

## 안전관리

### FTA에 대하여 논하시오.

#### 1 정의

FTA란 1960년대 초 미국의 벨 전화연구소에서 개발된 것으로 기계장치가 규칙적으로 운전되고 있는 가운데 어느 정도 고장이 일어날 것인가에 대한 의문에서 시작하여 그 운전상태의 안전성을 수학적으로 해석하는 방법으로 Fault Tree Analysis의 약어이다.

#### 2 산업안전에의 적용

생산활동에서는 작업자와 기계설비가 주된 구성요소가 되며 작업자가 기계를 사용하여 일을 하는 상태를 System(인간-기계)으로 취급하여 이 상태의 안전성 즉 사고나 재해의 발생확률을 수치적으로 평가하는데 이용되며 System 안전평가의 한 기법이다.

#### 3 FTA에 의한 재해사례 연구순서

- (1) 발생 가능 재해를 상상하여 결정
  - (2) 관련 기계설비, 인간 작업행동 관련 자료수집(가능한 많이)
  - (3) FT를 작성
  - (4) FT를 수식화하고 수학적 처리로 간소화
  - (5) 기계 부품의 고장율, 인간 작업행동 중 실수한 자료수집
  - (6) FT를 수식화한 식에 발생확률 대입 (5)항 → (4)항에 대입)
  - (7) 그 결과 평가
- 이 수치가 목표하고 있는 수치를 초과할 때에는 기계설비 보완, 변형, 작업방법 변경 등을 하고 (2)항 이하

를 반복한다(목표치 이하가 될 때까지)

- (8) 목표치 이하로 되었을 때 (7)항 개선안을 취사선택
- (9) 개선안 작성 관리

#### 4 FTA의 논리 기호

##### (1) 이론기호

- ① AND Gate : 출력사상이 일어나기 위해서는 모든 입력이 일어나야 된다는 논리조작
- ② OR Gate : 입력사상의 어느 하나라도 일어나면 출력사상이 일어난다는 논리조작

#### 5 결론

- (1) FTA는 인간의 작업행동에서의 Error나 Mistake 및 기계부품의 고장률 등의 자료를 모으고
- (2) 작성된 FT도에 사상의 발생확률을 수식화 하여 기입하고 수학적으로 처리하기 쉽도록 정량적 해석이 요구되고 있으나 현재 국내에는 이들 자료가 부족한 실정으로 FTA를 수학적으로 실시하기에는 극히 어려움이 있으므로 인간의 불안정한 행위에 대한 집중적인 연구와 기계장치, 부품 신뢰도, 고장확률에 대한 Data Bank화가 선행되어야 할 것이다.

# 기계안전

## 목재 가공용기계의 소음방지 대책에 대해 논하시오.

### 1 개요

목재가공용 기계를 구분하면 제재용, 합판용, 목공용으로 나누어진다. 제재용에는 톱기계, 스트레이트 소머신, 체인 소머신 등이 있고 합판용에는 조목, 단판 절삭, 합판마무리 등의 기계가 있다. 목공용에는 목공 톱기계, 대패기계, 목공밀링기계, 목공천공기계, 목공 선반 등이 있다. 등근톱에 의한 목재의 반발과 톱니와의 접촉, 띠톱의 톱니와의 접촉, 수동대패기계와 모떼기기계의 날과의 접촉, 그 밖에 목재송급용 이송로올러에 딸려드는 등 목재가공용 기계는 위험성이 높을 뿐만 아니라 고음역의 소음이 발생되고 있다.

### 2 현상

#### (1) 소음원 측면에서의 현실태

- ① 기계가 작업장 중앙에 위치하여 작업장 전체로 소음확산
- ② 기계격리 미흡
- ③ 기계의 베어링 등의 마모로 동력전달부 마찰소음 발생
- ④ 공압설비(청소용 에어노즐)의 잭이나 노즐부의 마모로 에어누출에 의한 에어소음 발생
- ⑤ 회전부의 덮개 진동
- ⑥ 모터 등 전동설비 방진조치 미흡
- ⑦ 톱날교체 미흡으로 목재와 톱과의 마찰 압력이 커져 소음상승

#### (2) 수음자 측면에서의 현실태

- ① 귀마개 착용 미흡
- ② 채용시 건강진단 미실시로 적정 작업자 배치 미흡
- ③ 톱날청소 등을 에어로 실시하여 에어소음에 노출

④ 소음성난청 요주의자 등의 작업전환조치 미흡

⑤ 작업자의 위치 불합리(소음원 지향)

### 3 대책

목재 가공용 기계기구를 사용하는 업종 대부분의 작업공정에서 발생하는 소음이 90dB 이상으로 법정 허용 기준을 초과하고 있다. 그 중 절단, 제재, 목취, 가공 및 연마공정은 등근톱, 동력대패, 띠톱 등을 사용하는데, 이들 기계의 톱날과 목재와의 마찰소음수준은 보통 96~100dB이다.

