

デジタルファブリケーション製作での部材管理とデータ作成の簡略化

A Study on Simplifying Material Management and Data Creation in Fabrication Using Digital Fabrication

○奥川 航大^{*1}, 杉田 宗^{*1}, 中村 瑞貴^{*3}
Kota OKUGAWA^{*1}, So SUGITA^{*1} and Mizuki NAKAMURA^{*2}

*1 広島工業大学大学院工学系研究科環境学専攻 博士課程前期

Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Hiroshima Institute of Technology.

*2 広島工業大学環境学部建築デザイン学科 准教授

Associate Professor, Dept. of Architectural Design, Hiroshima Institute of Technology, Dr.Eng.

*3 大和ハウス工業株式会社

DAIWA HOUSE INDUSTRY CO., LTD.

キーワード：コンピューショナルデザイン；デジタルファブリケーション；DIY

Keywords: Computational Design; digital fabrication; DIY.

1. はじめに

1.1. 研究背景

近年の建築分野では、情報処理技術を活用した様々な取り組みが見られる。設計段階では、BIM やコンピューショナルデザインなどコンピュータを積極的に活用した設計手法がその例に挙げられる。生産段階では、CAM と連動した数値制御加工機による部品加工や、3D プリントなどのデジタルファブリケーション機器による、全く新しい建築生産の試みも見られる。デジタルファブリケーションを活用した建築事例として、筆者らが産学連携で行った山根木材福岡支店(図1)などが挙げられる。このプロジェクトでは、膨大な材料の加工データを手作業で作成する必要があり、加工データ作成の簡略化や、デザインのパターン化を行うなどして、データ作成の手間を省く工夫が必要であった。

このようにデジタルファブリケーションを活用することは、複雑な作品を実現可能にするが、大量の部材や加工ファイルを正確に管理することや、加工データを手作業で作成する手間を低減させるために、設計段階から生産段階まで一気通貫で考える必要があると考える。

1.2. 研究目的

本研究では、デジタルファブリケーションを活用し設計・加工・製作の一連の作業を行う場合の、部材情報の管理方法の確立と、多種多様なアウトプットに適応したデータ作成方法の簡略化を目的とする。ここで開発されたシステムを用いて、実践的な運用を試みるために、某支社の改装にて設置された木組階段とパーティションの設計から製作までを行った。(図2)



図1 山根木材福岡支店 竣工写真

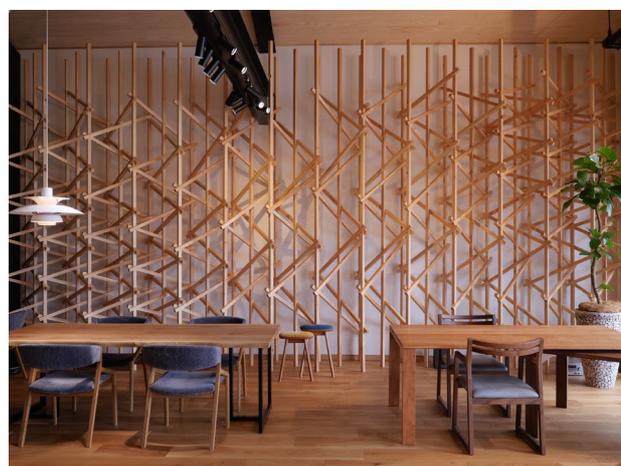


図2 竣工写真

2. 既往研究

2.1. 伝統木造建築の制作を通じたマルチツールロボットシステムの開発

千葉大学大学院の寺内らは、近年建築分野で行われている、機械加工を用いた建築スケールでの木質部材の加工が普及していることを受け、大規模な制作プロジェクトで長期間にわたり複数人が作業を分担し行う場合であっても、部材ごとの作業の進捗状況をこまめに把握し管理する必要があると考えた。この研究ではその1では複数人による協働を想定した Web ベースのシステム概要と進捗管理について、また、その2では制作に関する情報を部材単位で管理する手法について、その3ではマルチツールロボットを用いた加工についての説明を行っている。

