韓國軍事運營分析學會誌
第18卷, 第2號, 1992. 12. 31.

確率的 調達期間을 갖는 連續調査 (Q,r)在庫模型
(Continuous Review (Q,r) Inventory Model with Stochastic Lead Time)

李昌熙, 閔啓了*

Abstract

In this paper, in order to prevent break of operation of equipments resulted from the delay of parts supply, the continuous review (Q,r) inventory model with probabilistic lead time is developed. If the lead time is random varivable, the cycle also is stochastic. Then it is not easy to obtain the total cost equation of this inventory model. Therefore it is assumed that one cycle is the interval of reorder points.

When the lead time is assumed to have exponential probability distribution, the lot-size and reorder point which minimize total cost are obtained. And as the lead time increases, the order quantity and the total cost are greater, but the reorder point increases by a certain point of time and then decreases.

1. 序 論

企業의 生産活動 혹은 軍에서 航空機, 艦艇, 기타 裝備들의 運營狀態를 最上의 水準으로 維持하기 위해서는 여러가지 要素가 필요하겠지만 그 중에서도 在庫管理가 차지하는 比重은 매우 크다고 할 수 있다. 效率的인 在庫管理를 하기 위해서는 最小의 費用으로 適

* 國防大學院

期에 適量이 원활하게 供給되어야 한다. 모든 部品이 원활하게 供給이 된다면 問題가 없겠지만 원하는 時期에 供給이 되지 않음으로 해서 많은 問題點들이 발생하게 된다. 특히 어떤 裝備에 所要되는 部品중 運營에 決定的인 役割을 하는 重要한 品目들에 대하여 供給遲延이 생긴다면 生産活動 및 運營狀態에 치명적인 影響을 미칠 것이다.

裝備의 運營中斷狀態를 사전에 防止하기 위하여 一定한 期間 혹은 運營期間이 지나면 裝備作動에 중요한 役割을 하는 品目을 交換하여야 한다. 그러므로 이러한 品目들의 需要는 一定한 경우가 일반적이다. 그런데 需要는 一定하지만, 輸送手段의 故障 혹은 注文處理期間의 遲延등으로 供給이 適時에 이루어지지 않는 경우가 발생될 수 있다. 이러한 供給遲延을 고려하는 外에 중요한 品目의 在庫狀態를 항상 관찰할 필요가 있는 경우에 대비한 在庫模型을 設定할 필요가 있다.

그러므로 調達期間(lead time)이 確率變數이고 在庫狀態를 항상 관찰할 수 있는 連續調査 在庫模型(continuous review inventory model)인 (Q, r)在庫模型을 設定하고 最適의 注文量(Q)과 再注文點(r)을 구한다. (Q, r)在庫模型은 定量注文 在庫模型이라고 할 수 있으며 在庫水準이 r에 이르면 Q만큼 注文한다.

既存의 連續調査(Q, r)在庫模型에서는 調達期間이 確率的일 때 最適의 注文量과 再注文點을 구하기 위하여 調達期間中의 需要量에 대하여 條件附 確率密度函數를 假定하고 問題를 解決하였다.[1] 그리고 Liberatore[2]는 需要가 確定的이고 調達期間이 一樣(uniform)分布를 따를 경우에 需要를 滿足할 수 있는 期間(q) 및 注文時點과 週期始作時點 사이의 間隔(t)에 대한 解를 구하였고, Sphicas[3]는 需要는 確定的이고 調達期間이 指數分布를 따를 경우에 最適의 週期(cycle)와 注文時點(t)을 구하였다.

本 論文은 連續調査在庫模型에서 需要가 確定的이고 調達期間은 指數分布를 따른다는 假定下에서 最適의 注文量을 구하고 이를 이용하여 再注文點을 구한다. 調達期間이 確率的일 경우에 週期(cycle)가 確率的 調達期間에 의하여 確率變數가 되므로 單位期間當 總費用을 구하기가 매우 어렵다. 그러므로 再注文點과 再注文點 사이를 1 週期로 假定하고 最適의 注文量과 再注文點을 구하기 위하여 다음과 같이 模型을 設定한다.

첫째, 週期當 注文費用, 單位期間當 在庫維持費用, 在庫不足費用으로 구분하여 總費用函數式을 구성하며, 適用對象品은 調達期間의 分布函數가 指數分布를 따른다고 假定한다.

