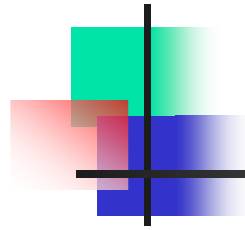




Where We Are

1 부. 서론	2 부. 방법 공학	3부. 작업 측정
작업관리의 개요	공정분석	표준시간 개요
문제해결의 과정	작업분석	직접시간연구법
	연합작업분석	레이팅
	라인작업분석	여유시간
	공장배치	PTS
	동작분석	워크샘플링
	동작경제의 원칙	표준자료법
	표준작업방법	



목 차

- 여유시간 개요
- 여유시간 종류
- 여유시간 설정방법
- 관리계수

여유시간(Allowance Time)

- 표준시간(ST) = 정미시간(NT) + 여유시간(AT)
- 여유시간 (= 부 정규 작업시간): 불규칙적으로 발생하는 여러 가지 요소(인적 및 물적)에 의한 지연(작업)시간 \leftarrow 작업수행에 꼭 필요한 시간
- 여유시간 예제
 - 필요한 때에 부품이 1000개가 담긴 상자를 작업대로 이동 (O)
 - 사용중인 공구의 수명이 다하여 공구 교체 (O)
 - 휴식(물 마시기, 용변) (O)
 - 바닥에 떨어뜨린 공구를 다시 집는 시간 (X)
 - 공구를 보관해둔 곳을 몰라서 찾는 시간 (X)

여유시간 표시방법

- 외경법: 정미시간에 대한 비율

$$\text{외경법여유율}(\%) = \frac{\text{여유시간}}{\text{정미시간}} \times 100 = \frac{\text{여유시간}}{\text{표준시간} - \text{여유시간}} \times 100$$

$$\text{표준시간} = \text{정미시간} \times (1 + \text{외경법여유율})$$

- 내경법: 표준시간에 대한 비율

$$\text{내경법여유율}(\%) = \frac{\text{여유시간}}{\text{표준시간}} \times 100 = \frac{\text{여유시간}}{\text{여유시간} + \text{정미시간}} \times 100$$

$$\text{표준시간} = \text{정미시간} \times \left(\frac{1}{1 - \text{내경법여유율}} \right) = \text{정미시간} \times \left(1 + \frac{\text{내경법여유율}}{1 - \text{내경법여유율}} \right)$$

