

건설안전성 평가의 정량화에 관한 연구

손기상*

ABSTRACT

This research presents how to make more efficient management for preventing accidents in construction site. One of the most efficient way to do so is to quantify those potential hazards and risks, resulting from it. Also it has been tried to rate & weigh each item of those hazards, depending on the degree of risk.

The goal of this qualification method is to establish ensuring the required safety. These are rated & compared with the degree of understandings of each item & accomplishment of those codes.

I. 序論

경제발전과 함께 건설의 대규모화에 따라 재해 또한 대형화, 복잡화 되는 양상을 맞고 있다. 그리고 제반여건에서 건설안전의 중요함이 상당수준 부각되어있음을 부인할 수 없다.

건설안전확보를 위한 다각도의 연구 및 세미나 발표 등도 접하게 되었다. 선진외국의 첨단 산업발전과 높은 경제수준에도 불구하고 건설업에서는 아직도 재래식 방식의 건설이 진행될 수 밖에 없는 구조적 어려움을 안고 있으며 대형사고 발생이 끊이지 않고 있다.

지금까지의 안전성 평가방법 등을 검토해 볼 때 좀더 객관적이면서 청량적인 방법 개발의 필요성을 절감케 된다.

따라서 본 연구에서는 건설현장상황에 대한 안전성을 정량적으로 평가할 수 있는 방법을 개발하여 효율적인 안전확보를 위한 위험관리 및 기타 관리계획의 기초를 확립하는데 목적을 두고 있다.

위험분석 및 평가요령이 본론에서 다루어지며 정량적인 안전관리 평가안을 규정 이해도 및 이에 대한 달성도 측면에서 대비시키고 실제현장에서 규정시행상태 점검을 통하여 정량화한 후 (계획시행점수 - 현장위반점수를 통해) 당해공사의 달성도를 정량적으로 평가하고 있다. 이때 적용은 신도시 건설에 참여하고 있는 3개회사에 적용하여 보았다. 회사선정은 규모, 공사금액, 조직 등이 유사한 경우를 우선하였는 바 이는 같은 조건하에서 합리적인 결과

* 正會員 : 한국산업안전공단 산업안전교육원 부교수 · 공박

분석을 하기 위함이었다.

II. 本論

2.1 위험관리

주지하는 바와 같이 제거 또는 감소를 위한 조직내의 위험관리는 주의깊은 계획이 필요하고 그 성취도는 단기 및 장기적인 방법들을 포함해야 한다. 이러한 방법들은 다음과 같이 분류될 수 있다.

장기목표는 항상 근원적인 위험을 제거하는 것이지만 이러한 목표를 달성키 위한 시도를 하는 것이고 기타 단기조치들인 보호구착용 등도 필요하다. 이 표는 어떤 위험상황에 대한 처리조치의 우선 순위를 나타내고 있다.

기간	위험제거방법
장기 ↑ ↓ 단기	(1) 근원적인 위험제거
	(2) 근원적인 위험감소
	(3) 위험으로부터 작업자 소개
	(4) 폐쇄에 의한 위험 억제
	(5) 위험에 대한 작업자의 노출감소
단기	(6) 보호구 착용

작업장내에 상존하는 위험을 관리하는 데에는 여러가지 기법이 이용되고 있다. 기계적 위

험은 공정설계에서 제거할 수 있고 방호장치로 효과적인 방지를 할 수 있다. 작업환경으로부터의 위험은 효과적인 환기시스템, 적절한 난방 및 조명, 전반적인 쾌적한 작업조건 등으로 통제될 수 있다. 이러한 위험분석결과는 작업구역 내에서 위험을 인지할 수 있도록 작업추진을 위한 훈련과 그러한 위험의 관리를 위한 안전시스템확립에 필요하다.

2.2 정량적인 안전관리 평가

앞서의 방향과 내용을 기초로 하여 안전관리 평가를 정량화하기 위해 작성된 평가양식을 제시한다.

이 평가서를 이용하여 회사내 각 현장의 안전관리 상태를 정량화하여 평가한후 이를 이용포상 및 승진반영 등을 고려함으로써 안전의식 고취에 효율을 기할 수도 있다.

