

전기공사업 노동시장의 인력수급 불균형에 관한 연구: 기술·기능인력의 수급격차에 대한 시뮬레이션

The Study on Imbalance for Labor Supply and Demand in Electrical
Construction Business : Simulating the Supply and Demand Gap of
Technical Engineer

박흥희*

Park, Houg-Hee

Abstract

Electrical construction business has public and professional characters. It may require appropriate interventions of the government because these business activities stand for not only profit-seeking competition, but also supplies of one of the key functions in our society. In other words, public benefit and private benefit are still in existence. The government therefore considers such an aspect of public importance of the business sector and needs to plan to adjust technical and engineering manpower of this market.

This study focuses on the imbalance for labor supply and demand of technical engineer in electrical construction business. A system dynamics analysis is applied to understand and simulate the imbalance as a soft approach. It has the merit of causal loop diagram to alleviate the limitation of data lack problem.

We find that excess demand is expected from 2010 to 2011, and excess supply is predicted from 2012 to 2021 about the manpower of technical engineer. It shows considerable disagreement between the supply and demand of human resource. So we suggest that it is strong necessity to construct statistics infrastructure for a manpower supply and demand plan.

Keywords: 시스템 다이내믹스, 인력수급 불균형, 수급격차의 시뮬레이션, 전기공사업
(system dynamics, imbalance for labor supply and demand,
simulating the supply and demand gap, electrical construction)

* 한국전기산업연구원, 선임연구원(단독저자, parkhoughhee@hanmail.net)

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

전기공사업은 일반적으로 전력계통을 위한 설비 등을 설치·유지·보수 공사 및 관련 부대공사를 담당하는 산업이다. 전기공사업은 외부적으로 국가의 중요한 기간산업으로서 사회성 및 공공성을 가지고 있으며, 내부적으로는 「전기공사업법」상 등록을 통한 수주경쟁 특성을 갖는다. 즉 전기공사업은 공익성 유지와 사익인 이윤추구라는 복잡성을 갖고 있다고 볼 수 있다.

최근 전기공사업은 전력계통의 안정성 확보에 따른 신규 발전설비 확대, 양방향 중심의 전력관리체계 구축, 스마트그리드에 따른 수요·공급의 변화 등의 대·내외적 환경변화를 겪으면서 전기공사업의 인력수급 구조에 변화가 예상된다. 이러한 인력수급 구조변화는 전기공사업의 복잡성으로 단순히 개인기업의 이윤극대화를 위한 인력관리전략으로 보기에는 여타 산업분야 미치는 과급효과가 크다고 볼 수 있다. 특히 인력수급문제는 단기간에 해결되는 것이 아니라 중장기적인 계획 하에 지속적인 인적자원관리를 요한다.

그러나 전기공사업은 현재 인력수요와 공급의 불일치현상을 겪고 있다.¹⁾ 이러한 불일치 현상은 단순히 양적측면에서 수급불일치인 초과공급 및 초과수요 문제가 아니라, 전기공사업의 산업특성과 관련 정보 부재 및 불일치에 따른 시장구조의 문제로 볼 수 있다. 전기공사업 노동시장은 관련 훈련기관 및 정기 교육제도를 통하여 신규 인력공급이 이루어지나, 전기공사업의 사회적 인식과 작업환경의 특수성에 따른 위험의 불안감이 겹쳐 신규 공급인력의 진입 기피현상이 두드러지고 있다. 그리고 전기공사업체는 50%이상이 중소기업체인 바, 지속적인 자금운영의 어려움으로 인하여 인력운영이 공사수주에 따른 팀별 운영체제로 운영되는 실정이다. 또한 수요자가 요구하는 인력수준 관련 정보에 따라 인력공급이 이루어지 않는 정보 부재 및 불일치로 인하여 노동시장이 불균형이 발생되고 있다.

현재 전기공사업은 산업 특수성에도 불구하고, 일반적인 기업과 달리 자체적으로 인력수급계획에 따라 체계적으로 인력공급이 되지 않는다. 즉 이러한 상황을 종합하여 볼 때, 초과수요와 초과공급에 대한 정부 등의 개입 필요성이 강하게 제기된다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 현행 인력수급 불균형을 해소하기 위해서는 현재 노동시장 여건을 반영하여 전기공사업 기술·기능인력 수급 불균형을 분석할 필요가 있다고 판단하였다. 왜냐하면 현재 노동시장 여건에 따른 인력수급 현황분석과 그에 따른 구조별 차별화된 인력관리정책이 가능하기 때문이다. 즉 정부는 본 연구결과를 기초하여 일시적인 초과수요 발생시 이탈자

1) 이상돈 외 5명(2010), pp.2-3와 이의규(2009) pp.57-58 참조

의 유입을 유도하고, 장기적인 초과공급이 발생시 교육인원 축소 및 다른 분야 전환을 위한 홍보 등의 정책 등을 취할 수 있을 것이다.

2. 연구의 범위 및 방법

인력수급은 주기성을 가지고, 지속적으로 진행되어야 하므로 많은 비용과 시간이 소요된다. 과거 전기공사업은 산업규모가 상대적으로 작고 정부 등의 관심대상이 아닌 바, 관련 통계인프라구축이 미비하였다. 그리고 일부 축적된 자료도 기간이 상당히 단기간이어서 통계적 기법 등을 적용하여 추정하기에는 일정부분 한계가 있다.

우리나라는 인력수급 추정시 미국 노동통계국의 모형(BLS모형)을 자주 활용하고 있다. 본 연구에서도 미국 노동통계국의 모형(BLS모형)을 적용하여 보았으나, 인력수급 관련 자료 한계 등으로 인하여 신뢰성에 문제가 발생하게 되었다. 따라서 본 연구는 이러한 자료의 한계점 등을 감안하여 시스템적 사고를 이용한 시스템 다이내믹스 모형을 이용하고자 한다. 물론, 정량적인 분석이 어려운 경우, 정성적인 분석이 가능하므로 이를 통하여 살펴볼 수 있다. 그러나 정성적인 분석(설문지 등)은 많은 시간과 비용이 소요되나, 지속적인 경제상황 변화를 반영하기 어려운 한계점이 있다. 그리고 본 연구는 현재 전기공사업 노동시장 불균형성에 대하여 단기적 분석에 그치는 것이 아니라, 장·단기 분석을 통하여 정부 등의 인력자원전략의 필요성 및 체계적인 관리의 중요성을 제기하고자 한다.

본 연구는 인력수급 구조분석을 위하여 활용할 수 있는 자료의 축적기간 등을 고려하여야 하는 바, 모형의 추정기간은 2010년부터 2021년까지로 하였다.²⁾ 특히, 경력별 인력수요 비율 및 등록자 현황, 직업유지 및 이탈요인의 계량화에 따라 2010년부터 추정하였다.

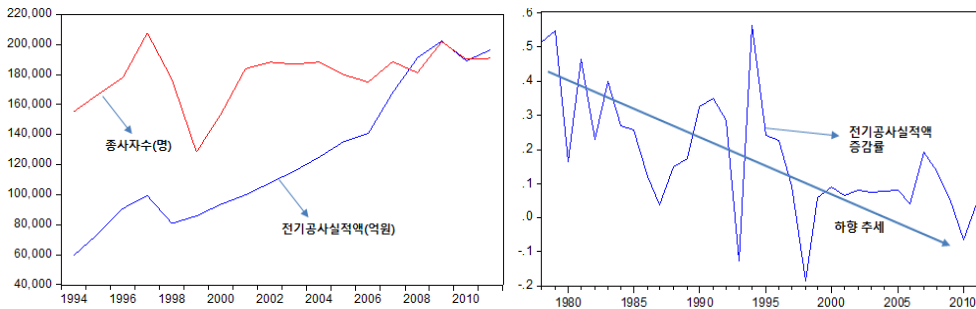
II. 전기공사업 노동시장의 이론적 균형 및 선행연구 고찰

1. 전기공사업의 현황

전기산업은 공공성 및 전문성을 요하는 산업으로 「전기공사업법」 제11조 분리발주제와 건설공정 단계 중 일부분으로서 경기변동에 민감하게 반응하며, 특히 정부정책 및 건설경

2) 우리나라에서 자주 활용되는 미국 노동통계국의 BLS모형은 예측기간을 10년으로 하고 있는 바, 10년 동안을 추정하였다. 인력수급 비교기간은 전기공사업에서 큰 비중을 차지하고 있는 한국전력공사의 송·배전공사 수주경쟁이 2년마다 있고, 아파트 등의 대규모 공사는 평균 2년정도 소요되는 바, 이러한 전기공사업의 인력수급 특성을 고려하여 2년 단위로 수급상황을 살펴보았다.

기 등의 외부요인에 직·간접적인 영향을 받는다. 전기공사업인 전기산업은 과거 정부의 대규모 개발 및 건설경기의 활성화로 인하여 집약적인 성장을 이루었으나, 최근 세계경제의 여파, 국내 경제상황 악화, 국내 건설경기의 둔화 등의 영향을 받아 소폭 상승추세에 있다. 이러한 상승추세도 물가상승률을 고려하면 실질적으로 저성장구조하에 놓여 있다고 볼 수 있다. 통계청의 고용관련 자료에 의하면, 전기공사업의 종사자(피고용인, 저량)는 거의 정체되어 있는 것을 알 수 있다.



[그림 1] 연도별 전기공사실적액 및 증감률, 종사자수 추이

2. 수요·공급 이론을 이용한 전기공사업 노동시장의 이론적 균형 고찰

1) 전기공사업 노동시장에 대한 수요특성

전기공사업은 「전기공사업법」 제11조(전기공사 및 시공책임형 전기공사관리의 분리발주)에 따른 전기공사업의 공공성 및 전문성(특수성) 요인이 작용되어 건설시장 등에 영향을 받는다. 또한, 「전기공사업법」 시행령 제6조(공사업의 등록등)의 법률요건에 의하여 국가기술자격자 1명이 포함된 최소 3명이상 전기공사기술자를 고용하도록 등록기준으로 규정하고 있다. 따라서 법률적 등록기준이 일정부분 수요요인으로 작용되기도 한다고 볼 수 있다. 그리고 전기공사업은 수주산업인 바, 정부의 관급공사와 민간 대규모 개발사업³⁾ 등은 일시적으로 수요증가 요인으로 작용한다고 볼 수 있다. 또한, 전기공사는 건설 공정단계에 일부분인 바, 장기측면에서 건설 산업의 경기상황에 직·간접적 영향을 받는다고 사료된다. 전기공사업 노동시장의 수요함수는 Q_d 로서 X_1, X_2, \dots, X_n 는 수요에 영향을 주는 대내외 경제요인(한전, 개발사업 수주발주 등), 사회·행정요인(인력수요관리 정책 등), 법률요인(등록제, 분리발주제 등) 등을 의미한다.

