

建築工事 作業計劃 工程分析法

國立建設研究所 建築部 提供

建築工事의 作業計劃, 日程計劃 및 統制의 手法으로 使用되고 있는, 퍼-트(PERT) 또는 主工程經路技法(CPM) 等等으로 알려진 事業 計劃工程 分析法(PNA)은 最近 複雜한 大規模工事に 있어서 뿐만 아니라 一般工事に 있어서도 그 適用價值가 잘 알려져 있다.

이 技術情報는 事業 計劃工程 分析法의 基礎理論을 說明하며, 이 技法의 長點이 간단한 論理에 立脚하여 計劃工程作成이 簡單明瞭하고 組織的이라는 것을 보여준다. 또한 電子計算處理를 要하지 않는 小規模 事業의 適用에도 適合하다는 것을 보여준다.

이 技術情報는 英國建築研究所에서 發行하는 Building Research Station Digest 53의 翻譯紹介이다.

事業 計劃工程 分析法(PNA)은 圖表形式으로 各各의 作業을 分析하여, 事業의 作業計劃 및 日程計劃을 作成하고 統制하는 技法으로, 各作業의 基本問題點을 個別的으로 解決해 나가는 手法이다.

이 技法은 遂行될 作業과 作業相互間의 關係를 나타내는 方法으로서 計劃工程 表示圖(Network Diagram)와 플로우 차트(Flow Chart)를 使用한다.

이러한 圖表形式과 各作業에 所要된 時間의 算出에 依해서 全体事業期間(Project Duration)과 主工程(Critical Path, 事業期間을 定하는 作業經路) 그리고 主工程이 아닌 作業의 弛緩度(Float餘有時間)가 定하여지며, 이렇게 해서 全体事業의 日程(Schedule)과 計劃工程(Program)이 完成된다.

“이 技法의 長點”

1. 作業計劃과 日程計劃을 分離하여 作成한다. (作業計劃과 日程計劃을 同時에 作成함으로 非效率的인 現行 막대式 圖表와 比較된다.)

2. 各作業間의 相互關係를 나타내 주며(막대式 圖表에서는 可能하지 않은), 全体計劃을 一目瞭然하게 把握할 수 있다.

또 各作業間의 相互從屬 또는 影響關係를 알 수 있다.

3. 事業從事者가 全体計劃을 檢討할 때, 計劃工程이 合理的으로 作成되었는지를 評價하기가 容易하여, 計劃이 非現實的이며 皮相的으로 되는 것을 防止할 수 있다.

4. 다른 計劃工程의 選擇 또는 各作業時間의 調整이 全体事業에 미치는 影響을 初期에 檢査할 수 있다.

5. 人力 및 裝備의 總所要를 容易하게 算出할 수 있다. 또 主工程이 아닌 作業, 即 事業의 日程에 直接 影響을 주지 않는 作業을 遲延시킴에 依해서, 利用 可能한 資源의 制限을 緩和시키는 日程計劃을 作成할 수가 있다.

6. 主工程의 明確性은 다음과 같은 直接的인 利點이 있다

即, (1) 만일 作業期間을 短縮시켜야 할 境遇, 比較的 적은 數의 作業으로 構成된 主工程作業에 注意를 集中시켜 作業期間을 加速시킬 수 있다.

(2) 그에 따라 主工程이 아닌 作業의 期間을 加速시킨다 해도 工事費用은 增加되지 않는다.

7. 最少費用으로 주어진 期間內에 事業을 完遂할 수 있도록, 工事費用 觀念에 立脚해서 日程計劃이 作成된다.

“計劃工程 作成過程”

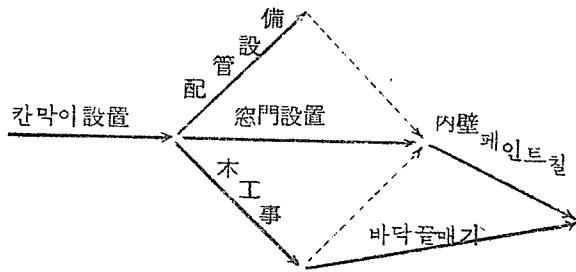
모든 事業은 分離된 作業 또는 課業(以下 活動이라 한다)으로 構成되며 相互關聯性을 가지고 있다. 이러한 關聯性은 技術的 또는 論理的인 考慮로서 調整된다.

