

# 県産材を用いた学校用家具（普通教室用机・いす）の開発

デザイン・工芸部 中村寿一, 澤崎ひとみ, 神田 稔\*

Development of School Furniture (Desks and Chairs for Classroom) Using Native Woods in Kagoshima Prefecture

Toshikazu NAKAMURA, Hitomi SAWASAKI and Minoru KANDA

従来の木製の高さ可変式教室用机・いすは、各部材が大きく、高さ調整範囲が狭く、製品が重い等の欠点があり、身体の小さな小中学生が使用するには、使い勝手の悪いものが少なくない。本開発では、立ち座りや持ち運び等の使い勝手を重視し、軽量で、広範囲に高さ調整ができ、強度的に信頼のある木製机・いすの開発を行い、JIS S 10 21学校用家具（普通教室用机・いす）で規格されている12段階全ての高さに調整可能な机と、繰り返し耐衝撃性試験をクリアーした2本脚の高さ可変式いすを製品化した。

## 1. 緒言

スチール製の机・いすに比べて、傷が付きやすい、持ちにくい、掃除がしにくい等、機能性において劣る場合があっても、人間らしい安らぎの得られる木製机・いすが見直され、行政も学校施設での木材利用を積極的に推進している。しかし、従来の木製の高さ可変式教室用机・いすは、各部材が大きく、高さ調整範囲が狭く、製品が重い等の欠点があり、身体の小さな小中学生が使用するには、使い勝手の悪いものが少なくない。

各県では、公設試を中心に地場産のスギやヒノキ等の針葉樹を利用した学校用家具の開発が盛んになされ、軽量化やスチール部材との複合化、あるいは、高さの可変化等を図り、使い勝手を重視した製品が開発されている<sup>1)~5)</sup>。

今回は、スギ集成材を用い、高さが広範囲に調整が可能で、スチール製品と同程度までの軽量化を目指し、開発を行った。なお、本開発は、山佐木材株式会社と共同で実施し、本報告の一部は、日本木材学会九州支部の情報誌、木科学情報で発表した。

## 2. 開発コンセプト

- スギ集成材を利用し、触覚的、視覚的に心身に優しいあたたかさを持ったデザインの追求。
- 高さ可変式のスチール製品と同等あるいはそれ以下に軽量化し、立ち座りや、持ち運び等の使い勝手を重視する。
- JIS S 1021学校用家具（普通教室用机・いす）の規格寸法に適合する形状寸法と、広範囲に高さが変わえられる機能を持たせることにより、個々の身体への適合を図る。

- 集成材の広板とヒノキ無垢材との組み合わせによるほぞ接合の強度安定と、ボルトを利用したノックダウン構造の動的負荷への信頼性を高める。

## 3. 開発プロセス

### 3.1 開発の全体フロー

まず、接合強度試験を実施し、基本的な接合強度を把握した後、その結果を基にデザイン設計を行った。次に、製品を試作し、製品強度試験を行った。デザイン設計と試作品の評価を繰り返し実施し、製品の品質を高めた。開発プロセスを図1に示す。

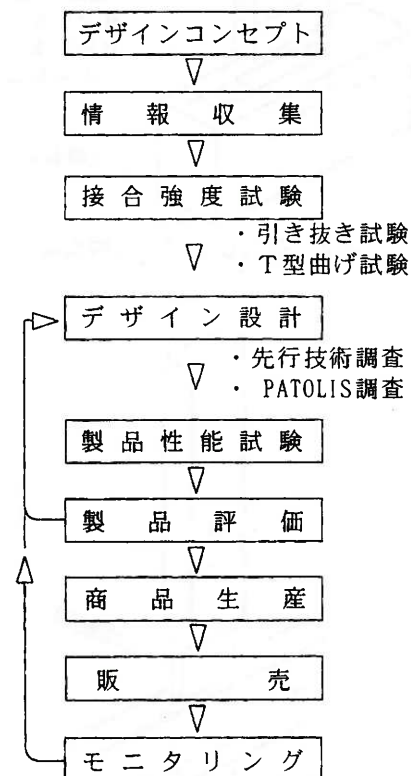


図1 開発プロセス

\*山佐木材(株)