3) 한전은 송전 및 배전의 유지보수를 위하여 2년마다 경쟁 입찰을 실시하고 있으며, 정부의 재개발 및 신도시 개발(행복도시, 기업도시, 혁신도시 등)에 따른 특정기간동안 대규모 수주가 발생한다.

$$Q_d = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \dots\dots\dots (1)$$

2) 전기공사업 노동시장에 대한 공급특성

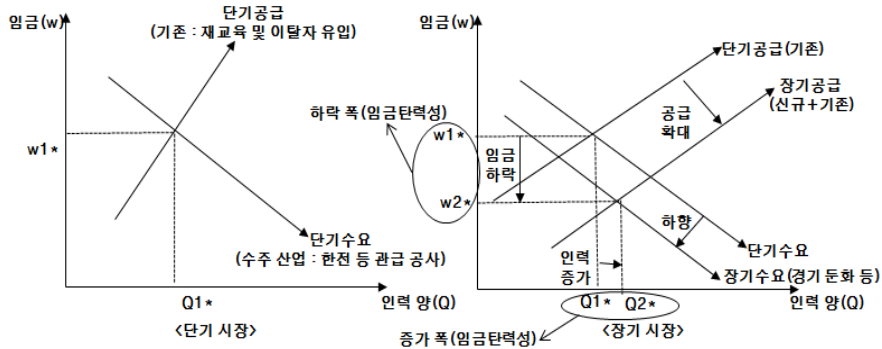
전기공사업의 인력공급은 공공성 및 전문성이라는 명제 하에 일정기간 특정기술(발전, 송전 및 배전 등)을 습득하여 종사하는 전문영역이므로 단기적으로 외부에서 신규공급이 어렵다고 볼 수 있다. 단기 공급은 기존인력의 공급으로서 재교육 및 다른 직종으로 이직 한 자의 유입을, 장기 공급은 기존인력 외에 추가로 교육기관 등을 통한 신규인력 유입을 가정한다. 전기공사업 노동시장의 공급함수는 Q_S 로서 Z_1, Z_2, \dots, Z_n 는 공급에 영향을 주는 임금체계, 제도요인(교육훈련 및 승급제도, 자격증제도 등), 사회·행정요인(인력공급관리정책, 사회인식 및 작업환경 등) 등을 의미한다.

$$Q_S = f(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \dots\dots\dots (2)$$

3) 수요공급 이론에 따른 장·단기 균형예측 및 동적균형 인과지도

전기공사업의 수요·공급곡선 형태 등은 일반적인 수요·공급곡선의 가정에 따르되, 전기공사업의 개별성에 따라 임금탄력성 및 수요·공급곡선의 이동은 달라질 수 있다는 것을 가정하여 전기공사업 노동시장의 장·단기 균형을 본 연구에 맞게 간략히 살펴보고자 한다. 단기경우 신규공급이 어려우나, 「전기공사업법」상 등록요건을 충족하기 위한 법률수요, 분리발주제 및 한전의 유지보수 등의 일정한 시장수요가 존재한다. 따라서 단기경우 임금은 $w1^*$, 노동량은 $Q1^*$ 에서 결정된다고 볼 수 있다.

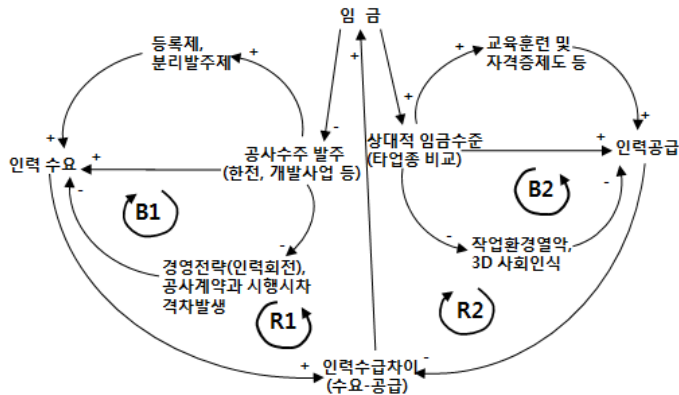
그러나 장기 경우 신규인력 공급이 가능한 바, 단기공급곡선 대비 장기공급곡선은 우하향 이동하고, 현재 경기둔화 현상이 지속되는 경우 단기수요곡선대비 장기수요곡선은 좌하향 이동할 것으로 예상된다. 이러한 장기공급 및 수요곡선의 이동은 임금의 경우 임금 탄력성 정도에 따라 $w1^*$ 에서 $w2^*$ 로 하락시키고, 노동량의 경우 $Q1^*$ 에서 $Q2^*$ 로 증가시킬 것으로 예상된다. 전기공사업 노동시장의 장·단기 균형고찰은 전기공사업의 인력시장에 대하여 제한적 가정 하에 이루어지는 것이다. 우리나라의 경제상황의 가변성 및 글로벌 유동자금 등의 경제 환경변화를 고려할 경우 추론상 한계점을 갖는다.



자료: 박홍희(2013), p18 <그림 6> 재작성함

[그림 2] 수요공급 이론을 이용한 전기공사업 장·단기 노동시장의 동적균형 예측과정

수요공급이론에 기초하여 전기공사업 노동시장 동적균형 예측과정을 [그림 3]과 같이 인과지도로 작성하여 볼 수 있다. 알프레드 마샬(Alfred Marshall, 1842-1924)은 수요와 공급이라는 가위의 양날을 통하여 장·단기 시장균형이 성립된다고 주장하였다. 알프레드 마샬의 수요·공급이론에 따라 전기공사업 노동시장의 동적균형은 수요·공급요인과 임금 및 인력수급차이에 따른 순환적인 인과관계를 통하여 달성된다고 판단된다. 예를 들어, 임금은 수요요인(B1)와 공급요인(B2)에 영향을 주고, 인력수급차이는 다시 임금에 영향을 주는 R1 및 R2루프를 통하여 초과수요 및 초과공급의 불균형성을 해소할 것으로 사료된다. 그러나 현재 전기공사업 기술·기능인력 수급구조는 불균형현상이 지속되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 이러한 불균형현상을 시뮬레이션을 통하여 그 양상 및 지속성 여부 등을 살펴보고자 한다.



[그림 3] 전기공사업 장·단기 노동시장의 동적균형 인과지도

3. 인력수급 관한 선행연구 고찰

국내 전문기술인력에 대한 수급 관련 선행연구는 건설기술·기능인력, 과학기술인력, 전력 기술인력 등을 대상으로 수요·공급 모델 추정을 통한 방법으로 이루어졌다. 모델 추정에 사용된 방법은 미국 노동통계국의 BLS모형, 이중지수평활화모형, 추세모형, 회귀분석모형, 시스템 다이내믹스 모형, 설문지 및 전문가 델파이조사방법 등이 다양하게 이용되었다. 본 연구는 전기공사업 기술·기능인력 수급구조 분석연구를 위한 관련 선행연구로 다음과 같이 정리하였다.

〈표 1〉 선행연구의 인력수급 추정방법 요약정리

구분		추정 방법
이상돈외 5명 (2010), 이의규 (2009)	수요	<ul style="list-style-type: none"> · 수요=성장수요+대체수요(미국의 BLS모형 이용) · 성장수요=취업계수 전망치×생산액 전망치 · 대체수요=성장수요_{t-1}×탈락률
	공급	<ul style="list-style-type: none"> · 전공 신규공급자=졸업자수 예측×경제활동 참가율 · 전기사업 신규공급자=전공 신규공급자×전기산업 유입비율(전공 및 산업별 행렬이용, 한국직업능력개발원 조사자료 이용)
김지혜 (2009)	수요	<ul style="list-style-type: none"> · 건설투자와 건설기능인력 수요의 상관분석 · 건설기능인력 수요(회귀분석)=상수항 + 건설투자
	공급	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 다이내믹스 모형[건설기능인력의 구조(훈련생, 일반인, 외국인 인력), 진입, 이직, 숙련형성 구조, 작업환경 등]
이상돈 (2008)	수요	<ul style="list-style-type: none"> · 수요=성장수요 대체수요(미국의 BLS모형 이용) · 성장수요=취업계수 전망치×생산액 전망치 · 대체수요=성장수요_{t-1}×탈락률
	공급	<ul style="list-style-type: none"> · 신규공급(학력인구전망→진학률을 고려한 학생수 전망→졸업생수 전망→전공 및 직업별 공급전망)
김지혜 (2008)	수요	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 다이내믹스 모형(건설계약액, 임금수준, 노무비율 등)
	공급	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 다이내믹스 모형[인력공급구조(일반공, 준기공, 외국인 인력), 진입, 이직, 숙련형성 등]
이용석외 2명 (2006)	수요	<ul style="list-style-type: none"> · 전력산업 인력수요=취업자 수+대체수요 · 취업자 수=전력산업 생산액 전망치× 전력산업 취업계수 전망치 · 취업계수=전력산업 취업자수/ 전력산업 부가가치액 · 대체수요=취업자수_{t-1}×탈락률
	공급	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템 다이내믹스 모형[전문대(전기), 대학(전기공학), 대학원(전기공학)인력 전망]
박환표외 2명 (2005)	수요	<ul style="list-style-type: none"> · 수요=건설기성액/건설기술자 1인당 생산성 · 1인당 생산성은 과거 건설기성액과 종자자 수를 이용한 로그추세 예측, 건설기성액은 외부기관의 전망결과를 이용
	공급	<ul style="list-style-type: none"> · 건설기술인력=건설기술인력_{t-1}+이공계 대학 졸업자중 건설업 취업자+신규진입 건설기술자(특급, 고급, 중급) +고졸 진입자

Ⅲ. 전기공사업 기술·기능인력의 수급 불균형 분석

1. 기술·기능인력의 수요구조 분석 및 추정

1) 수요요인 관련 주요 변수설정 및 추정

전기공사업의 기술·기능인력의 수요모형은 전기공사실적액 증감률, 명목임금상승률, 경력별 기술자 비율, 기술 및 기능공 비율, 노무비율, 연간 현장 작업일수, 인력 회전 운영 등의 영향을 받는다. 경력별 기술자 비율과 기술 및 기능공 비율은 이상돈외 5명(2010)과 이의규(2009)의 전기공사업 실태조사 설문결과, 연간 현장 작업일수 및 노무비율은 실제 공사자료를 이용하여 추정하였다. 인력 회전 운영 자료는 전기공사업체 운영자와 면담 등을 통하여 구축하였다. 그러나 전기공사실적액 증감률 및 명목임금상승률은 외부에서 주어진 자료로서 예측이 필요하다.

