

物流시스템에서의 最適 로트크기 決定原則에 관한 研究

- A Study on the Determination of Optimal Lot Size in Distribution System -

金 祥 植 *

Kim, Sang-Jik

金 榮 植 **

Kim, Young-Sik

金 英 謙 ***

Kim, Young-Guem

ABSTRACT

This study is to find the optimal lot size method in the distribution system. In general, the lot size methods used in the distribution system is the same as the methods of the MRP system. The lot size methods used in this study are LFL, EOQ, LTC and POQ. Resulting in case study, LTC is the optimal lot size method in the distribution system.

In distribution system, VRP and VSP shall be investigated.

1. 序論

現代의 企業들은 주변 環境의 激變과 消費者의 多樣한 嗜好에 대처하기 위해 在庫의 必要性을 重要하게 認識하고 있다. 그래서 각 企業들은 正確한 豫測을 통하여 適切한 在庫를 維持하려고 많은 努力을 하고 있다. 一般的으로 在庫는 生産在庫와 物流在庫로 區分된다. 요즈음 物流在庫에 관한 관심이 날로 增加되고 있다. 消費者가 獨立需要品目인 完製品을 購買할 때는 보통 工場으로부터 地域物流센터를 거친 小賣商으로부터 購買하게 된다. 따라서 在庫는 여러 段階에서 維持해야한다. 物流시스템내의 어떤 段階에서 내리는 在庫決定은 다른 段階에 影響을 끼친다. 이에 本 研究에서는 適切한 物流所要量을 維持하기 위한 最適의 로트크기決定原則을 찾고자 한다.

物流시스템에서는 一般的으로 製造業에서 發生하는 物流在庫에 MRP의 概念을 適用한 DRP(distribution requirements planning)를 使用한다. DRP는 都賣 및 小賣物流에 所要量理念을 導入하여 在庫를 補充하는 節次를 나타내는 하나의 技法이다.

* 東國大學校 産業工學科 博士過程

** 東國大學校 産業工學科 博士過程

*** 東國大學校 産業工學科 博士過程 修了

2. DRP시스템과 로트크기決定原則들

2.1 DRP시스템

DRP시스템은 한마디로 物流시스템에 MRP方式을 應用한 것으로 생각할 수 있다. DRP시스템은 多段階 物流體系를 각 레벨로 나누어 생각하고 각 레벨에서의 在庫減少 및 서비스 向上을 위한 管理體系 改善을 連繫시키는 方法이다. DRP시스템의 出發點은 MSS(master sales scheduling)이다. MSS는 MRP의 MPS(master production schedule)에 해당되는 것으로 顧客需要에 대한 豫測 또는 注文을 考慮한다. DRP시스템의 MSS에 있어서 중요한 요체는 事前需要把握이며, 合理的인 需要豫測이 MSS 成功의 열쇠이며 나아가서는 DRP시스템의 모체가 된다.

MSS의 計劃技法은 一般的으로 時點計劃과 期間計劃이 있다. 그러나 많은 경우 時點計劃보다는 期間計劃을 利用하는 경우가 많다. 이는 時點計劃에 비해 期間計劃이 갖는 高彈力性(high flexibility)때문이다.

2.2 物流시스템에서 使用하는 로트크기決定原則들

로트크기決定은 在庫管理技法의 두가지 基本問題에 答한다. 그 基本問題는 다음과 같다.

(1) 在庫는 어느 期間에 補充되는가? (2) 어느 정도의 在庫를 補充해야 하는가?

物流시스템에서 使用하는 로트크기決定原則은 MRP方式과 同一하며, 그것들은 다음과 같다.

- (1) Fixed Order Quantity(FOQ)
- (2) Economic Order Quantity(EOQ)
- (3) Lot For Lot(LFL)
- (4) Fixed Period Requirements(FPR)
- (5) Period Order Quantity(POQ)
- (6) Least Unit Cost(LUC)
- (7) Least Total Cost(LTC)
- (8) Part Period Balancing(PPB)
- (9) Wagner-Whitin Algorithm

위의 原則들 중 FOQ와 EOQ는 需要率 中心이고, 나머지 原則들은 離散로트原則이라고 한다. 그 이유는 그 原則들의 注文量이 全體計劃時平에서의 純所要와 同一하게 發生하기 때문이다.

