

실리콘 패킹 기술을 이용한 방수 콘센트의 개발

최충석*, 김창성**

* 전주대학교 소방안전공학과, ** (주)위너스

Development of Waterproof Electric Outlet using Silicon Packing Technology

Chung-Seog Choi*, Chang-Soung Kim**

*Dept. of Fire Safety Engineering, Jeonju University, **Winners Co. Ltd

Abstract - In this paper, we manufactured waterproof outlet that use silicon packing know-how. Developed outlet is waterproof packing on pins of the plug insertion hole and electric wire insertion hole. Therefore, outlet body internal furnace water can prevent that is flowed in. Temperature anomaly can use in back large outer wall, restaurant exposed easily to moisture, bathroom, laundry, a laboratory and science room, auditorium, etc. That is estimate that contribute on courtesy call of electricity calamity.

2. 이 론

일반 주택에서 사용되는 콘센트의 수요 수는 실내 공간의 용도, 규모에 따라 일정하지 않다. 특히 공업용 콘센트는 그 종류에 따라 다르므로 사용자의 여건에 따라 결정할 필요가 있다.

보통의 사무실에서는 벽 쪽에 약 5m 마다 1개의 비율로 설치하면 좋다. 설치 위치는 방도 용도에 따라 결정하고 설치 높이는 바닥으로부터 30cm 정도가 적합하다. 물이 닿을 우려가 있는 곳은 바닥으로부터 50-100cm 정도의 높이에 설치하는 것이 일반적이다.

콘센트는 단식보다 복식을 설치하는 것이 활용이 용이하다. 사무실 또는 은행과 같이 방의 크기가 큰 곳은 중앙부에서 전기를 사용하기 곤란하므로 바닥 면에 플로어 콘센트를 설치하던가 또는 바닥에 1.5m 간격으로 언더 플로어 덕트를 이용하여 예비로 설치해 놓으면 공간의 활용에 필요한 전원을 편리하게 확보할 수 있다. 최근에는 새로운 개념의 배선 회로 일체형 조명 등기구를 이용하여 전원 공급의 유연성을 제공하고 있다.

일반적으로 사무실용 콘센트 1개당 용량은 150VA로 산정하며, 5개를 1회로로 연결하여 설치한다. 또한, 대형 기구는 300VA를 1개의 용량으로 계산하며, 표 1은 KS C IEC 60884-1에 언급되어 있는 가정용 및 이와 유사한 용도의 플러그와 콘센트(제1부 : 일반 요구 사항)에 대한 것으로 정격과 형식을 나타낸 것이다[5-6].

1. 서 론

전기 에너지는 제어가 용이하고 환경 친화적 요소가 강하여 문명의 발달과 더불어 사용량이 매년 증가하고 있다. 생산된 전기 에너지를 효율적으로 분배하여 사용하기 위해서는 필연적으로 접속 기구를 사용하게 되며 대표적인 것이 콘센트(electric outlet)이다. 콘센트는 전압의 상의 종별에 따라 단상용(single phase)과 3상용(three phase) 등으로 나누어진다.

주택, 사무실, 교실 등에서 사용되는 대부분이 단상용이고, 공장이나 공업장 등에서는 3상용을 많이 사용한다. 그런데 콘센트가 옥외 또는 온도차가 많이 발생하는 곳에 시설되는 경우 환경적 인자의 영향에 의해 결로(結露)가 형성된다. 즉 콘센트 내부에 누전 경로(leakage current path)가 형성되어 감전 사고(electric shock), 전기 화재(electric fire) 또는 전기 설비 사고(electric installation accident) 등의 원인이 되기도 한다[1-2].

일반적으로 종래의 방수 콘센트는 방수 콘센트의 플러그 핀 삽입 구멍과 전선 삽입 구멍에 방수 패킹을 장착되어 있다. 플러그 핀 삽입 구멍에 장착된 방수 패킹의 경우에는 방수 패킹의 플러그 핀 삽입 구멍의 주위에 주름단이 형성되어 플러그 핀과 신속적으로 접촉되도록 구성하였으나, 구조가 복잡하고 주름단이 쉽게 변형된다. 따라서 장기간 사용할 때 열화(deterioration)가 계속되어 방수 기능을 충분히 발휘할 수 없게 되는 결점이 있다.

