

Contingency and Management Reserves Estimation Method for Project Budget

Hyukchun Kwon · Changwook Kang[†]

Department of Industrial and Management Engineering, Hanyang University

프로젝트 예비비 편성 방법에 관한 연구

권혁천 · 강창욱[†]

한양대학교 ERICA Campus 산업경영공학과

Many organizations have transformed their business in order to survive and compete in the future. They generate projects by creating a vision, using strategies and objectives with funds aligning strategies and make efforts to complete them successfully because project success leads to business success. All projects have triple constraints such as scope, time, and cost to be completed. Project cost performance is a key factor to achieve project goals and which is mostly related with risks among various cost drivers. Projects require a cost estimation method to complete them within their budget and on time. An accurate budget cannot be estimated due to the uncertainties and risks. Thus some additional money should be funded in addition to the base budget as a contingency reserve for identified risks and a management reserve for unidentified risks. While research on contingency reserve for identified risks included in project budget baseline have been presented, research on management reserve for unidentified risks included in total project budget is still scarce. The lack of research on estimation method and role of the management reserve have made project managers little confidence to estimate project budget accurately with reasonable basis. This study proposes a practical model to estimate budgets including contingency and management reserves for not only project cost management but also to keep the balance of organization's total funds to maximize return on investments for project portfolio management. The advantages of the proposed model are demonstrated by its application to construction projects in Korea and the processes to apply this model for verification are also provided.

Keywords : Project Cost Management, Project Risk Management, Contingency Reserve, Management Reserve

1. 서 론

고객의 요구와 기대치가 기술 발전과 함께 급속하게 변해 가는 현재의 비즈니스 환경에서 많은 기업들은 생존을 위해 끊임없이 변화를 추진하고 있다. 기업이 비전을 설정하고 그것을 달성하고자 목표와 전략을 수립하고 프로젝트를 기획하여 수행하는 것도 변화관리를 위한 것

이다. 이러한 이유로 많은 기업에서 프로젝트를 성공적으로 완료하기 위하여 정해진 예산과 기한 내에 완료 하려고 노력한다. 이는 곧 프로젝트의 성공이 기업 비즈니스의 성공이기 때문이다. 그러나, 프로젝트 수행에 반드시 동반하는 리스크와 불확실성(Uncertainty)에 의해 정해진 범위, 시간, 일정, 즉 삼중 제약 속에서 성공적인 프로젝트 완료를 위한 관리가 결코 쉬운 일은 아니다. 따라서 정확한 프로젝트 예산 편성으로 기업의 전략적 변화에 필요한 총체적 재무 관리에 영향을 주지 않기 위해 많은 노력을 기울여 오고 있다. 한정된 자원 속에서 프로

Received 2 December 2015; Finally Revised 29 January 2016;
Accepted 3 February 2016

[†] Corresponding Author : cwkwang57@hanyang.ac.kr

젝트를 성공적으로 완수함으로써 최대한의 비즈니스 가치를 높이고자 하는 것이 포트폴리오 관리인데, 프로젝트에 투입된 비용이 예산을 초과하면 해당 프로젝트를 중단하거나 추가 자금을 더 투입하여야 한다, 이는 곧 기업 전반의 자금 및 재무관리에 영향을 주게 된다. 반면, 프로젝트 예산이 충분하여 자금이 남게 되면, 이 또한 다른 비즈니스에 투자의 기회를 상실하게 되는 결과를 초래한다. 프로젝트 예산은 여러 예산 편성 요인 가운데 리스크와 가장 밀접한 관계가 있고 영향을 받는다. 프로젝트 수행 중 리스크에 의하여 예산을 초과하는 것을 리스크 원가(Risk Cost)라고 하는데[12, 17, 27], 프로젝트 관리에서 가장 중요한 요소이다[14, 16, 25]. 특히, 프로젝트 예산 편성은 기획 단계에서 수립하게 되는데, 이는 프로젝트 수명 주기에서 초기 단계에 해당되며 기획 수립에 필요한 정보나 데이터가 가장 부족한 상태이기도 하다[22, 26]. 프로젝트 초기에 정확한 예산 편성이 자본을 투입하는 후원 기업(Sponsoring organization)에 있어서는 더욱 중요한 의미를 갖는다[20]. 특히 인프라 구축 프로젝트나 건설 프로젝트에서는 계획 외의 범위 추가(Scope creep)가 빈번하게 일어나며 일반화 되어 가고 있어 보다 정확한 프로젝트 예산이 요구된다[23]. 프로젝트 예산이 곧 자금 계획과 재무관리의 기초가 되기 때문이다[1]. 이와 같이 정보가 부족한 상태에서 불확실성과 리스크에 대응하고자, Project Management Institution(PMI)[21]에서는 예비비를 두 가지로 구분하였다. 첫 번째는 식별 가능한 리스크를 대응하기 위해 준비하는 우발 예비비(Contingency Reserve)이며, 두 번째는 식별 가능한 리스크 외의 식별 불가능 리스크를 대응하기 위한 경영 예비비(Management Reserve)로 나눈다. 이것들을 Known-unknown과 Unknown-unknown으로 구분하기도 한다[4, 13]. 예산 편성을 보다 정확하게 하기 위한 필요성이 계속 요구되어 왔으며, 이는 프로젝트 단위의 예산 관리뿐만 아니라, 포트폴리오의 자금 관리를 위해서 이기도 하다. 기존의 예비비 편성에 관한 연구는 많은 연구자들에 의해 발표 되었으나, 이는 우발 예비비(Contingency reserve) 편성에 관한 것일 뿐, 경영 예비비(Management reserve) 편성에 관하여는 연구 사례가 없으며, 또한 건설 프로젝트의 약 90%는 예산을 과소 산정하거나 50~100% 정도의 예산 초과가 일반화 되어 있는 상황이다[11]. 이는 총 자금을 운영하는 포트폴리오 관리자의 입장에서는 재무 관점에서의 자금 편성에도 영향을 받게 된다. 따라서 본 연구의 목적은 리스크가 프로젝트 원가에 많은 영향을 주는 것이므로, 보다 정확한 예산을 편성하는데, 기존의 식별 가능한 리스크에 대응하는 원가 산정 방법만으로는 정확한 예산 산정을 기대하기에 어려움이 있어 이를 보완하고자, 식별 가능한 리스크와 불가능한 리스크 모두를 포함한 리스크

