

木材切削工具の切れ味測定と切れ味評価(X)*

三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋ならびに二枚刃台鉋による
三次元削りにおける切れ味, および二次元仕込み台を用いた
二枚刃台鉋による三次元削りにおける切れ味(2)

——三次元削りにおける鉋削面の精粗と切屑の
性状の変化に及ぼす鉋削諸因子の影響——

杉 山 滋

長崎大学教育学部工業技術教室

(平成3年2月28日受理)

Studies on Quantification of Sensuous Sharpness and Mechanical Sharpness of Wood Cutting Tools. X.*

Effects of Knife Inclination-Angle, Cutting-Edge Shape and Cap-Iron
Adjustment of Plane on Chip Deformation and Surface Quality
of Workpiece in Oblique Cutting of Wood against Grain
with Various Japanese Hand Planes

Shigeru SUGIYAMA

Department of Technology, Faculty of Education,
Nagasaki University, Nagasaki 852

(Received Feb. 28, 1991)

Abstract

The object of this study was to clarify the cutting mechanism and the real effect of the inclination angle ($i_{(k)}$) in the oblique cutting of wood. This paper presents the effect of $i_{(k)}$ on the occurrence of splits along the grain below the cutting plane related to surface quality and the degree of chip deformation in a $90^\circ-0^\circ$ cutting situation. The cutting tests were made with the same method and on the same materials as

* 本研究の一部は, 昭和63年度文部省科学研究費補助金 一般研究C (研究代表者 杉山 滋; 課題番号 63560175; 研究課題 木材切削工具の切れ味評価法 (感覚切れ味と機械切れ味の定量化) に関する研究) によった。なお, 本研究を「学校教育における木材加工 (木工・工作を含む) 学習指導のための技術的基礎研究 (第14報) Technical and Fundamental Studies on Education of Wood Working in Technical Education Lessons of School, XIII.」とする。上記の研究 (第13報) および標記の研究 (IX) は, 長崎大学教育学部自然科学研究報告 第45号 165~191 (1991) に掲載。

reported in the previous paper¹⁾. Chip deformation and surface quality were observed and estimated in the oblique cutting of wood against the diagonal grain and with the interlocked grain, and characteristics and sharpness of various planes used in this study are discussed.

1. 緒 言

前報¹⁾にひき続き、三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋および二枚刃台鉋による三次元削り、および二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りの鉋削実験を行い、鉋削面の精粗および切屑の性状の変化から、それら鉋による三次元削りにおける切れ味について検討する。

前報¹⁾では、三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋（鉋No.1）および二枚刃台鉋（鉋No.2）の新調時と調整後における切れ味（鉋削方向と鉋台長方向とが平行する三次元削りにおける切れ味）、および二次元仕込み台を用いた刃口距離の小さい半包み台の二枚刃台鉋（鉋No.3）の新調時と調整後における切れ味ならびに刃口距離の大きい使用台の二枚刃台鉋（鉋No.4）の調整後における切れ味を明らかにした（実験I）。本報では、三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋（鉋No.1）によるバイアス角を一定とした三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす鉋刃刃押えの影響を調べるための鉋削実験（実験II-1）、三次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（鉋No.2）によるバイアス角を一定とした三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす裏金設置距離の影響を調べるための鉋削実験（実験II-2）、および二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（鉋No.3および鉋No.4）による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角の影響を調べるための鉋削実験（実験II-3）を行い、三次元削りにおける鉋の切れ味についての基礎資料を収集し、鉋削を良好に行うための適正な鉋削条件についての知見を得ることを目的とした。

2. 実 験

前報¹⁾で用いた鉋4丁を用い、三次元削りの鉋削実験を行い、それら鉋の切れ味と三次元削りにおける適正な鉋削条件についての検討を行う。本報では、3つの鉋削実験、即ち三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋（この鉋を鉋No.1とする）による三次元削り（バイアス角 $i_{(k)}=15^\circ$ 一定とする。 $i_{(k)}=15^\circ$ は、この鉋の場合、鉋傾斜角 $i_{(cp)}=0^\circ$ 、鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=15^\circ$ である）における鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす鉋刃刃押え角（傾斜角） $\beta_{R(k)}$ の影響を明らかにするための鉋削実験（実験II-1）、三次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（この鉋を鉋No.2とする）による三次元削り（バイアス角 $i_{(k)}=5^\circ$ 一定とする。 $i_{(k)}=5^\circ$ は、この鉋の場合、鉋傾斜角 $i_{(cp)}=0^\circ$ 、鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=5^\circ$ である）における鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす裏金設置距離（傾斜距離） $l_{(k)}$ の影響を明らかにするための鉋削実験（実験II-2）、および二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（この鉋には、鉋No.3と鉋No.4とがあるが、いずれの鉋の場合も裏金設置距離（垂直距離） $l_{(k)}=0.3\text{ mm}$ 一定とする）による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角

$i_{(k)}$ (二次元仕込み鉋の場合であるから、鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=0^\circ$ であり、 $i_{(k)}$ を変化させるには、鉋傾斜角 $i_{(cp)}$ を変化させることになる) の影響を明らかにするための鉋削実験 (実験 II-3) を行う。なお、実験 II-3 では、前報¹⁾ で用いた鉋と同様に、刃口距離 (垂直距離) h を小さくし、しかも半包み台の鉋 (この鉋を鉋No.3 とする)、および h を大きくし、しかも使用台の鉋 (この鉋を鉋No.4 とする) を用いて鉋削実験を行う (鉋No.3 を用いての実験を実験 II-3-①とし、鉋No.4 を用いての実験を実験 II-3-②とする)。

本報の実験の概要および実験方法の詳細は、前報¹⁾ に既に詳述している (供試鉋 4 丁および供試材 3 樹種も前報と同様のものを用い、また、本報で用いる鉋削に係わる用語・記号も前報と同様である。前報¹⁾ を参照)。

3. 実験結果および考察

実験 II-1 ~ 実験 II-3 のいずれの実験においても、鉋削用材料 (被削材) は、前報¹⁾ と同様に、ヒノキ、スギの板目板 (鉋削面は木表側) およびホワイトセラヤ桎目板である。ヒノキ板材は、一定の鉋削材長のうち、鉋削開始側の部分が鉋削方向に対して逆目木理であり、鉋削終了側の部分が順目木理であり、それらの中央部分が逆目木理から順目木理への移行部分 (この部分は、長さは短い、鉋削方向に対して平行木理) となっている。また、スギ板材は、ヒノキ板材とは逆に、一定の鉋削材長のうち、鉋削開始側の部分が鉋削方向に対して順目木理であり、鉋削終了側の部分が逆目木理であり、それらの中央部分が順目木理から逆目木理への移行部分 (この部分は極めて短い長さではあるが、鉋削方向に対して平行木理) となっている。なお、ホワイトセラヤは正板目木取りの板材であり、一定の鉋削材長のうちのいずれもが交錯木理 (順目層と逆目層とが交互に鉋削面に現れるが、鉋削方向に対して順目層における順目角度および逆目層における逆目角度は、一定の鉋削材長のうちのどの部位かで若干異なる) となっている。

本報においては、鉋の切れ味を判断する場合には、前報¹⁾ と同様に、鉋削面の精粗と切屑の性状とから判断する。まず、鉋削実験中に、一定の材長にわたっての鉋削面と切屑とから瞬時に切れ味を判断する (これを“切れ味の巨視的判断”と呼び、以下、巨視的判断ということとする)。つぎには、鉋削実験後に採取された鉋削面と切屑とからの拡大写真により細部にわたって切れ味を判断する (これを“切れ味の微視的判断”と呼び、以下、微視的判断ということとする)。巨視的判断は、一定材長における木理走向の変化を考慮して判断するものであるから、鉋の切れ味を判断する場合には、欠くことのできない判断の一つとなる。一方、鉋削自体の最終の評価は、鉋削材面全体にわたっての平滑性・光沢・艶などが問われることになるから、部分的にも鉋削面に逆目ほれが生じていると、高い評価を得ることは難しい。したがって、巨視的判断と微視的判断により、鉋削面と切屑とが良好と判断されてはじめて、鉋の切れ味が良好であることを意味する。本報では、鉋削面と切屑とからの巨視的判断と微視的判断とを用いて、鉋による“三次元削りの効果” (ここでいう三次元削りの効果とは、鉋削面上の逆目ほれを防止し、良好な鉋削面を形成すると同時に、切屑も円滑に排出され、軽快な鉋削を行い得ることを意味し、別の言葉で、パイアスカットの効果とも呼ばれている) を考えてみることにする。

本報では、鉋削面と切屑とを用いて微視的判断を行う場合の図を例として示すこととし、巨視的判断を行う場合の図は、煩雑であり数量も多いので図示を省略することとした。なお、微視的判断を行う場合の図として、一定材長のいろいろな部分のうち、とくに粗面を呈する部分を示すこととした。一定材長の鉋削面のうち、粗面を呈する部分は順目木理の部分ではなく、逆目木理の部分あるいは順目木理から逆目木理 (または、逆目木理から順目木理) への移行部分であるから、微視的判断を行う場合には、とくに逆目木理の部分あるいは移行部分で判断することが必要

