

공동주택 개발 사업의 비용분석을 위한 시스템 다이내믹스 모델 개발 연구

Development of a System Dynamics Model for Cost Analysis of Housing Development Projects

김근우¹ 윤석현^{2*}

Kim, Keun-Woo¹ Yun, Seok-Heon^{2*}

*Department of Architectural Engineering, Graduate School Gyeongsang National University,
Gazwa-dong, Jinju-si, Gyeongsangnam-do, Korea ¹*

*Department of Architectural Engineering, Engineering Research Institute, Gyeongsang National University,
Gazwa-dong, Jinju-si, Gyeongsangnam-do, Korea ²*

Abstract

This study is on the development of a System Dynamics Model for business feasibility analysis of an apartment house development project. In this study, we analyzed other apartment development projects and research projects, and identified the cash flow items, which consist of revenue and expenditure items. In addition, we made efforts to find the influence relationship among these using the system thinking method and developed a system dynamics model. In order to test the model, a case study was conducted in which it was applied to an apartment development project. Vensim, a System Dynamics Modeling and simulation software package was used to analyze and test the model. The model suggested in this study can help a developer to make decisions on project financing at the initial stage of an apartment house development project.

Keywords : system dynamics, apartment, development projects

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 부동산 경기 침체와 더불어 민간 주택·건축 부문에 대한 규제 강화로 급속히 위축된 건설경기와 공공부문의 가속화된 수주 경쟁을 극복하기 위해 건설업체는 단순 수주에 의존하는 소극적인 전략에서 벗어나 개발사업의 추진 등 능동적인 전략이 모색되고 있다. 하지만 이러한 필요성에도

불구하고 자체 개발 사업을 추진함에 있어 기획·조사 단계에서의 사업성과 비용분석에 대한 국내 건설업체의 실태에 대한 자료가 부재한 상황이고, 기존의 선행 연구인 2000년 Jeong et al.[1], 2005년 Kim.[2], Choi.[4], 2006년 Kim[5]의 논문에서는 대부분 개별 프로젝트를 대상으로 한 타당성 사례분석이 주종을 이루고 있다.

본 연구에서는 공동주택 개발 사업에 필요한 비용을 항목별로 분석하여 수입과 지출에 영향을 주는 세부항목 변수들을 시스템 사고에 입각하여 상관관계를 규명하고, 시스템 다이내믹스 프로그램을 활용하여 프로젝트에 투입되는 비용을 항목별로 모델을 구축하여 향후 공동주택 개발사업의 초기단계에서 수익성을 예측할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.

Received : January 18, 2011

Revision received : March 30, 2011

Accepted : May 3, 2011

* Corresponding author : Yun, Seok-Heon

[Tel: 855-772-1755, E-mail: gfyun@gnu.ac.kr]

©2011 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 기존 연구문헌의 고찰로 프로젝트 비용을 분석·검토하여 공동주택 개발 사업의 일반적인 비용분석 항목들과 그 세부항목들을 도출하고 각 항목들을 여러 전문가들의 인터뷰를 통해 주요 영향변수와 기타변수로 나누어 분석할 것이며 이들 변수의 다이어그램을 작성한 다음 이를 동태적 영향관계를 분석할 수 있는 도구인 시스템다이내믹스의 소프트웨어인 Vensim5 PLLE를 활용하여 지출에 대한 예측 모델링을 실시하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 기존 연구문헌 고찰

주택 개발 사업의 타당성 분석과 개발 사업의 수익성 분석에 관련된 연구들을 살펴보면 Table 1과 같다.

Table 1. Literature review

Existing research literature	
	Kim and Moon[7] System Dynamics
	Jeong et al.[1] Building process model feasibility analysis in an apartment housing development
	Kim[2] A study on feasibility analysis of apartment project focused on the influence of characteristic of planning
Domestic	Jeong[3] A study on the sensitivity analysis of financial analysis on profits in apartment housing development
	Choi[4] A study on the cost estimation model in the preliminary study phase for apartment housing projects
	Kim[5] Cost benefit analysis of apartment development project using system dynamics
	Berry and Bednarz[8] A Hedonic of Prices and Assessments for Single-Family Homes : Does the Assessor Follow the Market or the Market Follow the Assessor?
	Richardson[9] Residential Property Values, the CBD, and Multiple Nodes : Future Analysis
Overseas	Radzicki and Trees [10] A System Dynamics Approach to Sustainable Cities
	Love et al.[11] Using System Dynamics to Better Understand Change and Rework in Construction Project Management System', International Journal of Project Management

2.2 시스템다이내믹스의 특성

시스템다이내믹스의 응용범위나 강조점은 시대에 따라 변

화되어 왔지만, 다음과 같은 고유한 방법론적 특성은 지난 1961년 '산업동태론' 을 시작으로 출발한 이후로 지난 40여 년간 변함없이 유지되어 오고 있다.

