



Title	単板切削現象の変化に及ぼすプレッシャバー-ナイフ-被切削材相互の位置関係の影響(解析と実験)(II): ダブルフェイスバー作用による単板切削における切削抵抗の変化
Author(s)	杉山, 滋
Citation	長崎大学教育学部紀要. 教育科学. vol.66, p.15-24; 2004
Issue Date	2000-03
URL	http://hdl.handle.net/10069/6080
Right	

This document is downloaded at: 2019-06-16T08:53:05Z

単板切削現象の変化に及ぼすプレッシャバー - ナイフ - 被削材相互の位置関係の影響 (解析と実験) (II)*

ダブルフェイスバー作用による単板切削における切削抵抗の変化

杉 山 滋

長崎大学教育学部技術教育講座

(平成11年10月29日受理)

Effects of Shape and Setting of the Pressure Bar upon the Cutting Phenomena in the Orthogonal Cutting of Veneer (II)* On the Variation of the Cutting Force in the Veneer Cutting with the Double-Face Pressure-Bar

Shigeru SUGIYAMA

Department of Technology, Faculty of Education,

Nagasaki University, Nagasaki 852-8521

(Received Oct. 29, 1999)

Abstract

In the veneer cutting process, restraint caused by a double-face bar plays an important role, but few studies have dealt with the effects of depth of restraint ($r_{l(2)}$) and the acting position of restraint ($l_{l(2)}$) upon the cutting phenomena of veneer (Fig. 1). Therefore, the main purpose of this report is to obtain quantitative information on these aspects. Air-dried and water-saturated specimens of white seraya were used for this study. After being set on the experimental apparatus equipped with a two axis dynamometer, the specimens were cut with a tool equipped with the other dynamometer. The main ($F_{H(B,K)}$) and thrust ($F_{V(B,K)}$) components of the cutting force ($R_{(B,K)}$) acting on the workpiece, and the main ($F_{H(K)}$) and thrust ($F_{V(K)}$) components of the cutting force ($R_{(K)}$) acting on the tool were measured.

1. 緒 言

比較的厚い単板を得るための単板切削工程では、単板の品質向上をはかるため、プレッ

* 本報を「単板の切削条件に関する研究 (第6報) Studies on Veneer Cutting Conditions (VI)」とする。前報「単板切削現象の変化に及ぼすプレッシャバー - ナイフ - 被削材相互の位置関係の影響 (解析と実験) (I)」は、長崎大学教育学部自然科学研究報告 第56号 33~40 (1997)に掲載。

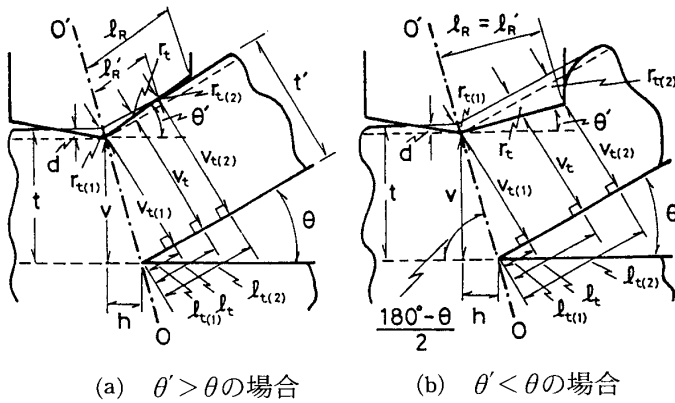


図1 ダブルフェイスバーの先端形状とバーによる圧縮作用

t : 切込量; t' : 単板厚さ; h および v : バー先端部とナイフ刃先との水平距離および垂直距離; l_r : バー逃げ面とナイフすくい面との拘束距離; d : バー先端部による一次圧縮量; r_1 : バー逃げ面による二次圧縮量; h : r_1 を受けるナイフすくい面上の刃先からの距離; θ : ナイフの切削角; θ' : バーの逃げ角; l_r : バー逃げ面の長さ; l_r' : 単板と接触するバー逃げ面の長さ; $l_{r(1)}$, $r_{1(1)}$ および $l_{r(2)}$: $l_r=0$ の位置における l_r , r_1 および h ; $l_{r(2)}$, $r_{1(2)}$ および $l_{r(2)}$: $l_r=l_r'$ の位置における l_r , r_1 および h ; $O'-O$: θ の補角の二等分線

