

帯鋸のアサリ歯仕上げ法の研究（第3報）

撥型アサリ歯のシェーパー仕上げ

枝 松 信 之⁽¹⁾

大 平 裕⁽²⁾

I 緒 言

わが国では主として帯鋸に用いられている撥型アサリ歯のアサリ出しは、スエージ加工により歯先を拡げた後、シェーパー仕上げによつてこれを調整するという方法がとられる。鋸歯はスエージ加工によつて歯喉部に変形を生ずるとともに、鋸厚方向に歪を生じ、いわゆる撥型が形成されるが、このような変形機構では希望する形態の撥型をえがきたいし、その大きさの不揃いを修正することも望ましいので、アサリ歯の SIDE-DRESSING を行うのがシェーパー仕上げの目的であると解される。すなわち、撥型アサリ形成の基本となるのはスエージ加工ではあるが、これが満足すべき状態に行われた場合、最終的にアサリの形態を決定するのはシェーパー仕上げであると考えられる。したがつて、シェーパー仕上げの効果を充分にあげるには、その撥型形成の機構を明らかにするとともに、形成された撥型の形態と鋸歯の切削性能の関係を知ることが必要である。

SIDE-DRESSING の方法としては、やすりでアサリ歯の側面を削り落すか、あるいはアサリ歯を2個のダイの間にはさんで押しつぶすことによつて必要な撥型にする仕上げ法が考えられるが、前者は外国では一部で行われているところもあるようだが^{5),7)}、わが国では用いられないような厚鋸に対してのみで、一般には、型式は多少異なるものもあるが、ほとんど後者の方法がとられている。

筆者らはわが国で最も一般的に用いられている型式のシェーパーについて、シェーパー仕上げによる撥型形成の状態を検討するとともに、シェーパー仕上げの効果を明らかにするため、撥型形態と鋸歯の切削性能の関係を実験的に求めた。

この研究を行うにあつて、終始御配慮を賜つた斎藤前木材部長ならびに平井木材加工科長に対して深く謝意を表したい。

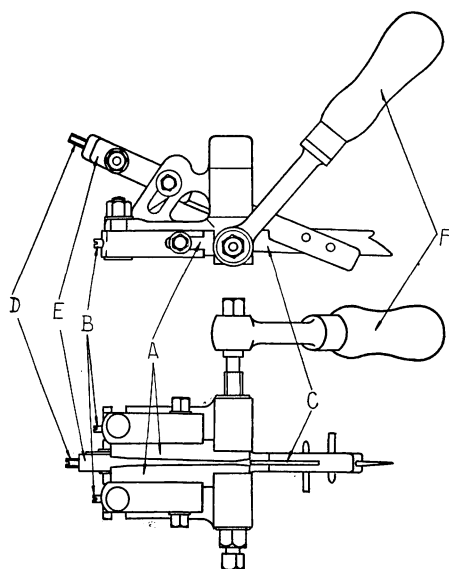
II シェーパー仕上げによる撥型形成

1. シェーパーの機構

わが国で最も普通に用いられているシェーパーは Fig. 1 に示すような形式のもので、この図のように、レバーの回転によつて一方のダイのみが動く、いわゆる片寄せ式のものと両方のダイが動く両寄せ式のものがあるが、根本的な機構は全く同一と考えてよい。

このようなシェーパーの機構はスエージの機構³⁾に比べると比較的簡単で、その主要部分は直接撥型形成をなすダイと、鋸歯とダイの関係位置を決定するツースゲージ (TOOTH GAUGE) および歯受けで

(1) 木材部木材加工科製材研究室長 (2) 木材部木材加工科加工研究室員



- A: ダイ Dies.
 B: ダイ調節ネジ Dies adjusting-screws.
 C: ツースゲージ Tooth gauge.
 D: ツースゲージ調節ネジ Tooth gauge adjusting-screw.
 E: 歯受け Tooth-rest bar.
 F: レバー Lever.

Fig. 1 供試シエーパー Shaper for tests.

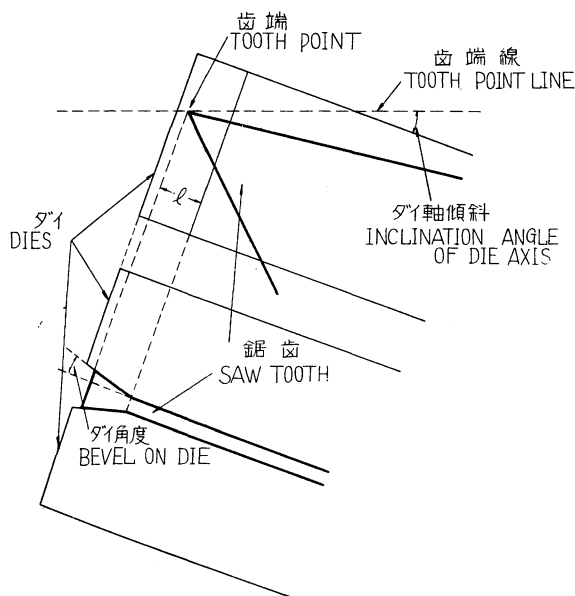


Fig. 2 シエーパー仕上げにおける鋸歯とダイの関係
 Shaper-dies in their working position.

ある。

ダイとシエーパー仕上げされる鋸歯の関係を模式的に示せば Fig. 2 のようになる。

Fig. 2 に示すように、シエーパー仕上げされる鋸歯は2個のダイの間に挿入され、ダイに付した斜面にはさまれて押しつぶされることにより撥型を形成する。この場合、撥型の形態を決定するシエーパーに関する条件としては、歯端の位置、ダイ軸傾斜およびダイ角度のみを考慮すればよいといえる。歯端の位置というのはダイをダイ軸方向に移動調節することによって変化する歯端（ツースゲージにより固定されている）とダイの関係位置のことで、Fig. 2 に示す l であらわしう。ダイ軸傾斜は歯受け軸の傾斜を調節することにより変化し、Fig. 2 に示すように歯端線とダイ軸がなす角であらわされる。ダイ角度はダイに付した斜面の傾斜角で、振分けアサリのアサリ出し作業に用いる目打ち台の目打ち角度に相当するものと考えられる。

スエージ加工による歯先の変形が充分に大きく、シ

エーパー仕上げによって、Fig. 2 に示すように、ダイの形のとおりに歯先が塑性変形して撥型が形成されるとすれば、シエーパーの条件と形成される撥型形態の関係は幾何学的に考える。すなわち、Fig. 3 に示すように、シエーパーの条件である歯端位置をあらわす l 、ダイ軸傾斜 γ およびダイ角度 δ と撥型の形態をあらわすアサリの出 s および歯喉側あるいは歯背側からみたアサリの逃げ角 α あるいは β との関係は次のように求められる (θ_1 = 歯喉角, θ_2 = 歯背角)。

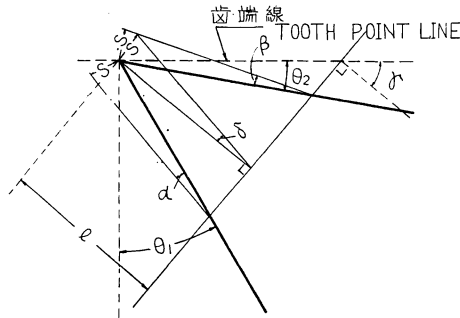
$$s = l \cdot \tan \delta \quad \dots (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \{ \tan \delta \cdot \sin(\gamma + \theta_1) \} \dots (2)$$

$$\beta = \tan^{-1} \{ \tan \delta \cdot \cos(\gamma - \theta_2) \} \dots (3)$$

しかし、実際には、上述のような幾何

学的計算のとおりに変形するとは考えられないし、シエーパーに関する条件だけではなく、鋸歯先の状態、すなわち、スエージ加工による歯先の変形状態、あるいは、事前に研磨する場合には、それをさらに



- α : 歯喉側からみたアサリの逃げ角
 Side clearance angle of set at the front.
 β : 歯背側からみたアサリの逃げ角
 Side clearance angle of set at the back.
 γ : ダイ軸傾斜 Inclination angle of die axis.
 δ : ダイ角度 Bevel on die.
 θ_1 : 歯喉角 Hook angle.
 θ_2 : 歯背角 Clearance angle.
 l : 歯端位置 Position of tooth point.
 s : アサリの出 Swaging dimension.

