

# 중대재해사례와 작업강도를 고려한 건축공사 위험성 평가

이종빈<sup>†</sup> · 고성석<sup>\*</sup> · 장성록<sup>\*\*</sup>

부경대학교 안전공학과 · <sup>\*</sup>전남대학교 건축학부 · <sup>\*\*</sup>부경대학교 안전공학부  
(2006. 7. 14. 접수 / 2006. 8. 14. 채택)

## A Study on the Risk Rate of Work Type According to the Fatal Accident Cases and the Work Strength in Construction Work

Jong-Bin Lee<sup>†</sup> · Seong-seok<sup>\*</sup> · Seong-rok Jang<sup>\*\*</sup>

Department of Safety Engineering, Pukyong National University

<sup>\*</sup>Division of Architecture, Chonnam National University

<sup>\*\*</sup>Division of Safety Engineering, Pukyong National University

(Received July 14, 2006 / Accepted August 14, 2006)

**Abstract** : Construction accidents have not decreased in spite of much effort such as new work methods, education and research related to safety works. Specially, many fatal accidents happened in construction works which involve the apartment, building, school, church, hotel, hospital, bank work and the other works. These accidents are mainly caused by unanticipated risk factors. From these reasons, this study researched fatal accidents which happened in construction works during last 13 years(1992~2004) and analyzed the input workers and a work period of construction work. According to the input workers and a work period, the results are as following. During 13years(1992~2004), the fatal accidents, related to the construction work, were happened to the 1,977 cases. These results were occupied the 21.32% of the total industry accidents. According to the result of the construction, the fatal accident rate of a concrete form work was the highest rate of 16.24% (321 cases) and a temporary work, a steel frame work was the each rate of 12.39%(245 cases), 10.07%(199 cases). Comparing to other work types, the fatal accident rate of those three work types(concrete form work, temporary work, steel work) was represented highly. We surveyed input workers and work period of construction work site. From the result of survey, input workers of a concrete form work were occupied with 13,720. The risk rate of the work type, which was considered input workers and work period, was represented 0.3622(a steel frame work), 0.1142(a temporary work), 0.0782(a tower crane) and 0.0772(a concrete work).

**Key Words** : fatal accident, concrete form work, temporary work, steel frame work, input workers, risk rate, work type, work period

### 1. 서론

건설공사는 수행해야 하는 작업의 기술적·공간적·기능적 특성과 기후적 요인 등으로 말미암아 매우 다양한 위험 요인을 내재하고 있으며, 하나의 공사 안에서도 공종에 따른 위험의 정도가 매우 상이하고 프로젝트에 따라서도 위험의 크기가 다르게 나타나고 있다<sup>1)</sup>. 이와 더불어, 건설입지의 확장에 따

른 공사계약 조건의 증가, 신공법 및 신기술의 채용, 고용의 불안정, 공사량의 증가 및 종합생산적인 건설업의 특수성 등으로 인해 건설공사 중의 재해위험성은 날로 증가하고 있다. 특히, 2000년 이후 현재 2004년까지 아파트, 오피스텔, 학교 등과 같은 철근콘크리트 건축공사에서 발생한 중대재해자 수는 765명으로 건설업에서 발생된 전체중대재해자 3,481명 중에서 약 22%를 차지하고 있다. 이와 같은 중대재해는 인간존중의 인도주의적인 차원에서뿐만 아니라, 경제적으로도 직·간접적으로 손실이 매우 커서 건설생활활동에 큰 타격을 주고 있으므로 건설재해

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
beanchim@hotmail.com

예방은 국가적 당면과제로서 절실히 요구되고 있다. 지금까지의 건축공사 중대재해에 관한 결과들을 살펴보면, 대부분 건축공사 각 공종에서 발생한 중대재해 수치만으로 공종의 위험성을 나타내었다. 이는 각 공종들마다의 작업강도를 고려하지 않았으므로 실질적으로 각 공종마다 투입된 인원 및 작업기간을 고려하여 건축공사의 공종별 작업 위험성을 분석한다면 보다 신뢰성이 높을 것으로 판단된다.

