전기화재의 방지개설

미국기술의 최고 결집이라고 일컬어진 우주연락선 챌린저호의 비참한 사고는 아직도 우리의 기억에 새롭다. 이와 같이 안전측면에서 절대적이라고 생각해 왔던 부분에서 사고가 발생하게 되면 「안전에 절대는 없다」던가 「안전은 모든 것에 우선한다」라는 말을 뼈저리게 음미하게 된다.

화재에 관하여 최근 급격한 기술의 발달과 더불어 전기기기에서도 갖가지 안전장장치를 개발하여 그 신뢰도를 향상시키고 있지만, 아직도 「결함제품」이 많이 사용되고 있는 실정이다.

매년 발생하는 화재의 원인별 분석을 살펴보면 여전히 전기관계에 의한 발화가 수위를 차지하고 있다.

가. 전기화재의 경향

화재는 방화 등을 제외하고 대부분이 사람의 과실로 발생하고 있으며, 전기에 의한 화재도 설비 및 기기자체의 결함보다도 시공이나 관리불량 등 사람의 부주의에 의한 경우가 압도적으로 많다.

전기화재라고 하면 여러가지 형태가 있어 그 발화원에 따라 전열기구, 고정전열기구, 배선류, 배선기구, 전기기기 및 전기장치 등과, 이들 기기나 배선 등에서 건물, 공작물로 전기가 누설되어 발열, 출화하는 누전화재 및 정전기의 spark로 가솔린에 인화하는 것까지 광범위하다.

매년 전기에너지의 이용도가 증가됨에 따라 관련전기기기의 수량도 증가하고 있다. 이에따라 전기설비기기의 구조, 재질 등 안전면에서도 상당한 향상이 있었다고 보며, 이러한 안전면에 대한 고려는 기기수량의 증가에 관계없이 전기화재를 감소시키는데 큰 공헌이 되었으리라고 쉽게 짐작할 수 있을 것이다.

전선의 경우를 예로 들면, 배전선류의 피복화, 피복의 내열성 향상, 난열화(면, 고무계에서 비닐계로의 변천) 등을 들 수 있고, 배선기구의 경우 절연거리를 늘리는 등 여유있는 설계와 사용재료의 고성능화, 구조개량, 결선방법의 개량에 따른 결선의 신뢰성 향상, 안전breaker의 고성능화, 누전breaker의 대중적인 보급 등을 들 수 있다. 또한 공구 및 공법의 개량도 안전면에서 공헌이 컸다고 생각된다.

한편 전기기기에서도 전기stove의 전도안전switch, 전열기기의 과온도상승방지를 위한 bimetal 및 온도fuse의 부착, 텔레비젼이나 냉장고 등 가전제품의 각종 부품의 난연화, 안전장치의 다양화 등 여러가지 형태의 다양한 측면에서 갖가지 개량이 이루어지고 있다.

나. 전기화재의 출화형태와 사고방지의 요점

전기화재의 발생결과로서는 ① 접속부, 접합부의 과열, ② 절연열화에 의한 발열 ③ 단락 ④ 누전 ⑤ 지락 ⑥ 혼촉 ⑦ 과전류(과부하) ⑧ 누설방전 ⑨ 정전기spark 등이 있으며, 이들 발화는 어느것도 단독으로 일어나지만은 않는다.

이를테면 과전류(과부하)로 피복이 경화하여 소선이 단락하여 출하한다던지, motor 권선이 절연열화하여 층간단락을 일으켜 이것이 누전회로를 형성시켜 몰탈라스 부분이 발열출하하는 등 복수의 결과를 거치는 것이 많

다. 이처럼 발생경과는 외면에 나타난 현상만을 본 것으로서 주된 요인은 거의가 관리불량, 시공불량이라고 할 수 있다.

송전, 배전선에서 인입선을 지나 각 수용가의 개폐기, 배선용 차단기를 거쳐 옥내배선, 배선기구, 각종 전기기기에 이르기 까지 무수한 발화원이 있지만 그 중에서 전기화재의 방지를 위하여 특히 주목하고 싶은 몇 가지 사항을 기술하기로 한다.

1. "접속부", "접점부" "접근부"의 소위 3가지 접부에 주의

전기회로는 전기가 흐르고 있는한 모두 joule열을 발생한다. 확실한 접속, 확실한 접점의 접촉이 이루어졌다면 국부적인 이상발열은 없지만, 너트의 조임불량이나 압착불량 혹은 feed cycle 등에 의한 느슨함으로 이상발열 된다.

특히 일종의 안전장치인 누전차단기나 개폐기의 접속단자의 발열출화로서 1차측, 2차측의 접속불완전으로 발열출화한 예가 있다. 또한 분전반내 space 때문에 배선을 극심하게 구부려서 삽입이 불충분하였다던지, 접속을 빠뜨린 경우 등 위치적으로 충분한 접속이 안되는 경우도 생각할 수 있다.

