

국토해양 분야 R&D 성과의 경제적 효과 분석 모델 개발

- 도로교통연구원의 성과를 중심으로 -

Development of an Economic Effect Analysis Model for
R&D Performance of the Expressway & Transportation Research Institute

김동영* · 김병일** · 전현곤*** · 김형관****

Kim, Dong Young · Kim, Byungil · Chun, Hyunkon · Kim, Hyoungkwan

Abstract

Studies have shown that research and development has positively impacted the upbringing of construction industry. However, its economic effect has not yet been fully investigated. This study develops an economic effect analysis model for R&D performance. In-depth interview and review of the literature produced a total of 11 performance indicators that considered the public characteristics of construction industry. A case study which involved the Expressway & Transportation Research Institute was conducted in order to verify the proposed model. The result showed that the return on investment of the institute was 3.3 times of the R&D investment. The proposed model is expected to help researchers analyze an economic effect analysis model for R&D performance.

Keywords : *economic analysis, research and development, performance index, case study*

요 지

국토해양부의 연구개발은 민간의 그것과 달리 국가경제 발전, 공공복리 증진 등 국민의 삶의 질 향상을 위한 공공기술 혁신적 성격을 띠고 있다. 2000년 450억 원에 불과하던 R&D 예산이 지난 5년 동안 연평균 증가율 23.9%에 힘입어 2010년 현재 5,750억 원에 달하는 등 높은 성장세를 시현하고 있다. 이처럼 공공적 성격을 띤 R&D 투자를 통해 국토해양 분야의 비약적인 성장에 조력하였다. 하지만 국토해양 R&D의 성격을 고려해 투입(input) 대비 산출(output) 및 성과(outcome), 나아가 효과(impact)의 측면에서 R&D의 경제적 가치에 대해 체계적으로 분석한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 국토해양 분야의 공공적 성격을 고려해 R&D의 경제적 효과를 분석할 수 있는 모델을 개발하였다. R&D 결과의 확산과정을 고려함으로써 내부적 효용뿐만 아니라 외부적 효용까지 반영하였다. 실효성 있는 모델을 개발하기 위해 정부 부처 산하 연구기관의 모델을 벤치마킹 하였고, 이 분야 전문가를 대상으로 질문을 구하였다. 그 결과 4단계의 확산 유형 및 11개의 성과지표를 도출하였고 성과지표별 특성을 고려해 경제적 효과를 산출할 수 있는 수식을 제시하였다. 이러한 결과를 한국도로공사 산하 도로교통연구원의 R&D에 적용함으로써 모델의 활용방안 및 그 효용성을 검증하였다. 본 연구가 제시하는 모델은 공공적 성격의 R&D를 수행하는 다른 연구기관에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 경제성 분석, 연구개발, 성과지표, 사례연구

1. 서 론

국토해양부의 연구개발(Research and Development, R&D)은 민간의 그것과 달리 국민경제 발전, 공공복리 증진 등 국민의 삶의 질 향상을 위한 공공기술의 혁신적 성격을 띠고 있다. 2000년 450억 원에 불과하던 이 분야 R&D 예산이 지난 5년 동안 연평균 증가율 23.9%에 힘입어 2010년 현재 5,750억 원에 달하는 등 높은 성장세를 시현하고 있다.

이처럼 공공적 성격을 띤 R&D 투자는 국토해양 분야의 비약적인 성장에 조력해 왔으나, 한편으로 그 투자의 경제적 성과에 대해 체계적이고 일관된 평가의 필요성 또한 대두되고 있는 실정이다(한국건설교통기술평가원 2008). 이러한 경제적 평가는 기술한 바와 같은 국토해양 분야의 독특한 특성을 반영해야 한다. 즉, R&D를 통한 직접 산출뿐만 아니라 수혜자 성과 및 그 파급 효과 등을 다각적으로 분석해야 합리적인 경제적 효과 분석이 가능하다.

*한국도로공사 차장 (E-mail : kimdy@ex.co.kr)

**정회원 · 연세대학교 토목환경공학과 대학원 박사과정 (E-mail : ikim@yonsei.ac.kr)

***ATop Consulting 대표 · 공학박사 (E-mail : hkchun@atopcon.com)

****정회원 · 교신저자 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 부교수 · 공학박사 (E-mail : hyoungkwan@yonsei.ac.kr)

이에 본 연구는 국토해양 분야의 특성을 고려해 R&D의 경제적 효과를 분석하는 모델을 개발하고자 한다. 투입(input) 대비 산출(output) 및 성과(outcome), 나아가 효과(impact)의 측면에서 R&D의 경제적 가치에 대한 체계적인 분석을 수행할 수 있는 모델을 개발하고자 한다. 특히 대표적인 사회기반시설인 고속도로에 대한 연구를 전담하고 있는 한국도로공사 산하 도로교통연구원의 R&D 사례에 모델을 적용해 그 효용성을 검증하고자 한다.

