

커튼월 공사의 착공 전 단계에서 공정 리스크 규명 및 대응방안

The research and correspondence of schedule risk management at the pre-construction phase of curtain-wall

정 태 식* · 김 창 덕**

Jung, Tae-Sik · Kim, Chang-duk

요 약

건설 프로젝트가 점차 대형화, 전문화, 복잡화되어감에 따라 건설공사에서의 리스크 요인과 불확실성 요인이 증가하고 있다. 따라서 이와 같은 건설 사업 과정에서 발생하는 불확실한 요인을 미리 파악하고, 이에 대처하는 것은 프로젝트 성공을 위해 매우 중요한 요소이다. 따라서 본 연구에서는 전체 공종 중 공기, 공사비, 민원발생 등으로 인해 공사에 크게 영향을 미치며, 후속공정에 미치는 영향이 큰 커튼월 공사를 시공 프로세스 검토를 통한 리스크 인자의 적출을 통해 구체적인 리스크 인자의 구체적인 대응방안을 제시하여 실무에 직접적으로 접근할 수 있도록 하였다. 이러한 리스크 인자의 적출은 정량적인 리스크의 분석을 가능하게 하고, 이에 따라 각각의 공종에서 발생하는 리스크 인자들의 우선순위를 결정할 수 있으며 이를 바탕으로 제시한 공정리스크 관리 도구를 통하여 현장마다 경험과 지식의 정도가 다른 실무자로 하여금 업무를 수행함에 있어서 사전에 리스크를 인지할 수 있으며 리스크가 발생했을 때 신속하게 대응할 수 있고 그러한 리스크를 최소화할 수 있는 업무 지침을 제공하는 역할을 하게 될 것이다.

키워드 : 리스크 관리, 커튼월, 리스크 인자

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

건설 프로젝트는 옥외산업으로서 의사결정 자체가 복잡하고 다중의 이해관계가 얽혀져 있어, 어느 산업분야보다 수많은 리스크가 내재되어 있다. 이러한 건설사업과정에서 발생하는 불확실한 요인을 예측하고 미리 대처함으로써 프로젝트의 성과와 기대가치를 최대화하고자 하는 것은 기업을 운영하거나 프로젝트에 참여하는 목적과도 일치한다. 또한, 건설 산업이 점차 대형화, 전문화, 복잡화되어감에 따라 건설공사에서의 리스크 요인과 불확실성 요인이 증가하고 있다. 건축공사 참여자들이 리스크 관리에 대한 중요성에 대해 공감하고 있음에도 불구하고 건설 현장에서 효율적인 리스크 관리가 이루어지지 못한 것은 공사 참여자들이 경험과 직관에 의존하여 리스크 관리를 하고 있

기 때문이며 리스크 관리절차 및 도구의 부재는 리스크의 발생 원인에 대한 사전인지 및 이에 대한 체계적인 관리를 수행하지 못하게 하고 있다.

시공 단계에서 발생하는 리스크 요인은 프로젝트 공기연장과 원가상승의 부정적인 결과를 초래하므로 공사 착공 전 단계에서 체계적인 리스크 관리를 통하여 사전에 발생 가능성이 높은 리스크 인자를 인식하고 정확하게 규명하여 신속히 대응할 수 있는 현장적용 가능성이 높은 리스크 관리 방안이 요구된다. 이러한 리스크 관리방안은 전체 공정에 많은 영향을 미치며, 초고층 프로젝트의 경우 리스크 발생 빈도가 높고 중요성이 부각되고 있는 커튼월공사의 경우 효율적인 활용을 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 전문가의 확인을 거친 커튼월 공사의 리스크 요인을 관리대상으로 공정 프로세스를 분석하여 각각의 단계에서의 리스크 인자를 도출해내고 그에 따른 대응 방안을 수립하여 리스크 발생에 따른 부적절한 관리에 의한 공기 지연의 최소화를 목적으로 한다.

* 일반회원, 광운대학교 건축공학과 석사, 동부건설

** 중신회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 건설 프로젝트 초기단계에서 시공단계의 공정 에 영향을 미치는 리스크 요인을 관리하기 위해 리스크 검토양 식을 개발하고, 리스크 인자의 우선순위를 통해 효율적인 리스 크 관리가 이루어질 수 있도록 하였다.

본 연구에서의 관리대상 리스크로는 착공지연과 공기지연을 발생시키는 공정리스크, 시공사 입장에서 조절 가능한 리스크를 관리 대상 리스크로 선정하였으며, 보다 구체적이고 실질적인 리스크 요인을 확인, 분석하기 위하여 15층 이상의 오피스 빌딩 을 가상 프로젝트로 설정하였다. 특히, 커튼월 공사의 경우 국내 초고층 빌딩 건축에서 골조공사의 공기단축과 단순화를 위하여 건식공법으로 가장 많이 활용되고 투자비용 측면에서 전체공사 비에서 차지하는 비율이 약 10 ~ 15 % 로서 타 공종에 비하여 상대적으로 높으며, 공정관리 측면에서는 일반적으로 주 공정 (critical path)상에 위치하는 주요 관리대상으로서 설계, 제작, 시공, 유지관리 단계에 걸쳐 세심한 관리가 요구되는 중요성이 매우 큰 공정이므로 대상공종으로 선정하였다.

이와 같이 시공단계의 공정리스크에 대해 착공 전 단계에서의 대응방안을 제시하기 위해 본 연구는 다음과 같은 방법과 순서 로 진행하였다.