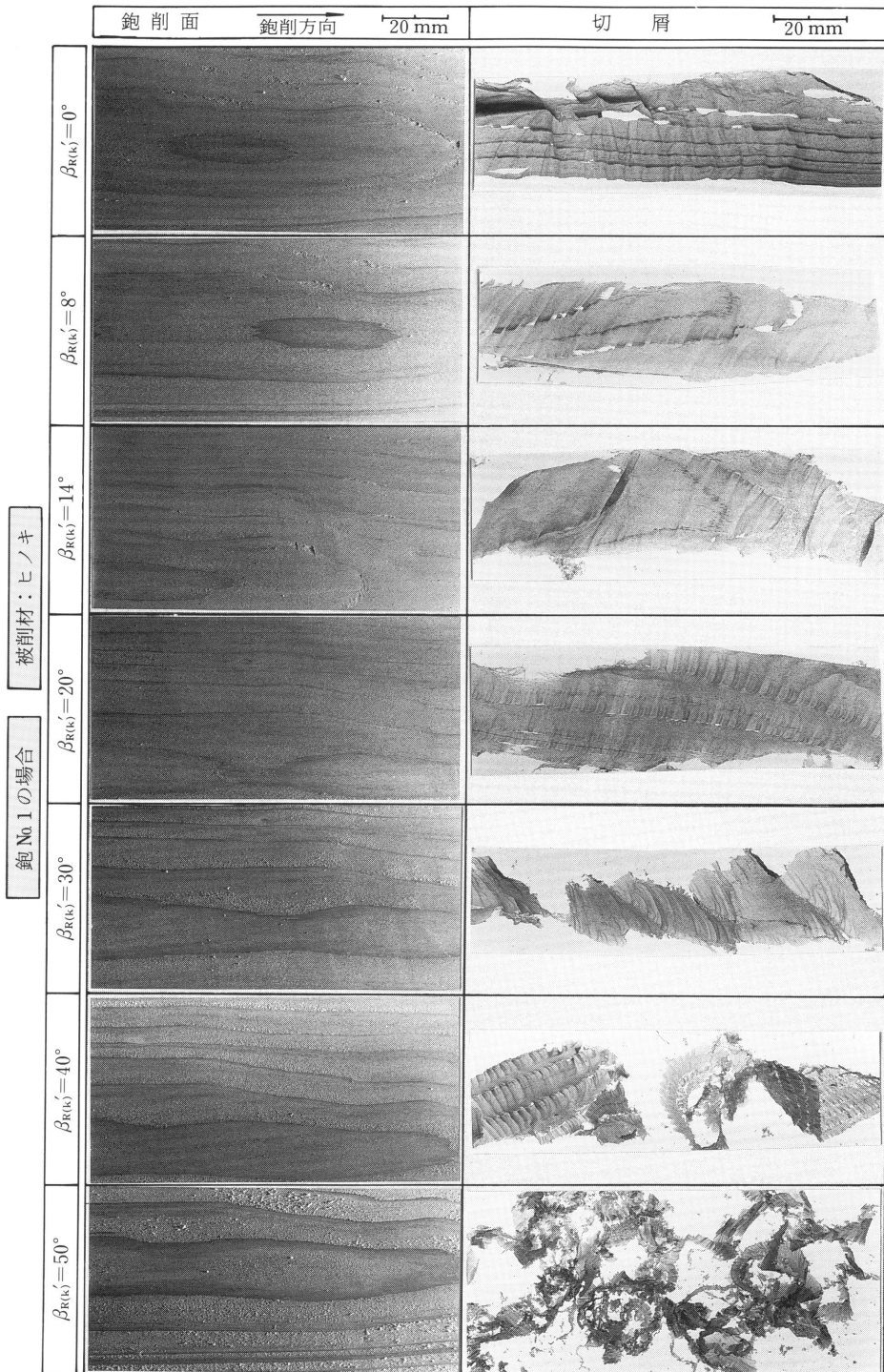


図 1 (a) 三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす鉋刃刃押し角(傾斜角) $\beta_{R(k)'}$ の影響(実験 II-1)

供試鉋：鉋 No. 1；被削材：ヒノキ；鉋刃先端 1 段研ぎ刃先角(垂直角)： $\beta_{(k)_1} = 29^\circ$ ；鉋刃刃押し長さ(傾斜長さ)： $l_{R(k)} = 0.40 \text{ mm}$ ；バイス角： $i_{(k)} = 15^\circ$ (この鉋の場合には、鉋傾斜角 $i_{(cp)} = 0^\circ$ ，鉋刃傾斜角 $i_{(pk)} = 15^\circ$ となる)

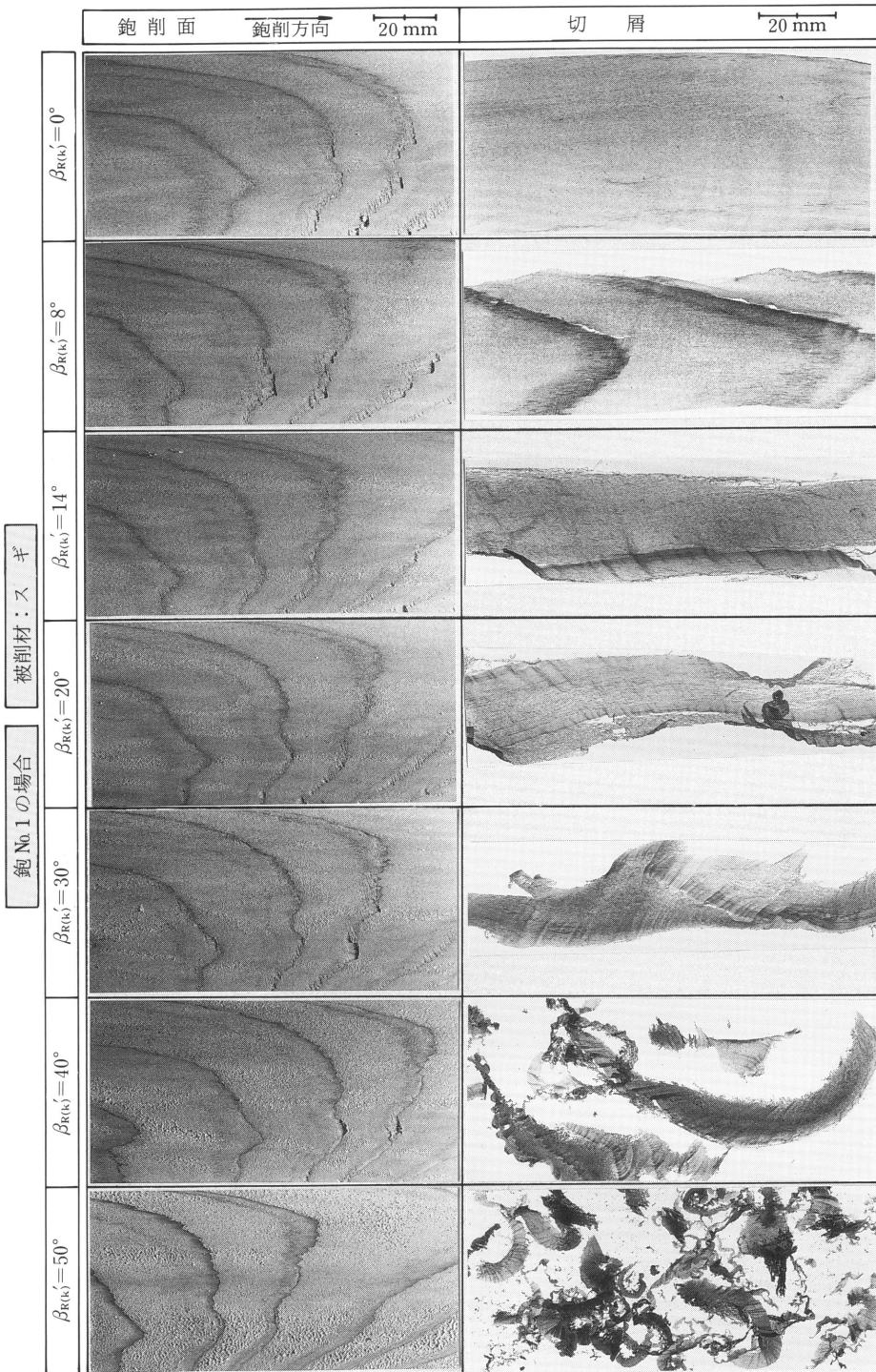


図 1 (b) 三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす鉋刃刃押し角(傾斜角) $\beta_{R(k)'}$ の影響(実験 II-1)
 供試鉋：鉋 No.1；被削材：スギ；鉋削条件：図 1 (a) に同じ

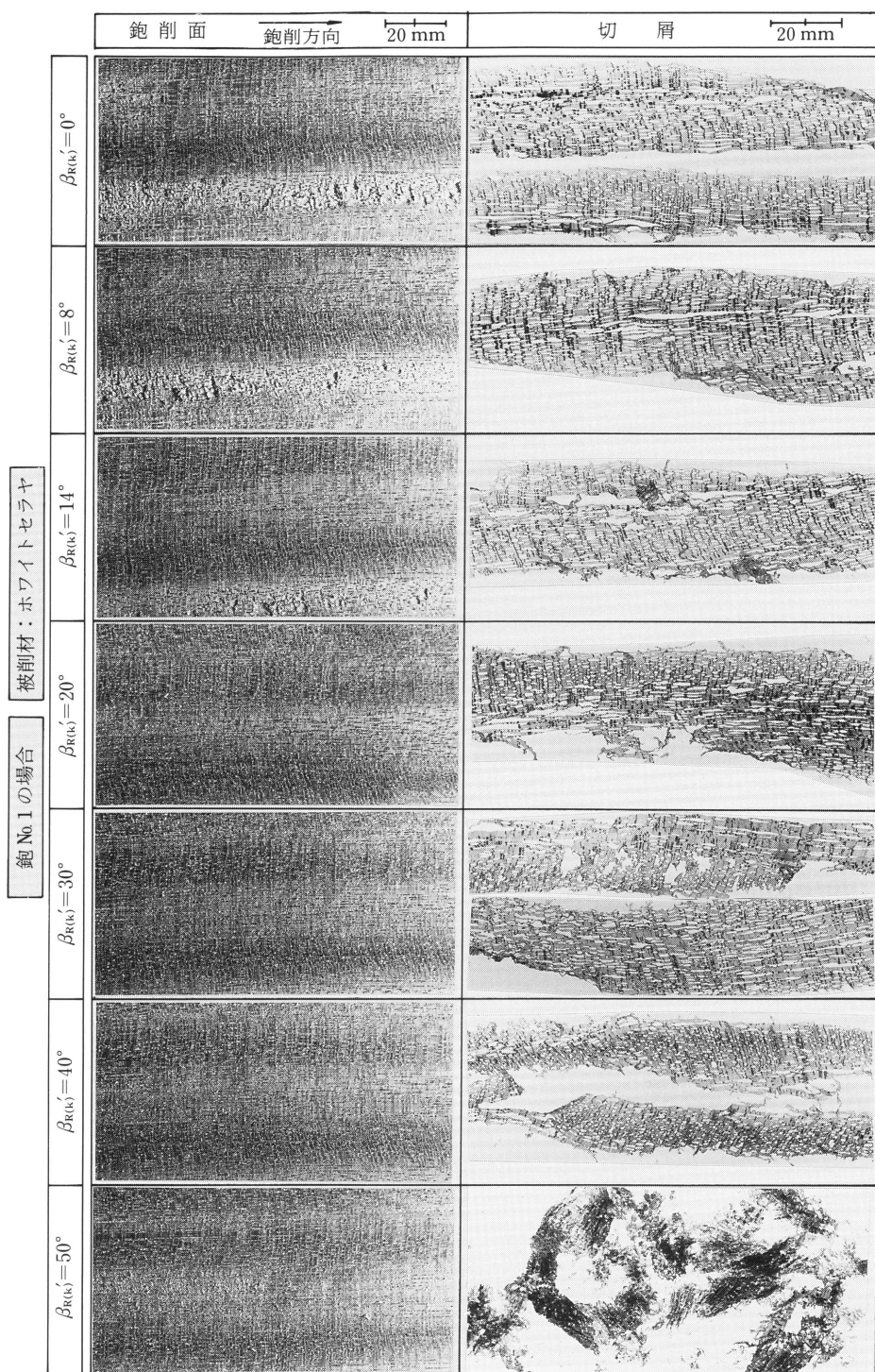


図 1 (c) 三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす鉋刃刃押え角(傾斜角) $\beta_{R(k)'}$ の影響(実験 II-1)

