

시뮬레이션 모델을 이용한 건설정책 수립 방안

: 싱가포르 생산성 정책 사례를 중심으로

Construction Policymaking Based on the Simulation Model Approach

: Focusing on the Productivity Policies of the Singaporean Government

손 보 식*
Son, Bo-Sik

박 문 서**
Park, Moon-Seo

요 약

정부정책 수립자들은 일반적으로 정책들의 종합적이고 전체적인 영향을 제대로 고려하지 못하고 개개의 정책목표만을 달성하려는 경향이 있다. 또한 전형적인 정책결정 관행은 산업참여자들의 다양한 요구와 그들의 공공정책에 대한 반응을 제대로 고려하지 못하고 있다. 본 연구는 이 쟁점을 검토하기 위해 시뮬레이션 모델 베이스 접근법의 하나인 시스템 다이내믹스 모델을 이용하여 공공정책의 효과성을 체계적으로 평가할 수 있는 방법을 제안하였으며, 건설 생산성을 강화하기 위한 싱가포르 정부의 정책들을 사례로 적용하였다. 이러한 시뮬레이션 모델을 이용하여 싱가포르 정부의 정책을 분석하였다. 모델 구조와 시뮬레이션 결과로부터 얻은 정책의 함축적 의미와 인과관계들을 토대로 정부 정책 수립을 보다 효과적으로 만들 수 있는 제안과 고려사항들을 제시하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로, 시뮬레이션 모델 기반의 접근 방법이 건설정책 수립과 분석에 유용하게 활용될 수 있음을 파악하였다.

키워드: 건설, 정책수립, 생산성, 시뮬레이션모델, 시스템다이내믹스

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

공공 정책 수립에 있어 개별 정책의 목표 달성에만 초점을 맞추다보면 정책들의 종합적이고 전체적인 영향을 제대로 고려하지 못하는 경우가 있다. 정책 적용 프로세스 상에서 이러한 고립되고 근시안적인 관점은 공공 정책을 효과적이지 못하게 하며(Royston, 1998), 종종 같은 조직내에서 일관성 없는 정책을 만들게 한다(Cyert and March, 1963; Eisenhardt and Zbaracki, 1992; Ritchie-Dunham and Galvan, 1999). 게다가, 전형적인 정책 결정의 관행은 공공 정책에 대한 민간부문의 요구와 반응을 충분히 고려하지 못하고 있으며(Stenman, 2000), 이러한 관행은 민간부문의 적극적인 참여를 이끌어 내지도 못하고 있다.

최근 국내의 건설 산업 관련 공공 정책에 있어서도 이러한 전형적인 정책수립의 관행으로 인한 비효율성과 부작용을 종종 경험하고 있으며 이들 예로서는 건설경기부양정책, 주택정책 등이 있다. 따라서 공공정책을 성공적으로 수행하기 위해서는 정책 적용 프로세스에 대한 통일된 관점 및

여러 대안정책들의 영향과 효과를 체계적으로 평가해 볼 수 있는 도구가 필요하다. 그리고 체계적 평가는 민간부문의 반응과 지속적으로 변화하는 산업 환경을 보다 정확히 예측할 때 가능할 것이다. 이러한 배경을 바탕으로 본 연구에서는 효과적인 공공 건설정책 수립을 위한 새로운 접근 방법을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내의 경우보다 앞서 건설 산업의 경쟁력을 향상시키기 위해 건설 생산성 강화 정책을 수립하였던 싱가포르 정부의 사례를 분석하고 그 결과를 바탕으로 국내 건설 산업과 관련한 정책 수립에 대한 시사점을 파악하고자 하였다. 그리고 이들 공공 정책을 분석하기 위한 방법으로 시뮬레이션 모델의 하나인 시스템다이내믹스 모델 접근 방법을 제안하였다. 연구의 방법과 절차는 다음과 같다.

첫째, 시스템다이내믹스 모델의 개념과, 건설 산업 맥락 속에서 싱가포르 정부정책의 도입 배경을 살펴보았다. 둘째, 시스템다이내믹스 모델을 활용하여 싱가포르 정부정책을 분석하였다. 또한 모델 구조와 시뮬레이션 결과로부터 얻은 정책 시사점을 토대로 정부 정책을 보다 효과적으로 수립하기 위한 방안을 도출하였다. 마지막으로 연구결과를 바탕으로, 시뮬레이션 모델 베이스 접근방법이 공공정책 결정에 도움을 줄 수 있는 방안들을 고찰하였다.