둘째, 注文量과 再注文點을 決定變數로 하는 在庫模型을 設定하여 總費用 函數式을 構

註1) 姜錫昊, *Operations Research*, 서울, 1982, p. 323.
2) H. J. Liberatore, "The EOQ Model under Stochastic Lead Time", *Operations Research*, Vol. 27, No. 2, 1979, pp. 391 - 396.
3) G. P. Sphicas, "On the Soution of an Inventory Model with Variable Lead Time", *Operations Research*, Vol. 30, 1982, pp. 404 - 410.

成한 後, 最適의 注文量과 再注文點을 구하는 式을 導出해 낸다.

셋째, 本 論文에서 設定한 (Q, r)在庫模型의 一般的인 總費用 函數式이 最小값을 갖기 위한 條件을 滿足하는지 與否를 確認한 後에 數値 例題를 통하여 調達期間의 變化에 따른 注文量, 再注文點, 總費用의 變化를 分析한다.

2. 確率的 調達期間을 갖는 (Q, r)在庫模型 設定

確率的 調達期間을 갖는 決定的 (Q, r)在庫模型 設定에 필요한 假定은 아래와 같다.

- 고려된 期間中 需要率은 一定하며, 在庫枯渴이 許容된다.
- 注文量은 항상 一定하며 全量 一時에 補充이 된다.
- 調達期間의 分布函數를 알고 있다.
- 再注文點과 再注文點 사이를 週期(cycle)라 한다.
- 再注文點은 0보다 크며 陰의 값을 갖지 않는다.

本 論文에서 사용되는 變數들을 定義하면 다음과 같다.

C_o : 週期當 注文費用

C_h : 單位期間및 單位當 在庫維持費用

C_s : 單位期間및 單位當 在庫不足費用

Q : 週期當 注文量

D : 單位期間當 需要率

r : 再注文點(reorder point)

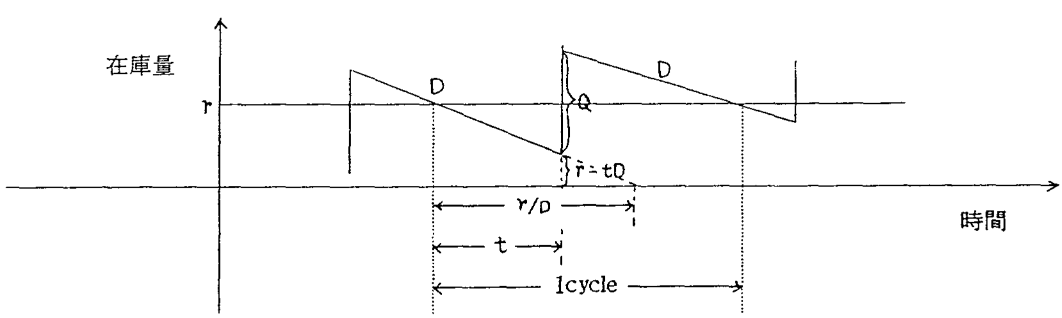
t : 調達期間(lead time)

f(t) : 調達期間의 確率密度函數

가. (Q, r)在庫模型의 設定

위에서 定義한 假定事項 및 變數定義에 의하여 模型을 構成하면, 再注文하는 時點부터 需要가 '0'이 되는 時點까지를 r/D로 표시하였으며, 調達期間(t)의 길이에 따라서 2가지 경우로 구분하였다. 調達期間(t)이 r/D 보다 작을 때에는 在庫不足費用이 발생하지 않으며, r/D 보다 클 때에는 在庫不足費用이 발생한다.

