

# 시스템 다이내믹스를 활용한 건설분야의 특급기술자 수급전망

## Supply-Demand Forecasting Method of Qualified Engineers in Construction Using System Dynamics

김 성 태\*      박 문 서\*\*      이 현 수\*\*\*      안 선 주\*\*\*\*  
 Kim, Sung-Tae      Park, Moonseo      Lee, Hyun-Soo      An Sun-Ju

### 요 약

90년대 초 한국의 건설 경기가 호황을 누리면서 건설현장을 관리할 수 있는 특급기술자에 대한 수요가 커졌었다. 이러한 특급기술자의 수요를 맞추기 위해 정부는 1995년에 기술사시험에 의하지 않고 단지 경력년 수만으로 특급기술자 자격을 부여하는 인정경력자제도를 만들었다. 그러나 2000년 이후 특급기술자의 부족현상은 해소되었고, 그 반대로 특급기술자의 심각한 과잉공급이 초래되었다. 따라서, 정부는 인정경력자제도를 폐지(기존의 인정경력자를 인정)한다고 발표하였다. 그러나 기술인협회에서는 기존의 인정기술자까지도 인정하지 말아야 한다고 대립 주장을 펴고 있다.

본 연구에서는 이러한 대립관점에서 시스템 다이내믹스 방법론을 이용한 수요공급 예측 모델은 정부와 기술인협회 사이의 대립주장을 해결할 수 있는 실마리를 제공할 것이다. 본 논문은 각 시나리오를 통해 인정기술사제도의 변화에 따른 특급기술자의 공급변화를 보여주며, 정책입안자가 특급기술자의 수요와 공급의 균형을 위한 제안점을 시사하고 있다.

키워드: 인정기술사제도, 기술사, 특급기술자, 시스템 다이내믹스

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적 및 필요성

정부는 건설기술자의 수급불균형을 해결하고자 인정기술사제도를 도입하여 시행하고 있다. 그러나 최근에 건설기술자의 공급이 과잉현상을 보이자 인정기술사제도에 대한 폐지논란이 가속화 되고 그로 인해 정부는 건설기술관리법의 시행령·시행규칙의 개정을 통해 학·경력기술자 제도 개선을 꾀하고 있다. 따라서 초급을 제외한 중급·고급·특급 기술자에 해당하는 학·경력기술자의 배출을 금지하고, 이미 배출된 학·경력기술자는 법적 지위를 계속 인정하되 연한경과에 따른 승급을 불허하며, 기술자격자 중 특급은 기술사만 인정하고, 기사·산업기사는 고급까지만 승급토록 하여 특급기술자의 공급과잉 해소 및 기술사 자격의 실효성 제고하였다(건설교통부, 2006).

본 연구에서는 이러한 상황을 종합하여 각 계층에서 주장하는 요소를 분석하여 각각의 시나리오를 시스템 다이내믹스(System Dynamics: 이하 SD) 방법론을 통해 정량적으로 비교함으로써 향후 건설기술자의 수급현황을 예측하고 정책입안자에게 도움이 될 기술사 관련 제도 개선 방안

제시를 목적으로 한다.

시스템 다이내믹스로 접근한 수요-공급 예측 시스템 모델은 건설기술자의 공급 모듈을 제공함으로써 건설산업에 필요한 인력공급에 대한 정보를 제공할 수 있으며, 특급기술자의 법적역할을 조정함으로써 수요의 변수를 조절 할 수 있으므로 수요의 변화에 따라 특급기술자의 공급을 결정하는데 도움을 줄 수 있다.

### 1.2 연구 방법

본 연구에서는 그림 1과 같은 SD의 연구방법을 적용하여 현재의 특급기술자의 공급과 수요에 대한 정량적 모델로 수요 공급 예측 시스템을 구축하고자 한다.

