

テーパ-丸鋸による切削

枝 松 信 之

1. ま え が き

一般に用いられる木材切削用丸鋸は、両面を平面に仕上げたいいわゆる平面研磨丸鋸 (Flat-ground saw) であるが、これに対して鋸面に勾配をつけ、歯先から中心に向かって鋸厚を薄くしたものが勾配研磨丸鋸 (Hollow-ground saw)、あるいはマイターソー (Mitre saw)、プレーナーソー (Planer saw) 等といわれるもので、この鋸はアサリ出しをしないで用いられる。この勾配研磨丸鋸の逆方向に鋸面勾配をつけ、歯先の鋸厚を中心より薄くしたものが、ここに述べようとするテーパ-丸鋸 (Taper saw) である。テーパ-丸鋸は、その断面形状から円錐丸鋸 (Conical saw) とも称せられ、普通の丸鋸と同じようにアサリをつけて用いられる。

テーパ-丸鋸は、スエーデン、ノルウェー等の製材工場や、米国の鉛筆材工場等でかなり広く用いられているようである。この鋸が用いられる主要な目的は、切削が行われる歯先部分の鋸厚を小さくすることによって、挽道幅を小さくし、歩止りを良好にすることにある。しかも、鋸身全体を薄くしないで、そのつよさの低下を防ぐことにより挽曲り限界を高め、挽材能率の向上を意図しているものと考えられる。しかし、歯先より厚い鋸面と挽材面の摩擦による鋸の発熱、振動等を考えると挽材技術上の問題がかなりあるであろうことは予想される。

筆者は、昨年たまたまスエーデン、ノルウェーおよび米国で、テーパ-丸鋸およびその切削作業の実際について多少見聞する機会をえた。テーパ-丸鋸が使用されているということについては、上記の国々の文献^{1), 2), 3)}によりすでに知っており、実用問題についてはかなり疑問も抱いていたが、筆者が実地を見た範囲ではかなり有効に使用されているように思われた。とくに乾燥厚板からの板取り作業等の小割り作業には、使用丸鋸盤の優秀性も相まって非常に能率的に使用されていた。わが国においても、このような丸鋸を効果的に利用しうる切削加工の分野がかなりあるのではないかと思われる。

以下述べるのは、スエーデンのサンドビッケン製鋼会社 (Sandvikens Jernverks AB)、ノルウェーの木材研究所 (Norsk Treteknisk Institutt)、木工機械メーカーである JAJOD (J. & A. Jensen

og Dahl A.S., Oslo)、オスローおよびその近郊の製材工場 (Mathiesen - Eidsvold Voerk, Eidsvold Dampsag および Fossum Bruk)、米国のカリフォルニア・シダー会社 (California Cedar Products Co., Stockton) 等で見聞した結果にもとづくテーパ-丸鋸およびその切削についての概要である。

2. テーパ-丸鋸の種類

テーパ-丸鋸は、板取り作業ばかりでなく、丸太の大割り作業にも使用されている。たとえば、ノルウェーでは丸太の両面とり (Double log slabber) や 2~3 面落した丸太からの厚板または角取り (Log resaw) 等の作業にも用いられている。これらの場合のテーパ-丸鋸の寸法は第1表に示す通りで、歯先部

第1表 大割り作業用テーパ-丸鋸

鋸 径 mm	鋸 厚 mm		歯 数
	中 心 部	歯 先 部	
750	3.0	2.4	70
900	3.2	3.0	70
950	3.2	3.0	70
1000	3.2	3.0	70~80
1100	3.6	3.2	70~80
1200	3.6	3.4	70~80

の鋸厚が 2.4mm 以上もあり、これに 0.5~0.6 mm の振分けアサリをつけることになる。従って、この場合のテーパ-丸鋸では、鋸中心より歯部を薄くすることにより挽減り量を減少させるという意味が薄れ、挽材能率を増進させるために厚鋸を用いるが、歯先の切削抵抗を小さくするために、歯先厚を小さくするといった考え方の方が強いように想像される。はじめに述べたように、テーパ-丸鋸の主要目的が、作業能率を低下させないで歩止りを向上させることにあり、我々の興味の焦点がこの点に向けられているとすれば、上述のような大割り用テーパ-丸鋸は問題にならないことになる。ここでは、一応このような厚いテーパ-丸鋸は除外し、主として小割り用テーパ-丸鋸を対象とすることにする。

