

見込生産企業における安全在庫に関する考察

大 杉 直 幹

Study on Safety Stock Quantity in Stock Production Industry

Naomiki OSUGI

In sub-contracting companies which manufacture their products in accordance with the order from the prime-contracting company, it is often necessary to have safety stock or to carry out additional production, if Material Requirements Planning and Just-In-Time methods fail to meet the requirements.

In order to determine the optimum quantity of safety stock in such a situation on the basis of order reception pattern in the past, the author examined the simplified chart method. While the quantity of safety stock depends on various factors such as inventory carrying charges control and tool set up or preparation cost, effects of the production lot size must be comprehensively taken into consideration.

1. まえがき

親企業からの発注に基いて生産する協力企業においては、生産計画は発注企業の実績計画に基いて樹てられるが、納入指示から納入までの期間は、次第に短くなってきており、特に自動車産業にみられるように、ジャスト・イン・タイム方式では、即納に近い。又数量も、指示された数量だけ生産し、在庫を持たないことを基本としている。

在庫0の考え方は、費用の節減、場所の有効利用等の方策として、理想的であるが、現実には、生産期間の関係等から、納入指示を受けてから生産を開始したのでは間に合はないので、予め予測で生産しておくことが必要な場合が多く、見込生産をすることになる。即ち、MRP (Material Requirements Planning) やカンバン方式で処理できない、いわゆる限界外企業¹⁾においては、安全在庫が必要となる。このような場合、材料、半製品の在庫も必要になるが、今ここでは、上述の限界外企業における納入直前の製品在庫についてのみ考えることにする。この場合でも、予測生産量が、納入指示量に不足するときは、欠品を防ぐため、追加生産を必要とし、そのために再生産費用が嵩む。納入指示数量が一定であれば問題は無いが、納入指示数量のバラツキはかな

り存在するし、受注企業側で、これを規制するわけにはいかない。又指示数量を直ちに生産することが出来れば理想に近づくが、段取替の合理化が進んではいないもの、かなりの費用を要するものである。

多くの見込生産企業においては、在庫を持つことによって、納期確保の有力手段としているが、在庫を持つことによる費用と、再生産による費用とのバランス、更に、加工ロットの大きさによるコストへの影響において、どの程度の製品在庫を持つことが、コストを最も安くすることが出来るかの観点から、安全在庫の決め方を検討することにする。その際、納入指示状況のパターンによって、それぞれ算出する方法もあるが、どのパターンに属するかの分類には手間を要するものである。今回の提案の簡易作図法は、何れのパターンにも応用できる便利性と、実用性があると思われる。

2. 安全在庫量の検討方法

安全在庫量の算出方法として、既に発表されたものがあるが²⁾³⁾、いま、図表を用いた簡易法について述べる。安全在庫量 Q は、平均納入個数を基準とし、それより多い個数を安全在庫量 Q' とし、 Q' を種々変化させたとき、納入指示数量が (安全在庫量 + 平均

納入数量)を上廻った回数を再生産回数 d 、として再生産費用 s 、を求めらる。

在庫管理費用は、在庫品の保管設備、運搬設備の償却費、整備費、税金、金利等⁴⁾から、部品ごとに計算することにする。又不足数量を追加生産するための再生産費用は、ここでは段取替費用を充当することにする。又コストは、在庫管理費用と段取替費用についてのみ考えることにする。

a : ある部品の1個1日当り在庫管理費用

b : この部品の1回当り段取替費用

とすると、

$$s = b \times d \quad \text{在庫管理費用 } T = a \times Q'$$

$s + T = \mu$ の値が最低の時の Q' が、最も経済的な安全在庫量となる。いま、このような作図法を、ここで宜便上安全在庫の簡易作用法ということにする。

次いで、秋庭⁵⁾が述べているように、加工ロットの大きさが、製品コストに及ぼす影響も考慮に入れる必要がある。これについては、既に発表されているとおり⁶⁾、

Q : 加工ロットの大きさ

A : 加工ロット Q のある期間の在庫管理費用

B : 同期間の段取替費用

R : 同期間の総生産数

とすると、 $A = a \times Q / 2$ $B = b \times R / 2$ ($A + B$) が最低の時の Q が、最も経済的加工ロットである。この ($A + B$) と μ の合計が最も低い時の安全在庫量を求めるものである⁷⁾。

