

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 星野 智史

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 星野 智史

星野 智史（ほしの さとし）提出の本論文は「港湾物流における AGV 搬送システムの設計に関する研究」と題し、全 8 章より構成される。本論文は、港湾物流におけるコンテナ搬送作業の高効率な自動化を目指し、そのための最適な設計方法論の提案を行っているものである。ここでは、作業要求に対する、作業機器の投入台数、搬送システムのレイアウト、運用モデル、などに対する設計が行われている。また、既存の搬送システムに対する、改善・改修設計のための設計方法論の提案を行い、実搬送システムへの適用といったことも行っている。

第 1 章では、港湾物流の重要性について述べ、AGV (Automated Guided Vehicle) を適用する際の、ターゲットとする研究領域について述べた。また、従来研究を参照し、それぞれの問題点について指摘し、本論文の目的を明確にした。本論文では、その趣旨を、設計(I)として、港湾コンテナターミナルスペースに AGV 搬送システムをはじめから構築していく場合と、設計(II)として、既存の搬送システムの要求仕様変更に対する改善・改修設計を行う場合、の 2 つに分け、それぞれに対するアプローチを述べた。

第 2 章では、6 章まで設計の対象となる垂直型 AGV 搬送システムと水平型 AGV 搬送システムについて、それらの概要、レイアウト特性について述べた。さらに、設計を行うに際して、AGV 搬送システムに対して課せられる要求仕様について述べ、設計基準についての説明を行った。

第 3 章では、AGV 搬送システムの最適設計を行うため、数理モデルとシミュレーションモデルをハイブリッドに組合せた設計方法論の提案を行った。そして、数理モデルとして用いられる待ち行列ネットワーク理論を適用した AGV 搬送システムのモデル化・定式化について説明した。また、数理モデルと搬送シミュレーション間での入出力パラメータの詳細について述べ、提案する設計方法論のアーキテクチャを説明した。

第 4 章では、本論文で提案する設計方法論の有効性を検証するため、要求仕様に対する垂直型と水平型の AGV 搬送システムの最適設計を行った。垂直型では AGV, RMGC (Rail-Mounted Gantry Crane), 退避経路、水平型では AGV, RTGC (Rubber-Tired Gantry Crane) をそれぞれ設計対象として、各設計パラメータの組合せ最適設計解を導出した。また、設計プロセスにおける時間コストとシステムスループットに関する入出力パラメータを考察し、設計解の最適性の検証、さらに、計算時間に関する考察を行うことで、シミュレーションに基づいた最適化手法に対する本設計方法論の有効性を示した。

第 5 章では、さまざまな要求仕様に対する垂直型・水平型 AGV 搬送システムの最適設計を行った。そして、各コストモデルに基づき、搬送システムの総合構築コストを算出し、これらを比較することで各 AGV 搬送システムのコストパフォーマンスの評価を行った。その結果、本論文で設定した諸条件、そしてコストモデルの下では、水平型 AGV 搬送システムがほぼ全ての要求仕様に対して有効であることを示した。

第 6 章では、水平型 AGV 搬送システムを題材に、4 章、5 章では天下一的の与えてきた運用モデル（従来のシンプルな運用モデル）までを同時に考慮したシステム設計を行った。ここでは、AGV, RTGC の作業機

器の投入台数の他に、運用モデルとして、各作業機器間での協調行動則、コンテナ蔵置スケジューリング、コンテナ搬送計画に注目し、搬送システムの高効率化に向けた各運用モデルの設計を行った。その結果、従来のシンプルな運用モデルと比べて、最大で48 [%]の効率化が行われ、運用までを同時に考慮した搬送システムの設計を行うことの必要性を示した。

第7章では、既存の搬送システムの、要求仕様変更にもなう改善・改修設計のための設計支援方法論の提案を行った。ここでは、既存の搬送システムに対する再設計の際のチャレンジングポイントである、設計制約を考慮した上での限られた範囲における設計、に対して、待ち行列ネットワーク理論を適用し、定式化された結果に基づき、ロジックツリーとして改善設計案を網羅的に列挙した。本設計支援方法論の有効性を検討するため、実搬送システムに対して、設計制約を考慮した上で、改善設計案を選択し、さらに設計政策として経路構成を変更し、ボトルネック箇所に対する改善設計を行った。これにより、本論文で提案する改善設計のための設計支援方法論の有効性を示した。

第8章では、本論文の結論として、港湾物流におけるAGV搬送システムの設計を行ったことを述べた。本論文において提案した、最適設計方法論、ならびに、既存の搬送システムに対する改善・改修のための再設計支援方法論を適用することで、それぞれ高効率なAGV搬送システムが実現可能であることを結論として得た。

以上を要するに、本論文は高効率AGV搬送システムの実現のため、複数の問題を同時に解決するための設計方法論を確立し、実搬送システムに適用することで、その可能性を評価したものである。これによって、本論文は港湾物流におけるAGV搬送システムの設計に寄与するところが大きく、生産業界の発展に対し有用であると考えられ、重要なものである。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。