먼저, 전기공사실적액 증감률 추정은 최근 데이터에 가장 큰 가중치를 부여하는 단일변량 추정방법 중 하나인 지수평활화모형을 이용하였다.⁴⁾ 지수평활화모형은 과거 데이터에 이동평균 또는 가중이동평균 등의 방법을 통하여 시계열의 불규칙 변동을 제거하는 방법이다. 지수평활화모형은 모형의 차수에 따라 일반적으로 단순(계절)지수평활화(SES)⁵⁾, Brown의 1모수 이중지수평활화, 홀트 2모수 모형, 윈터스 3모수 모형 등이 있다.⁶⁾ 선형 이동평균법의 단점을 보완하기 위하여 선형 추세요인을 고려하기 위하여 고안된 방법 중 하나인 홀트 2모수 모형은 산식(3), 산식(4), 산식(5)으로 정의될 수 있으며, 여기서 산식(4)은 추세에 대한 추정식이고, 산식(5)는 m기간이후 예측 값이다. 여기서 α 는 과거의 평활수준으로부터 조정된 새로운 실제값과 추세값을 평활화하기 위하여 사용되는 상수이다. 또한 β 는 평활화(Smooth)을 제거하거나 추세를 평균하기 위하여 사용되는 상수이다.⁷⁾

4) 본 연구에서는 전기공사실적액 증감률 추정치 산정을 위하여 계량모형인 시계열 회귀분석모형(time series regression model), ARIMA모형(autoregressive integrated moving average model) 등을 고려하여 보았으나, 최소 시계열 요구치(ARIMA모형 : 35개 이상), 모형의 적합성, 인과변수의 유의성 등의 문제가 발생하였다. 따라서 통계적으로 다소 논리적 한계가 있으나, 계산의 간소함에도 불구하고 정확한 예측 값을 구할 수 있는 지수평활모형을 이용하여 추정하였다(류수열외 1명(2006), pp.24-25 참조).

5) 단순지수평활법은 추세요인이 없는 수평적 형태의 자료 패턴을 가정하며, 단순이동평균법의 단점을 보완하여 예측하는 방법이다. 모형의 산식은 $F_t = \alpha Y_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1}$ 으로서 $F_t = F_{t-1} + \alpha(Y_{t-1} - F_{t-1})$ 로 정리된다. F_t 는 t시점의 지수평활 값이고, Y_{t-1} 는 t-1시점의 실제관측이며, α 는 0과 1사이의 가중치로서 평활화상수, $(Y_{t-1} - F_{t-1})$ 는 t-1시점의 예측값과 실제값의 오차로 볼 수 있다. 여기서 만약 $\alpha=1$ 이면 모형은 $F_t = 1 \times Y_{t-1} + (1-1)F_{t-1}$ 이 되어 $F_t = Y_{t-1}$ 인 단순모형이 된다.

6) 이홍재 외 3명(2007), pp.310-319 참조

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}), \quad \alpha: \text{수준평활상수 (LSC)} \dots\dots\dots (3)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, \quad \beta: \text{추세평활상수 (TSC)} \dots\dots\dots (4)$$

$$F_{t+m} = S_t + mb_t, \quad m: \text{추세 예측기간 (TFH)} \dots\dots\dots (5)$$

본 연구에서는 1999년부터 2011년까지의 전기공사실적액 증감률 자료를 이용하여 이중 지수평활화모형인 Holt 2모수 모형을 적용하였다. 자료의 특성상 계절변수는 고려하지 않았다. Holt 2모수 모형을 이용한 전기공사실적액 증감률의 추정결과는 시간에 따라 상승하는 추세를 보이나 그 상승폭은 미비한 것으로 추정된다.

〈표 2〉 전기공사실적액 증감률 실제치(2010-2011)와 추정치(2012-2021)

연 도	2010	2011	2012	2013	2014	2015
공사액증감률	-0.06	0.04	0.11	0.11	0.11	0.12
연 도	2016	2017	2018	2019	2020	2021
공사액증감률	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14

명목임금상승률은 고용노동부의 명목임금상승률(2010-2011) 자료와 국회예산정책처에서 예측한 명목임금상승률(2012-2021) 자료를 사용하였다. 명목임금상승률 〈표 3〉에 의하면, 시간이 지날수록 명목임금상승률이 전반적으로 하향추세에 있는 것을 알 수 있다.

〈표 3〉 명목임금증감률 실제치(2010-2011)와 추정치(2012-2021)

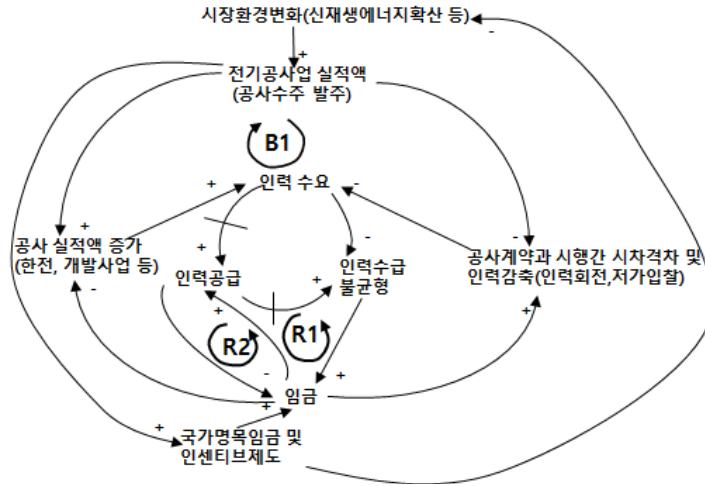
연 도	2010	2011	2012	2013	2014	2015
명목임금증감률	0.064	0.090	0.042	0.045	0.048	0.042
연 도	2016	2017	2018	2019	2020	2021
명목임금증감률	0.037	0.052	0.050	0.049	0.048	0.049

2) 수요구조 분석 및 시뮬레이션 결과

전기공사업 기술·기능인력의 수요구조는 균형적인 시장환경을 상정할 경우 수요 증감요인, 전기공사업실적액, 임금, 외부요인 등으로 구성되며, 수요는 공급에 영향을 주며, 수급 차이 불균형 발생시 임금에 영향을 주는 순환적인 인과구조를 통하여 장·단기 균형이 조 절된다고 볼 수 있다. 그러나 현재 수요구조는 세부 경력등급별로 수급불일치 현상이 발생 되고 있다. 이러한 현상은 물리·정보·제도지연 등으로 인하여 세부 경력등급별 수요정

7) 이홍재외 3명(2007), p316 인용

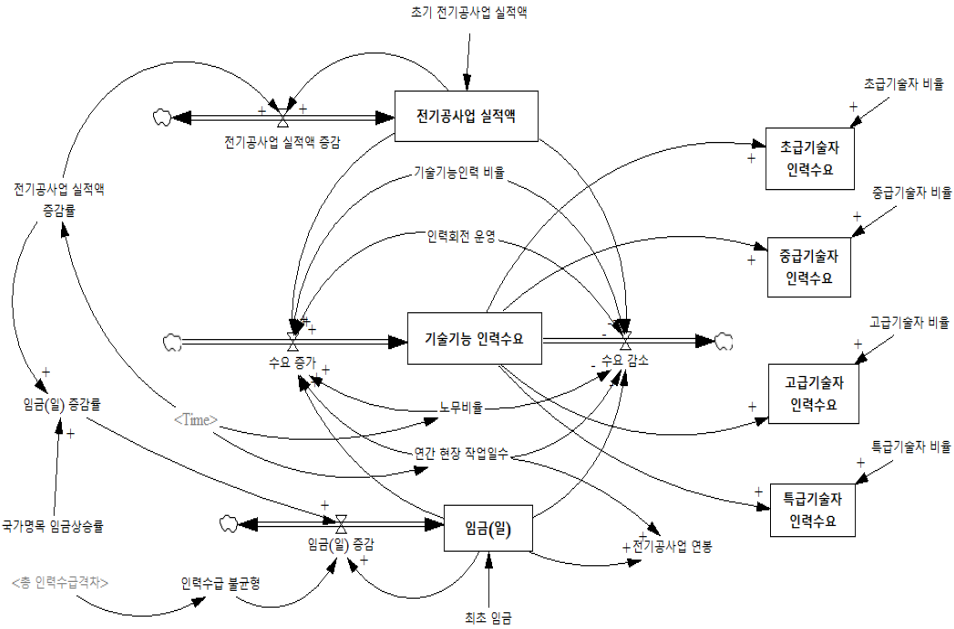
보가 공급에 전달되지 않고, 수급불균형 정보가 임금에 반영되지 않거나 전달시차가 발생 되는 것으로 추측된다. 즉 수요구조 내부에서 피드백 사고(Feedback Thinking)에 따른 인과 시스템이 정상적으로 작동되지 않거나 균형으로 수렴하는 속도가 지연되고 있는 것으로 생각된다.



[그림 4] 전기공사업 기술·기능인력 수요구조 인과지도

전기공사업 기술·기능인력의 수요구조 분석모형은 크게 수요 증가 및 감소요인으로 구성되고, 이러한 요인으로서는 전기공사업 실적액, 기술·기능인력 비율, 인력회전 운영, 노무비율, 연간 현장 작업일수, 임금, 인력수급 불균형 등이 영향을 주는 것으로 판단된다. 임금(일) 증감률과 인력수급 불균형⁸⁾ 등은 임금에 영향을 주고, 임금은 노무비율, 기술 및 기능공 비율, 연간 현장 작업일수와 함께 수요 증가 및 감소에 영향을 주는 것으로 사료된다. 여기에서 인력회전운영은 전기공사업 중소기업체(전기공사업체 중 70-80% 비중, 한국전기공사협회 통계자료)의 재무능력 열악성과 공사수주에 따른 팀별 인력고용(임시직) 및 이동 등을 감안하여 인력회전운영 변수⁹⁾을 감안하였고, 수요 감소요인으로 계약기간과 실공사간 시간격차가 발생하는 바, 이를 고려하였다. 따라서 현재 전기공사업 노동시장 여건을 고려하여 수요구조를 모델링을 하면 [그림 5]과 같다.

8) 인력수급 불균형요인은 총 인력수급격차를 임금에 반영시키는 조정변수의 역할을 수행하며, 내생변수 총 인력수급격차와 외생변수 전기공사업 피고용자(통계청, 2010년 기준)자료를 이용하였다(부록 참조).
 9) 전기공사업체 운영자 및 기술기능인력 면담결과, 총 수주공사 중 평균40-45%가 인력회전에 해당된다고 볼 수 있고, 기간은 국민건강보험법상 3개월이상 경우 정규직 전환을 요하는 바, 최대 3개월로 설정하였다.



