

연구개발 사업의 특성을 고려한 건설R&D의 정량적 성과측정

A Quantitative Performance Measurement on the Construction Technology R&D Projects through Research Characteristic

박 상 혁*
Park, Sang-Hyuk

정 호 영**
Jung Hoe-Young

한 승 현***
Han seung-Heon

요 약

건설R&D사업은 연구특성에 따라 서로 다른 성과를 나타낸다. 하지만 현재 평가방식은 연구특성보다는 사업구분에 따라 평가를 실시하고 있다. 성과를 측정하고 평가하는 가장 큰 이유는 단기적으로 평가대상 간의 우열을 가리는 기능 때문이지만 장기적으로는 향후 추진되는 건설R&D사업의 성과를 예측하고 보다 향상된 성과를 얻을 수 있기 때문이다. 따라서 본 논문은 산출물 중심의 성과측정지표 도출을 하고 정량적인 측정방법을 개발하여 건설R&D사업을 정량적으로 측정한다. 측정된 정량적인 수치는 분산분석을 통해 연구특성에 따른 성과발현의 차이를 확인하고 대응일치분석을 통해 연구특성과의 관계를 분석하는데 활용된다. 본 연구의 목적은 기존 건설R&D사업의 획일적인 성과평가에 대한 문제점을 정량적인 성과측정을 통해 검증하는데 있다.

키워드: 건설 R&D, 기술유형, 성과측정, 연구성과지수(RPI)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대사회는 다양한 환경변화의 중심에 있다. 경제적으로는 국가 간 경제장벽이 사라져서 치열한 무한경쟁체제로 돌입한 글로벌(global)경제 환경에 놓여있고 사회 환경적으로는 인구고령화로 노동인구가 감소하는 한편 삶의 질 중시 경향으로 환경, 복지 등에 대한 관심이 증가하고 있다. 기술환경 변화는 경제 및 사회 변혁을 주도할 Information Technology (IT), Biology Technology (BT), Nano Technology (NT), 그리고 Robot Technology (RT) 등의 첨단기술에 대한 개발 및 활용과 더불어 다양한 기술의 융합과 복합이 가속화되어가고 있다. 이런 복잡한 환경변화 속에서 연구개발(research and development; 이하 R&D)을 통한 기술혁신이 갖는 의미는 절대적으로 중요하다.

이를 반영하듯 세계 각국은 그림 1과 같이 R&D에 대한 투자 규모를 증가시키고 있는 추세이다. 특히 미국과 중국은 2000년 이후 급격한 R&D예산을 투자하고 있다(2006 OECD).

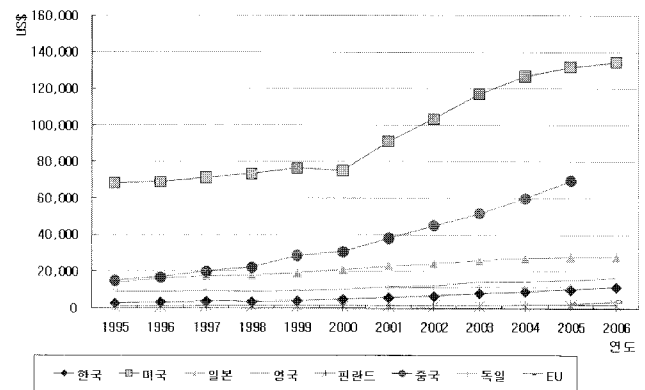


그림 1. 주요국가의 R&D투자 규모 추이

현대사회의 다양한 환경변화는 건설패러다임도 전환시키고 있는데, (1) 단순히 시공효율화를 중요시하던 건설현장은 생산시스템의 개선과 작업자의 안전 및 작업환경의 개선을 우선시 하는 방향으로 변모하고 있고, (2) 건설시공주체가 공급자 중심에서 소비자 중심으로 변화되고 있으며, (3) 내수시장 중심에서 해외시장 중심으로 공사범위와 대상이 넓어지고 있고, (4) 전통적

* 일반회원, 한미파슨스 주식회사 과장, 공학박사, parksh@hanmiparsons.com
 ** 일반회원, 연세대학교 대학원 토목공학과, 석사과정, nome123@hanmail.net
 *** 종신회원, 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 부교수, 공학박사(교신저자), shh6018@yonsei.ac.kr

인 노동집약형 산업¹⁾에서 노동지원형 산업으로 변모하고 있을 뿐만 아니라, (5) 전통기술 또는 공법을 지원하는 장비개발보다는 융합기술을 활용할 수 있는 신공법 및 관련장비의 개발에 주력하고 있는 것으로 변화의 추세를 요약할 수 있다.

건설산업도 R&D를 통해서 이런 변화를 가능하게 한다. 건설 R&D사업은 국제적인 경쟁력의 원천인 건설기술의 수준을 발전시켜 건설 산업을 고부가가치 기술 집약산업으로 변환시킬 수 있는 대안이고 그 연구결과는 기술발전에 대한 파급효과가 매우 크고 지속성이 있기 때문이다. 이런 이유로 국내 건설산업의 R&D 투자는 그림 2와 같이 2005년도에 전년대비 2배 이상 증가(750억원→1,520억원)되면서 2007년에는 3,278억원이, 2008년에는 3459억원이 투자되고 있다.(과학기술부 2008).