이러한 소음의 방지대책은 크게 소음원(목재가공용 기계) 대책과 전파경로 및 수음자 대책으로 나눌 수 있다.

#### (1) 소음원 대책

##### ① 목재가공용 기계 · 설비의 진동방지조치

목재 가공용 기계 및 그에 부속한 모터 등 진동기계 설비의 하부에 방진제(탄성체)를 지지하여 발생하는 진동을 흡수시킨다. 이는 목재가공기계나 모터 등의 기계진동에서 고체전자음을 방지하기 위해서이다.

##### ② 목재가공기계의 톱날부정기적 수리

등근톱이나 띠톱 등 목재가공기계의 톱날부분의 마모, 톱날간격의 부적절로 목재 절단이나 재단시 목재와의 마찰력을 증대시켜 소음을 발생시키므로 톱날을 작업량에 따라 수시로 손질하여야 한다.

##### ③ 목재가공용기계의 정기적 윤활

동력 전달부의 베어링, 벨트 등의 마모나 윤활 미흡으로 인한 마찰소음이 발생하므로 이들 부분에 대한 점검, 보수 및 윤활로 마찰소음을 감소시킨다.

##### ④ 회전부 덮개 보완

동력모터나 회전체, 동력전달부에 설치된 덮개의 진동으로 소음이 발생하는 경우가 있으므로 이들 덮

개등을 철저히 고정하고 철판형보다는 Wire Mesh형으로 소음을 감소시키며 또한 흡음재를 덮개에 부착하는 방안도 바람직하다.

⑤ 공압설비의 조절

조립용설비인 타카, 에어드라이버 등 공압설비의 에어호스나 잭, 노즐부의 파손·마모로 에어가 누출되면서 발생하는 소음이 상당히 높으므로 이들에 대한 점검을 철저히하여 에어가 누설되는 일이 없도록 조치한다.

⑥ 세척용 에어노즐 개선

툽밥 세척시 사용하는 에어호스에서 높은 소음이 발생하므로 이 에어호스의 노즐부를 단일 송출관식에 이중 송출관(Dual Flow Mouthpiece)식으로 대체하여 높은 배출속도에서 발생하는 고주파음을 방지하도록 한다.

⑦ 기계의 적정배치

소음의 거리감쇄와 지향성의 원리에 따라 음원과 수음점의 거리가 이격될수록 소음수준도 감소하므로

소음발생설비 및 공정과 비소음공정은 상호 작업위치를 이격시킨다.

⑧ 소음기계의 흡음, 차음 및 격리

소음을 발생시키는 기계를 차단하여 격리시킨다. 차음벽 설치시 단일벽보다는 이중벽이 보다 효과적이며 내부에 흡음재를 설치하여 효과를 높일 수 있다.

(2) 전파경로 및 수음자 대책

- ① 채용시 청력정밀검사(4,000cps 포함)후 적정배치
- ② 작업중 에어노즐 작동금지
- ③ 귀마개 등 귀보호구 착용철저
- ④ 습식작업으로 작업방법 변경
- ⑤ 소음성난청이환가능자 작업전환
- ⑥ 작업장 위치 조정

## 전기안전

### 한류형 퓨즈와 비한류형 퓨즈에 대하여 비교 설명하시오.

1. 한류형 퓨즈의 장점과 단점

장 점	단 점
1. 가격이 싸다. 2. 소경량이다. 3. 릴레이나 변성기가 필요없다. 4. 차단시 잡음이나 녹을 방출한다. 5. 소형으로 큰 차단용량을 갖는다. 6. 보수가 간단하다. 7. 고속차단한다. 8. 현저한 한류특성을 갖는다. 9. 스페이스가 적고 장치 전체가 짝값에 소형으로 처리된다.	1. 재투입을 할 수 없다. 2. 과도전류를 용단하기 쉽다. 3. 동작시간, 전류특성을 계전기처럼 자유로이 조정할 수 없다. 4. 녹아도 용단하지 못하는 전류범위를 갖는 것이 있다. 5. 비보호영역이 있으며 사용 중에 열화하여 동작하면 결상을 일으킬 염려가 있다. 6. 차단시 과전압을 발생한다. 7. 고임피던스 접지계통의 접지보호는 할 수 없다.

한류형 퓨즈는 소호원리상 큰 고장전류의 한류차단은 잘 되지만 용단시간이 긴 소전류역이 차단하기 힘들고 최소 용단전류 근방에서는 용단

이 바로 차단되지 않고 어느 정도 전류값이 커지지 않으면 차단할 수 있는 최소의 전류에 한도가 있는데 이것을 최소 차단전류라 한다.

