

방직공장에 있어서의 IE기법

표준생산에 대한 계산은 I. E.의 중요한 기능이며, 섬유공업에 있어서 기계의 효율에 도전하는 중요한 기법으로 I. E. 기법이 응용되고 있다.

이 기계의 효율에 도전하기 위한 I.E. 기법을 어떤 방향으로 현장에 어떻게 응용할 수 있는가에 대하여 몇 가지 논술폭저 한다.

먼저 I. E.의 커다란 범주속에서 몇 가지 분야를 소개한다면 다음과 같다.

- 1) Job Evaluation(작업분석)
- 2) Wage Incentive(자극임금)
- 3) Time Study(시간분석)
- 4) Performance Rating(작업속도의 평가)
- 5) Motion Study(동작 분석)
- 6) Work sampling or Ratio relay
- 7) Optimum machine Assignment or Multi-machine Assignment(최적 담당틀수 할당)

여기에 현장에서 직면하고 있는 최대 기계효율을 위한 최대 담당틀수 할당(O.M.A. or M.M.A) 기법에 관하여 알아 보기로 한다.

1. 최적 담당틀수 할당(OMA)을 위한 준비자료 수집

이 준비자료 수집은 스톱 워치를 사용한 시간 분석(time study)과 작업속도의 평가(Performance rating)로 얻어진다. 먼저 timing과 rating을 하기전에, 현재 행하여지고 있는 표준작업(job)을 각 측정가능한 원소(element)로 세분(Breaks down)하여 각 원소를 timing하고 rating하여야 한다. Timing 한 시간에 rating을 곱하여 순소요시간을 얻고, 이 순소요시간(Normal time)에 여유시간

(Allowance)을 더하여 표준시간(Standard time)을 설정한다. 즉 표준시간이란 그 작업을 수행하는데 필요한 숙련도를 가진 작업자가 정해진 작업방법에 따라 일정한 기준작업을 완수하기 위하여 지속가능하다고 인정되는 작업속도로 일할 때 소요된다고 정한 순소요시간에 여유시간을 가산한 시간이다.

실제 공장에서 경험한 바에 의하면, 고졸이상의 여자사원으로써 카드놀이, 견기, 장기(Checker board) 그리고 textile rating film을 사용하여 훈련하고, 실제 현장 실습 훈련 1개 월로써 상기 Standard time 설정은 가능한 것이었으며, 각 회사 마다 또 각 기종과 여건에 따라 다르겠지만, 설명을 위한 참고로써 다음과 같은 양식의 자료들을 얻을 수 있다.

여기에서 가장 문제가 되는 것은 여유시간(Allowance)의 적정배분인데, 이는 미국 West Point Pepperell사에 의한 여유시간 계산법에 따랐다.

여기 참고로 정방틀잡이 담당틀수 계산법을 <표 1>에 예시한다.

PLANT _____		SHEET _____ OF _____	
JOB TITLE _____		DATE _____	
JOB CALCULATION SHEET			
A. MACHINERY DATA	B. OPERATING DATA	C. STOCK DATA	
製作社 platt 製作年度 1968 type 800 sp. gauge 2 3/4" Ring dia 47 m/m no 1 flange auto-wedge Roller bearing No. H2 2/2 with SKF Type creel open spindle/frame 424 wreke E type	front Roll.dia 1" Twist Mult. 3.41 sp. rpm 14,000	yarn Count T/e 45's Roving PKg. size. 13Gm x 30Gm Roving gross w't 1.56 Kg Roving net w't 1.30 Kg Roving length 2,600 yds	

Element	단위시간	단 위	회 수 초/8H /Frame	합 계 초/8H /Frame
절 기	10.8	OCC	25.3	273.24
설 잇기 (절 으 면 서)	9.4	end	6.09	57.25
" 정 상	6.3	end	103.95	654.89
" 두 번 이 음	12.6	end	5.28	66.53
" 소 제 하 면 서	10.7	end	5.28	56.50
" 로 빙 넣 고	10.4	end	1.3	13.52
" 톱로라에 감김붙고	11.0	end	1.3	14.30
로빙아음	15.0	end	5.28	79.20
톱로라에 감김붙음	6.6	OCC	11.0	72.60
보톱로라감김붙음	14.6	OCC	1.3	18.98
절 절 및 공 추 신 호 올 림	3.7	OCC	1.3	4.81
小 計				1311.82
기 타 (4 %)				52.47
計				1364.29
여유시간 (12 %)				163.71
總 計				1528.00