* 일반회원, 회림종합건축사사무소 CM기획본부이사, 공학박사
bsson@criemail.net

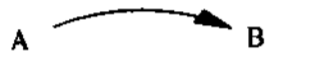
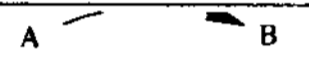
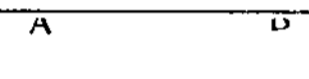
** 종신회원, 서울대학교 건축학과 조교수, 공학박사
mspark@snu.ac.kr

2. 시스템 다이내믹스 모델

시스템다이내믹스(system dynamics) 모델링은 Forrester (1961)에 의해 처음 개발된 이후, 산업, 경제, 사회, 환경 시스템을 분석하는데 널리 사용되어 왔다. 시스템다이내믹스의 가장 강력한 특징 중 하나는 복잡한 비선형 시스템에 분석적인 해결책을 제공할 수 있다는 것이다(Kwak, 1995). 시스템다이내믹스는 문제의 파악과 시스템 내의 피드백 프로세스에 초점을 두며, 대안 정책 수립과정에서 그 유용성이 증명되어 왔다. 이러한 특징 때문에, 시스템다이내믹스는 특히, 미국, 영국 등의 정부 및 기업의 정책수립을 지원해왔다.

시스템다이내믹스 모델링은 시스템에 대한 모델 설계자의 이해를 바탕으로 개념적 모델 구조를 인과관계루프 다이어그램 형태로 기술한다(Kwak, 1995). 표 1은 인과관계루프(causal loop) 다이어그램, 인과모델의 전형적인 도식표현을 요약한 것이다.

표 1. 인과관계 루프 다이어그램의 표시(Sterman, 2000)

인과관계 연결 종류	표시
	모든 다른 조건들이 같을 때, 변수A의 증가(감소)가 변수B를 증가(감소)시킨다.
	모든 다른 조건들이 같을 때, 변수A의 증가(감소)가 변수B를 감소(증가)시킨다.
	변수A와 변수B 사이의 인과관계 충족에 중대한 시간지연을 포함한다.

인과관계루프 다이어그램의 변수들은 변수간의 인과 관계를 표시하는 화살표로 연결된다(Sterman, 2000). 그림 1)은 시공 진척(construction progress)과 공정 압박(schedule pressure)의 인과관계를 도식화한 예이다.

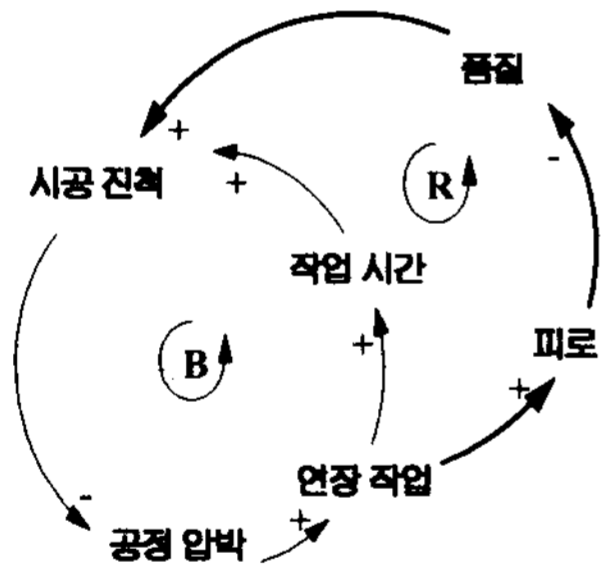


그림 1. 인과관계루프 다이어그램 예

효과적인 건설 정책을 수립하기 위해서는 건설과 관련된 이러한 종류의 피드백 프로세스에 대한 이해를 필요로 하며, 이것은 정적인 접근방법으로는 파악하기 힘들 것이다.

3. 싱가포르 정부의 건설 정책 사례

최근 싱가포르 건설 산업의 생산성은 마이너스 성장을 거듭하였다²⁾(). 이로 인해, 건설 산업 경쟁력은 다른 비교

국가들보다 상당히 뒤쳐졌으며, 고용당 부가가치는 싱가포르 내 타 산업에 비해 매우 낮게 되었다(CMC³⁾, 1999). 이에 싱가포르 정부는 악화된 건설 산업성과를 향상시키기 위해 1998년 특별전담조직을 만들게 되었다. 공공부문과 민간부문을 대표하는 80명 이상의 전문가들로 구성된 특별전담조직은 광범위한 토의와 문헌 고찰을 하였으며, 타국 사례 연구를 통해 어떻게 이들 문제를 해결했는지를 연구하였다(CMC, 1999). 특별전담조직은 생산성 저하요인을 파악한 후 건설산업에 새로운 자극을 주기 위해 전략적 정책시행을 제안하였다. 이들 주요 정책제안사항은 다음과 같다.