이의 적용은 1~10 항까지 계획시행 상태를 점검하여 100점 만점으로 처리한 후 11항 (1), (2), (3)에서 실제 현장상황을 점검하여 위반시 최대 100점까지 감점하고 남은 점수로 각 현장의 순위를 결정한다. 이때 11항 (1), (2), (3)은 현장의 여건에 따라 즉 신기계 및 기술 등의 도입이 이루어질 때 이들의 반영을 위한 각 항의 등급비중 및 내용 등이 아울러 변경되어야 한다.

안 전 관 리 평 가 서

			등급분류			
[1] 규정 이행도 (100점 만점) 1. 각 현장은 현장 전체에 배부된 사장명의로 서면정책기술서를 각기 보관 비치하여야 한다. (5)	[2] 달성도 (100점 만점) 1. 정책의 내용이 전 작업자에 알려질 수 있도록 복사본 1부를 게시관에 게시한다. (2)	각 현장소장은 자체적인 서면지침서를 추가로 기록해 둔다. 권한과 책임이 부여되고 적어도 년1회 이상 검토 보완한다. (3)				
			(5)			
2. 각현장은 본사의 안전프로그램 수행에 관한 현장관리 안내를 위한 현행	2. 노동부 안전요강1부를 부서장 및 소장급에 의해 사용될 수 있도록 작업현	노동부 요강이 각 사지침에 의해 적절히 보완되고 현장소장 및 관리자에 의해 작업장에				

<p>안전프로그램을 비치해야 한다. 현장상황에 따라 전반적 비율이 85%일 경우 이 규정을 만족시키고 있다고 본다.</p>	<p>장에 비치한다.</p>	<p>서 사용할 수 있도록 보완한다.</p>		
(6)	(3)	(3)		
<p>3. 책임관계가 서술되고 안전관리지역의 정기적인 점검. 위험상황확인, 분류, 각 현장은 제거조치 등의 확립을 위한 효율적인 프로그램을 비치해야 한다. 전반적인 비율이 85%일 경우(현장상황에 따라) 이 규정을 만족시키고 있다고 본다</p>	<p>3. 직·반장에 의한 정기적인 공식점검을 적어도 일년에 1회 이상 실시한다. 미지정된 위반사항은 점검기록부에 모두 분명히 기록해 둔다. 30일 내에 수정될 수 없는 정도의 위험분석이 되는 것은 별도의 위반사항 기록대장에 기록해 둔다.</p>	<p>위험도 분류 I, II(자체구분)에 속하는 위반사항 통보는 소정양식을 이용하여 위험장소부근의 눈에 잘 띄는 곳에 게시한다.</p>		
(10)	(5)	(5)		(10)
<p>4. 시공자 작업현장, 자재, 장비 등이 유자격자에 의한 정기점검 등의 확립을 위한 효율적 프로그램을 각현장은 비치하여야 한다. 현장상황에 따른 전반적 비율이 85%일 경우 이 규정을 만족시키고 있다고 본다.</p>	<p>4. 시공자 보고서에 정기 일상시스템이 수행되고 있는가를 기록 제시한다. 관심대상의 위치 및 지역점검 결과, 위반사항제거조치 등을 각각의 보고서에 기록한다.</p>	<p>정기적인 일상점검시스템의 수행내용을 감독관청 보고서에 기록한다. 관심대상의 위치 및 지역 점검결과 위반사항 제거조치 등을 각각의 보고서에 기록한다.</p>	<p>확인된 불안전, 비위생적 작업조건의 제거 및 안전 조치확보를 위한 감독관청의 적절한 제반조치</p>	
(20)	(7)	(6)	(6)	(20)
<p>5. 본사는 사고정보를 측정, 분석, 수집할 계획지를 비치하</p>	<p>5. 각현장소장은 모든 사고의 직·간접 원인들이 보고서에 확</p>	<p>모든 손실시간과 재산파손을 조사하여 30일 이내에 관할 감독관청에</p>		

