

【中小企業庁長官賞長賞】

レーザー式ホタテ貝殻穴開けロボットライン

高丸工業株式会社

兵庫県西宮市

1. 機器の概要

牡蠣の養殖には、採苗連（図1参照）と呼ばれるホタテの貝殻に穴を開けて針金を通して束ねたものが不可欠で、これを海中に入れて牡蠣の幼生を付着させる。採苗連の生産は大変数多い作業となるので、本システムの納入先である採苗連メーカーではホタテ貝殻自動穴開けラインなるシステムを15年前に導入していた。



図1 採苗連

従来のシステム（他社製）ではエアシリンダで貝殻を整列および位置決めし、釘を突き刺して穴をあける方式の装置であったが、貝殻が割れる不良が多く、その粉塵で工場がかすんでいた。騒音に至っては会話ができないレベルで、装置の老朽化に伴ってこれらを全て解決した装置を導入したいとの希望を伝えられ、本システムの開発プロジェクトがスタートした。また、消費電力は受電設備の限界に達しており、圧縮空気はコンプレッサーの能力を超えた運用が続いたので、省エネは不可避の課題であった。

本システムではこれらの問題を解決するために、ロボットを用いて貝殻を整列させ、レーザーにより非接触で穴を開ける方式を採用する事で、割れによる不良率を低減し、粉塵や騒音も大幅に削減させた。省エネを達成するために、レーザーを極限まで絞り、3D ガルバのスキャナーでφ2.5 mmの円を描いてくり抜くとい

う方式を採用した。その結果、単位時間当たりの生産量が約2倍になり、月当たりの電気代は1/2、コンプレッサーの使用率は定格の30%程度に減少させ、大幅な省エネが実現できた。また、装置のオペレーターも以前の10人から3人に削減することができ、ロボット化したことにより若い人材の確保にもつながり、牡蠣養殖産業を守り、継続する事にも貢献できている。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

