

實績資料分析에 의한 日程計劃

(A Work Scheduling Based on Analysis of Performance Data)

金 東 瓚*
金 雨 植**

Abstract

This paper is a work scheduling for design of piping Department of chemical plant using accumulated curve. Accumulated curve prepared by analysis of performance data, collected executed manhours for chemical plant of "D" Company during the past two years.

It compared scheduled manhours with actual used manhours up to six months, put into the form of figures and charts the results can be summarized as below;

- 1) It can be found an important factor of critical control thus piping department got 30% of total scheduled menhours.
- 2) A plan of manpower mobilization can be scheduled before work starting.
- 3) Project progress can be found easily as put into the form of figures and charts for schedule to actual.

I. 序 論

裝置産業, 大型化 및 複雜化 傾向에 따라 新技術의 開發은 工程의 選擇과 그 設備投資의 經濟성과 工程의 信賴性을 充分히 檢討하여 均衡이 맞는 合理的인 프렌트를 短期間內에 安全하고 저렴하게 建設해야 한다.

프로젝트 全體를 綜合的으로 管理하기 爲하여서는 工程管理을 비롯한 諸般管理가 적절하게 遂行되어야 한다. 本 研究에서는 化學프렌트建設時의 工程管理에 있어서 日程計劃樹立을 爲하여 과거에 遂行한 事業에 對해 特性別로 分類하고 各部署別로 統計인 資料를

蒐集分析하여 綜合曲線을 구하였으며 이 曲線을 利用하여 2種類의 化學프렌트에 對한 日程計劃을 樹立하고 計劃과 實際를 比較檢討하고 分析하였다. 그리고 工程의 進度에 對한 關係인자를 迅速하게 찾아내서 지연을 排除 및 개선하고 잔여 工期에 對한 對策과 方案을 提示하였으며 工期短縮을 爲한 重點管理에 기여코 져하였다.

II. 統計的 技法의 導入

統計的 展開을 爲하여 "D"社의 資料를 蒐集整理하고 다음과 같이 統計的 日程計劃技法을 導入應用하였다.

1. 導入方法 및 過程

過去 "D"社에서 2年동안 遂行한 化學 plant 中 配

* 延世大學校 産業大學院

** 延世大學校 工科大學

管部를 심플로 每月 使用된 時間을 月末報告書에 수록
된 資料를 各 프로젝트별로 綜合하여 分析한 結果 表1과 같다.

(表 1) 配管部の 使用된 時間

事業 番號	顧客	事業形態	消費된 時間	1975								
				7	8	9	10	11	12	1	2	3
10001	H농약	농약 공장 설계	5,190		208	415	727	1,140	1,040	1,350	310	
10002	H불화	후레온 공장 설계	13,253	264	266	266	264	263	267	790	800	530
10003	K유화	수지 공장 설계	14,585									
10004	K석공	에치렌프렌트화장공사	6,075									
10005	N화학	비료 혼합기 시설	4,320									
10006	N화학	설계 및 건설 공사	1,625									

事業 番號	顧客	事業形態	消費된 時間	1976												
				4	5	6	7	8	9	10	11	12				
10001	H농약	농약 공장 설계	5,190													
10002	H불화	후레온 공장 설계	13,253	1,592	1,325	1,060	1,335	1,193	1,193	795	534	526				
10003	K유화	수지 공장 설계	14,585	583	730	1,167	1,750	2,625	2,920	2,625	1,750	435				
10004	K석공	에치렌프렌트화장공사	6,075	182	304	485	729	1,094	1,215	1,094	729	243				
10005	N화학	비료 혼합기 시설	4,320	130	216	346	518	778	864	778	518	172				
10006	N화학	설계 및 건설 공사	1,625	49	81	130	195	293	325	295	193	64				

上記 資料로써 圖1과같이 累積曲線을 圖示하였다.
曲線의 作圖는 例로써 表1의 10001 프로젝트로부터
每月消費 %를 아래와 같이 計算하였다.

