

전기공사기술로드맵 구축을 위한 방법론 및 공사기술 분류에 대한 연구

박동준*, 김정훈*, 장영길**, 김효진**, 김대식**, 백성현**
*홍익대학교, **한국전기공사협회

A Study on Methodologies for the Establishment of Electrical Works Technology Roadmap and its Categorization

Dong-Jun Park*, Jung-Hoon Kim*, Young-Gil Jang**, Hyo-Jin Kim**, Dae-Sik Kim**, Seong-Hyun Baek**
*Hongik University, **Korea Electrical Contractors Association

Abstract - In this study, methodologies for the establishment of electrical works technology roadmap and its categorization are proposed analyzing different technologies and organizations roadmaps, existing electrical works technology roadmaps, new technology roadmaps, and so on. These methodologies could contribute on the direction for R&D policies of the government and companies, the cooperation studies between academies, institutes, and enterprises, and new market formation.

1. 서 론

전기사용은 편리한 대신에 취급 시에 안전을 우선시하여야 하며 그렇지 않은 경우 전기화재, 감전 등의 인명사고로 연결되는 위험요소를 가지고 있다. 전기를 안전하게 사용하는 것도 중요하지만 먼저 사고의 발생이 최소화 되게끔 전기공사를 하는 것이 중요하다. 전기공사를 할 때에는 필연적으로 적용되는 기술이 있으므로 전기공사를 함에 있어서 먼저 전기공사 기술을 생각해 보지 않을 수 없다. 21세기의 모든 산업이 급격한 혁신으로 변하고 있으며, 이는 기존의 산업과 시장을 재정립하는 계기가 되고 있다. 전기공사 기술에 있어서도 예전과 많이 달라졌으며 지금 현재에도 놀라운 속도로 신기술이 새롭게 등장하고 있다. 이렇게 기술의 발전 속도 및 확산 속도가 가속화되어지고 있으며, 기술의 수명은 단축되고 있다. 이렇게 빠르게 변화되고 있는 기술에 대응하고 세계적인 기술 우위를 선점하기 위해서는 더 많은 연구 개발 투자가 이루어져야 한다. 또한 현재 이슈가 되고 있는 전력IT부분을 접목한 더욱 강화된 새로운 기술개발도 필요할 것이다. 한편, 연구개발에 대한 로드맵은 급변하는 경쟁사회 구도 속에서 필요하고 유용한 연구기획의 수단인 하나이며, 국가차원에서 보면 연구개발 예산의 효율적인 배분을 가능케 하고 산업차원에서는 정보에 대한 공유와 연구개발을 촉진시킬 수 있는 방안으로 활용되어지고 있다. 이렇듯 현재 선진국뿐만 아니라 우리나라 각 부문에서는 로드맵에 의하여 선택과 집중을 하고 있고 향후 미래에 대한 예견을 하고 있다. 국내의 대표적인 기술로드맵 관련 현황은 다음과 같다. 국가기술지도는 과학기술부와 17개 관계부처가 참여하여 10년 후인 2012년에 세계적인 경쟁력을 갖기 위해서 강화해야 될 전반적인 기술적·비기술적 요소들을 전망한 후 반드시 개발해야 할 핵심기술들을 도출하였다[1]. 산업자원부는 1단계(2000~2001) 무선통신기기, 전지, 로봇, 디지털 가전, 단백질 제품, 광섬유 2단계(2001~2002) 선박, 의료공학, 생리활성성분정제화, 추진장치, 멀티미디어, 컴퓨터기술의 대상 12개 분야의 산업기술로드맵을 작성한 바 있다[2]. 전력연구원은 가스발전, 석탄발전, 전력시장, 대용량 전력수송, 재생에너지, 연료전지, 초전도 등이 포함된 "전력기술 로드맵"이 작성되었다[3]. 전기안전공사의 경우에는 "전기안전 기술 로드맵 작성"에서 전기화재, 감전사고, 전기설비사고, 전기안전정책, 전기안전문화·교육 분야의 로드맵을 작성하였다[4]. 최근에 산업자원부는 전력산업연구개발사업 "미래환경에 대비한 전력선형기술 로드맵작성에 관한연구"에서 전력계통, 전기기기, 전력전자, 신·재생 에너지시스템, 고전압, 전기재료, 전기응용, 원자력 및 발전의 로드맵을 작성한 바 있다[5]. 한편, 선진국의 경우를 보면 미국 전력연구소(EPRI : Electric Power Research Institute)에서 1999년 전력기술 중 핵심부분에 대해서 기술로드맵을 작성하였고, Electricity Technology Roadmap (2003)과 Electric Power Industry Technology Scenarios(2005)를 통해 2010, 2025, 2050년 등 중/단기, 장기, 장기적 전력산업 혁신 중점과제를 제시하고, 4개 시나리오에 따른 기술개발 전략을 제시하였다[6]. 일본 정부는 "Energy Technology Vision 2100"을 발표하였는데, 공통분야, 민생분야, 운수분야, 산업분야, 전환분야 등의 5개 분야의 달성 목표를 제시하였다[7]. 이와 같이 빠르게 변화되고 있는 기술에 대응하고 세계적인 기술 우위를 선점하기 위한 선진국의 노력에 대응하고 국제 경쟁력을 갖추기 위해서는 공사기술로드맵에 의한 집중과 선택이 필요하다. 특히, 우리나라 전기공사산업은 지속적으로 발전하고 있으며, 최근에는 전력IT