- (1) 리스크 관련 문헌 및 사례조사를 통해 기존에 제시된 리스 크 요인을 확인하고 기존 리스크 분류방법 및 관리기법에 대해 고찰하였다.
- (2) 커튼월 공사를 대상 공종으로 선정하여 체계 적인 리스크 관리를 위해 공사 프로세스 중심의 리스크 분류체계를 제 시하였다.
- (3) 실무전문가와 공동으로 대상공종별 지식관리시스템을 작 성하였으며, 공종별 리스크 요인 분석 및 대응방안을 작성 하였다.
- (4) AHP 기법을 이용하여 리스크 요인별 영향도 분석을 실시 하고, 우선 관리대상 리스크의 결정방법을 제시하였다.
- (5) 리스크 관리업무를 지원하기 위한 공정리스크 관리 도구 를 개발하였다.

2. 공정리스크 관리를 위한 예비적 고찰

본 장에서는 공정리스크와 관련하여 기존에 국내외 연구된 내 용이나 기법 및 관리 사례를 고찰하여 향후 공정리스크 관리를 위한 기본적인 방향을 설정하였다.

2.1 국내 연구동향

지금까지 공정리스크와 관련해 이루어진 국내 연구들은 건설

업에 있어서 리스크 요인분석과 리스크 관리 방안 분류를 다양 한 측면으로 연구해왔으며 이에 대한 대응 방안 및 리스크 관리 와 관련되 이루어진 국내 연구들은 주로 현 국내 건설업의 실태 조사를 통해 리스크 인자에 대한 분석 및 정량화를 이루고자 하 는 주요 내용을 이루고 있으며 그 내용은 다음 표 1과 같다.

표1. 국내 선행 연구 사례

구 분	연구자	년 도	연구 내 용	문 제 점
리스크 대응 및 관리 방안	강상수	1998	하도급입찰 견적금액에 영향을 미 치는 리스크를 대상으로 시뮬레이 션을 이용하여 분석	리스크 영향 범위가 하도급입찰견적금액 에 한정
	김인호	2001	국내 건설업의 리스크 인자를 체계 적으로 식별-분석-대응할 수 있는 방향을 제시	공정을 중심으로 하 는 리스크 관리에 부 적합
	조훈희	2001	실무자 인터뷰를 통하여 공기 지연 리스크의 대응방안을 제시함으로써 공기지연에 대한 예방대책 제안	일반적인 리스크요인 및 대응방안 제시
	서석원	2002	최적의 리스크 대응방안 선정을 위 한 의사결정 모델(RIMA, Risk Management Process Model)을 제시	CM을 통한 리스크 대응 방안으로 제한
리스크 요인 분석	윤철성	2003	국내 건설공사 클레임사례를 기준 으로 리스크 요인 체크리스트를 만 드는 기준으로 제시	리스크 관리의 기초 연구
	한종관	2003	공기지연원인을 시공자입장에서 규 명하고, 각각의 공종별로 공기지연 과 관련된 리스크요인에 관한 대응 방안 제시	시공자 관점으로 리 스크 요인에 대한 연 구가 제한
	윤여원	2001	건설 시공단계의 공종별 리스크 요인 을 인지하기 위한 체크리스트 개발	리스크요인 분석 기 초연구
리스크 분류	강인석	2002	분류체계(RBS, Risk Breakdown Structure)를 구축하였으며, 이를 활 용하여 리스크관리 시스템을 제시	리스크 인자별 분류 로 한정
	홍성욱	2003	최고경영진의 리스크관리에 대한 인식제고 및 리스크전담조직의 설 치를 통한 신속 정확한 리스크 대 처 주장	실질적인 리스크 관 리까지 진행하지 못 함
	황지선	2003	초기 건설공사의 공종별 리스크를 식별하고, 리스크 식별을 통해 도출 된 리스크 인자들을 특성별로 범주 화하여 리스크 분류체계를 제시	리스크 분류 기초연 구

2.2 국외 연구동향

공정리스크와 관련된 국외연구는 시대의 흐름에 따라 발전되 는 모습을 보이고 있다. 1980~1990년대 중반에는 리스크의 분 석과 평가를 위해 영향도 기법과 AHP 기법 등 다양한 분석방법 이 제시되었으나, 정량적 분석방법이 이루어지지 않았고, 가정 에 의한 값을 입력하는 등 한계를 나타내었다. 이 가운데 Jaafari(1994), Aleshin(1997), Mootanah(1997) 등은 리스크관 리 프로세스를 리스크의 확인, 분석, 대응의 세 가지 절차로 구 분하였으며, 대부분의 연구자들이 리스크 관리를 위한 절차로서 이 세 단계를 제안하고 도입하였다.

1990년대 후반에 들어서부터는 소프트웨어를 이용하여 확률적 시뮬레이션 기법을 리스크 관리에 적용하는 시스템이 개발되기 시작하였으나 구체적인 관리방법 및 절차에 대한 제시는 미흡하였으며, 공정 리스크관리 전문용어라기보다는 일반적인 리스크 관리 용도로 개발되었다. 대표적인 연구로 Tetsuya Miyagawa(1997)는 리스크 요소를 파악하고, 프로젝트 시작에서 완료시까지 순차적인 의사결정을 지원하기 위해 CMy Planner(Construction Manageability Planning System)를 제시하였다. Mulholland and Chritian(1999)은 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 제안하였다. 다음 표 2는 리스크관리와 관련된 주요 국외 연구를 고찰한 것이다.