로트크기決定原則은 그것이 어떻게 使用되어지느냐에 따라 靜的注文量 또는 動的注文量이 된다. 靜的注文量은 한번 計算해서 計劃된 注文日程計劃은 變化없이 繼續되는 것을 말한다. 動的注文量은 純所要 데이터에서 變化에 의해 要求되어지면 繼續적으로 再計算 되어지는 것이다. 위의 原則들 중 FOQ는 恒常 靜的이고, LFL은 늘 動的이다. 위의 로트크기決定原則을 간단히 說明하면 다음과 같다.

2.2.1 Fixed Order Quantity(FOQ)

注文의 量을 固定시킨다는 점에서는 FOQ와 EOQ는 같은 技法이라 할 수 있다. 그러나 固定數量을 定하는 方法이 다르다. 즉, FOQ는 經驗值를 根據로 하며, EOQ는 式을 利用하여 決定한다. FOQ는 높은 注文費用을 가진 品目에 適用하는 것이 有利하다.

다음 表는 FOQ를 100으로 했을 때의 例이다.

표 1. FOQ에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
純所要量	50	32		25	40	35		45	30	257
計劃注文量	100			100				100		300

2.2.2 Economic Order Quantity(EOQ)

EOQ는 가장 널리 알려져 있는 것으로 1915년 F. W. Harris에 의해 고안되었다. EOQ는年間總費用을 최소화하는 注文량을 말한다.

EOQ의 基本假定은 다음과 같다[1].

- ① 年間需要量은 알려져 있다. ② 單位期間當 使用率은 一定하다.
- ③ 調達期間은 一定하다. ④ 注文量은 一時에 配達된다.
- ⑤ 數量割引 認定되지 않는다. ⑥ 재고부족현상이 發生하지 않는다.
- ⑦ 하나의 品目에서만 고려한다.

위의 假定下에 EOQ는 다음과 같다.

$$Q_0 = \sqrt{2CR/H} = \sqrt{2CR/PF}$$

단, C : 每 注文當 注文費用, R : 年間需要, H = PF : 每年 單位當 維持費用, P : 每 品目當 購買費用, F : 單位當 年間 維持比率

한 期間을 1個月이라고 했을 때 12個月이므로 R은 200이 되고, P를 50, F를 0.24, 그리고 C를 100으로 하면 다음과 같다.

$$Q_0 \approx 58$$

표 2. EOQ에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
純所要量	35	10		40		20	5	10	30	150
計劃注文量	58			58				58		174

2.2.3 Lot For Lot(LFL)

LFL은 매우 간단한 技法으로 數學的 計算이 必要없고 각 期間에서 發生한 純所要量이 그대로 計劃注文量이 된다. LFL은 주로 高價品目이나 不連續的인 需要를 가진 品目에 適用된다.

표 3. LFL에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
純所要量	40		35	25	40		50	40	45	275
計劃注文量	40		35	25	40		50	40	45	275

2.2.4 Fixed Period Requirements(FPR)

FPR은 事前에 정해진 一定期間마다 必要量을 發生시키는 方法으로 傳統的인 方法의 定期發注法과 類似하다. 단지 이 경우에 在庫를 定期的으로 調査하여 必要量을 發注하여 補充하지만 MRP에서는 定期的으로 純所要量을 調査하여 그 合計量을 期間初에 發生한다.

그러나, 어느 期間의 純所要量이 0인 경우 그 期間을 넘겨 實際需要量이 있는 期間부터 始作한다. 즉, 표 4에서 期間 3에서 純所要量이 發生하지 않았으므로 그 期間을 건너뛰고 다음 期間인 期間 4를 선두로 한다. FPR을 適用할 경우 數量이 變動하므로 能力의 調整이 必要하다. 다음의 例는 發注間隔을 2期間으로 했을 때이다.

표 4. FPR에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
純所要量	40	15		35		15	10	15	30	160
計劃注文量	55			35		25		45		160

2.2.5 Period Order Quantity(POQ)

POQ는 傳統的인 EOQ를 離散型에 適應시키기 위하여 수정한 것으로 IBM에 의해 經濟的 時間週期(economic time cycle)라고도 불린다.

POQ의 一般的 節次는 먼저 年間需要의 豫想量을 이용하여 EOQ를 計算하고, 그 다음 EOQ로 年間需要의 豫想量을 나누어 注文回數를 구한다. 注文回數를 가지고 1년간 期間數를 나누어 平均注文期間을 구한다(만약 期間單位가 週이면 1년간 期間數는 52가 되고 月이면 12가 된다).