1) $0 \leq t < r/D$ 일 경우

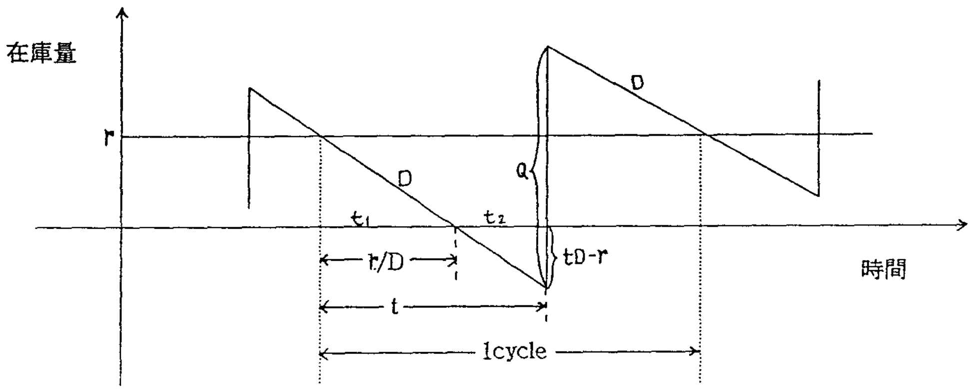


〈그림 1〉 在庫不足費用이 발생하지 않을 경우

〈그림 1〉 에서는 在庫不足費用이 발생하지 않으므로 在庫維持費用만 발생하게 된다. 그러므로 平均在庫維持量은 (1)式과 같이 된다.

$Q/2 + r - tD$ ·· (1)

2) $r/D \leq t < \infty$ 일 경우



〈그림 2〉 在庫不足費用이 발생할 경우

〈그림 2〉에서 t_1 期間 동안에는 在庫維持費用이 발생하고 t_2 期間 동안에는 在庫不足費用이 발생하게 된다. 그러므로 平均在庫維持量과 平均在庫不足量을 다음과 같이 구한다.

먼저 平均在庫維持量을 구하면, 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 t_1 期間 동안에는 平均在庫維持量만 발생하는데, 注文量(Q)에서 在庫不足費用이 발생하는 (tD-r)을 뺀 값의 平均이므로 2로 나눈다. 그리고 調達期間 t를 t_1 과 t_2 로 구분한 後, t_1 으로 全體 調達期間(t_1+t_2) 을 나누어 준 값을 {Q-(tD-r)}/2 에 곱하면 (2)式과 같이 平均在庫維持量을 구할 수 있다.

$$平均在庫維持量 = \left[\frac{\{Q-(tD-r)\}}{2}\right]\left[\frac{t_1}{t_1+t_2}\right] = \frac{(Q-tD+r)^2}{2Q} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \ (2)$$

다음 平均在庫不足量을 위의 方法과 같이 구한다. 여기서 在庫不足費用이 발생하는 경우는 t_2 期間 동안이므로, t_2 로 全體 調達期間(t_1+t_2) 을 나누어 준 값을 (tD-r)/2 에 곱하면 (3)式과 같이 平均在庫不足量을 구할 수 있다.

$$平均在庫不足量 = \left[\frac{[Q-\{Q-(tD-r)\}]}{2}\right]\left[\frac{t_2}{t_1+t_2}\right] = \frac{(tD-r)^2}{2Q} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \ (3)$$

〈그림 1〉 과 〈그림 2〉에서 구한 平均在庫維持量 과 平均在庫不足量을 이용하여 總費用 函數式을 構成하면 (4)式과 같이 된다.

總費用(K(Q, r)) = 注文費用 + 在庫維持費用 + 在庫不足費用

$$= C_o\frac{D}{Q} + C_h \left[\int_o^{r/D} (r-tD+\frac{Q}{2})f(t)dt\right.$$

$$\left. + \int_{r/D}^{\infty} \left\{\frac{(r-tD+Q)^2}{2Q}\right\}f(t)dt\right] + C_s\int_{r/D} \left\{\frac{(tD-r)^2}{2Q}\right\}f(t)dt \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4)$$

나. 模型의 解法

總費用 函數式 (4)式을 K(Q, r) 이라 놓고, Q와 r에 대하여 各各 偏微分하면 (5)式과 (8)式의 結果를 얻는다.

1) $\partial K(Q, r) \;/\; \partial Q$

$$= -C_o\frac{D}{Q^2} + C_h \left[\int_o^{r/D} (\frac{1}{2})\; f(t)dt\right.$$

$$\left. + \int_{r/D}^{\infty} \left\{\frac{2(r-tD+Q)2Q-2(r-tD+Q)^2}{4Q^2}\right\}f(t)dt\right]$$

$$+ C_s\int_{r/D}^{\infty} \left\{\frac{-2(tD-r)^2}{4Q^2}\right\}f(t)dt$$

$$= -C_o\frac{D}{Q^2} + C_h \left[\int_o^{r/D} (\frac{1}{2})\; f(t)dt + \int_{r/D}^{\infty}(\frac{1}{2})\; f(t)dt\right.$$

$$\left. - \int_{r/D}^{\infty} \left\{\frac{(r-tD)^2}{2Q^2}\right\}f(t)dt\right] - C_s\int_{r/D}^{\infty} \left\{\frac{(tD-r)^2}{2Q^2}\right\}f(t)dt$$

$$= -C_o\frac{D}{Q^2} + (\frac{1}{2})C_h - \left\{\frac{(C_h+C_s)}{2Q^2}\right\}\int_{r/D}^{\infty}(tD-r)^2\; f(t)dt \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5)$$

