

北海道材のドリルによる穴あけ加工性(1)

- ドリルの切味 -

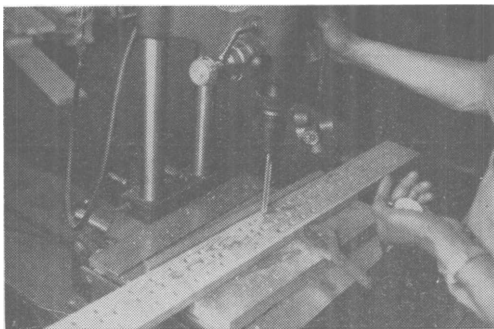
枝松 信之* 長原 芳雄**

木工錐による木質材料の穴あけ加工は、一般的な木工工作の一つであって、木工錐は誰にでもすぐ使用できる工具であるとされている。しかし木材の二次加工が量産化され高度化されるにつれて、穴あけ加工についても、機械加工による能率のよい作業方法と良好な仕上げが必要となるが、これについての実際的な資料は余りみられない。木工錐には、案内ネジと繊維を横切りするための切刃(けづめ)を先端につけたらせん錐、金工の場合と同様のドリル、胴体に切り屑溝がつけられていない広い浅い穴あけ用の羽根錐のほか、多種類の特殊木工錐があり、目的に応じて選択使用される。これらのうち、ドリルは胴体が丈夫なため強力な機械加工に適しており、木工の場合にも、能率的な工場生産用の穴あけ工具と考えられる。

このような考え方から、北海道産材11種についてドリルによる穴あけ加工の実験を行ない、木工工作における穴あけ加工の作業基準を検討するための資料を求めた。まず、その実験方法およびドリルの切味についての実験結果を述べ、次報で、ひき続いてドリルの寿命、穴あけ精度、穴あけした面の状態等についての結果を報告する。

実験方法

穴あけ加工の実験には、現場で普通に用いられる手送りの木工卓上ボール盤(1/2HP)を使用した(第1図)。その毎分回転数は、610, 1450, 3420の3種類に変えうる。送りは、送り荷重によってあたえられ、実際の作業条件をも考えて、2.1, 3.0, 3.6, 4.3, 5.2, 5.8および6.4kgの7段階とした。

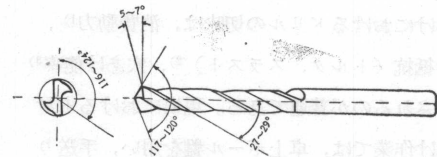


第1図 卓上ボール盤による穴あけ試験

同一条件に対する穴あけ個数は3個以上とし、送り荷重に対する穴あけ時間を測定した。その平均穴あけ時間から、穴あけ能率 F (送り速度 mm/sec)および毎回転の送り量 f (mm/rev)を求めた。送り荷重が小さく、木材が硬い等の加工条件が不良な場合は、い

ちじるしく穴あけ時間を要するものもあるが、送り速度 0.3mm/sec 以下の場合には、穴あけ不能とした。

使用したドリルは、JISに規定している一般的なストレートシャンクドリルで、材料は高速度鋼のSKH9、大部分の実験には直径 12mm のものをを用い、一部の実験には 9mm および 7mm のものをを用いた。実験に使ったドリルの形状を第2図に示す。なお、刃先の状態によって多少切味が異なるので、あらかじめ同



第2図 実験に使ったドリルの形状

一被削材について切味試験を行ない、切味がほぼ同一と思われるドリルを選択して実験に供した。また、次報で述べるようなドリル寿命についての実験結果にもとづき、同一ドリルでの切削実験は延べ穴あけ深さ 1m 以内にとどめ、切削による切味低下の影響がないように考慮した。

被削材としては、道産針葉樹材4種(エゾマツ、トドマツ、カラマツ、オウシュウトウヒ)、広葉樹材7種

(シナノキ, ハルニレ, セン, カツラ, ミズナラ, ブナ, カバ)の年輪幅のそろった無欠点材を用いた。供試材は, カツラ以外は板目の板で, 大部分の実験の板厚は18mmとした人工乾燥材である(第1表)。

