

工程均衡技法에 의한 實証的 研究

A Practical Study on the Line Balancing

康 景 植*
金 大 植**

Abstract

In these days the industrial management are characterized by mass production. Mass production which is not possible without the rationalization in the process of production and the efficient scale of management needs development of technical administration.

The object of this study is set up on the rationalization in the process of production. And this rationalization is a means to the aim of industrial management. So as to realize the rationalization in the process of production, we should think on plan of production and the line of balancing in processes of work. The line of balancing is considered as one of very valuable administration methods.

The line of balancing that controls capacities and loads so that processes of work might balance in each other makes away with happenings of idleness and stagnation during the process of work. As a natural consequence it follows (1) shortening in the period of production, (2) more efficient, (3) removing the loss of time and matter, (4) more efficient using in elements for production. Therefore, through the labour productivity and the efficiency of the process of production increased by these effects, the line of balancing was intended to curtail the basic cost.

Though the previously said line of balancing could be applied to production, it should not be said that we can completely balance in each lines of work.

In other words it is impossible that the line of balancing is completely executed in every lines of work. For that reason, we should arrange the level of balancing in lines.

Nowaday, in our country, it is true that the line of balancing is hardly executed at manufacturing industries. Therefore if we execute and apply the line of balancing to manufacturing industries and the larger field as well, we could curtail the basic cost, through which we could reinforce not only the international competative power but increase the labour productivity. As a result, by these effects, we would rationalize the industrial management.

1. 序 論

最近 우리나라의 企業들은 中小企業의 育成을 위한 정부의 적극적인 지원과 各 企業들의 的목적인 참여로 중소기업의 규모에서 대기업의 규모로 급성장하

* 明知大學校 産業工學科 副教授

** 明知大學校

고 있다.

그러나 産業社會의 여건은 生産管理의 측면에서 불며 급진적인 발달과 시장수요의 다양화, 資源의 有限性 등으로 종래와는 달리 복잡하게 변화되고 있어 합리적인 기업경영을 더욱 어렵게 하고 있다.

이와같은 불합리한 경영으로 인한 각종 損失의 발생, 在工品의 증가, 設備의 過大投資 등으로 製品의

表-4. 工程別 作業時間

공정 No.	總作業時間	機械台數	Lot 數	생산단위당 所要時間
1	280.2 分	2	8	17.5 分
2	22.6	1	1	22.6
3	224.8	1	20	11.2
4	16.8	1	1	16.8
5	14.6	1	1	14.6
6	153.2	1	9	17.0
7	17.9	1	1	17.9
8	24.4	2	1	12.2
9	280.5	2	9	15.6
10	24.7	2	1	12.3
11	33.8	2	1	16.9

