

縦鋸盤による製材

枝 松 信 之

1. まえがき

わが国で用いられている主要な鋸機械は、帯鋸盤および丸鋸盤であって、縦鋸盤はほとんどみられないのが実態である。縦鋸盤は主としてヨーロッパで、帯鋸盤はアメリカでそれぞれ発達してきたのである。わが国では、鋸機械が渡来した初期においては、縦鋸盤が全盛をきわめたが、やがて帯鋸盤がその製材事情に適合するところとなり、製材機械製造工業の発展にともなう、わが国なりの改良進歩をとげるにおよんで、縦鋸盤は全く主要機械の位置から駆逐されるに至った。その主要な原因は、

- 1) 縦鋸盤が大径木の製材に適さない
- 2) 原木の形質に応じた複雑な木取りをなしえない
- 3) 薄鋸の使用が困難である
- 4) 作業能率が低い

などであるとされている。しかし、最近では、わが国の原木の形質やその加工利用法も急激に変化しつつあるので、縦鋸盤の導入を検討する必要があると考えられる。現在、縦鋸盤が製材工場の主力機械として使用されているのは、ヨーロッパ(とくに北欧)および北米の一部であるが、これらの地方で使用されている最新の縦鋸盤は、過去においてわが国でみられたものに較べると格段に進歩した高性能のものであって、数十年前の縦鋸製材の経験によってその導入の可否を断ずることはできない。そこで、これらの地方における資料にもとづき、縦鋸盤およびその製材作業の概要を述べ、縦鋸盤導入を検討するための資料としたい。

2. 縦鋸盤の種類

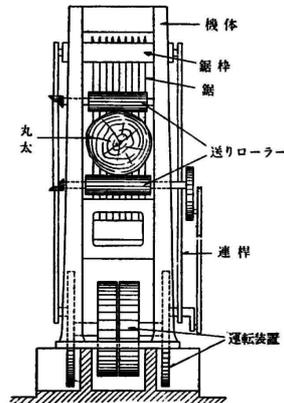
縦鋸盤は、鋸枠にとりつけられた带状鋸を往復運動させて挽材する機械で、枠鋸 (frame saw, sash gang saw, Gattersage) ともよばれ、普通幾本もの鋸をとりつけて同時に多数の挽材を行うのでgang saw, また往復運動をさせるのでreciprocating saw などともよばれる。縦鋸盤には、鋸が上下動する垂直型と左右動する水平型とがあるが、水平型は鋸が1枚のものが主で、特殊な木取り作業に用いられ、普通縦鋸盤とは垂直型のことである。わが国で縦鋸という名称が用いられているのは、この垂直型のものの形状に由来するものと考えられる。

縦鋸盤の分類のしかたとして、その平均鋸速度によって、4m/sec迄をライトタイプ(light gang saw)、それ以上 5m/secまでをメディウムタイプ (medium heavy gang saw)、5m/sec~6m/secをヘビィタイプ (heavy gang saw) というような区分をしている場合もある²⁶⁾。また、用途によって、板子に大割りするのを大割り用縦鋸盤 (log frame, edging frame)、板子の小割り専用のものを小割り用縦鋸盤 (deal frame) とも分類されている¹⁷⁾。縦鋸盤で送材する場合の材料の保持は、テーブルまたは送材車で行われる。縦鋸盤用送材車は、原木送入側の送入車 (infeed carriage)、先取り側の先取り車 (outfeed carriage) および長材の場合に原木の長さの中間を支持する補助車 (auxiliary carriage) に分類され、送入車にはその後退を動力で行う自動式と手押し式とがある。なお、最近では縦鋸と同じ切削機構の木工用鋸機械も考案されている³⁰⁾。

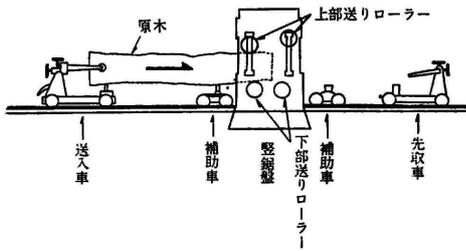
3. 縦鋸盤の構造

縦鋸盤は、本機と送材車とに分けられ、本機は、機体、鋸枠、運転装置、送りローラー装置より構成される(第1図)。送材車は、上にも述べたように、送入車と先取り車からなり、送入および先取り側に補助車が使われる(第2図)。

