

林 産 の 部

帯鋸のアサリ歯仕上げ法の研究 (第2報)

アサリ歯の研磨仕上げ

枝 松 信 之⁽¹⁾

大 平 裕⁽²⁾

I 緒 言

帯鋸の鋸歯研磨作業は廻転砥石の上下運動とピンによる鋸の送りを自動的に行う帯鋸自動研磨機により行われるのが普通で、この研磨機は細部については種々異なつた型式のものもあるが、根本的な機構はいずれも同じである。このような自動研磨機による帯鋸の鋸歯研磨の内容は、その目的により二大別しうる。すなわち、必要な歯型を形成するための研磨加工とアサリ歯の切味を良好にするための研磨仕上げであつて、歯型の形成については全く二次元的に考えてよい¹⁾が、アサリ歯の研磨仕上げは鋸面から出ているアサリの変化をとまなうから、二次元的にのみ考えることはできない。

アサリ歯の研磨仕上げは最も直接的に挽材作業に影響するとともに、帯鋸目立作業の大きな部分を占めているが、その作業は現場的なかんのみによつて行われているのが実態であつて、充分な検討が加えられていない。

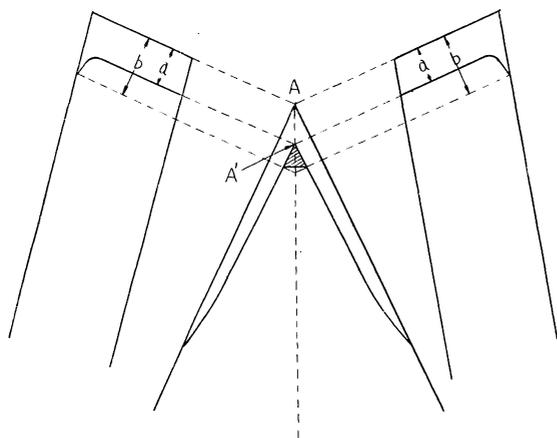
この報告は帯鋸自動研磨機によるアサリ歯の研磨仕上げ法につき種々の観点から検討を加えたものであるが、実験に用いた砥石および研磨機は一般的な一定条件のものとし、いわゆる“砥石のかけ方”とアサリ歯の変化に主眼をおき、砥石、研磨機などの条件を含めた根本的な研磨仕上げの問題は他の研究にゆずることとした。

なお、この研究を行うにあつて終始ご配慮を賜つた斎藤木材部長に対して厚く謝意を表したい。

II アサリ歯の研磨仕上げについての考え方

研磨仕上げによつてアサリ歯の切味を良好にするということは、概念的にいつて、鋸歯を研磨することにより、一定歯型を維持しつつ（この点ではアサリ歯の研磨仕上げにも歯型形成加工がともなうことになる）歯先およびアサリの切尖を鋭利にするということになる。したがつて、研磨仕上げをむだなく適確に行うためには、アサリ歯の切味不良な状態、すなわち、歯先およびアサリの切尖が鋭利でない状態を明らかにしておくことが必要である。ただし、アサリ出し直後の研磨仕上げの場合はアサリ出し方法によりその形態も種々異なるし、一般に、アサリの形態をととのえ、アサリの出を適当にすることを目的とする研磨仕上げが行われ、これにより上述の意味のアサリ歯の研磨仕上げも終ることとなるから、必ずしも歯先の状態を明らかにする必要はない。問題になるのは挽材により切味が低下したアサリ歯の歯先摩耗状態で、作業としても、アサリ出しは切味低下のつど行うわけではないから、この場合の研磨仕上げ作業回数はアサリ出し直後の場合の数倍になる。筆者らは挽材による切味低下と歯先摩耗状態の関係を求めるた

(1) 木材部木材加工科製材研究室長 (2) 木材部木材加工科製材研究室員



A: 研磨仕上げ後の歯端
Tooth point after sharpening.
A': 挽材後の歯端
Dulled tooth point after sawing.
Fig. 1 挽材による鋸歯先の摩耗
Wearing of a saw tooth point by sawing.

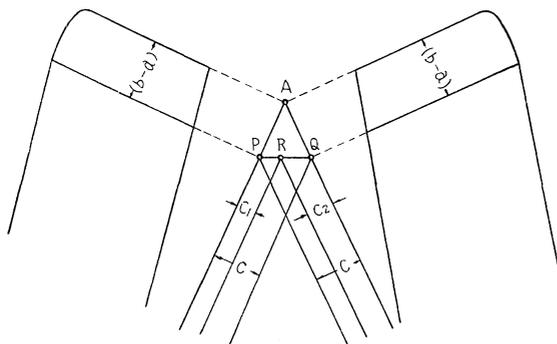
め、振分アサリ歯の円鋸でスギについての挽材実験を行った²⁾。その実験結果のうち、アサリ歯研磨仕上げについての考え方の基礎となる事項を摘記すれば、次のとおりである。

- 1) 切味低下の現象は挽材とともに漸進的に起るのでなく、ある時期に急に生じ、そのときの歯先摩耗の状態を研磨仕上げ直後の状態と比較すると、Fig. 1 のようになる。
- 2) Fig. 1 における $(b-a)$ はアサリ切先の丸味を示すものと考えられるが、この値は挽材とともに漸増し、切味が低下したとき、歯喉側、歯背側ともに 0.20 mm 程度で、どの供試鋸歯（歯喉側からみたアサリの逃

げ角の平均値を $5^\circ \sim 20^\circ$ に変化させた 5 種類）においても大差なかつた。

- 3) 歯先前面の摩耗量 a も挽材とともに漸増し、この値を歯喉側と歯背側について比較すると、大体等しく、切味低下後の値は 0.30 mm 程度で、歯端は摩耗にともない歯端角のはぼ二等分線上を移動するものと考えられる。
- 4) 切味低下後の鋸歯について、歯端に極く近い部分を投影拡大してみると、挽材前の歯端角とあまり変化していなかつた。

以上の実験結果から、アサリ歯の切味低下はアサリ切先の丸味 $(b-a)$ が漸増して一定値に達したとき生ずると考えられ、このような定性的な事項は撥型アサリについても同様に考えてよいであろう。したがって、アサリ歯の切味を回復させるにはふたたび $(b-a)=0$ になるように鋸歯を研磨すればよい。これは



P, Q, R: 研磨仕上げ後の歯端
Tooth points after reshaping.
Fig. 2 挽材により摩耗した鋸歯の研磨
Reshaping of dulled edge after sawing.

Fig. 2 に示すように、歯喉側あるいは歯背側を C だけ研磨することにより目的は達せられる。しかも、上述の実験結果によれば、切味低下後の歯喉側と歯背側の $(b-a)$ の値は等しいから、 $(b-a)=0$ にするという点に関してはいずれの側を研磨しても同一の研磨量 C によって同一の効果をあげるし、鋸歯の研磨仕上げは鉋刃の場合のように、研磨する面をいずれかに限定される理由はない。しかし、アサリ歯の研磨仕上げは単に $(b-a)=0$ にしさえすればよいわけでは

なく、鋸の減耗、研磨により新生されるアサリの形態、精度等の面を検討することにより最も経済的、能率的な方法が採用されねばならない。もちろん、 $(b-a)=0$ には、Fig. 2 に示すように、鋸歯の両側を適宜に C_1 および C_2 だけ研磨することによつても達せられるが、これはいずれか一面のみ研磨する場合の中間的なものとして検討しうる。また、いずれか一面のみ研磨する場合でも、実際問題としては、一定歯型を維持するため、あるいは最終的に歯先のマクレをとるため、他の面も研磨することが必要であるが、前者はアサリ切尖の変化には関係なく、後者もアサリの形態にはほとんど影響ないと考えられる。そこで、この研究ではアサリ歯研磨仕上げ法の根本問題として、同一研磨量で歯喉側のみ研磨する場合と歯背側のみ研磨する場合を比較検討し、適正な研磨仕上げ法についての考察をなすこととし、その比較内容は次の3点とした。

1) 研磨仕上げによる帯鋸の減耗

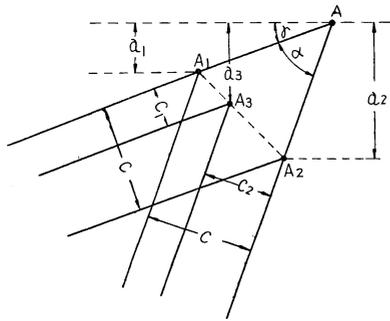
普通の帯鋸歯型では同一研磨量であつても研磨する面により歯端の移動する位置は異なり、鋸幅の減耗率は異なる。鋸幅の減耗が早いというのは鋸身の消耗が早いことであることはいうまでもない。研磨による鋸幅の減耗に関する因子は歯角であつて、アサリには関係なく、全く二次元的と考えられる。

2) 研磨仕上げによるアサリ大きさの変化

アサリの出は過大であつても過小であつても挽材抵抗が増し、だいたい $0.3\sim 0.5\text{mm}$ のとき挽材性能が良好であることが認められている。^{3) 4)} しかし、実用的には、挽材材料、鋸条件、アサリ種類等によつても異なるが、アサリの出の使用範囲はさらにこれよりも拡大されているのが普通である。これは実際の挽材が鋸の挫屈限度にかなり遠い条件で行われることが多いことと、目立作業上の要求にもとづくものである。一定ないしは極く狭い範囲のアサリの出を保つには、しばしばアサリ出しを行わねばならないから、その煩を避けて、目立作業の能率をあげるために、最初やや大きなアサリとし、切味低下後は研磨仕上げのみで目立作業を終り、適正なアサリの出よりやや小さくなるまでこれを数回繰り返した後、アサリをだし直すというのが一般的な作業実態である。したがつて、必要な研磨仕上げを行つたときのアサリの出の減少が少ないほど目立作業の能率は良いことになるから、研磨量とアサリの出の関係を求めれば、目立作業能率からみたアサリ歯研磨仕上げ法の比較を行いうる。なお、撥型アサリ歯の場合、歯喉部にスエージ加工による凹痕があり、このあらわれ方が研磨仕上げ法によつて変化し、切削性にも影響するから、これを観察することによつて研磨仕上げ法を考慮することも必要である。

3) 研磨仕上げによるアサリの仕上り精度

均一なアサリ歯が形成され、研磨仕上げにおける研磨量が等しいならば、研磨がアサリの仕上り精度に影響するはずはない。しかし、現在一般に用いられている自動研磨機の性能および研磨機の送りの基準となる歯型の精度から考えて、一定状態の研磨であつても鋸歯によつて多少の研磨量の差が生ずることは容易に想像される。さらに、自動研磨機における歯喉側研磨と歯背側研磨では研磨方式にかなりの差があり、研磨速度、砥石の研磨面に対する接触状態などが異なるから、研磨方法によつて研磨精度に差異が生ずることも予想される。一方、一般にアサリの逃げ角は歯喉側と歯背側では異なるから、各鋸歯の研磨量の偏差がアサリの大きさにおよぼす影響も研磨仕上げ法によつて違つてくると考えられる。この報告で論ずるのは研磨機や歯型の問題ではなく、このような実態で研磨される場合、不可避的に生ずる研磨量の偏差が、研磨仕上げ法の差異により、アサリの仕上り精度にどのような影響をあたえるかということであるが、この問題を考察するためには、研磨仕上げ法により研磨量の精度の実態がどのように異なるかという



α: 歯端角 Sharpness angle.
 γ: 歯背角 Clearance angle.
 Fig. 3 研磨仕上げによる
 帯鋸の減耗
 Narrowing of bandsaw by
 sharpening.

