

우리나라 엔지니어링산업의 시장전망과 기술인력 필요공급량 추정에 관한 연구

The Forecasting of Market Size and Additional
Requirement of Technical Manpower
in Korean Engineering Industry

최정호* · 박수신** · 김지수***

Abstract

The engineering industry plays an important role for national competitive, since it has an high impact on other industries. With its importance, the engineering industry development largely depends on its technical manpower rather than capital factor. This study aims at estimating the additional requirement on technical manpower based on the forecasted market size which represents the structure change corresponding to economic growth in related industry. Research scope includes the twelve of fifteen field except three with insufficient historical data and technical manpower above bachelor degree.

Specially, we forecast market size with determinants resulted from historical data analysis on each field. The demand on technical manpower is derived from the forecasted market. We also estimate an additional requirement with the supply analysis. The research results show different

* LG-EDS 시스템

** 삼성엔지니어링

*** KAIST 테크노경영대학원

patterns over time period. The relative ratio on chemical and construction to total market will steadily grow over short term, while applied, environment, electronic and information will rapidly grow. This pattern will be stabilized over mid or long term. The additional requirement on technical manpower represents the similar pattern to market growth. The research result implies manpower policy for having high inflow of technical engineer from educational institute and the related industries through the image improvement.

I. 서 론

1. 연구의 배경

엔지니어링산업은 기술집약적인 고부가가치의 서비스산업으로 새로운 기술의 응용, 기존기술의 결합, 새로운 기술수요의 창출 등 국가경쟁력 제고를 위한 파급효과가 큰 분야로 단기적 과제 중심적이라기 보다는 장기간에 걸친 경험과 축적된 기술이 경쟁력의 원천이 되고 있다. 또한, 엔지니어링산업은 기자재 공급업체, 설비제조업체, 건설업체 등과 밀접한 연관관계를 갖고 전 산업을 선도함으로써 엔지니어링 서비스 질 또는 엔지니어링 능력이 관련 산업의 생산성에 직접적으로 영향을 미치고 있다.

이와 같은 중요성에도 불구하고 엔지니어링산업 정책을 위한 산업전망과 산업발전의 핵심요소인 기술인력에 관한 연구는 산업을 구성하는 몇몇 부문에 걸쳐 부분적으로 연구가 이루어져왔으며 엔지니어링산업 전 부문을 다루는 연구는 거의 없는 실정이다(성창섭, 1994). 그 이유는 엔지니어링산업의 정의, 범위, 자료수집 어려움 등으로 볼 수 있다. 이러한 배경에서 본 연구는 향후 엔지니어링산업 연구에 도움이 될 수 있는 연구설계 방법론을 제시하고 엔지니어링산업의 거의 전 부문에 걸쳐 실적자료를 관찰, 분석함으로써 산업 성장에 대응하는 엔지니어링산업의 구조변화를 살펴보고 산업 발전의 핵심요소인 기술인력의 필요공급량을 추정함으로써 선용적 인력정책 수립에 도움을 주고자 한다.

2. 연구내용과 연구범위

본 연구에서 다루고자 하는 주요 연구내용으로는 먼저 엔지니어링산업의 정의와 그 특성을 살펴보고 필요한 자료를 관찰하며 산업성장을 예측하기 위하여 12개 기술부문에 대하여 엔지니어링산업의 성장에 영향을 미치는 요인을 도출한다. 또한 그 요인이 어떻게 작용하는지 살펴보고 각 기술부문에 대해 수주규모를 전망한 결과에 의해 예상되는 엔지니어링산업구조의 변화를 살펴본다.

산업성장 규모 예측치를 토대로 기술인력 수요규모가 시장규모에 의해 결정되기 때문에 파생수요로 기술인력을 추정하며 산업생산액에 미치는 질적수준별 기여도 분석에 의해 질적수준별 인력 수요규모를 추정한다. 한편 기술인력 필요공급량은 공급원으로부터 엔지니어링산업으로의 유입률 분석에 의해 공급규모와 수요규모 추정결과에 의해 도출한다.

본 연구의 범위는 정부의 정책 수립과 기업의 장기적인 전략수립에 유용한 결과를 얻기 위하여 엔지니어링기술진흥법의 15개 기술부문 중 거의 활동이 이루어지지 않고 있는 3개 부문을 제외한 12개 부문을 연구대상으로 포함했으며 기술인력 범위는 학사 이상의 전문 기술인력으로 한다.

II. 엔지니어링산업의 개요

산업의 정의는 현실적으로 구분할 수 있는 논리적 기준을 설정하는 것이 매우 어려우며 연구자와 연구목적에 따라 그 범위를 결정할 수 밖에 없는 것이 일반적이다(尹暢皓·李奎億, 1995). 엔지니어링산업의 주된 상품은 사업(Project)의 수행이며 사업의 대상은 광범위하다. 그러나 사업의 수행이란 눈에 보이지 않는 무형의 서비스이고 상품이 일반 소비자를 대상으로 하지 않아 일반인들에게 쉽게 이해되지 않는 면이 있어 엔지니어링산업에 대한 일반화된 개념이 아직 형성되었다고 보기 어렵다. 따라서 먼저 엔지니어링산업의 개념을 명확히 할 필요가 있다.