鋸枠は、クラック機構によって往復運動し、縦鋸に緊張力をあたえるために種々の方法で鋸を締付ける。鋸の締付け法としては、ねじによる方法、くさびを打込む方法、偏心カムを回転させる方法などがあるが、これらの方法では、帯鋸の緊張装置



第1図 縦鋸盤本機の構造



第2図 縦鋸盤用送材車

のように鋸の伸縮に即応して緊張力を一定に保つことは困難なので、バネを用いたり、くさびにすきまを入れたり、油圧装置にしたりして緊張装置を合理的にすることが考えられている¹⁰⁾。また、鋸材にとりつけた鋸の間隔を変えて木取り、寸法を変更するには、鋸の作動中にも数秒で行いえるような装置となっているのが新しい縦鋸盤の特徴である²⁾。

縦鋸盤における材の送りは、鋸枠の前後につけられた4~8本の上下ローラーによって行われ、送材車は材を保持してローラーの送りによって材とともに移動する。ローラーの回転はギヤおよびチェーンで行われ変速しうる。上部ローラーは、挽くべき材料の大きさに応ずるため、昇降でき、下方に向かって圧力が加わるようになっているが、これは、手動ハンドルを動かしてラック機構により行うものと、レバーを操作して油圧により行うものがある。新しい型式の機械では、送りの調節、ローラーの昇降などは、本機のレバーのみでなく、送材車でもリモート・コントロールできるようにしている。縦鋸は往復運動し、下降時のみ切削を行うので、上昇時の鋸歯と材の摩擦をさけるため、断続的な送り(きざみ送り)をしたり、連続的な送りの場合には縦鋸を傾斜させることが必要である。新しい縦鋸盤は、鋸傾斜による連続的等速送り方式のものも多く、鋸の傾斜(overhang)は送り速度に応じて変えなければならないが、送りの変速によって自動的に鋸身傾斜量が調整される装置になっている²⁾。通直な丸太のみを、挽取りするような場合は、先取り車を用いずに、先取り側に先取りガイド(outfeed guide, splitter)をつけて挽材が行われる。先取り

第2表 縦鋸盤の主要寸法および所要動力の例(スエーデン)

鋸枠の巾 in	衝程 in	運転プーリー (径×巾) in	回転 r.p.m.	所要動力 HP
18	24	$39 \frac{3}{8} \times 8 \frac{1}{2}$	375	70
20			360	70
22			340	70
26			325	70
30			310	100
34			295	100

ガイドは、鋸身と平行に鋸背のすくそばにフレームに取付けた2枚の鋼板で、その位置を調整しうる。挽材時、鋼板は鉛直にはさまれ、背板は先取り側のじゃまにならぬように鋼板の外側に落ち、鋼板の内側の板子または挽板は先取りテーブルに続くコンベアーで移動するようにになっている。また、板子のみを挽材する小割り用縦鋸盤では、送材車も先取りガイドも必要ない場合が多く、送入側および先取り側にローラーコンベアーを設ければよい。この場合のローラーはデッドローラーの場合もあるが、ライブローラーの方が能率的である。縦鋸盤の寸法は、鋸枠の寸法、衝程などによって示されるが、製作所によってかなり異なる。西ドイツおよびスエーデンで製作されている縦鋸盤の寸法および所要動力の例を第1表および第2表に示す²⁾、¹²⁾。

