

# 제 1 과목 산업위생학 개론

## Part 1. 산업위생

필기 Page 3. 실기 Page. 1-3

### 1. 산업위생의 정의 ★★

1) 미국산업위생학회(AIHA : American Industrial Hygiene Association)

(근로자)나 (일반대중)에게 질병, 건강장애, 안녕방해, 심각한 불쾌감, 능률저하 등을 초래하는 작업환경 요인과 스트레스를 (예측), (측정 = 인지, 인식, 확인), (평가), (관리)하는 과학과 기술이다.

제시 ×

### 2) 산업보건학의 정의

① 세계보건기구(WHO) 국제노동기구(ILO) 공동위원회

#### ② 정의

- 근로자들의 육체적, 정신적, 사회적 건강을 유지증진
- 작업조건으로 인한 질병예방, 건강에 유해한 취업방지 근로자의 체력증진 및 진료 ×
- 근로자를 생리적, 심리적 적합한 작업환경에 배치  
노동생산성의 향상 ×

### 2. 산업위생의 목적

- 작업환경개선 및 직업병의 근원적 예방
- 작업환경 및 작업조건의 인간공학적 개선
- 작업자의 건강보호 및 생산성 향상 직업성 질병 및 재해성 질병의 판정과 보상 ×

필기 Page 4.

### 3. 외국의 산업위생 역사

- Hippocrates : B·C 4세기. 역사상 최초로 기록된 직업병 : 납중독
- Pliny the elder : A·D 1세기. 아연, 황의 유해성. 동물의 방광막 먼지 마스크로
- Philippus Paracelsus : 독성학의 아버지  
모든 화학물질은 독물, 독물이 아닌 화학물질은 없다.
- Georgius Agricola : 저서 “광물에 대하여”
- Loriga : 1911. 진동공구, Raynaud 증상
- Sir George Baker : 사이타 공장 납
- Percivall Pott : 영국 외과의사, 어린이 굴뚝청소부 음낭암 발견. 검댕(18세기)  
최초로 보고된 직업성 암의 원인물질 : PAHs
- Alice Hamilton : 미국 여의사, 미국 최초의 산업위생학자
- Bismark : 근로자 질병보험법(1883년)과 공장재해보험법(1884)
- Petten kofer : 환경위생학의 시조, 실험위생학을 강조
- Rudolf Virchow : 근대 병리학의 시조 A·D 2세기 : Galen. 해부학, 병리학. 구리광산·산증기 유해성 제시  
1473년 : 직업병·위생에 관한 교육용 팜플렛 발간

☆ 공장법(1833년) : 산업보건에 관한 최초의 법률

#### 주요내용

- 감독관 임명하여 공장 감독
- 직업연령 13세 이상으로 제한
- 주간작업시간 48시간으로 제한
- 근로자 교육을 의무화
- 18세 미만 야간작업 금지

(1) 산업보건학의 시조 : Bernardino Ramazzini ★ 실기 Page 1-4

[2004 산업기사1회]

(2) 그가 남긴 저서 : 「직업인의 질병」

(3) 질병원인 : 작업장에서 사용하는 유해물질, 근로자의 불안정한 작업이나 과격한 동작

필기 Page 6. 실기 Page 1-5

#### 4. 한국의 산업위생 역사

- 1953년 : 근로기준법 제정(우리나라 산업위생에 관한 최초의 법령) 공포
- 1962년 : 근로기준법 시행령 제정(위험방지에 대한 규정)
- 1963년 : 대한산업보건협회 창립
- 1977년 : 근로복지공사 설립 및 부속병원 개설
- 1981년 : 산업안전보건법 제정 공포. 노동청에서 노동부로 승격
  - 목적 : 근로자의 안전과 보건을 유지·증진
  - 주요내용 :
    - 안전보건관리책임자 고용
    - 작업환경측정의 의무화
    - 특수건강진단과 임시건강진단의 도입
    - 안전보건교육의 확립
- 1986년 : 유해물질 허용농도 지정
- 1990년 : 한국산업위생학회 창립
- 1991년 : 원진레이온(주) 이황화탄소(CS<sub>2</sub>) 중독

☆ 국제노동기구(ILO) : 1919년 창립. 우리나라 1991년 정식 가입.

- 가장 중요한 것 : 국제 노동 기준의 설정

필기 Page 8. 실기 Page 1-6

#### 5. 윤리강령의 목적 및 책임과 의무 ★

##### (1) 산업위생전문가로서의 책임

- 성실성과 학문적 실력 면에서 최고수준을 유지
- 과학적 방법 적용과 자료 해석에서 객관성 유지
- 전문 분야로서의 산업위생을 학문적 발전
- 근로자, 사회, 전문직종 이익 위해서 과학적 지식을 제공하고 발표
- 기업체의 기밀은 누설하지 않는다.
- 전문적 판단이 타협에 의하여 좌우될 수 있거나 이해관계가 있는 상황에는 개입하지 않는다.

##### (2) 근로자에 대한 책임

- 근로자의 건강보호가 산업위생전문가의 일차적 책임임을 인지
- 위험 요인의 측정, 평가, 관리에 있어서 외부 영향력에 굴하지 않고 독립적 태도 취한다.
- 건강의 유해요인에 대한 정보와 필요한 예방조치에 대해 근로자와 상담한다.

##### (3) 기업주와 고객에 대한 책임

- 결과 및 결론을 뒷받침할 수 있도록 정확한 기록을 유지하고 산업위생사업을 전문가답게 전문부서들을 운영 관리한다.
- 기업주와 고객보다는 근로자의 건강보호에 궁극적 책임을 두어 행동한다.
- 쾌적한 작업환경을 조성하기 위하여 산업위생의 이론을 적용하고 책임있게 행동한다.
- 신뢰를 바탕으로 정직하게 권하고 성실한 자세로 충고하며 결과와 개선점, 권고사항을 정확히 보고한다.

##### (4) 일반 대중에 대한 책임

- 일반대중에 관한 사항은 학술지에 정직하게 사실 그대로 발표한다.
- 걱정하고도 확실한 사실을 근거로 전문적인 견해를 발표한다.

필기 Page 9. 실기 Page.1-7

6. 산업보건 허용기준 ★★

[2003 기사1회]

1) ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists (미국 정부산업위생전문가 협의회)

- 허용기준(TLVs : Threshold Limit Values) - 권고사항
- 생물학적 노출지수(BEIs : Biological Exposure Indices)

2) NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health (미국국립산업안전보건 연구원)

- REL(Recommended Exposure Limits) - 권고사항
- Criteria

3) TLV : Threshold Limit Value (허용기준)

※ 참고

4) AIHA : American Industrial Hygiene Association (미국산업위생학회)

- WEEL(Workplace Environmental Exposure Level)

5) OSHA : Occupational Safety and Health Administration (미국산업안전보건청)

- PEL(Permissible Exposure Limits)-법적기준

6) 우리나라(노동부 고시) 노출기준

IARC : 국제암연구소

필기 Page 10. 실기 Page 1-7

7. 농도단위 ★★

- 산업위생 : 25°C, 1기압. 이때 물질 1mol의 부피는 24.45L
- 산업환기 : 21°C, 1기압. 이때 물질 1mol의 부피는 24.1L
- 일반대기 : 0°C, 1기압. 이때 물질 1mol의 부피는 22.4L

질량농도와 용량농도의 환산(0°C, 1기압)

$$\frac{\text{겉겉강} \rightarrow \text{강겉 강 강겉 강 겉겉강} \times \text{분자량}}{\text{강겉 강} \rightarrow \text{겉겉강 겉겉강 강겉 강} \times \text{분자량}}$$

□ 기본개념문제 01

25°C, 760mmHg일 때 mg/m³과 ppm의 관계식을 나타내시오.

□ 기본개념문제 02

0°C, 760mmHg일 때 CS₂ 가 10mg/m³이라면 몇 ppm인가?

□ 기본개념문제 03

크실렌 농도 100ppm을 mg/m³으로 환산하시오.(단, 18°C, 1기압, 분자량106)

□ 기본개념문제 04

어느 작업장의 SO<sub>2</sub> 농도가 5ppm이다. 이를 mg/m<sup>3</sup>으로 나타내면?(단, 25°C, 750mmHg)

□ 기본개념문제 05

공기 중 벤젠(분자량 78)을 0.5(L/min)으로 20분 동안 채취하여 분석한 결과 10mg이었다. 공기 중 벤젠농도는 몇 ppm인가?(단, 25°C, 1기압)

필기 Page 11. 실기 Page 1-8

8 보일-샤를의 법칙 ★★

- 보일의 법칙 : 일정한 온도에서 기체 부피는 그 압력에 반비례
- 샤를의 법칙 : 일정한 압력에서 부피와 온도는 비례
- 보일-샤를의 법칙 : 온도와 압력이 동시에 변하면 일정량의 기체 부피는 압력에 반비례, 절대온도에 비례

일정상수

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

- 게이-뤼삭 기체반응의 법칙 : 등온, 등압. 정수비 관계(일정한 부피조건에서 압력과 온도는 비례)
- 라울트 법칙 : 부분압은 용액의 분압과 평형

□ 기본개념문제 06

30°C 750mmHg 상태의 배기가스 SO<sub>2</sub> 2m<sup>3</sup>을 표준상태로 환산하면 그 부피는 몇 m<sup>3</sup> 되는가?

9. 이상기체 방정식 ★★

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

기압 × 강건강 = 기체상수 × 강건강 × 강건강 × 기체무게 / 분자량

□ 벤젠의 농도가 18mg/m<sup>3</sup>이고, 온도가 30℃, 기압 740mmHg일 때 이상기체 방정식을 이용하여 상대농도인 ppm으로 환산하여라. (단, 기체상수는 0.082L · atm/mol · L) [2007 기사]

□ 40℃, 800mmHg에서 853L인 C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>가 65mg이었다. 21℃, 1기압에서 농도(ppm)은? [2007 기사]

□ 작업장 공기내 PCE의 농도를 측정하였을 때 6.0ppm이었다. 이는 몇 mg/m<sup>3</sup>인지 환산하시오. (단, 측정온도 21℃, 압력 760mmHg, 분자량 166) [2007 기사]

□ 25℃, 1기압에서 10ppm 벤젠(MW=78)은 몇 mg/m<sup>3</sup>인가? [2005 산업기사]

□ CO<sub>2</sub> 농도 1000ppm은 몇 mg/m<sup>3</sup>인가? (단, 1atm, 0℃) [2004 산업기사]

□ 25℃, 1atm, 50L 테프론백에 벤젠(MW=78) 2mg을 혼합하였다. 이 때의 벤젠농도를 ppm으로 구하면? [2003 산업기사]

□ 30℃, 750mmHg 상태의 배기가스 SO<sub>2</sub> 3m<sup>3</sup>를 표준상태로 환산하면 그 부피는 몇 m<sup>3</sup>가 되는가? [2002 산업기사]

□ 20℃, 760mmHg일 때 mg/m<sup>3</sup>와 ppm의 관계식을 나타내시오.

□ 0℃, 1atm 상태에서 공기의 밀도가 1.293kg/m<sup>3</sup>이라면 100℃, 760mmHg 상태에서 밀도는 얼마인가?

실기 Page 1-11

9-1. 대기의 조성 ★★

[2004 기사]

□ 공기의 조성비가 다음과 같은 때 공기의 평균분자량과 공기밀도를 구하시오? (단, 표준상태 0℃, 1기압)

질소 : 78.2%, 산소 21%, 아르곤 0.5%, 이산화탄소 0.3%

필기 Page 13.

10. 허용기준(ACGIH) ★★ 과년도 Page 12, 71

[2006 기사2회][2007 기사3회]

1) 허용기준(TLV) 적용시 주의사항 5가지를 쓰시오.

