

製材用鋸歯による挽肌の形成

齋 藤 美 鶯⁽¹⁾
枝 松 信 之⁽²⁾
大 平 裕⁽³⁾

1. ま え が き

製材用鋸歯による挽材作用は、歯先前面（歯端縁）によつて木材繊維を切断し、鋸屑として分離する挽溝の底を形成する前面切削作用と歯先側面（歯尖）の切削によつて、挽肌を形成する側面切削作用にわけて考えられる。前面切削作用の様相は写真観察によりだいたい明らかになしうる³⁾が、側面切削については挽材中の観察が困難である。筆者らは、挽材後の結果としてあらわれる挽肌について検討を加え、鋸歯による側面切削作用を解明するための資料を求めようとした。

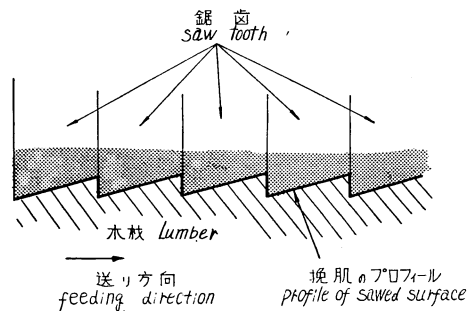


Fig. 1 挽 肌 の 形 成
Formation of sawed surface

一般に、製材用鋸歯にアサリをつけることは、挽材を能率的に行うためにはさけられないことで、アサリが完全にそろい、定速送りで挽材した場合に形成される挽肌のプロファイルは、観念的には Fig. 1 のようになる。すなわち、アサリをつけた鋸歯の側面切削によつて生ずる挽肌は、鉋仕上げや研削仕上げの場合に比し、大きな表面アラサを生ずることは必然的なことであり、実験的にもたしかめられている⁴⁾ように、送り速度を増すほど、そのアラサの大きさも増大するであろうことは容易に想像される。このように、アサリは挽肌に影響する最大の因子であり、しかも、現実のアサリは、そのアサリ出し方法が簡単な器具類による手仕事で、一般的にいつて、その精度はきわめて低い^{5) 6) 7)}から、挽肌のプロファイルも規則正しいアラサを示さない。

また一方、木材は異方質なものであるため、鋸歯の切削方向と木材の繊維方向および年輪層の関係が変化した場合にも、観念的に考えられるようなような挽肌を生ずるものとは想像しがたい。

そこで、筆者らは、アサリ条件および鋸歯の切削方向と挽肌の関連性を実験的に追求し、それにもとづき、鋸歯の側面切削作用についての考察を行つた。

2. 実 験 方 法

2.1 供 試 鋸

厚さ 19 および 23 BWG の 2 種の帯鋸（幅および長さはいずれもそれぞれ 5 in および 6.91 m）を使用し、歯型は Fig. 2 に示すものとし、その目立仕上げの条件は Table 1 のとおりとした。

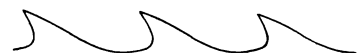


Fig. 2 供試歯型
Tooth style for test

(1) 場長 (2) 木材部木材加工科製材研究室長 (3) 木材部木材加工科加工研究室員

Table 1. 供試鋸の目立仕上げ条件
Saw fitting conditions for test.

歯 距 Pitch	歯 高 Height of tooth	歯 端 角 Sharpness angle	歯 喉 角 Hook angle	膜入れ量 Diameter of tension circle	背盛り量 Rise of back crown in 90 cm
31mm	10mm	39°	25°	36ft.	0.75mm

研磨およびアサリ出し作業の順序は次のようにした。

(1) 撥型アサリの場合

自動研磨機による研磨——スエージ加工（ダイの長径は 19BWG のとき $3/8$ in, 23BWG のとき $5/16$ in のものを使った）——自動研磨機による研磨——シーバー仕上げ（ダイス角度 11° のものを使った）——自動研磨機による仕上げ研磨——研磨により生じたマクレ取り。