첫째, 시스템다이내믹스는 시스템의 동태적인 형태 변화 (dynamic behavior), 즉 시간의 인 시간의 경과에 따른 시스템의 형태 변화에 관심을 둔다. 시스템의 동태성을 강조한다는 점은 시스템의 변화, 진화, 발전, 쇠퇴라는 실천적인 측면을 중요시한다는 점이다.

둘째, 시스템다이내믹스는 동태적인 변화의 근본적인 원인을 피드백 구조에서 찾는다. 피드백 구조란 변수들 간의 인과관계가 상호 연결되어 폐쇄회로를 형성하는 것을 의미한다.

아래 Figure 1는 시스템 사고의 기본 요소들 간의 상호관계를 나타낸 것이다[6].

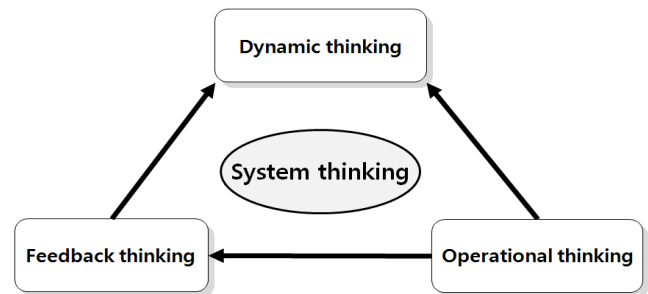


Figure 1. Characteristics of the system thinking

시스템다이내믹스에서는 단선적 사고의 한계를 극복하기 위하여 문제의 요인들이 내재적으로 순환적인 인과관계의 고리들로 연결되어 있다고 가정하고 이것을 인과지도의 형태로 표현하고 있다.

2.3 부동산 개발 사업의 개념

부동산 개발에는 반드시 원가와 시간이 들어가는 데 투입되는 자원을 최소로 하여 산출물의 효율과 이익을 크게 하려는 노력을 찾을 수 있다. 부동산 개발은 일반적으로 토지의 지표, 지하 공중에서의 건축공사, 토목공사, 기타 작업의 수행 등 유형적 행위만을 의미하는 개념으로 정한다. 그러나 넓은 의미에서는 건축, 토목공사 등 물리적 작업의 수행 뿐 아니라 본질적인 용도의 변경을 포함하는 뜻으로 사용되고 있다. Figure 2은 일반적인 부동산 개발사업의 구조를 나타내고 있다[7].

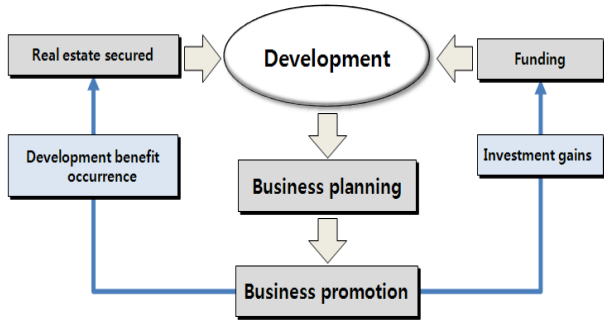


Figure 2. The Structure of real estate development project

3. 비용분석을 위한 변수 선정

3.1 비용분석 항목 선정

본 연구에서 수지항목의 선정은 기존 연구문헌과 연구자가 수행한 2개의 프로젝트 사례인 '화성00아파트 신축공사'와 '통영 00아파트 신축공사'를 중심으로 현금흐름표(Cash Flow)를 작성하는데 사용되는 항목들을 비교·분석하여 가장 일반적이고 공통적으로 사용될 수 있는 항목들을 Table 2와 같이 선정하였다.

