

投稿論文

ロボットアーム型 重量物鉄筋配筋作業支援ロボットの開発

大木 智明¹・小西 真²・本保 裕文³

¹ 清水建設株式会社土木技術本部開発機械部（〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1）

E-mail: t.togi@shimz.co.jp

² 株式会社ATOUN商材開発本部 本部長（〒631-0801 奈良県奈良市左京6丁目5-2）

E-mail: m.konishi@atoun.co.jp

³ 株式会社エスシー・マシーナリ生産支援本部 副本部長（〒246-0002 神奈川県横浜市瀬谷区北町25-9）

E-mail: hiro.honpo@scm.shimz.co.jp

近年、コンクリート工では、鉄筋が太径化・高密度化し、技能労働者の高齢化も相まって鉄筋組立における生産性の向上が課題となっている。

そこで、熟練技能労働者のコツを生かしながら作業負担を大幅に低減できるロボットアーム型重量物鉄筋配筋作業支援ロボット（配筋アシストロボ）を開発した。

本ロボットは、操作グリップを動かしたい方向に軽く押すだけで、操作者の意のままに重量負担なく鉄筋を移動させることができる（ハンドガイド方式）。これにより、鉄筋組立時における苦渋作業からの開放と人とロボットの協働作業が実現した。

実施工においても効果が確認されており、配筋作業の省人化・省力化技術として、安全性向上と労働環境改善にも役立つ業界初の技術である。

キーワード: *assist, rebar, the collaboration human and robots, handling guide, manpower saving*

1. 開発の背景

建設業では、高齢化による大量離職等により今後10年間で技能労働者が約130万人減少することが予測されている。このような中、必要なインフラを整備していくためには、生産性向上や3K（きつい、きたない、きけん）からの脱却による新規入職者の確保が早期に求められており、国土交通省主導のもとi-Construction施策による取組みが推進されている。

コンクリート工においては、近年の耐震化により鉄筋が太径化・高密度化し、鉄筋組立時の負担が増大している。さらに技能労働者の高齢化も相まって生産性が低下している。

そこで重量物鉄筋の配筋作業に着目し、熟練技能労働者のコツを生かしながら作業負担を大幅に低減できる、人間の腕の動きを模した重量物鉄筋配筋作業支援ロボット（配筋アシストロボ）（以下「本ロボット」という。）を開発した。本ロボットは、配筋作業の省人化・省力化、苦渋作業の軽減が図れ、安全性も向上する技術であり、現場での適用において優れた効果を確認した。

写真-1に本ロボットを示す。



写真-1 本ロボット全景

2. 技術の概要

2.1 開発のコンセプト

構造物を構築する際、どこにどのような鉄筋をどれだけ配置するのか、その鉄筋の太さや長さ、配置間隔等、いわゆる配筋の仕様は構造物によって異なり、まったく同一のものはない。その上構築する場所も同じ場所ではないため、配筋作業を自動化する際に障害となっている。また、効率よく鉄筋配筋作業を行うには組立て順序等に熟練者のノウハウが必要である。しかし、配筋作業

は体力が必要なため、熟練者が高齢化すると体力が落ち、配筋作業に従事することは困難であった。

そこで、体力のいる力仕事部分はロボットで補い、高齢化した熟練技術者のノウハウを継続して活用する、人とロボットの融合したシステムの構築をコンセプトにして、鉄筋組立作業の大幅な生産性向上を目指した。

2.2 開発の目標

以下を目標として開発をおこなった。

- ①重量物鉄筋組立に要する人員の削減(省人化)
- ②重量物鉄筋運搬・組立時の重量負担の低減(苦渋作業の低減(省力化)・高齢熟練者の活用)
- ③ハンドガイド方式によるなめらかな動作(熟練者のコツの発揮)
- ④軽量化および分解組立方式による設置・運搬時の機動性の向上
- ⑤操作者の手の動きのみでの操作による安全性の向上

