

## 県産木材を活用した家具及び木製品の開発

生産技術部  
辛川洋介  
研究企画課  
川口比呂志

佐賀県を代表する地場産業の一つである諸富家具産地では、近年、県産木材である針葉樹の杉やヒノキを活用した家具の受注が増加している。しかし産地では、これまで主として海外の広葉樹を材料として使用してきたため、軟らかくて脆い県産木材の特性に適した加工技術が十分には確立されていない。そこで本研究では、諸富家具産地における県産木材を活用した家具及び木製品の開発を促進するため、産地が有する加工技術を応用することで県産木材の特性に適した加工方法を探索する。今年度は、家具の強度や品質の安定に大きく影響する部材同士の接合方法について、諸富家具産地で多用されているダボ接合と木造建築や建具等に多く用いられているホゾ接合の接合強度を比較した。併せて、玄翁等でホゾを圧縮することでホゾ穴に入れやすくし、木の復元力を利用して接合力を得る木殺しの接合強度についても確認した。各種接合方法の接合強度を比較した結果、ホゾ接合の方がダボ接合よりも接合強度が高く、木殺しをしたホゾ接合は、通常のホゾ接合の接合強度と同等程度であることがわかった。

### 1. はじめに

諸富地区は量産家具の産地として発展し、部材の接合方法として生産効率が高いダボ接合を多用してきた。近年受注が増加している県産杉製家具の製造においてもダボ接合が広く用いられている。広葉樹の部材同士のダボ接合については、長年用いてきた実績があり、一定の品質を確保することができている。しかし、広葉樹と比較して軟らかくて脆い針葉樹の杉材を活用した家具製造の実績は少なく、杉材のダボ接合については、接合強度を確認せずに用いられているのが現状である。従って、接合箇所が多く高い接合強度が求められる椅子においては、特に十分な接合強度を確保する必要があり、県産杉材での接合強度の確保及び確認が求められている。

一方、諸富家具産地で製造されている杉製の椅子は、県や市町村からの発注によるものが多いため、小学校や中学校で使用される学童用椅子がほとんどであり、県や市町村等からコストの軽減やさらなる軽量化に対する要望も出されている。

そこで本研究では、諸富家具産地における県産木材を活用した家具及び木製品の開発を促進するため、杉材を中心に県産木材の特性に適した加工方法について検討する。検討にあたっては、産地が有する加工技術や設備を応用することで実現可能な方法により行う。

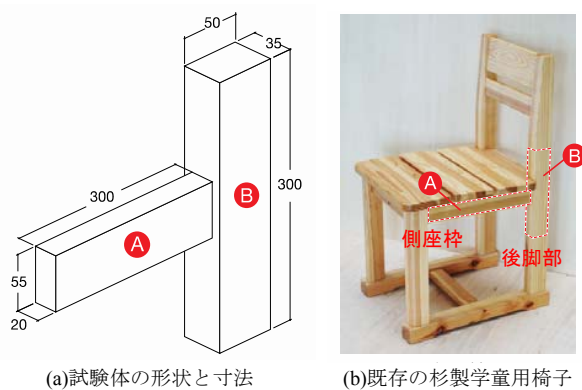
今年度は、家具の強度や品質の安定に大きく影響する部材同士の接合方法について、接合方法の違いが接合強度に及ぼす影響について検討した。接合強度を向上させることができれば、使用する木材の体積を小さくすることができ、材料コストの低減と軽量化を図ることができる。このことは、椅子に限らず机やテーブルなど、部材同士の高い接合強度を確保する必要がある家具全般に言えることであり、加工技術の中で最も重要な技術である。

具体的には、諸富家具産地で現在多用されているダボ接合と木造建築や建具等に多く用いられているホゾ接合について引張強度を比較することで、県産木材に適した接合方法を見出すことにした。併せて、玄翁等でホゾを圧縮することでホゾ穴に入れやすくし、木の復元力を利用して接合力を得る木殺しの接合強度について通常のホゾ接合と比較した。

### 2. 実験方法

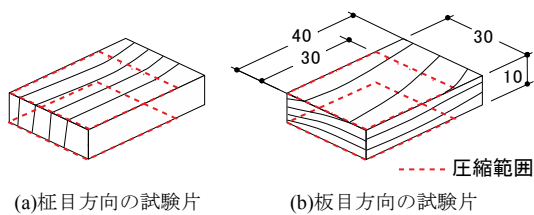
#### 2.1 試験体の準備

県産杉材から幅 65mm、厚さ 45mm、長さ 650mm の角材を製作し、人工乾燥により 8%程度に乾燥させた後に室内で養生した。木材水分計 (LOGICA 製、型式 LG6NG) を用いて含水率を測定し、含水率が 10%程度のものを選別し、佐賀県林業試験場においてタッピング法による動的ヤング係数を測定した。