표2. 해외 선행 연구 사례

연구자	연도	연구 내용	문제점
Jaalari Aleshin Mootanah	1994, 1997, 1997	리스크관리 프로세스를 리스크의 확인(Identification), 분석(Analysis), 대응(Response)의 3가지 절차로 구분	정량적 분석방법이 이루어지지 않았고, 가정에 의한 값을 입력하는 등 한계
Tetsuya Miyagawa	1997	리스크 요소를 파악하고, 프로젝트 시작에서 완료시까지 순차적인 의사결정을 지원하기 위해 Construction Manageability Planning System (CMy Planner)을 제시	전체적인 관리방법 및 절차에 대한 제시는 미흡하였으며, 공정 리스크관리 전문용어라기보다는 일반적인 리스크 관리 용도로 개발
B. Mulholland and J. Chritian	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	

2.3 공정리스크 관리대상 선정

커튼월은 초고층 빌딩 건축에서 골조공사의 공기단축과 단순화를 위하여 건식공법으로 가장 많이 활용되고 있는 외장공법으로 기능적으로는 내·외부의 구분, 건축물의 이미지 결정, 외부의 환경조건에 대한 차단 및 조절 역할 등을 수행하는 건축공사에 있어서 그 중요성이 매우 큰 공정이므로 대상공중으로 선정하였다. 또한 커튼월은 투자비용 측면에서 전체공사비에서 차지하는 비율이 약 10~15%로서 타 공중에 비하여 상대적으로 높으며, 공정관리 측면에서는 일반적으로 주 공정상에 위치하는 주요 관리대상으로서 설계, 제작, 시공, 유지관리 단계에 걸쳐 체계적인 관리가 요구된다. 따라서 커튼월 공사는 커튼월 설계 단계에서부터 최적설계가 되어 제작, 시공, 유지관리 단계까지의 진행과정에 시기에 맞추어 제대로 반영되도록 검증되어 시행

되어야 한다. 따라서 이를 유기적으로 연결하여 커튼월을 현장 여건에 맞게 제작하고 일정에 맞게 시공하는 것은 특히 공기가 짧게 주어진 대형공사의 경우 가장 중요한 관리대상으로 볼 수 있다. 즉, 커튼월 공사는 실질적인 시공에 앞서 기본도면 작성, 실물모형시험(Mock-up Test), 실시설계도면 작성, 공장 가공/제작 등 타 공중에 비하여 많은 준비시간이 요구되고, 초기단계에서 설계미비로 인하여 발생하는 설계변경에 의하여 공사비의 변동이 발생하므로 설계 및 검토를 위한 많은 시간과 인력을 투입하여야 하며, 이 단계에서의 효율적인 리스크 관리는 전체공정의 안정을 위하여 필수적이라 할 수 있다.

3. 커튼월 공사 공정리스크

3.1 커튼월 자재 속성 분석

커튼월 공사의 공정리스크 관리도구 개발을 위해서 먼저 커튼월 자재의 속성을 설계, 발주, 양중, 공정 단계로 나누어 단계별로 분석하였고, 이를 바탕으로 커튼월 자재의 전체적인 작업의 흐름과 각 작업에 관여하는 정보들을 정리하여 <그림1>, <그림2>, <그림3>과 같이 커튼월 자재 정보 흐름 모델을 제시하였다.

커튼월 부재와 같은 공업화 부재의 경우 대부분은 설계도를 통해 계획수량 및 업체를 확보하고, 이를 업체에 통보해서 업체에서 배송 및 설치의 일련의 과정들을 수행하는 공통적인 흐름을 가지고 있다. 구체공사가 완료되면 커튼월의 정확한 위치, 반

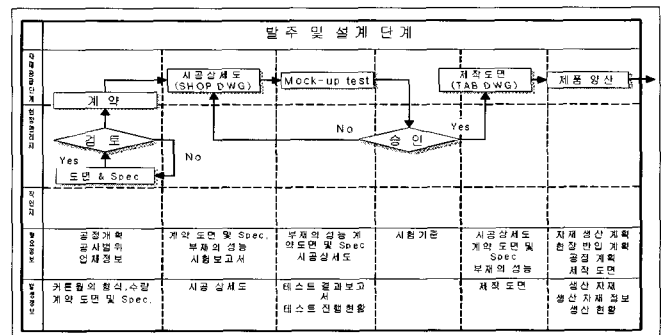


그림1. 커튼월 자재 정보 흐름 모델 (발주 및 설계 단계)

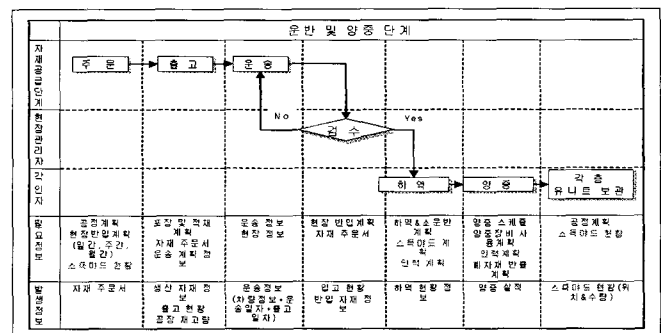


그림2. 커튼월 자재 정보 흐름 모델 (운반 및 양중 단계)

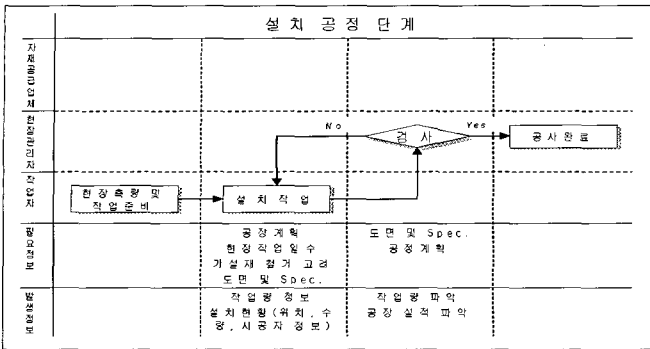


그림3. 커튼월 자재 정보 흐름 모델 (설치 공정 단계)

입시기, 규격 등을 현장 실측 및 측정을 통해 작성을 하고 이를 업체에 통보하여 시공상세도 작성 및 승인 후 업체에서 제품을 양산하고 현장 배송하여, 현장반입을 통해 검수단계와 하역, 양중, 자재적치, 현장설치 등의 일련의 과정을 거치게 된다.