2 한류형 퓨즈(전압0에서 차단한다)

높은아크 저항을 발생하여 사고전류를 강제적으로 차단하는 퓨즈를 한류형 전력퓨즈라 하고 현재 밀폐 퓨즈통안에 엘레먼트와 규사 등 입상 소호재를 충전한 규사퓨즈로 대표되고 있다.

3 비한류형 퓨즈(전류0에서 차단한다)

소호가스를 뿜어내어 전류0점인 극간의 절연내력을 재기전압 이상으로 높여서 차단하는 퓨즈를 비한류형 전력퓨즈라 하고 봉산 혹은 파이버에서의 발생가스를 이용하는 퓨즈가 실용되고 있다.

4 한류형 퓨즈와 비한류형 퓨즈의 장단점

퓨즈	장점	단점
한류형	1 소형이며 차단용량이 크다. 2 한류효과가 크다(백업용으로 가장 적당) 3 고속차단한다.	1 과전압을 발생한다. 2 최소 차단전류가 있다. 3 재투입을 할 수 없다.
비한류형	1 과전압을 발생하지 않는다.(2중회로용으로 최적) 2 녹으면 반드시 차단한다.(과부하 보호 가능)	1 대형 2 한류효과가 적다.



## 화공안전

### 화학공장의 유틸리티를 어떻게 검토하여야 안전조업을 할 수 있는가?

유틸리티 시설이 신뢰성 있게 설계되어 있는 경우 유틸리티 시설 전체가 동시에 중단되는 경우는 발생하지 않으므로 안전시험을 전체 유틸리티 시설의 중단에 대비한 설계는 하지 않는 것이 일반적이다. 유틸리티에서의 우발적인 사고는 아래와 같은 경우에 발생하므로 이를 주의깊게 검토하여 조업에 차질이 없도록 하여야 한다.

1 전기

전기 공급에는 전기공급원과 전기공급시설을 검토하여 운전이 차질이 없도록 해야 한다. 그러나 전원 공급 시설이 잘되어 있더라도 단위 공정에 대한 전원 중단에 대비한 시설을 갖추어야 한다. 또한 특수기계의 연속적인 작동에 대비한 별도의 전원공급도 필요에 따라 갖추어야 한다.

2 냉각수

냉각수 공급 중단의 기준은 공장내 배관의 본관(Main Header)으로부터 가지라인(Branch Line)을 가지고 있을 때 하나의 가지파이드라인만이 중단되는 것으로 간주한다. 따라서 가지라인에 연결된 단위 공정에 대한 냉각수 공급 중단만을 고려한다.

3 증기

증기 공급도 배관의 본관에서 가지라인으로 공급되는 경우 냉각수 공급과 유사하다.

4 계기용 압축공기

계기용 압축공기의 중단으로 인한 우발적인 사고는 가능한 한 최소화하도록 설계되어야 한다. 압축공기의 공급도 증기나 냉각수 공급과 유사한 차원에서 검토하여야 한다.

# 건설안전

## 해체 공법의 종류 및 안전 관리 대책에 대해 기술하시오.

### 1 서론

- ① 구조물의 노후화 및 도시 정비, 도시 재개발, 지가 상승 등으로 인한 토지와 경제적인 운용 목적으로 해체공법이 널리 사용되고 있으며 새로운 건설 공해 문제로 대두되고 있다.
- ② 특히 도심지에서 해체로 인한 소음, 진동 등 공해 대책 및 안전대책을 고려한 공법이 바람직하다.

㉔ 진동, 소음 발생 영향권 조사

### (2) 공법 선택

- ① 시공조건, 안전성, 경제성을 고려하여 공법을 선택한다.
- ② 건축물의 부위에 따라 최적공법이 다르므로 공법으로 조합 사용

### 2 본론

#### (1) 해체공사 전 사전 조사 사항

##### ① 해체 구조물에 대한 조사

- ㉗ 구조(철근 콘크리트조, 철골·철근 콘크리트조 등)의 특성 및 치수, 층수, 건물높이
- ㉘ 평면 구성 상태, 폭, 층고, 벽 등의 배치 상태
- ㉙ 부재별 치수, 배근 상태, 해체시 주의해야 할 구조적으로 약한 부분
- ㉚ 해체시 전도의 우려가 있는 내·외장재
- ㉛ 설비 기구, 전기 배선, 배관 설비계통의 상세 확인
- ㉜ 구조물의 설립년도 및 사용 목적
- ㉝ 구조물의 노후정도, 재해(화재, 동해 등) 유무
- ㉞ 재사용 또는 이설을 요하는 부재 현황

### (3) 공법의 종류 및 특성

#### ① 강구타격 공법

- ㉗ 재래식 공법으로 소음과 진동이 큼
- ㉘ 경제적이며 소규모 건물(조적, RC조에 적합)

