

건설교통 분야 정부 R&D 투자의 파급효과 분석: 분석 방법론과 도출결과 소개



박문서 서울대학교 건축학과 교수

1. 서론

경제협력개발기구(OECD)에 따르면, 연구개발 (Research and Development 이하 R&D)이란 “인류, 문화, 사회의 지식을 포함하는 모든 지식을 새롭게 축적하거나 또는 축적된 지식을 이용하여 새로운 응용을 고안하기 위해 체계적 방법으로 수행하는 창조적 활동”으로 정의한다. 연구개발은 가속화되는 국제경쟁에서 원천 기술, 사업성 확보와 같은 경제적 목적성을 가지고 주로 수행되기도 하는데, 이에 따라 경제적 척도에 의한 연구개발 파급효과를 직접적인 효과로 정의하여 중점적으로 평가 하여 왔다. 이와 같은 관점에서의 연구개발의 파급효과 평가와 분석에는 과거 산업연관분석, 시계열분석, 확률변경분석, 자본스톡모형, 자료포락분석, 확률손실함수분석 등 계량적 예측모형 중심의 다양한 방법론이 사용되었다.

그림 1은 R&D 투자 파급과정의 특수성을 도식화한 그림이다. 앞서 언급한 파급효과 평가 방법론은 연구개발의 경제적 목적에만 집중하고 있고, 축적된 지식이 다른 분야에 간접적으로 미치는 영향을 고려하지 못하는 경향이 있으며 R&D 사업의 특성으로 제시된 5가지 특성¹⁾ (확산성, 순환성, 비 특유성, 시차, 불확실성)에 대한 고려가 부족한 것으로 분석된다. 또한 건설교통 부문의 연구개발에 대한 특수성을 반영하지 못하고 초기 입력값에 대한 출력값이 실제 과거 데이터에만 의존하는 경향 등 영향변수에 대한 복합적 고려가 부족하여 투자효과가 발생하는 근원적 원인을 탐구하는데 어려움이 있다.

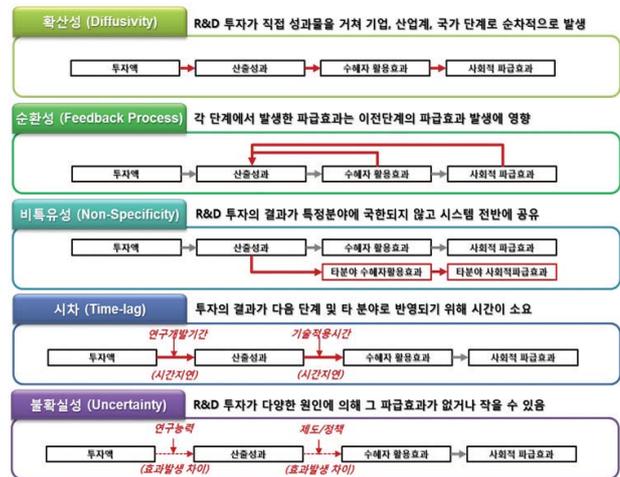


그림 1. R&D투자 파급과정의 특수성

특히 건설교통 R&D 각 사업별 투자 및 파급과정이 서로 상이하여 기존의 예측모형 활용이 제한적이고, 활용하더라도 파급과정에 대한 설득력이 부족하여 이후 의사결정자에 대한 투자 당위성 설명에 어려움이 있다. 이에 따라 본 글에서는 이러한 문제의식에서 수행된 “건설교통 R&D 투자의 파급효과 분석 및 예측” 연구수행 절차의 방법론적 소개와 연구수행결과 및 시사점 부문으로 나누어 소개하고자 한다.

2. 연구수행 절차

2.1 시스템 다이내믹스 방법론

시스템 다이내믹스 방법론은 비선형 시스템 내에서 모델링을 통해 순환적 인과관계를 제시하고 이를 기반으로 한 동태적 분석으로 시간의 흐름에 따른 파급효과의 행태와 미래

1) 서인석, 이동규 (2010). “R&D 투자정책의 국가생산성증대 효과분석: System Dynamics를 활용한 시뮬레이션 분석” 정부학연구, 제16권 제2호, 91-121.

추세분석 활용에 적합하다. 또한 순환성, 비특유성, 시차 등 시스템 다이내믹스 고유의 설명력은 전체적 관점의 R&D 파급효과 분석에 있어서도 유리하며, 다차원의 데이터를 동시에 입력 가능하여 건설교통 세부사업특성을 반영하기에 적합하다. 그렇지만 시스템 다이내믹스 방법론은 과거의 행동에 기반한 피드백 프로세스를 기본원리로 하여 초기 투입 변수의 적합성과 인과관계에 대한 주관적 판단 등에 관한 비판의 여지가 있다. 또한, 미래예측에서는 양 또는 음의 발산 및 수렴과 같은 추세 탐색에 용이하나 미래의 정량적 수치 예측에 한계가 있다. 이와 같은 한계에도 불구하고, R&D 투자에 대한 장기적인 순환효과 분석 및 정책설계의 체계적 접근을 위해 활용되었으며²⁾ 투자 파급과정에 대한 포괄적인 이해를 제공하였다.