供試鉋：鉋 No. 1；被削材：ホワイトセラヤ；鉋削条件：図 1 (a) に同じ

不可欠となる。本報では、ヒノキおよびスギの場合には、順目木理の部分、逆目木理の部分およびそれらの中間の移行部分の写真撮影を行い、それらを拡大して鉋削条件ごとに相対的に、しかも総合的に判断するが、図示する場合には、材中央部（スギ、ヒノキの場合は順目木理の部分と逆目木理の部分の中間の移行部分を、また、ホワイトセラヤの場合は材中央部分）を一例として示している。なお、ホワイトセラヤの場合は、鉋削開始側の部分、鉋削終了側の部分およびそれらの中間部分で写真撮影を行い、それらの拡大写真を用いて総合的に微視的判断を行うが、図示は、中央部の一例を示している。

まず最初に、実験II-1、即ち三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋（鉋No.1）による三次元削りの鉋削実験の結果を、図1(a)～図1(c)に示す。図は、三次元仕込み台（鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=15^\circ$ ）を用いた一枚刃台鉋（鉋No.1）による三次元削りの鉋削実験結果であり、鉋刃刃押え長さ（傾斜長さ） $l_{R(k')}=0.40\text{ mm}$ 一定とした場合の鉋刃刃押え角（傾斜角） $\beta_{R(k')}$ の変化に伴う鉋削面の精粗と切屑の性状の変化を示している。図において、 $\beta_{R(k')}=0^\circ$ の場合には、鉋刃が直刃の場合を意味するから、 $\beta_{R(k')}=0^\circ$ の場合と比較することによって、鉋刃すくい面の刃押え角度（傾斜角） $\beta_{R(k')}$ の影響を調べることができる。

ヒノキの場合、図1(a)より明らかなように、鉋削面は、 $\beta_{R(k')}=0^\circ$ では鉋削面上の晩材層に逆目ぼれが生じるが、 $\beta_{R(k')}$ が大きくなると減少し、 $\beta_{R(k')}=20^\circ$ で良好な鉋削面が得られる。 $\beta_{R(k')}$ がさらに大きくなると（ $\beta_{R(k')}=50^\circ$ の場合）、早材層に小さなチップ状の逆目ぼれが生じる。したがって、ヒノキでは $\beta_{R(k')}$ を中程度の大きさに保つと、逆目ぼれを防止することができる。 $\beta_{R(k')}$ が著しく小さい場合や著しく大きい場合には、晩材層や早材層に逆目ぼれが生じる。切屑は、 $\beta_{R(k')}=0^\circ$ では幅広であるが、逆目ぼれのために晩材層で掠れ状を呈している。 $\beta_{R(k')}$ が大きくなるにつれて、切屑はその掠れ状が小さくなり、 $\beta_{R(k')}=20^\circ$ で良好な様相を呈した。 $\beta_{R(k')}$ がさらに大きくなると、幅狭な切屑となり、縮みやそれに伴う被壊が著しくなる。したがって、ヒノキの場合、鉋No.1では、 $\beta_{R(k')}=20^\circ$ が良好な鉋削条件となる。

スギの場合、図1(b)より明らかなように、鉋削面は、 $\beta_{R(k')}=0^\circ$ では晩材層に著しい逆目ぼれを生じるが、 $\beta_{R(k')}=14\sim 20^\circ$ では逆目ぼれは小さくなり、鉋削面は比較的良好となる。 $\beta_{R(k')}$ がさらに大きくなると、晩材層に生じた逆目ぼれは著しく小さくなるが、早材層に小さなチップ状の逆目ぼれが生じるようになる。また、切屑は、 $\beta_{R(k')}=0^\circ$ では早材層に限っては幅広でしかも薄く鉋削されている。 $\beta_{R(k')}=14\sim 20^\circ$ では幅狭となり切屑の幅方向のみならず長さ方向へも寸断され、掠れ状を呈している。 $\beta_{R(k')}=50^\circ$ に向うにつれ、切屑は薄いが次第に幅狭で横方向への変形・縮みが著しくなり、切屑の幅方向および長さ方向への寸断が著しく、不連続な様相を呈する。したがって、スギの場合、鉋No.1では、 $\beta_{R(k')}=14\sim 20^\circ$ が良好な鉋削条件となる。

ホワイトセラヤの場合、図1(c)より明らかなように、鉋削面は、 $\beta_{R(k')}$ の小さい場合（ $\beta_{R(k')}=0\sim 14^\circ$ の場合）では順目層では平滑に鉋削されているが、逆目層では著しい逆目ぼれが生じている。切屑は、順目層では薄く、しかも連続帯状を呈しているが、逆目層では薄く連続して鉋削されず、順目層の切屑とは連続しない（幅方向へのつながりが弱く、逆目層では長さ方向へのすじ状を呈する）。 $\beta_{R(k')}$ が大きくなると（ $\beta_{R(k')}=20\sim 40^\circ$ の場合）、鉋削面は、順目層では平滑に、また、逆目層でも比較的平滑に鉋削されている。切屑は、順目層では薄く連続帯状を呈するが、 $\beta_{R(k')}$ の増加に伴い切屑の幅が次第に狭くなるが、逆目層では薄く連続した切屑を鉋削できず、粉状を呈する。 $\beta_{R(k')}$ がさらに大きくなると（ $\beta_{R(k')}=50^\circ$ の場合）、鉋削面は、順目層、逆目層のいずれにおいても極く小さいチップ状の逆目ぼれを生じるが、比較的平滑な様相を呈している。切屑は、順目層では薄く鉋削されるが、縮みの著しい綿状を呈する。また、逆目層では、切屑は薄く連続して鉋削されずに粉状を呈し、順目層の切屑とは連続しない。したがって、ホワイトセラヤの場合、鉋No.1では、 $\beta_{R(k')}=20\sim 40^\circ$ が良好な鉋削条件となる。

つぎに、実験II-2、即ち三次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（鉋No.2）による三次元削りの鉋削実験を、図2(a)～図2(c)に示す。図は、三次元仕込み台（鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=5^\circ$ ）を用いた二枚刃台鉋（鉋No.2）による三次元削りの鉋削実験結果であり、裏金先端2段研ぎ

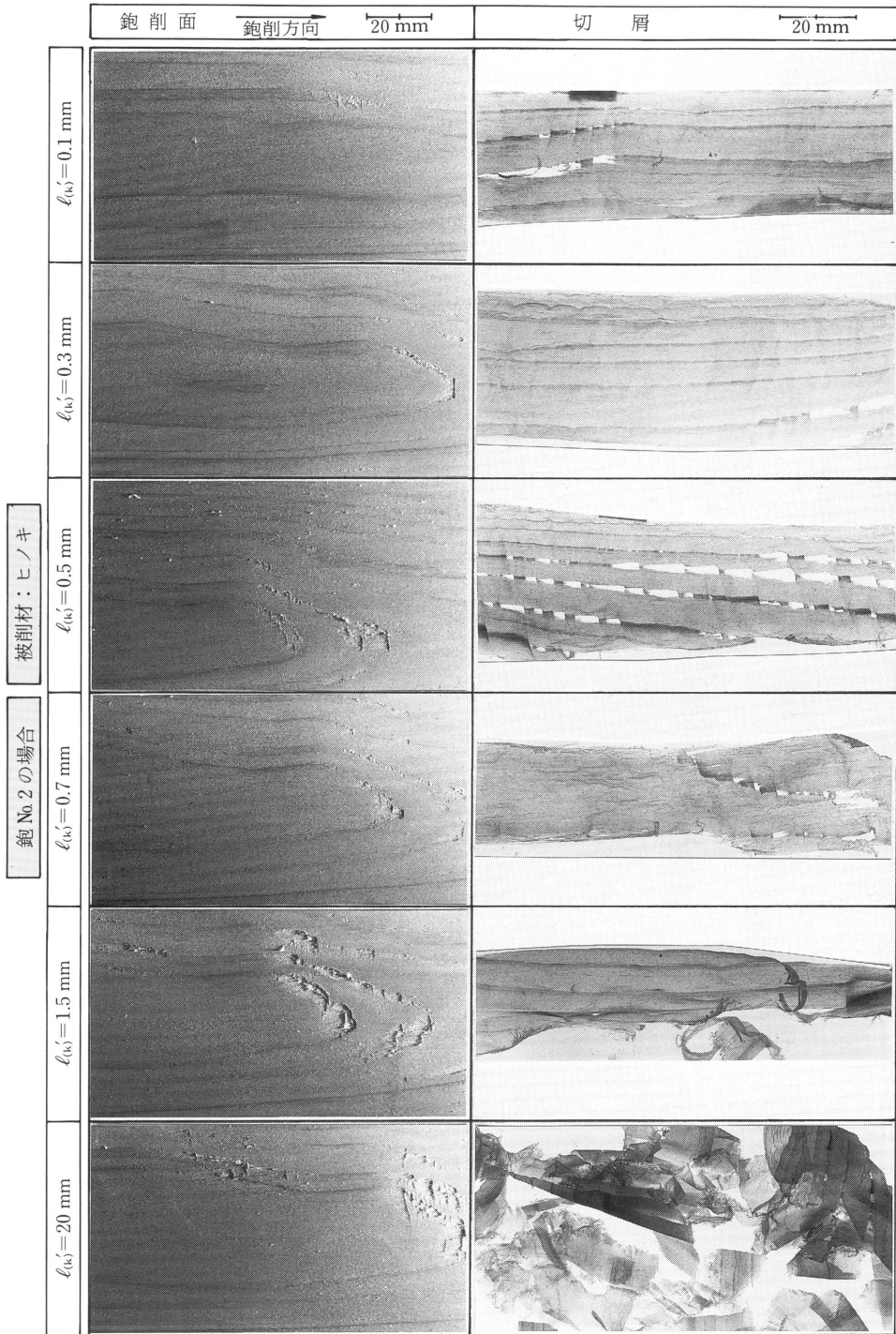


図 2 (a) 三次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす裏金設置距離（傾斜距離） $\ell_{(k)}'$ の影響（実験 II - 2）