*** 第1段階 活動의 關連性**

第1段階에서는 이 事業에 어떤 活動이 包含되어 있으며, 또 그 關連性은 어떤 것인가를 決定한다. 이 段階는 細心한 注意 및 思考와 事業에 對한 該博한 知識을 必要로 한다. 이 技法에서 活動의 關連性은 計劃工程(Network)으로 表示되며 그 가장 普遍的인 形式이 화살표圖表(Arrow Diagram)로서 各 活動이 화살표로 表示되는 것이다.

〈그림 1〉은 建築工事의 一部를 나타내는 一般的인 作業工程 關係圖이다.

이 段階에서는 活動時間을 고려치 않으며



〈그림 1〉

화살표圖表는 時間의 比例로 表示할 必要가 없다. 화살표圖表는 단지 工事의 흐름方向을 나타낸다. 두個의 活動名稱이 없는 點線(Dummy, 以下 名目上의 活動이라 부른다)은 實際 活動을 나타내지 않는다. 단지 表記에 依해 工程關係를 明白히 해준다.

예를 들면, '내벽페인트칠은 窓門의 設置 및 木工事가 끝난 後에야 始作될 수 있다'

화살표圖表의 分岐點을 段階(Event)라고 부른다.

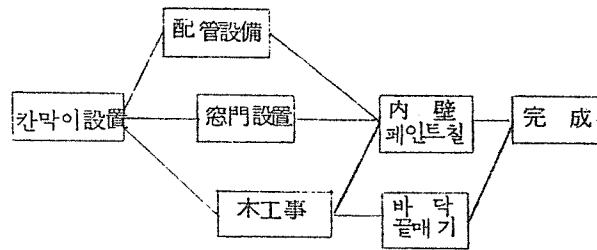
때때로 어떤 段階는 '基礎의 完成' 등과 같이 明白한 作業過程과 一致할 때도 있지만, 普通 先行 活動과 後續活動을 区分해주는 役割을 한다.

화살표圖表 表示方法의 制約要件은 모든 段階에 있어서 引入화살표로 表示되는 모든 活動은 반드시 流出화살표로 表示되는 活動이 始作되기 前에 完了되어야 한다는 것이다.

〈그림 1〉은 다음과 같은 記事를 簡便하게 圖表로 表現한 것이라고 할 수 있다.

'칸막이 工事가 끝난 後에 配管設備와 木工事 窓戶設置를 始作할 수 있다.

바닥깔매기 工事는 木工事가 끝나야 始作될 수 있고, 內벽페인트칠은 木工事, 配管設備와 窓戶設置가 끝나야 始作될 수 있다'



〈그림 2〉

〈그림 2〉의 플로우 차트는 名目上의 活動을 使用하지 않는 또 다른 表現方法이다. 必要한 作業 또는 活動이 列挙되어 있으나 各活動의 화살표圖表 또는 플로우 차트를 作成할 때 마다

'어떤 活動이 先行되어야 하는가?

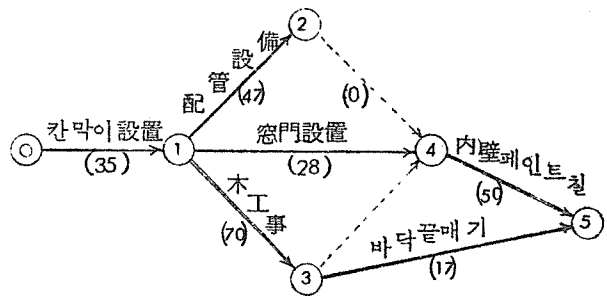
또 어떤 活動이 뒤따라야 하는가?

어떤 活動이 同時에 일어날 수 있는가?'

하는 疑問을 일으키게 한다.

*** 第2段階 活動時間**

活動의 工程關係를 定하고 난 後, 各 活動의 作業時間(任意的 便利한 單位로서)을 記入한다.



〈그림 3〉

〈그림 3〉은 〈그림 1〉과 같은 作業過程이며, 여기에 各活動時間을 記入한다.

段階에는 番號를 附与하고 作業時間과 區別하기 爲해서 円으로 表示한다.

