

1. 전기의 위험성

전기는 눈에 보이지 않고 소리 또는 냄새도 맡을 수 없을뿐만 아니라 손으로 확인할 수도 없기 때문에 전기적 위험의 감지는 상당히 어렵다. 일반적으로 감전재해는 다른 재해에 비하여 발생률이 낮으나, 일단 재해가 발생하면 호흡정지, 심장마비, 근육수축 등의 신체기능 장애와 고소작업시 추락 등으로 인한 2차재해가 발생하기 때문에 치명적인 경우가 많으며, 생명에 지장이 없다하더라도 불구가 되는 예가 적지 않다.

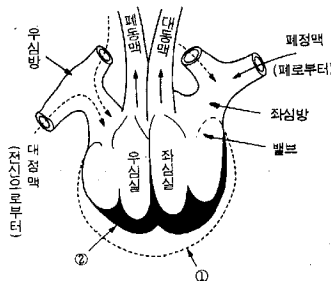
2. 인체의 전기적 특성

전기에 관한 각종 재해중 가장 빈도수가 높은 것이 감전, 즉 전격에 의한 재해이며 이는 인체의 일부 또는 전체에 전기가 흘렀을 때 인체내에서 일어나는 생리적인 현상으로 인체의 반응 및 사망의 한계는 그 속성상 인체실험이 어렵고, 또 어떠한 실험결과가 나와도 그것이 검증이 어렵다는 점과 인간의 다양성, 재해당시의 상황변수 등으로 인하여 확립적으로 정하기는 어렵지만, 인체의 감전시 그 위험도가 비교적 일치하고 있는 사항은 통전전류의 크기, 통전시간, 통전경로, 전원의 종류 등이다.

그리고 인체에 대한 전격의 영향은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 첫째는, 전기신호가 신경과 근육을 자극해서 정상적인 기능을 저해하여 호흡정지 또는 심실세동을 일으키는 현상이며, 둘째는 전기에너지가 생체조직의 파괴, 손상등의 구조적 손상을 일으키는 것이다.

1) 통전전류에 의한 영향(감전에 의한 사망의 위험성은 보통 통전전류의 크기에 의해 결정된다)

인체는 금속체와 같은 양도체로 전류가 잘 통하며, 인체에 전류가 흐르게 되면, 아주 작은 전류에서는 아무런 느낌이 없으나, 전류가 커지게 되면 「통전전류의 크기×시간」의 크기에 따라 전격을 느끼게 되고 더 커지게 되면 고통과 함께 화상을 입거나 근육이 수축되기도 한다.



<심장의 운동 : ①이완, ②수축>

여기서 문제가 되는 것은 **심실세동¹⁾** 현상으로 이는 일정크기를 넘는 통전전류의 일부가 심장부위를 흐르게 되면 심장계의 펄스전압에 이상을 주어 심장제어계가 교란 또는 파괴되어 심장이 정상적인 박동을 하지 못하고 불규칙적인 세동으로 혈액의 순환이 순조롭지 못하게 되는 현상을 말하며 통전전류가 차단되어도 심장박동이 자연적으로 회복되지 못하고, 이 상태를 그대로 방치하여 두면 수분내로 사망하게 된다. 따라서 감전사망사고의 대부분은 심실세동으로 기인하며 이때에는 심장마사지 등의 응급조치를 시행하여야 한다.

2) 통전경로에 의한 영향

인체 감전시의 영향은 전류의 경로에 따라 그 위험성이 달라지며, 전류가 심장 또는 그 주위를 통과하게 되면, 심장에 영향을 주어 더욱 위험하게 된다.

즉, 인체에 전류가 통과하게 되면, 심장이 어느 정도의 분로역할을 하게되어 심실세동의 한계를 넘는

전류 강도에서는 심실세동이 일어날 수 있는 것은 물론이고, 통전경로에 따라서는 그 보다 낮은 전류에서도 심실세동의 위험성이 있다.

<전류의 크기에 따른 감전의 영향>

1(mA)	전기를 느낄 정도
5(mA)	상당한 고통을 느낌
10(mA)	견디기 어려운 정도의 고통
20(mA)	근육의 수축이 심해 자신의 의사대로 행동 불능
50(mA)	상당히 위험한 상태
100(mA)	치명적인 결과 초래

1) 심실세동(心室細動) ventricular fibrillation : 인체의 혈액은 전신에서 심장으로 돌아오는 대정맥을 통하여, 심장의 우심방과 우심실을 거친후 폐동맥을 통해 폐로 들어가 정화되고 폐정맥을 거쳐서 심장의 좌심방으로 들어가서 좌심실을 거쳐 전신으로 가는 대동맥으로 나가서 온몸을 흐른 다음 다시 대정맥을 통해 심장으로 돌아오는 순환을 하고 있다. 그런데 이 혈액은 심장의 펌프작용에 의해 순환하게 되며 이 펌프작용의 원동력은 심장중추에서 만들어지는 전압 펄스에 의하는데 이 펄스는 1.1~1.3[Hz]로 결국 심장을 1분에 약 70회 정도 박동시키게 한다. 그러나 전격에 의해 외부에서 전압이 가해지게 되면 심장박동의 제어계에 영향을 주거나 파괴시켜 불규칙적인 박동(1분에 약 200~500회)을 일으키게 되는데 이러한 현상을 심실세동이라 한다. 이 현상이 일어나게 되면 심장의 불규칙적인 박동에 이어 심장이 정지하게 된다.