Fig. 3 シェーバー条件と撥型要素
Geometrical relation of side-dressing conditions to swage-set.

研磨したときの歯先の状態により異なるものと考えられる。そこで、シェーバー仕上げによる撥型の形態を知るには、実際的なシェーバー仕上げを行つて、上述の条件と変形形態の関係を求めることが必要となる。

なお、この報告に述べる試験に用いたシェーバーはすべて Fig. 1 に示すような片寄せ式のものである。

2. 歯端位置の影響

歯端のダイに対する位置は、調節ネジでダイをダイ軸方向に移動するか、あるいは、歯受け軸を移動して、それに固定したツースゲージの位置を変えることによつて変化せしめうる。ダイ軸傾斜(γ)、ダイ角度(δ)および鋸歯条件が一定のときの歯端位置と撥型形態の関係を求めるため、実際的なシェーバー仕上げをこころみた。

鋸厚 19BWG の供試帯鋸について、最も大きな撥型変形をなすような条件でスエージ加工を行い、軽く研磨した後、歯端位置のみが異なる数種の条件で、一条件につき 40~50 枚の鋸歯をシェーバー仕上げした。歯端位置(l)はシェーバーを固定し、ダイの調節ネジでダイを移動させ、ダイとツースゲージの関係位置の動きを読みとり顕微鏡で測定することにより決定した。シェーバー仕上げ後は各鋸歯に対し一様な条件で、自動研磨機により歯喉側研磨を主とする仕上げ研磨を行つた。仕上がったアサリ歯はマイクロメーターでアサリ幅を測定して、アサリの出(s)を算出し、一定条件のアサリ歯群についての平均値をもつてそのシェーバー仕上げによるアサリの出とするとともに、アサリの形態を知るため、歯喉側および歯背側のアサリ拡大図を投影検査器でうつしとつた。

試験結果の一例を示せば、Fig. 4 および 5 のとおりである。

l と s の関係は、原則的には、前述の (1) 式で示したのと同様に、 l が大きくなるにつれて s も大となる。しかし、(1) 式によれば、この関係は直線的であるが、実際には

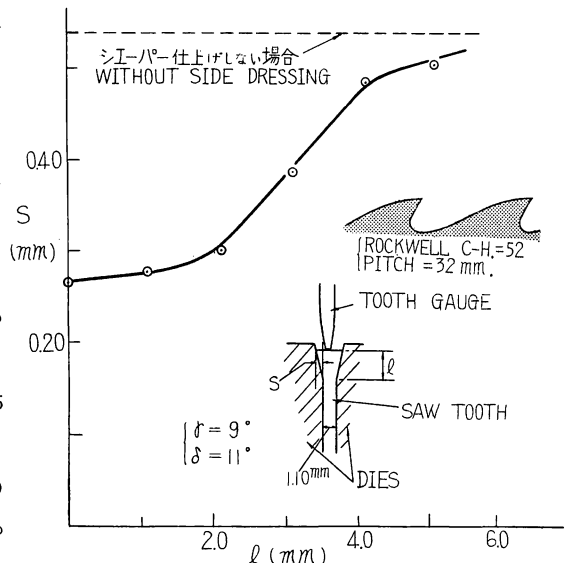


Fig. 4 歯端位置とアサリの出の関係
Relation of l to swaging dimension (s).

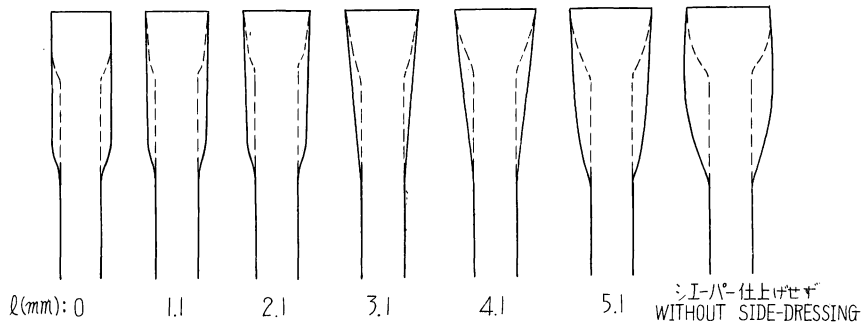


Fig. 5 Fig. 4 における撥型図
Projections of swage-set tooth in the conditions of Fig. 4.

Fig. 4 のような結果になる。すなわち、 $l=0$ の場合、 $s=0$ とならず、また、 l を過大にした場合、 s の増大率は小となる。これは、ダイの押しつぶしうる量に限度があることおよび Fig. 5 の右端に示すようなスエージ加工後の歯先の形態が影響することを示すものと考えられる。

式(1)~(3)で分るように、 $l>0$ の場合、 l は s の大きさのみに影響すると考えられるが、実際には、Fig. 5 に示すように、アサリの逃げ角の大きさにも関係し、一般的には、 l を大にするほどアサリの逃げ角は大となる傾向がみられる。いいかえれば、 l を変化させることによりアサリの大きさのみでなく、撥型の形態も変化せしめうることになる。

3. ダイ軸傾斜の影響

ダイ軸の歯端線に対する傾斜は歯受け軸のダイ軸に対する傾斜を変えることによつて変化せしめうる。歯端位置、ダイ角度および鋸歯条件が一定のときのダイ軸傾斜と撥型形態の関係を求めるため、歯端位置の影響についての試験の場合と同様にして、実際的なシエバー仕上げをこころみた。

供試シエバーのダイ軸傾斜はダイ下面を基準にして刃物の測角器で測定した。 $l=3.1\text{mm}$ に一定にしたので、仕上げ研磨後のアサリの出はだいたい 0.42mm にそろつた。

試験結果から求めたダイ軸傾斜(γ)と歯喉側からみたアサリの逃げ角(α)の関係の一例を示せば、Fig. 6 のとおりである。すなわち、 α は γ の大きさに比例して増大し、その傾向は実測値と式(2)か

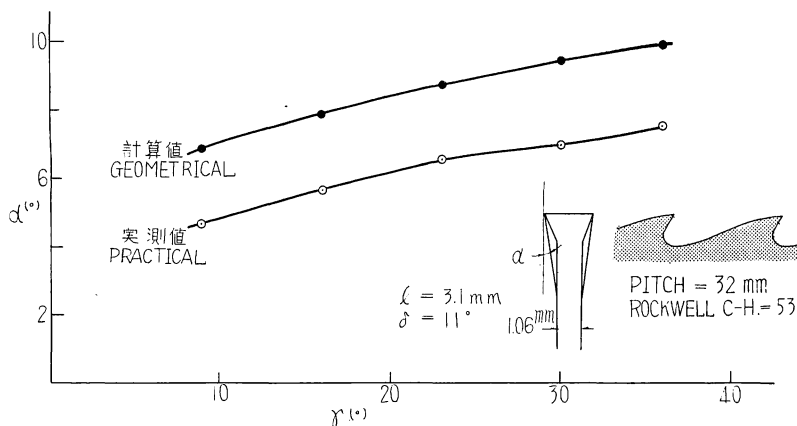


Fig. 6 ダイ軸傾斜と歯喉側からみたアサリの逃げ角の関係
Relation of inclination angle of die axis (γ) to side clearance angle of set at the front (α).

