

# 孔あき材の接合

山田 範彦

Norihiko YAMADA

The joint for the lumber pierced along fiber direction

**要旨：**山田範彦：孔あき材の接合 兵庫森林技研報44号：26～29，1996 孔あき材において、貫通孔径とはほぼ同じ径を持つ全乾状態のだぼを貫通孔に打ち込み、含水率の増加に伴うだぼ径の膨張によって、だぼ接合を強固にするという方法について検討した。その結果、だぼの挿入しやすさおよびだぼが気乾状態になったときの衝撃圧縮強度から、嵌合度（だぼ径／貫通孔径）は0.98程度でよいことが判明した。

## I はじめに

芯持ち材について、乾燥速度を速くかつ割れの発生を少なくするために、木口面の中心部分に長さ方向に貫通する孔を設けて（孔あき材）乾燥させる方法を検討している<sup>1)2)</sup>。この孔あき材を木造住宅の軸組、特に柱材として利用する際、従来のほぞが組めないため、梁や土台との接合には、新たな方法が必要である。

ところで、木材は、全乾状態から繊維飽和点まで、含水率が増加するに従い、ほぼ直線的に寸法も増加し、含水率1%あたりの寸法変化量は接線方向が最も大きい。この性質から、孔あき材の貫通孔とほぼ同じ径で全乾状態の芯持ち丸棒を貫通孔に差し込み、次にこの丸棒が水分を含むことによって膨張すると、この丸棒は抜けなくなることが予想される。また、丸棒の膨張によって、貫通孔と丸棒の間のせん断強度が大きくなればこの丸棒はだぼとして使用できる。さらに、梁または土台に貫通孔と同じ径のドリル穴を設けて差し込めば、孔あき材を柱材とした際の接合方法となりうる。そこで、本研究においては、この接合方法について検討した。

## II 実験方法

### 1. だぼの膨張率

スギの45mm角の芯持ち角材を105℃の乾燥機内に重量が恒量になるまで放置して全乾状態とした。次に、この全乾状態の角材をモルダー加工によって38mm径の丸棒にし、だぼとした。このだぼを20℃、65%RHの恒温恒湿器内にほぼ平衡含水率（13%）になるまで放置した。この際、だぼの径の変化と重量を測定し、含水率と径の膨張率との関係を求めた。

### 2. 接合試験体の圧縮せん断強度

100mm角で、長さ約40mmのスギおよびヒノキの角材の

木口面の中心部分に、長さ方向に約38.5mm径の貫通孔を設けた。この貫通孔の表面をサンドペーパー（180番）によって平滑にした。次に、全乾状態のスギ芯持ち角材をモルダー加工によって38.5mm径の丸棒にし、長さ約50mmに横切りしたものと、生材状態で同じ加工を施したものをこの貫通孔に深さが約20mmになるように挿入して、図-1に示すような接合試験体を作成した。

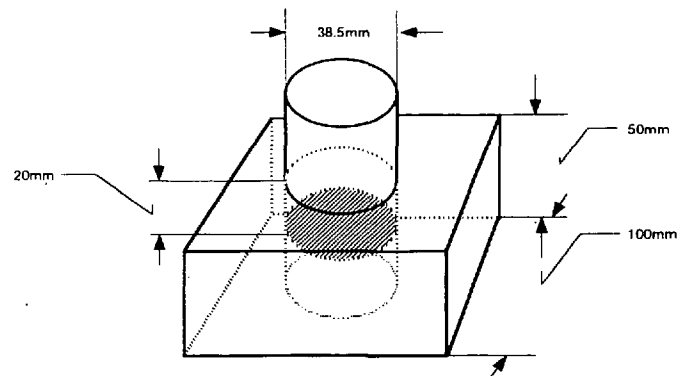


図-1 接合試験体の寸法

この接合試験体において、全乾状態および生状態の丸棒（だぼ）を挿入した直後、接合試験体の上下方向に圧縮力を加えて、丸棒と貫通孔間のせん断力を求め、だぼ挿入直後の接合強さとした。さらに、別の接合試験体において、生状態および全乾状態のだぼを挿入し、20℃、65%RHの恒温恒湿器内に放置して、だぼの含水率が平衡状態に達した後（約2週間）、同様に圧縮力を加えて接合強さを求め、全乾状態のだぼが膨張することによって接合強さが増大するかを測定した。