에 의하여 개발될 제품을 도입할 새로운 공사 기술에도 대비하여야 할 필요가 있다. 공사기술 로드맵을 효과적으로 작성하려면 국가 및 유관기관들의 로드맵과 연동을 해야 하는 특징이 있고 이에 따른 공사 신기술을 적용해야 할 필요가 있어 기존의 로드맵과는 차별적 요소가 있다. 이에 따라 본 논문에서는 이에 적합한 새로운 로드맵 구축 방법론을 제안하고 이를 위하여 체계적인 전기공사를 분류하는 방법을 시도하였다.

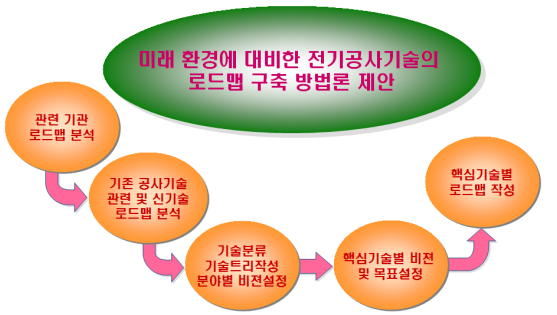
2. 본 론

2.1 전기공사의 특징

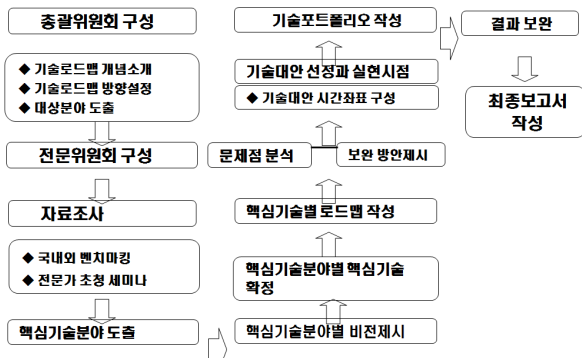
공사는 전통적으로 건축공사와 토목공사부터 발달하기 시작하였다. 이 두 가지 공사의 발달 후에 19세기말 에디슨에 의하여 전기가 도입되고 제임스 와트에 의하여 증기기관이 발명된 후 공사에는 전기공사와 설비공사 등이 포함되어 왔다. 전기공사는 사용목적에 따라 전기공사, 건축공사, 토목공사, 통신(설비)공사로 구분할 수 있으며, 기술전공에 따라서는 건축공사, 토목공사, 기계공사, 전기공사, 통신공사로 구분할 수 있는데 사용목적과 기술전공은 서로 동일하여 혼동이 일어날 수 있다. 따라서 이들 중에서 사용목적에 따른 분류는 전기시설공사, 건축시설공사라 할 수 있고 두 번째 기술전공에 따른 공사는 전기설비에 관련된 공사로 볼 수 있다. 여기서 시설공사들은 설비보다 규모가 커서 이를 건축공사라 하고 기술전공자들이 하는 것은 건축설비공사라 한다. 그러므로 전기공사라 할 수 있는 조명 등의 시설, 설치공사와 보일러 등 설비를 설치하는 설비공사 등이 모두 포함된다. 전기설비공사는 기술전공에 따라 나눈 전기공사로서 전공이 전기기술자일 때의 전기공사를 말한다. 다시 말해서 전기설비공사는 거의 모든 건축공사와 토목공사에도 이것이 포함되어 있다. 예로 다리는 가로등이 필요하고, 남산타워에는 조명과 엘리베이터 등이 당연히 필요하다. 이처럼 전기 없이는 조명과 전동기가 동작하지 않게 되므로 토목공사에서도, 건축공사에서도 전기설비공사가 필요하고 이 전기공사를 가리켜 전기설비공사라 하는 것이다. 전기공사는 이제껏 사용하던 그대로 전기사용의 목적을 가진 시설을 공사하는 것을 전기공사라 한다. 다음으로 공사순서를 분석해보면 다음과 같다. 일반적으로 공사하면 많이 떠올리는 토목공사와 건축공사는 토공사 - 기초공사 - 골조공사 - 지붕 - 벽 - 방수공사 - 외장공사 - 창호공사 - 단열공사 - 마감공사 - 설비공사 - 인테리어 및 가구공사 - 마무리공사의 순서로 진행된다. 전기공사의 경우도 기본적인 순서는 유사하나, 전기공사사업법시행령 제2조에 따라 전기 부분만 상세히 살펴보면 발전 - 송전 - 변전 - 배전 - 부하설비로 나누어지고 부하설비로는 전기철도 등이 해당된다. 이상에서 살펴본 바와 같이 전기공사기술은 공법 개발에 있어서는 독자적이나 대부분 토목공사, 건축공사, 통신공사 등의 관련 기반기술 및 응용기술이 완성된 후에야 설치기술이 확립되므로 전기 관련 다른 기관의 기술로드맵을 검토하고 이를 바탕으로 해야 하는 특징이 있다. 따라서 본 논문에서는 다른 분야 및 기관의 기술로드맵을 분석하고 이를 기반으로 하여 전기공 기술로드맵을 구축하기 위한 방법론을 제안한다.

