

도시철도 급전시스템의 표준 설계지침서 작성절차 및 적용 방안

Procedure to Lay Down a Standard Design Specification and Application on Urban Transit Power System

김주락* 오광해**
Kim, Joorak Oh, Kwanghae

ABSTRACT

Urban transit, which takes an important role of traffic volume, is operated in four different urban communities and constructed in two urban communities. However, the urban transit of each communities has different system in operation and construction. It is not efficient to construct and operate. Furthermore, is difficult to maintain urban transit system.

In this paper, the standardization of power supply system for urban transit has been performed to solve above problems.

1. 서론

최근 도심교통의 혼잡이 심화되면서 대도시 지자체에서의 도시철도 확충수요가 대폭 증가되었고 도시의 균형적인 발전 필요성 때문에 이 추세는 계속될 것으로 전망된다. 실제로 우리나라의 경부선, 호남선 등 주요 간선의 전철화 및 고속화사업과는 별도로 광역시 도시철도사업이 대대적으로 계획되어 진행중에 있다. 따라서 전철변전소, 전차선로, 차량기지 등 도시철도용 전력시설의 설계와 건설에 대한 수요가 증가일로에 있다.

그러나, 도시철도 구간에서의 누설전류가 전식을 일으켜 차량의 베어링부분을 손상, 탈선사고 발생 시킬 위험성이 있을 뿐만 아니라 인접한 가스관 등을 부식, 대형사고 유발의 가능성을 내포하고 있다. 또한 도심내부를 운행하고 있는 차량 및 급전시스템의 경우, 전자파 또는 전자기 유도현상에 대한 국민의 관심이 높아져 민원 발생, 도시철도 건설의 장애요소로 작용하고 있다. 실제 전력을 공급하고 있는 한국전력공사는 고조파규제 강화방침을 갖고 있어 향후 건설될 대규모 수용가는 대책제시 후 조건부 전력공급을 허용하고 있다.

더구나, 광역시 도시철도사업의 일환으로 추진되는 각 노선마다 별도의 기준으로 진행된다면 설계의 일관성을 잃거나 중요 고려사항에 대한 검토가 누락 또는 개략적으로 이루어져 설비소요 개수나 그 용량이 과소/과대하게 평가될 여지가 있다.

반면에 급전시스템의 구성과 각 설비의 용량 및 개수가 표준설계지침에 의해 적절하게 평가되어 적용되면 전철급전계통 전체의 운용의 신뢰성이 확보되면서도 투자비는 저렴하게 되므로 효과적인 경영개선을 기할수 있을 것이다.

* 한국철도기술연구원 주임연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

2. 도시철도 급전시스템 표준화

2.1 도시철도 급전시스템 표준화의 목적 및 개요

국내의 지하철은 1974년 시청-서울역간 1호선의 개통을 시작으로 현재 서울, 인천, 대구, 부산 등 4개 광역시에서 10여개의 노선이 운영중에 있으며, 광주, 대전 등이 지하철 개통을 목표로 건설중에 있다. 이렇듯 대도시의 교통수요를 상당부분 차지하고 있는 도시철도는 그 연장이 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 그러나 현재 국내의 도시철도 급전시스템의 설계에 대한 기반기술이 취약하여 외국기술에 전적으로 의존하거나, 외국기술을 그대로 도입하여 왔다. 또한 대도시 지자체마다 독립적으로 급전시스템 설계/건설을 시행함으로써 설계/건설시 중요 고려사항이 누락될 가능성이 있고 부실공사의 위험성이 상존할 뿐만 아니라 급전시스템의 다양화로 인해 운전유지기술의 교류가 불가능하고 보수유지비용이 증가할 수밖에 없는 실정이다.

한편, 외국의 경우 철도 선진국의 철도관련 연구소에서 체계적인 연구를 통해 자국 철도환경의 특수성을 감안하여 급전시스템 건설과 관련된 모델을 연구하였다. 즉, 급전시스템의 경제성 및 신뢰성 문제를 도시철도 전력급전시스템 설계/시공단계에서 근본적으로 해결하려는 노력의 일환으로 급전시스템의 표준모델을 검증·개발하고 전력설비의 설계/시공지침을 정립하였다. 가장 대표적인 예로는 일본의 “전기철도 급전시스템의 설계 및 시공표준”[1]을 들 수 있다.

