

豎鋸製材に関する研究(3)

- 豎鋸(鋸齒)の寿命 -

吉田直隆 奈良直哉**

さきに豎鋸盤による針葉樹挽材能率試験結果を報告した。その結果、挽材能率は帯鋸盤に比して、2倍強であることを認知した。この挽材能率は単位時間あたりの挽材量、あるいは作業の所要時間で示される。生産作業においては、挽材が進むにしたがい鋸歯が磨耗し、その結果送材速度を低下させることによる挽材能率の低下が大きな問題となる。また鋸歯が寿命限界に達したときには鋸替えが必要になり、そのための作業を中断する時間は全体の作業時間に大きな比率を占めることになり、挽材能率に影響する。このような見地から今回は挽材能率に影響する因子として、豎鋸(鋸歯)の寿命をとりあげ、その寿命限界と寿命向上に関する基礎データを得ることを目的に本試験をおこなった。

試験は基礎試験と実用試験にわけて豎鋸(鋸歯)の寿命について検討した。

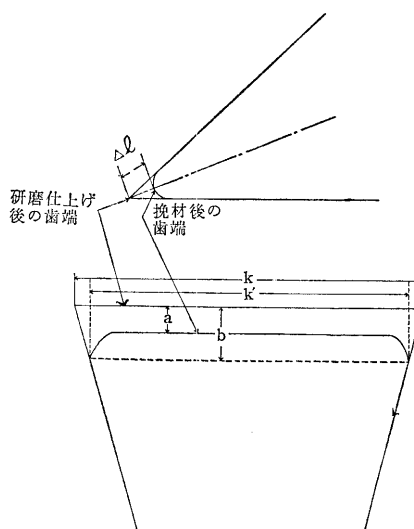
本試験の実施および取まとめに際しては、黒田一郎場長、鈴木弘試験部長の懇切なご指導をいただいた。ここに深謝の意を表します。

1. 使用機械、性能および使用鋸の形状

使用機械：西独エステラー社製SS56Vh型豎鋸盤

性能：フレーム巾：56cm，開口高：8～56cm，ストローク長：50cm，回転数：340r.p.m平均鋸速度：5.6m/Sec，最大送材速度：10m/min，オーバハング/ストローク：4.5～17.0mm

使用鋸の形状：無処理鋸(特殊工具鋼第5種)およびクロムメッキ処理鋸，鋸厚：1.25mm，歯喉角：23°，歯端角：43°，歯背角：24°，アサリの逃げ角：15°，歯高：9mm，ピッチ：22mm，アサリの型：撥型，アサリの出：0.5±0.05mm，使用鋸長：1325mm(有効鋸長：1010mm)



第1図 挽材にともなうアサリ歯の磨耗量の測定

に、豎鋸の鋸歯磨耗形態を万能投影器により拡大(100倍)して観察した。磨耗量の測定は第1図に示す歯端の磨耗量(a)，刃先の丸味を示す磨耗量($b - a$)，およびアサリ巾の磨耗量($k - k$)についておこなった。なおこの場合は鋸歯を直接投影器で観察するため、鋸巾を80mmとして、水平、垂直方向に移動する特製治具を作成し、それにとりつけて観察した。送材速度は4m/minと一定にした。また実用試験で

2. 試験方法

基礎試験では、鋸歯の切味をできるだけ維持し、適当な方法で再研磨するための条件をみいだすことにした。試験効率を高めるため、鋸歯の磨耗が大きいマンガシノロを用いて挽材し、一定切削長に達したとき

は送材速度を基礎試験と同様に4m/minと一定にして、挽巾15cmのエゾマツの平角を挽材し、挽き曲りの最大矢高が材長の0.2% (JASの挽角類の規格で一等以上の曲りの許容値)に達したときを、挽肌との関連において、鋸歯の寿命限界と判定して、挽材時間、挽材量(挽材長および切削長)を求めた。挽肌については肉眼観察により毛羽立ちの程度を評価して、切削長別の出現比率を求めた。切削長(L)の計算は次式により求めた。

$$L = d \times 340 \times \frac{\theta}{f} \text{ (m)},$$
 [ただし、d: 挽巾 (m), 340: 鋸の回転数 (r.p.m), θ : 材長 (m), f: 送材速度 (m/min)]

