

(2) MTP(management training program) : FEAF(far east air forces) 라고도 함

- ① 교육대상 : TWI 보다 약간높은 관리자 계층
- ② 교육내용 : 관리의 기능, 조직의 원칙, 조직의 운영, 시간관리 학습의 원칙과 부하지도법, 훈련의 관리, 신인을 맞이하는 방법과 대행자를 육성하는 요령, 회의의 주관, 직업의 개선, 안전한작업, 과업관리, 사기양양 등
- ③ 한 클래스는 10-15명, 2시간씩 20회에 걸쳐 40시간 훈련하도록 되어 있다.

(3) ATT(american telephone & telegram co)

- ① 교육대상 : 대상계층이 한정되어 있지않고 또 한번 훈련을 받은 관리자는 그 부하인 감독 자에 대해 지도원이 될 수 있다.
- ② 교육내용 : 계획적 감독, 작업의 계획 및 인원배치, 작업의 감독, 공구 및 자료보고 및 기록, 개인작업의 개선, 종업원의 향상, 인사관계, 훈련, 고객관계, 안전부대군인의 복무조정 등 12가지로 되어있다.
- ③ 코오스는 1차 훈련(1일 8시간씩 2주간) 2차과정에서는 문제가 발생할 때 마다 하도록 되어 있으며, 진행방법은 통상 토의식에 의하여 지도자의 유도로 과제에 대한 의견을 제시하게 하여 결론을 내려가는 방식을 취한다.

(4) CSS(civil communication section) : ATP(administration training program)라고도 함

- ① 교육대상 : 당초에는 일부회사의 톱 매니즈먼트에 대해서만 행하여 졌던것이 널리 보급된 것이라고 한다.
- ② 교육내용 : 정책위 수립, 조직(경영부분, 조직형태, 구조등), 통제(조직통제의 적용, 품질 관리, 원가통제의 적용등) 및 운영(운영조직, 협조에 의한 회사운영)등
- ③ 방법은 주로 강의법에 토의법이 가미된 것으로 매주 4일, 4시간씩으로 8주간(합계 128시간)에 걸쳐 실시하도록 되어있다.

### 17.0·J·T 와 off·J·T

(1) O·J·T (on the Job training): 직속 상사가 현장에서 업무상의 개별교육이나 지도훈련을 하는 교육형태이다.(작업자의 현장 교육)

(2) off·J·T (off the Job training): 계층별 또는 직능별등과 같이 공통된 교육대상자를 현장외 의 한장소에 모아 집체 교육 훈련을 실시하는 교육 형태이다.(관리감독자의 집체 교육)

[표] O·J·T 와 off·J·T 의 특징

O · J · T	off · J · T
① 개개인에게 적합한 지도훈련이 가능하다.	① 다수의 근로자에게 조직적 훈련이 가능하다
② 직장의 실정에 맞는 실체적 훈련을 할 수 있다.	② 훈련에만 전념하게 된다.
③ 훈련에 필요한 업무의 계속성이 끊어지지 않는다.	③ 특별 설비 기구를 이용할 수 있다.
④ 즉시 업무에 연결되는 관계로 신체와 관련이 있다.	④ 전문가를 강사로 초청할 수 있다.
⑤ 효과가 곧 업무에 나타나며 훈련의 좋고 나쁨에 따라 개선이 용이하다.	⑤ 각 직장의 근로자가 많은 지식이나 경험을 교류할 수 있다.
⑥ 교육을 통한 훈련 효과에 의해 상호 신뢰 이해도가 높아진다.	⑥ 교육 훈련 목표에 대해서 집단적 노력이 흐트러질 수도 있다.

## 18. 교육방법의 선택

### (1) 수업단계별 최적의 수업방법

수업 단계	적 합 한 수 업 방 법
도 입	강의법, 시험
전 개	반복법, 토의법, 실연법
정 리	반복법, 토의법, 실연법, 자율학습법

※ 수업의 모든 단계(도입-전개-정리)에 적합한 수업방법 : 프로그램 학습법, 학생상호 학습법, 모의 학습법

(2) 프로그램 학습법 : 수업프로그램이 프로그램 학습의 원리에 의해서 만들어지고 학생의 자기 학습 속도에 따른 학습이 허용되어 있는 상태에서, 학습자가 프로그램 자료를 가지고 단독으로 학습토록하는 교육방법이다.

