

## 건설업 안전관리 효과분석에 관한 실증적 연구

### An Analysis of Safety Control Effectiveness in Construction

갈 원 모\*·손 기 상\*\*·채 준 석\*\*\*

Won-Mo Kal · Ki-Sang Son · Joon-Seok Chae

#### ABSTRACT

Estimating the cost of injuries and "accidents" to an organization is very important to figure out about how much well each organization has run his company and how much efficiently he has got the results using a certain amount of the expense for safety. Despite the potential usefulness to management of information as to the cost of a company's "accidents", it is not customary accounting practice to make these data available. Of the two general kinds of costs forced on a company by its occupational injuries and "accidents", the insurance cost and uninsured cost, -the former is by far the easier to find out. But actually, this uninsured cost should be figured out at each company.

Authors have designed the generalized model to figure out the above problem costs to establish its efficient safety control. One construction company has been a pilot for this study.

It is found that efficient safety control cost should be 1.2%~1.3% of total selling amount by analyzing actual data for three years.

#### 1. 서 론

건설 현장에 투입되는 안전 관리비는 노동부 고시 95-6 "건설 공사 표준 안전관리비 계상 및 사용 기준"에서 그 사용 지침을 제시하고 있지만<sup>3)</sup> 실제 업체별로 그 기준에 대한 적용 실태는 가히 천차만

별이다. 95년도 개정 고시에서는 과거의 일괄적인 적용상의 문제점을 일부 보완하여 일반 건설 공사(갑), 일반 건설 공사(을), 중건설 공사, 철도 궤도 공사, 특수 및 기타 건설 공사로 대 분류하고, 각 공사 유형별 공정율 즉 공사 진척에 따라 안전 관리비 적용율을 제시하여 시행하고 있다. 그러나

\* 서울보건전문대 산업안전과  
\*\* 산업안전 교육원  
\*\*\* (주)신성 안전관리부

공정율에 비례하여 안전 관리비를 사용할 경우 공사 진행상의 융통성을 고려할 때 문제점이 생길 경우도 있으므로 구조물 붕괴에 영향을 미치는 핵심 공종 즉, 기초공사, 부지 조성 공사, 철골 공사, 콘크리트 공사, 방수 공사에 가중치를 부과하여 이들 공종에 집중적인 투자가 되도록 비율을 조정할 필요가 있다. 안전 관리로 인한 비용손실은 직접 손실비와 간접 손실비로 분류되며 직접손실비는 제반 산재보험급여 등이 해당되고 간접 손실비에는 작업 중지 손실, 추가합의금, 변호사비, 사고 처리 경비, 동료 근로자의 사기저하 등이 상환되므로 이들 요소를 고려한 실제 기준이 되는 산정방법이 필요하다. 특히, 간접손실비는 사고 건수마다 세밀한 계산을 해야하나 실제 기준이 되는 양식이 없어 정확한 규명이 어려운 것이 국내 건설현장의 현실이다. 또한, 건설현장의 규모별, 공종별 적절하고 유효한 안전관리비 투자는 기업의 원가 절감, 생산성향상 측면에서도 반드시 규명되어야 할 분야라 할 수 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 안전관리에 대한 비용투자가 공학적 접근 방법 없이 정부의 지침 또는 기업의 주관적 관점에서 설정되었던 바 이의 문제점을 해결할 수 있는 구체적인 분석모형을 설계하고자 한다. 설계된 분석모형에 근거하여 SI 건설사의 최근 3개년의 실증적인 사례분석을 토대로 최적 총 매출액 대비 안전관리비 비율과 안전관리분야가 건설업체에 미치는 영향 및 효과를 분석할 수 있는 구체적 기준을 산출하려고 한다.

끝으로 본 연구는 분석모델에서 얻어진 결과치를 사례업체의 경험적 수치값과 비교분석하여 차이점을 도출하고 SI사의 안전관리 효과를 체계적으로 분석한 결과를 제시함으로써 기존의 많은 건설업체들에 대한 안전관리의 비효율적 투자를 개선할 수 있는 지침을 제공하는데 그 목적이 있다.