$T_i = 549.7$

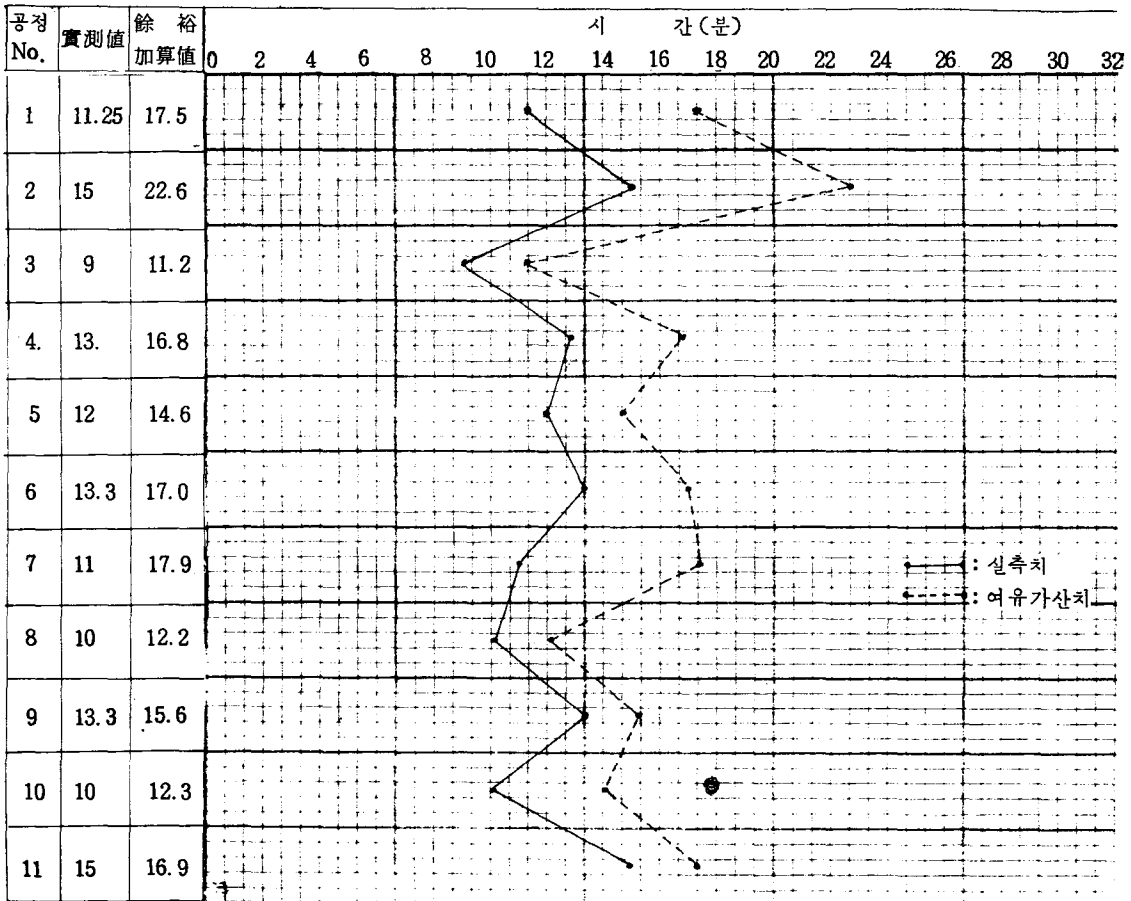


圖-1. 工程別 作業時間

4. 作業工程上的 改善方案

4-1 問題點

1日 8시간 근무에, 月 25日 出勤을 基準으로

하면 月間生産量이 530 코일이하일 때에는 隘路作業 工程이 발생하지 않으나 그 이상의 생산을 할 경우에는 隘路作業工程에 대한 설비투자 혹은 작업자의 증원이나 公정의 개선은 필수적이다.

4-2 改善方案 및 効果

表-5, 表-6, 表-7, 表-8, 圖-2를 通하 現在狀態를 改善해 놓았다.

表-9에서 볼 수 있듯이 피치·다이아그램 上의 適定水準인 일일생산량 28.1개보다는 예열회수를 경제적 측면에서 계산한 값만큼 줄이는 것이 좋을 것이다.

1일 8시간 가동시키면 1개월 25일간 366,000 원 정도 절감시키나 12시간 격일로 근무시키면 500,000 원 정도의 연료비를 절감시킬 수 있다. 또 생산량 증가 16개로 인한 부하소요증가는 160,000 원 정도 증가시켜 총 660,000 원 정도의 월간순이익을 증가할 수 있다.

表-5. 5회 개선동안의 생산량과 효율의 변화

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	月生産量 (EA)	人員 (名)	E b (%)
현재	17.5	22.6	11.2	16.8	14.6	17	17.1	12.2	15.6	16.9	12.3	531	35	69.5
1	17.5	11.3	11.2	16.8	14.6	17	17.1	12.2	15.6	16.9	12.3	686	36	87.3
2	16	11.3	11.2	16.8	14.6	17	17.1	12.2	15.6	16.9	12.3	702	37	86.9
3	16	11.3	11.2	16.8	14.6	17	11.4	12.2	15.6	16.9	12.3	706	38	85.1
4	16	11.3	11.2	16.8	14.6	11.3	11.4	12.2	15.6	16.9	12.3	710	39	83.4
5	16	11.3	11.2	16.8	14.6	11.3	11.4	12.2	15.6	13.5	12.3	714	40	81.8
1次 수정	16.74	15.07	16.8	16.8	14.6	11.3	11.4	12.2	15.6	13.5	12.3	714	36	90.9

