

特急かんばんを用いたかんばん方式の解析

2012SE220 佐藤広一

指導教員：福嶋雅夫

1 はじめに

現在の日本の製造業は、製品の多様化や販売競争の激化により短期間で製品を供給し、発生した需要にタイムリーに対応することが求められている [3]。そのために考えられる方法として、在庫を多めに確保するという解決方法が考えられるが、市場が複雑化し需要が予測しづらい現状では在庫があまってしまう可能性が高い。しかしある程度少なめに需要を予測し少量の在庫を持っているとき、必要なときに在庫が足りなくなる場合も多くなり、需要が発生してから生産が完了するまでのリードタイムが長くなり、機会損失につながってしまう。これらの問題に対応できるような生産方式として、需要に柔軟に対応しつつ在庫を少なくすることが可能な、後工程引き取りの考え方であるかんばん方式が有効と考えられる。本研究では通常のかんばん方式に加え、大量の需要が発生したときかんばんをさらに前工程へ送り、さらにその作業時間を短縮する特急かんばんを導入したかんばん方式を考え、様々な条件を変化させたときのシミュレーションを行い、それぞれの完成品数とリードタイムの値を比較し考察する。

2 かんばん方式

2.1 かんばん方式

「必要なものを、必要なときに、必要なだけ」供給するという考えのもと考えられた生産方法がかんばん方式であり、それはすなわち大ロット生産を廃止し、無在庫経営を目指すという考えである [5]。そのために「かんばん」という指標を用いる。いわゆるトヨタ生産システムにおけるかんばんは、引取りかんばんと生産指示かんばんの二種類がある。各工程で作業員は資材が入っているコンテナから最初の資材を取り出して組立作業を行うとき、そのコンテナに取り付けられている引取りかんばんを外し、ポストに引き取りかんばんを入れる。ポストに一定量もしくは一定期間かんばんがあるとき、生産指示かんばんとして前工程にコンテナと共に運搬する。前工程では運搬されてきたかんばんの数だけ資材を製造する [1]。あらかじめ定められた時間ごとに、あるいは定められた枚数のかんばんが溜まったときに、空のコンテナと一緒にかんばんを持って前工程へ部品を引き取りに行く。前者を「定期引き取り方式」、後者を「定量引き取り方式」と呼ぶ [2]。

3 かんばん返却地点の変更

トヨタかんばん方式では工程間のみでかんばんのやり取りしていた。そのため市場の需要に即座に対応するためにはある程度の完成品在庫を持っておく必要がある。完成品倉庫側からかんばんを前工程へ送る場合、製造工程数が多

い製品になればなるほど製造の源流にかんばんが届くまでの時間を要し、顧客への納期を守るために源流側で見込み生産が発生することがある [4]。そこで完成品かんばんを様々な工程に戻した場合のリードタイム、生産量についての評価をする。ここでリードタイムとは需要が発生してから出荷するまでの時間であり、ある時刻 t_1 に発生している需要の合計を、ある時刻 t_2 に生産された完成品の合計が超えたとすると、 $t_2 - t_1$ がリードタイムを表す (図 1)。

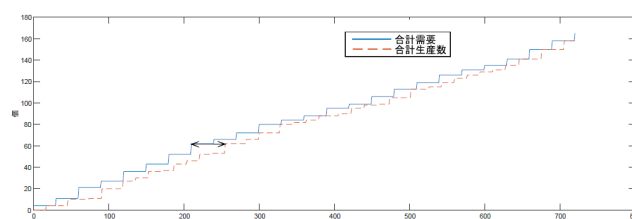


図 1 リードタイム

4 特急かんばん方式のモデル

通常のかんばんとは別の流れで動くかんばんであり、他の作業よりも優先的に作業を行われるかんばんを特急かんばんとする。一定以上の需要が発生したときに、特急かんばんを完成品倉庫から数工程飛び越えて送る方法を考え、通常のかんばん方式と性能を比較して評価する。本研究で提案する特急かんばん方式は通常のかんばん方式と比べて以下の点において異なった特徴を持っている。

- ・決められた個数以上の需要が発生したときに特急かんばんは特定の工程へ送られる。
- ・特急かんばんがある工程では、通常かんばんより特急かんばんを優先して処理をする。
- ・特急かんばんは各工程のポストに入らず素通りして後工程に送られる。