[그림 5] 전기공사업 기술·기능인력 수요구조 시뮬레이션 모델¹⁰⁾

전기공사업 기술·기능인력 수요구조 분석모형을 통하여 산출된 경력별 수요(저량)를 추정하여 보면, <표 4>와 같다. 2010~2011년 동안 수요가 증가하였으며, 실제 현장공사 인력인 초급기술자의 수요가 상대적으로 높은 것을 알 수 있다. 이는 현재 전기공사업 인력 수요 현황과 유사하다고 볼 수 있다.

<표 4> 전기공사업 경력별 기술·기능인력 수요 추정

구 분	초급기술자	중급기술자	고급기술자	특급기술자	소 계
2010~2011	5,424	4,018	4,018	3,415	16,875
2012~2013	1,160	860	860	731	3,611
2014~2015	1,266	938	938	797	3,939
2016~2017	1,431	1,060	1,060	901	4,452
2018~2019	1,645	1,218	1,218	1,036	5,117
2020~2021	1,922	1,424	1,424	1,210	5,980
소계(2012~2021)	7,424	5,500	5,500	4,675	23,099

10) 김지혜(2008), p60, [그림 4-4]를 본 연구목적인 전기공사업의 수요추정에 적합하게 수정·보완하였다.

2. 기술·기능인력의 공급구조 분석 및 추정

1) 전기공사업 관련 인력구조 분류

전기공사업 기술·기능인력은 초급, 중급, 고급, 특급에 따른 경력별 공급형태¹¹⁾로 이루어진다. 기술·기능인력의 유입은 국가기술자격자, 전기전공의 학·경력기술자, 전기전공 외의 경력기술자로 이루어진다. 기술·기능인력의 초급, 중급, 고급, 특급은 한국전기공사협회 “전기공사기술자 경력관리업무 처리지침”에 따라 경력별로 분류된다.

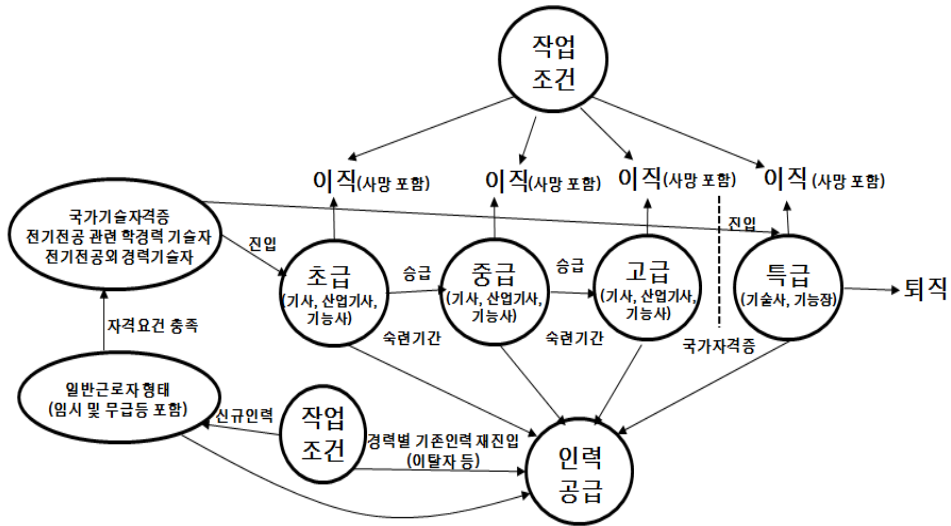
〈표 5〉 전기공사업 경력별 등급인정 기준

구 분	특급기술자	고급기술자	중급기술자	초급기술자
국가기술 자격자	-기술사 -기능장	-기사 5년 -산업기사 8년 -기능사 11년	-기사 2년 -산업기사 5년 -기능사 8년	- 기사 또는 산업기사 - 기능사 2년
학·경력기술자 (전기 전공)	-	-	-	- 전기관련 학과 학사학위이상 - 전기관련 학과 전문학사후 2년 - 전기관련 고등학교 후 4년
경력기술자 (전기외 전공)	-	-	-	- 전기관련 학과 외 학사학위이상후 4년 - 전기관련 학과의 전문학사 6년 - 전기관련 학과외 고등학교이하후 10년

자료: 한국전기공사협회(2010. 12. 30), “전기공사기술자 경력관리업무 처리지침” 재작성

경력별 공급은 주로 국가기술자격자, 학·경력기술자, 경력기술자를 대상으로 승급을 통하여 이루어지나, 특급 경우에는 승급이 아닌 기술사와 기능장만이 가능하다. 이직 및 신규 인력의 유입에 영향을 주는 작업조건은 작업수행 환경, 인사관리, 성과급 등의 내부요인과 사회적 직업인식, 여타 다른 직업분야 전망 등의 외부요인을 의미한다.

11) 전기공사업 엔지니어들은 등급에 따라 전기공사를 시공관리 할 수 있으며, 초급 엔지니어는 사용전압 1,000볼트 이하인 전기공사, 중급 엔지니어는 사용전압 100,000볼트 이하인 전기공사, 고급·특급 엔지니어는 모든 전기공사를 시공·관리할 수 있다(전기공사업법 시행령 제12조 [별표 4]참조). 본 연구는 공급구조 시뮬레이션 설정시 모형단순화를 위하여 경력별 기준인력의 재진입을 고려하지 못하였다.



[그림 6] 전기공사업 기술·기능인력 양성과정 흐름¹²⁾

2) 공급요인 관련 주요 변수설정 및 추정

전기공사업 기술·기능인력의 등급별 공급은 이탈요인과 직업유지 요인에 의하여 추가로 영향을 받고, 학경력 및 경력 기술자는 교육제도 시스템에 영향을 받는다. 이탈요인 및 직업유지 요인은 이상돈의 5명(2010)과 이의규(2009)의 전기공사업 실태조사 설문결과를 기초로 하고, 승급은 “전기공사기술자 경력관리업무 처리지침”상 승급기준을 이용한다. 그러나 학경력 및 경력 기술자의 추정을 위하여 고등학교, 전문대학교, 대학교, 대학원의 기초 유입변수인 중학교 졸업자 수의 추정이 필요하다. 즉, 추정된 중학교 졸업자 수를 이용하여 고등학교 이후 학력별 지원자 수 추정이 가능하다. 고등학교, 전문대학교, 대학교, 대학원은 한국전기공사협회 경력에 따른 학력별 통계자료(2010년 기준)와 교육인적부의 “교육통계연보”¹³⁾을 이용하였다.

인력공급 전망에 사용할 수 있는 모형은 계량모형인 시계열 회귀분석모형, 종속변수 시계열에 대한 함수형태를 찾는 데 많은 시간과 노력이 소요된다. 특히, ARIMA모형의 경우에는 모형의 신뢰성을 위하여 최소한 35개이상 시계열자료를 요구하는 바, 시계열 자료의 기간이 작은 경우에는 적용상 어려움이 있다. 그러나 지수평활모형은 수학적으로 논리구조가 빈약하나, 모형적용 및 계산의 간편성에도 불구하고 비교적 정확한 예측 값을 구할 수 있

12) 박홍희(2013), p12, <그림 1> 인용

13) 전기산업 관련 학과는 공학계열(대분류), 전기·전자(중분류), 전기(소분류), 전기전공학과(학과 코드: V04050100001 ~ V04050100031) 순으로 분류하였다.

어 인력공급추정 시 가장 경험적인 예측기법으로 선호되고 있다.¹⁴⁾

본 논문에서 중학생 졸업자 추정은 시계열 기간이 작은 바, 정확한 예측값을 구하기 위하여 지수평활화모형을 사용하였다. 1999년부터 2011년까지 연간 중학교 졸업자 수를 기초로 하여 이중지수평활화모형인 홀트 2모수 모형을 이용하였다. 중학교 졸업자 수의 자료 특성을 고려하여 계절변수는 고려하지 않았다.

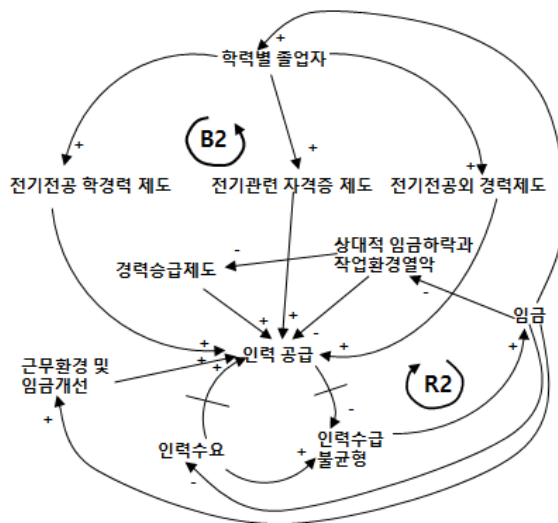
〈표 6〉 중학교 졸업자수 실제치(1999-2011)와 추정치(2012-2021)

(단위 : 천 명)

연 도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
졸업자수	715	631	626	602	597	600	616	612	677	690	674	668
연 도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
졸업자수	668	645	641	636	631	626	621	616	611	606	601	

