

VaR개념을 응용한 건설공사 위험허용도 산정방법

The construction project's risk threshold calculation methodology applying a concept of VaR

김 선 규* 김 재 준** 김 경 래***
Kim, Seon-Gyoo Kim, Jae-Jun Kim, Kyung-Rai

요 약

최근 들어 건설환경이 더욱 복잡해지고 경쟁이 치열해짐에 따라 위험관리의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 그러나 건설공사에 적용되는 대부분의 위험관리 기법들이 사업초기단계에서 위험분석에 집중되어 있어, 건설과정에서 공정관리, 원가관리 또는 품질관리처럼 일상적인 관리기법으로 개발되어 있지 않다. 본 논문에서는 건설공사에서 위험관리를 일상적인 관리기법으로 적용하기 위하여 위험허용도 중심의 위험대응 프로세스를 제안하고, VaR개념을 응용한 위험허용도 산정방법을 제시하고자 한다.

키워드: 위험관리, 위험허용도, 위험대응과정, VaR

1. 서 론

1. 연구배경 및 목적

건설환경은 지속적으로 변화한다. 이러한 변화는 건설공사들을 점점 더 경제적, 사회적, 정치적, 기술적으로 매우 복잡한 환경에 놓이게 한다. 건설공사의 환경이 복잡해지면 다양한 위험에 노출되게 된다. 건설업은 특성상 매우 위험이 큰 산업으로 분류되고 있다. 건설기간이 길고, 건설환경이 모두 다르며, 건설을 위해 막대한 자원이 투입되고, 건설을 위한 다양한 기술이 요구되기 때문이다. 그러나 위험이 크다는 것은 반대로 위험과 동반하는 기회요인도 크다는 것을 의미한다. 따라서 건설공사의 위험을 감소시키고 기회요인을 극대화시키는 건설 위험관리기법은 건설공사를 성공적으로 이끄는 핵심 기능중 하나라고 할 수 있다.

건설공사의 위험관리 사례는 많다. 그러나 위험관리가 금융분야로부터 도입된 이유로 건설분야 사례의 대부분이 사업초기 단계에서 재무조달을 위한 사업 타당성 검토 및 계약발주단계 중심으로 적용되고 있어, 건설공사 수행과정에서 일상적으로 위험관리를 적용할 수 있는 모델은 극히 제한적이다.

나아가 기존 위험관리 모델의 방법론 대부분이 위험분석 단계에 집중되어 있고, 분석한 결과를 바탕으로 위험 대응 여부를 판단하는 기준과 방법론이 명확하지 않다. 이는 절차와 지침을 중시하는 건설공사의 특성상 기존 위험관리 방법론을 건설공사의 일상적인 관리기법으로도 입 적용하는데 커다란 장애요인이 되고있다.

따라서 본 연구의 목적은 건설환경에 적합한 건설공사의 일상적인 위험관리 방법론을 제안하는 것으로서 위험허용도를 위험관리 프로세스의 중심으로 전제하고, 건설사업 위험허용도 기준 및 산정방법을 제시하는 것이다.

1.2 연구방법 및 범위

건설공사 위험허용도 산정을 위해 금융기관의 위험관리 기법인 VaR(Value at Risk) 개념을 응용하는 방법론을 제시하고, VaR가 건설공사 위험허용도로 적용가능한지 비교 분석한다. 그리고 건설공사 위험허용도를 공종별 위험허용도를 배분하는 방법론으로 베타(β)위험기울기 개념을 적용하는 방법론을 제시한다. 그리고 연구결과에 대한 타당성 및 효율성을 검증하기 위하여 L건설의 건축공사에 시범 적용한다. 본 연구의 범위는 건축공사의 16개 공종으로 제한한다.

* 정희원 대불대학교 건축공학과 조교수

** 정희원 한양대학교 건축공학부 부교수

*** 정희원 한양대학교 건축학부 조교수

2. 위험허용도 중심의 위험대응과정

일반적으로 '위험관리'는 프로젝트(Project) 위험을 분류, 분석, 대응하는 프로세스(Process)를 포함하며, 이러한 프로세스를 통해 프로젝트 결과에 운영향을 미치는 요인들을 최대화하는 동시에 악영향을 끼치는 요인들을 최소화하는 기법'으로 정의한다(PMBOK 2000). 그리고 위험관리단계를 위험관리계획수립(Risk Planning), 위험인지(Risk Identification), 위험분석(Risk Analysis), 위험대응(Risk Response), 위험추적 및 통제(Risk Monitoring and Control)단계로 구분한다(PMBOK 2000).

위험관리 프로세스에서 위험대응단계는 위험분석단계에서 계산된 특정 위험요소의 위험도에 대한 대응여부를 판단하는 것으로부터 시작된다. 그것은 위험관리 계획수립단계에서 설정된 사업의 위험허용도와 위험도 비교과정이 선행되어야 함을 의미한다. 그러나 위험대응단계에 적용되는 대부분의 방법론들은 위험요소의 위험도와 프로젝트 위험허용도의 비교과정이 생략되거나 명확한 기준과 방법론을 제시하지 않고 단순히 위험에 대응하는 전략수립 방법만을 제시하고 있다.