75. 8月 : $\frac{208 \times 100}{5190} = 4\%$

9月 : $\frac{415 \times 100}{5190} \approx 8\%$

10月 : $\frac{727 \times 100}{5190} = 14\%$

11月 : $\frac{1140 \times 100}{5190} \approx 22\%$

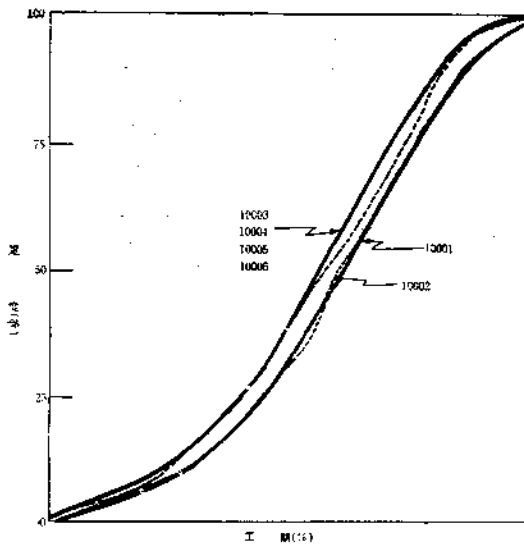


圖 1. 使用된 時間에 대한 累積된 曲線(配管部)

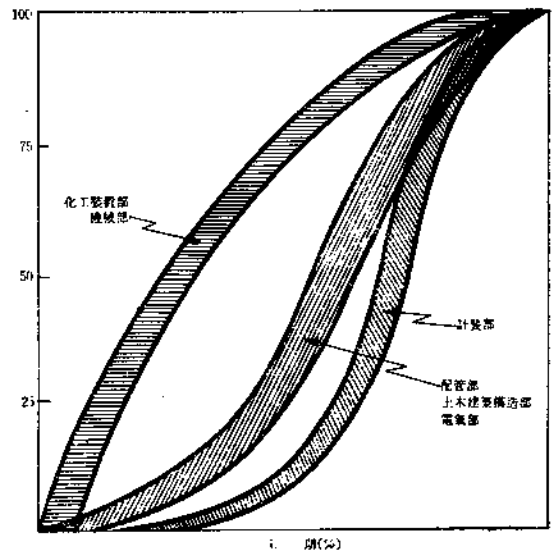


圖 2. 使用된 時間에 대한 累積曲線(Total)

12月 : $\frac{1040 \times 100}{5190} \approx 20\%$

76. 1月 : $\frac{1350 \times 100}{5190} \approx 26\%$

2月 : $\frac{310 \times 100}{5190} = 6\%$

$4\% + 8\% + 14\% + 22\% + 20\% + 26\% + 6\% = 100\%$

또한 各事業을 各部署別로 綜合하여 累積曲線을 圖示한 것이 圖2와 같다.

2. 累積曲線의 分析

累積曲線을 分析하여 보면 圖2에서 化工裝置部와 機械部는 工期 50% 經過時 75%의 作業進도를 나타내고 있다. 즉 탑조류(tower and tank), 압력용기류(pressure vessel), 열교환기(Heat exchanger) 일반용기류 등과 pump, boiler, fan, blower, conveyor, 부속기류 등은 상세설계의 初期단계에서도 사양서(specification), data-sheet 만 있으면 구매조달이 가능하므로 빠른進도를 나타내고 있다.

配管部, 土建部, 電氣部는 조금씩 不規則인 分布를 나타내지만 한 曲線群으로 족었다. 배관부에서 piping layout를 그리고, 그다음 배관단면도(piping plan and section DWG)를 그리기위해서는 Equipment Arrangement DWG 이 어느정도 완성되어야 하고 土建部에서는 이 piping layout와 equipment Arrangement DWG의 정보 즉 equipment의 위치(location)를 알아야 基礎도면(Foundation DWG)과 steel structure DWG, 그리고 Architecture DWG을 그릴 수 있다.

