

프로젝트의 最小費用의 스케줄

(PERT·CPM 技法을 利用 한)

辛 鉉 植

(中央大学校 工科大学教授)

1. 緒 言

入智가 開發되고 社會가 發達됨에 따라 모든 프로젝트 (Project)는 經濟性을 더 따지게 되었고 프로젝트는 規模가 增大되면서 複雜하게 되어가고 있다. 이로 因해 時間은 漸漸 制限되고 利益도 制限되어가고 있다. 發

오랫동안 使用되어오던 프래닝 (planning) 方式은 바차트 (bar chart) 또는 간트차트 (gantt chart)이다. 이것은 曆日로서 프로젝트의 各作業에 所要되는 計劃期間을 表示하여 그 作業의 開始時期와 몇개의 큰 相互關係만을 나타내는데 使用되어 왔다.

바차트 (橫線式工程表)는 橫線의 長이가 大體的인 時間을 表示하고 一般的으로 線括的인 作業을 表示하고 있다. 이 方式의 欠點의 하나는 特殊한 作業이 變化가 생길것으로 因하여 그 프로젝트全體의 工事期間에 어떠한 影響을 미치게 될것인지를 速히 理解하기 어려운 點이다. 作業의 遲延이나 不時的 工事變更이 생겼을 때 橫線式 工程表에서는 橫線의 長이가 달라질 뿐이고 이것이 全體 工期나 其他作業에 미치는 影響을 管理者에게 明確히 알릴 수 없다. 또 勞務者나 機械의 配置를 定하는데 必要한 基準이 없다. 따라서 時間外作業이 必要하게 되어도 어떤 作業을 督促해야 할 것인지를 精確하게 判斷할 수 없다. 이 橫線式 工程表는 個個의 作業을 詳納하게 表示할 수 없으므로 큰 基本計劃에 使用되는 程度의 것이다.

予定外의 追加工事に 對한 支拂要請交涉을 할 때 在來의 方法은 管理者의 直感的인 判斷에 따라 決定되는 것이 通例였다. 이런때 實情에 맞도록 開發된 것이 原因과 結果를 圖解로 또 明確하게 解釋할 수 있는 技法으로 네트웍 프래닝 (Net work planning) 技法이 開發되었다. 또 이 네트웍 프래닝 (PERT·CPM) 技法은 經營管理上의 諸 河題를 解決해 주는 方法이기도 하다.

이 技法은 全世界에 普及되어 많이 利用되고 있고 우

리나라에도 導入되어 많이 利用되고 있으나 Breaking 程度이고 이에 對한 實効를 거두지 못하고 있는 實情이다.

2. PERT · CPM

PERT·CPM은 1958년에 美國에서 開發하여 利用하기 시작한 管理技法이다.

PERT (Program Evaluation and Review Technique)는 美國海軍軍需局에서 포라리스 미사일 開發計劃의 工程計劃에 爲해 適用한 技法이다. 이 計劃에는 約3800의 會社가 動員되고 約6萬種의 作業이 이루어졌으나 이 作業에 從事하는 者들끼리 서로모르는 가운데 作業이 進行되었다고 한다. 한 會社의 1日의 工程遲延은 미사일 完成에 1日이 遲延될 수도 있었을 것이다. 參與한 모든 會社의 工程은 特別計劃局에 報告되고 이것을 分析하여 相互調整하여 새로운 計劃이 各會社에 指示되었다. 그리고 이것이 實施로 옮겨진후 再檢計段階에서 再次 特別計劃局에 報告되는 사이클로 이루어졌다고 한다.

이 技法에 依해 當初25個月로 計劃되었던 所要期間이 開發途中에 重點管理를 할 수 있었으므로 約6個月程度가 短縮되었다고 한다.

PERT는 軍의 要求에 依해 開發되므로서 원래는 經費의 要素를 包含하지 않았었다.

이에 對해 經費의 要素를 時間的인 關係와 함께 把握하여 이것을 PERT와 같은 適用法으로서 工程管理技法으로 만드 것이 CPM이다.

CPM (Critical Path Method)은 Dupont社에서 開發適用하므로서 莫大한 利益을 取했다고 한다.