## 2. 안전관리 비용 산정모형

### 2.1 안전관리 비용 이론

Fig. 1은 안전관리 투자와 그에 따른 효과의 관계를 총비용의 함수로 도시한 것이다. 안전관리의 수준을 높일수록 재해손실비용은 감소하는 반면

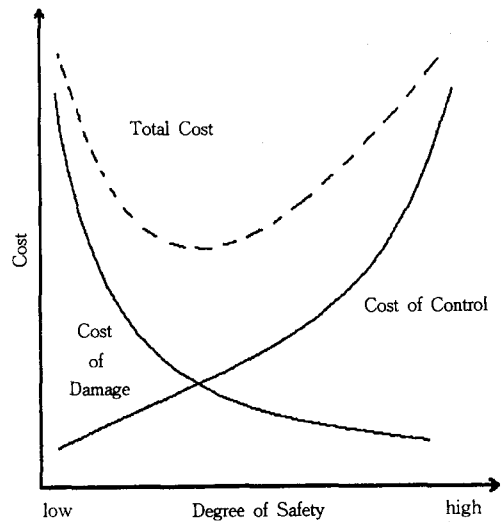


Fig. 1 Cost of safety

재해 예방 비용이 급격히 증가하게 되어 이 두가지 비용을 더한 총비용이 최소가 되는 관리의 수준을 기업이 찾아야 할 것이다.

재해손실비(cost of damage)에는 산재보험금, 의료비, 장해보상비, 임금보전비, 변호사비, 재산손실비, 공정차질에 의한 손실비 등의 부수적인 비용이 포함되며 이를 크게 직접비와 간접비로 대별한다. 일반적으로 안전도를 높이면 재해 손실비는 줄어드는 감소형 곡선을 따르게 되며 이와 반대로 재해예방비용인 관리비용(cost of control)은 안전도를 높이면 높일수록 급격히 늘어나는 증가형 곡선을 따르는 것으로 알려져 있다<sup>8)</sup>. 안전과 운용 효율사이의 관계는 이와 같은 두가지 비용을 합한 총비용 곡선이 최저점에 도달한 수준이 최적점(optimal point)으로서 이는 안전도가 높다고 해서 안전효율이 반드시 높은 것은 아니라는 것을 잘 설명해 주고 있다<sup>6)</sup>. 따라서 이들 제반요소를 고려한 최적 안전관리 수준을 결정할 수 있는 공학적분석모형이 필요하게 된다.

### 2.2 적정 안전관리비 산출 모형

생산시스템의 안전도는 재해손실비용과 재해예방투자비용의 합계의 최소치가 되는 안전도를 고려해야 한다. 특히 최상의 안전을 유지해 주는 적

정 투자 안전관리비용의 산출은 기업경영합리화 측면에서도 중요한 요소가 된다. 이런 관계를 그림으로 표시해 보면 다음 Fig. 2와 같다.

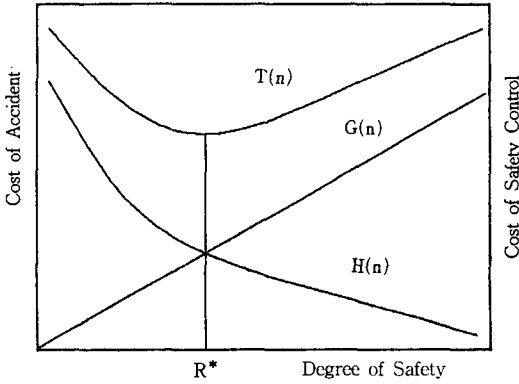


Fig. 2 Total cost curve

Fig. 2에서 재해손실비용을 H(n)이라 하고 재해 예방비용을 G(n)라 하면 총비용 T(n)은 H(n)+G(n)로 나타낼 수 있고, 재해예방을 위한 관리비용이 적으면 최적안전도는 낮아져 위험에 따른 재해손실비용이 커지게 되며, 반대로 위험에 따른 재해손실비용을 적게 하려면 안전관리비가 커지므로, 이에 대한 적정치가 유지될 때 불필요한 비용 증가를 예방할 수 있음은 물론 합리적인 기업경영의 효율성을 도모할 수 있다.

본 연구에서는 안전이 중요한 요소로 적용될 수 있는 건설업을 대상으로, 적정 투자 안전 관리비용의 산출을 위해 기존 기업에서 적용되었던 방법의 보완 및 실제적인 검증수단으로서 공학적 접근 방법의 모형구축을 통해 안전관리의 합리적인 의사결정방법론을 제공하는 실증적인 사례연구를 하고자 한다.

