

## 講 座

## PERT NETWORK의 解説

—Critical Path Method를 中心으로—

郭 秀 一\*

## 1. 序

現代의 急速히 發展하는 社會에 있어서 어떤 型態의 組織體이든지 繼續의인 生存과 繁榮을 위하여서는 새로운 事業의 計劃과 圓滑한 이의 遂行이 가장 重要한 課題中的의 하나이다. 特히 現代産業社會의 企業體들에게는 그 存續과 發展은 企業家의 끊임없는 創意力 發揮에 있다. 現代企業에 있어서 새로운 革新과 이에 의한 事業計劃과 遂行은 그 重要性을 더 強調할 必要가 없다. 따라서 企業의 最高經營者層의 努力과 注意가 새로운 事業의 計劃과 그 遂行에 關해서 集中되었고, 經營學의 分野에서 計劃樹立과 實踐方案에 여러 가지 發展이 되어 왔다.

事業의 計劃과 遂行을 最初로 組織의으로 研究한 사람은 헨리 칸트(Henry Gantt)이다. 1900年代에 테일러(F. Taylor)의 科學的 管理方法의 生成과 때를 같이 하여 테일러의 同僚인 칸트가 칸트計劃圖(Gantt Planning Chart)를 發表하여 經營管理面에서 最初로 뚜렷한 計劃圖로 登場하였다. 칸트圖는 그 後 그 이름을 繼續유지하며 現今까지 여러가지 部門에서 使用되고 있다. 그러나 칸트圖는 어디까지나 1900年代의 簡單하거나 大略의인 事業 또는 生産計劃에는 適合할지 모르나, 現代의 高度로 發展된 機械文明下에서는 칸트(Gantt)의 試行錯誤 方式의 計劃圖는 그 有用성을 喪失하였거나 充分치 못하다. 오늘날에 이르기까지 數많은 方案들이 計劃樹立과 遂行을 위해 考案되었으나 이들중에서 近者에 急激히 發展을 본 O.R. (Operation Research)의 研究와 併行하여 計劃樹立方案으로 가장 脚光을 받은것이 「PERT」 계획도 (PERT Network)이다. 「Pert Network」의 가장 큰 長點으로는 生産計劃을 樹立하는 경우 이를 언제든지 어떠한 種類의 生産過程에서도 使用할 수 있다는 것이다. 특히 하나의 完成된 製品이 여러 部門의 綜合的 努力에 의하여 이루어 지는 것이라면 더욱 더 「PERT」의 有用성을 誇示한다. 其他로 生産計劃이 아니고 一般의인 事業計劃을 樹立하는 경우에도 「PERT」의 效率성을 百分 應用할 수 있다.

## 2. 「PERT」의 歷史

「PERT」는 1957年을 中心으로 거의 때를 같이 하여 여러 곳에서 서로 다른 目的을 가지고 發展되었다. 이에 따라 「PERT」를 表示하는 同意語로 여러가지가 있다. 즉

「PERT」-Program Evaluation Research Task (計劃評價研究方法 혹은 PERT를 Program Evaluation and Review Technique 이라고도 한다)

\* 서울大學校 商科學

「CPM」—Critical Path Method

「PRISM」—Program Reliability Information System for Management

「PEP」—Program Evaluation Procedure

「IMPACT」—Integrated Management Planning and Control Technique

「SEANS」—Scheduling and Control by Automated Network System 等이다. 이와 같은 명칭의 差異는 단지 이 方法의 研究가 서로 다른 곳에서 이루어졌기 때문이며 어느 명칭이라도 本計劃樹立과 遂行을 위한 方案을 잘 나타내고 있다.

「PERT」는 最初로 美海軍特別計劃本部의 「부즈」, 「알렌」, 「하밀톤」 諸氏에 의하여 研究發展되었으며 이 것이 처음으로 使用된 곳은 美國의 「포라리스」計劃(Polaris Project)이다.

「Cpm」은 「Pert」와 거의 때를 같이 하여 美國 「듀폰」會社에 의하여 發展되었으며, 이것은 「듀폰」會社의 工場建設計劃에 使用되었다.