3.2 공정리스크 관리 프로세스

착공 전 단계에서의 커튼월 공사의 공정리스크 관리 도구를 개발하기에 앞서 현장실무자들의 리스크 관리업무를 지원하기 위해 공정리스크 관리 프로세스를 정립하였다. 본 연구에서 제시하는 공정리스크 관리 프로세스는 기존의 사후 대응형 리스크 관리에 비해 리스크의 발생가능성에 미리 대비하는데 목적이 있다. 다음 <그림4>은 리스크 관리 이론을 토대로 본 연구에서 제시하는 공정리스크 관리 흐름을 나타낸 것이다.

3.3 공정리스크 분류체계

기존의 리스크 분류체계에서 문제점으로 지적되었던 분류기준의 모호함을 개선하기 위해 커튼월 공사 프로세스를 중심으로 분류체계를 제시하였다. 다음 <그림5>은 커튼월 공사의 리스크 분류체계를 나타낸 것이다.

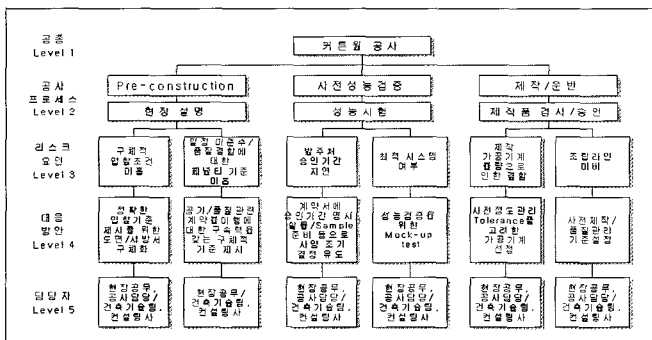


그림5. 커튼월 공사 리스크 분류체계

Level 1에서는 일반적으로 쓰이고 있는 분류단위인 건설 공종을 기준으로 향후 리스크 관리 업무체계를 시공 프로세스에 따라 구축할 수 있는 장점과 공종별 리스크 관리업무를 명확히 할

수 있다. Level 2는 커튼월 공종에 대해 일반적인 공사프로세스를 공정 진행 순서에 따라 현장반입, 자재 적치, 양중 및 설치 등과 같이 설정하였고, Level 3에서는 앞서 수립한 공종별 공사 프로세스 상에서 발생 가능한 리스크 요인들을 도출하였다. Level 4는 리스크 요인에 따른 대응방법을 기준으로 분류하였으며, 각각의 리스크 요인에 따른 대응방법은 실무전문가가 업무 플로우와 연계하여 작성하였다. 본 연구는 Level 3에서 도출한 리스크 요인들을 효율적으로 관리하기 위한 대응방안과, 이에 대한 구체적인 업무방법(담당자, 요구정보, 수행시점)을 분류기준으로 제시하였다.

4. 공정리스크 관리도구 개발

본 연구에서는 커튼월 공사 공정리스크 관리 도구를 개발하기 위하여 전문가와 공동으로 주요 공정리스크 요인과 연계된 업무 세부 플로우를 작성하고, 실질적인 리스크 관리방안제시를 위해 15층 이상 고층공사 Office Building의 커튼월 공사 가상 프로젝트를 설정하고, 리스크 요인을 확인, 분석함으로써 세부대책(담당자, 수행시점, 요구정보)이 반영된 공정리스크 관리 도구를 개발하였다.

4.1 커튼월공사 업무 플로우 작성

커튼월 공사는 프로젝트 공기 지연에 많은 영향을 미치는 주요 공종으로서, 공종별 공기지연의 원인이 상이하고 공종별 리스크의 중요도가 다르기 때문에 <그림6>과 같이 KMS(지식관리 시스템) 업무 플로우를 분석하고 작성하였다.

공종 분류는 크게 1.착공 전 단계, 2.사전성능 검증 단계, 3.제작/운반 단계, 4.현장시공 단계로 분류되고 1.착공 전 단계의 도면/시방기준 미흡, 계약조건 미흡, 품질관리 가능 업체선정 여부 등에 의한 공기지연 요소가 도출되었고, 2.사전성능 검증 단계는 발주처 승인기간 지연, 최적 시스템 여부, 동절기 작업 지연, 시험 실패에 따른 추가공기 소용 등의 리스크 인자가 분석되었다. 특히, 2.사전성능검증 단계에서는 시료설치와 성능시험의 적격여부에 의한 공기지연 요소가 많이 발생하였다.