4. 縦鋸¹³⁾

縦鋸の鋸身寸法は、厚さ、幅および長さによって表わされる。縦鋸で挽材しうる最大挽幅は、縦鋸の歯をつけた部分の長さから衝程および安全のための余裕(約50mm)を除いたものである。第3表にドイツにおける縦鋸の寸法標準を示す(第3図)。これによれば、縦鋸の鋸厚は14~16 B.W.G.が標準であって、わが国で使用されている帯鋸に比べるとかなり厚いようであるが、送り速度を或る程度落とし、鋸の目立仕上げに考慮を払えばもっと薄い鋸も使用しうるのではないかと考えられる。帯鋸や丸鋸の場合と同様に縦鋸の材質もそのカタサが一つの指標となるが、スエーデンで実用されている縦鋸のカタサ測定例によればロックウェルCカタサで40~48である。

鋸歯の切削に就ての基本的な諸性能は、縦鋸の鋸歯

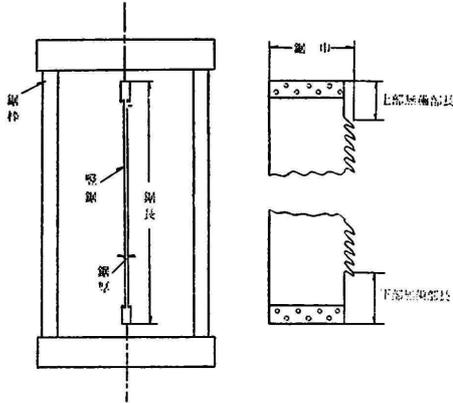
にも適用しうるが、実用的には、縦鋸の切削は、帯鋸や丸鋸の場合とかなり異なる点も多い。縦鋸の鋸歯の切

第1表 縦鋸盤の主要寸法および所要動力の例(西ドイツ)

タイプ	ライト	メedium	ヘ	ビ	イ				
鋸枠の巾 in	22	26	28	18	22	30	35	41	49
衝程 in	18	18	20	16	20	24	24	28	31
回転 r.p.m.	280	260	300	375	340	300	270	250	180
最大送り速度 ft/min	10	10	20	25	30	24	24	24	24
所要動力 HP	25~30	25~40	50~60	45~60	50~75	60~100	75~120	100~150	125~180

第3表 鋸の寸法標準 (ドイツ)

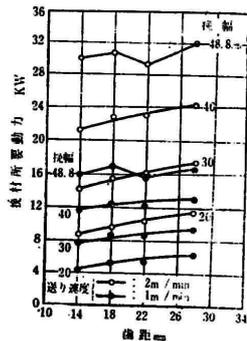
鋸 長 mm	鋸 巾 mm	鋸 厚 mm		鋸歯のない部分の長さ mm	
		標 準 (B.W.G.)	最大 最小	上 部	下 部
1250以下	120	1.6 (16)	1.8~1.2	100~120	145~165
1250~1500	140	1.8 (15)	2.0~1.6	100~120	155~175
1500~1750	140	2.0 (14)	2.2~1.8	100~120	155~175



第3図 鋸の寸法

削が他の鋸と最も異なるのは、往復運動であるために鋸速度が常に一定でないことである。

鋸この歯距と挽材所要動力の関係についての実験結果 (第4図) によれば、実用される歯距の範囲では、一般的に歯距が小さいほど挽材所要動力は小となるが挽幅が大きくなると、22mm程度において切れ味良好となる。挽材作業上適正な歯距の大きさは、挽幅や鋸速度



第4図 鋸の歯距と挽材所要動力の関係

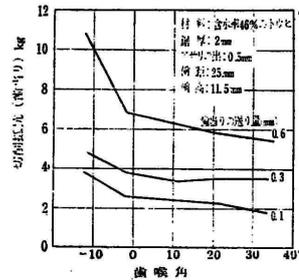
第4表 鋸の歯距と歯高の標準 (ドイツ)

鋸による作業種	鋸厚 mm	歯距 mm	歯高 mm
鋸速度 5.5~6 m/sec での小割り	1.6~1.8	14~18	12~13
鋸速度 4.5~5.5 m/sec での小割り、または鋸速度 5m/sec 以上の直径 30 cm 以下の丸太のだら挽き	1.8	18~20	13
直径 40 cm 以下の軟材丸太のだら挽きまたは大割り	1.8	20~22	14
直径 40~50 cm の丸太のだら挽きまたは大割り	1.8~2.0	25	16~18
直径 50 cm 以上の丸太のだら挽きまたは大割り	2.0~2.4	30	18~20