ことから出発しなければならない。

Ⅲ 研磨仕上げによる帯鋸の減耗

前述のように、切味低下の直接原因となるアサリ切尖の丸味をなくするという点に関しては鋸歯のいずれの側を研磨しても、同一の研磨量によつて同一の効果をあげうるといふ前提のもとに研磨仕上げによる帯鋸幅の減耗を考えてみる。

Fig. 3 に示すように、歯端角 α、歯背角 γ の鋸歯が切味低下した場合に必要な研磨量を C とすれば、研磨後の歯端位置は歯喉側のみ研磨の場合は A₁ に、歯背側のみ研磨の場合は A₂ に移動し、それぞれの鋸幅減耗は a₁ および a₂ となる。また、両側をそれぞれ C₁ および C₂ ずつ

研磨すれば、歯端位置は A₃、鋸幅減耗は a₃ となり、この場合は C₁ および C₂ の比率により A₃ は A₁A₂ 上を移動するが、アサリ切尖の丸味部である △AA₁A₂ は二等辺三角形であるから、C₁+C₂=C となる。以上の関係から研磨量と鋸幅減耗の関係を求めると、次のようになる。

1) 歯喉側のみ研磨の場合

$$a_1 = C \cdot \sin \gamma / \sin \alpha \dots\dots\dots(1)$$

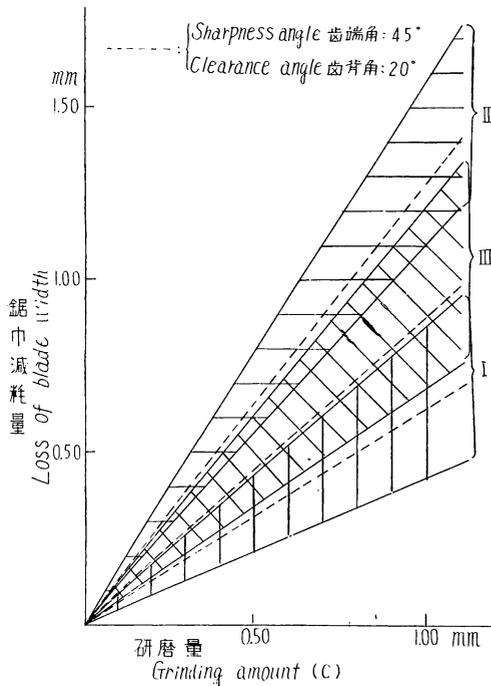
2) 歯背側のみ研磨の場合

$$a_2 = C \cdot \sin (\alpha + \gamma) / \sin \alpha \dots\dots\dots(2)$$

3) 歯喉側および歯背側をそれぞれ C₁ および C₂ ずつ研磨の場合

$$a_3 = \frac{C_1 \cdot \sin (\alpha + \gamma) + C_2 \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha} \dots\dots\dots(3)$$

実用される帯鋸歯の歯角範囲は、α=35°~55°、γ=10°~30°と考えられるから、これらの範囲の鋸歯について、研磨量と鋸幅減耗の関係を求めると、Fig. 4 のようになる。Fig. 4 で分るように、歯背側研磨の場合は歯喉側研磨の場合より鋸幅減耗は大きく、両面を研磨する場合はその中間的様相を呈する。たとえば、α=45°、γ=20°の場合は Fig. 4 の点線で示すとおりになる。前述の実験結果²⁾のように、アサリ切尖の丸味幅 (b-a)=0.20 mm とすれば、



I: 歯喉側研磨
 Grinding from the front of tooth.
 II: 歯背側研磨
 Grinding from the back of tooth.
 III: 両側均等研磨
 Grinding an equal amount from the both.
 Fig. 4 研磨方法と帯鋸減耗の関係
 (歯端角 35°~55°, 歯背角 10°~30°としたとき)
 Effect of sharpening method on narrowing
 of bandsaw. (Sharpness angle: 35°~55°,
 Clearance angle: 10°~30°.)

Table 1. 1回の研磨仕上げ作業における鋸幅の減耗
Loss of blade width by one sharpening operation.

研 磨 仕 上 げ 法 Sharpening method	アサリ切尖の 丸味幅 ($b-a$) in Fig. 1	必要 研 磨 量 Grinding amount required for finish	鋸幅減耗量 Loss of blade width
歯 喉 側 研 磨 Grinding from the front of tooth	0.20 mm	0.15 mm	0.07 mm
歯 背 側 研 磨 Grinding from the back of tooth			0.20 mm
両 側 均 等 研 磨 Grinding an equal amount from the both			0.14 mm

理論的必要研磨量は 0.15 mm となるから、1回の研磨仕上げによる鋸幅減耗量は Table 1 に示すように、研磨仕上げ法によつてかなり異なることになる。

もちろん、鋸の減耗は切味低下時の研磨仕上げのみによるものではなく、挽材による歯先の摩耗 (Fig. 1 の a)、歯型形成加工、鋸歯の折損、アサリ出し直後の研磨等も大きな要素となるが、1本の帯鋸が使用に耐えなくなるまでに行うアサリ歯研磨仕上げ作業の回数に考えおよぶとき、Table 1 の差異が、帯鋸消耗の差異にかなりの影響をあたえるであろうことを推察しうる。

Ⅳ 撥型アサリ歯の研磨仕上げ

1. 研磨試験方法

1) 供 試 鋸

試験に供した帯鋸は Table 2, その歯型要素および歯型図は Table 3 のとおりである。

Table 2. 供 試 鋸
Bandsaw blade for the test on sharpening of swaged tooth.

鋸 厚 B. W. G.	Thickness mm	鋸 幅 Width	ロツクウエルC硬度 Rockwell C-Hardness	製 品 名 Trade name
19	1.06	4 in.	53	Munkfors

Table 3. 供 試 歯 型
Saw tooth for the test.

歯 距 Pitch	歯 高 Height of tooth	歯 端 角 Sharpness angle	歯 背 角 Clearance angle	歯 型 図 Shape of tooth
32 mm	10 mm	49°	11°	

この帯鋸1本について、3種の撥型アサリ歯をそれぞれ 60 枚ずつ作製した。アサリ歯形成の順序は、歯型形成加工——スエージ加工——軽く歯喉側研磨——シエーパー仕上げ——歯喉側研磨仕上げとし、それぞれの撥型アサリのスエージ加工およびシエーパー仕上げの条件は Table 4 のようにした。なお、スエージ加工の方法は第1報⁵⁾と同様の方法でできるだけ精密な加工を期した。

Table 4. 供試撥型アサリ歯のアサリ出し条件
Swaging and side-dressing conditions of saw-teeth for the test.

供試アサリ 歯記号 Tooth No.	スエージ加工条件* ¹ Swaging conditions		シエーバー仕上げ条件* ² Side-dressing condition			
	レバー角度 (θ) Lever angle (θ) ($\theta = \theta_{max}$)	使用スエージ Swage	ダイ角度 Bevel on die	ダイ軸傾斜 Inclination angle of die axis	歯端位置 l	使用シエーバー Shaper
I	29°	秋木型 Akimoku type				
II	39°	ダイ円半径 Radius of die circle	11°	23°	31 mm	秋木型 Akimoku type
III	49°	(R) = 4.75 mm				

*¹ 第 1 報⁵ 参照, See Report 1.

*² Fig. 5. 参照, See Fig. 5.

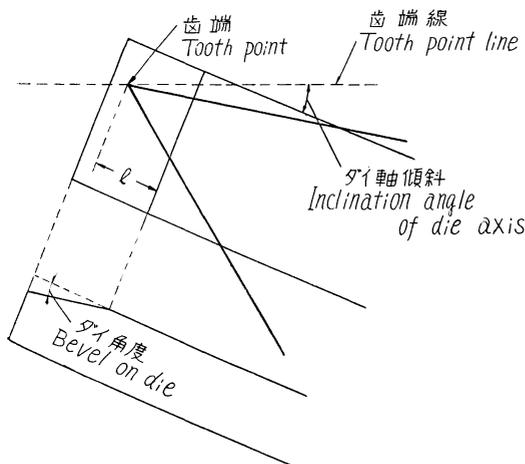


Fig. 5 シエーバー仕上げ
Side-dressing

2) 研 磨

田中機械製作所製中型帯鋸自動研磨機を使用し、砥石軸の回転数は 1845 R. P. M. とした。

使用砥石は径 8 in, 厚 3/8 in の平型砥石で、製造元の表示によれば、製法——ビトリフアイド法、砥粒——WA, 組織——中, 粒度——80, 結合度——O のものである。

前述の供試帯鋸について、歯喉側のみの研磨仕上げ試験と歯背側のみの研磨仕上げ試験を実施したが、各試験の研磨仕上げ作業は 10 回前後行い、1 回終るごとに研磨

量およびしだいに小さくなるアサリを測定した。1 回の研磨仕上げ作業においては比較的小さな研磨量の研磨を 2~4 回行い、1 回の研磨（一定研磨量の研磨）における研磨回数は 3 回以上とし、できるだけ研磨のこしのないようにした。1 回の仕上げ作業における研磨量は試験結果に示すとおりである。なお、歯喉側研磨の場合に、砥石によつて鋸が少しずつ動く恐れがあるから、1 回の研磨量を比較的小さくするとともに鋸押えの板バネは普通より強くした。

3) 研磨量およびアサリの測定

研磨仕上げ作業が終るごとに研磨マクレを除いた後、各鋸歯について、歯端から鋸背までの距離（鋸幅）およびアサリ幅を 1/100 mm 読みのマイクロメーターで測定した。鋸幅測定値より研磨による鋸幅減耗量を知り、この値から (1) および (2) 式により各鋸歯の研磨量を算出し、一定条件のアサリ歯群についての平均値をもつてその研磨仕上げの研磨量とした。アサリは、(アサリ幅 - 鋸厚) × 1/2 を各鋸歯のアサリの出とし、上と同様に平均アサリの出を求めた。

なお、アサリの形態的变化を知るため、研磨仕上げごとに、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るとともに、スエージ加工による歯喉部凹痕の変化を観察した。

2. 研磨仕上げによるアサリ大きさの変化

Table 4 の供試アサリ歯 I, II および III のアサリの形態および研磨試験によるその変化を例示すれば、それぞれ Fig. 6 および 7 のとおりで、最初のアサリの大きさは I が最大、III が最小である。また、供試アサリ歯の歯喉部変形状態は Fig. 8 に示すように、その変形深さは III が最大で、I が最小である。このような3種の供試アサリ歯についての試験