그러나 위험대응단계에서 프로젝트의 모든 위험에 대응할 수 없고, 더욱이 모든 위험에 동일한 수준으로 대응할 수도 없는 것은 분명하다. 따라서 회사조직이나 프로젝트에서 대응해야 할 위험요소를 선정하기 위한 기준이 필요하고, 이를 위해 위험도의 비교대상이 되는 프로젝트 위험허용도가 필요하다. 본 연구에서는 위험허용도 중심의 위험대응 프로세스를 <그림 1>과 같이 제시한다. 즉 위험요소를 인지한 후 위험요소의 위험도를 산정하고, 이를 프로젝트의 위험허용도와 비교하여, 위험도가 위험허용도를 초과할 경우 대응하지만, 반대로 초과하지 않을 경우 위험요소를 유보 또는 무시하는 위험대응 프로세스이다.

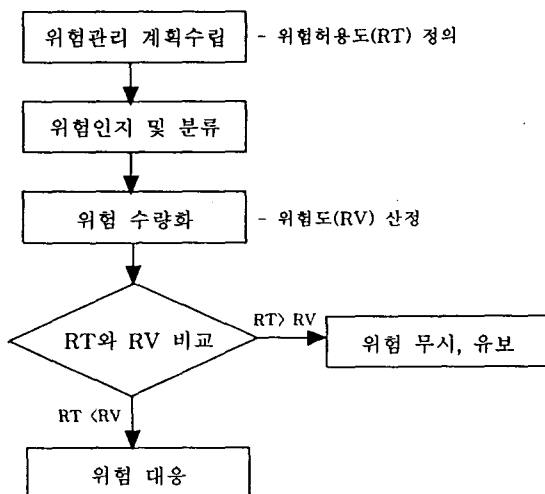


그림 1. 위험허용도 중심의 위험대응 프로세스

건설공사는 특성상 규모가 크고 복합적인 외부환경에서 공사가 진행되기 때문에 절차와 기준을 다른 산업보다 중시한다. 만약 건설과정에서 일상적인 위험관리를 수행할 때 위험대응과정에서 위험도에 대한 평가기준 및 절차가 명확히 명시되지 않는다면, 위험대응과정이 임의화되고 위험대응 여부가 주관적 판단에 의해 결정될 가능성이 높아진다. 그럴 경우 위험관리의 시스템적 흐름이 단절될 뿐만 아니라, 위험관리가 단지 공사책임자의 참고자료로 전락할 위험이 있다. 따라서 위험대응과정에서 주관적 판단요소를 배제하기 위하여, 동적환경에 적합한 위험허용도 산정기준과 적용방법의 지침화를 통한 전체 위험관리 프로세스의 연속성 확보는 건설과정에서 일상적인 위험관리를 위해 매우 중요한 요소가 된다. 그러나 건설과정에서 위험도와 비교목적의 위험허용도 설정에 대한 구체적인 연구결과는 거의 없다.

일반적으로 위험허용도는 위험관리 계획수립단계에서 설정된다. PMBOK(2000)에서 위험허용도를 '누구에 의해, 어떤 방식으로 행동할 것인가에 대한 위험의 허용기준으로 발주자, 소비자, 또는 자금제공자 각각 다른 위험허용도를 갖고 있으며, 이들이 수용 가능한 위험허용도는 프로젝트 팀이 위험대응계획 실행의 효율성을 측정하기 위한 목표가 된다.'라고 정의하고 있다. 이는 위험허용도가 위험 대응과정에서 특정 위험요소에 대한 대응 여부를 결정하는 기준임을 의미한다.

건설공사 위험허용도는 회사의 경영상태, 공사의 종류, 규모, 필요로 하는 기술수준에 따라 차이가 난다. 따라서 건설공사의 위험허용도를 설정하는 기준은 건설공사의 복합적이며 동적인 환경을 고려하여 결정되어야 하며, 특히 회사조직과 건설공사 구성원들이 모두 수용할 수 있도록 객관적이고 논리적으로 설정되는 것이 중요하다.

3. VaR개념을 적용한 위험허용도 산정

본 연구에서는 건설공사에서 위험도의 비교대상이 되는 위험허용도를 객관적이며 논리적으로 산정하기 위하여, 위험관리가 최초로 도입되어 광범위하게 실무에 적용되고 있는 금융분야의 위험관리기법인 VaR개념을 응용하고자 한다.

재무관리에서 논하는 효율적 위험관리를 위해 금융분야에서는 경영의사결정을 위한 적정위험수준을 설정하고, 선택한 위험에서 최대의 기대이익을 얻는 적극적 전략이 필요하다. 이를 위해서는 원하는 시점에서 금융자산과 부채의 노출위험을 측정하는 시스템이 필요한데, 이것이 VaR 시스템이다(Jorison 1997, 오세경외 1999).

VaR는 정상적인 시장(Normal Market)여건아래에서 주어진 신뢰수준(Confidence Level)으로 목표기간(Target

Period)동안에 발생할 수 있는 최대손실금액(Maximum Loss)으로 정의한다. VaR기법은 계산된 최대손실규모를 분석하여 포트폴리오(Portfolio)의 위험노출정도를 파악하고, 이를 바탕으로 위험에 대한 헷지(Hedge) 전략을 구사하는 방법론이다(윤평식의, 2000).