などの作業条件によって異なるが、鋸厚および歯高とも関連する。各種鋸作業に対する鋸厚、歯距、歯高の標準例を第4表に示す。

鋸の鋸歯の歯角としては、歯喉角が最も影響するようである。歯喉角と切削抵抗の関係は、第5図の

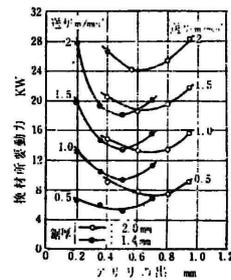
通りで 0° 以下になると切削抵抗は急増するが、0° 以上では、とくに送りの速くない場合は、余り変化しない。すなわち、軟材で送りを早くする場合は、歯喉角を比較的大にし、硬材で送りをおそくする場合は小にする。歯背角は、25° 前後にするのが普通である。



第5図 鋸の歯喉角と切削抵抗の関係

アサリは、振分け、撥型ともに用いられるが、前者の場合が多い。アサリの出と挽材所要動力の関係は、

第6図の実験結果に示す通りである。すなわちアサリの出が過小でも過大でも挽材所要動力は大となるが、挽材所要動力が最低となるアサリの出の最適値は、送り速度に関せず一定であって、鋸厚によって多少異なる。鋸厚が厚いほど、また軟材は硬材よりアサリの出を大にする必要が

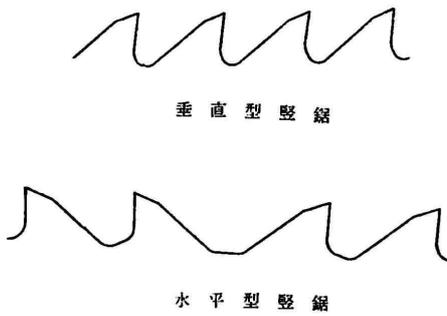


第6図 鋸厚の異なる鋸のアサリの出と挽材所要動力の関係 (振分けアサリの場合)

あるが、その適正値の範囲は、0.4~0.7mm である。

はじめに述べたように、鋸は普通垂直型であるが、特殊な木取り作業に用いられる水平型のものは、左右往復動とも切削を行うので、両方向の鋸歯をつけている (第7図)。鋸歯の標準的な例³⁾を示す第5表によれば、垂直型と水平型では鋸歯条件もかなり異なるようである。

鋸の鋸歯の研磨には鋸自動研磨機が用いられ、鋸歯仕上げおよび鋸身仕上げの要領は帯



第7図 垂直型および水平型鋸の鋸歯

第5表 鋸の鋸歯の標準的な例
(15~17B.W.G., 振分けアサリ歯)

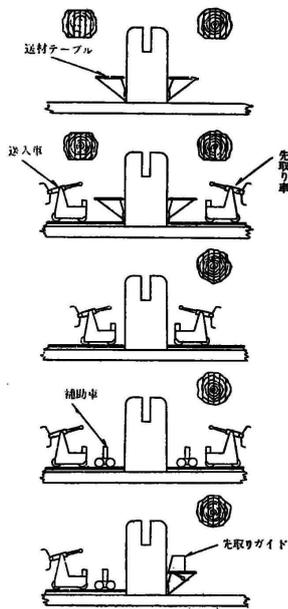
挽材条件	垂直型		水平型	
	軟材	硬材	軟材	硬材
歯距 mm	28	25	32	32
歯高 mm	19	16	19	16
歯喉角	15°	5°	12°	5°
歯背角	25°	25°	25°	20°
アサリの出 mm	0.46	0.38	0.77	0.51

鋸の場合とほぼ同様である。腰入れ量は帯鋸の場合より少なく、背盛りは施さぬかきわめて弱度であるのが普通である。これは、現在欧米で使用されている鋸が帯鋸に比べてかなり厚いため、もっと薄い鋸を使用するときには腰入れ量を増大する必要があると考えられる。