이에따라, 본 연구에서는 건축공사를 대상으로 한국산업안전공단에서 발간한 13년간(1992~2004)의 건설중대재해사례 보고집<sup>2)</sup>을 공종별로 분석하고, 공사가 완료된 아파트 공사 현장 3곳을 대상으로 각 공종별 실제 작업투입인원 및 작업기간의 분석을 통해 작업강도를 도출하여 중대재해사례와 작업강도를 고려한 건축공사 공종별 위험성을 평가하여 재해예방을 위한 기초적 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 건축공사 재해현황

지난 13년(1992~2004년)간 한국산업안전공단의 중대재해사례 보고집을 분석한 결과 국내에서 발생한 전체 건설재해건수는 9,243건이고 이 중 빌딩공사에서 발생한 중대재해건수는 1,977건으로 이는 전체 건설재해의 21%를 차지한다. Table 1에서 나타난 바와 같이 매년 발생하는 빌딩공사 재해 비율이 차이는 있으나, IMF이후 중대 재해율이 감소 추세를

Table 1. The fatal accident cases of construction work

Year	The total cases of construction accidents	The cases of building accidents	Rate(%)
2004	779	181	23.2
2003	762	161	21.1
2002	667	147	22.0
2001	659	153	23.2
2000	614	123	20.0
1999	583	75	12.9
1998	650	183	28.1
1997	798	223	27.9
1996	789	220	27.9
1995	715	194	27.1
1994	743	188	25.3
1993	636	83	13.0
1992	848	46	5.4
Total	9,243	1,977	21.32

를 보이다가 2000년 이후 다시 증가 추세를 나타내고 있다. 우리나라의 경우, 건축공사가 노무인력중심의 생산 활동을 하고 있으며 전체재해에서 건축공사가 차지하는 비중이 토목공사에 비해 높게 나타나므로 이에 대한 안전대책이 필요하다고 생각된다<sup>3)</sup>.

Table 2에서는 지난 13년(1992~2004)간 건축공사의 각 공종별 발생건수와 발생비율을 나타내고 있으며, 거푸집공사의 경우 전체 건축공사 발생건수 1,977중에서 321건으로 16.24%의 중대재해 발생비율로서 22개의 공종<sup>4)</sup> 중에서 가장 높은 비율을 나타내고 있다. 다음으로 가설공사, 철골공사, 토공사 및 기초공사, 석/외벽공사의 순으로 높은 중대재해 발생비율을 나타내었다.

## 3. 건축공사 공종별 작업강도

### 3.1. 공종별 작업강도 산정을 위한 예비적 고찰

Table 2. The fatal accident cases and risk rate according to the construction work types

Work type	Accident	The cases of fatal accidents	The rate of fatal accidents(%)	The Order of accident
Form work		321	16.24	1
Temporary work		245	12.39	2
Steel structure work		199	10.07	3
Public & Foundation work		132	6.68	4
Outer wall work		130	6.58	5
Concrete work		116	5.87	6
Facilities work		110	5.56	7
Plastering & Tile work		105	5.31	8
Paint work		84	4.25	9
Crane work		79	4.00	10
Reinforce rod work		66	3.34	11
Elevator work		53	2.68	12
Electric work		52	2.63	13
Window & door work		50	2.53	14
The rest work		48	2.43	15
Brick work		41	2.07	16
Transfer		41	2.07	16
Watertight work		37	1.87	18
Dismantling work		34	1.72	19
Metal work		20	1.01	20
Insulation work		9	0.46	21
Curtain wall work		5	0.25	22
Total		1,977	100	

건축공사 종류별 공사비에 따른 비율은 각 년도에 따라 약간의 변동은 있으나 대한건설협회의 건설업통계<sup>5)</sup>를 참조하여 1994년부터 1998년까지의 원도급 공사액에 따라 분석하면 Table 3과 같이 건축공사의 원도급액을 기준으로 해서 각 건축공사의 연간 공사비 비중을 5년간의 평균으로 분석한 것으로서 정도의 차이는 있으나 기타의 년도에서도 거의 유사한 경향을 나타내는 것으로 분석되었다. 즉, 아파트공사가 차지하는 비중이 42.3%로 매우 높게 나타났으며, 본 연구에서 공종별 투입인원 및 작업기간을 산정하기 위한 샘플링 모델로서 어느 정도 타당성이 있다고 판단된다. 이외에 14.3%를 나타낸 기타 건축시설은 여러 종류의 건축공사(문화재, 전통양식, 위생건물 및 위험물저장소 등)를 포함해서 나타낸 것으로 각 공사를 분류하면 매우 낮은 비중을 차지하는 것을 모아서 정리하다보니 그 수치는 높게 나

왔지만 의미는 낮다고 할 수 있다.