第1表 穴あけ実験の供試材

樹種	絶乾比重	平均年輪幅 mm	含水率 %	木取り	備考
エゾマツ	0.38	1.3	15	板目	
トドマツ	0.30	3.6	11	ク	造林木
カラマツ	0.47	3.3	13	ク	造林木
オウシュウトウヒ	0.40	3.3	12	ク	造林木
シナノキ	0.48	1.7	10	ク	
ハルニレ	0.52	1.6	11	ク	
セン	0.52	2.3	10	ク	
カツラ	0.50	1.6	13	板目	
ミズナラ	0.66	1.6	11	板目	
ブナ	0.63	1.3	11	ク	
カバ	0.67	2.6	13	ク	

穴あけ実験は, 板面に対して直角の貫通穴をあけることによって行なわれ, 切削熱による工具温度の上昇が累積しないように注意した。あけられた穴の精度は投影検査器で20倍に拡大して測定した。穴の仕上げ状態については, 仕上げ面の欠け, 逆目, けば立ち, 切り残し, 焼け等を肉眼で観察するとともに, 穴の内面3箇所穴あけ方向のあらさのプロフィールを, アラサメーター(縦×200, 横×10)で測定して調べた。

ドリルの切味

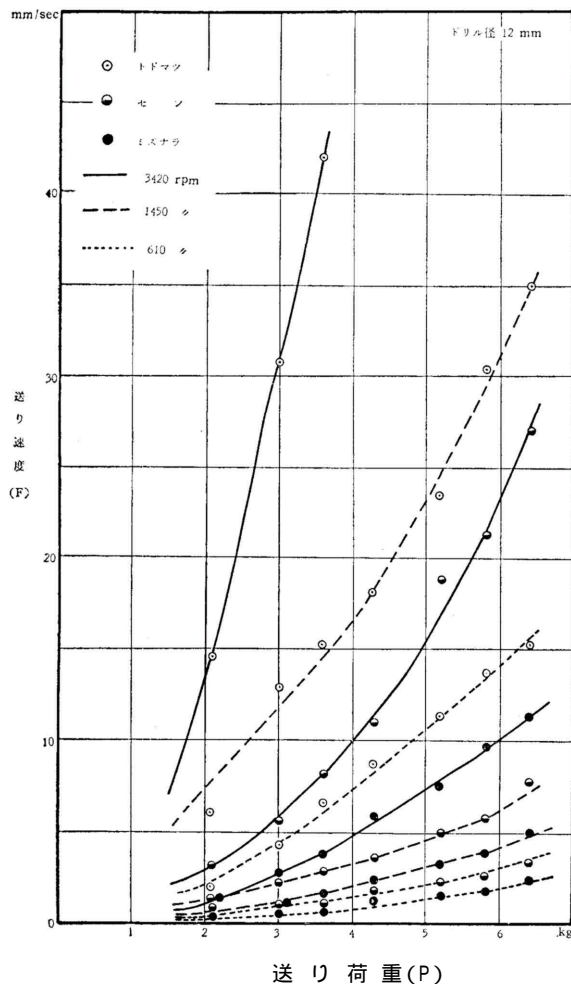
穴あけにおけるドリルの切味は, 消費動力¹⁾, 穴あけ抵抗(トルク, スラスト)²⁾, 穴あけ能率³⁾等で示されるのが普通である。現場における木材の穴あけ作業では, 卓上ボール盤を用い, 手送りで穴あけ加工をすることが多く, 作業能率の点からは穴あけ時間が短いことが必要である。この実験では, 実際的な加工作業基準を検討するための資料をうることを主目的としたので, 穴あけ能率を測定することにした。この場合, 手送りの力は, 送り荷重によってあたえられ, ドリルの形状を一定にして, 各種条件の影響を検討した。