VaR는 손실금액을 측정하는 기준에 따라, 포트폴리오의 기대가치를 기준으로 측정하는 평균기준 VaR와 0을 기준으로 측정하는 절대손실 VaR가 있다. 다음 식(1)과 (2)는 평균기준 VaR와 절대손실 VaR를 계산하는 식이다.

$$\text{평균기준 VaR} = E(W) - W^* = -W_0(r^* - \mu) \quad (1)$$

$$\text{절대손실 VaR} = -W_0 - W^* = -W_0 r^* \quad (2)$$

여기서 E(W)는 포트폴리오의 기대가치, W_0 는 최초투자액, W^* 는 포트폴리오의 최소가치, r^* 는 W_0 에서 W^* 로 하락할 때의 수익률로서 포트폴리오의 최대손실율을 나타내며 Percentile이라 한다. μ 는 포트폴리오의 평균수익률이다. <그림 2>는 평균기준 VaR와 절대손실 VaR를 도식적으로 표현한 것이다.

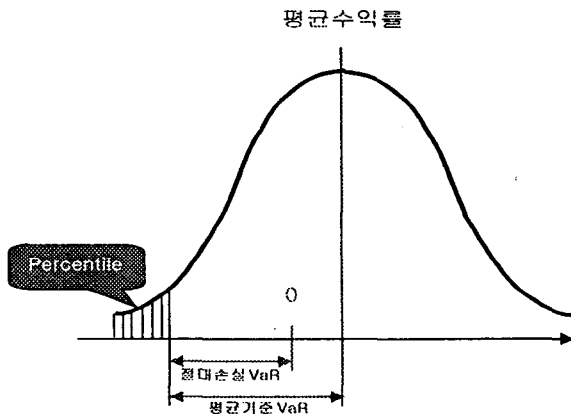


그림 2. 평균기준 VaR와 절대손실 VaR

VaR가 건설공사의 위험허용도가 될 수 있는가를 판단하기 위하여, VaR와 위험허용도를 비교 분석할 필요가 있다. 첫째 용어상의 비교이다. VaR가 일정기간 주어진 신뢰구간내의 최대손실규모로 헷지전략의 기준이 되는 것처럼, 위험허용도는 회사나 조직이 수용할 수 있는 최대 위험한계치로서 위험 대응계획실행의 효율성을 측정하기 위한 목표이므로 용어상으로 둘은 매우 유사하다. 둘째 포트폴리오에 대한 비교이다. 금융시장 포트폴리오가 특정회사가 갖는 수익률이 다른 특정 금융상품의 조합으로 구성되듯이, 건설공사에서도 수익률이 다른 프로젝트의 조합으로 포트폴리오를 구성하므로 금융시장과 건설공사의 포트폴리오는 거의 동일하다. 셋째 특성에 대한 비교이다. VaR가 특정회사의 경영능력 및 경영환경에 따라 최대손실규모가 변화

하듯이, 위험허용도도 회사의 경영능력, 기술력, 조직력 등에 따라 변화함으로 특성 역시 매우 유사하다. 넷째 비상예비비 여부에 대한 비교이다. VaR는 회사가 지출해야 하는 예비비항목이 아니며 시간에 따라 감소하는 특성을 가지고 있지 않다. 위험허용도도 비상예비의 예산지출항목이 아니고 시간경과에 따라 감소하지 않는다. 이와 같이 VaR와 위험허용도의 비교결과, 금융시장의 VaR기법에 의해 계산된 최대손실규모는 건설공사에서 회사와 조직이 수용할 수 있는 위험의 한계수준 즉 위험허용도를 계산하는 방법론으로 적용 가능함을 알 수 있다.<표 1 참조>

표 1. VaR와 위험허용도 비교

비교항목	VaR	위험허용도	결과
1. 용어	일정기간, 주어진 신뢰구간내의 최대손실규모로 헷지전략의 기준	회사나 조직의 최대 위험한계치로서, 위험 대응 계획 실행 효율성 측정의 목표	매우 유사
2. 포트폴리오	수익률이 다른 금융상품의 조합	수익률이 다른 프로젝트의 조합	거의 동일
3. 특성	경영능력, 경영환경에 따라 변화	경영능력, 기술력, 조직력 등에 따라 변화	매우 유사
4. 예비비	예비비항목이 아니며 시간경과에 따라 감소하지 않음	예산지출항목이 아니며 시간경과에 따라 감소하지 않음	거의 동일

4. 건설공사 포트폴리오의 VaR 산정과정

VaR 개념을 건설공사의 위험허용도 산정하는 실제 예에 적용하여 VaR가 건설사업위험허용도 산정방법론으로 타당한 것인지를 검증한다. 이를 위해 L 건설의 건축프로젝트 38개를 중심으로 포트폴리오를 구성하고, 각 프로젝트의 수익률에 대해 신뢰수준 95%에서 VaR를 계산한다. 건축프로젝트 포트폴리오를 공사수익률에 기준하여 구성하므로 프로젝트수익률 산정공식을 정의할 필요가 있다. r공사수익률은 실행기성액과 투입원가의 차이를 실행기성액으로 나눈 백분율이며 식(3)과 같다.

$$\text{공사수익률(\%)} = \frac{\text{실행기성액} - \text{투입원가}}{\text{실행기성액}} \times 100 \quad (3)$$

이렇게 구성된 L건설의 건축공사 포트폴리오의 수익률 분포는 <그림 3>과 같다.

