



제7장

MRP 및 재고통제 · 관리

- 1. 자재소요계획(MRP) / 7-02
 - 2. 재고 통제 및 관리 / 7-14
 - 3. 기출 · 예상문제 및 착안점 / 7-32
-

2.3 재고관리 모형 [정지1회] [공기4회] [기지2회]

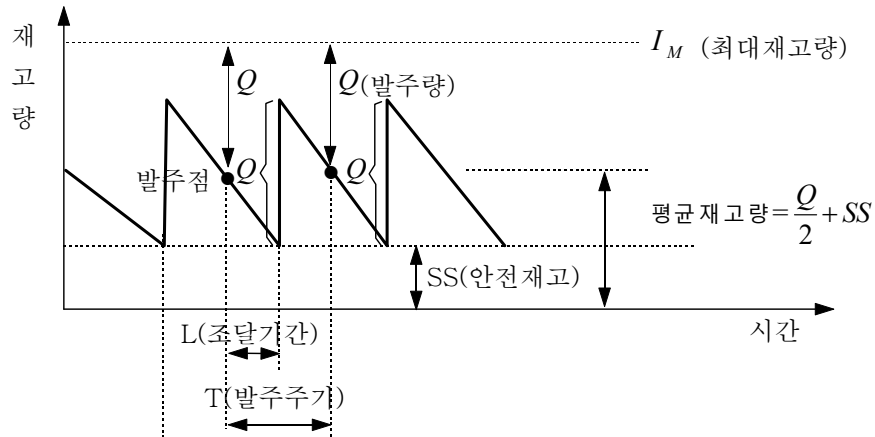
- * 재고관리의 과제는 적시·적량의 재고수준을 유지하는 것이며, 이는 1회 주문량과 재주문점의 해결을 위한 의사결정 모형구축과 관련되어 있다.
- * 재고관리 모형에는 정기발주형, 정량발주형, 보충발주형, 수시발주형이 있으나, 통상 정기발주시스템과 정량발주시스템이 중심이 되어 설계된다.

2.3.1 정기발주시스템(고정주문기간 모형, P시스템) [공기3회]

(1) 개요

- * 일정기간마다 부정량(최대재고량-현재의 재고보유분)을 주문하는 모형이다.
- * 고정주문량 모형보다 더 많은 안전재고를 유지해야 하므로 높은 재고유지비용이 발생한다.

[도표 6] 정기발주시스템 모형도



[참고] 조달기간(L)이 존재할 경우 재고량은 최대재고량(I_M)에 항상 미달하게 되며, 재고량이 최대재고량(I_M)에 도달하는 경우는 조달기간(L)이 0인 경우이다.

* 적용되는 분야로는 다음과 같다.

- ① 주기적으로 조달되는 물품
- ② 여러 물품을 동일 공급자로부터 공급받는 경우에 ㉠ 동시구입에 따른 조달비의 절감, ㉡ 구입절차의 간소화, ㉢ 가격할인, ㉣ 수송수단의 이용률 증가 등의 장점이 있다.
- ③ 주문기간이 짧은 경우에는 고정주문량 모형보다 엄격(ABC 분석에서의 A품목에 적용)
- ④ 계속적으로 재고기록을 하지 않는 값싼 품목 등

(2) 수요가 확실한 경우의 주문량, 발주주기의 결정

$$\text{주문량 } Q = (L + T) \text{의 수요량} - D_I - I + D_0 \quad (07)$$

여기서, L : 조달기간, T : 발주주기

D_I : 주문되었으나 입고되지 않은 양(현재의 발주잔량), I : 현재재고량

D_0 : 재고부족으로 불출하지 못하고 미납품주문으로 처리된 량

* 고정주문기간형에서는 발주주기(적정주문검토기간) T 의 결정이 중요하다.

(범례, H : 재고유지비, C : 1회 발주비, U : 단가(원/단위), i : 재고유지비율)

$$T = \frac{\text{경제적 주문량}}{\text{연간 총수요량}} = \frac{Q}{Y} \quad (08)$$

그런데, $Q_{opt} = \sqrt{\frac{2YC}{Ui}} = \sqrt{\frac{2YC}{H}}$ 이므로 양변을 Y 로 나누면

$$\frac{Q}{Y} = \sqrt{\frac{2YC}{Y^2H}} = \sqrt{\frac{2C}{YH}} \text{ 이고, } \frac{Q}{Y} = T \text{ 이므로}$$

$$T = \sqrt{\frac{2C}{YH}} \quad (09)$$

예제 04 발주량 산출 사례

- * 발주주기와 조달기간이 각각 1개월이고, 재고부족으로 불출하지 못하고 미납품주문으로 처리된 양이 30kg, 현재재고량이 40kg, 주문되었으나 입고되지 않은 양이 80kg이라고 한다.
- * 1개월과 2개월째의 수요량이 각각 80kg과 100kg이면 발주량은?

해설

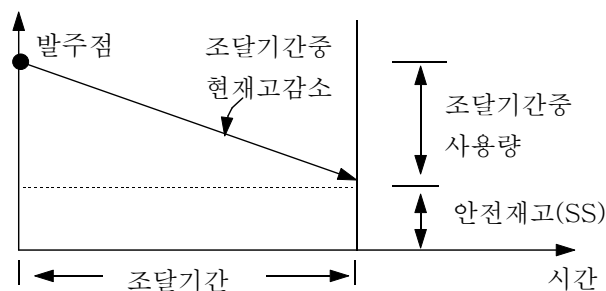
- * 발주주기와 조달기간의 합이 2개월이므로 2개월간 수요량은 180kg이 되고,

$$\text{발주량 } Q = (L + T) \text{의 수요량} - D_I - I + D_0 = 180 - 80 - 40 + 30 = 90\text{kg}$$

(3) 안전재고(SS) [경지3회] [공기1회]

- * 수요형태의 불확실성 및 조달기간의 문제 등으로 인한 재고부족손실을 방지하기 위해 보유하는 것을 안전재고(SS : Safety Stock)라 한다.

[도표 7] 안전재고 개념도



- * 안전재고(SS)를 구하는 공식은

$$\text{안전재고(SS)} = \alpha \times \sigma_L = \alpha \times \sigma \times \sqrt{L} \quad (10)$$

여기서, α : 품질률에 따른 안전계수(도표 8 참조), L : 조달기간

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{or} \quad \sigma_L = 1.25MAD$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}, \quad R = \text{최대사용량} - \text{최소사용량}$$

d_2 는 data의 수에 따라 정해지는 관리도용 계수(도표 9 참조)

* 상기 식의 평균절대편차(MAD : Mean Absolute Deviation) 구하는 공식은 다음과 같다.

$$MAD = \frac{|f_1 - a_1| + |f_2 - a_2| + \dots + |f_n - a_n|}{n} \quad (11)$$

여기서, $f_1, f_2, \dots, f_n$: 예상량, $a_1, a_2, \dots, a_n$: 실적량

[도표 8] 품질률에 따른 안전계수(α)

안전계수	품질률(%)	안전계수	품질률(%)
1.04	15	1.88	3
1.15	12.5	1.96	2.5
1.28	10	2.05	2
1.65	5	2.33	1
1.75	4	2.58	0.5

[도표 9] d_2 계수표

n	d_2	n	d_2
2	1.128	7	2.704
3	1.693	8	2.847
4	2.059	9	2.970
5	2.326	10	3.078
6	2.534	11	3.173

예제 05 안전재고 산출 사례

* 다음 자료에 의거하여 MAD를 이용하여 SS를 산출하라. 품질률은 5%이다.

월	예측치 (kg)	실적치 (kg)
1~2	130	200
2~3	220	250
3~4	300	280
4~5	280	270

해설

$$\text{안전재고(SS)} = \alpha \times \sigma_L = 1.65 \times 40.625 = 67.03 \text{ kg}$$

$$\text{여기서, 품질률이 5\%일 때 } \alpha = 1.65, \sigma_L = 1.25 \text{ MAD} = 1.25 \times 32.5 = 40.625$$

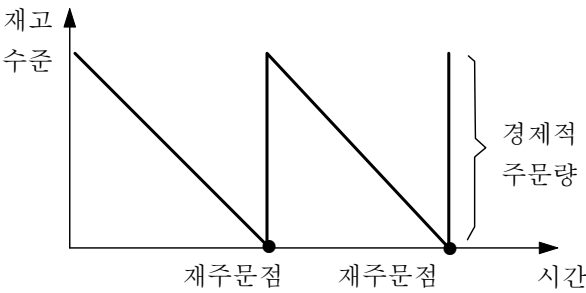
$$\text{단, } MAD = \frac{70 + 30 + 20 + 10}{4} = 32.5$$

2.3.2 정량발주시스템(고정주문량 모형, Q시스템) [공기6회] [기지4회]

(1) 개요

- * 1회의 주문량을 고정시켜 놓고 현재 보유하고 있는 재고가 일정수준(재주문점)으로 떨어지면 이 고정주문량만큼 발주하는 모형이다.
- * 주문량은 항상 일정하고, 주문시점이 변동되는 것이 특징이다.
- * Q시스템의 재주문점 산출은 수요와 리드타임이 일정한 경우와 불확실한 경우로 나뉜다.