<p>여야 한다. 현장 여건에 미리 전 반적으로 90% 비율일 경우 이 규정을 만족 시 키고 있다고 본 다.</p> <p>(10)</p>	<p>인, 등재되고 수 정조치를 통해 모든 원인들이 제거되도록 제도 를 확립한다.</p> <p>(3)</p>	<p>보고한다. 수정 조치를 통해 모 든 원인제거를 확보한다.</p> <p>(7)</p>		<p>(10)</p>
<p>6. 각현장은 작업 자들의 안전인 식고취 및 발전 계획의 근거를 비치해야 한다. 현장여건에 따 라 전반적인 비 율이 80%일 경우 본규정을 만족하는 것으 로 본다.</p> <p>(10)</p>	<p>6. 안전관리자는 모든 신규작업 자에 안전계획 의 책임을 알리 고 월간안전회 의 계획에 따라 작업자 훈련을 실시한다. 회의 및 참석을 서류 화한다.</p> <p>(6)</p>	<p>회사, 각현장 및 지방별 포상계획 및 촉진대회에 적 극 참여토록 한 다.</p> <p>(7)</p>		<p>(10)</p>
<p>7. 각현장소장은 책임구역내에서 각안전관리자가 안전계획의 효 율적 운영에 관 한 평가를 할 수 있는 기준을 설정해 둔다. 현장여건에 따 라 전반적으로 95% 비율일 경우 이 규정을 만족하고 있다 고 본다.</p> <p>(10)</p>	<p>7. 적어도 년1회 이상 부서별로 자체평가를 실 시하고 결점 확 인 및 위반사항 개선조치를 취 한다.</p> <p>(5)</p>	<p>안전 및 산업보건 프로그램에 실질 적인 참여를 확립 하는 측정기준을 각안전관리자 및 현장소장의 시행 기준에 포함시켜 야 한다.</p> <p>(5)</p>		<p>(10)</p>
<p>8. 작업자, 안전관 리자, 공사안전 보건 총괄책임 자, 부서장단 등이 정기적이 고 지속적인 안 전 및 산업보건 교육을 받을 수 있는 확립방안</p>	<p>8. 작업자의 80% 가 최소한 매년 4시간의 안전교 육을 이수해야 한다.</p>	<p>1인 이상 안전관 리자가 과거 4 년중에 정식적 인 안전교육을 이수해야 한다.</p>	<p>모든 운전자들은 12개월 전내에 적어도 한시간 이상 운전자 보 수교육을 이수 해야 한다.</p>	

을 세워두어야 한다. 현장여건에 따라 전반적인 비율이 85%일 경우 이 규정을 만족시킨다고 본다.				
(10)	(4)	(3)	(3)	(10)
9. 계약상의 안전 규정의 시행을 확립하는 효율적인 계획을 수립해두어야 한다. 현장여건에 따라 전반적인 비율이 85%일 경우 이 규정을 만족하고 있다고 본다.	9. 당해공사 감독관에 의해 작업 지시작전 사고 예방계획서를 검토받고 승인 받아야 한다.	각공장마다 적어도 3개월마다 사전에 감독관에 의해 사고예방계획이 검토된 사항을 기록해둔다.	작업전 회의에서 확인 및 토론된 안전주제는 회의록에 기재하여 문서화 해둔다.	
(9)	(4)	(4)	(1)	(9)
10. 각현장에서 작업장에서 효율적인 소방계획을 확립토록 한다. 전반적인 비율이 현장여건에 따라 80%일 경우 이 규정을 만족하는 것으로 본다.	10. 최소한 2-A 용량 소화기를 보호구역 27㎡ 이내마다 비치한다. (1) 용접기마다 그에 적합한 소화기 1대이상 비치한다. (2) 가연성 액체는 불꽃전압기를 장착한 안전봉에 담아 취급한다.	불도저, 크레인, 진동로우더 및 유사장비 등을 분말식 또는 CO ₂ 소화기(적어도 5, B : C) (1) 모든 폐기물 및 쓰레기는 지정처리지역으로 수송할 수 있도록 현장에서 당해 일마다 수거한다. (2)		
(10)	(1)			(10)

11. 규정의 시행상태(최대점, -100)

- (1) 비계 및 고소작업장(-34)
 - 1. 비계발판폭은 최소 45cm 폭을 확보(-4)
 - 2. 발판은 난간대간의 폭보다 여유를 두어 설치(-4)
 - 3. 난간대 구성은 상부수평대 높이 106cm,

중간대발판 끝막이 판 높이 10cm(-4)