1. 엔지니어링산업의 정의

과학기술정책관리연구소(1995)에서는 엔지니어링을 과학기술 전문지식과 판단력을 종합적으로 동원하여 원하는 기능과 목표를 달성할 수 있는 공학 시스템을 설계, 개발 및

구축, 운영하는 부가가치적 경제 활동으로 각종 산업공장 혹은 시설물을 설치할 때 이에 대한 계획수립 과정에서부터 주어진 산업공장/시설물이 정상적으로 작동할 수 있도록 이에 필요한 모든 기술적인 서비스를 통칭하고 있다. 한편 국내법에서는 엔지니어링 활동을 과학기술의 지식을 응용하여 사업 및 시설물에 관한 기획·타당성조사·설계·분석·구매·조달·시험·감리·시운전·평가·자문·기타 대통령이 정하는 활동과 그 활동에 대한 사업관리를 말한다. 이처럼 엔지니어링에 대한 정의는 연구자에 따라 달라지기도 하며 국가별로 차이를 보이기도 하는데 미·일의 경우에는 달리 국내의 경우 엔지니어링의 활동 범위에서 “건설 및 제작을 제외” 하고 있다는 점에서 커다란 차이점을 가지고 있다고 할 수 있다(김지수외, 1997).

한편 엔지니어링 개념을 적용하는 사업이 엔지니어링사업이며 그 사업 대상의 하나하나가 엔지니어링 프로젝트 그리고 사업 담당자가 엔지니어링기업, 관계되는 집단이 산업조직을 형성하는 경우 그들 전체를 총칭하여 엔지니어링산업이라고 부를 수 있다(코리아엔지니어링, 1990). 엔지니어링사업의 영역은 크게 산업개발형 프로젝트, 사회개발형 프로젝트, 연구개발형 프로젝트로 나누어 볼 수 있는데 엔지니어링사업이 다른 사업과의 차이는 수요에의 대응이라는 측면에서 살펴 볼 수 있다. 어떠한 사업이든지 상품이 소비자 요구에 대응하는 형태로 구체화 되는데 그 형태는 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는 직접대응 방식이며 다른 하나는 간접대응 방식이다. 통상적인 경우에 수요에 대하여 공급자가 직접 대응하는 것이 가능하나 석유정제 플랜트와 같이 전체 시스템을 기존의 산업이 직접 대응하는 것은 곤란하며 기존의 산업에 속한 기업 중 여러 분야 업종이 각각 보유한 본래 기능을 종합하여 그들을 시스템화 해야만 하며 이것이 수요와 일치될 때 사업이 이루어 진다. 즉 생산자와 공급자 간의 직접 대응이 곤란한 경우 이 중개 역할을 엔지니어링산업이 수행하는 것이다(박수신, 1997).

지금까지 논의를 정리해보면 엔지니어링산업을 '공학 서비스를 사업수행이라는 형태로 상품화하여 수요에 대응함으로써 형성된 시장에 참여하는 기업의 집합'로 정의할 수 있으나 엔지니어링산업을 연구함에 있어서 개념적 정의로는 그 범위를 명확히 할 수 없기 때문에 본 연구에서는 엔지니어링산업을 '엔지니어링기술진흥법에 의해 한국엔지니어링진흥협회에 신고된 엔지니어링 활동 주체들로 이루어진 기업집단'으로 정의한다.

2. 엔지니어링산업의 분류

엔지니어링산업의 분류는 그 나라의 산업특성에 따라 차이를 보이고 있다. 미국의 경우 건축, 제조플랜트, 전력플랜트, 공항시설, 고속도로 및 교량, 프로세스플랜트, 수처리, 해양시설, 설계의 9가지 분류를 사용하고 있는 반면 일본의 경우에는 석유정제 및 석유화학 분야, 에너지분야, 철강 및 비철금속분야, 공공 및 건축분야, 환경분야, 정보인프라 6가지로 분류하고 있다(ENR, 1995; 일본엔지니어링진흥협회, 1994). 한편 우리나라의 경우에는 엔지니어링기술진흥법에서 기계부문, 선박부문, 항공우주부문, 금속부문, 전기전자부문, 통신정보부문, 화학부문, 섬유부문, 광업자원부문, 건설부문, 환경부문, 농림부문, 해양수산부문, 산업관리부문, 응용이학부문 15개 기술부문으로 분류하고 있다. 본 연구에서는 산업정책 수립에 유용한 자료를 제공하기 위해 엔지니어링기술진흥법의 분류를 따른다.

Ⅲ. 엔지니어링시장 전망에 관한 기존 연구

엔지니어링시장 전망에 관한 기존 연구는 분석단위를 엔지니어링산업 전체를 대상으로 예측한 연구와 특정 기술부문에 한정하여 수행한 연구로 나누어 볼 수 있다(〈표 1〉참조). 산업 전체 시장예측에 관한 연구로서 유지성(1996)은 예측기간을 세단계로 나누어 기간에 따라 과거실적치의 연평균증가율에 다른 GNP 디플레이터를 고려하여 예측하였다. 한국과학기술정책연구평가센터(1989)는 두개의 모형을 제시하고 있는데 하나의 모형은 경제성장이 해당연도와 차기년도의 엔지니어링수요에 영향을 미치는 효과를 보여주고 있으며 또 하나의 모형은 정부총투자, 산업설비투자, 제조업부가가치, 건설업부가가치가 엔지니어링수요에 영향을 미치고 엔지니어링실적치가 차기년도의 부가가치에 영향을 미친다는 동태적 조정을 전제로 예측모형을 제시하였다. 이 연구는 엔지니어링산업의 성장요인과 그들간의 시계열 관계를 고려하여 장단기 시장전망을 시도한 것에 의의가 있다고 볼 수 있다.

