

성과분석을 통한 건설공사 예비비 관리 프로세스 및 적용

The Process Development and Application of the Contingency Management by the Performance Analysis

이 만 희* · 이 학 기**

Lee, Man-Hee · Lee, Hak-Ki

요 약

사업비의 불확실성에 대응하고 합리적인 사업비 계획을 위해서는 정확한 견적과 함께 사업수행에 따라 사업의 실패 및 예측하지 못한 리스크 발생 가능성에 대비한 공사예비비 추정이 중요하다. 사업의 특성에 따른 불확실성을 반영하여 공사예비비를 추정한다면 사업의 주요 의사결정 시점에서 리스크에 충분히 대비할 수 있을 것이다. 따라서 합리적인 공사예비비 관리를 위해서는 세분화된 의사결정 프로세스에 대한 연구가 필요하며, 본 연구에서는 건설공사 성과분석을 통한 공사예비비 관리 프로세스 제시를 연구의 목적으로 한다. 이를 위하여 초기단계에서 공사예비비를 추정할 수 있는 프로세스를 제시한다. 또한 EVM을 활용하여 시공단계에서 공사비 변동범위를 예측하고, 그 결과를 반영하여 합리적으로 공사예비비를 운영할 수 있는 프로세스를 제시하고자 한다.

키워드: 공사예비비, 리스크, 공정·공사비통합관리, 최종공사비, 성과지수

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업의 초기단계에서는 합리적인 사업비 계획(Cost Planning)을 기준으로 사업을 추진하는 것이 중요하다. 특히 사업비에 대한 영향력이 큰 기획 및 설계단계에서의 정확한 사업비 계획은 사업의 규모와 타당성을 검토하고, 합리적인 현금흐름계획을 가능하게 한다. 그리고 사업비의 문제점을 사전에 파악하고 대응할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 중요하며, 건설사업의 각 단계별 사업비 범위 내에서 보다 효율적인 사업수행에 도움을 줄 수 있다. 또한 시공단계에서의 성과측정 및 최종공사비 추정을 위한 현실성 있는 객관적 기준을 설정하는 역할을 한다.

사업비의 불확실성을 완화하고 합리적인 계획을 위해서는 정확한 견적과 함께 사업의 실패 및 예측하지 못한 리스크 발생 가능성에 대비한 예비비(Contingency) 추정이 중요하다. 사업의 특성에 따른 불확실성을 반영하여 예비비를 추정한다면 사업의 주요 의사결정 시점에서 리스크에 충분히 대비할 수 있을 것이다.

또한 추정된 예비비는 사업의 진행에 따라 효율적으로 관리되어야 한다. 이를 위해서는 사업의 수행과정에서 각 단계별 수행 성과를 객관적으로 측정하고, 측정 결과를 바탕으로 사업의 진행을 예측할 수 있어야 할 것이다.

따라서 합리적인 예비비 관리를 위해서는 세분화된 의사결정 프로세스가 필요하다. 이를 위하여 초기단계에서 리스크 인자를 식별 및 분류하고, 분류된 인자를 정량화하여 적정 예비비를 추정할 수 있는 프로세스를 제시한다. 또한 EVM(Earned Value Management)을 활용하여 시공단계에서 공사비 변동 범위를 예측하여 관리 기준을 설정하고, 그 결과를 반영하여 합리적으로 예비비를 운영할 수 있는 프로세스를 제시한다. 이상의 연구를 바탕으로 성과분석을 통한 건설공사 예비비 관리 프로세스 제시를 연구의 목적으로 한다.

* 일반회원, 동아대학교 대학원 건축공학과 박사과정,

le10002@hanmail.net

** 종신회원, 동아대학교 건축학부 교수, 공학박사(교신저자),

hglee@dau.ac.kr

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공사의 수행방식에 따라 발주공사와 자체공사로 구분하여 공사예비비 관리 프로세스를 제시한다. 제시된 프로세스 중 자체공사를 대상으로 발주자 측면에서 프로세스를 분석한다.

본 연구에서는 변수들간의 관계를 나타내는 타당한 수학적 모형을 설정하기 위하여 회귀분석(Regression Analysis)을 실시한다. 설정된 모형은 공사예비비와 공사수행성과 추정에 사용된다. 이를 위하여 본 연구에서는 리스크 인자와 공정·공사비 측정 자료를 SPSS(Statistical Package for the Social Science)WIN를 사용하여 분석한다.

또한 제시한 프로세스의 유효성을 검증하기 위하여 공공부와 민간부에서 축적된 공사비 자료가 많은 아파트 공사를 대상으로 사례연구를 실시한다.

연구의 흐름은 그림 1과 같으며, 연구의 방법은 다음과 같다.