PERT와 CPM은 거의 同時에 開發되었다고 한다. 그런데도 理論的인 Net work의 原理나 몇가지 基礎的인

計算方法은 共通點이 많다. 當初의 使用目的은 各各 달랐다. PERT는 이벤트(Event: 結合點) 中心의 確率의 시스템으로서 使用되기 시작하여 한 目標日期에 完成하는 確率을 予測하는 것이 그 核心이었다. 그리고 CPM은 作業中心의 非確率의 시스템으로서 시작되어 充分한 歷史的 또는 經驗的인 情報을 기초로한 프로젝트의 스케줄을 作成하는 것이 目的이었다.

最近에 와서는 이들 두技法의 適用範圍가 增大하여 거의 한개의 一般의인 시스템으로 發展되고 있다. PERT가 當初의 CPM과 같은 作業中心의 方式으로 되어 가는 傾向이다. 그 뒤 두技法은 거의 같은 內容으로 發展되어 가면서 PERT·Time, PERT·Manpower, PERT·Cost로 또 CPM은 CPM·Time, CPM·Manpower, CPM·Cost 등이 研究開發되어 利用되고 있다. 이 技法은 建設工事의 工程管理뿐이 아니고 經營部門에 까지 利用되고 있다. 이들의 計算은 關聯要素가 많아 複雜해지므로 Event의 數가 200個以內程度의 것은 手計算으로 할수 있지만 그 以上이고 여러種類의 Manpower나 cost를 算出할 때는 電算化하고 있다.

電算化用으로도 여러種類의 Program을 使用하고 있으나 그中 PCS(Project Control System), PROJACS(Project Analysis of Control System) 및 TRACE(Time Resource and Cost Evaluation System) 등이 많이 利用되고 있다.

3. 最小費用의 스케줄(schedule)

建築프로젝트를 經營的인 側面에서 살펴볼 때 프로젝트의 直接費用, 間接費用, 유틸리티(Utility) 費用, 利益 등으로 나누어 생각하게 된다.

3·1 直接費用曲線

프로젝트의 工事期間內에서 各액티비티(activity)를 漸次 短縮해가는 사이에 액티비티의 時間과 費用(cost)과의 가장 合理的인 組合을 發見할 수 있다. 이것은 正常時(normal)인 期間內에서 프로젝트의 期間을 漸次 短縮해 가면 費用이 增大될 것이므로 이中에 最小의 増大量인 것을 發見하므로써 最小直接費用曲線을 發見할 수 있다.

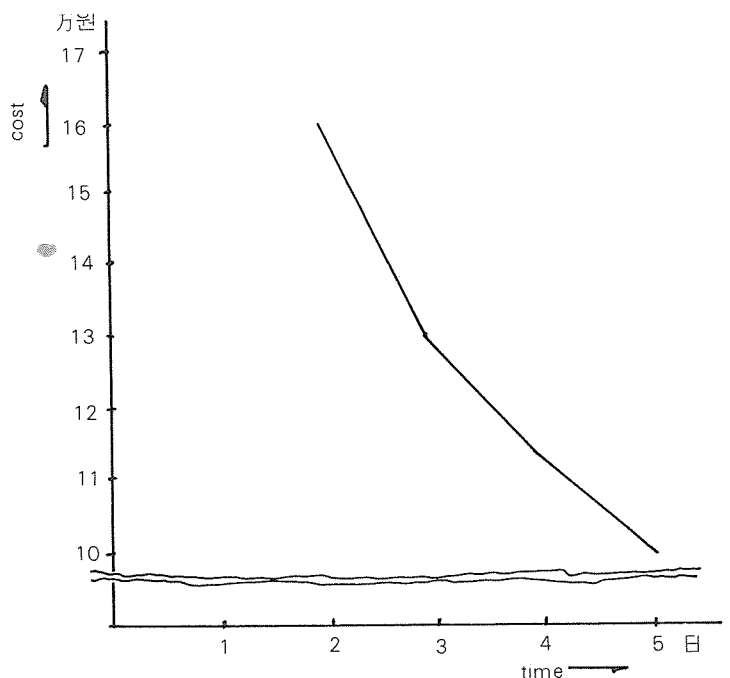
各액티비티의 크래쉬 타임(crash time)과 노말 타임(normal time)의 範圍內에서 各액티비티에 所要되는 時間을 選定해야한다. 各作業의 所要時間을 選定하는 方法에 따라 스케줄이 여러가지로 달라진다. 이 結果로 프로