3. 2 接合試験

3. 2. 1 接合試験材

机・いすの材料は、スギを主体に一部ヒノキを用いるが、接合試験においては、他の樹種と比較するために、表1に示す県内産の5樹種を用いた。

| No. | 樹種       |
|-----|----------|
| 1   | スギ       |
| 2   | ヒノキ      |
| 3   | リュウキュウマツ |
| 4   | イタジイ     |
| 5   | イジュ      |

3. 2. 2 引き抜き試験方法

引き抜き試験の接合構造は通しひらほぞとし、図2に示すように、ほぞせいの嵌合度を+0.1、ほぞ幅の嵌合度を±0とし、酢酸ビニル樹脂接着剤で接着した。引き抜き試験方法は、図3の試験体をAの箇所で切断し、図4のように、ほぞ先を押し込むように力を掛けて行った。

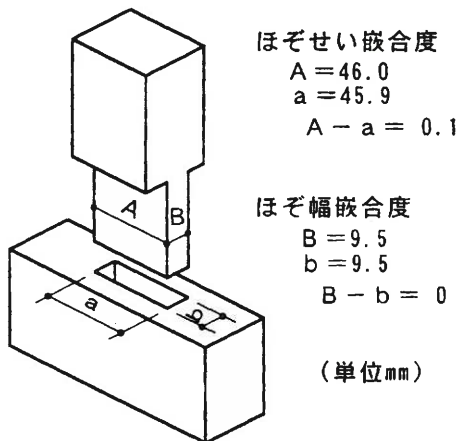


図2 通しひらほぞの嵌合度

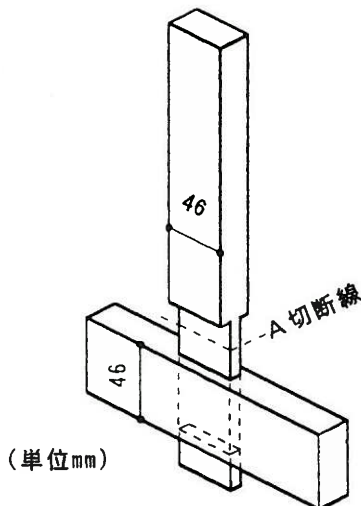


図3 引き抜き試験体

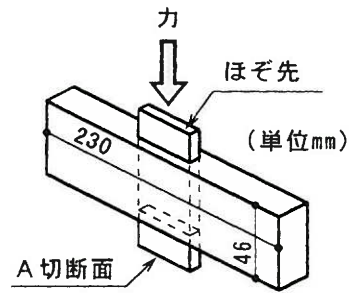


図4 引き抜き試験方法

3. 2. 3 T型曲げ試験方法

T型曲げ試験の接合構造は、図5の通しひらほぞと、図6のロックジョイントとし、ほぞの嵌合度は、引き抜き試験と同様にした。ロックジョイントのだぼは、比重0.76、ヤング係数15kN/mm<sup>2</sup>の直径12mmブナ材を用いた。だぼの嵌合度は±0とした。

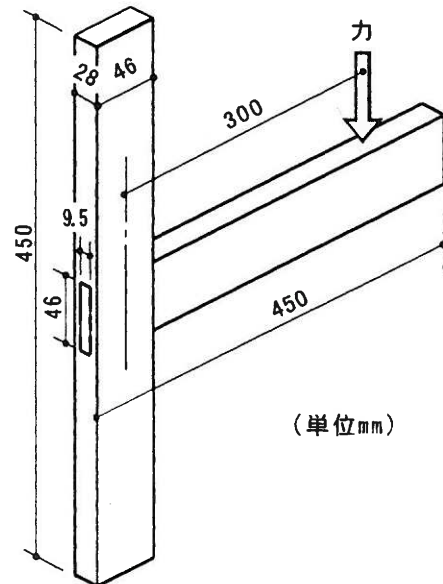


図5 T型曲げ試験方法 (通しひらほぞ)