에 대응하는 우발 예비비와 경영 예비비를 삼점 산정법(Three-Point Estimating)과 통계적 기법[26]을 사용하여 예비비 편성모형을 제시하여 기업의 자금 및 재무 관리의 효율성을 높이기 위함이다.

2. 기존 연구

기존의 연구자들은 식별 가능한 리스크에 대한 우발 예비비(Contingency reserve)만을 편성하는 방법을 제시하였으며, 식별 불가능한 리스크는 연구 대상에서 제외시키거나[1], 통제 불가능[6]으로 설정하여 연구범위에서 제외 하였다. 식별 불가능한 리스크에 대비 한 경영 예비비(Management reserve)도 총 프로젝트 예산 범위에 포함 됨에도 불구하고 아직 기존의 연구에는 사례가 없는 실정이다. PMI[21]에서 발행한 프로젝트 관리 지식체계(PMBOK Guide 5th)에 의하면 경영 예비비는 리스크 발생 시, 프로젝트 관리자 보다 상위자에게 승인을 득하고 사용하도록 설명 되어있다. 이는 우발 예비비는 프로젝트 원가 기준선(Project Budget Baseline)에 포함되어 프로젝트 관리자가 통제 가능하다, 그것은 기획 단계에서 이미 발생 가능한 리스크를 식별 하여 그에 대한 대응책을 프로젝트 관리자가 수립하여 대응이 가능하기 때문이다, 반면, 경영 예비비는 프로젝트 총 예산에는 포함되지만 관리 및 통제는 차 상위자인 프로그램 관리자 혹은 프로젝트 임원의 승인 하에 두었다, 이것은 프로젝트 관리자가 사전에 예상하지 못한 리스크에 대한 대응책으로 프로젝트 관리자의 책임과 권한 외의 업무이기도 하며, 예비비의 사용에 있어 프로젝트 관리자의 실수나 다른 사유로 인해 추가된 원가를 보존하는데 쓰임을 막기 위함이기도 하다. 기존의 연구자의 예비비 산출 방법에는 총 프로젝트 예산의 일정 퍼센트를 할당하는 Traditional percentage model[18, 21]이 제시되기도 하였으나 이는 금액 설정 규정이 모호하고 논리적 근거를 제시하기 곤란하며[24], Fuzzy 이론을 이용한 Fuzzy Expert System[5, 9, 14]과 Artificial Neural Networks[7, 27]가 우발 예비비 편성에 응용된 사례가 있으나, 이는 리스크에 대비한 예산 금액의 산정보다 리스크 발생 확률 모델에 더 적합한 것이다[1]. 소프트웨어 프로젝트에 사용한 Gamma distribution[25], 그리고 Scenario-based method[3, 12] 등이 우발 예비비의 예산 편성에 사용되었으며, Monte Carlo Simulation[2, 8, 10]과 Regression models[15]이 이용된 연구가 발표 되었으나, 이는 총 프로젝트 예산을 예측하는 통계적 기법으로 리스크에 의한 우발 상황에 대응하는 우발 예비비 예산 편성 보다는 전체적 예산의 규모를 예측하는데 주로 사용되었다. 이와 같이 프로젝트 관리 분야에서 많은

