

丸鋸の寿命と摩耗形態に関する研究

大迫 靖雄・外山 豊・杉本 隆一

Investigation on Tool Life and Wear Characteristics of the Circular Saw

Yasuo OHSAKO, Yutaka TOYAMA and Ryuichi SUGIMOTO

目 次

要 旨	245	iii) あさり摩耗	
序 論	246	iv) 工具刃先側面のあらさ変化	
実 験	246	v) 切削過程における電流変化	
結果および考察	248	vi) 切削過程における被削材面の変化	
i) 寿命の形態と切削量		引用文献	255
ii) 寿命時の刃先先端摩耗		Résumé	255

要 旨

本研究は、木材の表面生成における工具の特性、摩耗等を調べるため、五種の工具材料からなる丸鋸を、おのおのの条件で二枚づつ作成し、その丸鋸二枚を一組として、ダブルソーにとりつけ合板を寿命に達するまで切削したのち、寿命の形態、ならびに刃先の摩耗状態等を被削材の物性と関連させ考察し、さらに切削過程での被削面、切削中の電流変化等を観察し、次の結果を得た。

1. 寿命の判定は現場的な判断としたが、その基準は被削面の状態に依存する。そして得られた状態は、けば立ち、木口の焼け、ひきまがり等であり、主として鋸の摩耗によって生じている。しかし、他に刃先のチップの欠落、破壊、鋸身の割れ等の工具の欠陥が寿命の原因となることも観察された。

2. 寿命判定の基準が現場的であるため、おのおのの鋸において刃先の摩耗量も異なる。そこで寿命判定の理由によって使用した丸鋸をおおまかに2つのタイプ（かなり無理な切削を行なったもの、すなわちけば立ちが現われて後も切削し、木口に焼けが入るあるいはひきまがりがおこるまで切削する……type 1、これに対し比較的軽度の摩耗で寿命と判定したもの、すなわちけば立ちのみで切削をやめる……type 2）に区別するとき寿命判定の理由とにげ面の摩耗幅の間に関連性が見出される。

3. 木質材料の粘弾性的性質と刃先摩耗との関係は、にげ面摩耗の増加というかたちであらわれ、さらにすくい面摩耗とにげ面摩耗の比を求めると寿命の判定が type 1 に属するものの方が、その比が大きいことがあきらかになった。このことならびに切削条件を異にした高速度鋼のチップソーの結果から摩耗の増加はにげ面摩耗でより大きくなる傾向をあらわすといえる。

4. あさり摩耗は初期あさりの不整を一定化し、その値は寿命時においては工具、寿命判定時の被削面状態によって異なるが、同一鋸内ではほぼ一定となる傾向がある。

5. 寿命の判定の一つ被削面の焼けの原因として、あさり量が考えられる。

6. 工具刃先部のあらさは刃先が摩耗することによって増加し、刃先部のチップングあるいは粒子の欠落等が推定される。
7. 切削過程における電流の寿命にいたる経過はかならずしも一定ではないが、工具の摩耗状態をよくあらわし、寿命判定の目安になる。
8. 切削過程における被削面の変化は刃先の状態、切れ味等と一致する。

序 論

1969年大学斗争が大学における学問の質を問うものとして存在していたことはいうまでもない。いまここに斗争以前のデーターが多くの部分をしめる本論文を書くのに若干のきおくれがないとはいえない。ただこの報文の目的が前報¹⁾で指摘したように人間の機能化という風潮に反逆する姿勢であって、その方向性に関してはいまなお正しいと確信している。しかしだからといって自己を正当化しようとは思わない。この報文を発表することによって、あしき講座制の支配体制の打破等多くの問題について考慮できる可能性を信じ、ここにあえて本報文を書くことをまずのべておきたい。

前に¹⁾木材の表面生成に関する研究の一環として工具の摩耗を考えたが、今回も工具摩耗に注目する。以前 G. Pahlitzsch²⁾等によって工具の摩耗の特性が述べられているが、木材切削工具特に丸鋸での摩耗形態に関する文献は多くない。そして G. Pahlitzsch²⁾等の述べているのは工具側の摩耗特性に限られる。しかし木材もしくは木質材料切削での工具摩耗を述べる場合、決して被削材の特性を抜きにして述べることはできない。そこで本報文では工具材料変化による各々の刃先摩耗の特性、実験条件の変化（かこくな切削をおこなった）による摩耗特性の比較から工具の摩耗形態と被削材のレオロジカルな性質との関係にふれ、さらに寿命と材質、歯型の影響、切削過程での生成面の変化等工具摩耗に関する種々の現象を追求する。本実験は多くのデーターを必要とするため製品生産工場でおこない、被削材としては合板を使用し、粘弾性体としての木質材料の切削における工具摩耗に注目するが、この種の実験には種々の困難な問題があり、本報文においてもそれらの問題点を種々含んでいることは否定できない。その点は今後の課題としてさらに追求するつもりである。

なお本報文を発表するにあたり、種々の便宜をはかっていただいた大阪合板株式会社、ならびに岩井明夫、中村寅義両氏に感謝致します。

実 験

本実験にはクロムバナジウム合金鋼(Cr—V鋼)、硬質クロムメッキされた鋼、ステライト、高速度鋼、超硬合金の5つの異なった材質の刃先を有する丸鋸を使用する。ここで序論でのべたように刃先摩耗形態を論ずるため、高速度鋼チップソーのみ条件をかえ他のものと比較しながら考察をおこなう。

歯型は Phot. 1 に示される A, B 2つの歯型を使用する。なお工具の条件は Table 1 (a), (b) に示す。

木材もしくは木質材料の切削による摩耗の実験は、従来多くの切削量を必要とするため、実験室においてはかこくな条件（主として被削材）下でおこなわれている。いまここで得ようとするデーターはその量が多く、実験室でおこなうのがきわめて困難なため、実際の製品生産工場において切削試験をおこなった。まず実験の目的からして同一の切削条件が必要である。ここでは刃先摩耗、寿命においてもっとも影響のある切削速度を一定とするため、鋸回転数を作業回転数にあわせた。

実験は、ダブルソー D. S. A No. 851（名南製作所）に前記同一条件の丸鋸を二枚一組でセットして切削条件、回転数 7000 r. p. m., シャフト径 31.75 mm, 送り速度 42 m/min（高速度鋼のみ 19

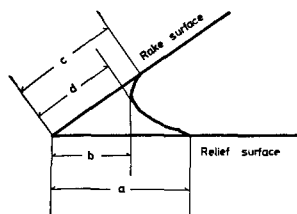


Fig. 1. The position of measurement on tool edge.

