

# 건축공사를 위한 공법별 리스크 측정에 관한 연구

## A Study on the Risk Measurement of Construction Method for Field Work

유 인 근\*    최 상 춘\*\*    조 택 희\*\*    구 본 우\*\*\*    윤 여 완\*\*\*\*  
Yoo, In-Geun    Choi, Sang-Chun    Cho, Taek-Hee    Koo, Bron-Woo    Yoon, Yer-Wan

### ABSTRACT

The purpose of this study was to Identification the Risk of construction method to protect and reduce the risk of construction period. The inspection list usually has the difference of importance because this list is not made by Method which is not focused on Method. We tested Risk occurring frequency and it's strength by checking the level of Risk. To solve and compensate the matter which happened by changing the each Method Check List to each General Inspection List, we added the each Method Check List by checking the importance of check list of each process. By doing this, the Check List for finding Risk level of Method was created by using the check list of each Method.

## 1. 서    론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

서울특별시지하철공사가 운영하고 있는 지하철 1~4호선의 지하 토목 구조물의 규모가 총 143.1km 중 111.6km이며, 정거장의 규모는 총115개역 중 95개로 815,054m<sup>2</sup>이고, 전국 6개 도시를 중심으로 지하철이 날로 증가하는 추세에 있다. 또한 국내 건설산업의 지속적인 발전과 더불어 WTO가입으로 인한 외국기업의 국내진출에 의한 국내 기업의 경쟁력 확보, 국내 건설업체의 활발한 해외진출을 위하여 과거 해외건설 및 국내 대규모 건설사업을 통하여 축적된 건설업체의 자체적인 기술력에 대한 체계적인 정리가 필요한 시기라고 할 수 있다.

이를 위하여 대규모 사업에 대한 사전심사제도(PQ제도)의 도입 등 다양한 법적인 장치를 마련하고 있으나 이 또한 건설업체간의 불필요한 경쟁을 초래하여 단위사업에 투자되는 초기투자비용에 대한 증가와 더불어 많은 문제점들이 야기 되고 있다.

이에 본 연구는 건설업체의 효과적인 건설관리를 위한 리스크 관리방법을 제시하고자 건설공사에 적용되어지는 개별 공법에 대하여 공법 시행시 문제가 될 수 있는 리스크 요인을 분석하기 위한 방법론을 제시하고자 한다.

\* 서울특별시지하철공사 기술연구실 건축과장, 정회원  
\*\* 서울특별시지하철공사 기술연구실, 발명자  
\*\* 서울특별시지하철공사 기술연구실, 고안자  
\*\*\* 서울특별시지하철공사 시설처 건축팀장, 서울시립대 석사과정  
\*\*\*\* 원광대 건축공학과 강사, 공학박사.

이를 통하여 건설시행의 초기단계에 위험요소를 최소화하여 합리적인 공사관리를 실시할 수 있도록 하고 더불어 건설업체가 기존에 수행하였던 건설사업에 대한 자료를 축적하여 기술력에 대한 체계적인 정리가 가능할 것으로 파악된다.

## 1.2 연구의 방법 및 절차

일반적으로 리스크에 관한 기존의 연구는 건축공사에서 발생할 수 있는 리스크를 사업단계의 초기에 예측하여 이를 회피하거나 최소화하기 위한 연구로 불가항력적인 상황을 포함한 방대한 요인에 대한 조사와 연구를 실시하고 있다.

