

# 확률적 위험도 분석 모형을 이용한 아파트 재건축사업의 수익성예측모델 개발

Development of Profitability-forecasting Model for  
Apartment Reconstruction Projects using the Probabilistic Risk Analysis

우 광 민\*○                      이 학 기\*\*  
Woo, Kwang-Min                Lee, Hak-Ki

## 요 약

현재까지 아파트 재건축사업은 추진 의사결정과 관련한 확정된 지표나 기준이 없이 막연한 수익성에 대한 기대를 토대로 시행되어 왔으며, 사업시행과정에서 직면하게 되는 제반 위험에 대해 경험적으로 대응하여 왔다. 재건축조합이나 시공예정회사들이 관리처분계획을 통해 수익성을 비롯한 사업추진 의사결정과 관련한 정보를 제공하고 있으나, 결정론적 분석을 통한 단순한 예측에 불과하여 재건축시행 과정상의 유동적인 상황에서 예측결과가 자주 변경됨에 따라 결과를 신뢰하기 어려운 한계를 갖고 있다. 따라서 본 연구는 재건축사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들을 확률적으로 평가하여 수익과 위험을 동시에 분석하는 수익성예측모델을 개발하고, 사례연구를 통해 개발모델의 적합성을 검증하여 기존의 결정론적 접근방식이 갖는 한계를 극복하고자 한다.

키워드: 아파트 재건축사업, 확률적 위험도 분석(PRA), 수익성평가, 몬테카를로 시뮬레이션(MCS)

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

현재까지 아파트 재건축사업은 추진 의사결정과 관련한 확정된 지표나 기준이 없이 막연한 수익성에 대한 기대를 토대로 시행되어 왔으며, 사업시행과정에서 직면하게 되는 제반 위험에 대해 경험적으로 대응하여 왔다. 재건축조합이나 시공예정회사들이 관리처분계획을 통해 수익성을 비롯한 사업추진 의사결정과 관련한 정보를 제공하고 있으나, 이는 미래에 발생할 상황 즉, 재건축이 완료된 시점의 상황을 명확히 알고 있다는 전제하에서 이루어지고 있다. 그러나 이러한 정보는 결정론적 분석을 통한 단순한 예측에 불과하므로 재건축시행 과정상의 유동적인 상황에서 그 결과가 변경될 수밖에 없어 예측결과를 신뢰하기 어렵다. 결정론적 접근방식이 갖는 한계를 극복하고, 예측의 신뢰성과 정확성을 확보하기 위해선 재건축사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들의 변화와 이에 따른 수익과 위험의 상관관계를 구조화할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 재건축사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들을 확률적으로 평가하여 수익과 위험을 동시에 분석하는 수익성예측모델의 개발을 통해 사업의 위험정도를 반영하여 수익성을 판단할 수 있는 의사결정 방법론을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 아파트 재건축사업을 대상으로 하며, 재건축조합의 입장에서 연구를 진행하였다. 그리고 사업성분석의 여러 단계 중 수익성분석과 리스크관리를 위한 의사결정 기준을 제공하는 수익성예측모델을 제안하고 사례연구를 통한 모델의 유효성 평가를 연구의 범위로 하였다.

연구의 수행절차 및 방법은 다음과 같다.

- (1) 아파트 재건축사업의 수익성예측방법에 대한 이론적 고찰을 통해 현행 아파트 재건축사업에서 수익성예측방법의 문제점을 도출하고, 이를 바탕으로 연구방향을 설정한다.
- (2) 확률적 위험도분석 모형(Probabilistic Risk Analysis Model)을 이용하여 아파트 재건축사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들을 확률적으로 평가하여 수익과 위험을 동시에 분석하는 수익성예측모델을 제안하고, 분석방법 및 수행절차를 정립한다.
- (3) 수익성예측모델에서 도출된 평가 지표를 통해 아파트 재건축사업의 위험정도를 반영하여 수익성을 판단할 수 있는 의사결정 방법론을 제안한다.
- (4) 사례연구를 통해 모델의 유효성을 평가한다.

## 2. 아파트 재건축사업의 수익성예측방법

아파트 재건축사업의 수익성은 기존대지지분을 기준으로 조합원에게 제공되는 신축된 건물의 무상 분양면적을 산출하는 방식으로 평가된다. 조합원들에게 관리처분 형태로 제시할 계약조건을 작성하기 위해 분양 총수익에서 건설 및

\* 일반회원, 현대엔지니어링(주), 공학박사, km950512@hec.co.kr

\*\* 종신회원, 동아대학교 건축학부 교수, 공학박사, hglee@dau.ac.kr

분양에 따르는 제반 비용을 공제하여 개발이익 즉, 재건축 후의 자산 가치를 산정한 다음, 이를 평당 분양가격으로 나누어 조합원들에게 무상 지급될 건축면적을 산출하게 된다. 이러한 건축면적을 기존의 대지면적으로 나누면 대지면적 대비 무상 지급되는 건축물의 분양면적을 산출할 수 있다. 이를 무상지분율이라 하며, 무상지분율이 1.0 이상인 경우 기존 주택의 소유자인 조합원들은 재건축을 통하여 면적 확대 및 신축효과에 따른 경제적 이익을 얻게 된다.

무상지분율이 1.0 미만이라 하더라도 재건축은 가능할 수 있다. 즉 기존주택의 시세와 재건축 후 얻게 되는 주택의 자산가치를 비교하여 수익성을 판단할 수 있다. 이때 수익성은 무상 지급되는 건축물의 면적에 의해 구해진 무상분양아파트의 입주 후 예상가격에서 현재 아파트 매매가격과 투자비에 대한 금융비용을 제하여 산정하게 되며, 0보다 크면 수익성이 있는 것으로 평가한다.

이상의 내용을 포함하는 기존의 수익성예측 절차 및 구성은 그림 1과 같다.

