

도시철도시설 표준화 유지발전방안 연구

이우동, 안태기, 김진호, 정호성

한국철도기술연구원

The Development Plan for Standardization of Urban Transit Infrastructure

Lee, Woodong, Ahn Taegi, Kim Jinho, Jung Hosung

Korea Railroad Research Institute

Abstract - The standardization system in Urban Transit is the system that verifies and develop the standard, a safety standard, a performance test standard and a quality certification standard to improve the capability, the safety and operational efficiency and that develops technologies of the main installations. We have already developed a signal, electric power in Urban Transit. Also, we have already noticed the standardization of railroad tracks and developed the main installations through the first stage in the standardization in 1995~2006. Still, there remains many fields to standardize, like information and communication facilities, facilities in the station, governmental organizations and maintenance facilities because, Urban Transit is so widespread. In case that we do not keep promoting the standardization in Urban Transit, rather it could hamper development of the Urban Transit. So, it is important to maintain and advance the standardization in Urban Transit. In this paper, we suggest the research course that we would promote, to maintain and develop the standardization in Urban Transit.

1. 서 론

도시철도 표준화제도는 도시철도시스템의 성능, 안전성 및 운영효율을 향상하기 위하여 도시철도시스템에 대한 표준규격, 안전기준, 성능시험기준 및 품질인증기준 등 표준화기준을 연구하고 검증하며 국내 도시철도기술을 향상하기 위하여 주요 핵심장치에 대한 기술을 개발하는 제도이다. 이미 1995년부터 2006년까지 표준화 1단계사업을 통하여 신호시설, 전력시설 및 선로시설에 대한 표준화기준 고시 및 핵심장치 개발을 완료하였다. 그러나 도시철도시설은 매우 광범위하여 정보통신시설, 역사시설, 관제시설 및 유지보수시설 등 많은 분야에서는 표준화가 이루어지지 아니하였다. 도시철도시설의 표준화를 지속적으로 추진하지 않을 경우에는 표준화제도가 오히려 도시철도 기술발전을 저해한다는 점을 고려할 때 표준화를 지속적으로 유지발전시켜나가는 것은 매우 중요한 것이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 도시철도시설 표준화제도를 유지발전시켜 나가기 위하여 향후 추진해야 할 연구방향을 제시해보고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내외 사회적 동향

2003년 2월에 발생한 대구지하철사고는 차량화재가 직접적인 원인이었으나, 역무원과 기관사 간의 통신시스템, 지하승강장 및 역사의 안전관련설비가 미흡하여 대형참사로 확대됨으로써 다음과 같은 시스템에 대한 정부차원

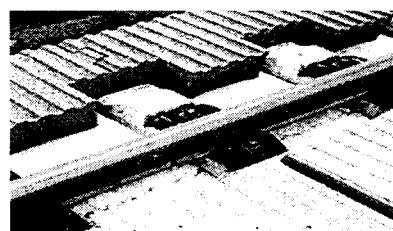
의 기준수립이 요구되었다.

첫째, 도시철도 역사 및 승강장은 불특정다수가 이용하는 다중이용 공공시설로서 지난 90년대 초반부터 지속적으로 발생하는 각종 안전 및 대형사고로 인하여 이용승객의 불안감이 증대하고 있음. 또한 일부 노선간의 복잡한 환승체계, 승강장 심도로 인해 승객들의 환승 및 진출·입의 불편함, 공기질, 소음 등에 관련되어 높아지고 있는 친환경적 요구에 적절히 대응하지 못함으로 인하여 도시철도 이용승객의 이용편의가 저하되고 있는 실정이며 장애인의 사회 참여 활성화 및 인구노령화에 맞추어 도시철도 역사의 각종 안전·편의시설의 확충 및 개선에 대한 필요성이 대두되고 있는 실정이고,

둘째, 통신시스템의 경우, 화재발생 후의 기관사/사령실의 초동대처, 차량 및 사령실간 통신체계 등에 있어 전반적인 문제점이 도출되어 있어 긴급 상황시 승객 및 운영자가 사용해야 할 통신설비 및 도시철도 승객, 운영기관, 재해관련 기관 등의 원활한 커뮤니케이션을 위한 표준체계 필요성이 대두되었다.

