

제1부 산업안전관리론

제1장 안전관리 개요

1. 안전관리의 정의 : 재해로부터 인간의 생명과 재산을 보존하기 위한 계획적이고 체계적인 제반 활동을 말한다.

2. 안전의 정의

(1) Webster 사전에 의한 안전의 의미 : 안전은 상해, 손실, 감손(減損), 위해 또는 위험에 노출되는 것으로부터의 자유(自由)를 말하며, 그와 같은 자유를 위한 보관, 보호 또는 방호장치와 시건 장치·질병의 방지에 필요한 기술 및 지식을 안전이라고 한다.

(2) 하인리히(H.W.Heinrich)의 안전론 : 안전은 사고예방(accident prevention)이며 사고예방은 물리적 환경과 인간 및 기계의 관계를 통제하는 과학인 동시에 기술(art)]이라고 하였다.

(3) 버크호프(H.O.Berckhofs)의 안전론 : 사고의 시간성 및 에너지의 사고 관련성을 구명하였다

3. 안전제일의 유래 : U.S.Steel Co 의 게리(E.H.Gary) 사장이 회사의 경영방침을 안전 제1, 품질 제2, 생산 제3 으로 정하고 회사를 경영한 결과 산업재해가 급격히 감소되었으며 품질과 생산성도 더욱 향상되는 결과를 가져왔다.

4. 안전제일이념 : 인도주의가 바탕이 된 인간존중

5. 사고(accident)의 정의

(1) 원하지않는 사상(undesired event)

(2) 비효율적인 사상(unefficient event): N.Y. 대학의 Cutter 교수가 주장

(3) 변형된 사상(Strained event): stress 의 한계를 넘어선 변형된 사상은 모두 사고다.

6. 안전사고와 재해

(1) 안전사고 : 고의성이 없는 어떤 불안정한 행동이나 조건이 선행되어 발생하는 사고를 말한다.

(2) 재해(loss, calamity) : 안전사고의 결과로 일어난 인명피해 및 재산의 손실을 말한다.

(3) 무재해 사고(Near Accident) : 인명이나 물적등 일체의 피해가 없는 사고를 말한다.

(4) 산업재해(industrial losses)

① 통제를 벗어난 energy의 광란으로 인하여 입은 인명과 재산의 피해현상을 말한다.

② 산업안전보건법상의 산업재해정의 : 근로자가 업무에 관계되는 건설물, 설비, 원자재, 가스, 증기, 분진등에 의하거나 작업 기타업무에 기인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 이환되는 것을 말한다.

(5) 중대 재해(시행규칙)

- ① 사망자가 1인 이상 발생한 재해
- ② 3개월 이상의 요양을 요하는 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 2인이상 발생한 재해
- ③ 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 10인 이상 발생한 재해

7. 화학적 위험 및 물리적 위험

- (1) 화학적 위험 : 물질(기체, 액체, 고체)에 의한 위험으로 화재 및 폭발, 공업중독 및 유해물질에 의한 직업병, 대기오염등이 있다.
- (2) 물리적 위험 : 광선(자외선, 적외선), 방사선, 고온 및 저온, 고기압및 저기압, 소음, 진동 등에 의한 위험을 말한다.

8. 산업재해의 통상적인 분류

(1) 통계적 분류

- ① 사망 중경상(8일 이상의 노동손실)
- ② 경상해(1일 이상, 7일 이하의 노동손실) 무상해사고

(2) 상해정도별 분류(IL0에 의한 구분)

- ① 사망 영구전노동불능
- ② 영구일시노동불능 일시전노동불능
- ③ 일시일부노동불능 구급처치상해

(3) 상해종류에 의한 분류

분 류 항 목	세 부 항 목
1. 골절	뼈가 부러진 상해
2. 동상	저온물 접촉으로 생긴 동상 상해
3. 부종	국부의 혈액순환에 이상으로 몸이 통통부어 오르는 상해
4. 찢림(자상)	칼날등 날카로운 물건에 찢린 상태
5. 타박상 (뺨임)	타박, 충돌, 추락등으로 피부표면 보다는 피하조직 또는 근육부를 다친 상해 (뺨것 포함)
6. 절단	신체부위가 절단된 상해
7. 중독, 질식	음식, 약물, 가스등에 의한 중독이나 질식된 상해
8. 찰과상	스치거나 문질러서 벗겨진 상해
9. 베임(창상)	창, 칼등에 베인 상해
10. 화상	화재 또는 고온물 접촉으로 인한 상해
11. 뇌진탕	머리를 세게 맞았을때 장해로 일어난 상해
12. 익사	물속에 추락해서 익사한 상해
13. 피부염	작업과 연관되어 발생 또는 악화되는 모든질환
14. 청력장해	청력이 감퇴 또는 난청이 된 상해
15. 시력장해	시력이 감퇴 또는 실명된 상해
16. 기타	1-15 항목으로 분류 불능시 상해 명칭을 기재할 것

(4) 재해 형태별 분류

분 류 항 목	세 부 항 목
1. 추락	사람이 건축물, 비계, 기계, 사다리, 계단, 경사면, 나무등에서 떨어지는 것
2. 전도	사람이 평면상으로 넘어졌을 때를 말함(과속, 미끄러짐 포함)
3. 충돌	사람이 정지물에 부딪힌 경우
4. 낙하, 비래	물건이 주체가 되어 사람이 맞은 경우
5. 협착	물건에 끼워진 상태, 말려든 상태
6. 감전	전기 접촉이나 방전에 의해 사람이 충격을 받은 경우
7. 폭발	압력의 급격한 발생 또는 개방으로 폭발을 수반한 팽창이 일어난 경우
8. 부괴, 도괴	적재물, 비계, 건축물이 무너진 경우
9. 파열	용기 또는 장치가 물리적인 압력에 의해 파열한 경우
10. 화재	화재로 인한 경우를 말하며 관련물체는 발화물을 기재
11. 무리한 동작	무거운 물건을 들다 허리를 빼거나 부자연할 자세 또는 반동으로 상해를 입는 경우
12. 상온도 접촉	고온이나 저온에 접촉한 경우
13. 유해물 접촉	유해물 접촉으로 중독이나 질식된 경우
14. 기타	1-13 항목으로 구분 불능시 발생형태를 기재할 것

9. 재해발생의 메카니즘(mechanism)

(1) 하인리히(Heinrich)의 사고연쇄성 이론[도미노(domino)현상]

- ① 1단계 : 사회적 환경 및 유전적요소
- ② 2단계 : 개인적 결함
- ③ 3단계 : 불안정한 행동 및 불안정한 상태(물리적, 기계적 위험)
- ④ 4단계 : 사고
- ⑤ 5단계 : 재해

(2) 버드(Bird)의 최신사고 연쇄성 이론

- ① 1단계 : 통제의 부족 - 관리(경영)
- ② 2단계 : 기본원인 - 기원(원인론)
- ③ 3단계 : 직접원인 - 징후
- ④ 4단계 : 사고 - 접촉
- ⑤ 5단계 : 상해 - 손해 - 손실

☞ 전문적관리의 4가지 기능 : 계획(planning)→조직(organizing)→지도(leading)→제어(controlling)

참고

(1) 아담스(Adams)의 연쇄이론

- ① 관리구조 : 목적(목적, 수행표준, 사정, 측정), 조직(명령체제, 관리의 범위, 권한과 임무의 위임, 스태프), 운영(설계, 설비, 조달, 계획, 절차, 환경등)
- ② 작전적(전략적)에러 : 관리자나 감독자에 의해서 만들어진 에러이다.
 - ㉠ 관리자의 행동 : 정책, 목표, 권위, 결과에 대한 책임, 책무, 주위의 넓이, 권한 위임등과 같은 영역에서 의사결정이 잘못 행해지든가 행해지지 않는다.

㉠ 감독자의 행동 : 행위, 책임, 권위, 규칙, 지도, 주도성(술선수범), 의욕, 업무(운영)등과 같은 영역에서의 관리상의 잘못 또는 생략이 행해진다.

③ 전술적 에러 : 불안정한 행동 및 불안정한 상태를 전술적 에러라고 한다.

④ 사고 : 사고의 발생, 부상해 사고, 물적 손실사고

⑤ 상해 또는 손해 : 대인, 대물

(2) 자베타키스(Zabetakis)의 연쇄이론

① 인간정책과 결정, 개인적 요인, 환경적 요인 - 사고의 근본원인

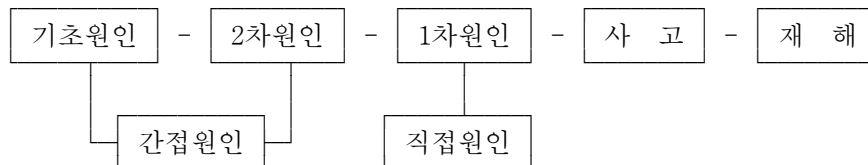
② 불안전 행동 및 불안전상태 - 사고의 간접원인

③ 물질 에너지의 기준이탈 - 사고의 직접원인 (에너지 및 위험한 물질의 예기치않은 방출)

④ 사고 - 신체의 상해, 재산피해

⑤ 구호 - 응급조치, 수리, 대체(바꿔치기), 조사, 위험성분석, 안전지식

10.재해원인의 연쇄 관계



(1) 간접원인 : 재해의 가장 깊은곳에 존재하는 재해원인이다.

① 기초원인 : 학교 교육적 원인, 관리적 원인.

② 2차원인 : 신체적 원인, 정신적 원인, 안전 교육적 원인, 기술적 원인.

(2)1 직접원인(1차원인) : 시간적으로 사고 발생에 가까운 원인이다.

① 물적원인 : 불안정한 상태(설비 및 환경등의 물량)

② 인적원인 : 불안정한 행동

(3) 하인리히(Heinrich)에 의한 사고원인의 분류

① 직접원인: 직접적으로 사고를 일으키는 불안전 행동이나 불안전한 기계적 상태를 말한다.

② 부원인(subcause): 불안전한 행동을 일으키는 이유(안전작업 규칙들이 위배되는 이유)

㉠ 부적절한 태도

㉡ 지식 또는 기능의 결여

㉢ 신체적 부적격

㉣ 부적절한 기계적, 물리적 환경

③ 기초원인: 습관적, 사회적, 유전적, 관리감독적 특성

(4) 직접원인 및 관리적원인(산업재해조사표:노동부예규)

① 간접원인(관리적원인)

항 목	세 부 항 목
1.기술적 원인	① 건물,기계장치 설계 불량 ② 구조,재료의 부적합 ③ 생산 공정의 부적당 ④ 점검,정비보존 불량

2.교육적 원인	① 안전의식의 부족 ② 안전수칙의 오해 ③ 경험훈련의 미숙 ④ 작업방법의 교육 불충분 ⑤ 유해위험 작업의 교육 불충분
3.작업관리상의 원인	① 안전관리 조직 결함 ② 안전수칙 미제정 ③ 작업준비 불충분 ④ 인원배치 부적당 ⑤ 작업지시 부적당

② 관리적원인(직접원인)

1. 불안전한 행동	2. 불안전한 상태
① 위험장소 접근 ② 안전장치의 기능 제거 ③ 복장 보호구의 잘못사용 ④ 기계 기구 잘못 사용 ⑤ 운전중인 기계장치의 손질 ⑥ 불안전한 속도 조작 ⑦ 위험물 취급 부주의 ⑧ 불안전한 상태 방치 ⑨ 불안전한 자세 동작 ⑩ 감독 및 연락 불충분	① 물 자체 결함 ② 안전 방호장치 결함 ③ 부장 보호구의 결함 ④ 물의 배치 및 작업장소 결함 ⑤ 작업환경의 결함 ⑥ 생산 공정의 결함 ⑦ 경계표시, 설비의 결함 ⑧ 기타

11. 재해발생의 메카니즘(3가지의 구조적 요소)

- (1) 단순자극형(집중형) : 상호자극에 의하여 순간적으로 재해가 발생하는 유형이다.
- (2) 연쇄형 : 하나의 사고요인이 또다른 요인을 발생시키면서 재해를 발생하는 유형이다.
- (3) 복합형 : 연쇄형과 단순자극형의 복합적인 발생유형이다.

12. 재해 발생 비율

- (1) 하인리히의 재해구성 비율 : 1:29:300의 법칙으로 중상 또는 사망1회, 경상 29회, 무상해 사고 300회의 비율로 발생한다는 것을 나타낸다.
- ∴ 중상 또는 사망 : 경상 : 무상해 사고 = 1 : 29 : 300
- (2) 베어드의 재해구성 비율 : 중상 또는 폐질1, 경상(물적 또는 인적상해)10, 무상해사고(물적 손실)30, 무상해 무사고 고장(위험순간)600의 비율로 사고가 발생한다는 이론이다.
- ∴ 중상 또는 폐질:경상:무상해사고: 무상해 무사고 고장 = 1 : 10 : 30 : 600

13. 재해 예방의 원칙

(1) 재해예방의 4원칙

- ① 손실 우연의 원칙
 ② 예방 가능의 원칙

- 원인 계기의 원칙
 대책 선정의 원칙

(2) 재해방지의 기본원칙

- ① 사고에 의해서 생기는 손실(상해)의 종류화 정도는 우연적이다.(1:29:300의 법칙) - 손실 우연의 원칙
- ② 재해방지의 대상은 우연적인 손실의 방지 보다는 사고의 발생 그 자체의 방지가 아니면 안 된다.
- ③ 모든 재해는 필연적인 원인에 의해서 발생한다 - 원인 계기의 원칙
- ④ 재해는 원칙적으로 모두 방지가 가능하다 - 예방가능의 원칙
- ⑤ 재해 발생은 직접원인에 의해서만 발생하는 것이 아니고 많은 간접원인의 연쇄로 발생하는 것이다.
- ⑥ 직접원인은 인적원인과 물적원인으로 구별된다.
- ⑦ 직접원인(1차원인)에는 그것의 존재 이유가 있다. 이것을 2차원인 이라고 한다.
- ⑧ 2차원인 이전에는 기초원인이 있다.
- ⑨ 가장 효과적인 재해방지 대책의 선정은 이들 원인의 정확한 분석에 의해서 얻어진다.- 대책 선정의 원칙
- ⑩ 재해방지 대책은 신속하고 확실하게 실시되어야 한다.

14. 사고 예방대책의 기본원리 5단계(사고방지원리의 단계)

단 계 별 과 정	내 용
1단계 - 조직	① 경영자의 안전목표 안전관리자의 임명 ② 안전의 라인 및 참모 조직 구성 ③ 안전활동 방침 및 계획 수정 ④ 조직을 통한 안전 활동
2단계 - 사실의 발견	① 사고 및 안전활동 기록 검토 작업분석 ② 안전점검 및 안전진단 사고조사 ③ 안전회의 및 토의 ④ 근로자의 제안 및 여론조사 ⑤ 관찰 및 보고서의 연구등을 통하여 불안전 요소 발견
3단계 - 분석평가	① 사고보고서 및 현장조사 ② 사고기록 및 인적 물적 조건의 분석 ③ 작업공정 분석 ④ 교육훈련 분석등을 통하여 사고의 직접원인 및 간접원인을 규명
4단계 - 시정방법의 선정	① 기술적 개선 인사조정(배치조정) ② 교육 훈련의 개선 안전행정의 개선 ③ 규정 및 수칙 작업표준 제도의 개선 ④ 확인 및 통제체제 개선
5단계 - 시정책의 적용(3E 적용)	① 기술적(engineering) 대책 ② 교육적(education) 대책 ③ 단속적(enforcement) 대책

☞ 3S : ① 표준화(Standardization) ② 전문화(Specification) ③ 단순화(Simplification)
 ∴ 4S에는 총합화 Synthesization 추가)

15. 무재해운동 이론

- (1) 무재해 운동의 이념 3원칙
① 무의 원칙 참가의 원칙 선취 해결의 원칙
- (2) 무재해 운동 추진의 3기둥(무재해 운동의 3요소)
① 최고 경영자의 경영자세
② 라인화의 철저(관리감독자에 의한 안전보건의 추진)
③ 직장(소집단)의 자주활동의 활발화
- (3) 브레인 스토밍(B.S. : brain storming)의 4원칙
① 비평금지 ② 자유분방
③ 대량발언 ④ 수정발언
- (4) 운동 실천의 4원칙 : 팀 미팅 기법, 선취기법, 문제 해결기법

16. 위험예지 훈련

- (1) 위험예지 훈련의 안전 선취를 위한 방법
 - ① 감수성 훈련
 - ② 단시간 미팅 훈련
 - ③ 문제 해결 훈련
- (2) 위험예지 훈련의 기존 4라운드 진행방법
 - ① 1R(현상파악) : 어떤 위험이 잠재하고 있는지 사실을 파악하는 라운드(BS적용)
 - ② 2R(본질추구) : 가장 위험한 요인(위험 포인트)을 함의로 결정하는 라운드(요약)
 - ③ 3R(대책수립) : 구체적인 대책을 수립하는 라운드(BS적용)
 - ④ 4R(목표달성-설정) : 수립한 대책 가운데 질이 높은 항목에 합의 하는 라운드(요약)
- (3) TMB(tool box meeting) : 5-7명 정도의 인원이 직장, 현장, 공구상자등의 근처에서 작업 시작전 5-15분, 작업 종료시 3-5분 정도의 짧은 시간동안에 행하는 미팅을 말한다.
- (4) 문제해결의 8단계(TBM의 진행방법)

문제해결 4 단계(4R)	문제해결의 8 단계
1 R - 현상파악	1단계 - 문제제기 2단계 - 현상파악
2 R - 본질추구	3단계 - 문제점 발견 4단계 - 중요 문제 결정
3 R - 대책수립	5단계 - 해결책 구상 6단계 - 구체적 대책 수립
4 R - 행동목표 설정	7단계 - 중점사항 결정 8단계 - 실시계획 책정

- (5) 단시간 미팅 즉시즉응훈련 진행 요령(TBM 5단계)
 - ① 제1단계-도입(정렬, 인사, 건강확인, 직장 체조, 목표 제창, 안전 연설)
 - ② 제2단계-점검정비(복장, 보호구, 공구, 사용 기기, 재료 등의 점검 정비)
 - ③ 제3단계-작업 지시(전달연락 사항, 금일의 작업 지시5W1H+위험예지, 지적확인(중점 실시 사항 2point), 복창)
 - ④ 제4단계-위험예지(설정해 놓은 도해로 one point 위험 예지 훈련 실시)
 - ⑤ 제5단계-확인(one point 지적 확인 연습, touch & call, 끝맺음)

㉞ 지적확인 : 작업을 안전하게 오조작없이 하기 위하여 작업공정의 요소 요소에서 자신의 행동을(0 0 좋아!) 라고 대상을 지적하여 큰소리로 확인하는 것을 말하는 것으로 대뇌의 긴장도를 높이고 의식수준을 제고하여 작업행동상의 과오를 최소화 하려고 하는 기법이다.

17.ECR의 제안제도

(1) ECR(error cause removal:과오 원인 제거) : 사업장에서 직접 작업을 하는작업자 스스로가 자기의 부주의 또는 제반오류의 원인을 생각함으로써 작업의 개선을 하도록 하는 제안이다.

∴ I.D운동에서는 ECR 또는 ECE(error cause elimination)라고도 한다.

(2) 실수 및 과오의 3대 원인

실수 및 과오의 3대원인		
능력 부족	주의 부족	환경 조건 불량
1.적성의 부적합 2.지식의 부족 3.기술의 미숙 4.인간관계	1.개성 2.감정의 불안정 3.습관성 4.감수성 미약	1.재해 표준 불량 2.계획 불충분 3.연락 및 의사소통 불량 4.작업 조건 불량 5.불안과 동요

18.안전확인 5가지 운동

- (1) 모지 - 마음 : 정신차려서 마음의 준비
- (2) 시지 - 복장 : 연락, 신호, 그리고 복장의 정비
- (3) 중지 - 규정 : 통로를 넓게, 규정과 기준
- (4) 약지 - 정비 : 기계, 차량의 점검,정비
- (5) 작은 손가락 - 확인 : 표시는 뚜렷하게 안전 확인

19.STOP (safety training observation program)

(1) STOP : 감독자를 대상으로한 안전관찰훈련 과정으로 각계층의 감독자들이 숙련된 안전관찰(safety observation)을 행할 수 있도록 훈련을 실시함으로써 사고의 발생을 미연에 방지하기 위한 것이다.

(2) 안전 감독 실시법 : 관찰사이클(observation cycle)

∴ 결심(Decide)→ 정지(Stop)→ 관찰(Observe)→ 조치(Act)→ 보고(Report)

20.5 C 운동전개 : 복장단정(correctness), 정리정돈(clearance), 청소청결(cleaning), 점검 확인(checking), 전심전력(concentration)

제2장 안전관리체계 및 운영

2-1 안전조직 형태

1. 안전관리 조직의 형태

(1) 라인(Line)조직형(직계식조직)

- ① 안전관리에 관한 계획에서 실시에 이르기까지 모든 권한이 포괄적이고 직선적으로 행사되며, 안전을 전문으로 분담하는 부분이 없다.(생산조직 전체에 안전관리 기능을 부여한다.)
- ② 소규모 사업장에 적합한다.(100명 이하에 적합)
- ③ 라인형의 장점
 - ㉠ 안전지시나 개선조치가 각 부분의 직제를 통하여 생산업무와 같이 흘러가므로 지시나 조치가 철저할 뿐만 아니라 그 실시도 빠르다
 - ㉡ 명령과 보고가 상하관계 뿐이므로 간단 명료하다.
- ④ 라인형의 단점
 - ㉠ 안전에 대한 정보가 불충분하며, 안전전문 입안이 되어 있지 않아 내용이 빈약하다.
 - ㉡ 생산업무와 같이 안전대책이 실시되므로 불충분하다.
 - ㉢ 라인에 과중한 책임을 지우기가 쉽다.

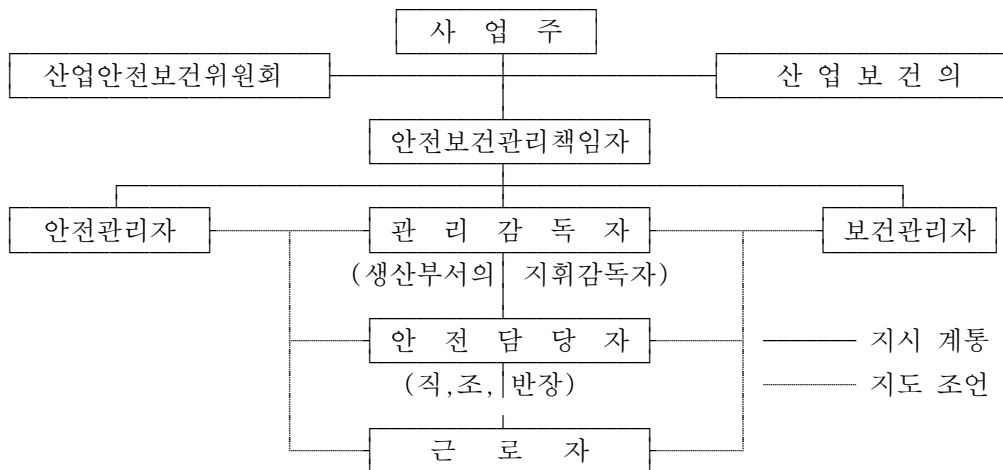
(2) 스텍(staff)형 (참모식 조직)

- ① 안전관리를 담당하는 스텍(참모진)을 두고 안전관리에 관한 계획, 조사, 검토, 권고, 보고 등을 행하는 관리 방식이다.
- ② 중규모 사업장(100명이상 - 500명미만)에 사용된다.
- ③ 스텍형의 장점
 - ㉠ 사업장의 특수성에 적합한 기술연구를 전문적으로 할 수 있다.(안전지식 및 기술 축적이 용이)
 - ㉡ 경영자의 조언과 자문역활을 한다.
- ④ 스텍형의 단점
 - ㉠ 생산 부분에 협력하여 안전 명령을 전달 실시하므로 안전 지시가 용이하지 않으며, 안전과 생산을 별개로 취급하기 쉽다.
 - ㉡ 생산부분은 안전에 대한 책임과 권한이 없다.
 - ㉢ 권한 다툼이나 조정 때문에 통제 수속이 복잡해지며, 시간과 노력이 소모된다.

(3) 라인(line)·스택(staff)의 복잡형(직계 참모조직)

- ① 라인형과 스텍형의 장점을 취한 절충식 조직 형태로 안전업무를 전문으로 담당하는 스텍부분을 두고 생산 라인의 각층에도 겸임 또는전임의 안전 담당자를 두어서 안전대책은 스텍부분에서 기획하고, 이것을 라인을 통하여 실시하도록한 조작 방식이다.
- ② 대규모의 사업장(1000명 이상)에 효율적이다.
- ③ 라인·스택형의 장점
 - ㉠ 스텍에 의해 입안된 것을 경영자의 지침으로 명령 실시 하도록 하므로 정확·신속하게 실시 된다.
 - ㉡ 안전입안 계획 평가 조사는 스텍에서, 생산기술의 안전대책은 라인에서 실시하므로 안전 활동과 생산업무가 균형을 유지할 수 가 있다.
- ④ 라인·스택형의 단점
 - ㉠ 명령계통과 조언 권고적 참여가 혼동되기 쉽다.
 - ㉡ 라인이 스텍에만 의존하거나 또는 활용치 않는 경우가 있다.
 - ㉢ 스텍의 월권행위의 경우가 있다.

2. 산업안전 보건법상의 안전 보건관리 조직 체계도 및 임무내용



[그림] 안전·보건관리 조직의 체계도

(1) 안전보건 관리 책임자의 업무내용

- ① 산업재해 예방 계획의 수립에 관한 사항
- ② 안전보건 관리 규정의 작성에 관한 사항
- ③ 근로자의 안전·보건 교육에 관한 사항
- ④ 작업환경의 측정등 작업환경의 점검 및 개선에 관한 사항
- ⑤ 근로자의 건강진단등 건강관리에 관한 사항
- ⑥ 산업재해의 원인조사 및 재발방지대책의 수립에 관한 사항
- ⑦ 산업재해에 관한 통계의 기록·유지에 관한 사항
- ⑧ 안전·보건에 관련되는 안전장치 및 보호구 구입시의 적격품 여부 확인에 관한 사항
- ⑨ 기타 근로자의 유해·위험방지 조치에 관한 사항으로서 노동부령이 정하는 사항

(2) 안전관리자의 직무내용

- ① 당해 사업장의 안전·보건관리규정 및 취업규칙에서 정한 직무
- ② 방호장치,기계,기구 및 설비 또는 보호구중 안전에 관련되는 보호구의 구입시 적격품 선정
- ③ 당해 사업장 안전 교육계획의 수립 및 실시
- ④ 사업장 순회점검·지도 및 조치의 건의
- ⑤ 산업재해발생의 원인조사 및 대책 수립
- ⑥ 법 또는 법에 의한 명령이나 안전·보건관리 규정 및 취업규칙 중 안전에 관한 사항을 위반한 근로자에 대한 조치의 건의
- ⑦ 기타 안전에 관한 사항으로서 노동부장관이 정하는 사항

(3) 관리 감독자의 업무 내용

- ① 사업장내 관리감독자가 지휘·감독하는 작업(이하 “당해작업”)과 관련되는 기계 기구 또는설비의 안전·보건점검 및 이상유무의 확인
- ② 관리감독자에게 소속된 근로자의 작업복·보호구 및 방호장치의 점검과 그 착용·사용에 관한 교육·지도
- ③ 당해 작업에서 발생한 산업재해에 관한 보고 및 이에 대한 응급조치
- ④ 당해 작업의 작업장의 정리정돈 및 통로확보의 확인·감독

- ⑤ 당해 사업장의 산업보건의 · 안전관리자 및 보건관리자의 지도 · 조언에 대한 협조
- ⑥ 기타 당해 작업의 안전 · 보건에 관한 사항으로서 노동부장관이 정하는 사항

3. 안전조직의 일반적인 업무내용

구 분	업 무 내 용
경영자(사업주)	① 기본방침 및 안전시책의 시달 ② 안전조직 편성(원활한 안전조직의 확립) ③ 안전예산의 책정 ④ 안전한 기계설비, 작업환경의 유지
관리자	① 구체적인 안전관리 기준 규정의 작성 ② 설비, 공정, 작업방법등의 안전상의 검토 ③ 위험시 응급조치 ④ 재해조사 및 재해방지 ⑤ 안전활동의 평가
현장감독자 (현장안전관리의핵심)	① 작업자 지도 및 교육훈련 ② 작업감독 및 지시 ③ 안전점검 ④ 직장안전 회의 ⑤ 재해보고서 작성 ⑥ 개선에 관한 의견 상신
작업자	① 작업선 점검 실시 ② 보고 및 신호의 이행 ③ 안전작업의 이행 ④ 개선 필요시 의견 제시

4. 산업안전 보건위원회

- (1) 대상 : 상시 100인 이상의 근로자를 사용하는 사업장에는 위원회를 설치, 운용해야 한다.
- (2) 위원회의 구성
 - ① 관리책임자 1인
 - ② 산업보건의 1인(건설업의 경우 제외)
 - ③ 안전관리자 1인, 보건관리자 1인 또는 관리감독자 중에서 사업주가 지명하는 6인이내
(건설업의 경우는 7인 이내)
 - ④ 근로자 대표1인 및 근로자 대표가 추천하는 근로자 9인 이내
- (3) 위원회의 심의사항 : 산업안전 보건 위원회는 안전, 보건 관리 책임자의 업무사항을 심의한다.
- (4) 위원회의 운영
 - ① 위원장은 관리책임자를 원칙으로 하여 노사협의회가 설치된 경우에는 노사협의회 의장이 위원장이 될 수도 있다.
 - ② 위원회는 3개월마다 정기적으로 개최하며 필요시 임시회를 개최할 수도 있다.

5. 안전관리 규정

(1) 안전·보건관리규정의 내용

- ① 총칙(목적, 법령 및 제규정과과의 관계, 용어의 정의 등)
- ② 관리규정(기본조직 및 관리체계, 책임과 직무의 한계, 담당부서의 신설에 따른업무, 관리 활동 등)
- ③ 안전기준(기계, 기구, 설비 등에 대한 안전기준과 보존조치 등)
- ④ 보건기준(근로자의 건강관리, 작업환경관리 등)
- ⑤ 교육적 대책(교육기준, 안전수칙, 표준작업 등에 대한 기준 등)
- ⑥ 하청 사업장의 안전관리기준
- ⑦ 보호구 관리에 관한 기준
- ⑧ 재해 및 사고에 관한 규칙
- ⑨ 색채관리 및 안전표시 등에 관한 기준
- ⑩ 자체검사와 안전점검기준

참고 안전·보건 관리규정의 포함되는 내용(법 제20조)

- ① 안전·보건관리 조직과 그 직무에 관한 사항
- ② 안전·보건교육에 관한 사항
- ③ 작업장 안전관리에 관한 사항
- ④ 작업장 보건관리에 관한 사항
- ⑤ 사고조사 및 대책수립에 관한 사항
- ⑥ 기타 안전·보건에 관한 사항

(2) 안전관리규정 작성상의 유의사항

- ① 규정된 기준은 법정기준을 상회하도록 할 것.
- ② 관리자층의 직무와 권한 근로자에게 강제 또는 요청한 부분을 명확히 할 것.
- ③ 관계 법령의 제 개정에 따라 즉시 개정이 되도록 라인(Line) 활용에 쉬운 규정이 되도록 할 것.
- ④ 작성 또는 개정시에 현장의 의견을 충분히 반영시킬 것.
- ⑤ 규정내용은 정상시는 물론 이상시 사고 및 재해 발생시의 조치에 관하여도 규정 할 것.

6. 안전관리 계획

(1) 안전관리 계획의 기본방향

- ① 현재기준 범위내에서의 안전 유지 방향
- ② 현재 기준의 재설정 방향
- ③ 문제해결의 방향

(2) 계획수립시의 유의 사항

- ① 사업장의 실태에 맞도록 독자적으로 수립하되, 실현 가능성이 있도록 한다.
- ② 직장단위로 구체적 계획을 작성한다.
- ③ 계획상의 재해 감소 목표는 점진적으로 수준을 높이도록 한다.
- ④ 근본적인 안전대책을 강구한다.
- ⑤ 복수적인 계획안을 내어 그 중에서 선택한다.

(3) 계획작성시 고려해야할 사항

- ① 목표와 대책은 평형상태를 유지해야 한다.
 - ② 대책을 구상하기 전에 조감도를 작성한다.
 - ③ 조감도에 의한 대책의 우선순위 결정시 유의사항
- ㉠ 목표 달성에 대한 기여도
- ㉡ 대책의 긴급성에 의해 우선순위 결정
- ㉢ 문제의 확대 가능성의 여부
- ㉣ 대책의 난이성에 의한 우선순위 결정 지양

(4) 계획내용의 구비조건

- ① 구체적인 내용일 것. 타관리 제계획과 균형이 맞을 것.
② 장기적인 관념에서 일관성이 있을 것. 실시 가능한 것일 것.
③ 이해하기가 용의할 것.

(5) 계획내용의 주요항목

- | | |
|------------------|----------|
| ① 중점사항과 세부실시사항 | 실시시기 |
| ② 실시부서 및 실시담당자 | 실시상의 유의점 |
| ③ 실시 결과의 보고 및 확인 | |

(6) 평가 : 계획의 완성은 계획→실시→평가→계획수정→완성→평가를 통해서 이루어진다.

- ① 평가시의 유의 사항
- ㉠ 재해건수, 재해 율동의 목표치와 안전활동 자체평가 실시
 - ㉡ 다각적인 평가가 되도록 실시
 - ㉢ 평가 결과에 따라 개선 방향 설정
- ② 주요평가척도
- ㉠ 절대척도 : 재해건수등 수치
 - ㉡ 상대척도 : 도수율, 강도율 등
 - ㉢ 평정척도 : 양적으로 나타내는 것이며, 양, 보통, 불량등 단계로 평정
 - ㉣ 도수척도 : %로 나타내는 것.

Ⓜ 안전관리의 사이클(계획의 운용)

관리의 사이클을 회전시킨다. ($P \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$)

→ 관리의 수준이 향상된다.

[그림] 관리의 사이클

- ① plan(계획) : 목표를 정하고 달성하는 방법을 계획한다.
- ② do(실시) : 교육, 훈련을 하고 실행에 옮기는 것이다.
- ③ check(검토) : 결과를 검토하는 것이다.
- ④ action(조치) : 검토한 결과에 의해 조치를 취하는 것이다.

제3장 재해조사 및 통계분석

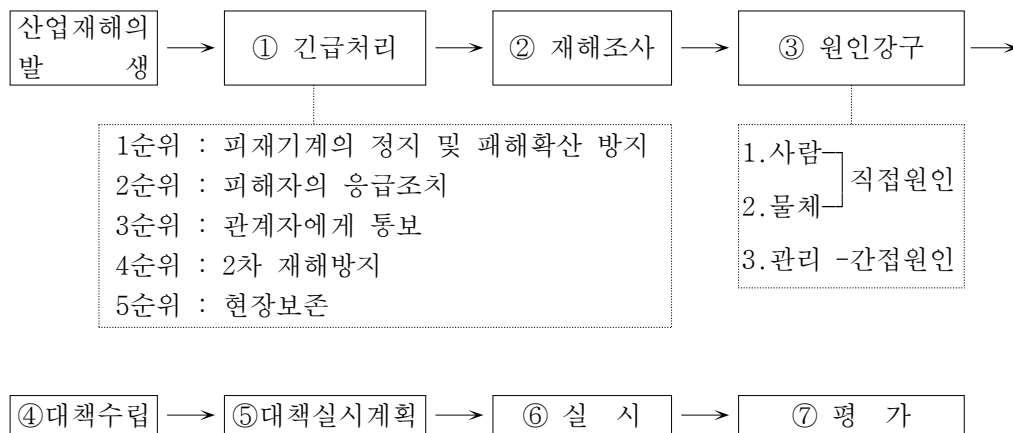
1. 재해조사의 목적 및 순서

(1) 재해조사의 목적 : 동종재해 및 유사재해의 재발방지

(2) 재해조사의 순서

- ① 현장확인 → 목격자 및 관계자 진술 → 자료수집 → 검증(사고의 실연 검증) →
- ② 분석평가 → 재확인

2. 재해발생시의 조치사항



3. 재해발생의 메카니즘(mechanism)

건.안 1-36 p (그림 3-2)

[그림] 재해발생의 기본적 모델

(1) 사고의 형(型) : 물체와 사람과의 접촉의 현상을 말한다.

- ① 물체가 사람에게 직접 접촉한 현상
- ② 사람이 유해 환경하에 폭로된 현상

(2) 기인물과 가해물

- ① 기인물 : 불안전한 상태에 있는 물체(환경 포함)
- ② 가해물 : 직접 사람에게 접촉되어 위해를 가한 물체

4. 불안정한 행동별 원인

- (1) 안전작업 표준 미작성 : 무단작업실시로 재해발생
- (2) 작업과 안전작업 표준에 상이 : 작업분석이 불완전으로 일어남
- (3) 안전작업 표준에 결함 : 작업분석이 불완전으로 일어남
- (4) 안전작업 표준의 물이해 : 안전교육에 결함이 있음
- (5) 안전작업 표준의 불이행 : 안전태도에 문제가 있음

5. 통계적 원인분석 방법

- (1) 파렛트법 특성요인도 클로즈분석 관리도

6. 재해율

- (1) 연천인율(年千人率) : 근로자 1000인당 1년간에 발생하는 사상자수를 나타낸다.

$$\therefore \text{연천인율} = \frac{\text{사상자수}}{\text{연평균 근로자수}} \times 1000$$

- (2) 도수율(Fregueency Rate of Injury : FR) : 산업재해의 발생빈도를 나타내는 것으로, 연 근로시간 합계 100만 시간당의 재해 발생건수이다.

$$\therefore \text{도수율} = \frac{\text{재해발생건수}}{\text{연 근로자시간수}} \times 10^6$$

- (3) 연천인율과 도수율과의 관계

$$\therefore \text{연천인율} = \text{도수율} \times 2.4 \qquad \therefore \text{도수율} = \frac{\text{연천인율}}{2.4}$$

- (4) 강도율(Severity Rate of Iniury : SR) : 재해의 경중, 즉 강도를 나타내는 척도로서 연 근로시간 1000시간당 재해에 의해서 잃어버린 일수를 말한다.

$$\therefore \text{강도율} = \frac{\text{근로손실일수}}{\text{연 근로자시간수}} \times 1000$$

▶ 근로손실일수의 산정기준(국제기준)											
① 사망 및 영구전노동불능(신체장해등급 1-3급) : 7500일											
② 영구 일부 노동불능(신체장해등급 4-14급) : 다음과 같다.											
[표] 등급별 근로손실일수											
신체장해등급	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
근로손실일수	5500	4000	3000	2200	1500	1000	600	400	200	100	50
③ 일시전노동불능 = 휴업일수 × 300/365											

- (5) 환산도수율 및 환산강도율 : 입사에서 퇴직할 때까지의 평생동안(30년)의 근로시간인 10만 시간당 재해건수를 환산도수율, 10만시간당 근로손실일수를 환산강도율이라 한다.

$$\therefore \text{환산도수율}(F) = \frac{\text{도수율}}{10}$$

$$\therefore \text{환산강도율}(S) = \text{강도율} \times 100$$

(6) 종합재해지수(도수강도치 : F.S.I)

$$\therefore \text{도수 강도치}(F.S.I) = \sqrt{\text{도수율}(F) \times \text{강도율}(S)}$$

$$\boxed{\text{참고}} \therefore \text{미국의 경우}(F.S.I) = \sqrt{\frac{\text{도수율} \times \text{강도율}}{1000}}$$

7. 세이프티 스코어(Safetscore)

(1) 과거와 현재의 안전 성적을 비교 평가하는 방법으로 단위가 없으며 계산결과(+)이면 나쁜 기록(-)이면 과거에 비해 좋은 기록으로 본다.

(2) 판정기준

- ① +2.0 이상인 경우 : 과거보다 심각하게 나빠짐
- ② +2.0 ~ -2.0 : 심각한 차이없음
- ③ -2.0 이하 : 과거보다 좋아짐

$$\therefore \text{세이프티 스코어} = \frac{\text{빈도율(현재)} - \text{빈도율(과거)}}{\sqrt{\frac{\text{빈도율(과거)}}{\text{근로총시간수(현재)}} \times 10^6}}$$

8. 재해손실비

(1) 하인릿히 방식

$$\therefore \text{총재해 cost} = \text{직접비} + \text{간접비}$$

① 직접비 : 간접비 = 1 : 4

② 직접비 : 법령으로 정한 피해자에게 지급되는 산재보상비를 말한다.

- ㉠ 휴업보상비 : 평균임금의 100분의 70에 상당하는 금액
- ㉡ 장해보상비 : 신체장해가 남는 경우에 장해등급에 의한 금액
- ㉢ 요양보상비 : 요양비의 전액
- ㉣ 장의비 : 평균임금의 120일분에 상당하는 금액
- ㉤ 유족보상비 : 평균임금의 1300일분에 상당하는 금액
- ㉥ 기타 유족특별보상비, 장해특별보상비, 상병보상년금등

③ 간접비 : 재산손실, 생산중단등으로 기업이 입은 손실로서 정확한 산출이 어려울때에는 직접비의 4배로 산정하여 계산한다.

- ㉠ 인적손실 : 본인 및 제3자에 관한 것을 포함한 시간손실
- ㉡ 물적손실 : 기계, 공구, 재료, 시설의 복구에 소비된 시간손실 및 재산손실
- ㉢ 생산손실 : 생산감소, 생산중단, 판매감소 등에 의한손실
- ㉣ 기타손실 : 병상위문금, 여비 및 통신비, 입원중의 잡비, 장의 비용등

(2) 시몬즈(R.H.Simonds) 방식

$$\therefore \text{총재해 코스트(cost)} = \text{산재보험 코스트} + \text{비보험 코스트}$$

① 산재보험코스트 : 산업재해보상보험법에 의해 보상된 금액과 보험회사의 보상에 관련된 제 경비 및 이익금을 합친금액

$$\text{② 비보험 코스트} = (\text{휴업상해건수} \times A) + (\text{통원상해건수} \times B) \\ + (\text{응급조치건수} \times C) + (\text{무상해 사고 건수} \times D)$$

여기서 A, B, C, D는 장해 정도별에 의한 비보험 코스트의 평균치

③ 재해의 종류

- ㉠ 휴업상해 : 영구 일부 노동 불능 및 일시 전노동 불능
- ㉡ 통원상해 : 일시 일부 노동 불능 및 의사의 통원조치를 필요로 한 상태
- ㉢ 응급조치상해 : 응급조치 상해 또는 8시간 미만 휴업 의료조치 상해
- ㉣ 무상해 사고 : 의료조치를 필요로 하지 않는 상해사고 및 20달러 이상 재산손실 또는 8시간이상 손실을 발생한 사고

9. 재해사례 연구의 진행단계

- (1) 전제조건 : 재해상황의 파악
- (2) 제1단계 : 사실의 확인
- (3) 제2단계 : 문제점의 발견
- (4) 제3단계 : 근본적 문제점 결정
- (5) 제4단계 : 대책의 수립

제4장 안전점검 및 작업분석

1. 안전점검

(1) 안전점검의 종류

- ① 수시점검 : 작업전·중·후에 실시하는 점검
- ② 정기점검 : 일정기간마다 정기적으로 실시하는 점검
- ③ 특별점검
 - ㉠ 기계·기구·설비의 신설시·변경내지 고장수리시 실시하는 점검
 - ㉡ 천재지변발생후 실시하는 점검
 - ㉢ 안전강조기간내에 실시하는 점검
- ④ 임시점검 : 이상 발견시 임시로 실시하는 점검, 정기점검과 정기점검사이에 실시하는 점검

(2) 체크리스트에 포함되어야할 사항(체크리스트 작성 항목)

- ① 점검대상
- ② 점검부분(점검개소)
- ③ 점검항목(점검내용 : 마모, 균열, 부식, 파손, 변형 등)
- ④ 점검주기 또는 기간(점검시기)
- ⑤ 점검방법(육안점검, 기능점검, 기기점검, 정밀점검)
- ⑥ 판정기준(자체검사기준, 법령에 의한 기준, KS기준 등)
- ⑦ 조치사항(점검결과에 따른 결함의 시정사항)

(3) 체크리스트 작성시 유의사항

- ① 사업자에 적합한 독자적인 내용일 것.
- ② 중점도가 높은 것부터 순서대로 작성할 것.(위험성이 높은 순이나 긴급을 요하는 순으로 작성)
- ③ 정기적으로 검토하여 재해방지에 실효성있게 개조된 내용일 것.(관계자 의견청취)
- ④ 일정양식을 정하여 점검대상을 정할 것.
- ⑤ 점검표의 내용을 이해하기 쉽도록 표현하고 구체적일 것.

(4) 안전점검의 순환과정 : 다음의 4가지 과정으로 구분되며, 이 4가지 과정을 되풀이함으로써 작업장의 안전성이 높아진다.