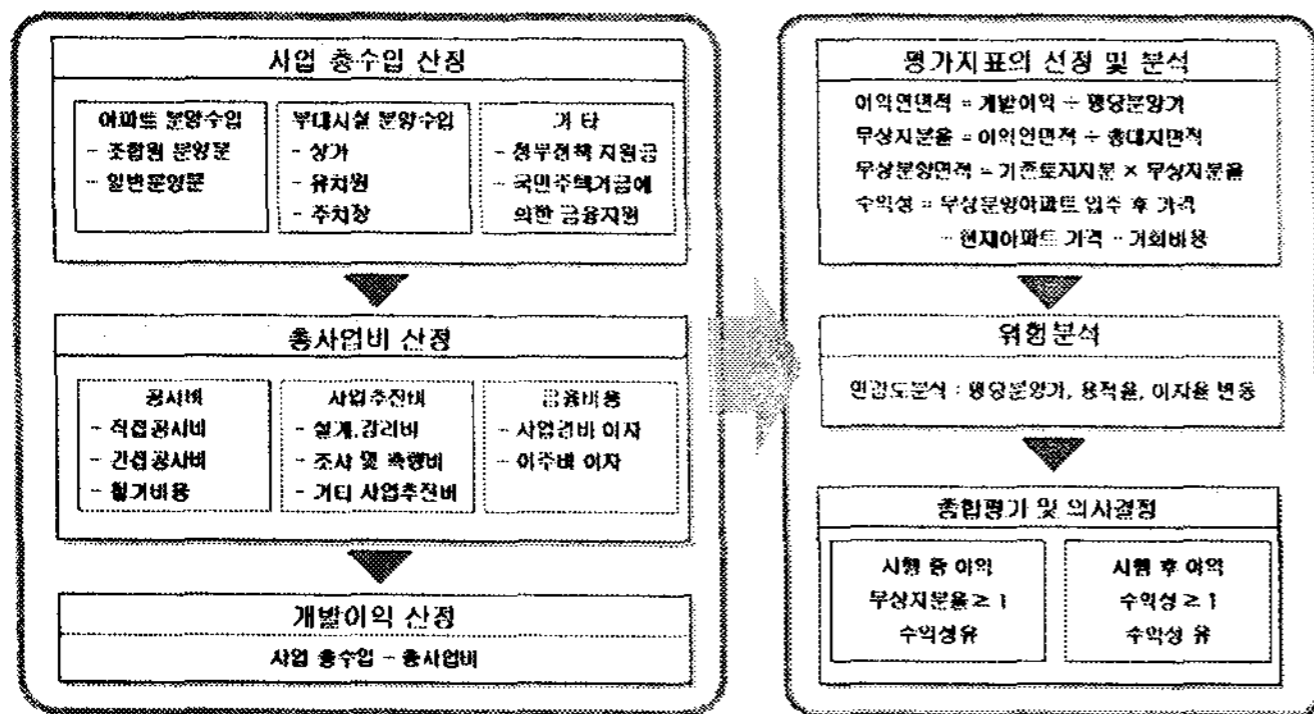


그림 1. 수익성평가 절차 및 구성요소

그러나 기존의 수익성예측방법은 개발이익 산정구조를 이해한다면 결과적으로 도출될 수 있는 것들이며, 재건축이 완료될 경우를 가정하고 개발이익과 영향변수들의 관계를 살펴봄으로써 각 영향변수들이 재건축 진행과정에서 수익성에 어떠한 영향을 미치는지 파악하기 어렵다. 일부 사업에서 위험정도를 파악하기 위해 민감도분석을 실시하고 있지만, 민감도분석의 경우 개별 변수들이 수익성에 미치는 영향정도는 알 수 있으나 여러 변수들이 복합적으로 작용하는 상황을 반영하지 못하는 한계가 있다.

사업초기 수익성예측단계에서는 이용할 수 있는 정보가 한정되어 있고, 많은 불확실성을 내포하고 있어 현실적으로 정확한 예측결과를 얻기란 불가능하다. 따라서 예측결과에 대한 신뢰성과 정확성을 제고하기 위해서는 수익성에 영향을 미치는 변수들의 변화와 이러한 변수들의 변동에 따른 사업의 잠재적 위험을 고려해야만 한다. 특히 사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들은 독립적으로 작용하는 것이 아니라, 상호 복합적인 양상을 띠며 이에 대한 대응도 복합적이기 때문에 각 변수들의 변화와 이에 따른 수익과 잠재적 위험의 상관관계를 모델화할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 사업의 위험정도를 반영하여 수익성을 판단할 수 있는 수익성예측모델 및 의사결정 방법론을 정립하고자 한다.

### 3. PRA모형을 이용한 수익성예측모델

아파트 재건축사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들의 변화와 이에 따른 수익성과의 상관관계를 모델화하기 위해 확률적 위험도분석(probabilistic risk analysis : PRA) 모형을 적용하였으며, 분석방법 및 수행절차는 다음과 같다.

#### 3.1 분석방법론 및 수행절차

##### (1) 입력변수의 분류

아파트 재건축사업의 수익성에 영향을 미치는 변수들은 수없이 다양하고, 상호 복합적으로 작용하기 때문에 분석이 가능한 형태로 구조화하는 작업이 필요하다. 따라서 표 1의 분류기준에 의해 입력변수들을 사실, 의사결정변수, 위험변수, 예측 값으로 분류하여 체계화한다.

표 1. 입력변수의 분류기준

변 수	개 념 정 의
사 실 (Fact)	과거 및 현재의 알려진 자료 및 상황을 자료를 수집하면 알 수 있는 것
의사결정변수 (Decision Variables)	의사결정자에 의해 결정 가능하고 통제 가능한 변수
위험변수 (Risk Variables)	예측은 가능하나 의사결정자에 의해 통제 불가능한 변수 - 사업의 복잡성, 환경 및 기타 내외적인 요인에 의해 변화 가능한 변수
예 측 값 (Forecast Value)	의사결정에 대한 가치평가의 지표 - 프로젝트의 수익성을 평가하는 척도

##### (2) 위험변수의 확률분포 선정

위험변수에 대한 확률분포를 선정한다. 위험변수는 자체적인 특성 및 외부적 원인에 의해 특정 확률분포를 갖게 되는데 이 분포를 정의하는 과정이 매우 중요하다. 본 연구에서는 표본수가 충분한 위험변수에 대해서는 최우추정방법(MLE)을 이용하여 통계적으로 가장 우수한 확률분포의 모수를 추정하고, 표본수가 충분하지 않은 위험변수는 통계적 검증이 어려우므로 분석가의 경험적 분포를 통해 확률분포의 형태를 주관적으로 정하고 이를 분석모델에 반영한다.

##### (3) 위험변수의 난수(random number)발생

지정된 확률분포형식으로부터 난수를 발생한다. 본 연구에서는 기존에 널리 활용되던 MonteCarlo 샘플링기법을 개선한 Latin hypercube sampling(LHS)기법을 적용한다.

##### (4) 위험도분석을 위한 시뮬레이션 수행

위험변수를 통해 총사업비, 수익성 등의 평가지표를 반복해서 계산하여 N-1회까지 발생한 평가지표의 통계치가 N회에 발생한 평가지표 통계치의 수렴조건( $\alpha=1.5\%$ ) 내에서 변화하면 시뮬레이션을 종료한다.

##### (5) 평가지표의 통계치 계산

N회에 걸쳐 반복적으로 계산된 평가지표의 통계치를 계산하고, 이에 대한 확률분포와 누적확률분포곡선을 도출한다.

##### (6) 시뮬레이션 결과 해석

총사업비의 통계치를 바탕으로 관리목표값을 설정하고, 추정된 총사업비와 비교하여 사업예비비를 산정한다. 그리고 사업의 수익성 평가지표를 통해 수익성 유무를 판단한다.

(7) 위험도분석 결과 해석

대상사업의 사업비와 수입을 결정적인 값으로 적용하여 수익성을 예측하고, 이 결과를 PRA모형의 결과와 비교하여 사업의 수익성과 위험도를 확인한다.

(8) 의사결정 및 위험도관리방안 수립

최종적으로 분석된 자료를 기반으로 수익과 위험도를 동시에 고려하여 사업의 수행여부를 의사결정하고, 계량화된 위험을 최소화할 수 있는 관리방안을 제시한다.

