

연합작업분석 노입작업분석

1. 다중활동분석표
2. 작업자-기계작업분석표
3. 이론적 기계대수
4. Gang Process Chart
5. 연합작업 개선 체크리스트

다중활동분석표 (Multiple Activity Chart)

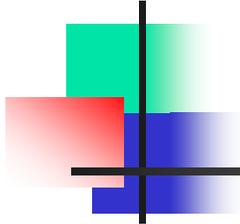
- 작업자나 기계가 작업을 수행해가는 과정을 관측하여, 작업자 상호간의 혹은 작업자-기계간의 관계를 기호를 이용하여 구체적으로 표현한 도표
- 사용목적
 - 한명의 작업자가 담당할 수 있는 기계대수의 산정
 - 기계 혹은 작업자의 유휴시간 단축
 - 組 작업의 작업현황 파악
 - 조작업의 재편성 혹은 개선을 통한 효율제고
- 종류
 - 작업자-기계작업분석표(Man-Machine Chart): 사람과 기계간의 연합작업 분석
 - 작업자-복수기계작업분석표(Man-Multimachine Chart)
 - 복수작업자 분석표(Multiman Chart, Gang Process Chart): 사람간의 연합작업 분석
 - 복수작업자-기계작업분석표(Multiman-Machine Chart)
 - 복수작업자-복수기계작업분석표(Multiman-Multimachine Chart)

1
2

(1), (2)

Piston Rings
Edge Turn

()			(1)	(2)
.10 -	unloading, loading (start)	.12	unloading, loading (start)	.12
	(2)	.04		
.20 -				
.30 -				
.40 -	(2) loading	.50		가 8.6
.50 -				
.60 -				
.70 -		.20		
.80 -			가	1.6
.90 -	unloading, loading (start)	.12		unloading, loading (start) .12
1.00 -	(1)	.04		
1.10 -				
1.20 -				
1.30 -	(1) loading	.50		가 .74
1.40 -				
1.50 -				
1.60 -		0.2		
1.70 -				
1.80 -	=1.72			



이론적 기계대수

■ 기호

- a : Loading 및 Unloading 시간(작업자와 기계의 동시작업)
- b : 기계와 독립적인 작업자의 활동시간(검사, 포장, 이동 등)
- t : 기계의 고유기능을 수행하는 시간 (기계 가동시간)
- n' : 동시성을 달성하는 이론적 기계대수
- T_c : 사이클 시간
- I_o : 한 사이클 동안 발생하는 작업자의 유휴시간
- I_m : 한 사이클 동안 발생하는 기계 한대당 유휴시간
- $TC(m)$: 작업자에게 m 대의 기계를 배정한 경우의 단위제품비용
(인건비와 기계의 overhead 비용)
- C_o : 작업자의 시간당 임금
- C_m : 기계의 시간당 overhead 비용

이론적 기계대수

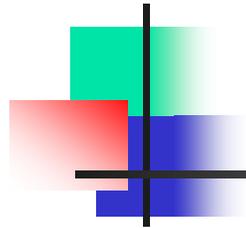
- 한명의 작업자가 몇대의 기계를 담당하는 것이 경제적인가?

$$n' = \frac{a + t}{a + b}$$

	$m \leq n'$	$m > n'$
$T_c =$	$a + t$	$m(a + b)$
$I_o =$	$(a + t) - m(a + b)$	0
$I_m =$	0	$m(a + b) - (a + t)$
$TC(m) =$	$\frac{(C_o + mC_m)(a + t)}{m}$	$(C_o + mC_m)(a + b)$

If $R < 1$ then n else if $R > 1$ then $n+1$, where

$$R = \frac{TC(n)}{TC(n+1)} = \frac{(C_o + nC_m)(a + t)}{[C_o + (n+1)C_m]n(a + b)}$$



예제

예제) 어느 기계가공작업에 대한 작업내용과 소요시간, 비용 등은 다음과 같다.