2.3 構造および諸元

本ロボットは、人間の右肩、上腕、肘、下腕、手にそれぞれ相当する「肩旋回部」「第一アーム」「肘旋回部」「第二アーム」「把持部」の5パーツと制御盤から構成されている。図-1に構造概要を示す。腕全体の動きをアシストするサーボモータを肩旋回部と肘旋回部、第二アームに組み込むことで、人間の右腕に近い動作性を実現した。本ロボットは人力での運搬を可能にするため4分割の構造とし、各ブロックの重量は約400N～約600N程度である。諸元を表-1、水平及び鉛直可動範囲を図-2に示す。

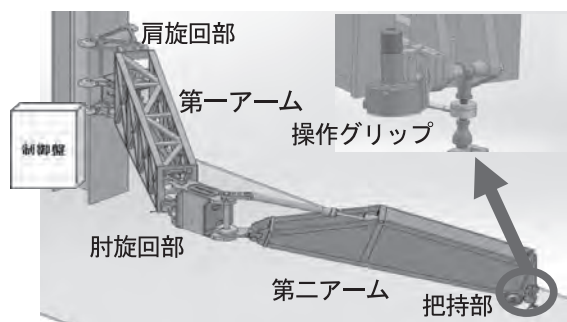


図-1 本ロボット構造概要

表-1 本ロボット諸元表

定格荷重	2500 N
作業半径	約 5.3 m
揚程	約 2.0 m
分割数	4 分割
入力電源	三相 AC 200 V
水平方向 操作方法	操作グリップ式 (6 軸センサー内蔵)

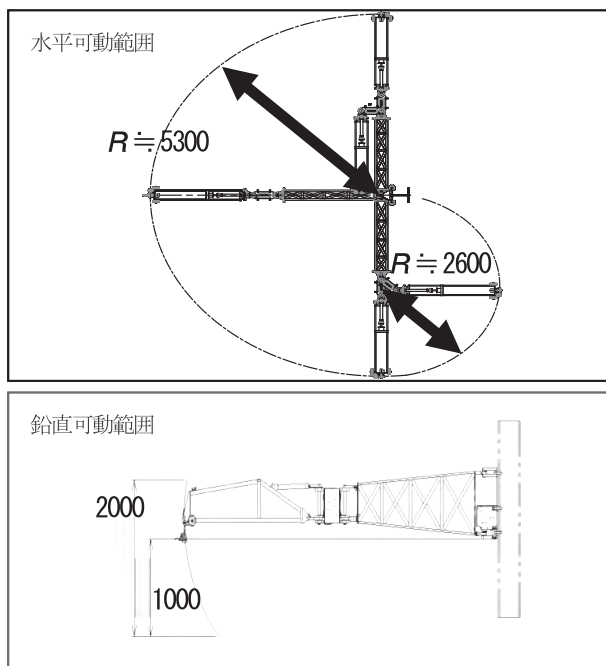


図-2 水平及び鉛直可動範囲図

2.4 技術の特徴

以下に本ロボットの特徴を記す。

①人とロボットの協働作業の実現

操作グリップに力覚センサーを採用し、操作者の微妙な手の動きを検知して本ロボットが作動(ハンドガイド方式)

②人間の腕のモデル化

本ロボットの動きに関して、3次元的に人間の腕(肩+上腕+下腕)をモデル化によるロボットの動きの単純化(自分の腕のような感覚での操作)

③軽量化の実現

本ロボットを治具として、生産性の低下が懸念される箇所に容易に手で運搬・設置できるように究極の軽量化を実現(本ロボットの構造部材はアルミ合金(板形状・トラス形状))

④分解組立方式の採用

人力での運搬・設置ができるように分割(4分割)タイプの採用

⑤サーボモータとアシスト制御の採用

電動式のサーボモータを採用しアーム関節をアシスト制御することにより、なめらかな動作を実現。細かい調整が必要とされる詳細位置決めにも支障なく使用が可能

2.5 運用方法

本ロボットは鉄筋配筋作業において、対象の鉄筋重量に関わらず操作者1名、介添者1～2名で使用することを基本としている。その使用イメージを図-3に示す。

操作者は、本ロボット先端にて操作をして鉄筋を移動する。介添者は鉄筋端部に配置され、鉄筋移動時の荷ぶれ防止や鉄筋の正確な位置への誘導と鉄筋の固定を行う。

なお、本ロボットの第一の展開先として都市内での開削トンネル現場を選定した。このため、地上の交通荷重を支持する等の目的で設置されている中間杭(H型鋼)を支持材として本ロボットを取付ける方式とした。