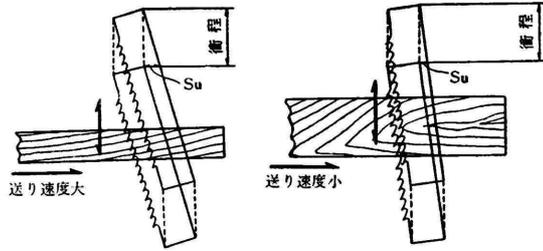
5. 鋸による

挽材

鋸盤の送材機構についてはすでに述べた通りであるが、送材作業としては第8図に示すような種々の型式がある。送り速度は、鋸条件、材料条件、衝程、回転数などによって異なるが大体1衝程について3~12mm が普通のものである¹⁸⁾。平均鋸速度が C_m (m/sec) で、挽幅が d (m) のと



第8図 鋸盤の送材作業の型式



第9図 鋸の傾斜

きの適正送り速度 f (m/min) は経験的に

$$f = \frac{C_m}{d \times 10} \text{ (m/min)}$$

で求められるとされている²⁷⁾。

鋸の上昇時に鋸歯が材にふれるのをさけるためには鋸に傾斜をつけなければならないが、傾斜の量 (S_u) は、衝程長に対する鋸の出入り量で表わされる(第9図)。 S_u は、断続送りの場合、衝程当りの送り量 (S) の1/2が標準となり、2~4 mmが普通である。連続送りの場合は、 $S_u = S/2 + 1.5 \sim 3$ mm あるいは $0.54 S$ が適当といわれる¹⁸⁾。従って、送り速度が変われば鋸の傾斜量を変えなければならないが、新しい鋸盤では送りの変速に応じて自動的に鋸の傾斜量が調整される装置になっていることはすでに述べた通りである。

鋸の鋸速度は、帯鋸などに比較するとかなりおそく等速でない。普通平均鋸速度 C_m (m/sec) で表わされるが、 r = クランク半径 (m)、 n = 回転数 (r.p.m.) のとき、 C_m は近似的に

$$C_m = r \cdot n / 15$$

で示される¹³⁾。一般に C_m は3~8m/secである¹⁸⁾。

鋸も帯鋸と同様に適当な緊張力をあたえる必要があるが、実用されている鋸の緊張応力は、機械条件によってかなりの幅があるようで、10~25kg/mm² という測定例^{1), 5)}が示されているが、帯鋸のように曲げ応力をうけない鋸は、帯鋸よりも高い緊張応力に対して安全だと考えられる。鋸には緊張力のほかに挽材による挽材抵抗が加わるが、鋸は1衝程中の鋸速度が一樣でないから、その間の挽材抵抗も変化する。挽材中の鋸に生ずる応力分布は、ほぼ帯鋸の場合と同様であるが、切削荷重が大きいので、応力集中は歯底部より歯喉側によったやや上部に生ずる⁷⁾。

鋸に対する切削熱の影響もきわめて重要である。帯鋸の場合と異なり、鋸の緊張装置は固定され、切削温度による鋸の伸縮に対する緩衝作用がないから、温度上昇にともなう鋸の伸びによって緊張力は低下する。

温度上昇がはなはだしい場合には緊張力がゼロになることも起りうる。このような状態になると鋸は挽曲りを生ずるから作業を中止して鋸を張り直すことが必要になるが、挽材作業が終つてからも張り直したままにしておくと、温度降下とともに鋸の伸びはもとにもどり、緊張力の過大により鋸枠の変形、鋸身の永久ひずみ、緊張装置の破損などを生ずる恐れがある。

