

건설공사의 안전관리비 사용에 대한 투자효과 분석에 관한 조사 연구

이영섭[†] · 김남훈 · 박종근*

서울산업대학교 안전공학과 · *벽성대학 건설안전과
(2001. 7. 13. 접수 / 2001. 9. 8. 채택)

A Study on the Benefit cost Analysis of the Safety Cost in Construction Work

Yeong-Seop Yi[†] · Nam-Hoon Kim · Jong-Keun Park*

Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology
*Department of Construction Safety, Byuksung college
(Received July 13, 2001 / Accepted September 8, 2001)

Abstract : This study is conducted to review the ratio of direct and indirect cost accompanied by industrial accident in construction sites. It is surveyed that how to use safety cost in construction work is most efficient in comparison with several items of safety cost through the regression analysis.

Key Words : safety cost, direct, indirect cost

1. 서 론

건설공사에 있어서 재해발생 요인은 작업 특성상 수시로 변화하기 때문에 시설개선 등 재해 예방을 위한 조치를 수시로 하여야 하며, 이는 비용이 수반되기 때문에 건설현장의 재해예방은 투자가 우선되어야 한다. 따라서 최고경영자가 안전에 대한 투자가 손실비용이 아니라 경제적 이익을 위한 투자라는 점을 인식하여야만 건설현장의 재해를 예방할 수 있다.

본 연구에서는 최고경영자의 인식전환을 위하여 회기분석기법을 이용하여 안전관리비의 공종별, 항목별 투자 효과에 대한 정량적 결과를 도출함으로써 안전관리비의 각 항목별 투자 효율과 투자 총실 우선 순위를 제시한다. 또한 안전관리 투자전반과 지출 항목에 대한 관리개선 방향을 제시하고자 한다.

2. 안전관리비 운용실태 분석 및 고찰

2.1. 조사현황

국내 신공항 16개 건설현장을 대상으로 공사시작 시점부터 1999년 말까지 표준안전관리비 사용 내역 및 직·간접 손실비용 등을 안전관리자에게 설문 조사를 하였다. 자료의 신뢰성이 불명확한 4개 현장을 제외한 12개 현장을 대상으로 조사·분석하였다. 또한, 동일 현장이라도 공사년도가 달라질 경우, 별개의 독립된 관측단위로 취급한 결과 현장이 30개가 되었고, 조사현황은 Table 1과 같다.

공사금액은 연간 집행액 기준 600억원 이하가 대중을 이루며, 건축현장의 경우 모두 이 범위에 포함된다. 토목공사는 15개소 가운데 9개소가 연간 집행액이 상위 모두를 차지한다. 총 손실비용은 전체의 약 70%가 5억원 이하이며, 중위 총 손실비용은 연간 1억 3천만원 내외로 나타났다. 또한 직접손실비용을 간접손실비용으로 나눈 결과는 Table 2와 같이 나타났다. 동 표에서 변동계수는 현장별로 많은 차이를 보이고 있으며, 중위수는 0.22로서 직·간접손

[†]To whom correspondence should be addressed.
ysyi@duck.snut.ac.kr

Table 1. The result in survey

(Unit : hundred million won, persons)

		Workers	Casualties			Loss cost	Construction cost	Safety cost
			Dead	Wounded	Total			
Total	Median	356	0	1.5	1.5	1.3	318	4.2
	Mean	518	0.4	3.3	3.7	4.7	404	5.9
	Coefficient of variation	0.85	1.66	1.27	2.93	1.45	0.78	0.77
	Maximum	1800	2	16	18	27.6	1199	22.3
	Minimum	40	0	0	0	0	14	0.7
Architecture construction works (15 延現場)	Median	346	0	2	2	1.2	227	3.9
	Mean	491.7	0.2	3.1	3.3	4.9	266	5.6
	Coefficient of variation	0.87	2.71	0.94	3.65	1.59	0.66	0.92
	Maximum	1800	2	10	12	27.6	574	22.3
	Minimum	40	0	0	0	0	14	0.8
Civil engineering works (15 延現場)	Median	366	0	1	1	1.4	526	4.7
	Mean	544.8	0.6	3.6	4.2	4.4	543	6.1
	Coefficient of variation	0.83	1.19	1.46	2.65	1.25	0.66	0.6
	Maximum	1500	2	16	18	16.8	1199	15.3
	Minimum	52	0	0	0	0	23	0.7

Table 2. The ratio of direct loss cost / indirect loss cost

Median	0.22	Maximum	40.77
Mean	2.36	Minimum	0
Coefficient of variation	3.30		

실비의 비율은 1 : 4, 즉 하인리히 법칙과 거의 일치하는 것으로 나타났다.