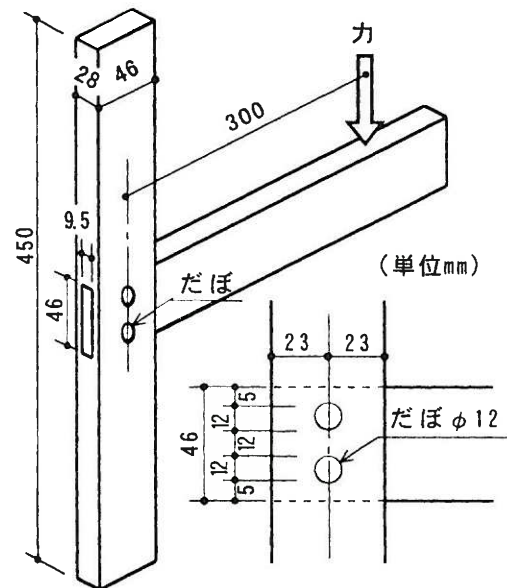


図6 T型曲げ試験方法 (ロックジョイント)

T型曲げ試験の最大曲げモーメントは、破壊時の力に、ポールの中心から力点までの距離30cmを乗じて求めた。

3. 3 特許等の先行技術調査

机の高さ可変構造の検討にあたっては、PATOLISによる特許・実用新案の検索及び、工業所有権技術評価センターに先行技術調査を依頼し、情報の収集を図った。

3. 4 繰返し耐衝撃性試験

JIS S 1021に基づき、いすは、座面に60kgのおもりを配置し、前脚を10cm持ち上げ落下させる方式で、毎分30回の速さで、5000回繰返し衝撃を与えた。また、机は、テーブルトップに60kgのおもりを配置し、着席側の脚を10cm持ち上げ落下させる方式で、毎分30回の速さで、2000回繰返し衝撃を与えた。試験後、接合部のボルトのゆるみやほぞの破壊等の異常がないか点検した。図7、図8に試験方法を示す。

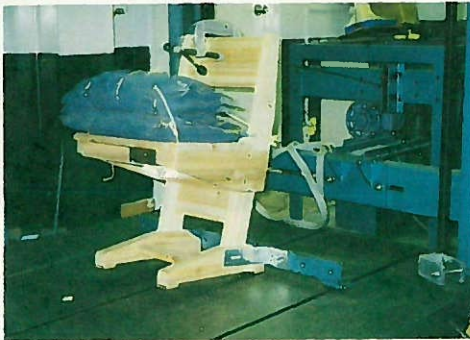


図7 いすの繰返し耐衝撃性試験



図8 机の繰返し耐衝撃性試験

4. 結果及び考察

4. 1 引き抜き試験結果

通しひらほぞの引き抜き試験結果を表2に、せん断接着力と比重との関係を図9に示す。せん断接着力は、引き抜き破壊力を接着面積 51cm<sup>2</sup>で除して求めた。せん断接着力は比重との相関が高く相関係数は0.83であった。また、ヤング係数との相関係数は0.78であった。スギのせん断接着力は1.91N/mm<sup>2</sup>であり、ヒノキより33%、リュウキュウマ

ツより40%、イタジイより47%、イジュより38%低かった。引き抜き試験体の接着層の木部破断状況は、図10に示すように、ほとんどの試験体は、ほぞ孔の早材部がはがれている。これは、繊維方向が直行する接着のため繊維に対し横方向のせん断応力の掛かるほぞ孔の接着面が、先に破壊したと思われる。木部破断率はスギが約40%であった。また、木部破断が接着面全体に均一にあることで、ほぞ加工が高精度に実施されたことが確かめられる。