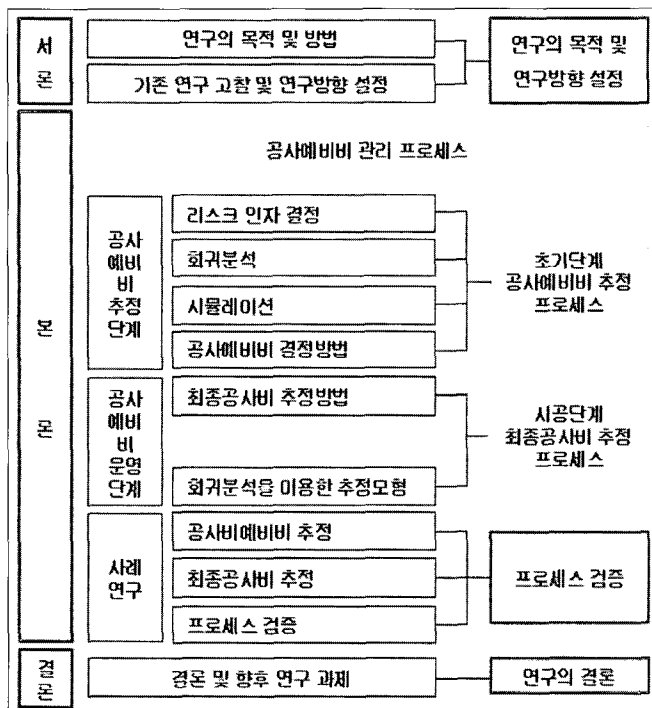


그림 1. 연구의 흐름도

- (1) 공사예비비 관리 프로세스를 제시한다. 프로세스는 추정, 운영, 감사의 3단계로 구성한다.
- (2) 리스크 분석을 통한 공사예비비 추정단계 프로세스를 제시한다.
- (3) 공사 수행단계별 측정요소 및 성과지수 분석 결과를 반영한 공사예비비 운영단계의 프로세스를 제시한다.
- (4) 사례연구를 실시하여 공사예비비 관리 프로세스의 유효성을 확인한다.

2. 공사예비비 관리 프로세스

2.1 공사예비비 관리 프로세스

본 연구에서 제시하는 공사예비비 관리 프로세스는 그림 2, 그림 3과 같다. 공사예비비의 특성상 관리 주체를 결정하는 것이 중요하며, 본 연구에서는 발주자의 입장에서 자체공사와 발주공사로 구분하여 프로세스를 제시한다.

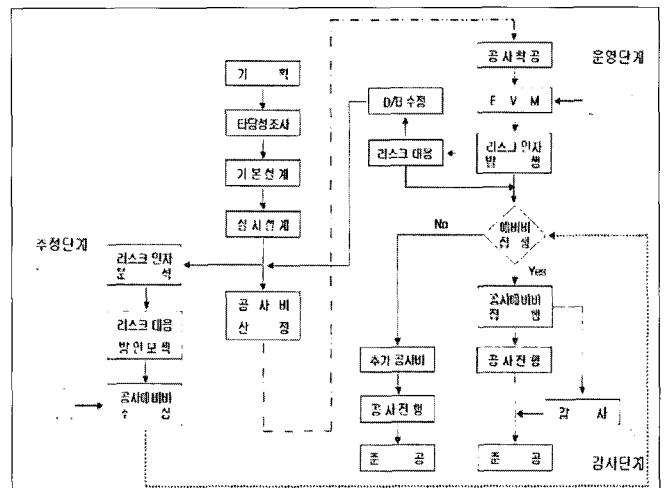


그림 2. 공사예비비 관리 프로세스 - 자체공사

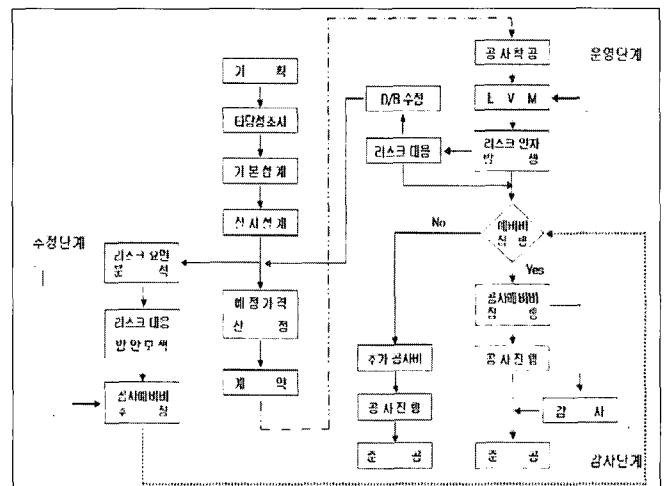


그림 3. 공사예비비 관리 프로세스 - 발주공사

- 공사예비비 관리 프로세스는 크게 공사예비비 추정단계와 운영단계 그리고 감사단계로 구성한다.
- 공사예비비 추정단계에서는 공사의 특성에 적합한 리스크 인자를 식별하여 분류하고, 분류된 리스크에 대한 대응방안으로써 공사예비비를 추정한다.
- 공사예비비 운영단계에서는 공사의 수행에 따른 성과측정 시점별 성과분석 결과와 리스크 발생에 따른 영향정도를 파악하여 EAC(Estimate At Completion)를 추정한다. 그리고 추정된

EAC와 공사예비비를 비교하여 공사예비비의 적합 여부를 확인할 수 있다.

마지막으로 감사단계는 리스크 발생시 사용된 공사예비비의 적합성과 사용금액 그리고 잔여금액에 따른 감사와 정산을 실시하는 단계이다. 감사 및 정산은 건설회사의 예산관련 부서 등과 밀접한 관련이 있기 때문에 본 연구에서는 제외한다.

2.2 공사예비비 추정단계 프로세스

공사예비비 추정단계 프로세스는 그림 4와 같이 3개의 모듈로 구성한다.

