

전기철도 화재 사례 분석 및 원인조사 방법에 관한 연구

송재용 · 문병선 · 김진표 · 조영진 · 박남규

국립과학수사연구원

최근 물류 및 인력수송을 위한 철도차량의 동력원으로 전기에너지 사용이 해마다 증가하고 있는 추세이다. 전기철도용 급전계통의 전력사고 및 전동차에서의 화재사고 등이 발생하는 경우, 물류 및 인력수송 중단 등의 사고과급효과가 크게 발생한다. 또한 2003년 발생한 대구 지하철 참사와 같은 화재사고의 예에서도 알 수 있듯이 사고 발생에 종속하여 인적, 물적으로 막대한 피해를 초래하게 된다. 그러나 아직까지도 지하철을 중심으로 하는 직류 전기철도에 관련해서는 화재 및 안전사고에 대한 정확한 원인 분석이나 통계자료가 마련되어 있지 못한 실정이다. 대구 지하철 사고 이후 많은 변화를 가져오기는 했지만 여전히 차량 내장재의 불연재료 사용에 대한 검토, 화재사고 발생 시 역구내 배연시스템의 기능강화 및 사고 후 대피요령 등에 대한 연구가 대부분이다. 그럼에도 인체에 의한 사고를 제외한 사고 발생에 대해서는 직접적인 사고원인의 분석이나 검토 및 사고 조사방법에 관련한 연구는 진행되지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 지하철 화재사고와 관련하여 사고 사례 분석을 통한 화재원인 분석을 수행하였다. 이와 더불어 전기철도에서 사고 발생 시, 반드시 확인해야 할 자료 및 사고원인 조사 방법 전반에 관한 원인조사기법에 대하여 연구하였다. 이를 통해 전기철도에서 발생하는 화재사고의 기본적인 원인조사 기법을 제시하고자 하며, 본 연구에서 수행한 사고사례 분석 및 원인조사 기법 제시 방안은 향후 전기철도에서 발생하는 화재 사고에 대한 원인조사의 기초자료로 활용 가능할 것으로 기대한다.

전기철도에서의 화재는 전원계통에서 많은 부분 발생되며, 화재 발생에 따라 전원계통 차단 및 선로 차단 등의 영향으로 후속 전기철도 운행이 멈춰지는 등의 과급효과가 크게 나타난다. 전기철도 전원계통에서는 팬터그래프에서의 절연과피 또는 전동차 지붕위에 설치된 피뢰기를 통한 절연과피 과정에서 전원계통과 전동차 지붕 사이에서 지락의 형태의 전령과피 사고가 발생되고, 전동차 지붕 등을 통해 화재가 수반되는 것이 일반적이다.

Figure 1에는 전동차 지붕에서의 지락사고로 인해 화재가 발생한 예를 나타낸 것으로 집진장치인 팬터그래프와 전동차 지붕 사이에서 발생한 지락전류에 의해 전동차 지붕이 심하게 소회되고,



Figure 1. Broken shape of an electric traction vehicle's roof.

전동차 지붕과 천장 사이 전기배선 및 마감재를 통해 화재가 발생되었다. 이와 같이 화재가 발생하는 경우, 지락원인을 규명하기 위하여 전원계통에 대한 검토가 필요한데 전기철도 전원계통의 경우, Figure 2에 나타낸 바와 같이 양쪽의 변전소 사이에서 양단 전원을 공급하는 구조이므로 양쪽의 변전소에서 발생한 전원공급계통에서의 이벤트 자료에 대한 검토가 필요하다. 따라서 전원계통에 대한 이상 여부 확인을 위하여 양단전원공급이 이루어지는 2개의 변전소에 대한 전원공급 및 차단 등의 시간적 흐름에 대한 조사가 필요하다.