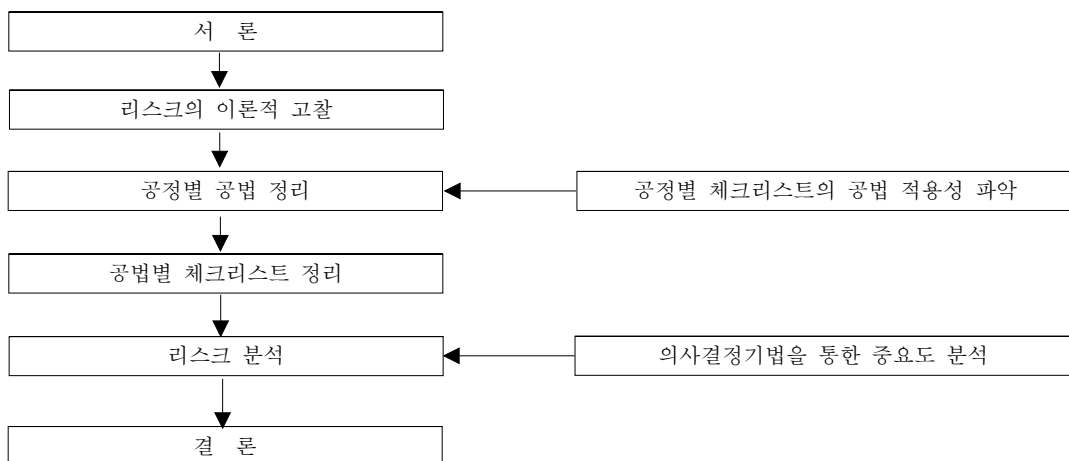
이러한 기존의 연구는 사업 타당성등 사업 전반에 걸친 리스크를 추출하기 위한 것으로 건설공사가 시작된 시점 이후에 발생하게 되는 구체적인 공정상의 리스크를 평가하기에는 어려움이 있다. 이에 본 연구는 개별공법상에 존재하는 위험요소를 추출하기 위하여 공사의 진행과정상 발생할 수 있는 리스크 요인을 공정별로 추출하고 이를 해당공정의 적용가능공법에 적용함으로써 공법상에 존재하는 리스크 요인을 분석하여 공법별 시행시 발생할 수 있는 리스크의 요인을 분석할 수 있도록 하였다.

이를 위하여 우선 건설회사 및 각종 건설관련 학·협회에서 사용하고 있는 건설공사의 각 공정별 시공전 및 시공후 점검사항을 수집하고 이를 바탕으로 중요내용을 정리하여 범용의 공정별 점검사항을 도출하도록 한다.

이후 정리되어진 공정별 시공점검사항과 해당공정에 대한 적용 가능공법을 정리하여 상호연계시킴으로써 공법별 시공점검사항 점검표를 작성하였다. 작성되어진 공법별 시공점검사항 점검표의 경우 공법을 중심으로 작성되어진 것이 아니므로 이를 공법별 점검사항으로 사용하기 위하여 공법과 관련성을 분석하고 이를 통하여 공법에 대한 리스크 분석을 위한 체크리스트를 작성한다.

이 과정을 통하여 도출되어진 체크리스트를 이용하여 공법내부의 리스크 정도를 측정하기 위하여 의사결정기법을 사용하도록 한다.

본 연구를 위하여 총 7종의 건설회사 및 건설관련 학·협회의 공정별 점검사항을 조사하였으며 조사되어진 공정별 점검사항을 이용한 점검사항의 중요도에 대한 조사 및 리스크 정도 측정을 위한 의사결정과정에서 전문가 집단과의 면담조사를 실시하였다.



<그림 1> 연구 흐름도

## 2. 건축공사 리스크의 이론적 고찰

### 2.1 리스크의 개념

리스크는 건설공사의 모든 활동에 영향을 미칠 수 있다. 일반적으로 리스크는 위험성이나 불확실성이 높은 것으로 인식되어지고 있으나 이익이나 기회적 측면도 존재한다.

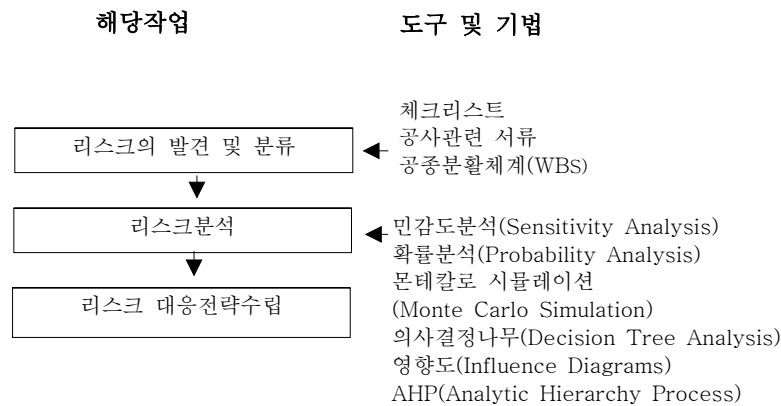
리스크에 대한 사전적 정의는 손실, 불이익, 파손의 가능성 등으로 정의 되어있으며 건설공사에서의 리스크 정의는 기존의 연구에서 프로젝트 목적에 영향을 미치는 어떠한 사건의 발생 가능성이라고 하였으며, 이 사건은 부정적 사건의 노출과 발생가능결과의 정도를 말하는 것이다. PMI의 지침서의 경우 리스크는 일반적으로 부정적인 사건이 발생할 가능성이나 긍정적인 사건이 발생할 수 있는 가능성의 두가지 의미를 가지는 불확실성과 부정적인 사건만이 발생할 수 있는 의미인 위기라는 개념의 두가지 의미로 사용되어진다고 정의하고 있다.<sup>1)</sup>

