

普通旋盤によるケミカルウッド加工の切削条件

島田 和典

Cutting Condition of Chemical-Wood on Lathe Turning

SHIMADA, Kazunori

大分大学教育福祉科学部研究紀要 第37巻第3号

2016年3月 別刷

Reprinted From

THE RESEARCH BULLETIN OF THE FACULTY OF

EDUCATION AND WELFARE SCIENCE,

OITA UNIVERSITY

Vol. 37, No. 3, March 2016

OITA, JAPAN

普通旋盤によるケミカルウッド加工の切削条件

島田和典*

【要旨】 本研究は、普通旋盤を用いたケミカルウッドの切削条件を探索的に明らかにするため、旋盤作業において基本となる外丸削り、及び端面削りの実験から適した条件を検討した。その結果、本研究の条件下で以下の点が明らかになった。1) ケミカルウッドの外丸削りの実験から、金属加工に比べて、切削速度の表面粗さへの影響は低く、一方送り量の設定では顕著な影響が認められた。最適と思われる送り量は 0.2 mm/rev で、算術平均粗さ Ra も考慮して加工を行う場合、荒加工では刃先コーナ R を 1.2 程度と大きくし、送り量を 0.41 mm/rev と高く設定して加工効率を高め、仕上げの段階ではコーナ R を 0.4 程度と小さくし、送り量 0.1 mm/rev 程度での切削によって表面粗さの精度を高めることが期待できる。2) 端面削りの実験から、設定した送り量ごとに見ると、切削速度の変化による明確な加工表面粗さへの影響は認められなかった。ケミカルウッドの表面粗さは、切削速度約 $57 \sim 226 \text{ m/min}$ の範囲内では表面粗さに影響されにくいことが推察された。また送り量 0.1 mm/rev に比較して 0.2 mm/rev のほうが、粗さ表面の理論値 R_{th} に近いことが示され、 0.2 mm/rev 付近が最も適切な切削に至っていることが 1) の知見に加えて認められた。

【キーワード】 普通旋盤 ケミカルウッド 切削条件 機械工作

I はじめに

本研究の目的は、普通旋盤を用いたケミカルウッドの切削条件を探索的に明らかにすることである。その際、旋盤作業において基本となる外丸削り、及び端面削りから適した切削条件を検討する。

機械工作を代表する汎用工作機械による材料加工作業は、産業現場において主に金属加工の分野で幅広く行なわれている。近年では CNC 機(Computerized Numerical Control Machine, コンピュータによる数値制御された工作機械)の普及が進み、量産体制や人件費削減、作業の効率化といった視点から、市場に出回る製品を構成する部品の多くは、この CNC 機によって加工されたものである。しかしながら、部品の試作段階、CNC 機では不可能な精度が求められる

平成 27 年 11 月 24 日受理

*しまだ・かずのり 大分大学教育福祉科学部生活・技術教育講座 (機械工学・工業教育)

場面等では、熟練技術者による普通旋盤等の汎用工作機械を用いた作業が重要視されている。

視点を教育現場に移すと、現在、工業高校の機械系学科では汎用工作機械を中心とした幅広い実習が見受けられる。普通旋盤や汎用フライス盤を使用した作業の実習時間が多く設けられており、機械工作の基礎基本を習得すると同時に、将来の技術者としての心構えや態度の育成が求められている¹⁾。また、機械工学系の専修学校や短期大学、大学において、これら汎用工作機械を軸とした実習が積極的に展開されている²⁾。言うまでもなく、これらの教育機関ではCNC機も導入され、汎用工作機械の応用として実習に盛り込まれている場合が多い。一方、中学校段階までのこのような材料加工に触れる機会に着眼すると、現行の2008年告示中学校学習指導要領では、技術・家庭技術分野(以下、中学校技術科とする)において、その内容「A材料と加工に関する技術」が必修とされており、多くの中学校で材料加工を伴った作品製作が実践されている³⁾。しかしながら、その内容のほとんどが手作業の工程であり材料は木材を中心とした事例が多い。昭和30年代後半の関連する中学校の教科書には「男子用」として、例えば旋盤作業の内容が詳細に述べられている等、当時はある程度高度な金属加工の内容を含んでいたことが確認できる⁴⁾。産業構造の変化と共に、普通教育としてこのような汎用工作機械の使用が控えられるようになってきたことが伺える。現在、中学校段階までのほとんどの学校では、工作機械を多用するような授業は行われていない。したがって、機械系学科の工業高校生は入学後の実習において初めて汎用工作機械に触れ、機械工学系の大学生についても、普通高校を卒業している者は大学での実習で初めて汎用工作機械に触れる機会を得ることになる。また、それまで生徒や学生は、木材等の、金属に比べて柔らかい材料加工の経験しかしていない、またはほとんどしていない現状に対し、硬度や引っ張り強さ等の機械的強度が高い金属を加工するという、ある程度難易度の高い内容を、段階を踏まず唐突に実践しなければならない現状にある。