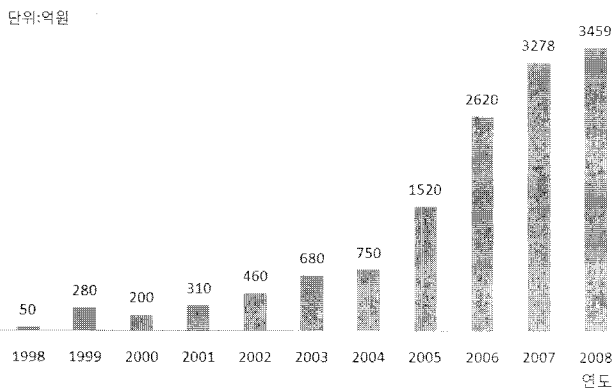


그림 2. 건설교통 R&D예산

그러나 지속적인 예산투자를 통한 건설R&D사업의 발전을 위해서는 기존 건설R&D사업의 성과를 측정하고 평가하고 이를 기반으로 신규 건설R&D사업의 성과예측이 필요하다. 성과측정의 이유는 단기적으로는 평가를 통해 사업의 성패 또는 우열을 결정하는 수단이지만 장기적으로는 더 나은 성과를 발전하기 위한 기준이 되기 때문이다. 기존 성과측정 결과를 통해 신규 건설 R&D사업의 성과를 예측하기 위해서는 성과발현 형태를 파악하고 정량적인 분석을 통해 객관적인 근거를 제시하는 것이 필요하다. 하지만 현재 건설R&D사업에 대한 평가체계는 기존 전문가의 주관적인 판단에 의존하고 있어 단기적인 사업 간 우열을 평가하는 것에 머무르고 있고 성과평가결과는 신규과제의 기획에 활용하기 어렵다.

따라서 본 연구는 기존 건설R&D사업의 성과를 정량적으로 측정할 수 있는 방법을 제시한다. 그리고 이를 통해 그 성과를

측정한 후, 그 결과를 연구유형, 연구기관, 그리고 연구비용에 따라 발현되는 특성이 있는지를 확인한다. 아울러 건설R&D사업의 정량적인 성과측정 결과를 토대로 연구특성에 따라 서로 다른 성과가 발현하는 것을 통계적으로 보여 줌으로써 현재 시행중인 일관적인 성과평가의 문제점을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

일반적으로 가장 많이 활용되는 성과평가 방법은 평가대상기관의 업적에 관한 다양한 평가항목에 대하여 사전에 가중치를 부여하고 평가받는 기관이 받은 항목별 점수를 가중합계(Weighted Sum)하는 방법이다. 이러한 방법은 평가항목과 가중치의 두 가지 요소로 구성된다. 평가항목은 평가 대상에 따라 다양한 특성을 나타낸다. 평가항목은 재무비율(financial ratios)이나 성과지표(performance index)가 사용된다.

민간부분은 각종 비용에 대한 비율을 나타내는 재무비율을 사용하는 반면 공공부분은 횡수나 금액으로 표시되는 성과지표를 많이 사용한다. 가중치(Weight)는 각 평가항목의 상대적 중요도로 결정한다.

본 논문에서는 공공부분에 해당하는 건설R&D사업을 대상으로 정량적 성과측정을 위한 성과지표를 개발하고 그 평가항목마다 가중치를 설정하는 방법을 사용한다. 본 논문은 실제 자료를 수집하고 이를 연구유형, 연구기관, 그리고 연구비용으로 구분하였으며 본 연구에서 제시한 성과측정방법에 의해 성과를 측정하고 그 결과는 분산분석과 대응일치분석을 통해 연구개발사업의 특성에 따라 성과발현이 상이함을 검증한다.

2. 건설R&D의 성과적 특징

2.1 건설R&D성과의 정의와 특성

건설R&D성과는 국제적인 경쟁력의 원천인 건설기술의 수준을 발전시켜 건설산업을 고부가가치 기술집약산업으로 변환시킬 수 있는 결과물을 의미한다. 이러한 건설R&D성과는 일반적인 연구개발의 정의처럼 연구개발 설비들을 통해 장기적인 기술 경쟁력을 확보하기 위한 중요한 자산으로 인식하고 이를 통해 기존 사업을 유지함은 물론이고 새로운 사업을 준비하는 데 그 초점을 맞춰야 한다(Foster, 1996; Keiser and Blake, 1996; Robb, 1991). 특히 건설산업은 국가경제의 초석이 되는 기간산업으로 국민을 최종수요자로 하는 공공성이 매우 높은 산업이다. 따라서 연구개발 결과는 타 산업으로의 파급효과가 높으며

1) 노동지원형은 기술발전에 따라 생산에 투입되는 노동요소가 노동집약형보다 노동의 투입비율이 다른 생산요소에 비해 적은 것을 의미한다.

단기적인 연구개발사업의 추진보다는 이전단계의 성과를 기반으로 향상된 연구성과를 얻기 위한 단계적인 성과향상 전략이 필요하다.

한편 건설R&D의 성과는 첫 단계로서, 연구개발이 완료되면 일차적으로 연구의 결과물 또는 산출물(Output)이 발생하는데 논문, 특허, 보고서 등이 대표적인 산출물이다. 시간 경과에 따라 연구의 결과물이 상업화되면 경제적 성과(Outcome)가 창출되는데 이런 경제적 성과는 프로젝트의 결과물로 인하여 직접적으로 산출되는 직접 성과와 기술개발의 성과가 타 산업으로 파급되어 나타내는 간접 성과로 구분된다. 그리고 마지막으로 국가정책목표달성으로 인한 성과 또는 지식축적 및 이전 등으로 장기적으로 발현되는 프로젝트 영향(Impact)이 있다.

연구성과(Outcome)는 창출시점으로부터 시간이 갈수록 그 경제적 효과가 점차 줄어드는 특성을 가지는 반면에 장기적으로 발현되는 프로젝트 영향(Impact)의 경우는 초기에는 그 효과가 미미하나 시간이 갈수록 그 파급범위가 확대됨으로 인하여 그 효과가 증대되는 특성이 있다 (그림3). 본 연구에서는 1차적 성과이면서 측정이 보다 명확하고 차후 다양한 형태로 성과를 발현하는 산출물 중심의 성과를 측정대상으로 선정하였다.

