

# 構造用 フィンガージョイント材の 実現に向けて(1)

—基本的なフィンガージョイント  
工法の性質について—

堀江秀夫

## 1. はじめに

木材を縦方向に接着接合する方法として、今日ではフィンガージョイント工法が一般的なものになってきました。「フィンガージョイントは2個の板、厚板、角材などの製材(単一材)ならびに接着積層の集成材を、その木口面において同一形状のくさび状に切削し、互いにはめ合わせて接着接合する工法である(ドイツ工業規格DIN68140)」という定義からわかるとおり、この工法は木材の縦継ぎ工法の一つです。その特徴は、継ぎ手の切削・接着剤の塗布・嵌(かん)合といった一連の接合作業を機械により一貫して行えることにあります。このため、短尺材や端材から、接着性能のバラツキが少ない、好みの長さの縦継ぎ木材を大量生産することができます。この優れた作業性によってこの工法は、急速にわが国に取り入れられました。しかし、未だに構造用にフィンガージョイント材を安心して使えるだけの製造基準が制定されていないため、集成材ラミナを除けば、その利用のほとんどが造作用に限られているのがわが国の現状です。

こうした現状に対して、短尺材や端材から長尺材を製造できるという材料の有効利用の面ばかりではなく、節などの大きな欠点を除去したのちの木材をフィンガージョイントすることにより高性能な木材を製造できる面を評価してゆこうとする動きが、最近高まりつつあります。フィンガージョイント材の利用を、造作用ばかりではなく構造用にも拡大してゆこうとする考えです。これを実

現するためには、しっかりとした構造用フィンガージョイント材の製造基準を確立することが先決であり、と同時に、その製造にたずさわる者がフィンガージョイント工法の特徴を正しく理解することも必要でしょう。この理解の一助になればと思い、フィンガージョイント工法全般の話からその適正な製造条件などについて、数回に分けて連載いたします。

## 2. フィンガージョイント工法の歴史

ドイツで開発されたフィンガージョイント工法は、1940年代の後半にはヨーロッパの数カ国で利用されるようになりました。その後、フィンガージョイント工法の研究及びカッターの改良や接着剤の開発に伴い、世界中に普及してゆきました。日本でも、1963年からフィンガージョイントに関する研究結果が発表されるようになり、集成材、フローリング、スキー、楽器などに利用されるようになってゆきました。早くもドイツでは、1960年にはフィンガージョイント材の工業規格DIN 68140を制定し、構造用フィンガージョイント材の利用が確立されました。現在では、筆者が調べた範囲で、イギリス、フランス、スウェーデン、ソ連、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、南アフリカ共和国といった国々でも規格が整備されています。

開発された当初のフィンガージョイントは、フィンガー長が50mm前後の大きなもので、日本ではNジョイントと呼ばれました。スカーフジョイ

ントと比較して、接合に伴う材料のロス、つまり歩留まりがそれほど高くないことや強度が劣ることから、Nジョイントは大きな注目を集めることはありませんでした。しかし、1960年代後半になって、ミニフィンガーと呼ばれるフィンガー長4~15mm程度のフィンガージョイントが開発され、こちらの方がNジョイントよりも歩留まりが良く強度も優れていることから全国的に普及しました。このミニフィンガーの登場により1970年頃から、フィンガージョイント工法が日本で一躍脚光をあび始めました。このようなフィンガージョイント工法の普及は、原木事情の悪化、精度の高いフィンガーカッター製造技術の向上、空隙充填性に優れた安価な接着剤の開発に負っていることは、言うまでもないことです。こうして1974年の「集成材の日本農林規格」の改正(農林省告示第601号)では、構造用集成材ラミナの縦継ぎ工法として正式にフィンガージョイント工法が認められ、木材業界全体に定着しました。しかし、集成材用ラミナではなく製材をフィンガージョイントした縦継ぎ木材に関しては、現在でも、製造基準や許容応力度などを含めた規格が制定されておられません。最近の原木事情の悪化から、縦継ぎ木材を構造用部材として積極的に使用したいという要望が高まってきており、(財)日本住宅・木材技術センターを中心に構造用縦継ぎ木材の規格化が検討されています。

### 3. フィンガー形状がもつ意味

フィンガージョイント材の特徴を、スカーフジョイント材と比較して説明しましょう。図1を見て下さい。傾斜のスカーフ面が一つだけある場合がスカーフ形状です。このスカーフの中央から形に、さらにW形、WW型へと細分化していった