Table 3. A percentage of construction expenses

The type of Construction work	Relative importance of construction cost per year (%)
Housing	1.7
Apartment	42.3
Store building	5.0
Office building	9.0
Hotel & Lodging	3.0
Government & Public office	3.0
School	4.7
Hospital	1.7
Religion building	1.0
Exhibition	2.0
Factory	12.3
The rest	14.3

Table 4. An outline of three sampling apartments

구분	Model 1				구분	Model 2				구분	Model 3			
	단위	내역		비고		단위	내역		비고		단위	내역		비고
	아파트	상가			아파트	상가		아파트		상가		아파트	상가	
대지면적	M2	150,784.80	5,229.00	근린공원 및 어린이공원 면적 제외	대지면적	M2	165,977	5,125	근린공원 및 어린이공원 면적 제외	대지면적	M2	35,734.000	858.000	근린공원 및 어린이공원 면적 제외
연면적	M2	597,872.63	19,207.63		연면적	M2	810,750	24,563		연면적	M2	86,515.128	823.630	
지상층연면적	M2	417,845.30	10,967.97		지상층연면적	M2	585,470	14,241		지상층연면적	M2	77,313.098	823.630	
건축면적	M2	19,653.56	2,409.18		건축면적	M2	33,954	3,867		건축면적	M2	6,903.000	412.560	
건폐율	%	13.03	46.07		건폐율	%	20	56		건폐율	%	19.300	48.080	
용적율	%	277.11	207.95		용적율	%	353	278		용적율	%	216.350	95.990	
25평		740		26평		449		55평		60				
33평		1,404		31평		593		47평	세대	120				
33평 A		659		33평		965		36평			388			
33평 B	세대	339		34평	세대	876		A:482세대, B:359세대, E:124세대						
43평		330		34평		696			C:348세대, D:348세대					
54평		224		44평		1,003								
계		3,696		50평		276								
계		3,696		계		4,935					784.35			
복지후생시설		6,539.00		복지후생시설		9,700			복지후생시설		368.610			
교육시설	M2	-		교육시설	M2	463		단지내 부지확보	-	주민운동시설	M2	460.000		
생활편의시설		391.00		생활편의시설		22,568								
체육 및 운동시설		3,574.16		체육 및 운동시설		4,011								
교통 시설	자전거보관수	개소	-	자전거보관수	개소	16		교통 시설	자전거보관수	개소	11		상가분 5대 포함	
	주차대수	대	4,822.00	주차대수	대	5,771			주차대수	대	701			
기타 시설	경비실	개소	141.60	경비실	개소	7		기타 시설	경비실	개소	3			
	오수정화시설		하수처리장	오수정화시설					오수정화시설		청주시 하수종말처리장 이용			
	음식물쓰레기 감량화시설			음식물쓰레기 감량화시설		세대 내 설치			음식물쓰레기 감량화시설		세대 내 음식물 탈수기 및 건조기설치			

중대재해사례와 작업강도를 고려한 건축공사 위험성 평가

건축공사의 공종별 투입인원 및 작업 기간을 산정하기 위하여 주택, 아파트, 상가 및 주거용 건물, 호텔, 숙박시설, 관공서 건물, 학교 병원, 종교용 건물, 집회 전시설, 공장, 기타 건축시설 중에서 연간 공사비 비중이 가장 높은 아파트 공사현장을 공사액 규모에 따라 Table 4와 같이 규모별로 분류 하였다.

Table 5에서는 거푸집공사에서 커튼월공사까지 22개의 공종에 대한 연간 작업투입인원 및 공사기간을 나타내었다. 이는 서울, 인천, 부산지역에서 공사가 완료된 현장을 대상으로 실질적으로 각 공종에 투입된 인원과 공종에 소요된 공사기간을 나타낸 것으로 지난 13년간(1992~2004년) 발생한 총 중대재해건수 1,977건 중에 321건으로 가장 높은 비율을 차지한 거푸집공사의 경우 연간 평균 작업투입인원이 20,670명으로 가장 많은 것으로 나타났다.