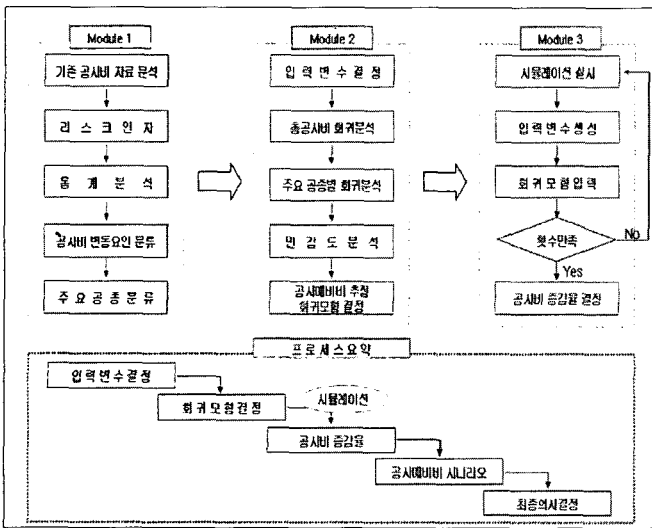


그림 4. 공사예비비 추정단계 프로세스

(1) 공사예비비 추정단계 프로세스에서 가장 중요한 모듈 1에서는 실적자료의 통계적 분석을 실시하여 공사의 특성에 적합한 리스크 인자를 식별 및 분류한다. 모듈 1에서 분류된 리스크 인자는 모듈 2에서 회귀분석을 위한 입력변수로 사용된다.

(2) 모듈 2에서는 회귀분석을 실시하여 공사예비비 추정 회귀모형을 설정한다.

(3) 모듈 3에서는 회귀모형의 입력변수를 생성하기 위하여 다년간 축적된 실적자료를 사용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 실시한다.

2.3 공사예비비 운영단계 프로세스

공사의 수행과정에서 공사비 투입과 공사수행에 영향을 미치는 리스크 인자에 의한 변경사항을 적시에 반영하여 정확한 EAC 추정이 가능하도록 성과를 측정하여 분석할 수 있는 프로세스를 제시한다. 운영단계의 프로세스는 자체공사와 발주공사로 구분하여 그림 5, 그림 6과 같다.

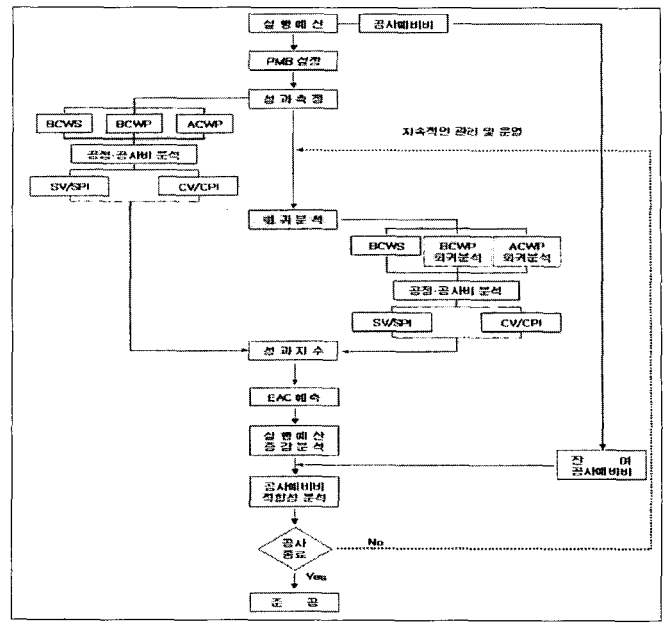


그림 5. 공사예비비 운영단계 프로세스 - 자체공사

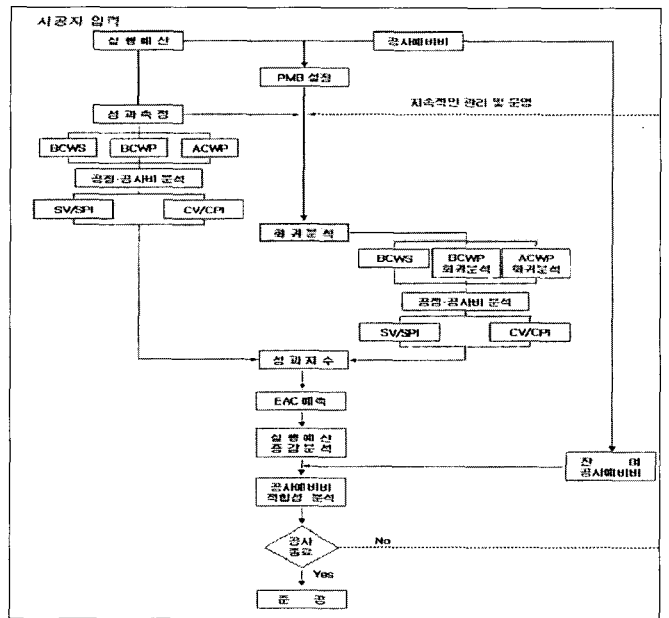


그림 6. 공사예비비 운영단계 프로세스 - 발주공사

회귀분석을 이용한 EAC 추정은 다음과 같다.

- ① 성과측정 시점별 공정·공사비 실적자료를 측정한다.
- ② 측정된 실적자료를 바탕으로 BCWS 대비 ACWP와 BCWP의 증감을 산정한다.
- ③ ACWP와 BCWP의 증감을 바탕으로 각각의 회귀모형을 설정한다.
- ④ 회귀모형에 의한 예측 구간을 설정한다.
- ⑤ 예측된 ACWP와 BCWP에 의한 성과측정 시점별 예상 성과지수를 산정하여 EAC를 추정한다.

회귀분석의 중요한 목적 중 하나는 예측이며, 본 연구에서는 회귀모형에 의한 95% 예측 구간을 산정한다. 설정된 회귀모형을 이용한 새로운 값 $Y(x)$ 를 포함할 확률이 $1-\alpha$ 인 예측구간(prediction interval)은 식 1과 같다.

$$Y(x) = \hat{Y}(x) \pm t_{\alpha/2}(n-2) \cdot s \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x-\bar{X})^2}{S_{XX}}} \quad (\text{식 1})$$

여기서 $\hat{Y}(x)$ 는 적합된 회귀식에 의해 $X=x$ 에서 예측된 Y 의 값, $t_{\alpha/2}(n-2)$ 는 자유도 $(n-2)$ 인 t 분포, s 는 추정의 표준 오차, n 은 표본의 크기, S_{XX} 는 $\sum(x-\bar{X})^2$ 이다.

