

1. 산업체 현장에서 종업원에게 실시할 안전교육의 종류에 관하여 논술하시오.

1. 사업장내 안전교육의 목적

사업장 내에서의 안전교육의 목적은 작업자의 안전작업능력의 육성,향상에 있다. 특히 각종 산업형태가 대규모화,기계화,자동화,복잡화되고 있는 현시점에서 작업자의 사소한 무지로 인하여 중대재해와 막대한 산업손실이 발생할 소지가 있기 때문에 상시교육을 통한 작업자의 안전작업 수행능력 향상이 중요한 과제가 되고 있다.

2. 안전교육의 종류 및 시간

2-1. 정기교육

사업주는 당해 사업장의 근로자에 대하여 정기적으로 안전·보건에 관한 교육을 다음 시간이상 실시하여야 한다.

- 생산직종 근로자는 매월 2시간이상
- 사무직 근로자는 월 1시간이상
- 관리감독자의 지위에 있는 자는 매월 2시간이상

2-2. 신입 근로자 및 작업내용 변경 교육

사업주가 근로자를 채용할 때와 작업내용을 변경할 때에는 당해 근로자에 대하여 업무와 관계되는 안전보건에 관한 교육을 발생시마다 8시간이상 실시하여야 한다.

(건설업 종사자는 1시간이상)

2-3. 특별교육

법령에서 정하는 유해 또는 위험한 작업에 종사하는 근로자는 당해업무에 관하여 안전·보건에 관한 교육을 년 16시간이상 실시하여야 한다.(건설업 종사자는 2시간)

2-4. 수시 교육

작업책임자는 위험작업 현장에서 작업에 착수하기 전, 작업현장의 위험한 요소와 ,안전작업 방법 및 절차에 관하여 작업원에게 소그룹 회의, TM 등을 통한 작업전 교육을 실시한다.

3. 교육내용

3-1. 공통항목

- 안전관련 법, 규정
- 안전장치, 방호 및 보호구의 취급과 사용
- 제품 및 원재료의 취급과 안전작업 방법
- 안전사고, 산업재해(직업병 포함) 사례 및 예방대책
- 무재해 추진기법의 도입 및 시행
- 기타 안전보건점검 등

3-2. 안전교육 종류별 내용

< 표 001-1 > 안전교육의 종류 및 내용

종 류	내 용
정기교육	① 표준안전작업방법, 작업공정의 유해·위험성 ② 안전장치 및 방호설비, 보호구 취급과 사용, 제품 및 원재료의 취급방법
관리감독자 교육	① 관리감독자의 역할과 임무 ② 안전교육방법 및 실시요령 ③ 작업안전지도 요령 ④ 안전보건의식 고취 ⑤ 재해발생 및 이상 발견시 조치, 응급조치, 직업병 유소견자 사후관리
신규채용 또는 작업내용 변경	① 기계기구·설비, 작업의 위험성과 안전작업 방법 ② 재해발생 경위, 사고유형, 예방

4. 교육방법

사업주는 당해 사업장의 안전보건책임자, 관리감독자, 안전관리자, 보건관리자 및 보건의로 하여금 교육을 실시하도록 할 수 있으며 필요시 한국산업안전공단이나 지정기관에서 강사요원 교육과정을 이수한 자로 하여금 위탁 실시하도록 할 수도 있다.

2. 전기공사시 안전관리와 관련하여 감리원이 수행해야 할 업무에 대하여 기술 하시오.

관련법령 >전력기술관리법 시행령 제23조 (감리원의 업무)

1. 공사계획의 검토
2. 공정표의 검토
3. 발주자·공사업자 및 제조자가 작성한 시공 설계도서의 검토·확인
4. 공사가 설계도서의 내용에 적합하게 행하여지고 있는지에 대한 확인
5. 전력시설물의 규격에 관한 검토·확인
6. 사용자재의 규격 및 적합성에 관한 검토·확인
7. 전력시설물의 자재등에 대한 시험성과에 대한 검토·확인
8. 재해예방대책 및 안전관리의 확인
9. 설계변경에 관한 사항의 검토·확인
10. 공사진척부분에 대한 조사 및 검사
11. 준공도서의 검토 및 준공검사
12. 하도급에 대한 타당성 검토
13. 설계도서와 시공도면의 내용이 현장조건에 적합한지 여부와 시공가능성등에 관한 사전 검토
14. 기타 공사의 질적향상을 위하여 필요한 사항

1. 개요

감리원은 산업재해 예방을 위한 제반 안전관리지도에 적극적인 노력을 경주하도록 함과 동시에 안전관계법규를 이행하도록 하기 위하여 사업자의 안전관리자를 지도·감독하며 공사전반에 대한 안전관리계획의 사전검토, 실시확인 및 평가, 자료의 기록유지 등 사고예방을 위한 제반 안전관리업무에 대한 감리를 수행한다. 각각의 임무에 관한 내용을 기술하면 다음과 같다.

2. 공사전 임무

감리원은 공사업자에게 시공과정마다 발생할 수 있는 안전사고 요소를 도출하고 이를 방지할 수 있는 절차, 수단 등을 규정한 “총체적 안전관리계획서(TSC : Total Safety Control)

를 작성, 활용토록 권장하여야 한다.

- 공사업자의 안전조직 편성 및 임무의 법상 구비조건 충족 및 실질적인 활동 가능성 검토
- 안전관리자에 대한 임무, 수행능력 보유 및 권한부여 검토
- 시공계획과 연계된 안전계획의 수립 및 그 내용의 실효성 검토
- 유해, 위험 방지계획 내용 및 실천가능성 검토
- 안전점검 및 안전교육 계획의 수립 여부와 내용의 적정성 검토
- 표준안전관리비 계상 및 집행계획의 적정성 검토
- 현장 안전관리규정의 비치 및 그 내용의 적정성 검토

3. 공사중 안전관리 감리수행

- 안전관리계획의 이행 및 여건 변동시 계획변경 여부
- 산업안전보건위원회 구성 및 운영상태
- 안전점검 계획수립 및 실시
- 위험장소 및 작업에 대한 안전조치 이행
- 안전표지 부착 및 유지관리
- 안전통로확보, 자재의 적치 및 정리정돈
- 사고조사 및 원인분석, 각종 통계자료 유지
- 안전관리비 사용실적 확인

4. 4. 기록유지

감리원은 감리원 직무중의 안전에 관한 업무를 수행하기 위하여 공사업자에게 다음 자료를 기록·유지토록 하고 이행상태를 점검한다.

- 안전업무 일지, 안전점검 일지, 안전교육 일지
- 각종 사고보고서 및 표준 안전관리비 집행실적

5. 안전점검

감리원은 공사업자로 하여금 당해공사의 공사기간 동안 안전점검계획을 수립하여 자체 안전점검을 실시토록 하여야 한다. 또한 공사업자에게 안전점검의 결과와 조치내용을 기록유지하도록 하고 당해공사의 준공시에 발주자에 제출토록 하여야 한다.

6. 안전교육지도

감리원은 공사업자로부터 안전교육 계획을 수립토록 하고 시공회사의 안전관리책임자 및 안전관리자 등으로 하여금 다음 내용의 안전교육을 실시토록 지도하여야 한다.

- 전기의 위험성 및 전격방지에 관한 사항
- 당해 설비의 보수 및 점검에 관한 사항
- 정전작업, 활선작업의 안전작업 방법 및 순서에 관한 사항
- 안전보호구 사용에 관한 사항

7. 사고처리 및 보고

감리원은 현장에서 사고가 발생하였을 경우에는 공사업자에게 즉시 필요한 응급조치를 취하도록 하고 사망자 또는 3월이상의 요양을 요하는 부상, 동일한 종류의 부상자 및 질병자가 10인 이상 발생한 때에는 발주자에게 지체없이 보고하여야 한다.

3. 공사 도급사업에 있어서 안전조치의 필요성, 안전보건 총괄책임자의 선임 및 직무에 관하여 설명하시오.

1. 안전조치의 필요성

동일 작업장에서 각각 다른 사업체의 종사원이 혼재되어 작업에 임하는 경우 타 사업체 작업장의 유해, 위험요소에 관한 정보가 공유되지 못하여 재해발생의 원인이 될 수 있다.

특히 화재의 발생이나 토석의 붕괴, 발파신포 등 위험시 발령하는 위험경보를 통일하여야 하고 서로 다른 사업자의 작업자간에 발생할 수 있는 안전작업 방법 및 절차의 혼동을 사전에 협의 조정 할 수 있어야 한다.

따라서 도급사업자와 발주자간의 원활한 정보의 공유와 협조를 위하여 총괄관리자를 임명하고 긴급상황 발생시의 각종 위험경보 통일과 각종 재해·위험요인에 대한 신속한 관리 및 협조를 시행하여야 할 필요성이 있다..

2. 안전보건 총괄 책임자의 선임

< 관련법령 > 산업안전보건법 제18조 (안전보건총괄책임자)

- ① 동일한 장소에서 행하여지는 사업의 일부를 도급에 의하여 행하는 사업으로서 대통령령이 정하는 사업의 사업주는 그가 사용하는 근로자 및 그의 수급인(하수급인을 포함한다)이 사용하는 근로자가 동일한 장소에서 작업을 할 때에 생기는 산업재해를 예방하기 위한 업무를 총괄·관리하기 위하여 당해 사업의 관리책임자를 안전보건총괄책임자로 지정하여야 한다.

령 제23조 (안전보건총괄책임자 지정대상사업)

법 제18조제1항에서 "대통령령이 정하는 사업"이라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 사업으로서 수급인 및 하수급인에게 고용된 근로자를 포함한 상시 근로자가 50인 (제4호에 해당하는 사업의 경우에는 100인) 이상인 사업과 수급인 및 하수급인의 공사금액을 포함한 당해 공사의 총공사 금액이 20억원 이상인 건설업을 말한다.

1. 제1차금속산업
2. 선박·보트 건조 및 수리업
3. 토사석채취업
4. 제조업(제1호 및 제2호의 사업을 제외한다)

3. 안전보건 총괄 책임자의 직무

< 관련법령 > 령 제24조 (안전보건총괄책임자의 직무등)

① 법 제18조제2항의 규정에 의한 안전보건총괄책임자의 직무는 다음 각호와 같다.

1. 법 제26조의 규정에 의한 작업의 중지 및 재개
2. 법 제29조제1항의 규정에 의한 도급사업에 있어서의 안전·보건조치
3. 법 제30조의 규정에 의한 수급업체의 산업안전보건관리비의 집행감독 및 이의 사용에 관한 수급업체간의 협의·조정
4. 법 제33조 및 법 제34조의 규정에 의한 기계·기구 및 설비의 사용여부의 확인

제33조 (유해·위험기계·기구등의 방호조치등)

제34조 (유해 또는 위험한 기계·기구 및 설비등의 검사)

② 제22조제2항의 규정은 안전보건총괄책임자에 관하여 이를 준용한다.

(제22조제2항) 사업주는 산업보건의학에게 제1항의 규정에 의한 직무를 수행할 수 있도록 필요한 권한을 부여하여야 한다.

법 第26條 (作業中止등)

- ① 사업주는 산업재해발생의 급박한 위험이 있을 때 또는 중대재해가 발생하였을 때에는 즉시 작업을 중지시키고 근로자를 작업장소로부터 대피시키는등 필요한 안전·보건상의 조치를 행한 후 작업을 재개하여야 한다.
- ② 근로자는 산업재해발생의 급박한 위험으로 인하여 작업을 중지하고 대피한 때에는 지체 없이 이를 직상급자에게 보고하고, 직상급자는 이에 대한 적절한 조치를 취하여야 한다.
- ③ 사업주는 산업재해발생의 급박한 위험이 있다고 믿을만한 합리적인 근거가 있는 때에는 제2항의 규정에 의하여 작업을 중지하고 대피한 근로자에 대하여 이를 이유로 해고 기타 불리한 처우를 하여서는 아니된다.

4. 중대재해

산업안전보건법 시행세칙 제2조에 의하면

1. 사망자 1인 이상 발생한 재해
2. 3월이상의 요양을 요하는 부상자가 동시에 2인 이상 발생한 재해
3. 부상자 또는 직업성 질병자가 동시에 10인 이상 발생한 재해를 중대재해로서 정의 하고 있다.

5. 산업재해(인체상해)의 정도를 국제통계회의에서 약속된 방법으로 설명하시오

국제통계회의에서 약속된 인체상해의 정도는 다음과 같이 6단계로 구분한다.

- ① 사망 : 안전사고로 사망하거나 혹은 부상의 결과로 사망한 것
- ② 영구 전부노동불능 : 안전사고로 인한 부상으로 근로의 기능을 완전히 영구적으로 잃은 상해 정도 (신체장애등급 1~3급에 상당)
- ③ 영구 일부노동불능 : 안전사고로 인한 부상으로 신체의 일부가 영구적으로 노동기능을 상실한 상해정도 (신체장애 등급 4~14급에 상당)
- ④ 일시 전부노동불능 : 안전사고로 신체장애가 남지 않은 일반적인 휴업재해로서 의사의 진단에 따라 일정기간 정규노동에 종사할 수 없는 상해 정도
- ⑤ 일시 일부노동불능 : 의사의 진단에 따라 부상 다음날 또는 그 이후의 정규노동에 종사할 수 없는 휴업재해 이외의 것으로 일시취업시간중에 업무를 떠나 치료를 받는 정도의 상해 정도
- ⑥ 응급조치 상해 : 응급처치 또는 자가 치료를 받고 당일 정상작업에 임할 수 있는 상해정도

6. 산업안전보건법 시행령에서 규정하는 방호조치를 하여야 할 유해 또는 위험 기계·기구 10개를 열거하시오.

산업안전보건법 시행령 제27조제1항

[별표7] 유해·위험방지를 위하여 방호조치가 필요한 기계·기구등	[별표 8] 유해 또는 위험방지를 위하여 필요한 조치를 하여야 할 기계·기구
1. 프레스 또는 전단기(근로자의 신체 일부가 위험구역내에 들어갈 수 없도록 제작된 것을 제외한다) 2. 아세틸렌용접장치 또는 가스집합용접장치 3. 방폭용 전기기계·기구 4. 교류아아크 용접기 5. 크레인 6. 승강기 7. 곤도라 8. 리프트 9. 압력용기 10. 보일러 11. 로울러기 (근로자의 신체 일부가 말려 들어갈 위험이 없도록 제작된 것을 제외한다) 12. 연삭기 13. 목재가공용 둥근톱 14. 동력식 수동대패 15. 복합동작을 할 수 있는 산업용 로봇 16. 정전 및 활선작업에 필요한 절연용 기구 17. 추락 및 붕괴등의 위험이 있는 장소에 설치하기 위한 가설기자재로서 노동부장관이 정하는 것	1. 사무실 및 공장용 건축물 2. 이동식 크레인 3. 타워 크레인 4. 불도우저 5. 모우터 그레이더 6. 로우더 7. 스크레이퍼 8. 스크레이퍼 도우저 9. 파워 쇼벨 10. 드래글라인 11. 크럼셀 12. 버킷굴삭기 13. 트렌취 14. 향타기 15. 향발기 16. 어어스드릴 17. 천공기 18. 어어스오우거 19. 페이퍼드레인머신 20. 리프트 21. 지게차 22. 로울러 23. 콘크리트 펌프 24. 기타 정책심의위원회의 심의를 거쳐 노동부장관이 정하는 기계·기구·설비 및 건축물등

7. 종합재해지수에 대해 설명하시오.

종합재해지수(Frequency Severity Indicator;FSI)

일반적으로 재해통계에 사용되는 재해지수로 도수율,강도율,연천인율 등이 통계지수로서 활용되고 있으나 기업간의 재해지수의 종합적인 비교를 위하여 재해 빈도와 상해의 정도를 종합하여 나타내는 지수로 종합재해지수가 이용되고 있다. 그 산출 공식은 다음과 같다.

$$\text{종합재해지수} = \sqrt{\text{도수율} \times \text{강도율}}$$

환산도수율의 의미를 설명하시오.

연근로 시간을 10만 시간으로 하고, 10만 시간당 재해건수를 환산도수율, 그때의 근로 손실 일수를 환산강도율라 하며 이들의 관계는 다음과 같다.

$$\text{환산 도수율} = \text{도수율} / 10$$

$$\text{환산 강도율} = \text{강도율} \times 100$$

종업원 350명의 사업장에서 1년간에 5명의 부상자가 발생하였다. 연천인율은?

$$\text{연천인율} = \frac{\text{연평균 근로자수}}{\text{연평균 근로자수}} \times 1,000 = \frac{5}{350} \times 1,000 = 25$$

1년간의 연 근로시간수가 360,000시간인 사업장에서 휴업재해가 7건 발생하였다. 도수율은?

연근로시간 10⁶ 시간당의 재해 발생 건수의 비율로, 산업 재해 발생 빈도를 나타낸다. 빈도율 이라고도 한다.

$$\begin{aligned} \text{도수율} &= \frac{\text{재해발생건수}}{\text{연총근로시간수}} \times 1,000,000 \\ &= \frac{7}{360,000} \times 1,000,000 \\ &= 19.44 \end{aligned}$$

(1) 연근로시간수 = 실근로자수 × 근로자1인당 1년간의 근로시간수로 계산한다.

(2) 연근로 시간수의 정확한 산출이 곤란할 때는 1일 8시간, 1개월 25일, 연300일을 시간으로 환산한 2,400시간으로 한다.

8. 안전대책의 기본이 되는 FAIL SAFE SYSTEM과 FOOL PROOF SYSTEM의 차이점과 특성을 설명하시오.

1. 차이점

Fail-safe system은 시스템에서 고장이 발생하여도 시스템 전체에 미치는 영향이 적고, 어느 기간 시스템의 기능을 계속하는 것이 가능한 상태로써 재해로까지 진행되지 않도록 하는 시스템이다.

Fool proof system은 어떠한 운전미숙이나 잘못으로도 고장이 아예 발생되지 않도록 하는 시스템으로 인간의 과오를 예방하기 위한 시스템이다. 또한 두 시스템을 실제로 현장에 사용하기 위하여는 복합적으로 적용하는 것이 대부분으로 두 시스템의 차이점은 동작 실패가 발생하여도 하인리히의 도미노(Domino)이론 중 사고발생의 5단계에서 각각의 적용하는 단계가 다르다는 것이다.

즉 재해의 연쇄과정중 3단계와 4단계를 각각 보증하는 시스템으로 차이를 나타낼수 있다.

[사고 발생의 5단계중 적용 차이]

제1단계 사회적 환경과 유전적 요소(선천적 결함)

제2단계 개인적인 결함

제3단계 불안정한 행동과 불안정한 상태 ⇨ * Fool- proof system 적용

제4단계 사고발생 ⇨ * Fail-safe system적용

제5단계 재해

2. Fail-safe

2-1. 특징

인간의 과오나 기계의 동작상 실패가 있어도 안전사고를 발생시키지 않도록 2중 또는 3중으로 통제를 가하거나 기계내부에 고장이 발생한 경우 피해가 확대되지 않고 단순고장이나 한시적으로 운영이 지속되도록 하여 안전을 확보하는 설계 개념이다.

2-2. 실적용 예

fail-safe 종류로는 ㉠ 다경로 하중구조 ㉡ 하중 경감 구조 ㉢ 교대 구조 ㉣ 중복 구조 등이 있다. (ex) 원자로 다중방호, 보호계전기 back-up시스템 등

3. fool proof

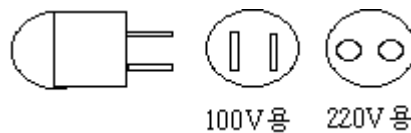
3-1. 특징

인간이 기계가 동작하는 위험구역에 접근하지 못하게 하거나 정해진 공구나 기능, 절차 이외에는 작동이 되지 않도록 설계하는 것을 말한다. 즉, 작업자의 과오나 조작실수의 경우 아예 동작을 하지 않도록 하여 타 작업자에게 피해를 주지 않도록 설계하는 것으로 초보자나 사용 미숙련자가 잘 모르고 제품을 사용 하더라도 안전확보가 가능하다.

3-2. 실 적용 예

예를 들면 극성이 정해져 있는 전원 커넥터를 사용하여야 하는 경우에는 극성이 바뀌어 삽입되는 것을 방지하기 위하여 커넥터의 모양을 비대칭적으로 설계하거나 위험기계나 환경의 완전격리, 오각볼트-너트의 특수 모양, 특수시건장치 등을 들수 있다.

<그림001-03 >220V플러그와 100V플러그의 칼날 형상 예



ex) inter lock system

프로그램된 절차에 따라 조작하지 않으면 기능이 연결되지 않는 구조이다. 예를 들어 ① 차단기가 개방된 후에만 차단기 양단의 단로기가 개방되도록 조작회로를 inter lock한다 ② 비상발전기가 동작하여 투입되는 경우 주전원의 차단기가 차단되어야만 발전기의 전원 차단기가 투입된다.

9. FTA(Fault Tree Analysis)에서 최소컷셋과 최소패스셋의 개념과 이들을 구하는 방법 설명 하라.

1. 개 요

FTA는 결함수 분석법, 결함관련수법이라 하며 기계설비 또는 인간 - 기계 시스템의 고장이나 재해발생 요인을 FT도표에 의하여 분석하는 방법이다.

2. FTA의 특징

FTA는 고장이나 재해 요인의 정성적인 분석뿐만 아니라 개개의 요인이 발생하는 확률을 얻을 수 있으며, 재해 발생후의 규명보다 재해 발생 이전의 예측 기법으로서 활용 가치가 높은 유효한 방법이다. 정상사상인 재해현상으로부터 기본사상인 재해원인을 향해 연역적인 분석을 행하므로 재해현상과 재해원인의 상호관계를 해석하여 안전대책을 검토할 수 있다. 정략적 해석이 가능하므로 정략적 예측을 행할 수 있다.

3. 미니멀 컷과 미니멀 패스

3-1. 컷(cut)과 미니멀 컷(minimal cut sets)

컷이란 그 속에 포함되어 있는 모든 기본사상이 일어났을 때 정상사상을 일으키는 기본사상의 집합을 말한다. 컷 중 그 부분집합만으로는 정상사상을 일으키는 일이 없는 것, 즉 정상사상을 일으키기 위한 필요 최소한의 컷을 미니멀 컷이라 한다. 다시 말하면 미니멀 컷은 시스템의 기능을 마비시키는 사고요인의 집합이라 할 수 있다.

3-2. 패스(path)와 미니멀 패스(minimal path sets)

패스란 그 속에 포함되는 기본사상이 일어나지 않을 때 처음으로 정상사상이 일어나지 않는 기본 집합으로서, 미니멀 패스는 그 필요 최소한의 것이다.

미니멀 패스는 어느 고장이나 패스를 일으키지 않으면 재해가 일어나지 않는다는 것, 즉 시스템의 신뢰성을 나타내는 것이라 할 수 있다. 이는 미니멀패스는 기능을 살리는 요인의 집합이라 할 수 있다.

4. 미니멀 컷(minimal cut sets)을 구하는 법

4-1. 미니멀 컷

정상사상에서부터 순차로 상단의 사상을 하단의 사상으로 치환하면서 AND게이트에서는 나열시키고 OR게이트에서는 세로로 나열시켜 기록해 내려가 모든 기본사상에 도달하였을 때 그들 각행이 미니멀 컷이 된다.

4-2. 미니멀 패스 (minimal path sets)

미니멀 패스는 미니멀 컷과 미니멀 패스의 상대성을 이용하여 구할 수 있다. 즉, 대상 FT의 쌍대(Dual Fault Tree)를 구하면 된다. 쌍대 FT란 원래 FT의 논리곱을 논리합으로, 논리합을 논리곱으로 치환시켜 모든 사상이 일어나지 않게 할 경우를 상정하여 FT를 그리고, 그 쌍대 FT의 미니멀 컷을 구하면 그것이 원하는 FT의 미니멀 패스가 되는 것이다.

[참고] FTA의 순서

FTA의 순서는 FTA를 적용하려는 목적이나 해석조건에 따라 다르게 볼수 있으나 일반적으로 다음과 같이 3단계로 나누어 생각할수 있다.

1. 정성적 FT 작성 단계

- ① 해석하려고 하는 시스템의 전반과 관련 작업절차, 운전절차, 작업자의 인적특성, 관리제도에 이르기까지 내용을 충분히 파악하고 예견되는 고장, 사고, 재해를 과거의 사례나 통계를 근거로 가능한 한 폭넓게 조사분석한다.
- ② 사고, 재해의 빈도, 강도, 시스템에 미치는 영향 등을 검토한 후 해석의 대상으로 할 재해를 결정한다.
- ③ fault tree 도면을 작성한다.

2. FT 정량화 단계

작성된 FT를 수식화하여 재해의 발생 확률을 계산하여 정량화 하는 단계

- ① 작성된 FT도를 수식화하여 간소화 하고 Cut set, Minimal cut set을 구한다.
- ③ 기계, 자료, 작업 대상물의 불량상태나 작업자의 에러, 환경의 결함, 기타 관리, 감독, 교육의 결함 상태의 발생 확률을 조사나 자료에 의해 정하여 FT에 표시한다
- ④ 해석하는 재해의 발생확률을 계산한다.

3. 재해 방지 대책의 수립 단계

- ① 재해의 발생 확률이 목적치를 상회할 때는 중요도 해석 등을 하여 가장 유효한 시정 수단을 검토한다.
- ② 그 결과에 따라서 FT를 수정, 재분석한다.
- ③ 필요에 따라서 ①, ②를 반복한다.
- ③ FT도를 수정하면서 cost나 기술 등의 제조건을 반영하여 가장 적절한 재해 방지대책을 세운다
- ④ 대책에 따른 재해방지 효과를 FT로 재확인한다.

10. 고장형과 영향해석(FMEA)에 대해 설명하시오.

1. 개요

위험도가 높은 Process에 사용하고 있는 기기에 대하여는 개개의 기기에 발생할 수 있는 고장 또는 오조작을 분석하고 필요한 것에는 그 대책을 실시하여야 한다. FMECA(Failure Mode, Effects and Criticality Analysis)은 고장 Mode영향, 치명도 해석이라는 의미로 시스템 신뢰성을 평가하는 방법의 하나이다. FMEA는 서브 시스템 위험분석을 위하여 일반적으로 사용되는 전형적인 정성적, 귀납적 분석방법으로 시스템에 영향을 미치는 모든 요소의 고장을 형태별로 분석하여 그 영향을 검토하는 것이다.

2. FMEA의 실시절차

시스템이나 기기의 설계단계에서 FMEA의 실시순서는 다음과 같다.

2-1. 제1단계: 대상 시스템의 분석

모든 관련 기기 시스템의 구성 및 기능을 파악하고 FMEA 실시를 위한 기본방침을 결정한다. 각각의 기능 Block과 신뢰성 Block을 작성한다.

2-2. 제2단계: 고장 형태 및 등급의 설정

시스템의 고장형태, 고장원인, 고장의 빈도등을 예측하고 설정한다. 각 항목의 고장영향을 검토하여 고장에 대한 보상법이나 대응법을 찾아내고 FMEA 워크시트에 기입한다. 모든 상황의 고장등급을 평가한다. FMEA에서 통상 사용되는 고장형태는 다음과 같다.

- | | |
|--------------|--------------|
| ① 개로 또는 개방고장 | ② 폐로 또는 폐쇄고장 |
| ③ 기동고장 | ④ 정지고장 |
| ⑤ 운전계속의 고장 | ⑥ 오작동 고장 |

2-3. 제3단계 : 고장의 영향 해석

특정요소 1개의 고장, 또는 오조작의 결과가 어떻게 전체 시스템의 영향을 주고, 위험상태가 발생하는가를 해석한다. 이 방법은 모든 요소에 대해 고려하는 고장과 오조작을 List Up 하고 이것이 Sub System이나 System에 어떻게 영향을 주고 사람이나 물건에 손상을 주는가, 그 고장이나 오조작을 어떻게 발견하고 수정하는가 보수는 어떻게 하는가 등을 기입한 표를 작성한다. 여기서, 중대한 위험과 연계하는 요소를 도출하고 분석하여 대책을 검토한다.

2-3. 제3단계: 치명도 해석과 개선책의 검토

고장의 치명도 해석을 실시하여 해석결과를 정리하고 시스템의 설계개선사항을 도출한다. 치명도는 다음과 같이 분류 표시한다.

- ① category1: 생명 또는 가옥의 손실
- ② category2: 작업 수행의 실패

③ category3: 활동의 지연

④ category4: 영향 없음

3. FMEA의 장단점

3-1. 장 점

CA(Criticality Analysis)와 병행하는 일이 많고 FTA보다 서식이 간단하고 비교적 적은 노력으로 특별한 노력 없이 분석이 가능하다.

3-2. 단 점

논리성이 부족하고 각 요소간의 영향 분석이 어려워 두 가지 이상의 요소가 고장날 경우 분석이 곤란하다. 또한 구성요소가 통상 기기로 한정되어 있어 인적 원인규명이 어렵다.

11. 하인리히의 재해방지 대책 5단계를 설명하시오.

1. 도미노이론

미국의 하인리히(H.W.Heinrich)는 재해발생과정에 관하여 도미노이론을 인용하여 재해발생 과정을 설명하였다. 즉, 상호 밀접한 관계를 가지고 있는 5개의 골패를 세워 놓았을 때, 그 중 하나의 골패가 넘어지면 이로 인하여 나머지 골패가 연쇄적으로 넘어지면서 재해가 발생한다고 설명하였다. 이를 도미노(Domino)이론이라 한다.

즉 사고 발생의 5단계는 다음과 같다.

- ① 사회적 환경과 유전적 요소(선천적 결함)
- ② 개인적인 결함
- ③ 불안정한 행동과 불안정한 상태
- ④ 사고발생
- ⑤ 재해

각각의 과정중에서 직접 원인만을 한군데라도 제거하면 사고의 연쇄과정을 막을 수 있기 때문에 최종과정인 재해는 예방할 수 있다는 이론이다.

2.. 신도미노 이론

신 도미노 이론은 버드(Bird)에 의한 재해의 연쇄이론으로 하인리히의 도미노 이론에서는 직접원인을 제거하면 재해가 일어나지 않는다고 설명하고 있는데 반해 버드의 연쇄이론에서는 기본원인의 제거가 중요하다는 이론이다. 버드가 주장하는 재해발생 단계는 다음과 같다.

- ① 제어의 부족(관리) : 재해연쇄 속에서 가장 중요한 인자는 안전관리자가 미리 선정되어 다음 각호의 사항을 시행하는 것이다.
 - 안전관리계획 및 스스로가 실시해야 할 직무계획의 책정
 - 각 직무활동에서 하여야 할 실시기준의 설정
 - 설정된 기준에 의한 실시 평가
 - 계획의 개선, 추가 등의 수정
- ② 기본 원인
 - 개인적 요인 : 지식 및 기능의 부족, 부적당한 동기부여, 육체적 또는 정신적 문제 등

- 작업상의 요인 : 기계설비의 결함, 부적절한 작업기준, 부적당한 기기의 사용 방법, 작업 체제등

③ 직접원인 (징후)

④ 사고 (접촉)

⑤ 상해 (손실)

12. 사고예방 4원칙을 들고 약술하시오.

재해예방의 4원칙은 재해의 유형이나 경중에 관계없이 모든 예방대책을 강구하기에 앞서 고려되어야 할 안전관리상의 근본이 되는 지주라 할수 있으며 본 원칙에 의해 5단계 예방대책에 따라 재해예방대책이 강구되는 것이다.

1. 예방가능의 원칙

발생되는 재해의 원인중 천재를 제외한 모든 인재는 예방이 가능하다는 원칙이다. 따라서 대책으로서 중요한 것은 사고발생후의 조치보다도 사고의 발생을 미연에 방지하는 것이다.

2. 손실우연의 법칙

재해의 양상은 손실로서 나타나며 손실은 경제적 손실과 인적손실이라고 볼수 있다. 이와 같은 재해손실은 사고발생 조건에 따라서 매우 다르게 나타나며 그 결과는 우연성이 게재된다고 볼수 있다. 따라서 재해방지에 있어서 근본적으로 중요한 것은 손실의 유무에 불구하고 사고의 발생을 미연에 방지한다는 일이다.

3. 원인연계의 원칙

재해가 발생하는 경우 “손실과 사고”와의 관계는 우연적이지만 “사고와 원인”과의 관계는 필연적이라는 것이다. 따라서 사고와 원인과의 관계는 과학적으로 해명할 수 있고 사고는 필연적인 원인이 있어서 생긴다는 것이다.

4. 대책 선정의 원칙

재해예방 대책은 기술적대책, 교육적대책, 규제적대책이 모두 적용되어야 효과를 거둘수 있으며 이들중 어느하나라도 제외된다면 완전한 효과를 거둘수 없다. 이들을 안전대책의 3E¹⁾라 하며 일반적으로 재해방지의 3기둥이라 한다.

13. 산업재해 방지 5단계에 대하여 기술하시오.

. 개 요

안전사고는 불안정한 행동과 조건이 선행되어 필연적으로 일어난다는 과학적 법칙에서 대책 선정이 가능하다. 즉, 불안정한 행동과 조건을 통제함으로써 예방이 가능하다는 이론이다. 산업재해 방지 5단계에 대하여 하인릿히의 사고예방대책을 기준으로 분설하면 다음과 같다.

2. 단계별 사고예방대책 기본원리 (※서술후 불력도를 그리자)

2-1. 제1단계 : 조직(Organization)

안전관리에서 가장 기본적인 활동은 안전기구의 조직이다. 경영주는 조직을 통하여 안전방침을 하달하고 안전책임자는 전문기술을 갖춘 안전조직을 통하여 부여받은 임무를 수행토록 한다.

2-2. 제2단계 : 사실의 발견(Fact Finding)

안전점검, 사고조사, 관찰 및 보고, 안전회의, 각종 안전사고 및 안전활동에 대한 기록과 작업현장을 분석하여 불안전요소를 발견한다.

2-3. 제3단계 : 분석(Analysis)

현장조사결과와 분석, 사고보고, 사고기록, 환경조건의 분석 및 작업공정의 분석, 교육훈련과정의 분석 등을 통하여 불안전요소를 토대로 사고를 발생시킨 직간접 원인을 찾아내는 것이다.

2-4. 제4단계 : 대책의 선정(Selection of Remedy)

분석을 통하여 색출된 원인을 토대로 효과적인 개선방법을 선정해야 한다. 개선방안에는 기술적, 교육적, 제도적 방안이 각각 원인에 대응되어 강구되어야 한다.

2-5. 제5단계 : 대책의 적용 (Adaption of Remedy)

안전대책의 3E가 완성되면 개선책에 따라 철저한 이행이 강조되어야 한다. 이행의 효과적인 방법으로는 각종 목표의 설정 및 평가, 정기점검등이 필요하다

14. 산업현장에서 작업공정에 대한 인간 공학적 관리를 구축함으로써 얻을 수 있는 효과를 논하라.

1. 배 경

최근에 이르러 생산시스템이 날로 대규모화 되고 복잡해 짐에 따라 사소한 인간의 실수로 피해가 엄청난 대규모 사고로 진행되는 경향이 있다. 따라서 현대에는 종래와 같이 기계의 성능향상만을 지향하는 것이 아니라 인간과 기계라는 통합시스템의 관점에서 인간의 능력이 나 한계에 적합하도록 적절하게 결합시킨 최적통합시스템이 등장하게 된 것이다.

2. 인간공학적 관리란

산업현장에서 작업공정에 대한 인간공학적 관리를 구축한다 함은 인간의 신체조건(근력, 지구력등)과 행동양식, 작업환경, 의식 등의 문제에 대하여 인간이 안전하고 쾌적하게 또 능률적으로 작업할 수 있도록 설비, 기계, 도구 등을 개선하거나 설계하고 작업방법, 작업환경을 관리해 나가는 것을 말한다.

즉 인간의 기능을 중심으로 인간의 생리학적·심리학적 특성을 작업공정과 기계설계에 이용하는 것이다. 이의 목적은

- 안전성의 향상과 사고방지
- 기계조작의 능률성과 생산성의 향상
- 쾌적성 이라 할 수 있다.

3. 효 과

3-1. 생산성의 향상

인간 - 기계체계의 성능이 향상되어 작업의 생산성이 향상된다. 쓸데 없는 동작에 시간을 낭비하지 않고 꼭 필요한 곳에 인력을 효율적으로 투입할 수 있다. 또한 기계조작의 능률성이 향상되어 설비 이용율을 최대화 할 수 있다.

3-2. 재해 사고 예방

인간의 특성을 충분히 고려한 시스템의 구축으로 불필요한 인간과오나 설비의 오조작 등을 예방할 수 있어 사고나 재해로 인한 각종 손실을 감소 시킬 수 있다.

3-3. 비용절감

설비에 대한 장기간의 고도숙련이나 교육훈련 없이도 기계기구를 의도대로 조작할 수 있어 훈련비용을 절감할 수 있고 효과적인 생산과 보전활동이 수행되므로 경제적인 효과를 얻는다.

3-4. 고객만족도 향상

구매자나 이용자로 하여금 생산품의 품질에 대한 만족도를 높임으로서 사용자의 수용도를 향상 시킨다.

4. 결 언

인간의 가치기준에 맞추어 인간-기계체계나 환경조건을 설계하고 이용하고자 하는 “인간공학”은 ,안전성과 능률의 향상이라는 점에서 안전관리분야의 궁극적인 목표와 일치하고 있다. 현대 산업공학과 양분야간의 밀접한 교류가 필수적이라 할수 있다.

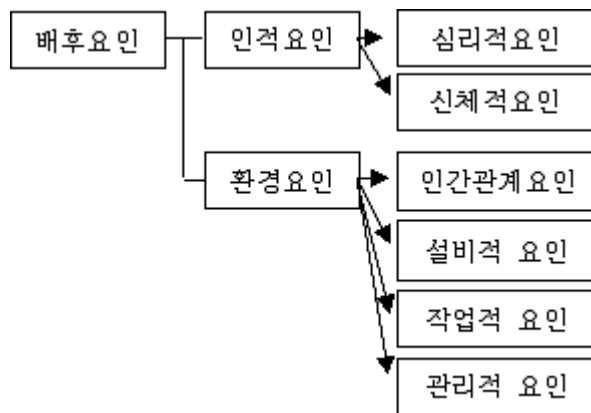
15. 불안정한 행동을 일으키는 원인에 대하여 기술하시오.

1. 개 요

인간의 불안정한 행동은 모든 안전사고발생에 있어서 가장 근본 원인이 되고 있으며 이에 대한 예방대책은 재해방지대책의 근간이 되고 있다고 하여도 과언이 아니다. 특히 인간의 불안정한 행위는 인간 그자체의 심신의 결함요소는 물론 작업장과 그 주변의 물적 환경과 밀접한 관계를 가지는 복합된 문제중의 하나이다.

불안행동의 배후요인을 작업자의 인적요인과 외부 환경적 요인으로 구분하여 분석하고자 한다.

<그림001-04> 불안행동의 배후요인 분류



2. 인적요인

불안행위의 배후요인으로 인적요인은 작업자의 심리적 요인과 생리적 요인으로 구분할 수 있다.

2-1. 심리적요인

작업자의 심리적 원인은 여러가지를 들수 있으나 기본적으로 소질적인 결함과 인간에러가 가장 중요한 요인으로 볼수있다. 작업자의 성격결함에 따른 소홀, 망각, 착오 등은 소질적 결함이라 할 수 있고 착각, 무의식 행위, 공상, 망상 등을 인간에러로 볼수 있다.

2-2. 생리적 요인

불안행동의 배후요인으로 생리적 요인은 과중한 작업에 따른 육체적 피로가 대표적이며 작업자의 영양상태에 따른 신체적인 조건, 작업의 성질에 따른 에너지 대사량, 작업자와 작업의 적합성 여부 등을 들수 있다.

3. 외부환경적인 요인

작업자의 불안전행동을 유발할 수 있는 외부 환경적 요인으로는 작업자 간의 인간관계, 설비적 요인, 작업방법이나 작업환경, 기타 관리적요인이 있다.

3-1. 인간관계 요인

작업자간의 원활하지 못한 인간관계는 불안전행동을 유발하는 중요한 배후요인이 된다. 특히 단독작업이 아닌 협동작업의 경우 작업자간의 원활한 정보교환과 인간관계를 통한 팀워크가 중요한 영향을 미칠수 있다.

3-2. 설비적 요인

작업자의 신체에 적합하도록 인간공학을 적용한 설비의 유무는 안전사고의 예방에 매우 중요한 역할을 한다. 작업자가 착각이나, 착오를 일으키지 않고 생리적으로 피로감을 주지 않는 설비구성과 계획이 중요하다. 기계기구의 보호상 결함, 보호구 불량 등도 설비적 요인이 될수 있다.

3-3. 작업적 요인

작업적 요인은 작업자의 작업방법과 작업환경 요인으로 구분할 수 있고 작업방법에서는 작업자세, 작업속도, 작업강도와 적절한 휴식정도 등이 중요하며 작업 환경은 작업공간의 적정배치, 색채, 조명, 정리정돈 등이 중요하다.

3-4. 관리적요인

관리적 요인으로는 작업자에 대한 교육훈련의 부족, 지도감독의 불충분, 작업관리시 적정배치의 불충분 등을 중요요인으로 볼수 있다.

4. 불안전한 행위에 대한 대책

4-1. 기술적 대책

생산(작업)공정의 설계, 계획시부터 모든 불안전 행위의 배후요인을 예측하여 기술적 해결책을 사양서 내에 포함시켜야 한다. 작업공정이나 작업방법을 변경하거나 위험성이 적은 원재료로의 대체 등, 위험을 예견한 사전 안정성 검토가 필요하다.

4-2. 교육적 대책

안전교육은 습관화된 적절한 태도로 변화시키기 위한 활동이다. 스스로 실행화 되도록 관련 안전지식교육을 철저하게 시행하여 안전에 대한 의식을 높여야 한다. 산업체는 산업현장에서 특히 필요로 하는 구체적인 안전기능, 안전기술에 관련된 지식, 태도의 교육훈련이 반복해서 이루어져야 한다.

4-3. 심신의 대책

인간의 마음가짐에 따라 행동이 변형되어 사고요인이 될 수 있다. 피로, 수면부족, 스트레스, 육체적 결함 등으로 인한 불안전 행동을 예방하기 위하여 작업자에 대한 정기적 심리검사, 적성검사, 신체검사를 실시하고 충분한 휴식이나 적재적소의 배치 등 제도적 배려를 아끼지 말아야 한다.

4-4. 관리적 대책

안전추진에 필요한 조직체제의 정비, 관련안전규정, 수칙 등의 정비, 산업안전보건법규 준수 등 제반 기준을 명확하게 설정하여 실시해야 한다. 그리고 개인별로 작업지시를 확실하게 하고 재확인 한다든가, 보호장비의 착용, 정비정돈, 순찰점검을 규칙적으로 행하여 불안전 행동이나 불안전 시설에 따른 미비점을 사전 보완하여 재해예방이 되도록 해야 한다.

16. 현장근로자의 위험한 행위를 하는 인적 요인을 기술하시오.

1. 개 요

인적측면의 불안전 행동을 예방하기 위하여는 기본적으로 인간은 과오를 범할 수 밖에 없다는 기본적인 가정에서 대책이 수립되어야 한다. 그것은 인간이 가지고 있는 생리적 또는 심리적 한계 특성에 원인이 있다고 볼수 있다.

2. 불안전 행위의 배후 인적요인

불안전 행위의 배후요인으로 인적요인은 작업자의 심리적 요인과 생리적 요인으로 구분할 수 있다.

2-1. 심리적요인

작업자의 심리적 원인은 여러가지를 들수 있으나 기본적으로 소질적인 결함과 인간에러가 가장 중요한 요인으로 볼수있다. 작업자의 성격결함에 따른 소홀, 망각, 착오 등은 소질적 결함이라 할 수 있고 착각, 무의식 행위, 공상, 망상 등을 인간에러로 볼수 있다.

2-2. 생리적 요인

불안전 행동의 배후요인으로 생리적 요인은 과중한 작업에 따른 육체적 피로가 대표적이며 작업자의 영양상태에 따른 신체적인 조건, 작업의 성질에 따른 에너지 대사량, 작업자와 작업의 적합성 여부 등을 들수 있다.

3. 교육적 대책

안전은 안전에 대한 의식에 상당히 많은 영향을 받는다. 이러한 의미에서 안전에 관한 교육 훈련은 다른 어떠한 대책보다 중요한 의미를 가지고 있다.

3-1. 작업에 관한 교육훈련과 작업전 회의

작업내용을 충분하게 숙지시켜 안전작업의 기본이 습관화 되어야 하고 시스템 내부에 대해서도 충분한 지식을 가지고 있어야 한다. 작업직전에는 작업순서, 예상되는 위험요인 등에 대해 소집단 회의 등을 통하여 정확하고 안전한 작업이 수행될수 있도록 안전의식을 고양한다.

3-2. 모의훈련

사고에 가까운 체험을 하면서 안전지식이 습관화 되도록 하는 방법으로 모의훈련이 있다. 실제로 사고를 체험하는 대신에 컴퓨터 등으로 모의적 상황을 프로그램하여 조치훈련을 실시하는 방법이다.

3-3. 소집단 활동

소단위 작업 집단을 기준으로 현장에서 함께 대화를 하면서 작업순서나 안전 포인트의 의식을 향상시키는 활동이다. 예로서 위험예지활동이 있다.

4. 관리적 대책

인간은 심리적으로나 육체적으로 여러가지 한계를 가지고 있다. 따라서 제도적으로 정기휴식, 정기검사등의 지속적인 관리가 필요하다.

4-1. 작업자의 심리적, 생리적 상태 관찰

작업 책임자는 작업전 작업자에게 작업내용에 관한 주지도 중요하지만 작업자의 신체적 정신적 이상유무를 충분하게 관찰하여야 한다. 또한 작업자의 사회생활, 동료작업원과의 인간관계까지도 고려하여 작업에 투입할수 있어야 한다.

4-2. 분위기 조성

조직적으로 안전의 중요성에 대하여 엄격한 분위기를 조성할 필요가 있다. 또한 조직원의 사기를 함양하여 인간관계를 좋게 하며 의사소통이나 상사와의 연결을 원활히 하여야 한다.

4-3. 설비·환경의 안전개선

인간의 특성으로부터 설비, 작업환경, 시스템의 결함 등 문제점을 조직적으로 분석하고 나아가 개선노력이 있어야 한다.

4-4. 정기 건강진단

작업자의 신체적, 정신적인 건강 상태를 정기적으로 검진하여 특정작업에 부적격자를 사전에 예방조치 하거나 부적합 작업에서 배제한다.

17. 산업재해의 원인중 작업자의 불안정한 행동의 종류를 들어 서술하시오.

1. 지식의 결함이나 부족으로 인한 불안전 행동

불안전 행동을 유발할 수 있는 지식의 결함이나 부족은 다음의 경우에 발생할수 있고 이에 따른 행동의 실패가 불안전 행동으로 나타남

- 안전한 방법을 가르치지 않았을 때
- 안전한 방법을 가르쳤으나 교육방법이 나쁘거나 교육내용이 어려워서 ,이해를 못했을 때
- 안전한 작업방법을 가르쳤으나 잠시 잊어 버렸을 때

2. 작업 기능미숙으로 인한 불안전행동

- 작업준비부족, 무리한 작업, 작업자 고유특성으로 기인

3. 안전태도의 결함(의식부족)으로 인한 불안전행동

불안전행동을 유발할수 있는 안전태도의 결함이란 다음 같은 경우를 말한다.