このような中、近年、金属やプラスチックのような等方性材料であり、硬さが木材と同等とされるケミカルウッド(合成木樹脂)という材料が注目されている。これはポリウレタンやABS樹脂等を主成分に天然木のような質感を持たせたもので、木材のように組織のばらつきが無く、かつ金属よりも加工はるかに容易に行なえるものである。通常、部品の試作、複雑な加工を金属加工の前に確認する、複雑な3次元モデルの製作といった用途に用いられている。機械的強度も示されており、場合によっては正規の部品として使用されることもある。したがって、上記のような経験の浅い作業者が、金属加工の導入題材として扱うことも十分有効であると考えられる。

ケミカルウッドの利用に関する報告として、例えば川崎らは、CNC機に必要なNCデータについて、加工時のデータ量を削減(簡素化)することを目的とし、複雑な形状を加工する際の被削材として、加工のしやすさからケミカルウッドを採用している⁵⁾。また、技能五輪国際大会では、製品デザインから試作モデルの製作技能を競うクリエイティブモデリング職種において、材料にケミカルウッドが用いられている⁶⁾。学校教育との関連では、高橋らが、中学校技術科における材料加工の先行導入題材として加工精度を要する組木細工を、ケミカルウッドを用いて製作する授業実践を行なっている⁷⁾。同研究では、「緻密さへのこだわり」に視点をおいている点に特徴がみられる。また大内らは、視覚障害児に対する教材として、絵画等の芸術作品を触察により確認できるよう、ケミカルウッドの切削造型によりその作品を3次元化し、その教材の有用性を示している⁸⁾。

このように、ケミカルウッドがその加工性の良さから産業現場や教育現場において、種々活用されていることが確認できる。しかしながら、いずれの報告も加工後の製品や作品、又は CNC のプログラミングに着目した報告であり、切削条件を示した報告は確認されなかった。そこで、本研究ではこれらの報告等を踏まえて、様々な場面においてケミカルウッドが活用できるよう、その切削条件について探索的に検討することとした。その際、工作機械として普通旋盤を選定し、使用頻度を考慮して通常の金属加工に用いる刃物類を用いて切削後の表面粗さの状態に着眼し、検討することとした。

II 普通旋盤による加工時の切削条件

1 被削材の表面粗さ

普通旋盤による切削の場合、加工後の表面粗さの理論値 R_{th} μm は、送り量 f mm/rev 、バイトの刃先コーナ半径を R mm とする(以下、コーナ R とする)と、次式で表される。

$$R_{th} = \frac{f^2}{8R} \cdot 1000$$

これは幾何学的な関係を示しており、理想的な切削を行った場合、この理論値に近づくものと考えられる。ただし、刃の形状である前切れ刃や横切れ刃、及び切り屑の流れを考慮したすくい角等は考慮されていない⁹⁾。実際の切削ではこれらをはじめとした様々な要因が重なり、理想的な切削を行うことは困難であるが、この値を基準に切削状態を検討することは重要である。

一方、加工後の表面粗さを示す指標は、JIS B 0601:2001 によって定められている¹⁰⁾。代表的な粗さのパラメータ R_a 、 R_z は以下の通りである。

1) 算術平均粗さ R_a

基準長さにおける絶対値の平均を単位 μm で示している。その算出方法は、次式によって与えられる。

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |f(x)| dx$$

一般的に、表面粗さはこの算術平均粗さ R_a を用いることが多く、製図(製作部品の図面)上で指示され、加工が行なわれる。

2) 最大高さ R_z

基準長さにおける最大高さ及び深さの合計を示している。なお、きず等の、諸要因により表面粗さが極端に変化する部分は除く。

2 切削条件

一般的に旋盤による加工時の切削条件とは、バイトの切削速度、送り量、切り込み量の3条件である。これに加え、表面粗さに比較的大きく影響する要素として、バイトのコーナ R があげられる。

1) 切削速度

切削速度 V m/min は、被削材を加工する刃物が、1分間に加工する長さ(m)である。旋盤の場合、被削材を回転させる際、作業者は主軸回転速度 N min^{-1} (これを一般に主軸回転数という)を設定する。旋盤による外丸削りを例に、被削材直径 D mm 、主軸回転数 N min^{-1} とすると、切削速度 V m/min は次式によって表される。ただし、 π は円周率とする。

