

# 위험관리 중심의 공정관리모델

## The Time Management Model focused on the Risk Management

주 해 금\* · 김 선 규\*\* · 신 형 존\*\*\*

Chu, Hae-Keum · Kim, Seon-Gyoo · Shin, Hyeng-John

### 요 약

건설사업은 위험에 대한 노출수위가 크기 때문에 프로젝트의 공정을 관리하는 적극적인 위험관리가 강하게 요구되고 있으나 현재의 일반적인 공정관리기법은 위험인지 및 위험분석을 하기에는 부적합한 것이 사실이다. 따라서 본 연구는 현재의 공정관리 문제점을 개선하기 위한 공정관리 모델의 개발을 목적으로, 건설현장에서 실질적인 위험관리를 수행할 수 있는 모델을 개발하였다. 위험관리에 초점을 둔 새로운 공정관리모델은 주공정 관리 및 위험주공정 관리를 함께 수행할 수 있을 것이다.

키워드: 위험관리, 공정관리, CPM 네트워크, 위험분석

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설사업이 다변화되고 그 복잡성이 증가하게 되면서, 건설사업을 성공적으로 수행하기 위한 다양한 도구와 기법들이 여러 분야에서 개발·이용되고 있다. 이 중 공정관리는 여러 산업분야에서 다양하게 연구되어 왔으며 실제 현장실무에 적용되면서 빠르게 그 기법과 도구가 진보하고 있다.

그러나 건설사업의 경우 공정관리에 대한 인식이 널리 확산되고, 다양한 프로젝트에 적용되고 있음에도 불구하고 그 실질적인 활용도는 타 산업분야에 비해 다소 떨어지고 있는 것이 현실이다. 이것은 반영구적인 생산라인의 구축을 통해 공정을 최적화하고 이를 관리함으로써 사업의 수행과 제품의 생산에 막대한 영향을 가져오게 되는 공장생산 방식의 산업에 비해 건설사업이 갖는 특수한 성격 때문인 것으로 해석된다.

건설사업은 다양한 시대적 요구를 충족시키기 위해 매우 다변화되고, 그에 따라 복잡성이 증가하게 되었으며, 사업의 규모 측면에 있어서도 날로 대형화되어 가고 있는 실정이다. 이렇게 급변하는 건설환경과 막대한 양의 자원과 시간이 투입되는 특성으로 인하여 건설사업은 위험에 대한 노출 수위가 크며, 위험상황의 발생 시 직면하게 되는 손실도 다른 산업에 비해 매우 크다.

따라서 일반적인 공정관리의 도구와 기법들을 건설사업에 그대로 적용하는 것 보다 건설사업의 특성에 맞게 조정하고, 현장의 실무상황을 반영하여 운영할 때 공정관리는 그 실질적인 효과를 기대할 수 있을 것이다.

본 연구는 건설사업에서 가장 널리 적용되고 있는 공정관리기법인 CPM(Critical Path Method) 네트워크를 대상으로 기존의 건설현장에서의 공정관리에 대한 문제점을 개선하고자 건설사업의 기본 특성에 기인한 시간과 비용의 건설사업관리 핵심요소를 축으로 위험관리를 연계하여, 현장에서 실무적으로 쉽게 위험관리를 수행할 수 있는 위험관리 중심의 공정관리모델을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 위험관리중심의 공정관리모델을 제안하는 것을 목적으로 여러 공정관리기법 중 건설사업에 일반적으로 활용되고 있는 CPM 네트워크를 대상으로 연구를 진행하였고, 각 액티비티에 대해 동일한 기준의 위험분석을 수행하기 위해 액티비티에 할당되어 있는 자원 상황과 공사비 내역을 기준으로 위험도를 산정하였으며, 연구의 대상이 되는 위험요인은 자원위험(Resource Risk)으로 한정하였다.

본 연구는 크게 다음의 세 단계로 진행되었다.

첫째, 위험관리 관련이론을 고찰하여 공정·위험 통합관리모델의 개념을 설정한 후 기존 연구와 모델을 분석하고 문제점을 제시하였다.

둘째, 위험주공정선에 대한 개념을 정의하고, 위험주공정선

\* 일반회원, (주)건원엔지니어링 CM본부, cuvix@kunwoneng.com

\*\* 종신회원, 강원대학교 건축학부 조교수, 공학박사, (교신저자), sg1208@kangwon.ac.kr

\*\*\* 일반회원, 순천대학교 건축학과 부교수, 공학박사, shn@sunchon.ac.kr

표 1. 본 연구와 관련된 기존 연구들

No.	연구	연구자	출처
1	Evaluating Risk in Construction-Schedule Model(ERIC-S) : Construction Schedule Risk Model	Daud Nasir & Bredda McCabe & Loesie Hariono	Journal of Construction Engineering and Management, Vol.129, 2003, pp.518-527.
2	Model for Evaluating Networks under Correlated Uncertainty - NETCOR	Wei-Chih Wang & Laura A. Demsetz	Journal of Construction Engineering and Management, Vol.126, 2000, pp.458-466.
3	Application Example for Evaluating Networks Considering Correlation	Wei-Chih Wang & Laura A. Demsetz	Journal of Construction Engineering and Management, Vol.126, 2000, pp.467-474.
4	Risk Assessment in Construction Schedules	B. Mulholland & J. Christian	Journal of Construction Engineering and Management, Vol.125, 1999, pp.8-15
5	Estimating Project and Activity Duration : A Risk Management Approach Using Network Analysis	Nashwan Dawood	Construction Management and Economics, Vol.16, 1998, pp.41-48
6	Optimization of Float Use in Risk Analysis-based Network Scheduling	Daji Gong	International Journal of Project Management, Vol.15, 1997, pp.187-192
7	Measuring Uncertainty and Criticality in Network Planning by PERT-path Technique	Giovanni Mummolo	International Journal of Project Management, Vol.15, 1997, pp.377-387
8	Calculation of Safe Float Use in Risk-analysis-oriented Network Scheduling	Daji Gong & James E. Rowings Jr	International Journal of Project Management, Vol.13, 1995, pp.187-194
9	Generalized Activity-On-Node Networks for Managing Uncertainty in Projects	C. W. Dawson & R. J. Dawson	International Journal of Project Management, Vol.13, 1995, pp.353-362
10	Quantification and Management of Uncertainty in Activity Duration Networks	Malik Ranasinghe	Construction Management and Economics, Vol.12, 1994, pp.15-29

