

TOP 시스템(TOPS)

—生産性向上과 成果給의 必須技術—

Take-Objective motions-Put System for High
Productivity and Incentive System

朴 聖 鶴*
Park, Seong Hak

I. 생산성과 작업측정 시스템

노동력은 모든 생산시스템의 原初的인 動力이기 때문에 자동화된 생산시스템에 아무리 적은 노동력일지라도 필요한 경우에는 노동력이 전체 생산시스템의 運用을 결정하는 중요한 資源이 된다.

또한 생산활동에 투입되는 생산요소 중에서 재료와 설비는 이들이 제조되는 과정에서 항상 노무비가 추가되기 때문에 생산요소의 대부분이 노무비로 구성된 것을 알 수 있다.

그러므로 노동력을 효율적으로 활용하여 노동생산성을 향상시키는 것은 원가절감의 차원을 초월하여 국제경쟁력을 높이기 위한 가장 중요한 과제라고 할 수 있다. 생산성은 투입에 대한 산출 즉 생산성=산출/투입으로 표현된다. 따라서 투입되고 산출되는 대상에 따라서 여러 종류의 생산성으로 구분된다.

노동생산성은 표준시간과 실제작업시간의 비를 의미한다. 따라서 생산시스템에 투입된 노동력을 측정관리하기 위해서는 노동생산성의 尺度인 표준시간을 정확히 설정해야 한다.

표준시간을 정확히 설정하기 위해서는 과학적인 작업측정이 필요하며 이를 위한 시스템의 선택이 무엇보다 중요하다.

일반적으로 많이 사용되는 작업측정방법은

스톱워치법이지만 이는 측정 대상자의 객관적인 수행도 평가가 어렵기 때문에 노동생산성 분석 및 성과급(능력급)을 위한 표준시간 설정에서 적합하지 않다.

따라서 사전에 수행도 평가가 이루어진 시간 자료로 구성된 PTS(Predetermined Time Standards)가 세계적으로 사용되고 있으며 국내에도 여러 종류의 시스템이 도입되어 사용되고 있다.

PTS법은 작업에 필요한 기본동작의 시간치를 합성하는 방법이기 때문에 어떤 작업의 기본동작과 동작순서가 결정되면 사전에 그 작업의 표준시간을 정확히 예측할 수 있을 뿐만 아니라 불필요한 동작이 제거되므로 작업방법의 표준화도 동시에 이루어진다.

PTS법은 “낮은 과업 표준(Low Task Standard)”을 기준으로 한 시스템과 “높은 과업 표준(High Task Standard)”을 기준으로 한 시스템으로 분류된다.

“낮은 과업 표준”이란 18~65세의 건강한 작업자의 95%가 달성할 수 있는 과업으로서 이를 기준(100%)로 할때 실제 일반 작업자의 평균 달성도는 120%로 나타난다.

즉 과업 표준이 평균 작업자의 달성도보다 20% 낮게 설정되는 것을 의미한다.

“낮은 과업 표준”을 사용하여 생산성을 분석하고 성과급을 적용하는 경우에 20%까지의 초

* 工場管理技術士, 工學博士·標準時間研究院 院長

과 달성분이 작업자의 노력에 의한 것으로 볼 수 없으며 따라서 이해관계자간에 오해와 갈등의 소지가 있다.

그러므로 “낮은 과업 표준”의 시스템은 방법 연구 또는 표준의 초과 달성에 의한 동기부여 목적으로 사용하는 것이 바람직하다.

“높은 과업 표준”의 시스템은 평균 달성율 125%를 기준으로 하여 구성된 시스템으로서 “낮은 과업 표준” 시스템의 실제 평균 달성도 120%에 접근하므로 숙련된 작업자의 평균 인원이 보통의 노력으로 무난히 달성할 수 있는 표준을 설정할 수 있다.

따라서 “높은 과업 표준” 시스템은 성과에 따라 성과를 배분하는 성과급 적용에 적합하다.