<그림 3>으로부터 L건설 건축공사 포트폴리오의 VaR를 계산하기 위한 필요변수들을 <표 2>와 같이 계산할 수 있다.

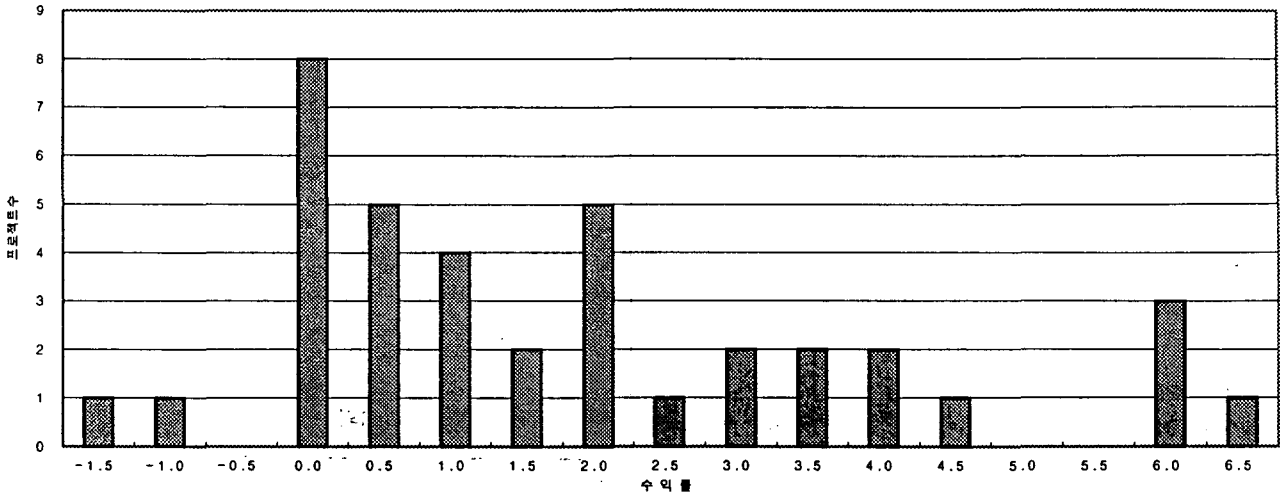


그림 3. L건설 건축공사 포트폴리오 수익률 분포

표 2. VaR 계산 필요변수(단위 : 백만원, %)

포트폴리오 현재가치(W_0)	평균수익률 (μ)	표준편차 (σ)	5-Percentile (r^*)
44339	2.02	2.06	-0.6

<표 2>에서 포트폴리오의 현재가치(W_0)는 공사별 위험 허용도를 계산하는 것이므로 공사들의 평균 공사금액으로 한다. <표 2>의 변수와 식(1),(2)를 이용하여 L건설공사 포트폴리오의 평균기준 VaR와 절대손실 VaR를 계산하면 다음과 같다.

$$\text{평균기준 VaR} = -44339 \times (-0.6 - 2.02) = 1061 \text{백만원} \quad (4)$$

$$\text{절대손실 VaR} = -44339 \times (-0.6) = 266 \text{백만원} \quad (5)$$

식(4),(5)에서 계산된 VaR는 평균공사금액기준 최대손실 규모이다. 그러나 건설공사 포트폴리오내의 공사들은 규모가 다르다. 따라서 금액기준으로 산정된 VaR를 규모가 다른 공사별 위험허용도로 일률적으로 적용하는 것은 합리적이지 않다. 따라서 포트폴리오의 최대손실비율을 공사별 위험허용도 산정기준으로 하고, 공사별 공사금액에 포트폴리오의 최대손실비율을 곱하여 공사별 위험허용도를 산정하는 것이 합리적일 것이다. 포트폴리오의 최대손실비율을 P-VaR(Percentile of VaR)라 하면 이를 구하는 계산식은 식(1),(2)로부터 각각 다음과 같이 표현된다.

$$\text{평균기준 P-VaR} = \mu - r^* \quad (6)$$

$$\text{절대손실 P-VaR} = -r^* \quad (7)$$

일반적으로 평균기준 VaR가 절대손실 VaR보다 크다. 따라서 건설공사에서 평균기준 VaR를 위험허용도로 적용할 경우 위험허용 한계치는 높아진다. 즉 위험도와 비교하는 기준이 높아지게 되므로, 위험도가 매우 높은 위험요소에 한해 대응하게 될 것이다. 따라서 위험대응 빈도는 줄어들 수밖에 없다. 반대로 절대손실 VaR를 위험허용도로 적용할 경우 위험허용 한계치는 낮아지고, 위험도가 높지 않은 위험요소에도 대응하게 되므로 위험대응 빈도가 많아지게 된다. 따라서 건설공사에서 평균기준 VaR와 절대손실 VaR는 공사 환경을 고려하여 적용할 필요가 있다. 다시말해 공사별 공사 위험허용비율(RT of Project, RTP)은 공사의 환경에 따라 평균기준 P-VaR와 절대손실 P-VaR 사이에 존재하게 될 것이며, L건설의 경우 공사 위험허용 비율은 다음과 같이 2.62%와 0.6%사이에 존재하게 된다.

$$0.6\% \leq RTP \leq 2.62\% \quad (8)$$

5. 베타(β)위험을 응용한 공종별 위험허용도 배분

건설공사는 계약자가 다른 여러 공종들로 구성되며, 건설공사의 관리는 주로 공종단위 중심으로 이루어진다. 따라서 특정 위험요소에 대한 관리도 공종단위에서 우선적으로 관리될 필요가 있다. 이는 특정 위험요소의 위험도가 사업 위험허용도보다 공종별 위험허용도 초과 여부의 판단이 선행되어야 함을 의미하며, 이를 위해 건설공사 위험허용도를 공종별 위험허용도로 배분해야 할 필요가 있다.