図1 スカーフ形状とフィンガー形状の比較

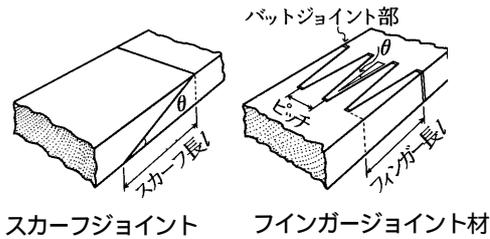


図2 実際のフィンガー形状

ものがフィンガー形状です。ですから理想的には、どちらの工法ともスカーフ面の傾斜と総面積は同じです。しかし実際には、このようなフィンガー形状をカッターで切削することは不可能で、図2のようなフィンガー形状となってしまいます。カッター刃先にある厚さを持たせないと、刃先がすぐに欠けてしまうからです。このため、フィンガージョイント材には接着強度が零に等しいバットジョイント部を生じ、この分だけスカーフジョイント材よりも強度が低下します。さらに、フィンガージョイント材が荷重を受けたときにはバットジョイント部に応力集中という現象が発生して、強度をさらに低下させます。参考までに、このバットジョイント部を無くす方法として開発されたインプレッションフィンガージョイント工法を紹介します。図3を見て下さい。ノコなどで予備切削を行ったのちに、予め所定のフィンガー形状に形造られ加熱された鋳物の台に木材を押しあててフィンガー成形を行うという方法です。作業は煩雑ですが、バットジョイント部が無いので強度が高くなります。また、写真1には、丸ノコを使ってフィンガー成形する例を載せてあります(フィンガー長100mm前後の大きなフィンガーの場合に用いられる)。

2点目に、フィンガー形状の最大の長所について

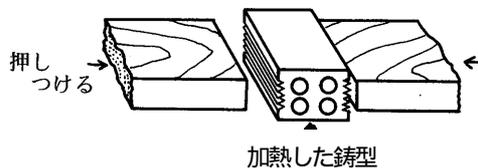


図3 インプレッションフィンガージョイント工法

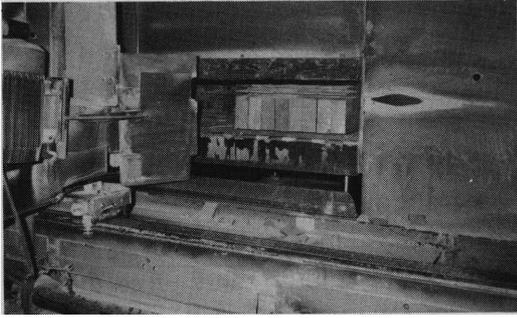


写真1 丸鋸によるフィンガー成形

て述べましょう。それは、フィンガー部分どおしをはめ合わせたときの“楔効果”です。スカーフジョイント材では、塗布後の接着剤が硬化するまで圧縮治具で接合部を押し続けなければなりません。フィンガージョイント材では、一旦嵌合が終了すればフィンガーどおしの摩擦(クサビ効果)のため、ちょっとした力では引き抜けず、接着に必要な圧縮圧を保持し続けます。この点こそが、スカーフジョイント工法とフィンガージョイント工法とで、決定的に違う点です。