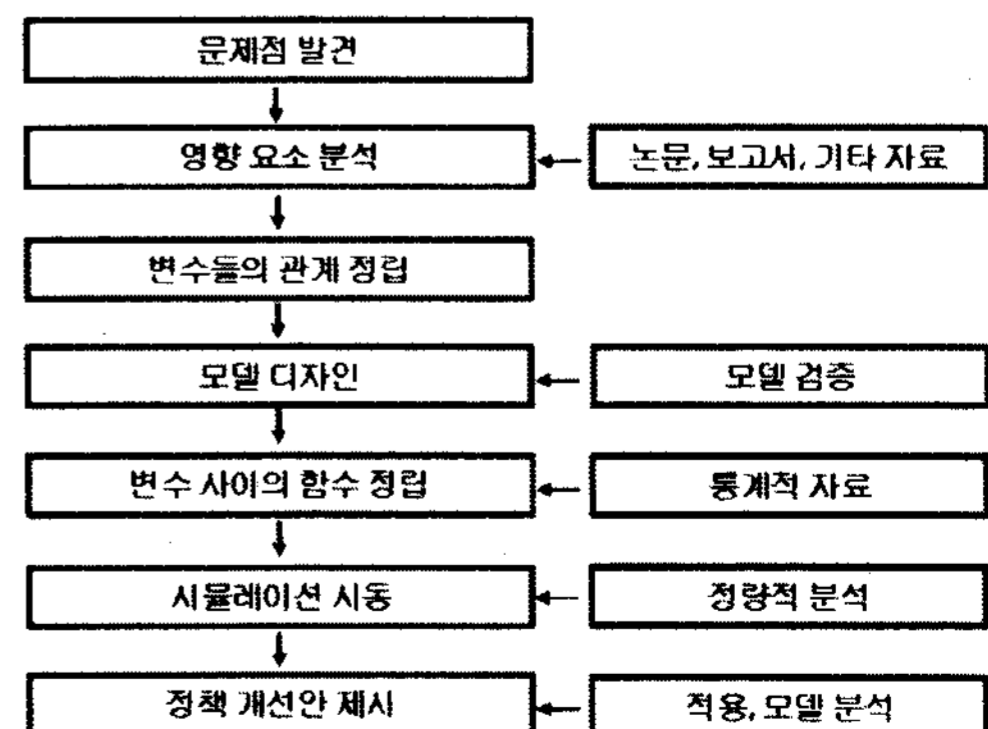


그림 1 연구방법

\* 일반회원, 서울대학교 건축학과, 석사과정  
 \*\* 종신회원, 서울대학교 건축학과 조교수, 공학박사  
 \*\*\* 종신회원, 서울대학교 건축학과 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 일반회원, 서울대학교 건축학과, 박사수료

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 시스템 다이내믹스

MIT Forrester 교수와 제자들의 연구로부터 연유된 시스템 다이내믹스는 산업, 경제, 사회, 환경 시스템을 분석하는 데에 널리 사용되어 왔다. SD의 독특한 특성 가운데 하나는 복잡한 비선형 시스템을 분석할 수 있는 동태적인 방법론을 제공한다는 점이다(Kwak 1995, Sterman 2000). SD는 문제의 파악과 시스템 내의 피드백 프로세스에 초점을 두며, 대안적인 정책을 수립하는 과정에서 그 유용성이 증명되어 왔다. 이러한 특징 때문에 영국과 미국의 정부와 기업은 자신들의 정책을 수립하는 데에 SD에 입각한 방법론을 채택하기도 한다.

### 2.2 선행연구 분석

최근에 발표된 건설기술자관련 연구들을 살펴보면 표 1과 같다. 2000년 이후 건설기술자의 과잉공급으로 인해 건설기술자 제도의 개선과 발전방안에 대한 연구가 많이 수행되었다. 그 중에서 기술사의 수급의 개선안에 대해 연구한 것을 분석하면 기술사 수요예측을 1인당 건설기술인력의 생산성(Pt)과 건설기성액(Yt)의 함수관계로 예측한 것(박환표, 2005)과 등록요건과 배치기준으로 예측한 것 등이 있다.

표 1 건설기술자 관련 선행연구

| 유형    | 저자(년도)      | 제목                             |
|-------|-------------|--------------------------------|
| 연구보고서 | 국토연구원(2003) | 건설기술자 인정제도 개선방안                |
|       | 이복남 외(2005) | 건설기술자 활용제도 개선 방안               |
|       | 장현승 외(2005) | 선진국의 건설기술사(PE)제도를 통해 본 시사점     |
|       | 김우영 외(2005) | 정부의 기술사 제도 개선의 전제조건            |
| 저널    | 이계우(2005)   | 기술사제도 개선방안(공정회 발표자료)           |
|       | 건설저널(2005)  | 건설기술자격제도 무엇을 개선해야 하나           |
| 연구논문  | 박기형(2004)   | 기술사 관리 총괄부처 선정 및 특급기술사 제도 개선방안 |
|       | 김선국(2005)   | 건설분야의 기술사 인력수급 현황 및 분석         |
|       | 박환표(2005)   | 건설경기 변화에 따른 건설기술자의 수급전망        |

### 2.3 인정기술사 제도에 대한 대립논리

기술인력 제도의 개선책 중 핵심 사안이 인정기술사제도의 폐지 문제였다. 인정기술사 중 특급기술사에 속하는 비율은 해마다 증가하고 있어 국가 공인 자격증을 갖고 있는 기술사와의 마찰이 증폭되고 있다. 표 2는 인정기술사 제도의 폐지에 대해 기술사회와 인정기술사간의 대립논리를 보여 주고 있다. 한편, 정부에서는 인정기술사 제도를 폐지하되 기술사의 갑작스런 부족을 우려하여 기존 학경력자를 인정하기로 하였다. 그러나 기술인연대측은 기존의 인정기술사의 존속은 공급과잉의 문제를 해결할 수 없기 때문에 인정할 수 없다는 주장을 펴고 있다. 또한 자격이 없는 기술사의 경력을 불인정한다는 것은 국제적 통념에 불일치한다는 사실을 어떻게 해결해야 할지는 아직 문제로 남아 있다. 본 연구에서는 대립논리를 토대로 특급기술사의 수요

공급의 영향요인을 도출하여 시뮬레이션 분석을 하고자 한다.

