

CPM/MRP 計劃技法에 관한 研究

The Study on CPM/MRP Algorithm

元 震 喜*
Won, Chin Hee

Abstract

Although PERT/CPM has been used for over twenty years as a technique for scheduling in a variety of industries and various extension to the basic model have been improved the realism of considering resource constraints, none of these techniques have integrated resource acquisition load times and inventory records into scheduling technique. This paper is to designed to overcome basic shortcoming of previous CPM into incorporate with MRP technique.

要 旨

PERT/CPM 工程計劃 技法이 수많은 事業計劃技法으로 利用된지 20 年이 경과하였고 資源制約問題를 改善하는 方法으로도 延長되었으나 이런 方法들이 資源 확보소요시간(resource acquisition lead time)과 統合하는 工程計劃技法으로 定立하지는 못하고 있다. 이 論文은 이제까지의 CPM 技法이 지니지 못하고 있는 未備點에 MRP(資材所要計劃—Material Requirements Planning) 技法을 병합함으로써 計劃을 補完하고자 함에 기본목적을 둔다.

1. 序 論

MRP(Material Requirements Planning, 나아가서 Manufacturing Resource Planning 이라고도 함) 技法은 1970 年 後半期부터 美國産業社會의 實用時代로 꽃을 피우고 있다. 이 技法은 주로 獨立性을 가진 品目の 需要量推定(independent items forecasted)에 從屬된 資材(dependent materials)를 適切한 보급소요時間(lead time)을 두고 확보하여 事業進行의 원활과 在庫費用(inventory cost)의 最小化를 目的으로 한다.

이 論文의 줄거리는 먼저 事業計劃의 問題點, 과거의 CPM 및 MRP 技法을 論하고, 다음은 CPM/MRP 合併計劃技法을 述하였으며 다음은

共通品目の 統合確保, 特定資源의 平準化 등의 在庫政策을 論하였으며 마지막으로 이 計劃의 評價와 結論을 맺었다.

2. 事業計劃과 그 技法의 問題

CPM 技法은 당초에 技術的인 制約을 극복하는데 主眼點을 두었다고 볼 수 있다. 이 計劃의 前提條件은 所要資源의 量과 확보시키는 問題가 없이 無限히 可能한 것을 前提로 하였다. 이 論文에서는 餘他的 制約들의 前提條件 即 決定的인 活動時間(deterministic activity time), 定해진 技術的關係(fixed technological relationship) 등을 論하지 않고 所要資源確保計劃을 現實化하므로써 이 技法의 實現性을 도모한다.

* 正會員 · 明知大學校 工科大学 教授, 産業工學科

Davis의 研究調查⁽¹⁾를 例를 들면 아래와 같이 세가지 기본문제들을 말하고 있다.

- (1) 時間-費用의 相換問題
(The time cost trade off. problem)
- (2) 資源平準化 問題
(The resource leveling problem)
- (3) 制限된 資源計劃 問題
(The resource constrained scheduling problem)

위 問題들은 모두 各各의 時間에 알맞는 必要量을 計劃하는 目的을 갖는다. 아직까지는 위 問題들에 資源 확보의 리드·타임(lead time)을 병합한 技法이 定立되어 있지 않다. 이 問題의 接近方法으로 Smith⁽²⁾가 提示한 工場計劃(shop scheduling)의 POWER(PERT Oriented Workshop Scheduling and Evaluation Routine)이란 이름의 說明이 있으나 이것은 資材所要表(bill of materials)와 在庫記錄(inventory records)의 必要性을 말했을 뿐 어떻게 計劃한다는 具體的인 技法(algorithm)을 提示하지 못하였다.

CPM과 MRP는 共に 先行 및 후속의 순서를 가진 計劃이다. MRP는 現保有量 및 計劃量에 立脚한 實體의이며 備蓄할 수 있는 直接材(消耗材라고도 하며 非耐用資源-non durable resource) 또는 非再可用資源*-non renewable resource라고도 함)의 확보計劃을 다룬다. CPM은 作業(活動) 日程計劃에 置重하며 이를 遂行하기 위한 人力·裝備 등 耐用材(再可用資源)에 대하여는 資源平準化計劃까지 發展시키고 있으나 直接消耗資源은 一般의으로 制約없이 供給되는 것을 前提로 함으로써 技術的制約(technological constraint)은 克服해가고 있으나 直接材의 資源可用性(resource availability)에 대해서는 깊이 다루지 못하고 있다. 事業計劃의 완벽을 기하기 위하여 MRP의 技法을 併用하고 모든 資材가 미리 확보된다면 리드·타임(lead time)만큼 모든 作業日程의 지연을 방지할(日程을 앞당길)수 있다.