재해예방비용인 안전관리비용곡선 G(n)는 매출액과 투자비용의 함수로서 나타낼 때 다음과 같이 표시된다.

$$G(n) = P(n) \times R(n) \dots\dots\dots (1)$$

단, G(n) : 안전관리비 투자액

R(n) : 투자 비율

P(n) : n년도의 매출액

식(1)에서 일정매출액 P(n)에 대해 G(n)는 R(n)의 변화에 따라 구할 수 있는 일차함수식이 된

다. 한편, H(n) 함수는 재해율과 투자비용과의 관계식을 주어진 사례 데이터에 의해 함수식의 설명 및 통계적검증을 통해 구해진다. 구해진 함수식에 의해 재해율을 구하고 그에 따른 재해자수가 얻어진다. 직접손실비는 재해자수×1인당 직접손실액으로 구해지며, 간접손실비는 각 건설업체의 실증적 산정기준에 근거하여 얻는다. 이것을 일반화된 모형으로 나타내면 다음과 같다.

$$H(n) = DC + IC \dots\dots\dots (2)$$

단, DC : 직접손실비

IC : 간접손실비

$$DC = N(\alpha) \times dc \dots\dots\dots (3)$$

단, N(α) : 재해자수

dc : 1인당 직접손실비

α : 재해율

식(3)에서의 재해자수는 재해율의 함수로서 나타낼 수 있다.

$$N(\alpha) = \alpha \times \text{상시근로자수} \dots\dots\dots (4)$$

단, 상시근로자수 =  $\frac{\text{소화금액(매출액)} \times \text{노무비용}}{\text{정부노임단가} \times \text{근로일수}}$

재해율은 투자비용이 증가하면 감소하게 되고, 투자비용이 감소하게 되면 증가하게 되는 함수로 나타낼 수 있다. 이 함수식은 과거의 회사의 투자비용에 대한 재해율의 관계에서 상관관계가 존재하므로 회귀식을 구할 수 있다.

$$\alpha = f(R) \dots\dots\dots (5)$$

간접손실비는 직접손실비의 β배로 가정한다. 따라서 재해손실비용 H(n)은 다음 같이 나타낼 수 있다.

$$H(n) = (1 + \beta) \times \{ N(\alpha) \times dc \} \dots\dots\dots (6)$$

식(1)과 식(6)의 합 T(n)이 최소가 되는 R\*이 적정 투자 안전관리비용으로서 선택된다.

### 3. 안전관리 효과분석의 사례연구

#### 3.1 안전효율성 사례 검토

##### 3.1.1 직간접 손실의 현실성 검토

직접손실에 대한 간접손실비용을 산정할 때 이론적으로는 「총손실=직접손실+간접손실(직접손실의 4배)」로 되어 있으나 현실성이 없어 안전관리 효과 분석에 들어가기 전에 먼저 사례연구의 대

상으로 SI사를 선정하여 과거 3년간의 통계를 분석하여 직접손실과 간접손실의 현실성과 가치성을 도출하기 위한 근거를 제시하였다.

1) 직접손실액의 집계

구 분	1992. 10. 01 ~1992. 12. 31	1993. 01. 01 ~1993. 12. 31	1994. 01. 01 ~1994. 12. 31	1995. 01. 01 ~1995. 09. 30	계
산재보험 급여총액	85,903,710	270,444,000	211,029,520	150,183,500	717,560,730

2) 간접손실액의 집계

(단위: 천원)

구 분	1992. 10. 01 ~1992. 12. 31	1993. 01. 01 ~1993. 12. 31	1994. 01. 01 ~1994. 12. 31	1995. 01. 01 ~1995. 09. 30	계
합 의 금 (판결금포함)	108,000	218,524	57,000	44,190	427,714
지 체 상 금	-	-	94,500	-	94,500
변 호 사 비	7,000	25,000	11,000	8,000	51,000
제 3 자 보 상 위 로 금	-	11,000	15,000	4,000	30,000
계약처리조사에 따른 인건비	15,000	26,500	18,400	16,250	76,150
작업중지손실	19,000	31,800	84,200	5,500	140,500
장비유류손실	-	-	60,000	-	60,000
시설물복구비	-	7,000	35,000	4,500	46,500
기 계 설 비 공 구 류 손 실	12,000	1,950	148,000	9,000	170,950
계	161,000	321,774	523,100	91,440	1,097,314

3) 직·간접손실비용 도출

SI사의 최근 3개년간 직접 손실액은 717,560,720 원이고 간접손실액은 1,097,314,000원이 집계되었다.