도출을 위해 위험관리 중심의 공정관리모델에 요구되는 액티비티별 위험도 산정방법으로 위험인자와 위험분석에 이용되는 방법론을 제시하였다.

셋째, 개발된 위험관리 중심의 공정관리모델을 사례 공정에 적용하여 액티비티별 위험도를 산정하고, CPM 네트워크상에 위험주공정선을 도출하여 검증하였다.

이 중 액티비티별 위험도 산정을 위한 위험인지모델은 액티비티의 자원위험을 인지하기 위해 기존 위험분류체계들에 대한 고찰을 통해 국내 실무 상황에 맞는 새로운 위험분류체계를 제시한 후, 상세위험요인이 분류된 자원위험 체크리스트를 작성하였고, 위험분석모델은 확률등급판정표와 액티비티 내역을 바탕으로 위험도를 산정하는 방법론으로서 경험이 풍부한 실무자 또는 전문가들로 구성된 위험평가그룹을 설정한 후, 각각의 액티비티에 내재된 자원위험에 대한 위험도가 산정되는 과정을 통하여 위험주공정선을 도출하였다.

## 2. 기존 공정·위험 통합관리모델에 대한 고찰

### 2.1 공정과 연계된 위험평가 모델

위험관리 방법론을 활용한 공정관리에 대한 연구는 국내·외에서 일부 연구가 진행되고 있다. 그러나 위험관리의 다양한 기법과 도구들이 사업의 성격과 특징, 규모, 사용자 등에 따라 각기 다르게 선택될 수 있는 이유로 인해, 위험관리가 실무와 현장에서 체계적으로 정착되지 않고 실험적 모델의 제안에 연구가

편중되어 있어 연구결과가 실제 적용된 사례는 거의 없다.

위험관리 방법론을 이용한 공정관리에 대한 기존 연구는 표 1과 같으며, 본 연구의 성격과 유사한 연구로서 네트워크상에서 위험요인에 대한 위험도를 산정하는 모델과 적정 공기산정에 있어 위험관리 방법론을 적용하는 모델의 두 가지를 고찰하고, 기존 연구들의 문제점을 분석하였다.

#### 2.1.1 ERIC-S 모델

ERIC-S(Evaluating Risk in Construction-Scheduling) 모델은 Daud Nasir에 의해 연구된 것으로 PERT와 Monte-carlo Simulation의 이론에 기초한 통계적 분석에 의해 액티비티의 최장공기와 최단공기를 제공해주는 범용 건설공정 위험모델을 제안하였다.

ERIC-S모델은 PERT기법의 3점 시간추정방식을 이용하여 사업에 요구되는 공기를 산정하고 있으며, 일정상에 존재하는 위험요소와 액티비티가 가지는 속성을 정의한 후 베이시안 분석의 이론을 이용하여 네트워크를 정량화하는 단계로 이루어져 있다. (그림 1)

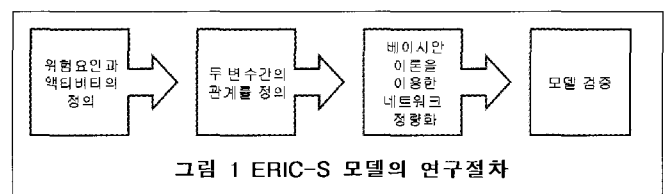


그림 1 ERIC-S 모델의 연구절차

그림 1. ERIC-S 모델의 연구절차

2.1.2 B. Mulholland의 모델

B. Mulholland가 제안한 모델은 매킨토시 운영체제의 Hypercard<sup>1)</sup>와 윈도우 운영체제의 Excel을 이용한 컴퓨터 기반의 건설 공정위험 평가 모델이다.

이 모델은 Hypercard Information System을 이용하여 위험을 인지하고, PERT기법으로 위험요소를 정량화하는 단계로 구성되어 있다. (그림 2)

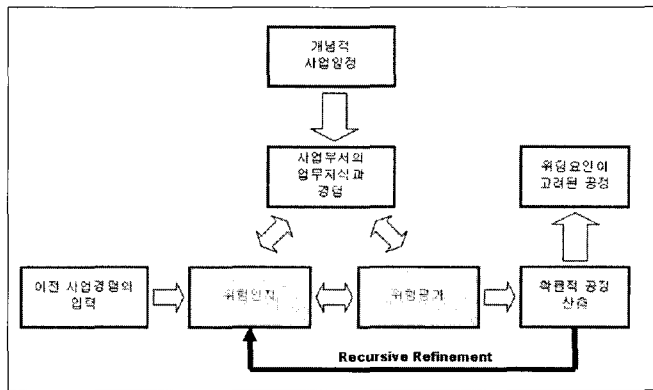


그림 2. B. Mulholland의 위험평가모델<sup>2)</sup>

2.2 기존 연구의 문제점

공정상에서 위험요인에 대한 위험도를 산정하고, 적정 공기산정에 있어 위험관리 방법론을 도입한 연구들은 대부분 PERT 네트워크를 이용한 확률적 접근방법을 적용하고 있으며, 위험관리 단계와 절차를 준용하고는 있으나 공정이나 네트워크상에서 부분적으로 사용되는 문제점이 있다. 또한 위험요소를 인지하고 평가하는데 있어 확률적 판단의 근거가 되는 것은 대부분의 모델에서 전문가의 판단이나 업무부서의 지식과 경험에 의존하고 있었으며, 이는 불확실성을 다루는 위험관리 실무의 특성과 관계되고 있다.

