

フィンガ・ジョイントについて

小西 千代治

まえがき

短尺材の有効利用として、製材の二次加工に限らず合板部門に於ても縦つぎ工法に強い関心が寄せられている。縦つぎ工法による接手形状をバット・ジョイント、スカフ・ジョイント、フィンガ・ジョイントの3タイプに区分し、その他はこれらの変形或はコンビネーションされたものとして区別している。George A. Mc Swain¹⁾は変形タイプのものとしてフック・スカフ (Hook scarf)、ダブル・スカフ (Double scarf) セレエテッド・スカフ (Serrated scarf) ソー・フォース (So forth)、ピラミッド・ジョイント (Pyramid joint) 等の名称で説明している。星、森氏²⁾のレポートではセレエテッド・スカフを溝付きスカフと呼称し、その内でもフィンガー状でないもの、スクエア・ツースド・スカフ (Square toothed scarf) の強度試験結果を報告している。このようにエンドジョイント (縦つぎ手) の形状は種々あるが、一般論としてバットジョイントは強度的に問題とならない。又プレーン・スカフジョイントはスカフ傾斜をゆるくすることにより素材に殆んど匹敵する強度が得られるが、板厚の8~12倍程度の長さのロスがある。これに対しフィンガ・ジョイントは強度的にはやや劣るが、材料損失が少く機械加工に適し、手法によっては強度も十分使用目的に近い値が得られるので、最近に於てはこれの加工が広く普及されてきた。

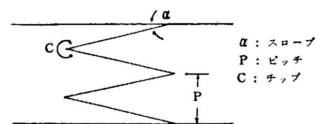
1. フィンガ・ジョイントの形状

フィンガ・ジョイントには板の幅方向と、厚さ方向にホゾ取りする両型式がある。

フィンガ・ジョイントの強度はジョイント形状、嵌合公差、接着剤の種類、圧縮条件に影響される。ジョイントの形状要素としては

- 1) スロープ (slop)
- 2) フィンガ・ピッチ

(finger Pitch) 3) フィンガ・チップ (finger tip) の3つが考えられる。

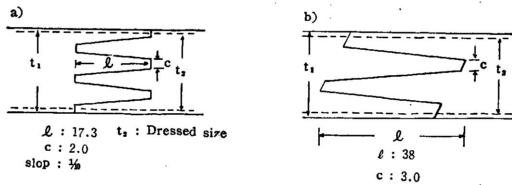


第1図 ジョイントの形状要素

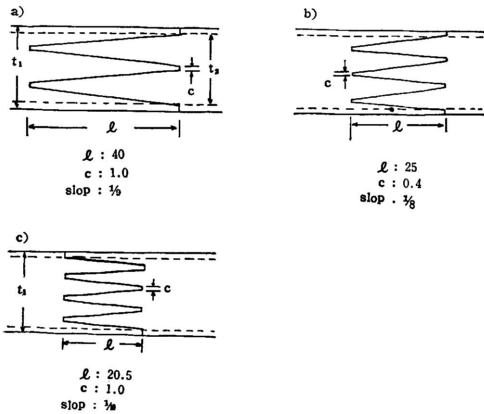
スロープは急勾配でも、フラットでも旨くない。スロープが $1/8$ 以上なければ強度は急減する。若し厚さに係わらずスロープが $1/10$, $1/12$, $1/14$ の如くフラットに近くしかもピッチが一定であれば、フィンガ・チップの角度は小さく、又数は増加する。以上2つのファクター (スロープとピッチ) が強度に影響する。又フィンガ・チップはナイフの寿命に大きく影響する。ナイフの磨耗はチップが薄い程大きい。チップの磨耗はジョイントの強さに影響する。その影響は急勾配 ($1/8$ $1/10$) より緩やかなスロープの方が小さい。又切味の低下したナイフは成型されたもののフィンガ・チップを変える。従って究極的なスロープは $1/8 \sim 1/10$ の間にある様であるとGeorge A. Mcsw Sinは述べている。