- ① 현상의 파악
- ② 결함의 발견
- ③ 시정대책의 선정
- ④ 대책의 실시

(5) 안전의 5대 요소 : 안전점검시 다음의 5개 요소가 빠짐없이 검토되어야 한다.

- ① 인간
- ② 도구(기계, 장비, 공구 등)
- ③ 원재료
- ④ 환경
- ⑤ 작업방법

(2) 작업량 절약의 원칙

- ① 적게 움직이게 한다.
- ② 재료나 공구는 취급하는 부근에 정돈한다.
- ③ 동작의 수를 줄인다.
- ④ 동작의 량을 줄인다.
- ⑤ 물건을 장시간 취급할 경우에는 장구를 사용할 것

(3) 동작개선의 원칙

- ① 동작이 자동적으로 이루어지는 순서로 한다.
- ② 양손은 동시에 반대의 방향으로, 좌우대칭적으로 운동한다.
- ③ 관성, 중력, 기계력 등을 이용한다.
- ④ 작업장의 높이를 적당히 하여 피로를 줄인다.

5. 자체검사

(1) 자체검사 대상 기계 기구 및 검사 주기

대 상 기 계 기 구	검 사 주 기
① 승강기	매월 1회 이상
② 양중기(크레인, 리프트, 곤도라)	6개월에 1회 이상
③ 보일러, 압력용기, 공기압축기	6개월에 1회 이상
④ 프레스 및 전단기	1년에 1회 이상
⑤ 원심기	1년에 1회 이상
⑥ 건조설비 및 부속설비	1년에 1회 이상
⑦ 아세틸렌 용접장치 또는 가스집합 용접장치	1년에 1회 이상
⑧ 국소배기장치(제진장치 및 배출가스 처리장치 포함)	1년에 1회 이상
⑨ 화학설비 및 그 부속설비(특수화학설비, 특정화학설비 및 그 부속설비 포함)	2년에 1회 이상

(2) 자체검사의 종류

- ① 검사대상에 의한 분류
 - ㉠ 성능검사(기능검사) 형식검사 규격검사
- ② 검사방법에 의한 분류
 - ㉠ 육안검사 타진에 의한 검사
 - ㉡ 검사기기에 의한 검사 시험에 의한 검사

(3) 검사방법에 따라 확인할 사항(변형, 부식, 마모, 손상, 기능)

- ① 내외면의 변형의 유무 부식의 유무와 그 정도
- ② 마모상태 손상의 유무
- ③ 기능의 정상적 작동상태

(4) 자체검사 결과 기록할 사항 6가지(기록사항 3년간 보존)

- ① 검사 연월일 검사방법
- ② 검사부문 검사결과
- ③ 검사자의 성명 검사결과에 따른 조치의 개요

(5) 자체검사 완료시 보고사항

① 사업주에게 보고할 사항

- | | |
|-----------------------|---------------|
| ㉠ 검사 체크리스트 | 검사결과에 대한 개선대책 |
| ㉡ 개선에 필요한 소요예산과 개선 기관 | 개선책임자 |

② 관할 노동부 지방 사무소장에게 보고할 사항

- | | |
|---------------|-----------|
| ㉠ 검사일시 | 검사원 |
| ㉡ 검사결과 | 검사결과 개선계획 |
| ㉢ 검사 체크리스트 사본 | |

(6) 재료에 대한 검사

① 인장검사 : 비례한도, 탄성한도, 항복점, 내력, 인장강도, 신장율, 조임율, 응력 등을 측정할 수 있다.

② 비파괴검사의 종류

- | | |
|-----------------|--------|
| ㉠ 육안검사 | 누설검사 |
| ㉡ 침투검사 | 초음파 검사 |
| ㉢ 자기탐상 검사(자분검사) | 음향검사 |
| ㉣ 방사선투과검사 | |

③ 초음파검사의 종류 : 반사법, 공진법, 수적탐사법

④ 자기분말검사 방법 : 축통전법, 관통법, 직각통전법, 코일법, 극간법

제5장 보호구 및 안전표지

1. 보호구의 개요

(1) 보호구의 구비조건

- ① 착용이 간편하고 작업에 방해가 되지 않을 것.
- ② 대상물(유해위험물)에 대하여 방호가 완전할 것.
- ③ 재료의 품질이 우수할 것.
- ④ 구조 및 표면가공이 우수할 것.
- ⑤ 외관이 보기 좋을 것.

(2) 보호구의 효과 및 한계

- ① 보호구의 효과 : 보호구는 강도가 높은 재해사고인 경우에 그것을 인시덴트(incident), 즉 불휴재해로 그 피해를 최소화 되도록 만들어져 있다. 따라서 보호구는 재해시 인시덴트의 영역을 확대할 수 있는 역할을 담당하고 있는 것이다.
- ② 보호구의 한계 : 소극적 안전대책

(3) 보호구의 점검과 관리

- ① 정기적으로 점검할 것.
- ② 청결하고 습기가 없는 장소에 보관할 것.
- ③ 보호구 사용후는 세척하여 항상 깨끗히 보관할 것.
- ④ 세척한 후는 완전히 건조시켜 보관할 것.

(4) 검정대상 보호구

- | | | |
|---------|-------|------------|
| ① 방진마스크 | 안전모 | 안전대 |
| ② 안전화 | 보안경 | 안전장갑 |
| ③ 보안면 | 방독마스크 | 귀마개 또는 귀덮개 |
| ④ 송기마스크 | 방열복 | |

2. 안전모

(1) 안전모의 종류

종류(기호)	사 용 구 분
A	낙하 및 비래방지용
B	추락방지용
AB	낙하 또는 비래 및 추락방지용
AE	낙하 및 비래·감전방지용(내전압성)
ABE	낙하 및 비래·추락·감전방지용(내전압성)

- ① ㉠ 추락이란 높이 2개 이상의 고소작업, 굴착작업 및 작업 등에 있어서의 추락을 의미한다.
- ② 내전압성이란 7000볼트이하의 전압에 견디는 것을 말한다.

(2) 재료의 성질

- ① 쉽게 부식하지 않는 것.
- ② 피부에 해로운 영향을 주지 않는 것.
- ③ 사용목적에 따라 내열성, 내한성 및 내수성을 보유할 것.
- ④ 모체의 표면을 밝고 선명한 색채로 할 것.
- ⑤ 안전모의 모체, 충격 흡수라이너 및 착장제의 무게는 0.44kg을 초과하지 않을 것.

(3) 안전모의 구조

- ① 모체와 착장제의 땀방지대의 간격은 5mm이상일 것
- ② 착장제의 각도는 수평면으로부터 20° 이상의 각도를 유지할 것
- ③ 머리받침 고리와 모체내부와의 간격은 32mm(1.25 inch)이상일 것

(4) 안전모의 성능시험 항목

① 내관통성 시험

- ㉠ 0.45 kg 의 철제추를 낙하점이 안전모 모체 정부에서 76mm 만이 되도록 높여 3.048m 에서 자유낙하시켜 관통거리를 측정한다. 시험 안전모의 전처리는 각각 $-18^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$, $49^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 이상 방치하고 시험은 전처리후 15초이내에 행한다.

- ㉡ 합격기준 : AE와 ABE는 관통거리가 9.5mm이하, A, B, AB는 관통거리가 11.1mm 이하일 것.

② 충격흡수성시험

- ㉠ 3.6kg(8 파운드)의 철제 충격추를 모체 정부 76mm 안에 높이 1.524m(5피트)에서 자유 낙하시켜 전달충격력을 측정한다(전처리 방법을 내관통성 시험과 같음)

- ㉡ 합격기준 : 최고전달충격력이 4450N(1000파운드)를 초과하지 않음.

③ 내전압성 시험(AE 와 ABE)

- ㉠ 모체를 수중에 넣은후 전극을 담그고 주파수 60Hz의 정현파에 가까운 20kV의 전압을 가하여 충전전류를 측정한다. 전압을 가하는 방법은 정류 전압의 75%까지 적당히 상승시키고 이후는 1초간에 1000V의 비율로 전압을 상승시켜 20kV 에 달한후 1분간 이에 견디는가 조사한다.

- ㉡ 합격기준 : 20kV의 전압에 1분간 견디고 충격전류가 10mA 이하일 것.

④ 내수성 시험(AE 와 ABE)

- ㉠ 모체를 20~25℃의 수중에 24시간 담가 놓은후 대기중에 꺼내어 무게 증가율을 산출한다.

- ㉡ 합격기준 : 질량증가율이 1% 미만일 것.

$$\therefore \text{무게 증가율}(\%) = \frac{\text{담근후의 무게} - \text{담그기전의 무게}}{\text{담그기전의 무게}} \times 100$$

⑤ 난연성 시험

- ㉠ 나비 25mm 길이 125mm 의 시험편을 취하여 난연성 시험을 한다.

- ㉡ 합격기준 : 연소시간이 60초 이상일 것.

3. 눈의 보호구(보안경)

(1) 보안경의 종류 및 구비조건

① 보안경의 종류 (노동부 고시)

종 류	사 용 구 분	렌즈의 재질
차광안경	눈에 대하여 해로운 자외선 및 적외선 또 강렬한 가시광선(이하 유해광선이라 한다.) 이 발생하는 장소에서 눈을 보호하기 위한 것.	유 리 및 프라스틱
유 리 보호안경	미분, 칩, 기타 비산물로 부터 눈을 보호하기 위한 것.	유 리
프라스틱 보호안경	미분, 칩, 기타 비산물로 부터 눈을 보호하기 위한 것.	프라스틱
도수렌즈 보호안경	근시, 원시, 혹은 난시인 근로자가 차광안경, 유리 보호안경을 착용해야 하는 장소에서 작업하는 경우, 빛이나 비산물 및 기타 유해 물질로 부터 눈을 보호함과 동시에 시력을 교정하기 위한 것.	유 리 및 프라스틱

② 보안경의 구비조건

- ㉠ 보안경은 그 모양에 따라 특정한 위험에 대해서 적절한 보호를 할 수 있을것.
- ㉡ 착용했을때 편안할 것.
- ㉢ 견고하게 고정되어 착용자가 움직이더라도 쉽게 탈락 또는 움직이지 않을 것.
- ㉣ 내구성이 있을 것.
- ㉤ 충분히 소독되어 있을 것.
- ㉥ 세척이 쉬울 것.

(2) 차광안경

① 차광안경의 구조 : 차광안경의 일반구조는 다음 각호를 만족하여야 한다.

- ㉠ 취급이 간단하고 쉽게 파손 되지 않을 것
- ㉡ 착용하였을 때 심한 불쾌감을 주지 않을 것
- ㉢ 착용자의 행동을 심하게 저해 하지 않을 것
- ㉣ 사용자에게 베이는 상처나 찰과상을 줄 우려가 있는 예각 또는 요철이 없는 것일 것
- ㉤ 차광안경의 각 부분은 쉽게 교환 할 수 있는 것일 것

② 재료의 구비조건(렌즈 및 플레이트는 제외)

- ㉠ 강도 및 탄성등이 용도에 대하여 적절할 것
- ㉡ 피부 접촉부는 피부에 해가 없을 것
- ㉢ 금속부는 적절한 방청처리를 하고 내식성 일 것
- ㉣ 내습성, 내열성 및 난연성을 갖는 것

③ 차광안경의 구비 조건(㉠,㉡렌즈의 광학 특성)

- ㉠ 커버렌즈, 커버플레이트는 가시광선을 적당시 투과하여야 한다(89% 이상 통과)
- ㉡ 자외선 및 적외선은 허용치 이하로 약화시켜야 한다
- ㉢ 아이캡(eye cap) 형에서는 시계 105° 이상으로 통기성의 구조를 갖추어야 한다.
- ㉣ 필터렌즈, 필터플레이트 색은 무채색 또는 황적색, 황색, 녹색, 청색 등의 색이어야 한다.

④ 광선은 400-700(mμ)의 파장을 가진 가시광선, 400(mμ)보다 단파장이 자외선,700(mμ)보다 장파장인 적외선으로 대별되며, 300(mμ)이하의 자외선과 4000(mμ)이상의 적외선은 1(mm)두께의 유리로도 차단이 되므로 유해성이 있는 것은 300-400(mμ)의 자외선과 800-4000(mμ)범위의 적외선이다.

- ⑤ 필터렌즈 및 필터 플레이트의 성능시험 : 겉모양시험, 내열성시험, 내구성시험, 내충격성 시험, 광학시험, 색의시험, 차광능력시험, 시감투과율시험 등

(3) 유리 보호안경 및 플라스틱 보호안경(방진안경)

① 종류 및 구조

㉠ 보통 안경형 : 두개의 렌즈,테 및 걸이로 구성된다.

㉡ 측판부착 안경형 : 보통 안경형에 측판을 부착시킨 것으로 측판은 가능한한 시야를 방해 하지 않을 것.

※ 렌즈 주위치수 허용자는 가능한한 작게 하고 테에 끼었을 때 탈락되지 않아야 하며, 교환이 용이하고 두께는 2.5mm 이상이어야 한다.

② 방진안경의 렌즈의 구비조건

㉠ 렌즈가 신품인 경우 투과율은 투과광선의 약 90%를 투과하는 것으로 보통 70%를 내려서 서는 안된다.

㉡ 광학적으로 질이 좋아 두통을 일으키지 않아야 한다

㉢ 렌즈에는 줄이나 흠, 기포, 비뚤어짐등이 없어야 한다

㉣ 렌즈의 강도가 요구될 때는 강화렌즈를 사용할 필요가 있다

㉤ 렌즈의 양면은 매끄럽고 평행해야 한다

③ 방진안경의 성능시험

㉠ 겉모양 시험 : 충격으로 렌즈의 가장 자리가 깨지거나 테에서 탈락되어서는 안된다

㉡ 금속부품의 내식성 시험 : 부식 흔적이 있어서는 안된다

㉢ 렌즈의 성능시험 항목 : 겉모양시험, 평행도시험, 굴절력시험, 투명도시험, 간섭무늬시험 (유리), 내열성시험(플라스틱), 강도시험, 파쇄면시험(유리), 표면마모저항시험(플라스틱)

④ 도수렌즈 보호안경의 성능시험 : 방진안경의성능시험에 추가로 「평면횡단시험」과 「가장자리의 횡단시험」을 행한다.

4.안면 보호구(보안면) : 비래물, 방사열, 유해광선으로 부터 안면전체, 머리를 보호하기 위한 것이다.

(1) 보안면의 종류

종 류	사 용 구 분	렌즈의 재질
용접용 보안면	아아크 용접 및 가스 용접,절단 작업시에 발생하는 유해한 자외선,가시선 및 적외선으로 부터 눈을 보호 하고,용접광 및 열에 의한 화상의 위험에서 용접자의 안면,머리부분 및 목부분을 보호하기 위한것	발카나이즈드 파이버 및 유리섬 유 강화 플라스틱 (FRP)
일반 보안면	일반작업 및 접용접 작업시 발생하는 각종비산물과 유해물과 유해한 액체로부터 얼굴(머리의 전면,이마, 턱,목앞부분,코,입)을 보호하고 눈부심을 방지하기 위해 적당한 보안경위에 겹쳐 착용하는 것	프라스틱

(2) 보안면의 구비조건

① 경도가 높고 충격에 견디며, 불에 잘 타지 않고 흠으로 인해 시계가 나빠지지 않아야 한다.(플라스틱제)

② 방사열을 효과적으로 차단할 수 있어야 한다.(금강제)

- ③ 방호에 충분한 크기와 형, 내연성, 절기절연성, 방사선이 누출되지 않은 광창(光窓), 각종 플레이트의 교환이 용이하고 상해를 주는 각이나 요철이 없어야 한다.

5.귀 보호구

(1) 방음 보호구의 종류

형 식	종 류	기 호	적 요
귀 마 개	1 종	E P - 1	저음부터 고음까지를 차단 하는것
	2 종	E P - 2	고음만을 차음하는것
귀 덮 개		E M	저음부터 고음까지를 차단하는 것

(2) 방음보호구의 구비조건

① 귀마개(ear plug; 耳栓) : 귀구멍을 막는것

- ㉠ 귀에 잘 맞을 것.
- ㉡ 사용중에 현저한 불쾌감이 없을 것.
- ㉢ 사용중에 쉽게 탈락되지 않을 것.
- ㉣ 분실하지 않도록 적당한 곳에 끈으로 연결 시킬 것.

② 귀덮개(ear muff; 耳覆): 귀 전체를 덮는 것

- ㉠ 켜은 귀 전체를 덮어야 하며, 발포플라스틱등 흡음재로 감쌀 것
- ㉡ 쿠션은 우레탄폼 또는 공기, 액체를 넣은 플라스틱 튜브 등으로 귀의 주위에 밀착시키는 구조일 것
- ㉢ 머리띠 또는 걸고리 등은 길이 조정이 가능하고 철제 스프링은 탄력성이 있어서 압박감 또는 불쾌감을 주지 않을 것

(3) 재료의 구비조건

- ① 강도, 정도, 탄성 등이 각 부위별 용도에 적합해야 한다.
- ② 피부에 해로운 영향을 주지 않아야 하고 소독이 용이한 것으로 할 것
- ③ 금속으로된 재료는 녹방지 처리가 된 것으로 간이 소독이 용이한 것으로 할 것

- (4) 차음 성능 : 정상인의 청력을 가진 10사람의 피검자로 하여 125~8000 의 주파수에 대하여 차음 성능을 측정하여 다음표를 만족시켜야 한다.

[표] 차 음 성 능

중심 주파수	차 음 치 (dB)		
	EP - 1	EP - 2	E M
125	10 이상	10 미만	5 이상
250	15 이상	10 미만	10 이상
500	15 이상	10 미만	20 이상
1000	20 이상	20 미만	25 이상
2000	25 이상	20 이상	30 이상
4000	25 이상	25 이상	35 이상
8000	20 이상	20 이상	20 이상

- (5) 선택법 : 귀마개, 귀덮개의 선택방법은 다음과 같다.

- ① 소음레벨 및 작업내용에 알맞는 구조를 선택할 것.

- ② 사용시 불쾌감과 압박감을 주지 않을 것.
- ③ 사용하는 재료는 위의 요건을 만족시킨 것일 것.
- ④ 귀마개의 감음율은 고주파수에서 25~30dB 이고 귀덮개는 35~45dB이므로 귀마개는 115~120dB에서, 귀덮개는 130~135dB 에서의 작업이 가능하다. 또한 귀마개와 귀덮개를 동시에 착용하면 추가로 3~5dB 까지 감음시킬 수 있으나 어떠한 경우에도 50dB을 감음시킬 수 없다.
- ⑤ 사용중에 귀마개가 탈락되어서는 안된다.
- ⑥ 귀덮개는 밀착이 잘 되어야 한다.

6. 호흡용 보호구

(1) 방진 마스크

① 방진 마스크의 종류: 격리식(특급, 1급)과 직결식(특급, 1급, 2급)의 2형식이 있다.

② 방진마스크 재료의 구비조건

- ㉠ 안면 접촉부분은 피부에 해를 주지 않을 것.
- ㉡ 여과제(filter)는 여과 성능이 우수하고 인체에 해가 없을 것.
- ㉢ 플라스틱은 내열성 및 내한성을 가질 것.
- ㉣ 금속은 내식처리가 되어 있을 것.
- ㉤ 고무재료는 인장강도, 신장률, 경도, 내열성, 내한성 및 비중시험에 합격할 것.
- ㉥ 섬유재료는 강도가 충분할 것.

③ 방진 마스크의 선정기준(구비조건)

- ㉠ 분진포집효율(여과효율)이 좋을 것.
- ㉡ 흡기, 배기저항이 낮을 것.
- ㉢ 사용적(유효 공간)이 적을 것.(180cm² 이하)
- ㉣ 중량이 가벼울 것.
- ㉤ 시야가 넓을 것.(하방 시야 60° 이상)
- ㉥ 안면 밀착성이 좋을 것.
- ㉦ 피부 접촉부위의 고무질이 좋을 것.

등 급	종 류	중 량 (g)	분진포집 효율(%)	호흡저항 (mm 수주)	배기저항 (mm 수주)	흡기저항 상승율(%)
특 급	격리식	700	99.5 이상	8 이하	6 이하	200 이하
	직결식	200				
1 급	격리식	500	95 이상	6 이하	6 이하	200 이하
	직결식	160				
2 급	직결식	110	85 이상	6 이하	6 이하	200 이하

④ 특급을 사용하여야 하는 작업

- ㉠ 납, 수은, 비소, 망간, 아연등 중독을 일으킬 위험이 높은 분진및 흡(fume)을 발산하는 작업

- ㉡ 방사선 물질의 분진이 비산하는 장소

⑤ 특급 또는 1급을 사용하여야 하는 작업

- ㉠ 금속을 아아크로 용접, 용단하는 작업
- ㉡ 주물공장에서 사형을 사용하고 사락하는 작업
- ㉢ 동력을 이용하여 토석, 암석, 광석을 파쇄, 분쇄하는 작업.

- ㉔ 갱내에서 암석이나 암석과 유사한 광물을 뚫는 작업.
 ㉕ 분상의 광물물질을 선별, 혼합 또는 포장하는 작업.
 ㉖ 현저히 분진이 많은 작업장.
 ㉗ 석면 재료를 사용하는 작업장.

⑥ 방진 마스크의 재료 시험

㉙ 금속부식 시험
 ㉚ 고무재료: 인장강도시험(인장시험, 신장률시험, 경도시험), 비중시험, 노화시험, 내한성 시험
 ㉛ 합성수지재료 시험:약품처리 시험, 내열 시험, 내한 실험, 가열감량 시험

⑦ 방진 마스크의 성능시험

㉜ 분진포집 효율시험
 ㉝ 배기저항 시험
 ㉞ 배기변의 작동기밀시험

(2) 방독 마스크

① 방독 마스크의 종류

㉟ 격리식 방독 마스크(정화통, 연결관, 흡기밸브, 안면부, 배기밸브 및 머리끈으로 구성): 가스 또는 증기의 농도가 2%(암모니아는 3%)이하의 대기중에서 사용하는것
 ㊱ 직결식 방독 마스크(정화통, 흡기밸브, 안면부, 배기밸브, 머리끈으로 구성): 가스 또는 증기의 농도가 1%(암모니아는 1.5%)이하의 대기중에서 사용하는것
 ㊲ 직결식 소형 방독 마스크(정화통, 흡기밸브, 안면부, 배기밸브 및 머리끈으로 구성): 가스 또는 증기의 농도가 1% 이하의 대기중에서 사용하는 것으로서 긴급용이 아닌것

② 방독 마스크는 산소농도가 18% 미만되는 장소 또는 가스, 증기의 농도가 2%(암모니아 3%)를 초과하는 장소에서 사용 하여서는 안된다.

③ 방독 마스크 재료의 구비조건

㉟ 얼굴에 밀착되는 부분은 피부에 장애를 주지 않아야 한다.
 ㊱ 정화제의 안쪽은 정화제에 의해서 부식되지 않는 것, 또는 부식되지 않도록 충분한 방식 처리가 되어있어야 한다.
 ㊲ 정화통 내부의 분진포집용 거르개는 인체에 장애를 주지 않아야 한다.
 ㊳ 일반적인 취급에 있어 균열, 변형, 기타 이상이 생기지 않아야 한다.

④ 방독 마스크의 일반구조

㉟ 쉽게 깨어지지 않을 것.
 ㊱ 착용이 쉽고 착용하였을 때 공기가 새지 않고, 압박감이나 고통을 주지 않을 것.
 ㊲ 착용자의 얼굴과 방독마스크 내면사이의 공간이 너무 크지 않을 것
 ㊳ 착용자의 시야가 충분할 것
 ㊴ 전면형 방독 마스크는 호기에 의해 눈주위에 안개가 끼지 않을 것
 ㊵ 정화통, 흡기밸브, 배기밸브 또는 머리끈을 바꿀 수 있는 것은 쉽게 바꿀 수 있는 구조 일 것.

⑤ 방독 마스크의 흡수관(흡수통)

㉟ 흡수관 속에 들어있는 흡수제에 따라 그 종류별로 유효한 적응가스가 정해져 있다. 적응하는 가스의 종류를 나타내기 위해 흡수통에 색별의 도장과 기호가 표시되어 있다.
 ㊱ 흡수제 :활성탄(가장 많이쓰임), 실리카겔(silicagel), 소다라임(sodalime), 호프카라이트(hopcalite), 쿠퍼라마이트(kuperamite)등

[표] 방독 마스크의 흡수관

종 류	표 지		대 응 독 물	주 성 분
	기호	색		
보 통 가 스 용 (할로젠가스용)	A	흑색, 회색	염소 및 할로젠류, 포스젠 유기 및 산성가스	활성탄, 소다리임
산 성 가 스 용	B	회색	염산, 할로젠화수소, 산, 탄산가스 이산화질소, 산화질소	소다라임, 알카리제제
유 기 가 스 용	C	흑색	유기가스 및 증기, 이황화탄소	활성탄
일산화 탄소용	E	적색	TEL, 일산화탄소	호프카라이트, 방습제
소 방 용	F	적색, 백색	화재시와 연기용	종합세제
연 기 용	G	흑색, 백색	아연 및 금속흡, 기름 연기	활성탄, 여층
암 모 니 아 용	H	녹색	암모니아	큐프라마이트
아 황 산 용	I	등색	아황산 및 황산 마스트	산화금속, 알카리제제
청 산 용	J	청색	청산 및 청화물 증기	산화금속, 알카리제제
황 화 수 소 용	K	황색	황화수소	금속염류, 알카리제제

㉔ 흡수관의 파과 : 흡수관의 제독 능력에는 한계가 있으며, 흡수관속의 흡수제가 포화되어 흡수능력을 상실하면 유해가스가 제거되지 않은 채 통과되고 마는데, 이런 상태를 흡수관의 파과라고 한다.

$$\text{㉕ 흡수관의 유효시간} = \frac{\text{표준유효시간} \times \text{시험가스농도}}{\text{사용한 환기중의 유해가스농도}}$$

⑥ 마스크의 성능시험 : 기밀시험, 흡기저항시험, 통기저항시험, 제독능력시험, 배기 저항시험, 배기밸브의 작동기밀시험

(3) 공기공급식 마스크(송기 마스크)

- ① 자급식 : 공기, 산소 또는 산소 발생물질을 착용자가 직접 운반하고 이를 흡수하는 식으로 SCBA(self-contained breathing apparatus) 라고 불리운다.
- ② 호스 마스크(hose mask): 전면형 마스크, 꼬이지 않는 호흡관, 착용대 및 직경이 크고 꼬이지 않는 공기공급용 호스로 구성되며, 송풍기형과 폐력 흡인식이 있다.
- ③ 에어-라인 마스크(air-line mask) : 압축기가 가압 공기 실린더에서 직경이 작은 에어라인을 통하여 공기를 공급하는 것으로, 일정유량형, 디맨드(demand)형, 프레샤 디맨드(pressure demand) 형이 있다.

7.손의 보호구

(1) 안전 장갑의 종류

구 분	종 류	재 료	용 도
전 기 용 고무장갑	A 중	고 무	주로 300 V 를 초과하고 교류 600 V 또는 직류 750 V 이하의 작업에 사용
	B 중	고 무	주로 교류 600 V 또는 직류 750 V 를 초과하고 3500 V 이하의 작업에 사용
	C 중	고 무	주로 3500 V 를 초과하고 7000 V 이하의 작업에 사용

용접용 가죽제 고무장갑	1 종 1호 ~ 3호	가죽	주로 아아크 용접 작업에 사용
	2 종 1호 ~ 3호	가죽	주로 가스용접 및 용단 작업에 사용

(2) 전기용 고무장갑

- ① 재료의 성질 : 적당한 정도의 유연성 및 탄력성이 있는 양질의 고무를 사용하여야 한다.
- ② 장갑은 다듬질이 양호하며 흠, 기포, 안구멍, 기타 사용상 유해한 결점이 없고, 이은 자국이 없는 고른 것이어야 한다.
- ③ 성능시험 : 내전압 시험, 충전전류 시험, 인장강도 시험, 신장율 시험, 영구신장율 시험, 노화후의 잔류율 인장강도 및 신장율 시험, 내열성 시험

(3) 용접용 고무 장갑

① 재료의 성질

- ㉠ 주요 재료는 크롬처리 가죽이나 쇠가죽을 사용하고 장갑의 손바닥측과 손등측의 두께가 거의 균일해야하며 틈이 없고 유연하며 강한 재료이어야 한다.
- ㉡ 소매는 적당한 정도의 탄력성을 가져야 한다.
- ㉢ 장갑의 이음에 사용되는 봉합사는 나일론, 폴리에스테르, 비닐론 등의 합성섬유 방직사로 하여야 한다.
- ㉣ 봉합사는 외관상 꼬임이나 상처등이 없어야 한다.

② 장갑의 두께

구 분	두께
손바닥 및 손등부	1.5 mm 이상
소매부	1.0 mm 이상

- ③ 성능시험 : 인장강도시험, 신장율시험, 인열시험, 지방분시험, 크롬함유량시험

8. 발의 보호구

(1) 안전화의 종류

종 류	사용구분
① 가죽제 발 보호 안전화	물체의 낙하, 충격 및 날카로운 물체에 의한 바닥으로 부터의 찰림에 의한 위험으로부터 발을 보호하기 위한것.
② 고무제 발보호 안전화	물체의 낙하, 충격에 의한 위험으로부터 발을 보호하고 아울러 방수를 겸한것.
③ 정전기 대전 방지용 안전화(정전화)	정전기의 인체 대전을 방지 하기 위한것.
④ 발등 보호 안전화 (방호 안전화)	물체의 낙하 및 충격으로 부터 발 및 발등을 보호 하기 위한것.
⑤ 절연화	저압의 전기에 의한 감전을 방지하기 위한것.
⑥ 절연장화	저압 및 고압에 의한 감전을 방지하기 위한것.

(2) 가죽제 발 보호 안전화

① 안전화의 제조방법

- ㉠ 직접 가황 압착제조 방법(V식)
- ㉡ 굳-이어 웰트(goodyear welt)제조 방법(G식)
- ㉢ 시멘트의 제조 방법(C식)
- ㉣ 사출 성형식 제조 방법(1식)

② 안전화의 일반적인 구조

- ㉠ 제조하는 과정에서 발가락 끝 부분에 선심을 넣어 압박 및 충격에 대하여 착용자의 발가락을 보호 할 수 있는 구조일 것
- ㉡ 착용감이 좋고 작업에 편리할 것
- ㉢ 견고하게 제작해야 하며 부분품의 마무리가 확실하고 형상은 균형이 있을 것
- ㉣ 선심의 내측은 형철, 가죽, 고무 또는 플라스틱 등으로 감싸고 특히 후단부의 내측은 보강 되어 있을 것

③ 가죽제 발보호 안전화의 종류

작 업 구 분	기호	내 답 발 성	기호
중 작업용	H	5.0 kgf (490.3 N) 이상	A
보통 작업용	S		
경 작업용	L	5.0 kgf 미만	B

④ 각부의 구조 및 치수

- ㉠ 가죽은 두께가 균등하고 흠등의 결함이 없어야 하며 두께는 중작업용(H) 및 보통 작업용(S)이 1.5mm 이상, 경작업용 (L) 1.2mm 이상 일 것.
- ㉡ 선심은 표면이 모두 평활하고 가장자리 및 모서리는 구배가 있어야 하고 강재의 것은 전면에 방청처리를 할 것.
- ㉢ 겹창은 미끄럼 방지 효과가 있어야 하며, 두께는 H 및 S가 3.5mm 이상, L이 3mm 이상일 것

⑤ 안전화 각 부품의 성능시험

- ㉠ 내압박성 및 내충격성시험: 안창과 선심 사이가 각각 15mm 이상일 것
- ㉡ 겹창의 박리저항시험 : 밀착력이 H 및 S는 30kgf(294.2N) 이상, L은 25kgf(245.2N) 이상 일 것
- ㉢ 겹창의 내답발시험

(3) 고무제 발 보호 안전화

① 일반 구조

- ㉠ 신었을 때 편안하고 활동 하기에 편리하도록 할 것.
- ㉡ 안창포, 심지포 및 안에 부착하는 제품의 안감에 사용되는 메리야스, 융 등은 목적에 적합한 조직의 재료를 사용하고 견고 하게 제조하여 모양이 균일 하도록 할 것.
- ㉢ 선심의 안쪽은 포, 고무 또는 플라스틱 등으로 붙이고 특히선심 뒷 부분의 안쪽은 보강 되도록 할 것.
- ㉣ 안쪽과 골짜움이 안전하도록 할 것.

② 재료의 성질

- ㉠ 고무는 인장강도 및 노화시험에 합격해야 한다.
- ㉡ 포(안창포, 심지포, 속포)는 4kgf/cm²(0.39MPa)이상의 파열강도를 가져야 한다.

③ 고무제 안전화의 성능시험

- ㉠ 겹창 고무의 시험 : 인장시험 및 노화시험
- ㉡ 몸통 고무 및 신을 고무의 시험 : 인장시험 및 노화시험
- ㉢ 완성품의 시험 : 압박시험, 충격시험, 치수시험
- ㉣ 강제 선심의 시험 : 내식시험

9.안 전 대

(1) 사용방법에 따른 안전대의 종류

종 류	사 용 방 법	비 고
1 종	U 자걸이 전용	
2 종	1개걸이 전용	클립 부착 전용
3 종	1개걸이 U자걸이 공용	
4 종	1개걸이 U자걸이 공용	보조 혹 부착

(2) 안전대 부품의 강도

- ① 벨트,동체 대기 벨트: 1,500kg 의 인장 하중을 가할 경우 직조가 끊어지지 않을 것
- ② 로프: 2,340kg 의 인장 하중을 가할 경우 끊어지지 않을 것
- ③ 링, 각링, 8자형링, 세개 이음형 고리: 1,150kg의 인장 하중을 가할 경우 끊어지지 않을 것
- ④ 박클: 800kg 의 인장 하중을 가할 경우 끊어지거나 그 기능을 상실할 정도로 변형하지 않을 것
- ⑤ 클립 및 신축 조절기: 1,150kg (U 자걸이 전용 안전대는 800kg)의 인장 하중을 가할 경우 끊어지지 않아야 하며 또한 그 기능을 상실한 정도로 변형되거나 이탈 방지 장치의 기능이 상실되지 않아야 하고 로프의 미끄러진 거리가 30mm 이하일 것.
- ⑥ 혹 및 카라비나: 1,150kg 의 인장 하중을 가할 경우 끊어지거나 그 기능을 상실할 정도로 변형 또는 이탈 장치의 기능을 상실하지 않을 것.

(3) 안전대용 로프의 구비 조건

- ① 충격, 인장 강도에 강할 것.
- ② 내마모성이 높을 것.
- ③ 내열성이 높을 것.
- ④ 완충성이 높을 것.
- ⑤ 습기나 약품류에 침범당하지 않을 것.
- ⑥ 부드럽고, 되도록 매끄럽지 않을 것.

10.색채조절

(1) 색의 3속성(색의 3요소): ① 색상(hue) ② 명도(value) ③ 채도(chroma)

(2) 색채조절의 원칙사항

- ① 조명 광원의 색(황, 황록, 황록의 빛이든 광원) 명도
- ② 색채 원심성 구심성

(3) 색의 선택조건

- ① 차분하고 밝은 색을 선택한다.
- ② 안정감을 낼 수 있는 색을 선택한다.
- ③ 악센트(accent)를 준다.
- ④ 자극이 강한색은 피한다.
- ⑤ 순백색은 피한다.
- ⑥ 차거운색, 아늑한 색을 구분하여 사용한다.

11. 산업안전 표지

(1) 안전표지의 사용목적 : 위험성을 표지로 경고 → 작업환경 통제 → 사전에 재해예방

(2) 산업 안전표지의 크기 : 그림 또는 부호의 크기는 표지의 크기와 비례하여야 하며, 산업안전표지 전체규격의 30% 이상이 되어야 한다.

(3) 안전표찰 : 녹색표지를 말하며 다음의 곳에 부착한다.

- ① 작업복 또는 보호의의 우측 어깨
- ② 안전모의 좌우면
- ③ 안전완장

(4) 안전표지의 종류

- ① 금지표지(8종) : 적색원형으로 특정의 행동은 금지시키는 표지(바탕은 흰색, 기본모형은 빨강, 관련부호 및 그림은 검정색)
- ② 경고표지(15종) : 흑색 삼각형의 황색표지로 유해 또는 위험물에 대한 주의를 환기 시키는 표지(바탕은 노랑색, 기본모형 관련부호 및 그림은 검정색)
- ③ 지시표지(7종) : 청색원형으로 보호구 착용을 지시하는 표지(바탕은 파랑, 관련 그림은 흰색)
- ④ 안내표지(7종) : 위치(비상구, 의무실, 구급용구)를 알리는 표지(바탕은 흰색, 기본모형 및 관련부호는 녹색 또는 바탕은 녹색, 기본모형 및 관련 부호는 회색)

(5) 산업안전 색채의 종류, 색도기준 및 용도

종 류	기 준	표시사항	사 용 예
빨 강	5 R 4/13	금 지	정지 신호, 소화 설비 및 장소, 유해행위의금지
노 랑	2.5 Y 8/12	경 고	위험 경고, 주의 표지, 기계 방호물
파 랑	7.5 PB 2.5/7.5	지 시	특정 행위의 지시 및 사실의 고지
녹 색	5 G 5.5/6	안 내	비상구 및 피난소, 사람·차량의 통행 표시
흰 색	N 9.5		파랑, 녹색에 대한 보조색
검정색	N 1.5		문자 및 빨강, 노랑에 대한 보조색

☞ (1) 허용차 $H=\pm 2$, $V=\pm 0.3$, $C=\pm 1$ (H는 색상, V는 명도, C는 채도를 말한다.)

(2) 위의 색도기준은 한국공업규격 색의 3속성에 의한 표시방법(KSA 0062 상공부고시 제 2163호)에 따른다.

12. 색의 종류 및 사용범위(KSD)

색 명	표 지 사 항	사 용 범 위
1. 적	① 방화 ② 정지 ③ 금지	① 방화표시, 소화설비, 화학류 ② 긴급정지 신호 ③ 금지표지
2. 황 적	① 위험	① 보호상자, 보호장치 없는 SW 또는 위험부위, 위험장소에 대한 표시
3. 황	① 주의	① 충돌, 추락, 층계, 함정 등 장소기구 주의
4. 녹	① 안전안내 ② 진행유도 ③ 구급구호	① 안내, 진행유도, 대피소 안내 ② 비상구 또는 구호소, 구급상자 ③ 구호장비 보관장소등의 표시
5. 청	① 조 심 ② 지 시	① 보호구 사용, 수리중 기계장소 또는 운전정지 ② 표지 SW 적자의 외면
6. 백	① 통 로 ② 정리정돈	① 통로구획선, 방향선, 방향표지 ② 폐품수집소, 수집용기
7. 적자	① 방사능	① 방사능 표지

제2부 산업심리 및 안전교육

제1장 산업심리학

1. 산업심리학의 정의 : 산업심리학은 심리학의 방법과 식견을 가지고 인간의 산업에 있어서의 행동을 연구하는 실천 과학이며 응용심리학의 한 분야이다.

2. 산업심리학과 직접관련이 있는 학문

- | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|
| (1) 인사관리학 | 인간공학 | 사회심리학 | 응용심리학 |
| (2) 심리학 | 안전관리학 | 노동과학 | 행동과학 |
| (3) 신뢰성공학 | | | |

3. 호오도온(Hawthorne)실험

- (1) 실험연구자 : 메이오(Mayo)와 레슬리스버어거(Roethlisberger)
- (2) 실험결론 : 작업자의 작업능률(생산성향상)은 물리적인 작업조건보다는 인간 관계의 요인에 의해서 좌우된다.

4. 개성 및 욕구와 사회행동의 기본형태

- (1) 개성(personality)
- ① 개성은 인간의 성격, 능력, 기질의 3가지 요인이 결합되어서 이루어진다.
 - ② 개성의 형성조건 : 습관(습관행동, 규칙적행동), 환경조건 및 교육, 습성(행동경향; 중심적습성, 주변적 습성, 지배적 습성)
- (2) 욕구(disire) : 생리적 욕구를 의식적 통제가 힘드는 순서로 나열하면 다음과 같다.
- ① 호흡욕구 안전욕구 해갈욕구 배설욕구
 - ② 수면욕구 식욕 활동욕구
- (3) 사회행동의 기본형태
- ① 협력(cooperation) : 조력, 분업 대립(opposition) : 공격, 경쟁
 - ② 도피(escape) : 고립, 정신병, 자살

5. 인간관계의 메카니즘 및 관리방식

- (1) 인간관계의 메카니즘(mechanism)
- ① 동일화(identification) : 다른 사람의 행동 양식이나 태도를 투입시키거나, 다른사람 가운데서 자기와 비슷한 것을 발견하는 것을 말한다.

(5) 집단내의 인간관계나 비공식 집단에서의 집단의 구조 및 지도자를 알아내는 방법

- ① 소시오 메트리(sociometry) : 집단의 구조를 밝혀내어 집단내에서 개인간의 인기의정도, 지위, 좋아하고 싫어하는 정도, 하위집단의 구성여부와 형태, 집단에 충성도, 집단의 응집력등을 연구조사하여 행동지도의 자료로 삼는것을 말한다.
- ② 소시오 그램(sociogram): 교우도식 또는 집단의 구조도를 말하며, 이 소시오그램에 의하면 시각적으로 집단의 구조나 구성원의 위치, 직위에 대한 이해가 쉽게 된다.

7. 직장에서의 적응과 부적응

(1) 적응과 역할(super의 역할이론)

- ① 역할연기(role playing) : 자아탐색(self-exploration)인 동시에 자아실현(selfrealization)의 수단이다.
- ② 역할기대(role expectation) : 자기의 역할을 기대하고 감수하는 사람은 그 직업에 충실한 것이다
- ③ 역할조성(role shapling) : 개인에게 여러개의 역할 기대가 있을경우 그 중의 어떤 역할기대는 불응, 거부하는 수도 있으며, 혹은 다른역할을 해내기 위해 다른일을 구할때도 있다.
- ④ 역할갈등(role confict) : 작업중에는 상반된 역할이 기대되는 경우가 있으며 그럴때 갈등이 생기게 된다.

(2) 부적응의 유형(인격 이상자의 유형)

- ① 망상인격(편집성 인격) : 자기주장이 강하고 빈약한 대인관계를 가지고 있는 성격의 소유자(냉혹성, 과민성, 완고, 질투, 시기심이 강함)
- ② 순환인격 : 외적자극과는 관계없이 울적상태(우울한 시기)에서 조적상태(명랑한 시기)로 상당한 장기간에 걸쳐 기분이 변동하는 특징이 있다.
- ③ 분열인격 : 극단적으로 수줍어 하고, 말이없고, 자폐적이고, 사교를 싫어하고, 친밀한 인간관계를 피하려고 하는 특징이 있다
- ④ 폭발인격 : 사소한 일로 갑자기 노여움을 폭발시키거나, 폭언 및 폭력적인 공격성을 나타내는 특징이 있다
- ⑤ 강박인격 : 엄격하고 지나치게 양심적이고, 우유부단, 욕망을 제지하고, 기준에 적합하도록 지나치게 신경을 쓰는 특징이 있다(완전주의 지향)
- ⑥ 반사회적인격 : 정서 불안정, 윤리 도덕성의 규범 결여, 무감각, 쾌락주의, 자기애적임
- ⑦ 부적합인격 : 정상적인 정신적·신체적 능력을 가지고 있으면서도 일상생활의 요구에 적응못함
- ⑧ 무력인격 : 활력이 결여되고, 감정이 둔하고, 만성적 비관론자임
- ⑨ 소극적 공격적 인격 : 적의(敵意)를 처리하는데 온갖 음흉한 방법으로 교묘히 활용함

8.모랄 서어베이(morale survey; 사기조사)

- (1) 일반적인 사기조사의 방법은 주로 ①질문지나 ②면접에 의한 태도(또는 의견)조사가 중심을 이룬다.
- (2) 모랄 서어베이의 주요방법

- ① 통계에 의한 방법 : 사고 상해율, 생산고, 결근, 지각, 조퇴, 이직 등을 분석하여 파악하는 방법
- ② 사례연구법 : 경영 관리상의 여러가지 제도에 나타나는 사례에 대해 케이스 스타디(case study)로서 현상을 파악하는 방법
- ③ 관찰법 : 종업원의 근무 실태를 계속 관찰함으로써 문제점을 찾아내는 방법
- ④ 실험연구법 : 실험 그룹(group)과 통제 그룹(control group)로 나누고, 정황, 자극을 주어 태도 변화 여부를 조사하는 방법
- ⑤ 태도조사법(의견조사) : 질문지법, 면접법, 집단토의법, 투사법(projective technique)등에 의해 의견을 조사하는 방법

9. 카운셀링(counseling)

(1)1 개인적인 카운셀링방법

- ① 직접충고 : 안전수칙 불이행시 적합
- ② 설득적 방법
- ③ 설명적 방법

(2) 카운셀링의 순서 : 장면 구성 - 내담자 대화 - 의견 재분석 - 감정표출 - 감정의 명확화

(3) Rogers, C · R의 카운셀링 방법 : 지시적 카운셀링과 비지시적 카운셀링의 병용

- ① 지시적(指示的) 방법
 - ㉠ 직접충고 방법
 - ㉡ 상담자의 우월한 지위와 종업원의 종속적 지위
- ② 비지시적(非指示的) 방법
 - ㉠ 설득, 설명적 방법
 - ㉡ 상담자와 종업원의 역할은 거의 동등하다.