表-6. 月生産性和 人件費와의 관계

分割	月生産量	生産量增加	추가이익금	추가인건비	손익
現在	531	-	-	-	-
1차	686	155	1,550,000 원	300,000 원	+ 1,250,000 원
2차	702	16	160,000 원	300,000 원	- 140,000 원
3차	706	4	40,000 원	300,000 원	- 260,000 원
4차	710	4	40,000 원	300,000 원	- 260,000 원
5차	714	4	40,000 원	300,000 원	- 260,000 원
1차 수정	714	183	1,830,000 원 550,000 원	300,000 원 46,875 원	2,033,125 원

* 종업원 1개월 임금은 225,000 원이다.
보너스는 년 400%이다.
종업원 1개월 평균임금은 다음과 같다.
 $[225,000 \times (12 + 4)] \div 12 = 300,000$ 원

表-7. 개선후의 공정별 소요시간 (단위: 분)

공정 No.	總所要時間	機械數	人員	工程別 所要時間 (單位生産性)
1	282.2	2	11	17.5
2	22.6	1	2	11.3
3	224.8	1	2	11.2
4	16.8	1	2	16.8
5	14.6	1	2	14.6
6	153.2	1	2	17.0
7	17.1	1	2	17.1
8	24.4	2	4	12.2
9	280.5	2	1	15.6
10	33.8	2	4	16.9
11	24.7	2	4	12.3

表-8. 1차수정후 공정별 소요시간

공정 No.	총소요시간	기계수	人員	工程別 所要時間
1	282.2	2	11.5	16.74
2	22.6	1	1.5	15.07
3	224.8	1	1	16.8
4	16.8	1	2	16.8
5	14.6	1	2	14.6
6	153.2	1	2	11.3
7	17.1	1	2	11.4
8	24.4	2	2	12.2
9	280.5	2	2	15.6
10	33.8	2	2	13.5
11	24.7	2	2	12.3

原價가 상승하고 있어 기업의 계속적인 발전과 제품의 해외시장에서의 경쟁에 커다란 障礙要因이 되고 있다.

이같은 條件下에서 生産要素의 損失을 最小化하고 生産요소의 효율적 사용을 목적으로 제조과정의 合理的 程度를 分析함으로써 궁극적으로 노동생산성의 향상과 原價節減을 동시에 달성함이 요망된다.

따라서 本研究에서는 기업경영, 더 구체적으로 생산관리의 측면에서 試圖하고자 한다. 다만 이때 여러가지 技法中에서 工程均衡(line balancing) 技法를 動員하고자 한다.

2. 作業研究에 관한 基礎理論

2-1 意義 및 重要性

作業研究의 眞意는 作業方法을 충분히 研究한 後에 그 方法에 따라 시간을 精確히 측정하여 標準時間을 設定하는 것이다. 다시 말해서 作業研究란 작업시스템을 對象으로 하는 엔지니어링 活動인 것이다. 그리고 그 活動의 수행에 있어서는 方法研究 및 作業測定과 같은 두 種類의 技法과 節次를 응용한다.

이러한 作業研究이 주된 對象은 인간의 作業活動인 것이다. 다시 말하면 作業研究는 순수한 고유기술적인 어프로우치를 대상으로 하는 것은 아니다. 따라서 작업에는 작업자이든, 계획담당자이든, 기술자이든 또는 관리자이든 간에 인간이 관여하고 있다.¹⁾

作業研究의 主目的은 原材料의 投入에서 製品産出에 이르는 소위 變數過程마다에 人間要素, 즉 「사람이 하는 일」을 파악할 것인가를 결정하는 일 및 어떻게 하면 그와같이 割當된 課業을 사람들이 가장 효과적으로 수행할 수 있을 것인가를 결정하는 일이다.

따라서 作業研究에서는 작업방법의 결정, 즉 「方法研究 및 所要時間의 결정, 즉 作業測定」을 하게 되는 것이다.

