

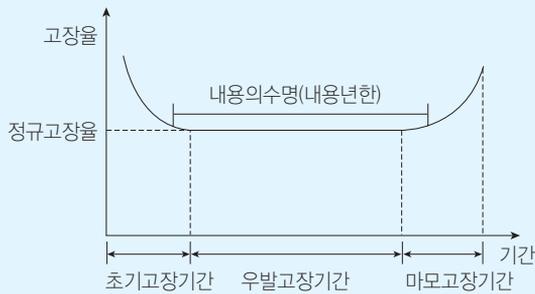
<< 안전관리

# Bath-Tub Curve에 대해 설명하시오

## 1. 서론

설비의 제어계는 많은 계기 및 제어장치의 결합으로 구성되어 있다. 제어를 하기 위해서는 이들이 항상 이상 없이 정확히 작동되지 않으면 안되는데 일반적으로 이들 하나하나의 고장 발생율은 3단계 즉 ① 초기고장기간 ② 우발고장기간 ③ 마모고장기간으로 구분되고 각 단계별 고장원인에 의해 예방대책을 세우지 않으면 안된다.

## 2. Bath-Tub Curve(욕조형곡선)



(1) 초기고장기간 - 설계, 제작, 품질 관리 결함 등 근원적인 결함으로 발생하는 고장으로 이 기간

은 설치 후 시운전 단계라 할 수 있고 정규 고장율로 도달할 때까지 시운전하고 수정하는 기간이다. 일반적으로 기간은 6개월 이내이나 기계에 따라 다를 수 있다.

(2) 우발고장기간 - 고장이 정규고장율로 유지되는 정상운전기간으로 이 기간 동안은 작업자 실수 외에 기계 자체에 의한 고장은 정규고장율에 준한 사고가 발생될 뿐이다.

(3) 마모고장기간 - 기계장치의 일부가 수명이 다한 상태로 본격적인 검사, 교체, 보수가 요구되는 시기이다. 마모고장기간 중에 요구되는 것은 예방보전으로 사전에 검사하여 이상 유무를 발견, 조치하는 것으로 예방보전을 얼마나 잘하느냐에 따라 내용 년한의 증감이 결정된다.

(4) 정규고장율 - 고장율에 의해 안전기준을 정하는 것으로 미국, 일본 등에서는 기준이 법으로 정하여져 있으나 우리나라에는 아직 이 기준이 없는 실정이다.

예) 미국, 일본의 기준 - 고장율  $10^{-6}$ , 이 기준은 100만 시간 중에 1건의 사고를 예상하는 기준이다.

분 류	초기고장기간	우발고장기간	마모고장기간
- 고장형태	• 감소형	• 일정형	• 증가형
- 고장원인	• 설계 · 제작 · 품질관리 불비로 인한 절감	• 오조작, 작업자 실수에 의해 발생	• 장치의 일부가 수명을 다함 (피로 · 마모에 의해)
- 사실의 발견	• 안전성평가(근원적 문제 발견)	• 순찰	• 진단 · 검사(Inspection)
- 조치 방법	• Debugging : 정규 고장율로 떨어질 때까지 최악조건으로 시운전 실시(수정작업)	• 교육, 의식수준	• 예방보전에 의한 교체수리 (마모기간에 들어가기 전에 실시해야함)

(5) 내용 년한 - 예방보전에 의해 달라질 수 있으나 마모 고장 기간전까지 정규고장율을 유지하는 기간이다. 미국의 경우 위험한 기계장치에는 내용 년한이 정해져 있어 이 기간이 되면 필연적으로 교체하도록 하고 있다.

예) 승강기의 와이어로프 5년

### 3. 결론

기계고장은 초기고장, 우발고장, 마모고장으로 분류되는데 실제 산업현장에는 초기고장이 정규

고장율로 내려가지 않은 즉, 근본적인 문제를 안은 채 어쩔 수 없이 가동되는 경우도 많다. 이경우는 여러 측면에서 고질적인 문제를 야기하게 되는데 그만큼 초기 설계, 제작단계가 큰 비중을 차지함을 인식할 필요가 있다. 또 마모고장기에 접어들었을 때 예방보전은 대단히 중요한 대책이나 체계적인 예방보전의 실시가 자칫 안전에 투자되는 비용에 대한 경시풍조와 유사하게 소홀히 하기 쉬운 것으로 안전 측면과 기계수명연장측면 모두 중요시하는 인식전환이 필요하다 하겠다.

## << 화공안전

# 인도 BHOPAL 사고의 교훈을 기술하라.

(1) Emergency Relief System에 대한 재검토 Relief Vent 에 Two Phase Flow를 가상한 설계를 할 것과 액체 분리를 위한 Knock Out Pot의 설치를 해야 한다.