2) $\partial K(Q, r) \;/\; \partial r$

(4)式을 r에 대하여 偏微分해야 하는데, 積分區間에 偏微分 變數를 포함하고 있는 形態이므로 積分型의 微分을 구하는 다음 式을 이용한다.[4]

$$F(t) = \int_{A(t)}^{B(t)} G(t, x)\; dx \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (6)$$

$$\frac{dF(t)}{dt} = \int_{A(t)}^{B(t)} \frac{\partial G(t)}{\partial t}dx + G[t, B(t)]\frac{dB(t)}{dt}$$

$$- G[t, A(t)]\frac{dA(t)}{dt} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7)$$

(6)式과 (7)式을 이용하여 (4)式을 r에 대하여 偏微分하면 다음과 같이 된다.

註4) Nadder, E. *Inventory Systems*, New York; John Wiley & Sons, 1966, p. 132.

$\partial K(Q,r) \;/\; \partial r$

$$= C_h\int_0^{r/D} f(t)\,dt + C_h\int_{r/D}^{\infty} \{\frac{(r\text{-}tD)}{Q}\} f(t)\,dt + C_h\int_{r/D}^{\infty} f(t)\,dt$$

$$+ C_s\int_{r/D}^{\infty} \{\frac{(r\text{-}td)}{Q}\} f(t)\,dt$$

$$= C_h - \frac{(C_h+C_s)}{Q} \int_{r/D}^{\infty} (tD\text{-}r) f(t)\,dt \quad \cdots\cdots \quad (8)$$

그러므로 (5)式과 (8)式에서 調達期間의 分布函數가 주어지면 最適의 注文量(Q*)과 再注文點(r*)을 구할 수 있으며, 最小費用도 구할 수 있다.

여기서 總費用 函數式이 最適의 解가 존재하기 위해서는 (4)式이 convex function임을 보여야 한다. Q와 r에 대한 1次 偏微分은 (5)와 (8)式의 結果를 이용한다. 그리고 Q와 r에 대하여 2次 偏微分을 하면 다음과 같이 된다.

$$\frac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial Q^2} = C_o\frac{2D}{Q^3} + \{\frac{(C_h+C_s)}{Q^3}\} \int_{r/D}^{\infty} (tD\text{-}r)^2 \, f(t)\,dt.$$

$$\frac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial r \partial Q} = \frac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial Q \partial r} + \{\frac{(C_h+C_s)}{Q^2}\} \int_{r/D}^{\infty} (tD\text{-}r) f(t)\,dt.$$

위의 結果式으로 Hessian matrix H 를 構成하면 다음과 같다.

$$H = \begin{vmatrix} \dfrac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial Q^2} & \dfrac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial r \partial Q} \\ \dfrac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial r \partial Q} & \dfrac{\partial^2 K(Q,r)}{\partial Q^2} \end{vmatrix}$$

$$= [\, C_o\frac{2D}{Q^3} + \{\frac{(C_h+C_s)}{Q^3}\} \int_{r/D}^{\infty} (tD\text{-}r)^2 \, f(t)\,dt \,] \; \{\frac{(C_h+C_s)}{Q}\} \int_{r/D}^{\infty} f(t)\,dt$$

$$- [\{\frac{(C_h+C_s)}{Q^2}\} \int_{r/D}^{\infty} f(t)\,dt \,]^2$$

$$= \frac{2C_oD(C_h+C_s)}{Q^4} \int_{r/D}^{\infty} f(t)\,dt$$

그러므로 Hessian determinant가 positive definite이므로 K(Q, r)은 Q와 r의 convex function이다.

3) 最適의 解를 구하는 節次

段階 1 : 總費用 函數式을 構成하고, Q와 r에 대하여 各各 偏微分한다.

段階 2 : (8)式을 '0'으로 두고 f(t)에 대하여 어떤 分布函數가 주어지면 r의 값을 구할 수 있다.