結果より求めた研磨量とアサリの出の関係は Fig. 9~11 に示すとおりで、歯喉側研磨と歯背側研磨の関係を明白にするため、最初のアサリの出が 0.55 mm のアサリ歯を研磨した場合を比較するように図示した。これらの結果と観察の結果より次のことが明らかである。

1) 研磨量とアサリの出の関係はだいたい直線的である。

2) 歯背側研磨の場合の方がアサリの出の減少率(一定研磨量に対するアサリの出の減少量)は小で、これは一般に、撥型アサリは歯喉側の逃げ角の方が小であるから、観念的にも考えうることである。

3) 歯喉側研磨あるいは歯背側研磨だけについて比較すると、アサリの出の減少率はいずれの場合も供試アサリ歯 I, II, III の順に小となる。これはアサリの逃げ角がこの順に小となつていることにもとづくも

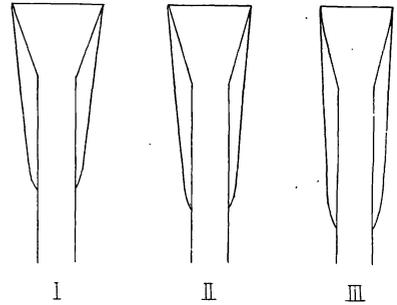
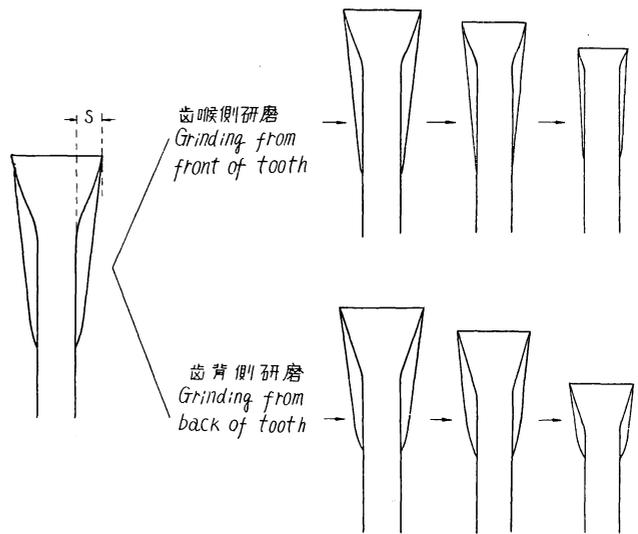


Fig. 6 供試撥型アサリの形態
Front and back view of swaged teeth for test.



(S: アサリの出)
(S: Swaging dimension)

Fig. 7 研磨による撥型アサリの変化
Effect of sharpening on the front and back view of swaged tooth.

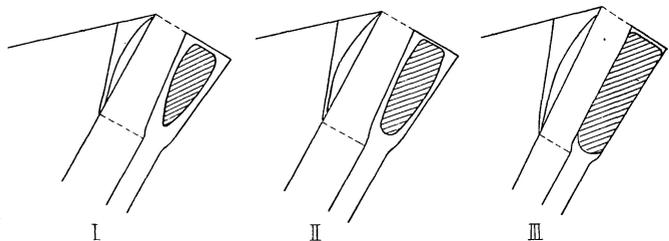


Fig. 8 供試撥型アサリの歯喉部変形状態(研磨試験前)
Side and front view of swaged teeth before sharpening test.

のと考えられる。

4) 歯背側研磨に用いた供試アサリ歯はアサリ出し後、軽く歯喉側を研磨仕上げたもので、歯喉部にはスエージ加工による凹痕が残っている (Fig. 8) ので、歯背側研磨をつづけると Fig. 12 に示すように凹痕が歯先にくる。歯先がこのようになると歯先前面の切削性が悪くなるので好ましくない。もちろん、

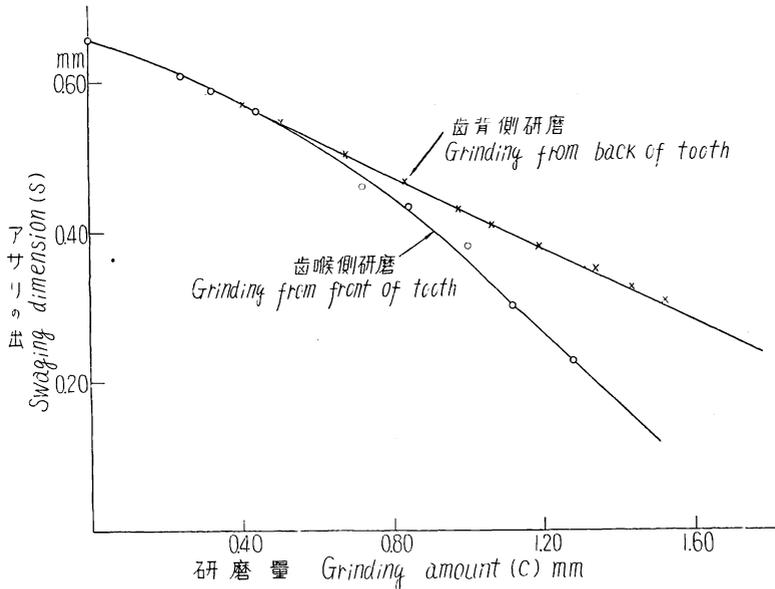


Fig. 9 研磨量と撥型アサリの出の関係——供試アサリ歯 I の場合
Relation of grinding amount to swaging dimension at Saw Tooth I.

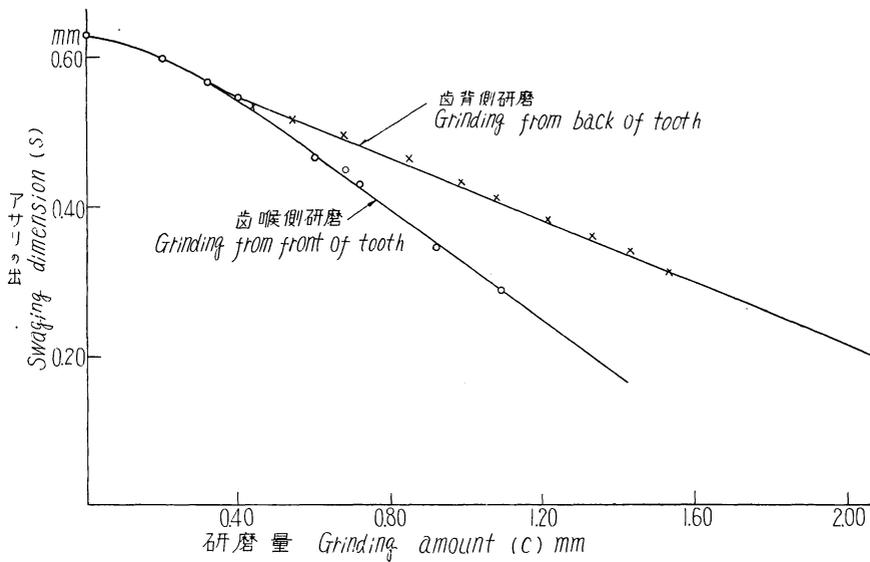


Fig. 10 研磨量と撥型アサリの出の関係——供試アサリ歯 II の場合
Relation of grinding amount to swaging dimension at Saw Tooth II.

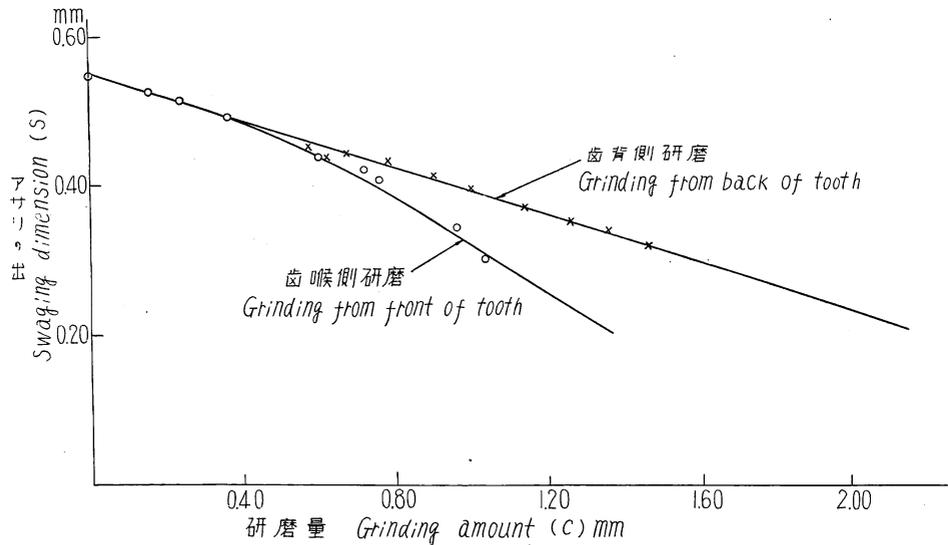


Fig. 11 研磨量と撥型アサリの出の関係——供試アサリ歯Ⅲの場合
Relation of grinding amount to swaging dimension at Saw Tooth III.

はじめに、凹痕がなくなるまで歯喉側研磨を行えば、その後は歯背側研磨のみをつづけてもこのような問題はないが、このようにするための歯喉側研磨必要量、すなわちスエージ加工による歯喉部凹痕深さ C は供試スエージについては次の実験式で求められる⁵⁾。

$$C = 1.03 \cos(\alpha - \theta) - 0.42$$

上式において、 α = 歯端角、 θ = スエージのレバー角度であるが、これにより求めた供試アサリの歯喉部凹痕深さおよびこれを歯喉側研磨により研磨し去った場合のアサリの出は Table 5 のとおりである。

以上述べた研磨試験の結果は研磨仕上げのみをつづけて行つたものであるが、実際のアサリ歯の研磨仕上げにおいては、1 回研磨仕上げが終ると、挽材が行われ、切味が低下すれば、

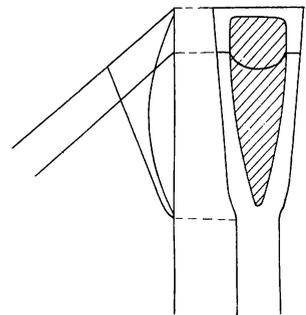
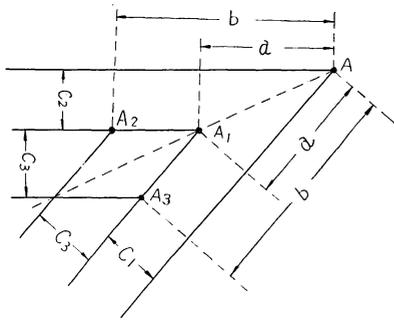


Fig. 12 撥型アサリの歯背側研磨における歯喉部凹痕の影響
Effect of swage die print at grinding from the back of tooth.