이상의 내용을 포함하는 본 연구에서 제안하는 아파트 재건축사업의 수익성예측모델은 그림 2와 같다.

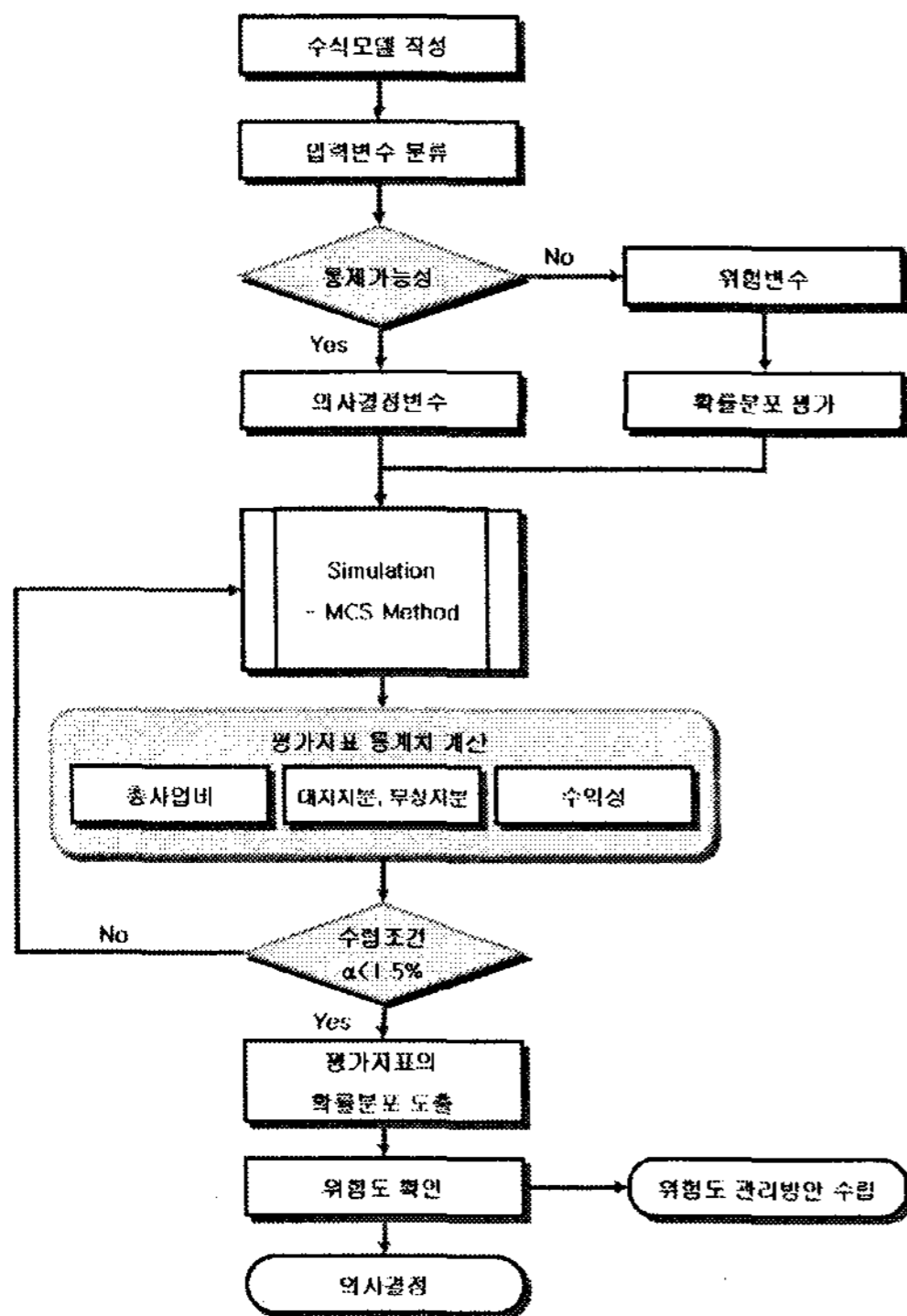


그림 2. 위험도분석을 통한 수익성 예측 모델

3.2 위험도 평가 및 의사결정 지표

(1) 총사업비 평가

위험변수의 변화로 인한 총사업비의 변동을 계량화하는 평가지표로 총사업비의 확률분포와 누적확률분포곡선을 사용한다. 그리고 결정론적 추정값과 PRA모형을 통해 추정된 총사업비의 확률분포상에 산출된 통계치를 바탕으로 합리적인 사업비를 도출하고, 표 2와 같이 추정공사비와 확률분포상에서 나타난 관리목표값을 비교하여 사업유형을 위험수용형, 위험중립형, 위험회피형으로 구분한다.

표 2. 의사결정을 위한 판단기준

사업 유형	의사결정 판단기준	예비비
위험수용형	추정사업비(TC) < 관리목표값(OC)	유
위험중립형	추정사업비(TC) ≍ 관리목표값(OC)	무
위험회피형	추정사업비(TC) > 관리목표값(OC)	무

이 때 위험수용형 사업은 (식 1)과 같이 관리목표값과 추정사업비의 차액을 예비비로 산정하게 되며, 이러한 예비

비를 고려하는 총사업비를 확보한다.

$$CB = [\Sigma P(OC) \times (OC)] - [\Sigma P(TC) \times (TC)] \quad (식 1)$$

여기서, OC : 관리목표값, TC : 추정사업비

(2) 수익성평가

수익성의 평가지표로 무상지분율과 재건축 후의 자산가치를 고려한 수익성의 확률분포와 누적확률분포곡선을 사용한다. 즉, 그림 3과 같이 누적확률분포곡선의 양(+)의 구간을 적분하여 기대수익을 산정하고, 음(-)의 구간을 적분하여 기대손실을 산정한다. 또한 수익성이 0인 지점의 확률은 사업의 위험확률(손실예상확률)을 나타낸다.