3. 考察

従業員約200名のプレス加工企業の協力を得て、親企業からの納入指示数量の実態を調査してみた。ある年の6ヶ月間について、主要86品目の実績より納入個数と回数との関係を図示し、その中から例として3品目を選び、安全在庫量の検討を行ってみることにする。

3・1 正規分布型

部品Dは、図1に示すような分布をしており、平均納入個数(計算の便宜上算術平均を使用した)は3,600個であり、これを基準とし、これより多い個数を安全在庫量 Q' とし、 Q' を種々変化させたとき、納入指示数量が(安全在庫数+平均納入数)を上廻った回数を再生産回数 d とする。

この部品の $a = 0.205$ 円/個 $b = 1,380$ 円/回

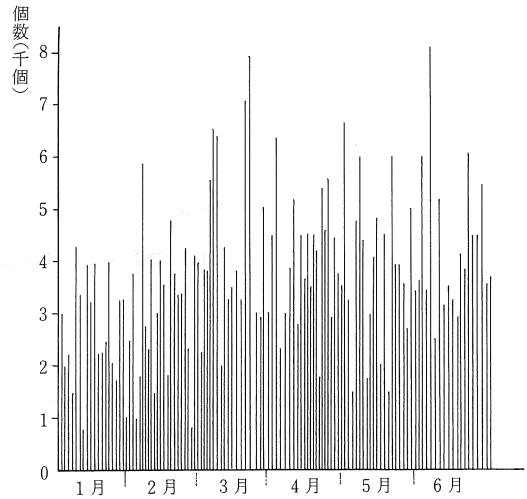


図1 製品D 納品状況表

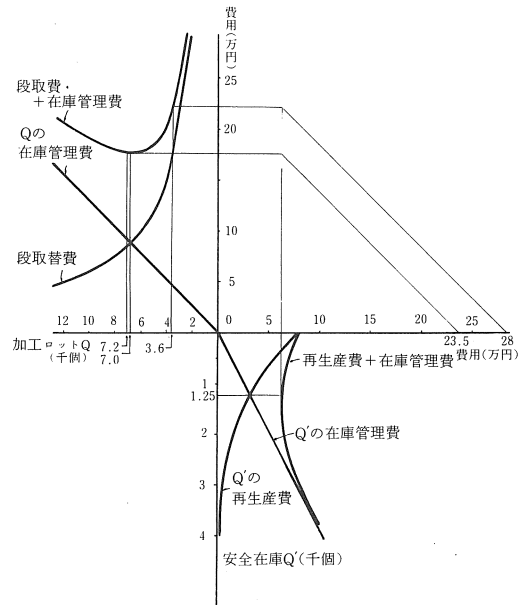


図2 製品D 費用, Q, Q'関係図
(納入1回分宛生産)

$R = 437,000$ 個/6ヶ月

とすると、費用, Q, Q' の関係は図2のようになり、図上より $Q' = 1,250$ 個 $Q = 7,000$ 個 が求められる。加工ロット Q 、安全在庫量 Q' の時の合計費用は図上で求めることができる⁸⁾。この場合、約23.5万円(6ヶ月当り)となるが、この製品の1回当り平均納入個数が3,600個であるから、加工ロットを1回納入分とし、安全在庫量を経済的な1,250個として、約

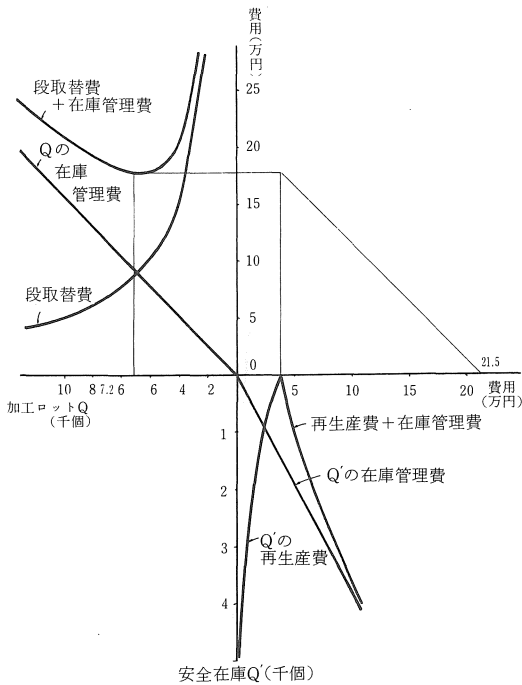


図3 製品D 費用, Q , Q' 関係図
(納入2回分宛生産)