표 2 인정기술사 제도에 대한 대립논리

| 주요 내용                                | 기술사회, 기술인 연대 논리  | 건설업체, 인정기술사측 논리  |
|--------------------------------------|--|--|
| 우수 기술사 고용 불안정 (17.4%, '04.07) (수요문제) | -인정기술사(고용비용저렴) -> 기술사 설립(이계우 자격제도 개선분과위원)  | - 기술 인력의 역량과 역할, 고용인의 비용 -> 수요 문제, 감리사, 시공사 기술사로 한정 -> 기술사 고용 -> 인건비 증가 -> 원가 부담 -> 경영악화 (김재영 국토연구원 선임연구위원)  |
| 학·경력기술사제도                            | - 기술능력이 보증되지 않은 학·경력자를 현장에 투입시키는 것은 말도 안 되는 일(기술사협의회)  | - 해외의 경우 기술자의 등급을 규정하는 체계는 찾기 어려움<br>- 해외의 기술자역량 평가는 자격의 보유여부보다 관련된 공종에 대한 경력과 학력 및 참여 프로젝트에서의 역할 등을 위주로 평가<br>- 자격증 없는 기술자에 대한 경력의 불인정 조치는 국제적 인 통념에 불일치(김우영 외, 2005) |
| 기존 인정 기술자 인정 (인정 기술자)                | - 기존 인정기술사 인정 -> 공급과잉해결 안됨 -> 법적 효성 없음(기술사협의회)   | - 똑같은 박사급이지만 시기에 따라 누구는 특급기술사이고 누구는 초급기술사(형평성 논란)(김우영 외, 2005)   |
| 인정 기술사 제도 폐지                         | - 건설기술자의 수가 2배 이상 증가 -> 등록 조건 완화 -> 건설업체의 수 단순팽창(5만개) -> 페이퍼 컴퍼니(=유령회사) 증가(기술인연대 사무총장)<br>- 인정기술사제도폐지 -> 건설 현장에서 퇴출이 아닌 -> 건설기술력을 필요로 하지 않는 업무 조달관리, 총무, 행정 등의 업무 수행(기술인연대 사무총장) | - 학경력인정제도가 폐지 -> 건설업 등록에 사용가능 건설기술자의 인원이 대략 현재의 50% 수준으로 하락 -> 전국 5만여 건설업체들의 등록이 곤란 -> 도산<br>- 학경력인정제도가 폐지 -> 학경력인정자가 건설기술자의 범주에서 제외됨 -> 건설현장에서의 선별 퇴출 -> 실업사태가 발생     |

## 3. 특급기술사 수요-공급 예측 시스템

### 3.1 특급기술사의 공급 및 수요

일반적으로 학·경력이라함은 국가기술자격등급에 맞는 자격을 얻지 못 한자가 학력과 경력만으로 국가기술자격등급에 맞는 업무를 수행하는 기술자를 통칭한다. 따라서 기술사시험에 통과하지 못 한자가(기사, 산업기사, 학경력자) 일정 경력을 통해 특급기술자로 업무를 수행하는 사람을 인정기술사라고 정의한다. 따라서 특급기술사의 공급은 기술사와 인정기술사의 합으로 산정된다.

특급기술사의 수요는 실수요 측면인 현장 기술자 배치요건 및 업체별 등록요건 등을 고려한 실제 특급기술자 활용되는 측면에서 볼 때 감리단장, 업체별 자격요건, 현장소장의 수요로 규정 한다(박환표, 2005).

### 3.2 정량적 시스템 다이내믹스 모델

모델구조는 그림 2와 같으며, 중요한 변수들의 모델링 논리를 표 3에 요약하였다. 표 4는 특급기술사의 수요 공급 모델의 기본 설정데이터 값을 정리하였다. 본 모델은 이진 다이내믹 모델들(Ford and Sterman, 1997; Lyneis 외, 2001)에 개념적인 기반을 두고 있다. 또한 2001년을 기준으로 하여 대학졸업자, 기술사, 인정기술사의 공급 데이터와 현장소장, 감리단장, 업체별 등록요건의 수요 데이터를 산출하였으며 2000 -2005년의 각 통계자료를 활용하여 모델을 검증하였다.

표 3 모델링 논리

| 변수         | 모델링 논리                            | 적용된 가정                                |
|------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 학경력진입      | (대학졸업자 + 전문대학졸업자)*졸업자 증가율*학경력진입률  | 석사졸업생은 이미 대학졸업후 취업한 것으로 간주(고졸이하는 미적용) |
| 학경력자       | -INTEG(학경력진입-응시경력-타분야 이직1, 초기값)   | 평균응시가능년수가 평균 6년이므로 6년까지의 Data총합       |
| 응시경력       | -학경력자/평균응시 가능년수                   |                                       |
| 기술사용시 가능자  | -INTEG(응시경력-인정경력-합격-타분야 이직2, 초기값) |                                       |
| 기술사        | -INTEG(합격-퇴출2, 초기값)               |                                       |
| 합격         | -기술사 응시가능자*평균 응시자료*합격률            |                                       |
| 인정경력       | -(기술사 응시가능자-합격)/인정 경력년수           |                                       |
| 인정기술사      | -인정경력-퇴출1                         |                                       |
| 인정기술사 생업년수 | -평균 생업년수-법정인정 경력년수                | 현행 인정기술사 경력년수는 평균 11년                 |
| 특급기술자 공급   | -인정기술사+기술사                        |                                       |
| 특급기술자 수요   | -감리원+업태별수요+현장소장                   | 박환표, 2005                             |
| 감리원        | -감리원현장수*평균 감리 배치인원                | 한국건설감리협회 자료                           |
| 업태별수요      | -INTEG(업태별 수요*업태 증가율, 초기값)        |                                       |
| 현장소장       | -현장수 * 평균 소장배치인원                  | 대한건설협회 자료                             |
| 공사금액       | 10, 30, 50, 100, 500, 1000억로 구분   | 현행 50억이상 공사                           |
| 공급과 수요의 차이 | (특급기술자 공급/년)-특급기술자 수요             |                                       |