따라서,

직접손실 : 간접손실

$$= 717,560,730 : 1,097,314,000$$

$$= 1 : 1.53$$

$$\approx 1 : 1.5 \quad \text{이다.}$$

SI사의 통계로 분석해 본 결과 총손실비용 산정 근거를 보면 직접손실액은 산재 보험금이며, 간접손실액은 산재보험금의 4배가 아니라, 1.5배로 나타나고 있다. 따라서 건설업체의 총손실비용 산정 시 직접손실은 산재보험금으로 하고 간접손실은 SI사에서는 직접손실금액의 1.5배를 기준으로 하면 안전관리가 이윤추구에 미치는 영향을 구체화시킬 수 있는 효과를 분석하는데 있어서 일정기준으로 삼을 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 회사의 관리체계나 수준에 따라 간접손실 비율은 다소 차이가 날 수 있다.

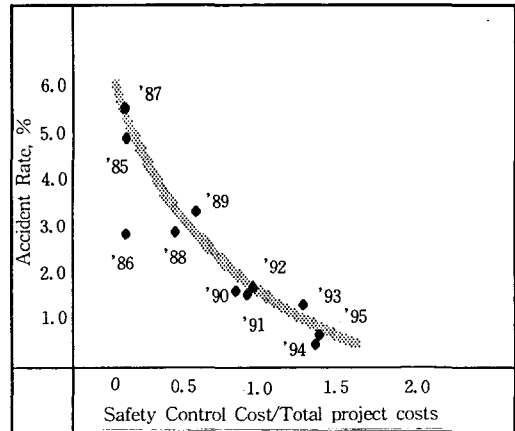


Fig. 3 Interrelation curve concerning table 1

Table 1 Interrelationship between Safety Control Costs and Accidents, 1985~1995

Kinds	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95
The number of injured workers	113	54	94	50	50	47	64	73	37	9	15
Accident rate(%)	4.99	2.80	5.42	2.94	3.31	1.62	1.41	1.48	1.22	0.35	0.40
Safety control cost/ Total sales amount(%)	0.1	0.1	0.1	0.5	0.6	0.8	0.9	0.96	1.3	1.38	1.35
Cost of safety control (a hundred millions won)	0.62	0.53	0.47	2.38	2.52	6.16	10.8	19.65	16.84	17.15	27.44
Total selling amount (a hundred millions won)	600	510	460	450	400	770	1200	2047	1293	1244	2033

3.1.2 현행 안전관리비의 적정성 검토

'85년도 부터 '95년도 까지 통계를 근거로 함수 관계를 도출키 위한 SI사의 11년간 데이터이다.

과거 11년간의 data를 종합하여 볼 때 투자비용이 매출액의 0.5% 미만인 기간은 재해율이 3.0~5.0%를 상회할 정도로 높은 비율로 나타났으며 정부의 안전관리비 사용 고시가 공포되던 88년도 부터는 함수곡선이 계속 하향 추세를 보이고 있다. 그러나, 투자비용이 1.3%를 넘어선 시점부터는 함수곡선(Fig. 3)의 하향속도가 매우 완만해짐을 볼 수 있다.

3.2 안전관리 효과분석

3.2.1 통계분석 및 응용

기준이 되는 SI사의 안전관리 효과를 구체적인 금액으로 산출하기 위하여 정부의 과년도 통계를 사용하였다.

· 매출액 - 정부 국내공사 매출액을 기준으로 하되 명년도 예측 분석시는 직전년도 기준액에 몰가

상승율 5.0%를 확산하여 기준액으로 적용.

- 재해자 수 - 노동부에서 집계한 재해자 수를 기준(사망재해 포함)
- 직접손실액 - 과년도 분석시는 당해년도 직접손실액으로 산재보험금을 그대로 사용하고, 명년도 예측분석시는 직전년도 손실금의 기준인 산재보험금에 임금 인상율 5.0%를 확산하여 기준액으로 적용.
- 간접손실액 - SI사에서 분석한 직·간접 손실비율을 적용함.  
직접손실 : 간접손실 = 1 : 1.5
- 총 손실액 = 직접손실액의 1.5배의 금액 (직접손실액 + 간접손실액)
- 재해자 1인당 손실액 = 총 손실액 ÷ 재해자 수
- 예상 재해자 수 = 당사 매출목표 ÷ 재해자 1인당 매출액
- 예측손실액 = 예측재해자 수 × 재해자 1인당 손실액
- 손실방지 효과율 (%) = (총 손실액 ÷ 매출액 ×