(2) 振分けアサリの場合

自動研磨機による研磨——目打ち台（目打ち台角度 25° ）による目打ち——自動研磨機による仕上げ研磨——研磨により生じたマクレ取り。

なお、歯型打抜きおよび自動研磨機による研磨については、とくに意を用い、歯型要素の精密を期したが、アサリ出し作業は普通の現場作業に準じて、その精度が一般水準程度になるのを目標として行つた。

2.2 アサリ精度の表示

アサリによる挽肌形成を考える場合、アサリ幅ないしアサリの出を測定して、その精度を表示することは適確でないと考えられるので、次のような表示方法を定めた。

各鋸歯の歯喉側にセロファン紙を押しつけてえた Fig. 3 のような歯先図を小型投影検査器で 50 倍に拡大し、鋸身面を基準として、歯先の計算切込深さ (s) の 50 倍の間隔で、Fig. 4 のように紙にうつしとつた。 s は 2.3 で述べる挽材実験の条件をあてはめて算出すると 0.06mm であつた。

Fig. 4 のような図から、觀念上挽肌形成にあずかるアサリがわかり、このアサリを有効アサリ、その有効アサリの線を結んだ線を有効アサリ線と称することにすれば、有効アサリ線は、材の送り方向に平行で挽面に直角な平面で切断した觀念上の挽肌のプロフィールをあらわすものといえる。有効アサリ線上の

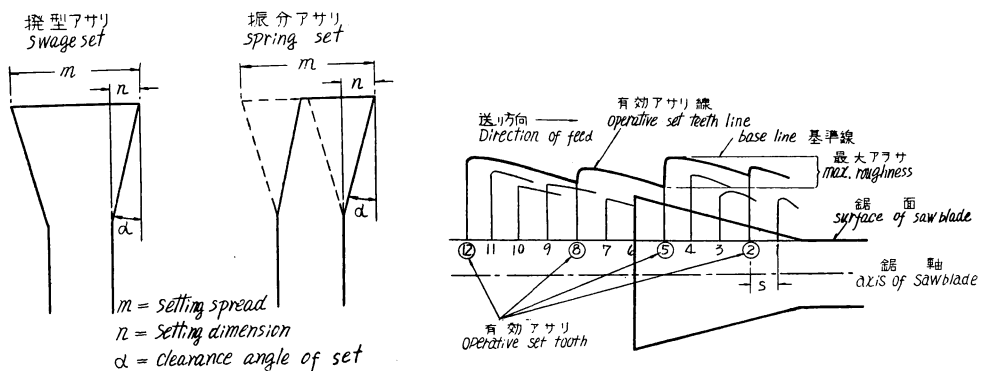


Fig. 4 アサリ線
Operative set teeth line

m : アサリ幅, n : アサリの出,
 α : アサリの逃げ角

Fig. 3 歯先図
Front view of set tooth

点のうち、鋸身面から最大距離にある点をとおり、鋸身面に平行な直線を基準線と称することとし、各歯先が一とおり切込みした長さ l ($=s \times$ 歯数) を 10 等分^{*1} した各部分の有効アサリ線上の点の基準線からの最大距離を平均したものを最大アラサとしてあらわすことにすれば、概念上の挽肌のプロフィールである有効アサリ線図から求めた基準線および最大アラサは、それぞれ概念上の鉋仕上げ面および挽面から鉋仕上げ面までの距離をあらわすものと考えられる。すなわち、最大アラサは、概念上の鉋削代をあらわし、その大きいほどアサリ精度は不良ということになる。

2.3 挽肌の測定

金属その他の加工表面アラサの測定方法は種々考案されている⁶⁾ が、木材のような材料で、しかもアラサが相当大きい挽肌の測定に適当な方法はみいだせないで、この実験では、次のような2つの方法によることとした。なお、供試挽肌は、前述の供試鋸を用い、鋸速度 3166 m/min の 42 in 帯鋸機械で、 5.94 m/min の定速送りとして挽材した場合に形成されたものであつて、挽材際の帯鋸の緊張量は、鋸の厚さにより普通作業に最良と思われる程度とした。