方法研究란 바람직스러운 作業方法을 만들어 내는 일, 즉 다시 말하면 目的으로 하는 産出을 만들어내기 위한 作業의 結合을 人間·設備·資材 등과 같은 投入을 충분히 經濟적으로 활용할 수 있도록 만들어 내는 일인 것이다.²⁾

한편 Maynard에 의한 Method Engineering이란 對象으로 되고 있는 일을 구성하는 各 作業에 대해서 있을 수 있는 모든 不必要한 作業을 排除하고 도저히 排除할 수 없었던 各 作業의 實施方法을 보다 迅速하게 最良의 方法으로 接近시키기 위해서 상

세한 分析을 이룩하는 技法인 것이다.³⁾

作業測定(work measurement)이란 方法研究를 進行시키는 過程 또는 結果로서 特定한 作業의 作業內容을 設定하기 위하여 作業자가 행하는 諸活動을 時間을 媒體로 하여 測定하는 것으로서 그 主要目的은 標準時間(standard time)의 設定에 있다.⁴⁾

그러므로 作業測定이란 現在의 또는 새로운 作業시스템 및 그의 構成要素의 活動, 즉 가장 중요한 직접적인 尺度인 時間을 測定 또는 推定하여 그것을 여러가지 目的에 活用하지 않으면 아니된다.

作業測定の 目的은 다음과 같이 크게 세가지로 區分할 수 있다.⁵⁾

첫째로 作業改善

둘째로 作業시스템의 運用, 즉 管理

세째로는 作業시스템이라든가 디자인의 基礎數值

2-2 作業研究의 諸技法

2-2-1 方法研究의 諸技法

方法研究는 주로 生産現場의 「시스템」 및 개개기능을 다음과 같이 두 가지 측면에서 검사하는 것이다.⁶⁾

① 生産對象物이 生産過程을 통과하면서 공간적, 시간적으로 변화해가는 측면

② 생산주체가 작업을 통하여 생산대상물에 노동을 가하는 측면

2-2-2 作業測定の 諸技法

作業測定の 技法을 大別하면 직접법과 간접법으로 나눌 수 있다.

직접법이란 生産활동의 시간적 경과를 실제로 관측하는 方法으로 여기에는 시간연구(time study), 「워어크 샘플링(work sampling)」 등이 있다.

간접법이란 요소별 기본시간자료 또는 과거의 경험치 등을 합성하여 시간치를 設定하는 方法으로서 여기에는 既存時間標準(PTS: Predetermined Time Standard), 標準資料(Standard Data), 統計的 標準 또는 實績記錄에 의한 方法 등이 있다.

3) Maynard, H. B., *Industrial Engineering Handbook*, 1983. McGraw-Hill, pp. 204~205.

4) *Ibid.*, pp. 204~205.

5) 前掲書.

6) Raymond R. Mayer, *Production and Operations Management*, 4rd. ed., McGraw-Hill Book Co., 1980.

1) 李根熙, 作業管理, 創知社, 1983, p. 22.

2) 上掲書, pp. 23~23.

3. 工程均衡技法 및 事例研究

3-1 工程均衡技法의 意義 및 重要性

生産現場에서의 단일품목 또는 품목의 그룹에 대해 工程을 設計할 경우, 문제는 生産라인에 있어서 作業工程(work station)의 밸런싱 문제에 귀착된다.

일반적으로 라인 밸런싱(line balancing)이라 하면 生産라인을 구성하는 각 작업공정(arbeitgang) 또는 작업장의 능력을 전체적으로 均衡되게 하는 것을 말한다.⁷⁾

다시 말하면 각 작업점에서의 작업시간이 均衡되도록 작업량이나 작업지수를 조정함으로써 작업공정의 停滯를 배제하여 작업계열로서의 生産라인의 효율이 최고로 되어지도록 均衡화시키는 것을 의미한다.⁸⁾

따라서 이 경우의 밸런싱의 주된 관심은 隘路作業工程의 除去에 있다고 할 수 있다.

생산 및 조립공정에서의 공정별 작업량(負荷量)이 각각 다를 때 가장 많은 작업량을 가진 공정을 隘路工程(bottle neck process)이라고 하며 이 공정의 所要作業時間이 가장 길며 가장 지연되는 공정(slowest process)이 되는 것이다.

3-2 事例

事例會社인 T産業株式會社は 銅(copper) 및 銅合金(copper alloy)을 생산·판매하고 있는 會社이다.