(4) 카운셀링의 효과

- ① 정신적 스트레스 해소
- ② 안전 태도 형성
- ③ 동기 부여

10. 리더쉽(leadership)

(1) 리더쉽의 유형

① 선출방식에 따른 리더쉽의 분류

- ㉠ headship: 집단 구성원이 아닌 외부에 의해 선출(임명)된 지도자로 명목상의 리더쉽이라고도 한다.
- ㉡ leadership: 집단구성원에 의해 내부적으로 선출된 지도자로 사실상의 리더쉽을 말한다.

② 업무추진 방법에 의한 리더쉽의 분류

- ㉠ 권위형: 지도자가 집단의 모든 권한 행사를 단독적으로 처리한다.
- ㉡ 민주형: 집단의 토론, 회의등에 의해 정책을 결정한다.
- ㉢ 자유 방임형: 집단에 대하여 전혀 리더쉽을 발휘하지 않고 명목상의 리더 자리만을 지키는 유형으로 지도자가 집단 구성원에게 완전히 자유를 주는 경우이다.

(2) leadership의 기법(Haire · M의 방법론)

- | | |
|----------|---------|
| ① 지식의 부여 | 관대한 분위기 |
| ② 일관된 규율 | 향상의 기회 |
| ③ 참가의 기회 | 호소하는 권리 |

(3) 리더쉽의 권한

① 조직이 지도자에게 부여한 권한

㉠ 보상적 권한 : 지도자가 부하들에게 보상할 수 있는 능력으로 인해 부하직원들을 통제할 수 있으며 부하들의 행동에 대해 영향을 끼칠 수 있는 권한이다.

㉡ 강압적 권한 : 부하직원들을 처벌할 수 있는 권한이다.

㉢ 합법적 권한 : 조직의 규정에 의해 지도자의 권한이 공식화된 것을 말한다.

② 지도자 자신이 자신에게 부여한 권한: 부하직원들이 지도자의 성격이나 능력을 인정하고 지도자를 존경하며 자진해서 따르는 것이다.

㉣ 전문성의 권한 : 지도자가 목표수행에 필요한 전문적인 지식을 갖고 업무수행을 하므로 부하직원들이 자발적으로 지도자를 따르게 된다.

㉤ 위임된 권한 : 집단의 목표를 성취하기 위해 부하직원들이 지도자가 정한 목표를 자진해서 자신의 것으로 받아들여 지도자와 함께 일하는 것이다.

(4) 성실한 지도자가 공통적으로 갖는 속성

- | | |
|-------------------|----------------------|
| ① 업무 수행 능력 및 판단능력 | 강력한 조직 능력 및 강한 출세 욕구 |
| ② 자신에 대한 긍정적 태도 | 상사에 대한 긍정적 태도 |
| ③ 조직의 목표에 대한 충성심 | 실패에 대한 두려움 |
| ④ 원만한 사고성 | 매우 활동적이며 공격적인 도전 |
| ⑤ 자신의 건강과 체력 단련 | 부모로부터의 정서적 독립 |

(5) 리더의 제특성(諸特性)

- | | |
|----------|----------|
| ① 대인적 숙련 | 혁신적 능력 |
| ② 기술적 능력 | 협상적 능력 |
| ③ 표현 능력 | 교육 훈련 능력 |

(6) 리더쉽의 결정 요소

- | | |
|----------|------------|
| ① 조직의 성격 | 집단성원의 인적사항 |
| ② 기술의 발달 | 환경의 상태 |

(7) 리더쉽의 3가지 기술

- | | | |
|---------|-------|-------|
| ① 인간 기술 | 전문 기술 | 경영 기술 |
|---------|-------|-------|

11. 적성의 요인 및 적성발견의 방법

(1) 적성의 요인(적성의 분류)

- | | |
|------------------------|------------------|
| ① 직업적성(기계적 적성과 사무적 적성) | 지능 |
| ② 흥미 | 인간성(personality) |

※ 연령이나 개인차등은 적성의 요인이 아니다.

(2) 기계적 적성의 종류

- ① 손과 팔의 솜씨 : 빨리 그리고 정확히 잔일이나 큰일을 해내는 능력
- ② 공간 시각화 : 형상이나 크기의 관계를 확실히 판단하여 각 부분을 뜯어서 다시 맞추어 통일된 형태가 되도록 손으로 조작하는 과정
- ③ 기계적 이해 : 공간 시각화, 지각 속도, 추리, 기술적 지식, 기술적 경험등의 복합적 인자가 합쳐져서 만들어진 적성

(3) 지능의 척도 : 지능지수(intelligence quotient : IQ)로 표시하며 그 식은 다음과 같다.

$$\therefore IQ = \frac{\text{지능지수}}{\text{생활연령}} \times 100$$

(4) 적성 발견의 방법

- ① 자기이해 계발적 경험 적성 검사

12. 성격검사

(종류 : 작용 검사법, 목록법, 투영법에 의한 성격진단법등)

(1) Y-G 성격검사

성 격 유 형	성 격 내 용
① A형(평균형)	조화적, 적응적
② B형(우편형)	정서불안정, 활동적, 외향적 (불안전, 부적응, 적극형)
③ C형(좌편형)	안정, 소극형 (소극적, 온순, 안정, 내향적, 비활동)
④ D형(우하형)	안정, 적응, 적극형 (정서안정, 활동적, 대인관계양호, 사회적응)
⑤ E형(좌하형)	불안정, 부적응, 수동형 (D형과 반대)

(2) Y-K(Yutaka-Kohata)성격검사

성 격 유 형	작업 성격 인자	적성 직종의 일반적 경향
① C, C' 형(담즙질) 진공성형	1.운동.결단.기일 빠르다 2.적응 빠르다 3.세심하지 않다 4.내구.집념부족 5.진공 자신감 강함	1.대인적 작업 2.창조적,관리자적 작업 3.변화있는 기술적,가공작업 4.변화있는 물품을 대상으로 하는 불연속작업
② M, M' 형 (흑담즙질) 신경질형	1.운동성 느리고 지속성 풍부 2.적응 느리다 3.세심,억제,정확하다 4.내구성,집념,지속성 5.담력,자신감 강하다	1.연속적,신중적,인내적 작업 2.연구 개발적,과학적 작업 3.정밀 복잡성 작업
③ S, S' 형(다혈질) 운동성형	1,2,3,4, : C, C' 형과 동일 5.담력,자신감 약하다	1.변화하는 불연속적 작업 2.사람상대 상업적 작업 3.기민한 동작을 요하는 작업
④ P, P' 형(점액질) 평범수동성형	1,2,3,4: M, M' 형 과 동일 5.담력,자신감 약함	1.경리사무,흐름작업 2.계기관리,연속작업 3.지속적 단순작업
⑤ Am형(이상질)	1.극도로 나쁨 2.극도로 느림 3.극도로 나쁨 4.극도로 결핍 5.극도로 강하거나 약함	1.위험을 수반하지 않는 단순한 기술적 작업 2.작업상 부적응성 성격자는 정신 위생적치료 요함

13. 심리 검사

(1) 심리검사의 범위 및 구성

① 심리검사의 범위

㉠ 기초인간 능력

기계적 능력

㉡ 정신운동 능력

시각 기능적 능력

㉢ 특수직무 능력

② 심리검사의 구성 : 직업별 검사구성, 직무별 검사구성, 기능 능력별 검사능력

(2) 심리검사의 구비조건 : 심리검사는 표준화되고 객관적이며 충분한 기준을 기초로 하여 신뢰성과 타당성이 있어야 한다.

① 표준화 : 검사관리를 위한 조건과 검사 절차의 일관성과 통일성을 표준화라 한다.

② 객관성 : 검사결과에 대한 채점에 관한 것으로, 채점하는 과정에서 채점자의 편견이나 주관성이 배제되어야 하며 어떤사람이 채점하여도 동일한 결과를 얻어야 한다.

③ 기준(norms) : 검사의 결과를 해석하기 위해서는 비교할 수 있는 참조 또는 비교의 어떤틀이 있어야 하는데, 이 틀은 검사기준이 제공하는 것이다.

④ 신뢰성 : 검사응답의 일관성, 즉 반복성을 말하는 것이다.

⑤ 타당성 : 측정하고자하는 것을 실제로 측정하는 것을 타당성이라 한다.

참고 인사심리검사의 구비조건 : ① 타당성 ② 신뢰성 ③ 실용성

14. 적성배치와 인사관리

(1) 적재적소의 배치

① 적성배치와 인사관리는 적재적소의 배치라는 근본적 이념에서는 일치한다.

② 다만, 관리적 개념에 한계가 있는 것으로 적성배치는 능력위주이고, 인사관리는 조직(기능)우선에 따라 부수적으로 적성배치를 고려하게 된다.

(2) 인사관리의 중요한 기능

① 조직과 리더십(Leadership)

선발(적성검사 및 시험)

② 배치

작업분석

③ 업무평가

상담 및 노사간의 이해

15. 안전사고의 요인

(1) 안전사고의 경향성 : Greenwood는 대부분의 사고는 소수의 근로자에 의해서 발생된다. 즉 사고를 자주내는 사람이 항상 사고를 낸다고 지적하였다.

(2) 소질적인 사고 요인 : 지능, 성격, 감각운동기능(시각기능)

① 지능 : Chislli와 Brown은 지능단계가 낮을수록 또는 높을수록 이직률 및 사고 발생률이 높다고 지적하고 있다.

② 성격 : 결함있는 성격은 사고를 발생시킨다.

③ 시각기능

- ㉠ 재해와 시각관계를 조사한 결과 Tiffin · J는 시각기능에 결함이 있는자에게 재해가 많았고, Fletdher, E · D는 두눈의 시력이 불균형인 자에게 재해가 많음을 지적하였다.
- ㉡ 시각기능과 재해발생에 있어서는 반응속도 그 자체보다 반응의 정확도에 더 관계가 깊다

16. 산업안전 심리의 요소

- (1) 안전심리의 5요소 : 습관, 동기, 기질, 감정, 습성
- (2) 개성과 사고력 : 인간의 개성과 사고력은 안전심리에서 고려되는 중요한 요소이다.
- (3) 사고 요인이 되는 정신적요소(정신상태 불량으로 일어나는 안전사고의 요인)
 - ① 안전의식의 부족
 - ② 주의력의 부족
 - ③ 방심 및 공상
 - ④ 개성적 결함요소

㉠ 지나친 자존심과 자만심	다혈질 및 인내력의 부족
㉡ 약한 마음	도전적 성격
㉢ 감정의 장기 지속성	경솔성
㉣ 과도한 집착성 또는 고집	배타성
㉤ 태만(나태)	사치성과 허영심
- (4) 안전사고를 유발하는 원인을 분석하는데 필요한 요건 : 인간의 발전, 성장, 성숙과정 및 연령등

17. 재해 빈발설

- (1) 암시설 : 재해의 경험으로 겁장이가 되거나 신경과민이 되어 그 사람이 갖는 대응 능력이 열화되기 때문에 재해가 빈발하게 된다는 설이다.
- (2) 재해빈발 경향자설 : 소질적인 결함을 가지고 있기 때문에 재해가 빈발하게 된다는 설이다.
- (3) 기회설 : 개인의 영향때문이 아니라 작업에 위험성이 많고, 위험한 작업을 담당하고 있기 때문에 재해가 빈발한다는 설이다.(대책: 작업환경개선, 교육훈련실시)

18. 사고경향성자(재해 누발자, 재해 다발자)의 유형

- (1) 상황성 누발자 : 작업의 어려움, 기계설비의 결함, 환경상 주의력의 집중 혼란, 심신의 근심등 때문에 재해를 누발하는 자이다.
- (2) 습관성 누발자 : 재해의 경험으로 겁장이가 되거나 신경과민이 되어 재해를 누발하는자와 일종의 슬럼프(slump)상태에 빠져서 재해를 누발하는자이다.
- (3) 소질성 누발자 : 재해의 소질적 요인을 가지고 있기 때문에 재해를 누발하는 자이다.
- (4) 미숙성 누발자 : 기능미숙이나 환경에 익숙하지 못하기 때문에 재해를 누발하는 자이다.

19. Lewin · K의 법칙 : Lewin은 인간의 행동(B)은 그 사람이 가진 자질 즉, 개체(P)와 심리적 환경(E)과의 상호 함수관계에 있다고 하였다.

$$\therefore B = f(P \cdot E)$$

- ① B: Behavior (인간의 행동)
- ② f: function (함수관계: 적성 기타 P와 E에 영향을 미칠 수 있는 조건)
- ③ P: Person (개체: 연령, 경험, 심신상태, 성격, 지능 등)
- ④ E: Environment (심리적 환경: 인간관계, 작업환경 등)

20. 인간변화의 4단계(인간 변용의 메카니즘)

(1) 인간변용의 4단계

- ① 1단계 : 지식의 변용
- ② 2단계 : 태도의 변용
- ③ 3단계 : 행동의 변용
- ④ 4단계 : 집단 또는 조직에 대한 성과 변용

(2) 인간변용에 요하는 시간과 곤란도 : 용이한 순서대로 나열하면 ①지식의 변용 - ②태도의 변용 - ③행동의 변용 - ④집단 또는 조직에 대한 성과의 변용 순이다.

21. 동기부여이론

(1) Davis의 이론

\therefore 인간의 성과 \times 물적인 성과 = 경영의 성과

- ① 지식(Knowledge) \times 기능(skill) = 능력(ability)
- ② 상황(situation) \times 태도(attitude) = 동기유발(motivation)
- ③ 능력 \times 동기유발 = 인간의 성과(human performance)

(2) Maslow의 욕구 5단계

- ① 1단계 : 생리적 욕구(기아, 갈증, 호흡, 배설, 성욕등)
- ② 2단계 : 안전의 욕구(안전을 구할려는 욕구)
- ③ 3단계 : 사회적 욕구(애정, 소속에 대한 욕구)
- ④ 4단계 : 인정받으려는 욕구(자존심, 명예, 성취, 지위에 대한 욕구)
- ⑤ 5단계 : 자아실현의 욕구(잠재적인 능력을 실현하고자 하는 욕구)

(3) Alderfer의 ERG 이론

- ① 생존(Existence)욕구 : 신체적인 차원에서 유기체의 생존과 유지에 관련된 욕구
- ② 관계(Relatedness)욕구 : 타인과의 상호작용을 통해 만족되는 대인 욕구
- ③ 성장(Growth) : 개인적인 발전과 증진에 관한 욕구

참고 Maslow 와 Alderfer의 욕구이론 비교

Maslow의 욕구단계 이론	Alderfer의 ERG 이론
1. 생리적 욕구 └ 신체적	1. 생 존 (E)
2. 안전 욕구 └ 대인적	2. 관 계 (R)
3. 사회적 욕구	
4. 자기존경의 욕구	3. 성 장 (G)
5. 자아실현의 욕구	

(4) McGregor의 X 이론과 Y 이론

- ① X이론 : X이론의 관리자는 종업원에 대하여 다음과 같은 것을 신봉하고 있다.
- ㉠ 종업원은 상사로부터 통제를 받지 않으면 안된다.
 - ㉡ 종업원을 회사의 목적에 헌신시키기 위해 강제성을 띄어야 한다.
 - ㉢ 종업원은 본래 회사의 목적에 반하여 개인적인 목표를 가지고 있다.
- ② Y이론 : Y이론의 관리자는 종업원에 대하여 다음과 같은 것을 신봉하고 있다.
- ㉠ 종업원은 일하기를 원하고 또 자기자신의 동기유발자가 되도록 한다.
 - ㉡ 종업원을 회사의 목적을 위한 수단으로서 자발적으로 받아들인다.
 - ㉢ 목표설정과 참가함으로써 회사목표에 적합한 개인의 목표를 설정할 수 있다.
- ③ X이론과 Y이론의 비교

[표] X이론과 Y이론

X 이 론	Y 이 론
① 인간불신감	① 상호신뢰감
② 성악설	② 성선설
③ 인간은 본래 게으르고 태만하여 남의 지배받기를 즐긴다	③ 인간은 부지런하고 근면, 적극적이며 자주적이다
④ 물질욕구(저차적 욕구)	④ 정신욕구(고차적 욕구)
⑤ 명령통제에 의한 관리	⑤ 목표통합과 자기통제에 의한 자율관리
⑥ 저개발국형	⑥ 선진국형

(5) Herzberg의 2요인 이론

- ① 위생요인과 동기요인
- ㉠ 위생요인 : 인간의 동물적 욕구를 반영하는 것으로서 안전, 친교, 봉급, 감독형태, 기업 의 정책, 작업조건 등이 해당되며 Maslow의 생리적, 안전, 사회적 욕구와 비슷하다
 - ㉡ 동기요인 : 자아실현을 하려는 인간의 독특한 경향(성취, 인정, 작업자체, 책임감 등)을 반영한 것으로 Maslow의 자아실현 욕구와 비슷한 개념이다.
- ② 직무확대 방법
- ㉠ 규제를 제거하여 일에 대한 개인적 책임감이나 책무를 증가시킨다.
 - ㉡ 완전하고 자연스러운 작업단위를 제공한다.(한 단위의 한 요소만을 만들게 하지 말고 단 위전체를 생산하도록 한다)
 - ㉢ 직무에 부가되는 자유와 권한을 주어야 한다.
 - ㉣ 직접 상품생산에 대한 보고를 정기적으로 하게 한다.
 - ㉤ 더욱 새롭고 어려운 임무를 수행하도록 격려한다.
 - ㉥ 특정한 직무에 대해 전문가가 될 수 있도록 전문화된 임무를 배당한다.

참고 동기요소의 상호관계

위생요인과 동기요인 (Herzberg)	욕구의 5단계 (Maslow)	X이론과 Y이론 (McGregor)
위생요인	1단계: 생리적 욕구(종족보존) 2단계: 안전욕구	X 이론
동기부여요인	3단계: 사회적 욕구(친화욕구) 4단계: 인정욕구(승인의 욕구) 5단계: 자아실현욕구(성취욕구)	Y 이론

(6) Korman의 일관성 이론

- ① 균형 개념 : 인간은 누구나 자신의 인지적 균형감 및 일치감을 극대화 하려는 방향으로 행동하게 되며 그 행동에서 만족감을 갖게 될 것이라는 견해를 말한다.
- ② 일관성의 개념 : 높은 자기 - 존중의 사람들은 일관성을 유지하고 만족상태를 계속 유지하기 위해 더 높은 성과를 올리려고 할 것이며, 반대로 낮은 자기 - 존중의 사람들은 낮은 자기 - 이미지와 일치하는 방식으로 행동하려고 한다는 것을 일관성의 개념이라 한다.

(7) Vroom의 기대이론 : 의사결정을 하는 인지적 요소와 사람이 의사결정을 위해 이 요소들을 처리해가는 방법들을 나타내주는 것으로, 공식은 다음과 같다.

∴ 동기적인 힘(motivational force) = 유인가 × 기대

- ① 힘은 동기와 같은 의미로 쓰이며 행동을 결정하는 역할을 한다.
- ② 유인가(Valence) : 여러 행동대안의 결과 대해서 개인이 갖고있는 매력의 강도를 의미한다
- ③ 기대(expectancy) : 어떤 행동적인 대안을 선택했을때 성공할 확률이 얼마인가를 예측하는 것을 말한다.

(8) McClelland의 성취 동기이론 : 성취동기가 높은 사람의 특징은 다음과 같다.

- ① 적절한 모험을 즐긴다.
- ② 즉각적인 복원조치를 강구할 줄 안다. 또한 자신이 하고 있는 일의 구체적인 진행상황을 알고 싶어한다.
- ③ 성공함으로써 얻어지는 댓가보다는 성취 그 자체에 기쁨을 느낀다.
- ④ 과업에 전념하여 그 목표가 달성될 때까지 자신의 노력을 경주한다.

(9) 안전동기의 유발방법

- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| ① 안전의 기본이념을 인식시킬 것. | 안전목표를 명확히 설정할 것. |
| ② 결과를 알려줄 것.(KR법:Knowledge Results) | 상과 벌을 줄것. |
| ③ 경쟁과 협동을 유도할 것. | 동기유발 수준의 유지할 것. |

22. 동기유발요인

(1) Heinrich의 동기유발요인

- | | |
|----------|---------|
| ① 분위기 | 직무 그 자체 |
| ② 작업자 자신 | 노동조합 |
| ③ 동료그룹 | |

(2) Ross의 동기유발요인

① 안정	기회	참여	인정
② 경제	성과	부여권한	적응도
③ 독자성	의사소통		

23. 착오의 메카니즘 및 착오요인

(1) 착오의 메카니즘(mechanism)

① 위치의 착오	패턴의 착오
② 형(形)의 착오	순서의 착오
③ 잘못 기억	

(2) 착오 요인(대뇌의 Human error)

① 인지과정 착오	
㉠ 생리, 심리적 능력의 한계	정보량 저장능력의 한계
㉡ 감각차단 현상 : 단조로운 업무, 반복작업	정서 불안정 : 공포, 불안, 불만
② 판단과정 착오	
㉠ 능력부족	정보부족
㉡ 자기 합리화	환경조건의 불비
③ 조치과정 착오	

24. 착각현상(운동의 시지각)

(1) 자동운동 : 암실내에서 정리된 소광점을 응시하고 있으며 그 광점이 움직이는 것을 볼 수 있는데 이것을 자동운동이라 한다. 자동운동이 생기기 쉬운 조건은 다음과 같다.

① 광점이 작을 것.	시야의 다른 부분이 어두울 것.
② 광의 강도가 작을 것.	대상이 단순할 것.

(2) 유도운동 : 실제로는 움직이지 않는 것이 어느 기준의 이동에 유도되어 움직이는 것처럼 느껴지는 현상을 말한다.

(3) 가현운동 : 객관적으로 정지하고 있는 대상물이 급속히 나타나든가 소멸하는 것으로 인하여 일어나는 운동으로 마치 대상물이 운동하는 것처럼 인식되는 현상을 말한다.

(β운동 : 영화 영상의 방법)

25. 인간의 동작 특성 및 동작실패의 원인이 되는 조건

(1) 인간의 동작 특성

① 외적조건	
㉠ 동적조건 : 대상물의 동적 성질→ 최대원인	정적조건 : 높이, 크기, 깊이 등
㉡ 환경조건: 기온, 습도, 소음 등	
② 내적조건	
㉠ 경력(Career)	개인차
	생리적 조건 : 피로, 긴장 등

(2) 동작 실패의 원인이 되는 조건

- ① 자세의 불균형 : 행동의 습관
- ② 피로도 : 신체조건, 질병, 스트레스 등
- ③ 작업강도 : 작업량, 작업속도, 작업시간 등
- ④ 기상조건 : 온도, 습도, 기타 기상조건 등
- ⑤ 환경조건 : 작업 환경, 심리적 환경

26. 간결성의 원리

(1) 간결성의 원리

- ① 물적세계에 서두름이나 생략행위가 존재하고 있는 것처럼 심리활동에 있어서도 최고에너지에 의해 어느 목적에 달성하도록 하려는 경향이 있는데, 이것을 간결성의 원리라 한다.
- ② 간결성의 원리에 기인하여 착각, 착오, 생략, 단락 등의 사고에 관계되는 심리적 요인을 만들어 내게된다.

(2) 군화의 법칙 (물건의 정리)

구 분	내 용
근접의 요인	근접된 물건끼리 정리된다.
동류의 원인	매우 비슷한 물건끼리 정리한다.
폐합의 원인	밀폐형을 가지런히 정리한다.
연속의 요인	연속을 가지런히 정리한다.
좋은형태의 요인	좋은형태 (규칙성, 상징성, 단순성)로 정리한다.

- ① 근접의 요인 : 그림에서와 같이 동그라미가 전체로서 한군데 모여져 있지 않고 가까이 있는 두개의 동그라미가 각각 1조로 한군데 모여있는 것처럼 보이는데 이것은 가까이 있는 물건 끼리를 하나의 군으로 정리한다고 하는 지각이 있기 때문이다.

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

[그림] 근접의 요인

- ② 동류의 요인 : 6개의 동그라미가 정리되어 있지않고 흰동그라미와 검은동그라미가 각각 정리된 것처럼 보이는데 이것은 비슷한 물건끼리가 하나의 군으로서 인지되기 쉽기 때문이다

● ○ ● ○ ● ○ ● ○

[그림] 동류의 요인

- ③ 폐합의 요인 : 3개의 원형이 각각 있다고 할 경우, 큰 바깥측의 것이 작은 2개의 것을 폐합해 있는 것처럼 보이는데, 이것은 근접, 동류의 요인의 경향쪽이 강한 것을 나타내고 있기 때문이다.

[그림] 폐합의 요인

- ④ 연속의 요인 : 그림에서와 같이 직선과 곡선이 교차하고 있는 것처럼 보이고, 변형된 2개의 것이 조합된 것은 그렇지 않게 보인다.

㉠ 직선과 곡선의 교차

㉡ 변형된 2개의 조합

[그림] 연속의 요인

(3) 항상현상

- ① 시각의 법칙 : 물체의 대소는 거리에 반비례해서 작게되고 또한 대상에 대한 시각이 같게 되면 거리가 달라도 망막상의 크기는 변하지 않는다는 현상을 나타내는 것을 시각의 법칙이라 한다.
- ② 항상현상 : 실제로 보이는 물체의 크기는 시각의 법칙대로는 작게보이지 않고 같은 크기의 대상은 거리를 변하여도 같은 크기로 유지되려는 경향을 갖고 있는데 이현상을 항상현상이라 한다.

27.주의력과 부주의

(1) 주의의 특징

- ① 선택성 : 여러종류의 자극을 자각할 때 소수의 특정한 것에 한하여 선택하는 기능
- ② 방향성 : 주시점만 인지하는 기능
- ③ 변동성 : 주의에는 주기적으로 부주의의 리듬이 존재

(2) 주의의 특성

- ① 주의력의 중복집중의 곤란 : 주의는 동시에 2개 방향에 집중하지 못한다.(선택성)
- ② 주의력의 단속성 : 고도의 주의를 장시간 지속할 수 없다.(변동성)
- ③ 한지점에 주의를 집중하면 다른데 주의를 약해진다.(방향성)

(3) 부주의 현상

- ① 의식의 단절 : 지속적인 의식의 흐름에 단절이 생기고 공백의 상태가 나타나는 것으로서 특수한 질병이 있는 경우에 나타난다.(의식수준: phase 0 상태)
- ② 의식의 우회 : 의식의 흐름이 옆으로 빗나가 발생하는 경우로서 작업도중의 걱정, 고뇌, 욕구 불만등에 의해 다른 것이 주의하는 것이 이에 속한다.(의식수준: phase 0 상태)
- ③ 의식수준의 저하 : 흥미한 정신상태에서 심신이 피로할 경우나 단조로운 작업등의 경우에 일어나기 쉽다. (의식수준: phase I 이하 상태)
- ④ 의식의 과잉 : 지나친 의욕에 의해서 생기는 부주의 현상으로서 돌발사태 및 긴급이상 사태시 순간적으로 긴장되고 의식이 한방향으로만 쏠리게 되는 경우가 이에 해당된다.
(의식수준: phase IV상태)

(4) 부주의 발생원인 및 대책

① 외적 원인 및 대책

- ㉠ 작업, 환경조건 불량 : 환경정비
- ㉡ 작업순서의 부적당 : 작업순서정비

② 내적 조건 및 대책

- ㉠ 소질적 조건 : 적성배치
- ㉡ 의식의 우회 : 상담(counseling)
- ㉢ 경험, 미경험 : 교육

28. 의식수준의 단계

단 계	의식의 상태	주 의 작 용	생리적 상태	신 회 성	뇌파형태
0	무의식, 실신	없음(zero)	수면, 뇌발작	0	δ 파
I	정상이하(subnormal), 의식 몽롱함	부주의(inactive)	피로, 단조, 졸음, 술취함	0.9 이하	θ 파
II	정상, 이완상태(normal, relaxed)	수동적(passive), 마음이 안쪽으로 향함	안정기거, 휴식시 정례작업시	0.99 ~ 0.99999	α 파
III	정상, 상쾌한 상태(normal, clear)	능동적(active), 앞으로 향하는 주의 시야도 넓다.	적극 활동시	0.999999 이상	β 파
IV	초정상, 과긴장상태(hypernormal, excited)	일정으로 응집, 판단지	긴급 방위반응, 당황해서 panic	0.9 이하	β 파 또는 전간파

29. 피로

(1) 피로의 본체 : 피로란 작업경과에 따라 생리적 또는 심리적 요인으로 나타나는 현상이다.

(2) 피로의 3표지(피로의종류)

- ① 주관적 피로 : 이것은 스스로 느끼는 「피곤하다」는 자각증상으로 대개의 경우 권태감이나 단조감 또는 포화감이 뒤따른다.
- ② 객관적 피로 : 객관적 피로는 생산된 제품의 양과 질의 저하를 지표로 한다.
- ③ 생리적(기능적)피로 : 인체의 생리상태를 검사해 봄으로서 생체의 각 기능이나 물질의 변화 등에 의해 피로를 알 수 있는 방법이다.

(3) 피로에 영향을 주는 기계측 인자 및 인간측의 인자

① 기계측의 인자

- ㉠ 기계의 종류 기계의 선택
- ㉡ 조작부분의 배치 조작부분의 감촉
- ㉢ 기계의 이해 용이도

② 인간측의 인자 : 정신상태, 신체적상태, 생리적리듬, 작업시간 및 작업내용, 사회환경, 작업환경 등

(4) 피로의 측정법

① 생리학적 방법

- ㉠ 근전도(EMG; electromyogram) : 근육활동 전위차의 기록
- ㉡ 뇌전도(ENG; electroneurogram) : 신경활동 전위차의 기록
- ㉢ 심전도(ECG; electrocardiogram) : 심장근 활동 전위차의 기록
- ㉣ 안전도(EOG; electrooculogram) : 안구(眼球)운동 전위차의 기록
- ㉤ 산소 소비량 및 에너지 대사율(RMR; relative metabolic rate)

$$\therefore \text{RMR} = \frac{\text{작업대사량}}{\text{기초대사량}} = \frac{\text{작업시 소비에너지} - \text{안정시 소비에너지}}{\text{기초대사량}}$$

㉥ 피부전기반사(GSR; galvanic skin reflex) : 작업부하의 정신적 부담이 피로와 함께 증대하는 양상을 손바닥 안쪽의 전기저항의 변화를 이용해 측정하는 것으로 피부전기저항 또는 정신 전류현상 이라고도 한다.

㉦ 프릿가값(융합점멸주파수) : 정신적 부담이 대뇌피질의 피로수준에 미치고있는 영향을 측정하는 방법이다.

② 화학적 방법 : 혈액소농도, 혈액수준, 혈단백, 응혈시간, 혈액, 요 전해질, 요단백, 요교질 배설량 등

③ 심리학적 방법 : 피부(전위)저장, 동작분석, 연속반응시간, 행동기록, 정신작업, 전신자각 증상, 집중유지기능 등

(5) 휴식시간 산출

$$\therefore R = \frac{60(E-4)}{E-1.5}$$

여기서 R : 휴식시간(분), E : 작업시 평균 에너지 소비량(Kcal/분)

총 작업시간 : 60분, 휴식시간 중의 에너지 소비량 : 1.5(Kcal/분)

30. 바이오 리듬(biorhythm; 생체리듬)

(1) 바이오리듬의 종류

- ① 육체적 리듬 (physical cycle) : 주기 23일(식욕, 소화력, 활동력, 지구력), 청색표시
- ② 지성적 리듬 (intellectual cycle) : 주기 33일(상상력, 사고력, 기억력인지, 판단), 녹색표시
- ③ 감성적 리듬 (sensitivity cycle) : 주기 28일(감정, 주의심, 창조력, 예감 및 통찰력), 적색표시

(2) 위험일 (critical day): 한달에 6일 정도 일어나며 평소보다 뇌졸병이 5.4배, 심장질환 발작이 5.1배, 자살은 6.8배 정도 더 많이 발생된다.

(3) 생체리듬과 피로

- ① 혈액의 수분, 염분량: 주간은 감소하고 야간에는 증가한다.
- ② 체온, 혈압, 맥박수: 주간은 상승하고 야간에는 저하한다.
- ③ 야간에는 소화 분비액 불량, 체중이 감소한다.
- ④ 야간에는 말초운동 기능저하, 피로의 자각증상이 증대한다.

31. 스트레스의 주요원인

(1) 외부로부터의 자극요인

- ① 경제적인 어려움
- ② 가정에서의 가족관계의 갈등
- ③ 자신의 건강 문제

직장에서의 대인관계상의 갈등과 대립
가족의 죽음이나 질병
상대적인 박탈감 등

(2) 마음속에서 일어나는 내적자극 요인

- ① 자존심의 손상과 공격방어 심리
- ② 지나친 과거에의 집착과 허탈
- ③ 지나친 경쟁심과 재물에 대한 욕심
- ④ 가족간의 대화단절 의견의 불일치

출세욕의 좌절감과 자만심의 상충
업무상의 죄책감
남에게 의지하고자 하는 심리

제2장 안전 교육

1. 교육의 3요소 : 교육 활동의 교육의 3요소가 상호 실천적으로 교섭할 때 성립되며 그 가치가 피교육자의 성장과 발달로 나타난다.

- (1) 교육의 주체 : 교도자, 강사
- (2) 교육의 객체 : 학생, 수강자
- (3) 교육의 매개체 : 교재

2. 학습지도의 정의 및 원리

(1) 학습지도의 정의 : 학습자가 교육목적을 효과적으로 달성할 수 있도록 자극하고 도와주는 교육활동을 말한다. 즉, 모든 기술지도의 총체로 교육방법을 말한다.

- ① 핀케빗치(pinkevich)는 지도란 「교사가 방향을 지시하며 조직적으로 계도하는 영향하에 새로운 학생으로 하여금 지식, 기술, 습관에 정통하게 만드는 일」이라고 하였다.
- ② 루크(Locke)는 교육론에서 「경험을 통한 학습」과 「감각에 의한 학습」을 강조하였다.

(2) 학습지도의 원리

- ① 자기활동의 원리(자발성의 원리) : 학습자 자신이 스스로 자발적으로 학습에 참여하는데 중점을 둔 원리이다.
- ② 개별화의 원리 : 학습자가 지니고 있는 각자의 요구와 능력등에 알맞는 학습활동의 기회를 마련해 주어야 한다는 원리이다.
- ③ 사회화의 원리 : 학습내용을 현실사회의 사상과 문제를 기반으로 하여 학교에서 경험한 것과 사회에서 경험한 것을 교류시키고 공동학습을 통해서 협력적이고 우호적인 학습을 진행하는 원리
- ④ 통합의 원리 : 학습을 총합적인 전체로서 지도하자는 원리로, 동시학습 원리와 같다.
- ⑤ 직관의 원리 : 구체적인 사물을 직접 제시하거나 경험시킴으로서 큰 효과를 볼 수 있다는 원리이다.

3. 교육지도(학습지도)의 8원칙

- (1) 피 교육자 중심교육(상대방 입장에서 교육)
- (2) 동기부여(motivation)
- (3) 쉬운 부분에서 어려운 부분으로 진행
- (4) 반복(repeat)
- (5) 한번에 하나씩 교육
- (6) 인상의 강화(오래기억)

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| ① 보조재의 활용 | 견학 및 현장사진 제시 |
| ② 사고사례의 제시 | 중요사항의 재강조 |
| ③ 속담, 격언과의 연결 및 암시 등의 방법 선택 | 토의과제 제시 및 의견 청취 |

(7) 5관의 활용

① 5관의 효과치

- | | |
|--------------------|------------------|
| ㉠ 시각효과 60%(미국 75%) | 청각효과 20%(미국 13%) |
| ㉡ 촉각효과 15%(미국 6%) | 미각효과 3%(미국 3%) |
| ㉢ 후각효과 2%(미국 3%) | |

② 이해도 교육 효과

- | | | |
|----------|---------------|------------|
| ㉠ 귀: 20% | 눈: 40% | 귀 + 눈: 60% |
| ㉡ 입: 80% | 머리 + 손·발: 90% | |

(8) 기능적인 이해 : 근거있는 기능적 이해는

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| ① 기억을 강하게 심어주고 | 경솔하게 멋대로 하지 않으며 |
| ② 생략행위를 하지 않으며 | 독자적이고 자기 만족을 억제하며 |
| ③ 이상발견시 응급조치가 용이하여야 한다. | |

4. 교육법의 4단계 및 교육시간

(1) 교육법의 4단계

- ① 제1단계- 도입(준비) : 배우고자 하는 마음가짐을 일으키도록 도입한다.
- ② 제2단계- 제시(설명) : 상대의 능력에 따라 교육하고 내용을 확실하게 이해시키고 납득시켜 다시 기능으로서 습득시킨다.
- ③ 제3단계- 적용(응용) : 이해시킨 내용을 구체적인 문제 또는 실제문제로 활용시키거나 응용시킨다.
- ④ 제4단계- 확인(총괄) : 교육내용을 정확하게 이해하고 습득하였는지의 여부를 확인한다.

(2) 단계별 교육시간 : 단계별 교육의 시간 배분은 단위 시간을 1시간(60분)으로 했을때 대략 다음과 같이 된다.

교육법의 4단계	강 의 식	토 의 식
1단계 - 도입	5 분	5 분
2단계 - 제시	40 분	10 분
3단계 - 적용	10 분	40 분
4단계 - 확인	5 분	5 분

(3) 작업지도 기법의 4단계

① 제1단계 - 학습할 준비를 시킨다

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| ㉠ 마음을 안정 시킨다 | 무슨 작업을 할 것인가를 말해준다 |
| ㉡ 작업에 대해 알고 있는 정도를 확인한다 | 작업을 배우고 싶은 의욕을 갖게한다 |
| ㉢ 정확한 위치에 자리잡게 한다 | |

② 제2단계 - 작업을 설명한다

- ㉠ 주요단계를 하나씩 설명해주고 시범해 보이고 그려 보인다
- ㉡ 급소를 강조한다
- ㉢ 확실하게, 빠짐없이, 끈기있게 지도한다
- ㉣ 이해할 수 있는 능력 이상으로 강요하지 않는다

③ 제3단계 - 작업을 시켜본다

④ 제4단계 - 가르친뒤를 살펴본다

- ② 2단계 - 기계적 연습 : 연습을 반복함으로써 신속하고 정확성이 높아 가는 단계이다.
- ③ 3단계 - 응용적 연습 : 1,2단계의 종합적인 결과에서 하난의 완성된 결과를 가져오는 단계이다.
- (2) 고원(plateau) : 일반적으로 연습을 시작하면 처음에는 미숙해서 능률이 오르지 않다가 시간이 경과함에 따라 점차 능률이 오르게 되는데, 어느정도 시간이 경과하면 오히려 능률이 오르지 않고 한동안 정체상태에 들어간다. 이때를 연습의 고원이라고 한다. 고원현상은 모티베이션(motivation)의 감퇴, 포화, 피로, 행동의 고정화 및 단조성, 곤란한 문제에 대한 봉착 등 여러가지 원인에 의해서 생기게 된다.

(3) 연습의 방법

① 전습법과 분습법

㉠ 전습법(whole method) : 학습재료를 하나의 전체로서 묶어서 학습하는 방법이다.

㉡ 분습법(part method) : 학습재료를 작게 나누어서 조금씩 학습하는 방법으로 순수 분습법, 점진적 분습법, 반복적 분습법이 있다.

[표] 전습법 및 분습법의 장점

전 습 법 의 이 점	분 습 법 의 이 점
1. 망각이 적다. 2. 학습에 필요한 반복이 적다. 3. 연합이 생긴다. 4. 시간과 노력이 적다.	1. 어린이는 분습법을 좋아한다. 2. 학습효과가 빨리 나타난다. 3. 주의와 집중력의 범위를 좁히는데 적합하고 유리하다. 4. 길고 복잡한 학습에 적당하다.

8. 학습의 전이

(1) 전이(transference) : 학습의 전이란 어떤내용을 학습한 결과가 다른 학습이나 반응에 영향을 주는 현상을 말한다.

(2) 학습전이의 조건

- ① 학습정도의 요인 : 선행학습의 정도에 따라 전이의 가능정도가 다르다.
- ② 유사성의 요인 : 선행학습과 후행학습에 유사성이 있어야 한다는 것으로 자극의 유사성, 반응의 유사성, 원리의 유사성이 있다.
- ③ 시간적 간격의 요인 : 선행학습과 후행학습의 시간간격에 따라 전이의 효과가 다르다.
- ④ 학습자의 지능요인 : 학습자의 지능정도에 따라 전이효과가 달라진다.
- ⑤ 학습자의 태도요인 : 학습자의 주의력 및 능력, 특히 태도에 따라 전이의 정도가 다르다.

(3) 전이의 이론

- ① 동일요소설 : 선행 학습경험과 새로운 학습경험 사이에 같은 요소가 있을 때에는 서로의 사이에 연합 또는 연결의 현상이 일어난다는 설이다.(E.L.Thorndike)
- ② 일반화설 : 학습자가 하나의 경험을 하면 그것으로 그치는 것이 아니고 다른 비슷한 상황에서 같은 방법이나 태도로 대하려는 경향이 있어서 이것이 효과를 가져와 전이가 이루어진다는 설이다.(C.H.Judd)
- ③ 형태 이조설(移調說) : 형태심리학자들이 입증한 학설로 이것은 경험할 때의 심리학적 사태가 대체로 비슷한 경우라면 먼저 학습할 때에 머리속에 형성되었던 구조가 그대로 옮겨가기 때문에 전이가 이루어 진다는 설이다.

9. 적응기제(適應機制)

(1) 방어적 기제

- ① 보상 합리화 동일시 승화

(2) 도피적 기제

- ① 고립 퇴행 억압 백일몽

(3) 공격적 기제

- ① 직접적 공격형
- ② 간접적 공격형

10. 안전교육의 기본방향

- ① 사고사례 중심의 안전교육
- ② 안전작업(표준작업)을 위한 안전교육
- ③ 안전의식 향상을 위한 안전교육

11. 안전교육의 3단계 : 다음 3단계의 교육 원칙이 상호 유기적으로 연결된 학습진행이 이루어져야 한다.

- (1) 지식교육(제1단계) : 강의, 시청각교육을 통한 지식의 전달과 이해
- (2) 기능교육(제2단계) : 시범, 견학, 실습, 현장실습교육을 통한 경험 취득과 이해
- (3) 태도교육(제3단계) : 작업동작지도, 생활지도 등을 통한 안전의 습관화

12. 안전교육의 단계별 교육과정

- (1) 지식교육의 특성 : 주로 강의식 전달교육으로서 다음과 같은 특성이 있다.
- | | |
|------------------|----------------|
| ① 이해도 측정 곤란 | 단편적인 교육 치중 우려 |
| ② 교사 학습방법에 따라 차이 | 광범한 지식의 전달가능 |
| ③ 많은 인원에 대한 교육가능 | 안전의식 재고가 용이하다. |
- (2) 기능교육의 3원칙
- | | |
|-----------------|---------------|
| ① readiness(준비) | 위험 작업의 규제(수칙) |
| ② 안전작업 표준화(방법) | |

[표] 지식 및 기능교육의 4단계 지도 방법

단 계	지식교육	기능교육
1 단계	도입	학습준비
2 단계	제시(설명)	작업설명
3 단계	적용(응용)	실습
4 단계	확인(종합)	결과시찰

(3) 태도 교육의 기본과정(순서)

- | | |
|---------------|----------------|
| ① 청취(hearing) | 이해(understand) |
| ② 모범(example) | 평가(evaluation) |

13. 안전교육 계획

(1) 안전교육 계획에 포함 할 사항

- ① 교육목표(첫째 과제)
 - ㉠ 교육 및 훈련의 범위
 - ㉡ 교육 보조자료의 준비 및 사용 지침
 - ㉢ 교육 훈련의 의무와 책임관계 명시
- ② 교육의 종류 및 교육대상
- ③ 교육의 과목 및 교육내용
- ④ 교육기간 및 시간
- ⑤ 교육장소
- ⑥ 교육방법
- ⑦ 교육담당자 및 강사

(2) 안전교육 계획의 작성절차

- ① 교육목적과 교육목표의 결정
- ② 계획작성에 필요한 준비자료의 수집
- ③ 준비자료의 검토와 현장조사 및 시범 실습자재 확보대책
- ④ 본 계획의 작성 확정

(3) 준비계획에 포함되어야 할 사항

- ① 교육목표의 설정
- ② 교육대상자 범위 결정
- ③ 교육과정의 결정
- ④ 교육방법의 결정(교육방법과 형태)
- ⑤ 교육보조재료 및 강사 조교의 편성
- ⑥ 교육의 진행사항
- ⑦ 소요예산의 산정

(4) 실시계획의 내용

- ① 소요인원(학급편성 및 강사, 지도원 등)
- ② 교육장소
- ③ 소요기자재(교육보조재료, 교안 등)
- ④ 견학계획
- ⑤ 시범 및 실습계획
- ⑥ 협조부서 및 협동사항
- ⑦ 토의 진행계획
- ⑧ 소요 예산 책정
- ⑨ 평가계획
- ⑩ 일정표

14. 기능(기술)교육의 진행방법

(1) 하아버어드 학파의 5단계 교수법

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ① 준비시킨다(preparation) | 교시한다(presentation) |
| ② 연합한다(association) | 총괄시킨다(generalization) |
| ③ 응용시킨다(application) | |

(2) 듀이의 사고과정의 5단계

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| ① 시사를 받는다(suggestion) | 머리로 생각한다. |
| ② 가설을 설정한다. | 추론한다(reasoning) |
| ③ 행동에 의하여 가설을 검토한다. | |

(3) 교시법의 4단계

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ① 준비단계(preparation) | 일을 하여 보이는 단계(presentation) |
| ② 일을 시켜보이는 단계(performance) | 보습지도의 단계(follow-up) |

15. 안전교육 방법

(1) 강의 방식 : 강의법, 문답식, 문답제기식등의 방법이 있다.