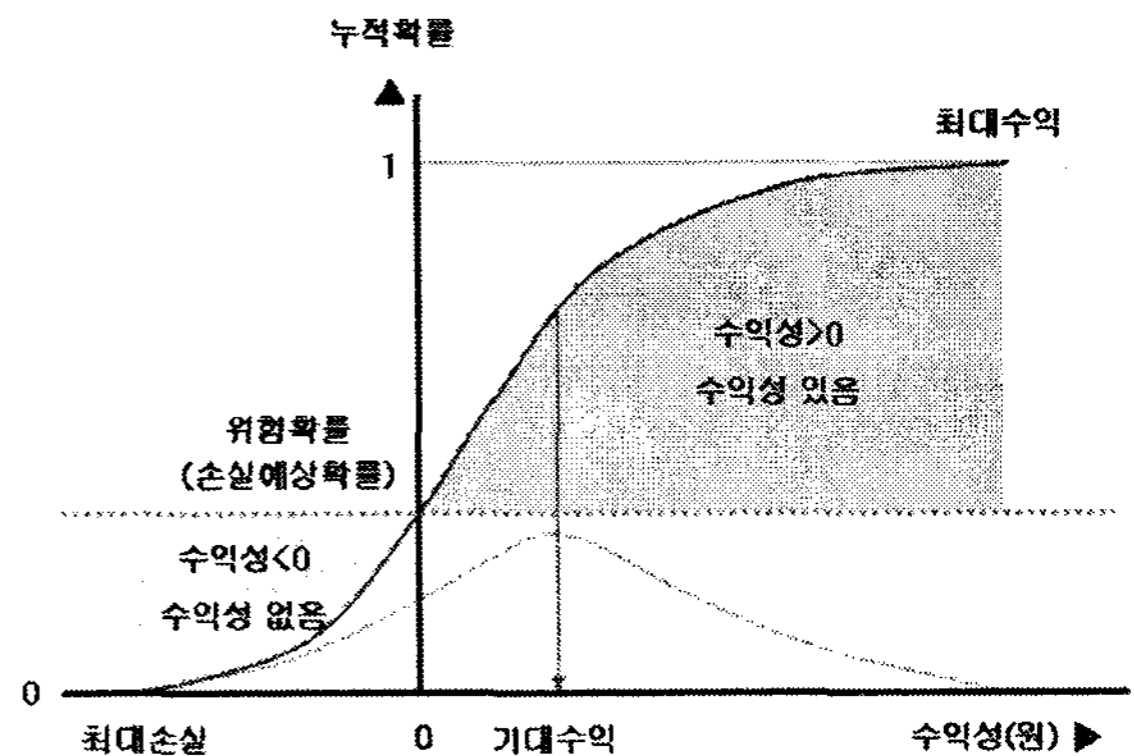


그림 3. 수익성의 확률분포와 누적확률분포곡선

(3) 민감도분석

민감도분석에 의해 총사업비 및 수익성에 민감하게 영향을 미치는 위험변수를 찾아내어 제거해 나가는 관리방안을 마련한다. 이는 각 평가지표와 위험변수간의 상관계수(ρ)를 산출하는 것으로 상관계수가 높은 위험변수는 평가지표의 변동에 큰 영향을 미치는 것을 의미하므로 가장 신중히 고려하고 집중적으로 관리해야 하는 변수를 파악할 수 있다.

(4) 편차분석

결정론적 분석모형의 경우 총사업비 및 수익성 평가지표를 한 지점에서의 확률이 1인 결정적인 값으로 나타내는 반면, PRA모형의 경우 발생가능한 모든 사례를 확률분포로 나타낼 수 있다. 따라서 (식 2)와 같이 PRA모형의 백분율값과 결정론적 분석모형의 편차를 계산하여 분석모형에 따른 평가지표의 차이를 나타낼 수 있다. 여기에서 산정된 편차는 결정론적 분석모형을 이용하여 총사업비 및 수익성예측을 수행하는 경우, 실제로 발생하는 결과와의 차이를 나타낸다.

$$d = \frac{|x_{결정론적모형} - x_{PRA모형}|}{x_{결정론적모형}} \times 100 \quad (식 2)$$

4. 사례연구

4.1 사례 사업의 개요

사례단지는 서울특별시 강동구에 위치한 아파트단지로서 1983년에 준공되어 20년이 넘는 노후아파트이다. 2000년 6월에 창립총회를 개최하여 재건축을 결의하였고, 분석시점인 2001년 8월 시공사와 가계약을 체결한 상태이다.

사례단지의 재건축사업 현황은 표 3과 같다.

표 3. OO아파트단지 재건축사업의 현황

구분	재건축 전		재건축 후	
대지면적	19,580.30평		19,253.02평	
세대수	13평형	390세대	34평형	174세대
	15평형	390세대	44평형	200세대
			48평형	244세대
			53평형	222세대
			58평형	62세대
			63평형	150세대
계	780세대		계	1,052세대
연면적	11,751.4평		72,814.93평	
용적률	59.99%		274.50%	

## 4.2 수익성예측

### (1) 수익성예측모델 입력변수 및 분류

본 사례연구의 기본 자료는 해당 재건축정비조합의 재건축결의안과 참여시공사의 사업참여계획서, 그리고 참여설계사의 건축계획안을 바탕으로 작성하였으며, 표 1의 기준에 의해 입력변수를 표 4와 같이 분류하였다.

표 4. 입력변수 분류

구분	입력변수	분류	비고	
사업의 수입	아파트	평당 분양가	U	거래사례비교법 적용 - 주변시세의 80~100%반영
	분양수입	분양평수	D	설계사의 건축계획안 적용
	부대시설	분양수입	U	거래사례비교법 적용
총사업비	공사비	평당공사비	U	공사비 실적자료 통계처리 - 시공사 O&P 포함
		평당철거비	U	기존 건축물에 대한 철거 및 폐 기물처리비용 - 시설안전기술공 단 지침 : 평당 10~20만원/평
		공사면적	D	설계사의 건축계획안 적용
	사업추진비	설계비	D	설계사와 계약 체결 실비 반영
		감리비	U	평당 4만원 ~ 6만원
		안전진단비	F	안전진단 용역업체와 계약 체결
		조합운영비	U	준공시까지(기투입분 실비산정)
		분양관련경비	U	M/H 건립 운영 광고선전비, 분 양보증수수료 등
		신탁등기비	D	신탁등기 및 신탁등기실비용 세대당 12만원
		보존등기비	D	일반분양분 건축물 취득원가의 3.16%
		입주관리비	D	공사비에 대한 요율 적용
		민원처리비	U	예측이 불가능하므로 사업예비 비를 통해 해결
		각종분담금 및 영향평가비	U	광역교통시설분담금, 지구단위계 획, 교통영향평가, 환경영향평가등 - 공사비에 대한 요율 적용
		부대비용	U	조합원 추가품목, 이사비용, 인 허가, 소수관련비용, 기타비용
		이자비용	사업경비이자	U
이주비 이자	U		이자율에 대해 확률분포 평가 - 이주비는 해당지역 전세가반영	
현재 아파트 가격	매매가격	F	분석시점의 매매가격	
	전세가격	D	시공사의 제시액 반영	
무상분양 아파트 입주 후 예상가격	대지지분 면적	무상지분율	V	각 평형별 대지지분
		평당 예상가	U	해당지역 주택가격상승률에 대 해 확률분포 평가
기회비용	투자비용	F	매매가격-이주비	
	사업기간	U	잔여사업기간	
수익성		V		

주) F : 사실 D : 의사결정변수 U : 위험변수 V : 예측 값

### (2) 위험변수의 확률분포 및 모수 추정

표 4에서 분류된 위험변수 중 충분한 표본수가 확보된 평당공사비, 평당분양가, 이자율, 주택가격상승률에 대해서는 확률분포를 추정한 후 통계적 검증( $\chi^2$ 검정, K-S검정, A-D검정)을 통해 검증결과가 우수한 확률분포의 대안을 선정하였고, 그 결과는 표 5와 같다.

