

需要量の変動を考慮したロット生産方式の研究

後藤 正幸 研究室
0332250 張 宇

1. 研究の背景と目的

生産現場では生産に関する多様な要素が複雑に絡みあっており、生産効率の向上は継続的な経営課題となっている。一般的な生産現場では、部品材など、ある程度の量ずつをまとめて生産した方が効率のよい場合が多く、このような生産の単位をロットと呼ぶ。ロット生産方式は、製品をロット単位で生産していく方式である。ロット生産方式のメリットは、ロット単位でまとめて生産することによって、個別生産よりも管理の手間をかけず、生産の総コストを低減させることができるという点である。ロット生産に関する従来研究として、数理的なロット生産モデルを構築することにより、最適なロットサイズを求める研究が行われてきた。生産ロットの大きさは生産活動を経済的・効率的に遂行できるように決めることが可能であり、そのモデルと解が文献[1]などで明らかにされている。しかし、これらの研究では需要量(要求速度と呼ぶ)が一定であることを前提としている。現実には需要量は変動するため、従来研究では現実問題に当てはめる際に実用性が低い場合がある。そこで、本研究では、一品目一工程モデルを対象とし、需要量が増減する場合のロットサイズの最適化、すなわち生産総費用の最小化のためロット生産方式モデルを構築し、そのパフォーマンスを検証することを目的とする。

2. 研究方法

本研究では、従来の一品目一工程モデル(従来モデル)研究に需要量(要求速度)の変動を加味し、より汎用性を高めたロット生産方式モデル(提案モデル)の構築を行う。研究方法は以下の通りである。

従来研究を元に要求速度の変動を加えた提案モデルを構築する。

提案モデルの有効性を検証するための数値実験により、最適ロットサイズを決定する。

数値実験の結果より、従来モデルとの差異を比較評価する。

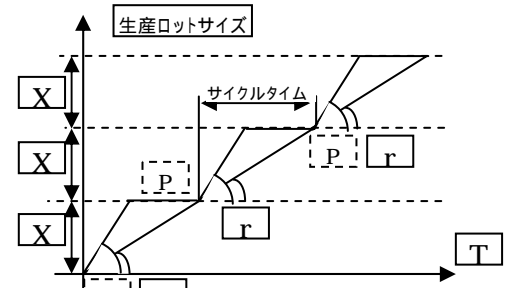


図1 一品目一工程ロット生産方式モデルの要求速度一定場合の概念図

3. モデルの構築

3.1 準備

従来モデルは図1のように表される。このモデルの要求速度 r は時間に対し一定のため、比較的容易に最適なロットサイズを求められる。一方、提案モデルは要求速度 r の変動に伴い、図2に示すようにサイクルタイムが時間変化する。この場合、ロットサイズを変更すると、各生産フェーズでの要求速度も再計算しなければならない。そこで、本モデルではロットサイズの最小単位 X とロットサイズ X で生産した場合の第 i 回目の生産フェーズの要求速度 r_i が明らかになっているという前提に立ち、 $X, 2X, 3X, \dots$ の中から最適なロットサイズを決定する問題として定式化する。つぎに、モデルの構築に使用する変数を下記に示す。

C_{total} : 総費用	X : 生産ロットサイズ単位 (極めて小さなロット数)	p : 生産速度(一定)
r_i : i 番目の要求速度	C_i : 生産1個あたりの仕掛り在庫費用	C_s : 生産1回あたりの段取り費用
T : 計画期間	n : ロットサイズ決定係数 (最適生産のための生産ロットサイズ)	

最終ロットサイズ最適化数式モデル構築のために、要求速度 r の平均 \bar{r} を求める必要がある。

3.2 本研究モデルの前提(制約条件)

要求速度 r の変動はあらかじめ予測できているものとする。

ロットサイズ単位 X は十分に小さいとする。

生産は計画期間 T 内に全て完了し、品切れはないものとする。

3.3 本研究一品目一工程生産方式の定式化

ロット生産の総コストは在庫費用と段取り費用の和からなる。すなわち

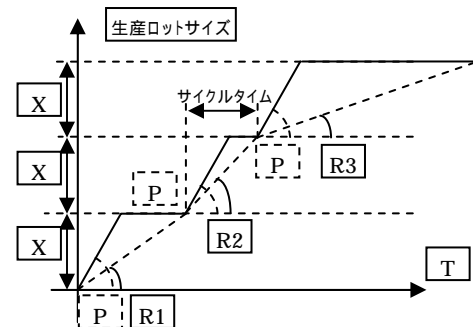


図2 要求速度を変動した場合の概念図

(生産総費用) = (総在庫費用) + (総段取り費用) …… (1)

総在庫費用とは生産期間中、各サイクルタイムにおいて、生産現場で単位期間内に生産した製品が出荷されるまでの在庫に掛かる費用である。総段取り費用は、工程内に発生した段取り回数とその段取り単価の積によって求められる。ロットサイズを小さく取るほど、製品の在庫費用は小さくなり、逆に総段取り費用は大きくなるというトレードオフの関係がある。このとき、ロットサイズを nX としたときの第 i 番目の平均要求速度は(2)式によって求められ、これを用いて生産総費用の数式モデルは(3)式で与えられる。

$$\bar{r}_i^n = \frac{\sum_{j=1+n(i-1)}^{ni} r_j}{n} \quad \dots\dots(2)$$

$$C_{total} = \left(\sum_{i=1}^{\frac{T\bar{r}}{nX}} \left(\frac{nX}{\bar{r}_i^n} - \frac{nX}{p} \right) \times nX \times \frac{1}{2} \right) \times C_I + \frac{T\bar{r}}{nX} \times C_s \quad \dots\dots(3)$$

