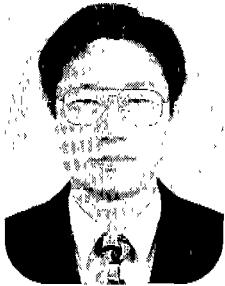


## 병원 전기설비의 안전기준과 수변전설비 운용현황 분석

병원 전기설비는 일반 업무용 건축물과는 달리 순간 정전도 허용하지 않는 대형컴퓨터, 의료용 전기기기, 사무자동화기기 등을 사용하고 있어 특히 전원설비의 고신뢰성, 안전성이 요구되는 바, 본지에서는 병원 전기설비의 안전기준을 살펴보고, 조사대상 병원의 수변전설비 구성 현황, 변전시설밀도, 수용률, 최대수요전력의 발생 실태를 검토하고자 한다.



김/김 세 동  
두원공대 교수/기술사

### I. 머리말

최근 병원의 기능이 고도화되고 있고, 병원 기구의 복잡화, ME(의료용 전자기기)기기의 향상 등으로 특수 ME기기가 보급되고 있다. 따라서 병원 전기설비에 있어서는 일반 업무용 건축물과는 다른 전원설비의 신뢰성, 안전성, ME의 전격(電擊) 방지 조치, 쾌적한 환경을 위한 조명환경 확보 등 종합적인 대책이 요구되고 있다.

또한, 순간 정전도 허용하지 않는 ME기기의 사용 급증과 사무자동화기기의 급속한 보급, 쾌적한 환경조성을 위한 냉방부하의 증가 등으로 전기 에너지의 소비는 급속히 증가되고 있다. 특히 병원과 같은 전력다소비 건축물에서는 부하설비의 사용특성에 적합한 효율적 전력관리에 의한 에너

지절감은 물론 병원 전기설비의 안전기준을 토대로 한 설계단계에서의 합리적인 전기설비 설계가 요청되고 있다.

### II. 병원 전기설비의 안전기준

한국산업규격(KSC 0913)에서는 의료용 전기기기의 사용상 안전을 확보하기 위해 병원, 진료소 등에 설치되어 있는 전기설비의 비상전원 안전기준, 의료용 접지방식 및 비접지 배선방식에 대하여 규정하고 있으며, 표 1은 각 의료실의 적용 예를 나타낸 것이다.

#### 1. 비상전원

병원, 진료소 등에 설치된 전기설비에는 각 의료실의 사용목적에 따라 다음과 같이 비상전원을 설치하여야 한다.

##### 가. 일반 비상전원

- (1) 일반 비상전원은 다음 설비에 전력을 공급하는 전원회로에 설치한다.
  - 생명유지장치(인공호흡장치, 인공심폐, 보육기 등)
  - 병원기능을 유지하기 위한 기본작업에 필요한 조명
  - 그밖의 병원기능을 유지하기 위한 온도유지가 필요한 장치
    - 의료용 냉장고, 냉동고 또는 온도유지가

## 병원 전기설비의 안전기준과 수변전설비 운용현황 분석

<표 1> 의료용 접지방식, 비접지 배선방식 및 비상전원의 적용 보기

의 료 실 <sup>(1)</sup>	의료용 접지방식		비 접 지 배선방식	비 상 전 원 <sup>(2)</sup>		
	보호 접지	등전위 접지		일 반	특 별	순간특별
흉부 수술실	○	○	○	○	△	○
흉부 수술실 이외의 수술실	○	△	○	○	△	○
회 복 실	○	△	△	○	△	-
ICU(집중 치료실)	○	○	△	○	△	-
CCU(관상동맥 환자 집중 치료실)	○	○	△	○	△	-
중 환자실	○	△	△	○	△	-
심혈관 X선 촬영실	○	○	○	○	△	△
분 만 실	○	△	△	○	×	△
생리 검사실	○	△	×	△	×	-
X선 검사실	○	×	×	△	×	-
진 통 실	○	×	×	△	×	-
일반 병실	○	×	×	△	×	-
진 찰 실	○	-	-	△	-	-
검체 검사실	○	-	-	△	-	-

기호의 뜻    ○ : 설치하지 않으면 안된다.  
               △ : 설치하는 것이 좋다(희망사항).  
               × : 설치하지 않아도 좋다.  
               - : 해당 없다.

주 (1) 이 표에서 각 의료실의 명칭은 예시이다.  
 (2) 비상전원은 의료실 이외의 전기설비에도 적용 된다.

