

### ▶▶▶▶ 안전관리

## 시스템안전에 대해 설명하시오.

### 1 시스템

일반적으로 시스템이란 여러 개의 요소 또는 요소의 집합으로 구성되고, 그 요소들이 서로 상관관계를 가지면서, 정해진 일정조건하에 어떤 목적을 위해 작용하는 집합체이다. 통상 산업현장에서 시스템을 구성하고있는 요소는 재료, 부품, 기계 및 설비와 작업자이며, 시스템의 목적은 물건이나 에너지의 생산, 이송 또는 전달 등이다.

### 2 시스템 안전공학

시스템 안전을 “어떤 시스템에서 기능, 시간, 코스트 등의 제약조건 하에서 인원이나 설비가 받는 상해 및 손상을 가장 적게 하는 것”으로 정의한다면 시스템 안전공학이란 “과학적, 공학적인 원리를 적용하여 시스템내 위험성을 적시에 적출하여 그 예방 또는 제어에 필요한 조치를 도모하기 위한 시스템 공학의 한 분야”를 말한다. 또한 시스템 안전공학은 1950년대 미국에서 미사일 제조시스템에 적용하기 위한 시도가 기원이 되었다고 알려져 있다.

### 3 시스템 안전과 산업안전

일반적으로 산업재해의 원인은 단순히 하나의 원인으로 끝나는 것은 거의 없다. 초보적인 재해도 원인을 분석해 보면 몇 가지가 서로 연관되어 있음을 알 수 있다. 특히 많은 요소로 구성된 시스템에서는 작은 부품의 고장이나 한 작업자의 에러만으로도 큰 재해를 초래하는 경우를 쉽게 볼 수 있다. 이에 대한 원인의 상호관계를 분석하여 재해와의 결부를 명확하게 해서 재해와 관계가 깊은 원인을 중점적으로 그에 대한 대책을 강구해야 한다. 여기에 산업안전에서의 시스템 안

전도입이 필요한 것이다.

### 4 시스템 안전 설계

시스템 안전을 달성하기 위한 시스템 안전 설계는 원칙적으로 다음과 같은 단계로 실시되어야 하는데 산업안전에서의 기계설비의 안전확보와 상당 부분 비슷하다.

#### (1) 위험의 근원적 배제

시스템 자체에 Fail Safe 기능을 갖추는 등 근원적 안전성을 확보한다.

#### (2) 안전장치 설치

가능하면 시스템 내부에 내장시켜 일체화한다.

#### (3) 경보장치 설치

시스템의 이상 발견시 이를 검출해서 경보를 발생 하는 장치를 설치한다.

### 5 위험의 예측과 평가

시스템 안전을 계획하는데 위험성 수준을 정하는 것은 중요한 과제이다. 시스템 안전의 목표가 위험도 높은 재해가 발생할 가능성을 가급적 낮추고 만약 재해가 발생하였을 때에는 그 피해를 최소화하는 것으로 할 때 위험의 정량적인 판단은 가장 중요한 문제라고 하겠다.

위험성의 수준을 정량적으로 정하는데 일반적으로 다음의 두 가지 방법이 있다.

#### (1) 코스트 분석

#### (2) 다른 재해 위험성과 상태 비교

## ▶▶▶▶ 전기안전

### 접지설비와 피뢰설비에 대해 설명하십시오

#### 1. 접지설비

전기설비의 미비 또는 부주의한 운전으로 인해 사고가 일어날 때 인체에 대한 감전 방지와 전기설비의 안전확보를 위해 시설하는 것이 접지이며 접지의 목적은 다음과 같다.

(1) 기기 절연물의 열화, 손상시 누설전류로 인한 감전방지

(2) 변압기의 고저압 혼촉시 감전방지

(3) 뇌전류로 인한 감전방지

(4) 전선로의 지락사고시 계전기를 신속·확실하게 동작

(5) 기기 및 선로의 이상전압 발생시 대지전위의 억제

(6) 통신장해의 저감

#### 2. 피뢰설비

전력계통에서 발생하는 이상전압에는 직격되나 유도되 같은 외뢰와 선간단락, 지락 또는 차단기 개폐시 발생하는 개폐꺼어지 등의 내뢰가 있는데 이와 같은 이상 전압으로부터 전기설비를 보호하기 위한 설비로써 피뢰기, 가공지선, 썬지흡수기, 피뢰침 등이 있다.