(2) Computerized Safeguard System을 구비하여야 한다.

### (3) RIGHT-TO-KNOW

종업원, Community, Authority가 위험물과 위험에 대해서 알 권리를 갖게 한다. 즉 정직·정확하게 알릴 의무가 있다.

(4) Design Error를 배제하여야 한다.

(5) 시설 부분의 신뢰성을 향상시켜야 한다.

고압가스의 제조시설은 철저하게 안전을 고려한 재료의 강도와 페일세이프 시스템을 도입하여 설계되고 설치되어야 하며 운전과 보전에 대한 생산설비의 관리와 고압가스의 사용에 관한 안전관리는 무엇보다 우선해야 한다.

보다 중요한 것은 안전제일주의로 회사를 운영

해야 한다는 경영주의 안전 의식이며 고압가스로 인한 피해를 방지하고 공공의 안전을 확보하기 위하여 제정한 고압가스 안전관리법을 준수하는 것이다.

또한 재해 발생 빈도가 높거나 재해발생 가능성이 있고 사소한 과오, 오조작에도 중대 재해가 발생할 수 있는 설비의 운전과 보전에 대해서는 작업자에게 취급하고 있는 가스의 특성과 고압가스 제조시설 및 기준은 물론 안전점검, 표준 안전작업방법, 응급조치, 안전수칙에 대한 반복적인 안전교육 등 재해 예방을 3E 기법을 적용하여 고압가스 안전 관리에 최선을 다해야 한다.

<< 전기안전

# 정전작업 안전에 대해 논하시오.

## 1. 법적 기준

가. 감전의 위험을 방지하기 위해 정전 작업시에는 정전작업 요령을 작성하고, 이에 준하여 작업을 실시한다. (안전기준 제 344조)

나. 정전작업시 조치사항(안전기준 제342조)

### (1) 작업전 조치사항

- ① 작업 지휘자 임명
- ② 작업 지휘자에 의한 정전 범위, 조작 순서, 개폐기의 위치, 정전 시작 시각, 단락접지 개소 및 송전시의 안전 확인 등 작업 내용 주지
- ③ 전로의 개로개폐기에 시건장치 및 통전금지 표지판 설치
- ④ 전력케이블, 전력콘덴서 등의 잔류전하 방전
- ⑤ 검전기로 개로된 전로의 충전여부 확인
- ⑥ 단락접지기구로 단락접지

### (2) 정전절차

국제사회안전협회(ISSA)에서 제시하는 정전작업의 5대 안전수칙은 다음과 같다.

- ① 작업 전 전원차단
- ② 전원투입의 방지
- ③ 작업장소의 무전압 여부확인
- ④ 단락접지
- ⑤ 작업장소의 보호
- (3) 작업 중 조치사항
- ① 작업지휘자에 의한 작업지휘
- ② 개폐기의 관리
- ③ 단락접지의 수시 확인

### ④ 근접 활선에 대한 방호상태의 관리

### (4) 작업종료 후 조치사항

- ① 단락접지기구의 철거
- ② 시건장치 또는 표지판 철거
- ③ 작업자에 대한 위험이 없는 것을 최종확인
- ④ 개폐기 투입으로 송전재개

## 2. 정전작업시의 안전유의사항

### (1) 안전장구 및 표지

정전작업에 있어 안전시설물의 설치 등을 명확히 하기 위하여 다음 표에 의한 장구의 준비 및 표지를 명확히 하여야 한다.

〈정전작업에 필요한 안전장구 및 표지〉

종 류	용 도
검전기	선로의 충전여부를 확인하기 위해 사용
접지용구	정전작업시 유도 또는 오조작 등으로 인한 감전을 방지하기 위해 작업장소 양단에 설치
“정전작업중” 표지와 구획로프	위험구역과 작업구역을 명시하여 위험구역에 접근을 방지하기 위해 설치
접지기 또는 접지중 표찰	현장에서의 접지시행 장소를 명시하기 위해 설치
위험기 또는 위험 표찰	활선 등의 위험한 개소와 구역을 표시하기 위해 설치
조작끼리표	정전작업시 개폐기·차단기 조작행들 등에 오조작을 방지하기 위해 설치

### (2) 무전압상태의 유지

#### (가) 개폐기의 개방보증

- ① 작업 중에는 시건해 둘 것

② 통전금지의 기간, 기타 통전금지에 관한 사항을 표시할 것

③ 감시인을 둘 것

(나) 잔류전하의 방전

개방된 전로에 잔류전하가 있어서 위해가 발생할 우려가 있는 다음 전로의 경우에는 확실하게 전하를 방전시켜야 한다.