3.1 외국 노동력에 대한 의존도 축소

현지도급자(local contractor)들은 입찰에서 경쟁우위를 차지하기 위해 싼 외국 노동력에 크게 의존해왔다. 그 결과 외국 노동자들이 산업인력의 대부분을 차지하게 되었으며, 대다수의 외국노동자들이 1998년 현재 비숙련 상태로 남게 되었다. 싱가포르 정부는 이러한 불균형한 노동 구조를 개선하기 위해 이미 몇 가지 조치를 취해왔었다. 주요한 두 가지 조치는 다음과 같다. 첫째, 비숙련 외국인 노동자들의 수요를 외국인을 숙련공과 비숙련공으로 구분하여 다른 과세비율 적용하는 차등과세제도를 도입함으로써 완화하려 하였다. 둘째, 일정 규모의 프로젝트에는 외국 노동력 수입 할당제를 도입하여 가용도를 통제하려 하였다. 이러한 정부 조치들의 강화필요성을 인식한 특별전담조직은 아래와 같은 선도정책들을 제안하였다.

- 정책 1 : 외국인 비숙련공에 대한 과세를 인상함으로써 현재의 과세 격차를 더욱 크게 한다.
- 정책 2 : 2010까지 현재 수준의 50%까지 외국노동력 할당량을 감소시킨다.

3.2 빌더빌리티 향상

특별전담조직은 또한 산업 생산성을 증가시키기 위한 방법으로 빌더빌리티⁴⁾의 촉진이 필요함을 인식하였다. “빌더블 디자인(buildable design)”이라 함은 시공 프로세스를 쉽고 더 효율적이게 하는 것이다.

“빌더블 디자인”은 공장에서 제조하기 때문에 표준화가 쉬운 PCC(Prefabricated Construction Components)의 사용과 밀접하게 관련되어 있다. 따라서 싱가포르 정부는 조립시공⁵⁾의 적용을 장려하고 있다. 그러나 민간부문의 조립시공 적용이 저조하여 국가 평균 조립시공 적용수준은 1998년 현재 단지 8% 수준에 불과하다. 이에 특별전담조직은 생산성 획득을 위한 돌파구로서 다음과 같은 선도정책을 고려하게 되었다.

- 정책 3 : 조립시공 기술증강 프로그램을 제공하여 민

비 17%이상 떨어짐

3) Construction Manpower Committee(CMC)

4) 빌더빌리티(buildability) : 디자인이 시공용이성을 향상시키는 정도(Gray, 1990)로서, 국내에서는 시공성(Constructability)이라고 소개되고 있고 설계에 반영된 시공성을 지수화한 것임.

5) 조립시공(prefabrication) : 국내에서는 ‘프리패브화’라는 용어로도 사용되고 있음. 선공장제작, 후현장조립시공을 의미함.

1) R(Reinforcing Loop) : 시간이 경과할수록 변수값이 계속적으로 증가하거나 계속적으로 감소하는 루프, B(Balancing Loop) : 시간이 경과할수록 변수값이 안정화되는 루프

2) 1995년부터 2001년까지의 계속된 마이너스 성장으로 1994년 대

간 프로젝트의 조립시공 적용을 증가시켜, 2010년까지 조립시공 적용을 20%를 달성할 수 있도록 한다.

또한 교육프로그램 공급과 더불어, 빌더빌리티 향상을 위한 직접적인 규제를 제안하였다.

• **정책 4** : 필수 확보 빌더빌리티 점수를 공공 프로젝트 입찰기준으로 명시하고, 요구 점수를 점차 높인다.

빌더빌리티 정책과 관련된 특별전담조직의 전략은 그림 2와 같은 인과관계 다이어그램으로 도식화된다.

