

鋼板運搬設置用マニピュレータの現場適用報告

株式会社竹中土木 正会員 ○倉知 星人, 小林 学, 川田 竜輔
ケンブリッジコンサルタンツ株式会社 小島 威裕

1. はじめに

近年、我が国では大規模地震の発生が予測されていることから、構造物の耐震化が進められており、柱等においては一面せん断補強工法や鋼板巻立て補強工法が行われている。その中の鉄道高架下の施設や店舗といった狭小部環境では、揚重機を配置することが困難であるため、人力による鋼板の運搬・設置作業が行われている(写真-1)。この人力作業は作業性や安全性に課題があり、改善が必要である。そこで、著者らは、補強用鋼板の運搬・設置作業の効率化および安全性向上を目的とした写真-2 のような鋼板用マニピュレータの開発を進めている¹⁾²⁾³⁾。

本報告では、開発した鋼板用マニピュレータを実現場で適用した内容について報告する。

2. 鋼板用マニピュレータ概要

鋼板用マニピュレータのベースマシンとして選定したジラフ(GR-600)は、建築現場でガラスやパネルを運搬・設置する作業に多く活用されている自走式のマニピュレータである。従来のマニピュレータのアタッチメントは、バキュームによる吸着タイプであり、多数のボルト孔が空いた鋼板の把持には適していなかったため、マグネットで鋼板を把持するアタッチメントを製作した²⁾。このアタッチメントのマグネットは、スライドや脱着による位置調整が可能であり、ボルト孔との干渉を防ぐことができる仕様となっている。

マニピュレータには鋼板を位置合わせしていくために2種類のガイダンスシステムを搭載している。ガイダンスを可能にするために、マニピュレータ本体と施工面にカメラやエンコーダー、マーカーを設置した(図-1)。図-2 に走行経路指示ガイダンスを示す。マニピュレータ本体に取り付けた深度カメラによって対象となる柱に設置した大マーカーを認識することで、その都度自己位置を検知し、鋼板の取付可能位置までの最適経路を表示させる。図-3 にリモコン操作指示ガイダンスを示す。ボルト孔の対角に取り付けた鋼板カメラによって対象となるボルト先端の小マーカーを認識することで鋼板とボルトの相対位置を検知して、リモコン操作が指示される。この2種類のガイダンスを使うことで、鋼板の運搬から設置までの1連の作業をサポートしてくれる。さらに、このガイダンスを



写真-1 鋼板設置状況(人力)



写真-2 鋼板用マニピュレータ

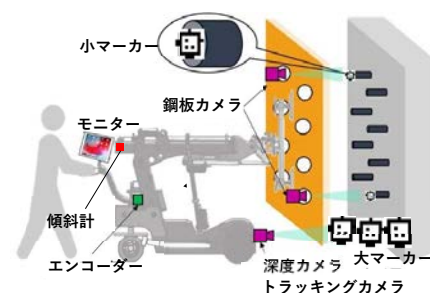


図-1 取付機器

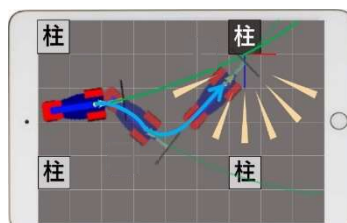


図-2 走行経路指示ガイダンス

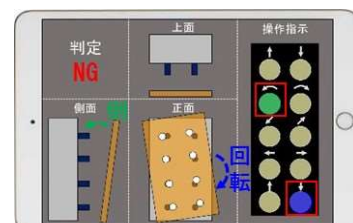


図-3 リモコン操作指示ガイダンス



図-4 マニピュレータ操作指示システム

キーワード 耐震補強, 鋼板, マニピュレータ

連絡先 〒270-1356 千葉県印西市大塚 1-5-1 (株)竹中土木 竹中技術研究所 TEL 0476-47-1700

初めての操作者でも効率よく活用できるように、図-4 に示すマニピュレータ操作指示システムを搭載した、モニター画面を起動すると取付機器の一覧や機器の取付方法が表示され、モニター画面の指示に従って順に機器を取り付けていく。そして、ボルトの高さや長さ等の諸元値を入力するとガイダンスシステムが表示され、モニター画面に従ってマニピュレータを操作していくことで鋼板を設置することができる。