표 4 모델 설정

| 변수       | 값      | 단위  | 참조   | 데이터 원천   |
|----------|--------|-----|--|----------|
| 대학졸업자    | 25,232 | 인   | 대학졸업자+전문대학졸업자  | 과거실적 데이터 |
| 졸업자 증가율  | 0.03   | -   | 2000-2005년까지의 졸업자 증가율  |          |
| 학경력진입률   | 0.738  | -   | 대학졸업자 취업률+석사진학률  |          |
| 평균응시가능년수 | 6      | -   | - 석사졸(2년+2년-4년)<br>- 대학졸(7년)<br>- 대학졸+기사자격증(4년)<br>- 전문대졸(9년)<br>- 전문대졸+산업기사(6년) | 연구조사     |
| 이직률1     | 0.03   | -   | 초기 6년간의 타분야로의이직률 가정  | 모델검증     |
| 이직률2     | 0.01   | -   | 특급기술자 전까지의 이직률 가정  | 모델검증     |
| 합격률      | 0.1032 | -   | 건축 9.6% +토목 11.36%로 평균 10.32%로 가정한다.   | 과거실적 데이터 |
| 평균 응시자료  | 0.32   | -   | 응시자 통계를 통해 값 추정  | 연구조사     |
| 기술사 생업년수 | 25     | 년   | 기술사 연령별 분포도를 통해 추정   |          |
| 평균 생업년수  | 31     | 년   | 근로기준법에 의해 정년 61세로 추정   |          |
| 평균감리배치인원 | 3.45   | 인/소 | 한국건설감리협회 2004년도 내부통계   | 과거실적 데이터 |
| 감리현장수    | 3,281  | 소/년 | 한국건설감리협회 2004년도 내부통계   |          |
| 감리현장 증가율 | 0.0813 | -   | 한국건설감리협회 2004년도 내부통계   |          |
| 업태 증가율   | 0.135  | -   | 업태별 최소 변허요건에 따른 특급기술자 수요   | 연구조사     |
| 평균소장배치인원 | 1.17   | 인/소 | 건설교통부 공사관리대상(박환표,2005)   | 과거실적 데이터 |
| 현장수      | -      | 소/년 | 10억-12,204소, 30억-5822소, 50억-4,409소, 100억-2,622소, 500억-392소, 1000억-148소(2001년기준)  |          |
| 현장증가율    | 0.0813 | -   | 대한건설협회, 건설통계연보,2004.12   |          |

#### 4. 수요 공급 예측 모델의 시뮬레이션

##### 4.1 시나리오 설정

시나리오의 설정을 위해 표 2의 대립논리를 반영하였으며, 현행 제도의 유지, 인정기술사제도의 폐지에서 기존 기술자의 인정과 불인정, 인정기술사제도를 보완하여 유지하는 시나리오를 표 4와 같이 구분하여 본 시스템에 적용 분석하였다.

표 5 기술사 수요전망을 위한 시나리오

| 시나리오 | 모델 설정             | 조절변수               |
|------|-------------------|--------------------|
| 1    | 현행 제도 유지          | 공사금액에 따른 수요        |
| 2    | 인정기술사제도 폐지(기존불인정) | 기술사합격률<br>기술사 응시자료 |
| 3    | 인정기술사제도 폐지(기존인정)  | 기술사합격률<br>기술사 응시자료 |
| 4    | 인정기술사제도 보완        | 법정 인정자격년 수         |

##### 4.2 시나리오별 분석

###### (1) 시나리오 1

시나리오 1은 현행제도의 유지로 특급기술자의 수요공급 차이가 그림 3의 그래프 1과 같이 계속적인 상승곡선으로 나타난다. 이러한 상승으로 인해 인정기술사제도의 폐지에 대한 논란이 생겼으며 이러한 상승을 감소시키기 위해 조절변수로써 공사규모를 조절하여 특급기술자의 수요측면의 하나인 현장소장(건설산업기본법(제40조)에 의하면 50억이상의 공사에 특급기술자를 1인이상 배치하도록 규정) 필요수요를 2007년 기준으로 증가 시키면 그래프 2,3과 같이 변한다.

###### (2) 시나리오 2

시나리오 2은 인정기술사제도의 완전 폐지로 그림 4에서 보듯이 2007년부터 폐지를 적용했을 때 기술사의 공급만으로는 현재의 수요를 감당하기 힘들어 문제가 발생하게 된다. 따라서 조절변수로 기술사 시험의 응시자료와 합격률을 통해 특급기술자의 공급량을 조절했을때, 합격률이 60%이상, 응시자율을 80%이상, 응시자율이 40%일때 합격률 50%(다른변수 불변)이어야 기술사의 공급이 수요를 맞출 수 있는 분석을 볼 수 있다.