ら求めた計算値の間にほとんど差がないが、 α の値は実測値の方が小さく、この例の場合、その差は約 2° であつた。Fig. 6 の例で示した γ の範囲 $9^\circ \sim 36^\circ$ は一般に実用されるシェーパーでは最大のものと考えられるが、その範囲でも、 α の値の変化は約 3° にすぎない。なお、歯背側からみたアサリの逃げ角 (β) の値は式 (3) から分るように、 γ の大きさに反比例するわけであるが、 β の実測値はあまり変化は認められず、実測値と計算値の関係は α の場合と同様であつた。

4. ダイ角度の影響

鋸厚 21 BWG の供試帯鋸の鋸歯に 2 回掛けスエージ加工

工を行い、かなり大きな撥型変形をえた後、これについて、ダイ角度 (δ) と撥型形態の関係を求めるため、前述の試験の場合と同様にして、実際的なシェーパー仕上げをこころみた。

ダイは $0^\circ, 4^\circ, 8^\circ, 12^\circ$ および 33° の 5 種類の δ のものを用い、ダイ軸傾斜は一定としたが、 l は仕上げ研磨後のアサリの出 (s) が実用的に適当な大ききにな

ることを目標として、式 (1) にもとづき、 δ の大きさに応じて決定した。これは、 δ の大きさの範囲がかなり変化する場合、 l を一定にしたのではスエージ加工後の撥型の形態に応じた実際的なシェーパー仕上げができなかつたからである。結局、このようにして仕上げたアサリ歯の s の値は $0.32 \sim 0.49 \text{ mm}$ で、Fig. 7 はその撥型の一例を示すものである。

試験結果から求めた δ と α の関係を示せば、Fig. 8 のとおりである。すなわち、 α は δ の大きさに比例して増大し、その値は式 (2) から求めた計算値とあまり差異がないが、 δ が著しく大きくなると、計算値よりかなり小さくなるようである。 δ と β の関係も α の場合とだいたい同様であつた。

以上の結果から、シェーパー仕上げ後のアサリの逃げ角を明確に差異づけるものはダイ角度であり、その効果を充分あげるには、上述したように、スエージ加工による適当な撥型形成とダイ角度に応じた歯端位置の決定が必要であると考えられる。なお、ダイの間への鋸歯挿入を容易にするため、ダイ後部を開きかげんにする (ダイが鋸歯をしめつけたとき、ダイ後部が鋸厚より開いている) ことがあるが、この場合は、真の δ はダイに付した実際の傾斜角度より小さいと考えねばならぬことは当然である。

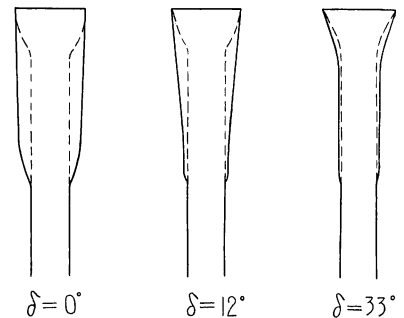


Fig. 7 ダイ角度 (δ) が異なる場合の撥型
Projections of swage-set tooth in
different bevels of die (δ).

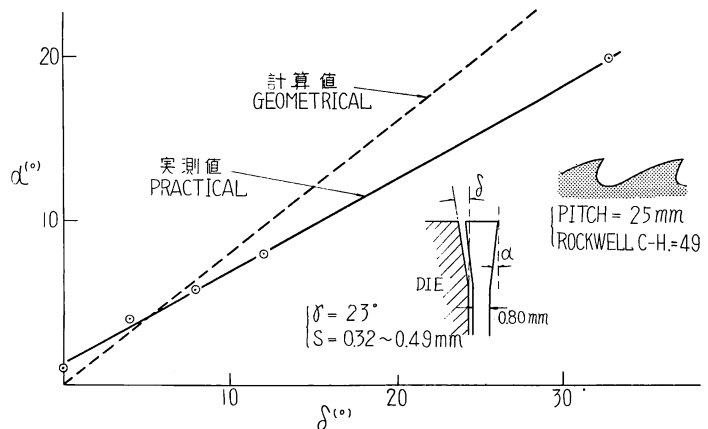


Fig. 8 ダイ角度と歯喉側からみたアサリの逃げ角の関係
Relation of bevel on die (δ) to side clearance angle of
set at the front (α).

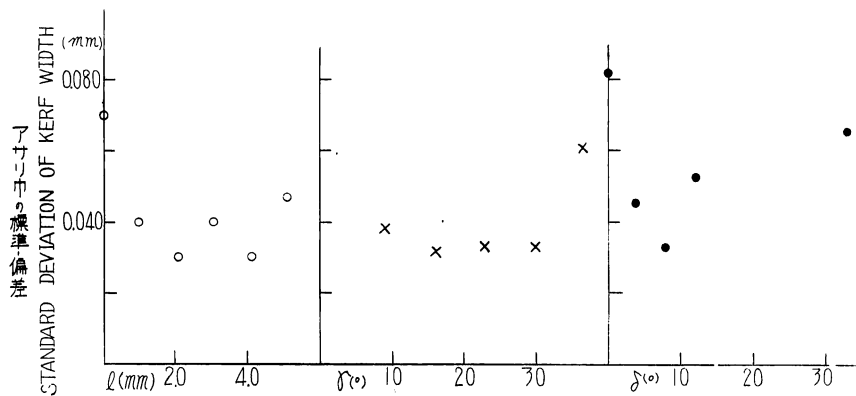


Fig. 9 シェーパー条件と撥型アサリ精度の関係
Relation of conditions of a shaper to precision of kerf width.

Ⅲ シェーパー仕上げとアサリの精度

1. シェーパー条件の影響

シェーパー仕上げにおけるシェーパーの条件が撥型アサリの精度に影響するかどうかを前述の試験結果にもとづいて検討してみた。この試験では、スエージ加工をできるだけ精密に行つたし、仕上げ研磨は軽く一回行つただけであるから、鋸歯条件や研磨の影響はほとんど一定であると考えられる。アサリの精度はアサリ幅の精度で示すこととし、これをあらわす指標として、各条件のアサリ幅の標準偏差を求めた。

シェーパー条件である歯端位置 (l)、ダイ軸傾斜 (γ) およびダイ角度 (δ) とアサリ幅の標準偏差の関係は Fig. 9 に示すとおりで、いずれの場合もシェーパー条件の影響はあまり認められない。 $l=0$ あるいは $\delta=0$ の場合の値が比較的大きいのは、このように圧しつぶす量が多い場合はレパーのしめつけを一定にしがたいためと考えられ、このような手動器具では作業者の熟練度がかなり影響するものと想像される。なお、この試験結果は一回だけ軽く研磨仕上げしたアサリ歯についてのものであるが、前述したように、各条件によつてアサリ歯の形態が異なっているから、研磨をつづけると、研磨方法によつても異なるが、シェーパー条件によつてアサリの精度は変化してくる⁴⁾。

2. 鋸歯先条件の影響

シェーパー仕上げの目的の一つは撥型の大きさをそろえることにあるといわれているが、このような効果にはシェーパー仕上げ前の鋸歯先の状態が大きな影響をおよぼすものと考えられるので、鋸歯先条件とシェーパー仕上げ後のアサリ精度の関係を求めるため、次のような試験を行つた。

1) 試験方法

試験に供した帯鋸およびその鋸歯要素は Table 1 のとおりである。

Table 1. 供 試 帯 鋸
Bandsaw blade for test.