### 2.2 리스크 관리

리스크 관리의 단계는 리스크의 인지(Risk Identification), 리스크의 정량화(Risk Qualification), 반응개발(Response Development), 리스크 조정(Risk Control)의 단계로 분류하며 이중 리스크의 인지와 리스크의 정량화를 통합하여 리스크 분석이라 하기도 하며 반응개발을 리스크 완화(Risk Mitigation)라고 하기도 한다.<sup>2)</sup>

리스크 관리의 주된 목적은 리스크의 최소화와 함께 리스크를 적정 분배하는 것이다. 리스크는 미래에 발생할 수 있는 손실로서 완전하게 제거하는 것은 거의 불가능하다고 할 수 있다.

따라서 리스크 관리의 리스크의 정도, 유형, 책임에 따라 적절한 방법을 선택하여 합리적으로 피해를 최소화하는 방법을 강구하여야 할 것이다. 이를 위하여 프로젝트 당사자들은 공사전 및 공사 진행중 리스크에 대하여 논의하기 위해 함께 모여 지속적인 협의를 실시하여야 한다.



<그림 2> 리스크 관리

## 3. 점검사항 정리

### 3.1 공정별 점검사항 정리

시공점검사항은 일반적으로 공사의 진행과정인 공정에 준하여 작성되어지며 그 작성기관에 따라 상이한 형식과 내용으로 구성되어진다. 따라서 본 연구에서는 수집된 시공점검사항에 대

1) The PMI Standards Committee, A Guide to the Project Management of Knowledge, A Publication of the Project Management Institute, 1994.

2) Edmund H. Conrow, Effective Risk Management, AIAA, 2000.

하여 동일한 항목과 특기항목 등으로 분류하여 재정리하였다.

공정별 점검사항에 대한 재정리는 공법별로 적용이 용이하게 하기 위하여 점검사항의 공사 항목별 세부사항을 기준으로 분류를 실시하였다. 이후 분류되어진 기준에 의하여 구체적인 관련사항을 조사하여 정리하였다.

점검사항의 세부사항은 매우 다양하게 분류가 가능하나 학·협회에서 발행한 시방서 및 건설 회사의 자체 시방서등을 참조하여 대분류를 20개의 공정으로 분류하였고 이후 이를 기준으로 하여 다시 세부공정을 분류하였다. 세부기준은 각각의 대분류의 하위공정에 해당하는 것으로 예를 들어 가설공사라는 대분류 공정은 부지상황 확인, 줄치기, 벤치마크(BM), 재하시험, 규준틀, 가설울타리, 가설점검 등의 7가지의 세분류를 가지게 된다.

건설기술연구원의 분류체계를 기준으로 보았을 때 세부기준은 각각의 대분류의 하위공정에 해당하는 것으로 예를 들어 “토공 및 기초공사” 항목은 “표토제거 및 부지정리”, “지질개량 및 지반보강공사”, “토공사”, “말뚝기초공사”, “흙막이 말뚝 및 지보공사”, “가물막이공사”등의 6가지의 세분류를 가지게 된다. 또한 이들 세분류의 하위에 구체적인 작업의 종류를 설명하고 있다.



<그림 3> 리스크 관리

### 3.2 공정별 적용공법선정

공법을 중심으로 정리되어진 세분류를 기준으로 하여 공법선정을 실시하였으며 공법의 선정을 위하여 본 연구는 지하철공사에서 중요한 공정이며, 전체공정 중 적용공법이 다양하고 그 시공과정의 변수가 많을 것으로 사료되는 “토공사”를 대상으로 분석을 실시하도록 한다.