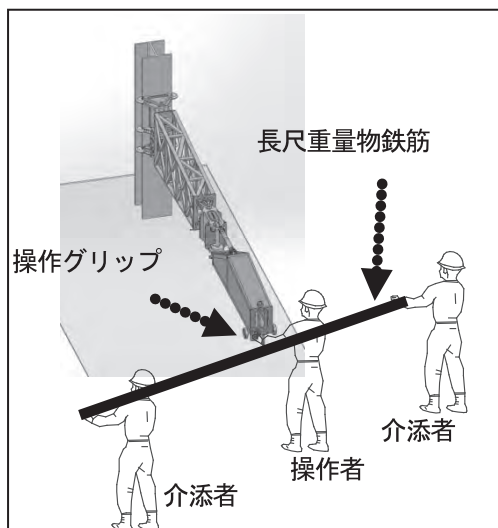


図-3 使用イメージ図

本ロボットを使用して配筋作業を行う場合は、以下の手順で行う。

【準備作業】

- ・本ロボットを使用場所に組立・固定する。

【配筋作業】

- ・事前に配筋場所付近までまとめて運搬済みの鉄筋束から、配筋する鉄筋をより分ける。
- ・本ロボットで鉄筋を把持した後、昇降ボタンを操作して鉄筋を持ち上げる(写真-2)。
- ・操作者が操作グリップを移動したい方向に押して鉄筋を移動する(写真-3, 4)。

なお、この鉄筋移動の際には操作グリップを押すだけで動きに合わせてサーボモータが稼働し、アームがアシスト制御され、操作者の意図する方向に水平移動できる。アームが操作者の意思と判断に合わせて直感的かつなめらかに動くため難なく配筋できる。

- ・図面で図示されている所定の位置まで鉄筋を運搬した後、昇降ボタンを操作して鉄筋を下す(写真-5)。この際に介添者は所定の位置に鉄筋を合わせる。

【分解・移動作業】

- ・本ロボット施工範囲内の配筋作業終了後分解し、つぎの使用場所に運搬する。



写真-2 鉄筋把持状況



写真-3 鉄筋移動状況 1



写真-4 鉄筋移動状況 2



写真-5 鉄筋配筋状況

2.6 パワーアシストシステム

本ロボット先端に操作グリップが取り付けられており、このグリップ直下に配置した6軸力覚センサーにより操作者が入力した力の方向と大きさを検出する。ただし、ここで検出した力の向きはあくまでも本ロボット先端部を基準とした向きでしかない。これを本ロボットが取り付けられているH鋼を基準とした向きに変換する必要がある。つまり、本ロボット先端部の相対座標系からH鋼を基準とした絶対座標系へ変換しなければならない。そのため本ロボットでは、本ロボットの各関節(肩部、肘部)の角度を元に先端部の角度を計算し、6軸力覚センサーの値を逐次変換している。

また操作者がグリップに加える力の大きさは単なるスイッチのon/offではなくアナログ値で入力されており、この時の操作者が加える力の大きさに合わせて本ロボットの動作速度を調節している。この速度調節も上記の方向と同様に各関節の角度に合わせ各関節のモータ速度を逐次最適な速度に調節し、合成速度として本ロボット先端の操作部での速度としている。

速度の設定に際しては、オペレータの操作部分≒鉄筋の移動速度を最大200 mm/secと設定した。鉄筋等の重量物の搬送時に異常時でも咄嗟に対応できる速度を上記の最大速度とし、各モータの合成速度がこれを超えない範囲で制御している。機構設計時には、この速度を維持するに十分な出力のモータを選定し最適な減速比となるよう本ロボット専用減速器を設計、製作した。

これにより操作者は本ロボットの向きや位置という状態を意識することなく、操作者自身が望む方向と望む力加減でグリップを押すだけで操作が可能となる。

2.7 通常のアシスト機器との差異と問題点

通常のアシスト機器(ハンドガイド式)ではここまでの大型のものは少ない。多くの場合、アシスト機器を操作する操作者は一定の場所に留まりアシスト機器を操作する。しかしながら本ロボットの場合、半径5mの範囲で操作者は移動しながらアシストロボの操作を行う。これは操作者が歩きながら操作グリップを操作することを意味する。つまり操作者が操作グリップを操作する際に、歩行に伴う上下動と水平方向の移動速度のムラが操作グリップに入力されてしまうことになる。このような操作者自身が望まない不安定な入力をいかに排除するかが今回の開発のポイントとなった。

