

## 활선 내장애자련 청소 및 점검용 로봇 시스템의 개발

박준영\*, 조병학, 변승현(한전전력연구원 수화력발전연구소)

### Development of Robot System for Cleaning & Inspection of Live-line Tension Insulator String

J. Y. Park, B. H. Cho, S. H. Byun(Power Generation Laboratory, KEPRI)

#### ABSTRACT

A new cleaning robot system for live-line tension insulator string was developed to prevent an insulator failure, which can have severe effects on national security as well as national industry and economy. The robot moves along the insulator string using the clamps installed on its two moving frames. Especially, unlike the existing cleaning robots using jets of water or water/air, the robot system adopts dry cleaning method using a rotating brush and a circular motion guide. This robot system has control architecture consisting of a master control unit and two slave control units. We confirmed its effectiveness through experiments.

**Key Words** : Robot System(로봇 시스템), Tension Insulator String(내장애자련), Insulator Cleaning(애자 청소), Insulator Inspection(애자 점검)

#### 1. 서론

송전선은 국가기간산업의 중추를 이루고 있으므로, 이들 송전선에 고장이 발생하여 불시에 정전이 발생할 경우 산업·경제적 측면은 물론 국가 안보 측면에도 상당한 악영향을 미칠 수 있다. 하지만, 이와 같은 중요성에도 불구하고 초고압·고소에서 극한작업은 사회적인 3-D 기피 현상과 맞물려 향후 전문 인력의 확보가 어려울 것으로 전망되고 있다. 그러므로 작업 여건을 개선하여 작업자를 보호할 수 있을 뿐만 아니라, 애자 청소 작업의 효율을 향상시키는 물론 불량애자를 사전에 발견하여 불시정전 사고를 미연에 방지할 수 있는 로봇 시스템의 개발이 매우 필요한 실정이다. 이를 위하여 한전전력연구원에서는 345kV 송전선로에 가장 널리 사용되는 내장애자련의 청소 및 점검을 위한 로봇 시스템을 개발하였다. 개발된 로봇은 INCRO (INSulator Cleaning RObot)라고 명명되었다. 청소를 위하여 물을 사용하는 기존의 로봇[1, 2, 3]과는 달리, INCRO는 회전 브러쉬와 Circular Motion Guide (CM Guide)를 사용하는 건식 청소방법을 채택하고 있으며, 내장애자련에 적용한 실험을 통하여 그 유용성을 보였다.

#### 2. 로봇의 기구학적 설계

##### 2.1 이동 메커니즘의 설계

그림 1은 상세 설계된 INCRO의 이동 메커니즘을 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이 이동 메커니즘은 크게 외부 프레임, 청소기구부의 베이스 프

레이미(이 위에 CM Guide가 장착됨), 볼스크류 구동부, 클램프, 스키드바와 블록 등으로 구성되어 있다.

애자 간의 이동 작업은 애자련을 따라 단순히 직선 운동만을 하므로, 이동을 위한 로봇의 최소 자유도는 1 자유도이며 이를 볼스크류를 이용하여 구현하였다. 또한, 이동을 위하여 로봇을 외부 프레임부와 청소기구부의 두 부분으로 구성하고, 각 부분이 클램프를 사용하여 애자의 자기(porcelain) 부분을 교대로 잡으면서 이동하도록 하였다. 이 클램핑(Clamping) 방식은 포획애자수가 2개 이내로 기존 메커니즘에 비해 절연 측면에서 우수하며, 기구부가 프레임의 역할을 겸하므로 구조가 간단해지고 로봇의 경량화가 가능한 장점을 가진다.