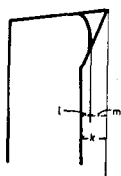


Fig. 2. The position of measurement on set.

m/min.) で Table 2 に示される合板を寿命に達するまで切削する。

寿命の判定基準は後述するが、かならずしも科学的とはいえず、現場における製品価値をそこなわない限界を寿命と判定した。したがって同じ寿命の判定でもかなりその程度に差がある。また丸鋸二枚を一組として実験をおこなうが、セットの位置によって取りのぞかれる板の巾（以後耳の巾とよぶ）が異なる。すなわち送り方向左側の耳の巾は 30 mm（高速度鋼のみ 20～25 mm）に一定であるが、右の耳巾は約 100 mm（高速度鋼のみ 10～15 mm）である。

測定として、万能投影器を使用して刃先を撮影し Fig. 1 に示す。4 カ所の刃先の後退

量を測定した。またあさりの量は、Fig. 2 に示される三つの量を読み顕微鏡を使用して測定する。この他刃先の中心線平均あらさを小坂製万能表面形状器を使用し、触針移動距離 8.0 mm, Cut₁ off 0.8 mm で測定した。以上の測定は各丸鋸とともに等間隔におのおの 8 個の歯（高速度鋼のみ 10 個）について測定をおこない平均した。

Table 1-(a) Circular saw condition

Saw diameter	305 mm
Number of teeth	100
Thickness of saw blade	2 mm
Amount of set (the objective)	0.6 mm

Table 1-(b) Tool edge condition

	Tool angle	Relief angle	Rake angle
Cr-V alloy			
Steel type A	63	7	20
type B	46	18	27
Hard-chromium plating			
type A	84	8	- 2
type B	52	16	22
Stellite			
type A	77	7	6
type B	31	20	39
Hard metal type A	75	8	7
High speed steel type A	73	7	10

Table 2. Workpiece (plywood) condition

Timber	Lauan and etc. (tropical wood)
Depth of workpiece	12 mm 24 mm*
Depth of veneer	Core 2.9 mm. Face 1.7 mm
Length of workpiece	1,800 mm 1,900 mm
Width of workpiece	900 mm 950 mm*
Density	av. 0.51 g/cm ³
Moisture Content	12.7~11.0~10.0 %
Adhesive	Melamine resin adhesive or urea-resin adhesive

* high speed steel tipped saw

さらに切削過程でダブルソーに付置している電流計を0.5アンペアまで読み取った。また被削材については、切削過程でその面状態をしらべるため、被削材を採集し、被削材面を接写撮影、または万能投影器を使用して表面撮影をおこなった。

結果および考察

i) 寿命の形態と切削量

Saw number	Material	Tool shape	Cutting length ^{*1} (m)	The foundation of judgement at tool life	Width of plate cut off (mm)
I-1	Cr-V alloying steel	A	1,530	Fuzzy, Burning on machined surface	100
I-2					30
II-1		B	1,170	Fuzzy,	30
II-2					100
III-1	Tool by hard-chromium plating	A	0	Buckling of saw blade	
III-2					
IV-1		B	1,360	Buckling of saw blade (Fuzzy)	100
IV-2					30
V-1	Stellite	B	1,440	Breaking of cross section and breaking of tooth	30
V-2				Buckling of saw blade	100
VI-1		A	1,680	Burning on machined surface	100
VI-2			12,855	Burning on machined surface and crack of saw blade.	30
VII-1	Hard metal	A	137,993	Burning on machined surface and fuzzy	
VII-2					
IX-1	High speed steel	A	570 ^{*2}	Burning on machined surface	20~25
IX-2					10~15

*1. Total length of workpiece

*2. Depth of workpiece : 24mm

寿命の判定は実験の項で述べたように、現場的色彩が強いため、寿命判定基準の種々の形態、あるいはその程度を考慮に入れなければならない。いま実験に使用された丸鋸おのおのについて、材質、歯型、切削長さ（合板の切削された長さをあらわす）、寿命判定の形態を寿命と判定した具体的事象として Table 3 に示す。この表からあきらかなことは、寿命の判定として被削材面の状態が製品として適当かどうかという視点が最も重要視されている。ただノコ番号 III はその刃先角があまりにも大きく刃物として役に立たず、切削当初においてすでに挽き曲りをおこしたので、切削長さ 0m とする。このほか寿命判定時において工具の欠陥も考慮に入れなければならない。すなわち、ステライトチップソーのうち V-1, 2 は刃先角が小さいうえ、ステライトがきわめてもろい性質を有するため、刃先の欠け、あるいはこの場合、接着不良によるチップの剥離がおこり最終的にはステライト刃先の存在しない鋸歯の切削がおこり、鋸に異常な力が作用した結果、鋸の座屈を生じ、そのため材の挽き曲りを生じた。このような特殊な場合以外でも、かなり多くの切削がおこなわれた VI-2 に関しては最終判定としたのは被削面の焼けであるが、寿命時に鋸身に割れが生じていた。これらを総合すると被削面からの判定として被削面にけば立ちのみが目立つもの、けば立ちならびに焼けが存在するもの、そして極端には挽き曲りを生ずるこの三つの形が寿命時に被削面に顕著にあらわれた特徴といえよう。このように寿命判定は、現場の判定によるため寿命時での摩耗量は、その判定理由によりかなり大きな差が生じることが予想される。そこで刃先の摩耗の程度と寿命判定時の状態との関連性を調べるため、かなり無理な切削をしたもの、すなわちけば立ち以上の切削で木口に焼けが生ずるもの、挽き曲りを生じたものと、比較的軽度の状態で寿命と判定したもの、すなわちけば立ちだけが目立つ段階で寿命と判定したもの、最初から焼けが入るもの等の大きくわけて二つに分ける。なおこれについては次の項で述べる。