2.2 모형개발 프레임워크

그림 2는 본 연구모형의 메인 프레임워크이다. 정량적 과거 데이터를 활용하는 건설교통 산업레벨에서의 거시적, 계량적 예측모형³⁾과 함께 세부사업별 특성을 반영하는 미시적, 정량적 세부사업별 파급효과 분석 모형을 개발하였으며, 모델의 구축과정은 다음과 같다. 1) 각 R&D 투자 파급과정 및 R&D 세부 사업 특성을 바탕으로 각 사업별 상이한 투자

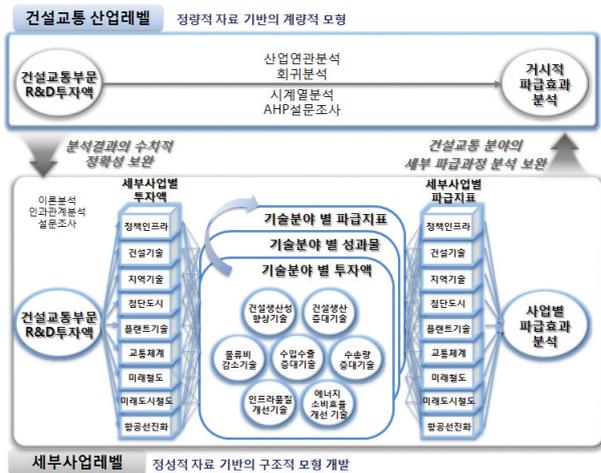


그림 2. 모형 프레임워크

2) 박헌준, 오세홍, 김삼준 (2004). “국가 연구개발 투자시스템의 레버리지 전략: 시스템 다이내믹스 접근”, 한국 시스템다이내믹스 연구, 제5권 제2호, 33-66.
3) 조운숙 (2012). “건설교통 R&D투자의 에너지절감 및 CO2 배출감소 효과분석” 시스템다이내믹스학회 2012 하계 정기학술발표대회 발표 자료.

파급과정에 대한 인과지도를 작성하고, 2) 정량변수 정의의 첫 단계로 모형 구성 변수 중 과거부터 누적된 값이 충분하여 실제 데이터를 활용할 수 있는 변수에 대해 데이터를 입력한다. 3) 모형 계수 중 정확한 값을 알 수 없는 변수에 대하여, 먼저 정성 및 정량적 자료와 설문조사 결과 등을 활용하여 개략적인 계수 범위를 결정한다. 이후, 4) 실제 데이터 기반으로 구축된 계량적 예측모형에서 건설 R&D 전체에 대한 예측값을 본 모형의 계수값 추정을 위해 활용한다. 즉, 거시적, 계량적 예측모형에서 예측한 건설교통분야 전체의 파급효과 예측값과 미시적, 정성적 사업별 파급효과 합으로 도출되는 예측값의 오차를 최소화 하는 계수값을 추정한다. 4) 이후, 본 연구모형에서 설계한 각 사업별 파급과정 구조에 대해, 설문조사, 문헌 및 이론을 바탕으로 구조적 타당성을 검증하였다. 5) 또한, 예측, 분석한 파급효과에 대한 지표값 변화를 계량적 예측모형에서 도출한 결과값과 실제 데이터를 비교하여 모형의 행태적 타당성을 검증하였다.

계량적 예측모형에서는 모형을 통해 도출되는 각 파급지표를 실제데이터와 비교함으로써 검증을 수행하였다. 본 연구에서 수행하는 총 30개 지표 (GDP, 수출액, 에너지사용량 등)에 대해 2005년부터 2010년까지의 실제데이터와 비교한 결과, 오차율이 1.97% 미만으로 도출되어 모형의 신뢰성을 확보하였다. 세부사업레벨의 분석모형 또한 계량적 예측모형과의 비교·분석을 수행하였는데, 2030년까지 각 파급지표의 추세변화에 대한 행태적 유사성을 확인할 수 있었다.

2.3 세부사업 특성 반영

표 1은 건설사업별 파급효과 유형에 따른 투자 비중을 한 국건설교통기술평가원의 자료를 활용하여 정리한 것이다.