기술부문별 엔지니어링시장 전망에 관한 연구는 많이 이루어지고 않고 있다. 몇몇 연구가 있지만 엔지니어링시장만을 고려하고 있다고 보기 어렵다(송병준외, 1995). 이와 같은 이유로는 엔지니어링시장을 독립적으로 분리하기 어렵기 때문이다. 그러나 엔지니어링 산업정책 수립과 기업의 경영전략 수립에 도움을 주기 위해서는 기술부문 각각의 특성이 다르다는 것을 고려할때 각 기술부문에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다.

〈표 1〉 엔지니어링 시장전망에 관한 기존연구

연구자	종속 변수	독립 변수	모형의 특징	예측기간
유지성 (1996)	총엔지니어링 시장규모	수주규모(t-1)	명목성장률에 의해 세가지 추정치 제시	1996-2005
과학기술정책 연구평가센터 (1989)	총엔지니어링 시장규모 산업설비엔지니어링 시장규모 사회간접부문 엔지니어링 시장 규모	- GDP, 경제성장규모 - 총투자, 산업설비투자, 제조업 부가가치	엔지니어링 실적치가 차기 년도 부가가치에 영향을 미친다는 동태적 조정모형	1988-2001
산업연구원 (1995)	건설부문 엔지니어링 시장규모	GDP, 건설시장규모 (t-1, t-2)	시차변수 도입	1995-2010

IV. 엔지니어링시장의 결정요인과 예측모형 도출과정

1. 국내 엔지니어링 시장규모의 관찰방법

엔지니어링산업 성장에 관한 예측모형을 도출하기 위해서는 먼저 엔지니어링 시장규모를 관찰함에 있어서 전체 엔지니어링시장을 하나로 볼 것인가 아니면 기술부문을 각각 세 분시장으로 볼 것인가에 대한 문제를 제기할 수 있다. 그러나 이러한 문제에 대한 판단기준은 엔지니어링시장의 세가지 특성에 의해 판단할 수 있다(김지수의, 1997). 엔지니어링시장 특성으로 첫째, 엔지니어링시장은 수요에의 대응방식에서 비롯된 산업이며 둘째, 엔지니어링시장에서 공급은 수요에 종속되어 있고 셋째, 기술부문간 엔지니어링수요의 대체가 곤란하다는 특성에 비추어 볼 때 국내 엔지니어링시장을 관찰하고 결정요인을 파악하며 시장규모를 예측하는데 있어서 전체 엔지니어링시장을 하나로 보는 것 보다 기술부문별 엔지니어링시장의 합으로 보는 것이 타당할 것으로 생각된다.

더불어 엔지니어링산업의 장기전망에 있어서 산업구조 변화를 고려해야 한다는 것이다. 즉, 각 기술부문별 시장은 산업의 이행단계를 어느정도 반영할 것으로 예상된다. 산업이 성장단계인 경우 성숙단계의 산업보다 설비투자가 활발할 것으로 볼 수 있고 잠재된 엔지니어링 수요는 성숙된 산업보다 클 것으로 예상된다. 따라서 엔지니어링 시장의 장기전망에 있어서 산업구조변화를 간접적으로 반영하는 수단으로서 엔지니어링시장을 기술부문별로 살펴보아야 한다.

2. 변수의 설정

엔지니어링 시장규모를 표시하는 변수로는 수주액과 매출액 두 가지 변수를 선정할 수 있다. 엔지니어링기업의 주된 활동이 수주액과 지배적인 관계가 있는가 아니면 매출액과 지배적인 관계가 있는가의 문제가 변수선택의 고려사항이 되어야 한다고 볼 때 계획된 활동은 수주액과 관련이 있는 것으로 볼 수 있고 매출액은 계획된 활동의 결과로써 나타나는 것이므로 모두 고려하는 것이 바람직하다. 그러나 국내 엔지니어링시장의 수주실적은 한국엔지니어링진흥협회의 자료로부터 집계 가능하나 매출 실적은 집계되고 있지 않으므로 자료의 가용성 측면에서 본 연구는 수주액을 변수로 채택하였다.

3. 기술부문별 국내 엔지니어링산업의 실적자료 분석

기술부문별 엔지니어링산업의 크기에 대한 과거의 실적자료로 기술부문별 수주액 기준으로 조사하였다. 실적치 중 1990~1995년의 자료는 한국엔지니어링진흥협회의 내부자료를 이용한 결과이며 그 이전의 자료는 한국기술용역협회(현 엔지니어링진흥협회)의 「기술용역등록업체일람표」와 「기술용역실적총람」을 이용하여 정리한 결과이다.

그러나 이와같은 실적치의 집계에 있어서의 문제점은 1973년 제정된 기술용역육성법이 '93년 엔지니어링진흥법으로 개정, 시행됨에 따라 기술부문의 분류가 변경되었으므로 자료의 일관성이 결여될 수 있다는 것이다. 개정된 법에 의해 자료를 집계하기 위하여 개정전의 '산업설비'는 개정후의 '화학'으로, '원자력산업'과 '지질'은 '응용이학'으로, '건축설비'는 '건설'로, '전기'와 '전자'는 '전기전자'로 '통신'과 '정보처리'는 '정보통신'으로, '종합환경'과 '환경'을 '환경'으로 계산하는 방법을 취했다. 그러나 '산업설비'에는 기계공장, 금속공장 등이 포함되어 있으므로 이를 모두 '화학'으로 계산하는 것은 문제가 제기될 수 있는데 1990년 이전에 기계부문 등의 설비와 관련된 엔지니어링업무는 대부분 사업주가 스스로 공무기능을 이용하여 자체적으로 처리하였고 엔지니어링산업에 용역 발주가 발생하지 않았을 것으로 간주하였으므로 큰 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 또한 1986년의 자료에서 기술부문에 분류되지 않는 부분을 제외하여 전체의 합과 기술부문의 합에서 차이가 있다는 문제점도 지적할 수 있다. 1989년의 경우는 국내와 국외가 구분되지 않은 자료로부터 전년도 실적 중 해외부문의 실적을 참고하여 전년도에 해외에서만 실적이 발생하였던 부분을 제거하고 나머지를 국내부문으로 보아 추출하였는데 일부 해외수주 실적이

국내수주에 포함되어 있을 수 있다는 문제점은 있을 수 있다.