##### (1) 피뢰기

피뢰기는 피보호기 근방의 선로와 대지 사이에 접속되어 평상시에는 직열갭에 의해 대지절연되어 있으며 계통에 이상전압이 발생되면 직열갭이 방전이 상전압의 파고값을 내려서 기기의 속류를 차단하고 원상으로 복귀시키는 작용을 한다.

##### (2) 가공지선

##### ① 뇌의 직격차폐

송전선의 상부에 가설되어 있어 뇌의 직격은 철탑 또는 가공지선에 국한되며 차폐각과 차폐효율은 각각  $30^\circ$  이하와 85~95% 정도이다.

##### ② 유도뢰 차폐

정전차폐의 원리에 따라 송전선상에 나타나는 유도전압을 감소시키고 감소비율은 보호율로 표시된다.

##### ③ 유도장해 등의 방지

중성점접지계통에서 지락시의 고장전류를 가공지선에 분류시켜 흐르게 하므로 전자유도장해의 감소 효과가 있다.

##### ③ 썬지흡수기

급격한 충격침입파에 대하여 기기를 보호할 목적으로 기기의 단자와 대지간에 접속되는 보호콘덴서 또는 이와 피뢰기를 조합한 것으로 피보호기에 되도록 가깝게 설치하고 리드선이나 접지선은 가능한 짧은 것이 좋다.

##### (4) 피뢰침

피뢰침은 돌침부, 피뢰도선, 접지전극으로 된 피뢰설비로써 낙뢰로 인하여 생기는 화재, 파손, 또는 인체에 상해를 방지할 목적으로 설치하는 것의 총칭을 뜻한다.

### ▶▶▶▶ 기계안전

## 목재가공용 둥근톱의 안전대책에 대해 논하시오.

### 1. 서론

목재가공용 둥근톱은 원형강철판 둘레에 톱날을 만 들고 이를 동력회전체에 설치하여 고속회전 시켜 목 재를 가공하는 기계로써 목재공장이나 건설현장 등 에서 많이 사용되고 있다.(산업안전보건법상에는 톱 의 직경이 300mm이상, 테이블에서 상부로 10mm이상 나온 것으로 정해놓고 있다) 목재가공용 둥근톱의 작 업은 고속으로 회전하는 톱날에 가공재를 접촉시키 는 것으로, 이로 인해 근로자의 신체가 톱날에 접촉한 다든가 가공재가 반발되어 튀어나오면서 근로자와 충돌하는 등의 재해가 발생한다. 산업안전보건법에 서는 이러한 이유로 목재가공용 둥근톱을 유해위험 기계기구로 정하여 날접촉예방장치나 반발예방장치 를 설치하여야만 사용할 수 있도록 정해놓고 있다.

### 2. 목재가공용 둥근톱의 재해유형

목재가공용 둥근톱에서 발생하는 재해유형은 크게 ① 회전하는 톱날에 근로자의 신체 일부 접촉으로 인 한 재해 ② 목재와 톱날의 간섭으로 가공중인 목재가 반발하여 작업자와 충돌하는 재해로 나눌 수 있다. 그 외에도 작업자가 장갑착용으로 회전하는 톱날에 손 이 감기는 경우, 톱날이 정상속도를 내기전에 작업을 시작하여 톱날의 파손에 의한 재해가 있다.

### 3. 목재가공용 둥근톱의 방호장치

위와 같은 목재가공용 둥근톱을 이용한 작업에서 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위해서 크게 날접촉 을 예방하기 위한 것과 가공재 반발을 방지하는 것으 로 나눌 수 있다.

#### (1) 날접촉예방장치

날접촉예방장치는 톱날을 덮을 수 있는 덮개로 구 성되며 덮개의 운동방식에 따라 고정식과 가동식으 로 구분한다. 또는 부착위치에 따라 현수식과 분할날 에 고정시킨 것이 있는데 현재 대부분은 분할날에 고 정시킨 가동식이다. 가동식 날접촉예방장치는 가공 재를 송급하면 그 두께만큼 올라가고 송급이 끝나면 덮개가 테이블과 맞닿는 구조로 가공재의 두께가 수 시로 변할 때 적합하고 고정식은 스토퍼가 조절나사 로 구성되어 덮개의 하단부의 높이를 최대 25mm이 하로 규정하고 공급하는 가공재와 덮개와의 간격이 8mm이내가 되도록 하여 근로자 신체 일부가 톱날 에 접촉하지 않게 정해놓은 것이다.