- 경험에 의한 자신감으로 안전한 작업방법을 생략하거나 모험적으로 시도하는 것
- 욕구불만을 승화시키기 위하여 안전한 방법을 생략하는 경우
- 정해진 방법대로 안전하게 하면 능률이 저하된다 생각하고, 이를 오히려 정당화시키려고 할 때
- 작업규율이 미비되거나 허술하였을 때 등을 들 수 있다.

4. 인간 고유의 특성(휴먼에러)으로 인한 불안전행동

- 오조작, 착각, 욕심, 피로 등으로 기인
- 작업자의 피로, 수면부족, 과로, 과음,
- 심적 불안등 본인의 소질적 결함
- 직장불만, 가정적 불안정
- 작업장내 조명,배치 등 환경요소의 결함으로 인한 오인 ,착각등 인간에라

5. 시설의 인간공학적 결함이나 고장으로 인한 불안전행동 등

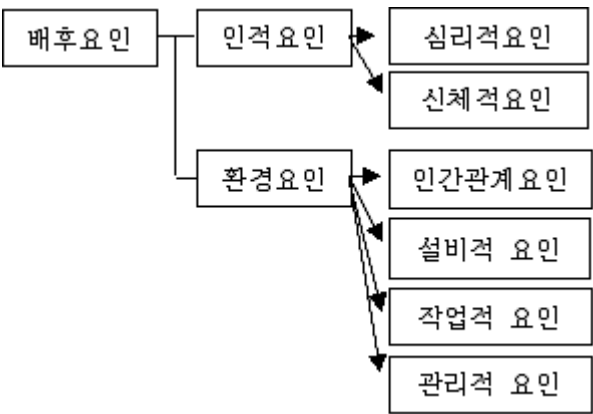
18. 불안전 행동의 배후요인에 관하여 논하시오.

1. 개 요

인간의 불안전한 행동은 모든 안전사고발생에 있어서 가장 근본 원인이 되고 있으며 이에 대한 예방대책은 재해방지대책의 근간이 되고 있다고 하여도 과언이 아니다. 특히 인간의 불안전한 행위는 인간 그자체의 심신의 결함요소는 물론 작업장과 그 주변의 물적 환경과 밀접한 관계를 가지는 복합된 문제중의 하나이다.

불안전행동의 배후요인을 작업자의 인적요인과 외부 환경적 요인으로 구분하여 분석하고자 한다.

<그림001-04> 불안전행동의 배후요인 분류



2. 인적요인

불안전 행위의 배후요인으로 인적요인은 작업자의 심리적 요인과 생리적 요인으로 구분할 수 있다.

2-1. 심리적요인

작업자의 심리적 원인은 여러가지를 들수 있으나 기본적으로 소질적인 결함과 인간에러가 가장 중요한 요인으로 볼수있다. 작업자의 성격결함에 따른 소홀, 망각, 착오 등은 소질적 결함이라 할 수 있고 착각, 무의식 행위, 공상, 망상 등을 인간에러로 볼수 있다.

2-2. 생리적 요인

불안전 행동의 배후요인으로 생리적 요인은 과중한 작업에 따른 육체적 피로가 대표적이며 작업자의 영양상태에 따른 신체적인 조건, 작업의 성질에 따른 에너지 대사량, 작업자와 작업의 적합성 여부 등을 들수 있다.

3. 외부환경적인 요인

작업자의 불안전행동을 유발할 수 있는 외부 환경적 요인으로는 작업자 간의 인간관계, 설비적 요인, 작업방법이나 작업환경, 기타 관리적요인이 있다.

3-1. 인간관계 요인

작업자간의 원활하지 못한 인간관계는 불안전행동을 유발하는 중요한 배후요인이 된다. 특히 단독작업이 아닌 협동작업의 경우 작업자간의 원활한 정보교환과 인간관계를 통한 팀웍이 중요한 영향을 미칠수 있다.

3-2. 설비적 요인

작업자의 신체에 적합하도록 인간공학을 적용한 설비의 유무는 안전사고의 예방에 매우 중요한 역할을 한다. 작업자가 착각이나, 착오를 일으키지 않고 생리적으로 피로감을 주지 않는 설비구성과 계획이 중요하다. 기계기구의 보호상 결함, 보호구 불량 등도 설비적 요인이 될수 있다.

3-3. 작업적 요인

작업적 요인은 작업자의 작업방법과 작업환경 요인으로 구분할 수 있고 작업방법에서는 작업자세, 작업속도, 작업강도와 적절한 휴식정도 등이 중요하며 작업 환경은 작업공간의 적정배치, 색채, 조명, 정리정돈 등이 중요하다.

3-4. 관리적요인

관리적 요인으로는 작업자에 대한 교육훈련의 부족, 지도감독의 불충분, 작업관리시 적정 배치의 불충분 등을 중요요인으로 볼수 있다.

4. 불안전한 행위에 대한 대책

4-1. 기술적 대책

생산(작업)공정의 설계, 계획시부터 모든 불안전 행위의 배후요인을 예측하여 기술적 해결책을 사양서 내에 포함시켜야 한다. 작업공정이나 작업방법을 변경하거나 위험성이 적은 원재료로의 대체 등, 위험을 예견한 사전 안정성 검토가 필요하다.

4-2. 교육적 대책

안전교육은 습관화된 적절한 태도로 변화시키기 위한 활동이다. 스스로 실행화 되도록 관련 안전지식교육을 철저하게 시행하여 안전에 대한 의식을 높여야 한다. 산업체는 산업현장에

서 특히 필요로 하는 구체적인 안전기능, 안전기술에 관련된 지식, 태도의 교육훈련이 반복해서 이루어져야 한다.

4-3. 심신의 대책

인간의 마음가짐에 따라 행동이 변형되어 사고요인이 될 수 있다. 피로, 수면부족, 스트레스, 육체적 결함 등으로 인한 불안전 행동을 예방하기 위하여 작업자에 대한 정기적 심리검사, 적성검사, 신체검사를 실시하고 충분한 휴식이나 적재적소의 배치등 제도적 배려를 아끼지 말아야 한다.

4-4. 관리적 대책

안전추진에 필요한 조직체제의 정비, 관련안전규정, 수칙 등의 정비, 산업안전보건법규 준수 등 제반 기준을 명확하게 설정하여 실시해야 한다. 그리고 개인별로 작업지시를 확실하게 하고 재확인 한다든가, 보호장비의 착용, 정비정돈, 순찰점검을 규칙적으로 행하여 불안전 행동이나 불안전 시설에 따른 미비점을 사전 보완하여 재해예방이 되도록 해야 한다.

19. 에너지 대사율(RMR, Relative Metabolic Rate)에 대하여 기술하시오.

1. 개 요

에너지 대사율은 특정한 작업을 수행하는데 있어서 작업자의 생리적 부하를 계측하기 위한 지표로서 주로 동적 근력작업이나 정적근력작업의 강도를 측정하여 적절한 연속작업 가능시간을 예측하기 위한 대표적 방식으로 활용되고 있다.

2. 에너지대사율의 정의

에너지 대사율이란 인간이 기본적인 생명을 유지하는데 필요한 기초대사량, 즉 가장 기본적인 에너지 소비량과 특정 작업시 소비된 에너지의 비율을 에너지 대사율이라 한다. 에너지 대사율은 다음의 식으로 표시할 수 있다.

$$R = \frac{\text{작업대사량}}{\text{기초대사량}} = \frac{\text{작업시소비에너지} - \text{안정시소비에너지}}{\text{기초대사량}}$$

에너지 소비량은 주로 산소 소비량을 기준으로 예측하게 되는데 이는 특정작업시와 의자에 앉아있는 안정시의 호흡량을 측정하는 방법으로 산출한다. 기초대사량은 인간의 단위체표면적당 1시간동안의 대사량을 기준표에 의하여 적용한다.

3. RMR에 의한 작업강도 구분

RMR에 의한 작업강도는 다음과 같이 5단계로 구분하여 설명할 수 있다.

- 최경작업(0~1): 주로 손가락으로 앉아서 하는 작업, 타자수0.7,바느질 0.7
- 경작업(1~2) : 주로 앉아서 손가락이나 팔로서 하는 작업의 정도로서 기기운전 1.7, 선반작업 1.6
- 中작업(2~4) : 손이나 상지작업,힘,동작,속도가 작은 작업, 버모심기 3.6,못박기 3.6
- 重작업(4~7) : 일반적인 전신노동으로 힘,동작 속도가 큰 작업을 말하며 강작업이라고도 한다. 논농사 버베기 5.0, 중량물작업 5.5
- 초중작업(7이상) : 중량물 작업을 과격하게 하는 정도

작업강도가 커지는데 따라 작업 지속시간이 짧아진다. 즉 RMR 3일때는 약 3시간 가량의 연속작업이 가능하나 RMR이 7인 경우 약 10분이상 지속할 수 없다.

20. 인간기계 시스템에서 안전문제 고려시 인간에 대한 모니터링(Monitoring)방법을 설명하시오.

1.개 요

현대 산업사회에서 주요 안전사고의 원인으로는 인간의 불안정한 행동이 많은 비중을 차지하고 있다. 그것은 현대 산업설비와 같이 기계화 및 전자동화, 원격조정 등이 일반화되고 있는 것을 배경으로 하고 있다.

따라서 인간의 불안정한 행동 및 휴먼에러의 예방이라는 관점에서 인간에 대한 다양한 monitoring방법의 적용은 매우 중요한 안전조건으로 볼수있다.

2. 인간에 대한 Monitoring 방법

2-1. Self-Monitoring ; 자기감시

인간은 감각으로 자기자신의 상태를 파악할 수 있다. 자극,고통,피로,권태 등의 지각을 통하여 자기의 상태를 파악하고 행동하는 감시방법이다. 결과를 종합하여 자신 또는 Monitoring Center에 전달하게 된다.

2-2. 생리적 Monitoring

인간의 맥박수,혈압,호흡속도,체온,뇌파 등 인간자체의 생리적인 변화를 지속적으로 감시하여 인간자체의 상태를 파악하는 것이다..

2-3. Visual Monitoring ; 관찰감시

동작자의 태도를 보고 동작자의 상태를 파악하는 것으로 생리적으로 졸리운 상태, 화학물질에 의한 정신혼미등 생리적으로 즉각 반응이 나타나지 않는 상태에 대하여는 인간의 행동모양을 보고 파악하는 것이 생리적 분석보다 쉽고 정확하다.

2-4. 반응에 대한 Monitoring

인간에게 어떤종류의 자극을 가하여 이에대한 반응을 보고 정상 또는 비정상을 판별하는 방법이다. 자극의 종류로는 청각이나 시각을 이용하는데 최근에는 자극 없이 동작자체를 반응으로 보고, 판별하는 방법도 이용되고 있다.

2-5. 환경 Monitoring

인간에 대한 간접적인 감시방법으로 주어진 환경조건에 따라 쾌적하다거나 기분이 좋지 않은 것 등을 주관적으로 판단하여 감시하는 방법이다.

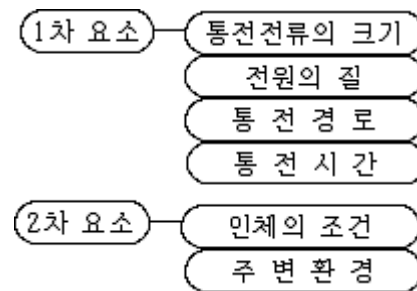
3. 결 언

인간에 대한 감시방법은 상기와 같이 다양하게 구분할 수 있으나 직접 작업현장에서 안전대책상 적용시에는 작업장의 구조, 작업자의 심신상태, 작업환경, 근무시간, 근로강도 등 제반여건에 따라 2가지이상의 monitoring방법을 결합하여 적용할 수 있도록 계획되어야 소정의 목적을 달성할 수 있다.

21. 전격(ELECTRIC SHOCK)에 영향을 주는 요인에 대하여 기술하시오.

감전에 영향을 주는 요소는 그림과 같이 다양하게 분류할수 있다. 각각을 분설하면 다음과 같다.

< 그림002-01> 감전에 영향을 주는 요소



1. 통전전류의 크기

통전전류의 크기는 감전시 전격에 가장 큰 영향을 주는 요소라 할수 있다. 일반적으로 감전 시간과 비례하여 영향력이 증가하고 인체에 10mA이상 통전시 감전으로 인한 상해가 발생할 수 있다.

2. 전원의 질

전원의 질에 관한 영향은 직류보다는 교류가 더위험하고 교류의 주파수가 높은 경우보다 낮은 저주파영역에서 더 위험하다. 특히 감전되는 전압의 크기에 의한 영향 보다는 통전되는 전류에 의한 위험이 더 중요하고 전압이 높아질수록 직접적인 위험보다는 쇼크로 인한 2차 재해가 더 위험하다.

인체는 주파수가 50~60Hz인 교류전류에 가장 취약하며 약 100mA 정도를 치사전류의 한계로 볼수 있으나 25Hz의 경우는 이보다 약간 큰 전류에 견디고 직류의 경우 약 5배, 3000~10,000Hz의 고주파 전류의 경우에는 이보다 훨씬 큰 전류치에서도 견딜 수 있다.

3. 통전경로

감전사고가 발생시 인체를 통한 유출입 경로는, 경로에 따라 인체의 내부저항이 달라지게 되고 통과경로에 속한 인체의 장기에 미치는 영향에 따라 위험도가 매우 달라지게 된다. 특히 감전사망의 가장 중요한 원인인 심실세동은 심장을 통하여 감전 경로가 형성되는 경우에 발생하게 되고 기타 경로에 대하여는 쇼크로 인한 2차재해의 위험성이 더 크다고 할수 있다.

4. 통전시간

전격에 의한 위험은 통전시간에 비례하여 증가하게 된다. 통전시간이 경과함에 따라 통전경로에 열에너지가 축적되어 인체내부 조직의 과사가 증가하게 되거나 심장근육과 같이 신경 회로에 손상을 입히는 경우 더욱 치명적이 될수도 있다. 일반적으로 통전전류와 통전시간의 관계를 심실세동 위험전류의 한계를 기준하여 다음과 같이 DALZIEL은 제안하고 있다.

$$I^2 \cdot T = K \text{ (一定)}$$

5. 인체의 감전조건

감전된 인체의 저항조건은 감전전류의 크기를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 특히 인간의 피부는 건조한 경우와 습기에 젖어 있는 경우 피부저항이 100배이상 차이가 발생하게 되어 전격으로 인한 상해의 직접적인 원인이 된다. 또한 인체의 감전조건은 노인보다는 어린이가, 남자보다는 여자가 더 위험한 상태라 비교할 수 있다.

6. 주변 환경요소

전격의 위험요소는 상기한 인자 이외에 감전자가 충전부에 접촉된 상태(고무장갑 착용 등)와 대지면에 접촉상태, 자연 기후조건등 외부의 환경요인에 따라 매우 다르게 나타난다.

22. 감전전압(보폭전압과 접촉전압)을 설명하고 저감대책을 설명하시오.

1. 보폭전압

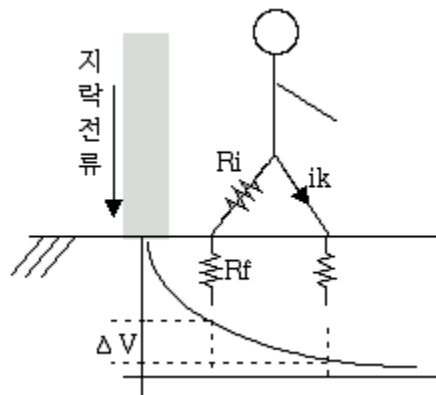
접지를 실시한 구조물에 고장전류가 흘렀을 때 접지전극 근처에 전위가 생기는데, 이때 인축의 양다리에 걸리는 전위차를 보폭전압이라 한다.

이 전위차는 접지전류와 양다리사이의 거리에 해당하는 접지저항 R 의 곱으로 나타낼 수 있다. 양다리 사이에 흐르는 접지전류를 I_k , 인체내부저항 R_i , 다리접촉저항 R_f 라 하면 다음식으로 나타낼수 있다.

$$\text{보폭전압 } E_w = I_k \cdot (R_i + 2R_f)$$

IEEE의 정의에 의하면 보폭전압은 접지전극 부근의 대지면의 2점간(양다리)거리 1m의 전위차를 말한다.

< 그림002-03> 보폭전압 개념도



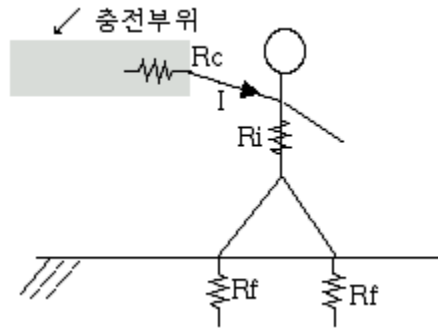
2. 접촉전압

접촉전압은 작업자가 대지에 접촉하고 있는 발과 다른 신체부분과의 사이에 인가되는 전압을 말한다. 접촉부위를 통하여 지락이 생긴 경우의 접촉전압은 접촉상태와 주변환경, 인체저항에 따라서 매우 다르게 나타난다.

손의 접촉저항 R_c , 인체내부저항 R_i , 다리접촉저항 R_f , 인체의 통전전류 I 인 경우 다음식으로 나타낼수 있다.

$$\text{접촉전압 } E_t = I \cdot (R_c + R_i + R_f / 2)$$

<그림002-04> 접촉전압 개념도



IEEE의 정의에 의하면 접촉전압은 구조물과 대지면의 거리 1m에서의 접촉시 전위차를 말한다. 접촉전압의 종류로는 일반적으로 허용접촉전압과 위험접촉전압으로 구분되며 허용접촉전압의 한계치를 우리나라에서는 별도로 규정하고 있지 않으나 독일 65V, 스위스 50V, 영국에서는 40V로 정하고 있다.

3. 보폭전압 저감 대책

보폭전압을 결정하는 주된 인자로서는 대지와 인체의 접촉저항 및 고장시 지표면에 나타나는 전위경도라 할수 있다. 따라서

3-1. 전위경도를 작게한다.

고장시 접지를 통하여 흐르는 고장전류에 의한 지표면의 전위경도를 낮추는 방법으로는 접지방식에 따라 여러가지로 나타날수 있으나 같은 크기의 고장전류에서 전위경도를 낮추는 일반적인 방법으로는 접지극을 깊게 매설하고 망접지극인 경우에는 접지망의 밀도를 높게, 폭넓게 포설하는 것이다.

또한 고장전류를 제한 하기 위하여 중성점 저항접지방식의 채택이나 한류리액터의 설치등을 고려한다.

3-2. 접촉저항 증가

접촉저항은 손과 접지된 구조체의 접촉부분, 인체의 다리와 대지면의 접촉저항으로 이를 증가 시키기 위하여는 작업자가 쉽게 접촉할 우려가 있는 설비의 표면을 절연하고 작업면에 절연체를 포설하여 접촉저항을 최대한으로 증가 시키는 것이다.

변전소의 경우 대지면의 접촉저항을 증가 시키기 위하여 부지의 표면을 자갈로 포설하던지 아스팔트 포장을 실시할수 있으며 구내의 배수처리를 철저하게 함으로써 습기가 차지 않도록 조치한다.

대책을 다시 생각해 보면 다음과 같다.

1. 전원측 대책

고장전류 자체를 억제하는 방법이 모두다 감전전압 저감대책이 될수 있다는 것이다. 이는 비접지계통의 도입에서 시작하여 전력계통의 분할 문제까지 언급이 가능하다. (억지로 하자면 말이다.)

2. 접촉설비에 대한 대책 : (현재기술된 부분)

3. 작업자에 대한 대책

작업시 절연장갑이나 절연작업화, 안전모의 착용등 기본적인 안전 보호구의 착용은 모두 대책에 들어갈 수 있다.

4. 제도적인 대책

안전작업기준, 표준작업지도등 관리적인 대책도 저감대책이 되지 않을까 ?

23. 안전전압에 대해 설명하시오.

안전전압이란 기계기구 회로의 정격전압이 일정수준이하의 낮은 전압으로 해당 기계기구에서 절연파괴 등이 발생하는 경우에도 인체에 감전시 위험을 주지않는 전압을 말한다. 안전전압 이하로 사용하는 기계기구들은 일반 기계기구 수준의 제반 안전대책을 강구하지 않아도 된다.

또한 안전전압은 주위의 작업환경과 밀접한 관련이 있다. 예를 들면, 일반작업장과 같이 건조한 상태에서 작업하는 환경조건과 농경 작업장 또는 목욕탕 등의 수중에서의 작업에 따른 안전전압은 각각 다를 수 밖에 없기 때문이다.

일반사업장의 안전전압은 국제적으로 42 [V]의 채택이 준비되고 있으나, 우리나라의 산업안전보건법은 30 [V]이하의 전압에서는 감전방지를 위한 제반조치에 대해 적용 제외를 하고 있다.

<표002-07> 각국의 안전전압

국 명	안전전압(V)	국 명	안전전압(V)
체 코	20	스 위 스	36
독 일	24	프 랑 스	24(AC), 50(DC)
영 국	24	네 덜 란 드	50
일 본	24 ~ 30	오 스 트리 아	60(0.5초)
한 국	30		110 ~ 130(0.2초)
벨 기 에	35		

※ 안전전압을 인체가 접촉시 안전한 전압으로 오해하는 사람이 있을 것 같다. 인체가 접촉해도 안전한 전압은 허용접촉전압이라는 개념이 별도로 있다. 안전전압은 전기기기나 배선기구류를 기준으로 정한 전압이다. 즉 우리나라에서는 30V용 회로나 기기는 감전에 대한 안전조치(이중절연구조 등)를 하지 않아도 된다는 것이다. (정한 범위에서)

24. 교류저압 단상3선식 회로에 사람이 감전될 수 있는 경우를 열거하고 설명하시오.

1. 감전형태

교류저압 단상3선식에서의 감전되는 경우는 다음 그림의 A는 전압선과 중성선간, B는 전압선과 전압선간, C는 전압선과 대지간, 3가지의 감전경로를 예측할 수 있다. 각각을 분석하면 다음과 같다.

<그림002-06> 단상3선식에서의 감전 경로 유형



2. 감전형태별 특징

2-1. TYPE A : 전압선과 중성선간

전압선과 중성선간의 감전형태는 작업자가 전선로의 주상에서 작업시 발생할 수 있는 가장 일반적인 감전상태이다. 이때 감전전류는 전압선 접촉 인체를 통하여 중성선을 따라 흐르기 때문에 매우 위험한 상태가 될 수 있다.

2-2. TYPE B : 전압선과 전압선간

총전부 직접접촉에 의한 감전중 가장 위험한 상태로 선간전압이 직접인체에 가해지기 때문에 동일한 조건에서 가장 큰 감전전류가 발생하게 된다. A TYPE의 2배의 전압이 가해진다.

2-3. TYPE C : 전압선과 대지(또는 구조물)간

선로의 절연불량 등으로 작업자나 일반인에게 가장 많이 발생 할 수 있는 감전의 형태이다. 이 경우 선로의 대지전압이 인체에 가해지나 감전경로가 전압선⇒ 인체⇒ 대지⇒변압기 2차측 2중접지점을 통하여 회로가 구성되기 때문에 A,B TYPE보다는 비교적 안전하다 할 수 있다.

3. 보호방법상 차이점

단상 3선식에서 감전이 발생하는 경우 감전경로에 따라 보호방법상의 차이점이 매우 크다. 감전형태중 전 2항 A,B TYPE의 경우(전압선간 및 전압선과 중성선을 통한 감전)에는 적절한 보호장치가 없다는 것이다. 또한 작업자나 일반인이 대지를 통한 감전 즉 C TYPE의 경우에는 누전차단기로서 감전을 보호할수 있다.

25. 감전화상에 대하여 설명하시오.

1. 전기화상의 특성 및 위험도

전기화상은 전기의 통전경로에 따라 피부조직이 열상을 입기 때문에 피부면을 중심으로 한 일반화상과는 달리 피부내부의 조직까지 열상을 입게 되며 특히 통전경로의 충전부와 인체의 접촉부위는 아크로 인한 심각한 화상이 발생하게 된다. 일반적으로 노인을 제외한 성인이 인체표면의 절반 가량에 제2도 화상을 입으면 50%정도가 단시일내 사망한다고 하며, 화상을 입은 피부면적이 넓을수록 생명의 위험도 커진다.

2. 전기화상의 종류

2-1. 직접통전으로 인한 열상

전류가 인체를 통과하여 흐를때, 전압이 낮은 경우에 저항이 작은 신경이나 혈관 등을 통하여 흐르게 된다. 특히 감전전류가 불수전류이상인 경우 통전시 생성된 열에 의해서 피부조직의 손상을 초래할 경우도있으며, 피부의 손상은 50 [℃] 이상에서 세포의 단백질이 변질되고 80 [℃] 에 이르면 피부세포가 파괴되어 부분절단 등의 수술을 받아야 한다.

2-2. 아크열에 의한 화상

고전압회로에 접촉되어 감전되는 경우 직접통전으로 인한 열상 보다는 접촉부위의 고전압 아크로 인한 열상이 매우 심각하다. 전기화상도 외부적으로는 보통의 화상과 같으나, 고온의 아크열에 의한 열상이기 때문에 제2도 화상 또는 제3도 화상이 대부분이며 생명에 위험이 있다.

3. 감전화상의 증상

3-1. 피부의 광성 변화

감전사고시 전선로의 선간단락 또는 지락사고로 전선이나 단자 등의 금속 분자가 가열.용융되어 인근 작업자의 피부속으로 녹아들어가게 되어 국지적으로 화상을 입게된다.

3-2. 표피박탈

전선로나 기계.기구에서 선간단락, 고전압에 의한 아크등으로 폭발적인 고열이 발생하여 그 때문에 인체의 표피가 벗겨져 떨어지는 상태를 말한다.

3-3. 전문

감전전류의 유출입부분에 회백색 또는 붉은색의 수지상 선이 나타나는 것으로 전선로상의 감전보다는 낙뢰로 인한 전격에서 흔히 나타난다.

3-4. 전류반점

감전시 특유의 피부손상으로 인한 현상이다. 감전전류의 유출입 부분의 표피가 넓고, 평평하거나 또는 선상으로 융기하여 푸르스름하게 또는 회백색으로 반점이 생기고, 융기된 중앙 부분은 약간 오목한 원형 혹은 선상의 조금 들어간 모양이 된다. 그러나 통증이나 출혈도 없으며 염증이 생기지는 않는 것으로 보고되고 있다.

3-5. 감전성 궤양

감전전류의 유출입부분에 아크압력에 의한 기계작용 또는 그 외의 열적, 전기적 반응에 의하여 궤양이 생긴다. 이때 여러가지 크기의 궤양이 만들어 지며, 심한 경우에는 뼈부분까지 깊게 파고들어가 혈관, 신경에 까지 장애를 미치는 일도 있다. 특히 혈관이 손상되면 혈액의 순환이 곤란하게 되고 말초신경이 기능을 상실하게 되어 절단시킬 수 밖에 없는 경우도 있다.

4. 화상의 응급조치

만약 옷에 불이 붙었을 때 불길을 끄는 가장 좋은 방법은 바닥에 구르거나 담요로 감싸는 것이다. 불을 끄고 난 후에 숨을 쉬고 있는 지 확인하고 화상당한 부위에 물을 끼얹어 화상이 더 깊어지는 것을 방지하고 상처를 봉대로 덮어준다. 어떠한 경우라도 환자가 입은 옷을 벗기려고 하면 안되며 환자를 가능한한 빨리 병원에 후송한다.

손바닥 크기보다 작은 화상인 경우에는 흐르는 물에 상처를 놓아 상처부위를 식혀야 하고 화상부위의 물집을 터뜨려서는 안된다.

26. 감전으로 인한 사망을 야기하는 3가지를 써라.

1. 심실세동

신체의 심장부를 통하여 감전전류가 흐르는 경우 심장의 규칙적인 수축운동을 방해하는 전기에너지로 인하여 심장의 박동이 불규칙하게 되어 기능을 상실하게 되거나 심장쇼크로 인한 심장마비가 일어나 사망하게 된다.

2. 호흡정지로 인한 질식사

신체의 흉부와 중추부근에 감전전류가 흐름으로서 흉부근육을 위축시키고 신경계를 마비시켜 호흡이 곤란하게 되고 결국은 질식사 사망 하는 것이다. 이는 감전시 통전시간이 긴 경우에 발생한다.

3. 전기화상

고압 이상의 전선로에 직접접촉되어 지락시 발생하는 대전류의 고온 아크열에 의하여 피부 이탈, 동맥절단 등 매우심한 열상 및 자상이 발생하는 경우와 저압선로에 인체가 접촉된 상태에서 장시간 감전되는 경우 피부 및 내부 신경조직을 통과한 전류의 주울열에 의한 내부 조직 손상으로 사망이 야기 된다.

※ 일반적으로 사망에 이르는 감전은 고전압이상의 영역보다는 저전압영역에서 사망에 이르는 경우가 많다. 고전압의 영역에서는 감전시 통전시간이 매우 짧으나 저압에서는 통전시간이 대부분 길기 때문이다.

27. 전격(감전)에 의한 인체상해의 종류를 설명하시오.

1. 개 요

전격이란 인체를 통하여 전기가 흘렀을 때 일어나는 생리적 현상을 일반적으로 지칭하는 것으로 그 결과 사망하거나 중경상을 입게 된다. 특히 전격으로 인한 인체상해는 신체에 전류가 흘러서 직접 생리적으로 손상되는 경우와 전격으로 인하여 정신적 신체적으로 불안정한 상태를 초래하여 발생하는 2차적인 재해 즉 추락이나 오조작 등으로 발생하는 상해가 있다.

2. 전격으로 신체에 직접상해를 받는 경우

2-1. 전격사망

신체에 전류가 통전되어 사망에 이르는 경우는 전류가 심장부를 흐른결과 정상적인 맥박이 지속되지 못하는 심실세동, 호흡신경의 마비에 의한 호흡기능의 상실, 흉부를 흐르는 전류에 의하여 흉부의 압박으로 질식되어 사망하는 경우가 있다. 이 경우 저전압으로 장시간 통전되는 경우가 대부분이다.

2-2. 화 상

고전압에 의하여 전격을 받는 경우로서 인체가 전로에 접촉되어 발생된 아크열로 인한 피부의 손상과 신체를 통하여 대전류가 흐르게 되고 생체표면과 내부적으로 통전된 경로를 통하여 세포가 주울열에 의한 과사현상이 나타난다.(이 경우 전원측은 대부분 고속도로 차단되는 것을 전제로 하나 고압이상의 선로가 차단되지 않는 경우 중화상으로 사망하는 경우도 있다.)

2-3. 쇼크 및 의식불명

신체에 통전된 전류가 경미한 경우 신체적으로 통증을 수반한 쇼크로 인하여 불안정한 신체 상태나 의식불명등이 발생 할 수 있다. 직접 생체적인 상해는 동반하지 않지만 불안정한 신체 행동이나 의식불명으로 중대한 2차재해가 발생할 수 있다.

3. 전격으로 2차적인 상해를 받는 경우

3-1. 추락

주로 송배전선로 지지물이나 고소 작업시 발생하는 사고로서 전격으로 인한 쇼크나 의식불명으로 인하여 고소에서 지표상으로 추락함으로써 뇌출혈, 골절 등의 중대상해를 입게 된다. 전격으로 인한 직접적인 상해가 경미한 경우에도 중대한 신체적 상해를 유발할 수 있다.

3-2. 불안정한 행동

위험물의 취급작업이나 프레스, 전기톱 등과 같은 기기를 취급하는 경우 전격이 발생되면 작

업자가 쇼크로 인하여 불안정한 행위를 하게 되므로서 치명적인 신체상해가 발생할수 있다. 즉, 위험물의 비산, 프레스기에 압착 등으로 신체 일부에 치명적인 상해가 발생된다.

4. 결 언

일반적으로 전격에 의한 상해는 초고압의 송배전선로를 작업하는 사람에 국한 된 상해로 인지하는 경우가 대부분이다. 그러나 실재의 감전사고에 관한 통계를 보면 가정에서 20%이상, 고압 이상보다는 저압220V에서 60%이상 많은 부분을 차지하고 있다는 사실을 볼 때 일상생활과 밀접한 관계를 갖고 있다는 것을 유념하여야 한다.

28. 마이크로 쇼크를 감전사고 측면에서 설명하시오.

1. 마이크로 쇼크란 ?

“마이크로(Micro) 쇼크란” 의료용 전기기구에 흐르는 전류의 유입점, 유출점 중 적어도 어느 한 쪽이 심근에 접하고 있다던가 또는 심장에 근접한 거리에 있는 경우의 감전을 의미한다.

의료용 전기기구의 일부를 인체에 삽입하는 경우, 환자 주위에 있는 노출 도전성 부분 및 계통의 도전성 부분 사이에 미소한 전위차가 존재함에 따라 환자의 내부장기에 수 μA 의 미약한 전류가 통전되어 감전사고가 일어나는 것을 말하는 것이다.

2. 마이크로 쇼크의 한계전류

일반적으로 인체의 최소 감지전류는 1mA , 심실세동전류는 수십mA 정도로 볼수 있으나 인체 내에 삽입된 기기로 인한 인체내부의 통전회로 일부가 심근에 근접하는 경우 수십 μA 단위에서도 심실세동이 발생할수 있기 때문에 매우 위험한 것이다.

“병원전기설비의 안전기준⁴⁾”에 의하면 인체내 누설전류의 허용치로서 안전계수를 곱하여 $10\mu\text{A}$ 를 채택 사용하고 있으나 환자가 마취상태에 있거나 의식이 없는 경우에는 이한계치 이하에서도 감전사고가 발생할수 있다.

3. 마이크로 쇼크의 예방

이러한 마이크로 쇼크를 방지하기 위하여는 병원의 의료용 전기기기의 설계제작면 에서 누설전류를 최소화할 수 있는 조치가 필요하고 , 의료용 기기를 사용하는 장소의 청결과 기기의 정리정돈등 환경이 매우 중요하다. 또한 환자가 접촉가능한 모든 금속부위에 대하여 등전위접지를 실시하고 환자에게 사용되는 의료용기기는 공통, 1점접지를 실시한다.

29. 인체의 감전에서 심실세동을 일으키는 조건을 들고 설명하시오.

1. 심실세동의 정의

신체가 감전되어 통전전류가 심장을 통하여 흐르게 되면 심장의 생체전기계통에 혼란이 발생되어 일종의 마비증상이 나타나게 된다. 즉 심장은 불규칙한 細動을 일으키게 되고 결국 그 기능을 상실하게 되는데 이러한 현상을 일반적으로 심실세동이라 부른다.

※ 개요나 서문으로 작성할 적당한 내용이 떠오르지 않을 경우에는 문제와 관련된 주요용어의 정의를 기술하는 것도 모양이 좋다.

2. 심실세동의 요건

2-1. 통전시간과 전류의 크기

심실세동을 발생시키는 전류의 크기는 여러가지 동물실험을 통하여 얻은 결과를 사람에게 추정하여 산정하고 있다. 가장 일반적으로 인정되고 있는 통전시간과 전류의 관계식은 다음과 같다.

$$I = \frac{165}{\sqrt{T}} [mA] \quad \text{----- ①}$$

이때의 전류치 $I[mA]$ 는 1000명중 5명정도가 심실세동을 일으킬수 있는 확률의 전류를 말하는데 대략 통전시간 1초당 165[mA], 0.1초이면 500[mA]가 한계치라 할 수 있다. 또한 계산치의 약 270%정도에서는 확실하게 심실세동을 일으킨다는 보고가 있다.

2-2. 위험한계 에너지 (96-10)

인체 조직내의 전기저항을 1000[Ω]이라 한다면 상기 관계식①을 이용하여 심실세동이 발생할 수 있는 위험한계에너지를 ②식으로 산정할수 있는데 그결과는 약 27 [WS] 정도의 적은 에너지로 계산되고 있다.

$$\begin{aligned} W = I^2 R T &= \left(\frac{165}{\sqrt{T}} \times 10^{-3} \right)^2 R T \quad \text{----- ②} \\ &= (165 \times 10^{-3})^2 \times 500 \approx 27 [J] \end{aligned}$$

2-3. 전원의 질

신체의 감전시 심실세동이 발생할 수 있는 확률에 영향을 주는 요인으로 감전 전원의 종류(직류, 교류 등)와 질(주파수)을 들 수 있다. 일반적으로 동일한 전기에너지의 전격을 받은 경우 직류보다는 교류에서 높은 확률을 보이며 교류의 경우 고주파보다는 저주파(50-60Hz영역)에서 영향이 크다.

2-4. 기 타

심실세동의 발생확률은 상기와 같이 통전시간, 통전전류 및 위험한계에너지, 전원의 질 등에 관계됨은 물론 남녀의 차, 연령, 체질, 건강상태 등 생리적인 요인에 의하여도 많은 차이가 나타나고 있다. 일반적으로 남자보다는 여자가 전격에 강하며 어린이 보다는 고령자가 강하게 나타난다.

30. 감전사고가 발생한 후 인공호흡에 의한 시간 경과별 소생율에 관하여 기술하시오.

감전사고 발생시 호흡이 정지된 경우 호흡이 정지된 후

1분 이내 인공호흡을 실시하여 주면 소생률이 95% 정도이나

3분 이내에는 75%,

4분 이내이면 소생률은 50%,

6분 이내이면 25%정도로 크게 떨어진다.

그러므로 피해자의 호흡이 정지되어 있으면 심장기능이 정지되기 전에 신속히 인공호흡을 시켜 생명을 소생시켜 주어야 한다. 피해자의 호흡과 맥박이 소생되면 지체없이 병원으로 운반하여 의사의 진료를 받게 한다.

인공호흡은 매분 12 ~ 15회로 30분 이상 실시한다.

31. 감전쇼크시 실시하는 인공호흡법에 관하여 설명하라.

인간이 내쉬는 숨에도 16%의 산소가 들어있기 때문에 호흡정지 환자의 폐에 넣어주는 인공 호흡에 사용할 수 있다. 인공호흡법은 환자의 상태에 따라 결정한다. 호흡은 없으나 맥박은 있는 환자는 우선 인공호흡을 실시한다.

구조대가 도착하거나 환자 스스로 호흡이 돌아올 때까지 분당 10회의 인공호흡을 실시하며 지속적으로 맥박을 확인한다. 환자의 호흡과 맥박이 없을 때는 먼저 구조요청을 하고 인공 호흡과 심장마사지를 겸용하여 시작한다.

1. 구강대 구강 인공호흡법

환자가 똑바로 누워있는 상태에서 구강내 의치 등 이물질을 제거한 후 엄지와 검지로 환자의 코를 껏 막는다. 숨을 크게 들이마신 후 환자의 입에 구조자의 입을 빈틈이 없도록 밀착시키고 환자의 가슴이 올라올 정도로 힘차게 숨을 내쉬후 환자의 가슴이 올라온 상태로 약 2초간 유지한다. 정상적인 호흡 간격인 5초 간격으로 약 1분에 12~15회 정도의 호흡을 위와 같이 반복한다.

2. 구강대 비강 호흡법

물에 빠진 사람을 구했거나 입주위 손상으로 입에 효과적으로 밀착되지 않는 환자는 구강대 비강 인공호흡법을 사용해야 한다. 이는 환자의 입을 막고 코에 힘차게 숨을 불어 넣고 환자의 숨이 밀려 나올수 있도록 입을 벌려준다. 인공호흡 횟수는 동일하다. 어린아이는 구강대 구강- 비강법을 사용한다.

3. 흉부압박법

환자를 딱딱한 바닥에 편평하게 눕히고 시술자는 환자옆에 무릎을 꿇고 시술자의 손을 똑바로 펴서 환자의 가슴뼈를 바닥 면과 직각으로 4~5cm 정도 압박한다. 압박이 끝나면 손바닥을 가슴에서 떼고 분당 80번 정도로 흉부압박을 되풀이 한다. 어린이는 흉부압박법을 사용하지 않는다.

32. 전기감전사고시 응급 조치에 대하여 기술하시오.

1. 감전자의 구출

감전사고가 발생한 경우 피해자를 위험지역으로부터 구출할 때는, 우선 피해자가 접촉된 충전부나 누전되고 있는 기기의 전원을 차단하고 피해자를 위험지역으로부터 신속히 이탈시켜야 한다. 피해자가 계속해서 전기설비에 접촉되어 있다면 우선 그 설비에 공급되는 전원을 신속하게 차단하여야 한다.

※ 재해자를 구출할 경우에 호흡이 정지되어 있거나 맥박이 멈춘 경우에는 가능한 그 즉시 다음 3항의 응급조치를 해야만 한다. 필요시에는 구출전 주상에서도 인공호흡을 실시하여야 한다.

2. 증상의 관찰

우선 피해자의 상태를 정확·신속하게 관찰하며, 다음 구명시기를 놓치지 않기 위해서는 불필요한 시간을 허비해서는 안된다. 재해자의 의식, 호흡, 맥박의 상태, 출혈, 골절의 이상유무를 확인하는 것이다. 증상의 관찰결과에 따라 필요한 응급처치를 실시한다.

3. 응급처치

3-1. 기도의 확보

의식없는 환자는 목의 근육이 늘어져서 혀가 뒤로 밀려 기도가 막히게 된다. 턱을 위로 들어올리고 머리를 뒤로 젖히면 혀가 들어 올려져서 기도가 막히는 것을 방지할 수 있다. 또한 혼수상태의 재해자가 입속의 이물질이나 혀의 경련에 의하여 기도가 막혀있는 경우 질식사의 위험이 높다. 이 경우 손가락으로 혀를 꺼내어 주고 입속에 이물질이 있으며 제거해주어야 한다. 따라서 호흡이 쉽도록 아래턱을 들어올리고 머리를 뒤로 젖혀서 기도를 확보하여 준다.

3-2. 인공호흡 및 심장 마사지

호흡이 정지된 후 1분 이내 인공호흡을 실시하여 주면 소생률이 95% 정도이나 3분 이내에는 75%, 4분 이내이면 소생률은 50%, 6분 이내이면 25%정도로 크게 떨어진다. 따라서 피해자의 호흡이 정지되어 있으면 심장기능이 정지되기 전에 신속히 인공호흡을 시켜 생명을 소생시켜 주어야 한다. 피해자의 호흡이 소생되면 지체없이 병원으로 운반하여 의사의 진료를 받게 한다. 인공호흡은 매분 12~15회로 30분 이상 실시한다.

3-3. 회복자세

모든 무의식 환자는 회복자세를 취해야 한다. 이 자세는 혀가 숨길을 막는 것을 방지하고

입이 몸 보다 낮게 있기 때문에 입으로 분비물이 나올 수 있도록 해서 위장 내용물의 흡인을 방지한다. 머리, 목 등은 곧장 펴주고 환자를 편안하게 유지하기 위해서 환자의 사지를 약간씩 굽혀준다. 의식이 없는 환자를 두고 잠시 자리를 비워야 하는 경우에는 구조자가 도움을 요청하는 동안 이런 자세로 안전하게 있을 수 있다.

4. 2차재해발생 예방 및 구급대 지원요청

감전의 원인이 전선단선 등 전기설비의 불량인 경우에 응급조치중인 작업원이나 주변의 인축에 재차 재해발생의 위험성이 있다. 따라서 감전자를 구출후 단선된 전선주변에 인축의 재접촉이 없도록 주변의 안전확보가 중요하다. 안전확보후 감전 재해자의 발생을 사령실에 알리고 구급대의 지원을 요청한다.

5. 기타

감전재해자의 발생에 대비하여 작업원이나 감독자를 대상으로 인공호흡등 기본적인 구급처치법을 평소에 훈련하고 비상시 구급처치를 위한 구조용구가 있는 장소나 연락방법 등을 평소에 확인하여 두는 것이 매우 중요하다..

33. 임시배전설비(배선 및 배선기구,임시전등,배전반)의 감전방지 대책을 설명하시오.

1. 개 요

임시배전설비는 건설공사중 필요한 동력 및 전등설비의 운전에 필요한 전기를 공급하기 위하여 사용하는 임시설비이다. 따라서 임시배전설비는 각종 건설장비, 건설자재 등의 이동통로나 가설장비에 설치되는 경우가 많기 때문에 손상의 우려가 높아 안전상 매우 취약한 설비라 할 수 있다.

2. 감전방지 대책

2-1. 충전부에 대한 방호

전기시설의 충전부는 담이나 울타리 등으로 보호되어야 하며 전기기기의 외함은 외부충격에 손상되지 않도록 충분한 강도를 지녀야 한다. 또한 충전부가 노출되어 있는 전기시설이 있는 장소의 출입은 유자격자에게만 허용되도록 주의 표시 및 시건장치를 해야 한다.

2-2. 배선 및 배선기구

모든 배선은 분전반이나 배전반에서 인출되어야 하며 케이블의 접속은 박스를 사용하여 접속해야 한다. 또한 전선은 다심케이블을 사용해야 하며 이동식의 경우 유연성이 좋아야 한다.

2-3. 임시전등 및 각종 기기류

모든 임시 등기구에는 외부충격에 보호되도록 보호망을 씌워야 하고 각종 전기기기에 연결되는 전선은 항상 외함 접지를 할수 있도록 접지선이 포함되어야 한다.

2-4. 보호장치의 설치

분전반이나 배전반은 임시배선을 과부하나 단락 등에서 보호하기 위한 휴즈, 차단기 등의 적절한 보호장치를 구비하여야 하며 적정용량을 초과하지 않도록 부하를 배분하여야 한다.

2-5. 누전차단기의 설치

임시 배전설비의 설치장소가 습기가 많거나 물기가 있는 장소의 경우에는 감전보호용 누전 차단기를 설치한다.

3. 기타

임시배전설비의 분전반은 관계자 이외에는 조작하지 않도록 충분한 교육과 표시물을 설치하고 작업내용에 따라 배전설비의 손상이 우려되는 경우에는 충분한 방호를 실시한다.

※ 상기 답안도 기술적인 대책에 치중하여 작성하였다. 실제 시험장에서는 상기 3항 부문을 확대해서 관리적인 대책과 인적인 대책을 보완하자.

34. 아크용접장치의 감전사고 방지대책에 대해 논하시오.

1. 개 요

아크용접장치의 감전사고 방지대책중 중요한 것은 감전방지용 보호장치를 철저히 설치하는 방법이고 작업자에 대한 교육을 실시하여 개인안전장구 사용을 소홀히 함이 없어야 한다. (이와 같이 도입부분에 전체적인 결론을 내려놓고 시작하는 방법도 답안작성의 중요한 요령중 하나이다.)

2. 감전 보호장치의 설치

2-1. 자동전격방지장치

전기용접기에는 용접작업시 작업자의 전격을 방지하기 위하여 자동전격방지장치를 필수적으로 부착해야 한다. 또한 용접기 외함은 접지를 실시하여야 한다.

2-2. 용접기용 개폐기의 설치

용접기 1차 전원측에는 누전 차단기를 부착하고 용접기 가까운 곳에 전용 개폐기 또는 안전 스위치를 설치한다.

2-3. 용접기 배선

용접기를 연결한 배선의 연결점은 충전부가 노출되지 않도록 테이핑 또는 절연카바를 설치하여 완전히 절연한다.

3. 용접작업

3-1. 보호장구의 사용

전기 용접시에는 용접봉 보호구(보안면, 절연장갑 등) 를 착용하고 용접봉에 신체가 직접 접촉되지 않도록 한다. 또한 작업장 주변의 습기등을 안전하게 제거하여 용접봉, 홀더, 보호구 등이 물에 젖지 않아야 한다.

3-2. 용접봉 홀더의 규격품 사용

용접용 홀더는 절연이 충분하고 튼튼하며 내열성을 가져야 하며 정해진 규격품을 사용하여야 한다.

4. 작업장의 환경 여건 및 작업전 검사

전기 용접기 작업은 바닥에 물기가 많은 장소나 비가오는 기후에서는 작업을 중지하여야 한다. 또한 용접기에 부착된 배선이나 접지단자의 조임상태 , 누전차단기등의 정상동작 여부를 작업전 점검 및 정기검사하여야 한다.