2. 이론적 고찰

본 장에서는 지식경제부 산하의 대표적인 R&D 수행기관들을 선정해 연구기관별로 R&D의 경제적 효과를 평가하는 방식을 고찰함으로써 시사점을 도출하였다. 교육과학기술부는 연구원 역량 제고, 원천기술 확보 등 국토해양부와 R&D 성격에 차이가 있어 벤치마킹 대상에서 제외하였다. 그리고 유관 기관의 사례뿐만 아니라 관련 연구 또한 고찰해 시사점을 도출하였다.

지식경제부는 산업 경쟁력 확보, 기업 지원 등이 R&D의 주요 목적이다. 주요 연구기관으로 전자부품연구원, 한국생산기술연구원 등이 있다. 전자부품연구원은 PECoM(Planning, Evaluation, Commercialization, and Marketing)이라는 가치하에 R&D의 결과를 직접 및 활용 성과, 파급효과 등의 다차원 속성을 고려해 분석하는 체계를 활용하고 있다: ① 직접 성과의 경우 특허 출원 및 등록 건수, 논문과 같은 지적재산권 건수를 성과지표로 설정하고 성과조사표를 활용해 측정하였다; ② 활용 성과의 경우 표준화 및 기술이전 건수, 매출액과 같은 경제성과 등을 성과지표로 설정하고 성과조사표를 활용해 측정하였다; ③ 파급효과 경우 수혜자 만족도, 산업성장 기여효과, 국가발전에 기여 등을 성과지표로 설정하고 설문 및 면접을 병용해 정성적으로 측정하였다.

한국생산기술연구원 역시 다차원 속성을 고려해 R&D의 결과를 분석하는 체계를 활용하고 있다. 전자부품연구원과 견주어 성과요소에 대해 좀 더 구체적인 측정방법을 적용하고 있다.

표 1은 주요 성과요소별 측정방법이다. 경제적 효과는 화폐가치로 직접 측정이 가능하지만 나머지 항목들은 간접적

표 1. 성과요소 및 측정방법

| 성과요소 | 측정방법 |
|---------|--|
| 개발기술 | - 활용성 높은 핵심기술 수 - 핵심기술 수 대비 국내·외 최초 기술 수 |
| 논문 | - 발생 논문 수 및 Impact Factor 값 |
| 산업재산권 | - 출원 수 대비 등록 수 |
| 표준화 | - 기술표준원에 제안 수 - 사실표준 수 |
| 시제품 | - 기능이 구현된 시제품 수 |
| 경제적 효과 | - 핵심기술 수 대비 활용된 기술 수 - 과제 종료 후 5년 동안의 경제적 성과(매출, 수출, 내수, 비용절감 등으로 측정) |
| 기술수준 향상 | - 계획 대비 기술수준 향상도 |
| 수혜자 만족 | - 성과에 대한 수혜자 만족도(Likert 척도로 측정) |

자료: 전현곤 외(2008)

인 방식으로 경제성을 평가하였다. 즉, 지불가치(willing to pay, WTP) 개념을 활용하였다. 이러한 WTP는 조건부가치 측정법(Contingent Valuation Method)의 하나로써 개방형 질문 방법, 반복경매법, 이선선택법, 지불카드 방법 등을 활용해 측정이 가능한데 미리 제시한 지불의사액에 대한 지불의사여부를 파악하는 방법인 이선선택법을 활용하였다.

국토해양 분야의 R&D를 주제로 한 관련 연구 또한 다양하게 수행되었다. 김창윤 등(2008) 한국과학기술정보연구원(Korea Institute of Science and Technology Information, KISTI)의 기술가치 평가시스템 및 산업연관분석(Inter-industry Analysis)을 활용해 R&D의 직간접적인 경제적 효과를 분석하였다. 김근태(2008)는 산·학·연 간의 협력체계 강화 등과 같은 R&D 활성화 방안을 제시하였다. 박환표 등(2008)은 균형 성과 측정 기록표(Balanced Scorecard)를 활용해 R&D를 통해 개발된 기술의 경제적 가치를 측정하는 방안을 제시하였다. 박상혁 등(2009)은 R&D 사업의 정량적인 성과지표를 도출하였고, 연구의 특성에 따라 높은 점수를 보이는 성과지표가 다름을 확인하였다. 박환표(2010)는 산업연관표를 활용해 R&D의 경제적 파급효과를 분석하는 방안을 제시하였으며 R&D의 현장적용 활성화 방안 역시 제안하였다. Gregory Tasse(2003)는 정부 주도 R&D의 실질적, 잠재적 효과의 경제적 가치를 분석하는 방안으로 SRR(Social Rate of Return), BCR(Benefit-Cost Ratio), NPV(Net Present Value) 등을 제시하였으며, 이를 미국 표준 기술연구소(National Institute of Standards and Technology, NIST)의 사례에 적용하였다.

상기와 같은 문헌고찰을 통해 다음과 같이 본 연구의 차별성을 확보하였고, 시사점을 도출하였다. 첫째, R&D의 경제적 효과를 분석하기 위해서는 R&D의 성격을 파악하고 이를 성과지표에 반영해야 한다. 둘째, 직접 경제적 가치로 환산하기 어려운 항목에 대해서는 WTP가 효과적인 대안일 수 있다. 따라서 본 연구는 국토해양의 공공적 성격을 고려해 성과지표를 도출하고자 하며, 이러한 성과지표의 경제적 효과를 화폐가치로 환산하는 연구를 수행하고자 한다.