V. 엔지니어링산업의 결정요인 분석

일반적으로 엔지니어링시장의 규모는 관련 산업의 설비투자에 직접 의존하는 것으로 알려져 있다(Bidault et al, 1992). 그러나 동일한 시공산업의 경우라도 건설부문의 경우 건설산업의 설비투자 보다는 건설수주액에 의존할 것으로 생각되며 조선부문의 경우 조선업의 설비투자보다 조선수주액에 더욱 의존할 것으로 보인다. 반면 광공업의 경우는 산업생산액에 더욱 의존할 것으로 보인다. 따라서 엔지니어링산업의 시장결정요인을 분석하기 위하여 기술부문별 엔지니어링 수주에 대해 관련산업설비투자, 산업생산액, GDP, 전체 제조업 설비투자에 대해 회귀모형에 의해 결정요인을 도출하고자 한다.

1. 관련시장에 관한 자료관찰

분석에 앞서 기술부문별 독립변수 추정을 위하여 가용한 관련 자료를 살펴볼 필요가 있다. 먼저 기계부문의 산업생산액과 설비투자는 조립금속제품, 기계 및 장비제조업의 생산액을 활용하였으며 선박부문의 경우 국내 신조선수주 물량이 조선수주에서 차지하는 비중이 매우 적기 때문에 조선생산액 대신 신조선수주액과 조선업의 설비투자를 활용하였다. 항공우주부문은 산업분류에서 제조업의 중분류 조립금속제품, 세분류 우주장비에 포함되는데 산업생산액은 구할 수 없었으나 경제성장에 따라 장기적으로 산업이 성장한다고 볼 수 있다. 금속부문의 산업생산액으로는 1차금속산업의 생산액을 이용하였다. 전기전자산업은 조립금속기계장비에 속하는 산업으로 전기전자산업 생산액의 시계열 자료가 없기 때문에 조립금속기계장비의 산업생산액과 한국전자공업진흥회의 자료를 정리한 전자공업 생산액을 이용하였으며 설비투자는 한국산업은행의 전기전자부문을 활용하였다.

통신정보처리부문의 설비투자액은 한국산업은행의 자료에서 1985년 이후의 통신업의 설비투자를 이용하였으며 산업생산액은 1988년 이후의 정보통신서비스의 매출액을 이용하였다. 화학부문의 생산액과 설비투자에는 산업분류상의 대분류인 화학, 석탄, 석유, 고무제품 산업을 포함하였으며 환경부문의 산업설비투자는 설비투자 자료의 산업별 분류를 이용하지 않고 공해방지목적의 설비투자를 이용하였으며 전산업 설비투자를 추가하였다. 산

업관리부문의 국내 엔지니어링 수주는 적은 규모나마 지속적으로 발생해 왔으며 공장 관리, 품질, 안전 등을 포함하는 기술부문이므로 제조업의 생산액 및 제조업의 설비투자와 관련된 것으로 생각할 수 있다. 응용이학부문의 실적자료를 살펴본 결과 지질부문과 원자력발전 및 원자력 응용 부문이 주된 전문기술분야로 나타나기 때문에 해당자료를 활용하였다. 이들 관련자료를 정리하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 기술부문별 독립변수 추정 자료관찰

기술 부문	관련산업 생산액	관련산업 투자액
기계 부문	조립금속제품, 기계/ 장비제조업 생산액	조립금속제품, 기계/ 장비제조업 투자액
선박 부문	신조선 수주액	조선업 설비투자
금속 부문	1차금속 생산액	-
전기전자	조립금속기계장비 생산액	전기전자부문 설비투자
통신정보처리	정보통신서비스 매출액	통신업 설비투자
화학 부문	화학부문 생산액	화학부문 투자액
광업자원 부문	건설부문 수주액	-
환경 부문	-	공해방지목적의 설비투자
산업관리 부문	제조업 생산액	제조업 투자액
응용이학 부문	-	원자력발전, 지질부문 투자액

2. 기술부문별 엔지니어링시장 결정 요인 도출

이들 자료를 이용하여 선형회귀모형에 의해 국내 엔지니어링시장 결정요인을 도출한 결과 <표 3>과 같이 나타났다. 기술부문에 따라 결정요인이 다르게 나타나고 있는데 분석결과를 해석해보면 설비투자에 의해 가장 잘 설명이 되는 부문은 엔지니어링 수주가 관련산업의 설비투자 단계에서 발생한다고 볼 수 있으며 산업생산에 의해 가장 잘 설명될 수 있는 기술부문은 엔지니어링 수주가 산업생산과정에서 발생한다고 볼 수 있다. 반면에 GDP나 전체 제조업의 설비투자에 의해 가장 잘 설명되는 부문은 여러 산업부문에 걸쳐 다양한 기업활동의 과정에서 엔지니어링 수요가 발생한다고 볼 수 있다.