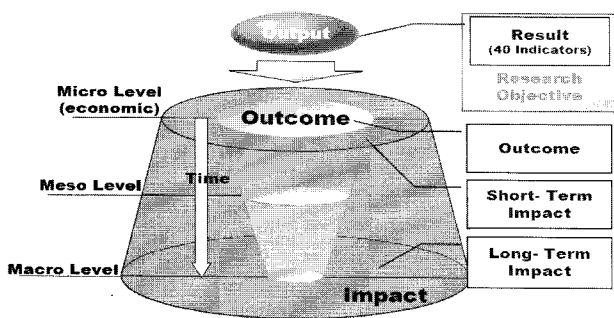


그림 3. 성과산출시점에 따른 R&D 성과의 유형

2.2 성과평가에 대한 기존 연구 고찰

건설사업에 있어 성과측정관련 연구는 크게 프로젝트 중심의 성과측정, 조직 또는 기업단위 중심의 성과측정, 그리고 건설사업관리 분야의 성과측정으로 구분할 수 있다(Eom, 2006). Kagioglou et al.(2001)은 건설산업에서 성과측정을 위한 개념적인 프레임워크를 제안하면서 현장에서 성과를 측정하기 위한 성과측정지표를 제시하였으나, 지표가 개념적인 한계를 지닌다. Bassioni et al.(2004)은 영국사례를 통해 건설산업에서 성과측정을 실시하고 성과측정과 전략적 운영사이의 연결에 관하여

연구하였다. 그러나 이러한 연구들은 전반적인 프로젝트를 평가하는 기준을 제시하기에는 한계가 있다.

또한 유정호(2007)는 민간기업 건설R&D의 활성화를 위해 개선방안을 제시하였고, 김균태(2008)는 건설분야 R&D의 활성화 전략수립을 위해 기초연구를 실시하였으나 실질적이고 정량적인 성과평가는 이루어지지 못했다.

이에 본 논문은 프로젝트 중심의 성과측정 방법을 고려하여 건설R&D사업에 특성에 맞는 산출물로 표현되는 기술적인 성과를 정량적으로 측정하는 방법을 제시한다. 여기서 기술적 성과란 건설산업의 특성에 따라 표준성과항목/지표를 수립하고 이를 기준으로 성과를 측정하는 것이다. 특히 공공성을 가지는 프로젝트에 발현되는 기술은 비시장재 유형 기술이라 정의하고 해당 성과가 적용되는 산업군 전체에 발현되는 형태로 정의하여 측정해야 한다.

건설업은 강한 공공성을 가지므로 건설 R&D 사업을 수행하면서 발생하는 다양한 산출물에 대한 정보관리와 이를 통한 사업의 성과측정이 매우 중요한 부분이기 때문에 산출물 기준의 기술적 가치 분석이 필요하다. 이러한 기술적 가치분석은 프로젝트 단위의 성과평가에 적합하며 정량적인 분석에 활용이 가능하다.

이에 본 연구에서는 건설의 특성을 고려하여 기술적 성과의 조작적 정의(operational definition)를 수립하고 이를 추정하여 건설R&D성과를 분석하고자 한다(표1).

표 1. 기술적 성과분석

구분	설명	결과
기술적 성과분석	지표를 활용한 정량적인 데이터 중심의 성과분석	OUTPUT으로 표현(산출지수화)

3. 건설R&D 산출물성과측정지표 도출

3.1 성과측정지표 도출배경 및 목적

국가과학기술위원회의 운영위원회는 『05년도 국가 연구개발사업 평가결과 및 평가제도 개선 방안』을 통해 정부 부처자체평가제도의 도입계획을 제시하였으며 『자체평가제도 운영방안』을 통해 성과지표와 관련된 평가지침 및 표준성과지표를 개발하여 제공하고 각 부처는 표준성과지표를 토대로 소관 연구개발사업별 특성을 고려하여 자체평가를 위한 성과지표를 작성 및 활용할 것을 제시하였다.

이러한 배경아래, 본 연구에서 건설R&D사업의 성과측정지표를 도출하는 목적은 건설특성이 반영된 실질적인 성과측정지표

를 개발함으로써 기존의 주관적인 판단에 근거한 평가에서 벗어나 체계적이고 객관적으로 성과를 측정할 수 있는 도구로서 활용할 수 있도록 하는데 있다. 이를 위해 기존의 문헌조사, 브레인스토밍, 전문가 자문 등의 다양한 조사방법을 수행하고 지난 10년 동안 수행된 375건의 건설R&D 과제를 대상으로 성과측정 지표를 도출하였다. 이러한 지표들은 연구목적과 성과영역에 따라 다음과 같이 구분될 수 있다.

3.2 연구 목적(research objective)에 따른 구분

건설 R&D 성과측정지표는 연구목적과 성과영역에 따라 행렬 표로 구성될 수 있다. 먼저, 연구목적은 건설R&D 사업에 있어 무엇을 연구 대상으로 했는지를 나타내고 있다.

한국과학기술정책연구원(STEPI)에서는 건설 연구분야의 목적을 제품개발, 공법개발, 시방개발, 표준개발 그리고 정책개발로 구분하고 있다(표2 참조).

표 2. 건설기술연구개발사업의 유형별 평가방안 연구

구분	정의	세부유형
제품 개발	연구개발결과가 구체적인 제품 또는 부품·소재의 형태로 구분	프로그램(S/W) 재료/기계/부품
공법 개발	연구개발결과가 현장에 적용하기 위한 설계, 시공 및 유지보수 기법의 형태로 구현	설계, 시공법 유지/보수
시방 개발	연구개발결과가 건설사업의 생산성 향상을 위한 관리 매뉴얼 형태로 구현	공정 및 관리기법
표준 개발	건설·교통 분야의 새로운 제품·공법·관리 등의 현장 적용을 위한 기준개발	DB, 설계기준 시설기준
정책 개발	건설분야의 정책수립 및 관련제도개선을 위한 정책 개발	정책과제, 기획과제

먼저 제품개발은 연구결과가 구체적인 제품 또는 부품·소재의 형태로 나타나며 그 세부유형으로는 프로그램 개발, 재료 개발, 건설 기계 및 부품 개발 등이 있다. 주로 응용과 개발이 가능하며 대부분 상업화 단계에 이른다.

공법개발은 연구결과가 현장에 적용하기 위한 설계, 시공법 및 유지·보수 기법의 형태로 나타나는데 주로 개발 및 현장의 적용 단계를 말한다.

시방개발은 연구결과가 건설사업의 생산성 향상을 위한 관리

매뉴얼 형태로 나타나는데 다양한 공정 및 관리기법 등이 이에 해당하며 보통 개발 및 현장 적용단계를 말한다.