젝트의 期間도 달라질 수도 있을 것이다. 逆으로 一般의으로 最終스케줄이, 같은 期間이 되도록 作業時間을 定하는 몇가지 方法이 있다. 作業時間을 決定할 때 經營者側은 發生할 수 있는 모든 効果에 對하여 價值判斷을 할 수 있어야 한다. 이것은 한가지의 選定基準이지만 cost에 基礎를 두어야 한다. 日程短縮을 할때는 費用曲線은 勾配가 작은 액티비티에서 短縮해야할 것이다.

費用勾配가 큰(急한)作業에서 短縮하므로써 더 큰 費用의 支出이 要求될 것이므로 費用勾配가 작은(완만한) 工事에서 日程을 短縮해야 한다. (註, 費用曲線의 勾配는 한工事에서 總費用을 工事期間을 나눈 값, 即 單位期間(例 1日)에 所要되는 費用을 그래프로 表示한 것임)

實例를 들어본다. 作業의 數가 많고 資源의 種類도 많은 것을 例로 들면 複雜할 것이므로 單一作業에 單一種類의 資源만을 要하는 例를 들기로 한다.

例: 掘削機로 一定한 巾으로 흙파기를 하되 1日 8時間 作業으로 5日間所要되는 工事를 4日, 3日, 2日로 短縮할 때의 直接費用曲線을 만들기로 한다. 但 機械는 1台만이고 더 以上의 機械를 支援할 수 없는 것으로 한다. 이에 所要되는 運轉工의 人力만을 생각할 때 다음 表와 같이 된다. 1人, 1日의 人件費를 2萬원으로 하고 초저녁의 夜間作業單優를 3萬5千원, 새벽녘의 夜間作業일 때는 5萬원으로 볼때 다음과, 같이 된다.



(그림 1) 直接費用曲線

正常作業	5日×2萬원=10萬원
1日短縮	4日×2=8
초저녁夜間작업 1面	×3.5=3.5
	11.5萬원

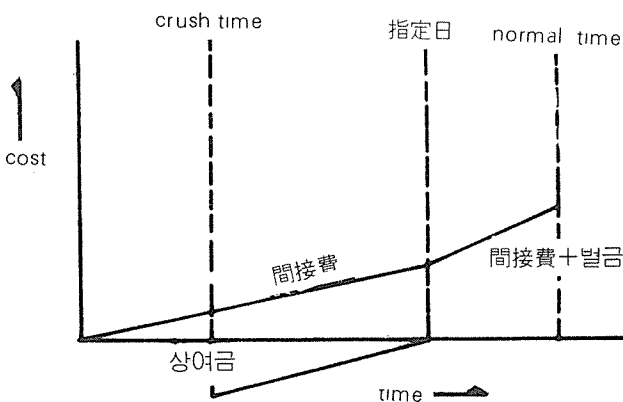
2日短縮 $3 \times 2 = 6$
 $2面 \times 3.5 = 7$ 13萬원

3日短縮 $2 \times 2 = 4$
 초저녁 $2面 \times 3.5 = 7$ 16萬원
 새벽 $1面 \times 5 = 5$

그림 1에서 볼때 正常的인 作業일 때는 5일이 所要되는 것을 normal time이라한다. 또 2日間까지는 短縮할 수 있지만 그以上은 短縮할 수 없다. 그림 1에서의 費用曲線에서 工事費와 時間의 關係를 分析해 보면 normal time일 때의 工事費가 가장 작고 crush time으로 가까워질수록 工事費가 增大된다. 여러種類의 作業들이 連續될 때에 이 曲線(cost curve)가 가장 完滿한 作業의 日程을 短縮시킴으로서 過多한 工事費의 增大를 防止하면서 日程의 短縮을 할 수 있다.