3. 리스크 인자 및 주요 공종 결정

3.1 입력변수 결정

공사예비비 추정을 위한 입력변수를 결정하기 위하여 대한주택공사의 공사비 분석자료와 표 1과 같이 12개의 아파트를 분석한다.

조사 대상은 1999~2005년 사이에 서울과 부산 근교에서 준공된 아파트를 대상으로 한다.

표 1. 조사대상 아파트 개요

구분	규모	동수	총공사비 (백만원)
A 아파트	지상 10~15층	12개동	60,778
B 아파트	지상 28~35층	2개동	44,830
C 아파트	지상 25층	7개동	55,041
D 아파트	지상 12~15층	6개동	30,700
E 아파트	지상 8~28층	4개동	28,629
F 아파트	지상 23층	4개동	18,135
G 아파트	지상 11층	1개동	3,596
H 아파트	지상 11~12층	4개동	9,574
I 아파트	지상 18~24층	4개동	21,951
J 아파트	지상 17~24층	12개동	37,847
K 아파트	지상 9층	3개동	5,605
L 아파트	지상 24층	8개동	49,662

아파트에서의 리스크 인자를 결정하기 위하여 대한주택공사에서 1995년 하반기부터 2005년 하반기까지의 공사비 변동을 분석하여 제시한 공사비 변동인자를 대상으로 공사예비비의 사용 항목에 적합한 인자를 표 2와 같이 분류한다. 인자의 변동추이는 그림 7과 같다.

내적리스크 중 품질향상(R3)은 계약된 설계도서에 부합하는 적정 품질을 확보하기 위한 재작업 등에 사용된 비용만을 공사비 증감율에 포함한다.

표 2. 리스크 인자

구분	변수명	리스크 인자
내적리스크	R_1	시중노임등락
	R_2	자재비등락
	R_3	품질향상
	R_4	제압비조정
외적리스크	R_5	관련법령개정

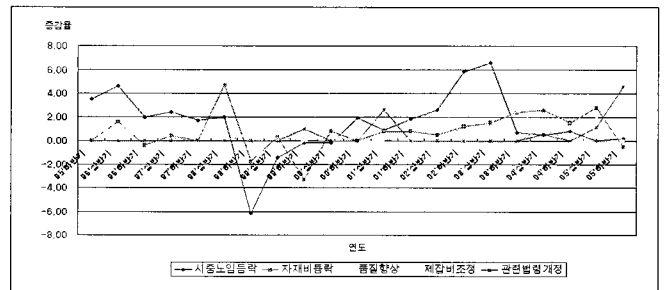


그림 7. 연도별 공사비 변동인자 증감율

3.2 주요 공종 결정

주요 공종을 결정하기 위하여 각 조사대상을 2005년 기준으로 환산한 후 A 아파트를 기준(가장 공사비가 높은 A아파트를 1로 기준)으로 공사규모별 지수와 지역별 지수를 적용하여 표 3과 같이 공사비 지수를 산정한다. 공사비 지수와 공종비중을 곱하여 표 4와 같이 전체 사례 중 해당 사례의 공종별 영향도인 공사비 비중을 결정한다.

표 3. 사례별 공사비 지수

구분	A 아파트	B 아파트	C 아파트	D 아파트	E 아파트	F 아파트
공사비 (백만원)	52,183	34,743	25,907	22,675	22,426	1,746
지 수	1.00	0.76	0.69	0.59	0.43	0.05
구분	G 아파트	H 아파트	I 아파트	J 아파트	K 파트	L 아파트
공사비 (백만원)	10,961	7,713	12,847	23,151	2,989	25,967
지 수	0.29	0.20	0.34	0.61	0.08	0.68

공사비 비중과 공사비 증감율에 의한 공사비 증감율 비중을 가중평균하여 공종별 중요도를 결정한다. 공사비의 증감율이 가장 큰 공종은 철근콘크리트 공사이며 다음으로 기초공사, 가구공사, 수장공사, 타일공사 순이다. 상위 5개 공종의 가중평균의 합이 전체 공종의 77%를 차지한다.

4. 사례연구

4.1 공사예비비 추정단계 프로세스

(1) 회귀모형의 검증

회귀모형 및 개별 회귀계수의 유효성을 검증하기 위하여 다음과 같은 검증 절차를 활용한다.

표 4. 공사비 증감을 비중 산정 - A 아파트

구분	A 아파트			
	공종비중	공사비 비중	공사비 증감율	공사비 증감율 비중
가설	3.38	3.38	-26.88	-0.91
기초	30.17	30.17	-10.94	-3.30
철근	40.00	40.00	-9.94	-3.98
조적	1.17	1.17	-8.10	-0.09
방수	1.86	1.86	-14.13	-0.26
미장	5.07	5.07	-10.19	-0.52
타일	3.09	3.09	-2.24	-0.07
목공사	4.04	4.04	2.77	0.11
단열재	0.00	0.00	0.00	0.00
수장	0.91	0.91	131.62	1.20
도장	0.37	0.37	134.14	0.49
창호	3.60	3.60	10.19	0.37
유리	0.40	0.40	116.07	0.46
금속	0.81	0.81	41.85	0.34
가구	2.50	2.50	185.56	4.64
잡공사	0.22	0.22	147.65	0.33
조경	0.91	0.91	86.24	0.79
기타	1.49	1.49	6.12	0.09

