

ピッキング用 AGV の導入設計に関する研究

～作業時間のバラつきと工程間バッファを考慮したシミュレーション分析～

2223019 川島 琉太郎 (指導教員：黒川久幸)

1. 序論

物流業界では、労働力不足やEC 市場拡大による多頻度小口化への対応として AGV (無人搬送車) の導入が進んでいる。しかし、従来の導入設計は平均値に基づく計算が主流であり、人手作業による時間のバラつきや AGV の充電制約といった変動要因が考慮されておらず、導入後の能力不足や手待ちの発生が課題となっている。本研究では、実際の倉庫環境を想定したシミュレーションモデルを構築し、作業時間のバラつき、バッファ在庫、こたつ(設備の循環リソース)がシステム全体の搬送能力に与える影響を定量的に評価する。これにより、変動要因を考慮した最適な AGV 導入設計手法の確立を目的とする。

2. 研究手法

AGV 導入検討企業のデータを基に、ピッキングエリアから出荷エリアへの搬送モデルを構築した。分析は Excel とシミュレーションソフト「FlexSim」の2段階で実施し、以下の要素を組み込んだ。

- 作業時間のバラつき：対数正規分布を用い、ピッキング・荷下ろしに要する作業時間のバラつきを再現。
- 循環リソース：こたつが工程間を循環する相互依存性をモデル化
- 設備リソース調整：バッファ在庫数、こたつ数、AGV の台数を変動させ、感度分析を実施。

上記の要素をパラメータとして設定し、段階的に変化させることで、搬送能力への影響を確認した。シミュレーションで再現した作業フローのイメージ図を図1に示す。

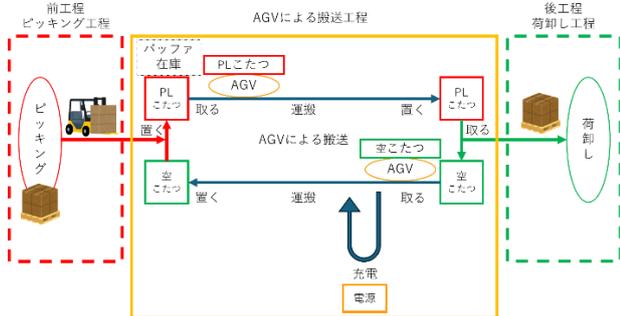


図1 作業フローのイメージ図

3. 分析結果

シミュレーションの結果、システム全体の処理能力は、ボトルネック工程のバラつきに強く依存することが分かった。

I. 作業時間のバラつきによる影響

平均的な処理能力が十分であったとしても、作業時間にバラつきが生じることで全体の処理能力は低下する。

特に、ボトルネックとなっている工程のバラつきは処理能力に大きな影響を与える。図2に、前工程のバラつきの大きさと全体の処理能力の関係を示す。

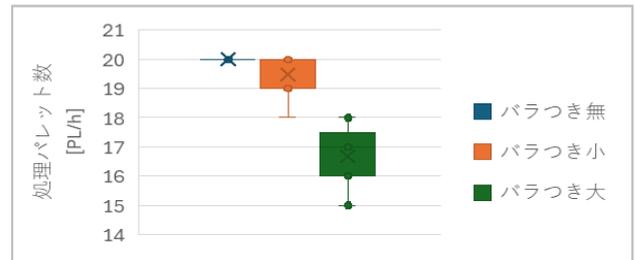


図2 前工程のバラつきの大きさによる処理能力の変化

II. 設備リソースによる改善効果

前工程のバラつきはバッファ在庫によって、後工程のバラつきはこたつの数を増やすことによってバラつきの影響を抑え、処理能力を安定化させることが可能であった。

各パラメータによる処理能力への影響は表1の通りである。

表1 バラつきの影響と対策

変動要因	影響の概要	有効な対策
前工程のバラつき	ボトルネック工程のバラつきにより、全体の処理能力が低下	バッファ在庫を設置する
AGVの充電制約	長時間の離脱によりシステム全体の処理能力が激減	必要台数に加えて、予備機を導入する
後工程のバラつき	こたつの循環に遅延が生じ、AGVの稼働率が低下	こたつを増やし、循環を止めないようにする

4. 結論

本研究により、バラつきに強いAGV 導入設計を行うための以下の設計指針が得られた。

- I. ボトルネック工程の管理：バラつきの影響が出やすいボトルネック工程を特定する。
- II. 設備リソースによるバラつきの吸収：前後工程のバラつきに対し、適切に設備リソースを設ける。
- III. 充電制約への対応：最低限必要な台数に加えて、予備機を含めた台数設定を行う。

以上の指針に基づき、適切に設備リソースを配分することで、過剰投資を避けつつ、バラつきに対応可能な導入設計を行うことができる。

キーワード：物流倉庫, AGV, 作業時間のバラつき