동선 등의 도체는 공기중의 산소에 의하여 산화되지만 이 산화는 온도가 상승되면 가속된다. 예를 들면 25°C의 분위기에 있는 것이 4배인 100°C로 상승하게 되면 산화속도는 10^4배로 된다. 접속상태에 따라 느슨해진 동선과 단자간에 간격이 생겨 공기가 이곳에 침입하게 되면 당연히 그 부분은 접촉저항의 증대로 발열량이 높아져 표면산화가 촉진된다. (joule 열은 저항값에 비례하여 상승한다) 그 산화촉진에 따라 동선의 표면에는 아산화동(Cu_2O)가 생기고 이것이 증식하여 그 부분에 전류가 집중적으로 흘러 이상고온(1,000°C 정도)이 발생하여 출화에 이른다. 이를 아산화동증식발열현상이라 한다.

접속부는 통전feed cycle, 계절변화에 따른 환경 feed cycle에 의해서 도체가 팽창 · 수축을 반복하는 현상을 보이고 있지만, 시공시 충분한 접속과, 보수 · 점검시 전선, 단자 cover 등의 변색, 변형유무의 조사 및 이상발열의 여부를 조사하여 기구의 교체 등으로 접속부 과열을 사전에 방지하여야 한다.

다음은 접점부에 관한 것으로 기기의 접점재료, 접점기구는 여러가지 개량이 이루어지고 있지만 그 가운데 에어콘내의 relay, magnet switch의 접점이 융착하므로서 냉 · 난방 운전중 switch를 끊어 fan이 정지하여도 feeder회로가 끊어지지 않아 과열출화한 예나, 접점이 단자판에서 탈락하여 발열출화한 예도 있다. 또 개폐시의 arc발생에 의한 절연재의 탄화 등이 있으므로 접속부의 육안점검과 같이 충분한 주의가 요구된다.

다음은 접근에 관한 것으로 인입선이 지붕면 등 조영재에 접촉한다던지, 진동부분에 전선이 접촉하여 피복이 손상되어 누전으로 되는 예도 있으므로 충분한 거리가 유지되었는가를 살피도록 한다.

2. 경년열화기기에 주의

배선이나 기기 등은 시공시에는 안전하다고 생각되어도 경년과 함께 열화되어 간다.

기기중에서 특히 condenser의 대지간 절연저항은 대부분 측정하고 있으나 상간 절연저항까지 측정하는 경우는 드문 편이며, condenser 소자내의 국부적 초기 이상에 대하여는 거의 발견되지 않고 있다.

모터구동용 진상 condenser에서의 출화나 천정형광등기구내 condenser의 펑크에 따른 출화, 선풍기 시동용 condenser 의 출화 등 condenser의 출화는 대부분 보수 · 점검을 소홀히 한 것으로 기기는 거의 10년 이상 사용된 것이었다.

condenser는 이와같이 점검시 대지간의 절연저항측정만으로는 안전하다고 볼 수 없으며, case 팽창이나 액누설, 변색에 주의할 것과 함께 정기적인 교환을 고려하여야 한다.

3. 환경에 주의

다음에 중요한 것은 일반화재와 같이 환경에 주의하여야 한다.

습기가 많은 양수펌프실의 진상용condenser case의 부식에 의한 절연열화나, 금속절삭공장과 같이 기름이나 금속편이 비산하여 기기에 부착하는 사례, 먼지가 상부단자부에 두껍게 부착되어 절연열화로 발화한 예 등 외적 요인으로 절연열화, tracking이라는 경과로 출화에 이르는 케이스가 있다.

특히 tracking현상은 전기절연 재료의 절연성능의 열화현상의 하나로서 고전압 · 대전류의 기기에 발생하기 쉽다. 이는 전기제품 등에서 충전전극간의 유지절연물의 표면에 경년변화나 먼지 기타 오염물질의 부착, 또는 습기나 수분의 영향으로 미소한 불꽃이 발생되어 탄화도전로를 생성시켜서 결국은 단락이나 지락으로 발전되어 출화하는 현상을 말한다.

따라서 환경이 나쁜곳에는 되도록 기기를 설치하지 않는 것이 최선이지만, 악환경에 있는 것은 그에 따른 충분한 예방책을 강구하여야 한다.

또 건물 등 구조재의 노후화에 따라 기기의 탈락 등으로 기기 및 배선에 손상을 주어 발열하는 경우도 있으므로 주의하여야 한다.

4. 정전기 spark에 주의

어떤 사람이 수동회전펌프를 사용하여 드럼통에서 basket으로 가솔린을 옮기던중 basket을 잡은손을 들고 올리는 순간 가솔린이 불꽃을 내면서 화상을 입은 사고가 있었다. 이것은 정전기에 기인한 화재사고의 한 예이다. 이와 같이 정전기의 발생은 전혀 예상을 하지 않는 곳에서도 발생하는 것이 적지 않다.

정전기대전의 가장 일반적인 것은 마찰대전, 박리대전,|유동대전으로서 대표적인 것은 두 물체사이의 접촉, 박리에 의하여 발생한다. 기타|낙뢰 등의 기상현상이나 광전효과등의 물리현상, 타대전체의 영향으로 생기는 정전유도 등이 있다.