표 1. 건설교통 사업별 투자금 비율 (한국건설교통기술평가원 2009)

구분	생산성 향상	건설생산 유발	수입·수출 증대	물류비 절감	에너지 효율개선	인프라 품질개선	합계
R&D정책 인프라사업	0.0367	0.0006	0.0028	0.0000	0.0014	0.0103	0.0518
건설기술 혁신사업	0.1852	0.0311	0.0142	0.0064	0.0279	0.0886	0.3535
지역기술 혁신사업	0.0000	0.0096	0.0000	0.0000	0.0058	0.0186	0.034
첨단도시 개발사업	0.0567	0.2159	0.0055	0.0000	0.0612	0.0148	0.3541
플랜트기술 고도화사업	0.0000	0.0000	0.2067	0.0000	0.0000	0.0000	0.2067
전체	0.2786	0.2573	0.2292	0.0064	0.0963	0.1322	1.0000

건설교통 R&D는 국토해양부 산하 건설교통기술평가원(KICTEP)에서 기획·관리·조정하고 있다. 건설분야 사업만을 살펴 볼 때, 각 사업 내 세부과제의 특성과 목표가 상이하고, 세부 사업내 각 과제의 목적 또한 모두 상이하다. 이처럼 각 사업별로 목표가 명확히 설정되어 있음에도 불구하고, 각 사업의 특성을 명확하게 정의하기에는 쉽지 않다. 이를 해결하기 위하여 각 사업의 연구과제 성격을 2009년 지원한 과제를 기준으로, 표 1과 같이 5개의 기술분야로 재분류하고, 비슷한 파급효과를 갖는 과제들을 분류하여 분석하였다. 분석결과 각 사업의 목표와 파급효과 측면의 분류는 상당부분 일치하지만, 사업의 주 목표 이외의 간접 파급효과 부분도 상당수 파악 할 수 있었다. 표 1의 비율은 행렬로 직접 모형으로 입력되며 매년 사업비율을 직접 반영할 수 있도록 하였고, 추가적으로 사용성을 위하여 비율조절과 총액조절을 통한 파급효과 변화를 판단 할 수 있도록 반영하였다.

2.4 거시적 파급효과 분석 모형

그림 3 은 건설교통 산업레벨의 거시적 파급효과 분석모형의 프레임 워크이다. 거시적 파급효과 분석 부문은 그림 3에서 보는 바와 같이 R&D투자 시나리오 설정부문, 거시적 파급효과 분석부문, 경제 및 환경 전망부문, R&D투자 정책효과 분석 등 4개 부문으로 구성된다. 거시적 파급효과 분석 부문은 변수와 변수, 변수와 지표, 지표와 지표간의 상호 연관관계에 따라 구조화되어 계량적 분석을 가능하게 해 주는 모형이다. 경제 및 환경 전망부문은 모형을 구성하는 변수와 지표들이 미래에 어떻게 변화해 갈지를 예측·전망해 주는 부분으로서, R&D투자 시나리오의 설정 없이 현재의 추세가 그대로 지속된다는 가정 하에 미래의 전망값을 제시한다. R&D투자 정책효과 분석부문은 R&D투자 시나리오의 설정에 따라 정책변화에 따른 파급효과를 분석해 주는 부분이다.

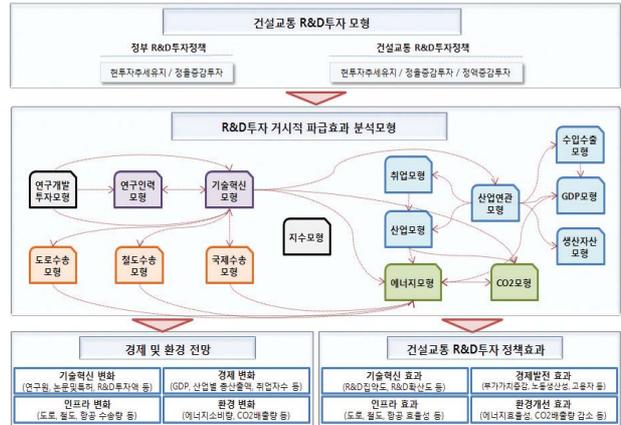


그림 3. 거시적 파급효과 분석 모형 프레임 워크

또한 에너지 모형, CO2 모형, 수출 모형 등 거시경제 뿐 아니라 간접적 파급효과의 분석 및 예측을 위하여 부분별로 정량적 계수들로 거시적 분석 모형을 구축하였다.

2.5 모형 개발 및 검증

모형은 앞서 설명한 거시적 파급효과 분석 모형을 통해 파급효과를 지표 (Index)로 산출하여 정량화하는데 이를 위해 건설교통 분야에 특화된 총 10개 지표 (GDP, 고용자수, 총고정자본형성, 수출액, 에너지소비량, CO2배출량, 국내여객수송량, 국내화물수송량, 논문, 특허)를 선정하여 분석하였다. 본 10개 지표는 건설교통 R&D 사업의 관리자 및 연구수행자 등 전문가 설문을 바탕으로 선정되었다.