次に各工具、歯型による寿命時の切削長さの変化を Table 3 に示す。これもその寿命判定の程度によってかならずしも同一に比較することはできないが、傾向として C-r-V 鋼と硬質クロムメッキされた鋼からなる丸鋸の寿命には、合板切削の場合かならずしも著しい差はないが、VI 等に見られるステライトチップソーは耐摩耗性という観点から前二者よりすぐれているといえよう。ただこの場合ステライトチップソーの歯型 B に関しては、前述したごとく、ステライトのもろい性質からして合板切削に関して適当とはいえない。しかしいずれにしても超硬合金チップソーに比して他の材質からなる鋸は、耐摩耗性については著しくその性能が劣ることはあきらかである。

高速度鋼チップソーについては、寿命判定時において、被削面上に木口焼けが観察され、工具自体もかなり摩耗していることが巨視的にも明らかであるが、被削材厚が他のものと異なり 24 mm の厚さであるので寿命長さに関して他の条件のものと同じに比較するのは問題がある。したがって、この項で他の丸鋸との比較はさしひかえる。

次に耳巾との関係に関しては Table 3 からあきらかなように IV, V, VI において耳巾の大きい側の鋸が寿命に達しているのに比して、耳巾の小さい方は切削可能な状態にあることを示しており、さらに高速度鋼チップソーについても耳巾の大きい IIX-1 の鋸身にはっきりと焼けた部分が観察され、さらに焼けた抽出物の付着が顕著であった。このように耳巾との関連性をみることができる。

ii) 寿命時の刃先先端摩耗

前述したように、本報は寿命時までの鋸切削をおこなうときしょうずる工具刃先の摩耗形態を問題とすることが大きな目的である。したがって Fig. 1 で示す四点の摩耗測定値を Table 4 に示すことによって使用した丸鋸の刃先の摩耗形態をあきらかにし、その摩耗の特性を述べる。

まず Table 3 で示した寿命の形態から工具側の欠点により寿命に達したと判断した III-1, 2, V-1, 2 等についてはその値をはぶき、他の工具に関する値を Table 4 に先端摩耗を Fig. 3 に示す。

Table 4. Wear amount of tool edge* at tool life

Saw number	Wear amount of tool edge (mm)			
	a	b	c	d
I-1	1.150	0.230	0.710	0.300
I-2	1.060	0.320	0.760	0.380
II-1	0.310	0.090	0.290	0.090
II-2	0.230	0.110	0.250	0.090
III-1	Inferiority of saw			
III-2				
IV-1	0.510	0.180	0.380	0.250
IV-2	0.440	0.170	0.320	0.210
V-1	Breaking of tooth			
V-2				
VI-1	0.290	0.050	0.180	0.040
VI-2	0.930	0.150	0.690	0.230
VII-1	0.310	0.030	0.180	0.060
VII-2	0.290	0.050	0.210	0.080
VIII-1	0.775	0.067	0.282	0.133
VIII-2	0.833	0.071	0.305	0.157

* a, b, c, d shown in fig. 1

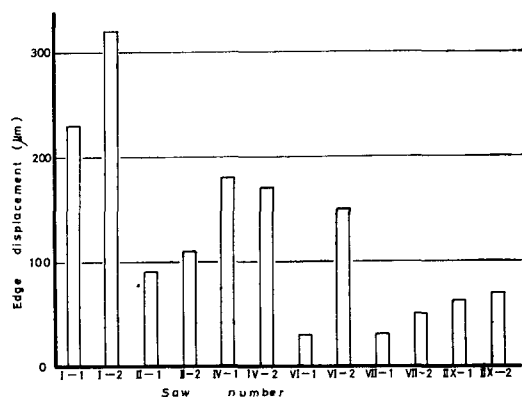


Fig. 3. Edge displacement (b) of each saw used in this experiment at tool life.

この表からあきらかなことは摩耗の絶対量において C_r-V 鋼 (I-1, 2) が著しく大きい。しかし、前述したごとく摩耗の絶対量は寿命判定の設置時によってかなり変化することが予想されるがゆえに、この摩耗の絶対量を比較し検討するには問題がある。そこでその問題、すなわち寿命判定の状態を摩耗量の関係をあきらかにするため、前項で述べたように寿命判定の理由のうち、比較的無理な切削をおこなったすなわち、木口の焼けが入るものあるいは引きまがりが生じるもの (I-1, 2, IV-1, VII-2 ……type 1 とする) と比較的軽度で寿命と判定したけば立ちだけ、あるいは最初から焼けの入るもの (VI-1) で寿命判定したもの (II-1, 2, IV-2, VI-1 ……type 2 とする) の二つのタイプにわけ、にげ面摩耗(a)の値を前者黒、後者白で鋸歯の数で、その現われる場所を図に示すと Fig. 4 となる。この図から type 1 と type 2 間の刃先先端摩耗の絶対量はある程度分離することができる。このことから寿命の判定基準を木口のけば立ちにとどめるか、あるいはそれ以上切削し木口に焼けが入るまで、あるいは引きまがりが生ずるまでにするかによって刃先先端の摩耗量に差があることがあきらかになった。

以上、鋸刃先の摩耗量を問題としたが、序論で述べたごとく、むしろここで問題となるのは摩耗の形態である。すなわち被削材の粘弾性的性質がどのような形で工具摩耗に影響をあた