また縦鋸の緊張量は、基礎、実用試験ともに20kg/mm²と一定にした。さらに実用試験では鋸歯の寿命向上をはかるために、特殊工具鋼第5種の鋸にクロームメッキ処理を施し、無処理鋸との比較をおこない、あわせて再研磨後の寿命を無処理鋸と比較検討した。供試鋸数はそれぞれ4本である。

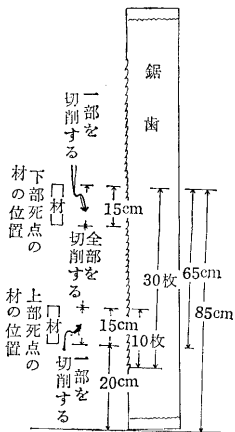
3. 試験結果および考察

3.1 基礎試験結果

3.1.1 縦鋸(鋸歯)の切削長と磨耗量の解析

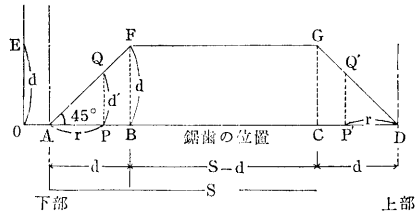
縦鋸(鋸歯)の切削は普通鋸と異なり、動力から伝達された回転運動をクランクロッドにより直線運動にかえたものであるため、鋸歯は1ストローク (50

cm) を往復し、そのため鋸歯は1ストローク中に上部死点と下部死点を必ず通過する。鋸歯と挽材する材の位置を検討すると第2図のようになる。本機は連続送り方式 [材料は鋸の上下運動にかかわらず連続して送られ、非鋸断時に材と鋸歯との磨擦をさけるため、鋸が前傾 (オーバーハ



第2図 供試材と鋸歯の相対位置 (ストローク長50cm)

ング) であるため、材料は鋸の下降時に鋸断され、上昇時においては、瞬間的ではあるが、歯先に対して送材方向の力が働くものと考えられる。この力が歯先の磨耗にどの程度影響するかを定性的にみるため、理論的に考えられる切削長との関係を模式的に検討し、実用結果を比較してみることにした。第2図にもとづいて、鋸歯の位置別の1ストロークあたりの切削長の関係を求めると第3図のようになる。すなわち1ストロークあたりの切削長は(ストローク長を一定



第3図 鋸歯位置別の1ストロークあたりの切削長の関係
注 s: ストローク長 (cm)
d: 挽 巾 (cm)

とする)、挽巾および1枚の鋸におけるそれぞれの鋸歯の位置などにより異なった値を示す。すなわちA B, C Dの間にある鋸歯はその位置によって切削長が異なり、挽巾の一部を切削するため、これを一部分を切削する歯(文中、一部切削歯と略す)とすれば、B Cの間にある鋸歯は挽巾の全部を切削することになり、これを挽巾全部を切削する歯(文中、全切削歯と略す)と称することにする。今かりに、P点における鋸歯の切削長(LP)を求めると第3図より $r = d$ であるから、

