건축공사 착공 전 단계의 공정리스크 관리도구 개발
- 철골공사 중심으로 -

The Development of Schedule Risk Management Tools at the Preconstruction Phase in Building Construction
- Focused on the Steel Work -

서 상 욱* · 윤 유 상** · 김 선 국***
Suh, Sang-Wook · Yoon, You-Sang · Kim, Sun-Kook

요 약

건축공사에서의 리스크 관리자들은 전체 공기에 영향을 미치는 공정리스크 관리에 대한 중요성에 대해 공감하고 있지만 그 에 대한 관리 절차 및 도구 등이 체계화되어 있지 않아 공정관리에 어려움을 겪고 있다. 또한 기존의 리스크 관련 연구에서의 리스크 분류체계는 현장업무 중심으로 이루어지지 않아 실용화되기에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 전체 공정에 많은 영향을 미치는 철골공사를 대상으로 공사 프로세스 중심의 리스크 분류체계와 주요 공정리스크 요인과 연계한 업무 플로우를 제시하였고, 공정리스크 관리업무의 효율성을 제고하기 위해 공정리스크 중요도를 분석하였으며, 이를 기반으로 공정리스크 요인별 대응방안 및 세부대책으로 이루어진 공정리스크 관리 도구를 개발하였다.

키워드 : 착공 전 단계, 공정리스크, 철골공사

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대의 건축공사는 점차 대형화, 전문화, 복잡화되어감에 따라 불확실한 요인이 증가하고 있으며, 다중의 이해관계가 얽혀져 있고 의사결정 자체가 복잡하기 때문에 수많은 리스크가 내재되어 있다. 건축공사 참여자들이 리스크 관리에 대한 중요성에 대해 공감하고 있지만 경험과 직관에 의존하여 리스크 관리를 수행할 뿐, 리스크 요인에 대한 체계적인 관리는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 리스크 관리 업무가 체계적이지 않은 이유는 리스크 관리절차 및 도구가 부재하기 때문이며, 더욱 근본적인 원인은 각각의 건축 프로젝트에서 발생하는 리스크 요인에 의한 공기지연 및 추가 비용 발생을 공개하는데 거부감을 느끼기 때문이다. 리스크에 대한 기존의 연구는 리스크 요인에 대한 분류 및 정량적 분석 방법에 초점을 맞추고 있으나, 현장업무 중심의 리스크 분류 및 분석이 이루어지지 않아 실용화되기에는 한계가 있다.

따라서 건축생산과정에서 발생하는 리스크 요인에 대한 공사 프로세스 중심의 효용적인 분류체계 및 관리방식이 요구되며, 현장적용 가능성이 높은 리스크 관리도구의 개발이 절실하다. 이러한 리스크 관리도구는 전체 공정에 많은 영향을 미치며, 리스크가 빈번히 발생하진 않지만 그 중요성이 큰 골조공사의 경우에 이러한 도구의 적용은 매우 효율적으로 사용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 공사프로세스 중심의 새로운 분류체계를 제시하고, 공종별 전문가와의 인터뷰를 토대로 작성한 공종별 업무 플로우와 공정리스크 검토양식을 개발하여 경험이 부족한 현장관리자의 효율적인 공정리스크 관리업무를 지원하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건축공사 초기단계에서 시공단계의 공정에 영향을 미치는 리스크 요인을 관리하기 위한 도구로써 공정리스크 검토

* 종신회원, 경원대학교 건축학과 교수, 공학박사
** 학생회원, 경원대학교 대학원 건축학과 박사과정
*** 종신회원, 경의대학교 토목 · 건축공학부 교수, 공학박사
본 연구는 2004년 삼성물산 건설부문의 'Pre-construction 단계에서 건설공정리스크 관리방안' 연구에 의하여 지원되었음

양식을 개발하여 현장의 리스크 관리자들의 효율적인 업무를 지원하고자 한다. 본 연구에서의 착공 전 단계(preconstruction phase)는 공사 착공 전 뿐만 아니라 각 공종의 착공 이전 단계를 의미한다. 각 공종별 리스크는 공사 착공 이전에 모든 리스크 요인을 명확히 판단하기 어려우므로 각 공종의 착공 이전에 리스크에 대한 대응방안을 수립하는 것이 효율적이다. 또한 시공사 입장에서 조절 가능한 리스크를 대상으로 하였으며, 보다 구체적이고 실질적인 리스크 요인을 확인, 분석하기 위하여 15층 의 오피스 빌딩을 가상 프로젝트로 설정하였다. 특히 철골공사의 경우, 철근콘크리트공사와 더불어 전체 공정에 가장 큰 영향을 미치고, 공종별 재해건수의 10% 이상을 차지하며, 고층 오피스 건축공사에 철골조를 많이 사용하기 때문에 본 연구의 대상공종으로 선정하였다.

본 연구는 건축공사에서 발생하는 리스크 요인을 합리적으로 확인 · 분석하고 공정리스크 관리도구를 개발하여 실제 현장에서의 리스크 관리업무를 지원하기 위해 다음과 같은 방법과 절차로 수행하였다.

(1) 리스크 관련 문헌을 통해 기존에 제시된 리스크 요인의 분류방법 및 관리기법에 대해 고찰하였다.
(2) 건축현장에서의 리스크 관리 지원을 위해 공사 프로세스 중심의 리스크 분류체계를 제시하였다.
(3) 실무전문가와 공동으로 업무플로우를 작성하였으며, 이를 중심으로 철골공사에 대한 리스크 요인을 분석하고 대응방안을 작성하였다.
(4) AHP 기법을 이용하여 리스크 요인별 영향도 분석을 실시하여 우선 관리대상 리스크를 도출하였다.
(5) 경험이 부족한 현장실무자의 리스크 관리업무를 지원하기 위해 공정리스크 관리도구와 이에 대한 활용방안을 제시하였다.