표 5. 위험변수 확률분포 및 모수 추정

위험변수	확률분포	추정계수			통계량		
		$\mu/\alpha/\text{최소}$	$\sigma/\beta/\text{최우}$	$-/\gamma/\text{최대}$	$\chi^2$	AD검정	KS검정
평당공사비	정규분포	1,931,042	113,282	-	1.600	0.4871	0.1234
평당분양가	로지스틱	8,769,010	652,094	-	0.4000	0.2778	0.1375
이자율	로지스틱	8.5572	0.2677	-	4.800	0.5835	0.1326
주택가격상승률	로그로지스틱	12.6099	0.1108	-0.1082	42.65	2.176	0.1006

한편 표본수가 충분하지 않은 위험변수의 경우 통계적 검증이 어려우므로 선행연구들을 바탕으로 의사결정자가 확률분포의 형태를 주관적으로 정하고 이를 분석모델에 반영하였으며, 그 결과는 표 6과 같다.

표 6. 위험변수 확률분포 평가

위험변수	확률분포
평당철거비	RiskTriang(100000,150000,200000)
사업추진부대비용	RiskUniform(0.5%,2%)
잔여 사업기간	RiskTriang(57개월,83개월,110개월)
평당감리비	RiskTriang(30000,40000,50000)
분양경비	RiskUniform(1.5%,3%)
조합운영비	RiskTriang(0.8,1,1.2)
입주관리비	RiskUniform(0.2%,0.5%)
각종분담금 및 영향평가비	RiskUniform(1500000000,3000000000)
조합원추가품목	RiskTriang(0.9,1,1.5)
금융비용	RiskTriang(2500000000,5000000000,7500000000)

주) 위험변수의 확률분포는 Risk + 분포명 + (추정계수)로 나타냄

### (3) 총사업비 및 수익성예측

시뮬레이션을 통해 총사업비와 무상지분율, 그리고 수익성을 예측하였다.

그림 4에서 총사업비의 최소값, 최대값은 각각 1,699.2억 원, 2,145.5억 원으로 이 구간에서 비용이 발생하며, 평균과 표준편차는 각각 1,968.6억 원, 84.6억 원으로 나타났다.

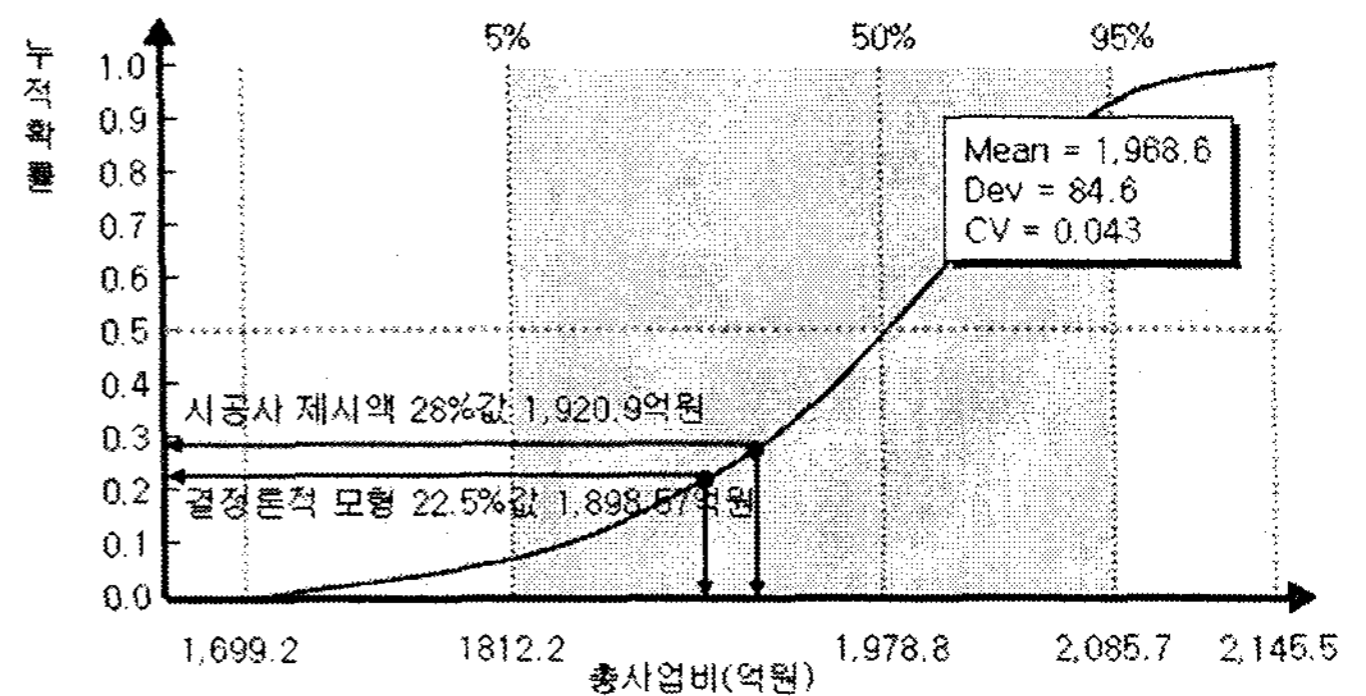


그림 4. 총사업비의 누적확률분포곡선

결정론적 분석을 통한 총사업비는 1,898.5억 원이고, 시공사가 가계약 시점에서 제시한 총사업비는 1,920.9억 원으로 총사업비의 누적확률분포상에서 각각 22.5%와 28%에 해당하는 것으로 나타났다. 따라서 이 비용을 초과할 확률이 77.5%와 72%로 총사업비의 초과발생으로 인한 위험도가 매우 높은 것으로 나타났다. 즉, 사업의 초기단계에서는 총사업비 증가에 대한 위험도가 높은 것을 알 수 있으며, 시공사가 제시한 총사업비안의 규모가 과소평가되어 있음을 보여주고 있다. 따라서 최종적인 시공사의 선정과정에서 총사업비규모는 PRA모형의 50%값인 1,968.5억 원의 전후에서 수립될 것으로 판단된다.

그림 5에서 무상지분율의 최소값, 최대값은 각각 1.50, 2.01으로 이 구간에서 무상지분율이 발생하며, 평균과 표준편차는 각각 1.72, 0.09로 면적의 개념에서는 수익성이 매우 높은 것으로 나타났다. 결정론적 분석모형을 통한 무상지분율은 1.71이며, 이는 누적확률분포곡선상에서 약 48.75%에

해당하는 값으로 현재 제시된 사업타당성분석안의 경제성 규모는 적절하게 평가되어 있는 것으로 나타났다. 또한 사례단지의 재건축조합에서 조합원들에게 제시하고 있는 무상지분율은 1.7정도로 이보다 적게 지분을 받을 확률이 42.8%이므로 실현가능성이 매우 높은 것으로 판단된다.