각 지표의 초기값 입력에 사용된 통계자료로는 1) 한국은행의 산업연관표 2)통계청의 자산통계, 인구주택 총 조사, 국민계정, 인구동향조사 3)국토해양부 국토해양통계연보 4) 한국철도공사의 철도통계연보 5)에너지연구원의 에너지 통계연보 자료 6)국가과학기술위원회의 연구개발 활동조사 보고서 7)교육과학기술부의 과학기술 통계 백서 등이 있으며 이를

표 2. 산업별 GDP 검증 결과 예시

[단위: 억원]

단위용적중량 (kg/m³)	시물레이션 결과값					실제값	검증결과	
	06	07	08	09	10		차이	오차 (%)
농림 수산물	259,461	265,909	272,129	278,102	283,809	278,397	5,412	1.94
화학 제품	349,527	374,668	400,922	428,278	456,718	449,395	7,323	1.63
수송 장비	327,135	368,560	414,376	464,933	520,595	543,924	6,670	1.30
건설	708,573	724,497	739,739	754,248	767,980	753,211	14,769	1.96
운수 보관	359,345	376,429	393,705	411,130	428,660	421,126	7,533	1.79
통신 방송	248,418	253,742	258,818	263,630	268,162	262,987	5,176	1.97
전기 전자기기	525,971	575,164	627,787	683,953	683,953	732,819	10,952	1.49

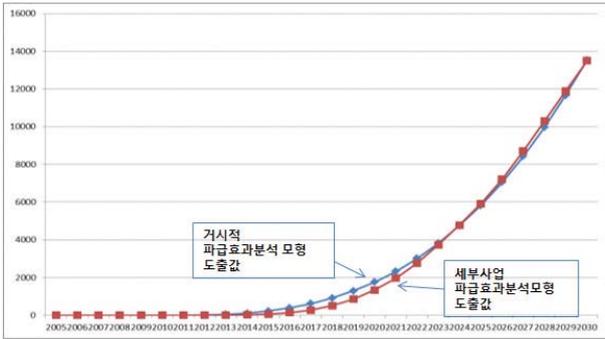


그림 4. 거시적 파급효과 모형과 세부사업 파급효과 모형의 건설교통 R&D GDP 유발액 예측값 비교

통하여 인구, 출생자, 수출, 수입액, 화물·여객 수송량, 에너지 소비량, 탄소배출량, 논문·특허 수, 연구개발비 및 인력 수 등의 통계 치를 모형의 초기 입력값으로 활용하였다.

표 2는 산업별 GDP 예측값을 실수치와 비교하여 검증한 예시이며, 그림 4는 GDP 유발액에 대한 거시모형과 세부모형의 예측값을 비교한 그래프이다. 앞서 언급한 거시적 파급효과 모형과 구축된 세부사업레벨의 정성적 예측모형과 함께 연결되어 예측의 적합성과 정확성을 증진시키는 역할을 하였고 그 결과 2010년 오차율 2% 미만의 예측치를 바탕으로 추후 예측을 실시하였다.

각 모형은 Powersim Studio 9을 기반으로 개발하였고, 그림 3에서 언급한 프레임워크 내 부문 별로 개발되어 있다. 그림 5는 그 중 정성적 예측 모형 내 생산성 향상 기술개발에 의한 파급효과 모형이다.

건설교통 R&D 생산성향상 모형

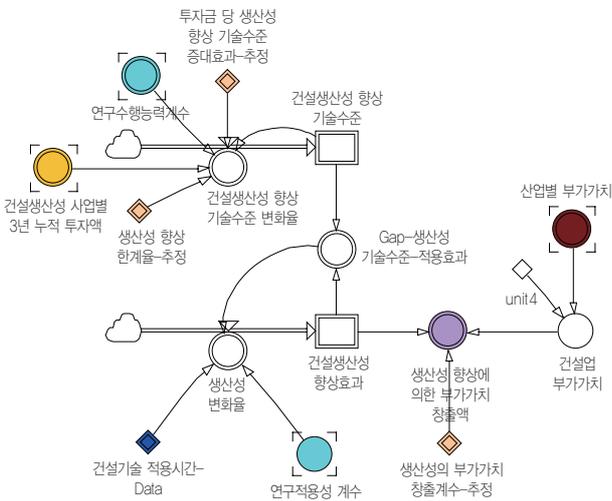


그림 5. 모형개발 예시 (생산성향상 기술 개발에 의한 파급효과)

3. 시뮬레이션 결과 및 파급효과 분석

3.1 현재까지 건설교통 R&D투자의 파급효과 분석

본 절에서는 직접 파급효과로 분류할 수 있는 GDP 유발액, 수출유발액, 고용유발자수 등의 파급효과 중에서 관련분야 전문가 설문을 통해 중요도가 높다고 판단되는 부가가치(GDP) 유발액, 수출유발액, 고용유발자수와, 경제적 파급효과 및 에너지 사용 저감량 부문에 대한 분석을 실시한다.