3.제작 및 운반 단계의 공기지연 리스크 인자는 제작가공기계 불량으로 인한 결함, 조립라인 미비, 검수시스템 미비, 3.제작단계의 마감재 보양 미흡, 업체 제작 물량한계 초과로 인한 제작지연, 설계변경, 부속자재 조달 지연/시양승인 등의 요소를 들 수 있다. 또한 제작과 관련된 인자와 운반 시 발생하는 리스크 인자에 의해 공기지연에 많은 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

작성 방법은 전문가의 면담과 인터뷰를 통하여 프로젝트의 착공 전과 현장 시공 및 공장 가공 단계로 크게 구분하였고 단계별

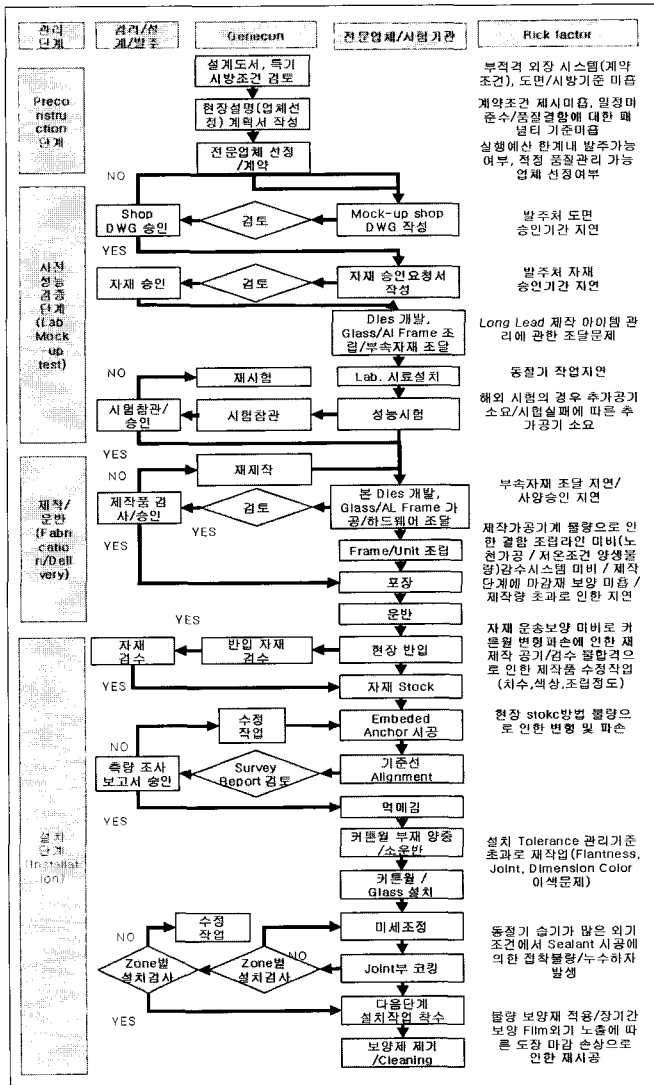


그림6. 커튼월 공사 업무 Flow

세부 항목의 담당기관을 협력업체, 시공사, 발주처/감리로 분류하여 리스크 인자를 도출하였다.

4.2 공정리스크 중요도 분석

본 연구에서는 효율적인 공정리스크 관리를 위해 정량적 분석 기법을 이용하여 여러 공정리스크 요인 중 관리 우선순위를 결정할 수 있는 방법을 제시하였다. 이는 리스크 관리자가 공정리스크 요인의 영향도 및 발생빈도를 고려하여 전체공정에 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 정성적인 성질을 가지므로 본 연구에서는 각 리스크의 중요도를 측정하고 그에 따라 공정리스크 우선순위를 결정하기 위해 AHP기법을 적용하였으며, <표3>은 본 연구에서의 AHP 적용단

표3. AHP 적용 4단계

단계	내용
계층의 확립	도공사, 철근콘크리트공사, 철골공사, 커튼월 공사로 크게 4가지의 범주로 나눈 뒤 각 범주에 해당하는 하위항목들로 또 분류한다. 그래서 건설공사의 리스크요인을 크게 5개 계층으로 분류
리스크 요인 상호비교 테이블작성 및 설문	미리 도출된 여러 계층으로 분류된 리스크요인들을 상호비교하기 위해 쌍대비교 테이블을 만들고 전문가에게 설문 의뢰
일관성 평가	쌍대비교 설문의 항목이 많아질수록 설문에 참여하는 전문가들이 자신이 입력하는 값들에 대해 일관성을 잃을 염려가 있어 이를 일관성을 평가하여 일정정도의 이하의 일관성을 가지는 설문 배제
리스크의 중요도 평가와 우선순위 결정	일관성 평가를 마친 쌍대비교설문지를 모아 Pre-construction 단계의 리스크 가중치를 결정하고 그것에 대응하는 순위를 결정

계를 나타낸 것이다.

4.3 커튼월 공사 리스크 요인 분석 및 대응방안

(1) 커튼월 공사 리스크 요인 분석

본 연구는 시공사 입장에서 커튼월 공사의 전문가를 통하여 공기지연 리스크 인자를 분석하였다. 시공사 입장에서 공정 관련 리스크에 대하여 사전 대응전략을 수립하기 위한 것으로 시공사 귀책사유인 리스크 인자와 조절 가능한 리스크 인자를 도출하여 관리 대상 리스크로 선정하였다.