셋째, 전력시스템의 경우, 설계 및 시공단계에서부터 타 설비분야와의 연계가 되는 접지시스템, 전식방지설비 등에 대한 표준이 미비하고, 시스템 보호를 위한 보호계전기 정정절차가 확립되어 있지 않아 전력시스템 설비의 보다 높은 안정성과 신뢰성 확보를 위해 설계 및 정정표준 등이 절실하고, 특히 전력설비의 건설 및 시공 기준을 제시하고 있는 전기설비 기술기준이 최근 들어 국제적인 기술기준인 IEC 표준을 도입하고 있어 접지시스템과 전식방지설비의 경우에는 변경된 기준에 따라 기존 시스템의 안전성 및 대체설비에 대한 기준 검토가 요구되고 있다. 또한, 전력설비 보호를 위한 보호계전시스템도 기존의 아날로그 방식에서 점차로 디지털 방식으로 변경되고 있어 자동제어 및 감시 등의 종합적인 시스템 측면을 고려한 보호계전시스템에 대한 기준 마련이 필요한 실정이다.

2.2 국내외 기술적 동향



<그림 1> 도상용 흡음재 /VOSSLOH(독일)

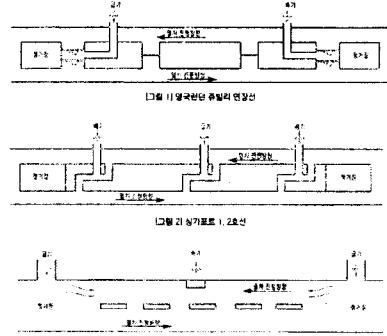
궤도유지관리 측면에서 유리한 콘크리트 슬라브궤도의 건설이 증가함으로 인하여 터널 및 승강장에서의 소음도가 높아져서 이용승객 및 역 종사자들에게 피해를 주고 있으며, 소음기준(권고안)이 정립되지 않아 분쟁이 번번 하므로 콘크리트 슬래브궤도에 대한 소음저감방안 및 해심장치개발이 요구되고 있다.

또한, 최근에 한반도가 더 이상 지진에 대하여 안전지대가 아닌 것으로 보고되면서 지진에 대한 우려가 급속히 증대되고 있으며, 도시철도 구간의 98%가 내진설계가 되어 있지 않은 것으로 조사됨에 따라 지진의 발생 시 초기의 인명 및 재산피해가 발생이 예상되므로 도시철도내 진설계기준(2005)에서 요구되는 지진규모 5.7~6.3에 견딜 수 있는 내진성능을 갖추도록 내진성능보강설비를 개발하여 적절한 내진성능을 시급히 갖추도록 하여야 한다.



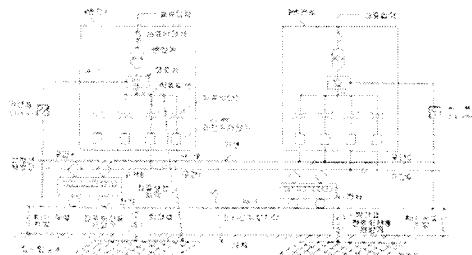
<그림 2> 지진제어댐퍼

일본의 공조, 환기설비시스템 기술동향을 보면 초창기 건설된 지하철의 경우는 자연환기방식이 이용되었으나, 이후 건설된 지하철의 대다수는 기계환기방식으로 유지 운용되고 있다. 영국 및 싱가포르의 경우 역시 국내 환기방식과 비슷하며 단지 터널형식이 복선터널보다 단선 병렬터널로 많이 구성되어 있다.



<그림 3> 영국, 싱가포르 및 일본 지하역사의 환기방식

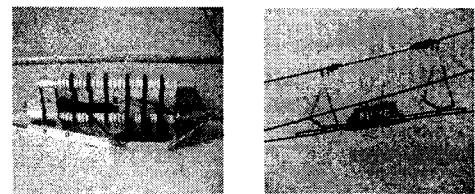
전력시스템은 대부분의 구간이 지하구간으로 구성되어 있지만 교량 및 차량기지와 같은 지상구간의 경우에는 지하구간에 비해 사고발생 빈도가 매우 높으며, 특히 지 락사고 발생시에는 사고검출이 어렵다. 지락사고 검출을 위해 변전소에 설치된 전압형 접지계전기는 지락고장 발



<그림 4> 방천캡방식의 지락고장 검출장치(일본)