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000}$$

図1のように被削材直径 D は加工と共に小さくなるため、最適な切削速度 V を保つためには、主軸回転数 N を上げていく必要がある。しかしながら普通旋盤の場合、主軸回転数はギヤを介して設定するため、通常は6通り程度と限りがある。一方 CNC 旋盤では切削速度 V を一定に保つ制御が可能である。

2) 送り量

送り量 f mm/rev は、バイトが被削材1回転に進む量(mm)を示している(図1)。この値が小さければ加工精度は良いが効率は欠くことになり、大きければ加工精度は欠くが効率は良くなる。したがって、表面粗さの精度を求めない荒加工では f を大きく(0.2~0.4 mm/rev程度)とり、仕上げ加工では小さく(0.02~0.1 mm/rev程度)とする¹⁾。また、バイトが1分間に進む量を表わす送り速度 F mm/min は、送り量 f mm/rev、主軸回転数 N min⁻¹ を用いて次式で表わされる。

$$F = f \cdot N$$

3) 切り込み量

切り込み量 A mm/D は、バイトが被削材に切り込む量(mm)を、丸棒の加工という観点から直径単位で通常示している(外丸削りの場合)。したがって、刃物を切り込む方向に移動させる量の2倍がこの値になる。通常、荒加工では値を大きく(~5 mm/D)し、仕上げ加工では小さく(0.01 mm/D~)する¹⁾。ただし、荒加工において切り込み量が大きい場合は、旋盤に相当の負荷がかかり、この値は旋盤自体の能力に依存することになる。そのほか、バイトの形状等によって最大の切り込み量は制限される。一方、0.01 mm/D程度を下回るような切り込み量では、バイト先端が切り込まずに被削材表面を上滑りする状態になる場合もあり、後述のコーナ R にも関係して下限値が決まる。

4) コーナ R

コーナ R とは、図2のようなバイト先端の前切れ刃と横切れ刃が交わる角を、円弧形状に施したその半径である。ここには切削時に、大きな負荷がかかるが、仮にコーナ R が0の形状、すなわち先端が鋭いと抵抗力に負けて欠けてしまうため、円弧形状になっている。被削材の材

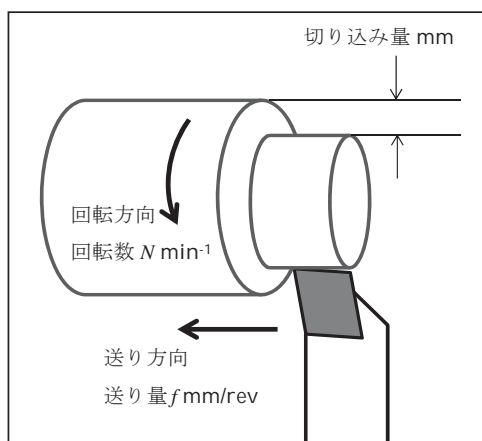


図1. 普通旋盤の切削条件

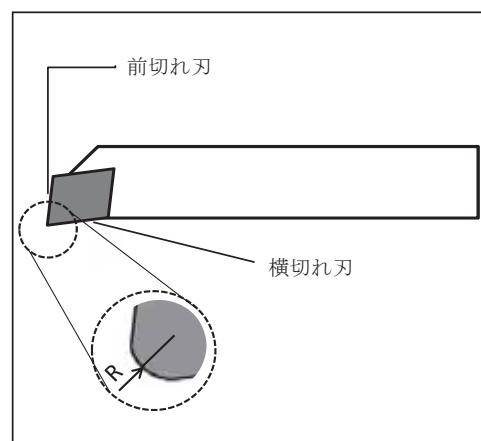


図2. バイトの刃先コーナ R

質にもよるが、一般的には、荒加工では R が大きく (R 0.4mm \sim), 仕上げ加工では R が小さい ($\sim R$ 0.4mm) 刃先を設定する。

