

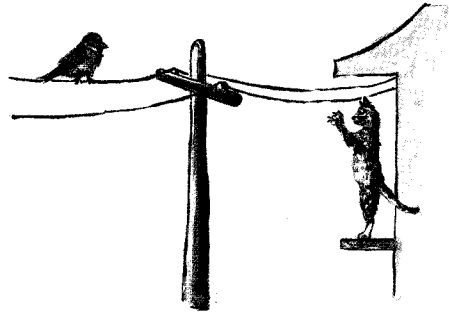
가전기기에 대한 안전시험(Safety Test)은 왜 하는가?

글 · KTL 전기기기팀 유종걸 선임연구원

먼저 가전기기를 구별하는 방법에 대해 이야기를 해 보자. 가전기기를 놓고 “1종기기(Class 1기기와 같은 의미)다”, 혹은 “2종기기(Class 2 기기와 같은 의미)다”라는 소리를 들은 경험이 있을 것이다. 그 기기가 1종기기인지, 아니면 2종기기인지를 판단하는 가장 쉬운 방법은 플러그를 보는 방법일 것이다. 플러그가 둥글고 크며, 위·아래로 첩편이 보이면 1종기기이고, 플러그가 납작하거나 위·아래 첩편이 없으면 2종기기이다. 1종기기는 주로 냉장고, 에어컨, 세탁기, 전자레인지 등과 같이 주방이나 세탁실, 욕외 등과 같이 물과 닿을 우려가 있는 곳에서 사용하거나 컴퓨터, 복사기, 팩시밀리 등과 같이 사무실에서 사용하며, 2종기기는 TV, 오디오, VCR, DVD 플레이어 등과 같이 거실이나 침실에서 주로 사용하는 기기들이 해당된다.

감전에 대한 보호 방법으로는 첫 번째로 절연재를 사용하거나 거리를 띄우는 방법, 두 번째로 접지를 사용하는 방법이 있는데, 기본적으로 가전기기는 감전에 대한 보호 조치가 두번 되어 있어야 한다. 1종기기는 절연재로 한번, 그리고 접지로 또 한번, 2종기기는 두번 모두 절연재 또는 절연 거리로 감전에 대한 보호 조치를 한 것을 말한다. 법률로 정하여, 가전기기에 대해서는 안전시험 및 그 결과에 따른 안전인증을 강제로 받게 하였는데, 그 이유는 두말할 필요 없이 국민의 생명과 재산을 보호하는 데 있다. 가전기기에 대한 안전시험은 감전에 대한 보호뿐만 아니라 화재 및 기계적 위험으로부터의 보호, 전자파 장애 및 전자파 내성에 대

해서도 실시하는데, 감전에 대한 보호가 안전시험의 주목적이므로 이번 호에서는 감전과 관련된 안전시험에 대하여 알아본다. 접지라는 용어는 어스(earth)라고도 하는데 여기서는 접지로 용어를 통일한다.



[그림1] 참새를 잡으려는 고양이와 그런 고양이를 바라보는 참새

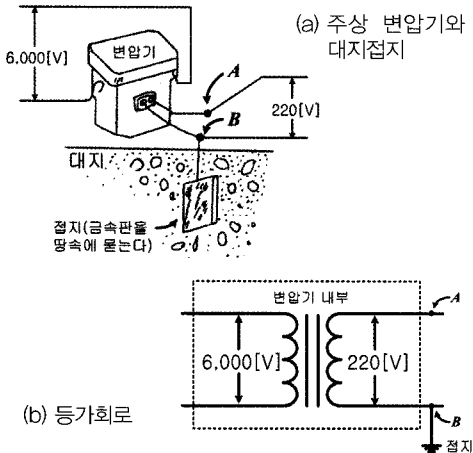
감전 사고의 원인과 해결책은 접지

감전 사고는 접지에 의해서 일어나며 또한 접지를 이용하여 감전 사고를 막는다고 하면 언뜻 이해되지 않을 것이다. 접지는 전원 전선의 한쪽을 땅속에 묻거나 공통 전위로 묶는 것을 말하며 그 용도에 따라 종류가 매우 다양하다. 접지를 하는 이유는 여러 가지가 있으나 가장 큰 이유는 전기를 안전하게 사용하는데 있으며 우리가 살고 있는 아파트는 물론 우리가 근무하는 건물이나 지하철 역시 고압선의 한쪽을 접지(대지 접지)시키고 있다. 즉 우리는 전기가 흐르고 있는 대기 위에서 생활하고 있는 것이다.

