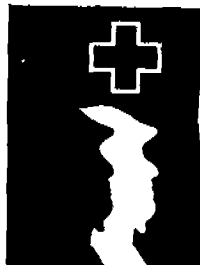




## 감전사고와 예방대책



글/박근식(한국전기안전공사 조사부장)

### 목 차

1. 머리말
2. 감전에 따른 인체의 영향
3. 감전 방지 안전 전류와 통전시간
4. '90 감전 사망자 현황
5. 감전 재해자의 유형별 분석
6. 전기로 인한 재해 예방책
7. 맺는말

### 1. 머리말

전기는 문명사회를 선도하는 필요도구의 역할을 하므로 우리나라의 국민경제가 급성장 하면서 이에 따라 전기설비와 사용량은 매년 급증하고 있다.

따라서 전기의 신뢰도 향상을 위해 점검기술, 관리기술 등 안전관리 측면의 지속적인 문제점 개선으로 필요조건 충족과 재해 극소화를 위해 총체적 노력을 경주하고 있다.

그러나 전기는 시각적으로 그 흐름을 감지할 수 없기 때문에 전기인이나 산업에 종사하는 근로자 또한 일반인은 물론이고 심지어 전

기 사용과 전혀 관계가 없는 어린이 들도 전기 재해를 당하고 있다.

이러한 재해를 방지하기 위해 각종 법령으로 규제 되어 있다.

즉, 전기설비의 공사 유지및 운영에 대하여 각각 소유자 또는 점유자별로 전기안전을 관리하도록 전기사업법에 규제되어 있고, 전기설비의 설치, 변경, 보수및 부대공사의 잘못으로 인한 재해를 방지하기 위한 전기공사업자의 일정한 기술능력과 경험, 장비보유자만이 공사 할 수 있도록 규제하고 있다.

또한 전기용품의 불량품 사용으로 인한 감전 재해 사고를 방지코자 전기용품 안전관리법으로 제조판매에 대하여 엄격히 규제하고 있는

실정이다.

모든 규제는 잘 되어 있으나, 감전사고를 보면 첫째가 본인 부주의로 재해가 발생되고 있으며 두번째, 안전작업 미준수 셋째, 설비결함 관리감독의 관심부족, 기타 등으로 원인을 나열할 수가 있다.

이러한 원인 발생에 대한 예방대책이 근원적 안전대책 강구가 필요하다.

## 2. 감전에 따른 인체의 영향

감전은 사람이 전기를 느낄 수 있는 것을 말하며 사람이 느낄 수 있는 최소의 전류를 최소 전류 라고한다.

단, 최소감지 전류에서 전류를 증가시키면 점점 고통을 느끼기 시작하여 나중에는 전디기 어렵게 되어 점차 심장이 멈춰 사망까지 이르게 된다.

사람이 잠전 되었을때 받는 생리작용은 흐르는 전류의 크기, 흐른 경로, 흐른시간에 따라 크게 다르다. 이작용에 대해서는 많은 문헌과 참고자료로써 알 수 있다.

## 3. 감전 방지 안전전류와 통전시간

### 가. 감전방지 안전전류

유럽지역의 동물실험에서 얻은 심실세동 한계치는 50mA. 초를 감전방지의 목표치로 삼고 있다.

그러나 사람에게에는 더욱 안전도를 요구하기 때문에 1.67이라는 안전율을 부여하여 50mA. 초보다 더 적은 30mA. 초를 안전율로 정했다.

예, 50mA. 초 ÷ 1.67 ≈ 30mA.초 따라서 20mA × 1.5초 = 30mA.초 60mA × 0.5초 = 30mA.초 즉, 20mA 1.5초 동안이나 60mA 0.5초 동안 인체에 전류가 유동하는 정도는 안전하다는 것이다. 또 30mA. 초는 누전차단기의 감도전류 동작시간 등을 정하는 기본기준이 되었다 <표1>.