Table 2. Selected items from the result of financial analysis

Expenditure item	Details
Land costs	Land purchase cost
Direct costs	Construction, Civil work, Landscaping cost
Service costs	Design cost, Supervision cost
Appurtenant work costs	Demolition cost, Public facility installation cost, Artwork installation cost
Model house and sales costs	M/H Land rental cost, M/H Construction cost, M/H Operating cost, Advertising costs, Sale service fee, Sold guarantee fee
Finance costs	Project financing cost, Project Financing interest, Intermediate payment interest
Taxes	Comprehensive Land Tax, Conservation registration fee, Development impact fee, School land fee, Farmland conversion fees, Replacement farmland fee, Charge to conversion of forest land, Substitute afforestation cost
Others	Contingency allowances, General administrative cost

3.2 인터뷰를 통한 프로젝트 비용의 영향변수 도출

본 연구의 인터뷰 Table 3에서 보듯이 2차례에 걸쳐 실시하였으며 1차는 기본양자들을 대상으로 2차는 프로젝트 개발 참여자들을 대상으로 직접적인 면담과 e-mail을 통해 실시하였다.

Table 3. Summary of interviews

Contents			
Date	May, August 2010		
Research methods	Interviews, e-mail		
Target	1st(93/155)	Occupant	63/120
		Developer	30/35
Participation rate	2st(35/36)	Developer	35/36
		Occupant	52.5%
Response rate	1st	Developer	85.7%
	2st	Developer	97.2%
		67%	

Table 4에서 보듯이 비용분석을 위해 선정된 항목을 중심으로 각각의 변수에 따른 영향요인의 실태를 간접적으로 분석하였다.

Table 4. Major Influential factors derived from interviews

Item	Details	Major influencing factors
Land costs	Land purchase cost	position and Around amenities, Estimated land price, Ease of project approval
	Construction cost	Unit quantity, Unit finish level, Contractor brands
Direct costs	Civil work cost	Project scale, Land Area, Basement and ground floors, Geological surveys
	Landscaping cost	Project scale, The type and quantity of trees
Service costs	Design cost	Total square, Difficulty of building, Land type
	Supervision cost	The form and scope of supervision work, Contractor cost, Project scale
Appurtenant work costs	Demolition cost	Demolition total square, Use of demolished buildings, Floors of demolished buildings
	Public facility installation cost	Public Facilities Infrastructure, Unit quantity
Model house and sales costs	Artwork installation cost	Local government ordinance, The purpose of the building, Standard cost, Total square
	M/H Land rental cost	Model House land site, Land Area, Around the price of land
Model house and sales costs	M/H Construction cost	Model house construction area, Unit number three according to the Size, Project scale
	M/H Operating cost	Model house construction area, Number of sales persons
Finance costs	Advertising costs	Form of advertising, The frequency of advertising, Advertising medium awareness
	Sale service fee	Project Area and position, Sale size
Finance costs	Sold guarantee fees	sales account, Contractor brands
	Project financing cost	The early input costs, Total cost, Project financing interest
Finance costs	Project financing interest	Project financing cost, Interest rate
	Intermediate payment interest	Limit of no interest loans, The interest rate on credit rating

3.3 주요 영향변수를 이용한 흐름도 작성

비용분석 모델은 Figure 3과 같이 시스템다이내믹스를 바탕으로 한 다이어그램을 통해 구축되어진다. 다이어그램이란 시스템다이내믹스 이론을 기초로 작성된 인과순환지도를 전용 S/W에서 모델링하여 이를 시뮬레이션 할 수 있도록 만든 것으로서 컴퓨터가 인식할 수 있는 언어로 구축화한 다이어그램을 의미한다.

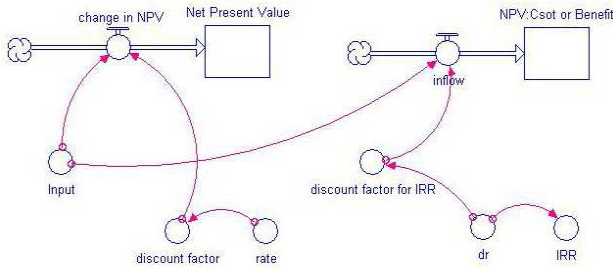


Figure 3. The basic model structure

3.3.1 직접공사비

직접공사비를 구성하는 주요 영향변수 중 건축공사비, 부대 토목공사비, 부대 조정공사비를 전체 공사기간 중 공정률에 따른 예상 투입 직접공사비의 인과지도는 Figure 4와 같다.