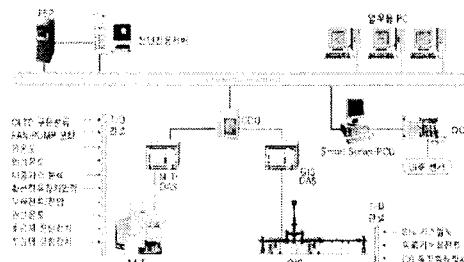
생시 해당 변전소 접지계전기 뿐만 아니라 인근 변전소의 접지계전기까지 동작을 시켜 정구간이 확대되고 이로 인한 열차운행의 정시성 저하와 대구지하철 화재 사고와 같은 위험을 야기할 수 있다. 따라서, 보다 안전한 보호를 위해 지락사고 시 해당구간의 변전소에서 신속하고 정확하게 지락사고를 검출할 수 있는 선택형 지락보호계전기의 개발이 필요하다.

또한, 지상구간의 전차선로 설비의 경우, 도심의 환경에 장기간 노출되어 있고 피로로 인한 주요 사고의 원인을 제공하고 있으며 현재 많은 지상구간 전차선로 부품이 외자재로 공급되고 있을 뿐 아니라, 서울시지하철의 경우 지상구간의 전차선로 설비의 내구연한이 점차로 도래하고 있어 신뢰성 있는 전차선로 주요 부품(금구류 등)의 개발이 필요하다.



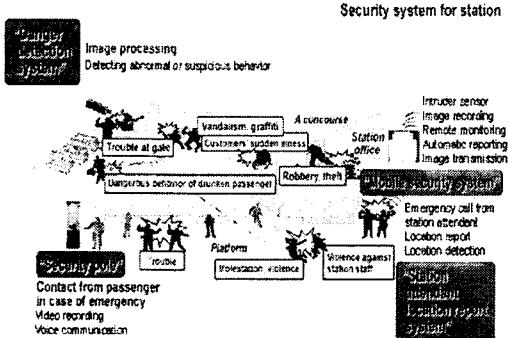
<그림 5> 철도용 동상용 애자구분장치 개발사례

도시철도 전력설비에 대한 점검은 단순화된 일상, 월상 점검 등과 내구연한 도래시 정밀진단 등을 통해 교체방안을 수립하고 있다. 하지만 내구연한이 도래한 전력설비의 경우에는 노후화 및 열화로 인한 장애 및 고장발생의 원인이 되고 있으나 교체가 시급한 설비에 대해서도 도시철도 특성상 운영을 중단할 수 없어 동시에 전체 변전소의 개보수가 불가능하다. 따라서 최근에는 전력회사의 변전소가 무인으로 운영됨에 따라 전력설비 자체의 온라인 상시감시 및 자기진단을 수행할 수 있는 시스템을 도입하고 있다. 변전기기 예방진단시스템은 일본, 프랑스를 중심으로 개발되어 왔으며, 철도 운행 능력이 증가됨에 따라 변전기기의 사고가 사회에 미치는 영향이 막대해 지므로 수명예측기술을 향후 변전설비 운영의 필수요소로 인식하여 각국마다의 특성에 맞도록 수명예측시스템을 개발하고 있다.



<그림 6> 수명예측 시스템 구축개념 사례 (한국전력)

정보통신에 있어서는 도시철도 역사내 범죄 및 테러, 재해발생 등에 대한 사항을 감시하기 위한 주요 시스템은 CCTV에 의존하고 있다. 그러나, 한정된 인원 및 장비로 필요한 모든 구역을 감시하는 것은 사실상 불가능하다. 서울메트로(서울시 1~4호선)에서 관리하고 있는 CCTV는 1000여대가 넘고 있어, 실제적인 예방 및 신속한 대처가 불가능한 상황이다. 이를 해결하기 위해서는 사고 추정 지역 및 재해 발생 추정 지역 등을 자동으로 탐색하여 모니터링 할 수 있는 방안 및 시스템 등의 개발이 이루어져야 한다.



<그림 7> 일본 JR East에 개발중인 역사보안시스템

2.3 연구방향

전력시설의 경우에는 아래와 같은 표준화된 정보통신시설의 연구가 요구된다.