공사금액에 대한 손실비용은 Fig. 1과 같이 나타났다. 상관관계는 적으나 대체로 공사금액이 증가하면서 직·간접손실비용이 증가하는 것으로 나타났다.

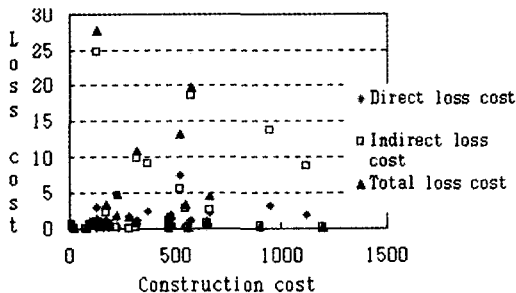


Fig. 1. The loss cost by construction cost (Unit : hundred million won, persons)

2.2. 안전관리비 지출내역

안전관리비는 기준상의 안전관리자 등의 인건비 및 각종 업무수당, 안전시설비, 개인보호구, 안전진단비, 안전보건교육비, 근로자의 건강관리비를 편의상 인건비, 시설비, 보호구비용, 진단비용, 교육비, 건강관리비 등으로 구분하여 6종류로 대별해 조사하였고, 지출내역은 Fig. 2와 같이 나타났다. 안전관리비는 시설비와 인건비가 67%를 차지하고, 시설비와 보호구비를 합한 경성투자비용은 61%를 차지하

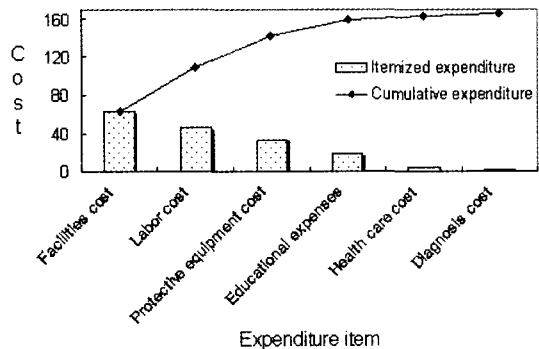


Fig. 2. The breakdown of expenditures (Unit : hundred million won, persons)

Table 3. The Characteristics of the safety cost

Kind	Percentage	Remark
Hardware expenditure	61%	H.E= (Facilities cost+Protective equipment cost)
Software expenditure	39%	S.E.= (Labor cost+Educational expenses+ Diagnosis cost+Health care cost)
Total	100%	

며 인건비 및 교육비 등 연성투자비용은 39%를 차지하는 것으로 나타났다.

2.3. 재해손실비용에 따른 안전관리비의 비율

재해손실비용에 따른 안전관리비의 비율은 Table 4와 같이 나타났다. 동 표에서와 같이 1.0 미만인 0.76으로 나타났으며 다만, 건축공사는 0.88로 나타나 토목공사보다는 높게 나타나 건축공사가 토목공사보다 재해빈도나 규모면에서 크다는 것을 알 수 있다.

3. 안전투자비용 효과의 타당성 검토

3.1. 접근방법

안전관리투자비용이 사상자수 및 재해손실금액 간 관계에 대하여 양변수간 관련성을 과학적으로 규명하고, 인과관계 및 투자효과분석을 해야 하므로 손실비용에 미치는 안전관리 투자비용의 독립적 영향력을 평가하기 위하여 회귀분석을 실시하였다. 안전관리투자효과는 Table 5와 같은 함수관계를 갖는 것으로 가정한다.

투자효과는 효율분석 식 1과 비용영향분석 식 2, 두 가지로 대별되나 이 두 가지 분석은 자료를 어떻게 이용하고 산정식을 어떤 형태로 하느냐에 따라 여러 가지 경쟁적 접근 방식이 있다.