전선 삽입 구멍에 장착된 방수 패킹의 경우에는 방수 패킹의 하측부가 개방된 상태에서 물이 하측으로 배수되게 하는 구조를 제작되어 있기 때문에, 콘센트가 완전 침수된 경우에는 물이 하측부를 통하여 유입되어 방수 기능을 발휘할 수 없게 되는 폐단이 있다[3-4].

따라서 본 연구는 콘센트의 플러그 핀 삽입 구멍과 전선 삽입 구멍에 방수 패킹이 각각 장착되어 콘센트 몸체 내부로 물이 유입되는 것을 방지할 수 있게 설계된 실리콘 패킹 방수 콘센트를 제작하여 전기 재해의 발생을 근본적으로 예방하는데 기여하고자 한다.

표 1. 콘센트의 정격과 형식

Table 1. Proper form and form of Electric Outlet

형 식	정격 전압 [V]	정격 전류 [A]
2P (코드 비교환형 플러그 전용)	130 또는 250	2.5
2P (플러그 전용)	130 또는 250	6
2P 2P+	130 또는 250	10 16 32
2P 3P+ 3P+N+	440	12 32
비고) 기존 시스템의 표준값과 구성은 IEC 60083에 명시됨		

그리고 콘센트는 감전 보호 등급에 따라 통상적인 보

호 등급을 갖는 것과 높은 보호 등급을 갖는 것으로 분류하며, 사용 및 설치 방법에 따라 매입형, 반매입형, 패널형, 액자형, 이동형, 탁상형(단식 또는 복식), 바닥 매입형, 기구형 등으로 분류한다. 제품에 표시되는 내용은 정격 전류, 정격 전압, 전원 전압의 기호, 제조자 및 판매자명, 상표 또는 마크, 형명(카탈로그 번호도 가능) 등이다.

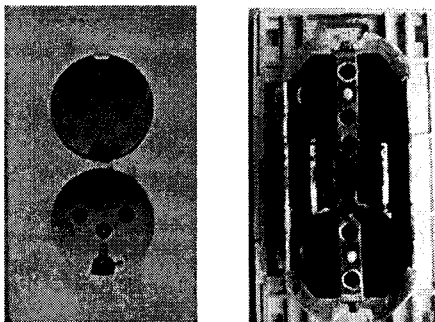
위험물의 접근과 고형 이물질의 침입에 따른 유해 결과에 대한 보호 등급의 첫 번째 고유 숫자가 만일 2 이상이면 두 번째 고유 숫자도 표시하여야 한다. 또한, 고정형 콘센트의 구조의 주요 요구 사항은 다음과 같다.

- 1) 칼반이 조립품은 플러그 핀에 적절한 접촉압력을 갖도록 충분히 탄력성이 있어야 한다.
- 2) 콘센트의 칼반이 핀은 부식과 마모에 견뎌야 한다.
- 3) 절연 내장재 및 격벽 등은 적절한 기계적 강도를 가져야 한다.
- 4) 콘센트는 해당 플러그를 완전히 꽂는 것이 꽂음 면의 어떠한 돌기로부터 방해받지 않도록 해야 한다.
- 5) 커버 핀의 삽입구에 대한 부상이 장착되었다면 그 커버를 바깥으로부터 떼어내거나 커버가 제거되었을 때 안에서 부주의로 떨어져서는 안 된다.
- 6) 커버, 커버 플레이트 및 감전 방지를 위한 부분들은 적절한 공구를 가지고 2개 이상의 위치에 고정되어야 한다.
- 7) 노출형 콘센트는 일반 용도로 고정, 배선될 때 플러그 핀의 삽입구나 측면 접지극 또는 잠금장치 등과 다른 접촉 삽입구를 제외하고는 외함에 개구부가 없는 구조이어야 한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 콘센트의 소손 패턴

그림 1은 일반적으로 주택에 사용되는 매입형 콘센트로서 이물질이 유입되어 소손된 실제 사진을 나타낸 것이다. 전압은 220V이며, 접지극이 설치된 것으로 탄화물질이 심하게 형성되었으며, 접지극 단자의 일부가 용융된 패턴을 보이고 있다. 즉 물기, 먼지 등의 이물질에 장시간 노출되어 내부에서 지속적인 누전 경로가 형성되고 미소방전이 진행되어 출화가 발생한 것으로 판단된다. 특히 콘센트가 설치된 벽체의 온도 변화가 심하고, 습기가 많은 곳 또는 분진의 발생이 빈번한 곳 등에 설치된 콘센트에서 이와 같은 현상의 발생이 쉬운 것으로 알려져 있다.