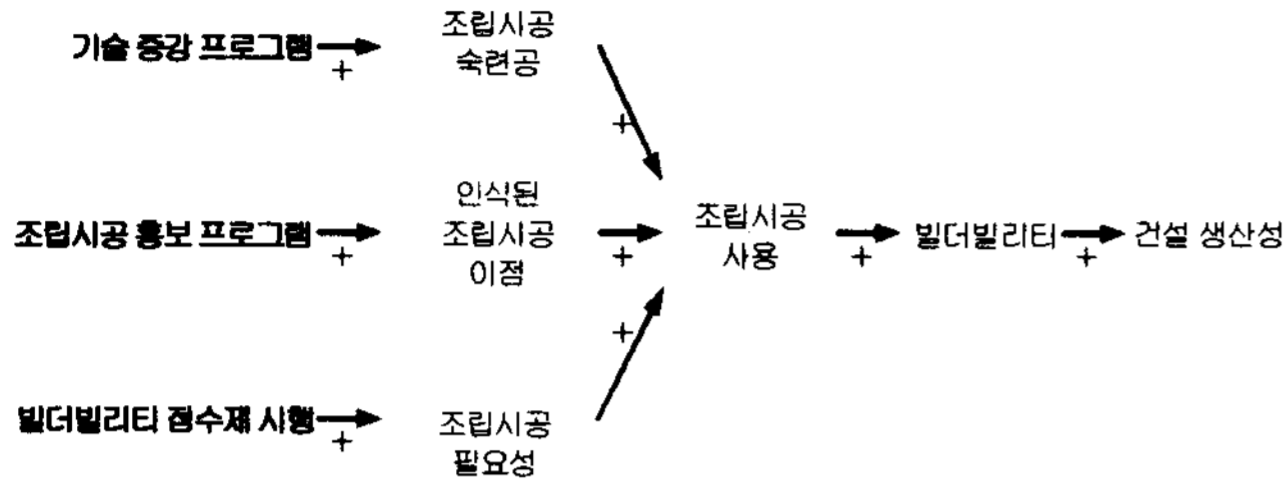


그림 2. 빌더빌리티 정책 논리

3.3 건설 관련 활동의 통합

특별전담조직에 의해 제시한 또 다른 선도정책은 건설 관련 활동의 통합에 초점을 두고 있다. 건설 활동의 분리는 프로젝트 조달방법과 밀접하게 관련되어 있다. 전통적인 순차적 프로젝트 조달방법에서는, 시공과 설계는 프로젝트의 여러 기능들에 의해 분리되어 수행되었다. 반면 디자인빌드 (design-build) 조달기반 프로젝트는 도급자가 설계와 시공을 함께 수행하게 되므로, 참여주체들간의 협력을 원활하게 하여 생산성을 높일 수 있다. 따라서 싱가포르 정부는 공공 프로젝트에서 디자인빌드조달방법을 많이 사용해왔다(1998년 현재 20%). 그러나 민간 개발자들은 디자인빌드 사용을 꺼리고 있다(1998년 현재 8%). 이러한 문제점을 해결하기 위해 특별전담조직은 다음과 같은 선도정책을 제시하였다.

• **정책 5** : 교육과 장려를 통해 민간부분 개발자들의 디자인빌드 조달방식 적용을 확대한다.

싱가포르 정부는 위에서 제시한 특별전담조직의 선도정책을 기반으로, 지속적인 규칙/규제 시행을 시도하였다. 그러나 산업성과 개선은 주목할 만하지는 못하였다. 특별전담조직의 제안사항들은 폭넓은 심의와 조사에 기초를 두었지만, 제시한 선도정책과 산업주체들 사이의 상호작용에 의해 발생하는 효력을 효과적으로 설명하지는 못한다. 따라서 본 연구에서는 시스템다이내믹스 모델링을 통한 시스템적 정책 평가를 시도하고자 한다.

4. 인과모델 분석

본 장에서는 인과관계루프 다이어그램을 사용하여 특별전담조직이 제시한 각 선도정책을 분석한다.

4.1 산업 생산성 저하의 원인

선도정책을 분석하기 위한 전제조건으로, 건설 산업시스템의 맥락에서 생산성 문제의 원인을 이해할 필요가 있다. 필요한 데이터를 얻기 위해, 산업 참여주체들(민간부분의 개발자, 도급자, 설계자와 HDB⁶⁾와 BCA⁷⁾ 직원)과의 일련

의 인터뷰를 수행하였다. 인터뷰 결과, 산업 생산성 문제에는 그림 3의 R1에서 R5, B1로 표시된 피드백 루프가 주요한 영향을 미친다는 것을 발견하였다.