供試鉋：鉋 No. 2；被削材：ヒノキ；裏金先端 2 段研ぎ角（傾斜角）： $\beta_{(B)2} = 72^\circ$ ；裏金作用長さ（傾斜長さ）： $\ell_{R(B)} = 0.20 \text{ mm}$ ；バイアス角： $i_{(k)} = 5^\circ$ （この鉋の場合には、鉋傾斜角 $i_{(cp)} = 0^\circ$ ，鉋刃傾斜角 $i_{(pk)} = 5^\circ$ となる）

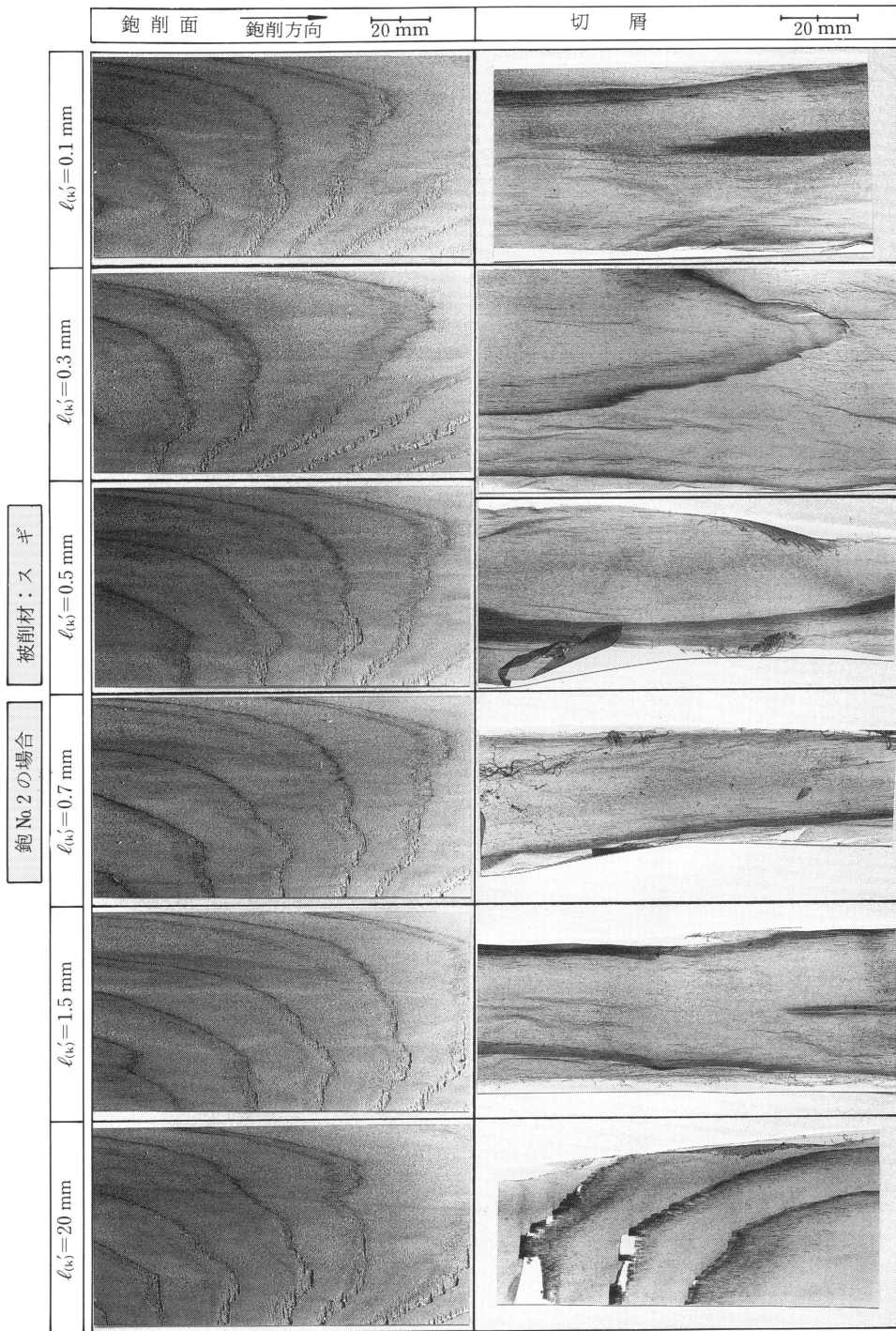


図 2 (b) 三次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす裏金設置距離 (傾斜距離) $\ell_{(k)}'$ の影響 (実験 II - 2)

供試鉋：鉋 No. 2；被削材：スギ；鉋削条件：図 2 (a) に同じ

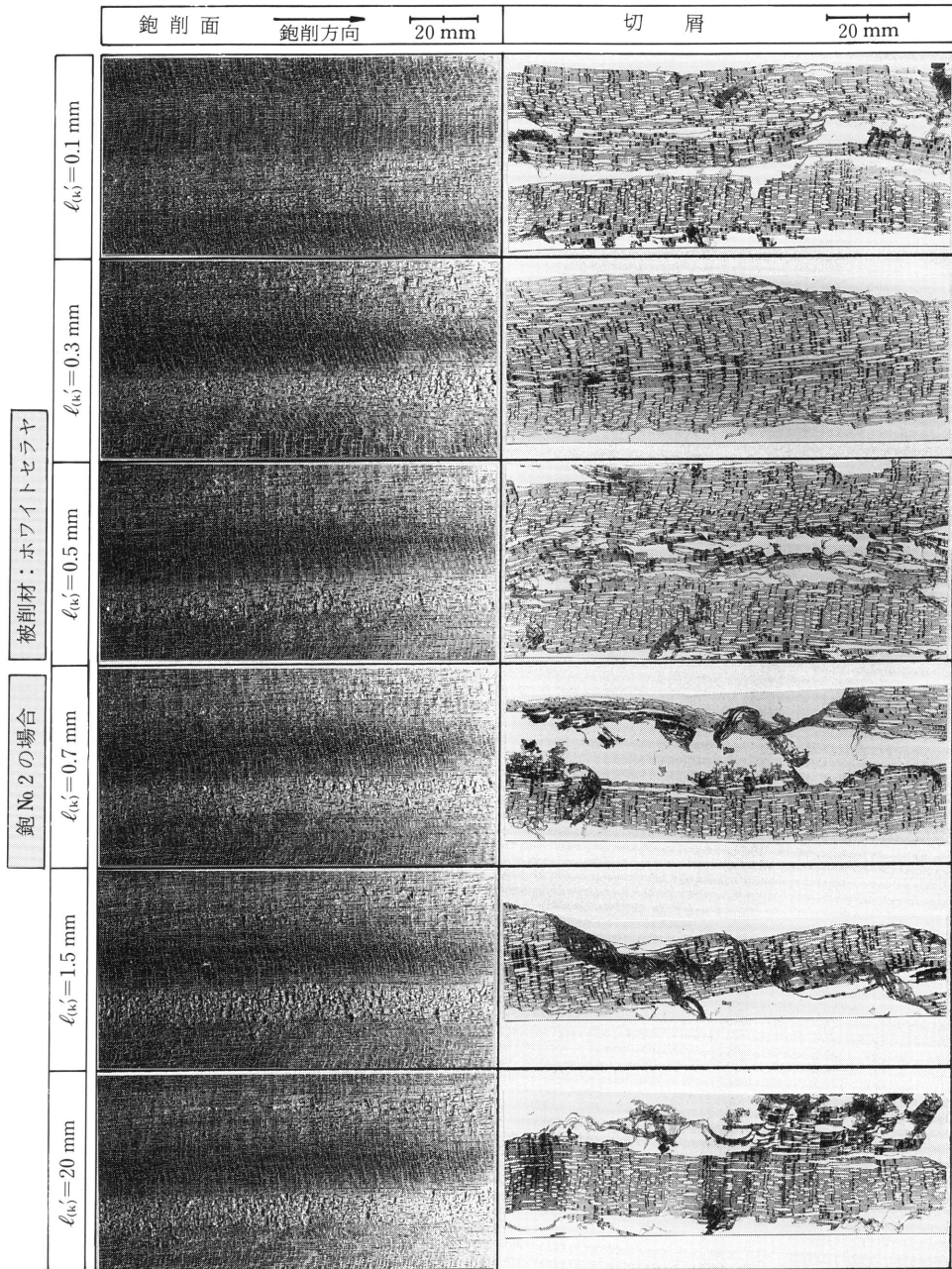


図 2 (c) 三次元仕込み台を用いた二枚刃鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼす裏金設置距離（傾斜距離） $\ell_{(k)}'$ の影響（実験 II - 2）

供試鉋：鉋 No. 2；被削材：ホワイトセラヤ；鉋削条件：図 2 (a) に同じ

角 (傾斜角) $\beta_{(B)2}'=72^\circ$ および裏金作用長さ (傾斜長さ) $l_{R(B)'}=0.2 \text{ mm}$ を一定とした場合の裏金設置距離 (傾斜距離) $l_{(k)'}$ の変化に伴う鉋削面の精粗および切屑の性状の変化を示している。図において、 $l_{(k)'}=20 \text{ mm}$ の場合は、裏金の作用は全くなく、裏金なしの一枚刃の鉋刃 (直刃の場合) の作用と同じであるから (ただし、 $l_{(k)'}=20 \text{ mm}$ に裏金を設置すれば、切屑の流・排出の様相は、裏金なしの一枚刃の鉋刃の場合とは異なってくる)、 $l_{(k)'}=20 \text{ mm}$ の場合と比較することによって裏金の作用 (即ち、裏金設置距離) の影響を調べることができる。

