

ファブ時代に適した新たなジョイント機構の提案

新山 大翔 沖 真帆 塚田 浩二

概要. 近年の低価格な 3D プリンターの普及に伴い、個人レベルでも 3D モデルを設計／出力してワンオフのジョイントを出力できる環境が整いつつある。しかしながら、3D プリンターの特性を考慮しつつ、実用的なジョイントを設計することは一般の開発者には難しい。そこで本研究では、3D プリンターの利用を前提として、様々な部品や日用品同士を固定／調整可能なジョイント機構を設計し、ファブ時代の構造設計の効率化を目指す。本稿ではまず、3D プリンターの特性を整理した上で、独自に設計した基礎的なジョイント群について報告する。

1 背景

部品同士を接合するジョイント技術はモノづくりには欠かせない技術であり、その過程で、接合に必要な部品は規格化／標準化された形となった。このような市販のジョイントは高精度で有用だが、個人利用の場合は自作部品側もその規格に沿った精密な設計が必要になる為、ダクトテープ等を用いて、外観や構造を気にせずに「とりあえずくっつけばよい」という刹那的な固定方法が一般的であった。一方、近年低価格な 3D プリンターの普及によって、個人でも目的に合わせたジョイントを製作できる環境が整いつつある。ただし、こうした 3D プリンターでは樹脂素材を溶解／積層させて造形する方法が主流であるため、既存の加工方法／形成方法を想定して設計されたジョイントでは、強度／精度が不十分な物となる。このような 3D プリンターの特性を考慮しつつ実用に耐えうる強度のジョイントを設計することは、一般の開発者には難しい。

2 関連研究

3D プリンターを用いて独自のジョイントを設計する研究事例として、ニンジャトラック [1] は、3D プリンターで出力した独自のジョイントを縦横に連結し、形状と柔軟性を変化させられる機構を提案している。また、3D プリンターによるプロトタイプング支援の研究事例として、WirePrint [2] は、3D プリンターで出力するモデルをワイヤーフレーム状にして、形状を保ちつつ出力時間を大幅に縮小する手法を提案している。

3 設計指針

本研究では、3D プリンターの利用を前提として、様々な部品同士を固定／調整可能なジョイント機構

を設計し、ファブ時代の構造設計の効率化を目指す。これにより、経験の浅いユーザでも、3D プリンターでの出力部品同士を自在に組み合わせたり、家具や日用品等と連結して実用的に利用できる部品を作れることを目指す。そのための準備段階として、本稿ではまず 3D プリンターの特性や既存のジョイントについて整理する。その後、こうした特性等を考慮してジョイントの試作を行う。

3.1 3D プリンターの特性

一般的な熱溶解積層方式の 3D プリンターを用いてジョイントを作成する際に、配慮すべき特徴は「1. 出力物の強度」「2. はめ合い公差」「3. サポート材の造形」の三点である。一点目として、出力物は水平／垂直方向で強度が異なり、水平方向の方が強い。そのため、力を受ける部分が平面方向になるよう、設計／出力時の配置に配慮する必要がある [3]。

二点目として、機種やデータの形状によって、出力物のサイズが設計データと異なるため、はめ合い部分にはその差を考慮したクリアランス（隙間）を取る必要がある。三点目として、出力物の形状を維持するためにサポート部が造形されるが、データの形状や出力の向きによっては、サポート部が多く造形に時間がかかったり、造形後の除去が難しい場合がある。接合部にサポート材が残ってしまうと、はめ合わせが難しいなどの問題が発生する。

3.2 ジョイントの分類

ジョイントの主な機能は「接合（固定）」だが、そこに取り付け位置／角度／幅等の「調整」機能を加えることで汎用性を高めることができる。たとえばミスミのアルミフレームシリーズでは、フレームの溝に専用のナットを通して、小型のボルトで締め込むことでフレーム上の任意の位置に固定できる。そこに、I 字／L 字等のジョイント金具を介して、別のフレームを固定することで、フレーム同士を柔軟に接続することが出来る。本研究では、こうした既

存の機構部品を参考にしつつ、「接合」と「調整」機構を備えた 3D プリンターに適したジョイントを提案する。

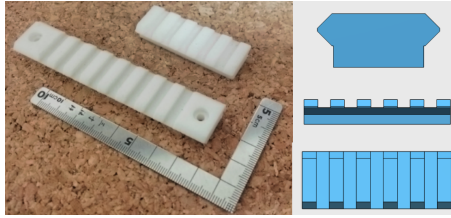


図 1. ベースレールの外観.