3. R&D 경제적 효과 분석 모델 개발

3.1 R&D 성과지표 도출

R&D 성과지표 및 환산 과정을 체계적으로 도출하기 위해 한국도로교통연구원의 연구원들과 기술가치평가 전문가들을 대상으로 심층 면접을 수행하였다. 전지는 국토해양 분야 R&D를 직접 수행하기도 하는 동시에 용역과 같은 프로젝트를 통해 R&D를 관리한 경험 또한 풍부한 자들로서 이 분야 R&D에 대한 이해가 충분하다고 판단되어 선정하였다. 후자는 국토해양부뿐만 아니라 지식경제부 등 정부부처에서 발주한 R&D의 경제적 효과를 분석한 경험이 수차례 있기 때문에 전문가로 선정하였다. 먼저 한국도로교통연구원에서 수행한 96개의 연구개발 과제를 분석해 핵심적인 성과지표를 도출하였으며 이를 다시 기술가치평가 전문가들을 대상으로 선별하였다. 또한 이러한 전문가들을 대상으로 R&D 결과가 어떤 단계를 거쳐 확산되는지에 대해 심층 인터뷰를 수행하였고, 그림 1과 같은 R&D 결과의 확산과정을 도출하였다.

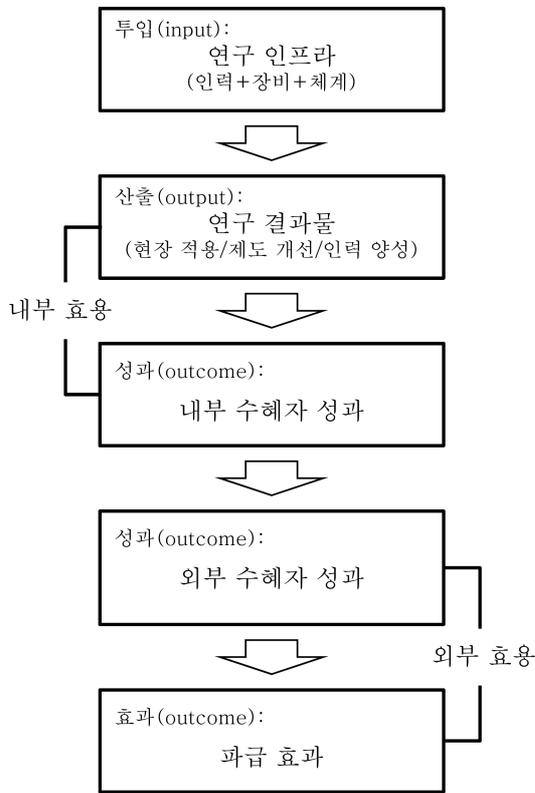


그림 1. R&D 투입의 확산 과정

그림 1과 같이 R&D 결과의 확산과정은 5단계에 걸쳐 진행되며, 연구 결과물의 유형-현장 적용, 제도 개선, 인력 양성에 따라 세부적으로 3가지 확산과정을 갖는 것으로 분석