### 필요한 장치

- 평균기 등의 설비
- 통신기기(전화, 간호사·의사 호출, 인터폰)
- 경보장치, 흡인용 감압장치
- 자동화장치(X선 필름 자동현상장치, 자동 화학분석장치 등)
- 비상시에 최소한의 전원공급을 필요로 하는 반송장치, 급배수 펌프, 환기장치

(2) 일반 비상전원은 다음의 성능을 가진 자가 발전설비로 한다.

- 상용전원을 정지시켰을 때 40초 이내에 전압을 확립하여 자동적으로 부하회로에 바뀌어 접속되고, 또한 상용전원으로 복구시켰을 때 자동적으로 바뀌어져 원상태로 회복되어야 한다.
- 연속해서 최소 10시간 운전할 수 있어야 한다.
- 지진에 의한 진동 등에 견딜 수 있는 적절한 조치가 고려되어야 한다.

(3) 배선은 다음의 어느 한 방법 또는 이와 동

등 이상의 내열효과를 가진 배선으로 하는 것이 좋다.

- 내화 전선을 사용한 배선
- 600V 2종 비닐절연전선을 사용해서 내화구조의 주요 구조부에 매설한 배선
- 600V 2종 비닐절연전선을 사용해서 내화구조의 바닥이나 벽 또는 갑종 방화문 혹은 을종 방화문으로 구획된 닥트스페이스, 그밖에 이에 유사한 부분에 사용되는 배선
- (4) 일반 비상전원에 설치된 의료용 콘센트의 외곽 표면의 색은 적색으로 한다. 그러나 상용전원에서만 공급되는 콘센트의 외곽 표면의 색은 적색을 사용해서는 안된다.
- (5) 일반 비상전원에는 특별 비상전원 또는 순간특별 비상전원을 이용할 수 있다.

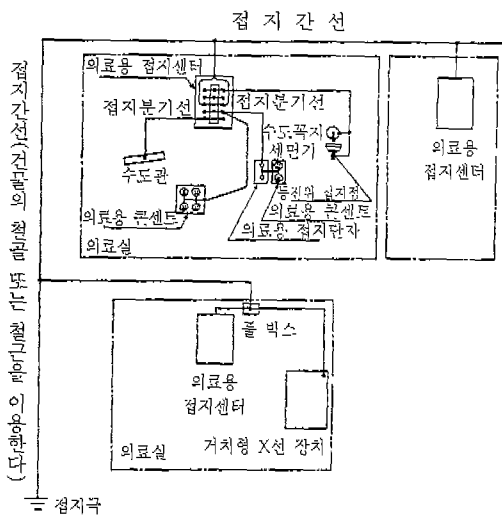
### 나. 특별 비상전원

- (1) 특별 비상전원은 다음 설비에 전력을 공급하는 전원회로에 설치한다.

- 상용전원을 정지시켰을 때 10초 이내에 전원공급을 회복시키지 않으면 안되는 생명유지장치
- 수술 등 이외에 상용전원을 정지시켰을 때 10초 이내에 전원공급을 회복시키지 않으면 안되는 조명장치
- (2) 특별 비상전원은 다음의 성능을 가진 자가발전설비로 한다.
- 상용전원을 정지시켰을 때 1초 이내에 전압을 확립하여 자동적으로 바뀌어 원상태로 회복되어야 한다.
- 연속해서 최소 10시간 운전할 수 있어야 한다.
- 지진에 의한 진동 등에 견딜 수 있는 적절한 조치가 고려되어야 한다.
- (3) 배선은 일반 비상전원의 (3)의 규정에 따른다.
- (4) 특별 비상전원을 설치한 의료용 콘센트의 외곽 표면의 색은 적색으로 한다. 또 보기 쉬운 장소에 그 뜻을 표시한다. 또한 상용전원에서만 공급되는 콘센트의 외곽 표면의 색은 적색을 사용해서는 안된다.
- (5) 특별 비상전원에는 순간특별 비상전원을 이용할 수 있다.