- ① 설정된 회귀모형에 대한 모형의 적합도 검증
 - 결정계수(R²)를 활용(0.7 이상)
 - 유의수준 5%에서 F 검증
 - F값에 대한 P값과 유의수준과의 비교·분석
- ② 개별회귀계수에 대한 해석 및 검증
 - 검정통계량 t의 P값과 유의수준 비교분석
 - 분산팽창요인에 의한 다중공선성 검증(VIF < 10)

(2) 회귀모형 결정

공사비에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 변수들의 설명력을 알아보기 위하여 회귀분석을 실시한다. 독립변수들 중에서 회귀모형에 포함되어야 하는 변수를 선택하기 위하여 단계선택 방법(stepwise selection)을 사용하였으며, 공사비 증감을 회귀 분석 결과 Y는 식 2와 같다.

$$Y = 1.269 + 0.138Y_1 + 0.409Y_2 + 0.0425Y_3 + 0.01053Y_4 \quad (\text{식 } 2)$$

(Y₁: 기초공사비 증감율, : Y₂ 철근콘크리트공사비 증감율, Y₃: 타일공사비 증감율, : Y₄ 가구공사비 증감율)

각 공종별 증감을 회귀분석 결과는 식 3~식 6과 같다.

$$Y_1 = -53.548 + 17.093R_1 + 6.072R_2 + 13.824R_3 \quad (\text{식 } 3)$$

$$Y_2 = -26.454 + 6.071R_1 + 4.040R_2 + 9.765R_4 \quad (\text{식 } 4)$$

$$Y_3 = -24.350 + 12.534 R_1 - 6.742R_3 \quad (\text{식 } 5)$$

$$Y_4 = -27.458 + 14.720R_1 + 11.932R_3 \quad (\text{식 } 6)$$

(3) 입력변수 생성 시뮬레이션

실적자료를 바탕으로 회귀모형의 입력변수를 좀 더 실제 상황에 가깝게 생성하기 위해 Palisade 사의 BestFit 4.5에 의해 생성된 발생확률의 빈도는 그림 8의 좌측 그래프와 같다.

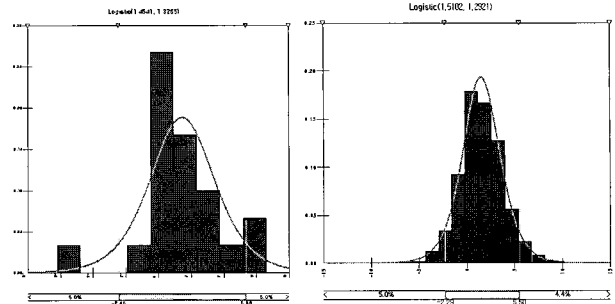


그림 8. 시뮬레이션 결과 - 시중노임등락

또한 대상 공사의 입력변수에 대한 발생확률 범위에 @RISK 4.5를 사용하여 각 리스크 인자의 1000회 시뮬레이션을 생성한다. 각 인자별 시뮬레이션은 해당 공사의 개별 인자에 대한 증감을 예측치를 제공한다. 증감을 예측치의 시뮬레이션 결과는 그림 8의 우측 그래프와 같다. 생성된 리스크 인자의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 공종별 공사비 증감율을 결정할 수 있다.

(4) 공종별 공사비 증감을 결정

리스크 인자의 시뮬레이션 결과 생성된 증감을 예측치를 이용하여 식 3~식 6에 의한 주요 공종의 공사비 증감율을 결정하면 그림 9와 같다.

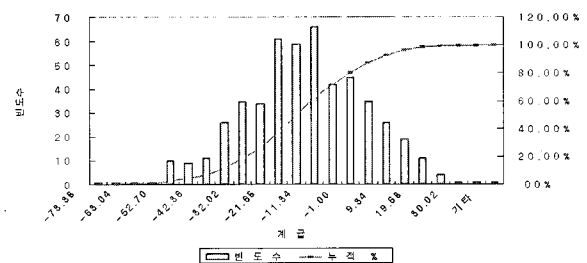


그림 9. 공종별 증감을 - 철근콘크리트공사

(5) 공사비 증감을 결정

리스크 인자와 주요 공종의 증감을 예측치를 이용하여 식 2에 의한 공사비 증감율을 결정하면 그림 10과 같다.

12개 사례에 대하여 제안방법과 기존의 계약금액에 대한 백분율(10%)로 결정된 공사에비비를 공사비 증감액과 비교하여 프로세스의 유효성을 확인하면 그림 11과 같다.

분석결과 검증대상 아파트 12개 모두 본 연구에서 제안한 공

표 5. EAC 추정 대상 아파트 개요

구 분	세대수	실행예산 (백만원)	공사기간	완료 후 공사비 (백만원)
A 아파트	671세대	60,778	24개월	64,353
B 아파트	511세대	44,830	36개월	49,031
C 아파트	748세대	55,041	35개월	59,862
D 아파트	335세대	30,700	16개월	30,522
E 아파트	392세대	28,629	29개월	28,986

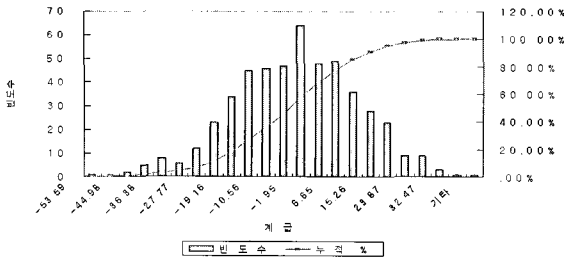


그림 10. 공사비 증감을

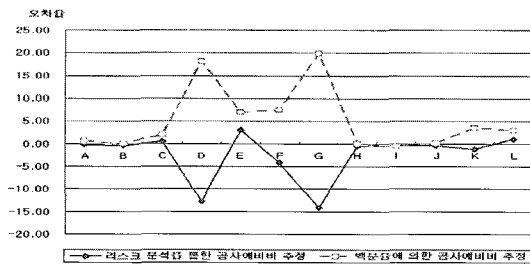


그림 11. 공사예비비 추정 오차율

(2) 성과측정

공사수행 단계별 측정요소(ACWP, BCWS, BCWP)에 따른 CPI와 SPI를 분석하였다. 30% 시점에서의 측정요소 및 성과지수는 표 6과 같다.