먼저, 현재까지 투자된 건설교통 R&D 투자의 파급효과 분석을 실시한다. 본 연구에는 건설교통 R&D 사업이 2000년대 들어 개편됨에 따라, 2005년을 분석의 시작시점으로 설정하고 2005년 이후부터 투자된 금액에 대한 파급효과를 분석하였다. 또한, 건설교통 R&D 과제의 평균 수행기간이 약 3년으로 조사됨에 따라, 2011년 이후의 투자금액은 현재까지 진행 중인 과제에 대한 투자로 볼 수 있다. 결과적으로 본 연구에서는 현재까지 투자된 건설교통 R&D 투자금액을 2005~2010년까지의 투자금액으로 정의한다.

표 3은 2005년부터 2010년까지 투자된 건설교통 R&D 사업에 따라 발생하는 파급효과를 정리한 것이다. 2005년에서 2010년 까지 건설교통부문에 투자된 약 1조 6000억원을 통해 발현되는 연간 GDP 유발액은 2010년 약 594억원, 2012년 약 1,300억원, 2014년 약 1,600 억원으로 분석된다. R&D 사업에 따라 개발된 기술이 지속적으로 적용됨에 따라 그 파급효과는 지속적으로 누적되는데, 이러한 연도별 누적효과를 분석하면 2010년 약 1,450억원, 2012년 약 3,700억원, 2014년은 약 7,000 억원으로 분석된다. 수출액의 경우 연간 수출액 발생은 2010년 약 28억원, 2012년 약 71억원, 2014년 약 84억원이며, 누적값은 10년, 12년, 14년 각각 약 60억, 180억, 350억이다.

표 3. 현재까지 투자((2005-2010년도)에 따른 파급효과

분야	구분	2010	2011	2012	2013	2014
GDP 유발액 (억원)	연간 유발액	594	926	1,327	1,576	1,697
	누적값	1,451	2,378	3,705	5,281	6,979
수출 유발액 (억원)	연간 유발액	28	46	71	84	84
	누적값	64	111	183	267	352
고용 유발자수 (만명)	연간 유발액	0.7	0.7	0.6	0.4	0.3
	누적값	5.7	6.4	7	7.4	7.7
에너지 저감효과 (1000Toe)	연간 유발액	286	454	712	1,094	1,497
	누적값	607	1,020	1,631	2,546	3,757

연간 고용유발은 2010년 약 0.7만명, 2012년 약 0.6만명, 2014년 약 0.3만명이며, 누적값은 10년, 12년, 14년 각각 약 5.7, 7.0, 7.7만명으로 분석된다. 마지막으로 연간 에너지저감효과는 2010년 약 290 1000toe, 2012년 약 710 1000toe, 2014년 약 1,500 1000toe이며, 연도별 누적값은 10년, 12년, 14년 각각 약 600, 1,500, 3,800 1000toe로 분석됨을 알 수 있다.

본 분석결과를 통해, 2010년까지 투자된 금액에 대한 파급효과는 곧바로 발현되기 보다는 몇 년간의 시차를 두고 지속적으로 발생함을 알 수 있다. 실제로 R&D 투자금액이 실제 상용기술로 개발되는데 소요되는 시간과, 개발된 기술이 산업에 적용되기 위해 필요한 시간을 고려하면 투자 이후 약 5~10년에 걸쳐 지속적으로 파급효과가 발현된다. 산업 내의 부가가치 발생과 관련되는 GDP의 경우, R&D 투자를 통해 정착된 기술 등이 향후에도 꾸준히 적용됨에 따라 그 투자효과가 지속적으로 발생함을 알 수 있다. 다만, 수출액의 경우 해외대비 경쟁력이 중요한 요소로 작용하는 데, 이에 따라 R&D 투자의 지속성이 더욱 중요하며 2014년의 연간 수출유발액이 2012년도와 같은 것을 보면 투자효과가 상쇄되는 데 걸리는 시간이 비교적 짧음을 알 수 있다. 고용유발의 경우 R&D 연구인력 등의 영향으로 초기 파급효과가 더욱 크며, 파급효과가 상쇄되는 데 소요되는 시간이 상대적으로 짧음을 알 수 있다.

3.2 향후 건설교통 R&D 투자 파급효과 예측

본 절에서는 2011년 이후 현 투자 추세를 유지하며 지속적으로 투자 됨을 가정하고 그에 따른 연도별 각 부문별 파급효과에 대하여 예측한다.

표 4은 2010년까지의 실제투자금액 데이터를 바탕으로 그 추세를 회귀분석하여 이후 2030년까지의 건설교통 R&D 투자금액을 추정한 값이다. 이를 통해 표 5와 같이 미래의 건설교통 R&D 투자 파급효과를 GDP유발액, 수출유발액, 고용유발자수, 에너지저감효과로 구분하여 분석하였으며, 연간 발생하는 투자 파급효과와 이에 대한 연도별 누적값을 함께 제시하였다.