① 개로한 전로가 전력케이블인 경우

② 개로한 전로가 전력콘덴서와 접속되어 있는 경우

(다) 단락접지

개로한 전로가 고압 또는 특별고압 전선로인 경우는 오통전, 다른 전선로와 접촉 및 유도에 의한 감전의 위해를 방지하기 위하여 단락접지를 하여야 하며, 단락접지는 다음과 같은 방법으로 한다.

① 단락접지기구를 사용하여 확실하게 접지할 것

② 검전기구에 의하여 정전 상태를 확인한 후 단

락접지를 할 것

(라) 재통전의 안전조치

정전되었던 전선로를 재통전하려고 할 때는 다음의 안전 조치를 강구하여야 한다.

① 감전 위해가 없는지 확인

② 단락접지기구의 제거 확인

(마) 오조작 방지

고압 또는 특별고압 전선로에서 고압 또는 특별고압용인 것이나 단로기, 선로개폐기 등의 개폐기로 부하전류 차단용이 아닌 것 등 부하전류를 차단하기 위한 것이 아닌 개폐기는 오조작에 의하여 부하전류를 차단하여 위해가 발생하지 않도록 다음과 같은 조치를 강구하여야 한다.

① 무부하 상태를 표시하는 파일럿 램프 설치

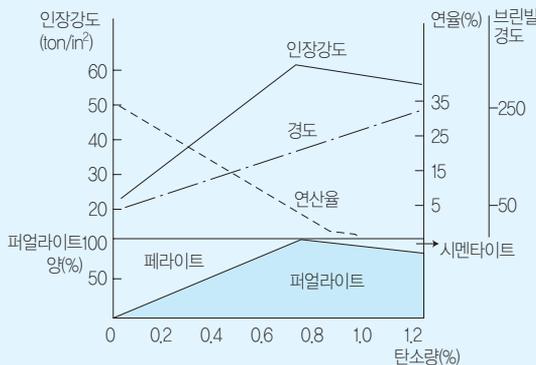
② 전선로 계통을 판별하기 위하여 더블릿 시설

③ 개폐기에 전선로가 무부하 상태가 아니면 개로할 수 없도록 인터록(Interlock)장치 설치

## << 기계안전

# 탄소강(C=0.2~1.2%)기계적 성질 및 조직은 탄소함유량의 증가와 더불어 어떻게 변화하는가?

### 1. 탄소강의 기계적 성질 및 조직의 관계



### # 단위환산

$$\text{kg/mm}^2 \Rightarrow \text{ton/in}^2$$

$$30\text{kg/mm}^2 = \frac{30}{1000} \text{ton} / \left(\frac{1}{25.4}\right)^2 \text{in}^2$$

$$= 12.25\text{ton/in}^2$$

(1) 인장강도 - 탄소량 0.8%까지는 20~60ton/in<sup>2</sup> 범위에서 증가하나 그보다 많은 탄소량에서는 점진적으로 감소

(2) 연율 - 탄소량 0.8%까지는 연율이 감소되고 그보다 더 많은 탄소량에서는 감소되나 변화가 적다.

(3) 경도 - 탄소량의 증가에 따라 경도는 거의 비례하여 증가한다(50~250HS).

(4) 조직중의 퍼얼라이트의 양-탄소0.2%에서 0.86%까지에서는 페라이트는 감소되고 퍼얼라이트는 증가되며, 탄소 0.8%에서 퍼얼라이트는 100%가 되고 그보다 탄소량이 많아짐에 따라 시멘타이트가 점차 증가한다.

## 2. 탄소 이외의 원소가 강의 성질에 미치는 영향

철에는 탄소 C이외에 Si, Mn, P, S 등이 포함되어 이를 철의 5대 성분이라 하며 각 원소의 함유량에 따라서 철의 성질에 큰 영향을 끼친다.

### (1) Si(규소)

- ① 경도, 탄성한계 및 인장강도를 증가시킨다.
- ② 연산율 및 충격치를 감소시킨다.

③ 상온에서 가탄성 및 전연성을 감소시킨다.

④ 0.3% 이하에서는 거의 영향이 없다.

### (2) Mn(망간)

① S와 화합하여 MnS가 되어 S의 해를 제거시킨다.

② 고온가공을 쉽게 해준다.

③ 경도, 인성, 강도를 증가시킨다.

④ 고온에서의 결정입자의 성장을 방해한다.

### (3) P(인)

① 강의 결정입자를 과대하게 하여 강을 취약하게 한다. 얇은 물품, 미술품, 장식품 등의 구조

② 실온에서 취성이 심하다.

### (4) S(유황)

① 철과 화합하여 FeS가 된 것은 적열성이 심하다.

② 인장강도, 연산율 및 충격치를 감소시킨다

③ 강의 용접성을 저하시킨다.

