

布状・板状 3D プリント構造物と一体造形可能な、 自由曲線に沿うインターロック構造の開発 — ジッパーによる衣服の組み立てとファッション表現 —

1. 背景

ジッパーは長らく衣服の開閉のための機構として利用されてきた。ユニットの連なりによって柔らかいもの同士を連続的に接合できる構造である。

ところで、3D プリント造形で衣服などを含む薄い中空の膜構造を制作することを考えると、造形サイズの制約やオーバーハング回避、サポート材の削減の観点から、モデルを細かいパーツに分割することとプリント後の事後組み立てが不可避である。にもかかわらず、既存の接合法ははんだごて等を用いた熱溶着や単なる凹凸をはめ込むものに依存しており、それらはいずれも膜構造に適用するには手間やパーツ分割の自由度の観点で不自由なものであった。

2. 目的

本プロジェクトでは、これまで服飾分野で用いられてきた開閉機構としてのジッパーを「柔らかい部材同士を、ユニットの連なりによって留める」構造であると広く捉え、3D プリント造形物一般に適用可能なものに再発明することを試みる。具体的には、ジッパーの歯の形状と間隔等のパラメータを操作することにより、自由曲線に沿って噛み合うジッパー構造を設計・開発する。このジッパーを布状・板状の造形物と一体造形することで外部部品や特殊な機材を用いずに簡易かつ強固な 3D プリント造形物の組み立てに利用する。

さらに、ジッパーの役割を単なる「組み立て部品」から「構造の生成」へ引き上げることを第二の狙いとし、ユニット形状の変調が布状パーツを立ち上げたり、うねらせたりといった全体形状の制御に寄与しうるかを検討する。最終的に、得られたジッパー構造を衣服に適用させたときに、それが衣服の持つべき強度や美観を同時に成立させるかを検証する。検証のために、我々クリエイター自身がデザイナーとして衣服の制作を行い、制作のしやすさ・強度・視覚的まとまりを実作で確かめた。

3. 開発の内容

本プロジェクトの開発内容は、大きく二つに分けられる。ひとつは、3D プリントによる造形を前提とした新しいジッパー構造の設計開発であり、もうひとつは、そのジッパーを用いた衣服制作と、それを成立させるために必要な周辺技術の開発である。

3.1. ジッパー構造の開発

ジッパー構造そのものの設計開発は大きく三つの段階からなる。まず、十分な強度と造形しやすさを備えたユニットの基本構造を設計した。噛み合いが成立するか、曲げに対して強いのか、造形むらが出にくいのか、サポートなしで印刷できるかといった観点から比較を行い、折り曲げに対しても外れにくく、パラメトリックな設計展開が可能な構造を最終案として採用した。

次に、そのユニット列を自由曲線に沿って配置できるようにし、曲線的な継ぎ目にも適用

できる構造へと展開した。前述のジッパー構造は直線的な座標系上で設計をおこなっていたが、これを任意の入力曲線が定める曲がった座標系へ連続的に変形して移す操作をおこなった(図 1)。