표 5와 같이, 현 추세와 같이 지속적인 투자를 실시하였을 경우 연간 GDP 유발액은 2015년 약 3,500억원, 2025년 약 2조 1,000억원으로 분석되며, 수출유발액은 2015년 약 190억원 2025년 약 1,100억원으로 추정된다. 연간 고용유발은

표 4. 현 투자추세 유지를 가정한 건설교통 R&D 미래 투자금액 추정
[단위: 억원]

분야	2005	2010	2015	2020	2025	2030
건설부문	907	2,018	3,568	5,563	7,872	10,210
교통부문	609	1,991	4,138	6,615	8,921	10,696
합계	1,516	4,008	7,706	12,178	16,793	20,906

표 5. 현 추세대로 투자시 향후 파급효과 예측

분야	구분	2015	2020	2025	2030
GDP 유발액 (억원)	연간 유발액	3,450	10,592	21,129	32,643
	누적값	11,721	48,360	131,936	272,123
수출 유발액 (억원)	연간 유발액	192	565	1,124	1,731
	누적값	622	2,609	7,065	14,510
고용 유발자수 (만명)	연간 유발액	0.5	0.4	0.3	0.2
	누적값	8.7	10.7	12.3	13.3
에너지 저감효과 (1000Toe)	연간 유발액	2,334	9,236	13,469	13,777
	누적값	4,481	27,772	84,979	153,927

2015년 약 5,000명, 2025년에 약 3,000명이며, 연간 에너지 사용 저감효과는 2015년 약 2,300 1000toe, 2025년 약 13,500 1000toe으로 분석된다.

한편, 그림 6-9은 앞서 언급한 방법으로 예측한 미래 건설교통 R&D 투자에 따른 사업별 파급효과 그래프이며, 순서대로 연간 GDP 유발액, 연간 수출유발액, 연간 고용유발자수, 연간 에너지사용 저감효과를 나타낸다.

현재 건설교통 R&D 사업 내 9개 세부사업에 대한 투자 비율은 건설교통 R&D 전체 대비 각각 2~20%로 차이가 있다. 그럼에도 불구하고, 미래의 투자 파급효과 분석결과를 보면, 각 세부사업은 각각 특정 지표에 대해 기여하는 부분이 자명하며, 이에 각 세부사업의 중요도에 대해 분석하는 것은 무의미하다. 예를 들면, 건설 분야 사업들의 경제 지표

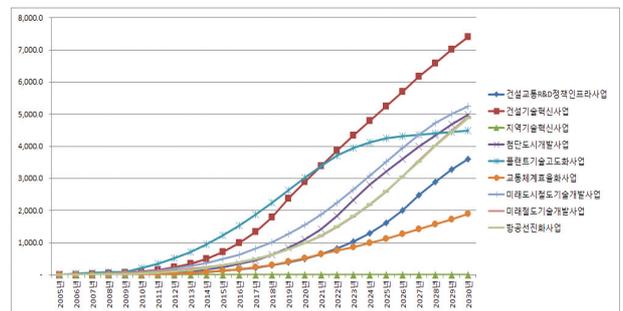


그림 6. 현 투자 추세 유지 시 사업별 연간 GDP 유발추세
[단위: 억원]

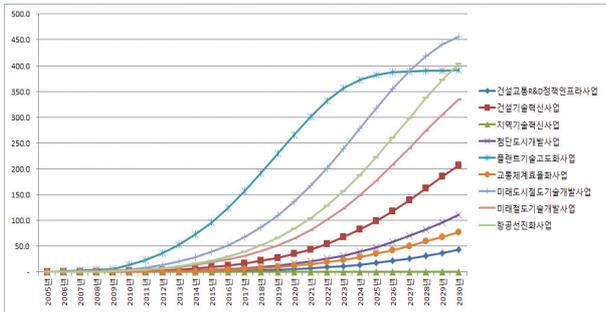


그림 7. 현 투자 추세 유지 시 사업별 연간 수출유발 추세
[단위: 억원]

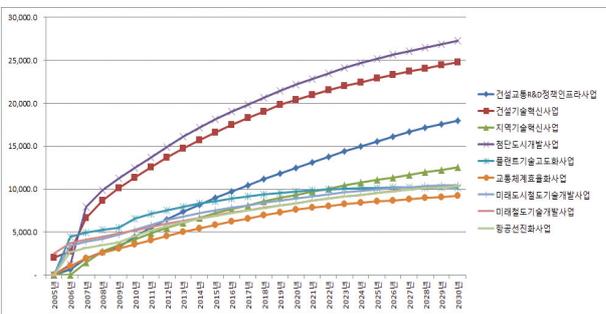


그림 8. 현 투자 추세 유지 시 사업별 연간 고용유발 추세
[단위: 명]

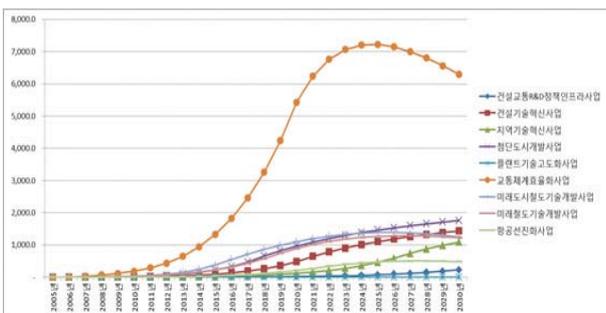


그림 9. 현 투자 추세 유지 시 사업별 연간 에너지 절감효과 추세
[단위: 1000toe]

에 대한 파급효과가 높은 반면, 교통 분야 사업들은 에너지 사용 저감에 기여하는 효과가 큰 것을 알 수 있다.