えるかについて若干の考察をこころみる。工具の摩耗形態には金属切削の場合³⁾ クレーターの出現、さらに逃げ面摩耗が考えられるが、木質材料(この場合合板)切削の場合、ほとんどクレーターは出現せず、逃げ面摩耗が大きな値を示すことがあきらかである。この特性は被削材の性質に依存する。木質材料と同様粘弾性的性質を有するプラスチックの切削の場合も木質材料切削の場合と同様な摩耗形態を示し、この原因についても小林⁴⁾は被削材の瞬間的なクリープ回復をあげている。粘弾性体である木質材料切削の場合にもこのプラスチック切削の考え方が適応できる。

ここで寿命に達した工具のすくい面、逃げ面の後退量の比 a/c を Table 5 に示す。この表からあきらかなことは、 a/c の値が 1.3 以上を示し、

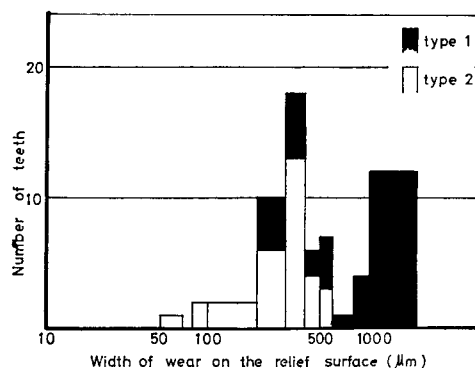


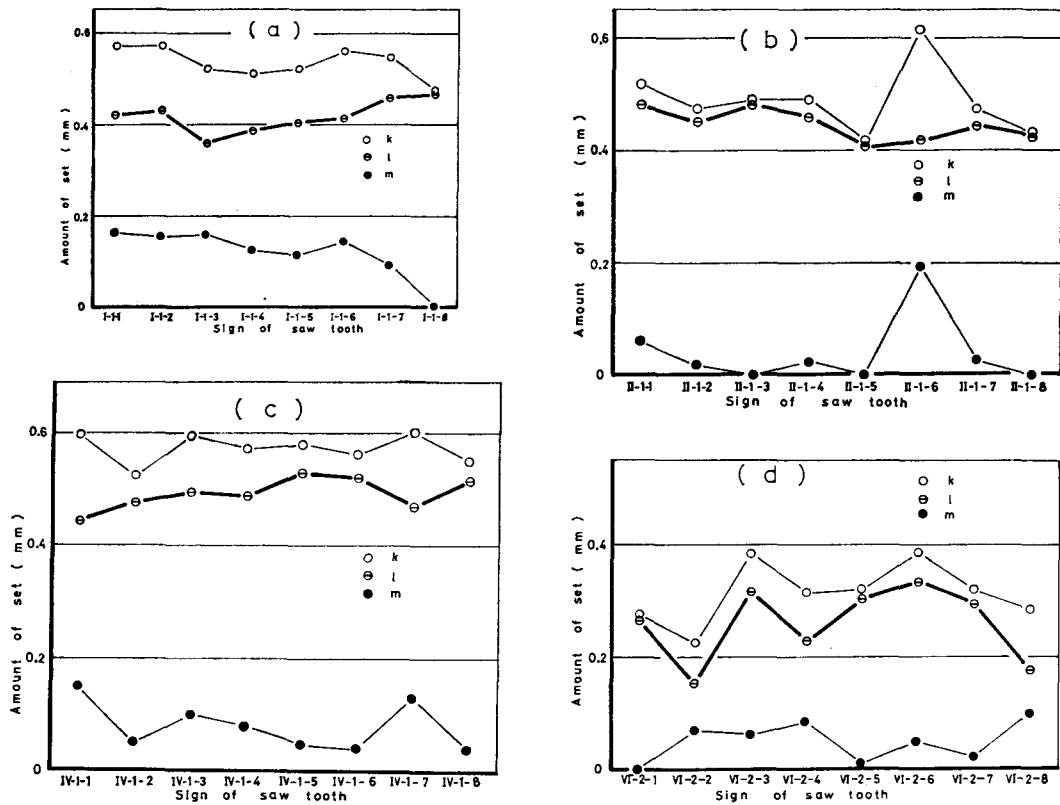
Fig. 4. Relationship between number of teeth of occurrence and width of wear on the relief surface. Form of tool life, type 1; burning on machined surface and buckling of saw blade, type 2; fuzzy.

Table 5. The value of a/c .

Saw number	I-1	I-2	II-1	II-2	IV-1	IV-2	VI-1	VI-2	VII-1	VII-2	IX-1	IX-2
a/c	1.66	1.46	0.88	0.96	1.35	1.41	1.65	1.47	1.82	1.48	2.79	2.79

逃げ面の後退がすくい面の後退よりかなり大きなことを示している。ただ、C_r-V 鋼 (II-1, 2) において以上の結果と異なった逆の値が出ている。以下この表の考察をおこなうが特異な値を示した II-1, 2 に関しては逃げ面の後退よりすくい面の後退が大きく、前述した木質材料の粘弾性的性質との関連についての考察がむずかしい。この原因については被削材がかなりかたく、しかも硬い接着層が存在することによって、刃先角が小さい II-1, 2 の場合刃先のチップングがおこることが考えられる。したがってこの場合の摩耗形態を木材の粘弾性的性質との関連からのみ検討することは不適當と思われる。したがってこの点について今後詳細な追求が必要であろう。ただ他の鋸については合板の粘弾性的性質との関係において妥当な結果を得た。しかし他のものと比較するため切削条件を異にした高速度鋼チップソーにおいて異常に大きな値が測定される。この結果は興味あることで他の工具と比し被削材条件が異なることを考慮に入れながら考察すると、被削材厚が他のものに比して大きいため連続的な鋸と被削材の接触時間が大きく、このことは切削による摩擦熱の上昇を意味し、他の鋸と比して高温での切削が多くなる。したがって逃げ面の摩耗は促進されると思われ、以上の結果は切削条件の変化による摩耗形態の特性をよく現わしているといえよう。ただこの場合 Table 1 (b) で示されるように高速度鋼チップソーの逃げ角が小さいことにより、よりはっきりと被削材の粘弾性的特性の影響があらわれてきたと思われる。Table 5 から他の鋸についても VI-1 をのぞいて type 1 (以前示した以外に VII-1 を含む) に属するものの a/c の値がより大きなことを示していること、また IIX の場合寿命と判定した時、木口焼けが観察され形としては type 1 に属すること、またかこくな切削条件をあたえた等を考えて、摩耗の進行につれ逃げ面の後退が大きくなる傾向が推定される。