電氣部도 Equipment Arrangement DWG의 정보를

받아야 lighting DWG과 power DWG, under ground DWG을 그릴 수 있고 P&I Diagram과 motor list 등의 정보가 있어야 single line Diagram과 Elementary Diagram을 그릴 수 있다. 이와 같이 配管, 土建, 電氣部는 거의 同時에 始作하여 同時에 作業이 終了된다고 볼 수 있다. 計裝部는 計裝의 位置(Instrument layout), 信號와 닥트, 트레이 配置圖面(Signal & duct tray layout DWG), 훅-크업 圖面(Hook-up DWG)을 그릴려면 工程흐름圖와 裝置配置圖面(process flow diagram & equipment Arrangement DWG)의 情報로써 時作할 수가 있으나 最終配管斷面圖(final piping plan & section DWG)이 確定되어야만 計裝部의 作業이 修正部分을 修正후 完了되어진다. 그리고 거의 대부분의 프렌트 건설에서 計裝作業이 終了되면 프로젝트도 끝난다고 볼 수 있다. 例로써 圖2에서 計裝部의 作業의 경우 工期 50%가 經過해도 겨우 5~7%의 進度밖에 안된다. 즉 처음엔 부하(load)가 안걸린다.

III. 事例研究——累積曲線의 應用——

統計인 累積曲線을 利用하여 “D”社의 例를 들어 日程計劃을 樹立하고 計劃과 實際를 比較分析하였다.

1. 日程計劃樹立方法

圖2와 같은 累積曲線을 利用하여 化學프랜트 2個를 選擇하고 月別必要한 時間을 算出하였다.

2個의 프로젝트 名은 “H”石油의 플리에틸렌 프렌트와 “E”石油의 精油工場프렌트를 擇하였다.

<表 2> 配管部の 計劃樹立

事業番號	顧客	事業形態	割當된 總時間	1977						
				1	2	3	4	5	6	7
10008	“E”石油	정유공장프렌트	20,405	408	816	816	1,020	1,428	1,632	2,449
10009	“H”石油	고밀도플리에틸렌프렌트	18,570	557	743	1,114	1,857	3,157	3,343	3,528

事業番號	顧客	事業形態	割當된 總時間	1977					1978	
				8	9	10	11	12	1	2
10008	“E”石油	정유공장프렌트	20,405	2,857	2,449	2,449	2,244	1,428	408	
10009	“H”石油	고밀도플리에틸렌프렌트	18,570	2,786	1,485					

10008 配管部에서는 工期가 13個月이므로 圖2를 利用하여 日程計劃을 樹立하면 圖2의 工期를 13으로 나누어서 每月 橫軸에 對해서 배관부의 曲線이 접하는 縱軸의 눈금을 읽으면 每月 進度%가 算出된다.

(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
累積%	2%	6%	10%	15%	22%	30%	42%	56%	68%	80%	91%	98%	100%
개별%	2%	4%	4%	5%	7%	8%	12%	14%	12%	12%	11%	7%	2%
	20,405 × 0.02 = 408			20,405 × 0.04 = 816			20,405 × 0.05 = 1,020						

$20,405 \times 0.07 \div 1,425$ $20,405 \times 0.08 \div 1,632$ $20,405 \times 0.12 \div 2,449$
 $20,405 \times 0.14 \div 2,857$ $20,405 \times 0.11 = 2,245$

10009도 마찬가지로 方法으로 算出한다.

工期가 9個月이므로 圖2의 工期를 9로 나누어서 每月 배관부의 曲線에 接하는 진도%를 읽어서 割當된 總 時間에 곱해주면 다음과 같다.