1) 送り荷重と回転数の影響

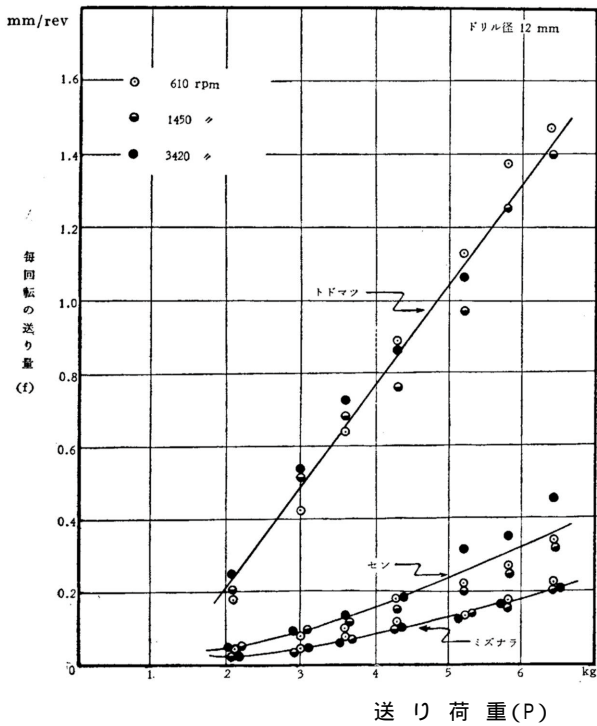
ドリル条件および穴あけ深さ(板厚)を一定に

し, 送り荷重, 回転数を変えて, 各樹種について穴あけ加工を行ない, 穴あけ時間を測定した。測定結果から, 送り荷重(Pkg)と送り速度(Fmm/sec)の関係を回転数別に求めた2, 3の例を第3図に示す。これから, PとFの関係は比例的で, 回転数が大きいほどFの値は大になることが分る。つまり, 常識的にも推定できるように, 手送りの力が強いほど穴あけ時間は短縮され, 送り力が同じ場合は, 回転数が大きいほど穴あけ能率がよいことが明らかである。

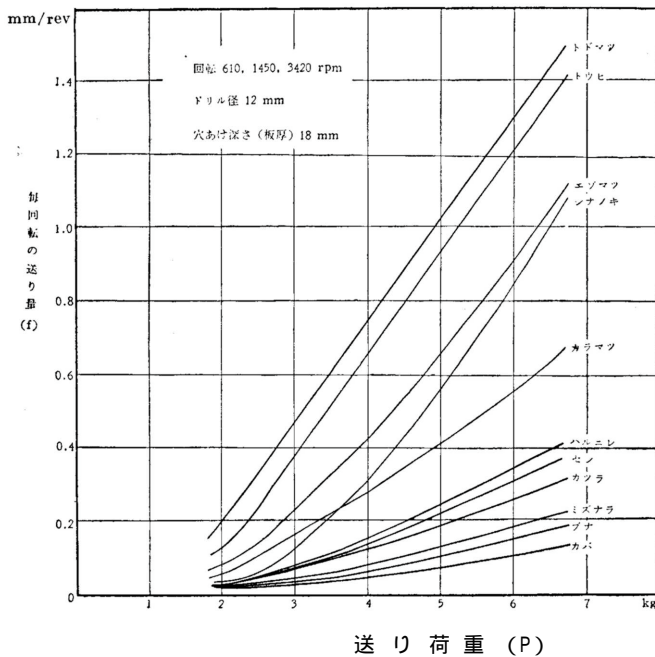
さらに, これらの結果から, 回転数Nの場合の毎回転の送り量(fmm/rev=F/N)を求め, Pとfの関係を示すと, 第4図の例ようになる。これは, Pとfの関係も比例的であるとともに, 回転数が異なる



第3図 送り荷重と送り速度の関係の実験例



第4図 送り荷重と毎回転の送り量の関係の実験例



第5図 各種道産材のPとfの関係

場合でも、ドリルや被削材の条件が同じであれば、 P に対する f の値はほぼ同じ関係線上にあることを示しており、この傾向は、いずれの樹種の場合も同じである。

P と f の関係を、供試樹種全部について総括して示すと、第5図のようになる。木材に対するドリルの切味（穴あけ加工の難易）を一定送り荷重に対する毎回転の送り量であらわすことにすると、トドマツ>トウヒ>エゾマツ>シナノキ>カラマツ>ハルニレ>セン>カツラ>ミズナラ>プナ>カバの順に切味がよいことになる。実用上は、道産材のドリルによる穴あけ加工の難易は、次のように3大別して考えられる。