표4. 커튼월공사 리스크 요인 분석

분류	리스크 인자	책임소재별			
		협력업체	시공사	발주자	감리자
Pre-construction	부적격 외장 시스템(계약조건)		●	○	○
	도면/시방기준 미흡		●		○
	계약조건 제시 미흡		●		
	일정 미준수/품질결함에 대한 페널티 기준미흡		●		○
	실행예산 한계 내 발주가능여부		●		
사전성능 검증 단계	적정 품질관리 가능 업체선정여부		●		
	발주처 승인기간 지연			●	○
	최적 시스템 여부	○	●		○
	Long Lead 제작 아이템 관리에 관한 문제	○	●		○
	동절기 작업지연	●	○		
제작/문반	해외 시험의 경우 추가공기소요	○	●		
	시험 실패에 따른 추가공기소요	○	●		
	제작가공기계 불량으로 인한 결함	●			
	조립 라인 미비	●			
	검수시스템 미비	●	○		
	제작단계에 마감재보양 미흡	●			
	업체 제작 물량초과로 인한 제작지연	●	○		
설계변경	●	○			
부속자재 조달 지연/사양승인 지연	●	○			
시공사와의 문제로 고의적 파업	●	○			

● : 1차 책임 ○ : 2차 책임

표4. 커튼월공사 리스크 요인 분석(계속)

분 류	리스크 인자	책임소재별			
		협력업체	시공사	발주자	감리자
현장 시공	자재 운송 보양 미비로 커튼월 변형 파손 및 재제작 공기	●	○		○
	현장 적치 방법 불량으로 인한 변형 및 파손	●	○		○
	검수 불합격으로 인한 제작품 수정작업	●			
	외벽 측량선 허용오차한계초과로 인한 골조 수정/Anchor Bracket 수정제작	●	○		
	적정 시공인력 조달 문제	●			
	현장 커튼월 작업 품질 관리미흡으로 인한 하자 발생(누수, 결로)	●	○		○
	설치 허용오차관리 기준 초과로 재작업	●	○		○
	동절기 습기가 많은 외기 조건에서 실린트시공에 의한 접착불량/누수하자 발생	●	○		○
불량 보양제 적용/장기간 보양 필름의 기 노출에 따른 도장 마감 손상으로 인한 재시공	●	○		○	

● : 1차 책임 ○ : 2차 책임

커튼월 공사는 크게 네 가지 항목으로 나누며 착공 전 단계와 사전성능단계에서는 도면/시방기준 미흡 등 시공사의 리스크 귀책사유가 나타나며, 제작/운반이나 현장시공 단계에서는 제작/가공 불량으로 인한 결함이나 자재 운송 보양 미비로 커튼월 변형 파손 및 재제작 등과 같은 리스크 요인으로 인하여 협력업체의 리스크 귀책사유가 큰 것으로 분석되었다.

(2) 커튼월 공사 리스크 대응방안

공정리스크는 계획 착수일 및 계획 종료일에 영향을 미치는 요인들과 그에 해당하는 공법, 장비, 자재 및 협력업체의 능력에 따라서도 영향을 받는다. 리스크 관리는 각 공사가 종료될 때까지 지속적으로 수행되어야 한다. 그러기 위해서는 착공 전 단계에서의 공정리스크 업무가 프로젝트 수행 시에도 활용됨으로써 공정리스크 업무의 연속성을 확보하여야 한다. 공정리스크를 효과적으로 관리하기 위해서 요인별 리스크 대응방안 상세를 다음과 같이 작성한다. 공사의 업무진행단계를 구분하고, 각 단계별로 발생하는 리스크 요인들을 분석한다. 그리고 각 리스크요인들에 대한 대책방안을 담당자, 세부대책, 수행시점, 필요한 요구 정보 등으로 분류하여 체계적인 대응이 가능하도록 한다. 또한 전문가 집단의 검토를 통하여 리스크 요인에 대한 중요도 우선순위를 AHP기법을 통해 선정하여 공정관리의 효율성을 높인다. <표5>은 커튼월 공사 리스크 요인 대응방안 상세를 표로 나타낸 것이다.

커튼월 공사 리스크 요인에 따른 대응방안의 수립 및 적용에 대해서 예를 들면, 외장공사(커튼월공사)착수하기 최소한 3~6

개월전에 건축기술팀 담당자와 커튼월 컨설턴트의 기술지원을 받아, 시공사의 현장 공사 담당자직원, 공무담당직원과 협력사의 기술담당직원이 참석하고, 감리자등의 입회하에, 실물대모형 시험(Mock-up Test)을 실시하고 이를 통해서 커튼월시스템의 내풍압성능, 동압 및 정압 하의 수밀성능, 기밀성능 등을 평가하고, 결함이 우려될 경우 이에 대한 대책을 수립한다.

5. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 기존 연구에서의 리스크 분류체계와 대응방안에 대한 한계점을 보완하여 시공 프로세스에 기반을 둔 리스크 분류체계를 통한 관리 도구를 제시하였다. 기존 연구에서는 프로젝트 리스크와 공종별 리스크, 또한 착공지연 리스크와 공기연장 리스크의 구분이 모호하다는 점과 대응방안 역시 리스크 인자에 대한 구체적인 대응방안을 제시하지 못하고 있다는 한계점이 존재한다. 또한, 각각의 리스크 인자들 사이에 중복성이 존재하고 있으며 현장에서 직접적으로 발생했던 유사한 위험 요소들을 그룹화 시킬 목적으로 요약된 형태라는 데 문제점이 있다. 따라서 리스크 식별 과정에서 발생확률과 손실의 측정이 어려워 정량적인 리스크의 분석을 불가능하게 만들고 구체적인 실질적인 리스크 대응 방안 수립이 어려웠다. 이러한 한계점은 효율적인 리스크 관리를 위해서 단순히 하나의 리스크 발생 인자의 확률만을 평가하기 보다는 건설업 전반의 사회 환경, 건설업계의 내부 환경 등의 여건을 정확히 파악해서 이러한 리스크 발생의 문제점을 진단 및 분석하고, 개선 방향을 충분히 설정할 수 있는 일련의 시스템적 절차의 구축을 불가능하게 할 뿐 아니라 리스크 인자의 코드부여가 불가능하여 향후 리스크 관리 시스템 개발에 있어서 또 다른 한계점으로 발생하게 된다.