토공사의 경우 “흙막이 및 터파기”, “흙막이”, “흙쌓기 및 되메우기”, “비탈면 보호공” 공종이 있으며 이중 “흙쌓기 및 되메우기” 공종과 “비탈면 보호공”은 “흙막이 및 터파기”공종과 “흙막이”공종에 적용되어지는 공법에서 처리가 가능한 공종이거나 적용가능한 공법의 수가 한정적인 공종으로 본 연구에서는 토공사의 대표적인 하위공종인 “흙막이 및 터파기” 공종을 대상으로 하여 공법을 정리 하였다.

해당공종에 대하여 다양한 공법이 있을 수 있으나 본 연구에서는 해당공종의 대표적인 공법을 대상으로 하여 정리를 실시하였다. 이를 기준으로 하여 추가적인 공법의 경우 동일한 방법론을 적용하면 해석이 가능할 것으로 판단된다.

<표 1> 흙막이 및 터파기 공정 적용가능공법

흙막이 및 터파기	비탈면 Open cut 공법	비탈면 Open Cut 공법
	흙막이 Open cut 공법	자립공법
		버팀대공법
		어스앵커공법
	아일랜트컷 공법	아일랜트 컷 공법
트랜치컷 공법	트랜치 컷 공법	

#### 4. 공법별 리스크 분석

##### 4.1 공법별 점검사항 정리 및 분석

시공점검사항은 일반적으로 적용 가능한 공법을 대상으로 시공과정상에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 발견하기 위한 것으로 범용의 개괄적인 내용을 중심으로 작성되어 있다.

따라서 개별공법별로 구체적인 점검사항의 중요도를 분석하면 중요도의 차이가 발생하게 된다. 예를 들어 비탈면 Open-cut공법의 경우 흙막이를 사용하지 않기 때문에 공사과정에서 고려하여야 할 점검사항 중 “건물주위의 터파기 여유폭에 대한 확보유무”가 중요한 사항으로 고려되어야 하지만 “근린에 대한 진동, 소음등에 대한 고려”는 이보다 덜 중요한 사항이라고 할 수 있다. 이에 본 연구는 작성되어진 점검사항을 대상으로 공사 비용증가나 공사기간지연과의 연관성 즉 주된 고려사항을 조사하여 점검사항 중 관련성이 높고 문제시되는 항목을 도출하여 이를 바탕으로 리스크 요인을 도출하기 위한 체크리스트를 작성하도록 하였다.

또한 공법별 점검사항의 경우 공법을 공정별로 분류함으로써 공정을 중심으로 정리되어진 점검사항이 사용되어진다. 즉 “토공사”의 경우 토공사에 적용되어지는 공법별로 공통의 점검사항을 가지게 되며 “흙막이 공사”의 경우도 흙막이 공사에 적용되어지는 공법을 대상으로 공통의 점검사항을 가지게 된다.

이상의 과정을 통하여 공정을 중심으로 분류되어진 공법에 대한 구체적인 시공점검사항이 정리되어진다.

시공점검사항에 대한 정리 및 정리되어진 공법별 점검사항에 대한 중요도 조사는 전문가 집단과의 면담조사를 통하여 실시하였다.

<표 2> 흙막이 및 터파기 공중에 대한 중요도 점검표

토공사 시공전 점검사항	중요도			비고
	중요	보통	중요치않음	
경사면의 상황, 구배, 치수의 적합성				a
흙막이와 굴착방법의 관련				b
흙막이 계획도(흙막이 계산도)검토				c
바닥면이 연약지반인 경우에는 히빙대책검토				d
건물주위 터파기 여유폭은 확보하였는가				e
잔토처리장소검토				f
근린에 대한 진동, 소음등의 검토				g
도로오손의 대책				h
기초바닥깊이가 동결선 이하인지 확인				i
터파기 바닥 측정용 막대길이확인				j
토질의 확인 상태				k
벤치마크로서 바닥깊이확인				l
터파기 저면층 토질확인				m
기초파기 기계의 종류 및 굴착법을 검토하였나				n
계획한 굴착선 보다 더 파는 일은 없는가				o
지내력의 검토 여부				p
기초저면의 정확한 레벨유지 및 평탄성				q
지반의 토질이 부적합할 경우 치환의 적절성				r