本実験は同一条件の鋸二枚一組の組合わせによる実験のため、セットされた鋸の場所による、すなわち耳の幅による特性が表われる。その結果 I-1, 2, VI-1, 2 では耳の幅の大きい側の a/c の値が大きくなることが顕著である。しかし II-1, 2 ではその差がかならずしも大きくなく、さらに IV-1, 2 では逆の傾向があらわれている。ただ高速度鋼チップソーは左右ほぼ同じ値を示すが、これは耳の幅

Fig. 5. Amount on set (*k*, *l*, *m* shown in fig. 2)

Saw number : (a) I-1, (b) II-1, (c) IV-1 and (d) VI-2

にさほど差がない。以上の結果は歯型による値の変化をあらわしているといえる。すなわち刃先角が大きくチップングの影響に対して安定であると思われるA型の歯を有する丸鋸に左右顕著な差があるといえ、チップング等によらない摩耗は被削材の物性に依存するという推定の材料といえよう。

iii) あさり摩耗

あさり摩耗も刃先先端摩耗と同様、その絶対量の比較は厳密な意味をもつとはいえない。しかしながらあさり摩耗は寿命の大きな原因をしめるということができる。いま Fig. 5 (a)~(d) に例として鋸 I-1, II-1, IV-1, VI-2 について最初のあさり量、切削後のあさり量そしてあさりの摩耗量を図示する。この図からあきらかなことは同一鋸内で切削前のあさりの絶対量はかなりばらつきがある。しかしながら切削後のあさりの量は全鋸に関して同一鋸内ではほぼ一定の量を示しているといえる。ただ最初のあさり量が異なるので寿命時のあさり量は鋸の条件によって異なる。すなわち I の鋸の場合切削後の平均あさり量が 0.4 mm あたりにあり、II の場合 I より若干大きい。しかしこのことは、前項の先端摩耗でもあきらかなように寿命時の判定基準がかならずしも一定していないことを考慮に入ると I-1 の切削後のあさり量と II-1 のあさり量に差があることは予想される。同様 IV は type 1 に属していたにもかかわらず切削後のあさり量の平均は比較的大きい。これは Fig. 3 から考えるに、先端摩耗が寿命因子と思われる。なお VI-2 についてはかなり切削量が多いにもかかわらずさほどあさりの摩耗は大きくない、ただこの場合最初のあさり量が小さい。

次にあさり量が被削面状態により大きな影響を持つと思われる。特に木口面の焼けに関するあさり

の影響は大きい。そこでセットされた二枚の鋸のうち、その二枚に極端に差があるステライトチップソー（これは特に製品側に木口の焼けが著しく、耳側には焼けは観察されなかった。）VI-1 について鋸両側のあさり量を Fig. 6 に示し検討する。この図からあきらかなことは、木口に焼けの入った側のあさり量が他の方に比してあきらかに小さいことをしめしており、さらに Table 4 から VI-1 の刃先先端摩耗がそれほどあきらかでないことを考え、あさがり焼けの大きな原因であることを示しているといえよう。被削面の焼けの原因は IV の結果 VI-1 から考えると先端摩耗による切れなまり、あさり量の不足等によると考えられるが、とくにあざりと被削面の関係は密接であり、被削材の物性との関連を考慮することからより詳細な検討が必要である。

iv) 工具刃先側面のあざり変化

工具面の摩耗はどのようにおこるのかを調べるため、鋸刃先先端の表面あざりを測定する。刃先は被削材の抽出物等によっておおわれ、これが刃先のあざりに影響を与えらると思われるので、この危険を取り除くため、できるだけ完全に刃先の付着物をふきとった。したがってこの場合、切削後のあざりは摩耗した刃先のあざりを測定したと考える。

切削前の刃先あざりと切削寿命に達したときの刃先あざりを Fig. 7 に示す。この結果はいずれの場合も切削後のあざり値が大きいことを示している。以前切削の過程で工具の摩耗の進行につれ、刃先表面の形状が変化し、さらにそのあざりが増加することが SK でつくられたカッターでの摩耗実験であきらかになった⁵⁾ が、これはこの実験結果とよく一致するといえる。この実験では工具の寿命時までの切削により刃先自体がかなり無理な切削をおこなったのちのあざり値であるが、このことから刃先の摩耗は刃先部のチップングあるいは小さな粒子の欠落によって促進されることが推定される。また、この考えは G. Pahlitzsch²⁾ 等によっても述べられている。

また切削工具面のあざりが切削前に若干異なるがこれは刃先の測定といいながら測定長さ 8 mm のため切削に直接関与しない部分も平均に含まれるものもある。したがって初期のあざり値から刃先の研磨状態を判定することはできない。

v) 切削過程における電流変化

工具の快削性を判定する場合あるいは寿命の点をおさえるためには、切削過程における切削所要動力の測定が有効である。また工具摩耗状態との関連においても大きな役割をはたすことは多くの人々によって述べられている⁶⁾。そこで、その考えに準ずるものとして本実験においてアンメーターによ

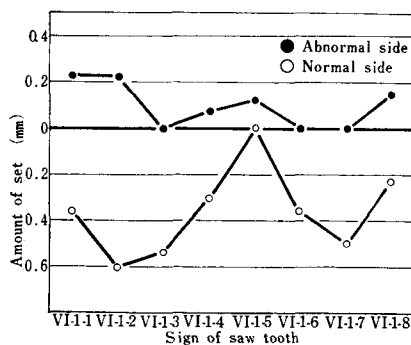


Fig. 6. Amount of set on abnormal* side and normal side(saw number; VI-I.)
*:abnormal side; burning on machined surface.