加工容易：針葉樹材およびシナノキ等の軟材

加工中庸：ハルニレ、セン、カツラ等の比重中庸のもの

加工困難：ミズナラ、プナ、カバ等の比重大なるもの

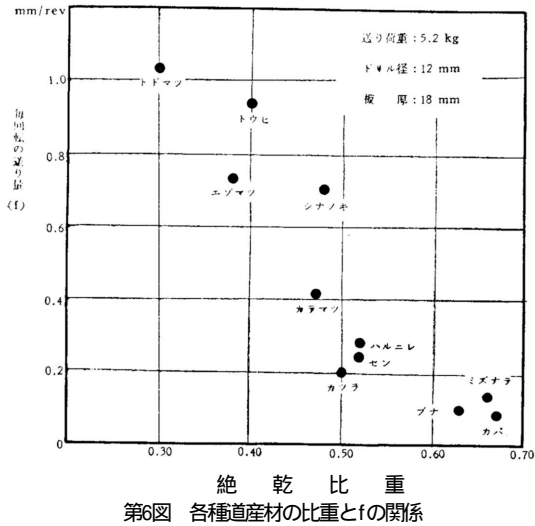
これらの結果からも、木材の比重と穴あけ加工性の相関関係がうかがえるが、一定の送り荷重における供試材の絶乾比重と毎回転の送り量の関係の一例を第6図に示す。木材は、比重が同じでも、樹種や個体によって年輪構成や組織が異なるから、必ずしも比重が加工性を示す指標とはなりえないことは当然であろうが、第6図は、比重と毎回転の送り量が大体逆比例的な関係にあることを示している。このような傾向は、ドリルの消費動力についての既往の実験結果⁴⁾でもえられている。

2) ドリル条件の影響

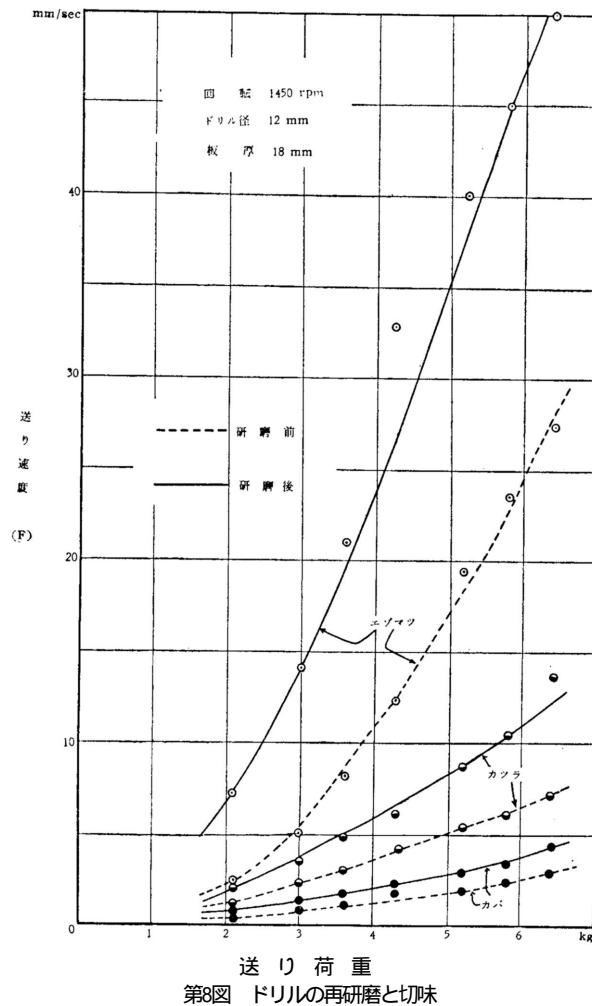
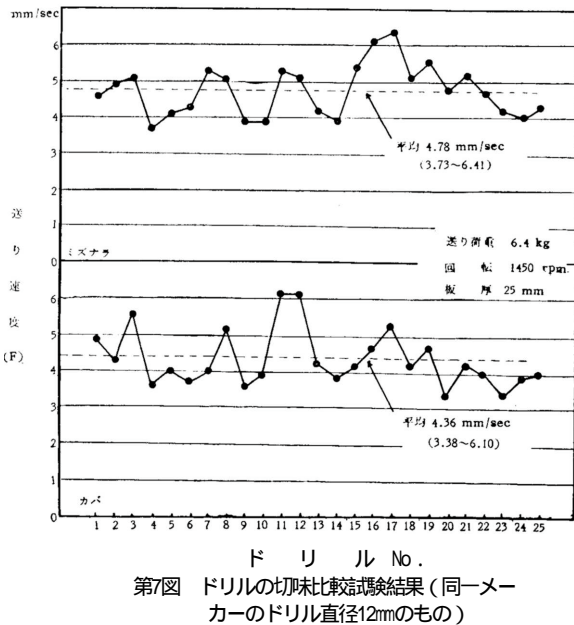
ドリルの条件としては、その形状が問題になるが、この問題の解析はきわめて複雑である。この実験においては、ドリルの形状は、JISに原則として定めら