표 2에 나타난 바와 같이 기존 연구들은 위험관리의 확률적 분석기법을 응용하기 위하여 확률분포를 이용한 3점 시간추정 방식의 PERT 네트워크를 사용하고 있었으며, 대부분의 연구에서 위험요소의 인지를 위한 위험분류체계는 제안하고 있지 않다. 또한 위험분석기법에서는 위험평가 과정에서 수학적이고 확률적인 분석기법의 활용을 제안하고 있는데, 이는 위험분석 모

델을 설계하고 컴퓨터를 응용하는데 유리하였던 것으로 판단된다. 그러나 사업에 내재된 위험요인의 정확한 인지와 발생확률의 판정은 전문가의 판단과 사업경험 등에 크게 의존하고 있지만 대부분의 모델에서 이를 구체적으로 제안하고 있지 않다.

본 연구에서는 이러한 기존 연구들의 문제점을 개선하고 현장에서 공정 네트워크와 연계되어 위험인지단계와 위험분석단계에 실질적으로 활용될 수 있는 공정·위험 통합관리 모델을 제안하고자 한다.

표 2. 기존 모델의 특징

No.	연구자	네트워크	위험인지기법	위험분석기법
1	Daud Nasir & Bredda McCabe & Loesie Hartono	PERT	위험분류체계	베이시안 분석
2	Wei-Chih Wang & Laura A. Demsetz	PERT	—	NETCOR 모델
3	B. Mulholland & J. Christian	PERT	위험분류체계	확률분포, 누적밀도함수
4	Nashwan Dawood	PERT	—	매트릭스법
5	Daji Gong	BFUE 모델 <sup>3)</sup>	—	BFUE 모델
6	Giovanni Mummolo	PERT	—	PPNT 모델 <sup>4)</sup>
7	C. W. Dawson & R. J. Dawson	CPM	—	GANS <sup>5)</sup>
8	Malik Ranasinghe	PERT	—	PERT

3. 위험관리 중심의 공정관리모델

3.1 모델 개요

본 장에서는 기존의 공정관리 기법의 문제점을 개선하고, 위험관리 과정이 현장에서 쉽게 이루어질 수 있도록 위험관리 중심의 공정관리모델을 제안한다.

위험관리 중심의 공정관리모델의 개발을 위해 먼저 기존의 주공정선(Critical Path)의 개념과 다른 시각의 위험 주공정선(Risk Critical Path)을 정의하였고, 위험 주공정선을 도출하기 위한 액티비티별 위험도 산정방법은 다음과 같다.

액티비티별 위험도 산정은 위험인지단계와 위험분석단계의 두 단계로 구성되어 있으며, 위험인지단계에서는 상세위험요인이 분류된 위험분류체계와 이를 이용한 자원위험 체크리스트를

1) 1987년에 개발된 매킨토시용 프로그램으로서 멀티미디어 저작도구 중의 하나이다. Hypercard는 마치 여러 장의 카드를 서로 연결시키듯 화면들을 연결하여 내용을 구성하도록 되어 있어서, 책으로 말하면 수천 장의 각 면들에 정보를 집어넣어 하나의 데이터베이스로 만든 다음 일련의 정렬된 형태로 만드는 방식이다.  
 2) B. Mulholland, J. Christian, 'Risk Assessment in Construction Schedule', Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.125, 1999, p.10

3) Gong, D and Hugsted, R, 'Time Uncertainty Analysis in a Project Network with a New Merge-event Time-estimation Technique', International Journal of Project Management, Vol.11, 1993, pp.165-173  
 4) Giovanni Mummolo, 'Measuring Uncertainty and Criticality in Network Planning by PERT-path Technique', International Journal of Project Management, Vol.15, 1997, pp.377-387  
 5) Elmaghraby, S. E, 'On Generalized Activity Networks', Journal of Industry Engineering, Vol.17, 1966, pp.621-631

활용한다. 위험분석단계에서는 등급판정법을 위한 확률등급판정표를 설정하고 위험도를 평가하기 위한 위험평가그룹을 구성하였으며, 판정된 위험의 발생가능성과 액티비티의 공사비 내역을 바탕으로 위험도를 산정하는 방법론을 적용한다.

각 액티비티별로 산정된 위험도는 최종적으로 네트워크상에 위험 주공정선으로 도출할 수 있게 하며, 사업의 진행과 함께 공정상에서 주공정선과 함께 통합관리할 수 있게 된다.

### 3.2 위험 주공정선의 정의

기존의 CPM 네트워크를 이용한 공정관리에서는 각 액티비티의 착수시간과 종료시간으로 각각의 작업이 가지는 여유시간을 계산해 내고 주공정선(Critical Path)을 파악하여, 주어진 시간 내에 사업을 완료하기 위해 주공정선의 관리가 중심이 된다. 그러나 사업의 일정을 지연시키는 요소에는 작업의 지연 및 일정의 변경 사항 이외에도 사업에 내재된 수많은 위험요인들이 원인이 되고 있다. 따라서 공정관리체계 내에서 위험요인들을 인지하고, 분석하여 위험요인이 많이 내재되어 있는 작업을 선별해 내고 중점관리할 수 있는 위험·공정 통합관리모델은 주공정선의 관리와 상호 연계되어 보다 효과적인 사업관리를 실현시킬 수 있다.