3.2 間接費曲線

間接費는 프로젝트全體에 對해서 關係되는 費用이지 그中 特定한 액티비티 또는 一連의 액티비티에만 割當될 수 있는 費用이 아니다. 이것은 假設備(熔接機, 電話, 交通設備, 事務用器具等) 및 이 프로젝트에 필요한 一般의 業務(事務, 書記, 製圖等), 内部工事を 하기위한 一時的인 暖房設備, 運搬用(트럭 및 自家用)車輛의 燃料 및 프로젝트를 完成하는데 必要한 其他 諸設備 등이 包含된다. 그리고 이費用을 各액티비티에 割當하고자 할지라도 거의 施工主의 생각으로 左右되기 마련이다. 또 間接費와 經常費 및 負擔金은 區別計上해야 할 것이다. 間接費는 프로젝트가 完成됨과 同時에 必要하지 않게 되므로 經常費, 負擔金, 管理費 등은 別途의 項目으로 計上되어야 할 것이다.



(그림 2) 間接費曲線

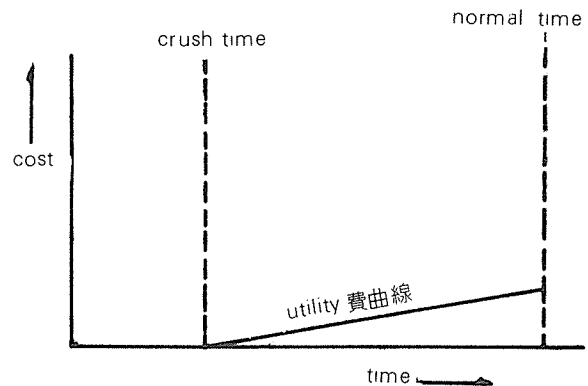
上述한 間接費에 包含되어야 할 것은 프로젝트가 指定日(Ts) 까지 完成되지 않았을 때의 弁償金이다. 萬一 契約事項中에 罰金과 賞與金의 條項이 있을 때는 指定된

完成日로부터 normal time으로 完成되는 날까지의 延帶料는 間接費에 加算되고 賞與金(利益)은 負의 cost로 생각하면 된다. (그림 2)에서 보면 X軸의 指定日(Ts)로부터 crush time으로 向해 直線的으로 減少되고 있다.

間接費曲線은 時間이 零일때 0부터 프로젝트의 normal time으로 向해 增加되고 있다.

3.3 유틸리티費曲線(utility cost curve)

프로젝트의 完成으로 發生하는 利益 또는 收入을 享有하는 企業체에 있어서 crush time에서 normal time으로 늦어짐에 따라 얻을 수 없게되는 收入 即 損失을 計上해야 한다. 유틸리티曲線은 crush time부터 normal time까지의 사이에 企業체가 얻을 수 있는 收益을 表示하는 것이다



(그림 3) utility 費曲線

都給業者는 프로젝트의 完成을 서둘렀을 때(最終支拂時에 얻을 수 있는 收益을 予想하는 用途로서) 유틸리티 費曲線을 使用할 수 있고 또 그 프로젝트에 必要한 借入金을 表示할 수도 있다. 그러나 유틸리티 費曲線은 一般的으로 發注者側이 使用하기 便利하다. 이 曲線은 crush time에서 시작되어 normal time을 向해 直線的으로 增加한다.

3.4 總費用曲線

直接費曲線에 間接費曲線 때로는 유틸리티 費曲線을 加算하므로써 그림 4와 같은 總費用曲線을 얻을 수 있다. 이 總費用曲線에서 그 프로젝트를 最小의 費用으로 完成할 수 있는 最適스케들을 發見할 수 있다. 即 經營者는 이 情報를 基礎로 하여 여러가지 決定을 할 수 있고 또 스케들을 잘수 있을 것이다.