- ① 강의법 : 많은 인원의 수강자(최적인원 40-50명)를 단기간의 교육시간에 비교적 많은 내용의 교육내용을 전수하기 위한 방법이다
- ② 문답식 : 일문일답식으로 강의식에 의한 학습효과를 테스트 하거나 확실하게 하기위해 사용된다.
- ③ 문제 제기식 : 과제에 대처시키는 문제 해결적인 방법과 재생시키기 위한 방법의 2가지가 있다.

(2) 토의(회의)방식 : 쌍방적 의사전달에 의한 교육방식이다(최적인원 10-20명)

- ① forum(공개토론회) : 새로운 자료나 교재를 제시하고 거기서의 문제점을 피교육자로 하여금 제기케하거나 의견을 여러가지 방법으로 발표케하고 다시 깊이 파고들어 토의를 행하는 방법이다.
- ② symposium : 몇사람의 전문가에 의하여 과제에 관한 견해를 발표한 뒤 참가자로 하여금 의견이나 질문을 하게 하여 토의하는 방법이다.
- ③ panel discussion : 패널멤버(교육과제에 정통한 전문가 4-5명)가 피교육자 앞에서 자유로이 토의를 하고 뒤에 피교육자 전원이 참가하여 사회자의 사회에 따라 토의하는 방법이다.
- ④ colloquy(대화) : panel discussion의 변형으로 패널멤버외에 참석자의 대표를 선출하여 질의응답의 형태로 실시되는 것이다.
- ⑤ 버즈 세션(buzz session) : 6-6 회의라고도 하며, 먼저 사회자와 기록계를 선출한후 나머지 사람은 6명씩의 소집단으로 구분하고,소집단별로 각각 사회자를 선발하여 6분간씩 자유토의를 행하여 의견을 종합하는 방법이다.

(3) 구안법(project method) : 학생이 마음속에 생각하고 있는 것을 외부에 구체적으로 실현하고 형상화하기 위해서 자기 스스로가 계획을 세워 수행하는 학습 활동으로 이루어 지는 형태다.

- ① Collings는 구안법을 탐험(exploration), 구성(construction), 의사 소통(communication), 유희(play), 기술(skill)의 5가지로 지적하고 산업시찰, 견학, 현장실습 등도 이에 해당된다고하였다.

- ② 구안법의 단계는 목적, 계획, 수행, 평가의 4단계를 거친다.
- (4) 문제 해결법 : 학생앞에 현실적인 문제를 제시하여 해결해 나가는 과정에서 지식, 기능, 태도, 기술등을 종합적으로 획득하는 학습과정으로 다음의 5단계 과정을 거친다.
- ① 1단계 : 문제의 제시(인식)
 - ② 2단계 : 문제의 해결계획의 수립
 - ③ 3단계 : 자료수집 및 검토
 - ④ 4단계 : 해결방법의 실시(학습활동의 전개)
 - ⑤ 5단계 : 정리와 결과의 검토
- (5) 사례연구법(case study) : 먼저 사례를 제시하고 문제적 사실들과 그의 상호관계에 대해서 검토하고 대책을 토의하는 방식으로 토의법을 응용한 교육기법이다.
- ① 장점
 - ㉠ 흥미가 있고 학습동기를 유발할 수 있다.
 - ㉡ 현실적인 문제의 학습이 가능하다.
 - ㉢ 관찰, 분석력을 높이고 판단력, 응용력의 향상이 가능하다.
 - ㉣ 토의과정에서 각자가 자기의 사고 방향에 대하여 태도의 변형이 생긴다.
 - ② 단점
 - ㉠ 적절한 사례의 확보가 곤란하다.
 - ㉡ 원칙과 규정(rule)의 체계적 습득이 곤란하다.
 - ㉢ 학습의 진보를 측정하기가 어렵다.
- (6) 역할연기법(role playing) : 참석자에게 어떤 역할을 주어서 실제로 시켜봄으로써 훈련이나 평가에 사용하는 교육기법으로 절충능력이나 협조성을 높여 태도의 변용에도 도움을 준다.
- ① 장점
 - ㉠ 흥미를 갖고 문제에 적극적으로 참가한다.
 - ㉡ 자기태도의 반성과 창조성이 생기고 발표력이 향상된다.
 - ㉢ 문제의 배경에 대하여 통찰하는 능력을 높임으로서 감수성이 향상된다.
 - ㉣ 각자의 장점과 약점을 알 수 있다.
 - ② 단점
 - ㉠ 높은 수준의 의사 결정에 대한 훈련에는 효과를 기대할 수 없다.
 - ㉡ 목적이 명확하지 않고 다른 방법과 병용하지 않으면 의미가 없다.
 - ㉢ 훈련 장소의 확보가 어렵다.

16.기업내 정형교육

(1) TWI(training within industry)

- ① 교육대상 : 감독자
- ② 교육내용
 - ㉠ JI(job instruction) : 작업지도 기법
 - ㉡ JM(job method) : 작업개선 기법
 - ㉢ JR(job relation) : 인간관계 관리법
 - ㉣ JS(job safety) : 작업안전 기법
- ③ 한 클라스는 10명정도, 교육 방법은 토의법, 1일 2시간씩 5일에 걸쳐 10시간 정도 행한다.

(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 현장외의 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.

(2) 시청각 교육의 기능

- ① 구체적인 경험을 충분히 줌으로써 상징화, 일반화의 과정을 도와 주며 의미나 원리를 파악하는 능력을 길러준다.
- ② 학습동기를 유발시켜 자발적인 학습활동이 되게 자극한다.
(학습효과의 지속성을 기할 수 없다.)
- ③ 학습자에게 공통경험을 형성시켜 줄 수 있다.
- ④ 학습의 다양성과 능률화를 기할 수 있다.
- ⑤ 개별 진로 수업을 가능케한다.

20. 강의 계획

(1) 강의 계획의 4단계

- | | |
|------------------------|---------------------|
| ① 1단계 : 학습목적과 학습성과의 설정 | 2단계 : 학습자료 수집 및 체계화 |
| ② 3단계 : 교수방법의 선정 | 4단계 : 강의 안 작성 |

(2) 학습목적의 3요소

- | | |
|--|-------------|
| ① 목표(goal) | 주제(subject) |
| ② 학습정도(level of learning) : 인지, 지각, 이해, 적용 | |

21. 교육훈련 평가의 기준

(1) 요더(D·Yoder)의 기준

- ① 훈련전후의 비교(before and after comparisons) : 이는 경영자보다 감독자 훈련에서 더욱 유효하다.
- ② 통제그룹(control groups) : 피훈련자, 또한 비훈련자도 포함하여 그룹으로서 비교 평가한다.
- ③ 평가기준의 설정(yardsticks and criteria) : 작업훈련의 평가에서는 생산량 및 속도가 중요한 기준이 된다.

(2) 로쉬(C·H·Lawshe)의 기준

- | | |
|-------------------|---------------|
| ① 생산량 | 단위 생산 소요시간 |
| ② 훈련 실시기간 | 불량 및 파손자재 소모 |
| ③ 품질 | 사기 |
| ④ 결근, 고정, 퇴직, 재해율 | 일반관리 및 관리자 부담 |

22. 교육훈련 평가의 4단계

- | | |
|------------------|--------------|
| (1) 제1단계 : 반응 단계 | 제2단계 : 학습 단계 |
| (2) 제3단계 : 행동 단계 | 제4단계 : 결과 단계 |

23. 교육과목에 따른 학습평가 방법

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| (1) 지식교육 : 평가시험 및 기타 테스트 | 기능교육 : 노트 및 테스트 |
| (2) 태도교육 : 관찰 및 면접 | |

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, 자료표등과 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 작업수행등의 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 되어야할 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.

② 병렬(parallel system)

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

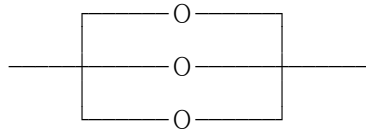
(2) 설비의 신뢰도

① 직렬연결 : 자동차 운전

$$\begin{array}{ccccccc} \text{---} & \text{O} & \text{---} & \text{O} & \text{---} & \text{O} & \dots & \text{O} & \text{---} \\ & R_1 & & R_2 & & R_3 & \dots & R_n & \end{array}$$

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

② 병렬연결 : 열차나 항공기의 제어장치



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

(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

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

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 프로그램함으로서 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

15. 인체계측

(1) 인체계측자료의 응용원칙

- ① 최대치수와 최소치수 : 최대치수 또는 최소치수를 기준으로 하여 설계한다.
- ② 조절범위(조절식) : 체격이 다른 여러 사람에게 맞도록 만드는 것이다.
- ③ 평균치를 기준으로 한 설계: 최대치수나 최소치수, 조절식으로 하기가 곤란할 때 평균치를 기준으로 하여 설계한다.

(2) 인체계측치 활용상의 유의사항

- ① 최소표본수는 50-100 명이 좋다
- ② 인체계측치는 어떤 기준에 의해 측정된 것인가를 확인할 필요가 있다
- ③ 인체계측치는 일반적으로 나체치수로서 나타내며 설계대상에 그대로 적용되지 않는 경우가 많다

16. 생리학적 측정법

- (1) 근전도(EMG; electromyogram) : 근육활동의 전위차를 기록한 것으로, 심장근의 근전도를 특히 심전도(ECG; electrocardiogram)라 하며, 신경활동전위차의 기록은 ENG(electroneurogram)라 한다.
- (2) 피부전기반사(GSR; galvanic skin reflex) : 작업 부하의 정신적 부담도가 피로와 함께 증대하는 양상을 수장(手掌) 내측의 전기저항의 변화에서 측정하는 것으로, 피부전기저항 또는 정신전류현상이라고도 한다.
- (3) 프릿가 값 : 정신적 부담이 대뇌피질의 활동수준에 미치고 있는 영향을 측정한 값이다.

17. 에너지 소모량의 산출

- (1) 에너지 대사율(R.M.R.; relative metabolic rate): 작업강도 단위로서 산소호흡량을 측정하여 에너지의 소모량을 결정하는 방식이다.

$$\therefore \text{R.M.R} = \frac{\text{작업 대사량}}{\text{기초 대사량}} = \frac{\text{작업시의 소비에너지}-\text{안정시 소비에너지}}{\text{기초 대사량}}$$

작업시 소비에너지와 안정시 소비에너지 : 더그라스.백 법

기초 대사량= $A \times x$

여기서, A : 체표면적(cm^2)

$$A = H^{0.725} \times W^{0.425} \times 72.46 [H: \text{신장}(cm), W: \text{체중}(kg)]$$

x : 체표면적당 시간당 소비에너지

- (2) 작업강도 구분 : 0-2RMR(輕작업), 2-4RMR(中작업), 4-7RMR(重작업), 7RMR 이상(超重작업)

18. 작업공간 및 작업대

- (1) 작업공간 포락면(envelope) : 한장소에 앉아서 수행하는 작업활동에서 사람이 작업하는데 사용하는 공간을 말한다.
- (2) 작업역
 - ① 정상작업역 : 34 - 45 cm
 - ② 최대작업역 : 55 - 65 cm
- (3) 작업대
 - ① 어깨 중심선과 작업대 간격 : 19 cm
 - ② 입식 작업대 높이: 팔꿈치 높이보다 5 -10 cm 정도 낮으면 좋다
- (4) 의자 설계원칙
 - ① 체중분포 : 체중이 좌골 결절에 실려야 편안하다
 - ② 의자 좌판의 높이 : 좌판 앞부분이 오금 높이 보다 높지 않아야 한다
 - ③ 의자 좌판의 깊이와 폭 : 폭은 큰 사람에게, 깊이는 작은 사람에게 맞도록 해야한다
 - ④ 몸통의 안정 : 의자의 좌판 각도는 3°, 좌판 등판간의 등판 각도는 100°가 몸통안정에 효과적이다
- (5) 부품 배치의 원칙
 - ① 중요성의 원칙
 - ② 사용 빈도의 원칙
 - ③ 기능별 배치의 원칙
 - ④ 사용순서의 원칙
- (6) 작업장(표시장치와 조정장치를 포함하는) 설계시 배치 우선순위
 - ① 1순위 : 주된 시각적 임무
 - ② 2순위 : 주 시각 임무와 상호 교환하는 주조종장치
 - ③ 3순위 : 조정장치와 표시 장치간의 관계
 - ④ 4순위 : 사용순서에 다른 부품의 배치
 - ⑤ 5순위 : 자주 사용되는 부품은 편리한 위치에 배치
 - ⑥ 6순위 : 체계내 또는 다른 체계의 배치와 일관성 있게 배치

19.기계 통제 장치의 유형

- (1) 양의 조절에 의한 통제 : 연속 조절(knob, crank, handle, lever, pedall 등)
- (2) 개폐에 의한 통제 : 불연속 조절(수동푸시버트, 발푸시버트, 터글스위치, 로타리스위치 등)
- (3) 반응에 의한 통제 : 자동경보시스템

20.통제기기의 선정조건

(1) 통제기기의 조작력이 적게 소요되는 경우의 설정조건

- ① 2개소의 불연속 세팅의 경우 : 수동식 푸시버튼, 발푸시버튼, 터글 스위치의 사용
- ② 3개소의 불연속 세팅의 경우 : 터글 스위치, 로우터리 스위치의 사용
- ③ 4~24개소의 세팅이 소요되는 경우 : 로우터리 스위치사용
- ④ 적은 범위의 연속 세팅의 경우 : 나브와 레버의 사용
- ⑤ 큰범위의 연속 세팅의 경우 : 크랭크의 사용

(2) 통제기기의 조작력을 크게 요하는 경우의 설정조건

- ① 2개소의 불연속 세팅의 경우 : 정지 장치가 있는 레버, 수동식 대형 푸시버튼, 대형 발푸시버튼 사용
- ② 3~24개소의 불연속 세팅의 경우 : 정지 장치가 있는 레버의 사용
- ③ 적은 범위의 연속세팅을 사용하는 경우 : 핸들, 로우터리 페달 또는 레버를 사용
- ④ 넓은 경우의 연속세팅을 사용하는 경우 : 대형 크랭크를 사용

21. 통제 표시비(통제비)

(1) 통제표시비 : 통제기기와 표시장치의 관계를 나타낸 비율을 말하며 **C/D**비라고도 한다.

$$\therefore \frac{C}{D} = \frac{X}{Y}$$

여기서 **X**: 통제기기의 변위량 cm

Y: 표시계기의 지침의 변위량 cm

(2) 조종구(ball control)에서의 **C/D**

$$\therefore \frac{C}{D} \text{ 비} = \frac{\frac{a}{360} \times 2 L}{\text{표시계기의 이동거리}}$$

여기서 **a**: 조정장치가 움직인 각도

L: 반경(지레의 길이)

(3) 통제비 설계시 고려해야할 사항

- ① 계기의 크기 공차
- ② 방향성 조작시간
- ③ 목측거리

(4) 최적의 **C/D**비 : 1.18 ~ 2.42

22. 인간의 감각운동계통 및 자극차원

(1) 인간의 감각운동계통(sensorymotor system)

- ① 감각기관(감지:sensing) → ② 인식(perception) → ③ 단기보관(기억) → ④ 인식을 행동으로 옮김(반응의 선택) → ⑤ 반응의 제어 → ⑥ 발효기의 행동(effector)
- ④ → ② 장기보관(기억)

(2) 인간의 특정감각(sensory modality)을 통하여 환경으로 부터 받아들이는 자극차원

- ① 시각적 식별: 형태구성, 크기, 위치, 색등
- ② 청각적 식별: 진동수나 강도

23. 인간기억의 정보량

- (1) 단위시간당 영구 보관(기억)할 수 있는 정보량 : 0.7bit/sec
- (2) 인간의 기억속에 보관할 수 있는 총 용량 : 약 1억 (10^8 ; 100mega) ~ 1000조 (10^{15})bit
- (3) 신체 반응의 정보량 : 인간이 신체적 반응을 통하여 전송할 수 있는 정보량은 그 상한치가 약 10bit/sec 정도이다.
- (4) 경로 용량 및 전달된 정보량
 - ① channel capacity(경로용량) : 절대식별에 근거하여 자극에 대해서 우리에게 줄 수있는 최대 정보량
 - ② 전달된 정보량 : 자극의 불확실성과 반응의 불확실성의 중복부분을 나타낸다.

24. 표시 장치로 나타내는 정보의 유형

- (1) 정량적(quantitative) 정보 : 변수의 정량적인 값
- (2) 정성적(qualitative) 정보 : 가변 변수의 대략적인 값, 경향, 변화율, 변화방향 등
- (3) 상태(status) 정보 : 체계의 상황이나 상태
- (4) 묘사적(representational) 정보 : 사물, 지역, 구성 등을 사진, 그림 또는 그래프로 묘사
- (5) 경계 및 신호 정보 : 비상 또는 위험상황, 어떤 물체나 상황의 존재유무
- (6) 식별(identification) 정보 : 어떤 정적 상태, 상황 또는 사물의 식별용
- (7) 문자나 숫자의 부호(symbolic) 정보 : 구두, 문자, 숫자 및 관련된 여러 형태의 암호화 정보
- (8) 시차적(time-phased) 정보 : 펄스(pulse)화 되었거나 또는 시차적 신호, 즉 신호의 지속 시간, 간격 및 이들의 조합에 의해 결정되는 신호

25. 청각 장치와 시각 장치의 선택(특정감각의 선택)

청각 장치 사용	시각 장치 사용
① 전언이 간단하고 짧다.	① 전언이 복잡하고 길다.
② 전언이 후에 재참조 되지 않는다.	② 전언이 후에 재참조된다.
③ 전언이 즉각적인 사상(event)을 이룬다.	③ 전언이 공간적인 위치를 다룬다.
④ 전언이 즉각적인 행동을 요구한다.	④ 전언이 즉각적인 행동을 요구하지 않는다.
⑤ 수신자의 시각계통이 과부하 상태일 때	⑤ 수신자가 청각계통이 과부하 상태일 때
⑥ 수신 장소가 너무 밝거나 암조음 유지가 필요할 때	⑥ 수신 장소가 너무 시끄러울 때
⑦ 직무상 수신자가 자주 움직이는 경우	⑦ 직무상 수신자가 한곳에 머무르는 경우

26. 암호체계 사용상의 일반적인 지침

- (1) 암호의 검출성 : 검출이 가능해야 한다.
- (2) 암호의 변별성 : 다른 암호표시와 구별되어야 한다.
- (3) 부호의 양립성 : 양립성이란 자극들 간의, 반응들 간의, 자극 - 반응 조합의 관계가 인간의 기대와 모순되지 않는 것이다.
- (4) 부호의 의미 : 사용자가 그 뜻을 분명히 알아야 한다.
- (5) 암호의 표준화 : 암호를 표준화 하여야 한다.
- (6) 다차원 암호의 사용 : 2가지 이상의 암호차원을 조합해서 사용하면 정보전달이 촉진된다.

27. 속도압박과 부하압박

- (1) 속도압박 : 본질적으로 어떤임무를 수행하는 작업자 편에서의 반응으로서, 속도압박은 표시장치의 물리적 특성으로 부터 우리가 기대할 수 있는 그런 성능이하로 작업성능을 저하시킨다.
- (2) 부하(負荷)압박 : 작업의 특성을 변화 시킨다.
- (3) 신호들간의 시간차(time-phasing)
 - ① 자극들이 짧게 촛촛한 시간순으로 제시되면 속도압박이나 부하압박때문에 제대로 인식하지 못하는 수가있다.
 - ② 신호간 간격이 약 0.5초 보다도 더 짧으면 자극들을 혼동하기 쉬우며, 2개의 자극이 마치 1개인것 처럼 반응하게 된다.

28. 다중감각입력 및 신호검출이론

- (1) 다중감각입력
 - ① 시배분(time sharing) : 정보가 여러 근원(根源)으로 부터 동일한 감각경로나 둘이상의 감각경로를 통해 들어온다.
 - ② 감각경로의 중복사용 : 둘이상의 감각을 사용하여 동일한 정보 또는 보조정보를 동시에 또는 최소간격의 시간순으로 전송한다.
 - ③ 잡음(noise) : 바람직하지 않고 필요없는 자극을 말한다.
- (2) 신호검출이론(TSD; theory of signal detection)
 - ① 시각, 청각 및 기타 잡음이 자극 검출에 끼치는 영향은 신호검출이론을 따르도록 하였다.
 - ② 신호검출이론(TSD)의 의의
 - ㉠ (시각, 청각 및 기타)잡음에 실린 신호의 분포는 잡음만의 분포와는 뚜렷이 구분되어야한다.
 - ㉡ 어느 정도의 중첩이 불가피한 경우에는, 허위정보와 신호를 검출하지 못하는 과오중 어떤과오를 좀더 목인할 수 있는가를 결정하여 관측자의 판정기준 설정에 도움을 주어야 한다.

29. 인간의 기술

- (1) 전신적(gross bodily) 기술 : 보행, 균형유지 등
- (2) 조작적(manipulative) 기술 : 연속적, 수차적(遂次的), 이산적(離散的) 형태 포함
- (3) 인식적(perceptual) 기술

- (4) 언어(language) 기술 : 의사소통, 수학, 은유 또는 컴퓨터 언어 같이 사람들이 사고할 때나 문제 해결에 사용하는 여러가지 표현방식

30. 양립성(compatibility) : 정보입력 및 처리와 관련한 양립성은 인간의 기대와 모순되지 않는 자극들간의, 반응들간의 또는 자극반응 조합의 관계를 말하는 것으로 다음의 3가지가 있다.

- (1) 공간적 양립성 : 표시장치가 조종장치에서 물리적 형태나 공간적인 배치의 양립성
- (2) 운동 양립성 : 표시 및 조종장치, 체계반응의 운동 방향의 양립성
- (3) 개념적 양립성 : 사람들이 가지고 있는 개념적 연상(어떤 암호체계에서 청색이 정상을 나타내듯이)의 양립성

31. 디스플레이(display)가 형성하는 목시각

- (1) 수평 : 최적조건(15° 좌우), 제한조건(95° 좌우)
- (2) 수직 : 최적조건($0 - 30^{\circ}$ 하한), 제한조건(75° 상한, 85° 하한)
- (3) 정상작업 위치에서 모든 디스플레이를 보기 위한 조업자시계 : $60^{\circ} - 90^{\circ}$

32. 시각적 표시장치

(1) 정량적 동적 표시장치의 기본형

- ① 정목 동침(moving pointer)형 : 눈금이 고정되고 지침이 움직이는 형
- ② 정침 동목(moving scale)형 : 지침이 고정되고 눈금이 움직이는 형
- ③ 계수(digital)형 : 전력계나 택시요금 계기와 같이 기계, 전자적으로 숫자가 표시되는 형

(2) 지침의 설계요령

- ① 선각(先角)이 약 20° 정도되는 뾰족한 지침을 사용한다.
- ② 지침의 끝은 작은 눈금과 맞닿되 겹치지 않게 한다.
- ③ 원형 눈금의 경우 지침의 색은 선단에서 눈금의 중심까지 칠한다.
- ④ 시차(視差)를 없애기 위해 지침은 눈금면과 밀착시킨다.

(3) 신호 및 경보등의 빛의 검출성에 영향을 끼치는 인자

- ① 광원의 크기
- ② 광속 발산도 및 노출시간
- ③ 색광(효과 척도가 빠른순서: 적색 - 녹색 - 황색 - 백색)
- ④ 점멸속도
- ⑤ 배경광

(4) 신호 및 경보등의 점멸속도 : 점멸속도는 점멸 융합주파수 약 30 Hz 보다 훨씬적어야 하며 주의를 끌기 위해서는 초당 3-10 회의 점멸속도, 지속시간은 0.05초 이상이 적당하다.

(5) VFF(시각적 점멸 융합 주파수)에 영향을 주는 변수

- ① VFF는 조명강도의 대수치에 선형적으로 비례한다.

② 視標 와 주변의 휘도가 같을 때에 VFF는 최대로 된다.

③ 휘도만 같으면 색은 VFF에 영향을 주지 않는다.

④ 암조음시는 VFF가 감소한다.

⑤ VFF는 사람들 간에는 큰 차이가 있으나, 개인의 경우 일관성이 있다.

⑥ 연습의 효과는 아주 적다.

* 점멸융합 주파수란 계속되는 자극들이 점멸하는 것 같이 보이지 않고 연속적으로 느껴지는 주파수이다.

(6) 비행자세 표시장치 설계의 제원칙(표시장치 설계의 6원칙)

① 표시장치 통합의 원칙 : 관련된 제반정보는 상호 관계를 직접 인식할 수 있도록 공동표시장치계에 나타낸다.

② 회화적 사실성의 원칙 : 도식적으로 관계를 나타낼 경우, 암호표시가 나타내는 바를 쉽게 알 수 있어야 한다.

③ 이동 부분의 원칙 : 이동부분(이동 물체를 나타내는 부호)의 영상은 고정된 눈금이나 좌표계에 나타내는 것이 좋다.

④ 추종 추적의 원칙 : 추종 추적에서는 원하는 성능의 지표(목표)와 실제 성능의 지표가 공통 눈금이나 좌표계 상에서 이동한다.

⑤ 빈도 분리의 원칙 : 장치에 나타나는 표시의 상대적 이동 속도에 관한 것으로 높은 빈도의 정보를 제공할 경우 이동 요소는 기대되는 방향으로 반응해야 한다.(이동의 양립성이 중요)

⑥ 최적 축척의 원칙 : 정확도를 고려하여 최적 축척을 결정해야 한다.

(7) 문자 - 숫자 및 관련 표시장치

① 획폭비 : 문자나 숫자의 높이에 대한 획 굵기의 비로서 나타내며, 최적 독해성(최대 명시거리)을 주는 획폭비는 흰 숫자(검은바탕)의 경우에 1:13.3 이고 검은 숫자(흰 바탕)의 경우는 1:8 정도이다.

② 광삼(irradiation)현상 : 흰 모양이 주위의 검은 배경으로 번지어 보이는 현상이다.

③ 종횡비(문자 숫자의 폭:높이) : 1:1의 비가 적합하며 3:5까지는 독해성에 영향이 없고, 숫자의 경우는 3:5를 표준으로 한다.

(8) 시각적 암호, 부호 및 기호의 유형

① 묘사적 부호 : 사물의 행동을 단순하고 정확하게 묘사한 것(예: 위험표지판의 해골과 뼈, 도보 표지판의 걷는 사람)

② 추상적 부호 : 傳言의 기본요소를 도식적으로 압축한 부호로 원 개념과는 약간의 유사성이 있을 뿐이다.

③ 임의적 부호 : 부호가 이미 고안되어 있으므로 이를 배워야 하는 부호(예: 교통 표지판의 삼각형-주의, 원형-규제, 사각형-안내표시)

33. 청각적 표시 장치

(1) 청각적 표시장치가 시각적인 것보다 효과가 있는 경우

① 신호원 자체가 음일 때

② 무선기의 신호, 항로 정보등과 같이 연속적으로 변하는 정보를 제시할 때

③ 음성 통신 경로가 전부 사용되고 있을 때(청각적 신호는 음성과는 확실히 구별되어야 함)

- (2) 청각적 신호를 받는 경우 신호의 성질에 따라 수반되는 3가지 기능
- ① 검출(detection) : 신호의 존재 여부를 결정
 - ② 상대 식별 : 2가지 이상의 신호가 근접하여 제시 되었을때 이를 구별
 - ③ 절대 식별 : 어떤 부류에 속하는 특정한 신호가 단독으로 제시 되었을때 이를 구별
- * 상대 및 절대 식별은 강도, 진동수, 지속시간, 방향등 여러자극 차원에서 이루어질 수 있다.
- (3) 경계 및 경보신호의 선택 또는 설계시의 설계지침
- ① 500-3000 Hz(또는 200-5000 Hz)의 진동수 사용
 - ② 장거리(3000 m이상)용은 1000 Hz 이하의 진동수 사용
 - ③ 장애물 및 칸막이 통과시는 500 Hz 이하의 진동수 사용
 - ④ 주의를 끌기 위해서는 변조된 신호(초당 1-8번 나는 소리, 초당 1-3번 오르내리는 소리 등)사용
 - ⑤ 배경소음의 진동수와 구별되는 신호사용
 - ⑥ 경보효과를 높이기 위해서 개시 시간이 짧은 고강도 신호를 사용
 - ⑦ 수화기를 사용하는 경우에는 좌우로 교번하는 신호를 사용
 - ⑧ 가능하면 확성기, 경적등과 같은 별도의 통신계통을 사용
- (4) 첨두삭제(peak clipping) : 신호가 비선형회로를 통과할 때 생기는 변형을 진폭왜곡이라 하며, 첨두삭제는 진폭왜곡의 한 형태로서 음파의 첨두치들을 제거하고 중간 부분만을 남기는 것을 말한다.
- ① 상당한(20dB정도) 첨두삭제를 하여도 음성이해도는 거의 영향 받지 않는다.
 - ② 삭제된 신호를 원 신호 수준으로 재 증폭하면 음성의 최고 수준을 증가시키지 않아도 약한 자음이 강화된다.
 - ③ 조용한 경우 첨두삭제된 음성은 거칠고 불쾌하게 들린다.
 - ④ 첨두삭제 단계이후에 들어온 잡음이 있는 경우 왜곡효과는 잡음에 의해서 은폐되어 음성은 삭제되지 않은 것 같이 들리며 잡음속의 통화의 이해도는 오히려 증가한다.(送話者 주의가 조용한 경우)
- (5) 인간의 vigilance(주의하는 상태, 긴장상태, 경계상태)현상에 영향을 끼치는 조건
- ① 검출능력은 작업시각 후 빠른 속도로 저하된다(30-40분 후 검출능력은 50 %로 저하).
 - ② 발생빈도가 높은 신호일수록 검출률이 높다.
 - ③ 규칙적인 신호에 대한 검출률이 높다.
 - ④ 신호 강도가 높고 오래 지속되는 신호는 검출하기 쉽다.
- (6) 경고신호 : 기계적 불안전성을 알리기 위해서 사용되는 경고신호의 구비조건은 다음과 같다.
- ① 기계의 동작자 또는 주위 사람의 주의를 끌 수 있어야 한다.
 - ② 경고 신호의 뜻과 동작 절차를 제시하여야 한다.
 - ③ 기계 자체 또는 관계되는 인간과 다른 물체에 미치는 영향을 최소 한도로 감소시킬 수 있어야 한다.
 - ④ 경고를 받고나서부터 행동에 이르기까지 시간적인 여유가 있어야 한다.

34.동적인 촉각적 표시장치

- (1) 촉각적 통신에서 기계적 자극을 사용하는 방법
 - ① 피부에 진동기를 부착하는 방법
 - ② 증폭된 음성을 하나의 진동기를 사용하여 피부에 전달하는 방법
- (2) 전기적 자극 : 통증을 주지 않을 정도의 진동전류 자극을 사용한다.

35. 신체 활동 및 생리적 배경

- (1) 지구력(endurance) : 사람은 자기의 최대근력을 잠시동안만 낼수 있으며 근력의 15% 이하의 힘은 상당히 오래 유지할 수 있다.
- (2) 동작의 속도와 정확성
 - ① 반응시간(reaction time) : 동작을 개시할 때 까지의 총시간을 말한다.
 - ② 단순반응시간(simple reaction time) : 하나의 특정한 자극만이 발생할 수 있을때 반응에 걸리는 시간으로 자극을 예상하고 있을때 반응시간은 0.15 - 0.2초 정도이다(특정감관, 강도, 지속시간등의 자극의 특성, 연령, 개인차 등에 따라 차이가 있음)
 - ③ 자극이 가끔 일어나거나 예상하고 있지 않을 때 반응시간은 약 0.1초가 증가된다.
 - ④ 동작시간 : 신호에 따라서 동작을 실행하는데 걸리는 시간 약 0.3초(조종 활동에서의 최소치)이다.
 \therefore 총 반응시간 = 단순반응 시간 + 동작시간 = 0.2 + 0.3 = 0.5초
- (3) 사정효과(range effect) : 눈으로 보지않고 손을 수평면상에서 움직이는 경우에 짧은 거리는 지나치고 긴 거리는 못 미치는 경향을 말하며 조작자가 작은오차에는 과잉반응, 큰 오차에는 과소반응을 하는 것이다.
- (4) 전전(tremor; 잔잔한 떨림)을 감소시키는 방법
 - ① 시각적 참조
 - ② 몸과 작업에 관계되는 부위를 잘 받친다.
 - ③ 손이 심장 높이에 있을 때가 손 떨림이 적다.
 - ④ 작업대상물에 기계적 마찰이 있을 때

36. 조정장치의 저항력

- (1) 탄성저항 : 조종장치의 변위에 따라 변한다.
- (2) 점성저항 : 출력과 반대방향으로 그 속도에 비례해서 작용하는 힘 때문에 생기는 항력이다.
- (3) 관성(inertia) : 기계장치의 질량(중량)으로 인한 운동에 대한 저항으로 가속도에따라 변한다.
- (4) 정지 및 미끄럼 마찰 : 처음 움직임에 대한 저항력인 정지마찰은 급속히 감소하나, 미끄럼 마찰은 계속하여 운동에 저항하여 변위나 속도와는 무관하다.

37. 이력현상 및 사공간

- (1) 이력현상(또는 반발) : 제어동작이 멈추면 체계반응 거꾸로 돌아오는 것을 말한다. C/D비가 낮은 (민감)경우 반발의 악 영향이 커진다.
- (2) 제어장치의 死空間 : 조종장치를 움직여도 피 제어요소엔 변화가 없는 것을 말한다.

38.운동관계의 양립성

- (1) 조종장치로 원형 또는 수평표시장치의 지침을 움직이는 경우 : 조종장치의 시계방향 회전에 따라 지시치가 증가 해야 한다.
- (2) 동침형 수직눈금의 경우 : 지침에 가까운 부분과 같은 방향으로 움직이는 것이 가장 양립성이 크다.
- (3) 정침 동목형 표시장치 : 다음과 같은점이 바람직하다.
- ① 直接驅動(direct drive) : 눈금과 손잡이가 같은 방향으로 회전
 - ② 눈금 숫자는 우측으로 증가
 - ③ 손잡이의 시계 방향 회전이 지시치를 증가

39.온도와 열 압박

(1) 열 교환

- ① $S(\text{열축적}) = M(\text{대사열}) - E(\text{증발}) - W(\text{한일}) \pm R(\text{복사}) \pm C(\text{대류})$
- ② 증발에 의한 열 손실을 : 37℃의 물 1g의 증발열은 2410joule/g(575.7cal/g)이다.

$$\therefore \text{열 손실율(watt)} = \frac{2410 \text{ J/g} \times \text{증발양(g)}}{\text{증발시간(sec)}}$$

- ③ 열교환에 영향을 주는요소 : 기온, 습도, 복사온도, 공기의 유동

$$\text{④ 보온율(clo 단위)} = 0.18 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{hr}}$$

$$\text{⑤ 단면적당 열 유동율(R/A)} = \frac{T}{\text{clo}}$$

(2) 환경요소의 복합지수

① 실효온도(ET)

- ㉠ 실효온도(체감온도 또는 감각온도)에 영향을 주는 요인 : 온도, 습도, 기류(공기유동)
- ㉡ 허용한계 : 정신(사무 작업)(60 - 64°F), 경작업(55 - 60°F), 중작업(50 - 55°F)
- ② Oxford 지수: WD(습건) 지수라고도 하며, 습구, 건구 온도의 가중(加重)평균치로서 다음과 같이 나타낸다.

$$\therefore \text{WD} = 0.85W(\text{습구 온도}) + 0.15d(\text{건구 온도})$$

(3) 온도의 영향

- ① 안전활동에 알맞는 최적 온도 : 18 - 21℃
- ② 갱내 작업장의 기온상황 : 37℃ 이하
- ③ 체온의 안전한계와 최고한계온도 : 38℃ 와 41℃

(6) 색의 3속성 : 색상, 채도, 명도

(7) 색채 심리

① 색감 (색채의 느낌)

㉠ 적색 : 열정, 활기, 용기, 애정, 공포

황색 : 희망, 광명, 주의, 경계, 조심

㉡ 녹색 : 안심, 평화, 안전, 위안, 편안

청색 : 진정, 침착, 소원, 냉담, 소극

② 색채의 생물학적 작용

㉠ 적색은 신경에 대한 흥분작용을 가지고 조직호흡면에서 환원작용을 촉진한다.

㉡ 청색은 진정작용을 갖고 있고 조직호흡면에서 산화작용을 촉진한다.

③ 색채의 속도 : 명도가 높은색채는 빠르고 경쾌하게 느껴지고 낮은 색채는 둔하고 느리게 느껴진다. 가볍고 경쾌한 색에서 느리고 둔한색의 순서를 나타내면 다음과 같다.

∴ 백색 → 황색 → 녹색 → 등색 → 자색 → 적색 → 청색 → 흑색

④ 색채와 부피감각 : 난색계의 색이나 밝은색은 부풀어 보이며, 한색계의 색이나 어두운색은 쭈그러져 보인다. 팽창색에서 수축색으로 향하는 색의 순서를 나타내면 다음과 같다.

∴ 황색 → 등색 → 적색 → 자색 → 녹색 → 청색

43.소음

(1) 음의 기본요소 : 음의강도 (또는 크기)와 진동수 (또는 음조)의 2가지로 구분하거나 다음의 3요소로 구분하기도 한다.

① 음의 고저

② 음의 강약

③ 음조

(2) 음의 특성

① dB수준과 음의 강도와와의 관계식

$$\therefore \text{dB수준} = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right)$$

여기서 I_1 : 측정음의 강도

I_0 : 기준음의 강도 ($10^{-12} \text{ watt} / \text{m}^2$ 최소가청치)

② dB수준과 음압과의 관계식 : 음의강도는 음압의 제곱에 비례하므로 dB수준은 다음과 같이 한다.

여기서 P_1 : 측정하려는 음압

P_0 : 기준 음압 ($2 \times 10^{-5} \text{ N} / \text{m}^2$: 1000 Hz 에서의 최소 가청치)

③ p_1 과 p_2 의 음압을 갖는 두음의 강도차

$$\therefore \text{dB}_2 - \text{dB}_1 = 20 \log \left(\frac{p_2}{p_1} \right)$$

④ 거리에 따른 음의 강도 변화

㉠ 음의 강도와 거리: 음의 강도 (I)는 거리의 자승에 반비례한다.

$$\therefore I_2 = I_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

㉔ 음압과 거리: 음압 (P)은 거리에 반비례한다.

$$\therefore P_2 = P_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)$$

$$\therefore dB_2 = dB_1 + 20 \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right) = dB_1 - 20 \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$$

(3) 음의 크기에 수준

① Phon: 1000 Hz 순음의 음압 수준(dB)을 나타낸다.

② sone: 1000 Hz, 40 dB의 음압수준을 가진 순음의 크기(= 40Phon)를 1 sone이라 한다.

③ sone과 Phon의 관계식

$$\therefore \text{sone치} = 2^{(Phon-40)/10}$$

④ 인식 소음 수준

㉑ PNdB(perceived noise level): 910 - 1090 Hz 대의 소음 음압수준

㉒ PLdB(perceived level of noise): 3150 Hz 에 중심을 둔 1/3 옥타브(octave) 대음을 기준으로 사용한다.

(4) 은폐와 복합소음

① masking(은폐)현상 : dB이 높은 음과 낮은 음이 공존할 때 낮은 음이 강한 음에 가로막혀 숨겨져 들리지 않게 되는 현상을 말한다.

② 복합소음 : 3 dB 증가한다(소음수준이 같은 2대의 기계).

(5) 소음의 허용한계

① 가청주파수 : 20 - 20000 Hz(CPS)

㉑ 20 - 500 Hz : 저진동범위

㉒ 500 - 2000 Hz : 회화범위

㉓ 2000 - 20000 Hz : 가청범위(audible range)

㉔ 20000 Hz 이상 : 불가청범위

② 가청한계: $2 \times 10^{-4} \text{ dyne/cm}^2 (\text{OdB}) - 10^3 \text{ dyne/cm}^2 (134 \text{ dB})$

③ 심리적 불쾌감: 40 dB 이상

④ 생리적 현상: 60 dB

(안락한계: 45 - 65 dB, 불쾌한계 65 - 120 dB)

⑤ 난청($C_5 \text{ dip}$): 90 dB(8시간)

⑥ 유해주파수(공장 소음): 4000 Hz (난청현상이 오는 주파수)

⑦ 음압과 허용노출한계

dB	90	95	100	105	110	115	120
허용노출시간	8 시간	4 시간	2 시간	1 시간	30 분	15 분	5-8 !

\therefore 120 dB 이상: 격리 또는 격벽설치

(6) 소음대책

① 소음원의 통제 : 기계의 적절한 설계, 적절한 정비 및 주유, 기계에 고무 받침대 부착.차량에는 소음기 사용

② 소음의 격리 : 씌우개 방, 장벽을 사용(집의 창문을 닫으면 약 10 dB 감음됨)

- ③ 차폐장치 및 흡음재료 사용
- ④ 음향처리제 사용
- ⑤ 적절한 배치(layout)
- ⑥ 방음보호구 사용 : 귀마개(이전)(2000 Hz 에서 20 dB, 4000 Hz 에서 25 dB 차음효과)
- ⑦ BGM(back ground music) : 배경음악(60 ±3 dB)

(7) 청력손실

- ① 진동수가 높아짐에 따라 심해진다.
- ② 청력손실의 2요소: 나이를 먹는 것과 현대문명의 정상적인 압박(stress)이나 비직업 적인 소음
- ③ 청력손실의 정도는 노출 소음 수준에 따라 증가한다.
- ④ 청력손실은 4000 Hz 에서 크게 나타난다.
- ⑤ 강한 소음에 대해서는 노출기간에 따라 청력 손실이 증가하지만 약한 소음은 관계가 없다.

44. 진동 및 기동중의 착각

(1) 전신 진동이 인간성능에 끼치는 영향

- ① 진동은 진폭에 비례하여 시력을 손상하며 10 - 25 Hz 의 경우 가장 심하다.
- ② 진동은 진폭에 비례하여 추적능력을 손상하며 5 Hz 이하의 낮은 진동수에서 가장 심하다.
- ③ 안정되고 정확한 근육조절을 요하는 작업은 진동에 의해서 저해된다.
- ④ 반응시간, 감시, 형태식별등 주로 중앙 신경 처리에 달린 임무는 진동의 영향을 덜 받는다.

(2) coriolis 현상 : 비행기와 함께 선회하던 조종사가 머리를 선회면 밖으로 움직이때 평형 감각을 상실하는 현상

(3) 현기(방향감각 혼란)증의 변형

- ① 선회시의 상승감
- ② 급강하후 수평 비행시나 선회후의 강하감
- ③ coriolis 현상
- ④ 회전후의 역 회전감

제2장 시스템 안전공학

1. 시스템의 구성요소 및 기능

- (1) 시스템의 구성요소 : 재료, 부품, 기계설비, 일하는 사람 등
- (2) 시스템의 목적하는 기능
 - ① 정보의 전달
 - ② 물질 또는 에너지의 생산
 - ③ 사람, 물건, 에너지의 이송

2. 시스템 안전관리

- (1) 시스템 안전 : 시스템 안전을 달성하기 위해서는 시스템의 ① 계획 ② 설계 ③ 제조 ④ 운용등의 전 단계를 통해 시스템 안전관리와 시스템 안전공학을 정확히 적용시켜야 한다.
- (2) 시스템 안전관리
 - ① 시스템 안전에 필요한 사항의 동일성의 식별(identification)
 - ② 안전활동의 계획, 조직과 관리
 - ③ 다른 시스템 프로그램 영역과 조정
 - ④ 시스템 안전에 대한 목표를 유효하게 적시에 실현시키기 위한 프로그램의 해석, 검토 및 평가 등의 시스템 안전업무
- (3) 시스템 안전 프로그램 : 시스템 안전을 확보하기위한 기본지침으로 프로그램의 작성계획에 포함되어야 할 내용은 다음과 같다.