6. 縦鋸製材作業

縦鋸盤による製材作業の特色は、同時に多数の鋸によって挽材を行いうることと挽材される材料が繰返し往復移動する事なく一方のみ流れることである。従つて、縦鋸盤には連続的に挽材材料を供給しうるから、その製材能率は送材速度と作業時間から計算しうることになる。しかし、そのためには、挽材材料の形量がある程度そろっており、材料の供給と製材品および背板の処理が円滑であることが必要となる。スウェーデンの例によれば、実際の製材能率は、計算値の80～95%程度のものである¹⁰⁾。それにしても、実用されている送材速度が3～9 m/min (第1表)とすれば、5～15枚の縦鋸で挽材するときの作業能率は帯鋸盤に比べてもかなり高能率のものといえる。はじめに、わが国で考えられている縦鋸盤の欠点としてその低能率な点をあげたが、新しい縦鋸盤の作業能率については、かつてわが国で使用された当時の認識を改める必要があると考えられる。鋸厚についても、わが国の帯鋸に対する薄鋸製材技術をもってすれば、かなりの薄鋸使用も可能ではないかと推定される。

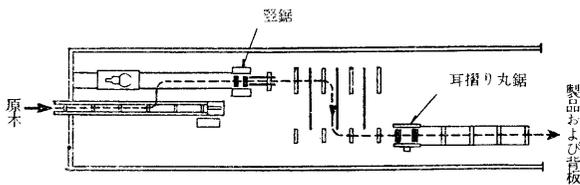
縦鋸盤に適した製材作業としては、小径木の単純なダラ挽きや板子からの規格製品の多量生産などが考えられるが、縦鋸盤の採用に当つては、材料の円滑な流

れに考慮を払わなければ、充分その作業性能を発揮しえないであろう。スウェーデンなどでは、大割り作業および小割り作業を2台の縦鋸盤による流れ作業によって行うのが縦鋸製材工場の基本型式のようであるが、原木事情などが異なるわが国で縦鋸盤を採用するとすれば、大割り用帯鋸盤との関連によって行われる縦鋸製材作業を考えるのが妥当と思われる。ドイツにおける縦鋸盤を主機とする小工場および帯鋸盤および縦鋸盤を組合せた製材工場の例²³⁾を第10図および第11図に示す。

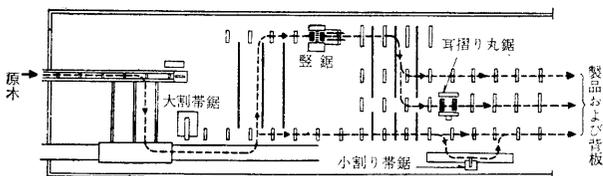
7. 縦鋸に関する文献

本文に引用した文献およびその他の縦鋸に関する文献の主要なものをあげれば次の通りである。

- 1) D. Biermann : Holz als Roh- und Werkstoff, 5, 11 (1942)
- 2) H. Marschner : Holz R.W., 5, 12 (1942)
- 3) P. Harris : A handbook of woodcutting, H. M.S.O. (London) (1946)
- 4) W.D. Hewlett : Proceedings of the National Annual Meeting, 2 (For. Prod. Res. Soc.) (1948)
- 5) B. Thunell : Holz R.W., 9, 1 (1951)
- 6) G. G. Klem, M. Seem : Norsk Treteknisk Institutt, Medd., 3 (1951)
- 7) B. Thunell, R. Filscher : Holz R.W., 9, 6 (1951)
- 8) P. I. Lapin : Holzindustrie, 5, 5 (1952)
- 9) J. R. Foyster : Modern mechanical saw practice (1953)
- 10) F. Kollmann : Holz R.W., 11, 4 (1953)
- 11) B. Thunell : Holz R.W., 11, 11 (1953)
- 12) Söderhamns Verkstäder A. B. : Catalogue (1954)
- 13) F. Kollmann : Die Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, II (1955)
- 14) A. Chardin : Revue Bois et Forêts des Tropiques, 39 (1955)
- 15) H. Flemming, E. Osterloh : Holzindustrie, 8, 2～4, (1955)
- 16) 枝松信之 : スウェーデンの製材, 木材工業, 10, 5 および 6 (1955)
- 17) B. Thunell : Unasylyva, 9, 3 (1955)
- 18) C. Blankenstein : Holztechnisches



第10図 縦鋸盤を主機とする製材工場



第11図 帯鋸盤および縦鋸盤を組合せた製材工場

Taschenbuch (1956)