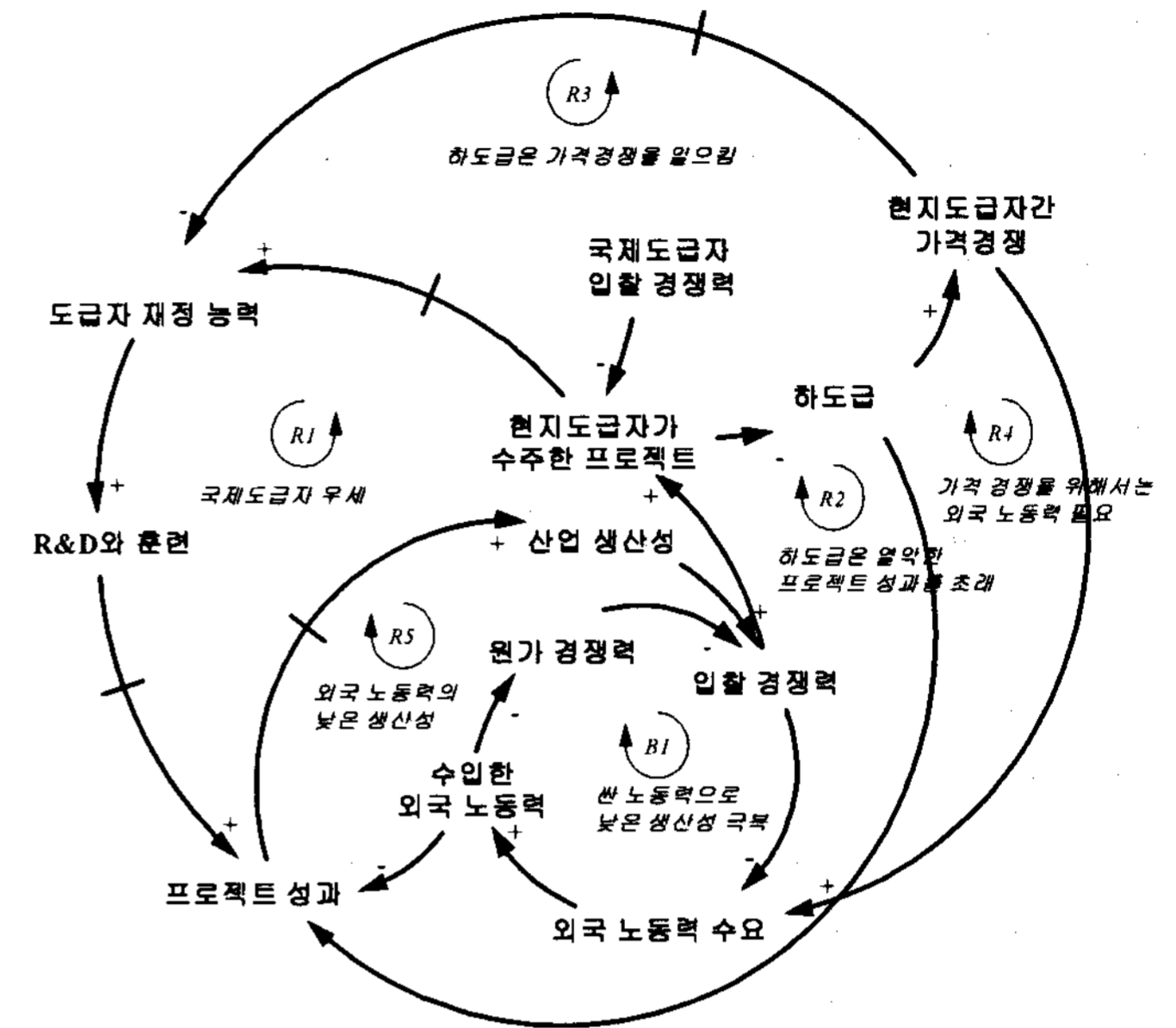


그림 3. 건설 산업 생산성과 관련된 인과모델

위의 피드백 루프의 영향을 조합하여, 왜 싱가포르 건설 산업이 최근 낮은 생산성 문제를 겪고 있는지, 어떻게 이러한 낮은 생산성을 극복할 수 있는지를 알 수 있다. 특별전담조직의 정책이 산업구조의 맥락속에서 어떻게 효과적으로 시행될 수 있는지를 살펴보기 위해 그림 3의 인과관계 다이어그램을 다음 절에서 세분화하여 분석한다.

4.2 정책 1 과 정책 2 분석(외국인 노동력)

그림 4에서와 같이 차등과세제도의 시행은(정책 1) 외국 노동력 비용을 증가시킬 것이며, 이것은 외국 노동력 사용의 비용 이점을 줄일 것이다. 결과적으로, 하도급자들의 외국 노동력 아웃소싱에 대한 수요와 아웃소싱된 외국 노동력의 전체 규모는 줄어들 것이다. 그런 가운데, 정부는 외국 노동력 할당제를 실시함으로써 건설현장의 외국 노동력 과잉사용을 막을 수 있을 것이다(정책 2).

이것 역시 외국 노동력의 가용도를 통제하여 외국 노동자에 대한 의존도는 줄일 것이다. 외국 노동자에 대한 의존도가 감소되면, 도급자들은 숙련공을 더 사용하게 될 것이다. 이것은 프로젝트의 성과를 향상시키며 동시에 건설 산업 생산성 및 입찰경쟁력을 향상시킨다. 그 결과, 외국 노동자에 대한 의존도를 더욱 감소할 수 있다(R5). 그런데, 이러한 루프 효과에도 불구하고, 국제도급자(foreign contractor)를 상대로 한 경쟁력은 R5의 피드백 루프 효과

6) HDB(Housing Development Board, a Singapore governments statutory board for public housing) : 싱가포르 주택공사
7) BCA(Building and Construction Authority, a Singapore government statutory board for the building and construction industry) : 국가개발부(Ministry of National Development) 산하 건축과

어, 덴마크 건설 산업은 1960년대에 모듈통일입법(modular coordination legislation)이 제정된 이래, 외국 노동력을 활용하지 않고 40%의 조립시공 수준을 달성하고 있다(CMC, 1999). 이러한 선도정책은 앞에서 논의된 다른 피드백들과 함께 그림 6의 R7과 같은 새로운 피드백 루프를 발생시킴으로 탄력을 얻는다.