숙련된 작업자가 정상적인 노력으로 달성할 수 있는 정확한 표준시간을 설정하고 이에 따라 공정하게 성과를 분석하고 배분하는 것이 생산성 향상은 물론이고 노사간에 신뢰와 협력을 증진시키는 역할을 할 것이다.

“높은 과업 표준”의 대표적인 시스템의 DWF이고 RWF, TOPS, HITMAP는 DWF의 원리와 자료를 응용하여 개발한 시스템들이다. 또한 “낮은 과업 표준”의 대표적인 시스템은 MTM이고 MODAPTS, MOST는 MTM를 응용하여 개발한 시스템들이다.

1. “높은 과업 표준” 시스템

- ① DWF(Detailed Work Factor, 1938)
- ② RWF(Ready Work Factor)
- ③ TOPS(Take-Objective motions-Put System, 1990)
- ④ HITMAP(High Task Motion dimension and Assignment Program, 1992)

2. “낮은 과업 표준” 시스템

- ① MTM(Methods Time Measurement, 1948)
- ② MODAPTS(MODular Arrangement of Predetermined Time Standards, 1966)

③ MOST(Maynard Operation Sequence Technique, 1975)

TOPS와 HITMAP는 본인이 연구개발한 시스템으로서 특히 TOPS는 그 정확성과 적용상의 용이성이 타 시스템에 비해 크게 향상되었으며 최근에 TOPS의 전산시스템을 개발하여 누구나 쉽게 사용할 수 있게 하였다.

II. TOP시스템

1. TOP시스템의 개요

산업현장에서의 대부분의 작업은 手作業으로 이루어지며 수작업은 집어오기(Take : T), 목적동작(Objective motions : O), 갖다놓기(Put : P)의 3단계 單位動作으로 구성되고 이들 단위동작은 항상 T-O-P의 동작순으로 발생된다.

TOP(Take-Objective motions-Put) 시스템은 “집어오기(T), 목적동작(O) 및 갖다놓기(P)”를 단위동작으로 하여 동작모형을 설정하고 각 동작모형과 동작거리에 따라 正常時間值(normal time)를 설정한 시스템이다.

따라서 TOP시스템은 기존의 PTS법과는 달리 대상 작업을 기본동작으로 분석하지 않고 TOP시스템의 시간변수인 동작모형과 동작거리를 선택함으로써 정상시간을 결정하는 선택적 방법이다.

2. 시스템의 구성원리

(1) TOPS는 집어오기(T), 목적동작(O), 갖다놓기(P)를 요소작업의 1주기동작으로 한다.

(2) T.O.P에 속한 동작의 모형은 다음과 같은 일곱 가지 기본동작의 조합에 의해서 구성된다.

- ① 접근 : (R : Reach)
- ② 잡기 : (G : Grasp)
- ③ 전치 : (PP : Preposition)
- ④ 운반 : (M : Move)

- ⑤ 조립 : (A : Assemble)
- ⑥ 놓기 : (Rl : Release)
- ⑦ 정신과정 : (MP : Mental Process)

(3) 작업조건에 따라 발생여부가 결정되는 요소시간 또는 非反復週期動作(Unrepeated Cycle Motions) 시간은 추가시간으로 설정한다.

3. TOP시스템의 구조

(1) TOP시스템의 동작모형

TOP시스템의 동작모형은 다음과 같이 기본 동작의 집합으로 구성되며 단위동작의 동작모형은 조건에 따라 이들의 부분집합으로 설정된다.

$$T = \{R, G, PP, M\}$$

$$O = \{A, R, G, M, Rl, MP\}$$

$$P = \{M, A, Rl\}$$

(2) TOP시스템의 시간표

① TOP시스템의 시간표는 DWF의 규정과 시간치를 사용하여 산출한 기본동작 시간치의 합성에 의해 동작모형과 동작거리에 따라 설정되었다.

② TOP시스템의 시간표는 동작모형을 行으로 하고 동작거리구간을 列로 하여 다음 같은 모형으로 작성되었다.