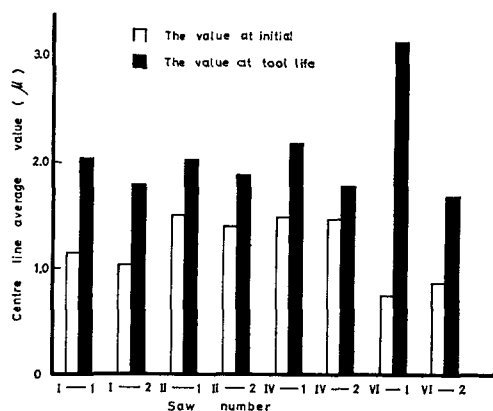


Fig. 7. Roughness (centre-line-average value) on circular saw teeth* used in this experiment. *:average roughness of 8 teeth in each saw.

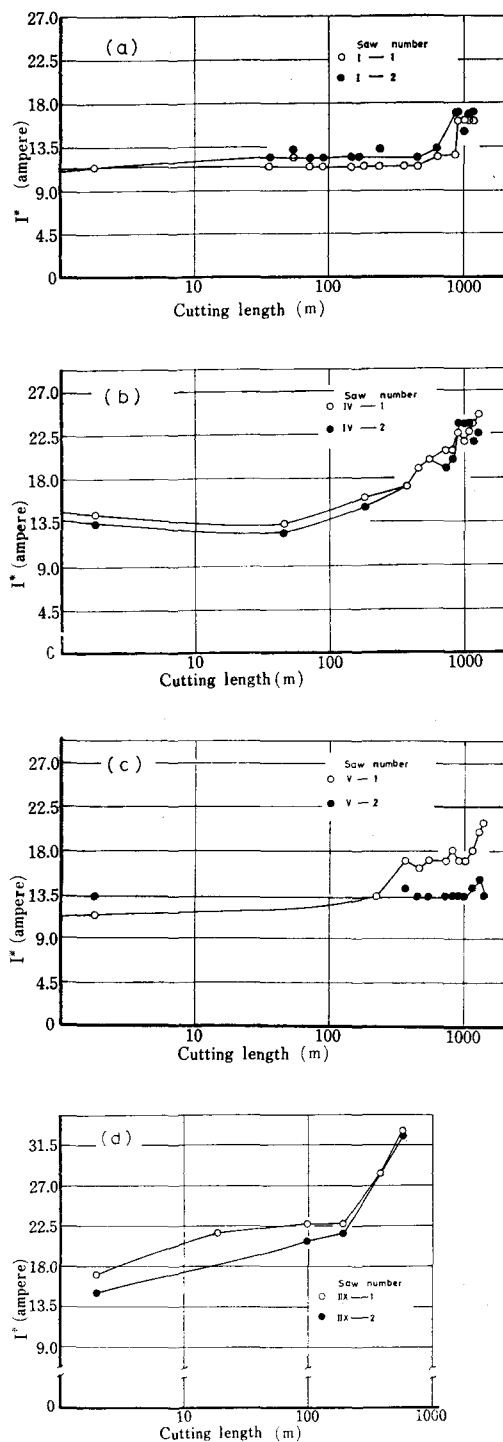


Fig. 8. Relationship between amper variation and cutting length.

Saw number : (a) I, (b) IV, (c) V and (d) IIX

I^* ; ampere measured in ammeter.

り切削過程での電流の変化を測定し、切削中工具の状態がどのように変化してきたかを推定する。Fig. 8 (a)~(d) に片対数グラフを使用して電流—切削長さの関係を I, IV, V, IIX の鋸について示す。

鋸 I-1, 2 については Table 4 で明らかなように寿命時で両鋸ともほぼ同程度の摩耗状態を示している。このことは Fig. 8 (a) の電流変化からも読みとることができる。すなわち両鋸とも切削初期から電流はほぼ一定の状態を示し、切削長さ 800 m 以上になると急にその値は上昇し、900 m 以上の切削で両鋸とも被削材に焼けを生じしめた。このとき電流は 13.5 アンペア以上を示している。これに対し Fig. 8 (b) において電流の上昇は切削初期から漸次おこり、その値が 22.5 アンペアに達したとき寿命と判定された。このように電流の絶対値の比較はあまり意味がなく、この場合切削過程における電流変化が重要である。その意味で Fig. 8 (a) と Fig. 8 (b) の変化は若干異なっているといえる。さらに被削材条件の異なる高速度鋼チップソーの電流変化を Fig. 8 (d) に示す。これは前二者と比較して被削材厚が 2 倍の 24 mm であるため、電流の絶対値も高い。しかしその変化は IV の傾向と類似し、漸次増加を示すといえる。そしてこの場合切削長さ 400 m 以上で木口に焼けが観察されはじめた。このように、ほぼ二つの異なった電流の上昇傾向を示しながら寿命に達する結果をえた。また上記のごとく Fig. 8 (a), (b) の図を比較するとき使用した鋸によって電流の絶対値は異なっており、したがってその値によって寿命を判定することはできないが、その値の変化を観察することによって、鋸の限界は判定可能である。

また Fig. 8 (c) は刃先の欠損のため切削不可能になったステライトチップソーに関する結果を示したものである。この図は 300 m 以上の切削で、電流が急に増加し、一時はば一定値をとったのち、1000 m 以上の切削で急激にその値が増加し寿命に達する。この鋸については前述したごとくステライトチップ刃先は破損もしくは離脱しており、最終的には刃先の存在しない鋸歯の切削がおこなわれたと思われる。これから 300 m 以上で