[도표 10] 정량발주시스템 모형도 (수요와 리드타임이 일정한 경우)



- * 정량주문 모형의 가정 (수요와 리드타임이 일정한 경우)
 - ① 재고의 수요는 분석기간 중 확실하게 파악된다.
 - ② 재고에 대한 사용률은 분석기간 중 일정하다.
 - ③ 재고는 주문과 동시에 조달된다.
 - ④ 재주문은 재고=0일 때만 가능.
- * ABC분석의 B, C품목에 적용.
- * 정량발주시스템의 특별한 예로서 투빈(two-bin) system이 있다(복분법).
- * 정량발주시스템에서 수요와 리드타임이 불확실한 경우 발주점(OP : ordering point)는 안전재고(SS : safety stock)를 고려하여 계산된다.

$$OP = D_{LT} + SS = d \times L + SS \tag{12}$$

여기서, D_{LT} : 조달기간 중 평균사용량, d : 1일 수요량, L : 조달기간

예제 06 주문점 산출 사례

* 어떤 자재의 조달기간 중 사용량이 800개, 안전재고 100개, 조달기간 2주일 때 OP는?

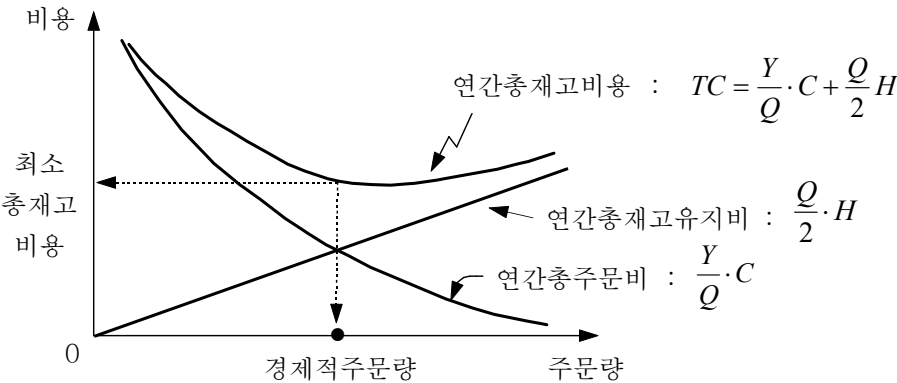
해설

$$OP = D_{LT} + SS = 800 + 100 = 900 \text{ 개}$$

(2) 경제적 발주량(EOQ) [경지3회] [공기8회] [기지3회]

(가) EOQ 개념도

[도표 11] 경제적 발주량(EOQ) 모형도



$$\text{연간총주문비} = \frac{Y}{Q} \cdot C \quad (13)$$

$$\text{연간총재고유지비} = \frac{Q}{2} \cdot H \quad (14)$$

여기서, Q : 1회발주량, Y : 1년간수요량, H : 재고유지비
 C : 1회발주비(원/발주)

(나) EOQ 모형의 가정 6가지 [기지1회]

- ① 재고의 수요율은 일정, ② 조달기간은 일정함, ③ 단위당 가격은 일정함
- ④ 1회당 주문비용은 일정함, ⑤ 주문량의 크기에는 제약이 없음
- ⑥ 단일 품목만 고려하고, 추후 납품은 없음

(다) EOQ 유도

* 경제적발주량은 연간총주문비와 연간총재고유지비가 동일하게 되는 주문량이므로

$$\frac{Y}{Q} \cdot C = \frac{Q}{2} \cdot H$$

양변을 CQ 로 나누면 $\frac{Y}{Q^2} = \frac{H}{2C}$

이를 다시 뒤집어서 양변에 Y 를 곱하면 $\frac{Q^2}{Y} = \frac{2C}{H} \rightarrow Q^2 = \frac{2CY}{H}$

$$\therefore EOQ = \sqrt{\frac{2YC}{H}} \quad \text{혹은} \quad EOQ = \sqrt{\frac{2YC}{U \cdot i}} \quad (15)$$

여기서, U : 단가(원/단위), i : 재고유지비율

* 또한, 경제적 발주시의 최적비용(TEC : total economic cost)는 다음 식으로 주어진다.

$$TEC = \sqrt{2YCUi} \quad (16)$$

* 경제적 발주횟수(N)은 다음 식으로 구해진다.

$$N = \frac{Y}{Q} = \sqrt{\frac{YUi}{2C}} \quad (17)$$

예제 07 EOQ와 경제적 발주횟수 산출사례

* 다음 자료에서 EOQ와 경제적 발주횟수를 구하라.

Y (구입량) : 200단위/년, U (구입가격) : 20,000원/단위

C (구입준비비) : 20,000원/회, i (재고관리비율) : 구입가격의 25%/년

해설

$$EOQ = \sqrt{\frac{2YC}{Ui}} = \sqrt{\frac{2 \times 200 \times 20,000}{20,000 \times 0.25}} = 40 \text{ 단위}, \quad N = \frac{Y}{Q} = \frac{200}{40} = 5 \text{ 회}$$

예제 08 경제적 1회 주문량 결정 사례

* 어느 기업이 A제품의 경제적 1회 주문량을 결정하고자 한다. 연간 수요량 6,400개, 연간 단위당 재고유지비 100원, 1회 주문비용 50원, 연간 작업일수 320일, 주문으로부터 제품이 창고에 도착하는 날까지 걸리는 시간 3일이 소요된다.

- ① 총재고비용을 최소화하기 위한 경제적 1회 주문량(EOQ)을 계산
- ② 재주문점(즉, 주문시점에서의 재고수준)은 몇 개인가?
- ③ EOQ를 토대로 한 연간총재고비용은?

해설

① $EOQ = \sqrt{\frac{2YC}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 6,400 \times 50}{100}} = 80 \text{ 개}$

② 1일수요량 = 연간수요량/작업일수 = 6,400/320 = 20개/일

* 조달기간은 3일이므로, 이 조달기간 3일 동안의 재고소요량을 남겨 놓고 주문해야 하므로 재주문점(주문시 재고량)은

재주문점 = 1일수요량×조달기간 = 20개/일×3일 = 60개

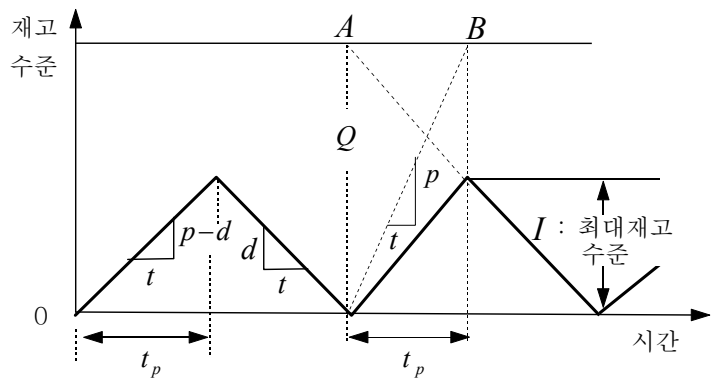
③ 총재고비용 = $\frac{Y}{Q}C + \frac{Q}{2}H = \frac{6,400}{80} \times 50 + \frac{80}{2} \times 100 = 8,000 \text{ 원}$

(3) 경제적 생산량(EPQ) [경지1회] [공기2회] [기지1회]

(가) EPQ 가정

- * 재고는 일시에 보충되지 않고 생산기간 t_p 에 걸쳐 1일생산량 p 에서 1일수요량 d 만큼 차감한 $p-d$ 만큼씩 점진적으로 증가한다. (주의 : p, d 둘 다 소문자로 표기함)
- * 수요량은 매일 일정량이 고정적으로 발생하지만 생산량 p 보다 작다.
- * 생산기간 t_p 에서 재고보충량은 “ $(p-d) \times \text{일수}$ ”가 된다.
- * 주문량 Q 로서 생산되고 있는 동안의 최대재고수준은 $I = Q - d \cdot t_p$ 이다.

[도표 12] 점진적 재고보충과 재고량 그림



* [도표 12]에서 1일 제품수요량이 d 이고, 1일생산량이 p 일 때 실제로 입고되는 재고수준은 주문량 Q 가 일시에 창고에 보충되는 A 수준이 아니고, 생산기간 t_p 에 걸쳐 하루에 p 만큼 점진적으로 증가하여 A 수준으로 될 것이다.

* 그러나 생산기간인 t_p 기간중 매일 d 만큼 소비가 일어나므로 순재고증가는 t_p 기간중에 $p-d$ 율로 증가하게 되어 이 모형에서의 최대재고수준은 I 가 될 것이다.