上記問題に対して2つのアプローチにて対処した。まず、歩行に伴う上下動に関してはZ軸方向(昇降方向)の入力のみスイッチ式とし、6軸力覚センサーからの入力と切り分けた。これにより安定した水平移動と鉄筋の

昇降動作をそれぞれ行うことができた。これは現場実証試験により実際に作業者の多くが水平方向移動と昇降作業の同時操作を望まないことにより決定した。むしろこれらの作業(水平移動と昇降作業)を切り分けることにより、わかりやすい操作と作業性の向上が図れた。

次に歩行による水平方向速度のムラに対しては、操作グリップ自体を上下に2分割し、その下部を6軸力覚センサーと切り分けることで操作者がしっかり握っても入りに影響しない、操作の基準とした。この上部に6軸力覚センサーに接続された入力部を設けた。この構造により操作者は操作の基準となるグリップ下部を握り、グリップ上部により入力する形となる。このため実際に6軸力覚センサーに入力される値は、下部の基準に対する相対的な入力とされるため、歩行などによる速度のムラを排除することができる。しかしながら実際には作業者は操作グリップに対してあらゆる方向からあらゆる握り方を行う。このため上記の2分割構造は必ずしも有効とは言えなかった。さらにこれとは別に入力された値にフィルタを通すことにより不用意な入力と思われるノイズを排除した。最終的には水平方向の速度ムラに関してはこのフィルタリングが最も有効であった。

3. 開発の経緯

2015年4月から開発をスタートした。適用の対象として、太径鉄筋(D51等)が多用され、生産性低下が特に懸念される開削トンネルを想定した。ただし、適用は開削トンネルに限定されるものではなく、他工種や他分野など汎用性を持たせるべく目標設定した。

3.1 鉄筋工の組立ノウハウの取得および設計 (2015.4～2015.9)

本ロボットのユーザーである熟練鉄筋工が当初から開発メンバーとして開発に参画し、鉄筋の組み立て時のノウハウや詳細な手の動きを確認して、操作時に無理や支障となるべく項目を排除した。そして、小型模型を作り(写真-6)動きや使い勝手を全メンバーで確認した後、開発の目標を設定し(2.2に記述)設計に着手した。



写真-6 模型による確認

3.2 構造部材の軽量化への取り組み (2015.4～2015.9)

人力での運搬を可能とするため、軽量化をする必要があった。構造部材は人間の手で運搬・設置・撤去できることを前提に、分解した部材の重量を600 N以下とした。

本ロボットを多くの部材に分解する設計にした場合、一部材は軽くなるが組立に時間がかかるため、できるだけ分割数を少なくして部材重量も抑えることが必要となる。形状検討、構造解析及び材料選定を実施し軽量化を追求した結果、材料にはアルミ合金を選定し、構造的には引っ張り強度確保のため薄板をアーム表面に貼る板金構造とした(写真-7)。これにより、分割数を4分割で、一部材の重量も600 N以下に抑えられることが判明した。ところが、動作実験を行ったところ、想定以上にアルミ合金板の変形が大きく、かつ、薄板にきしみ音が発生した。原因は、先端の第二アームの動きにより、根本の第一アーム部にねじれによる正反逆のモーメントが繰り返し発生したためである。このままでは溶接部が繰り返し疲労により破断する可能性があるため構造の変更をおこなった。



写真-7 動作実験（板金構造）

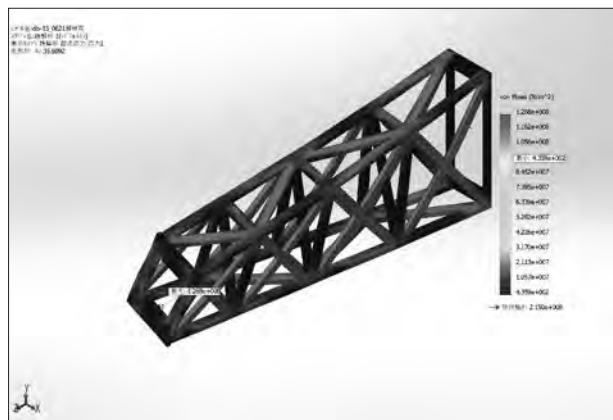


図-4 構造解析例

3.3 構造の確定および実証実験 (2015.10～2016.8)