鋸 厚 Thickness BWG	mm	ロツクウェル C 硬 度 Rockwell C-Hardness	歯 距 Pitch	歯 高 Height of tooth	歯 端 角 Sharpness angle	歯 背 角 Clearance angle
19	1.06	53	32mm	9mm	50°	10°

Table 2. 供試アサリ歯の仕上げ方法 (○:実施)
 Setting procedure of saw-teeth for test. (○:done)

仕上げ法種別 Setting procedure	スエージ加工 Swaging	シェーパー仕上げ Side-dressing	研 磨 Sharpening	シェーパー仕上げ Side-dressing	研 磨 Sharpening
A	○	→	○	→	○
B	○	○	○	→	○
C	○	→	○	○	○

この帯鋸1本について、鋸歯を3群に分け、それぞれにレバ
ー角度³⁾の異なるスエージ加工をなし、Fig. 10に示すような
3種の撥型を作製した。これら3種の撥型をもつ鋸歯をそれぞ
れさらに3群に分け、Table 2に示すような異なる方法でアサ
リ歯を仕上げた。結局、1条件の供試アサリ歯の数は約30枚
であった。

シェーパー仕上げに用いたシェーパーの条件は、 $l=3.1\text{mm}$,
 $\gamma=23^\circ$, $\delta=11^\circ$ に一定した。

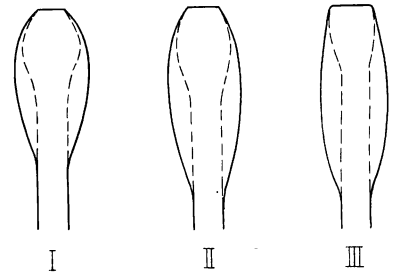


Fig. 10 スエージ加工後の供試撥型

このように9種類の仕上げ法の異なるアサリ歯をもつ帯鋸を Projections of swaged tooth for test.
自動研磨機により、歯喉側および歯背側に均等に研磨するつもりで研磨仕上げをつづけ、ある程度研磨す
るごとに、アサリ幅を測定した。

2) 試験結果および考察

試験結果から、アサリ歯仕上げ法とアサリ幅およびその標準偏差の関係を表示すれば、Table 3のと
おりである。

 Table 3. アサリ歯仕上げ法とアサリ幅の関係
 Relation of setting procedure to kerf width.

スエ ージ 加工 Swag- ing	研磨回数 Number of sharp- ening	アサリ幅 Kerf width (mm)											
		A				B				C			
		平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	標準偏差 Standard deviation	平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	標準偏差 Standard deviation	平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	標準偏差 Standard deviation
I	1	2.29	2.32	2.22	0.027	1.93	2.02	1.84	0.049	2.23	2.29	2.14	0.037
	2	2.27	2.31	2.22	0.023	1.80	1.88	1.72	0.050	2.13	2.23	2.04	0.043
	3	2.24	2.30	2.21	0.030	1.76	1.87	1.70	0.053	2.09	2.15	2.01	0.030
	4	1.95	2.15	1.74	0.124	1.55	1.67	1.37	0.059	1.80	1.89	1.69	0.057
	5	1.72	1.98	1.40	0.157	1.51	1.60	1.34	0.068	1.70	1.83	1.53	0.089
II	1	2.27	2.32	2.20	0.031	1.90	1.98	1.83	0.048	2.20	2.27	2.10	0.042
	2	2.27	2.32	2.19	0.033	1.80	1.88	1.73	0.055	2.10	2.21	2.05	0.045
	3	2.27	2.32	2.19	0.030	1.76	1.88	1.69	0.053	2.05	2.12	2.00	0.035
	4	2.09	2.26	1.71	0.139	1.57	1.65	1.48	0.044	1.77	1.90	1.71	0.087
	5	1.90	2.17	1.43	0.218	1.55	1.65	1.30	0.075	1.66	1.87	1.52	0.091
III	1	2.26	2.34	2.20	0.037	1.99	2.09	1.89	0.045	2.00	2.08	1.90	0.038
	2	2.26	2.33	2.19	0.037	1.93	2.02	1.84	0.045	1.99	2.08	1.90	0.040
	3	2.25	2.33	2.18	0.042	1.90	2.00	1.81	0.050	1.94	2.02	1.89	0.030
	4	2.04	2.27	1.62	0.171	1.63	1.79	1.52	0.073	1.68	1.79	1.41	0.072
	5	1.91	2.26	1.36	0.210	1.55	1.69	1.46	0.061	1.58	1.70	1.40	0.087

これらの結果から、シエーパー仕上げとアサリの精度に関して次のことが考えられる。

i) この試験の場合のように、鋸歯の調整やスエージのセットを正確に行えば、スエージ加工のみでもシエーパー仕上げを行つた場合と大差ない精度のアサリ歯を仕上げるが、研磨が進むにつれて、前者の精度は悪くなり、シエーパー仕上げの効果を認める。

ii) シエーパー仕上げをスエージ加工後ただちに行う場合と一度軽く研磨してから行う場合とでは、シエーパー仕上げされる鋸歯の条件が異なることになる。シエーパー仕上げはツースゲージで固定する歯端が基準になるが、スエージ加工後の歯端は不そろいであるのみでなく、不安定であるから、上述のCの仕上げ法がよいということがいわれる⁵⁾が、この試験結果の標準偏差の値にもとづいてアサリ幅の精度を比較すると、両者の間には差がないようである。しかし、この試験はスエージ加工の精度も高く、シエーパー仕上げも非常に注意深く行つた場合で、実際作業では、B法の場合、スエージ加工を精密に行うとともに、歯端の不安定部分をツースゲージに当てることによつて生ずる折損片がツースゲージにつまることを避ける等の注意が必要である。なお、Table 3 から明らかなように、C法の方が大きなアサリ幅がえられている。これは、事前に研磨することによつて、 l の値を大きくしたのと同様の結果となるため、ダイを移動して、 l の値を変えることにより修正しうることはずで述べたとおりである。

iii) Table 3 のB法あるいはC法について、スエージ加工法の異なる場合のアサリ幅を比較すると、いずれの場合もかなり差があり、とくに、IIIの場合のごときは仕上げ後も撥型の形態に明らかな差が認められ、いわゆる、“シエーパーが充分きいていない”状態であつた。これらのことは、同一のシエーパー条件で仕上げて、スエージ加工の条件がかなり異なれば、アサリをそろえることができないことを明らかにするもので、いいかえれば、シエーパー仕上げにより撥型の調整がなされるとはいえ、撥型アサリの大きさ、形状および精度を根本的に決定するものはスエージ加工であると考えられる。

IV 撥型とアサリ歯の切味

撥型アサリ条件としてはアサリ幅とアサリの逃げ角が考えられるが、直接シエーパー仕上げによつて決定づけられるのは後者であつて、前者は研磨によつても修正しうる。すなわち、鋸歯の挽材性能を高めるにはどのようなシエーパー仕上げを行うべきであるかということは、どのようなアサリの逃げ角をもつ撥型を形成すべきかということになる。そこで、鋸歯の性能として最も重要な要素である切味に対する撥型アサリの逃げ角の影響を知るため、挽材実験を行つた。

1. 実験方法

1) 鋸条件

鋸歯のみについての基本的な切削性能を考える場合、帯鋸と円鋸に差異がないと考えられるから、実験

Table 4. 供試アサリ歯の条件
Swage-set teeth for test.