(나) EPQ 공식의 유도

$$\text{연간총준비비} = \frac{Y}{Q} \cdot C$$

$$\text{연간총재고유지비} = H \cdot \frac{I}{2} = H \cdot \frac{p-d}{2} \cdot \frac{Q}{p}$$

$$\left(\because I = Q - d \cdot t_p = p \cdot t_p - d \cdot t_p = (p-d)t_p = (p-d) \frac{Q}{p} \right)$$

* EPQ는 연간총준비비와 연간총재고유지비가 동일한 때 실현되는 수량이다.

$$\frac{Y}{Q} \cdot C = H \cdot \frac{p-d}{2} \cdot \frac{Q}{p}$$

$$\text{양변을 } CQ \text{ 로 나누면 } \frac{Y}{Q^2} = \frac{H(p-d)}{2p \cdot C}$$

$$\text{이를 뒤집어서 양변에 } Y \text{ 를 곱하면 } \frac{Q^2}{Y} = \frac{2p \cdot C}{H(p-d)} \rightarrow Q^2 = \frac{2pC \cdot Y}{H(p-d)}$$

$$EPQ = \sqrt{\frac{2YC}{H} \cdot \frac{p}{p-d}} \quad (18)$$

여기서, Y : 연간 수요량, C : 1회당 준비비, H : 연간단위당 재고유지비

p : 단위시간당 생산량 (생산량/1일)

d : 단위시간당 수요량 (수요량/1일)

예제 09 EPQ 계산 사례 [경지1회]

- * 어느 기업이 A제품의 특수부품 x 에 대한 경제적 1회 생산량 결정을 하고자 한다.
- * 1년에 320일 작업하며, 1일 20개의 A제품을 수요에 맞추고 있다. 그리고 x 부품 생산부문에 서는 1일 30개의 x 부품을 제조하고 있다. 연간 단위당 재고유지비는 100원, 1회 기계준비비는 50원이라고 한다.
 - ① 총재고비용을 최소화하기 위한 경제적 1회 생산량(EPQ)을 구하라.
 - ② EPQ를 토대로 한 연간 총재고비용(TC)을 계산하라.
 - ③ 생산기간(t_p)을 구하라. ④ 최대재고 수준(I)을 구하라

해설

- ① 연간수요량 $Y=1$ 일 수요량 $\times$ 연간 작업일수 $=20$ 개/일 $\times 320$ 일 $=6,400$ 개

$$EPQ = \sqrt{\frac{2YC}{H} \cdot \frac{p}{p-d}} = \sqrt{\frac{2 \times 6,400 \times 50}{100} \cdot \frac{30}{30-20}} = 138.56 \text{개}$$

$$\textcircled{2} \quad TC = \frac{Y}{Q} \cdot C + H \cdot \frac{p-d}{2} \cdot \frac{Q}{p} = \frac{6,400}{138.56} \times 50 + 100 \times \frac{30-20}{2} \times \frac{138.56}{30} = 4,618.8 \text{원}$$

$$\textcircled{3} \quad Q = p \cdot t_p \text{이므로 } t_p = \frac{Q}{p} = \frac{138.56}{30} = 4.619 \text{일}$$

$$\textcircled{4} \quad I = Q - d \cdot t_p = p \cdot t_p - d \cdot t_p = (p-d)t_p = (30-20) \times 4.619 = 46.19 \text{개}$$

예제 10 재주문점(Reorder Point) 산출 사례

* 갑을회사는 Q라는 상품을 판매하고 있다. 계절에 따라 판매량이 불규칙하여 재주문점 찾기를 고심하던 중 다음 공식을 이용하여 재주문점, 즉 주문시 보유재고수준을 결정하기로 하였다.

$$ROP = 15\bar{d} + 10\sigma^2$$

여기서, ROP : 재주문점 (주문시 보유재고 수준)

$\bar{d}$: 하루평균 판매량 (하루평균 고객수요량)

σ^2 : 하루판매량의 분산

* 하루수요량과 그 확률 $P(d)$ 는 다음 표의 같이 조사되었다. ROP 를 계산하라.

하루 수요량	$P(d)$
2개	0.3
4개	0.4
6개	0.3

해설

$$* \quad ROP = 15\bar{d} + 10\sigma^2 = 15 \times 4.0 + 10 \times 2.4 = 84 \text{개}$$

$$\text{여기서, } \bar{d} = \sum d_i \cdot P(d_i) = 2 \times 0.3 + 4 \times 0.4 + 6 \times 0.3 = 4.0$$

$$\sigma^2 = \sum (d_i - \bar{d})^2 \cdot P(d_i) = (2-4.0)^2 \times 0.3 + (4-4.0)^2 \times 0.4 + (6-4.0)^2 \times 0.3 = 2.4$$

2.3.3 고정주문기간형 모형과 고정주문량형 모형의 비교 [공기2회] [기지2회]

(1) 고정주문기간형(정기발주) 모형의 특징

- ① 정기적으로 소요량을 주문한다. ② 주문시기는 정기적이다.
- ③ 주문량은 기간중의 소요량으로서 부정량이다.
- ④ 수요정보는 장래의 예측정보에 의존. ⑤ ABC분석의 A급 품목에 적용
- ⑥ 계속적 수요가 있으나 수요변동 기복이 큰 품목

(2) 고정주문량형(정량발주) 모형의 특징

- ① 재고가 주문점에 이르면 정량주문. ② 주문시기는 부정기적
- ③ 주문량은 정량. ④ 수요정보는 과거의 실적에 의존

- ⑤ 재고의 성격은 활동적 재고이다. ⑥ ABC 분석의 B, C급 품목에 적용
- ⑦ 계속적 수요가 있고 수요변동의 기복이 작은 품목에 적용

2.4 발주시스템과 재고조사방식

2.4.1 정량발주시스템과 계속실사방식

- * 정량발주시스템은 재고가 일정 수준(발주점)에 도달하면 일정한 발주량(경제적 발주량)을 발주하는 방식이며, 이 시스템에서의 재고조사는 계속적인 실사와 재고기록의 유지를 전제로 하는 계속실사방식을 취한다.

2.4.2 정기발주시스템과 정기실사방식

- * 정기발주시스템은 일정 시점마다(정기적으로) 부정(不定)의 발주량을 주문하는 방식이며, 이 시스템에서의 재고조사는 정기실사방식이 된다.

2.4.3 폐창식 재고조사, 개창식 재고조사 및 특별재고조사

- * 자재창고의 입·출고업무를 계속하면서 재고조사를 하는 개창식 재고조사와 입·출고업무를 중단하고 재고조사를 실시하는 폐창식 재고조사 및 특별한 사유가 있을 때 특별히 실시하는 특별재고조사가 있다.

2.5 재고통제기법(ABC분석기법) [경지2회] [공기7회] [기지2회]

2.5.1 ABC분석기법의 개념

- * ABC분석은 경영효율 향상을 위한 중점관리 방법이며, 1951년 GE사의 M. F. Deckie에 의해 제창된 것이다.
- * Pareto 분석기법 또는 통계적 선택법이라고도 하며, 핵심내용으로서,
 - ① A품목은 주문량과 발주점을 주의깊게 결정해야 하며, 사용률과 주문비 및 기타 비용을 주문시마다 관찰해야 하며, 재고기록이나 조달기간도 엄격히 통제해야 한다.
 - ② B품목은 경제적 발주량과 기타 계산이 필요하고, 모든 결정변수들은 분기별 또는 반기별로 검토해야 한다. 비교적 정상적인 재고기록과 통제가 있어야 한다.
 - ③ C품목은 어떤 특정한 계산방법에 의해 주문량을 결정할 필요가 없고, 1년에 1~2번 충분한량을 주문하면 된다.

[도표 13] ABC분석의 일반적 구분

등급	단가	품목비율	사용금액비율	발주방식	재고통제관리
A	고가품	10~20%	70~80%	정기발주방식	중점관리, 엄격관리
B	중가품	20~40%	15~20%	정량발주방식	적정관리, 정상관리
C	저가품	40~60%	5~10%	고정주문량방식 등	관리간소화, 품질방지



제 8 장

PERT · CPM 일정계획

-
1. 단독사업 PERT/CPM 일정계획 / 8-02
 2. PERT/CPM 종합문제 / 8-15
 3. 기출 · 예상문제 및 착안점 / 8-20
-

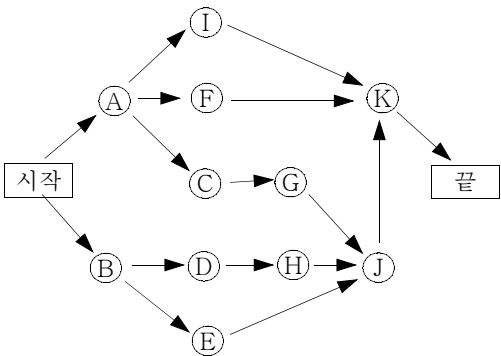
예제 01 **병원 프로젝트의 도표화** [경지3회]

* 한 병원이전 프로젝트에서 11개의 주요 프로젝트 활동을 규정하였다. 또한 각 활동별로 직전 선행활동(어떤 활동을 시작하기 전에 완료되어 있어야 하는 활동)을 명시하였는데, 그 결과는 표와 같다.