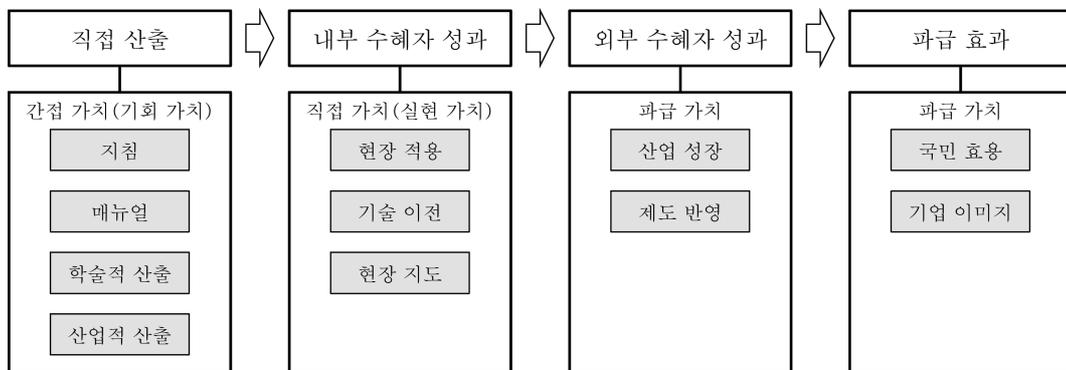


그림 2. R&D의 경제적 효과 분석을 위한 핵심 성과지표

표 2. R&D의 경제적 효과 분석 모델

| 유형 | 경제적 효과 | 식 |
|-----------|---|--------|
| 직접산출 | 지침 = (채택건수)×(평균가치) | 식 (1) |
| | 매뉴얼 = (개발건수)×(평균가치) | 식 (2) |
| | 논문 = (평균저자수)×(작성기간)/(12개월)×(평균연봉)×2 | 식 (3) |
| | 특허 = (특허등록건수)×(논문발생비율)×(논문평균가치) | 식 (4) |
| 내부 수혜자 성과 | 현장 적용 = (유지·보수 비용절감)+(시공 비용절감) | 식 (5) |
| | 기술 이전 = (기술이전료)-{(취득 및 유지비)+(보상금)} | 식 (6) |
| | 현장 지도 = (건수)×(기간)×(평균자문비) | 식 (7) |
| 외부 수혜자 성과 | 산업 성장 = (국내건설공사 토목분야 계약실적)×(예산절감 규모율)×(확산율) | 식 (8) |
| | 제도 반영 = (예산절감 평균금액)×(활용율)×(활용전망) | 식 (9) |
| 파급 효과 | 국민 효용 = (운영시간 단축편익)+(차량운행비용 절감편익) | 식 (10) |
| | 기업 이미지 = (R&D결과노출회수)×(광고평균비용) | 식 (11) |

되었다. 이와 같은 분석틀을 바탕으로 총 11개의 핵심 성과지표를 도출하였으며, 구체적으로 그림 2와 같다. 그림 2는 R&D의 경제적 분석을 위한 핵심 성과지표로 전술한 바와 같이 크게 4개의 유형으로 구분이 가능하다. 직접 산출에 속하는 성과지표들은 간접 가치로 분류되며, 내부 수혜자 성과에 속하는 성과지표들은 직접 가치로 분류된다. 외부 수혜자 성과 및 파급효과에 속하는 성과지표들은 파급 가치로 분류된다. 또한 직·간접적 가치는 내부 효용을 발생시키며, 파급 가치는 외부 효용을 유발한다.

3.2 R&D의 경제적 효과 분석 모델 개발

도출된 성과지표의 경제적 효과를 산출할 수 있는 모델을 개발하였다. 모델의 개발은 다음과 같은 기준 하에 수행되었다. 첫째, 경제적 효과가 명백한 성과지표는 시장에서 거래되는 가격을 기준으로 한다. 예를 들어, 신기술이 기존의 기술을 대체함으로써 원가 절감효과가 있다면 비용절감을 그 기준으로 삼는다. 둘째, 신기술이 개발되었으나 아직 현장에 적용되지 않았다면 WTP를 통해 간접적으로 가치를 평가하되 가급적 관련 분야의 전문가들을 대상으로 설문을 함으로써 평가의 정확성을 기한다. WTP는 응답자의 합리적인 선택을 유도하기 위해 이선선택법을 활용해 측정한다. 마지막으로, 국가에서 표준으로 제시한 가치가 있다면 그 가치를 기준으로 준용한다. 예를 들어, 교통시설의 경우 투자의 효용은 국토해양부의 교통시설 투자평가지침(2007)의 기준을 따르기 때문에 본 연구 역시 그 기준을 준용한다. 이러한 기준에 따라 표 2와 같은 R&D의 경제성 평가 분석 모델

을 개발하였다.

3.2.1 직접 산출 유형의 경제적 효과 분석 모델

직접 산출 유형에는 4개의 성과지표가 속해있다. 먼저, 지 침 및 매뉴얼의 경제적 효과는 각각 식 (1), (2)에 의해 산 출된다. 여기서 지침의 평균 가치는 WTP 개념을 적용해 전 문가를 대상으로 설문을 통해 산정한다.

논문과 같은 학술적 산출은 기존의 지식체계에 기여하는 것을 목적으로 하고 있기 때문에 시장에서 거래되는 자산과 차이가 있다. 또한 일부 사업화되는 내용이 있으나 출판시점 과 시간격차가 크고 그 비율이 낮다. 이에 본 연구에서는 논문의 가치를 원가접근법에 근거해 추정한다. 논문 1편을 쓰기 위한 평균저자 수 및 평균연봉, 작성기간 등을 원가요 인을 고려해 논문의 원가를 추정한다. 과학기술논문색인 (Science Citation Index, SCI)급 논문과 국내학술지논문은 작성기간 측면에서 차이를 둬으로써 전자에 더 높은 원가가 투입되도록 설정한다. 논문 편당 경제적 효과는 식 (3)에 의 해 산출된다.

특허는 직접 가치와 간접 가치가 존재한다. 직접 가치는 특허를 등록하고 이 중 일부가 출원되며, 최종적으로 기술이 전료 형태로 경제적 가치가 발생하게 된다. 본 연구에서는 직접 가치는 내부 수혜자 유형으로 분류하고, 간접 가치만 산출한다. 여기서 간접효과는 과학기술적 활용으로 관련 논 문의 발생에 따른 경제적 효과를 의미한다. 관련 논문 발생 건수는 국내 데이터가 부재해 미국의 사례인 1.9건(NSF 2004)을 적용한다. 이러한 체계 하에 도출된 경제적 효과는 식 (4)에 의해 산출된다.

3.2.2 내부 수혜자 성과 유형의 경제적 효과 분석 모델

내부 수혜자 성과 유형에는 3개의 성과지표가 속해있다. 첫째, 현장 적용의 경우 R&D 성과를 유지·보수, 시공과 같은 활동에 적용함으로써 예산절감액을 식 (5)와 같이 산출 한다.