지금 [그림1]을 보면 고양이는 참새를 잡으려 발톱을 새우고 있지만 참새는 그저 물끄러미 바라보고 있을 따

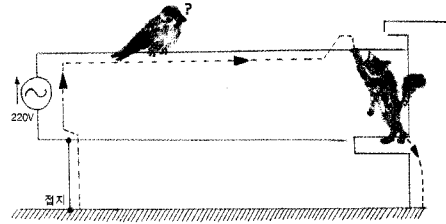
름이다. 참새는 고압 송전 선로에 앉아 있어도 감전되지 않지만 고양이는 사정이 다르다. 참새는 한쪽 전선 위에 앉아 있어 더 이상 전류가 흐를 수 있는 통로가 없지만 고양이는 전류가 흐를 수 있는 통로, 즉 전선에 닿은 앞발을 통해 흘러 들어온 전류가 뒷발을 타고 건물을 통해 땅으로 흐르기 때문이다.

그렇다면 대지 접지를 하지 않으면 감전의 위험이 없어질텐데 굳이 왜 하는 것일까? 발전소에서 만들어진 전기는 여러 단계를 거쳐 가정까지 오는데, 가정에 이르는 바로 전 단계가 주상 변압기이다. [그림2]는 주상 변압기인데 1차 전압 6,000[V]를 2차 전압 220[V]로 바꿔주는 장치로써, 이 설비에는 반드시 접지를 설치해야 한다. 그 이유는 만약 어떤 고장으로 변압기 내에서 1차 측과 2차 측이 연결돼 버리면 220[V]이던 2차 측 전선에 6000[V]의 1차 측 전압이 직접 걸리므로 대단히 위험한데 사고 변압기에 연결되어 있던 가전제품 및 산업용 설비가 파괴되는 것은 물론이고 이로 인한 인명 사고가 발생한다. 만일 이와 같은 사고가 발생했을 때, 6,000[V]의 전압을 사고 지점 이후로 흐르지 못하도록 하고, 대지로 빠지게 하는 설비가 접지다. 따라서 대지 접지는 전기사고를 대비한 매우 중요한 설비라는 것을 알 수 있다.



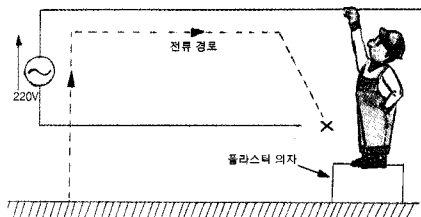
[그림2] 주상변압기 및 등가회로

[그림 1]을 [그림 2]의 변압기 회로와 함께 그리면 [그림 3]과 같이 된다. 대지 및 철근 콘크리트로된 건물의 바닥 등은 전기를 잘 전달하는 도체이므로 점선처럼 전류가 흘러서 고양이는 감전된다.



[그림3] 참새를 잡으려다 감전된 고양이

감전은 전류가 흐름으로써 일어나는 현상이므로 인체에 전압이 가해져도 전류가 흐르지 않으면 감전되지 않는다. 또한 전류는 한바퀴 순환하는 전기적인 통로가 구성되지 않으면 흐르지 않으므로 [그림3]에서 보면 참새를 잡으려던 고양이는 감전되어 온몸의 털이 곤두섰지만 참새는 아주 여유만만하다. 참새의 한쪽 발로 들어와서 다른 한쪽 발로 빠지는 회로를 생각할 수 있지만 양쪽 발 사이의 전위 차는 작기 때문에 전류는 거의 흐르지 않는다. 따라서 사람도 새처럼 한쪽 전선에만 앉아 있거나 매달려 있을 수 있다면 안전하다. 하지만 양팔을 벌려 두 전선을 동시에 잡고 매달린다면 상황은 달라진다. [그림 4]의 경우 사람은 감전되지 않는데, 전압이 인가되어도 절연물이 있으므로 전류가 흐르지 않기 때문이다.

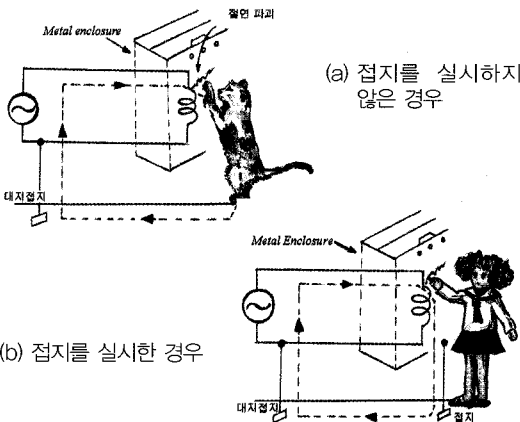


[그림4] 어린이가 의자 위에 올라서서 고압선을 잡고 있다.