2. 공정리스크 관리를 위한 예비적 고찰

2.1 국내외 연구동향

(1) 국내 연구동향

리스크와 관련된 국내 연구는 리스크의 요인분석, 리스크의 관리방안 등 다양한 측면에서 연구되었으며, 주로 실태조사를 통한 분석 및 정량화가 주요 내용을 이루고 있으며, 최근 들어 시스템적 접근이 이루어지고 있다. 다음 표 1은 리스크와 관련된 국내 주요 연구를 나타낸 것이다.

표 1. 리스크 관련 국내 연구동향

연구자	연도	연 구 내 용	문 제 점
김인호	2001	국내 건설업의 리스크 인자를 체계적으로 식별-분석-대응할 수 있는 방향을 제시	공정을 중심으로 하는 리스크 관리에 부적합
조훈희	2001	실무자 인터뷰를 통하여 공기 지연 리스크의 대응방안을 제시함으로서 공기지연에 대한 예방대책을 제안	일반적인 리스크 요인 및 대응방안을 제시
서석원	2002	최적의 리스크 대응방안 선정을 위한 의사결정 모델(RIMA, Risk Management Process Model)을 제시	CM을 통한 리스크 대응 방안으로 제한됨
윤철성	2003	국내 건설공사 클레임사례를 기준으로 리스크 요인 체크리스트를 만드는 기준으로 제시	리스크 관리의 기초연구
한종관	2003	공기지연 원인들을 시공자 입장에서 규명하고, 각각의 공종별로 공기지연과 관련된 리스크 요인에 관한 대응방안을 제시	시공자의 관점으로 리스크 요인에 대한 연구가 제한됨
윤여완	2001	건설 시공단계의 공법별 리스크 요인을 인지하기 위한 체크리스트 개발	리스크 요인 분석의 기초연구
강인석	2002	분류체계(RBS, Risk Breakdown Structure)를 구축하였으며, 이를 활용하여 리스크관리 시스템을 제시	리스크 인자별 분류로 한정
홍성욱	2003	최고경영진의 리스크관리에 대한 인식제고 및 리스크전담조직의 설치를 통한 신속 정확한 리스크 대처 주장	실질적인 리스크 관리까지 진행하지 못함
황지선	2003	초기 건설공사의 공종별 리스크를 식별하고, 리스크 식별을 통해 도출된 리스크 인자들을 특성별로 범주화하여 리스크 분류체계를 제시	리스크 분류 기초연구

(2) 국외 연구동향

다음 표 2는 리스크 관리와 관련된 주요 국외 연구를 고찰한 내용이다.

표 2. 리스크 관련 국외 연구동향

연구자	연도	연 구 내 용	문 제 점
Jaafari Aleshin Mootanah	1994 1997 1997	리스크관리 프로세스를 리스크의 확인, 분석, 대응의 3가지 절차로 구분	가정에 의한 값을 입력하는 등 한계
Tetsuya Miyagawa	1997	리스크 요소를 파악하고, 프로젝트 시작에서 완료시까지 순차적인 의사결정을 지원하기 위해 CMy Planner(Construction Manageability Planning System)를 제시	전체적인 관리방법 및 절차에 대한 제시는 미흡하였으며, 공정리스크관리 전문용이라기보다는 일반적인 리스크 관리 용도로 개발
B. Mulholland and J Christian	1999	건설 일정에서 불확실성의 측정을 시스템적인 방법으로 기술하였으며, 민감도 분석에 의해 중요한 리스크 요인을 평가할 수 있는 모델을 개발하여 프로젝트 리스크의 잠재적인 결과에 대해 인식할 수 있는 도구를 제안	

리스크와 관련된 국외연구는 1980~1990년대 중반에 들어 리스크의 분석과 평가를 위해 영향도 기법과 AHP 기법 등 다양한 분석방법을 제시하기 시작하였으나, 가정에 의한 값을 입력하는 등 한계를 나타내었다. 이 가운데 Jaafari(1994), Aleshin(1997), Mootanah(1997) 등은 리스크 관리 프로세스를

리스크의 확인, 분석, 대응의 세 가지 절차로 구분하였으며, 대부분의 연구자들이 리스크 관리를 위한 절차로서 이 세 단계를 제안하고 도입하였다. 1990년대 후반에 들어서부터 소프트웨어를 이용하여 확률적 시뮬레이션 기법을 리스크 관리에 적용하는 시스템이 개발되기 시작하였지만, 구체적인 관리방법 및 절차에 대한 제시는 미흡하였으며 공정리스크관리 전문용이라기보다는 일반적인 리스크 관리 용도로 개발되었다.

이와 같이 국외 연구는 시스템화까지 접근되었으나, 본 연구에서와 같이 공정을 중심으로 리스크의 요인, 대응방안, 관리도구 등을 제시하는 연구는 미흡한 실정이다.

2.2 기존 연구에서의 리스크 분류체계

기존 연구에서의 리스크 분류방법은 다음 표 3과 같다.

표 3. 기존 연구에서의 리스크 분류방법

연 구 자	리스크 분류 방법
김인호(2001)	건설업 리스크 성격상 분류 건설과정별 리스크 인자 분류 건설활동 영역별 리스크 인자 분류
조훈희(2001)	시공전/시공중
강인석(2002)	국가현황/건설산업/회사/프로젝트/기술
서석원(2002)	Internal / External 분류
황지선(2003)	불가항력/물자인명/재정경제/정치환경/설계도서/시공
주해금(2003)	FTA 위험분류체계[1] Chapman & Ward 위험분류체계[2] PMI 위험 분류체계[3]
윤철성(2003)	착공전 위험요인 공사중 위험요인 준공후 위험요인
홍성욱(2003)	건설과정별 리스크 인자 분류
한종관(2003)	책임소재에 관한 분류 시공자 책임(유) : 재료/노무/장비/시공방법/자금/관리 시공자 책임(무) : 발주자/설계자/감리자/제3자
B. Mulholland and J. Christian	설계/구매/현장 시공/사업관리