그러나 이러한 정책의 실행에는 위험 요소가 내재되어 있다. 상대적으로 짧은 기간 동안 증가된 조립시공 적용은 도입 초기에 품질 문제를 야기할 수 있다(예를 들어, R6 영향에 의한 증가). 조립시공 공장과 현장에서의 PC (Prefabricated Components) 설치 숙련공과 같은 조립시공을 위한 전반적인 기반여건을 확립하기 위해서는 충분한 시간이 필요하기 때문이다. 그러므로 조립시공은 처음 일정 기간 동안 미성숙한 기반여건 아래 적용될 것이며, 이것은 조립시공에 따른 공사 품질을 떨어뜨릴 수 있다.

4.5 정책 5 분석(디자인빌드)

부작용도 있지만 디자인빌드는 잠재적인 이익이 큰 조달 방식임은 이미 널리 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 민간부문으로의 조립시공 확산 경로로서 디자인빌드 정책을 평가하며, 인식된 조립시공 이점 변화에 대한 디자인빌드의 역할에 초점을 둔다.

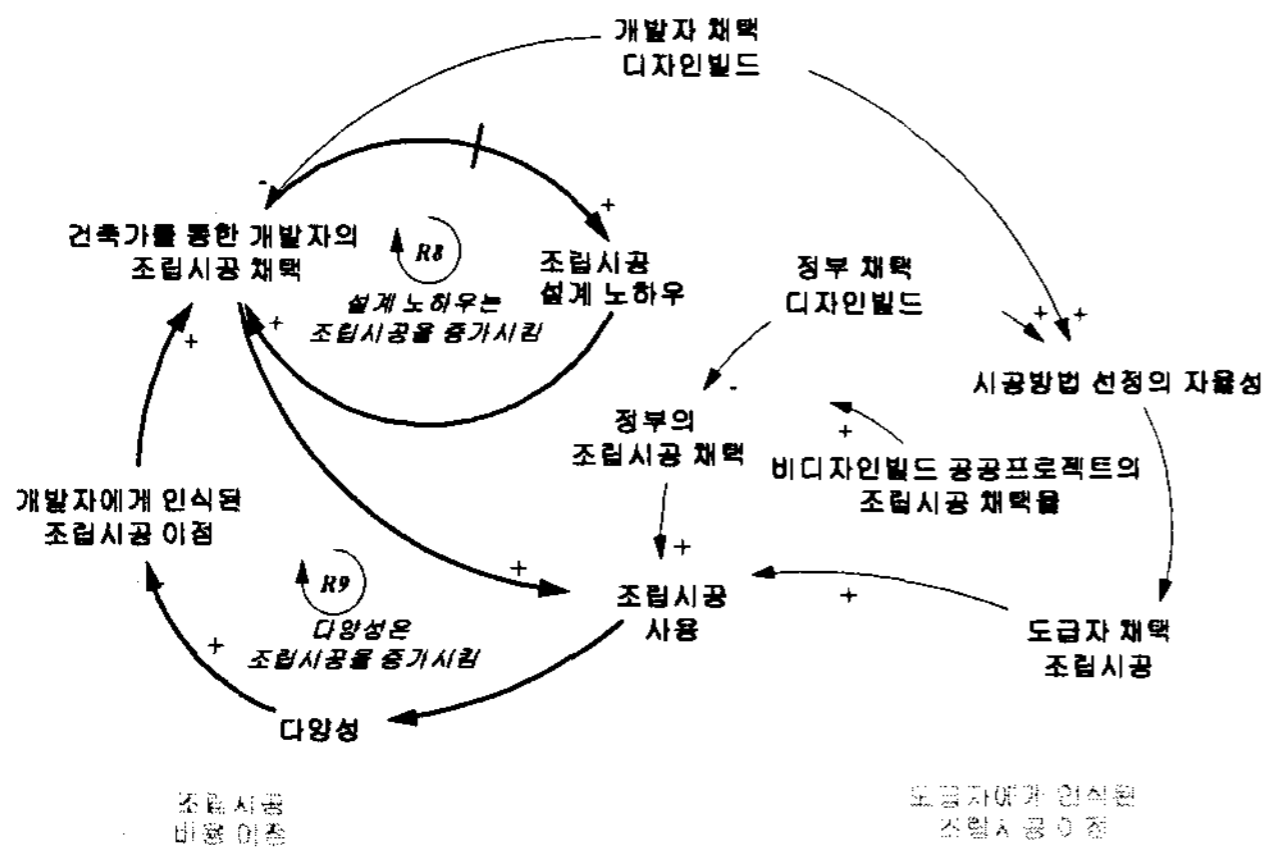


그림 7. 디자인빌드 정책 인과모델(정책 5)

그림 7과 같이, 조립시공의 총 적용량은 정부, 개발자, 도급자들이 채택한 조립시공의 합이다. 먼저, 정부에 의해 채택되는 조립시공의 규모는 공공 프로젝트 규모, 디자인빌드 프로젝트 비율, 정부의 목표 조립시공 비율에 의해 결정된다. 더 많은 공공 프로젝트와 높은 정부 책정 조립시공 비율은 공공프로젝트의 조립시공 적용을 증가시킨다. 개발자에 의해 채택되는 조립시공 에도 비슷한 유추를 적용할 수 있다. 조립시공의 채택에 대한 개발자의 의사결정은 방법의 이점에 대한 인식에 기초를 두며, 이것은 비용효과성과 마찬가지로 조달방식에 의해 영향을 받는다. 한편, 개발자의 조립시공 채택이 일단 증가하면, 두 가지 관련된 피드백 루프 효과(설계자의 노하우(R8)와 다양성(R9)의 증가)로 인해 민간부분 조립시공 보급은 더욱 증가할 것이다.