2.3.1 挽肌のプロファイルの測定

材の送り方向に平行で、供試挽面に直角な平面で切った切片を、小型投影検査器で 50 倍に拡大し、供試面の実長 $2l$ にある挽肌のプロファイルの最低の谷の点2点をとる直線を基準線とし、 l の長さについて有効アサリ線の場合と同様にして挽肌のアラサを求めた。Fig. 5 の例はその一部を示す。なお、供試切片の作製にあつては、よく研磨した仕上鉋で $5/100 \sim 10/100 \text{ mm}$ の厚さに削りとつたが、繊維を切断する場合はうまくとれぬので、安全かみそりの刃で挽肌を傷つけぬように充分注意して、 1 mm 以下の厚さに削りとつた。

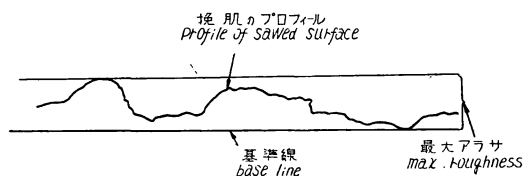


Fig. 5 挽肌のプロファイルの一部
Profile of sawed surface

例はその一部を示す。なお、供試切片の作製にあつては、よく研磨した仕上鉋で $5/100 \sim 10/100 \text{ mm}$ の厚さに削りとつたが、繊維を切断する場合はうまくとれぬので、安全かみそりの刃で挽肌を傷つけぬように充分注意して、 1 mm 以下の厚さに削りとつた。

2.3.2 鉋削減りの測定

$3 \times 30 \text{ cm}$ の供試挽面を専門職に依頼して、建具仕上げ程度に最小限度の鉋削をなし、6面の鉋削減りの平均値を供試挽面の鉋削減りとした。鉋削減りの測定は、供試挽板 11 枚を重ねて一定重量 (2 kg) を加えたときの重ね板の厚みをノギスにより3カ所測り、さらに上記のように、その挽板の6面を鉋削した後、同様に板を重ねて厚みを測り、それらの測定値の差より、鉋削による一面当たり平均の厚みの減少を知り、これを供試挽面の鉋削減りとした。もちろん、鉋削減りが大きいほど、挽肌のアラサは大きいわけである。

3. 木材に対する鋸歯の切削方向と挽肌

3.1 供試挽肌の作製

平均含水率 17% 、平均年輪幅 2.54 mm のスギ心材を平均アサりの出 0.50 mm の撥型アサりをつけた 19 BWG の供試鋸で挽材した。

木取りは、木材の繊維方向および年輪層と鋸歯の切削方向の関係を種々変化させた場合について行い、挽面積約 24 cm^2 (挽幅 $4 \text{ cm} \times$ 挽材長 6 cm)、挽板厚約 8 mm とし、各木取り条件につき3～4個の供試

*1 各部分の最大距離を平均化するため、便宜上 10 部分にわけた。

Table 2.

縦挽きにおいて木材の繊維方向と鋸歯の切削方向のなす角 (θ_1) が変化する場合の挽肌のアラサ
Roughness of sawed surface formed at various slope of grain (θ_1) to cutting direction in ripsawing.

θ_1 (deg.)	最大アラサ Max. roughness (mm)	
	柁目挽きの場合 Cutting direction $\perp$ annual rings	板目挽きの場合 Cutting direction $\parallel$ annual rings
15	0.29	0.38
30	0.35	0.38
45	0.30	0.36
60	0.31	0.34
75	0.40	0.36
90	0.28	0.41
105	0.33	0.38
120	0.39	0.32
135	0.40	0.37
150	0.39	0.36
165	0.35	0.33
180	0.40	0.27
平均 Average	0.35	0.36

Table 3.