シャバーによる一次圧縮を比較的小さく作用させ、二次圧縮を効果的に作用させる方法が採られている。

それには、シャープバーよりもダブルフェイスバーを作用させる方が効果的と考えられるが、ダブルフェイスバーを作用させて単板切削を行うためには、被削材質に応じたバーの先端形状やその作用位置を考えなければならない。そのためには、種々の被削材のもとで、バーの先端形状やその作用位置を変えた幾種類もの基礎実験が必要となる。

これまでに、筆者は、切削条件などの変化に伴う切削抵抗の変動や、切削現象の変化を究明してきた^{1), 2)}。この研究においても、ダブルフェイスバーの先端形状やバーの作用位置、とくに二次圧縮量とそれのナイフすくい面上における作用位置を変えて切削実験を行い、切削抵抗の変動に及ぼす影響を明らかにしようと試みた。

2. ダブルフェイスバーによる二次圧縮作用

単板切削におけるダブルフェイスバー (バー逃げ面の長さを l_r とする。) の圧縮作用には、切削直前にバー先端部により被削材を圧縮する一次圧縮 (その圧縮量を d とする。) と、切削直後にバーとナイフすくい面との拘束により単板を圧縮する二次圧縮 (その圧縮量を r_1 とする。) とがある (図1)。 r_1 の大きさの範囲は、バー先端部 ($l_r=0$ の位置) における r_1 (これを初期二次圧縮量 $r_{1(1)}$ とする。) からバー逃げ面と単板との離脱部 ($l_r=l_r'$ の位置) における r_1 (これを $r_{1(2)}$ とする。) までであり、 $r_{1(2)}$ は、 $r_{1(1)}$ や単板と接触する逃げ面長さ l_r' およびバーの逃げ角 θ' によって異なる。

ナイフの切削角を θ 、切込量を t としたダブルフェイスバーを作用させた単板の二次元切削を考えた場合 (図1)、 d 作用下におけるバー先端部とナイフ刃先との垂直距離 v 、水平距離 h に対応する r_1 作用下におけるバー逃げ面とナイフすくい面との拘束距離およびそのときの刃先からのすくい面上の距離をそれぞれ l_r および l とすると、圧縮量は、

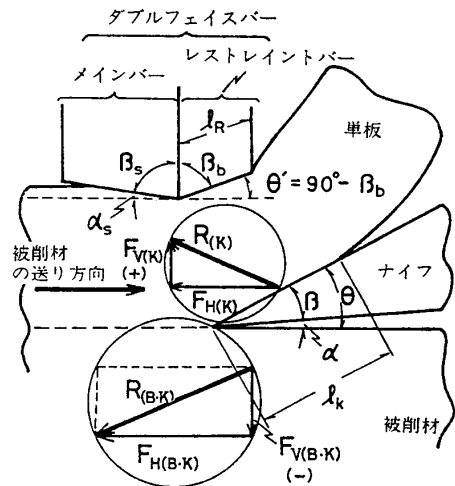


図2 ダブルフェイスバー作用下における切削抵抗

β_s および α_s : メインバーの先端角および被削材との接触角; β_b : レストレイントバーの先端角; β および α : ナイフの刃先角および逃げ角; $R(K)$ および $R(B-K)$: ナイフおよび被削材に作用する切削抵抗; $F_{H(K)}$ および $F_{V(K)}$; $R(K)$ の主成分力および背成分力; $F_{H(B-K)}$ および $F_{V(B-K)}$; $R(B-K)$ の主成分力および背成分力; l_k : ナイフすくい面への単板接触長さ; 他の記号: 図1参照

$$d = t - v \tag{1}$$

$$r_t = t - v_t \tag{2}$$

となる。\$r_t^{*1}\$と同様に、バー先端部における \$v_t, h\$ を \$v_{t(1)}, h_{t(1)}\$ とし、バー逃げ面と単板との離脱部における \$v_t, h\$ を \$v_{t(2)}, h_{t(2)}\$ とすると、\$\theta' \cong \theta\$ のいずれの場合も、

$$v_{t(1)} = h \sin \theta + v \cos \theta \tag{3}$$

$$h_{t(1)} = v \sin \theta - h \cos \theta \tag{4}$$

$$v_{t(2)} = v_{t(1)} + l_R' \sin(\theta' - \theta) \tag{5}$$

$$h_{t(2)} = h_{t(1)} + l_R' \cos(\theta' - \theta) \tag{6}$$

で表し得る。(3)式において、\$v_{t(1)}=v\$ の場合、即ち、

$$h = \frac{v(1 - \cos \theta)}{\sin \theta} = v \tan \frac{\theta}{2} = \frac{v}{\tan \frac{180 - \theta}{2}} \tag{7}$$