Ⅲ 実験方法と切削加工の条件

1 実験の使用機材

本研究では、以下の機材を使用した。

■普通旋盤 ワシノ 型番：LR-55A

■表面粗さ計 ミットヨ サーフテスト 型番：SJ-301

対応規格：JIS2001, パラメータ： R_a , R_z 他

2 実験方法

1) 加工材料

中実丸棒のケミカルウッド(サイコウッド, JX トレーディング株式会社)を準備した。本被削材はABS樹脂をベースとしている。機械的性質は表1の通りである。

外丸削り： ϕ 35 mm, 長さ 70 mm の被削材(ケミカルウッド)を準備した。※あらかじめ端面削りを行い心押し台で固定できるように加工しているもの。

端面削り： ϕ 55 mm, 長さ 30 mm の被削材を準備した。

2) 切削工具

スローアウェイチップ：タンガロイ製 80° ネガ(型番：CNMG 120404-TM, 120408-TM, 120412-TM, 超合金製, 中切削用)を装着, コーナ R 0.4, 0.8, 1.2 を準備した。ホルダ：タンガロイ製外径用 TAC バイト(型番：DCLNR 2020K12)を使用。

3) 条件・手順等

外丸削り：主軸回転数：550 min^{-1} (切削速度：約 77 m/min), 1020 min^{-1} (約 144 m/min), 送り量：0.051, 0.1, 0.2, 0.41 mm/rev, 切削工具と被削材のゼロ点調整後, 切り込み量はいずれも 2.0 mm/D (ドライ加工), 切削後に表面粗さ計によって R_a , R_z の値を計測し, 考察する。

端面削り：主軸回転数：1800 min^{-1} (切削速度：約 57 \sim 226m/min), 送り量 0.1, 0.2 mm/rev, 切り込み量は 0.1 mm (ドライ加工), 切削後に表面粗さ計によって R_a , R_z の値を計測し, 考察する。

表 1. 被削材(サイコウッド)の機械的性質

比重		1.1
表面硬度	ロックウエル (Rスケール)	93
引張強度	kg/cm^2	300
曲げ弾性率	kg/cm^2	3×10^4
圧縮強度	kg/cm^2	500
熱変形温度	$^\circ\text{C}$	98
線膨張係数	$\text{cm}/\text{cm}^\circ\text{C}$	6×10^{-5}

IV 結果と考察

1 外丸削りの結果の整理

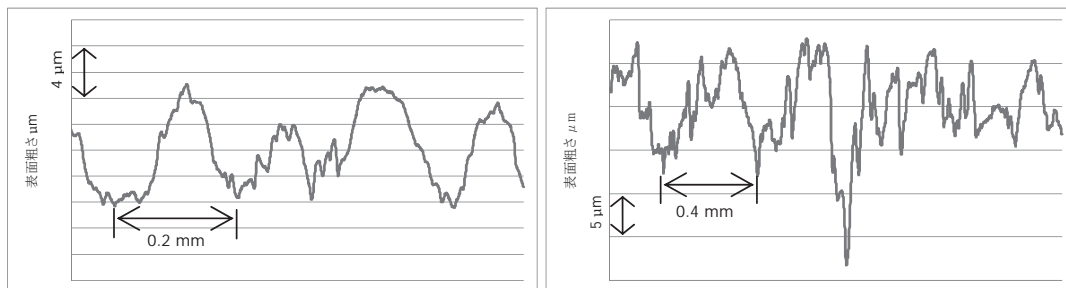
上記の条件に従って行なった実験の結果を表 2 及び表 3 に示す。また図 3①②に得られた荒さ曲線の一部(①主軸回転数 1020 min⁻¹, ノーズ R 0.8, 送り量 0.2 mm/rev, ②主軸回転数 1020

表 2. 送り量とコーナRが表面粗さに与える影響(主軸回転数 550min⁻¹)

コーナR		送り量mm/rev			
		0.051	0.1	0.2	0.41
0.4	Ra	1.18	1.20	2.08	-
	Rz	8.18	8.25	10.28	-
	Rth	0.81	3.13	12.50	-
0.8	Ra	1.21	1.18	1.42	3.56
	Rz	7.88	8.00	7.98	15.73
	Rth	0.41	1.56	6.25	26.27
1.2	Ra	1.31	1.31	1.38	2.76
	Rz	8.89	8.83	8.69	12.62
	Rth	0.27	1.04	4.17	17.51

表 3. 送り量とコーナRが表面粗さに与える影響(主軸回転数 1020min⁻¹)

コーナR		送り量mm/rev			
		0.051	0.1	0.2	0.41
0.4	Ra	1.04	1.09	1.87	-
	Rz	8.05	7.68	9.04	-
	Rth	0.81	3.13	12.50	-
0.8	Ra	1.19	1.13	1.81	3.16
	Rz	8.35	7.62	10.72	16.17
	Rth	0.41	1.56	6.25	26.27
1.2	Ra	1.18	1.05	1.48	3.33
	Rz	6.95	7.83	11.66	17.63
	Rth	0.27	1.04	4.17	17.51