민간부문의 디자인빌드 계약은 도급자의 조립시공 적용으로 증가된다. 단, 도급자의 조립시공에 대한 인식이 프로

젝트 발주자(개발자 또는 정부)의 인식보다 더 호의적일 때 그러하다. 따라서 정부는 민간부문의 디자인빌드 계약 장려와 함께, 인식된 조립시공의 이점을 증가시키기 위한 지속적인 노력이 필요할 것으로 판단된다.

5. 분석결과 및 시사점

본 연구에서는 인과모델을 이용한 정책 분석과정에서 정책 적용에 관한 다이내믹한 가설을 수립하였으며, 이를 통해 정책과 관련된 다음과 같은 결과를 도출하였다.

- 외국 노동력에 대한 높은 의존도는 낮은 입찰경쟁력으로부터 초래하며, 이것은 경쟁 환경에서 살아남기 위한 불가피한 선택이었다.

- 외국 노동 정책은 외국 노동자 사용의 비용이점을 줄이고, 그들의 가용도를 통제함으로써, 건설 산업 생산성을 증가시키는데 공헌한다.

- 외국 노동력에 대한 의존도 감소는 민간부문에서의 조립시공 적용을 증가시킬 것이다.

- 확보해야하는 최소 빌더빌리티 점수의 상향 조정은 민간 부문에서의 조립시공 적용 증가를 상대적으로 짧은 기간 동안에 가능케 할 것이나, 초기 도입시기에는 미성숙한 기반여건 때문에 품질문제를 야기할 수 있다.

- 민간부문의 디자인빌드 계약의 활성화는 도급자의 조립시공 적용 증가로 이어 질 수 있다. 단, 도급자의 조립시공에 대한 인식이 프로젝트 발주자의 인식보다 더 호의적일 때 그러하다.

지금까지 싱가포르 정부의 건설 생산성 향상을 위한 정책을 분석하고 평가하였다. 이러한 정책들은 국내 건설 산업의 다른 여건과 특성에도 불구하고 유사하게 적용될 수 있는 사항들이므로 이들 분석 결과를 바탕으로 국내 건설 산업의 생산성 향상 정책의 수립 및 추진과 관련한 몇 가지 시사점과 제안을 논의하고자 한다.

1) 민간부문의 요구와 반응을 고려

앞서 고찰하였듯이 조립시공 정책의 수용과 이에 대한 견해는 산업 참여주체에 따라 다양하고 복잡하다. 따라서 공공정책에 대한 민간부문의 반응을 예측하기 위해서는 사전에 정책결정 프로세스로 통합하는 것이 필요하다. 조립시공 문제와 관련하여, 단순한 기술 향상 프로그램 및 홍보대신에 민간부문의 조립시공 도입을 망설이게 하는 더 실제적인 이유를 찾아 고려하고, 상호 논의해야 할 것이다.

2) 통제 이외의 체계적 지원 필요

민간부문에서 참여주체들의 적극적인 참여를 끌어내기 위해서는 규제와 통제만으로는 불충분하다. 특히, 그들이 재정적 어려움을 겪고 있을 경우에는 더욱 그러하다. 정부는 건설 노동정책에 일관성을 보여야 한다. 대신, 변화된 노동 구조에서 유래하는 민간부문의 재정적 곤란을 보상하 등의 지원은 산업의 목표 생산성과 장기적인 비용 경쟁력 달성의 핵심요소이다. 따라서 정부는 민간부문의 재정지원과 함께 조립시공 제조 등에 필요한 기반여건을 정립하도록 지속적으로 장려하는 등의 체계적인 지원이 필요하다.

3) 정책의 상관성 이해 필요

공공 정책의 성공은 정책 도입 과정에서의 통합된 전망을 필요로 한다. 정책 분석 부분에서 살펴본 것과 같이, 공공 정책들은 적용과정에서 상호 밀접하게 관계되어 있다. 예를 들어, 외국인 노동자 가용 규제와 이들의 수요를 완화하는 것은 외국 노동력에 대한 의존도를 줄여 산업 생산성 증가시키며, 동시에 민간 부문에서의 조립시공 적용을 증가시키는데 기여한다. 결과적으로, 효과적인 정책결정을 위해서는 공공 정책들이 적용과정에서 서로 어떻게 상호작용하는지에 대한 충분한 이해를 바탕으로, 철저하게 전략을 준비하며, 정책들끼리 상승효과를 낼 수 있도록 해야 한다.

