

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	柔軟旋回クレーンの動力学解析モデルと振動制御法の開発
Title(English)	Development of Dynamic Model and Vibration Control of Flexible Rotary Cranes
著者(和文)	CHALERMPONGKolawach
Author(English)	Kolawach Chalermpong
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12352号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山浦 弘,古谷 寛,坂本 啓,中野 寛,菅原 雄介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12352号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Chalermpong Kolawach		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	山浦 弘	教授	審査員	菅原 雄介	准教授
	審査員	古谷 寛	准教授			
		坂本 啓	准教授			
中野 寛		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Development of Dynamic Model and Vibration Control of Flexible Rotary Cranes (柔軟旋回クレーンの動力学解析モデルと振動制御法の開発)」と題し全4章からなっている。

「Chapter 1 Introduction (緒論)」では、旋回クレーンは、ブームの起伏・旋回およびロープの巻き上げ・巻き下げによって吊荷を移動・搬送する機械であり、建設現場などで広く用いられているが、熟練操作者の減少への対応や建設現場の省力化の推進により、旋回クレーンの自動運転の実現が求められていることを背景として、ブームや吊荷の軌道の確認や制御手法の確立のため旋回クレーンと吊荷の応答が短時間で計算できる動力学モデルが求められていること、また、既に提案されているブームの柔軟性を無視した旋回クレーンの吊荷の旋回搬送制振法では、作業時間短縮を意図した高旋回角加速度の旋回時にはブームの柔軟性が制御性能を大きく損なうことを指摘している。そして本論文では、必要最小限の自由度を考慮し、短時間で応答が計算できる動力学モデルを開発するとともに、ブームの柔軟性を考慮して吊荷の揺動を抑えた旋回搬送の制御法の開発が目的であると述べている。

「Chapter 2 Dynamic model of flexible rotary crane (柔軟旋回クレーンの動力学解析モデル)」では、まず、旋回クレーンを対象とする多くの文献で取り上げられているロープの柔軟性を考慮したロープモデルを、マルチボディ・ダイナミクス的手法を用いて作成した非線形動力学モデルに組み込み、複数のモデルによる吊荷の挙動の比較から、15m以下のロープ長の場合にはロープの柔軟性を考慮しないモデルでも吊荷の軌道としてロープの柔軟性を考慮したモデルと同様な結果が得られることを示している。次に、計算時間短縮のため、相対座標を用いた動力学解析モデルの構築を提案するとともに、柔軟クレーンの動的応答の計算に対して、複数の旋回角・起伏角の組に対して局所線形化の後に26次から14次まで低次元化して求めたモード解析モデル群を用いるAMI (Adaptive Modal Integration) 法を適用し、動的応答の計算途中で使用する補間関数の影響について調べている。そして、18°毎の旋回角と12°毎の起伏角に対して求めた局所線形化モード解析モデルを用い、補間関数として線形補間を用いれば、基準とした非線形動力学モデルによる動的応答計算と比較して1/7~1/10の計算時間で同様の結果が得られること、低次元化によってモデルの固有振動数の最大値が小さくなるため、計算の安定性を損なわずに計算時間刻み幅を大きくできることがこの計算時間の短縮に寄与していること、を示している。

「Chapter 3 Vibration control of flexible crane (柔軟旋回クレーンの振動制御法)」では、まず、ブームの柔軟性を表現するために、クレーンの旋回方向と半径方向のそれぞれに対してブームの等価質量が等価剛性により変形前のブーム先端に結合されている制御モデルを提案し、最適制御理論に基づき一定旋回速度区間および搬送目標位置でブーム振動および吊荷の揺動が生じない旋回加速区間および旋回減速区間の変形前のブーム先端の軌道を設計する手法を明らかにしている。そして、実機クレーンを対象としたシミュレーションによる吊荷挙動の確認およびモデル実験装置を対象としたシミュレーション結果と実験結果の比較により、提案した制振駆動法の有効性・限界性を示し、ブームの柔軟性を考慮した制御手法を用いることで、旋回角加速度を大きくしても吊荷の振動を抑えた搬送が可能であることを示している。

「Chapter 4 Conclusion, discussion and future work (結論、議論と今後の課題)」では、本研究で得られた知見をまとめるとともに、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、旋回クレーンのブームの柔軟性を考慮しつつ、短時間でその動的応答を計算できる動力学モデルを構築するとともに、ブームの柔軟性を考慮した吊荷の制振旋回搬送法を明らかにしたものであり、工学的・工業的に価値が高い。よって本論文は博士(工学)の学位論文として認められる。