따라서 본 연구에서는 시공 프로세스 검토를 통한 리스크 인자의 적출을 통해 구체적인 리스크 인자의 구체적인 대응방안을 제시할 수 있게 되어 실무에 직접적으로 접근할 수 있도록 하였다. 이러한 리스크 인자의 적출은 정량적인 리스크의 분석을 가능하게 하고, 이에 따라 각각의 공종에서 발생하는 리스크 인자들의 우선순위를 결정할 수 있으며 이를 바탕으로 제시한 공정리스크 관리 도구를 통하여 현장마다 경험과 지식의 정도가 다른 실무자로 하여금 업무를 수행함에 있어서 사전에 리스크를 인지할 수 있으며 리스크가 발생했을 때 신속하게 대응할 수 있고 그러한 리스크를 최소화할 수 있는 업무 지침을 제공하는 역할을 하게 될 것이다.

향후 연구 과제로는 본 연구에서 대상공종으로 커튼월공사에 대한 리스크 요인 확인 및 우선순위 결정과정에서 더욱 많은 전문가의 의견수렴이 필요하며, 대상공종 외에 전체공종으로 확대

표5. 커튼월공사 리스크 대안방안

내 용	Risk 요인	대책방안	세부대책				중요도 (순위)
			담당자		수행시점	요구 정 보	
			책임자	협력자			
설계도서, 특기사항 조건검토	1.부적격 외장시스템 (계약조건)	외장공법 검토 (시공성, 경제성, 공기 단축을 고려 최적 디테일 도출방안)	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀 (*)/컨설팅사	개설초기	외장시스템 개선안	7
	2.도면 / 시방 기준 미흡	계약도서의 불합리성, 구체성 부족 문구/ 디테일에 대한 수정 보완	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	개설초기	계약도서 설계변경방안	17
현장설명 (업체선정 계획서)	1.구체적 입찰조건 미흡	정확한 입찰기준제시를 위한 도면/시방서 구체화 (부위별 품입기준 등)	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	현장설명 2개월 전	보완 도면/시방서	7
	2.일정 미준수/품질결함에 대한 페널티 기준 미흡	공기 및 품질관련 계약불이행에 대한 구속력을 갖는 구체적 기준 제시	현장공무	건축기술및지원팀/컨설팅사	현장설명시	구체적 기준	17
전문업체 선정/계약	1. 실행예산 한계 내 발주 가능여부	대안공법 검토/ Spec. 조정	현장공무	건축기술및지원팀/컨설팅사	개설초기	대안적용사례/ 변경시방서	23
	2.적정 품질관리 가능 업체 선정 여부	사전 기술발표회/ 기술역량 검증을 위한 PQ 방안	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	현장설명 1개월 전	업체별 기술 역량 평가서	3
사전 성능 검증	1.발주처 승인기간 지연	계약서에 승인기간 명시 실물/샘플 준비 등으로 사양 조기 결정 유도	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	도급 계약시/외장착공초기	승인조건/ Sample종류	12
	2.최적 시스템 여부	성능검증을 위한 Mock-up test	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장착수후 3~6개월이내	Mock-up 절차/ 일정계획	1
	3.Long Lead 제작 아이템 관리에 관한 문제	초기 Sample승인 방안	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	공사착공초기	제작 List 및 소요일정계획	11
	4.동절기 작업지연	공장제작 방식으로 설계변경 현장 보양방안	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	동절기 작업 영향 요소	15
	5.해외 시험의 경우 추가 공기소요	추가소요조건을 고려 사전 여유 공기 확보(2개월)	현장공무	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	해외시험관련 추가소요공기	22
	6.시험 실패에 따른 추가 공기소요	시험실패를 고려한 여유공기 확보(1~2개월)	현장공무	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	Mock-up재시험소요공기	6
제작/ 운반	1.제작기공기계 불량으로 인한 결함	사전정도관리 Tolerance를 고려한 가공기계 선정	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	하도계약시/외장착공초기	조립기계 정밀도한계	25
	2.조립라인미비(노천가공/저온조건 양생불량)	사전 제작 품질관리 기준 설정	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	제작계획/ QC 기준	24
	3.검수시스템 미비	제작 Checklist준비	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	제작 검수 Sheet	27
	4.제작단계에 마감재 보양 미흡	사전 계획 단계에 고려	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	보양항목/보양기준	28
	5.업체 제작 Capa. 초과로 인한 제작지연	업체 작업Load를 고려한 복수업체 활용안	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	하도계약시/외장착공초기	업체제작 Load/제작일정	5
	6.중도 설계변경	사전 여유공기 확보	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	문제발생시점	설계변경Item 예측List	4
	7.부속자재 조달지연/사양 승인 지연	부속 Accessory류 승인 Item관리/ 여유 준비일정 확보	현장공무/공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	부속자재항목 /승인일정	13
	8.설계변경 인정 관련한 고의적 태업	사전업체 평판 확인을 통한 현실 참여 승인	현장공무	건축기술및지원팀/컨설팅사	현장설명전/문제발생시점	직격업체List	9
설치	1. 자재운송보양 미비로 인한 커튼월 변형 및 재제작 공기	착공전 계획단계에 보양대책 / 보수대책 수립	공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	운송계획서/ 변형파손사례	14
	2.현장 적치 방법 불량으로 인한 변형 및 파손	착공전 자재 적치 계획 / 보수 대책 수립	공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	아직계획서/ 변형파손사례	26
	3.검수 불합격으로 인한 제작품 수정작업	수정 작업을 고려한 공정계획/Zone별 검수계획	공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	예상수정작업/ 보수계획	2
	4.외벽 측량선 Tolerance 한계초과로 인한 골조수정 /Anchor Bracket 제작	골조 정도관리 기준 설정/한계치이상 오차에 대응 가능한 브라켓 제작	공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	외장공사 시공계획단계	골조오차한계/대표수정사례	19
	5.적정 시공인력 조달문제	사전 시공능력 평가단계에서 확인	공사담당	건축기술및지원팀/컨설팅사	시공계획시/문제발생시	설치팀 운영계획	10