第2図は厚さ方向にホゾ取りしたフィンガ・ジョイントの、スロープ、ピッチ或はチップを変えた1例であるが、a) は現在使用されている代表的なフィンガの形状で、引張り強度はダグラスファー、サウザンパインで $350\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下である。一般的なフィンガ・ジョイントの形状ではラップ l : $16 \sim 32l/m$, スロープ: $1/12$ 前後, チップの厚さ C : $2 \sim 4m/m$ で、このタイプの弱点はチップが厚い点である。チップ端面の接着力は皆無であり、荷重による破壊応力がチップ付近の木質部に集中する傾向がある。

またプレーン・スカフジョイントの強さの利点と、フィンガ・ジョイントの材料損失の低い利点を組合せたものとして、フィンガ・スカフジョイントが考えられる。このジョイントの特色は薄いチップで、少い



第2図 フィンガ・ジョイントの標準例



第3図 フィンガ・スカフジョイント

フィンガ数で、厚いチップの場合発生する応力の集中を防止する効果を狙っているが、強度に影響する因子はフィンガ・ジョイントの場合と同じである。第3図 a), b) はその1例でフィンガの重なりを大きくするが、さもなくばスロープを急にして、チップを薄くし、フィンガ数を増している。N材でスロープ

：1/8位で十分効果を挙げているといわれている。このタイプの強度はホワイトアッシュ、レッドオークで引張り強度1000~1140kg/cm²（有効率55~60%）、ダグラスファー、サウザンパインで630~840kg/cm²（有効率50~55%）位である。N材の引張りテストでは普通ジョイントのスカフ部よりもむしろフィンガチップ部の破壊を生じ、これに反しL材ではジョイントのスカフ部に亀裂を生ずる。このように破壊の形態がN, Lで異なるパターンを示すことより、構造材としてのN材のエンドジョイントはフィンガチップでの応力の集中を少なくすることにより、より強度を高めることが出来るし、これに反し比重の高いL材ではエンドジョイントはスカフ傾斜を緩かにするか、接着条件の改善により強度を高めることが出来るといわれている。第3図c) Auburn - Warner joint³⁾の引張り強

度はサウザンパインで510kg/cm²と b) より弱い、これはチップの厚さが大きいためと考えられている。

2. フィンガ・ジョイントの接着強度に影響する因子

フィンガ・ジョイントに関する外国の文献、国内での試験機関にて実施されたレポートより総括して強度に影響する因子として以下のことが考えられる。

1) フィンガの形状

これは先述の如くスロープ、フィンガ先端の形状即ちチップの厚さ、フィンガ・ピッチ、即ち重なりと板厚、板幅の比率が大きく影響する。

2) 接着条件

接合前の条件としては接着剤の選定、塗布量、塗布方法、堆積時間が、接合時に於てはエンドプレッシャー、加熱温度、圧縮時間が、又接合後の養生時間、養生温度が影響する。

3) 成型時の嵌合度及び成型加工の仕上げ精度

嵌合公差は -0.1~0.1mm位が最適とされ、それよりゆるくてもまづい。又きつい場合は接合の際内部割れが起き易い。然し初めに嵌合公差を適当にしても、刃物の切味低下に伴い、スカフ面の毛羽立ち、春秋材ごとの目違い等により圧合状態となり易い。

4) 刃物の切味、寿命

これが低下するに従い成型寸法が変化してくる。従って刃物としても寿命の大なる材質のものが望ましい。又雌雄の嵌合状態の誤差のため、スカフ面の密着が不十分となり接着強度が低い。これは刃物の研磨技術の良否に基く。

5) 樹種

ミズナラとエゾマツの比較ではジョイントの破壊強度の絶対値は勿論ミズナラが高いが、有効率は両者余り変わらない、或は逆の傾向をなす。これと同じことが比重の大小についてもいえる。

6) 荷重方向による曲げ強度の差

フィンガの成型を幅方向と厚さ方向に別け、比較した場合、フィンガのスカフ面が荷重方向と平行な場合（フィンガの成型が幅方向）の方が曲げ強度、有効率とも大きい。

3. フィンガ・ジョイント用加工機

現在フローリング、スキー材等の縦接合用として、国内の2, 3のメーカーがフィンガ・ジョインターを生産しているが、今の所何れも厚み方向の接手加工を主体とした寸法のものである。