기존 연구에서의 리스크 분류체계를 분석하면, 첫째는 위험(Risk)을 그룹화한 목적과 기준이 불분명하다는 문제점이 있다. 대부분의 리스크 분류체계가 사업단계와 분야를 혼용하여 위험요인을 그룹화하거나, 사업단계도 사업의 흐름을 명확히 구분하여 리스크 요인을 그룹화하지 않고 있다. 이러한 혼란스럽고 불명확한 리스크 인자의 구분은 리스크 관리의 중점분야를 정의하는데 문제점을 야기하게 된다. 두 번째는 분류체계 내의 상세위험 요인들이 특정 위험 상황을 표현하지 않고, 개략적이거나 모호한 용어로 정의되고 있다는 점이다. 이러한 모호한 위험 요인의 정의는 그 자체로 발생빈도와 중요도를 측정할 수 없게 함으로서 정량적인 리스크의 분석을 불가능하게 할 뿐만 아니라, 구체적인 관리방안을 수립하는데 장애가 된다. 따라서 기존의 리스크 분류체계들을 건설사업에 그대로 적용하게 할 경우, 관리목적 또는 사용 목적에 적합하지 않은 막연한 위험만을 추정하게 할 가능성이 많아, 리스크 관리의 본래 역할인 철저한 사전관리 기법으로서의 기능을 제대로 해내지 못하게 될 것이다. 이러한 관점에서 볼 때 위의 표2에서의 분류체계 중에서 몇몇 연구에서의 분류체계방식은 본 연구에서 제시할 분류체계와 비교적 근접해있다.

2.3 대상공종 선정

고성석(2004)은 건축공사 공종별 위험도에 관한 연구를 통하여 다음 표 4와 같은 공종별 위험발생확률을 등급으로 나타내었다.

표 4. 공종별 위험발생 확률 분석

공사종류	공종대분류	재해건수	위험발생확률(100%)	등급
건축공사	가설공사	190	11.6	A
	토공사 및 기초공사	100	6.1	B
	철골공사	180	11.0	A
	거푸집공사	285	17.4	A
	철근공사	53	3.2	C
	콘크리트공사	90	5.5	B
	방수공사	27	1.7	C
	조적공사	34	2.0	C
	미장, 견출, 타일공사	88	5.4	B
	석/외벽공사	115	7.0	B
	유리 및 창호공사	38	2.3	C
	수장공사 및 금속 잡철물 공사	16	1.0	C
	E/V 공사	42	2.6	C
	도장공사	60	3.7	C
	설비공사	103	6.3	B
	전기(통신)공사	39	2.4	C
	커튼월공사	3	0.2	D
	단열공사	7	0.5	C
	해체공사	21	1.3	C
	양중작업	75	4.6	B
	작업외 이동	33	2.0	C
	기 타	36	2.2	C
	합 계	1,635	100	

위의 표 4에서 보는 바와 같이 빌딩공사 전체재해건수의 10%

1) 사업타당성, 자금조달, 계획, 설계, 계약의 유형, 공사수행방식에 따른 계약, 지역과 지방의 경제상태, 도급자 신뢰도, 발주자 관련, 법률조건, 자연재해, 현장, 노무, 손실과 손해, 보증
2) 착상, 설계, 계획, 배정, 시공, 인도, 재검토, 지원
3) 예측불가능 외적위험, 예측가능 외적위험, 비기술적 내적위험, 기술적 내적위험, 법규관련 위험

이상을 차지하며, A등급(자주발생하는, 재해의 8.1%이상)인 공종은 가설공사와 철골공사, 거푸집공사로 나타났으며, 전문가들에 의한 설문분석을 통해서는 철골공사의 공종위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 전체공정에 미치는 영향이 큰 골조공사이며, 공종위험도가 높은 철골공사를 대상공종으로 선정하였다.

3. 철골공사에서의 공정리스크

기존의 리스크 분류체계에서 문제점으로 지적되었던 분류기준의 모호함을 개선하기 위해 공종별 프로세스를 중심으로 한 분류체계를 제시하였다. 공종별 프로세스를 기반으로 한 리스크 분류체계는 리스크 관리업무체계 구축을 용이하게 하며, 수립된 대응방안에 따른 효율적 업무수행을 가능하게 할 수 있다. 또한 각각의 분류코드는 향후 리스크 관리시스템을 구축하기 위함이다.

3.1 공정리스크 분류체계 작성

본 연구에서는 건축현장에서의 효율적인 리스크 관리업무를 지원하기 위해 공사 프로세스 중심의 공정리스크 분류체계를 작성하였다. 다음 그림 1은 본 연구에서 제시하는 공정리스크 분류기준을 나타낸 것이다.

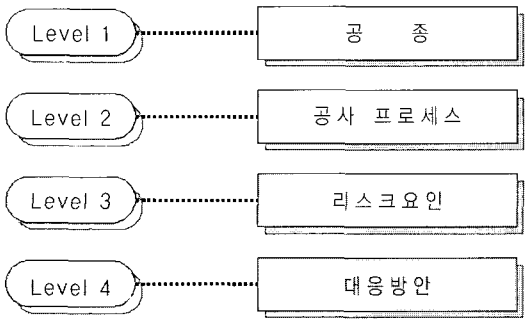


그림 1. 공정리스크 분류기준

(1) Level 1 - 공종

Level 1에서는 대부분의 건축공사가 공종이라는 단위로 분류되어 진행되고 있다는 점을 반영하여 공종을 분류기준으로 설정하였다. 공종별 분류기준으로 향후 리스크관리 업무체계를 시공프로세스에 따라 구축할 수 있는 장점이 있으며, 각 공종별 착공전 단계에서의 리스크 관리업무를 명확히 할 수 있다. 본 연구에서는 후속공정에 미치는 영향을 고려하여 철골공사를 대상공종으로 선정하였다.

(2) Level 2 - 공사 프로세스

일반적으로 경험이 부족한 공사 수행자가 건축공사 프로세스에 대한 지식을 완벽하게 숙지하고 있기는 어려운 일이다. 그러나 이들에게 건축공사에 대한 일반적인 공사 프로세스 정보를 제공한다면 공사 진행과정에서의 의사결정을 지원할 수 있을 것이다. 이를 위해 Level 2에서는 철골공사에 대한 일반적인 공사 프로세스를 분류기준으로 설정하였다.

