

棚移動型自動倉庫のシミュレータによる最適化の検討

02202146 九州東海大学 *下田 和裕 SHIMODA Kazuhiro

01703336 九州東海大学 山口 紀生 YAMAGUCHI Norio

1. はじめに

円高不況の嵐の中で、製造企業においては、経営形態の変革をも含めた全体的最適化がCOMの概念のもとに注目されている¹⁾。そして、生産現場における計画→開発→生産→配送のあらゆる段階においての“物の流れ”の円滑化は、このような最適化の1つの指針となるものである。本報告では、上記各段階のうち、生産→配送の部分に關係する自動倉庫(AS/RS)に注目する。

2. 研究の目的と適用事例

自動倉庫の効率的運用については、物流改善の要としていろいろな検討がなされている²⁾。他方、限られた立地条件の下で、自動倉庫の高密度化も緊急の課題である。このような、限られた倉庫空間の有効利用の1方法として、最近では棚自体が移動する棚移動型の自動倉庫が普及しつつある。

本報告では、この棚移動型自動倉庫に注目し、入出庫作業時間と収容能力の両面から、従来の棚据置型と比較して、その評価を行う。なお、分析にはシステム・シミュレータ“SIMAN&CINEMA”³⁾を用いる。

最初に、分析対象の棚据置型自動倉庫を示したものが図1である。この倉庫は3つの格間に分かれ、各格間の両側に棚がある。また、各棚には50個のセルがあり(10セルの長さで高さが5段)、製品が保管される。したがって、300セル(50セルで棚の本数が6本)の保管容量となる。外部との製品の出し入れは、図中の交差点番号2、4、および6番で行われ、これらの交差点と、各セルとの間の製品の搬送は図に示すルートに沿ってスタッククレーンによって行われる。

まず、入庫指令があると、クレーンは右端の入出庫交差点まで水平に移動し、製品を積み込んで当該セルの位置まで水平に、つぎに垂直に移動し、セルの中に製品を置いて、再び地面の位置まで垂直に降下する。ここでクレーンは解放され、次の要求を待つことになる。また、出庫指令があると、クレーンは当該セルの位置まで移動して製品を取り出し、右端の交差点まで移動して製品を降ろし、次の指令を待つ。なお、この自動倉庫では、ク

レーン使用の要求が各格間からいくつも生じている場合、その時点でクレーンが留まっている格間内の要求を優先的に処理し、同一格間内での競合については、先入先出しの基準で割当てられるものとする。

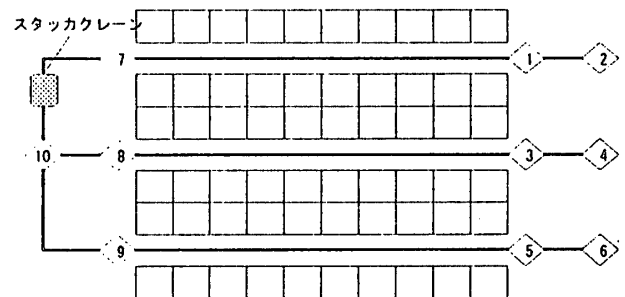


図1 棚据置型自動倉庫の構成図

製品の到着時間間隔やクレーンの速度等の入力条件は表1に示したものである。

表1 入力データ

製品の到着時間間隔 (指数分布) (秒/製品)	平均 45
製品のセルへの置き、セル からの取り出し時間 (正規分布) (秒)	平均 10
	分散 2
製品の交差点への置き、交 差点からの取り出し時間 (正規分布) (秒)	平均 10
	分散 2
スタッククレーンの垂直移 動時間 (秒/段)	2
スタッククレーンの水平移 動時間 (秒/セル)	1

つぎに、これをベースにした棚移動型自動倉庫を示したものが図2である。この場合には、クレーンのルートを1本増やし、さらに棚を移動させることで、保管容量は8本の棚、すなわち400セルとなり、収容能力が図1に比して33%増加することになる。