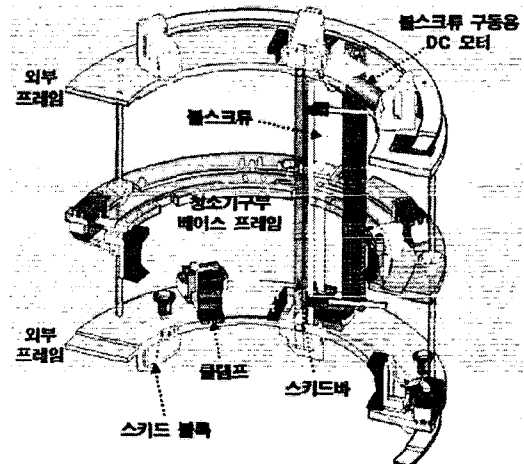


Fig. 1 Moving mechanism for INCRO

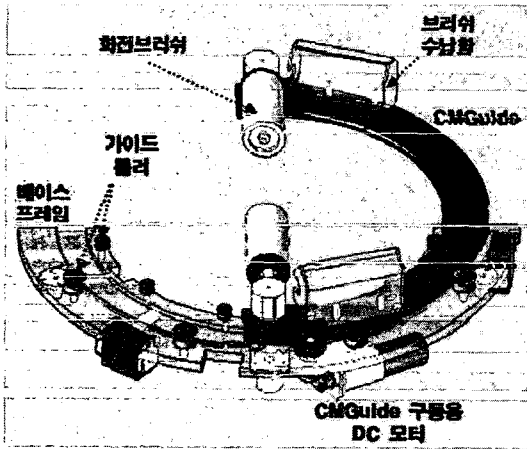


Fig. 2 Cleaning mechanism for INCRO

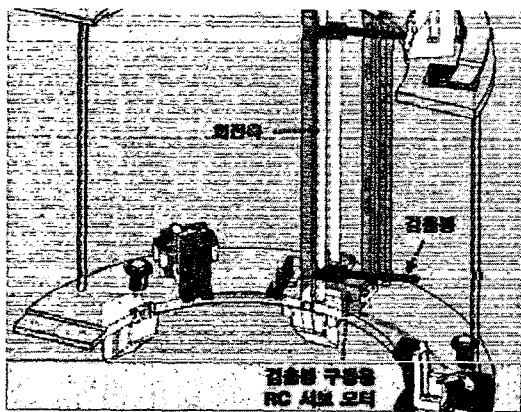


Fig. 3 Inspection mechanism for INCRO

## 2.2 청소 메커니즘의 설계

청소기구부는 2 개의 회전 브러쉬와 이를 장착한 CM Guide로 구성되며, CM Guide는 가이드 롤러에 의해 지지되어 애자 캡 주위를 따라 회전운동을 하면서 회전 브러쉬를 사용하여 청소 작업을 수행하게 된다. 그림 2는 상세 설계한 청소 메커니즘이다.

## 2.3 점검 메커니즘의 설계

점검 메커니즘은 그림 3 과 같이 RC 서보 모터에 의해 구동되는 회전축과, 회전축에 장착된 2 개의 검출봉으로 구성되어 있으며, 회전축을 회전시킴으로써 애자의 캡에 검출봉을 접촉시켜 애자의 절연저항 값을 측정하도록 설계하였다.

## 3. 로봇의 제어 시스템

INCRO의 제어 시스템은 그림 4와 같이 크게 1 개의 마스터 제어기와 2 개의 슬레이브 제어기로 구성되어 있다. 그리고 각 제어기 간의 인터페이스는 시리얼 통신(RS-485)을 통해서 이루어진다.

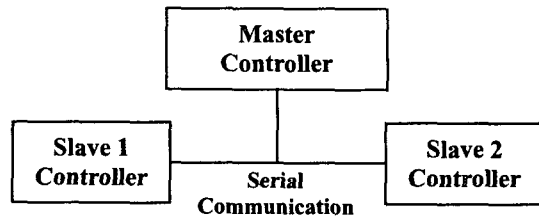


Fig. 4 Control System for INCRO

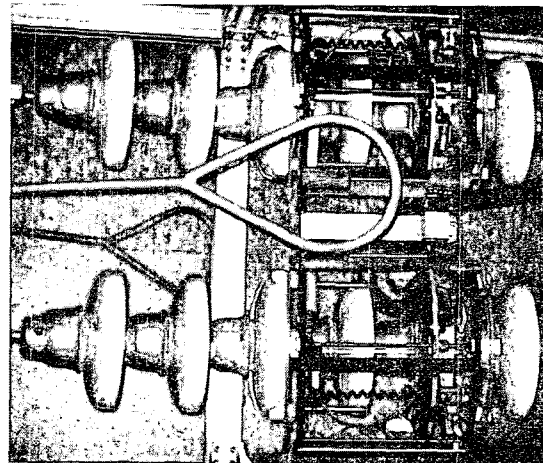


Fig. 5 Application of INCRO to tension insulator string

## 4. 결론

그림 5는 제작된 활선 내장애자런 청소 및 점검용 로봇을 내장애자런에 적용한 모습을 보여준다. 실험 결과 인공오손된 애자에 대하여 청소 및 점검 작업을 성공적으로 수행함을 확인하였다.

## 후기

본 논문은 산업자원부 전력산업연구개발사업에 의하여 개발 중인 송전선로 활선 애자청소 및 점검용 자동화 시스템 개발에 관한 기술개발 결과이다.

## 참고문헌

1. Yoshida, A., "Hot-line Insulator Washing Robot for Transmission Lines," Proceedings of IERE Workshop on Robotized Hot Line Maintenance, 1988.
2. Yi, H., and Jiansheng, C., "The research of the automatic washing-brushing robot of 500kV DC insulator string," Proc. of 6th International Conference on Transmission and Distribution Construction and Live Line Maintenance, pp.411~424, 1993.
3. Paris, L., "Equipment to carry out maintenance operations, particularly washing, on insulator chains of high voltage electric lines," United States Patent, Patent No. 5,119,851, Patent Date Jun. 9, 1992.