

塗装工程の製品脱自動化技術

安部由規^{*1}，松田卓也^{*1}

Automatic Work-Picking Technology in the Painting Process

Yuki Abe^{*1}, Takuya Matsuda^{*1}

1. はじめに

豊田合成では、車両ドアのシール製品であるドアウェーストリップ（以下ドア W/S）製品を生産している。

製品機能として遮音性、摺動性が求められ、その主材料は EPDM スポンジゴムである。ゴム製品であり軟体で形状変形予測が難しいが故、製造工程は人の技能に頼った作業がほとんどである。

一方近年では、少子高齢化の影響を受けて働き手が少なくなる中、製造業では工場の自動化に対する取り組みが盛んに行われている。中でも、付加価値がないサイクリックな手作業をロボット作業へ代替する需要が高まっており、社内でも内製開発に取り組んでいる。

本稿では、ドア W/S 製造工程でのロボット適用による自動化事例について紹介する。

2. 製品概要

ドア W/S は車両ドア開口部に装着され、製品機能としてはシール性、遮音性の他に意匠性が求められる製品となっており、シール部に滑り性を付与するために表面処理（塗装）を実施している（図-1）。

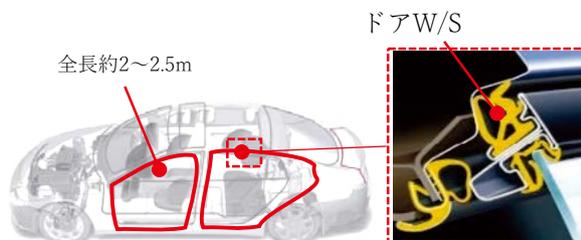


図-1 ドア W/S

3. 工程概要

塗装工程は、製品が吊り下げ式のハンガーに掛けられ、塗装ブース、熱硬化炉、冷却炉の順にコンベアによって搬送されて表面加工される。人作業として、塗装が完了した製品をコンベアから外している（図-2）。

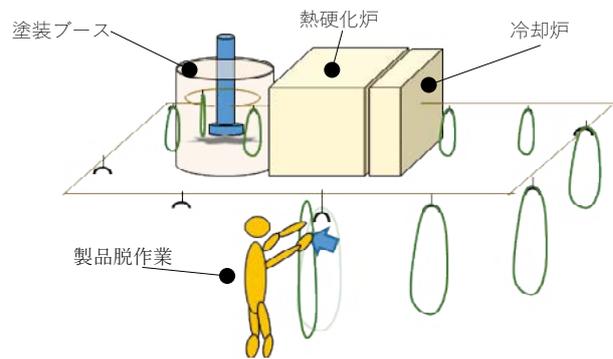


図-2 塗装工程の製品脱作業

4. 開発概要

4-1. 自動化における課題

塗装工程の製品脱自動化の着眼点として以下の3つが挙げられる。

- 1) 吊り下げ時の製品姿勢が一定でない
(⇒製品姿勢一定化)
- 2) 製品が軟体で製品脱作業時の把持や搬送により形状変形しやすい
(⇒形状変形の制御)
- 3) 品種により搬送速度が変速的
(⇒取出しミス防止)

人作業では、視覚で製品姿勢、搬送速度を捉え、動く対象にどのように取り出せばハンガーに干渉することなく外せるか判断している。また、把持し離型する際も触感で把持力を調整し変形量を制御している。これら人間の感覚を利用した動作を機械に置き換えることが自動化の課題となる。

*1 WS 生産技術部 WS 生技開発室

*2 WS 生産技術部 WS 第1生技室

4-2. 製品姿勢一定化による取出し作業簡素化

従来のハンガー形状(図-3)を変更し、製品の倒れ込みを防止することで製品の吊り下げ姿勢の一定化を図った(図-4)。結果として、工程能力が0.54(図-5)→1.34(図-6)に向上した。これにより人の技量に頼った作業を簡素化し、自動化難易度を低減させた。

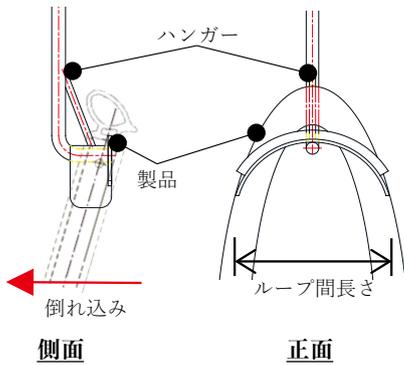


図-3 製品姿勢(従来)

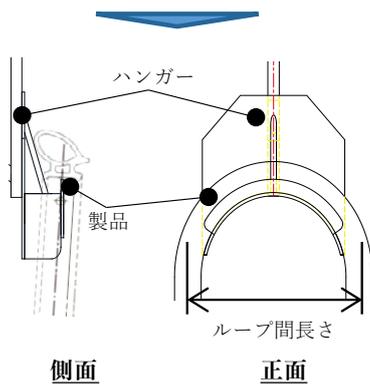


図-4 製品姿勢(新)