표준개발은 건설·교통 분야의 새로운 제품/공법/관리 등의 현장적용을 위해서 그 기준을 마련하는 것으로 개발형태는 데이터베이스, 설계 기준, 시설 기준으로 나타난다. 보통 응용 및 개발 단계에 해당한다.

정책개발은 건설 분야의 정책 수립 및 관련제도개선을 위한 정책 개발로 건설의 공공성을 가장 잘 대표하는 연구목적이다. 정책과제나 기획과제가 여기에 속하며 연구개발 단계는 응용단계 및 현장적용단계에 해당한다.

3.3 성과 영역(performance area)에 따른 구분

지표 도출을 위해 다양한 성과측정 영역이 도출되었으나 건설의 특수성을 반영한 성과지표를 구성하기 위해서는 성과영역을 정의하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 총 5개의 성과유형을 제시하였다(표3).

표 3. 성과측정을 위한 영역 정의

구분	생산성	지식축적	인력양성	공공/복지 서비스	국제협력
정의	현장단위의 실질적인 효과	연구결과가 지식 축적에 영향효과	인력양성을 연구 개발효과로 고려한 경우	연구결과가 공공의 이익에 반영효과	연구개발을 통해 국제협력기회 제공 효과

먼저, 생산성은 각 현장을 단위로 하여 실질적으로 발생한 효과를 대상으로 하며 지식축적은 연구한 결과가 지식을 축적하고 전파하는데 어떤 역할을 수행하는지를 의미한다. 인력양성은 연구개발의 효과로서 인력양성을 이룬 것을 의미하며 공공복지 서비스는 연구결과가 공공의 이익을 반영하는 효과를 거둔 것을 말한다. 국제협력은 연구개발이 국제 협력의 계기를 제공하고 이를 통해 기술개발의 효과를 얻는 것을 의미한다.

이러한 연구목적과 성과측정의 영역을 정리하고 지표를 도출 5X5 매트릭스 형태로 성과지표를 구성하여 연구진의 1차 도출과 10명의 건설 R&D 전문가에 의한 2차의 검토 및 보완으로 40개의 연구목적 및 성과영역에 따른 성과지표를 도출하였다. 도출된 40개의 지표는 부록으로 첨부하였다(표4).

표 4. 연구목적 및 성과영역에 따른 성과지표

	생산성	지식축적	인력양성	공공/복지	국제협력
제품 개발	1. 비용절감액 2. 공정, 공사기간 단축일수 3. 감축인력수 4. 안전사고감소율 5. 예상수명 증가년수 6. 기술료 수입액 7. 제품화 건수 8. 기술/제품 매출(수출)액 9. 기술창업건수 10. 수입대체액	11. 국내 학술대회논문발표 편수 12. 국내 학술지 논문발표 편수 13. 국외 SCI급 논문발표 편수 14. 국외 비SCI급 논문발표 편수 15. 세미나 개최건수 16. 특허건수 17. 실용신안건수 18. 의장건수 19. 신기술건수	20. 양성 박사수 21. 양성 석사수 22. 양성 학사수 23. 기타 전문인력 양성수 24. 교육훈련건수 25. 현장기술지도건수 26. 기술상담건수	27. 공공기술 유무 28. 국제규격건수 29. KS규격건수 30. 단체규격건수 31. 포상건수 32. 홍보건수	38. MOU 체결건수 39. 해외연구자 국내유치명수 40. 국내연구자 해외파견명수
공법 개발	1. 비용절감액 2. 공정, 공사기간 단축일수 3. 감축인력수 4. 안전사고감소율 5. 예상수명 증가년수 6. 기술료 수입액 7. 제품화 건수 8. 기술/제품 매출(수출)액 9. 기술창업건수 10. 수입대체액	11. 국내 학술대회논문발표 편수 12. 국내 학술지 논문발표 편수 13. 국외 SCI급 논문발표 편수 14. 국외 비SCI급 논문발표 편수 15. 세미나 개최건수 16. 특허건수 17. 실용신안건수 18. 의장건수 19. 신기술건수	20. 양성 박사수 21. 양성 석사수 22. 양성 학사수 23. 기타 전문인력 양성수 24. 교육훈련건수 25. 현장기술지도건수 26. 기술상담건수	27. 공공기술 유무 28. 국제규격건수 29. KS규격건수 30. 단체규격건수 31. 포상건수 32. 홍보건수	38. MOU 체결건수 39. 해외연구자 국내유치명수 40. 국내연구자 해외파견명수
시방개발	1. 비용절감액 2. 공정, 공사기간 단축일수 3. 감축인력수 4. 안전사고감소율 5. 예상수명 증가년수	11. 국내 학술대회논문발표 편수 12. 국내 학술지 논문발표 편수 13. 국외 SCI급 논문발표 편수 14. 국외 비SCI급 논문발표 편수 15. 세미나 개최건수	20. 양성 박사수 21. 양성 석사수 22. 양성 학사수 23. 기타 전문인력 양성수 24. 교육훈련건수 25. 현장기술지도건수 26. 기술상담건수	27. 공공기술 유무 28. 국제규격건수 29. KS규격건수 30. 단체규격건수 31. 포상건수 33. 법제화 건수 34. 규정/지침화 건수 35. 기준등록건수 36. 시방서 제정건수 37. 사책반영 건수	38. MOU 체결건수 39. 해외연구자 국내유치명수 40. 국내연구자 해외파견명수
표준 개발		11. 국내 학술대회논문발표 편수 12. 국내 학술지 논문발표 편수 13. 국외 SCI급 논문발표 편수 14. 국외 비SCI급 논문발표 편수 15. 세미나 개최건수	20. 양성 박사수 21. 양성 석사수 22. 양성 학사수 23. 기타 전문인력 양성수	27. 공공기술 유무 28. 국제규격건수 29. KS규격건수 30. 단체규격건수 31. 포상건수 32. 홍보건수 33. 법제화 건수 34. 규정/지침화 건수 35. 기준등록건수 36. 시방서 제정건수 37. 사책반영 건수	38. MOU 체결건수 39. 해외연구자 국내유치명수 40. 국내연구자 해외파견명수
정책 개발		11. 국내 학술대회논문발표 편수 12. 국내 학술지 논문발표 편수 13. 국외 SCI급 논문발표 편수 14. 국외 비SCI급 논문발표 편수 15. 세미나 개최건수		27. 공공기술 유무 31. 포상건수 32. 홍보건수 33. 법제화 건수 34. 규정/지침화 건수 35. 기준등록건수 36. 시방서 제정건수 37. 사책반영 건수	39. 해외연구자 국내유치명수 40. 국내연구자 해외파견명수

4. 산출물 기반의 정량적 성과 측정결과

4.1 자료 조사 개요

앞 절에서 도출된 40개의 건설 R&D 성과측정지표는 연구목적과 성과영역에 따라 행렬표로 구성되도록 하였다. 먼저, 연구 및 기술적 성과특징 분석을 위한 자료는 한국건설교통기술평가

원에서 지난 10여 년간 수행했고 종료된 375건 중 자료가 소실된 20건을 제외한 355건을 대상으로 실시하였다.