3. 現場適用

3-1. 現場概要

適用対象とした現場は、写真-3 のような鉄道高架下にある店舗内(約 6m×10m)の施工ヤード 2 箇所であり、14 本の柱に対して合計 52 枚の鋼板を設置する作業であった。図-5 に鋼板割付図の一例を示す。各柱に対して鋼板は 3～4 分割されており、鋼板 1 枚当たりの重量は最大で約 200 kg、柱の高さは最大で約 3.8m であった。今回は、マニピュレータの効果を確認するために、人力作業 25 枚、マニピュレータ作業 27 枚とほぼ均等に枚数を分けて施工した。

3-2. 適用結果、考察

マニピュレータを使用した鋼板設置状況を写真-4 に示す。操作者は機器取付からガイダンスまでモニター画面の指示に従って操作することで全ての鋼板を重労働なく、安全に設置することができた。高所での鋼板設置作業においては、人力作業では高所作業車を使って鋼板のボルト孔とボルトの位置関係を目視で確認する必要があるが、マニピュレータを使用した作業ではモニター画面にカメラ画像(位置関係)とリモコン操作指示が表示されるので、高所作業車を使用せず鋼板の位置合わせをサポートすることができた。

人力作業との比較結果を表-1 に示す。マニピュレータでの作業時間は人力作業と同じ約 20 分、人員は 1 人少なくできた。マニピュレータの準備作業時間に 12 分を要しているが、これはマグネットがボルト孔に干渉しないようマグネットの位置調整作業(写真-5)の時間である。この作業は今後の時間短縮項目の一つであると考えられる。一方、人員においては人や物に接触しないように両側から合図・誘導員を 1 人ずつ配置していたが、センサーを用いた接触防止機能を搭載することで、さらなる人員削減が期待できると考えている。

4. おわりに

開発したマニピュレータを現場で適用したところ、全ての鋼板を安全に設置することができた。また、作業に要した時間は人力作業とほぼ同等で、人員削減効果も確認できた。今後は、作業時間短縮とさらなる人員削減を目指して開発を進めていく。

参考文献

1) 大村 啓介, 倉知 星人, シュレスタ ジャスティン, 駒井 秀治, 木村 和夫, 川崎 達哉, 大原 康仁: 鋼板運搬設置用マニピュレータの検討, 土木学会第 73 回年次学術講演会, VI-688. 2018

2) 千葉 俊二, 倉知 星人, 大村 啓介, 駒井 秀治, 木村 和夫, 小林 宏, 安原 仁一: 補強鋼板運搬設置用マニピュレータのアタッチメント押出機構の検討, 土木学会第 75 回年次学術講演会, VI-1124. 2020

3) 千葉 俊二, 倉知 星人, 大村 啓介, 小島 威裕: 鋼板運搬設置用マニピュレータの位置合わせガイダンスの検討, 土木学会第 76 回年次学術講演会, VI-1132. 2021



写真-3 現場写真



写真-4 鋼板設置状況

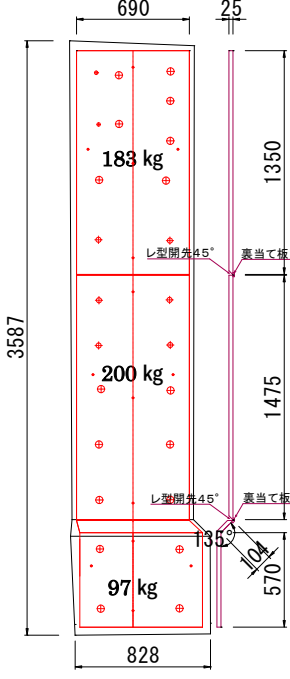


図-5 鋼板割付図(例)

表-1 鋼板取付比較結果

		人力作業	マニピュレータ
時間	準備作業	5分	12分
	鋼板取付	15分	8分
	合計	20分	20分
人員		4人	3人



写真-5 位置調整