

## 鉄筋結束ロボットの開発

大成建設株式会社 正会員 ○ 高橋 要  
千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター 正会員 西村 健志

### 1. ロボット開発の背景

日本は前例のない高齢社会に直面し、労働力の確保は喫緊の課題である。国内建設業は東京オリンピック、リニア新幹線及び先の震災復興等が重なり、労働力確保の問題が顕在化している。この様な背景から、労働力を作業難度に応じて配分し、単純な繰返し作業にはロボットの活用が望まれる。

建設業におけるロボットの活用は、災害や危険箇所での無人化施工やシールドトンネルなどに採用されている。一方、躯体工での活用は、釘打機等工具レベルにとどまっている。

この様な現状から、躯体工のうち、スラブ(図-1)の鉄筋結束をターゲットとしたロボット開発に着手した。限られた労働力は作業難度の高い作業に、ロボットには単純繰返し作業に従事させ、生産性向上の実現を目指すものである。

本編に鉄筋結束ロボット開発の取り組みについて記す。

### 2. 開発方針と試作機製作

#### 2.1 開発および動作等制御方針

- ① 体制はロボットの設計、開発を千葉工業大学、鉄筋工事に関する知見の提供と、現場での検証を大成建設が担当する。
- ② 市販結束機を活用し、自律的に結束部を検知する移動機構とする。
- ③ 横行の際、鉄筋が交差する段差部の移動方法について、検討を行う。
- ④ 移動機構は鉄筋上部を走行レールとする車輪式を採用し、結束箇所への移動毎に必要なロボット位置決め精度を高める(図-2)。
- ⑤ 鉄筋端部等を検知し、移動(走行)の方向を反転させる。
- ⑥ 人の進入や障害等を検知して停止する。
- ⑦ 人の鉄筋仮組の許容誤差に対する追随性をもたせる。
- ⑧ 女性の持ち運びを想定した大きさと重量とする。

#### 2.2 試作機

2.2.1 移動機構 鉄筋結束(交差)部を自律的に検知して、走行・停止を繰返す移動原理と動作の確実性を確認することを目的に移動機構の試作機を製作した(図-3)。制御に用いるマイコンを本体に搭載し、鉄筋端部等を検知するセンサーにリミットスイッチを選定した。リンク機構による鉄筋段差部の移動イメージを図-4に示す。



図-1 スラブ配筋

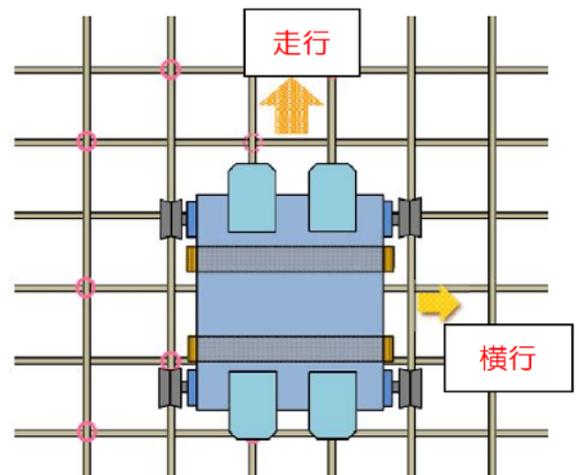


図-2 鉄筋をレールとした走行移動のイメージ



図-3 移動機構の試作機

2.2.2 結束ロボット(移動機構改良と結束機構の付加)

移動機構に結束機構を付加した鉄筋結束ロボット試作機を図-5に示す。搭載する市販の結束機は、マックス社製RB-399A(適合径D16×D16)を選定した。結束機の特徴はリール型鉄線を使用し、先端から鉄線が放物線を描く様に放出される。その鉄線放出部分は、独自のクランプ形状を有するため、鉛直方向だけの上下運動ではクランプと鉄筋が接触する。そのため、結束機を斜めに降下させる必要がある。この複雑な昇降動作も横移動同様にリンク機構を採用した。そのシンプルな部材構成から、昇降装置全体をコンパクト化した。また鉄筋と結束ロボットの高さ関係はスラブの種別を問わず一定なため、走行移動時の結束機高さを設定しなくて良い。障害検知に使用するセンサーを非接触型光学式に改良したことから、移動機構試作機の接触型検知のダンパーが不要となった。ロボットの長さが大幅に縮小でき、□-50×50cm以下の小型化を実現した。全重量は19kgである。