3) 공급구조 분석 및 시물레이션 결과

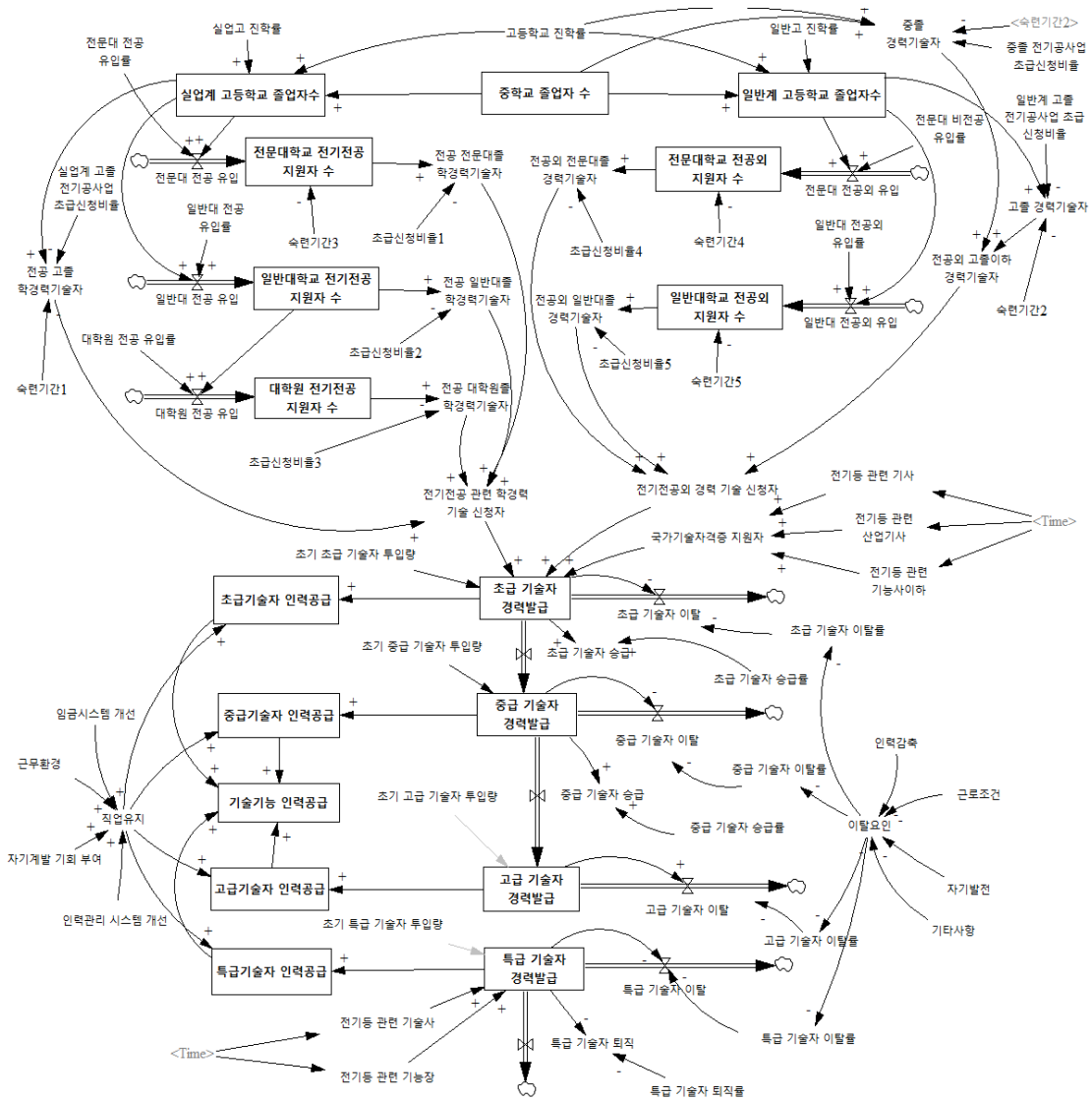
공급구조는 학력별 졸업자에 따른 각종 제도를 통하여 등급별 공급이 이루어지며, 수요와 공급 및 인력수급불균형에 따른 임금 등이 학력별 졸업자와 각종 제도에 영향을 주는 순환적 인과관계 구조를 이룬다. 그러나 현행 전기공사업 기술·기능인력 공급구조도 수요



[그림 7] 전기공사업 기술·기능인력 공급구조 인과지도

14) 류수열외 1명(2006), pp.24-25 인용

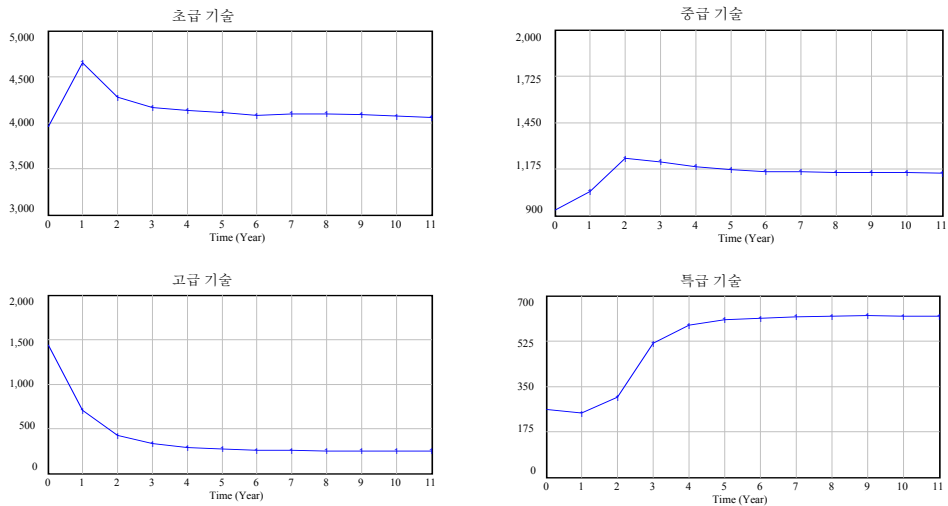
구조와 유사하게 물리·정보·제도지연 등으로 인하여 수급불균형 하에 있다고 볼 수 있다. 수요자 욕구와 공급의 괴리현상이 발생되고, 이에 따른 수급불균형이 임금으로 연계되지 않아 구조별 균형공급이 이루어지고 있지 않다고 볼 수 있다. 즉 현행 전기공사업 노동시장의 공급구조는 피드백 사고(Feedback Thinking)에 따른 루프시스템이 정상적으로 작동되지 않거나, 또는 균형으로 수렴하는 속도가 지연되고 있는 것으로 사료된다.



[그림 8] 전기공사업 기술·기능인력 공급구조 시뮬레이션 모델

전기공사업 기술·기능인력의 공급구조 분석모형¹⁵⁾은 전기공사업 기술·기능인력 양성 과정에 기초하여 국가기술자격자, 학경력 기술자, 경력 기술자에 따른 등급별(초급, 중급, 고급, 특급) 공급이 이루어진다. 이러한 단계는 특급을 제외하고 일정 시간의 숙련기간을 통하여 승급이 가능하나, 중간에 인력감축, 근로조건 등의 이탈요인이 작용하여 이탈자가 발생한다. 또한, 경력별 공급 인원이 직업을 계속유지하기 위해서 직업유지 요건이 필요하며, 이는 근무환경, 임금, 인력관리 등이 작용한다. 따라서 현재 전기공사업 노동시장 여건을 고려하여 공급구조를 모델링을 하면 [그림 8]과 같다.

전기공사업 기술·기능인력의 공급구조(유량) 분석모형의 분석결과를 살펴보면, [그림 9]와 같다. 0기는 2010년부터 11기인 2021년까지를 의미한다. 분석결과에 의하면, 시간이 경과할수록 고급 기술자는 줄어들고, 특급 기술자는 증가하는 것으로 알 수 있다. 이는 고급 기술자와 특급 기술자의 사회적 인식 및 직업 여건 등이 차이가 발생함에도 불구하고, 더 이상 승급을 할 수 없는 바, 기술사나 기능장의 자격을 취득하여 특급 기술자로 진입하는 것으로 파악된다. 또한 초급 기술자는 일정 수준을 유지하나, 중급 기술자는 3D직업이라는 사회적 인식, 열악한 근무여건, 불안정한 고용형태 등으로 이탈자가 급증하여 초급에서 중급으로 승급 인원이 상대적으로 적은 것으로 분석된다.



[그림 9] 전기공사업 기술·기능인력의 경력별 공급 추정치

15) 공급구조 시뮬레이션 모델에서는 전술한 바와 같이 임금에서 학력별 졸업자로 이어지는 임금과 졸업자 간의 관계부분을 이증지수평활화모형인 홀트 2모수모형을 통하여 외생적으로 처리하였다. 이는 분석·기술적 한계에 따른 본 논문의 한계점으로 볼 수 있다.

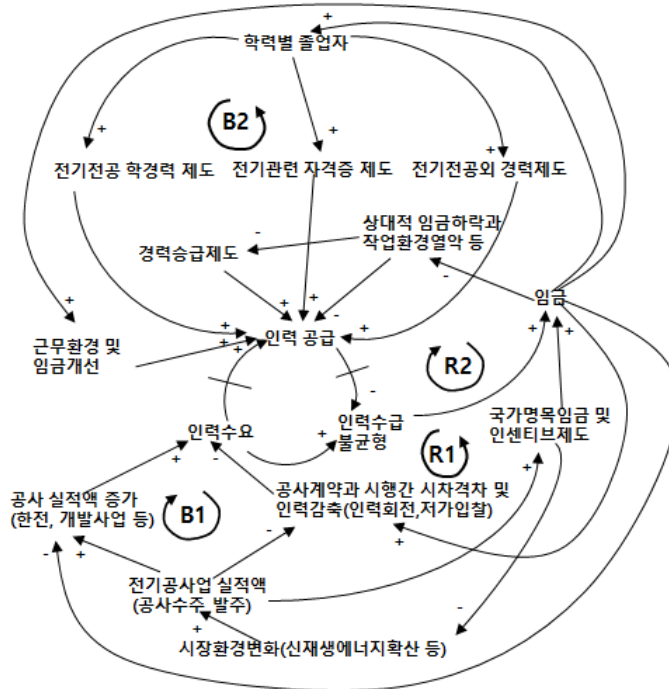
전기공사업 경력별 기술·기능인력 공급을 구체적으로 <표 7>로 살펴보면, 한국전기공사협회 경력별 경력발급 현황 자료가 2010년부터 신뢰성 있게 구축이 가능한 바, 모형의 적합성 검증을 위하여 2010년-2011년 구간을 기준으로 오차[추정치-실제값]/실제값]을 측정하였다. 전체적으로는 10.8% 오차가 발생하고, 고급기술자와 특급기술자가 오차가 큰 것으로 나타났다. 이는 고급 기술자와 특급 기술자간 이동의 불확실성 등이 작용한 것으로 판단된다.