③ TOP시스템의 시간표는 31 종류의 동작모형(T=8종, O=19종, P=4종)과 6개의 동작구간으로 구성되었으며 작업조건에 따라 발생여부가 결정되는 요소는 추가시간으로 설정되었다.

④ TOP시스템의 시간단위는 TU(Time Unit)로서 1TU=0.001분이다.

4. TOP시스템에 의한 작업측정

볼펜(ball point pen)의 조립작업에 필요한 정상시간을 TOP시스템에 의해 산출하면 다음과 같다.

TOP시스템의 시간표 모형

행 \ 열	동작모형	1 2 n (동작거리구간)	추가시간 (작업조건)
T 1	{R, G, PP, M}	t11 t12 t1n	t1
2		t21 t22 t2n	t2
.		.	.
.		.	.
x		tx1 tx2 txn	tx
O 1	{A, R, G, , Rl, MP}	o11 o12 o1n	o1
2		o21 o22 o2n	o2
.		.	.
.		.	.
y		oy1 oy2 oyn	oy
p 1	{M, A, Rl}	p11 p12 p1n	p1
2		p21 p22 p2n	p2
.		.	.
.		.	.
z		pz1 pz2 pzn	pz

요 소 작 업		T		O		P		신 체 동 작	합 계 시 간
		행 열 번호	추 가 시 간	행 열, 번호, 횟수	추 가 시 간	행 열 번호	추 가 시 간		
1	본체와 앞부분을 조립한다.	6,3	PP	(5,1)×5	A	1,1			
		17	4	15	8	1			45
2	스프링을 조립한 다.	6,3		1,1		1,1			
		17		5		1			23
3	볼펠심을 조립한 다.	5,3		1,1		1,1			
		15		5		1			21
4	수축장치를 조립 한다.	5,3	PP	2,1	Id, St	1,1			
		15	4	8	6	1			34
5	볼펜을 갖다놓는 다.					3,4			
						8			8
									131

$$131 \text{ TU} \times 60 = 7.86 \text{ 초}$$

5. TOP시스템의 정확성

TOP시스템은 “높은 과업표준” 시스템으로 DWF에 대한 정확도가 96%~100%로 매우 높은 반면에 작업측정에 필요한 시간은 수작업인 경우에 DWF의 8%~10%이고 전산 시스템인 경우에는 2%~3%로 매우 능률적인 시스템이다.

국내 기업에 도입된 시스템을 사용하여 볼펜 조립작업을 같은 조건에서 분석하여 정상시간(Normal Time)을 구하고 DWF법을 기준으로 비교하면 다음과 같다(작업측정자료: 별첨).

시 스템	정상시간	과업 표준	차 이
DWF	7.85초	459개/시간	0%
RWF	8.04초	448개/시간	2.4%
TOPS	7.86초	458개/시간	0.1%
HITMAP	8.00초	450개/시간	1.9%
MODAPTS	10.71초	336개/시간	36.4%

III TOPS(전산시스템)

1. TOP란?

TOP(Take-Objective motions-Put Sys-

tem)는 공장내의 작업관리, 공정관리, 생산성 관리, 성과급(능률급) 등 모든 생산활동을 계획 통제 하기위한 기초 자료인 “표준시간”을 Computer Program에 따라 선택적 조작에 의해 간편하고 정확하게 측정하는 시스템이다.

TOP에서 요소작업의 표준시간은 동작모형의 선택과 동작거리의 입력에 따라 T-O-P 1주기 시간이 합산되고 필요한 여유시간이 자동으로 가산되어 산출된다.

TOP시스템의 시간단위 1TU=0.001분이지만 TOPS에서는 산출된 시간이 秒(second)로 환산되어 표현된다.

TOPS에서는 31개의 동작모형과 동작거리에 따라 필요한 동작시간을 전산 시스템안에 내장하였기 때문에 사용자는 “동작분석과 시간표를 찾기”와 같은 행위를 할 필요가 없다.