縦挽きにおいて木材の年輪層と鋸歯の切削方向のなす角 (θ_2) が変化する場合の挽肌のアラサ ($\theta_1=90^\circ$)
Roughness of sawed surface formed at various angles (θ_2) between cutting direction and annual layers in ripsawing ($\theta_1=90^\circ$)

θ_2 (deg.)	最大アラサ Max. roughness (mm)	
	木裏から木表へ 切削する場合 When cutting from inner to outer surface	木表から木裏へ 切削する場合 When cutting from outer to inner surface
15	0.32	0.32
30	0.34	0.38
45	0.29	0.33
60	0.34	0.46
75	0.31	0.35
90	0.27	0.31
105	0.29	0.36
120	0.31	0.35
135	6.31	0.40
150	0.30	0.34
165	0.42	0.36
180	0.43	0.43
平均 Average	0.33	0.37

Table 4.

横挽きにおいて木材の繊維方向と鋸歯の切削面のなす角 (ϕ) が変化する場合の挽肌のアラサ ($\theta_1=90^\circ$)
Roughness of sawed surface formed at various angles (ϕ) between direction of grain and plane of cutting in cross-cutting ($\theta_1=90^\circ$)

ϕ (deg.)	最大アラサ Max. roughness (mm)	
	年輪層が切削方向 と直角の場合 Cutting direction $\perp$ annual layers	年輪層が切削方向 と平行の場合 Cutting direction $\parallel$ annual layers
0	0.28	0.41
15	0.34	0.34
30	0.36	0.44
45	0.57	0.48
60	0.46	0.64
75	0.42	0.50
90	0.43	0.55
平均 Average	0.41	0.48

挽肌を作製した。

3.2 測定結果

木材に対する鋸歯の切削方向の条件を種々変化させてえた供試挽肌の挽肌アラサを測定した結果は Table 2~4 に示すとおりである。

3.3 測定結果についての考察

この実験における供試挽肌が形成される因子としては、木材に対する鋸歯の切削方向の条件以外に、挽材時における機械、鋸、供試材の振動、木材質の差異などが考えられる。したがって、挽肌アラサの測定結果に数的な差異があらわれていても、これを取り上げた条件のみにもとづくものとして、定量的に取り扱うことには多少の疑問があると判断される。この点について留意しながら、測定結果は考

られねばならない。

肉眼的には木理の状態が視覚要素にはいるため、挽肌の判断を複雑にするが、測定結果によれば縦挽きの場合、木材に対する切削方向の条件は、挽肌のアラサにあまり影響しないようである。ただし、上に述べたように、その他の複雑な条件が加わるらしく、個々の測定値の間には不規則な若干の差異を生じている。

横挽きの場合、繊維方向と鋸歯の切削面のなす角度 (ϕ) が $45^\circ\sim 90^\circ$ において、挽肌アラサは大きくなるようである。平均的にいっても横挽きの場合の方が縦挽きの場合より挽肌アラサは大である。

Table 5. 撥型アサリの精度
Experimental data on precision of the swaged teeth by a conventional setting procedure.
(See Fig. 4)

鋸 歯 Saw teeth*		A	A'	B
アサリ線の最大アラサ (R_o) Max. roughness of operative set teeth line (R_o) (mm)		0.17	0.18	0.17
	有効アサリ数 Number of operative set teeth	45	39	40
有効アサリ間のアサリ歯数の分布 (回数) Set teeth distribution between two operative set teeth (Number of times)	0~4	31	25	22
	5~9	11	6	14
	10~14	1	3	4
	15~19	2	4	0
	20~24	0	1	0
有効アサリ間のアサリ歯数の平均個数 Average number of set teeth between two operative set teeth		4.0	3.6	4.6

* A : Saw teeth on bandsaw after sharpening.

A' : Dulled saw teeth after sawing with A.

B : Sharp teeth by re-swaging and re-sharpening A'.