表2 通しひらほぞ引き抜き試験結果

|          | 材 質                         |      | せん断接着力 |      |      |      | C 数 |
|----------|-----------------------------|------|--------|------|------|------|-----|
|          | ヤング係数<br>kN/mm <sup>2</sup> | 比重   | 平均     | 下限   | 上限   | C    |     |
|          |                             |      |        |      |      |      |     |
| ヒノキ      | 12.54                       | 0.50 | 3.08   | 2.70 | 3.36 | 8.1  | 6   |
| "        | 10.09                       | 0.44 | 2.58   | 2.30 | 3.76 | 6.1  | 6   |
| "        | 7.35                        | 0.50 | 2.89   | 2.66 | 3.04 | 5.0  | 4   |
| スギ       | 9.41                        | 0.48 | 1.93   | 1.78 | 2.12 | 7.3  | 6   |
| "        | 5.29                        | 0.35 | 1.89   | 1.60 | 2.38 | 13.0 | 10  |
| リュウキュウマツ | 14.80                       | 0.62 | 3.31   | 3.19 | 3.46 | 2.9  | 5   |
| "        | 11.47                       | 0.60 | 3.08   | 2.96 | 3.16 | 2.2  | 5   |
| イタジイ     | 12.84                       | 0.65 | 3.60   | 2.98 | 3.89 | 9.8  | 5   |
| イジュ      | 11.07                       | 0.59 | 3.14   | 2.88 | 3.41 | 6.3  | 4   |

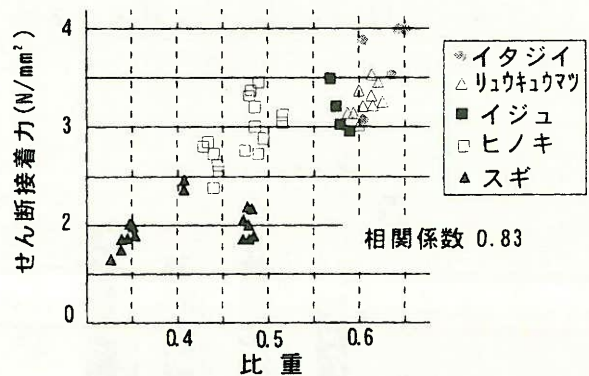
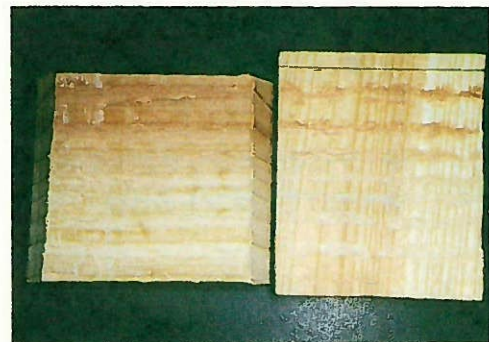


図9 引き抜き試験のせん断接着力と比重との関係



ほぞ孔接着面                      ほぞ接着面

図10 引き抜き試験体（スギ）の木部破断状況

4. 2 T型曲げ試験結果

T型曲げ試験の結果を表3に、通しひらほぞとロックジョイントとの比較を図11に示す。

通しひらほぞの最大曲げモーメントは、スギが 19.8 kNcmで、ヒノキ、リュウキュウマツ、イジュ、イタジイの順で高い値を示した。ロックジョイントは接合強度の増加を期待したが増加はみられず、スギ、ヒノキ、イジュは約10%、リュウキュウマツ、イタジイは数パーセント、ロックジョイントの方が通しひらほぞより低い値を示した。このことから、机・いすの各部の接合は、通しひらほぞを使用した。