5. 작업자 교육

용접작업전 각종 보호장치의 정상동작 점검, 표준작업방법, 안전장구의 사용법등 용접시 안전예방을 위한 교육을 철저히 시행한다.

※ 모든 대책은 기술적, 관리적, 인적대책을 기준으로 작성하는 것이 모양이 좋다.

35. 저압 전기기기의 누전으로 인한 감전재해 예방대책을 약술하시오.

1. 소전압법

금속성 탱크나 보일러의 내부, 폴장 등과 같이 도전성이 양호한 장소에 전원을 사용하는 경우, 회로전압을 안전전압 이하로 채용하는 방법이다. 즉 충전부에 접촉되어도 전격의 위험이 없는 소전압으로 운전하는 것이다.

2. 리모콘방식

안전전압을 초과하는 전압의 주회로를 조작하기 위하여 안전전압에서 동작하는 제어회로를 별도계통으로 설치하여 주회로를 간접적으로 제어하는 방식이다. 즉 인체에는 주회로의 전압이 직접 접촉되지 않아 안전하다는 개념이다.

3. 대지전압의 저하

변압기의 중성점을 접지하는 방식으로 2차측의 선간전압은 변화되지 않으나 전로의 대지전압은 저하되기 때문에 감전이 발생한 경우 같은 조건에서 감전전류가 감소되어 안전도가 증가될 수 있다는 개념이다.

4. 비접지방식

절연변압기의 2차 저압측을 접지하지 않는 방식으로 저압부하측 전선로에 1선지락(또는 접촉)이 생겨도 접지점을 통한 폐회로가 구성되지 않으므로 지락전류가 발생되지 않기 때문에 안전하다는 개념이다. 그러나 전선과 대지간에는 약간의 정전용량이 존재하고 전선과 대지간의 절연저항도 무한대는 아니기 때문에 약간의 감전전류가 흐를 수 있다. (그러나 접지방식보다는 안전하다.)

※ 안전도를 증가시키기 위하여 변압기내에 고저압이 혼촉되지 않도록 혼촉방지판을 설치한 혼촉방지판부 변압기를 사용하고 혼촉방지판은 접지하여야 한다.

5. 사용기기의 접지

5-1. 기기의 외함 접지법(보호접지법)

기기의 외함에 접지극을 접속하는 방법으로 누전시에도 기기외함에 생기는 충전전압을 허용

치 이하가 되도록 하거나 혹은 회로에 첨가된 차단기로 단시간내 차단하는 방법이다. 이 경우 기기의 대지전위는 접지저항치에 의하여 크게 다르게 되므로 일정한 안전저항치를 정할 수는 없다.

5-2. 중성점 접속법(Nullung법)

보호대상기기의 외함을 회로의 중성선에 접속하는 방법이다. 누전의 경우에는 단상단락사고로 되어 회로의 차단기로 기기를 전원으로부터 분리한다.

이 경우 중성선의 전체 전압이 상승하기 때문에 일정전압 이하로 제한 할 수 있도록 접지저항치를 결정하는 것이 중요하며 중성선이 단선될 경우에는 위험하게 될 수 있다.

5-3. 접지전용선 방식

보호대상기기의 외함을 중성선과 별도로 시설한 접지전용선에 접속한 것으로 Nullung법과 같은 원리이며 같은 주의를 요한다. 단 회로의 중성선과 혼동하지 않도록 색깔을 구분할 수 있도록 한다.

6. 2중절연방식

전기기기의 안전성을 증대시키기 위하여 충전부분과 접촉할 우려가 있는 비충전 금속부분 사이를 절연물로서 보호절연하거나 외함을 모두 절연체로서 제작하는 방식이다. 주로 가전 제품에 실시하고 있다.

7. 누전차단기에 의한 방법

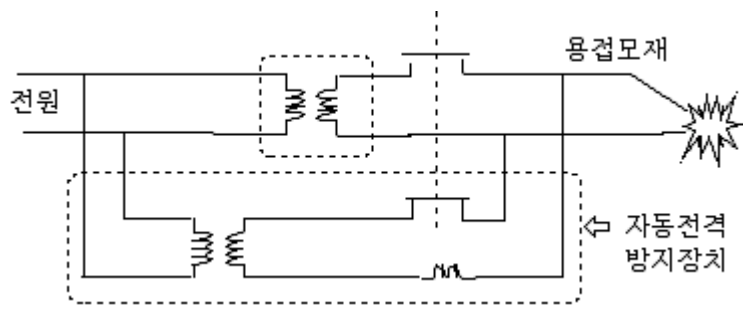
보호대상기기의 외함에 누전이 생긴 경우 기기의 외함에 발생하는 대지전압 또는 누설전류를 검출하여 기기를 전원회로부터 자동 분리하는 것이다. 검출방식에는 전압 동작형과 전류 동작형이 있다.

36. 교류아크 용접기의 안전장치 (감전재해예방) 및 그 동작원리를 논하시오.

[참고] 자동 전격방지장치의 동작원리

교류 아아크 용접기는 용접 작업중에는 약 30V 정도의 낮은 전압이므로 감전의 위험이 없으나, 무부하시에는 약 65-90[V] 높은 전압이 2차 측 홀더와 어스에 걸쳐 작업자에 대한 위험도가 높으므로 이 전압을 단시간내에 용접기의 2차 무부하 전압을 안전전압 25[V]이하로 내려주는 전기적 방호장치가 자동전격 방지장치이다. 전격방지기는 용접기의 주회로를 제어하는 장치를 가지고 있어 용접봉의 조작에 따라 용접할 때만 용접기의 주회로를 형성하고 그 외에는 용접기의 출력측의 무부하 전압을 저하시키도록 동작하는 장치로 구조와 원리는 다음과 같다.

<그림002-07> 자동전격방지기의 구성



동작원리: 아크용접작업중에는 용접용 변압기를 통하여 아크용전압이 공급되지만 아크용접을 중단한 상태에서는 전격방지장치를 통하여 소전압만을 공급하는 원리이다.

37. 정전작업시 전기재해 대책에 대하여 기술하시오.

정전작업 시작전 안전사항에 관하여는 여러 가지 형태의 분류가 가능하다고 생각된다.

① 현장만을 기준으로 분류하는 경우

1. 작업전 교육
2. 개폐기 조작
3. 단락접지 및 잔유전하 방전
4. 검전
5. 각종 안전표지물의 설치 등으로 분류할 수 있다.

② 작업전의 계획단계부터 분류하는 경우

1. 작업책임자의 임명
2. 작업계획 수립 및 현장답사
3. 관계부서협의 (급전사령 및 설비운영부서)
4. 각종 안전표지물, 개인 안전장구 및 보호구의 점검
5. 작업전 교육
6. 작업전 확인사항(개폐기조작, 검전·접지, 잔유전하방전 등)

※ ①번 분류방법에서 문제점이라고 생각되는 것은 2항 이후의 과정은 작업전 단계라기 보다, 직접 작업단계로서 분류된다고 생각되며 기술사 수준의 작업전 안전계획 단계로서는 적절하지 않다고 본인은 생각한다. (①번의 분류체제는 각종 교과서적인 책에서 분류하고 있는 방법임을 참고로 밝힌다.)

특히 정전작업은 작업전 작업계획의 수립이나 관계부서(급전사령, 정전구간의 동시작업부서등) 사전협의, 현장답사가 매우 중요한 작업전 안전계획단계이기 때문이다.

※ ②번 분류체제에서 볼수 있는 바와 같이 작업전 계획단계에서 안전상 더욱 중요한 절차가 있다는 것을 알수 있을 것이다.

※ 이와 같이 문제의 방향이 정확하지 않은 경우에는 답안의 개요부분에서 작업전 계획단계부터 기술한다고 선언하는 것도 요령이다.

1. 작업책임자의 임명

휴전작업을 시행함에 있어 송휴전연락업무를 담당하고 공사현장을 감독할 휴전작업책임자를 임명하여야 한다. 작업현장이 광범위하거나 여러건의 작업을 동시에 시행하는 경우, 2인이상의 현장감독자가 있는 경우에는 그 중 1명을 총괄책임자로 임명하여야 한다.

2. 작업계획수립

작업책임자는 작업계획을 수립함에 있어 작업원의 오인, 착각, 독단적인 행위로 인한 위험을 방지하기 위한 충전부 시설상황, 작업시 위험요인의 잠재여부 등을 파악하기 위하여 작업현장을 공사감독원 및 운전책임자와 함께 확인하여야 한다.

3. 관계부서 협의

작업책임자는 공사감독원 및 관계부서(동시작업부서, 급전지령부서 등)와 협의하여 일정한 작업방법, 순서 등 작업절차를 결정하여야 하며 작업중 발생할 수 있는 비상사태에 대한 대응조치를 충분히 하여야 한다.

- 정전범위
- 개폐기 조작순서 및 연락방법
- 단락접지개소
- 송전시 안전확인방법 등

4. 작업전 교육

작업책임자는 작업 시작전에 작업원을 집합시켜 반드시 그 절차, 주의사항에 관하여 설명하여야 하며 특히 다음사항을 완전히 이해시켜야 한다.

- 작업의 목적과 범위
- 각 작업원의 담당직무
- 작업시행순서와 방법, 이행하여야 할 수속 및 절차
- 작업지시서의 검토
- 위험성 곤란성과 이에 대한 조치

5. 감독자 및 작업원의 작업전 현장확인 사항

- 적정한 작업용구의 준비
- 선로개폐기의 시건 및 작업중 표기
- 단락접지 및 잔유전하의 방전 확인
- 검전기에 의한 정전 확인
- 도로 구획루프, 교통안전 표시판 등 각종안전조치의 확인

38. 정전작업 5대 안전수칙에 대해 설명하시오.

정전작업절차는 국제사회안전협회(ISSA)의 5대 안전수칙 준수하여야 한다.

1. 작업전 전원차단

모든 작업원은 전원이 완전하게 차단되어 확인될 때까지 정하여진 장소에서 대기하여야 한다.

2. 전원투입의 방지

전원을 차단하기 위한 모든 조작개폐기는 작업완료전 착오로 인한 투입을 방지하기 위한 시건장치를 하여야 하며 작업중, 조작금지 등의 표시찰을 이용하여 전원투입을 방지하도록 하여야 한다.

3. 작업장소의 무전압 여부확인

전원차단후 선로에 작업자가 투입되기 전에 검전기 및 접지를 실시하여 무전압여부를 확인하여야 한다.

4. 단락접지

역가압등으로 부터 작업자의 안전을 보호하기 위하여 작업구간의 양단에 단락접지를 실시하여야 한다.

5. 작업장소의 보호

작업감시자의 배치, 작업구간 구획로프의 시설등 작업장소의 보호를 위한 조치를 하여야 한다.

39. 사용중인 고압전선로를 이설 및 교체하는 전기공사를 하고자 한다. 기존 전로를 정전시키고 작업을 실시할 때 필요한 안전작업조치를 설명하시오.

< 문제연구 >

작업계획서 포함되어야 하는 사항

- 총괄 책임자 및 개폐기 조작 지령자의 확정
- 정전작업 종료시간 및 송전완료시간
- 정전구간 및 조작 개폐기, 조작순서 확정
- 조작 개폐기별 조작자 및 단락접지장소 지정

이러한 항목은 정전작업의 가장 중요한 항목이기 때문이다.

< 문제풀이 >

사용중인 전선로를 이설, 교체하는 작업은 정전범위설정이나 작업형태의 난이도가 매우 높고, 복잡한 작업이라 할수 있다. 따라서 각종 안전작업조치중 작업전 작업계획의 철저한 수립과 작업자의 착오로 인한 안전사고의 예방을 위한 조치가 가장 중요한 항목이라 할수 있다.

1. 작업전 작업계획수립 및 관계부서 협의

정전작업에는 휴전에 관련된 작업구간의 정밀한 작업계획의 수립이 매우 중요하다. 적절한 작업시간, 투입인원의 산정과 휴전 및 복귀에 필요한 개폐기의 정확한 조작 순서, 정전작업을 총괄 지휘할 작업책임자를 임명하고 정전에 관계되는 전력관리처등 관계부서 사전 협의를 실시한다.

또한 작업이 매우 복잡한 경우 작업원들의 안전을 위하여 정전범위를 적당하게 확대 조정하는 것도 바람직 하다.

2. 작업전 교육

작업책임자는 작업 시작전에 작업원을 집합시켜 반드시 그 절차, 주의사항에 관하여 설명하여야 하며 특히 다음사항을 완전히 이해시켜야 한다.

- 작업의 목적과 범위
- 각 작업원의 담당직무
- 작업시행순서와 방법, 이행하여야할 수속 및 절차

- 작업지시서의 검토 및 작업의 위험성, 곤란성과 이에 대한 조치

3. 착오 통전 금지조치

정전 작업 중 오송전으로 인한 위험을 방지하기 위하여 작업중에는 정전에 사용한 각종 차단기 및 개폐기의 전원 스위치를 시건한다. 또한 정전 조작 스위치에는 통전금지에 관계되는 사항을 명시한 표시찰을 부착하며 필요시 전원개폐기 설치장소에 감시인을 배치한다.

4. 잔류전하의 방전

지중 케이블 선로, 전력 콘덴서 등이 설치된 선로를 개로한 때에는 잔류전하에 의해 감전위험이 발생할 수 있으므로 작업착수전에 안전한 방법으로 잔류전하를 확실히 방전시켜야 한다. 잔류전하를 안전하게 방전시키는 방법으로 작업자는 절연용 보호구를 착용하고 단락접지기구를 먼저 접지시킨 후 접지된 단락용 클립으로 충전선로 각각의 리드단자 등을 단락한다.

※ 단락접지시에도 작업자는 절연고무장갑을 착용하고 접지측부터 연결후 선로측을 연결한다. 이후 철거시 순서는 선로측 제거후 접지측을 개방한다.

5. 작업구간 검전 및 전원측 단락접지

정전작업을 행할 경우 정전여부에 대한 판단을 오인하게 되면 중대재해를 초래하게 되므로 작업착수 전 필히 검전 및 단락접지를 행하여야 한다. 이때, 검전과 단락접지를 행하는 작업자는 고압전기 취급자 중에서 경험이 풍부한 자로 지명하고 절연용 보호구를 착용하도록 하여야 한다.

6. 역승압 방지조치

최근 저압 소형발전기와 이동식 발전기의 보급확대로 역승압에 의한 감전재해방지가 중요하게 되었다. 저압발전기의 사용이 예측되는 경우에는 인입개폐기 개방확인, 인하선 분리등의 조치등을 하여야 한다.

그러나 정전구역내 주상변압기가 다수 일때에는 이것이 용이하지 않은 경우가 많으므로 작업구간의 양단, 분기개소에 단락접지를 실시하여 만일 오송전 되더라도 단락전류가 단락선 및 접지선을 통하여 흐르게 함으로써 작업자의 감전재해를 방지하도록 하여야 한다.

40. 정전 작업시작전 안전사항에 대해 써라.

< 문제연구 >

정전작업 시작전 안전사항에 관하여는 여러 가지 형태의 분류가 가능하다고 생각된다.

① 현장만을 기준으로 분류하는 경우

1. 작업전 교육
2. 개폐기 조작
3. 단락접지 및 잔유전하 방전
4. 검전
5. 각종 안전표지물의 설치 등으로 분류할 수 있다.

② 작업전의 계획단계부터 분류하는 경우

1. 작업책임자의 임명
2. 작업계획 수립 및 현장답사
3. 관계부서협의 (급전사령 및 설비운영부서)
4. 각종 안전표지물, 개인 안전장구 및 보호구의 점검
5. 작업전 교육
6. 작업전 확인사항(개폐기조작, 검전·접지, 잔유전하방전 등)

※ ①번 분류방법에서 문제점이라고 생각되는 것은 2항 이후의 과정은 작업전 단계라기 보다, 직접 작업단계로서 분류된다고 생각되며 기술사 수준의 작업전 안전계획 단계로서는 적절하지 않다고 본인은 생각한다. (①번의 분류체제는 각종 교과서적인 책에서 분류하고 있는 방법임을 참고로 밝힌다.)

특히 정전작업은 작업전 작업계획의 수립이나 관계부서(급전사령, 정전구간의 동시작업부서등) 사전협의, 현장답사가 매우 중요한 작업전 안전계획단계이기 때문이다.

※ ②번 분류체제에서 볼수 있는 바와 같이 작업전 계획단계에서 안전상 더욱 중요한 절차가 있다는 것을 알수 있을 것이다.

※ 이와 같이 문제의 방향이 정확하지 않은 경우에는 답안의 개요부분에서 작업전 계획단계부터 기술한다고 선언하는 것도 요령이다.

< 문제풀이 >

1. 작업책임자의 임명

휴전작업을 시행함에 있어 송휴전연락업무를 담당하고 공사현장을 감독할 휴전작업책임자를 임명하여야 한다. 작업현장이 광범위하거나 여러건의 작업을 동시에 시행하는 경우, 2인이상의 현장감독자가 있는 경우에는 그 중 1명을 총괄책임자로 임명하여야 한다.

2. 작업계획수립

작업책임자는 작업계획을 수립함에 있어 작업원의 오인, 착각, 독단적인 행위로 인한 위험을 방지하기 위한 충전부 시설상황, 작업시 위험요인의 잠재여부 등을 파악하기 위하여 작업현장을 공사감독원 및 운전책임자와 함께 확인하여야 한다.

3. 관계부서 협의

작업책임자는 공사감독원 및 관계부서(동시작업부서, 급전지령부서 등)와 협의하여 일정한 작업방법, 순서 등 작업절차를 결정하여야 하며 작업중 발생할 수 있는 비상사태에 대한 대응조치를 충분히 하여야 한다.

- 정전범위
- 개폐기 조작순서 및 연락방법
- 단락접지개소
- 송전시 안전확인방법 등

4. 작업전 교육

작업책임자는 작업 시작전에 작업원을 집합시켜 반드시 그 절차, 주의사항에 관하여 설명하여야 하며 특히 다음사항을 완전히 이해시켜야 한다.

- 작업의 목적과 범위
- 각 작업원의 담당직무
- 작업시행순서와 방법, 이행하여야 할 수속 및 절차
- 작업지시서의 검토
- 위험성 곤란성과 이에 대한 조치

5. 감독자 및 작업원의 작업전 현장확인 사항

- 적정한 작업용구의 준비
- 선로개폐기의 시건 및 작업중 표기
- 단락접지 및 잔유전하의 방전 확인
- 검전기에 의한 정전 확인
- 도로 구획루프, 교통안전 표시판 등 각종안전조치의 확인

41. 활선작업

1. 절연용 보호구

7,000[V]이하의 전로의 활선작업 또는 활선근접작업시 작업자의 감전사고를 방지하기 위해 작업자 몸에 착용하는 것으로, 전기용 안전모, 고무장갑, 고무장화, 보호용 가죽장갑 등이 있다.

2. 절연용 방호구

절연용 방호구란 활선작업 또는 활선근접작업시 감전사고 방지를 위해 전로의 충전부에 장착하는 절연재로서 절연방호관, 절연시트, 절연카바, 애자후드 등이 있다.

<표003-01> 보호구·방구의 정기시험 전압치와 시험시간

절연용 보호구 및 절연용 방구의 종별	시험전압(V)	시험시간
교류의 전압이 300V이상, 600V이하에 있는 전로에 있어서 쓰이는 물건	1,500 이상	1분간
교류의 전압이 600V이상, 3,500V이하에 있는 전로 및 직류의 전압이 750V이상, 3,500V 이하에 있는 전로에 있어서 쓰이는 물건	6,000 이상	1분간
전압이 3,500V이상, 7,000V이하에 있는 전로에 쓰이고 있는 물건	10,000 이상	1분간

42. 불량애자 검출작업시 유의사항은?

1. 작업절차의 유의사항

- ① 불량애자 검출작업은 활선작업조가 시행하여야 한다.
- ② 작업은 반드시 “활선 작업지시서(통보서)”에 의하되 작업전에 관계부서의 승인을 받아야 한다.
- ③ 작업 책임자는 작업개시 전에 작업원의 안전장구 착용을 확인하고 운전책임자 등에 연락해야 하며, 후비측 보호기기 또는 변전소 차단기 등의 재폐로 방지 조치 여부를 확인한 후 작업에 착수해야 한다.
- ④ 활선 작업중인 선로가 차단되었을 때는 반드시 현장을 확인한 후에 시송전해야 한다.

2. 작업시 주의사항

- ① 작업원은 안전모, 안전허리띠를 착용하고 방전고무장갑을 사용해야 한다.
- ② 작업책임자는 감독업무만을 시행하되 철탑작업인 경우에는 승탑, 전주일 때는 지상에서 감독한다.
- ③ 불량애자 검출기는 작업전에 반드시 접지해야 하며 접지방법은 도체를 철탑 또는 지선, 접지선 등에 연결시킨다.
- ④ 검출작업의 측정순서는 전원측 애자로부터 접지측 애자로 차례로 측정한다.
- ⑤ 불량애자 검출기의 접지선 및 리드선이 작업중에 선로, 인체, 지선 및 완금 등에 절대 접촉하지 않도록 해야 한다.

43. 고압활선 작업시 감전방지를 위해 조치할 사항을 3가지 이상 기술하시오.

활선작업은 감전위험이 극히 높기 때문에 자가용 시설 등에 있어서의 활선작업은 가능한 피하는 것이 바람직하다.

1. 치밀한 작업계획과 지휘자의 임명

고압이하의 활선작업에 대해서는 작업의 내용에 따라 충전전로의 방호범위, 방호방법, 작업방법, 작업순서 등을 잘 검토하여 작업지휘자를 정하고 작업자에게 이를 철저히 주지시킨다.

2. 활선작업방법

모든 활선작업은 공사의 종류에 따라 정해진 활선공구를 사용하고 정해진 작업순서, 방법을 철저하게 준수하여야 한다.

3. 보호구의 착용과 방호구의 사용

모든 활선작업은 정해진 보호구와 방호구를 충분하게 사용하여야 한다. 작업 책임자는 이들의 적정사용 여부에 대하여 충분한 감시를 하여야 한다. 이때 사용되는 절연용 보호구나 방호구는 항상 절연성능을 양호하게 유지관리된 것이어야 한다. 모든 보호구와 방호구는 작업전마다 상태를 점검후 사용해야 한다.

4. 충전선로와 접근한계거리 이상 충분한 이격 유지

고전압으로 되면 충전부분에 직접 접촉하지 않아도 근접함으로써 후래쉬 오버(Flash Over)가 생긴다. 즉 아아크가 인체로 비화하여 감전이나 화상을 입는 경우도 있다. 따라서 고전압의 전기설비에 근접하는 경우는 충분한 안전 거리 확보가 필요하다.

고압활선으로 접근하여 작업할 경우, 인체의 머리부분은 30cm이내, 몸통 측은 60cm 이내로 접근해서 작업해야만 하는 작업시에는 위험이 있으므로 그 충전전로에 절연용 장치를 장착하지 않으면 안된다.

5. 작업 감시자의 배치

활선작업시 충전부와외 충분한 이격거리유지 및 작업공법, 순서의 이상유무를 상시감시하는 감시자를 배치한다.

44. 활선작업 공사에 사용되는 방호구의 종류를 들고 설명하시오.

1. 절연용 방호구의 종류

절연용 방호구란 활선작업 또는 활선근접작업시 감전사고 방지를 위해 전로의 충전부에 장착하는 절연재로서 종류는 절연방호관, 절연시트, 절연카바, 애자후드 등이 있다. 절연용 방호구 재료는 고무, 폴리에틸렌 혼합물 또는 그 이상의 성능이 있는 것으로 제작되고 있다.

2. 품목별 용도

2-1. 절연 고무판

충전부의 작업중에 작업자의 접지면을 절연시켜 충전부와 접촉시 인체가 통전경로가 되지 않도록 하기 위해 사용한다.

사용범위는 배전반 내에서의 계전기.모선 등의 점검.보수작업시, 노출 충전부가 있는 배전반 및 스위치 조작이나 작업시, 절연 내력 시험시 사용한다. 주로 저압선로나 기기류의 작업시 사용한다.

2-2. 절연 방호관

활선작업 및 근접작업시 작업자의 행동반경내에 있는 고.저압 전선로의 충전부를 절연체로서 방호하여 작업자의 감전을 예방한다. 사용범위는 충전중인 고.저압 전선로에 접촉 또는 근접작업중 선간 또는 고.저압 부분의 혼촉이 우려되는 작업에 사용된다.

2-3. 선로완금카바, 애자카바 등

활선작업 및 근접작업시 작업자의 행동반경내에 있는 고.저압 전선로의 완금부와 애자부분의 방호에 사용된다. 이는 전선로에 접촉시 대지 통전점을 차단하기 위하여 사용된다.

3. 방호구 사용시 유의사항

절연방호구의 재질은 고무절연체나 합성수지제가 대부분으로 현장 사용에 앞서 절연재의 손상 유무를 확인하여야 하며 충전선로에 장기간 설치하여 방치하지 말아야 한다. 또한 연약 재질이므로 설치나 철거시 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

45. 전기용 고무장갑의 종류에 대해 설명하시오.

1. 전기용 고무장갑의 종류

전기고무장갑이란 7,000[V]이하 전압의 전기작업시 손이 활선부위에 접촉되어 감전되는 것을 방지하기 위한 절연성이 있는 고무장갑으로 절연성능에 따라 A, B, C 3종으로 나눈다.

<표003-02> 전기용 고무장갑의 종류

종류	용도
A종	주로 300[V]를 초과 교류 600[V], 직류 750[V] 이하의 작업에 사용하는 것
B종	주로 교류 600[V], 직류 750[V]를 초과하고 3,500[V]이하의 작업에 사용하는 것
C종	주로 3,500[V]를 초과하고 7,000[V]이하의 작업에 사용하는 것

2. 절연고무 장갑의 사용범위

- 활선상태의 배전용 지지물에 누설전류가 흐를 우려가 있는 장소
- 고압이하의 충전부의 접속.절단.점검 등의 작업
- 고압 활선 또는 근접작업으로 감전이 우려되는 장소
- 우증 또는 습기가 많은 장소의 기중개폐기 개방.투입의 경우
- 정전작업시 역송전이 선로.기기의 단락.접지의 경우
- 습기가 많은 장소에서 고압 전로에 감전이 우려되는 경우

3. 사용시 주의사항

고무장갑은 사용전에 반드시 외관상 손상부위가 없는지 확인하고 공기를 불어넣어 공기가 새는 경우 사용하지 말아야 한다. 또한 작업중 고무장갑의 손상이 우려되는 경우에는 가죽 장갑을 외부에 착용하여 사용한다.

4. 보관방법

고무장갑은 공구.자재와 혼합보관 및 운반하지 말아야 한다. 또한 사용하지 않는 고무장갑

은 먼지.습기.기름 등이 없고 통풍이 잘되는 곳에 장갑의 형태를 유지하도록 세워서 보관한다.

5. 보호용 가죽장갑

고무장갑의 손상을 방지하기 위하여 외부에 착용하는 것으로 가죽장갑은 고압용 고무장갑을 착용한 후 그 외부에 착용하며 사용전에 열화상태를 점검하여 이상이 없는지 확인한 후 사용한다.

46. 절연용 보호구와 절연용 방호구를 열거하시오.

1. 절연용 보호구

7,000[V]이하의 전로의 활선작업 또는 활선근접작업시 작업자의 감전사고를 방지하기 위해 작업자 몸에 착용하는 것으로, 전기용 안전모, 고무장갑, 고무장화, 보호용 가죽장갑 등이 있다.

2. 절연용 방호구

절연용 방호구란 활선작업 또는 활선근접작업시 감전사고 방지를 위해 전로의 충전부에 장착하는 절연재로서 절연방호관, 절연시트, 절연카바, 애자후드 등이 있다.

<표003-01> 보호구·방구의 정기시험 전압치와 시험시간

절연용 보호구 및 절연용 방구의 종별	시험전압(V)	시험시간
교류의 전압이 300V이상, 600V이하에 있는 전로에 있어서 쓰이는 물건	1,500 이상	1분간
교류의 전압이 600V이상, 3,500V이하에 있는 전로 및 직류의 전압이 750V이상, 3,500V 이하에 있는 전로에 있어서 쓰이는 물건	6,000 이상	1분간
전압이 3,500V이상, 7,000V이하에 있는 전로에 쓰이고 있는 물건	10,000 이상	1분간

47. 안전 보호구의 선택시 유의사항에 대하여 설명하라.

안전보호구가 갖추어야 할 성질을 기준으로 답변한다면 안전보호구를 선택시에는 다음과 같은 4가지 조건을 충실하게 갖춘것을 선택하여야 한다.

1. 절연성 : 작업선로의 사용전압에 견딜수 있는 충분한 절연내력을 갖추어야 한다.
2. 강인성 : 작업시 보호구에 흠, 균열 ,파손이 생기지 않는 강인성을 갖추어야 한다.
3. 유연성 : 작업자가 착용후 작업시 불편함을 느끼지 않도록 충분한 유연성을 갖추어야 한다.
4. 내구성 : 오랜동안 사용하여도 위의 성질이 변질되지 않는 내구성을 갖추어야 한다.

48. 고압선로 부근의 공사현장에서 안전조치 대책에 대하여 설명하시오.

산업안전기준에관한규칙 제352조 (시설물 건설등의 작업시의 감전방지)

사업주는 가공전선 또는 전기기계·기구의 충전전로에 접근하는 장소에서 시설물의 건설·해체·점검·수리 및도장등의 작업 또는 이에 부수하는 작업 및 항타기·항발기·콘크리트 펌프카 및 이동식 크레인등을 사용하는 작업을 함에 있어서 당해 작업에 종사하는 근로자가당해 충전 전로에 근로자의 신체등이 접촉하거나 접근함으로써 인하여 감전의 위험이 발생할 우려가 있는 때에는 다음 각호의 1에 해당하는 조치를 하여야 한다.

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

< 문제해설 >

※ 상기 법령과 안전대책의 4M을 적용하여 작성해 보자.

1. 충전선로의 이설

작업장 근처의 고압선로는 작업자에게 매우 위험한 요소라 할수 있다. 따라서 안전조치의 1 단계인 위험요소의 제거 원칙에 따라 고압선로를 작업현장 이외의 개소로 옮기는 것이다. 이는 전기사업자와 충분히 협의하여 시행한다.

2. 작업장 구분 방책의 설치

충전선로의 충분한 이설이 곤란한 경우 작업장과 고압선로 사이에 충분한 높이의 방책을 설치하여 작업시 감전의 우려가 없도록 조치한다. 이경우 작업내용에 따라 운반물이나 장비의 이동반경을 충분히 고려하여야 한다.

3. 고압선로측의 방호관 설치

작업장 구획용 방책을 설치하였으나 작업자에 의한 운반물체의 거동 반경이나 작업장비의 운행반경을 고려한 경우 충전부 선로와 충분한 이격거리가 확보되지 않으면 고압선로 측에 적정한 절연성능을 갖춘 방호관을 취부한다. 또한 고압선로의 이설이나 작업장 구획용 방책 등의 조치가 곤란한 경우에도 충전부 방호관 조치를 하여야 한다.

4. 작업 감시인의 배치

각종 감전방지용 절연보호용구를 설치한 경우에도 고압선로 인근에서 중장비 작업을 실시하는 경우에는 전담 작업감시인을 배치하여 작업이 완료될때까지 안전작업을 지도,감독하여야 한다.

5. 작업원에 대한 교육 및 작업방법 제한

부득이하게 고압선로 주변에서 작업이 이루어야 하는 경우 해당 작업에 직접 참여하는 작업원에게 고압선로의 위험성에 대한 정기적인 교육과 안전한 작업방법을 실행하도록 작업방법의 표준화 혹은 작업방법의 제한을 도모한다.

49. 접지목적에 따라 종류를 들고 간략하게 설명하시오.

1. 계통접지

1선 arc지락,기타의 원인으로 생기는 이상전압의 발생을 방지하고 지락고장시 건전상의 대지전위상승을 억제시킴으로써 전선로 및 기기의 절연을 경감시킨다. 또한 지락고장시 보호계전기를 확실히 동작시키고 재해가 확대되기 이전에 차단기로 고속차단한다. 소호리액터 접지에서는 1선지락시 arc전류를 신속히 소멸시킬수 있다. 즉 사고의 영향을 감소시키고 기기의 절연레벨을 저감하므로써 경제적인 기기의 사용을 위한 접지이다.

2. 기기접지

기기의 절연이 파괴되어 지락사고가 발생하면 기기자체에서 발생하는 과대한 대지전압을 억제하고 운전자의 감전에 대한 안전을 도모하기 위한 접지방식이다.

3. 뇌해 방지용 접지

뇌전류를 안전하게 대지로 방류하기 위한 접지이다. 뇌전류가 흐르는 시간은 단시간이나 전류용량이 매우크기 때문에 대지전위 상승으로 인한 주변 시설물에 영향이 없도록 하기 위하여 접지저항을 최소화하여야 한다.

4. 등전위화 접지

신체가 닿을수 있는 모든 부분의 금속체를 접지하여 금속체간의 전위차가 동일하도록 접지하는 방법이다. 따라서 미소한 전위차의 발생으로도 사고가 발생할수 있는 병원 등의 대표적인 안전접지방식이다.

5. 잡음 대책용 접지

외래잡음의 침입이나 자체에서 발생하는 잡음으로 정밀전자장비의 오동작,오차증가,상호간섭으로 인한 품질불량등을 방지하기 위한 접지이다.예를 들면 전자섀드룸의 접지,각종 통신케이블의 접지,각종 정밀기기의 외함접지등이 잡음방지접지의 범주에 속한다. 통신설비,실험실등의 대표적인 접지로 볼수 있다.

6. 기능용 접지

설비의 기능상 꼭 접지하여야만 기능이 유지되는 경우에 실시하는 접지이다. 예를 들면 전기방식용 접지나 컴퓨터 등의 기준전위 확보용 접지 등을 예로 들수 있다.

[예] 접지의 종류 분류

- 설치장소에 따른 분류
 - 기기접지, 선로접지, 중성점접지
- 계통에 따른 분류
 - 직접접지, 비접지, 소호리액터접지, 고저항접지, 저저항접지
- 공사방법에 따른 분류
 - 제1종, 제2종, 제3종
- 목적에 따른 분류 <상기답안 참조 >

50. 변전소 접지망설계시 인체보호측면에서 고려하여야할 요인과 대책.

1. 변전소 접지설계의 목적

변전소 접지설계는 다음 두 가지 목적을 가지고 있다. 첫째는 정상 및 사고 상황에서 기기의 운전조건을 초과하거나 전력공급을 중단하지 아니하며 고장시 고장전류를 대지에 안전하게 흘릴 수 있어야 하며, 둘째는 접지된 설비의 주위에 있는 사람이 치명적으로 전기적 위험을 받을 위험이 없도록 하는 것이다.

2. 인체 보호측면에서 고려할 사항

변전소에서 인축의 안전을 목적으로하는 접지기준은 변전소 내외부에서 발생한 지락사고시 인체에 위험이 되는 보폭전압 및 접촉전압을 최대허용 안전전압 이하로 억제하는 것이다. 지락사고시 고장전류가 대지로 유입되면 변전소의 구내 및 주변에 전위차가 발생하여 접지계 설계시 이에 대한 적절한 대책을 세우지 않으면 지락사고시 지표면에 발생하는 과도한 전위경도는 인체에 위험을 초래하게 되기 때문이다.

3. 대 책

변전소 접지망 설계시 인체보호측면의 고려할 대책은 ① 접지저항을 충분하게 낮추고 ② 접지계통 이상시 정상을 유지할수 있도록 하는 방법과 ③ 전위상승에도 작업원이 안전하도록 고려하는 것이다.

3-1. 접지설계의 기본

변전소의 모든 구조물, 기기류 등의 시설물은 특수한 경우를 제외하고는 접지망에 직접 연결시켜 공동 접지함을 원칙으로 한다. 이때 변전소 접지망 설계에 적용할 고장전류는 변압기 1차와 2차(배전측) 지락전류 중 큰 것을 기준으로 한다.

3-2. 접지저항을 낮추는 방법

변전소 접지계는 접지망(Ground Grid)을 주 접지전극으로, 접지봉을 보조 접지전극으로 구성한다. 또한 건물이나 기초의 철골이나 철근 콘크리트, 금속제 수도관 등을 보조접지전극으로 활용할 수 있다. 소요접지저항을 얻기 어려운 토양에서는 심매설 전극이나 경년열화 특성이 좋은 접지저항 저감제 등을 병용시공한다.

3-2. 접지망 설계범위

변전소의 기본설계 배치도를 검토하여 가능한 한 변전소 내에 설치되는 기기 및 철구를 포

함하여 최대한 넓은 지면을 점유할 수 있도록 접지망 포설면적을 산정 한다.

3-3. 접지망의 배치

접지망의 모양은 정방형 및 장방형으로 하고, 접지도체는 일정한 간격 또는 지수함수 간격으로 배열한다. 접지망 외곽도체의 모서리, 변압기 중성점 또는 계기용 변압기와 변류기 등이 접속되는 곳에는 높은 전위경도 발생을 억제하기 위하여 접지망 간격을 조밀하게 하거나 접지봉을 타설한다.

3-4. 접지도체의 굵기

접지망 그리드 도체는 나연동선을 사용하고, 접지도체의 굵기는 지락전류를 안전하게 대지로 흘리고, 부식이나 충격에 견딜 수 있도록 충분한 기계적 강도를 가질 수 있도록 선정하여야 한다. 접지봉은 동피복 강심봉을 사용한다. 심매설전극은 접지망 도체와 동일한 나연동선을 사용한다.

3-5. 접지저항의 유지

토양의 고유저항은 토양의 온도와 습기 함유량에 따라서 크게 변화하므로 접지도체는 최소한 동절기에도 얼지 않는 곳에 매설해야 한다. 우리나라에서는 접지망을 지표면하 0.7~1(m)에 매설한다.

3-6. 작업자 안전조치

선로개폐기 등의 기기조작 핸들은 사람이 접근할 기회도 많고, 또한 개폐기 조작시 전기적 기계적 고장 등으로 사고를 유발할 우려가 있다. 따라서 기기조작면의 접지망 도체간격을 조밀하게 설계한다.

3-7. 변전소 대지면

변전소의 대지면은 자갈 등을 깔아 대지표면의 저항을 높게하여 접촉전압을 안전허용치 이하로 낮춘다. 또한 변전소 부지의 배수를 용이하게 하도록 주변 및 부지내의 배수로설계에 유의한다.

51. 변전소 울타리를 단독으로 접지할 경우와 변전소 주접지망에 접속할 경우의 장단점에 대하여 논하시오.

1. 변전소 울타리의 접지방법

변전소의 모든 접지는 특수한 경우를 제외하고는 접지망에 직접 연결시켜 공동 접지함을 원칙으로 한다. 변전소 접지망 설계에 적용할 고장전류는 변압기 1차와 2차(배전측) 지락전류 중 큰 것을 기준으로 한다.

2. 공동접지와 단독접지

2-1. 공동접지

변전소의 울타리가 변전소 접지망에 5m이내에 근접해 있을 경우에는 변전소 접지망을 울타리 밖으로 0.5~1(m)까지 확장하고 약 15~18(m)간격으로 울타리를 접지망에 연결한다. 다만 지형 또는 주위조건에 따라서 울타리 외부로부터 접근 위험성이 없을 경우에 울타리를 접지망을 외부에 둘 수 있다.

2-2. 단독접지

변전소 울타리와 변전소 접지망 주변 도체와의 최단거리가 5(m) 이상이면 울타리의 접지는 별도로 독립시킨다. 지형 또는 주위에 조건에 따라서 울타리 밖이나 안으로 0.5~1(m) 거리에 접지봉을 묻고 접지봉간 및 울타리를 접지도체로 연결한다. 이때 접지봉은 변전소용과 같은 것으로서 접지봉의 간격은 15~18(m)로 하고, 접지봉간을 연결하는 접지도체는 변전소 접지망 도체의 전류용량의 2분의 1에 해당하는 것을 사용한다.

3. 장단점 비교

공동접지방식과 단독접지방식을 비교하는 것은 기본적으로 주접지망과 울타리 접지의 상호 간섭현상에 관한 문제점과 설계시공 및 유지보수의 편의성에 주안점이 있다. 공동접지하는 방법을 기준으로 단독으로 접지하는 방법과 비교하면 아래와 같다.

52. 접지망의 접지저항의 크기에 영향을 주는 요인을 써라.

1. 망상접지망의 접지저항 계산식

망상 전극의 접지저항은 다음 세가지 방법중 선택하여 계산할 수 있다.

① Laurent & Niemann 계산식

$$R1 = \frac{\rho}{4} \frac{\pi}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L}$$

A : 접지망 면적
L : 접지선전체 길이

② Severak 계산식

$$R2 = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{20/A}} \right) \right]$$

③ Schwarz 계산식

$$R3 = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \frac{2L}{h^1} + K1 \frac{L}{\sqrt{A}} - K2 \right)$$

h : 매설깊이 h¹ : r-GRID 매설 깊이가 h일때 → √2rh

r : 전선 반경 |

k1, k2 : 상수 L-GRID 가대지 표면에 있을때 → r

※ ①식은 매설깊이가 0.25m이하일때 ②, ③식은 매설 깊이가 0.25m 이상 2.5m이하일때 주로 사용된다.

2. 접지저항의 크기에 영향을 주는 요소

접지저항의 크기에 가장 많은 영향을 주는 요소로서 대지저항율 (Soil Resistivity)과 접지극의 포설방법을 들수 있다. 대지저항율은 토양의 종류나 성질, 토양의 온도, 수분함량 등 자연환경인자에 대하여 많은 영향을 받는다.

2-1. 토양의 종류

토양의 종류별 고유저항을 살펴보면 진흙(泥土)은 80 ~ 200Ω-m, 점토 150 ~ 300Ω-m, 사토 250 ~ 500Ω-m, 사암, 암반은 10,000 ~ 100,000Ω-m 정도이다. 이는 토양의 고유 구조상 수분이

나 각종 유기물의 보유상태에 따라 접지저항치에 많은 차이를 나타낸다.

2-2. 수분의 함량

수분의 함량이 많으면 저항율은 급격히 감소한다. 특히 홍수기와 건조기 등 계절적인 영향을 많이 받게 되는데 접지망 주변의 토양구조나 침출수의 보유능력에 따라 저항율이 달라지게 된다. 사토의 경우 수분함유량을 2% → 28%로 증가시 저항율이 1/30로 감소한다.

2-3. 온 도

일반적으로 금속체는 온도가 상승하면 저항율이 증가하나 반도체, 전해액, 절연체는 온도가 올라가면 저항율이 감소한다. 따라서 접지전극이 시공된 대지는 전해질과 동일한 특성이 있으므로 대지온도가 증가하면 접지저항은 감소하는 특징을 갖는다. 온도에 따른 접지저항율의 변화는 동절기와 하절기 등 계절적 요인을 반영시 중요한 인자가 될 수 있다.

2-4. 접지망의 시공방법

① 포설면적 및 포설깊이

접지망을 포설한 경우 이론상 접지망의 전체면적이 넓을수록 접지저항이 감소되며 포설한 깊이가 깊을수록 접지저항이 감소한다. 그러나 포설면적과 포설깊이의 증가에 따른 접지저항의 감소는 어느 한계치를 가진다.

② 접지전극 표면적

접지저항은 접지극을 중심으로 한 대지와 정전용량에 반비례하는 관계를 가진다. 따라서 전극과 토지와 접촉면이 넓을수록(즉 접지극이 굵을수록) 접지저항이 저감된다.

③ 보조전극의 시공

접지망만으로 원하는 접지저항값이 나오지 않는 경우 접지망 이외에 별도의 접지전극을 연결하여 접지저항의 저감을 도모한다.

※ 1항 접지망의 접지저항 공식에서 접지저항에 영향을 주는 요인 즉 접지망 총길이, 면적 등의 관계를 별도로 언급 할 필요가 있다.

53. 전기설비를 접지할 때 인체의 감전 위험성을 저감시키기 위한 접지방식에 대하여 기술하시오.

접지저항을 저감하기 위한 방법은 일반적으로 물리적 저감법과 화학적 저감법으로 분류할 수 있는데 각각을 열거하면 다음과 같다..

1. 물리적 저감법

- 접지극의 매설깊이를 깊게 한다.
- 접지극의 개수를 증가하여 직·병렬연결한다.
- 토양과의 접촉면적이 넓도록 접지극의 크기를 크게 한다.
- 토양에 적합한 시공법을 선택한다.

2. 화학적 저감법

- 접지저항저감제나 유기물 등을 접지극에 투입한다.
- 수분함량,보수율,유기질함유량이 높은 토양을 혼합하여 토양의 질을 개선

54. 전기설비의 전기기계기구 외함 및 철대의 접지에 관하여 논하시오.

1. 기기접지의 목적

전기기기의 절연이 열화하거나 파괴되어 지락고장이나 누설전류가 발생시 기기외함에까지 전류가 흘러 충전되며 충전된 외함에 작업자가 접촉되면 감전사고가 발생할 위험이 있으므로 기기외함에 접지를 실시한다. 즉 기기외함이나 철대의 접지는 인체 감전보호용이 주된 목적이다.

2. 기기접지의 종류

전기기계, 기구의 외함 및 철대에 실시하는 접지의 종류는 전기기계 기구의 사용전압에 따라 다음과 같이 제1종, 제3종, 특별제3종 접지공사로 구분한다.¹³⁾

기기 접지의 구분

기계 · 기구의 사용전압	접지공사 종류	접지저항치
400V 미만의 저압용	제3종 접지공사	100Ω 이하
400V 이상의 저압용	특별 제3종 접지공사	10Ω 이하
고압 또는 특별 고압용	제1종 접지공사	10Ω 이하

3. 기기접지를 시행하는 이유

전기기기의 이상으로 지락고장이나 누설전류가 발생되는 경우 고장전류를 대지로 흐르게 하여 기기외함에 걸리는 전압이 위험전압 이상으로 상승하는 것을 억제한다.

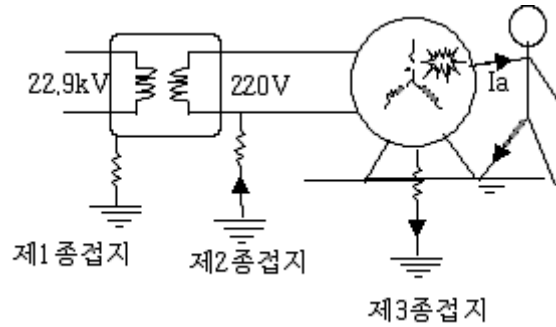
3-1. 고장시 충전전압 억제

저압기기의 누전에 의한 지락전류의 경로는 그림과 같이 기기의 금속제 외함을 통해 제3종 접지극과 제2종 접지극을 통해 변압기 권선으로 흐른다. 이때 지락전류의 크기는 다음과 같다.

$$I=\frac{V}{R_2+R_3} \text{ [A]}$$

[V : 전원전압, R2 : 제2종 접지 저항치, R3 : 제3종 접지 저항치]

<그림004-05> 보호접지의 개념도



이 때 금속제 외함에 충전되는 전압은 다음과 같이 제3종 접지저항치를 낮추는 경우 억제할 수 있다.

$$V_x = V \times \frac{R_3}{R_2 + R_3} [V]$$

3-2. 감전전류 억제

누전된 기기에 사람이 접촉하는 경우, 제3종 접지 저항치에 대응한 인체에 흐르는 전류는 제3종접지와 병렬회로를 구성함으로 제3종접지저항치를 낮추는 경우 인체의 통전전류를 억제할 수 있다.

$$I_a = \frac{V \cdot R_3}{R_a(R_2 + R_3)} [A]$$

[Ia : 인체에 흐르는 전류, Ra : 인체 저항치(접촉저항)]

3-3. 누전차단기 감지전류 검출용 귀로 구성

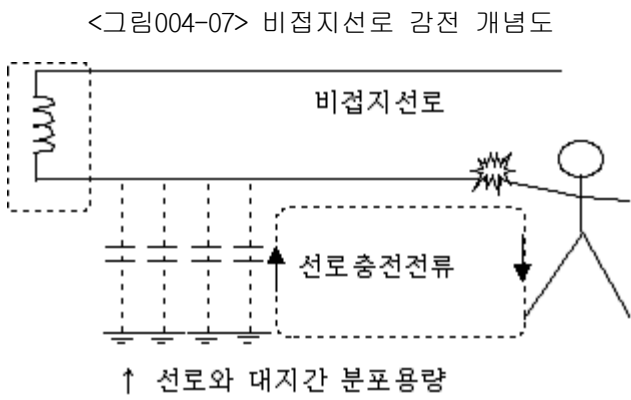
기기접지를 통하여 누설전류가 발생하는 경우 전원측의 계통접지(변압기의 경우 제2종접지)와 귀환회로를 구성하여 누전차단기를 동작시키는 역할을 한다.