중대재해자수와 작업투입인원 및 기간을 고려한

$$\text{공종별 위험도} = \frac{WLD}{TWH} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \text{○ 연간근로손실일수(WLD : Work Loss Day per year)} \\ & = \frac{13\text{년동안발생한공종별중대재해자수(명)}}{13(\text{year})} \times 7,500\text{day} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{○ 총근로시간수(TWH : Total Wokr Hour)} \\ & = \text{공종별작업투입인원수(year)} \times 8\text{hours}(1\text{일근무시간}) \end{aligned}$$

3.2. 중대재해건수와 작업강도를 고려한 공종별 위험도

지금까지 우리나라에서는 재해자수, 사망자수, 재해발생건수, 근로자수, 근로손실을 등을 고려하여 재해의 정도를 추정하고 있으나, 기업단위나 산업분류단위로 지표가 발표되고 있다<sup>6)</sup>. 기존의 위험도 평가 기법으로 체크리스트 기법, 결합수 기법 등과 같은 정량적, 정성적 평가기법을 사용하고 있으나, 경험이나 위험확률에 기초하여 위험도를 평가하는 것으로 제조업과 같이 반복되는 공정에서나 적용될 수 있으므로, 본 연구에서는 건축공사의 공종별 위험 정도를 지난 13년(1992~2004년)간 건축공사에서 발생한 중대재해사례와 각 공종별로 투입된 작업인원 및 기간을 고려하여 식 (1)을 통해 나타내었다.

Table 5. Average input workers and work period of construction work

Work Type	Model 1		Model 2		Model 3		Average		
	Input(A) (Man)	Duration(B) (Month)	Input(A) (Man)	Duration(B) (Month)	Input(A) (Man)	Duration(B) (Month)	Input(A) (Man)	Duration(B) (Month)	Input per year (12Month)
Form work	33,000	22	44,000	25	26,351	13	34,450	20	20,670
Reinforce rod work	16,000	22	28,000	24	5,888	13	16,629	20	9,977
Plastering & tile work	12,650	27	15,500	16	12,520	15	13,557	19	8,562
Window & door work	11,540	22	18,900	15	1,662	6	10,700	14	9,171
The rest work	5,520	33	7,500	34	4,092	5	5,704	24	2,852
Temporary work	5,590	30	8,500	24	218	1	4,769	18	3,179
Facilities work	3,870	30	5,600	29	10,160	25	6,543	28	2,804
Mental work	5,240	22	8,600	17	10,969	12	8,269	17	5,836
Watertight work	4,980	22	5,800	17	2,289	6	4,356	15	3,484
Electric work	3,180	31	5,000	29	8,138	25	5,439	28	2,331
Crane work	3,650	25	3,400	31	2,845	12	3,298	23	1,720
Outer wall work	3,870	19	5,500	10	865	3	3,411	11	3,721
Public & Foundation work	4,800	13	7,100	14	2,523	8	4,807	12	4,807
Concrete work	3,100	20	2,900	24	958	13	2,319	19	1,464
Brick work	3,120	17	5,600	16	1,384	16	3,368	16	2,526
Elevator work	2,830	16	4,500	5	593	3	2,641	8	3,961
Paint work	2,890	9	4,500	15	2,134	8	3,174	11	3,462
Insulation work	3,300	7	4,400	6	838	10	2,846	8	4,269
Transfer	3,100	3	-	-	-	-	3,100	3	12,400
Dismantling work	1,800	4	-	-	-	-	1,800	4	5,400
Steel structure work	-	-	390	9	-	-	390	9	520

Table 6. The risk rate of work types according to the fatal accident cases and the input workers

Work Type	Work Loss Day per year	Total Work Hour	Risk rate of work type	Risk Order of work type
Form work	185,192	165,360	8.96	12
Temporary work	141,346	25,432	44.50	3
Steel structure work	114,807	4,160	220.78	1
Public & Foundation work	76,153	38,456	15.84	7
Outer wall work	75,000	29,768	20.16	6
Concrete work	66,923	11,712	45.71	2
Facilities work	63,461	22,432	22.63	5
Plastering & Tile work	60,576	68,496	7.07	14
Paint work	48,461	27,696	14.00	8
Crane work	45,576	13,760	26.50	4
Reinforce rod work	38,076	79,816	3.82	16
Elevator work	30,576	31,688	7.72	13
Electric work	30,000	18,648	12.87	9
Window & door work	28,846	73,368	3.15	18
The rest work	27,692	22,816	9.71	10
Brick work	23,653	20,208	9.36	11
Transfer	23,653	99,200	1.91	20
Watertight work	21,346	27,872	6.13	15
Dismantling work	19,615	43,200	3.63	17
Metal work	11,538	46,688	1.98	19
Insulation work	5,192	34,152	1.22	21
Curtain wall work	2,884			