(a)試験体の形状と寸法 (b)既存の杉製学童用椅子

図 1 引張試験用の試験体と既存の学童用椅子



(a)柎目方向の試験片 (b)板目方向の試験片

図 2 復元量を確認するための試験片

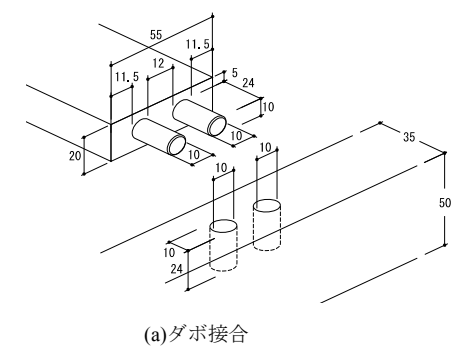
次に、ヤング係数のバラツキが概ね均等となるように杉材を 14 本ずつ 3 グループに分類して引張試験用の試験体 (図 1(a)) を 42 個製作した。また、圧縮した杉材の復元量を確認するための試験片 (図 2) を柎目方向と板目方向の 2 種類をそれぞれ 5 個ずつ 10 個製作した。

## 2.2 引張試験に用いた試験体の製作

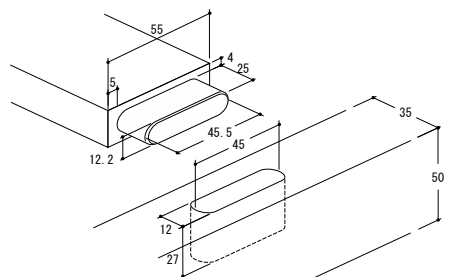
引張試験用の試験体は、学童用椅子で最も破損率が高い図 1(b)に示す後脚と側座柱の接合部<sup>1)</sup>を想定して製作した。接合する部材の寸法は、諸富家具産地で製造されている学童用椅子の寸法に合わせて、図 1(a)に示すとおり、後脚部を幅 50mm、厚さ 35mm、長さ 300mm とし、側座柱部を幅 55mm、厚さ 20mm、長さ 300mm とした。2 本の部材からなる試験体は、2 章 1 節で準備した杉材 1 本から切り出して製作したものである。

接合強度を評価するための試験体の接合方法は、図 3 に示すダボ接合、ホゾ接合、ホゾ部を圧縮 (木殺し) したホゾ接合 (以下 圧縮ホゾ接合) の 3 種類とした。また、比較する 3 種類の試験体の材料強度のバラツキを揃えるために、2 章 1 節で述べたとおり、ヤング率が概ね均等となるようにグループ分けをした杉材から、3 種類の接合方法による試験体を 14 本ずつ製作した。

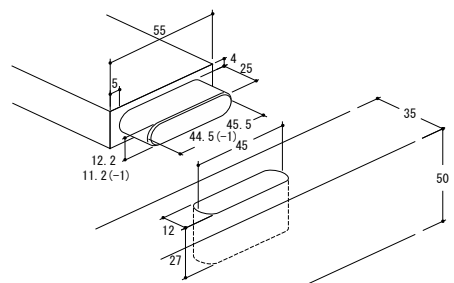
試験体を製作するための部材加工は、諸富家具産



(a)ダボ接合



(b)ホゾ接合



(c)圧縮ホゾ接合

図 3 試験体の接合方法と寸法

地で学童用机椅子を製作しているメーカーに依頼し、学童用椅子の製作に使用している加工設備を用いて製作した。また、部材同士の接合に用いた接着剤としては、既存の学童用椅子に使用されている酢酸ビニル系のものを使用し、ダボ接合はダボとダボ穴に、ホゾ接合及び圧縮ホゾ接合はホゾとホゾ穴の双方に接着剤を全面に塗布して接合した。

## 2.3 ダボ接合の試験体

ダボ接合の試験体は、諸富家具産地で学童用机椅子を製作する際に現在使用されているダボを使用した。ダボのサイズは直径 10mm、長さ 45mm で、材質はブナである。図 3(a)にダボによる接合部の形状と寸法を示す。