본 연구에서는 네트워크에서 작업의 단위가 되는 각 액티비티에 내재된 위험도를 평가하고, 산정된 위험도가 큰 액티비티들의 경로를 위험주공정선(Risk Critical Path)이라 정의한다.

정의된 위험주공정선은 기존의 시간개념 위주의 주공정선과 달리 네트워크상에서 위험도가 큰 작업을 구별하여, 이를 중점적으로 관리할 수 있는 방법론을 제안한다.

### 3.3 위험분류체계 모델의 개발

건설공사는 그 특성상 사업규모가 크고, 장기간이 소요되므로 건설에 참여하는 구성원들이 매우 다양하고 폭이 넓다. 때문에 전체 건설사업의 수행방법 및 절차를 상세히 사전에 정의하지 않을 경우, 사업의 관리효율성이 매우 낮아지게 된다. 동일한 맥락으로 위험관리에 있어 위험인지 단계에서 사업에 내재된 광범위한 위험요인들을 인지하는 방법 및 절차가 명확하게 정의되지 않거나, 상세한 위험요인 체크리스트가 준비되어 있지 않다면, 위험인지단계의 정확성과 효율성은 낮아지게 되고, 전체적인 위험관리는 실패할 가능성이 매우 높아지게 된다.<sup>6)</sup>

기존의 위험분류체계들이 갖고 있는 가장 큰 문제점은 명확하지 않은 분류기준과 상세하게 정의되지 않은 위험요인의 모호성과 함께 계약의 형태와 실무절차 등이 국내 실정에 적합하지 않

다는데 있다. 또한 기존의 공정·위험 통합관리모델에서는 체계적인 위험분류체계를 정의하지 않고 있어 본사와 현장간 또는 실무자간 위험요인에 대한 기준이 없다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 위험요인의 통제가 가능한 업무범위를 기준으로 하여 위험요인을 그룹화하는 위험분류체계를 제안한다.

제안된 위험분류체계는 국내 업무상황을 정확히 반영하고 있으며, 본사와 현장간의 업무흐름과 분담에 따라 자연스럽게 위험요인을 인지하고 통제하는 것이 가능해진다. 또한 위험관리의 기초이며 시작이 되는 위험인지단계를 실무와 가장 쉽게 연동하여 위험요인 체크리스트 작성의 기준을 제공한다.

본 연구에서 개발된 위험분류체계는 사업에 대한 업무분담과 통제력을 기준으로 본사와 현장의 두가지 공간으로 대분류하였으며, 각 공간과 업무주체에 따른 업무영역을 기준으로 하여 11가지 항목으로 중분류하였다. 중분류는 다시 39개 소분류로 구분하였으며, 각각의 소분류 아래에 상세 위험요인이 위치하게 된다.<sup>7)</sup> (표 3)

표 3. 위험분류체계

대분류	중분류	소분류
본 사	영업수주	전략/계획
		사업 타당성
		계약 체결
	견적/예산	견적 적정성
		예산관리
	자산관리	인적자산
		금융자산
	법/불가항력	법적 분쟁
		불가항력
	대외 환경	정치
경제		
사회		
환경		
현 장	개설/착공	계약도서
		착공행정 절차
		현장조직 구성
		공사부지/주변여건
	손익관리	도급관리
		실행변경관리
		하도급관리
		재경비관리
	기술관리	매출/수금관리
		설계변경
	시공관리	공법변경
		시공도면
		노무관리
		장비관리
		자재관리
안전관리		
대외관리	공정관리	
	품질관리	
	대 발주처	
준공/인수	대 관청	
	대 민원	
	관/발주처 준공	
	준공금 수급	
	인수/인계	
	현장철수	
	하자보수	

6) 주해금, 김선규, '기존 건설공사 위험분류체계의 재정립을 통한 위험인지 체크리스트 개발', 한국건설관리학회 논문집 '건설관리' 제4권 제2호, 한국건설관리학회, 2003, pp.112-113

3.4 자원위험에 대한 체크리스트

표 4. 자원위험에 대한 체크리스트

대분류	중분류	소분류	상세 위험요인
현 장	시공관리(자원)	자 재	자재 초과 산정
			자재공급자 선정 오류
			불량자재 납품
			자재부족, 품귀
			자재 납품 지연
		시공오류	
		장 비	장비 투입계획 오류
			적정 장비확보 실패
			장비 파손, 운휴
			장비 생산성 저하
			장비운전자 기능부족
		노 무	노무인력 출역관리 미흡
			노무인력 확보 실패
			노무인력 기능도 부족
			노무 생산성 저하
과다한 시간의 작업 실시			
안전사고			

본 연구에서 제안된 위험분류체계의 상세위험요인은 표 4와 같이 위험요인 체크리스트로 활용될 수 있다.

제안된 위험분류체계에서 자원위험은 분류체계 중 중분류인 시공관리 중, 노무관리, 장비관리, 자재관리의 3개 소분류로 제안하여 위험요인 체크리스트를 작성하였다.

3.5 작업단위의 위험평가

위험의 분석·평가는 특정 위험요인과 관련된 자료의 수집으로부터 시작된다. 관련 자료는 위험 발생사례의 분석결과 및 기타 문헌자료를 통해서 얻어질 수 있는 객관적인 것과 발생 전례가 없거나 본질적으로 고유한 사안으로서 반복적 발생 가능성이 희박하기 때문에 불가피하게 관련 분야의 전문가 및 실무경험자의 판단에 의존해야 하는 주관적인 것으로 구분된다.<sup>7)</sup>

건설 사업은 시간적, 공간적으로 다양하게 진행되고 그 일회성으로 인해 사업에 내재되어 있는 위험요인들을 일반화하여 여러 사업의 형태에서 반복적으로 인지, 분석, 평가, 대응하는 것은 매우 어렵다. 따라서 과거 경험사례와 같은 객관적인 자료만을 가지고 정량적인 분석을 하는 데에는 한계가 있으며, 전문가의 경험적 직관은 물론 관련분야의 전문가 및 실무자의 주관적 판단이 객관적인 분석결과에 반영되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 위험평가그룹에 의한 자원위험의 등급판정을 통하여 각 액티비티의 위험도를 평가하는 방법을 적용한다.