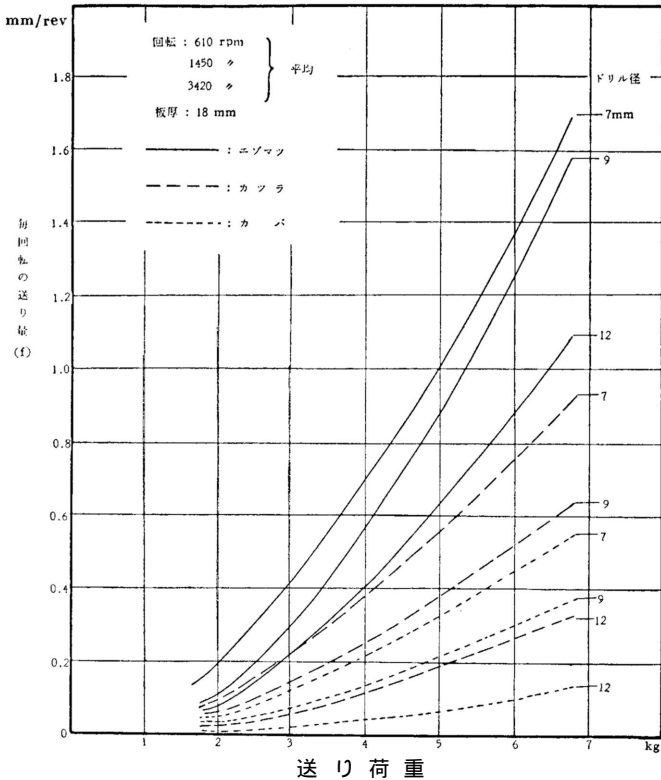
れている一般的なものに一定し、ドリルの刃先の状態、ドリルの直径等の実用上の問題について2, 3の検討を行なった。

同じメーカーから購入した直径12mmのドリル25本について、その形状諸元を調べてみると、直径の最大差は0.02mm(平均11.98mm)、先端角(キリ角)の最大差は2.0°(平均118.0°)、ねじれ角の最大差は1.40(平均28.2°)である。これらのドリルを使って、ミズナラおよびカバ材について穴あけ実験を行なった

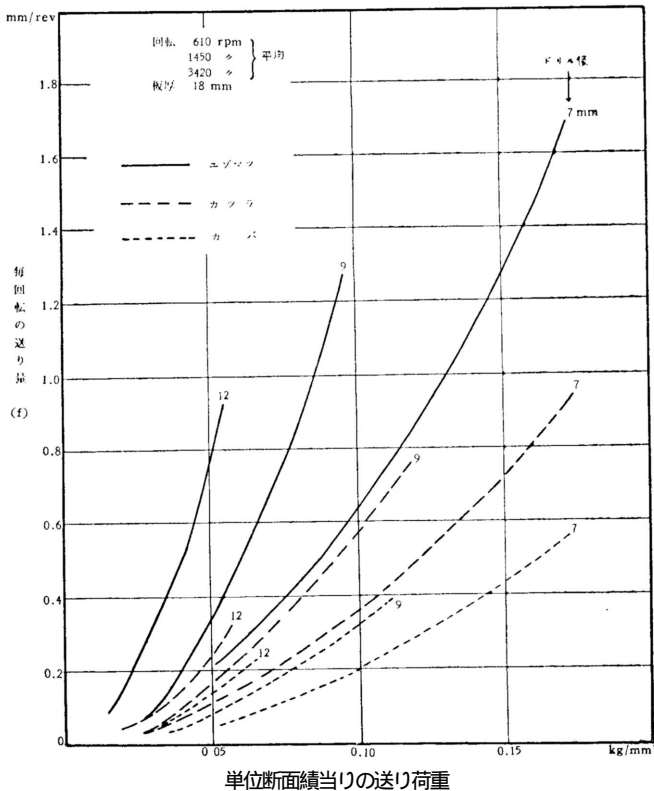


結果を第7図に示す。第7図によれば、ドリルによる送り速度の差異のあらわれ方は、ミズナラ、カバもほぼ同じような傾向を示している。従って、この差異は供試材の部分的な材質のちがいにともづくものではなく、主としてドリル条件の影響によるものと推定される。しかし、前述のドリル形状の寸法差と送り速度の間には、はっきりした相関関係を認めたいので、切味の差異は、ドリル切刃の仕上げ状態の差異によるのではないかと考えられる。市販されている同一の寸法、形状の新しいドリルでも、多少の切味の差をさけることができないうのである。そこで、この実験では、あらかじめ第7図のような切味試験を行ない、ほぼ同じような切味を示すドリルの中から供試ドリルを