の関係が成立するとき、バー先端部が \$\theta\$ の補角の二等分線上に位置し、\$r_{t(1)}=d\$ となる。したがって、

$$0 \leq h < \frac{v(1 - \cos \theta)}{\sin \theta} \tag{8}$$

のとき、\$r_{t(1)} > d\$ となる。また、

$$\frac{v(1 - \cos \theta)}{\sin \theta} \leq h \leq \frac{v(1 - \cos \theta) + d}{\sin \theta} \tag{9}$$

のとき、\$0 \leq r_{t(1)} \leq d\$ となる。なお、

$$h \geq \frac{v(1 - \cos \theta) + d}{\sin \theta} \tag{10}$$

のとき、\$r_{t(1)} \leq 0\$ となり、

$$h \geq \frac{v(1 - \cos \theta) + d}{\sin \theta} - \frac{l_R' \sin(\theta' - \theta)}{\sin \theta} \tag{11}$$

のとき、\$r_{t(2)} \leq 0\$ となる。

3. 実 験 方 法

ダブルフェイスバーを作用させ、既報³⁾とほぼ同様の方法により単板切削実験を行う(図 2)。切削方式は二次元横切削とし、被削材の送り速度は138.7 mm/minとした。ナイフ(材質はSKH2)の刃先角 \$\beta\$ は25°、逃げ角 \$\alpha\$ は1°(即ち、切削角 \$\theta\$ は26°)とし、\$t\$ は5 mm一定とした。

ダブルフェイスバーを作用させる場合に(\$d\$ は一定とする)、バーの作用位置をつぎのように設定した。即ち、この研究では、バー先端部を \$\theta\$ の補角の二等分線上に位置させ、\$r_{t(1)}=d, v_{t(1)}=v\$ となるような実験(これを実験 I とする。)と、バー先端部を \$\theta\$ の補角の二等分線より外側に位置させ、\$r_{t(1)}=0, v_{t(1)}=t\$ となるような実験(これを実験 II とする。)とを行う。バーのセット条件を表 1 に示す。なお、これらのバーを作用させた実験のほか、比較のために、バーを作用させない実験も加えた。

*1 \$r_t=0\$ は二次圧縮は作用していないが、\$v_t=t\$、即ち、バーとナイフすくい面との拘束距離が切込量と同等になっていることを意味し、\$r_t > 0\$ は \$v_t < t\$ であるから、二次圧縮が作用していることを意味し、\$r_t < 0\$ は \$v_t > t\$、即ち、二次圧縮は作用せず、バーとナイフすくい面との拘束距離が切込量より大きくなり、単板はバー逃げ面により拘束されることなく流出することを意味する。

l'_R と θ' の大きさを種々変える実験を容易にするため、この研究では、ダブルフェイスバーをメインバーとレストレイントバーとに分けた（メインバーのみの場合をシャープバーと呼ぶ）。即ち、メインバー（その先端角 β_s は 78° 、被削材との接触角 α_s は 12° ）に、 l_R と θ' の異なる30種のレストレイントバーをそれぞれ固着させて実験を行った。長さが l_R のバーにおける l'_R は l_R 、 θ' 、 d および h によって異なる。実験 I では、 $\theta' \leq \theta$ の場合には $l'_R = l_R$ 、 $\theta' > \theta$ の場合には $d / \sin(\theta' - \theta) < l_R$ では $l'_R = d / \sin(\theta' - \theta)$ 、 $d / \sin(\theta' - \theta) \geq l_R$ では $l'_R = l_R$ となるが、実験 II では、 $\theta' \leq \theta$ の場合には実験 I と同様に $l'_R = l_R$ 、 $\theta' > \theta$ の場合には実験 I とは異なって $l'_R = 0$ となる。ここで、実験 I に用いたレストレイントバーを表 2 に示す（同表では、 l_R を用いるかわりに l'_R を用いた）。なお、実験 II では、 $\theta' > \theta$ となるバーはそのバーの l_R の大きさに関係なく $l'_R = 0$ となる。