① 계획의 개요	안전조직	계약조건
② 관련부문과의 조정	안전기준	안전해석
③ 안전성의 평가	안전데이터의 수집 및 분석	경과 및 결과의 분석

3. 시스템 안전의 달성

- (1) 시스템 안전을 달성하기위한 안전수단

재해의 예방	피해의 최소화 및 억제
1. 위험의 소멸	1. 격리
2. 위험 레벨의 제한	2. 개인설비 보호구
3. 잠금, 조임, 인터록	3. 적은 손실의 용인
4. 페일 세이프 설계	4. 탈출 및 생존
5. 고장의 최소화	5. 구조
6. 중지 및 회복	

- (2) 시스템 안전을 달성하기 위한 시스템 안전 설계원칙
 - ① 1순위 : 위험 상태 존재의 최소화(페일 세이프나 용장성등 도입)
 - ② 2순위 : 안전장치의 채용
 - ③ 3순위 : 경보장치의 채용
 - ④ 4순위 : 특수한 수단

4. 위험성의 분류 및 FAFR

(1) 위험성의 분류

- ① Category(범주)-무시(negligible) : 인원의 손상 또는 시스템의 손상에는 이르지 않는다.
- ② Category(범주)-한계적(mariginal) : 인원의 상해 또는 주요 시스템의 손해가 생기는 일 없이 배제 또는 제어할 수 있다.
- ③ Category(범주)-위험(Critical) : 인원의 상해 또는 주요 시스템의 손해가 생겨, 또는 인원이거나 시스템 생존을 위해 즉시 시정조치를 필요로 한다.
- ④ Category(범주)-파국적(Catastrophic) : 인원의 사망 또는 중상, 또는 시스템의 손상을 일으킨다.

(2) FAFR(fatal accdient frequency rate) : 위험도를 표시하는 단위로서 10^8 근로 시간당 사망자수를 나타낸다.

- ① Kletz 는 FAFR이 0.35 - 0.4 를 넘지 않을 것을 권고함
- ② Gibson은 위험이 동정되어 있는 경우에는 2FAFR, 그 이외의 경우에는 0.4FAFR를 위험성 수준으로 정할 것을 권장함.

5. 설비도입 및 제품 개발 단계의 안전성 평가

(1) 구성단계 : 다음의 4가지의 주요한 시스템 안전성 부분의 작업이 이루어져야 한다.

- ① 시스템 안전 계획(SSP; system safety plan)의 작성 : SSP의 내용은 다음과 같다.
 - ㉠ 안전성 관리 조직 및 다른 프로그램 기능과의 관계
 - ㉡ 시스템에 발생하는 모든 사고의 식별 및 평가를 위한 분석법의 양식
 - ㉢ 허용수준까지 최소화 또는 제거되어야 할 사고의 종류
 - ㉣ 작성되고 보존되어야 할 기록의 종류
- ② 예비위험분석(PHA; preliminary hazard analysis)의 작성
- ③ 안전성에 관한 정보 및 문서 파일의 작성 : 시스템 안전부분에서 이루어지는 모든 분석과 조치의 정확한 설명이 반드시 포함되어야 한다.
- ④ 구상 단계 정식화 회의에의 참가 : 포함되는 사고가 방침 결정과정에서 고려되기 위해 구상 정식화 회의에 참가한다.

(2) 설계단계 : 설계단계에서 이루어져야 할 시스템 안전부분의 작업은 다음과 같다.

- ① 구상 단계에서 작성된 시스템 안전 프로그램계획을 실시할 것
- ② 시스템의 설계에 반영할 안전성 설계 기준을 결정하여 발표할 것
- ③ 예비위험분석(PHA)을 시스템 안전 위험분석(SSHA; system safety hazard analysis)으로 바꾸어 완료 시킬 것
- ④ 하청업자나 대리점에 대한 사양서중에 시스템 안전성 필요사항을 정의하여 포함시킬 것
- ⑤ 시스템 안전성이 손상되지 않게 하기 위해 설계 트레이드 오프 회의에 참가할 것
- ⑥ 안전성 부분의 모든 결정 사항을 문서로 하여 현행의 정확한 시스템 안전에 관한 파일로 하여 보존할 것

(3) 제조, 조립 및 시험단계

- ① 사고를 최소화 하고 제어하기 위하여 시스템 안전성 사고 분석(SSHA)에서 지정된 전 조치의 실시를 보증하는 계통적인 감시, 확인 프로그램을 확립하여 실시할 것.

① 장점 : 서식이 간단하고 비교적 적은노력으로 특별한 훈련없이 분석을 할 수 있다.

② 단점 : 논리성이 부족하고 특히 각 요소간의 영향을 분석하기 어렵기 때문에 동시에 두가지 이상의 요소가 고장날 경우 분석이 곤란하며, 또한 요소가 물체로 한정되어 있기 때문에 인적원인을 분석하는데는 곤란이 있다.

영 향	발 생 확 률(β)
실제의 손실	$\beta = 1.00$
예상되는 손실	$0.10 \leq \beta < 1.00$
가능한 손실	$0 < \beta < 0.10$
영향 없음	$\beta = 0$

① category 1 --- 생명 또는 가옥의 상실 category 2 --- 작업수행의 실패
② category 3 --- 활동의 지연 category 4 --- 영향 없음

- ① 대상 시스템의 분석
 - ㉠ 기기, 시스템의 구성 및 기능의 전반적 파악
 - ㉡ FMEA 실시를 위한 기본방침의 결정
 - ㉢ 기능 Block과 신뢰성 Block도의 작성
- ② 고장형과 그 영향의 분석(FMEA)
 - ㉠ 고장 mode의 예측과 설정
 - ㉡ 고장 원인의 상정
 - ㉢ 상위 item에의 고장 영향의 검토
 - ㉣ 고장 검지법의 검토
 - ㉤ 고장에 대한 보상법이나 대응법의 검토
 - ㉥ FMEA work sheet에의 기입
 - ㉦ 고장 등급의 평가
- ③ 치명도 해석과 개선책의 검토
 - ㉠ 치명도 해석
 - ㉡ 해석결과의 정리와 설계 개선으로의 제언

- (1) CA : 고장이 직접 시스템의 손실과 사상에 연결되는 높은 위험도(criticality)를 가진 요소나 고장의 형태에 따른 분석법을 말한다.
- (2) 고장형의 위험도의 분류(SEA:미국자동차협회)

89

10. 디시전 트리와 ETA

- (1) 디시전 트리(decision tree) : 요소의 신뢰도를 이용하여 시스템의 신뢰도를 나타내는 시스템 모델의 하나로써 귀납적이고 정량적인 분석방법이다.
- (2) ETA(event tree analysis) 사상(事象)의 안전도를 사용한 시스템의 안전도를 나타내는 시스템 모델의 하나로써 귀납적이고 정량적인 분석방법으로 재해의 확대요인을 분석하는데 적합한 방법이다. 디시전 트리를 재해사고의 분석에 이용할 경우의 분석법을 ETA라 한다.

11.THERP(technique of human error rate prediction):인간의 과오(human error)를 정량적으로 평가하기 위하여 개발된 기법이다.

12.MORT(managment oversight and risk tree) : MORT 프로그램은 tree를 중심으로 FTA 와 같은 논리기법을 이용하여 관리, 설계, 생산, 보존 등의 광범위하게 안전을 도모하는 것으로서 고도의 안전을 도모하는 것으로서 고도의 안전을 달성하는 것을 목적으로 한 것이다.(원자력산업에 이용)

13.운용 및 지원 위험 분석(O & SHA; operating and support hazard analysis)

- (1) O & SHA : 지정된 시스템의 모든 사용단계에서 생산, 보전, 시험, 운반, 저장, 운전, 비상탈출, 구조, 훈련 및 폐기등에 사용되는 인원, 순서, 설비에 관하여 위험을 동정하고 제어하며 그것들의 안전 요건을 결정하기 위해 실시하는 분석법을 말한다.
- (2) O & SHA의 분석 결과 : 다음사항의 기초가 된다.
 - ① 위험성의 염려가 있는 시기와 그 기간중의 위험을 최소화하기 위해 필요한 행동의 同定
 - ② 위험을 배제하고 제어하기 위한 설계의 변경
 - ③ 안전설비, 안전장치에 대한 필요요건과 그들의 고장을 검출하기 위해 필요한 보전순서의 결정
 - ④ 운전 및 보전을 위한 경보, 주의, 특별한 순서 및 비상용 순서 결정
 - ⑤ 취급, 저장, 운반, 보전 및 개수(改修)를 위한 특정순서 결정

14.위험 및 운전성 검토

- (1) 위험 및 운전성 검토(hazard and operability study) : 각각의 장비에 대해 잠재된 위험이나 기능저하, 운전잘못등과 전체로서의 시설에 결과적으로 미칠 수 있는 영향등을 평가하기 위해서 공정이나 설계도등에 체계적이고 비판적인 검토를 행하는 것을 말한다.
- (2) 용어의 정의
 - ① 의도(intention) : 어떤부분이 어떻게 작동될 것으로 기대된 것을 의미하는 것으로 서술적일 수도 있고 도면화 될 수도 있다.
 - ② 이상(deviations) : 의도에서 벗어난 것을 말하며 유인어를 체계적으로 적용하여 얻어진다.
 - ③ 원인(causes) : 이상이 발생한 원인을 의미한다.
 - ④ 결과(consequences) : 이상이 발생할 경우 그것에 대한 결과이다.

- ⑤ 위험(hazard) : 손실, 손상, 부상등을 초래할 수 있는 결과를 의미한다.

⑥ 유인어(guide words) : 간단한 용어(말)로서 창조적 사고를 유도하고 자극하여 이상을 발견하고 의도를 한정하기 위하여 사용되는 것으로 다음과 같은 의미를 나타낸다.

 - ㉠ No 또는 Not : 설계의도의 완전한 부정
 - ㉡ More 또는 Less : 양(압력, 반응, flow rate, 온도 등)의 증가 또는 감소
 - ㉢ As well as : 성질상의 증가(설계의도와 운전조건이 어떤부가적인 행위와 함께 일어남)
 - ㉣ Part of : 일부변경, 성질상의 감소(어떤 의도는 성취되나 어떤 의도는 성취되지 않음)
 - ㉤ Reverse : 설계의도의 논리적인 역
 - ㉥ Other than : 완전한 대체(통상 운전과 다르게 되는 상태)

(3) 위험 및 운전성 검토의 성패를 좌우하는 중요요인

 - ① 팀의 기술능력과 통찰력
 - ② 사용된 도면, 자료등의 정확성
 - ③ 발견된 위험의 심각성을 평가할때 팀의 균형감각 유지 능력
 - ④ 이상(deviation), 원인(cause), 결과(consequence)들을 발견하기 위해 상상력을 동원하는데 보조 수단으로 사용할수 있는 팀의 능력

(4) 검토 절차

 - ① 1단계 : 목적과 범위 결정
 - ② 3단계 : 검토 준비
 - ③ 5단계 : 후속 조치후 결과기록

2단계 : 검토팀의 선정
4단계 : 검토 실시

(5) 검토 목적

 - ① 기존시설(기계설비등)의 안전도 향상
 - ② 설계의 검사
 - ③ 공장 건설 여부와 건설장소 결정

설비 구입여부 결정
작업 수칙의 검토
공급자에게 문의사항 획득

(6) 검토시 고려할 위험의 형태

 - ① 공장 및 기계설비에 대한 위험
 - ② 작업중인 인원 및 일반대중에 대한 위험
 - ③ 제품 품질에 대한 위험
 - ④ 환경에 대한 위험

(7) 검토 준비 작업의 4단계

 - ① 1단계 : 자료의 수집
 - ② 2단계 : 수집된 자료를 적당한 형태로 수정
 - ③ 3단계 : 검토 순서 계획의 수립
 - ④ 4단계 : 필요한 회의 소집

(8) 위험을 억제하기 위한 일반적인 조치사항

 - ① 공정의 변경(원료, 방법등)
 - ② 설계 외형의 변경

공정 조건의 변경(압력, 온도등)
작업방법의 변경

(9) 위험 및 운전성 검토를 수행하기에 가장 좋은 시점 : 설계완료(design freeze) 단계로서 설계가 상당히 구체화된 시점이다.

15. 멀티플체크(multiple check:복합체크) : 시스템의 안전점검을 할때 멀티플체크(복합체크 또는 다중점검)을 이용하여 다음 단계와 같이 시스템의 안정성을 평가한다.


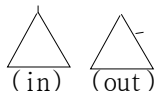


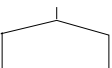
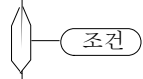
- (1) 1단계 - 시스템 어프로치(system approach) : 대상에 대한 시스템에 문제점이 있는가 없는가를 명확히 한다.(관계 자료의 정비검토, 관계법규기준 검토).
- (2) 2단계 - 체크리스트 안전진단 : 체크리스트에 의한 안전진단을 실시한다.
- (3) 3단계 - FMEA(fail mode event analysis)에 의한 평가 : 주요원인에 대해 잠재위험성을 정량적으로 평가하여 중요도를 결정한다.
- (4) 4단계 - 안전대책 시행 : FMEA 의 결과에 의하여 안전대책을 시행한다.
- (5) 5단계 - what if(또는 operability study) : 재해상정에 의한 4단계까지의 경과를 평가하여, 「만약에 - 라면」 등으로 관찰한다.
- (6) 6단계 - FTA 와 ETA에 의한 종합판단 : 대책 실패시에는 피해가 점차 커진다는 발생확률을 중점적으로 진단한다.


16. 위험(risk) 처리(조정)기술

- | | |
|-------------------|-------------------|
| (1) 회피(avoidance) | 경감, 강축(reduction) |
| (2) 보류(retention) | 전가(transfer) |

17.F.T.A(결함수 분석법)

- (1) FTA의 특징 : 연역적, 정량적 해석이 가능한 기법이다.
- (2) FTA 도표에 사용하는 논리기호

명 칭	기 호	명 칭	기 호
① 결함 사상		⑤ 전이 기호 (이행 기호)	
② 기본 사상		⑥ AND gate	
③ 이하 생략의 결함 사상(추적 불가능한 최후 사상)		⑦ OR gate	
④ 통상사상(家刑事像)		⑧ 수정 기호	

- (3) 수정기호()

- ① 우선적 AND Gate : 입력사상 가운데 어느 사상이 다른 사상보다 먼저 일어났을 때에 출력 사상이 생긴다. 예를들면 「A는 B보다 먼저」 와 같이 기입한다.
- ② 짜맞춤 AND Gate : 3개 이상의 입력사상 가운데 어느 것이던 2개가 일어나면 출력 사상이 생긴다. 예를 들면 「어느 것이던 2개」 라고 기입한다.
- ③ 위험지속기호 : 입력사상이 생기어 어느 일정시간 지속하였을 때에 출력사상이 생긴다. 예를 들면 「위험지속시간」 과 같이 기입한다.

④ 배타적 OR Gate : OR Gate로 2개 이상의 입력이 동시에 존재한 때에는 출력사상이 생기지 않는다. 예를들면 「동시에 발생하지 않는다」라고 기입한다.

(4) D.R.Cheriton의 FTA에 의한 재해사례 연구순서

- ① 1단계 : 톱(TOp) 사상의 선정
- ② 2단계 : 사상의 재해 원인의 구명
- ③ 3단계 : FT의 작성
- ④ 4단계 : 개선계획의 작성

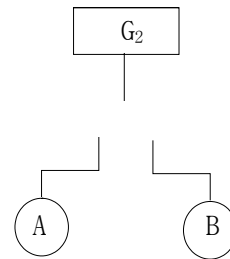
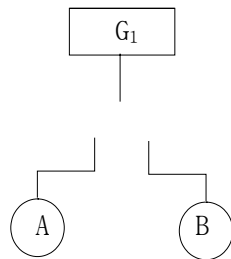
(5) 확률사상의 적(積)과 화(和): n개의 독립사상에 관해서

① 논리적(곱)의 확률

$$q(A \cdot B \cdot C \cdots N) = q_A \cdot q_B \cdot q_C \cdots q_N$$

논리화(합)의 확률

$$q(A + \cdots + N) = 1 - (1 - q_A) \cdots (1 - q_N)$$



(6) 컷과 패스

- ① 컷(cut) : 컷이란 그 속에 포함되어 있는 모든 기본사상(여기서는 통상사상, 생략 결함 사상 등을 포함한 기본사상)이 일어났을 때 정상사상을 일으키는 기본사상의 집합을 말한다
- ② 미니멀 컷(minimal cut sets) : 컷 중 그 부분집합만으로는 정상사상을 일으키는 일이 없는것, 즉 정상사상을 일으키기 위한 필요 최소한의 컷을 미니멀 컷이라 한다.
- ③ 패스(path)와 미니멀 패스(minimal path sets) : 패스란 그 속에 포함되는 기본사상이 일어나지 않을 때 처음으로 정상사상이 일어나지 않는 기본사상의 집합으로서, 미니멀 패스는 그 필요 최소한의 것이다.

(7) FTA 의 사용기호

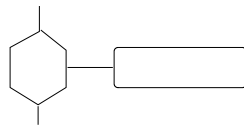
① 기본사상 및 생략사상

명 칭	기 호	명 칭	기 호	명 칭	기 호
기본사상		생략사상		생략사상 (간소화)	
기본사상 (인간의실수)		생략사상 (인간의실수)		전이기호 (수량이 다르다)	
기본사상 (조작자의 간과)		생략사상 (조작자의 간과)			

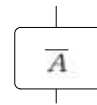
② 억제게이트와 부정게이트

- ① 억제게이트(inhibit gate) : 수정기호(modifier) 의 일종으로서 억제 모디파이어(inhibit modifier)라고 하며 실질적으로 수정기호를 병용해서 게이트의 역할을 한다.

- ㉠ 입력사상이 일어난 조건이 만족되어야 출력사상이 생긴다(조건이 만족되지 않으면 출력은 생기지 않는다)
- ㉡ 조건은 수정기호 안에 쓴다



억제 게이트



부정 게이트

- ㉢ 정게이트(not gate): 부정 모디파이어(not modifier)라고 하며 입력사상의 반대 사상이 출력된다.

18. 공장설비의 안전성 평가

(1) 안전성평가의 종류

- ① 세이프티 어세스먼트(safety assessment) : 안전성 평가
- ② 테크놀로지 어세스먼트(technololgy assessment) : 기술개발의 종합평가
- ③ 리스크 어세스먼트(risk assessment) : 위험성 평가
- ④ 휴먼 어세스먼트(human assessment) : 인간과 사고상의 평가

(2) 안전성 평가의 기본원칙(6단계)

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| ① 제1단계 - 관계자료의 정비검토 | 제2단계 - 정성적 평가 |
| ② 제3단계 - 정량적 평가 | 제4단계 - 안전대책 |
| ③ 제5단계 - 재해정보에 의한 재평가 | 제6단계 - F.T.A에 의한 재평가 |

(3) 안전성 평가의 4가지 기법

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| ① 체크리스트에 의한 평가(check list) | 위험의 예측평가(lay outdml 검토) |
| ② 고장형 영향분석(FMEA 법) | FTA법 |

(4) 테크놀로지 어세스먼트의 5단계

- | | |
|-------------------|-------------|
| ① 1단계 - 사회적 복리기여도 | 2단계 - 실현가능성 |
| ② 3단계 - 안전성과 위험성 | 4단계 - 경제성 |
| ③ 5단계 - 종합평가(조정) | |

(5) 리스크 어세스먼트의 순서

- | | |
|----------------|---------------|
| ① 리스크의 검출과 확인 | 리스크의 측정과 분석 |
| ② 리스크의 처리 | 리스크의 처리방법의 선택 |
| ③ 계속적인 리스크의 감시 | |

19. 화학설비의 안전성 평가

(1) 안전성 평가의 5단계

- | | |
|---------------------|---------------|
| ① 제1단계 : 관계자료의 작성준지 | 제2단계 : 정성적 평가 |
| ② 제3단계 : 정량적 평가 | 제4단계 : 안전대책 |
| ③ 제5단계 : 재평가 | |

(2) 평가의 진행방법

(가) 제1단계 : 관계자료의 작성준비

- ① 안전성의 사전평가를 위해 필요한 자료의 작성준비를 실시한다.
- ② 관계자료의 조사항목
 - ㉠ 입지조건과 관련된 지질도, 풍배도(風配圖) 등의 입지에 관한 도표
 - ㉡ 화학설비 배치도 : 설비내의 기기, 건조물, 기타 시설의 배치도를 말한다.
 - ㉢ 건조물의 평면도, 입면도 및 단면도
 - ㉣ 기계실 및 전기실의 평면도, 단면도 및 입면도
 - ㉤ 원재료, 중간체, 제품 등의 물리적, 화학적 성질 및 인체에 미치는 영향:물질 각종의 측정치에 관해서는 법령 및 관계부처에 나타난 수치에 따른다.
 - ㉥ 제조공정의 개요 : Process flow sheet 에 따라 제조공정의 개요를 정리한다.
 - ㉦ 제조공정상 일어나는 화학반응: 운전조건하에서 정상인반응, 이상반응의 가능성 특히 문제되는 폭주반응 또는 불안정한 물질에 의한 폭발, 화재 등의 발생에 관해서 검토하고 자료를 정리한다.
 - ㉧ 공정계통도
 - ㉨ 공정기기목록
 - ㉩ 배관, 계장계통도
 - ㉪ 안전설비의 종류와 설치장소
 - ㉫ 운전요령, 요원배치계획, 안전보건교육 훈련계획

(나) 제2단계 : 정성적 평가

주요 진단항목

1. 설계 관계	항 목 수	2. 운전 관계	항 목 수
① 입지 조건	5	① 원재료, 중간체 제품	7
② 공장내 배치	9	② 공 정	7
③ 건 조 물	8	③ 수송, 저장 등	9
④ 소방설비	5	④ 공정기기	11

(다) 3단계 : 정량적 평가

- ③ 당해 화학설비의 취급물질, 용량, 온도, 압력 및 조작의 5항목에 대해 A,B,C,D급으로 분류하고 A급은 10점, B급은 5점, C급은 2점, D급은 0점으로 점수를 부여한후 5항목에 관한 점수들의 합을 구한다.
- ④ 합산 결과에 의한 위험도의 등급은 다음과 같다.

등 급	점 수	내 용
등 급 I	16점 이상	위험도가 높다.
등 급 II	11 - 15점 이하	주위상황, 다른 설비와 관련해서 평가
등 급 III	10점 이하	위험도가 낮다.

(라) 4단계 : 안전 대책

- ⑤ 설비대책 : 안전장치 및 방재장치에 관해서 배려한다.
- ⑥ 관리적 대책 : 인원 배치, 교육훈련 및 보건에 관해서 배려한다.

㉠ 적정 인원 배치

구 분	위험등급 I	위험등급 II	위험등급 III
인원	긴급시, 동시 다른 장소에서 작업을 행할 수 있는 충분한 인원 배치	긴급시, 동시 다른 장소에서 작업이 가능한 인원 배치	긴급시 주작업을 하고 바로 지원이 확보될 수 있는 체제의 인원 배치
자격	법정자격자를 복수로 배치, 관리밀도가 높은 인원 배치	법정자격자가 복수로 배치되어 있는 인원 배치	법정자격자가 충분한 인원 배치

㉡ 교육 훈련 과목

학 과	실 기
① 위험물 및 화학반응에 관한 지식 ② 화학설비등의 구조및 취급방법에 관한지식 ③ 화학설비등의 운전 및 보전의 방법에 관한 지식 ④ 작업규정 ⑤ 재해사례 ⑥ 관계법령	① 운전 ② 경보 및 보전의 방법 ③ 긴급시의 조작방법

(마) 제5단계 : 재평가

제4단계에서 안전대책을 강구한 후 그 설계내용에 동종설비 또는 동종장치의 재해정보를 적용하여 안전대책의 재평가를 한다.

제4부 건설시공학

제1장 시공일반

1. 건축시공 계획의 내용

- (1) 실행예산의 편성
- (2) 현장원의 편성
- (3) 공정표의 작성
- (4) 기타
 - ① 동력온수의 계획 각종 노무, 재료, 수배표의 작성
 - ② 시방, 시공기계기구의 선정 및 설치방법 가설물의 계획
 - ③ 비상시에 대한 대책 의료대책

1.공사의 진행순서

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| (1) 공사착공준비 | 가설공사 | 토공사 | 지정 및 기초공사 |
| (2) 구체공사 | 방수 및 방습공사 | 지붕 및 흙통공사 | 외벽마무리공사 |
| (3) 창호공사 | 내부수장 | | |

2. 입찰순서 : 입찰공고 ⇒ 현장설명(질의응답) ⇒ 견적 ⇒ 입찰 ⇒ 개찰 ⇒ 낙찰 ⇒ 계약

3. 공정계획 수립시 유의사항

- (1) 기초공사는 옥외작업이므로 공정의 변경이 많고 기후에 좌우되기 쉬우므로 지연되는 점을 감안한다.
- (2) 골조공사는 기후에 좌우되기도 하나 비교적 공정이 적으므로 공기를 단축하기 쉽다는 점을 감안한다.
- (3) 마감공사는 기후에 좌우되는 것은 적으나 공정이 많으므로 충분한 공기를 잡아둘 필요가 있다.
- (4) 재료, 노무, 시공기계는 충분히 준비하도록 계획한다.

4. 공정표의 작성

- (1) 형태에 의한 분류
- ① 횡선 공정표(막대기식, 칸트식):공정표로 기간을 횡축에, 작업진척상황을 종축에 취하여 공정을 막대 그래프로 표시한 것
- 장점
- 공정표의 작성이 간단하다.
 - 각 공사종목의 전체상황에 대한 공사시기 등이 일목요연하다.
 - 공사진척에 대한 판단이 용이하다.
- ② 사선 공정표:공사기간을 횡축에 재료반입량, 노무자수, 공사기성고 등을 종축으로 하여 공

사진척상황을 사선 그래프로 표현한 것.

장점

- 공사의 지연에 대해 빨리 대처할 수 있다.
- 공사의 진행상태를 표시하는데 대단히 편리하다.

③ 네트워크(Net Work)공정표 : PERT(Program Evaluation and Review Technique)와 CPM (Critical Path Method)이 주로 사용되고 있다.

장점

- 각 작업 상호간의 관련성을 표시할 수 있다.
- 공사 전체의 파악이 용이하다.
- 계획단계에서 공정상의 문제점을 도출할 수 있으므로 작업전에 적절히 수정할 수 있다.
- 작업수속이 과학적이며 신뢰성이 높다.

(2) 공기(工期):공기는 다음과 같은 여러가지 요인에 의해서 결정된다.

① 제1차적인 요인(내부적, 기술적)

- ㉠ 건물용도(주택, 공장, 은행 등)
- ㉡ 건물규모(건물 면적, 층수 등)
- ㉢ 구조(목조, 철골조 등)
- ㉣ 기초의 구조, 정지(整地)의 정도, 마감의 정도, 타일의 유무 등

② 제2차적인 요인

- ㉠ 지리적 입지조건
- ㉡ 기후, 계절 등의 천연현상
- ㉢ 노무사정, 금융사정, 자재상황 등의 사회적·경제적 조건
- ㉣ 도급자의 능력

③ 제3차적인 요인 : 설계의 적부 감독능력 발주자측의 요구

5.시공일반

(1) 시방서 : 건축설계도에 포함되는 것으로 설계자가 설계도에 표현할 수 없는 사용재료의 품질, 종류, 수량, 공사방법 및 순서, 필요한 시험, 저장방법 등을 공사 전반에 걸쳐 상세히 기재하여 설계자 및 건축주의 의도하는 바를 시공자에게 전달하여 공사수행에 차질이 없게 하는 것이다.

(2) 견적 방법

① 명세 견적 : 설계도서, 현장설명, 질의응답 등에 의하여 정밀히 적산 견적하여 공사비를 산출하는 것으로 공사집행에도 쓰이며 가장 정확한 공사비의 산출이 가능하다.

② 개산 견적 : 설계도서가 불완전하거나 정밀 산출시간이 없을 때 과거 공사경험 등으로 미루어 견적하는 방법으로 일단 입찰하게 되면 그 가격에 대하여 책임을 지므로 신중하게 산출근거를 명확하게 한다.

㉠ 단위 기준에 의한 견적 : 단위 설비에 의한 견적, 단위 면적에 의한 견적, 단위 체적에 의한 견적

㉡ 비례 기준에 의한 견적 : 가격 비율에 의한 견적, 수량 비율에 의한 견적

(3) 공사 시공 방식의 종류별 특징

① 직영 제도

[장 점]

- ㉠ 도급 공사에 비해 영리를 도외시한 확실한 공사를 할 수 있다.
- ㉡ 계약에 구속되지 않고, 임기응변의 처리가 가능하다.
- ㉢ 발주, 계약 등의 수속이 필요 없다.

[단 점]

- ㉠ 공사비가 증대될 우려가 있다.
- ㉡ 시공관리 능력이 부족하고, 공사기일도 연장될 우려가 크다.
- ㉢ 재료의 낭비 또는 잉여가 되기 쉽고, 가설재 시공기계의 불경제성이 크다.

② 도급 계약 제도

[일식 도급의 특징]

- ㉠ 공사 관리가 용이하고, 가설재 등의 중복 사용이 없어진다.
- ㉡ 건축주의 의도나 설계도의 취지가 충분히 반영되지 못한다.
- ㉢ 공사가 거칠고, 불량해지기 쉽다.

[분할도급의 종류별 특징]

- ㉠ 전문공종별 분할도급 : 시설공사중 설비공사(전기, 난방등)를 주체공사와 분리하여 계약하는 방식이다.
 - ㉡ 설비업자의 자본, 기술이 강화되고 복잡한 공사 내용이 전문화되므로 건축주와 시공자와의 의사소통이 잘된다.
 - ㉢ 건축주가 신뢰하는 전문업자를 선택할 수 있으며, 공사비가 다소 저렴해진다.
 - ㉣ 각 공종별 공사와 의견차이로 인해 공사 전체 관리가 곤란하므로, 각공사의 연락조정이 비교적 복잡하다.
 - ㉤ 가설 및 시공 기계의 설치가 중복되어 공사비가 증대될 우려가 있다.
- ㉡ 공정별 분할도급 : 정치, 기초, 구체, 마무리 공사 등의 과정별로 나누어 도급하는 방식으로 후속공사를 다른업자로 바꾸거나 후속 공사금액의 결정이 곤란하며 업자에 대한 불만이 있어도 변경하기 어렵다.
- ㉢ 공구별 분할도급 : 대규모 공사에서 지역별로 공사를 분리하여 발주하는 방식으로 중소기업자에게 균등한 기회를 주고 업자 상호간의 경쟁으로 공사기일을 단축하며 시공 기술 행상에 유리하다.
- ㉣ 직종별·공종별 분할도급 : 전문직별 또는 각 공종별로 세분하여 도급하는 방식으로 전문직종에게 건축주의 의도를 정확하게 시공시킬 수 있다.

③ 공동도급 (Joint Venture Contract)

[공동도급의 필요 조건]

- ㉠ 복수 참가자가 독립된 공동체를 작성하고 공동출자하며 공동관리권을 가진다.
- ㉡ 특정한 공사를 목적으로 하며 공동의 영리를 목적으로 한다.(이윤의 증대는 없다.)

[도급의 장점]

- ㉠ 신용자력이 증대된다.
- ㉡ 시공 능력이 증대 된다.
- ㉢ 위험 부담이 분산된다.
- ㉣ 공사 시공의 확실성이 크다.

- ④ 턴키(Turn-Key) 도급이란 : 건설업자가 대상 계획의 기업·금융·토지조달·설계·시공·기계기구 설치·시운전 까지 주문자가 필요로 하는 모든 것을 인도하는 도급 계약 방식이며 새로운 프랜차이즈 공사와 특정 공사 등에만 적용하고 있다.

[장점]

- ㉠ 공사비의 절감과 그 연구를 유도할 수 있고, 공기단축이 가능하다.

- ㉞ 공사법의 연구 및 개발을 할 수 있다.
- ㉟ 설계, 시공인이 동일인이므로 애로가 적다.
- ㊱ 많은 설계, 시안 중에서 선택하므로 선호도의 제고가 가능하다.
- ㊲ 창의성 있는 설계유도 및 책임시공에 의한 기술개발을 할 수 있다.

[단점]

- ㉡ 설계, 견적 기간이 짧아 계획이 불충분할 우려가 많다.
 - ㉢ 설계의 우수성이 반영되지 못하고, 최저 낙찰제로 인한 건축물의 질이 저하될 우려가 많다.
 - ㉣ 건축주의 의도가 반영되지 못한다.
 - ㉤ 제출하는 도면이 불필요하게 많고, 설계지침이 자주 변경된다.
 - ㉥ 소수업자로 한정되는 경향이 있고, 과당경쟁으로 인한 덤핑의 우려가 많다.
 - ㉦ 대규모 회사에만 제도상 유리하므로 중소건설업체의 육성을 저해한다.
 - ㉧ 응찰 각사가 과다한 설계비를 지출하므로 손해가 많다.
 - ㉨ 단순한 구조물이 되기 쉽고, 기능 및 미(美)의 저하가 우려된다.
- (4) 성능 발주 방식이란 : 건축주가 제시한 기본 요건에 맞게 도급자가 제시한 시공법, 공사비 등을 대상으로 심사하여 적격자에게 시공시키는 방식으로 직종별, 공종별 분할 도급에 사용된다.

제2장 토공사

1. 굴착용 및 정지용 기계의 분류

(1) 굴착용 기계의 종류 및 특징

구분	굴착기계	특징	토질
쇼벨계	파워쇼벨	지반면보다 높은 곳의 굴착, 쇄석 옮겨쌓기, 토사의 처리 등에 널리 쓰인다.	굳은 점토, 암석, 토사
	드래그쇼벨 (백호우)	지반면보다 낮은 곳의 굴착, 지하층 및 기초 굴삭, 토목공사나 수중굴착 등에 쓰인다. (지하 6m 정도의 깊이)	자갈, 암석이 섞인 토사, 굳은 지반
	드래그라인	지반면보다 낮은 곳의 굴착, 토사를 긁어모음, 연약한 지반의 깊은 곳 굴착 등에 쓰인다. (지하 8m 정도의 깊이)	암석, 암석이 섞인 토사, 연약한 지반
	클램셀	좁은 곳의 수직굴착, 자갈 등의 적재, 연약한 지반이나 수중굴착 등에 쓰인다.	자갈, 암석, 연약한 지반
트랙터계	불도저	직선송토작업, 단단한 지반과 암석작업 등에 널리 쓰인다.	암석, 굳은 지반

(2) 정지용 기계의 종류 및 특징

정지용 기계	특징	동작형식
모터그레이더	상하경사가 가능하고 방향전환을 할 수 있는 정지판을 장치하고 있다.	중간식
불도저	단거리공사에 적합하다. (15m 정도에서 60m 이내) -앵글도저: 배토판을 좌우로 30까지 회전할 수 있고 주로 산허리 등을 깎아 내리는데 유효하다. -틸트도저: 블레이드를 레버로 조정할 수 있으며 동결된 땅, V형 배수로 작업 등에 쓰인다.	전면식
캐리오울 스크레이퍼	100 ~ 200m의 중거리 정지공사에 적합하다.	견인식

2. 흙파기 공법

- (1) 아일랜드 컷(Island cut)공법: 비교적 기초파기가 얇고, 대지면적이 넓은 경우에 이용되는 공법으로 모래가 많이 섞인 층, 단단한 로옴층, 특히 굳은 모래층에서는 경사면으로 남겨진 토량이 적어 유효하고, 실트층, 연약한 점토에서는 흙의 양이 많아져 불리하다. 시공깊이는 안전상 10m 내외로 한정하고, 그 이상 깊어질 때는 다른 시공법(캔틸레바공법)과 병용하는 것이 바람직하다.
- (2) 트랜치 컷(Trench cut)공법: 아일랜드공법과 역순으로 흙을 파내는 공법으로 히빙 현상이 예상될 때, 지반이 극히 연약하여 온통파기를 할 수 없을 때 매우 효과적이지만 널말뚝을 이중으로 박아야 하고, 공사기간이 길어지는 단점이 있다.

3. 토공사에 관한 중요사항

(1) 터파기 공사후의 부피 증가율

토 질	증 가 율(%)	
	일시적	영구적
① 연토	8 ~ 12	1 ~ 3
② 모래 또는 자갈	15	—
③ 적토사 또는 모래 섞인 진흙	20	5
④ 경질흙, 점토, 부식토	25	7
⑤ 진흙반	30	8
⑥ 연암	35	12
⑦ 경암	35이상	—

(2) 쪽매(두재를 나란히 옆으로 대어 넓게 하는 것)의 종류

- | | | |
|-----------|--------|-------|
| ① 맞댄 쪽매 | 반턱 쪽매 | 오니 쪽매 |
| ② 제혀 쪽매 | 딴혀 쪽매 | 빗 쪽매 |
| ③ 틈박이대 쪽매 | 양끝못 쪽매 | |

(3) 횡널 말뚝의 특징

- | | |
|-----------------|--------------------|
| ① 장점 | |
| ㉠ 공사비가 적다. | 사용재료의 입수가 용이하다. |
| ㉡ 구성이 용이하다. | 어미 말뚝재를 회수할 수 있다. |
| ② 단점 | |
| ㉠ 뒤내기 등에 힘이 든다. | 부식에 의해 주변침하가 일어난다. |
| ㉡ 적응지반이 한정된다. | |

(4) 강제널 말뚝의 종류

- ① 라르젠식 : 큰토압 및 큰수압에 견디는 특징으로 널리 사용
- ② 심플렉스식
- ③ 유니버설 조인트식
- ④ 랜섬식
- ⑤ U.S. 스틸식
- ⑥ 라카완나식
- ⑦ 테르루즈식

제3장 기초공사

1.지정(地定:Soil ground)

(1) 지정이란 건축물과 같은 구조체를 지지하기 위한 기초슬래브의 저면보다 아래부분을 지칭함과 동시에 이를 위한 공사의 의미도 포함하고 있다.

(2) 지정의 분류

구 분		지정의 종류
보통지정		잡석지정, 자갈지정, 모래지정, 밀창콘크리트 지정, 긴 주춧돌 지정
깊은지정	말뚝지정	나무말뚝, 강재말뚝, 제자리 콘크리트말뚝, 기성 콘크리트말뚝
	특수공법지정	오픈케이스 공법, 뉴메틱 케이슨 공법, 심초기초말뚝, 진관식 기초말뚝
지반개량공법		웰 포인트 공법, 샌드드레인 공법, 그라우딩 공법, 바이브로 콤포우저 공법, 바이브로 플로우테이션 공법

2.제자리 콘크리트 말뚝의 종류

(1) 콤프레솔 말뚝(Compressol pile):지중에 1.0~2.5t정도의 세가지 추를 낙하시켜서 구멍을 파고 그 속에 콘크리트를 주입시키는 것이다.

(2) 페데스탈 말뚝(Pedestal pile):지중에 2중철관(내관,외관)을 때려박은 후, 내관을 빼내어 콘크리트를 부어 넣고 다시 내관을 집어 넣어서 다져 구근을 만든다. 그런 다음 공간에 콘크리트를 채우고 난 후 외관을 빼내는 것이다.

(3) 멀티 페데스탈 말뚝(Multipedestal pile):페데스탈 말뚝과 방법은 같으나 말뚝 하부에 쇠신을 때려박은 것이다.

(4) 심플렉스 말뚝(Simplex pile):지중에 철관을 때려 박고 내부에 콘크리트를 채우고 난 뒤 철관을 뽑아내는 것이다.

(5) 프랭키 말뚝(Franky pile):콘크리트를 된 비빔으로 하여 케이싱 속에 채워넣고 해머로 타격하여 지지층에 도달하면 케이싱을 약간씩 들어올리면서 타격을 하여 구근(球根)과 울통불통한 말뚝을 형성하는 것이다.

(6) 프리팩트 말뚝(Prepect pile):커다란 스크류(screw)를 상용하여 구멍을 뚫고 몰탈 주입용 철관을 밀창까지 넣은 후, 그 주위 공간에 자갈을 채우고 철관을 통해 몰탈을 압입시켜 콘크리트 기둥모양의 말뚝을 만드는 것이다.

(7) 레이몬드 말뚝(Raymond pile):강관으로 만든 외관 속에 코어(core)를 넣고 박은 후 core만을 빼내고 외관은 지중에 남겨두어 그 속에 콘크리트를 다져 넣는 것이다.

3. 기초 말뚝의 특성

특성구분	나무말뚝	기성 콘크리트말뚝	제자리 콘크리트말뚝	강재말뚝
지름	15 ~ 20cm	20 ~ 60cm	40 ~ 60cm	임의
말뚝간격 (2.5d 이상)	60cm이상	75cm이상	90cm이상	90cm상
길이	6 ~ 10m	10 ~ 12m	임의	30 ~ 80cm
지지력	5 ~ 10t	30 ~ 50t	50 ~ 100t	50 ~ 100t
말뚝의 위치	상수면이하	임의	임의	임의
용도	상수면이 얇고 경량 건물	중량건물	중량건물 지중 에 구근형성	중량건물

4. 탈수공법의 종류

- | | | |
|-------------|----------|---------|
| (1) 웰포인트 공법 | 샌드드레인 공법 | 깊은우물 공법 |
| (2) 전기침투 공법 | 프리로딩 공법 | 진공 공법 |
| (3) 생석회 공법 | | |

5. 언더 피닝(Under pinning)공법 : 기존건물 가까이에서 건축공사를 할 때 기존(인접) 건물의 지반과 기초를 보강하는 방법

- | | | |
|-------------------|------------|--------|
| (1) 이중방축공법 | 피트 또는 웰 공법 | 차단벽 공법 |
| (2) 현장 콘크리트말뚝 공법 | 강재말뚝공법 | 케이슨공법 |
| (3) 말뚝 또는 웰의 압입공법 | | |

6. 기초공사에 관한 중요사항

- (1) 보통 지정에서 잡석 지정의 시공법
 - ① 시공순서는 기초굴토-잡석깔기-틈막이자갈(사춤자갈)깔기-다짐-버림콘크리트의 순이다.
 - ② 사춤자갈량은 잡석부피의 약 20 ~ 30% 정도로 한다.
 - ③ 잡석은 세워서 깔고 가장자리에서 부터 중앙부로 다져간다.
 - ④ 암반 위에서는 실시하지 않는다.
- (2) 깊은 지정에서 나무 말뚝 박기시 유의사항
 - ① 상수면 이하에 박을 것 주변에 먼저 박고 점차 중앙부 쪽으로 박는다.
 - ② 추의 중량은 말뚝중량의 2.5배 정도로 한다.
 - ③ 추의 낙하고는 3 ~ 4m 정도이다.
 - ④ 수직으로 박되 말뚝박기가 완료되면 수평으로 자르고 말뚝 사이 가심을 한다.
 - ⑤ 말뚝 한개로 굳은층에 도달하지 못할 때는 2개를 이어 쓰고 이음자리는 철물로 보강한다.
 - ⑥ 말뚝의 기초판 끝과의 거리는 말뚝 머리 지름의 1.25배(보통 2배)이상 또는 30cm이상으로 한다.

105

제4장 철근콘크리트공사

1. 콘크리트용 재료

- (1) 시멘트:시멘트의 비중은 보통 3.15(포틀랜드 시멘트를 기준) 정도이며, 단위는 포대단위로 하고 40kg들이 1포대의 체적은 0.0254m^3 , 시멘트 1m^3 의 무게는 1,500kg, 28일 압축강도는 $300 \sim 400\text{kg}/\text{cm}^2$ 이다.
- (2) 골재:콘크리트 용적의 66~78%를 차지
- (3) 물:콘크리트의 용수는 청정하고, 유해량의 산, 알칼리, 기름, 유기불순물을 포함하지 않아야 함
- (4) 혼화재료:콘크리트의 성질을 개선시키기 위하여 콘크리트에 섞어 주는 것

2. 물·시멘트 비의 결정

- (1) 물·시멘트 비란 물과 시멘트와의 중량백분율을 말한다.
- (2) 현장비빔의 경우 다음 관계식으로부터 물·시멘트 비를 구한다.

$$\text{물·시멘트 비} = \frac{61}{\frac{F}{K} + 0.34} \text{ (}\%)$$

여기서, F:콘크리트 강도 K:시멘트 강도

3. 콘크리트배합표의 원칙

- (1) 단위시멘트의 사용량이 많아지는 경우
 - ① 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 자갈이 가늘수록
 - ② 동일 물·시멘트비의 경우 슬럼프가 클수록
 - ③ 동일 슬럼프의 경우 물·시멘트 비가 작을수록
 - ④ 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 모래가 가늘수록
 - (2) 자갈의 사용량이 많아지는 경우
 - ① 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 모래가 가늘수록
 - ② 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 자갈이 굵을수록
 - (3) 모래의 사용량이 많아지는 경우
 - ① 동일 물·시멘트 비, 동일 슬럼프에서는 자갈이 가늘수록
 - ② 슬럼프 15cm 이상에서는 동일 물·시멘트비의 경우 슬럼프가 커질수록
 - ③ 동일 물·시멘트비, 동일 슬럼프에서는 모래가 굵을수록
- * 물·시멘트비가 60% 이하의 경우, 동일 슬럼프에서는 물·시멘트 비에 관계없이 자갈의 상용량은 동일하다.

