

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 -

Verification and study of school furniture and more secure, and easy-to-use

- Verification and redesign of the case has been introduced so far -

兵頭敬一郎*・山本幸雄**・大野善隆**

*製品開発支援担当・**農林水産研究指導センター林業研究部

Keiichiro HYODO*, Yukio YAMAMOTO**, Yoshitaka OONO**,

*Product Development Group, **Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center Forestry Research Division

要 旨

平成12年度の「地域公共施設の木製化研究」、平成13年度の「木の学校家具」提案研究を基に、平成14年度から実用化した学校用机・椅子は6年間で日田市内の全小学校に、平成18年度から3年間で別府市内の全中学校に導入され、合わせて約1万セットが利用されている。最も初期に導入された机・椅子は導入からすでに8年が経過しており、破損（一部ほぞ抜けなど）など様々な問題が生じている。そこで、リデザインと強度試験による安全で使いやすい学校家具の実用化を目指す。

1. 目的

児童の木材に対する親しみや木の文化への理解を深めるため、材料としての木材の良さやその利用の意義を学ぶ「木育」教育活動の推進が、平成18年9月に閣議決定された「森林・林業基本計画」に明記されるなど、昨今学校現場で木材の持つ温かさ、柔らかさが見直されるようになってきた。

当センターでは、平成13年度から学校家具の開発に取り組んだ。平成14年から開発した学校家具の机や椅子（Fig.1）も日田市や別府市で毎年、導入が進み、これまでに10,000脚近くが教育の現場で活用されてきた。

最初の導入時から約8年が経ち、不具合や使い勝手で課題が生じていると推測される。そこで、平成22年度には、これまでに導入した机や椅子の不具合や課題を明らかにするため現状を調査した。その結果、机の10%、椅子の14%に何らかの不具合が生じていることが明らかになった。机の不具合の内訳は、ほぞの抜けが全体の4.3%、あり棧のずれが全体の4.0%、材の欠けが全体の0.6%、残りがほぞの抜け、あり棧のずれ、材の欠けの複合であった。椅子の不具合の内訳は、ほぞの抜けが全体の9.5%、材の欠けが全体の3.1%、残りがほぞの抜けと材の欠けの複合であった。



Fig.1 開発した学校家具の机と椅子

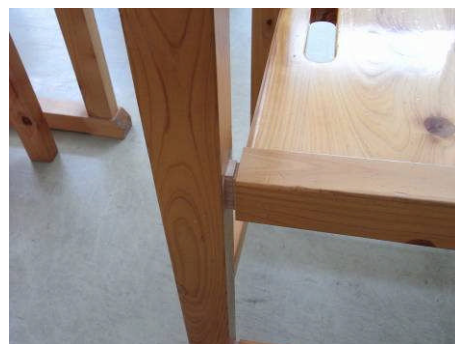


Fig.2 ほぞの抜け

2. 研究内容

平成22年度の状況調査の結果、机、椅子に共通の課題として、ほぞの抜け (Fig.2)、材の欠け (Fig.3)、机のみの問題として あり棧のずれ (Fig.4)があることが分かった。ほぞの抜けについては、ほぞの強度を実験により再確認することとし、材の欠け、あり棧のずれについては設計変更で対応することとした。

ほぞの抜け対策として、かん合度の検討、ほぞ形状の検討、接着剤塗布方法について検討した。

2.1 ほぞの強度試験

2.1.1 かん合度の検討

幅 33mm × 厚 45mm × 長 900mm の試験体作製用スギ材 240

本の曲げヤング係数を測定し、ヤング係数の分布が同じになるように15グループに分けた。その後、試験体作製用スギ材を長さ450mmに切断しT型試験体を作製し、引張り試験 (Fig.5)を行った。引張り試験にはインストロン社製万能材料試験機5568 (荷重容量5kN)を用いた。試験速度は2mm/分とした。

かん合度の条件は、ほぞ穴の大きさを幅14mm × 厚33mm × 深さ35mmとし、ほぞの大きさを長さ33mm、幅方向で14.0mm, 14.1mm, 14.5mm, の3条件、厚方向で33.1mm, 33.5mm, 34.0mm, 34.5mm, 35.0mmの5条件、計15条件 (Fig.6)とした。接着剤はほぞの頭面、ほぞ穴の底面以外のすべての面に塗布し、はみ出した接着剤はウエスで拭き取った。



Fig.3 材の欠け

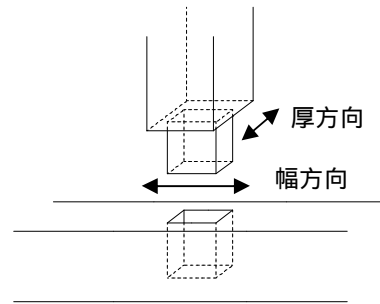
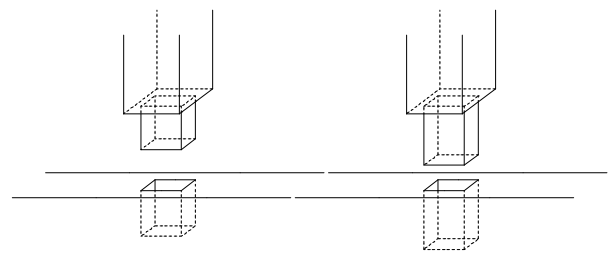