ノルウェーでは、縦鋸、帯鋸あるいは丸鋸で針葉樹丸太を大割りしてえた板厚 25 mm 程度以上の厚板 (巾 200 mm 位以上が多く、Plank と称される) を

乾燥したものをテーパ-丸鋸で板その他に小割りする場合が多いようで、この乾燥厚板の小割りは、製材工場における重要な作業とされている。このような作業に用いられているテーパ-丸鋸の標準的な寸法は、第2表に示す通りで、もっと薄い鋸が使用される場合

第2表 乾燥材小割り用テーパ-丸鋸

鋸 径 mm	鋸 厚 mm		歯 数
	中 心 部	歯 先 部	
300	2.8	1.0	100
400	3.0	1.0	100
500	3.2	1.0	100
600	3.6	1.0	110
650	3.8	1.2	120
700	4.0	1.2	120
750	4.4	1.4	120

もあるようであるが、歯先鋸厚が薄くなるほど歯数を多くしなければならぬ。これらの鋸は、ふつう0.3~0.4 mmのアサリの出の振分けアサリをつけて使用される。このようなテーパ-丸鋸は、製材工場ばかりでなく、家具工場や建築の工場等における木取り作業にも用いられているようである。

乾燥材用のテーパ-丸鋸は、片面テーパ-丸鋸 (Single-taper saw) と両面テーパ-丸鋸 (Double-taper saw) の2種に大別される。片面テーパ-丸鋸は、勾配が鋸の片面だけにつけられており、他の鋸面はふつうの丸鋸同様に平面のもので、両面テーパ-丸鋸は鋸の両面に対称的に同じ勾配をつけたものである。

片面テーパ-丸鋸は、厚板から数枚の板を木取るような場合、たとえば、80 mmの厚板から25 mmの板を挽くような場合に用いられる。この場合、挽かれた板は鋸のテーパ-側に落ちる。もし定規が鋸の右側にあるなら、鋸のテーパ-は右側でなければならぬ。すなわち、丸鋸盤の定規側に丸鋸のテーパ-側がくるような丸鋸を右勝手テーパ-丸鋸、その反対を左勝手テーパ-丸鋸と称している。このような関係は、挽かれた薄い板の方が母材の厚板より鋸身面との挽面摩擦が小さいため、この挽面を歯先面より勾配によって鋸身面の出ている鋸のテーパ-側と接触せしめることにしようとするものである。

厚板の厚さの中央から挽割って2枚の板にするような作業の場合は、鋸面と挽材面の摩擦は鋸両面とも同じと考えられるから両面テーパ-丸鋸が用いられる。もし片面テーパ-丸鋸と両面テーパ-丸鋸を両方えられないときは、心割りにも片面テーパ-丸鋸を用いてもよいが、その時は鋸のテーパ-のついていない面を

全面的にハンマー打ちして両面テーパ-丸鋸と同じような状態に修正して使用することが望ましい。勿論、両面テーパ-丸鋸の一面をハンマー打ちし、片面テーパ-丸鋸にして使用することもできる。このようなハンマーによるテーパ-面の修正の難易については、筆者もはっきりとは理解できないが、実行できそうなことではあるし、事実目立土により行われることがあるという話であった。

3. テーパ-丸鋸による挽材

テーパ-丸鋸で挽材するときには、鋸のすぐ先側に必ず割刃 (Cleaving knife) をつけなければならない。ふつうの丸鋸の場合にも割刃が用いられることも多いが、その場合は、挽材中の木材によって丸鋸がしめつけられることを防ぐのと、手送りの際の手取り側の鋸歯に触れることを防ぐ安全装置といった意味で使用されている。テーパ-丸鋸の割刃も基本的には同じような目的をもつものであるが、挽道がせめられて鋸がしめつけられるのを防ぐというよりは、挽道をひろげて鋸のテーパ-面と挽面との摩擦を小さくして円滑な挽材を可能にするという積極的な意味をもつ。従って、テーパ-丸鋸の挽材においては、割刃が正しい形で正しく取付けられていることが最も重要なことになってくる。