[표] 프로그램 학습법의 특징

적용의 경우	제약 조건 (단점)
① 수업의 모든 단계 ② 학교수업, 방송수업, 직업훈련의 경우 ③ 학생들의 개인차가 최대한으로 조절되어야 할 경우 ④ 학생들이 자기에게 허용된 어느시간에나 학습이 가능할 경우 ⑤ 보충학습의 경우	① 한번 개발한 프로그램 자료를 개조하기가 어렵다. ② 학생들의 사회성이 결여되기 쉽다. ③ 개발비가 높다.

(3) 모의법 : 실제의 장면이나 상태와 극히 유사한 사태를 인위적으로 만들어 그 속에서 학습토록하는 교육방법이다.

[표] 모의법의 특징

적용의 경우	제약 조건 (단점)
① 수업의 모든 단계 ② 학교 수업 및 직업훈련 등 ③ 실제사태는 위험성이 따를 경우 ④ 직접조작을 중요시 하는 경우	① 단위 교육비가 비싸고 시간의 소비가 많다. ② 시설의 유지비가 높다. ③ 학생 대 교사의 비율이 높다.

## 19. 시청각 교육

### (1) 시청각 교육의 필요성

- ① 교수의 효율성을 높여 줄 수 있다.
- ② 지식 팽창에 따른 교재의 구조화를 기할 수 있다.
- ③ 인구 증가에 따른 대량 수업체제가 확립될 수 있다.
- ④ 교수의 개인차에서 오는 교수의 평준화를 기할 수 있다.
- ⑤ 피교육자가 어떤사물에 대하여 완전히 이해하려면 현실적이고 구체적인 지각 경험을 기초로 해야한다.
- ⑥ 사물의 정확한 이해는 건전한 사고력을 유발하고 태도에 영향을 주어 바람직한 인격 형성을 시킬 수 있다.



# 제3부 인간공학 및 시스템안전공학

## 제1장 인간공학

### 1. 안전과 인간공학

#### (1) 안전공학의 목표(차피니스)

- ① 첫째 목표 : 안전성 향상과 사고 방지
- ② 둘째 목표 : 기계조작의 능률성과 생산성향상
- ③ 셋째 목표 : 쾌적성

#### (2) 인간이 만든 물건, 기구, 혹은 환경의 설계과정에서의 인간공학의 목표

- ① 첫째 목표
  - ㉠ 실용적 효능을 높인다.
  - ㉡ 건강, 안정, 만족등의 특정한 인생의 가치기준을 유지하거나 높인다.
- ② 둘째 목표: 인간복지

#### (3) 인간공학 용어의 분류: human engineering(인간공학), human-factors engineering(인간요소공학), man-machine system engineering(인간-기계 체계공학), ergnoergonomics(작업경제학)

### 2. 체계의 특성 및 원리

#### (1) 체계의 특성 : 대부분의 체계가 공통적으로 갖는 일반적인 특성은 다음의 5가지이다.

- ① 체계의 목적
- ② 임무 및 기본기능
- ③ 입력 및 출력 : 입력은 원하는 결과를 얻기위한 필요한 재료(재목, 원유, 회계기록, 전보통신문등) 이고, 출력은 체계의 성과나 결과(제품의 변화, 전달된 통신, 제공된 서비등)이다.
- ④ 통신 유대 : 어떤 체계에서는 최종 행동이 통신이다.(컴퓨터)
- ⑤ 절차 : 일하는 요령