#### (2) 반발예방장치

이는 가공재의 반발을 예방하는 장치로 분할날, 반 발방지로울러 등이 있다. 분할날은 톱날후면에 설 치되어 가공재에 췌기 작용을 하여 반발을 방지하는 것 으로 보통 덮개(날접촉예방장치)와 고정되어 있다. 분 할날의 조건은 다음과 같다.

- ① 톱날후면 12mm 이내에 설치되고 톱날의 2/3 이상 을 덮는 구조일 것
- ② 두께는 톱날두께의 1.1배 이상일 것
- ③ 톱날과의 간격은 조절이 가능할 것

### 4. 목재가공용 둥근톱 방호장치의 문제점

위와 같은 목재가공용 둥근톱에 방호장치가 있어 설치·사용하여야만 되나 실상은 사용이 번거롭고 작업에 지장을 준다는 이유로 사용되지 않고 있다. 각 방호장치의 문제점은 다음과 같다.

#### (1) 날접촉예방장치의 경우 가공재가 일정높이(보

통 10cm)이상이면 송급이 불가능하다.

- ② 분할날의 경우, 가장 많이 사용되는 등근톱의 두께 (12~14mm)에 맞는 분할날이 없다.
- ③ 현재 시중에 나와 있는 반발예방장치는 톱날후면 방호는 가능하나 전면 방호가 불가능하다.

## ▶▶▶▶ 화공안전

### 위험성 평가에 대해 설명하십시오.

#### 1. 개요

정유 및 석유공장, 화학공장과 같은 주요 위험설비는 고도의 기술에 의해 설계, 설치 및 운전, 유지되는 시스템화되어 있는 공정설비이다. 이런 설비는 여러 종류의 기술이 집약되어 있으므로 잠재된 위험이 많을 수밖에 없다. 또한 이런 주요 위험설비가 이상을 일으켜 발생하는 화재나 폭발사고는 순간적으로 대형사고로 직결되어 사업주 뿐만 아니라 근로자, 인근 주민에까지 막대한 피해를 주며 심지어 국가경제에까지 큰 타격을 주게 된다.

따라서 이러한 설비에 잠재되어 있는 위험요인을 분석하고, 그 수준을 파악하여 그것이 사고로 변화할 확률과 사고로 변화하였을 경우의 피해 정도를 예측하는 위험성 평가가 필요하다고 하겠다.

#### 2 위험성 평가의 목적

위험성이란 공정상에서 물적, 인적 피해를 줄 수 있는 잠재된 물리적, 화학적 상태를 말한다. 위험성 평가는 공정안전관리의 한 형태로써, 공정상에 잠재된 위험요인을 파악하고 그것이 사고로 발생할 수 있는 정도를 예측하는 것으로 공정내에서 사고나 재해를 유발시킬 수 있는 위험요인을 기존의 경험이나 수집한 자료를 토대로 정성적으로 파악하고 이 위험요소에 확률을 도입하여 그로 인한 사고발생의 가능성에 예

측하여 그에 대한 제거방안을 찾아내는 것을 목적으로 한다.

이는 안전상의 문제 뿐 아니라 설비의 운전성, 경제성 및 환경문제 해결에도 목적이 있다. 이 위험성 평가로 얻어지는 효과는 ① 공정의 수명동안의 사고 감소 ② 공정의 올바른 이해 ③ 사고발생시 피해의 최소화 ④ 사고시 조치 방법의 개선 등이 있다.

#### 3 위험성 평가 방법

위험성 평가에는 크게 두 가지 단계가 있다. 먼저 위험성 인식의 단계로써 공정상 잠재된 위험요소를 기존의 경험이나 수집한 관련 자료를 토대로 정성적으로 파악하는 단계이다. 이 단계에서는 많이 사용되는 기법이 HAZOP이다.

두번째 단계는 위험도 평가로써, 위험성 인식단계에서 찾아낸 공정내의 위험요소에 확률자료를 도입하여 그 위험으로부터 발생할 수 있는 사고를 정량적으로 예측하는 단계이며, 여기서 많이 활용되는 기법이 FTA와 FIA이다.

#### (1) HAZOP(Hazard and Operability Study)

HAZOP은 공정상에 존재하는 잠재된 위험요소와 비록 크게 위험하지는 않지만 공정의 효율을 떨어뜨릴 수 있는 운전상의 문제점을 각 분야에서 지식과 경험이 풍부한 사람들이 모여 브레인스톰 방식으로 회의

를 진행하면서 찾아내는 기법이다. 즉, 공정의 설계가 어느 정도 완성되어 HD나 R&D가 결정된 상태에서 공정, 전기, 안전, 관리 및 배관 등 각 분야의 전문가들로 구성된 팀에 의해 난상토론으로 회의를 진행하여 각 부분을 작은 노드로 나누고 그 노드에 대해 위험요인을 검토한 다음 그 결과가 어떻게 진행될지 분석하는 기법이다.