(a) 전면 (b) 후면
그림 1. 소손된 콘센트의 탄화 패턴

3.2 개발된 콘센트의 특성

그림 2는 개발된 콘센트의 외형을 나타낸 것이다. 전면에서 콘센트를 보았을 때 기존의 콘센트와 별다른 특이 사항은 알 수 없다. 일반적으로 사용되는 콘센트와 같이 플러그 구멍, 접지단자, 지지대, 몸체 등으로 구성되어 있다.

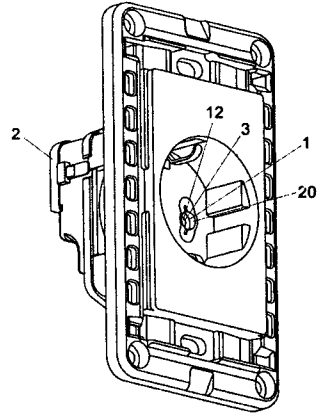


그림 2. 제작된 콘센트의 외형

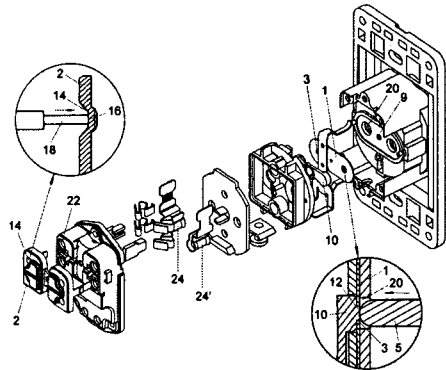


그림 3. 제작된 콘센트 내부의 각부 명칭

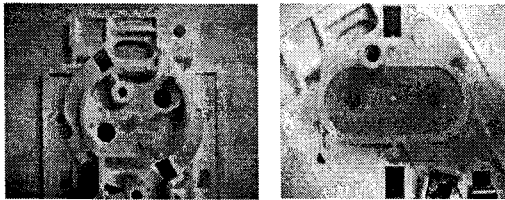
표 2. 콘센트 각부의 명칭

Table 2. A name of Electric Outlet

번호	명칭
1, 2	방수 패킹
3	삽입 구멍
4	플러그 핀 삽입 구멍
5	전선 삽입 구멍
7	콘센트 몸체
8	플러그 핀
9	전선
10	안전 핀
12	콘센트 몸체의 돌출부
14	안착 구멍
16	안전 핀
18	돌출부
20	플러그 핀 삽입 구멍
22	전선 삽입 구멍
24, 24'	콘센트 접속 단자

그림 3은 콘센트의 분해 사시도를 나타낸 것으로 기존의 콘센트와 달리 18번 돌출부가 2번(방수 패킹)을 통과하여 전선 삽입 구멍 22번에 완벽하게 접속되는 구조로 되어 있어서 물기의 유입과 습기의 침투가 근본적으로 발생할 수 없도록 설계하였다. 그리고 그림 2와 3에 표시된 번호의 명칭은 표 2에 나타낸다.

그림 4는 플러그 지지대의 구조를 비교한 것이다. 그림 4(a)는 기존 제품의 실제 사진으로 플러그를 안전하게 유지시키는 구조로 되어있으나 물기 또는 습기의 유입과 출입이 가능한 구조로 되어 있다. 반면에 그림 4(b)는 동일한 성능의 구현과 동시에 실리콘 층이 있어서 플러그가 실리콘 층을 통과하여 접속되는 구조를 가지고 있어서 이물질의 유입은 물론 방수 기능도 갖고 있다.



(a) 기존 제품 (b) 개발 제품
그림 4. 플러그 지지대의 구조

그림 5는 플러그가 실리콘 층을 통과할 때 기밀성이 유지되는 형태를 알아보기 위해 나타낸 실제 사진이다. 그림에 도시한 바와 같이 플러그 칼이 화살표 방향으로 실리콘을 통과하면서 안전하게 밀착되는 것을 확인할 수 있다.