손실비용에 대한 안전관리투자비용 비율 모형 식

Table 5. The basic model of the benefit cost analysis

Loss cost ÷ Percentage of safety cost	formula 1)
= f(Construction scale, character, field management method, etc.)	
Loss cost = f(Safety management cost, Construction scale, character, field management method, etc.)	formula 2)

Table 6. The competent method of conclusion

Analysis unit of safety cost		Classified in architecture construction works and civil engineering works		Not classified in architecture construction works and civil engineering works
		Nominal	Each model	
Total model	Total cost	a	b	c
	Software and hardware	d	e	f
Each item model	Each item	g	h	i

*가 현장의 안전관리비 모두를 합한 수치를 이용

1과 손실비용모형 식 2에 대해 Table 6과 같이 각각 9종류의 대안적 접근이 가능하다.

3.2. 손실비용 · 안전관리투자비 비율의 분석

건축 및 토목공사 현장으로 구분하여 총액기준 효과분석을 공종을 고려하여 세 부분으로 나누어 분석하였다.

재해비용에 대한 안전관리비 비율

$$= 0.708 + (0.0001 - 0.001D)(\text{근로자수})$$

$$(0.19) \quad (-0.48)$$

$$+ (0.134 + 0.236D)(\text{총손실비용})$$

$$(1.53) \quad (2.43)**$$

$$+ (-0.118 - 0.002D)(\text{안전관리비}), \text{결정계수} = 0.80$$

$$(-1.35) \quad (0.01)$$

Table 4. Total loss cost in Safety cost (Unit : hundred million won, persons, no unit in B item and A item)

	Total loss cost · safety management cost ratio (B/A)	Direct cost ÷ indirect cost (C/D)	Safety management cost(A)	Total loss cost (B=C+D)	Direct loss cost(C)	Indirect loss cost(D)
Total	0.756	0.213	175.5	132.7	23.3	109.5
Architecture construction works	0.875	0.147	84.7	74.1	9.5	64.6
Civil engineering works	0.645	0.307	90.8	58.6	13.8	44.9

***: $p < 0.01$ ⁶⁾ ** : $p < 0.05$ * : $p < 0.10$

건축: 공중 = 1, 토목 : 공중 = 0; 팔호안의 값은 t 값

*위 식에서 건축공사와 토목공사에 있어 각 독립변수의 종속변수에 대한 영향을 알아보기 위해서는 회귀계수를 보면 되는데 건축공사의 경우 명목변수 D값에 1을, 토목공사의 경우 D값에 0을 대입해 계산하면 된다.

회귀계수의 부호는 대체로 예상한 부호가 나왔으며 공사규모 지표인 근로자수 회귀계수의 유의도가 크게 떨어지는 것으로 보아 손실비용·안전관리투자비용 비율지표로 본 안전관리규모에 따른 비효율은 발생하고 있지 않은 것으로 나타났다.

3.3. 손실비용 절감효과 분석

건축공사의 경우 안전관리비의 투자효과는 약 246%로 나타났다 이를테면 1억원 투자당 건축공사의 재해비용 절감효과는 2억 4600만원 정도의 큰 투자효과를 보고 있는 것으로 나타나고 있다. 토목 공사의 경우는 항목별 예상 부호가 반대로 나타났다. 이는 조사상의 오류 또는 안전관리비 항목의 무분별

한 지출로 인한 것으로 볼 수 있다.

① 건축공사 : 총손실비용 = 0.05 - 2.46(안전관리비) (-2.08)*

+ 0.02(근로자수) + 2.17(사상자수), (1.68) (2.92)***

결정계수 = 0.43

***: $p < 0.01$) ** : $p < 0.05$ * : $p < 0.10$

⁶⁾ $p < 0.01$ 은 p 값이 0.01 미만이라 읽는다. 본 논문과 동일한 성격의 공사가 있을 때 이들 공사에서 현재의 표본과 같은 유사한 표본을 100번 뽑아 그 계수를 측정하고 그 신뢰도를 측정하였을 때 해당 회귀계수가 0인데도 불구하고 0이 아니라고 잘못 판단 할 확률이 한 번 이하라는 것을 의미한다. 마찬가지로 $p < 0.05$ 라는 것은 잘못 판단할 확률이 100번의 표본추출에서 다섯 번 이하라는 것을 의미한다.

