

柱現場溶接ロボットの適用例

正会員 ○宮木 聡¹ 正会員 伊藤 源昭^{*2}
正会員 西多 致^{*2} 正会員 藤岡 敏雄^{*2}

1. はじめに 筆者ら^{1),2)}は、柱現場溶接ロボットを開発し、その後 5 現場への適用により改良を加えてきた。溶接ロボットの開発方針は、①溶接作業はロボットと人との共同作業とする、②2 台の溶接ロボットを 1 セットとして、溶接歪みを極力抑えるため 2 台のロボットを同時に走行させ対面溶接とする、③オペレータが複数台のロボットを操作する、ことである。なお、現状では、2 号機改良型と 3 号機(ロボットの仕様は 2 号機改良型と同等であるが、制御盤と水冷装置をひとつにして装置の軽量化を図り、1 台の台車に搭載した)のそれぞれ 1 セットを実工事(横浜市 S 現場)に適用している。一方、溶接ロボットを適用する際には、溶接作業の効率に関する課題が残っており、また半自動溶接を採用した場合との違いは明確でない。そこで本論では、ロボット溶接と半自動溶接について、工事現場で行った溶接作業の実態調査から、作業時間の分析、溶接スピードと溶接コストの算定を行い、それらの比較検討を行う。

2. 作業調査方法 調査方法は、図 1 に示した溶接作業手順に沿って、作業項目を①取付・取外、②半自動溶接、③スラグ除去、④EP 切断、⑤センシング、⑥ロボット溶接の 6 項目に分類し、それぞれに費やした時間を測定した。調査を行った柱は、溶接ロボットの場、外径○-700mm、板厚 20-24mm、計 19 本、半自動溶接の場合は、柱ごとで作業時間に差がないことを確認し、代表的な柱数本を調査した。

3. 作業調査結果 図 2 に各作業項目の作業時間(2 セットを 2 名で作業)を示す。ロボット溶接による自動溶接時間(中間・仕上層溶接)を除いた準備・盛替時間(取付・取外、半自動溶接、スラグ除去、EP 切断、センシングの総和)の平均値は 131 分であり、そのうち取付・取外が 55%、センシングが 20%を占めている。全作業時間の柱ごとでのばらつきは大きく、これは取付・取外とセンシング作業時間のばらつきによる。取付・取外時間は、台車移動とケーブル類の引き回し作業の時間が柱ごとで大きく異なり、現場環境によって左右されることが明らかとなった。また、レールの据え付け精度が確保されず、取付をやり直した場合があった。センシングについては、5 本が鉄骨建て方

精度に起因するプログラムの入力処理に 38-69 分と時間がかかり、それ以外は 10-20 分程度であった。溶接時間は板厚が厚くなると溶接長さが長い分、数分程度長くなっている。それ以外の作業時間については、大きな違いは見られなかった。

4. 溶接作業の流れ ロボット溶接作業の特徴は、ロボットによる自動溶接作業中に、作業員が次柱の準備・盛替えを行えることである。また、この準備・盛替時間は板厚に関係なく一定であると想定した場合、

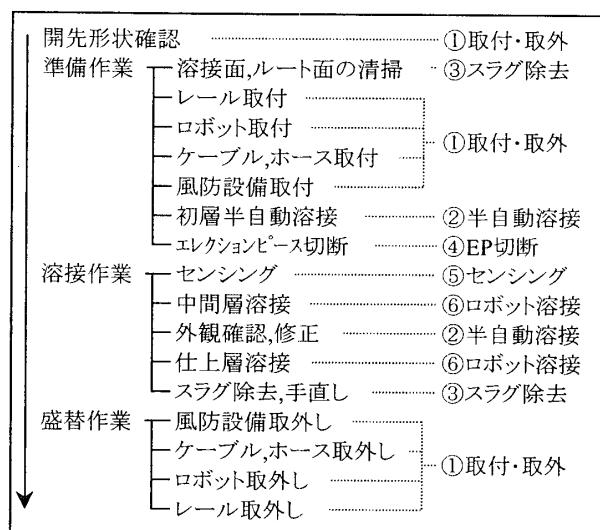


図1 溶接作業手順

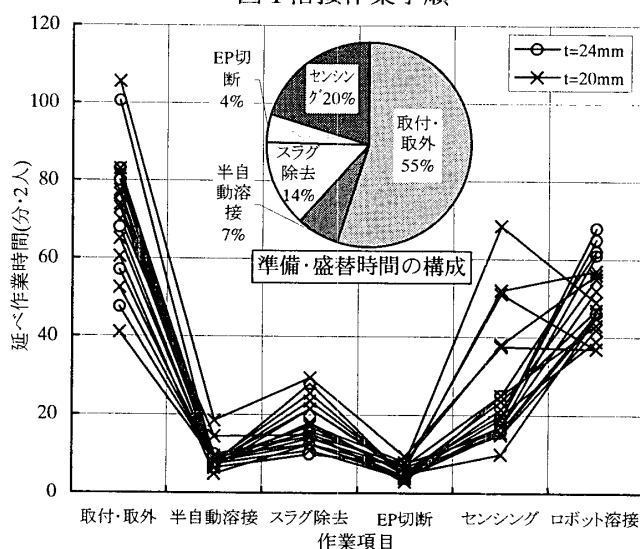


図2 各作業項目の作業時間

溶接作業の流れは図 3 のように示される。この図により、ロボット溶接の場合、板厚が厚くなるに従い溶接作業の効率が上がることが判る。また、この溶接外時間を短くすることが溶接スピード(単位時間あたりの 6mm 換算溶接長さ)を速くすることになり、コスト低減が図れることが判る。