28万円/6ヶ月となる。

ある製品の加工ロットが、経済的加工ロット Q に近い数量であるときは、前述の安全在庫量 Q' が有効であるが、加工ロットが経済的加工ロット Q より非常に小さい場合には、コストに及ぼす影響は、安全在庫量の大きさによるよりも、加工ロットによる影響の方が遙かに大きい。1回納入分づつを生産することを原則としている場合には、加工ロットが小さいことが多く、その場合には、安全在庫を持たないことによる再生産費用より、加工ロットの小さいためのコストアップの影響の方が大きい。

加工ロットが2回納入ロットに相当するときは、納入状況グラフを2回分づつに合計したものに修正したものを用い、平均納入個数を1回分の2倍として、前記と同様にして、費用と Q , Q' の関係の図示すると、図3のようになり、 Q' は0が最も経済的となる。これは、安全在庫量の減少に伴う再生産回数の増加が比較的少く、且つ、在庫管理費用が相当高額であるので、このような図となった。この図より、1回当たり生産個数を、2回納入分の7,200個のときは、安全在庫量0で費用は約21.5万円/6ヶ月と

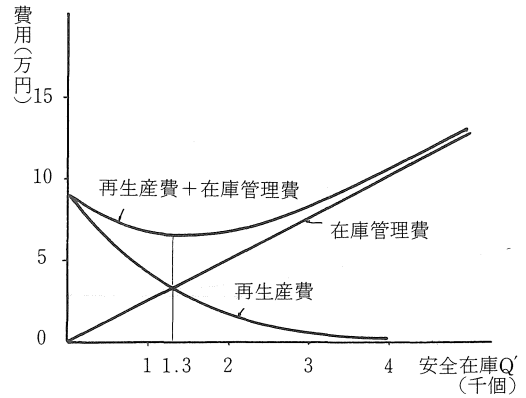


図4 製品D 費用, Q' 関係図
(納入1回分宛生産, 正規分布)

なり、1回納入分宛生産より遙かにコスト安となることがわかる。

次にこの部品の納入指示数量は、かなりのバラつきがみられるが、ヒストグラムを作ると正規分布をしていることがわかる。この場合の安全在庫量の設定は、既に発表されている本間³⁾の計算式により求めることができる。

$$\text{即ち、安全在庫量 } Q' = Z\delta_d \sqrt{L}$$

Z : サービス基準(正規分布の平均値からの距離)

δ_d : 出庫数量の標準偏差

L : 生産期間

δ : Z に対応する正規分布範囲

安全在庫量 Q' のときの欠品率は $1 - \delta$

いま、

a : ある部品の1個1日当り在庫管理費用

b : この部品の1回当たり段取替費用

c : ある期間の納入回数

d : 同期間の再生産回数

s : 同期間の再生産費用

とすると、

$$d = c(1 - \delta)$$

$$s = b \times d = b \times c(1 - \delta)$$

安全在庫量 Q' の在庫管理費用 $T = a \times Q'$

$S + T = \mu$ の値が最低の時の Q' が最も経済的な安全在庫量となる。この時の $\delta_d = 1,498$ 個

$$L = 1 \text{ 日 } \quad C = 122 \text{ 回}$$

Q' を種々変化させた時の δ を正規分布表から求め、再生産費用を計算する。このときの費用と Q' との関係は、図4のようになり、図2と殆んど一致す

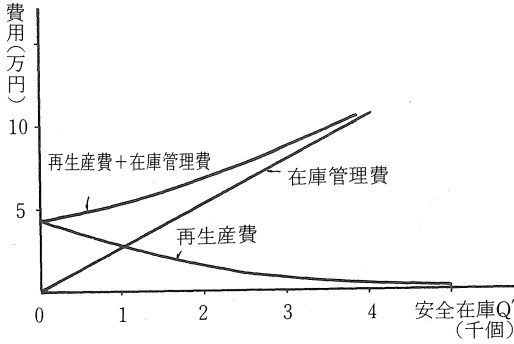


図5 製品D 費用, Q'関係図
(納入2回宛生産, 正規分布)