構造の再検討に際しては、橋梁やクレーンなどの構造を参考としてトラス構造とした。しかし橋梁やクレーンと異なり大きなねじり荷重がかかることから、基本的なトラス構造にねじり荷重を受ける部材を追加し解析をおこなった。この際、可能な限り重量増を招くことなく効率的に強度を上げるため追加部材の方向、本数を変えたもので設計、モデリング、CAE解析を繰り返し行い最終的な形状を決定した。このとき細かな設計案も含めると約20通り以上の構造設計案を解析、検討した。この結果、部材の重量は600 N以下を維持しつつ、上腕部となるパーツを一般的なトラス構造とし、最適形状(最軽量構造)を決定した(図-4)。ただし、先端アーム部材は従来通り板金構造を維持した。この変更した設計をもとに、再度本ロボットを試作し(写真-8)、性能の実証を試みた。



写真-8 変更後第一アーム構造写真

ることで「なめらかな操作」を実現させた。

4. 実施工への適用

2016年12月に2つの工事現場において実際に本ロボットを適用した。適用結果について述べる。

4.1 適用例1

【適用概要】

- ・対象構造物：ボックスカルバート(外寸 幅15.46 m × 高さ11.4 m, 1連)
- ・施工対象鉄筋：頂版部主筋 D51 $L \approx 10.0$ m, 6.5 m 各15本 全重量約40 kN(参考：D51の鉄筋とは直径51 mmの鉄筋を指す。重量は1 mあたり159 Nである。)

3.4 操作性向上の取り組み (2016.08～2016.10)

協働作業を実現するためハンドガイド方式を採用している。実証実験の結果人の移動を伴う大きな動作がある場合、人が操作グリップに与える力が安定しないため、センサーへの入力も安定せず、「なめらかな操作」に支障をきたすことがわかった。ここで、なめらかな操作とは、思った方向に移動している際に意図しない方向の力が働かないことである。具体的には操作グリップを押している手に、押している方向の反力以外の方向の力が働かない状態である。そこで、2.7節でも述べたように改良す

【適用詳細】

ランプ道路用1連ボックスカルバートの頂版部の主筋D51で適用を行った。以下図-5、6に鉄筋加工図および適用箇所を示す。なお、本適用箇所は埋設型枠を使用しているため鋼製リブ材や鋼材が存在し、特に鉄筋組立のしづらい場所であった。

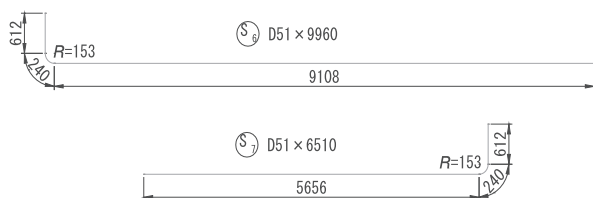


図-5 鉄筋加工図

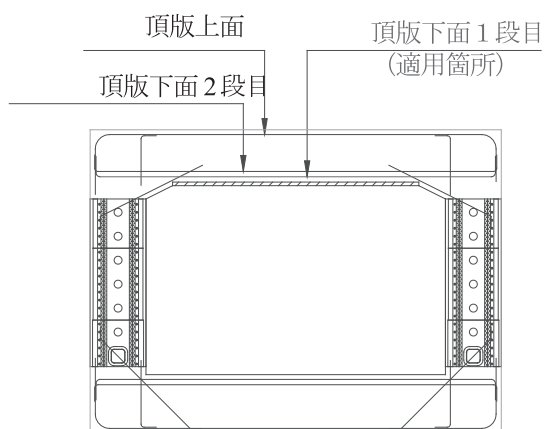


図-6 適用箇所断面

本ロボットを使用した場合と従来通り施工した場合の比較を定量的に行った。表-2に本ロボットを使用した場合と従来通り施工した場合の比較を示す。

表-2 適用例1適用結果

	本技術 (A)	従来 (B)	(A)/(B)
鉄筋組立時間(分)	120	150	0.80
鉄筋工数(人)	4	6	0.67
物的労働生産性(*1)	83.3	44.4	1.88
一人あたり重量負担(N)	0	280	
(参考)準備・解体時間(分)	20+20	0	
準備解体を含めた物的労働生産性	62.5	44.4	1.41

