

# 인간공학

## I. 인간-기계체계

### 1 인간-기계체계와 인간요소

가 인간공학의 정의 및 목표(Chapanis · A)

(1) 인간공학의 정의

“인간공학(Human Engineering)은 기계와 그 기계조작 및 환경조건을 인간의 특성, 능력과 한계에 잘 조화되도록 설계하기 위한 수단을 연구하는 학문”이다. 즉, 인간과 기계를 하나의 체계(Man-Machine System)로 취급, 인간의 능력이나 한계에 일치하도록 기계 기구, 작업방법, 작업환경 등을 개선하는 방법에 관한 공학이다.

(2) 인간공학의 목표

- ① 안전성 향상과 사고 방지(첫째 목표)
- ② 기계조작의 능률성과 생산성의 향상
- ③ 쾌적성

나. 인간-기계체계의 4가지 기본기능

- (1) 감지(정보수용)(Sensing)
- (2) 정보저장(Information Storage)
- (3) 정보처리 및 결심(Information Processing and Decision)
- (4) 행동기능(Action Function)

다. 인간-기계 통합체계의 유형

- (1) 수동체계(Manual System)
- (2) 기계화 체계(Mechanical System)
- (3) 자동체계(Automatic System)

## II. 휴먼 에러와 신뢰도

### 1. 휴먼 에러(Human Error : 인간과오)

가. 체계성능과 휴먼 에러(Human error)의 관계

$$S \cdot P = f(H \cdot E) = K(H \cdot E)$$

S · P : System Performance(체계 성능)

H · E : Human Error(인간 과오)

f : 관수(함수)

K : 상수

- (1)  $K \approx 1$  : HE가 SP에 중대한 영향을 끼친다.
- (2)  $K < 1$  : HE가 SP에 RISK를 준다
- (3)  $K \approx 0$  : HE가 SP에 아무런 영향을 주지 않는다.

나. 휴먼 에러의 배후요인(사고의 외적 요인)4요인(4M)

- (1) Man : 본인 이외의 사람
- (2) Machine : 장치나 기기 등의 물적 요인
- (3) Media : 인간과 기계를 잇는 매체란 뜻으로 작업의 방법이나 순서, 작업정보의 실태나 환경과의 관계, 정리정돈 등이 포함된다.
- (4) Management : 안전법규의 준수방법, 단속, 점검관리 외에 지휘 감독, 교육훈련 등이 여기에 속한다.

## 2. 신뢰도(Reliability)

가. 고유 신뢰성과 사용 신뢰성

(1) 고유 신뢰성

제품 본래의 신뢰성을 말하며, 고유의 신뢰성은 사용 신뢰성을 적절히 고려하여 제품에 가해지는데, 이 때 유의할 점은 다음과 같다.

- ① 제품이 사용되는 방식, 가해지는 스트레스의 실태를 충분히 고려할 것
- ② 고유의 신뢰성과 사용 신뢰성과의 연관을 명확히 할 것
- ③ 사용시의 보전성, 사용의 용이성, 안전성 등을 처음부터 고려할 것
- ④ 각종 고장 데이터나 실제로 사용할 때에 얻어진 데이터를 해석하여 이것을 고유의 신뢰성과 사용 신뢰성 향상에 피드백(Feedback)할 것

## (2) 사용 신뢰성

고유의 신뢰성을 갖고 제조된 제품은 사용자에게 넘어가는 도중에 포장·수송·보관 등의 과정을 거침으로써 사용할 때에는 설치환경·취급작업·보전기술·서비스 등의 영향을 받으며, 이 단계에서 인간요소가 신뢰성에 밀접하게 관여한다.