상대적으로 투자금액이 적은 건설교통R&D정책인프라사업 및 지역기술혁신사업의 경우에도 각각 타 사업의 투자 파급효과 극대화를 위한 보조적 역할, 그리고 국토 균형발전이라는 목표가 있기 때문에 간과할 수 없는 부분으로 볼 수 있다.

즉, 건설교통 R&D의 모든 세부사업은 모두 그 중요성을 갖고 있으며, 현재 상이한 투자비율은 어느 정도 이를 반영하고 있음을 확인할 수 있었다.

향후에도, 각 사업에 대한 균형적인 투자가 중요할 것으로

예상되며, 사업별 투자 배분 뿐만 아니라 개발 단계별 투자 배분에 대한 포괄적인 연구가 필요할 것으로 예상된다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 건설교통 R&D 사업의 투자, 파급효과에 대한 의문과 기대감이 공존하는 상황에서 경제적 파급효과 뿐만 아니라 환경 분야 등 간접적인 파급효과를 알아보기 위해 수행되었다. 결론적으로 건설교통 R&D 투자의 효율성을 확인할 수 있었으며, 가시적인 경제 분야 파급효과 뿐만 아니라 환경 등 비가시적인 사회 전반 시스템의 개선 효과가 있음을 인지하고 지속적으로 투자 확대를 실시해야 한다는 교훈을 얻을 수 있었다.

본 연구를 통해 도출된 미래 건설교통 R&D 사업 추진 방향에 대한 시사점을 요약하면 “보이는 것만 믿지 말고 보이지 않는 것에 대한 믿음을 바탕으로, 보다 ‘더’, ‘먼저’, ‘꾸준히’ 투자해야 한다” 는 것이다.

본 장에서는 이러한 시사점에 대한 상세 내용을 시뮬레이션 결과와 함께 설명한다.

4.1 건설교통 R&D 투자 효율성

건설교통 산업에 대한 R&D 투자는 기본적으로 경제적 측면보다 환경·사회 인프라 측면의 파급 및 개선효과가 높은 것으로 인식되고 있으며, 실제 분석결과 또한 이러한 환경·사회 인프라 부분의 파급효과를 도출하고 있다. 또한, 에너지 부문 및 석유·화학 분야에 대한 전체 에너지사용량이 40% 이상에 달하는 바, 플랜트 관련 기술은 직접적인 환경개선 효과는 적을지라도, 에너지 생산을 위한 플랜트 건설에 따른 간접적인 환경개선 효과가 클 것으로 전망된다. 구체적으로 건설교통 R&D투자를 매년 100억원씩 증액하여 20년간 투자한다면, 우리나라는 연평균 에너지 소비량을 약 1,147,000toe 절감할 수 있으며, 에너지 절감의 효과로 연평균 CO2배출량을 약 1,110 tCO2절감할 수 있다. 이는 소나무 약 5,500백만 그루를 심는 것과 동일한 효과가 있는 것이다.

한편, 경제적, 직접적 파급효과가 상대적으로 낮은 이유는 낮은 투자금액에 따른 것이며, 실제로 투자금액 대비 경제적 파급효과 (예 : 고용유발)은 타 산업대비 오히려 큰 것으로 나타난다. 특히, 건설교통 산업은 신 건설생산 수요 창출 등에 따라 단계적인 고용유발효과가 타 산업 대비 크며 (표 6

참조), 이는 경기 침체시에 건설교통 R&D 투자가 단기적인 경기 부양효과를 가지고 올 수 있음을 의미한다.

표 6. 타산업과 비교한 건설교통 R&D 투자대비 고용유발 비율
[단위: 명/억원]

고용 유발 비율	농림 수산	제조	전기 전자	수송 장비	건설	운수	방송 통신
2015년	0.50	0.08	0.11	0.16	0.51	0.45	0.20
2020년	0.47	0.05	0.07	0.12	0.41	0.32	0.18
2025년	0.39	0.03	0.04	0.08	0.3	0.21	0.14
2030년	0.31	0.02	0.02	0.06	0.21	0.14	0.10