표 5. POQ에 의한 예

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
純所要量	90		110	100	200			300	100	80
計劃注文量	500							730		

期 間	11	12	13	14	15	16	17	18	合計
純所要量		250		250	50	50		60	1640
計劃注文量				410					1640

(단, 期間의 單位는 週이다.)

年間需要의 豫想量 : 5,200, EOQ=500, 注文回數 : 5200/500=10.4, 平均注文期間 : 5週

위의 표 5에서 重要的 것은 POQ가 5週라고 해서 꼭 每 5週마다 注文이 일어난다는 것은 아니다. 그것은 純所要量을 가지고 있는 期首부터 5週를 意味한다. 이것은 需要가 없는 期間에서 注文을 받아들이는 것을 피하기 위함이다.

2.2.6 Least Unit Cost(LUC)

LUC는 維持費用과 注文費用을 합한 것을 注文量으로 나누어서 品目 한 개당 費用을 算出하여 그것이 가장 작은 값에서 注文量이 決定된다.

LUC를 비롯하여 LTC, PPB등은 注文量과 注文間隔이 변한다. 이 原則들은 각 期間의 初에서 離散的 在庫枯渴이 일어난다는 共通假定을 가지고 있다. 그것은 維持費用을 計算할 경우 각 期間의 純所要量에 대하여 각 期間에서 均等하게 消費되고 平均在庫를 가진다는 假定이 아니라 注文量이 到着하는 最初의 期間에서 純所要量과 同一한 量이 消費되어 維持費用이 초래되지 않는다는 것이다. 다음은 LUC를 利用한 첫번째 注文量의 決定의 例이다.

표 6. LUC의 計算

期間	期別純所要量	保有期間	累積로트量	維持費用		單位當 注文費用	單位當 總費用	備 考
				로트당	단위당			
1	35	0	35	0	0	2.86	2.86	注文費用:100 維持費用(每期 間每單位當):1
2	10	1	45	10	0.22	2.22	2.44	
3	0	2						
4	40	3	85	130	1.53	1.18	2.71	

위의 表에서 期間 2의 單位當 總費用이 가장 작으므로 期間 1에서의 注文量은 45單位가 되며 두번째 注文은 期間 4에서 이루어진다. LUC는 한 번에 한 로트만 고려할 수 있다는 데 그 限界가 있다.

표 7. LUC에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
純所要量	35	10		40		20	5	10	30	150
計劃注文量	45			60			45			150

2.2.7 Least Total Cost(LTC)[4][6][8][9]

LTC는 매우 融通性이 있고, 여러 種類의 生産狀況에 適用할 수 있다.

LTC는 維持費用과 注文費用이 거의 같을 때 總費用이 최소가 될 것이라는 것에 理論的 根據을 두고 있다. LTC는 維持費用과 注文費用이 거의 같은 점에서 量을 注文하는데 그 量은 그 때까지의 累積純所要量이다.

LTC는 效率的 計算을 위하여 part period(PP)와 economic part period(EPP)의 概念을 導入한다.

PP는 어떤 品目 1單位를 1期間 在庫시키는 것을 1PP라고 하며, 이것은 費用概念을 包含하고 있지 않고 단지 在庫管理를 위한 하나의 척도이다. PP計算에서 유의해야 할 것은 1單位의 品目を 2期間 在庫시킬 때와 2單位 品目を 1期間 在庫시킬 때 모두가 2PP로 同一하다는데 있다.

EPP는 注文費用을 1期間當 1單位 維持費用으로 나눈 값이다. 다음은 EPP를 計算하는 式이다.

$$EPP = S / I_P C$$

S : 注文費用, I_P : 期間當 維持費用比率, C : 單價
 다음 表들은 LTC의 計算과 例를 나타낸 것이다.

표 8. LTC의 計算

期 間	純所要量	保有期間	累積lot量	累積part periods	備 考
1	15	0	15	0	注文費用 : 25
2	20	1	35	20	
3	25	2	60	70	
4	35	3 0	35	175	100 < 175
5	30	1	65	30	期間當維持費用 : 0.25
6	10	2	75	50	
7	12	3	87	86	
8	16	4 0	16	150	100 < 150
9	25	1	41	25	

LTC는 累積PP값이 EPP값을 넘는 期間에서 새로운 注文이 이루어진다(표 8에서 期間 4와 期間 8).