#### 4.2 공법별 시공점검사항의 중요도

공법별 점검사항에 대한 중요도를 전문가 집단과의 면담조사를 통하여 조사한 결과 “중요”와 “보통”이라고 언급한 내용에 대한 산술평균을 산출하여 이를 백분율로 나타내고 공법별로 과반수 이상이 “중요” 혹은 “보통”이라고 언급한 내용을 대상으로 주요 점검사항에 대한 정리를 실시하였다.

##### (1) 비탈면 Open-Cut 공법

비탈면을 조성하여 흙막이 없이 굴착작업을 실시하는 것으로 시공점검사항의 중요도를 조사한 결과 “경사면의 상황, 구배, 치수의 적합성”과 “지내력의 검토여부”가 가장 높게 조사되었으며 “건물주위의 터파기 여유폭의 확보”, “바닥면의 토질상태확인”, “토질확인”, “지반의 토질이 부적합할 경우 치환의 적절성”이 다음으로 중요한 것으로 조사되었다. 그러나 “잔토처리장 소검토”, “도로 오손에 대한 대책”등은 그 중요도가 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다.

##### (2) 자립공법

흙막이를 사용하되 버팀대와 지보공을 사용하지 않는 공법으로 “바닥면이 연약지반인 경우 히빙대책 검토”가 가장 중요하게 조사되었고 “경사면의 상황, 구배, 치수의 적합성”과 “흙막이 계획도의 검토”등이 다음으로 중요시되었다. 이외 “토질의 확인”, “흙막이와 굴착방법의 관련”, “터파기 저면층의 토질확인”, “지내력의 검토여부”, “지반의 토질이 부적합할 경우 치환의 적절성”등이 중요하게 언급되었다.

##### (3) 버팀대 공법

도심지의 기초 터파기 공사시 주로 사용하는 공법으로 “흙막이 계획도의 검토”가 가장 중요하게 조사되었으며 “흙막이와 굴착방법의 관련”, “바닥면이 연약지반인 경우 히빙대책검토”가 중요시되었다.

##### (4) 어스앵커공법

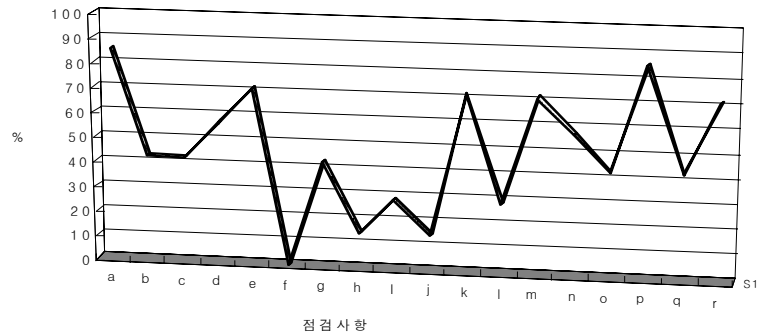
흙막이벽을 앵커로 지지하는 공법으로 “흙막이 계획도의 검토”가 가장 중요한 것으로 조사되었으며 “바닥면이 연약지반인 경우 히빙대책검토”가 중요한 것으로 나타났다.

##### (5) 아일랜드컷 공법

아일랜드컷 공법의 경우 중앙부에 대한 굴착을 선행하고 이후 이를 이용하여 흙막이 벽을 지지하는 공법으로 “흙막이 계획도 검토”가 가장 중요한 점검사항으로 조사되었다. 이와 함께 “경사면의 상황, 구배, 치수의 적합성”, “바닥면이 연약지반인 경우 히빙대책검토”, “건물주위 터파기 여유폭의 확보”등이 중요한 것으로 나타났다.

##### (6) 트랜치컷 공법

트랜치컷 공법의 경우 “건물주위 터파기 여유폭의 확보”가 가장 중요한 요소로 조사되었고 “경사면의 상황, 구배, 치수의 적합성”, “흙막이 계획도 검토”, “토질상태”, “지내력의 검토여부”등이 주요 점검사항으로 나타났다.