ヒノキの場合、図 2 (a) より明らかなように、鉋削面は、 $l_{(k)'}$ の小さい場合、とくに、 $l_{(k)'}=0.1 \text{ mm}$ で良好な様相を呈した。 $l_{(k)'}$ が中程度の大きさの場合 ($l_{(k)'}=0.5\sim 0.7 \text{ mm}$ の場合)、晩材層で逆目ぼれが生じる。 $l_{(k)'}$ が大きい場合 ($l_{(k)'}=1.5\sim 20 \text{ mm}$ の場合)、晩材層における逆目ぼれは一層著しくなり、鉋削面は粗面を呈する。切屑は、 $l_{(k)'}$ の小さい場合、とくに、 $l_{(k)'}=0.1 \text{ mm}$ で良好となった。 $l_{(k)'}$ が中程度の大きさの場合 ($l_{(k)'}=0.5\sim 0.7 \text{ mm}$ の場合)、逆目ぼれの発生のため、晩材層で掠れ状を呈し、早材層と晩材層で不連続となる部分が多く現れる。また、 $l_{(k)'}$ が大きい場合 ($l_{(k)'}=1.5\sim 20 \text{ mm}$ の場合)、切屑は薄い、幅方向および長さ方向に寸断され、掠れ状および不連続な様相を呈する。したがって、ヒノキの場合、鉋No. 2 では、 $l_{(k)'}=0.1 \text{ mm}$ が良好な鉋削条件となる。

スギおよびホワイトセラヤの場合、図 2 (b) および図 2 (c) より明らかなように、 $l_{(k)'}$ の変化に伴う鉋削面の精粗および切屑の性状の変化の傾向は、ヒノキの場合 (図 2 (a)) とほぼ類似した傾向を示した。したがって、スギ、ホワイトセラヤの場合も、鉋No. 2 では、 $l_{(k)'}=0.1 \text{ mm}$ が良好な鉋削条件となる。

実験 II - 3 - ①、即ち二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋 (鉋No. 3) による三次元削りの鉋削実験の結果を、図 3 (a) ~ 図 3 (c) に示す。図は、二次元仕込み台 (鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=0^\circ$) を用いた二枚刃台鉋 (鉋No. 3) による三次元削りの鉋削実験 (鉋傾斜角 $i_{(cp)}$ を変えての実験) の結果であり、裏金設置距離 (垂直距離) $l_{(k)}=0.30 \text{ mm}$ 一定とした場合の鉋傾斜角 $i_{(cp)}$ ($i_{(pk)}=0^\circ$ であるから、 $i_{(cp)}$ がバイアス角 $i_{(k)}$ となる) の変化に伴う鉋削面の精粗と切屑の性状の変化を示している。図において、 $i_{(k)}=0^\circ$ の場合が二次元削りの場合であるから、 $i_{(k)}=0^\circ$ の場合と比較することによって、三次元削りの場合 (本報の鉋削条件では、 $0^\circ < i_{(k)} \leq 45^\circ$ の場合) の影響を調べることができる。

ヒノキの場合、図 3 (a) より明らかなように、鉋削面は、 $i_{(k)}=0^\circ$ の場合で著しい粗面を呈したが、 $i_{(k)}$ の小さい場合 ($i_{(k)}=0\sim 5^\circ$ の場合) および $i_{(k)}$ の大きい場合 ($i_{(k)}=30\sim 45^\circ$ の場合)、晩材層で若干の逆目ぼれが生じる (むしりとられる様相を呈した)。切屑は、いずれの $i_{(k)}$ の場合も晩材層で掠れ状を呈したが、 $i_{(k)}$ の変化による切屑の性状の変化に大きな差は観察されなかった。このヒノキを、鉋No. 3 を用いて鉋削する場合には、とくに良好な鉋削条件は見い出せなかったが、 $i_{(k)}=30\sim 50^\circ$ の場合には、比較的良好的な鉋削条件となると考えられる。

スギの場合、図 3 (b) より明らかなように、鉋削面は、 $i_{(k)}$ が小さい場合 ($i_{(k)}=0\sim 5^\circ$ の場合) に良好な様相を呈した。 $i_{(k)}$ が大きくなるにつれ、晩材層の逆目ぼれが著しくなる。切屑は、 $i_{(k)}$ が小さい場合 ($i_{(k)}=0\sim 10^\circ$ の場合) に良好な様相を呈したが、 $i_{(k)}$ がそれ以上に大きくなると ($i_{(k)}=20\sim 45^\circ$ の場合)、次第に幅狭となり、晩材層での掠れも減少せず、長さ方向にも不連続な様相を呈してくる。したがって、スギの場合、鉋No. 3 では、 $i_{(k)}=5^\circ$ が良好な鉋削条件となる。

ホワイトセラヤの場合、図 3 (c) より明らかなように、鉋削面は、いずれの $i_{(k)}$ の場合も順目層では良好な様相を呈したが、逆目層では $i_{(k)}=30\sim 45^\circ$ の場合に著しい逆目ぼれの発生を防止することができ、良好な様相を呈した。切屑は、順目層ではいずれの $i_{(k)}$ の場合も薄く幅広に鉋削されているが、逆目層ではいずれの $i_{(k)}$ の場合も著しく破壊され、粉状を呈し、順目層の切屑とは連続しない様相を呈した。したがって、ホワイトセラヤの場合、鉋削面の精粗を重要視して考えれば、 $i_{(k)}=45^\circ$ が良好な鉋削条件となる。

実験 II - 3 - ②、即ち二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋 (鉋No. 4) による三次元削りの

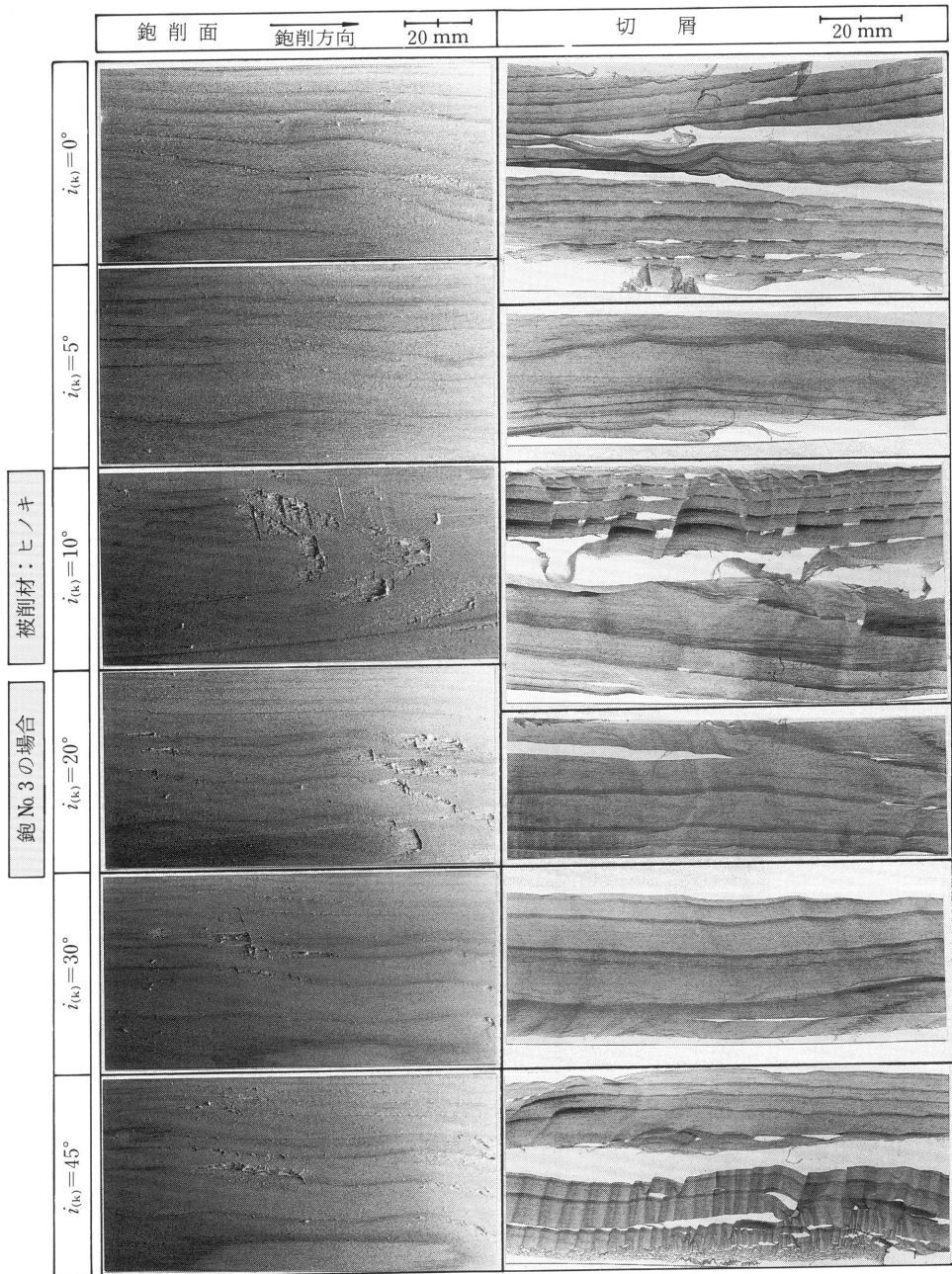


図 3 (a) 二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすパイアス角 $i_{(k)}$ の影響 (実験 II-3-①)

供試鉋：鉋 No. 3；被削材：ヒノキ；裏金先端 2 段研ぎ角（垂直角）： $\beta_{(B)2} = 73^\circ$ ；裏金作用長さ（垂直長さ）： $l_{R(B)} = 0.20 \text{ mm}$ ；裏金設置距離（垂直距離）： $l_{(k)} = 0.3 \text{ mm}$ ；パイアス角 $i_{(k)}$ は、この鉋の場合、鉋刃傾斜角 $i_{(pk)} = 0^\circ$ であるから、鉋傾斜角 $i_{(cp)}$ が $i_{(k)}$ となる。