段階 3 : 2 段階에서 구한 r의 값을 (5)式에 代入한 後, 그 값을 '0'으로 두고 最適의 注文量(Q^*)을 구한다.

段階 4 : 3 段階에서 구한 Q^* 를 第 2 段階에서 구한 r 에 代入하여 最適의 再注文點 r^*를 구한다.

段階 5 : Q^* 와 r^* 를 구한 後, 費用要素들의 값들과 같이 總費用 函數式인 (4)式에 代入하여 最小費用을 구한다.

3. 適用例題

調達期間이 確率的이고, 裝備 作動에 重要한 影響을 미치며 高價인 A品目의 週期當 注文費用은 \$150, 單位및 單位期間當 在庫維持費用은 \$5, 單位및 單位期間當 在庫不足費用은 \$20 이라고 하고 單位期間當 需要는 50 單位이고, 이 品目의 調達期間은 平均이 인 指數分布를 따른다고 할때 總費用 函數式을 구성하고 最適의 注文量과 再注文點을 구한다.

調達期間의 平均이 이므로 調達期間의 分布函數, $f(t) = (1/\lambda)\exp(-1/\lambda)t$ 이다(단, $0 \le t < \infty$). 그리고 (4)式을 이용하여 總費用 函數式을 構成하면 (10)式과 같다.

$$K(Q,r) = C_o\frac{D}{Q} + C_h\left\{\int_0^{r/D}\left(r-tD+\frac{Q}{2}\right)(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt + \int_{r/D}^{\infty}\left\{\frac{(r-tD+Q)^2}{2Q}\right\}(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt\right. + C_s\int_{r/D}^{\infty}\left\{\frac{(tD-r)^2}{2Q}\right\}(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt \quad \cdots\cdots (10)$$

(10)式 에서

$$\int_0^{r/D}\left(r-tD+\frac{Q}{2}\right)(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt = A,$$

$$\int_0^{\infty}\left(\frac{(r-tD+Q)^2}{2Q}\right)(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt = B,$$

$$\int_{r/D}^{\infty}\left(\frac{(tD-r)^2}{2Q}\right)(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt = C$$

라 두면, 다음과 같이 된다.

$$A = \int_0^{r/D}(r-tD+Q/2)(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt$$

$$= r-D+\frac{Q}{2}+(D)\ \exp(-r/D\lambda) - \left(\frac{Q}{2}\right)\ \exp(-r/D\lambda) \quad \cdots\cdots (11)$$

$$B = \int_{r/D}^{\infty}\left\{\frac{(r-tD+Q)^2}{2Q}\right\}(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt$$

$$= (\frac{1}{Q})(D^2) \quad \exp(-r/D\lambda) \quad - (D)\exp(-r/D\lambda)e^{-r/D}$$

$$+ (\frac{1}{2})(Q) \quad \exp(-r/D\lambda) \quad \cdots\cdots \quad (12)$$

$$C = \int_{r/D}^{\infty} \{\frac{(tD-R)^2}{2Q}\}(1/\lambda)\exp(-t/\lambda)\,dt$$

$$= (\frac{1}{Q})(D^2) \quad \exp(-r/D\lambda) \quad \cdots\cdots \quad (13)$$

(11), (12), (13)式을 더하면 總費用 函數式을 (14)式과 같이 다시 나타낼 수 있다.

$$K(Q,r) \quad = \quad C_o\frac{D}{Q}+C_h\{r-D+\frac{Q}{2}+(\frac{D^2}{Q}) \quad \exp(-r/D\lambda)\}$$

$$+ \quad C_s\{(\frac{1}{Q})(D^2) \quad \exp(-r/D\lambda)\} \quad \cdots\cdots \quad (14)$$

이제 (14)式을 이용하면 最適의 注文量(Q^*)과 再注文點(r^*)을 구할 수 있다. Q와 r의 最適값을 구하기 위하여 Q와 r에 대하여 各各 偏微分하면 다음과 같이 된다. 먼저 (14)式을 r에 대하여 偏微分하면,

$\partial K(Q,r) \ / \ \partial r$

$$= \quad C_h\{1-(\frac{D}{Q\lambda}) \quad \exp(-r/D\lambda)\} \quad - \quad C_s\{(\frac{D}{Q\lambda}) \quad \exp(-r/D\lambda)\} \quad \cdots\cdots \quad (15)$$