연구자들에 의해 예산 편성에 관한 연구가 지속적으로 있었으나, 식별 가능한 리스크에 대비한 우발 예비비 설정 및 편성에 관한 내용이고, 총 프로젝트 예산에 포함되는 경영 예비비는 연구 사례가 미비하였다, 결론적으로 경영 예비비의 산정 방법이 필요한 이유는 총 프로젝트 예산에 포함되어 있어, 다 수의 프로젝트를 관리하는 프로그램이나 포트폴리오 관리자 입장에서도 중요하다. 또한 총 소요 자금의 산정은 각 개별 프로젝트의 예산의 총합으로 이루어지며 전사적 자금관리에도 필요하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 기업의 변화 관리를 위한 프로젝트의 기획에서 수행, 종료 단계까지 프로젝트 관리에 필요한 총 예산의 정확성을 높이기 위해, 경영 예비비 편성에 관한 새로운 모델을 제시 하고자 한다. 이는 다수의 프로젝트를 관리하는 포트폴리오 관리에서도 총 소요 자금의 예측에 필요한 요소이기도 하기 때문이다.

3. 이론적 배경

3.1 프로젝트 예산 요소

프로젝트 예산 구성 항목은 리스크와의 관련성을 고려하여 분류하면, 다음과 같이 두 가지 항목으로 구분 할 수 있다. 리스크의 발생 유무와 전혀 관련 없는 것을 Point Estimate(PE)라고 하고 리스크의 발생에 따라 그에 대응하기 위해 편성하는 리스크 원가(Risk cost) 항목으로 구분 되는데, 우발 예비비는 식별 가능한 리스크의 대응을 위한 것이고, 경영 예비비는 식별 불가능한 리스트의 대응을 위한 예비비이다. 프로젝트 총 원가는 각 작업 패키지 원가의 합으로 구성되는데, 여기에 우발 예비비가 포함되어 프로젝트 원가 기준선을 만든다, 경영 예비비는 원가 기준선에 포함되지 않으며 프로젝트 총 원가에 포함 된다. 이것을 수식으로 표현하면,

$$\begin{aligned} PB_{total} &= (WP_{1+} + WP_{2+} + WP_{3+} + \dots + WP_i) + R_m \\ &= (PE_{1+} + R_{c1}) + (PE_{2+} + R_{c2}) + (PE_{3+} + R_{c3}) \\ &\quad + \dots + (PE_i + R_{ci}) + R_m \\ &= (PE_{total} + R_c) + R_m = PB_{baseline} + R_m \end{aligned} \quad (1)$$

PB_{total}	Total project budget
$PB_{baseline}$	Project Cost baseline
WP_i	Budget of work package i
PE_i	Point estimate of work package i
R_{ci}	Contingency reserve of work package i
R_c	Contingency reserve of the project
R_m	Management reserve of the project

3.2 삼점 산정법(Three-Point Estimate)

각 작업 패키지의 PE를 산정하기 위하여 삼점 산정법이 사용되기도 한다[3, 21]. 이는 과거의 유사 프로젝트 경험이나 정보가 부족한 프로젝트 기획 초기에 정확성을 기하기 위하여 사용하는 방법으로 비관치(Pessimistic value), 최빈치(Most likely), 그리고 낙관치(Optimistic)로 정하는데, 이 값들은 리스크를 고려하지 않은 값으로, 대부분 최빈치를 PE 값으로 정한다. 또한 작업 패키지는 각각 같은 성질을 가지고 독립적이라고 가정하면, 작업 패키지는 삼각 분포(Triangular distribution)를 따른다[27]. 이 삼각분포곡선을 이용한 누적 S 곡선 상에서 각 기업의 경험과 과거의 실적, 성숙도 정도에 따라 PE 값의 위치를 정한다. 본 연구에서는 최빈치 값으로 정하며, 삼각 분포와 S 곡선은 @Risk ver. 6.0.0, 1,000회 시행하여 작성하였다.

3.3 신뢰 수준(Confidence Level)

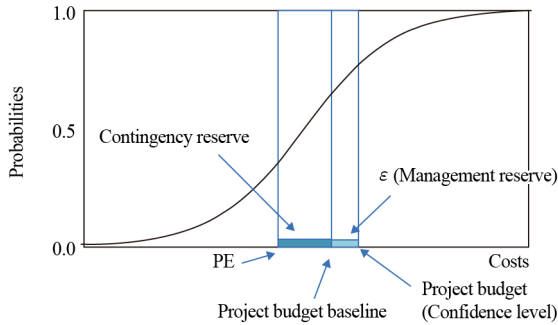
경영 예비비(Management reserve)는 우발 예비비(Contingency reserve)와 달리 식별 할 수 없는 리스크(Unknown-unknown, Unidentified risk)에 대한 대응 비용을 정량화 하는 것으로 이는 현실적으로 매우 어려운 일이다. 리스크에는 발생 가능 확률(Probability)과 프로젝트 결과물에 미치는 영향(Impact)을 추정하여 대응 값을 정하게 되는데, 경영 예비비는 이를 추정 할 수 없다, 따라서 과거의 경험이나 축적된 정보를 이용하여 앞서 규정한 정규분포 곡선을 이용하여 신뢰 수준을 정한다. 식 (1)을 다시 정리하면,