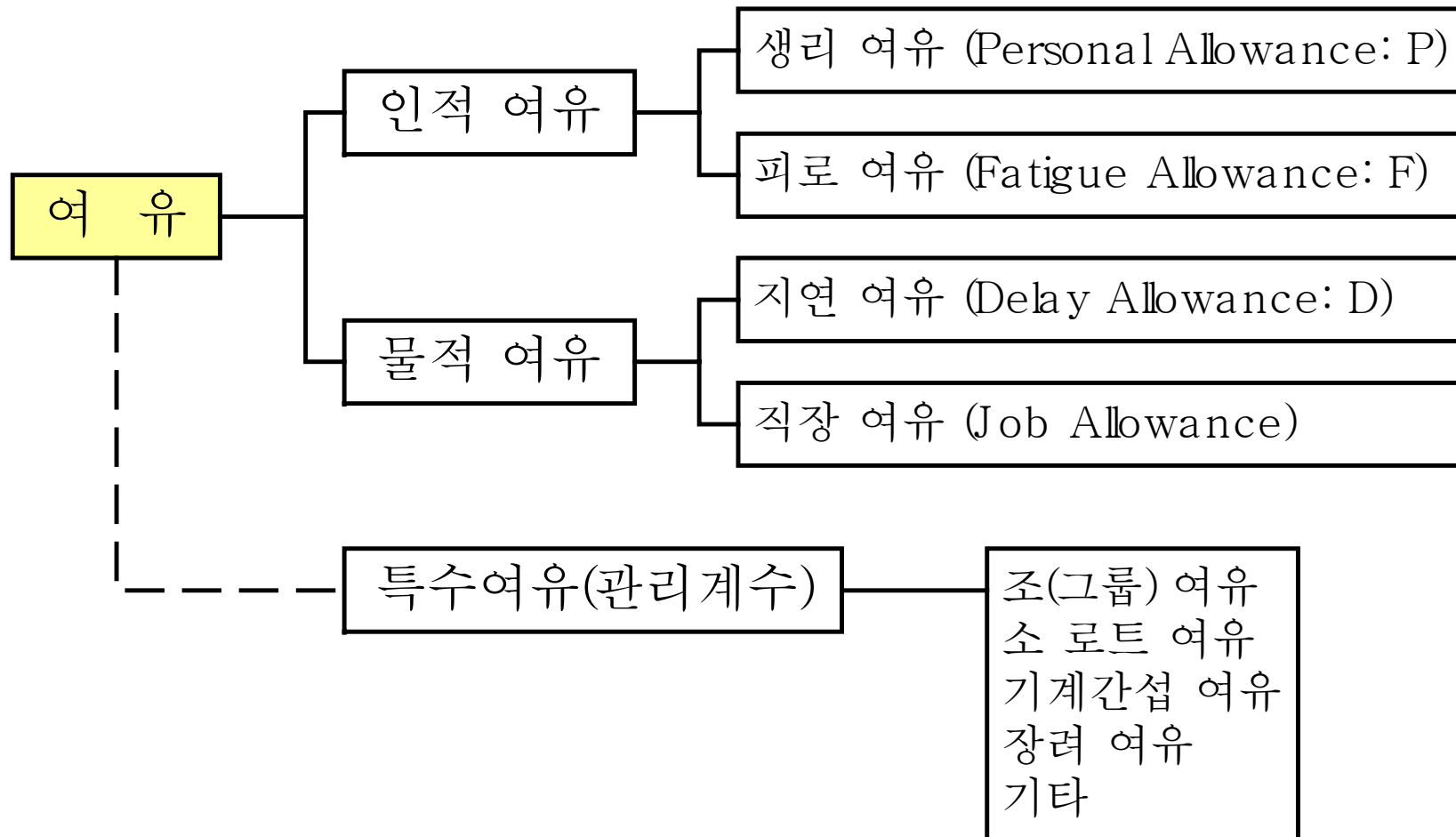
- ※ 내경법으로 설정된 여유율을 외경법여유율을 이용한 표준시간공식에 적용하면 표준시간이 줄어들어 작업자에게 불리해진다.



여유율 설정의 고려요소

1. 과학성 및 이론성: 과학적인 근거에 기반
2. 일관성 및 공평성: 직종간, 사업장간 일관성
3. 일반성 및 수준성: 타사와 너무 동떨어지지 않음
4. 방침성: 타당한 방침에 따라 그 환경이나 조건을 가정하고
여유시간 설정 (예: 개선을 가정하고 여유시간 산정)
5. 처리용이성: 여유시간 건적 항목을 줄이거나, 작은 여유시간을
그룹화, 수치는 정수(14% \Rightarrow 15%)로 정리

여유시간의 종류





인적 여유

- 생리여유(P): 각자의 생리적 필요에 의한 작업의 중단을 보상
 - 용변, 물 마시기, 땀 닦기 등
 - ILO(국제노동기구)의 권장기준: 남자 5%, 여자 7%
 - 일반적으로는 남자 2~4%, 여자 4~6%
- 피로여유(F): 작업환경, 작업조건의 정도에 따라 육체적, 정신적 피로로 발생하는 작업의 중단, 주저, 속도의 저하를 보상
 - 중량물의 취급, 고열환경, 국부 근육피로를 수반하는 작업, 정신피로를 동반하는 검사작업 등
 - 일반적인 작업에서는 2% 이상을 초과하지 않음
 - 피로여유를 크게 고려해야 하는 작업의 경우 작업장 또는 작업환경의 개선이 병행되어야 함
 - 회사마다 작업환경 및 조건이 상이함으로 피로여유도 차이가 있음

