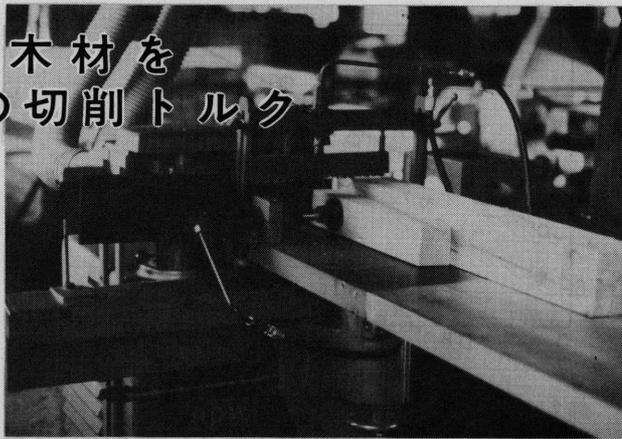
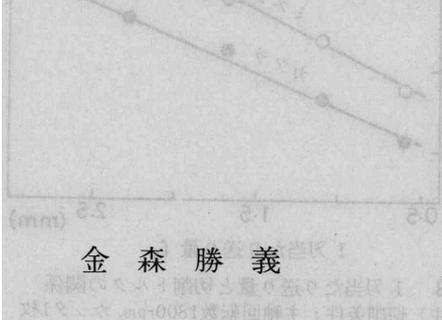


フィンガカッタで木材を削ったときの切削トルク

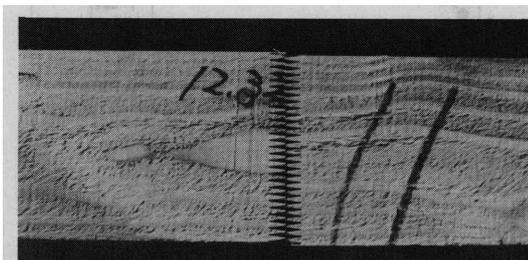


フィンガジョイント(F.J.)は、その接合強度や製品性能が良好であることから、各種集成材をはじめ、中小径造林木や低質広葉樹材などの高次加工を推し進めるうえで重要な加工技術の一つになっています。F.J.については昭和60年に「構造用縦つぎ木材の製造基準(案)」¹⁾が提案されており、今後は造作用のみならず構造用部材への活用も大いに期待されているところです。

そこで、フィンガカッタ(以下、単にカッタとします)で木材を削ったときの切削トルク(切削抵抗を表す一つの指標)について、実験結果等から簡単に説明します。

1. 切削トルクと切削面積の関係

本題に入る前に、カッタの1刃によって削られる木材の断面形状とその面積(切削用語では、この面積を切削面積と言います)について取りあげてみます。まず断面形状についてですが、これは、



フィンガジョイント

大まかな仮定条件のもとで考えますと、図1の黒く塗ったところで示されます。ただし、この断面形状は、(- ')断面に投影したものを表しています。なお、カッタの1刃で削っている回転角の間でも木材の断面形状は、微妙に変化します。図1の斜線のところは、前の刃によって事前に削られていた木材の断面形状に相当します。

このように、フィンガ切削では、カッタの刃型の断面が細長い台形(この形が指に似ているところから、英語の指、すなわち“フィンガ”と呼ばれています)になっているため、前の刃によって台形状に削られていたところを、次の刃でまだ残っ