3.5.1 등급 설정

위험관리 중심의 공정관리모델에서는 액티비티에 내재된 위험요인들에 대한 발생가능성을 산정하기 위해 11개의 등급으로 구분된 표 5의 Edward 등급판정표에 의한 위험평가방법을 적용하였다.

본 모델에서 적용하고 있는 등급판정법은 위험요인의 상세한 확률추정은 불가능하나, 현장 중심으로 이루어지는 공정·위험 통합관리 모델에서 현장관리자의 신속한 의사결정을 위해 유리한 방법인 것으로 판단되었다.

표 5. 공정·위험 통합관리 모델의 확률등급판정표

확률 크기	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
발생 가능성	없음	매우 희박	희박	낮음	보통 이하	보통	보통 이상	높음	매우 높음	매우 확실	확실

3.5.2 위험평가그룹의 구성

본 연구의 공정·위험 통합관리 모델에서는 작업단위 위험요인의 평가를 위해 위험평가그룹을 제안하였으며, 현장에서 신속하게 이루어져야 하는 다양한 의사결정에 위험평가그룹이 효과적으로 그 역할을 수행하게 될 것이다.

위험평가그룹은 확률등급판정표를 이용하여 위험요인에 대한 발생확률을 판단하는 조직으로서 위험에 대한 지식을 갖추고 있으며 실무경력이 충분한 전문가 집단으로 구성된다.<sup>8)</sup>

표 6. 각 액티비티에 대한 위험평가표 (Risk Assessment Sheet)

ID	Duration	Activity						비율	비율	비율
		A	B	C	D	E	평균			
위험평가										
자 재										
장 비										
노 무										
계										

3.5.3 위험평가

위험평가그룹은 위험인식단계를 위해 개발된 자원위험 체크리스트를 이용하여 각 액티비티에 내재되어 있는 자원위험을 인지하고, 확률등급판정표를 기준으로 발생가능성을 판단하게 된다. 그룹의 각 평가자에 의해 판단된 발생확률은 산술평균으로 종합되고, 액티비티의 노무, 자재, 장비의 각 비용과 곱하여 최종 위험도가 산출되게 된다. 이러한 과정은 표 6의 각 액티비티에 대한 위험평가표를 이용하여 진행될 수 있다.

7) 김선규, 'LG건설 위험관리계획서 작성 및 위험관리 D/B개발 연구'에 대한 연구결과의 일부임, 2004  
 8) 김인호, '건설사업의 리스크관리', 기문당, 2001, p.84

9) 김선규, 'LG건설 위험관리계획서 작성 및 위험관리 D/B개발 연구'에 대한 연구결과의 일부임, 2004

3.6 위험 주공정선의 도출

본 모델에서 위험주공정선은 공정상의 각 액티비티에 대하여 위험도를 산정하고 내림차순으로 정렬하여, 이를 기준으로 액티비티 위험도가 큰 경로를 CPM 네트워크에 표현하면 위험주공정선이 도출된다.

3.7 위험관리 중심의 공정관리모델 적용 프로세스

본 연구에서 제안하는 위험관리 중심의 공정관리모델은 그림 3과 같은 프로세스로 적용된다.

CPM 네트워크상의 위험요인 인지는 체크리스트 방법을 활용하고, 인지된 위험요인에 대한 발생확률 평가는 위험평가그룹에 의한 등급판정법을 적용한다.

위험평가그룹에 의해 평가된 액티비티 단위의 위험발생확률을 액티비티에 소요되는 내역기준 비용과 곱해져 액티비티별로 최종 위험도가 산출된다. 산출된 액티비티의 위험도는 크기 순서로 정렬하고, 위험도가 큰 액티비티들을 연결하면 가장 위험도가 높은 액티비티의 체인(chain)을 발견할 수 있게 되며, 이것이 위험 주공정선이다.

공정·위험 통합관리 모델을 통해 작성된 공정표에는 일정중심의 주공정선과 위험도 중심의 위험 주공정선이 함께 표시되며, 이러한 공정표는 주공정선과 위험 주공정선을 동시에 고려하여 통합관리할 수 있는 근거를 제공한다.

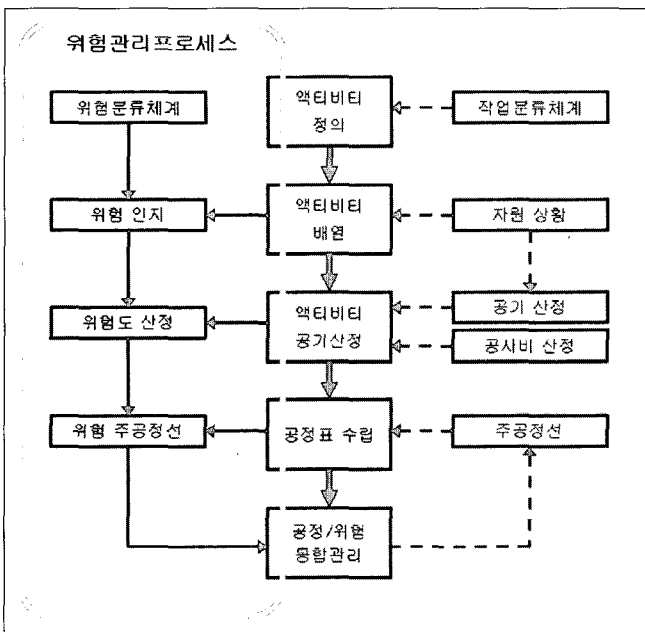


그림 3. 공정·위험 통합관리 모델

4. 위험관리 중심의 공정관리모델 검증

4.1 사례 공정 (Sample Network)

위험관리 중심의 공정관리모델을 검증하기 위하여 D대학 병원 신축공사를 사례 대상으로 선정하였으며, 병원동 골조공사 이후의 네트워크 중 일부를 부분공정표(Fragnet)로 발췌하여 사례 공정으로 하였다. 사례 공사개요는 표 7과 같다.