1968년에 設立되어 半月工業團地內에 位置해 있으며 非鐵金屬을 생산하며 年生産能力은 18,000%이다.

다. 純銅과 黃銅을 주로 생산하며 會社 組織은 生産과 管理의 두 부서로 나누어져 있다.

生産製品인 銅線(copper wire) 또는 銅板은 化學成分의 含量에 따라 物理的 性質 또는 機械的 性質 및 機械加工性이 變한다.

生産形態는 注文에 의한 計劃生産에 의해 주로 행하여지며 設備는 흐름生産工程(flow production process)方式에 의해 工程別配置(process layout)로 되어 있다.

事例會社의 대차대조표는 表-1 과 같으며, 表-2, 表-3, 表-4, 圖-1에 現在의 工程을 分析해 놓았다.

표-1. 사례회사의 대차대조표 (단위: 천원)

항 목	1977	1978	1979
총 자산	749,556	1,086,007	3,286,323
유동자산	534,126	837,116	1,492,580
고정자산	215,430	248,891	1,782,415
이연자산	-	-	11,328
유동부채	459,508	686,022	1,030,342
고정부채	-	27,734	1,243,163
자 본 금	150,000	200,000	300,000
잉 여 금			
경영실적			
매 출 액	1,306,483	1,836,976	2,039,575
순 이 익	35,678	47,202	49,298
수출액(천불)	13	56	-

表-3. 工程別 作業時間

작업순서	作 業 名	實際作業時間	準備作業時間	總 作 業 時 間	人 員	一日生産量
1	溶解 및 鑄造	180 分	100.2 分	280.2 分	11名	27.4 個
2	스라브절단	15	7.6	22.6	1	21.2
3	熱間 壓延	180	44.8	224.8	2	42.7
4	面 削	13	3.8	16.8	2	28.6
5	槽質 壓延	12	2.6	14.6	2	32.9
6	中間 燒 頓	120	33.2	153.2	2	28.2
7	中間 절 단	11	6.9	17.9	2	26.8
8	中間 壓 延	20	4.4	24.4	4	39.4
9	燒 頓	240	40.5	280.5	1	30.8
10	酸 處 理	20	4.7	24.7	4	38.9
11	稠密 壓 延	30	3.8	33.8	4	28.4
계					35	

7) E. S. Buffa, *Modern Production Management*, 7th. ed., John Wiley & Sons, Inc., 1983. pp. 340 ~ 341.

8) *Ibid.*, p. 340.