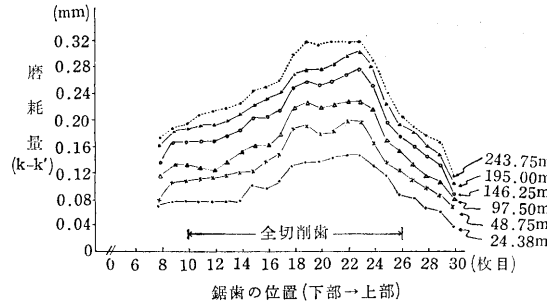
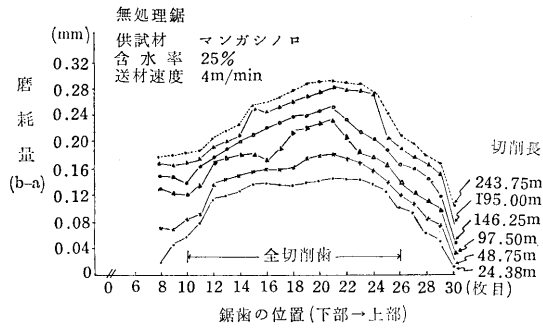
$$LP = r \times 340 \times \frac{\theta}{f} \text{ [m]}$$
 となり、同様にD

点からrの距離にあるP 点の切削長(LP)はLP = LPとなる。またBC間にある鋸歯の切削長(L)は

$$L = d \times 340 \times \frac{\theta}{f} \text{ [m]}$$
 となる。

磨耗量は鋸歯の条件 (歯喉、歯背、歯端、逃げ角、アサリの出) および挽材条件が同じであれば、鋸歯1枚の歯が切削する切削長と比例的な関係にあると考えられる。

第4図に鋸歯の位置別、切削長別の磨耗量を示した。第2図の関係から全切削歯はストローク長(S)と挽巾(d)により求められ、その部分の長さ(1R)



第4図 鋸歯の位置別、切削長別の磨耗量

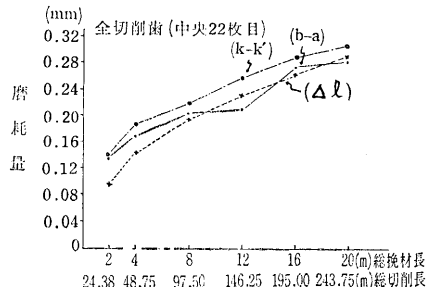
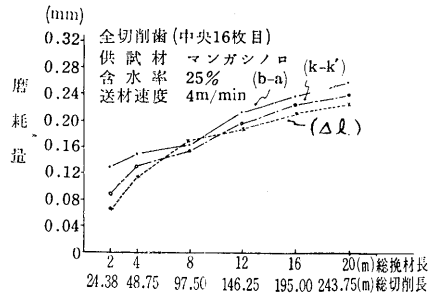
は $1R = S - d$ により求まり、その歯数はピッチで除したものとなる。したがって、この場合10枚目~26枚目の鋸歯は全切削歯に相当するが、切削長を解析した第3図に比較すると、切削長が同一であっても、磨耗量は等しくならず、全切削歯の中でも鋸の上部に近いものほど磨耗量は大きい結果を示した。また一部切削歯でも上部のものが大きな磨耗量を示しており、これは縦鋸盤特有の上昇時における瞬間的な歯先にかかる力が歯先を磨耗させるように働いたものと考えられる。

3.1.2 縦鋸(鋸歯)の切削長と磨耗(歯端、刃先の丸味、アサリ巾の磨耗)の関係

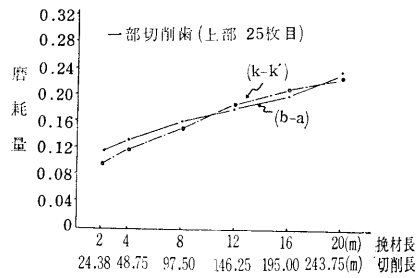
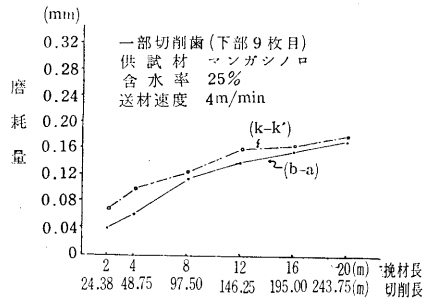
歯端の磨耗量(d_1)を測定したのは、その磨耗形態が再研磨をする際に、作業方式を決める基準となると考えたためである。すなわち、磨耗した歯先を鋭利にするために、目立作業時間も短かく、しかも再研磨後のアサリ歯の寿命を延長させることも考慮して、歯背、歯喉のいずれから研磨するのがよいかをみいだすためである。刃先の丸味($b - a$)は直接アサリ歯の寿命に関係し、アサリ巾の磨耗量($k - k'$)は寿命に関係するとともに、目立作業能率にも影響する。また実際の作業において、鋸歯の定時研磨方式を採用するよ