- 대기오염 평가 및 관리에 적용될 수 없다.
- 24시간 노출, 정상 작업시간 초과한 노출에 대한 독성평가에 적용될 수 없다.
- 기존의 질병이나 육체적 조건을 판단하기 위한 척도로 사용될 수 없다.
- 작업 조건이 다른 나라에서 ACGIH-TLV를 그대로 사용할 수 없다.
- 안전농도와 위험농도를 구분하는 경계선이 아니다.
- 독성의 강도를 비교할 수 있는 지표가 아니다.
- 반드시 산업보건(위생) 전문가에 의하여 설명, 적용되어야 한다
- 피부로 흡수되는 양은 고려하지 않은 기준이다.
- 산업장 유해조건을 평가하기 위한 지침이며, 건강장해를 예방하기 위한 지침이다.

2) 종류 ★★ 실기 Page 99, 121

[2008 기사2회] [2009 산업기사1회]

□ 다음의 용어를 정리 하시오.(6점, 5점)

- TWA(시간가중 평균노출기준) : 1일 8시간, 주 40시간 동안의 평균농도. 거의 모든 근로자가 평상작업에서 반복하여 노출되더라도 건강장해를 일으키지 않는 공기 중 유해물질의 농도

: : ' ' ... 간 간

C : 유해인자의 측정농도(단위 : ppm 또는 mg/m3)

T : 유해인자의 발생시간(단위 : hr)

- STEL(단시간 노출기준) : 근로자가 1회 15분간 유해인자에 노출되는 허용농도. 이 기준이하에서는 노출간격이 1시간 이상인 경우 1일 작업시간 동안 4회까지 노출이 허용될 수 있음을 의미

- C(최고 노출기준)≒최고 허용농도 : 근로자가 작업시간 동안 잠시라도 노출되어서는 안 되는 농도. 상한치

□ 시간가중 평균노출기준(TLV-TWA)의 정의를 쓰시오. ★★ 실기 Page 1-13

[2002 산업기사]

- 하루 8시간 주 40시간 동안에 노출되는 평균농도. 작업장의 노출기준을 평가시 기본.

이 농도에서는 오랫동안 작업하여도 건강장해를 일으키지 않는 관리지표로 사용

노출의 상한선과 노출시간 권고사항

- TLV-TWA의 3배 이상 높을 경우 : 30분 이하 노출권고

- TLV-TWA의 5배 이상 높을 경우 : 잠시라도 노출금지

□ 단시간 노출기준(TLV-STEL)을 정의하시오. ★★

[2004 기사3회]

근로자가 자극, 만성, 불가역적 조직장해, 사고유발, 응급시 대처능력의 저하 및 작업능률 저하 등을 초래할 정도의 마취를 일으키지 않고 단시간(15분)노출될 수 있는 기준

□ 천정값 노출기준(TLV-C)를 설명 (4점) ★★ 과년도 Page 14. 67 [2007 기사3회][2006 산업기사1회]

어떤 시점에서든 넘어서는 안 된다는 상한치로써 항상 표시된 농도 이하를 유지

□ 어느 작업장의 시료분석[결과표]이다. 이 작업장에서의 CS<sub>2</sub> 의 시간가중평균 노출기준(TLV-TWA)를 계산하시오. (4점) 실기 Page 1-13 ★★ [2007 산업기사2회]

폭로시간(hr)	3	2	2	1	1분(피크치)
CS <sub>2</sub> 농도(ppm)	1.5	17	4.6	20	70

□ 공기 중 카르보닐 분자의 농도를 측정하기 위해 오전과 오후로 나누어 전체 2개의 시료를 연속적으로 포집한 결과 다음표와 같았다. 이때 농도 TLV-TWA는? 실기 Page 1-14 ★★ [2005 산업기사]

시간	공기속도(L/min)	포집시간(min)	측정 전후 필터 무게의 차이(mg)	농도(mg/m <sup>3</sup> )
오전	2.0	200	3.005	?
오후	2.0	280	2.475	?

□ 어느 작업장의 어떤 물질의 농도를 측정 평가한 결과 1시간 350ppm, 2시간 250ppm, 2시간 200ppm, 3시간 150ppm에 폭로된 결과를 얻었다. 이 때 TWA(시간가중평균치)를 계산하여라. [2002 기사]

□ 어떤 작업장의 분진이 5시간 동안 200ppm 배출시 TWA 구하시오.

□ 다음 표는 벤젠 측정 자료이다. 이 때 TWA를 구하시오.

시료	유량(LPM)	측정시간(min)	분석량(mg)
A	2.0	280	2.995
B	2.0	200	2.357

필기 Page 15

11. 피부흡수에 관한 주의

- 허용농도에 S(Skin)자로 표시
- 피부표시 첨부하여야 하는 경우
  - a. 손이나 팔에 의한 흡수가 몸 전체 흡수에서 많은 부분을 차지하는 물질
  - b. 동물 이용한 급성중독 결과 피부흡수에 의한 치사량(LD50)이 비교적 낮은 물질(1,000mg/체중kg 이하)
  - c. 반복하여 피부에 도포 했을때 전신작용을 일으키는 물질
  - d. 옥탄올-물 분배계수가 높아서 피부흡수가 용이하고 다른 노출경로에 비하여 피부흡수가 전신작용에 중요한 역할을 하는 물질 피부자극, 피부질환, 감작(sensitization) 일으키는 물질의 경우 x

- 피부 노출기준(SKIN ; ACGIH) : 유해화학물질의 노출기준 또는 허용기준에 “피부” 또는 “SKIN”이라는 표시가 있을 경우 그 물질은 피부로 흡수되어 전체 노출량에 기여할 수 있다는 의미.

필기 Page 17. 실기 Page 1-15

12. 혼합물질의 허용농도

1) 노출지수(EI) : 노출지수가 1을 초과하면 노출기준을 초과한다고 평가

$$\text{노출지수} = \frac{\text{노출농도}_1 \times \text{노출시간}_1 + \dots + \text{노출농도}_n \times \text{노출시간}_n}{\text{허용농도}_1 \times \text{노출시간}_1 + \dots + \text{허용농도}_n \times \text{노출시간}_n}$$

□ 공기 중 혼합물로서 톨루엔 200ppm(TLV=100ppm), 벤젠 10ppm(TLV=10ppm)으로 존재시 허용농도 초과 여부를 평가하고 허용기준을 구하시오. (단, 상가작용) [2007 산업기사3회] [2004 산업기사1, 2회]

□ 작업환경 공기중의 헵타논(TLV=50ppm)이 30ppm이고, 트리클로에틸렌(TLV=50ppm)이 10ppm이며, 테트라클로에틸렌(TLV=50ppm)이 15ppm이다. 이 때 허용농도 초과여부를 평가하시오.(단, 상가작용)

[2005 기사]

사]

□ 작업상 공기 중 납이 0.07mg/m3(TLV=0.05mg/m3), 황산 0.7mg/m3(TLV=1mg/m3)이 혼재되어 있는 경우 허용기준의 초과여부를 판단하시오.

[2001 기사]

- 납과 황산은 독립작용하므로 각각의 허용기준과 비교.
- 즉, 납은 허용기준 초과. 황산은 허용기준 초과하지 않음
- (독립작용 예 : 황산과 납, 질산과 카드뮴, 이산화황과 시안화수소)

필기 Page 18

13. 액체 혼합물질의 구성성분을 알 때 혼합물의 허용농도 ★★ 실기 Page 1-16

혼합물의 **강개 강**                      **각각 값**      **각각 강**      **각각 강**

fa, fb, fn : 액체 혼합물에서 각 성분 무게(중량)의 구성비(%)  
 TLVa, TLVb, TLVn : 해당물질의 TLV(mg/m3) 사용



□ 유기용제가 중량비로 40% 헵탄(TLV=1640mg/m<sup>3</sup>), 60% 퍼클로로에틸렌(TLV=170mg/m<sup>3</sup>)로 혼합되어 공기 중으로 휘발되었을 때 공기 중 혼합 유기용제의 허용농도? (6점) [2006 산업기사3회]

□ 다음 혼합물의 노출기준(g/m<sup>3</sup>)을 구하시오. (단, 25°C 1기압) [2005 산업기사]

물질(농도)	톨루엔(50%)	벤젠(20%)	노르말헥산(30%)
TLV	100ppm	50ppm	100ppm
분자량	92.13	78.11	86.18

□ 다음 헵탄(TLV=1640mg/m<sup>3</sup>), 메틸클로로포름(TLV=1910mg/m<sup>3</sup>), 퍼클로로에틸렌(TLV=170mg/m<sup>3</sup>)이 1 : 2 : 3의 비율로 혼합된 유해물질의 허용농도는? [2004 기사3회]

4) 유리섬유 여과지 한 개를 사용하여 7시간 30분 동안 카르바릴(carbaryl)을 채취하였다. 측정된 공기 중 카르바릴 농도는 6.07 mg/m<sup>3</sup>였고, 8시간 작업 중 서류를 채취하지 않은 나머지 30분 동안에도 측정치와 같은 농도라고 할 수 있다. 공기중 카르바릴의 허용기준(permissible exposure limit, PEL)은 5.0 mg/m<sup>3</sup>이고, SAE는 0.23이다. 근로자의 노출농도가 허용기준을 초과하는지의 여부를 평가하시오. [2000, 2002 산업기사]

① 표준화 값  
시간가중평균농도  
허용기준

②  $UCL = Y + SAE = 1.21 + 0.23 = 1.44$   
 $LCL = Y - SAE = 1.21 - 0.23 = 0.98$

③ 판정  
UCL이 1보다 크고, LCL이 1보다 작으므로 측정치는 허용농도를 초과할 가능성이 있다.

14. 비정상 작업시간에 대한 허용농도 보정

1) OSHA의 보정방법

1. 급성중독을 일으키는 물질(일산화탄소) : 보정된허용농도 시간허용농도×

시간

노출시간 일

2. 만성중독을 일으키는 물질(중금속) : 보정된허용농도 시간허용농도×

시간

작업시간 주

3. 보정이 필요 없는 경우 : 천정값으로 되어 있는 노출기준, 가벼운 자극(만성중독 야기안함)을 유발하는 물질에 대한 허용농도, 기술적으로 타당성이 없는 노출기준

2) Brief와 Scala의 보정방법 ★★

$$\frac{\text{TLV}}{\text{H}} \times \text{일주일} \times \frac{16}{128}$$

H : 비정상적인 작업시간(노출시간/일) : 노출시간/주  
16 : 휴식시간 (128 : 일주일 휴식시간)

보정된 노출기준 = TLV × RF

□ 공기중 트리클로로에틸렌(TCE)의 농도가 45ppm인 작업장에서 1일 9시간 근무하는 경우 이 작업장에 대한 보정계수, 보정된 노출기준, 초과여부를 판단하시오. (단, Brief와 Scala의 보정방법 적용, TCE-TLV=50ppm)

[2007 기사1회]

회]

□ 1일 8시간 작업시 n-hexane의 노출기준은 50ppm이다. 1일 9시간 작업할 때 Brief와 Scala의 보정방법으로 보정된 n-hexane의 노출기준을 구하시오. (3점)

[2007 기사1회]

□ 1일 11시간 작업시 methyl cyclohexane(TLV=50ppm)의 허용농도를 보정하면 얼마나 되겠는가? (단, Brief와 Scala의 보정방법 적용)

□ Perchloroethylene 취급하는 작업장에서 1주일에 4일, 하루 12시간 작업을 한다. 허용농도를 Brief & Scala 식으로 보정하시오?(단 Perchloroethylene의 TLV 25ppm) 실기 Page 1-20

필기 Page 20. 실기 1-20

15. 공기 중 혼합물질의 화학적 상호작용 ★★

□ 2가지 이상의 화학물질에 동시에 노출되는 경우 건강에 미치는 영향은 각 화학물질간 상호작용에 따라 다르게 나타난다. 이와 같이 2가지 이상의 화학물질이 동시에 작용할 때 물질간 상호작용의 종류를 4가지 쓰고 간단히 설명하시오. [2006 기사2회]