이와 같은 「PERT」나 「CPM」은 모두 그 根源을 O.R.「Operations Research」의 「Net Work Analysis」에 두고 있다. 「PERT」의 基本的 바탕은 바로 「Network Analysis」이며 이의 基本的 方法論을 그대로 받아 들이고 있다. 단지 「PERT」는 「Network Analysis」에 加味하여 計劃의 基本要素인 時間的 要素를 包含하고 있어 單純히 事業의 計劃뿐만 아니라 그 統制와 計劃의 보다 效率的인 遂行을 可能케 한다.

### 3. 「PERT Network」의 意味

먼저 「PERT」의 作成과 使用法을 論하기 전에 「PERT」란 무엇을 말하고 있는가를 알아야 할 것이며 이를 위해서 「PERT Network」부터 시작한다.

「Network Analysis」는 現代産業의 發展과 더불어 生産의 構造가 複雜性을 加重하여 감에 따라 生産管理部門에서 이러한 複雜性에 對處하여 生産過程의 圓滑한 統制와 最大의 效率를 얻기 위하여 發達되었다.

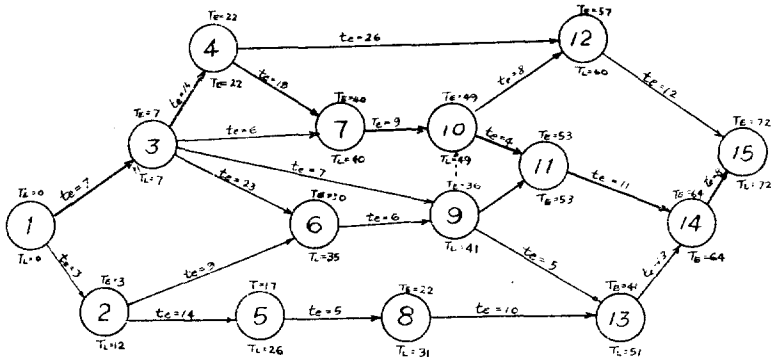


그림 1

[그림 1]이 하나의 假定된 生産過程을 「PERT Network」에 의하여 表示하고 있다. 이때 生産은 ①에서 시작하여 ②③.....⑭의 順으로 連結되어 最終段階인 ⑮에서 生産이 完了된다. [그림 1]은 이와 같이 生産過程全體를 明確히 理解할 수 있게 할 뿐만 아니라, 各作業段階 相互間的 關係도 一目瞭然 하게 파악시킨다. 따라서 「Network」를 作成할 때에 作成實務者는 可能的 범위 내에서 生産過程을 細密히 考察하여 具體的인 Network 圖를 作成하여야 한다. Network 圖가 具體的인 것이 아니고 抽象的인 것에 그치면 이는 Network 分析의 意義를 全然 喪失하게 되며 이 점은 특히 「PERT」를 實際에 使用할 때에 留意할 點이다.

一般的으로 「PERT」 또는 「PERT Network」이라 하면 이 「Network Analysis」에 時間的 要素를 附加한 것이다. 時間的 要素란 한 作業段階에서 시작해서 다른 作業段階까지 이르기 위해 所要되는 時間(時)을 말한다. 보통의 경우 「PERT」라 하면 時間的 要素만을 考慮한 것을 意味하나 近者에 와서 「PERT Network」의 有用性を 한층 높이기 위하여 時間的 要素와 結付시켜 原價的 要素를 同時에 考慮하고 있다. 따라서 兩者를 區別하여 前者를 「PERT/Time」, 後者를 「PERT/Cost」로 表示한다.

[그림 1]의 예는 어느 假定된 生産過程을 나타내고 있다. 그러나 이러한 「PERT Network」는 生産計劃 뿐만 아니라 어떠한 事業計劃에도 應用될 수 있다. 즉 새로운 商品을 製造하여 販賣하려는 마케팅計劃, 建築에 있어서 整地工事부터 竣工까지의 建築計劃, 造船事業에 있어서 船舶의 發註부터 시작하여 原資材確保, 工事進行 등 造船計劃 等に 有効하게 使用될 수 있다. 「PERT Network」의 使用이 이와 같이 多分野의이고 多目的의이 되므로 美國政府의 各기관에서 一般會社들과 契約을 締結할 때에는 「PERT Network」를 要求하는 일이 빈번하다.

#### 4. 「PERT」의 基本作成要領

「PERT」가 「Network Analysis」에 時間的 要素를 加味한 것이므로 「PERT」의 作成을 위하여는 먼저 事業計劃을 「Network」로 圖解한 후에 이에 所要作業時間을 測定하여 附加하면 된다. 基本的으로 아래에 說明하는 세가지 段階가 「PERT」作成에 중추가 된다.