4 実装

基本的な機構として、一定間隔で溝をつけたベースレールを土台とする(図 1)。ベースレールの側面は図 1 右上のような形状をしている。この側面からジョイントをスライドして位置を調整し、溝を活用して固定することができる。ベースレールの幅は 2cm, 溝の間隔は 0.5cm として設計した。長さは、レールの用途に合わせて自由に設計することが出来る。レールへのジョイントの固定方法として、今回は「レバー式」「松葉ばね式」「挟み込み式」の 3 種類を試作した。以下、それぞれについて説明する(図 2)。

4.1 レバー式

ベースレールに合わせた溝がつけられたスライドパーツと、そのレールにかみこませるための歯がついたレバーパーツで構成される。ジョイントをベースレールの側面からスライドさせて挿入し、任意の位置を決めた後、レバーを押し下げることによってスライドの溝にかみ込ませて固定するジョイントである。ネジを併用することで、強固に固定できる点の特徴である。

4.2 松葉ばね式

松葉ばねに相当するパーツと、レール側面の形状に合致する溝が掘られたパーツから構成される。松葉ばねを押し上げてレール上をスライドさせ、松葉ばねを放すことでレール上の溝に松葉ばねが入り込んで固定される。簡易的な固定方式で有り、精度/強度にはかけるが、すばやい脱着が可能である。

4.3 はさみ込み式

レールの側面と溝に合致する形状を二分割したパーツと、連結用のパーツから構成される。レール上の任意の溝に 2 つのパーツを側面からはめ合わせた後、連結用パーツを用いて上から 2 つのパーツとレールを固定する。着脱が煩雑で容易に移動はしに

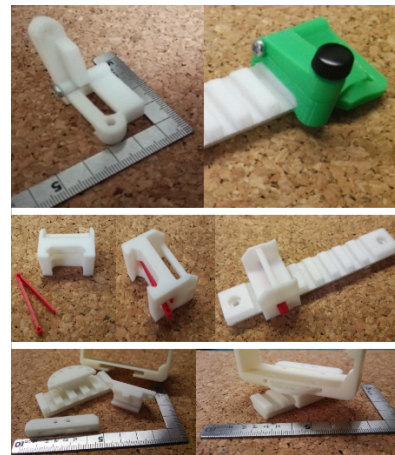


図 2. レバーを用いたかみ込み式ジョイント (上). 松葉ばねジョイント (中央), はさみ込み式ジョイント (下)

くいが、固定機構が小さくかさばらず、上部に固定する部品の角度も柔軟に調整できる特徴がある。

5 まとめと今後の課題

本研究では、3D プリンターでの出力に適したジファブ時代の新たなジョイントを設計・調整可能な仕組みを構築することを目指す。そのために、本稿では 3D プリンターの特性を整理した上で、既存のジョイント機構を参考に特に平面上での調整/固定に適したジョイントを設計/出力した。現在は、「角度の調整と固定」「幅の調整と固定」「日用品のための固定」等に合わせたジョイントの設計も進めている。今後は、ジョイントのバリエーションを増やし、その強度/実用性を検証すると共に、ジョイントを手軽に調整して出力可能なシステムを構築していきたい。

参考文献

- [1] Yuichiro Katsumoto, Satoru Tokuhisa, and Masa Inakage. Ninja track: design of electronic toy variable in shape and flexibility. In Proceedings of TEI '13, pp.17-24, 2013.
- [2] Mueller, S., Im, S., Gurevich, S., Teibrich, A., Pfisterer, L., Guimbretire, F., and Baudisch, P. WirePrint: 3D Printed Previews for Fast Prototyping. In Proceedings of ACM UIST 2014, pp.273-280, 2014.
- [3] 神山 洋一. モノづくりの現在 -DIY から製造まで-: 2. 研究者のモノづくり -インタラクション研究のための段階別プロトタイピング-, 一般社団法人情報処理学会, vol.55, No.10, pp.1088-1095, 2014.