- 4. 빌딩 등 출입시 비계를 통과할 필요 위치에서 작업자 보호용 와이어메쉬를 추가 설치 여부(2)
- 5. 비계의 구조적 안정 즉 수직, 수평성, 적절한 가새 보강, 적절한 기초판위 지지여

부(-2)

6. 비계출입상황이 표준안전지침(노동부 고시)의 규정에 적합 여부(-2)
7. 지상 180cm 이상의 낙하우려개소의 모든 작업자의 표준난간대에 의한 보호성 여부(-2)
8. 비계높이 1.2m~1.8m일 경우 최소한 전 방향으로 110cm 이상 발판크기를 확보 또는 표준 안전지침(노동부 고시)의 확보여부(-2)
9. 로우프나 체인 등이 난간대로 사용되는지 여부(-2)
10. 사다리가 최소발끝거리 18cm, 사다리 기둥 간격 45cm 확보 여부(-2)
12. 사다리 각부의 확고한 고정 여부(-2)
13. 4개 이상 철판이 있는 일련의 계단은 표준 난간대 설치 여부(-2)

(2) 임시전기배선(-34)

1. 접지선택차단기를 브록 절단 등을 위한 휴대용 전기도구의 모든 회로에 장착 여부(-2)
2. 접지선택차단기의 5mA±1mA에서의 차단 검증 여부(-3)
3. 모든 접지선택차단기의 정부보증마크 획득 여부(-2)
4. 회로배선의 정확성에 대한 테스트기를 이용한 확인 여부(-3)
5. 지중전극의 25ohm미초과 접지 저항 확보의 증거표시 여부(-3)
6. 과전류 보호장치의 정부공인전기규정 적합성 여부(-3)
7. 모든 배선 및 장비의 공인 품질보증마크 획득 여부(-3)
8. 임시배선의 사고성 접촉방지를 위한 보호, 매설, 격리 여부(-3)
9. 휴대, 반휴대용 도구 및 장비의 구별 가능한 접지선을 포함한 다선코드 및 다용도 접촉극 프러그형 리셉터클에 의한 접지여

부(-3)

10. 현수조명등용 선로와 확장코드에 부착된 전구의 와이어 보호망 설치 및 속빈 전등 소켓이나 깨진 전구 제거 여부(-2)
 11. 스위치, 회로차단기 등의 습윤 위치에서의 방수보호장치 부착 여부(-3)
 12. 플렉시블 코드의 연속성(특히 이음매 등)의 여부(-2)
- (3) 관로 및 기타 굴착(-32)
1. 고가적치 자재는 관로나 기타 굴착부의 끝에서 최소한 60cm이상 이격 여부(-3)
 2. 굴착부내로 미끄럼 혹은 굴름 가능성 자재의 안전조치 여부(-3)
 3. 보호난간대, 울타리, 바리케이드, 경고 등 등의 관계 규정 적합성 여부(-3)
 4. 1.2m 이상 깊이의 관로 및 기타 굴착시 수평거리 7.5m 미만의 계단, 사다리 혹은 경사로 설치 여부(-3)
 5. 1.5m 이상 깊이의 독을 두는 관로 및 기타 굴착의 경우 붕괴 방지책 시행 여부(-8)
 6. 굴착부 출입용 사다리는 최소한 지표상 0.9m 이상 돌출 여부(-3)
 7. 장비용사용시 혹은 굴착부 인접부의 접근허용시 실질적인 정지목 설치 여부(-3)
 8. 굴착부내의 작업자 피난을 위한 최소 두가지 출구 설치 여부(-3)
 9. 지하수의 효과적인 관리 여부(-3)

III 적용실제

신도시 건설현장 중에서 앞서 제시한 선정기초를 바탕으로 P타운 아파트 L건설, S건설, D건설 3개회사를 채택하였다.

표1, 2는 2.2의 제안양식을 상기 3개회사의 현장에 적용한 결과이다. 이들과 각사의 공사규

모(금액), 안전관리비 실행대비, 재해현황대비와의 상관관계를 규명하기 위하여 표3, 4, 5를 조사하였다.