なお、ダボ接合の試験体を製作した杉材 14 本のヤング係数は、最小 67.5tf/cm<sup>2</sup>、最大 81.9tf/cm<sup>2</sup> で平均が 75.5tf/cm<sup>2</sup> である。

## 2.4 ホゾ接合の試験体

大分県産業科学技術センターにおける各種接合方法の調査結果<sup>2)</sup>を参考に、ホゾ接合の試験体を製作した。ホゾ穴の大きさは縦 45mm、幅 12mm、深さ 27mm とし、ホゾの大きさは幅 45.5mm、厚さ 12.2mm、深さ 25mm とした。ホゾの形状は、諸富家具産地に導入されている加工設備で容易に加工できるように楕円ホゾとした。図 3(b)にホゾによる接合部の形状と寸法を示す。

なお、ホゾ接合の試験体を製作した杉材 14 本のヤング係数は、最小 67.4tf/cm<sup>2</sup>、最大 81.9tf/cm<sup>2</sup> で平均が 75.5tf/cm<sup>2</sup> である。

## 2.5 圧縮ホゾ接合の試験体

ホゾを圧縮することでホゾ穴に入れやすくし、木の復元力を利用して接合力を得る木殺しを用いたホゾ接合は、圧縮したホゾ部が圧縮前の寸法近くまで復元しなければ十分な接合力が得られない。しかし、あまり圧縮しすぎると木の繊維が破壊され復元しないことから、適切なホゾ部の圧縮量を決定するため、図 2 に示す試験片を用いて圧縮した杉材の復元力を確認するための予備実験を行った。なお、試験片の厚みは 10mm とした。

試験片の圧縮には、ホゾ部を均一に圧縮するため、圧縮量を 0.01mm 単位で調整できる手動の油圧式圧縮装置（図 4）を用いた。試験片は図 2 に示すとおり、柾目方向と板目方向でそれぞれ 5 個製作した。圧縮範囲は、図 2 の赤点線で囲った部分で幅 30mm、長さ方向 30mm の範囲であり、厚み方向に 1mm 圧縮した。図 5 に圧縮の様子を示す。

復元力の測定は、試験片を 1mm 圧縮した後、圧縮装置から取り外し、そのまま放置した状態で 1 分後、10 分後、20 分後、30 分後の厚みをデジタルノギスで測定した。その後、水に 1 分間浸し、15 秒後、3 分後、10 分後、20 分後、30 分後の厚みを測定した。図 6 に圧縮前と圧縮後の復元寸法を示す。

予備実験の結果から、柾目方向の試験片の方が板目方向の試験片より若干復元力が強い傾向にあるが、両方向の試験片とも 1mm 圧縮しても元の寸法付近まで復元する。従って、圧縮ホゾ接合の試験体を製作するにあたっては、ホゾ部の圧縮量を厚み方向 1mm、幅方向 1mm とした。

圧縮する前のホゾ部及びホゾ穴のサイズは、前節のホゾ接合同様とし、部材同士を接合する前にホゾの厚みと幅を油圧式圧縮装置を使って、それぞれ 1mm 圧縮した後に接合した。図 3(c)にホゾ部を圧縮したホゾ接合部の形状と寸法を示す。



図 4 油圧式圧縮装置



図 5 試験片の圧縮の様子

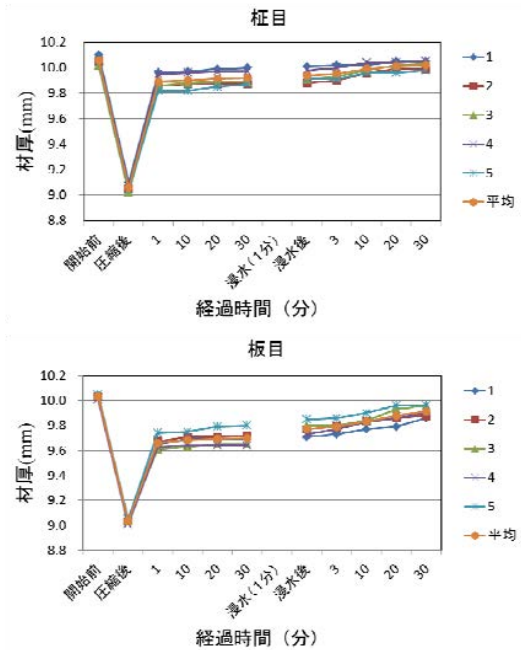


図 6 圧縮した試験片の復元寸法

なお、圧縮ホゾ接合の試験体を製作した杉材 14 本のヤング係数は、最小 67.9tf/cm<sup>2</sup>、最大 81.3tf/cm<sup>2</sup> で、平均が 75.4tf/cm<sup>2</sup> である。