건설 및 도시철도 급전시스템 표준화는 국내의 6개 광역시에서 운영 혹은 예정에 있는 도시철도의 급전설비 도시철도 건설 및 운영의 효율화를 위해 급전시스템의 표준모델을 개발하고 도시철도 전력설비의 설계/시공지침을 정립하기 위한 것이다.

2.2 도시철도 급전시스템 표준화 범위

급전시스템 표준화 연구는 연구의 성격상 다음과 같이 사업상, 급전방식상, 시설물상의 범위를 한정하여 최종연구 목표에 부합하는 방향으로 진행되어야 한다. 다음은 연구의 범위를 나타낸다.

(1) 사업상의 범위

- 도시철도 신규 급전시스템의 기본계획
- 도시철도 신규 급전시스템의 기본설계 및 실시설계
- 도시철도 기존 급전시스템의 시설개량 및 대규모 유지보수

(2) 급전 방식상의 범위

- 직류 급전시스템
- 교류 급전시스템

(3) 시설물상의 범위

- 송·수·변전설비
- 고압 배전설비(역사 및 차량기지 전기설비 포함)
- 전차선 설비

이상과 같은 범위내에서 연구내용은 그림과 같은 흐름을 갖고, 도시철도 급전시스템 표준모델의 개발과 도시철도 전력설비의 설계 및 시공지침의 정립을 위하여 급전시스템의 표준사양, 급전시스템 표준화 기준서, 핵심장치 국산화기술개발 및 설계 검증 및 시험을 위한 시뮬레이터의 구축이 이루어져야 한다. 이 것이 이루어진다면 위 (1)의 사업상의 범위에서 나타냈듯이 기존 시설의 개량 및 신규 시설의 계획 및 설계에 적극 반영토록하여 고비용, 저효율, 유지보수의 어려움 등의 문제점을 해결해 나가도록 해야 할 것이다.

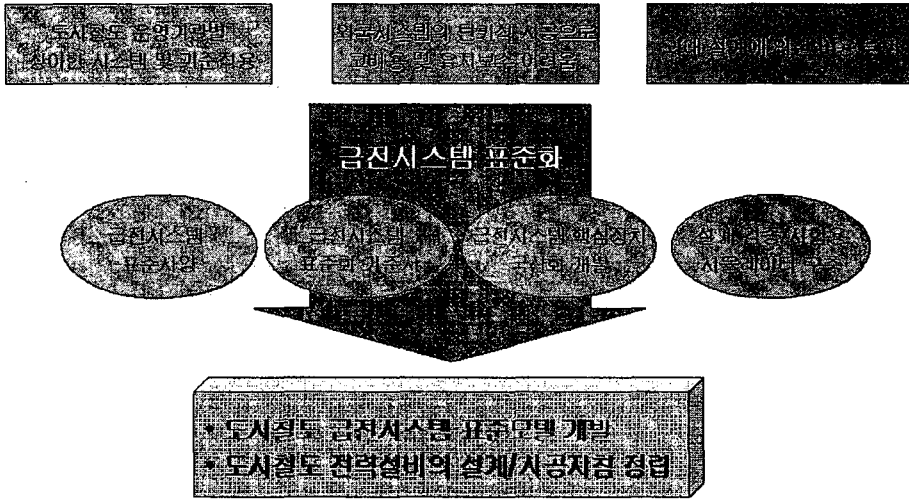


그림 1. 표준화 연구

3. 도시철도 금전시스템 표준설계지침 작성 절차

3.1 금전시스템 표준설계지침 작성절차

2장에서 기술한바와 같이 도시철도 금전시스템 표준화는 설계 및 시설물의 개발가치를 포함하고 있다. 그중 설계와 관련한 표준화 작업중 대표적인 것이 표준설계지침서이다. 표준설계지침서는 금전시스템 설비의 단품 표준화가 아닌 시스템 차원에서의 표준 설계를 지향한다. 이의 개념은 그림 2에 나타내었다. 그림은 새로운 시스템의 생산 혹은 건설시 수행되는 설계의 5단계를 나타내고 있다.

그림에서 보듯이 표준설계지침은 예비설계, 기본설계 및 상세설계의 일부분에 해당하는 설계단계를 포함한다. 즉, 개념설계를 통하여 시스템의 타당성조사가 끝난 시점에서 시스템의 예비설계와 기본설계를 거친 후에 시스템의 구성에 관한 부분적인 상세설계 단계까지를 표준화하는 것이다.