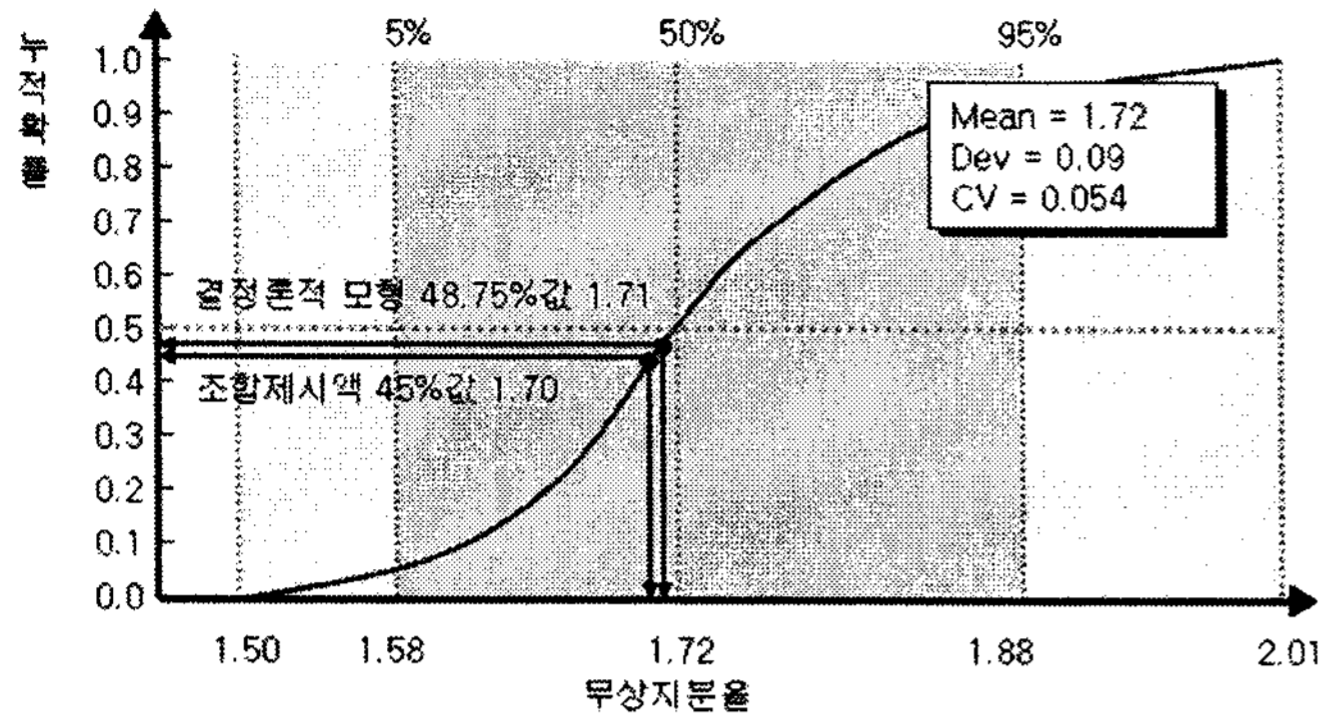


그림 5. 무상지분율의 누적확률분포곡선

재건축 후의 자산 가치를 고려하여 수익성을 예측한 결과 모든 평형에서 수익성이 있는 것으로 평가되었다. 그림 6에서 15평형을 기준으로 최소값과 최대값은 각각 -1.38억원, 5.25억원이고, 평균과 표준편차는 각각 1.25억원, 1.14억원으로 나타났다. 여기서 주목해야 할 점은 다른 의사결정 지표들에 수익성 지표의 변동성이 매우 크다는 것이다. 즉, 기존의 수익성분석시에는 다루지 않았던 기회비용과 재건축 후 예상가격과 같은 시간의 함수를 모델에 반영함에 따라 변동이 커진 것을 알 수 있다. 결정론적 분석모형을 통해 예측한 값은 1.22억원이며, 이는 누적확률분포상의 53.4%에 해당하는 값이다. 따라서 수익성 측면에서 사업의 규모는 적절하게 평가된 것으로 보인다. 또한 수익성이 0이하가 되는 손실예상확률이 12%로 나타나 손실의 가능성은 낮은 것으로 나타났다. 이상과 같이 총사업비가 상승할 위험이 매우 높음에도 불구하고 무상지분율과 수익성이 높게 나타난 것은 사례단지가 저층이고, 인근지역의 아파트 시세와 분양가가 타 지역에 비해 상대적으로 높게 형성되어 있는 반면, 분석시점에서 해당 단지의 매매가격이 저평가 되어 있기 때문이다.

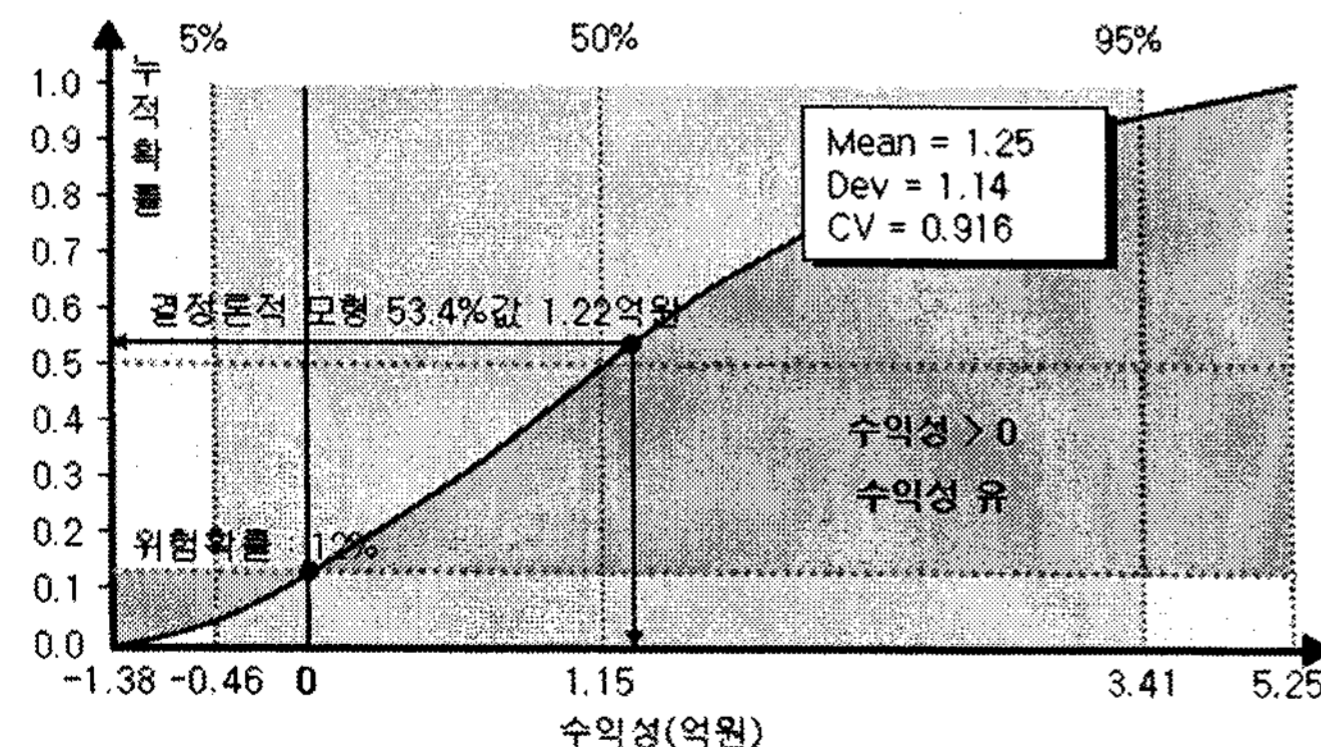


그림 6. 수익성의 누적확률분포곡선(13평형)

(4) 위험도평가 및 의사결정

누적확률분포상에서 총사업비 관리목표값을 50%값(B), 75%값(C)으로 설정하여 추정사업비(A)와 비교하고, 사업의 유형을 위험수용형사업, 위험중립형사업, 위험회피형사업으로 구분하였으며, 그 결과는 표 7과 같다.