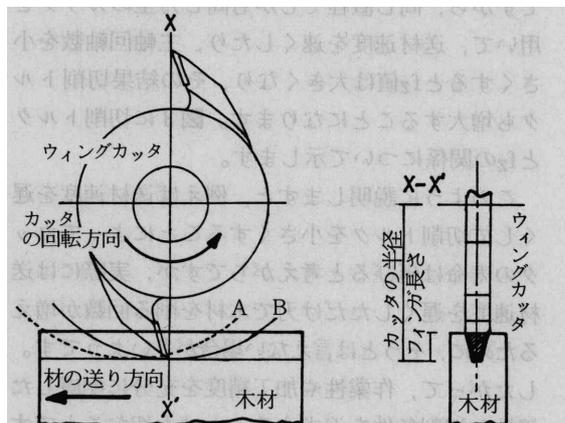


図1 ウイングカッタによるフィンガ切削の模式図
注) A; 前の外周切れ刃の運動の軌跡
B; 外周切れ刃の運動の軌跡

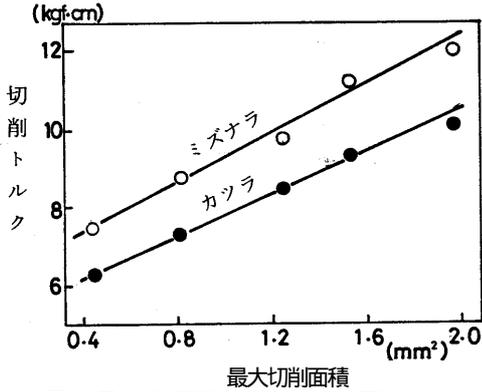


図2 最大切削面積と切削トルクの関係
注) 切削条件; 主軸回転数1800rpm, カッタ1枚

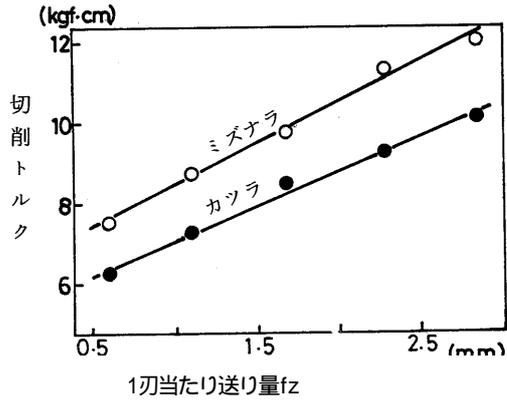


図3 1刃当たり送り量と切削トルクの関係
注) 切削条件; 主軸回転数1800rpm, カッタ1枚

ている の字型の部分の削ることになります。

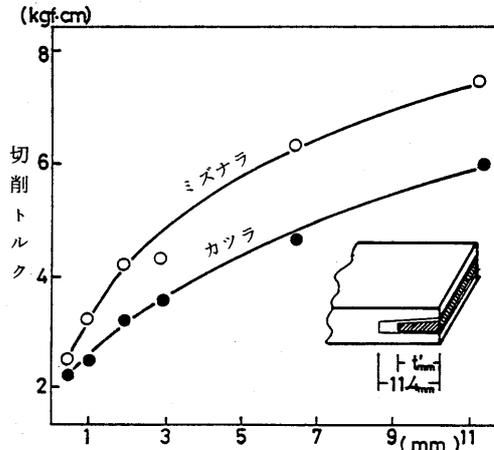
したがって、工場で現在広く使われているウィングカッタは1枚につき2つの刃を持っているので、この場合はカッタが1回転することによって(-)断面に目的とするフィンガ形状が得られることとなります。

次に、切削面積について説明しますと、この値と切削トルクの間には深い関係があります。と言いますのは、切削トルクは図2のように、カッタの1刃によって削られる最大切削面積にほぼ正比例するためです。また、この最大切削面積は、カッタの1刃当たり送り量 (fz; 送材速度を主軸回転数と刃数で除した値) にほぼ直線的に比例します。ですから、同じ直径でしかも同じ刃型のカッタを用いて、送材速度を速くしたり、主軸回転数を小さくするとfz値は大きくなり、その結果切削トルクも増大することになります。図3に切削トルクとfzの関係について示します。

このように説明しますと、例えば送材速度を遅くして切削トルクを小さくすることによってカッタの寿命は延びると考えがちですが、実際には送材速度を遅くしただけで刃で木材を削る回数が増えるために、そうとは言えない場合が多いようです。したがって、作業性や加工精度を十分に配慮した適性な切削条件を追求することは大切なことですが、と同時にカッタの交換時期を的確に捕えることが重要になってきます。

2. 切削トルクに及ぼす予備切削の影響

広葉樹材を対象とした集成材工場では、あらかじめ目的とするフィンガ長さよりわずかに短く削ることがよく見られます。これは、予備切削とか荒削りなどと呼ばれているものです。図4は、予備切削に伴って切削トルクがどのように低減されたかを示したものです。予備切削による切削トルクの低減の割合は、カツラ材よりもミズナラ材の方が顕著であることが分かります。この結果から