표1. 안전관리평가서

	L건설	S건설	D건설	평균
1	5	3	3	3.7
2	6	6	3	5.0
3	10	5	5	6.7
4	13	6	6	8.3
5	10	7	7	8.0
6	10	10	10	10.0
7	10	10	10	10.0
8	7	7	7	7.0
9	5	5	4	4.7
10	3	3	3	3.0
계	78	62	58	66.0

표2. 규정의 시행상태(계획과 현장상태의 일치 여부)

(1) 비계 및 고소작업장(-34)

	L건설	S건설	D건설	평균
계	14	10	8	10.6
1	4	0	0	1.3
2	0	0	0	0.0
3	0	0	0	0.0
4	2	2	2	2.0
5	2	2	2	2.0
6	2	2	0	1.3
7	0	0	0	0.0
8	0	0	0	0.0
9	2	2	2	2.0
10	0	0	0	0.0
11	0	0	0	0.0
12	0	0	0	0.0
13	2	2	2	2.0

(2) 임시 전기배선(-34)

	L건설	S건설	D건설	평균
1	0	0	0	0
2	3	3	3	3
3	2	2	2	2
4	3	3	3	3
5	0	0	0	0
6	3	3	3	3
7	3	3	3	3
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	2	2	2	2
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
계	16	16	16	16

(3) 관로 및 기타 굴착(-32)

	L건설	S건설	D건설	평균
1	0	0	0	0
2	3	3	3	3
3	3	3	3	3
4	0	0	0	0
5	8	8	8	8
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	3	3	3	3
9	3	3	3	3
계	20	20	20	20

표2“(1) 비계 및 고소작업장”은 원래양식의 13개항목을 3개사 공히 현장체크한 결과이다. 표1의 “안전관리평가서”에서 78점으로 평가된 L건설이 3개사중에서 재해자 수도 가장 낮음을 표5에서 알게된다.

안전관리비 실행예산 비율면에서 보면 163%로 가장 많은 L사가 또한 재해자 수도 낮음을 알수 있다.

표3. 공사규모대비

	공사금액	상시근로자 /총 동원근로자	협력업체수 /협력업체근로자수
L건설	44,400,000천원	402/422,000	19개/180명
S건설	44,134,000천원	414/456,000	44개/384명
D건설	42,452,000천원	448/483,840	9개/210명

표4. 안전관리비 실행대비

(단위/백만원)

	법정 안전 관 리 비	법정 표준 안전관리비	계 상 비 용 (실 행)	계 상 비 용 /법정비용	실 행 예 산 /법정비용
L건설	31,080	584	954,7	163%	163%
S건설	33,663	633	633	100%	119%
D건설	29,716	558	811	145%	145%

표5. 재해현황대비

	재해 자수	4- 7일	8- 29일	3월 미만	3월 이상	사망	도수율 /'90년도	강도율 /'90년도	재해율 /'90년도
L건설	8	-	5	2	-	1	7.65 /6.16	6.06 /1.85	1.99 /1.54
S건설	13	-	7	5	1	-	10.47 /6.16	0.41 /1.85	3.14 /1.54
D건설	11	-	3	6	2	-	10.23 /6.16	0.52 /1.85	2.46 /1.54

안전관리 평가서(현장관리계획수립도 체크)에 대한 점수와 이에대한 현장의 실제 이행상태를 점검한 점수를 상관시켜 상쇄하면

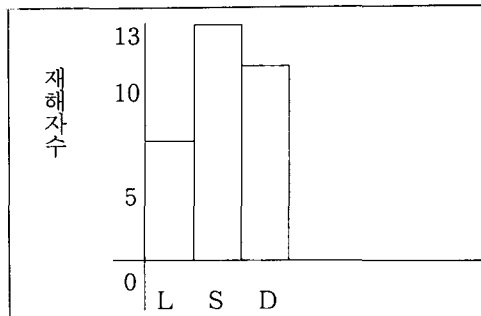
$$L\text{건설} : 78 - (34 - 14) - (34 - 16) - 32 - 20 = 28$$