の電流の上昇が第一のステライトチップ刃先の破損をあらわし、1000 m 以上の上昇はさらにステライトチップの破損が増加する結果、その動力は漸次増加していることが推定される。このことは、前述したように鋸そのものの破損状態もしくは切れ味の変化等の現象が電流にきわめて敏感な形であられることを示しているといえよう。

vi) 切削過程における被削材面の変化

被削材面の切削過程での変化は、工具の摩耗状態すなわち切れ味ときわめて密接な関係があると思われる。そこでいま Phot. 2 (a)~(e) にステライトチップソーで切削された合板の被削面をその切削長さに沿って示す。

Phot. 2 (a) は切削初期の状態をあらわし木口面にかなりあらい面が観察されるが、面としてはかなりいい状態を示す。しかし 288 m 切削したときの面 (Phot. 2 (b)) にははっきりした鋸歯の跡が観察され、この現象は次の Phot. 2 (c) では観察されない。このような傾向はステライトチップソー以外の鋸ではごく初期の段階でしばしば観察される。この場合この現象は鋸のあさりの不整に関係があり、その後あさり量は平均化され鋸歯の跡は消失するものと思われる。この考えるステライトチップソーにそのまま適応できないが、切削後一時的にあさり量の不整が出現し (チップの破損等が考えられる) それが平均化していったと思われる。

さらに切削が進むと Phot. 2 (d) に示されるように再度鋸歯のあとが観察される。これは特にステライトチップソーの場合顕著で歯の欠損にかなり関係があると思われるとともに、歯の欠損あるいは刃先の摩耗等による切れ味の減少が鋸身の振動等を引きおこすことも考慮に入れる必要がある。さらに切削長さが増加し刃先の摩耗が増加し、被削面に焼けの入った場合 (Phot. 2 (e)), 焼けのほか被削面の欠け等がはっきり観察される。ここにはステライトチップソーによる被削面をあげたが、他の鋸による被削面も同様な経過をたどっている。いま被削面の詳細な状態を観察するため C-V 鋼による被削面を Phot. 3 (a), (b) に示す。これは face と core 各一枚を含む部分を撮影したものであるが、Phot. 3 (a) の切削初期においては face の切削もかなり良好であるが、わずかにけば立ちが観察される。しかし 900 m 切削した後 Phot. 3 (b) においては大きなけば立ちが face, core とともにみとめられる。

またこの被削面状態の変化は切削中の電流変化と対比することが可能であり、木口のけば立ち、焼けの出現は切削中の電流の上昇とほぼ一致する。

引用文献

- 1) 大迫靖雄・堂本邦彦：工具材料表面の腐食による変化と切削エネルギーに関する研究，京大演習林報告投稿中
- 2) G. Pahlitzsch und K. Dziobek: Untersuchungen über das Abstumpfungsverhalten eines Schneidzahn, Holz als Roh- und Werkstoff, 26. 162 (1968).
- 3) 佐藤建児編：金属の摩耗とその対策，養賢堂，(1965)等
- 4) A. Kobayashi, Machining of Plastics, (1967). McGRAW-HILL.
- 5) 大迫靖雄・岡田秀夫・杉原彦一：木材切削工具の摩耗について (1)；炭素工具鋼の機械的摩耗，第18回日本木材学会研究発表，(1968)
- 6) E. Kivimaa: The cutting force in woodworking, The State Inst. for Tech. Res., Helsinki, Publ. No. 18 (1950).

Résumé

The purpose of this paper is to investigate tool life and the relation between wear characteristics of

the saw and rheological behavior of wood.

In this experiment, we machined plywood (table 2) with a circular saw to tool life. The Circular saw used in this experiment was made of Gr-V alloy steel, tool by hard-chromium plating, stellite, hard metal and high speed steel, and had tooth shape of type A and type B shown in phot. 1. Saw condition was shown in table 1.

In this experiment, we observed the form of tool life, wear characteristics of the saw, the wear amount of set, machined surface condition, ampere variation during cutting and roughness (centre-line-average value) of the saw teeth.

From this experiment described above, we gave the following results,

1) In this experiment, we determined tool life by finding troubles on machined surface as shown in table 3; fuzzy, burning on machined surface and buckling of saw blade. It was found that the main limit to tool life was tooth wear, but a few reasons also were faults of the tool; dropping and breaking of tooth, buckling of saw blade and cracking of saw blade.

However, we had to consider that, as a factory laborer determined tool life by his subjective judgement, the certain difference of tool life came out among individual saws.

2) From fig. 4, two types of wear amount on relief surface could be distinguished (type I; judgement after harsh cutting burning on machined surface and buckling of saw blade, type II judgement at relative light wear: fuzzy)

3) As we considered the relation between wear characteristics of the saw teeth and rheological behavior of wood, we made the assumption that elastic recovery might occur on the machined surface during machining and the expansion of compressed material might cause the friction between the recovered machined surface and the relief surface of saw tooth. With these assumptions, we could explain that the wear amount on the relief surface was larger than that on the rake surface.

As we considered the relation described above, we estimated the ratio of wear amount on relief surface to that on rake surface, a/c . (table 5). From table 5, it might be found that the value of a/c except for saw number II was larger than 1.0 and the results might support the above assumption. That value of saw number II was smaller than 1.0, the results were not consistent with the assumption described above. Then, we tried to explain this contradiction. It might be concluded that, because saw number II had small tool angle as shown in table 1 (b), it was affected by chipping on tool edge.

4) Amount of set on circular saw was not arranged in order at initial condition before machining, but was arranged in order during machining. It was found from fig. 5 (a)-(d), that amount of set showed a fixed value at tool life, and the fixed value was different with the tool material and tooth shape.