<표 7> 전기공사업 경력별 기술·기능 인력공급 추정

구 분		초급기술자	중급기술자	고급기술자	특급기술자	소 계
2010~2011	추정치	8,614	1,972	2,144	506	13,236
	실제값오차	8,769(1.8%)	2,075(5.2%)	3,162(47.5%)	663(31.0%)	14,669(10.8%)
2012~2013		8,443	2,457	750	825	12,475
2014~2015		8,248	2,356	557	1,195	12,356
2016~2017		8,174	2,315	508	1,232	12,229
2018~2019		8,181	2,312	498	1,244	12,235
2020~2021		8,125	2,303	494	1,244	12,166
소 계(2012~2021)		41,171	11,743	2,807	5,740	61,461

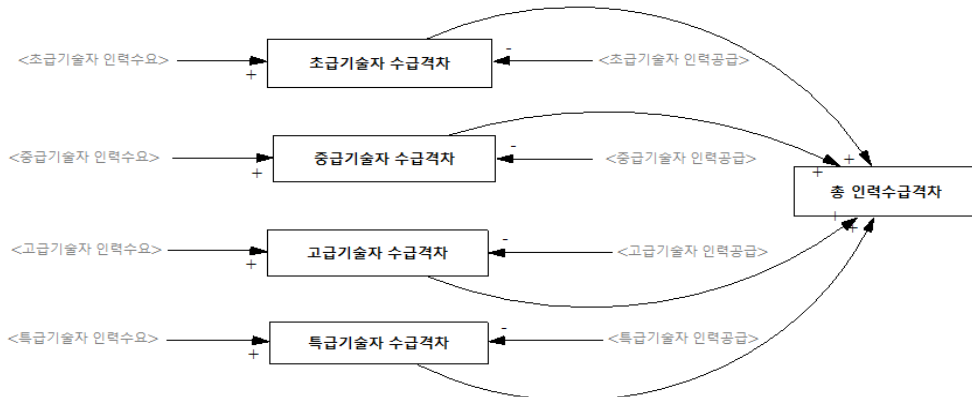
3. 기술·기능인력의 수급 불균형 분석

앞에서 살펴본 전기공사업 기술·기능인력 수요·공급구조를 기초하여 수급구조 인과 지도를 [그림 10]과 같이 작성하여 볼 수 있다. 인력 수급불균형은 인력수요와 공급의 차이인 인력 수급불균형 요인은 임금을 통하여 인력수요와 공급에 영향을 준다. 그러나 현재 전기공사업 기술·기능인력 노동시장은 정보전달 및 조정과정시 물리·정보·제도측면에서 지연이 발생되고 있다. 이러한 물리·정보적 지연은 시스템의 불안정성(*instability*)을 증대시켜, 수급격차를 장기 균형점으로 수렴시키지 못하고 장기적으로 인력수급 불균형만 반복 및 증폭시킨다고 볼 수 있다.



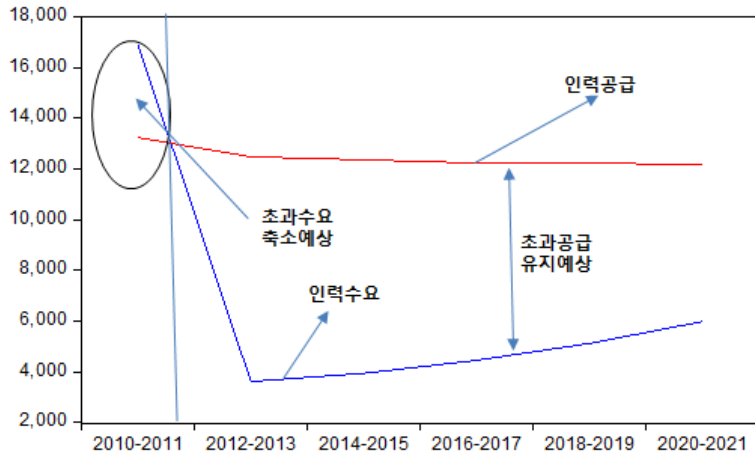
[그림 10] 전기공사업 기술·기능인력 수급구조 인과지도

본 연구는 전기공사업 기술·기능인력의 수요와 공급인력에 대하여 수급불균형을 분석하기 위하여 [그림 11]과 같이 모델링을 하였다. 수급불균형(격차)는 경력별 수요에서 공급을 차감하는 방식으로 구축되었으며, 경력별 수급불균형을 최종적으로 모두 합하여 총 인력 수급불균형을 구축하였다.



[그림 11] 전기공사업 기술·기능인력 수급불균형 검증 시뮬레이션 모델

전기공사업 기술·기능인력 전체 수급불균형 결과를 살펴보면, 2011년을 기점으로 이전에는 초과수요 상태였으나, 이후에는 초과공급 상태를 유지할 것으로 판단된다. 물론, 경기상황도 현재와 같이 둔화를 지속하고, 교육제도도 현행 체제로 유지된다는 전제하에 결과이지만, 현행대로 전기공사업 경력별 기술·기능인력 수급이 이루어진다면 장기간 수급불균형 현상이 지속되며, 그 양상 및 그 격차 폭은 시간변화에 따라 다를 것으로 예상된다.



[그림 12] 전기공사업 기술·기능인력 수급불균형 분석결과

또한 경력별 기술·기능인력 수급불균형 분석결과인 <표 8>를 살펴보면, 초급 및 중급 기술자는 초과공급이나, 고급기술자는 초과수요가 예상된다. 즉, 직접 공사를 담당하고 진행하는 초급 및 중급기술자는 초과공급이나 수요자인 전기공사업자는 만성적인 인력공급 부족현상을 느끼고 있는 사실을 감안하여 볼 때, 인력수급의 불일치인 미스매치현상이 있음을 보여준다. 또한, 고급기술자의 경우에는 전기산업도 창조경제시대를 맞이하여 기술융복합화¹⁶⁾ 과정에 있는 바, 과거와 달리 높은 기술력의 기술자 수요가 발생될 것으로 예상된다. 그러나 기술사와 기능장인 특급기술자는 오히려 초과공급이 발생될 것으로 사료된다. 즉, 현장실무 및 경륜과 이론을 겸비한 기술자를 선호한다는 것을 알 수 있다.

16) 기술융복합화는 서로 다른 업종분야에서 경영과 기술 등을 결합하여 신기술·신제품·신서비스를 개발하여 새로운 분야로 사업화 능력을 높이는 활동으로 정의한다(중소기업청 전문용어 참조). 현재 전기공사업은 발전·송전·배전 및 산업시설물 등의 전통적인 업무분야 외에도, IT, BT, NT, CS의 4대 융합기술(NBICs) 등을 결합하여 차세대 고부가가치 융합기술산업으로 업무분야를 확대하고 모색하고 있다. 본 연구는 수요·공급구조 시뮬레이션 모델 구축시 기술융복합화 등의 기술적 변화를 별도 변수화하지 못하였다. 이는 논문의 한계점으로 볼 수 있다.

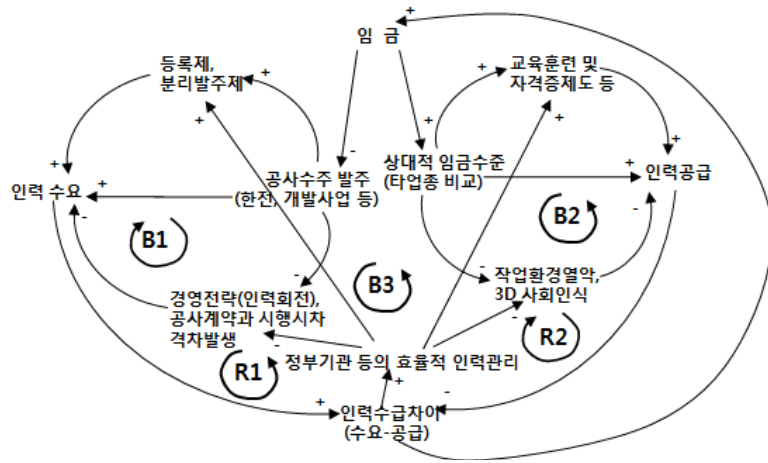
〈표 8〉 전기공사업 경력별 기술·기능인력 경력별 수급(수요-공급) 불균형 분석

구 분	초급기술자	중급기술자	고급기술자	특급기술자	소 계
2010~2011	-3,190	2,046	1,874	2,909	3,639
	초과공급	초과수요	초과수요	초과수요	초과수요
2012~2013	-7,283	-1,597	110	-94	-8,864
	초과공급	초과공급	초과수요	초과공급	초과공급
2014~2015	-6,982	-1,418	381	-398	-8,417
	초과공급	초과공급	초과수요	초과공급	초과공급
2016~2017	-6,743	-1,255	552	-331	-7,777
	초과공급	초과공급	초과수요	초과공급	초과공급
2018~2019	-6,536	-1,094	720	-208	-7,118
	초과공급	초과공급	초과수요	초과공급	초과공급
2020~2021	-6,203	-879	930	-34	-6,186
	초과공급	초과공급	초과수요	초과공급	초과공급
소 계(2012~2021)	-33,747	-6,243	2,693	-1,065	-38,362
	초과공급	초과공급	초과수요	초과공급	초과공급

IV. 연구의 결론 및 정책제언

전기산업은 국가의 기간산업으로써 사회성 및 공공성 있는 바, 「전기공사업법」 제11조에 의하여 분리발주제를 명시하고 있다. 「전기공사업법」 시행령 제6조에 의하여 등록을 위한 법률요건을 충족한 경우 수주경쟁을 통하여 기업이익을 창출한다. 전기산업은 외부적으로 공공성 및 전문성으로 인하여 일정수준 이상 기술 보유자만을 인력 수요 및 공급으로 하며, 내부적으로는 건설공정 단계 중 한 부분으로서 건설경기와 정부(한국전력공사 포함)의 관급공사 발주에 영향을 받는 특성이 있다. 즉, 전기산업은 공공성 및 전문성이라는 특수적인 제약적 요인이 상존하고 있으며, 기업의 계속운명을 위하여 공사수주를 통한 이익을 창출한다. 이러한 전기산업인 전기공사업의 시장특성으로 일정부분 노동시장의 장·단기적인 균형을 이루기 위하여 여타 산업보다 더 절실히 인력자원관리가 필요하다고 볼 수 있다.

본 연구는 전기공사업의 개별성을 반영하여 현행 수급불균형이 발생하고 있는 노동시장 구조분석을 위하여 시스템 다이나믹스 모형(SD)을 이용하였다. 시스템 다이나믹스 모형(SD)은 전기공사업의 인력수급 관련 자료의 한계를 고려하여 볼 때, 가장 적합한 모형으로 판단된다. 현재 사용가능한 자료축적 기간을 고려하여 2010년부터 2021년까지 기술·기능인력의 등급별 수급격차를 분석하였다. 시스템 다이나믹스 모형(SD)의 분석결과에 의하면,



[그림 13] 인력수급 불균형 개선을 위한 장·단기 노동시장의 동적균형 인과지도

2011년을 기점으로 이전에는 초과수요, 이후에는 초과공급 상태를 유지할 것으로 판단되었다. 이러한 사유를 등급별 수급구조 분석을 통하여 살펴보면, 직접 공사를 담당하고 진행하는 초급 및 중급기술자는 초과공급으로 인력수급 불일치현상이 발생하였다. 또한, 고급기술자는 기술융복합에 따른 높은 기술력의 수요로 인하여 시간이 경과될수록 초과수요가 발생될 것으로 예상되었다.