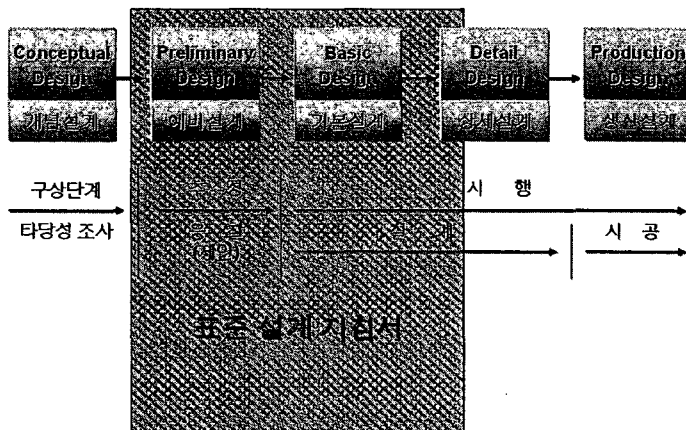


그림 2 표준설계지침의 범위

이상과 같은 범위의 설계단계를 포함하는 표준설계지침은 국내 도시철도 건설기관 및 운영기관의 급전시스템설계자료, 일본 급전시스템 설계지침, 프랑스 원계설비 구성자료 및 한전 전력설비 구성자료를 기초로 하여 2000년 직류급전시스템 표준설계지침 초안이 작성되었다. 이후 그림 3과 같은 순서로 개정되어 왔다.

이렇게 작성된 급전시스템 표준설계지침의 초안은 우선적으로 그동안 축적된 철도연구원의 연구결과와 반영과 현장적용성 검토를 위한 국내 철도관련·엔지니어링사의 수정 보완을 통하여 수정되었으며, 그림에서 보듯이 급전시스템 전문가 집단인 도시철도 전력분야 전문위원회를 조직하여 매년 2번씩의 위원회 개회를 통해 급전시스템 표준설계 절차(안) 및 급전시스템 표준설계 지침(안)이 도출되었다. 또한 현재에도 지속적인 위원들의 개별적 자문을 통하여 수정중에 있다.

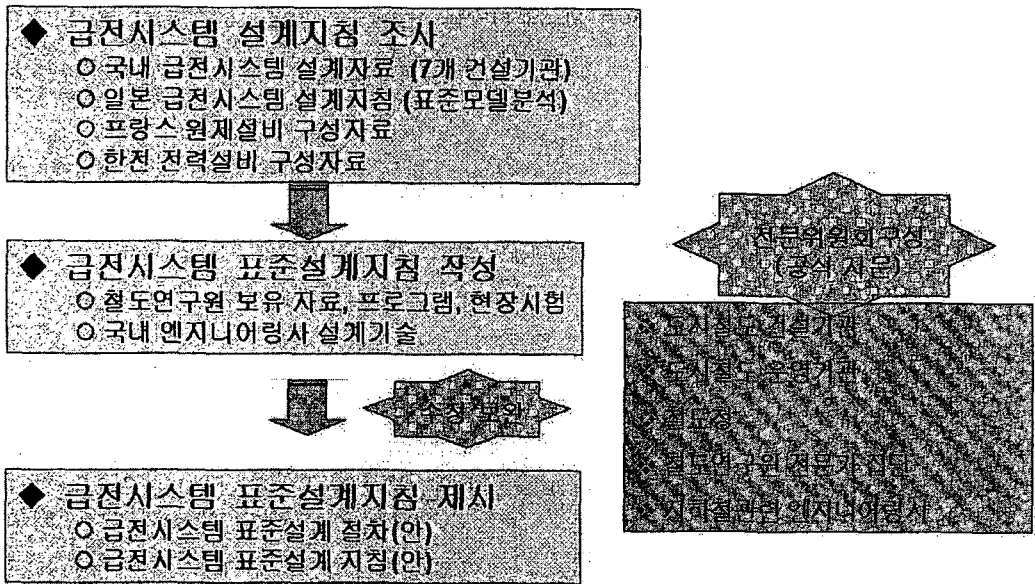


그림 3 급전시스템 표준설계지침 작성절차

3.2 급전시스템 표준설계지침 구성

현재까지 수정된 표준설계지침의 구성체계는 다음과 같이 도시철도의 전력설비의 모든 부분을 포함하도록 되어 있다.