〈표 3〉 엔지니어링시장의 결정요인

기술부문	설명력(R ²)	결정요인			
		GDP	전산업투자	관련업생산	관련업투자
기 계 부 문	0.952		x		x
조 선 부 문	0.800	x			
금 속 부 문	0.535		x		
전 기 전 자 부 문	0.929				x
통 신 정 보 부 문	0.591	x			
화 학 부 문	0.550			x	x
광 업 자 원 부 문	0.886	x		x	x
건 설 부 문	0.993		x	x	
환 경 부 문	0.897				x
산 업 관 리 부 문	0.633		x		
응 용 이 학 부 문	0.908	x	x		x

3. 기술부문별 엔지니어링 시장에 관한 예측모형과 결과

기술부문별 수주액 예측모형은 앞에서 제시한 시장결정요인에 대해 논리적 근거로 종속 변수를 설명할 수 없는 부문을 설명하기 위해 특이치의 제거 또는 시차변수를 도입하였다. 이런 과정을 거쳐 〈표 4〉와 같이 기술부문별 수주액 예측모형이 제시되었다. 각각의 예측모형에 대해 설명력, 모형유의성에 관한 검정통계량, 회귀분석에 사용된 관찰치의 수, 자기상관도, 다중공선성 등 기본적인 회귀분석의 가정들이 만족되는지를 살펴본 결과 모형을 사용하는 데 무리가 없는 것으로 나타났다.

〈표 4〉 엔지니어링시장 전망을 위한 예측모형

기술 부문	설명력(R ²)	결 정 요 인				
		GDP	전산업투자	관련업생산	관련업투자	기술부문시장
기계 부문	0.992		x(t-1)		x(t-1)	(t-1, t-2)
조선 부문	0.966	x				(t-1, t-2)
금속 부문	0.879		x			(t-1, t-2)
전기전자부문	0.938				x	(t-1, t-2)
통신정보부문	0.706	x				(t-1)
화학 부문	0.790			x	x(t-1)	(t-1, t-2)
광업자원부문	0.961	x		x(t-1, t-2)		(t-1)
건설 부문	0.996		x	x		(t-1, t-2)
환경 부문	0.929				x(t-1, t-2)	
산업관리부문	0.900		x			(t-1, t-2)
응용이학부문	0.956		x		x(t-1, t-2)	(t-1)

예측모형에 의해서 엔지니어링산업 시장을 전망하기 위하여 독립변수의 추정이 요구된다. 독립변수의 추정은 한국개발연구원(1996), 한국산업은행(1995a, 1995b, 1996), 산업연구원(1994, 1995)의 전망 자료를 이용하여 국내 엔지니어링시장 규모를 추정하였다. 한편 세계 엔지니어링시장 규모를 추정하고 결과를 토대로 우리나라 해외수주를 예측하기 위하여 1984-1988년의 5개년도 실적치를 더한 수치와 1991년-1995년의 5개년도를 더한 수치의 자연증가율을 적용하여 예측하였다. 각 기술부문별 해외수주의 실적치를 구하기 위하여 먼저 1995년 해외수주액의 기술부문별 비중에서 2010년 기술부문별 국내수주의 비중을 평균하여 2010년의 해외수주의 기술부문별 구성비율을 도출하였고 그 결과를 토대로 1996년 이후 2010년까지의 해외수주 구성비 변화는 1995의 비중에서 2010의 비중으로 선형적으로 변화한다는 가정하에 기술부문별 해외수주의 전망치를 도출하였다. 항공우주부문은 과거 실적이 나타나지 않았지만 성장가능성이 높기 때문에 항공산업 매출액 성장 추정치의 일정비율을 엔지니어링시장으로 추정하였다. 기술부문별 국내 엔지니어링 시장전망과 해외수주액을 추정한 결과를 합하여 우리나라 엔지니어링시장을 추정한 결과 〈표 5〉와 같이 나타났다.

〈표 5〉 우리나라 엔지니어링시장 추정 결과

(단위 : 억원, %)

추정연도	구 분	합 계	기 계	선 박	항공우주	금 속	전기전자
2000	추정치	40,729	2,741	140	41	14	3,770
	비 중	100.00	6.73	0.34	0.10	0.03	9.26
2005	추정치	67,764	4,331	224	109	43	6,782
	비 중	100.00	6.39	0.33	0.16	0.06	10.01
2010	추정치	114,220	7,624	381	299	44	13,028
	비 중	100.00	6.68	0.33	0.26	0.04	11.41

추정연도	통신정보	화 학	광업자원	건 설	환 경	산업관리	응용이학
2000	6,599	7,612	12	14,577	2,273	208	2,747
	16.20	18.69	0.03	35.79	5.58	0.51	6.74
2005	11,114	13,322	19	22,024	4,532	319	4,988
	16.40	19.66	0.03	32.50	6.69	0.47	7.36
2010	19,277	25,119	32	34,688	7,660	503	5,760
	16.88	21.99	0.03	30.37	6.71	0.44	5.04

추정결과를 살펴보면 기술부문별 구성비가 현재까지는 건설, 화학, 통신정보, 응용이학, 전기전자, 기계 부문이 큰 비중을 차지하였으나 점차적으로 건설부문은 정체되는 반면 화학, 전기전자, 통신정보는 안정적 성장 추세를 보이며 응용이학과 환경은 안정적 성장이후에 정체 혹은 감소 추세를 보인다.