55. 산업현장의 주방시설과 같이 습기가 많은 장소의 전기공급을 비접지방식을 택하고자 할 경우의 방법과 감전위험성이 저하되는 원리를 논하시오.

1. 비접지 공급방식이란

전기의 공급방식에는 접지방식, 비접지방식, 저항접지방식 등이 있으며 접지방식은 변압기 저압측의 중성점 또는 1단자에 제2종 접지를 실시한 것이며, 비접지방식은 제2종 접지공사를 하지 않고 전기를 공급하는 방식을 말한다.

2. 감전방지 원리



비접지방식의 전로에서는 충전부와 신체가 접촉하여도 변압기 2차 접지점을 통한 귀로가 형성되지 않으므로 감전사고가 일어나지 않는다는 원리다. 그러나 선로가 단거리의 경우에는 문제가 없지만 장거리인 경우 선로의 분포용량에 축적된 충전전류가 흐르게 되어 감전사고가 발생할수 있다.

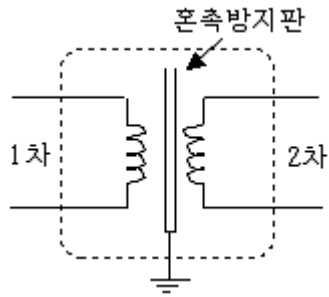
3. 비접지방식의 종류

비접지 방식의 종류에는 전원측의 구성방식에 따라 혼촉방지판부 비접지변압기방식과 절연 변압기방식으로 구분할 수 있다.

3-1. 혼촉방지판부 변압기 방식 ('97)

변압기 내부에서의 고저압 혼촉에 의한 위험을 방지하기 위해 제2종 접지를 실시한 혼촉방지판이 붙어 있는 변압기를 전원측에 사용한다.

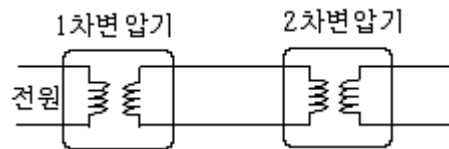
<그림> 혼촉방지판부 절연변압기



3-2. 절연 변압기 방식

저압전로의 도중에 비접지형 소형변압기(2차 전압이 300[V]이하, 정격용량 3[KVA]이하)를 사용하는 방식이다.

<그림> 2차 변압기사용 비접지 선로 구성예



※ 일반적으로 흔축방지판이 없이 1차권선과 2차권선을 별도로 권선한 복권변압기를 절연변압기로서 불리우고 있으나 전기안전분야에서는 2단계 비접지 변압기를 사용한 방식을 절연변압기방식으로 알려지고 있다.

56. 혼촉방지판부 변압기의 원리 및 이용에 관하여 약술하시오.

1. 변압기 접지의 목적

변압기 접지의 주목적은 변압기 내부에서 절연파괴에 의한 지락 또는 단락 고장이 발생하는 경우

- 인축의 감전방지
- 고·저압 혼촉에 의한 저압 전로의 전압 상승방지
- 대지 전압의 저감 및 보호장치의 확실한 동작에 의한 위험방지이다.

2. 변압기 접지공사의 종류

변압기 외함의 접지는 절연열화 등으로 발생하는 누전에 의한 인축의 감전사고를 방지할 목적으로 실시하며, 사용전압에 따라 제1종, 제3종, 특별3종 접지공사가 있다. 또한 제2종 접지공사는 계통접지라고 하며 변압기 저압측의 중성점이나 전로의 1단자를 접지한다.

2-1. 제2종 접지공사

제2종 접지공사는 계통접지라고도 말하며, 고압전로와 저압전로가 혼촉하는 경우에 저압측의 전압상승에 의한 사고를 방지하는 것을 목적으로 한다.

제2종 접지저항치는 원칙적으로 고저압 혼촉시 저압의 전위상승이 150[V]이상이 되지 않도록 규정하며, 일반적으로 다중접지계통에서는 변압기 특고압 및 저압측의 중성선과 공용접지한다.

2-2. 변압기 외함 접지

변압기 외함 접지는 절연열화 등으로 발생하는 고장에 의한 감전사고를 방지할 목적으로 시행하며, 사용전압에 따라 고압 및 특고압변압기는 제1종, 저압중 400볼트 미만은 제3종, 400볼트 이상은 특별 제3종 접지공사를 실시한다. 외함접지의 접지선 굵기는 고장전류에 대하여 안전한 것으로 제1종접지는 2.6mm이상 제3종접지는 1.6mm이상이어야 한다.

57. 유효접지에 대해 설명하시오.

< 문제해설 >

유효접지란 접지계수(Factor of Earthing)가 80%를 초과하지 않는 접지계통을 말한다. 접지계수란, 1선지락사고가 발생한 경우 고장점에서의 건전상 대지전압이 달할수 있는 최고의 실효치를 사고제거후 선간전압의 실효치로 나누어 %로 표시한 값을 접지계수라 한다. 접지계수가 75%를 초과 하지 않는 계통을 유효접지계라 하고 75%를 초과하는 계통을 비유효접지계라 한다.

※ 우리나라 전력계통의 접지계수는 765kV : 64%, 345kV : 67%, 154kV : 75%, 66kV : 80%로 되어있다.

이 조건은 1선 지락사고시 어느점이든지 영상임피던스 대 정상임피던스의 비가 $R_0/X_1 \leq 1$, $X_0/X_1 \leq 3$ 의 범이내에 유지되고 1선 지락시의 건전상의 전압상승이 계통전압(선간전압)의 75%를 초과하지 않는 접지계로서 사실상의 직접접지계를 의미한다.

58. 접지방법중 독립접지와 공용접지를 각각 비교 설명하시오.

1. 독립접지와 공용접지

1-1. 독립접지

독립접지란 접지가 필요한 기기나 장소에 단독의 접지선과 접지극을 설치하는 것이다. 가장 이상적인 독립접지는 한쪽 전극에 접지 전류가 아무리 많이 흘러도 다른 접지전극에 전위상승이나 전자기적 간섭을 일으키지 않아야 하나 2개의 전극이 무한대로 떨어지지 않으면 완전한 독립접지라 할 수 없으므로 현장에서는 실현 불가능하다고도 할 수 있다. 그러나 낙뢰 전류의 방류와 같이 접지점을 통하여 막대한 전류가 유입되는 경우 주변 기기에 미치는 영향이 최소화 되도록 하기 위하여 독립접지를 실시한다.

1-2. 공용접지

공용접지는 여러 가지의 기기를 1개소 혹은 수개소에 시공한 공통의 접지전극에 함께 접지하는 방법으로 접지선을 공동으로 사용하여 연접하거나 금속으로된 건축구조물에 접지선을 접속하는 방법 등이 있다. 최근의 도시환경은 시설면적의 제약으로 본 공용접지방식이 각종 설비나 건축구조물에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법이 되고 있다.

2. 공용접지의 장단점

2-1. 장 점

- 접지전극을 다수 설치하거나 접지선을 연계하므로 병렬접지효과로 인한 낮은 접지저항 값을 얻기가 용이하다.
- 접지전극이나 연결선 중의 하나가 불량이 되어도 타전극이나 접지선으로 보완할 수 있어서 접지의 신뢰도가 높다.
- 접지계통이 단순해지기 때문에 보수 및 점검이 용이하다
- 접지전극의 총 개수가 적어져 시공비가 경제적이다.
- 전원측 접지와 부하측 접지의 공용으로 지락보호 및 부하기기에 대한 접촉전압의 관점에서 SYSTEM 적으로 유리하다.
- 금속성 건축구조물 등 자연접지의 이용이 가능하다.

2-2. 공용접지의 문제점

- 공용으로 접지된 기기중 일부기기의 누전이나 지락이 발생하여도 전체기기에 접지전위가

상승하는 간섭이 발생할 수 있다.

- 이 경우 접지선의 길이, 접지점의 위치 등에 따라 접지선간의 전위차가 발생하여 건전기기의 기능상실, 불필요한 오동작이 발생할 수 있다.

※ 답안 작성후 시간이 남는 수험자는 독립접지와 공용접지의 간단한 그림을 보충하는 것도 득점에 유리할 것이다.

3. 향후전망

고도 정보화시대의 도래에 따라 Intelligent Building의 건설과 일반 사무용 빌딩의 컴퓨터 OA기기 확대보급 각종 통신기기, 보안시스템, 자동화 기기의 설치등이 일반화 되고 있는 추세이다. 이와 같이 각종 건축물의 복잡한 전자기적 환경은 접지의 기능이 매우 중요한 보안 시스템으로서 작용하게 될것이다. 그러나 도시환경은 기존 건축물이나 공사 준공후 접지의 추가공사는 매우 어려운 실정이며 개수도 거의 불가능 하다. 따라서 설계 당시 장래의 확장성을 고려한 접지계통에 대하여 충분히 검토, 적절한 접지공사를 시공해야 한다.

59. 병원 및 기타 의료시설에 설치되는 의료용 전기전자기기에서 환자의 감전예방을 위하여 시설하는 등전위 접지에 관하여 설명하시오.

1. 의료분야의 감전사고 특징

일반전기설비에서 감전으로 취급되는 누설전류는 수 10mA 이상의 수준인데 비하여 의료용 설비에서 감전보호 대상으로 취급되는 전류는 0.1mA이하의 대단히 작은 값이다. 이는 통상의 감전사고가 발생 시에는 위험이 경보되거나 제거될 수 있는 객관적 상황이 조성되지만 의료용 기기와 관련한 감전사고가 발생한 경우에는 환자의 마취상태, 체력의 약화, 부자유 등으로 인하여 제3자가 이러한 상황을 감지할 수 없는 경우 치명적인 경우가 있을 수 있기 때문이다.

또한 통상의 누전은 기기고장이나 절연물의 열화 등으로 일어나는 고장전류에 기인하는 경우가 많지만 의료관련 감전사고는 정상적인 기기로부터 발생하는 누설전류나 순환전류등 극미한 전류치까지 문제가 된다. 즉 절연이 양호해도 감전되는 경우가 발생한다는 것이다.

2. 등전위 접지의 적용범위

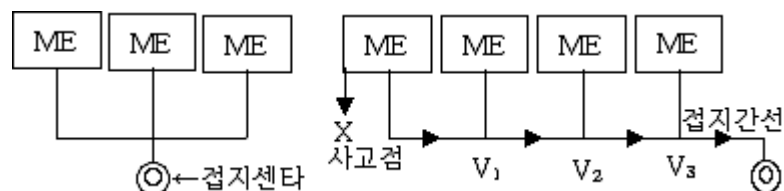
등전위 접지는 심장 등의 중요장기에 직접 혹은 가까운 부분에 ME기기를 사용하는 경우 감전(마이크로 쇼크)되는 것을 방지하기 위하여 실시한다. 의료용 기기의 외함은 물론 환자가 직접 혹은 간접적으로 접촉할 우려가 있는 범위의 모든 도전성 부분을 1점에서 접지하여 접촉부분의 전위를 동일하게 함으로써 감전을 방지한다. 주된 접지대상으로는 ME기기와 수술실바닥, 환자용 철재침대등 환자를 중심으로 수평 2.5m, 바닥위 2.3m내의 모든 철재기구를 대상으로 한다. 의료실내에 표면적 0.02㎡ 이하의 것 이외에는 모두 접지한다.

3. 등전위접지 시공

3-1. 접지센터의 이용

의료실에는 방마다 의료용 접지센터를 설치하여 의료용 컨센트 및 접지단자를 1점에 접속하는 1점접지방식을 원칙으로 한다. 즉 접지간선을 만들지 않는다. 다음그림은 접지간선을 설치한 경우와 비교한 것이다.

접지센터를 이용한 의료기기의 배치



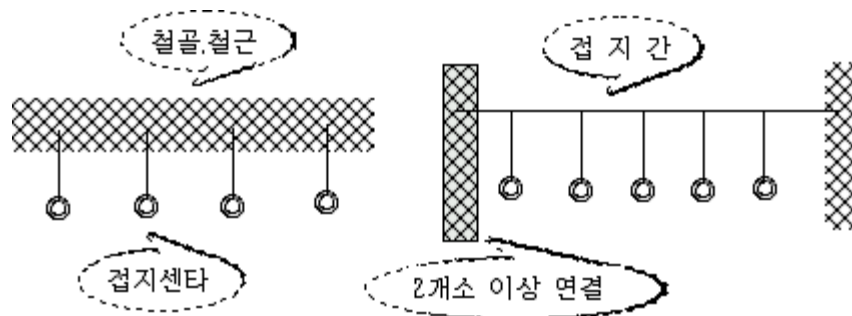
(지락사고시 접지점은
전위 유지)

(접지간선을 설치할 경우
접촉시 전위차 발생)

의료용 기기의 콘센트와 접지단자는 한쌍으로 시설하여 동시접속 및 차단이 가능토록 일체화 한다. (회로저항 0.1 Ω 이하)

3-2. 접지간선의 설치

건축물 철골조를 이용한 접지센타의 배치



건물이 철골조, 철근콘크리트조인 경우 철골 혹은 2개이상의 주철근을 접지간선으로 사용한다. 각 의료실의 의료용 접지센터로 부터의 접지간선은 철골, 철근에 단독으로 접속한다. 다만 단독접속이 곤란한 경우 간선의 2개소 이상을 접속한다. (회로저항 0.1 Ω 이하)

3-3. 접지극

빌딩의 경우 구조체 접지가 이상적이다. (구조체 접지조건이 허용될 경우는 어떤 건물에서도 좋다) 또한 접지극을 설치하여 인공접지에 의존할 경우 10 Ω 이하가 원칙(10 Ω 이하가 불가능 시 의료실을 등전위 접지배선으로 하므로써 100 Ω 도 가능)이며 접지센터는 보호접지 및 등전위 접지와 공용으로 한다.

3-4. 도전바닥의 접지

수술실등의 도전바닥은 등전위접지를 실시한다.

3-5. 다른 접지공사와 연접접지

같은 건물내에서 의료용 접지선과 2종접지선, 피뢰도선 등과는 연접접지하지 않는 것이 바람직하나 부득이 한 경우 접지극과 근접한 곳에서 접속한다.

3-6. X선실

X선장치와 다른 ME기기를 병용하는 제3종접지도 의료용 접지와 공용한다. 14mm² 이상의 IV 전선을 사용하여 접지센터의 간선에 접속하며 타실의 것과 공용하지 않고 전용 접지간선으로 하는 것이 바람직 하다.

60. 전기화재의 원인을 출화의 경과에 의한 분류중 중요한 3가지를 들어 설명하시오.

전기화재의 원인은 매우 여러가지 원인이 복합적으로 작용하여 출화가 된다고 볼수 있다. 예를 들면 과부하로 인한 열이 발생되고 이에 따라 절연물이 용해되어 선간 단락이 일어난 후 스파크에 의해서 점화가 된다고 볼수 있다. 따라서 각각의 원인을 개별발화의 원인으로 보기는 무리가 있으나 일반적으로 분류되고 있는 체제를 따라 기술하면 다음과 같다.

1. 과전류에 의한 발화

전선에 전류가 흐르면 주울(Joule)의 법칙에 의하여 $H=I^2Rt$ 로 주어지는 주울열이 발생하게 된다. 주울열은 정상상태에서는 화재의 원인이 되지 않으나, 일정 전류용량의 전선에 용량을 초과하는 부하를 걸거나 전기화로 일부에 단락등의 전기사고가 발생한 경우 과전류로 인한 발열이 발화원으로 진전될 수 있다. 일반적으로 각종 전선의 절연체가 가지는 허용온도를 초과하는 열로 인하여 절연 피복이 용융된후 심선간의 단락이 발생되어 아크와 단락전류로 인한 점화가 대부분이다.

실험에 의하면 일반적으로 화재발생의 가능성은 비닐절연 전선이 고무절연전선보다 매우 크게 보고되고 있다. 비닐 전선의 경우 정격의 2~3배 과전류에서 피복이 변질, 변형, 탈락되고 5~6배 정도에서 전선이 적열후 용융된다.

2. 단락에 의한 발화

배선용 전선이나 전기기기의 절연체가 전기적 또는 기계적 원인으로 파괴 또는 열화되면 전압선간의 단락현상이 일어나게 된다. 저압옥내배선에서 단락이 발생하는 경우 단락전류는 배선의 길이와 굵기에 따라 다르나 대체로 1,000[A] 이상으로 보고 있으며 단락하는 순간 폭음과 함께 단락점에서 스파크를 발생하고 단락점이 분리된다. 이때 발생된 대전류 아크와 고온 용융금속의 비산으로 인하여 주변 인화성 물질이나 전선자체의 절연물에 착화하게 된다.

3. 누전에 의한 발화

누전이란 전류가 통하는 도체 이외의 곳으로 전류가 흐르는 현상이라고 정의할 수 있다. 누전은 절연물의 장기적인 열화나 외상으로 인한 절연물의 성능저하로 발생할수 있으며 누전통로를 통하여 가연물이 존재하는 경우 발화될수 있다. 일반적으로 저압전로의 경우 최대 공급전류의 1/2,000까지 누설전류를 허용하고 있다.

4. 접속부의 과열에 의한 발화

전선과 전선, 전선과 단자등 도체의 접속에 있어서 접속이 불완전한 상태이거나 과전류가 흐르면 접촉저항에 의해서 접촉부가 발열하게 된다. 이 발열은 국부적이거나 접촉면이 산화되거나 불완전하면 접촉저항은 더욱 증가하게 되어 발열량이 증가하게 되고 주위의 절연물을 발화시킨다.

5. 열적경과에 의한 화재

전등, 전열기 등을 가연물 주위에서 사용하거나 열의 발산이 잘 안되는 상태에서 사용하면 열축적에 의해 가연물을 발화시킨다. 60[W]이상의 전구를 신문지에 싸서 10시간 정도 지나면 발화하게 된다는 보고가 있다.

6. 전기 스파크에 의한 발화

전기회로를 개폐기로 개폐하는 경우나 퓨즈가 용단될 때 강한 스파크가 발생하게 되는데 부하전류를 차단할 때나 직류인 경우에 더욱 심하다. 이때 주위에 가연성 물질 또는 인화성 가스가 있을 경우 착화될 우려가 있다. 예를들어 설비의 운전중 카바나이프 스위치를 조작시 발생한 스파크가 부근에 부착된 가연성 분진에 착화하는 경우와 휘발유등 가연성 증기나 가스가 있는 장소에서 스파크로 인한 화재 또는 폭발사고가 발생할 수 있다.

7. 절연열화 또는 탄화에 의한 발화

전기배선 또는 기구의 절연체는 대부분이 고분자화합물로 제작되고 있다. 일반적으로 유기질 절연체는 장시일이 경과하면 열화되어 누설전류가 발생하게 된다. 누설전류가 장기간 발생되면 누설지점이 탄화되어 착화될수도 있고 또 고전압이 가해진 절연체의 경우 절연파괴로 주변 인화성물질에 착화된다.

8. 정전기 스파크에 의한 발화

마찰이나 유도 등으로 발생된 정전기가 축적되어 방전되는 경우 폭발성 분위기나 가연성 가스에 의한 환경에서 화재가 발생할수 있다. 가연성 가스 및 증기로 인하여 화재가 발생하려면 다음의 조건이 만족되어야 한다.

- ① 가연성 가스 및 증기가 폭발한계 내에 있을 것
- ② 정전스파크의 에너지가 가연성 가스 및 증기의 최소착화에너지 이상일 것
- ③ 방전하기에 충분한 전위가 나타나 있을 것 등이다.

9. 낙뢰에 의한 발화

낙뢰는 구름에 발생된 정전기가 대량축적되어 구름과 대지간에 방전현상을 일으키는 것을 말한다. 낙뢰가 유입되면 전기설비에 막대한 전류가 유입되고 고전압이 발생하게 되어 기기의 파손은 물론 낙뢰지점의 물체에 따라 대규모 화재가 발생되기도 한다.

61. 전기화재의 발생원인을 중요도 순으로 기술하시오.

1. 개 요

전기화재통계를 살펴보면 발화원별로는 전기배선에서 가장 높은 화재비율을 보이고 있으며 '99화재통계를 기준으로 발생원인은 합선(단락)>누전>과전류의 순으로 나타나고 있다. 따라서 전기화재 발생원인의 중요도 순위로 가장 많이 발생된 순을 참고하여 기술하고자 한다.

※ 우선 중요도에 관한 사항을 전기화재 통계에서 추출하였음을 선언하는 과정이다.(매우 중요하다.)

지난 5년('95~'99년)간의 전기화재 피해원인 분석한 결과 원인별 순위는 ①합선, ②누전, ③과부하, ④접촉불량으로 나타나고 있다.

2. 원인별 화재특성 (발생빈도 우선순)

2-1. 단락(합선)

작업장내 종량물의 이동이나 작업차량 등의 운전미숙으로 인하여 전기배선에 직접 기계적 외력이 가해져 도체가 단락되면 전선에는 막대한 단락전류가 흐르게되고 절연피복에서 직접 발화하게 된다.

주거지에서의 단락원인으로는 쥐,개 등의 동물에 의한 피복손상이나 과부하에 의한 절연체의 용융 탄락으로 2차적인 단락이 발생하는 경우가 많다. 예방책으로는 적절한 과전류 차단기를 설치하거나 배선의 작업장내 적절한 배치 등을 들수 있다.

※ 외력에 의한 기계적 손상으로 단락되는 경우 대부분 발생장소와 시간이 명확하게 나타나게 되어 즉시조치가 가능하므로 화재의 피해를 어느정도 감소시킬수 있으나 과부하 또는 동물로 인한 단락, 발화의 경우 발화시점과 발화장소가 불명확하여 피해가 확대될 수 있다.

2-2. 누 전

전선 또는 전기기기의 절연체 손상(화학적 전기적 열화나 기계적손상등)으로 전류가 누설되는 경우, 누전전류가 특정한 부분으로 장기간흐르게 되면 누전경로를 따라 특정부분에 탄화가 촉진되고 최종적으로 발화를 일으킬수 있다. 또한 절연불량으로 절연체를 통하여 누전이 발생하게 되면 절연체의 열화가 촉진되고 축차적으로 누전전류가 증가하게 되어 발화에 이르는 경우도 있다. 주회로에 누전차단기를 설치하고 정기적인 점검이 요망된다.

2-3. 과전류

전선에 전류가 흐르면 줄열이 발생하게 된다. 따라서 허용전류 이상의 과전류가 흐르게 되면 절연체의 최고허용온도를 초과하게 되어 절연피복이 급속도로 열화하게 되고 심한 경우 피복의 용융탄락에 의한 누전 또는 심선의 단락으로 화재가 발생하게 된다. 적절한 부하의 배치와 과전류차단기의 설치로 과전류 화재를 예방할 수 있다.

2-4. 접촉불량에 의한 화재

전선과 전선 또는 전선과 기기단자 등의 접촉상태가 불완전하게 되면 접촉저항이 증가되므로 접촉부의 발열과 접촉면의 산화는 물론 주변 절연체의 열적 열화를 촉진하게 되고 부하상태에 따라 접촉면의 발열이 증가되어 발화원이 될 수 있다. 예방을 위하여 정기적인 점검,정비가 요구된다.

2-5. 스파크에 의한 화재

전기회로를 스위치로 개폐하는 경우나 전기용접기를 사용하는 경우, 접촉부에는 스파크가 발생하게 된다. 특히 전동기등이 연결된 유도성회로를 차단할 때 매우 심한 방전현상이 발생하게 되는데 이러한 스파크는 주위에 가연성가스나, 분진등 위험분위기에서 손쉬운 점화원이 되어 큰 화재를 발생할 수 있다. 전기스위치의 경우 스파크가 외부로 노출되지 않는 밀폐된 스위치를 사용하고 용접기 등의 사용은 사용장소를 제한 한다.

※ 각각의 원인에 대한 설명이 부족한 경우 예방대책 측면에서 답안의 양을 보충하는 것도 모양이 좋을 것 같다.

3. 향후전망

전기화재는 우리나라 전체화재의 약 33%를 점유하고 있는 중대 재해요소 중의 하나이다. 특히 발생장소별로 대부분을 차지하고 있는 각종 주거지역이나 작업장의 화재는 막대한 재산상의 피해는 물론 사회환경적 측면의 국민불안 요소로서 다루어야 할 중대한 문제로 고려되어야 할 것이다.

62. 저압전로의 절연사항을 기술하시오.

절연전선의 절연피복이 전기적 및 기계적으로 열화, 손상되면 단락사고나 접지사고의 원인이 되어 기기의 소손이나 감전재해의 우려가 있다.

따라서 전선 상호간 및 전선과 대지간의 절연 저항을 측정하여 아래의 표에 표시한 값 이상의 절연을 항상 유지 시켜야 한다.

또한 전선 상호간의 절연저항은 전기기기내의 전선을 포함하지 않고 전기기기를 떼어낸 상태에서 옥내 배선이나 이동전선만의 선간절연저항을 측정한다. 절연저항치는 절연성능의 양부를 판정하는 첫째 기준으로 판단된다.

옥내전로의 절연저항치

전로의 사용 전압의 구분		절연저항치
400V 미만	대지전압(접지식 전로는 전선과 대지간의 전압, 비접지식 전로는 전선간의 전압)이 150V이하인 경우	0.1MΩ
	대지전압이 150V를 넘고 300V이하인 경우 (전압측 전선과 중성선 또는 대지간의 절연저항)	0.2MΩ
	사용전압이 300V를 넘고 400V미만인 경우	0.3 MΩ
400V 이상		0.4MΩ

63. 꽃음접속기를 설치 또는 사용할 때의 준수사항을 설명하시오.

[산업안전기준에 관한 규칙] 제341조 (꽃음접속기의 설치·사용시 주의사항)

사업주는 꽃음접속기를 설치 또는 사용하는 때에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 서로 다른 전압의 꽃음접속기는 상호 접속되지 아니한 구조의 것을 사용할 것
2. 습윤한 장소에 사용되는 꽃음접속기는 방수형등 당해 장소에 적합한 것을 사용할 것
3. 근로자가 당해 꽃음접속기를 접속시킬 경우 땀등에 의하여 젖은 손으로 취급하지 아니하도록 할 것
4. 당해 꽃음접속기에 잠금장치가 있는 때에는 접속후 잠그고 사용할 것

1. 개 요

꽃음 접속기는 가정이나 현장에서 전원과 전기기기를 간단히 접속하거나 분리시키는 것으로, 콘센트와 플러그로 구성되어 있으며 이동전선 서로를 접속하는 것으로는 케이블 콘넥터가 있다. 이들은 사용빈도가 높아 손상되기 쉽기 때문에 항상 주의를 하여 정상상태를 유지시켜야 한다.

2. 꽃음 접속기의 설치

2-1. 설치위치

콘센트를 옥측의 우선외 또는 옥외에 시설할 경우에는 지상 80[cm]이상의 높이에 시설하고 적절한 방수함 속에 넣거나 또는 접지용 단자가 있는 방수형 콘센트를 사용하여 접지한다.

2-2. 사용장소에 따른 적합성

꽃음 접속기는 사용장소의 환경에 적합한 것을 사용해야 한다. 습윤한 장소에 서는 방수형, 폭발성 분위기의 장소에서는 방폭형등 당해 장소에 적합한 것을 선택해야 한다.

2-3. 설치장소

옥실등 습기가 많은 장소에는 콘센트를 시설하지 말아야 한다. 부득이하게 습기가 많은 장소나 수분이 있는 장소에 시설하는 콘센트는 접지용단자가 있는 것을 사용하고 접지를 실시하도록 하여야 한다.

2-4. 설치방법

노출형 콘센트는 기둥과 같은 내구성이 있는 조영재에 견고하게 부착하고 콘센트를 조영재에 매립할 경우에는 매립형의 것을 견고한 금속제 또는 난연성 절연물로 된 박스속에 시설한다.

콘센트를 바닥에 시설하는 경우에는 방수구조의 플로어박스 또는 수구(outletbox)내에 설치하거나 또는 이들 박스의 표면 플레이트에 틀어서 부착할 수 있도록 된 콘센트를 사용한다.

3. 사용상 주의사항

3-1. 꽃음접속기의 구조

서로 다른 전압의 꽃음접속기는 상호 접속되지 아니한 구조의 것을 사용하여야 한다. 예를 들면 가정용의 경우 100볼트는 칼날형을 사용하고 220볼트형은 원통형 구조의 것을 사용하여 전압이 다른 경우 접속이 불가능한 구조이다.

3-2. 작업자의 취급안전

근로자가 당해 꽃음접속기를 접속시킬 경우 땀등에 의하여 젖은 손으로 취급하지 아니하도록 할 것

3-3. 용도가 다른 콘센트

동일구내에 전기방식, 분기회로의 종류가 다른 회로가 있을 때에 콘센트를 시설하는 경우에는 각 콘센트는 용도가 다른 플러그가 꽂아질 우려가 없는 구조의 것을 사용해야 한다.(색별표지 등의 조치된 것 제외)

3-4. 사용방법

꽃음형 플러그에는 충전부분의 노출을 피하기 위하여 전원측의 전선을 접속해서 사용해서는 아니되며 당해 꽃음접속기에 잠금장치가 있는 때에는 접속후 잠그고 사용하여야 한다.

4. 누전차단기 등 보호차단장치의 설치

콘센트의 위치가 옥외에 있거나 설치장소가 목욕탕, 수영장 이거나 습기가 많은 장소인 경우 전원측 선로 분전반에 감전보호용 누전차단기를 설치하여야 한다.

5. 점검 및 보수

꽃음형 플러그를 사용하는 전기기기에 대하여는 매번 사용시 마다 꽃음플러그의 이상 유무와 관련 배선의 건전성을 점검하여야 하며 불안전 시에는 사용을 금지시켜야 한다.

64. 저압옥내배선을 시설하는 금속관 공사에 대하여 논하라.

1. 사용전선 및 전선의 배열

1-1. 사용전선

사용전선은 절연전선을 사용하여야 하며 전선은 지름Cu-3.2mm(Al-4.0 mm) 를 초과하는 연선이어야 한다. 또한 금속관내에서는 전선의 접속점이 없어야 하며 사용전선의 허용전류는 전선관 내에서의 전류감소계수를 고려하여야 한다.

1-2. 전자적 평형의 유지

교류회로의 전선배열은 전기적으로 평형이 유지되도록 1회로의 전선 전부를 동일관내에 넣는 것을 원칙으로 한다. 다만 동극 왕복선을 동일관내에 넣거나 알루미늄 전선관인 경우에는 그러하지 아니하다.

2. 전선관의 선정

2-1. 전선관의 두께

금속관 및 각종부속의 규격은 고시하는 규격에 적합한 것을 사용하여야 하며 금속관의 두께는 콘크리트에 매설하는 것은 1.2mm이상, 그이외에 설치하는 것은 1mm 이상이어야 한다. 단, 이음매 없는 4m이하의 건조한 장소에 설치하는 것은 0.5mm까지 사용할 수 있으며 관의 내부 및 단구는 전선 피복에 손상이 생기지 아니하는 매끈한 구조의 것이어야 한다.

2-2. 전선관의 굵기

관의 굵기는 동일굵기의 전선인 경우 전선의 총단면적 합계가 전선관 內斷面積의 60% , 서로다른 굵기의 전선인 경우 전선의 총단면적 합계가 전선관 내단면적의 40% 이하가 되도록 선정한다.

3. 접지공사

저압옥내배선의 사용전압이 400볼트 이하인 금속관에는 제3종 접지공사를 실시하며 400볼트를 넘는 경우에는 특별 제3종 접지공사를 실시한다. 이 경우 사람이 접촉할 우려가 없는 장소에는 제3종 접지공사에 의 할 수 있다.

단, 사용전압 400볼트이하, 관의 길이가 4m이하로서 건조한 곳에 시설하는 경우와 직류 300볼트,교류 150볼트이하의 사용전압으로 관길이 8m 이하인 것을 건조한 장소나 사람이 접촉할 우려가 없도록 설치하는 경우 접지공사를 생략할 수 있다.

4. 시공시 유의사항

전선관과 관상호, 박스, 기타의 부속품과는 접속나사 또는 동등 이상의 효력이 있는 방법으로 견고하고 전기적으로 완전하게 접속하여야 한다. 또한 관의 단구는 전선의 피복이 손상되지 않도록 적당한 구조의 부싱을 사용하며 금속관 공사로 부터 애자사용공사로 옮기는 경우 적당한 구조의 절연부싱을 설치하여야 한다.

※ 단순히 내선규정과 전기설비 기술기준에 따라서 작성한 것임

65. 이동 전기기기에 사용하는 이동전선에 관하여 논하시오.

1. 이동전선이란 ?

이동전선은 옥내, 또는 옥외의 일정장소에 고정하지 않는 전기기기와 옥내배선과의 접속을 위하여 사용하는 전선으로서 조영물에 고정하지 않은 것을 말한다. 이동전선은 주로 이동형, 가변형의 전기기기에 사용되며 특히 건설현장이나 공장등의 작업장에서 많이 사용되고 있어 작업자의 안전에 대한 고려가 필수적이라 할수 있다.

2. 이동전선의 안전화 대책

2-1. 누전 및 인체감전 방지조치

근로자가 작업 또는 통행등으로 인하여 접촉하거나 접촉할 우려가 있는 이동전선에 대하여는 절연피복이 손상되거나 노화됨으로 인한 감전의 위험을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다. 일례로 이동용 전선의 인출 분전반에 적정한 누전차단기를 설치하고 각기기의 외함은 접지를 실시한다.

2-2. 이동용 전선의 설치제한

이동용 전선은 차량이나 기타 물체의 통과 등으로 인하여 손상될 우려가 있는 통로 바닥의 경우에는 설치하여서는 아니된다. 적절한 조치를 하는 경우에는 예외로할 수 있다.

2-3. 이동용 전선의 선정

단면적 0.75[mm²]이상의 코드 또는 캡타이어케이블 사용한다. 거칠게 사용하거나 대지전압이 150[V]넘는 것은 캡타이어케이블을 사용한다.

기기 외함 등을 접지하는 경우는 이동전선의 1선심을 접지선으로 사용한다. 단상인 경우 3심, 삼상은 4심 케이블을 사용하여 녹색의 심선을 접지극 전용선으로 사용한다.

2-4. 이동용 배선의 접속

이동전선의 접속시에는 전선과 동일한 절연을 갖도록 충분히 피복하거나 접지극을 갖춘 콘센트 및 꽂임 프러그를 사용하여야 한다.

3. 작업자에 대한 교육

이동용 전선은 수시 이동하며 사용됨으로 사용자에게 대한 안전교육이 매우 중요하다. 이동용 전선의 설치 및 취급방법에 관하여 정기적인 안전교육을 실시하고 안전취급방법에 대한 작업자의 숙지가 필요하다.

4. 작업장내 작업방법의 표준화 등

작업장내 이동용 전선을 사용하는 작업에 대하여 감전방지를 위한 적절한 작업방법의 표준화가 필요하다.

[산업안전기준에 관한 규칙] 제2장 배선 및 이동전선으로 인한 위험방지

제338조 (배선등의 절연피복등)

- ① 사업주는 근로자가 작업 또는 통행등으로 인하여 접촉하거나 접촉할 우려가 있는 배선으로 절연피복이 있는 것 또는 이동전선에 대하여는 절연피복이 손상되거나 노화됨으로 인한 감전의 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- ② 사업주는 전선을 서로 접속하는 때에는 당해 전선의 절연능이상으로 절연될 수 있는 것으로 충분히 피복하거나 적합한 접속기구를 사용하여야 한다.

3제339조 (습윤한 장소의 이동전선등)

사업주는 물등의 전도성이 높은 액체가 있는 습윤한 장소에서 근로자가 작업 또는 통행등으로 인하여 접촉할 우려가 있는 이동전선 및 이에 부속하는 접속기구는 당해 전도성이 높은 액체에 대하여 충분한 절연효과가 있는 것을 사용하여야 한다.

제340조 (통로바닥에서의 전선등 사용금지)

사업주는 통로바닥에 전선 또는 이동전선을 설치하여 사용하여서는 아니된다. 다만, 차량 기타 물체의 통과등으로 인하여 당해 전선의 절연피복이 손상될 우려가 없는 상태에서 설치하여 사용하는 때에는 그러하지 아니하다.

66. 케이블 수트리(Water Tree)에 대하여 기술하시오.

1. 케이블의 수트리 현상

Tree현상이란 고체절연물 속에서 발생하는 수지상의 방전흔적을 남기는 절연열화 현상이다. 넓은 의미에서 코로나 방전열화의 일종으로 볼수 있다.

케이블 절연체 내의 잔유수분이 가압 운전상태에서 이온화되고 이 이온에 전계가 가해져 진동하게 된다. 그 결과 절연체에 가하여 지는 물리적 힘으로 미소한 갭이 만들어 지고, 그 갭에 수분이 표면장력으로 계속 스며들게 되어 점차 성장,발전하게 된다.

2. 수트리의 발생원인

케이블 수트리는 절연체 내에 잔유수분이 존재하는 경우 발생하게 되는데 주된 원인으로는 케이블 절연체의 제작시 잔유수분이 남게되는 경우와 지중선로 운영중 외부에서 케이블 내부로 수분이 침투하는 경우가 있다.

2-1. 제작과정의 원인

CV케이블의 경우 폴리에틸렌 절연체를 가교하는 방법이 고온의 증기를 이용하는 습식가교방법을 사용하는 경우 절연체의 내부에 잔유수분이 남게된다. 최근에는 건식가교방법을 사용하므로써 이를 해결하고 있다.

2-2. 외부에서 수분의 침투

케이블의 단말처리가 잘못되어 케이블내부의 온도변화에 따른 호흡작용시 외기의 수분이 케이블 심선을 통하여 장기간 침적되는 경우가 많이 발생한다. 또한 케이블의 포설장소가 수분이 많은 경우 장기간 외부피복을 통하여 수분이 침적될 수 있다는 보고도 있다.

3. 특 징

수트리의 현상의 특징으로는 전기Tree가 발생하는 전계보다 낮은 전계에서도 발생하며 성장속도는 전기 Tree보다 상당히 늦으나 Water Tree가 발생한 이후 2차적으로 전기Tree로 진행되어 고장으로 진전되는 경우가 대부분이다.

4. 수트리현상에 대한 대책

4-1. 케이블 제작

최근에는 수트리의 예방대책으로 케이블 제작과정에서 건식가교방식의 제작이 일반화되고

있어 제작과정의 문제점은 거의 없다고 할수 있다.

최근 개발된 수밀형 CV케이블은 케이블 주절연체의 외부피복을 방수형으로 하고 심선에 있는 소선 간극에 실리콘 등의 충진제를 압입하여 제작되고 있기 때문에 수분의 침적우려가 있는 경우 케이블 포설장소의 환경에 알맞는 케이블 종류를 선정한다.

4-2. 케이블 시공

케이블 시공시 가장 중요한 사항은 케이블의 단말 처리를 철저하게 시공하여 수분이 침투하지 않도록 하고 케이블의 포설장소에 물이 발생하지 않는 장소를 선정하거나 관로내에 물이 침투하지 않도록 관로의 연결지점에 대한 시공을 철저히 하여야 한다.

4-3. 케이블 운영

케이블을 장기간 사용시 단말부분의 호흡작용에 의하여 수분이 침투하게 되고 이에따른 수트리가 진전되어 절연내력의 저하가 불가피하게 된다. 최근에는 기존 시공된 케이블의 심선 내에 고압의 열풍을 가하여 수분을 축출하고 유동성 실리콘 절연물질을 압입하는 케이블 큐어라는 상품이 등장하여 시범으로 사용중에 있다.

5. 향후전망

도시화 집중화에 대한 대응방안으로 가공선로보다 고신뢰성 지중선 설비의 급증이 필수 불가결하게 되었다. 그러나 케이블내에 발생하는 각종 트리현상은 장기간의 운전기간중 불가피한 고장의 주요원인으로 등장하고 있다.

따라서 트리현상의 발생정도를 사전에 예측하고 , 효율적으로 절연을 보강하여 고장을 예방하는 기술이 매우 중요하다고 할수 있다.

67. 지중케이블의 열화측정방법에 대해 논하시오.

1. 개 요

지중선로는 사고발생부터 사고점 복구후 송전까지 장시간이 소요되고 사고자체가 계통에 미치는 영향이 대단히 크다. 또한 케이블선로는 열화상태가 외적으로 전혀 나타나지 않고 서서히 진행되기 때문에 부분적인 결함이나 열화를 쉽게 예측할 수 없는 실정이다.

따라서 전력Cable의 열화검출기술은 계통의 운영면에서 매우 중요한 비중을 차지하고 있는 기술이라 할 수 있다. 검출기술에 대한 종류 및 특징을 분석하면 다음과 같다.

2. 결함 및 열화검출 기술

Cable의 결함 및 열화를 검출하는 방법으로 실용화된 기술로는 직류내전압시험법, 직류 누설전류측정법, $\tan \delta$ 측정법, 부분방전측정법, 절연저항법 등이 있으며 연구개발중인 기술로는 초음파에 의한 부분방전측정법, Radiography X선 촬영법, 열자극전류의 측정법등이 있다. 실용화된 기술을 중심으로 측정원리 및 특징을 살펴보면 다음과 같다.

2-1. 직류내전압시험

사용전압이상의 직류전압을 일정시간 동안 인가하는 방법으로 절연파괴가 일어나지 않는 경우 합격이다. 그러나 측정전압 자체의 인가에 따른 절연열화가 시작될수 있다는 결점이 있고 적정한 내전압 시험치를 연구할 필요가 있다.

2-2. 직류누설전류 측정법

직류고전압을 인가할 때에 흐르는 전류치와 시간특성을 관찰함과 동시에 전류의 Kick현상을 관찰하여 판정한다. 수Tree가 절연체를 관통하는 정도까지 진전되지 않으면 측정이 불가능하고 Cable중간에 접속부분이 있는 경우 판정이 곤란할수 있다. 판정의 정도를 높이기 위하여 측정결과를 장기간 축적할 필요가 있다.

2-3. $\tan \delta$ 측정법

상용주파나 초저주파전압을 가하여 Schering Bridge로 $\tan \delta$ 를 측정한다. 측정결과 Cable 전체 길이의 열화정도가 평균하여 나타나므로 국부적 열화는 측정되지 않는 결함이 있다.

2-4. 부분방전 측정법

고전압을 인가하여 절연체내의 공극, 외상등 결함부분에서 발생하는 부분방전의 크기와 빈도를 측정한다. 직류전압에 의한 방법과 준삼각파 또는 저주파를 이용한 방법이 있는데 후자의 경우에 직류를 사용하는 것보다 부분방전의 발생빈도가 높고 검출감도가 좋아진다.

2-5. 절연저항 측정법

1000 ~ 2000V Megger로 도체와 대지간의 절연저항을 측정한다. 약 2000MΩ 이하인 경우 주의 하여야 한다.

3. 향후전망

전력Cable의 열화를 예측하기 위하여는 지속적인 측정과 축적된 자료의 경년변화를 기술적으로 판단할 필요가 있다. 이는 XLPE Cable선로의 운영이 타 Cable의 운영기간보다 매우 짧아 정확한 경년열화의 측정자료가 확립되어 있지 않기 때문이다. 따라서 XLPE Cable이 점차 고전압·대용량화하는 경향과 더불어 보다 적극적인 열화진단기술의 연구개발이 따라야 한다고 생각된다.

※ 현재 운영되고 있는 열화측정은 선로를 정전시킨 상태에서 측정하는 기술이 대부분이다. 따라서 전력케이블이 활선인 상태에서 누설전류나 고조파현상 등을 측정하여 열화상태를 상시예측 감시할 수 있는 기술이 필요하다.

68. 트래킹 현상과 가네하라 현상을 비교 설명하시오.

1. 절연체의 열화

전선 및 배선기구에 사용되는 절연체는 대부분 고분자화합물로 되어 있어 오랜기간이 지나면 재료의 특성 변화와 함께 일반적으로 절연능력이 감소된다. 더욱이 절연체는 부하전류로 인한 고온화 및 외부의 열전도로 인하여 가열되면 탄화과정을 통하여 도전성을 띄우게 된다.

2. 절연체의 탄화현상과 화재

절연체의 탄화현상은 다음과 같이 세가지 형태로 분류하여 설명할 수 있다.

2-1. 과열 탄화

전기회로 접촉부의 불완전 접촉으로 인한 과열이 발생하는 경우 과열부분 주위의 절연체가 직접 탄화되는 현상이다. 이는 직접적인 전기화재로 발전되기 보다는 지락, 단락등의 전기 사고로 나타나게 되고 이를 점화원으로 한 주변 가연성 물질에 화재의 위험성이 있게된다.

2-2. 트래킹현상

절연체에 고전압의 전압이 인가되면 절연체 표면의 각종 오손물로 인하여 국부적인 전계 집중현상이 발생하게 되고 부분적인 연면방전이 일어나게 된다.

부분적인 방전현상이 지속되면 방전로를 따라 절연체 표면에 수지상의 방전흔이 남게되고 이를 트래킹현상이라 한다. 이러한 국부적 절연파괴가 지속되면 결국 전면적인 절연파괴로 진행된다.

2-3. 가네하라 현상

전선로에서 누전이 발생하는 경우 주변의 절연성 물질을 통하여 도전로가 형성하게 된다. 특히 옥내배선의 경우 목재등을 따라 도전로가 형성되면 도전로에 주열에 의한 탄화 경로가 형성하게 되고 도전성 탄화 경로는 더욱 누설전류의 증가를 촉진하게 된다. 이에 따라 도전성 탄화경로에서 발생된 열에 의하여 발화하게 되는 현상을 가네하라 현상이라 한다.

3. 트래킹현상과 가네하라 현상의 비교

탄화현상과 관계가 있는 것으로 트래킹 현상과 가네하라 현상이 있다. 양자는 절연체 표면에 탄화도전로가 생성되는 점은 비슷하나, 트래킹 현상은 전기재료의 절연능력의 열화의 일종으로 검토되어 왔으며 탄화 도전로의 생성이 최종적으로 단락이나 지락이라는 절연파괴를

초래하는 것으로 발화하는지 안하는지까지 언급되지 않으나, 가네하라 현상은 발화까지 포함한 의미가 있다.

※ 양자의 명확한 구별은 밝혀져 있지 않지만 화재원인 조사상 전기기계기구에 나타난 경우를 트래킹 현상, 전기기계기구 이외에 나타난 경우를 가네하라 현상으로 구별하는 경향이 있다. 또한 탄화현상은 트래킹 현상과 가네하라 현상을 포함한 것으로 정의하기도 한다.