모든 요소작업을 가져오기(Take), 목적동작(Obective motions), 갖다놓기(Put)의 3단계로 나누어, 사전에 설정되어 있는 동작모형을 선택하고 동작거리를 입력하므로써 측정 대상 작업의 표준시간이 자동적으로 산출된다.

뿐만 아니라 TOPS에서는 제품, 공정, 작업, 요소작업에 관련된 기술과 조건을 사용자가 입력하여 표준시간 자료와 동시에 보관함으로써

기술축적은 물론이고 담당자가 바뀌어도 기술 자료가 자동적으로 인계되도록 설계되었기 때문에 업무의 전문화가 어려운 중소기업에 특히 유용하다 하겠다.

2. TOPS의 구성과 사용방법

TOPS에서는 기본적으로 "TOP 화면, 자료 입력 화면, TOPS에 의한 표준시간 화면"으로 구성되어 있다.

예를 들어 볼펜 조립작업 중에서 본체와 앞부분의 조립 시간을 "TOP 화면"에서와 같이

구할 수 있다.

집어오기의 동작모형 "동시잡기"(행번호: T6)를 선택하고 이동거리(20)를 입력하고 PP(전치)를 선택하면 집어오기(T) 시간이 1.26초로 산출된다.

나머지 단위동작의 시간을 같은 방법으로 구하고 "자료입력 화면"에서 필요한 자료를 입력하면 "TOPS에 의한 표준시간 화면"에서와 같이 볼펜 조립작업의 표준시간과 시간당 생산량이 산출된다.

1) TOP화면

① 집어오기(T)

G, G0
R, G1
R, G0, M : 접촉잡기
R, G1, M : 단순잡기
R, G2, M : 복합잡기
R, Gs, M : 동시잡기
M2 : 목표간이동
G2, M : G2+A, Ns
행번호 : T6

〈내역〉	
이동거리 cm	= 20
무게 3kg 초과?	=
PP	= Y
MD-6mm 이하?	=
Ns	=
e	=
[반복 횟수 입력]	
기립/착석	=
허리굽히기/펴기	=
신체회전	=
보행	=
계단승/강	=
[입력 완료?] Y	
[계산] 1.26 초	

② 목적동작(O)

A1 : 1mm < t ≤ 15mm
A2 : t ≤ 1mm
M1/D
M2
(2M) : 왕복 1회
A, (2M)
A, (M, R1, R, G0)
A, (M, R1, R, G1)
A, (FS, R1, FS, G1)
(A, FS, D, FS, M)
(A, M, D, M)
A, (M, R1, R, G1)
(C) : 회전, 직경치수
MP : 검사, 1점
측정 : Profile 10
: Vern. 30
: Micrometer, 깊이 10
: , 외경 10
: , 내경 10
행번호 : 0.5

〈내역〉	
반복횟수	= 5
동작거리 cm	=
무게 3kg 초과 ?	=
Id	=
St	=
s	= 1
s2	=
A1	=
A2	= Y
A	=
ST	=
S	=
E	=
D	=
Rn	=
[반복 횟수 입력]	
기립/착석	=
허리굽히기/펴기	=
신체회전	=
보행	=
계단승/강	=
[입력완료?] Y	
[계산] 1.38 초	

③ 갖다놓기(P)

R1
M [R1] : 던지기
M, R1
M, A1, R1
행번호 : T6

〈내역〉
반복횟수 =
놓는거리 cm = 2
무게 3kg 초과? =
A2 =
Id =
St =

[반복 횟수 입력]
기립/착석 =
허리굽히기/펴기 =
신체회전 =
보행 =
계단승/강 =
[입력완료?] Y
확인 **초**

2) 자료입력 화면

자료 입력 · 검색 · 수정

측 정 자 : 박 성 학 측 정 일 : 93년 12월 2일
제 품 명 : 볼펜 작 업 명 : 볼펜조립
요 소 번 호 : A1 요 소 명 : 본체와 앞부분조립

① 기계 시간 [수정 or 입력] :
② 비반복 시간 [수정 or 입력] : ③ 1회 생산량 : 1
④ 여 유 율 [표준 : 0.12] : .12