다. 순간특별 비상전원

- (1) 순간특별 비상전원은 상용전원을 정지시켰을 때 순식간에 전원공급을 회복시키지 않으면 안되는 수술등 등의 전원회로에 설치한다.
- (2) 순간특별 비상전원은 축전지설비와 자가발전설비를 조합한 것으로 하고, 다음의 성능을 가져야 한다.
- 상용전원을 정지시켰을 때 순식간에 자동적으로 축전지설비를 부하회로에 바꾸어 접속되고, 곧이어 40초 이내에 전압을 확립시킨 자가발전설비에 자동적으로 바뀌어 접속되며 또한 상용전원이 복구되었을 때 자동적으로 바뀌어져 원상태로 복귀되어야 한다.
- 축전지설비는 충전을 하지 않고서 10분간 계속해서 부하에 전력을 공급할 수 있는 것 이어야 한다.
- 축전지설비를 이용하는 축전지는 KSC 8505 (고정 연축전지), KSC 8515(원통밀폐형 니켈카드늄축전지), 충전장치는 KSC 4402(부동충전용 사이리스터 정류장치)에 규정한 것 또는 이와 동등 이상의 특성을 가지고 있는 것 이어야 한다.
- 자가발전설비는 연속해서 10시간 운전할 수 있는 것 이어야 한다.
- 지진에 의한 진동 등에 견딜 수 있는 적절한 조치가 고려되어야 한다.
- (3) 배선은 일반 비상전원의 (3)의 규정에 따른다.
- (4) 순간특별 비상전원이 설치된 의료용 콘센트의 외곽 표면의 색은 적색으로 하고, 보기 쉬운 장소에 그 뜻을 표시한다. 또한 상용전원에서만 공급되는 콘센트의 외곽 표면의 색은 적색을 사용해서는 안된다.



<그림 1> 의료용 접지방식의 개념도

2. 의료용 접지방식

ME기기의 사용상의 안전을 확보하기 위해 병원, 진료소 등에 설치되어 있는 전기설비의 의료용 접지방식을 설치하여야 하며, 그림 1은 의료용 접지방식의 개념도를 나타낸 것이다.

가. 보호접지

- (1) 설치기기 : 각 의료실마다 의료용 접지센터, 의료용 콘센트, 의료용 접지단자를 설치한다.
- (2) 접 속 : 의료용 콘센트 및 의료용 접지단자의 접지용 리드선은 의료용 접지센터의 리드선에 접지분기선에 의해 각각 직접 접속한다.
- (3) 접지분기선 : 공칭단면적이 5.5mm<sup>2</sup> 이상의 IV전선으로서 절연체의 색이 녹/황 또는 녹색인 것을 사용한다.

나. 등전위접지

- (1) 대 상 : 환자의 점유장소에서 수평방향 2.5m, 바닥높이 2.3m 범위에 있는 고정설비의 노출 도전성 부분 및 계통 도전성 부분을 의료용 접지센터에 각각 직접 접속한다.
- (2) 전기저항 : 접지를 한 도전성 부분과 접지센터 사이에 0.1Ω 이하이어야 한다.
- (3) 도전바닥을 갖는 수술실 등에 있어서 도전바닥 밑에 깔려있는 구리테이프 또는 금속망은 원칙적으로 의료용 접지센터에 접속한다.

다. 비접지 배선방식

- (1) 전원은 다음 규정에 적합한 절연변압기를 사용하고, 2차측은 접지하지 않는다.
  - 정격용량 : 7.5[kVA] 이하
  - 정격전압(2차) : 단상 2선식 100[V]
- (2) 비접지식 전로의 전원측 절연감시장치
  - 방 식 : 전로의 대지임피던스를 계측, 감시하는 장치
  - 경보장치 : 사고시 표시등 및 음향에 의한 경보시설 설치, 정지스위치는 음향에만 시설 가능
  - 경보장치 작동 : 비접지전로의 한 선을 지면에 접속시켜 흐르는 지락전류가 2[mA]가 되는 상태

Ⅲ. 수변전설비 운용현황 분석

1. 정전에 대비한 전원설비 구성특성

가. 수전방식

병원에서 정전사고 발생으로 인하여 전력공급이 일시적 또는 계속적으로 중단될 경우에는 일반 사무소용 건축물과는 달리 매우 큰 위험을 가지고 있기 때문에 병원의 특수성을 고려하여 전원설비 계획단계부터 정전사고 발생에 대비한 안전대책과 신뢰도 높은 전원설비 구성이 요구된다.

일반적으로 전력회사로부터 전력을 공급받을 때에는 전력공급회사의 전기공급규정에 따라 시설하게 되며, 수용가에서는 병원시설의 중요성을 감안하여 전력공급 신뢰도와 경제성을 고려하여 수전방식을 결정하게 된다.

