

# 狭空間での把持を目的とした 薄型離型フリーシェルグリッパの提案

○青山 大樹 (立命館大学) 王 忠奎 (立命館大学) 平井 慎一 (立命館大学)

## 1. 緒言

近年、少子高齢化に伴う労働人口の減少が顕著にもかかわらず、食品産業における自動化は期待されているほどは進んでいない。個体差が小さく、大まかな形が既知の農作物に関しては、自動化が進んでいる。一方で、個体差が大きい農作物に関しては、依然として多くの人手を必要としている。実際に、きゅうりの選果場では吸着パッド式のエンドエフェクタが使われているが、把持できなかったきゅうりは、人が箱詰めしている。食品バラ積みピッキングや複数農作物の箱詰め作業などにおいては、対象物間の距離が狭く従来のエンドエフェクタの駆動が困難である。従って、狭い空間で把持が可能な薄型柔軟エンドエフェクタが有望と考える。

これまでに開発された薄型平面型シェルグリッパにおいては、柔軟部品を成型する際に“型を作製する”、“シリコンを流し込む”、“型から外す”作業が必要であった[1]。しかし、このような作業工程はグリッパを作製する際に時間と手間を要する。そこで、本論文では、作業工程から“型から柔軟部品を外す”作業を排除し、シリコンを型に流し込み硬化させる工程のみで作製可能な薄型離型フリーシェルグリッパを提案する。

## 2. 薄型離型フリーシェルグリッパ

### 2.1. シェルグリッパの動作原理

本研究における薄型離型フリーシェルグリッパは既に開発されている環状シェルグリッパ[2]の動作原理を基にしている。樹脂で作製した硬質部品とシリコンで作製した柔軟部品との間にチャンバーに空気を印加することで柔軟部品が膨張し、対象物を把持する。図1に実際に作製し、空気を印加することで柔軟部品が膨張する様子を示す。図1(a)は空気を印加する前の状態であり、チャンバーに空気を印加すると図1(b)の状態へと変形する。

### 2.2. 薄型離型フリーシェルグリッパの構造

図2はCADで作成したシェルグリッパの硬質部品である。また、図3(a),(b)にシェルグリッパの2種類の断面図(A-AとB-B)を示す。本論文のシェルグリッパは、図3の黄色と淡い赤色の部分が硬質部品であり、灰色の部分にシリコンが流れ込む。図3(b)のようにシリコンが平面部分の下に流れ込むことで、シェルグリッパに空気を印加している際に、シリコンが硬質部品から剥がれたとしてもチャンバーの密閉空間を維持し、空気漏れを防ぐことができる。

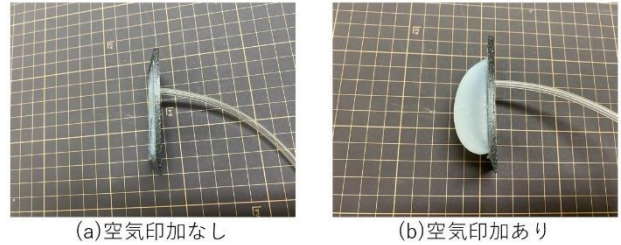


図1：シェルグリッパの動作原理

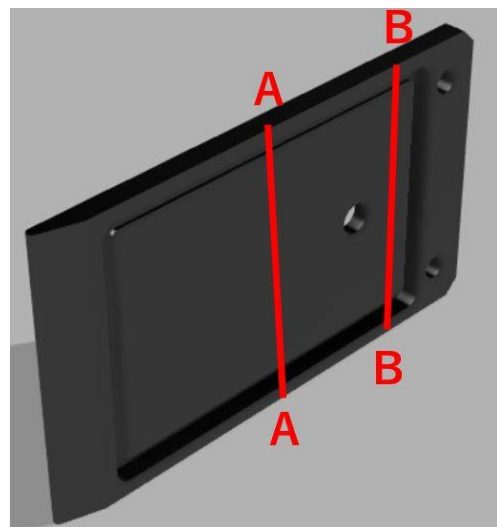


図2：シェルグリッパの硬質部品

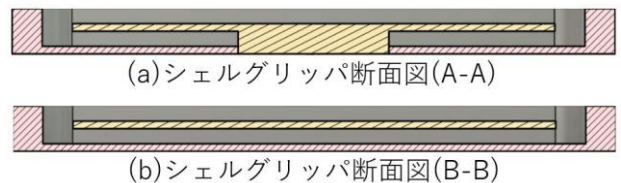


図3：シェルグリッパ断面図

### 2.3. 薄型離型フリーシェルグリッパの作製方法

薄型離型フリーシェルグリッパは硬質部品と柔軟部品に分かれている。硬質部品は図4に示されている2種類の部品を接着することで構成される。3か所で2種類の部品を接着することで、薄型離型フリーシェルグリッパの特徴であるシリコンが平面部分の下へと流れ込む仕組みを可能にしている。次に接着した硬質部品にシリコンを流し込み上部から圧力をかけて硬化させ、最後にチューブを接着して薄型離型フリーシェルグリッパが完成する(図5)。