Fig.6 かん合度条件



Fig.4 あり棧のずれ

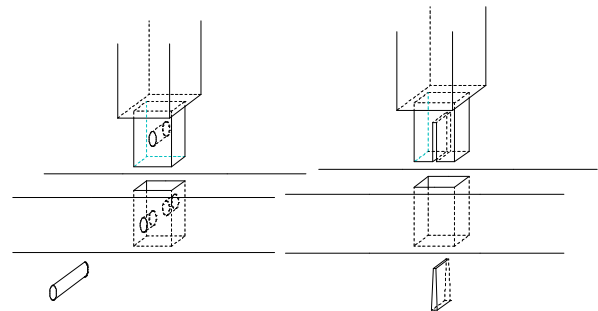


a. 留めほぞ

b. 通しほぞ



Fig.5 試験の様子



c. 通しほぞ+ピン

d. 通しほぞ+くさび

Fig.7 ほぞの形状

Table 1 ほぞの形状

	ほぞ穴 (幅×厚×深, mm)	ほぞ (幅×厚×深, mm)	ピン, くさびの形状など
a.留めほぞ	14×33×35	14.1×33.5×33	-
b.通しほぞ	14×33×45	14.1×33.5×45	-
c.通しほぞ+ピン	14×33×45	14.1×33.5×45	ブナ, 直径12×長33mm
d.通しほぞ+くさび	14×33×45	14.1×33.5×45 切欠き, 幅3×長32mm	ナラ, 上辺2×底辺4.5×高32 ×厚14mm

2.1.2 ほぞ形状と接着剤の塗布方法の検討

幅33mm×厚45mm×長900mmの試験体作製用スギ材112本の曲げヤング係数を測定し、ヤング係数の分布が同じになるように8グループに分けた。ほぞの形状(Fig.7)を表1のとおりとし、2.1.1と同様の試験を行った。

接着剤はほぞの頭面、ほぞ穴の底面以外のすべての面に塗布し、はみ出した接着剤はウエスで拭き取りと、接着剤はほぞ穴の幅面のみに塗布とした(Fig.8)。



ほぞのみへの塗布

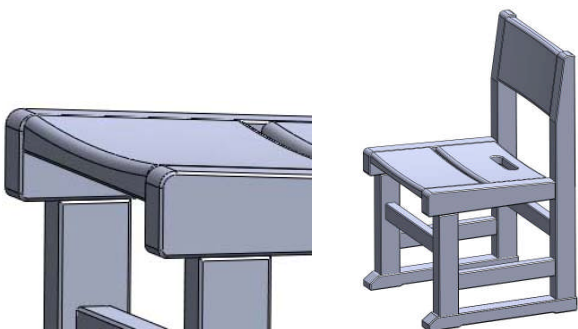
ほぞとほぞ穴への塗布

Fig.8 接着剤塗布の様子

2.2 設計変更

ほぞの引き抜き試験と同様にほぞを上記のb, c, dの3タイプとし、家具として組み立ててJISの強度試験を行なった。2011年にJIS S 1021 学校用家具 - 教室用机・椅子が改正となり、主な改正点は下記のとおり。

- ・身長173cm前後の需要対応のため5.5号の追加
- ・主要寸法のみ規定しその他の寸法を規定から削除



座面の曲面加工

床すりの取り付け

Fig.9 椅子の設計変更 3D シミュレーション

机の天板は取り替えができるよう蟻巣で固定しており、力をかけるとずれるため、ずれ防止の対策を行なった。

また、旧JISで細かく規定されていた前脚の左右をつなぐ貫の取り付け位置の寸法規定が新JISでは緩和されたため、下方に貫を取り付けることとした。

この貫は強度的に有効であるが、足の動きを妨げる可能性もあるため任意とし、導入側の意向に合わせて取り付けも可能とする。

机の設計変更のポイント

- ・ずれ防止のため天板と蟻巣をビスで固定
- ・前脚下方に左右の脚をつなぐ貫の取り付け(任意)
- ・天板裏側左右に手がかりとなる溝をつける

椅子の脚部下端の小口割れ防止のため、あらかじめ床すりを付けることとし、座り心地の向上のため体が接触する座面と背面を多少湾曲させることとした。試作する前にFig.9に示す3Dシミュレーションにより確認した

椅子の設計変更のポイント

- ・あらかじめ床すりを取り付ける
- ・座面と背面の多少の曲面加工

2.3 教育委員会の評価

県産木材による学校家具のニーズを確認するため、県内各市町村の教育委員会の担当者から聞き取り調査を行った。訪問時に現物を確認してもらい、導入の課題や今後の方向性を伺った。また、導入された教室の状況や、学校家具の形状や各号の寸法等の仕様がわかるようFig.10のとおりA4のリーフレットにより情報提供した。