<그림 4> 비탈면 Open-Cut공법 점검사항의 중요도

### 4.3 공법별 리스크 체크리스트 개발

공법을 중심으로 조사되어진 중요도를 이용하여 범용의 공법별 리스크 체크리스트를 개발하기 위하여 적용공법의 성격이 유사한 공정별로 조사결과 중요도가 높게 조사된 시공점검사항을 정리하였다.

리스크 체크리스트는 리스크의 요인을 예측하고 그 강도를 추측하기 위한 것으로 발생빈도에 대한 조사와 함께 그 정도를 조사하여야 한다. 이를 위하여 리스크 발생확률에 대한 조사를 실시하기 위한 체크리스트를 제시하도록 한다.

리스크의 발생확률은 분석되어진 점검사항에 대하여 5단계척도를 이용하여 그 발생확률을 조사하는 형태로 구성하였다.

<표 3>은 흙막이 및 터파기 공중에 대한 리스크 체크리스트로 이를 이용하여 공정별로 적용 가능한 공법별 리스크의 정도를 측정할 수 있으며 이를 이용하여 리스크의 수준을 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 3> 토공사의 리스크 체크리스트

토공사 시공전 점검사항	리스크 발생정도					비고
	매우높음	높음	보통	낮음	매우낮음	
경사면의 상황, 구배, 치수의 적합성						
흙막이와 굴착방법의 관련						
흙막이 계획도(흙막이 계산도)검토						
바닥면이 연약지반인 경우에는 허빙대책검토						
터파기 저면층 토질확인						
기초파기 기계의 종류 및 굴착법을 검토하였나						
지내력의 검토 여부						
기초저면의 정확한 레벨유지 및 평탄성						
지반의 토질이 부적합할 경우 치환의 적절성						

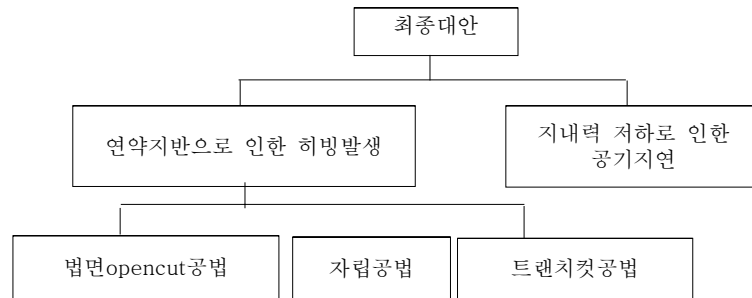
## 5. 공법별 리스크 정도분석

### 5.1 AHP기법을 이용한 공법별 리스크 분석

본 연구에서는 공법별 리스크 정도를 측정하여 리스크를 최소화 하여 합리적으로 리스크를 관리하기 위한 것으로 리스크의 정도를 합리적으로 취급하여 공법별로 리스크에 따른 적절한 우선순위의 부여가 필요하다. 이를 위하여 리스크의 평가방법 중 계층의사결정방법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 적용하였다.

AHP 기법을 이용한 분석은 다수의 속성들을 계층적으로 분류하여 각 속성의 중요도를 파악 하는 기법으로 우선 분석하고자 하는 대상을 선정하여 이를 계층구조의 최상위 계층으로 구성 한다. 이후 의사결정의 계층구조의 속성을 설정하는 단계를 통하여 최상위 계층에 의사결정의 목적을 설정하고 하위계층에는 그 목적에 맞는 속성의 요인이 형성되도록 계층구조를 설정한 다.

본 장에서 제시하고 있는 리스크 정도 측정을 위한 관련요인은 전장에서 전문가 면담조사를 통하여 도출되어진 항목을 이용하도록 한다. 따라서 계층의 구성은 최상위에 공법이 위치하게 되며 그 하위계층에는 리스크 정도가 높게 조사되어진 항목을 위치하도록 하였다.



<그림 5> 흙막이 및 터파기 공종의 계층분류체계

계층을 구성한 이후 계층의 요소간 우선순위를 설정하고 전체 우선순위 설정을 위해 판단의 결과를 종합한 다음 그 판단의 일관성을 검토하게 된다.