(1) 어떠한 計劃을 위하여 「PERT」를 作成할 때 이 計劃에 포착되는 모든 活動要素, 作業, 作業進行段階 등이 具體적으로 判明되어야 한다.

(2) (1)에서 알려진 모든 資料는 計劃의 技術的 혹은 管理的인 面에서의 相互依存性を 考慮하여 順序적으로 羅列한다. 換言하면 모든 必要한 活動혹은 作業을 明確하게 順序적으로 羅列하여야 한다.

(3) 끝으로 各各의 作業 혹은 活動을 遂行하는데 所要되는 時間을 測定한다.

이와 같이 필요한 資料가 수집된 후에 이것을 「Network」로 作成하면 「PERT」가 된다. 그러나 「PERT」를 作成하는데 있어서 가장 重要한 것은 正確하고 細密한 資料의 수집이라. 아무리 些少한 作業이나 活動도 輕視되어서는 안된다. 各作業所要時間測定에 있어서도 여러가지 豫想值를 求하고 統計學的인 方法에 의하여 이를 整理하여야 한다. 따라서 조금 複雜한 計劃에 대해서도 「PERT」作成에 必要한 資料는 龍大하게 된다.

再言하지만 上記의 세가지 資料는 現場實務者의 協調로써 가장 具體적이고 細密한 것이어야 한다. 그렇지 않은 경우에는 후에 論하는 「PERT」의 活用に 있어서 그 利用이 無用하게 되거나 혹은 「PERT」의 有用性과는 反對로 計劃全體의 圓滑한 遂行을 방해하게 된다.

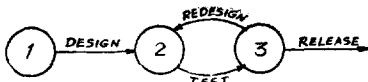
##### [가] 「Network」의 作成法

[그림 1]에서 볼 수 있는 것 같이 「PERT Network」는 원과 화살로써 그려져 있다. 各作業이나 活動은 화살표로써 表示되어 있으며 作業의 終了는 하나의 段階(Event)로써 원(圓)으로 表示되어 있다. 具體적으로 원과 화살을 가지고 주어진 資料에 의하여 「Network」를 그릴 때 다음의 몇가지 點들을 注意하여야 한다.

첫째로 어떤 作業이나 活動은 같은 作業段階를 數次 되풀이 한 후에 다음 作業段階로 進行하게 된다. 이러한 경우 되풀이 되는 作業을 「Network」상에 그냥 循環하는 화살표로 나타내어 화살표의 圓形을 만들어서 안된다. [그림 2]와 같이 循環되는 作業은 반드시 되풀이 되는 것만치 이를 展開하여 「Network」를 그려

야 한다.

[되풀이 되는 作業]



[PERT 作成을 위해 전개한 경우]

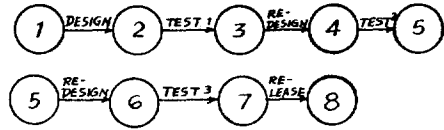


그림 2

두째로 作業의 順序가 시리즈(Series) 형식으로 羅列되어 있어서 作業의 한 시리즈(Series)가 完全히 끝나야 다음 作業으로 옮겨갈 수 있는 경우가 있다. [그림 3]에서와 같이 ⑤는 ②나 ④와 直接인 관계는 없지만 이들이 完全히 끝나야 ⑥으로 進行할 수 있다. 이와 같은 경우 ②와 ⑤, ④와 ⑤는 點線으로 標示되어 있고 ②→⑤, ④→⑤의 所要되는 作業時間( $t_e$ )=0로 보면 된다.

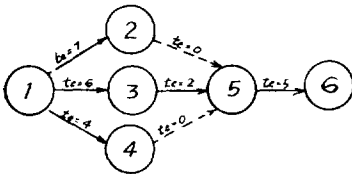


그림 3

[나] 所要時間의 測定

「Network」의 作成이 끝난 後에는 「PERT」로써 完成시키기 위하여 各作業을 遂行하는데 있어서 所要되는 時間을 測定하여 「Network」에 記入하여야 한다.

一般적으로 各作業에 대해서 세가지 所要時間을 測定하여 하나의 平均豫想所要時間을 算出하고 있다.