その他、ロボットの中心位置決めに使用する車輪のテーパー量の見直し、固定車輪を左右への首振り構造に改良した。これらの改良から、鉄筋仮組の許容誤差に対して移動(走行)時の追従性が飛躍的に向上した。

3. 実験

3.1 実験概要

RC在来工法による建築スラブ配筋で実装実験を行った。鉄筋は、D13とD10の交互配筋で、鉄筋間隔は200mmである。

3.2 実験結果

□-1.4×2.0mのエリアで全結束数92箇所の連続結束を試みた。ロボット姿勢の傾きや鉄筋ふみ曲げ箇所で交差部検知のエラーが3箇所発生したが、その他の箇所では全て結束を行い、エラー発生率は3.3%であった。デッキプレート等のスラブに比べ、ロボット結束には厳しい条件であったが、センサー角度などを修正して、動作エラーが低く再現性の良い結束を繰り返すことができた。

4. まとめ

エラー発生率が低い結束のロボット化を実現した。今後は柱やボイド、スパーサー部等、結束機が使用できない場所や位置の回避方法について開発を進める所存である。

参考文献

- 1) 日建連電力土木委員会『電力土木における情報化施工・ICT活用に関する調査』(2017年日建連報告書)
- 2) 千葉工業大学伊東他『自動鉄筋結束ロボットの開発』(第29回ロボティクス・メカトロニクス講演会2017)

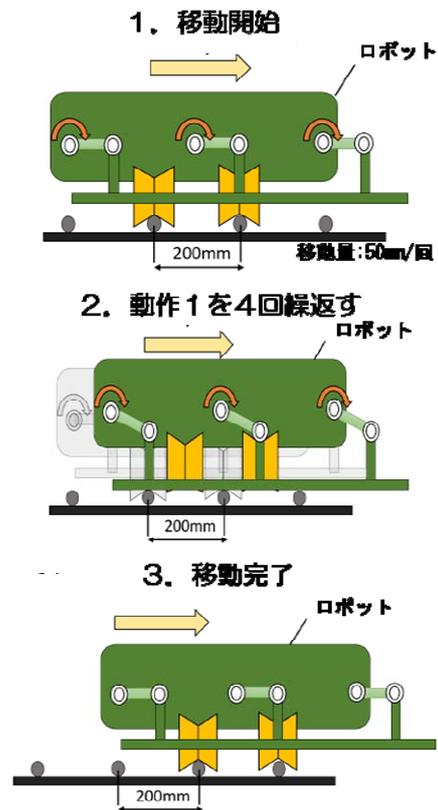


図-4 リンク機構による横移動動作

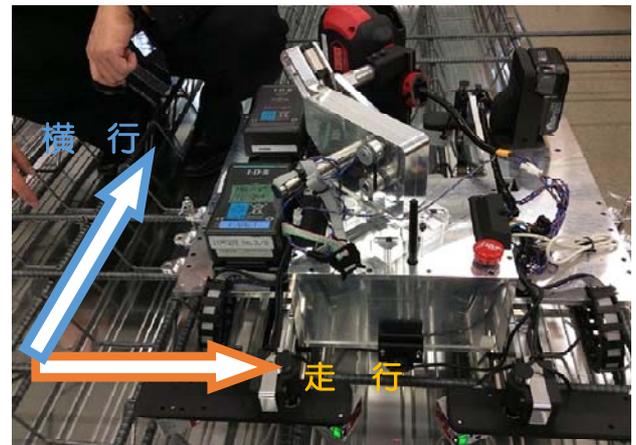


図-5 結束ロボットの試作機

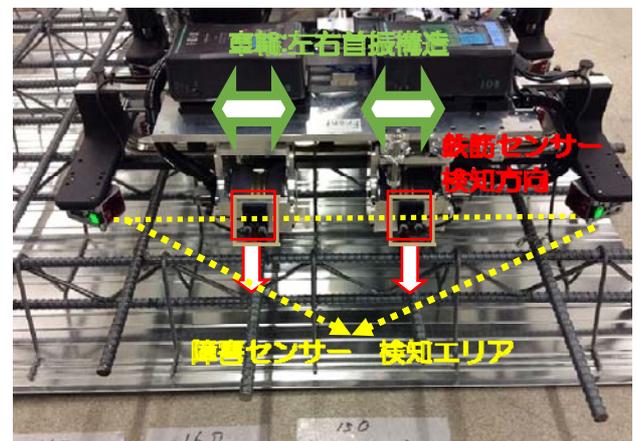


図-6 車輪とセンサーの改良