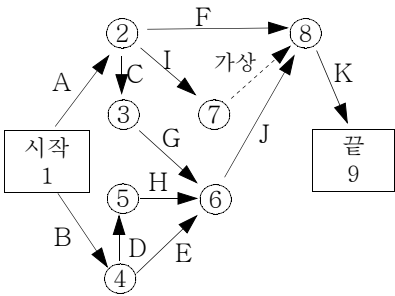
(1) 이 프로젝트의 AON 네트워크를 그려라. (2) AOA 네트워크를 그려라.

활동	설명	직전선행 활동
A	관리요원과 의료진의 선정	-
B	부지 조사와 입지의 결정	-
C	장비의 선정	A
D	최종 건설계획 및 배치계획의 작성	B
E	부지에 전기, 수도 연결	B
F	간호원, 보조원, 보수인력, 보안요원 등 면접과 확보	A
G	장비의 구매	C
H	병원 건축	D
I	정보시스템의 개발	A
J	장비의 설치	E, G, H
K	간호원과 보조원의 교육	F, I, J

해설



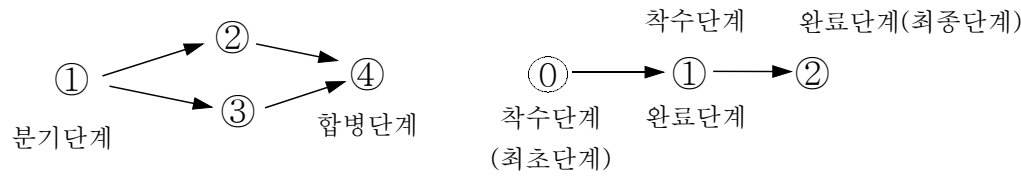
[그림 1] 병원이전 프로젝트
AON 네트워크



[그림 2] 병원이전 프로젝트
AOA 네트워크

1.3 PERT/Time의 제단계 [경지2회] [공기7회]

(1) 단계 및 활동의 파악



(2) 활동의 순서 파악과 네트워크의 작성

- ① 프로젝트 완성에 필요한 활동을 구분, 선정, ② 활동목록표 작성 ③ 네트워크 작성
④ 단계와 활동의 명칭 기입 및 단계에 번호 기입

(3) 활동시간(t_0, t_m, t_p)의 추정

* 낙관시간치(t_0 또는 a), 정상시간치(t_m 또는 m), 비관시간치(t_p 또는 b)

$$t_0 \leq t_m \leq t_p \quad (\text{또는 } a \leq m \leq b)$$

* 참고로 첨자 0는 optimistic, m은 most likely, p는 pessimistic의 두문자이다.

(4) 기대시간(t_e)의 계산 [경지1회] [기지1회]

* 특정활동을 완성하는데 소요되는 기대시간(t_e)은 활동시간이 β 분포를 이룬다는 가정 하에 다음 식으로 계산된다.

$$t_e = \frac{t_0 + 4t_m + t_p}{6} = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (01)$$

(5) 분산($\sigma_{t_e}^2$)의 계산 [경지1회] [기지1회]

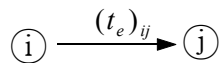
$$\sigma_{t_e}^2 = V_{t_e} = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2 \quad (02)$$

(6) 단계중심의 일정계산(T_E, T_L)(가) 최초시기(T_E : Earliest Expected Time)

* 가장 빨리 작업을 시작할 수 있는 시기. 전진계산을 한다.

$$\textcircled{1} \text{ 최초단계의 } T_E = 0 \quad (03)$$

$$\textcircled{2} \text{ 합병단계가 아닌 경우 : } (T_E)_j = (T_E)_i + (t_e)_{ij} \quad (04)$$



③ 합병단계인 경우에는

$$\begin{array}{ccc}
 (T_E)_k \textcircled{k} & \xrightarrow{(t_e)_{kj}} & (T_E)_j \textcircled{j} \\
 (T_E)_l \textcircled{l} & \xrightarrow{(t_e)_{lj}} & \uparrow \\
 (T_E)_m \textcircled{m} & \xrightarrow{(t_e)_{mj}} & \uparrow
 \end{array}
 \quad \left. \begin{array}{l} (T_E)_k + (t_e)_{kj} \\ (T_E)_l + (t_e)_{lj} \\ (T_E)_m + (t_e)_{mj} \end{array} \right\} \text{중 최대값} \quad (05)$$

$$(T_E)_j = \max_{i \rightarrow j} [(T_E)_i + (t_e)_{ij}] \quad i = k, l, m$$

(나) 최지시기(T_L : Latest Allowable Time)

* 어떤 단계가 계획사업 완료기간을 지연시키지 않고 가장 늦게 시작할 수 있는 허용시간. 역순계산을 한다.

① 최종단계의 T_L 은 예정달성기일의 지시가 별도로 없는 한 최종단계의 T_E 가 된다.

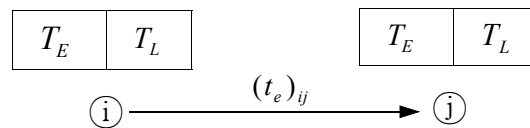
$$\text{최종단계의 } T_L = \text{최종단계의 } T_E \quad (06)$$

$$\text{② 분기단계가 아닌 경우 : } (T_L)_i = (T_L)_j - (t_e)_{ij} \quad (07)$$

③ 분기단계인 경우

$$\left. \begin{array}{l} (T_L)_i \xrightarrow{(t_e)_{ik}} \textcircled{k} (T_L)_k \\ (T_L)_i \xrightarrow{(t_e)_{il}} \textcircled{l} (T_L)_l \\ (T_L)_i \xrightarrow{(t_e)_{im}} \textcircled{m} (T_L)_m \end{array} \right\} \begin{array}{l} (T_L)_k - (t_e)_{ik} \\ (T_L)_l - (t_e)_{il} \\ (T_L)_m - (t_e)_{im} \end{array} \quad \text{중 최소값} \quad (08)$$

$$(T_L)_i = \min_{i \rightarrow j} [(T_L)_j - (t_e)_{ij}] \quad j = k, l, m$$

(다) T_E, T_L 의 표기

(7) 여유(Slack)의 계산 [공기1회]

* 여유(S)란 특정단계가 최종단계에 영향을 미치지 아니하는 한도 내에서 그 시간을 늦출 수 있는 여유시간의 정도로서, 각 단계의 여유도를 표시하는 기능이다.

$$S = T_L - T_E \quad (09)$$

* 정여유 $S > 0$, 영여유 $S = 0$, 부여유 $S < 0$

(8) 주공정(애로공정)의 결정(CP : Critical Path) [경지1회] [공기1회] [기지1회]

* 주공정(CP)이란 가장 긴 경로로서 여유시간이 최소인 단계들의 연결이 된다.

* 주공정은 중점관리 대상이며, 굵은 선으로 표시한다.

* 주공정은 한 계획공정표상에 반드시 한 개 이상이 존재한다.

(9) 성공확률의 계산

* 프로젝트의 예정달성기일(D ; Due date) 내에 프로젝트를 완성할 수 있는 확률을 계산 가능하다.

* 예정납기일 내에 프로젝트를 완수할 수 있는 성공확률은 표준화 정규분포의 확률변수 Z 의 값 z 를 구해서 정규분포표로부터 확률값을 구한다.

$$z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{t_e}^2}} \quad (10)$$

여기서, D : Due Date (예정달성기일), T_E : 최종단계의 최조시기

$\sigma_{t_e}^2$: 주공정 상의 분산

* 판단,

$P_r < 0.30 \rightarrow$ 중대위험 초래가 예상되므로, 근본적으로 계획 재수립

$0.30 \leq P_r < 0.40 \rightarrow$ 대개의 경우 재검토 필요

$0.40 \leq P_r \leq 0.65 \rightarrow$ 합리적이므로 계획대로 작업진행 가능

$0.65 < P_r \rightarrow$ 자원 여유가 많으므로 계획 재수립으로 자원낭비 배제 필요

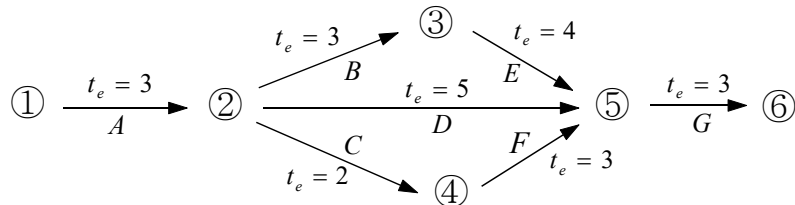
(10) 프로젝트 시간단축을 위한 자원의 재분배 및 사업계획의 변경

* 애로공정과 여유공정(애로공정 이외의 공정)의 분석이 이루어지면, 이를 이용하여 여유자원을 애로공정의 활동에 투입함으로써 프로젝트의 지연을 최대한 줄일 수 있다.