집안의 전원 아웃렛(일명 콘센트, 영어가 아니라 혼

線器의 일본식 발음으로부터 변형된 명칭)을 보면 거실이나 침실의 전원 아웃렛은 2구이면서 깊이도 얕지만 주방이나 목욕탕, 세탁실의 전원 아웃렛은 접지용 철심이 위 아래로 나와 있으며 깊이도 깊다. 그것은 물을 사용하는 장소에서 사용하는 가전기기는 반드시 접지를 하도록 하기 위함이다. 220[V]는 위험 전압이지만, 전선이나 플러그 등은 절연되어 있기 때문에 맨손으로 만져도 위험하지 않다.

그러나 절연물이 벗겨져 있으면 대단히 위험하다. 세탁기나 냉장고 등의 가전기기도 마찬가지인데 [그림 5]의 (a)는 가전기기 내부의 전기 절연이 파괴되어, 높은 전압의 전기가 금속 외함에 닿아 고양이는 감전된 상태이다. 점선의 경로를 따라 신체로 전류가 흘러 고양이는 감전되었다.

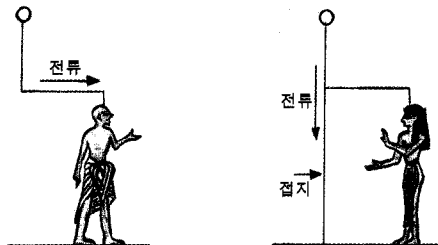


[그림5] 가전 기기의 접지

이와 같은 감전을 막기 위해서 [그림 5]의 (b)처럼 외함을 접지를 하는데, 전류는 접지로 흘러서 사람에게 흐르는 전류는 작아진다. 우리 몸은 전류가 잘 흐르는 도체인데 저항이 400~2,000[Ω]으로 작은 전류에도 민감한 반응을 보인다.

접지를 해 놓았을 지라도 세탁기를 설치한 장소가 목욕탕 또는 젖은 베란다인 경우, 그리고 맨발로 서있고 손이 젖어 있는 경우에는 [그림 5]의 (b)처럼 사람 몸

에 어느 정도 전류가 흐른다. 따라서 세탁기는 배수관을 집안 배수구에 직접 연결하여 사용하고, 세탁기 주위를 가능한 건조하게 유지하는 것이 좋다. 컴퓨터의 경우 대부분이 접지 있는 플러그를 사용(1종 기기)하는데, 거실이나 침실의 전원 아웃렛은 거의 접지를 제공하고 있지 않다. 따라서 컴퓨터를 거실이나 침실에서 사용하는 경우 가끔 감전을 경험하기도 하는데 이때는 컴퓨터 외함에 전선을 걸선하여 베란다 또는 주방의 수도관에 별도로 연결해 주면 된다. 가스관에 전류가 흐르면 화재의 우려가 있어 위험하므로, 수도관과 혼동하여 가스관에 접지하지 않도록 주의해야 한다.



[그림6] 접지의 유무에 따른 누설전류의 경로

접지를 하면 감전을 방지할 수 있는 이유

우리가 가전기기를 만질때 접지선과 우리 몸은 [그림 6]의 (b)처럼 전원에 병렬로 연결되어 누설된 전류가 접지선 뿐만 아니라 우리 몸에도 흐른다. 그러나 접지선의 저항은 거의 0Ω이며 인체가 아무리 도체라 해도 저항값이 이보다 훨씬 크므로 전류는 대부분이 접지선으로 흐르고 인체에는 거의 흐르지 않게 된다. 그러나 전기기기의 접지가 없으면 [그림6]의 (a)와 같이 되는데, 전류는 다른 경로가 없으므로 인체를 통해 흐르게 되며, 손발이 젖어 있는 경우, 인체의 저항은 보다 작아져서 더욱 위험해진다. 따라서 세탁기, 냉장고, 전자레인지 등이나 물을 사용하는 가전 기기는 확실하게 접지를 해야 하며, 접지를 할 때는 전선을 사용하여 직접 땅속에 묻거나 금속 수도관에 연결해야한다. 이 경우도

수도관과 가스관을 구별하지 않으면 큰 사고를 당할 수 있다.