###### (3) 시나리오 3

시나리오 3에서는 인정기술사를 폐지하되 기존의 학경력자를 인정했을때, 그림 5와 같은 결과가 도출된다. 기존(30만)을 인정하고 기술사만이 특급기술자의 공급원이 될 때 수요 공급의 차이는 급감(그라프 4)하게 되어 시행 시에는 공급의 감소로 특급기술자의 수급이 안정될 듯 보이지만 장기적으로 보았을 때에는 수요에 따른 특급기술자의 공급에 어려움이 생기게 된다. 따라서 이러한 급감을 완화시키기 위해서는 응시자율이 80%, 합격률이 40%, 응시자율이

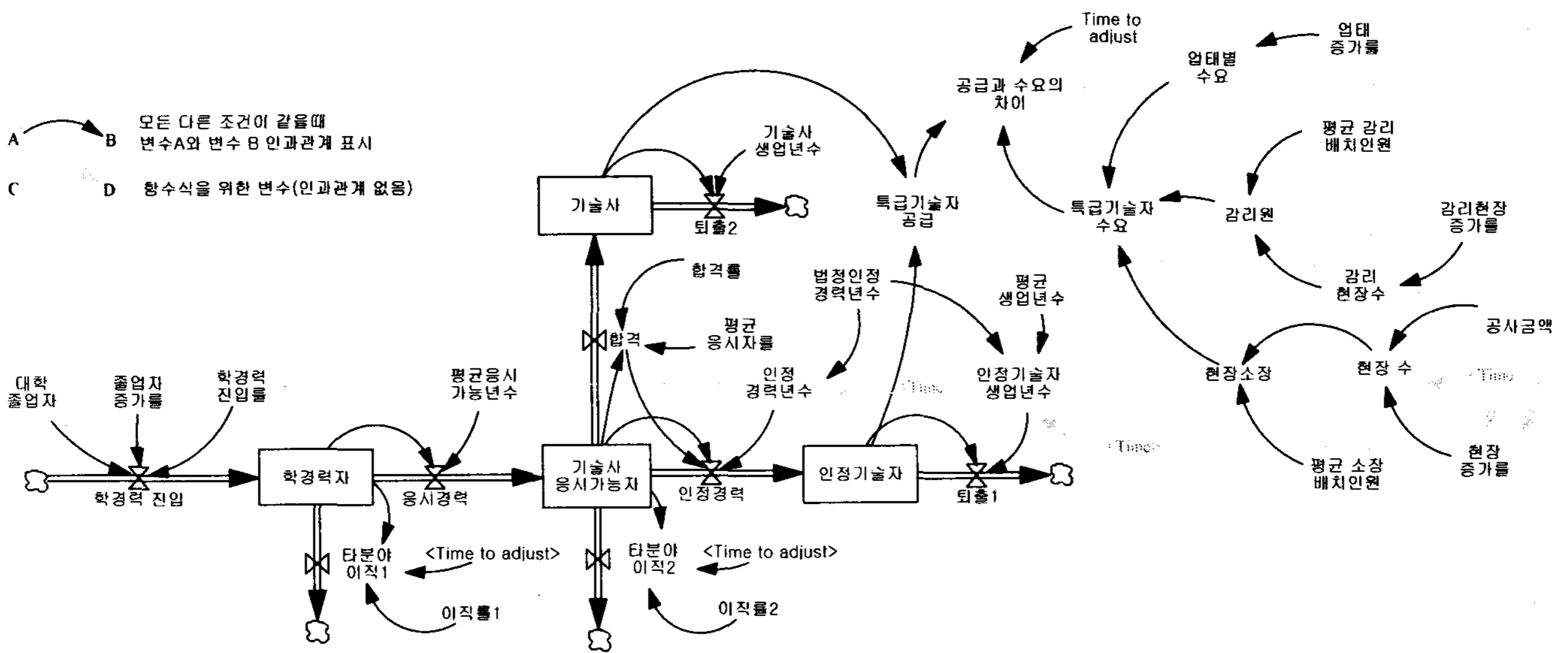


그림 2 수요-공급 예측 모델

50%일때 합격률 30%로 조절했을때 수요공급의 완만한 수급을 볼 수 있다.

(4) 시나리오 4

시나리오 4은 인정기술사제도를 보완했을때를 분석한 것으로 인정기술자는 박사(3년이상), 석사(9년이상), 학사(12년이상), 전문대학졸(15년이상) 즉, 평균 11년 이상(박사 제외)의 경력이면 특급기술자로 활동 할 수 있다. 따라서 경력년 수를 증가 시키면 공급측면에 영향을 주게 되어 수요-공급을 완만하게 유지 시킬 수 있다(그림 6)