사업형태는 핵심기술사업이 293건으로 83%, 기반구축사업이 62건으로 17%이고(그림4), 연구목적별 유형은 공법개발이 129건(37%)으로 가장 많았고 제품개발 128건(36%), 표준개발 64건(18%), 시방개발 22건(6%), 그리고 정책개발 12건(3%) 순으로 나타났다(그림5 참조).

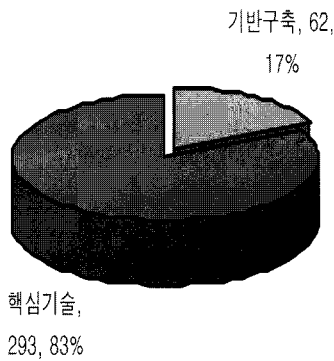


그림 4. 사업유형별 사업 구분

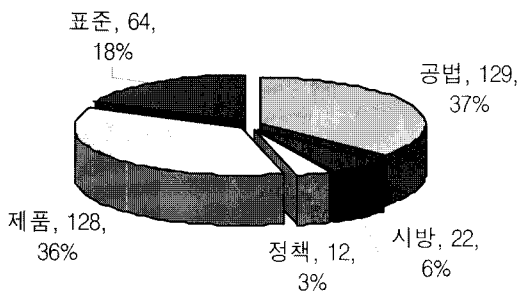


그림 5. 연구유형별 사업 구분

4.2 연구성과지수(Research Performance Index: RPI)에 의한 정량적인 성과측정

4.2.1 지표항목의 개별 점수 산정

사분위수는 일반적으로 데이터의 분포가 일반적인 분포의 형태를 따르기보다 극값에 치우쳐 있어 분포 자체로서의 의미보다 데이터의 상대적인 위치 확인이 중요한 데이터의 통계처리에 많이 사용되는 방법이다. 따라서 본 연구의 40개 성과측정 스케일(scale)은 일반적으로 데이터의 상대순위 표현 등에 적합하여 기술적 성과분석의 개별 지표의 점수 부여 방식에 적합한 사분위수를 사용한 척도를 사용하였다. 이는 개별 사업을 비교한 해당 과제의 산출물 양의 상대 비교 값을 이용하기 위함이며, 상대적으로 우수한 상위 25% 사업과 저조한 하위 25% 사업을 구분하기 위함이다.

각 지표별로 수집된 성과 값을 데이터탐색을 통해 평균값, 중간값, 최대값, 최소값 그리고 사분위수 등으로 통계값을 산출한다. 평균값, 중간값, 최대 및 최소값은 데이터 분포 확인을 위해 기본값으로 활용하고, 사분위수를 적용하여 성과가 없는 경우는 0점, 25%이하는 1점, 25%~75%의 값은 2점, 그리고 75%이상은 3점을 배정하여 각 지표별로 성과에 대해 개별 점수를 결정하게 된다.

이런 개별 점수 산정방식은 R&D 과제수행실적이 추가 될수록 각 지표의 점수기준을 계속적으로 갱신할 수 있으므로, 향후 발생하는 R&D 산출물을 지속적으로 업데이트 한다면 보다 신뢰도 높은 점수 산정표를 설정할 수 있는 장점이 있다.

4.2.2 개별성과 측정 지표에 대한 가중치 부여

두 번째 단계는 연구목적 및 성과영역에 따라 구분된 성과측정지표 매트릭스의 부분별 성과측정지표에 대한 가중치를 부여하는 것이다. 우선 각 부분의 합이 100이 되도록 부분 내 성과지표의 가중치를 결정하게 된다(식1). 이러한 각 부분의 합과 관련된 방법은 미국의 관리예산실(OMB : Office of Management and Budget)에서 프로그램평가 산정도구(PART : Program Performance Rating Tool, 2002)로 도입했던 점수 배정방식을 참고하였다.

$$k_i = \frac{100}{n} \dots\dots\dots (식 1)$$

k_i 는 i 번째 부분(s_i)내 성과측정지표에 대한 가중치이고, n 은 각 부분 내 지표수이다.

$$S = \sum_{i=1}^n k_i \cdot f_i \dots\dots\dots (식 2)$$

f_i 는 각 성과 측정지표에 대한 점수가 되며, 부분 별 내 성과측정지표 가중치 k_i 를 곱한 값을 전부 합산하면 i 번째 부분의 성과지수 S 값이 되며(식2), 본 연구에서는 지표 당 3점이 최고점이기 때문에 각 부분 당 만점은 300점이 되는 것이다.

4.2.3 성과영역별 가중치결정 및 성과측정 지수산정

3단계는 각 연구영역 항목에 대해 전문가 의견을 반영한 AHP(Analytic Hierarchy Process)방법을 활용하여 성과영역 부분간의 가중치를 결정하고 성과측정 지수를 산정하는 과정이다. 본 연구를 수행하는데 있어 전문가 자문에 참여하는 산·학·연의 성과분석 전문가 6명의 의견을 수렴하여 AHP분석을 실시하였다. 표준개발의 경우는 생산성 지표가 존재하지 않으므로 AHP 분석에서 제외했으며 정책개발은 생산성 지표뿐만 아니라 인력양성 관련지표도 관련성이 없어 AHP분석에서 제외하였다.