#### (2) 인간-기계 체계와 기능(임무 및 기본기능)

- ① 감지(sensing)
  - ㉠ 인체의 감지 기능 : 시각, 청각, 후각등의 감각기관
  - ㉡ 기계적인 감지 기능 : 전자, 사진, 기계적인 감지 장치
- ② 정보 보관(저장) (information storage)
  - ㉠ 인간의 정보 보관 : 기억된 학습내용
  - ㉡ 기계적 정보 보관 : 펀치 카드(punch card), 자기테이프, 형판(template), 기록, 자료표 등과 같은 물리적 기구에 보관
- ③ 정보처리 및 의사 결정(information processing and decision)
  - ㉠ 심리적 정보처리 단계 : 회상(recall), 인식(recognition), 정리(retention:집적)
  - ㉡ 인간의 정보처리 시간 : 0.5초(인간의 정보처리능력 한계)

④ 행동기능(acting function)

- ㉠ 물리적인 조종행위나 과정 : 조종장치작동, 물체나 물건을 취급, 이동, 변경, 개조하는 것 등이 있다.
- ㉡ 통신행위 : 음성(사람의 경우), 신호, 기록 등의 방법이 사용된다.

(3) 인간 기계 통합체계의 유형

- ① 수동 체계
- ② 기계화 체계(반자동 체계)
- ③ 자동 체계(인간의 역할: 감시, 프로그램, 정비유지)

(4) 인간과 기계의 상대적 재능

인간이 우수한 기능	기계가 우수한 기능
① 저에너지 자극(시각, 청각, 후각등) 감지	① 인간 감지 범위 밖의 자극(X선, 초음파등)도 감지
② 복잡 다양한 자극 형태 식별	② 인간 및 기계에 대한 모니터 기능
③ 예기치 못한 사건 감지	③ 드물게 발생하는 사상 감지
④ 다량 정보를 오래 보관	④ 암호화된 정보를 신속하게 대량보관
⑤ 귀납적 추리	⑤ 연역적 추리
⑥ 과부하 상황에서는 중요한 일에만 전념	⑥ 과부하시에도 효율적으로 작동
⑦ 임기응변, 융통성, 원칙 적용, 주관적 추산, 독창력 발휘등의 기능	⑦ 정량적 정보처리, 장시간 중량작업, 반복작업, 동시에 여러가지 작업수행 등의 기능

3.작업설계에 있어서의 인간의 가치기준

- (1) 작업 설계시 철학적으로 고려할 사항 : 작업확대, 작업유택화, 작업만족도, 작업순환
- (2) 인간 요소적 접근 방법 : 작업능률이나 생산성 강조
- (3) 작업 설계시 딜레마(dilemma) : 작업능률과 작업만족도의 관계
- (4) 설계 단계에서의 직무분석 목적
  - ① 첫째 : 설계를 좀 더 개선시키기 위해서다.
  - ② 둘째 : 최종설계에 필요한 작업의 명세(description)를 마련하기 위한 것이며, 이러한 명세는 요원명세, 인력수요, 훈련계획등의 개발등 다양한 목적에 사용된다.
- (5) 작업 만족도(job satisfaction)를 가져오는 방법
  - ① 수행되어야 할 활동의 수를 증가 시킨다.
  - ② 작업자 자신의 작업물에 대한 검사 책임을 준다.
  - ③ 어떤 특정한 부품보다는 완전한 한 단위에 대한 책임을 부여한다.
  - ④ 작업자 자신이 사용할 작업방법을 선택할 수 있는 기회를 준다.
  - ⑤ 작업 순환 또는 생산공정의 작업조들에게 더 큰책임을 지운다.

4.인간요소적 평가 과정

- (1) 실험절차 : 체계나 부품의 시험이란 본질적인 실험이며 적절한 절차를 사용해야 하며 어떤 성능척도(기준)가 있어야 한다.

- (2) 시험조건 : 체계가 궁극적으로 사용될 때의 조건을 가능한 한 가깝게 모의 하여야 한다.
- (3) 피실험자(subject) : 적성 및 훈련상황을 고려하여 체계를 사용하게 될 사람과 같은 유형의 사람이어야 한다.
- (4) 충분한 반복 횟수 : 믿을 만한 결과를 얻기 위해서 반복적인 관찰 및 시행이 필요하다.