その2では、データベースを用いた管理システムにおける加工データの紐付け管理と部材単位のバージョン管理について説明している。まず、各工程、各部材ごとに必要となるデータを正しく管理するために、各工程における入力データ・出力データを整理し、データのフォルダ分けや記録の仕方の工夫をしている。これにより人為的なミスを減らしている。

データの整合性を高めるため、加工データの管理をシステム側に任せ、データベースを用い、部材に加工用データを紐付けている。基本的に、ある工程から別の工程に移行する際、データベースを介しデータの受け渡しを行うことで、どのデータから新たにデータがつくられたのかといった紐づけ情報がデータベースに蓄積される。

データベースを用いた部材管理のうち、部材とそれに付随する加工用データの紐づけ管理、制作中の設計変更に対応するための部材単位でのバージョン管理について述べられている。データベースの利用により修正箇所や加工時の注意点などの情報共有が可能となった。本研究においても、部材管理の工夫が行い、複雑なプロジェクトの設計・加工・施工を可能としている。

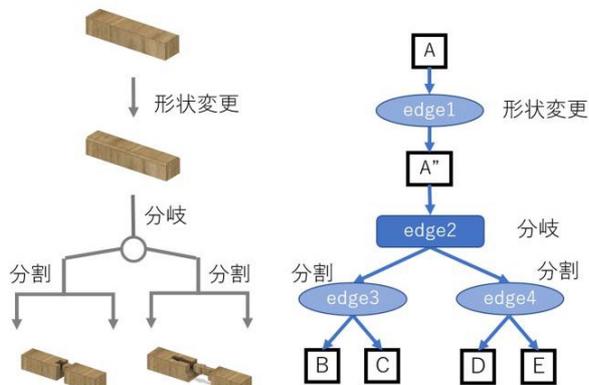


図3 親子構造の図式化

2.2. 3軸CNCミリングマシンを用いた木材可搬式仮設建築に関する実践型研究

慶應義塾大学大学院の茨木らは、東日本大震災などの災害から、コミュニティ活動のための小さな仮設的な建築が注目され、デジタル建築に注目が集まっていることから、デジタルファブリケーションを用いた仮設建設の設計を行った。この研究はフレーム (F) 型とドーム (D) 型のアプローチで複数プロトタイプを設計・製作し、比較を通してそれぞれの利点と欠点をまとめることでデジタル建築の構法、意匠について知見を深め、その手法を提示することを目的としている。

F型はくさびを用いたジョイントを繋げて設計・製作を行い、フレームは任意で繋げることが可能で、また、容易に大きさを変えることが可能であるなど可変性が高い。一方で、重量による可搬性の悪さや、ジョイントの多様さにより煩雑さが増加していた。D型は6枚から9枚の12mm厚の3×6板を使い材製作可能で可搬性に優れている。また構造は幾何学的な合理性を有している一方、可変性はほとんど付加できず、F型に劣った。D型は製作を行い、製作に8時間30分、組立てには2人で2時間半程度、解体は1人で2時間程度で行った。

この研究では、容易に組み立て可能な木材可搬式仮設建築を2つのアプローチで設計・製作し、それらと比較することで利点と欠点を明らかにしている。製作されたF型の建築のように、複雑な形態の建築になると、ジョイントなどの部材数の多くなってしまい加工・製作が比較的難しくなる。プロジェクトの設計から加工・製作までの一連での部材管理ができることが、このような複雑な形態の建築であっても、より現実的なものになるため、本研究の新規性がある。



図4 製作されたドーム型

3. 部材情報の管理

3.1. 部材の種類とグラデーション

この木組みパーティション(図1)は、縦材と斜め材で構成される。縦材は上部から見て、500mm×500mmのマスが横方向に展開されるグリッドの四隅の点と各グリッドの中心となる点に配置される。斜め材はグリッドの対角となる2本の縦材とグリッドの中心の縦材の3点で接続される。

縦材・斜め材の材料には、一般的に流通される35mm×35mmの角材を使用し、接続部には、両方ともに8mmの深さで仕口を加工する。

斜め材は、長さの異なる4種類で構成され、長さの短いものから長いものへと順に配置することで、斜め材の角度に違いにより、全体として粗密のグラデーションのある木組みパーティションを設計した。