Table 2 Yearly Safety Control Effect & Estimation for 1996

Unit : (a hundred millions ₩)

Kinds	Total amount	Number of injured people	Saled amount /person	Direct Loss cost	Indirect Loss cost	Total loss cost	Selling amount	Effect rate for loss prevention	
93	I	436,265	26,129	16.696	3355.00	5,032.50	8,387.50	0.3210	1.92
	II	1,293	77	16.696	9.89	14.83	24.72		1.92
	III	1,293	37	34.946	4.76	7.14	11.90		0.92
	IV		40	18.25	5.13	7.69	12.82		1.00
94	I	499,000	24,271	20.55	3,742.30	5,613.45	9,355.75	0.3855	1.86
	II	1,244	60	20.55	9.25	13.87	23.12		1.86
	III	1,244	9	138.22	1.38	2.07	3.45		0.28
	IV		51	117.67	7.87	11.80	19.67		1.58
95	I	630,000	22,542	27.95	4,335.96	6,503.94	10,839.90	0.4809	1.73
	II	2,033	73	27.95	14.04	21.06	35.10		1.73
	III	2,033	15	135.53	2.89	4.33	7.23		0.36
	IV		58	107.58	11.15	16.72	27.87		1.37
96	I	661,500	22,542	29.345	4,552.76	6,829.14	11,381.90	0.5049	1.72
	II	3,115	106	29.4	21.41	32.11	53.52		1.72
	III	3,115	11	291.7	2.22	3.33	5.55		0.18
	IV		95	262.3	19.19	28.78	47.97		1.54

※ 5% rising rate in prices and 5% wages increasing rate are considered and applied for estimating effect for coming year

- I. Government statistics
- II. Estimated
- III. Accidents occurred
- IV. Effect obtained

100)으로 산출되며, 이는 매출액에 대하여 안전관리의 중요성과 가치를 측정할 수 있고, 또한 관리수준에 따른 이윤추구 금액에 미치는 영향이나 효과를 측정할 수 있는 도구가 된다.

분석 및 응용의 순서와 방법은 아래에 도시하였으며 1996년 안전관리효과 추정분석결과는 Table 2와 같다.

목표재해를 적용



3.2.2 산재보험료 개별실적 요율 적용 분석

일반건설(갑)을 기준으로 최근 3년간 산재보험금 수지율을 근거로 개별실적을 적용했을 때 다음과 같이 분석된다.

- 1) 최고 기본요율의 40%까지 공제 받는 것으로 분석  
(노동비율)(보험요율)(개별실적율)  
 $\text{매출액} \times 29/100 \times 28/1,000 \times 40/100 = \text{개별실적 최고상환액(매출액의 0.32\%)}$
- 2) SI사의 경우 30% 공제예상('96년도)  
 $\text{매출액} \times 29/100 \times 28/1,000 \times 30/100 = \text{산재보험료 상환액(매출액의 0.24\%)}$
- 3) '95년도 SI사의 관리분야중 안전관리가 차지하는 비중(무재해 달성시)

Table 3 '95 year safety effect in no accident

Kinds	Damage preventive effect from safety control	Deduction rate of insurance	Total rate
Total selling amount	1.73%	0.32%	2.05%
Profit	17.3%	3.20%	20.5%

그 동안 안전관리에 대한 효과분석기준이나 지수가 불분명하여 기업경영에 있어서 안전관리분야는 잘해야 본전이다라는 인식이 일반화 되어 있어 안전에 대한 관리활동이 담보상태를 벗어나지 못하게 하는데 가장 큰 요인으로 작용하였다. 그런

데 SI사의 연구사례에서 보면 안전관리분야가 건설업체에 미치는 영향과 효과는 매출액의 1.73%, 이윤의 17.3%를 차지하고 있는 수치를 나타내고 있다. 건설업체에서 이윤추구에 대한 제반관리분야 중 안전관리분야에 대한 비중을 20.5%정도 두어야 한다는 것을 알 수 있는데 이는 향후 건설업의 안전관리 효과를 분석하는 기준으로 적용된다면 획기적으로 기여할 것으로 판단된다.