- 1) 상가작용 : 각 유해인자 독성합만큼 독성 결과를 나타내는 작용(2+3=5)
- 2) 상승작용 : 각 유해인자의 독성합보다 훨씬 독성결과가 커짐을 나타내는 작용(2+3=20)
- 3) 잠재작용 : 독성영향을 나타내지 않는 물질이 다른 독성물질과 복합적으로 노출시 독성결과가 커지는 작용(2+0=10)
- 4) 길항작용 : 독성영향이 있는 각 물질이 서로의 작용을 방해 독성결과가 작아지는 작용(2+3=1)

+ 길항작용 종류

- 화학적 길항작용 : 두 화학물질이 반응하여 저독성의 물질을 형성하는 경우
  - 기능적 길항작용 : 동일한 생리적 기능에 길항작용을 나타내는 경우
  - 수용적 길항작용 : 두 화학물질이 같은 수용체에 결합하여 독성이 저하되는 경우
  - 배분적 길항작용 : 물질의 흡수, 대사 등에 영향을 미쳐 표적기관내 축적기관의 농도가 저하되는 경우
- <참고> 배분적 길항작용 : 독성물질의 생체과정인 흡수, 분포, 생전환, 배설 등에 변화 일으켜 독성 낮아지는 길항작용)  
ex) 이노제 투여 배출촉진

16. 유해물질 허용농도(TLV) 설정 및 개정 시 이용되는 자료 3가지를 쓰시오.(6점,8점) ★★

- 화학구조상의 유사성 일치성 × 실기 Page 1-21 [2007 산업기사3회][2008 기사2회]
- 동물실험 자료
- 인체실험 자료
- 산업장 역학조사 자료 cf) 물리적 안정성 평가 ×

필기 Page 22. 과년도 Page 79, 100, 112, 195

17. 유해물질 허용농도(TLV) 설정 시 가장 중요한 자료 1가지와 그 이유를 간단히 쓰시오. ★

- 산업장 역학조사 자료 [2011 산업기사2회]
- 실제 산업현장에서 상시 근로하는 근로자가 대상이므로 가장 신뢰성을 가진 자료이므로

18. Hatch의 양-반응관계의 기관장해 3단계 실기 Page 1-22

- 1) 항상성 유지 단계
- 2) 보상 유지 단계→허용농도 설정
- 3) 고장 단계

필기 Page 23

19. 체내흡수량(안전폭로량 : SHD)

체내 흡수량 **강값** × × × - 안전계수와 체중 고려한 것

공기중 유해물질 농도 **강값 강**  
 노출시간 **강값**  
 폐환기율 호흡률 **강 강값**  
 체내잔류율 자료없는 경우<sup>3</sup>

□ 안전흡수량이 체중 kg당 0.12mg일 경우 1일 8시간 작업시 허용농도를 계산하시오.

Sol) 근로자의 체중을 70kg으로 가정하면

. 안전흡수량 **강값** × **강값 강값 강값**  
 . **강값** 체내흡수량 × **강값** × **강 강값** × <sup>3</sup> **강 강값** × <sup>3</sup> 이므로  
 . **강값 강**

□ 작업장에서 tetrachlorethylene (폐흡수율 75%, TLV-TWA 25ppm, MW 165.8)을 사용하고 있다. 체중 70kg인 근로자가 중노동(호흡률 1.47m<sup>3</sup>/hr)을 2시간, 경노동(호흡률 0.98 m<sup>3</sup>/hr)을 6시간 작업 하였다. 작업장 폭로된 농도는 22.5ppm이었다면 이 근로자의 하루폭로량은(mg/kg)? (단, 온도 25℃ 기준)

[2006 기사1회]

□ 어떤 물질의 독성에 관한 인체실험결과 안전흡수량이 체중 kg당 0.2mg이었다. 체중 70kg인 사람이 1일 8시간 작업시 이 물질의 체내흡수를 안전흡수량 이하로 유지하려면 이 물질의 공기중 농도를 얼마 이하로 규제하여야 하는가? (단, 작업시 폐환기율 1.25m<sup>3</sup>/hr, 체내잔류율 1.0) [2005 기사][2008 기사][2010 기사]

필기 Page 23. 실기 Page 1-22

#### 20. Haber 법칙

환경속에서 중독을 일으키는 유해물질의 공기 중 농도(C)와 폭로시간(T)의 곱은 일정(K)하다는 법칙. 즉,  $K = C \times T$  (단시간 노출시 유해물질지수는 농도와 노출시간의 곱으로 계산)

서서하는 작업 : 경·중작업시 권장작업대 높이는 팔꿈치 높이보다 낮게 작업대 설치

OWAS, RULA, REBA, SI : 누적외상성 질환의 위험요인 평가

골격근, 간장 : 체내 열생산 담당기관

CTDs : 누적외상성 질환(=근골격계질환), 불안정한 작업자세로 단순 반복적으로 장시간 근무할 때 근골격계에 나타나는 질환

근골격계 질환 발생요인 필기 Page 443. 16번

- 반복적 동작
- 부적절한 작업자세
- 무리한 힘의 사용(물건을 잡는 손의 힘)
- 날카로운 면과의 신체접촉
- 진동
- 저온                    나무망치 이용한 간헐성 분해작업 ×

단, 지, 탄 : 체내에서 산화연소하여 에너지 공급(열량공급원)

체성분 구성(체내 조직 구성, 분해) : 단, 무, 물

여러 영양소의 작용의 매개, 생활기능 조절 : 비, 무, 물

평가            필기 Page 3. 산업위생 정의 : 예측, 측정, 평가, 관리\_\_\_\_\_

- 시료채취하고 분석
- 예비조사 목적·범위 결정
- 현장조사, 정량적 유해인자의 양 측정
- 바람직한 작업환경 만드는 최종적인 활동 × → (관리)

## Part 2. 인간과 작업환경

필기 Page 25. 실기 Page 1-24

### 1. 인간공학 활용 3단계

- 1단계 : 준비단계(인간과 구성인자간의 특성)
- 2단계 : 선택단계(작업수행에 필요한 직종간 연결성)
- 3단계 : 검토단계(인간과 기계 관계의 비합리적인 면을 수정 보완)      적용단계 x

2. 지적속도 ★★ : 작업자의 체격, 숙련도, 작업환경에 따라 피로를 가장 적게 하고, 생산량 최고로 올릴 수 있는 가장 경제적인 작업속도

### 3. 인간공학에 적용되는 인체 측정방법

- 정적 치수 : 구조적 치수, 인체 계측기로 측정, 골격치수와 외곽치수, 표의 형태, 데이터수 많음
- 동적 치수 : 기능적 치수, 데이터수 적음

4. 인체 계측자료를 표현하는 방법 : 퍼센타일(Percentile) 백분위 수

### 5. 들기작업 실기 Page 1-25, 1-75

1) L5/S1 disc

2) 중량물의 표시<산업안전보건기준에 관한 규칙 제665조>

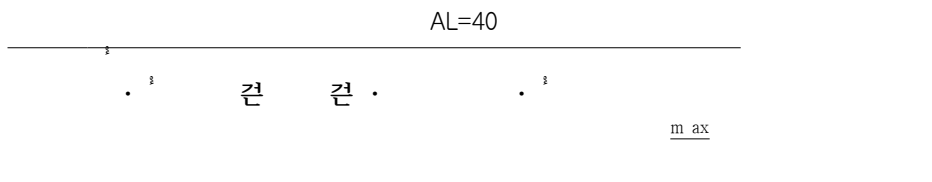
- 사업주는 근로자가 5kg 이상의 중량물 들어 올리는 작업을 하는 경우

- ① 주로 취급하는 물품에 대하여 근로자가 쉽게 알 수 있도록 물품의 중량과 무게중심에 대하여 작업장 주변에 안내표시를 할 것
- ② 취급하기 곤란한 물품에 대하여 손잡이를 붙이거나 갈고리, 진공빨판 등 적절한 보조 도구를 활용할 것

필기 Page 28. 실기 Page 1-25

### 6. 중량물 취급

1) NIOSH의 감시기준(AL)과 최대허용기준(MPL) ★★



$$\text{최대허용기준(MPL)} = 3 \times \text{AL(감시기준)}$$

NIOSH에서 제안한 중량물 취급작업의 권고치 중 감시기준(AL)의 설정배경

- 역학적 조사결과
- 생물학적 연구결과
- 노동생리학적 연구결과
- 정신물리학적 연구결과      노동심리학적 연구결과 x

근로자로부터 40cm 떨어진 물체(10kg)를 바닥으로부터 120cm 들어올리는 작업을 1분에 5회씩 1일 8시간 실시할 때, NIOSH의 감시기준(AL) 및 최대허용기준(MPL)은? 실기 Page 1-26  
(단, 물체의 손잡이는 양호하고 Fmax는 12회/min으로 가정)

근로자로부터 40cm 떨어진 물체(9kg)를 바닥으로부터 150cm 들어올리는 작업을 1분에 5회씩 1일 8시간 실시할 때 AL은 4.67kg, MPL은 13.8kg, RWL은 3.3kg이라면 중량물 취급지수(LI)는?

□ 근로자로부터 45cm 떨어진 물체(10kg)를 바닥으로부터 150cm 들어올리는 작업을 1분에 5회씩 8시간 수행할 때, NIOSH의 감시기준(AL) 및 최대허용기준(MPL)은? 실기 Page 1-76  
(단, 물체의 손잡이는 양호하고, Fmax는 12회/min으로 가정)

4) 중량물 취급작업에서 미국 NIOSH에서는 감시기준과 최대허용기준을 설정하고 있다. 감시기준이 30kg 일 때 최대허용기준은?

7. 중량물 취급관리시 미국의 NIOSH 감시기준(AL, action limit)에 영향을 미치는 요인을 4가지 쓰시오.
- H(대상물체의 수평거리) : 대상 물체의 중심으로부터 두 발목 중간 지점까지의 거리, 15~80cm의 범위
  - V(대상물체의 수직거리) : 바닥으로부터 물체의 중심까지의 거리로 들어올리기 전 물체의 위치, 최고 175cm까지 가능
  - D(대상물체의 이동거리) : 물체의 이동거리, 25~200cm의 범위
  - F(회/min) : 중량물 취급작업의 빈도

[2002 기사]

8. 중량물 취급에 대한 기준에 영향을 미치는 요인
- 물체의 무게
  - 물체의 위치, 즉 사람과 물체와의 거리
  - 물체의 높이, 즉 바닥으로부터 물체가 처음 놓여 있는 장소의 높이
  - 물체를 들어올리는 거리
  - 작업의 빈도
  - 작업시간

★ 권고기준(RWL) ★

$RWL(kg) = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$  실기 Page 1-76

- LC : 중량상수(부하상수)(23kg ; 최적 작업상태 권장 최대무게)
- HM : 수평계수
- VM : 수직계수
- DM : 물체 이동거리 계수
- AM : 비대칭계수
- FM : 작업빈도계수    작업강도 계수 ×
- CM : 물체를 잡는데 따른 계수

9. NIOSH 중량물 취급지수(들기지수 : LI)    실기 Page 1-77  
물체무게        갭   

   갭   

□ 무게가 9kg의 물건을 근로자가 들어올리려고 한다. 해당 작업조건의 권고기준(RWL)이 2.5kg이고, 바닥으로부터 이동거리는 1.5cm일 때 중량물 취급지수(LI)는?