표 7. 사례 공사개요

공사명	D대학교 부속 종합병원 신축공사
위 치	경기도 고양시 일산구 석사동
대지면적	29,373,000㎡ (8,835.33평)
건축면적	10,059,000㎡ (3,042,89평)
연면적	91,327,37㎡ (27,626.40평)
건폐율	34.24%
용적률	189.93%
공사기간	1999년 11월 30일 ~ 2002년 5월 29일
공사규모	지하2층, 지상 12층, 옥탑 2층
주차대수	529대
건축구조	철근콘크리트 라멘구조

4.1.1 Sample Network의 액티비티 현황

사례 공정은 전체공사의 413개 액티비티 중 골조공사 이후의 26개 액티비티에 대하여 부분공정표로 발췌하였다. 각 액티비티의 내용은 표 8과 같다.

표 8. 사례공정의 액티비티 현황

ID	Activity	Dur.	선행	후행
A	철골내화파복	28	—	B, C, D, E
B	지하층 화장실 방수	30	A	F
C	지하층 & 저층부 바닥미장	31	A	F
D	고층부 석재 Back Frame 설치 (Sec. 1)	31	A	G, H
E	지하층 Dry Wall 설치 (Sec. 1)	31	A	I, J
F	고층부 바닥미장	30	B, C	K
G	고층부 석재 Back Frame 설치 (Sec. 2)	61	D	Finish
H	고층부 외벽 석재 설치 (Sec. 1)	30	D	L, M
I	지하층 Dry Wall 설치 (Sec. 2)	30	E	Finish
J	저층부 Dry Wall 설치 (Sec. 1)	30	E	N, O
K	각층 옥상방수	30	F	P, Q
L	고층부 외벽 석재 설치 (Sec. 2)	61	H	Finish
M	고층부 외부 AL창호 설치 (Sec. 1)	31	H	R, S
N	저층부 Dry Wall 설치 (Sec. 2)	61	J	W
O	고층부 Dry Wall 설치 (Sec. 1)	61	J	X, Y
P	저층부 내부 방수	30	K	T
Q	주방/지하층 타일	31	K	U
R	고층부 외부 AL창호 설치 (Sec. 2)	50	M	Finish
S	고층부 외부 유리끼우기 (Sec. 1)	30	M	V
T	고층부 내부 방수	30	P	Z

표 8. 사례공정의 액티비티 현황(계속)

ID	Activity	Dur.	선행	후행
U	저층부 화장실 타일	46	G	Z
V	고층부 외부 유리끼우기 (Sec. 2)	51	S	Finish
W	수술실 칸막이 / 천정설치	62	N	Finish
X	고층부 Dry Wall 설치 (Sec. 2)	31	O	Finish
Y	지하층 천정 설치	62	O	Finish
Z	고층부 화장실 타일	45	T, U	Finish
Finish (Dummy)		0	G, I, L, R, V, W, X, Y	-

4.1.2 Sample Network의 내역 현황

사례 공정에 대한 공사비는 표 9에 나타나 있으며, 각 위험분류체계 내 세가지 분류인 자재, 노무, 장비의 위험요인에 대한 위험도를 산정하기 위해 각 자원에 대한 내역이 구분되어 있다.

표 9. 사례 공정의 공사비 현황 (일부)

ID	Activity	Dur.	Cost (원)	
			자재비	노무비
A	철골내화피복	28	자재비	5,252,040
			장비비	0
			노무비	6,419,160
B	지하층 화장실 방수	30	자재비	10,902,539
			장비비	0
			노무비	13,325,326
C	지하층 & 저층부 바닥미장	31	자재비	100,046,047
			장비비	0
			노무비	122,278,501
D	고층부 석재 Back Frame 설치 (Sec. 1)	31	자재비	15,982,515
			장비비	6,270,000
			노무비	19,534,185
E	지하층 Dry Wall 설치 (Sec. 1)	31	자재비	71,009,185
			장비비	0
			노무비	86,789,004
F	고층부 바닥미장	30	자재비	42,521,523
			장비비	16,670,000
			노무비	51,970,751
G	고층부 석재 Back Frame 설치(Sec. 2)	61	자재비	11,719,611
			장비비	4,600,000
			노무비	14,323,969

4.1.3 위험평가그룹의 구성

확률등급판정을 위한 위험평가그룹은 표 10과 같이 해당 공사에 대한 경험을 갖춘 기술자들로 구성하였다.

표 10. 위험평가그룹의 구성

평가자	A	B	C	D	E
직급	차장	과장	과장	대리	대리
경력	15년	13년	11년	7년	5년

4.2 각 액티비티에 대한 자원위험 평가

각 액티비티에 대한 자원위험을 분석하기 위해 위험평가그룹

은 각 액티비티에 내재되어 있는 위험요인에 대한 발생확률을 개발된 자원위험 체크리스트를 이용하여 종합적으로 판단하게 된다. 각 평가자에 의해 판단된 각 자원위험에 대한 발생확률은 산술평균으로 종합되어 지고, 각 액티비티의 위험요인이 지니고 있는 잠재적 영향인 공사비와 곱해져 최종 위험도를 산정하게 된다. 표 11에는 Sample Network에 존재하는 26개의 액티비티에 대한 위험평가를 통해 각 작업의 위험도가 위험평가표(Risk Assessment Sheet)의 형태로 정리되어 있다.