세가지 所要豫想時間值란

- ① 最短所要時間值(Optimistic estimate)——이것은 作業을 完遂하는데 所要되는 時間을 가장 樂觀인 立場에서 測定한 것으로, 豫想되는 所要時間中에서 가장 最短時間值를 말한다.
- ② 最長所要時間值(Pessimistic estimate)——이것은 最短時間值와는 反對로 豫想所要時間을 가장 悲觀인 立場에서 測定한 것으로 豫想所要時間中에서 最長時間值를 말한다.
- ③ 가장 豫想되는 所要時間值(Most likely estimate)——이것은 豫想所要時間中에서 가장 빈번히 發生할 確率에 있는 時間值를 말한다.

以上の 세가지 豫想所要時間值(expected elapsed time)를 가지고 實際로 「PERT Network」에서 使用하게 되는 平均所要時間值를 算定한다. 위의 最短所要時間值를  $a$ , 最長所要時間值를  $b$ , 가장 豫想되는 時間值를  $m$ 이라고 하면, 平均所要時間值  $t_e$ 를 求하는 公式는  $t_e = K_1(a+b) + K_2(m)$ 이다. 이때  $K_1, K_2$ 는 豫想時間值의 分布모양에서 派生하는 加重值(derived weight)이다. 흔히 이 加重值로써  $K_1 = \frac{1}{6}, K_2 = \frac{2}{3}$ 를 使用하고 있는데 이 數值들은 베에타分布圖(Beta Distribution)의 平均을 算定할 때 使用되는 것이다. 그러나 大部分의 경우 이 加重值  $K_1, K_2$ 는 그때 그때 豫想所要時間值의 分布形態를 보아서 決定되어야 한다. 그러므로 가장 重要한 것은 豫想所要時間의 分布가 어떤 分布圖를 취하고 있는가를 파악하는 것이다. 위의 것을 圖解하면 [그림 4]와 같다.

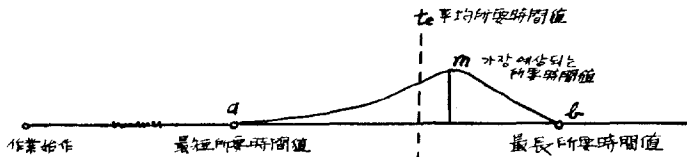


그림 4

實際에 있어서 豫想所要時間值를 算定하는 方法은 여러가지 있으며 어떤 測定方法이 가장 적합한 가는

PERT Network 가 作成되는 事業의 性質에 따라 決定된다.

平均所要時間值 以外에 「PERT Network」에는 分散(Variance)까지 資料로써 提供된다. 各 作業의 分散을 算定하기 위한 公式으로는  $\sigma^2 = [K_3(b-a)]^2$  이다.  $K_3$  역시 豫想所要時間值의 分布모양에서 派生되는 加重值로써 위의 例와 같이 그 分布圖가 베타分布圖이면  $K_3 = \frac{1}{6}$  이다. 計劃全體에 對한 分散을 求할려면 統計學의 法則에 따라 各各의 平均偏差를 全部 合친 것이다. 換言하면 ①  $\frac{t_{e1}}{\sigma_1^2} \rightarrow$  ②  $\frac{t_{e2}}{\sigma_2^2} \rightarrow$  ③의 形式으로 연속되어 있는 「Network」에서 各作業의 平均所要時間이  $t_{e1}, t_{e2}$  이고 分散(Variance)이  $\sigma_1^2, \sigma_2^2$  이라면 이 連續된 作業의 全體所要時間  $T_E = t_{e1} + t_{e2}$  이고 全體의 分散은  $\sigma_{1+2}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$  이다.

5. 「Critical Path」의 發見

그러면 이제까지의 說明으로 만들어진 「PERT Network」를 가지고 實際로 이를 使用하는 方法은 바로 「PERT Network」에서 「Critical Path」를 發見하는 것이다. 이를 위하여 [그림 5]와 같이 간단한 「PERT」로써 「Critical Path」를 說明한다.