둘째, 기술 이전의 경우 기술 이전비에서 취득 및 유지비, 보상금 등을 제한 순이익을 경제적 효과로 보고 식 (6)을 활용해 산정한다.

마지막으로, 현장 지도 혹은 교육의 경제적 가치는 식 (7) 과 같이 평균지문비에 지문기간을 곱한 값으로 산정한다.

3.2.3 외부 수혜자 성과 유형의 경제적 효과 분석 모델

상술한 내부 효용은 직접적인 방식으로 측정이 가능한 데 반해 외부 효용의 경우 그렇지 못한 경우가 많아 간접적인 방식으로 추정해야 한다. 외부 수혜자 성과의 경우 2개의 성과지표가 속해 있다. 산업 성장의 경제적 효과에 대한 자 료를 확보하기 용이하지 않아 국내 건설공사 계약실적 중 토목분야에 해당하는 매출액에 대한 기여도 측면에서 경제 적 효과를 식 (8)을 활용해 산정한다. 여기서 예산절감 규모 율이라 함은 연구기관 내 예산절감 공사건수를 국내 토목분 야 건설공사 계약실적으로 나눈 값을 의미한다. 확산율은 전 문가의 공학적 판단에 근거해 도출한다.

제도 반영의 경제적 효과 역시 예산절감 변수를 활용한다. 식 (9)와 같이 예산절감 평균금액에 활용율을 곱하고 여기에

10년간 활용전망을 적용해 산정한다. 여기서 활용율은 적용 된 지침의 수를 전체 지침의 수로 나눈 값을 의미한다.

3.2.4 파급 효과 유형의 경제적 효과 분석 모델

마지막으로 파급효과에 속하는 성과지표는 2개가 있다. 국 민 효용은 운행시간 단축편의, 차량운행비용 절감편의 등을 의미하며, 국토해양부의 교통시설 투자평가지침(2007)을 준 용한다.

기업 이미지 제고는 경제적 효과로 계량화 하기 어려운 측면이 강하며, 국민 효용 및 R&D 역량의 강화를 통한 결 과적 성격의 성격을 띠고 있다. 이에 본 연구는 간접적으로 가치를 평가하고자 하며, 언론에 R&D 결과가 노출된 정도 에 평균적인 광고비용을 곱해 경제적 효과를 분석한다.

4. 도로교통연구원 R&D의 경제적 효과 분석

본 장에서는 개발된 R&D의 경제적 효과 분석 모델에 도 로교통연구원의 사례를 적용하였다. 2006년부터 2008년까지 수행한 R&D 과제를 그 대상으로 선정하였다. 최근 수행한 과제는 R&D의 결과가 산출 단계에 머물러 있을 수 있어 경제적 효과가 과소평가될 수 있고, 과거 수행한 과제는 반 대로 과대평가될 수 있어 2006년부터 3년 동안으로 수행한 96건의 과제를 대상으로 설정하였다. WTP와 같은 설문이 필요한 성과지표에 대해서는 한국도로공사의 161명의 직원 들을 상대로 조사하였다. 모든 기초 데이터는 도로교통연구 원의 실제 자료(한국도로공사 2006; 한국도로공사 2007; 한 국도로공사 2008)를 활용하였다.

4.1 직접 산출 유형의 경제적 효과 산정

지침의 경제적 효과를 산출하기 위해 2006년부터 2008년 까지 산출된 지침에 대해 WTP를 설문하였다.

표 3. 지침의 경제적 효과

| 연도 | 채택 건수 | WTP |
|-------|-------|------------|
| 2006년 | 6건 | 23,410백만 원 |
| 2007년 | 3건 | 11,710백만 원 |
| 2008년 | 6건 | 23,410백만 원 |
| [합계] | 15건 | 58,530백만 원 |

표 3에서 확인할 수 있듯이 15건의 지침이 채택되었고, 평균적으로 건당 39.0억 원의 WTP를 표명했으며, 그 결과 식 (1)을 통해 585.3억 원의 경제적 효과가 발생하는 것으 로 분석되었다.

매뉴얼의 경제적 효과 역시 지침과 같은 방법으로 산출하 였다.

표 4. 매뉴얼의 경제적 효과

| 연도 | 채택 건수 | WTP |
|-------|-------|------------|
| 2006년 | 1건 | 3,740백만 원 |
| 2007년 | 2건 | 7,470백만 원 |
| 2008년 | 5건 | 18,680백만 원 |
| [합계] | 8건 | 29,890백만 원 |

표 5. 논문의 경제적 효과

(단위: 백만 원)

| 연도 | 국외 (건/가치) | | 국내 (건/가치) | | 소계 (건/가치) |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| | 학술지 | 학술대회 | 학술지 | 학술대회 | |
| 2006년 | 4/206 | 32/824 | 49/841 | 133/1,712 | 218/3,583 |
| 2007년 | 18/1,046 | 42/1,220 | 61/1,181 | 165/2,397 | 286/5,844 |
| 2008년 | 4/198 | 24/594 | 23/380 | 42/520 | 93/1,692 |
| [합계] | 26/1,450 | 98/2,638 | 133/2,402 | 340/4,629 | 597/11,119 |

표 4에서 확인할 수 있듯이 8건의 지침이 채택되었고, 평균적으로 건당 37.4억 원의 WTP를 표명했으며, 그 결과 식 (2)를 통해 298.9억 원의 경제적 효과가 발생하는 것으로 분석되었다.