수전방식에는 1회선 수전방식(T 분기수전방식, 단독수전방식)과 2회선 수전방식(동계통 또는 異계통의 상용 예비선 수전방식, 루프수전방식, 스포트네트워크 수전방식 등)이 있으나, 병원의 특수성을 고려하여 공급 신뢰도가 높은 2회선 수전방식을 채용하는 것이 바람직하며, 정전사고 발생으로 인한 영향을 최소화하여야 한다.

나. 비상전원설비

정전사고가 발생한 경우에는 비상용 전원설비에 의해 순시 대응이 가능하도록 설비구성이 이루어져야 하며, 비상용 전원설비로서 자가발전설비와 축전지설비를 설치하고 있다. 그러나 최근에는 무정전상태에서도 전원공급이 가능한 무정전전원공급장치의 설치가 증가되고 있으며, 특히 전산실과 수술실, 임상병리실, 중환자실에서 사용되는 의료기기용으로 설치되고 있다.

다. 고압모선 및 변압기뱅크 구성형태

대부분의 병원 전기설비는 배전시스템의 공급 신뢰도면에서는 떨어지지만 가장 경제성 있는 단일모선방식을 채택하고 있다. 또한 변압기뱅크는 부하용도별로 구성하고 있고 Tie Bank는 구성하지 않고 있다.

라. 정전 발생실태

'95년도 기준, 순간 정전은 연간 평균 12회 정도 발생한 것으로 나타났으며, 1분 이상 정전은 연간

<표 2> 1/2차 변압기용량의 구성분포

구성비[%]	80 이하	100 이하	120 이하	140 이하	160 이하	160 초과	계
병원 수	-	1	1	1	3	1	7

<표 3> 연면적 기준 종합 변전시설밀도의 적용실태

변전시설밀도[VA/m <sup>2</sup> ](연면적기준)	건물 수	평균 종합 변전시설밀도
100 이상	7	- 조사대상 총연면적 : 1,224,227[m <sup>2</sup> ]
80~100 미만	2	- 조사대상 총변압기 시설용량 : 88,875[kVA]
60~80 미만	5	- 평균 종합 변전시설밀도 : 72.6[VA/m <sup>2</sup> ]
40~60 미만	5	

평균 2.9회 정도 발생한 것으로 나타났다.

주요원인은 전력공급회사측의 돌발적인 선로사고 파급으로 인한 정전이 가장 많이 지적되었고 수용가내에서는 변전소 설비공사, 지락, 안전점검, 변류기의 소손, 태풍 등으로 인한 지락사고, 자동차에 의한 전기설비 손상 등이 지적되었다.

## 2. 변압기 시설용량의 변경 현황

조사대상 종합병원 19개소중 준공 당시보다 변압기 시설용량이 증가 또는 축소된 병원이 9개소나 나타났다. 이 중에서 변압기용량이 증가한 병원은 6개소, 변압기용량을 축소한 병원이 3개소로 나타났다. 결과로 보아 조사된 병원중 약 16%에 해당하는 병원에서 설계 당초의 정확한 부하계산 자료에 근거하지 않고 설계가 이루어졌음이 지적된다.

그리고 변압기용량의 증가원인을 살펴보면, 건물의 증축으로 인한 전기설비의 확장과 아울러 하절기 냉방부하의 증가가 가장 큰 원인으로 지적되고 있고, 또한 최근 각종 특수의료장비의 사용 급증으로 전력소비가 증가되고 있다.

## 3. 변압기의 강압방식과 1/2차 변압기의 용량비

### 가. 변압기의 강압방식

변압기의 강압방식에는 직접강하방식과 다단강압방식이 있으며, 단일 건축물의 경우 변압기의 자체 손실을 경감시키기 위하여 직접강하방식을

채택하고 있는 경향이다. 그러나 실태조사 결과, 10개소의 병원에서 다단강압방식의 변압기를 시설하고 있었다.

### 나. 1/2차 변압기의 용량비

일반적으로 2차 변압기의 용량은 1차 변압기의 110~130% 범위가 바람직하다. 만약 1차 변압기용량에 비해서 2차 변압기용량이 작을 경우에는 실제 사용부하설비용량에 비하여 과용량 변압기의 설치로 인하여 많은 전력손실을 초래하게 된다.

실태조사 결과, 100% 이하의 구성비를 이루고 있는 시설은 1개소로 나타났고, 140% 이상의 구성비를 이루고 있는 시설은 5개소로 조사되었으며 보다 적절한 2차 변압기의 구성비를 확보하여야 할 것으로 지적된다(표 2).