### ②FTA(Fault Tree Analysis)

FTA는 어떤 결과에 대해 그 결과를 초래할 수 있는 원인을 수직적으로 나타내어 그 순서 및 확률을 구별하는 연역적 기법의 위험도 평가 방법이다. 즉, 공정상의 어떤 특정한 사고에 대해 그 사고를 초래할 수 있는 기계설비의 결함이나 작업자의 실수를 연역적으로 도식화하여 사고가 발생할 수 있는 순서와 확률을 정량적으로 나타내는 기법을 말한다.

#### 1) 특징

- ① 사고발생에 기여한 모든 원인들의 연관성을 나타낼 수 있다.
- ② 사고과정을 알아보기 쉽다.
- ③ 중간사고에 대해서도 확률상으로 계산이 되므로 공정에서의 중요도를 알 수 있다.
- ④ 복잡한 공정도 쉽게 그 특성을 알 수 있다.

#### 2) 분석절차

- ① 분석하려는 공정과 작업내용을 파악한다.
- ② 과거의 기록이나 자료를 분석하고 위험도를 검토하여 분석하려는 사고와 위험도 목표를 설정한다.
- ③ 정상사상에 대해 기계의 결함이나 작업자가 범할 수 있는 실수를 파악한다.

④ 결함수를 작성한다.

⑤ 최소컷과 최소패스셋트를 구한다.

⑥ 작성된 결함수를 수식화하고 부울 대수를 이용하여 간소화시킨다.

⑦ 정상사상의 확률을 구한다.

⑧ 계산된 확률과 목표치를 비교하여 효과적인 방책을 강구한다.

### ③ETA(Event Tree Analysis)

ETA는 특정 장치의 이상이나 작업자의 실수와 같은 초기사상으로부터 유발될 수 있는 잠정적인 사고결과를 귀납적으로 분석하는 위험도 평가의 한 기법이다.

#### 1) 특징

- ① 귀납적인 방법으로 정량적 위험도 평가 기법이다.
- ② 간과하기 쉬운 사고의 확대요인을 분석하기 쉽다.

#### 2) 절차

- ① 초기사상에 대해 사상수를 결정하고 그 사상에 서 파생하는 결과를 분석한다.
- ② 결과를 분석목적에 맞게 분류한다.
- ③ 각 결과에 대한 가능성을 계산한다.

## ▶▶▶▶ 건설안전

### 건설 공사장에서 사용되는 중장비의 안전 점검에 대해서 기술하십시오.

#### 1. 서론

건설용 기계 기구로 인해 발생한 재해의 원인을 조사해 보면, 공사용 기계 자체의 구조상 결함 혹은 기계의 성능에 대한 인식 부족, 지반 조사 등을 충분히 행하지 못한 점이나 적절한 작업 계획을 세우지 않고 불안정한 작업을 행하고 있는 점, 오퍼레이터나 기타 노동자에 대한 교육 훈련이 철저하지 못한 점 등을 문제점으로 지적할 수 있다.

이러한 재해의 방지 대책으로는 기계 및 기구를 사용할 장소의 지반 상태, 지질 등의 사전 조사의 철저와 적절한 작업 계획의 수립, 작업 환경 및 작업 조건에 대한 안전 위생의 확보, 운전자에 대한 교육 훈련의 철저가 필요하다. 건설 기계 자체의 구조에 있어서도 법에서 정하는 구조 규격에 적합한 것은 물론 그 이상의 안전도 및 안전성이 보장되는 기계의 개발이 필요하다. 또한 종합적인 운영 조직 및 제도의 적절, 관리 담당자의 우수 등이 따르지 않으면 안되며, 공사의 종류나 규모에 따른 적절한 장비의 선택 등도 고려되어야 할 것이다. 여기에서의 안전 대책은 공사용 기계설비의 계획이나 관리상의 문제는 제외하고 산업안전보건법 등 관계 법령에 의한 규정 및 기타 안전 규칙을 간단히 다루어 보고자 한다.