*** 第3段階 分析**

한 段階의 進行은 그 段階에 到達하는 여러 工程路를 檢査한 後에야 完遂된다. 即 모든 先行 活動이 完了될 때까지는 어떠한 段階에도 進行시킬 수 없다(또는 새로운 活動은 始作될 수 없다)

着手時間을 0으로 할 때, 어떤 段階에 가장 빠른 工程路가 다른 工程路로 進行하면 가장 늦은 工程路로 나타날 수 있다. 〈表 1〉은 各 段階에 있어, 여러 工程路에 依한 作業時間을 나타낸다.

이 중에서 가장 긴 作業時間을 段階의 가장 빠른 期待時間이라고 부른다.

段階 5는 〈그림 1〉, 〈그림 3〉에 表示된 간단한 計劃工程의 完了狀態를 나타낸다.

〈表1〉

段階番号	工 程 路	段階의 가장 빠른 期待時間
0	—	0
1	35	35
2	35+47	82
3	35+70	105
4	82+0 or 35+28 or 105+0	105
5	105+17 or 105+50	155

이 段階에 到達하는 가장 긴 工程路(段階 0, 1, 3, 4, 5를 通한)를 主工程(Critical Path)이라고 부르며, 이 工事의 作業期間은 155 作業時間이다.

간단한 計劃工程에 있어서는 主工程을 쉽게 識別할 수 있지만, 複雜한 計劃工程에 있어서는 主工程을 찾아내기 위해서 各段階마다 가장 늦은 許容時間을 決定하여야 한다.

段階의 가장 늦은 許容時間이라는 것은 이미 주어진 工事日程內에서 各活動을 가장 늦은 限度로 끝내는 時間이다.

이 時間은 〈表1〉에서 計算한 것과 같은 方法으로 화살圖表의 逆方向으로 減해 나감으로써 구할 수 있다.

主工程은 가장 빠른 期待時間과 가장 늦은 許容時間이 꼭 같은 段階를 通하여 進行한다.

〈그림 4〉에 이러한 段階로 構成된 主工程活動을 진한 화살表로서 表示한다.

어떤 事業은 數千의 화살표를 가질 수 있으나 그 分析方法은 위에서 說明한 바와 같은 方法에 依한다.

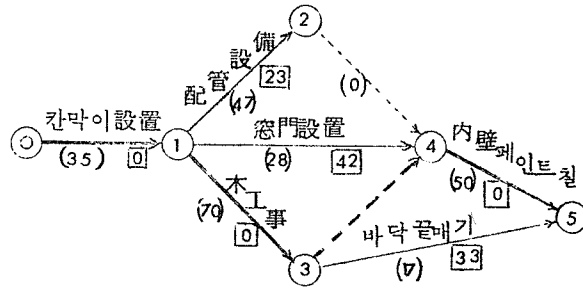
主工程活動은 複雜한 화살圖表의 全体活動에 比하여 적은 數의 活動으로 構成된다.

主工程이 아닌 活動이 全体工程에 影響을 주지 않고 遲延될 수 있는 範圍는 〈表2〉에서와 같이 各段階別로 가장 빠른 期待時間과 가장 늦은 許容時間을 比較함에 依하여 찾아낼 수 있다. 活動1, 2의 利用可能 最大遲延時間은 段階1의 가장 빠른 期待時間과 段階2의 가장 늦은 許容時間 과의 차이 即, 70時間이다.

〈表2〉

段階番号	가장 빠른 期待時間	가장 늦은 許容時間
1	35	35
2	82	105
3	105	105
4	105	105
5	155	155

그러나 活動1, 2의 活動時間은 47時間이고, 여기서 活動의 全体弛援度(Total Float)는 23時間이다. 各 活動의 全体弛援도를 〈그림 4〉의 네모꼴 안에 表示한다.



〈그림 4〉

※ 第4段階 日程計劃의 調整

만일 計劃工程 分析法에 依하여 算出된 日程이 豫定期間보다 超過될 때는 主工程活動中の 몇個의 活動時間을 短縮하고, 또 그에 따른 다른 工程의 影響關係를 調査한다. 修正된 計劃工程을 再分析하므로 內容의 變更을 發見할 수 있다.