鋸番号 Saw No.	歯端角 Sharpness angle	歯喉角 Hook angle	アサリの出 Swaging dimension	アサリの逃げ角 (度) Side clearance angle of set in degrees	
				歯喉側 at the front	歯背側 at the back
I	50°	15°	0.40mm	0	15
II				3	17
III				6	20
IV				8	32

の都合上、円鋸を供試鋸とすることにした。供試鋸としては直径 10in, 厚さ 18BWG (実測平均 1.23mm) の水平仕上げのみした円鋸 4 種を用い、歯数は 1 枚とし、それぞれ異なった条件でスエージ加工およびシエーパー仕上げを行い、歯先は油砥でできるだけ精密に仕上げた。

 Table 5. 供 試 材
Material for test.

供 試 材 Material	挽 幅 Depth of cut (mm)	材 長 Length of cut (mm)
スギ SUGI (<i>Cryptomeria japonica</i>)	30	500
アカマツ AKAMATSU (<i>Pinus densiflora</i>)	30	
ブナ BUNA (<i>Fagus crenata</i>)	20	
タブ TABU (<i>Machilus Thunbergii</i>)	20	

供試アサリ歯の歯角およびアサリ条件は Table 4 のとおりである。

2) 供 試 材

Table 5 に示すような 4 種の材料を供試材とした。

供試材はいずれも気乾状態の無欠点心材で、同一板子より木取つた板目板である。

3) 挽 材 方 法

ナイフグラインダーを改造し、その送り装置を材の送り装置とし、砥石取付け軸を円鋸軸とした。材の送り速度は 3.70m/min の定速とし、鋸軸の回転は 2610RPM とした。挽材は鋸軸下部で行い、縦挽き、柺目挽きとした。材の送り方向に対し、鋸面の逃げを約 0.5° とし、母材と鋸身の摩擦を避けるようにするとともに、試験材の歩出しは予め調製した定規により送材台を基準として行い、挽材によつて生ずる挽板の厚さが 2mm に一定になるようにし、その鋸身との摩擦が一定になるように注意した。なお、挽材により鋸歯に樹脂等が付着した場合はそのつど洗油でこれを除去した。

4) 挽材所要動力の測定

鋸歯の切味を示す指標として、正味の挽材所要動力 (挽材中の動力と空転中の動力の差) を求めることとし、図示交流電力計を用い、鋸軸駆動用 2HP 電動機について測定した。前述の挽材条件は、電力計のチャートに自記されるこの測定値が挽材中に一定値に達するとともに、アサリ条件の差異ができるだけ明確

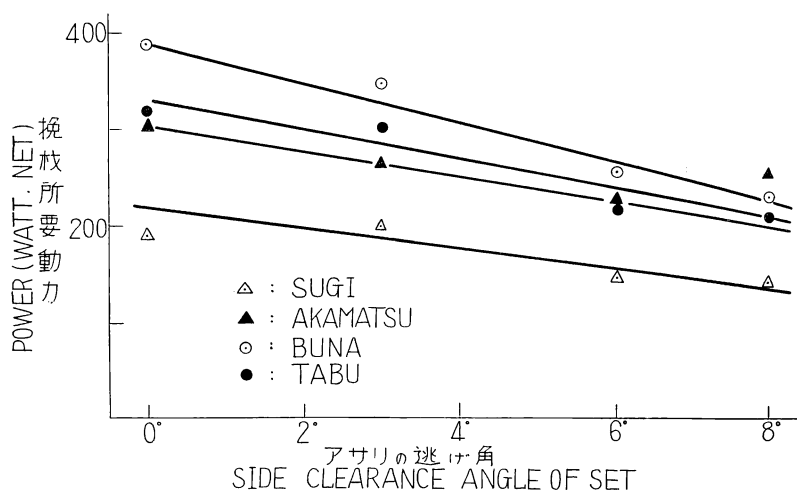


Fig. 11 アサリの逃げ角 (α) と挽材所要動力の関係
 Relation of side clearance angle of set at the front (α) to power required by a saw.

に所要動力にあらわれるように、予備実験の結果にもとずいて決定された。1 条件について 5 回の挽材を行い、その平均測定値を求めたが、比較値としては電力計の読みから直接求めた正味挽材所要動力で充分と考えられるので、電動機特性による較正を行う煩をばふいた。

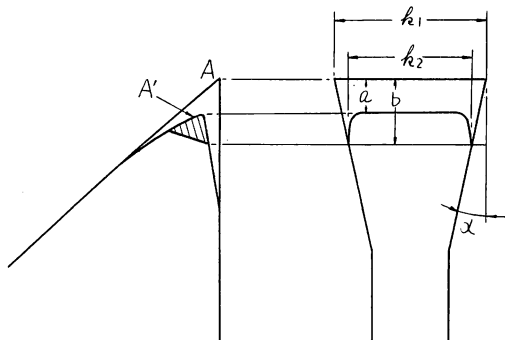
2. 実験結果

アサリの逃げ角としては歯喉側からみた角度の方が切削性に関連深いと考えられるが、これと挽材所要動力の関係は Fig. 11 に示すとおりである。撥型アサリの形態を厳密に一定にすることの困難さから、1 条件の供試アサリ歯を 1 枚としたため、アサリ条件にもとづく挽材所要動力の差のあらわれ方も小であり、測定値の多少のばらつきもあつたが、Fig. 11 から、アサリの逃げ角が大きいほど、挽材所要動力は小さくなるというのだろう。挽肌は観念的にも考えられるとおり¹⁾、アサリの逃げ角が大きいほど多少あらかつたが、この程度の条件の差ではあまり著しくはなかつた。これらの結果は振分けアサリ歯について行つた実験結果²⁾の傾向とはほぼ一致し、振分けアサリと撥型アサリは形態的には甚しく異なるが、アサリの逃げ角に関しては性能的に同じ傾向を示すものと考えられる。

V 撥型とアサリ歯の摩耗性

1. 挽材による撥型アサリ歯の摩耗

振分けアサリ歯について行つた筆者らの実験結果²⁾から考えて、挽材による撥型アサリ歯の摩耗は Fig. 12 のようになると想像される。すなわち、挽材にともなつて、歯先前面の摩耗量 a およびアサリ切尖の丸味幅 $(b-a)$ は漸増し、 $(b-a)$ が一定値に達したとき、アサリ歯の切味低下の現象が起ると考えられる。また、挽材によるこのような歯先の摩耗にともない、アサリ幅は k_1 から k_2 に減少し、 (k_1-k_2) の値が大きいほど、再研磨後のアサリ幅は小となり、早くアサリを出し直さねばならぬことになる。したがつて、挽材性能の点から挽材によるアサリ歯の摩耗性を比較する場合、アサリ幅の減少量とアサリ切尖の丸味幅の大きさを考える必要があり、前者は目立作業能率に影響し、後者はアサリ歯の寿命に関係する。すなわち、一定量の挽材を行つた場合の (k_1-k_2) および $(b-a)$ を求めることにより撥型アサリ歯の摩耗性を比較することができる。



A: 研磨仕上げ後の歯端

Original tooth point.