현재 전기공사업 노동시장환경은 효율적 인력관리 부재와 외부 공급경향이 강한 산업특성 및 수요·공급의 정보 불일치현상 등으로 지속적인 수급불균형이 예상되었다. 즉, 이러한 전기공사업 노동시장 수급불균형은 단순히 시장 자율성 훼손의 문제가 아닌 수급구조 문제로서, 단기적으로는 초과공급인 부분은 해외진출확대 등을 인력을 송출하고, 초과수요인 부분은 해외 우수한 인력유입을 촉진하거나 이탈자인 국내 기존 교육자의 재진입을 촉진하는 인센티브를 부여함과 동시에 전문적인 재교육을 실시할 필요가 있다. 그리고 중·장기적으로는 시장실패를 수정하기 위한 종합적인 정부기관 등의 효율적 인력관리노력이 필요하다. 따라서 전기공사업 노동시장의 동적균형은 이러한 노력들을 통하여 성립될 것으로 생각된다. 즉 [그림 13]에서 살펴보면, 정부기관 등의 효율적 인력관리정책에 따른 별도 B3루프가 기존 B1, B2, R1, R2이외에 추가로 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 수급격차를 이용한 시뮬레이션을 통하여 현재 노동시장 불균형의 방향과 지속성을 보여줌에 따라 역설적으로 정부 등의 효율적 인력관리 필요성을 주장하는데 그 의의가 있다. 실제로 주요 선진국은 노동시장의 불균형을 해소하기 위하여 인력예측모형 개발하여 운영하고 있다. 이는 오늘날 국가경쟁력은 바로 고도의 부가가치를 창출하는 산업

을 육성 및 지원 기반시설 구축에 달렸기 때문이다. 따라서 정부는 전기공사업이 기반시설로서 역할을 수행하고 있음을 인식하고, 전기공사업의 노동시장환경을 개선하기 위한 노력을 아끼지 않아야 한다.

마지막으로 본 연구는 관련 자료미비에 따른 대체 자료 이용 및 지역요소 미반영 등의 한계점이 있음을 밝혀둔다. 향후 이에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

【참고문헌】

- 김기찬·정관용·최진·김희숙·김성원. (2007). 『Vensim을 활용한 System Dynamics』. 서울 경제경영출판사.
- 김도훈·문태훈·김동환. (2001). 『시스템다이내믹스』. 대영문화사.
- 김지혜. (2008). “건설기능인력의 수급구조 모델”. 아주대학교 박사학위논문.
- _____. (2009). “건설기능인력의 수급구조 분석”. 한국건설관리학회 학술대회 발표논문.
- 류수열·김도관. (2006). 『부산지역 과학기술인력 수급분석』. 부산발전연구원.
- 박상현·연승준·김상욱. (2003). “인력 수급 계획 수립을 위한 시스템 다이내믹스의 활용 : UIT 도입에 따른 정보 보호 환경 변화를 중심으로”. 『한국 시스템다이내믹스 연구』, 제4권 제1호: 93-119.
- 박철민·송진섭. (2005). “Cubic모형에 의한 인력수요예측과 공급방안”. 『한국정책과학학회보』 제9권 제4호: 67-91.
- 박홍희. (2013). “전기공사업 인력수급 전망체계 구축의 필요성”. 『전기산업브리핑』 제42호: 10-19.
- 박환표·이민우·채명진. (2005). “건설경기 변화에 따른 건설기술자의 수급전망”. 『한국건축학회지』 제21권 제12호: 199-207.
- 손창백·오치돈. (2006). “건설경기 변동에 따른 인력수요 예측에 관한 연구”. 『한국건축학회지』 제22권 제5호: 211-218.
- 이상돈. (2008). “인력수급 전망체계 구축을 위한 중장기 전략”. 한국직업능력개발포럼
- 이상돈·이의규·홍광표·류지영·황성수·최원석. (2010). 『전기공사업 인적자원 미스매치 요인분석 및 개선방안』. 한국직업능력개발원.
- 이용석·이근준·곽상만. (2006). “전력산업 인력수급 예측모형 개발 연구”. 『한국 시스템다이내믹스 연구』 제7권 제1호: 67-90.
- 이의규. (2009). 『전기공사업 인적자원 실태분석 및 개선방안』. 한국직업능력개발원.
- 이홍재·박석석·송동진·임경원. (2007). 『Eviews를 이용한 금융경제 시계열분석』. 경문사.
- 정재림·전소연·곽미애·연승준. (2007). “시스템다이내믹스를 활용한 인력 수급 계획 모형 설계”. 『한국 시스템다이내믹스 연구』 제8권 제1호: 49-66.
- 정현교. (2013). “기술 융복합화에 따른 전기공사 품질향상을 위한 제도개선”. 국회신성장산업 포럼.

- 고용노동부·한국산업인력공단. (2012). 「2012년 국가기술자격 통계연보」. 한국산업인력공단.
고용정보원. 「고용정보통계연보」.
교육인적자원부. 「교육통계연보」.
국회예산정책처. (2012). 「2012~2060년 장기 재정전망 및 분석」.
전기산업연구원. “전기공사비지수”.
통계청. 주제별통계상/건설·주택·토지/건설/건설업, 건설업 조사, 전기공사.
_____. 주제별통계상/고용·노동·임금/고용/경제활동인구조사, 산업기술인력수급동향실태조사.
_____. 주제별통계상/고용·노동·임금/임금/건설업임금실태조사.
한국은행. 국민계정통계.
한국전기공사협회. “전기공사경력 통계자료”.
_____. 「전기공사업 통계연보」.

▶ 접수일 : 2013. 9. 30. / 게재확정일 : 2013. 10. 25.

【부 록】

모델 수식: 인력수급 구조분석 모형

구 분	변 수	수 식	자료출처 및 변수조건
인력 수요 모델	초기 전기공사업 실적액	=1.891e+013	전기공사업통계조사(2010년)
	전기공사업 실적액	=INTEG(전기공사업 실적액 증감, 초기 전기공사업 실적액)	-
	전기공사업 실적액 증감	=전기공사업 실적액*전기공사업 실적액 증감률	-
	전기공사업 실적액 증감률	=WITH LOOKUP(TIME,(0,0.04)-(11,0.14))	과거값(2010-2011) 및 통계적 추정치 (2012-2021, 홀트 2모수 모형)
	임금 증감률	=Max(국가명목 임금상승률, 전기공사업 실적액 증감률)	국가 명목 임금상승률과 전기공사 실적액 증감률 비교
	국가명목 임금상승률	=GET XLS DATA	국회예산정책처 전망치 사용
	기술 기능 인력수요	=수요 증가-수요 감소	-
	기술기능인력 비율	=69751/190147	한국전기공사협회 경력별 통계자료 (2010년 기준)/ 통계청 전기공사업 종사자수(2010년 기준)
	인력회전 운영	=0.4*(3/12)	전기공사업체 운영자 및 기술·기능 인력의 면담 등(인력회전 비율, 인력회전 가능 개월 수)
	노무비율	=WITH LOOKUP(TIME,(0,0.48)-(11,0.56))	통계청(전기공사업 재무제표), 노무비율=노무비/총공사원가, 2012년 이후 통계추정치(추세접근법)
	연간 현장 작업일수	=WITH LOOKUP(TIME,(0,146)-(11,123))	통계청(건설업임금실태조사 보고서), 연간급여액/(종사자수*노임단가)
	수요 증가	=[기술기능인력 비율*(1-인력회전 운영)*전기공사업 실적액*노무비율]/(임금*연간 현장 작업일수)	-
	수요 감소	=DELAY1((기술기능인력 비율*(1-인력회전 운영)*전기공사업 실적액*노무비율)/임금*연간 현장 작업일수, 0.5)	계약액이 기성액으로 전환되는 시간 고려(6개월 가정)
	임금	=INTEG(임금 증감, 최초 임금)	-
	최초 임금	=148039	건설업임금실태조사(2010년 노임단가)
	임금 증감	=임금 증감률*임금	-
	전기공사업 연봉	=연간 현장 작업일수*임금	-
	초급 기술자 비율	=2.7/8.4	이상돈 외 5명(2010), p32 인용 (설문지 결과 인용)
	중급 기술자 비율	=2/8.4	
	고급 기술자 비율	=2/8.4	
특급 기술자 비율	=1.7/8.4		

(계속)

구분	변수	수식	자료출처 및 변수조건
인력	초급기술자 인력수요	=기술 기능 인력수요*초급기술자 비율	-
	중급기술자 인력수요	=기술 기능 인력수요*중급기술자 비율	-
수요	고급기술자 인력수요	=기술 기능 인력수요*고급기술자 비율	-
	특급기술자 인력수요	=기술기능 인력수요*특급기술자 비율	-
모델	인력수급 불균형	=총 인력수급격차/190,147	통계청, 전기공사업 종사자수(2010)
인력 공급 모델	중학교 졸업자수	=GET XLS DATA	교육통계연보, 과거값(2010-2011), 통계적 추정치(2012-2021, 홀트 2모수 모형)
	고등학교 진학률	=(0.99+0.72+0.71)*(1/3)	교육통계연보, 변동이 큰 바, 3년간(2010-2012) 평균값을 적용함
	실업고 진학률	=0.21	
	일반고 진학률	=0.79	
	실업계 고등학교 졸업자 수	=중학교 졸업자 수*실업고 진학률*고등학교 진학률	-
	일반계 고등학교 졸업자 수	=일반고 진학률*고등학교 진학률*중학교 졸업자 수	-
	전문대전공 유입률	=(2780/139896+2823/135780+3047/127877)*(1/3)	교육통계연보, 전문대 전공졸업자/실업계 고졸자 3년간 평균(2010-2012, 이하동일)
	전문대 전공 유입	=INTEGER(실업계 고등학교 졸업자수*전문대 전공 유입률)	-
	전문대 전기전공 지원자 수	=전문대 전공 유입*숙련기간3	-
	전공 전문대졸 학경력기술자	=INTEGER(전문대 전기전공 지원자 수*초급신청비율1)	-
	일반대 전공 유입	=INTEGER(실업계 고등학교 졸업자수*일반대 전공 유입률)	-
	일반대 전공 유입률	=(2306/139896+3287/139896+3254/127877)*(1/3)	교육통계연보, 일반대 전공졸업자/실업계 고졸자 3년간 평균
	일반대 전기전공지원자 수	=일반대 전공 유입	-
	전공 일반대졸 학경력기술자	=INTEGER(일반대학교 전기전공 지원자 수*초급신청비율2)	-
	대학원 전공 유입	=INTEGER(대학원 전공 유입률*일반대학교 전기전공 지원자 수)	-
	대학원 전공 유입률	=(578/2306+634/3287+615/3254)*(1/3)	교육통계연보, 대학원전공졸업자/일반대 전공졸업자 3년간 평균
대학원 전기전공 지원자수	=대학원 전공 유입	-	
전공 대학원졸 학경력기술자	=INTEGER(대학원 전기전공 지원자 수*초급신청비율3)	-	