2. CPM/MRP 모델

간단한 例로서 마당의 벤취 설치작업에 대한

CPM/MRP 工程計劃을 함에 있어 各活動의 所要資源은 制限없이 확보할 수 있다고 가정한다. 그림 1은 事業의 活動別 作業時間과 이른 시간 및 늦은 시간을 表示한 工程網(network)이다. 여기서는 節(node)을 活動(activity)으로 表示하였다.

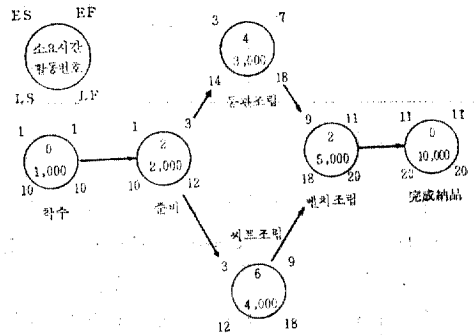


그림 1. 節(node)을 活動으로 表現한 CPM 工程網

CPM에서는 着手日程을 一般의으로 0일부터 計算하나 여기서는 MRP에 一致시키기 위하여 1일부터로 한다. 日程計算은 一般的인 前進法(forward pass)과 逆進法(backward pass)으로 한다. 이 事業의 納期일이 20일이려면 반드시 10일의 工期를 지켜야 할 必要가 없기 때문에 主工程(critical path)을 생각할 必要가 없다. 그러나 10日後 即 第11일에 納品해야 한다면 活動 1,000, 2,000, 4,000, 5,000 및 10,000은 主工程을 形成하고 活動 3,000은 2일의 自由餘裕時間을 갖는다.

이 事業의 資材所要表를 表 1과 같이 MRP 형태의 양식으로 作成한다. MRP에서는 非再可用資源(消耗材) 即 直接材의 所要計劃에 置重하게 되나 간단한 工程에서는 可用資源도 함께 다룰수 있다. 活動과 資源의 番號는 事業構造의 下部로부터 上部로 올라가는 順序로 부여한다. 그림 2와 表 2에서 보는 바와 같이 子손(successor)의 번호는 어버이(predecessor)의 번호보다 작은 것으로 한다. 一般的으로 MRP에서는 어버이 번호가 子손의 번호보다 작게 부여되나 여기서는 CPM의 一般的인 活動의 번호부여 原則에 쉽게 따르기 위하여 子손의 번호가 작고 어버이번호를 많은 숫자로 부여한다. 例를 들면 어

*R. Slowinski "Multiobjective Network Scheduling with efficient Use of Renewable and Non-renewable Resources" European Jnl. Operational Res. Vol. 7, No. 3 (July 1981), pp. 265~273의 用語를 引用함.

表 1. 資源所要表

組立部品 (어셈블리)	部 (자손)	量	內 容
1,000	1,000		
2,000	1,000	1	착수
			준비(人員·工具·자재수배)
2,101	1,000	1	착수
			2×4 합板
2,102	1,000	1	착수
			1/4 kg 10φ 못
2,201	1,000	1	착수
			木工작업시간
2,301	1,000	1	착수
			절단작업시간
2,103	1,000	1	착수
			주철다리
	2,000	1	준비(人員·工具·자재수배)
	2,101	2	2×4 합板
	2,102	1	1/4 kg 10φ 못
	2,201	4	木工작업시간
	2,301	2	절단작업시간
3,000	2,000	1	준비(人員·工具·자재수배)
	2,101	4	2×4 합板
	2,102	1	1/4 kg 10φ 못
	2,201	12	木工작업시간
	2,301	4	절단작업시간
	2,103	2	주철다리
4,000	3,000	1	등판조립
	4,000	1	세트조립
	2,102	1	1/4 kg 10φ 못
	2,201	2	木工작업시간
5,000	5,000	1	벤치조립
			벤치조립
10,000			사업완료·納品

버이 3,000 을 위하여 자손 2,101 이 먼저 必要하다.

各자원의 소요보급기간(lead time)과 활동의 소요공기(performance time)는 表 2 와 같은 在庫記錄表(inventory record file)를 作成한다.

이 事業을 그림 2 와 같은 MRP 의 제품構造木(product structure tree)으로 표현할 수 있다. 여기서 注意할 點은 一般的으로 工程網上에 어떤 활동들이 여러번 중복될 수 있으므로 소요자원도 여러번 중복되는 수가 있다.