4.비비기 및 운반

- (1) 최소비빔시간 및 회전속도는 외주속도 1m/sec로 1분 이상 비벼야 한다.
- (2) 콘크리트는 비빔개시 후 90분 이내에 콘크리트 시공현장에 운반해야 된다.

5.거푸집 설계시의 수직하중 : 거푸집의 수직방향으로 작용하는 적재하중, 충격하중, 고정하중 및 작업하중의 합으로 한다.

콘크리트의 종류	콘크리트의 중량	
	무근 콘크리트	철근 콘크리트
보통콘크리트	2.3t/m ³	2.4t/m ³
경량콘크리트	1.7~2.0t/m ³ (보통1.9)	
중량콘크리트	3.2~4.0t/m ³ (보통3.5)	

6.콘크리트의 측압이 커지는 조건

- (1) 슬럼프가 클수록 크다.
- (2) 기온이 낮을 수록 크다.(대기중에 습도가 낮을수록 크다.)
- (3) 콘크리트의 치어붓기 속도가 클수록 크다.
- (4) 거푸집의 수밀성이 높을수록 크다.
- (5) 콘크리트의 다지기가 강할수록 크다.
- (6) 거푸집의 수평단면이 클수록 크다.(벽두께가 클수록 크다)
- (7) 거푸집의 강성이 클수록 크다.
- (8) 거푸집 표면이 매끄러울수록 크다.
- (9) 콘크리트의 비중이 클수록 크다.
- (10) 묽은 콘크리트일수록 크다.
- (11) 철근량이 적을수록 크다.

7.철근콘크리트 공사에 관한 중요사항

[1] 철근 콘크리트의 특징

(1) 장점

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| ① 경제적이다. | ② 크기에 제한을 받지 않는다. |
| ③ 내화성이 크다. | ④ 내진성이 크다. |
| ⑤ 내구성이 크다. | ⑥ 유지·수선비가 거의 안들며 외관이 장중하다. |
| ⑦ 재료채취 및 운반이 용이하다. | |

(2) 단점

- | | |
|------------------|-------------------|
| ① 개조 및 파괴가 곤란하다. | ② 거푸집을 필요로 한다. |
| ③ 국부적으로 파손되기 쉽다. | ④ 시공이 조잡하여 지기 쉽다. |
| ⑤ 균열이 쉽다. | ⑥ 자중이 매우 크다. |

[2] 콘크리트 강도에 영향을 주는 인자

(1) 물·시멘트 비(W/C) : 1918년 미국의 Abrams가 제창한 학설로 “적도의 연도를 가진 콘크리트의 강도는 물과 시멘트 비에 따라 결정된다.”

(2) 재료의 품질 : 시멘트, 골재, 모래, 용수 등의 품질

(3) 시공법 : 배합비, 혼합법, 타설방법 등은 강도에 영향을 준다.

(4) 보양법

① 습도 보존 : 최소 5일

② 안전 보존 : 진동, 충격등

③ 온도 보존 : 25℃ 이상이 좋고, 겨울철도 최소 5일간은 2℃ 이상 유지한다.

[3] 콘크리트의 소요 강도(F_0)

$$\therefore F_0 = 3 \times \text{장기허용응력도} = 1.5 \times \text{단기허용응력도}$$

(1) 단기 허용 응력도는 장기 허용 응력도의 2배이다.

(2) 콘크리트의 4주 강도 = 1.8×1주 강도

[4] 이상 현상

(1) 블리딩(bleeding)현상 : 콘크리트 타설 후 시멘트, 골재입자 등의 비중차에 의한 침하에 의해 물이 분리 상승되어 표면에 떠오르는 현상(부착저해로 수밀성, 내구성저하)

(2) 레이턴스(laitance)현상 : 블리딩에 의해 떠오른 미립물이 그후 콘크리트 표면에 얇은막으로 침적되는 현상(이음 콘크리트할 때 강도 감소)

[5] 콘크리트의 이음 위치

(1) 보, 슬래브 : 스패의 1/2 되는 곳에 수직으로 이음

(단, 작은보가 있을 때 작은보 나비의 2배이며, 캔틸레바로 내민 보다 바닥판은 일체로 한다.)

(2) 기둥 : 기초위, 바닥판위, 연결보위에 수평으로 이음

(3) 벽 : 개구부 주위

(4) 아치 : 축의 직각

[6] 양생 방법

(1) 습윤 보양 (2) 수중 보양 (3) 전기 보양 (4) 피막 보양

(5) 증기 보양 : 초기 강도가 커서 거푸집을 빨리 제거 할 수 있다.

[7] AE 공기량이 감소 하는 경우

(1) 온도가 높을수록

(2) 비벼놓은 시간이 길수록

(3) 진동을 주었을 경우

(4) 잔골재의 미립분이 적을수록(AE 공기량은 자갈입도 보다 모래입도에 영향을 많이 받는다.)

(5) 기계 비빔 보다 손 비빔일수록

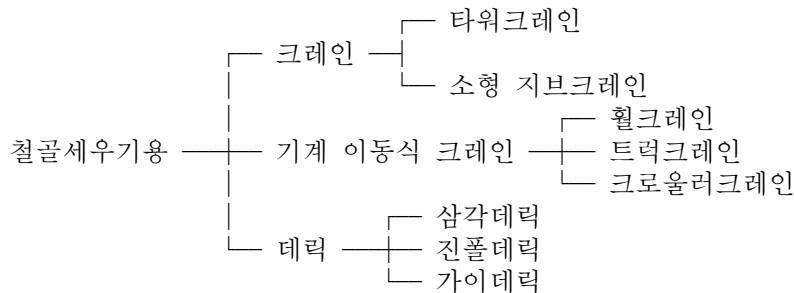
- (5) 슬립 거푸집(slip form) : 거푸집에 테이퍼를 붙이거나 거푸집 주장의 변화가 가능한 장치를 쓰고 단면 형상 변화가 있는 구조물에 사용한다. 초고연통, 무선탑, 전망탑, 크린타워, 급수탑 등의 시공에 이용된다.
- (6) 워플 거푸집(waffle form) : 무량판, 평판구조의 장스팬 구조물에 유리하며 층높이를 낮게하는 방법의 특수상자 모양의 기성제 거푸집이다.
- [11] 거푸집에 존치기간 산정 : 최저 온도가 5℃이하인 경우는 1일을 반일로 계산하고, 0℃ 이하인 것은 존치기간에 산입치 않는다.

제5장 철골공사

1. 철골의 공장가공 순서

- | | | |
|----------------|---------|---------|
| (1) 원칙도(현지도)작성 | 형판(본)뜨기 | 변형 바로잡기 |
| (2) 금긋기 | 절단 | 구멍뚫기 |
| (3) 가조립 | 리벳팅 | 도장 |
| (4) 현장운반 | | |

2. 철골세우기용 기계의 분류는 다음과 같다.



3. 철골 공사에 관한 중요사항

(1) 강재에 녹막이 칠을 하지 않는 부분

- ① 콘크리트에 묻히는 부분
- ② 현장용접을 하는 부분으로 용접부에서 50mm 이내
- ③ 고장력 볼트마찰 접합부의 마찰면
- ④ 기계 깎기 마무리면
- ⑤ 폐쇄형 단면을 한 부재의 밀폐되는 면

참고 공장조립에 있어서 맞댄면 또는 조립 후 칠할 수 없는 부분은 조립전에 1~2회 칠해 둔다.

(2) 리벳 접합시 유의사항

- ① 리벳의 열간타열시 가열온도가 1200℃ 이상이되면 배열되어 불꽃이 튀고, 600℃이하가 되면 가공이 어려워지므로 800~1100℃ 정도로 가열한다.
- ② 리벳 구멍은 송곳 뚫기(13mm 이상시) 또는 서브 펀치하여 리머로 구멍을 가셔낸다.
- ③ 현장치기 리벳수는 총 리벳수의 1/3이 적당하다.
- ④ 철골 1ton당 현장치기 리벳수는 300~400개 정도이다.
- ⑤ 현장 리벳치기 100분당 출골 소요 공수는 0.8~1.1 정도가 좋다.

(3) 고장력 볼트 접합의 특징

- ① 장점

㉠ 화재의 위험이 없다.	소음이 적다.
㉡ 불량개소의 수정이 용이하다.	현장 시공 설비가 간단하다.
㉢ 노동력이 절감되고 공기가 단축된다.	응력집중이 적고 반복응력에 강하다.

② 단점

- ㉠ 판의 접촉면 상황의 관리가 어렵다. 나사의 마무리 정도가 어렵다.
- ㉡ 조이는 방법과 조이는 힘이 부족하다

(4) 용접 접합의 특징 및 용접상의 결함

① 장점

- ㉠ 응력전달이 확실하여 신뢰성이 높다. 철골중량이 감소된다.
- ㉡ 철재량이 감소되어 경제적이다. 단면 처리 및 이음이 쉽다.
- ㉢ 공해가 적다 의장적으로 쾌적하다.
- ㉣ 무소음, 무진동 시공이 된다.

② 단점

- ㉠ 취성파괴가 일어나기 쉽고, 피로강도가 낮다.
- ㉡ 숙련공이 필요하다.
- ㉢ 접합부의 검사가 곤란하다.
- ㉣ 0℃ 이하의 온도에서 작업이 곤란하다.
- ㉤ 변형이 생기고 시공이 불량하면 불완전한 용접이 된다.

③ 용접상의 결함의 종류

- ㉠ 언더 컷(under cut) 오버 랩(over rap)
- ㉡ 스래그(slag) 권입 브로우 홀(blow hole)
- ㉢ 크랙(crack) 크레이터(crater)
- ㉣ 기타 외관불량결함, 녹아붙기불량, 변형, 자기나오기 결함 등이 있다.

(5) 앵커볼트(anchor bolt) : 철골의 주각을 기초에 고정 시키는데 사용하는 부품이다.

① 철골공사 현장에서 철골 구조상 감독자가 유의해야 할 사항 중 제일 중요한 것 : 매입 기초 앵커 볼트의 위치 및 간격

② 앵커볼트의 매입공법

- ㉠ 고정매입공법 : 중요한 시공이나 앵커볼트의 지름이 작을 때 하며 시공의정밀도가 요구된다.
- ㉡ 가동매입공법 : 앵커볼트의 지름이 클때 사용한다.
- ㉢ 나중매입공법 : 경미한 공사로 철골주각을 고정 시킬 때 구멍을 뚫었다 나중에 매입한다.

제6장 조적공사

1. 벽돌벽체의 백화현상

(1) 일반사항

- ① 벽돌벽 외부에 공사완료후 흰가루가 돋는 현상이다.
- ② 새로운 벽에 물이 스며들면 잘 생긴다.
- ③ 벽돌의 성분과 모르타르 성분이 결합하여 탄산소다 황산고토 성분이 생긴 현상이다.
- ④ 마그네시아 시멘트는 백화현상이 잘 생긴다.
- ⑤ 외관상 나쁘고 벽돌표면이 벗겨지는 경우가 있다.

(2) 방치책

① 벽돌벽

- ㉠ 줄눈 모르타르의 밀실 충전
- ㉡ 치장 쌓기의 벽돌벽은 줄눈 넣기 조기시공
- ㉢ 이어쌓기의 경우 고인물 완전제거
- ㉣ 파리핀도료를 발라 염료가 나오는 것 방지
- ㉤ 양질의 벽돌 사용

② 타일면

- ㉠ 눈, 비 올때 작업중지
- ㉡ 바탕면에 물축이기를 적게
- ㉢ 줄눈넣기 조기시공

③ 미장면

- ㉠ 강알카리성 재료나 해수 사용금지
- ㉡ 기후 불순시 작업중지
- ㉢ 양생전에 빗물의 침입방지(차양, 돌림띠 등 설치)

1. 벽돌쌓기 요령

(1) 벽면적 1m²당 정미 소요 벽돌 매수

벽돌형 쌓기	0.5B(매)	1.0B(매)	1.5B(매)	2.0B(매)	2.5B(매)	3.0B(매)
기준형	65	130	195	260	325	390
표준형	75	139	224	298	378	447

(2) 벽면적 1m²당 정미 소요 블록 매수 : 12.5매

(3) 벽돌 1000당 쌓기용 모르타르 양

- ① 0.5B : 0.3m³
- ② 1.0B : 0.37m³
- ③ 1.5B : 0.4m³
- ④ 2.0B : 0.42m³

(4) 할증율

- ① 시멘트 벽돌 : 5%
- ② 소성 붉은 벽돌 : 3%
- ③ 시멘트 블록 : 4%

2. 치장줄눈의 시공방법

- (1) 시공순서는 ㉠줄눈주름 ㉡줄눈따기 ㉢치장줄눈의 순으로 한다.
- (2) 되도록 짧은 시간내에 한다.
- (3) 벽돌주위에 밀착되어 수밀하고, 줄 바르고, 표면은 일매지게 한다.
- (4) 하루일은 끝날무렵 깊이 8mm 정도의 줄눈따기를 하고 청소한다.
- (5) 치장줄눈의 깊이는 6mm로 한다.

3. 벽돌 쌓기의 방법

(1) 일반 사항

- ① 벽돌은 어느 부분이든 균일한 높이로 쌓는다.
- ② 모르타르의 강도는 벽돌 이상의 강도로 한다.
- ③ 1일 쌓기 높이는 1.2m(17켜 정도)를 표준으로 하고 1.5m(21켜 정도) 이내로 한다.

(2) 교차부 쌓기

- ① 교차부 물려 쌓기는 모르타르를 충분히 펴고 들여미는 벽돌에도 모르타르를 발라 들여 밀어 세로줄눈을 바르게 하고 사춤 모르타르로 빈틈없게 한다.
- ② 수직면과 깊이를 정확하게 들여 놓아야 한다.
- ③ 한 벽을 먼저 쌓고 여기에 교차되는 벽을 나중에 쌓을 경우 교차부의 벽돌 물림 자리를 내어 한켜 걸음으로 1/4B~1/2B를 들여 쌓는다.
- ④ 하루일이 끝나면 들여쌓기 부분 모르타르를 깨끗이 가셔낸다.

(3) 모서리 쌓기

- ① 가능한 내부에 통줄눈이 생기지 않게 한다.
- ② 토막벽돌이 적게 사용되도록 벽돌 나누기를 잘하고 사춤 모르타르를 충분히 한다.
- ③ 모서리선은 정확하게 수직선이 되게 한다.

(4) 아치 쌓기

- ① 아치벽돌은 좌우에서 대칭적으로 균등하게 쌓는다.
- ② 아치의 줄눈 방향은 원호의 중심에 모이도록 한다.
- ③ 수평아치 개구부 나비는 1.2m이하로 한다.
- ④ 쌓은 후 충격을 주지 말고 굳은후 윗벽을 쌓는다.
- ⑤ 아치의 각부분은 모두 압축력을 받으므로 걸리는 하중은 직압력으로 전달된다.

(5) 기초 쌓기

- ① 1/4B씩 한켜 또는 두켜씩 내어 쌓는다.
- ② 기초 맨밑 나비는 벽돌벽 두께의 2배가 되게 한다.
- ③ 푸팅을 넓히는 경사는 60°이상으로 한다.
- ④ 두켜씩 쌓는 밀켜는 길이 쌓기로 하는 것이 유리하다.
- ⑤ 기초에 쓰이는 벽돌은 모양보다 잘 구워진 강도가 큰 것이 좋다.

(6) 중간 내쌓기

- ① 내쌓기를 두켜씩 1/4B 또는 한켜1/8B 내쌓기도 하고 맨위는 두켜 내쌓기로 한다.
- ② 내쌓기는 모두 마무리 쌓기로 하는 것이 강도상, 시공상 유리하다.
- ③ 내미는 한도는 2B를 한도로 한다.

(7) 창대 쌓기

- ① 창대벽돌은 윗면을 15° 내외로 경사지게 옆세워 쌓는다.
- ② 창대벽돌은 앞끝의 밑부분은 벽돌벽면에 일치시키거나 1/8B ~ 1/4B정도로 내밀어 쌓는다.
- ③ 창대벽돌 위끝은 창틀 밑에 15cm정도 들어가 끼운다.
- ④ 창대옆은 옆벽에 물릴 때도 있고 옆벽에서 부터 쌓을때도 있다.
- ⑤ 물흘림이 좋게하고 문틀사이는 수밀하게 코킹하여 방수가 되게 한다.
- ⑥ 창문틀은 원칙적으로 먼저 세운다.

(8) 내화벽돌 쌓기

- ① 내화점토를 물반죽하여 쌓는다.
- ② 내화벽돌은 물축이기를 하지 않는다.
- ③ 내화벽돌은 줄눈은 실줄눈으로 시공한다.

4.보강 철근콘크리트 블록조 시공상 주의사항

- (1) 벽 세로근은 기초 보 또는 테두리보의 위치, 나누기에 따라 배치한다. 블록 나누기와 맞지 않을때는 콘크리트를 파내고 수직과 30°이내로 구부리기 한다.
- (2) 세로 철근은 도중에 잊지 않고, 기초보, 테두리보에 40d 이상 정착한다.
- (3) 가로근의 간격은 블록 3켜(60cm), 또는 4켜(80cm)마다 넣는다.
- (4) 가로근의 끝부분은 벽체상호에 40d이상 정착한다. 이음을 할때는 25d이상으로 한다.
- (5) 보강 블록 쌓기는 원칙적으로 통줄눈 쌓기로 한다.
- (6) 콘크리트 또는 모르타르 사춤은 블록 2켜 쌓기 이내 마다 하고, 이음위치는 블록 윗면에서 5cm정도 밑에 둔다.
- (7) 사춤 콘크리트 다지기를 할 때 철근의 이동이 없도록 주의한다.
- (8) 급수관, 배전관, 가스관 등을 배관할 때는 블록쌓기와 동시에 시공하고 철근이 복잡한 곳을 가급적 피한다.

제5부 건설재료학

제1장 목재

1. 목재의 장·단점

(1) 장점

- ① 가벼워, 운반, 취급이 편리하고 가공이 용이하다.
- ② 무게에 비해 강도와 탄성이 크다.
- ③ 충격, 진동, 소음을 잘 흡수한다.
- ④ 온도에 대한 신축이 크다.

(2) 단점

- ① 재질, 강도에 균일성이 없고 비틀림이 생기기 쉽다.
- ② 큰 치수의 구입이 곤란하다.

2. 목재의 조직

- (1) 연륜(나이+테) : 수목 횡단면에 춘재부와 추재부가 교대로 연속되어 나타나는 동심원형의 조직
- (2) 변재와 심재

변재	심재
1. 목재의 표피 가까이 위치 2. 담색 3. 역할 : 수액의 전달과 양분 저장 4. 수분을 많이 함유 5. 수축 변형이 크고 내구성이 작다.	1. 목재의 수심 가까이 위치 2. 암색 3. 변재가 변화되어 세포가 고화된 것 4. 수분이 작음 5. 변형이 적고 내구성이 크다.

3. 목재의 성분

- (1) 목재의 성분 구성 : 탄소 50%, 산소 44%, 수소 6%
- (2) 목재의 고형 성분 : 섬유소(세포막 구성) 50~60%, 리그닌(접착제 역할) : 25~30%

4. 결의 종류에 따른 특성

(1) 널결(무늬결 : 판목)

- ① 신축이 균일하지 않다.(잘 휘어짐)
- ② 제재가 쉽고, 아름답다.

(2) 곧은결(정목)

① 신축이 균일하다.

② 마무리가 쉽고 널리 사용한다.

5. 목재의 비중

- (1) 기건 비중 : 목재의 수분을 공기중에서 제거한 상태의 비중(일반적으로 사용하는 목재의 비중으로 0.3~0.9)
- (2) 진비중(실비중) : 목재가 공극을 포함하지 않는 실제부분의 비중(1.54~1.56)
- (3) 절대건조비중(절건비중) : 100~110℃의 온도로 건조시켜 수분을 제거했을 때의 비중
- (4) 공극률과 비중과의 관계식

$$\therefore V(\text{공극율}\%) = \frac{r}{1.54} \times 100 \quad r = \text{절건비중}, \quad 1.54 = \text{진비중}$$

6. 함수율

- (1) 기건재의 함수율 : 12~18%(평균 15%)
- (2) 섬유 포화점 : 섬유자신의 함수율이 25~30%(보통 30%)인 경우
- (3) 함수율에 의한 목재 재질의 변화
 - ① 목재의 재질 변동(수축, 팽창등)은 섬유포화점 이하의 함수 상태에서만 발생한다.
 - ② 섬유 포화점 이하에서 함수율의 감소에 따라 강도는 증가하고 탄성은 감소한다.

7. 열에 의한 성질

- (1) 목재는 열전도율 및 열팽창율이 극히 낮다.
- (2) 내화성이 낮다.
- (3) 목재의 연소성
 - ① 100℃ : 수분증발
 - ② 180℃ 전후 : 열분해에 의해 가연성 가스를 발생하여 인화 → 인화점
 - ③ 260~270℃ : 목재에 불이 붙음 → 착화점 또는 화재위험 온도
 - ④ 400~450℃ : 화기없이 자연 발화 → 발화점

8. 목재의 강도

- (1) 목재강도의 크기 순서 : 인장강도 > 휨강도 > 압축강도 > 전단강도
 - ① 섬유 방향 압축강도는 섬유방향 인장강도의 90%정도이다.
 - ② 휨강도는 압축강도의 약 1.75배이다.
- (2) 섬유 방향의 인장 및 압축강도는 크나 직각방향은 작다.
- (3) 목재를 인장재로 사용하지 않는 이유(목재는 주로 압축 및 휨부재로 사용)
 - ① 웅이, 마디가 있다.
 - ② 나이트와 접선방향(평행방향)의 인장강도가 작다.

- ③ 목재의 이음이 어렵다.
- ④ 섬유가 변형된다.

9. 목재의 방부법

- (1) 표면탄화법 : 목재의 표면을 3~10mm도 태우는 방법(방부 효과가 1~2년 정도뿐)
- (2) 방부제 사용법 : 도포법, 주입법(상압주입법, 가압주입법), 침지법, 생리적주입법
확인 본문에서 「방부제의 구비조건」을 숙지한다.
- (3) PCP(penta chloro phenol)의 특성(방부제)
 - ① 방부제중 방부력이 가장 우수하다.
 - ② 열이나 약재에도 안정하다.
 - ③ 무색제품으로 그위에 페인트를 칠할 수 있다.

10. 목재의 건조

- (1) 건조전의 처리법
 - ① 수침법 : 2주이상 흐르는 물에 담그는 방법
 - ② 자비법 : 열탕에 삶는 방법
 - ③ 증기법 : 원통속에서 수증기로 찌는 방법
- (2) 인공 건조 방법 : ① 증기법 ② 훈연법 ③ 진공법 ④ 열기법

11. 합판 및 집성 목재

- (1) 합판 : 3매 이상의 얇은 판을 1매마다 섬유 방향이 직교하도록 붙여서 만든 것
- (2) 합판의 특성
 - ① 잘 갈라지지 않고 방향에 따른 강도의 차가 적다.
 - ② 판재에 비해 균질이다.
 - ③ 큰판 및 곡면판을 만들 수 있다.
 - ④ 무늬가 좋은 판을 얻을 수 있다.
- (3) 집성 목재 : 합판과 다른 점
 - ① 판의 섬유 방향을 평행으로 붙인 것으로 판이 흡수가 아니어도 된다.
 - ② 보나 기둥에 사용할 수 있는 단면을 가진다.확인 본문에서 「집성 목재의 특징」을 숙지할 것

12. 파아티클 보드 : 주원료(작은 나무 조각)를 접착제로 성형·열압하여 제판한 것으로 칩보드(chip-board)라고도 한다.

13. 코펜하겐 리브판 : 천정 또는 내벽에 붙여 음향 조절용으로 사용(바닥재는 적합하지 않음)

제2장 시멘트 및 콘크리트

1. 시멘트의 성분 및 주요 구성 화합물

(1) 시멘트의 성분

구 분	명 칭	합 량(%)
주 성 분	1. 석회(CaO)	60 ~ 66
	2. 실리카(SiO ₂)	20 ~ 25
	3. 알루미나(Al ₂ O ₃)	4 ~ 9
기타성분	1. 산화철(Fe ₂ O ₃)	2 ~ 4
	2. 산화마그네슘(MgO)	1 ~ 3.5
	3. 무수황산(SO ₃)	1 ~ 3

(2) 주요 구성 화합물

- ① 규산삼석회(3CaO·SiO₂ : 약호 C₃S)
- ② 규산이석회(2CaO·SiO₂ : 약호 C₂S)
- ③ 알루미난삼석회(3CaO·Al₂O₃ : 약호 C₃A)
- ④ 알루미난철사석회(4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ : 약호 C₄AF)

(3) 시멘트 구성 화합물의 특성

- ① C₃S : 시멘트의 초기 강도를 좌우하며 시멘트중 함유율이 5% 이하이다.
- ② C₂S : 시멘트의 후기 강도에 영향을 주고 수화열이 낮다.
- ③ C₃A : 수화작용이 빠르고 발열량이 많다.
- ④ C₄AF : 수화작용, 수화열, 초기강도가 가장 낮으며 시멘트 중 함유율 35~37%이다.

2. 시멘트의 성질

(1) 시멘트의 비중

- ① 보통 포틀랜드 시멘트의 비중 : 3.10 ~ 3.15
- ② 시멘트 비중의 감소 원인
 - ㉠ 소성이 불충분하거나 소성온도가 높을 경우
 - ㉡ 불순물이 혼입될 경우
 - ㉢ 성분 중에 SiO₂, Fe₂O₃ 가 부족할 경우
 - ㉣ 대기중에 수분이나 탄산가스를 흡수하여 풍화될 경우
 - ㉤ 저장기간이 길 경우

(2) 분말도 : 시멘트 입자가 미세할수록 (분말도가 높을수록) 물과 접촉 면적이 커져서 수화가 빨리 진행되어 초기 강도가 크며, 블리딩이 적고 워커블한 콘크리트가 되는 반면 수축이 커서 균열이 생기기 쉬우며 내구성이 나쁘고 풍화가 용이하다.

- ① 분말도 측정 목적 : 수화 작용과 강도를 예측하기 위해서이다.
- ② 표시 : 비표면적(cm²/g) 또는 표준체 44μ의 잔분(%)
- ③ 분말도 시험 : 시멘트 50g을 표준체(44μ : No. 325)에 넣고 1분에 150번의 통과량이 0.1g 이하가 될 때까지 친다(25회 칠 때까지 1/6 정도 회전)

$$\therefore \text{분말도} = \frac{\text{체에 남은 시멘트 중량}}{\text{시료 전체 중량(50g)}} \times 100\%$$

(3) 시멘트의 응결 및 경화

- ① 응결의 시작(initial set)과 응결의 종결(final set)은 각각 1시간 이후와 10시간 이내로 규정하고 있다.(한국공업규격)
 - ② 응결은 첨가된 석고량이 많거나 물·시멘트비가 높을수록 지연되며 분말도가 곱고, 알칼리가 많을수록 빨라진다.
 - ③ 온도와 습도가 높으면 응결 시간이 짧아지며, 경화가 촉진되고, 풍화된 시멘트는 응결이 늦어진다.(경화는 응결 다음에 오는 변화로서 기계적 강도의 증진을 의미한다.)
 - ④ 위응결(또는 이중 응결) : 시멘트에 따라서 시멘트풀이 물과 혼합하여 발열치 않고 10~20분만에 굳어졌다가 다시 풀리면서 응결하는 현상이다.
- (4) 시멘트 강도에 영향을 주는 요인
- ① 시멘트 성분 : SO_3 나 규산삼석회(C_3S)가 많을수록 조기강도가 높아지고 규산이석회(C_2S)가 많을수록 장기강도가 높아진다.
 - ② 분말도 : 분말도가 크면 조기강도를 증가시킨다.
 - ③ 풍화 : 시멘트가 풍화되면 강열감량이 많아져서 조기강도가 저하된다.
 - ④ 양생조건 : 양생온도는 30°C 까지는 온도가 높을수록 강도가 증가하며 재령이 커짐에 따라 강도가 증가한다.
 - ⑤ 풍화된 시멘트의 특징
 - ㉠ 초기 강도가 작다.
 - ㉡ 비중이 작다.
 - ㉢ 응결 시간이 늦다.
 - ㉣ 압축 강도가 작다.
 - ㉤ 비표면적이 작다.

- (1) 보통 포틀랜드 시멘트 : 중용열 포틀랜드 시멘트와 조강 포틀랜드 시멘트 중간적인 성질을 가진다.
- (2) 중용열 포틀랜드 시멘트 : C_3A 와 C_3S 양을 적게하고 C_2S 양을 많게하여 댐 및 방사능 차폐용 등 매시브한 구조물에 사용된다.
 - ① 조기강도가 작고 장기강도가 크다.
 - ② 화학적응성이 크다.
 - ③ 내산성 및 내구성이 크다.
 - ④ 시멘트중에서 건조수축이 가장적다.
- (3) 조강 포틀랜드 시멘트 : 보통 시멘트보다 CaO 를 2.2~2.7배 만큼 더 증가시켜서 조기강도가 커지도록 만든 시멘트이다.
 - ① 수화열이 많고 수화속도가 커서 동절기, 수중공사에 적합하다.
 - ② 건조수축에 의한 균열이 생기기 쉽다.
 - ③ 재령 7일로 보통 시멘트 28일 강도를 낸다.
- (4) 백색 포트랜드 시멘트 : 산화철 성분이 적은 백색 점토와 석회석을 사용하여 만든 시멘트이다.
- (5) 혼합 시멘트
 - ① 혼합 시멘트의 종류 : 고로 시멘트, 실리카 시멘트(포졸란 시멘트), 플라이애시 시멘트등
 - ② 혼합 시멘트의 공통적 특성
 - ㉠ 조기강도가 작은 대신 장기강도가 크며 내구성도 크다.
 - ㉡ 워커빌리티가 크다.
 - ㉢ 블리딩이 작다.
 - ㉣ 화학저항성이 크다.

확인 본문에 있는 혼합 시멘트의 종류별로 그 특성을 숙지한다.

(6) 초조강 시멘트

① 알루미늄 시멘트 : 알루미늄 원광인 보크사이트(bauxite)와 석회석을 혼합하여 용융방법 또는 소성방법에 의하여 만든 시멘트이다.

㉠ 조기강도가 매우 크다.(재령 1일로 보통 시멘트의 28일 강도를 나타냄)

㉡ 발열량이 대단히 커서 -10℃의 한중 공사에 이용된다.

㉢ 산에는 약하나 알칼리에는 강하다.

㉣ 내화성이 우수하여 내화로용 시멘트로 사용한다.

② 초속경 시멘트 : 클링커속의 얼릿(allite)조성을 증대시켜 분말도를 높이고 석고성분을 많이 첨가한 시멘트이다.

㉠ 재령 1일로 조강시멘트의 3일 강도를 나타낸다.(ond day 시멘트)

㉡ 단시간에 강도를 나타내는 시멘트이다.(one hour 시멘트)

(7) 팽창 시멘트 : 응결, 경화시에 팽창을 유발시켜 수축으로 인한 결점을 개선시킨 시멘트이다.(P.S 콘크리트에 사용)

4. 콘크리트 개요 및 골재

(1) 콘크리트 재료의 구성 비율

① 콘크리트 : 시멘트(10%) + 골재(70%) + 물(15%) + 공기(5%)

② 시멘트풀 : 시멘트 + 물

③ 몰탈 : 시멘트풀 + 잔골재 + 공기

확인 본문에 있는 콘크리트의 장·단점을 완전히 숙지할 것

(2) 골재의 품질

① 건강하고 내화성, 내구성이 있어야 한다.

② 청정해야 한다.

③ 표면이 거칠고 구형이나 입방체가 좋다.

(3) 골재의 성질

① 비중이 클수록 치밀하며 흡수량이 낮고 내구성이 크다.

② bulking 및 inundate

㉠ bulking : 건조 상태의 잔골재(모래)가 함수(含水)함에 따라 부풀어 오른 것을 bulking이라 한다.

㉡ inundate : 최대로 부푼(약 8% 함수되었을 경우) 것에 물을 더 가하면 이번에는 용적이 감소되고 포화상태(25~35%)일 경우에는 마른모래와 거의 같은 용적이 되는데 이를 inundate라고 한다.

5. 굳지 않는 콘크리트의 성질

(1) 콘크리트 성질을 나타내는 용어의 정의

① 워커빌리티(workability ; 시공연료) : 반죽질기(콘систен시)에 의한 작업의 난이도 및 재료 분리에 저항하는 정도를 나타내는 콘크리트 성질

② 콘систен시(consistency ; 반죽질기) : 주로 수량의 다소에 의해서 변화하는 콘크리트의 유동성의 정도

③ 플라스틱시티(plasticity ; 성형성) : 거푸집의 형상에 순응하여 채우기 쉽고 분리가 일어나지 않는 성질

- ④ 피니셔빌리티(finishability ; 마무리성) : 굵은 골재의 최대치수, 잔골재율, 잔골재의 입도, 반죽질기등에 의한 콘크리트 표면의 마무리 정도를 나타내는 성질
- ⑤ 블리딩(bleeding) : 콘크리트 타설후 시멘트, 골재입자등이 침하에 따라 물이 분리 상승되어 콘크리트 표면에 떠오르는 현상
- ⑥ 레이턴스(laitance) : 블리딩에 의해 떠오른 미립물이 그후 콘크리트 표면에 얇은 막으로 침적되는 현상

(2) 워커빌리티에 영향을 주는 요인

- ① 시멘트의 품질 및 양
- ② 골재의 입도와 형상
- ③ 단위 수량
- ④ 배합 및 비빔
- ⑤ 혼화재료
- ⑥ 온도 및 혼합시간

확인 본문에서 내용을 숙지할 것

(3) 워커빌리티의 측정법

- ① 슬럼프 시험
- ② 다짐계수 시험
- ③ 비비시험
- ④ 흐름 시험(flow test)
- ⑤ 리몰딩 시험(remoulding test)
- ⑥ 구관입 시험

(4) 콘시스턴스(반죽 질기)에 영향을 주는 요인 : 단위수량, 잔골재율, 콘크리트의 온도, 공기연행량

(5) 재료 분리 현상을 줄이기 위해 유의해야 할 사항

- ① 잔골재율을 크게하고, 잔골재중의 0.15~0.3mm정도의 세입분을 많게 한다.
- ② 물·시멘트비를 작게 한다.
- ③ 콘크리트의 플라스틱시티를 증가시킨다.
- ④ AE제, 플라이애시 등을 사용한다.

- ⑤ 재료 분리 현상을 일으키는 경우
- ㉠ 굵은 골재와 치수가 너무 큰 경우
- ㉡ 거친입자의 잔골재를 사용하는 경우
- ㉢ 단위 골재량이 너무 많은 경우
- ㉣ 단위수량이 너무 많은 경우
- ㉤ 배합이 적정하지 않은 경우

(6) 블리딩

- ① 블리딩 현상에 의한 영향
- ㉠ 콘크리트의 품질 및 수밀성, 내구성을 저하시킨다.
- ㉡ 시멘트풀과의 부착을 저해한다.
- ② 블리딩을 적게 하기 위한 방법
- ㉢ 단위수량을 적게한다.
- ㉣ 골재입도가 적당해야 한다.
- ㉤ 적당한 혼화재를 사용한다.

6. 경화된 콘크리트의 성질

(1) 압축강도

- ① 콘크리트의 강도는 재령 28일의 압축강도를 기준으로 한다.
- ② 콘크리트 강도에 영향을 주는 요인
- ㉠ 사용재료(시멘트, 골재, 혼합수, 혼화재료등)의 품질 : 시멘트물비가 동일하면 콘크리트의 강도는 시멘트강도(사용 시멘트의 품질)에 비례하여 증감한다.
- ㉡ 물·시멘트비 : 콘크리트 강도에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이다.
- ㉢ 공기량 : 공기량 1% 증가에 따라 콘크리트의 강도는 4~6% 감소한다.
- ㉣ 시공방법 : 손비빔보다 기계비빔이 강도면에서 10~20% 정도 증대되며, 진동기는 묽은 반죽

㉔ 양생방법 : 습윤 양생후 공기중에서 건조시키면 강도가 20~40% 증가되며 일반적으로 4~40℃의 범위에서는 온도가 높을수록 재령 28일까지의 강도는 증가된다.

① 인장강도 : 압축강도의 $1/10 \sim 1/13$

③ 전단강도 : 압축강도의 $1/4 \sim 1/6$

∴ 강도크기 : 압축강도>전단강도>휨강도>인장강도

① 일정한 하중이 장기간 가해질 때 하중의 증가가 없어도 변형이 증대되는 현상을 크리프라 한다.

㉔ 부재의 단면치수가 작을수록

㉔ 대기온도가 높을수록

㉞ 단위시멘트량이 많을수록

① 건조수축에 가장 큰 영향을 미치는 것은 단위 수량이며 단위수량을 적게 해야 건조 수축이 적어진다.

㉔ 흡수량이 많은 골재일수록

㉔ 습도가 낮을수록

㉓ 단면치수가 작을수록

㉔ 골재 최대치수가 작을수록

② 혼화재(混和濟)나 혼화재(混和材)를 사용하면 수밀성이 좋아진다.

② 빈배합 : 적은 양의 시멘트를 사용한 배합

② 워커빌리티 측정을 위한 슬럼프 값의 결정

② 절대 잔골재율의 결정

④ 지방 배합의 산출 및 조정

② 현장 배합으로 수정

123

타 설 장 소	슬 럽 프 값	
	진동기를 사용하지 않는 경우	진동기를 사용하는 경우
기초, 보, 바닥슬래브	15 ~ 18cm	5 ~ 10cm
기둥, 벽	18 ~ 21cm	10 ~ 15cm

(3) 물시멘트비의 결정

- ① 물시멘트비가 너무 크면 시공연도가 증가되나 내구성이 감소된다.
- ② 물시멘트비가 작으면 시공연도가 낮아지고 균열이 발생된다.
- ③ 물·시멘트의 범위는 40 ~ 70% 정도가 적당하다.

$$\text{※ 물시멘트비 } (x) = \frac{61}{(F/K)+0.3} (\%)$$

여기서, F : 콘크리트의 배합강도 K : 시멘트 강도

8. 시멘트의 혼화재료

- (1) 혼화제(사용량이 적어 배합계산에서 무시) : AE제, 분산제(감수제), 응결경화촉진제, 급결제 및 지연제, 방수제등
- (2) 혼화제(사용량이 많아서 배합계산에서 고려된 것) : 팽창제, 포졸란 작용이 있는 것(고로슬래그, 플라이애시), 증량제등

9. 각종 콘크리트

(1) 경량 및 중량 콘크리트

- ① 경량 콘크리트 : 단위 용적중량의 1.7t/m³이하, 기건 비중이 2.0이하
- ② 중량 콘크리트 : 단위 용적중량이 3 ~ 5t/m³

(2) AE 콘크리트 : AE제를 사용한 콘크리트

[확인] 본문에서 장·단점을 필히 숙지할 것

(3) 프리팩트 콘크리트 : 주입 콘크리트라고도 함.

[확인] 본문에서 특성을 알아둘 것

(4) PS 콘크리트 : 외력에 의한 응력에 견디도록 콘크리트에 미리 압축력을 준 콘크리트

[확인] 본문에서 레미콘의 종류 및 사용에 관한 내용을 숙지한다.

(5) 매스콘크리트 : 구조물 또는 부재의 치수가 커서 시멘트에 의한 온도의 상승을 고려하여 시공하는 콘크리트

제3장 석재 및 점토

1. 석재의 분류 및 장·단점

- (1) 석재의 성인에 의한 분류 : ①화성암 ②수성암 ③변성암
- (2) 석재의 장·단점
 - ① 장점
 - ㉠ 압축강도가 크다. ㉡ 내수성, 내화학적, 내구성, 내마모성이 양호하다.
 - ② 단점
 - ㉢ 인장강도가 압축강도의 1/10 ~ 1/40정도이다.
 - ㉣ 비중이 크고 가공성이 좋지 않다. (장대재를 얻기 어렵다.)
 - ㉤ 열에 의해 균열(화강암), 분해(석회석, 대리석등)되어 강도를 상실하기도 한다.

2. 석재의 성질

- (1) 강도
 - ① 석재의 강도는 압축강도를 기준으로 한다.
 - ② 석재의 압축강도가 커지는 경우
 - ㉦ 구성입자 및 공극율이 작을수록 ㉧ 단위용적 중량이 클수록
 - ㉨ 결정도와 결합 상태가 좋을수록
 - ③ 함수율이 높으면 강도는 저하된다.
- (2) 흡수율의 크기 : 응회암>사암>안산암>화강암>대리석
- (3) 석재의 내구성을 지배하는 요인
 - ① 조암광물의 종류 ② 조직의 차이 ③ 노출 상태
- (4) 내구연한(수명)의 순서 : 화강암>대리석>석회암>사암
- (5) 내화성 : 500℃까지는 거의 피해를 입지 않지만 그 이상의 온도에서는 급격히 파괴된다.
 - ① 응회암, 사암, 안산암등은 1000℃이하의 고온에 거의 영향을 받지 않는다.
 - ② 화강암은 575℃정도에서 붕괴된다.

3. 석재의 조직에 관계되는 용어

- (1) 석리 : 광물의 조직에 따라 생기는 눈의 모양
- (2) 절리 : 천연적으로 갈라진 틈(화성암에 많다)
- (3) 석목(돌눈) : 일정한 방향의 깨지기 쉬운 면(석재의 채석이나 가공시 이용된다.)
- (4) 층리와 편리
 - ① 층리 : 퇴적암, 변성암에 흔히 있는 평행상의 절리
 - ② 편리 : 변성암에서 생기는 불규칙한 절리(박편 모양으로 작게 갈라짐)

4. 석재의 가공

- (1) 가공의 종류 : ①규격화가공 ②할석 ③표면가공

- (2) 표면가공의 순서(손다듬기) : 흑두기-정다듬-깎기-도드락다듬-잔다듬-물갈기

5. 각종 석재의 특성

- (1) 화성암(종류 : 화강암, 안산암, 현무암, 감람석, 부석)

① 화강암(썩돌)

- ㉠ 석질이 견고하고 풍화나 마멸에 강하다.
- ㉡ 대재를 용이하게 채취할 수 있다.
- ㉢ 외관이 아름다워 장식재로 쓸 수 있다.
- ㉣ 내화도가 낮아서 고열을 받는 곳에는 부적당하다.
- ② 안산암 : 강도, 경도가 크며 내화성이 있다.(구조재로 사용)
- ③ 부석 : 연전도율이 작고 내화성, 내산성이 있다.(단열재, 특수화학 장치에 이용)

- (2) 수성암(종류 : 사암, 이판암 및 점판암, 응회석, 석회암등)

① 이판암 및 점판암

- ㉠ 이판암 : 침전된 점토가 지압과 지열에 의해 응결한 것
- ㉡ 점판암 : 이판암이 다시 지압에 의해 변질된 것
- ㉢ 점판암은 박판으로 탈리성이 있고 치밀하여 슬레이트 지붕재, 벽재, 비석등에 이용
- ② 응회석 : 화산재가 모래와 같이 퇴적하여 응고된 것
- ㉠ 석질이 연하고 다공질이어서 흡수성이 크나 강도, 내구성이 부족하다.
- ㉡ 내화성이 크다.
- ㉢ 가공하기 쉬우나 풍화하기 쉽다.

- (3) 변성암(종류 : 대리석, 사문암, 석면등)

① 대리석 : 변성암의 대표적 석재

- ㉠ 연마하면 아름다운 광택을 낸다.(장식재)
- ㉡ 내산성 및 내화성이 낮고 풍화되기 쉽다.
- ② 석면 : 천연결정 섬유
- ㉠ 내화성(1200~1300℃)이 있다. ㉡ 열전도율이 작고 내알카리성이 우수하다.

6. 석재 제품

- (1) 암면 : 단열, 보온, 흡음등이 우수하고 내화성이 있다.(음이나 열의 차단재로 사용)
- (2) 질석 : 운모계와 사문암계의 광석을 800~1000℃로 가열 팽창시켜 체적이 5~6배로 된 다공 질석의 경석이다.
- (3) 테라조 : 종석(대리석)+백색시멘트+강모래+안료+물
- (4) 퍼얼라이트 : 진주암, 흑요석, 송지석등을 분쇄하여 입상으로 된 것을 가열 팽창시켜서 제조한다.

7. 점 토

- (1) 점토의 주성분 : 함수규산알루미나($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)

- ① 성분 : SiO_2 50~70%, Al_2O_3 15~36%, 기타 Fe_2O_3 , CaO, MgO, Na_2O 등이 포함되어 있다.
- ② 카올린 : 순수한 점토
- ③ 샤모트 : 구어진 점토 분말

(2) 점토 소성 제품의 분류

확인 본문에서 표 3-5의 내용을 반드시 알아 두어야 한다.