마지막으로 평가대상 R&D의 최종 성과지수는 각 부분별 산출 점수에 가중치를 곱하고 이를 합산한 값이 되며, 식 3은 연구목적별로 구분된 R&D 프로젝트별 성과측정지수(Research Performance Indicator; RPI) 값을 계산하는 식이다.

$$RPI = \sum_{j=1}^m S_j \dots \dots \dots \text{(식 3)}$$

(S_j : 각 부분별 점수, w_j : 부분별 가중치)

5. 연구특성에 따른 성과분석결과

5.1 연구특성 간 특성분석방법

본 연구는 정량적인 성과측정 결과를 바탕으로 연구목적별로 구분된 유형 간 관계를 분석하기 위해 분산분석과 대응일치분석을 적용하고자 한다. 분산분석은 연구유형간, 연구기관별 그리고 연구비용별의 성과측정 시 일관적인 기준으로 시행하는 것이 적절한지를 알아볼 수 있다. 분산분석은 두 개 이상 집단들의 평균 차이의 존재 여부를 검정하기 위해 사용된다(안광호 외 2005). 분산분석을 위해서 다음과 같은 가설을 설정한다(건설교통부 2006).

- 귀무가설(H0): 각 유형의 평균은 동일하다.
($\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$)
- 대립가설(H1): 각 유형의 평균은 차이가 있다.
($\mu_i \neq \mu_j$: 서로 다른 I, j에 대해 적어도 하나는 다름)

분석결과 중 유의 확률이 유의수준 0.05%와의 비교한 결과 가설의 기각 여부로 집단들의 차이를 검정한다. 이를 통해 연구유형간, 연구기관별 그리고 연구비용별의 성과측정에 있어서 차이 유무를 검정할 수 있다. 대응일치분석(correspondence analysis)은 2차원 교차표(cross table)로 나타낼 수 있는 정보를 보다 이해하기 쉽게 요약하는 분석방법이다. 교차분석도 같은 분석이 가능하지만 대응일치분석은 두 변수의 범주간의 관계도표를 출력하여 보다 함축적인 도식화된 요약정보를 제공해줄 뿐만 아니라 주로 범주형 데이터 형태를 이용하기 때문에 사회현상파악에 용이하다(안광호 외 2005). 본 논문에서는 산출된 RPI값을 대응일치분석을 통해 연구유형에 따라 어떤 연구기관의 성과가 좋은지, 연구기관과 연구비용은 어떤 관계가 있는지, 그리고 연구유형과 연구비용과는 어떤 관계가 있는지 알아보려고 한다.

5.2 분산분석(ANOVA: Analysis of Variance)결과

연구유형간 분산 분석결과는 표 4에 나타난 것과 같다. F값

은 유형 간 평균제곱을 유형 내 평균제곱으로 나눈 값으로 $6097.93/546.431 = 11.16$ 로 계산된다. F값인 11.16은 그룹 내 자유도가 4이고 그룹간 자유도가 350일 때 F값인 2.37보다 크기 때문에 유의수준 0.05%에서 귀무가설을 기각한다. 즉 각 연구유형에 대한 RPI 평균값은 차이가 있어 연구개발 성격을 고려하지 않는 획일적인 평가는 부적절함을 의미한다.

연구기관별 분산 분석결과 또한 F값이 유의수준 0.05%에서 귀무가설을 기각함으로 연구기관 간 RPI값은 차별성이 있는 것으로 나타났다(표5 참조).

연구비용별 분산 분석결과는 F값 8.487이 그룹 내 자유도가 3이고 그룹 간 자유도가 351일 때 F값인 2.6보다 크기 때문에 유의수준 0.05%에서 귀무가설을 기각함으로 연구비 간 RPI값도 차별성이 있는 것으로 확인되었다(표6 참조). 연구비용에 따른 결과 역시 연구비 규모가 클수록 RPI가 커지는 경향을 보이므로 이를 고려하지 않고 연구결과를 일률적으로 평가하는 것은 부적절함을 의미한다.

표 5. 연구유형에 따른 분산분석 결과

연구 유형	제곱합	자유도	평균제곱	F
유형-간	24391.719	4	6097.93	11.16
유형-내	191250.714	350	546.431	
합계	215642.433	354		

표 6. 연구기관에 따른 분산분석 결과

연구기관별	제곱합	자유도	평균제곱	F
기관-간	15710.853	4	3927.713	6.876
기관-내	199931.58	350	571.233	
합계	215642.433	354		

분산분석 결과를 요약하면, 연구유형, 연구기관, 연구비용에 따라 RPI값이 차이가 있는데도 불구하고, 현재의 평가방식은 이를 고려하지 못하고 있다. 예를 들면, 건설R&D사업 성과측정 및 평가에 있어서 공법개발과 표준개발은 당연히 연구성과가 그룹 간에 다를 수밖에 없는데 현재는 이를 구분하지 않고 통합적으로 평가하는 경향이 있다. 따라서 연구유형 간, 연구기관별, 연구비용별로 성과의 차이를 구별하여 평가를 해야 연구특성별로 보다 객관적인 성과평가가 가능하다는 점을 주목할 필요가 있다.

5.3 대응일치분석 결과

분산분석에 이어 연구특성 간에 어떤 관계를 있는지를 알아보기 위해 RPI 값을 대응일치표에 나타내었다. 연구유형과 연구기관별로 보면 민간기업의 경우는 제품개발에서 RPI값의 합이 671.74점으로 가장 좋은 성과를 나타내고 있고 공사공단의 경우

는 표준개발에서 321.00점으로 좋은 성과를 나타내고 있다(표7 참조). 대응일치표에 나타나는 점수는 각 기관의 RPI점수의 합으로 연구유형별로 어떻게 분포되어 있는지를 보여주고 있다. 이러한 대응일치 분석이 주는 시사점은 민간기업은 재료 또는 제품개발과 같은 기존 또는 신규시장 침투형 R&D에서 보다 양호한 성과를 보이는 반면에 공공 연구기관은 이러한 유형보다는 민간기업이 수행하기에는 한계가 있는 표준이나 공법개발에 강점이 있다는 점이다. 대학의 경우는 이론이 뒷받침 되어야 하는 공법개발에 강점을 보이지만 민간기업과 연계된 제품개발과 연구소 등의 표준개발을 뒷받침하는 연구에도 좋은 성과를 보이는 것으로 나타났다.