- 기존의 접지시스템의 규격의 복잡성과 사고발생시 명확한 원인 분석이 어려워 이를 해결하고자 국제 기준에 근간으로 최적의 설계기준을 제시할 필요가 있다.
- 전식과 관련하여 도시철도 직류시스템에서의 전식에 대한 영향을 분석하고 이를 바탕으로 전식방지설비의 설치 및 설계기준을 제시할 필요가 있다.
- 해당구간의 계전기만 동작할 수 있는 선택형 지락보호계전시스템의 개발이 절실하며 이를 위해 시뮬레이션과 현장모의실험을 통한 지락보호시스템의 기능/동작을 분석하고 해외기술 등을 분석하여 선택형지락보호계전시스템을 개발할 필요가 있다
- 도시철도 및 간선철도의 지상구간 전차선로의 대부분의 부품은 항상 장력이 작용하고 있는 상태에서 진동에 의한 피로가 누적되어 파손되므로 전차선로 부품에 대한 피로특성 연구 및 성능향상 연구가 필요하다.
- 온라인 수명예측 시스템을 통해 내구연한이 도래하고 있는 설비에 대한 상태진단과 진단결과의 DB화, 데이터베이스에 근거한 수명예측과 교체주기 및 방안을 제시하는 시스템의 개발이 필요하다.

역사시설의 경우에는 아래와 같은 표준화된 정보통신시설의 연구가 요구된다.

- 기존 역사의 경우에는 주어진 시설내에서의 설비시스템의 최적화를 구현하며, 신설역사의 경우에는 설계시부터 고려할 수 있는 시설과 설비의 조합 방안을 제시하도록 해야 한다.
- 기존의 소음저감방안을 전면 재분석하여 다양한 구조형식 및 규모에 적합한 소음저감방안 및 핵심장치를 개발하도록 해야 한다.
- 지진분야에서 가장 선진국인 미국과 일본이 도입한 PBD설계기법을 도입하여 우리나라의 실정에 맞게 적용하도록 하고 기존 성능파악 후 목표성능 까지도 달할 수 있도록 경제적이며 효율적인 내진성능보강설비를 개발하여야 한다.
- 지하역사에 유입되는 외기가 오염된 공기로 인식되고 있기 때문에 공조설비와 더불어 공기정화설비를 구축해야 하는 상황에 이르고 있으므로 이를 고려한 시스템개발이 필요하다.

정보통신시설의 경우에는 도시철도를 운영하는 운영기관이 점점 다양화되고, 복잡해지고 있어 운영기관간에 표준화된 인터페이스가 요구되며, 특히 아래와 같은 표준화된 정보통신시설의 연구가 요구된다.

- 지하역사 및 터널과 공중선과의 망구성 연계 방안 및 통신장비의 기술규격 등에 대한 연구

- 재해관련 기관, 사령실, 역사, 검수원 및 승무원, 승객 등 도시철도에 관련된 기관 및 사람에 대한 원활한 커뮤니케이션을 위한 연구

3. 결 론

국내외 사회적, 기술적 동향을 고려한 결과, 국내도시철도시스템의 안전성을 획기적으로 향상시키고 국내 철도기술을 향상시키기 위하여는 도시철도시설에 대한 지속적인 기술개발투자가 이루어져야 하며 특히 그 동안 관심분야에서 제외되어 왔던 다음과 같은 도시철도시설에 대한 연구가 추진되어야 한다.

첫째 정보통신시설에 대한 표준화기준을 연구하고 차상·지상간 데이터 전송장치 및 종합감시장치에 대한 기술개발이 필요하다.

둘째 직류전력시설(접지, 전식 및 보호시스템) 표준화 기준을 연구하고 선택형 지락보호시스템, 전차선로 주요부품 및 전력설비 온라인 수명예측 시스템에 대한 기술개발이 필요하다.

셋째 역사시설에 대한 표준화기준을 연구하고 콘크리트 슬래브궤도 소음저감, 내진성능보강설비, 유해나 노입자 제거장치에 대한 기술개발이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] Thomas Barlo, Alan Zdunek, "Stray-Current Corrosion of Transit Support Structure", Infrastructure Technology Institute, 1993
- [2] Chien-Hsing Lee, Chien-Jung Lu, "Assessment of Grounding Schemes on Rail Potential and Stray Currents in a DC Transit System", IEEE Transactions on power delivery, 2006
- [3] 건설교통부, 도시철도표준화사업최종연구보고서, "도시철도 선로시스템 표준화 연구", 2006
- [4] IEC, IEC Publication 364-5-54, "Earthing arrangements and protective conductor", 1982
- [5] 대한전기협회 "전기설비기술기준", 2007