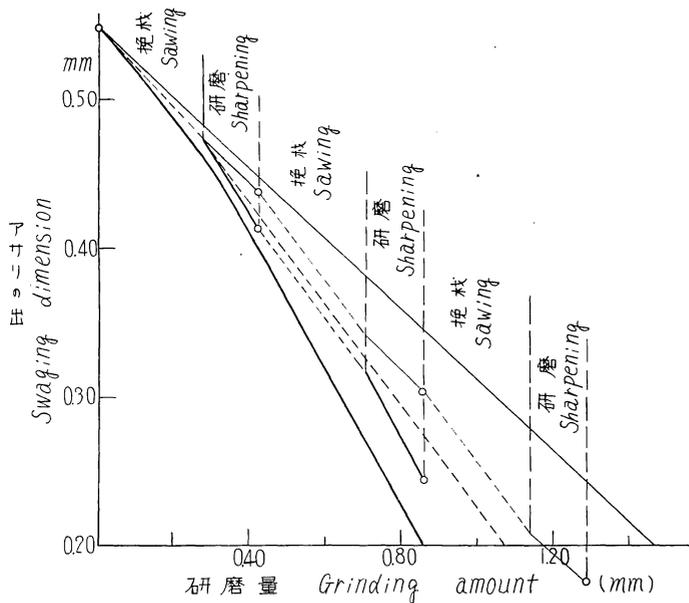
Table 5. 歯喉側研磨による歯喉部凹痕の除去
Grinding away the swage die print from the front of tooth.

供試歯 Tooth No.	研磨前 Before sharpening		歯喉側研磨による凹痕除去後のアサリの出 Swaging dimension after grinding away the swage die print from the front of tooth
	アサリの出 Swaging dimension (mm)	歯喉部凹痕深さ (C) Depth of swage die print (C) (mm)	
I	0.66	0.55	0.53
II	0.63	0.59	0.48
III	0.55	0.61	0.44



- A: 挽材前の歯端
Finished tooth point before sawing.
- A₁: 挽材による切味低下後の歯端
Dulled tooth point after sawing.
- A₂: 歯喉側研磨仕上げ後の歯端
Tooth point after resharpening from front.
- A₃: 歯背側研磨仕上げの歯端
Tooth point after resharpening from back.

Fig. 13 挽材と研磨仕上げにともなう歯端の移動
Displacement of tooth point with sawing and sharpening.



- : 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.
- : 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.
- : 挽材によるアサリの減少, 両側研磨と同じ
Decrease of set by sawing, being expressed as grinding an equal amount from the both.
- : 研磨仕上げ後 After sharpening.

Fig. 14 挽材と研磨仕上げにともなう撥型アサリの減少——
供試アサリ歯 I の場合

Decrease of swaging dimension (S) with sawing and sharpening at Saw Tooth I. (S=0.55~0.20 mm)

Fig. 1 に示したように、アサリ切尖が鈍化するのみではなく、歯先前面も摩耗するわけである。したがって、アサリ歯の研磨仕上げによるアサリ大きさの変化を正確に把握するには、これらをすべて含めて考えねばならない。この報告のはじめに述べたように、歯端は挽材にともなう摩耗により歯端角の2等分線上を移動し、しかも、先端部についての歯端角が挽材前とあまり変化しないとすれば、挽材による歯先前面の摩耗は、歯喉側および歯背側を同一量だけ研磨したのと同じ影響をアサリにあたえているといえる。すなわち Fig. 13 に示すように、挽材による切味低下後の歯

端が A より A₁ に移動したとすれば、アサリは C₁ および C₂ だけ研磨したのと同じ影響をうけ、しかも C₁=C₂ である。Fig. 13 において、歯先前面の摩耗量 a=0.30 mm, アサリ切尖の丸味幅 (b-a)=0.20 mm とすれば、C₁+C₂=0.28 mm, C₃=0.15 mm となる。これは、切味低下後必要な研磨仕上げをしたアサリ歯は、切味低下前のアサリ歯を C₁+C₂+C₃=0.43 mm だけ研磨したのと同様な状態になっていることを示すものである。アサリの出の使用範囲を 0.55~0.20 mm とし、前述の研磨試験結果にもと

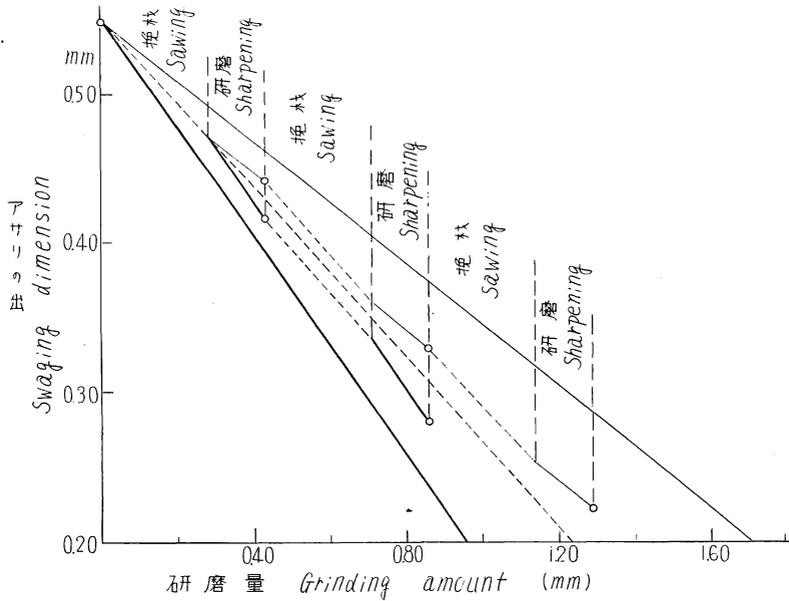


Fig. 15 挽材と研磨仕上げにともなう撥型アサリの減少——
供試アサリ歯 II の場合

Decrease of swaging dimension (S) with sawing and sharpening at
Saw Tooth II. ($S=0.55\sim 0.20\text{ mm}$)

(Fig. 14 の表示を参照 See the expression in Fig. 14)

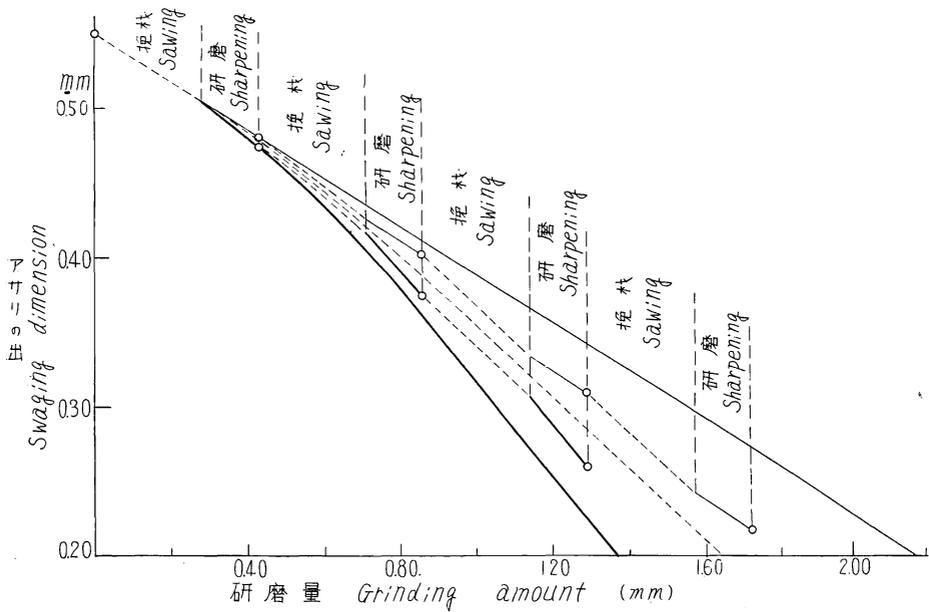


Fig. 16 挽材と研磨仕上げにともなう撥型アサリの減少——供試アサリ歯 III の場合

Decrease of swaging dimension (S) with sawing and sharpening at
Saw Tooth III. ($S=0.55\sim 0.22\text{ mm}$)

(Fig. 14 の表示を参照 See the expression in Fig. 14)

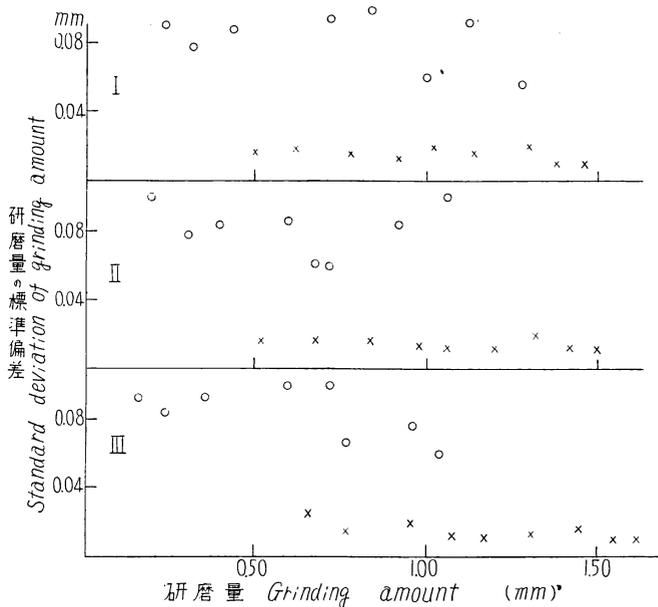
づいてこれらの関係を求めると Fig. 14~16 のようになる。すなわち、これらの図において、アサリの出が 0.55 mm に仕上げられた鋸歯は挽材によつて歯先が摩耗し、両側を均等に研磨したのと同様の影響をうけるから、歯喉側および歯背側研磨によるアサリ減少線の間をたどつて研磨量 0.28 mm に相当する大きさまでアサリは減少する。つぎに、アサリ切先の丸味をなくすため、0.15 mm だけ研磨され歯喉側、あるいは歯背側研磨の別にしたがつて、それぞれのアサリ減少線に平行にアサリの減少は進む。さらに、挽材が行われて、両側均等研磨の場合のアサリ減少線に平行にアサリは減少する。このようにして、アサリの出は挽材と研磨仕上げによりしだいに減少するわけであるが、アサリの出が 0.55 mm から 0.20 mm に減少するまでに研磨仕上げを行いうる回数について、歯喉側研磨と歯背側研磨を比較すると前者は 2~3 回で、後者はいずれの供試アサリ歯の場合も前者より 1 回程度多い。すなわち、歯喉側研磨では 3~4 回の挽材でアサリをだし直さねばならないが、歯背側研磨では 4~5 回挽材しうることになる。これらの関係は両側研磨では、上述の中間的な様相を呈する。