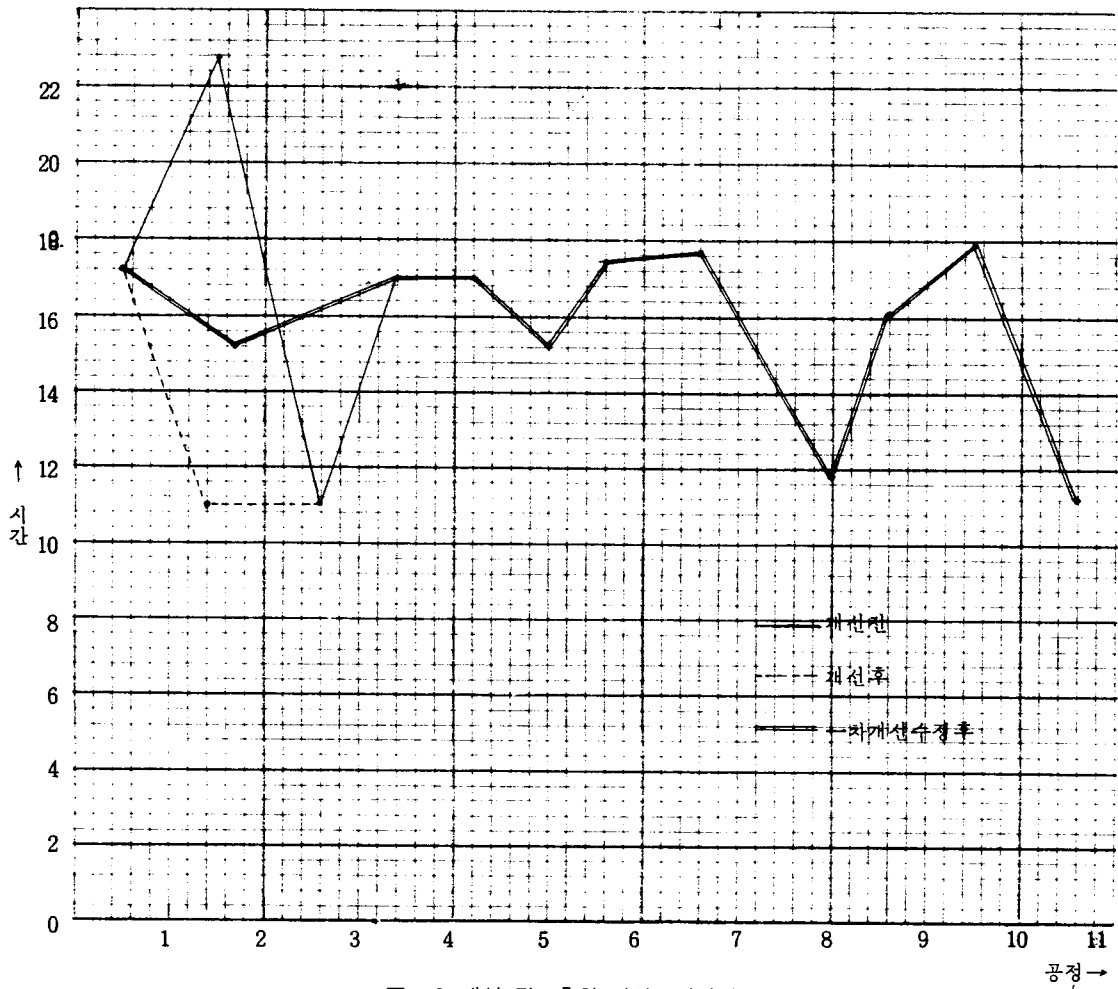


圖 - 2. 개선 전 · 후의 피치 · 다이어그램

表 - 9. 1차수정후 熱間圧延機의 가동시간과 예열비의 비교

일일가동시간 분석항목	315分	480分	630分
생 산 량	28.1 EA	42.86 EA	64.3 EA
월간예열회수	25 회	16.7 회	12.5 회
연료사용량	$25 \times 200 \ell = 5,000 \ell$	$16.7 \times 200 \ell = 3,333 \ell$	$12.5 \times 200 \ell = 2,500 \ell$
예열절감액	1,100,000 원	733,330 원	550,000 원
월간추가인건비	0	366,670 원	550,000 원
가 동 방 법	0	0	$2 \text{명} \times 2.5 \text{시간} \times 1.5 \text{배} \times 500 \text{원} / \text{hr}$ = 46,875 원
총 절 감 액	0	366,670 원	503,125 원

問題를 해결한다는 것은 거의不可能하다는 것이다. 따라서 工程均衡問題는 適正水準에서 決定할 必要가 있다.

5. 結 論

工程均衡技法은 作業工程系列에서의 各 作業工程이 均衡되어지도록 能力이나 負荷를 조정함으로써 作業工程의 停滯나 遊休現象을 排除하여 結果的으로는, ① 生産期間의 短縮, ② 能率의 向上, ③ 時間的·物的 損失 除去, ④ 生産要素의 効率的 使用 등으로 勞動生産性의 向上과 生産工程効率의 高度化를 통하여 原價節減에 寄與하려는 데 그 目的이 있다.

이미 앞에서 언급한 工程均衡技法을 사용한다고 해서 絶對的인 意味의 工程均衡問題가 解決된다는 것을 시사하는 것은 아니다.

다시 말하면 生産現場에서 거의 完全하게 工程均衡

參 考 文 獻

- 1) 李根熙, 作業管理, 創知社, 1983.
- 2) Maynald, H. B., *Industrial Engineering Handbook*, 1983, McGraw-Hill.
- 3) Raymond, R. Mayer, *Production and Operations Management*, 4rd. ed., McGraw-Hill Book Co., 1980.
- 4) E. S. Buffa, *Modern Production Management*, 7th. ed., John Wiley & Sons, Inc., 1983.