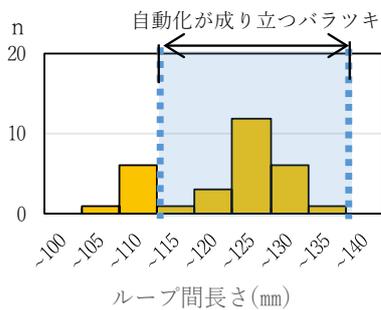


図-5 姿勢バラツキ(従来)

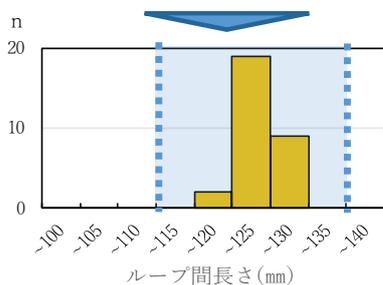


図-6 姿勢バラツキ(新)

4-3. 形状変形の制御

製品脱時の把持から離型に発生する慣性による製品の変形(=たわみ)は把持の位置によって変化する。

取り出し方向のたわみを δ 前後, コンベア進行方向のたわみを δ 左右とする(図-7)。

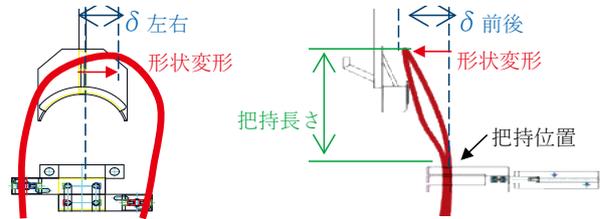


図-7 取出し時の製品たわみ δ

形状変形が故に製品はハンガーに干渉してしまうため、変形を制御することで製品脱を成立させる。

成立条件は、離型時にハンガーの製品保持板に製品を干渉させないことである。ハンガー静止時は、製品変形がなければ干渉範囲高さだけ上げることで成立する。一方ハンガーが動作する場合は、位置の誤差が生じ、干渉範囲が拡大する。この範囲以上に製品を形状変形させることにより、離型を成立させる(図-8)。

これより、各たわみにおける開発目標値は、 δ 前後は0, δ 左右は制御範囲内で最大とする。

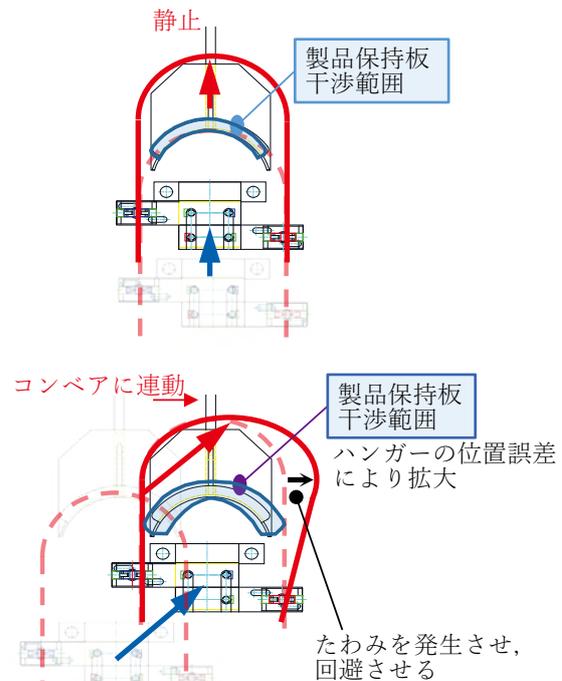


図-8 静止と動作時の干渉範囲

製品の先端から把持点までの距離(=把持長さ)とたわみ量の関係を図に示す(図-9)。

離型時のロボットハンドとハンガーが干渉しない把持長さから δ 前後が最小かつ δ 左右が最大になる把持長さを選定した。

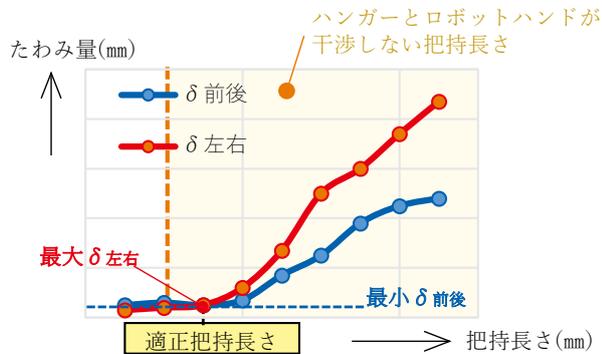


図-9 把持長さとなわみ δ

4-4. 搬送速度に追従させるための同期化

製品取り出し時の移動量を算出し、品種毎のコンベア速度に追従したロボット軌跡を制御した。

5. 効果

予期せぬ製品姿勢と変形を制御することで、軟体であるゴム製品を対象とした機械化の知見を蓄積できた。また、これにより取出し作業を簡素化でき、人からロボットへの置換を実現できた。

6. おわりに

今回の開発を通じ、軟体であるゴム製品を制御する人の技能を定量値に落とし込み要素技術を確立できた。少子高齢化による働き手減少に対し、要素技術を適用し生産性向上やさらなる省人を他工程へ展開していく。

著者



安部由規



松田卓也