

自動鉄筋結束ロボットの開発 —車輪形状の変更と移動性能の向上—

千葉工業大学 正会員 ○ 伊東 稔明
 千葉工業大学未来ロボット技術研究センター 非会員 保坂 謙史郎
 大成建設株式会社 正会員 高橋 要
 大成建設株式会社 正会員 森 直樹
 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 はじめに

これまで、様々な業界で労働力の確保や労働環境の改善を目指してロボット技術による自動化が行われてきた、特に工場などの決められた作業エリア内で繰り返し単純作業のみを行うような場合には、産業用ロボットが活躍している。しかしながら、建設業界などでは依然としてその多くの作業が人手作業によるものであり、人手不足が深刻化している。その原因の一つとして、建設作業の性質上構造物は基本的に周囲の環境に合わせて施工されることが挙げられ、鉄筋結束作業を例に上げると現場ごとに柱や壁、鉄筋、鉄筋用スペーサなどの形状や位置関係が異なることなどが自動化を検討する際に大きな課題となる。先に開発した自動鉄筋結束ロボットでは現場ごとの環境変化の比較的少ない構造物を利用した移動方法 [1] を提案することでこの問題を克服した。本ロボットは単調な作業となるスラブの鉄筋結束作業を自動で行うことで、限られた現場労働力の有効活用を目的としたものである。本論文は実証実験を通して確認された問題点を解決するために新たに考案した機構について論述するものである。

2 自動鉄筋結束ロボット

本研究では試作機として自動鉄筋結束ロボットを開発した。ロボット外観を図 1 に示す。本ロボットはテーパ車輪によって鉄筋をレールとして走行する前後移動と平行リンク機構によって機体を持ち上げ隣のレールに乗り換える横移動を組み合わせて移動して結束動作を行う。ロボットのスラブ配筋上での動作イメージを図 2 に示す。

3 実証実験で確認された課題

土木、建築の各現場において実証実験を行い、実環境での動作状態や機構などの挙動を確認し機構やセンサ周りの改良を重ねた。実証実験のうち機構改良の必要が確認された例について述べる。

D13 鉄筋で組まれた重ね継手の鉄筋交差部を結束した後に、この結束箇所へ車輪が乗り上げ機体がスタックする場合がみられた。通常、ロボットは重ね継手上において車輪のテーパ部分で走行する機構構成となっている。このテーパ部分には鉄筋との摩擦係数が低い材料を選定し、事前に動作実験を行った際はスタックすることはなかったため、この構成で十分であると判断した。しかし、今回の実証実験では、重ね継手の結束箇所上で車輪がスリップしてスタックする現象が確認された。スタックが起きた際にロボットの 4 つの車輪はすべて重ね継手上であり、なおかつ一部車輪が結束線上に乗り上げていた。このため、摩擦力の低い材質とテーパ形状では結束線乗り越えるための駆動力が不足し、車輪のスリップが発生したと考えられる。



図 1 ロボット外観

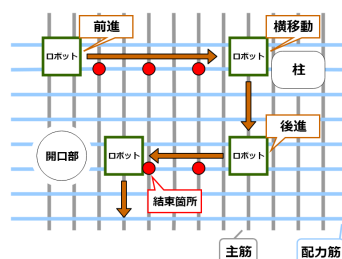


図 2 動作イメージ

キーワード コンクリート工事, フィールドロボット, 鉄筋結束ロボット, 生産性向上, 自動化, 産学連携
 連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター先端技術開発部
 TEL: 045-814-7247

4 スリップ対策車輪の比較実験

課題への対策として、これまで使用してきた図3(a)のような車輪形状から、図3(b)のように片側の車輪テーパ部分を減らし、車輪の走行用ウレタンゴムテーパ面の幅を広げた。考案したスリップ対策車輪の有用性を確認するためにスリップ現象を再現可能な実験フィールドを作成し、比較実験を行った。鉄筋に結束線を複数回巻き付けスリップ対策前の車輪でスリップ現象が再現するフィールドを人為的に用意し、このフィールド上をそれぞれの車輪で走行しその様子を比較する。鉄筋交差部4箇所を結束線を巻き付けた。