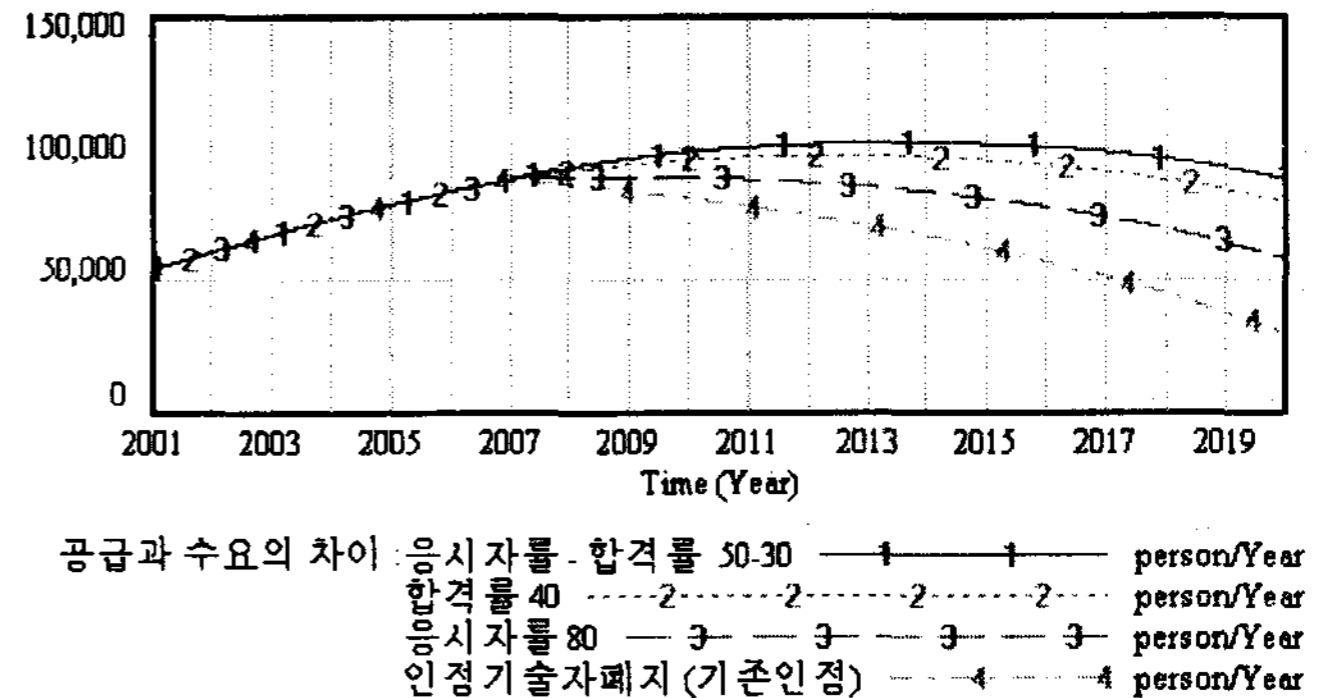


그림 5 시나리오 3(인정기술사제도 폐지, 기존인정)

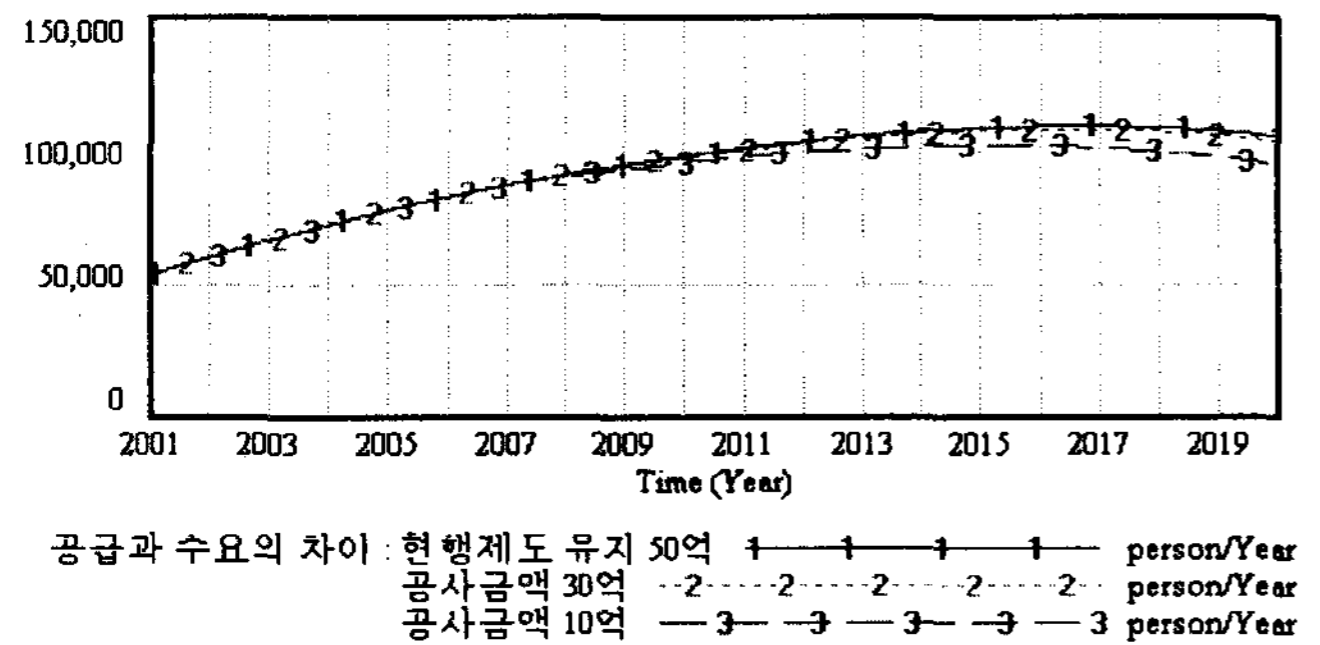


그림 3 시나리오 1(현행제도 유지, 공사금액에 따른 수요)