### 나. 통전시간

일반적으로 고압에 감전하는 경우에는 순간 맹렬한 아아크 방전을 동반하는 경우가 대부분 이고 피해자 역시 순식간에 충전부에서 이탈되지만 이에 반하여 저압에 감전되는 경우에는

<표1> 감전의 현상

종 류	감전현상(인체에 대한 전류 영향)	전 류 치
1. 최소 감지 전류	• 찌릿하는 것을 느낄정도	1~2mA
2. 고통 전류	• 견딜수 없게 고통을 느낌	2~8mA
3. 가수전류(이탈할 수 있는 전류)	• 참을 수 없을 만큼 고통스럽다 • 지역으로 접촉된 전원에 떨어져 나올수 있는 최대한 전류이다.	8~15mA
4. 불수전류(이탈할 수 없는 전류)	• 근육의 수축이 심하다. • 전격을 받은 것을 알면서도 그 자신이 그 전원에서 떨어져 나올 수 없는 전류	15~50mA
5. 심실세동전류	• 심장의 기능이 마비되어 전원에서 떨어졌다해도 수분내에 사망하게 됨	50~100mA

고압과 달리 화상이 거의 없으나 감전시간이 비교적 길어 호흡장애 또는 심장 장애로 인한 가상상태가 의외로 많은 것으로 알려져있다. 이 수치는 사람이 사망하게 되는 한계시간 전류의 극한치 임을 명심 해야 한다.

$$[식1] I=0.116/\sqrt{T} \text{ (AmP)}=116/\sqrt{T} \text{ (mA)}$$

(I=인체 통과전류, T=인체에 전류통과시간(초))

[예] 2.0초 동안의 인체통과 전류의 한계치는?

$$I=116/\sqrt{2} =116/1.414=82\text{(mA)}$$

아래와 같이 계산하여 <표2>를 만들어 보면 52mA가 통전 했을때는 5초이상 될때 사망하게 되는 것이다.

<표2>

통전시간(초)	전류(mA)	통전시간(초)	전류(mA)
0.05	518	1.5	95
0.10	367	2.0	82
0.15	300	2.5	73
0.2	260	3.0	67
0.5	164	3.5	62
0.8	130	4.0	58
1.0	116	5.0	52

또한 인체에 미치는 영향은 주로 전류 때문 이기는 하지만 전압에도 좌우되므로 안전한 전압의 한계가 문제가 된다.

우리나라에서는 안전전압을 2차 무부하시 30V로 규정하고 있으며 외국은 영국, 독일, 프랑스 24V, 벨기에 35V, 스위스 36V로 규정하고 있다.

#### 다. 인공호흡

전기 쇼크의 가장 위험한 결과는 심실세동인 심장작용의 발작과 호흡의 정지가 된다.

그때에는, 지체없이 적절한 인공호흡을 실시

하여 환자가 소생 될때까지 지속적으로 실시하여야 한다.

또한 환자를 후송시에도 인공호흡을 계속하여야 한다.

또 마비의 경우에는 상당히 장시간에 걸쳐 인공호흡으로 회복 될 수 있다는 것을 인지하고 결코 중간에 중단해서는 안된다<표3>.

<표3> 인공호흡 개시시간과 소생율

소 생 율	95%	75%	25%	10%
개시시간	1분	3분	5분	6분

## 4. '90년도 감전사망자 현황

### 가. '90년도 산업체별 재해사망자 현황

'90년 한해동안 산업현장에서 각종 안전사고로 사망한 인원은 총 1,985명이고 그중 전기로 인한 감전사망자 수는 134명 으로 전체의 약 6.8%를 점유하고 있다<표4>.

### 나. 업종별로 감전 사망자 수

업종별 분석하여 보면 건설업 현장에서 재해 발생율이 46.3%로 가장 높으며 다음으로는 제조업으로 41.0%를 나타내고 있다<표5>.

### 다. 감전 기인물별 사망자 수

기인물별 감전 사망자수는 전기설비에서 56.7%로 가장 높고 다음으로 원동기(MOTOR) 10.5%, 용접기 9.0%, 일반동력기계 7.5%순으로 나타났다<표6>.