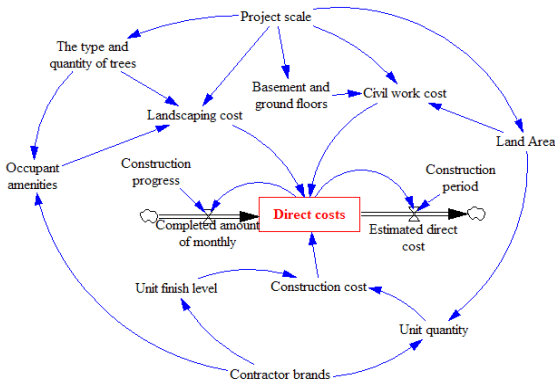


Figure 4. Direct costs stock and flow diagram

3.3.2 용역비

용역비의 주요 영향변수 중의 설계비 변수로는 '연면적', '건물의 난이도', '부지의 형태'가 있고, 감리비 변수는 '감리 업무의 성격 및 범위', '도급공사비', '사업의 규모'가 있다. 전체 공사기간 중 공정률에 따른 예상 투입 용역비의 인과지도는 Figure 5와 같다.

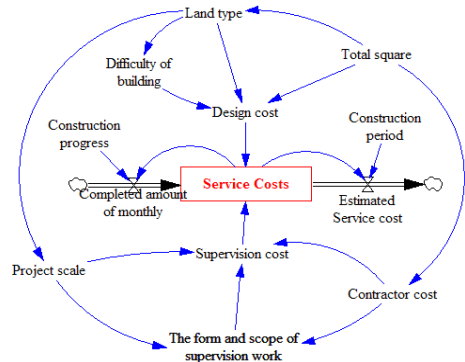


Figure 5. Service Costs Stock and Flow Diagram

3.3.3 부대 공사비

부대 공사비의 주요 영향변수 중 지장물 철거비 변수로는 '철거건축물의 연면적', '철거건축물의 용도 및 구조', '철거 건축물의 층수'가 있으며 공공시설 인입비 변수로는 '기종 공공시설 인프라', '단위세대 수'가 있다. 그리고 미술장식품 설치비 변수로는 '자자체 조례내용', '건물의 용도', '표준공사비', '연면적'이 있다. 전체 공사기간 중 공정률에 따른 예상 투입 부대 공사비의 인과지도는 Figure 6과 같다.

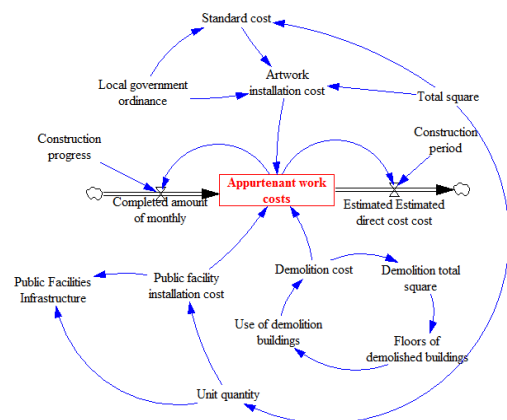


Figure 6. Appurtenant work cost stock and flow diagram

3.3.4 모델하우스 관련 및 영업비

모델하우스 관련 비용 및 영업비의 주요 영향변수 중 모델하우스 부지 임대비 변수로는 '모델하우스 부지 위치', '부지면적', '주변부지 시세'가 있고, 모델하우스 건립비 변수로는 '모델하우스 건립면적', '단위세대 평형 개수', '사업의 규모'가 있고, 모델하우스 운영비 변수에는 '모델하우스 규모', '영업인원 수'가 있다.