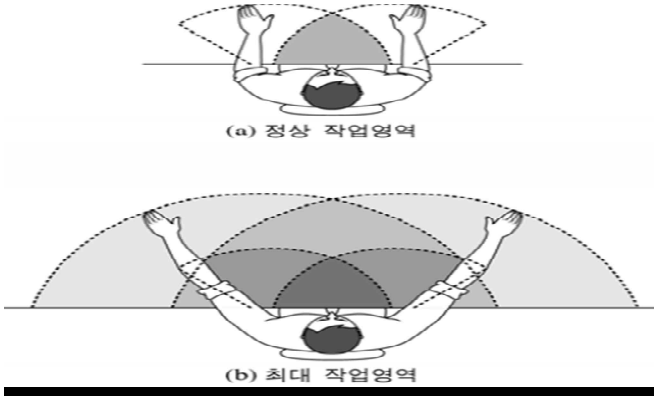
10. 인간공학적인 측면에서 근로자의 작업영역을 두 가지로 나누어 설명하시오. [2003 기사3회]

1) 정상 작업영역 ★★

상완을 자연스럽게 수직으로 늘어뜨린 상태에서 전완을 편하게 뻗어 파악할 수 있는 영역  
(움직이지 않고 전박·손으로 조작할 수 있는 범위≒34~45cm)

2) 최대 작업영역 ★★

전완과 상완을 곧게 펴서 파악할 수 있는 영역(움직이지 않고 상지를 뺏쳐 닿는 범위≒55~65cm)



sitting position

필기 Page 32

11. 관리대상작업(근골격계 부담작업)

- 하루에 10회 이상 25kg 이상 물체를 드는 작업
- 하루에 25회 이상 10kg 이상 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에서 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업

필기 Page 36. 실기 Page 1-67

12. 노동에 필요한 에너지원 ★★

- 혐가성 대사 : ATP(아데노신 삼인산)→CP(크레아틴 인산)→Glycogen(글리코겐) or Glucose(포도당)
- 호기성 대사 : 포도당, 단백질, 지방 + 산소 → 에너지원

필기 Page 43. 실기 Page 1-71, 과년도 Page 30

13. 산소부채 ★★★

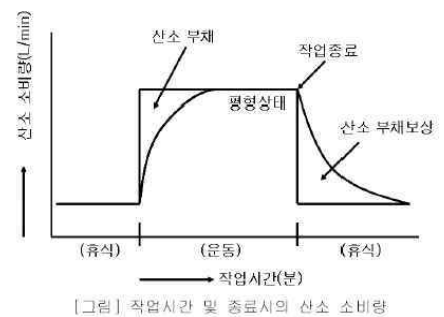
[2006 기사3회]2005 기사2회][2003 기사3회]

1) 산소부채란 무엇인가?

운동이 격렬하게 진행될 때에 산소 섭취량이 수요량에 미치지 못하여 일어나는 산소부족현상. 산소부채량은 원래대로 보상되어야 하므로 운동이 끝난 뒤에도 일정시간 산소가 소비(산소 부채보상)한다는 의미

2) 산소부채가 일어날 때 에너지 공급원 3가지를 쓰시오.

ATP(아데노신 삼인산), CP(크레아틴 인산), 글리코겐



14. 산업피로 ★ 실기 Page 1-69. 실기 과년도 Page 17

[2006 기사2회]

□ 산업피로 증상에서 혈액과 소변의 변화 각 2가지씩 쓰기 (4점)

혈액 : 혈당치(혈중 포도당 농도)가 낮아진다.

젖산과 탄산량이 증가하여 산혈증이 된다.

소변 : 소변양이 줄고 뇨 내의 단백질 또는 교질물질의 배설량 증가



□ 단순 반복작업에 의해 목, 어깨, 손목, 발목 등의 작은 근육들에 국한하여 피로가 생기는 것을 국소피로라고 한다. 이러한 국소피로의 증상 4가지와 국소피로를 평가하는 방법 2가지를 쓰시오. ★ [2002 기사]

1) 국소피로 증상

- ① 순환기계 : 맥박이 빨라지고 회복되기까지 시간이 걸린다.  
혈압은 초기에는 높아지나 피로가 진행되면 낮아진다.
- ② 호흡기계 : 호흡이 얕아지고 호흡곤란이 오기도 한다.
- ③ 신경계 : 판단력이 흐려지고 권태감, 졸음이 온다. 맛, 냄새 등 오감의 지각기능이 둔해진다.
- ④ 혈액 및 소변 : 혈당치가 낮아지고 젖산과 탄산량이 증가하여 산혈증으로 된다.

★★★ 소변양이 줄고 뇨 내의 단백질 또는 교질물질의 배설량 증가

2) 국소피로의 평가방법 : 근전도(EMG)를 이용하여 근육이 위치한 피부표면에 2개의 전극을 부착시키고 힘의 증가를 측정한다.

- 저주파(0~40Hz)에서는 힘이 증가
- 고주파(40~200Hz)에서는 힘의 감소
- 평균주파수의 감소
- 총 전압의 증가

3) 역치 측정기 이용한 반사역치 측정 및 평가

- note> 산업피로
- 1) 피로의 3단계 : 보통피로 < 과로 < 곤비
  - 2) 전신피로의 가장 큰 원인 : 혈중 포도당 농도 저하  
심한 전신피로 상태 : HR1(post 30~60sec) 이 110을 초과하고,  
HR3(post 150~180sec)과 HR2(post 60~90sec)의 차가 10 미만인 경우

실기 Page 1-68 피로물질 : 젖산, 크레아틴, 초성 포도당

피로의 3단계

- 1단계 : 보통피로. 하루밤 자고나면 완전히 회복
- 2단계 : 과로. 다음날까지 피로상태가 지속되는 것. 단시간 휴식으로 회복. 발병단계 ×
- 3단계 : 곤비. 과로의 축적으로 단시간 휴식으로 회복될 수 없는 단계. 병적단계

생화학적 검사항목 : 혈액, 뇨단백, 호기 땀 ×

산업피로 조사하기 위한 기능검사

- 연속측정법
- 생리심리적 검사법 : 역치측정, 근력검사, 행위검사 필기 Page 119
- 생화학적 검사법 : 호흡기능 측정, 혈액, 뇨단백 지각증상 측정법 ×
- 산업피로 측정방법 중 감각기능 검사 : 근전도, 심박수, 민첩성 반응시간 ×

산소 소비량 필기 Page 41

- note> 휴식 중 산소 소비량 : 0.25L/min  
운동 중 산소 소비량 : 5L/min  
산소 소비량과 작업대사량 : 1L≒5Kcal

필기 Page 45. 실기 Page 1-70

15. Viteles 산업피로 본질 3대 요소

생체의 생리적 변화(의학적), 피로 감각(심리학적), 작업량 감소      에너지원의 고갈 ×. 재해의 유발 ×

16. Shimoson 산업피로 현상

중간대사물질 축적, 활동자원의 소모, 체내 물리화학적 변화, 조절기능 장애

필기 Page 48. 실기 Page 1-73

17. 작업강도 ★★: 작업을 할 때 소비되는 열량. 작업대사율로 평가. 성별·연령·체력 조건에 따라 차이

$\frac{\text{열량 소비량}}{\text{체중}} \times 100$       - 열량 소비량 기준 - 실동율 이용 - RMR 고려

RF : 작업시 요구되는 힘                                      - 하루의 총 작업시간 동안 평균 작업대사량으로 표현  
 MS : 근로자가 가지고 있는 최대힘

작업강도에 영향 주는 요소 : 에너지 소비량, 작업속도, 작업자세, 작업범위, 작업의 위험성  
 작업강도를 평가하는 일반적 기준 : 열량 소비량

□ 작업강도 구하기 (60kp, 16kg, 두 손으로 들 경우) [2005 기사2회]  
 16kg ÷ 2 = 8kp/한 손

$$\frac{\text{같은 무게} \times \text{같은 시간}}{\text{같은 무게}}$$

- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| - 경작업 : 200 Kcal/hr 까지 작업      | 작업강도 분류 2가지 척도 |
| - 중등작업 : 200~350 Kcal/hr 까지 작업 | - 총에너지 소비량     |
| - 중작업 : 350~500 Kcal/hr 까지 작업  | - 심박동율         |

필기 Page 46. 실기 Page 1-74

18. 피로예방 허용작업시간 ★★

$\log T_{end} = 3.720 - 0.1949(E)$  E : 작업대사량(kcal/min)  
 Tend : 허용작업시간(min)

□ PWC가 16kcal인 근로자가 1일 8시간 동안 물체 운반작업을 하고 있다. 이때의 작업대사량은 10kcal/min 일 때 이 사람이 쉬지 않고 계속하여 일을 할 수 있는 최대허용시간(min)은 얼마인가?

19. 피로예방 휴식시간비<Hertig 식> ★★

$$\frac{\text{휴식시간}}{\text{작업시간}} = \left[ \frac{\text{휴식대사량}}{\text{작업대사량}} \right] \times T_{rest} \quad T_{rest} : 60\text{분 기준.}$$

육체적 작업능력(PWC) : 개인의 심폐기능으로 결정  
 - 젊은 남성 : 16 Kcal/min 정도 작업. 피로 느끼지 않고 4분간 계속할 수 있는 작업강도  
 여성 : 12 Kcal/min 적용.

- 하루 8시간(480min) 작업시에는 PWC의 1/3 에 해당.

$$\text{남성 } \frac{16}{3} \text{ min} \times \frac{16}{3} \text{ min}$$

$$\text{여성 } \frac{12}{3} \text{ min} \times \frac{12}{3} \text{ min}$$

□ 육체적 작업능력(PWC)이 16Kcal/min인 근로자가 1일 8시간 동안 물체를 운반하고 있다. 이 때의 작업대  
사량은 10kcal/min이고, 휴식시 대사량은 3kcal/min이라면 이 사람의 휴식시간과 작업시간을 배분하시오.

20. 적정작업시간(sec) =  $\frac{\text{작업량}}{\text{속도}} \times \text{계속작업 한계시간. CMT}$

$$\log \text{CMT} = 3.724 - 3.25 \log (\text{RMR})$$

$$\log T_{\text{end}} = 3.724 - 3.25 \times \log (\text{RMR})$$

실기 Page 1-73

□ 운반작업을 하는 젊은 근로자의 약한 손(오른손잡이 경우 왼손)의 힘은 45KP이다. 이 근로자가 무게 10kg 인 상자를 두손으로 들어 올릴 경우 작업강도(% MS) 및 적정작업시간(sec)를 구하시오.

필기 Page 49. 실기 Page 1-72

21. 작업대사율 ★★

- 작업강도의 단위. 산소호흡량 측정하여 에너지 소요량 결정하는 방식. RMR 클수록 작업강도가 높음

$$\text{RMR} = \frac{\text{작업대사량} \quad \text{작업시 대사량} \quad \text{안정시 대사량}}{\text{기초대사량} \quad \text{기초대사량}} \quad \text{작업시간} \times$$

- 기초대사량 : 인체가 안정시 생체기능 유지에 필요한 최소의 열량. 기초대사량의 2배 까지를 경노동. 성인 1,500~1,800kcal/day.

필기 Page 50. 실기 Page 1-72

22. 사이토 오시마 공식 ★

-  $\text{실노동률(실동률)(\%)} = 85 - (5 \times \text{RMR})$

작업강도	RMR	실동률(%)	기 타
경작업	0~1	80이상	
중등작업	1~2	80~76	남자920~1250Kcal. 지적작업
강작업	2~4	76~67	
중작업	4~7	67~50	RMR 40이상이면 휴식필요
격심작업	7이상	50이하	RMR 70이상이면 수시휴식필요

- 작업강도가 클수록 실동율은 떨어지므로 휴식시간 길어진다. RMR 7 : 계속 작업한계

- RMR 클수록 작업강도가 높음

실기 Page 1-73

□ 어떤 작업의 강도를 알기 위하여 작업대사율(RMR)을 구하려고 한다. 작업시 소요된 열량이 5,000kcal, 기초대사량이 1,200kcal, 안정시 열량이 기초대사량의 1.2배인 경우 작업대사율과 실동률(%)은?

필기 Page 57. 실기 Page 1-64

23. 안전관리조직의 종류 ★★

- ① 직계식(Line) 조직 ② 참모식(Staff) 조직 ③ 직계·참모식(Line·Staff) 조직

24. 안전관리조직의 장단점 ★

(1) 직계식(Line) 조직

장점	① 안전에 대한 지시 및 전달이 신속·용이하다. ② 명령계통이 간단·명료하다. ③ 참모식보다 경제적이다.
단점	① 안전에 관한 전문지식이 부족하고 기술의 축적이 미흡하다. ② 안전정보 및 신기술 개발이 어렵다 ③ 라인에 과중한 책임이 물린다.
비고	① 소규모(100인 미만) 사업장에 적용 ② 모든 명령은 생산계통을 따라 이루어진다.