(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
累積%	3%	7%	13%	23%	40%	58%	77%	92%	100%
개별%	3%	4%	6%	10%	17%	18%	19%	15%	8%
	$18,570 \times 0.03 \div 557$				$18,570 \times 0.04 \div 743$			$18,570 \times 0.06 \div 1,114$	
	$18,570 \times 0.10 \div 1,857$				$18,570 \times 0.17 \div 3,157$			$18,570 \times 0.18 \div 3,343$	
	$18,570 \times 0.19 \div 3,528$				$18,570 \times 0.15 \div 2,786$			$18,570 \times 0.08 \div 1,485$	

上記와 같은 方法으로 機械部, 電氣部, 土建部, 計裝部, 化工裝置部の 計劃을 綜合한것이 表3과 같다.

〈表3〉 全體計劃樹立

事業番號	顧客	事業形態	割當된 總時時	1977						
				1	2	3	4	5	6	7
10008	"E"石油	정유공장프랜트	83,525	1,154	7,236	6,797	6,352	5,495	5,224	9,920
10009	"H"石油	고밀도폴리에틸렌프랜트	48,360	1,142	2,113	3,281	4,375	6,769	10,016	10,307

事業番號	顧客	事業形態	割當된 總時時	1977					1978	
				8	9	10	11	12	1	2
10008	"E"石油	정유공장프랜트	83,525	7,799	8,943	8,695	7,794	5,311	2,805	
10009	"H"石油	고밀도폴리에틸렌프랜트	48,360	7,458	2,899					

註：各部署의 資料를 累計하여 算出하였음

2. 結果分析

프로젝트 全體의 所要時間이 表3와 같이 細分化 되었다. 즉 工期가 全體 프로젝트를 遂行하는데 10008은

13個月이고, 10009는 9個月이며, 豫想時間은 10008이 83,525時間, 10009가 48,360時間이다.

全體所要時間의 配分으로서 所要人員이 算出되어진다. 月別 利用可能한 時間은 아래와 같다.

月	'77												'78	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
1人利用可能時間	165	165	166	172	167	174	165	170	175	164	186	189	156	

* 1인 1일 8時間을 基準하고

* 土曜月은 4時間을 基準하였음.

每月 日요일과 公휴일을 제외하고 예비군 훈련 및 병가 등 기타를 8시간씩 제외 하였음.

表3에서 10008의 1月の 所要예상시간이 1154이고, 1月の 이용가능시간이 165이므로 $1154 \div 165 \div 7$ 명이 되고 같은 方法으로 每月別 所要人員을 算出한 것이 表4와 같다.

예로써 10008의 1月の 所要人員은 아래와 같이 계산하였다.

〈表4〉 人員所要豫想

(單位：名)

事業番號	顧客	事業形態	割當된 總人員	1977						
				1	2	3	4	5	6	7
10008	"E"石油	정유공장프랜트	487	7	44	38	37	33	30	60
10009	"H"石油	고밀도폴리에틸렌프랜트	282	7	13	18	25	40	57	62
合計			769	14	57	56	62	73	87	122

事業番號	顧客	事業形態	割當人員	1977					1978	
				8	9	10	11	12	1	2
10008	"E"石油	정유공장프랜트	487	46	51	53	42	28	18	
10009	"H"石油	고밀도폴리에틸렌프랜트	282	44	16					
合計			769	90	67	53	42	28	18	

보편 다음과 같다.

3. 計劃과 實際와의 比較

計劃한 時間과 實際使用된 時間이 어느 程度 近接한 가 또한 過去와 어떤 差異點과 利點이 있는가를 살펴

'77年 6月末까지 使用된 時間을 月末報告書에 收錄되어 있는 現況을 參照하여 比較한 結果 表5, 表6과 같다.