$$\begin{aligned} PB_{total} &= (PB_{total} + R_c) + R_m \quad (2) \\ &= (PE_{total} + \alpha) + (R_c + \beta) + \gamma \\ &= (PE_{total} + \alpha) + R_c + (\beta + \gamma) \\ &= (PE_{total} + \alpha) + R_c + \epsilon \end{aligned}$$

α	Unplanned works for PE by errors
β	Unplanned works for RC by errors
ϵ	Management reserve(R_m)

α 값은 기업의 성숙도, 경험에 의하여 변하는 값으로 교육, 훈련 등으로 향상 되는 것이므로 본 연구에서는 제외하기로 한다. β 는 식별 가능한 리스크에 대응하는 예비비를 산정하였으나, 산정 값에 대한 오차, 즉, 프로젝트 팀의 과오에 의한 것으로 이 값도 역시 경영 예비비(Management reserve)에 포함한다. 신뢰 수준은 ϵ 값 즉, 경영 예비비를 정하는 것으로 미식별 리스크, 잔존 리스크, 그리고 이차 리스크를 모두 포함한 총체적 리스크를 대응 할 수 있는 수준의 값을 정한다[3, 19]. 결론적으로

경영 예비비는 프로젝트 원가 기준선과 신뢰 수준의 차이 값으로 표시되는데, 프로젝트 관리의 성숙도가 높아질수록 그 값이 작아짐을 추정 할 수 있다. 도식으로 <Figure 1>과 같이 표현 할 수 있다.



<Figure 1> Total Project Budget and Confidence Level

4. 연구 모형

본 연구는 리스크 발생에 대한 대응 비용의 정량화를 위하여 제시하는 모델로서 리스크 평가와 금액 산정에 종래의 결정적 프로세스 모형(Deterministic model)보다 더 유용한 통계적 프로세스(Stochastic process)을 사용하였다[26]. 프로젝트 관리자는 프로젝트의 목적과 범위가 확정되면 최종 산출물을 달성하기 위한 모든 작업의 목록 및 체계를 설정한 작업 분류 체계(WBS, Work Breakdown Structure)를 작성한다. 이 작업 분류 체계에는 프로젝트 최종 산출물을 생성하기 위한 모든 작업 내용이 포함되어 있어야 하며, 또한 작업 분류 체계에 기재되어 있는 작업만 하면 되도록 작성하여야 한다. 작업 패키지(Work package)는 WBS 에서의 프로젝트 범위 관리 및 일정, 원가 등 전반적인 통합 관리를 위한 가장 낮은 관리 레벨이며, 각 작업 패키지에는 필요한 자원을 할당하고 일정과 연계하여 예산을 편성하게 된다. 따라서 프로젝트 총 예산은 각 작업 패키지의 PE 예산의 합과 우발 예비비, 경영 예비비를 더한 금액이 된다. 본 연구의 사례 프로젝트는 시간적 제약에 의해 피드백이 신속하고 수월한 중견 건설사의 건설 프로젝트로 설정 하였으며, 9개의 작업 패키지로 구성되어 있다.

4.1 PE의 예산 산정

PE는 리스크의 발생 여부와 전혀 관련이 없는 예산으로 도면 및 범위기술서에 의하여 자원의 투입 양을 산출하고 단가를 곱하여 산정하며, 여기에는 작업 여유와 로스율을 고려하여 산정한다, 예산 편성 시기는 프로젝트 개시 초기

의 기획 단계에서 작성해야 하므로 데이터와 정보가 없는 상황에서 정확성을 기하기 위하여 삼점 산정법을 사용하게 된다, 과거의 경험과 전문가의 의견 등을 조합하여 비관치, 최빈치, 낙관치를 선정 한 후 @Risk를 사용하여 S-곡선을 구하였다. <Table 1>은 삼점 산정을 표시한 것으로 기업 기밀 유지를 위하여 화폐 단위는 생략하였다.

<Table 1> Three Point Estimate

Work Package	L	M	H	Mean
# 1	191	380	611	394
# 2	96	192	382	223
# 3	33	76	143	84
# 4	9	18	27	18
# 5	77	154	265	165
# 6	30	58	86	58
# 7	11	22	66	33
# 8	58	120	282	153
# 9	120	230	391	247
Sum		1,250		1,375

삼점 산정의 결과 PE의 값은 1,250으로 하였으며 이는 S 곡선에서 46.0%에 해당한다(<Figure 2> 참조).