この研究では、バー作用下の切削においてナイフに作用する切削抵抗 $R_{(K)}$ の主分力 $F_{H(K)}$ および背分力 $F_{V(K)}$ を、また、被削材に作用する切削抵抗（バーとナイフによって被削材に加えられる力） $R_{(B \cdot K)}$ の主分力 $F_{H(B \cdot K)}$ および背分力 $F_{V(B \cdot K)}$ をそれぞれ測定した*2。

供試材には、マレーシアカリマンタン島サバ州産ホワイトセラヤ (*Parashorea malaanonan* Merr.) を用いた。その同一原木心材部から、切削面が板目面（木表側）、切削方向が繊維走向に垂直となるような試験片を作成し、それらを気乾状態と飽水状態に調湿したのち、供試した。なお、気乾状態の試験片において測定した含水率の平均は 15.8 %、容積重の平均は 0.47 g/cm^3 であった。

4. 実験結果および考察

前記したように、 l_R の長さをもつダブルフェイスバーは、 θ' 、 d および h により l'_R が異

表 1 ダブルフェイスバーのセット条件

	t (mm)	h (mm)	v (mm)	d (mm)	H (%)	V (%)	$r_{(t)}$ (mm)	$v_{(t)}$ (mm)	$l_{(t)}$ (mm)
実験 I	5.0	1.10	4.75	0.25	22.0	95.0	0.25	4.75	1.09
実験 II		1.67			33.4				

$H (= h/t \times 100)$: 水平開き; $V (= v/t \times 100)$: 垂直開き; 他の記号: 図 1 参照

表 2 レストレイントバーの形状

θ' (β_b)	90° (0°)	36° (54°)	31° (59°)	26° (64°)	23° (67°)	20° (70°)	17° (73°)
l'_R (mm)	0	1.16	0.92	0.99	0.86	0.90	0.94
	シ ャ ー プ バ ー	1.44	2.14	1.99	1.94	1.90	1.87
		2.87	2.87	2.97	2.86	2.65	
		5.35	5.18	5.08	4.99		
		8.61	8.31	8.25	8.11		
		16.44	16.07	15.86	15.40		

記号: 図 1 参照

*2 この研究では、切削抵抗 ($R_{(K)}$, $R_{(B \cdot K)}$) およびそれらの分力はいずれも被削材に加わる力として表す。背分力の作用方向で、 $F_{V(B \cdot K)} < 0$ は被削材が圧縮される場合を、 $F_{V(K)} > 0$ は単板がナイフすくい面によって押し上げられる場合を、それぞれ意味する。