작업자	가공될 재료를 loading	0.6 분
	가공품을 끈집어냄	0.3 분
	가공품의 검사	0.5 분
	가공품의 마무리 작업 및 옆으로 치울	0.2 분
	다음 기계쪽으로 걸어감	0.05 분
	인건비	3,000 원/시간
기계	가공시간 (자동)	3.95 분
	기계비용	4,800 원/시간

예제

$$a = 0.6 + 0.3 = 0.9 \text{ 분}, \quad b = 0.5 + 0.2 + 0.05 = 0.75 \text{ 분}, \quad t = 3.95 \text{ 분}$$

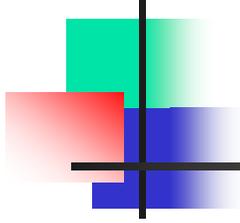
$$n' = \frac{0.9 + 3.95}{0.9 + 0.75} = \frac{4.85}{1.65} = 2.94 \text{ 대}$$

	$m=2$	$m=3$
T_c	$a + t = 0.9 + 3.95 = 4.85$	$m(a + b) = 3(0.9 + 0.75) = 4.95$
I_o	$(a + t) - m(a + b) = 4.85 - 3.3 = 1.55$	0
I_m	0	$m(a + b) - (a + t) = 4.95 - 4.85 = 0.01$
TC (m)	$\frac{(C_o + mC_m)(a + t)}{m}$ $= \frac{(3,000 + 9,600)(4.85 / 60)}{2} = 509$	$(C_o + mC_m)(a + b)$ $= (3,000 + 14,400)(1.65 / 60) = 479$

↙

$$\text{또는, } R = \frac{(C_o + nC_m)(a + t)}{[C_o + (n+1)C_m]n(a + b)} = \frac{(3,000 + 9,600)(4.85)}{(3,000 + 14,400)2(1.65)} = 1.06$$

즉, 3대의 기계쪽이 경제적.



Gang Process Chart

- 사람과 사람간의 연합작업(조편성 작업)의 분석에 사용
- 분석사례
 - 종이절단 작업사례 분석

Gang Process Chart

몇명의 작업자가 한대의 기계를 중심으로 작업하는 것이 바람직한가 ?

작성 예 (제지공장의 최종공정)

제조된 종이를 고객이 주문한 폭으로 절단하여 심봉에 감는 작업

종이가 감기는 속도 : 500 ft/분, 칼날간격 조정 : 매 50,000 ft

한개의 심봉에 감기는 종이 길이 : 2500 ft, 연간 작업량 : 50×10^6 ft

기계비용 : 30,000 원/시간, 인건비 : 2,000 원/시간/인

	작업요소 No.	작업 내용	표준시간 (분)
작업자 No.1	1	절단기를 정지시킨 후 기계주위를 정돈한다.	5.0
	2	설치된 새로운 심봉에 종이를 건 후 기계를 가동시킨다.	2.0
작업자 No.2 와	3	감겨진 심봉을 절단기로부터 천정에 설치된 모노레일로 이동시킨다.	3.0
작업자 No.3	4	새로운 심봉을 절단기에 설치한다.	1.0
작업자 No.4 와	5	절단기의 칼날간격을 조정	12.0
작업자 No.5	6	작업자 No.1 의 두번째 작업을 보조	2.0

$$\text{기계가동시간} = \frac{50 \times 10^6 \text{ ft}}{500 \text{ ft/분}} = 100,000 \text{ 분/年}$$

$$\text{칼날간격 조정회수} = \frac{50 \times 10^6 \text{ ft}}{50 \times 10^3 \text{ ft}} = 1,000 \text{ 번/年}$$

$$\text{심봉교체회수} = \frac{50 \times 10^6 \text{ ft}}{2,500 \text{ ft}} = 20,000 \text{ 번/年}$$

(즉, 연간 19,000 회의 심봉교체작업 + 1,000 번의 칼날간격 동시조정 작업)

시간(분)	작업자 No. 1	작업자 No. 2	작업자 No. 3	작업자 No. 4	작업자 No. 5
	유휴	유휴	유휴	유휴	유휴
2- 4- 6- 8- 10- 12- 14- 16-	절단기정지 및 주위정돈 5 유 휴 10 종이에 종이 걸고 기계가동 2	감긴 심봉 이동 3 심봉설치 1 유 휴 12	감긴 심봉 이동 3 심봉설치 1 유 휴 10	칼날간격 조정 12 심봉에 종이 걸고 기계가동 2	칼날간격 조정 12 심봉에 종이 걸고 기계가동 2

총 작업시간

기계가동	100,000 분
심봉교체	19,000 * 7 = 133,000 분
심봉교체 및 칼날간격조정	1,000 * 15 = 15,000 분
총 작업시간	248,000 분 (4,133 1/3 시간)

시간당 비용

기계비용	= 30,000 원
인 건 비	5 * 2,000 = 10,000 원
	40,000 원/시간

연간 총비용 = 40,000 원/시간 * 4,133 1/3 시간 = 165,333,000 원

시간(분)	작업자 No. 1		작업자 No. 2		작업자 No. 3		작업자 No. 4		작업자 No. 5	
			유휴	1	유휴	1				
2- 4-	절단기정지 및 주위정돈	5								
6- 8-			칼날간격 조정	12	칼날간격 조정	12				
10-	유 휴	11								
14-			감긴 심봉 이동	3	감긴 심봉 이동	3				
16-	심봉설치	1	심봉설치	1	유 휴	1				
18-	심봉에 종이 걸고 기계가동	2	심봉에 종이 걸고 기계가동	2	심봉에 종이 걸고 기계가동	2				