## 5. 인간공학의 연구 방법

### (1) 인간공학의 연구방법(인간 - 기계 체계 측정법)

- ① 순간 조작 분석 지각 운동 정보 분석
- ② 연속 콘트롤(control) 부담 분석 사용 빈도 분석
- ③ 전 작업 부담 분석 기계의 사고 연관성 분석

### (2) 인간공학 연구에 사용되는 변수의 유형

- ① 독립변수 : 조사, 연구 되어야 할 인자(factor)로서 조명, 기기의 설계형(design), 정보경로(channel), 중력등과 같은 것이 있다.
- ② 종속변수 : 보통기준이라고 하며, 독립변수의 가능한 한 효과의 척도(반응시간과 같은 성능의 척도의 경우가 많다) 이다.

### (3) 실험실 및 현장연구 환경의 선택

- ① 실험실 환경 : 변수의 관리(control), 모의 실험(simulation)
- ② 현장 환경 : 사실성

## 6. 연구 및 체계개발에 있어서의 기준

(1) 체계기준(system criteria) : 체계의 성능이나 산출물(output)에 관련되는 기준이다. 즉 체계가 원래 의도한 바를 얼마나 달성하는가를 반영하는 기준이다. (예: 체계의 예상수명, 운용이나 사용상의 용이도, 정비유지도, 신뢰도, 운용비, 인력소요등)

### (2) 인간기준(human criteria)

- ① 인간 성능 척도 : 여러가지 감각활동, 정신활동, 근육활동등에 의해서 판단된다.
- ② 생리학적 지표 : 혈압, 맥박수, 분당호흡수, 뇌파, 혈당량, 혈액의 성분, 피부온도, 전기 피부반응(galvanic skin response)등이 척도가 있다.
- ③ 주관적인 반응 : 개인성능의 평점(rating), 체계설계면의 대안들의 평점, 체계에 사용되는 여러가지 다른 유형에 정보의 판단된 중요도 평점, 의자의 안락도 평점등이 있다.
- ④ 사고 빈도 : 어떤 목적을 위해서는 사고나 상해 발생빈도가 적절한 기준이 될 수가 있다.

### (3) 기준의 요건

- ① 적절성(relevance) : 기준이 의도된 목적에 적당하다고 판단되는 정도를 말한다.
- ② 무오염성 : 기준척도는 측정하고자 하는 변수외의 다른 변수들의 영향을 받아서는 안된다는 것을 무오염성이라 한다.
- ③ 기준척도의 신뢰성 : 척도의 신뢰성은 반복성(repeatability)을 의미한다.

## 7. 휴먼에러(human error)

(1) 시스템 성능 ( $S \cdot P$ )과 인간 과오 ( $H \cdot E$ )관계

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

여기서  $S \cdot P$  : 시스템의 성능(system performance)

$H \cdot E$  : 인간 과오(human error)

$f$  : 함수

$K$  : 상수

- ①  $K \approx 1$  :  $H \cdot E$ 가  $S \cdot P$ 에 중대한 영향을 끼친다.
  - ②  $K < 1$  :  $H \cdot E$ 가  $S \cdot P$ 에 리스크(risk)를 준다.
  - ③  $K \approx 0$  :  $H \cdot E$ 가  $S \cdot P$ 에 아무런 영향을 주지 않는다.
- (2) 심리적인 분류(Swain) : Error의 원인을 불확정, 시간지연, 순서착오의 세가지로 나누어 분류한다.
- ① Omission Error : 필요한 task 또는 절차를 수행하지 않는데 기인한 error
  - ② Time Error : 필요한 task 또는 절차의 수행지연으로 인한 error
  - ③ Commision Error : 필요한 task 또는 절차의 불확실한 수행으로 인한 error
  - ④ Sequential Error : 필요한 task 또는 절차의 순서 착오로 인한 error
  - ⑤ Extraneous Error : 불필요한 task 또는 절차를 수행함으로써 기인한 error
- (3) 원인의 Level적 분류
- ① primary Error : 작업자 자신으로 부터의 error
  - ② secondary Error : 작업형태나 작업조건 중에서 다른문제가 생겨 그 때문에 필요한 사항을 실행할 수 없는 error. 어떤 결함으로 부터 파생하여 발생하는 error
  - ③ command Error : 요구된 것을 실행하고자 하여도 필요한 물건, 정보, 에너지등의 공급이 없는 것처럼 작업자가 움직이려해도 움직일 수 없으므로 발생하는 error
- (4) 인간의 행동 과정을 통한 분류
- ① In put Error : 감지 결함
  - ② Information processing Error : 정보처리 절차과오(착각)
  - ③ Decison making Error : 의사결정과오
  - ④ Out put Error : 출력과오
  - ⑤ Feed back Error : 제어과오
- (5) 대뇌정보처리 Error
- ① 인지 Miss : 작업정보의 입수에서 감각중추에서 하는 인지까지 일어난것으로 확인 Miss도 이에 포함한다.
  - ② 판단 Miss : 중추과정에서 일으키는 것으로 의지결정의 Miss나 기억에 관한 실패도 이에 포함된다.
  - ③ 동작 또는 조작의 Miss : 운동 중추에서 올바른 지령은 주어졌으나 동작도중에 Miss를 일으키는 것으로 좁은 의미의 조작 Miss를 말한다.