うな場合、現実的には($b - a$)の値を測定することは困難であるため、マイクロメーターにより簡単に測定できる($k - k'$)との関係を求めることにした。

切削長と磨耗量の関係を第5 - 1図および第5 - 2



第5 - 1図 切削長と磨耗量の関係



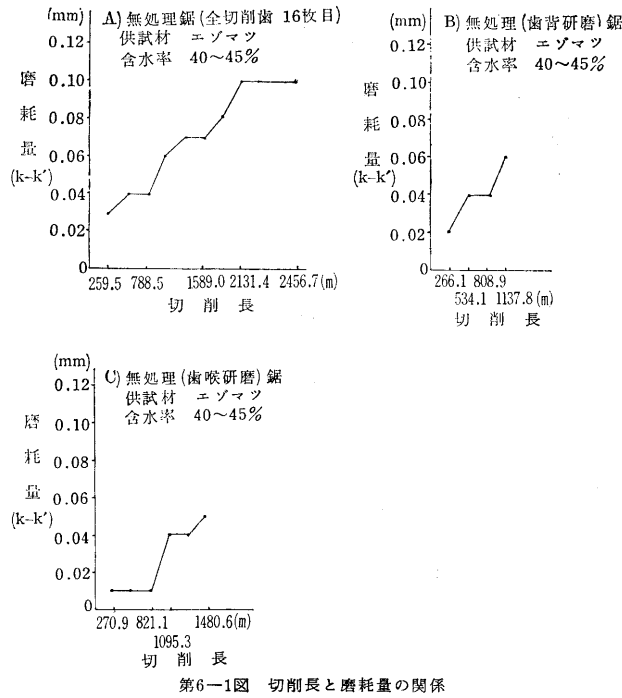
第5 - 2図 切削長と磨耗量の関係

図に示した。刃先の丸味を示す(b - a)およびアサリ巾の磨耗量(k - k')は挽材にともない、切削長が増大するにつれて、ほぼ直線的に漸増するが、その増加の割合は若干低下する。(b - a) および (k - k') の値は本試験の限りでは大差のない値を示し、実用上 (k - k') の値をもって磨耗量を比較しても差し支えないものと考えられる。なお歯端の磨耗量(l)を測定した結果も、挽材にともなってその値は漸増し、歯端の丸味はほぼ歯角を形成する両面に接する円弧となるため、刃先を鋭利にするための研磨量は本試験のかぎりでは、歯喉、歯背とも同じである。