(사업번호: 10008)

<表 5> 計劃과 實際와의 比較

(單位: 時間)

部署別	顧客	事業形態	割當人員 總時間	年 月	1977						
					1	2	3	4	5	6	7
配管	"E"石油	정유공장프랜트	20,405	S	408	816	816	1,020	1,428	1,632	2,449
				A	427	612	835	802	1,435	1,650	
機械	"	"	1,720	S	138	206	292	275	189	138	120
				A	143	201	281	258	176	145	
電氣	"	"	3,070	S		61	92	92	184	246	368
				A	12	46	70	75	195	258	
土建	"	"	22,570	S		677	677	903	903	1,580	2,708
				A	14	541	460	680	915	1,570	
計裝	"	"	5,340	S			53	107	53	107	320
				A	5	6	42	95	57	115	
化工裝	"	"	30,420	S	608	5,476	4,867	3,955	2,738	1,521	3,955
				A	592	5,420	4,259	4,075	2,714	1,570	
計	"	"	83,525	S	1,154	7,236	6,797	6,352	5,495	5,224	9,920
				A	1,193	6,826	5,947	5,985	5,492	5,308	

部署別	顧客	事業形態	割當人員 總時間	年 月	1977					1978	
					8	9	10	11	12	1	2
配管	"E"石油	정유공장프랜트	20,405	S	2,857	2,449	2,449	2,245	1,428	408	
				A							
機械	"	"	1,720	S	103	86	69	52	52		
				A							
電氣	"	"	3,070	S	276	553	430	368	246	154	
				A							
土建	"	"	22,570	S	2,257	3,837	3,160	2,934	2,031	903	
				A							
計裝	"	"	5,340	S	481	801	1,068	1,282	641	427	
				A							

化工裝	#	#	30,420	S A	1,825 1,217	1,519 913	913 913	913
計	#	#	83,525	S A	7,799 8,943	8,695 7,794	5,311 2,805	2,805

註：S：計劃된 時間 A：實際 使用된 時間

(6 月末까지의 綜合比較)

部別	計劃時間	實際使用된時間	差 異
配 管	6,120	5,761	359
機 械	1,238	1,204	34
電 氣	675	656	19
土 建	4,740	4,180	560
計 裝	320	320	0
化工裝	19,165	18,630	535
計	32,258	30,751	1,507

計劃% : $32,258 \div 83,525 \times 100 = 38.6\% \approx 39\%$

實際% : $30,751 \div 83,525 \times 100 = 36.8\% \approx 37\%$

表 5에서 事業番號 10008의 配管部의 使用할 時間의 配分計劃은 6 月까지 6120時間인데 實際使用된 時間은 5761時間으로 359時間이 計劃보다 未달되었다. 理由는 基本設計情報인 配管 및 計裝흐름공정도가 部分的으로 工程을 所有하고 있는 會社에서 오지않았기 때문이다.

機械 電氣部의 計劃時間은 1238과 675時間인데 使用

된 時間은 各各 1204와 656時間으로 34와 19時間이 未달된 것은 內部的 情報傳達이 잘 이뤄지지 않았던 理由이다.

土建部의 計劃時間은 4740時間인데 使用된 것은 4180

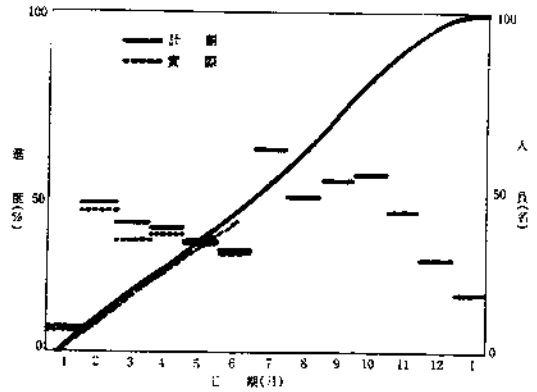


圖 3 計劃과 實際와의 比較(10008)

(사업번호 : 10009)

<表 6> 計劃과 實際와의 比較

(單位：時間)