- 1장. 수·변전 설비 : 전원공급계통, 변전설비의 구성, 각종 케이블 등의 규격 및 공사, 변전소 공사, 접지 방안, 전식 방지대책, 전력사령설비 등
- 2장. 역사전기 설비 : 전원공급계통, 부하구분, 전기실 설비, 배관배선공법, 조명·전열·동력설비, 저압간선 계통, 예비 전원 설비 등
- 전차선 설비 : 지상부 전차선로 구성 및 설비, 지하부 전차선로 구성 및 설비 등

이상의 구성은 대다수의 지자체에서 채용하고 있는 직류급전시스템에 대한 구성을 나타낸 것이며, 다음의 내용은 직류급전시스템 표준설계지침(안)의 일부를 발췌한 내용이다. 발췌한 부분은 1장의 수변전설비 부분으로 전원공급계통의 표준안을 제시하고 있다.

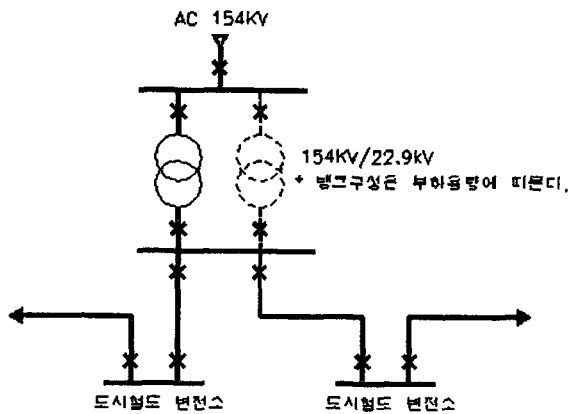
1장 수·변전설비

1. 전원공급 계통

1.1 수전 계통

- 1) 도시철도 변전소는 직접 수전을 원칙으로 한다. 단, 전력공급 사업자로부터 전력공급이 불가능한 경우에는 인근 도시철도 변전소로부터 연락수전 할 수 있다.
- 2) 수전전압은 AC 22.9kV 3φ4W를 원칙으로 한다. 단, 수전용량 등 전력공급 사업자와 협의시 AC 22.9kV 3φ4W으로 수전 불가시 AC 154kV 3φ4W으로 수전할 수 있다.
- 3) AC 154kV 3φ4W으로 수전시 AC 154kV / AC 22.9kV로 변압하여 도시철도 변전소 수전계통을 구성한다.

(계통구성 예)



- 4) 도시철도 변전소의 수전계통은 선로상의 도시철도 변전소 위치, 조건에 따라 다음에 제시되는 수전계통을 기준으로 선정 구성한다.

| 구 분 | 수 전 계 통 |
|-------------------------|--|
| 1회선 수전 + 1회선 연락수전 | <p style="text-align: center;">도시철도 선로의 말단에 위치하거나 차량기지 등에 시설되는 변전소의 수전계통</p> |

4. 결 론

본 논문에서는 도시철도 급전시스템 표준설계지침의 작성에 대한 연구결과를 보인 것이다. 이 표준 설계지침은 도시철도 건설 및 운영기관의 급전시스템 설계 및 시공의 일반적이고 주요사항에 대한 지침을 제시하여 도시철도 급전시스템의 전력공급 신뢰도를 높이며, 단순화된 구조를 갖도록 할 것이다.

또한 작성된 지침은 설계 시공상의 기본적 사항과 당분간 변화 없는 내용에 한하여 표준으로 정하며, 표준지침에 의해 규제되는 수치, 도표 등 유동적인 사항은 정기적으로 개정하고 바꿀 수 있으며, 이후 기술의 진보에 의하여 기준이 개정됨에 따라 설계, 시공을 진행하게 되지만 종래의 기준에 의해 시공된 설비에 대해서도 새로운 표준에 따라 순차적으로 개수해 나갈 것이다.

참고문헌

1. JR教本研究會編, “전기기술자의ための 전기이론-변전소일반”, 1971
2. 한국철도기술연구원, “도시철도 급전시스템 표준화연구”결과보고서, 2001, 2002

후 기

본 연구는 건설교통부의 도시철도 표준화사업으로 지원된 “도시철도 급전시스템 표준화 연구”과제의 연구결과의 일부입니다.