

伝統技法とCNC加工による新たな家具製造手法の確立（第2報） 伝統的な木組みを取り入れた木製椅子の設計

成瀬哲哉*

Integration of Traditional and Digital Technologies for Furniture Manufacturing (II) Wooden chair design with traditional Japanese joinery

NARUSE Tetsuya*

これまでの設計・製造手法では実現が困難であった形状や機能を有する木製家具・椅子を実現するため、伝統技術と最新のデジタル技術を融合した新たな家具設計手法の考案を試みた。

本年度研究では、木製椅子の設計に伝統的な木組みを取り入れるだけでなく、小径木や端材の積極的な利活用を目的に、木組みによる接合や接合部分をあえて見せるといった新たなデザインの検討を行った。また、3Dプリンタを活用し、製品開発における試作工程の効率化を検討したので報告する。

1. 緒言

「飛騨・高山の家具[®]」は、良質な木材、優れたデザイン、熟練者による高い加工技術による高級木製家具として認知されており、平成14年以降、岐阜県は「木製机・テーブル・椅子」の出荷額は1位を堅持している。

しかし、近年は国内他産地の台頭や大手量産メーカーの品質の向上が著しく、市場競争が激しくなっており、市場競争力のある高付加価値製品の開発が求められている。

また、木材の価格の上昇や、環境・持続可能性への配慮、技術の進歩に対する対応など、多くの課題を有しており、これらの課題に対応するため、木製家具産業は自然との調和を保つサステナブルな生産方法の推進や、新しいデジタル技術の導入検討など変革を模索している。

このような木製家具産業の課題を解決すべく、本研究では熟練者の伝統技法とCNC加工のような高度な生産設備が融合した新たな設計・製造手法を考案し、これまでの設計・製造手法では実現が困難であった形状や機能を有する木製椅子を実現することを目標としている。

本研究で取り上げる熟練者の伝統技法のひとつ

として木組みがあげられる。木組みは木材に切り込みを入れ嵌め合わせる手法で、継手、組手、仕口などがある。これらは金具等を用いることなく様々な木材を継ぎ合わせる技法で、構造的な強度を高めるだけでなく、美しさや機能性を追求したものが多く存在する。また、伝統的な木組みに加え、河合接手¹⁾のように近代に考案された継手や、新しい木組みの設計をサポートするアプリケーション²⁾など、伝統的な木組みだけでなく新たな木組みも考案されている。

木組みの技術は、木製椅子の設計・製造においても重要な役割を果たしており、金具を使用しない構造や接合部分を目立たせないようなデザイン・仕上げ方法は製造技術の高さを示す売りとなっている。一方で複雑な木組みは工程・コストの観点から、ダボ接ぎ、ホゾ接ぎといったシンプルな木組みが用いられることが多い。

このような従来の製造手法に加え、木製家具業界では環境や持続可能性への配慮から、小径木や端材の積極的な利活用が求められている。しかし、小径木や端材を木組みで接合して木製椅子の材料や部材として利用する場合、接合部分の加工による工程やコストの増加、そして材料表面に接合部分が多く露出するといった従来の製造手法とは異なる課題が生じる。

これらの課題を解決するには、CADソフトウェア

* 試験研究部

や3Dプリンタなどのデジタル技術を活用し、製品設計や製造工程を最適化することや、木組みや接合部分を意匠として見せるといった、木製椅子の新たなデザインを模索することが必要と考えられる。

本年度研究では、木製椅子の設計に伝統的な木組みを取り入れるだけでなく、小径木や端材の積極的な利活用を考慮し、木組みによる接合や接合部分をあえて見せるといった新たなデザインの検討を行った。また、3Dプリンタを活用し、製品開発における試作工程の効率化を検討した。

2. 設計手法

2.1 板座面への矢筈矧ぎの応用

木製椅子の座面が木製である場合、座面は一般的に一枚板または平矧ぎ³⁾と呼ばれる木材の端面同士を接着して作られた板材がもちいられ、表面に臀部形状を模した座り心地を良くする加工：座繰り加工が施される(図1)。

平矧ぎに座繰り加工を施した場合は接着面が平面であることから、座面表面には等高線状の縞模様が見れ、意匠となっている(図2、図3)。しかし、平矧ぎは単純な平面の接着であるため接合強度の問題が発生する場合がある。