표 11. 각 액티비티에 대한 자원위험 평가표 (일부)

ID	Duration	Activity							Remark
A	28	철골내화피복							
위험평가	A	B	C	D	E	평균	비용	위험도	
자재	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.16	5,252,040	840,326.4	
장비	-	-	-	-	-	-	0	-	
노무	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.20	6,419,160	1,283,832	
계							11,671,200	2,124,158.4	

ID	Duration	Activity							Remark
B	30	지하층 화장실 방수							
위험평가	A	B	C	D	E	평균	비용	위험도	
자재	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.24	10,902,539	2,616,609.36	
장비	-	-	-	-	-	-	0	-	
노무	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.18	13,325,326	2,398,558.68	
계							24,227,865	5,015,168.04	

ID	Duration	Activity							Remark
C	31	지하층 & 저층부 바닥미장							
위험평가	A	B	C	D	E	평균	비용	위험도	
자재	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.12	100,046,047	12,005,525.64	
장비	-	-	-	-	-	-	0	-	
노무	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.24	122,278,501	29,346,840.24	
계							222,324,548	41,352,365.88	

4.2.1 위험평가의 결과

해당 공정의 각 액티비티에 대한 위험도를 산정하여 위험도가 큰 액티비티부터 내림차순으로 정리한 결과가 표 12에 나타나 있다.

위험도 산정 결과 '저층부 Dry Wall 설치 (Sec. 2)'의 작업이 가장 큰 위험도를 나타내었으며, '고층부 Dry Wall 설치 (Sec. 2)', '고층부 Dry Wall 설치 (Sec. 1)', '각층 옥상방수', '저층부 Dry Wall 설치 (Sec.1)', '고층부 외벽 석재 설치 (Sec. 1)'의 순으로 위험도가 큰 결과가 보여준다.

4.2.2 네트워크상의 위험도

사례 공정에서 주공정선(Critical Path)은 A → C → F → K

표 12. 위험도 순 액티비티 정렬

ID	Cost	자재비	노무비	장비비	위험도
N	1,004,552,940	452,048,823.00	552,504,117.00	0	149,678,388.06
X	631,192,757	284,036,740.65	347,156,016.35	0	112,352,310.76
O	631,192,757	284,036,740.65	347,156,016.35	0	107,933,961.44
K	450,617,888	202,778,049.60	247,839,838.40	0	97,333,463.84
J	631,192,757	284,036,740.65	347,156,016.35	0	92,785,335.30
H	381,555,114	145,959,801.30	178,395,312.70	57,200,000	92,221,937.60
R	393,382,620	150,472,179.00	183,910,441.00	59,000,000	87,232,263.30
M	393,382,620	150,472,179.00	183,910,441.00	59,000,000	80,544,610.90
L	279,807,083	107,013,187.35	130,793,895.65	42,000,000	71,085,192.02
C	222,324,548	100,046,046.60	122,278,501.40	0	41,352,365.88
V	81,403,500	31,141,575.00	38,061,925.00	12,200,000	23,933,050
I	157,798,189	71,009,185.05	86,789,003.95	0	23,827,526.54
E	157,798,189	71,009,185.05	86,789,003.95	0	23,196,333.78
S	81,403,500	31,141,575.00	38,061,925.00	12,200,000	22,792,980
Z	96,922,690	43,615,210.50	53,307,479.50	0	22,195,296
F	111,162,274	42,521,523.30	51,970,750.70	16,670,000	14,862,057.44
Y	112,388,504	50,574,826.80	61,813,677.20	0	14,722,894.02
W	47,601,566	21,420,704.70	26,180,861.30	0	10,281,938.28
Q	38,769,076	17,446,084.20	21,322,991.80	0	10,079,959.76
T	48,455,731	21,805,078.95	26,650,652.05	0	9,594,234.74
P	48,455,731	21,805,078.95	26,650,652.05	0	8,722,031.58
U	58,153,614	26,169,126.30	31,984,487.70	0	8,141,505.96
D	41,786,700	15,982,515.00	19,534,185.00	6,270,000	7,720,222.50
G	30,643,580	11,719,611.00	14,323,969.00	4,600,000	6,040,105.88
B	24,227,865	10,902,539.25	13,325,325.75	0	5,015,168.04
A	11,671,200	5,252,040.00	6,419,160.00	0	2,124,158.40

→ G → U → Z → Finish 작업의 경로이며, 주공정선의 전체 위험도는 196,088,807.28로 계산되었으며, 위험도 순위를 반영한 A → E → J → O → X → Finish 작업의 경로에 대한 전체 위험도는 338,392,099.68로 계산되었다. 이는 주공정선보다 약 1.7배 정도 높은 위험도를 나타내는 경로로서 본 연구에서 정의한 ‘위험 주공정선 (Risk Critical Path)’ 이 그림 4와 같이 도출되었다.

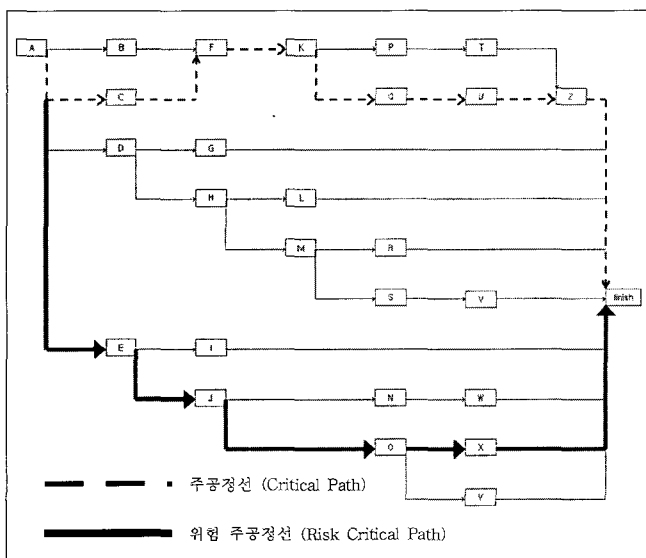


그림 4. 주공선과 위험 주공정선

### 4.3 사례 검증결과 및 기대효과

사례 공정에 대하여 본 연구에서 제안된 위험관리 중심의 공정관리 모델을 적용시켜 보았다. 그 결과 CPM 네트워크상에 각 액티비티별로 위험도를 산정하였고 이를 기준으로 위험 주공정선을 도출할 수 있었다.