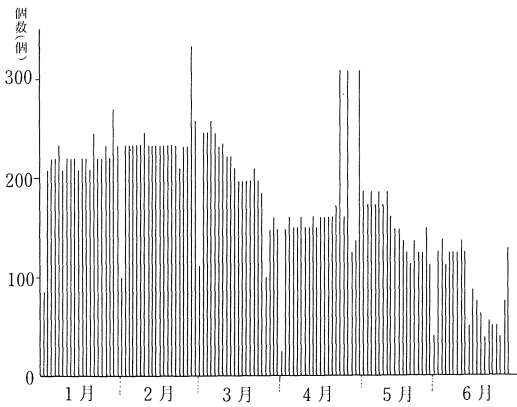


図6 製品F 納品状況表

る。2回納入分ずつ加工する場合は、納入状況グラフを2回分ずつ合計したものを用いる。このとき、 $C=61$ $\delta_d=2,065$ 個 として、費用とQ'との関係は、図5のようになり、これも図3と殆んど一致する。

3・2 ポアソン分布型

部品Fについて考えてみる。その納入状況は、図6に示すように、比較的安定しているかに見えるが、途中で大きな変化のあることを示している。一般に納入個数のバラツキのようなものについては、サンプル数が多くなれば正規分布に近づくと考えられている。然し、実際の取引においては、長期間同じ状態で納入が続くことは極めて稀であり、ある期間、それも比較的短い期間で変化する。この例では、6ヶ月の中、前半3ヶ月と、後半3ヶ月では状況が大きく異なるので、後半3ヶ月の状況が今後も続くものと

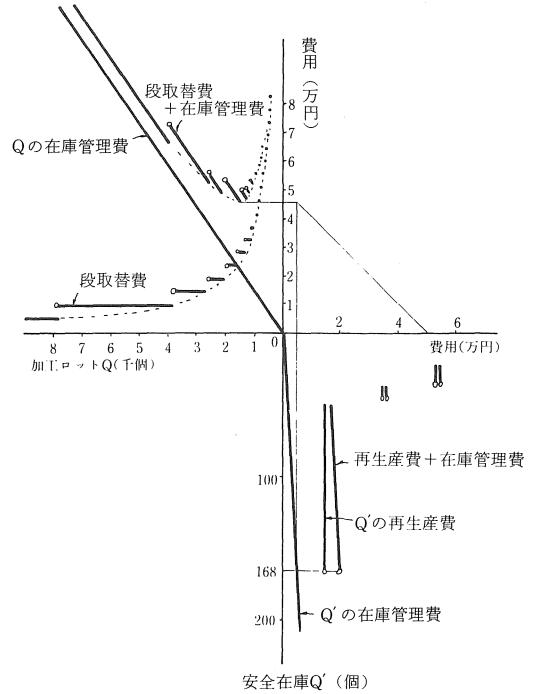


図7 製品F 費用, Q, Q'関係図
(納入1回分宛生産)

して、その平均納入個数は135個となる。これを基準として簡易作図法により、費用とQ'との関係を求める。この場合、再生産回数dは、Q'がある範囲内では一定であるので、階段グラフとなる。

一方、加工ロットQの時の段取替費用は、一般的には曲線で表わされるが、総生産数が少いときは、Qがある範囲内では段取替回数は一定であるので、段取替回数的小数点以下を切上げるにより、やはり階段グラフとなる。

いま、この部品の $a=0.46$ 円/個
 $b=4,620$ 円/回 $R=7,847$ 個/3ヶ月

とすると、費用とQ, Q'の関係は、図7のようになり、 $Q'=168$ 個となる。

以上は、1回納入分ずつ生産する場合であるが、2回納入分ずつ生産する場合は、前項と同様に、納入グラフを2回分ずつに合計したものを用いると、費用、Q, Q'の関係は、図8のようになり、