## 5. 감전재해자의 유형별 분석

감전재해 발생유형을 보면 전기종사자 현장 종사자, 전기에 무관한 일반인으로 나눠보면 그

<표4> '90년도 감전사망자 현황

단위: 명

업종 \ 형태	추락	전도	낙하 비래	깔림 협착	화재 폭발	감전	기타	계
광업	1	0	10	9	0	0	151	171
제조업	66	13	57	97	64	55	261	613
건설업	339	9	77	57	26	62	135	705
전기가스	2	1	0	1	0	0	17	21
운수창고	22	2	13	20	0	4	239	300
기타	22	12	7	21	8	13	92	175
합계	452	37	164	205	98	134	895	1,985

<표5> 업종별 감전 사망자 수

단위: 명

구분	계	광업	제조업	건설업	전기가스	운수창고	기타	비고
사망자 수	134	0	55	62	0	4	13	
점유율(%)	100	0	41.0	46.3	0	3	9.7	

<표6> 감전기인물별 사망자 수

단위: 명

구분	계	원동기	일반동 력기계	양중기	용접 장치	건설 기계	건축 구조물	동력 운반기	재료	전기 섬비	수공구	기타 장치	기타
사망자수	134	14	10	2	12	6	1	1	1	76	2	6	3
점유율	100	10.57	7.5	1.5	9.0	4.5	0.7	0.7	0.7	56.7	1.5	4.5	2

중 현장에 종사하는 근로자가 가장 많이 감전을 당하고 있으며 또한, 전기에 무관한 일반인도 전기직에 종사하는자와 동일하게 재해가 발생되고 있는 실정이다.

가. 전기직 종사자의 감전사고

근무자들의 감전사고를 많이 당하고 있는 장소는 수·변전실에서 대부분이며 전기설비보수, 점검, 수리시 또는 청소(애자의 분진제거 작업)작업시에 사·활의 경계선을 망각하는 착오심리의 유발로 인한 사고가 많음.

[예] LS에서 선로 정전후 LS 1차측을 청소하는 사례 등

나. 감전사고의 요인별

- 작업자의 부주의
  - 긴장이 해이된 정신자세로 위험개소에서 작업을 하다 어이없이 충전부에 촉수하는 경우가 상당히 많다.
  - 불필요한 활선작업
    - 점검 및 수리보수시 선로를 정전시킨후 작업에 임해야될 사항임에도 개폐기 조작동 제반 안전수칙을 생략한채 작업하다 사고를 당하고 있음은 자만심과 안전의식 결여에서 오는 행동이다.
    - 계통과약소홀
      - 계통에 다른 선로의 사·활을 명확히 숙지한 뒤 착오심리가 유발되지 않도록 주의 집중해야될 사항.
      - 안전거리 미확보

-작업시 예상되는 물체의 이동반경을 산정하여 만약의 경우 안전거리 이내로 접근될 소지가 없는지를 충분히 검토한 뒤 작업에 임한다.

○ 기타

-저압검전기로 특·고압을 검전 한다든지 빗데리가 없는 검전기로 충전부에 접촉하는 유형등이 가끔 사고로 발생되고 있다.

**다. 전기종사자 이외 일반인및 산업근로자 재해요인**

○ 일반인및 현장 종사자들이 감전재해 요인별로 보면 저압보다 고압설비에서 많이 발생되고 있어 고압설비의 출입통제를 위한 대책이 필요하다.

○ 감전 주원인

-저압기기 누전에 의한 사고

절연저항 적정치 유지및 접지설비의 적정, 내부 수시 점검미비로 감전

○ 무자격자 전기수리시 감전사고

전문지식이 없는 관리자중(생산과장, 공장장)및 현장공원들이 약간의 상식을 바탕으로 전기설비를 조작하다 감전

○ 절연피복이 손상된 배선및 방치에 의한 감전

임시 배선을 난잡하게한 시설및 이동용 전선의 피복파손에 의한 충전부 접촉사고 특히, 이동용기기(그라인더, 드릴, 투광기)에 공급하는 전로 등.

○ 용접작업중 감전

아크 용접봉, 홀더에 의한 감전.

○ 기기 보수시 개폐기 미개방으로 감전

저압에 대한 위험성을 경시하는 관습에서 오는 경향

○ 고압설비의 충전부 접촉 감전

고압설비에 대한 주의력 부족으로 충전부에 접촉되는 감전사고는 불필요한 인원들이 변전실내 설비에 접근 하지 못하도록 설비적, 관리적, 교육적 강구필요.