이 된다. (15)式을 '0'으로 두고 계산하면,

$$C_hQ\lambda \quad = \quad (C_h+C_s)D \quad \exp(-r/D\lambda)$$

이 된다. 그리고 右邊의 exp(-r/Dλ)만 남겨두고 나머지 項을 左邊으로 옮겨서 兩邊에 로그를 취하여 r의 값을 구하면 다음과 같이 된다.

$$r \quad = \quad -\lambda D \ \ln\frac{\lambda C_hQ}{D(C_h+C_s)} \quad \cdots\cdots \quad (16)$$

다음 (14)式을 Q에 대하여 偏微分하면,

$\partial K(Q,r) \ / \ \partial Q$

$$= \quad -C_o\frac{D}{Q^2}+C_h\{(\frac{1}{2})-(\frac{D^2}{Q^2})\exp(-r/D\lambda)\}-C_s\{(\frac{D^2}{Q^2})\exp(-r/D\lambda)\}$$

$$\cdots\cdots \quad (17)$$

이 된다. 그리고 (16)式을 (17)式에 代入하면 (18)式이 된다.

$$C_hQ^2 - 2\lambda C_hDQ - 2CD \quad = \quad 0 \quad \cdots\cdots \quad (18)$$

(18)式은 Q에 대한 2次 方程式이므로 根의 公式에 의해 풀면 (19)式이 된다.

$$Q \ = \ \frac{2\lambda C_hD+\sqrt{4\lambda^2C_h^2D^2+8C_oC_hD}}{2C_h} \quad \cdots\cdots \quad (19)$$

(19)式과 (16)式에 의하여 最適의 注文量과 再注文點인 Q^*, r^* 를 구하면 (20)式과 (21)式이 된다.

$$Q^* = \frac{\lambda C_h D + \sqrt{4\lambda^2 C_h^2 D^2 + 2C_o C_h D}}{C_h} \quad \cdots\cdots \quad (20)$$

$$r^* = -\lambda D \ln \frac{\lambda C_h Q^*}{D(C_h + C_s)} \quad \cdots\cdots \quad (21)$$

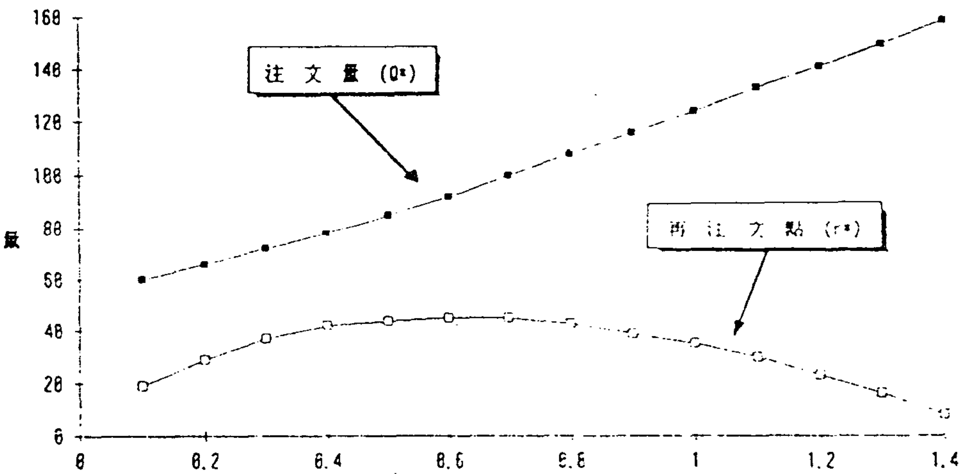
例題에서 주어진 값 C_o = $150, C_h = $5, C_s = $20, D= 50 單位를 (20)式과 (21)式에 代入하면 最適의 注文量과 再注文點을 구할 수 있다. 여기서 調達期間의 平均의 變化에 따른 最適의 注文量과 再注文點을 구하는 Program을 작성하였으며, Program의 調達期間 범위는 0.1 부터 2.0 까지로 하였다. 이 Program은 需要가 一定하고 調達期間이 確率的일 경우(指數分布를 따를때)에 總費用을 最小化하는 注文量Q과 再注文點을 구할 수 있고, 또한 調達期間의 平均의 變化에 따라서 Q와 r의 最適解가 어떻게 變化하는지를 쉽게 比較해 볼 수 있

