

고객 지연 비용과 Lead Time-Depend Discount System을 고려한 EOQ 모델 설계에 관한 연구

-A Study for Design Economic Order Quantity Model with Customer Waiting Cost and Lead Time-Depend Discount System-

최 성 희 *

Sung Hee Choi

박 재 현 **

Jea Hyun Park

김 흥 재 **

Heung Jea Kim

강 경 식***

Kyung Sik Kang

Abstract

기업은 고객이 원하는 시기에 원하는 제품을 구매할 수 있도록 항상 준비가 되어 있어야 한다. 고객의 수요를 만족시키기 위하여 기업은 다양한 수요예측방법을 통하여 적절한 재고 수준과 수요예측을 하고 있다. 제조 기업의 경우에는 다른 산업에 비하여 정확한 수요예측과 낮은 재고 수준의 유지가 비용과 직접적인 연관이 있기 때문에 제조 기업은 경제적인 주문량 결정(Economic Order Quantity: EOQ)이 매우 중요한 문제이다. 주문량을 결정하는 방법에는 여러 가지가 있지만, 본 논문에서는 고객 지연을 방지하기 위하여 경제적 주문량 결정에 고객 지연과 관련된 비용을 포함시키는 것은 물론 고객 지연이라는 상황을 방지하는 노력의 한 방법으로 가격 할인(discount system)을 이용하고자 한다. 가격 할인을 이용하여 고객으로 하여금 빠른 주문을 유도하고 그로 인하여 고객 지연 상황의 발생을 줄여보려고 한다.

Key Word: Economic Order Quantity, Customer Waiting Cost, Lead Time-depend Discount System

-
- * 명지대학교 산업공학과 석사과정
 - ** 서일대학 산업시스템경영과 겸임교수
 - *** 명지대학교 산업공학과 박사과정
 - **** 명지대학교 산업공학과 교수

1. 서론

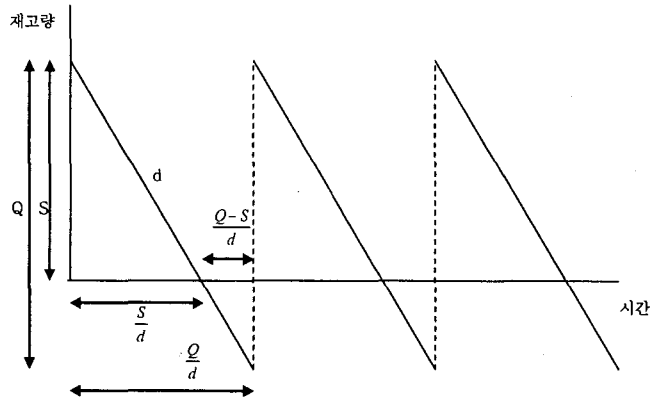
기업은 고객을 위하여 항상 제품을 준비하고 있어야 한다. 그러나 품질이 발생할 경우 고객은 제품이 납기 되기까지 기다려야 하고, 기업은 고객이 기다리는 기간에 대한 보상을 하여야 한다. 고객이 납기가 지난 주문한 제품의 인도를 기다리는 동안 발생하는 비용을 고객지연 비용(Customer Waiting Cost)이라고 할 때, 기본적으로 고객 지연 비용은 고객이 주문을 기다리는 기간에 비례한다. 고객 지연 비용을 줄이는 하나의 방법은 보다 짧은 기간 내에 제품을 고객에게 인도하기 위하여 기업은 특급 주문이나 특급 배송 시스템을 가지고 해당 주문을 처리하는 것이다. 다른 방법으로는 주문 초기부터 고객의 지연을 방지하려는 차원으로 주문시기를 앞당겨 하는 주문에 대하여 특혜를 부여하여, 고객이 주문에 대하여 납기에 보다 여유를 자율적으로 줄 수 있게 하는 것이다.

2. 본론

고객 지연 비용은 품질이 발생할 경우 발생한다. 품질의 발생이란 공급의 시기와 양이 수요의 시기와 양을 충족시키지 못할 때 발생한다. 품질 발생 시 기업의 가장 큰 손실은 고객의 손실이다. 따라서 기업은 고객의 손실을 방지하기 위하여 납기 약속을 지키지 못한 주문을 기다리는 고객에게 마땅히 보상을 해야 하고, 해당 비용은 고객 지연 비용으로 간주하여야 한다. 고객 지연 비용은 고객이 주문을 기다리는 기간에 비례하기 때문에, 고객 주문 비용을 줄이기 위해서는 고객 지연 기간을 줄이는 한편, 고객 지연이 발생하지 않도록 하는 노력도 동시에 이루어 져야 한다.

2.1 고객 지연을 고려한 Economic Order Quantity(EOQ) 모델

고객 지연을 고려한 EOQ 모델은 기존의 EOQ 모델에 품질이 발생했을 때의 비용과 고객의 늦은 납기를 처리하는데 드는 특급 비용을 포함하여 새로운 EOQ를 산출하는 것이다.



[그림1]재고부족을 고려한 발주량 모델

(1) 가정

품절을 고려한 경제적 발주량 모델을 수립하기 위하여 다음과 같은 가정을 설정한다.