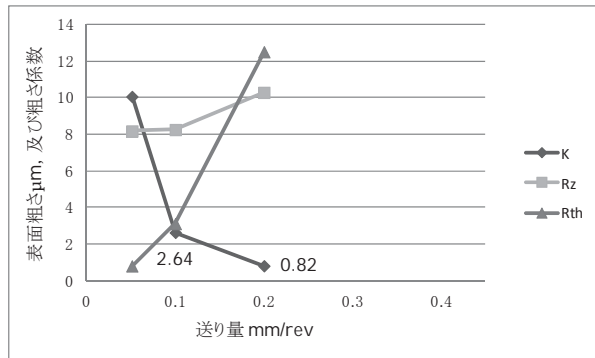
①ノーズR0.8, 送り量 0.2mm/rev

②ノーズR0.8, 送り量 0.41mm/rev

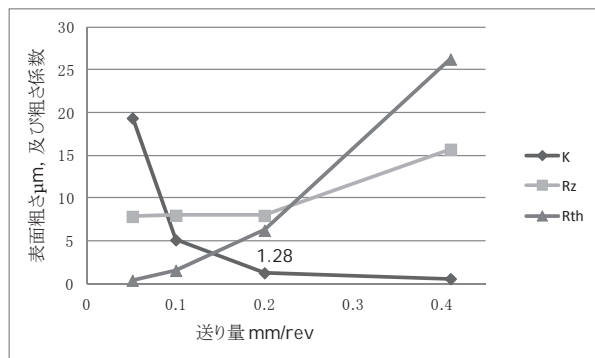
図 3. 表面粗さ曲線の一部(主軸回転数 1020min⁻¹)

min⁻¹, ノーズ R0.8, 送り量 0.41 mm/rev)を示す。表から, 表面粗さの理論値 *Rth* は, 上述の関係式から明らかな通り, 送り量が小さくコーナ *R* が大きいほど低い値を示す。しかしながら, 実際の加工では, 送り量が 0.051, 0.1 mm/rev の時には表面粗さがほぼ同じ値をとり, 差異が認められなかった。コーナ *R* との関連を見ても, 理論値と実測値との間には条件によってばらつきが見られた。一方, 図 3①では

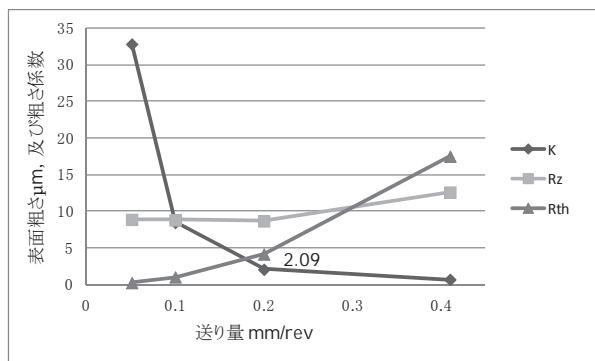
表面の山の形は若干のばらつきがみられるものの, 周期性が認められる結果を示し, ある程度適切な切削が行なわれているものと推察できる。しかしながら図 3②では, 周期性は見られず, 粗さの幅を考慮しても, 不安定な表面であることが認められた。そこで次節では, さらに理論値と実測値との関係に着眼した考察を行なう。



①主軸回転数 550min⁻¹, コーナ R0.4



②主軸回転数 550min⁻¹, コーナ R0.8



③主軸回転数 550min⁻¹, コーナ R1.2

図 4. 送り量と表面粗さ・粗さ係数の関係

2 理論値との比較による切削条件の検討

普通旋盤による理想的な切削加工がなされている場合, 表面粗さは理論値 *Rth* に近い値をとる。ここでは, 次式で与えられる表面粗さ係数 *K* を基に議論する。

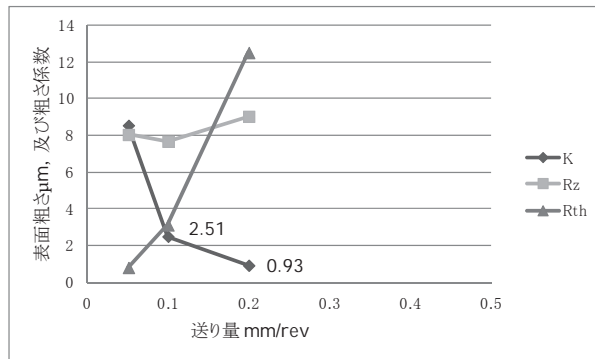
$$K = \frac{Rz}{Rth}$$

表 1 を基に *Rz*, *Rth*, *K* について, 送り量と表面粗さの関係を示すグラフを図 4①~③に, 表 2 を基に作成したグラフを図 5①~③に示す。図 4 は主軸回転数が 550 min⁻¹(切削速度: 約 77 m/min), 図 5 は 1020 min⁻¹(約 144 m/min)の結果である。また, 表面粗さ係数 *K* について, 概ね 0.7~2.5 付近の値を理論値付近の表面粗さとして扱い, グラフに示している。この値が 1 を基準に高い又は低いほど, 理論値と異なった表面粗さであることを示しており, 適切な切削に至っていないという一つの指標になる。