〈表 1〉 調達期間의 變化에 따른 最適 注文量, 再注文點, 總費用의 變化

	주문량(Q*)	재주문점(r*)	총비용(K(Q, r))
.1	60.	19.	143.243
.2	66.	29.	225.695
.3	72.	37.	292.823
.4	78.	42.	349.256
.5	85.	44.	397.229
.6	92.	45.	438.093
.7	100.	45.	472.769
.8	108.	43.	501.939
.9	116.	39.	526.132
1.0	124.	35.	545.778
1.1	133.	30.	561.235
1.2	141.	23.	572.805
1.3	150.	16.	580.750
1.4	159.	8.	585.299

注文費用, 維持費用, 不足費用의 값을 例題에서 주어진 값으로 한 경우에 調達期間의 平均( )의 變化에 따른 總費用, 注文量, 再注文點의 變化는 〈表 1〉과 같다.

〈表 1〉에서 보는 바와 같이 調達期間이 짧으면 짧을수록 總費用이 적게들고 注文量 또한 적어진다는 것을 알 수 있다. 여기서 調達期間의 平均이 1.5 이상이 되면 再注文點이 陰의 값을 가지게 되므로 (Q, r)在庫模型에서 設定한 假定 事項에 위배된다. 例를 들어 =1을 單位期間 1年으로 假定한다면 調達期間이 1年6個月 以上 超過할 때, 再注文點이 陰의 값을 가진다는 것을 알 수 있다. 그리고 〈表 1〉에서 調達期間, 注文量, 再注文點間의 관계를 그래프로 나타내면 〈그림 3〉과 같다.



調達期間의 平均(λ)

〈그림 3〉 調達期間의 變化에 따른 注文量, 再注文點의 變化

〈그림 3〉에서 보는 바와 같이 調達期間의 平均의 增加에 따라 注文量은 계속 增加하지만, 再注文點은 0.6-0.7地點까지는 增加하다가 그 以後부터는 점차 減少한다는 것을 알 수 있다.

이것은 費用要素들의 比率이 本 論文에서 適用한 數值例題와 같을 경우에는 總費用을 最小化하는 再注文點은 調達期間의 平均이 0.7 이후 부터는 減少한다는 것을 意味한다.

그러므로 本 論文에서 設定한 (Q, r)在庫模型의 制限事項은 調達期間의 平均이 指數分布를 따를 경우에 구한 再注文點의 값이 增加하다가 減少하는 時點이 발생하면, 그 時點 以後의 調達期間에 대해서는 適用上에 限界가 있다.

4. 結　論

既存의 連續調査 (Q, r)在庫模型에서는 調達期間이 確率的일때 週期가 確率變數가 되므로 單位期間당 總費用을 구하기 위한 週期設定이 매우 어려웠다. 本 論文에서는 再注文點과 再注文點 사이를 1 週期로 假定함으로써 問題의 解決을 용이하게하고, 餘裕在庫를 관찰할 수 있는 再注文點을 고려한 (Q, r)在庫模型을 設定하고, 最適의 注文量(Q*)과 再注文點(r*)을 구하는 公式을 誘導하였다.

裝備作動에 決定的인 影響을 미치는 重要한 品目에 대하여 設定된 模型을 이용하여 最適의 注文量과 餘裕在庫를 관찰할 수 있는 再注文點을 구한 結果, 調達期間이 짧으면 짧을수록 總費用이 적게 들고 注文量 또한 적어진다는 것을 알 수 있었지만 再注文點은 調達期間의 變化에 따라 어느時點까지는 增加하다가 그 以後부터는 減少한다는 한다는 것을 알 수 있었다. 또한 本 論文에서 設定한 (Q, r)在庫模型은 調達期間의 平均의 變化에 따라서 最適解의 變化를 쉽게 비교해 볼 수 있다.

參　考　文　獻

1) 姜錫昊, *Operations Research*, 英志文化社, 1982.

2) Hadley, G., and T. M. Whitin, *Analysis of Inventory Systems*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1963.

3) Liberatore, M. J., "The EOQ Model under Stochastic Lead Time", *Operations Research*, Vol. 27, No. 2, 1979, pp. 391-396.

4) Naddor, E., *Inventory System*, John Wiley Sons, Inc., New York, 1966.

5) Sphicas, G. P., "On the Solution of an Inventory Model with Variable Lead Times", *Operations Research*, Vol. 30, 1982, pp. 404-410