이러한 일련의 과정 중 첫 번째 단계는 쌍대비교를 행하는 단계로 주어진 기준에 대하여 요소를 쌍으로 비교하는 것이다. 쌍대비교를 위하여 매트릭스를 주로 사용하게 되는데 매트릭스는 가능한 모든 비교를 통하여 여러 가지 정보를 추출할 수 있으며 판단의 변화에 따른 우선순위의 일관성을 검토할 수 있는 틀을 제공한다.

매트릭스를 이용한 쌍대비교의 기본적인 척도는 1에서 9까지의 척도가 주로 사용되며 1은 상호 비슷함을 9는 비교대상에 비해 극히 중요함을 나타낸다. 또한 이들 척도의 역수 또한 사용되어질 수 있다.

<표 4> 계층분류의 최하층 요인간의 쌍대비교 결과

연약지반으로 인한 허빙 발생	법면Open Cut 공법	자립공법	버팀대공법	어스앵커공법	아일랜드 컷 공법	트랜치 컷 공법
법면OpenCut공법	1	3	1/2	4	3	7
자립공법	1/3	1	2	3	6	5
버팀대공법	2	1/2	1	5	2	3
어스앵커공법	1/4	1/3	1/5	1	3	5
아일랜드 컷 공법	1/3	1/6	1/2	1/3	1	4
트랜치 컷 공법	1/7	1/5	1/3	1/5	1/4	1



<표 4>는 굴착공사의 최하층 요소간의 쌍대비교를 실시한 결과의 예이다. 이상의 과정을 통하여 공법별로 문제시 되는 항목에 대한 리스크 정도가 측정되어진다. 따라서 공법별로 가장 유의해야할 항목의 선정이 가능하며 이를 통하여 현장 시공시 문제가 될 수 있는 부분이 미리 예측될 수 있을 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

본 연구를 수행한바 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 기존의 건설공정분류체계를 이용하여 건설회사 및 학·협회에서 발행한 시공점검사항을 공정별로 분류하고 이를 정리하여 범용의 공정별 시공점검사항을 작성하였다.

2) 정리되어진 범용의 공정별 시공점검사항의 적용을 위하여 공정별로 적용 가능한 공법을 선정하고 이들 공법과 공정별 시공점검사항을 상호 연계하여 공법별 점검사항을 도출하였다.

3) 공정별 점검사항을 바탕으로 한 공법별 점검사항의 경우 공법별로 점검사항의 중요도 차이가 발생하므로 이를 보완하기 위하여 공사비 증가 및 공기지연과의 연관성 정도를 조사하여 그 중요도가 높은 점검사항을 조사하였다.

4) 이 과정을 통하여 도출되어진 공법별 점검사항을 이용하여 공정별로 공법의 리스크 정도를 분석하기 위한 리스크 체크리스트를 개발할 수 있었다.

5) 개발되어진 체크리스트를 이용하여 의사결정기법을 적용 해당공법에 대한 리스크 정도를 측정한바 정량화가 가능하였다.

이상의 연구결과를 이용하여 공법별 리스크를 예측하여 최적의 리스크 관리가 가능할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 양극영 외3인, 건축시공, 도서출판 서우, 1999.
2. 이배호, 건설공사관리론, 구미서관, 1997.
3. 김인호, 건설계획과 의사결정, 기문당, 1998.
4. 이재관, 의사결정과 경영과학, 박영사, 1999.
5. 김창덕, 프로젝트 리스크관리, 보성각, 1997.
6. 두산연수원, 건축실무과정, 두산건설, 1999.
7. 김창학, 건설공사 입찰단계의 리스크 분석모델 개발, 중앙대학교 박사학위논문, 1998.
8. 오천국, 프로젝트 파이낸싱의 리스크 관리 방안에 관한 연구, 서강대학교 석사학위논문, 1993.
9. R. Sturk, Risk and Decision Analysis for Large Under ground Project, Tunnelling and Underground space Technology, 1996.
10. Edmund H. Conrow, Effective Risk Management, AIAA, 2000.
11. The PMI Standards Committee, A Guide to the Project Management of Knowledge, A Publication of the Project Management Institute, 1994.
12. 日本建築學會, 建築雜誌, 112권 1413호, 1997.10