논문의 경제적 효과는 식 (3)을 활용해 산정하였으며, 이때 SCI논문, 국외학술대회논문, 국내학술지논문, 국내학술대회논문의 작성에 소요되는 기간을 각각 12, 6, 4, 3개월씩 적용하였다.

표 5에서 확인할 수 있듯이 총 597건의 논문을 통해 111억 원의 경제적 효과가 발생하는 것으로 추정되었다.

특허의 경제적 가치는 식 (4)를 활용해 산정하였다. 간접효과를 산출하기 위한 기초 데이터 중 하나인 특허의 논문 발생건수를 확보할 수 없어 미국의 값을 적용하였다.

표 6. 특허의 경제적 효과 (단위: 백만 원)

| 연도 | 간접 가치 |
|-------|-------|
| 2006년 | 531 |
| 2007년 | 1,631 |
| 2008년 | 1,624 |
| [합계] | 3,786 |

표 6에서 확인할 수 있듯이 총 37.9억 원의 경제적 효과가 발생하는 것으로 추정되었다.

4.2 내부 수혜자 성과 유형의 경제적 효과 산정

R&D 성과를 현장에 적용한 결과의 경제적 효과는 표 7과 같다.

표 7. 현장적용의 경제적 효과

(단위: 백만 원)

| 연도 | 유지·보수 | 시공 | 소계 |
|-------|--------|---------|---------|
| 2006년 | 20 | 83,967 | 83,987 |
| 2007년 | 40,488 | 27,597 | 68,085 |
| 2008년 | 54,483 | 21,539 | 76,022 |
| [합계] | 94,991 | 133,103 | 228,094 |

표 7에서 확인할 수 있듯이 유지·보수, 시공을 통해 각각 950, 1,331억 원의 비용을 절감하였고, 3년 동안 총 2,281억 원의 경제적 효과가 발생한 것으로 산출되었다.

기술이전의 경제적 가치는 도로교통연구원의 실적 자료를 그대로 활용해 식 (6)을 통해 산정하였다. 이 실적지표에는 특허뿐만 아니라 실용신안, 디자인 등이 포함되었다.

표 8. 기술 이전의 경제적 효과

(단위: 백만 원)

| 연도 | 수입 | 비용 | 순이익 |
|-------|-----|-----|-----|
| 2006년 | 94 | 45 | 49 |
| 2007년 | 104 | 51 | 53 |
| 2008년 | 117 | 50 | 67 |
| [합계] | 315 | 146 | 169 |

표 8에서 확인할 수 있듯이 총 3.2억 원의 수입이 발생하였고, 취득 및 유지비, 보상금 등과 같은 비용이 1.5억 원 지출됨에 따라 1.7억 원의 순이익이 발생하였다.

현장 지도로 경제적 가치는 식 (7)을 통해 산출하였다. 이때 일수(=건수×기간) 및 그 가치는 표 9와 같으며, 이때 적용된 평균자문비는 15만 원이다 이 금액은 도로교통연구원이 교수, 기술자, 공무원 등에게 지급한 금액의 평균값이다.

표 9. 현장 지도의 경제적 효과

| 연도 | 일수 | 평균자문비 | 가치 |
|-------|---------|-------|------------|
| 2006년 | 40,690 | 15만 원 | 6,104백만 원 |
| 2007년 | 30,978 | | 4,647백만 원 |
| 2008년 | 32,137 | | 4,821백만 원 |
| [합계] | 103,805 | - | 15,572백만 원 |

표 9에서 확인할 수 있듯이, 총 103,805일 동안의 현장 지도를 통해 156억 원의 경제적 효과가 발생한 것으로 추정되었다.

4.3 외부 수혜자 성과 유형의 경제적 효과 산정

산업 성장의 경제적 효과는 식 (8)을 활용해 산정하였다. 여기서 예산절감기여율은 도로교통연구원의 R&D로 인해 예산을 절감한 실적 53건을 2006년 국내 건설공사 토목부문 계약실적 27,896건(30조 3,910억 원)으로 나눈 값이며, 확산율(R&D 성과의 외부 반영 정도 비율)은 10%로 가정하였다. 그 결과 연간 57.7억 원의 산업 성장이 기대되었고, 3년 동안 총 173.2억 원의 경제적 효과가 발생할 것으로 기대되었다.