표 9. LTC에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
純所要量	15	20	25	35	30	10	12	16	25	188
計劃注文量	60			87				41		188

LTC의 결점은 그 자체의 전개 즉, 최소비용은 維持費用과 注文費用이 같은 곳의 점이라는 데 있다. 왜냐하면 각 期間初에서 在庫枯渴이 일어난다고 假定한 離散로트크기決定에서는 올바로 維持되지 않기 때문이다.

2.2.8 Part Period Balancing(PPB)[6][8]

PPB는 LTC에 Look-ahead Refinement와 Look-backward Refinement라는 調整節次(adjustment routine)를 導入한 것이다.

Look-ahead Refinement는 LTC에 의하여 決定된 再注文點의 PP값이 그 다음 期間의 PP값보다 같거나 작을 경우 再注文點이 그 다음 期間으로 移動된다. 이것이 失敗될 때까지 繼續한다. Look-backward Refinement는 Look-ahead Refinement가 失敗되었을 경우 實行되는 것으로

LTC에 의하여 決定된 再注文點의 PP값보다 그 앞 期間의 PP값이 클 경우 再注文點은 그 앞 期間으로 移動된다. 이것도 Look-ahead Refinement와 마찬가지로 失敗될 때까지 實行을 계속한다.

다음 表들은 Look-ahead Refinement와 Look-backward Refinement에 의한 例들이다.

표 10. Look-ahead Refinement에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	合 計
純所要量	10	95	10	95	10	220
PP값	0	1(95)	2(10)			
累積PP값	0	95	115			
計劃注文量 (without Look-ahead)	105		105		10	220
累積費用	100	195	295	390	490	
計劃注文量 (with Look-ahead)	115			105		220
備 考	注文費用: 100, 單位當 期間當 維持費用: 1, EPP = 100					

期間 3에서 Look-ahead Refinement를 適用해 보면 期間 4의 PP값이 95이고 期間 3의 PP값이 20이므로 再注文點이 期間 4로 移動된다. 또한, 期間 1에서 注文되는 量도 115가 된다. Look-ahead Refinement가 失敗하지 않았으므로 期間 5로 간다. 期間 5의 PP값은 10이므로 期間 4의 285보다 작으므로 妥當性を 잃게 된다. 그러므로 더 이상 Look-ahead Refinement를 適用할 수 없다.

표 11. Look-backward Refinement에 의한 例

期 間	1	2	3	4	5	合 計
純所要量	10	20	40	10	20	100
PP값	0	1(20)	2(40)	3(10)	1(20)	
累積PP값	0	20	100	130	20	
計劃注文量 (without Look-backward)	70			30		100
累積費用	100	120	200	300	320	
計劃注文量 (with Look-backward)	30		70			100
備 考	注文費用: 100, 單位當 期間當 維持費用: 1, EPP = 100					

期間 4에서 Look-ahead Refinement를 適用해 보면, 期間 4의 PP값이 期間 5보다 크므로 (30 > 20) 그 方法은 失敗하게 된다. 그래서 Look-backward Refinement를 適用해 보면 期間 3의 PP값이 80이므로 期間 4의 PP값 30보다 크므로 Look-backward Refinement가 實行된다. 즉, 再注文點은 期間 3에서 이루어지고, 注文量은 期間 1에서 30이 되고 期間 3에서는 70이 된다.

2.2.9 Wagner-Whitin Algorithm[4][6][8]

Wagner-Whitin Algorithm은 다음과 같은 問題點으로 말미암아 實際로 適用하기에는 거의 不可能한 것으로 알려져있다.

- (1) 計算의 複雜性으로 말미암아 使用者가 理解하기 어렵다.
- (2) 計劃時平을 넘어서는 需要는 0이라는 假定은 現實適用에 妥當성이 없다.
- (3) 計劃時平에서 새로운 需要가 發生되면 注文의 最適解를 다시 산출해야 한다.