4. アサリと挽肌

4.1 アサリの精度

19BWG の供試帯鋸を、一般的方法と考えられる前述のアサリ出し法で撥型アサリ歯に目立仕上げしたものを鋸歯 A とし、この歯先を摩耗させる目的で、ブナ材を相当量挽材した後の状態のものを鋸歯 A' とし、さらに A' を A と同一方法で目立仕上げし直したものを鋸歯 B とし、これらのアサリ歯の片側のアサリの精度を測定した結果は、Table 5 に示すとおりである。なお、測定に供した鋸歯 A, A' および B の平均アサリの出は、それぞれ 0.47 mm, 0.44 mm および 0.51 mm であつた。

Table 5 に示すよに、観念上挽肌形成にあずかると考えられる有効アサリは、1 本の供試帯鋸の 223 枚のアサリ歯のうち、わずかに 20% 程度しかなく、その分布も、平均的には 4~5 枚に 1 個であるべきなのが 10 枚以上について 1 個の場合もみられる。これは、有効アサリが平均切込深さ以上の側面切削を負担しなければならないことを意味する。有効アサリの数が多くて、平均に分布しているほど、アサリ 1 個当りの側面切削の負担は平均化され、軽減されるから、切削条件はよいということになるが、一般的方法で目立仕上げした現実の供試鋸歯 A および B のアサリ線の最大アラサは観念的に考えられる理想値にははるかに遠い。

鋸歯 A が挽材により摩耗して A' になつた結果をみると、A における有効アサリは、A' においては 80% 以上がもはや有効アサリではなくなっているが、有効アサリの個数は、Table 5 に示されているようにあまり違っていない。これは 200 枚以上のアサリ歯のうち、わずか 20% しかない有効アサリが挽材にとまなう過重な切削抵抗のため、大部分が、最も早く、しかも最大量摩耗または破損するためと思われる。しかも Table 5 に示すように、A' の有効アサリ線の最大アラサは A のそれよりやや大となつているという事実は、アサリの摩耗した鋸歯は切味のみでなく、アサリ精度からいっても不良であることを意味する。切味が著しく低下するほど摩耗すれば、アサリは揃うとも考えられるが、このときは、切味低下により側面切削は円滑に行われず、無理な切削による挽肌の悪化をきたすであろう。

4.2 アサリ精度と挽肌

Table 6. アサリ精度と挽肌のアラサの関係

(R_s: 挽肌の最大アラサ, R_o: 有効アサリ線の最大アラサ)

Relationship between precision of swage-set and roughness of sawed surface.

(R_s: Max. roughness of sawed surface, R_o: Max. roughness of operative set teeth line)

鋸歯種類 Saw teeth	木取り種 Converting method	測定回数 Number of measurements	R _s の平均値 Average of R _s (mm)	$\frac{R_s}{R_o}$
A	縦挽き Ripsawing	24	0.35	2.1
A'	〃	3	0.36	2.0
B	〃	24	0.35	2.1
B	横挽き Cross-cutting	14	0.45	2.6

鋸歯 A, A' および B により, 平均含水率 17%, 平均年輪幅 2.40 mm のスギ心材を, 3. の場合と同様にして挽材した挽肌の最大アラサと供試鋸歯の有効アサリ線のそれとの関係は Table 6 に示すとおりである。

さらに, 撥型アサリの大きさを変えた 5 本の 19BWG の供試帯鋸のアサリ精度 (アサリなしの場合は, 歯先厚さをアサリとみなした) を測定するとともに, これらのアサリ条件の異なる鋸歯によつて, 平均含水率 21% のスギ心材および平均含水率 17% のナラ心材を, 挽幅 3 cm, 挽材長 30 cm, 挽板厚約 8 mm として縦挽きし, 前述の方法で鉋削減りを測定した結果は Table 7 に示すとおりである。

Table 7. アサリ精度と鉋削減り

Relation of precision of swage-set to loss with planing sawed surface in ripssawing.