식 (1)과 같이 건축공사의 공종별 위험도를 구하기 위해 13년 동안 건축공사에서 발생한 중대 해자수와 공종별 작업투입인원과 공사기간을 고려하여 Table 6과 같은 공종별 위험도가 나타났다. 건설업 중대재해사례 중에서 가장 재해율이 높게 나타난 거푸집 공사의 경우, 공종별 위험지수는 8.96으로 22개의 공종 중에서 12번째인 것으로 나타나, 실질적으로 소요된 작업투입인원과 기간에 비해서는 위험율이 높지 않은 것으로 나타났으나, 가설공사와 철골작업의 경우는 중대재해건수가 각각 245, 199건으로 높았고 공종별 재 위험율 또한 44.50과 220.78로서 높은 위험율을 나타내었다. 철골공사의 위험율이 높게 나타난 것은 아직까지 우리나라 건설 기술자들이 공동주택이나 일반구조물의 공사 관리 경험과 기법에 비해 철골공사에 대한 공사관리 기법과 경험이 부족<sup>8)</sup>하고 철골공사의 안전관리에 대한 비용 계상 및 투자와 안전관리 요소의 표준화와 정보의 부족으로 인한 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 지난 13년(1992~2004년)간 건축공사에서 발생한 중대재해사례를 바탕으로 서울, 인천, 부산지역의 건축공사현장에서 실질적으로 투입된 공종별 작업인원과 작업기간을 조사 및 분석하여, 중대재해사례와 공종별 작업투입인원 및 기간을 고려한 위험도에 대한 기초자료를 제시하였으며 이에 따른 결론은 다음과 같다.

1) 건축공사에서 발생한 중대재해 1,977건을 공종별로 중대재해 발생건수 및 발생비율을 분석한 결과, 거푸집공사와 가설공사, 철골작업에서 각각 321건(16.24%), 245건(12.39%), 199건(10.07)으로 나타나 타 공종에 비해 비교적 재해율이 높은 것으로 나타났다.

2) 서울, 인천, 부산지역의 3개의 아파트 건축공사현장에서 투입된 공종별 작업인원과 작업 기간을 조사하여 이를 연간 공종별 작업인원 및 기간으로 분석한 결과, 거푸집공사가 20,670명으로 가장 많은 수를 차지하였다.

3) 중대재해자수와 건축공사 공종별 작업투입인

원 및 기간을 고려하여 공종별 위험율을 분석한 결과, 철골작업, 콘크리트공사, 가설공사의 위험지수가 각각 220.78, 45.71, 44.50으로 나타났으며, 철골작업의 경우 실질적으로 아파트공사의 전 공종에서 차지하는 비율은 크지 않지만 작업투입인원 및 기간에 비례한 위험율은 매우 높은 것으로 나타났다.

4) 본 연구에서는 공사가 완료된 아파트 현장 3곳을 샘플링하여 위험율을 조사 및 분석하였으므로 건축공사의 규모 및 금액에 따른 보다 세분화된 공종별 위험율을 산정할 수 있는 후속 연구가 필요하리라 판단된다.

### 참고문헌

- 1) 이민우, 이찬식, “건설공사의 위험도 산정에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 제16권, 제5호, pp. 105~112. 2005.
- 2) 한국산업안전공단, “건설 중대재해 사례와 대책”, 1992~2004.
- 3) 이종빈, 노민래, 고성석, “재해사례분석을 통한 빌딩공사 재해 특성”, 한국안전학회지, 제19권, 제3호, pp. 101~107, 2004.
- 4) 대한건축학회, “건축공사표준시방서”, 1994.
- 5) 대한건설협회, “건설업통계연보”, 1994~1998.
- 6) 한국산업안전공단, “건설공사 종류별 위험도조사 및 정량화 지수연구”, 1999.
- 7) 이종빈, 고성석, 장성록, “철근콘크리트조 건축공사의 공종별 위험성평가”, 한국안전학회지, 제20권, 제1호, pp. 119~125, 2005.
- 8) 김동춘, 김화중, “철골공사 중대재해분석을 통한 위험성평가 방법에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 제17권 제12호, 2001.
- 9) 이민우, 서상욱, 최순주, 이찬식, “건설공사의 위험도 조사분석”, 대한건축학회논문집, 제19권, 제2호, pp. 834~839, 1999.