なお、予備試験の結果、丸棒と貫通孔間のせん断破壊における最大荷重は挿入深さにほぼ比例したため、試験機的能力から、本実験には前述した接合試験体を用いた。

3. 接合試験体の衝撃圧縮せん断強度

本接合方法において、だぼはスムーズに挿入され、だぼの含水率が気乾状態になった時には、接合部分は強固になっていることが必要である。この挙動を評価するために、全乾状態のだぼの挿入時および気乾状態の接合時に、図-2に示す方法で、衝撃圧縮荷重を加え、ハンマーの加速度（加速度）およびロードセルにかかった圧縮強度（衝撃圧縮荷重）を測定した。

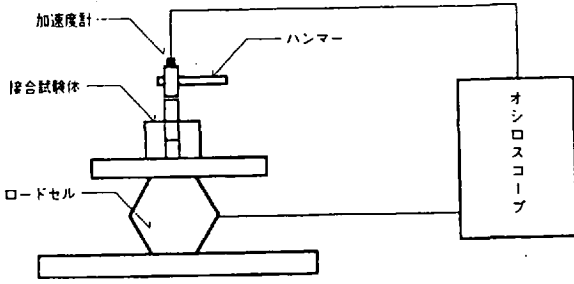


図-2 衝撃圧縮試験の概要

III 結果および考察

1. だぼの膨張

だぼの含水率と径の寸法変化との関係を図-3に示す。全乾状態から含水率が増加するのに従ってだぼの径も直線的に増加し、両者の間には極めて良好な直線関係が成立することが判明した。

$$\delta = 0.1535u + 0.0015 \quad (\delta : \text{収縮率}, u : \text{含水率})$$

また、uの係数は半径方向の平均収縮率とほぼ同様な値となったことから、だぼの含水率を測定すれば、それからだぼの径が算出できる。

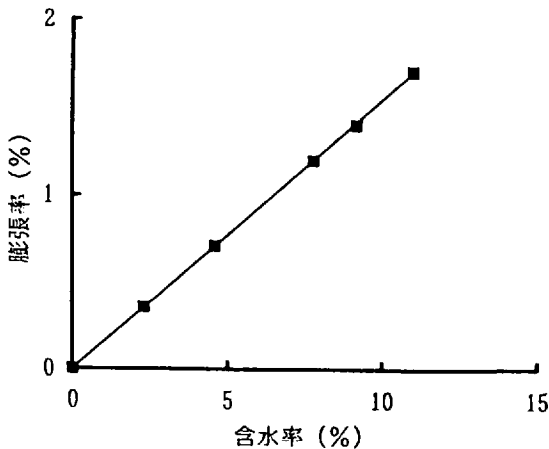


図-3 だぼ膨張率の変化

2. 圧縮せん断強度

だぼを挿入した直後の圧縮せん断強度は、だぼが生材状態の場合、12検体の平均で2.58kgf/cm<sup>2</sup>で、全乾状態の場合は、同じく2.52kgf/cm<sup>2</sup>とほとんど差がなかった。しかし、図-4に示すように、全乾状態において、嵌合度（だぼ径/貫通孔径）が0.98を越えると圧縮せん断力は急増するが、この傾向は、生材においても認められた。