6. 결 론

본 연구에서 제안한 시스템다이내믹스 모델링을 통한 건설 정책의 시스템적 평가방법은 복잡하고 불확실성을 가지는 건설 산업 시스템에서 수립되는 건설정책을 분석 가능하게 함으로써 효과적인 해결책 제시를 가능하게 한다. 이러한 분석방법론의 활용은 각 정책의 영향력 및 효과성 향상에 기여할 것이다. 또한 제시한 방법론은, 최근 우리나라 정부가 처한 건설자재과동완화, 주택시장안정화, 주택후분양제도입 등 복잡성과 불확실성이 매우 커서 일반적인 방법으로는 그 원인분석이 힘든 일련의 정책들에 대한 체계적인 분석방법으로 응용될 수 있을 것이다.

본 연구의 시뮬레이션 모델링 접근법은 미래의 산업 지표를 예측하는 것보다는 반직관적이며, 중요한 정책적 영향들을 찾는데 초점을 두고 있다. 따라서 연구과정에서 나타난 것처럼, 정성적 모델 구조로부터도 많은 정책 시사점을 도출하였다. 본 연구 결과는 더 많은 사례연구와 추가적인 정량화한 모델 시뮬레이션을 통해 검증될 필요가 있으며 국내에 적용하기 위해서는 여러 가지 여건과 특성을 추가적으로 고려해야 할 것이다. 하지만, 본 연구에서 검토된 시스템다이내믹스 모델링 방법론은 대안 정책들의 효과성을 시스템적으로 평가할 수 있음을 보여주고, 건설정책 수립 및 적용 과정에 대한 통합적인 시야를 제공하고 있다.

참고문헌

1. Ahuja, H. and Nandakumar, V. (1985), "Simulation

Model to Forecast Project Completion Time", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Reston, VA, Vol. 111(4), pp. 325-342.

2. Building and Construction Authority (BCA), "Construction Economic Report", 1994-2002, Government of Singapore, Singapore.

3. Construction Manpower Committee (CMC), "Construction 21," Ministry of Manpower and Ministry of National Development, 1999, Government of Singapore, Singapore.

4. Coyle, G. (2000), "Qualitative and Quantitative Modeling in System Dynamics: Some Research Questions", *System Dynamics Review*, John Wiley & Sons, Vol.16 (3), pp. 225-244.

5. Cyert, R. and March, J. (1963), "A Behavioral Theory of the Firm", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

6. Eisenhardt, K. and Zbaracki, M. (1992), "Strategic Decision Making", *Strategic Management Journal*, Vol. 13, pp 17-37.

7. Forrester, J. (1961), "Industrial Dynamics", Pegasus Communication, Waltham, MA.

8. Gray, C. (1990), "Buildability", The Construction Contribution Occasional Paper, No. 29, The Chartered Institute of Building, Englemere, Kings Ride, Ascot, UK.

9. Kwak, S. (1995), "Policy Analysis of Hanford Tank Farm Operations with System Dynamics Approach", Doctoral Thesis, Department of Nuclear Engineering, MIT, Cambridge, MA, pp. 34-36.

10. Lyneis, J., Cooper, K., and Els, S. (2001), "Strategic Management of Complex Projects: a Case Study Using System Dynamics", *System Dynamics Review*, John Wiley & Sons, Vol. 17 (3).

11. Ritchie-Dunham, J. and Galvan, J. (1999), "Evaluating Epidemic Intervention Policies with Systems Thinking: a Case Study of Dengue Fever in Mexico", *System Dynamics Review*, John Wiley & Sons, Vol.15 (2), pp. 119-135.

12. Royston, G. (1998), "Shifting the Balance of Health Care into the 21st Century", *European Journal of Operational Research*, Vol. 105, pp 267-276.

13. Sterman, J. (2000), "Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World", McGraw-Hill Companies, New York, NY, pp. 191-232.

Abstract

Generally, policymakers have a tendency to target achieving individual policy goals rarely considering their effects as a whole. In addition, the conventional policymaking practice lacks considerations on the various needs of industry participants and their response to public policies. To address this issue, a system dynamics model as a simulation model-based approach, which can examine the effectiveness of public policies in a systematic manner, is presented with an application example of the Singaporean government's policies to enhance construction productivity. Using this simulation model, the governmental policies are tested in a qualitative manner. Having obtained policy implications from the model structure and simulation results, suggestions and guidelines are provided to make the governmental policies more effective. Finally, based on the research findings it is concluded that the simulation model-based approach could be useful for construction policymaking.

Keywords : Construction, Policymaking, Productivity, Simulation Model, System Dynamics