표 7. 연구비용에 따른 분산분석 결과

연구비	제곱합	자유도	평균제곱	F
연구비-간	14584,242	3	4861,414	8,487
연구비-내	201058,19	351	572,815	
합계	215642,433	354		

주어진 대응일치표를 이용하여 도표로 나타내면 인자간의 긴밀한 정도를 쉽게 볼 수 있다. 도표상의 인자간의 거리가 가까울수록 관계가 긴밀함을 나타내며 각 인자간의 성과발현 정도를 의미한다. 그림 6.은 RPI값의 열점수와 행점수를 2차원 공간상에 도표화한 인데, 도표를 보면 RPI값에 따른 연구유형과 연구기관 사이에 성과발현 성향은 민간기업의 경우 제품개발에 그리고 연구소는 표준개발에서 좋은 성과가 발현되고 있다는 점을 재확인 할 수 있다.

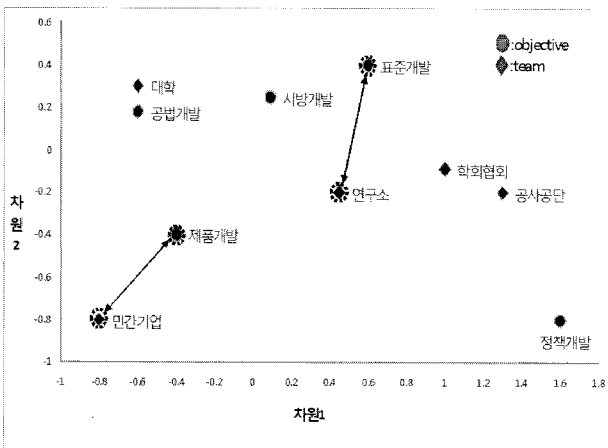


그림 6. 연구유형과 연구기관 사이의 대응일치 결과

표 8은 같은 방식으로 RPI 값을 연구기관과 연구비용으로 구분하여 나타내고 있다. 연구기관과 연구비용별로 보면 대학이 3억이하 과제에서 2,285,42점으로 가장 높은 점수를 받았다. 기업의 경우는 3~5억에서 가장 높은 점수를 받았다. 이를 보면, 대학의 경우는 기초 및 이론적 연구를 주로 수행하므로 전당 연

구비가 상대적으로 소규모인 연구개발과제에서 강점을 보이고 있는 반면, 현장 실증이 필요한 민간기업이나 공공 연구소인 연구개발인 경우는 5억 안팎의 연구규모에서 좋은 성과를 보이는 것으로 해석된다.

표 8. 연구유형과 연구기관의 대응일치표

연구유형	연구기관					총계
	대학	연구소	민간기업	학회협회	공사공단	
제품개발	1,603.39	706.39	671.74	273.27	100.95	3,355.74
공법개발	1,999.39	592.4	510.44	132.15	67.4	3,301.78
시방개발	417.2	261.89	66.8	53.63	53.6	853.12
표준개발	1,496.02	927.93	71.61	595.69	321	3,412.25
정책개발	37.8	333.56	31.45	191.83	144.45	739.09
총계	5,553.80	2,822.17	1,352.04	1,246.57	687.4	11,661.98

그림 7은 연구기관과 연구비용 사이의 대응 일치결과를 나타낸다. 민간 기업이나 학회 협회 등은 3억~5억의 연구과제에서 좋은 성과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

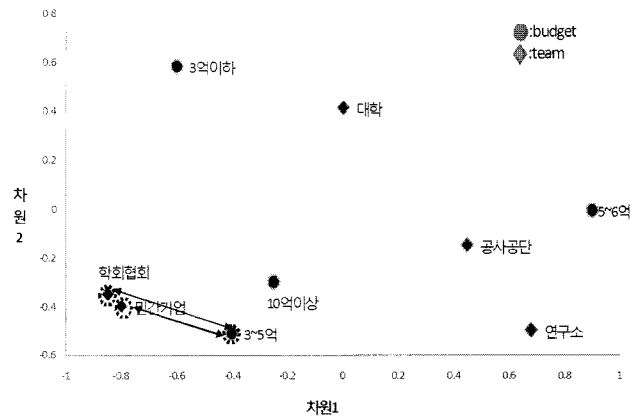


그림 7. 연구기관과 연구비용 사이의 대응일치 결과

표 9와 그림 8은 RPI 값을 연구유형과 연구비용으로 구분하여 나타낸 것이다. 연구유형과 연구비용별로 보면 제품개발과 공법개발은 3억 이하에서 좋은 성과를 나타내고 정책개발 분야에서는 3억~5억원 사이의 연구비용에서 성과가 높은 것으로 나타났다.

표 9. 연구기관과 연구비용의 대응일치표

연구기관	예산				총계
	3억이하	3~5억	5~6억	10억이상	
대학	2,285,42	1,315,49	1,545,08	407,81	5,553,80
연구소	473,05	865,06	1,242,37	241,69	2,822,17
민간기업	500,81	683,95	80,06	87,22	1,352,04
학회협회	443,84	524,17	69,48	209,08	1,246,57
공사공단	188,25	199,24	259,64	40,27	687,4
총계	3,891,37	3,587,91	3,196,63	986,07	11,661,98

대응일치분석결과 각 연구유형, 연구기관과 연구비용 항목간

의 성과들은 확실적이지 않고 특정 항목과 연계되어 좋은 성과가 발현되는 것을 알 수 있다. 이는 건설R&D를 수행함에 있어 확실적인 방식보다는 연구특성별로 차별화된 수행주체 선별 및 연구비 규모 배정이 필요하다는 점을 시사한다.