表3 T型曲げ試験結果

|          | 材 質 | 最大曲げモーメント                   |      |      |      |      |      | C 数 |
|----------|-----|-----------------------------|------|------|------|------|------|-----|
|          |     | ヤング係数<br>kN/mm <sup>2</sup> | 比重   | 平均   | 下限   | 上限   | C    |     |
|          |     |                             |      |      |      |      |      |     |
| ヒノキ      | 通   | 8.92                        | 0.49 | 24.7 | 21.2 | 28.8 | 11.9 | 5   |
|          | ロック | 8.72                        | 0.48 | 22.3 | 18.2 | 26.2 | 11.5 | 5   |
| スギ       | 通   | 6.86                        | 0.36 | 19.8 | 17.6 | 22.3 | 9.2  | 5   |
|          | ロック | 6.66                        | 0.37 | 18.4 | 15.3 | 19.7 | 8.7  | 5   |
| リュウキュウマツ | 通   | 13.33                       | 0.62 | 29.0 | 27.0 | 32.3 | 6.3  | 5   |
|          | ロック | 13.03                       | 0.62 | 29.2 | 26.8 | 31.2 | 5.3  | 5   |
| イタジイ     | 通   | 13.62                       | 0.68 | 32.0 | 27.6 | 35.3 | 7.8  | 5   |
|          | ロック | 13.43                       | 0.62 | 31.4 | 26.5 | 35.0 | 9.1  | 5   |
| イジュ      | 通   | 13.82                       | 0.66 | 29.5 | 28.0 | 31.2 | 4.4  | 4   |
|          | ロック | 13.62                       | 0.64 | 27.6 | 26.8 | 28.5 | 2.5  | 4   |

通=通しひらほぞ, ロック=ロックジョイント

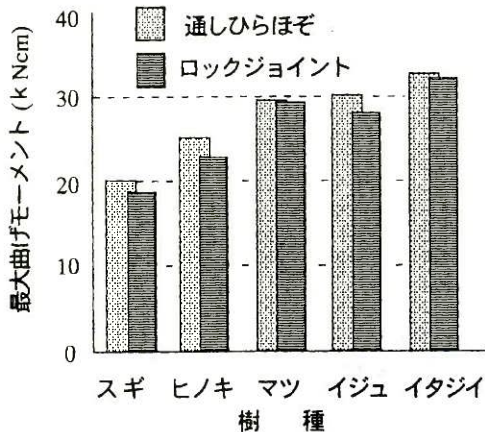


図11 通しひらほぞとロックジョイントの最大曲げモーメントの比較

4. 3 机・いすのデザイン

4. 3. 1 高さ12段階調整式机

机・いす共に、スギ集成材を主体にし、机のテーブルトップ及びいすの脚柱等にヒノキ材を用いた。また、机・いすの最下部に、イタジイの板材を緩衝材として用いた。

机・いすの寸法は、JIS S 1021に準じた。机の高さは、特号の760mmから11号の430mmまで30mm間隔で12段階に定められている。今回開発した机は、2段階に伸縮する脚部の構造により、1台の机で12段階全ての高さに調整が可能である。したがって、一人の生徒が身体の成長と共に、長期に渡って同じ机を使用することができる。また、メーカーは、幾種類もの製品を生産する必要が無いので、生産性が向上する。机の質量は、10.2kgで従来のスチール製の高さ可変式机とほぼ同等であった。2段階に伸縮する脚部の構造について特許を出願した。図12に今回開発した机・いすを、図13に高さを特号、5号、11号に調整した机を示す。



図12 開発した机・いす



図13 特号、5号、11号に高さを調整した机

4. 3. 2 いす

学習中に足がいすに当たらず、立ち座りがし易いように、いすの前脚を省き、後ろ脚のみで座を支える片持梁の構造とした。高さ調整用のボルトは、後台輪と妻台輪を固定するL型の隅金具に締結され、いすに座ったときに引っ張りの負荷が掛かるように設計した。その構造を図14に、上部と下部に分離した状態を図15に示す。

連結部のボルトナットは、株式会社ムラコシ精工社製のボルトねじ径M6のジョイントコネクターボルトを使用した。ボルトナットが木部にめり込まないように厚さ1.5mmのステンレス製のL型隅金具及び、平板を介して締結した。また、ひらほぞで接合されている脚部と床スリ材との接

合部も構造的に重要な箇所である。いす座面の高さを最も高い46cmにセットした時に、座面に2kNの力を加えても耐える接合形状にした。2箇所の接合部で2kNを支えるので、1箇所の接合部には、1kNに46cmを乗じた46kNcmの曲げモーメントが加わる。スギのT型曲げ試験の結果では、51cm<sup>2</sup>の接着面積で約20kNcmの最大曲げモーメントが得られているので、46kNcmの最大曲げモーメントを得るためには、接着面積が120cm<sup>2</sup>以上必要である。したがって、15mm角の角のみで、孔幅8cm深さ7cmのほぞ加工を行い、接着面積を133cm<sup>2</sup>とし52kNcmの最大曲げモーメントが得られるほぞ形状とした。