(3) 보통 벽돌의 품질

등급	구워진정도	두드렸을때	압축강도(kg/cm ²)	흡수율(%)	형 상(외관)
1등급	양 호	금 속 성 청 음	150 이상	20 이하	형상양호, 균열 및 흠이 극히적음
2등급	보 통	탁 음	100 이상	28 이하	보통 형태

(4) 타일

① 등급에 의한 타일의 분류

등급	기 준
1급품	색조가 특히 양호한 것, 외관 결점이 없는 것, 색조가 정확하고 고른 것
2급품	색조가 좋은 것, 외관 결점이 심하지 않은 것
3급품	색조가 보통인 것

② 타일의 종류

- ㉠ 클링커 타일 : 표면에 거칠게 요철 무늬를 넣는다.
- ㉡ 모자이크 타일 : 아름다운 무늬를 만들 수 있고 소형 타일로서 바닥에 많이쓰인다.
- ㉢ 알루미늄 타일 : 보오크사이트를 원료로 하여 만든 타일이다.
- ㉣ 계단 non-slip : 계단의 모서리에 붙이는 것으로 마모에 대한 저항성이 금속제보다 우수하다.
- ㉤ 스크래치드 타일 : 표면이 긁힌 모양의 외장용 타일이다.

(5) 테라코타 : 속이 빈 대형의 점토소성품이다.

- ① 일반 석재보다 가볍다.(압축강도 화강암의 1/2)
- ② 내화성이 크고 풍화에도 강하다.(외장용)

- ② 목적 : 담금질한 강에 인성을 주고 내부 잔류응력을 제거하기 위해서이다.

4. 강의 기계적 성질

확인 본문에서 그림 4-1 응력변형선도를 이해하여야 한다.

(1) 탄소 및 기타 성분 함유에 의한 특성

- ㉠ 탄소(C) : C의 함유량이 많을수록 경하고 강도가 증대되나 신도는 감소된다.
- ㉡ C가 0.9~1.0% 함유할 때 인장강도는 최대로 증대되고 이를 넘으면 감소된다.
- ㉢ 경도는 0.9% 함유시 최대로 되며 그 이상 함유 시에는 경도가 일정하다.
- ㉣ 규소(Si) : 3%까지는 강도가 증대되나 많아질수록 취약하고 가단성이 감소된다.
- ㉤ 망간(Mn) : 1%정도까지는 강도 및 경도 등이 커지나 2% 이상 되면 취약해진다.
- ㉥ 황(S) 및 인(P) : 유해한 불순물로서 함유율이 0.2%에 이르면 강재로서 가치가 없어진다.
- ㉦ 구리(Cu)는 용융성증대, 크롬(Cr)은 산화에 대한 내력증대, 경도증대, 취성증대, 니켈(Ni)은 경도증대, 인성증대의 성질을 나타낸다.

(2) 온도에 의한 성질

- ㉠ 온도와 강도
 - ㉡ 0~250℃ : 강도증가, 250℃에서 최대, 250℃이상이 되면 강도감소
 - ㉢ 500℃전후 : 0℃ 때 강도의 1/2로 감소
 - ㉣ 600℃전후 : 0℃ 때 강도의 1/3로 감소
 - ㉤ 900℃전후 : 0℃ 때 강도는 1/10로 감소
- ㉡ 온도와 신도
 - ㉢ 상온 이하에서는 신도가 약간 감소
 - ㉣ 200~300℃에서는 현저히 감소, 이로부터 급격히 증대 (200~250℃에서 청열취성, 900℃ 전후에서 적열취성을 나타냄)

5. 특수강(합금강)

(1) 구조용 특수강

- ㉠ 탄소강에 Ni, Cr, Mo등의 금속원소를 첨가하여 탄소강보다 강인성을 높인 것으로 기계 구조용에 많이 쓰인다.
- ㉡ 니켈강, 크롬강, 니켈·크롬강등이 있다.

(2) 스테인레스강

- ㉠ 내식성이 우수한 특수강으로 전기저항이 크고 열전도율이 낮으며, 경도에 비해 가공성도 좋다.
- ㉡ 13 크롬 스테인레스강, 18 크롬 스테인레스강, 18-8 스테인레스강등이 있다.

6. 비철금속

(1) 동합금

- ㉠ 황동(일명 : 놋쇠)
 - ㉡ 동 + 아연(10~45정도 함유)의 합금
 - ㉢ 동보다 단단하고 주조가 잘되며 압연, 인발등의 가공이 용이하다.
 - ㉣ 내식성이 크다.(산, 알칼리에는 침식됨)
- ㉡ 청동
 - ㉢ 동 + 주석(Sn)의 합금
 - ㉣ 황동보다 내식성이 크고 주조하기 쉽다.
 - ㉤ 포금 : 동 + 주석(10%정도 포함)의 합금으로 강도와 경도가 크다.

(2) 알루미늄

- ㉠ 결량질에 비해 강도가 크다.

- ② 광선 및 열에 대한 반사율이 크다.(열차단재로 사용)
- ③ 내화성이 적고 열팽창이 크다.(철의 2배)
- ④ 공기 중에서 Al_2O_3 의 피막을 만들어 내부를 보호한다.
- ⑤ 내산성 및 내알칼리성에 약하다.
- ⑥ 테르밋 : 알루미늄분+산화철분
- ⑦ 듀랄루민 : 알루미늄(Al)에 Cu 4%, Mg 0.5%, Mn 0.5%를 첨가하여 제조한 알루미늄 합금

7. 금속 제품

(1) 선제제품

- ① 와이어 메시 : 콘크리트 보강용
- ② 와이어 라스 : 시멘트 몰탈바름등의 바탕용

(2) 금속성형 가공제품

- ① 메탈라스 : 천장, 벽 등의 몰탈바름 바탕용
- ② 익스팬디드 메탈 : 콘크리트 보강용
- ③ 메탈폼 : 금속제의 콘크리트용 거푸집

(3) 장식용 금속 제품

- ① 코너비드 : 모서리 부분의 미장 바름을 보호하기 위하여 사용하는 모서리쇠
- ② 조이너 : 이음새를 누르고 감추는데 쓰이는 금속 제품
- ③ 편칭메탈 : 환기공 및 라디에이터 커버에 사용
- ④ 스펠드럴 패널 : 수평이 되게 하기 위하여 고이는 모든 삼각형 부재

(4) 창호 철물

- ① 정첩 : 여닫이 창호에 사용
- ② 지도리 : 회전창에 사용
- ③ 플로어 힌지(마루정첩) : 중량이 큰 문에 사용
- ④ 크리센트 : 오르내리창을 걸러 잠그는데 사용
- ⑤ 나이트랫치 : 외부에서는 열쇠 내부에서는 작은 손잡이를 틀어 열수있는 실린더 장치
- ⑥ 도어클로저 : 문을 열면 자동적으로 닫히게 하는 장치
- ⑦ 래버터리 힌지 : 공중용 변소나 공중전화실 출입문에 사용

제5장 미장 및 방수 재료

1. 구성 재료 역할에 따른 미장 재료의 분류

- (1) 고결재 : 미장 바름의 주체가 되는 재료(소석회, 점토, 돌로마이트 석회, 석고, 마그네시아 시멘트등)
- (2) 결합제 : 고결재의 결점 보완, 응결·경화시간을 조절(여물, 풀, 수염등)
- (3) 골재 : 중량 또는 치장을 목적으로 사용(모래)

2. 각종 미장바름

- (1) 시멘트몰탈 : 시멘트에 모래, 물, 혼화재를 혼합한 것
- (2) 석고플라스터 : 석고에 풀등의 접착제, 응결시간조절제, 혼화제등을 혼합한 것(벽, 천정등에 사용하는 미장 재료)
- (3) 석고보드 : 경석고에 톱밥, 석면등을 넣어서 만든 것
- (4) 돌로마이트프라스터 : 돌로마이트석회(라그네시아 석회)에 모래, 여물등을 혼합한 것
 - ① 점도가 크고, 응결시간이 길다.
 - ② 회반죽보다 강도가 크다.
 - ③ 건조경화시에 균열이 생기기 쉽고 물에 약하다.
- (5) 마그네시아 시멘트 : 산화마그네슘(MgO)과 염화마그네슘($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)을 혼합한 것
 - ① 강도가 크다.
 - ② 흡습성이 좋다.
 - ③ 백화현상이 잘 생긴다.
 - ④ 수축성이 크고 철을 부식시킨다.
- (6) 인조석 바름 : 몰탈바름 바탕위에 인조석을 바르고 씻어내기, 갈기 또는 잔다듬 등으로 마무리한 것
- (7) 테라조 현장 바름 : 백색 시멘트와 안료 및 종석(대리석, 화강암등)을 섞어서 정벌 바름을 하고 연마, 광내기 등에 의해 광택이 있는 표면을 만드는 것
- (8) 회반죽 : 소석회, 해초풀, 여물, 모래 등을 혼합한 것
- (9) 회사벽 : 석회죽(lime cream)에 모래를 넣어 반죽한 것

3. 방수 공법

- (1) 재료 자체를 수밀 하게 하는 공법
- (2) 피막 방수층 공법(시멘트 방수 공법, 아스팔트 방수 공법)
- (3) 방수제를 도포 및 침투시키는 공법
- (4) 수밀제를 붙이는 공법

4. 아스팔트

(1) 아스팔트의 종류 :

- ① 천연 아스팔트 : 로크 아스팔트, 레이크 아스팔트, 아스팔트 타이트
- ② 석유 아스팔트 : 스트레이트 아스팔트, 블로운 아스팔트, 아스팔트 컴파운드

(2) 아스팔트의 성질

- ① 비중 : 1.0~1.1정도
- ② 침입도 : 아스팔트의 견고성 정도를 침의 관입 저항으로 평가하는 방법(침입도가 적을수록 경질이다.)
- ③ 연화점 : 아스팔트를 가열하여 일정한 점성에 도달했을 때의 온도(30~80℃)
- ④ 인화점 : 250~320℃의 범위
- ⑤ 감온성(感溫性) : 아스팔트는 온도에 따라 견고성의 변화가 매우 크며, 이 변화의 정도를 감온성이라 한다.
- ⑦ 감온성이 너무 크면 저온시에 취성을 나타내고, 고온시에는 연질을 나타냄
- ⑧ 감온비A = $\frac{25^{\circ}\text{C의침입도}}{0^{\circ}\text{C의침입도}}$, 감온비B = $\frac{46^{\circ}\text{C의침입도}}{25^{\circ}\text{C의침입도}}$
- ⑥ 신도 : 시료의 양단을 잡아당겨 끊어질 때의 길이(cm)

5. 아스팔트의 제품

- (1) 아스팔트 프라이머 : 방수층을 만들때 콘크리트 바탕에 제일 먼저 사용되는 재료
- (2) 아스팔트 유체 : 유화제를 사용하여 아스팔트 미립자를 수중에 분산시킨 다갈색의 액체(용도: 도로포장용, 특수시멘트 혼합용, 방수도료)
- (3) 아스팔트 펠트 : 펠트(felt)상으로 만든 원지에 연질의 스트레이트 아스팔트를 침투시켜 로울러로 압착하여 제조(용도 : 아스팔트방수 중간층재료, 내외벽라스, 몰탈 바탕의 방수)
- (4) 아스팔트 루핑 : 아스팔트의 펠트의 양면에 아스팔트 컴파운드를 피복한 다음 그 위에 활석 또는 운석의 미분말을 부착하여 제조
 - ① 흡수성, 투수성이 작고 유연하며, 온도의 상승으로 유연성이 증대된다.
 - ② 내후성이 크며 내산성, 내염성이 있다.
 - ③ 용도 : 건물의 평지붕을 방수층, 슬레이트 평판, 금속판 등의 지붕 깔기 바탕 등에 이용
- (5) 아스팔트 바닥 재료 : ①아스팔트 타일 ②아스팔트 블록

6. 코울타르와 피치

- (1) 코울타르 : 비중 1.1~1.3정도, 인화점(60~160℃)이 아스팔트보다 낮고 120℃이상으로 가열하면 직화의 위험이 있다. (용도 : 방수포장, 방수도료, 방부제)
- (2) 피치 : 감온비가 높고 비휘발성이며 가열하면 쉽게 유동체로 된다. (용도 : 지붕 및 지하실 방수 공사, 코크스의 원료)

제6장 합성수지

1. 합성수지와 플라스틱

- (1) 합성수지 : 석탄, 석유, 섬유소, 유지, 녹말, 고무, 천연 가스등의 원료를 인공적으로 합성시켜 만든 고분자 물질
- (2) 플라스틱 : 가소성을 가진 고분자 물질을 총칭하여 플라스틱이라 한다.

2. 합성수지의 종류

- (1) 열가소성 수지 : 고형상에 열을 가하면 연화되거나 용융되어 점성 또는 가소성이 생기고 다시 냉각하면 고형상으로 되는 수지
- | | |
|------------|-----------|
| ① 염화비닐수지 | ② 폴리에틸렌수지 |
| ③ 폴리프로필렌수지 | ④ 아크릴수지 |
| ⑤ 폴리스티렌수지 | ⑥ 메타크릴수지 |
| ⑦ ABS수지 | ⑧ 폴리아미드수지 |
| ⑨ 셀룰로이드 | ⑩ 비닐아세탈수지 |
| ⑪ 플루오르 수지 | |
- (2) 열경화성수지 : 고형상에 열을 가하여도 연화되지 않는 수지 (축합반응에 의하여 합성시킨 고분자물질)
- | | |
|----------------|---------|
| ① 페놀수지 | ② 요소수지 |
| ③ 멜라민수지 | ④ 알키드수지 |
| ⑤ 불포화 폴리에스테르수지 | ⑥ 실리콘 |
| ⑦ 에폭시수지 | ⑧ 우레탄수지 |
| ⑨ 규소수지 | ⑩ 프란수지 |

3. 중요한 합성수지의 특성

- (1) 아크릴 수지 : 투명성, 유연성, 내후성, 내화학약품성이 우수하다.
- (2) 메타크릴 수지
 - ① 성질 : 투명성이 좋고 강인성, 내후성, 내약품성이 우수하다.
 - ② 용도 : 항공기의 방풍유리, 도료, 접착제
- (3) 펠라민 수지 : 무색 투명하고 경도가 크고 내약품성, 내용제성, 내열성이 우수하다.
- (4) 실리콘 수지 : 내열성이 우수하고 전기절연성 및 내수성이 있다(가스켓, 패킹등에 사용)
- (5) 에폭시 수지
 - ① 접착성이 아주 우수하며 금속, 유리, 플라스틱, 도자기, 목재, 고무 등에 탁월한 접착성을 발휘한다.
 - ② 내약품성, 내용제성이 뛰어나다.
 - ③ 농질산을 제거하고 산,알칼리에 강하다.

4. 플라스틱의 장점 및 단점

- (1) 장점
- ① 가볍다.

- ② 투광성이 양호하다.
- ③ 내수성, 내산 및 내알칼리성 등이 크고 전기 절연성도 우수하다.
- ④ 가공성이 우수하다.

(2) 단점

- ① 경도 및 내마모성이 작다
- ② 내열성, 내화성, 내후성등이 작다
- ③ 열에 의한 변형 신축성이 크다

5. 합성수지 제품

- (1) 폴리에스테르 강화판 : 유리섬유로 가성소다등 알칼리에는 약하나 그외의 화학약품에는 저항성이 있고 내구성도 뛰어나다.
- (2) 리놀륨
 - ① 리녹신(아마인유의 산화물)에 수지를 가하여 리놀륨시멘트를 만들고 여기에 코르크분말, 톱밥, 안료등을 섞어 마포에 도포한 후 롤러로 열합하여 성형한 제품
 - ② 내구력이 비교적 크고 탄력성, 내수성등이 있다.
- (3) 스펀지류 : 염화비닐스펀지(스티로폼), 합성고무스펀지, 폴리우레탄폼등이 있다.
- (4) 하니캄재
 - ① 페놀수지액에 적신 크라프트지나 얇은 염화비닐판등을 사용하여 여러겹으로 겹치거나 또는 벌집 모양으로 만든 제품 등을 말한다.
 - ② 천장이나 내부벽체에 흡음재로 사용한다.

제7장 도료 및 접착제

1. 도료의 구성

- (1) 주성분 : 전색제 및 안료(도막구성 성분), 용제 및 희석제(도막에 남지 않는 성분)
- (2) 조성분 : 건조제, 가소제, 증량제등

2. 도막의 원료

(1) 전색제

- ① 유지류 ② 천연수지 ③ 합성수지
- ④ 셀룰로이드 유도체 ⑤ 고무유도체등

(2) 안료

- ① 흰색안료 : 연백, 산화아연, 리토론, 이산화티탄(티탄백)
- ② 검은색 안료 : 카본블랙, 흑연(석묵), 산화철흑
- ③ 노란색(등색)안료 : 황토, 크롬옐로우(황연), 아연황, 카드뮴 황, 일산화납
- ④ 빨강색 안료 : 연단(사산화삼납), 산화제2철, 카드뮴 적
- ⑤ 파란색 안료 : 감청, 군청, 코발트청
- ⑥ 녹색 안료 : 산화크롬, 기네그리인, 크롬그리인, 아연그리인

(3) 용제

- ① 유성 페인트, 유성 바니쉬, 에나멜등의 용제 : 미네랄 스피릿
- ② 락카 용제 : 벤졸, 알콜, 초산에스테르등의 혼합물

(4) 희석제

- ① 도료의 점도를 저하시키고 증발속도를 조절하는데 사용
- ② 종류 : 도료용 신나, 염화비닐수지 도료용신나, 락카용 신나

(5) 건조제 및 가소제

- ① 건조제 : 납건조제, 망간건조제, 코발트건조제, 칼슘건조제, 아연건조제등
- ② 가소제 : DBP, DOP, 피마자유, 염화파라핀등

3. 도료의 종류

(1) 유성 페인트 : 전색제(보일유)+안료+용제 및 희석제+건조제

- ① 두꺼운 도막을 만들수 있으나 내후성, 내약품성, 변색성등의 도막 성질이 나쁘다.
- ② 목재, 석고판류등의 도장에 사용

(2) 수성페인트 : 물을 용제로 하는 도료의 총칭으로 취급이 간단하고 건조가 빠르나 광택이 없다.

(3) 에멀션 페인트 : 수성페인트와 유성페인트의 특징을 겸비한 유화액상의 페인트

(4) 에나멜 페인트 : 전색제로 유성바니쉬나 중합유에 안료를 섞어서 만든 유색 불투명한 도료

(5) 유성 바니쉬 : 수지를 건성유(중합유, 보일유등)에 가열 용해시킨 후 휘발성용제로 희석시킨

도료

- ① 단유성 바니쉬(골드사이즈) : 수지의 비율이 기름의 양보다 많기 때문에 속건성이다.
- ② 중유성 바니쉬(코우펠 니스) : 수지와 기름의 양이 같은 양으로 중건성이다.
- ③ 장유성 바니쉬(스파아니스 또는 보디니스) : 수지보다 기름의 비율이 많은 바니쉬로 완건성이다.
- (6) 휘발성 바니쉬 : 수지류를 휘발성 용제에 녹인 바니쉬
 - ① 래크(Lake) : 천연수지를 주체로 한 것
 - ② 락카(래커 ; lacquer) : 합성수지를 주체로 한 것
- (7) 방청 도료 : 녹막이 도료 또는 녹막이 페인트
 - ① 광명단 도료 : Pb_3O_4 를 보일드유에 녹인 유성페인트의 일종
 - ② 산하철 도료 : 도막의 내구성도 좋다
 - ③ 알루미늄 도료 : 알루미늄 분말을 안료로 하는 도료 (방청효과 및 열반사 효과있음)
 - ④ 징크로메이트 도료 : 전색제 로알키드 수지, 안료로 크롬산아연을 사용한 도료
 - ⑤ 워시 프라이머(엠틡 프라이머) : 합성수지의 점색제에 소량의 안료와 인산을 첨가한 도료
 - ⑥ 역청질 도료 : 아스팔트, 타르, 피치등

4. 접착제

- (1) 단백질계 접착제 : ①카세인 ②아교 ③콩풀
- (2) 전분질계 접착제 : ①전분 ②호정
- (3) 고무계 접착제 : ①천연고무 ②네오프렌
- (4) 섬유소계 접착제 : ① 질화면 ②나트륨칼폭시메틸 셀룰로이드
- (5) 합성수지 접착제
 - ① 요소수지접착제
 - ② 페놀수지 접착제
 - ③ 에폭시 수지 접착제
 - ④ 메라민 수지 접착제
 - ⑤ 실리콘 수지 접착제등

제6부 건설안전기술

제1장 건설공사 안전의 개요

2. 지반의 조사방법

(1) 시험파기

(2) 짚어보기

(3) 보오링

① 기계식 보오링:충격식, 수세식, 회전식(가장 정확한 방법)

② 오우거 보오링:작업현장에서 인력으로 간단하게 실시할 수 있는 방법으로 사질토의 경우에는 3~4m, 보통 지층에서는 10m 정도의 깊이로 토사를 채취.

1. 토질시험

(1) 토질시험의 분류

① 밀도시험:입도, 밀도, 함수비, 진비중, 액성 및 소성한계, 현장함수당량, 원심함수당량시험

② 화학시험:함유수분의 시험 등을 필요에 따라 화학분석으로 행한다.

③ 역학시험:표준관입시험, 전단시험, 압밀시험, 투수시험, 다짐시험, 단순압축시험, 지반의 지지력시험등이 있다.

④ 기타시험:물리적 지하탐사시험, 전기적 지하탐사시험이 있다.

(2) 현장의 토질시험방법

① 표준관입시험:사질지반의 상대밀도등 토질조사시 신뢰성이 높다. 63.5kg의 추를 70~80cm정도의 높이에서 떨어뜨려 30cm관입시킬 때의 타격회수(N)를 측정하여 흙의 경·연 정도를 판정.

② 베인시험:연한 점토질 시험에 주로 쓰이는 방법.4개의 날개가 달린 베인테스터를 지반에 때려박고 회전시켜 저항 모멘트를 측정, 전단강도를 산출.

③ 평판재하시험:지반의 지지력을 알아보기 위한 방법.

2. 토공

(1) 토공:굴착, 신기, 나르기, 흙쌓기, 다지기의 5종으로 대별할 수 있다.

(2) 굴착시 유의점

① 되도록 중력을 이용할 것

② 작업면적을 넓게 하여 동시에 많은 사람들의 작업이 가능하도록 할 것

③ 배수를 고려할 것

④ 흙 신기 높이를 되도록 낮게 할 것

⑤ 한쪽면만 굴착 할 때는 배수용 도랑을 완성할 것

(3) 흙쌓기의 경사 비율

- ① 보통 흙 쌓기의 비탈경사 비율 ~ 1:1.5
 - ② 보통 모래 쌓기의 비탈경사 비율 ~ 1:2
 - ③ 보통 연약점토질의 비탈경사 비율 ~ 1:3
- (4) 보일링(Boiling): 보일링이란 사질토 지반을 굴착시, 굴착부와 지하수위차가 있을 경우, 수두차(水頭差)에 의하여 침투압이 생겨 흙막이벽 근입부분을 침식하는 동시에, 모래가 액상화(液狀化)되어 솟아오르며 흙막이벽의 근입부가 지지력을 상실하여 흙막이공의 붕괴를 초래하는 현상이다.
- ① 지반조건: 지하수위가 높은 사질토의 경우
 - ② 현상
 - ㉠ 전면에 액상화현상(Quick Sand)이 일어난다.
 - ㉡ 굴착면과 배면토의 수두차에 의한 침투압이 발생한다.
 - ③ 대책
 - ㉠ 주변수위를 저하시킨다.
 - ㉡ 흙막이벽 근입도를 증가하여 동수구배를 저하시킨다.
 - ㉢ 굴착도를 즉시 원상 매립한다.
 - ㉣ 작업을 중지시킨다.
- (5) 히빙(Heaving): 히빙이란 굴착이 진행됨에 따라 흙막이 벽 뒤쪽 흙의 중량이 굴착부 바닥의 지지력 이상이 되면 흙막이벽 근입(根入) 부분의 지반 이동이 발생하여 굴착부 저면이 솟아오르는 현상이다.
- ① 지반조건 : 연약성 점토 지반인 경우
 - ② 현상 : 지보공 파괴 토사붕괴 저면의 솟아오름
 - ③ 대책
 - ㉠ 굴착주변의 상재하중을 제거한다.
 - ㉡ 시트 파일(Sheet Pile) 등의 근입심도를 검토한다.
 - ㉢ 1.3m 이하 굴착시에는 버팀대(Strut)를 설치한다.
 - ㉣ 버팀대, 브라켓, 흙막이를 점검한다.
 - ㉤ 굴착주변을 탈수공법과 병행한다.
 - ㉥ 굴착방식을 개선(Island Cut 공법 등) 한다.

3. 계획에 포함시켜야 될 내용

- | | | |
|--------------|---------|---------|
| (1) 실행예산의 편성 | 노무계획 | 자재계획 |
| (2) 하도급자의 선정 | 가설공사 계획 | 현장원의 편성 |
| (3) 재해방지 대책 | 공정표 작성 | |

4. 유해·위험방지계획서 제출 대상 공사

- ① 지상 높이가 31m 이상인 건축물 또는 공작물의 건설·개조 또는 해체공사
- ② 최대지간 길이가 50m 이상인 교량건설 등 공사
- ③ 터널건설 등의 공사
- ④ 제방높이가 20m 이상인 댐건설 등의 공사
- ⑤ 1.3kg/cm² 이상인 잠함공사

⑥ 깊이가 10.5m이상인 굴착공사

⑦ 기타 건설설비·크레인 등을 사용하는 공사 또는 유해·위험작업 등으로서 노동부장관이 정하는 공사

5. 허용응력과 안전율

(1) 허용응력: 실제로 재료를 사용하여 안전하다고 판단되는 최대응력을 말한다.

$$(2) \text{안전율} = \frac{\text{인장강도}}{\text{허용응력}} = \frac{\text{극한강도}}{\text{허용응력}}$$

6. 콘크리트의 성질

콘크리트의 비중은 약 2.3정도, 중량은 2,300 ~ 2.350kg/m³, 시공 후 28일 후의 압축강도가 100 ~ 400kg/cm²정도, 인장강도는 압축강도의 1/10정도, 굽힘강도는 1/5 ~ 1/7정도.

7. 건설공사 안전의 개요에 관한 중요사항

(1) 흙의 성질

$$① \text{흙} = \text{토립자} + \text{간극(물, 공기, 가스)}$$

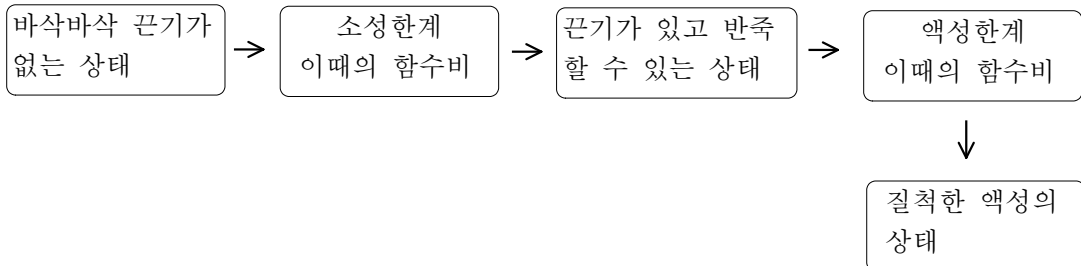
$$\text{간극비} = \frac{\text{간극의 용적}}{\text{토립자의 용적}}$$

$$② \text{함수비} = \frac{\text{물의 중량}}{\text{토립자의 용적}} \times 100$$

$$\text{포화비} = \frac{\text{물의 용적}}{\text{토립자의 용적}} \times 100$$

$$③ \text{예민비} = \frac{\text{자연시료의 강도}}{\text{이진시료의 강도}}$$

④ 소성한계 및 액성한계



(2) 흙의 휴식각(Angle of repose): 안식각, 자연경사각 흙의 입자각의 응집력, 부착력을 무시할 때, 즉 마찰력만으로서 중력에 의하여 정지되는 흙의 사면각도이다.

토질	휴식각	파기 경사각
보통흙	25 ~ 45°	50°
모래	30 ~ 45°	60°
자갈	30 ~ 38°	60°
잔흙	35°	70°
암반	-	-

(3) 표준관입 시험에서 30cm의 관입에 필요한 타격 횟수

제2장 건설공구 및 장비

1. 쇼벨계 굴착기계의 종류

- (1) 파워 쇼벨(Power shovel): 중기가 위치한 지면보다 높은 장소의 땅을 굴착하는데 적합하며, 산지에서의 토공사, 암반으로부터 점토질까지 굴착할 수 있다.
- (2) 백호우(드레그 쇼벨): 중기가 위치한 지면보다 낮은 곳의 땅을 파는데 적합하며, 수중굴착도 가능하다. (깊이 6m 이하)
- (3) 드래그라인(Drag Line): 작업범위가 광범위하고 수중굴착 및 연약한 지반의 굴착에 적합하다. (깊이 8m 정도)
- (4) 클램셀: 수중굴착, 건축구조물의 기초 등 정해진 범위의 깊은 굴착 및 호퍼작업에 적합하나 파는 힘은 약하다.

2. 트랙터의 종류

- (1) 무한궤도식: 무한 궤도식의 장·단점

[장점]

- ① 땅을 다지는데 효과적이다.
- ② 암석지에서 작업이 가능하다.
- ③ 견인력이 크다.

[단점]

- ① 기동성이 나쁘다.
- ② 주행 저항이 크고 승차감이 나쁘다.
- ③ 이동성이 나쁘다.

- (2) 휠식(차륜식, 타이어식, Wheel type): 휠식의 장·단점

[장점]

- ① 승차감과 주행성이 좋다.
- ② 이동시 자주(自走)에 의해 이동한다.
- ③ 기동성이 좋다.

[단점]

- ① 견인력이 약하다.
- ② 평탄하지 않은 작업장소나 진흙에서 작업하는데 적합하지 않다.
- ③ 암석·암반지역 작업시 타이어가 손상된다.

3. 도저의 종류

- (1) 블도저: 블레이드의 측판은 많은 양의 흙을 밀 수 있게 되어 있으며, 블레이드의 용량이 크고 직선송토작업, 거친 배수로 매몰작업등에 적합하다.
- (2) 앵글도저(Angle dozer): 블레이드의 길이가 길고 높이를 30°의 각도로 회전시킬 수 있어 흙을 측면으로 보낼 수 있다.
- (3) 틸트도저(Tilt dozer): 틸트도저는 V형 배수로 작업, 동결된 땅, 굳은 땅 파헤치기, 나무뿌리 파내기, 바위돌 굴리기 등에 효과적.

4.스크레이퍼 및 모터그레이더

- (1) 스크레이퍼:굴착, 싣기, 운반, 하역 등의 일관작업을 하나의 기계로서 연속적으로 행할 수 있으므로 굴착기와 운반기를 조합한 토공 만능기라 할 수 있는 기계
- (2) 모터 그레이더:토공 기계의 대패라고 하며, 지면을 절삭하여 평활하게 다듬는 것이 목적이다.

5.지게차(Fork Lift)

- (1) 마스트 경사각:기준 무부하 상태에서 마스트를 앞뒤로 기울인 경우 수직면에 대하여 이루는 경사각을 말한다.

- ① 전경각:5~6°
- ② 후경각:10~12°

- (2) 안정도

상태	상태	구배
전후안정도	기준무하 상태에서 포크를 최고로 올린 상태	최대하중 5톤 미만:4 최대하중 5톤 이상:3.5
	주행시의 기준 무부하 상태	18
좌우안정도	기준무하 상태에서 포크를 최고로 올리고 마스트를 최대로 기울인 상태	6
	주행시의 기준 무부하 상태	15+1.1×최고속도

- (3) 지게차 헤드가드의 구비조건

- ① 상부프레임의 각 개구의 폭 또는 길이는 16cm 미만일 것
- ② 강도는 포크리프트 최대하중의 2배값(그 값이 4배를 넘을 경우에는 4t)의 등분 포정하중에 견딜 수 있는 것이라야 한다.
- ③ 운전자가 서서 조작하는 방식의 포크리프트에서는 운전자의 마루면에서 헤드가드의 상부프레임 하면까지의 높이는 2m이상일 것
- ④ 운전자가 앉아서 조작하는 방식의 포크리프트에서는 운전자의 좌석 상면에서 헤드가드의 상부프레임 하면까지의 높이는 1m 이상일 것

- (4) 지게차 작업시작 전 점검사항

- ① 제동장치 및 조종장치 기능의 이상 유무
- ② 하역장치 및 유압장치 기능의 이상 유무
- ③ 차륜의 이상 유무
- ④ 전조등, 후조등, 방향 지시기 및 경보장치기능의 이상 유무

- (5) 지게차 운행시 안전대책

- ① 짐을 싣고 주행시에는 저속주행이 좋다.
- ② 주행시에는 반드시 마스트를 지면에 접촉해 놓아야 한다.
- ③ 조작시에는 시동 후 5분 정도 지난다음 한다.
- ④ 이동시에는 지면으로부터 마스트를 30cm열고 이동한다.
- ⑤ 짐을 싣고 내려갈 때는 후진으로 내려가야 한다.

6. 건설용 양중기

(1) 크레인(Crane)

- ① 크레인의 방호장치:과부하방지장치, 권과방지장치, 비상정지장치 및 브레이크장치
- ② 작업시작 전 점검사항:크레인을 사용하여 작업하는 때
 - ㉠ 권과방지장치, 브레이크, 클러치 및 운전장치의 기능
 - ㉡ 주행로의 상측 및 트롤리가 횡행하는 레일의 상태
 - ㉢ 와이어 로우프가 통하고 있는 곳의 상태

(2) 이동식 크레인

- ① 이동식 크레인의 방호장치:과부하방지장치, 권과방지장치 및 브레이크장치 등
- ② 작업시작 전 점검사항:이동식 크레인을 사용하여 작업을 하는 때 권과방지장치, 과부하방지장치, 기타 경보장치, 브레이크, 클러치 및 조정기능을 점검
- ③ 크로울러 크레인 사용시 준수사항
 - ㉠ 붐의 조립, 해체장소를 고려하여야 한다.
 - ㉡ 운반에는 수송차를 사용하여야 한다.
 - ㉢ 아웃트리거가 없기 때문에 경사지의 작업은 피하여야 한다.
 - ㉣ 최소 작업반경은 6.4~11.0m의 범위이다.
 - ㉤ 크로울러의 폭을 넓게 할 수 있는 형을 사용할 경우에는 최대폭을 고려하여 계획하도록 하여야 한다.

(3) 데릭(Derrick):동력을 이용해서 짐을 달아 올리는 것을 목적으로 하는 기계장치

- ① 종류 : 가이 데릭 삼각 데릭 진폴 데릭
- ② 데릭 작업시 일반적 안전대책
 - ㉠ 신호자를 정하여 그 신호에 따라 운전하여야 한다.
 - ㉡ 운전은 유자격자로서 정해진 자만이 하여야 한다.
 - ㉢ 데릭을 조립 또는 해체할 경우에는 작업책임자를 지정하여 작업책임자의 지시에 의해 작업을 행하도록 한다.

(4) 리프트:동력을 사용하여 사람이나 화물을 운반하는 것을 목적으로 하는 기계 설비

(5) 곤도라

- ① 곤도라의 방호장치:권과방지장치, 과부하방지장치, 제동장치
- ② 작업시작 전 점검사항
 - ㉠ 방호장치,브레이크의 기능
 - ㉡ 와이어로우프 및 슬링와이어 등의 상태

(6) 승강기

- ① 승강기의 방호장치:과부하방지장치, 화이날 리미트 스위치, 비상정지장치, 조속기, 출입문 인터록
- ② 옥외에 설치되어 있는 승강기의 승강로탑 및 가이드레일 지지탑의 조립 또는 해체작업을 할 경우 조치사항
 - ㉠ 작업을 지휘하는 자를 선임하여 그자의 지휘하에 작업을 실시할 것
 - ㉡ 작업을 할 구역에 관계 근로자 외의 자의 출입을 금지시키고 그 취지를 보기쉬운 장소에 표기할 것
 - ㉢ 폭풍·폭우 및 폭설 등의 악천후 작업에 있어서 근로자에게 위협을 미칠 우려가 있을 때에는 당해 작업을 중지시킬 것

7. 향타기 및 향발기

- (1) 드롭해머: 무거운 금속제 블록을 와이어로우프로 들어 올렸다가 파일의 머리에 낙하시켜 그 타격력으로 파일을 박는 것. 해머의 무게는 0.2~1.5톤 정도, 해머의 낙하높이는 1.5~5m 정도

[장점]

- ① 설비의 규모가 작으므로 경비가 적게 든다.
- ② 및 조작이 간단하다.
- ③ 낙하높이를 변화시킴에 따라서 타격 에너지를 바꿀 수 있다.

[단점]

- ① 파일의 박음속도가 느리다.
 - ② 해머를 너무 높이 들어 올림으로써 파일을 파손시킬 위험이 있다.
 - ③ 해머에 의한 큰 진동으로 인하여 이웃 건물에 피해를 주기 쉽다.
 - ④ 수중에서 파일 작업을 할 수 없다.
- (2) 공기해머: 작동 매체를 증기 또는 압축 공기를 사용하는 것
- (3) 디젤해머: 연료의 폭발력을 이용하여 땅속에 파일을 박는 것
- (4) 진동 파일 드라이버: 소음이 적고, 시공능률이 적으며, 파일을 박고 뽑고 할 수 있으므로 건설공사에 널리 사용된다.

- (5) 향타기·향발기의 사용전 점검사항

- ① 본체 연결부의 풀림 또는 손상유무
- ② 권상용 와이어로우프, 로우프차 및 풀리장치의 부착 상태 이상 유무
- ③ 권상장치 브레이크 및 췌기장치 기능의 이상 유무
- ④ 권상기 설치 상태의 이상 유무
- ⑤ 버팀의 설치 방법 및 고정상태의 이상 유무

8. 건설공구 및 장비에 관한 중요사항

- (1) 법상 차량계 건설기계의 종류

- | | | | |
|------------------|------------|---------------------------|----------|
| 1. 불도저 | 2. 모우터그레이더 | 3. 로우더(무한궤도·타이어) | 4. 스크레이퍼 |
| 5. 스크레이퍼 도우저 | | 6. 파워셔블 | 7. 드래글라인 |
| 8. 크랩셀 | | 9. 버킷굴삭기 | 10. 트랜취 |
| 11. 향타기 | 12. 향발기 | 13. 어어스트릴 | |
| 14. 리버어스서어클레이션드릴 | | 15. 천공기(조빙머신인 있는 것에 한한다.) | |
| 16. 이어스오우거 | | 17. 페이퍼드레인머신 | |
| 18. 로울러 | | 19. 콘크리트펌프카 | |

- (2) 쇼벨계 굴착기계의 종류 및 성능

- ① 파워쇼벨: 기체보다 높은 곳의 흙파기에 적합하며 굴착능률이 좋다.
 - ㉠ 굴삭높이: 4~5m 버킷용량: 0.6~1m³
 - ㉡ 굴삭깊이: 지반밑으로 2m

② 백호우:기체보다 낮은곳의 흙파기에 적합하며 큰힘으로 수증굴착도 가능하다.

㉠ 굴삭깊이:5~6m 버킷용량:0.3~1.9m³

㉡ 붐의 길이:4.3~7.7m

③ 드래그라인:주로 기체보다 낮은 장소 또는 수증굴착에 적합하다.

㉠ 굴삭깊이:8m 버킷용량:0.7m³

④ 클램셀:주로 기초기반을 파는데 사용되며 파는 힘은 약해 사질기반의 굴착에 이용한다.

㉠ 굴삭깊이:8~15m 버킷용량:0.45m³

(3) 범상차량계 하역운반기계의 종류

① 지게차 구내운반차

② 화물자동차 셔블로우터

(4) 범상 양중기의 종류별 방호장치의 종류

① 크레인

㉠ 과부하방지장치 권과방지장치

㉡ 비상정지장치 브레이크장치

② 이동식 크레인

㉠ 과부하 방지장치 권과 방지장치

㉡ 브레이크 장치

③ 건설용리프트 및 간이리프트

㉠ 과부하방지장치 권과방지장치

④ 콘도라

㉠ 과부하방지장치 권과방지장치

㉡ 제동장치

⑤ 승강기

㉠ 과부하방지장치 화이날 리미트스위치

㉡ 조속기 출입문 인터록크

㉢ 비상정지장치

(5) 데릭의 방호장치

① 과부하방지장치 권과방지

② 경보장치 브레이크장치

(6) 디젤해머의 특징

① 장점

㉠ 타격에너지가 크고, 박는 속도가 빠르다.

㉡ 동력원은 가스이며, 경비가 저렴하다.

㉢ 말뚝머리의 타격파손이 적다.

② 단점

㉠ 연약한 지반에서는 발화되지 않는다.

㉡ 간 타격에는 실린더의 냉각이 곤란하여 조기착화로 타격에너지가 반감된다.

㉢ 타격음이 강하다.

㉣ 경사말뚝이나 대형중량 말뚝에는 특별한 배려가 필요하다.

제3장 건설안전시설 및 설비

1. 추락재해의 위험성 및 안전조치

(1) 추락의 방지

- ① 높이가 2m 이상의 장소에서 작업을 할 경우 추락에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있을 때 작업 발판을 설치
- ② 방망을 치거나 안전대를 착용하게 함

(2) 개구부 등의 방호조치

- ① 높이가 2m 이상되는 작업 발판의 끝이나 개구부로서 추락에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 표준안전난간, 울 및 손잡이 등으로 방호조치하거나 덮개
- ② 방망을 치거나 안전대 착용

(3) 스테이트 등 지붕 위에서의 위험 방지: 폭 30cm 이상의 발판을 설치하거나 방망을 치는 등의 조치

(4) 이동식 사다리를 조립할때의 준수사항

- ① 견고한 구조로 할 것
- ② 재료는 심한 손상, 부식 등이 없는 것으로 할 것
- ③ 폭은 30cm 이상으로 할 것.
- ④ 각부에서는 미끄럼방지장치의 부착 기타 전위를 방지하기 위한 필요한 조치를 할 것.

