

## 지하 구간 강체전차선로 자동세척시스템 개발

## Development of Automatic Cleaning System for Rigid Overhead Conductor System

박철민\*<sup>†</sup>, 김형철\*, 김종진\*\*, 손상진\*\*\*Chulmin PARK\*<sup>†</sup>, HyungChul KIM\*, Jung-Jin KIM\*\*, Sangjin SON\*\*\*

**Abstract** Electric railway systems use catenary systems to supply electricity to trains. The catenary system in the underground zone consists of rigid conductor systems. Rigid conductor systems are divided into insulators, supports and catenary wires. Insulators are installed for electrical insulation. These insulators are cleaned regularly to ensure insulation performance and are now being cleaned regularly by manpower. Worker-centered insulator cleaning increases the occurrence of safety accidents, reduces work efficiency and increases maintenance costs. In this paper presents the development of a self-cleaning system that automatically follows the stagger of the rigid conductor. And this system has been proven to clean urban railroads.

**Keyword** : Rigid Conductor, Automatic Cleaning, Insulator, Find dust, T-bar

**초 록** 전기철도는 전차선로 시스템을 이용하여 철도차량에 전기를 공급한다. 지하 구간의 전차선로 시스템은 R-bar나 T-bar와 같은 강체전차선로로 구성되어 있다. 강체전차선로 시스템에서 애자는 전차선과 터널 구조물 간의 전기적 절연을 목적으로 설치되어 있다. 전기 절연을 위한 애자의 경우 절연성능 저하를 예방하기 위해 도시철도 운영기관에서는 주기적으로 세척을 하고 있는데, 현재는 전적으로 인력에 의존하여 세척 작업을 수행하고 있다. 이러한 인력 중심의 애자 세척은 고소작업으로 인한 안전사고 가능성이 크고 작업 효율이 낮아 운영기관의 유지보수비 부담을 늘리고 있다. 본 논문에서는 현재 인력 중심의 지하 구간 강체전차선로 세척 작업을 자동으로 수행할 수 있는 강체전차선로 자동세척시스템을 개발하여 그 세척성능을 운영선에서 검증하였다.

**주요어** : 강체전차선로, 자동세척, 애자, 지하 구간, 미세먼지, T-bar

## 1. 서 론

전차선로 시스템은 전기철도 차량의 운행을 위해 차량에 팬터그래프와 접촉하여 전기를 공급하는 시설로 지상 구간에는 Catenary 방식으로 터널과 지하 구간에서는 공간적 제약으로 강체전차선로(Rigid Conductor) 방식이 운영되고 있다. 강체전차선로 시스템은 크게 두 가지로 구분되는데, T-bar 방식과 R-bar 방식이다[1].

현재 국내의 도시철도에서는 T-bar 방식의 강체전차선로를 채택하여 운영하고 있다. T-bar 방식의 구성품 중 애자는 전차선과 터널 구조물과의 절연을 목적으로 설치되어 있는데 이 애자는 터널 구간의 분진과 이물질에 오염될 경우 절연과피가 일어나 열차의 전기공급에 심각한 문제를 발생시킬 수 있어 오염물질에 대한 청소를 주기적으로 실시하고 있다. 현재 도시철도 운영사에서는 인력을 활용해 2년 정도의 주기로 애자를 청소하고 있다[2]. 본 논문에서는 인력 중심의 애자 세척 작업에 따른 안전사고 위험성과 유지보수비 상승 등의 문제점을 보완하기 위해서 지하 구간 강체전차선로를 자동으로 청소하는 세척시스템을 개발하여 도시철도 운영선에서 그 성능을 검증하였다.

† 교신저자: 한국철도기술연구원  
(cmpark@krrri.re.kr)

\* 한국철도기술연구원 전철전력연구팀

\*\* 대전광역시도시철도공사

\*\*\* 명성알앤피 주식회사

## 2. 본 론

### 2.1 강제전차선로 자동세척시스템 개발

#### 2.1.1 전차선 편위 위치추종 컨트롤러 개발

전차선로 시스템은 팬더그래프의 편마모를 방지하기 좌우의 일정한 거리의 편위를 가지게 설치되어 있다. 지하 구간의 강제전차선로 역시 편위( $\pm 200\text{mm}$ )를 가지고 있어 자동세척을 위해서는 이 편위를 추종하여야 한다. 본 논문에서는 여러 개의 센서를 활용하여 강제전차선의 편위를 무인으로 추종하는 자동위치추종 컨트롤러를 개발하였다.



Fig. 1 Automatic positioning controller

#### 2.1.2 Test-bed상의 성능 검증

제작된 자동위치추종 컨트롤러의 성능을 검증하기 위해 도시철도 지하 구간의 강제전차선로를 모사한 Test-bed를 제작하여 전체 시스템에 대한 동작 성능을 검증하였다.



Fig. 2 Performance test at Test-bed

#### 2.1.3 강제전차선로 자동세척시스템 제작

Test-bed에서 세척성능 검증을 마친 위치추종 컨트롤러와 세척액과 각종 시스템을 수용할 수 있는 차체를 제작하여 지하 구간 강제전차선로 자동세척시스템을 완성하였다.



Fig. 3 Automatic cleaning system for ROCS (Rigid Overhead Conductor System)

### 2.2 운영선 세척 테스트

개발된 자동세척시스템을 대전도시철도의 운영선에서 자동세척 성능 테스트를 진행하였다. 본 테스트에서 애자뿐만 아니라 T-bar의 오염물질까지 깨끗하게 세척되는 것을 확인할 수 있었다.



Fig. 4 Test image on commercial line



a) Insulator

b) T-bar

Fig. 5 Test results image before/after cleaning

## 3. 결 론

본 논문에서는 지하 구간의 강제전차선의 애자와 T-bar의 세척을 자동으로 수행하기 위해 개발된 자동세척시스템의 개발과정과 운영선 Test를 결과를 제시하였다. 본 시스템은 현재의 인력 중심의 애자 세척 작업을 자동화/원격제어를 통해서 안전하고 효율적인 작업이 가능하게 되었다. 또한, 기존의 인력 세척에서는 불가능했던 T-bar의 세척이 가능하여 지하 구간의 미세먼지 저감에도 효과가 있을 것으로 예상된다.

## 참고문헌

- [1] I. C. KIM (2019) Current status of domestic and oversea use of rigid conductor line, Journal of The Korean Society For Railway, 22(3), 8-15.
- [2] J. J. KIM (2019) A study on the development of automatic cleaning equipment for rigid conductor system, 2019 The Korean Society For Railway Conference, 239-240.