특히 위험도의 순위는 공사비의 크기와 동일하지 않으며 기존의 주공정선에서 나타난 위험도와 위험 주공정선상의 위험도는 약 1.7배 정도의 차이를 보이고 있어서, 위험관리 관점에서의 중심 액티비티는 주공정선과 일치하지 않는다는 것을 알 수 있다.

이상과 같은 결과를 비교해 볼 때, 기존의 일정중심의 주공정선 관리와 본 연구에서 제안된 위험도 중심의 위험주공정선 관리의 관리관점이 매우 달라짐을 알 수 있다. 따라서 위험관리 중심의 공정관리모델을 이용하면 위험에 대한 노출수위가 큰 건설사업의 특성이 제대로 반영되지 않았던 기존의 CPM 네트워크 공정관리기법의 부족한 점을 개선하고, 주공정선과 위험주공정선을 동시에 관리하여 사업에 내재되어있는 위험을 감안한 공기관리가 가능해 질 것이다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 건설현장의 대표적인 공정관리기법인 CPM 네트워크의 실무에 대한 활용도를 증진시키고자, 기존의 일정중심 주공정선관리에서 벗어나 위험에 대한 노출수위가 큰 건설사업의 특성에 착안하여 위험도가 큰 액티비티의 경로인 위험 주공정선을 관리할 수 있는 위험관리 중심의 공정관리모델을 제안하였다.

위험관리 중심의 공정관리모델은 크게 위험인지모델과 위험분석모델로 구성되어 있으며, CPM 네트워크의 작업단위 자원 위험도 평가를 통해 위험 주공정선을 도출할 수 있는 방법론을 제안하였다.

위험인지 모델은 상세위험요인이 분류된 자원위험 체크리스트를 이용하였고 이 과정에서 국내 실무 상황에 맞는 새로운 위험분류체계를 제시하였으며, 위험평가 모델은 확률등급판정표와 액티비티 내역을 바탕으로 위험도를 산정하는 방법론을 제시하였으며, 경험이 풍부한 실무자 또는 전문가들로 구성된 위험평가그룹에 의해 위험요인의 확률등급이 평가되는 실무절차를 제안하였다.

개발된 위험관리 중심의 공정관리모델은 기존의 시간개념 위주의 주공정선에 대한 공정관리와 더불어 위험 주공정선을 추가적으로 관리하는 것이 가능해지므로 기존 공정관리기법의 적용성을 증진시키고 그 기능을 향상시킬 수 있다. 또한 위험 주공정



선은 공정표의 지속적인 갱신(Update)을 통해 수정되며 사업의 수행과정에서 유동적으로 변화하여 위험의 추적 및 통제 단계로 이어질 수 있으며, CPM 네트워크에서 실무자들이 시각적으로 쉽게 위험도가 큰 작업을 구별해 내고 중점적으로 관리하여야 하는 대상 작업을 인지하는데 지표로 사용될 수 있다.

본 연구에 대한 기대효과는 개발된 위험관리 중심의 공정관리 모델을 통해 실무현장에서 쉽게 각 액티비티에 대한 위험도를 판정할 수 있게 되었으며, 철저하고 세밀한 위험분석보다는 위험요인의 즉각적인 대응을 필요로 하는 건설현장에서 빠른 의사 결정을 지원하여 위험관리를 수행할 수 있는 도구로 활용될 수 있다.

## 참고문헌

1. 김선규, 'VaR 개념을 응용한 위험허용도 중심의 건설공사 위험대응 프로세스 모델', 한양대학교 박사학위 논문, 2001
2. 김선규, 이복남, 이영환, 장현승, '해외건설공사의 위험도 평가기법 개발을 위한 기초 연구', 한국건설산업연구원, 2004
3. 김인호, '건설사업의 리스크관리', 기문당, 2001
4. 주해금, 김선규, '기존 건설공사 위험분류체계의 재정립을 통한 위험인지 체크리스트 개발', 한국건설관리학회 논문집 '건설관리' 제4권 제2호, 한국건설관리학회, 2003
5. B. Mulholland, J. Christian, 'Risk Assessment in Construction Schedule', Journal of Construction Engineering and Management, Vol.125, ASCE, 1999
6. Edwards, L., 'Practical Risk and Management in the Construction Industry', Thomas Telford, 1995
7. John Walewski, G. Edward Gibson, Jr., Guy Dudley, 'Development of the International Project Risk Assessment(IPRA) Tool', CII Research Report 181-11, 2003

논문제출일: 2005.04.19

심사완료일: 2005.12.13

## Abstract

Construction projects are characterized that exposed high risks so feel strongly necessity of actively risk management that manage the time of project. but recent generally time management tools are not satisfied sufficient supporting the risk identify and risk analysis. Therefore this study purposed development the time management model that in order to improve existing problem of time management model in construction project and developed model could perform practical risk management in construction field. The new time management model focused on the risk management will be able to conduct critical path management and risk critical path management simultaneously.

**Keywords** : Risk Management, Time Management, Critical Path Method Network, Risk Analysis