## << 건설안전

# 시설물 관리법상 정밀안전진단 유지관리에 대해 설명하시오.

## 1. 개요

(1) 시설물 유지관리를 위하여 시설물 관리주체는 법규에 의한 안전점검과 정밀안전진단을 실시해야 한다.

(2) 점검은 자가점검이나 전문기관에 의뢰할 수 있다.

## 2. 정밀안전진단

### 가. 시설물

안전점검 결과 재해예방 및 안전성 확보를 위해 관리주체가 필요하다고 판단할 경우 이에 대해 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 보수,

보강 등의 방법을 제시하는 것

### (1) 진단대상 및 시기

#### ① 진단대상의 범위

- 1종 시설물로서 완공 후 10년 경과한 경우

#### ② 진단 시기

- 5년에 1회 이상 정기적으로 실시

### (2) 시설물

① 도로시설 중 특수교량, L=1,000[m] 이상의 터널

② 철도 시설 중 트러스 교량, L=1,000[m] 이상의 터널

③ 갑문 시설

- ④ 다목적 댐, 발전용 댐 및 저수용량 2천만톤 이상의 저수댐
- ⑤ 하구둑과 특별시 안에 있는 직할하천의 수문, 수전용댐
- ⑥ 광역상수도 및 그 부대시설과 공업용수도 및 부대시설
- (3) 점검 장비
- ① 콘크리트 구조물
  - ㉠ 현장 검사
    - ㉠ 육안 검사 : 균열 폭 측정 현미경 등
    - ㉡ CON' C 표면 강도검사
    - ㉢ (초)음파측정, 음파측정장치
    - ㉣ 자기 감응 검사
    - ㉤ 전기에 의한 부식검사
    - ㉥ 화학적 분석 : 염분측정장치
    - ㉦ 내하력 조사 : 정적, 동적응력 측정장치
  - ㉧ 시험실 검사
    - ㉠ 페트로그래픽 분석, Coretest 등
    - ㉡ 중성화 측정 방법 : 페놀프탈렌 시험
- ② 강재 구조물 : 염색침온시험, 초음파 시험

### 3. 정밀안전진단지침 사항

- (1) 안전점검 및 정밀안전진단에 필요한 설계도면, 시방서, 사용재료내역 등 시공관련 자료의 수집 및 검토에 곤란한 사항
- (2) 안전점검 및 정밀안전진단 실시자의 구성
- (3) 안전점검 및 정밀안전진단 계획의 수립 · 시행
- (4) 안전점검 및 정밀안전진단 장비에 관한 사항
- (5) 안전점검 및 정밀안전진단 항목별 점검방법
- (6) 안전점검 및 정밀안전진단 결과의 평가
- (7) 안전점검 및 정밀안전진단 결과보고서의 작성 내용
- (8) 사용재료의 시험에 관한 사항
- (9) 육안검사에 의한 결함 종류 · 보고방법 및 평가방법
- (10) 결함부위의 활적 방법에 관한 사항

- (11) 시설물의 결함 원인 분석
- (12) 시설물의 상태에 관한 평가 기준 및 방법
- (13) 시설물의 하중 내하력의 평가 방법

### 4. 시설물 및 구조안전상 중대한 결함사항

- (1) 시설물의 중대한 결함사항
  - ① 시설물 기초의 세굴
  - ② 교량 교각의 부동침하
  - ③ 교량 교좌 장치의 파손
  - ④ Tunnel 지반의 부동침하
  - ⑤ 항만 계류시설 중 강관 또는 철근 CON' C Pile의 파손 · 부식
  - ⑥ 댐분류의 균열 및 시공이음의 시공불량등에 의한 누수
  - ⑦ 건축물의 기둥 · 보 또는 내력벽의 내력상실
  - ⑧ 기타 시설물의 구조안전에 영향을 주는 결함
- (2) 구조안전상 주요 부위의 중대한 결함
  - ① 교량
    - ㉠ 주요 구조부위 철근량 부족
    - ㉡ 주형의 균열심화
    - ㉢ 철근 CON' C 부재의 심한 재조 분리
    - ㉣ 철강재 용접부위 불량용접
    - ㉤ 교재 교각의 균열 발생
  - ② Tunnel
    - ㉠ 벽차 균열 심화 및 탈락
    - ㉡ 복공부위 심한 누수 및 변형
  - ③ 하천
    - ㉠ 수문의 작동 불량
  - ④ Dam
    - ㉠ 월류부위 토사류에 의한 마모
    - ㉡ 기초지반의 우수, 파이핑 및 세굴

### 5. 결론

시설물 유지관리를 위해서는 정부 및 관리주체 건설인 모두의 시설에 대한 안전성 확보 의식의 개혁에서 비롯된다. 