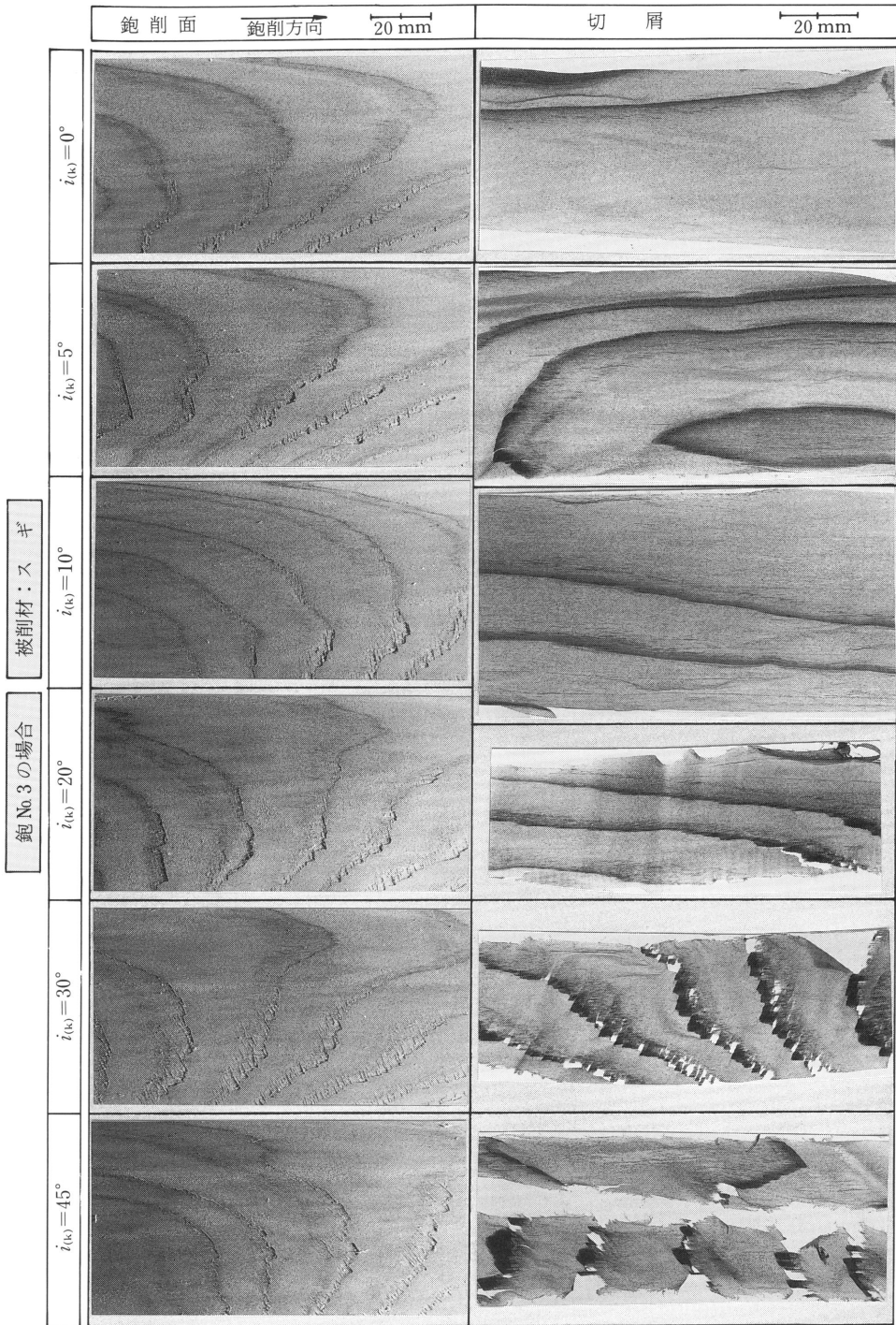


図 3 (b) 二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角 $i_{(k)}$ の影響 (実験 II-3-①)

供試鉋：鉋 No. 3；被削材：スギ；鉋削条件：図 3 (a) に同じ

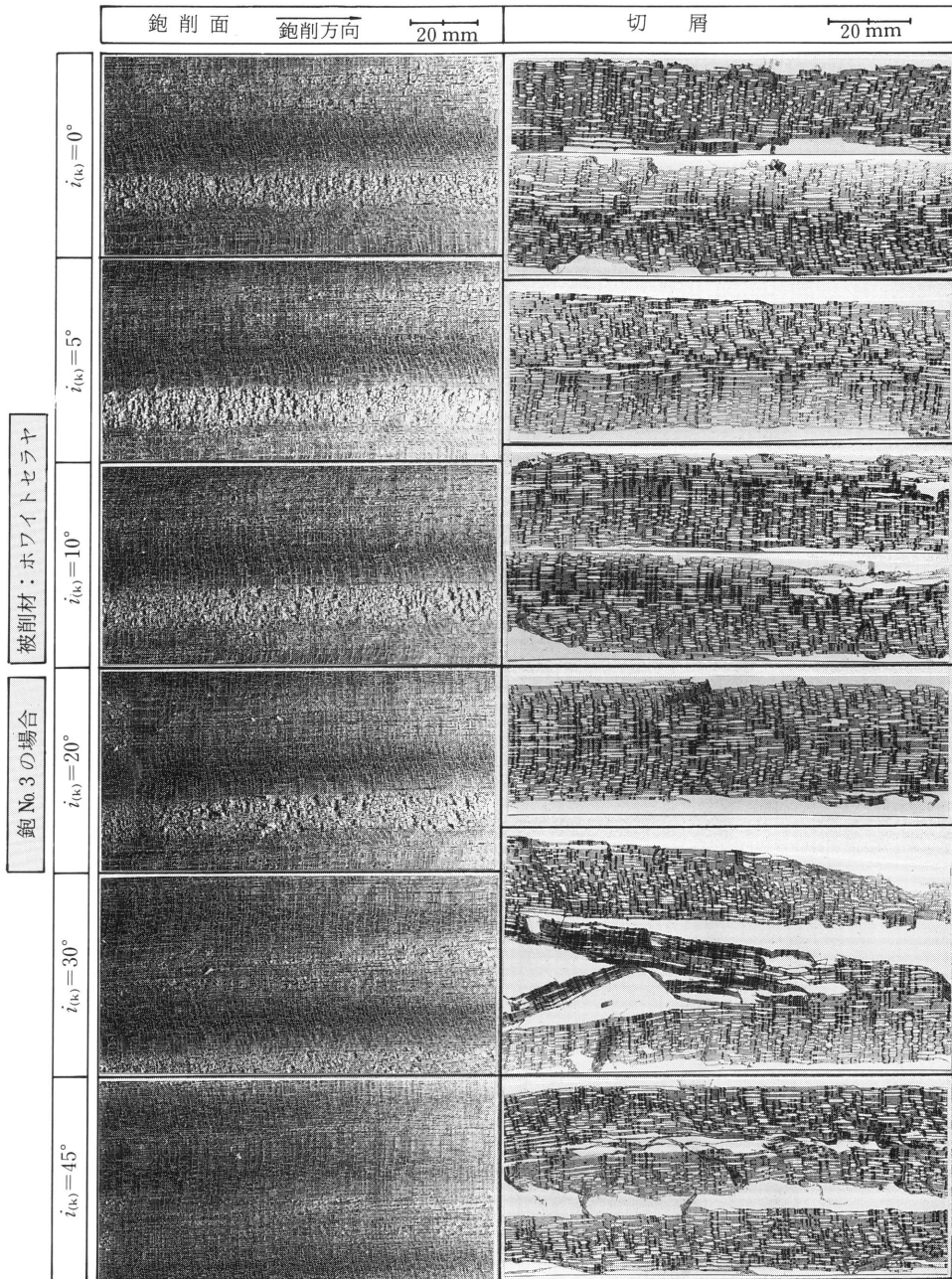


図 3 (c) 二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角 $i_{(k)}$ の影響 (実験 II-3-①)