작업시간 (8 時間) = 28800 초

$$\text{적정 담당틀수} = \frac{28800}{1528} = 18.85 \text{ 대}$$

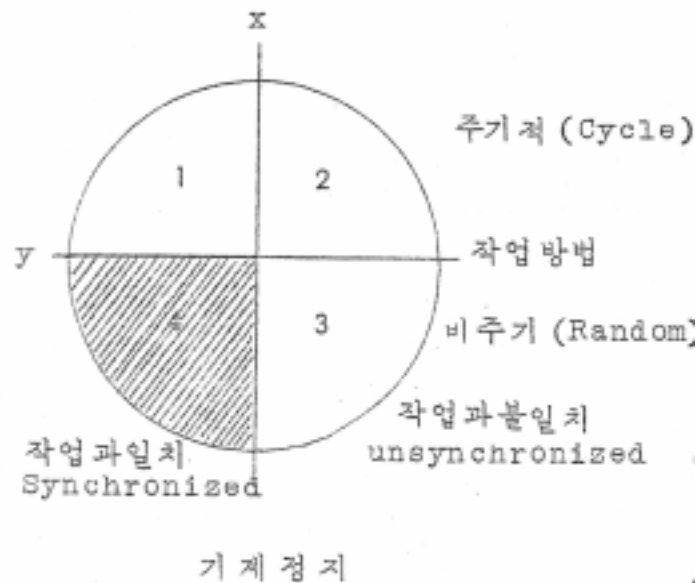
2. 최적담당틀수 할당(OMA)에 필요한 이론과 실제계산

모든 작업을 3가지 중요형태로 나눌 수 있는데, 다음 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 X축은 작업방법으로 주기적 작업과 비 주기적 작업으로 구분하고

Y축은 기계정지를 나타내며 작업과 일치하여 정지하는 경우와 작업과 불일치한 정지의 경우로 나눌 때 다음 4가지 형이 있다.

- (1) 주기적 작업에 작업이 일치한 기계 정지
- (2) 주기적 작업에 작업과 일치하지 않는 기계 정지
- (3) 비주기작업에 작업과 일치하지 않는 기계 정지
- (4) 비주기작업에 작업과 일치하는 기계 정지

그러나 (4)의 경우는 실제적으로 거의 불가능한 경우로써 상기 (1) (2) (3)의 3가지 중요작업형태로 모든 작업을 나눌 수 있다.

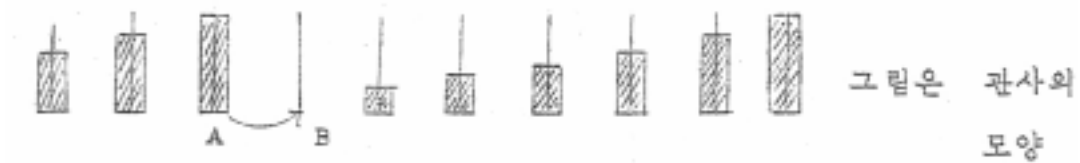


예를 든다면 혼타면 틀잡이의 작업은 (2), 연조틀잡이의 작업은 (3), 조방틀잡이의 작업은 (3), 그리고 정방 도핑공의 경우는 (1), 직포 틀잡이의 경우는 (2)의 형태로서 작업한다.