(3) Level 3 - 공정리스크 요인

공사 프로세스 상에서 발생 가능한 공정리스크를 사전에 파악할 수 있다면 발생당시에 보다 신속한 대응으로 그에 대한 손실을 줄일 수 있을 것이다. Level 3에서는 앞서 수립한 철골공사의 공사 프로세스 상에서 발생 가능한 공정리스크 요인들을 실무전문가의 자문을 통해 도출하였다. 철골공사에서의 공정 리스크 요인은 착공 전(preconstruction), 공장가공, 현장시공 단계로 분류하여 작성되었다. 다음 표 5는 철골공사에서의 주요 공정리스크 요인을 나타낸 것이다.

표 5. 철골공사에서의 주요 공정리스크 요인

단 계	공정리스크 요인
착공 전 (preconstruction)	· 설계도서 검토미흡 · 업체선정 불합리, 시공계획 오류 · shop dwg. 누락 및 오류
공장가공	· 자재반입/사전작업 불량 · 먹매김 부정확, 앵커볼트 볼량 · 가공철골 공사 부정확
현장시공	· 현장반입 자재 불량 · 설치/조립 미숙 · 볼팅/용접 불량 · 현장시공 후 불량 · deck plate/내화피복 불량

4) Level 4 - 대응방안

Levle 4는 공정리스크 요인에 따른 대응방법을 기준으로 하였으며, 각각의 리스크 요인에 따른 대응방안은 실무전문가와 공동으로 작성한 업무 플로우와 연계하여 작성하였다. Level 3에서 도출한 공정리스크 요인들을 효율적으로 관리하기 위한 대응방안과 이에 대한 구체적인 관리방법(담당자, 요구정보, 수행시점)을 분류기준으로 제시하였다. 다음 그림 2는 Level 4의 분류기준을 나타낸 것이다.

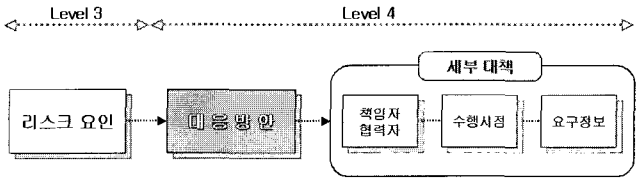


그림 2. 리스크 대응방안(Level 4) 분류체계

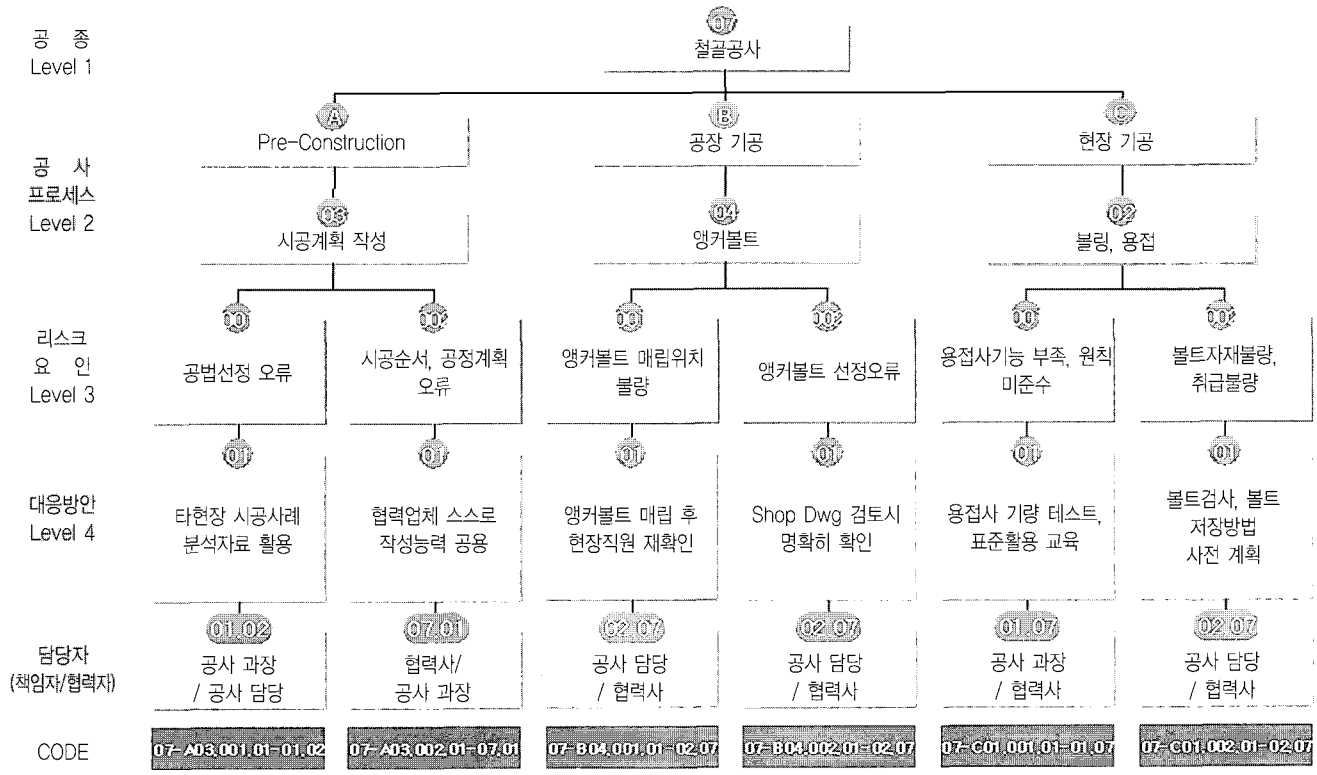


그림 3. 철골공사 공정리스크 분류체계

위의 그림 3은 앞서 제시한 공정리스크 분류기준을 중심으로 철골공사의 공정리스크 분류체계를 나타낸 것이다.

3.2 철골공사 공정리스크 요인

본 연구에서는 철골공사를 착공 전 단계와 공장가공 단계, 현장시공 단계로 구분하여 공정리스크 요인을 파악하였다.