[그림 5]의 「PERT Network」에서 이 計劃은 ①에서 시작되어 ⑦에서 끝이 난다. ①에서 ⑦까지 이르기 위해서는,

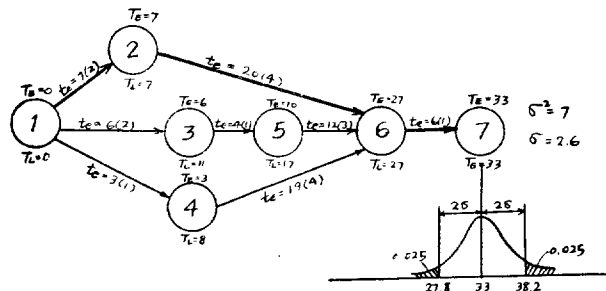


그림 5

- A) ①  $\xrightarrow{t_e=7}$  ②  $\xrightarrow{t_e=20}$  ⑥  $\xrightarrow{t_e=6}$  ⑦  $T_E=33$
- B) ①  $\xrightarrow{t_e=6}$  ③  $\xrightarrow{t_e=4}$  ⑤  $\xrightarrow{t_e=12}$  ⑥  $\xrightarrow{t_e=6}$  ⑦  $T_E=28$
- C) ①  $\xrightarrow{t_e=3}$  ④  $\xrightarrow{t_e=19}$  ⑥  $\xrightarrow{t_e=5}$  ⑦  $T_E=27$

의 세가지 作業線(Path)를 다 完遂하여야 한다. 이때 作業이 始作되어서 어느 段階에 이르기까지 全體所要時間을  $T_E$ 라고 하면 위의 例에 表示된 것과 같다. 이때 ⑥의 경우와 같이 화살표가 集中되어 있거나 作業이 複合되어 있는 段階에서는  $T_E$ 는 ⑥까지 이르기 위해서 所要되는 時間들 중에 가장 數值가 큰 것이 ⑥의  $T_E$ 가 된다. 이 例에서 ⑥의  $T_E$ 는 27이다.

[그림 5]의 「PERT Network」는 ⑦에서 그 計劃이 完成되고 이 ⑦의  $T_E$ 는 바로 本計劃을 完成하는데 最大限으로 必要한 時間을 나타낸다. 따라서 最終完成段階인 ⑦의  $T_E$ 는 이 「Network」를 첫 作業段階부터 最終段階까지 完成하는데 있어서 「가장 빠른 作業完了時間」이다. 이와 같이 最長의 所要時間을 가지는 活動線을 「Critical Path」(決定的 活動線)이라 하고 이것이 「가장 빠른 作業完了時間」을 나타낸다. [그림 5]의 例에서는 A 作業線의  $T_E$ 가 他作業線의 作業時間보다 길므로 ①→②→⑥→⑦이 「Critical Path」이다. 「PERT Network」의 有用성은 이 「Critical Path」를 發見하여 이보다 짧은 所要時間을 가진 作業線들의 弛緩度(slack)를 算出하여 弛緩도가 큰 作業線의 遊休資源을 活用하여 本計劃全體를 再調整하거나 圓滑한 計劃의 進行을 促進하게 할 수 있다.

弛緩度の 算出方法은 最終段階의  $T_E$ 를 最終段階의  $T_L$ 로 하여 여기에서 부터 거꾸로 各作業의 平均所要時間  $t_e$ 를 減하여 나가면 各 作業段階의  $T_L$ 이 된다. 이  $T_L$ 은  $T_E$ 의 計算과는 反對로 數個의 作業이 複合

하여出發되는 段階에서는 여러 個의 數値中에서 最少의 數値를 그 段階의  $T_L$ 로 한다. 이때 弛緩度를 算出하는 式은 弛緩度(slack) =  $T_L - T_E$ 이다.  $T_L$ 이란 最終段階의 累計豫想時間으로 부터 꺼꾸로 平均所要時間( $t_e$ )을 減하여 나간 것이므로 「가장 늦은 作業完了時間」을 나타낸다.

이와 같이 各段階의  $T_E$ 와  $T_L$ 이 求하여졌고 이에 따른 各段階의 弛緩度를 算出하면, 各段階에서 이 弛緩度만큼 作業에 餘有가 있으며 弛緩度の 限界內에서 作業을 지연시켜도 全體計劃은 「Critical Path」의 全所要時間內에 完成시킬 수 있다는 것을 意味한다. 따라서 「Critical Path」에서는 弛緩도가 있을 수 없고  $T_L - T_E = 0$ 이다. 要約하면 弛緩度란 決定的 作業線과 他作業線과의 豫想累計時間의 差異이다.