탄화현상(Graphite 현상) 의 비교

트래킹 현상	가네하라 현상
전기제품 등에서 충전부분의 절연물 표면에 오손등으로 인하여 국부적인 전계집중이 발생하게 되고 이로 인하여 탄화전로가 생성되어 결국은 지락, 단락으로 발전, 발화하는 현상	누전회로에 발생하는 주열에 의하여 목재 등 주변 절연체에 탄화 도전로가 생성되고 도전로(導電路)가 지속되면 증식 확대되어 발화하는 현상

69. 전기화재 예방측면에서 600VPVC 비닐절연전선의 경우 동일전선관속에 3가닥에서 6가닥을 넣을 때 허용전류에 대한 안전전류를 구하는 전류감소계수에 대하여 약술하라.

1. 전선관의 굵기 선정

각 전선에서 발생한 열이 전선관 내의 온도를 상승시키므로 전선의 피복을 포함한 단면적의 합계가 전선관 단면적의 40%가 넘지 않도록 관의 굵기를 선정한다.

2. 허용전류 감소계수

전선관내 전선은 전선의 조수가 많아 질 수록 방출되는 열량도 증가하게 됨으로 허용전류가 낮아지게 된다. 허용전류 감소계수는 주위온도 30도 이하에서 애자사용배선에 의하여 설치된 전선에 사용되는 절연체의 최고허용온도시 허용전류를 기준으로 전선관에서 전류가 감소되는 율을 나타낸 것으로 다음과 같다.

: 동일관내 전선수 3가닥 이하 → 전류감소계수 0.7,

4가닥 → 0.63,

5~6가닥 → 0.56 이며

이때 전선의 허용전류는 전류감소계수를 곱한값으로 한다

70. 피뢰기가 갖추어야할 조건과 피뢰기 제한전압은 어떤 요소에 의해 결정되는지요.

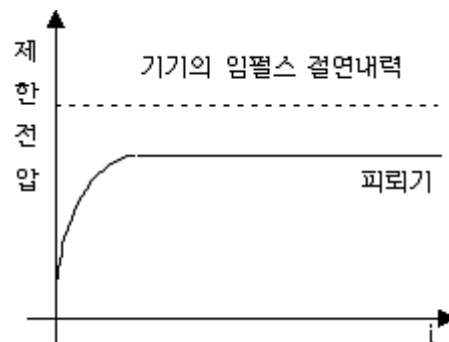
1. 설치목적

피뢰기 설치는 전기선로 내외부에서 발생하는 이상전압을 제한전압까지 낮추어 선로에 연결된 각종 기기의 손상을 보호하고 피뢰기의 제한전압을 기준으로 기기간의 합리적 절연협조를 통한 경제적 전기설비를 건설하는데 그 목적이 있다.

1-1. 이상전압으로 부터 피보호기기의 보호

피뢰기는 상용주파수의 상규전압에 대해서는 대지간에 절연을 유지하고 있지만(속류를 실질적으로 차단하고 있음) 낙뢰 등으로 이상전압이 내습하여 충격방전개시전압에 달하면 특성요소의 작용으로 방전을 개시하게 되고 서지전류를 대지에 흘려 줌으로써 단자전압을 제한전압까지 내린다.

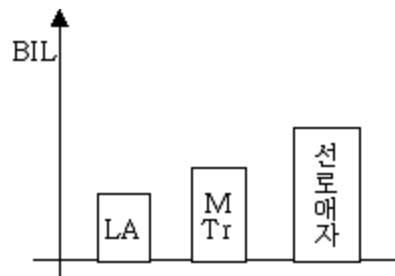
피뢰기의 전압-전류특성에서 본 보호역할



1-2. 전력설비의 합리적인 절연설계

피뢰기가 이상전압의 발생시 전력계통의 전압을 피뢰기의 제한전압까지 낮추어 줌으로써 전력계통의 각종 기기 및 선로에 대한 절연내력을 피뢰기의 제한전압을 기준으로 경제적인 설계가 가능하다. 피뢰기가 없는 경우 기기별 BIL의 협조가 곤란하여 매우 비경제적인 절연협조가 될수 있다.

기기 설비별 절연협조 예



2.. 피뢰기의 설치 장소

2-1. 기기보호

피뢰기의 설치장소와 피보호기기가 떨어져 있으면 침입서지의 반사작용에 의하여 피보호기기의 단자전압은 피뢰기 방전개시 전압 보다 높아지게 되어 보호효과가 떨어진다. 따라서 피뢰기의 설치위치는 가능한한 피보호기기 가까이, 전원측 및 부하측 양단에 설치한다. 발변전소에서 첫 보호대상은 주변압기를 대상으로 하며 배전선로의 경우 각종 개폐기 및 주상변압기를 대상으로 설치한다.

선로 전압별 피뢰기의 최대유효이격거리

선로전압[kV]	유효이격거리[m]
345	85
154	65
66	45
22.9	20

2-2. 발변전소 및 수전설비

발변전소나 수전설비 자체는 일반적으로 뇌격에 대하여 차폐된 것으로 가정하고 송전선로를 통하여 침입하는 이상전압을 방지하기 위하여 송배전선로 인입 및 인출부에 피뢰기를 설치한다.

3. 피뢰기의 구비조건 [99-5, 98-12]

- ① 충격방전 개시전압이 낮아야 한다.

이상전압 내습시 충격방전개시전압이 피보호 기기의 기준충격절연강도(BIL)보다 충분히 낮아야 한다.

② 제한전압이 낮을 것

뇌 충격전류를 대지로 방전시 피뢰기의 단자전압상승이 제한전압 이하로 충분하게 낮아져야 한다.

③ 속류차단이 확실할 것

정상시 발생할 수 있는 속류를 실질적으로 차단하고 동작책무가 확실할 것

④ 특성요소가 뇌전류방전에 필요한 내량을 가지고 있을 것. 즉 특성요소의 에너지 흡수 능력이 커야한다.

⑤ 현장에서 계속사용의 적부를 점검하기 용이할 것

71. 피뢰침 보수관리에 대해 약술하시오.

피뢰침은 연 1회이상 검사하며 적합여부를 확인하고 이상시 즉시 보수하여야 한다. 검사기록은 3년간 보존해야 한다.

1. 접지저항의 측정 및 보수

피뢰침의 접지저항은 10Ω이하 이어야 한다. 접지저항이 기준치를 초과하는 경우 접지봉이나 접지판을 추가부설하거나 접지저항 저감제를 사용하여 기준치에 적합 하도록 보수하여야 한다.

2. 지상 각 접속부의 검사

피뢰침 - 피뢰도선 - 접지선 등 지상의 각 접속부에 대하여 부식이나 탈락등 전기적 기계적 접속의 이상유무를 검사한다.

3. 피뢰침 및 피뢰도선의 단선 용융 등 손상여부를 검사 ,보수한다.

72. 일반피뢰침(돌침)과 최신형 피뢰침인 선행 스트리머 방출형 피뢰침 (Early Streamer Emission Air Terminal)에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 보호이론(5) 2) 동작원리(5) 3) 회로구성(5) 4) (10)

1. 개요

종래의 돌침형 피뢰기는 보호범위가 45~60도로서 알려지고 있으나 실제로는 범위에 관계없이 뇌격이 발생하는 경우도 많았다. 또한 낙뢰를 피뢰침으로 보호한 경우에도 접지선 및 접지극에 대전류의 유입과 대지전위 상승으로 인한 2차적인 피해가 발생하고 있다. 따라서 효과적인 피뢰대책을 위한 최신형의 피뢰침이 여러가지 개발되고 있다.

2. 돌침형 피뢰기

2-1. 보호이론

보호대상물의 상부에 대지와 접지된 돌침을 설치함으로써 보호각내의 범위에서 발생한 뇌격을 돌침으로 흡인하여 대지로 방전시켜 보호대상이 직격뢰를 맞지 않도록 한다는 이론이다. 일반적으로 보호각은 45-60도를 적용한다. 돌침의 높이가 높아질수록 보호각이 좁아진다.

2-2. 동작원리

뇌운에 전하가 충전되어 공간전위가 상승되면 공기의 절연저항이 파괴되어 뇌운과 대지간에 서서히 방전로가 형성되게 된다. 이때 뇌운과 가장 가까운 측에 돌침을 높게 설치함으로써 방전로가 최단거리로 형성되도록 하여 뇌격을 유도하는 것이다. 유도된 뇌격 에너지는 돌침을 통하여 유입하게 되고 접지선을 통하여 대지로 방출된다.

2-3. 구성

뇌격 유도용 돌침과 지지대, 접지선, 접지판 또는 접지봉으로 구성된다.

※ 시간이 되면 그림을 그려서 보강하자.

3. 선행 스트리머 방출형 피뢰침

3-1. 보호이론

형상은 일반 돌침과 유사하나 돌침에 별도의 장치를 설치하여 고전압 펄스를 발생시켜 돌침으로 부터 상공으로 이온방사를 실시함으로써 같은 높이의 돌침보다 넓은 범위의 보호반경을 갖는다. 보호범위는 전기기하학적 모델에 의거한 회전구체법이 적용된다.

3-2. 동작원리

선행스트리머 방출형 피뢰침은 뇌운이 근접하게 되면 지상에 유도되는 유도전하를 포집하여 고전압을 발생시키고 펄스발생기를 동작시켜 피뢰침 첨두에서 선행 스트리머방사(이온방사)를 일으킴으로서 넓은 범위의 뇌운을 흡인하게 된다.

3-3. 구성

돌침과 지지대, 접지선, 접지극 이외에 고전압 펄스발생장치로 구성는데 이 경우 접지극은 뇌전류방전시에는 접지극으로 작용하고 방전전에는 대지에 생성된 유도전하를 포집하는 전극으로 작용하게 된다.

4. 선행 스트리머 방출형 피뢰침의 장점

- 낮은 높이의 돌침으로 넓은 보호범위를 갖는다.(높이 돌침을 세운 효과)
- 일반돌침보다 검증된 보호범위를 갖는다.
- 적은 수량의 돌침으로 일반돌침보다 경제적이다.

73. 피뢰설비 설치장소에 대해 설명하시오.

<관계규정>산업안전기준에 관한 규칙 제357조 (피뢰침의 설치)

① 사업주는 화약류 또는 위험물을 저장하거나 취급하는 시설물에는 낙뢰에 의한 산업재해를 예방하기 위하여 피뢰침을 설치하여야 한다. 다만, 금속판을 전기적으로 접속하여 통전 시켜도 불꽃이 발생되지 아니하도록 되어 있는 밀폐구조의 저장탑·저장조 등의 시설물이 두께 3.2밀리미터 이상의 금속판으로 되어 있고, 당해 시설물의 대지접지저항이 5 오옴이하인 경우에는 그러하지 아니하다.

② 제1항의 피뢰침을 설치하는 때에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 피뢰침의 보호각은 45도이하로 할 것
2. 피뢰침을 접지하기 위한 접지극과 대지간의 접지저항은 10오옴 이하로 할 것
3. 피뢰침과 접지극을 연결하는 피뢰도선은 단면적이 30제곱밀리미터이상인 동선을 사용하여 확실하게 접속할 것
4. 피뢰침은 가연성 가스 등이 누설될 우려가 있는 밸브·게이지 및 배기구 등의 시설물로부터 1.5미터이상 떨어진 장소에 설치할 것

③ 제1항 및 제2항의 규정은 금속망이나 가공지선 등을 설치하여 접지저항이 10오옴 이하로 한 때에는 이를 적용하지 아니한다.

상기 관계법률로 정한 기준을 그대로 적용하고 다음사항을 보완한다.

※ 위험물 저장설비에 설치하는 피뢰설비는 피뢰효과를 확실하게 하기 위하여 돌침형의 피뢰설비는 물론 저장탱크의 상부 연면을 따라 수평도체를 추가 설치하여 보강한다. (더 중요하다면 게이지방식의 설비까지 도입가능)

※ 위험물 저장소에 설치한 피뢰설비는 낙뢰의 내습시 접지선을 따라 대지로 흡수되는 과정에서 막대한 낙뢰 에너지로 인해 피해가 발생 할 수 있으므로 접지선의 배치 및 접지극의 설치장소를 유의해서 선정하여야 한다.

74. 낙뢰로 인한 화재나 전기설비의 손괴를 방지하기 위한 대책을 기술하시오.

1. 개 요

일반적으로 가공송전선에 발생하는 사고로는 뇌격, 산불, 염해, 풍수해 등 자연적인 재해의 발생에 따라 나타나는 사고가 대부분이다. 이들중 염해나 풍수해 등은 적절한 설계 및 유지보수를 통하여 미연에 방지가 가능한 사고라 할 수 있으나 뇌격으로 부터는 가공송전선을 완전하게 보호할 수는 없고 효과적인 내뢰설계를 통하여 어느 정도 피해를 줄일수 있다. 따라서 완전한 뇌격방지의 관점보다는 송전선로의 중요도에 따라 경제적, 합리적인 관점에서 결정된다.

2. 송전선로의 뇌격 현상 분석

송전선에 뇌격이 침입하는 경로별 현상을 분석하면 다음과 같다.

- ㉠ 제1경로: 첩탑에 뇌격을 받은 경우 뇌격전류의 파두부가 급준하기 때문에 송전선의 경간에 지선으로부터 도체에 거꾸로 Flash Over
- ㉡ 제2경로: 송전선로에 뇌격을 받아 전력선 상호간이나 첩탑의 지지점으로 도체로부터 Flash Over (최악의 경우라 할 수 있음)
- ㉢ 제3경로: 첩탑 또는 가공지선이 뇌격을 받아 첩탑의 전위가 상승하여 첩탑으로 부터 도체에 역Flash over
- ㉣ 제4경로: 송전선의 근방에 낙뢰가 있어 송전선 도체에 뇌과전압 유도

3. 내뢰대책의 기본원칙

가공송전선로를 뇌격에 의한 피해로부터 완벽하게 보호하는 것은 경제성을 고려한 관점에서 곤란한 문제이다. 따라서 내뢰대책의 기본원칙은

- ① 가공지선으로 송전선로에 낙뢰가 직접 침입하여 지락사고가 발생하는 것을 막는 것이다. (765kV의 경우 연간 0.1회 확률)
- ② 가공지선이 직격뢰를 전력선에 맞지 않도록 한 경우라도 뇌격전류가 급준한 파두를 가지고 있거나 파고치가 높은 경우 첩탑으로 부터 전력선에 Flash Over현상(역섬락)이 발생하지 않도록 하는 것이다.

4. 뇌격보호대책

4-1. 가공지선의 다중화

일반적으로 송전선의 가공지선은 1조 또는 2조를 설치하고 있으나 3조로 확대하여 차폐각을 (-)로 하여 2회선 뇌사고율을 60%이하로 할수 있다. 본 방식은 뇌의 차폐실패로 인한 사고를 감소시키는 목적도 있지만 전력선과의 결합율을 증가시켜 역섬락을 저감하는 효과도 있다.

4-2. 철탁 하부의 차폐선 설치

전력선 하부 혹은 중앙부에 지선을 설치함으로써 결합율을 증대시킴과 동시에 차폐실패를 방지하는 대책으로 2회선 사고가 20~40% 정도 저감하는 효과가 있는 것으로 알려지고 있다.

4-3. 선로용 피뢰기의 설치

본 방법은 송전선로상에 피뢰기를 설치하는 방법으로 실용화 되지 않은 기술이다. 내용으로는 산화아연(ZnO)소자의 우수한 특성과 소형화하기 쉬운 장점을 이용하여 송전선의 애자간에 적용하려는 것이다.

4-4. Arcing Horn의 설치

뇌격에 의하여 애자련이 아크로 파손되는 것을 방지하기 위한 일반적인 방법이다. 효과로는 뇌방전시 애자간의 연면방전을 방지하고 오손되어 있는 애자의 섬락경로를 ByPass하여주는 역할을 한다.

4-5. 철탁각 저항의 감소

철탁 혹은 가공지선에 뇌격이 가해지는 경우 철탁 각 부분의 전위가 상승하고 특히 가공지선과 전력선 사이의 전위차가 애자의 임계섬락전압을 초과 할 때 역섬락을 발생한다. 이때 충분하게 탐각의 저항이 낮은 경우 전력선과 가공지선상의 전위차가 낮아지게 되고 철탁하부의 부진행파가 본래의 뇌파를 감쇄시키는 효과가 더욱 커지게 된다.

5. 결 론

뇌격보호를 위한 방법을 예를 들었으나 합리적인 뇌격보호 대책을 세우기 위하여는 국내의 전체적인 뇌격상황(뇌격의 발생빈도, 뇌격전류의 크기와 파형 등)과 송전선로 설치지역의 지형적 여건 등을 계획단계에서 충분하게 검토하여 이에 대한 구체적인 내뢰설계 및 대책을 세워야 할 것이다. 현재는 일반적인 내뢰대책에 대하여는 잘 운영되고 있으나 송전선로 경과지 확보의 어려움 등으로 지리적, 지형적 여건등을 충분하게 고려할 수 없는 실정으로 종합적인 내뢰대책의 운영은 점차 어려워질 전망으로 볼수 있다.

75. 아킹혼과 아킹링을 설명하시오.

1. 아킹-혼

개폐기 붕싱이나 송전 애자련의 섬락 또는 공기 절연파괴시 발생하는 아크를 안전한 방전로로 유도하기 위한 도전성 금구류를 칭하는 것이다. 이상전압으로 섬락이 발생하는 경우 아크경로를 애자련보다 아킹혼간에 먼저 섬락이 발생되도록 하여 애자련이 섬락으로 손상되는 것을 보호한다.

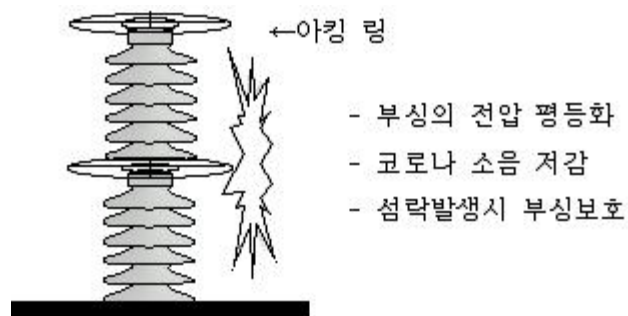
아킹혼 사용 예



2. 아킹링

애자련이나 대전압 차단기 부싱 등의 전압분포를 가능한 균등히 하기 위해 장치한 금속링으로 코로나 잡음이 발생하지 못하도록 억제하는 효과와 아킹 혼의 기능도 가지고 있다.

아킹링 사용 예



76. 방폭기본

1. 방폭지역의 분류

방폭지역이란 폭발성 가스, 증기, 분진 등에 의해 위험분위기가 조성될 우려가 있는 장소로서 폭발방지조치를 필요로 하는 지역을 말한다. 방폭지역은 폭발성 물질의 성상에 따라 가스방폭지역과 분진방폭지역으로 분류되며 위험분위기가 존재하는 시간과 빈도에 따라 다음과 같이 구분된다.

※ 위험분위기 조성의 조건으로는 ① 인화성 물질의 취급과정에서 가스, 증기가 누출되거나 ② 인화점이 40℃미만의 액체가 저장, 취급되고 있거나 누출되는 경우 ③ 인화점이 40℃ 이상인 가연성 액체를 인화점 이상에서 취급되고 있으며 누출되는 경우 등을 들 수 있다.

2. 가스방폭지역

인화성 물질, 증기 또는 가연성 가스가 존재할 우려가 있는 장소로서 0종, 1종, 2종 장소 외에 비방폭지역으로 분류하고 있다.

2-1. 0종 장소

0종 장소란 위험분위기가 지속적으로 또는 장기간 존재하는 장소를 말한다. 즉, 위험물 취급 용기의 내부나 인화성 가스, 증기배관의 내부 등이 해당된다.

단, 용기의 내부에 질소, 이산화탄소 등과 같은 불활성 가스를 주입하여 내부에 위험분위기가 발생되지 않음이 보장되는 경우에는 용기내부를 2종 장소로 구분할 수 있다.

2-2. 1종 장소

1종 장소란 정상상태에서 위험분위기가 존재하기 쉬운 장소로서 다음과 같은 장소를 말한다.

- 0종 장소 근접주변과 원료투입 또는 제품 인출작업이나 수리, 보수시에 개방하는 위험물 취급용기의 맨홀 또는 헛치 주변
- 생산공정이나 저장시설 및 기타 설비의 결함으로 가연성 액체나 가스가 방출될 가능성이 있는 지역
- 가연성 가스 또는 액체를 취급하는 배관 설비에서 밸브, 플렌지, 계기류 등이 불안정한 상태로 유지되고 환기가 부적절한 경우
- 가연성 가스 또는 액체가 누출될 경우 체류될 수 있는 핏트, 트렌티 등 지표면 보다 낮은 장소 등

2-3. 2종 장소

2종 장소란 이상상태하에서 위험분위기가 단시간 동안 존재할 수 있는 장소로서 다음의 장소를 말한다.

- 0종 또는 1종 장소의 주변 영역
- 위험물 용기나 장치의 연결부 주변 영역
- 펌프 봉인후(Sealing) 주변영역
- 기계적 환기장치나 강제 통풍장치를 이용하여 건물내부에 폭발성 가스가 집적 되지 않도록 한 경우 환기장치의 고장시 폭발분위기가 조성될 가능성이 있는 건물내부 공간

2-4. 비방폭지역

위에서 언급한 방폭지역으로 구분되지 않는 장소를 말하며 다음의 장소는 비방폭지역으로 구분될 수 있다.

- 환기가 충분한 장소에 설치되고 개구부가 없는 상태에서 인화성 또는 가연성 액체가 간헐적으로 사용되는 배관이 적절한 유지·관리가 될 경우의 배관 주위
- 환기가 불충분한 장소에 설치된 배관으로 밸브, 피팅, 플렌지 등 이상 발생시 누설될 수 있는 부속품이 전혀 없고 모두 용접으로 접속된 배관 주위
- 가연성 물질이 완전 밀봉된 수납 용기속에 저장되고 있을 경우에 용기 주위
- 안전규칙 제335조의 양압설비 및 동조 각 항에서 요구되는 설비를 모두 설치하여 실내를 양압으로 유지하는 경우

주요국가의 방폭지역 분류

위험 분위기 발생빈도	지속적인 위험 분위기	통상상태하에서의 간헐적 위험분위기	이상상태하에서의 위험분위기
한국/일본	0종 장소	1종장소	2종장소
미국	Division 1		Division 2
IEC등 유럽	Zone 0	Zone 1	Zone 2

3. 분진방폭지역

분진방폭지역은 인화성 물질의 분진운이 발생되거나 분진이 기기 또는 바닥면에 퇴적되는 지역은 위험분위기의 생성 가능성에 따라 다음의 장소로 구분한다.

3-1. 21종 장소

정상 운전상태에서 인화성 분진이 부유하거나 퇴적되어 위험분위기가 생성되는 장소를 말한다. 또한 분진취급 설비의 고장으로 위험분위기가 조성됨과 동시에 전기설비의 고장 등으로 인해 점화의 우려성이 있는 장소 및 도전성 분진이 위험할 정도로 존재하는 장소 등을 21종 장소라 한다.

3-2. 22종 장소

정상 운전상태에서는 공기중의 분진이 폭발이나 점화될 수 있을 정도로 존재하지 않으나, 설비고장이나 비정상적 동작으로 인해 위험 분위기가 간헐적으로 조성 될 수 있는 장소에서 분진이 퇴적되어 전기기기의 열방산을 방해하거나 고장 또는 비정상 운전에 의해 점화의 우려가 있는 장소를 22종 장소라 한다.

3-3. 분진 비방폭지역

분진의 발생량이 미미하거나 발생하지 않아 화재.폭발의 우려가 없는 장소를 말한다.

77. 위험 분위기 생성 장소에서 전기설비로 인한 화재 폭발을 방지 하기 위한 대책을 논하라.

1. 개 요

위험분위기의 생성장소에서 전기설비로 인한 화재폭발을 방지하기 위하여는 위험분위기와 점화원이 접촉하지 않도록 하는 것이다. 즉 이러한 조건이 성립되지 않게 하는 것이 방폭대책의 기본이다. 따라서 전기설비로 인한 화재나 폭발을 방지하기 위하여는 먼저 위험분위기의 생성방지를 첫 번째 목표로 하며 차선택으로 전기설비의 방폭화를 추진하는 것이 기본원칙이다.

2. 위험분위기의 억제

2-1. 폭발성 가스와 전기설비의 격리

최초 계획 및 설계당시, 본질적으로 폭발성가스를 사용하지 않거나 사용을 억제하도록 하는 것이 가장 바람직하나 부득이 하게 전기설비를 설치하는 경우에는 위험분위기를 만들 수 있는 가스나 증기의 기계기구·배관 등과 격리하여 별도의 구획을 정하여 전기설비를 설치한다.

2-2. 폭발성가스의 체류방지

폭발성가스가 누출되어 위험분위기가 조성되기 쉬운 장소에 설치하는 전기기계·기구 및 장치는 옥외에 설치하던가 외벽이 개방된 구조물에 설치한다. 그러나 부득이 하게 밀폐된 장소에 설치하게 되는 경우에는 강제환기를 시켜서 폭발성 가스가 체류되지 않도록 한다.

3. 전기설비의 방폭화

위험분위기의 생성을 최소화 하기 곤란한 경우에는 전기설비 자체를 방폭형으로 고려한다.

3-1. 점화원과 폭발성가스의 격리

전기설비에서 발생할 수 있는 점화원을 폭발성가스와 물리적 또는 화학적 방법으로 격리하여 직접적으로 접촉하지 않는 구조로 제작한다. 이는 전기기기가 이상시에는 물론 정상시에도 점화원이 될 수 있는 경우에 적용하는 방법으로서 내압방폭구조, 유입방폭구조, 압력방폭구조 등이 있다.

3-2. 기기의 안전도 증강

전기기기의 구조와 온도증가에 대하여 안전도를 증가시킴으로서 고장이 발생하기 어렵도록 하는 방법이다. 이는 전기기기가 정상시에는 점화원이 되지 않으나 이상시에 불꽃이나 온도 상승에 의하여 점화원이 될 수있는 경우에 적용하는 방법으로서 안전증 방폭구조가 있다. 대표적인 방법으로는 절연계급의 향상, 이중절연구조, 무기물절연 케이블 배선 등을 들수 있다.

3-3. 점화능력의 본질적인 억제

전기설비에서 정상시 및 이상시에 발생하는 전기불꽃이 폭발성 가스와 접촉하여도 폭발을 일으키기 위한 최소의 에너지가 되지 않도록 최소의 전기에너지를 사용하도록 하는 방법이다. 이와 같은 대표적인 구조가 본질안전 방폭구조로서 고압의 주회로를 동작시키기 위한 본질안전 소세력회로 등을 들수 있다.

4. 결 언

전기설비로 인한 화재 및 폭발방지의 근원적 대책으로는 설계 및 계획단계에서 위험분위기를 조성할 수 있는 가스나 증기를 사용하지 않도록 하거나 최소화하도록 하는 것이 가장 바람직 하다. 방폭전기설비는 일반 전기설비와 비교하여 매우 고가의 장비로서 1차적인 대책으로는 부적절한 면이 있기 때문이다. 따라서 전기설비 설치장소의 별도 구획이라거나 옥외설치 등을 충분히 검토후 방폭설비의 적용을 최소화 하는 방향으로 계획을 수립하는 것이 바람직하다.

78. 가스 및 증기에 대한 방폭구조 및 그 내용을 논하라.

3. 방폭구조별 내용

3-1. 내압 방폭구조(Flameproof type.d)

내압 방폭구조란 용기의 내부에 폭발성가스의 폭발이 일어날 경우에 용기가 폭발압력에 견디고 또한 외부의 폭발성분위기에 불꽃의 전파를 방지하도록 한 방폭구조를 말한다. 기기의 케이스는 전폐구조로 하고, 이 용기내에 외부의 폭발성 가스가 침입하여 내부에서 폭발하더라도 용기는 그 압력에 견디어야 하고, 또 폭발한 고열가스가 용기의 틈으로부터 누설되어도 틈의 냉각효과로 외부의 폭발성 가스에 착화될 우려가 없도록 만들어진 것이다.

3-2. 안전증 방폭구조(Increased Safety type.e)

안전증 방폭구조란 정상인 사용상태에서 전기불꽃이나 고온부를 발생하지 않도록 전기적, 기계적 및 온도적으로 안전도를 높인 방폭구조를 말한다.

즉, 정상적으로 운전되고 있을 때 내부에서 불꽃이 발생하지 않도록 절연 성능을 강화하고, 또 고온으로 인해 외부 가스에 착화되지 않도록 표면온도 상승을 더 낮게 설계한 구조로서, 단자 및 접속함.농형.유도전동기.조명기구 등에 많이 이용된다.

3-3. 압력방폭구조(Pressurized type.f)

점화원이 될 우려가 있는 부분을 별도의 용기안에 넣고 보호기체(신선한 공기 또는 불활성 기체)를 용기안에 압입함으로써 폭발성 가스가 침입하는 것을 방지하도록 되어 있는 구조이다. 종류에는 통풍식.봉입식.밀봉식의 3가지가 있으며 통풍식과 봉입식의 경우는 그 내압 방폭성을 확보하기 위하여 기기의 시동 및 운전중에 용기내의 모든 점의 압력을 주위의 대기압보다 수주5[mm]이상 높게 유지하여야 한다. 밀봉식의 경우는 용기내부의 압력을 확실하게 지시하는 장치를 시설하도록 되어 있다. 불꽃이나 아크를 발생하는 기기는 압력 방폭형이 보다 확실하고 경제적이다.

3-4. 본질안전방폭구조(Intrinsic safety type.i)

본질안전방폭구조란, 정상상태 및 판정된 이상상태에서 전기회로에 발생하는 전기불꽃이 규정된 시험조건에서 소정의 시험가스에 점화하지 않고, 또한 고온에 의해 폭발성분위기에 점화할 염려가 없게한 방폭구조로 열전대와 같이 지락.단락 또는 단선시 일어나는 불꽃이나 아크.과열에 의해 생기는 열에너지 등이 대단히 적고, 폭발성 가스에도 착화되지 않는 구조이다.

3-5. 유입 방폭구조(Oil immersed type.o)

유입 방폭구조란, 용기내에서의 전기불꽃을 발생하는 부분을 유중에 내장하여 유면상 및 용기의 외부에 존재하는 폭발성 분위기에 점화할 염려가 없게한 방폭구조로 불꽃이나 아크 등

이 발생하는 부분을 기름속에 넣은 것으로서 탄광에서 방폭기기로 사용되기 시작한 구조이다. 이 방폭구조에서 주의해야 할 점은 기름이 필요한 양 만큼 들어 있어야 하고 과전류가 흐르지 않는 것이 확실하게 보증되어야 한다.

3-6. 특수 방폭구조

앞에서 기술한 방폭구조외의 것으로서, 점화원을 차단하거나 점화에너지로 제한하는 비점화성방폭구조(Non-sparking type.n), 점화원의 구성부분을 몰딩한 몰드형 방폭구조(Moulding type.m) 또는 점화가능한 부분의 주위를 파우더 등으로 충전하여 점화에너지를 감소시키는 충전형 방폭구조(Powder Filling type.q) 등이 있다

79. 방폭지역내에 설치하는 변전실, 조정실 등의 양압유지를 위한 기술상의 지침을 논하라.

※ 본 답안은 노동부 고시 제93-20호를 기준으로 작성된 것임

1. 개 요

양압설비는 방폭지역에 위치하고 건물내 설치하는 변전실 등에서 외부의 폭발성 또는 인화성 가스가 변전실내로 유입되는 것을 방지하기 위하여 실내의 공기압력을 외부(대기압)의 공기압력보다 일정값 이상 지속적으로 높게 유지하는 것을 목적으로 한다.

※ 개요부분에 적절하게 작성할 내용이 생각나지 않는다면 위와 같이 문제의 중요포인트에 대한 정의를 논하는 것이 모양이 좋다.

2. 양압유지방법의 종류

2-1. 누설보상방식

누설보상방식은 변전실 등의 모든 개구부를 밀봉한 상태에서도 예측할 수 없는 누설을 감안하여 충분한 보호기체를 주입하여 양압을 유지하는 방법을 말한다. 본 방법은 변전실내에 상주 근무자가 없는 경우 적용이 가능할 것이다.

2-2 보호기체 순환방식

본 방식은 변전실 등의 내부의 보호기체를 연속적으로 순환시킴으로써 변전실내의 양압을 유지하는 방법이다.

3. 급기설비

양압을 유지하기 위하여는 변전실 내로 지속적인 외부공기의 급기가 필요하다.

3-1. 급기력

변전실 등의 모든 개구부를 닫은 상태에서 실내 모든부분의 압력이 25파스칼 이상이 되어야 하며 개방가능한 모든 개구부를 개방한 상태에서 개방면의 공기방출 속도가 초당 0.3미터 이상되어야 한다. 또한 내부에 공기를 소모하는 설비가 있는 경우 공기소모량을 고려하여 양압이 유지되도록 한다.

3-2. 급기덕트 및 접속부품

급기덕트 및 접속부품의 강도는 최대사용압력의 1.5배에 견딜수 있어야 하며 최소 200파스칼 이상의 내압력이 있어야 한다. 또한 급기덕트가 방폭지역을 통과하는 경우에는 급기덕트의 내부압력이 당해 방폭지역의 기압보다 높아야 한다.

4. 전기설비

4-1. 전기기계·기구

전등,전화기와 같이 양압 실패시에도 전원이 투입되어야 하는 모든 전기기계·기구는 양압실패시 기계·기구가 설치된 장소에 적합한 방폭구조의 것을 설치하여야 한다.

4-2. 양압실패시 보호장치

양압실패시 이를 알리는 적절한 경보장치를 설치하며 양압복귀가 규정시간 이내에 이루어지지 않거나 가연성 가스나 증기의 축적이 위험수준까지 상승한 경우에는 규정절차에 따라 전원을 차단할 수 있어야 한다.

4-3. 전선관 덕트 등의 인입부

변전실 등의 내부로 인입하는 케이블,전선관,덕트 등은 인화성액체 또는 가연성가스나 증기가 당해 설비를 통하여 실내로 유입되는 것을 방지하고 또한 실내의 양압이 유효하게 유지될 수 있도록 시일링 재나 건조한 모래 등을 사용하여 밀봉토록 하여야 한다.

5. 기 타

변전실 등의 내부에는 기압계 또는 유속계를 설치하여 상시 양압유지상태를 감시하여야 하며 실내의 최소양압 또는 보호기체의 최소유량 표시를 근로자가 용이하게 볼수 있는 위치에 부착토록 하고 일정수준 이하에서는 자동으로 감지,경보를 발 할 수 있도록 하여야 한다

80. 본질안전증 방폭구조 및 적용설비에 대하여 설명하시오.

1. 본질안전증 방폭구조란

본질안전증 방폭구조란 정상상태 및 가정된 이상상태에서 전기불꽃이 발생하여도 소정의 시험가스나 폭발성 분위기에서 본질적으로 점화되지 않도록 설계된 구조이다.

2. 기본 원리

다른 방폭구조는 전기회로나 기기에서 고온이나 불꽃이 발생되면 폭발성 분위기에 점화될 능력이 있다는 전제로 원리가 고안되었으나 본질안전증 방폭구조에서는 불꽃이 발생하여도 점화에너지 이하로 억제하여 폭발하지 않도록 고안된 사상에서 출발하게 된다. 따라서 기 회로의 전압, 전류를 점화에너지 이하로 되도록 제한하는 등 소프트웨어의 기술로 점화를 방지하는 것이 원리이다.

3. 일반 방폭구조와의 차이점

일반방폭구조는 기기자체의 기능, 특성과는 관련없이 위험장소와 격리 또는 밀폐하기 위하여 기밀한 용기와 충전가스, 고강도 용기를 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 본질안전증 방폭구조는 기기자체의 기능이나 특성등 S/W에 따라 본질 안전회로나 기기가 결정되기 때문에 일반기기의 구조와 다름이 없다. 따라서 본질안전증 방폭구조는 전기회로의 전압 및 전류가 비교적 작은 것에만 적용할 수 있는데 이들 한도는 수10V에서 수mA 정도 이하의 경우가 많다.

4. 적용설비

불꽃이나 열이 어떤 경우에도 전혀 점화원이 될 염려가 없는 전기기기는 폭발성 분위기가 있는 위험장소에서도 방폭상 고려하지 않고 일반적인 시방을 그대로 사용해도 안전하다. 따라서 국제적으로도 다음과 같은 한정된 전기기기나 부품에 한정하고 있다.

- 정격전압 1.2V이하
- 정격전류 0.1A이하
- 정격전력 25mW (또는 전기적 에너지 $20\mu\text{J}$ 이하)

대표적인 것으로는 무전지식 전화기, 휴대용 소출력 무전기, 소세력 열전대, 소세력 접점 등이 있다. 따라서 위험분위기에서 사용되는 각종 계측기, 통신장비 혹은 보안설비에 적용되고 있다.

81. 현장의 방폭지역에 내압방폭 금속관 배선공사를 하고자 한다. 배선재료 및 배선방법, 씰링(Sealing)의 시공법에 관하여 설명하시오.

내압방폭 금속관 배선은 전선관로가 내압방폭성능이 있는 용기를 구성하는 금속관 배선을 말한다. 일반적으로 금속관 내부의 배선은 일반 금속관 공사에 사용하는 전선의 시공법과 같다고 볼 수 있다.

1. 배선재료

1-1. 전선재료

전선은 절연전선으로서 절연체의 재질이 고무, 비닐, 폴피에틸렌 등을 사용한 것중 사용장소의 부식성 물질, 습도, 주위온도 등을 고려하여 적절한 것 사용한다.

2-2. 전선관 및 부품

전선관은 후강 전선관을 사용하고 전선관용 부속품은 내압방폭구조의 것 사용

2. 배선방법

2-1. 전선관의 접속

전선관과 전선관용 부속품 또는 전기기기와의 접속은 관용 평행나사에 의해 5산 이상을 결합시키고 그 위에 록너트를 사용하여 완전하게 결합한다. 가요성을 요하는 접속부분에는 내압방폭구조의 가요전선관 사용하고, 이것의 구부림 내 측반경은 가요전선관 외경의 5배 이상으로 하며 비틀림이 없어야 한다

2-2. 전선관의 실링

전선관로에는 씰링피팅을 설치하여 그 내부에 씰링컴파운드를 충전시켜 폭발성가스의 유동 및 폭발화염의 전파 방지하고, 씰링피팅 중에서 전선의 접속이나 분기를 하지 말아야 한다.

2-3. 기타

전선관로는 기계적으로 내식성이 좋은 재료로 견고하게 지지하며 전선관로, 박스류, 시일링 피팅 내부 등에 수분이나 인화성 액체가 체류할 가능성 이 있는 경우 관로의 적정위치에 드레인 피팅(Drain Fitting)을 설치 한다.

3. 시일링의 시공방법

3-1. 실링 개소

개폐기류, 차단기류, 제어기구류의 접점과 같이 정상운전중 아크나 스파크를 발생시키는 방폭전기기기에 접속되는 모든 전선관의 입·출구에는 시일링을 해야한다. 씰링위치는 방폭 전기기기 용기로부터 가까운 위치에 설치하며 45Cm를 초과하지 말 것

3-2. 실링 콤파운드의 충전

- 시일링 콤파운드는 가능한한 기체의 유통에 대해 밀폐 되도록 시공하며 재질은 사용장소의 가스 등에 의해 변질되지 않는 것 사용한다. 각 전선의 피복과 씰링 피팅의 내벽과의 사이에 씰링 콤파운드가 충분히 밀착되도록 전선을 배치하고 충전한다.
- 시일링 콤파운드의 두께는 전선관 내경이상으로 최소 20mm 이상 충전하며 씰링 콤파운드의 유출을 막기 위해 Sealing Fiber로 충전층의 구획을 완전하게 한다.
- 씰링 콤파운드 충전후 이것을 충분히 경화되고 내벽 및 전선피복에 밀착된 것을 확인 한 후 충전구에 플러그를 충분히 비틀어 막는다.

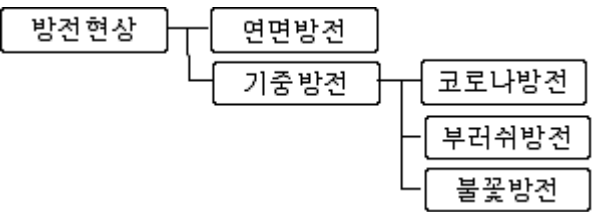
82. 정전기 방전의 종류 4가지를 들고 설명하시오.

1. 방전현상

정전기 방전은 정전기의 전기적 작용에 의해 일어나는 전리작용으로 일반적으로 대전물체에 의한 정전계가 공기의 절연파괴 강도(직류의 경우 30[kV])에 달한 경우에 일어나는 기체의 전리작용이다. 방전이 일어나면 대전체에 축적되어 있는 정전에너지는 방전에너지로써 공간에 방출되어 열, 파괴음, 발광, 전자파 등으로 변환되어 소멸되는데, 이 에너지가 크게 되면, 화재.폭발 등을 일으켜 장.재해의 주 원인이 된다.

2. 방전현상의 종류

대전물체에서의 방전은 대기중에서 발생하는 기중방전과 대전체의 표면을 따라 발생하는 연면방전으로 대별되며, 기중방전에는 코로나(corona)방전, 브러쉬(brush)방전, 불꽃(spark)방전 등 3종류가 있다.



<그림007-01> 방전현상의 종류

3. 방전현상별 각론

3-1. 연면 방전

일반적으로 절연체의 표면에서 발생하는 방전현상으로 공기중에 놓여진 절연체 표면의 전계강도가 큰 경우에 고체표면을 따라서 진행되는 발광이 동반된 방전을 연면방전(Creeping Discharge)이라 한다.

연면 방전은 드럼이나 사이로내의 분진이 다량의 전하를 보유할 때와 높은 대전상태의 얇은 층상 부도체의 박리, 또는 얇은 층상의 대전된 부도체 뒷면에 근접한 접지체가 있을 때 표면에 연한 복수의 수지상의 발광을 수반하여 발생하는 방전으로 불꽃 방전과 마찬가지로 재해나 장애의 원인이 된다.

3-2. 코로나 방전

고체에 정전기가 축적되면 전위가 높아지게 되고 고체표면의 電位傾度가 어느 일정치를 넘

어서면 낮은 소리와 연한 빛을 수반한 放電이 생기게 되는데 이 현상을 코로나 방전(Corona Discharge)이라 한다. 이는 고체표면에 접촉된 공기의 局部的인 절연파괴현상으로 볼수 있다. 특히 침상물체에 전하가 집중하게 되면 침두의 집중된 부분에 전위가 상승되어 점방전이 일어나게 된다. 코로나 방전이 발생하게 되면 코로나 잡음이 발생하게 되고 코로나의 방전에너지는 낮으나 민감한 물질은 점화폭발이 가능하다.

3-3. 브러쉬 방전

곡률반경이 큰 도체(직경이 10mm이상)와 절연물질(고체,기체)이나 저전도율 액체사이에서 대전량이 많을때 발생하는 수지상의 발광과 펄스상의 파괴음을 수반하는 방전을 브러쉬 방전 또는 스트리머 방전이라 한다.

일종의 코로나 방전으로 방전에너지가 크므로 재해나 장애의 원인이 될 수 있다. 브러쉬 방전의 방전에너지는 4[mJ]까지도 될 수 있으므로 가스, 증기 또는 민감한 분진에서 화재폭발을 일으킬 수 있으며, 이 위험도는 불꽃 방전과 코로나 방전의 중간위치에 있다.

3-4. 불꽃 방전

불꽃 방전은 표면전하밀도가 아주 높게 축적되어 분극화된 절연판 표면 또는 도체가 대전되었을 때 접지된 도체사이에서 발생하는 강한 발광과 파괴음을 수반하는 방전이다. 불꽃 방전은 방전에너지가 높아 재해나 장애의 주요 원인이 되고 있다.

※ 기체중에 놓여진 전극간에 전압을 인가한 경우 방전공간에서 발광이 보이지 않는 정도의 전계에서도 전류가 흐르는데 이것을 암류라고 부른다.

83. 정전기 대전의 종류에 대하여 설명하시오.

정전기는 일반적으로 서로 다른 물질이 상호운동을 할 때에 그 접촉면이나 근접지점에서의 마찰, 충돌, 유도등으로 인한 에너지 교환 형태로 발생하게 되며, 이 정전기는 고체 상호간에서 뿐만아니라, 고체와 액체간, 액체 상호간, 액체와 기체사이에서도 발생하게 된다. 일반적으로 분류되고 있는 대전의 종류를 분설하면 다음과 같다.

1. 마찰대전

운동하는 두 물질이 마찰에 의한 접촉과 분리과정이 계속되면, 이에 따른 기계적 에너지 교환에 의한 자유전자의 방출 또는 흡입으로 정전기가 발생되는 현상을 말한다. 고체류, 액체류 또는 분체류에서의 대전은 주로 마찰대전에 기인된다고 볼수 있다.

2. 유동대전

유동대전은 주로 액체류와 고체의 접촉에 의해서 발생되는데 액체류를 파이프 등으로 수송할때, 액체류와 파이프 등의 고체류와 접촉하면서 이 두물질 사이의 경계에서 전기 2중층이 형성되고, 이 2중층을 형성하는 전하의 일부가 액체류의 유동과 같이 이동하기 때문에 대전되는 현상을 말한다. 이는 액체류의 유동속도가 대전량에 큰 영향을 미치게 된다.

3. 분출대전

분체류, 액체류, 기체류가 단면적이 작은 분출구를 통해 공기 중으로 분출될때 분출되는 물질과 분출구의 마찰에 의해 발생하는 대전현상을 말한다. 분출대전은 분출되는 물질과 분출구를 구성하는 물질과 직접적인 마찰에 의해서도 발생되지만 실제로는 분출되는 물질의 구성 입자간 상호충돌에 의해서 더 많은 정전기가 발생된다.

4. 박리대전

제지,비닐,면직물,인쇄 공장에서 많이 발생하는 대전으로 상호 밀착되어있는 물질이 서로 떨어질때, 전하의 분리에 의한 정전기 발생현상을 말한다. 박리대전은 접촉면의 밀착도, 박리속도 등에 의해서 대전량이 변화되며, 일반적으로 마찰대전보다는 상대적으로 큰 정전기가 발생되게 된다.

5. 충돌대전

석탄 미분화나 밀가루 미분화 등의 이송 공정에서 흔히 발생될 수 있는 대전현상으로 분체류에 의한 입자 상호간이나 입자와 고체와의 충돌에 의한 빠른 접촉,분리과정에서 발생하는 대전현상을 말한다.

6. 파괴대전

주로 고체나 분체류와 같은 물질이 파손되었을 때의 전하분리 또는 정.부 전하의 균형이 깨지면서 발생하는 대전현상이다. 예를 들면 공기중에 분출된 액체류가 미세하게 비산.분리되어, 크고 작은 방울로 되어 새로운 방울이 생성될 때, 새 표면을 형성하면서 발생하는 현상을 말한다.

7. 유도대전

접지되지 않은 도체가 대전물체 가까이 있을 경우에 주로 발생하는 것으로 도체가 전기장에 노출되면 도체에는 전하의 분극으로 가까운 쪽에는 반대극성의 전하가 먼 쪽에는 같은 극성의 전하로 대전되게 되는 현상을 말한다.

8. 교반대전.침강대전

액체류가 교반 또는 수송 중에 액체류 상호간의 마찰.접촉 또는 액체와 고체와의 상호작용에 의해서 발생하는 대전현상을 말한다.