ILO 인적여유율(1 of 6)

- 인적여유율 = 생리여유 + 고정피로여유 + 변동피로여유
- 생리여유와 고정피로여유

	남	여
인적여유	5	7
기본피로여유	4	4

- 변동피로여유: 자세

자세	남	여
서 있는 자세	2	4
부자연한 자세	2	5
불편한 자세(구부러)	4	7
상당히 불편한 자세 (누워서, 뺨아서)	9	11



ILO 인적여유율(2 of 6)

- 중량물 취급 (인상, 잡아당김, 밀기)

무게(kg)	남	여
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	6	9
17.5	8	12
20	10	15
22.5	12	18
25	14	—
30	19	—
40	33	—
50	58	—



ILO 인적여유율(3 of 6)

- 조명 (light conditions)

구분	남	여
정상보다 약간 어두움	0	0
어두움	2	2
상당히 어두움	5	5

- 공기조건 (air conditions)

구분	남	여
통풍이 잘되고 신선한 공기	0	0
통풍이 나쁘지만 유해가스 없음	5	5
노주위 작업	5-15	5-15

ILO 인적여유율(4 of 6)

- 눈의 긴장 (visual strain)

구분	남	여
어느 정도 정밀	0	0
정밀 (마이크로미터, 계산척 사용)	2	2
상당히 정밀	5	5

- 청각긴장도 (aural strain)

구분	남	여
연속적	0	0
간혹 시끄러움	2	2
간혹 매우 시끄러움	5	5
간혹 매우 고음	5	5

ILO 인적여유율 (5 of 6)

- 정신적 긴장도 (mental strain)

구분	남	여
어느정도 복잡	1	1
복잡 또는 오랫동안 지켜 봐야 됨	4	4
상당히 복잡	8	8

- 정신적 단조감 (mental monotony)

구분	남	여
작다	0	0
보통	1	1
크다	4	4

ILO 인적여유율(6 of 6)

- 신체적 단조감 (physical monotony)

구분	남	여
다소 심증	0	0
심증	2	1
매우 지겨움	5	2

ILO 인적여유 산출 예제

- 아래의 작업조건에 대해 ILO 기준의 인적여유율을 남자 작업자에 대해 산출하시오

- 자세: 부자연한 자세
- 중량물 취급: 5 kg
- 조명: 정상
- 공기조건: 통풍이 잘됨
- 눈의 긴장: 어느 정도 정밀
- 청각긴장도: 연속적(조용)
- 정신적 긴장도: 어느 정도 복잡
- 정신적 단조감: 작음
- 신체적 단조감: 작음

- 인적여유율 = 생리여유 + 고정피로여유 + 변동피로여유

$$= 5 + 4 + (2 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0) = 13 \%$$

노동강도와 피로여유

■ 노동강도

- $R.M.R = \frac{W - R}{B} = \frac{\text{작업시 } O_2 \text{ 소비량} - \text{안정시 } O_2 \text{ 소비량}}{\text{기초 } O_2 \text{ 소비량}}$

- RMR = Relative Metabolic Rate

■ RMR에 의한 피로여유 계산

- 8시간 동안의 소비칼로리 (C)

$$C = (1.2+x)(420-\alpha) + 1.4\alpha + 1.3 \times 60$$

(1.2+x) : 작업시 대사량; (420-α): 작업시간;

1.4 α : 작업간 휴식 시 대사량 × 작업간 휴식시간

1.3×60 : 식사 휴식시 대사량 × 식사 휴식시간

- 휴식시간과 여유율(r)

$$\alpha = 420 \times \frac{r}{1+r}$$



피로강도와 피로여유

- RMR에 의한 피로여유 계산

- 가능 소비 칼로리

3.5 Kcal /min. ~ 5.0 Kcal /min.

1,700 Kcal/8H ~ 2,400 Kcal/8H

추천한계 : 2,250 Kcal /8H \Leftrightarrow 4.7 Kcal /min.