Fig.10 学校家具普及リーフレット

3. 研究結果及び考察

3.1 ほぞの強度試験

3.1.1 かん合度の検討

試験体作製用スギ材の密度は 426kg/m^3 、曲げヤング係数は 4.0GPa だった。試験の結果を Fig.11 に示す。かん合が厚方向 0.0 、幅方向 0.1mm の平均がそれ以外の平均と比較して低いものの、ほかのかん合条件の場合平均がおおむね 11kN 前後でほぼ同程度であることが分かった。ほぞのかん合について、ほぞの寸法がほぞ穴よりも小さくなるマイナスかん合は許容されないこと、ほぞの寸法がほぞ穴に対して大きすぎる場合ほぞ穴端部が割れる危険性があることを考慮し、ほぞの寸法を厚方向で 0.1mm 、幅方向を 0.5mm ほぞ穴よりも大きくすると良いことが分かった。以下の実験では、このかん合条件とした。

3.1.2 ほぞ形状と接着剤の塗布方法の検討

試験体作製用スギ材の密度は 368kg/m^3 、曲げヤング係数は 6.3GPa だった。試験の結果を Fig.12 に示すほぞ、ほぞ穴両方に接着剤を塗布した場合の平均はおおむね 8kN 前後でほぼ同程度であることが分かった。通しほぞ、通しほぞ+ピン、通しほぞ+くさび等の形状にすると、留



Fig.13 学校用椅子のJISに基づく強度試験

めほぞよりもコスト上昇の要因になることから、留めほぞが良いことが分かった。

いずれの形状でも、ほぞ、ほぞ穴両方に接着剤を塗布した場合は、ほぞ穴だけに塗布した場合に比べ $50\sim 100\%$ 平均値が向上することが確認できた。

3.2 設計変更

設計変更したすべての学校家具について JIS の強度試験に適合した (Fig.13)。机については下部の貫を取り付けた状態で試験を行ったあと、貫を切り取って試験をしたがどちらも適合した。

3.3 教育委員会の評価

地域の木材を使用した学校家具について、市町村の担当者からの評価は高かったが、予算面で課題があることがわかった。中には、校舎の新築や増築に合わせて、木製学校家具導入の予算化を検討するため、家具製造企業に見積りを依頼する自治体もあった。

木製学校家具が県内で製造できることを知らない担当者が多く、導入の機会を逃さないためにも、今後も継続的に情報提供を行い、導入支援を行う必要がある。

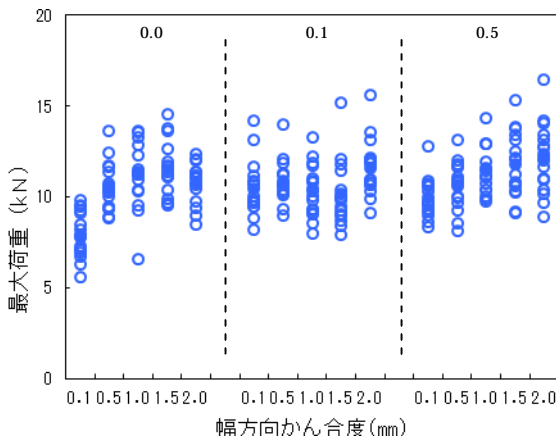


Fig.11 かん合度試験の結果

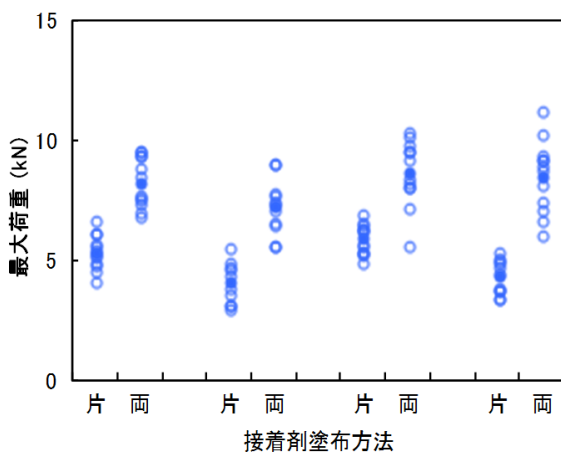


Fig.12 ほぞ形状と接着剤の塗布方法試験の結果

4. まとめ

平成14年度から県内に導入された机、椅子の現状を調査したところ、およそ $7,500$ セットのうち机 10% 、椅子 14% に何らかの不具合があった。机、椅子に共通の課題として、ほぞの抜け、材の欠け、机のみの問題としてあり残のずれである。ほぞの寸法については、厚さ方向で 0.1mm 、幅方向で 0.5mm ほぞ穴よりも大きくするのが最適と考えられる。接着剤を、ほぞ、ほぞ穴両方に塗布した場合、ほぞ穴だけに塗布した場合よりも $50\sim 100\%$ 強度が向上することが分かった。

本研究での試験結果を基に、県内小中学校への県産木材を使用した、より安全で使いやすい学校用机、椅子の導入支援と企業への技術支援を継続して行なう事とした。