표 6. 철골공사 착공 전 단계에서의 주요 공정리스크 요인

담당기관	업무단계	공정리스크 요인
Gene-Con	도면/시방검토	· 도면/시방검토 누락 · 설계오류 · 구조적 결함 · 수급가능 자재검토 오류
	업체선정	· 발주항목누락 · 저가낙찰
협력업체	시공계획 작성	· 공법선정 오류 · 시공순서 오류 · 공정계획 오류 · 가설계획 오류 · 장비계획 오류 · 인원투입계획 오류 · 자재투입계획 오류
	Shop Dwg.	· Shop Dwg 누락 오류 · Shop Dwg 기입 오류 · Shop Dwg 제출, 승인 지연

(1) 착공 전 단계 공정리스크

철골공사의 착공 전 단계는 현장개설, 도면/시방검토, 현장설명, 업체선정, 시공계획 작성, 검토 등으로 세분화될 수 있으며, 위의 표 6은 철골공사 착공 전 단계에서의 주요 공정리스크 요인을 나타낸 것이다.

(2) 철골공사 공장가공 단계 공정리스크

철골공사의 공장가공 단계에서는 공장에서 가공하여 검사 후 반출하는 과정에서 발생하는 공정리스크와 자재 반입과정에서 발생하는 공정리스크 등이 포함된다. 다음 표 7은 철골공사 공장가공 단계에서의 공정리스크 요인을 나타낸 것이다.

표 7. 철골공사 공장 단계에서의 주요 공정리스크 요인

담당기관	업무단계	공정리스크 요인
Gene-Con	사전작업	· 선 작업 공기지연 · 선 작업 정밀도 불량
	먹매김	· 먹매김 정밀도 오류
	앵커볼트	· 앵커볼트 매립위치 불량 · 앵커볼트 선정오류(길이 등)
	현장반입	· JIT 미준수 · 제작순서 미준수 · 오제작 자재반입
협력업체	자재반입	· 자재수급의 차질 · 불량자재반입 · 자재보관 불량 · 자재비 급상승
	검사	· 철골업체에 검사 일괄발주 · 불성실한 검사(검사누락) · 재 제작으로 인한 납기지연

(3) 현장시공 단계 공정리스크

철골공사의 현장시공 단계는 철골설치와 검사, 철근배근 및 콘크리트 타설 단계로 크게 구분되며, 다음 표 8은 철골공사 현장시공 단계에서의 주요 공정리스크 요인을 나타낸 것이다.

표 8. 철골공사 현장시공 단계에서의 주요 공정리스크 요인

담당기관	업무단계	공정리스크 요인
Gene-Con	기둥설치	· 보관미흡으로 자재파손 · 자재보관 오류 · 이동계획 오류 · 오제작(산소절단, 과도한 힘)
	배관 (plumbing)	· 작업자의 숙련도 부족 · 악천후로 인한 작업중단 · 오시공으로 인한 재작업 · 작업중 안전사고 · 소음 등으로 인한 민원 · 감독, 감리의 지나친 관여
	볼팅, 용접	· 용접사 기능부족, 원칙 미준수 · 볼트자재불량, 취급불량
	검사	· 불성실한 검사
	데크 플레이트 (deck plate)	· 데크 선정 오류
	스트러트 볼트 (strut bolt)	· 시공불량 및 재시공으로 인한 콘크리트 타설일정 지연
	철근배근	· 철근배근 불량 · 결속 불량
발주처/감리	내화피복검사	· 시공 후 탈락(동절기 공사) · 분진, 비산으로 작업환경 저하

4. 철골공사 공정리스크 관리도구 개발

본 연구에서는 철골공사 공정리스크 관리도구를 개발하기 위하여 전문가와 공동으로 주요 공정리스크 요인과 연계된 업무 플로우를 작성하고, 세부대책(담당자, 수행시점, 요구정보)이 반영된 공정리스크 관리도구(공정리스크 검토양식)를 개발하였으며, 다음 그림 4는 공정리스크 관리도구 개발 프로세스를 나타낸 것이다.

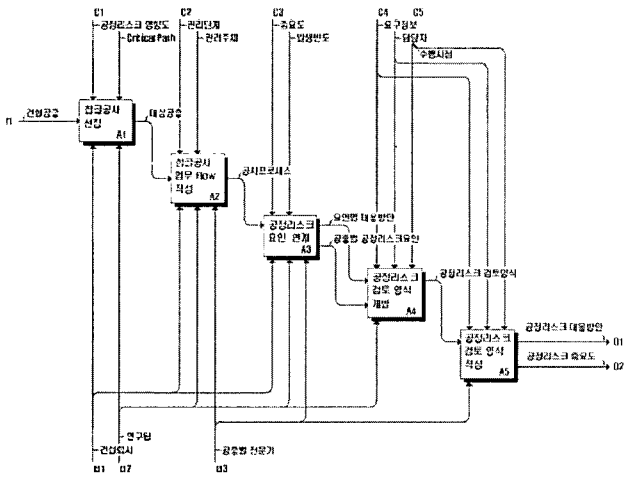


그림 4. 공정리스크 관리도구 개발 프로세스

4.1 철골공사 업무 플로우 작성

다음 그림 5에서 보는 바와 같이 철골공사는 착공 전 단계, 공장가공, 현장시공 단계로 구분될 수 있다. 본 연구에서는 철골공사 전문가와 공동으로 철골공사의 업무절차와 주요 공정리스크 요인을 연계하였으며, 각 단계별 세부 항목의 담당기관을 협력업체(철골제작업체 및 철골설치업체), 시공사, 발주처/감리로 분류하여 업무 플로우를 작성하였다. 철골공사의 주요 공정리스크 요인은 프로젝트 유형 및 규모에 따라 차이가 있을 수 있으므로 15층 이상의 오피스 빌딩을 가상의 프로젝트로 설정하였다.