部署別	顧 客	事 業 形 態	割當된 總時間	年 月	1977				
					1	2	3	4	5
配 管	“H”石油	고밀도폴리에틸렌프렌트	18,570	S	557	743	1,114	1,857	3,157
				A	524	776	1,100	1,873	3,135
機 械	#	#	1,520	S	182	304	334	213	167
				A	164	342	352	196	157
電 氣	#	#	4,900	S	98	196	392	735	1,029
				A	84	205	404	746	1,011
土 建	#	#	13,000	S	130	520	708	1,170	1,430
				A	114	508	801	1,164	1,414
計 裝	#	#	8,620	S			259	172	776
				A		7	247	194	802
化工裝	#	#	1,750	S	175	350	402	228	210
				A	184	329	424	214	234
計	#	#	48,360	S	1,142	2,113	3,281	4,375	6,769
				A	1,070	2,167	3,328	4,387	6,753

部署別	顧客	事業形態	割當된 總時間	年 月	1977				
					6	7	8	9	10
配管	"H"石油	고밀도폴리에틸렌프렌트	18,570	S	3,343	3,528	2,786	1,485	
				A	2,971				
機械	"	"	1,520	S	106	106	61	47	
				A	95				
電氣	"	"	4,900	S	1,323	735	392		
				A	1,225				
土建	"	"	13,000	S	3,380	2,730	2,080	780	
				A	3,120				
計裝	"	"	8,620	S	1,724	3,103	2,069	517	
				A	1,551				
化工裝	"	"	1,750	S	140	105	70	70	
				A	120				
計	"	"	48,360	S	10,016	10,307	7,458	2,899	
				A	9,082				

註: S:計劃된 時間 A:實際 使用된 時間

6月까末지의 綜合比較

部署	計劃時間	使用된時間	差 異
配管	10,771	10,379	392
機械	1,306	1,306	0
電氣	3,773	3,675	98
土建	7,410	7,121	289
計裝	2,931	2,801	130
化工裝	1,505	1,505	0
計	27,696	26,787	909

計劃% : $27,696 \div 48,360 \times 100 = 57.3\%$

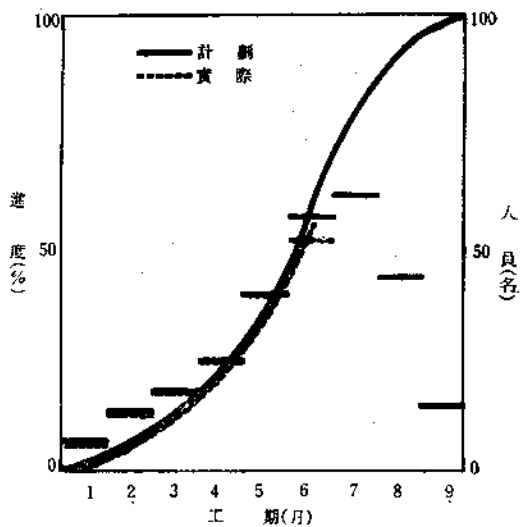
實際% : $26,787 \div 48,360 \times 100 = 55.4\%$

時間으로 560時間이 미달된 理由는 配管部の 지연으로 因해 連鎖的으로 發生한 것으로 配管部에서 equipt arrangement DWG 의 정보가 傳達안켜졌기 때문에 土建部에서는 基礎圖面을 確定지을 수 없었다. 化工裝置部의 計劃時間은 19,165時間인데 使用된時間은 18,630도 配管部에서의 情報遲延으로 因한 것이다.

全體 프로젝트 遂行에 計劃된 時間은 32,258時間인데 使用된 것은 30,751時間으로 1,507時間이 미달되었다. 計劃된 時間은 6月까지 $32,258 \div 83,525 \times 100 = 38.6\%$ 인데 實際使用된 것은 $30,751 \div 83,525 \times 100 = 36.8\%$ 로써 計劃보다 實際가 1.8% 約 2%가 미달되었다. 이것을 그림으로 나타내면 圖3과 같다.

<表 6>을 分析해 보면 配管부의 計劃時間은 10,771

時間인데 실제 사용시간은 10,379時間으로 392時間이 미달된 것과 土建部の 計劃時間이 7,121으로 289時間이 미달된 것은 土建部에서 構造物을 外注를 주었는데 圖面遲延으로 因해 配管部에서도 最終 配管斷面圖를 確定을 하지 못한 原因에서 發生된 것이다. 計裝部에서는 最終配管斷面圖를 計裝의 配置圖面을 確定시키지 못하여서 130時間이 計劃보다 미달되어졌다.