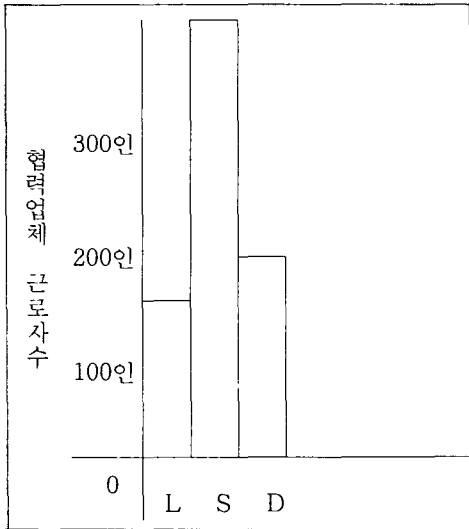
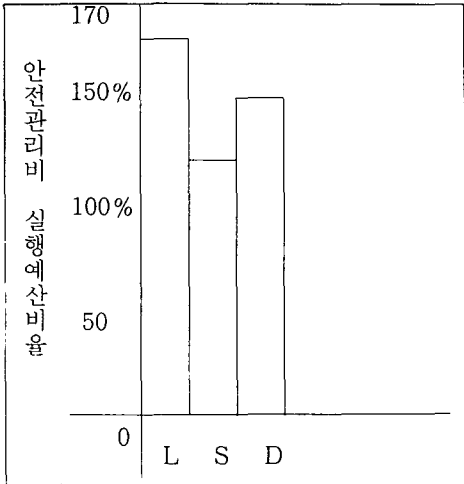
$$S\text{건설} : 62 - (34 - 10) - (34 - 16) - 32 - 20 = 8$$

$$D\text{건설} : 58 - (34 - 8) - (34 - 16) - (32 - 20) = 2$$

상기결과로부터 현장사무소의 건설안전계획과 관계절차를 우수하게 갖춘 경우라 할지라도 현장실천을 이루지 못한 즉 위반점수를 고려“(계획 및 절차점수)-(위반점수)”한 후의

결과는 낮음을, 즉 위험잠재가 상당히 존재하고 있음을 알 수 있다. 각사의 재해자수를 비교하고 이것의 원인을 규명하기 위하여 몇가지 비교를 아래 그림과 같이 하였다.





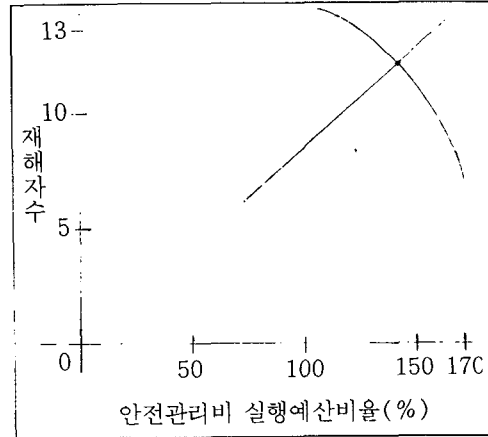
재해자수는 같은 규모의 공사에서 안전관리비의 실질투자비용이 높을수록 감소되고, 협력업체로부터 투입된 인력수가 많을수록 증가됨을 보여주고 있다.

IV. 분석

앞서의 제안 정량화 체크리스트와 이의 현장 적용 결과 및 규모, 안전관리비 실행비율, 재해

자수 등 관련인자들과 상관관계들을 고찰한 결과 다음과 같이 분석되었다.

- 1) 재해자수는 협력업체 참여수가 아니라 투입인원수가 많아짐에 따라 증가된다.
- 2) 재해자수와 안전관리비 투자비용과의 최적화 모형그래프가 다음과 같이 작성되었다.



- 3) 공정에 영향을 미칠 수 있는 정도의 수정시간을 요하는 위반사항 발생시 조치를 위한 방법 반영이 곤란하다.

V. 결론

앞서와 같은 제안 및 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 동일규모 공사현장에는 상당한 객관성을 갖는 정량화방법으로 사용될 수 있다.
- 2) 실행대비 평균치 142%에 비해 21% 높은 안전관리비 투자비용 증가는 평균재해자수 10.66명 보다 2.34명 감소된다.
- 3) 위반사항의 중점도 결정은 수정시 소요되는 비용과 강도를 등을 감안하여 정기적인 수정보완을 요한다.

참고 문헌

1. 손기상, "구조물설계의 안전확률에 관한 연

손기상

구”, 제1회 국제안전공학심포지움, PP. 1991.
17

2. David. S. Gloss, “Safety Program Evaluation”, Introduction to Safety Engineering, PP. 399-413, 1984.