供試鉋：鉋 No. 3；被削材：ホワイトセラヤ；鉋削条件：図 3 (a) に同じ

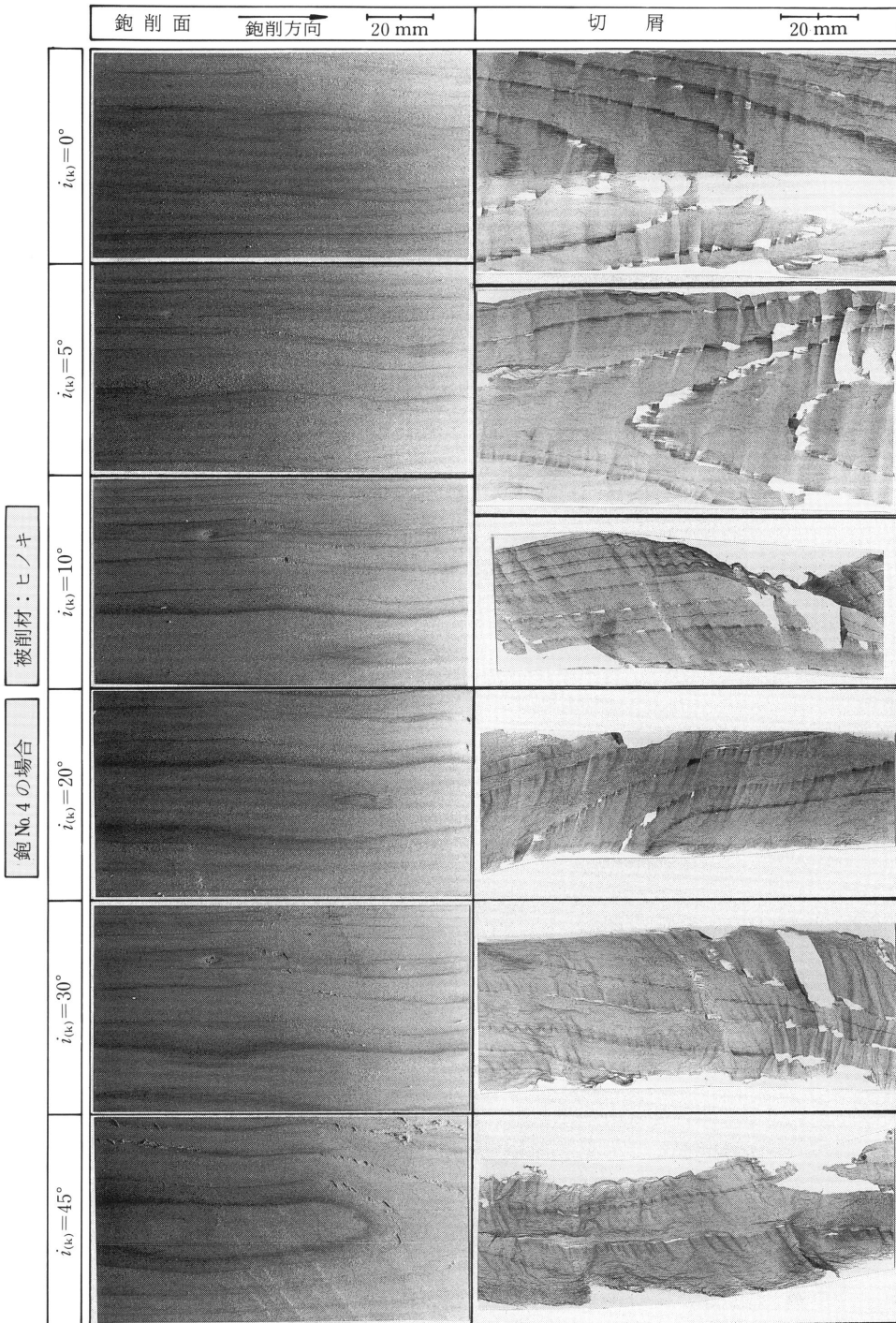


図 4 (a) 二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角 $i_{(k)}$ の影響 (実験 II-3-②)
 供試鉋：鉋 No. 4；被削材：ヒノキ；裏金先端 2 段研ぎ角 (垂直角)： $\beta_{(B)2} = 60^\circ$ ；裏金作用長さ (垂直長さ)： $\ell_{R(B)} = 0.50 \text{ mm}$ ；裏金設置距離 (垂直距離)： $\ell_{(k)} = 0.3 \text{ mm}$ ；バイアス角 $i_{(k)}$ は、この鉋の場合、鉋刃傾斜角 $i_{(pk)} = 0^\circ$ であるから、鉋傾斜角 $i_{(cp)}$ が $i_{(k)}$ となる。

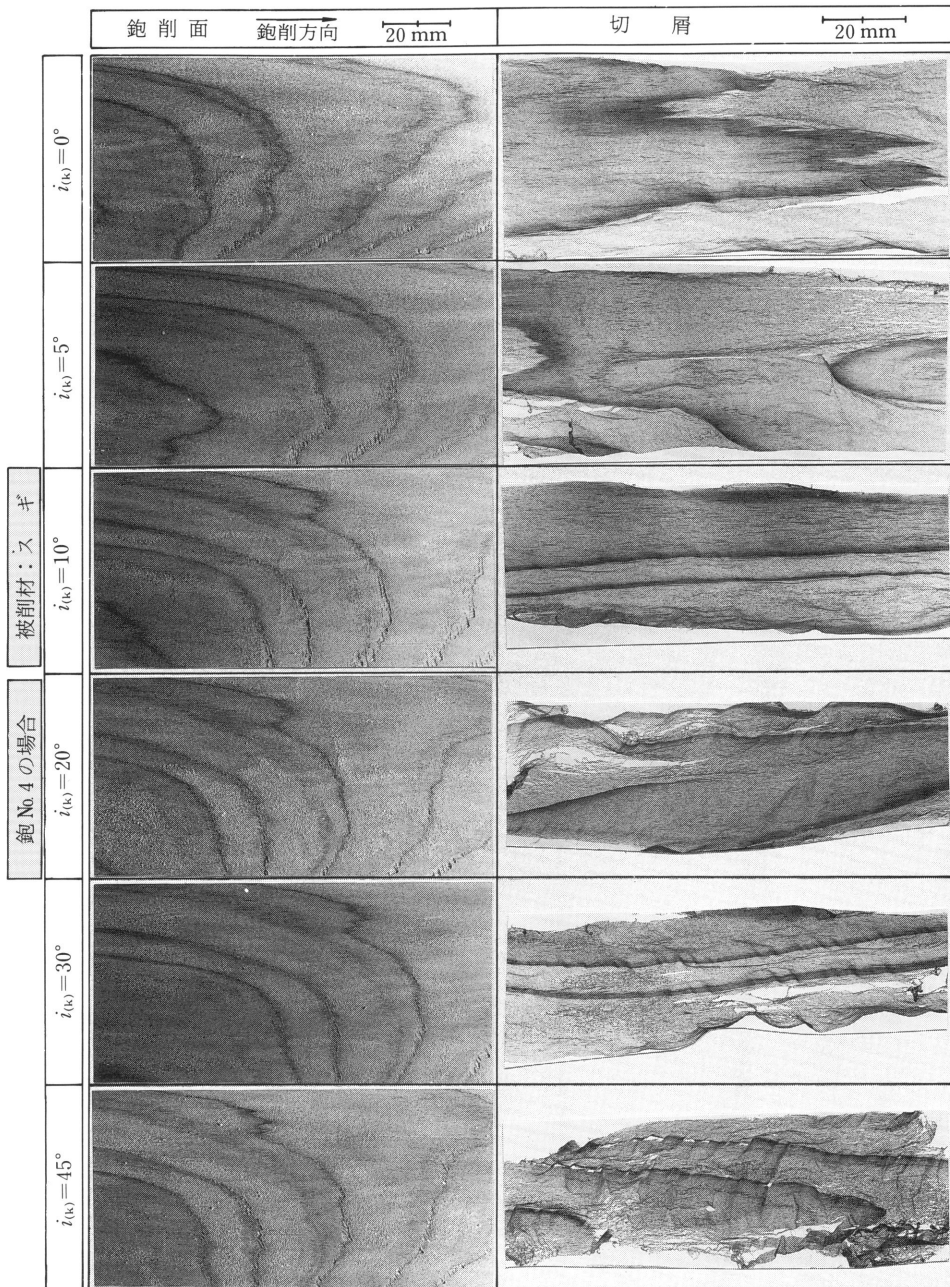


図 4 (b) 二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角 $i_{(k)}$ の影響 (実験 II-3-②)

供試鉋：鉋 No. 4；被削材：スギ；鉋削条件：図 4 (a) に同じ

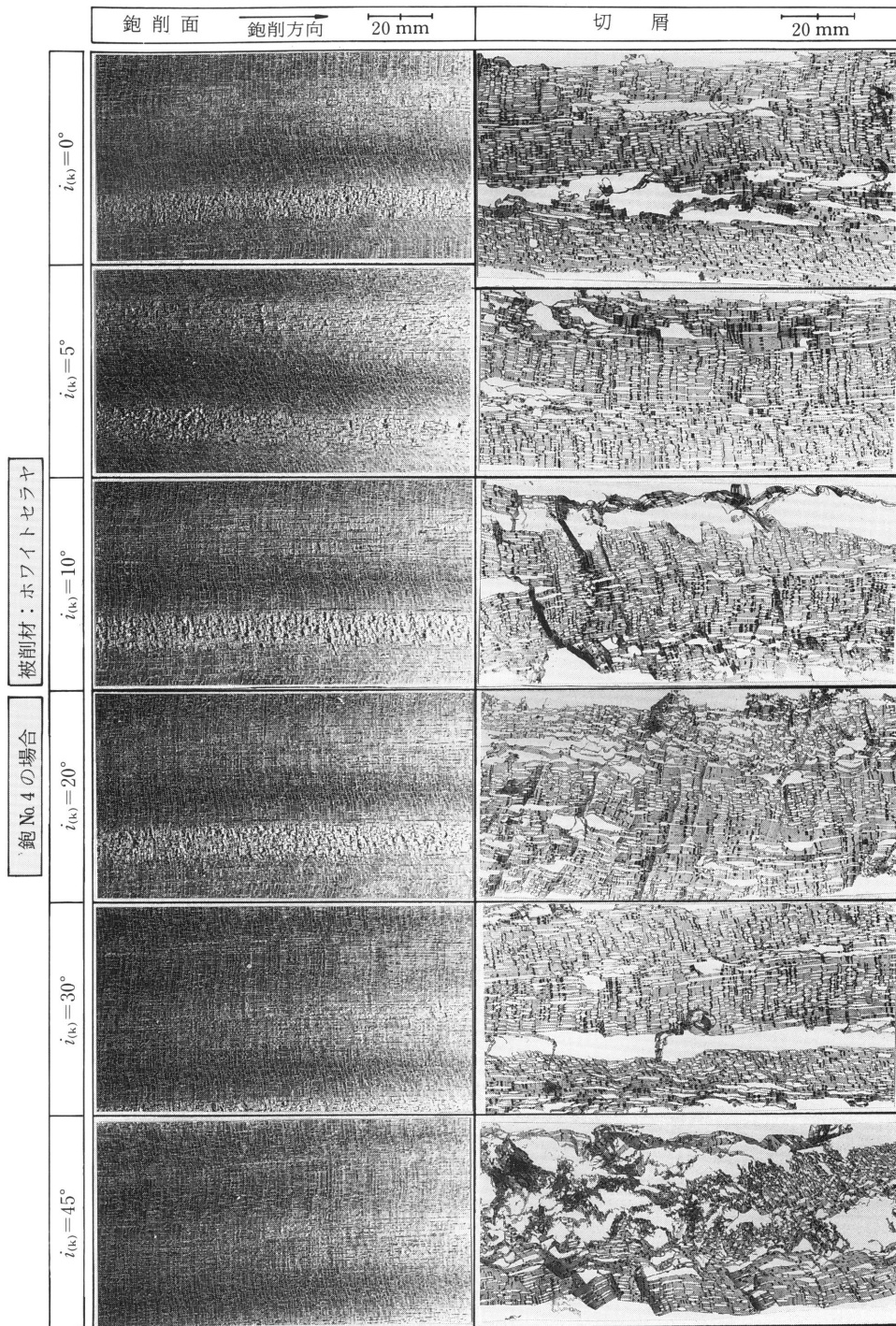


図 4 (c) 二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化に及ぼすバイアス角 $i_{(k)}$ の影響 (実験 II-3-②)

供試鉋：鉋 No. 4；被削材：ホワイトセラヤ；鉋削条件：図 4 (a) に同じ

表 1 鉋削中における鉋削面・切屑の巨視的判断ならびに鉋削後における鉋削面・切屑の微視的判断による鉋の切れ味の評価 (実験 II-1 ~ 実験 II-3)