$Q'=190$ 個が求まる。

然し、1回納入分、2回納入分、何れの場合も、加工ロットの小さいことによるコストに及ぼす影響は非常に大きい。一方、納入ロットに比べ、加工ロ

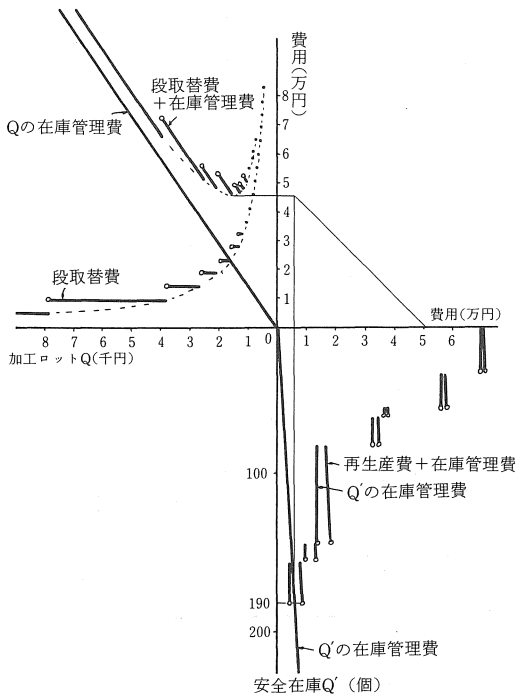


図8 製品F 費用, Q, Q'関係図
(納入2回分宛生産)

ットが大きくなれば、再生産回数は少くなり、安全在庫を持たないことによる再生産費用は非常に少くなる。この部品の例のように、経済的加工ロットが納入ロットの10倍にもなれば、安全在庫は殆んど考慮の必要がなくなる。

次に、この部品については、平均納入個数（計算の便宜上、算術平均を用いた）は135個であるが、納入個数20個を1単位として考えると、ヒストグラムは、図9のようになり、ポアソン分布にあてはめてみると、ヒストグラムと若干の相違はあるが、図10に示すような、平均値 $\lambda = 135/20 = 6.75$ の分布に従うものとみなされる。横軸 x が納入個数であり、ポアソン分布の上側確率表⁹⁾から、加工ロット x のときの欠品率 δ を求めることができる。

安全在庫量 $Q' = (x - \lambda)$ とみなして、

- a : ある部品の1個1日当り在庫管理費用
- b : 同部品の1回当り段取替費用
- c : ある期間の納入回数

とすると、再生産回数 $d = c \times \delta$

再生産費用 $S = b \times d = b \times c \times \delta$

部品Fについて、 $C = 59$ 回/3ヶ月 として、正規

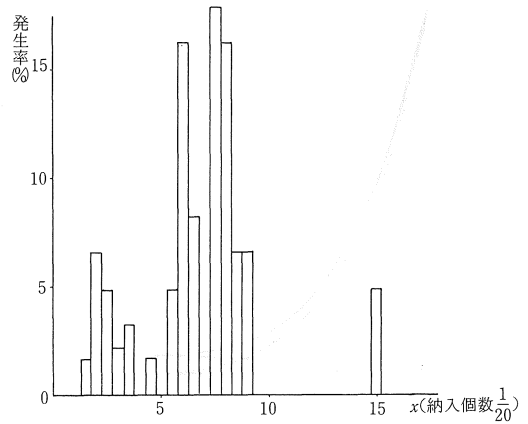


図9 製品F 納品状況ヒストグラム

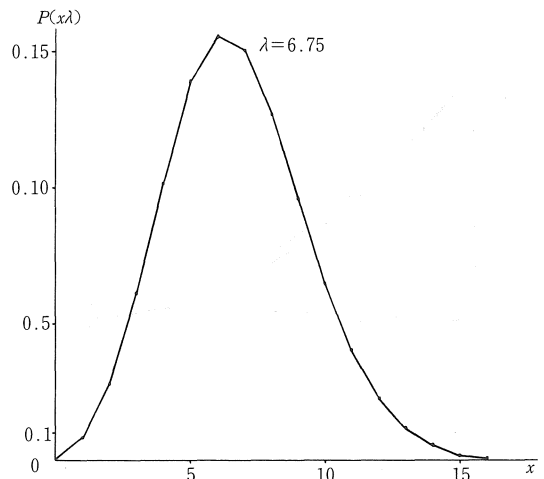


図10 製品F 納品状況ポアソン分布図

分布のときと同様にして、個数と費用との関係は図11のようになり、図上より $Q' = 185$ 個 となる。

以上は、1回納入分ずつ生産する場合であるが、加工ロットが2回納入分ずつの場合は、前項と同様に、納入状況グラフを2回分ずつ合計したものをを用い、これがポアソン分布するものとする、40個を1単位として考え、