<통전경로별 위험도>

순위	통전경로	Kh
1	왼손 → 가슴	1.5
2	오른손 → 가슴	1.3
3	왼손 → 한발 또는 양발	1.0
4	양손 → 양발	1.0
5	오른손 → 한발 또는 양발	0.8
6	왼손 → 등	0.7
7	한손 또는 양손 → 앉아있는 자리	0.7
8	왼손 → 오른손	0.4
9	오른손 → 등	0.3

※Kh : Kill of Heart(위험도를 나타내는 계수)

통전경로별 위험도에서 볼 수 있는것과 같이 예를들면, 왼손과 가슴간에 53[mA]의 전류가 통전되는 것과 양손과 양발 사이에 80[mA]의 전류가 흐를때의 위험도가 서로 동일하다. 여기에서 “왼손과 가슴”인 경우에는 전류가 심장을 통과하므로 가장 위험하고, 오른손보다는 왼손이 통전경로가 되는 경우에 심장을 통과할 가능성이 높으므로 더 위험하다.

3. 전원과 인체의 접촉형태

인체의 감전은 인체와 전원이 어떠한 형태이든 접촉할 경우에 일어나며, 이때 인체를 통과하는 전류가 일정 수준 이상이면 전격을 유발하게 되는데, 접촉되는 형태를 크게 직접접촉과 간접접촉형태로 분류한다.

특히 간접접촉의 형태는 누전되어 있는 기기의 외함과 그렇지 않은 경우를 육안으로 구분하기가 불가능하며 특별한 주의없이 기기외함과 접촉할 수 있다는 점 때문에 각별한 안전대책이 수립되어야 한다.

- 1) 직접접촉 : 평상시 충전되어 있는 충전부에 인체의 일부가 직접접촉하여 전압이 인가되는 형태로 활성작업 중 부주의 또는 정전작업 중 타인이 전원스위치를 투입하였을 때 자주 발생되는 형태이다.
- 2) 간접접촉 : 전선피복의 절연손상 또는 아크 발생에 의하여, 평상시 충전되지 않는 기기의 금속제 외함 등에 누전이 되어 있는 상태에서 인체의 일부가 이 외함과 접촉하여 인체에 전압이 인가되게 되는 형태이다.

4. 감전사고의 직접적인 원인

감전사고는 다음과 같은 경우에 일어나게 되므로, 이에 대한 특별한 주의와 충분한 준비를 하고 작업에 임하여야 한다.

- 1) 충전부에 직접 접촉하거나 안전거리 이내 접근시
- 2) 절연열화, 손상, 파손 등에 의해 누전된 전기기기 등에 접촉시
- 3) 잔류전하가 충전된 콘덴서, 고압케이블 등에 접촉시
- 4) 전기기기 등의 외함과 권선사이 또는 외함과 대지간의 정전용량에 의한 분압전압이 인가된 경우
- 5) 지락전류 등이 흐르고 있는 도체부근에 발생하는 전위경사도(전위차)에 의한 경우
- 6) 고전압 송전선의 정전유도 또는 유도전압에 의한 경우
- 7) 정전회로에 오조작 또는 자가용 발전기 운전으로 인한 역송전에 의한 가압의 경우
- 8) 낙뢰의 진행파에 의한 경우

5. 감전사고의 특징

전기작업과 직접관련이 없는 일반작업자에게 많이 발생되고, 일반작업자의 경우에는 생산설비인 저압전동기의 누전에 의해서, 전기작업자의 경우에는 정전 또는 활선, 활선근접작업시의 안전수칙의 미준수로 발생되며, 일반적으로 고압이 상대적으로 더 위험하나 실제 재해발생은 고압보다 저압에서 훨씬 많이 발생되고 있는 것으로 나타나고 있다.

	전 격	심실세동
감전 징후	맥박이 점점 빨라지며 일정기간후 급격히 약해져서 결국 느끼지 못하게 됨. 피부가 거칠어지고 윤기가 없어짐 이마에 식은땀이 흐르며 체온이 떨어짐 불안, 초조, 심한호동을 일으키기도 함.	후두부 맥박이 정지됨 동공이 확대됨 눈동자가 불빛에 반응을 보이지 않음.

결론적으로 현장의 생산설비에서 설비미비와 유지관리 미흡 등으로 인한 누전사고, 그리고 교육 불충분으로 인한 안전수칙 미준수로 인해 대부분의 감전사고가 발생한다고 볼 수 있다.