作業日程을 適合하게 구했을 때는 所要資源을 檢討한다. 各活動時間은 各活動의 作業量 및 條件에 따른 人力과 裝備에 依하여 決定되며, 이렇게 해서 全体所要資源이 算出된다.

만일 計劃工程上的 다른 作業도 같은 種類의 資源을 所要로 한다면 全体動員資源은 利用可能한範圍를 超過하기 쉽다. 그러므로 主工程이 아닌 作業을 가장 늦은 許容時間까지 延期함에 依하여 超過資源에 對한 必要性을 最小로 統制할 수 있다. 어떤 境遇에 있어 이러한 方法으로 구한 日程計劃이 利用可能한 資源보다 더 많은 資源을 必要로 할 때는 工期의 增加가 不可避한 것이다.

上記와 같은 日程計劃의 結果로서, 各活動이 遂行할 活動時間이 明記된 計劃工程이 完成된다.

住宅

住宅의 構造體工事와 各段階를 나타내는 一般의 例로서, 〈그림 5〉 〈그림 6〉 〈그림 7〉에 各各 다른 表示方法으로 圖示한다.

動員人力에 對해서 가장 빠른 完成期間은 dpc기준으로 45日이며, 이期間은 主工程 活動에 依해서 定해진다.

動員人力配定 및 다른 工事過程에 依한 計劃으로 이 計劃工程圖表는 修正될 수도 있다. 〈그림5〉는 화살圖表形式을, 〈그림 6〉은 플로우 차트 形式을 보여준다.

〈그림 7〉은 막대圖表式에 依한 日程計劃이다.

이 圖表에 記載된 作業內容은 앞에서 記述한 計劃工程圖表를 使用치 않으면 얻을 수 없다. 사실이 연결된 막대圖表는 時間縮尺(Time Scale)으로 作成된 화살圖表이다. 이 作業內容은 作業施行者에게 조금씩 例를 들면 다음 4週日分의 作業中 最近 施行할 2週日分씩 주는 것이 作業上 效率의 일 것이다.