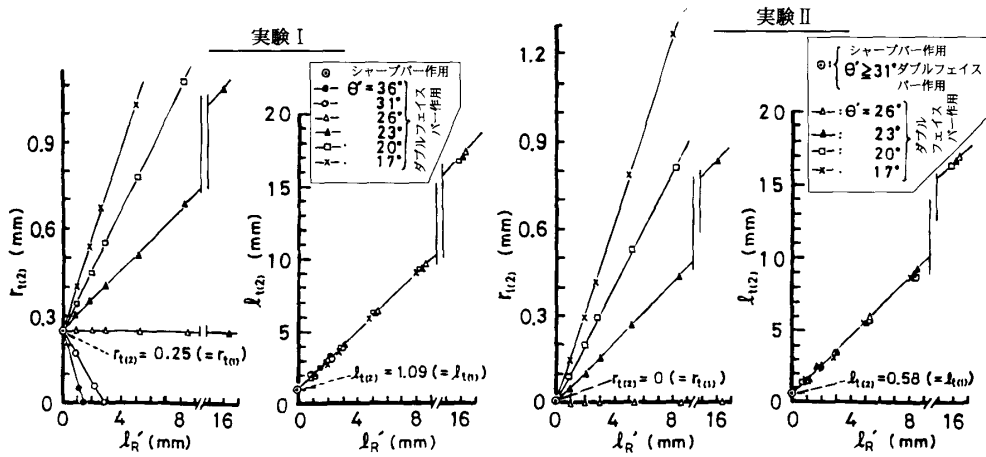


図3 l'_R に伴う r_{l2} および l_{l2} の変化

記号：図1参照；この研究で用いたバーは図中の各プロットで示されている。

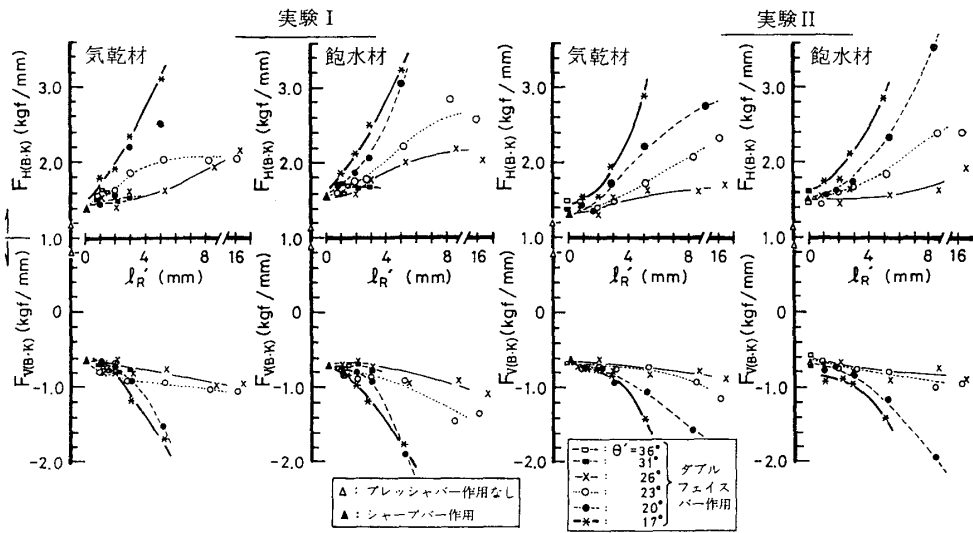


図4 l'_R に伴う $F_{H(B-K)}$ および $F_{V(B-K)}$ の変動

記号：図1および図2参照

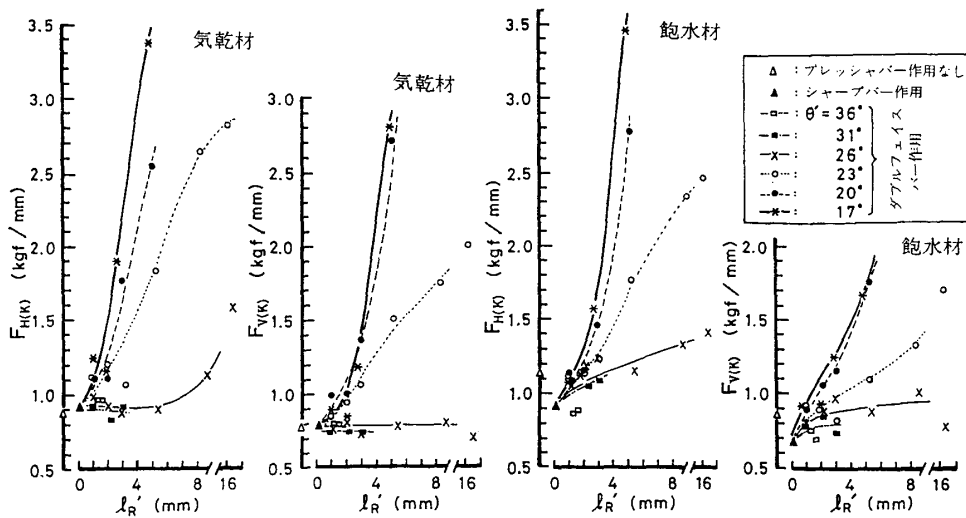


図5 l'_R に伴う $F_{H(K)}$ および $F_{V(K)}$ の変動 (実験Iの場合)

記号：図1および図2参照

なる。 $l_R = l'_R$ の位置における $r_{t(2)}$ および $l_{t(2)}$ の l'_R に伴う変化の様相を明らかにするため、 $r_{t(2)}$ および $l_{t(2)}$ を(2)式～(6)式より求め、図3にとりまとめた。以下では、これらの変化の様相と切削抵抗の変動との関係を調べるが、 $l'_R = 0$ の場合を基準として考えることとする*3。