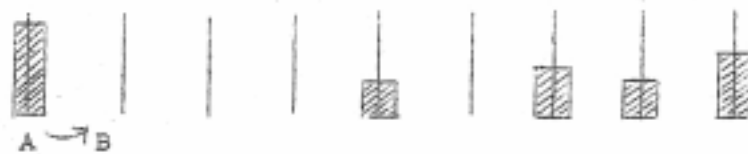
A. (1)형 작업의 경우 OMA의 계산

예를 들어서 권사 틀잡이의 작업을 살펴 볼 때, 틀잡이는 다음과 같은 순

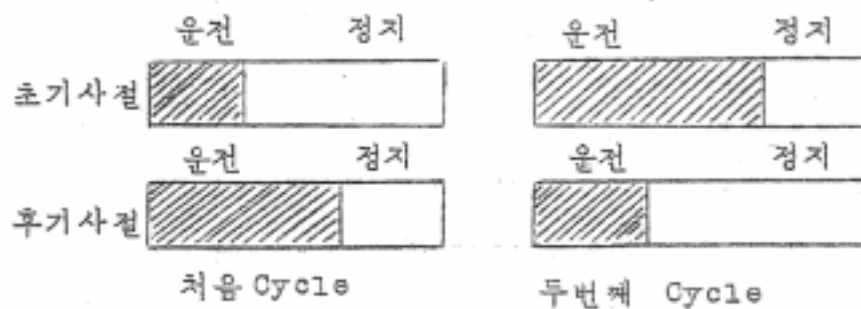
서로 작업에 임한다면 전형적인 (1)형의 작업이 된다.



그러나 실제 관사는 사절이 있으므로 사절로 인하여 다음 그림과 같이 작업될 수도 있다.



여기서 사절이 발생한 어떤 드럼의 예를 본다면



여기에서 우리는 틀잡이가 관사를 이은 후 곧 사절이 되는 경우와 이은 후 늦게 사절이 되는 경우 1번 사절에 다 같이 1주기의 작업이 손실됨을 알 수 있다.

이는 만약 0.25사절에 대해서는 0.25주기의 작업이 손실됨을 의미한다.

만약 권사기의 드럼사속 = 600yds/min.

1보빈의 사장 = 8,400yds

1보빈당 사절 수 = 0.25

관사 4개로 치즈한개 도핑 일 때 권사 틀잡이의 작업을 timing과 Rating하여 다음과 같은 Job Calculation Sheet를 얻었다고 가정하자.

	NM/OCC		OCC/BBN		NM/BBN
1. 보빈 교체 및 실이음	0.18	×	1.00		= 0.180
2. 치즈 도핑	0.24	×	0.25		= 0.060
3. 사절된 실이음	0.12	×	0.25		= 0.030
4. 보 행	0.008	×	1.25		= 0.010
순소요시간 합계					= 0.280
15% 여유시간					= 0.042
표준시간(Total Standard Minutes)					= 0.322

이때의 OMA 계산은 다음과 같다.

① 기계 가동 시간(Machine Running Time)

$$840\text{yd}/\text{BBN} \div 600\text{yd}/\text{min} = 14.00\text{min}/\text{BBN}$$

② 틀잡이가 작업함으로 인한 정대(상기 1,2,3항) = 0.27min/BBN

③ 사절후 틀잡이를 기다리는 시간

$$\text{기계운전시간}(14.00) \times \text{사절율}(0.25) = 3.50\text{min}/\text{BBN}$$

④ 여유시간 ①+②+③×10% = 1.78

$$\text{총 주기시간} = 19.55\text{min}/\text{BBN}$$

이때 기대되는 기계운전효율 계산은

$$14.00(\text{M.R.T}) \div 19.55(\text{TCT}) = 71.6\%$$

가능한 적정드럼 수는

$$19.55\text{min}/\text{BBN}(\text{TCT}) \div 0.322(\text{표준시간}) = 61\text{드럼}$$

B. (2)형작업의 경우 OMA계산

(1) 형과 같이 틀잡이는 주기적 작업을 행하나 어떤 장애로 인하여 기계의 정지가 작업의 주기와 일치하지 않는 경우인데 상기 (1)형의 예를 그대로 적용한다면 보빈당 사절수를 2개로 늘림으로써 (1)형의 작업을 불가능하게 하여 (2)형작업이 되게 한다.

이때 중요한 것은 작업과 기계정지가 일치하지 않으므로 작업주기시간이 효율에 영향을 미쳐서 다음과 같이 계산된다. 여기서 작업주기시간은 1순회 /4분으로 가정한다.