4.2 리스크 원가(Risk Cost)의 산정

리스크를 식별하고 평가하기 위하여 리스크 등록 부(Risk Register)를 작성한다. 리스크의 정성적, 정량적 평가를 거쳐 발생 확률과 프로젝트 결과물에 미치는 영향을 금액으로 산출하여 리스크 등록 부에 기재한 다음 리스크 대응 계획을 수립한다. 여러 리스크에 대한 대응으로 하나의 리스크 대응 계획이 사용 될 수도 있으며, 대응책은 여러 예비 대응 계획 중 가장 금액이 작은 것을 선정하며, 금액 산정에도 삼점 산정법을 사용하여 최빈치 값을 리스크 대응 계획의 예산 편성을 위한 영향 금액(Impact amount)으로 설정한다.

<Table 2>의 리스크 대응책의 확률은 각 개별 리스크의 발생 가능 확률을 합한 값으로 한다. 또한 리스크 대응에 관한 예비비 금액 산정은 발생 가능성 확률과 프로젝트에 영향을 미치는 금액을 곱한 값으로 하며 <Table 3>에 표시한 178은 각 리스크 대응 계획의 영향 금액과 발생 확률을 곱한 값이다. 각 리스크 대응책의 예산, 즉 우발 예비비는 해당 작업 패키지로 영향을 미치는 우선 순위의 비율로 할당한다. 각 작업 패키지에 할당 된 값은 <Table 3>에 표시 되었다. 표시된 178은 총 우발 예비비로 산정된 금액이며, 각 작업 패키지에 영향을 미치는 비율로 할당 되었다.

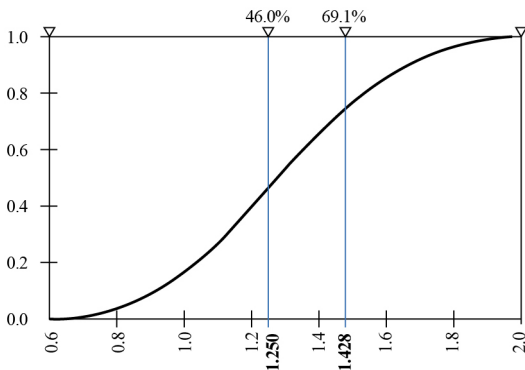
<Table 2> Risk Response Plan

Response plan	Risk	Probability %	Total Prob. %
A. Executing design	1.1 Scope change	14.35	28.02
	1.2 Design change	11.07	
	2.3 Changes in Gov. policy	2.60	
B. Scheduling	1.3 Time risk	15.58	27.86
	3.3 Safety risk	5.28	
	5.1 Climate risk	7.00	
C: Getting approval	3.2 Contractor's capability	3.68	13.68
	4.1 Land acquisition	5.70	
	4.2 Approval form Gov.	4.30	
D: Selecting contractors	2.1 Inflation risk	13.78	30.44
	2.2 currency risk	9.62	
	3.1 Vendor's capability	7.04	

<Table 3> Allocation Contingency Reserve to Work Packages

Response plan	Budgets	Impacted Work packages	Priority %	Contingency Reserve
1 Executing Design	47	WP ₁	37	17
		WP ₃	25	12
		WP ₄	19	9
		WP ₈	19	9
2 Scheduling	37	WP ₂	47	17
		WP ₃	32	12
		WP ₉	6	2
3 Approval	15	WP ₁	59	9
		WP ₅	41	9
4 Selecting Contractors	79	WP ₆	45	36
		WP ₇	34	27
		WP ₈	21	17
Total	178			178

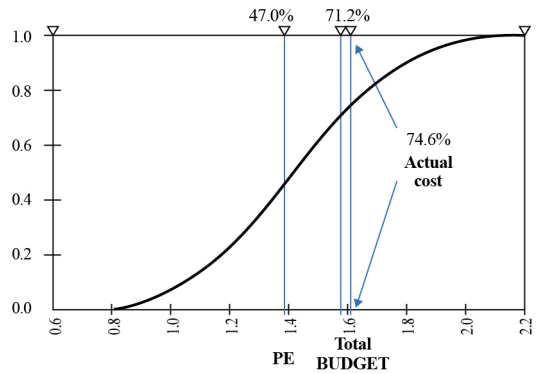
지금까지 산출한 PE 값 1,250, 그리고 우발 예비비 178을 S 곡선에 도식하면 <Figure 2>과 같다. PE 값 1,250은 46.0%에 해당하며, 우발 예비비를 합한 프로젝트 총합은 1,428은 69.1%에 해당한다.