*1: 施工量(N)/(工数(人)×時間(分))

ここでは生産性を評価する指標として、1分で1人あたりに施工した鉄筋重量を「物的労働生産性」と定義して比較した。この結果より、本ロボットにより労働生産性は約1.9倍となった。1箇所配筋作業がおこなえる施工量は配筋の仕様(鉄筋間隔、鉄筋径、長さ)により変化するが、参考として本ロボットの準備・解体時間を考慮

しても約1.4倍の効果があることが確認できた。

4.2 適用例2

【適用概要】

- ・対象構造物: ボックスカルバート(外寸 幅 35.48 m × 高さ 13.6 m, 2連)
- ・施工対象鉄筋: 底版部主筋 D51 L = 6.0 m 49本
全重量約 47 kN

【適用詳細】

道路用2連ボックスカルバートの頂版部の主筋D51で適用を行った。以下図-7、8に鉄筋加工図および適用箇所を示す。



図-7 鉄筋加工図

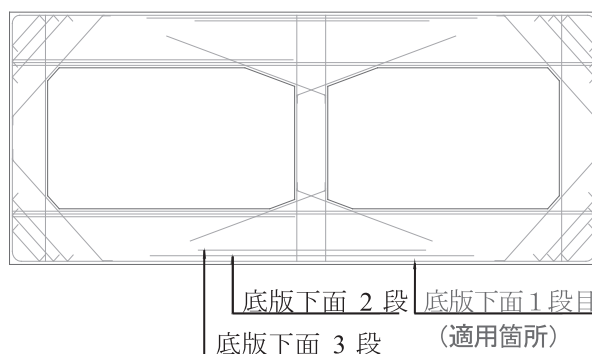


図-8 適用箇所断面

当初は、長尺であったが仕様変更をして長さを6m以下にしてローラーを使って施工している。本適用では2本を一度に運搬した。表-3に本ロボットを使用した場合と従来通り施工した場合の比較を示す。

表-3 適用例2適用結果

	本技術 (A)	従来 (B)	(A)/(B)
鉄筋組立時間(分)	83	110	0.75
鉄筋工数(人)	2	2	1.00
物的労働生産性(*1)	283.1	213.6	1.33
一人あたり重量負担(N)	0	480	
(参考)準備・解体時間(分)	20+20	0	
準備解体を含めた物的労働生産性	191.1	213.6	0.89

*1: 施工量(N)/(工数(人)×時間(分))

適用例2においては、鉄筋投入開口寸法の制約と人力で組立作業をすることを考慮して、1本6mに分割され

て施工している。その上組立時には、ローラーを使用し
て配筋する等当初から省力化・省人化の工夫を既に行っ
ている。以上の対策をおこなった状況下であっても本ロ
ボットを使用すれば物的労働生産性は約 1.3 倍あり、効
果が十分あることが確認できた。また適用例 1 と同様に
重量負担軽減効果も大きい。

5. 本技術の効果

以上の適用結果を踏まえ、開発の効果を述べる。

①人とロボットの協働作業

“高齢熟練工のノウハウの活用”を実現

本ロボットの完成により体力のいる力仕事部分はロ
ボットで補い、高齢化した熟練技術者のノウハウを継続
して活用する、人とロボットの融合したシステムを構築
した。本ロボットは、体力が低下した熟練高齢者でも使
用可能でより高齢でも働くことができるため、高齢熟練
工のノウハウを生かし効率的な施工が継続して可能とな
る。したがって、将来懸念される労働者不足解消の一助
となることが期待できるとともに、高齢熟練工による技
術を伝承する機会が広がることも期待できる。