표 7. 사업유형 구분 및 예비비 산정

(단위 : 억원)

관리 목표값	50% 값(B)		75% 값(C)	
	사업유형	예비비	사업유형	예비비
추정 총사업비(A)	위험수용형	47.69	위험수용형	115.19
50% 값(B)	-	-	위험수용형	67.55
75% 값(C)	위험회피형	-	-	-

이러한 총사업비의 변동에 대비하기 위해서는 예비비를 사업 전에 확보하는 동시에 총사업비의 변동에 민감한 변수를 찾아내어 위험요인을 제거하는 것이 바람직하다. 따라서 PRA모형에서 발생한 위험변수의 표본이 총사업비에 미치는 영향을 분석하는 민감도분석을 수행하였으며, 그 결과는 그림 7과 같다. 분석 결과 평당공사비의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 연간이자율과 금융비용의 순으로 영향이 큰 것으로 나타났다.

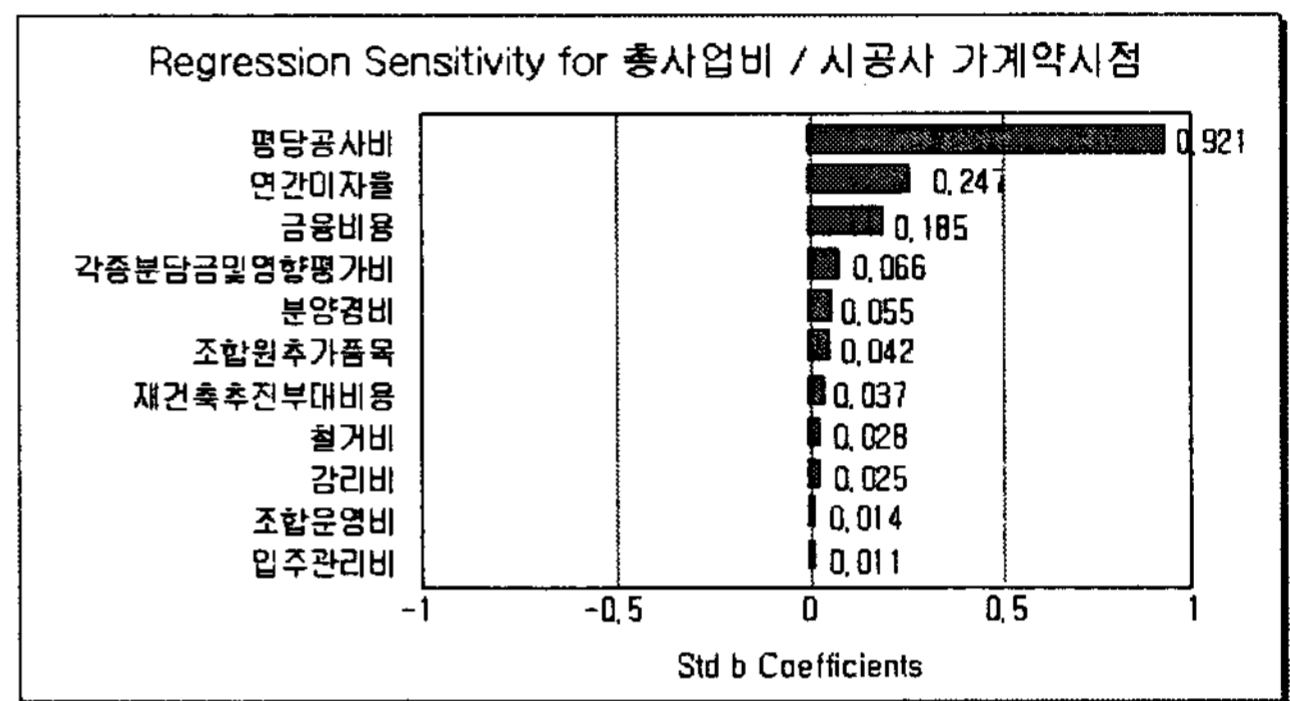


그림 7. 총사업비의 민감도분석 결과

한편 수익성에 대해 민감도분석을 수행한 결과에서는 그림 8과 같이 주택가격상승율의 영향이 가장 크고, 다음으로 분양가, 연간이자율의 순으로 영향력이 큰 것으로 나타났다. 따라서 수익성에 대한 위험도를 제거하기 위해서는 신규시장의 동향은 물론 재고시장의 동향을 파악하는 것이 가장 중요한 것으로 판단된다. 특히 주택 보급률이 높은 지역에서 재건축사업을 추진할 경우 사업완료 시점의 주택가격 수준을 면밀히 검토해야 하며, 무엇보다 사업의 추진속도를 향상시켜 미래의 불확실한 상황에서 오는 위험요인들을 최소화해야 할 것이다.