PNA 適用 例

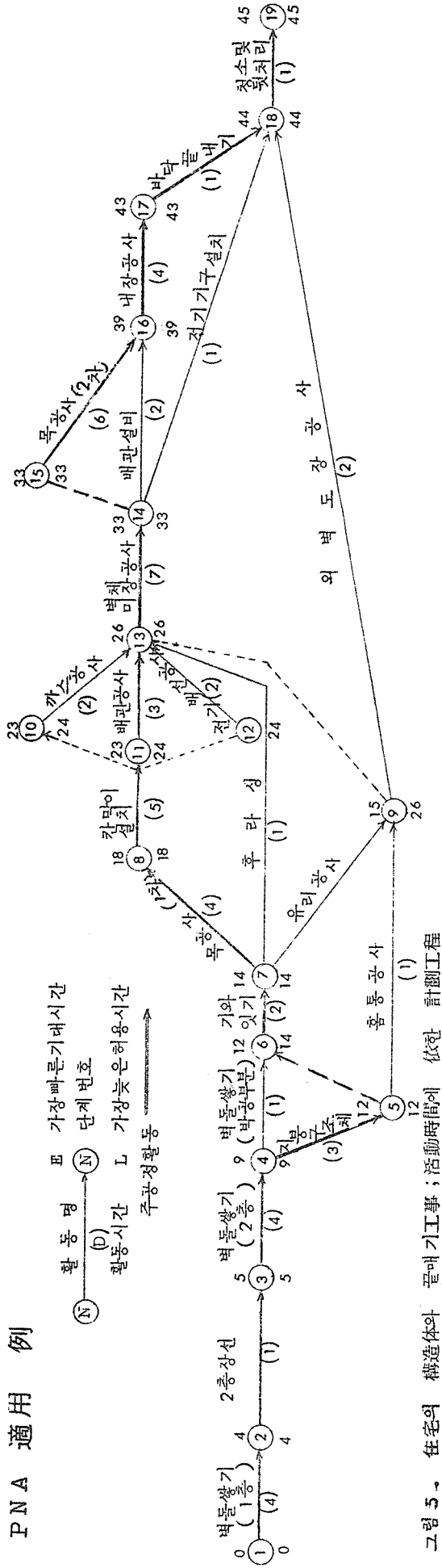


그림 5. 住宅의 構造體와 끝매 工事 ; 活動時間에 依한 計劃工程

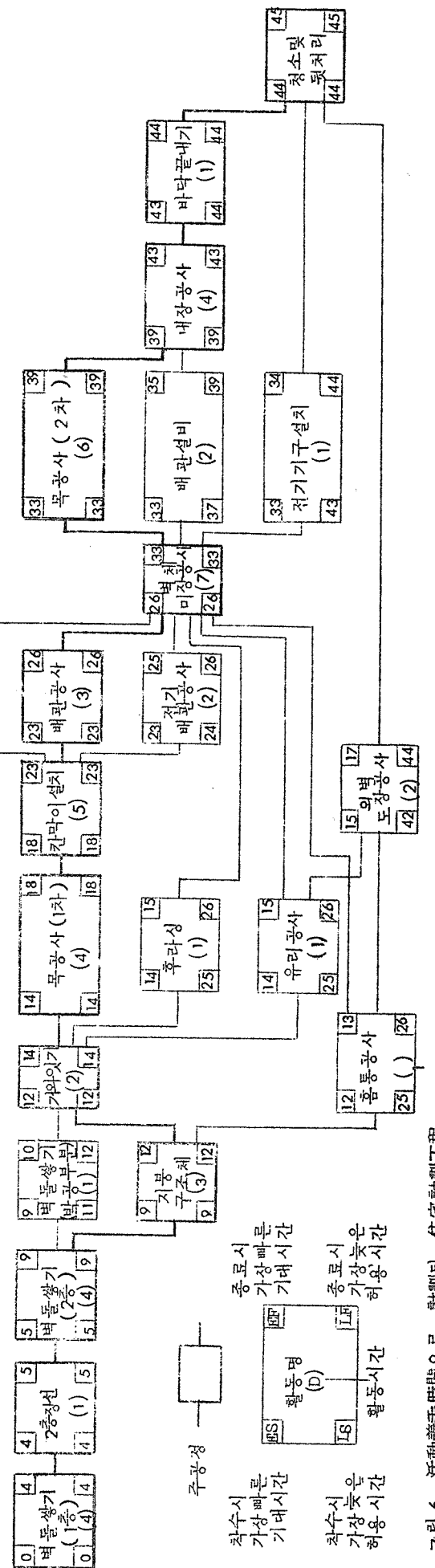


그림 6. 活動着手時間으로 計劃된 住宅計劃工程

5 일 기준 작업공정 일력

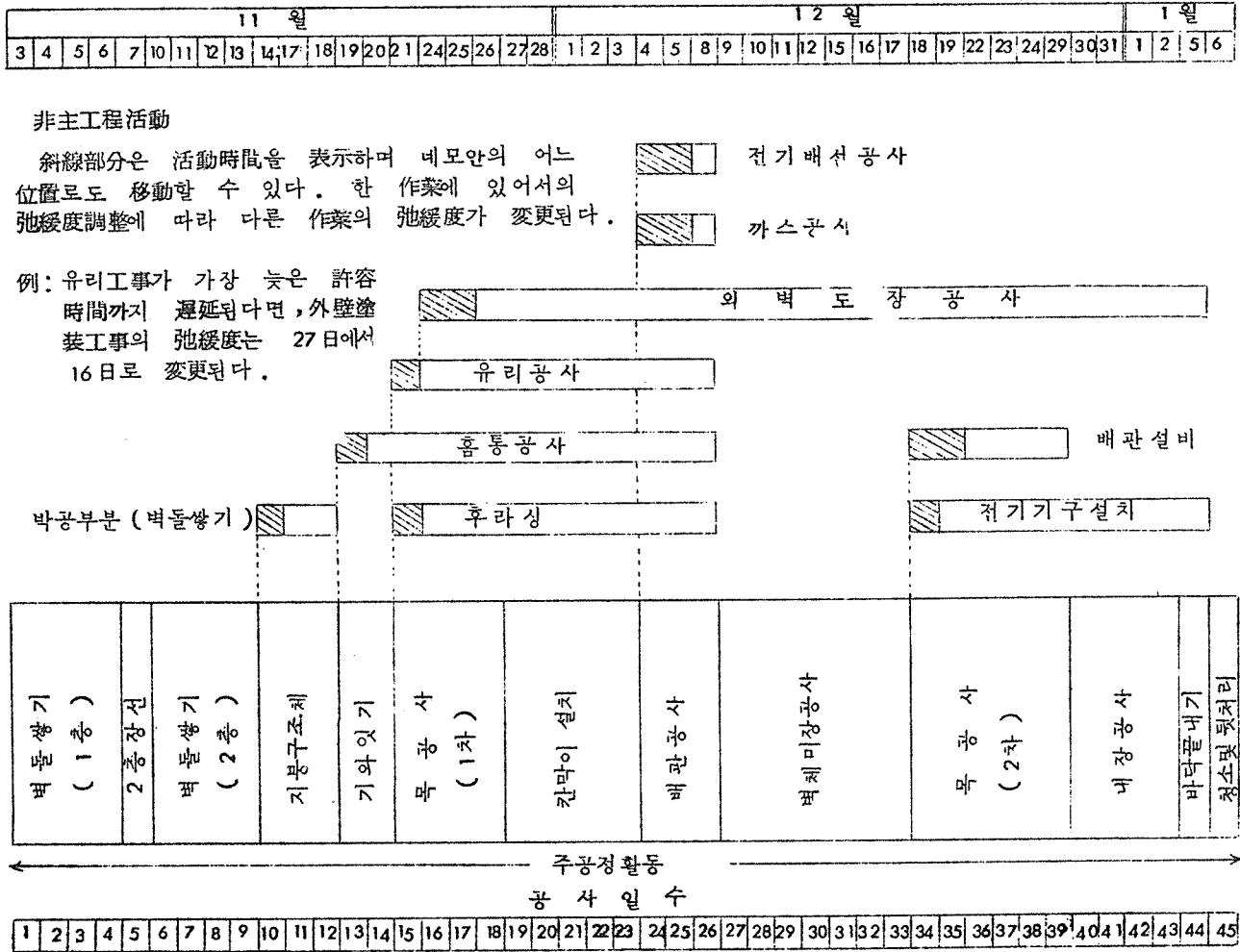


그림 7

* 第5段階 事業의 統制

作業을 遂行해가면서 다음과 같이 全体作業을 統制管理할 수 있다.

- (1) 集中的인 統制對象選擇—主工程活動
- (2) 計劃工程의 再分析으로 因한 日程變更의 決定
- (3) 그에 따라 나머지 活動을 再計劃함으로 일어나는 遲延影響의 最小化
- (4) 全事業期間中 週期的으로 (2), (3)項의 檢討

위에 든 예는 비록 간단한 것이지만 特別한 事業에 있어서도, 그 性質이나 規模에 適合한 內容의 變更, 修正 또는 計劃專門家없이도 基本計劃方法과 그 結果를 充分히 說明할 수 있다.

* 要約

1. 모든 活動은 計劃工程에 依해 明白히 把握될 수 있으며, 그 相互關係를 識別할 수 있다.

2. 모든 活動은 그 活動時間이 附與되며, 全体事業期間에 對한 그들의 影響은 主工程과 非主工程活動에 따라 다르다.