(2) 참모식(Staff) 조직

장점	① 안전에 관한 전문지식 및 기술의 축적이 용이하다. ② 경영자의 조언 및 자문역할 ③ 안전정보 수집이 용이하고 신속하다.
단점	① 생산부서와 유기적인 협조 필요 ② 생산부서의 안전에 대한 무책임·무관한 ③ 생산부서와 마찰이 일어나기 쉽다.
비고	① 중규모(100인~1,000인) 사업장에 적용

(3) 직계·참모식(Line·Staff) 조직

장점	① 안전지식 및 기술 축적 가능 ② 안전지시 및 전달이 신속·정확하다 ③ 안전에 대한 신기술의 개발 및 보급이 용이함. ④ 안전활동이 생산과 분리되지 않으므로 운용이 쉽다
단점	① 명령계통과 지도·조언 및 권고적 참여가 혼동되기 쉽다. ② 스태프의 힘이 커지면 라인이 무력해진다.
비고	① 대규모(1,000명 이상) 사업장에 적용

필기 Page 60. 실기 Page 1-66

25. 적성검사 분류 및 특성 ★★

1) 신체검사(신체적성검사 : 체격검사)

2) 생리적 기능검사(생리적 적성검사)——

- 체력검사
- 심폐기능검사
- 감각기능검사

3) 심리적 검사(심리학적 적성검사)——

- 지능검사 : 언어, 기억, 추리, 귀납
- 지각동작검사 : 수축협조, 운동속도, 형태지각
- 인성검사 : 성격, 태도, 정신상태
- 기능검사 : 직무에 관련된 기본지식과 숙련도, 사고력

1차적 발생하는 직업 : 원발성 질환

직업성 변이 : 직업에 따라 신체형태·기능에 국소적 변화 일어나는 것

퇴행 : 직장에서 당면문제 진지한 태도로 해결하지 않고 현재보다 낮은 단계의 정신상태로 되돌아 가려는 행동반응을 나타내는 부적응 현상

서한도 : 작업환경에 대한 인체의 적응한도

지적환경 : 일하는 가장 적합한 환경. 생리·정신·생산적 방법

산업피로의 예방 대책

- 충분한 수면
- 작업환경을 정리, 정돈
- 정적작업→동적작업
- 휴식은 단시간 여러번
- 작업전·후 간단한 체조 실시 ※ 고도의 기계화·분업화 ×

교대제 편성시 고려사항

- 근무시간 8시간
- 야간근무 짧게
- 교대시간은 상오 0시 이전
- 가면시간 1시간 30분 이상
- 야간근무 연속일수 2~3일

## Part 3. 실내환경

필기 Page 69. 실기 P 1-53

### 사무실 공기관리 지침 [노동부고시 제 2012-71호]

제1조(목적) 이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제27조제1항의 규정에 따라 사무실 공기의 오염물질별 관리기준, 공기질 측정·분석방법 등 사무실 공기를 쾌적하게 유지·관리하기 위하여 사업주에게 지도·권고할 기술상의 지침 또는 작업환경의 표준을 정함을 목적으로 한다.

제2조(오염물질 관리기준)사업주는 쾌적한 사무실 공기를 유지하기 위해 사무실 오염물질을 다음 기준에 따라 관리한다.

오염물질	관리기준
미세먼지(PM10)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
일산화탄소(CO)	10 ppm 이하
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	1,000 ppm 이하
포름알데히드(HCHO)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (또는 0.1 ppm) 이하
총휘발성유기화합물(TVOC)	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
총부유세균	800 CFU/m <sup>3</sup> 이하
이산화질소(NO <sub>2</sub> )	0.05 ppm 이하
오존(O <sub>3</sub> )	0.06 ppm 이하
석면	0.01 개/cc 이하

주1) 관리기준 : 8시간 시간가중평균농도 기준

주2) PM10 : Particle Matters. 입경이 10 $\mu\text{m}$ 이하인 먼지

주3) CFU/m<sup>3</sup> : Colony Forming Unit. 1m<sup>3</sup>중에 존재하고 있는 집락형성 세균 개체수

제3조(사무실의 환기기준)공기정화시설을 갖춘 사무실에서 근로자 1인당 필요한 최소외기량은 0.57m<sup>3</sup>/min이며, 환기횟수는 시간당 4회 이상으로 한다.

제4조(사무실 공기관리 상태평가) 사업주는 근로자가 건강장해를 호소하는 경우에는 다음 각호의 방법에 따라 당해 사무실의 공기관리상태를 평가하고 그 결과에 따라 건강장해 예방을 위한 조치를 취한다.

1. 근로자가 호소하는 증상(호흡기, 눈·피부 자극 등) 조사
2. 공기정화설비의 환기량이 적정한지 여부조사
3. 외부의 오염물질 유입경로 조사
4. 사무실내 오염원 조사 등

제5조(사무실 공기질의 측정 등) 사무실 공기의 측정시기·횟수 및 시료채취시간은 다음 기준에 따른다.

오염물질	측정횟수(측정시기)	시료채취시간
미세먼지	연1회 이상	○ 업무시간동안 - 6시간 이상 연속 측정
일산화탄소	연1회 이상	○ 업무시작후 1시간 이내 및 종료전 1시간 이내 - 각각 10분간 측정
이산화탄소	연1회 이상	○ 업무시작후 2시간 전후 및 종료전 2시간 전후 - 각각 10분간 측정
포름알데히드	연1회 이상 및 신축 (대수선 포함)건물 입주전	○ 업무시간동안 - 6시간 이상 연속 측정
총휘발성유기화합물	연1회 이상 및 신축 (대수선 포함)건물 입주전	○ 업무시작후 1시간 ~ 종료 1시간전 - 30분간 2회 측정
총부유세균	연1회 이상	○ 업무시작후 1시간 ~ 종료 1시간전 - 최고 실내온도에서 1회 측정
이산화질소	연1회 이상	○ 업무시작후 1시간 ~ 종료 1시간전 - 1시간 측정
오존	연1회 이상	○ 업무시간동안 - 6시간 이상 연속 측정
석면	석면이 포함된 설비 또는 건축 물의 해체·보수 후 입주전	○ 공사완료후 입주전 - 6시간 이상 연속 측정

제6조(시료채취 및 분석방법) ① 사무실 공기의 시료채취 및 분석은 다음의 방법으로 한다.

오염물질	시료채취방법	분석방법
미세먼지	PM10 샘플러(sampler)를 장착한 고용량 시료채취기에 의한 채취	중량분석(천칭의 해독도 : 10µg이상)
이산화탄소	비분산적외선검출기에 의한 채취	검출기의 연속 측정에 의한 직독식 분석
일산화탄소	비분산적외선검출기 또는 전기화학검 출기에 의한 채취	검출기의 연속 측정에 의한 직독식 분석
포름알데히드	2,4-DNPH(2,4-Dinitrophenylhydrazin e)가 코팅된 실리카겔관 (silicagel tube)이 장착된 시료채 취기에 의한 채취	2,4-DNPH(2,4-Dinitrophenylhydrazine)-포름알데히드 유도체를 HPLC-UVD(High Performance Liquid Chromatography -Ultraviolet Detector) 또는 GC-NPD (Gas Chromatography-Nitrogen - Phosphorous Detector)로 분석
총 휘발성 유기화합물	고체흡착관 또는 캐니스터 (canister)채취	1. 고체흡착열탈착법 또는 고체흡착용매추출법을 이용한 GC(Gas Chromatography) 분석 2. 캐니스터(canister)를 이용한 GC (Gas Chromatography) 분석
총부유세균	총돌법, 세정법 또는 여과법을 이용한 부유세균채취기 (bio air sampler)로 채취	채취·배양된 균주를 세어 공기 체적당 균주수로 산출
이산화질소	고체흡착관에 의한 시료채취	분광광도계로 분석
오존	유리섬유 여과지를 이용한 여과포집 기로 채취	분광광도계로 분석
석면	멤브레인 필터(membrane filter)에 의한 채취	위상차현미경, 편광현미경 또는 전자현미경으로 분석



② 사무실 공기의 시료채취 및 분석은 제1항에서 규정한 기기와 동등이상의 성능을 가진 기기를 이용하여 실시할 수 있다.

제7조(시료채취 및 측정지점) 공기의 측정시료는 사무실내에서 공기질이 가장 나쁠 것으로 예상되는 2곳(다만, 사무실 면적이 500m<sup>2</sup>을 초과하는 경우에는 500m<sup>2</sup>당 1곳씩 추가) 이상에서 채취하고, 측정은 사무실 바닥면으로부터 0.9~1.5m 높이에서 한다.

제8조(측정결과의 평가) 사무실 공기질의 측정결과는 측정치 전체에 대한 평균값을 제2조의 오염물질별 관리기준과 비교하여 평가한다. 다만 이산화탄소는 각 지점에서 측정된 측정치 중 최고값을 기준으로 비교·평가한다.

제9조(사무실 건축자재의 오염물질 방출기준) 사무실을 신축(기존 시설의 개수 및 보수를 포함한다)하고자 할 때에는 오염물질이 다음의 기준에 따라 방출되는 건축자재를 사용한다.

오염물질	오염물질	
	구분	방출농도 (mg/m <sup>2</sup> ·h)
	접착제	일반자재
포름알데히드	4 미만	1.25 미만
휘발성유기화합물	10 미만	4 미만

주) 일반자재란 벽지, 도장재, 바닥재, 목재 및 그 밖에 건축물 내부에 사용되는 건축자재를 말한다.

부칙

이 지침은 고시한 날부터 시행한다.

실내환경 빌딩관련 질환

- SBS
- BRI
- 레지오빌라
- 과민성 폐렴

근로자 건강진단 : 일반건강진단, 배치 전 건강진단, 수시 건강진단. 전문 건강진단 ×

건강관리 구분 ★★ 필기 2012. 3 기사

- A : 정상자
- C<sub>1</sub> : 직업병 요관찰자(직업성 질병으로 진전될 우려가 있어 추적검사 등 관찰이 필요한 근로자)
- C<sub>2</sub> : 일반질병 요관찰자
- D<sub>1</sub> : 직업병 유소견자(직업성 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 근로자)
- D<sub>2</sub> : 일반질병 유소견자(일반 질병의 소견을 보여 사후관리가 필요한 근로자)
- R : 질환의심자

가스상 오염물질 : 질소 산화물, 포름알데히드, 오존, 알데르겐 ×

주말작업 종료시 시료채취 물질 : 트리클로에틸렌, 트리클로에탄, 테트라클로로에틸렌, 사염화에틸렌

자극취가 있는 무색 수용성 가스, 건축물에 사용되는 단열재·섬유옷감에서 주로 발생. 눈, 코 자극.