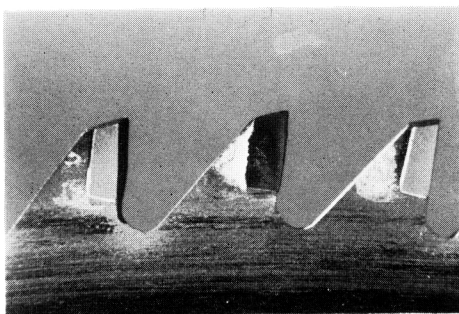
5) From fig. 6, it was found that amount of set was one factor of burning on machined surface.

6) From fig. 7, it was clear that roughness (centre-line-average value) on tool edge increased with wear of tool edge. From the results, it might be concluded that chipping and/or dropping of small particles on tool edge part was taking place during machining.

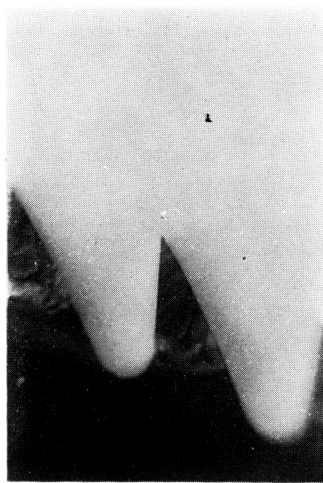
7) From fig. 8, it might be clear that ampere variation during cutting almost coincided with wear amount of tooth. From the results, it might be possible that we judged tool life with ampere variation.

8) Machined surface was affected by wear amount of tooth, machining condition etc.

Phot. 2 showed the variation on machined surface during machining (saw number V-I)

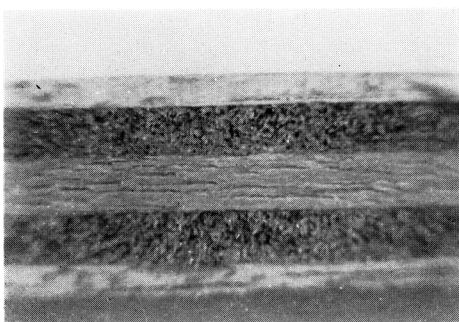


(a) Type A ; hard tipped saw

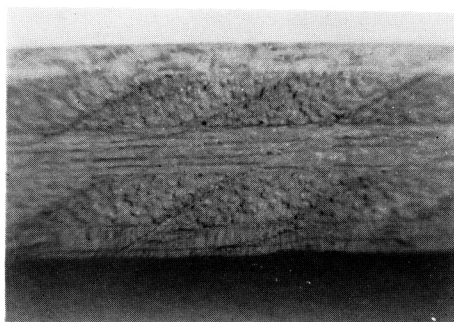


(b) Type B ; stellite tipped saw

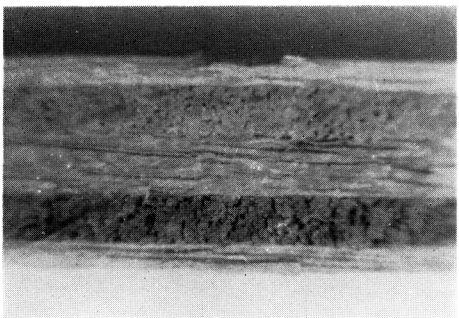
Photo. 1. Tooth shape.



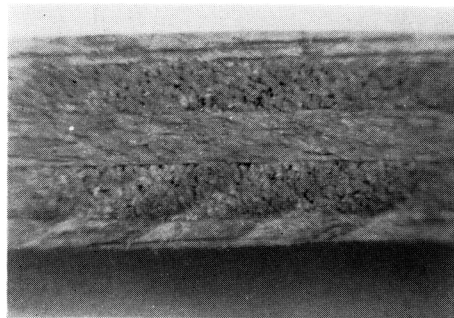
(a) Cutting length ; 3.6 m



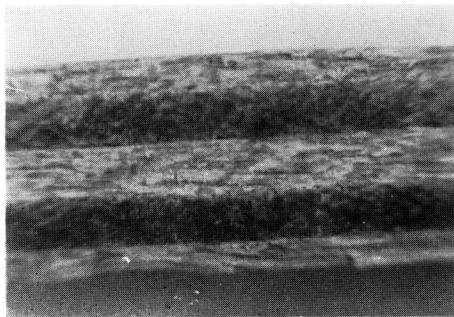
(b) Cutting length ; 288 m



(c) Cutting length ; 450 m

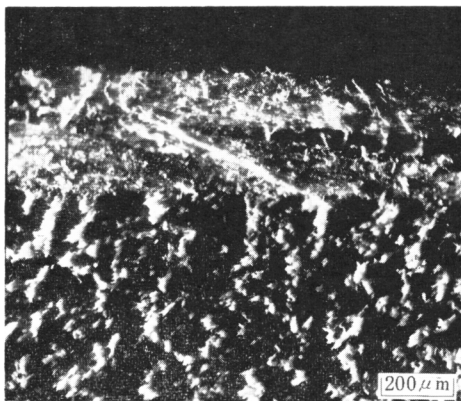


(d) Cutting length ; 715 m

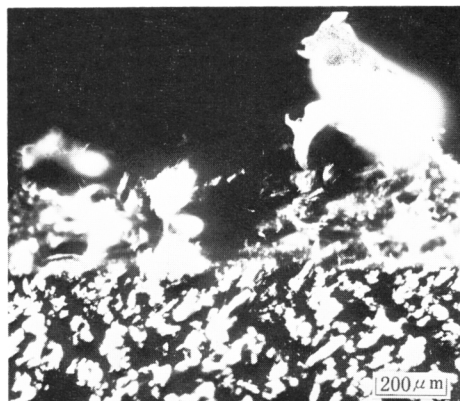


(e) Cutting length : 900 m

Photo. 2. Machined surface (saw numbe ; V-1.)



(a) Cutting length; 3.6 m



(b) Cutting length; 900 m
fuzzy on face

Photo. 3. Machined surface (saw number; I-1.)