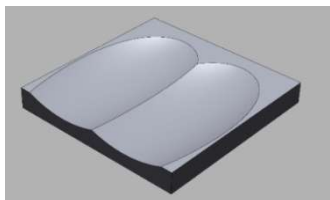


図1 板座への座繰り加工

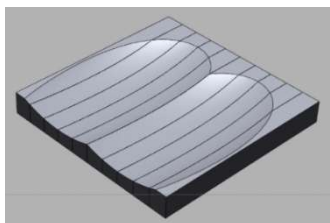


図2 平矧ぎへの座繰り加工(左右接着)

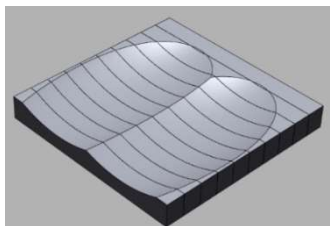


図3 平矧ぎへの座繰り加工(前後接着)

そこで、接合強度を高め、また従来とは異なる座面表面の意匠を実現するため、接合部に矢筈矧ぎ³⁾の使用を検討した。

矢筈矧ぎは、木材の端面をV字型(矢筈)に加工し接着した構造である(図4)。

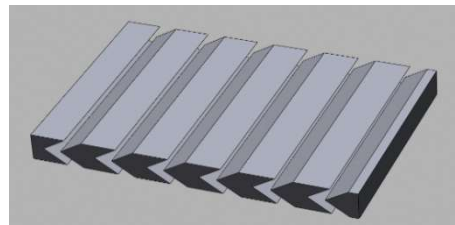


図4 矢筈矧ぎ

2.2 伝統的な木組みを取り入れた木製ツール

本格的な木製椅子に伝統的な木組みを取り入れたデザインを行う前段階として、木製ツールの各部に伝統的な木組みを取り入れた設計を試行した。

設計にあたっては今後のCNC加工を考慮し、これまでの設計・製造手法では実現が困難であった構造や意匠を取り入れること、また、小径木や端材を木組みで接合することを前提に接合強度の向上を目指した。

2.3 3Dプリンタを活用したデジタル試作

一般的な木製家具の開発工程はメーカーによって異なるが、デザインの最終決定に至るまでには数度の実大試作を行うことが多い。

3DCADやCGを使用して画面上でデザイン確認ができるが、工芸品や意匠性が重要な工業製品においては、現在でも実物大の試作を見て触って確認することが、感性的な観点から重要視されている。

しかし、切断・切削加工が容易な木材であっても、新規デザインの実大試作は既存製品のジグ、工程を活用できないため、試作に時間がかかるという課題をかかえている。

工業製品のデザインや形状確認には、ラピッドプロトタイピング (rapid prototyping) という手法が用いられている。これは製品のCADデータをもとに積層造形法と呼ばれる製造手法により短時間で形状試作を行う技術で、近年は民生用にも普及の進む3Dプリンタが用いられる。

しかし、木製椅子の実大試作には大型の3Dプリンタの導入が必要であるため、コスト面で現実的ではない。一方、建築模型やインテリア模型など、実大サイズより縮小された試作モデルであってもデザイン確認やプレゼンテーション効果があるこ

とが知られている。

安価なホビー向け3Dプリンタでも、木製椅子の1/3～1/8サイズ(高さ15cm程度)であれば出力が可能であることから、縮尺モデルを3Dプリンタ(UV光造形式 ELEGOO社 Mars 2 Pro)で出力し、形状・意匠や簡易的な強度確認に用いることを試みた。

3. 結果と考察

3.1 板座面への矢筈矧ぎの応用

複数の木材で構成される木製座面の接合強度を高め、従来とは異なる意匠を実現するため、接合部に矢筈矧ぎ³⁾を使用した座面を設計した。

この矢筈矧ぎの部材に座繰りを施した3DCAD図面を次に示す。矢筈矧ぎを左右接着したものが図5、先端を後方に前後接着したものが図6、先端を前方に前後接着したものが図7となる。