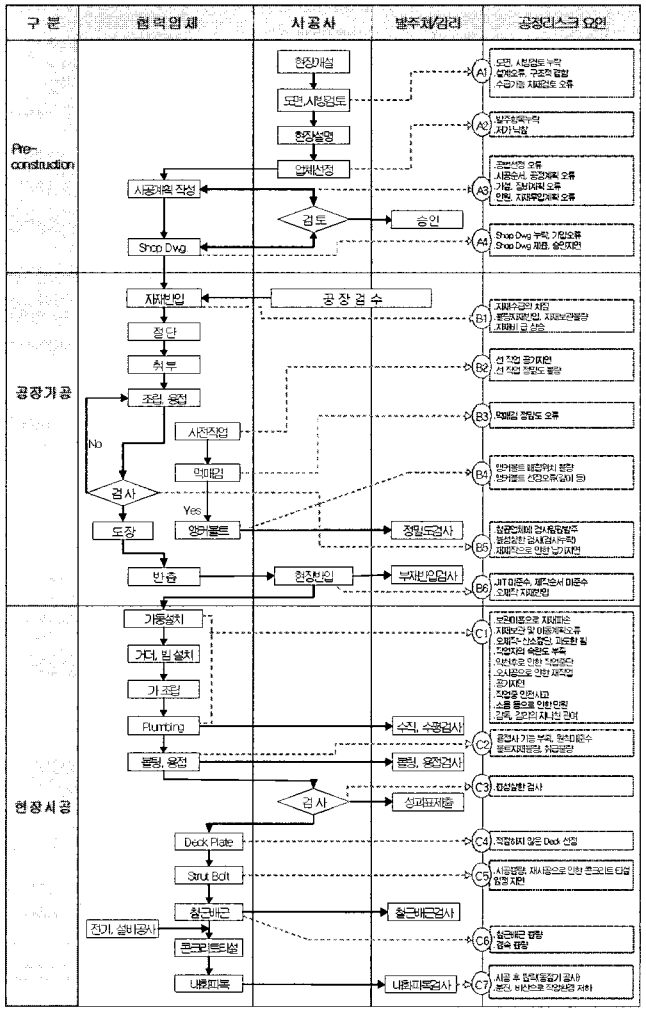


그림 5. 철골공사 업무 플로우

4.2 공정리스크 중요도 분석

본 연구에서는 효율적인 공정리스크 관리를 위해 정량적 분석기법을 이용하여 여러 공정리스크 요인 중 관리 우선순위를 결정할 수 있는 방법을 제시하였다. 이는 리스크 관리자가 공정리스크 요인의 영향도 및 발생빈도를 고려하여 전체 공정에 큰 영향을 미칠 수 있는 리스크 요인에 대한 관리방안을 사전에 수립할 수 있도록 지원한다. 또한 전체 공정에 미치는 영향이 비교적

낮은 공정리스크 요인은 사전에 관리대상에서 제외하여 불필요한 업무를 최소화할 수 있도록 한다. 공정리스크의 중요도는 상당히 정성적인 성질을 가지므로 본 연구에서는 각 리스크의 중요도를 측정하고 그에 따라 공정리스크 우선순위를 결정하기 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 적용하였으며, 다음 표 9는 본 연구에서의 AHP 적용과정을 나타낸 것이다.

표 9. AHP 적용과정

단 계	내 용
계층의 확립	철골공사를 착공 전, 공장가공, 현장시공 단계로 나누어 각 단계별 공정리스크 요인을 중심으로 계층을 확립한다.
리스크 요인의 상호비교 테이블 작성 및 설문	여러 계층으로 분류된 공정리스크요인들을 상호비교하기 위해 쌍대비교 테이블을 만들고 전문가에게 설문을 의뢰한다.
일관성 평가	쌍대비교 설문의 항목이 많을수록 설문에 참여하는 전문가들이 자신이 입력하는 값들에 대해 일관성을 잃을 염려가 있으므로 일관성 평가를 통하여 일정정도 이하의 일관성을 가지는 설문은 배제한다.
리스크 중요도 평가와 우선순위	결정일관성 평가를 마친 쌍대비교 설문지를 모아 공정리스크 가중치를 결정하고, 관리우선순위를 결정한다.

다음 그림 6은 철골공사에서의 계층별 중요도를 나타낸 것으로, 특히 착공 전 단계의 하위계층에 중요도 편차가 심한 것으로 나타났다.

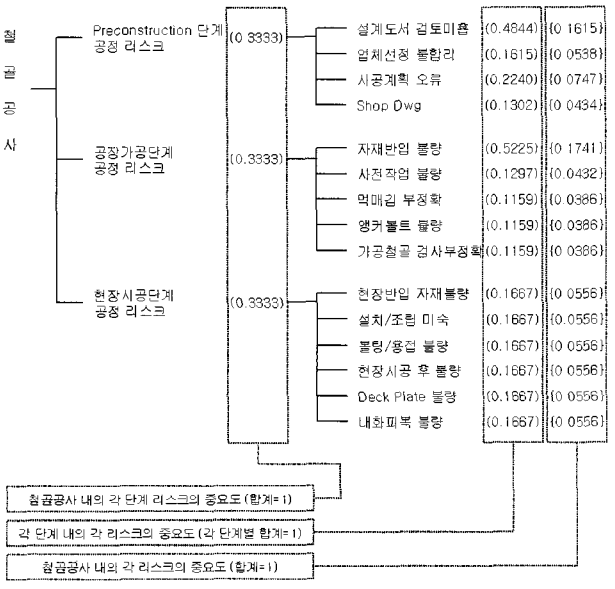


그림 6 철골공사 계층도

그림 6에서 보는 바와 같이 설계도서 검토 미흡과 자재반입 불량을 제외하고는 평균치(0.0666)에서 약 2%의 편차를 나타내고 있다. 이는 각 계층별 중요도가 거의 같은 수준임을 나타내며, 공정리스크 관리의 강도를 일정한 수준으로 유지해야 함을 의미한다.

이상과 같은 AHP 분석과정을 통해 철골공사에서 발생하는 공정리스크 인자의 중요도 우선순위는 설계오류/구조적 결함, 자재수급의 차질, 불성실한 검사, 부적절한 데크 선정, 용접사 기능부족/원칙 미준수 등의 순으로 분석되었으며, 착공 전, 공장가공, 현장시공 단계에서 발생하는 공정리스크 인자의 중요도의 편차가 낮게 나타나기 때문에 철골공사 전반에 걸친 공정리스크 관리가 요구되고 있다고 파악된다.