(계속)

구분	변수	수식	자료출처 및 변수조건
인력	실업계 고졸 전기공사업 초급신청비율	$= (105/158770 + 69/155465 + 57/146135) * (1/3)$	한국전기공사협회 경력별 통계/교육 통계연보, 3년간 평균
	전공 고졸 학경력 기술자	$= \text{INTEGER}(\text{실업계 고등학교 졸업자수} * \text{실업계 고졸 전기공사업 초급신청비율} * \text{숙련기간1})$	-
	전문대 전공의 유입	$= \text{INTEGER}(\text{일반계 고등학교 졸업자수} * \text{전문대 비전공 유입률})$	-
	전문대 비전공 유입률	$= (187553/526613 + 185393/530329 + 185421/516178) * (1/3)$	교육통계연보, 전문대 전공외졸업자/일반계 고졸자 3년간 평균
	전문대 전공의 지원자 수	$= \text{전문대 전공의 유입} * \text{숙련기간4}$	-
	전공의 전문대졸 경력기술자	$= \text{INTEGER}(\text{전문대학교 전공외 지원자수} * \text{초급신청비율4})$	-
	일반대 전공의 유입률	$= (227297/526613 + 290680/530329 + 295473/516178) * (1/3)$	교육통계연보, 일반대 전공외졸업자/일반계 고졸자 3년간 평균
	일반대 전공의 유입	$= \text{INTEGER}(\text{일반계 고등학교 졸업자수} * \text{일반대 전공의 유입률})$	-
	일반대학교 전공외 지원자수	$= \text{일반대 전공의 유입} * \text{숙련기간5}$	-
	전공의 일반대졸 경력기술자	$= \text{INTEGER}(\text{일반대학교 전공외 지원자수} * \text{초급신청비율5})$	-
공급	중졸 전기공사업 초급신청비율	$= (512/2060 + 491/184495 + 510/183131) * (1/3)$	한국전기공사협회 경력별 통계/교육 통계연보, 3년간 평균
	중졸 경력기술자	$= \text{INTEGER}(\text{중졸 전기공사업 초급신청비율} * \text{중학교 졸업자 수} * (1 - \text{고등학교 진학률}) * \text{숙련기간2})$	-
모델	일반계 고졸 전기공사업 초급신청비율	$= (53/516152 + 72/532267 + 61/526258) * (1/3)$	한국전기공사협회 경력별 통계/교육 통계연보, 3년간 평
	고졸 경력기술자	$= \text{INTEGER}(\text{일반계 고등학교 졸업자수} * \text{일반계 고졸 전기공사업 초급 신청비율} * \text{숙련기간2})$	-
	전공외 고졸이하 경력기술자	$= \text{고졸 경력기술자} + \text{중졸 경력기술자}$	-
	숙련기간1	$= 1/4$	한국전기공사협회의 “경력관리업무 처리지침” 적용(1/초급기술자)
	숙련기간2	$= 1/10$	
	숙련기간3	$= 1/2$	
	숙련기간4	$= 1/6$	
	숙련기간5	$= 1/4$	
	초급신청비율1	$= (130/2780 + 138/2823 + 138/3047) * (1/3)$	
	초급신청비율2	$= (223/2306 + 224/3287 + 163/3254) * (1/3)$	
	초급신청비율3	$= (8/578 + 13/634 + 10/615) * (1/3)$	
	초급신청비율4	$= (159/187553 + 167/185393 + 183/185421) * (1/3)$	
	초급신청비율5	$= (266/277297 + 342/290680 + 327/295473) * (1/3)$	

(계속)

구분	변수	수식	자료출처 및 변수조건
인력 공급 모델	전기전공 관련 학경력 기술 신청자	=전공 고졸 학경력기술자+전공 대학원졸 학경력기술자+전공 일반대졸 학경력기술자+전공 전문대졸 학경력기술자	-
	전기전공외 경력기술 신청자	=전공외 고졸이하 경력기술자+전공외 일반대졸 경력기술자+전공외 전문대졸 경력기술자	-
	국가기술자격증 지원자	=전기등 관련 기능사이하+전기등 관련 산업기사+전기등 관련 기사	-
	전기등 관련 기사	=WITH LOOKUP(TIME,(0,957)-(11,845))	한국전기공사협회의 등급별 발급현황 자료(실제치 : 2010-2012, 추정치 : 2012년 고정 가정)
	전기등 관련 산업기사	=WITH LOOKUP(TIME,(0,783)-(11,624))	
	전기등 관련 기능사이하	=WITH LOOKUP(TIME,(0,1459)-(11,1033))	
	초기 초급 기술자 투입량	=4692	한국전기공사협회의 등급별 발급현황 자료(2010년)
	초급기술자 경력발급	=INTEG((국가기술자격증 지원자+전기전공 관련 학경력 기술 신청자+전기전공외 경력 기술 신청자)-초급 기술자 승급-초급 기술자 이탈, 초기 초급 기술자 투입량)	-
	초급 기술자 이탈	=초급 기술자 경력발급*초급 기술자 이탈률	-
	초급기술자 이탈률	=이탈요인*0.6	이상돈외5명(2010), p31 인용 (설문지 결과 인용)
	초급 기술자 승급	=초급 기술자 경력발급*초급 기술자 승급률	-
	초급 기술자 승급률	=1/5	한국전기공사협회의 경력관리업무 처리지침 적용(1/초급 산업 기사)
	초기 중급 기술자 투입량	=1106	한국전기공사협회의 등급별 발급현황 자료(2010년)
	중급 기술자 경력발급	=INTEG(초급 기술자 승급-중급 기술자 승급-중급 기술자 이탈, 초기 중급 기술자 투입량)	-
	중급 기술자 이탈	=중급 기술자 경력발급*중급 기술자 이탈률	-
	중급 기술자 이탈률	=0.6*이탈요인	이상돈외5명(2010), p31 인용 (설문지 결과 인용)
	중급 기술자 승급	=중급 기술자 경력발급*중급 기술자 승급률	-
	중급 기술자 승급률	=1/8	한국전기공사협회의 경력관리업무 처리지침 적용(1/중급 산업 기사)
	고급 기술자 경력발급	=INTEG(중급 기술자 승급-고급 기술자 이탈, 초기 고급 기술자 투입량)	-
	초기 고급 기술자 투입량	=1706	한국전기공사협회의 등급별 발급현황 자료(2010년)
고급 기술자 이탈	=고급 기술자 경력발급*고급 기술자 이탈률	-	

(계속)

구분	변수	수식	자료출처 및 변수조건
인력 공급 모델	고급 기술자 이탈률	=0.6*이탈요인	이상돈외5명(2010), p31 인용 (설문지 결과 인용)
	특급 기술자 경력발급	=INTEG((전기등 관련 기능장+전기등 관련 기술사)-특급 기술자 이탈-특급 기술자 퇴직, 초기 특급 기술자 투입량)	-
	초기 특급 기술자 투입량	=309	한국전기공사협회의 등급별 발급 현황 자료(2010년)
	특급 기술자 이탈	=특급 기술자 경력발급*특급 기술자 이탈률	-
	특급 기술자 이탈률	=0.6*이탈요인	이상돈외5명(2010), p31 인용 (설문지 결과 인용)
	특급 기술자 퇴직	=특급 기술자 경력발급*특급 기술자 퇴직률	-
	특급 기술자 퇴직률	=17/(24+173)	국가기술자격통계연보(2010년)의 사망자(기술자 및 기능사)/한국전기공사협회의 등급별 발급현황 자료
	전기등 관련 기술사	=WITH LOOKUP(TIME,(0,24)-(11,23))	한국전기공사협회의 등급별 발급 현황 자료(실제치 : 2010-2012, 추정치 : 2012년 고정 가정)
	전기등 관련 기능장	=WITH LOOKUP(TIME,(0,173)-(11,476))	
	이탈요인	=0.554*근로조건+0.169*인력감축+0.099*자기발전+0.178*기타사항	이상돈외5명(2010), p31 인용 (설문지 결과 인용)
	인력감축	=1	현재 수준을 1로 가정
	근로조건	=GET XLS DATA	2010년부터 2012년까지 자료 근로조건=(1-임금 증감률)
	자기발전	=1	현재 수준을 1로 가정
	기타사항	=1	현재 수준을 1로 가정
	초급기술자 인력공급	=초급기술자 경력발급*직업유지	-
	중급기술자 인력공급	=중급기술자 경력발급*직업유지	-
	고급기술자 인력공급	=고급기술자 경력발급*직업유지	-
	특급기술자 인력공급	=직업유지*특급 기술자 경력발급	-
	기술기능 인력공급	=고급기술자 인력공급+중급기술자 인력공급+초급기술자 인력공급+특급기술자 인력공급	-
	직업유지	=MIN((0.418*임금 시스템 개선+0.282*근무환경+0.205*자기개발 기회 부여+0.095*인력관리 시스템 개선), 1)	이상돈외5명(2010), p32 인용 (설문지 결과 인용)와 외부유입 차단을 위하여 최대값 1로 제한
임금시스템 개선	=GET XLS DATA	2010년부터 2012년까지 자료 임금시스템개선=(1+(1-근로조건))	
근무환경	=0.68	이상돈외5명(2010), p37 인용 (설문지 결과 인용, 혜택실시/전체 응답자)	
자기개발 기회부여	=0.54		
인력관리 시스템 개선	=1	현재 수준을 1로 가정	

(계속)

구 분	변 수	수 식	자료출처 및 변수조건
인력 수급 모델	초급기술자 인력수요		수요모형을 통한 추정치
	초급기술자 수급격차	= 초급기술자 인력수요-초급기술자 인력공급	-
	초급기술자 인력공급		공급모형을 통한 추정치
	중급기술자 인력수요		수요모형을 통한 추정치
	중급기술자 수급격차	= 중급기술자 인력수요-중급기술자 인력공급	-
	중급기술자 인력공급		공급모형을 통한 추정치
	고급기술자 인력수요		수요모형을 통한 추정치
	고급기술자 수급격차	= 고급기술자 인력수요-고급기술자 인력공급	-
	고급기술자 인력공급		공급모형을 통한 추정치
	특급기술자 인력수요		수요모형을 통한 추정치
	특급기술자 수급격차	= 특급기술자 인력수요-특급기술자 인력공급	-
	특급기술자 인력공급		공급모형을 통한 추정치
	총 인력수급격차	= 고급기술자 수급격차+ 중급기술자 수급격차 + 초급기술자 수급격차+ 특급기술자 수급격차	-