1) 刃物固定材料移動式

写真1はA社製のもので原板の平滑面を定盤に、側面を定規に付け、ゴムローラによる上部加圧式で、材料がキヤタピラで水平に送られ、先づ円鋸で木口面を直角に、次でカッターでフィンガ状に成型する方式となっている。従ってこの場合の鋸、カッターは何れも固定されている。カッターは立軸で水平方向に回転する。写真2も同じ型式である。

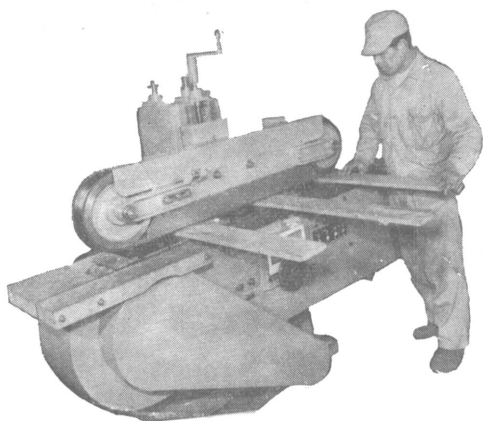


写真1 フィンガ・ジョインター

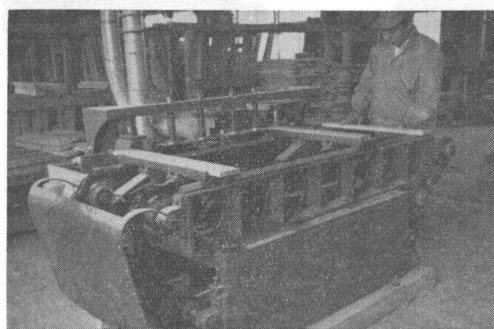


写真2 フィンガ・ジョインター

2) 材料固定一刃物移動式

写真3はC社製のもので、フローリングのエンドマッチャーの改造型で、材料が固定、鋸、カッターが垂直に昇降する。原板は平滑な一側面が定盤に、幅の平滑な一面が定規にあたり、写真の如く垂直に固定す



第3図 フィンガ・ジョインター

る。カッターは横軸で垂直方向に回転する。

3) 両者の比較

1), 2) の機構差がフィンガの成型上に及ぼす影響として考えられる点は、前者の利点としては材送り速度が不変であるため、刃物の切込量が一定となり、切削条件は後者より良い。キヤタピラの送り速度を変えることにより、切削回数は増し、また材の送り方向が一定で連続的に流すことが出来能率的である。一方欠点としては材の固定が不十分であることと、材長が制約される。これに反し、後者の利点は前者の如き欠点がないが、昇降装置のストローク数に限界があり、能率は低い。又材料はカッターの下降終点近くに於て切削されることになり、この式のフローリングのエンドマッチャーで表われるような一部飽焼け等の欠点が発生し易い。以上お互いに一長一短があり、扱う材の寸法使用目的により有利な方を採用すべきであろう。

4. フィンガ用カッター

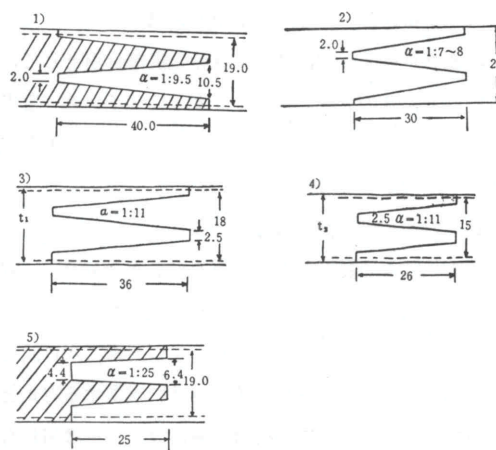
我国でフローリング、スキー材等に使用されているフィンガの形状であるが第4図の如く外国の例に比べフィンガ数が少ない。