항 목	집어오기(초)	목적동작(초)	갖다놓기(초)	총 시간(초)
⑤ 요소 시간	1.26	1.38	.06	2.70
⑥ 요소시간누계	4.32	2.82	.72	7.86
⑦ 여 유 계 수 [1/1(1-④)]	:			1.136
⑧ 정 상 시 간 [⑥+①+②]	:			7.86
⑨ 표 준 시 간 [⑧ × ⑦]	:			8.93
⑩ 시 간 당 생 산 량 [3,600(초)/⑨×③]	:			403.13

화 일 저 장 [저정 = Y 아니요 = N] :

도움기능 = TAB, F1 계속 = Enter 초기화면 = F10 요소선택 = F9 종료 = Ctrl+Q

3) TOPS에 의한 표준시간 화면

TOPS에 의한 표준시간

제 품 명	작 업 명	요소시간	기계시간	비반복시간	정상시간	여유율	표준시간	1회생산량	시간당생산량
볼펜	볼펜조립	7.86	.00	.00	7.86	.12	8.93	1	403.13
NO. 요소	작업명	T	O	P	합계				
A1	본체와 앞부분 조립	1.26	1.38	.06	2.70				
A2	스프링 조립	1.02	.30	.06	1.38				

A3	볼펜심조립	.90	.30	.06	1.26
A4	수축장치조립	1.14	.084	.06	1.26
A5	볼펜갓다놓기				.48
요소시간누계		4.32	2.82	.72	7.86
도움기능=TAB, F1 취소=ESC 신규등록=F10 인쇄=F 삭제=F4 종료=Ctrl+Q					

이상에서 본바와 같이 TOPS는 PTS에서 필수적으로 여겨왔던 “동작분석과 동작시간표 찾기”와 같은 과정을 제거함으로써 표준시간을 신속하고 정확하게 설정할 수 있는 시스템이다.

DWF는 매우 정교한 반면에 너무 복잡하여 DWF를 적용하기 위해서는 전문적인 지식과 많은 경험을 갖춘 인력이 필요하기 때문에 중소기업에서 사용하는 데는 어려움이 있다.

이에 비해 TOPS는 동작모형을 선택하고 동작거리를 입력하면 작업에 필요한 요소동작의 표준시간과 작업의 시간당 생산량이 산출되도록 개발되었다.

따라서 TOPS를 도입하고 사용방법에 대하여 2~3주 교육 및 훈련을 받으면 누구나 쉽게 사용할 수 있다.

기업과 국가의 발전을 위하여 생산성을 향상시키고 국제 경쟁력을 提高시키는 것은 시대적인 사명이고 국내에서 자체 개발한 TOPS는 생산성 향상에 크게 기여할 것으로 기대한다.

- 별첨1 : DWF 작업측정
- 2 : RWF 작업측정
- 3 : HITMAP 작업측정
- 4 : MODAPTS 작업측정

DWF 작업측정

<별첨 1>

작업명 : 볼펜조립

날짜 : 1994. 11. 25

番 號	왼손 動作			累 計 時 間		오른손 動作		
	要素 動作	動作 分析	ET			ET	動作 分析	要素 動作
1	R 앞부분	A8D	54	54	54	54	A8D	R 본체
2	Gr	1.3×.3Bs	52	106	106	52	4.3×.3Bs	Gr
3	PP	PP-0-50%	24	130	176	70	A8SD	M
4	M	A8SD	70	200	200	24	W	기다린다.
5	Asy	CT-.26-.92	83	283	283	83	CT-.26-.92	Asy
6	Turn 5회	10F1	160	443	443	160	10F1	Turn 5회
7					451	8	1/2F1	R1
8					505	54	A8D	R 스프링
9					561	56	1×.16e	Gr
10					631	70	A8SD	M
11					688	57	CT-.26-.62	Asy