平均値 $\lambda = 135 \times 2 / 20 \times 2 = 6.75$ で分布図は図10と同様となるが、納入回数 $C = 29$ 回となり、費用, Q, Q'の関係は、図12のようになり、 $Q' = 250$ が求まる。実際の納入状況が、ポアソン分布図と一致しない部分があるので、図11, 図12を比べてみると、若干の相違がみられるが、将来の納入指示数は過去の状況と必ずしも一致しないので、その変動を考慮すると、簡易作図法の結果は、ポアソン分布の結果と

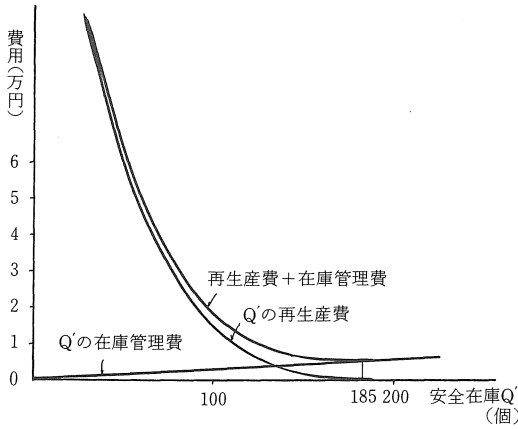


図11 製品F 費用, Q'関係図
(納入1回分宛生産, ポアソン分布)

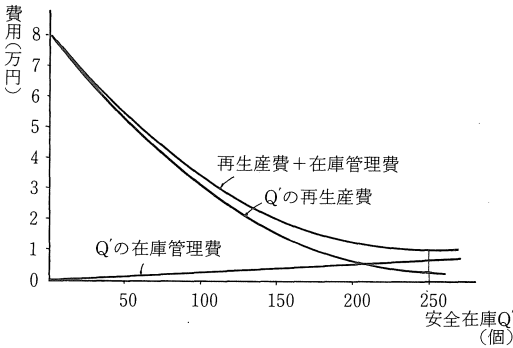


図12 製品F 費用, Q'関係図
(納入2回分宛生産, ポアソン分布)

略々同様の結果とみて差支えないと思われる。

3・3 その他

納入個数が全く一定であれば、安全在庫を考慮する必要はない。大部分は一定個数であるが、ごく希に個数が変わる場合について考えてみる。

部品B (図13) は、大部分一定個数であるが、時として2回納入分を一括納入しているわけである。予めわかっておれば、その時の生産数を増せばよいが、急にその必要が生じたときは、追加生産となる。急な納入要求のとき、再生産が得か、在庫を持っているのが得かの検討には、簡易作図法によることとする。

この部品について、 $a=0.1$ 円/個

$b=9,280$ 円/回 $R=2,600$ 個/6ヶ月 とした場合の費用, Q, Q'の関係を示すと、図14のようになり、加工ロットが経済ロットである場合は、安全在庫0