그러나 정전기가 화재로 발전하기 위해서는 주위에 가연성가스나 분체 등의 물질이 있고, 물질이 착화하기 위해서는 착화에 필요한 어떤값 이상의 착화에너지를 필요로 한다. 물질의 종류에 따라 그 값은 다르지만 보통 기체의 착화에너지는 분체보다 1 / 100 정도의 량으로 보고 있다. 따라서 가연성증기가 체류할 위험이 있는 장소에서는 무엇보다 정전기발생에 대한 세심한 주의와 대책이 필요하다.

정전기의 제전대책은 접지, bonding, 대기의 습도제어, 제전재사용, 공기의 이온화 등 여러방법이 있으나 발생원인과 주위환경 등을 고려한 적절한 대책이 마련되어야 한다. 특히 정전기방지대책이 실시된 후에도 보수 · 점검이 중요하다. 예를 들면 접지용도선의 단선은 단선부위에서 방전이 일어날 가능성이 높고, 오히려 접지전보다 위험성이 증대된다. 또 제전재의 첨가나 도포의 경우도 시간의 경과와 더불어 당초의 저항치를 유지할 수 없는 것도 있다.

정전기에 의한 화재발생건수는 미약하나 대부분의 발생장소가 위험물취급시설이나 화학공장 등에 많고, 일단 화재가 발생하면 막대한 물적, 인적피해를 가져올 가능성이 있으므로 정전기화재는 간과해선 안될 중요한 사항이다.

5. 고압시설에 대하여 주의

특히 변환설비에 대하여는 동물의 침입에 의한 파급사례가 눈에 띈다.

어떤 옥외큐비클 변전설비의 상부 환기부에 도마뱀이 침입하여 고압차단기의 애자부분을 걸어다니다 방전하여 lead선을 소손시킨 사례나, 쥐가 벽체의 틈새나, 큐비클 상면의 인입cable pipe 관통부충전이 불량한 부분으로

들어온다던지 하여 동일형태의 사고가 발생한 예가 있다.

이러한 예는 사소한듯 보이지만 대형의 사고로 이어질 가능성이 크므로 단락사고를 일으킬 위험이 있는 고압충전회로 부근의 틈새나 구멍은 완전히 충전하는 것이 바람직하다.

이상 전기화재의 경향에서 전기화재의 방지를 위하여 주의하여야 할 몇 가지 항목에 대하여 기술하였지만 이들은 극히 당연하고 상식적인 것이라고 생각된다. 그러나 화재는 이 상식적인 것을 지키지 않음으로써 발생하는 경우가 많다.

전기화재는 화재발생원인에 대한 정확한 이해와 이에 따른 사전의 효과적인 대책이 중요하며, 이에 병행하여 정기적인 보수·점검만이 전기화재를 감소시킬 수 있을 것이다.

부주의나 몰이해에 의해서 발생한 재해는 교육·계몽활동으로 방지가 가능하다고 보지만, 예기치 못한 형태의 사고는 부단한 연구활동으로 하나 하나씩 해결해 나가야만 될 것이다.

방재자료 소개

반도체 공업의 방화대책(Ⅰ)

지난 30여년간에 걸쳐 우리는 놀라운 변화들을 목격하여 왔다. 그 첫째로 꼽을 수 있는 것이 반도체 산업으로 1970년의 25억$의 시장규모에서 1990년에는 350억$의 수요가 예상된다.

반도체는 19C초 발명된 진공관에서 1948년 미국의 BBB(Birdin Brightney Bell)연구소에서 Transister를 발명한 이래, 1957년 RCA에서 IC(Integrated Circuit)를, 1971년 INTEL에서 PMOS를, 1978년에는 Texas Instrument에서 64KD RAM을 개발하였고 최근에 이르러서는 4MD RAM이 개발되어 VLSI(Very Large Scale Integration) 시대의 막을 열게 되었다.

Ⅰ. 반도체공업의 특성

1. 타 공업의 발전속도에 비해 반도체산업은 발전속도가 빨라 사용되는 화학물질의 종류가 급격히 변화될 뿐만 아니라 그에 대한 물성의 파악이 어려우며 청정도를 높이기 위한 공조시설의 변화로 방재상 주의가 요망된다.

2. 고가의 설비 및 장치 등이 집적되어 있어 대형 손실의 위험성이 크며 공정 등의 Know-how로 막대한 복구비와 복구기간으로 인한 간접손실 및 제품회수비(Product Recall)가 막대하다.

3. 화재 발생시 화재뿐 아니라 연기나 물 등에 의해 쉽게 손상되며 특히 공정중의 물질은 더욱 그러하다.

4. 공정중에 사용되는 가연성 액체 및 자연발화성 가스, 독성 가스 등으로 인하여 화재시 진화작업이 어려울 뿐만 아니라 다른 물질과의 반응으로 2차재해를 가져올 수 있다.

5. 소방훈련이 불가능한 Clean Room구조, 화재시 피난이 곤란한 밀실구조 등은 화재시 재산손실은 물론 인명손실의 위험을 내포하고 있다.

Ⅱ. 방재대책

이상의 특성에서 보여지는 바와 같이 반도체 공업은 화재발생시 그 피해규모가 막대하기 때문에 무엇보다도 예방이 최선의 방재이다.