총 작업시간

기계가동

100,000 분

심봉교체

19,000 * 7 = 133,000 분

심봉교체 및 칼날간격조정

1,000 * 19 = 19,000 분

총 작업시간

252,000 분 (4,200 시간)

시간당 비용

기계비용

= 30,000 원

인 건 비

3 * 2,000 = 6,000 원

36,000 원/시간

연간 총비용 = 36,000 원/시간 * 4,200 시간 = 151,200,000 원

연합작업 체크리스트

사람과 기계의 연합작업 개선 체크리스트

체크항목	체크내용
1) 기본원칙	① 작업 자체의 생략 ② 작업의 결합 ③ 순서 교체 ④ 각 작업을 가능한 한 간략화 할 것 ⑤ 모든 사이클 시간에서 기계가공 시간의 비율을 높일 것 ⑥ 기계의 속도를 경제적인 것으로 조정할 것 ⑦ 피치타입의 범위 안에서 사람의 가동과 기계의 가동을 최대한으로 하고 담당대수를 가능한 한 늘릴 것 ⑧ 피크작업의 개선을 추진하고 필요인원을 줄일 것
2) 기계시간을 단축할 수 없는가	① 더욱 좋은 공구를 사용하면 시간단축이 가능한가 ② 복합공구를 사용할 요소는 없는가바꾼다 ③ 회전수, 이송, 절삭깊이를 좀 더 크게하면 어떤가 ④ 1척으로 여러 개를 잡아 기계시간을 단축할 수 없는가
3) 기계의 자동운전 중에 보다 많은 수작업을 할 수 없는가	① 동정지, 부적절 시 자동정지 장치를 달면 가능해진다 ② 재료이송의 자동화는 가능한가 ③ 작업자와 기계의 작업사이클을 조정하면 어떤가
4) 이동동작을 없앨 수 없는가	① 작업순서를 바꾸어서 이동동작을 없앨 수 없는가 ② 배치나 방향을 바꾸어서 이동동작을 없앨 수 없는가 ③ 컴베이어, 슈트 등을 사용, 이동동작을 없앨 수 없는가 ④ 작업용 발판을 개선함으로써 이동동작을 없앨 수 없는가
5) 대기를 없앨 수 없는가	① 작업자의 인원수를 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가 ② 기계의 담당대수를 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가 ③ 각 구성원의 작업분담을 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가 ④ 작업장소의 관계, 업무량의 균형, 업무의 순서에 특히 유의

사람과 사람의 연합작업 개선 체크리스트

체크항목	체크내용
1) 기본원칙	① 각 구성원의 업무상 부하의 균형을 검토할 것 ② 기계설비를 사용하는 경우 그 활용도를 높일 것 ③ 가장 작업량이 많은 사람의 작업을 편히 하도록 검토할 것 ④ 각 구성원의 요소작업을 편하게 할 것 ⑤ 대기를 없앨 것 ⑥ 2명 이상의 동시작업을 1명 작업으로 개선을 검토할 것
2) 이동작업을 없앨 수 없는가, 또는 합병할 수 없는가	① 설비를 바꾼다 ② 배치를 바꾼다 ③ 작업순서를 바꾼다 ④ 컨베이어 등을 사용한다
3) 대기시간을 없앨 수 없는가	① 작업순서를 바꾸면 없앨 수 있는가 ② 배치를 바꾸면 없앨 수 있는가 ③ 다른 기계, 설비를 사용함으로써 없앨 수 있는가
4) 작업을 일괄할 수 없는가	① 작업순서를 바꾸어서 일괄할 수 없는가 ② 다른 기계, 설비를 사용하여 일괄할 수 없는가 ③ 배치를 바꾸어서 일괄할 수 없는가
5) 1명의 작업자로 인한 다른 작업자의 대기시간 발생을 없앨 수 없는가	① 작업자의 인원수를 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가 ② 각 구성원의 작업량을 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가 ③ 각 구성원의 작업분담을 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가 ④ 작업순서를 바꾸어서 대기를 없앨 수 없는가

1)	가 가 가 가
2) 가	가 가 가 가 1
3) 가	가 가 가
4) 가	가 가 가 가
5) 가	가 가 가