제도 반영의 경제적 효과는 식 (9)를 활용해 산정하였다. 여기서 활용율은 도로교통연구원의 R&D가 2006년부터 2008년까지 지침으로 적용된 실적 20건을 동기간 동안 신규 등록된 지침의 수 15건으로 나눈 값이며, 활용 전망은 2006년 1, 2007년 2, 2008년 3과 같이 연차적으로 늘려갔다. 건당 예산절감 평균금액인 13.3억 원을 적용한 결과 3년 동안 총 106.4억 원의 경제적 효과가 산정되었다.

4.4 파급 효과 유형의 경제적 효과 산정

국민 효용의 경제적 가치는 국민의 편익을 증진시킨 대표적인 사례를 선정해 경제성 분석을 수행함으로써 산정하였다. 이때 경제성 분석은 국토해양부의 교통시설투자평가지침을 활용하였다. 선정된 사례는 “수원~서초 구간 출퇴근 버스 전용차로제”와 “이동요금소 운영” 사례로 각각 연간 23, 0.4 억 원의 경제적 효과가 있는 것으로 추정되어 3년 동안 총 70.2억 원이 산정되었다.

기업 이미지 제고의 경제적 효과 역시 간접적인 방법으로 추정하였다. 식 (11)을 활용해 산정하였으며, 표 10의 데이터를 활용하였다.

표 10. 기업 이미지의 경제적 효과

| 연도 | 신문 | 방송 | 가치 |
|-------|----|-----|-----|
| 2006년 | 4 | 23 | 27 |
| 2007년 | 15 | 82 | 97 |
| 2008년 | 27 | 175 | 202 |
| [합계] | 46 | 280 | 326 |

표 10에서 확인할 수 있듯이 2006년부터 2008년까지 각각 9, 31, 59회 R&D의 결과가 언론에 노출됨으로써 총 3.3억 원의 경제적 효과가 발생한 것으로 추정되었다.

4.5 R&D의 경제적 가치 투입 대비 효과 분석

본 연구가 제안하는 모델을 통해 얻은 경제적 효과를 바탕으로 도로교통연구원의 투입 대비 효과(return on investment, ROI)를 분석하였다.

도로교통연구원은 2006년부터 2008년까지 총 1,051억 원의 예산을 사용하였으며, 연구비로는 총 471억 원을 사용하였다. 이러한 값들에 표 11의 값을 적용해 ROI를 계산하였다.

비교적 직접적인 계산으로 경제적 효과가 산정되는 내부효용만으로 ROI를 구하였을 때 총 예산 대비 3.3배, 총 연구비 대비 7.4배라는 높은 투자 대비 효과를 보였다. 외부효용까지 포함시켜 ROI를 계산하였을 때 총 예산 대비 3.7배, 총 연구비 대비 8.1배의 투자 대비 효과를 보였다.

이러한 경제적 효과를 좀 더 상세히 분석하기 위해 그림 3과 같이 성과지표별로 결과의 확산 과정을 도식화 했다. 그

표 11. 2006년부터 2008년까지 도로교통연구원의 R&D 경제적 효과

| 효용 | 유형 | 성과지표 | 소계 |
|------|------|---------|---------|
| 내부효용 | 직접산출 | 지침 | 585.3 |
| | | 매뉴얼 | 298.9 |
| | | 논문 | 111.2 |
| | | 특허 | 37.9 |
| | [합계] | 1,033.3 | |
| | 내부성과 | 현장 적용 | 2,280.9 |
| | | 기술 이전 | 15.6 |
| | | 현장 지도 | 155.7 |
| [합계] | | 2,452.2 | |
| 외부효용 | 외부성과 | 산업 성장 | 173.2 |
| | | 제도 반영 | 106.4 |
| | | [합계] | 279.6 |
| | 파급효과 | 국민 효용 | 70.2 |
| | | 기업 이미지 | 3.3 |
| | | [합계] | 73.5 |
| [총계] | | | 3,838.5 |

림 3에서 보듯이 현장 적용이 가장 높은 효과를 보이고 있다. 직접 산출이 현장 적용을 통해 높은 경제적 효과를 달성하고 있다. 하지만 현장 적용은 한국도로공사 내부적으로 이루어질 뿐 외부 성과로 확대·재생산되지 못하는 것으로 드러났다. 특히 고속도로와 같은 국토해양 분야의 공공적 성격을 고려하였을 때 내부 성과가 외부 성과로 확산되는 과정에서 경제적 효과가 확대될 수 있도록 경영관리 측면에서 지원이 필요한 것으로 판단된다.

5. 결론 및 연구의 한계점

본 연구는 국토해양 분야의 공공적 성격을 고려해 R&D의 경제적 효과를 분석할 수 있는 모델을 개발하였다. R&D 결과의 확산과정을 고려함으로써 내부적 효용뿐만 아니라 외부적 효용까지 반영하였다. 실효성 있는 모델을 개발하기 위해 정부부처 산하 연구기관의 모델을 벤치마킹 하였고, 이 분야 전문가를 대상으로 지문을 구하였다. 그 결과 4단계의