3. 事例研究

2.2절에서 說明한 9가지 원칙들 중 FOQ는 어떤 品目에도 適用될 수 있으나 實際적인 使用은 단지 몇몇 特定 品目에만 適用될 수 있으므로 普遍성이 희박하고, FPR은 一定期間마다 注文한다는 점이 다소 다르나 자의적이고 직관적이라는 原理는 FOQ와 비슷할 뿐만 아니라 論理性이 부족하다. 한편, LUC는 한 번에 한 로트만 고려할 수 있다는 데 그 限界가 있으며, Wagner-Whitin Algorithm은 너무나 數學的이고 使用者가 理解하기 곤란할 뿐만 아니라, 실제로 適用하는데도 妥當성이 缺如되어 있다. 이와같은 理由로 인하여 위의 4가지 原則들은 實際로 適用하기가 곤란하다. 또한 PPB는 LTC와 類似하므로 除外하기로 한다.

따라서 本 研究는 다음 4가지 原則들을 適用하고자 한다.

- (1) Lot For Lot(LFL)
- (2) Economic Order Quantity(EOQ)
- (3) Least Total Cost(LTC)
- (4) Period Order Quantity(POQ)

3.1 事例研究의 對象

本 研究의 對象은 단일 物流體系에서 小賣地域에서 發生하는 需要에 대해 地域倉庫에서의 로트크기를 決定하는 것으로 한다.

單一 物流體系의 例를 들면 다음과 같다.

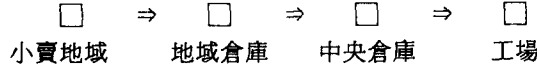


그림 1. 單一 物流體系의 例

製品에 대한 基本 情報과 小賣地域에서의 MSS는 다음과 같다.

표 11. 製品에 대한 基本 情報

保有在庫	調達期間	期間當 維持費用	1回 注文費用	年間 在庫維持費用
120개	2주	50원	18,200원	3,600원

표 12. 小賣地域에서의 MSS

期間(週)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
需要量	20	25	23	22	24	24	26	20	22	24	26	28	
期間(週)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
需要量	24	22	20	24	22	21	23	20	19	20	18	17	
期間(週)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
需要量	26	24	25	22	26	27	24	22	24	23	24	26	
期間(週)	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
需要量	24	26	22	20	24	20	23	21	22	26	22	25	
期間(週)	49	50	51	52	合計								
需要量	21	24	23	24	1194	(期間의 單位: 週, 所要量の 單位: 個)							

위의 [표 3-1]과 [표 3-2]에 나타나 있는 정보를 이용하여 4가지 로트크기決定原則을 適用한다.

각 原則들의 比較基準은 總在庫費用을 計算하여 相互比較를 했을 경우 最小의 費用을 가진 原則을 選擇한다.

각 原則을 適用했을 경우 所要되는 總在庫費用은 다음과 같다.

표 13. 각 原則의 總在庫費用 (단위: 원)

原則	LFL	EOQ	LTC	POQ
總在庫費用	855,400	200,200	145,600	182,000

각 原則들을 適用한 結果 最小의 總在庫費用이 所要된 原則은 LTC原則이었다.

4. 結論

流通시스템에 適切한 로트크기原則을 使用함으로써 流通在庫維持費用을 줄일 必要가 있다. 또한, 올바른 流通시스템을 構築하기 위해서는 正確한 데이터를 利用한 MSS가 必要하고 데이터를 올바르게 維持하기 위해서는 電算化가 要求된다.

그리고 車輛經路와 日程問題에 관한 研究가 必要하다.

參 考 文 獻

- [1] 姜金植, 生産運用管理, 博英社, 1987.
- [2] Andre J. Martin, *DRP Distribution Resource Planning*, Oliver Wight Limited Publications, Inc., 1983.
- [3] Earle Steinberg and H. Albert Napier, "Optimal Multi-Level Lot Sizing For Requirements Planning Systems," *Management Science*, Vol. 26, No. 12, December, 1980.
- [4] Ernest C. Theisen Jr., "New Game In Town-The MRP Lot Size!," *Production & Inventory Management*, 2nd, Qtr., 1974.
- [5] G. Nandakumer, "Lot-Sizing Techniques In A Multiproduct Multilevel Environment," *Production and Inventory Management*, First Quarter, 1985.
- [6] Joseph Orlicky, *Material Requirements Planning*, McGraw-Hill Book Company, 1975.
- [7] Oliver W. Wight, *Production and Inventory Management in the Computer Age*, 1974.
- [8] Richard J. Tersine, *Materials Management and Inventory Systems*, American Elsevier Publishing Co., Inc., 1976.
- [9] Steven M. More, "MRP And The Least Total Cost Method of Lot Sizing," *Production & Inventory Management*, 2nd, Qtr., 1974.