

## 임의 방전을 이용한 전차선 열화특성

고병훈, 박영\*, 권삼영\* 정호성\*, 박현준\*, 김창희\*\*  
 과학기술연합대학원대학교, 한국철도기술연구원\*, 한국내쇼날인스트루먼트\*\*

## The Degradation Properties on Overhead Contact Line Using Artificial Discharge

Byeonghun Ko, Young Park\*, Samyoung Kwon\*, Hosung Jung\*, Hyun-June Park\*, Changhee Kim\*\*  
 University of Science and Technology, Korea Railroad Research Institute\*, National Instruments\*\*

**Abstract** - This paper describes the various wavelengths of electrical arc on overhead contact line for improvement of the current collection performance. The tests are performed with the arc measuring device and a welding machine to generate electrical arc artificially. The experimental result shows the electrical arc on overhead contact line and pantograph could be analyzed by artificial discharge

## 1. 서 론

최근 고속철도의 도입과 도시지하철의 보급 확대로 전기 철도시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 전기철도는 경제적 이점 뿐 아니라 친환경적인 교통수단으로 점차 그 영역이 확대 될 것으로 기대되며 따라서 전기철도의 대한 신뢰성과 안정성에 대한 연구가 활발히 진행 것으로 보인다. 특히 철도의 고속화에 따른 철도인프라와 고속철도시스템에 관한 연구가 활발하게 진행 중이다[1]. 현재 운용중인 고속철도는 팬터그래프와 전차선이 직접적으로 접촉되면서 견인에 필요한 전원을 공급받으며 고속화가 진행될수록 팬터그래프가 전차선에서 일시적으로 떨어지는 이선현상이 보다 쉽게 발견할 수 있다. 이선형상이 발생하면 팬터그래프와 전차선사이에서 아크가 발생하며 형성된 아크는 짧은 시간 내에 소멸되지만 써지성 전류가 전기시스템에 영향을 주거나 팬터그래프와 전차선에 이상마모를 일으킬 수 있다[2,3,4]. 이와 같은 이선현상은 아크분석을 통하여 평가가 가능하며 본 논문은 이선 아크 계측기를 고속철도시스템에서 실험하기 이전에 실험실 단계에서 아크 용접기와 고속철도용 팬터그래프를 이용하여 모의시험을 실시한 결과이다. 실험을 통하여 팬터그래프와 전차선의 이선현상 시 발생하는 아크에 대한 분석이 가능하였다

## 2. 본 론

팬터그래프와 전차선의 이선형상 시 발생하는 아크를 인위적으로 발생시키기 위하여 그림 1과 같이 회로를 구성하였다. 아크 용접기의 전극을 팬터그래프의 집전판과 전차선에 연결하였으며 아크를 발생시키고 아크 계측기는 아크가 형성되는 집전판과 70 cm의 거리에서 측정하였다. 아크 계측기는 포토다이오드 (photo diode)를 이용하였으며 계측기로 유입되는 광전을 이산신호변환하고 마이크로세서 (microprocessor)를 통하여 신호처리를 한 후 시리얼통신을 (serial)를 통하여 계측된 데이터를 컴퓨터로 전송하게 하였다. 표 1은 시험 시 사용된 Cu110 전차선의 사양을 나타내고 있다[5]. 표 2는 아크 계측기의 사양을 나타내고 있다. IR reflector & filter는 UV영역에서 노은 투과 특성을 나타내는 Band pass filter를 적용하여 제작하였으며 적외선 영역 이상의 광장을 반사할 수 있도록 하였다[6]. 팬터그래프에서 발생

하는 아크를 측정하기 위해서 다음 조건을 만족하여야 한다[7].

1. 아크계측기는 충분한 빛을 흡수되도록 적절한 거리를 유지시켜야 한다.
2. 아크계측기는 열차의 운행방향의 뒤쪽에 위치한다.
3. 아크계측기는 열차의 접점위치를 고려하여 적절한 각도를 유지시켜야 한다.
4. 아크계측기는 팬터그래프의 헤드부분 전체를 커버 할 만큼 민감하여야 한다.
5. 아크의 발생과 소멸에 대한 아크계측기의 응답 속도는 100 [μm] 보다 짧아야 한다.
6. 측정되는 낮은 최소 아크에너지에 따라 측정경계를 가져야 한다.

표 3은 집전판과 전차선사이의 인위적인 방전을 형성시키기 위해서 사용된 아크용접기의 사양을 나타내고 있다. 그림 2는 데이터 저장용 PC의 인터페이스화면을 나타내고 있다. 그림과 같이 흡수된 빛의 파장을 시간에 따라 저장하고 그래프로 표현될 수 있도록 하였다.

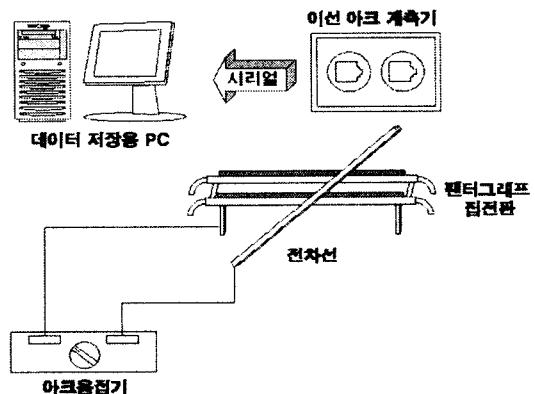


그림 1. 아크측정을 위한 시험회로도

표 1. 시험에 사용된 전차선의 사양

선 종	규 격	도체직경 [mm]
전차선	Cu110mm <sup>2</sup>	12.34
무게 [kg/m]	장력 [kgf]	전기저항 [Ω/km]
0.9877	1000	0.1592