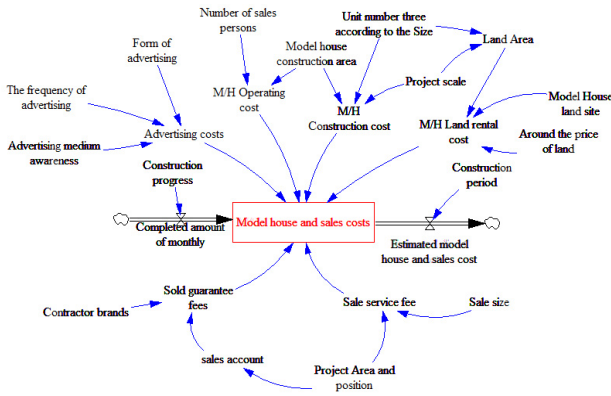


Figure 7. Stock and flow diagram of model-house and sales cost

광고 홍보비 변수는 ‘광고의 형태’, ‘광고의 빈도수’, ‘광고 매체의 지명도’가 있고, 분양대해 수수료 변수와 분양 보증 수수료 변수로는 ‘프로젝트 해당 지역 및 위치’, ‘분양규모’, ‘분양대출액’, ‘시공사 브랜드’ 등이 있다. 전체 공사기간의 공정률에 따른 예상 투입 부대 공사비의 인과지도는 Figure 7과 같다.

3.3.5 금융비용

금융비용의 주요 영향변수 중 PF비용 변수는 ‘초기투입비용’, ‘총공사비’, ‘PF이자’가 있으며 PF이자 변수로는 ‘PF비용’, ‘PF이자율’이 있고 중도금 무이자 변수는 ‘무이자 용자 한도’, ‘시행사와 시공사 신용분장에 따른 금리’, ‘분양률’이 선정되었다. 전체 공사기간 중 공정률에 따른 예상 투입 부대 공사비인 인과지도는 Figure 8과 같다.

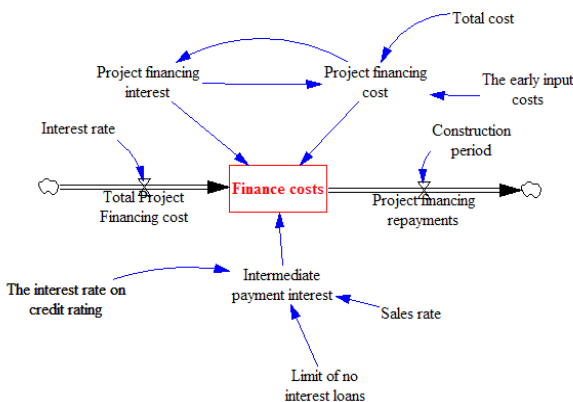


Figure 8. Stock and flow diagram of financial cost

4. 프로젝트 비용분석 시뮬레이션

공동주택의 비용분석 모델의 기본 구조는 Figure 3과 같으며, 기본 구조의 모델링 논리는 Table 5와 같다.

Table 5. Logical model

Variables	Modeling Logic
TRANSIT TIME	1
INFLOW LIMIT	INT
NPV : Cost	$NPV:C(t-dt)+change\ in\ NPV*dt$
change in NPV:C	total cost*discount factor
NPV:Benefit	$NPV:B(t-dt)+change\ in\ NPV*dt$
change in NPV:B	benefit cost*discount factor
NPV value	$NPV:B-NPV:C$
BC ratio value	$IF(Time \ge 5)Then(NPV:B/NPV:C)ELSE(0)$
benefit: sales	$IF(Time \ge 5)Then(sales)ELSE(0)$
discount factor	$1/(1+discount\ rate)^{(Time-Start\ time)}$
discount rate	0.1
total cost	$IF(Time \ge 01)Then(Planning\ cobstruction\ cost)ELSE(0)$
Planning construction cost	indirect cost+direct cost+rest expensive
Planning cost	design cost+M/H cose+supervision cost

4.1 시뮬레이션을 통한 사례 분석

앞서 구축한 흐름도 모델의 타당성을 검증하기 위하여 사례검증을 하였다. 사례는 본 연구자가 수행하였던 일반적인 공동주택 프로젝트로 선정하였고 기존의 사업타당성 분석방법을 이용한 분석결과와 시뮬레이션을 통해 분석된 결과를 중심으로 각각의 항목별로 비교하였고, 시뮬레이션에 일관성을 위하여 본 연구에서 선정된 비용분석 항목을 기준으로 프로젝트의 Cash Flow를 조정하여 금액을 산정하였다. Table 6은 사례 프로젝트의 사업 개요이다.