鋸歯 No. Saw teeth No.	平均 アサリ幅 Average of setting spread (mm)	R _o (mm)	有効 アサリ数 Number of operative set teeth	供試材 Material		木取り種*1 Converting method*1	鉋削減り Loss with planing sawed surface (mm)		
				樹種 Name	平均 年輪幅 Average width of annual rings (mm)		平均 Average	樹種平均 Average for material	総平均 Average for saw teeth
1*	1.11	0.05	—	{ SUGI }	0.98	A	0.36	0.36	0.32
					0.97	B	0.36		
				{ NARA }	1.62	A	0.32	0.27	
					1.81	B	0.21		
2	1.66	0.10	65	{ SUGI }	1.65	A	0.62	0.70	0.64
					1.24	B	0.78		
				{ NARA }	1.37	A	0.56	0.58	
					1.20	B	0.59		
3	1.83	0.11	58	{ SUGI }	1.75	A	0.62	0.71	0.68
					1.17	B	0.79		
				{ NARA }	1.12	A	0.61	0.64	
					1.41	B	0.67		
4	2.28	0.15	47	{ SUGI }	1.60	A	0.88	0.93	0.87
					1.37	B	0.98		
				{ NARA }	1.48	A	0.81	0.80	
					1.62	B	0.79		

*1 A: 柁目挽き Cutting direction ⊥ annual rings

B: 板目挽き Cutting direction // annual rings

*2 アサリ出ししない。None setting

Table 6 によれば、挽肌の最大アラサの値は、有効アサリ線のそれに対し、縦挽きの場合はいずれも2倍程度、横挽きの場合はそれ以上となっており、さらに Table 7 によれば、有効アサリ線の最大アラサの値 (R_0) が大きくなるにしたがい、また有効アサリ数が減少するにしたがい、挽肌のアラサを示す鉋削減りは増大している。これらのことは、アサリ精度と挽肌のアラサがきわめて密接な関係にあることを示すもので、有効アサリ線から求められるアサリの精度により挽肌の状況を推定することは適切であり、アサリ以外の挽材条件が一定の場合、このようにしてあらわされたアサリの精度により、挽肌のアラサが決まるものと考えられる。

4.3 アサリ条件と挽肌

4.2 で述べたアサリの大きさを変えた場合と同様の挽材実験をアサリ種類および鉋厚を変えて行い、鉋削減りを測定した結果を図示すれば、Fig. 6 のとおりである。

この場合は、アサリの大きさは、1本の帯鋸について最大のものから順次研磨してゆくことによりその条件を変えた。したがって、鉋厚およびアサリ種類の条件が一定の鋸歯は、そのアサリの大きさが変わっても、アサリの逃げ角は変化せず、また、研磨は歯背側を主とするきわめていい仕上げとしたので、アサリ精度はあまり変化していない¹⁾と考えられる(もちろん、最終的にアサリをなくしたときは例外である)。このように、アサリの大きさが変化しても、アサリの逃げ角およびアサリの精度が変わらない場合は、観念的に考えられる側面切削による挽肌形成の機構から考えて、挽肌のアラサは変化しないはずであるが、Fig. 6 によれば、いずれの場合もアサリが大きいほど鉋削減りは増大している。

この現象は、すでに Table 6 に示した挽肌の最大アラサと有効アサリ線の最大アラサの比率 (R_s/R_0) が、アサリの大きさによつて変化することを示すもので、この比率は、主として木材の材質および切削時の歯先の振動によつて決定されるものと考えられる。切削時の鋸歯の振動は、機械条件が一定の場合、鋸歯条件と鋸歯が受ける切削抵抗の大きさとの関係が最も大きな影響をあたえるものと推定される。したがって、前述した Table 7 の結果も、本来のアサリ精度のみでなく、このようなアサリ大きさの影響も加わっているものと考えられる。

Fig. 6 についていえば、アサリの大きさの増大によつて鋸歯の受ける切削抵抗は増し、歯先の振動が大きくなるため、挽肌のアラサが増大すると考えられる。また、23BWG のような薄鋸の大きな振分けアサリ歯でナラを挽くような場合は、挽材抵抗に耐えられないで、アサリ歯が左右に開き(挽材中弾性変形する)、そのため挽肌アラサが大きくなる。