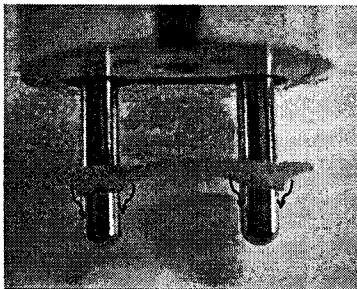
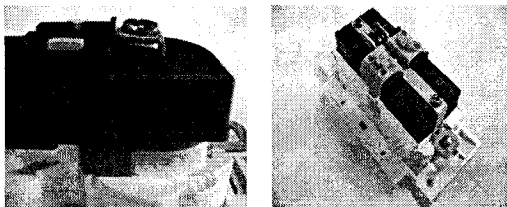


그림 5. 적용 기술의 구체적인 예

그림 6은 콘센트 후면의 특성을 비교한 것이다. 그림 6(a)는 기존 제품으로 전선이 삽입되는 구멍이 개방되어 있어서 방수 기능의 발현이 어렵게 되어 있다. 또한, 전면과 후면 덮개 사이의 기밀성이 충분하지 못하여 습기의 침투가 가능하다. 그러나 개발된 제품 그림 6(b)는 밀폐형 구조로 되어 있어서 방수 기능이 우수한 것으로 확인 되었다.



(a) 기존 제품 (b) 개발 제품
그림 6. 콘센트 후면의 특성 비교

그림 7은 외부에서 전선이 콘센트의 후단에 연결될 때의 형태를 나타낸 실제 사진이다. 나전선의 도체가 실리콘으로 제작된 방수 패킹을 통과하여 접속 구멍에 정확히 안착된 형태를 보이고 있다. 절연 피복이 실리콘 패킹과 잘 밀착됨으로써 물기 및 이물질의 유입이 불가능한 구조로 되어 있다. 따라서 온도 편차가 큰 외벽, 물기에 쉽게 노출되는 식당, 화장실, 세탁실, 실험실 및 과학실, 강당 등에 적합한 것으로 판명되었다.

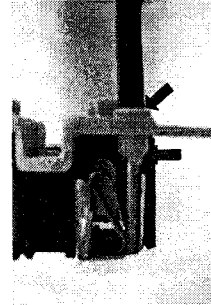


그림 7. 전선을 삽입한 예

4. 결 론

일반 콘센트의 소손 원인을 분석하고, 방수 기능이 추가된 콘센트의 개발 및 평가를 통해서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 주택에 사용되는 매입형 콘센트에 이물질이 유입되어 소손되면 접지극 단자의 일부가 용융될 뿐만 아니라 출화의 가능성도 있는 것을 알 수 있다.
- 2) 기존 제품의 콘센트는 건조한 상태에서의 기능 구현은 양호하나 물기 또는 습기의 유입으로 감전 및 화재 사고가 발생할 가능성이 높다. 그러나 개발된 제품은 플러그가 실리콘 층을 통과하며 접속되는 구조를 가지고 있어서 이물질의 유입은 물론 방수 기능도 발휘한다.
- 3) 따라서 온도 편차가 큰 외벽, 물기에 쉽게 노출되는 식당, 화장실, 세탁실, 실험실 및 과학실, 강당 등에 사용하면 전기 재해의 예방에 기여할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 최충석 외 3, “직렬아크에 따른 도체의 산화물 증식 및 전압 파형 분석”, 대한전기학회논문지, Vol.55P No.3, pp.146-152, 2006
- [2] 김향곤 외 4, “저압용 비절연전선에서의 직렬 아크 특성 분석”, 대한전기학회 춘계학술대회, pp.57-59, 2006
- [3] Chung-Seog Choi et al, “Heating Characteristics according to the Mechanical Pressure at the Terminal of Circuit Breaker for Low Voltage”, 29th International Symposium on Combustion, pp.68, 2002
- [4] 최충석 외 3, “전원코드의 접촉 불량에 의해 형성된 파형 및 플러그의 특성”, 한국안전학회, Vol.20, No.1, pp.87-93, 2005
- [5] 이준용, 신전기설비설계, pp.97-101, 1994
- [6] 한국산업규격, KS C IEC 60884, 기술표준원, 2005