通常かんばんと特急かんばんの動きは図 2 のように表される。

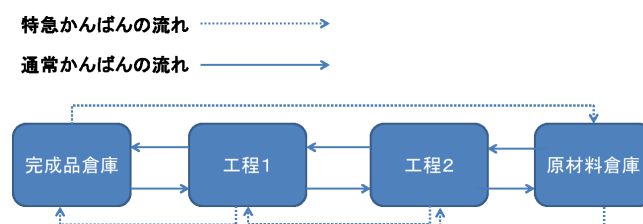


図 2 かんばんの動き

5 実験内容と方法

一定時間の中で各工程におけるかんばん枚数の動きをシミュレーションし、「部品付きかんばん枚数」「需要数」「各工程の処理時間」を変化させたとき、リードタイムと完成品数がどのように変化するかを検証する。シミュレーションの際、工程は完成品倉庫、工程 1、工程 2、原材料倉庫のみで考え、通常かんばんの処理時間はそれぞれ 0 分、10 分、20 分、5 分とし、特急かんばんの処理時間はそれぞれ 0 分、5 分、10 分、2 分とする。部品付きかんばん枚数は各工程とも 10 枚とする。ただし原材料倉庫の材料切れは考えないとし、完成品倉庫の部品付きかんばん枚数は 0 とする。需要は 30 分ごとに 4 個から 10 個の範囲でランダムに与える。さらに一定以上の需要が発生したときは、特急かんばんを原材料倉庫へ送る。特急かんばんは 10 枚までとし、特急かんばんがある工程では通常のかんばんより、特急かんばんを優先して処理し、特急かんばんは各工程をループせず、素通りして最後まで運ばれるものとする。コンテナあたりのロット数は 1 とし、工程 i のかんばん枚数を K_i とする。特急かんばんが存在する工程では、通常かんばんの作業をストップさせる。しかし特急かんばんの作業が終了したタイミングで後工程の在庫が特急かんばんの枚数よりも少なく作業が進まない場合のみ、特急かんばんが存在する工程でも通常かんばんの作業を許可する。定量引き取り方式とし、ポスト内のかんばんが 5 以上の枚数を持つとき、前工程に生産指示かんばんとして送られる。

6 需要のみを変化させた場合

通常のかんばん方式と特急かんばんを用いたかんばん方式を、需要を変化させた条件でシミュレーションし、完成品数 (図 3) とリードタイム (図 4) を比較する。

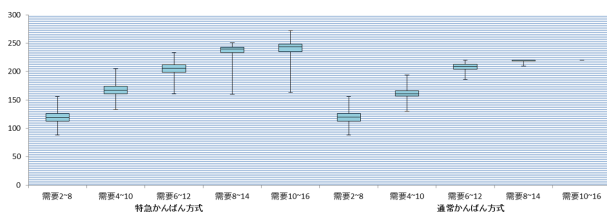


図 3 完成品数

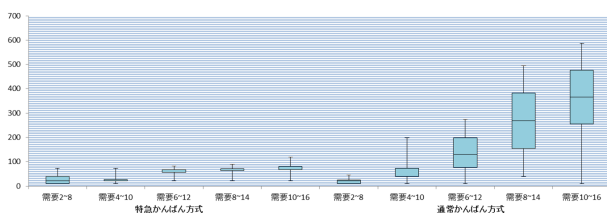


図 4 リードタイム

完成品数を比較すると、特急かんばんを用いたシミュ

レーションでは需要が増えるほど得られた結果の標準偏差は大きくなったのに比べて、通常のかんばん方式のシミュレーションでは標準偏差は小さくなり、需要 7~13 の場合では 0 になった。この結果を生産数を安定させるという視点から考えると、通常かんばんのみを利用したかんばん方式のほうがブレが少なく優れているといえる。しかし通常かんばん方式の中央値を見ると、需要が増加するにつれて中央値が増加する割合は下がっており、生産性能が需要の増加に追いついていないことを表している。それに対して特急かんばんを用いたかんばん方式では、中央値は通常かんばん方式と似た値を示しているが、それよりも多くの完成品を作ることに成功している。

リードタイムを比較すると、通常のかんばん方式ではもう一方に比べて増加する割合が大きかった。特急かんばんを導入することである程度のリードタイムの増加を抑えることができていると考えられる。

上で述べた需要を変化させる場合の他に、かんばん枚数や作業時間を変化させた場合についてもシミュレーションを行ったが、紙数の都合で説明を省略する。

7 おわりに

本研究では、通常のかんばんとは別の流れで動き、他の作業よりも優先的に作業が行われるかんばんを特急かんばんと呼び、一定以上の需要が発生したときに、特急かんばんを完成品倉庫から数工程飛び越えて前工程に送る方法と通常のかんばん方式の性能を、シミュレーションにより比較して評価した。その結果、特急かんばんを導入することで各評価項目においてある程度の性能向上を見ることができた。しかし完成品数においては、通常かんばん方式のほうがばらつきが小さくなることが多く、生産数を安定させるという観点からは、必ずしも特急かんばん方式のほうが優れているわけではない。今回のシミュレーションでは需要が発生するタイミングが 30 分ごとで固定されていたが、様々なタイミングで需要のゆれ幅も大きくした条件で特急かんばん方式のシミュレーションを行うことで、さらに現実の状況に沿った結果が得られると期待される。

参考文献

- [1] 大野勝久, 田村隆善, 森健一, 中島健一: 『生産管理システム』. 朝倉書店, 2002
- [2] 大野勝久: 『かんばん方式を超えて』. 朝倉書店, 2011.
- [3] 高橋勝彦, 中村信人: 適応型かんばん方式に関する研究. 日本経営工学会論文誌, vol. 48, pp. 159-165, 1997.
- [4] 高桑宗右エ門: かんばん方式におけるかんばん枚数の最適化解析. <https://www.toyo.ac.jp/uploaded/attachment/2618.pdf>.
- [5] トヨタ自動車: ジャストインタイムについて. http://www.toyota.co.jp/jpn/company/vision/production_system/just.html.