本切削と予備切削のフィンガ長さの差 (11.4 - t)
図4 予備切削と切削トルクの関係
注) 11.4; 本切削によるフィンガ長さ
t; 予備切削によるフィンガ長さ
切削条件; 主軸回転数1800rpm, 送り速度 2.2m/min, カッタ1枚

予備切削の効果は、比重の高い樹種の方がそうでないものよりも大きいことが予想されます。また、予備切削は、削られるフィンガ形状の加工精度を高めるとともに、カッタの寿命を延ばすための有効な手段の一つであることが分かります。

3. 切削トルクとカッタのセット条件の関係

ウイングカッタのように厚さが 5mm 程度の薄いものは、削られる木材の断面寸法によって何枚も重ねて使われます。そこで、カッタのセット条件（重ね方の種類）によって切削トルクがどのように変わるのかを説明します。

ここでは、セット条件として 3通りを取りあげています。すなわち、カッタ刃先を単純にそろえて 2枚刃とした「合わせ」、カッタの刃の位置を 90度ずつずらしながら 4枚刃とした「直交」および各カッタの最外周の刃先の位置が円周の長さに対して等間隔になるように 1枚ずつずらした「スパイラル」の 3条件です。

図 5は、各セット条件ともカッタを 10枚ずつ用い、エゾマツ材を削ったときの切削トルクの信号波形を示したものです。まず「合わせ」では、波形の立ち上がり急でしかも波形の高さも高く、刃が木材に食い込むたびに衝撃的な波形が描かれています。このような状態で硬い木などを削ると、カッタの刃先には欠け（チッピング）が発生しやすくなります。次に「直交」では、波形の立ち上がりは「合わせ」よりもやや緩やかですが、やはり衝撃的な波形が見られます。なお、木材を削っている時の音（切削音）は「合わせ」と同じくらい高く聞えます。最後に「スパイラル」では、これまでの条件と比較すると波形の凸凹は常に滑らかで、波形の高さも最も低くなります。この条件では、カッタが木材に接触して離れるまでの間、常時何枚かの刃が木材を削っているために波形が急激に降下する事はありません。したがって、瞬間の切削トルクは、さほど大きくなりません。また、切削音は、他の 2条件よりもかなり静かにな

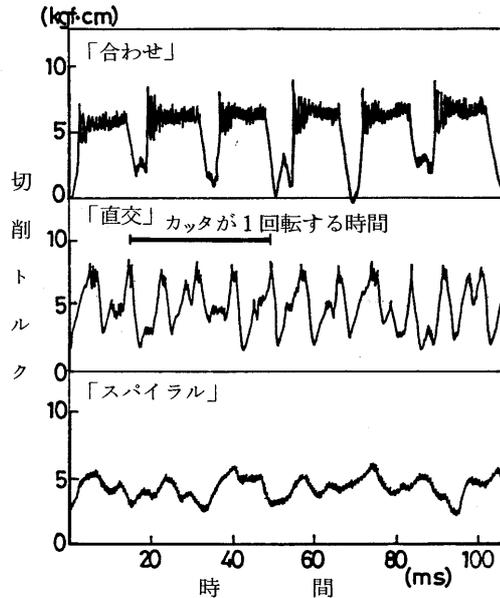


図 5 カッタのセット条件による切削トルクの信号波形
注) 切削条件; 主軸回転数 1800rpm, 送り速度 6.2m/min, カッタ 10枚

ります。集成材工場の縦つぎ工程において、この条件を採用しているところが多いのは、このような理由からでしょう。ただし、消費電力量（電気代）については、「スパイラル」だからと言って、特別小さく（安く）なるものではありません。

以上、フィンガカッタで木材を削ったときの切削トルクに影響を及ぼす 2・3 の因子について説明してきました。今後は、カッタの摩耗形態と切削トルク、削られたフィンガ形状の加工精度などとの関係を把握し、カッタを交換するための判断基準について検討する予定です。

文献

- 1) 日本住宅・木材技術センター縦接合委員会；
木材工業，40，4，25～31（1985）

（林産試験場 加工科）