6. 저압 및 고압에 의한 감전

1) 저압에 의한 감전된 경우에는 일반적으로 전격의 강도가 약하기 때문에 감전의 위험이 경시되는 경우가 많지만, 통전경로, 통전시간 또는 작업자의 상태에 따라 치명적인 재해가 발생할 수도 있다.

특히, 고소작업을 하다가 감전될 경우에는 전격으로 인해 추락되어 중상 또는 사망사고가 날 가능성이 많으므로 특히 주의해야 한다. (※저압 : 직류 750V, 교류 600V 이하의 전류)

이와같은 저압 감전사고는 충전부에 직접 접촉되거나 누전된 기기에 접촉될 경우에 주로 발생하게 되며, 이를 방지하기 위해서는 누전 차단기의 접속, 접지의 실시 등의 조치를 취하여야 한다.

2) 고압이상의 전압에 감전되었을 경우에는 중대재해를 면하기가 어렵다.

이와같은 경우는 불안전행동·착오·무지등에서 일어나기 쉬우며 이는 고압·특별고압 작업에서 접근거리이내에 접근하거나 긴 도전성 물체를 이동시키다가 일어나는 경우가 많은데, 고전압에서는 충전부에 직접 접촉하지 않아도 일정거리이내에서 섬락에 의해 감전될 수도 있으므로 특히 주의를 요해야 한다.

※ 일반적으로 직류감전은 화상의 위험이, 교류감전은 근육마비 현상이 있으며 직류에 비하여 교류에 의한 감전의 위험성이 훨씬 크다

7. 감전사고 방지의 기본대책

설비의 안전화	작업의 안전화	위험성에 대한 지식습득
- 전로를 전기적으로 절연 - 충전부로부터 격리 - 설비의 적법시공 및 운용 - 고장시 전로를 신속히 차단	- 보호구 및 방호구 사용 - 검출용구 및 접지 용구 사용 - 경고표지 및 구획 로우프의 설치 - 활선접근 경보기 착용	- 기능숙달 - 교육훈련으로 안전지식 습득 - 안전거리 유지

8. 감전사고시의 응급조치

전격재해가 발생하였을 때 의식을 잃고 호흡이 끊어질 경우가 있다. 이러한 상태를 가사상태라 하는데 이때 폐에 인위적으로 공기를 불어넣었다 뺐다 하여 폐의 기능을 회복시켜 호흡을 정상화 시키는 것을 인공호흡법이라한다. (※호흡의 정지로 인한 산소결핍은 대뇌의 산소공급 중단으로 이어지며, 그로인해 뇌사상태에 빠지게 된다. 따라서 인공호흡의 중요성은 상당히 크다.)

감전쇼크에 의하여 호흡이 정지되었을 경우 혈액중의 산소함유량이 약 1분이내에 감소하기 시작하여 산소결핍현상이 나타나기 시작한다. 그러므로 단시간내에 인공호흡 등 응급조치를 실시할 경우 감전사망자의 95%이상을 소생시킬 수 있다.

< 호흡이 멈춘 후 인공호흡이 시작되기 까지의 시간 >

※시간(분)	소생률(%)
1	95
3	75
5	25
6	10

감전재해가 발생하면 우선 전원을 차단하고 피해자를 위험지역에서 신속히 대피시키는 동시에 구급차나 의사를 부르고, 2차재해가 발생하지 않도록 조치하여야 한다. 그리고 재해상태를 신속·정확하게 관찰한 다음 구명시기를 놓치지 않도록 불필요한 시간을 낭비해서는 안된다. 감전에 의하여 넘어진 사람에 대한 중요 관찰사항은 의식상태, 호흡상태, 맥박상태이며 높은 곳에서 추락한 경우에는 출혈의 상태, 골절의 이상유무 등을 확인하고, 관찰한 결과 의식이 없거나 호흡 및 심장이 정지해 있거나 출혈을 많이 하였을 때에는 관찰을 중지하고 곧 필요한 응급조치(인공호흡, 심장마사지 등)를 하여야 한다.

대한산업안전협회 K I S A www.safety.or.kr	안전교육 SHEET 전기의 위험성과 감전				KISA-전기-01

안전보건교육일지

작성일자 : 200 . . 작성자 : (인)

결 재				

사업내 안전보건교육 (산업법시행규칙 제33조제1항관련)	정기교육		채용시	작업내용변경시	특별교육
	사무직()	사무직 외()	8시간	2시간	16시간
	월 1시간	월 2시간			
교육인원	구 분	계	남	여	교육 미참석 사유
	교육 대상자 수				
	교육 실시자 수				
교육내용	전기의 위험성 인체의 전기적 특성 감전사고의 직접적인 원인 감전사고의 특징 감전사고 방지의 기본대책 감전사고시의 응급조치				
교육실시자 및 장소	성 명	직 명	교육장소		비 고

안전교육 참석자 명단

연번	소 속	성 명	날인	연번	소 속	성 명	날인