表 2. 在庫記錄表

資源형태	番 號	在庫量	工 期	보급 기간	注文 량
활 동	1,000	0	0		0
활 동	2,000	0	2		0
자 재	2,101	0		6	0
자 재	2,102	0		3	0
노 동 력	2,201	0		2	0
시설및장비	2,301	0		5	0
자 재	2,103	0		8	0
활 동	3,000	0	4		0
활 동	4,000	0	6		0
활 동	5,000	0	2		0
활 동	10,000	0	0		0

4. 日程計劃計算法

이른시간(early time) 및 늦은시간(late time) 計算은 一般 CPM 日程計算⁽³⁾과 같이 아래 記號를 使用한다.

a = 活動(activity)

r = 投入資源(resource input) 例: 人力, 자재 장비 등.

D = 事業完工日(納期日-due date)

活動 a 에 對하여는

ES_a = 活動 a 의 이른 착수시간

LS_a = 活動 a 의 늦은 착수시간

EF_a = 活動 a 의 이른 완료시간

LF_a = 活動 a 의 늦은 완료시간

PT_a = 活動 a 의 수행 공기

자원 r 에 對하여는

EO_r = 자원 r 의 이른 注文시간

LO_r = 자원 r 의 늦은 注文시간

EA_r = 자원 r 의 이른 도착시간

LA_r = 자원 r 의 늦은 도착시간

LT_r = 자원 r 의 보급기간(lead time)

모든 活動들의 착수는 先行活動의 完了 또는 그 活動의 소요자원이 도착되어야 할 수 있다. MRP 도 CPM 計劃에 의하여 이른시간 착수계획과 늦은시간 착수계획으로 할 수 있다. 자원의 可用制約(resource constraints)을 감안했을 때는 이 計劃에 따라야 함은 勿論이다.

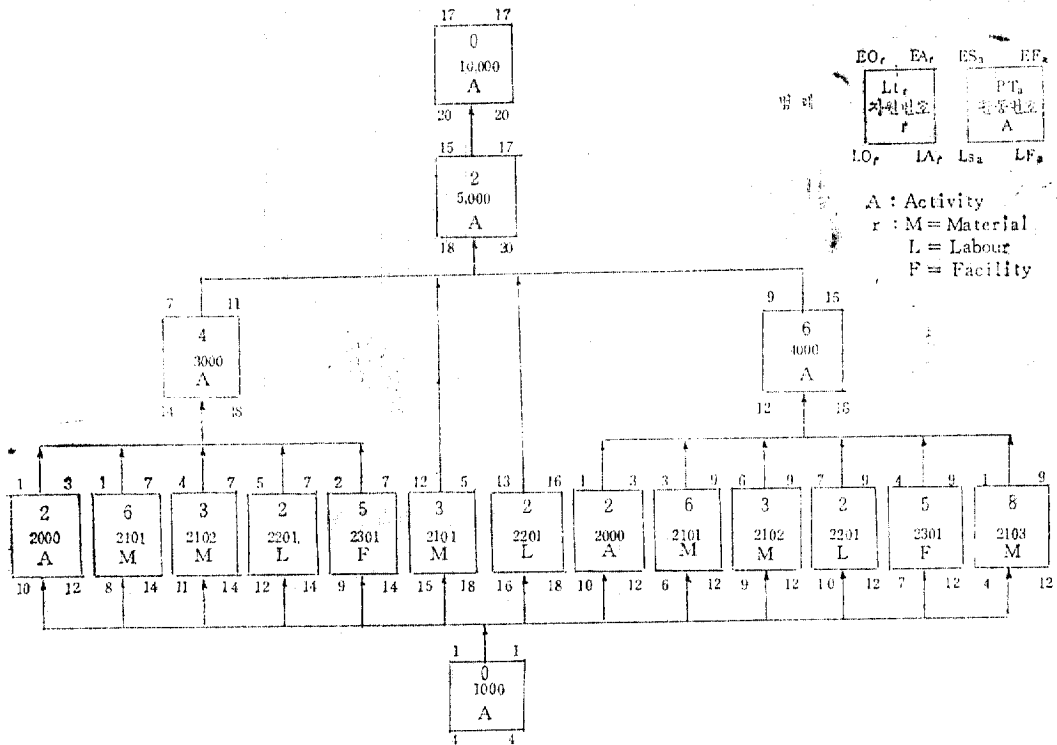


그림 2. CPM/MRP에 의한 事業構造木 (이론 日程 및 늦은 日程을 表示)

5. 이른시간 日程計劃

CPM/MRP計劃은 CPM計劃과 마찬가지로 이른시간計劃은 可能한 限 빠른 日程으로 事業의 各 活動들을 完成시키는 것이다. 所需자원들은 各 活動이 착수되기 前에 재때에 도착하여야 한다. 在庫費用(inventory holding cost)을 最小化하기 위하여는 活動別 所需자원이 可能한 限 必要한 시간에 (늦은시간) 도착함이 바람직하다. CPM/MRP 日程計算 方法은 아래와 같이 한다.