l'_R の変化に伴う $F_{H(B \cdot K)}$ および $F_{V(B \cdot K)}$ の変動を図4に示す。バーを作用させない場合と比較すると、 $l'_R = 0$ の場合では実験I、実験IIのいずれの場合も $F_{H(B \cdot K)}$ は大きい値を示すが、 $F_{V(B \cdot K)}$ は正から負の値へ変化し、その絶対値は小さい値を示す。 $F_{V(B \cdot K)}$ の作用方向の相異はバーの作用の有無によるもので、単板自体の変形や単板の裏割れの侵入状態の変化などをもたらす。気乾材と飽水材を比較すると、実験I、実験IIのいずれの場合も $F_{H(B \cdot K)}$ や $F_{V(B \cdot K)}$ の絶対値は殆ど同程度の大きさかあるいは飽水材で大きい値を示した(バーを作用させない場合の $F_{H(B \cdot K)}$ は飽水材より気乾材で大きい値を示した)。気乾材より飽水材で $F_{H(B \cdot K)}$ や $F_{V(B \cdot K)}$ の絶対値が大きい値を示すのは、ナイフすくい面やバー逃げ面への単板の付着の程度の相異に起因すると考えられる。

$l'_R \geq 0$ の場合で実験Iと実験IIを比較すると、気乾材、飽水材のいずれも $F_{H(B \cdot K)}$ および $F_{V(B \cdot K)}$ の絶対値はともに r_t の大きい作用が原因して実験Iで大きい値を示した。いずれの場合も、 l'_R の増加に伴い $F_{H(B \cdot K)}$ は増加傾向を、 $F_{V(B \cdot K)}$ は負の値でその絶対値が増加傾向を、それぞれ示した。とくに、 $\theta' < \theta$ の場合では、上記の傾向が著しい(θ' が小さいほど増加の程度も大きい)が、 $\theta' \geq \theta$ の場合では、 $l'_R = 0$ の場合とほぼ同程度の大きさかあるいは緩やかな漸増傾向($\theta' > \theta$ の場合)、または漸増傾向($\theta' = \theta$ の場合)を示した。このような l'_R の増加に伴う $F_{H(B \cdot K)}$ および $F_{V(B \cdot K)}$ の絶対値の増加の傾向は、 θ' や l'_R などによって決定される $r_{t(2)}$ や $l_{t(2)}$ の増加に起因する(図3参照)。

つぎに、 l'_R の変化に伴う $F_{H(K)}$ および $F_{V(K)}$ の変動の一例(実験Iの場合)を図5に示す。図より明らかなように、気乾材、飽水材のいずれも l'_R の増加に伴い $F_{H(K)}$ は増加傾向を、 $F_{V(K)}$ は正の値で増加傾向を、それぞれ示した*4。これらの分力の増加傾向は $\theta' < \theta$ の場合に顕著であるが、 $\theta' \geq \theta$ の場合では、 $l'_R = 0$ のときとほぼ同程度の大きさかあるいは漸増傾向を示した。 $\theta' < \theta$ の場合では、 θ' の小さい場合ほど $r_{t(2)}$ の著しい増加をもたらす、さらに、 l'_R を増加させるほど $r_{t(2)}$ のほか $l_{t(2)}$ をも著しく増加させるから $F_{H(K)}$ 、 $F_{V(K)}$ は極めて著しい増加傾向となる。

文 献

- 1) 杉山 滋：木材工業，37 (4)，175～180 (1982)。
- 2) 杉山 滋：長崎大学教育学部自然科学研究報告，第32号，145～167 (1981)。
- 3) 杉山 滋：木材学会誌，31 (10)，814～822 (1985)。

*3 二次圧縮量とそれのすくい面上における作用位置、即ち、 $r_{t(2)}$ および $l_{t(2)}$ は l'_R や θ' によって図3のように変化するから、切削現象の変化を図示する場合には、 θ' をパラメータとし l'_R との関係で図示する。図中において、 $l'_R = 0$ は、実験Iではシャープバーの場合を、また、実験IIではシャープバーおよび $\theta' \geq 31^\circ$ のダブルフェイスバーの場合を、それぞれ意味する。なお、 l'_R とは無関係の位置に、バーを作用させない場合を比較のために示した。

*4 l'_R に伴う $F_{H(K)}$ および $F_{V(K)}$ の変動の傾向は、実験I、実験IIの各場合でよく類似した。また、 l'_R に伴う $F_{H(B \cdot K)}$ 、 $F_{V(B \cdot K)}$ の変動の傾向も実験I、実験IIの各場合でよく類似した。したがって、図4では、実験Iの場合を例として示した。