

# 기능성 나노코팅 절연애자 현장 적용 연구

## Study on Functional Nano-Coated Isolated Insulator application

김중진\*, 김현종\*, 상현규\*

Jung-Jin Kim<sup>\*†</sup>, Hyun-Jong Kim<sup>\*</sup>, Hyun-Kyu Sang<sup>\*</sup>

**초 록** 터널 내 분진은 대부분이 규소(Si), 철(Fe) 등의 도전성 물질이며, 이러한 물질이 애자표면에 쌓여 절연 성능을 저하시킨다. 절연 성능 저하로 인한 애자섬락 사고를 방지하기 위해 철도 운영기관들은 애자의 표면을 개선하기보다는 주기적인 청소를 통해 사고를 예방하고 있으며 절연 애자의 오염물을 제거하기 위해 자체 시행 또는 외주 용역의 방법으로 약 230만원/km의 비용을 주기적으로 소모하고 있다. 하지만 이를 시행하기 위해서는 많은 인력이 필요 하며 또한 손담기로 인한 비효율과 안전사고에 대한 문제점이 상존하고 있다. 국가연구과제를 통해 개발된 내오염성이 향상된 기능성 나노코팅 절연애자는 이러한 문제 해결에 도움을 줄 수 있으며, 개발품의 현장적용을 통해 얻은 결과는 유지보수 효율 향상과 이에 따른 예산 절감을 가능하게 함으로써 철도 운영에 도움이 될 것이다.

**주요어** : 절연애자, 오염물, 내오염성, 나노코팅, 유지보수

### 1. 서 론

도시철도 터널구간 내 분진은 대부분이 철과 규소 등의 도전성 물질이며 이는 애자의 절연성능을 저하시킨다. 때문에 철도운영기관들은 주기적인 청소를 통해 사고를 예방하고 있다. 대전도시철도공사는 터널 구간에 약 10,000여개의 절연애자를 사용하고 있으며 4년 주기로 외주용역을 통해 애자 세척을 시행하고 있다. 하지만 이러한 작업으로 인해 작업자들은 안전사고의 위험에 늘 노출되어 있으며 운영기관은 주기적으로 예산을 소모해야하는 문제점을 안고 있다. 본 논문에서는 국가연구개발과제로 개발된 내오염성이 향상된 기능성 나노코팅 절연애자를 현장에 적용하면서 기존의 절연애자와 비교하여 세척 용이성 등을 비교분석하였다. 비교 분석된 데이터는 절연애자의 유지보수 효율성 향상 및 운영기관에서 소요되는 애자 세척 비용 절감에 도움이 될 것이다.

### 2. 본 론

#### 2.1 기능성 나노코팅 절연애자의 개발

국가연구개발과제를 통해 개발한 기능성 나노코팅 절연애자는 자기재 애자에 나노코팅을 함으로써 내오염성 및 세정력을 향상시킬 목적으로 개발되었다. 이때 기존의 애자가 가지고 있는 절연성능 등 전기적, 기계적 기본성능은 유지해야한다. 한밭대학교에서 개발한 나노코팅 재료에 대한 소성방식을 통해 한국화학시험연구원에서 내오염성 및 부착성에 대한 공인인증을 받았으며 ㈜리폼테크는 애자의 표면에 나노코팅액을 균일하게 분사하는 나노코팅액의 도포방식에 대한 특허를 취득하였다. 나노코팅 후 절연애자에 대한 기본 성능 검증은 전기연구원을 통해 시험인증을 취득하였다.

#### 2.2 나노코팅 절연애자의 현장적용

개발된 나노코팅 절연애자는 대전도시철도공사의 1호선 반석역 중선 터널 구간의 T-Bar에 기존의 254mm 현수애자를 철거한 후 교체

\* 대전도시철도공사 연구개발원

설치하였다. 설치 개소는 총 8개소이다. 설치 후 6개월 동안 정기적인 점검을 시행하였으며 그에 대한 결과로 전기적인 절연성능 등 기본적인 성능에 이상없음을 확인하였다.

### 2.3 나노코팅 절연애자 세정 시험

설치 6개월 후에 청소용이성 등 세척효과를 검증하기 위해 스프레이를 이용한 물분무 시험을 시행하였다. 용매는 미온수를 사용하였으며 주위에서 흔히 볼 수 있는 범용 스프레이를 사용하였다. 시험방법은 해당 절연애자에서 약 20~30cm 떨어진 거리에서 미온수가 담긴 스프레이를 분사해 오염물질이 씻기는 정도와 미온수가 흘러내린 후 오염물질의 잔존 여부 및 손닦기 과정을 거친 후의 상태를 확인하였다. 또한 기존의 절연애자와 비교하기 위해 1호선 관암역에 설치되어 있는 절연애자를 대상으로 같은 시험을 시행하였다.



Fig. 1 Pollution cleaning test using spray



기존 절연애자      나노코팅 절연애자

Fig. 2 After spraying water spray



기존 절연애자      나노코팅 절연애자

Fig. 3 Hand wiping process for residues

스프레이를 이용한 물분무 시험 결과 나노코팅 절연애자의 세정 정도가 일반 절연애자와 비교해서 뛰어나다는걸 알 수 있었다. 일반 절연애자의 경우 미온수가 담긴 스프레이 시험 후에도 오염물질이 닦이지 않아 손닦기를 이용한 세정 작업을 해야만 했다. 하지만 나노코팅 절연애자의 경우 스프레이 분사만으로도 세정작업이 양호하게 되었다. 또한 시험 후 애자의 절연성능 등 기본적인 성능 시험을 확인하기 위해 설치한 나노코팅 절연애자 중 일부를 탈거해 전기연구원에 시험 의뢰하였으며 절연성능 등 기본적인 성능에 이상없음을 확인하였다.

### 3. 결론

스프레이를 이용한 물분무 시험 결과 나노코팅 절연애자의 오염물에 대한 세정 정도가 일반 절연애자에 비해 뛰어나다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 나노코팅 절연애자의 경우 세척에 대한 유지보수 방법은 훨씬 간단하게 시행될 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 물 세척 후 손닦기를 시행하지 않아도 양호한 세정작업의 효과를 얻을 수 있는 것이 가능할 것이다. 이는 보통의 경우 고압살수와 손닦기를 병행하는 애자 세척 작업 대신 고압살수만으로도 양호한 애자 세척 결과를 얻을 수 있을 것이라는 것이다. 이로 인해 작업자들의 세척작업 효율성이 높아질 수 있을 것이며 도시철도 운영기관의 입장에서 외주 용역 시행시 예산 절감의 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

[1] 홍영기(2016) 오순지역용 폴리머애자 개발