* 이와 같은 경우는 여유시간이 가장 큰 여유활동으로부터 자원이동시키는 것이 일반적이다.

예제 02 T_E 와 T_L 계산 및 Network상의 주공정 도출

* 다음 network에서 T_E 와 T_L 을 계산하여 Network의 주공정을 구하라.



해설 [기지1회]

① 최조시기 $(T_E)_i$ 는 전진계산을 하여 구한다.

$$(T_E)_1 = 0$$

$$(T_E)_2 = (T_E)_1 + (t_e)_{1,2} = 0 + 3 = 3$$

$$(T_E)_3 = (T_E)_2 + (t_e)_{2,3} = 3 + 3 = 6$$

$$(T_E)_4 = (T_E)_2 + (t_e)_{2,4} = 3 + 2 = 5$$

$$(T_E)_5 = (T_E)_2 + (t_e)_{2,5} = 3 + 5 = 8$$

$$(T_E)_5 = (T_E)_3 + (t_e)_{3,5} = 6 + 4 = 10$$

$$(T_E)_5 = (T_E)_4 + (t_e)_{4,5} = 5 + 3 = 8$$

$$(T_E)_6 = (T_E)_5 + (t_e)_{5,6} = 10 + 3 = 13$$

$$\therefore (T_E)_6 = 13$$

$(T_E)_5$ 는 3개 중 최대치인 10을 택한다.

② 최지시기 $(T_L)_i$ 는 후진계산(역순계산)을 하여 구한다.

$$(T_L)_6 = 13$$

$$(T_L)_5 = (T_L)_6 - (t_e)_{5,6} = 13 - 3 = 10$$

$$(T_L)_4 = (T_L)_5 - (t_e)_{4,5} = 10 - 3 = 7$$

$$(T_L)_3 = (T_L)_5 - (t_e)_{3,5} = 10 - 4 = 6$$

$$(T_L)_2 = (T_L)_5 - (t_e)_{2,5} = 10 - 5 = 5$$

$$(T_L)_2 = (T_L)_4 - (t_e)_{2,4} = 7 - 2 = 5$$

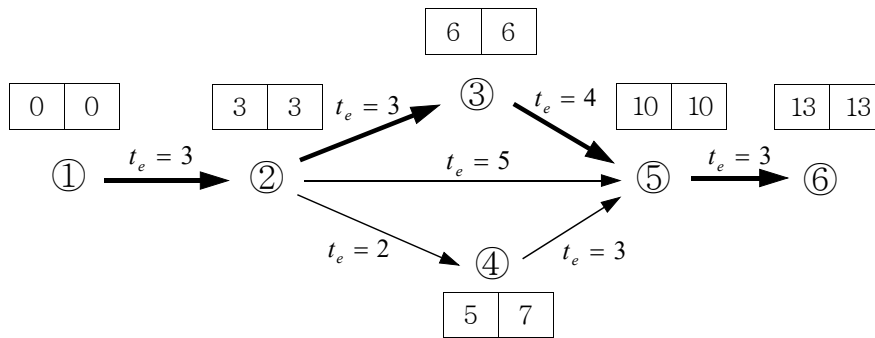
$$(T_L)_2 = (T_L)_3 - (t_e)_{2,3} = 6 - 3 = 3$$

$(T_L)_2$ 는 3개 중 최소치인 3을 택한다.

$$(T_L)_1 = (T_L)_2 - (t_e)_{1,2} = 3 - 3 = 0$$

$$\therefore (T_L)_1 = 0$$

③ 이상을 도시하여 Network을 작성 및 주공정(굵은 선)을 구하면



④ 주공정은 여유 $S = T_L - T_E = 0$ 인 곳을 연결하면 1-2-3-5-6이 된다.

예제 03 일정완료확률 계산

* 주공정 상의 분산 σ^2 이 다음과 같이 주어질 경우 11일까지 일정을 완료할 확률을 구하라.

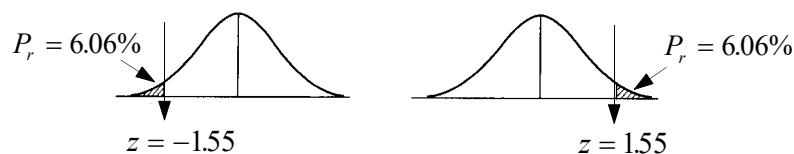
[예제 02]의 network에서 ①→②의 $\sigma^2 = 0.11$, ②→③의 $\sigma^2 = 0.44$, ③→⑤의 $\sigma^2 = 1.0$

⑤→⑥의 $\sigma^2 = 0.11$ 이 주어졌다고 본다.

해설

$$* \text{주공정 상의 분산을 이용하여 } z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{t_e}^2}} = \frac{11 - 13}{\sqrt{0.11 + 0.44 + 1.0 + 0.11}} = -1.55 \text{ 이므로}$$

정규분포표에 의거 $z = 1.55 \rightarrow 0.0606(6.06\%)$ 가 되며, 사업완료확률은 6.06%가 된다.



1.4 PERT/Cost [공기1회] [기지1회]

(1) PERT/Cost의 의의

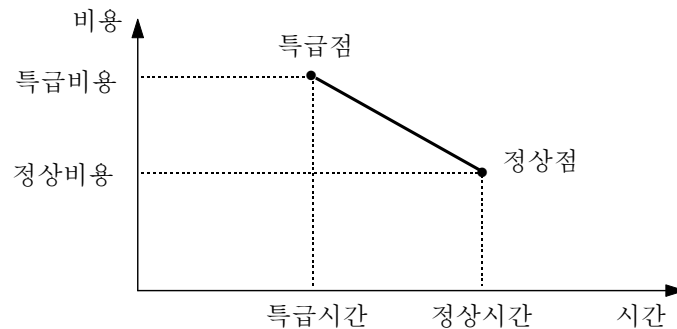
- * 이상의 PERT/Time은 시간 개념에 중점을 두고 있고, PERT/Cost는 비용 개념에 중점을 두고 있다. 시간 단축에는 노동력이나 기계설비를 투입해야 하므로 비용이 증가하게 된다.
- * PERT/Cost는 이러한 시간과 비용의 대립 개념을 고려하여 최소비용을 실현시키도록 시간 단축방법을 모색하려는 기법이 된다.
- 따라서 PERT/Cost는 CPM을 기초로 하여 발전된 Network 모형이라고 볼 수 있다.

(2) PERT/Cost의 제단계

(가) 직접비의 고려 [경지1회]

- * 먼저 증분비용을 고려하여 직접비의 증가가 최소가 되도록 소요시간을 단축해야 한다.
- * 직접비는 직접재료비, 직접노무비, 기계사용비, 운송비 등이 해당한다.

[도표 2] 소요시간과 직접비의 관계



① 증분비용의 계산

- * 소요시간과 비용(직접비)과의 사이에 선형관계 존재시

$$\text{증분비용} = \frac{\text{특급비용} - \text{정상비용}}{\text{정상시간} - \text{특급시간}} \quad (11)$$

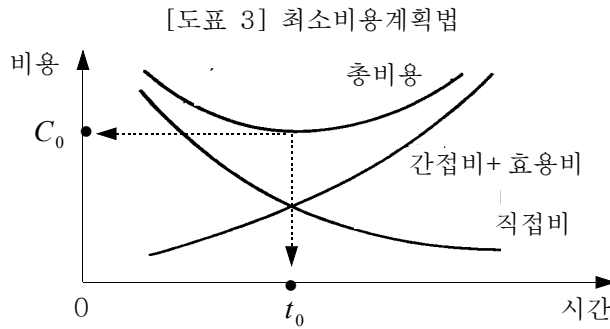
- * 증분비용은 비용선의 기울기 또는 비용구배라고도 한다.

② 소요시간의 단축

- * 전체 프로젝트 시간 단축을 위해서는 애로공정(주공정) 상 작업을 단축시켜야만 한다.
- * 또 애로공정상 작업 중에서도 증분비용이 가장 작은 작업부터 먼저 단축시켜야 한다.

(나) 간접비와 효용비의 고려

- * 직접비 이외에도 간접비와 효용비까지도 고려하여 최소비용계획법(MCX : Minimum Cost Expediting)에 의한 의사결정을 할 수 있다.
 - * 간접비 → 보험료, 임차료, 관리비 등
 - * 효용비 → 특별수당, 벌과금 등
 - * 직접비 → 직접재료비, 직접노무비 등
 - * t_0 → 최적 프로젝트 완성기일
 - * C_0 → 최소총비용



예제 04 비용선의 기울기, 비용구배

- * 만일 정상시간이 20일, 특급시간이 15일, 정상비용이 100,000원, 특급비용이 150,000원이라고 하면 증분비용(비용선의 기울기, 비용구배)은?