9. 동결대전

극성을 가진 물 등의 동결된 액체류가 파손되면, 내부의 정부 전하가 균형을 잃게되어 발생하는 대전현상이다.

84. 정전기 재해예방을 위한 배관내 유속제한과 배관의 직경유속이 정전기 발생에 미치는 영향을 설명하시오.

정전기로 인한 재해는 착화, 폭발, 제품 및 기기 파손, 작업자 안전사고 등 종류가 매우 다양하다. 따라서 정전기 재해를 예방하기 위하여는

- ㉠ 정전기를 발생시키지 않아야 한다
- ㉡ 그래도 부득이 발생한다면 발생한 정전기를 제거하거나 완화한다.
- ㉢ 정전기로 인하여 재해가 발생하지 않는 환경을 만든다.
- ㉣ 작업자에 대한 충분한 교육과 훈련
- ㉤ 작업장 환경, 표준작업 매뉴얼, 안전계획, 조직등

1. 정전기 발생억제

정전기 재해방지의 가장 기본은 정전기를 발생시키지 않는 것이다.

1-1. 생산설비 및 작업공정 합리화

생산제품의 원재료 가공, 처리과정 및 제품의 완성, 수송단계까지 작업이나 운반시 정전기의 발생이 억제될 수 있도록 설계 및 시공 단계부터 정전기 발생을 억제하는 방향으로 사전에 치밀한 계획을 수립 추진한다. 기존의 시설인 경우에는 취급설비의 개선 및 취급속도,량, 방법 등의 작업공정을 합리화하여 정전기 발생 자체를 최소화 한다.

1-2. 대전물체의 차폐

대전물체는 철저히 차폐하여 근방의 전자기적 작용을 억제하도록 한다. 이는 대전물체 주변에 정전기 유도현상을 방지하고 대전된 정전기에 의해 일어나는 대전물체 근방의 역학현상 및 방전현상의 발생을 억제하는 것이다.

2. 정전기 대전의 완화

2-1. 접지에 의한 대전 완화

도체의 정전기 대책 가운데서도 가장 기본적인 대책이다. 물체에 발생한 정전기를 대지로 누설(완화)시키기 위한 전기적 누설회로를 만드는 것이다. 또한 접지는 주변의 대전물체에 의해 받는 정전유도의 방지와 대전물체의 전위상승을 억제하고 대전물체에서의 정전기 방전을 억제한다.

2-2. 도전성 향상에 의한 대전능률 저하

전기를 통하기 쉬운(도전성이 좋은)물체는 정전기가 발생하여도 곧 소실된다. 따라서 플라스틱, 합성섬유 등의 재료에 대전 방지제를 연입하거나 도포한다. 즉 , 타이어(Tire)등에 대전 방지제나 도전성 재료의 사용, 방폭작업복, 카페트 등에 도전성 섬유의 이용등이 있다. 또한 . 플라스틱이나 섬유는 습도가 높아지면 대전성이 저하하므로 가습에 의해 대전성을 저하시킬 수 있다.

2-3. 제전기에 의한 정전기 제거

제전은 물체에 발생 또는 대전하여 있는 정전기를 안전하게 제거하는 것으로 주로 정전기상의 부도체를 대상으로 한 대전방지 대책이며, 일반적으로 제전기를 사용하고 있다. 제전의 원리는 제전기를 대전물체 가까이 설치하면 제전기에서 생성된 이온 가운데 대전 물체와 역극성의 이온과의 재결합으로 중화가 이루어져, 그 결과 대전물체의 정전기가 제전된다.

3. 정전기 재해 분위기의 방지

3-1. 폭발혼합기체의 생성방지

환기, 취급량의 제한, 누설·채류방지, 용기 또는 환경의 감압, 개방된 경우의 비산방지, 분녹의 퇴적방지, 청소, 불활성 가스 혼입, 불연성 물질의 사용 등과 폭발성 기체가 폭발한계농도로 되지 않게 한다.

3-2. 작업장 환경

충분한 습도를 유지하도록 하고 작업공정에 따른 적절한 정전기 방호조치를 실시한다.

3-3. 정전완화의 이용

대전한 전기는 시간의 경과와 더불어 감소(정전완화라고 한다)되어 간다. 이런 경향은 전기를 통하기 쉬운것 일수록 빠르게 된다. 이 성질을 이용해서 일정시간을 경과하고 난 뒤에 다음 일을 시작한다.

4. 정전기 재해예방 안전관리활동

정전기 재해가 예상되는 작업장에서는 보다 적극적인 정전기 재해예방 조직과 안전관리활동을 강화하여야 한다. 정기적인 작업장 환경의 측정 및 점검, 작업공정의 분석등 재해예방 조직의 활성화가 필요하다.

특히 정전강 의한 중요 재해가 발생할 우려가 있는 경우에는 정전기 발생구역을 따로 구분하여 관리하고 상시 모니터링 시스템을 도입하여 엄중한 관리를 하는 것이 중요하다.

(※ 관리적인 대책과 작업자에 대한 교육훈련에 관하여도 추가하자.)

※ 답안을 작성후 별로 마음에 들지 않아서 또 다른 관점에서 조정해 보자. 정전기 재해의 종류는 화재, 폭발, 생산물 파손, 오동작으로 인한 작업자 재해 등을 들수 있는데 이들에 대한 기술방법으로는 재해유형에 따라 기술하는 방법과 대책의 기본요소인 기술적, 관리적, 교육적대책의 3E에 따른 방법이 있다. 이들 각각의 체제에 관하여 마음에 드는 유형을 선택하여 기술하자

○ 재해 유형에 의한 기술방법

- 화재·폭발
- 생산품 재해
- 작업자 재해

○ 3E에 의한 기술방법

- 기술적 대책
 - 정전기 발생억제
 - 정전기 제거
 - 위험분위기 생성방지
- 관리적 대책
 - 안전조직·계획
 - 정기적인 측정 및 점검
 - 작업환경조건
- 교육적 대책
 - 안전작업방법 교육
 - 작업전 회의 등

○ 정전기 재해의 경과에 따른 기술방법

- 정전기 발생억제
- 정전기의 제거
- 작업환경의 개선
- 작업방법의 개선

85. 착화에너지가 0.25mJ, 정전용량이 30 μ F인 경우 착화전압 및 정전기 폭 발방지 대책을 설명하시오.

1. 정전기 대전방지용 안전화

정전화는 인체에 대전된 전하의 누설을 촉진하도록 도전성을 높인 구두이며, 도전성의 바닥 면이 아니면 효과를 거둘 수 없으므로 사용중 구두바닥의 절연성물질 부착에 의한 성능저하가 우려되므로 정기적인 점검이 필요하다. 정전화는 위험장소나 가연성 물질을 취급하는 작업, 대전물체에 접촉한 작업, 정전기에 의해 생산장해가 문제되는 전자부품, Film 등을 취급하는 작업의 경우에는 필히 착용해야 한다.

2. 대전방지작업복

인체대전은 정전화를 착용함으로써 대지에 흘려버릴수 있으나 작업복 자체에 대전한 경우는 그것이 절연물이기 때문에 정전기가 누설되지 않는다. 제전복은 도전성 섬유를 혼입하거나 대전방지제로 처리한 대전방지 작업복으로써 제전의 원리는 자기방전식 제전기와 같이 작은 코로나 방전을 일으켜 정전기를 완화시키는 것이다.

3. 손목접지기구 (Wrist Strap)

사람의 손목에 도전성 밴드를 차고 밴드를 전선으로 연결하여 접지선에 연결시킴으로써 인체를 접지하는 기구이다. 이 접지기구를 인체에 착용할 때에는 접지선과의 사이에 1M Ω 의 저항이 직렬로 삽입되어 있어야 하는데 그 이유는 감전시 인체를 통하여 흐르는 전류를 억제하여 인체를 보호하기 위함이다. 물론 1M Ω 의 저항으로 인하여 전류가 극히 작아지지만 충분히 대전전하를 대지로 누설시킬수 있다.

4. 보호장갑

위험구역에서 작업할 경우 절연물로 된 장갑을 착용하면 장갑으로 인하여 정전기 축적될 우려가 있으므로 장갑의 도전성을 도전화에 준하여 낮은 것을 사용한다.

86. 대전된 물체에서 정전기 제거방법에 대해 설명하시오.

1. 개 요

정전기 대책의 가장 중요한 기본대책으로는 제반 공정중에 정전기를 발생시키지 않는 것이다. 이를 위해서는 다음과 같은 방법이 필요하다.

- 물질의 취급 속도나 양을 적게한다.
- 접촉, 분리시 서서히 한다.
- 접촉면적, 접촉압력을 작게 한다.
- 본질적으로 정전기 발생이 적은 재료를 사용한다.

2. 접 지

대전된 정전기를 대지로 빠져나가게 하는 수단이다. 땅속에 접지봉, 접지판 또는 접지망을 형성하여 낮은 저항값을 항상 유지할 수 있도록 접지모선을 구성한 후 접지선으로 대전된 물체에 연결하는 것이다. 고정된 금속설비의 접지 저항은 가급적 낮을수록 좋는데 대략 10 Ω 이하이면 무난하며, 인체와 같이 이동하는 물체의 경우에는 접지저항이 1MΩ 정도되는 것도 효과적으로 보고있다. .

3. 도전성 향상

접지방법은 대전물체의 도전성이 양호할 때 적용 가능한 방법으로 플라스틱과 같은 비금속 절연물체에 정전기가 대전되었을 경우 전류가 흐를 수 없으므로 접지하여도 정전기는 제거되지 못한다. 그러므로 비금속 절연 물체는 도전성 재료를 첨가하거나, 대전 방지제를 사용하여 물질의 도전성을 향상시키므로써 정전기를 완화시켜야 한다.

4. 가습

절연체의 도전성을 향상시키는 것은 정전기 완화의 수단이 되므로 습도가 높으면 발생된 정전기가 빠른 속도로 완화된다. 섬유, 나무, 콘크리트 등 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 절연체는 어느 정도 수분을 함유하고 있기 때문에 습도가 높게 되면 재질자체의 도전성을 변화시켜 정전기를 완화한다. 상대습도 50% 이상에서는 정전기 축적을 방지하기 좋은 조건이나, 반대로 상대습도 30% 이하에서는 정전기 축적이 문제된다.

5. 제전설비의 설치

습도를 높게 하는 경우 재질에 나쁜 영향을 주므로 건조한 상태에서만 가동되는 공정이 있다. 이런 경우는 제전설비로 정전기를 완화해야 하는데 중요한 것은 제전장치가 정전기 발생을 근본적으로 억제하는 것이 아니라, 발생한 정전기의 축적을 일정한 수준 이하로 유지한다는 점이다. 현재 많이 사용되는 제전설비는 다음과 같이 3가지 종류가 있다.

- 자기방전식 제전 막대
- 고압인가식 제전기
- 송풍형 제전기

87. 고조파가 미치는 영향 및 대책에 대해 설명하시오.

1. 개 요

전기설비의 고조파는 전원의 특성에 따라 발생될 수도 있으나 최근에는 반도체를 사용한 전기기기의 대량 보급과 각종 설비 자동화에 따라 전기사용기기에서의 고조파 발생이 점차 확대되고 있는 추세이다. 고조파에 의한 장애는 전기설비의 운영측면에서 뿐만 아니라 전기사용 기기간의 상호장애까지 발생되고 있어 전기의 질적 향상측면에서 문제점은 물론 전기 사용자의 보호라는 면에서 매우 중요한 의의를 갖는다.

2. 영 향

고조파에 의한 영향은 전력설비 및 전기사용기기에 직접 과열등을 발생시켜 기기를 파손시키는 경우와 각종 기기의 성능을 저하시키거나 주변환경에 영향을 주는 경우로 대별할 수 있는데 각각의 경우를 분설하면 다음과 같다.

2-1. 기기의 직접 파손

전력용 기기의 직접파손은 주로 고조파에 대하여 저임피던스로 작용하는 용량성부하의 영향으로 다음과 같은 예를 들수있다.

- 전력용 콘덴서에 고조파의 과전류가 발생되어 과열손상
- 전력계통과 전력용 콘덴서 사이에 고조파 병렬공진현상발생
- 고역율 형광램프의 콘덴서에 과전류가 흘러 과열 및 손상
- 전원계통 발전기의 회전자 단부에 국부적 과열

2-2. 전기사용 기기의 성능저하 및 장애

- 전력선과 병가하는 통신선에 고조파 전자유도장애
- .싸리스터,인버터의 교류측 전압파형이 왜곡되어 전류실패 발생
- 보호계전기의 오동작 및 각종 계기의 오차 증대
- 동기전동기의 출력토크에 불균형 발생
- 전원전압에 Flicker가 생긴다

2-3. 환경장애요인 발생

- 라디오 전파장애 발생
- 정지기 및 유도기의 자기적,기계적 진동 및 소음이 증가한다

- 전등의 Flicker로 인한 시각장애

3. 대 책

고조파 장애에 대한 대책은 고조파의 발생원인이 다양한 만큼 원인과 대비한 수많은 대책이 제시될 수 있다. 따라서 고조파 발생원이 있는 개소에서 직접 장애원을 제거하는 적극적 방법과 발생원은 그대로 놓아둔채 보호하려는 기기측에서 고조파를 제거하거나 회피하는 간접적 방법이 있는데 이들을 종합하여 분설하면 다음과 같다.

3-1. 기본대책

고조파 문제는 고조파 발생원의 크기와 전원계통의 고조파내량을 고려하여 대책을 세워야 한다. 따라서 고조파 발생량의 저감과 전원측의 고조파 내량 증대를 위한 임피던스의 변경을 고려하고 이들을 종합시킨 대책을 고려할 수도 있다.

3-2. 교류필터를 접속한다.

본 방식은 고조파 장애원측과 고조파로부터 보호하려는 측에 모두 적용할 수 있는 방법이다. 고조파 발생원인 싸리스터등의 장치에 병렬로 교류필터를 접속하고 이것으로 고조파 전류를 흡수하여 대지로 방전한다.

3-3. 직열리액터의 접속

고조파로부터 보호하려고 하는 용량성 부하측에 사용하는 방법으로 주로 용량성 부하와 직열로 접속한다. 직열리액터가 없는 콘덴서는 고조파에 대하여 저임피던스가 되고 고조파 전류를 흐르기 쉽게 된다. 그러나 직열리액터는 고조파에 대하여 유도성 고리액터스로 작용하여 고조파에 의한 과열을 방지할수 있다.

3-4. 기기류의 선정 및 운영

고조파원이 될수 있는 기기를 사용하지 않거나, 전원측의 운영을 고조파가 발생하는 경우에도 부하측에 영향이 없도록 운영하는 방식으로 주로 전원측 대책이라 할 수 있다. 발전기 출력에 고조파 기전력이 포함되지 않도록하고 변압기 철심의 과포화를 피하며 Delta 결선을 사용한다. 즉 고조파 순환회로를 구성하여 외부에 고조파가 나타나지 않도록 한다.

3-5. 전원계통의 변경

부하의 고조파 발생량이 변화하면 전압왜형은 전원임피던스에 비례하고 전원단락용량을 크게하면 역비례하여 작아진다. 따라서 전원의 단락용량을 증가시키기 위하여 계통의 분할등 전원계통의 변경을 고려할 수 있다.

※ 본 대책은 전원측 및 부하측 대책과 발생원측 및 피보호측 대책으로 구분하여 기술하는 것이 바람직할 수도 있다.

4. 향후전망

고조파 전압.전류에 의한 장애는 싸리스터 장치를 가동하는 수용가에 국한하지 않고 전원계통의 송전선을 통하여 광범위하게 파급되어 계통운영상 일종의 공해 문제화 되고 있다. 그러나 현재 우리나라에는 고조파에 대한 기술적 규제가 활성화 되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 고조파 장애에 대한 대책으로서 전기사업자측의 대책은 물론이고 고조파 발생기기를 생산하는 자의 측에 대한 엄격한 제작기준이 제시되어야 할 것으로 생각된다.

88. 파형율이란(10)

비정현파의 모양을 예상하기 실효값과 평균값, 최대치를 상호 비교하는 파형율과 파고율을 사용한다.

$$\text{파형율} (FormFactor) = \frac{\text{실효값}}{\text{평균값}}$$

$$\text{파고율} (CrestFactor) = \frac{\text{최대값}}{\text{실효값}}$$

왜형파의 찌그러진 정도를 나타내는 데는 다음의 왜형율을 사용한다.

$$\text{왜형율} (DistortionFactor) = \frac{\text{고조파의 실효값}}{\text{기본파의 실효값}}$$

89. 전력용 반도체 소자를 이용한 자동화시스템에서 예측하지 못했던 Noise가 발생하여 장애를 일으키는 경우가 있는데 이의 방지책에 대하여 기술하시오.

1. Noise의 종류 및 특성

자동화 설비에 영향을 주는 Noise는 발생위치와 원인에 따라 내부Noise와 외부 Noise로 다음과 같이 구분 할 수 있다.

1-1. 내부 Noise

자동화 시스템의 내부에서 발생하는 대표적 Noise로 반도체 자체에서 발생하는 고조파 Noise와 반도체 소자간 혹은 타회로와의 전자기적 간섭으로 인한 Noise가 있다. 또한 자동화 설비 동작부의 마찰 등으로 정전기가 발생하게 되고 회로나 부품에 방전되므로서 Noise로 작용된다.

내부 Noise로 인한 영향은 대부분 자동화 기기의 오동작이나 생산제품의 미세한 품질저하로 나타날 수 있으며 대책의 수립도 매우 어렵다.

1-2. 외부 Noise

외부에서 자동화 설비에 영향을 주는 Noise로 대표적인 것은 전원측 전기기구의 철공진, 부분방전, 코로나 등으로 인한 Noise와 전원자체의 질적 저하로 인한 고조파분을 함유하는 경우가 있다.

최근에는 각종 무선전화기나 호출기의 사용에 따른 전자파 Noise의 영향이 확대되고 있는 것으로 보고되고 있으며 낙뢰등으로 인한 직격뢰나 유도뢰에 의한 영향도 NOISE로 작용한다.

외부 Noise로 인한 피해는 내부 Noise 보다 심각하게 발생된다. 전원측의 써지 유입으로 인한 자동화 기기의 부품 파손등으로 조업정지 등이 발생할 수 있으나 외견상의 대책수립은 비교적 확실하다 할수 있다.

2. Noise피해 방지대책

2-1. Noise원 자체를 억제

내부 Noise의 경우 Noise를 발생하지 않는 소자나 회로를 사용거나 부품이나 회로간의 간섭을 최소화 할 수 있는 배치를 검토한다. 특히 정전기Noise의 경우에는 정전기의 발생이나 축적이 최소화 할 수 있는 설비(접지,제전기등)와 적정한 환경(습도)을 유지한다.

2-2. 발생된 Noise의 제거

전원측에서 유입되는 외부Noise에 대하여 전원측에 필터를 설치하고 대지로 접지하여 제거하는 것이다. 또한 내부 반도체 소자에서 발생하는 Noise는 별도의 보상회로를 채용하여 특성에 영향이 없도록 한다. 특히 낙뢰, 전원측의 이상전압 등 서지성 노이즈의 유입에 대하여는 서지흡수기,피뢰기 등을 설치하여 보호한다. 주로 전원측 Noise를 대상으로 한다.

2-3. Noise로 부터의 격리

방송 송신기, 핸드폰 등에서 발생하는 전자파 Noise에 영향을 받기 쉬운 회로나 부품을 별도의 전자파 차폐를 실시하여 외부 Noise로부터 격리하는 것이다. 특히 송신소 인근으로 전자파의 영향을 받기 쉬운 장소에서 대규모 자동화 설비를 운영할 경우에는 공장 건축물 자체의 전자파 쉴드구조화를 검토한다. 주로 전자파 Noise를 대상으로 한다.

2-4. 내 Noise성 회로,부품의 사용

자동화 시스템에서 노이즈로 인한 오동작 발생시 중대한 영향이 있을 수 있는 회로와 각종 부품에 대하여 Noise에 강한 회로구성과 부품을 채용하는 것이다. 즉 신호방식을 Digital화한다거나 신호전송의 무유도성 회로와 부품의 채택 등을 들수 있다.

3. 기타

노이즈에 의한 피해방지는 노이즈원 자체에 대한 직접관리도 중요하지만 노이즈의 발생기구 및 원인에 대해 정기적인 측정,점검을 실시하여 대책을 강구하는 제도적인 방안이 매우 중요하다. 즉 노이즈의 양상은 수시 변할수 있으므로 사전에 노이즈를 예측하여 예방할 수 있는 체제를 갖추는 것이다.

90. 정전이 산업현장에 미치는 영향을 설명하고 산업현장에서 정전으로 인한 손실을 극소화 하는 방법을 설명하시오.

1. 개 요

산업의 고도성장으로 각종 산업 생산기기의 첨단 정밀화, 자동화 등 각종 산업시설이 전기에너지에 대한 의존도가 점차 높아지고 있으며 이와 비례하여 정전이 산업현장에 미치는 영향도 점점 커지게 되었다. 과거에는 정전으로 인한 산업현장에 미칠수 있는 영향이 특정 업종과 규모에 따라 일부에 국한 되었으나 작금에는 업종에 관련없이 전반적으로 피해가 확대되고 있는 것으로 나타나고 있다.

2. 정전이 산업현장에 미치는 영향

2-1. 가동율 저하

정전이 발생하는 경우 정전의 지속시간은 물론 전원측 供給再開時 전체 공정설비를 완전가동하는 시간까지 생산이 정지된다. 물론 제조공정에 따라 재가동 시간은 각기 다르나 불시정전의 경우 공정중에 발생한 불량품의 제거후 원료의 재공급 등이 필요하여 더욱 가동율을 저하시킬수 있다.

2-2. 생산손실의 발생

정전시 생산손실액은 공정에 투입된 원료가 제품이 되지 못하고 폐기되는 손실, 정상제품이 되지 못한 품질등급저하 손실, 정지시간 동안 제품의 생산을 못하고 지출된 제비용(고정비) 등 많은 손실이 발생한다. 이는 정전시간이 길수록 급격하게 증가하는 특징을 갖는다.

2-3. 설비투자요인 증대

전력공급 지장에 따라 직접손실이 매우 심각한 산업체에서는 별도의 비상발전설비등 무정전공급설비를 확충하거나 단독의 송배전설비를 필요로하게 되어 전원측 설비투자비가 많이 증가하게 된다. 또한 빈번한 정전은 정밀설비의 열화촉진과 고장을 증가시키게 되어 유지보수비 또한 증가하게 된다.

2-4. 산업재해요인 증대

공장 조업중 정전이 발생하게 되면 각종 생산기기의 오동작, 조명소등 등으로 작업자의 불안정한 행동 및 심리를 유발하게 되어 안전사고의 요인이 증가하게 된다. 또한 제작공정의 돌발적인 중지로 인하여 화재나 위험물에 의한 위험 분위기의 생성등 심각한 재해요인이 발생될수 있다.

2-5. 종업원의 의욕저하

일상적인 운전보다 운전초기 또는 정지후 재가동시의 작업조건이 나쁘기 때문에 정전이 빈번한 경우 일의 성과는 적고 작업은 힘들게 되어 종업원의 작업의욕을 급격하게 감퇴시키게 된다.

2-6. 품질 및 서비스저하

정전이 빈번하게 발생되면 제품의 품질저하는 물론 각종 손실로 인하여 제조원가의 상승이 불가피하게 발생한다. 또한 공장가동율의 저하로 적기납품이 지연되고 신용도가 떨어져 경쟁력이 약화된다.

3. 정전손실 극소화 대책

3-1. 전원설비의 신뢰도 향상

○ 무정전전원설비의 설치 (순간정전으로 많은 피해가 예상되는 산업현장)

순간정전으로도 손실이 크게 발생하는 설비에는 무정전 전원장치(UPS)를 설치한다. 공장설비의 전체적인 무정전 시스템은 대용량을 필요로 하여 매우 고가이므로 공장설비의 중요도에 따라 내부배선을 2계열화하여 UPS설비의 용량을 적정하게 선정하고 비상용발전기와 동시에 사용해야 경제적이다.

○ 비상용 발전기의 설치 (전원측의 장시간 정전이 빈번한 경우)

비상용발전기는 공장설비가 단시간의 정전으로는 손실이 발생하지 않는 경우 전면적으로 응용할수 있다. 특히 최근에는 비상용 발전기로서 피크시 정상부하의 일부분을 감당하게 하여 전체적인 계약전력 요금을 합리화 하는 용도로도 활용되고 있어 경제적으로 유리할 수도 있다.

○ 전기사업자로부터 별도의 전용선 수전이나 2중전원 수전

타 산업체로부터의 사고파급을 예방하기 위하여 변전소로부터 전용선으로 공급받거나 별도의 배전계통에서 2중으로 수전하여 전원측의 신뢰도를 향상시킨다. 이 경우 자체 비상발전기나 별도의 전원을 갖추는 경우와 충분히 비교하여 선택한다.

3-2. 보호기기의 합리적 조정

순간정전에 대하여는 가동중인 기기가 정지되어야 손실이 적은 경우도 있으나 계속운전되어도 손실이 발생하지 않는 경우가 대부분이다. 따라서 일정범위의 전압강하나 순간정전에 대하여는 각종 보호기기의 합리적인 정정(보호계전기의 감도저하 등)이나 선택(누전경보장치등)을 통하여 빈번한 정지가 발생하지 않도록 한다.

3-3. 정전에 영향없는 기기의 선정

제조공정에서 정전으로 인하여 중대한 손실이 발생하는 기기에 대하여는 전력에너지 이외의 대체에너지원의 사용이 가능한 경우, 타에너지원(가스,기름등)의 설비로 선정하여 정전에 대비한다. 또한 타에너지원으로 대체할 수 없는 경우 본질적으로 순간정전에 영향을 받지 않는 전력설비(백열등,비정밀기기)로 설치하여 영향을 극소화 한다.

3-4. 정전대비 작업계획의 표준화 및 교육훈련

정전시 조업중인 설비에서 발생할수 있는 피해상황을 고려하여 정전후 재가동까지의 작업방법 및 절차를 단순화,표준화,계획화하고 해당 종업원을 철저하게 교육 함으로서 정전후 조업재개시간의 단축은 물론 종업원의 안전 및 재해예방을 도모한다.

4. 향후전망

정전은 산업체의 생산성 악화는 물론 품질 및 서비스 수준을 저하시켜 국가 경쟁력을 약화시키는 중대한 요인중에 하나이다.

최근에는 전기사업자 측에서도 전원측 정전을 감소시키기 위한 무정전 공법의 시행, spot-network 배전방식의 도입, 배전자동화 등의 검토가 본격적으로 이루어지고 있어 전원측의 신뢰도가 매우 높아지고 있으나 공급선로의 고장으로 인한 순간전압강하나 순간정전이 상당한 영향을 주고 있는 것이 사실이다.

따라서 향후 정전의 영향이 큰 중요 산업현장에 대하여는 전력공급 신뢰도가 비교적 높은 별도의 공업단지 조성등 정책적인 배려도 필요하다고 판단된다.

91. 중성선 직접접지 배전계통에 인접한 통신선 유도장해의 경감대책에 대하여 설명하시오.

1. 유도현상의 종류

유도현상은 크게 나누어 전력선과 통신선간의 정전용량에 관계되는 정전유도현상과 상호리액턴스에 관계되는 전자유도현상으로 분류할 수 있으며 각각을 분설하면 다음과 같다.

1-1. 정전유도

대전된 도체에 대전되지 않은 도체를 근접시킬 경우 대전되지 않은 도체에 유도전하가 나타난다. 이런 현상을 정전유도라 하며 이때 두 도체사이의 전위차는 유기된 전압과 선간용량의 크기로 결정된다. 이와 같이 통신선에 유도된 전하가 흐르게 되어 통신신호에 잡음의 원인이 되고 정전전압이 더욱 커지면 통신설비의 절연을 파괴하게 된다.

1-2. 전자유도

근접한 2개의 도선 한쪽에서 전류가 변화하면 인근 도체에 변화된 전류와 반대방향의 유도전류가 유기된다. 즉 한 회로의 자장중에 다른 회로가 존재하면 전류에 의하여 만들어진 자속이 다른 회로와 교차할 때 기전력이 발생한다. 기전력의 방향은 그에 따라 흐르는 전류가 만드는 자장에 의하여 원래 자속의 변화가 상쇄되는 방향이다. 이 현상을 전자유도라 한다.

2. 유도전압의 종류

통신선과 전력선간의 유도장해를 검토시 기본적으로 정상적인 운전시와 고장시의 유도전압으로 구분하여 다음의 3가지를 평가하고 있다.

2-1. 고장시 유도위험전압

전력선에 1선지락(地落)사고가 발생하였을 때 고장전류에 의하여 부근 통신선에 과도적인 유도전압이 발생하게 되는데 일반적으로 전원측에서는 짧은 시간내에 고장을 제거하고 있으므로 통신선에 유도된 전압의 제한치는 상시보다 높은 값까지 허용하고 있다.

2-2. 상시 유도 종전압

전력계통이 정상운전시 대지에 흐르는 전류 (대지 귀로전류)에 의해서 통신선에 유도되는 기본파의 유도전압이다. 상시유도전압은 선로부하의 불평형에 의하여 대지귀로전류가 크게 발생하는 경우 심하게 나타날수 있다.

2-3. 유도 잡음전압

유도 잡음전압은 통신회선을 구성하는 2개의 심선간에 생기는 전압으로서 통화잡음을 일으키며 기(起)유도원에 포함된 고조파와 통신선의 대지에 대한 불평형에 의해서 일어난다.

92. 전자식(電子式) 누전 차단기의 특성중 다음 사항을 기계식 누전 차단기에 대한 장단점 측면에서 논하시오.

1)감도전류의 안전성 2)과전류 및 지락차단 3)내서지 전압 4)온도특성

<문제해설 >

※ 문제의 동작원리는 분명하게 답안작성이 가능하지만 설치장소에 관한 물음에는 몇가지 문제가 있다. 광의의 누전경보기 설치장소를 말하는 것인지 협의로 현장에 설치장소에 관하여 말하라는 것인지 분명하지 않다.

1. 누전화재 경보기 개요

누전경보기의 동작원리는 누전차단기의 동작원리와 같다고 볼수 있다. 배선에 누설전류가 발생하는 경우 각상의 전류차를 영상변류기로서 감지하여 차단기를 동작시키지 않고 경보만을 울리는 방식이다. 즉 누전차단기는 누설전류를 감지하여 차단기를 동작시키고 누전화재경보기는 누설전류를 감지하여 경보만을 발령하는 기기이다.

2. 누전화재경보기의 동작원리

2-1. 누전전류 감지

누전경보기는 각 feeder에 흐르는 전류의 합성 전류값을 검출하여 누전전류를 감지한다. 따라서 전류검지부분인 ZCT의 결선은 3상 4선의 경우 전압선과 접지선 4선(A,B,C,N)을 모두 ZCT에 관통하여야 하며 단상2선식이나 3선식 모두 같은 방법으로 전압선과 접지선을 관통시킨다.

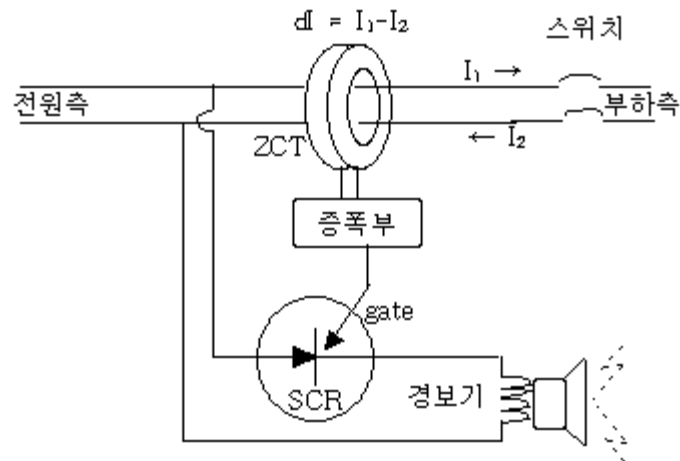
2-2. 증폭

ZCT에 검지된 누전전류는 매우 적기 때문에 경보회로에 구동이 가능한 신호로 변환하기 위하여 일정한 증폭회로를 통하게 된다. 이때의 신호는 주로 SCR의 turn on 동작을 위한 펄스형태의 신호로 발진하게 된다.

2-3. 경보회로 동작

SCR의 turn on 동작으로 경보회로의 전원 스위칭 동작이 on되면 경보기에 주전원이 투입되어 경보를 발하게 된다. 이때의 경보는 사이렌이나 경광등등 설치장소에 적합한 형태의 경보를 발하게 된다.

누전경보기 원리도



3. 설치함이 바람직한 장소

3-1. 공공의 안전확보를 위한 설치

저압 또는 고압의 전로에서 비상용 조명장치, 비상용 승강기, 유도등, 철도용신호장치, 병원용 전기설비 등 누전으로 인하여 전로가 차단되는 경우 공공의 안전확보에 지장을 초래할 우려가 있는 기계기구에 대하여는 경보만을 발하는 누전화재경보를 설치하는 것이 바람직 하다.

3-2. 공장의 생산손실 방지

누전발생시 전원을 차단함으로써 공장에서 제작중인 생산품의 품질저하, 장시간 정전시 원재료의 폐기가 불가피하거나, 정상으로 복귀후에도 막대한 기동비용이 소요되는 공장에 사용된다. 단, 단순 누전의 경우에 작업자의 안전이나 취급원료 및 생산품, 위험분위기의 생성으로 인한 피해가 발생되지 않는 다는 전제에서 사용이 가능하다.

4. 기타사항

누전경보기 설치장소의 부하가 고조파를 많이 발생시키는 경우 고조파전류로 인한 오동작이 고려되어야 한다. 따라서 컴퓨터, 방전등의 경우와 같이 고조파를 많이 함유한 부하가 밀집되어 있는 경우 고조파 성분을 분석하여 누전화재경보기측에 고조파 보상을 위한 회로의 보완이나 부하측의 고조파 억제를 위한 필터의 설치가 고려되어야 한다.

93. 누전화재경보기의 동작원리와 설치장소를 설명하시오.

1. 누전화재 경보기 개요

누전경보기의 동작원리는 누전차단기의 동작원리와 같다고 볼수 있다. 배선에 누설전류가 발생하는 경우 각상의 전류차를 영상변류기로서 감지하여 차단기를 동작시키지 않고 경보만을 울리는 방식이다. 즉 누전차단기는 누설전류를 감지하여 차단기를 동작시키고 누전화재경보기는 누설전류를 감지하여 경보만을 발령하는 기기이다.

2. 누전화재경보기의 동작원리

2-1. 누전전류 감지

누전경보기는 각 feeder에 흐르는 전류의 합성 전류값을 검출하여 누전전류를 감지한다. 따라서 전류검지부분인 ZCT의 결선은 3상 4선의 경우 전압선과 접지선 4선(A,B,C,N)을 모두 ZCT에 관통하여야 하며 단상2선식이나 3선식 모두 같은 방법으로 전압선과 접지선을 관통시킨다.

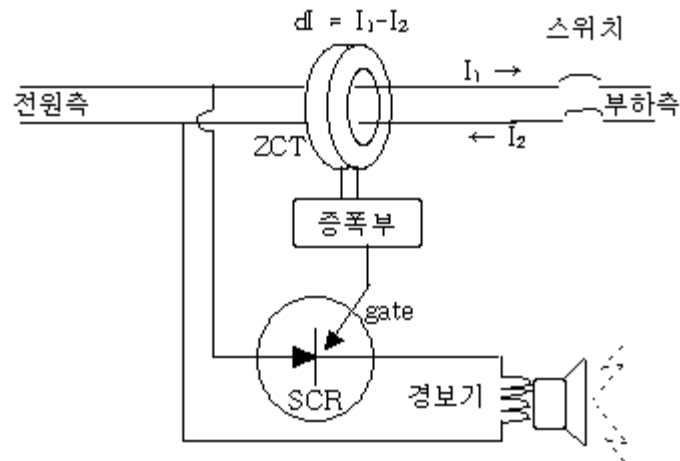
2-2. 증폭

ZCT에 감지된 누전전류는 매우 적기 때문에 경보회로에 구동이 가능한 신호로 변환하기 위하여 일정한 증폭회로를 통하게 된다. 이때의 신호는 주로 SCR의 turn on 동작을 위한 펄스형태의 신호로 발진하게 된다.

2-3. 경보회로 동작

SCR의 turn on 동작으로 경보회로의 전원 스위칭 동작이 on되면 경보기에 주전원이 투입되어 경보를 발하게 된다. 이때의 경보는 사이렌이나 경광등등 설치장소에 적합한 형태의 경보를 발하게 된다.

누전경보기 원리도



3. 설치함이 바람직한 장소

3-1. 공공의 안전확보를 위한 설치

저압 또는 고압의 전로에서 비상용 조명장치, 비상용 승강기, 유도등, 철도용신호장치, 병원용 전기설비 등 누전으로 인하여 전로가 차단되는 경우 공공의 안전확보에 지장을 초래할 우려가 있는 기계기구에 대하여는 경보만을 발하는 누전화재경보를 설치하는 것이 바람직 하다.

3-2. 공장의 생산손실 방지

누전발생시 전원을 차단함으로써 공장에서 제작중인 생산품의 품질저하, 장시간 정전시 원재료의 폐기가 불가피하거나, 정상으로 복귀후에도 막대한 기동비용이 소요되는 공장에 사용된다. 단, 단순 누전의 경우에 작업자의 안전이나 취급원료 및 생산품, 위험분위기의 생성으로 인한 피해가 발생되지 않는 다는 전제에서 사용이 가능하다.

4. 기타사항

누전경보기 설치장소의 부하가 고조파를 많이 발생시키는 경우 고조파전류로 인한 오동작이 고려되어야 한다. 따라서 컴퓨터, 방전등의 경우와 같이 고조파를 많이함유한 부하가 밀집되어 있는 경우 고조파 성분을 분석하여 누전화재경보기측에 고조파 보상을 위한 회로의 보완이나 부하측의 고조파 억제를 위한 필터의 설치가 고려되어야 한다.

94. 전기화재의 원인중 하나인 반단선(半斷線)현상을 설명하시오.

반단선이란 ? 전선의 소선중 일부가 끊어져있는 상태를 말한다.

반단선이 되는 이유는 다리미, 청소기 등 자주 이동하면서 사용하는 기기의 코드선이나 콘센트에 플러그를 자주 꼽았다 빼었다를 반복하는 경우 연선에 기계적으로 반복된 인장력이 작용하여 심선을 구성하고 있는 소선중의 일부가 단선된다.

또한 연선을 구성하는 전기용 재료의 순도가 낮거나 열을 장기간 받게되면 소선의 연성이 부족하게 되고 작은 외력으로도 부분적인 단선이 발생하게 된다.

특징으로는 통전시 단선부분에 저항이 증가되어 국부적인 발열이 발생하게 되어 과부하가 아닌 경우에도 반단선 부분의 열화가 급격하게 진행되어 전선의 단락이나 화재가 발생하게 된다. 일반적으로 소선의 10%이상이 단선되면 급격하게 단선율이 증가하게 된다.

반단선의 대책으로는 기계적인 외력이 반복적으로 가해질수 있는 개소에 물리적인 보강 절연을 하거나 예상개소에 대한 정기적인 점검이 매우 중요하다.

반단선이 발생한 개소를 찾아내기 위하여는 정기적인 육안점검이 필요하고 국부적으로는 적외선 온도 측정기를 이용하여 발견이 가능하고 점검개소가 광범위할 경우 열화상 촬영장치를 이용하여 색출이 가능하다.

95. 접지의 종류를 목적별로 분류하고 간단하게 설명하라.

1. 계통접지

1선 arc지락,기타의 원인으로 생기는 이상전압의 발생을 방지하고 지락고장시 건전상의 대지 전위상승을 억제시킴으로써 전선로 및 기기의 절연을 경감시킨다. 또한 지락고장시 보호계전기를 확실히 동작시키고 재해가 확대되기 이전에 차단기로 고속차단한다. 소호리액터 접지에서는 1선지락시 arc전류를 신속히 소멸시킬수 있다.

즉 사고의 영향을 감소시키고 기기의 절연레벨을 저감함으로써 경제적인 기기의 사용이 가능하다.

2. 기기접지

기기의 절연이 파괴되어 지락사고가 발생하면 기기자체에서 발생하는 과대한 대지전압을 억제하고 운전자의 안전을 도모한다.

3. 뇌해 방지용 접지

뇌전류를 안전하게 대지로 방류하기 위한 접지이다. 뇌전류가 흐르는 시간은 단시간이나 전류용량이 매우크기 때문에 대지전위 상승으로 인한 주변 시설물에 영향이 없도록 하기 위하여 접지저항을 최소화하여야 한다.

4. 등전위화 접지

신체가 닿을수 있는 모든 부분의 금속체를 접지하여 금속체간의 전위차가 동일하도록 접지하는 방법이다. 따라서 미소한 전위차의 발생으로도 사고가 발생할수 있는 병원등의 대표적인 안전접지방식이다.

5. 잡음 대책용 접지

외래잡음의 침입이나 자체에서 발생하는 잡음으로 정밀전자장비의 오동작,오차증가,상호간섭으로 인한 품질불량등을 방지하기 위한 접지이다.예를 들면 전자섀드룸의 접지,각종 통신 케이블의 접지,각종 정밀기기의 외함접지등이 잡음방지접지의 범주에속한다. 통신설비,실험실등의 대표적인 접지로 볼수 있다.

6. 기능용 접지

설비의 기능상 꼭 접지하여야만 기능이 유지되는 경우에 실시하는 접지이다. 예를 들면 전기 방식용 접지나 컴퓨터 등의 기준전위 확보용 접지등을 예로 들수 있다.

※ 접지에 관한 문제는 모든 전기분야의 기술사 시험에서 출제되고 있는 매우 중요한 분야중 하나이다. 또한 답안 작성에 중요한 것은 1문의 문제에 대하여 답안의 작성방향이 다음과 같이 다양하게 나타나기 때문에 주의하여야 한다.

[예] 접지의 종류

○ 설치방소에 따른 분류

- 기기접지,선로접지,중성점접지

○ 계통에 따른 분류

- 직접접지,비접지,소호리액터접지,고저항접지,저저항접지

○ 공사방법에 따른 분류

- 제1종,제2종,제3종

○ 목적에 따른 분류

- 상기답안 참조

96. 전기설비의 방폭원리 및 방폭구조에 관하여 논하라.

1. 전기설비의 방폭개념

전기설비의 방폭이란 전기설비가 원인이 되어 가연성 가스나 증기 또는 분진이 인화되거나 착화되어, 폭발사고가 발생하는 것을 방지함을 말한다.

일반적으로 폭발현상은 공기중에 적당한 농도의 가연성가스나 증기 또는 분진이 존재하고 이들이 반응을 시작하는데 필요한 착화에너지가 존재할 때 일어나는 것이다.

따라서 위의 세가지 조건이 동시에 일어나지 않도록 하기 위한 개념으로 다음의 기본방향을 제시할 수 있다.

- ① 전기설비를 설치한 장소의 환경 또는 분위기를 가스, 증기 또는 분진이 폭발 위험농도에 달하지 않도록 환기나 배기시설을 강화하고 분진에 대하여는 除塵조치를 한다.
- ② 부득이하게 폭발 위험분위기가 조성되는 장소에서는 착화원이 될수 있는 전기설비를 설치하지 않거나 완전밀폐구조등 방폭구조의 것을 사용한다.

2. 방폭대책의 기본원리

2-1. 위험분위기 생성방지

- 폭발성가스 누설 및 방출방지

공기중에 가스누설 및 방출 방지를 위한 설비의 밀봉, 위험물 사용제한

오조작 및 사고시 누설을 방지할 수 있는 시설을 하여야 한다.

- 폭발성가스 체류방지

폭발성 가스가 누설하기 쉬운 장소에는 기기를 옥외에 설치하거나 강제 환기시설을 하여 가스의 체류를 방지한다.

2-2. 전기기기 자체의 방폭

① 점화원의 격리

기기자체의 점화원이거나 사고발생시 점화원이 될수 있는 개소를 폭발성가스와 격리하는 방법으로 압력방폭구조 및 유입방폭구조등이 이에 속한다. 예를 들면 수소가스냉각방식의 터빈에서 수소가스의 압력을 대기압보다 높게 유지하여 대기가 혼합되지 않도록 하는 것이다.

② 전기기기의 안전도 증가

기기자체가 점화원이 되지 않도록 안전도를 증강시켜 고장자체가 발생하지 않게하는 방법으로

안전증 방폭구조가 있다.

③ 점화능력의 본질적 억제

약전류회로의 전기기기에서 정상 및 사고시 발생하는 불꽃이나 고온부로 인하여 폭발성가스를 점화할 우려가 없다는 것을 시험등으로 충분히 입증되는 경우 본질적 점화능력이 억제된 기구로 사용될수 있다. 이러한 방법으로 제작된 것을 본질안전방폭구조의 기기라 한다.

3. 방폭구조의 종류 및 특징

3-1. 내압 방폭구조

기계기구에 점화원이 될 수 있는 부분을 전폐구조의 기구에 넣어 가스가 내부에 침입, 폭발하는 경우에도 용기가 압력에 견디고 외부로 점화원을 파급하지 않도록 한 구조이다. 대상기기로는 아크가 생길수 있는 개폐기류, 변압기류등을 들수있다.

3-2. 유입 방폭구조

불꽃 또는 아크를 발생할수 있는 부분을 기름안에 넣어 유면상의 폭발성가스에 인화되지 않도록 한 구조이다. 따라서 사용중 항상 필요한 유량을 유지하여야 하고 유면상의 온도상승한도를 제한하여야 한다.

3-3. 압력 방폭구조

기기외부의 위험 분위기 압력보다 기기내부에 불연성가스를 높은압력으로 유지하여 외부가스가 침입하지 못하도록 한 구조이다. 따라서 내부의 가스압력을 수시 점검하고 이상시 경보할수 있는 장치를 설치하여야 한다.

3-4. 안전증 방폭구조

본 구조는 기기의 주요구조부를 운전중에 발생할수 있는 과열, 불꽃등에 대하여 안전도를 증가시킨 것으로 간혹 사고발생시 방폭구조로의 실효가 없는 경우가 발생할수 있다. 따라서 사용상 무리나 과실이 없도록 주의하여야 한다.

3-5. 본질안전 방폭구조

폭발성분위기에서 폭발이 이루어지기 위하여는 최소한의 점화에너지가 필요하다. 이러한 개념으로 전기기기에 이상이 발생하여도 착화 에너지 이하의 에너지가 발생하도록 제작된다면 본질안전방폭구조라 할수 있다. 이러한 한계는 현재 이론상 설계에 한계가 있으며 실제로는 시험결과에 의하여 본질안전방폭구조를 판단하고 있다.

3-6. 특수 방폭구조

특수방폭구조는 상기 이외의 구조로 폭발성가스의 인화를 방지할수 있는 것이 시험 기타의 방법으로 확인된 구조의 것을 말한다.

97. 전력용 기기의 열화원인을 5가지 이상 들고 간단하게 설명하라.

1. 부분방전

절연체 내부나 절연체와 도체사이의 공극(Void)이나 이물질로부터 부분방전이 발생되어 절연체가 서서히 침식되어 간다. 국부가열이나 화학반응에 따라 Void의 내면은 침식되고 Pit가 발생되어 Void 방전은 생성된 Pit의 앞끝까지 진전하고 다시 Pit는 성장하여 절연파괴에 이른다. 부분방전에 의한 절연체의 열화는 주로 기기를 장기간 사용함에 따라 발생된다.