VI. 엔지니어링산업의 기술인력 추정모형 및 결과

1. 파생수요 모형의 개념적 도출

엔지니어링산업은 수요에 종속된 산업의 특성으로 말미암아 기업의 미래 활동은 미래의 수요인 수주 계약에 의해서 결정될 것이며 인력의 파생수요 또한 수주에 의할 것으로 판단된다. 따라서 기술인력수요는 수주액 전망치를 바탕으로 〈식 1〉의 콕-다글라스(Cobb-Douglas) 생산함수를 사용하여 인력의 파생수요를 예측하고자 한다.

$$\ln(\text{ENG}_t) = \alpha + \beta \ln(\text{MAN}_t) \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

(단 ENG는 수주액을, MAN은 기술인력의 수를 나타냄)

이때 우리가 관련 파라미터 α , β 와 수주액을 미리 알고 있다면 <식 1>을 역으로 놓아 <식 2>와 같이 기술인력의 수를 추정할 수 있을 것이다.

$$\ln(\text{MAN}_t) = \alpha' + \beta' \ln(\text{ENG}_t) \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

(단, $\alpha' = -\alpha/\beta$, $\beta' = 1/\beta$)

2. 기술인력의 수요예측

추정모형의 회귀계수를 도출하기 위한 실적자료 분석을 위해 먼저 기술인력에 관한 자료를 두가지 측면에서 고려해야 한다. 첫째는 1993년 엔지니어링기술진흥법의 시행으로 종전의 4개 업종에서 현행 15개 기술부문으로 변경되면서 기술부문별 인력집계를 다시 해야한다는 사실이다. 두번째는 1983년 부터 1990년 까지는 당시 엔지니어링 업체의 협회가입이 업체의 가입의사에 의한 것이었기 때문에 그 이전과 이후의 자료의 일관성이 없다는 점이다. 1993년 이전은 기술인력의 현황파악을 위해 협회가 엔지니어링 활동주체의 보유기술인력을 기술용역법에 의해 집계하였으며 1993년 부터는 엔지니어링 활동을 수행하고 있는 모든 업체는 의무적으로 회원사로 가입하였기 때문에 보유인력이 아닌 엔지니어링 활동을 위해 필요한 법적 신고인력만을 대상으로 집계된 수치이다. 따라서 이와같은 자료는 인력예측을 위한 자료로 혼합하여 사용하기에는 부적절하기 때문에 1983년 부터 1991년 현재까지의 자료를 이용하여 1991년 부터 1996년 현재까지 엔지니어링산업에서 종사하고 있을 것으로 추정되는 실제 기술인력 보유현황을 과거의 업체수와 보유기술인력의 상관관계에 의해 추정하였다.

이렇게 얻어진 인력수에 의해 회귀분석 추정모형을 도출하고 그 결과를 가지고 인력수요를 예측한 결과 2010년까지는 비교적 완만한 증가추세를 보이고 있다. 한편 기술부문별 기술인력 추정을 위하여 전체 수주액 예측치에 각 부문의 비중을 곱하는 방법에 따라 추정한 결과 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 기술부문별 기술인력 수요 추정치

(단위:명)

추정연도	합 계	기 계	선 박	항공우주	금 속	전기전자	통신정보
2000	89,940	6,053	309	92	31	8,325	14,572
2005	121,833	7,790	403	195	76	12,198	19,990
2010	167,981	11,213	560	439	64	19,160	28,350

추정연도	화 학	광업자원	건 설	환 경	산업관리	응용이학
2000	16,810	27	32,190	5,019	459	6,065
2005	23,962	34	39,613	8,152	574	8,972
2010	36,942	46	51,014	11,266	740	8,470

3. 기술자 등급별 기술인력 추정

기술인력의 질적수준차이를 고려하기 위한 초급부터 특급까지 기술자등급별 기술인력 수요추정의 논리적 근거는 각 등급의 생산에 대한 공헌도를 고려함으로써 가능하다. 즉, 각 등급의 생산에 대한 공헌도는 임금수준에 반영되므로 생산액의 증가에 대한 등급별 인력의 파생수요는 생산 증가분에 공헌한 정도에 따라 결정된다는 논리를 따른다(일본 통산성, 1987). 이와같은 방식으로 다음의 추정모형을 제시할 수 있다. 즉,

$$\text{등급별 1인당 수주액} = \text{등급별 수주액} / \text{등급별 인력수} \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

이때 〈식 3〉은 〈식 4〉와 같이 변형가능하다.

$$\text{등급별 기술인력수} = \text{등급별 수주액} / \text{등급별 1인당 수주액} \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

$$\begin{aligned} \text{이때, 등급별 수주액} &= \text{총수주액} \times \text{등급별 업무비율} \\ &= \text{총수주액} \times (\text{등급별 인건비 총액} / \text{인건비 총액}) \quad \langle \text{식 5} \rangle \end{aligned}$$

이므로 각 등급별 인건비 총액과 총 등급별 1인당 수주액을 알고 있다면 새로운 수주액의 증가분에 대한 등급별 기술인력을 추정할 수 있을 것이다. 이와 같은 기술자등급별 추정결과는 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉 기술자등급별 필요공급량 추정치

(단위 : 명)

추정년도	합 계	특급기술자	고급기술자	중급기술자	초급기술자
2000	89,940	17,189	14,188	24,123	34,441
2005	121,883	23,293	19,227	32,691	46,673
2010	167,981	32,103	26,498	45,055	64,325

VII. 기술인력 필요공급량 추정

1. 공급규모 추정 과정

산업으로의 취업자를 계산하기 위해서는 우선적으로 입학생수 증가와 졸업율 및 진학율을 구해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 문교통계연감(1988-1996)에 제시된 통계자료를 이용하였다. 즉, 공학계열의 각 과정과 각 학과의 전공분야를 엔지니어링 15개 기술부문으로 분류한 후 1988~1992년의 각 과정의 입학생수와 1992~1996년의 각 과정의 졸업생수를 집계하였다.