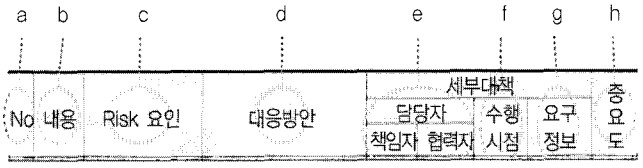
다음 표 10은 AHP 분석결과에 따라 도출된 철골공사 공종리스크의 중요도 순위를 나타낸 것이다.

표 10. 철골공사 공정리스크 인자 중요도 순위

순위	단 계	내 용	공정리스크 인자
1	착공	전도면/시방 검토미흡	설계오류, 구조적 결함
2	공장가공	자재반입 불량	자재수급의 차질
3	현장시공	현장시공 후 검사	불성실한 검사
3	현장시공	Deck Plate	부적절한 Deck 선정
5	현장시공	볼팅/용접 불량	용접사 기능부족, 원칙 미준수
6	현장시공	내화피복 불량	시공 후 탈락(동절기 공사)
7	공장가공	자재반입 불량	불량자재반입, 자재보관불량
7	공장가공	자재반입 불량	자재비 급상승
9	공장가공	먹매김 부정확	먹매김 오류로 인한 재시공
10	착공 전	Shop Dwg.	Shop Dwg 누락, 기입 오류

4.3 공정리스크 관리도구 개발

본 연구에서는 철골공사 업무 플로우에 공정리스크 대응방안, 세부대책(담당자, 수행시점, 요구정보) 및 중요도를 포함하여 공정리스크 관리도구(검토양식)를 개발하였다. 다음 그림 7과 같이 공정리스크 검토양식은 각 공종의 착공 전 단계에서 시공단계 리스크의 파악이 가능하도록 작성되었으며, 상세대응부분의 담당자(책임자/협력자), 수행시점, 요구정보는 리스크 발생 이후의 신속한 대응이 가능하도록 작성되었다. 다음 표 11은 철골공사의 공정리스크 검토양식 중 착공 전 단계를 나타낸 것이다.



a: 각 공종별 공사 프로세스
b: 각 공종별 작업 프로세스
c: 공사 및 작업 프로세스별 리스크 요인
d: 리스크 요인별 대응방안
e: 리스크 관리업무 담당자(책임자 및 협력자)
f: 리스크 관리업무 수행시점
g: 리스크 관리업무에 필요한 요구정보
h: 리스크 요인 중요도

그림 7. 공정리스크 검토양식

표 11. 철골공사 공정리스크 검토양식

No	내 용	Risk 요인	대응방안	세부대책				중요도 (순위)
				담당자		수행 시점	요구 정보	
				책임자	협력자			
A1	도면,시방 검토	1. 도면, 시방검토 누락	1. 기본계획 T/F팀 검토	공사과장	T/F팀	개설 직후	도면 시방서	12
		2. 설계오류, 구조적 결함	2. 현장직원 적기투입, 검토기간 확보	현장소장	공사팀	개설 직후	도면	1
		3. 수급가능 자재검토 오류	3. 현장직원 도면, 시방검토능력 배양	공사과장	T/F팀	개설 직후	소요자재 리스트	29
A2	업체선정	1. 발주항목 누락	1. 명확한 계약체결, 사전준비	현장소장	공사과장	개설 초기	발주 내역서	17
		2. 저가 낙찰	2. 업체현황 면밀히 조사	현장소장	공사팀	개설 초기	업체현황 조사서	17
A3	시공계획 작성	1. 공법선정 오류	1. 타 현장 시공사례 분석자료 활용	공사과장	공사담당	공사 착공전	유사실적 분석서	13
		2. 시공순서, 공정계획 오류	2. 협력업체 스스로 작성능력 향상	협력사	공사과장	공사 착공전	공정표 실적사례	13
		3. 가설, 장비계획 오류	3. 현장직원 자체 시공계획 작성능력 향상	공사과장	공사담당	공사 착공전	가설 계획도 장비 제원표	24
		4. 인원, 자재투입계획 오류	4. 본사 담당자 검토, 지원 시스템 활용	공사과장	본사담당	공사 착공전	인원투입 계획서 자재투입 계획서	33
A4	도면작성	1. Shop Dwg 누락, 기입오류	1. 본사 담당자에 의한 Shop Dwg 검토	공사과장	본사담당	공사 착공전	SHOP DWG	10
		2. Shop Dwg 제출, 승인 지연	2. 현장직원 검토능력 향상 교육	공사과장	본사담당	공사 착공전	교육자료	25

4.4 공정리스크 관리도구 활용방안

공정리스크 관리도구의 착공 전 활용은 기존 프로젝트에서 발생빈도가 높고, 중요도가 큰 공정리스크에 대한 대응방안을 중심으로 작성된 공정리스크 검토양식을 검토하고, 해당 프로젝트에 요구되는 관리대상 리스크의 선정 및 공정리스크 대응방안에 대한 검토로 이루어진다. 공정리스크 관리 담당자는 관리시점 및 요구정보를 미리 파악하여 발생 가능성이 높은 주요 공정리스크에 대비하여야 한다. 다음 그림 8은 공정리스크 관리도구의 착공 전, 후의 활용 절차를 나타낸 것이다.