(6) 인간 과오의 배후요인 4요소(4M)

- ① 맨(man) : 본인 이외의 사람
- ② 머신(machine) : 장치나 기기 등의 물적요인
- ③ 미디어(Media) : 인간과 기계를 잇는 매체란 뜻으로 작업의 방법이나 순서, 작업정보의 상태나 환경과의 관계, 정리정돈 등이 포함된다.
- ④ 매니지먼트(management) : 안전법규의 준수방법, 단속, 점검 관리 외에 지휘감독, 교육훈련 등이 여기에 속한다.

8. 미확인 경우 및 착오의 메카니즘

(1) 미확인의 경우

- ① 단락(短絡)에 의하는 경우
- ② 별도의 아웃 풋(output) 영역에 지령이 나가 버리는 경우
- ③ 피드 백(feed back)이 행해지지 않고 통제되지 않는 경우
- ④ 「...을 하지 않으면 안된다」고 생각했을 뿐 실제로 그것을 한것으로 착각하는 경우(생각대로 행동을 해버리는 경우)

(2) 착오 또는 오인의 메카니즘

- ① 위치의 오인 순서의 오인
- ② 패턴(pattern)의 오인 형태의 오인
- ③ 기억의 틀림

(3) 주의가 내향일 때 : 사고의 상태

9. 인간 및 기계의 신뢰성 요인

(1) 인간의 신뢰성 요인

- ① 주의력
- ② 긴장수준
- ③ 의식수준(경험연수, 지식수준, 기술수준)

(2) 기계의 신뢰성 요인

- ① 재질
- ② 기능
- ③ 작동방법

10. 신뢰도

(1) 인간 - 기계체계의 신뢰도( $r_1$ :인간,  $r_2$ :기계)

① 직렬(series system)

$$\therefore R_s \text{ (신뢰도)} = r_1 \times r_2 \text{ ( } r_1 < r_2 \text{ 로 보면 } R_s \leq r_1 \text{ )}$$

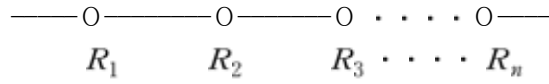


② 병렬(parallel system)

$$\begin{aligned} \therefore R_s'(\text{신뢰도}) &= r_1 + r_2(1-r_1) \quad (r_1 < r_2 \text{ 로 보면 } R' \geq r_2) \\ &= 1-(1-r_1)(1-r_2) \end{aligned}$$

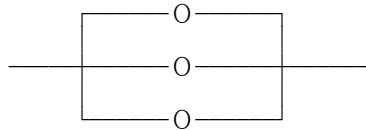
(2) 설비의 신뢰도

① 직렬연결 : 자동차 운전



$$\therefore R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdots R_n = \prod_{i=1}^n R_i$$