<圖 4> 計劃과 實際와의 比較(10009)

電氣部에서도 土建部の 外注圖面の 遲延으로 인해 조명시설圖面을 確定하지 못하여 98時間이 미달되었다. 全體 프로젝트의 計劃時間은 $27,696 \div 48,360 \times 100 = 57.3\%$ 이고, 實際使用時間은 $26,787 \div 48,360 \times 100 = 55.4\%$, 即 $57.3\% - 55.4\% = 2\%$ 의 미달되었다. 이것을 그림으로 나타내면 <圖 4>와 같다.

IV. 結 論

統計的인 技法을 導入하여 프로젝트를 管理運用하므로 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 全般的으로 化學프랜트建設事業 工程의 各部署別分析結果 配管部の 使用時間이 가장 많다. 이는 배관부의 重要性을 나타내므로 工程管理上 重點管理要因을 찾아낼 수 있었다.

事業番號 10008과 10009에서 全體 時間은 131,885時間인데 配管部는 38,975時間으로 約 30%까지 하고 있다.

2. 全體 프로젝트를 遂行하는데 必要한 人員을 正確하게 算出하므로써 人員計劃을 事前에 樹立할 수 있다. 事業番號 10008에서 487名이 動員되어야 하고 事業番號 10009에서 282名이 動員되어야 한다.

3. 計劃과 實際를 圖表化 하므로 프로젝트의 進行狀況을 쉽게 把握할 수 있었다.

圖 3에서 77年 6月까지의 計劃%는 39%인데 實際는 37%이고

圖 4에서 77年 6月까지의 計劃%는 57%인데 實際는 55%이다.

즉, 各各 計劃보다 2%씩 미달되었다고 볼 수 있다.

4. 工程의 지연이나 過負荷의 原因을 詳細하게 分析할 수 있고 그 原因을 除去하므로써 工期短縮과 能率을 向上시킬 수 있다.

5. 工程管理의 體系를 잡는데 基準資料를 提示할 수 있다. 또한 統計的인 技法을 導入하여 工程管理을 하

므로써 各部署를 均衡있게 이끌어갈 수 있다.

6. 이 기법의 단점은 精確한 과거 실적자료가 요구되며 各작업에 대한 精確한 표준화가 선행되어야 하며 화학프랜트이외는 적용성이 低劣하다는 점과 사업의 특성에 따른 融通성이 적은 점이다.

參 考 文 獻

1. Howard F. Rase., "Project Engineering of Process Plants", John Wiley & Sons, Inc, New York, (1957).
2. James O'Brien., "Scheduling Handbook", McGraw-Hill Inc, New York, (1969).
3. Erneste Ludwig., "Applied Project Management for the Process Industries", Gulf Publishing Company, Houston, (1974).
4. James O' Brien., "CPM in Construction Management", McGraw-Hill Inc, New York, (1971).
5. Catalytic Inc., "Scheduling Manual", Philadelphia, (1965).
6. Lummus Inc., "Scheduling Manual", (1966).
7. 玉置明善編., "化學프랜트 建設使覽", 丸善株式會社 (昭和 47).
8. 海外建設協會, "中東建設現況과 展望", (1977).
9. 韓國産業政策研究所, "中東諸國과 韓國", (1975).
10. 韓國化學工業會, "韓國의 化學工業", 太光精版社, (1974).
11. 大韓産業工學會, "大韓産業工學會誌", (1976年 2號).
12. 尹基重, "統計學", 法文社, (1976).
13. 李舜堯, "新工程管理", 博英社, (1975).
14. 鄭基現, "石油化學工業", 寶善, (1974).
15. 白濠鉉, "生產管理論", 法文社, (1975).
16. DEC, "scheduling manual", (1977).