19) G. Hvamb : Norsk Treteknisk Institutt, Medd., 8 (1956)

20) P. Mayer : Holz R.W., 14, 4 (1956)

21) B. Thunell : Svenska Träforskningsinstitutet Träteknik, Medd. 37 B (1956)

22) H.F. Mügge : Holz R.W., 15, 4 (1957)

23) G. Hvamb : Holz R.W., 15, 12 (1957)

24) 林業試験場：木材工業ハンドブック，3. 製材

(1958)

25) B. Thunell : Holz R.W., 17, 1 (1959)

26) Esterer A.G. : Catalogue (1960)

27) H. Mügge : Holzwirtschaftliches Jahrbuch, 10 (1960)

28) Gebrüder Linck : Catalogue (1961)

29) The Lumberman, 88, 12 (1961)

30) E. Kivimaa : Holz R.W., 19, 10 (1961)

—林指木材部長—

パルプ用チップの品質について

池 田 修 三

1. 緒 言

パルプ用原木の需給難と、製材工場の経営の多角化の必要から、最近、廃材を利用したチップの製造が盛んになって来ているが、それに用いられているチップターの性能及び製造されたチップの品質についての検討が不十分のように思はれる。

パルプ用チップは大抵、ディスク型チップターで切削される。このチップの寸法は普通、大小様々のものが混在してをり、かかる不揃いなチップを同一条件で蒸解すると、当然蒸解ムラを生ずるし、又、切削面が圧潰されたチップも蒸解を阻害し、パルプの品質を低下させると云はれているので、チップの形状は或る程度揃い、その切削面が滑らかで損傷の少いこと等が必要である。

チップの品質を評価する場合、チップの大きさ、チップ損傷度、腐朽度、樹皮混入率、含水率等が主要要素であるが、今回はチップの大きさと損傷度について説明する。また標題とは多少内容を異にするが、チップターの切削抵抗及びチップの容積増、実材積などチップに関連した問題もとりあげてみたい。

2. チップの大きさ

化学パルプを製造する場合に、丸太をチップに削って使用する目的は、蒸解の際に薬液が木材内に容易に浸透し、パルプ化が均一に行はれるようにするためである。

薬液が浸透し易いという点からいえば、チップは出来るだけこまかいほど効果があるわけであるが、余りこまかく削ったチップでは、切断された繊維の割合が多くなり、パルプの強度を低下せしむるから自ら限度がある。適当なチップの大きさは、樹種によって一定

しないが、普通、長さ 10~20 mm、厚さ 3~5 mm につくられる。

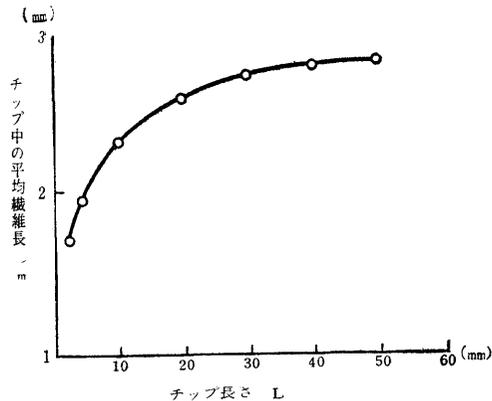
原木を或る長さのチップに削った場合に、繊維長の減少する程度を考えてみる。

原木中の平均繊維長 …………… M
 チップの長さ …………… L
 チップ中の平均繊維長 …………… m とすれば

$$m = \frac{M \cdot L}{M + L} \text{ である}^{(1)}$$

今、原木中の平均繊維長を 3 mm と仮定すれば、チップ長さに対するチップ中の平均繊維長の関係は第 1 図の如くなり、チップ長を 20 mm 以下にすれば、平均繊維長は極端に低下する。

又、後述するチップ損傷は、個々のチップについて、チップの長さとは無関係であると考えれば、チップを長く削るほど損傷率は減少する筈である。



第 1 図 チップ長さと平均繊維長との関係(1)
 (原木中の平均繊維長を 3mm と仮定した場合)