以上の結果は、側面切削の機構を考える場合、アサリの精度から挽肌の形成を考えるとともに、挽材条

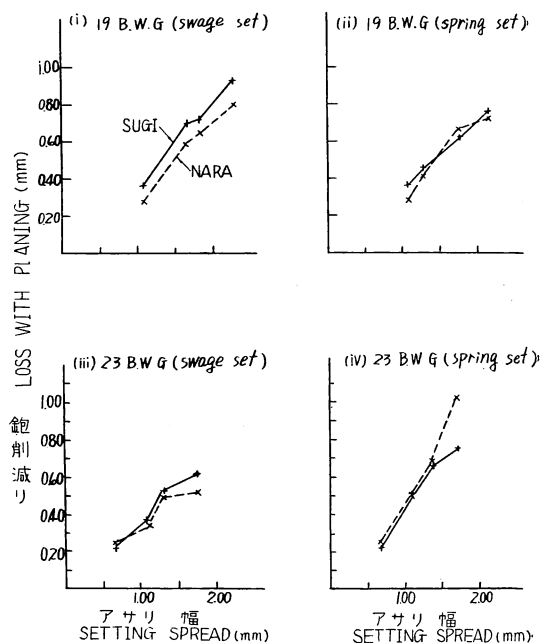


Fig. 6 アサリ条件と挽肌の鉋削減り
Relation of setting conditions to loss with planing

件によって挽肌の最大アラサと有効アサリ線の最大アラサの比率が変わることを知らねばならないことを示すものである。

5. 摘 要

鋸歯による側面切削作用を解明する上に必要な資料をうるため、側面切削によつて形成される挽肌と挽材条件との関係を調べ、次のような結果と考察をえた。

1. 木材に対する鋸歯の切削方向と挽肌

木材の異方性を示す主要因子である繊維方向および年輪層と鋸歯の切削方向の関係を变化させた場合の帯鋸による挽肌の状態をスギについて調べ、次の結果をえた。なお、挽肌の状態は、そのプロフィールの最大アラサによつて示した。

(1) 縦挽きの場合、切削方向の条件は挽肌のアラサにあまり影響しないようであるが、複雑な条件が加わるため、個々の測定値の間には不規則な若干の差異を生ずる。

(2) 横挽きの場合、挽肌アラサは縦挽きの場合より大きく、とくに繊維方向と切削面のなす角度が $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$ の場合大きい。

2. アサリと挽肌

(1) 一般的な方法で仕上げられた帯鋸のアサリ歯について、そのアサリの投影図から観念的に形成される挽肌(アサリ線図)を調べてみると、挽肌形成に有効なアサリの数は約20%にすぎず、しかも平均的な分布をしていない。

(2) アサリ線図よりえた挽肌アラサは、実際の挽肌のアラサと密接な関係にあり、縦挽きの場合、実際値の方が2倍程度大きい。

(3) 挽肌アラサの大きさを示すと考えられる仕上げに必要な鉋削減りの大きさもアサリ線図のアラサと比例的な関係にあり、アサリ線図から求められるアサリの精度により挽肌アラサが決まるものと考えられる。

(4) アサリの大きさが大きいほど、歯先の振動などが影響し、挽肌アラサは大となる。この影響は木材およびアサリ種類によつても異なる。

(5) 以上の結果から、側面切削の機構を考える場合、アサリ精度とともに、その他の挽材条件の影響を知らねばならないことがわかる。

文 献

- 1) 枝松信之・大平 裕：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、林業試験場研究報告, 87, (1956) p. 1~24
- 2) 梶田 茂・杉原彦一：帯鋸刃の目立仕上寸度に関する一考察、林学会誌, 33, 3, (1951) p. 105~110
- 3) 斎藤美鷲・仁賀定三：瞬間撮影による鋸歯の挽材作用についての観察, 63 回林学会大会講演集, (1954) p. 289~290
- 4) 杉原彦一：丸鋸刃の目立について、木材工業, 5, 9, (1951) p. 453~455
- 5) 杉原彦一・角谷和男：挽材に於ける送り速度と挽面粗さに関する一実験、木材研究, 13, (1954) p. 453~456
- 6) 竹中規雄：表面粗さの測定法、生産研究, 2, 9, (1950) p. 362~366
- 7) 田中重芳：小幅帯鋸の取扱に就て、機械学会論文集, 5, 21, (1939) p. IV—21~IV—25

Formation of Sawed Surface with Saw Teeth.