한편 졸업생중에 엔지니어링산업으로의 유입률을 추정하기 위해서는 최근의 학위취득자 실적치와 동기간동안 엔지니어링산업 신규인력 증가분을 비교함으로써 가능하다. 다시말해 기술부문별로 신고인력 증가분을 계산하여 해당년도의 취업자 중 이들이 차지하는 비중이 얼마인지를 계산한다면 전체 산업으로 취업자 중 엔지니어링산업으로 유입율이 얼마나 될 것인가에 대한 하나의 추정치로 제시할 수 있을 것이다. 더우기 이와같은 유입률이 산업구조 변화전망이나 학위취득자 취업선호패턴이 비교적 단기간에 걸쳐 변화하기 힘든 속성을 감안한다면 추정 방법의 타당성이 있다고 볼 수 있다.

2. 엔지니어링산업의 기술부문별 기술인력 필요공급량 추정

필요공급량을 도출하기 위해서는 인력수요 예측치와 신규인력공급 예측치 외에 산업내에 있던 기존인력의 상승, 사망, 퇴직, 이직 등 탈락자에 대한 추정이 필요하다. 이러한 탈락인원에 대한 추정은 최근의 조사자료에서 분석한 각 등급 및 전체평균에 대한 기존인력 탈락률을 적용하기로 한다(김지수의, 1997). 필요공급량 추정결과는 〈표 8〉과 같다.

〈표 8〉 기술부문별 기술인력 필요공급량 추정치

(단위 : 명)

추정연도	합계	기계	선박	항공우주	금속	전기전자 ¹⁾ 통신정보
2000	13,799	868	12	23	-	3,859
2005	16,679	1,015	-	53	19	5,079
2010	23,014	1,713	-	120	-	7,437

주 : 1) 대부분 대학들이 전기전자와 통신정보분야를 같은 학과 또는 계열에 포함시키고 있기 때문에 이들을 구분하지 않고 합해서 추정함

추정연도	화 학	광업자원	건 설	환 경	산업관리	응용이학
2000	3,350	1	3,200	931	71	1,483
2005	5,023	3	3,326	950	94	1,116
2010	7,910	5	3,985	677	123	1,044

3. 기술자 등급별 엔지니어링 기술인력의 필요공급량 추정

기술자 등급별 필요공급량을 도출하기 위해 당해년도의 수요 및 전년도에 대한 보충수요뿐만 아니라 기존인력이 축적된 경험을 통해 상급인력으로 전이되는 경우를 감안하여 동급인력의 직급향상으로 인한 보충수요와 하급인력의 직급향상으로 발생하는 인력공급을 고려해야 한다. 이와같은 직급향상은 대체로 직급향상에 필요한 일정기간동안의 경험축적이 그 원인이 되므로 기존의 각 등급별 인력수와 직급향상에 필요한 연수가 이러한 직급향상에 의한 내부인력 변동을 설명하는 변수가 된다. 등급별 필요공급량은 당해년도 직급별 수요증가, 등급의 신규공급인력 및 탈락률을 사용하여 추정하였다. 추정결과는 〈표 9〉와 같다.

〈표 9〉 기술자 등급별 필요공급량 추정치

(단위 : 명)

추정년도	합 계	특급기술자	고급기술자	중급기술자	초급기술자
2000	14,223	1,916	1,693	3,467	7,146
2005	17,272	2,444	2,160	4,272	8,396
2010	23,831	3,497	3,070	6,046	11,218

4. 기술인력의 수급차 분석에 관한 결론과 인력정책에 주는 의미

기술인력의 수급차 도출과정을 정리하면 엔지니어링 시장전망으로부터 전체, 기술부문별, 기술자 등급별 기술인력의 수요 예측치를 추정하였고 학위취득자의 예측치와 취업자의 예측치에 의해 엔지니어링산업으로의 유입률을 도출하였다. 필요공급량을 추정하기 위해 기존인력의 탈락자에 대한 보충수요를 탈락율로부터 도출하였으며 등급별 필요공급량은 직급향상인력에 따른 인력변동을 고려하여 전체, 부문별 및 등급별 인력의 필요공급량 도출하였다.

필요공급량 추정결과는 단기적으로 엔지니어링산업에서 기술인력의 수급차는 국내시장의 완만한 증가와 신규인력공급이 점차로 증가될 전망이므로 정량적인 인력수급차는 그다지 크지 않은 폭으로 증가하게 된다. 즉, 인력수급차의 절대규모가 현재수준의 약 1.5배 내지는 2배 가량 증가하는 것으로 나타나고 있기 때문에 이러한 차이는 현재수준의 인력부족률을 거의 유지하는 수준이 될 것으로 전망된다. 한편 중장기적으로는 기술부문에 따라 두가지 패턴을 제시할 수 있는데 한가지는 우선 단기적 지속되는 경우와 다른 한가지는 해외수주의 신장 및 국내시장에서 신기술이 성숙하여 첨단 기술부문이 확대되고 이에 따른 인력 수요가 증가하므로 인력수급차가 확대되는 추세를 맞이하는 것이다. 따라서 이 두 가지의 각기 다른 방향의 패턴이 공존하게 되므로 인력수급차는 크게 변화하지 않으나 기술부문별 변화차이는 크게 될 것이다.