		ヒ ノ キ							ス ギ							ホワイトセラヤ								
実験	判断			$\beta_{R(k)} (^{\circ})$							$\beta_{R(k)} (^{\circ})$							$\beta_{R(k)} (^{\circ})$						
				0	8	14	20	30	40	50	0	8	14	20	30	40	50	0	8	14	20	30	40	50
II-1	巨視的	鉋削面	△	△	△	◎	◎	△	×	△	△	◎	◎	△	×	△	○	○	◎	◎	○	○		
		切屑	△	△	△	△	○	×	××	△	△	◎	◎	○	×	××	△	○	△	◎	◎	△	×	
	微視的	鉋削面	×	△	△	○	△	△	×	×	×	○	◎	△	×	×	×	×	×	○	○	○	△	
		切屑	○	△	△	◎	×	×	××	◎	○	△	△	×	×	××	△	○	○	◎	◎	△	×	
II-2	巨視的	鉋削面	△	○	○	○	×	×	○	○	○	○	△	○	◎	○	○	△	△	×				
		切屑	○	○	○	○	×	×	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△	△	△				
	微視的	鉋削面	○	△	×	△	×	×	○	△	○	△	△	△	○	△	△	△	×	×				
		切屑	△	○	×	×	×	××	○	◎	△	△	△	×	○	○	○	△	△	△				
II-3 ①	巨視的	鉋削面	×	×	×	○	△	◎	×	△	○	○	○	◎	△	—	△	△	○	◎				
		切屑	×	×	△	△	△	○	×	△	○	△	○	○	×	—	△	△	○	○				
	微視的	鉋削面	△	△	××	×	△	△	△	△	×	×	×	△	×	×	×	×	△	◎				
		切屑	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	×	××	○	○	○	○	○	○				
II-3 ②	巨視的	鉋削面	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎				
		切屑	○	◎	○	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎				
	微視的	鉋削面	○	○	○	○	△	×	△	△	△	○	○	△	△	△	△	△	○	○				
		切屑	△	△	△	△	△	△	◎	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎				

(注) 1. 鉋削面および切屑の巨視的判断：鉋削実験の繰返し中に、鉋から排出される切屑の性状および鉋削面の精粗の様相を瞬時に、しかも巨視的に判断する場合で、鉋削面の様相および切屑の性状の良否を、下記の5段階にそれぞれ分けて表示した。鉋削面および切屑の微視的判断：鉋削実験終了後に、鉋から排出された切屑および鉋削面を採取し、切屑の性状や鉋削面の精粗の様相を写真撮影し、それらの拡大図と鉋削条件の変化との関係を相対的に判断する場合で、この場合にも上記の場合と同様に、下記の5段階に分けて表示した。◎：極めて良好な場合、○：良好な場合、△：良好・不良の判断が難しい場合、×：不良な場合、××：著しく不良な場合

2. ：鉋削面の精粗および切屑の性状から判断して、“比較的良好な鉋削条件”となる範囲を意味する。
：“良好な鉋削条件”の範囲を意味する (この場合には、上記の“比較的良好な鉋削条件”の範囲の中から、あるいは鉋削面の精粗の微視的判断の結果に基づいて表示した)。

3. 記号 $\beta_{R(k)}$ 、 $\ell_{(k)}$ および $i_{(k)}$ ：図1(a)~図4(c)参照 (前報¹⁾の図3~図5参照)

鉋削実験の結果を、図4(a)～図4(c)に示す。図は、二次元仕込み台(鉋刃傾斜角 $i_{(pk)}=0^\circ$)を用いた二枚刃台鉋(鉋No.4)による三次元削りの鉋削実験(鉋傾斜角 $i_{(cp)}$)を変えての実験の結果であり、裏金設置距離(垂直距離) $l_{(k)}=0.30$ mm一定とした場合の鉋傾斜角 $i_{(cp)}$ の変化に伴う鉋削面の精粗および切屑の性状の変化を示している。実験II-3-①(図3(a)～図3(c)の場合)も、この実験II-3-②と同種の実験であるから、両方の実験結果を比較することによって鉋の違いによる影響(即ち、鉋台の材質、仕立ておよび鉋刃の材質、研磨の程度なども異っているが、ここでは、主として刃口距離の大きさと刃口の包みの違いによる影響)を調べることができる。

ヒノキの場合、図4(a)より明らかなように、鉋削面は、 $i_{(k)}$ が小さい場合($i_{(k)}=0\sim 20^\circ$ の場合)に良好な様相を呈したが、 $i_{(k)}$ が大きくなると($i_{(k)}=30\sim 45^\circ$ の場合)、晩材層で逆目ぼれが生じる。切屑は、 $i_{(k)}$ が小さい場合($i_{(k)}=0\sim 5^\circ$ の場合)には、晩材層で掠れ状を呈するが、 $i_{(k)}$ が大きくなる場合($i_{(k)}=45^\circ$ の場合)には、晩材層での掠れ状も減少し、良好な様相を呈した。したがって、ヒノキの場合、鉋No.3の場合(刃口距離が小さく、半包み台の鉋の場合)と異なり、鉋No.4の場合(刃口距離が大きく、使用台の場合)には $i_{(k)}$ の広い範囲で良好な鉋削条件となった。とくに、鉋No.4では、 $i_{(k)}=0^\circ$ の場合(二次元削りの場合)でも良好な結果が得られた。

スギの場合、図4(b)より明らかなように、鉋削面は、 $i_{(k)}=20\sim 30^\circ$ の場合に良好な様相を呈した。 $i_{(k)}=0\sim 20^\circ$ の場合および $i_{(k)}=20\sim 45^\circ$ の場合には、晩材層に小さな逆目ぼれおよび早材層に極く小さいチップ状の逆目ぼれが生じるが、比較的良好的な鉋削面を呈した。切屑は、 $i_{(k)}=0\sim 5^\circ$ の場合で薄く幅広に鉋削され、良好な様相を呈した。 $i_{(k)}=10\sim 45^\circ$ の場合では、切屑は横方向への変形や縮みが著しくなるが、比較的良好的な様相を呈した。したがって、スギの場合、鉋No.4では、 $i_{(k)}=20\sim 30^\circ$ が良好な鉋削条件となる。

ホワイトセイヤの場合、図4(c)より明らかなように、鉋削面は、いずれの $i_{(k)}$ の場合も比較的良好的な様相を呈した。とくに、 $i_{(k)}$ の大きい場合ほど逆目層における逆目ぼれを減少させることができる。切屑は、いずれの $i_{(k)}$ の場合も薄く幅広に鉋削されるが、 $i_{(k)}=45^\circ$ の場合には横方向への変形や縮みが著しくなるようである。したがって、ホワイトセイヤの場合、鉋No.3の場合とは異なり、鉋No.4の場合では $i_{(k)}$ の広い範囲にわたって良好な鉋削条件となったが、とくに、鉋削面の精粗から判断すると、 $i_{(k)}$ は大きい場合($i_{(k)}=45^\circ$ の場合)の方が良好な鉋削条件となるようである。

鉋No.3を用いた実験(実験II-3-①)および鉋No.4を用いた実験(実験II-3-②)における結果を比較すると、刃口距離が大きく、しかも使用台の鉋(鉋No.4)の場合の方が、刃口距離が小さく、しかも半包み台の鉋(鉋No.3)の場合よりも三次元削りの効果が現れ易い(ただし、樹種により若干の違いがあり、鉋No.4によるヒノキの鉋削では、 $i_{(k)}=0^\circ$ の場合でも鉋削は良好な結果となった。勿論、 $i_{(k)}$ を大きくした場合も良好な結果が得られた)。刃口距離の小さい半包みの鉋No.3では、三次元削りの効果を発揮するには、樹種に応じた適正な $i_{(k)}$ を用いなければならないことが、この実験から明らかとなった。即ち、ヒノキでは $i_{(k)}$ は大きいほどよく、スギでは $i_{(k)}$ は小さいほどよく、また、ホワイトセイヤでは $i_{(k)}$ は大きいほどよい結果となった。

以上、述べてきた微視的判断による結果および鉋削実験全体の判断から得られた適正な鉋削条件の結果に、巨視的判断による結果をも加えて、本報におけるとりまとめの結果を、表1に示した。

4. 結 言

前報では、三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋(鉋No.1)および二枚刃台鉋(鉋No.2)の新調時と調整後における切れ味(鉋削方向と鉋台長方向とが平行する三次元削りによる切れ味)、および二次元仕込み台を用いた刃口距離の小さい半包み台の二枚刃台鉋(鉋No.3)

の新調時と調整後における切れ味（鉋削方向と鉋台長方向とが直交する二次元削りによる切れ味）および刃口距離の大きい使用台の二枚刃台鉋（鉋No.4）の調整後における切れ味（鉋削方向と鉋台長方向とが直交する二次元削りによる切れ味）を明らかにした（実験Ⅰ）。これにひき続き、本報では、前報で用いた鉋を用いて三次元削りの鉋削実験を行った。即ち、三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋（鉋No.1）によるバイアス角を一定とした三次元削りにおける鉋刃刃押えの影響を調べるための鉋削実験（実験Ⅱ-1）、三次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（鉋No.2）によるバイアス角を一定とした三次元削りにおける裏金設置距離の影響を調べるための鉋削実験（実験Ⅱ-2）、および二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋（鉋No.3および鉋No.4）による三次元削りにおけるバイアス角の影響を調べるための鉋削実験（鉋No.3を用いる実験を実験Ⅱ-3-①とし、鉋No.4を用いる実験を実験Ⅱ-3-②とする）を行い、主として三次元削りにおける鉋削面の精粗および切屑の性状の変化を観察し、鉋削実験条件ごとに鉋の切れ味を明らかにし、さらに鉋削を良好にするための適正な鉋削条件を、ある限定した立場から、探し求めた。

実験結果の一例を図1～図4に示した。また、鉋削面の精粗および切屑の性状の変化から判断した鉋の切れ味および適正な鉋削条件をとりまとめ、表1に示した。

これらの実験により、三次元削りにおける鉋の切れ味についての基礎的知見を得ることができ、また、限られた狭い範囲で、限定した立場からではあるが、適正な鉋削条件を推定するための基礎資料を得ることができた。この研究を基にして、さらに今後にわたり、鉋台、鉋刃など多くの鉋削についての諸因子との係わり合いから、三次元削りにおける鉋の切れ味を究明し、より広範囲な立場から、適正な鉋削条件を追究し進める必要がある。

文 献

- 1) 杉山 滋：木材切削工具の切れ味測定と切れ味評価（Ⅸ）三次元仕込み台を用いた一枚刃台鉋ならびに二枚刃台鉋による三次元削りにおける切れ味、および二次元仕込み台を用いた二枚刃台鉋による三次元削りにおける切れ味（1）——二次元仕込み鉋と比較した三次元仕込み鉋の新調時の切れ味——、長崎大学教育学部自然科学研究報告 第45号 165～191（1991）。