그러나 공종단위의 위험허용도 배분방법은 단순하지 않다. 왜냐하면 공종별 특성으로 인한 생산성과 효율성이 달라지므로, 공종별로 전체 공사 수익률에 미치는 영향이 달

라지기 때문이다. 따라서 건설공사 위험허용도를 단순히 공중별 금액가중치로 배분하는 것은 불합리 하기 때문에, 건설공사 위험허용도를 공중별 특성을 감안하여 합리적으로 배분하는 방법을 모색할 필요가 있다.

그러나 만약 공사 수익률과 공중별 수익률간에 특정한 관계식 또는 상관관계가 존재한다면, 그 관계식을 이용하여 건설공사 위험허용도를 공중별로 배분하는 것은 가능할 것이다. 본 연구에서는 공사 수익률과 공중별 수익률간의 특정관계 존재여부를 판단하기 위하여 VaR기법에 활용되는 단일지수시장모형(Capital Asset Pricing Model, CAPM)의 베타(β)위험을 응용한다.

β 위험은 금융상품 포트폴리오의 수익률과 개별 금융상품 수익률간의 회귀식의 기울기로서, 포트폴리오의 수익률이 변함에 따라 개별 금융상품의 수익률이 변하는 정도를 표시한다. β 위험기울기를 이용하면 특정 금융상품의 수익률이 포트폴리오의 수익률에 미치는 영향의 정도를 분석하게 된다. 이러한 β 위험기울기를 건설공사에 적용하여 공중별 수익률과 건설공사 포트폴리오 수익률과의 특정관계식을 찾아낼 수 있다. 만약 건설공사 포트폴리오와 공중별 수익률간에 특정 관계식이 성립한다면, 이를 이용하여 건설공사 위험허용도를 공중별 위험허용도로 배분하는 것이 가능하게 될 것이다. 금융시장의 β 위험기울기 산정공식을 건설공사에 적용하면 다음과 같다.

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_p \quad (9)$$

식(9)에서 R_i 는 공중 i 의 수익률이며, α_i 는 회귀상수, R_p 는 포트폴리오의 수익률, β_i 는 회귀식 기울기이다. 즉 식(9)는 포트폴리오 수익률과 공중별 수익률간의 단순회귀식임을 알 수 있다. $\beta_i = 1$ 을 기준하여 $\beta_i > 1$ 이면 개별 공중의 수익률 변동이 포트폴리오 수익률보다 크므로, 개별 공중의 수익률이 포트폴리오 수익률보다 높은 것이고, 반대로 $\beta_i < 1$ 이면 개별 공중의 수익률 변동이 포트폴리오 수익률보다 낮으므로, 개별 공중의 수익률이 포트폴리오 수익률보다 낮은 것을 의미한다. 그러나 두 변수 R_i 와 R_p 의 상관관계는 밀접도 ρ 를 통해 알 수 있다. 만약 두 변수간 밀접도가 높다면, 두 변수간 상관관계가 강한 것이고, β_i 는 중요한 의미를 가질 것이다. 그러나 반대로 밀접도가 낮다면 두 변수간 상관관계는 약한 것이고 β_i 는 의미가 없어질 것이다. 사회과학에서 ρ 가 0.4이상이면 두 변수간 인과관계가 존재한다고 판단한다.(최태성, 2000) 밀접도 ρ 는 +1이면 두 변수간 정의 관계가 되고, -1이면 부의 관계가 되며, 0이면 두 변수사이에 아무런 관계가 없음을 뜻한다. 특정 공중의 β_i 와 ρ 를 계산하는 식은 각각 다음과 같이 정의된다.

표 3. L건설 건축공사 공중별 β 위험과 상관관계 ρ

공 중	공분산	전체 분산 σ_p^2	전체 표준 편차 σ_p	공중별 표준 편차 σ_i	공중별 β 위험	상관 계수 ρ
공통가설	11.26	4.24	2.06	8.15	2.33	0.67
현장관리	3.96	4.24	2.06	3.20	0.79	0.60
가설공사	6.55	4.24	2.06	4.07	1.35	0.78
기초공사	5.35	4.24	2.06	4.47	1.01	0.58
철콘공사	2.63	4.24	2.06	2.36	0.54	0.54
조적공사	3.49	4.24	2.06	2.45	0.75	0.69
미장공사	5.83	4.24	2.06	3.87	1.22	0.73
방수공사	9.52	4.24	2.06	7.70	2.04	0.60
타일공사	0.95	4.24	2.06	9.22	0.26	0.05
석공사	3.37	4.24	2.06	14.87	0.57	0.11
수장공사	8.64	4.24	2.06	6.55	1.77	0.64
목공사	11.95	4.24	2.06	13.81	0.96	0.42
창호공사	3.96	4.24	2.06	3.05	0.80	0.63
유리공사	13.75	4.24	2.06	19.07	2.83	0.35
도장공사	4.33	4.24	2.06	3.18	0.93	0.66
금속공사	4.03	4.24	2.06	7.82	0.82	0.25