이와같은 변화는 건설과 화학이 중심이 되었던 기존의 시장구조에서 최근에 전기전자와 통신정보를 중심으로 이들 부문의 상대적 비중이 증가하고 있는 추세를 반영하기 때문이다. 이와 같은 산업구조 변화는 그에 따른 기술인력의 수급에도 영향을 주고 있다. 따라서 지금까지의 엔지니어링산업 기술인력 공급정책은 향후의 산업구조를 반영하여 변화되

어야 한다는 것을 시사하고 있다. 또한 엔지니어링산업은 3D 업종의 하나로 분류될 만큼 그 이미지가 열악하다. 시공사에 비해 상대적으로 낮은 급여수준, 과도한 업무량, 잦은 지방근무 등이 그 이유로 들 수 있다(성창섭, 1994). 엔지니어링산업이 이와 같은 오명을 벗고 매력적인 산업으로 부각되기 위해서는 먼저 기업의 경영 여건 개선과 자동화 수준의 제고를 통하여 이미지 개선이 요구된다. 엔지니어링 기술인력은 공급의 절대부족보다는 엔지니어링인력의 산업 유입율이 낮다는 것이 더욱 문제이다. 유입율을 제고하기 위해서는 산업의 이미지 개선이 선행되어야 할 것이다.

VIII. 결 론

본 연구는 엔지니어링산업의 시장전망과 기술인력 필요공급량 추정에 관한 일련의 과정을 보여주고 있다. 기술부문별 시장결정요인을 도출하기 위하여 일반적으로 알려져 왔던 투자뿐 아니라 산업생산액을 고려하여 분석한 결과 기술부문에 따라 차이를 보이는 것을 밝히고 있다. 더불어 예측모형을 정교화하기 위하여 시계열관계를 이용하였으며 그 결과 설명력을 높일 수 있었다. 기술인력 공급량 규모를 추정하기 위하여 엔지니어링산업과 관련된 모든 학과를 조사하여 엔지니어링산업으로의 유입율을 분석하였으며 그 결과 엔지니어링 기술인력 확보는 유입율이 관건이라는 사실을 보여주고 있다. 본 연구는 이와 같은 과정을 전개하면서 엔지니어링산업의 향후 연구자들을 위한 연구설계방법과 기반정보를 제공하였다는 데 의미가 있다고 볼 수 있다.

그러나 연구를 진행하면서 신뢰할 만한 자료가 부족한 것은 물론이고 산업의 정의와 범위, 분류기준들이 명확하지 않기 때문에 분석의 한계를 가지고 있다. 엔지니어링산업 발전을 위한 선응적 정책수립을 위해서는 무엇보다도 명확한 기준에 의한 분류체계를 가지고 지속적으로 자료가 축적되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Bidault, F., P. Laurent, and C. Segla, "Competitive and Cooperative Strategies in Engineering Services," Long Range Planning, Vol.25, No.3 (1992) : pp43-59
- Engineering News Record, McGraw-Hill, 1995
- 일본엔지니어링진흥협회, "일본 엔지니어링산업의 21세기 비전", 1994
- 과학기술정책연구평가센터, "기술용역산업의 발전계획에 관한 연구", 과학기술정책연구평가센터, 1989.6.
- 교육부, 문교통계연감, 1988-1996
- 김지수 외, "엔지니어링산업의 기술인력 수요전망 및 공급방안에 관한 연구", 과학기술정책관리연구소, 1997
- 박수신, "우리나라 엔지니어링산업의 시장전망", 한국과학기술원, 석사학위논문, 1997
- 문경휘, 최강식, "2000년대 첨단기술산업의 비전과 발전과제(총괄편)", 산업연구원, 1994.12.
- 성창섭, "엔지니어링산업 기술수준 분석 및 애로요인 조사에 관한 연구", 한국엔지니어링진흥협회, 1994.5.
- 송병준 외, "E&C산업의 현황과 전망", 산업연구원, 포스코경영연구소, 1995.11
- 유지성, 박대근 외, "엔지니어링산업의 발전을 위한 한국엔지니어링진흥협회 미래구상", 한국엔지니어링진흥협회, 1996.3.
- 윤창호, 이규역, "산업조직론 - 경쟁정책과 구조조정의 경제학", 법문사, 1995.
- 코리아엔지니어링 역, "엔지니어링산업의 구조와 경영전략", 코리아엔지니어링, 1990.
- 한국개발연구원, "21세기 한국경제의 비전과 발전전략", 21세기 경제장기구상 보고회 발표자료, 한국개발연구원, 1996. 5.
- 한국기술용역협회(현 엔지니어링진흥협회) 편, "기술용역등록업체 일람표", 한국기술용역협회(현 엔지니어링진흥협회) 정기간행물:1989, 1991.
- 한국기술용역협회(현 엔지니어링진흥협회) 편, "기술용역실적총람", 한국기술용역협회(현 엔지니어링진흥협회) 정기간행물: 1980,1984.
- 한국산업은행 조사부, "1996년 한국의 산업(상·하권)", 한국산업은행, 1996.

한국산업은행 조사부, “2000년대 한국산업의 구조변화와 장기발전 전략”, 한국산업은행
1995.10.

한국산업은행 조사부, “한국의 설비투자”, 한국산업은행, 1995.

한국엔지니어링진흥협회 편, “엔지니어링 실무편람”, 한국엔지니어링진흥협회, 1996.