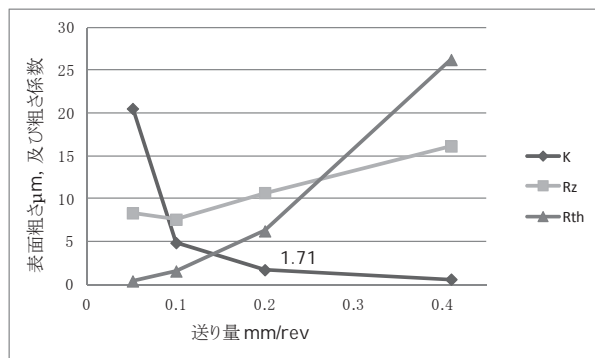
図 4, 5 を俯瞰すると、コーナ R が等しい 2 つのグラフ間それぞれについて大きな差異は認められなかった。主軸回転数、すなわち切削速度が約 2 倍と異なる切削において差異が認められないため、この条件下では、切削速度の影響は低いことが考えられる。言うまでもなく、表面粗さの理論値 R_{th} は、あくまで幾何学的な関係を示していることに留まっており、実際の切削時の状態は考慮されていない。

金属加工の場合では、例えば三木らが旋削加工の検証実験から、加工表面に及ぼす要因として切削速度の影響が大きいことを指摘している¹²⁾。金属加工では主に剪断により発生する熱の影響を考慮する必要があるが、ケミカルウッドの場合はその発熱が少ない、又は考慮しなくてよいレベルのものであることが考えられる。

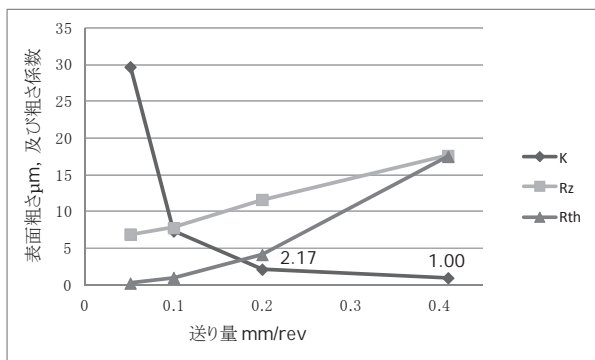
また、送り量はいずれの場合も 0.2 mm/rev において K の値が 1 に近いことが認められた。通常、金属加工の仕上げ加工において表面粗さの精度を高める場合は、送り量を小さくし、切削速度を上げていく必要がある。当然、限度を超えて極端に送り量を小さくしたり、切削速度を上げすぎたりすることは逆効果になることもあり、それは被削材の材質や作業環境等から作業者が適切に見極めることが重要である。しかしながらケミカルウッドの場合、送り量が 0.1 及び 0.2 mm/rev を下回ると急激に K の値が上昇することから、送り量は仕上げ加工であっても金属加工に比べて高い値を設定することが適切である可能性が認められた。ただし、そもそも理論値 R_{th} は送り量の影響が大きく数値に表れるため、送り量が小さいと求められる精度の要求も高くなることを考慮しなければならない。また、送り量が 0.41 mm/rev と大きい値を設定すると、 K の値は極端に低い値をとった。これは、数値上は理論値に対してより平



①主軸回転数 1020min⁻¹, コーナ R0.4



②主軸回転数 1020min⁻¹, コーナ R0.8



③主軸回転数 1020min⁻¹, コーナ R1.2

図 5. 送り量と表面粗さ・粗さ係数の関係

滑な加工面を示すことになるが、実際は切削が適切に行われていないことが考えられる。ここで、前掲の図 3 について再度検討する。図 3①及び②は送り量が異なった結果である。両者を比較すると、②の送り量 0.41 mm/rev の場合よりも①の 0.2 mm/rev のほうが表面粗さに周期性が見られ、安定した適切な切削であることが推察できる。この 2 点のみに着眼して全てを把握することは困難であるが、少なくとも、上述の送り量の影響が考えられることは明確である。