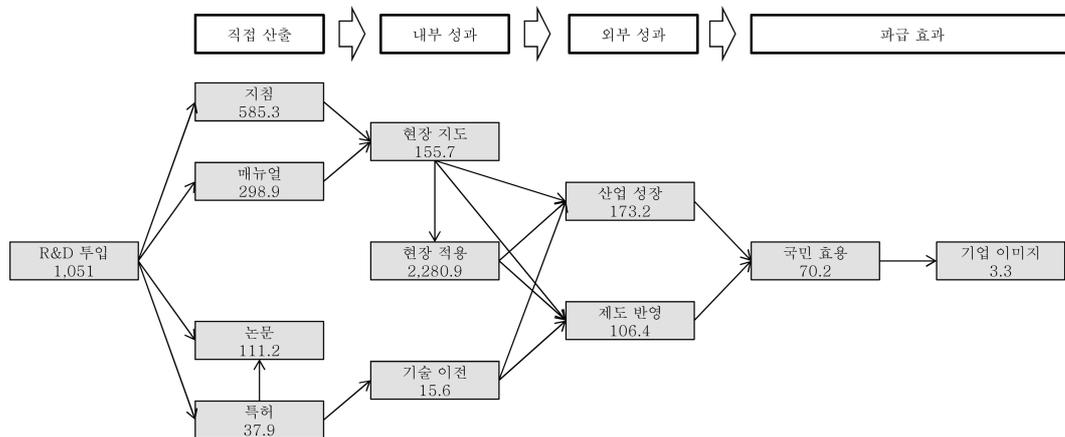


그림 3. 도로교통연구원 R&D 투입의 확산 과정

확산 유형 및 11개의 성과지표를 도출했고 성과지표별 특성을 고려해 경제적 효과를 산출할 수 있는 수식을 제시하였다. 이러한 결과를 한국도로공사 산하 도로교통연구원의 R&D에 적용함으로써 모델의 활용방안 및 그 효용성을 검증하였다. 본 연구가 제시하는 모델은 공공적 성격의 R&D를 수행하는 다른 연구기관에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

하지만 본 연구는 몇 가지 한계점을 내포하고 있다. 가급적 시장에서 거래되는 가격을 기준으로 경제적 효과를 산정하고자 하였으나 일부 지표에 한해 간접적인 방식으로 추정할 수밖에 없었다. 한편, 국내의 통계적 데이터가 미비해 관련 논문 발생 건수 같은 계수는 국외의 데이터를 적용할 수밖에 없었다. 또한 과거 데이터가 부재해 직접 성과가 얼마나 외부 성과로 확산되는지에 대한 계수인 확산율을 임의로 결정하였다. 향후 이 분야 데이터가 축적이 된다면 통계적인 방식에 근거해 좀 더 합리적인 값을 대입할 수 있을 것이다. 한편, 선진국과 기술격차 해소 및 세계시장 점유율 확대는 R&D의 중요한 목적 중 하나이지만 경제적 효과로 환산하기 어려워 본 연구의 범위에서는 제외하였다. 향후 이러한 점들을 반영해 좀 더 포괄적이고, 합리적인 모델을 개발한다면 정확한 R&D의 경제적 효과 분석이 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0014365).

참고문헌

- 국토해양부(2007) **교통시설 투자평가지침**, 국토해양부.
- 김근태(2008) 건설분야 R&D 활성화 전략 수립을 위한 기초연구, **한국건축시공학회 논문집**, 한국건축시공학회, 제8권, 제4호, pp. 123-129
- 김창윤, 김형관, 박상혁, 한승헌(2008) 건설기술 연구과제 종합 기술가치 분석, **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제28권 제6D호, pp. 831-837.
- 박상혁, 정호영, 한승헌(2009) 연구개발 사업의 특성을 고려한 건설 R&D의 정량적 성과측정, **한국건설관리학회 논문집**, 한국건설관리학회, 제10권 제4호, pp. 119-128.
- 박환표(2010) 건설R&D성과의 경제적 파급효과 분석, **한국건축시공학회 논문집**, 한국건축시공학회, 제10권 제3호, pp. 71-81.
- 박환표, 홍태훈, 진경호(2008) BSC를 이용한 건설R&D 스타기술의 성과분석 방법론 개발, **한국건설관리학회 논문집**, 한국건설관리학회, 제9권 제5호, pp. 194-203.
- 전현곤, 김자현, 윤경선, 성은경(2008) **생산기반기술개발사업 성과 분석-경제적기술적 파급효과 분석을 중심으로**, 한국생산기술연구원.
- 한국건설교통기술평가원(2008) **건설교통기술연구개발사업 사전타당성조사 모델 구축**, 한국건설교통기술평가원.
- 한국도로공사(2006) **도로교통연구원 연구정보시스템**, 한국도로공사.
- 한국도로공사(2007) **도로교통연구원 연구정보시스템**, 한국도로공사.
- 한국도로공사(2008) **도로교통연구원 연구정보시스템**, 한국도로공사.
- Gregory Tassej (2003) *Methods for Assessing the Economic Impacts of Government R&D*, National Institute of Standards and Technology (NIST).
- National Science Foundation (NSF) (2004) *Science and Engineering Indicators 2004*, National Science Foundation..

(접수일: 2010.12.17/심사일: 2011.5.24/심사완료일: 2011.7.22)