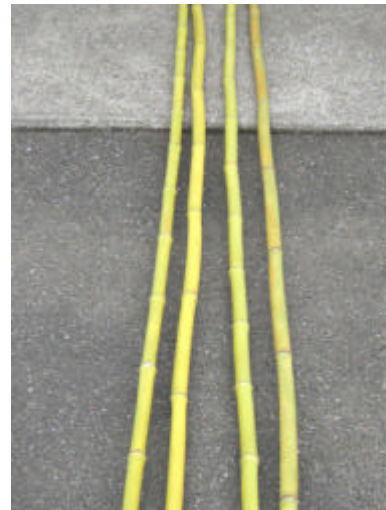


Fig.5 整形前



Fig.6 整形後

3.2 丸竹材の含水率が整形精度に与える影響

実際の現場での整形作業は、油抜き処理後、若干乾燥させた後に行っている。この時の丸竹材は、まだ若干青色が残っており、30%程度の含水率である。このような高含水率状態で整形作業を行う理由は、バーナーで局所的に加熱した際に焦げ目が付きにくいからである。焦げ目が付くと商品価値が低下するため、水分の多い高含水率状態で行っている。

そこで、高含水率状態での整形実験を行ったところ、中央ロール下部付近で繊維方向に割れが入り、整形を行うことができなかった。これは、現場での整形作業と違い丸竹材全体を加熱するため、丸竹材全体が柔らかくなり、かつ高含水率のため細胞間層での剥離が起こりやすくなったためだと考えられる。

3.3 経時変化に伴う戻りの確認

整形後、室内に約6ヶ月間保管していた丸竹材の戻りについて測定を行った。試験体数は4本とした。その結果の

一例をFig.7 に示す。グラフの青線が整形前、赤線が整形後、黄線が6ヵ月後の形状を示す。赤線の上に黄線が重なってれば戻りが無いことを示す。グラフから分かるように黄線が、ほぼ赤線上に重なっており、戻りは無いと判断される。

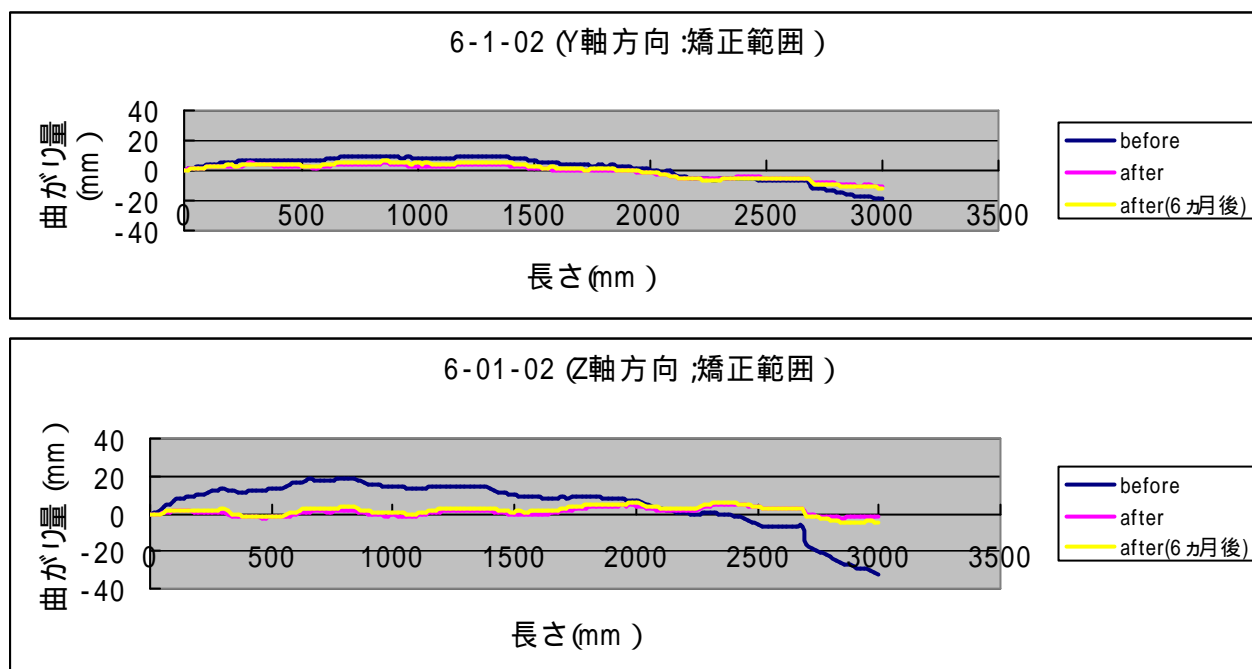


Fig.7 経時変化と戻りの関係

4. まとめ

今回の結果をまとめると以下のとおりである。

- ・整形往復回数が整形精度に及ばず影響を検討した結果、1往復では効果は見られなかった。1.5往復、2往復では整形効果が確認できた。
- ・現段階での最適整形条件は、整形往復回数2回、スパン700～800mmであると判断される。しかし、この条件でも現場作業者の整形精度の8割程度の出来であり、さらなる精度の向上が必要である。
- ・高含水率の丸竹材は、乾燥した丸竹材の整形条件で整形を行うと、繊維方向に割れが生じやすいことがわかった。
- ・整形後、6ヶ月経過した丸竹材の形状測定を行ったところ、戻りは見られなかった。

本研究は、森林環境税の研究開発補助事業によって行ったものである。