## 나. 인간의 신뢰성 요인

- (1) 주의력 : 인간의 주의력에는 넓이와 깊이가 있고 또한 내향성과 외향성이 있다.
- (2) 긴장수준 : 긴장수준을 측정하는 방법으로 인체 에너지의 대사율, 체내 수분의 손실량 또는 흡기량의 억제도 등을 측정하는 방법이 가장 많이 사용되며, 긴장도를 측정하는 방법으로 뇌파계를 사용할 수도 있다.
- (3) 의식수준 : 인간의 의식수준은 다음 요소들에 의존한다.
  - ① 경험연수 : 해당 분야의 근무 경력 연수
  - ② 지식수준 : 안전에 대한 교육 및 훈련을 포함한 안전에 대한 지식수준
  - ③ 기술수준 : 생산기술과 안전기술의 정도

## 다. 기계의 신뢰성 요인

- (1) 재질
- (2) 기능
- (3) 작동방법

## 3. 고장(Failure)

### 가. 고장률의 유형

제어계는 많은 계기 및 제어장치의 결합으로 구성되어 있으며, 이들 요소 하나하나의 고장발생률은 사용기간과 함께 달라진다.

- (1) 초기 고장 : 제조나 생산과정에서 품질관리의 미비로부터 생기는 고장으로 점검작업이나 시운전 등으로 사전에 방지할 수 있는 고장이다.
  - ① 디버깅(Debugging) 기간 : 초기고장은 결함을 찾아내서 고장률을 안정시키는 기간
  - ② 버닝(Burning) 기간 : 어떤 부품을 조립하기 전에 특성을 안전화시키고 결함을 발견하기 위한 동작시험을 하는 기간
- (2) 우발고장 : 작업자의 오조작이나 과부하가 주요 원인으로 불규칙하고 예기할 수 없을 때에 생기는 고장이다. 시운전이나 점검작업으로는 방지할 수 없다.
- (3) 마모고장 : 장치의 일부가 수명을 다해서 생기는 고장으로서, 안전진단 및 적당한 보수에 의해서 방지할 수 있는 고장이다.

## 나. 고장률과 가용도(이용률)

(1) 고장률(Hazard Rate) : 고장률이란 현재 작동하고 있는 시스템이나 부품 등이 단위시간내에 고장을 일으킬 수 있는 확률로서 단위시간당 불량률을 나타낸다.(고장률은 MTBF 나 MTTF의 역수관계에 있다.)

$\lambda = r/T$  여기서  $\lambda$  : 현재의 고장률

$r$  : 기간중의 총 고장건수

$T$  : 총 동작시간

(2) MTTF(Mean Time To Failure) : 평균수명 또는 고장까지의 평균시간이라고도 하며, 하나의 고장에서부터 다음 고장까지의 평균동작시간을 말한다.

$$MTTF(\text{평균수명}) = 1/\lambda$$

(3) MTTR(Man Time To Repair) : 평균수리시간을 나타낸 것으로, 총수리시간을 그 기간의 수리 횟수로 나눈 시간이다.

(4) MTBF(Mean Time Between Failure) : 평균고장간격을 나타낸 것으로, 특정한 시간 간격에 품목의 총 동작시간을 고장의 횟수로 나눈 시간이다.  $(MTBF=MTTF+MTTR)$

(5) 가용도(Availability : 이용률) : 설정된 기간에 시스템이 가동할 확률을 말하며, 다음 식으로 나타낸다.

$$\text{가용도}(A) = MTTF/(MTTF+MTTR) = MTTF/MTBF \text{ 또는}$$

$$A = MTBF/MTBF+MTTR$$

## 4. 인간-기계체계에서의 안전의 설정

(1) 페일-세이프티(Fail-Safety) : 인간 또는 과오나 동작상의 실수가 있어도 안전사고를 발생시키지 않도록 2중 또는 3중으로 통제를 가하도록 한 체계를 말한다. 프레스 머신(Press Machine)이나 절단기의 적외선 안전장치, 항공기의 제1차 페일 세이프(Fail Safe)와 제 2차 페일 세이프(Fail Safe), 자동차의 방어운전 또는 2중 점검제도 등이 있다.

(2) 록 시스템(Lock System) : 인터록 시스템(Interlock System), 트랜스록 시스템(Translock System), 인트리록 시스템(Intralock System)의 3가지로 분류한다. 