1. 첫 活動의 착수시간을 설정한다.
 $ES_a = 1$ (一般 CPM에서는 $ES_a = 0$)
 $EF_a = ES_a + PT_a$
2. 後續活動들에 대하여 上昇하는 순으로 物品번호를 부여한다(그림 2 참조)
 - a) 事業活動의 모든 자손(children)의 자원 所需 판단
 - b) $ES_a(\text{어버이}) = \text{Max}_{a,r} [EF_r(\text{자손}), EA_r(\text{자손})]$ 로

설정(최초活動에 對하여는 $EA_a = EF_a$ (어버이) + LT_r 로 가정한다)

c) $EF_a(\text{어버이}) = ES_a(\text{어버이}) + PT_a(\text{어버이})$ 로 설정

3. 연속되는 많아지는 번호의 活動들의 日程計劃을 計算
4. 모든 자원들은
 $EA_r(\text{자손}) = ES_a(\text{어버이})$
 $EO_r = EA_r - LT_r$
5. 이른시간 日程計劃의 例는 아래와 같이 모든 자원들의 日程計劃이 끝날때까지 계속 한다.

1. 최초活動 1,000의 日程計劃은
 $ES_{1000} = 1$
 $EF_{1000} = ES_{1000} + LT_{1000} = 1 + 0 = 1$

2. 및 3.의 各 후속 活動들의 日程計劃 活動 2,000은
 자손 活動 $EF_{1000} = 1$
 $ES_{2000} = EF_{1000} = 1$

$$EF_{2000} = ES_{2000} + PT_{2000} = 1 + 2 = 3$$

活動 3000 은

$$\text{자손活動 } EF_{3000} = 3$$

$$\text{자원 2101 } EA_{2101} = 1 + 6 = 7 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2102 } EA_{2102} = 1 + 3 = 4 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2201 } EA_{2201} = 1 + 2 = 3 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2301 } EA_{2301} = 1 + 5 = 6 \text{ (잠정)}$$

$$\text{Max}[EF_a, EA_r]$$

$$\text{따라서 } ES_{3000} = 7$$

$$EF_{3000} = ES_{3000} + PT_{3000} = 7 + 4 = 11$$

活動 4000 은

$$\text{자손活動 2000 } EF_{2000} = 3$$

$$\text{자원 2101 } EA_{2101} = 1 + 6 = 7 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2102 } EA_{2102} = 1 + 3 = 4 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2201 } EA_{2201} = 1 + 2 + 3 = 6 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2301 } EA_{2301} = 1 + 5 = 6 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2103 } EA_{2103} = 1 + 8 = 9 \text{ (잠정)}$$