전기는 꼭 높은 전압으로 송전해야 하나?

높은 전압(앞의 예에서는 6,000 V)으로 송전하지 않으면 주상 변압기도 필요 없고 그러면 대지 접지도 필요 없으므로 감전사고도 없을 거라는 생각을 할 수 있는데, 다음의 예를 보면 고압 송전의 이유를 이해하게 될 것이다.

경기도 광명시의 인구를 약 40만 명으로 보고, 한 세대의 구성원을 4인으로 계산한다면 광명시는 대략 10만세대가 되며, 각 가정에서 소모하는 전기를 약 30(A)로 보면 가정용 전기만 계산해도 약 300만(A)의 전류를 상시 공급해야 한다. 이 전류를 강원도에 있는 수력발전소에서 송전한다면 광명시까지의 거리는 약 300km 이상이다. 220(V)의 전압을 유지하면서 안전하게 송전하려면 지름이 적어도 30cm 이상인 송전선을 사용해야 한다. 이 경우 송전선에 드는 비용이 막대할 뿐만 아니라 전기공사 또한 불가능하지만, 만약 이 전류를 가는 도선으로 송전한다면 송전선 내의 저항에 의해 전압이 저하되어 광명시까지 도달하기 전에 전압은 0이 되고 만다. 그리고 전압이 내려가기 전에 송전선에서 발생하는 열로 인해 전선이 녹아 내릴 것이다.

전기의 에너지를 전력이라 하는데, “전력 = 전압×전류”의 공식으로 나타낼 수 있다. 이 공식에서 보듯이 전압을 두 배로 높이고 전류는 반으로 줄여도 전력은 똑 같다. 그리고 “손실 = (전류)²×저항”인데 전압을 두 배로 높여 전류를 반으로 줄여도 송전하는 전력은 같고 손실이 4분의 1로 줄어들게 된다. 그래서 송전전압을 매우 높게 하여 전력 손실을 최대한 줄이고, 송전선의 굵기를 최소화하는 것이다. 동일한 송전 설비를 이용하여 보다 많은 전력을 보내려면 전압을 높이는 방법이 유일하다.

감전사고 시 직류보다 치명적인 교류를 사용하는 이유

가전기기 중 전자제품은 교류220(V)를 직류로 바뀌 주는 직류 전원장치를 모두 지니고 있는데, 차라리 모든 전원을 직류로 하면 전자제품의 값도 싸지고 부피도 작아질 것이다. 그런데 굳이 교류 220(V)로 하는 이유는 뭘까?

전기를 동력으로 이용하기 시작한 것은 19세기 말인데, 당시에는 직류 송전이 대부분이었다. 전기의 수요 증가에 의한 송전선의 전류 증대 및 송전 거리의 확대에 따른 송전선 저항의 주열 손실이 무시하지 못할 정도로 커졌다. 같은 전기에너지를 보낼 때 전압을 높이면 그만큼 전류가 적어도 된다는 것은 당시에도 알고 있었는데, 그때의 기술로는 직류인 경우 송전 전압을 발전기의 출력 전압 이상으로 크게 할 수는 없었으며, 높였다더라도 가정에서 낮은 전압으로 다시 강하시키는 것도 쉬운 일이 아니었다.

그래서 등장한 것이 교류 송전 방식과 변압기이다. 변압기는 하나의 철심에 두개의 코일이 감겨 있는데 한쪽을 1차 권선, 다른 쪽을 2차 권선이라 부른다. 1차 권선에 교류 전압을 인가하면 2차 권선에는 1, 2차 권선의 권선비에 따르는 교류 전압을 만들 수 있다. 따라서, 교류 전기의 경우 변압기의 권선비를 조절하면 전압을 높일 수도, 반대로 낮출 수도 있다. 그러나 직류 전기의 경우 전류가 한 쪽으로만 흐르므로 변압기를 사용할 수 없고, 따라서 교류 전기 시스템으로 긴 시간에 걸쳐 고착화된 것이다. 교류의 경우에도 3상 방식과 단상 방식이 있는데, 3상 교류 방식은 전류의 위상이 120도 차이가 나는 3개의 도선을 한 조로 하여 송전한다. 3상 방식과 동일한 양의 전기 에너지를 단상 교류 전압으로 보내려면 접지선을 공통으로 사용하더라도 4개의 송전선이 필요하다. 즉 같은 전기에너지를 보낼 경우, 3개의 송전선으로 보낼 수 있는 3상의 교류 전압이 경제적으로 유리하다.