「PERT Network」에서 가장 重要的한 것은 「Critical Path」와 이에 따른 他作業線(PATH)의 弛緩度를 算出하여 計劃全體를 遂行하는데 있어서 制限된 資源을 有效適切하게 使用할 수 있게 하는 것이다. 어떠한 種類의 計劃에서든지 「Critical Path」가 있을 때에는 計劃의 조속한 完成을 위하여는 「Critical Path」상의 諸作業을 促進시켜야 한다. 他 作業線의 作業을 아무리 促進시켜도 計劃全體를 完成한다는 意味에서는 아무 効果도 없는 無用의 努力이 된다. 따라서 計劃遂行에 있어서 모든 重點은 「Critical Path」에 두어야 하며 이것만이 全體計劃의 조속한 完成을 促進시킬 것이다.

[그림 5]의 「PERT Network」에서 「Critical Path」를 아래와 같은 表(表 1)에 의하여 쉽게 算出할 수 있다. 이 方法은 「PERT Network」自體가 簡單한 것이여서  $T_E$ 와  $T_L$ 을 「Network」上에서 쉽게 求하여 낼 수 있을 때만 有用하다.

表 1

作業段階	$T_E$	$T_L$	弛緩度( $T_L - T_E$ )	分散累計
7	33	33	0	7
6	27	27	0	6
5	10	17	7	3
4	3	8	5	1
3	6	11	5	2
2	7	7	0	2
1	0	0	0	0

[表 1]의 計算과 같이 弛緩도가 0인 것이 「Critical Path」를 形成하게 된다. 이때 分散(Variance)를 同時에 求하면 [그림 5]에 그려있는 것 같이 統計學의 一法則을 使用하여 計劃完了가 所定豫想時間內에 이루어질 수 있는 確率을 求할 수 있다. [그림 5]에서는  $T_E$ 의 分布가 正常分布를 이루고 있다고 假定하면  $T_E \pm 2\sigma$

의 범위內의 時間에서 計劃을 完成할 確率은 95%이다.

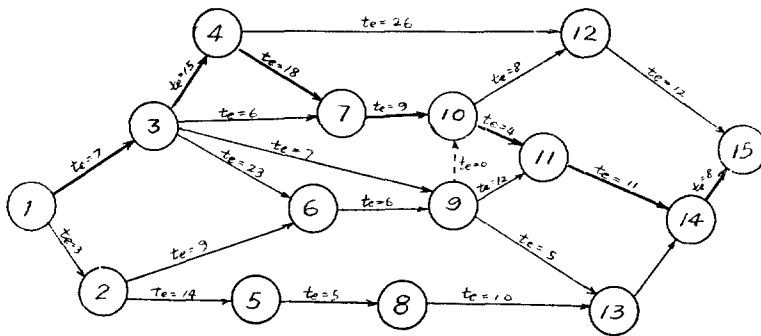


그림 6

[그림 5]와 같이 간단한 「PERT Network」가 아니고 [그림 6]과 같이 어느 정도 복잡하거나 혹은 더 복잡한 경우에는 위의 計算法을 가지고는 「Critical Path」를 求하기 지극히 어렵다. 이에 對備하여 [表 2]와

表 2

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$T_L$	
1	3	7													0	$T_{L1}$
2				14	9										12	$T_{L2}$
3			15		23	6		7							7	$T_{L3}$
4						18					26				22	$T_{L4}$
5							5								26	$T_{L5}$
6								6							35	$T_{L6}$
7									9						40	$T_{L7}$
8												10			31	$T_{L8}$
9										12		5			41	$T_{L9}$
10									4	8					49	$T_{L10}$
11													11		53	$T_{L11}$
12														12	60	$T_{L12}$
13													13		51	$T_{L13}$
14														8	64	$T_{L14}$
$T_E$	3	7	22	17	30	40	22	36	49	53	57	41	64	72	72	$T_{L15}$
	$T_{E2}$	$T_{E3}$	$T_{E4}$	$T_{E5}$	$T_{E6}$	$T_{E7}$	$T_{E8}$	$T_{E9}$	$T_{E10}$	$T_{E11}$	$T_{E12}$	$T_{E13}$	$T_{E14}$	$T_{E15}$		

「Critical Path」는  $T_{En}=T_{Ln}$  되는 作業段階.