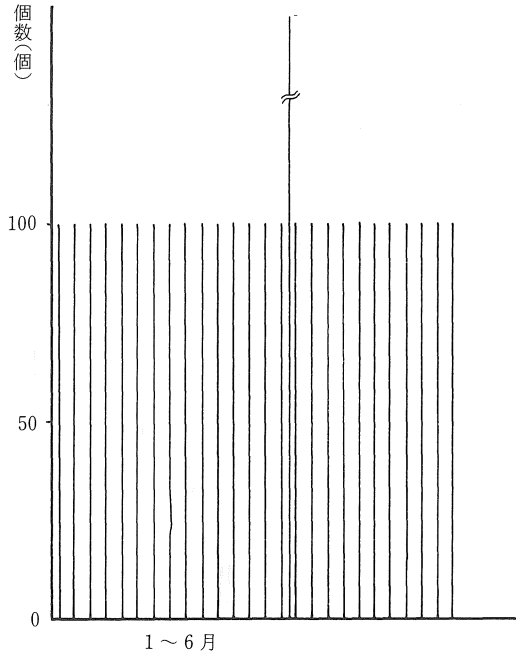


図13 製品B 納品状況表

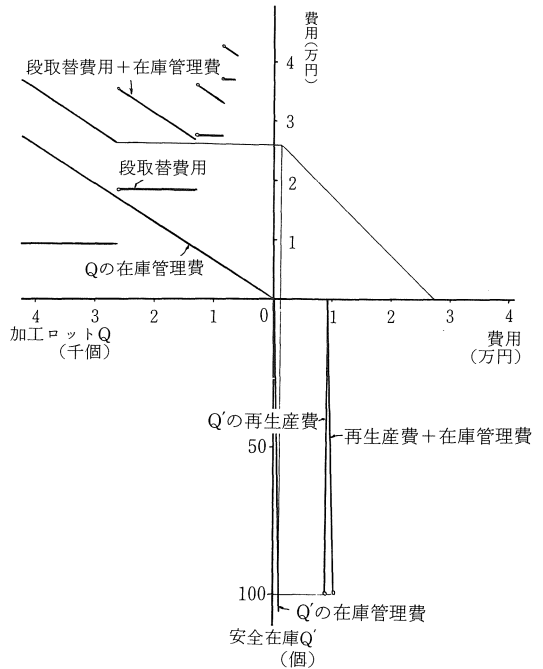


図14 製品B 費用, Q, Q'関係図

よりは、100個持った方が経済的ということがわかる。但し、この場合、やはり加工ロットの大きさによるコスト変動が非常に大きく、経済的加工ロットの26倍にも達するため、安全在庫は考えなくてもよいことになる。

4. まとめ

親企業からの発注に基いて生産する協力企業においては、需要のパラツキを自主的に調整することは出来ず、納期遅延、欠品も許されないので、MRPやカンバン方式で処理できない場合には、在庫を持つか、再生産するかしなければならない。在庫0による効果、再生産費用減少のための改善も重要であるが、現実問題として、在庫を持つことによる経費、再生産することによる費用、更に加工ロットの大きさによるコストへの影響を比較し、より経済的な方法を選択することになる。その場合の考え方として、過去の受注状況に基き、3つのパターンに分類し、それぞれのパターンについて、在庫費用、段取替費用の関連から図を用いて、より経済的な安全在庫量を求める方策を検討した。

過去の受注状況は、比較的短期間で状況が変わるので、時々再検討する必要があるが、ある期間は過去の状態が将来も続くものとして検討する。段取替費用についても、段取の合理化により、より安い費用での再生産を可能にする努力が重要なことは勿論であるが、当面の問題としては、現在の段取費用を基礎として検討した。改善後は新たな費用で図表の修正をせねばならない。又安全在庫の経済性と、加工ロットの経済性とは、独立的に変動するが、部品コストに及ぼす影響からみると、両者を総合的に考えてゆかねばならない。然も部品毎に費用や納入個数のパラツキ状況等、条件は極めて複雑であり、単純に求めることはむづかしい。又納入指示状況が、

どのパターンに属するかの検討は、手間を要するものであり、特にポアソン分布については、納入状況と必ずしも一致しない部分が生ずる。その点、簡易作図法は、精度の粗さ等正確性に欠ける点はあるが、使用法が簡易であり、パターンの分類をしなくても何れにも応用できる便利性及び、実用上のガイドとしては役に立つものと思う。

参考文献

- 1) 門田安弘：新版・トヨタの現場管理，129，日本能率協会，東京，1987
- 2) 水戸誠一：新版・在庫管理入門，120—134，日本能率協会，東京，1987
- 3) 本間郁男：資材管理，100—101，丸善，東京，1980
- 4) 南川利雄：計数による資材管理の進め方，45—46，経林書房，東京，1979
- 5) 秋庭雅夫：運搬管理，153—155，丸善，東京，1978
- 6) 並木高允：工程管理の実際・第4版，77，日刊工業新聞社，東京，1982
- 7) 日本MH協会：マテリアルハンドリング便覧，470，日刊工業新聞社，東京，1987
- 8) 通商産業省産業構造審議会管理部会：作業研究，67，日刊工業新聞社，東京，1979
- 9) R, S, バーリントン・D, C, メイ，林知己夫，脇本和昌監訳：確率統計ハンドブック，348，森北出版，東京，1981

(受理 昭和63年1月25日)