なお、実際の作業では歯喉側、あるいは歯背側だけの研磨でも歯背側、あるいは歯喉側をも研磨しなければならないが、これは一定歯型を維持するための研磨か、あるいは歯先のマクレを除去するための軽い研磨であつて、アサリの減少にはほとんど関係ないと考えてよいであろう。

3. 研磨仕上げによるアサリの仕上り精度

前述の研磨作業が終るごとに、3種の供試アサリ歯について測定した研磨量およびアサリ幅の値からそれぞれの標準偏差を求め、これらの値を研磨量およびアサリ幅の精度を表わす指標とすることにした。

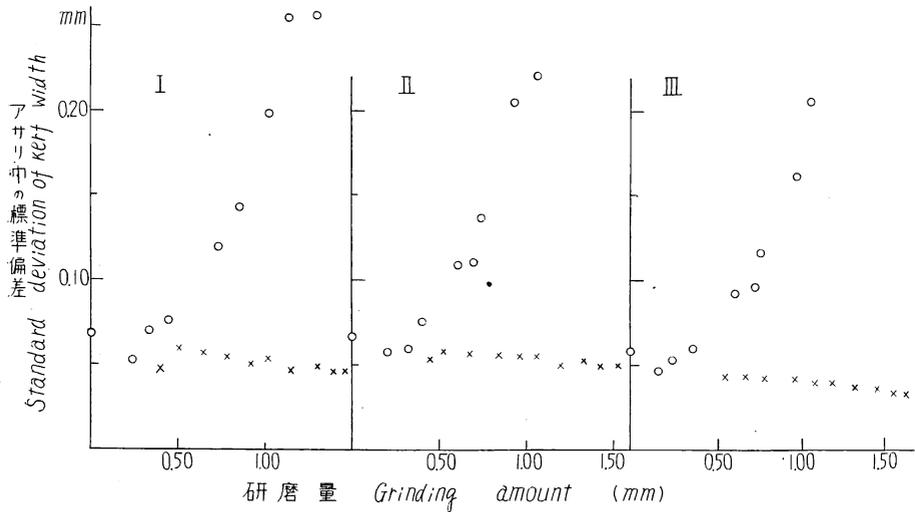
Fig. 17 は研磨量の標準偏差を示すものであるが、いずれの供試アサリ歯においても、歯喉側研磨の方



- I~III: 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.
- : 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.
- × : 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.

Fig. 17 撥型アサリ歯研磨仕上げにおける研磨量の標準偏差
Standard deviation of grinding amount.

がその値が大きい。これははじめにも述べたように、現在一般に用いられている帯鋸自動研磨機の研磨機構にもつづく一般的傾向と考えられるが、ここで論ずるのはこの原因を追求することではなく、このような実態で研磨されたアサリの仕上り精度が研磨仕上げ法の差異によつてどのような影響をうけるかということである。すなわち、研磨試験結果から求めた研磨量と、アサリ幅の標準偏差との関係は Fig. 18 に示すとおりで、歯喉側研磨の場合は、研磨仕上げの回数を重ねるにしたがい、アサリの



I～III： 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.

○： 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.

×： 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.

Fig. 18 研磨仕上げと撥型アサリ精度の関係
Relation of sharpening to precision of kerf width.

精度は不良となるが、歯背側研磨の場合は、ほとんど不変であることが分る。これは Fig. 9～11 の関係からも推察されるように、一定研磨量に対するアサリの減少率は歯喉側研磨の方が歯背側研磨の場合より大であるから、研磨量の偏差がアサリ精度におよぼす影響は前者の方が大と考えられる上に、Fig. 17 で示したように、研磨量の偏差そのものも歯喉側研磨の方が大であることにもとづくものと考えられる。

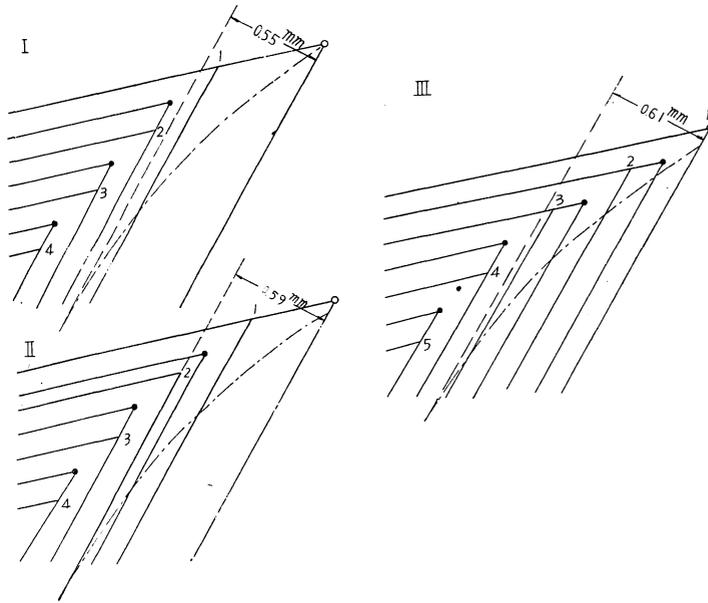
これらの試験結果の数値は条件によりかなり変化すると思われるが、このような傾向は一般的なものと考えられ、この試験では歯型形成、アサリ出しおよび研磨仕上げ作業について、一般の目立作業よりいいに行つたから、一般作業ではこの傾向はもつと顕著にあらわれるのではないかと想像される。

4. 撥型アサリ歯の研磨仕上げ法

以上の結果から、具体的に撥型アサリ歯の研磨仕上げ法を考えてみる。

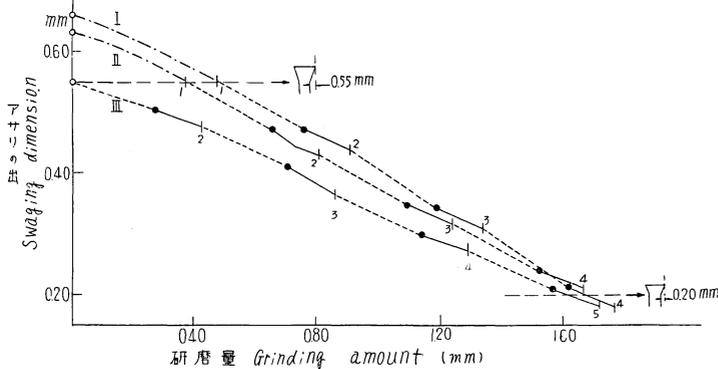
歯背側研磨はアサリ減少率が小であるため、目立作業能率がよく、アサリの仕上り精度が良好であるが、歯背側研磨をつづけると、鋸の減耗率が大きいばかりでなく、歯喉部の凹痕が歯先に来て、切削性が不良になる。そこで、これらの関係を総合的に考え合わせると、撥型アサリ歯の研磨仕上げは次のようにすればよいと考えられる。

- 1) アサリ出し後、一定のアサリの出(研磨仕上げのみで使用するアサリの出の範囲の上限値)にするまでの研磨は歯喉側研磨を行い、歯喉部凹痕深さを小さくするとともに、鋸の減耗を最小限度にとどめる。
- 2) 挽材後の研磨仕上げは歯喉部凹痕が消失するまでは歯喉側研磨を行う。ただし、この場合、歯喉部凹痕の減少は研磨仕上げのみによるわけではなく、挽材による歯先の摩耗も、歯端部についていえば、歯背側研磨を行つたのと同様の影響をあたえるから、挽材もこれにあずかるわけである。
- 3) 歯喉部凹痕が消失した後の研磨仕上げは歯背側研磨のみを行い、仕上り精度を良好にするとともに



- I ~ III: 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.
- : アサリ出し後の歯端
Tooth point after swaging and side-dressing.
- : 挽材による切味が低下した歯先
Dulled tooth point after sawing.
- 1, 2, ... : 研磨仕上げされた歯端 Tooth point after sharpening.
- - - : スエージ加工による歯喉部変形線
Side view of swage die print.

Fig. 19 撥型アサリ歯の研磨仕上げ法—歯端の移動
Sharpening method of swaged tooth—displacement of tooth point.



- I ~ III: 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.
- : アサリ出し直後 After swaging and side-dressing.
- : 挽材による切味低下後 After blunting by sawing.
- 1, 2, ... : 研磨仕上げ後 After sharpening.
- - - : アサリの出を 0.55 mm にするための歯喉側研磨
Grinding from front of tooth to reduce swaging dimension to 0.55 mm.
- : 挽材によるアサリの減少
Decrease of swaging dimension by sawing.
- : 研磨仕上げによるアサリの減少
Decrease of swaging dimension by sharpening.

Fig. 20 撥型アサリ歯の研磨仕上げ法—アサリの減少
Sharpening method of swaged tooth—decrease of swaging dimension.

に、アサリ減少率を小さくすることにより目立作業能率の向上をはかる。

4) 挽材による歯先の摩耗が両側に均等に研磨したのと同様の影響をあたえるというのは歯端部についてのことであるから、上にいういずれか一方の側のみの研磨においても、一定歯型を維持するために、他の側も研磨する必要があるがこの場合の歯喉線、あるいは歯背線にそつての研磨は、あくまでも歯端におよんではならない。すなわち、この研磨はアサリの出に影響しない研磨である。

5) 上にいういずれか一方の側の研磨仕上げでも、最終的には歯先のマクレをとる意味で他の側も軽く研磨する必要がある。しかし、この研磨はアサリの出にはほとんど影響しない。

以上のように研磨仕上げが歯喉側研磨より歯背側研磨に移る時期は、アサリ出し方法によつて変化する撥型アサリの形態により異な

る。たとえば、この実験の供試アサリ歯3種について、上に述べたアサリ歯研磨仕上げ法にしたがい、挽材と研磨仕上げを続けた場合、次のようになる。すなわち、これらのアサリ歯の歯喉部凹痕深さ、研磨必要量、挽材による歯先摩耗にともなう研磨相当量、研磨仕上げのみで使用するアサリの出の範囲等については Table 5 および Fig. 14~16 の数値を用い、研磨によるアサリ減少線はそれぞれのアサリ歯についての実験結果をあてはめると、研磨および挽材による歯端位置の変化は Fig. 19 のようになり、これにともなうアサリ大きさの変化は Fig. 20 のようになる。Fig. 20 によれば、供試アサリ歯 I および II は4回、IIIは5回挽材を行いうることになるので、IIIは目立作業能率からいえば良好であるかのように考えられるが、そのような断定はできない。なんとなれば、研磨仕上げを行いうる回数が多くとも、挽材時の切味および寿命が不良であれば、アサリ歯の価値は低いことになり、ひいては一定目立作業時間当りの挽材時間ないしは挽材量は低下するからである。供試アサリ歯についていえば、Fig. 6 でも示したように、IIIはその逃げ角が極めて小であるから、切削性は不良と考えられ、Fig. 20 の結果にもかかわらず、アサリ歯 I および II の方が実質的には優秀であると考えられる。つまり、アサリ歯の形態をいかにすべきかということは研磨仕上げ作業のみをもとにして考えられるべき性質のものではなく、基本的にはその切削性の良否によつて決定せられるべきで、そのアサリ歯については上述のような方法で研磨仕上げするのが、結果的には目立作業をも含めた製材作業能率を向上せしめることになると考えられる。

V 振分アサリ歯の研磨仕上げ

1. 研磨試験方法

1) 供 試 鋸

試験に供した帯鋸は Table 6 のとおりで、その歯型要素および歯型図は撥型アサリ歯の場合 (Table 3) と同様である。

Table 6. 供 試 鋸
Bandsaw blade for the test on sharpening of spring-set tooth.