いすは、JIS S 1021で机と同じように12種類に大きさが分かれているが、机と異なり、座面の高さ、座位基準点から背もたれ点までの距離等、細かく各部の寸法が設定されており、1台のいすで各部材を調整して12種全てに対応させることは非常に困難である。今回のいすの開発では、座面の高さのみを調整式とし、3タイプのいすで12種を補うこととした。

今回開発した、1号から8号まで座面の高さを調整できるタイプのいすの質量は5.7kgであり、H社の高さ可変式のスチール製(5.0kg)と比べ14%重かった。低学年の小学生が使い易くするためには、各部材の縮小化等の改善をし、更なる軽量化を図る必要がある。

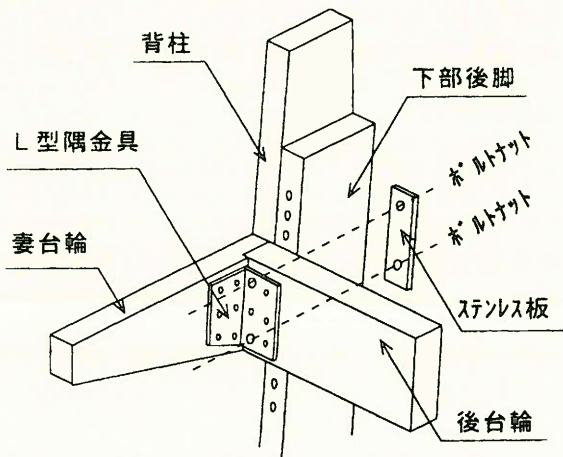


図14 いすの連結部の構造



図15 上部と下部を分離したいす

#### 4.4 繰り返し耐衝撃性試験結果

試作段階において、あて材や加工精度の劣る試験体では、数百から数千回で破壊するものが見られたが、材料を厳選し、接着剤の両面塗布や、ほぞ加工をカッターで欠き取り加工精度を高める等の改善をした結果、最終的には、ボルトやほぞに全く異常なく、机2000回、いす5000回の繰り返し耐衝撃性試験をクリアした。

#### 5. 結 言

今回、立ち座りや持ち運び等の使い勝手を重視し、軽量で、広範囲に高さ調整ができ、強度的に信頼のある木製机・いすの開発を行い、JIS S 1021学校用家具（普通教室用机・いす）で規格されている12段階全ての高さに調整可能な机と、繰り返し耐衝撃性試験をクリアした2本脚の高さ可変式いすを製品化した。広範囲に高さが調整できることで、メーカーにとっては多種の製品を製造する必要が無く生産性の向上が図られる。また、生徒は、自分の成長に合わせて高さを変えることができるので、長期間同じ製品を使用することができる。

机は、スチール製品と同等の質量に軽量化することができたが、いすは、やや重く十分に軽量化を行うことはできなかった。デザインの改善を行い更に軽量化を図る必要がある。今後も、モニタリングを実施し、使い勝手を追求した製品の開発を継続して行う。

図16に、開発した机・いすの使用風景を示す。



図16 机・いすの使用風景

#### 謝 辞

本研究に当たり、接合強度試験のご指導をいただいた職業能力開発総合大学の古澤富志雄先生、赤松明先生、及び、共同で研究開発に取り組んでいただいた山佐木材株式会社様に謝意を表します。

#### 参 考 文 献

- 1) 福留重人ら：鹿児島県工業技術センター研究報告，2，85-89(1989)
- 2) 見尾貞治ら：岡山県木材加工技術センター研究報告，

50-52(1995)

3) 松谷治ら：静岡県工業試験場研究報告，33，5-10  
(1988)

4) 松谷治ら：静岡県工業試験場研究報告，34，1-6

(1989)

5) 松野英征ら：群馬県工業試験場研究報告，33-38  
(1994)