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_p)}{\sigma_p^2} \quad (10)$$

$$\rho_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_p)}{\sigma_i \sigma_p} \quad (11)$$

위 두식에서 $\text{Cov}(R_i, R_p)$ 는 공중 i 와 포트폴리오 수익률간의 공분산이며, σ_p^2 는 포트폴리오의 분산, σ_i 는 공중 i 수익률 표준편차, σ_p 는 포트폴리오 수익률 표준편차이다.

β 위험을 응용한 공중별 위험허용도 배분을 건설공사에 적용하면 다음과 같다. L건설공사 포트폴리오의 공사별 수익률 자료를 이용하여, 건축공사 16개 공중별 β 위험과 상관관계 ρ 를 계산하면 <표 3>과 같다.

<표 3>으로 부터 전체 16개 공중중 12개 공중이 포트폴

리오와 공종별 수익률간 상관관계 ρ 가 0.4이상인 것으로 나타나, 공사수익률과 공종별 수익률간 밀접한 관계가 있는 것으로 분석되었다. 따라서 이러한 공종들은 공종별 수익률이 공사수익률과 밀접한 관계를 갖고 있어 사업위험허용도를 β 위험기울기를 적용하여 배분 가능하다. 그러나 ρ 가 0.4이하인 공종들은 상관관계가 약한 것이므로 β 위험기울기를 적용할 수 없으므로, $\beta=1$ 을 적용한다.

표 4. L건설 건축공사 공종별 위험허용도 산정결과
(단위 : 백만원, %)

공 종	공종별 공사 금액	적용 P-VaR	공종별 β 위험	공종별 위험 허용도	비 고
공통가설공사	992	0.6	2.33	13	Critical
현장관리비	4556	0.6	0.79	21	Critical
가설공사	292	2.62	1.35	10	
기초및토공사	343	2.62	1.01	9	
철근콘크리트	10543	0.6	0.54	34	Critical
조적공사	304	2.62	0.75	6	
미장공사	825	2.62	1.22	26	
방수공사	965	2.62	2.04	51	
타일공사	236	2.62	1.00	6	
석공사	2796	0.6	1.00	16	Critical
수장공사	4489	0.6	1.77	47	Critical
목공사	85	2.62	0.96	2	
창호공사	2986	0.6	0.80	14	Critical
유리공사	365	2.62	1.00	9	
도장공사	536	2.62	0.93	13	
금속공사	2399	0.6	1.00	14	Critical
계	32712	0.88		291	

공종별 공사 위험허용비율이 β 위험에 의해 조정되면 공종별 위험허용도를 금액으로 산정하여야 한다. 따라서 공종별 위험허용도는 공종별 계약금액(C_i)에 공사 위험허용비율

인 P-VaR를 곱하고 이를 공종별 β 위험기울기로 조정한 금액이 된다. 식(12)는 공종별 위험허용도(RT_i)를 산정하는 계산식이다.

$$RT_i = C_i \times \beta_i \times P\text{-VaR} \quad (12)$$

그러나 최종적으로 공종별 위험허용도를 산정할 때 두 종류의 공사 위험허용비율인 평균기준 P-VaR와 절대손실 P-VaR를 적용하는 기준이 필요하다. 본 연구에서는 특정 공종이 전체공사에 영향을 미치는 정도를 CPM공정표상에서 핵심(Critical) 공종인지, 비핵심(Non-Critical) 공종인지를 적용기준으로 설정하고자 한다. 즉 핵심 공종의 경우는 위험허용도 기준이 낮은 절대손실 P-VaR를 적용하고, 비핵심 공종의 경우는 위험허용도 기준이 높은 평균기준 P-VaR를 적용하는 규칙이다.

이러한 원칙을 L건설 예제 공사에 적용하면, CPM공정표를 기준으로 핵심 공종은 공통가설, 현장관리, 철근콘크리트, 석, 창호, 수장, 금속공종이 되고, 그 외는 비핵심 공종이 된다. 이를 이용하여 공종별 위험허용도를 산정한 결과가 <표 4>이다. <표 4>로부터 공종별 위험허용도 합계가 291백만원인 것을 알 수 있으며, 이는 공사 금액대비 0.88%로서 식(8)에서 제시한 공사 위험허용비율의 범위내에서 매우 보수적인 위험관리 목표치가 설정되었음을 알 수 있다.

6. 위험관리 전산시스템 모형 개발

본 연구에서 제시된 VaR 개념을 적용한 위험관리 프로세스를 기반으로 하는 전산시스템 모형(Prototype)을 개발하였다.