鋸 厚 Thickness		鋸 幅 Width	ロックウェル C 硬度 Rockwell C-Hardness	製 品 名 Trade name
B. W. G.	mm			
23	0.68	4 in.	50	ASSAB

この帯鋸1本について4種の振分アサリ歯をそれぞれ70枚ずつ作製した。アサリ出しは目打ち角度25°の目打ち台および重量220grの目打ちハンマーを用いて行つた。目打ちによるアサリ変形線と歯端線のなす角(θ)を Fig. 21 に示すように4種の異なるものとし、目打ち後のアサリの出がなるべく揃うように目打ち台位置を調節した。このようにして作つた供試アサリの逃げ角は Table 7 に示すとおりである。

なお、実際の場合と同様に、アサリ出し方向が交互になるように目打ちしたから、同種のアサリ歯でアサリ出し方向が同一の供試歯は35枚ずつである。

2) 研磨と研磨量およびアサリの測定

研磨および研磨量の測定は撥型アサリ歯の研磨試験の場合とまったく同様にした。アサリの測定は研磨仕上げが終るごとに Fig. 22 に示す方法で各鋸歯のアサリの出(S)を算出し、一定条件のアサリ歯群に

Table 7. 供試アサリ歯のアサリの逃げ角
Side clearance angle of spring-set tooth for the test.

供試アサリ歯記号	Tooth No.	I	II	III	IV
歯喉側からみた逃げ角	Side clearance angle at the front	12°	12°	14°	15°
歯背側からみた逃げ角	Side clearance angle at the back	5°	6°	9°	12°

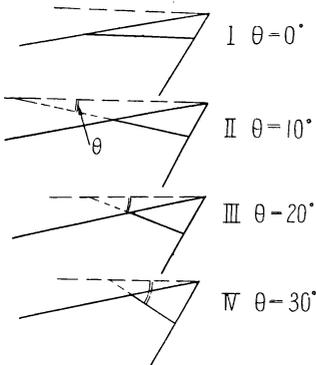


Fig. 21 供試振分アサリ歯
Side view of spring set teeth for the test.

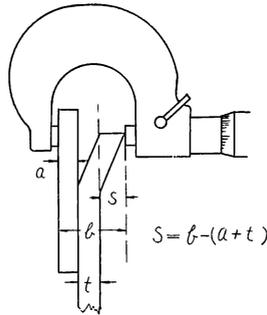


Fig. 22 振分アサリの出(S)の測定
Measuring the setting dimension (S).

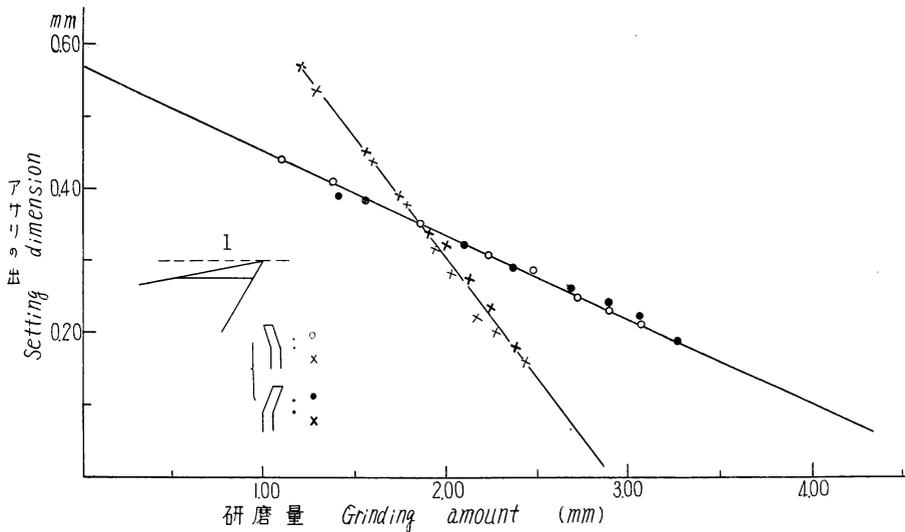
ついてその平均値を求めた。

2. 研磨仕上げによるアサリ大きさの変化

4種の供試アサリ歯についての研磨仕上げ試験結果より求めた研磨量とアサリの出の関係は Fig. 23~26 に示すとおりで、歯喉側研磨と歯背側研磨の関係を明白にするため、最初のアサリの出が0.35 mmのアサリ歯を研磨した場合を比較しうるように図示し

た。これらの結果から次のことが明らかである。

- 1) 研磨量とアサリの出の関係は明らかに直線的で、アサリ出し方向の差異は影響しないと考えられ



- , ●: 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.
- ×, ×: 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.

Fig. 23 研磨量と振分アサリの出の関係——供試アサリ歯Iの場合
Relation of grinding amount to setting dimension at Saw Tooth I.

る。

2) 歯喉側研磨の方がアサリの減少率は小で、歯背側研磨とのアサリ減少率のひらきは供試アサリ歯Iが最大でIVが最小である。これは Table 7 に示したように、供試アサリの逃げ角が歯喉側の方が大(これは振分アサリについては一般的なこと)であるとともに、歯喉側と歯背側の逃げ角の差がIが最大で、IVが最小であることにもとづくものと考えられる。

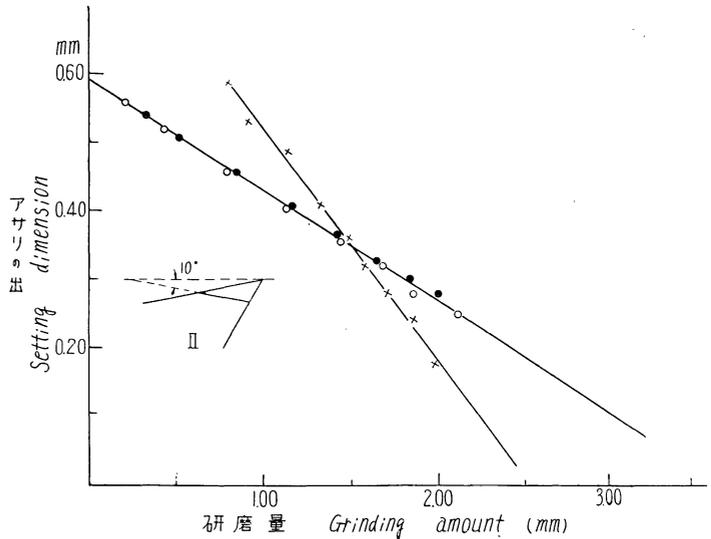


Fig. 24 研磨量と振分アサリの出の関係——供試アサリ歯IIの場合
Relation of grinding amount to setting dimension at Saw Tooth II.

(Fig. 23 の表示を参照, See the expression in Fig. 23)

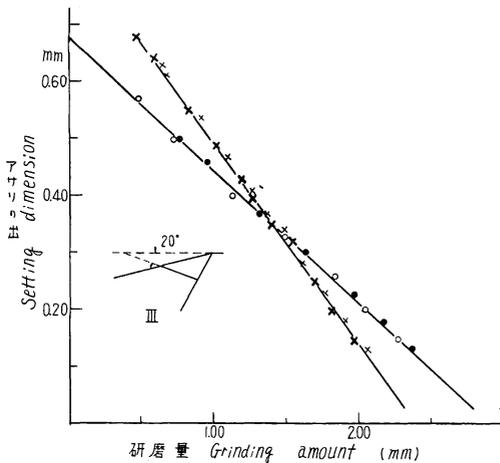


Fig. 25 研磨量と振分アサリの出の関係——供試アサリ歯IIIの場合

Relation of grinding amount to setting dimension at Saw Tooth III.

(Fig. 23 の表示を参照, See the expression in Fig. 23)

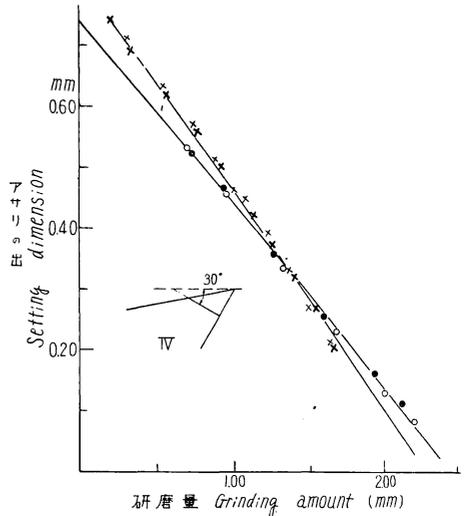


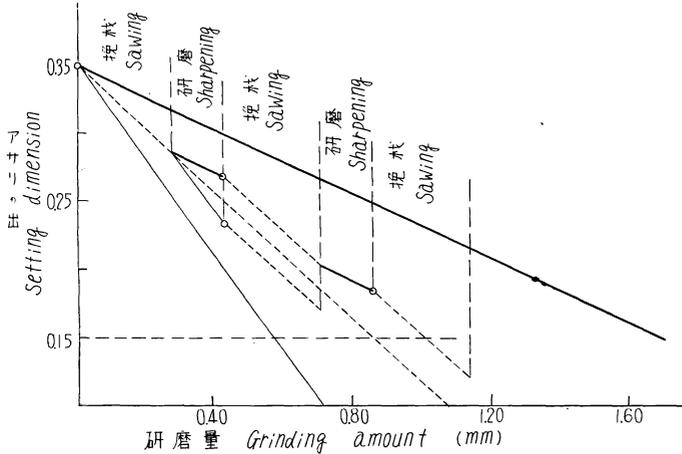
Fig. 26 研磨量と振分アサリの出の関係——供試アサリ歯IVの場合

Relation of grinding amount to setting dimension at Saw Tooth IV.

(Fig. 23 の表示を参照, See the expression in Fig. 23)

以上述べた研磨試験の結果は研磨仕上げのみを続けて行つたものであるが、撥型アサリ歯の場合と同様に、研磨仕上げと挽材が行われる実際的な場合について考えてみる。挽材による歯先の摩耗を撥型アサリ歯の場合と同様に考え、アサリの出の使用範囲を $0.35 \sim 0.15 \text{ mm}$ とし、前述の研磨試験結果にもとづいて、研磨仕上げおよび挽材によるアサリ減少の関係を求めると、Fig. 27~30 のようになる。これらの図

によれば、供試アサリ歯 I および II では歯喉側研磨の方が歯背側研磨の場合より研磨仕上げを行いうる回数が 1 回多いが、供試アサリ歯 III および IV では研磨仕上げ法によつて研磨仕上げを行いうる回数に差を生ずるほどではない。



- : 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.
- - -: 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.
-: 挽材によるアサリの減少, 両側研磨と同じ
Decrease of set by sawing, expressed as grinding an equal amount from the both.
- : 研磨仕上げ後 After sharpening.