#### 2. 본론

##### (1) 양중 기계

##### ① 안전 장치의 조정

사업주는 비상정지장치 등 안전장치가 정상적인 기능을 발휘할 수 있도록 할 것

##### ② 해지 장치의 사용

후크용 와이어로프 등이 후크에서 이탈하는 것을

방지하는 장치를 갖춘 크레인을 사용하여 화물을 들어올릴 때에는 당해 해지장치를 사용할 것

##### ③ 경사각의 제한

지브크레인, 이동식크레인 또는 부음이 부착된 데리클을 사용할 때는 경사각의 범위를 초과하지 않을 것

##### ④ 정격하중의 초과 사용 금지

크레인 또는 데리클, 리프트 등은 정격하중을 초과하여 사용하지 않을 것

##### ⑤ 정격하중의 표시

크레인 또는 이동식크레인에는 정격하중을 표시할 것

##### ⑥ 신호

크레인 등의 사용시에도 일정한 방법을 정하여 신호할 것

##### ⑦ 탑승의 제한

크레인 등에 노동자의 탑승 불가

##### ⑧ 출입의 금지

케이블 크레인 또는 데리클을 사용할 때 당해 내각축에 근로자를 출입시키지 않을 것

##### ⑨ 조립 등의 작업

크레인, 데리클 또는 건설용 리프트의 조립 또는 해체 작업시에는 작업 지휘자를 정하고 관계 근로자의 출입을 금지할 것

##### ⑩ 운전 위치의 이탈 금지

크레인 등에 화물을 실은 채로 당해 운전자가 운전 위치를 이탈하지 않을 것

##### ⑪ 자체 검사

크레인 등은 6개월마다 1회 이상 자체검사를 실시할 것

##### ⑫ 시작전 점검

## 대비 수험강좌

크레인 등의 사용시에는 작업 시작전 브레이크 및 클러치 기능 및 와이어나로프가 달려 있는 부분의 이상 유무를 점검할 것

### ② 차량계 건설기계

#### ① 조사 및 기록

차량계 건설 기계의 전복, 지반의 붕괴 등의 위험을 방지하기 위하여 미리 지형, 지질의 상태를 조사하고 그 결과를 기록해 둘 것

#### ② 제한 속도

미리 작업 장소의 지형, 지질의 상태 등에 따라 제한 속도를 정하여 그것에 의해 작업을 정할 것

#### ③ 전락 등의 방지

경사지 등에 있어서 작업을 행하는 경우, 전도 또는 전락의 우려가 있을 때에는 유도자를 배치할 것

#### ④ 접촉의 방지

유도자를 배치하고, 차량계 건설 기계에 접촉할 우려가 있을 때에는 그곳에 근로자의 출입을 금지시킬 것

#### ⑤ 사용 제한

차량계 건설 기계의 능력을 초과하여 사용함으로써 발생하는 전도 또는 부음 등의 작업 장치의 파괴 방지를 위해 당해 기계의 구조 규격에서 정하는 안정도, 최대 사용 하중 등의 능력을 초과하여 사용하지 않을 것

#### ⑥ 주용도 외의 사용 제한

용도 이외의 사용은 특별히 재해방지 조치를 강구하지 않는 한 행하지 않을 것

#### ⑦ 수리 등

여러명의 근로자가 수리에 참여할 때는 작업 지휘자를 정하고 작업지휘자로 하여금 작업순서에 따라 작업을 이행하게 하고, 안전장치의 사용 상황을 감시하게 할 것

#### ⑧ 운전자의 선정

운전자의 기능, 인력 등이 재해방지에 큰 영향을 미

치므로 충분한 능력을 가진 자를 기계의 운전에 임하도록 할 것

### ③ 가설 운반 기계

#### ① 작업 계획

미리 당해 작업에 관계되는 장소의 넓이 및 지형, 기계의 종류 및 능력 등을 감안하여 작업 계획을 수립하고, 작업 계획에 따라 작업을 행할 것

#### ② 작업 지휘자의 선정

당해 작업의 지휘자를 선정하여 작업 계획에 따라 지휘를 하도록 할 것

#### ③ 유도자의 배치

경사지 등에서는 유도자를 배치하여 그의 유도를 받도록 할 것

#### ④ 하물의 적재

적재시에는 하중이 안쪽으로 치우치지 않도록 하고 하물의 낙하에 의한 위험을 방지하기 위해 하물에 시트 등을 덮는 등 필요한 조치를 강구하고 운전자의 시야를 방해하지 않도록 적재할 것

#### ⑤ 운전 위치의 이탈

운전자는 운전 위치를 이탈할 때는 포크, 셔블 등의 하역 상태를 최저 강하 위치에 두고 브레이크를 확실하게 점검, 구르는 일이 없도록 제한 조치를 강구할 것