동물실험결과 발암성→포름알데히드

## PART 4. 산업위생 관련법규

필기 Page 73. 실기 Page 1-27

### 1. 용어의 정리<산업안전보건법 제2조> ★★

- ① 산업재해 : 근로자가 업무에 관계되는 건설물, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업 기타 업무에 기인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 이환되는 것.
- ② 근로자 : 작업 종류를 불문하고 사업 또는 사업장에 임금을 목적으로 근로를 제공하는 자
- ③ 작업환경측정 : 작업환경의 상태를 파악하기 위하여 해당 근로자 또는 작업장에 대하여 사업주가 측정계획을 수립하여 시료의 채취 및 그 분석 및 평가 하는 것.
- ④ 중대재해 : 산업재해 중 사망 등 재해의 정도가 심한 것
  - 사망자가 1인 이상 발생한 재해
  - 3월 이상 요양을 요하는 부상자가 동시에 2인 이상 발생한 재해
  - 부상자, 직업성 질병자가 동시에 10인 이상 발생한 재해   노동부에 신고된 재해 ×

필기 Page 74. Page 1-28

### 2. 안전보건관리책임자의 직무 ★ <산업안전보건법 제13조>

- ① 산업재해 예방계획의 수립에 관한 사항
  - ② 안전보건관리규정의 작성 및 변경에 관한 사항
  - ③ 근로자의 안전·보건 교육에 관한 사항
  - ④ 작업환경측정 등 작업환경의 점검 및 개선에 관한 사항
  - ⑤ 근로자의 건강진단 등 건강관리에 관한 사항
  - ⑥ 산업재해의 원인 조사 및 재발방지 대책 수립에 관한 사항
  - ⑦ 산업재해에 관한 통계의 기록 및 유지에 관한 사항
  - ⑧ 안전·보건과 관련된 안전장치 및 보호구 구입 시의 적격품 여부 확인에 관한 사항
  - ⑨ 그 밖에 근로자의 유해·위험 예방조치에 관한 사항으로서 고용노동부령으로 정하는 사항
- [전문개정 2009.2.6]

### 3. 보건관리자의 직무 등<산업안전보건법 시행령 제17조>

- ① 건강장해를 예방하기 위한 작업관리                                  보건관리자의 선임 : 제조업, 상시 근로자 50인 이상
  - ② 작성된 물질안전보건자료의 게시 또는 비치
  - ③ 근로자의 건강관리, 보건교육, 건강증진 지도
  - ④ 사업장 순회 점검, 지도, 조치의 건의
  - ⑤ 산업재해에 관한 통계의 유지, 관리를 위한 지도·조언
- [전문개정 2009.7.30]   산업재해의 원인조사, 재발방지 위한 기술적 지도·조언 ×

### 4. 안전보건관리책임자를 두어야 할 사업<산업안전보건법 시행규칙 제12조>

- ① 총공사금액이 20억원 이상의 공사를 시행하는 건설업
- ② 상시 근로자 50인 이상 100인 미만을 사용하는 사업

5. 물질안전보건 자료 (MSDS: Material Safety Data Sheets)<산업안전보건법 제41조>

(1) MSDS 정의 : 화학물질을 안전하게 취급하기 위하여 근로자나 실수요자에게 필요한 정보를 제공함으로써 화학물질에 의한 산업재해나 직업병을 예방하기 위한 제도  
(화학물질명, CAS 번호나 그 물질의 식별번호, 구성성분의 함유량은 제외) 2005.3

(2) 물질안전보건자료의 작성·비치 등 ★★ <산업안전보건법 제41조> 2007.1 / 2005.3 / 2004.1 / 2002.1

- ① 대상화학물질의 명칭·구성성분
- ② 안전·보건상의 취급주의 사항
- ③ 인체 및 환경에 미치는 영향
- ④ 그 밖에 고용노동부령이 정하는 사항

(3) 물질안전보건자료의 기재사항 ★★ <산업안전보건법 시행규칙 제92조의 4> 2005.3

- ① 물리·화학적 특성
- ② 독성에 관한 정보
- ③ 폭발·화재시의 대처 방법
- ④ 응급조치 요령
- ⑤ 그 밖에 고용노동부장관이 정하는 사항

(4) 물질안전보건자료의 작성과 비치가 제외되는 대상물질<산업안전보건법 시행령 제32조의2>

- ① 「원자력안전법」에 따른 방사성물질
- ② 「약사법」에 따른 의약품·의약외품
- ③ 「화장품법」에 따른 화장품
- ④ 「농약관리법」에 따른 농약
- ⑤ 「사료관리법」에 따른 사료
- ⑥ 「비료관리법」에 따른 비료

(5) 물질안전보건자료에 포함되어야 하는 항목 ★★ 실기 Page 1-39 2011.1 / 2007.1

- ① 화학제품과 회사에 관한 정보
- ② 유해·위험성 유효사용기간 ×
- ③ 구성성분의 명칭 및 함유량 최초작성일자 ×
- ④ 응급조치요령 게시방법 및 위치 ×
- ⑤ 폭발·화재시 대처방법
- ⑥ 누출사고시 대처방법
- ⑦ 취급 및 저장방법
- ⑧ 노출방지 및 개인보호구
- ⑨ 물리·화학적 특성
- ⑩ 안정성 및 반응성
- ⑪ 독성에 관한 정보
- ⑫ 환경에 미치는 영향
- ⑬ 폐기시 주의사항
- ⑭ 운송에 필요한 정보
- ⑮ 법적 규제 현황

6. 산업위생지도사의 직무<산업안전보건법 제52조의 2>

- ① 작업환경의 평가 및 개선 지도
- ② 작업환경 개선과 관련된 계획서 및 보고서의 작성
- ③ 산업위생에 관한 조사·연구 유해·위험의 방지대책에 관한 평가·지도 ×

7. 산업안전 보건위원회 설치대상 사업장 ★ <산업안전보건법 시행령 제25조>

- ① 상시 근로자 100명 이상을 사용하는 사업장. 다만, 건설업의 경우에는 공사금액이 120억원 (「건설산업기본법 시행령」 별표 1에 따른 토목공사에 해당하는 공사의 경우에는 150억원) 이상인 사업장
- ② 상시 근로자 50명 이상 100명 미만을 사용하는 사업 중 다른 업종과 비교할 경우 근로자 수 대비 산업재해 발생 빈도가 현저히 높은 유해·위험 업종으로서 고용노동부령으로 정하는 사업장 (이하 "유해·위험사업"이라 한다)

8. 산업안전 보건위원회 구성 ★★ <산업안전보건법 시행령 제25조의2> 2010.3 / 2009.1

① 근로자 위원	㉠ 근로자 대표 ㉡ 명예산업안전감독관이 위촉되어 있는 사업장의 경우 근로자대표가 지명하는 1명 이상의 명예감독관 ㉢ 근로자대표가 지명하는 9명 이내의 해당 사업장의 근로자
② 사용자 위원	㉠ 해당 사업의 대표자 ㉡ 안전관리자 1명, 보건 관리자 1명, 산업보건의 ㉢ 해당사업의 대표자가 지명하는 9명이내의 해당 사업장 부서의 장
③ 회의 등 <산업안전보건법 시행령 제25조의4> 산업안전보건위원회의 회의는 정기회의와 임시회의로 구분하되, 정기회의는 분기 마다 위원장이 소집하며, 임시회의는 위원장이 필요하다고 인정할 때에 소집한다. 회의는 근로자위원 및 사용자위원 각 과반수의 출석으로 시작하고 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다. [전문개정 2009.7.30]	

9. 작업환경 측정횟수 <산업안전보건법 시행규칙 제93조의 4>

① 사업주는 작업장 또는 작업공정이 신규로 가동되거나 변경되는 등으로 제93조제1항에 따른 작업환경측정 대상 작업장이 된 경우에는 그 날부터 30일 이내에 작업환경측정을 하고, 그 후 6개월에 1회 이상 정기적으로 작업환경을 측정하여야 한다. 다만, 작업환경측정 결과가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업장 또는 작업공정은 해당 유해인자에 대하여 그 측정일부부터 3개월에 1회 이상 작업환경측정을 하여야 한다.

1. 별표 11의4 제1호에 해당하는 화학적 인자(발암성 물질만 해당)의 측정치가 노출기준을 초과하는 경우
2. 별표 11의4 제1호에 해당하는 화학적 인자(발암성 물질은 제외)의 측정치가 노출기준을 2배 이상 초과하는 경우
- ② 제1항에도 불구하고 사업주는 최근 1년간 작업공정에서 공정 설비의 변경, 작업방법의 변경, 설비의 이전, 사용 화학물질의 변경 등으로 작업환경측정 결과에 영향을 주는 변화가 없는 경우로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 유해인자에 대한 작업환경측정을 1년에 1회 이상 할 수 있다. 다만, 발암성 물질을 취급하는 작업공정은 그러하지 아니하다.
  1. 작업공정 내 소음의 작업환경측정 결과가 최근 2회 연속 85데시벨(dB) 미만인 경우
  2. 작업공정 내 소음 외의 다른 모든 인자의 작업환경측정 결과가 최근 2회 연속 노출기준 미만인 경우
 [전문개정 2009.8.7]

필기 Page 78. 실기 Page 1-32

10. 분진에 의한 건강장해의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제605조>

- ① 분진 : 근로자가 작업하는 장소에서 발생하거나 흩날리는 미세한 분말상 물질
- ② 호흡기 보호프로그램 : 분진노출에 대한 평가, 분진노출기준 초과에 따른 공학적 대책, 호흡용 보호구 지급 및 착용, 분진의 유해성과 예방에 관한 교육, 정기적 건강진단, 기록·관리 등이 포함된 호흡기 질환을 예방·관리하기 위한 종합적인 계획

필기 Page 79 ★★

11. 밀폐공간 작업으로 인한 건강장해의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조>

- ① 적정공기 : 산소농도 범위 18퍼센트 이상 23.5퍼센트 미만, 탄산가스 농도 1.5퍼센트 미만, 황화수소 농도 10피피엠 미만
- ② 산소결핍 : 공기 중의 산소농도가 18퍼센트 미만인 상태 ★

12. 국소배기장치 사용전 점검 등 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제612조>

- ① 국소배기장치
  - 덕트 및 배풍기의 분진상태
  - 덕트 접속부가 헐거워졌는지 여부
  - 흡기 및 배기 능력
  - 그 밖에 국소배기장치의 성능을 유지하기 위하여 필요한 사항
- ② 공기정화장치
  - 공기정화장치 내부의 분진상태
  - 여과제진장치의 여과재 파손 유무
  - 공기정화장치의 분진 처리능력
  - 그 밖에 공기정화장치의 성능 유지를 위하여 필요한 사항

13. 밀폐공간보건작업프로그램 수립 및 시행 등 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제619조>

- ① 작업 시작 전 공기 상태가 적정한지를 확인하기 위한 측정·평가
- ② 응급조치 등 안전보건 교육 및 훈련
- ③ 공기호흡기나 송기마스크 등의 착용과 관리
- ④ 그 밖에 밀폐공간 작업근로자의 건강장해예방에 관한 사항

14. 소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제512조> ★★ 실기 Page 1-33

- ① 소음작업 : 1일 8시간 작업을 기준으로 85dB 이상의 소음이 발행하는 작업
- ② 강렬한 소음작업
  - 90데시벨 이상의 소음이 1일 8시간 이상 발생되는 작업
  - 95데시벨 이상의 소음이 1일 4시간 이상 발생되는 작업
  - 100데시벨 이상의 소음이 1일 2시간 이상 발생되는 작업
  - 105데시벨 이상의 소음이 1일 1시간 이상 발생되는 작업
  - 110데시벨 이상의 소음이 1일 30분 이상 발생되는 작업
  - 115데시벨 이상의 소음이 1일 15분 이상 발생되는 작업
- ③ 충격소음작업 : 소음이 1초 이상의 간격으로 발생하는 작업
  - 120dB을 초과하는 소음이 1일 1만회 이상 발생하는 작업
  - 130dB을 초과하는 소음이 1일 1천회 이상 발생하는 작업
  - 140dB을 초과하는 소음이 1일 1백회 이상 발생하는 작업

④ 청력보존프로그램 : 소음노출 평가, 소음노출 기준 초과에 따른 공학적 대책, 청력보호구의 지급 및 착용, 소음의 유해성과 예방에 관한 교육, 정기적 청력검사, 기록·관리 사항 등이 포함된 소음성 난청을 예방·관리 하기 위한 종합적인 계획

필기 Page 80

15. 이상기압에 의한 건강장해의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제522조>

- ① 이상기압 : 압력이 제곱센티미터 당 1킬로그램 이상인 기압
- ② 고압작업 : 이상기압에서 잠항공법 이나 그 외의 압기공법으로 하는 작업
- ③ 잠수작업 : 물속에서 공기압축기 또는 호흡용 공기통을 이용하여 하는 작업
- ④ 기압조절실 : 고압작업에 종사하는 근로자가 작업실에 출입할 때 가압 또는 감압을 받는 장소
- ⑤ 압력 : 게이지 압력 산소독성, 질소마취작용 증가 : 이산화탄소

실기 Page 1-34

16. 온도·습도에 의한 건강장해의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제558조>

- ① 고열 : 열에 의하여 근로자에게 열경련·열탈진 또는 열사병 등의 건강장해를 유발할 수 있는 더운 온도
- ② 한랭 : 냉각원에 의하여 근로자에게 동상 등의 건강장해를 유발할 수 있는 차가운 온도
- ③ 다습 : 습기로 인하여 근로자에게 피부질환 등의 건강장해를 유발할 수 있는 습한 상태  
    궀내 기온 : 37℃ 이하로 유지

17. 고열장해예방 조치 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제562조>

- ① 근로자를 새로이 배치할 경우에는 고열에 순응할 때까지 고열작업시간을 매일 단계적으로 증가시키는 등 필요한 조치를 할 것
- ② 근로자가 온도·습도를 쉽게 알 수 있도록 온도계 등의 기기를 상시 작업장소에 비치할 것.