Fig. 27 挽材と研磨仕上げにともなう振分アサリの減少
——供試アサリ歯 I の場合

Decrease of setting dimension (S) with sawing and sharpening at Saw Tooth I. (S=0.35~0.15 mm)

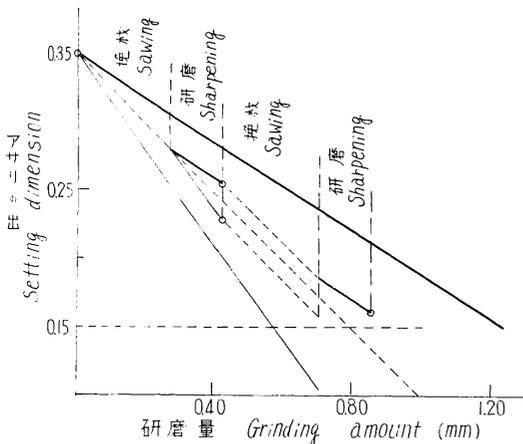


Fig. 28 挽材と研磨仕上げにともなう振分アサリの減少——供試アサリ歯 II の場合

Decrease of setting dimension (S) with sawing and sharpening at Saw Tooth II. (S=0.35~0.15 mm)

(Fig. 27 の表示を参照, See the expression in Fig. 27)

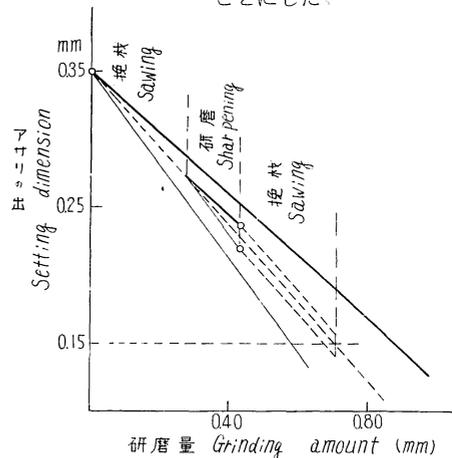


Fig. 29 挽材と研磨仕上げにともなう振分アサリの減少——供試アサリ歯 III の場合

Decrease of setting dimension (S) with sawing and sharpening at Saw Tooth III. (S=0.35~0.15 mm)

(Fig. 27 の表示を参照, See the expression in Fig. 27)

なお、撥型アサリ歯の場合にも述べたように、実際の作業では一定歯型を維持するための研磨および歯先のマクレを除去するための軽い研磨を行わねばならないが、これらの研磨がアサリの出の減少にはほとんど影響しないと考えてよいであろうことは振分アサリ歯についても同様である。

3. 研磨仕上げによるアサリの仕上り精度

撥型アサリ歯の場合と同様に、研磨量とアサリの出の標準偏差を求め、これらを研磨量およびアサリの出の精度を表わす指標とすることにした。

Fig. 31 は研磨量の標準偏差を示すものであるが、いずれの供試アサリ歯においても歯喉側の方がその値が大きく、撥型アサリ歯の場合と大体同様な傾向を示す。研磨量とアサリの出の標準偏差との関係は Fig. 32 に示すとおりで、供試アサリ歯 I および II においては研磨法による差異はほとんど認められない。III および IV においても、歯背側研磨の場合は研磨にともなうアサリの偏差は大体不変であるが、歯喉側研磨の場合はその回数を重ねるにしたがい、アサリの精度は漸次不良となる。これは Fig. 23~26 の関係からも推察されるように、一定研磨量に対するアサリの減少率は歯喉側研磨の方が歯背側研磨の場合より小であるとともに、両者のアサリ減少率は供試アサリ歯 III, IV では極めて接近しているから、研磨量の偏差がアサリ精度におよぼす影響は歯背側研磨の方が大で、III, IV ではその影響の仕方も研磨法によりあまり差異がなくなると考えられるが、一方 Fig. 31 で示したように、研磨量の偏差そのものは歯喉側研磨の方が大であるから、これらの条件が複合されて、以上のような結果を示すものと考えられる。すなわち、研磨量の偏差が実験結果のような実態を示すものとするれば、一般的には振分アサリ歯のアサリ精度は研磨仕上げ法により大きな影響をうけることはないが、供試アサリ歯 III, IV のように、歯端線とアサリ変形線のなす角度 (Fig. 21 の θ) を大きくすると、歯喉側研磨の場合、研磨仕上げの回数を重ねるにしたがい、アサリ精度は不良となるといえる。

4. 振分アサリ歯の研磨仕上げ法

以上の結果から、撥型アサリ歯の場合と同様に具体的に振分アサリ歯の研磨仕上げ法を考えてみる。

振分アサリ歯は撥型アサリ歯に比べ、その変形形態が単純であるうえに、鋸の減耗およびアサリ減少率については、いずれも歯喉側研磨が望ましく、仕上り精度は一般に研磨法により大して影響を受けないから、その研磨法の選択は容易である。ただし、アサリ出し方法によつて、研磨仕上げが仕上り精度そのほかにおよぼす影響が若干異なるので、この点には考慮を払う必要がある。これらの関係から振分アサリ歯の研磨仕上げ法は次のようにすればよいと考えられる。

1) アサリ出し後、一定のアサリの出 (研磨仕上げのみで使用するアサリの出の範囲の上限値) にするまでに要する研磨量は研磨法により異なる。供試アサリ歯の範囲では、アサリの出を一定量減少させるに要する研磨量は歯背側研磨より歯喉側研磨の方が大であるが、(1) および (2) 式から両者の鋸幅減耗量を比較すると、歯喉側研磨の方が小であるから、一定アサリの出にするまでの研磨は歯喉側研磨を行うべきである。

2) 挽材後の研磨もアサリ減少率および鋸幅減耗率を小にし得る歯喉側研磨を行うべきである。

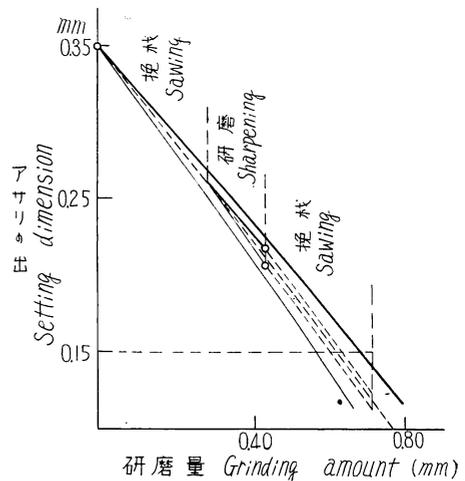


Fig. 30 挽材と研磨仕上げにともなう振分アサリの減少——供試アサリ歯 IV の場合
Decrease of setting dimension (S) with sawing and sharpening at Saw Tooth IV. ($S=0.35\sim 0.15$ mm)
(Fig. 27 の表示を参照, See the expression in Fig. 27)

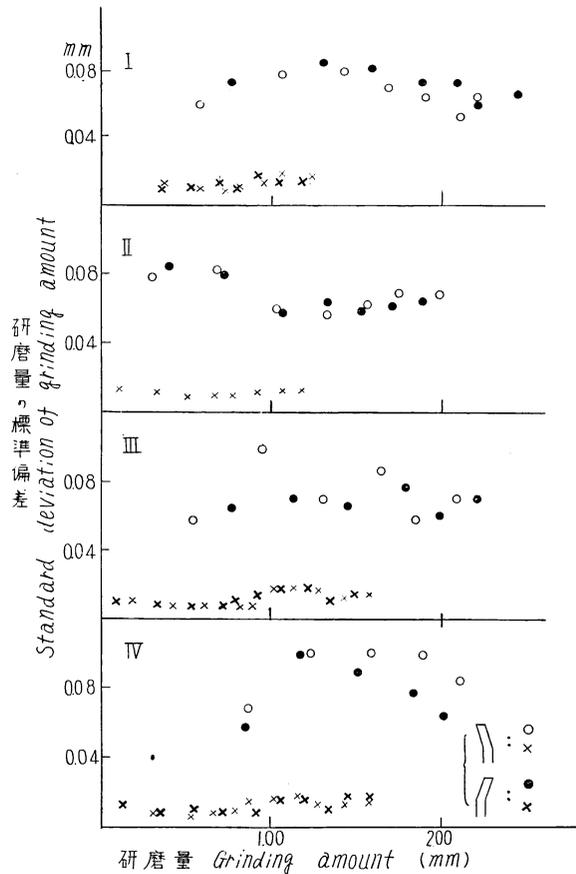


Fig. 31 振分アサリ歯研磨仕上げにおける研磨量の標準偏差
Standard deviation of grinding amount.

I ~ IV : 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.
○, ● : 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.
×, × : 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.

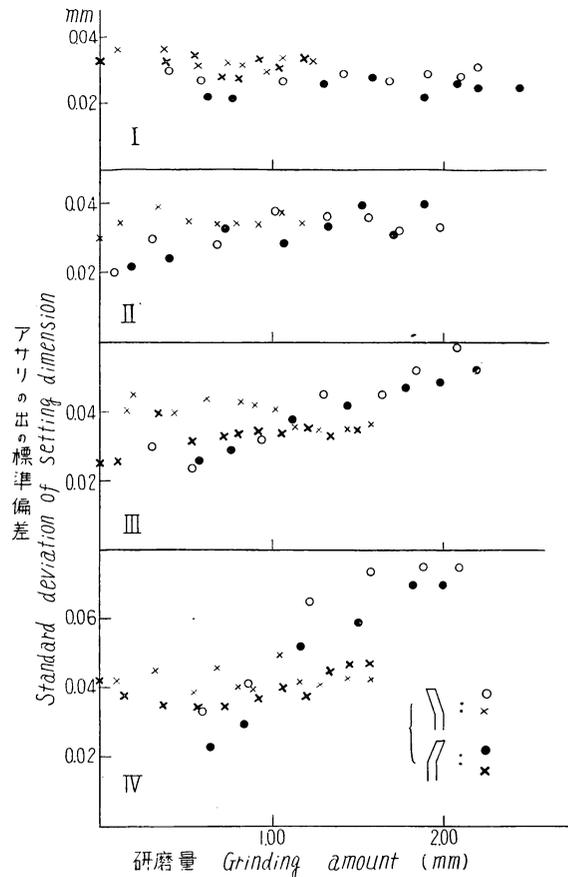


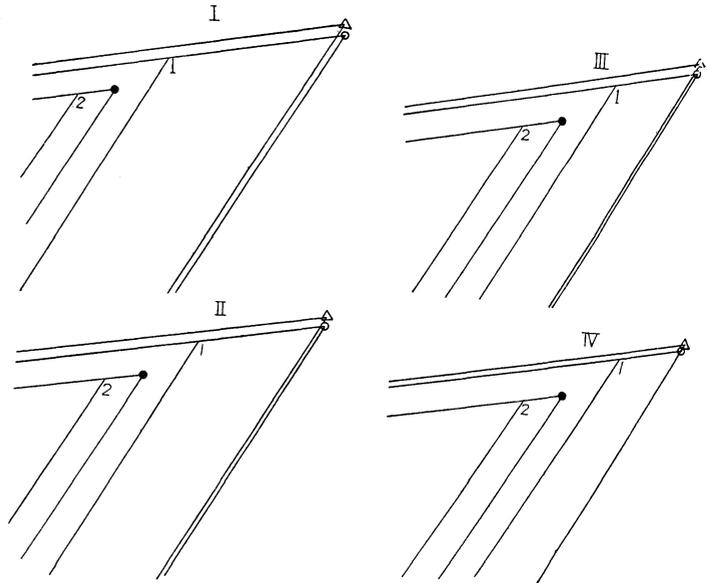
Fig. 32 研磨仕上げと振分アサリ精度の関係
Relation of sharpening to precision of setting dimension.