## 4. 변전시설밀도 분석

### 가. 연면적 기준 종합 변전시설밀도

종합 변전시설밀도는 수용가에 시설된 전체 변압기 시설용량에 대하여 단위 면적당(총 연면적을 기준) 변압기 시설용량을 표시하는 지수를 나타내며, 표 3에서 보는 바와 같이 실태조사 결과 평균 종합 변전시설밀도는 72.6[VA/m<sup>2</sup>]으로 분석되었다.

### 나. 베드(Bed) 기준 종합 변전시설밀도

종합 변전시설밀도는 수용가에 시설된 전체 변압기 시설용량에 대하여 베드당 변압기 시설용량을 표시하는 지수를 나타내며, 표 4에서 보는 바

## 병원 전기설비의 안전기준과 수변전설비 운용현황 분석

<표 4> 베드 기준 종합 변전시설밀도

병원 베드 기준	건 물 수	베드 기준 종합 변전시설밀도	평균 종합 변전시설밀도
400 이하	3	5.6	- 조사대상 총 베드수 : 14,592 - 조사대상 총변압기 시설용량 : 88,875[kVA] - 베드당 평균 종합 변전시설밀도 : 6.091[VA/m <sup>2</sup> ]
400~700	5	5.02	
700~1000	8	6.506	
1000 이상	3	6.183	

<표 5> 수용률 적용현황

수용률 실태[%]	건 물 수	평균 수용률
20~30	4	- 조사대상의 최대수요전력의 합 : 38,433[kVA]
30~40	5	- 조사대상(17개소) 총변압기 시설용량 : 76,775[kVA]
40~50	5	- 설계수용률(80%)을 고려한 부하설비용량 : 95,968.75[kVA]
50 이상	3	- 평균 수용률 : 40[%]

주) 본 실태조사에서는 병원별 부하설비용량을 정확히 조사할 수 없어 부하설비용량 대신에 변압기 시설용량에 설계 수용률(80%)을 감안하여 부하설비용량을 추정하여 산정하였다.

와 같이 베드당 평균 종합 변전시설밀도는 6.091 [VA/m<sup>2</sup>]로 나타났으며, 대형 병원일수록 변전시설 밀도가 높은 것으로 분석되었다.

### 5. 수용률 적용실태 분석

수용률은 수용가에 시설된 전부하설비 용량에 대하여 실제로 사용되고 있는 부하의 최대수요전력의 비율을 표시하는 지수로서 설비부하에 대하여 최대로 걸리는 부하량의 정도를 나타내는 값이며, 전기설비 설계시 수전설비의 용량이나 간선 등을 결정하는데 필요한 지수이다.

따라서 수용률이 너무 높게 책정되면 변전설비와 배전선로의 투자가 과대하게 될 뿐만아니라 변압기의 손실도 대단히 커져서 전기에너지의 낭비를 초래하게 된다. 반면에 수용률을 너무 적게 계상하면 변압설비와 배전선로에 과부하가 걸릴 염려가 있다. 이와 같이 수용률의 적절한 적용은 전기에너지 절약 및 설비의 효율적 이용에 있어서 매우 중요하다(표 5).

## IV 검토 및 결론

병원 전기설비에 있어서는 일반 업무용 건축물

과는 달리 순간 정전도 허용하지 않는 대형컴퓨터를 비롯하여 의료용 전기기기, 사무자동화기기 등을 많이 사용하고 있으므로 특히 전원설비의 고신뢰성, 안전성이 요구되고 있다.

또한 사무자동화기기의 급속한 증가와 냉방부하의 증가로 최대수요전력이 크게 늘어가고 있으므로 병원 부하설비의 사용특성에 적합한 효율적인 전력관리가 요구되고 있으며, 조사분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 조사대상 종합병원(19개소)중 58%만이 2회선 수전방식을 채용하고 있으며, 1분 이상 정전발생이 연간 3회 정도 발생한 것으로 나타났다. 따라서 병원시설의 중요성을 고려하여 공급신뢰도 높은 수전 및 배전방식을 채택하고 정전사고가 발생한 경우에는 비상용 전원설비에 의해 순시 대응이 가능하도록 설비구성이 이루어져야 한다.
- (2) 조사대상 종합병원(19개소)중 변압기용량의 과다 설계로 변압기를 축소한 병원이 3개소로 나타났으며, 종합병원에 대한 설계 기초자료가 매우 미흡한 것으로 지적된다. 변압기 변압방식은 전기설비기술기준 제38조에 준하여 채택하는 것이 바람직하며, 조사 결과 9개소의 병원에서 직접강하방식을 채택하고 있

는 것으로 조사되었다.