② 병렬연결 : 열차나 항공기의 제어장치



$$\therefore R_p = 1 - (1-R_1)(1-R_2) \cdots (1-R_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1-R_i)$$

(3) 리던던시 방식

- ① 병렬 리던던시
- ② 대기 리던던시
- ③ M out of N 리던던시(N개중 M개 동작시 계는 정상)
- ④ 스페어에 의한 교환
- ⑤ 페일 세이프(fail safe)

## 11.고장 및 system의 수명

(1) 고장율이 유형

- ① 초기고장 : 감소형(debugging 기간, burning 기간)
- ② 우발고장 : 일정형
- ③ 마모고장 : 증가형

(2) MTTF 와 MTBF

- ① MTTF(mean time to failures) : 고장이 일어나기 까지의 동작시간 평균치를 말한다.
- ② MTBF(mean time between failures) : 고장사이의 작동시간 평균치, 즉 평균고장 간격을 말한다.

(3) system 의 수명

① 직렬계

$$\therefore \text{계의 수명} = \frac{MTTF}{n}$$

② 병렬계

$$\therefore \text{계의 수명} = MTTF \left( 1 + \frac{1}{2} + \cdots + \frac{1}{n} \right)$$

여기서, **MTTF**: 평균고장시간 **n**: 직렬 및 병렬계의 구성요소

## 12. 인간에 대한 monitoring 방식

- (1) self monitoring 방법
- (2) 생리학적 monitoring 방법
- (3) visual monitoring 방법
- (4) 반응에 의한 monitoring 방법
- (5) 환경의 monitoring 방법

## 13. fail - safety 및 lock system

- (1) fail - safety: 인간 또는 기계에 과오나 동작상의 실수가 있어도 안전사고를 발생시키지 않도록 2중 또는 3중으로 통제를 가하도록 한 체제를 말한다.
- (2) lock system
  - ① 인간과 기계사이에 두는 lock system: interlock system
  - ② interlock system 과 intralock system 사이에는 translock system 을 둔다.

## 14. 체계의 제어

- (1) 시퀀스 제어(sequence control; 순차제어): 미리 정하여진 순서에 따라 제어의 각 단계를 차례로 진행시키는 제어를 말한다.
- (2) 서보 기구(servo mechanism): 물체의 위치, 방향, 힘, 속도등의 역학적인 물리량을 제어하는 기구이다(레이다의 방향제어, 선박, 항공기등의 속도조절기구, 공작기계의 제어등)
- (3) 공정제어(process control): 제조공업에서 공정(process)의 상태량(온도, 압력, 유량, 점도 등)을 제어량으로 하는 제어이다.
- (4) 자동조정(automatic regulation): 자동조작으로 항상 일정한 값을 유지하도록 해주는 방식이다. 전압, 전류, 전력, 주파수, 전동기나 공작기계의 속도등의 제어에 사용된다.
- (5) 개방루우프 및 피드 백 제어방식
  - ① 개방루우프 제어(open loop control)방식: 항공기의 방향조정의 경우, 항공기의 진로를 유지하기 위하여 기체의 역학적 특성, 진로상의 공기의 밀도와 바람등을 사전에 충분히 알고 조정방향을 시간적으로 프로그램함으로써 항공기가 소정의 비행로를 따라 비행하게 되는데 이와같은 제어방식을 말한다.
  - ② 피드백 제어(feedback control)방식: 제어결과를 측정하여 목표로 하는 동작이나 상태와 비교하여 잘못된 점을 수정해 나가는 제어방식으로 피이드 백 제어에서는 제어의 결과를 목표와 비교하기 위하여 출력이 피이드백 측으로 피이드백 되어 전체가 하나의 폐 루우프를 구성하기 때문에 일명 폐쇄 루우프 제어(closed control)라고도 한다.
- (6) 인간공학적 제어예방 프로그램의 4가지 주요 구성요소
  - ① 존재하거나 잠재적인 문제규정
  - ② 문제를 야기시키는 위험요소의 규명과 평가
  - ③ 공학적이면서 경영적인 교정방법의 설계와 수행
  - ④ 도입된 교정방법의 효율성 감시와 평가