따라서  $T_{E3}=T_{L3}$ ,  $T_{E4}=T_{L4}$ ,  $T_{E7}=T_{L7}$ ,  $T_{E10}=T_{L10}$ ,  $T_{E11}=T_{L11}$ ,  $T_{E14}=T_{L14}$ ,  $T_{E15}=T_{L15}$  이다.

즉 ①→③→④→⑦→⑩→⑪→⑭→⑮  $T_E=72$  이다.

여기서 平均所要時間의 單位는 日字이다.

같은 方法으로써 쉽게  $T_E$ ,  $T_L$  과 「Critical Path」를 同時에 求할 수 있다. [表 2]는 [그림 6]의 「Network」를 풀고 있다.

[가] [表 2]에 의한 計算方法

[表 1]에 左上의 화살표가 表示하고 있는 것 같이 縱列에 적혀있는 作業段階로 부터 橫列의 作業段階로 作業이 進行된다. 이 화살표의 意味에 따라 [그림 6]에 적혀 있는 各段階間의 所要時間( $t_e$ )을 表 2에 記入한다.

다음에  $T_E$ 의 計算方法을 몇개 例示하면 다음과 같다.

①  $T_{E1}=0$

②  $T_{E2}$ —①에서 ②에 이르기 위한 所要時間  $t_e=3$  이므로  $T_{E2}=T_{E1}+3=0+3=3$

③  $T_{E4}$ —③에서 ④에 이르는 所要時間  $t_e=15$  이므로  $T_{E4}=T_{E3}+15=7+15=22$

④  $T_{E6}$ —⑥까지 이르는 作業線은 둘이 있다.

a) ②→⑥의 作業線은

$$T_{E6}=T_{E2}+9=3+9=12$$

b) ③→⑥의 作業線은

$$T_{E6} = T_{E3} + 23 = 7 + 23 = 30$$

두 개의  $T_{E6}$  중에서 數值가 큰 것  $T_{E6} = 30$ 을 택한다. 이는 이미 說明한 것과 같이, [그림 6]의 段階 ⑥에서 여러 作業이 復合하여 集中되어 있으므로  $T_E$ 를 구할 때는 여러  $T_E$  중에서 가장 큰 數值를 택한다.

다음으로  $T_L$ 의 計算方法은 아래와 같다.  $T_L$ 은 計劃의 最終段階로 부터 꺼꾸로  $t_e$ 를 繼續하여 減하여 나가며, 作業이 復合되어 數個의  $T_L$ 이 한 段階에 생기는 경우에는 最少의 數值를 擇하면 된다.

$T_L$ 의 計算方法을 몇개 例示하면 다음과 같다.

①  $T_{L14} = T_{L15} - 8 = 72 - 8 = 64$

②  $T_{L12} = T_{L15} - 12 = 72 - 12 = 60$

③  $T_{L10}$ : a)  $T_{L10} = T_{L12} - 8 = 60 - 8 = 52$

b)  $T_{L10} = T_{L11} - 4 = 53 - 4 = 49$

兩者中 最少值를 택하면  $T_{L10} = 49$

④  $T_{L3}$ : a)  $T_{L3} = T_{L9} - 7 = 41 - 7 = 34$

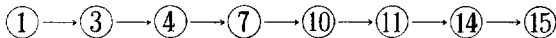
b)  $T_{L3} = T_{L7} - 6 = 40 - 6 = 34$

c)  $T_{L3} = T_{L6} - 23 = 35 - 23 = 12$

d)  $T_{L3} = T_{L4} - 15 = 22 - 15 = 7$

따라서  $T_{L3} = 7$

이와 같이 간단히  $t_e$ 들을 [表 2]에 삽입하여  $T_E$ 와  $T_L$ 을 求하면, 「Critical Path」는 定義에 따라  $T_E = T_L$ 이 되는 作業段階이다. [表 2]에서  $T_E = T_L$ 이 되는 段階는,



로써 이 作業線이 「Critical Path」이다. 또 弛緩度는 간단히  $T_L - T_E =$ 弛緩度가 된다.

[表 2]의 方法은 「PERT Network」에서  $T_E$ 와  $T_L$ 을 간단히 求하는 方法으로써 특히 電子計算機가 없는 경우에는 이 方法의 使用은 絕對的으로 必要하게 된다.