18. 한랭장해예방 조치 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제563조> ★

- ① 혈액순환을 원활히 하기 위한 운동지도를 할 것
- ② 적절한 지방과 비타민 섭취를 위한 영양지도를 할 것
- ③ 체온 유지를 위하여 더운물을 준비할 것
- ④ 젖은 작업복 등은 즉시 갈아입도록 할 것

필기 Page 81.

19. 근골격계부담작업으로 인한 건강장해의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제656조>>

- ① 근골격계부담작업 : 작업량·작업속도·작업강도 및 작업장 구조 등에 따라 고용노동부장관이 정하여 고시 하는 작업
- ② 근골격계질환 : 반복적인 동작, 부적절한 작업자세, 무리한 힘의 사용, 날카로운 면과의 신체접촉, 진동 및 온도 등의 요인에 의하여 발생하는 건강장해로서 목, 어깨, 허리, 팔·다리의 신경·근육 및 그 주변 신체조직 등에 나타나는 질환
- ③ 근골격질환 예방관리프로그램 : 유해요인조사, 작업환경개선, 의학적 관리, 교육·훈련, 평가에 관한 사항 등이 포함된 근골격계질환을 예방관리하기 위한 종합적인 계획

실기 Page 1-35

20. 근골격계부담작업에 근로자를 종사하도록 하는 경우의 유해요인 조사

- 3년마다 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제657조>

- ① 설비·작업공정·작업량·작업속도 등 작업장 상황
- ② 작업시간·작업자세·작업방법 등 작업조건
- ③ 작업과 관련된 근골격계질환 징후와 증상 유무 등

21. 근골격계부담작업의 근로자에게 유해성 등의 주지 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제661조>

- ① 근골격계부담작업의 유해요인
- ② 근골격계질환의 징후와 증상
- ③ 근골격계질환 발생시 대처요령
- ④ 올바른 작업자세 및 작업도구, 작업시설의 올바른 사용방법
- ⑤ 그 밖에 근골격계질환 예방에 필요한 사항

22. 관리대상유해물질에 의한 건강장애의 예방 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조>

- ① "관리대상 유해물질"이란 법 제24조제1항 제1호에 따른 원재료·가스·증기·분진 등으로서 유기화합물, 금속류, 산·알칼리류, 가스상태 물질류 등 별표 12에서 정한 물질을 말한다.
- ② "유기화합물"이란 상온·상압(常壓)에서 휘발성이 있는 액체로서 다른 물질을 녹이는 성질이 있는 유기용제(有機溶劑)를 포함한 탄화수소계화합물 중 별표 12 제1호에 따른 물질을 말한다.
- ③ "금속류"란 고체가 되었을 때 금속광택이 나고 전기·열을 잘 전달하며, 전성(展性)과 연성(延性)을 가진 물질 중 별표 12 제2호에 따른 물질을 말한다.
- ④ "산·알칼리류"란 수용액(水溶液) 중에서 해리(解離)하여 수소이온을 생성하고 염기와 중화하여 염을 만드는 물질과 산을 중화하는 수산화화합물로서 물에 녹는 물질 중 별표 12 제3호에 따른 물질을 말한다.
- ⑤ "가스상태 물질류"란 상온·상압에서 사용하거나 발생하는 가스 상태의 물질로서 별표 12 제4호에 따른 물질을 말한다.
- ⑥ "특별관리물질"이란 「산업안전보건법 시행규칙」 별표 11의2제1호 나목에 따른 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 물질 등 근로자에게 중대한 건강장애를 일으킬 우려가 있는 물질로서 별표 12에서 특별관리물질로 표기된 물질을 말한다.
- ⑦ "유기화합물 취급 특별장소"란 유기화합물을 취급하는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 장소를 말한다.
  - 가. 선박의 내부
  - 나. 차량의 내부
  - 다. 탱크의 내부(반응기 등 화학설비 포함)
  - 라. 터널이나 갱의 내부
  - 마. 맨홀의 내부
  - 바. 피트의 내부
  - 사. 통풍이 충분하지 않은 수로의 내부
  - 아. 덕트의 내부
  - 자. 수관(水管)의 내부
  - 차. 그 밖에 통풍이 충분하지 않은 장소
- ⑧ "임시작업"이란 일시적으로 하는 작업 중 월 24시간 미만인 작업을 말한다.

다만, 월 10시간 이상 24시간 미만인 작업이 매월 행하여지는 작업은 제외한다.
- ⑨ "단시간작업"이란 관리대상 유해물질을 취급하는 시간이 1일 1시간 미만인 작업을 말한다.

다만, 1일 1시간 미만인 작업이 매일 수행되는 경우는 제외한다.

필기 Page 82.

23. 석면 해체·제거작업시 조치 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제495조>

- ① 분무된 석면이나 석면이 함유된 보온재 또는 내화피복재의 해체·제거작업
- ② 석면이 함유된 벽체, 바닥타일 및 천장재의 해체·제거작업
- ③ 석면이 함유된 지붕재의 해체·제거작업
- ④ 석면이 함유된 그 밖의 자재의 해체·제거작업

실기 Page 1-36

24. 컴퓨터 단말기 조작업무에 대한 조치 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제667조>

- ① 실내의 명암의 차이가 심하지 않도록 하고 직사광선이 들어오지 않는 구조로 할 것
- ② 저휘도형의 조명기구를 사용하고 창·벽면 등은 반사되지 않는 재질을 사용할 것 휘도 높게 ×
- ③ 컴퓨터 단말기와 키보드를 설치하는 책상과 의자는 작업에 종사하는 근로자에 따라 그 높낮이를 조절할 수 있는 구조로 할 것
- ④ 연속적인 컴퓨터 단말기 작업에 종사하는 근로자에 대하여 작업시간 중에 적절한 휴식시간을 부여할 것

필기 Page 83.

25. 근로자 상시 작업장 작업면의 조도 <산업안전보건기준에 관한 규칙 제8조> ★★

- ① 초정밀작업 : 750럭스 이상
- ② 정밀작업 : 300럭스 이상
- ③ 보통작업 : 150럭스 이상
- ④ 그 밖의 작업 : 75럭스 이상

### 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준[노동부고시 제 2012-31호]

실기 Page 1-36

26. 표시단위 <제11조> ★★

①	가스 및 증기의	3	: ppm 또는 mg/m <sup>3</sup>
②	노출기준 :	-	3
③	단위 : <u>개수/cm<sup>3</sup></u>	3	μg <sup>3</sup>
④	노출기준 :	-	또는 /m
-	=	-	WBGT
-	or 옥외(태양광선	-	장소)
-	=	-	내리찍지 않는 장소)

27. 유해물질의 허용농도

- ① 시간가중 평균노출기준(TWA) : 1일 8시간 작업을 기준으로 하여 유해인자의 측정치에 발생시간을 곱하여 8시간으로 나눈 값

$$TWA \text{ 환산값} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{8}$$

C : 유해인자의 측정치(단위 : ppm 또는 mg/m<sup>3</sup>),

T : 유해인자의 발생시간(단위 : 시간)

- ② 단시간노출기준(STEL) : 근로자가 1회 15분간 유해인자에 노출되는 경우의 기준
- ③ 최고노출기준(Ceiling 농도) : 근로자가 1일 작업시간동안 잠시라도 노출되어서는 아니되는 기준 (노출기준 앞에 "C"를 붙여 표시)



## PART 5. 산업재해

필기 Page 89

### 1. 산업재해 발생의 역학적 특성

- ① 작은 규모의 산업체에서 재해율이 높다
- ② 오전 11시~12시, 오후 2~3시에 빈발
- ③ 손상 종류별 골절이 가장 많다
- ④ 봄과 가을에 빈발

### 2. 재해 빈발 발생 부위 : 손 > 발 > 눈

### 3. 상해의 종류 ★ 2006.2 필기 Page 90.

분류항목	세부항목
골절	뼈가 부러진 상해
동상	저온물 접촉으로 생긴 동상 상해
부종	국부의 혈액 순환 이상으로 몸이 퉁퉁 부어오르는 상해
찢림(자상)	칼날 등 날카로운 물건에 찢린 상해
타박상(좌상)	타박, 충돌, 추락 등으로 피부 표면보다는 피하 조직 또는 근육부를 다친 상해(뺨 것 포함)
절상(베임)	신체 부위가 절단된 상해
중독, 질식	음식, 약물, 가스 등에 의한 중독이나 질식된 상해
찰과상	스치거나 물질러서 벗겨진 상해
베임(창상)	창, 칼 등에 베인 상해
화상	화재 또는 고온물 접촉으로 인한 상해
청력 장애	청력이 감퇴 또는 난청이 된 상해
뇌진탕	
익사	
피부병	
청력	
시력 장애	시력이 감퇴 또는 실명된 상해

### 4. 재해 발생 형태 ★★ 2011.3

분류항목	세부항목
추락	사람이 건축물, 비계, 기계, 사다리, 계단, 경사면, 나무 등에서 떨어지는 것
전도	사람이 평면상으로 넘어졌을 때를 말함(과속, 미끄러짐 포함)
충돌	사람이 정지물에 부딪힌 경우
낙하, 비래	물건이 주체가 되어 사람이 맞는 경우
붕괴, 도괴	적재물, 비계, 건축물이 무너진 경우
협착	물건에 끼워진 상태, 말려든 상태
감전	전기 접촉이나 방전에 의해 사람이 충격을 받은 경우
폭발	압력의 급격한 발생 또는 개방으로 폭음을 수반한 팽창이 일어난 경우
파열	용기 또는 장치가 물리적인 압력에 의해 파열한 경우
화재	화재로 인한 경우를 말하며 관련 물체는 발화물을 기재
무리한 동작	무거운 물건을 들다 허리를 빼거나 부자연스런 자세 또는 동작의 반동으로 상해를 입는 경우
이상온도 접촉	고온이나 저온에 접촉할 경우
유해물질 접촉	유해물 접촉으로 중독되거나 질식된 경우

5. 재해발생원인

(1) 직접원인 ★ 2000.2 필기 Page 91.

① 불안정한 상태(물적요인)	② 불안정한 행동(인적요인)
㉠ 물(物)자체의 결함 ㉡ 안전방호장치 결함 ㉢ 복장, 보호구의 결함 ㉣ 물의 배치 및 작업장소 불량 ㉤ 작업환경의 결함 ㉥ 생산 공정의 결함 ㉦ 경제표시·설비결함	㉠ 위험장소 접근 ㉡ 안전장치 기능 제거 ㉢ 복장, 보호구의 잘못 사용 ㉣ 기계, 기구의 잘못 사용 ㉤ 운전중인 기계장치 손질 ㉥ 불안정한 속도 조작 ㉦ 유해, 위험물 취급부주의 ㉧ 불안정한 상태방지 ㉨ 불안정한 자세동작 ㉩ 감독 및 연락불충분

※ 불안정한 행동의 분류 ★★

① 직접원인 (불안정한 행동의 직접원인 4가지를 쓰시오)

- ㉠ 지식의 부족 ㉡ 기능의 미숙 ㉢ 태도의 불량 ㉣ 인적실수

② 인간의 불안정 행동은 여러 가지 형태가 있다. 그러나 안전관리를 실제로 추진하는 입장에서는 불안정 행동을 4가지 종류로 구분한다. 4가지 종류의 불안정 행동을 적으시오.