A': 挽材後の歯端

Tooth point after sawing.

Fig. 12 挽材による撥型アサリ歯の摩耗
Wearing of a swage-set tooth by sawing.

以上のような考え方から、シェーバー仕上げ条件によつて異なる撥型アサリの逃げ角とアサリ歯の摩耗性の関係を求めるため、帯鋸による実際的な挽材試験を行つた。この場合、 $(b-a)$ の測定は容易でないが、 a の値は歯角条件によつて決定されるものと考えられるので、比較に供されるアサリ歯の歯角条件を一定とし、アサリ切尖の丸味幅の比較値としては b を用いることにし、 b は歯喉側のアサリの逃げ角 α および (k_1-k_2) の値を測定して

$$b = (k_1 - k_2) / 2 \cdot \tan \alpha \quad \dots \dots (4)$$

から求めることとした。

2. 試験方法

Table 6. 供 試 帯 鋸
Bandsaw blade for test.

試験 No. Test No.	鋸 厚 Thickness BWG	mm	ロックウェル C 硬 度 Rockwell C-Hardness	歯 距 Pitch (mm)	歯 高 Height of tooth (mm)	歯 端 角 Sharpness angle in degrees	歯 背 角 Clearance angle in degrees
I	19	1.07	53	32	10	47	14
II	21	0.80	49	25	8.5	50	16

 Table 7. 供 試 ア サ リ 歯
Swage-set for test.

試験 No. Test No.	挽材前の平均アサリ幅 Kerf width before sawing (mm)	アサリの逃げ角 (度) Side clearance angle of set in degrees. 歯 喉 側 at the front	歯 背 側 at the back
I	1.64	2	11
	1.89	4	16
	1.85	7	17
II	1.48	1	3
	1.44	4	11
	1.54	6	14
	1.77	20	29

 Table 8. 供 試 材
Material for test.

試験 No. Test No.	供 試 材 Material	挽 幅 Depth of cut (mm)	材 長 Length of cut (m)	含 水 率 Moisture content (%)
I	ブナ BUNA (<i>Fagus crenata</i>)	38~152	2.0~4.2	16~20
II	エゾマツ EZOMATSU (<i>Picea jezoensis</i>)	107~310	3.9~4.1	30~40

1) 鋸 条 件

試験に供した帯鋸およびその鋸歯要素は Table 6 のとおりである。

これらの供試帯鋸にスエージ加工をなし、充分大きな歯先変形をあたえた。この鋸歯を 50~60 枚ずつ数群に分け、それぞれ異なつたシエーパー条件でシエーパー仕上げし、自動研磨機で一樣に研磨仕上げして、供試アサリ歯とした。このようにしてえられた供試アサリ歯の条件は Table 7 に示すとおりである。

2) 供 試 材

Table 8 に示すようなほとんど無欠点の材料を供試材とした。

3) 挽 材 方 法

鋸速度 11,100 ft/min の 42 in 自動送材車付帯鋸機により挽材した。送材車の最大送り速度を 8.13 m/min に落とし、つねにこの速度で供試材を送つた。挽材によつて生ずる挽板の厚さは試験 I の場合は 5mm, II の場合は 25mm になるように歩出した。その他の挽材方法は実際の帯鋸作業の場合と同様にした。

4) アサリ 歯 の 測 定

このような条件で、鋸歯の切削性がかなり不良になつたと思われるまで挽材を続けたが、挽材試験を終

了するまでに、試験Ⅰでは9回、Ⅱでは2回マイクロメーターでアサリ幅を測定し、各アサリ歯条件についての平均値を求めた。これらの値と挽材開始前のそれぞれのアサリ幅の平均値との差から挽材によるアサリ幅の減少量を求めるとともに、前述したように、アサリ切尖の丸味幅の比較値として b の値を算出した。

なお、挽材量をあらわす値としては、供試材の挽幅が一定でなく、延べ挽材長ではあらわせないの、次式により一枚の歯の延べ切削長（一枚の歯が切削した延べ走行距離）の値を求めることとした。

$$T = \frac{LCD}{FPN} \dots\dots\dots (5)$$

ただし、C=鋸速度 (Cutting speed), D=挽幅 (Depth of timber cut), F=材の送り速度 (Feeding speed), L=材長 (Length of timber cut), N=歯数 (Number of teeth), P=歯距 (Tooth pitch), T=一枚の歯の延べ切削長 (Lineal length of wood cut per tooth).

3. 試験結果

試験Ⅰの結果から、挽材にともなうアサリ幅の減少および b の増大はそれぞれ Fig. 13 および 14 のように示され、この範囲の α の場合、いずれの点からいつても、 α の値が大きいほどアサリ歯の摩耗性についての性能は良好であるといえる。

試験Ⅰにおける α は普通に行われているシエーバー仕上げ条件の範囲でえられたものであるが、さらに大きな α の場合の摩耗性を知るため、普通に用いられないような極端に大きな α の場合を加えて試験Ⅱを実施し、 α とアサリ幅の減少量および b の大きさとの関係について、それぞれ Fig. 15 および 16 をえた。これらの結果から、挽材によるアサリ幅の減少量は α が過小でも過大でも大きく、だいたい 10° 前後の場合最も小さく、 b の大きさは α が 5° 以下になると急増するが、それ以上の場合、ほとんど変化しないと考えられる。

結論的にいって、撥型アサリ歯の挽材による摩耗に関する性能は、 α の値が 10° 前後を示すような撥型

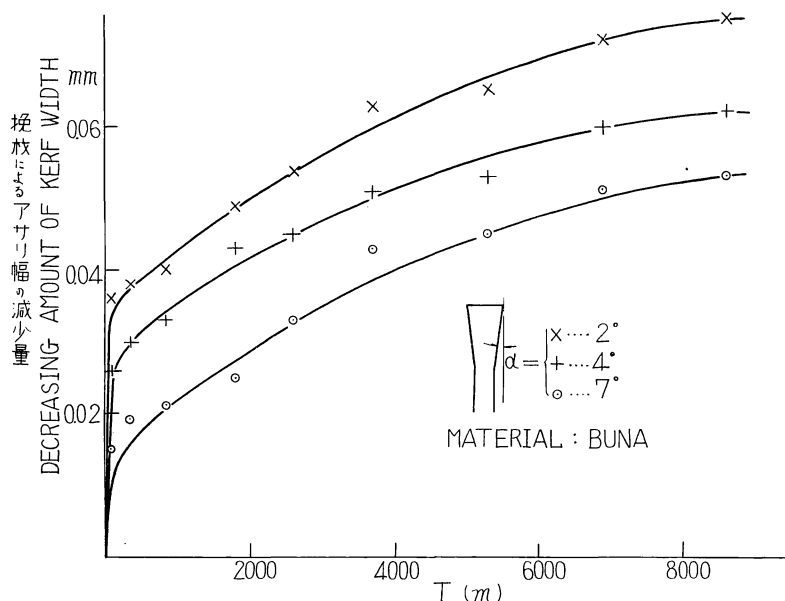


Fig. 13 挽材にともなうアサリ幅の減少 (試験Ⅰ)

Decrease of kerf width with sawing (Test I). (T was obtained from equation (5).)