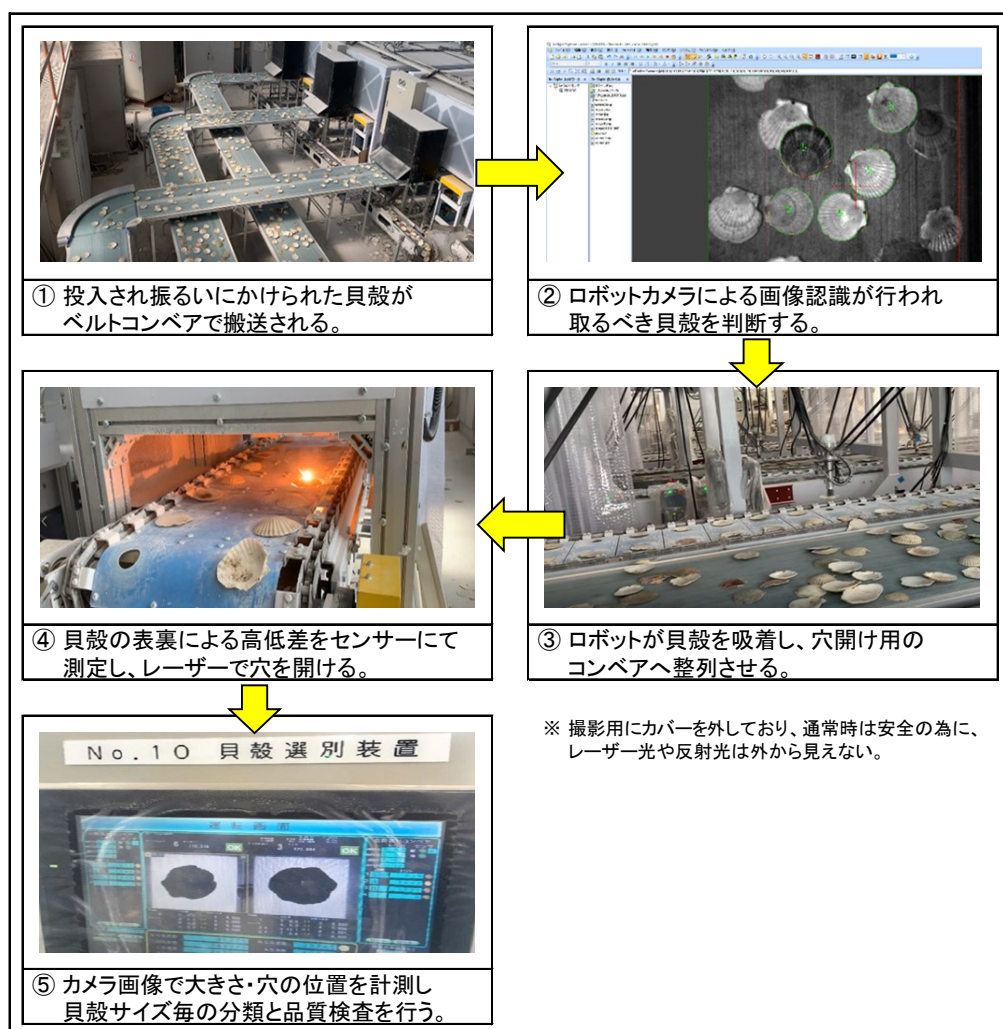


図2 本システムの動作仕様

本システムでは、コンベアトラッキング技術を駆使し、コンベア上を無造作に流れてくる貝殻をロボットで取り上げ、別のコンベアに整列させる。その折、トラッキング時の貝殻中心を判断する画像で貝殻の外接円の面積と実際の面積を比較して、大きく差のあるものは割れていると判断して無視する機能や、重なって流れてくる貝殻に対しては外郭がはっきり見えているものが最上部に位置していると判断する機能等、多くの機能を付加させている。また、貝殻を整列して置く側のコンベアは中心に穴をあけており、レーザーで貝殻の中心に穴を開けるときにコンベアベルトにレーザー光が照射されてベルトが切断されることがないように工夫がされている。

レーザーを用いた穴あけ作業は、可能な限り光軸を絞ったレーザー光と、3D ガルバノスキャナを用いてコンベアと同期しながらφ2.5 mmの円を描いてくり抜く動作を実現させることで省エネに大きく寄与し、サイクルタイムの削減につながった。

一方で、システム全体としては、過度にセンサ等に頼らない簡単な構造とし消耗品は安価な市販品を選定する事で、耐久性に優れメンテナンスが容易なシステムとなり、延べ数千万回に及ぶ実験を繰り返し基本的な故障の発生を排除するに至った。

2.2 効果

本システムではロボットとレーザーを用いて物理的な抵抗をなくす事で生産能力を飛躍的に向上させるだけでなく、エネルギー消費量を削減し(表1参照)、貝殻が割れる確率が低下した事で不良品に対するロスも大幅に改善された。

表1 従来システムとの比較

内容	従来システム	本システム
騒音※1	100db	50db
エア使用量※2	105%	38%
生産能力※3	14,797 枚/h	40,044 枚/h
使用電力量※3	98,029kWh	27,142kWh
設備保全人員	10 人	3 人

※1 騒音値の基準と目安について

https://www.skklab.com/standard_value

※2 コンプレッサー負荷率にて記載

※3 月間実績比較 (2019/4月、2021/4月)

通常、対象物にφ2.5 mmの穴をあける場合、穴径と同程度の直径となるレーザー光を照射してピアッシングを行うが、その場合、3kw の出力で約 1 秒間照射しなければならず、費用的にも非現実的であった。そうした課題を解決すべく多くのテストを実施し、可能な限り光軸を絞ったレーザー光と、3D ガルバノスキャナを用いてコンベアーと同期しながらφ2.5 mmの円を描いてくり抜く動作を実現させることに成功した。結果として、2kw のレーザーで、0.5 秒間で穴あけが完了でき、高額なレーザー関連機器の必要数を半数に削減した。エネルギー効率の改善と併せ、レーザー関連機器のコストを当初想定から 1 億円以上削減している。

また、従来システムは故障が頻繁に発生していたので、生産量を確保するため 10 人の設備保全担当者が昼夜を問わずメンテナンス対応に追われていたが、本システムではシンプルな構造で完結させたため、基本的な故障がなくなり、3 名の作業で全システムの対応ができています。電力使用量と保守人員の削減により、ランニングコストも大幅に削減された。



図 3 従来システム(左)と本システム(右)

3. 用途

本システムは広島県の採苗連メーカーの要請を受けて開発したものであり非常にニッチなニーズに対応した商品である。但し、国内の牡蠣養殖事業者は他県を含めて数多く存在する他、海外も含め同様の装置需要は今後も見込める。また、本システムの開発に際して得た技術・知見を活用し、全く異なる業種を含めた様々な企業のロボット化に対応できると考える。