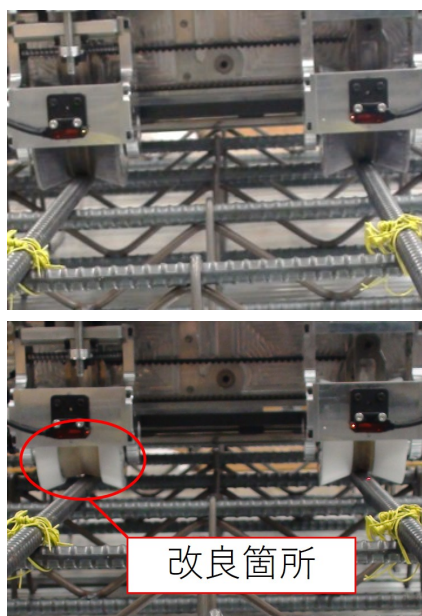


図3 上段(a) 対策前 下段(b) 対策後

5 実験結果及び考察

スリップ対策前の車輪では踏破不可能であったフィールド上をスリップ対策後の車輪では踏破可能であることが分かった。スリップ対策前後の実験時の様子をそれぞれ図4、図5に示す。図4において車輪のスリップが見られ、ロボットは障害物の踏破が不可能であった。一方で、図5でロボットは障害物を踏破しフィールド上を走破した。また、片側車輪全体をウレタンゴムの円筒車輪で構成した場合においても問題なくスラブ配筋上を走行可能なことを実験より確認した。

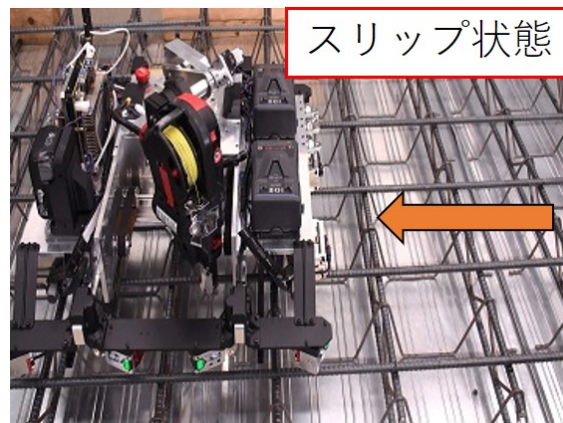


図4 実験の様子(スリップ対策前)

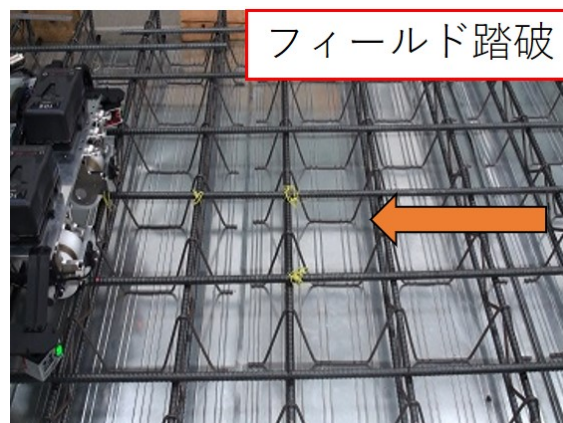


図5 実験の様子(スリップ対策後)

6 結論

土木と建築の現場において実証実験を行い、実環境での動作状態や機構などの挙動を確認し機構改良の必要が確認された例について述べた。D13鉄筋重ね継手の結束線上へ車輪が乗り上げ機体がスタックする問題に対して片側の車輪テーパ部分を減らし車輪の走行用ウレタンゴム面の幅を広げた。スリップ現象を再現可能な実験フィールド上において比較実験を行った結果、車輪の踏破性の向上が確認された。

参考文献

- [1] 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)
- [2] 大成建設株式会社 高橋, 千葉工業大学未来ロボット技術研究センター 西村 「鉄筋結束ロボットの開発」(第72回土木学会年購)