6.1 시스템 개요

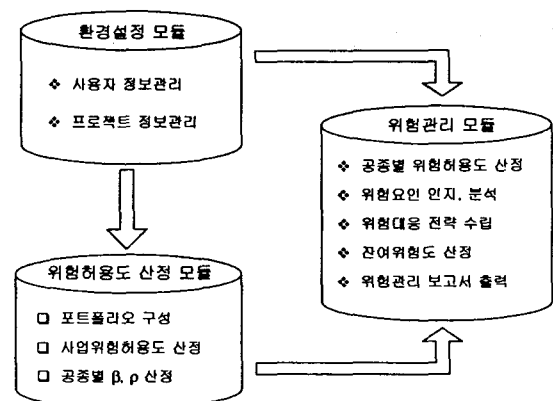


그림 4. 위험관리시스템 모듈 구성도

위험관리 시스템은 3가지 모듈(Module)로 구성된다. 즉 시스템 사용자 및 프로젝트 관리를 위한 환경설정 모듈, VaR개념을 적용하여 건설공사 포트폴리오를 구성하고 공종별 위험허용도를 산정하는 위험허용도 산정 모듈, 그리고 공사별 위험요소를 인지, 분석 대응하는 위험관리 모듈로 구성되어 있다. <그림 4>는 위험관리 시스템의 모듈 구성도를 도식적으로 나타내고 있다.

6.2 위험관리 시스템 화면(일부)

<그림 6>은 위험관리시스템 메뉴(Menu)에서 '포트폴리오' 메뉴를 선택한 후 팝업(Pop-up) 메뉴에서 '위험허용도 (VaR) 산정' 메뉴를 선택하면 나타나는 화면이다.

공사번호	공사명	VaR	기타	비고
10037	L6화재구미	3,124	1,548	1,570
10034	L6화주굴갈	517	389	391
10025	판석종합	1,318	1,113	1,113
10009	대구호원	13,300	12,636	12,636
10008	국방복이만분	26,802	24,131	24,131
10006	고정교축간	8,627	8,018	8,018
10023	합정플대구	9,336	7,745	7,740
10011	대구미크	38,473	36,078	36,046
10004	계명대성서	19,482	19,049	19,024
10005	고대중앙광	16,072	15,328	15,275
10036	L6구진사복	19,258	16,541	16,442
10026	백전타워	3,604	3,376	3,352
10015	산본	42,338	42,338	42,015
10013	동국대병원	66,654	66,229	65,712
10012	대일상호	6,020	5,405	5,360
10029	LCD-P4	263,510	218,714	216,525

그림 6. 포트폴리오 VaR산정 화면

<그림 7>은 포트폴리오가 구성된 후, 포트폴리오와 공종별 수익률 간의 베타(β) 위험 기율기와 상관관계(ρ)를 산정하기위해 공종별 수익률을 입력하는 화면이다.

공종번호	공종명	베타	상관	기타
110	공종가설	9.18	2.33	0.67
180	환경관리	4.08	0.79	0.6
301	기설공사	2.29	1.35	0.78
302	기초공사	3.06	1.01	0.69
303	말뚝공사	6.31	0.54	0.54
304	복합공사	39	-0.22	-0.06
305	조적공사	2.44	0.75	0.69
306	미장공사	2.92	1.22	0.73
307	방수공사	4.81	2.04	0.6
308	타일공사	0	0.26	0.05
309	색칠공사	7.01	0.57	0.11
310	수장공사	4.46	1.77	0.64
311	벽공사	0	0.96	0.42
312	장호공사	3.93	0.80	0.63
313	주리공사	2.49	2.83	0.35
314	도장공사	3.65	0.93	0.65

그림 7. 공종별 수익률 입력화면

<그림 8>은 건설공사 단위에서 위험관리를 수행하기 위하여, 해당공사의 공종별 위험허용도를 산정하는 화면이다.

공종명	허용도	비율	비율	비율
공종가설	9,920,000	2.33	0.67	139,987
환경관리	45,560,000	0.79	0.60	216,460
기설공사	2,920,000	1.35	0.78	103,395
기초공사	3,430,000	1.01	0.58	91,339
말뚝공사	105,430,000	0.54	0.54	346,221
복합공사	3,040,000	-0.22	-0.06	79,772
조적공사	3,040,000	0.75	0.69	59,524
미장공사	8,250,000	1.22	0.73	263,276
방수공사	9,650,000	2.04	0.60	516,913
타일공사	2,360,000	0.26	0.05	61,928
색칠공사	27,960,000	0.57	0.11	169,114
수장공사	44,890,000	1.77	0.64	480,214
벽공사	850,000	0.98	0.42	22,305
장호공사	29,860,000	0.80	0.63	144,375
주리공사	3,650,000	2.83	0.35	95,779
도장공사	5,360,000	0.93	0.68	131,379
극속공사	23,990,000	0.82	0.25	145,102

그림 8. 공종별 위험허용도 산정화면

7. 사례연구

본 연구의 결과에 대한 실무타당성 검증은 목적으로 L건설공사에서 위험요인에 대응하는 프로세스를 예시한다.