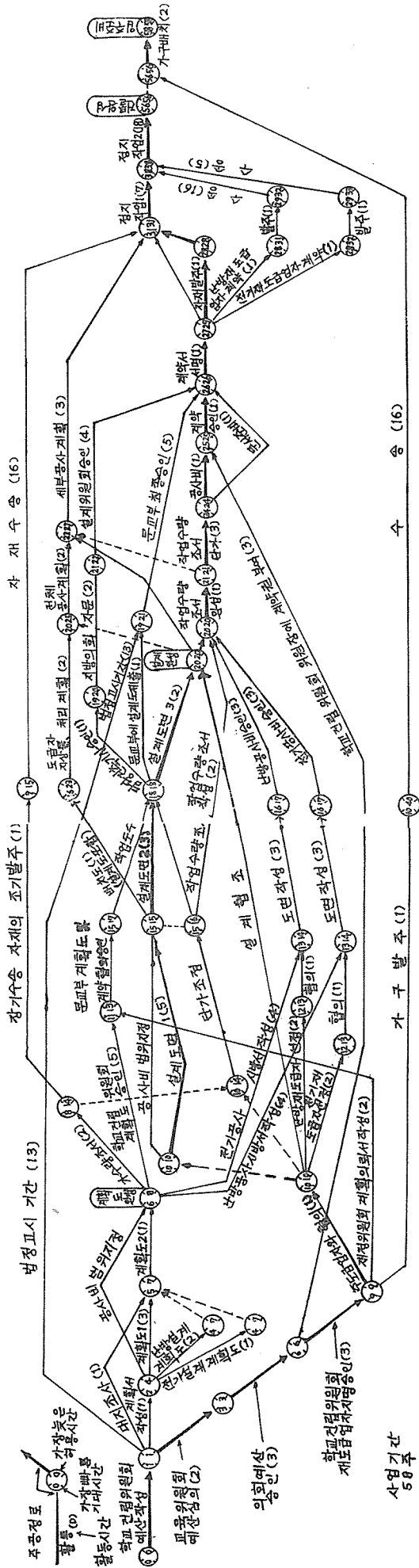
〈그림 7〉의 圖表는 〈그림 8〉과 같이 狀況板에 作成될 수 있으며, 作業을 表示하는 移動片子와 作業의 先後關係를 移動시킬 수 있는 水平줄로 構成된다.

이 方法에 依해 弛緩時間(Float Time)을 적당히 調整할 수 있는 資源負荷方法을 講究할 수 있다. 作業施行者와의 가장 간편한 의사소통方法은 가장 적합한 解決策의 相互調整에 있으며 〈그림 8〉은 이러한 解決方法을 보여준다.

“設計와 計劃에 있어서의 過程”

이 技法은 前例에서 든 것과 같은 現場作業에 만 局限된 것이 아니다.

그림 9. 행정처리 및 설계과정



事業을 構成하는 여러가지 活動의 相互關係를 明確히 나타낸다는 點에서 設計와 計劃段階에서도 매우 유용한 것이다.

<그림 9>는 英國 Barton Seagrave郡의 國民學校 校舍建設에 對한 行政處理와 設計過程의 概略圖表이다. 이 技法은 또한 都市計劃과 같은 大規模計劃에도 成功적으로 適用되고 있다.

最近 英國에 있어 契約書類에 作業明細書를 添附하는 可能性에 對한 研究로 보아 作業現場의 工程關係를 나타내는 圖表가 初期 計劃段階와 積算段階에서도 適用될 수 있다는 것을 보여준다.

또 자석을 使用한 폴로우 차트形式으로 使用하는 것이 便利하다는 것이 立証되었으며, 그렇게 함으로써 都給業者間의 作業能率差異, 設計와 材料의 變更에 따른 變化에 쉽게 對應할 수 있다.

“結論”

이 技法의 基礎理論은 簡單하여 理解가 容易할 뿐만 아니라, 小規模事業에 있어서는 종이와 鉛筆 정도 以外의 複雜하거나 費用이 드는 器具가 必要치 않다

作業의 全體的 聯關性이 設計段階에서부터 把握되므로 建築家에게 있어 이 技法은 매우 重要한 役割을 하며, 普通 製圖板上의 作業만으로도 全体事業의 計劃工程을 完成할 수 있다는 點에서 더욱 매력있는 것이다.

이 技法은 實際作業工程을 管理하는데도 쉽게 利用될 수 있으며, 그 管理段階는 십여개의 活動에서부터 數百數千의 活動으로 構成된 計劃工程의 細分된 作業時間과 資源管理에까지 이르고 있다.

管理統制의 成功与否는 現場情報의 正確 迅速性과 計劃工程을 最新狀態로 維持할 수 있는 容易性, 그리고 全体事業費에 比例하는 管理費에 依한다. 이 技法의 追加費用은 무시할 수 있는 程度지만 大多數의 小規模 住宅事業이 거의 事業管理 制度를 適用치 않고 있으며, 아주 簡單한 計劃工程조차도 使用치 않고 있는 實情이다.

그러나 恒常 監督이 必要한 大規模 事業에 있어서는 週期的으로 最新情報를 收集綜合하고 이러한 情報를 計劃工程上에 即刻的으로 適用하므로써 많은 利益을 얻을 수 있다. 끝