

産業用ロボットを使用した建材計測の開発

大成建設(株) 先進技術開発部 正会員 ○石井喬之, 正会員 青木浩章, 正会員 石井稔之
 (株)豊電子工業 武田英彦
 パーセプトロン アジア パシフィック(株) 丸山尋之

はじめに

日本は、産業用ロボットの製造だけでなく、自動車や電気電子・機械等の産業における利活用においても圧倒的なシェアを誇る「ロボット大国」である。建設業は、基幹産業であり地域の経済・社会の発展に欠かすことの出来ない役割を担っているが、近年の高齢化に伴う就労者の減少問題により、若年層の新規就労が少なく、熟練工が減少している。この事態に対処するため、人間による労働を必要としない作業において、産業用ロボット等に置換えが可能かを検証した。

1. 産業用ロボット

産業用ロボットは「記録」された動作を「再生」するティーチングプレイバックという方法で作業を行い、一度教示した位置を再現する「繰り返し精度」が高いという特徴がある。ロボット動作の記録は作業箇所を予め指定するほか、ピッキング対象部品の形状を指定し条件別に動作を判断するなど、作業別の動作プログラムにより教示する。

図-1 のように様々な機能を備える産業ロボットの運用を行うには生産システムに必要な要件を熟知し、最小の投資で最大の能力を発揮するシステム構成を構築する「システムインテグレート」力が重要である。



溶接ロボット(アブクマ社) ピッキングロボット
(ファナック社)

図-1 産業用ロボット例



ノギス計測 ゲージ計測

図-2 人力による大型資材計測

2. 建設資材の計測

工場製作した建設資材は、出荷前の製品採寸等の計測を人力で行っているのが殆どである。その中でも高い製作精度を要するものや大量に生産されるものは、複数人で計測を行っても多くの労力を要している。

工事現場での一品生産の作業ではなく、産業用ロボットの繰り返し精度が高いという特徴を最大限に活かし、単一の繰り返し作業を行う建設資材の受入れ検査や、工場での出来形検査をターゲットに産業用ロボットを活用した自動計測システムを開発し、建設業における省力化を実現する。

3. 建設資材の計測項目

建設資材の計測に関して、産業用ロボットが適用可能かを検証するために①材質別の3次元形状の計測精度、②計測スピードによる計測精度の違いについて確認した。

①材質別の3次元形状の計測精度

産業用ロボットによる建設資材計測の検証を行うため、図-3 に示す歩車道ブロック、ライナープレート、塩化ビニル管、アルミ製ゲージと様々な形状、材質の対象物について計測精度を確認した。



歩車道ブロック



ライナープレート



塩化ビニル管



アルミ製ゲージ

図-3 精度評価に用いた計測ワーク

キーワード 産業用ロボット、自動計測、システムインテグレート、スキャナ、CIM

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター先進技術開発部 TEL045-814-7247

②計測スピードによる計測精度の違い

システム運用上重要な点となる計測時間を確認するため、計測可能な最大のスピードを 100%とし、50%、10%についての計測精度を比較した。

4. 本システムの構成

1)産業ロボット：垂直多関節機構ロボット(繰返し精度：0.07mm)

部品のバラ積み取出しや車体シーリングなどを行う汎用的な垂直多関節機構ロボットを採用した。

2)ハンドツール：拡散レーザー型スキャナ(分解能：0.04mm)

測定対象物の複雑な幾何形状を 3 次元で計測可能な拡散レーザー型スキャナ(HelixHDR/Perceptron 社製)を採用した。

5. 検証結果

本構成において計測精度を検証するため、計測結果を 6σ （製造業で用いられる指標で 100 万回当りの評価）で評価した。

①材質別の 3 次元形状の計測精度

表-1、表-2 にはそれぞれ歩車道ブロック、ライナープレートの計測結果を示す。歩車道ブロックの測定結果は 6σ で最大 0.12mm、ライナープレートは 0.15mm であった。他の建設資材についても 6σ で 0.14mm 以下であった。図-4 に計測状況、図-5 にハンドツールによる計測状況を示す。いずれも計測スピードは 40%で行った。

②計測スピードによる計測精度の違い

スピードによる影響を確認するため、各計測スピードについて計測対象物全ての計測点の 6σ を平均したものを表-3 に示す。計測結果は、計測スピードが 10%、50%、100%の場合に全計測点の 6σ 平均はそれぞれ、0.14mm、0.17mm、0.21mm であった。このことから、計測スピードを上げると計測精度が低くなる傾向があることがわかる。

①、②の検証結果より、産業用ロボットによる建材計測の計測精度はおおよそ 0.21mm であった。

また、垂直多関節機構を使用していることから、ロボットアームを全伸して計測する場合は、ロボットアーム自身のたわみ等の変位や、アーム停止時の慣性力が多少計測に影響することを確認した。

6. まとめ

産業用ロボットによる自動計測技術が建設資材計測に十分適用できることが確認できた。計測時間について、約 60 点の計測箇所を 3 分で計測可能である。φ10mm 級のシールドセグメント計測を例にすると、1 ピース(14 箇所の計測項目)の計測は、現状作業員 4 名で 15 分かけて計測を行っている。本システムの導入により作業員 1 名(監視員)で、3 分以内に計測が終了すると試算される。また、シールドセグメント等は、計測物設置に時間を要するため図-6 に示すようにドライブスルーのオントラック計測を行うことにより計測時間の大幅な削減が可能である。加えて、建材の個体識別を行うことにより、工場と現場で結果データ共有するなど、CIM 化に資する資材情報を一括管理することが可能であり、効率化・省力化に寄与すると考える。



図-4 計測状況



図-5 ハンドツールによる計測状況

表-1 歩車道ブロック計測結果

呼び名	設計値(mm)	平均(mm)	σ (mm)	6σ (mm)	計測範囲(mm)
A2	143±2	143.0560	0.0136	0.0814	142.975 ~ 143.137
B2	170±3	170.4200	0.0100	0.0600	170.36 ~ 170.48
h1	200±3	198.9930	0.0168	0.1006	198.892 ~ 199.0936
h2	200±3	201.0130	0.0064	0.0384	200.975 ~ 201.0514
L1	600±3	602.9670	0.0090	0.0540	602.913 ~ 603.021
L2	600±3	599.9540	0.0120	0.0720	599.882 ~ 600.026
r	20	20.9750	0.0201	0.1207	20.854 ~ 21.0957

表-2 ライナープレート計測結果

呼び名	設計値(mm)	平均(mm)	σ (mm)	6σ (mm)	計測範囲(mm)
a	1439±5	1443.25	0.0250	0.1500	1443.095 ~ 1443.395
p	157±2	157.07	0.0237	0.1425	156.924 ~ 157.2085
n1	40±1	39.26	0.0077	0.0465	39.214 ~ 39.3065
p1	142.5±2	142.09	0.0104	0.0626	142.028 ~ 142.1536
p2	135±2	134.55	0.0078	0.0469	134.5 ~ 134.5939
p3	142.5±2	142.14	0.0110	0.0660	142.071 ~ 142.203
n2	40±1	39.21	0.0114	0.0681	39.141 ~ 39.2771
W	500±5	497.22	0.0134	0.0805	497.14 ~ 497.3005

表-3 計測スピードの比較

計測スピード	10%	50%	100%
6σ (mm)	0.14	0.17	0.21



図-6 オントラック計測化イメージ