틀잡이 작업

1. 보빈교체 및 실이음

$$0.18\text{NM} \times 1.00\text{bobbin} = 0.180\text{NM}/\text{BBN}$$

2. 치즈 도핑

$$0.24\text{NM} \times 0.25\text{doffs}/\text{BBN} = 0.060$$

3. 사절된 실이음

$$0.12\text{NM} \div 2.00\text{사절}/\text{BBN} = 0.240$$

4. 보 행 $0.12\text{NM} \div 2.79\text{bobbin}/\text{Drum}/\text{hr} = 0.043$

$$\text{순소요시간 합계} = 0.523$$

$$15\% \text{ 여유시간} = 0.078$$

$$\text{표준시간(Total Standard Minutes)} = 0.601$$

1드럼 1시간당 걷기

$$1) 60\text{min/hour} \div 4.00\text{분/순회} = 15.00\text{순회/hour}$$

$$2) 15.00\text{순회/hour} \times 0.008\text{NM/drum} = 0.12\text{NM/drum.hr}$$

기계효율계산

$$\textcircled{1} \text{ 기계 가동시간(Machine Running Time)} = 14.00\text{min/BBN}$$

$$\textcircled{2} \text{ 틀잡이가 작업함으로 인한 정대시간 (1+2+3)} = 0.48\text{min/BBN}$$

$\textcircled{3}$ 틀잡이가 작업을 기다리는 시간

$$4.00\text{분/순회} \times 50\% \times 3\text{정지/BBN} = 6.00\text{min/BBN}$$

$$\textcircled{4} 15\% \text{ 여유시간} = 1.02\text{min/BBN}$$

$$\text{총주기시간(T.C.M.)} = 21.50\text{min/BBN}$$

$$60\text{min/hour} \div 21.50\text{min/BBN} = 2.79\text{BBN/drum/hr}$$

$$14.00\text{min/BBN} \div 21.50\text{min/BBN} = 65.1\% \text{ 효율}$$

$$21.50\text{min/BBN} \div 0.601\text{std Minutes} = 36\text{drum}$$

C. (3)형작업의 경우, C.M.A. 계산

가장 복잡한 작업으로 작업자도 임의로 작업하고, 기계도 작업과 일치하지 않고 정지되는 형태의 작업이다. 아주 정대율이 적은 직기공정의 작업은(3)형의 작업이 오히려 (2)형의작업보다 유리할 때도 있다.

이 때 중요한 문제는 이의(Random)로 작업하기 때문에 우선작업(Priority work)을 받는 것과, 받지 않는 것에 따라 어떤 장애, 즉 간섭(Interference)이 생기게 된다. 이 간섭이 바로 기계의 효율을 저하시키는 원인이 되는 것이다

이 간섭을 계산함에 있어서 기계에 대한 간섭비율을 S로 표시하고 작업자

에 대한 간섭비율을 W로 표시하여 West Point Pepperel사에서 개발한 Palmer Interference table을 이용하여 간섭시간 비율을 구할 수 있다. 이 Palmer Interference Table은 최근 통계학적으로 새로이 개발된 Queing Theory에 의한 것이다.

이때의

$$S = \frac{\text{total priority minutes}}{\text{Basci cycle minutes}} \text{ (for machines)}$$

$$W = \frac{\text{Total priority minutes}}{\text{Total standard minutes}} \text{ (for worker)}$$

로 나타난다.

이 (3)형 작업의 전형적인 예를 들어 보면 다음과 같다.