片面テーパ-丸鋸の場合、右勝手テーパ-丸鋸であれば、右側にテーパ-がつき、反対側が平面の右勝手テーパ-割刃を使用し、左勝手テーパ-丸鋸であれば、左勝手テーパ-割刃を使用する。割刃のテーパ-のついていない側は、片面テーパ-丸鋸のテーパ-のついていない鋸面と同一面上にあるように取付けることが必要である。両面テーパ-丸鋸の場合は、両側にテーパ-がつけられた両面テーパ-割刃が用いられる。いずれにしても、テーパ-丸鋸用割刃は、挽材中に鋸身中心部に過度の摩擦が生ずる事を防ぎうる様に充分挽道を広げうる様な厚さでなければならぬ (第1図)。

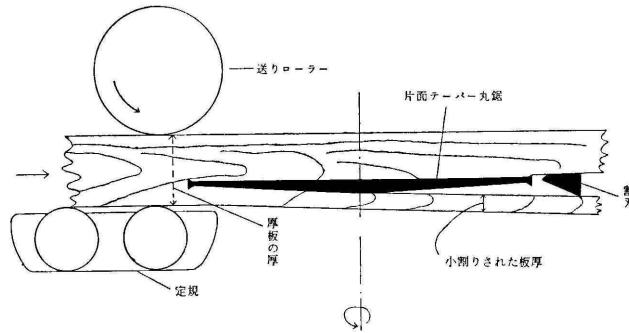
テーパ-丸鋸の場合、定規の位置も鋸の摩擦に関する重要な要素である。定規と鋸との材の送り方向の関係距離をふつう丸鋸の場合のように接近させると、定規と鋸面の間に材がつかえて鋸のテーパ-面と挽材面の摩擦が大になるから、この距離を余り小さくすることはできない。このことからテーパ-丸鋸に対して手送りで作業することはかなり困難であろうと推定される。これは、手送りの場合、定規を鋸に接近させなければ安定した挽材作業をやりにくいと考えられるからである。事実、筆者がノルウェー等で見たテーパ-丸鋸による挽材作業はすべて自動送り装置をもつ丸鋸盤で行われ、定規としてはふつうローラー定規が使

用されていた。なお、この定規用ローラーに樹脂や鋸屑がつくと挽材精度が極めて悪くなるので注意を要するとの話を聞いた。

テーパー丸鋸用丸鋸盤のベンチには調節しうようにしたセリ装置が取付けられている。これは、ふつう我々が知っているものと同様であるが、テーパー丸鋸の場合、セリ（ガイドピン）の適正な調節がとくに必要で、ピンの材料は皮革または動物の角が好ましいとされている。丸鋸盤の中には、セリ装置のほかに、鋸

半径の中央部に当る部分にパッキング取付装置をそなえているものもある。パッキングとしては、油をしみこませた麻を木片にまきつけたものを用いる。これが回転中の鋸にふれて生ずる摩擦熱によって、切削熱によって鋸身に生ずる周辺と中央部の温度差を小さくし、撓曲り限界を高めようとしている。このような鋸の温度を均一化しようとする試みは、わが国の丸鋸製材において行われているような丸鋸周辺に注水冷却するのと結果的には同じことであるが、ノルウェーに関する限りでは、注水手法を用いている場合はないようであった。ノルウェーのような、冬極寒冷な気候条件下では、注水作業は極めて困難をとまうし、乾燥材の挽材では好ましくないから、このような加熱手法が生れたのではないかと思われる。もっとも、ノルウェーにおいてもすべてのテーパー丸鋸作業にパッキングが使用されているわけでもなく、また、パッキングの適正な使用の為にはかなりの熟練が必要らしく、挽材材料の性質や寸法に適合したパッキングの使用はテーパー丸鋸の作業者が経験から学ぶほかない問題であるとの話であった。