해설

$$\text{증분비용(비용선의 기울기)} = \frac{C_c - C_n}{D_n - D_c} = \frac{150,000 - 100,000}{20 - 15} = 10,000 \text{ 원/일}$$

- * 이것은 활동시간을 1일 단축하기 위해서는 10,000원의 비용이 추가로 필요함을 의미한다.
* 5일 단축하기 위해서는 50,000원이 소요된다.

1.5 CPM에 의한 일정계획 [공기6회]

- * PERT와 CPM은 근본적으로 대동소이한 기법이지만, PERT가 활동별로 낙관적시간, 정상시간(최빈시간), 비관적시간의 세 가지로 시간치를 추정하여 완성이능시간을 확률적으로 관리할 수 있는데 반해, CPM은 이 세 가지 값의 평균치(t_m)에 해당하는 확정적 추정치 하나만을 이용한다는 점이 특징이다.
- * 또 CPM은 PERT에서의 T_E , T_L 대신에 EST, EFT, LST, LFT 등의 용어가 사용된다.

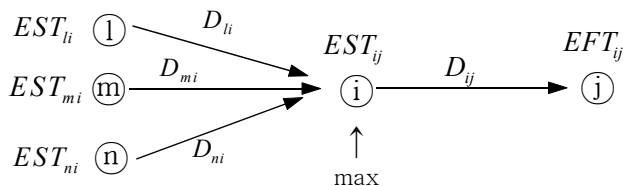
(1) 빠른 시간(EST, EFT)의 산정

(가) 최초착수시기(EST : Earlest Start Time)

- * 작업을 착수하는데 가장 빠른 시간 EST는 $(T_E)_i$ 가 된다.

$$EST_{ij} = (T_E)_i \quad (12)$$

- * 합병단계의 EST는 소요시간 D_{ki} 를 더해서 얻은 수치 중 최대치로 한다.



$$EST_{ij} = \max_{k \rightarrow i} [EST_{ki} + D_{ki}], \quad k = l, m, n \quad (13)$$

(나) 최소완료시기(EFT : Earlest Finish Time) [기지1회]

$$EFT_{ij} = EST_{ij} + D_{ij} \quad (14)$$

(2) 늦은 시간(LST, LFT)의 산정

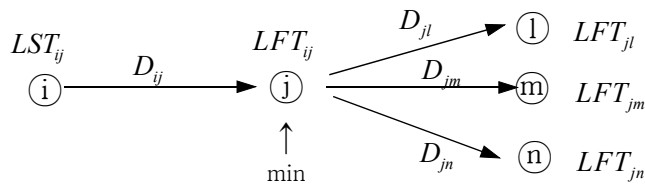
(가) 최지착수시기(LST : Latest Start Time)

$$LST_{ij} = LFT_{ij} - D_{ij} \quad (15)$$

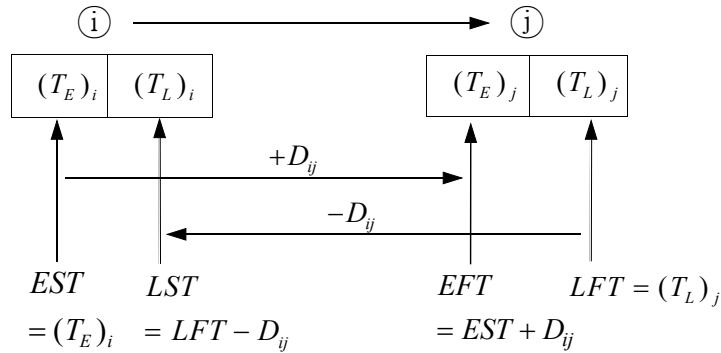
(나) 최지완료시기(LFT : Latest Finish Time)

$$* \text{ 분기단계가 아닌 경우 } LFT_{ij} = (T_L)_j \quad (16)$$

$$* \text{ 분기단계인 경우 } LFT_{ij} = \min_{j \rightarrow k} [LFT_{jk} - D_{jk}], \quad k = l, m, n \quad (17)$$



[도표 4] CPM에 의한 일정계획 요약도



(3) 활동여유(F : Activity Float or Slack)

(가) 총여유시간(TF : Total Float)

* 한 활동이 전체 계획사업의 최종완료일에 영향을 주지 않고 지연될 수 있는 최대시간

$$TF_{ij} = LST_{ij} - EST_{ij} = LFT_{ij} - EFT_{ij} = (T_L)_j - [(T_E)_i + D_{ij}] \quad (18)$$

(나) 자유여유시간(FF : Free Float)

* 모든 후속활동을 가능한 한 빨리 착수할 때 본작업이 이용가능한 여유시간

$$FF_{ij} = EST_{jk} - EFT_{ij} = LST_{jk} - LFT_{ij} = (T_E)_j - [(T_E)_i + D_{ij}] \quad (19)$$

여기서, EST_{jk} , LST_{jk} : 후속단계(j, k)의 EST , LST ($\bullet \xrightarrow{\quad} \bullet \xrightarrow{\quad} \bullet$)

(다) 간섭여유시간(IF : Interfering Float)

* 활동의 완료단계가 주공정과 연결되어 있지 않을 때 발생하는 여유시간

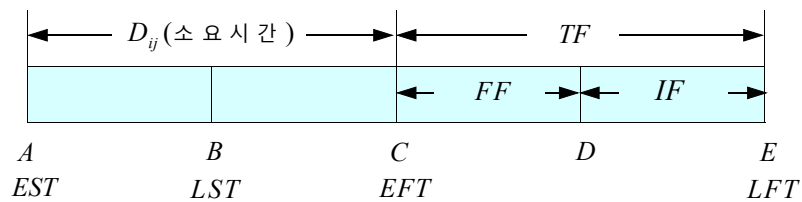
$$IF_{ij} = TF_{ij} - FF_{ij} = (T_L)_j - (T_E)_j \quad (20)$$

(라) 독립여유시간(INDF : Independent Float)

* 선행활동이 최지착수시기에 착수되었음에도 불구하고 후속활동이 최조착수시기에 착수되었을 때의 여유시간

$$INDF_{ij} = EST_{jk} - LFT_{ij} = (T_E)_j - [(T_L)_i + D_{ij}] \quad (21)$$

[도표 5] 활동여유 요약도



$$* \text{ 활동여유 상호간의 관계 : } TF_{ij} \geq FF_{ij} \geq INDF_{ij} \geq 0 \quad (22)$$

(4) 주공정(CP)의 결정

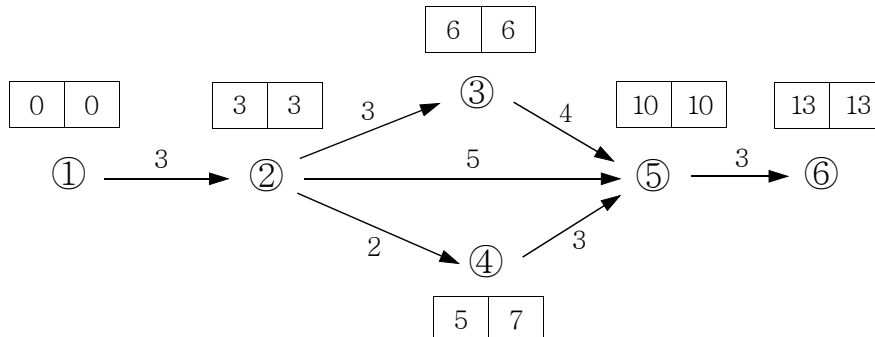
* 총여유 TF가 0인 활동이 주공정(CP)가 되며, 다음 관계가 성립된다.

$$TF_{ij} = FF_{ij} = IF_{ij} = INDF_{ij} = 0 \quad (23)$$

$$EST_{ij} = LST_{ij} \text{ 또는 } EFT_{ij} = LFT_{ij} \quad (24)$$

예제 05 EST와 EFT, LST와 LFT, INDF와 IF 계산

* 각 활동의 확정적 소요시간이 다음과 같을 때, 활동(4, 5)의 EST, EFT와 활동(2, 4)의 LST, LFT, 활동(4, 5)의 INDF와 IF를 구하라.