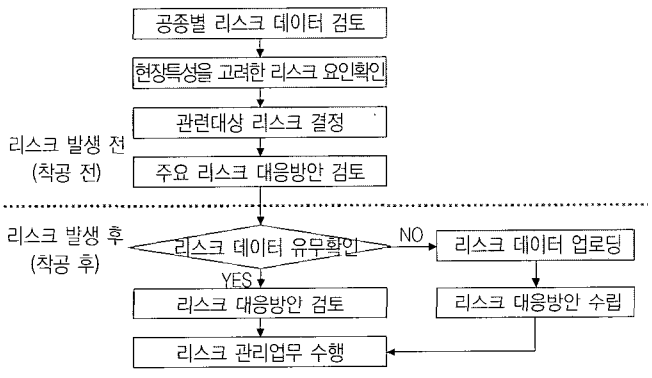


그림 8. 공정리스크 관리도구 활용 절차

건축공사의 시공단계에서는 현장 환경 및 주변여건에 따라 다양한 리스크가 발생할 수 있으므로 기존 공사에서 발생하지 않았던 리스크가 발생할 수도 있으며, 기존에 중요도 순위가 낮았던 리스크가 해당 공사에서는 높은 순위의 리스크일 수도 있다. 따라서 시공단계에서 새로운 리스크가 발생했을 경우, 이에 대한 민첩한 대응은 필수적이며, 본 연구에서 제시한 공정리스크 관리도구는 건축현장에서 경험이 부족한 실무자들의 신속한 의사결정을 위해 효과적으로 사용될 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 전체 공정에 많은 영향을 미치는 착공 전 단계에서의 효율적인 리스크 관리업무를 지원하기 위해 공정리스크 관리 도구를 개발하였으며, 주요 연구내용 및 결과는 다음과 같다.

첫째, 기존 연구에서 제시된 리스크 분류체계를 고찰하여 공사 프로세스 중심의 리스크 분류체계가 요구되고 있음을 파악하였으며, 구체적이고 실용적인 공정리스크 분류체계 및 관리 도구를 개발하기 위하여 전체 공정에 미치는 영향과 공종별 재해건수의 10% 이상을 차지하는 철골공사를 대상공종으로 선정하였다. 둘째, 효율적인 공정리스크 관리업무수행을 지원하기 위해 공종, 공사 프로세스, 공정리스크 요인, 대응방안을 기준으로 한 공정리스크 분류체계를 제시하였다. 셋째, 공사 프로세스 중심의 공정리스크 요인을 파악하기 위해 철골공사를 단계별(착공전, 공장가공, 현장시공), 담당자별(Gene-Con, 협력업체, 발주처/감리)로 구분하였으며, 이를 철골공사에서의 주요 공정리스크 요인과 연계한 업무 플로우를 작성하였다. 넷째, 공정리스크 관리업무의 효율성을 제고하기 위해 공정리스크 중요도를 분석하였으며, 공정리스크 요인별 대응방안 및 세부대책(담당자, 수행시점, 요구정보)으로 이루어진 공정리스크 관리도구(검토양식) 및 이에 대한 활용방안을 제시하였다.

향후 연구과제로는 다수의 전문가의 의견이 반영된 공종별 업무플로우의 작성과 전체 공종을 대상으로 한 공정리스크 데이터

베이스의 구축 및 이를 기반으로 한 매뉴얼과 공정리스크 관리 전산 시스템 개발이 요구된다.

참고문헌

1. 강인석 외 2인(2002), 건설공사단계별 리스크 인자 중요도에 관한 현황 분석
2. 고성석 외 2인(2004), 건축공사 공종별 위험도에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 구조계 20권 5호
3. 김인호(2001), 건설사업의 리스크관리-건설사업의 위험성과 불확실성에 대한 전략적 접근방법, 기문당
4. 서석원 외 2인 (2002), 건설공사의 최적 리스크 대응방안 선정을 위한 의사결정 모델, 대한건축학회 논문집 구조계 제18권 제8호
5. 윤철성 외 1인 (2003), 국내 건설공사 클레임 사례를 기준한 위험요인 및 대응전략 도출, 대한건축학회 논문집 구조계 제19권 제9호
6. 윤여완 외 1인 (2001), 건축공법별 리스크 인지를 위한 체크리스트 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 구조계 제17권 제4호
7. 조훈희 외 2인 (2001), 공기연장 실태조사를 통한 발주자 중심 공기지연 리스크 대응방안 -공공발주 공동주택을 대상으로-, 대한건축학회 논문집 구조계 제17권 제12호
8. 주해금 외 1인 (2003), 건설사업 위험분류체계의 재정립을 통한 위험인지 체크리스트 개발, 한국건설관리학회 논문집 제4권 제2호
9. 한종관 외 2인 (2003), 시공자 중심의 주요 공종별 공기지연 원인 분석에 관한 연구 -공동주택을 중심으로-, 대한건축학회 논문집 구조계 제 19권 제 3호
10. 홍성욱 외 2인 (2003), 국내 건설기업의 리스크 관리의 실태 분석 및 개선방향에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 구조계, 제19권 제5호
11. 황지선 외 1인 (2003), 초기 건설공사의 리스크 분류체계에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제23권 제1호
12. Aleshin, A. and Dworatschek, S.(1997), Risk Management of Joint Venture Construction Projects of Foreign Cooperation in Russia, PMI 28th Annual Seminars & Symposium, pp.221~226
13. B. Mulholland and J. Chritian (1999), Risk assessment in construction schedules, Journal of Construction Engineering and Management, pp.8-15
14. Jaafari, A.(1994), Total Project Risk Management Aided by Information Systems., 12th INTERNET World Congress on Project Management., Proceedings. Vol. 2, pp 311~317
15. Mootanah, D. P.(1997), A Holistic Framework for Managing Risks in Construction Projects, PMI 28th Annual Seminars & Symposium, pp. 1056~1062
16. Tetsuya Miyagawa (1997), Construction manageability planning - A system for manageability analysis in construction planning, Automation in Construction, pp.175-191

Abstract

The purpose of this study is to develop a supporting tool for efficient management, at preconstruction phase, of the schedule risk that is able to generate at construction phase. The main contents of this study to develop a practical tool are as follows.

First, steel work was selected as a relevant trade and a risk breakdown structure focused on the process of steel work having large effect on total construction process was made. Secondly, the work flow considering schedule risk factor was made and schedule risks that must be managed preferentially through analyzing the grade of importance for risk was selected. Finally, based on above two procedure, the management form for schedule risk was developed.

It is necessary to accumulate abundant data for schedule risk for other construction process and to develop a manual and a schedule risk management system.

Keywords : Preconstruction Phase, Schedule risk, Steel work