흙막이와 기존 건물사이의 지반을 보강하기 위한 설계인 마이크로 파일(Micro Pile) 공법에 대한 것이다. 마이크로 파일 공법은 소형 굴착기로 굴착 후 말뚝을 형성하여 그라우팅(Grouting)하여 지하 말뚝을 형성하는 공법으로 마찰력에 의한 지내력은 우수하나 지반개량효과는 미흡한 것으로 나타나 지반침하가 발생할 위험을 인지하였다. 본 위험의 발생 가능성은 약 60%로 추정되었으며, 지반침하에 따른 손실은 약 20,000천원으로 예상되어, 위험도는 12,000천원으로 계산되었다. 지반보강공법이 속한 공종은 기초 및 토공사로서 공종 위험허용도는 <표 4>로 부터 9,000천원으로 본 위험이 위험허용도를 초과하고 있어, 위험에 대한 대응전략 수립이 필요하게 되었다.

본 위험에 대한 대응전략으로 연약지반공법인 J.S.P 공법이 고려되었다. J.S.P 공법은 지하굴착 후 초고압($p=200\sim 400\text{kg/cm}^2$)으로 시멘트 밀크를 분사하여, 연약지반층과 교반되어 자체적으로 구근을 형성하는 공법으로 지반개량효과가 매우 우수하고 굴착장비가 소형으로 시공성이 매우 우수하다. 따라서 지반보강공법은 마이크로 파일 공법에서 J.S.P 공법으로 설계변경하기로 결정하였다.

8. 결론

건설공사 전단계에서 위험관리를 일상화시키기 위하여 위험관리 프로세스의 임의화를 방지하고 연속성을 확보하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 위험허용도를 건설

공사 위험관리 프로세스의 중심으로 전제하였고, VaR 개념을 응용하여 위험허용도를 산정한 후 이를 예제 공사에 적용한 결과, 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- (1) 금융기관의 포트폴리오에서 계산된 VaR가 금융기관의 최대손실금액인 것과 같이 건설공사 포트폴리오로부터 계산된 VaR는 건설회사 및 조직이 수용할 수 있는 위험의 한계허용치가 될 수 있음이 증명되었다.
- (2) 건설회사의 포트폴리오로부터 계산된 VaR를 공사별로 배분하기 위해, 공사 위험허용비율(P-VaR)을 산정해야 한다.
- (3) 건설공사의 관리단위인 공종별로 건설공사 위험허용도를 배분하기 위해 베타위험기울기를 적용한 결과, 베타위험이 공종별 특성을 고려한 사업위험허용도 배분방법으로 매우 적절한 것이 검증되었다.
- (4) 따라서 VaR 개념을 응용할 경우, 회사조직과 공사 구성원이 모두 동의할 수 있는 객관적이며 논리적인 위험허용도 산정이 가능하게 된다.
- (5) 위험관리 전산시스템 모형개발을 통해 본 연구에서 제시한 위험허용도 산정방법론이 시스템적으로 완벽함을 확인하였다.
- (6) 그리고 예제 공사를 통해 위험허용도 중심의 위험대응 프로세스가 건설공사 전 단계에서 일상적으로 적용될 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. 김선규, "Project Risk 분석 및 응용방법 고찰", 전력기술 제1권 제2집, 34-47, 1990
2. 김선규, 김재준, 김경래, "건설공사 위험허용도 설정모델에 관한 연구", 대한건축학회 추계학술발표대회, 제20권 제2호,

- 579-582, 2000
3. 오세경. "위험관리론". 경문사, 137-158, 1999
4. 윤평식, 김철중, "금융기관 시장위험관리", 한국금융연수원, 2000
5. 최태성, 김성호. "통계학 - 이론과 EXCEL 2000", 다산출판사, 448-483, 2000
6. Chris Chapman & Stephen Ward (1997). Project Risk Management, processes, techniques and insights. Wiley, 191-216, 1997
7. Englmar Wenk. "Aspects of Project Risk Management in European Community in the 90s". PMI seminar/symposium, Atlanta, Georgia, 512-517, 1989
8. G. R. Smith & C. M. Bohn. "Small to Medium Contractor Contingency and Assumption of Risk". Journal of Construction and Engineering, Mar./Apr., 101-108, 1999
9. Leslie Edwards. "Practical Risk Management in the Construction Industry". Thomas Teolford, 44-104, 1995
10. Lewis R. Ireland & Verman D. Shirley. "Measuring Risk in the Project Environment". PMI seminar/symposium, Montreal, Canada, 150-157, 1986
11. Li Bing, Robert L. Tiong, Wong W. Fan & David A. Chew. "Risk Management in International Construction Joint Venture". Journal of Construction Engineering and Management, July/August, 277-284, 1999
12. M. James, 'Risk management in civil, mechanical and structural engineering', Thomas Telford, 1995
13. N. J. Smith. "Managing Risk in Construction Project". Blackwell Science, 161-184, 1998
14. Philippe Jorison. "Value at Risk - the New Benchmark for Managing Financial Risk, Second Edition". McGraw-Hill, 107-128, 1997
15. PMI Standards Committee, A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMI, 127-146, 2000

Abstract

With the recent rising project complexities and competitive environments in the construction projects, a risk management is recognized as more important management tool than the others. However, as most risk management techniques applied to the construction projects are centered around their initial phases and risk analyses, they are not developed into general project management technique such as time management, cost management and quality management, etc., that are usually applied in the process of construction. Thus, this paper proposes a response process to construction project risks based on the risk threshold and its calculation methodology applying a concept of VaR to establish risk management as general management technique in the construction projects.

Keywords : Risk Management, Risk Threshold, Risk Response Process, VaR