② 토목공사:

총손실비용 = -0.28 + 0.38(인건비) + 8.77(진단비) (0.54) (0.68)

+ 2.78(교육비) + 23.38(건강관리비) (0.29) (1.87)

- 1.07(시설비) + 0.64(보호구비)

Table 7. The efficiency of the safety cost^{註1)}

	Architecture construction works		Civil engineering works	
	Volume	Uncertainty (p)	Volume	Uncertainty (p)
The whole safety management cost	264%	中(0.18)	Indistinct effect	
Soft safety management cost				
The whole	332%	小(0.03)	Indistinct effect	
Labor cost	332%~1436% ^{註2)}	小(0.01~0.03)	Indistinct effect	
Diagnosis cost	Improve operation ^{註3)}	大	Indistinct effect	
Training expenses	120%	大(0.63)	Indistinct effect	
Health care cost	Effective ^{註3)}	大	Indistinct effect	
Hard safety management cost				
The whole	204%	小(0.06)	Indistinct effect	
Facilities cost	204%~328% ^{註2)}	小~中(0.06~0.19)	107%	中(0.15)
Protective equipment cost	Excessive expenditure	大(0.82)	Excessive expenditure	中(0.15)

註1) 투자효율 = 총손실비용절감액/안전관리비 지출액

註2) 인건비와 시설비 투자효율의 하한치는 인건비의 경우 연성 안전관리비 전반의 투자효율 332%를, 시설비의 경우는 경성 안전관리비 투자효율 20%를 적용. 원래의 회귀식에 나타난 회귀계수가 특히 인건비의 경우 지나치게 큰 점을 고려해 보수적 수치를 적용

註3) 진단비와 건강관리비는 다중공선성이 심하고 그로 인해 두 변수 가운데 어느 한 변수가 생략된 회귀식의 경우 다른 한 변수의 회귀계수는 크게 변함. 따라서, 이들 두 변수의 회귀계수의 신뢰도는 낮은 것으로 판단됨. 그런데, 건강관리비의 경우 회귀계수의 부호가 예상할 수 있는 부호가 나오기는 했으나 건강관리비의 지출효과는 장기간에 걸쳐 나타나기 때문에 이 회귀계수는 제3의外在변수나 누락된 변수의 영향 혹은 본 보고서 서두에 언급한 것처럼 정보생산자와 조사자의 자료집계상의 오류로 인해 비정상적으로 큰 값을 보이는 것으로 판단된다. 진단비의 경우도 마찬가지이다.

$$(-1.66)^{\#} \quad (1.63)^{\#}$$

註 p값 = 0.15

$$+ 0.53(\text{사상자수}) - 0.00003(\text{근로자수})$$

$$(3.04)^{**} \quad (-0.02)$$

결정계수=0.84

③ 개별 항목별 총손실비용 절감효과

$$\text{총손실비용} = -1.42 - 14.36(\text{인건비}) + 115.89(\text{진단비})$$

$$(-3.68)^{***} \quad (2.63)^{**}$$

$$- 1.20(\text{교육비}) - 13.79(\text{건강관리비})$$

$$(-0.50) \quad (-0.90)$$

$$- 3.28(\text{시설비}) + 4.45(\text{보호구비})$$

$$(-1.47)^{\#} \quad (0.80)$$

$$+ 3.96(\text{사상자수}) + 0.02(\text{근로자수}),$$

$$(3.72)^{***} \quad (1.49),$$

결정계수= 0.69

註 p값 = 0.19

전체적으로 안전관리비의 투자효과는 토목공사의 경우보다 건축공사의 경우가 좀더 명확히 일정효과를 보이는 것으로 나타나고 있으며, 토목공사의 경우 시설비를 제외하고 각 안전관리비 항목의 부호가 예상하는 부호와 반대이면서 동시에 그 신뢰도가 낮은 것으로 나타나고 있다. 상기 식에 근거해 분석결과를 종합하면 Table 7과 같이 나타낼 수 있다.

안전관리비의 투자효과 분석결과에 의한 내역별 투자 충실도는 Fig. 3과 같이 나타났다.

내역별 투자 충실도는 좌상단 방향에 위치할수록 해당 지출항목은 투자효과의 크기와 그 확실성 측면에서 좋은 것으로 평가된다. 또한 투자효과와 신

뢰도가 낮은 건축공사의 교육비, 근로자의 건강관리비는 집중적 관리가 요구된다.