Table 6. Case project overview

Distinction	Case
Construction title	Tong-yeong OO apartment project
Land area	16,341
Total square	42,014.50
Unit	941
The total amount of business	About 180 billion won

4.1.1 직접공사비

직접공사비에 대하여 인과지도의 각 변수들에 대상 프로젝트의 설정 값과 단위를 입력하여 시뮬레이션을 수행한 결과는 Figure 9와 같다. 그림에서 볼 수 있듯이 예상 투입 직접공사비는 약 1,100억 원 정도로 추산되며, 초기 투입비용이 약 20억 원 정도 지출이 되는 것은 협력업체에게 선금금을 지출한 것이다.

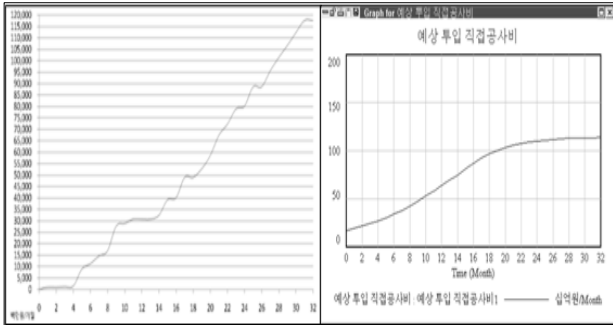


Figure 9. Comparison of actual direct cost and simulation result

4.1.2 용역비

용역비에 대하여 인과지도의 각 변수들에 대상 프로젝트의 설정 값과 단위를 입력하여 시뮬레이션을 수행한 결과는 Figure 10과 같다. 그림에서 볼 수 있듯이 용역비의 예상 투입금액은 약 63억 원 정도로 추산되며, 공사 시작단계에서 약 20억 원 정도 지출되었으며, 이것은 시뮬레이션 과정에서 공사 착수 전 지급된 설계비 금액 20억 원을 미리 보정한 것이다.

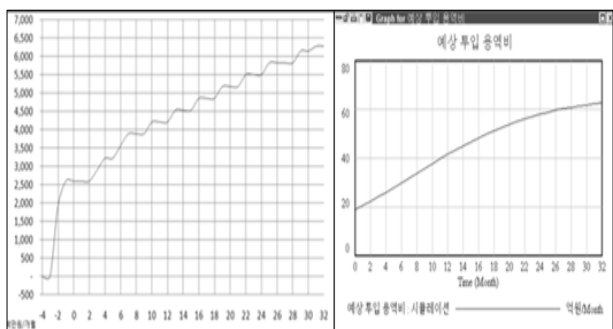


Figure 10. Comparison of actual engineering cost and simulation result

4.1.3 부대 공사비

부대 공사비에 대한 시뮬레이션 결과는 Figure 11과 같다. 그림에서 볼 수 있듯이 예상 투입 부대 공사비는 약 30

억 원 정도로 추산되며, 공사 착수와 함께 사업승인 단계에서 상수도원 인자비용으로 약 4억 원 정도 지출된 것으로 설정하였으며 공사 시작 14개월과 28개월째에 인입공사비와 미술장식품 설치비로 지출되었다.

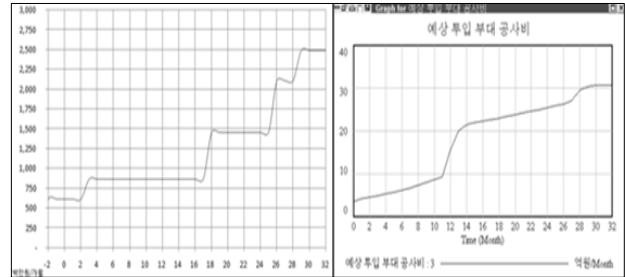


Figure 11. Comparison of actual appurtenant work cost and simulation result

4.1.4 모델하우스 관련 및 영업비

모델하우스 관련 비용 및 영업비에 대한 시뮬레이션 결과는 Figure 12와 같다. 그림에서 볼 수 있듯이 예상되는 모델하우스 관련 비용 및 영업비는 약 80억 원 정도로 추산되며, 공사 시작과 함께 모델하우스 부지 임대료와 모델하우스 건립비가 투입되어 약 12억 원 정도 지출되었으며 공사 착공 12개월 후에는 모든 분양이 완료되는 것으로 설정하였다.