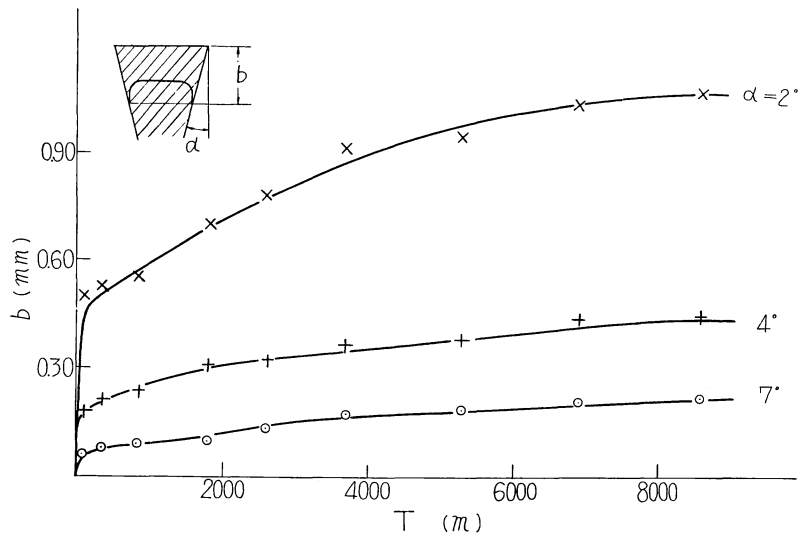


Fig. 14 挽材にともなう b の増加 (試験 I)
Increase of b with sawing (Test I). (T was obtained from equation (5).)

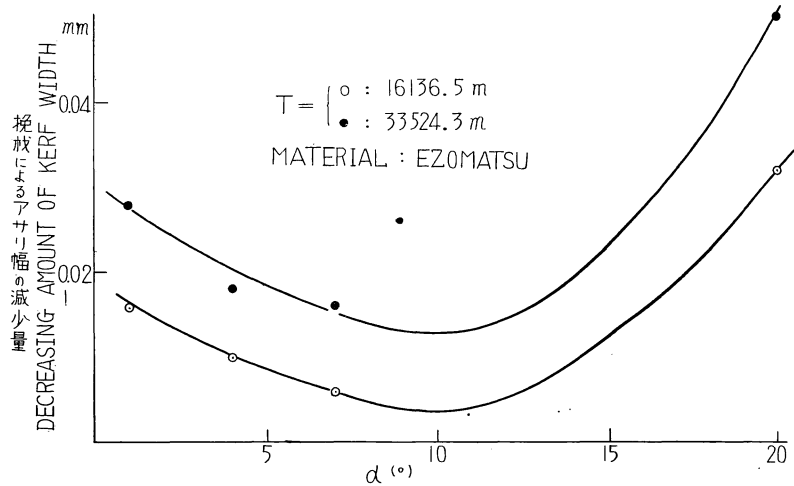


Fig. 15 挽材にともなうアサリの逃げ角 (α) とアサリ幅の減少量の関係 (試験 II)
Relation of α to decreasing amount of kerf width with sawing (Test II).

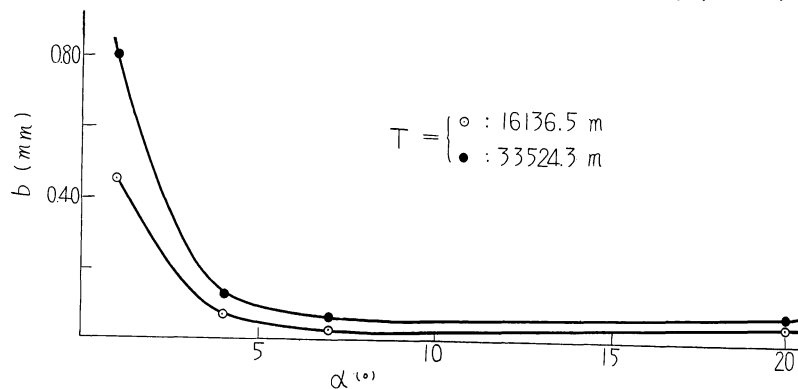


Fig. 16 挽材にともなう α と b の関係 (試験 II). Relation of α to b with sawing (Test II).

の場合良好であると考えられる。

Ⅵ シェーバー仕上げの効果

シェーバー仕上げの効果は、上に述べたシェーバー仕上げ条件と形成される撥型の形態および精度の関係と、形成された撥型とアサリ歯の性能の関係を知ることによつてはじめてえられるわけであるが、実際作業における撥型形態の決定は、挽材作業の条件および目的や鋸厚、歯角、鋸材質等にもとづくアサリ出し作業の難易等をも考慮し、総合的な効果を期待してなされねばならない。すなわち、作業により撥型が挽材性能に影響する大きさは異なり、作業目的により挽材性能に対する重点の置き方が異なってくるし、スウェッジ加工によつて充分な撥型変形をえがきたいような鋸歯条件の場合はシェーバー仕上げによつて形成しうる撥型の範囲は限定されることになる。したがつて、この試験の結果はシェーバー仕上げ法についての基本的な考え方を明らかにしたものであるが、具体的な実際作業については、これらの結果にもとづいて、総合的な効果をあげるように考慮すべきである。

ここでは、実際的なシェーバー仕上げの実態についての調査例をあげて、試験結果とあわせ考え、具体的なシェーバー仕上げの効果を考察するための参考資料としたい。

調査したのは 1955 年 8 月、東京において行われた全国製材技術競演会において使用された帯鋸で、こ

Table 9. 撥型アサリ歯の実態例
Practical example of swage-set tooth.

鋸 厚 Blade thickness (BWG)	歯端角 (°) Sharpness angle in degrees	歯背角 (°) Clearance angle in degrees	歯 距 Pitch (mm)	歯 高 Height of tooth (mm)	アサリの出 Swaging dimension (mm)	アサリの逃げ角 (°) Side clearance angle of set in degrees	
						歯 喉 側 at the front (α)	歯 背 側 at the back (β)
23	42	21	22.6	7.5	0.41	10	22
27	39	20	19.3	5.4	0.24	8	15
25	42	22	25.5	8.6	0.26	8	19
24	46	21	25.5	6.3	0.31	8	18
24	43	20	25.8	6.8	0.30	8	17
24	40	18	22.5	6.7	0.29	7	18
23	39	18	22.1	6.5	0.26	8	20
25	42	21	19.2	6.1	0.24	6	18
24	41	20	18.8	6.0	0.26	7	10
25	46	20	20.9	6.5	0.34	10	19
24	41	25	28.1	7.8	0.21	7	13
24	47	19	26.3	6.3	0.17	4	11
25	44	20	22.0	6.4	0.25	8	20
23	49	18	25.7	6.3	0.43	9	24
25	48	22	20.1	6.3	0.26	10	21
22	42	22	24.0	7.0	0.34	11	18
23	51	17	25.5	6.5	0.35	7	20
25	46	20	23.7	7.7	0.24	8	18
26	54	20	25.3	7.0	0.22	5	21
23	54	20	25.3	7.1	0.30	6	23
22	43	22	25.5	6.8	0.26	8	20
23	42	20	25.3	7.0	0.30	7	21
(平均) (Mean)	45	20	23.6	6.7	0.28	8	18