(3) 변전시설밀도는 단위면적당(총 연면적 기준) 전체 변압기 시설용량을 표시하는 지수를 나타내며, 병원의 종합 변전시설밀도는 72.6[VA/m<sup>2</sup>]로 나타났고 베드당 평균 종합 변전시설밀도는 6.091[VA/m<sup>2</sup>]로 분석되었으며, 대형 병원일수록 변전시설밀도가 높은 것으로 나타났다.

(4) 전력다소비 건축물에서 수용률의 적용은 설비의 효율적 이용면에서 매우 중요하며, 실태조사 결과, 평균 수용률은 40%로 분석되었다. 그리고 조사대상 병원의 연간 최대수요전

력의 분석결과, 건물 준공당시보다 2배 이상 최대수요전력이 증가한 병원이 3개소로 나타났다.

증가원인으로는 병원의 증축과 사무자동화 기기의 급증으로 인한 냉방부하의 증가, 특수 의료장비의 증가 등으로 분석된다.

조사 결과 효율적인 전력관리를 도모하기 위한 관심과 검토가 이루어지고 있는 것으로 분석되었으나 보다 적극적인 전력관리기법의 도입을 유도하기 위해서는 전력관리 지침의 개발 보급과 제도적인 지원이 이루어져야 할 것이다.

check !!!

## ◆ 주택 전기안전 체크리스트 ◆

<http://www.kepco.co.kr>

### ① 코드

뒹아 헤어지지 않고, 갈라지지 않도록 좋은 상태를 유지해야 합니다. 차량통행지역에 두어도 안되고, 못이나 스테이플 등으로 다른 물체에 고정시켜서도 안되며 코드 위에 가구를 놓아서는 안됩니다.

### ② 플러그

각 콘센트에 적합한 타입의 플러그를 사용해야 합니다. 방에서 2구 콘센트에 3핀 플러그를 사용하게 될 때 접지핀을 플러그로부터 분리하면 안됩니다(전기적 충격 위험 우려). 이에 대한 좋은 해결책은 2핀 어댑터를 사용하는 것입니다. 화재나 감전이 발생할 수도 있으므로 플러그가 콘센트에 잘 맞지 않을 때 억지로 끼우면 안됩니다. 플러그는 콘센트에 안전하게 삽입되어야 하고 콘센트는 과부하가 되어서는 안됩니다.

### ③ 콘센트

콘센트에 플러그가 헐겁게 끼워져 있으면 과열로 인해 화재가 발생할 수 있으므로 꼭 확인해야 합니다. 파손된 것은 바꾸고, 쓰지 않는 콘센트는 아이들이 손 댈 수 없도록 카바를 해야 합니다.

### ④ 누전차단기

누전차단기는 물과 전기가 접촉될 수 있는 모든 장소에서 사용되어야 하며, 월 1회 동작시험을 해야 합니다.

### ⑤ 전구

전등설비에 적절한 와트량이 사용되었는지 모든 전구를 확인해야 하며, 적정 와트량보다 높은 전구는 바꾸어야 합니다.

만약 적절한 와트량을 모를 경우에는 제조회사에 확인하고, 헐겁게 끼워진 전구는 과열될 수 있으므로 안전하게 끼워졌는지 확인해야 합니다.

### ⑥ 차단기/퓨즈

차단기와 퓨즈는 회로에 맞게 적정규격이어야 합니다.

만약 적정규격을 모를 경우에는 전기기술자의 확인을 받아 규격표시를 합니다. 적정규격 외에는 어떠한 것도 사용하면 안됩니다.

### ⑦ 물과 전기는 접촉되지 않도록 멀리

전기기구를 싱크대, 욕조와 같이 물이 있는 근처에 두지 말아야 하며, 불 근처에서 사용되는 전기기구를 사용하지 않을 때에는 플러그를 빼두어야 합니다.

전기기구가 물에 젖었을 때에는 플러그를 뽑고 전문 수리공의 점검을 받기전까지 사용해서는 안됩니다.

### ⑧ 오락/컴퓨터 설비

설비가 좋은 상태로, 잘 작동되는지 확인해야 합니다(배선, 플러그, 코드, 접속기구에 갈라짐이나 손상이 없는지).