- 여유율의 계산 전개에 의하여

$$r = 26.5x - 105, \text{ RMR} > 4$$



물적 여유

- 지연여유(D): 불규칙한 발생상태 때문에 정규작업에는 포함되지 않는 작업에 대한 보상
 - 도장작업 시 막힌 스프레이 구멍 뚫기 등
 - 종일 시간연구 또는 워크샘플링을 통해 산정
- 직장여유(J): 현장의 관리 필요성에 의한 작업 중단 보상
 - 안전체조, 조회, 작업장 정리 정돈, 복장
 - 여유시간에 포함하는 경우도 있고, 관리계수에 포함하는 경우도 있음

지연여유시간의 설정방법

- 종일 시간연구(All Day Study) – 연속가동분석
- 워크샘플링(Work Sampling) – 순간가동분석
 - 관측된 작업항목 검토: 간단한 개선안으로 피할 수 있으면 제거
 - 작업의 발생비율 검토: 발생비율 중 피할 수 있는 비율을 산정/제거
 - 지연여유의 설정: $D = B/A \times 100$

A : 전체 작업시간 중에서 정미시간의 비율

B : 도저히 피할 수 없는 지연여유 발생항목의 비율

지연여유시간 설정 예제

- 정미시간 비율(A) = 60% + 15% = 75%
- 지연여유시간 비율(B) = 3% + (4-2)% + (5-5)% = 5%
- 지연여유율(외경법) = 5/75 * 100 = 7%

작업구분		작업단위명칭	발생비율
주작업		주작업	60
준비작업		준비작업	15
여유	지연여유	불량품처리	3
		정리, 정돈	4
		검사구 수리	5
기타여유		소지품	4
		잡담, 휴식	5
		부채질	4
합계			100

불가피한 지연

불필요하나, 완전히 제거하기 어려움(2%로 축소)

1년에 1 ~ 2 회만 발생하는 간헐적 작업(제거)