표 6. 30% 시점에서의 측정요소 및 성과지수

구 분	측정 요소(백만원)			성과지수	
	ACWP	BCWP	BCWS	CPI	SPI
A 아파트	19,283	14,301	18,328	0.742	0.780
B 아파트	16,994	14,561	13,584	0.857	1.072
C 아파트	17,541	16,128	16,639	0.919	0.969
D 아파트	9,099	8,025	9,889	0.882	0.812
E 아파트	8,603	8,317	8,729	0.967	0.953

사예비비 추정 방법이 백분율에 의한 방법보다 오차율이 적은 것으로 분석되었다. 특히 제안방법의 경우 사례별 시뮬레이션을 개별적으로 실시하여 공사의 특성을 반영한 시나리오를 선정하고, 공사예비비를 결정한다면 오차율은 더욱 줄어들 것으로 판단된다. 따라서 리스크 분석을 통한 공사예비비 추정단계 프로세스가 유효하다고 할 수 있다.

그림 11에서 알 수 있듯이 공사의 수행과정에서 리스크에 의한 공사비와 공기에 대한 영향이 크게 발생하는 사례의 경우 기존방법과 제안방법에서 오차율의 차이가 크게 나타나지 않았다. 그러나 D, F, G 사례와 같이 리스크에 의한 영향이 적게 발생하였거나, 발생하지 않은 경우에는 오차율에서 큰 차이가 나타났다. 그 이유는 기존방법과 제안방법 모두 초기단계에서 리스크 인자의 발생 가능성을 예상하여 공사예비비를 추정함으로써 실제 공사의 수행성과를 반영하지 못하기 때문이다.

따라서 효율적인 공사예비비 관리를 위해서는 실제 공사수행 성과를 반영하여 공사예비비의 적합성을 검토할 수 있는 단계가 필요할 것이다.

4.2 공사예비비 운영단계 프로세스

(1) 사례 개요

회귀분석을 이용한 EAC 추정 회귀모형을 제시하기 위하여 성과측정 시점별 성과분석이 가능한 5개의 사례를 분석한다. 사례의 개요는 표 5와 같다.

30% 시점에서 CPI의 경우 모든 공사에서 CPI<1로 공사비가 과다 지출되고 있으며, SPI의 경우 B 사례를 제외한 나머지 사례에서는 SPI<1로 공사가 계획 공정보다 지연되고 있는 것으로 나타났다. 30% 시점까지의 측정결과를 바탕으로 ACWP와 BCWP 증감 회귀모형을 설정한다. 이와 같은 방법으로 각 성과측정 시점별 측정결과를 바탕으로 회귀모형을 설정할 수 있다. 각 단계별 회귀모형을 바탕으로 추정된 EAC는 표 7과 같다.

본 연구에서 제시하는 공사예비비 운영단계 프로세스는 성과측정 시점까지의 결과만을 분석하는 것이 아니라 성과측정 결과를 반영하여 잔여 공사의 각 예정 성과측정 시점의 결과를 예측함으로써 의사결정자에게 좀 더 공사관리에 대한 정확한 정보를 제공할 수 있다. 또한 예측결과를 단일 값으로 제시하는 기존방법을 보완하기 위하여 상한, 기본, 하한의 추정 범위를 제시함으로써 의사결정자에게 폭넓은 정보를 제공할 수 있다.

따라서 공사예비비 운영단계 프로세스가 유효한 것으로 판단된다.

4.3 공사예비비 관리 프로세스 검증

(1) 사례 개요

추정단계와 운영단계의 사례연구를 바탕으로 공사예비비 관리 프로세스에 대한 유효성을 검증한다. 사례의 개요는 표 8과 같다.

(2) 공사예비비 추정단계

앞서 제시된 식 2~식 6을 사용하여 공사예비비를 추정한다.

표 7. 30% 시점에서 회귀분석에 의한 EAC 추정 - A 아파트의 경우

단위 : 백만원

기존 EAC		30%			제안 EAC (기본)		30%	50%(예정시점)	80%(예정시점)				
		CPI	SPI	ACWP			BCWP	CPI	SPI	ACWP	BCWP		
A 식	EAC	81,952				81,952	85,040	84,916					
	B 식	78,847				78,847	82,408	83,241					
	C 식	99,599				99,599	102,418	95,851					
	D 식	81,306				81,306	84,491	84,567					
제안 EAC (하한)		30%			제안 EAC (상한)		30%	50%(예정시점)	80%(예정시점)				
		CPI	SPI	ACWP			BCWP	CPI	SPI	ACWP	BCWP		
		A 식	EAC	81,952			82,760	82,831	A 식	EAC	81,952	87,455	87,114
		B 식	EAC	78,847			80,163	81,229	B 식	EAC	78,847	84,767	85,366
C 식	EAC	99,599	97,493	91,998	C 식	EAC	99,599	107,823	100,070				
D 식	EAC	81,306	82,222	82,497	D 식	EAC	81,306	86,896	86,750				