$$\text{Max}[EF_a, EA_r]$$

$$\text{따라서 } ES_{4000} = 9$$

$$EF_{4000} = ES_{4000} + PT_{4000} = 9 + 6 = 15$$

活動 5000 은

$$\text{자손活動 3,000 } EF_{3000} = 11$$

$$4,000 \text{ } EF_{4000} = 15$$

$$\text{자원 2102 } EA_{2102} = 4 \text{ (잠정)}$$

$$\text{자원 2201 } EA_{2201} = 3 \text{ (잠정)}$$

$$\text{Max}[EF_a, EA_r]$$

$$\text{따라서 } ES_{5000} = 15$$

$$EF_{5000} = ES_{5000} + PT_{5000} = 15 + 2 = 17$$

活動 10000 은

$$\text{자손活動 5000 } EF_{5000} = 17$$

$$ES_{10000} = 17$$

$$EF_{10000} = ES_{10000} + PT_{10000} = 17 + 0 = 17$$

4. 및 5 자원注文 설정

어버이 3000 은

$$\text{자손 : 2101 } EA_m = ES_{3000} = 7$$

$$EO_m = 7 - LT_{2101} = 7 - 6 = 1$$

$$2102 \text{ } EA_m = ES_{3000} = 7$$

$$EO_m = 7 - LT_{2102} = 7 - 3 = 4$$

$$2201 \text{ } EA_l = ES_{3000} = 7$$

$$EO_l = 7 - LT_{2201} = 7 - 2 = 5$$

$$2301 \text{ } EF_f = ES_{3000} = 7$$

$$EO_f = 7 - LT_{2301} = 7 - 5 = 2$$

어버이 4000 은

$$\text{자손 2101 } EA_m = ES_{4000} = 9$$

$$EO_m = 9 - LT_{2101} = 9 - 6 = 3$$

$$2102 \text{ } EA_m = ES_{4000} = 9$$

$$EO_m = 9 - LT_{2102} = 9 - 3 = 6$$

$$2201 \text{ } EA_l = ES_{4000} = 9$$

$$EO_l = 9 - LT_{2201} = 9 - 2 = 7$$

$$2301 \text{ } EA_f = ES_{4000} = 9$$

$$EO_f = 9 - LT_{2301} = 9 - 5 = 4$$

$$2103 \text{ } EA_m = ES_{4000} = 9$$

$$EO_m = 9 - LT_{2103} = 9 - 8 = 1$$

어버이 5000 은

$$\text{자손 : 2102 } EA_m = ES_{5000} = 15$$

$$EO_m = 15 - LT_{2102} = 15 - 3 = 12$$

$$2201 \text{ } EA_l = ES_{5000} = 15$$

$$EO_l = 15 - LT_{2201} = 15 - 2 = 13$$

위의 計算을 통하여 알 수 있는 바와 같이 CPM 日程計劃은 이른 完了日이 第11日이지만 (그림 1 참조) 자원의 획득시간(注文日+리드·타임)을 合算해야 하므로 全工期는 리드·타임 만큼 길어져서 第18日에 納品할 수 있다. 이를 Gantt도표로 옮긴다면 表 3은 그림 1의 CPM 工程網에서 얻은 것이 되고 表 4는 CPM/MRP

表 3. CPM의 GANTT 工程表

[E: 이른시간 工程]
[L: 늦은시간 工程]

活動	PT	EF	LF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1000	0	11	20	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	L									
2000	2	11	20	E	E	—	—	—	—	—	—	—	—	L	L								
3000	4	7	18			E	E	E	E	—	—	—	—	—	—	—	—	L	L	L	L		
4000	6	9	18			E	E	E	E	E	E	—	—	—	—	L	L	L	L	L	L		
5000	2	3	12											E	E	—	—	—	—	—	—	L	L
1000	0	1	1												E	—	—	—	—	—	—	—	L

表 4. MRP의 자원 확보 계획 日程表 (이른시간計劃)

活動	자원 번호	소요 량	LT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1000				E																			
2000				E	E																		
	2000	1	0																				
	2101	2	6	O*	-	-	-	-	-	-	2												
	2102	1	3	O	-	-	1																
	2201	4	2	O	-	4																	
	2301	2	5	O	-	-	-	-	5														
3000												E	E	E	E								
	2000	1	0																				
	2101	4	6	O	-	-	-	-	-	4													
	2102	1	3	O	-	-	1																
	2201	12	2	O	-	12																	
	2301	4	5	O	-	-	-	-	4														
	2103	5	8	O	-	-	-	-	-	-	-	8											
4000														E	E	E	E	E	E				

*註: O는 注文(order)을 表示.

에 의한 것이 되어 日程計劃의 差異를 바로 비교해 볼 수 있다. 表 3에서 이른시간 日程計劃은 E로 늦은시간 日程計劃은 L로 表示하였다.

6. 늦은시간 日程計劃

MRP 資源所要計劃은 어버이活動(또는 製品)의 完了時點을 기준으로 逆으로 計劃을 擴散(explode)시키기 때문에 一般적으로 늦은時間 日程計劃을 하게 되는 것이 보통이라고 할 수 있다. 이 方法은 아래와 같이 한다.

1. 최종활동의 日程을 설정

$$LF_a = D \text{ (Due Date)}$$

$$LS_a = LF_a - PS_a$$

2. 活動과 資源의 번호를 逆으로 進行시켜 다음중의 한 경우를 택한다.