관리계수: 기계 간섭여유

- 기계 간섭여유
 - 한명의 작업자가 여러 대의 기계를 담당할 경우 발생
 - 한 기계를 조작하는 동안 다른 기계 중 일부가 중지 상태가 됨

- Wright 방법

- 기계가 6대 초과

$$I = 50\{\sqrt{(1+R-N)^2 + 2N} - (1+R-N)\}$$

여기서 N : 작업자 1명이 담당하는 기계대수

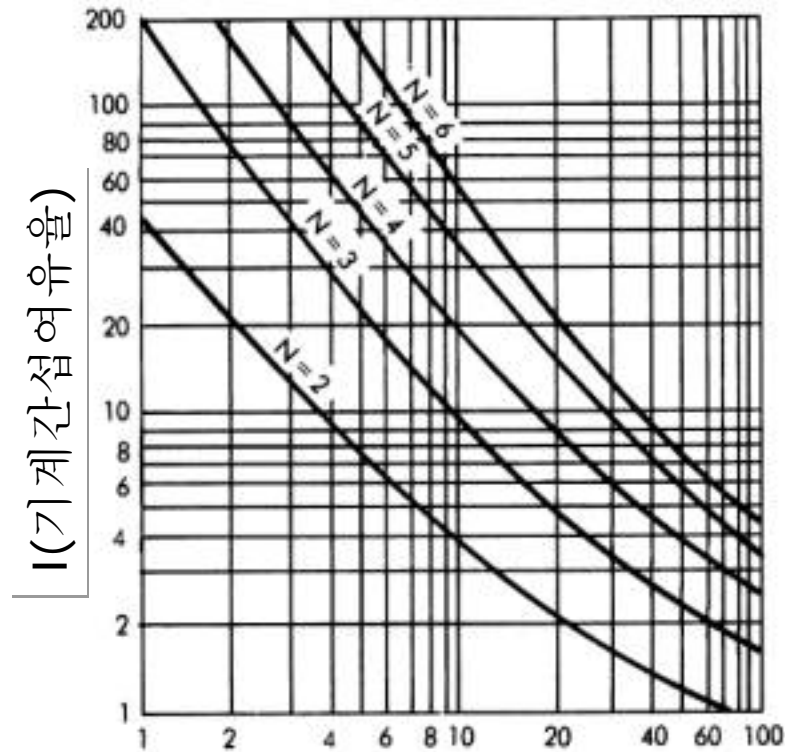
R : 평균기계가공시간 / 평균손취급시간

I : 기계간섭여유율(평균손취급시간의 %)

- 기계가 6대 이하(표 이용)

관리계수: 기계 간섭여유

- Wright 방법: 기계대수가 6개 이하인 경우



R(평균기계가공시간 / 평균순취급시간)

관리계수: 작업 조여유

- 작업 조여유: 조작업의 경우 조원들간의 보조를 맞추기 위해 발생하는 불가피한 지연시간

조인원	조여유(%)	조인원	조여유(%)
1 ~ 5	0	21 ~ 40	8
6 ~ 10	2	41 ~ 50	9
11 ~ 20	5	51 이상	10

관리계수: 소 로트 여유

- 소 로트 여유: 생산량이 작아 작업자의 능률이 떨어짐
- 어느 정도 작업을 계속하여 워밍업이 된 후에야 정상작업 페이스에 도달

사이클 시간(분)	최소 로트 사이즈(개)	사이클 시간(분)	최소 로트 사이즈(개)
~ 0.20	1000	21 ~ 40	500
0.21 ~ 0.40	700	41 ~ 50	300

최소로트 사이즈에 대한 실제가공 로트 비율	표준시간에 가산할 율(%)	최소로트 사이즈에 대한 실제가공 로트 비율	표준시간에 가산 할 율
0.99 ~ 0.70	4	0.29 ~ 0.25	36
0.69 ~ 0.50	12	0.24 ~ 0.20	46
0.49 ~ 0.40	19	0.19 ~ 0.15	61
0.39 ~ 0.30	27	0.14 ~ 0.10	87

관리계수: 장 사이클 여유

- 장 사이클 여유: 긴 작업 Cycle로 인한 작업의 변동가능성과 복잡성 및 육체적 곤란을 감안

사이클 시간 (분)	여유율 (%)	사이클 시간 (분)	여유율 (%)
0 ~ 2.00	0	16.01 ~ 18.00	12
2.01 ~ 4.00	1	18.01 ~ 20.00	13
4.01 ~ 6.00	2	20.01 ~ 22.00	14
6.01 ~ 8.00	5	22.01 ~ 24.00	14
8.01 ~ 10.00	7	24.01 ~ 26.00	15
10.01 ~ 12.00	9	26.01 ~ 28.00	15
12.01 ~ 14.00	10	28.01 ~ 30.00	15
14.01 ~ 16.00	11	30.00 초과	15



관리계수: 장려 여유(기계여유)

- 장려 여유: 작업자 요소작업만으로 구성된 작업을 수행하는 작업자와 작업자 요소작업 및 기계요소작업으로 구성된 작업을 수행하는 작업자의 산출량에 차이를 보정
- 장려 여유의 고려가 필요한 이유
 - 기계요소작업이 2분, 작업자 요소작업이 1분인 경우
 - 작업자가 열심히 작업을 해서 0.8분(125% 수준)만에 작업을 끝내더라도 전제 사이클에 대한 작업 능률은 107% (3/2.8)밖에 되지 않음