以上、本節では、ケミカルウッドの加工について、切削速度が概ね 77 m/min 及び 144 m/min の加工では表面粗さに影響は見られず、送り量は表面粗さに顕著に影響することが示された。また最適と思われる送り量は 0.2 mm/rev で、バイト刃先のコーナ R 0.4 の場合は一段低い送り量 0.1 mm/rev の設定が、R 1.2 の場合は一段高い 0.41 mm/rev の設定が可能である。これらのことから、算術平均粗さ R_a も考慮して加工を行う場合、荒加工では送り量を 0.41 mm/rev と高く設定して加工効率を高め、仕上げの段階では送り量 0.1 mm/rev 程度で表面粗さの精度を高めることが期待できる。

さらに次節では、上記の範囲を超えた切削速度と表面粗さの関係を検討するため、端面削りにおける検討を行なう。

3 端面削りによる結果と切削条件の検討

前節の切削速度域を超えた場合の切削速度と表面粗さの関係を検討するため、 $\phi 55 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ の被削材を準備し、主軸回転数を 1800 min^{-1} (被削材に対する切削速度: 約 $57 \sim 226 \text{ m/min}$)、送り量 0.1, 0.2 mm/rev、切り込み量 0.1 mm (ドライ加工) と設定して端面削りを行った。バイトの刃先コーナ R は 0.8 とした。結果を表 4 に示す。なお、 R_z 値は、 $\phi 45\text{-}35$, $\phi 35\text{-}25$, $\phi 25\text{-}15$, $\phi 15\text{-}5 \text{ mm}$ の 4 区間を測定し、表中の切削速度 V は各計測区間の中央値 ($\phi 40, 30, 20, 10 \text{ mm}$) について求めている。

表 4 から、設定した送り量ごとに見ると、切削速度の変化による明確な加工表面粗さへの影響は認められなかった。実験より、 $\phi 45 \sim 5 \text{ mm}$ に切削を進めると、主軸回転数が一定のため切削速度は低下していく。しかしながら結果の表から、各送り量において R_z の大きな変化は認められなかった。これは前節の知見も踏まえると、ケミカルウッドの表面粗さは、少なくとも切削速度約 $57 \sim 226 \text{ m/min}$ の範囲内では影響されにくいことが考えられる。ただし、送り量 0.1 mm/rev で、 $\phi 45\text{-}35$ の区間では若干 K の値が改善されている。これは、切削速度が上がる時、送り量を低く設定することが有効である可能性を示唆し、仕上げ加工においては重要な知見である。しかしながら本研究の条件下では、これ以上の追究が困難なため、今後さらに切

表 4. 切削速度と表面粗さの関係 (主軸回転数 1800 min^{-1} , コーナ R 0.8)
理論値 R_{th} は、送り量 0.1 mm/rev : 1.26, 0.2 mm/rev : 6.25

被削材直径mm		$\phi 45\text{-}35$	$\phi 35\text{-}25$	$\phi 25\text{-}15$	$\phi 5\text{-}15$
切削速度 $V/\text{m/min}$ ※各 ϕ の中央値を算出		226.08	169.56	113.04	56.52
送り量 0.1mm/rev	R_z	5.94	7.44	7.62	6.97
	K	3.80	4.76	4.88	4.46
送り量 0.2mm/rev	R_z	12.09	11.70	10.01	9.57
	K	1.93	1.87	1.60	1.53

削速度を上げた状態での実験が必要であると考ええる。

また、送り量 0.1 mm/rev に比較して 0.2 mm/rev のほうが、粗さ表面の理論値 R_{th} に近いことが認められた。送り量については、前節でも明らかになった通り、0.2 mm/rev 付近が最も適切な切削に至っている可能性が認められた。

V まとめと今後の課題

本研究では、普通旋盤を用いたケミカルウッドの切削条件を探索的に明らかにするため、旋盤作業において基本となる外丸削り、及び端面削りの実験から適した条件を検討した。その結果、本研究の条件下で以下の知見を得ることができた。