- ① 주문과 동시에 재고가 채워진다.
- ② 수요율이 확정적이다.
- ③ 시간에 수요가 일정하게 감소한다.
- ④ 한 번의 주문에는 한번의 주문비가 소요된다.
- ⑤ 품절을 허용한다.
- ⑥ 품절이 발생하면 자동으로 추후납품으로 연결된다.
- ⑦ 추후납품은 고객 지연 시간 후 한번에 충족된다.
- ⑧ 지연 기간을 알려져 있다.
- ⑨ 고객 지연 비용은 시간과 양에 따라 비례한다.
- ⑩ 품절이 발생하지 않는 경우, 품절비와 고객 지연비를 고려하지 않는다.

이때, 품절 발생 시에는 고객의 요구를 만족시키기 위하여 되도록 빠른 시일 내에 재고가 충족되어야 하므로 정규의 주문비용이 아닌 특별 주문의 형태로 이루어지게 되고, 이 때, 발생하는 비용을 품절비용이라고 정의한다. 또한 고객 지연(customer waiting)은 최초의 납기 일로 부터 납기를 지키지 못하게 되어 고객이 제품의 납기를 기다리는 시간으로 정의하고 시간이 길어질수록 고객 지연비용도 증가하는 것으로 본다.

(1) 변수 정의

- Q: 주문량
- k: 주문비
- c: 구매비

s: 재고보충수준

d: 단위시간당 수요

h: 재고유지비

$\frac{(Q-s)}{d}$: 지연 시간

w: 고객 지연 비용

모든 변수는 양의 값을 갖는다.

(3) 모형 설계

Total Cost = order cost + carrying cost + shortage cost + waiting cost

$$TC/unit/cycle = \frac{\left\{ (k + cQ) + \frac{hs^2}{2d} + \frac{\pi(Q-s)^2}{2d} + \frac{w(Q-s)^2}{d} \right\}}{\frac{Q}{d}}$$

$$= \frac{dk}{Q} + cd + \frac{hs^2}{2Q} + \frac{\pi(Q-s)^2}{2Q} + \frac{w(Q-s)^2}{Q}$$

최적의 발주량 Q^* 를 구하기 위하여 식을 정리하면 다음과 같은 Order Quantity를 산출할 수 있다.

$$(\pi + 2w)Q^2 - 2dk - (h + \pi + 2w) \left(\frac{\pi Q + 2wQ}{h + \pi + 2w} \right)^2 = 0$$

$$h(\pi + 2w)Q^2 = 2dk(h + \pi + 2w)$$

$$\therefore Q = \sqrt{\frac{2dk(h + \pi + 2w)}{h(\pi + 2w)}}$$

$$= \sqrt{\frac{2dk}{h}} \sqrt{\frac{h + \pi + 2w}{\pi + 2w}}$$

2.2 Lead Time-depend Discount를 고려한 EOQ 모델

Lead Time-depend Discount System은 가능한 생산 시간과 관련된 비용이다. 만약, 고객이 lead time에 비하여 늦게 주문을 한다면, 기업은 추가적인 setup cost가 발생하는 것은 물론이고, 주문의 처리하는데 특급 비용(예를 들면, 빠른 선적 서비스나 원자재의 급매 등)을 위한 추가적인 비용이 발생한다. 이러한 문제들을 피하기 위하여 기업은 lead time 보다 일찍 주문하는 고객에게 특혜를 부여하는 방법이 있다. 일찍 주문을 하는 고객에게는 정책적으로 정해진 비율이 할인된 가격을 제시함으로써 고객들의 이른 주문을 유도한다. Lead Time-depend Discount System을 고려한 EOQ 모델을 작성하면 다음과 같다.

(1) 가정

기본 가정 사항은 위와 동일하며, 이른 주문 발생시 재고부족 현상이 발생하지 않으므로 품질비용과 고객 지연 비용을 고려하지 않는다.

(2) 변수 정의

Q: 주문량

k: 주문비

c: 구매비

s: 재고보충수준

d: 단위시간당 수요

h: 재고유지비

p: 고객에게 제공되는 단가

R: 할인율

모든 변수는 양의 값을 갖는다.

이때, 이른 주문이 발생하면

Total Cost = order cost + carrying cost + discount cost

$$TC/unit/cycle = \frac{\left\{ (k + cQ + \frac{hs^2}{2d} + \frac{\pi(Q-s)^2}{2d} + pRd) \right\}}{\frac{Q}{d}}$$

$$= \frac{dk}{Q} + cd + \frac{hs^2}{2Q} + \frac{pRd^2}{Q}$$

최적의 발주량 Q^* 를 구하기 위하여 식을 정리하면 다음과 같은 Order Quantity를 산출 할 수 있다.

$$-\frac{dk}{Q^2} + \frac{h}{2} - \frac{pRd^2}{Q^2} = 0$$

$$\frac{h}{2} = \frac{dk + pRd^2}{Q^2}$$

$$Q^2 = \frac{2d(k + pRd)}{h}$$

$$\therefore Q = \sqrt{\frac{2d(k + pRd)}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2dk}{h}} \sqrt{\frac{k + pRd}{k}}$$

3. 추후 연구과제

현재까지는 고객 지연을 고려한 EOQ 모델과 Lead Time-depend Discount를 고려한 EOQ 모델의 모형이 완성되었다. 추후 실제 데이터를 이용하여 두 모델의 경제성을 비교하고 Lead Time-depend Discount System의 적용할 수 있는 데이터 베이스 및 인터페이스 구축의 방안을 연구할 예정이다.