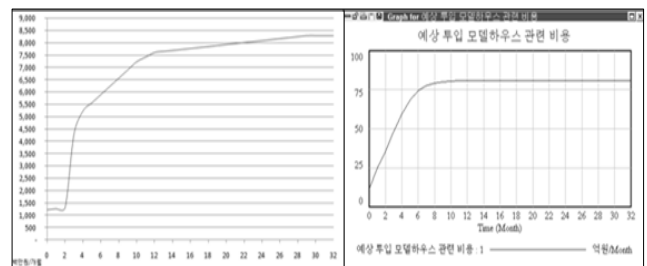


Figure 12. Comparison of actual M/H cost and simulation result

4.1.4 금융비용

금융비용에 대한 시뮬레이션 결과는 Figure 13과 같다. 금융비용에 대한 시뮬레이션은 PF이자를 포함한 전체 금액이 250억 4,480만원을 기준으로 이루어진 결과 PF비용 상환은 공사 착수 10개월에서 14개월째에 나누어 모두 상환하는 결과를 보이고 있으며 PF이자부분의 상환은 공사 착수와 함께 10개월 동안에 모두 상환하는 것으로 설정하였다. 이 결과 실제 프로젝트에서는 PF이자를 13개월 동안 상환하였으나 시뮬레이션 결과에서는 10개월에 모두 상환하는

결과를 나타내어, PF 이자부분에서 3개월 동안의 PF 이자에 대한 지출을 줄일 수 있는 것으로 분석된다. 또한, 이는 앞서 ‘모델하우스 관련 비용 및 영업비’에 대한 시뮬레이션에서 볼 수 있듯이 아파트 분양이 공사 착수 12개월째에 모두 완료가 된다는 가정을 따르고 있다.

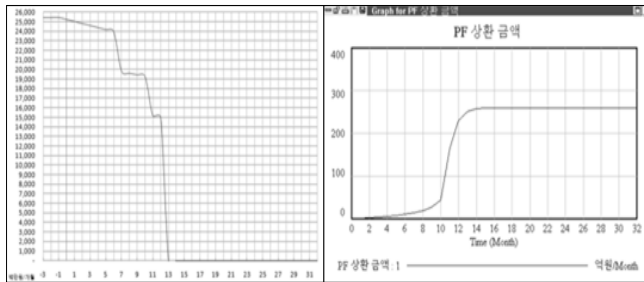


Figure 13. Comparison of Actual Financial Cost and Simulation Result

4.2 시뮬레이션 결과에 대한 소결

Table 7은 사례 프로젝트의 비용분석의 결과이다. ‘직접 공사비’, ‘모델하우스 관련비용 및 영업비’는 시뮬레이션 결과가 지출이 적은 것으로 분석되며, ‘용역비’, ‘부대 공사비’에 대해서는 시뮬레이션 결과가 실제 프로젝트에서 지출된 금액보다 많이 지출된 것으로 분석되었다.

Table 7. Simulation results of the case study

unit : million won				
Category	Case project	Simulation	Cost comparison	Error rate
Land costs	21,322	21,322	-	-
Direct cost	117,640	100,000	17,640	-15%
Service costs	6,267	6,300	+ 33	+0.5%
Appurtenant work costs	2,487	3,000	+ 513	+20%
Model house and sales costs	8,282	8,000	282	-34%
Finance costs	25,448	25,448	-	-
Total	181,446	164,070	17,376	-9.6%

사례를 통해 공동주택 개발 사업에 투입되는 비용을 항목으로 선정되어진 항목들에 대한 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과 직접공사비는 176억 4,000만원, 모델하우스 관련비용 및 영업비는 2,800만원이 실제 프로젝트 보다 적게

지출되었고, 용역비는 3,300만원, 부대 공사비는 5,130만원이 시뮬레이션 결과에서 더 많이 지출되었다. 그리고 토지구입비에 대한 시뮬레이션은 어떤 변수에 대해 일정 시간의 경과에 따라 축적 또는 변화를 가지는 시뮬레이션 특성으로 토지구입비에 대한 분석은 이루어지지 않았으며 실제 프로젝트 사례와 시뮬레이션과의 오차는 173억 7,600만원이 발생하는 것으로 분석되었다. 그리고 실제와 시뮬레이션과의 차이가 발생하는 것은 본 연구를 수행함에 있어 모델 구축에 대해 정책적·사회적 변수들을 포함하지 않았기 때문으로 판단된다.

