

木製家具（椅子）に用いられる各種接合法の調査

山本幸雄

日田産業工芸試験所

Strength Properties of Wooden Joints System Used for Furniture

Yukio YAMAMOTO

Hita Industrial Art Research Division

要旨

ダボ及びホゾの接合強度を比較するために、T型及びH型の試験体を作製し、曲げ試験、引張り試験、せん断試験を行った。その結果、スギをダボで接合した場合、ダボ径が大きいほど強くなることが分かった。また、同じダボ径の場合、スギよりもナラのほうが強いことが分かった。ダボとホゾを比較した場合、スギ、ナラともにホゾのほうが強いことが分かった。

1. はじめに

木製脚物家具の製造は、日田の主要な産業の一つである。その内訳は、応接室用テーブル、ソファー、机、椅子などが中心である。特に椅子は人が腰掛けたり、踏み台代わりに使われるなど使い方はさまざまであり、その性質上十分な安全性（強度）が要求される。椅子の強度性能を考えると、最も破壊しやすいところは各部材の接合部であり、接合部強度を十分考慮した設計をしなくてはならない。ところが、現状では、デザイン性を基に設計が進められ、強度という観点からはあまり検討されていない。

そこで、本研究では、強度的に過剰でも過小でもない最適な設計をするための重要な資料となる、ダボ接合部の強度特性について調査することを目標とし研究を進めた。

2. 実験

2.1 供試材

供試材には、大分県産スギ、ナラを用いた。スギについては、厚さ100mm、幅300mm、長さ900mmの三面無節材から、接線方向50mm、半径方向25mm、繊維方向900mmの角材を75本、ナラについては厚さ35mm、長さ2000mmのダラ挽きした板から、接線方向50mm、半径方向25mm、繊維方向（長さ）600mmの角材を37本採取した。

2.2 スギおよびナラ材の曲げ試験

その後、スギ、ナラともに縦振動法によりヤング率を測定し、ヤング率の高い順に、4本目から7本おきに10本を、ナラについてはスギ同様ヤング率の高い順に、4本目から7本おきに5本を曲げ試験に供した。曲げ試験は3点荷重で、スギについてはスパン800mmで、ナラについては550mmで、荷重速度5mm/minでおこなった。試験には、インストロン社製荷重試験機5568（最

大荷重50kN）を用いた。

2.3 試験体の作成

ついで、スギについてはヤング係数の分布が同じになるように6つに分け、直径12mmのダボで接合した曲げ試験体、引張り試験体、せん断試験体を各10体、直径10mmのダボで接合した曲げ試験体、引張り試験体、せん断試験体を各10体、ナラについてはヤング係数の分布が同じになるように3つに分け、直径12mmのダボで接合した曲げ試験体、引張り試験体、せん断試験体を各10体作成した。

ダボは、10mmと12mmのスパイラル溝付きのものを用い、材縁からダボの直径だけ離れたところを中心に、ダボの直径より0.2mm小さいダボ用きりを用いダボ穴をあけ接合した（Fig.1）。接着剤は、酢酸ビニル樹脂接着剤を用いた。

2.4 各試験体の試験方法

接合部の試験には、インストロン社製荷重試験機5568（最大荷重50kN）を用い、変位は東京測器製変位計CDP-100（最大変位100mm）またはCDP-5（最大変位5mm）を用い測定した。引張試験、モーメント試験、せん断試験の模式図をFig.2に示す。

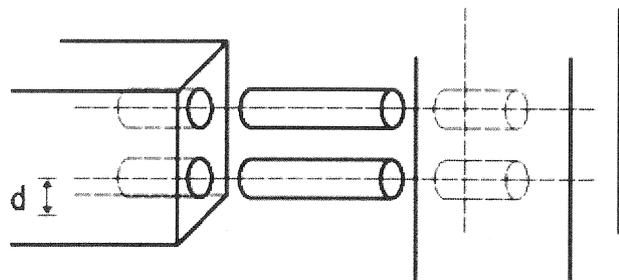
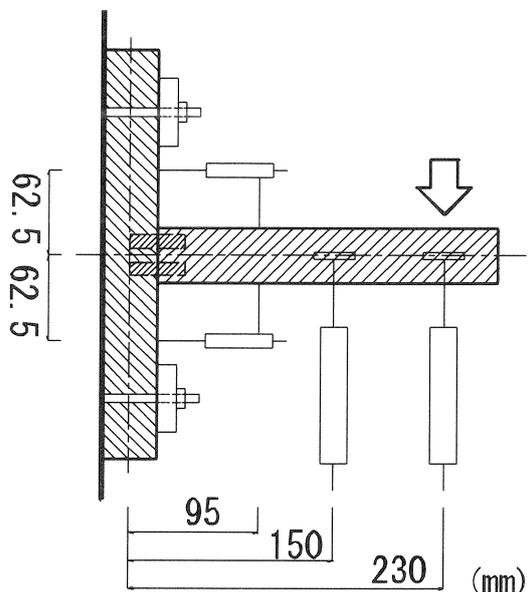