표 10. 연구유형과 연구비용의 대응일치표

연구유형	예산				총계
	3억이하	3~5억	5~6억	10억이상	
제품개발	1,141.24	1,015.14	1,004.38	194.98	3,355.74
공법개발	1,190.05	859.08	1,055.25	197.4	3,301.78
시방개발	129.86	430.11	194.75	98.4	853.12
표준개발	1,125.09	912.62	879.25	495.29	3,412.25
정책개발	305.13	370.96	63	0	739.09
총계	3,891.37	3,587.91	3,196.63	986.07	11,661.98

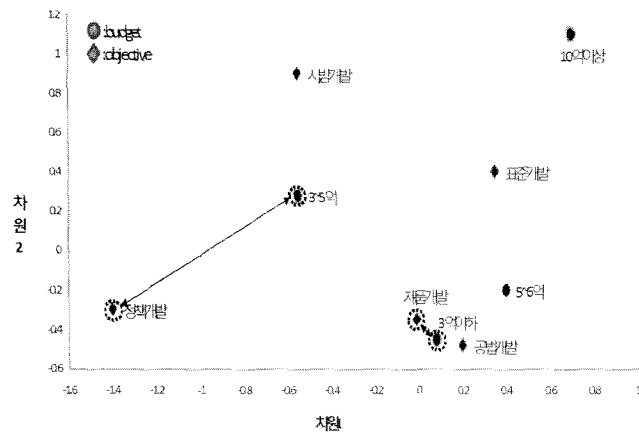


그림 8. 연구유형과 연구비용의 대응일치 결과

6. 결론

본 연구에서는 정량적인 성과측정지표를 활용하여 건설R&D 사업의 성과를 측정하고 이를 기반으로 연구 특성에 따라 서로 다른 성과가 발현되는 것을 확인하였다. 건설R&D사업의 성과는 연구특성에 따라 다르게 발현된다는 점을 도출을 위해 실적 자료 조사 등을 실시하였다. 자료 분석의 방법으로는 산출물 중심의 성과측정지표를 활용한 통계적인 성과측정 방법론(RPI)을 적용하였다. 현재 실시되고 있는 성과측정방법은 유형별로 일괄적인 기준으로 측정되고 있다.

분산분석과 대응일치분석을 활용한 결과, 연구특성 그룹 간에 차이가 존재하여 확실적인 성과측정방식은 부적절함을 확인하였고, 연구 유형별, 연구 기관별, 연구 비용별로도 각기 다른 상관관계를 갖고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 현재 시행되고 있는 일괄적이고 확실적인 측정방식의 문제점을 보여주는 것이다. 본 연구에서 제시한 방법론은 지금까지의 정성적인 성과측정에서 벗어나 실적 데이터 중심의 데이터베이스를 활용하

여 성과를 정량화하는 동적인 성과측정 방식으로 전환을 가능하게 하며 이를 통해 향후 건설R&D성장에 있어 도출되는 결과의 신뢰성도 확보할 수 있다.

그러나 성과측정의 근본적인 취지는 상대적으로 우수한 부분의 벤치마킹은 물론, 타 분야에 비해 성과가 부족한 영역을 보완하여 발전시키고자 하는 것이 그 목적이므로, 이러한 성과측정을 과제 간에 우열을 가리는 방법으로 적용하기 보다는 성과가 부족한 과제에 있어서는 문제점을 확인 하고 더 좋은 결과를 얻을 수 있도록 지원하는데 활용되어야 할 것이다. 그리고 향후 후속연구를 통해 건설R&D의 중장기적 파급효과 까지도 포함한 경제성 분석 방안도 성과측정 체계에 반영되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부 건설기술기반구축사업(06기반구축 A03)의 성과의 일부를 포함하고 있습니다.

참고문헌

1. 건설교통부, 건설기술연구개발사업의 유형별 평가방안 연구, 2005
2. 건설교통부, 건설연구개발 성과분석 연구, 2006
3. 김군태, 건설분야 R&D 활성화전략 수립을 위한 기초연구, 한국건축시공학회논문집, 제8권 4호, 2008, pp.123~129
4. 안광호, 임병훈, 사회과학조사방법론, 학현사, 2005
5. 유정호, 류원희, 김우영, 민간 건설기술 R&D 활성화방안, 한국건설관리학회논문집, 제6권 제6호, 2007, pp.167~177
6. 한국과학기술부, 08년 부처별 연구개발 예산 현황, 2008
7. 한국과학기술정책연구원(STEPI), 연구유형별 건설연구개발 성과측정 방안에 관한 연구, 2005
8. Eom, S. J., Paek, J. H., "The Subcontractor Evaluation System Model based on Balanced Scorecard with New Partnership Theory", Architecture & Urban Research Information Center, The Architectural Institute of Korea, 22(3), 2006, pp. 139~146.
9. Foster, Ted M., "Making R&D More Effective at Westinghouse", Research Technology Management, Jan-Feb, 1996, pp.31~37
10. H. A. Bassioni and T. M. Hassan, "Performance Measurement in Construction", Journal of Management in Engineering, Volume 20, Issue 2, 2004, pp. 42~50 (April)

11. Kagioglou, M., Cooper, R., Aouad, G., "Performance Management in Construction : A Conceptual Framework", Construction Management and Economics, London, 19(1), 2001, 85~95.
12. Keiser, Bruce A. and Blake, Natalie R., "How Nalco Revitalized Its Quality Process for R&D", Research Technology Management, 1996, pp.23~29
13. OECD, <Main Science and Technology Indicators>, 2006/2
14. Office of Management and Budget, Budget Procedures and Memorandum No. 861, 2003.
15. Robb, Walter L., How Good is Our Research, 1991, pp.16~21

논문제출일: 2009.02.03

논문심사일: 2009.02.06

심사완료일: 2009.04.06

Abstract

The construction R&D(Research & Development) has various performance according to research character. But present performance evaluation form evaluates project rather than character of research. The important reasons that evaluates the performance are to try conclusions with evaluated objects in the short run, but to forecast the performance of future construction R&D and to get the better performance.

Thus this study extracts the RPI(Research Performance Index) with output as the center, develops the estimation method and measures the quantitative performance. Applying the ANOVA(Analysis of Variance), it is proved that the performance according to research character is various. And applying the Correspondence Analysis, it is analysed the relationship with performance and research character. The purposes of this study are to identify the problem of uniform performance evaluation and to improve it.

keywords: Construction R&D, Technology type, Performance measurement, Research Performance Indicators(RPI)