これらの鋸は各地方の代表的な技術優秀工場において、多年の実際的な経験にもとづいて仕上げられたものといえる。この帯鋸の挽材の対象になった作業は、42 in テーブルバンドソーにより、末口直径8寸、材長1間のスギ丸太から3分板および小幅板を木取る作業である。

アサリ歯の形態は、各調査鋸の約20枚の鋸歯の歯喉側および歯背側にセロファン紙を押しつけてえた歯先図を投影検査器で50倍に拡大し、アサリの逃げ角の平均値を求めることによりあらわすこととした。

各鋸の鋸厚、歯型要素およびアサリについての調査結果はTable 9のとおりであつた。

これらの結果によれば、 α は $4^{\circ} \sim 11^{\circ}$ で、その平均値は 8° であるが、前述の試験結果によれば、 10° 前後が、一般的にいつて、最も適正值と考えられ、しかも、この調査結果でも、 8° 以上が過半数をしめている。このことは、すくなくとも、このような作業条件では、 10° 前後の α が一般的な作業目的に対しては最も適当であることを示すものと考えられ、過小な α のものについては、スエージ加工法²⁾およびこの試験結果にもとづいて、シエーパー仕上げ法を検討する必要がある。

Ⅶ む す び

この研究は、シエーパー仕上げによる撥型形成の機構を明らかにするとともに、形成される撥型形態とアサリ歯の挽材性能の関係について検討を加えたものである。これらの結果により、適正な撥型の選定とその形成方法を知りうると思われるが、実際の作業にあたつては、スエージ加工による鋸歯先の変形が有効なシエーパー仕上げを行いうるような満足すべき形態と精度をそなえていることが最も必要である。

文 献

- 1) 枝松信之：アサリについて——帯鋸のアサリ精度——，木材工業，8，5，(1953) p. 46～49.
- 2) 枝松信之・大平 裕：鋸歯の切味と寿命，63 回日本林学会講演集，(1954) p. 291～292.
- 3) 同上：帯鋸のアサリ歯仕上げ法の研究（Ⅰ） スエージ加工による鋸歯先の変形，林業試験場報告，82，(1955) p. 1～20.
- 4) 同上：同上（Ⅱ） アサリ歯の研磨仕上げ，林業試験場報告，87，(1956) p. 1～24.
- 5) Hanchett Manufacturing Co.: The Hanchett saw and knife fitting manual (1950) p.98.
- 6) 斎藤美鷲・枝松信之・大平 裕：鋸歯の歯角及びアサリ条件が挽材に及ぼす影響，木材学会誌，1，1，(1955) p. 42～45.
- 7) Vienna, O. H.: Manual on rip- and log band saws, Sandvik Steel Works Co. (1949) p. 89.

Studies on Setting Methods of Bandsaw Tooth (Report 3) **On the side-dressing of the swage-set tooth.**

Nobuyuki EDAMATSU and Yutaka OHIRA

(Résumé)

Swage-setting of a bandsaw tooth is carried out with the swage and shaper. Side-dressing operation with the shaper makes the size and shape of the swage-set uniform by means of compressing the metal spread by the swage and also shapes the side clearance angle of the set tooth. This operation and the construction of the shaper is so simple that its adjustment is usually self-evident to the filer. However, the proper adjustment of the shaper is just as important as is the adjustment of the swage.

The main purpose of this investigation was to find out the mechanism of the deformation at the tooth point on a bandsaw by side-dressing, and the relation of the shape side-dressed to the cutting properties in order to determine a suitable side-dressing method.

The side-dressing tests were carried out with the shaper illustrated in Fig. 1. Side-dressing is done in this shaper by means of two dies, one of which is fixed while the other is connected to a hand lever.

1. Relation of the adjustment of the shaper to the swage-set shape.

The principle of the side-dressing is shown diagrammatically in Fig. 2. Two dies are brought together by pressure until they bear on the sides of the teeth. These dies have a bevel ground on them towards their tops. The principal factors of a shaper for side-dressing are its bevel on dies, inclination angle of a die axis and l as shown in Fig. 2. Relation between these factors and the size and shape of a swage-set tooth after side-dressing, assuming that a swaged tooth is compressed plastically in accordance with a bevel on the die, will be

$$s = l \tan \delta \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \{ \tan \delta \cdot \sin(\gamma + \theta_1) \} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\beta = \tan^{-1} \{ \tan \delta \cdot \cos(\gamma - \theta_2) \} \quad \dots\dots\dots (3)$$

(where symbols are shown in Fig. 3)

However, there was a difference between the geometrical and practical values as shown in the following results of the practical tests:

- 1) Relation of l to the size and shape of a swage-set after side-dressing is shown in Fig. 4 and 5.
 - 2) Relation of γ to α is shown in Fig. 6.
 - 3) Relation of δ to the shape of a swage-set is shown in Fig. 7 and 8.
 - 4) Relation of l , γ and δ to the precision of the kerf width in these practical tests is shown in Fig. 9.
2. Effect of the swage-setting procedure on the precision of a swage-set.

Three different swaged teeth (Fig. 10) on the bandsaw blade as shown in Table 1, were finished by three different procedures (Table 2).

Relation of the setting procedure to the kerf width and its precision is shown in Table 3. From these results, the following points are discussed in the report:

- 1) By the correct swaging, the swaged teeth were as uniform as the side-dressed teeth.

However, when they were sharpened they became uneven in comparison with the side-dressed teeth.

- 2) There was no difference on the setting precision between B and C procedures in Table 3.
- 3) Table 3 shows that the kerf width of the swage-set by the different swaging methods is uneven, despite the same side-dressing procedure being done. This shows that in principle the amount of swage and precision of set are due to swaging.
3. Effect of the shape of a swage-set on the rip sawing.
- 1) Effect of the side clearance angle of a set on power.

The tests were carried out on a gear-feed sawbench, with circular saws conforming to the specifications in Table 4. The air-dried timbers in Table 5 were used in the tests. The net power required by the saws to cut timber at a constant rate of feed was obtained by subtracting the power demand of the saw running light from that when cutting.

The power demand of the saws decreased linearly with the side clearance angle of a set as summarized in Fig. 11. A better sawn surface was obtained at smaller side clearance angle.

- 2) Effect of the side clearance angle on blunting of the edge.

Results of our investigation on the worn cutting edge of a set saw tooth with sawing show that the blunting property of a swage-set tooth can be estimated by $(b-a)$ and (k_1-k_2) illustrated in Fig. 12.

The sawing tests were carried out at a constant feeding speed on a 42" band sawmill equipped with carriage, with bandsaws conforming to the specifications in Table 6 and 7. Timbers in Table 8 were used for tests.

Measurement of $(b-a)$ is very difficult, and 'a' is considered to be determined by the tooth angle, so we adopted 'b' instead of $(b-a)$ in estimating the blunting property of the swage-set teeth having the same tooth angle. From the following equation 'b' was obtained:

$$b = (k_1 - k_2) / 2 \tan \alpha$$

(where α = side clearance angle of set at the front)

Relations of α to the blunting property are shown in Figs. 13—16. From these results, it is considered that a suitable side clearance angle at the front is about 10° .

Practical example of the swage-set tooth at the sawing contest conducted throughout the whole country (1955) as shown in Table 9 may be considered as verifying the above results on a point of practical operation.