テーパー丸鋸が、他の丸鋸に比べて鋸身の温度上昇や焼けを起しやすいであろうことは容易に想像されるが、これを防いで円滑な挽材を行うためには、適正な鋸の仕上げや良好な機械条件のほかに上述のような諸注意が一般的に必要なわけである。現場で比較的多く起る事故としては、木片が丸鋸盤と鋸の間にはさまり鋸を摩擦加熱する現象があるようで、このようなことが起らぬように最大の注意をはらわねばならないといわれている。また、厚板を挽材中に何かの都合で送りをとめた状態で長く鋸を回転させておくことも禁物で、このようなことによっても鋸は加熱され、非常に悪い状態になる。テーパー丸鋸の基本的な使用方法として忘れてはならないことは、この鋸は垂直な状態でのみ使用し、鋸を水平にして切削することは絶対さけな



第1図 テーパー丸鋸による原板の小割り

ければならないことである。水平切削によって鋸に焼けが入ったり、駄目にしてしまった例は数えきれないほどあったとスエーデンの鋸メーカーはいっている。

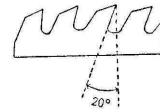
なお、筆者が見たオスロー近郊の製材工場では、約30cm幅の乾燥したマツ厚板を、鋸径700mmの片面テーパー丸鋸(鋸厚、中央3.6mm、歯先1.0mm)で約10cm厚の板に挽割っていたが、約28m/minの定速送りでほとんど連続的に送材し、挽肌も良好なようであった。

4. テーパー丸鋸の目立仕上げ

テーパー丸鋸の歯数の標準については、すでに第2表に示した通りである。また、アサリの出の標準についてもすでにふれたが、0.3~0.4mmで、できるだけ均一にアサリ出しされて挽肌が良好なことが望ましいことは他の丸鋸の場合と同様である。

歯型としては、スエーデンの鋸メーカーが推奨している一例を第2図に示す。この歯型の特徴は、鋸歯の

つよさを低下させないために歯背線を削りとりことなく歯喉線を充分大きくしようとしたものである。つまり、テーパー丸鋸の歯型として薄丸鋸用の歯型が適当と考えられ、歯高を余り高くすることによる鋸歯の強度低下等はさけなければならない。



第2図 乾燥材小割り用テーパー丸鋸の歯型の一例

その他のテーパー丸鋸の目立仕上げ法も他の丸鋸の場合と同様と考えられる。たとえば、腰入れもハンマーによって施すようであるが、その程度は余りはつきりしない。筆者がノルウェーの製材工場で調査した範囲では、わが国のふつうの丸鋸の場合よりかなり弱度の腰入れのように考えられた。ノルウェー木材研究所の切削研究者G. Hvamb氏によれば、テーパー丸鋸の挽材を能率よく、精度高く行うためには、鋸の振

動を最小にするような切削諸元を決定することが必要であるが、与えられた鋸速度で鋸の振動を最小にするに必要なた鋸の目立仕上げ精度をうることは、現在行われている目立仕上げの方法や装置では不可能である、と述べていたが、テーパ-丸鋸では、とくに目立仕上げ精度が高いことが必要なことはたしかなようである。

一般的なテーパ-丸鋸の目立仕上げ法は上述の通りであるが、このように仕上げた鋸による挽材精度が極めて不良な場合の鋸の処理法についてふれる。もし、挽幅の上下では一様に挽材されているのに、材長方向の挽むらがあつて材の両端の厚さに差異があるような場合には、鋸の一方の側のアサリの出を大きくするか、歯喉角または歯背角を研磨によって大きくする必要があつた。このような鋸の切削性を変える最も早い方法は、粒度の小さい砥石を歯先にやや傾斜させてジョイント加工することにより達せられる(普通の丸鋸歯のジョイント加工 - 心直し - では砥石を直角に鋸歯にあてる)。こうすれば、一方の側の歯先(アサリの切尖)は長くなり、鋸歯両側の切削性のバランスは修正されることになる。同じような目的の時々行われる別の方法として、セリのガイドピンにより厚くなり勝ちな板の方へ鋸を押しやる方法があるが、この方法は、ピンの摩擦で鋸の腰入れの状態を乱すことになるので、急場にしか用いられない。

なお、ノルウェーの木材研究所で行ったテーパ-丸鋸の振分けアサリと撥型アサリの比較試験の結果によれば、他の挽材条件に影響されて、何れがすぐれているかは必ずしもはっきりとしなが、撥型アサリ歯の鋸の方が安定性は大きいかわりにアサリ幅に対する挽道幅の増加量も大きいようである。実際には、ノルウェー等のテーパ-丸鋸は振分けアサリ歯が用いられている場合が多い。

