
商品紹介

ガス化溶融炉 炉前作業ロボット

Waste Melting Plant / Furnace Maintenance Robot

① はじめに

今般、汎用の産業用ロボットを導入することで多くの様々な産業の工場で機械化や自動化が進んでいます。その一方で、依然として人に頼らざるを得ない業務も数多く残っています。機械化が進まない要因の一つとして、その時々状況変化に応じて動作を変える必要のある「非定型作業」をロボットで代替させることが極めて難しいことが挙げられます。

当社では、実現が難しいとされてきた非定型作業のロボット化の開発に取り組んでおり、今回、廃棄物溶融処理設備の炉前作業を行う炉前作業ロボットを開発・実機化しましたので紹介します。

② ガス化溶融炉 炉前作業ロボット

2.1 炉前作業のロボット化

当社廃棄物溶融処理設備では、ごみを1700～1800℃で溶かして出湯口より排出するが、出湯口の耐火煉瓦に冷めた溶融物が凝固して付着することがあるため、出湯口を定期的に清掃する必要があります。この清掃作業は、鋼製の突き棒(直径φ25、長さ2500mm、重量約10kg)を用いて行いますが、強く突き過ぎると煉瓦を損傷させてしまうため、作業者は視覚だけでなく、煉瓦や付着物の硬さや粘り気などの微妙な触覚の変化を感じ取りながら、都度動作を変える「非定型な作業」を行っています。当社はこの作業の機械化の開発に2019年4月より取り組み、



図1 炉前作業ロボット

2021年3月に完成させました。本装置は2021年4月より現地にて本格稼働を開始し、これまで約1年間安定して稼働しています。

2.2 構成

本システムは、垂直多関節6軸の産業用ロボットと、ロボットアーム先端に取り付けた触覚機構付きの伸縮性アタッチメント、遠隔操作盤で構成され、作業者は遠隔で操作して清掃作業を行うことができます。

操作盤からの操作指示はPLC(*1)にて指令変換され、アタッチメントへはPLCから直接、ロボット本体へはロボットコントローラを経由して送信されます。

<操作指令フロー>

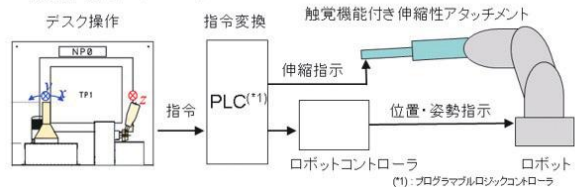


図2 炉前作業ロボットの操作指令フロー

2.3 操作方法

操作は基本的に操作盤に設置されている操作レバーにて行います。操作レバーはロボットを上下左右に移動させる左レバーと、ロボットを前後に動かすとともにアタッチメントの伸縮を行う右レバーがあり、両手で同時に操作できます。また、右レバー



図3 操作盤と操作パネルの表示例

には、ロボットが物体に触った感覚(触覚)をオペレータの手元に伝えるリアルハプティクス機能を有しています。

操作パネルでは各種設定や運転モードの切替を行える他、突き棒の先端の座標や角度、ロボットが受ける触感(反力)がリアルタイムに表示されます。これにより作業者は、清掃の状況を視覚で容易に把握することができるようになりました。

2.4 特徴

本システムの特徴的な技術として、①リアルハプティクス、②リアルタイム制御、③座標演算処理が挙げられます。

リアルハプティクスとは、慶應義塾大学が開発した機械で触った物体の感覚(触覚)をデータ化して遠隔地の人間の手に伝えることができる技術で、繊細な力加減の制御を行うことが可能であり、かつ『位置制御』と『力制御』を合成した最適な動作を実現することができます。当社は、2013年より慶應義塾大学と共同研究を進めており、本システムにおいてはアタッチメントが感じた反力を操作レバーに搭載したサーボモータに伝えることで触覚を再現させています。

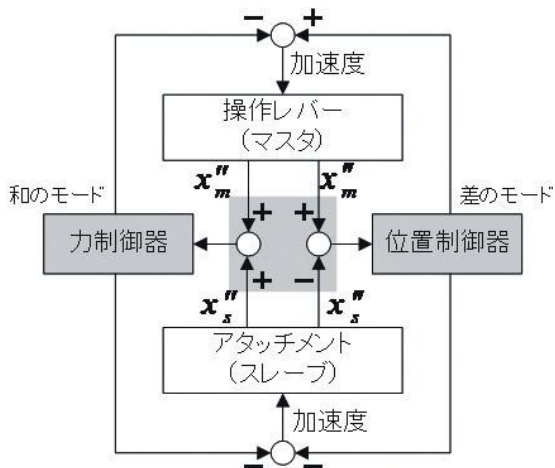


図4 リアルハプティクスのブロック図

リアルタイム制御は、操作機を介してロボットコントローラに移動指令を与える技術のことで、作業現場の状況に応じて自在にロボットを動作させることができます。汎用ロボットに本技術を実装し、アタッチメントと組み合わせることで、一意に定まら

ない付着物の状況に応じて清掃治具の位置や姿勢を変更できます。

座標演算処理は、清掃作業特有の動きをロボットに実現させるために必要な処理です。作業者は突き棒の先端に注目して、先端を基準に操作を行います。通常ロボットを動かすには、ロボット独自の直交座標系で動作させる必要があります。そのため、作業者の操作を直交座標系に変換する処理アルゴリズムを構築し、PLCを用いて高速演算することで、清掃作業の動作を実現させています。

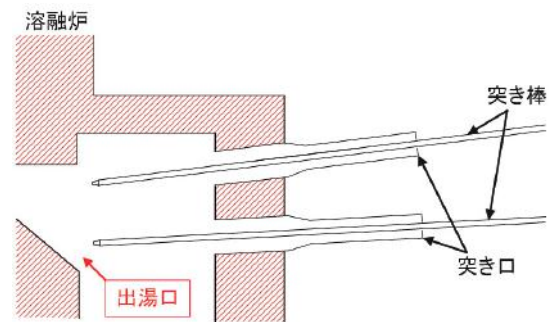


図5 突き棒の設置イメージ

3 導入の効果

本装置導入により、これまで2人作業で1日あたり延べ140分かかっていた作業が、ロボットによる遠隔操作により1人作業で1日あたり延べ70分に半減されました。さらに現場より約150m離れた中央操作室に操作機を設置することで、オペレータは中央操作室にいながら監視作業と並行して遠隔で本清掃作業を行うことが可能となりました。また、現場での作業に比べて非常に軽い力での作業が可能となった等省力化の効果も得られています。

4 おわりに

本取り組みは、一般財団法人エンジニアリング協会より商業的実用化が期待される先駆的技術の開発に顕著な功績があったとして2022年度「エンジニアリング奨励特別賞」を受賞しました。

当社は、今後、本システムを順次他の施設に展開していくことを計画しています。また、今回の機械化実現により、熟練者操作のデータ(見える)化が可能となったことも大きな利点となっており、今後こ

れらデータを活用していくとともに、画像処理や機械学習技術も導入し自動化を実現することで、社会の自動化・高度化ニーズ対応に貢献して参ります。

※リアルハプティクスは、モーションリップ(株)の登録商標です

お問い合わせ先
技術統括センター
制御技術部 制御開発室

TEL 093-588-7143