5. 결론

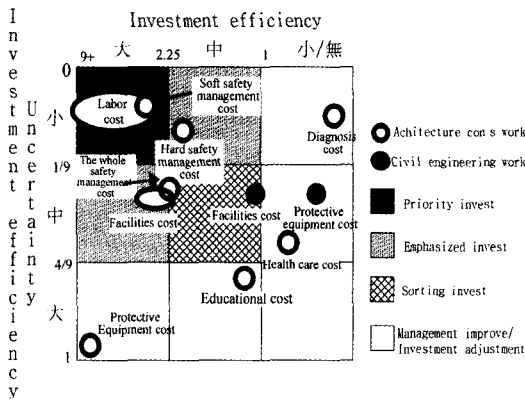
본 연구에서는 안전관리자를 대상으로 한 설문·조사를 통해 표준안전관리비 사용 내용 및 직·간접 손실 비용을 회귀분석기법으로 분석한 결과 다음과 같다.

1) 건축공사현장의 경우 경성보다는 연성안전관리비의 투자에 충실하게 우선 순위를 두어야 하고, 안전관리비의 항목별 투자 및 충실 우선 순위는 인건비(투자효율 = 최소 332%~최대 1000% 이상)에서 안전시설비(투자효율 = 204%~328%)순으로 투자가 되어야 한다. 또한 건강관리비, 교육비, 진단비 등은 그 효과의 신뢰도에 문제가 있는 것으로 분석된다. 따라서 건강관리비 지출은 근로자 후생복지 차원에서 현상유지를 하도록 권장되어야 할 것이며, 교육비 및 진단비 지출은 신뢰도 회복차원에서 내실화를 기할 것이며 보호장구비는 낭비적 요소의 제고를 통한 비용 효율화가 필요하다.

2) 토목공사현장의 경우 투자효율이 1 이상인 것으로 나타난 것은 안전시설비 항목뿐이며, 여타 항목은 투자효율이 1에 미치지 못해 비효율적으로 집행 혹은 관리되고 있는 것으로 의심된다. 따라서, 현장의 소프트한 관리측면도 중시하면서 동시에 개별 공사현장의 특성을 고려해 신중하게 안전시설비 확충을 도모해야 할 것으로 판단된다.(시설비 투자효율 = 1.07) 또한 건강관리비의 경우는 후생복지 차원을 고려해서 현상유지를, 진단비 사용 및 안전교육은 내실화를 기할 필요가 있다.

다시 말해 공사현장의 안전성을 제고하기 위해서는 첫째, 현장의 소프트한 안전관리의 강화가 필요하다. 공사현장의 안전성은 안전과 관련한 인적, 물적 자원의 투입물량과 동시에 현장의 안전관리라는 경영관리 측면에 의해 크게 좌우된다. 따라서 발주기관, 시공업체, 그리고 감독관청의 관리감독 강화가 요구된다.

둘째, 공사현장의 통합관리 가능성이 검토된다. 현장관리상의 규모불경제 현상이 감지되고 있지 않은 점을 고려할 때 공사현장의 안전관리를 공종별, 현장별 통합관리를 함으로써 새로운 안전투자에 대한 틀을 확립하는 것도 바람직하다. 만약 통합이 가능하다면 절감 자원은 안전관리 인력의 확충과 안



註 투자효율은 회귀계수의 값을 옮겨 놓은 것이며(그림에 표기된 수치의 제곱근을 취하면 그림처럼 等間隔 분포), 투자효과의 확실성은 회귀계수의 신뢰도를 보여주는 p값을 옮겨 놓은 것(마찬가지로 그림에 표기된 수치의 제곱근을 취하면 그림처럼 等間隔 분포)

Fig. 3. Cost efficiency per each item

전시설 확충으로 우선 전환해야 할 것이다.

본 연구결과 정확한 설문조사 및 집계를 통하여 회귀분석기법을 이용한다면 기업의 안전관리 투자 전반에 대해서 효과적으로 수립할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) 현대통계학, 안상현 이명호, 학현사, 1995.
- 2) 현대 통계학[2], 박정식 윤영선, 다산, 1994.
- 3) 통계학 이해, 김선민 외, 경문, 2000.
- 4) 기초 통계학, 이정규, 양지, 2000.
- 5) 통계학 개론, 나영길 외, 창문각, 1998.
- 6) 통계학, 신태곤, 법문사, 1998.
- 7) 건설업표준안전관리비계상 및 사용기준, 노동부 고시 제2000-17, 2000.
- 8) 통계분석, 강금식, 전영사 1999.