5. テーパ-鋸用丸鋸盤

ヨーロッパ各国の切削研究者が、丸鋸盤としてはノルウェーのJAJODのものが優秀であるというのを聞いていた。オスローでちょっと訪ねてみたが、このメーカーは木工機械としては丸鋸盤を主要生産機械としており、縦鋸盤や帯鋸盤は製作していない。その生産機種のうち、製材工場で作業中のものを見ることができた G 120 というのは、乾燥厚板の小割り用の丸鋸盤で、テーパ-丸鋸用として製作されているものである。材の送りは、油圧で材を押しつける機構になっているみぞ付のローラーで行われ、鋸軸の回転 1600 r.p.m. の場合、12, 19, 28, 38, 50 m/min の 5 段階に変速しうようになっている。定規は大小 2 個の

ローラーよりなつていて、何れも上下 2 セクションに分れ、上部定規ローラーは上下動して調節しうる。送りローラーおよび定規は傾斜可能で、下見板等の斜面板の挽材もできる。テーパ-丸鋸用の代表的な丸鋸盤としてこの機種の寸法その他の仕様書を第 3 表に示しておく。

第3表 テーパ-鋸用小割り丸鋸盤 (JAJOD)

挽きうる材料の最大寸法	高さ	280 mm
	幅	255 mm
使用テーパ-丸鋸	最大鋸径	800 mm
	標準厚	3.6/1.0 mm
	標準アサリの出	0.4 mm
	中心孔径	50.8 mm
	ピンホール径	14 mm
鋸軸の標準回転数		1600 r.p.m.
材の送り速度	変速段数	5
	最大	50 m/min
	最小	12 m/min
所要動力		30 h.p.

6. 鉛筆材工場におけるテーパ-丸鋸の使用

以上は主としてスウェーデン、ノルウェーにおけるテーパ-丸鋸の概要であるが、筆者は、サンフランシスコに近いストックトンにある鉛筆材工場においてもテーパ-丸鋸が非常にうまく使われているのを見ることができた。この会社の研究部長 C.P. Berolzheimer

第4表 鉛筆材用テーパ-丸鋸 (カリホルニア・シダー会社使用)

鋸径		400 mm
カタサ (ロックウエル C)		48~50
中心部鋸厚		3.05 mm
中心部直径 * ¹		250 mm
歯先部鋸厚		0.80 mm
テーパ-角度	片面テーパ-丸鋸	0.75°
	両面テーパ-丸鋸	0.2°
歯数		30
歯高		11 mm
歯角	歯喉角	35°
	歯端角	47.5°
	歯背角	7.5°
アサリ幅 * ²		1.20 mm

* 1: 中心部の鋸厚 3.05 mm の部分の直径

* 2: タングステンカーバイド付歯の撥型アサリ

氏は旧知の人であったが、鉛筆材ブロックから薄板を切削する工程において歩止りと能率を向上させるため、テーパ-丸鋸について研究し、工場生産においてすばらしい成果をあげているのは、彼自身の業績にほかならない。

この工場では、インセンスシダー (Incense cedar) の 70×65×182 mm のブロックから 5×65×182 mm の鉛筆材薄板を切削しているが、この工程が最も重要な工程である。そこで、種々のテーパ-丸鋸について回転数、送り速度を条件とする実験が行われ、鋸仕上げ法の改良についても検討された。これらの実験結果にもとづいて、タングステンカーバイドを付歯したテーパ-丸鋸を用いる連続切削装置が試作され、実用上充分満足すべき結果をえている。研究の詳細については文献3) にゆずるが、使用しているテーパ-丸鋸は第4表のようなもので、鋸の位置を挽板厚

だけずらして送り方向に並べてとりつけた10枚の鋸に対して、材は連続的に送られるようになっている。鋸軸の回転は 3450 r.p.m.、送り速度は22.5 m/minで、鋸身は常にスプレーにより冷却しうようになっている。超硬の付歯が正確で、鋸身の仕上げが精密に行われているため、挽肌は極めて良好であった。工場の話では、この切削法を完成したことによって従来の方法よりもブロックからの歩止りは10%向上したということであった。

- 林指木材部長 -