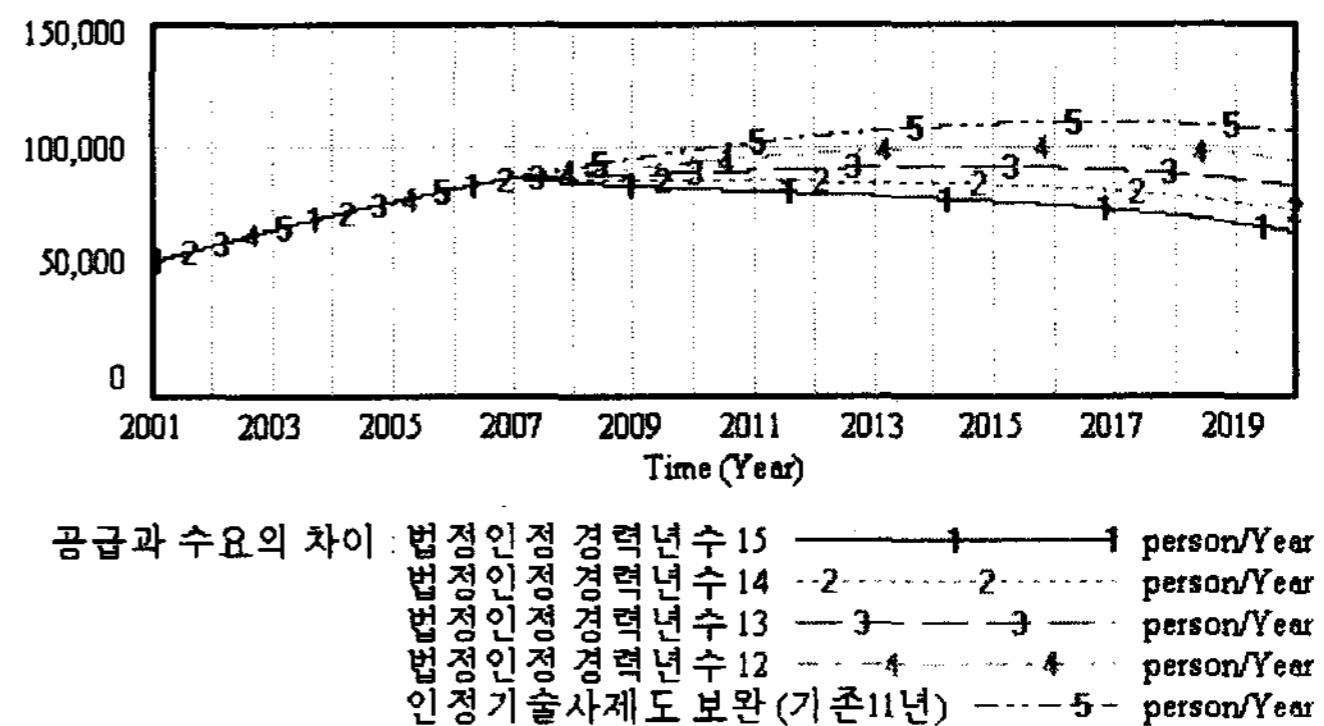


그림 6 시나리오 4(인정기술사 제도 보완)