(5) 기둥을 설치할 때의 조치사항

- ① 견고한 구조로 할 것
- ② 재료는 심한 손상, 부식 등이 없는 것으로 할 것
- ③ 기둥과 수평면과의 각도는 75° 이하로 하고, 접는 식의 기둥은 철물 등을 사용하여 기둥과 수평면과의 각도가 충분히 유지되도록 할 것
- ④ 바닥 면적은 작업을 안전하게 하기 위하여 필요한 면적이 유지되도록 할 것

(6) 울의 설치: 케틀, 호퍼, 핏트 등이 있는 때 높이 90cm 이상의 울을 설치

2. 추락 방지용 방망(Net)의 구조 등 안전기준

(1) 그물코: 가로, 세로가 10cm 이하

(2) 테두리망 및 매다는 망의 강도: 인장강도가 1,500kg/cm² 이상

(3) 망사의 강도

그물코의 종류	인장강도
10cm	120kg/cm ³
5cm	50kg/cm ³

(4) 방망의 사용제한

- ① 망사가 규정한 강도를 보유하지 않는 방망
- ② 인체 또는 이와 동등 이상의 무게를 갖는 낙하물에 대해 충격을 받는 방망
- ③ 파손한 부분을 보수하지 않은 방망
- ④ 강도가 명확하지 않은 방망

(5) 방망의 표시

- ① 제조자 명 제조년 월 재봉치수 그물코 신폼시 망사의 강도

3. 낙하물재해 방지설비

(1) 낙하·비래의 위험성 및 안전조치

- ① 낙하·비래에 의한 위험방지 조치: 방망의 설치, 출입구역의 설정, 보호구의 사용
 ② 투하설비의 설치시 위험방지 조치: 높이가 3m 이상되는 장소로부터 물체를 투하할 때 투하설비를 설치하거나 감시인을 배치

(2) 낙하·비래재해의 방호설비

구분	용도, 사용장소, 조건	방호설비
1. 상부에서 낙하해오는 것으로부터 보호	철골건립 및 보울트 체결, 기타 상하작업	바호철망, 방호울타리, 가설 앵커설비
2. 제3자의 위험행동으로 인한 보호	보울트, 콘크리트제품, 형틀재, 일반자재, 먼지 등 낙하비산할 우려가 있는 작업	방호철망, 방호시트, 울타리, 방호선반, 안전망
3. 불꽃의 비산방지	용접, 용단을 수반하는 작업	석면포

4. 토사붕괴의 위험성 및 안전조치

(1) 토사붕괴·낙하에 의한 위험방지

- ① 지반은 안전한 경사로 하고 낙하의 위험이 있는 토석을 제거하거나 옹벽, 흙막이 지보공 등의 설치
 ② 지반의 붕괴 또는 토석의 낙하원인이 되는 빗물이나 지하수 등의 배제
 ③ 구축물의 안전진단 등 안전성 평가 실시

(2) 지반의 굴착 작업을 하는 경우 작업장소 등의 조사

- ① 형상, 지질 및 지층의 상태 균열·함수·용수 및 동결의 유무 또는 상태
 ② 매설물 등의 유무 또는 상태 지반의 지하수위 상태

(3) 암반 등의 인력 굴착시 위험방지

① 굴착면의 구배기준

구분	지반의 종류	구배	구분	지반의 종류	구배
보통흙	습지	1:1 ~ 1:1.5	암반	풍화암	1:0.8
	건지	1:0.5 ~ 1:1		연암	1:0.5
	-			경암	1:0.3

- ② 사질의 지반은 굴착면의 구배를 35° 이하로 하고 높이는 5m 미만으로
 ③ 발판 등에 의해서 붕괴하기 쉬운 상태의 지반 및 다시 매립하거나 반출시켜야 할 지반의 굴착면의 구배는 45° 이하 높이는 2m 미만

(4) 지반의 붕괴 등에 의한 위험방지

- ① 흙막이 지보공의 설치, 방호망의 설치, 근로자의 출입을 금지하는 등의 조치
 ② 비가 올 경우 측구를 설치하거나 굴착사면에 비닐을 덮는 등의 조치

(5) 흙막이 지보공

- ① 조립도를 작성하여 당해 조립도에 의하여 조립
- ② 조립도의 명시: 흙막이판, 말뚝, 버팀대, 띠장 등 부재의 배치, 치수, 재질 및 설치방법과 순서가 명시되어 있어야 함

(6) 붕괴등의 위험방지: 흙막이 지보공을 설치하였을 때의 점검사항

- ① 부재의 손상, 변형, 부식, 변위 및 탈락의 유무와 상태
- ② 버팀대의 긴압의 정도
- ③ 부재의 접속부, 부착부 및 교차부의 상태
- ④ 침하의 정도

5. 가설 전기설비의 위험성 및 안전조치

- 임시로 사용하는 전등 등의 위험방지
- 꽃음 접속기의 설치·사용시 준수사항

(1) 고압활선작업

- ① 근로자에게 절연용 보호구를 착용시키고, 당해 충전전로 중 근로자가 취급하고 있는 부분 외의 부분에 근로자의 신체 등이 접촉 또는 접근함으로써 인하여 감전의 위험이 발생할 우려가 있는 것에 대하여는 절연용 방호구를 설치할 것
- ② 근로자에게 활선작업용 기구를 사용하도록 할 것
- ③ 근로자에게 활선작업용 장치를 사용하도록 할 것

(2) 시설물 건설 등의 작업시의 감전방지

- ① 당해 충전전로를 이설할 것
- ② 감전의 위험을 방지하기 위한 방책을 설치할 것
- ③ 당해 충전 전로에 절연용 방호구를 설치할 것
- ④ 제1호 내지 제3호에 해당하는 조치를 하는 것이 현저히 곤란한 때에는 감시인을 두고 작업을 감시하도록 할 것

(3) 절연용 보호구 등

- ① 절연용 보호구 절연용 방호구 활선작업용 기구 활선작업용 장치

6. 건설기계의 위험성 및 안전조치

(1) 차량계 건설기계의 작업계획시 포함사항

- ① 사용하는 차량계 건설기계의 종류 및 능력
- ② 차량계 건설기계의 운행 경로
- ③ 차량계 건설기계에 의한 작업방법

(2) 전도등의 방지

- ① 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 할 때에는 노건의 붕괴방지, 지반의 침하방지, 노폭의 유지 등 필요한 조치
- ② 노건 또는 경사지 등에서 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 하는 경우에 유도자를 배치

(3) 운전위치 이탈시의 조치

- ① 버킷, 디퍼 등의 작업장치를 지면에 내려 둘 것
- ② 원동기를 정지시키고 브레이크를 거는 등 이탈을 방지하는 조치를 할 것

(4) 차량계 건설기계의 이송시 조치사항

- ① 싣거나 내리는 작업은 평탄하고 견고한 장소에서 할 것
- ② 발판 사용시는 충분한 길이, 폭 및 강도를 가진 것을 사용하고 적당한 경사를 유지하여 견고하게 설치할 것
- ③ 마대, 가설대 등의 사용시는 충분한 폭 및 강도와 적당한 경사를 확보할 것

(5) 붐 등의 강하에 의한 위험방지: 차량계 건설기계의 붐·아암 등을 올리고 그밑에서 수리, 점검작업 등을 할 때 안전지주, 안전블록 등을 사용

(6) 헤드 가아드: 불도저, 트랙터, 쇼벨, 페이로우더, 파워 쇼벨 및 드래그 쇼벨을 사용하는 때에 헤드 가아드를 갖추어야 함

(7) 작업시작 전 점검사항: 차량계 건설기계를 사용하여 작업을 할 때는 당해 작업시작 전에 브레이크 및 클러치등의 기능을 점검

(8) 도괴의 방지: 동력을 사용하는 향타기 또는 향발기에 대하여 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다.

- ① 연약한 지반에 설치할 때에는 각부 또는 가대의 침하를 방지하기 위하여 깔판, 깔목 등을 사용할 것
- ② 시설 또는 가설물 등에 설치할 때에는 그내력을 확인하여 내력이 부족한 때에는 그내력을 보강할 것
- ③ 각부 또는 가대가 미끄러질 우려가 있을 때에는 말뚝 또는 켄치 등을 사용하여 각부 또는 가대를 고정시킬 것
- ④ 궤도 또는 차로 이동하는 향타기 또는 향발기에 대하여는 불시의 이동을 방지하기 위하여 레일클램프, 켄치 등으로 고정시킬 것
- ⑤ 버팀대만으로 상단부분을 안정시킬 때에는 버팀대는 3개 이상으로 하고 그 하단부분은 견고한 버팀, 말뚝 또는 철골 등으로 고정시킬 것
- ⑥ 버팀줄만으로 상단 부분을 안정시킬 때에는 버팀줄을 3개이상으로 하고 등간격으로 배치할 것
- ⑦ 평형추를 사용하여 안정시킬 때에는 평형추의 이동을 방지하기 위하여 가대에 견고하게 부착시킬 것

(9) 부적격한 권상용 와이어로우프의 사용금지(향타기 또는 향발기)

- ① 이음매가 있는 것
- ② 와이어로우프의 한가닥에서 소선(필러선을 제외한다)의 수가 10% 이상 절단된 것
- ③ 지름의 감소가 공칭 지름의 7%를 초과하는 것
- ④ 심하게 변형 또는 부식된 것
- ⑤ 꼬임, 비틀림 등이 있는 것

(10) 권상용 와이어로우프의 안전계수: 5이상

(11) 권상용 와이어로우프의 길이 등: 향타기 또는 향발기의 권상용 와이어로우프에 대하여서는 다음 각호의 조치를 하여야 한다.

- ① 권상용 와이어로우프는 낙추 또는 해머가 최저의 위치에 있는 때 또는 널말뚝을 빼어내기 시작한 때를 기준으로 하여 권상장치의 권동에 적어도 2회 감기고 남을 수 있는 충분한 길이일 것
- ② 권상용 와이어로우프는 권상장치의 권동에 클램프, 클립 등을 사용하여 견고하게 고정 것
- ③ 항타기의 권상용 와이어로우프 낙추, 해머 등과의 부착은 클램프, 클립 등을 사용하여 견고하게 할 것
- (12) 브레이의 부착 등:항타기 또는 항발기에 사용하는 권상기에 췌기장치 또는 역회전 방지용 브레이크를 부착
- (13) 활차 위치:항타기 또는 항발기의 권상장치의 드럼축과 권상장치로부터 첫번째 활차의 축과의 거리는 권상장치드럼폭의 15배 이상
- (14) 사용전 점검 등 : 항타기 또는 항발기를 조립한 때에는 다음 각호의 사항을 점검하여야 한다.
 - ① 본체의 연결부의 풀림 또는 손상의 이상유무
 - ② 권상용 와이어로우프, 권동활차의 부착상태의 이상 유무
 - ③ 권상장치의 브레이크 및 췌기장치 기능의 이상 유무
 - ④ 권상기의 설치상태의 이상 유무
 - ⑤ 버팀의 방법 및 고정상태의 이상 유무

7.건설안전시설 및 설비에 관한 중요사항

- (1) 높이 2m이상의 고소장소에서 추락재해 방지 조치
 - ① 작업발판을 설치한다. 방망을 친다. 안전대를 친다.
- (2) 높이2m 이상의 작업발판의 끝이나 개구부등의 추락재해 방지 조치
 - ① 표준안전난간, 울 및 손잡이(난간등)등을 설치한다.
 - ② 덮개를 설치한다.
 - ③ 방망을 친다.
 - ④ 안전대를 착용한다.
- (3) 스테이트등 지붕위에서의 위험 방지조치
 - ① 폭 30cm이상의 발판을 설치한다.
 - ② 방망을 친다.
- (4) 물체의 낙하비래위험 방지 조치
 - ① 방망의 설치
 - ② 출입금지구역의 선정
 - ③ 보호구의 착용
- (5) 높이(3cm)이상인 장소로부터 물체를 투하할때의 안전조치
 - ① 투하설비를 설치한다.
 - ② 감시인을 배치한다.
- (6) 지반의 굴착작업시 주의 해야 할 매설물의 종류
 - ① 가스관 상하수도관 지하케이블 건축물의 기초 송유관

(7) 정전작업시의 조치

- ① 전로의 개로에 사용한 개폐기에 시건장치를 하고 통전금지에 관한 표지판을 부착하는 등 필요한 조치를 할 것.
- ② 개로된 전로가 전력케이블·전력콘텐서 등을 가진 것으로서 잔류전하에 의하여 위험이 발생할 우려가 있는 것에 대하여는 당해 잔류전하를 확실히 방전시킬 것
- ③ 개로된 전로의 충전여부를 검전기구에 의하여 확인하고 오통전, 다른 전로와의 혼촉, 다른 전로부터의 유도 또는 예비동력원의 역송전하기위하여 단락접지 기구를 사용하여 확실하게 단락 접지할 것.

(8) 활선작업 및 활선근접작업시의 조치

- ① 저압활선작업:절연용 보호구 착용
- ② 저압활선 근접작업
 - ㉠ 절연용 방호구 설치
 - ㉡ 절연용 방호구 설치 또는 해체작업을 할 때에는 절연용 보호구를 착용하거나 활선작업용 기구를 사용하도록 한다.
- ③ 고압활선작업
 - ㉠ 절연용 보호구를 착용시키고, 절연용 방호구를 설치할 것
 - ㉡ 활선작업용 기구 사용
 - ㉢ 활선 작업용 장치 사용
- ④ 고압활선 근접작업:절연용 방호구 설치
- ⑤ 특별고압 활선작업
 - ㉠ 활선 작업용 기구를 사용하고 접근한계거리 이상을 유지하도록 할 것.
 - ㉡ 활선 작업용 장치 사용
- ⑥ 특별고압활선 근접작업
 - ㉠ 활선 작업용 장치 사용
 - ㉡ 접근한계거리를 유지하고 접근한계거리가 유지될 수 있도록 표지판등을 설치하거나 감시인을 둘 것.

(9) 차량계 건설기계의 전도등의 방지 조치

- ① 노건의 붕괴 방지
- ② 지반의 침하 방지
- ③ 노폭의 유지
- ④ 유도자의 배치(노건 또는 경사지 등에서 작업을 하는 경우)

(10) 차량계건설기계의 부움등의 강하에 의한 위험

- ① 안전지주 사용
- ② 안전블록 사용

제4장 가설작업의 안전

1. 가설통로

(1) 경사로

- ① 견고한 구조로 할 것
- ② 경사는 30° 이하로 할 것(계단을 설치하거나 높이 2m미만의 가설통로로서 튼튼한 손잡이를 설치한 때에는 그러하지 아니하다)
- ③ 경사가 15° 를 초과하는 때에는 미끄러지지 아니하는 구조로 할 것
- ④ 경사로의 폭은 최소 75cm 이상이어야 한다.
- ⑤ 경사로 지지기둥은 3m 이내마다 설치하여야 한다.
- ⑥ 목재는 미송, 육송 또는 동등이상의 재질을 가진 것이어야 한다.
- ⑦ 추락의 위험이 있는 장소에는 표준안전난간을 설치할 것(표준안전난간은 다음 기준에 적합하도록 설치한다.)
 - ㉠ 상부 난간대는 바닥면, 발판 또는 경사로의 표면으로부터 90cm 정도의 높이를 유지할 것
 - ㉡ 중간대는 바닥면, 발판 또는 경사로의 표면으로부터 45cm 정도의 높이를 유지할 것
 - ㉢ 난간기둥은 상부 난간대와 중간대를 지지할 수 있는 충분한 강도의 간격을 유지할 것
 - ㉣ 상부난간대와 중간대는 난간길이 전체를 통하여 바닥면과 평행을 유지할 것
- ⑧ 수직갱에 가설된 통로의 길이가 15m이상인 때에는 10m이내마다 계단참을 설치할 것
- ⑨ 건설공사에 사용하는 높이 8m이상인 비계다리에는 7m마다 계단참을 설치할 것

(2) 통로 발판

- ① 발판재료는 작업시의 하중치를 견딜 수 있도록 견고한 것으로 할 것
- ② 비계(달비계를 제외한다)의 폭은 40cm이상, 발판재료 간의 틈은 3cm 이하로 할 것
- ③ 추락의 위험성이 있는 장소에는 표준안전난간을 설치할 것
- ④ 작업발판의 지지물은 하중에 의하여 파괴될 우려가 없는 것을 사용할 것
- ⑤ 작업발판 재료는 전위하고나 탈락하지 아니하도록 2 이상의 지지물에 부착시킬 것
- ⑥ 작업발판을 작업에 따라 이동시킬 때에는 위험방지에 필요한 조치를 할 것

(3) 가설계단

- ① 가설계단 및 계단참을 설치하는 때에는 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상의 하중에 견딜 수 있는 강도를 가진 구조로 설치하여야 하며, 안전율은 4 이상으로 하여야 한다.
- ② 가설계단을 설치하는 때에는 그 폭을 1 m이상으로 하여야 한다. 다만, 급유용, 보수용, 비단용 계단 및 나선형 계단에 대하여는 그러하지 아니하다.
- ③ 계단참을 설치하는 때에는 그 높이가 3.7m를 초과하여 설치하여서는 아니되며 중간의 계단참은 가로·세로의 길이가 각각 1m 이상이 되도록 하여야 한다.
- ④ 계단을 설치하는 때에는 그 담면으로부터 높이 2m이상인 장애물이 없는 공간을 설치하여야 한다. 다만, 급유용, 보수용, 비단용 계단 및 나선형 계단에 대하여는 그러하지 아니하다.
- ⑤ 4단 이상인 가설계단의 개방된 측면에는 난간을 설치하고 다음 각호의 조치를 하여야 한다.
 - ㉠ 난간의 높이는 90cm 이상이 되도록 할 것
 - ㉡ 난간은 계단참을 포함하여 각층의 계단 전체에 걸쳐서 설치할 것
 - ㉢ 목재로 된 난간은 5cm^2 이상의 단면을, 금속제 파이프로 된 난간은 4cm 이상의 지름을 갖는 것일 것

㉔ 난간은 임의의 점에 있어서 임의의 방향으로 움직이는 100kg 이상의 하중에 견딜 수 있는 튼튼한 구조일 것

㉕ 난간의 지주는 2m이내마다 설치하고 가능한 한 답면과 난간 상면과의 중앙부에 중간대를 설치할 것

(4) 사다리식 통로

① 견고한 구조로 할 것

② 계단의 간격은 동일하게 할 것

③ 답단과 벽과의 사이는 적당한 간격을 유지할 것

④ 사다리의 전위방지를 위해 조치를 할 것

⑤ 사다리의 상단은 걸쳐놓은 지점으로부터 60m 이상 올라가도록 할 것

⑥ 갱내 사다리식 통로의 길이가 10m 이상인 때에는 5m 이내마다 계단참을 설치할 것

⑦ 갱내 사다리식 통로의 구배는 80° 이내로 할 것

(5) 고정식 사다리: 고정사다리는 90°의 수직이 가장 적합하며, 수직면으로부터 15°를 초과해서는 안된다.

(6) 이동식 사다리

① 길이가 6m를 초과해서는 안된다.

② 다리의 벌림은 벽 높이의 1/4정도가 가장 적당하다.

③ 다리부분에는 미끄럼방지장치를 하여야 한다.

④ 벽면 상부로부터 최소한 1m 이상의 여장길이가 있어야 한다.

⑤ 미끄럼방지장치는 다음 기준에 의하여 설치한다.

㉑ 사다리 지주의 끝에 고무, 코르크, 가죽, 강스파이크 등을 부착시켜 바닥과의 미끄럼을 방지하는 일종의 안전장치가 있어야 한다.

㉒ 췌기용 강스파이크는 지반이 부드러운 맨땅 위에 세울 때 사용하여야 한다.

㉓ 피벗(Pivot) 방지발판은 인조고무 등으로 마감한 실내용을 사용하여야 한다.

㉔ 미끄럼방지 판자 및 미끄럼방지 고정쇠는 돌마무리 또는 인조석 깔기 마감한 바닥용으로 사용하여야 한다.

2. 비계의 조립시 안전조치

(1) 통나무비계의 조립

① 비계기둥의 간격은 2.5m 이하로 하고 지상으로부터 첫번째 띠장은 3m 이하의 위치에 설치할 것

② 비계기둥이 미끄러지거나 침하하는 것을 방지하기 위하여 비계기둥위 하단부를 묻고, 밑둥 잡이를 설치하거나 깔판을 사용하는 등의 조치를 할 것

③ 비계기둥의 이음이 겹침이음의 경우에는 이음부분에서 1 m이상을 서로 겹쳐서 2개소 이상을 묶고, 비계기둥의 이음이 맞댄 이음인 경우에는 비계기둥을 쌍기둥틀로 하거나 1.8m이상의 덧댐목을 사용하여 4개소 이상을 묶을 것

④ 비계기둥, 띠장, 장선 등의 접속부 및 교차부는 철선 기타의 튼튼한 재료로 견고하게 묶을 것

⑤ 교차가새로 보강할 것

⑥ 외줄비계, 쌍줄비계 또는 돌출비계에 대하여는 다음 각목의 정하는 바에 의하여 벽이음 또는 버팀을 설치할 것

- ㉠ 간격은 수직방향에서는 5.5m이하, 수평방향에서는 7.5m 이하로 할 것
- ㉡ 강관, 통나무 등의 재료를 사용하여 견고한 것으로 할 것
- ㉢ 인장재와 압축재로 구성되어 있을 때에는 인장재와 압축재의 간격은 1m 이내로 할 것

※통나무배계는 지상높이 4층 이하 또는 12m 이하의 건축물, 공작물 등의 건조, 해체 및 조립 등 작업에서만 사용할 수 있다.

(2) 강관비계의 조립

① 강관비계의 조립 간격

강관비계의 종류	조립간격(단위:m)	
	수직방향	수평방향
단관비계	5	5
틀비계(높이가 5m미만의 것은 제외한다)	6	8

- ② 비계기둥의 간격은 보방향에서는 1.5m 내지 1.8m, 간사이 방향에서는 1.5m 이하로 할 것
- ③ 지상 첫번째 떠장은 2m 이하의 위치에 설치할 것
- ④ 비계기둥의 최고부로부터 31m를 넘는 부분의 비계기둥은 2분의 강관으로 묶어 세울 것
- ⑤ 비계기둥간의 적재하중은 400kg을 초과하지 아니하도록 할 것

(3) 달비계의 조립

- ① 와이어로우프 및 강선의 안전계수는 10이상이어야 한다.
- ② 와이어로우프의 일단은 권상기에 확실히 감겨져 있어야 한다.
- ③ 작업발판은 20cm 이상의 폭이어야 하며, 움직이지 않게 고정하여야 한다.
- ④ 발판위 약 10cm위까지 낙하물 방지조치를 하여야 한다.
- ⑤ 권상기에는 제동장치를 설치하여야 한다.
- ⑥ 달비계의 동요 또는 전도를 방지할 수 있는 조치를 취하여야 한다.

(4) 달대비계:철골공사의 리벳치기, 볼트 작업시에 주로 이용되는 것

- ① 달대비계의 매다는 철선은 소철선 #8선을 사용하며 4가닥 정도로 꼬아서 하중에 대한 안전계수가 8이상 확보되어야 한다.
- ② 철근을 사용할 때에는 19mm 이상을 쓰며, 근로자는 반드시 안전모를 착용하여야 하고 구멍로우프를 소지하여야 한다.

(5) 말비계(안장비계, 각주비계):말비계는 비교적 천정높이가 얇은 실내에서 내장 마무리작업에 사용되는 것

(6) 이동식 비계(옥외의 얇은 장소 또는 실내의 부분적인 장소에서 작업을 할 때 이용되는 것)의 조립

- ① 작업상의 발판은 전면에 걸쳐 빈틈없이 깔아야 한다.
- ② 불의의 이동을 방지하기 위한 제동장치를 반드시 갖추어야 한다.
- ③ 비계의 최대높이는 밑변 최소폭의 4배 이하이어야 한다.
- ④ 비계의 일부를 건물에 체결하여 이동, 전도 등을 방지하여야 한다.
- ⑤ 승강용 사다리는 견고하게 부착하여야 한다.
- ⑥ 최대적재하중을 명확하게 표시하여야 한다.
- ⑦ 부재의 접속부, 교차부는 확실하게 연결하여야 한다.

(7) 비계의 점검 및 보수

- ① 발판재료의 손상여부 및 부착 또는 결침상태
- ② 당해 비계의 연결부 또는 접속부의 풀림상태
- ③ 연결재료 및 연결철물의 손상 또는 부식상태
- ④ 손잡이의 탈락 여부
- ⑤ 기둥의 침하, 변형, 변위 또는 흔들림 상태
- ⑥ 로우프의 부착상태 및 매단장치의 흔들림 상태

(8) 비계가 갖추어야 될 3요소 : 안전성 작업성 경제성

3. 흙의 특성

(1) 흙의 다짐과 압밀

- ① 흙의 다짐: 흙을 다지면 토립자 상호간의 간극을 좁히고 흙의 밀도가 높아져서 간극이 감소하여 투수성이 저하되고 토립자 사이의 맞물림이 양호하게 된다.
- ② 압밀: 흙에 축조된 구조물의 자중이나 흙의 자중때문에 흙속의 수분이 배출됨에 따라 흙이 서서히 압축되는 현상을 압밀(Consolidation)이라 한다.

4. 사면(斜面)의 안정

(1) 흙의 전단응력이 증가하는 원인

- ① 인공 또는 자연력에 의한 지하공동의 형성
- ② 사면의 구배가 자연구배보다 급경사일 때
- ③ 지진, 폭파, 기계 등에 의한 진동 및 충격
- ④ 함수량의 증가에 따른 흙의 단의체적 증량의 증가

(2) 전단응력이 감소하는 원인

- ① 간극수압의 증대
- ② 장기응력에 대한 소성변형
- ③ 동결토의 융해
- ④ 흡수에 의해 점토면의 흡수팽창, 소수감소
- ⑤ 사질토에 따른 진동 또는 충격
- ⑥ 수축, 팽창 또는 인장으로 균열이 발생
- ⑦ 흙의 건조에 의해 사질토, 유기질토의 점착력이 소실

(3) 사면붕괴 방지의 안전대책

- ① 경점토 사면은 구배를 느리게 한다.
- ② 느슨한 모래의 사면은 지반의 밀도를 크게 한다.
- ③ 연약한 균질의 점토사면은 배수에 의하여 전단강도를 증가시킨다.
- ④ 암층은 배수가 잘 되도록 하며 층이 얇을 때에는 말뚝을 박아서 정지시키도록 한다.
- ⑤ 모래층을 둘러싼 점토사면은 배수에 의하여 모래층의 함유수분을 배제한다.

5. 토석 붕괴의 원인

(1) 외적 요인

- ① 사면, 법면의 경사 및 구배의 증가
- ② 절토 및 성토 높이의 증가
- ③ 공사에 의한 진동 및 반복하중의 증가
- ④ 지표수 및 지하수의 침투에 의한 토사증량의 증가
- ⑤ 지진, 차량, 구조물의 하중

(2) 내적 요인

- ① 절토사면의 토질, 암석 성토사면의 토질 토석의 강도저하

6. 철근의 인력운반

- ① 긴 철근은 2인이 1조가 되어 어깨메기로 하여 운반하는 등 안전성을 도모한다.
- ② 긴 철근을 부득이 한 사람이 운반할 때는 한 곳을 드는 것보다 한쪽을 어깨에 메고 한쪽 끝을 땅에 끌면서 운반한다.
- ③ 운반시에는 항상 양끝을 묶어 운반한다.
- ④ 1회 운반시 1인당 무게는 25kg정도가 적절하며, 무리한 운반은 삼가한다.
- ⑤ 공동작업시는 신호에 따라 작업을 행한다.

7. 철근의 체결방법

- (1) 2군데를 묶어 인양한다.
- (2) 매다는 각도는 60° 이내로 한다.
- (3) 와이어로우프의 미끄럼을 방지한다.
- (4) 후크는 해지장치가 있는 것을 사용한다.
- (5) 철근의 중량과 중심을 확인한다.
- (6) 철근을 세워올릴 때는 포대나 상자를 이용하여 철근이 빠지지 않도록 한다.

8. 거푸집 지보공

- (1) 강재 거푸집과 비교시 합판 거푸집의 장점
- (2) 거푸집의 조립: 기둥→보받이내력벽→큰보→작은보→바닥→내벽→외벽
- (3) 거푸집의 준치기간

부위		바닥슬래브, 지붕슬래브 및 보밀		기초, 기둥 및 벽, 보옆	
시멘트의 종류		포트랜트 시멘트	조강포트랜트 시멘트	포트랜트 시멘트	조강포트랜트시멘트
콘크리트의 압축강도		설계기준강도의 50%		50kg/cm ²	
콘크리트의 재령(일)	평균기온 10°C 이상 ~ 20°C 미만	8	5	6	3
	평균기온 20°C 이상	7	4	4	2

9. 콘크리트 타설시 안전수칙

- (1) 타설속도는 하계 1.5m/h, 동계 1.0m/h를 표준으로 함
- (2) 손수레로 콘크리트를 운반할 때에는 적당한 간격을 유지
- (3) 손수레에 의해 운반할 때는 뛰어서는 안된다.
- (4) 최상부의 슬래브는 이어붓기를 되도록 피하여 일시에 전체를 타설하도록 하여야 한다.

10. 콘크리트 다지기

- (1) 진동기는 철근 또는 철골에 직접 접촉되지 않도록 하고 뿔을 때에는 천천히 뿔아내어 콘크리트에 구멍이 남지 않도록 한다.
- (2) 막대형 진동기(Rod Type Vibrator)는 수직방향으로 넣고, 넣은 간격은 약 60cm이하로 한다.
- (3) 거푸집 진동기는 막대형 진동기를 사용할 수 없는 기둥 및 벽체 부분에 사용하고, 표면 진동기는 슬래브와 같이 두께가 얇은 부분의 콘크리트 표면에 직접 사용한다.

11. 콘크리트 양생

- (1) 콘크리트의 온도는 항상 2°C이상으로 유지하여야 한다.
- (2) 콘크리트 타설 후 수화작용을 돕기 위하여 최소 5일간은 수분을 보존한다.
- (3) 일광의 직사, 급격한 건조 및 한냉에 대하여 보호한다.
- (4) 콘크리트가 충분히 경화될 때까지는 충격 및 하중을 가하지 않게 주의한다.
- (5) 콘크리트 타설 후 1일간은 그 위를 보행하거나 공기구 등 기타 중량물을 올려 놓아서는 안 된다.

12. 철골공사 전 검토사항

(1) 설계도 및 공작도 검토

- ① 철골의 자립도 검토: 도피의 위험이 큰 다음과 같은 종류의 건물은 강풍에 대하여 완전한지 여부를 설계자에게 확인하도록 한다.

- ㉠ 연면적당 철골량이 50kg/m²이하인 건물 기둥이 타이 플레이트(Tie Plate)형인 건물
- ㉡ 이음부가 현장용접인 건물 높이가 20m이상인 건물
- ㉢ 구조물의 폭과 높이의 비가 1:4 이상인 건물
- ㉣ 고층건물, 호텔 등에서 단면구조가 현저한 차이가 있는 것

- ② 부재의 형상 등 확인 부재의 수량 및 중량의 확인

- ③ 보울트 구멍, 이음부, 접합방법 등의 확인 철골 계단의 유무

- ④ 건립작업성의 검토 가설부재 및 부품 등

- ⑤ 건립용 기계 및 건립순서 사용전력 및 가설설비

- ⑥ 안전관리 체제

(2) 건립공정 수립시 검토사항

- ① 입지조건에 의한 영향

② 기후에 의한 영향

- ㉠ 풍속: 10분간의 평균 풍속 10m/sec 이상 강우량: 강우량이 1mm/h
 ㉡ 풍속별 작업범위

풍속(m/sec)	종별	작업범위
0-7	안전작업범위	전 작업 실시
7-10	주의경보	외부용접, 도장작업 중지
10-14	경고경보	건립작업 중지
14이상	위험경보	고소작업자는 즉시 하강, 안전대피

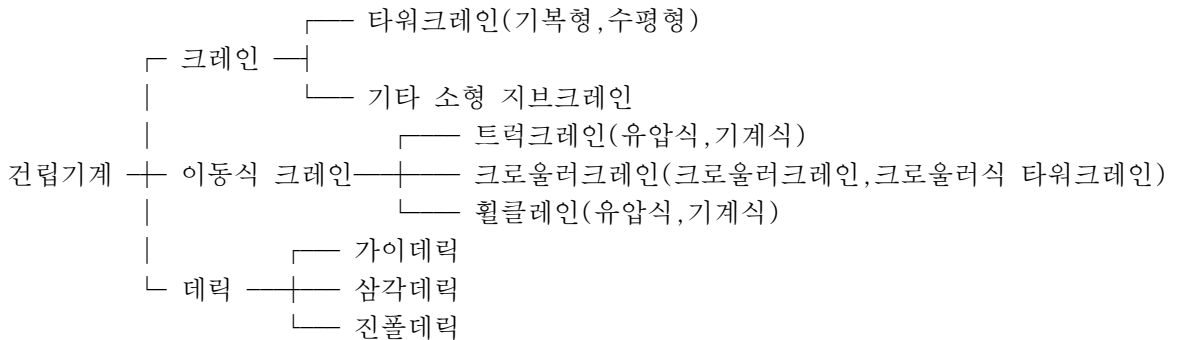
- ③ 철골부재 및 접합형식에 의한 영향 건립순서에 의한 영향
 ④ 건립용 기계에 의한 영향 안전시설에 의한 영향

13. 건립 형식

- (1) 층별건립형식 구조물 폭(Span)단위별 건립형식

14. 철골공사용 기계

건립용 기계의 종류



- (1) 타워크레인: 초고층 작업이 용이하고 인접물에 장애가 없기 때문에 360°회전이 가능하여 가장 능률이 좋은 기계이다.
- (2) 크로울러 크레인: 외부받침대를 갖고 있지 않아 트럭크레인 보다 약간의 흔들림이 크며 하중 인양시 안전성이 약하다. 최소작업반경은 6.4~11m의 범위정도이다.
- (3) 트럭 크레인: 장거리 기동성이 있고 붐을 현장에서 조립하여 소정의 길이를 얻을 수 있다. 360°선회 작업이 가능, 인양하중이 150t까지, 최소작업반경은 1.5~6m의 범위정도
- (4) 삼각 데릭: 가이데릭과 비슷하나 주기동을 지탱하는 지선 대신에 2본의 다리에 의해 고정된 것으로 작업회전 반경이 약 270°정도로 가이데릭과 성능은 거의 같다.
- (5) 가이 데릭: 주기동과 붐으로 구성되어 있고 6~8본의 지선으로 주기동이 지탱되며 주각부에 붐을 설치하면 360°회전이 가능하다.
- (6) 통나무, 철 파이프 또는 철골 등으로 기둥을 세우고 난 뒤 3본 이상 지선을 매어 기둥을 경사지게 세워 기둥끝에 활차를 달고 원치에 연결시켜 권상시키는 것이다. 간단하게 설치할 수 있으며 경미한 건물의 철골건립에 주로 사용된다.

15. 좌굴의 억제 조치

- (1) 재단(材端)의 회전구속 부재의 중간지지 보의 연결

16. 해체공법의 종류 및 특징

공 법		원 리	특 징	단 점
압 쇄 공 법	자주식 현수식	유압압쇄날에 의한 해체	취급과 조작이 용이하고 철근, 철골절단이 가능하 며 저소음이다.	20m 이상은 불가능, 분진 비산을 막기 위해 살수설 비가 필요하다.
대 형 브레카 공 법	압축공기 자주형	압축공기에 의한 타 격 파쇄	능률이 높으며 높은 곳 사 용이 가능하다. 보, 기둥, 슬래브, 벽체 파쇄에 유리	소음과 진동이 크며, 분진 발생에 주의하여야 한다.
	유압 자주형	유압에 의한 타격과 파쇄		
전도공법		부재를 절단하여 쓰 러뜨린다.	원칙적으로 한층씩 해체하 고 전도축과 전도방향에 주의해야 한다.	전도에 의한 진동과 매설 물에 대한 배려가 필요
철 해머에 의한 공 법		무거운 철재 해머로 타격	능률이 좋으나 지하매설콘 크리트 해체에는 효율이 낮다. 기둥, 보, 슬래브 벽 파쇄에 유리	소음과 진동이 크고, 파 편이 많이 비산된다.
화약발파공법		발파충격과 가스압 력으로 파쇄	파괴력이 크고 공기를 단 축할 수 있으며, 노동력절 감에 기여	발파 전문자격자가 필요 비산물 방호장치설치, 폭 음과 진동이 있으며 지하 매설물에 영향 초래, 슬래 브, 벽 파쇄에 불리
헨 드 브레카 공 법	압 축 공기식	압축공기에 의한 타 격 파쇄	광범위한 작업이 가능하고 좁은 장소나 작은 구조물 파쇄에 유리, 진동은 작 다.	방진마스크, 보안경 등 보호구 필요, 소음이 크 고 소음 발생에 주의를 요한다.
	유압식	유압에 의한 타격과 파쇄		
팽창압공법		가스압력과 팽창압 력에 의거 파쇄	보관취급이 간단, 책임자 불필요, 무근콘크리트에 유효, 공해가 거의 없다.	천공 때 소음과 분진발 생, 슬래브와 벽 등에는 불리
절단공법		회전톱에 의한 절단	질서정연한 해체나 무진동 이 요구될 때에 유리하고 최대 절단 길이는 30cm 전 후	절단기, 냉각수가 필요하 며, 해체물 운반크레인이 필요
재키공법		유압식재키로 들어 올려 파쇄	소음진동이 없다.	기둥과 기초에는 사용불 가, 슬래브와 보 해체시 재키를 받쳐줄 발판 필요
썰기타입 공법		구멍에 썰기를 밀어 넣어 파쇄	균열이 직선적이므로 계획 적으로 해체할 수 있다. 무 근콘크리트에 유리	1회 파괴량이 적다. 코어 보링시 물을 필요로 한 다. 천공시 소음과 분진 에 주의
화염공법		연소시켜서 용해하 여 파쇄	강제 절단이 용이, 거의 실용화되어 있지 못한다.	방열복 등 개인보호구가 필요하며 용융물, 불꽃처 리 대책 필요
통전공법		구조체에 전기쇼트를 이용 파쇄한다.	거의 실용화되어 있지 못 하다.	

17. 안전에 관한 중요사항

(1) 가설 구조물의 특징

- ① 연결재가 적은 구조물로 되기 쉽다. 부재의 결합이 불완전하다.
② 구조설계의 개념이 불확실하다. 단면에 결합이 있기 쉽다.

(2) 가설통로의 종류

- | | |
|--------|---------------|
| ① 경사로 | 통로 발판 |
| ② 가설계단 | 사다리 및 사다리식 통로 |

(3) 가설도로의 최고허용 경사도:10%이하

(4) 법상비계의 종류

- ① 통나무 비계 단관비계 틀비계 이동식비계
② 달비계 외줄비계 쌍줄비계 돌출비계
③ 안장비계(각주비계, 말비계) 달대비계

(5) 철선의 이용

- ① 통나무비계 결속용 철선
 ㉠ #10선: $\phi 3.2\text{mm}$, 안전강도 kg/cm^2
 ㉡ #8선: $\phi 3.85\text{mm}$, 안전강도 $485\text{kg}/\text{cm}^2$
 ② 방호철망: #13 ~ #16선
 ③ 철근의 결속: #18 ~ 20#선

(6) 강관조립철물의 종류

- ① 연결철물: 안전내력 300kg 이상
- ② 이음철물 : 마찰형 전단형
- ③ 밑받침 철물 : 고정형 조절형
- ④ 긴결철물 : 직교형 자재형 특수형

(7) 거푸집의 존치기간

기초(5일)→기동열(7일)→백·보열(7~14일)→바닥판밀(14일)→보밀(28일)

(8) 거꾸집의 해체순서(먼저떼어내는 경우)

- ① 기온이 높을 때
- ② 조강시멘트를 사용할 때
- ③ 봉와 기둥에서는 기둥(수직부재)먼저
- ④ 작은 법을 사용할 때

(9) 여름철 보통 포트랜드 시멘트를 사용하여 슬래브콘크리트 타설시 거푸집의 존치기간:7일(본 교재의 거푸집의 존치기간표 참조)

(10) 해체시 지주를 바꾸어 세울 때 주의 사항

- ① 지주의 바꾸어 세우는 큰보, 작은 보, 바닥판의 순으로 한다.
- ② 바꾸어 세운 지주는 쫓기등으로 전지주와 동등의 지지력이 작용하도록 한다.
- ③ 상부에 30cm 각 이상의 두꺼운 머리받침을 뒀다.

(11) 생콘크리트 타설시 측압이 커지는 조건

- ① 기온이 낮을수록(대기중의 습도가 낮을수록)
- ② 치어붓기 속도가 클수록
- ③ 굵은 콘크리트 일수록(물·시멘트비가 클수록, 슬럼프 값이 클수록, 시멘트·물비가 적을 수록)
- ④ 콘크리트의 비중이 클수록
- ⑤ 콘크리트의 다지기가 강할수록
- ⑥ 철근양이 작을 수록
- ⑦ 거푸집의 수밀성이 높을수록
- ⑧ 거푸집의 수평단면이 클수록(벽두께가 클수록)
- ⑨ 거푸집의 강성이 클수록
- ⑩ 거푸집의 표면이 매끄러울수록
- ⑪ 측압은 생콘크리트의 높이가 높을수록 커지는 것이다. 어느 일정한 높이에 이르면 측압의 증대는 없게된다.

제5장 운반·하역 및 벌목작업의 안전

1. 구내의 통행과 운반시 안전수칙

- (1) 통로면으로부터 높이 2m이내에는 장애물이 없도록 할 것
- (2) 기계와 기계 사이 또는 기계와 다른 설비와의 사이에 설치하는 통로의 폭은 80cm 이상일 것

1. 취급·운반의 원칙

- (1) 취급·운반의 3조건
 - ① 운반거리를 단축시킬 것
 - ② 운반을 기계화 할 것
 - ③ 손이 닿지 않는 운반방식으로 할 것
- (2) 취급·운반의 5원칙
 - ① 직선운반을 할 것
 - ② 연속운반을 할 것
 - ③ 운반작업을 집중화시킬 것
 - ④ 생산을 최고로 하는 운반을 생각할 것
 - ⑤ 최대한 시간과 경비를 절약할 수 있는 운반방법을 고려할 것

2. 인력운반

- (1) 인력운반 하중기준: 보통 체중의 40% 정도의 운반물은 60~80m/min의 속도로 운반
- (2) 안전하중기준: 성인남자의 경우 20~25kg 정도, 성인여자의 경우에는 15~20kg 정도
- (3) 요통방지 대책강구 사항
 - ① 단위시간당 작업량을 적절히 한다.
 - ② 작업전 체조 및 휴식을 부여한다.
 - ③ 적정배치 및 교육훈련을 실시한다.
 - ④ 운반작업을 기계화한다.
 - ⑤ 취급중량을 적절히 한다.
 - ⑥ 작업자세의 안전화를 도모한다.

3. 기계화 해야 될 인력작업의 표준

- (1) 3~4인 정도가 상당한 시간 계속해서 작업해야 되는 운반작업일 경우
- (2) 발밑에서부터 머리 위까지 들어 올려야 되는 작업일 경우
- (3) 발밑에서부터 어깨까지 25kg 이상의 물건을 들어 올려야 되는 작업일 경우
- (4) 발밑에서부터 허리까지 50kg 이상의 물건을 들어 올려야 되는 작업일 경우
- (5) 발밑에서부터 무릎까지 75kg 이상의 물건을 들어 올려야 되는 작업일 경우

4.차량계 하역운반 기계 및 통로폭

- (1) 운반차량의 구내 속도 : 8km/h 이내의 속도를 유지한다.
- (2) 운반통로에서 우선 통과 순위:① 기중기 ② 짐차 ③ 빈차 ④ 사람
- (3) 부두 안벽선 통로폭 : 90 cm 이상
- (4) 물자 운반용 차량의 통로폭
 - ① 일방 통행용: $W=B+60(\text{cm})$
 - ② 양방 통행용: $W=2B+90(\text{cm})$여기서 B:운반차량의 폭

5.화물취급 작업시 안전수칙

- (1) 바닥으로부터의 높이가 2m 이상되는 하적단은 인접 하적단의 간격을 하적단의 밑부분에서 10m 이상
- (2) 화물을 적재하는 때에는 다음 각호의 사항을 준수
 - ① 침하의 우려가 없는 튼튼한 기반 위에 적재할 것
 - ② 건물의 칸막이나 벽등에 화물의 압력에 견딜 만큼의 강도를 지니지 아니한 때에는 칸막이나 벽에 기대어 적재하지 아니하도록 할 것
 - ③ 불안정할 정도로 높이 쌓아 올리지 말 것
 - ④ 편하중이 생기지 아니하도록 적재할 것

6.기타 운반안전과 관련된 중요사항

- (1) 최대 적재량이 5t 이상인 화물 자동차에 화물을 싣거나 내리는 작업을 할 때 : 안전모 착용 의무화
- (2) 운반도중 적재물이 밖으로 튀어나올 때의 위험표시:적색표시
- (3) 작업공장 내의 교통계획 중 가장 이상적인 것:일방통행
- (4) 이동식 사다리 설치각도:평면과 75° 이상 유지
- (5) 작업장의 출입문 형식으로 가장 이상적인 것:바깥쪽 여닫이
- (6) 2개 이상의 비상 통로를 설치해야 되는 작업장:50인 이상 작업장
- (7) 부두 또는 안벽의 선에 따라 통로를 설치할 때의 폭:90cm 이상

7.벌목작업시 근로자가 준수할 사항

- (1) 벌목하는 때는 대피하는 장소를 미리 선정할 것
- (2) 벌목하고자 하는 나무의 흉고 직경이 40cm이상일 때에는 벌목근 직경의 4분의 1이상 깊이의 수입구를 만들 것

8. 운반·하역 및 벌목 작업의 안전에 관한 중요 사항

(1) 길이가 긴 물건을 공동(2인 이상)으로 운반작업을 할 때의 주의사항

- ① 두 사람이 운반 할 때는 서로 같은 쪽의 어깨에 메고 무게가 균등하게 걸리도록 한다.
- ② 작업 지휘자를 반드시 정한다.
- ③ 들어올리거나 내릴때에는 서로 소리를 내는 등의 방법으로 동작을 일치시킨다.
- ④ 운반도중에 서로의 신호 없이는 힘을 빼지 않는다.
- ⑤ 체력과 신장이 서로 잘 어울리는 사람끼리 작업한다.

(2) 작업장에서 보행자만 일반통행을 하는 경우 통로의 최소폭

- ① 물품을 들지 않은 경우 : 80cm
- ② 물품을 든 경우 : 105cm

(3) 중량물 취급시의 위험방지

① 작업계획작성시 포함시켜야 할 사항

- ㉠ 중량물의 종류 및 형상
- ㉡ 취급방법 및 순서
- ㉢ 작업장소의 넓이 및 지형

② 경사면에서의 중량물 취급시 준수 사항

- ㉠ 구름 멈춤대, 썰기 등을 이용하여 중량물의 동요나 이동을 조절할 것.
- ㉡ 중량물의 구름방향인 경사면 아래에는 근로자의 출입을 제한시킬 것.

③ 작업지휘자를 지정하고 안전화등 보호구를 지급하여 사용하도록 할 것.

④ 작업시작전 점검사항

- ㉠ 중량물 취급의 올바른 자세 및 복장
- ㉡ 위험물의 비상에 따른 보호구의 착용
- ㉢ 카바이트, 생석회 등과 같이 온도상승이나 습기에 의하여 위험성이 존재하는 중량물의 취급방법
- ㉣ 기타 하역운반기계등의 적절한 사용방법