프로젝트의 間接費曲線 또는 유틸리티 費曲線을 使用하므로써 現金計上方法을 通用할 수 있다. 이와같이 하면 프로젝트에 必要한 資金의 投資도 앞날의 成果를 予想하고

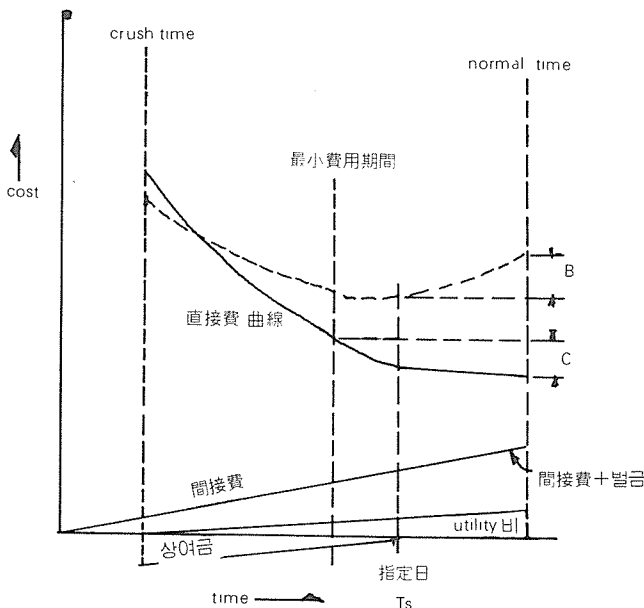
安全別에 서서 投資할 수 있을 것이다.

또한가치의 利點은 直接費와 間接費를 比較할 수 있다.

어떤 프로젝트에서는 間接費가 아주 높고 最適 스케줄은 거의 費用(cost) 低減의 余地가 있어 非現業者의 適切한 人員配置를 새로이할 수 있었다.

3.5 利益-費用(cost) 率

資金計劃의 다음 段階로는 프로젝트에 對한 資本의 投入追加支出이 投資者의 利益이 되는것을 立証하기 爲해 利益에 對한 費用(cost)의 比率 即 利益-費用率의 算出에 關한 研究가 必要해 진다. 이것의 基本概念은 얼만한 支出이 依해 얼마의 利益을 볼수 있는가에 있다. 官 또는 民에서도 이와 같은 予想值를 要求하고 있으나 그 正確度를 높이기 爲해 더욱 研究할 必要가 있다.



(그림 4) 總費用 曲線

(그림 4)에서보면 直接費 曲線과 總費用 曲線에서 求 한 利益費用率을 表示하고 있다. normal time에 있어서 總費用과 總費用 曲線의 最小點과의 差B를 總費用 曲線의 最小點에 있어서의 直接費用과 normal time에서의 直接費用과의 差C로 나눈다.

이와 같은 情報를 얻기위해서는 充分히 正確하고 實際的인 data가 必要하다.

이와같은 情報를 利用하므로서 프로젝트完成時의 利益을 더욱 크게 期待할 수 있을 것이다.

4. 展 望

새로운 planning技法으로 PERT·CPM이 開發되어 利用되고 있으나 이技法의 効率的인 利用을 爲해 끊임없는 研究가 계속되고있다.

前述한 바와같이 PERT·CPM은 Time, Manpower, Cost 등으로 分割하여 利用할 수 있게 되었고 電算化가 一般化되면서 予算管理, 人力管理까지도 担出하게 되었다.

美國에서 開發되어 利用하기 시작한후 지금은 先進國은 勿論 大型Project를 取扱고 있는 國家에서는 모두 利用하고 있으며 한個의 Project뿐이 아니고 國家發展計劃에 까지도 利用되고 있다.

우리나라에서도 1970年代初반부터 官工事は Net work 技法에 依한 工程表를 使用하고 있으나 아직도 極히 初步的인 것에 지나지 않는다. 그러나 우리나라에서 海外에 進出하고 있는 建設業체에서는 比較的 效果있게 利用되는 實情이다.

앞으로는 企業經營의 合理化를 爲해 建設工事뿐이 아니고 建築設計事務所運營에도 積極導入될 것으로 본다. 또 이에 關한 教育도 활발하게 進行하고 있어 이의 適用度가 커지고 있어 더욱 많이 利用될 것으로 展望된다.

5. 結 言

Net work planning管理技法을 利用하여 直接費 曲線, 間接費 曲線, utility費 曲線 등을 作成하여 投資에 對한 利益을 予想할 수 있어 모든 事業의 앞날을 展望할 수 있다. 또 이技法을 利用하므로서 事業中에 야기될 問題點도 미리 解決할 수 있으므로 모든 事業에 이를 適用하므로서 先進國의 企業들과 競争할 수 있는 能力을 培養하여 國家發展에 이바지할것을 期待한다. ■