A식: $EAC = ACWP = (BAC - BCWP) / CPI$

B식: $EAC = ACWP = (BAC - BCWP) / SPI$

C식: $EAC = ACWP = (BAC - BCWP) / (CPI \times SPI)$

D식: $EAC = ACWP = (BAC - BCWP) / (0.8 \times CPI = 0.2 \times SPI)$

표 8. 공사예비비 관리 프로세스 검증 대상 아파트 개요

구 분	실행예산 (백만원)	완료 후 공사비 (백만원)	공사예비비 (백만원)
M 아파트	24,662	25,994	1,726
N 아파트	53,409	60,021	6,943

표 9. 30% 시점에서의 측정요소 및 성과지수

구 분	측정요소(백만원)			성과지수	
	ACWP	BCWP	BCWS	CPI	SPI
M 아파트	7,585	6,611	7,220	0.872	0.916
N 아파트	14,983	12,732	16,106	0.850	0.790

추정을 위하여 각 사례에 대한 입력변수 시뮬레이션 결과는 그림 12와 같다.

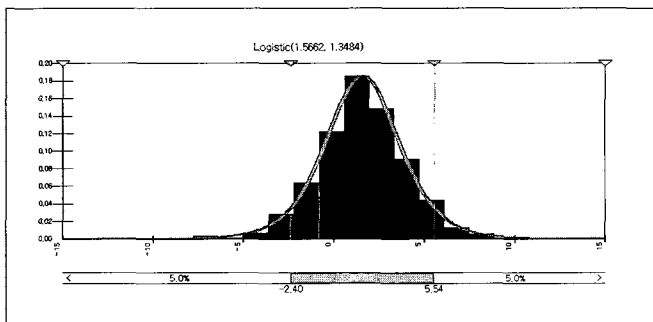


그림 12. 시뮬레이션 결과 - M 아파트 시중노임등락

시뮬레이션 결과와 공사예비비 추정 회귀모형을 통하여 추정된 공사예비비는 표 8과 같다.

(3) 공사예비비 운영단계

공사수행 단계별 측정요소(ACWP, BCWS, BCWP)에 따른 CPI와 SPI를 분석한다. 30% 시점에서의 측정요소 및 성과지수는 표 9와 같다.

30% 시점에서 CPI의 경우 모든 공사에서 $CPI < 1$ 로 공사비가 과다 지출되고 있으며, SPI < 1로 공사가 계획 공정보다 지연되고 있는 것으로 나타났다. 30% 시점까지의 측정결과를 바탕으로 ACWP와 BCWP 증감 회귀모형을 설정하게 되며, 회귀모형을 바탕으로 추정된 EAC는 표 10과 같다.

(3) 결과 분석

사례연구 결과를 정리하면 표 11과 같다.

표 11. 공사예비비와 EAC 비교

단위 : 백만원

분류	실행 예산	완료 후 공사비	기존 EAC 추정값	제안된 EAC 추정값		초기 공사예비비	
				30% 시점	예상 90% 시점		
M 아파트	24,662	25,994	27,301	27,301	상한	27,643	1,726
					기본	27,578	
					하한	27,521	
N 아파트	53,409	60,021	62,853	62,853	상한	65,055	6,943
					기본	61,934	
					하한	58,647	

각 사례의 실행예산과 완료 후 공사비를 비교한 결과 초기단계에서 추정된 공사예비비가 리스크를 완화하기에 충분하다는 것을 알 수 있다.

EAC 추정 결과 M 사례의 경우 리스크 발생에 따른 영향이 반영된 예상 90% 시점에서는 EAC 추정값이 더욱 증가하는 것으로 분석되었다. 만약 기존의 방법과 같이 30% 시점까지의 결과만 알 수 있다면 27,301백만원의 EAC에 대비한 공사관리가 이루어질 것이다. 그러나 본 연구에서 제안하는 방법에서는 30% 시점까지와 같이 공사관리가 수행될 경우 90% 시점에서는 27,643백만원까지 EAC가 증가할 수 있다는 것을 알 수 있다.

N 사례의 경우 30% 시점까지와 같이 공사관리가 수행될 경우 예상 90% 시점에서의 EAC 추정값이 30% 시점보다 감소하여 완료 후 공사비에 근접하는 것으로 분석되었다. 또한 회귀모형에 의하여 최소 58,647백만원에서 최대 65,055백만원까지 변동 가능성이 있다는 것을 알 수 있다.

각 성과측정 시점별 공사비 증감비용과 공사예비비의 차이는 그림 13과 같다.

N 아파트의 경우 공사의 중기단계로 갈수록 공사예비비의 오차율은 감소하지만, 마감공사의 급속 진행에 따라 60% 지점 이후부터 다시 오차율이 증가하는 것으로 분석되었다.

따라서 공사예비비 관리 프로세스를 적용할 경우 공사비의 변동에 따라 초기단계에서 추정된 공사예비비의 적합성 및 변경을 위한 정확한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구는 초기단계에서 리스크 인자를 반영한 공사예비비 추정과 공사수행에 따른 성과분석을 통하여 공사예비비의 효율적인 관리를 위하여 공사예비비 관리 프로세스를 제시하였으며,

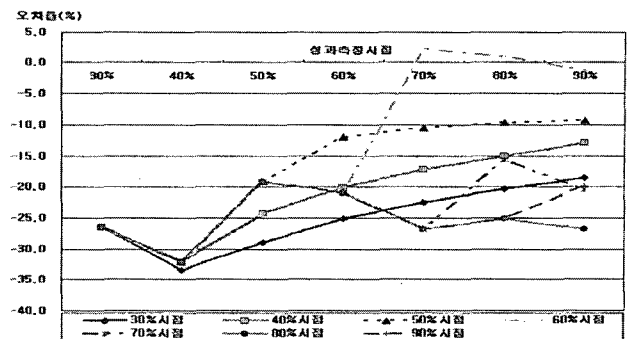


그림 13. 공사비 변동비용과 공사예비비 오차율 - N 아파트

사례연구를 통해 유효성을 확인하였다.