3点目として、フィンガージョイント材の接着面であるスカーフ面について考えてみましょう。写真2を見て下さい。これはエゾマツ健全材を超

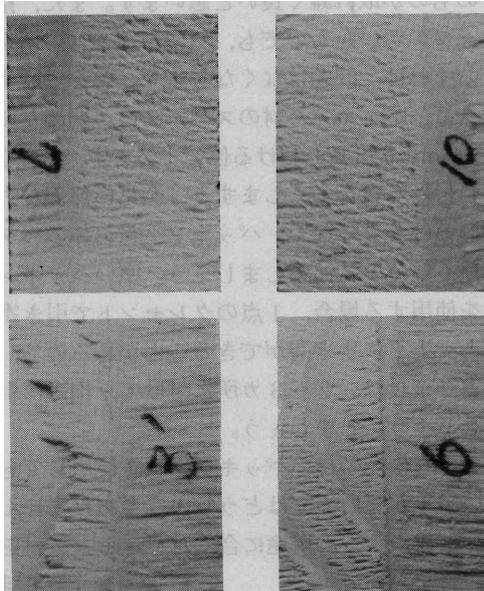


写真2 フィンガースカーフ面の毛羽立ち(上)と目ぼれ

1984年7月号

硬合金の長さ12mmミニフィンガーカッターで切削したときのスカーフ面の欠点例です。どうしても木口切削に近いフィンガー切削では、切削面が粗くなります。これを防止するために、カッターのすくい角を大きくしたくとも、カッターの強度上限界がありますし、リード角を付けるとカッターの研磨が難しくなります。一方、ディスクプレーナー(スカーフカッター)によるスカーフジョイント材では、このような心配はありません。参考のために、アカマツ材をディスクプレーナーと帯ノコとでスカーフ加工を行い、そのスカーフ面の粗さとジョイント材の引張強度を比較した例を図4に示します。ディスクプレーナーと帯ノコとで、面粗さと強度が大きく違うことがわかると思います。フィンガーのスカーフ面は、どちらかという

と帯ノコの場合に近い性状でしょう。

4点目として、木口接着の難しさがありません。

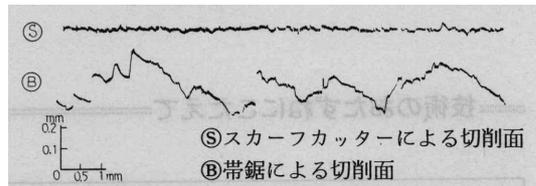


図4(a) 切削面の粗さ測定例

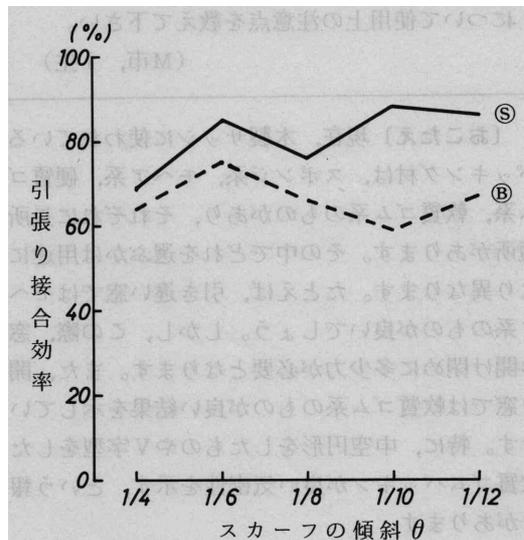


図4(b) アカマツスカーフジョイント材のスカーフ傾斜と引張り接合効率の関係

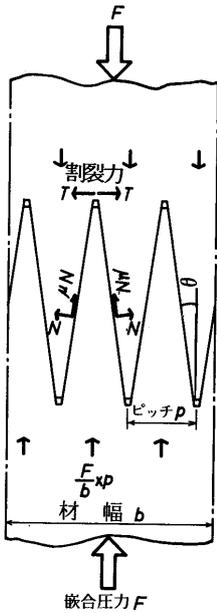


図5 フィンガー谷部に発生する割裂力T

これはスカーフジョイント材もフィンガージョイント材も同じですが、木口接着では接着剤の粘度が低かったり塗布量が少ないと、木材中へ接着剤が浸透して、肝心の接着面に接着剤が残らない欠陥状態になってしまいます。また、フィンガーの谷部にまで接着剤を完全に塗布するのは、なかなか困難です。つまり、フィンガージョイント材の製造のとき、接着剤塗布を注意深く行わないと、接着不良を起こし易い面があります。

#### 4. フィンガーの大きさと嵌合圧力

図5を見て下さい。フィンガージョイント材の嵌合時、材料のフィンガー谷部に生ずる割裂力Tは、嵌合圧力をF、接着剤が塗布されたスカーフ面とおしの摩擦係数を $\mu$ とした場合、次のように表わされます。

$$T = (\text{嵌合圧力} F) \cdot \cos \theta - \mu \sin \theta \times (\text{材幅} b) \cdot \sin \theta + \mu \cos \theta$$

この式は、フィンガーピッチが小さいほどフィンガー谷部に生ずる割裂力が小さくなることを示しています。つまり、小さなフィンガーほど大きな嵌合圧力を加えても割れが入りにくいのです。ですから、Nジョイントと呼ばれた大きなフィンガーとミニフィンガーとでは、嵌合圧力を違えなければならぬし、フィンガーの寸法ごとに適正な嵌合圧力が存在することになります。

(林産試験場 強度科)