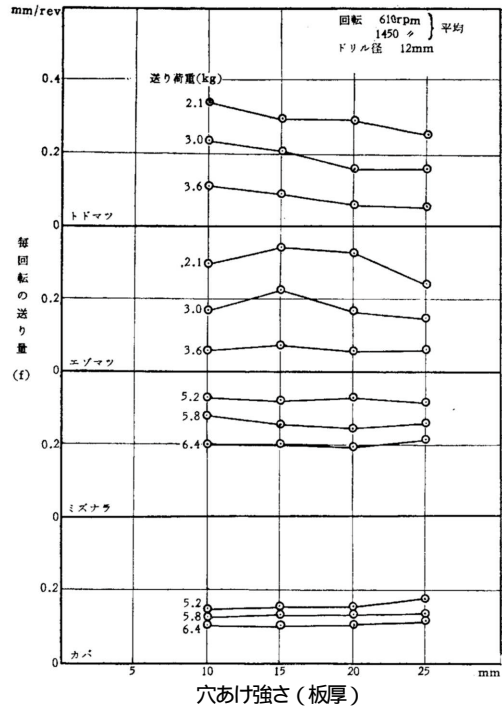




第9図 直径が異なるドリルの送り荷重と毎回転の送り量の関係



第10図 直径が異なるドリルの単位断面積当りの送り荷重と毎回転の送り量の関係



第11図 被削材の厚さと毎回転の送り量の関係

選んだ。

また、ドリル刃先の再研磨の効果を知るため、かなり使用したが実用上にはさしつかえないと判断されるドリルと、この切刃を再研磨したものの切味を比較してみた。第8図にその一例を示す。木材の穴あけ加工の場合、金工のようにドリルが折損したり、はっきり穴あけ不能の時点が認められることが少ないので、現場では、切味が低下したままで作業を続けることが多いようであるが、作業能率と仕上げの向上のためには、適時再研磨するように作業基準を定めることが必要である。

第9図に示すように、ドリルの直径が異なる場合、同一送り荷重に対する毎回転の送り量は、ドリル径が小さいほど大、すなわち同じ送りをするのに必要な送り荷重は、径が大きいほど大となる。これは同一の送り荷重の場合、ドリル断面積が大きいほど単位断面積当りの送り力が小さくなることから、容易に理解できる。しかし、単位断面積当りの送り

力と毎回転の送り量の関係を求めると、第10図のようになり、ドリル径の異なる関係曲線は一致しない。単位断面積当りの送り荷重が同一の場合は、太いドリルほど送り量は増加し、送り量を同一にするには、細いドリルほど大きな単位断面積当りの送り力を必要とする。

3) 被削材の寸法の影響

板面にドリルで穴あけする場合、盲穴よりも貫通穴をあける場合の方が多いと考え、この実験では、同一厚さの被削材に貫通穴をあけることにし、その穴あけ時間と被削材の厚さから平均的な送り速度または毎回転の送り量を求めた。しかし、貫通穴をあける場合は、穴あけはじめと突抜けの前に、定常時と異なる送りになるのではないかという疑問が生ずる。そこで、厚さの異なる被削材についての穴あけ実験を行ない、これらについての検討をこころみた。

厚さ10, 15, 20, 25mmの被削材について、樹種によって適当な範囲の送りがえられる送り荷重を定め、これまで述べたのと同様の穴あけ実験を行なった。その結果を第11図に示す。これによれば、ミズナラ、カバのような硬材では、毎回転の送り量に対する被削材の厚さの影響は全く認められないが、針葉樹の

ような軟材では、穴あけ深さ(板厚)が大きいほど毎回転の送り量が減少する傾向がうかがえる。これは、軟材の場合、ドリルが最後まで定常の穴あけ切削を行なわないで、貫通前のある時点で送り力によって突抜けの現象を起こすためと考えられ、その影響による送り速度の増加は薄い板ほど大きいことになる。しかし、これらの影響は、他の因子に比べると極めて小さく、実用上は余り問題にならないと考えられる。

なお、次報では、北海道産材をドリルで穴あけ加工する場合のドリルの寿命、穴あけした面の仕上げ状態等について述べることにする。

文 献

- 1) 林 大九郎：木材の含水率と切削加工との関係(第2報)穿孔加工について、木材学会誌3, 1(1957)
- 3) 枝松信之, 森 稔：「製材と木工」, 森北出版(1963)

- 林産試験場長 同加工科 -