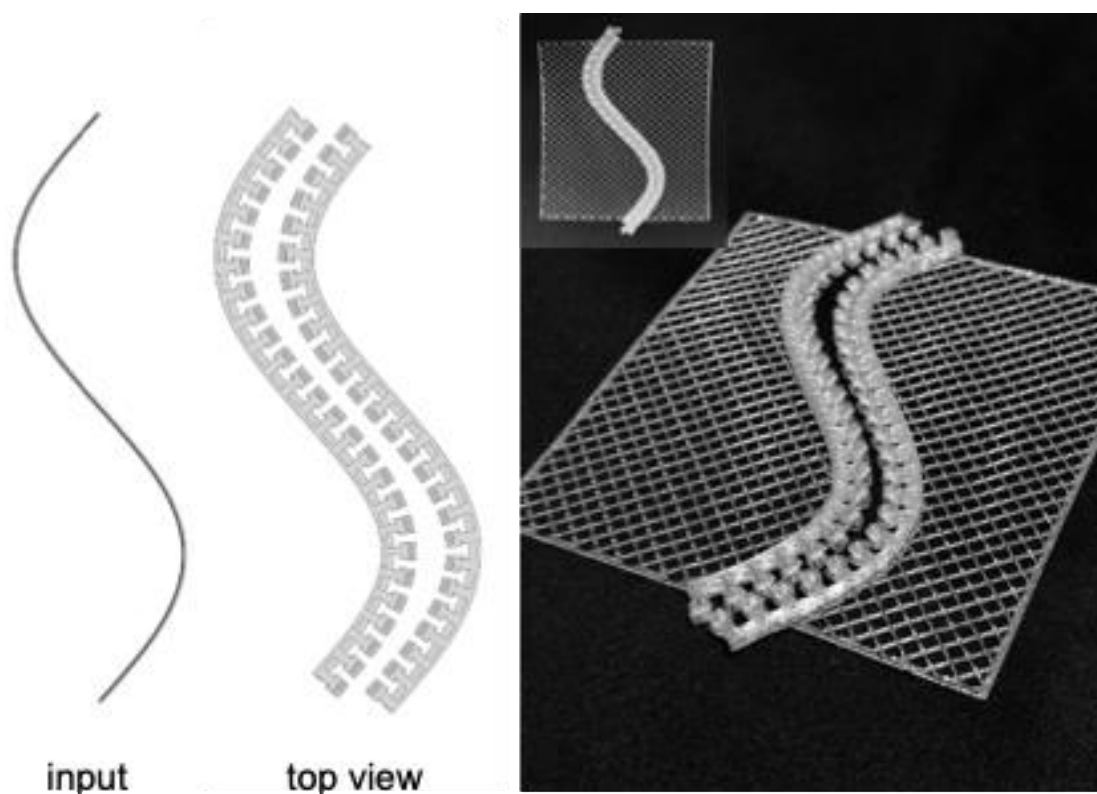


図 1: 曲線を埋め込んだジッパーの平面図と試作品。

さらに、ユニットの形状を変形させることで、接合された膜状部材に立体的な起伏やうねりを生じさせる構造についても検討した。設計の内部では、まず目標となる曲線とその曲線の法線からジッパーユニットを生成する歪んだ六面体の列を計算している。そこに開発したジッパーユニットのテンプレートを転写したのち、直線状に並べなおすことで最終的なモデルを得る。これは、単に曲線に沿って接合するだけでなく、ジッパー側の設計によって全体の形状に変化を与えられることを示している。

3.2. 開発したジッパーを用いた衣服の制作

開発したジッパー構造を衣服へ応用するために技術開発を行い、衣服を制作した。特に、家庭用 3D プリンタで造形できるよう、衣服を 3D プリント可能なパーツへ分割する設計ツールを作成した。まず、目的形状となる衣服の 3D モデルを平面へ展開し、3D プリンタの造形サイズに収まるように板状のパーツへ分割する。そのうえで、各パーツの周囲に組み立て用のジッパー構造を配置する処理を行った。処理の全体像は

1. 衣服の目標形状を 3D モデルとして入力
2. ユーザが定義した洋服の 3D モデルから向かい合うエッジを抽出する
3. 抽出したエッジ間に可展面を生成する

4. 生成した可展面を平面に展開する
5. 展開された面の縁にジッパーを生成する
6. テキスタイル部分をジッパーに合わせてカット
7. 印刷が可能な平らなパーツを出力

というフローになっていて、これを自動でおこなうツールを作成した。

他にも、大型 3D プリンタでの造形条件、素材表現、そして実際の制作手法まで含めて検討した。制作した衣服は成果報告会にてショー形式で発表した(図 2)。



図 2:制作した衣服、ルック構成(成果報告会でのショーの登場順)

4. 従来の技術(または機能)との相違

まず、従来のジッパーとは性質が異なる。従来のジッパーは直線状に生産され、必要な長さに切断して布に縫製し、開閉機構として用いられる。それに対し、本研究で開発したジッパーは 3D プリントを前提として設計されており、歯の形状が一つずつ異なる。これにより、自由曲線に沿った接続や立体形状の立ち上げが可能となり、パーツを接合する機能と形状を生成する機能の双方を備える。3D プリントの観点からは、サポート材を必要とせず、プリント後すぐに組み立て可能という利点を持つ。

次に、衣服制作のプロセスを大きく変える。従来のファッション制作では、デザイン、トワール作成、パターン制作、裁断、縫製といった複数の工程を経る必要があり、制作途中での

大きな変更や部分的な調整は容易ではなかった。本研究のジッパーを用いた衣服の組み立てでは、3D モデルからジッパー付きのパーツを生成できるため、デザインから実体化までの時間が短縮されるとともに、部分的な修正やデザイン変更を迅速に行うことができる。また、ジッパーをユニットとして即興的に形状を構築することも可能であり、衣服制作のプロセスをより柔軟で軽量なものにする。

5. 期待される効果

本プロジェクトは、ファッションとデジタルファブリケーションの双方に立脚し、技術的な新規性とファッション表現の両面を兼ね備えることで、両分野に影響をもたらすことが期待される。

ファッション分野への発信にあたっては、現代のファッションシーンにおいて成立する完成度を目標に制作を行い、スタジオ撮影やファッションショーなど、業界で一般的な発表形式を採用した。従来、ファッションに応用可能な技術系プロジェクトでは技術開発に重点が置かれる一方、美観や表現形式の面でファッション産業に受け入れられにくい場合も少なくなかった。本プロジェクトでは、過去のファッションコンテストでの受賞を通じて得た展示機会や産業とのネットワークを活用し、3D プリント技術をファッション表現として提示することで、より広く受容されることが期待される。

一方、IT 分野である未踏事業においてファッションショーを実施すること自体も稀な試みであり、会場および配信視聴者からの反応から一定の手応えを得た。これを契機として、技術分野においてもファッション分野への関心がさらに高まり、3D プリントをはじめとする、ファッションへ展開可能な多様な技術がファッション業界へ広がっていくことが期待される。

6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクトの成果は、展示会や、過去に受賞したコンテストの支援により2027年春にパリで予定されている約10体のコレクション発表を通じて、ファッション業界への周知を図る。まずはアート作品や舞台衣装など短期的な用途での活用を進め、その後、長期着用に耐える技術開発を行い、最終的にはファッションシーンで広く利用される技術として展開していくことを計画している。

7. クリエーター名(所属)

増田 凌(東京大学 大学院工学系研究科)

永田 莉紗(東京大学 大学院学際情報学府)

金田 昌也(所属先非公開)