I ~ IV : 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.
○, ● : 歯喉側研磨 Grinding from front of tooth.
×, × : 歯背側研磨 Grinding from back of tooth.

3) 撥型アサリ歯の場合
 にも述べたように、歯喉側
 研磨においても、一定歯型
 を維持するために、アサリ
 の出には影響しない歯背線
 にそつての研磨が必要で、
 さらに、最終的には歯先の
 マクレをとる意味で、軽く
 歯背側研磨をする必要があ
 る。

この実験の供試アサリ歯
 4種について、上に述べた
 アサリ歯研磨仕上げ法にし
 たがい、挽材と研磨を続け
 た場合、Fig. 27~30の結
 果を当てはめると、研磨仕
 上げおよび挽材による歯端
 位置の変化はFig. 33のよ
 うになり、これにともなう
 アサリ大きさの変化はFig.
 34のようになる。Fig. 34

によれば、2回目の研磨仕上げが終わったときのアサリの出は供試アサリ歯Iが最大で、IIIおよびIVはあまり小さくて、もはや挽材性能は低下していると考えられ、目立作業能率からいって、IないしIIはIIIおよびIVより良好であると考えられる。これらの供試アサリ歯のアサリ出し方法と切味や寿命との関係は明確ではないが、経験的にいって、あまり差異はないようである。この断定が正しいとすれば、上述



- I ~ IV : 供試アサリ歯番号 Saw Tooth No.
- △ : アサリ出し前の歯端 Tooth point before setting.
- : アサリ出し後の歯端 Tooth point after setting.
- : 挽材により切味が低下した歯先
Dulled tooth point after sawing.
- 1, 2 : 研磨仕上げされた歯端 Tooth point after sharpening.

Fig. 33 振分アサリ歯の研磨仕上げ法—歯端の移動
 Sharpening method of spring set tooth—
 displacement of tooth point.

- I ~ IV : 供試アサリ歯番号
Saw Tooth No.
- : アサリ出し直後
After setting.
- : 挽材による切味低下後
After blunting by sawing.
- 1, 2 : 研磨仕上げ後
After sharpening.
- : アサリの出を 0.35 mm に
するための歯喉側研磨
Grinding from front of
tooth to reduce setting
dimension to 0.35 mm.
- : 挽材によるアサリの減少
Decrease of setting
dimension by sawing.
- - - : 研磨仕上げによるアサリ
の減少 Decrease of setting
dimension by sharpening.

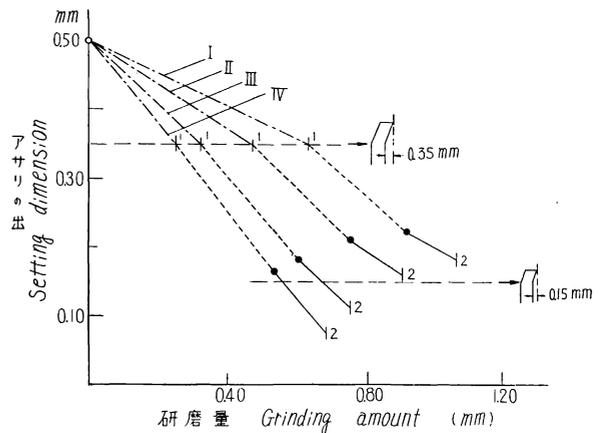


Fig. 34 振分アサリ歯の研磨仕上げ法—アサリの減少
 Sharpening method of spring set tooth—decrease of setting dimension.

の研磨仕上げによるアサリの減少および仕上り精度の点からいつても、アサリ出し作業方法（目打ち方法）の点からいつても、一般的に用いられている供試アサリ歯Ⅰのようなアサリ出し方法がよいと考えられる。すなわち、振分アサリ歯はアサリ変形線が歯端線と平行になるようにアサリ出しし、上述のような研磨仕上げ法が行われるべきである。

Ⅶ む す び

この研究は一般的な目立作業の条件と目的を考慮にいれつつ、適当な帯鋸のアサリ歯研磨仕上げ法を求めたものであるが、具体的な結論をうるため、アサリ条件、挽材による鋸歯先の摩耗、研磨仕上げのみで使用するアサリの出の範囲などについては現実に近いと思われる仮定を設けた。したがって、目立作業および挽材の条件によつてはこれらの仮定とかなり異なる場合もありうるとは考えられるが、このような場合についても、帯鋸のアサリ歯研磨仕上げ法についての根本的な考え方はこの研究結果に示されており、これを具体的な条件に応用しさえすればよい。

文 献

- 1) 杉原彦一：自動目立機による帯鋸刃歯型の形成について，木材研究，7，（1951）
- 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）
- 3) 杉原彦一：帯鋸刃による挽材に関する研究（Ⅰ），木材研究，10，（1953）
- 4) 齋藤美鷲・枝松信之・大平 裕：鋸歯の歯角及びアサリ条件の挽材に及ぼす影響，木材学会誌，1，1，（1955）
- 5) 枝松信之・大平 裕：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）

Studies on Setting Methods of Bandsaw Tooth. (Report 2)**On the sharpening of the set tooth.**

Nobuyuki EDAMATSU and Yutaka OHIRA

(Résumé)

Grinding operation of the bandsaw teeth by an automatic bandsaw sharpener has been carried out for the purpose of shaping the tooth and sharpening the set tooth point. We took up the problem on the sharpening method for the latter purpose, being dependent only on the filer's experience.

Results of our investigation on the dulled edge of a set saw tooth by cutting wood show that the rate of edge blunting, $(b-a)$ in Fig. 1, is equal at both faces of a tooth, and the displacement of a tooth point with blunting advances on the equally divided line of the sharpness angle.

From these results, necessary re-sharpening for the dulled tooth after sawing, to be done as $(b-a)=0$ (Fig. 2), will give the same effect by grinding an equal amount from either face of a tooth, and wearing of a saw tooth with cutting will have the same effect as grinding an equal amount from both faces, in point of the swaging dimension. Hence, a tooth point will be displaced with sawing and re-sharpening as shown in Fig. 13.

It was the main purpose of this investigation to determine a suitable sharpening method of the set tooth on a bandsaw, by comparing the relations of grinding from the front and the back of a saw tooth to the variation of the set conditions.

The sharpening tests were carried out on an automatic bandsaw sharpener with three different types of swaged teeth (see Table 2~4, Fig. 6 and 8) and with four different types of spring-set teeth (see Table 6, 7, Fig. 21 and the tooth shape the same as in Table 3).

The following points are discussed in the report:

I. Narrowing of a bandsaw by sharpening.

1. The rate of blade narrowing by sharpening can be obtained geometrically without regard to the set (Fig. 3).

2. The relation of the sharpening method to narrowing of a bandsaw is shown in Fig. 4.

3. Loss of blade width with the necessary re-sharpening differs according to the sharpening method (Table 1).

II. Sharpening of the swaged tooth on a bandsaw blade.

1. The front and back view of the swaged tooth change with sharpening as illustrated in Fig. 7.

2. Relations of the grinding amount to the decrease of the swaging dimension are shown in Fig. 9~11. These figures show that the decreasing ratio of the swaging dimension with sharpening is less in grinding from the back of a tooth. However, when continuing the back grinding, the swage die print at the front meets with a tooth point (see Fig. 12),

and cutting efficiency of the saw tooth will fall off. Depth of the swage die print on the front of a tooth for the test and the swaging dimension after grinding this away are shown in Table 5.

3. If $a=0.30\text{ mm}$, $(b-a)=0.20\text{ mm}$ (see Fig. 1), the decrease of the swaging dimension with sawing and sharpening will be as shown in Fig. 14~16.

4. Relations of sharpening to the standard deviation of the kerf width in Fig. 18 show that grinding from the back of a tooth is preferable in point of the precision of a kerf width. This is considered to be caused by the difference of the decreasing ratio of the swaging dimension (see Fig. 9~11) and the deviation of the grinding amount (see Fig. 17).

5. In conclusion, sharpening method of the swaged tooth on a bandsaw blade must be done as follows:

- 1) As long as the swage die print is present, grinding from the front of a tooth must be done.
- 2) After the swage die print has all been ground from the front of a tooth, grinding from the back of a tooth must be done.
- 3) Even in the case of grinding from either face of a tooth, grinding from another face is necessary to keep a constant tooth shape, and to finish a tooth tip finally, but such grinding has no influence on the decrease of a set.

When sawing and sharpening are repeated by such a sharpening method in the same conditions as Fig. 14~16, the displacement of a tooth point and the decrease of the swaging dimension will be as shown respectively in Fig. 19 and 20.

III. Sharpening of the spring-set tooth on a bandsaw blade

1. Figs. 23~26 show that the decreasing ratio of the setting dimension with sharpening is less in grinding from the front of a tooth than the back, but the difference of this is very small in Tooth No. III and IV.

2. Assuming that the wearing loss is the same as in the case of the swaged tooth, the decrease of the setting dimension with sawing and sharpening will be as shown in Fig. 27~30.

3. In point of the precision of a setting dimension, Fig. 32 shows that there is no difference between the two sharpening methods in Tooth No. I and II, but in III and IV grinding from the back of a tooth is preferable. This is for the same reason as applies to the case of the swaged tooth (see Fig. 31).

4. Sharpening method of the spring-set tooth on a bandsaw blade is simple, compared with the swaged tooth. In general, the spring-set tooth should be sharpened from the front of a tooth. But grinding from the back to keep a constant tooth shape and to finish a tooth tip finally is necessary as in the case of the swaged tooth.

When sawing and sharpening are repeated by such a sharpening method in the same conditions as Fig. 27~30, the displacement of a tooth point and the decrease of the setting dimension will give results such as are shown respectively in Fig. 33 and 34.