- 1) ケミカルウッドの外丸削りの実験から、金属加工に比べて、切削速度が概ね 77~144 m/min の範囲内では表面粗さへの影響は見られず、一方送り量は顕著に影響が見られた。また最適と思われる送り量は 0.2 mm/rev で、バイトのコーナ R 0.4 の場合は一段低い送り量 0.1 mm/rev の設定が、 R 1.2 の場合は一段高い 0.41 mm/rev の設定が可能である。これらのことから、算術平均粗さ R_a も考慮して加工を行う場合、荒加工では送り量を 0.41 mm/rev と高く設定して加工効率を高め、仕上げの段階では送り量 0.1 mm/rev 程度で表面粗さの精度を高めることが期待できる。
- 2) 一方、端面削りの実験から、設定した送り量ごとに見ると、切削速度の変化による明確な加工表面粗さへの影響は認められなかった。ケミカルウッドの表面粗さは、1)に加えて切削速度約 57~226 m/min の範囲内では表面粗さに影響されにくいことが推察された。また送り量 0.1 mm/rev に比較して 0.2 mm/rev のほうが、粗さ表面の理論値 R_{th} に近いことが認められ、0.2 mm/rev 付近が最も適切な切削に至っていることが確認された。

今後は、本研究の条件を超える切削速度域での切削状態の検討、さらに加工が適切でない場合の要因として、バイトの材質、すくい角や切り屑の形状等を考慮した検討等が必要であると考えられる。また普通旋盤だけでなく、CNC 旋盤やマシニングセンタ(フライス盤による切削条件の知見)も視野に最適な切削条件を検討したい。これらを今後の課題とする。

謝 辞

本論文の執筆にあたり、多くの先生方にご協力を頂きました。特に、大分大学工学部 松岡寛憲 先生、鳥取大学工学部ものづくり教育実践センター 秋山雅彦 氏、同センター 技術専門職員の方々には、懇切なるご指導・ご助言を賜りました。また、実験に際しては、大分大学大学院教育学研究科 技術教育専修院生の小栗翔太 氏、小野聖太 氏、中尾翔太郎 氏に多大なご協力を頂きました。ここに記して、心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説工業編 (2010)
- 2) 鳥取大学工学部ものづくり教育実践センター：機械工作実習指導書，全 124p. (2011)

- 3) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編 (2008)
- 4) 兼重寛九郎 他 14 名：技術・家庭(中学校教科書), 全 134p. (1962)
- 5) 川崎清貴, 溝口知広, 小林義和, 白井健二, 近藤司：離散点群の円弧近似法を用いた NC データの削減と加工面評価, 日本大学工学部紀要, 第 53 巻第 1 号, pp.1-6 (2011)
- 6) 41st World Skills Competition -London, United Kingdom. 中央職業能力開発協会
http://www.javada.or.jp/jigyuu/gino/kokusai/41_london_taikai.html (2015.11.20)
- 7) 高橋将太郎, 保坂和樹, 川崎裕典, 鈴木渉, 田中浩之, 工藤雄司：ケミカルウッドを用いた緻密な加工技術を習得するための授業実践, 茨城大学教育実践研究, 第 33 号, pp.49-56 (2014)
- 8) 大内進, 棟方哲弥, 渡辺哲也：3 次元 CAD を活用した全盲児のための絵画の半立体的翻案と評価, 電子情報通信学会技術研究報告 [教育工学], 108 巻 406 号, pp.81-86 (2009)
- 9) 為谷誠八：旋盤作業, 日刊工業新聞社, pp.71-76 (1969)
- 10) 日本工業規格会, JIS B 0601 製品の幾何特性仕様(GPS)―表面性状：輪郭曲線方式―用語, 定義及び表面性状パラメータ
<http://www.jisc.go.jp/> (2015.11.20)
- 11) 澤武一：目で見てわかる旋盤作業, 日刊工業新聞社, 全 125p. (2007)
- 12) 三木一隆, 早川権, 川久保英樹, 山崎隆夫：切削条件が旋削加工面に及ぼす影響-基本的な旋削加工による検証実験-長野県工科短期大学校紀要, 第 9 号, pp.1-7 (2006)

Cutting Condition of Chemical-Wood in Lathe Turning

SHIMADA, Kazunori

Abstract

The purpose of this study is to explore the optimum cutting condition of chemical-wood in lathe turning. We conducted an experiment with the following cutting operations; straight turning and end-surface preparation. The results were, 1) From the experiment of straight turning, we found that the cutting speed has a low effect on surface roughness. On the other hand, the feed rate has a noticeable effect on it. We observed that the optimum feed rate is about 0.2mm/rev. 2) From the experiment of end-surface preparation, we grasped that there is no effect of the cutting speed within a range of about 57-226m/min on surface roughness. We also observed that surface roughness is more in accordance with the theoretical roughness value with a feed rate of 0.2 mm/rev than 0.1 mm/rev.

【Key words】 General Purpose Lathe, Chemical-wood, Cutting Condition, Machine Work