**해설**

① 활동(4, 5)의 EST, EFT : $EST = (T_E)_i = (T_E)_4 = 5$

$$EFT = EST + D_{ij} = (T_E)_4 + D_{ij} = 5 + 3 = 8$$

② 활동(2, 4)의 LFT, LST : $LFT = (T_L)_j = 7$

$$LST = LFT - D_{ij} = (T_L)_4 - D_{ij} = 7 - 2 = 5$$

③ 활동(4, 5)의 INDF와 IF : $INDF = (T_E)_j - [(T_L)_i + D_{ij}] = 10 - (7 + 3) = 0$

$$IF = (T_L)_j - (T_E)_j = 10 - 10 = 0$$

1.6 PERT/CPM의 비교 [공기1회] [기지1회]

PERT	CPM
1. 불확실한 사업, 즉 신규사업, 비반복사업, 경험이 없는 사업에 사용	1. 반복사업이나 경험이 있는 사업에 적용
2. 3점시간 추정 ; t_0, t_m, t_p	2. 1점시간 추정 ; t_m
3. $t_e = E(t) = \frac{t_0 + 4t_m + t_p}{6}$	3. $t_e = E(t) = t_m$
4. 단계중심의 일정계산 ① 최소시기 : T_E ② 최지시기 : T_L	4. 활동중심의 일정계산 ① 최초개시시기 : EST ② 최지개시시기 : LST ③ 최초완료시기 : EFT ④ 최지완료시기 : LFT
5. 여유의 결정 ① 정여유(PS : Positive Slack) ② 영여유(ZS : Zero Slack) ③ 부여유(NS : Negative Slack)	5. 여유의 결정 ① 총여유(TF : Total Float) ② 자유여유(FF : Free Float) ③ 간섭여유(IF : Interfering Float) ④ 독립여유(INDF : Independent Float)
6. 주공정(CP)의 결정 $S = T_L - T_E$ 가 최소인 단계 연결	6. 주공정(CP)의 결정 $TF_{ij} = FF_{ij} = IF_{ij} = INDF_{ij} = 0$
7. 확률적 검토 : $z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{t_e}^2}}$	7. 비용구배 : $S = \frac{C_c - C_n}{D_n - D_c}$
8. PERT/Time와 PERT/Cost를 분리	8. 자원배당에 활용

1.7 GERT Network [공기1회]

(1) 개념

* 1960년대 중엽에 Pritsker가 제창한 scheduling 기법의 하나이며, 작업공정에 대해서 확률적인 개념의 도입을 시도한 것이다.

* GERT(Graphical Evaluation and Review Technique)에서는 Network를 Arrow diagram 법으로 표시하고, 각각의 Arrow(Activity)에는 그것이 실시될 확률이나 작업내용을 표시한 시간, 비용, 신뢰성 등의 Parameter를 확률분포를 가진 변수로서 규정시키고 있다.

또한, Node(결합점)의 종류로서는 선행한 Activity와의 관계(모든 선행 Activity의 완료가 필요한지, 어느 것이든 하나만 완료하면 좋다 등) 및 후속하는 Activity와의 관계(후속 Activity가 실시될 가능성이 확률적인가 확정적인가)에서 6가지로 준비되어 있다.

* 이렇게 하여 구축된 Network의 해석은 Flow graph theory을 사용하여 행하지만, GERTS 법(GERT Simulator)이라는 Simulator가 준비되어 있어서 Computer를 이용할 수 있게 되어 있고, 몬테칼로 시뮬레이션 기법이 바탕이 되고 있다.

(2) 장점

* 일정관리 기법인 GERT는 PERT와 CPM에서는 허용하지 않는 분기와 반복적 activity를 표현할 수 있는 네트워크 다이어그램이 특징이 된다.

(3) 단점

* 이와 같은 Network의 구축이 현실적으로는 대단히 곤란하고, 또한 이 수법자체가 복잡한 반면 습속성을 고려하지 않는 등, 아직 현실성이 결여된 점도 있기 때문에 개량이 시도되고 있으며, 그다지 이용되지는 않고 있는 실정인 점 등이 단점이다.

(4) 일정관리기법인 PERT, CPM, GERT의 비교

구분	PERT	CPM	GERT
사용 목적	작업수행기간이 불확실하여 위험을 최소화하기 위한 기법	작업의 기간이 비교적 확실한 프로젝트에서 일정관리 기법	작업의 수행조건과 반복유무에 따라 현실의 유연성을 반영한 일정관리 기법
주요 특징	낙관적, 평균, 비관적 일정을 고려한 관리기법	여유시간이 0인 Critical Path 중심의 일정관리	PERT와 CPM의 현실적 제약사항을 표현한 기법
활동 정도	불확실성 높은 프로젝트	대부분의 프로젝트	유연성을 강조한 프로젝트

2. PERT/CPM 종합문제 [정지2회]

예제 06 PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이 1

* 어느 프로젝트의 활동과 시간 추정치가 다음과 같은 자료가 알려져 있다.

활동	직전 선행활동	시간 추정치 (일)			활동	직전 선행활동	시간 추정치 (일)		
		<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>			<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>
A	-	2	3	4	G	C	5	7	15
B	-	3	5	7	H	D, E	2	3	10
C	A	10	13	16	I	H	1	2	3
D	A	5	8	11	J	G, I	1	1	1
E	B	4	7	10	K	H	8	10	12
F	B	17	20	23	L	F, J, K	2	7	12

- (1) 이들 활동의 PERT 네트워크를 작성하라.
- (2) 각 활동을 완료하는데 필요한 기대시간과 분산을 구하라.
- (3) 각 활동의 기대시간을 이용하여 주공정과 프로젝트 완료기간을 구하라.
- (4) 이 프로젝트를 36일 내 완료할 확률, 95% 확률로 이 프로젝트를 완료할 기간을 구하라.



제 11 장

설비계획 · 설비관리 · TPM



1. 공장설비계획 / 11-02
2. 설비투자의 경제성 평가 / 11-03
3. 설비보전 / 11-03
4. TPM 설비보전 및 관리 / 11-16
5. 기출 · 예상문제 및 착안점 / 11-28

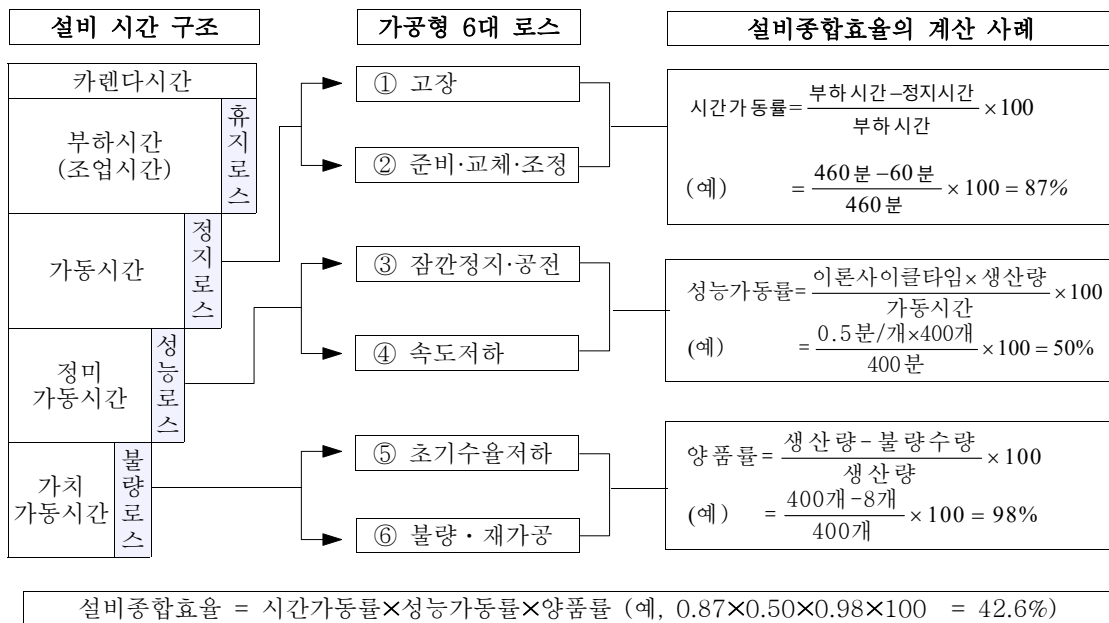
4.3 설비효율화 및 설비종합효율 [공기8회] [기지1회]

- * 설비의 6대 로스(손실)의 제거에 의해 설비종합효율을 높이는 것이 설비효율화로서, 설비 생산성을 증대시키는 주요한 수단이 된다.

4.3.1 가공형 설비의 설비종합효율 산출 [정지2회] [공기5회] [기지2회]

- * 가공형 설비의 6대 로스 구조와 설비종합효율의 관계는 [도표 15]와 같다.
- * 가공형 설비란 기계가공 설비, 배치형 설비 등 “연속조업 되지 않을 수도 있는 설비”이다.