예) 조방 공정

機種 Platt 100 spindles	draft 9.62
(실계는 108 추이나 편외상)	
front roll dia. 11/8"	twist multiplier 1.16
" " rpm 134	
spindle rpm 780	0.470Lbs/sp hr(100%효율에서)
50.0Lbs/frame hank	40grain drawing sliver
0.752hanks/hr (효율80%에서)	16.0Lb/12inch can
0.940 " (효율100%에서)	
11.9standand minutes/frame hr	2.00hank, 1.60Lb/bobbin

Element

Normal minutes per frame hank

크 릴

1. 캔의 슬라이버를 크릴에 올려 놓음. $0.21\text{NM} \times 100 = 21,00\text{NM}$

2. 기계뒤소재 마루소재 $6.00\text{NM} \times 1 = 6.00\text{NM}$

3. 캔에서 크릴을 통해 실이음 $0.30\text{NM} \times 3 = 0.90\text{NM}$

Total(sp) 27.90NM

$27.90\text{NM} \div 31.7\text{hanks/creel} 0.880$

4. 빈 캔을 쌓아둠 $9.5\text{NM} \div 31.7$ 0.300

도 핑

5. 꽃을 피우고 플라이어를 올림 2.40NM

6. 도핑하고 보빈을 올림 5.00NM

7. 실을 잇고 기계운전 6.70NM

Total(sp) $14.10\text{NM} \div 3.20\text{hanks/doff} 4.406$

매도핑시의 소재

8. 로빙대 소재 0.80NM

9. 롤러 비임 및 스탠드소재 1.50NM

10. 보텀롤러 클리어러 1.60NM

Total(sp) $3.90\text{NM} \div 3.20\text{hanks/doff} 1.219$

사절된 것 이음

11. 로빙이음(sp) $0.50\text{NM} \times 4.00\text{회/hank}$ 2.00

12. 기타이음(sp) $0.82\text{NM} \times 5.10\text{회/hank}$ 0.902

13. 걸어가서이음(sp) $0.20\text{NM} \times 10\text{회/hank}$ 1.020

기타 소재

14. 플라이어 및 스핀들위 소재(sp)	$2.00\text{NM} \times 1.00\text{occ} = 2.00\text{NM}/8\text{hr}$
15. 백보텀클리어러 소재(sp)	$2.00\text{NM} \times 1.00\text{occ} = 2.00\text{NM}/8\text{hr}$
16. 톱레일 소재	$3.00\text{NM} \times 1.00\text{occ} = 3.00\text{NM}/8\text{hr}$
17. 기타 소재	$3.70\text{NM} \times 1.00\text{occ} = 3.70\text{NM}/8\text{hr}$

Total	10.70NM/8hr
-------	-------------

$10.70\text{NM} \div 6.024\text{hanks}/8\text{hr}$	1.776
--	-------

18. 순회, 기계조정 기타	1.200
-----------------	-------

Total Normal Miutes	13.703
---------------------	--------

여유시간 15%	2.055
----------	-------

Total standard Miutes	15.758
-----------------------	--------

단, S는 기계정지

P는 우선작업을 뜻함

Hanks/creel 및 hank/doff

$16.0\text{Lb}/\text{creel con} \times 99\%(1.0\%\text{남음}) \times 2.00\text{Hank Roving} = 31.7\text{hanks}/\text{creel}$

$1.60\text{Lb}/\text{BBN} \times 2.00\text{Hamk roving} = 3.20\text{Hanks}/\text{doff}$

Scheduled work adjustment

$480\text{std, min}/8\text{hr} \div (1.00+0.10 \text{ Interference}) = 436\text{sch.wokadj.}$

정해진 기계 정지시간

(1) 틀잡이에 의해서 (Element No. 14, 15) $4.00\text{NM} \times 1/1\text{교대} = 4.00\text{NM}/8\text{hr}$

(2) 보전에서 기름주고 소재 $8.00\text{NM} \times 1/10\text{교대} = 0.80\text{NM}/8\text{hr}$

(3) 보전에서 스핀들기어에 기름줌 $16.00\text{NM} \times 1/10\text{교대} = 1.60\text{NM}/8\text{hr}$