4) '96년도 SI사의 안전관리 효과 예측(목표재해율 0.2 달성시)

금액으로는  $3,115 \text{억} \times 1.78/100 = 55 \text{억} 4 \text{천만 원}$  절감효과가 예상된다. 그런데 이중에서 SI사의 외주비율이 85%이므로 이를 분류해보면 SI사 효과금액은 8억3천만원, 외주업체 효과금액은 47억1천만원으로 구분될 수 있으나, 외주업체가 비용부담을 해결하지 못하는 경우는 원수급인이 부담해야하므로 본 회주비율에만 전적으로 의존하여 효과금액이 분류되는 것은 다소 불합리한 점이 있음을 첨언한다.

Table 4 '96 year safety effect in target accident rate(0.2)

Kinds	Damage preventive effect from safety control	Deduction rate of insurance	Total rate
Total selling amount	1.54%	0.24%	1.78%
Profit	15.4%	2.40%	17.8%

결국 SI사의 96년도에 예상되는 안전관리효과는 본 통계에서 보듯이 매출액의 1.7%대를 상회하고 있으며, 이윤을 매출액의 10%로 볼 때 안전관리효과는 그 이윤의 17%이상을 점유하게 된다는 사실을 알 수 있다.

따라서, 안전관리에 대한 투자를 매출액의 1.3%일 때 SI사의 예상효과치는 매출액의 1.78%로서 투자비용의 약 37%의 가치가 있다고 분석된다.

4. 적정 안전관리비율 산정의 사례연구

Table 1의 SI사의 실증적 자료에 근거하여 분석하면 재해율과 투자비율의 관계함수 f(R)을 여러 가지 회귀모형에 적용시켰을 때 최적모형으로 지

수모형으로  $\alpha = \exp(a+bR)$ 이 얻어지며 이 때  $R^2 = 82.90$ 가 얻어져 어느 정도 유의성을 갖는 모형이 된다. 이것을 통계분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5 Statistical Analysis Result

Regression Analysis-Exponential model :  $Y = \exp(a+bX)$

Dependent variable : PAPER.a-ratio Independent variable : PAPER.R

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	1.77203	0.220116	8.05045	.00002
Slope	-1.66119	0.251462	-6.60614	.00010

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	6.840041	1	6.840041	43.64102	.00010
Error	1.4106079	9	.1567342		
Total(Corr.)	8.2506488	10			

Correlation Coefficient = -0.910511

R-squared = 82.90percent

Std. Error of Est. = 0.395897

Table 7 '94year calculated result

Unit : a hundred millions won

Investment rate	Accident rate	Direct cost	Indirect cost	Cost of damage	Cost of control	Total cost	Cost Difference
0.0050	0.02577	10.0599	15.0898	25.1497	6.2200	31.3697	-
0.0060	0.02183	8.5202	12.7802	21.3004	7.4640	28.7644	2.6053
0.0070	0.01848	7.2161	10.8242	18.0403	8.7080	26.7483	2.0161
0.0080	0.01566	6.1117	9.1675	15.2791	9.9520	25.2311	1.5171
0.0090	0.01326	5.1762	7.7644	12.9406	11.1960	24.1366	1.0945
0.0100	0.01123	4.3840	6.5760	10.9600	12.4400	23.4000	0.7366
0.0110	0.00951	3.7130	5.5695	9.2825	13.6840	22.9665	0.4335
0.0120	0.00806	3.1447	4.7171	7.8618	14.9280	22.7898	0.1767
0.0130	0.00682	2.6634	3.9951	6.6585	16.1720	22.8305	-0.0407
0.0140	0.00578	2.2558	3.3836	5.6394	17.4160	23.0554	-0.2249
0.0150	0.00489	1.9105	2.8657	4.7762	18.6600	23.4362	-0.3809
0.0160	0.00414	1.6181	2.4271	4.0452	19.9040	23.9492	-0.5130
0.0170	0.00351	1.3704	2.0556	3.4261	21.1480	24.5741	-0.6249
0.0180	0.00297	1.1607	1.7410	2.9017	22.3920	25.2937	-0.7196
0.0190	0.00252	0.9830	1.4746	2.4576	23.6360	26.0936	-0.7999
0.0200	0.00213	0.8326	1.2489	2.0814	24.8800	26.9614	-0.8679