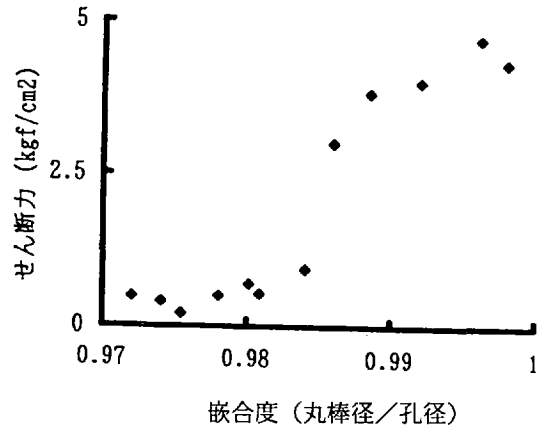


図-4 せん断力と嵌合度との関係（挿入直後）

次に、だぼが気乾状態になると、全乾状態のだぼは前項で述べたように膨張し、12体の平均で圧縮せん断強度は15.2kgf/cm<sup>2</sup>となった。一方、生材状態のだぼは気乾状態になると収縮し、だぼの径は貫通孔の径よりもかなり小さくなって、せん断力は全て0になった。また、図-5に示すように、全乾状態のだぼが気乾状態になると、せん断力に対する嵌合度の影響が小さくなった。このようなことから、全乾状態のだぼが、気乾状態になるとその径が膨張し、貫通孔表面を圧迫して、せん断力が増加することが判明した。

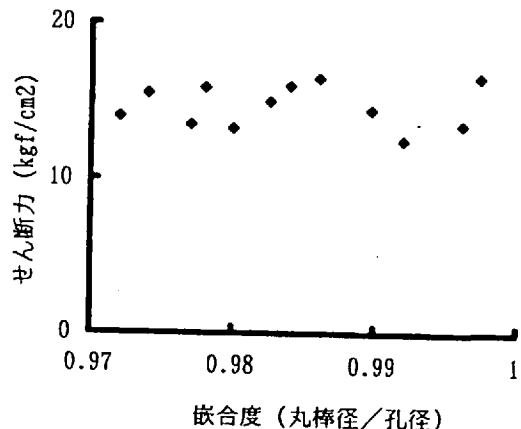


図-5 せん断力と嵌合度との関係（乾燥状態）

### 3. 衝撃圧縮せん断強度

図-2に示す方法で、だぼのみの木口面に衝撃圧縮荷重を加えたときの荷重およびハンマーの加速度を図-6に示す。ハンマーの加速度は、ピーク状に増加減少しており、加速度が0になった時点からロードセルに圧縮荷重が加わっている。だぼ挿入時の接合試験体においては、図-7に示すように、ハンマーの加速度はピークをすぎた後から一気に減少することなく、しばらく一定の値を保った状態（ショルダー）から0になっており、その後ロードセルに圧縮荷重が加わっている。このショルダーが長いほど嵌合度が低くなっており、また挿入深さも大きくなる。次に、だぼが気乾状態になった時の波形を図-8に示す。全乾状態と比較して、ショルダーが短くなり、加速度のピーク値と衝撃圧縮荷重のピーク値との比が小さくなった。また、だぼが気乾状態の時、嵌合度が大きくなるとショルダーは短くなる。このようなことから、だぼ挿入時は、ショルダーが長いほど作業性がよいが、だぼが気乾状態になり、貫通孔表面を圧迫した時は、ショルダーはできるだけ短い方がより強固な接合をしていることになる。このようなことから、嵌合度は0.98程度がよいと考えられる。