<Figure 2> S-Curve

4.3 신뢰 수준(Confidence Level) 설정

신뢰 수준을 설정하기 위하여 과거 유사 프로젝트 20개를 선정하여 신뢰 수준을 알아보았다. 각각의 예산 항목의 평균 값을 도식화 해 본 결과 PE는 약 47%에 해당되었으며, 우발 예비비를 합한 총 예산은 71.2%에 해당되었다. 그리고 선택한 프로젝트의 실제 투입된 총 비용을 합산하여 평균 값을 도식화 하면 74.6%에 해당한다.

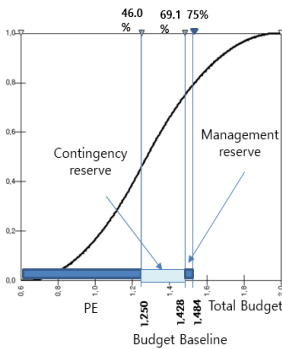


<Figure 3> Confidence Level

결국 해당 기업에서는 적어도 삼점 산정법에 의한 예산 편성에 의한 S 곡선 상에서는 75%의 수준은 원가 준수가 확실하다는 결론으로 신뢰 수준은 75%선으로 정하였다. 따라서 경영 예비비의 산정 금액은 예산의 합 71.2%와 신뢰 수준 75%의 차이 즉, 3.8%가 경영 예비비로 산정된다. 결론적으로 사례 프로젝트의 예산 편성 항목을 도식화 하면, <Table 4>와 <Figure 4>와 같다. PE 예산은 1,250으로 삼점 산정법에 의한 S 곡선에서 46%에 해당하며, 우발 예비비(Contingency reserve)은 178로 원가 기준선은 1,428(69.1%)에 해당한다, 그리고 경영 예비비(Management reserve)는 56의 값으로 신뢰 수준(Confidence level)

<Table 4> Total Budget Composition

Work Package	PE	Contingency Reserve	Total
#1	380	26	406
#2	192	17	209
#3	76	24	100
#4	18	9	27
#5	154	6	160
#6	58	41	109
#7	22	27	49
#8	120	26	146
#9	230	2	232
Budget Baseline	1,250	178	1,428
Management reserve		56	
Total Budget		1,484	

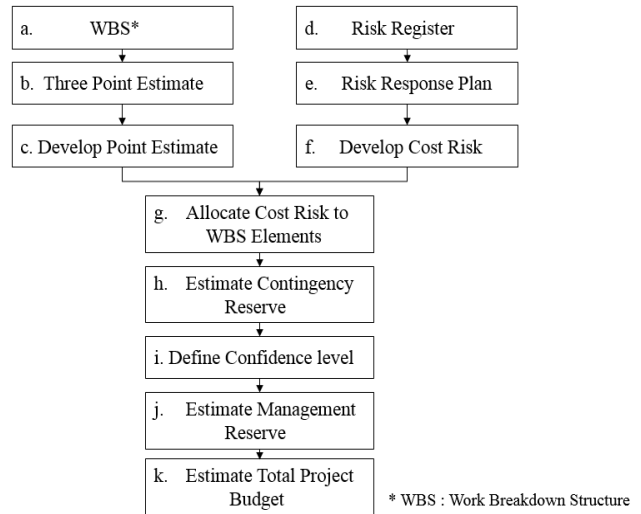


<Figure 4> Total Budget

75% 값과 원가 기준선의 차이이다. 따라서 프로젝트 총 예산은 PE 1,250와 예비비는 234의 합으로 1,484이다.

4.4 연구 모형의 프로세스 설정 및 검증

본 연구에서는 각 프로젝트의 예산 초과는 곧 기업의 변화 관리를 위한 자금 및 재무 관리에도 많은 영향을 미치게 되므로 종래의 예산 편성 방법으로는 단위 프로젝트 예산 관리는 물론 다수 프로젝트 관리를 위한 적정 펀드 산출에도 미흡한 부분이 있어 이를 보완 하고자 삼점 산정법을 이용하여, 식별 불가능한 리스크에 대비 할 수 있는 예비비 산정에 적합한 프로세스를 <Figure 5>와 같이 제시하였다. 프로젝트 관리자는 프로젝트의 목적과 범위가 확정되면 작업 분류 체계(WBS)를 작성한다. 작업 패키지(Work package)가 설정되면 각 작업패키지 별 예산 편성을 위하여 기존의 Point Estimate 산정 방식과 달리 삼점 산정법을 사용하며, 삼각 분포도를 이용 S 곡선을 구한다. 최빈치 값을 각 작업 패키지의 예산으로 설정한다.