표5. 커튼월공사 리스크 대안방안(계속)

내용	Risk 요인	대책방안	세부대책				중요도 (순위)
			담당자		수행시점	요구 정보	
			책임자	협력자			
설치	6.현장 커튼월 작업 품질 관리 미흡으로 인한 하자 발생(누수, 결로)	반복성 하자 설계변경/ 작업불량부위는 보수작업 처리	공사담당	건축기술및지원팀/ 건설팅사	시공계획시/문 제발생시	예상하자사례/ 보수계획	16
	7.현장 관리 기준 초과로 재작업 (flatness, Joint, Dimension, Color 이색 문제)	사전 Visual Mock-up등을 기준 재확정	공사담당	건축기술및지원팀/ 건설팅사	시공계획시/문 제발생시	정도관리기준/ 보수계획	21
	8.동절기 습기가 많은 외기 조건에서 Sealant 시공에 의한 접착불량/누수 하자발생	사전교육 등을 통한 품질 관리 방안 수립/ 시공 불량부위의 보수 대책	공사담당	건축기술및지원팀/ 건설팅사	시공계획시/문 제발생시	동절기품질 관리계획/ 보수계획	20
	9. 불량 보양재 적용/장기 간 보양 Film 외기노출에 따른 도장 마감 손상으로 인한 재시공	외기 노출조건을 감안한 적정 보양재 선정	공사담당	건축기술및지원팀/ 건설팅사	시공계획시/문 제발생시	보양품질 관리계획/ 보수계획	29

* 건축기술 및 지원 팀 - 시공회사 본사에서 건축기술 및 지원을 담당하는 팀을 말함

된 데이터베이스 및 경험이 부족한 현장관리자를 위한 매뉴얼 개발과 이를 기반으로 한 리스크 관리의 전산 시스템 구축이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 강인석 외 2인 (2002), 건설공사단계별 리스크 인자 중요도에 관한 현황 분석
2. 김인호 (2001), 건설사업의 리스크관리-건설사업의 위험성과 불확실성에 대한 전략적 접근방법, 기문당
3. 삼성건설 (2001), 토요다 생산방식과 린건설의 이해
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 제19권 제3호
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. B. Mulholland and J. Chritian (1999), Risk assessment in construction schedules, Journal of Construction Engineering and Management, pp.8-15
13. Construction Industry Institute, PDRI: Project Definition Rating Index for Building Projects, Construction Industry Institute, pp.1-61, 1996
14. Gllen Ballard (1999), Lean Construction (CE290M) Course Notes, University of California at Berkely, 1999.
15. Howell(1999). Greory A,Howell, "What is Lean Construction -1999", Proceeding IGLC-7, University of California at Berkeley, USA, 26-28 July 1999.
16. J. Neil (1989), Management of project risks and uncertainty, Construction Industry Institute, University of Texas
17. koskela, Lauri L. Koskela, "Application of the New Production Philosophy to Construction," Technical

- Report No.72, CIFE(Center For Integrated Facility Engineering), Stanford University, CA, 1992.
18. T. Miyagawa and J. Kunz (1993), Construction planning and manageability prediction, CIFE, Stanford University, Technical Report No. 87
19. Tetsuya Miyagawa (1997), Construction manageability planning - A system for manageability analysis in construction planning, Automation in Construction, pp.175-191
20. Thomas, L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process (Planning, Priority Setting, Resource, Allocation),
21. Tommelein, I.D., Riley, D., and Howell, G.A. (1998). Parade Game : Impact of Work Flow Variability on Succeeding Trade Performance. Proc. 6th Annual Conf. of the Intl. Group for Lean Constr., IGLC-6, 13-15 August held in Guarujá, Brazil, 14 99.
22. Tommelein, I.D., Riley, D. and Howell, G.A. (1998). Parade Game : Impact of Work Flow Variability on Trade Performance. ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., Spt./Oct. Issue.
23. V.E. Sanvido (1984), A framework for designing and analyzing management and control systems to improve the productivity of construction projects, Department of Civil Engineering, Stamford University, Technical Report No. 282
24. Womack and Jones, "Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation", Simon & Schuster, New York, NY, 1996.
25. 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
26. Jaafari, A(1994), Total Project Risk Management Aided by Information System, 12th INTERNET World Congress on Project Management, Proceedings Vol.2, pp.331~317
27. Moothanah, D.P(1997), A Holistic Framework for Managing Risk in Construction Projects, PMI 28th Annual Seminars & Symposium pp. 1056~1062

논문제출일: 2004.12.10

심사완료일: 2005.08.17

Abstract

As construction projects have been extremely enormous, complex and special, risk factors have been increased consistently. Therefore, it is very important to identify and cope with the uncertain risk factors in such building constructions for successful project accomplishment. The purpose of this research is to approach practical affairs directly and show detail alternatives of risk factors by extracting the risk factors throughout construction process of curtain wall that is largely influenced on cost, quality, schedule, safety and following activity.

Also, extracting these risk factors make it possible to analyze quantitative risk and decide the priority raking of risk factors. Especially, this research is aimed to provide efficient management of scheduling risk that can make the risk minimize to practical workers who have different degree of knowledge and experience to the construction cite when the risk brings out suddenly.

Keywords : Risk management, Curtain wall, Risk factor