4.2 지속적인 R&D 투자의 필요성

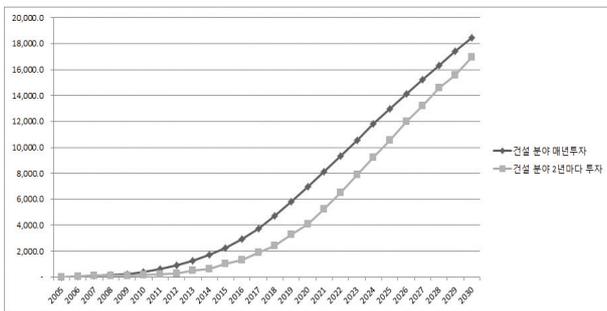


그림 10. 지속적인 R&D 투자의 효과 (건설 분야 GDP 유발 예시)
[단위: 억원]

그림 10은 지속적인 R&D 투자의 효율성을 보여주는 분석 결과로, 건설 분야에 매년 꾸준히 투자하는 정책과, 2년 마다 투자하는 정책의 GDP 유발효과를 비교 분석 한 것이다. 이러한 결과는 지속적인 R&D 투자로 인한 파급효과의 지속성 및 고 효율성을 보여주는 근거가 된다.

R&D 투자의 파급과정에 대한 특성을 살펴보면, 파급효과는 투자금액에 따라 단선적으로 도출되는 것이 아니라, 그 투자 효과가 누적되며, 시간의 흐름에 따라서 또는 정책 등 관련된 외부의 영향에 따라서 서서히 발현됨을 알 수 있다. 특히, 플랜트 기술을 예로 살펴보면, 기술 역량의 점진적 증대로 해외 수주 등의 목표를 계속 달성하기 위해서는 지속적인 투자를 통해 해외 대비 경쟁력을 유지하는 것이 필요하다. 즉, 효과가 단기적으로 발생하지 않더라도 투자효과가 발현된다는 믿음으로 지속적인 투자정책을 수립하는 것이 바람직하다.

또한, 건설교통 분야는 R&D 투자에 따라 성과물이 발생 하더라도, 산업 내에서 리스크에 대한 부담이 크기 때문에 신기술 적용에 대한 거부감이 크고, 인프라 구축에 필요한 물리적·정책적 시간 때문에 상대적으로 효과 발현에 장기

간이 소요된다. 따라서, 단선적인 시각으로 인해 단기적 효과만 보고 투자 효율성이 없다고 판단하는 것 보다, 파급과정 및 시차에 대한 포괄적인 이해와 장기적 파급효과에 대한 믿음을 바탕으로 R&D 성과물이 산업 내에 조기에 정착될 수 있도록 노력하는 것이 필요하다.

4.3 선행 투자의 고 효율성

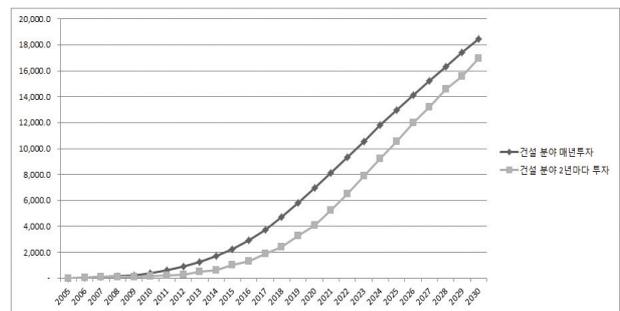


그림 10. 지속적인 R&D 투자의 효과 (건설 분야 GDP 유발 예시)
[단위: 억원]

그림 11은 R&D 선행투자의 효율성을 보여주는 분석결과로, 2011년부터 20년 간 같은 투자금액을 초기에 높은 비중을 두는 경우와, 후기에 높은 비중을 두는 경우의 GDP 유발효과를 비교 분석 한 것이며, 선행 투자의 고 효율성을 확인할 수 있는 근거가 된다.

R&D 사업의 경우 정부의 예산 편성 및 가용성 여부에 따라, 당해년도 투자를 차년도로 미루는 경우가 종종 발생하는 것을 볼 수 있다. 이는 R&D 투자의 중요성을 간과하거나, 또는 R&D 사업 특성에 대한 이해 없이 같은 금액이면 언제 투자해도 크게 상관없다는 인식 때문에 발생하는 것으로 보인다. 그러나 R&D 사업은 기술 역량을 조기에 강화하고 정착함으로써 발현되는 효과가 크고, 개발된 기술을 기반으로 추가적인 신기술의 창출을 가속화하는 등 지속성과 연속성의 특징을 가지고 있다. 이에 따라, 같은 금액을 투자하는 경우에도 선행 투자의 효과가 크며, R&D 투자 파급효과의 특성인 순환성에 따라, 선행 투자되어 앞서 개발된 기술이 후속 기술의 이른 정착을 도모할 수 있는 것이다. R&D 사업의 목표는 보다 선도적인 기술을 개발하고 정착시키는 것이라 볼 때, 투자 또한 선행적으로 이루어지는 것이 중요하다. 즉, 투자 파급효과가 장기적으로 나타나는 특성 상, 선행 투자의 효과를 정확히 인식하지 못할 수 있으나, 투자 시점에 따라 기술 역량에 큰 차이가 있을 수 있음을 간과해서는 안 될 것이다.