②経済的效果

適用の結果、長尺重量物鉄筋で 1.88 倍の生産性向上、
短尺の重量物鉄筋においても 1.33 倍の物的労働生産性
向上効果(施工量 / 延べ投入人工)が確認できた。した
がって、従来の約 5 割($1/1.9 \approx 0.52$)～約 8 割($1/1.3 \approx$
 0.77)の件数で施工可能である。また、当該作業での
削減できた鉄筋工は同現場の他の箇所での配筋作業に従
事しており、生産性向上に関して相乗効果がある。また、
長尺で重量のある鉄筋ほど効果を発揮し、生産性が上が
ることがこの結果からわかる。さらに、本ロボットの使
用を前提にすれば、太径長尺鉄筋を分割しなくても施工
可能なため、分割による継手数を削減できる効果がある。

③省人化による施工効率の上昇

D51 で 10 m 程度(重量約 1600 N)の鉄筋を配筋する際
には、従来 6 人前後必要であった。しかし本ロボットを
使用すれば、施工条件にもよるが半分以下の 2～3 人で
配筋可能であり省人化が図れる。また、本ロボット使用
により削減できた人員(3 人で本ロボットを使用する場
合の削減人数は $6 - 3 = 3$ 人)は、同じ現場内において
他の鉄筋組立作業に従事できるため、施工効率が上昇す
る。さらに、複数台使用することで更なる施工効率上昇
が見込まれる。

④省力化

鉄筋移動時の重量は本ロボットが負担するため、作業
員は重量負担がなく作業が可能で、苦渋作業から開放さ

れる。10 m の D51 鉄筋を 6 人で組み立てる際には、1
本組立ごとに一人あたり約 300 N の重量を負担しなけれ
ばならなかったが、本ロボットを使用すれば重量負担は
なく意のままに操作可能であり、鉄筋組立作業の省力化
が図れる。

⑤安全性向上・労働環境の改善

従来に比べ、同一作業に必要な人員自体が減り、扱う
重量負担も激減することから労働環境が大幅に改善され
る。また操作においても、クレーン等を使った場合は他
者の操作による作業であるのに対して、操作者自身の操
作で行うため危険回避(ロボットの移動を止める等)に対
する対応も素早く取れるため安全性が向上する。さら
に、本技術は非常停止、挟み込み防止措置、過荷重検知
センサー等の安全装置を装備している。

⑥分解組立方式採用による機動的な運用

本ロボットは、人力で運べる重量になるようにロボッ
ト本体は 4 分割が可能で(制御盤を入れて 5 分割)、移設
が容易である。したがって、重量物鉄筋の組立等の重量
負担が大きく作業効率の悪い作業に、機動的にピンポイ
ントで使用することができる。そのため、人力での組立
が効率的な場合(細径の配力筋、幅止め筋等)は人力で組
立を行い、太径長尺の鉄筋等本ロボットによる組立のほ
うが効率のいい場合には本ロボットによる組立を行うと
いった具合に、効率のよい組立方法を自在に選択が可能
となり、施工効率も上昇する。

6. 本技術の展開

本技術は、重量物である鉄筋の組立をアシストするた
め、機動性を重視した治具である。特に生産性の低下が
懸念される太くて長い鉄筋組立作業等に効果を発揮する
ものである。また、施工条件に合わせて設置方法を変更
することで、更に適用範囲が広がる可能性がある。以下
に期待される展開事例を記す。

①建設分野での展開

設置方法は、固定式(定置式)と移動式のどちらも可能
である。固定式(定置式)については前述しているため割
愛する。移動式の例としては、バックホウの先端に取り
付けることで任意の位置に自走させることが可能である
(図-9)。また、移動用レールとトローリーを組み合わせ
ることで、本体ごと横移動可能な仕組みとする(図-10)
ことも可能である。