6. 결론

본 연구의 기대효과 및 의의로서는 첫째, 본 연구에서 제시되었던 공동주택 개발 사업의 비용항목의 세부변수와 영향변수들을 시스템다이내믹스를 활용한 동태적 상관관계를 보다 쉽게 이해할 수 있다. 둘째, 제시된 모델을 통해 시간의 흐름에 따른 수익성 변화를 파악하여 공동주택 개발사업의 사업성을 비교적 간략하고 신속하게 예측하여 유사 개발 사업을 시행 할 경우 전략이나 의사결정을 하는데 기여할 수 있을 것이다.

또한, 본 연구의 한계로서는 부동산 개발 사업에 종사하는 여러 전문가들이 말하는 ‘아무리 열심히 노력해도 반드시 성공을 보장 할 수 없는 이유는 성공의 가능성에 영향을 주는 주변 환경 때문이다’ 라고 한다.

그러므로 부동산 개발에서 성공하기 위해서는 최소의 비용으로 최대의 효과를 얻고자하는 수익성과 분양성을 극대화하기 위해서는 돈, 시간, 사람, 노력, 경제적·사회적 기회비용의 복합적인 관계가 유기적으로 연계한 모델을 구축하는 후속 연구가 요구된다.

요 약

본 연구에서는 아파트 개발 사업의 타당성 분석을 위한 시스템다이내믹스 모델을 개발하고 사례연구를 수행하고자 하였다. 연구에서는 기존의 아파트개발 사업 사례와 연구 프로젝트 자료들을 근거로 현금흐름 구성요소들을 도출하였고, 시스템사고 방법과 시스템다이내믹스 모델을 사용하여 이들 요소의 상호 영향관계를 찾고자 노력하였다. 연구

에서는 모델을 정의하고 분석하기 위해 Vensim이라는 시스내믹스 소프트웨어를 사용하였다. 이렇게 도출된 모델을 검증하기 위해 사례 연구를 진행하였으며, 사례연구 결과 연구에서 개발한 모델이 실제 프로젝트에 적용이 가능할 것으로 판단되었다. 연구에서 도출된 모델은 아파트 개발사업자들이 프로젝트의 초기단계에 프로젝트 파이낸싱과 관련한 의사결정에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

키워드 : 시스템다이내믹스, 공동주택, 부동산 개발

Dynamics to Better Understand Change and Rework in Construction Project Management System, International Journal of Project Management, 2002, Jun;20(6):425-36.

References

1. Jeong KH, Han CH, Kim SK, [Building process model feasibility analysis in an apartment housing development], Journal of the Architectural Institute of Korea, 2000, Feb :20(2):659-62, Korean.
2. Kim GH, [A study on feasibility analysis of apartment project focused on the influence of characteristic of planning], [dissertation], Seoul(Korea): Yonsei university; 2005. 215 p. Korean.
3. Jeong JH, [A study on the sensitivity analysis of financial analysis on profits in apartment housing development], [master's thesis], Seoul(Korea): Yonsei university; 2005. 92 p. Korean.
4. Choi YH, [A study on the cost estimation model in the preliminary study phase for apartment housing projects], [master's thesis], Seoul(Korea): Kon-kuk university; 2005. 96 p. Korean.
5. Kim DH, [Cost benefit analysis of apartment development project using system dynamics], [master's thesis], Seoul(Korea): Hanyang university; 2006. 49 p. Korean.
6. Berry B, Bednarz R, A Hedonic Model of Prices and Assessments for Single-Family Homes: Does the Assessor Follow the Market or the Market Follow the Assessor?. Land Economics, 1975,1;51(1):21-40
7. Kim DH, Moon TH, System Dynamics, Seoul(Korea): Dae Young publisher; 2001. p. 49-50. Korean.
8. Richardson HW, Residential Property Values, the CBD, and Multiple Nodes: Further Analysis. Environment and Planning. 1990,6;22(6):829-33
9. Radzicki MJ, Trees WS. A System Dynamics Approach to Sustainable Cities. System Dynamics Society '95, 1995;13:191-210.
10. Love PED, Holt GD, Shen LY, Li H, Irani Z. Using System