## 2.6 接合部の引張試験

ダボ接合、ホゾ接合、圧縮ホゾ接合の試験体の引張試験は、福岡県工業技術センターインテリア研究所の協力を得て実施した。使用した引張試験機は、オートグラフ材料試験機（株）島津製作所製、型式



図 7 材料試験機による引張試験の様子

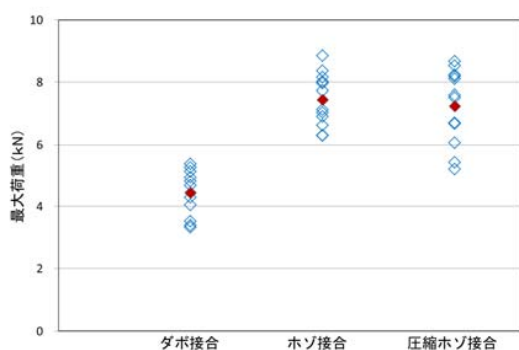


図 8 引張試験の結果

AG-X) で、図 7 に引張試験の様子を示す。試験体の側座枠部を下向き水平に置き、後脚部が垂直に立つように設置し、固定には、専用に製作した治具を用いた。

引張速度は 2mm/分とし、3 種類の試験体について 14 本ずつ引張試験を行い、破壊荷重が最も大きいものと小さいものを除いた 12 本の引張強度の試験結果を用いて接合強度を比較した。引張試験の結果を図 8 に示す。

### 3. 結果および考察

ダボ接合の平均引張強度は 4436N、ホゾ接合は 7447N、圧縮ホゾ接合は 7240N であった。これらの結果から、ホゾ接合はダボ接合と比較して約 1.68 倍の引張強度があり、圧縮ホゾ接合は通常のホゾ接合と比較して約 0.97 倍で、ほぼ同等の引張強度であった。

このことから、杉製学童用椅子を製作する場合、最も破損率が高い後脚と側座枠の接合には、接合強度が高いホゾ接合を用いるのがよいと考えられる。また、諸富家具産地で製作されている学童用机椅子はダボ接合により製作されていることから、接合強

度が高いホゾ接合を用いることで部材を細くするなど体積を小さくすることが可能になると考えられ、学童用机椅子の材料コストの削減や軽量化につながると思われる。

なお、圧縮ホゾ接合とホゾ接合の引張強度は、平均引張強度による比較では大きな差異はなかったが、圧縮ホゾ接合の引張強度はバラツキが大きかった。これは、2 章 5 節で述べた柾目方向と板目方向の圧縮杉材の復元力の差が関与している可能性が考えられる。

### 4. おわりに

今年度は、家具の強度や品質の安定に大きく影響する部材同士の接合方法について、ダボ接合とホゾ接合、圧縮ホゾ接合の 3 種類の接合方法について、引張試験による接合強度を比較した。その結果、諸富家具産地で多用されているダボ接合よりもホゾ接合の方が接合強度が高く、圧縮ホゾ接合は通常のホゾ接合と同等の接合強度であることがわかった。この結果から、諸富家具振興協同組合で製作する学童用机椅子は、今後、より強度が求められる接合部分にはホゾ接合を採用する方針である。

今後は、学童用机椅子等の県産木材を活用した家具の軽量化や製品品質の安定化を図るため、より接合強度が高くなる接合方法について検討を進める。併せて、実際に椅子や机等を試作開発し、JIS S 1021 (学校用家具—教室用机・椅子) 等に定められている強度試験等を実施することで、県産木材の特性に適した加工方法や構造についてさらに検討していく予定である。

最後に、杉材のヤング係数の測定にご協力いただいた佐賀県林業試験場の山口修氏、引張試験を実施するにあたり全面的にご協力いただいた福岡県工業技術センターインテリア研究所の岡村博幸氏、試験体の製作や試験方法についてご助言いただいた大分県農林水産研究指導センターの山本幸雄氏に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 兵頭敬一郎 他、より安全で使いやすい学校家具の検証と研究—これまでに導入された事例の検証とリデザイン—, 大分県産業科学技術センター, 平成 23 年度研究報告書, p6-9
- 2) 山本幸雄, 木製家具 (椅子) に用いられる各種接合法の調査—強度特性について—, 大分県産業科学技術センター, 平成 12 年度研究報告書, p114-116