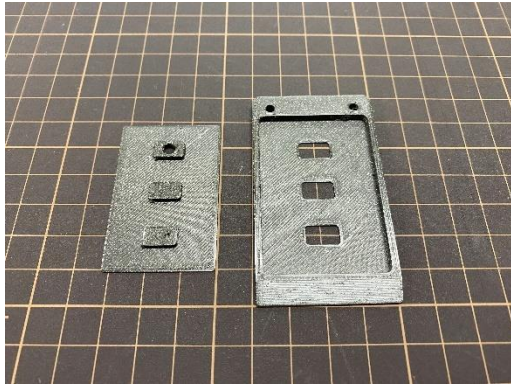


図 4：接着前の 2 種類の硬質部品



図 6：実験システム

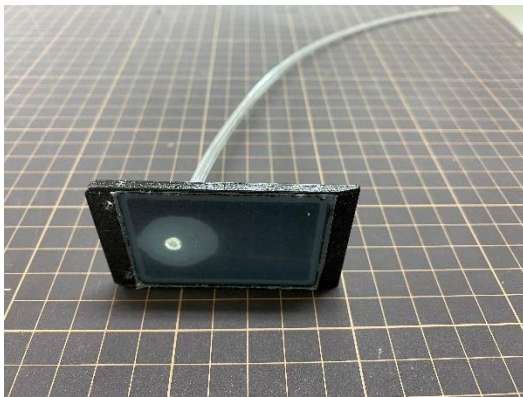


図 5：作製した薄型離型フリーシェルグリッパ



図 7：きゅうり同時把持実験

### 3. 把持実験

#### 3.1. 実験目的と方法

本論文で提案する薄型離型フリーシェルグリッパは、きゅうりの選果場における複数きゅうり箱詰め作業で用いる。実験目的は、薄型離型フリーシェルグリッパを使用した際のきゅうりの把持性能を評価することである。

図 6 のような簡易のシステムを作製し、手で波状コンベアを上昇、下降させることで実験を行った。

実際のニーズに応じて、グリッパ間の距離を 40mm とし、きゅうりの同時把持本数を 9 本とした。そのため、合計 18 個のグリッパに 7kPa の空気を印加することできゅうりの把持性能を評価する。

#### 3.2. 実験結果

図 7 に実際のきゅうり 9 本同時把持の様子を示す。

複数回の同時把持実験を行った。今回の実験においては把持失敗や途中できゅうりが落下することはなかった。新鮮なきゅうり特有の鋭い棘を有するきゅうりにおいても 2 本の実験であったが、把持失敗は確認できなかった。また、図 7 において落下しかけているきゅうりも落下することなく把持を維持できていることが確認できる。

## 4. 結言

本論文では、柔軟部品を離型する必要のない薄型離型フリーシェルグリッパを提案した。本グリッパは硬質部品と柔軟部品で構成されている。把持性能を評価する実験として選果場での複数きゅうり同時把持を行った。実験より、把持は安定しており、吸着パッド式のグリッパより把持性能が高いと結論付けられた。今後の展望として、金属製の硬質部品を使用したシェルグリッパの作製、ふくらみ量計測実験、耐圧性能計測実験、きゅうりの棘を模したモデルを用いた耐久回数計測実験を行う。また、きゅうり以外の食材にも対応できるか検討する。

## 謝辞

本研究の一部は、内閣府が進める「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第 2 期 / フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」(管理法人: NEDO) によって実施された。この場をお借りして、関係者に謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 鐘江 峻, 王 忠奎, 平井 慎一, “きゅうりの箱詰め作業を目的とした接着レス薄型平面シェルグリッパ”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020, May 27-30, 2020
- [2] Z. Wang, R. Kanegae, S. Hirai, “Circular Shell Gripper for Handling Food Products”, Soft Robotics, 2020. DOI:10.1089/soro.2019.0140