#### ② 압쇄공법(RC조 건물에 적합)

- ㉗ 대형 중장비에 압쇄기를 부착하여 유압으로 파쇄·해체하는 공법
- ㉘ 무소음, 무진동 공법
- ㉙ 능률이 좋고 경제적
- ㉚ 중장비 자체 소음 제거에 주로 사용

#### ③ 소형 Breaker 공법

- ㉗ 소형 Breaker의 압축 공기에 의해 작업원이 직접 해체하는 공법
- ㉘ 소음, 진동, 분진 발생
- ㉙ 작은 부재 파쇄에 유리
- ㉚ 작업원의 방진 마스크 착용 및 보호안경 착용 요망

##### ② 부지 상황 조사

- ㉗ 부재내 공기 유무, 해체용 기계 설비 위치, 발생 재처리 장소
- ㉘ 해체 공사 착수에 앞서 이설, 보호해야 할 필요가 있는 장애물 현황
- ㉙ 접속 도로의 폭, 출입구 갯수 및 매설물의 종류 및 개폐의 위치
- ㉚ 인근 건물 동수 및 거주자 현황
- ㉛ 도로 상황 조사, 가공 고압선 유무
- ㉜ 차량 대기 장소 유무 및 교통량(통행인 포함)

#### ④ 대형 Breaker 공법

- ㉗ 대형 기계의 압축 공기 또는 유압을 이용한 파쇄
- ㉘ 소음, 진동이 크고 분진 발생으로 도심지 공사에 곤란

㉙ 대형 Compressor 이용

㉚ 능률이 좋고 경제적

#### ⑤ 발파 공법

- ㉠ 화약에 의한 발파 충격과 가스 압력으로 파쇄
- ㉡ 폭음, 진동이 크고 파편의 비산으로 도심지 공사에는 불가
- ㉢ 인근 주민에게 영향이 큼
- ㉣ 대형 구조물 안석파괴 등 파괴력이 큼
- ㉤ 화약 사용시 전문 자격자가 반드시 필요
- ⑥ 전도 공법
  - ㉠ 부재를 하나씩 절단하여 전도에 의해 해체하는 공법
  - ㉡ 전도시 전동 충격이 큼
  - ㉢ 해체 후 잔해물 처리가 문제
- ⑦ 유압잭 공법
  - ㉠ 유압식 잭으로 들어올려 파쇄하는 공법
  - ㉡ 무진동, 무소음 공법
- ⑧ 절단 공법
  - ㉠ 기계의 회전톱에 의해 절단하여 크레인에 의해 순서대로 해체
  - ㉡ 진동, 소음 분진이 적음
  - ㉢ 1차 파쇄에 의한 2차 파쇄가 필요
  - ㉣ 중기 사용의 면적 필요
  - ㉤ 냉각수 필요
- ⑨ 팽창압 공법
  - ㉠ 천공 후 구멍에 팽창제를 주입하여 팽창 압력에 의해 균열 유도
  - ㉡ 무소음, 무진동 공법
  - ㉢ 팽창재료가 고가
  - ㉣ 도심지 공사에 유리
- ⑩ 썰기타입 공법
  - ㉠ 부재의 취약 지점에 구멍을 뚫고 썰기를 타입 파쇄하는 공법
  - ㉡ 천공기, 유압 썰기 타입기, Compressor 필요
- ⑪ 폭파 공법
  - ㉠ 신공법으로 구조체의 취약 부분에 화약 장치 후 시간과를 두고 폭파하며 주변으로 파쇄물이 튀어나가지 않고 인쪽으로 모여들면서 건축물이

해체되는 공법

- ㉠ 폭파의 3대 요소
  - ㉡ 폭약의 종류, 뇌관 배열 기술
  - ㉢ 주변 환경 시뮬레이션
  - ㉣ 뇌관 설치
- (4) 안전 관리 및 공해 방지 대책
  - ① 안전 시설 및 장비 : 경고 마이크, 사이렌, 경계라인 방책, 방송 시설
  - ② 작업 구역내 관계자의 출입 금지
  - ③ 강 · 폭풍우시 작업 중지
  - ④ 분진, 파편 방지 보호막 설치
  - ⑤ 소음, 진동 방지 대책
  - ⑥ 정화조 처리 계획
  - ⑦ 폐기물 처리 대책
  - ⑧ 인접 건물 변형 계측 · 관리

### 3 결론

- ① 기존 사용 공법은 공해 및 안전성의 문제가 많아 사용에 제한이 따른다.
- ② 해체 구조물의 형태, 구조, 위치 등의 대체 공법의 개발이 필요하다.
- ③ 이에 따른 무소음, 무진동의 해체 공법 개발이 필요하다.
- ④ 최근에는 팽창 압력, 전기, 레이저 공법 등이 대체 공법으로 활발히 연구 검토되어 해체 기술의 전망이 밝다고 볼 수 있다. 