Yoshio SAITO, Nobuyuki EDAMATSU and Yutaka ÔHIRA

(Résumé)

When cut by saw teeth under precise conditions, it is possible to build up a picture of the sawed surface (Fig. 1), but the formation of the sawed surface, in practice, is dependent upon a large number of factors.

The direction of cutting relative to the grain of the wood affects the formation of the sawed surface. Furthermore, the kind of set, the setting spread and the precision of set have a marked effect upon the result.

To obtain information on these matters, studies were carried out in bandsaw cutting at various directions to the grain and setting conditions.

General method of test

1. Preparation of the saw teeth

The saws used in the experiment were 19 and 23 B.W.G. bandsaws and conformed to the following specifications:—width—5 *in.*, length—6.91 *m*, saw fitting conditions—Table 1, tooth style—Fig. 2. The sets were given by the conventional setting method.

2. Estimation of set precision

As a means of estimating the precision of set in relation to the sawed surface, the roughness of an imaginary sawed surface was measured from the front view of set teeth (Fig. 3) obtained by a projection apparatus. This is illustrated in Fig. 4. From the profile of the imaginary sawed surface made by each tooth engagement such as Fig. 4, the number of set teeth operative to form the imaginary sawed surface and the maximum roughness of this profile were obtained. The value of R_o is considered to indicate the ideal loss with planing.

3. Estimation of sawed surface

The sawed surfaces for the tests were made on a 42 *in.* bandmill with gear feed sawing equipment. The saws were run at a cutting speed of 3166 *m/min.* and the sawing was carried out at a feeding speed of 5.94 *m/min.*

The following two methods were chosen for the estimation of the sawed surface.

1) Measurement of the profile of sawed surface

The thin sections of wood (5/100~10/100 *mm*) cut by a plane perpendicular to the direction of cutting were made by a hand planer for measuring the roughness of the profile of sawed surface. From the profile obtained by a projection apparatus, the maximum roughness of the profile (R_s) for the distance each tooth engaged once with the wood was measured such as Fig. 5.

2) Measurement of loss with planing

Sawed surface on the strips of wood removed by each cut (3×30 *cm*) were finished to the minimum extent with a hand planer by a woodworking specialist. The average loss of planing the six sawed surfaces was obtained by subtracting the thickness of the finished strips from that after sawing.

Effect of Grain Direction on the Sawed Surface

The cutting tests were carried out at various directions to the grain in the following general conditions:—material—air-dried SUGI, thickness of saw blade—19 B.W.G., set (swage)—0.5 mm, depth of cut—4 cm, length of cut—6 cm, thickness of strips—8 mm.

The results are shown in Table 2~4. In ripsawing, the effect of the grain direction on the roughness of the sawed surface appeared to be masked to some extent by changes in the wood, but very small in actual practice. In cross-cutting, the observed effect of these conditions was a little more marked than in ripsawing, especially at ϕ of 45° ~ 90° .

Effect of Set on the Sawed Surface

Experimental data on the precision of the swaged teeth on a bandsaw (19 B.W.G., 223 teeth) by a conventional setting procedure (Table 5) show that the number of set teeth operative to form the imaginary sawed surface is about 20% and the distribution of those is not even.

From these results, it could be anticipated that the roughness of sawed surface was not only far worse than that in the ideal conditions (Fig. 1), but these operative set teeth were overloaded in cutting by the side edges of the teeth.

Values of R_s obtained from cutting SUGI with these saw teeth in Table 5 were about 2 times those of R_o as shown in Table 6.

The results on the relations of various setting conditions to the sawed surface are summarized in Table 7 and Fig. 6. These results show that the effects of the precision of set teeth and other cutting factors must be considered in order to analyze the formation of sawed surface in the side cutting with set teeth.