

2026年 2月18日

豊橋技術科学大学長 殿

機械工学専攻  
学位審査委員会  
委員長

小林 正和



## 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Nur Azizah Amir		学籍番号	第239102号
申請学位	博士(工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学専攻	
博士学位論文名	Motion Trajectory Generation Considering Safe Operational Support for Rotary Cranes (旋回クレーンの安全な操作支援を考慮した動作軌道生成)			
論文審査の期間	2026年1月15日 ~ 2026年2月18日			
公開審査会の日	2026年2月17日	最終試験の実施日	2026年2月17日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	高木 賢太郎			
委員	高橋 淳二		内山 直樹	
		印		印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

旋回クレーンは建設現場などの多様な環境で広く用いられているが、多くの操作は手動で行われており、このことが事故および作業効率低下の主要因となっている。そのため、初心者や非熟練者の手動操作を支援する方法の開発が期待されている。また、このような操作支援システムを実現する際、新たなセンサの設置は保全基準等の制約を満たす必要があり導入に時間を要する。本論文では、旋回クレーンに一般的に用いられている吊荷監視カメラを利用した直感的なインターフェースの設計と共に、安全かつ精密な吊荷搬送を実現する操作支援システムの提案と有効性の検証を目的としている。

本論文は全7章より構成される。第1章では、研究背景、関連研究、目的と論文構成について述べている。第2章では、本研究で提案する方法の基礎となる旋回クレーンの数式モデル、経路計画法、軌道の性質などを示している。第3章では、操作者が使用環境等に応じて自動制御と手動操作を選択的に切り替えながら作業を進めることを可能とするために、単純な動作列から構成される軌道生成手法を提案している。第4章では、第3章の方法の実環境への応用を試み、障害物の3次元点群データを用いた単純な動作列からなる自動動作軌道の生成法を提案している。第5章では、吊荷の最終位置決め動作を支援するための吊荷監視カメラの画像を利用したインターフェースの設計と共に、位置決め精度と荷振れを考慮した最適動作軌道生成法を提案し、実験的に有効性を確認している。第6章では、第5章で提案した動作軌道生成とAスターアルゴリズムによる障害物回避を統合する方法を提案している。実験により、風外乱下でも滑らかで衝突のない搬送が可能であり、一般的なS字動作軌道よりも滑らかさと安定性に優れることを示している。第7章では、本論文の結論と今後の展望を述べている。

## 審査結果の要旨

国内労働人口の減少に伴い建設機械の操作者が不足し、自動制御法の開発が期待されているが、多様な作業環境において安全を保証する必要があり、実現には時間を要する。このため、非熟練者でも高度な操作が可能になる操作支援システムの開発が必要である。旋回クレーンは単純な構造と少ない設置面積で広範囲な荷物搬送を可能にすることから広く用いられているが、複合的な回転運動を有するため操作に熟練を要し、操作支援システムの開発が期待されている。しかしながら、新たなセンサを設置することや構造を変更することは保全基準等の点から現実的でない。本研究は、一般的に用いられている吊荷監視カメラの利用を想定し、直感的な操作インターフェースと共に、安全かつ精密な吊荷搬送を実現する操作支援システムを提案し、実験的に有効性を検証している点で高い独創性と工学的有用性を有している。

本論文の主要な成果は以下のようにまとめられる。1) 既存の最適動作軌道生成法のような複合操作を同時に行うのではなく、一般的な操作者が行うブーム起伏、旋回、ロープ上昇下降、ブーム起伏とロープの同時操作の4つを基本とし、このいずれかを順次行うことで目標位置に吊荷を搬送する軌道生成法を提案している。これにより、操作者が自動制御と手動操作を選択しながら作業を進めることを可能にしている。2) 障害物をオクトツリーにより表現し、これを回避しつつ、かつ残留荷振れを抑制できる、上記4つの動作に基づく軌道生成法を提案している。また、実験において現実的な時間で障害物のモデルを構築し、搬送動作が可能であることを確認している。3) 荷振れを起こさないように吊荷の最終位置決めを精密に行うことは高度な熟練操作が必要である。この操作支援法を検討し、吊荷監視カメラ画像において目標位置を指定することで、その位置まで荷振れを抑えつつ精密に動作する方法を提案している。さらに、障害物回避を考慮する方法に拡張し、実験的に有効性を示している。

旋回クレーンにおける実際の操作パターンおよび熟練を要する位置決め動作を考慮した操作支援システムと動作軌道生成法の提案は、システム工学分野での学術的独創性が高い。また、実験により有効性を確認し工学的寄与も大きい。以上より、本論文を博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)