5. 溶接作業効率 作業調査による作業時間を基に、板厚をパラメータとした溶接スピードと溶接コストを算定し、半自動溶接とロボット溶接の比較をする。

5.1 溶接スピード 図 4 に半自動溶接に対するロボット溶接の溶接スピードの比較を示す。溶接スピードは、ロボット溶接の場合、6mm 換算溶接長さをロボットによる準備・盛替時間の実測値で除した値とした。半自動溶接の場合、実情を考慮して 10m/h とした。ロボット溶接の溶接スピードは、半自動溶接に比べて板厚が 23mm より厚くなるに従い速くなる。また図 5 に作業時間の構成を板厚 32mm の場合について示す。ロボット溶接の場合、半自動溶接に比べて準備・盛替時間が長い。

5.2 溶接コスト 図 6 に半自動溶接に対するロボット溶接の溶接コストの比較を示す。溶接コストは、柱 1 本あたりの材料費、機械損料、人件費の総和とした。ロボット溶接の溶接コストは、板厚 32mm で半自動溶接と同等となり、板厚 32mm より板厚が厚くなるに従い低減される。また、現状で実現可能と考えられる準備・盛替時間を 90 分とした場合を示すが、この準備・盛替時間の短縮によりコスト低減が図れることが判る。現状のシステムでの準備・盛替時間を少なくするためには、作業環境の整備、ロボットの誤差吸収範囲の拡大、ロボット装置取付・取外の簡略化、プログラムの改良によるロボットの自己判断機能の拡張が必要と考える。図 7 に溶接コストの構成を板厚 32mm の場合について示す。ロボット溶接の場合、半自動溶接に比べて機械損料が 6 倍程度と大きくなっている。

6. 結び 溶接作業の実態調査を基に、各作業時間の分析、溶接スピードと溶接コストの算定を行い、半自動溶接との比較を行った。その結果、ロボット溶接の作業効率の向上を図るには、準備・盛替時間を短縮することが必要であることを示した。

参考文献 1) 大木典雄・伊藤昭浩・小島又一・大内陸男・伊藤源昭・西多致・米重徹・脇屋仁・鬼頭武志：柱現場溶接ロボットの適用，日本建築学会，技術報告集第 8 号，pp.41-46，1996.6 2) 西多致・伊藤源昭・仁ノ平栄・鬼頭武志：柱現場溶接ロボットの開発と適用，日本建築学会，第 13 回建築施工ロボットシンポジウム，pp45-52，2000.1.20

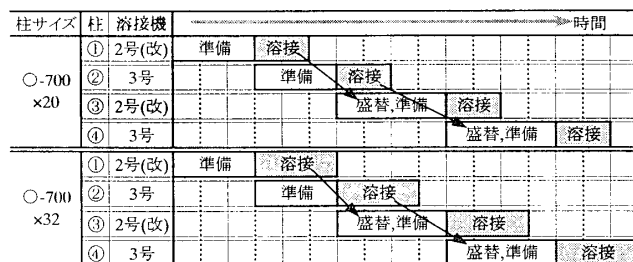


図 3 板厚の違いによる溶接作業の流れ

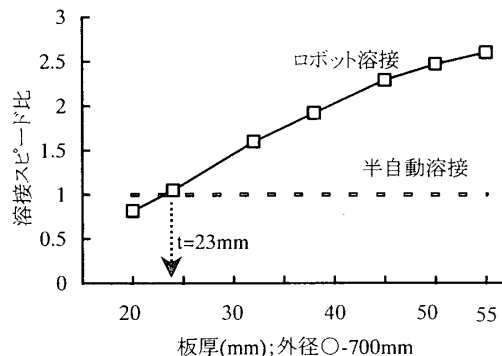


図 4 溶接スピードの比較

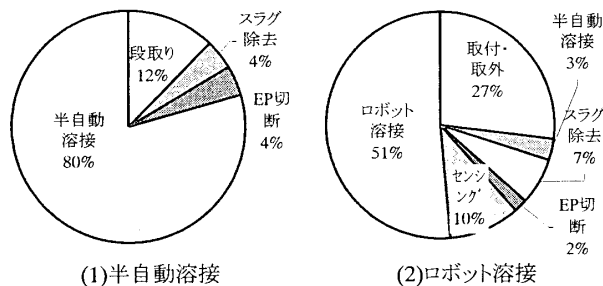


図 5 作業時間の構成(○-700mm,t=32mm)

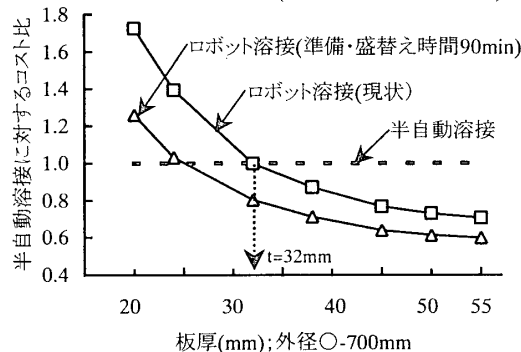


図 6 溶接コストの比較

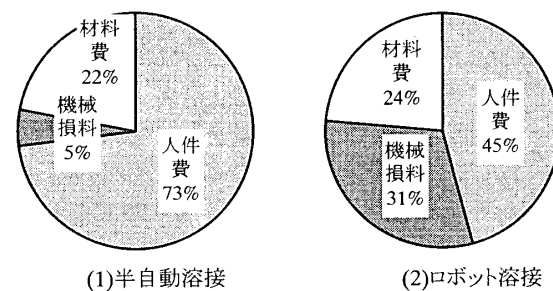


図 7 溶接コストの構成(○-700mm,t=32mm)

*1 前田建設工業 建築エンジニアリング部 博士(工学)

*2 前田建設工業 建築部