2. 전기Tree

도체와 절연체의 접촉부에 미소한 돌기나 손상이 생기게 되면 접촉부에 높은 전기(Electric field)가 형성되고 그곳으로 부터 접지극(금속)을 향하여 절연체속을 나무가지 모양의 방전로(Electric Tree)로 성장된다. 이러한 전기Tree가 절연체 속에서 접지극에 도달했을때 절연파괴가 일어난다.

3. 수 분

절연체가 수분을 흡수하거나 제조과정에서 절연체 내부에 수분을 포함하게 되면 절연내력이 현저하게 저하되는데 현재는 각종 기기의 구조개선과 제조기술의 진보에 따라 기기 자체의 고유특성에는 거의 문제가 되고 있지는 않다. 다만 운영시 외부환경에 의한 열화문제가 특별하게 고려되어야 한다.

4. 기계력

유압변압기나, 발전기등의 권선 절연체는 장기간의 진동에 의하여 도체와 절연체 사이의 공극이 발생되고 탈락하게 되기도 하며, 절연체와 도체의 선팡창 계수가 다르기 때문에 열에 의한 팽창,수축으로 레진내의 응력,균열 및 공극이 발생되어 열화를 촉진시킬수 있다.

5. 빛

일반적으로 절연체는 햇빛에 노출되는 경우 자외선에 의한 화학적 특성의 변화와 적외선에 의한 열열화가 촉진된다. 이는 절연체의 고유한 특성이 변화하여 절연내력이 저하하게 되는 것이다.

6. 열

절연체가 장기간 동안 허용온도 이상의 높은 온도로 운전됨에 따라 열적, 화학적 변화를 일으키게 된다. 과도한 온도상승에 의한 열열화로 인하여 셀룰로우스 절연체는 기계적인 강도가 저하하여 약해지고 절연유는 전기적인 특성이 나빠져서 변색한다. 또한 열에 의한 장기간 동안의 Heat cycle로 절연체와 도체사이의 공극이 발생하여 열화를 촉진할 수도 있다.

7. 화학물질

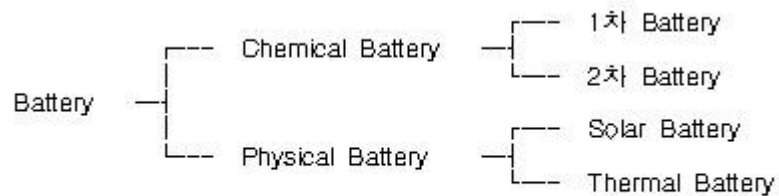
기름속에 동이 존재하면 이것이 산화와 열화의 촉매가 된다. 운전중인 유압변압기는 절연유속에 도체의 동 및 잔류산소가 공존하고 있는 외에 비교적 유온이 높으므로 절연유는 열화하기 쉬운 조건이 된다. 또한 건식변압기는 산, 알카리, 기름, 유기용제 등에 따라 절연체가 침식되는 일이 있다.

98. BATTERY의 종류 및 특징, 운영시 고려할 사항에 관하여 논하라.

- ♣ 축전지에 관한 사항을 포괄적으로 다루었다. 각 항목별 별문항으로 출제가 가능한 부분이다.

1. 종 류

축전지는 일반적으로 연축전지와 알카리 축전지로 구분되고 있으나 광의의 Battery는 다음과 같이 분류될 수 있다.



[그림] Battery의 종류

1-1. 연축전지

- 내부구조상 분류: 클레드식, 페이스트식, 고율 방전용 페이스트식
- 외부구조상 분류: 벤트형, 시일형

- ♣ 연축전지의 방전율은 일반적으로 10시간 방전율로 하고 장시간방전에 적합하다. 그러나 비상용조명장치등에 쓰이는 고율방전용 페이스트식 연축전지는 5시간 방전율이 쓰이고 있다. Cell당 2V를 기준한다.

1-2. 알카리축전지

- 내부구조상 분류: 포켓식, 소결식
- 외부구조상 분류: 벤트형, 시일형 1종, 2종

- ♣ 알카리축전지의 방전율은 5시간율인데 연축전지보다 급방전에 적합하다. 또한 AHH형에 대하여는 1시간율을 쓰고 있다. 수명은 연축전지보다 길어 약 12 ~ 15년 정도이며 Cell당 1.2V이다.

2. BATTERY의 특징

- BATTERY는 독립전원으로 상용전원이 없는 어떠한 곳에서도 안정된 전원으로 사용할 수 있

다. 주요용도는 전기기차,선박,비행기등 광범위하게 사용된다.

- 대용량의 전류를 방전시킬수 있어 대용량의 엔진이나 장치 가동전원으로 사용가능하다.
- 필요시 마다 수시로 전원공급이 가능하여 순간정전도 허용될수 없는 중요시설의 상용 무정전 전원으로 사용할수 있다.
- 순수한 직류전원으로 교류전원이 포함하는 Ripple전류 또는 Pulse전류를 피해야 하는 통신용,제어용 전원에 최적이다.
- 안전하고 소음이 없는 전원이다.
- 재충전이 가능하여 장기간 사용할수 있으므로 경제적이다.
- 유지보수,점검이 간편하다. 간단한 구조로 고장이 거의 없고 견고하다.

3. 축전지의 선정

3-1. 성능,용도면에서의 선택

각 축전지의 형식과 특징에 따라 축전지에서 전력을 공급하는 부하의 크기와 조건에 적합한 기종을 선택하면 된다.

- 방재설비용

각종 법률에서 정하는 방재용 부하의 동작시간이 대부분 30분이내의 사용범위로 다음과 같이 선정한다.

- ㉠ 연축전지는 고율방전용 페이스트식 축전지(HS)
- ㉡ 알카리축전기는 포켈식축전기가 일반적으로 사용

- 자가용발전기 시동용

발전기의 시동용 전원은 단시간 대전류를 요구하는 부하임으로 알카리 축전지가 사용되는데 AH,AHH형을 적용한다.

3-2. 보수관리상 선택

보수관리를 충분히할 수 없는 경우 시일형 알카리축전지를 사용하며 충분한 관리가 가능한 경우 벤트형 연축전지를 사용한다.

3-3. Cell수의 선택

일반적으로 100볼트계의 경우 연축전지는 52~55개,알카리 축전지에서는 80~90Cell이 사용된다.또한 방재용 축전지에는 연축전지 54Cell, 알카리축전지 89Cell이 사용된다.

3-4. 기타

일반적으로 알카리 축전지는 연축전지보다 급방전에 적합하며 유지보수면에서 연축전지보다 간편하다.

4. 축전지의 장단점 비교

4-1. 연축전지와 비교한 알카리축전지의 장점

- 과충전, 과방전에 견디며 전기적강도가 뛰어나고 수명이 길다.
- 설치면적이 적어도 된다.
- 전압변동에 강하다.
- 순간전류를 크게잡을 수 있다.
- 고율방전에 의한 용량감소가 적다.
- 진동충격에 따른 기계적 강도가 강하다.
- 알카리용액이기 때문에 철강재등의 부식이 적다.

♣ 따라서 알카리전지는 장기간 무보수화 할수 있으며 정류기와 함께 조립한 큐비클형 직류전원장치에 적합하다.

4-2. 알카리전지의 채용이 적당한 경우

- 무인변전소등에서 유지보수의 용이성이 요구되는 경우
- 소형경량을 우선으로 하는 경우
- 고율방전에 의한 용량감소를 적게 하고자 하는 경우

4-3. 연축전지가 유리한 경우

- 대용량의 것이 필요한 경우
- 고전압이 필요한 경우
- 안정된 성능이 필요한 경우
- AH당 Cost가 저렴해야 하는 경우

5. 설치장소

5-1. 법률로서 정한 장소

건축법 : 내화구획실

소방법 : 전용의 불연구획실에 설치하여야 한다.

5-2. 유지,보수측면의 장소

- 큐비클에 설치한 것은 옥외, 옥상, 기계실에 설치 가능.
- 수변전실등의 관련실 근처로하고 보수점검이 편리한 장소

5-3. 축전지실의 환경에 적합한 장소

- 직사일광이 닿지않는 장소로서 벽면은 내산또는 내알카리성 도장실시
- 충분한 환기가 가능한 장소

연축전지의 경우 수소가스가 발생하게 되므로 화염에 의한 폭발우려가

있으므로 충분히 환기가 가능한 장소를 선정한다.

- 먼지등이 없는 청결유지(누설전류 예방)

6. 충전방식

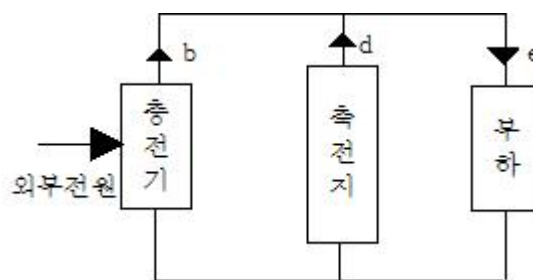
6-1. 균등충전

균등충전은 2~3개월에 한번씩 행해져야 하는 충전방식으로 축전지를 장시간 사용하게 되는 경우 단위축전지의 전해액 비중과 단자전압이 서로 다르게 되므로 단위 축전지간의 불균형을 해소하기 위하여 실시되는 충전방식이다.

- 충전시간 : 10 ~ 12 시간
- 충전전압
 - 연축전지 : 2.4 ~ 2.5 V/CELL
 - 알카리 축전지 : 1.45 ~ 1.5 V/CELL

6-2. Floating Charge(부동충전)

① 구 성



정상시 : $b = e + \text{자기방전보충분}$

정전시 : $d = e$

② 동작설명

정상상태에서는 부하전류를 언제나 정류기에서 공급하며 축전지는 자기방전을 보충하기 위해 적은 전류만을 충전한다. 정류기에는 전류제한회로가 부착되어 있어 짧은 시간에 큰전류가 필요시 축전지에서 부하전류의 일부를 분담하게 되며 이때는 분담부하 방전분만큼 정류기에서 충전전류를 축전지에 공급한다. 그러나 외부전원이 정전되는 경우에는 축전지에서 부하전류를 전량공급하게 되고 외부전원이 복구되는 경우 방전분을 충전기로 재충전하게 된다.

③ 특 징

상시 안정된 전력공급이 가능하고 축전지는 과충전이나 부족충전 없이 상시최적전압을 유지하게 되어 수명특성이 매우 좋아진다. 또한 축전지와 정류기의 용량을 작게할수 있다.

♣ 본방식은 무정전전원장치(UPS)로서 사용될수 있다.

U·P·S : Uninterruptible Power Supply

6-3. 정전류 충전

충전이 끝나는 시점에서 과충전 경향이 나타나게 되어 통상 사용치 않는다. 주요용도는 초기 충전,용량시험,특성시험등에 사용한다.

6-4. 정전압 충전

충전초기에 충전전류가 크므로 충전기 용량이 크게 소요되며 초기에 급속한 온도상승으로 수명특성에 영향을 준다. 주요용도는 급속한 충전이 필요한 곳이나 전기차 등에 사용한다.

6-5. Quasi정전압 충전

본 방식은 충전초기에 축전지에 인가되는 정전압을 제한하기 위하여 전류제한용 저항을 삽입하여 충전하는 방식으로 통상 축전지의 충전전류가 급속하게 상승되는 Point(2.4V)를 감지하여 Timer를 동작시키는 방식이다.

6-6. 정전압 정전류 충전

정전압 충전방식과 병행하여 최대 충전전류를 제한하는 방식으로 초기충전시 일정한 큰전류로 충전하고 가스발생전압에 도달하면 충전전류를 서서히 감소시킨다.

6-7. Trickle 충전(細流충전)

언제나 완전한 충전상태에 있도록 축전지에 항상 적은량의 전류가 흐르게 하므로써 자기방전에 의한 축전지의 용량손실을 보충하는 방식이다. 이는 축전지를 충전시키는데 장기간의 시간을 요하므로 제한된 범위에서 사용되고 소형밀봉형 충전지나 계속방전을 요하지 않는 축전지에 사용되고 있다.

6-8. Step충전

전류를 2~3단계로 변화시켜 가면서 정전압 충전 또는 Quasi 충전을 행하는 방식으로 급속충전에 적합하다.

99. 무정전전원장치의 구성 및 동작에 관하여 논하라.

1. 개 요

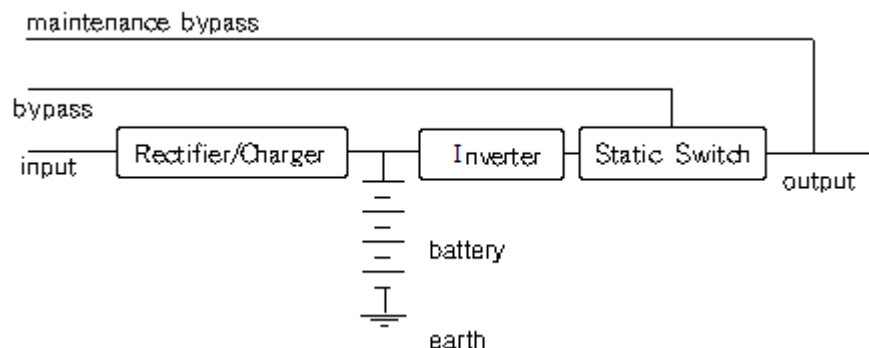
발송배전 시스템의 운용에 컴퓨터 및 자동제어기기의 보급이 확대됨에 따라 고신뢰성의 전원 공급을 필요로 하는 제어시스템이 급속히 증가되고 있다.

이는 컴퓨터 응용기술이 고도화 될수록 이들이 요구하는 고신뢰성 및 안정된 전원을 공급하지 못하면 전원장애로 인한 시스템의 기능상실로 발송배전 전계통의 중단까지도 야기할수 있는 것이 현실이다.

또한 최근에는 전력계통의 운영 뿐만아니라 일반 산업용,서비스용까지 컴퓨터 응용기기의 확대에 따라 상용전원의 정전 및 전원장애로 부터 대비하기 위한 무정전 전원장치의 역할이 더욱 중요하게 되었다.

2. 기본구성 및 부분별 기능

무정전 전원장치의 전력회로는 정류부(Rectifier)와 인버터부(Inverter) 동기절체 스위치부(Syncro static switch)로 나누어 진다.



2-1. 정류 및 충전기부

정류 및 충전기부의 주요구성부품은 싸이리스터,다이오드,휴즈,방열판,콘덴서,저항 등으로 구성 된다.입력교류전원을 직류로 변환하여 축전지에 충전전류를 공급한다.

2-2. 직류필터부

정류 및 충전기부를 통하여 변환된 직류전원은 리플함유량이 많으므로 리플을 제거하여 안정한 직류전원으로 개선하기 위한 기능을 갖는다.

2-3. 인버터부

정류부와 축전지로부터 직류전원을 공급받아 교류전원으로 변환시켜 출력측에 안정된 교류전

력을 공급한다. 정격부하에 충분한 용량이어야 하고 유지보수가 용이 하여야 한다.

2-4. 교류필터부

인버터를 통하여 변환된 교류전력을 완전한 정현파로 변환하여 고조파를 최소화 한다.

2-5.정지형 동기 절체 스위치부

동기절체부는 인버터 출력과 상용전원간이 병렬로 접속되게 하며 인버터 출력과 상용전원간에 인터록 되도록 하며 무순단으로 수동 및 자동절체되고 유지보수가 용이하여야 한다.

3. 기본동작

3-1. 평상시

입력전원은 정류부로 공급되며 정류부는 교류전원을 직류전원으로 변환하여 축전지를 충전하며 동시에 인버터부의 입력전원으로 사용되며 동기절체스위치는 인버터부측으로 절체되어 부하에 안정한 전원을 공급한다.

3-2. 입력전원 정전시

정류부의 입력전원이 정전시에는 정류부로 부터 인버터와 축전지에 공급되는 직류전원은 차단되고,무순단으로 축전지로부터 방전을 시작하여 인버터부의 입력전원으로 축전지 방전 허용시간내까지 사용되고,축전지 정전허용시간 경과후에도 입력전원이 복전되지 않으면 기기는 자동으로 정지되도록 한다.

3-3. 입력전원 복전시

정류부의 입력전원이 복전되면 축전지 방전에 의해 인버터부에 공급되던 전원은 자동으로 중단되고 정류부로부터 방전된 축전지를 재충전과 인버터부에 직류전원이 공급된다.

- ♣ 동기절체 스위치의 역할은 인버터 출력과 바이패스 상용전원을 병렬로 접속하여 상호 인터록하며 동기절체시에는 무순단으로 자동절체 한다.인버터 출력 이상시에는 바이패스 상용전원으로 무순단 자동절체되어 부하에 상용전원을 공급하고 인버터 출력이 정상으로 복구되면 상용 전원측에서 인버터 출력전원을 무순단 절체하여 부하에 안정된 전원이 공급된다.

4. 적용시 유의사항

- 바이패스 전원은 입력전원과 별도 전원으로서 공급되어야 한다. 인버터의 고장 및 장기정전으로 인한 축전지 방전시 바이패스 전원으로 활용한다.

- 정전시 사용되는 축전지는 무정전 전원장치 전용이어야 한다. 제어전원과 겸용축전지를 사용할 경우 정전시 빈번한 제어회로의 조작으로(순간전압강하에 따른 전압불안정으로) 인버터가 가동중단이 될수 있기 때문이다.
- 정지형 동기절체 스위치는 무순단으로 인버터측과 바이패스(상용전원)측을 동기절체할수 있어야 한다. 바이패스 절체시간이 4ms이상을 초과하는 경우 부하측의 기기에 장애를 줄수 있다.
- 고신뢰성의 무정전 전원을 요구하는 부하기기는 반드시 병렬형 무정전 전원장치를 사용하여야 한다.

5. 향후전망

종래에는 회전형 무정전 전원장치가 이용되어 왔으나 변환손실이 크고 기계부품의 운전비용 및 신뢰성 보장비용을 필요로 하였다. 따라서 최근에는 전력전자 제어방식의 반도체를 이용한 정지형 무정전 전원장치가 확대 보급되고 있다. 정지형 무정전 전원장치는 회전형에 비하여 기계적 운동부분이 없으며 변환효율이 높고,보수시간이 단축되며,소형경량,수명이 긴 장점을 가지고 있기 때문에 전력용 제어설비 이외에 산업용,서비스업용,가정용에 까지 널리 보급될 전망이다.

100. 설비보전기술의 변천과정을 간단히 설명하고 시간기준보전과 상태기준보전의 차이점을 논하라.

1. 개 요

지금까지는 설비보전을 인간의 의식과 판단에 의존하여 왔으나 설비의 대규모화, 자동화, 복잡화에 따라 인간의 판단 및 처리능력이 한계에 도달하게 되었고 Human Error의 발생이 증가되고 있는 실정이다.

최근에는 광전송기술에 의한 고신뢰도의 정보 전송 및 전산시스템의 급진적인 발전으로 신속 대용량 정보처리기술의 획기적인 진보에 힘입어 매우 효과적인 보전시스템의 구성이 가능하게 되었다.

2. 설비보전의 변천과정

[1단계] 사후보전(BM): Breakdown Maintenance

초기단계의 보전방식으로 고장이 발생시 까지 사용하다가 고장이 발생후에 고친다는 초보적인 개념이다. 시스템이 간단하고 사고발생시 손실비용이 적게 발생하는 시기에 사용하던 방식이다.

[2단계] 예방보전(PM): Preventive Maintenance

기기의 부품교환이나 보전작업을 일정한 기간마다 실시하여 돌발사고를 방지하려는 개념으로 설비의 신뢰성 유지에 유효하기 때문에 사후보전을 대신하여 많이 활용하던 방식이다.(부품의 정기교환, 오버홀(Over Haul)등의 예를 들수 있다.)

[3단계] 생산보전(PM): Productive Maintenance

예방보전을 보완하여 설비의 생산성향상을 목표로한 보전이다. 즉 생산성 향상을 기준으로 예방보전의 시기, 방법을 선택하는 방식이다.

[4단계] 개량보전(CM): Corrective Maintenance

설비자체를 개선하여 열화의 정도를 낮추고 고장율을 저감시키는 방식으로 열화에 따른 손실과 보전비용을 절감시키기 위한 개념이다.

[5단계] 보전예방(MP): Maintenance Prevention

개량보전의 사고방식을 더욱 발전적으로 확대한 방법으로 보전을 최소화 하기 위하여 설비의 설계나 도입단계부터 장래의 보전비나 열화 손실비를 줄일수 있도록 하는 방법이다. 장기적으로 경제성이 높은 방향을 선택한 것으로 다음과 같은 방법을 생각할 수 있다.

- 기기의 선택시 고장이 적게 나는 쪽을 우선으로 한다.
 - 고장이 일어나도 신속하고 쉽게 수리할 수 있도록 한다.
 - 설비비와 보전비의 합계가 낮아지도록 한다.
- 따라서 초기투자비는 증가되는 경향이 있다.

[6단계] 예지보전(PdM): Predictive Maintenance

개개의 설비상태를 정량적으로 파악하여 설비의 이상징후나 장래에 일어날 사태를 예지하고 필요에 따라 적절한 보전 활동을 하는 개념으로 보전으로 인한 각종 손실을 최소화 하고자 하는 방안이다.

3. 시간기준보전과 상태기준보전

설비보전 방식은 초기에는 사고 발생을 전제로한 사후처리의 소극적 보전을 실시하였으나 점차 사고 발생을 예방하고 더 나아가 사고 자체를 발생시키지 않는 방향으로 발전하였다. 즉 초기에는 시간기준의 예방보전(Time-Based Maintenance: TBM)을 원칙으로 하였으나 최근에는 점차 기기의 개별적 상태를 기준으로한 상태기준의 보전 방식(Condition-Based Maintenance: CBM)을 채용하게 되었다.

이는 정보처리 기술의 발전으로 대용량의 데이터 처리를 보다 신속하고 실시간 처리가 가능하도록 되었기 때문으로 볼수 있다.

3-1. 상태기준보전(CBM)의 개념

기기의 상태를 정량적으로 파악하여 설비의 이상징후나 장래에 일어날 사태를 예지하고 필요에 따라 적절한 보전활동 방향을 결정하는 것이다. 즉 일정기간 마다 점검 또는 진단을 실시하여 그의 진단결과에 따라 수리기간을 결정한다.

이는 설비의 집단을 대상으로한 통계(평균수명,고장율)를 대상으로 하지않고 설비 개개마다의 상태를 관측함에 의존하므로 신뢰도가 매우높다. 또한 상태기준 보전방식에서는 진단의 결과에 따라 보전활동이 결정되기 때문에 자동화 ,연속감시화가 매우 중요하게 된다

CBM 방식의 장점은 다음과 같다.

- Plant 가동율을 향상시켜 생산손실 감소가 가능하다.시스템의 Component 들의 계획외 보수들이 줄어들어 평균고장간격(MTBF)이 증가된다.
- 설비상태와 운전조건이 잘 들어 맞도록 할수 있어 보다 효율적인 조업과 품질의 안정화가 가능하다.
- 초기고장이나 잠재결함의 검출과 수리에 의해 계획외 고장발생으로 인한

시스템전체의 정지회수가 감소한다.

- 보전비용과 보전에 필요한 인력이 감소한다.
- 안정성 향상과 Humman Error가 감소된다.
- 에너지 이용효율이 향상되고 조업비용이 감소한다.
- 설비의 정지계획의 정확도가 향상되어 제품의 공급이 안정되고 고객서비스가 향상된다.
- 정확한 설비 데이터를 배경으로 하므로 설비 제작자나 보전업자와의 교섭이 유리하다.
- 정량적 설비데이터의 축적에 의하여 장래의 설비구입이나 설계시 규격결정을 정확히 할수 있게된다.
- 예비부품의 납기를 단축시킬수 있고,또한 부품 수를 감소시킬수 있다.
- 대기설비를 감소시킬수 있어 설비의 투자효과를 향상 시킬수 있다.

3-2. 시간기준보전의 개념

설비를 집단으로한 통계학에 기초를 둔 신뢰성 이론에 의해 보전행동을 결정한다. 현장의 예방보전 간격은 설비 안전측면에서 설비의 10%확률수명기간으로 선정하는 것이 일반적이다.

시간기준보전(TBM)의 문제점은 다음과 같다.

- 수리복구 간격을 짧게하면 수리복구를 위한 관련계통의 정지가 증가되어 생산손실이 증가된다. (수리작업에 의한 Human Error때문에 고장위험이 증가되는 점도 포함)
- 수리간격을 길게하면 가동중 고장이 발생될 우려가 높고 아울러 생산손실과 보전비용이 증가된다.

4. 향후전망

향후에는 설비의 고장에 따라 손실의 규모가 대폭 확대되고 사회적인 신뢰도 확보에 매우 중요한 영향을 미칠 것으로 전망된다.

따라서 최근 컴퓨터기술의 발달과 더불어 각종 정보전송 및 처리기술의 확대보급에 따라 가능하게된 설비예지보전기술을 도입함으로써 종래의 예방보전(예방정비)에서 벗어나 설비고장에 의한 정전사고감소, 휴먼에러 사고 감소, ,설비수명의 연장,인력감축,무인화등 생산성 향상을 극대화 할 수있을 것으로 기대된다.

101. 원자로의 종류를 들고 간단히 설명하라.

1.가압경수로(PRESSURIZED WATER REACTOR: PWR)

PWR은 현재 가장 많이 사용되고 있는 동력로이다.우리나라에서는 월성 1호기를 제외하고는 모두 PWR이다. 연료는 우라늄 235를 2-4%정도 농축하여 사용하며 경수를 냉각재,감속재로서 사용한다.노내의 압력은 냉각재의 비등을 최소한으로 줄이기 위하여 2,150psia를 유지하고 있다. 열효율은 약 34%정도된다.

2.비등경수로(BOILING WATER REACTOR: BWR)

BWR은 경수를 감속재와 냉각재로 사용하는 점에서 PWR과 같으나 노내압이 PWR의 절반 정도인 1,000psia로서 냉각수가 로내에서 비등할 수 있다. 로심에서 발생한 증기로 직접 터빈을 돌리므로 증기발생기나 가압기가 필요없는 반면에 에너지 밀도가 낮아 전체 용기가 PWR보다 크다.

3.가압중수로(CANDU PRESSURIZED HEAVY WATER REACTOR: PHWR)

PHWR은 중수를 감속재로 사용한 원자로이다.특징으로는 우라늄을 농축하지 않고 천연우라늄을 그대로 사용한다.중수는 경수에 비해 감속능이 떨어지므로 더 많은 충돌과 비정(Travel)이 필요하여 경수로에 비하여 큰 원자로가 필요하다. 천연우라늄을 사용할수 있기 때문에 농축시설을 갖춘 선진국에 의존하기를 원치않는 개발 도상국에게 매력을 짓는 로형이다.

4.고온가스냉각로(HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR: HTGR)

초기의 가스냉각로는 천연우라늄을 핵연료로,흑연 감속재와 이산화탄소를 냉각재로 사용하였으나 최근에는 헬륨을 냉각재로 고농축우라늄(93%)을 사용한다.장점으로는 2,400psia의 압력하에서 약 538℃의 과열증기를 얻을수 있어 전체효율은 약 42%정도로 높고 냉각재의 온도가 높기 때문에 발전용 이외에 각종 공업용 열원으로 사용할 수 있다.

5.고속증식로(FAST BREEDER REACTOR: FBR)

한개의 핵분열 물질(U^{235})이 연소하므로써 생성되는 새로운 핵분열 물질(Pu^{239}, Pu^{241})의 양이 1보다 크도록 설계된 원자로가 고속증식로이다.일반 열중성자로와는 달리 감속재를 사용하지 않고 로심주위에는 농축우라늄과 같은 핵분열물질을 놓고 주위에 토륨이나 천연우라늄을 배치한다.증식로에서는 천연우라늄의 에너지를 60%이상 회수할수 있다.

6.나트륨흑연로(THE SODIUM GRAPHITE REACTOR: SGR)

나트륨흑연로에서는 조절재로서 흑연,냉각재로 액체나트륨을 사용한다. 나트륨은 로내에서 다량의 방사성물질이 되므로 중간 열교환기를 사용하여야 한다.즉 이중으로 나트륨간의 열교환기를 거쳐 보일러에 전달된다.

7.균질로(THE HOMOGENEOUS REACTOR)

핵연료와 감속재를 혼합하는 방법에 따라 원자로를 분류하는 경우 호칭법의 하나로 핵연료와 감속재가 균일하게 혼합되어 있는 것으로 핵분열하기 쉬운 물질을 액체화하여 사용한다.

- 이점은 우라늄의 열전도도 문제가 없다/연료를 추가하기 위하여 원자로를 정지할 필요가없다/연료의 가공이 필요없다.
- 단점으로는 /화학적 부식성/방사선의 배관내 흡입 문제등이 있다.

102. 원자력 발전소의 안전개념에 관하여 설명하라.

1. 안전개념

원자력 발전소의 안전개념은 당초 설계에 있어서 심층방호개념을 따르는데 첫째: 원전에 이상상태가 발생하지 않도록 설계하는 것이며,

둘째: 만일 이상사태가 일어나면 이를 억제하여 사고로 확대되지 않도록 하고 셋째: 부득이 사고로 진전되더라도 그 영향이 최소화 되도록 설계하는 것이 심층방호 개념이다.

이와 같은 설계원칙에 따라 설계에 반영하는 개념은 다음과 같이 다중성, 다원성, 독립성 등 세 가지가 있다.

- 다중성이란 한가지 기능을 달성하기 위하여 동일한 계통, 기기를 2개 이상 설치하는 것이다.
- 다원성이란 한가지 기능을 달성하기 위하여 성질이 다른 계통, 기기를 다중으로 설치하는 것이다.
- 독립성이란 2개 이상의 계통이나 기기가 동시에 한가지 원인에 의하여 기능이 상실되지 않도록 하는 것이다.

2. 안전성의 3가지 레벨

원자력발전소에서 기기의 손상이나 인적실수 등에 의해 이상사태가 발생할 우려가 있을 때 이를 억제하고 사고파급 확대시 그 영향을 완화, 일반공중을 적절하게 보호하는 다음 3가지 레벨의 안전성 개념을 설계 및 운영에 적용한다.

2-1. 안전성의 제1레벨

안전성의 제1레벨은 이상상태의 발생을 방지하는데 그 목적이 있다. 따라서 제1레벨의 목적을 달성하기 위하여 원자로는 출력폭주를 신속하게 억제하는 고유의 안전성을 갖도록 설계되며 단순한 고장이나 조작잘못이 곧바로 중대한 사고로 연결되지 않도록 Fail to Safe 한 설계가 되도록 하며 연동장치의 설치등을 고려한다.

2-2. 안전성의 제2레벨

안전성의 제2레벨이란 이상사태가 발생하였을 경우 발생사고가 파급확대되어 발전소 종사자 및 일반시민에게 피해가 없도록 하는데 그 목적이 있다. 따라서 이상사태가 발생하면 자동적으로 원자로 제어봉을 삽입하여 핵분열반응을 정지시키게 되는 개념이다. 이외에 비상노심냉각장치, 비상전원등 사고시에 대응한 설비가 갖추어져 있다.

2-3. 안전성의 제3레벨

안전성의 제3레벨은 최악의 사고를 가장하여 공학적 안전계통을 설치함으로써 일반인을 방사

능으로부터 보호하는데 그 목적이 있다. 이러한 설비는 일반산업시설에서는 볼 수 없는 원전 특유의 안전설비라 할 수 있다.

3. 다중방호벽에 의한 안전개념

원자력발전소에서는 방사성물질을 여러겹의 차폐벽으로 둘러싸게하여 사고가 발생한 경우에도 방사능이 외부환경에 누출되지 않도록 다음과 같은 다중방호벽이 설치되어 있다.

3-1. 제1방호벽(핵연료 피복관)

화학적으로 안정한 이산화우라늄 펠렛을 지르코늄 금속관에 넣고 밀봉하여 우라늄의 핵분열에 의해 생기는 방사성물질의 대부분은 연료봉안에 갇히며 연료체에서 나온 소량의 가스도 피복관에 밀폐된다.

3-2. 제2방호벽(원자로 압력용기)

핵연료 피복관에 결함이 생겨 방사성 물질이 새어나와도 두꺼운 강철의 원자로 압력용기에 의하여 방사성 물질이 외부로 누출되지 못하도록 한다.

3-3. 제3방호벽(차폐콘크리트)

원자로 압력용기를 둘러싸고 있는 두꺼운 콘크리트벽으로 압력용기에서 방사능이 직접 외부로 새어 나오는 것을 막는다.

3-4. 제4방호벽(격납용기)

원자로 압력용기의 차폐콘크리트 외부를 다시 3.8 cm이상의 두꺼운 강철로 만든 격납용기에 넣는다. 만일의 사태 발생시에는 누출된 방사능을 강철 격납용기안에 밀폐한다.

3-5. 제5방호벽(격납건물)

원자로 격납용기의 외곽에 두께 약 120cm 정도의 철근콘크리트로 외부환경과 차단하는 건물을 설치한다. 방사성 물질이 직접 외부환경으로 나가는 것을 막는다.

4. 향후전망

원자력 발전소의 안전성에 관하여는 많은 논란이 있으나 현재 우리나라에서 채택, 적용하고 있는 안전성이론은 미국, 유럽 등 선진제국의 원자력 규제에 관한 규정을 거의 그대로 도입하고 있기 때문에 비교적 안전성에 관하여는 문제점이 없다고 볼수있다. 그러나 우리나라는 인구밀도가 매우 높고 국토의 면적이 협소하여 안전성에 관한 제반 문제는 국가적으로 영향이 매우 크다고 볼수있으므로 우리나라 고유의 안전개념에 관하여 많은 연구가 뒤따라야 할 것으로 전

망되며 현재 추진되고 있는 고유의 안전성을 보유한 차세대 원자로에 관하여도 적극적인 추진
이 필요하다고 본다.

103. 한류형과 비한류형 Fuse를 비교 설명하라

1.한류형

1-1.구 조

자기질 절연관내에 消弧砂(보통 석영砂)중 은또는 동으로된 Fuse를 매입하고 밀폐한 구조이다.

1-2.동작원리

한류형Fuse에 과전류가 흐르면 Fuse소자는 용단,발호한다. 이때 절연관내의 모래가 소결되는 동시에 전류를 억제하는 작용을 하는데 이는 모래의 우수한 소호기능에 의한다.

또한 전류제한시 아크전압이 일반차단기류보다 월등히 상승하며 크기는 전원전압보다 월등히 높다. 즉 그순간은 전형적인 저항 차단장치로 동작되며 회로의 역율이 개선되므로 전류Zero치에서의 회복전압 순시치가 낮아 소호가 용이하다. 이론상 다른 차단기와는 달리 발호후 최초의 전류 Zero치에서 차단이 가능하다.

2.비한류형

2-1.구 조

현재 우리나라에서 널리 사용하고있는 특고압 수전설비의 Fuse는 거의 비한류형 Fuse로 전력용 Fuse와 COS로 구분된다. 절연Gas분출용통에 Fuse 소자를 넣는 구조로 개방형이며 Gas분출용 절연체로 전력용 Fuse는 봉산, COS는 Fiber Tube를 각각 사용한다. 소자만의 교체가 가능한 구조이다.

2-2.동 작

Fuse소자가 용단후 발생하는 Arc열에 의하여 소자주위의 절연물질로부터 Gas가 분출토록 하고 그 절연성 Gas가 전류 Zero점을 통과할때 전극간의 절연내력을 증가시켜 재발호를 방지, 차단토록 설계한 Fuse다. 원리적으로는 가스차단기나 유입차단기와 비등한 자력형 차단기이다.

3.적용상 유의사항

3-1.한류형 Fuse

전류제한작용은 동작과전압이라는 문제를 발생시킨다. 이는 Arc저항에 따른 전압과 전원전압이 중첩되어 Fuse 양단에 발생하기 때문이다. 따라서 근접 시설물의 절연을 위협하게 되므로 정격전압을 준수하여 사용할 필요가 있다.

3-2.비한류형 Fuse

대전류 차단정격의 Fuse를 소전류 차단에 사용하는 경우 Gas 분출량의 부족으로 차단실패가 발생하며,반대의 경우 Gas압이 과대하여 Fuse관의 폭발 가능성이 있다. 따라서 정격차단전류를 고려할 필요가 있다.

4.차이점 비교

4-1.비한류형 Fuse

- 재기전압특성에 민감
- 차단동작시 회로의 역률 및 고유 주파수에 악영향
- 단락전류 차단시 가스 및 폭음발생
- 동작전압이 적다.
- 가격염가
- Fuse요소만의 교체가능하여 유지비 저렴

4-2.한류형 Fuse

- 1회전류 0점에서 확실히 차단
- 차단동작시 회로의 역률 및 주파수에 영향이 없다.
- 가스 및 폭음없다
- 동작전압이 높다
- 차단용량이 크다
- Fuse요소만의 교체 불가능하고 가격이 비싸다

5.한류형fuse와 MCCB와의 비교

① 장 점

- 단락을 포함한 과전류보호장치로 원리상 최대의 신뢰성 보유
- 차단기중에서 차단용량에 대한 경제성 1위
- 차단용량이 크고 대용량의 제품을 구조상 용이하게 제작가능하다
- 단락보호효과가 크다.

저압차단기중 가장 한류효과가 높아 사고시 직열기기를 고도 보호

- 단락 차단시의 안전성 높다.

밀폐구조로 동작시 아크,가스,소리가 없고 주위에 안전하다.

- 각종 협조가 용이하며 구조상 오동작이 적다.

② 단 점

- 회로개폐가 불가능하다.
- 결상발생
- 동작후 재사용 불능
- 충전부 노출
- 동작전류 조정불가

♣ 상기와 같은 단점을 보충하기 위하여 Fuse스위치를 사용하거나 동작표시 접점부fuse를 사용하여 전동기의 경우 전자개폐기와 조합하여 사용한다.

♣ 한류형 Fuse는 동작시 새로운 한류형 Fuse로 교체하므로 초기의 성능을 보장할 수 있으나 MCCB의 경우 단락차단의 반복으로 자체의 노화,열화등 초기성능치의 보증이 불확실하게 된다.

104. LA관련 용어

1.LA정격전압

해전압을 선로단자와 접지단자에 인가한 상태에서 소정의 단위 동작책무를 소정의 회수로 반복이행할수 있는 상용주파수전압의 최고한도를 규정한 값

2.LA공칭방전전류 (Discharge Current)

피뢰기의 보호성능 및 자동복귀성능을 표현하기 위하여 쓰이는 방전전류의 규정치로 소정의 파고치와 파형을 갖는 뇌충격전류를 표시한다.

3.LA속류

피뢰기의 속류란 방전현상이 실질적으로 끝난후 계속하여 전력계통에서 피뢰기에 흐르는 상용주파전류를 말한다.

4.LA제한전압 (Residual Voltage)

피뢰기의 방전중(과전압이 제한되어) 양단자 사이에 나타나는 충격전압이며 규정치는 파고치로 표시한다.

5.LA상용주파 방전개시전압

피뢰기의 선로단자와 접지단자간에 상용주파전압을 인가했을 때 실질적으로 LA에 전류가 흐르기 시작한 최저치(실효치)를 말한다.

6.LA충격방전 개시전압

양단자 사이에 충격전압이 인가되어 LA가 방전하는 경우 그초기에 방전전류가 충분히 형성되어 단자간 전압강하가 시작하기 이전에 도달하는 단자전압의 최고전압.

8.보호비 (Protective Ratio)

피보호기기의 절연내력과 피뢰기의 보호레벨과의 비를 말한다. IEC에 의하면 피보호기기의 충격절연내력과 보호레벨과의 최소보호비는 1.2이다 .(단 피뢰기와 피보호기기의 접지는 연결되어 있다.)

7.보호레벨 (Impulse Protective Level)

규정 조건하에서 피뢰기의 양단자간에 나타나는 충격전압의 최대 파고치를 보호레벨이라 한다.보호레벨은 다음항중 최대치를 선택한다.

- 파두충격방전 개시전압을 1.5로 제한값

- 1.2/1.5 micro sec 충격방전 개시전압
- 지정방전전류에 대한 제한전압

9.LA의 변천과정

변저항형 → 자기취소형 → 한류형 → 고체형(Gapless 형)

105. 전력용 변전소 주변압기의 형식,정격 및 결선에 관하여 각각의 특징을 논하라.

1. 주변압기의 형식 및 정격

변전소 주변압기형식은 여러가지 측면(옥내형,옥외형,단상,삼상등)에서 분류할수 있으나 가장 일반적인 분류방식으로 냉각방식에 따라 설명하고자 한다.

- 유입자냉식

가장 일반적인 형식의 변압기이다. 구조가 간단하고 보수가 용이하고 값이 싸며 23kV급 중용량 이하에 적용하나 전력계통용 변전소의 주변압기로는 거의 사용되지 않고 있다.

- 건식자냉식 또는 건식풍냉식

일반적으로 23kV급 이하의 비교적 저전압, 소용량 변압기의 냉각방식으로 154kV급 배전용 옥내변전소에 적용한다.

- 유입풍냉식

옥내 및 옥외변전소에 가장 많이 사용하는 변압기로서 유입 자냉식에 송풍기(Fan)을 장착하여 방열효과를 증대시킨 것이다. 방열기(Radiator)를 소형화할수 있으며 자냉식 용량의 $\frac{1}{3}$ 정도를 증가시킬수 있다.

- 송유풍냉식

절연유 순환펌프와 냉각용 송풍기의 조립으로 이루어지며 이들은 보조설비의 동력과 독립된 풍도가 설치되어야 한다. 이 방식은 지상구조물의 설치가 법령에 의해 제한되는 공원지하 등에 적용된다.

- 송유수냉식

냉각매체로 물을 사용하는 것으로 우리나라의 경우에는 복합건물형 지하변전소에 적용하여 변압기의 냉각열을 난방용으로 사용하여 종합효율을 개선하고 있다. 냉각탑은 개방형과 밀폐형의 두 종류가 있다.

- 가스절연변압기

건식변압기의 일종으로 SF6 gas를 냉각 및 절연에 이용한다.우리나라에서는 실사용 예가 없으나 일본은 66kV급이하를 옥내에 다수 설치한 예가 있으며 전력회사의 경우 275kV,300MVA 옥외식이 상업운전중에 있다.

2. 결선방식별 특징

주변압기의 결선은 변전소의 종류 및 목적, 전압계급, 접지방식에 따라 결정되는데 우리나라의 경우 Y-Y-△방식이 일반적이다.

2-1. △-△ 결선

- 1.2차간 전압은 동상이고 위상차가 없다.
- 권선중의 전류는 선로전류의 $1/\sqrt{3}$ 임
- 제3고조파 여자전류 통로를 갖게되므로 정현파 전압유기
- 1상분권선 고장시 V결선사용가능
- 중성점 접지 필요시 별도 접지 변압기 설치
- 상부하 불평형시 순환전류가 흐름

2-2. Y-Y 결선

- 1.2차 양권선의중성점 접지가능
- 1.2차간에 각변위 0°
- 고조파의 통로가 없어 자속 및 유기기전력파형이 외형파로 됨
- Y-△결선은 채강변압기로 △-Y 결선은 채승변압기로 사용

2-4. Y-Y-△ 결선

- Y-Y 결선의 단점제거
- △결선을 안정권선, 조상설비용 또는 소내전력공급에 사용

3.결 언

우리나라에서 사용되고 있는 주변압기의 형식으로는 유입풍냉식이 가장 많이 사용되어 왔으며 변압기의 결선은 직접접지계통 전압으로서 Y-Y-△가 일반적이다. 이는 직접접지계의 특징인 막대한 고장전류로 부터 전력설비를 보호하기 위한 고속차단방식이 가능하고, 변압기의 저감 절연설계가 가능하기 때문이다. 345kV급에서는 단상형식, 그 이하의 전압에서는 삼상이 사용되고 있으며 냉각방식으로 근래에는 옥내용 주변압기를 수냉식 변압기로 채택하여 건축물의 난방에 이용하는 사례가 많이 나타나고 있다.

106. GIS설비 진단기술을 3가지이상 들고 각각의 동작원리 및 특징을 설명하라.

1.진단기술의 종류

GIS는 SF6가스로 봉입한 완전밀폐장치로서 차단기,단로기등의 가동부분은 동작회수를 기준으로 가스내 부분을 점검하지만 그외 부분은 무보수,무점검을 기본으로 하는바,이를 뒷받침 하고 있는 기술로서 다음과 같은 진단기술이 개발되고 있다.

사고항목	초 기 현 상	검 출 기 술
절연성능	코로나 방전	코로나 검출기
	이상을	코로나 마이크
	가스압 저하	압력센서
	가스중 수분증가	하이크로 미터
	가스분해	자동 및 가스검지관
	절연저항 저하	절연저항계
통전성능	온도상승 증대	온도센서
	주회로저항 증대	주회로저항계
	가스압 상승	압력 센서
	전극소모 증대	X선 촬영장치
기계적 성능	개극시간 증대	저속 구동법
	전극소모 증대	저속 구동법
	동작회수 과다	동작회수기
	구동계의 마찰력 증대	저속 구동법
	구조 변형	X선 촬영장치

2.진단기술 각론

2-1. 부분방전 검출

일반적으로 가스 절연기기의 절연파괴는 처음 국부적인 미소 코로나로부터 시작하여 절연이 서서히 열화하고 최종적으로 전로방전으로 확대된다. GIS는 정격가스압 및 상시운전상태에서 부분방전이 없는 상태를 기준으로 설계되므로 미소코로나를 검출하여 절연성능을 확인하거나 절연의 열화정도를 예지하는 것이 대단히 중요하다. 미소코로나를 검출하는 방법으로서 절연 스페이서법,유피전극법,전자커패시터법,GPT법,진동검출법등이 있다.

2-2. 초음파검출

절연성능을 저하시키는 원인으로 탱크내에 도전성 이물이 존재하는 경우 이물이 탱크내의 벽면에서 상용주파수 전계에 의해 운동하게 된다. 이때 운동하는 이물이 탱크에 충돌하여 미약한 초음파가 발생하게 되는데 이 초음파에 의한 탱크의 탄성파를 시찰하면 이물의 검출이 가능하다.

초음파검출의 원리는 초음파센서로 탱크외벽에서 얻어진 전기신호를 증폭기를 통하여 파고치 지시회로에 연결,검출신호의 최대치를 표시한다.

♣ 본 방식으로 미소코로나에 의한 초음파도 검출할수 있다.

2-3. SF₆가스성분분석

가스절연기기내의 가스성분을 분석하는 것은 가스순도,가스중 잔유수분량을 측정하는 외에 내부의 코로나방전으로 발생하는 분해가스를 분석하으로서 내부절연계의 이상유무를 예측할수 있다. 특히 내부아아크를 수반하는 고장이 발생한 경우 다량의 분해가스가 발생되므로 고장범위를 판정할수 있다.

분해가스에 대한 간편한 측정장치로 가스검지관이 있으며 가스성분을 정밀하게 측정하는 방법으로,기기내의 가스를 채집,시험실내의 가스분석기(Gas Chromato graphy) 로서 분석하는 방법이 있다.

2-4. X선촬영

가스절연기기를 분해하지 않고 내부의 구조적 상태를 판별하는 방법이다. 동일한 강도의 X선을 기기에 조사하면 구조에 따라 X선의 흡수차가 발생하여 투과후의 X선량은 부위에 따라 변화한다. 이 투과X선을 촬영하여 기기내부의 파손,볼트이완,접촉부 및 개극상태,접촉자의 소모상태,핀의 장착상태등을 진단할수 있다.

2-5. 저속구동법

차단기,단로기등 개폐기의 조작시에 있어 기계부문의 동작은 항상 고신뢰도가 요구된다. 이를 위하여 기계부문 고장의 초기증상이 되는 작은 이상유무를 파악하는 것이 중요하지만 정지상태에 있는 기기를 외부외함에서 진단함은 용이하지 않다.