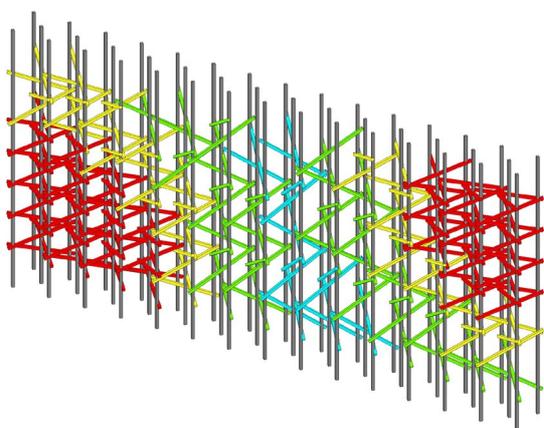


図5 木組みパーティションの3Dモデル

3.2. 縦材のナンバリングシステム

縦材はそれぞれ異なる位置に斜め材が接続され、その接続は角材の4面でそれぞれ異なる。接続されるため、すべて部材において、4面の異なる加工データ必要である。この複雑な条件で、加工・製作のミスを少なくするため、縦材のナンバリングシステムを考案した。

まず、1文字目には、パーティションの頭文字の「P」をつけ、2文字目には、パーティションを正面から見て、左側から1列ずつ順に数字をつける。3文字目にはグリッドの奥側が「x」、手前側が「y」、グリッドの中心を「m」とした。

3.3. 加工ファイルのネーミングシステム

加工を円滑に進め、加工のミスを減らすため、加工ファイルのネーミングシステムも考案した。

まずは、パーティションの「P」をつける。次に、縦材のナンバリングを「00」から「43」に置き換えた数字を使用し、どの縦材の加工を行っているかわかるように

「00-09」というような範囲で番号をつける。次に、CNC加工機の加工範囲以上の長さの部材を、加工するためには、2度に分けて加工を行う必要があることから、「first」もしくは、「second」とつけ、最後に、4面の加工が示す「face01」「face02」「face03」「face04」のいずれかをつけることとした。

4. アウトプットに適応したデータ作成方法

4.1. 縦材の線データに属性情報を付加する

まずは線データのみでグラデーションの操作をする(図1)。ソリッドのモデルではなく、線データのみでグラデーションのある木組みをイメージしながら検討することで、どこに粗密があるのが良いのかを試行錯誤しながらスピーディーに検討ができる。線データの作成・検討には、3DモデリングソフトのRhincerosを使用した。

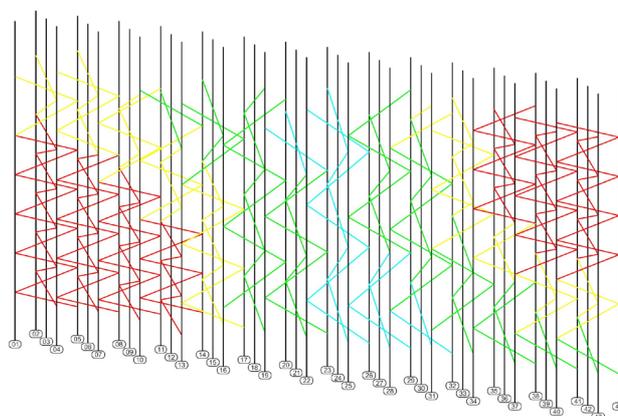


図6 線データのみで作成した3Dモデル

デザインが決まると、次に、縦材の線データに対して、接続される斜め材の情報を属性情報として付加する。属性情報の付加は、RhincerosのプラグインであるGrasshopperを使用し、線データから属性情報を抽出し、Rhincerosの機能である属性ユーザーテキストに記述することで行った。

まず、それぞれの縦材に接続する斜め材を探索し、その斜め材との接続点を抽出する。その接続点の底面からの距離が「高さ」となる。

次に、接続する斜め材がどの方向から接続されているかを判定することで、4面のどの面と接続するかが判定され、これが「面の方向」となる。これは4面「Face01」、「Face02」、「Face03」、「Face04」のいずれかで記述する。