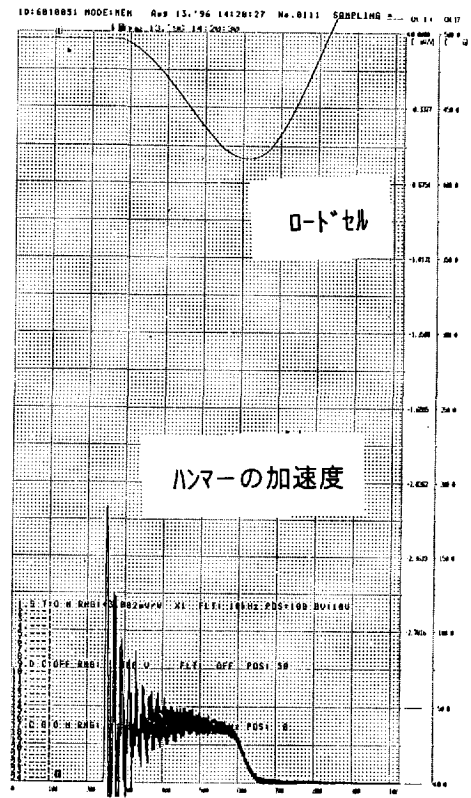


図-7 だぼ挿入時の衝撃圧縮荷重

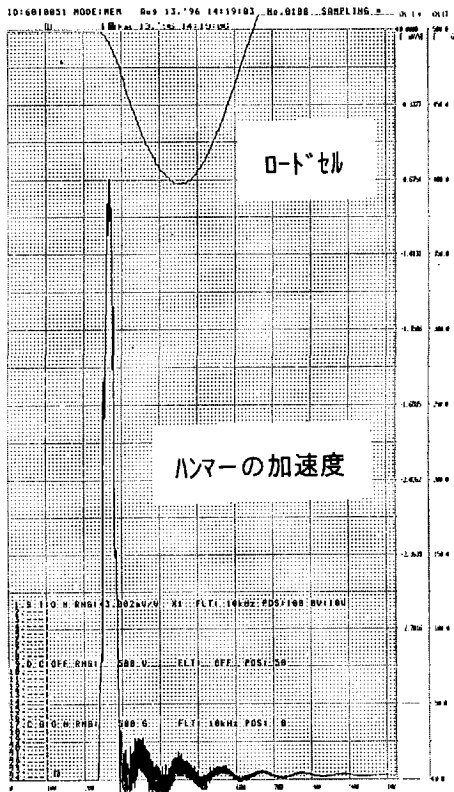


図-6 木口面の衝撃圧縮荷重

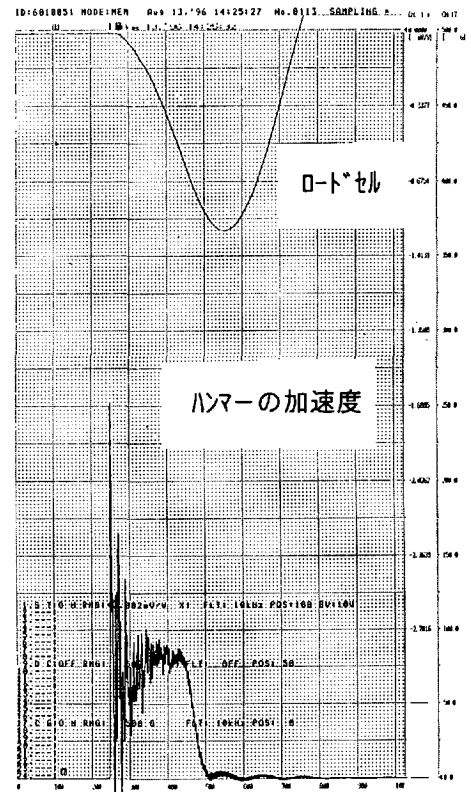


図-8 だぼ気乾状態の衝撃圧縮荷重

#### IV ま と め

芯持ち材について、乾燥速度を速くかつ割れの発生を少なくするために、木口面の中心部分に長さ方向に貫通する孔を設けた（孔あき材）。この孔あき材を木造在来工法の柱材として利用するために、貫通孔を利用しただぼ接合を試みた。まず、貫通孔径とほぼ同じ径で全乾状態のスギ芯持ち丸棒をだぼとして貫通孔に打ち込んだ。

次いで、接合試験体を標準状態（20℃，65%RH）に保つことにより、だぼの含水率を気乾状態の平衡含水率とし、この際のだぼ径の変化と接合強度について検討した。その結果、次のことが判明した。

1. 含水率が増加するのに従って、全乾状態のだぼの径は直線的に増加し、その増加率は、半径方向の平均収縮率とほぼ同じ値になった。
2. 全乾状態のだぼが気乾状態になると、圧縮せん断強度が増加し、12検体の平均で 15.2kgf/cm<sup>2</sup>となり、嵌合度に変化してもその値はほとんど変化しなかった。
3. だぼ挿入時およびだぼが気乾状態になった時の接合試験体の衝撃圧縮強度から、嵌合度を0.98程度にすると、だぼの挿入もしやすくかつ良好な接合強度が発現することが明らかになった。

#### 引用文献

- 1) 山田範彦・杉原彦一・森 光正：木材工業42：360，1987
- 2) 山田範彦・森 光正・杉原彦一：木材工業44：320，1989

（平成8年8月12日受理）