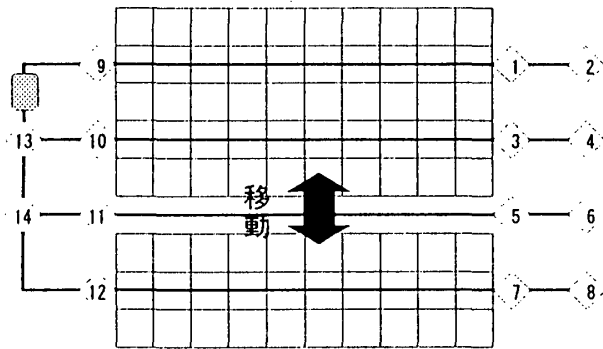


図2 棚移動型自動倉庫の構成図

なお、棚の移動時間は5（秒/本）としている。

上に述べた図1および図2の自動倉庫システムの10000秒にわたる入出庫作業の進捗状況を、シミュレートする。

3. 結果の吟味

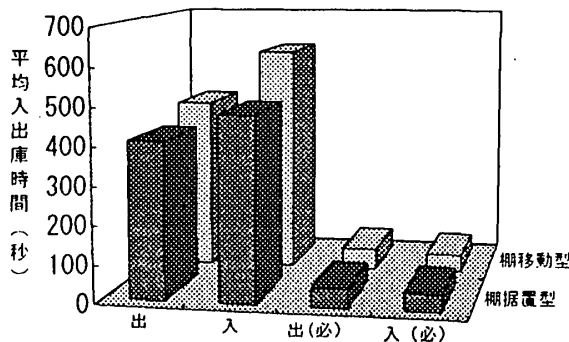


図3 棚据置型と棚移動型自動倉庫での各製品の入出庫時間の比較

シミュレーション結果として棚据置型と棚移動型自動倉庫での各製品の平均入出庫時間を比較したものが図3である。この図で、左端の棒グラフからそれぞれ、出庫にかかった総時間、入庫にかかった総時間、出庫時間からクレーン待ちの無駄時間を除いた出庫必要時間、さらに入庫時間からクレーン待ちの無駄時間を除いた入庫必要時間を示している。この図からもわかるように、入出庫必要時間は両者でそれほど違いはないが、入出庫総時間は棚移動型の方が余分にかかっている。これは、棚を移動させるための時間が必要なので当然予想されることである。

これまでの議論は、製品の到着時間間隔の平均が45秒の場合であったが、つぎにこの到着時間間隔をいろいろと変化させて入出庫総時間の平均をプロットしたものが図4である。

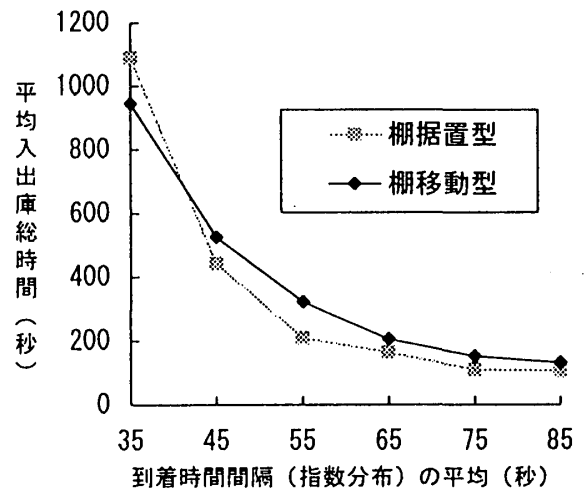


図4 製品の平均到着時間間隔を変化させた場合の平均入出庫総時間の変化

この図からもわかるように、平均到着時間間隔が45～65秒の範囲では、棚移動型の方がたしかに時間がかかっている。そして、これより右側（入出庫要求がまばらになる）では、クレーンの動作に余裕ができるため、棚移動型の入出庫時間は棚据置型のそれに近づいている。しかしここで面白いことに、到着時間間隔が45秒より短くなった場合には、むしろ棚移動型の方が短い入出庫時間で済んでいる。これは、先ほども述べたように、クレーンが留まっているレーン内の要求を優先的に処理するため、このように入出庫要求が頻繁になると棚の移動回数が減少し、クレーンがむしろ効率的に動作することになるためである。

4. まとめ

以上の分析より、棚移動型自動倉庫は初期コストは余分にかかるが、以下のようなメリットがあるといえよう。

- ・保管容量を約30%増やすことができる。
- ・各工場での製品の到着時間間隔を勘案してクレーンや棚移動の速度を最適化すれば、入出庫所要時間はほとんど変わらない。

参考文献

- 1) 黒田充：CIMからCOMに向かって—製造業の再生と全体的最適化—, オペレーションズ・リサーチ学会誌Vol. 40, No. 5, 1995.
- 2) ed. by R.H.Hollier: "Proc. of the 6th Int. Conf. on Automation in Warehouseing", Stockholm Sweden, 1985.
- 3) C.D.Pegden著, 高桑宗右工門訳: 「FA・生産システムのシミュレーション」, コロナ社, (1987).