又カッターの型式も写真4の如く1枚毎にホルダーに取りつける型式のものと、4~5枚の刃をつけた1体のもの(写真5)とがあるが最近殆んど後者を使用している。

写真6、および第5図は幅方向のフィンガ・ジョイントの形状並びにカッターの例である。⁴⁾

次に刃物の材質であるが、特にフィンガ・ジョイントの場合は成型された形状の寸法、仕上精度が厳しく要求されるため、切味の低下に伴って形状が変化する

欠点をさけるためと、刃物の取替，研磨の手数を少くするためハイスより超硬質合金が使用されてきた。吾々が試験した1例でもSKH₃に比しWC（タングステンカーバイド）の寿命はナラで5～6倍，アサダで8～10倍と極めてすぐれた結果が出たが，L材では絶対といってよい程フィンガ・ジョイント用カッターの材質は超硬を使用すべきであろう。但し超硬の場合問題となるのは研磨である。GCグラインダーで研磨している例もあるが，この場合は研磨の仕上程度が低く超硬の場合刃先の細かいチッピングが，切削に伴って倍加して大きくなり，折角の超硬の特質を十分に活かさないことになる。従って最終仕上げ研磨は少くともダイヤモンド砥石を使用すべきである。そこで研磨機も一段と精密なものが要求されるのであって，この点フィンガ・ジョイントに限らず，一般のプレーナ用鉋刃も次第に超硬を使用する傾向から考え，一段と精度の高い，ダイヤモンド砥石の使用に適した研磨機の製作をメーカーに要望したい。



第4図 各種フィンガ・ジョイントの形状

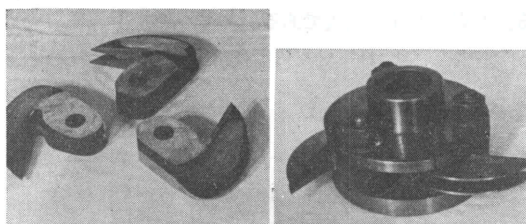


写真4 カッター（組合せ式）

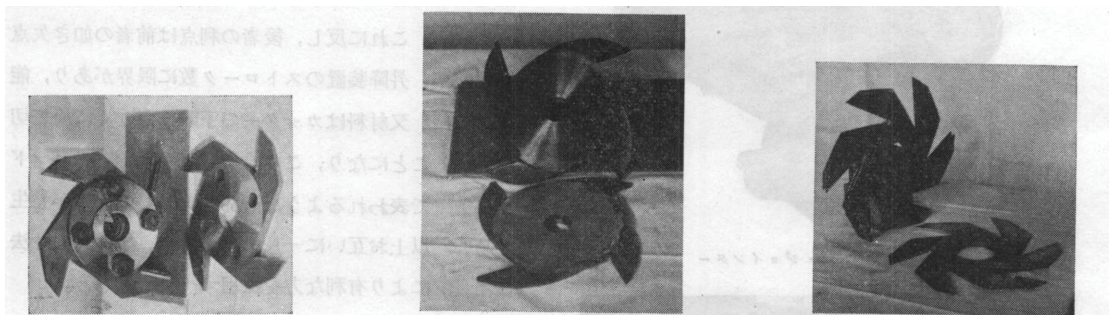


写真5 カッター（1体もの）

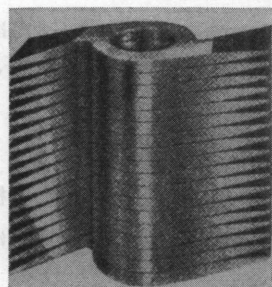
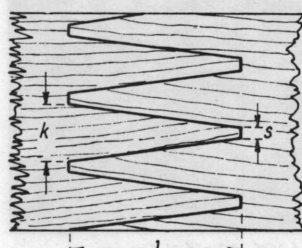


写真6 カッター（幅方向フィンガ・ジョイント用）



第5図 幅方向のフィンガ・ジョイントの形状

文献

2) 星通・森総：ミズナラの縦接ぎ有効率
 林産研報 No.153 1963.3
 森総・星通：フィンガジョイント接着有効率
 木材工業 Vol.18 No.192(1963.3)