(2)式と(3)式より、ロットサイズ決定係数 n の最適点を求めることができる。したがって、生産総費用の最小値(生産上の最適化)を求められる。

4. 数値実験

提案モデルの有効性を検証するために、(2)式と(3)式を用いて、要求速度 r が変動する場合の数値実験を行う。要求速度 r は $r_1 \sim r_{1000}$ までとし、 $r_1 \sim r_{800}$ までの一定変動に対し、 $r_{801} \sim r_{1000}$ において変動幅が大きくなる状況を想定する。

なお、全ての実験の \bar{r} は同一であり、従来モデルに対しては、 $r_1 \sim r_{1000} = \bar{r}$ として数値実験を行う(表 1)。そのほかの条件は、製品 1 個当たり在庫費用 $C_I=400$; 生産速度 $p=1000$; 段取り 1 回当たりの段取り費用 $C_s=100$ とした。

要求速度	値
$r_1 \sim r_{100}$	400
$r_{101} \sim r_{200}$	600
$r_{201} \sim r_{300}$	400
$r_{301} \sim r_{400}$	600
$r_{401} \sim r_{500}$	400
$r_{501} \sim r_{600}$	600
$r_{601} \sim r_{700}$	400
$r_{701} \sim r_{800}$	600
$r_{801} \sim r_{900}$	
$r_{901} \sim r_{1000}$	

表 2.従来モデルと提案モデルの比較

要求速度の平均値 $\bar{r}=500$	実際最適のロットサイズ	提案モデルにより実際最適ロットサイズあたりの総費用	従来モデル最適ロットサイズ=24Xの時にあたりの総費用	
要求速度(変動なし) $r=500$	24X	8784.8	8784.8	
$(r_{801} \sim r_{900}, r_{901} \sim r_{1000})$ 変動した要求速度	(400,600)	24X	8785.69	8785.69
	(300,700)	24X	8792.93	8792.93
	(200,800)	22X	8818.37	8820.96
	(100,900)	22X	8852.79	8871.43

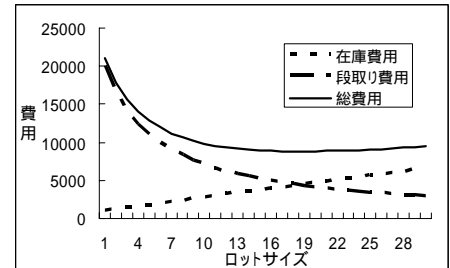


図4.総費用、仕掛り在庫費用、段取り費用

表 2 より、従来モデルは全ての状況において、要求速度 r の変動幅を考慮せず、平均要求速度 \bar{r} を用いて計算を行うため、同一のロットサイズ決定係数を出力している。一方、提案モデルは、 $r_{801} \sim r_{1000}$ における要求速度 r の変動幅が大きくなるにつれて、ロットサイズ決定係数が小さくなっている。

また、各状況での従来モデルと提案モデルによる総費用を比較すると、 $r_{801} \sim r_{1000}$ における要求速度の変動幅が大きくなるにつれて、その差が大きくなっていることがわかる。このことから、提案モデルは、要求速度の変動幅が大きくなるほど従来モデルに対する優位性を増すことが示唆される。

5. 考察

表 2 の提案モデルにおける要求速度 r の変動幅とロットサイズの決定係数の関係から、変動幅の増加は、総費用における仕掛り在庫費用の影響を強めていると考えられる。すなわち、通常は安定している要求速度が突発的な変動を起こすような状況では、提案モデルを用いてのロットサイズ決定係数の再検討を行う余地があると言える。また、需要量の変動があまり大きい場合には、ロット生産方式ではなく、重要予測に基づいて生産指示量を適切にコントロールする方式の方が現実的に有効となる。どの程度の需要変動まではロット生産方式を用いてのが得策であるのかを検討することも今後の課題である。

6. 結論と今後の課題

本研究では、要求速度の変動した場合の一品目一工程モデルのロットサイズ最適化モデルを構築した。そして、数値実験の結果より、従来モデルに対しての有用性が認められた。今後は、様々要求速度の変動パターンによる数値実験を行い、従来モデルとの比較を継続して行っていく。また、提案モデル一般性を高めるための多品目多工程への拡張が課題である。

参考文献

- [1] 橋本 俊夫, 金指 正和: "ロット生産方式の最適設計に関する研究", 愛知工業大学研究報告, B, 専門関係論文集, 巻号 13, PP.133-138, (1978.3)
- [2] 社団法人 日本経営工学会 編: 「生産管理用語辞書」, 日本規格協会, (2002.3)
- [3] 日通総合研究所 編: 「物流の知識(第三版)」, 東洋経済新報社(1995.10.30)