표 2. 이선 아크 계측기의 제품사양

광학 검	주대역	220 [nm] ~ 650 [nm]
측부 센	- Fixed encluse bolt, Anti-vibration	
서 및	buffer, IR reflector & filter,	
구성 사	Water proof ring	
양	- Si photo diode, Sensor enclosure, Coaxial cable [50Ω]	
신호 처	이산신호변환기에 입력되는 기준전압	2.5 [V]
리부의	입력신호 대비 증폭율	약 10 배
사양	Circuit board response delay time	약 10 [μs]
A/D 컨	Single supply operator	2.7 [V] ~ 5.5 [V]
버터의	100ksps max. sampling rate at VDD	5 [V]
특성 및	50ksps max. sampling rate at VDD	2.7 [V]
인터페이스		

표 3. 아크용접기의 사양

종류	AWL 80	출력전류	80 [A]
입력전압	AC100/200 [V]	효율	20 [%]
주파수	60 [Hz]	출력전압	60 [V]
정격입력	6 [kVA]	부하전압	23 [V]

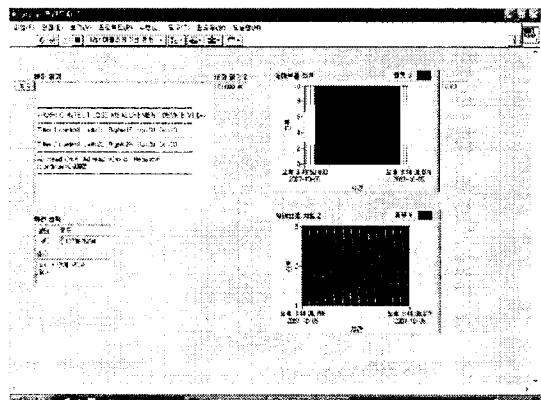


그림 2. 아크검출을 위한 인터페이스화면

## 2. 결과 및 고찰

펜터그래프의 접전판을 고정시키고 전차선에 일정유격 거리를 유지시켜 아크를 인위적으로 발생시켰으며 아크가 발생된 후 1초에서 2초가 경과되면 접전판과 전차선의 이격을 크게 하여 더 이상 아크가 발생되지 않도록 하면서 실험하였다. 그 결과 그림 3과 인위적인 방전에 의한 백색의 아크를 얻었으며 이선 아크 계측기에서 시간에 따른 빛의 파장을 계측할 수 있었다. 실험 후 접전판과 전차선을 육안 검사 한 결과 접전판에서는 이상 마모가 비교적 적게 발견되었으나 전차선에서는 아크에 의해 발생한 강한 열에 의해 이상적 마모가 많이 발견되었다.

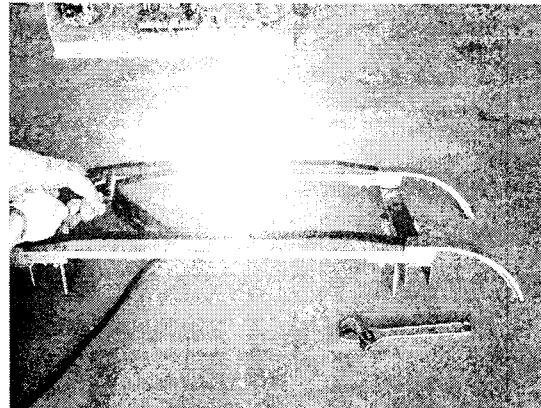


그림 3. 접전판과 전차선에서 발생한 아크

## 3. 결 론

펜터그래프의 접전판과 전차선의 이선 현상 시 발생하는 아크를 분석하기 위하여 이선 아크 계측기와 아크 용접기를 통한 인위적인 방전시험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인위적인 방전을 일으키기 위하여 아크 용접기를 이용하였다. 아크용접기의 전극을 전차선의 접전판과 전차선에 각각 연결하여 전압을 가압하였으며 백색의 아크를 얻을 수 있었다.

2. 이선 아크 계측기를 통하여 아크발생시 다양한 빛의 파장을 측정하였다.

3. 인위적으로 방전을 일으킨 후 펜터그래프와 전차선을 육안 검사한 결과 펜터그래프의 접전판 보다는 전차선에서 보다 많은 이상마모를 발견 할 수 있었다.

본 연구는 실험실 단계에서 포토다이오드를 이용한 이선 아크분석기와 인위적으로 방전을 통하여 아크를 분석 실시하였지만, 항 후에는 광분석기 등을 통하여 다양한 아크 파장에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 김병진, “고속전철용 가선/판도그래프 시스템의 동특성 해석에 관한 연구”, 한양대학교 대학원 석사논문, 2000
- [2] B. Tellini, M. Maccucci, R. Giannetti and G.A. Antonacci, “Line patograph-EMI in railway system”, IEEE, Instrumentation & Measurement Magazine, vol. 4, no. 4, pp 10-13, December 2001
- [3] 김권기, “도시철도 판도그래프와 강체전차선의 동적 상호작용에 관한 연구”, 서울산업대학교 대학원, 석사학위논문, 2002
- [4] 이봉이, “판도그래프 이선에 따른 아크가 저기질도 차량 주회로에 미치는 영향 분석”, 송설대학교 대학원, 석사학위논문, 2005
- [5] 전차선선로전문가, 철도인력개발원, 2005
- [6] 이선 아크 계측기 사용품 개발보고서, (주) 이어전윤, 2006
- [7] Railway applications Current collection system-Requirements for and validation of measurement of the dynamic interaction between patograph and overhead contact line, BS EN 50317:2002 British Standard, 2002