연구 결과는 다음과 같다.

(1) 기존의 백분율에 의한 공사예비비 추정방법의 문제점을 해결하기 위하여 리스크를 반영하여 공사예비비를 추정하는 프로세스를 제시하였다. 식별된 리스크 인자에 대하여 회귀모형을 설정하였으며, 사례연구 결과 기존방법보다 오차율이 적은 것으로 분석되었다.

(2) 공사예비비 운영단계 프로세스의 경우 제안방법에 의한 EAC 추정과 기존방법에 의한 EAC 추정을 비교·분석한 결과 제안방법에 의한 EAC 추정이 성과측정 결과에 의한 잔여 공사의 영향 정도를 예측하는데 효과적인 것으로 판단된다.

공사예비비에 대한 전략적 결정을 할 때 회귀분석이나 시뮬레이션, 기타 부가적인 분석의 결과는 최종 결정이 아니며, 불확실한 여건하에서 실행하는 의사결정 과정의 하나일 뿐이다.

따라서 본 연구에서 제안하는 프로세스는 공사수행에 따라 의사결정자의 정확한 결정을 위하여 정확하고 폭넓은 정보를 제공할 수 있다는데 의의가 있다고 할 수 있다.

그러나 본 연구에서 제안한 공사예비비 관리 프로세스는 공사수행과정에서 여러 단계를 거쳐 반복적으로 진행됨으로 의사결

표 10. 30% 시점에서 회귀분석에 의한 EAC 추정 - N 아파트

단위: 백만원

기존 EAC	30%								제안 EAC (기본)										
		CPI	0.850								CPI	0.850	0.837	0.845	0.852	0.857	0.860	0.862	
		SPI	0.790								SPI	0.790	0.761	0.762	0.763	0.763	0.763	0.764	
		ACWP	14,983								ACWP	14,983	19,791	24,296	29,280	33,939	38,169	42,952	
		BCWP	12,732								BCWP	12,732	16,557	20,540	24,948	29,068	32,810	37,040	
A 식	EAC		62,853								A 식	EAC	62,853	63,842	63,173	62,681	62,357	62,133	61,934
제안 EAC (하한)	30%								제안 EAC (상한)										
		CPI	0.850	0.890	0.897	0.902	0.906	0.906		0.911	CPI	0.850	0.792	0.802	0.809	0.814	0.818	0.821	
		SPI	0.790	0.738	0.740	0.742	0.743	0.743		0.744	SPI	0.790	0.784	0.784	0.784	0.784	0.783	0.783	
		ACWP	14,983	18,040	22,237	26,882	31,223	35,165		39,622	ACWP	14,983	21,543	26,354	31,678	36,654	41,174	46,282	
		BCWP	12,732	16,063	19,949	24,259	28,288	31,947		36,083	BCWP	12,732	17,060	21,132	25,638	29,849	33,673	37,997	
A 식	EAC	62,853	60,017	59,535	59,182	58,950	58,789	58,647	A 식	EAC	62,853	67,442	66,607	65,992	65,586	65,304	65,055		

정 참여자들의 의사결정체계 확립을 위한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 강근석 · 김충락(2001). 회귀분석, 교우사
2. 김대현(2001). 건설공사 예비비제도의 국내 도입방안에 관한 연구, 영남대학교 석사학위논문
3. 김덕수(2005). 공공프로젝트의 성과관리 발전방안에 관한 연구, 한남대학교 석사학위논문
4. 김우영(2005). “국내 EVM 현황과 전망.” 건설관리, 제6권 제4호, 한국건설관리학회, pp. 23~27.
5. 김창학(1998). 건설사업 입찰단계의 리스크 분석 모델 개발, 중앙대학교 박사학위논문
6. 노대성(2000). 국내 공동주택공사에서의 공종별 영향분석에 의한 비용 리스크 관리 방법, 호서대학교 석사학위논문
7. 박근준 · 전재열 · 노대성(1999). “공동주택공사에서의 공종별 영향분석에 의한 비용 리스크 관리방법에 관한 연구.” 대한건축학회논문집(구조계) 제15권 제4호, pp. 141~149.
8. Geoffrey Rothwell(2005). “Cost Contingency as the Standard Deviation of the Cost Estimate.” Cost Engineering Vol. 47/No. 7, pp. 22~25
9. Quentin W.Fleming. and Joel M. Koppelman(2000). Earned Value Project Management, Project Management Institute

논문제출일: 2006.12.06

심사완료일: 2007.02.27

Abstract

To reduce uncertainties and make rational plans, the presumption of contingency against a failure of projects and an occurrence of unpredictable risks is important with accurate estimations as the work progressing. Therefore, if the presumption of contingency reflecting uncertainties carries out at a decision making point of time, be able to prepare for risks.

The purpose of this paper is to present a management process of contingency through the performance analysis of project. In the cost planning phase, this study offers a process which is predictable contingency and predicts the range of fluctuation of the cost, taking an advantage of EVM in construction phase. With reflecting the results from this procedure, this study presents a process, rationally manageable contingency.

Keywords : Contingency, Risk, EVM, EAC, Performance Index