- a) 그림 2의 事業構造木에서 한 活動은 단 한번 이루어진다.

$$LF_{a(자손)} = LS_{a(어버이)} \text{ 또는}$$

$$LF_{a(자손)} = LO_{r(어버이)}$$

- b) 복수 活動이 集散하는 경우

$$LF_{a(자손)} = \text{Min}[LS_{a(어버이)}, LO_{r(어버이)}]$$

$$LS_{a(자손)} = LF_{a(자손)} - PT_{a(자손)}$$

- c) 各活動의 소요자원은 그 活動의 日程計劃이 수립된후 계획된다.

$$LA_r = LS_{a(어버이)}$$

$$LO_r = LA_r - LT_r$$

3. 계속 日程計算을 추진하여 모든 活動의 計劃이 끝날때까지 2항의 方法을 반복한다.

<計算例>

1. $LF_{10000} = D = 20$ 설정

$$LS_{10000} = LF_{10000} - PT_{10000} = 20 - 0 = 20$$

2. 事業構造木의 各단계에서 2項계획

1 단계

$$LF_{5000} = LS_{10000} = 20$$

$$LS_{5000} = LF_{5000} - PT_{5000} = 20 - 2 = 18$$

2 단계

$$LF_{3000} = LS_{5000} = 18$$

$$LS_{3000} = LF_{3000} - PT_{3000} = 18 - 4 = 14$$

$$LF_{4000} = LS_{5000} = 18$$

$$LS_{4000} = LF_{4000} - PT_{4000} = 18 - 6 = 12$$

3 단계

- a) 活動 2000은 事業構造木에서 活動 3000과 4000 두군데로 발생한다.

$$LF_{2000} = \text{Min}[LS_{3000}, LS_{4000}] = 12$$

$$LS_{2000} = LF_{2000} - PT_{2000} = 12 - 2 = 10$$

- b) 活動 4000의 資源소요 시간은 $LA_{2101} =$

$$LA_{2102} = LA_{2201} = LA_{1301} = LA_{1103} = LS_{4000}$$

$$= 12$$

$$LO_{2101} = LA_{2101} - LT_{2101} = 12 - 6 = 6$$

$$LO_{2102} = LA_{2102} - LT_{2102} = 12 - 3 = 9$$

$$LO_{2201} = LA_{2201} - LT_{2201} = 12 - 2 = 10$$

$$LO_{2301} = LA_{2301} - LT_{2301} = 12 - 5 = 7$$

$$LO_{2103} = LA_{2103} - LT_{2103} = 12 - 8 = 4$$

마찬가지로 活動 4000의 자원소요는

$$LA_{2101} = LA_{2102} = LA_{2201} = LA_{2301} = LS_{3000} = 14$$

$$LO_{2101} = 14 - 6 = 8$$

$$LO_{2102} = 14 - 3 = 11$$

$$LO_{2201} = 14 - 2 = 12$$

$$LO_{2301} = 14 - 5 = 9$$

4 단계

$$\text{Min}[LS_{a(\text{어러이})}, LO_{r(\text{어러이})}]$$

$$= \text{Min}[LS_{a(2000)} = 10, LO_{2103} = 4]$$

$$= 4 \text{ 이므로}$$

$$LF_{1000} = 4 \text{ 가 되며}$$

$$LS_{1000} = 4 - PT_{100} = 4 - 0 = 4$$

2 단계 활동의 자원소요계획日程을 마저 計算 하던

$$LA_{201} = LA_{2201} = LS_{5000}$$

$$OA_{2101} = 18 - 6 = 12$$

$$OA_{2201} = 18 - 2 = 16$$

위의 各活動別 資源所要計劃表를 作成하면 表 5와 같다. 여기서는 活動別 資源소요를 그 施行 時期별로 表示한 것이다. 表下端의 종합소요계획 日程表는 各資源所要의 注文日程과 到着日程을 表示한 것이다. L로 表示된 것은 各活動의 늦은시간 日程計劃이다.

表 5. MRP의 資源확보日程計劃表 (늦은시간계획)

活動	자원번호	소요량	LT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1000							L																
2000													L	L									
	2000	1	0																				
	2101	2	6								0	-	-	-	-	2							
	2102	1	3											0	-	1							
	2201	4	2												0	4							
	2301	2	5									0	-	-	-	2							
3000																L	L	L	L				
	2000	1	0																				
	2101	4	6						0	-	-	-	-	4									
	2102	1	3									0	-	1									
	2201	12	2										0	12									
	2301	4	5							0	-	-	-	4									
	2103	5	8				0	-	-	-	-	-	-	5									
4000															L	L	L	L	L	L			
	2101	1	6												0	-	-	-	-	1			
	2201	2	2														0	2					
	3000	1																					
	4000	1																					
5000																					L	L	
	5000	1																					
10,000																							L