### 6. 「PERT Network」의 活用

「PERT Network」의 가장 重要한 活用은 「Critical Path」를 찾아냄으로써 制限된 資源을 適時適所에 配置할 수 있다는 것이다. 「Critical Path」에 重點을 두어 作業을 進行하면 他作業線의 弛緩度を 自動的으로 낮추고 짧은 時間內에 計劃의 完成을 볼 수 있게 된다. 단지 弛緩도가 높은 곳에서 「Critical Path」로 遊休資源을 移轉시킬 때 問題가 되는 것은 資源 혹은 作業의 特殊性으로 因해 資源의 移轉이 可能한 가이다. 資源의 移轉이 不可能할 때는 「Critical Path」의 促進을 위해 새로운 資源을 고용하여 全體完成期日을 단축시킬 수 있다. 「PERT Network」의 가장 큰 利點은 어느 作業을 重點的으로 促進시키고 어느 作業을 여유를 두고 進行할 수 있는 가이다.

### 7. PERT/COST

이제까지 說明한 「PERT Network」는 時間的 要素만을 考慮한 것으로 近者에 와서 「PERT」의 利用이 增大할



에 따라 여러가지 方面으로 發展을 보았다. 그 중에서도 時間的 要素와 原價의 要素를 同時에 考慮할 수 있는 PERT/COST 制度가 刮目할만한 進보를 하고 있으며 이에 대한 새로운 研究가 繼續 活潑히 進行되고 있다.

PERT/COST의 主要目的은 原價를 最低로 하는 同時에 最短時間內에 計劃의 完成을 하게 하는 것이다. 一般적으로 最短時間內에 最低原價란 相互相反되는 目標로써 企業內에서 흔히 直面할 수 있는 問題의 하나이다.

PERT/COST 制度는 PERT/TIME의 경우와 같이 먼저 「Network」를 作成하고 이 「Network」에 豫想時間 뿐만 아니라 豫想原價를 測定하면 된다. 이때 所要時間 및 原價에 對해서 두 가지 種類의 測定을 하게 되는데 첫째는 最短 豫想時間과 그 原價, 둘째는 最低豫想原價와 그 時間이다. 즉 a)  $T_{min}$  과  $C_{max}$ , b)  $T_{max}$  과  $C_{min}$  을 各作業에 對해서 求하여야 한다.

이와 같은 資料를 測定한 후에 먼저 最低豫想原價를 中心으로 「Critical Path」를 選定하고 이에 따르는 時間이 너무 長時間이며 豫想原價를 높이고 所要時間을 줄이는 方法으로 하여 이를 繼續하면 最終의 답이 나온다. 그러나 現今까지는 PERT/COST에 관한 具體的 解答方法이 없다.

끝으로 「PERT Network」에 관한 참고 道서를 여기에 紹介한다.

#### 參 考 文 獻

- [1] An Introduction to the PERT/COST System for Integrated Project Management. Special Projects Office, Navy Dep't., Oct. 15, 1961.
- [2] Kelly, J.E., "Critical Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis," Operations Research, IX, No.3 (May-June, 1961), 296—320.
- [3] Malcolm, D.G., and J.H. Roseboom, C. E. Clark, and W. Fazer, "Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation," Operations Research, VII, No.5 (Sept.—Oct., 1959), 646-669.
- [4] NASA-PERT and Companion Cost System Handbook. National Aeronautics and Space Administration, Oct. 30, 1962.
- [5] NASA-PERT B Computer Systems Manual (Catalog No. NAS 1.18: P 94/3). National Aeronautics and Space Administration, Director of Management Reports, Washington 25, D. C. , 1963.
- [6] Nieman, R.A., and R.N. Learn, Mechanization of the PERT System on NORC(No. K-19/59). Computation and Analysis Laboratory, U.S. Naval Weapons Laboratory, Dahlgren, Virginia. 1960.
- [7] July 1958 PERT—Program Evaluation Research Task—Phase 1. Special Projects Office—Bureau of Naval Weapons, Dep't of the Navy, Sup't of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington 25, D. C., Catalog No. D217.2 : P 94/958.
- [8] Sept. 1958 PERT—Program Evaluation Research Task—Phase 2. Special Projects Office—Bureau of Naval Weapons. Dep't of the Navy, Sup't of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington 25, D.C., Catalog No. D217. 2 : P94/958-2.
- [9] Stockton, R. Stansbury, Introduction to Pert. Boston: Allyn and Bacon, Inc., 1964.