Fig.1 ダボおよびダボ穴の位置

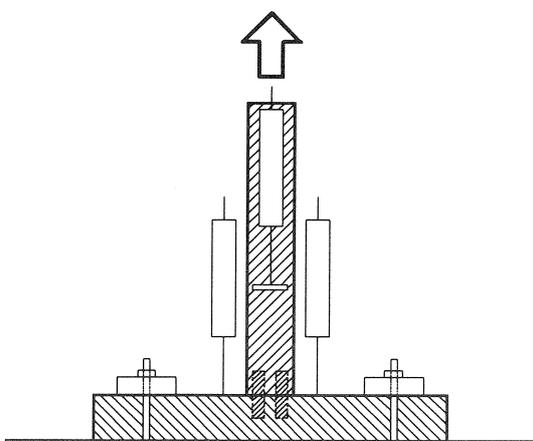
距離dはダボの直径 10mm または 12mm

2.4.1 曲げ試験

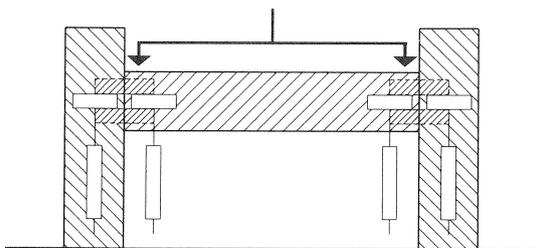
T字型試験片を治具を用いて試験機に取り付け、クロスヘッドを5mm/minで移動させ、荷重を加えた。



曲げ試験



引張り試験



せん断試験

Fig.2 試験方法の概略

2.4.2 引張試験

T字型試験片を治具を用いて試験機に取り付け、クロスヘッドを5mm/minで移動させ、荷重を加えた。

2.4.3 せん断試験

試験片を試験機に取り付け、クロスヘッドを3mm/minで移動させ、荷重を加えた。

3. 結果

3.1 供試材

試験に用いたスギの密度の平均は0.36(g/cm³)、縦振動法により測定したヤング係数の平均は5.37(GPa)、標準偏差は1.89で、ナラの密度の平均は0.68(g/cm³)、縦振動法により測定したヤング係数の平均は13.5(GPa)、標準偏差は2.01であった。スギとナラの縦振動法により測定したヤング係数の分布図をFig.3に示す。

3.2 スギおよびナラ材の曲げ試験

曲げ試験に供したスギの縦振動法により測定したヤング係数の平均は5.59(GPa)、標準偏差は1.83、含水率は12.1%、ナラの縦振動法により測定したヤング係数は13.7(GPa)、標準偏差は1.97、含水率は9.98%であった。また、スギの曲げ強度の平均は48.8(MPa)、標準偏差は14.9、ナラは106.1(MPa)、8.00であった。

3.3 試験体の作成

各試験体を作成した材のヤング係数の平均と標準偏差をTable.1に示す。これから、各試験体の中で、ヤング係数に差

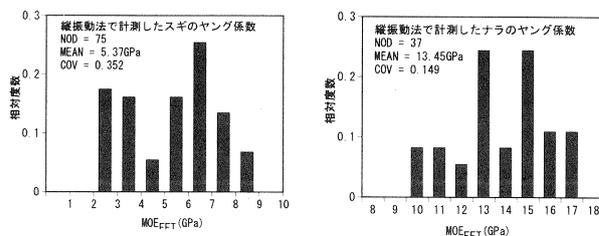


Fig.3 縦振動法により測定したヤング係数の分布

Table.1 各試験体を作成した材のヤング係数の平均(GPa)と標準偏差

| ダボ直径 | 試験方法 | スギ | | ナラ | |
|------|------|------|------|------|------|
| | | 平均 | 標準偏差 | 平均 | 標準偏差 |
| 10mm | 曲げ | 5.51 | 1.83 | | |
| | 引張り | 5.43 | 1.83 | | |
| | せん断 | 5.32 | 1.86 | | |
| 12mm | 曲げ | 5.59 | 1.83 | 13.9 | 1.80 |
| | 引張り | 5.58 | 2.02 | 13.7 | 1.83 |
| | せん断 | 5.40 | 2.04 | 13.5 | 2.02 |

がないことが分かる。

3.4 各試験体の試験

各試験の結果を Table 2 に示す。

3.4.1 曲げ試験

曲げ試験の結果を Fig. 4 に示す。Table 2 および Fig. 4 から、曲げ試験の最大モーメントは、樹種やダボ径に関係なくほぼ同じ値を示していることが分かる。また、最大モーメント時の回転角はスギでは、ダボ径に関係なくほぼ同じ値であることも分かる。