(= 재해사례 연구순서에서 불안정한 행동의 원인 4가지를 쓰시오)

- ㉠ 생리적 원인 ㉡ 심리적 원인 ㉢ 교육적 원인 ㉣ 환경적 원인

(2) 간접원인(환경적 원인) ★★ 2002.2

① 기술적 원인 2000.2	㉠ 구조물, 기계장치, 설비불량 ㉡ 구조재료의 부적합 ㉢ 생산방법의 부적당 ㉣ 점검, 정비, 보존 불량
② 교육적 원인	㉠ 안전지식의 부족 ㉡ 안전수칙의 오해 ㉢ 경험훈련의 미숙 ㉣ 작업방법의 교육 불충분 ㉤ 유해위험작업의 교육 불충분
③ 작업관리상 원인	㉠ 안전관리조직 결함, 설비 불량 ㉡ 안전수칙 미제정 ㉢ 작업준비 불충분 ㉣ 인원배치 부적당 ㉤ 작업지시 부적당
④ 정신적 원인	㉠ 안전 의식의 부족 ㉡ 주의력의 부족 ㉢ 방심 및 공상 ㉣ 개성적 결함 요소 ㉤ 판단력 부족 또는 그릇된 판단
⑤ 신체적 원인	㉠ 피로 ㉡ 시력 및 청각기능 이상 ㉢ 근육운동의 부적합 ㉣ 육체적 능력 초과

필기 Page 93.

6. 산업재해의 기본 원인(4M)

- ① Man(사람) : 본인 이외의 사람으로 인간관계, 의사소통의 불량을 의미함
- ② Machine(기계, 설비) : 기계, 설비 자체의 결함을 의미함
- ③ Media(작업환경, 작업방법) : 인간과 기계의 매개체를 말하며 작업자세, 작업동작의 결함을 의미
- ④ Management(법규준수, 관리) : 안전교육과 훈련의 부족, 부하에 대한 지도·감독 부족

7. 재해율 <산업재해조사 업무처리 규정 참조> 실기 Page 1-58

(1) 하인리히의 재해 구성 비율 ★

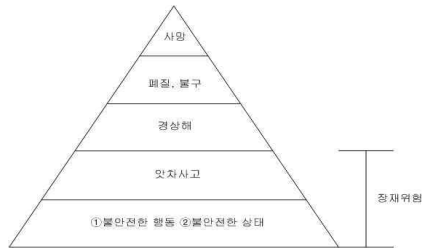
1: 29 : 300의 법칙 330회의 사고 가운데

- ① 중상 또는 사망 1회
- ② 경상 29회
- ③ 무상해 사고(Near Accident) 300회

(2) 버드의 재해 구성 비율 ★★

1: 10 : 30 : 600

- ① 중상 또는 폐질 1회
- ② 경상(물적, 인적상해. 응급치료만) 10회
- ③ 무상해 사고(물적손실) 30회
- ④ 무상해 무사고 고장(위험순간) 600회



필기 Page 94

8. 통계적 원인분석방법

각 요인의 상호관계와 분포상태 등을 거시적으로 분석하는 방법.

- ① 파레토도 : 사고의 유형, 기인물 등 분류 항목을 큰 순서대로 도표화한다. (문제나 목표의 이해에 편리)
- ② 특성요인도 : 특정 결과와 원인이라고 생각되는 항목을 계통적으로 나타낸 도표
- ③ 크로스 분석 : 2개 이상의 문제 관계를 분석하는 데 사용하는 것으로, 데이터를 집계하고 표로 표시하여 요인별 결과 내역을 교차한 크로스 그림을 작성하여 분석.
- ④ 관리도 : 재해 발생 건수 등의 추이를 파악하여 목표 관리를 행하는데 필요한 월별 재해 발생수를 그래프화하여 관리선을 설정 관리하는 방법. 각 요인의 상호관계와 분포상태 등을 거시적으로 분석하는 방법.

필기 Page 99

9. 재해예방의 4원칙 ★★ 2010.1 / 2008.3 / 2004.2 / 2001.3

- ① 예방가능의 원칙 : 천재지변을 제외한 모든 인재는 예방이 가능하다.
- ② 손실우연의 원칙 : 사고의 결과 손실의 유무 또는 대소는 사고 당시의 조건에 따라 우연적으로 발생한다.
- ③ 원인연계의 원칙 : 사고에는 반드시 원인이 있고 원인은 대부분 복합적 연계원인이다.
- ④ 대책선정의 원칙 : 사고의 원인이나 불안전 요소가 발견되면 반드시 대책은 선정 실시되어야 하며 대책선정이 가능하다.

10. 사고예방대책의 기본원리 5단계(하인리히의 재해 예방 원리) ★★ 2006.1 / 2004.2

- 제1단계 : 안전관리조직
- 제2단계 : 사실의 발견
- 제3단계 : 분석(분석평가)
- 제4단계 : 시정 방법(시정책)의 선정
- 제5단계 : 시정책의 적용(3S와 3E 활용)

필기 Page 100

11. 재해빈발자의 유형 2001.1 산업재해를 일으킬 수 있는 사람

- (1) 미숙성 누발자
  - ① 기능미숙 때문에
  - ② 환경에 익숙하지 못하기 때문에
- (2) 상황성 누발자
  - ① 작업자체가 어렵기 때문에
  - ② 기계, 설비에 결함이 있기 때문에
  - ③ 심신에 근심이 있기 때문에
  - ④ 환경상 주의력 집중이 곤란하기 때문에
- (3) 습관성 누발자 : 재해의 경험으로 인해 겁쟁이가 되거나 신경과민
- (4) 소질성 누발자 ★★ : 주의력 산만, 주의력 지속불능, 흥분성, 비협조성
  - ① 낮은 지능
  - ② 비협조성
  - ③ 도덕성의 결여
  - ④ 소심한 성격
  - ⑤ 정직하지 못함

필기 Page 100

12. 기타사항

- 1) 현재 우리나라에서 발생되고 있는 업무상 질병자수 중 가장 많은 발생건수를 차지하고 있는 질환은?  
뇌·심혈관질환
- 2) 우리나라에서 가장 많이 발생하는 산업재해 형태는? 협착(감김, 끼임)
- 3) 연간재해자수가 가장 많은 산업업종은? 제조업
- 4) 탄광업의 경우 재해건수가 가장 많이 발생하는 위험조건은? 위험방지의 미비
- 5) 산업별 사망재해분포기준으로 사망만인율 및 천인율이 가장 높은 산업은? 광업

필기 Page 91.

13. ILO 상해분류

- 1) 사망
- 2) 영구 전노동 불능상해 : 1-3급
- 3) 영구 일부노동 불능상해 : 4-14급
- 4) 일시 전노동 불능상해
- 5) 일시 일부노동 불능상해

산업재해지표 사용시 주의점 : 재해지수는 재해에 대한 원인분석에 대체될 수 없다.

버드 수정도미노 이론

- 통제의 부족
- 기본원인
- 직접원인
- 사고
- 상해, 손해

하인리히 사고연쇄반응 이론 ; 도미노 이론

- 사회적 환경, 유전적 요소
- 개인적인 결함
- 불안정한 행동, 상해
- 사고
- 재해

산업위생통계 대표값 : 산술평균, 가중평균, 중앙값. 표준편차 ×

# 계산문제

실기 Page 1-58

## 1. 산업재해 지표

### 1) 연천인율

- 정의 : 재직근로자 1000명당 1년간 발생한 재해자수

$$\text{연천인율} = \frac{\text{연간재해자수}}{\text{연평균근로자수}} \times 1000$$

- 특징 : 재해의 강도가 고려되지 않는다.(사망, 경상 동일하게 적용), 산출이 용이하며 알기 쉬운 장점

### 2) 도수율(빈도율 ; FR)

- 정의 : 재해의 발생빈도를 나타내는 것. 연근로시간 합계 100만 시간당의 재해발생건수

$$\text{도수율} = \frac{\text{일정기간 중 재해건수} \times \text{재해자수}}{\text{일정기간 중 연근로시간수}} \times 1000$$

- 특징 : 현재 재해발생의 빈도를 표시하는 표준척도. 연 2400시간(1일 8시간, 1개월 25일, 연 300일) 재해의 강도가 고려되지 않는다.(사망, 경상 동일하게 적용)

- 환산 도수율 : 100,000시간 중 1인당 재해건수

$$\text{환산도수율} = \frac{\text{도수율}}{100}$$

- 도수율과 천인율의 관계

$$\text{도수율} = \frac{\text{연천인율}}{2.4} \quad \text{연천인율} = \text{도수율} \times 2.4$$

### 3) 강도율(SR)

- 정의 : 연근로시간 1000시간당 재해에 의해서 잃어버린 근로손실일수

$$\text{강도율} = \frac{\text{일정기간 중 근로손실일수}}{\text{일정기간 중 연근로시간수}} \times 1000$$

- 특징 : 재해의 경중(정도) 즉, 강도(상해정도)를 나타내는 척도.

사망 및 1, 2, 3급(신체장애등급)의 근로손실일수 7500일  
근로손실일수 산정기준(입원, 휴업, 휴직, 요양 경우)

$$\text{총휴업일수} \times 1000$$

- 환산 강도율(S) : 100,000시간 중 1인당 근로손실일수. 환산강도율 = 강도율 × 100

### 4) 종합재해지수(FSI)

- 정의 : 인적사고 발생의 빈도 및 강도를 종합한 지표

$$\text{종합 재해 지수} = \text{도수율} \times \text{강도율}$$

### 5) 환산재해율

- 정의 : 건설업체의 산업재해 발생률 산정기준에 의거 산정한 재해율

$$\text{환산재해율} = \frac{\text{환산재해자수}}{1000}$$

상시근로자수

2. 계산문제

□ 연근로시간수가 18,000,000, 재해건수 52건, 근로손실일수가 58,000일 경우 재해의 강도율과 도수율은?

[2006 기사3

회]

□ 300명의 근로자가 1주일에 40시간, 연간 50주 근무하는 사업장이 있다. 1년 동안 40건의 재해가 발생하였다면 도수율은 얼마인가? (단, 근로자들은 질병, 기타 사유로 인하여 총 근로시간중 5% 결근하였다)

□ 연간 근로일수가 300일이며 연간 근로시간수가 25,000시간인 사업장에서 1년간 3건의 재해로 발생한 노동손실일수가 60일 경우 강도율은?

□ 50명 1년간 작업시 2건의 휴업재해가 발생하여 200일의 휴업일수를 기록했을 경우 강도율은?  
(단, 연간 근로손실일수 300일)

4. 산업재해의 보상 실기 Page 1-62

Heinrich 방식	R.H Simonds(시몬즈) 방식
① 총재해 코스트 = <u>직접비 + 간접비</u>	① 총재해코스트 = 보험코스트(산재보험료)+ <u>비보험코스트</u>
② 직접비(direct cost) : 산재 보상비	② 비보험 코스트 = (A × 휴업상해건수 + B × 통원상해 건수 + C × 응급조치 건수 + ) D × 무상해 사고 건수 하는 재해
③ 간접비(indirect cost) : 생산 손실, 물적 손실, 인적 손실, 특수 손실	③ 시몬즈 방식에서 별도로 계산 삽입하여야 - 사망, 영구전노동 불능 재해
④ 직접비 : 간접비 = 1 : 4 1:4의 원칙을 이용하여 보험비가 X원일 경우 재해 총 손실액 = X * 5 = 5X	