<Figure 5> Processes for Proposed Approach

이와 같이 a, b, c 프로세스에서는 리스크와 관련 없는 Point Estimate 값을 산정하게 되는데 이는 도면이나 범위 기술서 등을 기준으로 하며, 리스크와 관련 된 예산 산정은 d, e, f 프로세스에서 이루어진다. 예비비(Reserve)는 리스크에 대비하여 프로젝트의 결과물에 영향을 주지 않기 위하여 준비하는 자금의 량이다. 따라서 리스크 등록부(Risk register)를 작성하여 리스크를 식별하고 정성적, 정량적 평가를 통하여 EMV(Expected Monetary Value)를 설정 식별 가능한 리스크에 대비한 우발 예비비를 산정한다. 산정된 우발 예비비는 영향을 미치는 각 작업 패키지에 비율 별로 할당한다. 이것은 프로세스 g, h에서 이루어진다. 여기까지 산정 된 예산이 원가기준선(Budget Baseline)이다, 즉, 리스크와 관련 없는 PE의 예산과 식별 가능한 리스크에 대비한 우발 예비비를 합한 예산이다.

그 다음 i 프로세스가 신뢰 수준을 정하는 것으로 과거의 프로젝트 결과, 전문가들의 판단 등으로 잔존 리스크와 이차 리스크 등의 발생, 예측 불가능한 상황 등을 대비 할 수 있는 최소한의 수준으로 설정한다, 기업의 프로젝트 관리 성숙도나 수행 경험 등 종합적으로 검토하여 신뢰 수준은 기업에 따라 프로젝트의 성격에 따라 달리 정 할 수 있다. 신뢰수준과 원가 기준선의 차이가 경영 예비비로 산정된다. 따라서 최종 프로젝트의 총 원가는 원가 기준선에 경영 예비비를 합한 금액으로 산정된다. 이와 같은 프로세스에 의한 모델 검증을 위하여 현재 진행 프로젝트 중에서 60% 이상의 진행률을 가진 프로젝트 3 개를 선택 적용해 보았다.

실제 원가(B)는 현재까지의 실제 투입된 원가이며, Estimate to complete(C)는 잔여기간 투입 예상 원가로, B와 C의 합이 완료 시 총 원가 Estimate at complete(D)가 된다. 따라서 프로젝트 완료 후의 예산 대비 총 투입원가

<Table 5> The Result of Application this Model to Real Projects

Project No	Budget (A)			Completion (%)	Actual Costs (B)			Estimate to Complete (C)			Estimate at Complete (D)			Cost Variances (A-D)
	PE	RC	Total		PE	RC	Total	PE	RC	Total	PE	RC	Total	
A1001	177,876	12,046	189,922	85	154,195	10,039	164,234	24,560	1,879	26,439	178,755	11,918	190,673	751
B2003	90,985	6,239	97,224	70	64,689	3,367	68,056	25,298	2,872	28,170	89,987	6,239	96,226	998
C2004	60,808	3,849	64,657	60	35,484	3,309	38,793	25,439	540	25,979	60,923	3,849	64,772	115
Total	329,669	22,134	351,803		254,368	16,715	271,083	75,297	5,291	80,588	329,665	22,006	351,671	132

차이는 A-D로 알 수 있다. 본 연구에서 제시한 예산 편성 방법을 적용하지 않은 <Figure 3>에 표시한 과거 실적 20개의 프로젝트를 참조하여 비교하면 예산(1,577,960)과 실적(1,610,144) 차이에서 -32,184(예산대비 2.04%)의 예산 초과를 하였으나, 본 연구에서 제시한 모델 적용 후의 예산 대비 실적 차이 132(예산대비 0.04%)로서 예산 편성이 실제 투입 원가와 거의 유사함을 보여준다.

5. 결 론

본 연구에서는 프로젝트 원가 산정에 있어, 기존 연구에서 제시한 식별 가능한 리스크 대응을 위한 우발 예비비 산정 방법으로는 모든 리스크를 대비하기에 한계점이 있으므로, 우발 예비비 산정 오차로 인한 추가 비용과 이차 리스크, 잔존 리스크 및 식별 불가능한 리스크를 포함한 모든 리스크에 대비하는 경영 예비비의 산정 방법을 제시함으로써 보다 정확한 프로젝트 예산을 편성하여, 프로젝트 완료 후 예산 대비 실적 차이를 최소화 하며, 산정 근거를 산출 문서화 한다. 또한 완료 후 원가 차이 분석을 통해 향후 유사 프로젝트에 대한 예산 산정에 반영코자 하며, 다수의 프로젝트를 관리하는 프로그램 관리(Program Management), 혹은 포트폴리오 관리(Portfolio Management)에서도 자금의 부족 및 잉여 자금의 최소화를 기하여 기업 경영의 효율성을 높이고자 한다.