저속구동법이란 개폐기기의 구동계 외부에서 저속도로 조작하여 기계계의 외부진단을 행하는 방법이다. 그 원리는 운전을 정지한 개폐기기의 운동계를 통상조작시의 1/100정도 저속으로 구동하여 이때의 구동력과 스트로크를 측정하는 것이다. 이때 측정된 구동력은 거의 동작부의 마찰력을 나타내므로 내부이상이 있는 경우 이들이 구체적으로 존재하는 위치와 정도를 검출할수 있다.

3.맺 음

전술한 각종 진단기술에 대하여/신증설 설치후 성능점검/정기점검시 성능변화 점검등에 적용 시에는 대상기기 및 점검내용에 따라 최적한 진단수법을 확인할 필요가 있다. 특히 점검결과 의 판정시에는 기기의 운전시간,과거 점검결과 이력사항,복수의 진단기술을 적용한 결과등을 참고하여 종합적인 판단을 하여야할 것이다.

107. 전력계통에서 운용되는 재폐로방식의 종류 및 특징을 설명하라.

1.개 요

전력계통에서 발생하는 사고의 원인은 90%이상이 순간적인 외물접촉 또는 절연상실로,고장발생후 즉시 절연이 회복되어 정상 운영될수 있는 특징을 갖는다. 따라서 사고발생시 전력계통을 고속도로 차단후 일정시간이 경과되면 재투입하여 정상적으로 운영할수 있는 재폐로 방식이 도입,운영되고 있다.

2.재폐로 방식의 종류

2-1.재폐로 형태에 따른 분류

- 단상 재폐로, 다상 재폐로

2-2.재폐로 속도에 따른 분류

- 고속도: 무전압 시간이 1초이하
- 중속도: 무전압 시간이 수초 ~ 10초 정도
- 저속도: 무전압 시간이 10초 이상

♣ 무전압 시간이란 차단기 접점이 개로된 동작상태에서 아크로 인하여 발생된 이온이 완전소멸된후 재폐로시 까지의 시간을 말한다.

3.재폐로 방식별 특징

3-1.단상재폐로

단상재폐로는 선로의 1선지락 사고시 사고상 만을 선택 차단후 재폐로하는 방법이다. 따라서 나머지 2개상은 그대로 동기를 유지하고 있으므로 계통의 안정에는 매우 유리한 방식이다. 그러나 1선만을 정확하게 선택 차단하기 위한 고신뢰도의 계전방식이 요구되며 3상차단과 비교하면 다음과 같은 문제점이 있다.

- 1상의 차단동작시 건전상으로 인하여 消이온 시간이 길게되어 무전압 시간이 길게 요구된다.
- 1상 차단시 무전압 시간중에 송전선의 부하불평형 현상으로 역상전류가 발생하게되고 장기간 운전시 인접 발전기 회전자의 과열현상이 문제되어 고속도 재폐로가 불가피 하다.

3-2.삼상재폐로

3상재폐로는 차단선로 양단의 모선전압이 동기상태로 유지되는 것이 필수적이며 차단으로 인하여 계통이 분리되는 경우 인접회선 조류의 과부하 유무와 무정전을 위한 Loop등의 확인이 필요하다.장점으로는 무전압시간중 역상전류가 발생하지 않기 때문에 고속,중속,저속의 모든 속도의 재폐로가 가능하다.

4.향후전망

재폐로 방식은 순간적인 사고의 처리에는 매우 합리적인 방법이라 할수 있으나 전력선의 단선과 같은 영구사고시 재폐로하는 경우에 전력계통은 물론 주변 타시설물(통신선,인축,기타 시설물)에 매우 심대한 영향을 줄수 있다.특히 우리나라와 같이 직접접지계통에 있어서는 고장전류가 매우크기 때문에 고장전류를 보호계전기가 검출할수 있는 범위내에서 고장전류를 최소한으로 줄일수 있도록 저항접지방식도 검토되어야 할 것으로 전망된다.

♣ 동작책무란? 1~2회 이상의 투입-차단 또는 차단-투입을 일정한 시간간격으로 행해지는 일련의 동작을 말한다. 이것을기준으로 그 차단기의 차단성능,투입성능등을 정한 동작책무를 표준 동작책무라 한다. 또한 차단기의 단락시험을 할 때 그 차단기에 주어지는 동작책무를 시험 동작책무라 한다.

108. 송전선로의 소음(Noise,Interference)으로 인한 환경장애의 종류 및 대책을 설명하라.

1.개 요

송전선로 전선표면의 전계강도가 공기의 절연강도를 초과하면 이온화 작용에 따른 공기의 절연파괴로 전선표면에 코로나방전이 일어나며 절연파괴시 빛,라디오소음,TV간섭,가청소음,전선진동,오존등이 발생되고 전력손실까지 초래된다. 송전선로의 코로나 발생에 영향을 주는 요소는 전선표면의 전위경도,표고,전선표면조건,기후조건,시간등이며 특히 전선에 눈비,먼지등 이물질이 접촉되어 전선표면에 돌출부가 생길경우 코로나 영향이 심화된다.

2.소음의 종류

2-1.라디오소음(Radio Interference)

라디오 소음은 라디오 주파수 범위에 원치않는 신호와 에너지를 주어 라디오 청취에 지장을 주는 소음을 말한다.

코로나 방전에 의하여 발생하는 전류는 라디오의 전주파수에 걸쳐 짧은 펄스로 나타나며 송전 전압이 높아지면 높아질수록 펄스전류는 증가되어 라디오 청취에 지장을 준다. 특히 우천시에는 맑은 날과 비교하여 약 24dB정도의 큰소음이 발생한다는 실험결과도 있다.

2-2.TV간섭

TV간섭은 음성과 화면의 두 종류로 구분된다. 그중 음성은 FM계에 속하고 화면은 AM계에 속한다. 송전선의 코로나 영향에 따라 간섭을 받는 것은 AM 계인 화면에만 영향을 미치고 음성에는 영향을 주지 않는다. FM계인 음성은 그 자체에 진폭제한기의 기능이 있어 잡음에 대한 진폭변화를 제거할 수 있기 때문에 피해가 매우 적다.

2-3.가청소음

가청소음은 코로나 방전에 따른 전선주위의 공기분자의 움직임이다. 악천후시에는 코로나 방전이 매우 심하게 일어나 더욱 높은 가청소음이 발생되나 실제 주변 자연현상의 영향(바람,소리등)이 심하여 코로나 방전의 영향을 느끼지는 못하나 눈이나 이슬비등으로 주변이 조용한 경우 영향이 오히려 더심해지는 경향이다.

3.소음대책

3-1.소음치의 제한

송전선로의 소음에 의한 라디오 방송이나 TV시청에 영향을 받지 않도록 하기위하여 송전선로

에서 발생하는 소음의 제한치를 정하여야 한다.

따라서 해당지점의 방송전파강도를 고려한 제한치는 SNR(Signal Noise Ratio)로 규정하고 있으며 이 SNR이란 방송강도와 송전선 소음의 차이로서 라디오의 경우 24dB 정도, TV의 경우 40dB 이상을 유지하면 이상적인 것으로 알려져 있다. 또한 가청소음에 대하여는 사람마다 국가마다 다르지만 59dB이상으로 하는 것이 일반적이다.

3-2.루트선정계획

송전선로를 계획시 경과지에 대하여 충분한 사전조사를 실시한다. 즉 경과지 주변에 인가가 없고 경과지와 관련한 방송 송수신에 지장이 발생하지 않는 정확한 루트를 선정한다.

3-3.송전선로 건설방식

송전선로 경과지를 인가가 밀집된 지역으로 부득이하게 선정한 경우 소음규제치의 한계를 유지할수 없는 때에는 송전선로 건설을 지중화 방식으로 설계하여 주변지역에 영향이 없도록 한다.

4.향후전망

현재 송전선로는 환경측면에서 電磁氣的 기기의 사용장애 우려보다 주변에 미치는 인적 측면의 장애가 더욱 우려되고 있다.특히 전자기파의 생물학적 장애 문제가 각 국에서 논의 되고 있고 우리나라에서도 과학기술처 주관으로 국책과제로 선정,연구된바 있다. 따라서 향후에는 송전선로 건설시 보다 철저한 지리적 환경적 조사와 송전선로 경과지 주변의 주민에 대한 사전홍보 및 이해가 매우 중요하리라 전망된다.

109. 애자의 종류를 분류하고 간단하게 설명하라.

1. 재질에 의한 분류

1-1. 자기애자 (Porcelain Insulator)

도토(陶土), 장석, 석영 등의 미분(微分)을 적당한 비율로 배합하여 반죽한 것을 고온으로 소성(燒成)하여 제작한 것으로 배전선로에 많이 사용되는 보통 자기애자와 특고압, 초고압 송전선로에 고장력(高長力) 및 고강도용(高强度用)으로 활성 알루미늄을 배합하여 만든 고강도 자기애자가 있다.

1-2. 유리애자

유리애자는 70% 이상의 규토 (Silica, SiO_2)로 구성되어 있고 높은 온도의 로(爐)에서 용융한 후 금형(金型)에 부어 제작한다. 제작과정에 따라 고강도 유리애자와 보통 유리애자가 있다. 고강도 유리애자는 특고압, 초고압 선로에 많이 사용하고 있고 보통 유리애자는 배전선로에 사용하고 있다.

1-3. 합성수지애자 (Synthetic Resin Insulator)

에폭시 수지를 함유한 섬유유리봉에 전기적, 기계적, 열적 피로에 견디는 물질을 도포한 고물질을 갖을 붙여 만든다. 합성수지애자는 종래의 애자 금구류 총량의 1/10~1/8이하, 345kV의 경우 1/10 미만으로 줄어 취급이 용이하다.

2. 형상에 의한 분류

2-1. 핀애자 (Pin Type Insulator)

고압용 핀애자는 갓모양 (笠形の 자기편(磁器片) 또는 유리편을 2~4층으로 하여 시멘트 접합하고 철제 받침으로 자기를 지지한 후 아연 도금한 핀(Pin)을 박는다. 사용전압이 높으면 갓의 크기가 커져 제작이 곤란하고 기계적 강도에도 한도가 있으므로 22kV에 주로 사용되고 있다.

2-2. 현수애자 (Suspension Insulator)

현수애자는 원판형의 절연체 상하에 연결 금구를 시멘트로 부착시켜 만든 것으로서 전압에 따라 필요 개수만큼 연결하여 사용한다. 66kV 이상의 모든 선로에는 거의 현수애자를 사용하며 (우리나라) 연결 금구 모양에 따라 크레비스형 (Clevis Type)과 볼-소켓형(Ball & Socket Type)이 있다. 활선작업 등의 편리상 볼소켓형만을 사용하고 있다.

2-3. 지지애자 (Post Insulator)

지지애자는 SP 애자 (Station Post Type)와 LP 애자(Line Post Type)로 분류되며 SP 애자는 변전소, 발전소 등에서 전력용 기기의 절연 지지용으로 사용되고 있다. LP 애자는 선로용 지지애자로서 잠바선의 지지용으로 사용되고 강관주에 취부하여 선로 지지용으로도 사용되고 있다. 지지애자의 위아래에 연결금구를 붙여 사용전압에 따라 필요한 수만큼 연결하여 사용한다.

2-4. 장간애자 (Long Rod Insulator)

많은 갓을 가지고 있는 원통형의 긴 애자로서 구조의 특질상 열화현상이 거의 없고 애자점검, 보수가 용이하여 경비를 절감할 수 있으며 , 비에 의한 세척효과가 좋고 오손 특성이 양호하므로 염진해 대책의 일환으로 사용하기도 한다. 장간애자의 양단에는 아킹혼 또는 아킹링을 취부하여 뇌격 등의 아크에 의한 파손사고를 예방하고 사용전압에 따라 여러 연결하여 사용하기도 한다.

2-5. 내무애자 (Smog Type, Anti-Fog Type or Mist Proop Insulator)

현수애자와 같은 모양으로 절연체 밑부분의 굴곡을 길게 하여 연면거리(누설거리)를 크게한 애자이다. 해안지대나 공장지대를 통과하는 송전선로에는 염분이나 먼지 등이 붙어서 안개가 끼거나 이슬비가 내리면 습기가 가해지므로 애자의 절연내력이 저하되고 섬락사고를 일으키는 수가 있다. 이와 같은 송전선로에는 연면거리가 큰 내무애자를 사용하여 섬락사고를 예방한다. 내무애자는 표준현수애자 (일반 현수애자)에 비하여 연면거리가 1.4~1.5배정도 큰 값을 갖고 있다.

110. 지중선로를 시설하는 경우 타 매설물과 관계된 각종 기준에 대하여 관계법령을 배경으로 논하라.

1.개 요

우리나라의 전력선 지중화 사업은 공급신뢰도향상,인구밀집지역의 안전확보,도시미관의 개선 등을 위한 목적으로 주로 대도시를 중심으로 추진되어 왔다.

지중선로를 설치시 관련되는 법령으로는 전기설비기술기준에 관한 규칙,전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙,도시가스사업법,하수도법시행령,수도법시행령등이 있는데 이들을 중심으로 설명하고자 한다.

2.전기설비기술기준에 관한 규칙

본 규칙은 전기사업법에 의거 전기설비의 설치 및 사용에 관한 모든것을 규정하고 있다. 지중선로에 관한 규정을 살펴보면 다음과 같다.

2-1. 지중전선로의 매설깊이

- 차도 및 종량물의 하중을 받을 우려가 있는 장소: 1.2m이상
- 기타의 장소 : 0.6m이상

2-2. 지중시설물간의 이격(특고압지중선로를 기준으로함)

- 특고압 지중선과 지중약전류는 60cm이상이격 단 견고한 내화격벽을 설치 하거나 지중전선을 견고한 불연성이나 난연성판에 넣은 경우(이하 특수 조건이라한다) 30cm이상
- 가연성 가스나 유독성 가스관과는 1m이상 이격 단, 특수조건의 경우 30cm
- 특고압 지중선과 저압, 고압지중선간은 30cm이상 이격할것 다만 특수조건 이거나 각각의 지중선이 나연성 피복을 가진경우 30cm이하로 할수 있다.
- 특고압 지중선과 기타관은 30cm이상 이격한다 단 특수조건인 경우 30cm 이하로 할수 있다.

3.전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙

- 가스,상하수도관 : 30cm이상 이격

- 특고압 지중선관 : 60cm이상 이격
- 저압 및 고압 지중선 : 30cm이상 이격

4.도시가스사업법 시행규칙

- 특고압 지중선과 접근 교차시에는 500V전기설비기술기준에 관한 규칙을 따르도록 규정되어 있으며 별도의 규정을 명시하지는 않았다.
- 매설깊이는 폭 8m이상의 차량통행도로는 1.2m,기타지역은 1.0m이상

5.기타법령

5-1.하수도법 시행령

- 다른 지하 매설물보다 하위에 설치하여야 한다.

5-2.수도법 시행령

수도 관련법에는 다른 지하매설물과의 관련규정이 없다.

6.향후전망

우리나라에서는 지중매설물에 관한 기준이 엄격하게 강화되고 있는 것은 아닌것 같다. 특히 현행규정은 매설물간 이격거리나 매설깊이등 매설물의 안전성을 고려한 기준만을 살펴볼수 있는데 이는 향후 지중매설물이 도시계획이나 지역발전에 미치는 총체적인 영향을 고려한 것으로는 볼수 없다.

향후 도시의 복잡한 발전형태와 전기가 미치는 영향이 복합적으로 나타나는 (예를 들면 도시 구조물에 발생하는 전식,기기 및 인축에 미치는 전자파 유도장애등) 상황을 고려한 기준이 마련되어야 할것으로 전망된다.

111. 우리나라 수도권에 대한 전력공급의 문제점과 대책에 관하여 논하라.

1. 수도권 전력공급의 문제점

1-1. 수도권 전력수요의 증대

수도권 전력수요는 인구밀집, 소득수준 향상, 산업발달 등으로 인하여 전국전력수요의 43% 이상을 점유하고 있으며 전력수요의 절대량으로 보면 2001년에는 현 전력수요의 2배 이상이 될 것으로 전망하고 있다.

이러한 수도권의 부하밀집현상은 지역간 수급불균형과 송전손실증대, 적정전압의 유지, 계통의 안정운전에 막대한 지장을 초래하고 있다고 볼 수 있다.

1-2. 전원입지확보의 어려움

수도권에서는 발전소 건설입지의 확보는 물론 송변전시설을 위한 부지조차도 어려움이 가중되고 있다. 또한 국토이용개발계획의 급격한 확대에 따른 타계획과의 중복, 민주화, 민권향상 및 주민요구의 급신장으로 인하여 수도권 이외의 지역에서도 적정 전원입지확보는 가장 심각한 문제가 되고 있다. 따라서 수도권의 안정된 전력공급은 더욱 어려워질 것으로 예상된다.

1-3. 계통보강의 어려움

수도권지역 전력수요의 증가는 전력공급을 위한 송변전설비의 신증설이 불가피하게 될 것이나 건설자체의 어려움과 건설부지의 확보가 근본적으로 곤란한 실정으로 결국 지중화 내지 옥내화될 전망이다.

♣ 이러한 현상은 막대한 시설투자비가 발생하게 되어 기업여건이 악화되고 사고는 대형화되어 계통운전의 악화가 예상되고 있다.

1-4. 환경규제의 강화

수도권지역의 환경오염이 날로 심각해짐에 따라 수도권내에서의 발전소건설에 대한 제약이 더욱 가속화될 전망이다.

특히 우리나라의 장기전원개발계획이 원자력 및 유연탄화력을 베이스전원으로 개발토록 계획되어 있는 점을 고려할 때 수도권지역의 발전소 건설은 더욱 어려울 것으로 예측된다.

♣ 또한 현행 환경기준이 선진국형으로 강화될 것으로 예측되는 2000년대에는 발전소 건설의 위축은 물론 설비 이용율의 저하도 예상되어 수도권 지역의 안정적 전력공급은 더욱 어려워질 전망이다.

2. 대 책

발전소는 가능한 수요지 근방에 설치하여 공급하는 것이 계통전압의 유지, 송배전 손실의 경감, 송전선로의 투자비 절감 등을 위한 최선의 대책이나 수도권은 전력수요가 집중되어 있고 발전소 건설여건은 타지역에 비하여 불리하므로 안정적인 전력공급 대책을 다음과 같이 제시코자 한다.

2-1. 신기술 발전소의 적극추진

가능한한 수도권 및 수도권 인근지역에 신규발전소 건설을 적극 추진하며 발전방식으로는 Clean Coal Technology, 열병합발전, LNG등 공해방지에 뛰어나고 경제성 기술성이 우수한 발전방식을 채용한다.

2-2. 각종 국토 개발계획에 적극참여

신도시개발, 산업기지, 지방공단조성계획등에 열병합발전소등의 전력공급설비를 반영하여 자체수요는 물론 인근지역의 전력수요도 담당할수 있도록 정책적으로 참여를 추진한다.

2-3. 기존 전원설비의 확대이용

수도권 및 인근지역의 기존발전설비에 대한 수명연장방안, 폐지 및 대체 계획시 수도권지역의 전원확보를 우선적으로 반영한다.

2-4. 대전력 수송계획의 적기도입

향후 전력수요의 지속적 증가로 인하여 설비의 신증설이 불가피한바 송전전압의 격상등 대전력 수송설비의 적기도입을 추진한다.

2-5. 제도개선 및 부하관리

장기국토개발계획, 농어촌개발제도 등의 개선을 통하여 수도권지역에 집중된 전력수요의 지방 분산과 함께 요금제도 및 직간접 부하관리제도 등의 자체제도를 적극 개선을 하여 최대수요의 억제방안을 강구한다.

3. 향후전망

대도시의 전력수요는 계통운영측면에서 지역간 수급불균형이라는 대표적 문제점 이외에 전력수요의 성질상 시간대별, 계절별 수요격차가 대단히 심하고 경제여건의 변동에 따른 수요전망이 불투명한 근본적 문제점을 가지고 있다.

따라서 위에서 제시한 대책의 부분적 기술개발 및 투자의 여건 등도 중요하지만 에너지소비의 다원화, 제도상의 지역분산 개발등 정책적 배려가 종합적으로 고려된 총체적인 대책이 요구되는 분야중의 하나이다.

112. 전기재해의 특징

1. 빈발성은 낮으나 사망의 위험성은 높다.

안전사고 통계를 보면 평균사고 종류별 사망율이 감전사고, 비감전사고, 교통사고 순으로 빈발성은 낮으나 사망율은 매우 높다.

2. 일반작업자 공중의 재해가 많다.

안전사고 통계분석에 의하면 평균 사상자중 외부인, 도급자, 전기회사 직원 순으로 일반인의 재해율이 매우 높다.

3. 저압 전기재해가 많다.

고압선로작업이나 활선작업등 직접 전기작업에 참여하는 숙련공에 의한 고압이나 특고압의 전기재해보다 일반인의 저압감전사고가 많다.

4. 시기적으로 하절기에 많이 발생한다.

인체의 노출이 심하고 땀이나 수분등에 접촉의 기회가 많은 하절기에 많이 발생한다.

5. 새로운 유형의 전기재해로 이행이 잦다.

농어촌의 전화사업으로 양수기, 고기잡이등 새로운 유형의 안전사고가 빈발하고 있다.

113. 정전기 방지대책

1.정전기 발생 자체를 억제

정전기가 발생하는 부위에서 근본적으로 정전기가 적게 발생하도록 마찰을 적게하거나,도전성 물질을 사용한다.

2.除電器를 사용

3.발생원 주변 분위기의 상대습도를 높이는 방법

정전기 발생원 주변의 상대습도를 높이면 발생원 표면의 흡습량이 증가하여 표면저항율이 저하하므로 물질의 대전율이 낮아진다. 일반적으로 상대습도가 60-70% 이상이 되면 정전기의 누적을 방지할수 있다.

4.본딩 및 접지

발생된 전하를 접지를 통하여 대지로 방전하는 것이다. 발생된 정전기의 축적을 가장 확실하게 억제하는 방법이다.

114. 인간의 부주의에 대한 안전대책

1.정신적 측면의 대책

- 주의력의 집중훈련
- 스트레스의 해소대책
- 안전의식의 제고
- 작업의욕 고취

2.기능 및 작업측면의 대책

- 표준동작의 습관화
- 안전작업방법의 습득
- 작업조건의 개선과 적응력 향상
- 적성배치

3.설비 및 환경적 측면의 대책

- 표준작업제도의 도입
- 설비 및 작업환경의 안전화
- 긴급시 안전작업 대책 수립

115. 컴퓨터설비의 접지방식에 관하여 논하라.

1.목 적

컴퓨터설비의 접지는 감전방지를 위한 보안용과 컴퓨터의 동작안정을 위한 기능안정용이 있다.

2.종 류

2-1.기준전위 확보용 접지

컴퓨터 본체 및 주변기기 사이의 기준전위를 확보하여 System을 안정시키기 위한 접지이다.

2-2.보안용 접지

운전원의 감전을 방지하기 위한 접지이다.

2-3.노이즈대책용 접지

- 전원Line Noise

유도성부하가 접속된 전원을 계산기System이 공용하는 경우 전원측에 고조파가 발생하여 계산기의 오동작이 발생한다. 따라서 Line Filter를 삽입하여 흡수된 고조파를 대지로 방류하기 위한 접지이다.

- 정전기Noise

인쇄용지 등의 이동용 매체에서 발생하는 정전기가 축적되어 방전하는 경우 계산기의 오동작을 발생시킨다. 따라서 정전기방출용 접지를 고려한다.

- 전계에 의한 Noise

방송송신소 부근에서는 전파에 의해 유기된 Noise에 의하여 오동작하는 사례가 발생할 수 있다.이 경우 건물전체에 대한 Shield나 컴퓨터본체에 대한 Shield를 확실히하여 접지한다.

- 낙뢰에 의한 장애

낙뢰에 의한 장애는 System의 오동작뿐만 아니라 기기의 파괴를 수반한다.

따라서 Surge Absorber나 Arrester 등을 접속하여 낮은 접지저항 값으로 접지한다.

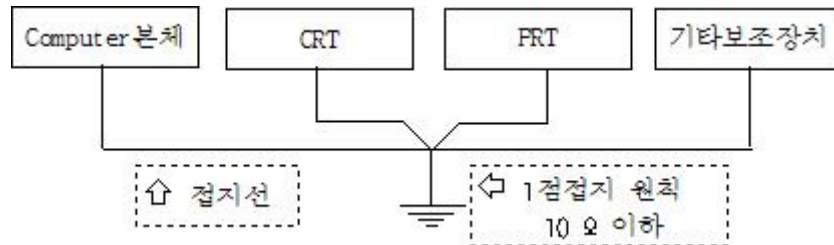
3.접지시공원칙

3-1.독립접지 원칙

전산기 System의 접지극은 단독접지계통을 구성하는 것이 원칙이며 타기기 특히 Noise원이 되기 쉬운 전력설비 등과 공용은 피한다.

3-2. 접지계통은 1점접지를 원칙으로 한다.

기기간의 접지전위는 등전위를 유지토록 다음과 같이 구성한다.



3-3.기 타

회로접지는 10Ω 미만(특별 제3종), 프레임문짝등의 외함접지는 제3종접지가 일반적이다. 계산기 용 접지극은 타접지극과 10m 이상 떨어진 장소에 부설한다. 접지간선은 22mm² 이상 동선을 사용하며 간선의 길이는 가급적 짧게한다.

4.유의사항

계산기와 주변기기간을 1점접속하였을 경우 1개소의 접지선 단선에 의해 주변기기의 Interface 부품소자를 파괴하는 경우가 생기므로 접지선의 단선 및 인위적 착탈시에는 전원측이 개로되도록 고려한다. 고층빌딩 상층에서 컴퓨터의 단독접지를 위한 접지선을 포설하는 경우 타회로에 의한 유도가 발생되어 접지선을 통한 Noise의 유입이 가능하다. 따라서 고층빌딩의 경우 구조체를 이용한 구조체 공용접지가 바람직하다.

116. 건축물의 구조체접지에 관하여 논하라.

1. 건축물의 구조체 접지란

대표적인 자연 접지방식으로 건축물 지하부분의 큰 금속구조체를 대용 접지전극으로 이용하여 건축물내의 모든 기기를 공용접지하는 방식이다.

즉 건축구조체의 일부인 철골이나 철근에 접지계통을 연결하으로서 접지전극의 역할을 하도록 하는 것이다.

※ 미국의 Ufer가 제창한 방식으로 Ufer Electrode로 알려져 있다.

2. 구조체접지의 필요성

건축물에는 각양각색의 전기기기가 사용되고 각층에는 접지를 필요로하는 기기가 있다. 이때 독립된 접지를 각기기마다 실시하는 것은 불가능하므로 구조체 접지의 필요성이 나타난다. 특히 빌딩상층에서 독립접지를 실시하는 경우 전자 유도효과로 인하여 독립접지의 효과를 얻기가 거의 불가능 하므로 구조체 접지가 바람직하다.

3. 구조체 접지의 조건

건축물의 구조는 철골조, 철근콘크리트조, 철골철근콘크리트조로서 지하부분의 대지와 접촉 면적이 어느정도 커야한다. 또한 구조체의 철골 및 철근이 상호 전기적으로 연결되어 건축 구조체는 일종의 전기적 바구니(cage)로 구성되어야 한다.

4. 법규상의 인정근거

4-1. 설비기술기준 제21조

제3종 접지공사를 하여야 하는 금속체와 대지간의 전기저항치가 100Ω 미만의 경우 제3종 접지공사를 실시한 것으로 본다.

4-2. 설비기술기준 제22조

지중에 매설되고 또한 대지간의 전기저항치가 3Ω 이하인 값을 유지하고 있는 금속제 수도관은 제1종 ~ 특별제3종 접지공사의 접지극에 사용할 수 있다.

4-3. 기타

5Ω이하의 건물기초로서 피뢰설비의 접지극을 생략할 수 있다.

5.시공 및 운영상의 유의사항

- 각층의 설비기기와 구조체를 연결하는 연결 접지선은 굵은 연동선 22mm^2 이상을 사용하여 가급적 짧은거리가 되도록 부설한다. 또한 접지간선을 구조체와 연결시 주철근 2개이상 개소에 접속하여 신뢰도를 향상 시킨다.
- 빌딩전체가 대지와 같은 전위변동을 할수 있도록 (등전위접지) 공사를 실시할것. 즉 빌딩내에 있는 설비의 비충전 금속부분은 모두 구조체의 금속부분에 접속한다.
- 약전화로등의 빌딩 인출점에는 그 출입구에 보안기(Surge Absorber등)를 설치하여 대지전위 상승으로 인한 영향을 적게 한다.
- 구조체접지의 효과를 높이기 위하여 건물이 지수벽(止水壁)을 가지면 접지저항 저감효과가 높다. 특히 기초에 의한 저감효과도 기대 할 수 있다.

6.구조체접지의 이점

- 인공접지에서는 얻을수 없는 양호한 접지저항값을 얻을 수 있다.
- 별도의 접지계통이 필요없어 설비가 단순하여지며 보수점검이 쉽다.
- 고신뢰도의 접지계통 유지
- 뢰씨지등에 의한 재해를 최소화 할수 있다.

117. 건축물 전기설비의 효과적인 에너지절약을 위한 에너지 관리System의
주요기능 및 운영기법은?

.에너지 관리의 목적과 기능

목 적	주 요 기 능
Energy 수급조정	에너지 수급계획 입안 Energy 발생 소비의 실적 Data수집 동력설비의 운전제어 Operation Guidence
Energy의 효율적 이용	전력 demand Control 배正 Gas의 적정배분 산소 Plant에서 공기분리기의 최적운영
환경 및 방재의 집중관리	환경 Monitoring 긴급연락 System

2.설비효율의 향상

- 변 압 기: 몰드형,저손실형등 Energy절약형 변압기 채용
- 전 동 기: 절전형 전동기의 채용
- 제 어 장 치: 전자화 장치 채용(마이컴,퍼스컴,디지털 계전장치)
- 감시표시장치: 전자화장치 채용(CRT Display,LED lamp등)
- 배선용 Cable: 제어Cable의 다중화(Data Highway,BUS line등)

3.경제적 운전

- 사용시간을 적게한다.
- 부하의 실동력을 적게한다. 실동력은 하중,속도,유량이 낮을 수록 적다.
- 설비를 효율적으로 사용한다.

전기설비는 경부하가 될수록 효율이 저하하므로 정격부하에 운전토록 하 며 송풍기,펌프등
은 가변속도제어(동력은 회전수의 3승에 비례)를 한다

4.수전설비의 DEMAND CONTROL

- 계약전력의 저감
- 역율의 개선
- 사용전력량의 절감
- 요금율이 싼 전력의 이용(Demand 감시제어장치)

30분간의 전력량을 규정치 이하로 억제함을 목적으로 하며 전력관리에 필요한 각종설정, 표시, 조작, 출력신호, 일보, 월보 작성등의 기능이 있음

5.COMP 제어와 Energy절약항목

- 역율개선제어(콘덴서 대수제어)
- 전력 Peak Cut제어
- 조명제어
- 주차장의 팬과 조명제어
- 엘리베이터의 운전대수제어
- Peak회피 운전제어
- 기기인터벌 운전제어
- 스케줄 설정제어
- 변압기운전 대수제어

118. 최신 고층빌딩용 수전설비에 대하여 설명하라.

1.개 요

최신고층빌딩의 전력수요는 규모의 대형화 및 OA기기의 도입으로 대폭적으로 증대하고 있다. 따라서 빌딩용 수전설비의 고전압 대용량화는 물론 고신뢰화의 요구가 증대되고 있는 경향이 다.

2.주로 요구되는 사항

- 2-1.소형화 : 점유면적,계층높이 및 기초하중의 경감
- 2-2.防災性 : 불연성 및 비폭발성화
- 3-3.省에너지화 : 설비의 省力化,Maintenance free화,저손실형 채용
- 4-4.고 신뢰성 : 계전기의 정지형 채택,무정전설비등

3.최신 수전설비 소개

3-1. 가스절연변압기

종래에는 난연화,비폭발성의 필요에 대해 실리콘 건식변압기 또는 몰드변압기의 보급이 상식화 되어 있었다. 그러나 이러한 것들은 기중절연 및 몰드절연의 제한성 때문에 3.3kV 10MVA 정도가 제작의 한계가 되어 GAS절연 변압기가 개발 보급되고 있다. 그 특징은 다음과 같다.

- 안전성이 높다. 즉 비폭발,비연소성 및 보수점검이 간편하다.
- 절연유를 전혀 사용하지 않는 불연성 기기로 방화벽,소화설비,유조등의 방재부대설비가 불필요하다.
- 밀폐형기기로 외기와 접촉이 없어 열화,오손의 염려가 전혀 없으며 불활성의 건조한 SF6 GAS에 봉입되어 절연물의 경년열화가 적고 수명이 길다
- 절연유대신 가스가 봉입되어 경량으로 설치가 간편하고 절연유의 오손등이 없기 때문에 청결하며 설치시 가스충진이 간단하다. 또한 진동 전달경로가 탱크바닥에서 외부로 나타나 비교적 소음이 적다.
- 건식 및 몰드변압기보다 대용량,고전압기기의 제작이 용이하다.

3-2. 薄形 배전반

각종 보호계전기의 정지형화 및 계측기의 디지털화에 따라 많은부피를 차지하는 배전반의 기존개념을 달리한 박형고압반이 개발보급되고 있다.

- 설치SPACE가 적다.

- 보수성 용이

조작 및 보수를 전면에서 실시하여 보수점검이 극히 용이

3-3. 정지형 보호계전기

- 고신뢰성
- 소형화
- 내진성 향상
- 보수성 향상

3-4. Digital Network System

설비자체에 대한 최적제어,자기진단,상시감시기능을 소형 Micro Processor의 채용으로 실현한 것으로 다음과 같은 특징을 갖는다.

- Running Cost의 절감
- 안정된 전력공급
- 유지보수 인력의 절감

4.향후전망

최신고출발당용 전기설비는 설비의 기능적인 측면도 중요하지만 설비자체의 안전성에 매우 많은 진보를 보이고 있으며 대용량의 전력을 소비하는 관계로 전기절약 및 부하관리측면에 많은 투자가 예상된다. 특히 기기성능 개선에 관하여는 가스절연 큐비클,미터기능 트랜듀서,자기진단 기능부 VCB,개발등 소형화 다기능화,고신뢰화를 위한 개발이 진행되고 있다.

119. 수전설비 설계시 고려할 사항을 간단히 열거하라.

1.위치선정시 고려사항

- 부하중심에 가깝고 또한 배전에 편리한 장소일 것
- 전원인입에 편리하고 유지,보수,점검에 편리한 장소일 것
- 기기의 반출입에 편리할 것
- 습기,먼지,가스등의 장애가 없는 장소
- 설치기기의 높이에 적합한 천정높이
- 물의 침투가 없으며,공기의 급배기가 용이한 장소
- 발전실,축전기실과 관련성을 고려 서로 인접한 장소 일 것
- 소음,진동등이 주위에 영향을 주지않는 장소

2.계통결정시 고려사항

- 계통설비 구성의 간략화
운전에 지장이 없고 신뢰도가 저하하지 않는 범위에서 간략화할 것
- 공급의 안정성(부단성)확보

무정전 수전이 가능토록 하며 사고 발생시 고장이 파급되는 범위를 최소화할 수 있도록 구성한다. 또한 전력의 유통,비상용전력의 확보 및 부하에 대한 무정전 대책을 고려한다.

- 고장의 복구가 용이하고 조작에 있어 안전성 고려
- 부하의 증설이나,승압에 대비한 기기선정 및 시공상 용이성,경제성 고려

3.건축상 고려사항

- 기술기준에 의할 것
- 운전보수에 있어 안전할 것
- 기기의 반출입,점검정비에 지장이 없는 충분한 넓이와 공간이 확보될 것
- 고압의 경우 보아래 3m 이상, 특고압의 경우 보아래 4.5m이상
- 바닥하중은 중량물을 충분히 견디는 구조로할 것(500 ~ 1000 Kg/m²)
- 완전한 방화구획: 옆방과의 벽은 콘크리트조나 블록조의 벽으로 구획
- 출입구문은 갑종 또는 을종방화문으로 하고 문의 너비와 높이는 기기의 반출입에 적당한 크기일 것
- 주위환경과 조화를 이루는 미적배치일 것

- 배선이 경제적으로 될수 있으며 장치의 증설고려
- 건축,기계설비와 협조가 용이한 장소

4.수전방식

필요한 신뢰도에 따라 다음의 각 방식을 고려한다.

- 전용1회선 수전방식
- T-BRANCH 수전
- 평행 2회선 수전(동일전원)
- 평행 2회선 수전(타전원)
- LOOP수전
- SPOT NETWORK 수전

5.모선방식

- 단일모선 방식: 설비의 단순화 및 경제적으로 주로 사용
- 2중모선 방식

신뢰도는 높지만 특정부분에 한하여 신뢰도를 높이는 경우 무의미하며 기기비와 설치비의 증가로 거의 채용하지 않고 있음.

120. 스마트그리드에 관하여 정의하고 우리나라에 도입을 위한 중요한 기술 분야중 대표적인 것 3가지 이상을 들고 간단하게 설명하라.

1. 스마트 그리드의 개념

스마트 그리드는 기존 전력망에 IT를 접목해 실시간으로 양방향의 정보를 교환함으로써 전력망 추가구축에 소요되는 투자비를 최소화하고 에너지효율을 최적화하여 환경적으로 막대한 양의 이산화탄소 배출저감을 위한 차세대 전력망의 개념이다.

미국에서는 송배전망의 노후에 따른 광역 대정전 발생 후, 전력망의 노후 교체에는 천문학적인 투자비가 소요되기 때문에 경기 부양을 위한 녹색뉴딜정책과 더불어 합리적인 투자를 위한 대안으로 스마트 그리드가 제시되었다. 이는 전 세계 주요 각국의 녹색뉴딜정책에 포함되어 차세대 전력시스템으로 각광받고 있다.

전통적 전력기술과 스마트 기술의 개념적 차이는 아래와 같이 표현할 수 있다.

- * 대용량 중앙집중 발전 => 소용량 분산 발전
- * 단일방향 전력망 => 다중방향 전력망
- * 공급자 위주의 수요 => 수요에 반응한 공급

2. 중요 기술분야

스마트 그리드를 구축하기 위한 중요한 기반 기술로는 스마트 그리드를 구성하는 스마트 요소들 간의 스마트 정보 취득 및 교환, 고도의 지능화된 양방향 기술을 통하여 스마트 발전, 스마트 저장, 스마트 소비라는 통합시스템 기술로 다음과 같이 분설하고자 한다.

가. 지능형 전력망 구축 기술 분야

막대한 투자가 요구되는 전력망을 보다 저렴한 비용으로 구축하기 위하여 기존의 전력망에 고도의 IT기술을 접목하여 심화된 모니터링, 고도의 전력제어, 자가진단, 자가복구 기술 등을 탑재한 차세대 전력망을 정의하고 구축, 운영할 수 있는 기술이 필요하다.

나. 신재생 에너지 발전의 확대 및 운영 제어 기술 분야

전력망에 접속되어 운영되는 풍력, 태양광발전 등 소규모 자연에너지 발전의 확대가 용이하고 전력망과 연계된 전력저장시설 등 관련 자원을 통합 운영할 수 있는 제어기술을 기반으로

전력시장을 통한 원활한 유통 체계를 구축, 운영할 수 있는 기술이 필요하다.

다. 스마트 기기를 활용한 수요자 중심의 에너지 사용 합리화 기술분야

소비자와 전력 공급자간 양방향 커뮤니케이션 기반의 통합 관리 체제를 구축하고 소비자와 공급자가 협력하여 스마트 전력망, 스마트 가전기기, 스마트 미터기 등을 활용하여 에너지 절약 및 전력사용의 합리화를 꾀하는 기술.

라. 스마트 전력망 특성에 적합한 스마트 전력수요의 창출

스마트 그리드의 특성에 적합한 전력용 기기는 소규모의 전기에너지를 발전하고 자체 저장하거나 자체 소비할 수 있는 특성이라 할 수 있다. 대표적으로 제시되고 있는 기기로는 전기자동차가 있는데 전기자동차 기술은 전력을 소비하는 요소보다 전력을 저장하는 특성과 운전 결과가 보다 친환경적이라는 측면에서 매우 중요하다.

마. 에너지 시장의 통합 활성화 기술

확대되는 신재생 에너지 발전기술과 독립된 구역 전기사업자 등을 기반으로 도매, 소매 시장을 통해 생산자, 공급자, 수요자 간 소규모 전력거래를 활성화하고 전기에너지의 부가가치를 보다 높일 수 있는 기술

3. 향후 전망

전기사업자 측면에서는 고도화된 미터링 인프라와 수요 반응(demand response) 서비스와 같은 스마트 그리드 기술의 확립은 현재의 전력망을 보다 신뢰성 있고 지능적인 전력망(power web)으로 탈바꿈 시킬 것으로 기대된다.

그러나 수요반응 서비스와 같은 고객 중심의 고급효과를 기대하기 위하여는 수요측에서 활용이 가능한 고도로 훈련된 고급인력이 광범위하게 필요하고 수요측에서 손쉽게 활용할 수 있는 우수한 소프트웨어와 자동화 설비가 개발·보급되어야 한다.

즉, 스마트 그리드의 성공을 위하여는 상기한 인적, 기술적 측면도 중요하지만 정책적으로 전력시장의 합리적인 통합 및 개방, 수요반응을 위한 합리적인 전력요금 정책 변경, 스마트 기기 구입비 지원 등 정책적인 측면의 지원도 매우 중요하다고 판단된다.

121. 남과 북의 전력계통을 연계하고자 할 때 기술적인 측면과 경제적인 측면을 기술하십시오.

1. 북한 전력계통의 특징

계통연계시 기술적 측면과 경제적 측면을 고찰하기 위하여 우선 북한 전력설비의 특징과 전력수급동향을 고찰하면 다음과 같다.

가. 송전설비

북한의 송전전압은 220kv, 154kv, 110kv, 66kv가 주종을 이루고 있다. 대표적인 기간송전망의 전압계급은 220kv로서 루프화 되어 있다.

※ 우리나라의 경우 345KV, 154KV가 주종을 이루고 있으며 기간 송전망은 345KV로서 환상망을 구성하고 있다.

나. 발전설비 구성

발전설비 용량은 남한의 약 1/3수준으로 약 50% 정도가 수력발전에 의존하고 있다. 화력발전소는 대부분이 석탄화력에 의존하고 있으며 원자력발전소나 LNG를 연료로 하는 발전설비는 없는 것으로 알려지고 있다.

다. 전력수요

북한 전력수요의 특징은 계절별로는 야간시간이 긴 동계부하가 최대피크를 나타내며 일부하특성은 주간부하보다 주로 야간의 전등부하에 의한 피크가 형성되는 것으로 알려지고 있다.

※ 피크시간대 : 남한은 10시 ~ 18시 , 북한은 17시 ~ 20시 , 계절별로 남한은 하계 냉방부하에 의한 피크를 보이고 있다.

라. 전력수급 동향

북한은 약 50%이상이 수력발전에 의존하고 있기 때문에 풍수기(하계)에는 비교적 전력공급이 원활하나 수량이 부족한 갈수기(동계)에는 심각한 전력난에 시달리고 있는 것으로 알려지고 있다. 이러한 현상은 동절기의 경우 화력발전에 의존할 수밖에 없기 때문에 상대적으로 전력수요가 증가하는 동계전력이 매우 부족한 것이다.

2. 계통연계시 기술적 측면

북한의 계통전압을 고찰한 결과 전력계통을 연계시 기술적으로는 아무런 문제점이 없다고 생각된다. 다만 계통전압이 다른 異系統間(345kv ~ 220kv)의 연계시에는 송전선로간의 연계 이외에 연계변전소(345/220kv)를 추가 건설하여야 하는 기술적인 문제가 있다.

또한 계통의 연계전압은 상호간의 전력계통에서 얼마한 량의 전력수수가 필요하고 연계의 시점을 언제로 하느냐 하는 점이 충분하게 고려되어야 한다. 따라서 다음과 같이 단계적인 연계를 고려할수 있을 것이다.

1단계 : 154KV ~ 154KV 연계

최초 연계시에는 충분한 송전량의 확보가 곤란하고 연계운전 초기의 상호 기술수준의 평준화, 기술적 교류 및 위험부담을 줄이기 위하여 소규모 연계가 추진 가능하다.

※ 약 40~60Km정도의 송전선로로서 연계가 가능한 것으로 추정

2단계 : 345 ~ 220KV 연계

2단계로서는 충분한 계통 연계운전 경험과 충분한 송전전력량이 확보되는 경우 주간선계통의 대규모 연계를 추진한다.

※ 약 120KM의 송전선로와 345/220KV연계 변전소가 필요하다.

3. 계통연계시 경제적 측면

가. 규모의 경제성 추구

전력계통은 제어범위내에서 그 규모가 커질수록 경제성과 수급의 안정성 측면에서 효율적이다. 따라서 이러한 규모의 경제성을 상호 공유하기 위하여 남북한 계통의 연계가 필요하다.

나. 발전소 신규건설 억제 효과

남북한 연계운전시 부족전력을 시간대별 계절별로 상호 수수가 가능하여 시간대별, 계절별 부하율을 향상시킬수 있고 이에 따라 발전소 이용율의 향상을 도모할 수 있다. 특히 현재 남한의 하계 피크부하시 안정적인 전력공급에 많은 기여가 가능하리라 생각된다.

즉 남한에서는 하계피크에 대비한 값비싼 LNG발전소 건설을 억제할수 있으며 북한에서는 동계 부족전력을 남한에서 공급받을 수 있다.

다. 계통운영의 안정성

남북한 계통을 연계시 계통의 규모가 확대됨에 따라 전원설비의 단위용량 증대에 따른 예비력의 부담이 감소되고 주파수 조정능력이 향상되어 발전소 고장정지나 계통의 고장 발생시 남북한의 예비전력 교류를 통하여 안정도를 증대시킬수 있다.

라. 전원입지확보의 용이

남한은 경제성장과 더불어 지역 이기주의의 영향으로 전원입지의 확보에 많은 어려움이 있다. 그러나 북한의 경우 비교적 안정적인 전원입지의 확보가 가능하리라 기대된다.

4. 향후전망

남북한 전력계통의 연계추진은 계통운영 측면에서는 물론 경제적으로도 매우 유리한 중요과제이다. 특히 전력계통의 연계에 따라 전력의 수수가 가능한 경우 전력에너지의 특성(원산지 표시 불가능)을 활용하여 활발한 경제교류가 가능하리라 전망된다.

특히 우리나라의 전력계통은 한반도지역과 대륙이 단절된 고립계통으로 이루어져 있기 때문에 전력수급이 시간별, 계절별로 고립된 어려운 운영이 불가피한 실정이다.

그러나 북한과 계통이 연계되는 경우 중국 및 소련과의 대륙으로의 연계가 가능하여 완전히 개방된 계통을 유지할수 있고 결과적으로 현재의 전력수급불안 문제를 근본적으로 해결할 수 있으리라 전망된다.

[참고] 에너지산업 측면에서 남북한 교류의 비교

남한은 자원보유국과의 교역경험이 풍부하고 에너지 산업에 관한 노하우가 축적되어 있으며 자본력이 우세한 반면 북한의 경우 자체 부존자원이 풍부하고 중국,러시아등 부존자원이 풍부한 국가와 인접하고 있으며 노동력이 풍부함 또한 북한은 에너지 산업의 개발 필요성이 절실하고 개발가능한 전원입지가 풍부하여 남북한 에너지 산업의 연계 추진은 남측 및 북측 모두에게 매우 유리하다고 판단됨