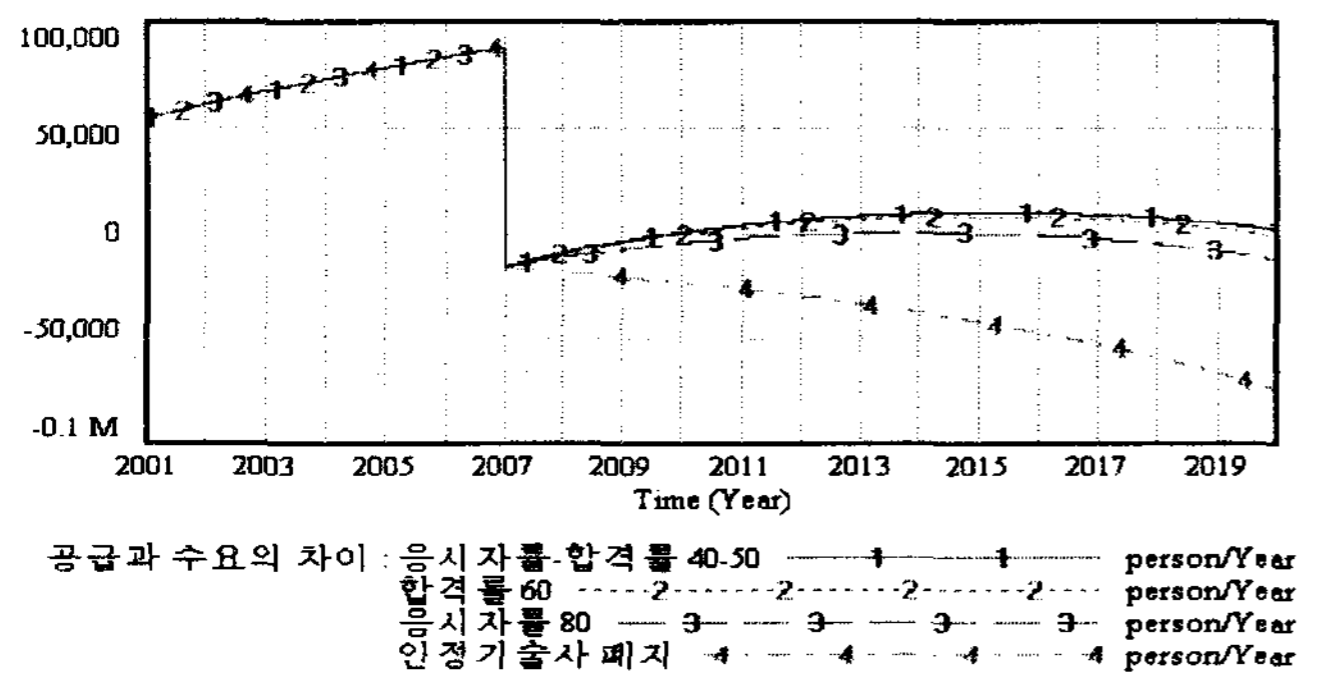


그림 4 시나리오 2(인정기술사제도 완전폐지)

5. 결론

본 연구는 특급기술자의 수요공급에 대한 논란을 분석하여 SD 수요공급 체계를 분석하였고 특급기술자 개선 정책 적용에 관한 다양한 시나리오를 설정하고 이를 정량적 모델링을 통해 검증하였다. 본 모델은 특급기술자의 수요가 향후에도 지속적으로 증가할 것이라는 가정(5년간의 데이터로 검증)하에 만들어졌다. 본 모델에서 예측한 특급기술

자 수요공급 전망은 다음과 같다.

시나리오 1에서는 특급기술자의 과잉공급에 대한 문제점을 보여준다. 시나리오 2에서는 인정기술사제도의 완전폐지는 당장의 특급기술자의 공급 부족으로 건설인력시장의 큰 혼란을 초래할 수 있기 때문에 기술사의 응시자율에 따른 합격률을 조정할 필요성이 있다. 시나리오 3는 기존의 학경력자를 인정하면서 인정기술사제도의 폐지가 당장의 과잉공급은 해결하겠지만 장기적인 해결책으로 볼 수 없다. 시나리오 4는 인정기술사제도를 유지하면서 인정경력년수를 늘려 특급기술자의 공급을 조절하는 방법으로 향후 개선정책에 적용할 수 있다.

본 모델은 건설경기 및 정책방향에 따라 모델 변수를 설정하여 새로운 예측 모델을 구축할 수 있다는 장점이 있다. 최근 인정기술사제도의 폐지에 따른 특급기술자 수급의 변화가 있을 것이라고 추정하며 몇 년간의 특급기술자의 수급 데이터를 통해 본 연구에서 제시한 예측 시스템을 검증할 필요성이 있다.

## 참고문헌

1. Forrester, J. W., Urban dynamics, Cambridge: The MIT Press, 1969.
2. Kwak, S., "Policy analysis of Hanford tank farm operations with system dynamics approach." Ph.D Dissertation, The Massachusetts Institute of Technology, 1995.
3. Sterman, J., "Business dynamics: System thinking and modeling for a complex world", New York: McGraw-Hill, pp.191-232, 2000.
4. 대한건설협회, 건설업통계연보, 2000-2005
5. 한국건설감리협회, 내부자료, 2000-2005
6. 한국산업인력공단, 국가기술자격검정통계연보, 2006
7. 한국개발연구원, 교육통계연보, 2006
8. 김선국 외, "건설분야의 기술사 인력수급 현황 및 분석", 한국건설관리학회, 제6권 제3호, pp178-187, 2005
9. 박환표 외, "건설경기 변화에 따른 건설기술자의 수급전망", 대한건축학회, 제21권 제12호, pp199-207, 2005
10. 김우영 외, "정부의 기술사 제도 개선의 전제조건", 한국건설산업연구원, 2005
11. 이계우, "기술사제도 개선방안 공청회 자료, 자격제도개선분과위원회, 2005
12. 김재영, "위기의 건설산업 어떻게 대처할 것인가?", 국토연구원, 2005

---

## Abstract

By prosperous condition of construction economy in the early 90s in Korea, we needed a lot of the qualified professional engineers (PE) to manage the construction site. In order to meet the high demand of P.E., government has established the admitted engineer system (AES) which is given to admitted engineer who do not take the written exam but have equivalent working experience in 1995. However, since 2000, while professional engineer's shortage has been resolved, the opposite situation has occurred that is serious over-supply of construction engineers. Thus, government announced that will abolish the admitted engineer systems as recognized existent admitted engineers. However, Professional Engineers institution is insisting that must not recognize existent admitted engineer.

From this point of view, it is critical to make the supply-demand forecast systems as a derivative approach of system dynamics also, that is useful in comparing the argument between government and Professional Engineers institution.

This paper describes about qualified engineer's supply change by admitted engineer system abrogation and suggests the idea to regulate the supply and demand with the improvement of the legal system.

**Keywords :** Admitted Engineer System, Professional Engineers (PE), Specialized engineers, System Dynamics (SD)

---