[예1] 외부인이 출입하는 주요 직종은(도장공, 방수공, 배관공, 타일보수공)과 TV안테나 보수시 고압선 근처 낚시 비오는날 우산대로 충전부 접촉등

[예2] 어린이 들이 수·변전실 근처에서 놀다 공이 넘어가면 무심코 뛰어들어가 감전되는 사례.

**6. 전기로 인한 재해 예방책**

가. 전기기계 기구 등으로 인한 위험예방책

1) 전기기계, 기구 등의 충전부 방호 근로자가 작업 또는 통행 등으로 인한 전기기계, 기구(전동기, 변압기, 접속기, 개폐기, 분전반, 배전반 등 전기를 통하는 기계, 기구, 기타의 설비 중 배선및 이동전선 외의 것을 말한다) 또는 전로 등의 충전부분(전열기의 발열체 부분 저항접속기의 전극의 부분등 전기기계, 기구의 사용목적에 따라 노출이 불가피한 충전부분을 제외한다)에 접촉(도전체를 중계한 접촉을 포함한다)또는 접근함으로써 감전의 위험이 있는 충전부분에 대하여는 감전을 방지 하기 위하여 다음의 방법으로 방호 하여야 한다.

○ 충전부가 노출되지 아니 하도록 폐쇄형 외함이 있는 구조로 할것.

○ 충전부에 방호망 또는 절연덮개를 설치할 것.

○ 수·변전실등 관계자 외의 출입금지.

○ 전주위및 절탑위등 격리되어 있는 장소로

써 관계 근무자외의 자가 접근할 우려가 없는 장소에 설치 할 것.

2) 전기기계, 기구의 접지

누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 전기기계, 기구의 금속제 외함및 철대등의 금속 부분에 대한 접지시설을 하여야 한다.

○ 폭발 위험이 있는 장소에서의 전기기계, 기구.

○ 접지된 전기기계, 기구 또는 금속계등으로부터 수직 2.4m, 수평 1.5m이내의 떨어진 고정식 금속체

○ 크레인등 이외 유사한 장비의 고정식 궤도및 프레임

○ 수·변전실 울타리 보호망

○ 특별고압의 전기를 취급하는 변전실 개폐소 기타 유사한 장소에서는 전로의 지기가 발생한 경우 접지극의 전위상승에 의한 감전 위험을 감소 시키기 위한 조치

3) 누전차단기에 의한 감전방지

전동기계, 기구중 대지전압 150V를 초과하는 이동식 또는 가반식의 것이나 물등 도전성이 높은 액체에 의한 습윤장소 철판, 철골위등 도전성이 높은 장소등에는 누전에 의한 감전 위험 방지를 하기 위해 당해 전로의 정격에 적합하고 감도가 양호하며 확실하게 동작하는 것일 것.

4) 용접봉 홀더

아크 용접 등의 작업에 사용되는 용접봉의 홀더에 대하여는 한국공업 규격에 정하는 홀더의 규격에 적합하거나 동등 이상의 절연내력및 내열성을 갖춘 것을 사용

5) 임시로 사용하는 전동 등의 위험방지

이동전선에 접속하여 임시로 사용하는 전동이나 가설의 배선 또는 이동전선에 접속하는

가공 매달기식 전동은 접촉함으로써 감전및 전구의 파손에 의한 위험을 방지키 위하여 보호망을 부착하여야 한다.

6) 작업시작전 점검.

이동식 방폭 구조 전기기계, 기구를 사용한 때에는 작업시작전 전선및 접속부 상태를 점검하여야 한다.

나. 배선및 이동전선으로 인한 위험예방책

1) 배선 등의 절연피복

근로자 작업 또는 통행등으로 인하여 접촉하거나 접촉 할 우려가 있는 배선으로 절연피복이 있는것 또는 이동전선에 대하여는 절연피복이 손상되거나 노후된 것은 교체 할 것.

2) 습윤한 장소 이동전선

물 등 도전성이 높은 액체가 있는 습윤한 장소에서 근로자가 작업 또는 통행 등으로 접촉할 우려가 있는 이동전선 또는 이에 부속하는 접속기구는 당해 도전성이 높은 액체에 대하여 충분한 절연효과가 있는 것을 사용 할 것.