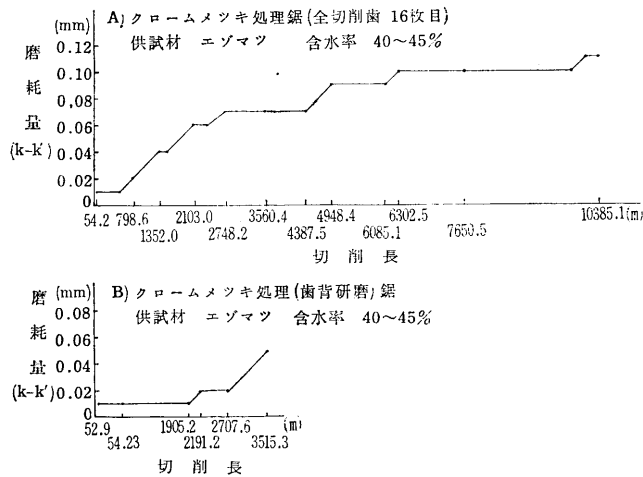
3.2 実用試験結果

3.2.1 鋸歯(鋸歯)の切削長と磨耗の関係

基礎試験の結果、直接アサリ歯の寿命に関係する刃先の丸味 (b - a) の代わりに、アサリ巾の磨耗量 (k - k') で比較することが可能であると判断したので (k - k') をマイクロメーターでほぼ一定の切削長ごとに測定した。切削長と磨耗量の関係は無処理鋸について、第6 - 1 図に示した。さらにクロームメッキ処理鋸について第6 - 2 図に示した。挽材にともなって磨耗量 (k - k') の値は漸増する。無処理鋸の鋸歯が寿命限界に達したときの切削長は、2,231 ~ 2,456.7mである。再研磨後の寿命限界に達したときの値は1,204 ~ 1,480.6mを示し、歯喉、歯背いずれより研磨して



第6-1図 切削長と磨耗量の関係



第6-2図 切削長と磨耗量の関係

も、大きな差はなかった。再研磨後の切削長の値が小さいのは、アサリの出が再研磨により、はじめから小さいことによるものと考えられる。

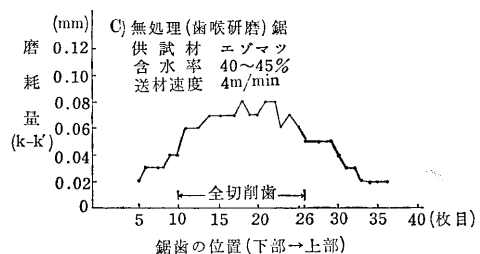
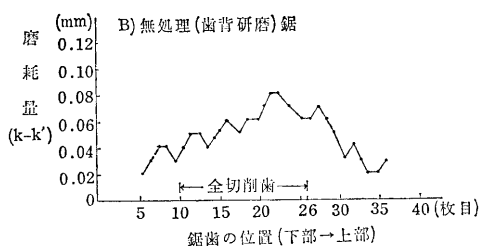
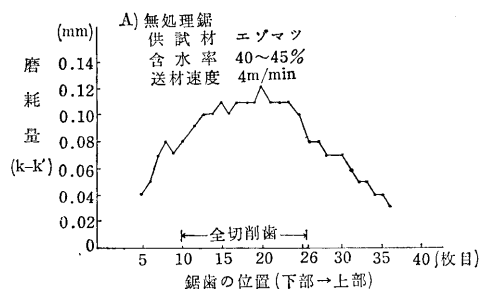
クロームメッキ処理鋸では10,005.8 ~ 10,385.1mを示し、歯背側を再研磨した場合は3,470 ~ 3,515.3mを示した。この結果、クロームメッキ処理を施した鋸歯は無処理の鋸歯に比較して、約4倍強、1回の再研

磨後でも無処理鋸よりも高い寿命を示した。またこの切削長より正味挽材時間(T)を求めるには、切削長の

$$\text{の計算式より } T = \frac{l}{f} = \frac{L}{d \times 340} \text{ [min]} \text{ として、求めることができる。}$$

3.2.2 鋸歯の位置別の磨耗量

鋸歯の位置別の磨耗量(k - k')を無処理鋸については第7-1図に、クロームメッキ処理鋸については



第7-1図 鋸歯、位置別の磨耗量

第7-2図に、それぞれ寿命限界と判定したときの測定値を示した。基礎試験のときと同様に、全切削歯における磨耗量は鋸歯の位置が鋸の上部に近いものほど多く磨耗する傾向を示した。無処理鋸の全切削歯のアサリ巾の磨耗量(k-k')の値は0.07~0.11mm、クロームメッキ処理鋸では0.11~0.15mmに達したとき挽き曲り、挽肌の検討によって、寿命限界と判定した。再研磨後の値はそれぞれ0.05~0.08mmに達した時が寿命の限界となった。