②他分野への展開

工場内や物流倉庫内の重量物の運搬には、クレーンや
フォークリフト等を使用するのが一般的であるが、小規
模工場において、重量物(1～2 kN 程度)を決められた

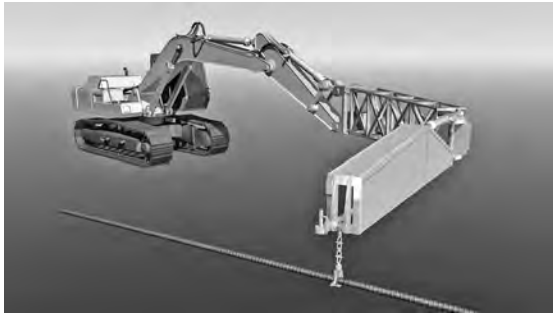


図-9 例：BH アタッチメント（自走式）

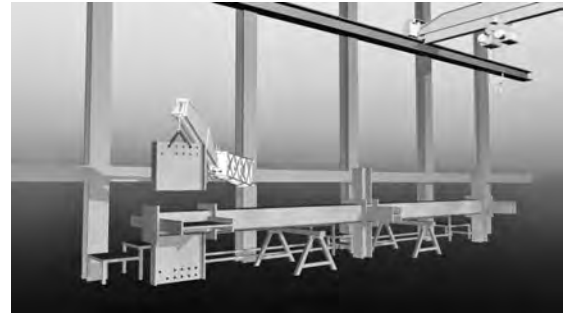


図-11 例：小規模工場での使用例

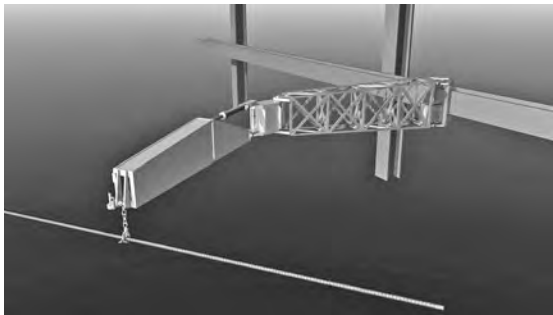


図-10 例：移動式

範囲に移動する場合に、大掛かりな設備を使用することなく作業が可能になると思われる(図-11)。

7. おわりに

本技術は、ロボット技術を導入し、操作者の手の動きのみでロボットが動作する技術である。本技術により、熟練工は重量負担を伴わず、今まで培ったノウハウを最大限生かし、力仕事部分はロボットが分担するという‘人とロボットの協働作業’が可能な、鉄筋組立作業の生産

性を向上させる業界初の革新的技術を開発した。安全面においても、他者の操作によるクレーン等作業に対して、実作業者自身の操作でロボットが動作するので、危険回避対応(ロボットの移動を止めたい時に止める)も素早く取れ、安全性も高い。したがって、きつい、きけん等の労働環境を改善する技術である。さらに、本技術を使用すれば、高齢化した熟練技能者は体力が低下しても引退せずに可能な限り作業に従事することができ、若い技能者への技術(ノウハウ)の教育・伝承(技術のみえる化)となる。また、建設分野に限らず様々な分野での展開が可能であり発展性がある。

今後は、施工実績を積み重ね、応用できる範囲を拡大するために改良を進めたい。

参考文献

- 1) 大木智明：配筋作業をアシストするロボットアーム型作業支援ロボットー『配筋アシストロボ』、電力土木、第388号、pp.97-99、2017
- 2) 金丸清人：配筋アシストロボの開発、月刊技術士、6月号、pp.4-7、2017

(2017.6.16 受付、2017.7.24 採用決定)

DEVELOPMENT OF THE SUPPORTING ROBOT ARM DEVICE FOR ARRANGEMENT OF THE HEAVY REBAR

Tomoai OGI¹, Makoto KONISHI² and Hirofumi HOMPO³

¹ Civil Engineering Division, Civil Engineering and mechanical Engineering Development Department, Manager, Shimizu Corporation

² Product Development Division, General Manager, ATOUN Inc.

³ Production Affairs Promotion Division, Deputy General Manager, SC Machinery Corporation

Improvement of productivity through rebar arrangement becomes important issue, because of high density of the reinforcing bars and the aging of skilled workers. Therefore, we have developed the robot that supports to arrange the heavy rebar by robotic arm. This robot can drastically reduce the burden of the workers by using the know-how of skilled workers. The operator can manipulate the rebar by handling the guide grip without any weight load. We achieve the collaboration human and robots, and the workers are released from the laborious works during reinforcement assembly. We have confirmed its effect that not only helps to enhance the productivity but also improves the safety, and labor environment.