Table 6 '93year calculated result

Unit : a hundred millions won

Investment rate	Accident rate	Direct cost	Indirect cost	Cost of damage	Cost of control	Total cost	Cost Difference
0.0050	0.02564	9.6681	14.5022	24.1703	6.4650	30.6353	-
0.0060	0.02171	8.1884	12.2826	20.4709	7.7580	28.2289	2.4064
0.0070	0.01839	6.9351	10.4027	17.3378	9.0510	26.3888	1.8402
0.0080	0.01557	5.8737	8.8105	14.6841	10.3440	25.0281	1.3606
0.0090	0.01319	4.9747	7.4620	12.4367	11.6370	24.0737	0.9545
0.0100	0.01117	4.2133	6.3199	10.5332	12.9300	23.4632	0.6105
0.0110	0.00946	3.5684	5.3526	8.9210	14.2230	23.1440	0.3192
0.0120	0.00801	3.0223	4.5334	7.5556	15.5160	23.0716	0.0724
0.0130	0.00679	2.5597	3.8395	6.3992	16.8090	23.2082	-0.1366
0.0140	0.00575	2.1679	3.2519	5.4198	18.1020	23.5218	-0.3136
0.0150	0.00487	1.8361	2.7542	4.5903	19.3950	23.9853	-0.4635
0.0160	0.00412	1.5551	2.3326	3.8877	20.6880	24.5757	-0.5904
0.0170	0.00349	1.3171	1.9756	3.2927	21.9810	25.2737	-0.6980
0.0180	0.00296	1.1155	1.6732	2.7887	23.2740	26.0627	-0.7890
0.0190	0.00251	0.9448	1.4171	2.3619	24.5670	26.9289	-0.8662
0.0200	0.00212	0.8002	1.2002	2.0004	25.8600	27.8604	-0.9315

R의 변화에 따라서, 지수모형에 의해서 계산된 재해를  $\alpha$ 와 앞절에서 얻은 식들을 이용하여 적정 안전관리비에 대한 분석결과는 Table 6~Table 8과 같다.

위 결과를 보면 93년도에는  $R^* = 1.2\%$ ,  $TC = 23.0716$ 억원, 94년도에는  $R^* = 1.2\%$ ,  $TC = 22.7898$ 억원, 95년도에는  $R^* = 1.3\%$ ,  $TC = 38.3943$

Table 8 '95year calculated result

Unit : a hundred millions won

Investment rate	Accident rate	Direct cost	Indirect cost	Cost of damage	Cost of control	Total cost	Cost Difference
0.0050	0.02564	18.0776	27.1164	45.1940	10.1650	55.3590	-
0.0060	0.02171	15.3108	22.9661	38.2769	12.1980	50.4749	4.8842
0.0070	0.01839	12.9674	19.4511	32.4184	14.2310	46.6494	3.8255
0.0080	0.01557	10.9827	16.4740	27.4566	16.2640	43.7206	2.9288
0.0090	0.01319	9.3017	13.9526	23.2543	18.2970	41.5513	2.1694
0.0100	0.01117	7.8780	11.8171	19.6951	20.3300	40.0251	1.5262
0.0110	0.00946	6.6723	10.0084	16.6807	22.3630	39.0437	0.9814
0.0120	0.00801	5.6511	8.4766	14.1276	24.3960	38.5236	0.5201
0.0130	0.00679	4.7861	7.1792	11.9653	26.4290	38.3943	0.1293
0.0140	0.00575	4.0536	6.0804	10.1340	28.4620	38.5960	-0.2017
0.0150	0.00487	3.4332	5.1498	8.5829	30.4950	39.0779	-0.4819
0.0160	0.00412	2.9077	4.3616	7.2693	32.5280	39.7973	-0.7193
0.0170	0.00349	2.4627	3.6940	6.1567	34.5610	40.7177	-0.9204
0.0180	0.00296	2.0857	3.1286	5.2144	36.5940	41.8084	-1.0907
0.0190	0.00251	1.7665	2.6498	4.4163	38.6270	43.0433	-1.2349
0.0200	0.00212	1.4961	2.2442	3.7404	40.6600	44.4004	-1.3571

억원으로서 수학적모형 분석결과 3개년의 최적  $R^*$  값이 1.2%~1.3%로 나타났다. 한편, SI사의 경험적인  $R^*$  값이 1.3% 내외로 나타나 있어 거의 비슷한 값이 나타나고 있다. Table 1의 재해율과 투자비를 현황을 보면 투자비율이 0.9% 수준값일 때의 91년, 92년의 재해율이 1.4% 수준으로서 큰

차이가 없지만, 93년 이후의 투자비율이 1.3% 수준인 경우 재해율이 3개년 평균 0.66%로 하락하고 있어 건설현장의 실증적 데이터 분석으로는 직관적인 적정 투자비율이 약 1.3% 내외의 값으로 추정될 수 있다.