3.2.3 切削長と挽肌(毛羽立ち)の関係

切削別別に挽肌を肉眼で観察し、各截面(1截面の大きさは15cmx30cm)における毛羽立ちの程度を評価した。これを計数化するために前回の試験では4区分したが、定量的にみる方法として鉋削による評価について検討した結果は3区分で充分であると判断した

第1表 挽肌(毛羽立ち)の評価(無処理鋸)

研磨別	切削長 (m)	出現比率 (%)			
		1*	2*	3*	計
新アサリ	259.5	100	0	0	100
	788.1	33	42	25	100
	945.2	0	50	50	100
	1641.1	0	42	58	100
	1910.0	0	17	83	100
	2239.0	0	0	100	100
2456.7 **	0	0	100	100	
歯背研磨	52.9	0	42	58	100
	161.3	8	50	42	100
	320.8	17	25	58	100
	808.0	0	67	33	100
	863.1	0	17	83	100
	1137.8 **	0	25	75	100
歯喉研磨	108.4	58	42	0	100
	270.9	25	50	25	100
	603.3	8	50	42	100
	821.1	0	83	17	100
	1095.3	0	50	50	100
	1426.4	0	0	100	100
1480.6 **	0	17	83	100	

第2表 挽肌(毛羽立ち)の評価(クローム処理鋸)

研磨別	切削長 (m)	出現比率 (%)			
		1*	2*	3*	計
新アサリ	108.4	42	33	25	100
	852.4	17	83	0	100
	1780.9	17	58	25	100
	2588.7	8	50	42	100
	3180.0	0	42	58	100
	4612.1	0	58	42	100
	5160.6	0	58	42	100
	5974.6	17	8	75	100
	6789.3	0	25	75	100
	7332.0	0	67	33	100
	7602.3	0	83	17	100
	8096.1	0	58	42	100
	8430.4	0	17	83	100
	9533.2	0	33	67	100
10385.1 **	0	8	92	100	
歯背研磨	52.9	25	67	8	100
	264.0	33	67	0	100
	542.3	50	50	0	100
	1361.4	17	75	8	100
	1905.3	17	33	50	100
	2653.8	0	100	0	100
	3193.7	0	42	58	100
	3515.3 **	0	17	83	100
	歯喉研磨	108.4	58	42	0
270.9		25	50	25	100
603.3		8	50	42	100
821.1		0	83	17	100
1095.3		0	50	50	100
1426.4		0	0	100	100

注) *印は毛羽立ち評価額(計算化したもの)
 1-無し
 2-中位
 3-著るしい
 **印は挽曲りが生じた時の限界切削長

ため、本試験では毛羽立ちの程度を3区分(無し, 中位, 著るしい)し, その出現比率を切削長との関連において第1表および第2表に示した。挽肌を検討する材はあらかじめ, コントロールサンプルとして, わけてあいたものを一定切削長を挽材する毎に挿入して挽材し, 挽肌を検討するとともに, 供試材の材質のバラツキによる誤差を極力防止するようにした。その結果は, 挽材が進むにつれて, 毛羽立ちの程度も著るしいものが多くなり, その出現比率もかたよる。しかしながら毛羽立ちの程度の著るしいものと挽き曲りとの関係を見ると必ずしも一致しないので, 挽肌は磨耗の限界を示すおおよその指標にはなりうるとしても, その正確は期し難い。

以上堅鋸(鋸齒)の寿命についての試験結果を報告したが, 堅鋸(鋸齒)寿命延長の一方法として考えられる鋸齒へのステライト盛金, 放電被覆などについても検討する必要がある。

文 献

- 1)小西, 吉田ら: 堅鋸盤による挽材精度について
北林産試月報または木材の研究と普及, 11, (1966)
- 2)吉田, 奈良ら: 堅鋸製材に関する研究(2)
北林産試月報または木材の研究と普及, 10, (1969)
- 3)枝松信之, 森稔: 製材と木工, 森北出版株式会社
*富山県木材試験場(元木材部乾燥科)
**試験部 製材試験科
(原稿受理 45.7.29)