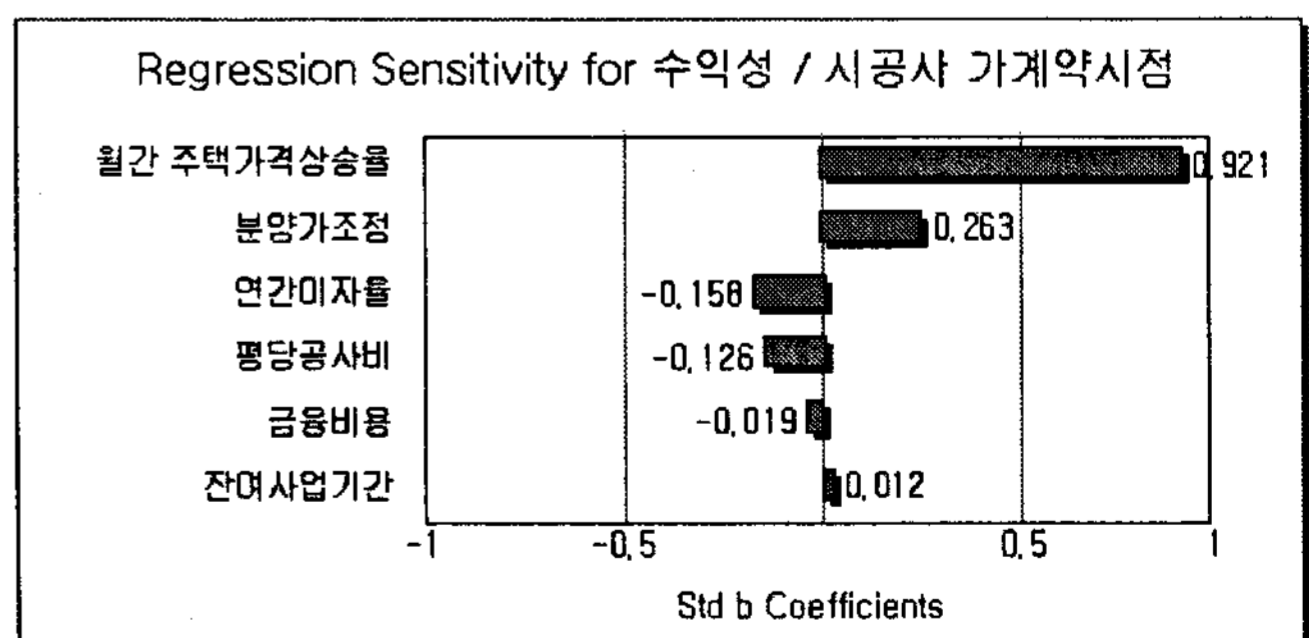


그림 8. 수익성의 민감도분석 결과

4.3 결정론적 분석모형과 PRA모형의 편차분석

PRA모형에서 도출된 수익성 평가지표의 누적빈도분포곡선상에서 백분율값(25%, 50%, 75%)과 결정론적 분석모형에서 도출된 수익성 평가지표의 결정적인 값과의 차를 모

형간의 편차로 정의하고, 모형 간 예측결과에 대한 편차를 산정하였으며, 그 결과는 표 10과 같다.

표 8. 편차분석 (단위 : 원)

구분		PRA 모형 (A)	결정론적모형 (B)	편차 (A-B)	(A-B)/B × 100
총사업비	22.5%	189,847,989,124	189,847,989,124	-	0.00%
	25.0%	190,980,554,752	189,847,989,124	1,132,565,628	0.60%
	50.0%	197,878,464,512	189,847,989,124	8,030,475,388	4.23%
	75.0%	203,605,344,256	189,847,989,124	13,757,355,132	7.25%
무상지분율	25.0%	1.66	1.71	-0.06	-3.46%
	48.75%	1.71	1.71	-	0.00%
	50.0%	1.72	1.71	0.004	0.25%
	75.0%	1.79	1.71	0.07	4.22%
수익성 (13평형)	25.0%	43,743,772	121,762,169	-78,018,397	-64.07%
	50.0%	114,637,016	121,762,169	-7,125,153	-5.85%
	53.4%	121,762,169	121,762,169	-	0.00%
	75.0%	194,622,944	121,762,169	72,860,775	59.84%

분석 결과, 결정론적 분석모형의 추정치는 MCS모형의 중앙값(50%)과 편기되어 위치하는 것으로 나타났다. 즉 결정론적 모형을 통해 산출된 총사업비, 무상지분율, 수익성은 MCS모형에서 산출된 확률분포상의 22.5%, 48.75%, 53.40%에 해당하여 발생 가능한 사례를 대표할 수 있는 중앙값에 비해 -27.5%~+3.4% 가량 편기하여 위치하는 것으로 나타났다. 또한 평가지표의 확률분포 상에서 백분율값의 변화에 따라 결정론적모형의 추정치와 비교하여 편차를 산정한 결과, 총사업비의 경우 -4.23%, 무상지분율은 0.25%, 그리고 수익성은 -5.85%의 편차가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 결정론적 분석모형을 통해 산출된 결과가 MCS모형의 결과와 다를 확률이 존재하며 전체적으로 사업의 경제성이 과소 또는 과대평가될 수 있다는 것을 의미한다.

## 5. 결론

본 연구는 아파트 재건축사업의 수익성예측에 대한 정확성 및 신뢰도를 확보하기 위해 수익성에 영향을 미치는 위험변수들을 분류하고 이들의 변화에 따른 수익과 위험의 상관관계를 모델화하였으며, 사례연구를 통해 모델의 유효성을 확인하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 결정론적 모형의 문제점을 극복하고 재건축사업의 변동을 종합적으로 분석하기 위해 확률적 위험도 분석 모형을 적용하여 수익성예측모형을 개발하였다.

(2) 수익성예측을 위해 작성된 수식모형을 확률적으로 활용하기 위해 입력변수를 의사결정문제와 연계하여 구조화하였다. 즉 사실, 위험변수, 의사결정변수, 예측값을 분류하는 과정을 거쳐 위험변수의 확률적 평가를 수행하였다.

(3) 위험변수의 확률적 평가기법으로 몬테카를로 시뮬레이션기법을 적용하여 분석방법론 및 수행절차를 제안하고, 사업의 수익과 위험을 동시에 분석하기 위한 의사결정지표 및 기준을 정립하였다.

(4) 본 연구에서 제안한 수익성예측모형의 유효성을 검증하기 위해 사례연구를 수행하였다. 그 결과 기존의 결정론적 분석모형의 경우 편기된 하나의 결정적인 값을 가지고 수익성을 예측함으로써 전체적인 사업성을 과소·과대 추정하는데 비해 본 모델은 수익성예측 시 발생 가능한 모든 사례를 확률분포로 계량화함으로써 사업기간동안에 발생하는 변동을 정량적으로 분석할 수 있었다. 따라서 의사결정자가 단순히 사업의 수익성뿐만 아니라 사업의 잠재위험을 동시에 고려한 의사결정이 가능하도록 근거를 제공한다는 점에서 기존의 결정론적 분석모형의 한계를 극복할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 김용희(2001), "일반투자자 및 재건축 조합원을 위한 재건축 투자성 분석연구", 부동산가이드(www.bdsga.com)
2. 나완배, 정찬수(1996), 기업전략개발과 위험분석, 한송
3. 송승훈(2000), "공동주택 재건축을 위한 사업성 분석", 동국대학교 석사학위 논문
4. 안영훈(1997), "재건축사업의 경제적 요인에 관한 연구", 연세대학교 석사학위 논문
5. 이용택(2003), "확률적 위험도분석을 이용한 ITS사업의 경제성평가모형 개발", 서울대학교 박사학위 논문
6. 한수진(2001), "노후고층아파트 재건축 사업의 경제성 분석에 관한 연구", 건국대학교 석사학위 논문
7. Robert T. Clemen(1990), Making Hard Decisions, The Duxbury Press

## Abstract

Recently, Apartment Reconstruction Projects are performing only with the basis of profitability without establishing either certain criteria or standard guideline.

In addition, the profitability information contained in a disposal plan tends to be considered as a fixed value, and it is frequently changeable because reconstruction projects have such a long time to complete and many participants with respective interests.

As mentioned above, the new approach needs to be developed which covers the limitation of the unvaried one.

Consequently, this study focuses on the probability approach considering not only variances that affect the profit, but the relationship between profit and risk, and then is modeling.

This study is anticipated to improve the reliability and accuracy of expected value as well as apply to the decision making criteria quantitatively about potentially hidden risks in that projects.

**Keywords :** Apartment Reconstruction Projects, Probabilistic Risk Analysis, Profitability Evaluation, Montecarlo Simulation