3.4.2 引張試験

曲げ試験の結果を Fig. 5 に示す。Table 2 および Fig. 5 から、引張り試験の最大荷重は、ダボ直径 12mm のナラ、12mm のスギ、10mm のスギの順に大きいことが分かる。また、最大荷重時の変位は、スギの場合ダボの直径に関係なくほぼ同じ値を示し、ナラのそれはスギのおよそ半分の値を示した。

3.4.3 せん断試験

せん断試験の結果を Fig. 6 に示す。Table 2 および Fig. 6 から、せん断試験の最大荷重は、ダボ直径 12mm のナラ、12mm のスギ、10mm のスギの順に大きいことが分かる。また、最大荷重時の変位は、スギの場合ダボの直径に関係なくほぼ同じ値を示し、ナラのそれはスギのおよそ半分の値を示した。

ら、せん断試験の最大荷重は、ダボ直径 12mm のナラ、12mm のスギ、10mm のスギの順に大きいことが分かる。また、最大荷重時の変位は、スギの場合ダボの直径に関係なくほぼ同じ値を示し、ナラのそれはスギよりも小さい値を示した。

まとめ

スギをダボ接合した場合、ダボ径が大きいほど強くなることが分かった。また同じダボ径の場合、スギよりもナラのほうが強いことが分かった。

Table 2 曲げ試験, 引張り試験, せん断試験の結果

| ダボ直径 | 試験方法 | 最大値の平均 | スギ | | ナラ | |
|------|------|------------|--------|--------|---------|--------|
| | | | 平均 | 標準偏差 | 平均 | 標準偏差 |
| 10mm | 曲げ | モーメント(N・m) | 75.0 | 8.12 | / | / |
| | | 回転角(rad) | 0.022 | 0.004 | | |
| | 引張り | 荷重(N) | 3910.0 | 442.0 | | |
| | | 変位(mm) | 1.02 | 0.21 | | |
| | せん断 | 荷重(N) | 6897.3 | 931.9 | | |
| | | 変位(mm) | 1.01 | 0.36 | | |
| 12mm | 曲げ | モーメント(N・m) | 64.8 | 6.23 | 75.4 | 9.67 |
| | | 回転角(rad) | 0.023 | 0.005 | 0.012 | 0.002 |
| | 引張り | 荷重(N) | 4306.9 | 621.5 | 5714.5 | 455.8 |
| | | 変位(mm) | 1.02 | 0.25 | 0.65 | 0.19 |
| | せん断 | 荷重(N) | 7628.0 | 1092.3 | 11627.4 | 1107.8 |
| | | 変位(mm) | 1.15 | 0.75 | 1.76 | 1.58 |

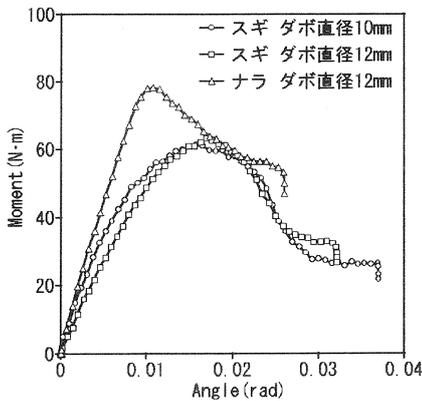


Fig.4 曲げ試験結果

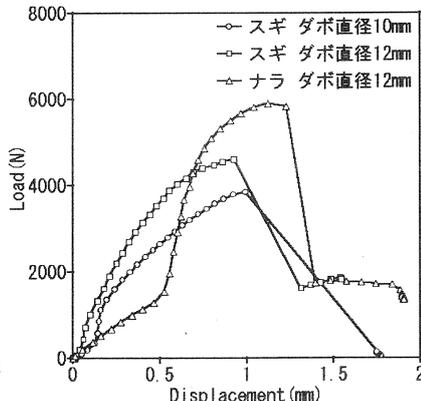


Fig.5 引張り試験結果

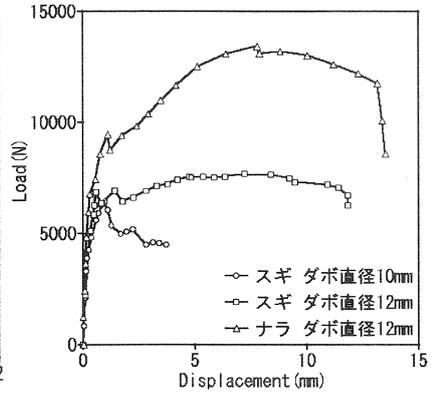


Fig.6 せん断試験結果