最後に、接続する斜め材の長さを調べることで、斜め材が接続される角度が判定できる。これが「角度の種類」となる。これを斜め材の長さのタイプ「Type A」、「Type B」、「Type C」、「Type D」のどのタイプであるかで記述する。

これらの斜め材の情報を、接続される斜め材の本数分

羅列し、それを属性情報として記述する。

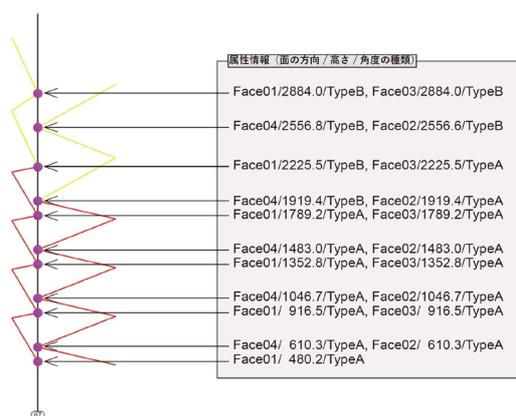


図7 線データに対する属性情報の付加

4.2. 加工用 CAM データの作成

縦材の加工には、当研究室に設置されている CNC 加工機を使用する。CNC 加工機を動かすためには、CAM データが必要である。CAM データには、「使用する工具」、「工具の動かし方」、「加工するスピード」などを記述する必要があり、一般的には、CAM データ作成専用のソフトを使用し、CAD データをインポートして作成する必要がある。本研究では、斜め材の情報をもとに記述した属性情報を使い、Grasshopper 上で CAM データを作成する。

まずは、属性情報の「面の方向」から、縦材のそれぞれの面にどの加工が必要であるかを分別する。そして、属性情報の「高さ」によって加工が必要な位置を決定する。次に、属性情報の「角度の種類」によって、その位置に斜め材の角度によって変わる 4 種類ある仕口のうちの、どの仕口が必要であるかが決定する。

これらの仕口の加工が必要な位置、予め用意しておいた 4 パターンの仕口加工の CAM データの座標情報、仕口加工をつなぎ合わせるための座標情報によって、縦材加工用の CAM データが完成する。

4.3. ビジュアライゼーション用 3D モデルの作成

木組みのグラデーションの見え方や他の部材との関わり方の確認、パースの書き出しなどを行うため、デザインした線データをもとに、3D モデルの作成を行った。

4.4. AR を使用した加工の状況の確認

縦材への仕口加工の位置が間違いなくされているかどうかを確認するため、斜め材の情報をもとに作成した属性情報をもとに、AR 表示して確認できるようなプログラムを開発した。Grasshopper のプラグインである Fologram を使用し、仕口加工がされているべき位置にモデルを AR 表示し、加工がされているかどうかを確認した。



図8 AR で加工状況を確認

4. まとめ

本研究では、デジタルファブリケーションを活用し設計・加工・製作の一連の作業を行う場合の、部材情報の管理方法の確立と、多種多様なアウトプットに適応したデータ作成方法の簡略化を目的とした。

近年見られる情報処理技術を活用した、コンピュータショナルデザインは以前よりも複雑な形態を生み出し、デジタルファブリケーションを使うことで、実現が可能になってきている。一方で、大量の部材や加工ファイルの管理方法や、加工・組立を考えた設計方法や、データの効率的な作成・活用方法など、生産段階に目を向けた研究は多くない。設計段階から生産段階まで一貫通で考え、データ管理方法や設計方法を見直すことで、ものづくりや建築業界において、より良いコンピュータの使われ方がされていくのではないかと考える。

[参考文献]

- 1) 寺内ひなの, 中村優介, 高橋洋祐, 大谷星輝, 林真那, 加戸啓太, 平沢岳人: 3 軸 CNC ミリングマシンを用いた木材可搬式仮設建築に関する実践型研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸) 2019 年 9 月
- 2) 茨木亮太, 小野祐介, アルマザン ホルヘ: 3 軸 CNC ミリングマシンを用いた木材可搬式仮設建築に関する実践型研究 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東) 2020 年 9 月