2.2 전기공사 기술로드맵 구축의 추진 방법론 제안

앞서 언급한 바와 같이 전기공사 기술로드맵은 먼저 타 기관 및 기술의 기술로드맵을 분석하고, 기존 공사기술 관련 로드맵 및 전력 신기술 관련 로드맵을 분석하는 한편, 최근에 전기공사협회에 의해 수행된 중장기 개발계획의 내용을 반영하여 기술로드맵 구축의 첫 번째 작업을 수행한다. 이 초안은 설문조사를 통해 의견이 수렴되고 총괄위원회 및 전문위원회, 두 가지 체제의 심의가 이루어진다. 총괄위원회는 기술로드맵 개념 설계, 방향 설정, 대상 기술분야 도출 등의 역할을 수행하고, 전문위원회는 핵심기술 도출, 기술로드맵 작성 등의 역할을 수행하게 된다. 이어서 자료 조사, 핵심기술 확정, 핵심기술별 로드맵 작성 등을 거쳐 기술로드맵을 작성하게 된다. 이를 <그림 1>에 요약하였고, <그림 2>에는 전기공사 기술로드맵의 구축 시 상세 절차를 나타내었다.



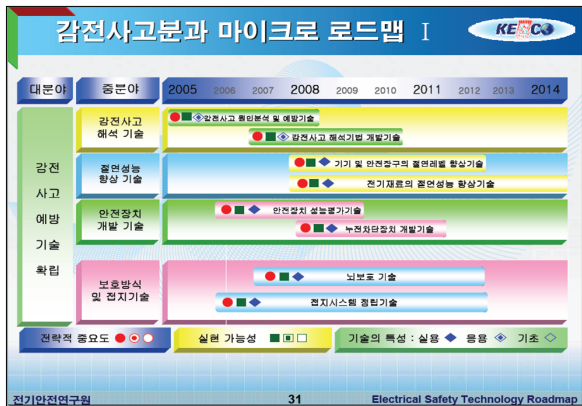
〈그림 1〉 전기공사 기술로드맵의 구축 방법론 제안



〈그림 2〉 전기공사 기술로드맵 작성의 상세 절차

2.3 관련 기관 기술로드맵 분석

전기안전공사의 전기안전 기술로드맵은 감전사고분과 로드맵, 전기설비 사고분과 로드맵, 전기안전정책분과 로드맵, 전기안전문화·교육분과 로드맵 등으로 구성되어 있으며, 감전사고분과 로드맵의 예를 다음 <그림 3>에 나타내었다.



〈그림 3〉 전기안전공사 감전사고분과 로드맵



〈그림 4〉 전력연구원 전력계통 총괄 로드맵 일부

전력연구원의 전력계통 총괄 로드맵의 대표적인 내용으로 HVDC 개발, FACTS 개발, 초고압 송변전 기술, 대용량 지중송전 기술, 전력계통 연계 및 협조운용, 전기환경 및 품질 기술 등이 있으며, 이를 전체적으로

앞의 <그림 4>에 나타내었다.

2.4 공사협회 자료 분석

이 중에 공사협회의 공개자료실의 자료 분석은 기기/설비, 기술, 이론, 툴, 행정(단가, 자격), 용어사전 등의 카테고리 하에서 상담, 기술자문 및 해설 등에서 언급되는 세부 기술들을 분석하는 것으로서 그 분석 예를 다음 <그림 5>에 나타내었다.