図5～7より、矢筈矧ぎへの座繰り加工は平矧ぎへの座繰り加工(図1、図2)と比較して有機的縞模様が発生し、意匠の変化を見ることが出来る。

矢筈矧ぎだけでなく様々な矧ぎ合わせに座繰り加工を施すことで、接合強度を向上させると同時に、新たな意匠を実現することが出来ると推測することが出来る。

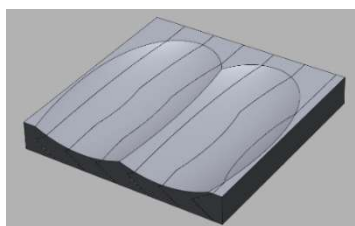


図5 左右接着

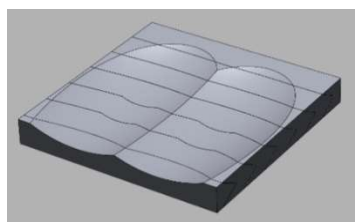


図6 先端を後方に前後接着

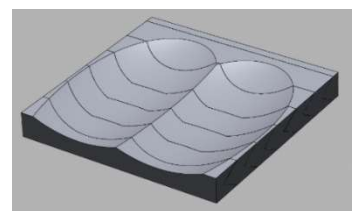


図7 先端を前方に前後接着

3.2 伝統的な木組みを取り入れた木製ツール

木製ツールの各部に伝統的な木組みを取り入れたデザインと接合強度の向上を意図している。

座面の矧ぎ合わせには千切り矧ぎ³⁾を応用し、鼓型の千切りと板材を一体化した構造とした(図8)

座枠には短尺材や端材の利用を念頭に平イスカ継ぎ³⁾を応用し、継ぎ合わせで座枠の部材とした(図9)。

座枠と脚部のホゾ構造は一般的には矩形、円形であるが、千切りのような鼓型とした(図10)。

脚部は小径木や短尺材の利用を念頭に接合部に河合継ぎ¹⁾を応用し、継ぎ合わせで脚部の部材とした(図11)。

木製ツールの全体像のCAD図面を図12、各部位の説明図を図13に示す。

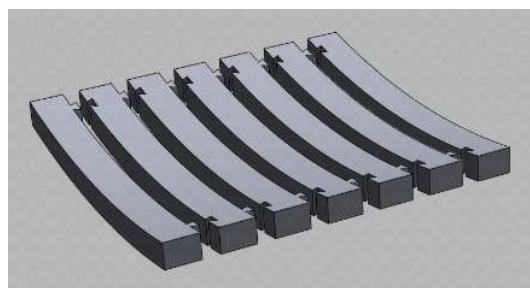


図8 座面の千切り矧ぎを応用

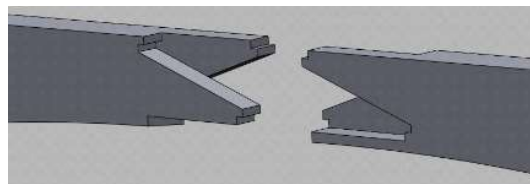


図9 座枠に平イスカ継ぎの意匠を付加

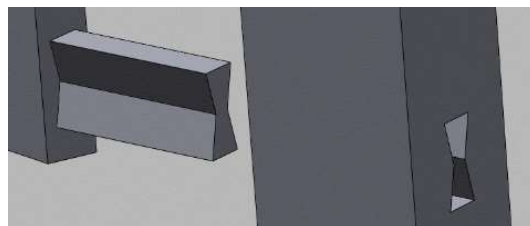


図10 座枠と脚部にホゾ構造に鼓型の意匠を付加

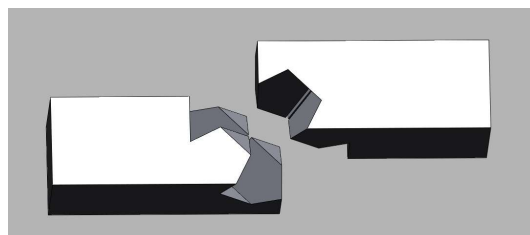
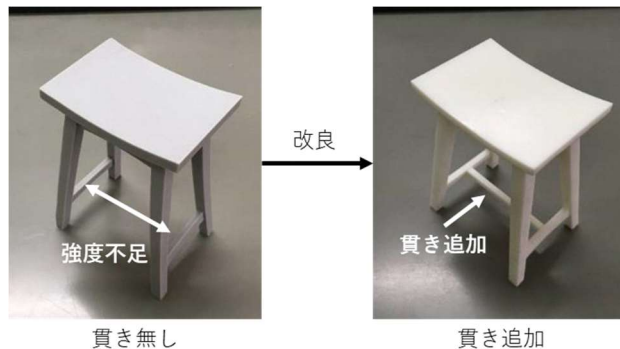