Total	<u>6.40NM/8hr</u>
-------	-------------------

$436 \text{ sch. Adj} \div (436-6.40\text{NM}/8\text{hr}) = 1.012\text{sch} \cdot \text{stop.}/\text{cycle basic cycle Minutes}/\text{Hank}$

$$(1) \text{ 기계 가동 시간}(480\text{yd} \times 36'') \div (134\text{RPM} \times 1.125'' \times \pi) = 63.85\text{min}$$

$$(2) \text{ 크릴 (Element, 1~3)} \quad 0.880\text{NM/hank} = 0.88\text{min}$$

$$(3) \text{ 도핑 (Element 5~7)} \quad 4.406\text{NM/hank} = 4.41\text{min}$$

$$(4) \text{ 도핑시의 소재(Element 8~10)} \quad 1.219\text{MN/hank} = 1.22$$

$$(5) \text{ 사절된 것 이음(Element 11~13)} \quad 3.922\text{MN/hank} = 3.92$$

$$\text{Total} \quad 74.28$$

$$74.28\text{min/hank} \times 1.012 = 75.17\text{basic cycle minutes간 섭(Interference)}$$

$$(1) 75.17 \div 436 = 0.172\text{A(이것은 NM/8hr를 MN/hank로 환산계수)}$$

$$(2) (4.00 \text{ priority}/8\text{hr} \times 0.172\text{A}) + 10.427\text{priority/hank} = 11.115\text{Total priority/hank}$$

$$(3) 11.115 \div (0.172\text{A} \times 436) = 0.148 \text{ Priority/cycle min(s)}$$

$$(4) (10.70\text{work}/8\text{hr} \times 0.172\text{A} + 11.927\text{work/hank}) = 13.767\text{NM work/hank}$$

$$(5) 11.115 \div (13.767 \times 1.15\text{여유시간}) = 0.702\text{Priority/std,Min(W)}$$

$$(6) 15.1\% \text{ Interference from table} \times 40\% \text{ Roving frame adj} = 6.0\% \text{ Interference}$$

기대되는 생산관계

$$75.17\text{B.C.M} \times 1.060\text{간섭} = 79.68\text{total cycle Min/hank}$$

$$60.0\text{Min/hr} \div 79.68 = 0.753\text{기대되는 Hank/hr}$$

$$63.85\text{M.R.T} \div 79.68 = \boxed{80.1\%} \text{ 기대되는 효율}$$

$$79.68 \div 15.758\text{T.S.M} = \boxed{5.06} \text{ 기대되는 대지수}$$

3. 담당틀수 할당에 있어서의 유의점

위와 같이 계산법에서 담당틀수가 정해지면 이것을 할당하는데 몇 가지 종류가 있다. 즉

1) 적게 할당(under assignment)

2) 많이 할당(Over assignment)

3) 집단적인 할당 - 독립적인 할당

- 팀으로의 할당

등 몇 가지가 있으나, 경우에 따라서 계산상의 틀수를 할당시키고자 할 때 틀 수 배분이 맞지 않거나 해서 적게 또는 많이 할당시키기도 한다. 그러나 어디까지나 기계효율에 관계되므로써 이를 감안하여 할당할 일이다.

집단적인 할당은 어떤 특정구역을 한 개인에게 할당시키는 경우와 정방도핑공과 같이 몇 사람이 그룹이 되게 할당시키기도 한다. 어떤 형을 택하든지 기계의 효율과 임금지불액을 잘 검토해서 선택하는 것이 공장합리화에 있어서 중요한 요건이다. 여기에 대한 계산방법도 가능하나 너무 설명이 길어져 이번 기회는 생략코자 한다.

4. 결 론

몇 가지 I.E 기법에 의한 적정 담당틀수할당 계산과 기대 기계효율 계산법을 설명했는데 이는 어디까지나 현재의 작업량을 증가시키고 고되게 일을 시키려는 것은 아니다. 막연히 정방틀잡이는 일이 많고 기타공정의 틀잡이는 편하다 하는 불공평한 작업할당을 배제하고 어느 공정이나 그 공정의 요건에 따라 적정담당틀수를 계산함으로써 각 공정간의 차이점을 없애고, 더 나아가서는 언젠가는 있어야 할 자극적 임금제의 합리적인 제도를 이룩하고자 하는 준비작업임을 이해 하여 주어야 하겠다. 그리고 이 합리화 과정에 앞서서 여러가지 단위시간측정, 작업회수, 작업주기, 작업순서등이 표준화되지 않고서는 도저히 합리화를 위한 Industrial Engineering 작업은 기대할 수 없다는 것을 마지막으로添言하고 싶은 것이다.