기기, 설비	보호계전기, 축전지, 전선, 변압기, 피뢰기, 송강기, 변류기, 차단기, 조명, 발전기, UPS, CLR, MOF, 절단, 펌프, 감지기
기술	외력발전에서 재열사이클 채택시 열효율 향상, 전력중 부하곡선, 부하곡선, 부하일도, 전기철도전원공급방식, 심야전기적용성여부검토, 유전절정, 전력주요통계지표, 초전도 전력장치, 원격검침, 케이블 트레이 및 배관관리, 전기설비기술기준 절연인신사태검, 시공기술양성교육과제, 내선규정과제, 연장실무자료, 직류절도 단선도, 절차, 난연도로 시공방법 및 사전 연소방지도로 등의 성능에 관한 기술기준, 소방시설용 특수감지기에 관한 기준, 배전중도, 자동제어장치도, 단선결선도, 화재감지회로, 고압수용기 단락용량
이론	특수상대칭이론, 전자기학의 기초지식, 전압변동률, Laplace, 전기자반작용, 임피던스 등용제어공학, 원주율과 파이, 외이탈터빈의 수학적 모델링, 피라미드 선형대수학, 삼차방정식, 선술용공기 가이딩, 단위법, 단위비율, 선로중점용량, 오상불평형팩트, 스코트트위스트 수전방식, 전기설비이론, 고조파 억제용 수동필터, 저압회로 단락전류산출방법, 전력공학공학
TOOL	busbar 맥타관련 계산프로그램, NOIS.SETUP, 시공도를 읽고 빠르게 그릴 수 있는 프로그램
행정 (단가, 자격)	전기설비관련 행정처리 절차 및 관련법 발췌, 전기공사 시공자격 검토품, 교통신호설비 시공 자격검토, 시공능력평가, 연도별 시공도임단가 및 적용도임단가, 대관연동, 검사업무절차, 시공, 건설공사 부실방지 종합대책, 설계장선, 광통신 공사비 단가, 국가기술자격증, 배전단기, 계보자료
용어사전	전기용어, 약어, 컴퓨터정보통신용어사전, 철도신호용어 해설 및 약어

〈그림 5〉 전기안전공사 자료실 기술분석의 예

3. 새로운 전기공사기술 분류방법 제안

기술로드맵 작성 시에는 기술의 분류가 체계적으로 이루어져야 하는데, 전기공사에 대한 정의, 전기공사협회의 자료실 기술분석, 신기술 자료분석, 다른 로드맵의 공사기술 등을 모두 종합 분석하여 전기공사기술의 새로운 분류방법을 제안한다. 수집한 자료를 다각적으로 분석한 후 전기공사의 각 단계와 결합하여 다음과 같은 4단계 분류를 제안하였다.

〈표 1〉 4단계 전기공사기술 분류의 예

1단계	2단계	3단계	4단계
설계 기술	대용량 전력수송 설비 설치 기술	HVDC 기기 개발 및 운용 기술 초고압 송·변전 기술	HVDC 설비 설계 기술 초고압 설비설계 및 해석 기술
유지 기술	전기환경 친화 기술	초고압 송전선로 활선 공법 기술	송전선로 활선 공법 기술 직(간)접 활선 공법 기술 헬기 활선 공법 기술

4. 결 론

본 논문에서는 타 분야 및 기관의 기술로드맵, 기존 공사기술 관련 및 전력 신기술 관련 로드맵, 전기공사협회의 중장기 개발계획 등의 분석을 기반으로 하여 전기공사 기술로드맵 구축을 위한 방법론과 로드맵 구축시 진행되어야 하는 기술분류 방법론을 제안하였다. 이러한 방법론의 구축을 통해 전기공사산업계의 R&D 지원이 로드맵 방향 설정에 따라 선택과 집중을 통해 투입될 수 있고, 산학연 공동 연구 증대로 업계의 기술개발 관련 위험이 경감되며, 신규시장 창출 및 틈새시장 침투를 용이하게 할 것으로 판단된다. 향후에는 제안한 방법론을 전기공사기술의 중장기 로드맵 구축과 기술 분류에 실제로 적용하여 그 장단점을 분석하고 더 보완된 방법론을 구축하는 연구가 추가적으로 요청된다.

감사의 글
본 연구는 한국전기공사협회 (KECA-2007-01)의 지원에 의하여 수행되었음

[참 고 문 헌]

- [1] 과학기술부 등, 국가기술지도(1단계)-핵심기술도출, 2002
- [2] 산업자원부, 한국산업기술재단, 산업기술로드맵, 2004
- [3] 산업자원부, 전력연구원, 전력기술 로드맵 설계를 위한 기본연구, 2002
- [4] 산업자원부, 전력산업구조개편에 따른 중장기전기안전정책방향 연구 [III], 2004.
- [5] 산업자원부, 미래환경에 대비한 전력선행기술 로드맵 작성에 관한 연구, 2006
- [6] EPRI, Electric Power Industry Technology Scenarios, 2005
- [7] AIST, Energy Technology Vision 2100, 2007