図11 脚部の接合部に河合継ぎを応用



図12 木製スツール



貫き無し 貫き追加

図14 3Dプリンタによる出力と改良

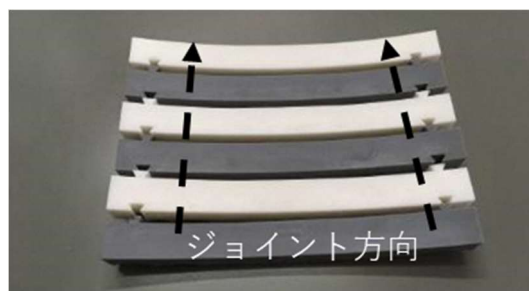


図15 座面の意匠性確認

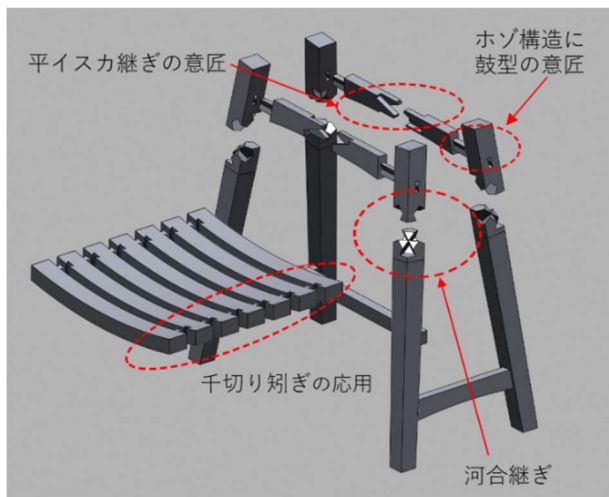


図13 各部位の説明

これらの3Dプリンタによる縮尺モデルの検討を元に、製造のしやすさを考慮したスツールとして再設計を行った。再設計した木製スツールの全体像のCAD図面を図16、各部位の説明図を図17示す。

座面はジョイント部の方向を変え、意匠の変更を検討している(図18)。



図16 木製スツール(設計変更)

3.3 3Dプリンタを活用したデジタル試作

一般的な木製家具の開発工程はメーカーによって異なるが、デザインの最終決定に至るまでには数度の実大試作を行うことが多い。

今回設計したスツールを1/3縮尺モデルとして出力(図14左)した。出力時間は高さ約14cmで約7時間程度であった。この縮尺モデルを用いて簡易的に強度を確認したところ、脚部下部の強度が不足している恐れがあることから、「貫き」という構造を追加(図14右)した。また、図15に示すように、座面の矧ぎ合わせを造形素材の色を変えることで意匠の検討を行った。



図17 各部位の説明

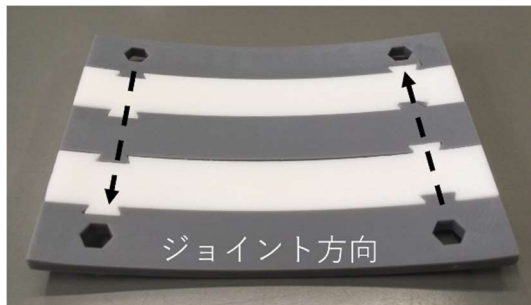


図18 座面の意匠性確認

以上のように、3Dプリンタを活用し、縮尺モデルを出力し、デザインの確認や修正を行うことは、製品開発の初期段階における開発工程の迅速化・効率化に効果があると考えられる。

また、業務用大型3Dプリンタは導入コストが大きいものの、木製椅子の実大サイズであっても1日程度で出力可能であることから、製品開発の初期段階へのラピッドプロトタイプング手法は有用であると考えられる。

4. まとめ

これまでの設計・製造手法では実現が困難であった新たな意匠や機能を有する木製家具・椅子を実現するため、伝統技術と最新のデジタル技術を融合した新たな家具設計手法の考案を試みた。

本年度の研究では、木製椅子の設計に伝統的な木組みを取り入れるだけでなく、小径木や端材の積極的な利活用を目的に、木組みによる接合や接合部分をあえて見せるといった新たなデザインの検討を行った。

また、3Dプリンタを活用することで、製品開発の初期段階におけるデザインの確認、修正の効率化にデジタル試作が効果的であることを確認した。

参考文献

- 1) 3方向に継げる継手：河合継手の発想と概要
河合 直人
建築の研究 (248), pp7-11,
建築研究振興協会
- 2) Tsugite: 計算機を用いた木工継手・仕口の対話的設計と加工
Maria Larsson, 吉田 博則, 梅谷 信行, 五十嵐 健夫
http://ma-la.com/tsugite_jp.html
(2023年3月参照)
- 3) 図解 木工の継手と仕口(増補版)
鳥海義之助 (株)オーム社