表 4 및 表 5의 下端에 表示한 所要資源종합 확보日程計劃表를 作成하는 MRP의 計算方式은 아래와 같이 한다.

$$ORD_{im} = TREQ_{jm} - (ONH_{im} + TREC_{jm})$$

$$TREC_{jm} = TREC_{j-1,m} + REC_{jm}$$

$$ONH_{jm} = ONH_{j-1,m} + TREC_{jm} - TREQ_{jm}$$

여기서

m = 備蓄可能한 자재 (非再可用資源) m

ORD_{im} = i 日에 注文(order)할 자재 m 의 量

$TREQ_{jm}$ = j 日에 必要한 자재 m 의 총소요

表 6. 所要資源종합확보日程計劃

자원번호		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2101	注文						4		2				1								
	도착												4	2					1		
2102	注文									1		1									
	도착											1	1								
2201	注文										12		4				2				
	도착											12	4						2		
2301	注文							4		2											
	도착												4	2							
1103	注文				5																
	도착																				

량 (Total Requirement)

$TREC_{jm} = j$ 日의 자재 m 의 총수령 (Total Receiving) 량

$REC_{jm} = j$ 日의 자재 m 의 수령계획 (Receiving) 량

$ONH_{jm} = j$ 日의 자재 m 의 총재고 (On Hand) 량

$ONH_{om} =$ 자재 m 의 초기在庫량

$$i = j - LT_m$$

위 計劃에서는 $ONH_{om} = 0, TREC_{jm} = 0$ 로 하여 ORD_{im} 을 計劃하였다. 人力, 장비, 工具, 거푸집 등 再可用資源들은 非備蓄材 (non-storable resource)이므로 計算方式이 若干 다르다. 即,

$$UNR_{jn} = REC_{jn} - REQ_{jn}$$

$$ORD_{jn} = REQ_{jn} - REC_{jn}$$

여기서

$UNR_{jn} = j$ 日에 使用하지 않은 非備蓄材 n 의 殘量

$REQ_{jn} = j$ 日의 자원 n 의 所要量

$n =$ 非備蓄資源 (人力, 장비, 施設 등)

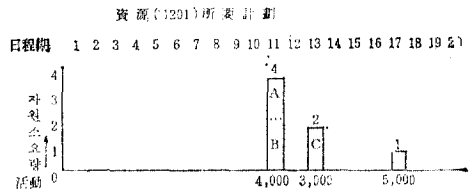
7. 計劃의 調整

1) CPM 日程計劃을 지키고자 할 때

당초의 CPM 工程網의 日程計劃을 지키려면 各活動의 所要資源 확보를 위하여 리드·타임만큼 資源注文日程을 앞당겨야 한다. 表 3에서 各活動의 日程 (E 로 表示)보다 리드·타임만큼 소급注文하여 着手日前에 所要資源이 到着할 수 있도록 計劃修正한 것이 表 7이다.

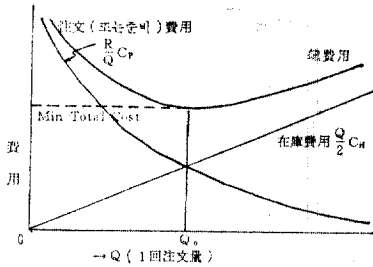
2) 資源平準化에 의한 計劃調整

資源平準化의 計劃調整을 再可用資源 (耐用材라고도 함)과 非再可用資源 (消耗材라고도 함)의 두면에서 할 수 있는데 前者는 CPM 一般問題에서 開發하고 있지만 後者の 경우는 다루지 못하고 있다. 表 5의 例에서 자원 1201 (2×4 合板)의 소요시기는 活動 3000을 위하여 13期에 2 活動 4000을 위하여 11期에 4 活動 5000을 위하여 17期에 1씩 所要된다. 이를 그래프로 그리면 아래와 같다.



萬一 이 資源供給에 制約條件이 붙어서 (資金事情 또는 供給者의 生産者力制約 등) 가령 供給量이 3期마다 2로 制限된다면 다음 그림과 같이 資源配當의 平準化 調整을 할 수 있다. 이렇게 될때 活動 4000을 위한 소요량은 2회로 나누어서 A는 3일을 더 소급하여 注文 해야 하고, 活動 3000을 위한 資源은 供給이 1日 지연되게 된다. 이를 工程計劃에 反映시켜 計劃修正을 한다면 資源注文日程의 소급과 不然이면 活動의 施行日程 變更에 따르는 計劃修正 (updating)을 해야 한다. 例의 活動 3000은 1日지연 되며 이는 主工程 (critical path)이므로 全工期가 1日지연 된다.