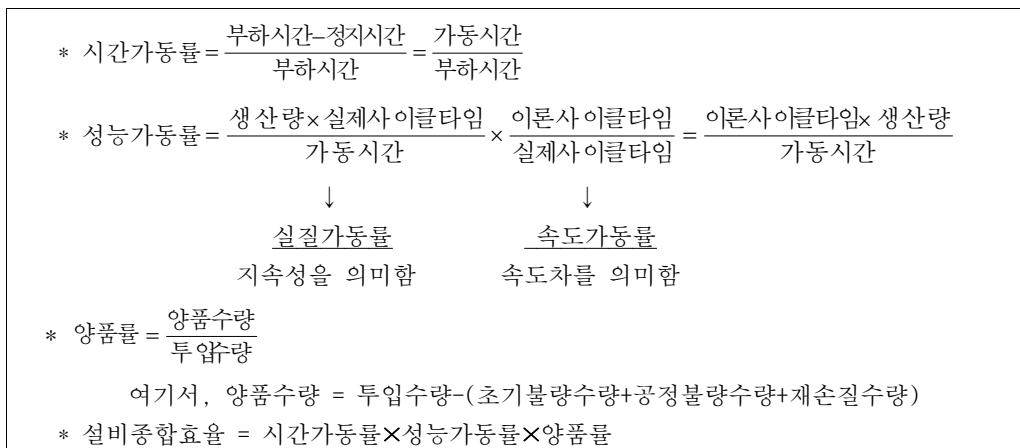
[도표 15] 가공형 설비의 6대 로스 및 설비종합효율 산출



[참조] * 이론사이클타임(분/개)은 기준사이클타임이라고도 하며, 이론사이클타임의 역수는 이론생산량(개/분)이 된다.

* 이론사이클타임은 달성가능한 개당 최단소요시간을 의미함(단위 : 분/개, 초/개 등)

[도표 16] 시간가동률, 성능가동률, 양품률의 구체화

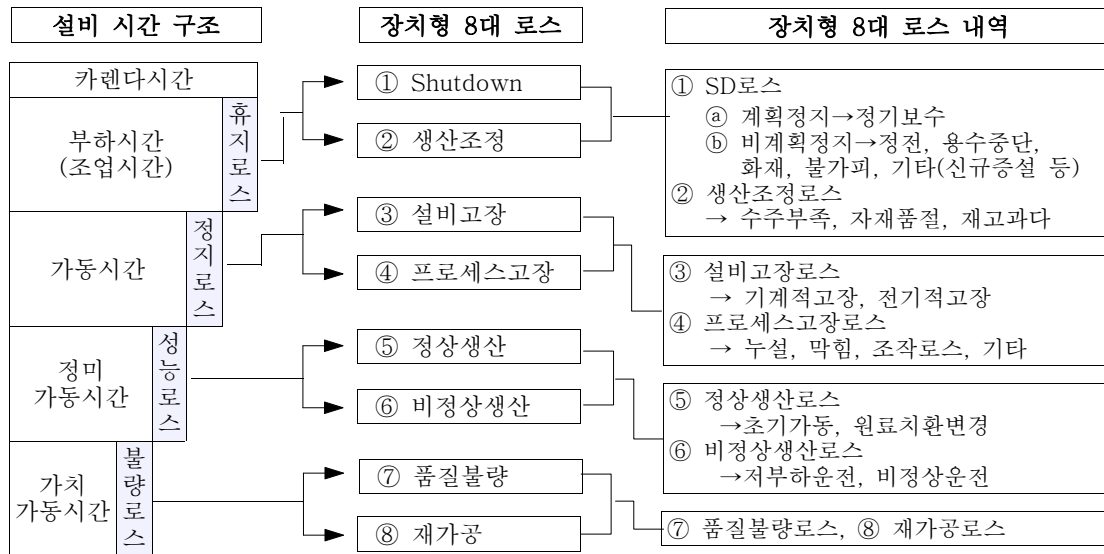


- * 설비종합효율은 시간가동률, 성능가동률, 양품률의 3가지를 모두 곱한 것이며, 이는 현상의 설비가 시간적·속도적으로 어떤가, 양품률은 어떤가를 종합하여 부가가치를 만들어 내는 시간에 얼마나 공헌하고 있는가를 나타내는 종합적인 척도가 됨(도표 17 참조).

4.3.2 장치형 설비의 플랜트종합효율 산출 [공기2회]

- * 조업특성상 연속 조업되는 설비를 장치형 설비(예, 화학장치설비, 제강설비 등)라 하며, 장치형 설비의 8대ロス 구조와 플랜트종합효율의 관계는 [도표 17]과 같다.

[도표 17] 장치형 설비의 8대로스 구조



플랜트종합효율(생산종합효율)=부하율×설비종합효율=부하율×시간가동률×성능가동률×양품률

▶ 플랜트종합효율 (생산종합효율이라고도 함)

$$= \text{부하율} \times \text{설비종합효율} \quad (10)$$

$$= \text{부하율} \times \text{시간가동률} \times \text{성능가동률} \times \text{양품률} \quad (11)$$

$$= \frac{\text{부하시간}}{\text{카렌다시간}} \times \frac{\text{가동시간}}{\text{부하시간}} \times \frac{\text{총생산량} \times \text{이론} C/T}{\text{가동시간}} \times \frac{\text{양품수량}}{\text{총생산량}} \quad (12)$$

$$= \frac{\text{이론사이클타임} \times \text{양품수량}}{\text{카렌다시간}} = \frac{\text{양품수량}}{\text{카렌다시간} \times \text{시간당이론생산량}}$$

4.4 설비효율화 6대로스 개선 [공기5회] [기지1회]

로스구분	개선 포인트	내용
고장로스	강제열화의 예방	① 기계가 마모되는 부분을 찾아서 조치 ② 5감을 통한 문제의 발견능력을 키움
	기본조건의 준수	① 청소, 급유, 더궤기의 습관화 ② 기본조건유지 필요성의 교육 ③ 방법 및 기본조건 실행방법의 개선

로스구분	개선 포인트	내용
	바른 사용조건 유지	① 작업표준의 준수 ② 과부하 운전의 배제
	보전품질의 향상	① 수리방법의 기능향상
	응급조치 배제	① 문제발생의 근원을 찾아 해결 ② 현장에서 발생된 상태를 철저히 확인
	설비의 약점개선	① 설계잘못, 재질불량의 개선 검토
	고장에서 배우도록 함	① 발생원인, 사전징후의 예측, 대책수립을 철저히 하여 동일·유사 설비에의 동종사고 예방
준비·교체 ·조정 로스	치공구, 교체부품의 정밀도	① 오차를 줄여 나감 - 수치화를 통한 정량화
	표준화	① 기준의 통일, 수치화를 통한 기준 설정 ② 조정작업을 조절화로 함(조정은 수동, 조절은 자동)
공운전· 잠간정지 로스	현상을 명확히 파악	① 스케치를 통한 현장에서의 PM분석 ② VTR 등을 통한 Slow Motion으로 분석
	미결함의 시정	① 작은 문제에 관심을 갖고 개선(기계표면 청소불량)
	최적조건의 파악	① 최적작업조건의 준수 - Air, Oil압력, 주유상태, 진공도, 가동시간 등
속도저하 로스	표준의 명확화	① 설비의 성능가동률에 관계되므로 ② 설계사양과 현재의 차를 확인하여 ③ 설계사양속도 유지를 위해 문제의 도출 ④ 그 이상의 속도를 내기 위해 개선 추진
공정불량 로스	만성적인 불량현상의 명확화	① 원인을 단정하지 않고 모든 예상요인 대책 강구 ② 현상을 충분히 검토, ③ 요인 등을 재검토 ④ 요인 등에 숨어 있는 결함요인, 검토방법 점검
초기수율 저하 로스	작업조건의 준수	① 작업조건의 안정화, ② 정비능력의 향상 ③ Operator의 운전기능 향상

4.5 주요 로스별 구체적 개선방법 [공기2회]

4.5.1 개별개선활동 기본 스텝

- ① 개선과제 선정 → Bottleneck 공정, 로스가 큰 공정, 수평전개 효과가 큰 것, 가동효율이 낮은 설비·공정 등을 대상
- ② 현상파악 → 로스발생 현황파악(현상지 파악) 및 Bottleneck 공정·설비 도출
- ③ 현장 불합리사항의 적출 → 불합리발견 List 작성
- ④ 불합리의 복원·개선 대책수립, ⑤ 불합리의 복원·개선 대책실시
- ⑥ 미해결 요인에 대한 원인분석 → PM분석, 왜해분석 등
- ⑦ 개선목표설정 → 현상지 대비 개선후의 달성 목표치를 정립
- ⑧ 대책수립 → 3W2H(What, When, Who, How, How much)방식 계획수립
- ⑨ 대책실시 → 중요도에 의거 우선순위를 정해 실시, 대책실시결과 확인
- ⑩ 효과파악 → 현상지, 목표지 대비 효과치(달성지) 차이 파악
- ⑪ 표준화 및 사후관리 → 기준서 반영 및 사후관리, 보고회 실시, 수평전개