3) 통로바닥에서의 전선 등 사용금지

통로바닥에 전선 또는 이동전선을 설치하여 사용해서는 안된다.

4) 꽃음접속기의 설치 사용시 준수사항.

꽃음접속기를 설치 또는 사용한 때에는 습윤한 장소에서는 방수형등 당해장소에 적합한 것을 사용 할 것.

다. 정전작업시 예방책

1) 정전작업시 조치(설치, 점검, 수리 및 도장등의 작업 할 경우)사항

○ 전로를 개조한 개폐기에 시건장치및 투입금지 표지할 부착

○ 케이블 콘덴사등은 잔류전하를 확실하게

방전시킬 것.

○ 역송전 방지책으로 단락접지 할 것

○ 작업중 또는 작업후 작업구역내 변동되는 사항에 대해 서로 연락체계를 확실히 해야 한다.

○ 단로기및 개폐기의 개방시 조작주의 표지판등을 부착하여 주지시킨다(전로상태 확인).

2) 정전작업요령

감전방지 하기 위하여 정전작업요령을 관련자에게 주지시켜야 한다.

○ 책임자의 임명 정전범위및 절연용 보호구 작업시작전 점검등 필요한 사항.

- 전로 또는 설비의 정전순서에 관한 사항
- 개폐기 관리및 표지판 부착에 관한 사항.
- 정전확인 순서에 관한 사항
- 단락접지 실시에 관한 사항.
- 전원 재투입 순서에 관한 사항
- 점검 또는 시운전을 위한 사항
- 교대근무시 근무인계에 필요한 사항.

라. 활선작업시 예방책

1) 저압 활선작업시

저압의 전로 점검및 수리·도장 또는 시설의 설치등의 작업을 할때 작업자의 절연용 보호구를 착용하고 충전전로에 접촉할 우려가 있을때는 절연방호구를 설치하여야 한다.

2) 특·고압 활선작업시

충전전로 또는 지지에자의 점검, 수리및 청소 등의 작업 할 때 작업자의 감전발생의 위험이 있는 경우에는 활선작업용 기구를 사용하여야 하고, 접근 한계거리를 유지토록, 보기 쉬운 장소에 표지판 또는 구획설치를 하고 감시인을 두고 작업을 감시하여야 한다.

3) 모든 시설물의 건설등의 작업시 감전예방

책

가공전선, 전기기계, 기구의 충전전로내 접근하는 장소에서 시설물의 건설 해체 점검 수리 및 도장등의 작업및 이동식 크레인, 콘크리트, 펌프카 등을 사용하는 작업시

○ 당해 충전전로를 이설 할 것.

○ 감전의 위험을 방지하기 위한 방책을 설치 할 것.

○ 충전전로에 절연용 방호구를 설치할 것.

위의 조치가 곤란한 경우에는 감시인을 두고 작업을 감시토록 하여야 한다.

7. 맺는말

감전사고는 저압부터 초고압에 이르기까지의 각종 설비의 활선상태에서 또는 정전된 범위내에서 설치 또는 점검.

보수작업중 작업방법 불량, 본인 부주의, 안전장구 불량, 제 3자의 과실로 인한 지시잘못 및 오조작 등으로 인한 감전된 경우, 그리고 전기와 전혀 무관한 어린이, 일반인의 감전사고도 불량전기 기기사용이나 불법 전기설비 취급중 이라든지, 전기설비, 부근에서 부주의로 인하여 감전되는 사례가 많다. 이러한 배경에 보면 인적요인에 의한 감전예방책으로 전기종사자 전문인은 작업목적, 내용, 범위, 절차 준비사항, 상호협력 협조등을 숙지하여 안전작업 수칙을 준수하여야 한다. 그리고 일반인은 K.S표시 전기기기 사용은 물론 사용중 고장난 불량품 발견시는 A/S 또는 교체하여야 한다. 더 근원적인 예방책으로는 전기안전에 관한 사항은 유치원에서부터 초·중등학교의 교재에 반영하여 조기교육 시켜 전기로 인한 재해가 발생이 되지 않도록 하는것이 제일 중요한 과제라고 본다.㉑