番 號	왼 손 動作			累 計 時 間	오 른 손 動作			
	要素 動作	動作 分析	ET		ET	動作 分析	要素 動作	
12				696	8	1/2F1	R1	
13				750	54	A8D	R 볼펜심	
14				798	48	4.3×.1	Gr	
15				868	70	A8SD	M	
16				912	44	CT-.26-.4	Asy	
17				920	8	1/2F1	R1	
18				974	54	A8D	R 수축장치	
19				994	20	1.4×.4v	Gr	
20				1030	36	PP-0-75%	PP	
21				1100	70	A8SD	M	
22				1183	83	CT-.26-.9	Asy	
23				1206	23	F1S	Ind	
24				1129	23	F1D	St	
25	잡고 있다.	H	794	1237	1237	8	1/2F1	R1
26	M 볼펜	A11D	63	1300				
27	R1	1/2F1	8	1308	1308	71	W	기다린다.

1308DU × 0.006초 = 7.85초

RWF 작업측정

<별첨 2>

작업명 : 볼펜조립

날짜 : 1994. 11. 25

番 號	왼 손 動作			累 計 時 間	오 른 손 動作			
	要素 動作	動作 分析	ET		ET	動作 分析	要素 動作	
1	R 앞부분	B-1	5	5	5	5	B-1	R 본체
2	Gr	2-B-s	6	11	11	6	2-B-s	Gr
3	PP	0-50%	2	13	17	6	B-2	M
4	M	B-2	6	19	19	2	W	기다린다.
5	Asy	CT-10>.9	10	29	29	10	CT-10>.9	Asy
6	Turn 5회	3×5	15	44	44	15	3×5	Turn 5회
7				45	45	1	O-	R1
8				50	50	5	B-1	R 스프링
9				56	56	6	3-v-e	Gr
10				62	62	6	B-2	M
11				68	68	6	CT-.10-.9	Asy
12				69	69	1	O-	R1
13				74	74	5	B-1	R 볼펜심

番 號	왼 손 動作			累 計 時 間		오 른 손 動作		
	要素 動作	動作 分析	ET			ET	動作 分析	要素 動作
14					79	5	3-v	Gr
15					85	6	B-2	M
16					91	6	CT-10-.9	Asy
17					92	1	O-	R1
18					97	5	B-1	R 수축장치
19					100	3	2-v	Gr
20					103	3	0-75%	PP
21					109	6	B-2	M
22					119	10	CT-10>.9	Asy
23					122	3	A-1	Ind
24					125	3	A-1	St
25	잡고 있다.	H	82	126	126	1	O-	R1
26	M 볼펜	C-1	7	133				
27	R1	O-	1	134	134	8	W	기다린다.

$$134RU \times 0.06초 = 8.04초$$

HITMAP 작업측정

<별첨 3>

작업명 : 볼펜조립

날짜 : 1992. 11. 25

No	동 작 내 용	M	G	S	R	M	P	S	추가시간	합 계
1	앞부분과 본체 보립	4	3	2	2	4	5			20
2	조이기(왕복 5회)					10				10
3	스프링 조립	4	3			4	2			13
4	볼펜심 조립	4	3			4	2			13
5	수축장치 조립	4	3		2	4	5			18
6	색합, 정좌					2				2
7	볼펜 갖다놓기					4				4
합 계										80

$$80MD \times 0.1초 = 8초$$

MODAPTS 작업측정

〈별첨 4〉

작업명 : 볼펜조립

날짜 : 1994. 2. 6

No	동작내용	M	G	M	P	추가시간	합계
1	앞부분 집어오기	4	3			R2	9
2	본체집어오기(동시동작)	2	3				5
3	앞부분과 본체 조립			4	5		9
4	조이기(왕복 5회)			10			10
5	스프링 조립	4	3	4	2		13
6	볼펜심 조립	4	3	4	2		13
7	수축장치 조립	4	3	4	5	R2	18
8	색합, 정좌			2			2
9	볼펜 갖다놓기			4			4
합 계							83

$$83\text{MOD} \times 0.129\text{초} = 10.71\text{초}$$