또한, 수학적모형의 각 년도별로 총비용의 증분을 분석해 보면, 93년도에는 투자비율이 1.0%부터 총비용의 감소폭이 작게 나타나다가 1.2% 수준에서 최하로 떨어진다. 94년도에는 1.0%에서부터 1.2% 수준의 최하값, 95년도에는 1.1%에서부터 1.3% 수준의 최하값을 유지하고 있어 합리적인 투자비율의 범위로서 1.2%~1.3%로 책정됨이 적절하다고 할 수 있다. 건설현장은 그 특성 즉 공사규모, 경제적환경 등의 여러조건 변수들에 의해 적정 투자비율이 적응적(adaptive)으로 변화하겠지만, 과학적 모범적 안전관리를 실시해온 SI사의 실천사례로서도 타회사의 개략적인 투자비율로서 사용함에 그 타당성을 충분히 입증할 수 있다.

이에 본 연구에서는 1개회사의 사례연구 분석에 따른 연구의 제한적 문제점이 상존되지만, 기존 건설업체들이 명확한 지침 기준없이 주관적, 경험적으로 투자된 상황을 고려할 때 적정투자비율의 수학적 지침을 제공했다는 측면에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있겠다.

Table 9 Synthesis result

Unit : a hundred millions won

Years	Total selling amount	Accident rate(%)	Cost of control	Total cost	Optimal rate(%)
'93	1,293	1.22	16.84	23.0716	1.2
'94	1,244	0.35	17.15	22.7898	1.2
'95	2,033	0.40	27.44	38.3943	1.3

### 5. 결 론

본 연구에서는, 경험적 실증 데이터 분석과 수학적 모형구축을 통해서 적정안전관리비율로서 매출액의 1.2%~1.3% 정도가 안전관리 효과를 주기위한 적정치로 분석되었다. 위 비율은 공사 유형별 기준 보다는 공사 전체의 유효한 비용 기준의 범위를 제시해 주는데 있다. 또한, 연구된 모형이 공사 전체를 대상으로 한 제한적 방법론이라는 관점에서 노동부고시 95. 4에서 제시한 건설공사 안

전관리비 요율에서 분류한 공사 유형별 공식이 제시되는 것이 더욱 정확한 예측도구가 될 것으로 판단된다. 또한, 안전관리분야가 건설업체에 미치는 영향과 효과를 구체적으로 규명하기 위하여 SI사를 대상으로 연구한 결과 95년도 매출액의 1.73%, 이익의 17.3%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 마지막으로 본 연구와 관련된 향후 연구과제로

- 1) 공사유형별 적정 안전관리비율 산정 모형 설계
- 2) 정확한 간접손실비 집계 시스템 설계 등으로 확장연구 될 수 있겠다.

### 참 고 문 헌

- 1) 대한건설협회, 토목, 건설, 도급순위표, 건설업 현황, p. 199, 1985~1995.
- 2) 산업안전신문사, 산업별 재해발생 현황 및 산재보상금 지급액, 산업재해분석 총람, p. 165-59-75, 1993.
- 3) 노동부, 건설공사 표준안전관리비 계상 및 사용기준, 노동부 고시 제95-6호, 질의 회시집, 노동부, pp. 142~172, 1995.
- 4) Raymond E. Levitt, 23, Finding the Best Fit, Construction Safety Management, McGraw-Hill Book Co., pp. 158~167, 1987.
- 5) John V. Grimaldi, The Significance of Risk Acceptability, Safety Management, 4th Edition, Richard Irwin Inc., pp. 218~245, 1984.
- 6) Harper & Row, Safety and Production, NewYork, p. 3, 1928.
- 7) Robert B. Reich, Average Hourly Earnings, Bureau of Labor Statistics U.S. Department of Labor, August, 1995.
- 8) Harold E. Roland, Brian Moriarty, Cost of Safety, System Safety Engineering and Mangement, John Wiley & Sons Inc., p. 319, 1990.
- 9) Jeremy W. Stranks, Malcolm Dewis, The Cost of Accidents, ROSPA Health and Safety Practice, Pitman Publishing Limited, pp. 111~116, 1986.