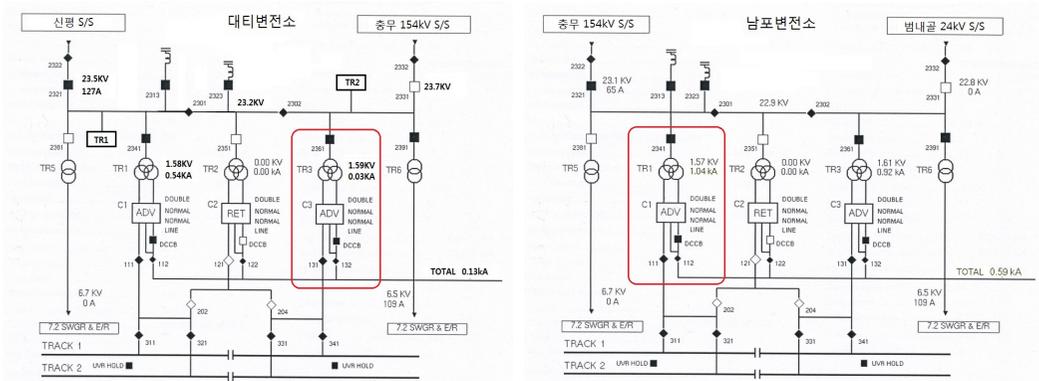


Figure 2. Schematic diagram of an electric traction power distribution line.

전기철도의 전동차에는 자체적으로 차량운행기록계가 포함되며, 차량 내부에서 발생하는 이상 현상이나 이벤트 자료가 차량운행기록계에 기록된다. 차량운행기록계는 Figure 3에 나타난 바와 같이 차량 운행 속도, 전원공급 여부를 확인할 수 있는 계전기 동작기록, 과전류 발생여부 및 객차 내에 전원이 공급되는 보조전원장치의 정상 동작 여부 등이 기록된다.

따라서 전기철도의 전원계통 또는 정동차 내부에서 화재가 발생하는 경우, 양단 전원공급계통의 변전소 이벤트 자료 및 전동차 내부의 차량운행기록계를 종합적으로 검토하여 시간적 흐름을 근거로 한 고장 발생 여부에 대한 확인이 우선적으로 선행되어야 할 것이다.

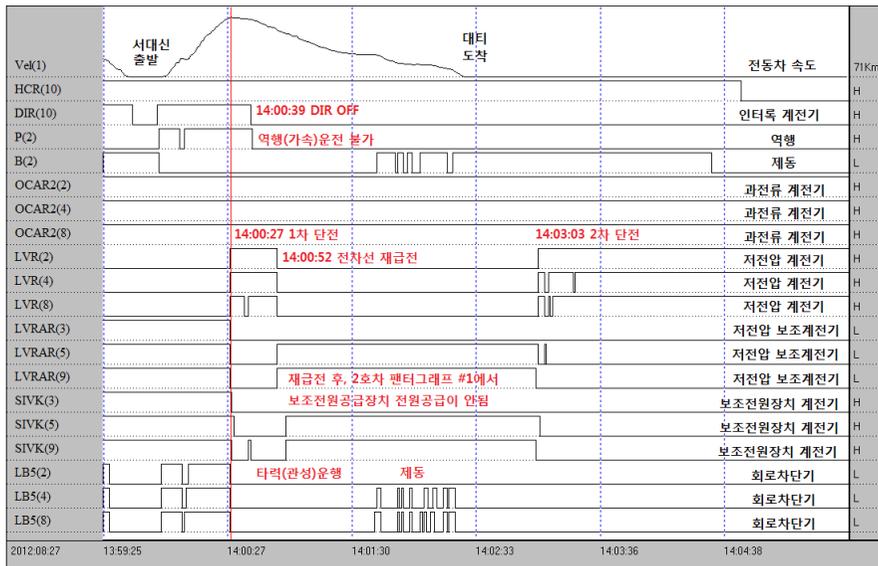


Figure 3. A Tachograph of electric traction vehicles.