References

- [1] Baccarini, D., *The Maturing Concept of Estimating Project Cost Contingency-A review*, Curtin University Library, 2006.
- [2] Barraza, G.A. and Bueno, R.A., Cost Contingency Management, *Journal of Management in Engineering*, 2007, Vol. 23, No. 3, pp. 140-146.
- [3] Book, S.A., *Allocating Risk Dollars Back to Individual Cost elements*, 2007.
- [4] Carr, R.I., Cost-estimating principles, *Journal of Construction Engineering Management*, 1989, Vol. 115, No. 4, pp. 545-551.
- [5] Carr, V. and Tah, J.H.M., A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis, *Advances in Engineering Software*, 2001, Vol. 32, No. 10-11, pp. 847-857.
- [6] Chapman, C., Project Risk Management the required transformations to become project uncertainty management, *PMI Research Conference*, 2-4th June, Paris, PMI, 2000.
- [7] Chenyun and Zichun, Y., The BP Artificial Neural Network Model on Expressway Construction Phase Risk, *Systems Engineering Procedia*, 2012, Vol. 4, pp. 409-415.
- [8] Clark, D.E., Monte Carlo Analysis : Ten years of Experience, *Cost Engineering*, 2001, Vol. 43, No. 6, pp. 40-45.
- [9] Dikmen, I., Birgonul, M.T., and Han, S., Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects, *International Journal of Project Management*, 2007, Vol. 25, No. 5, pp. 494-505.
- [10] Eldosouky, A.A., Ibrahim, A.H., and Mohammed, H.E. Management of Construction Cost Contingency covering upside and downside risks, *Alexandria Engineering Journal*, 2014, Vol. 53, No. 4, pp. 863-881.
- [11] Flyvbjerg, B.H., Skamris, M., and Buhl, S., Understanding Costs in Public Works projects : Error or Lie?, *Journal of the American Planning Association*, 2002, Vol. 68, No. 3, pp. 279-295.
- [12] Garvey, P.R., A Scenario-Based Method for Cost Risk Analysis, *Journal of Cost Analysis and Parametrics*, 2008, Vol. 1, No. 1, pp. 65-76.
- [13] Hillson, D., Developing effective risk responses, *PMI annual Seminar and Symposium*, 10~16th October, Philadelphia, PMI, 1999.
- [14] Idrus, A., Nuruddin, M.F., and Rohman, M.A., Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system, *Expert Systems with Applications*, 2011, Vol. 38, No. 3, pp. 1501-1508.

- [15] Kim, G.H., Kang, K.I., and An, S.H., Comparison of Construction Cost Estimating Models based on Regression Analysis, Neural Networks, and Case-based reasoning, *Building and Environment*, 2004, Vol. 34, No. 2, pp. 34-47.
- [16] Kim, J., Kang, C., and Hwang, I., Considering Claim Costs in Project Time-Cost Mixed Integer programming Model, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2011, Vol. 34, No. 3, pp. 97-105.
- [17] Lee, M.K., Jung, H.S., and Lee, D.W., A Case Study of Six Sigma Project for Reducing the Project Costs through Project Risk Management, *International Journal of Quality Innovation*, 2005, Vol. 33, No. 3, pp. 135-148.
- [18] Moshelhi, O., Risk Assessment and Contingency Estimating, *AACE Transactions Dallas*, 1997, D&RM/A.06, pp. 90-95.
- [19] NASA, 2008-NASA-Cost-Handbook-FINAL_v6[1].pdf, 2008.
- [20] Oberlender, G.D. and Trost, S.M., Predicting accuracy of early cost estimates based on estimate quality, *Journal of Construction Engineering Management*, 2001, Vol. 127, No. 3, pp. 173-182.
- [21] PMI(Project Management Institute), PMBOK Guide 5th, 2013.
- [22] Sato, T. and Hirao, M., Optimum budget allocation method for projects with critical risks, *International Journal of Project Management*, 2013, Vol. 31, No. 1, pp. 126-135.
- [23] Smith Peter, Project Cost Management-Global Issues and Challenges, *Social and Behavior Sciences*, 2002, Vol. 119, pp. 485-494.
- [24] Thomson, P.A. and Perry, J.G., Engineering Construction Risks, London : Thomas Telford, 1992.
- [25] Uzzafer, M., A contingency estimation model for software projects, *International Journal of Project Management*, 2013, Vol. 31, No. 7, pp. 981-993.
- [26] Xenidis, Y. and Stavarakas, E., Risk Based Budgeting of Infrastructure Projects, *Social and Behavior Sciences*, 2013, Vol. 74, pp. 478-487.
- [27] Zhu, B., Zhang, H., and Wang, X., Analysis and Evaluation of Project Cost Risk Based on BP Algorithm, *Systems Engineering Procedia*, 2011, Vol. 1, pp. 264-270.

ORCID

Hyukchun Kwon | <http://orcid.org/0000-0001-5114-3931>

Changwook Kang | <http://orcid.org/0000-0003-2923-1147>