再可用資源 (例: 자원 1201-木工作業 時間)도



R = 總 수요량
 Q = 注文量 / 回
 $\frac{R}{Q}$ = 注文回數
 $\frac{Q}{2}$ = 平均在庫量
 C_o = 注文費用 / 回
 C_h = 在庫管理費用
 總費用 = $\frac{R}{Q} C_o + \frac{Q}{2} C_h$
 最適注文量 (Q_0) = $\sqrt{\frac{2RC_o}{C_h}}$
 最適注文週期 (T_0) = (가정 수요 주기) $\frac{R}{Q}$

但, 이 모델은 事業計劃의 資源平準化調整이 이루어졌을 때 適用可能하며 그 效果가 크다.

b) 共通品目の 一括購入

a)의 경우에도 該當되나 여기서는 비교적 값이 싸고 여러 活動에 쓰이는 class B 또는 class C 品目(위 例에서 자원 1202 磅)은 必要하면 安全在庫量(safety stock)을 감안한 週期的 注文方式(periodic order system)을 利用하는 것이 合理的 管理方式이라고 하겠다. 一定한 在庫量(re-order point)에 도달하면 再注文하는 方式이다.

8. 計劃의 評價

CPM 工程計劃(그림 1)에서는 總工期가 이른 시간 계획은 10日, 늦은 시간計劃은 10日의 總餘裕시간을 가진 20日로 계획되나, 이를 CPM/MRP 計劃으로 資源 확보計劃을 具體化하느로서 이른 시간 計劃日程이 17日間을 所要함을 알 수 있다. 늦은 시간으로 計劃해도 資源 확보의 리드·타임을 考慮하느로서 第4日에 注文活動이 開始되어야만 第20日에 事業이 完了된다. 即 CPM/MRP 計劃으로 計劃이 다음어질 때 이른 시간計劃과 늦은 시간計劃간의 總여유는 3日밖에 없음을 알 수 있다. 當初의 이른 시간計劃 第11日에 完工하려면 表 5에서 보는 바와 같이 資源 확보를 위하여 注文日程을 소급시켜야 하고 따라서 設定된 着手日에 앞서는 陰數計劃工期가 實現可能한 餘裕日程을 가지면 된다.

9. 結 論

PERT/CPM 工程管理 技法이 産業社會에 導入된지 20年이 지난 오늘날 實用面에서 본다면 이 技法이 지나는 管理偉力의 實效를 얻지 못하고 있는 企業體나 機關이 許多하다. 이 技法을 計劃段階에서 利用하느로서 해서 計劃이 보다 緻密하여지고 科學化되어 가고 있지만 計劃段階에서 그치고 執行過程에서는 期間이 經過함에 따라 數 많은 活動들이 計劃과 實際間에 蹉跌의 幅이 增大하여 감에 따라 計劃修正(updating)을 꾸준하게 할 수 없어 終局에는 손을 들고 마는 例가 너무 많다. 計劃과 實際 사이에 왜 그런 차질이 클 수 있는가? 計劃段階에서 MRP 技法을 併合하였더라면 各活動의 所要資源을 必要한 時期에 事前確保 하느로서 차질을 免할 수 있었을 것이다. CPM/MRP 併合計劃을 通하여 보다 現實的인 資源平準化 및 合理的인 資源配當計劃을 할 수 있고 보다 科學的인 在庫管理를 함으로써 管理費節減과 企業利潤의 極大化를 도모할 수 있다. CPM/MRP의 併合技法을 産業社會에서 適用할 때 비로소 計劃의 완벽을 期할 수 있고 現實性이 크며 보다 合理的 事業管理의 轉機가 마련된다고 思料되는 바이다.

參 考 文 獻

1. Davis, Edward W., "Project Scheduling Under Resource Constraints Historical Review and Categorization of Procedures", *AIEE Trans.*, December, 1973, pp. 277~313.
2. Smith, O.C., "POWER-PERT Oriented Workshop Scheduling Evaluation Routine", *Proceeding of the Second International Congress on Produce by Network Analysis*. North Holand Publishing Company, Amsterdam, 1969.
3. Wiest, Jerome D. and Ferdinand K. Levy, *A Management Guide to PERT/CPM*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1977.
4. Zastera Eugene D., "An Application of MRP to Engineering Management", *Masters Thesis*, University of Arizona, 1978.

(接受 : 1985. 1. 21)