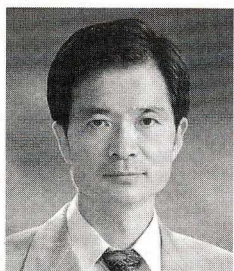


건설공사 안전사고사례 및 대책



손기상

(서울산업대학교 교수)

1. 머리말

건설공사중에 발생하는 전국의 중대재해사례를 한국산업안전공단에서 매 분기마다 책자로 발행하고, 다시 매년마다 1년간 사고를 총괄, 분석하여 그 대책을 발표하고 있다. 또한 도급순위 30위까지의 안전관리담당부서장들의 모임인 건설안전실무협의회가 10년 이전부터 발족되어 각종 건설현장 현안을 토의 및 의견을 모아 노동부·건설교통부에 의견개진을 하면서 국내 건설안전 확보를 위해 노력하고 있다.

안전생활실천시민연합(안실련)이 생활화를 위해 노력하고, 또 생활화되지 않고 있는 공사부실 불안정한 요소에 대해 시민의 신고를 받아(서울산업대학교 안전공학과에 시민신고센터를 설치하여) 관련분야 전문가들이 전국적으로 확인하고 대책을 세워 해결토록 하고 있다.

고사성어인 유비무환은 누구나 알고 있고 또한 대수롭지 않는 것으로 여겨지는 단어임에도 직접 습관화, 생활화된 사람들이 그리고 건설관련 기술자들이 얼마나 될까? 우리 주변의, 그리고 공사사고를 볼 때 유비무환, 사전점검 및 예방노력 미흡으로 분석된 사고가 수년 전부터 경고되었음에도 동일하게 반복되고 있는 것이 비일비재함을 보게 된다. 다시 말해, 건설현장의 사고예방, 안전교육은 아무리 해도 지나치다고 말할 수 없는 것이다.

건설사고 감소를 위해 정부부처는 물론 각 건설사의 상당한 노력에도 불구하고 사고는 계속되고 있다. 지난 수년간을 통해서 볼 때도, 동일사고가 반복되고 있음을 알 수 있다. 이러한 건설사고의 특성은 선진외국에서도 예외는 아니다. 비록 국내 결과와는 비교도 안 될 만큼 적은 사례이기는 하지만..

2장에서는 최근 2년간의 국내 중대재해건설사고의 통계를 통해 점검하고, 건설현장에서 발생한 화재사고를 열거하고자 한다.

2. 건설사고 현황

가. '97년도 공단 조사분 건설중 대재해 통계 분석
한국산업안전공단에서 조사한 525건을 대상으로 분석된 것이다.

(1) 지역별 재해조사건수

(단위:건수)

계	서울	서울북	인천	수원	안산	춘천	부산	대구	대구남
525 (100%)	62 (11.8)	58 (11.0)	36 (6.9)	41 (7.8)	12 (2.3)	24 (4.6)	20 (3.8)	37 (7.0)	17 (3.2)
	창원	울산	포항	광주	대전	청주	전주	여천	
	39 (7.4)	26 (5.0)	7 (1.3)	42 (8.0)	51 (9.7)	32 (6.1)	15 (2.9)	6 (1.2)	

· 경인지역의 재해가 209건으로 전체의 39.8% 차지

(2) 월별

(단위:건수)

총계	상반기	1/4분기				2/4분기			
		소계	1월	2월	3월	소계	4월	5월	6월
525 (100%)	238 (45.4)	108 (20.6)	36 (6.9)	31 (5.9)	41 (7.8)	130 (24.8)	45 (8.6)	45 (8.6)	40 (7.6)
		3/4분기				4/4분기			
	287 (54.6)	소계	7월	8월	9월	소계	10월	11월	12월
		147 (28.0)	51 (9.7)	62 (11.8)	34 (6.5)	140 (26.6)	61 (11.6)	47 (8.9)	32 (6.1)

· 7, 8월 하절기와 10월에 중대재해가 174건, 33.1%로 집중 발생됨.

(3) 발생형태별

(단위:건수)

계	추락	감전	협착	낙하비레	토사붕괴	붕괴	충돌	화재폭발	전도
525 (100%)	245 (46.7)	68 (12.9)	51 (9.7)	45 (8.6)	32 (6.1)	29 (5.5)	15 (2.9)	13 (2.5)	9 (1.7)
	질식	끼임협착	기타						
	7 (1.3)	7 (1.3)	4 (0.8)						

· 추락재해가 245건으로 전체의 46.7% 차지

(4) 공사금액별

(단위:건수,억원)

계	5억 미만	10억 미만	20억 미만	30억 미만	50억 미만	100억 미만	300억 미만	500억 미만	500억 이상
525 (100%)	127 (24.2)	43 (8.2)	42 (8.0)	24 (4.6)	26 (5.0)	48 (9.1)	89 (17.0)	57 (10.8)	69 (13.1)

· 50억 미만 중소규모현장이 50% 차지

(5) 공사종류별

(단위:건수)

계	건축						토목						채석 공사	전기 공사	기타
	소계	APT 주택	플랜트	빌딩	병원 상가	기타	소계	도로	지하철	상하 수도	교량	기타			
525 (100%)	356 (67.8)	142 (27.0)	54 (10.3)	44 (8.4)	50 (9.5)	66 (12.6)	90 (17.1)	29 (5.5)	13 (2.5)	11 (2.1)	8 (1.5)	29 (5.5)	4 (0.8)	50 (9.5)	25 (4.8)

· 건축공사재해가 356건으로 전체의 67.8% 차지

(6) 발생시간별

(단위:건수)

계	07~10시	10~13시	13~16시	16~19시	19~22시	22~07시
525 (100%)	116 (22.1)	128 (24.4)	152 (29.0)	102 (19.4)	16 (3.0)	11 (2.1)

· 점심시간 직후의 재해가 29%로 사고 빈도가 높음

(7) 공종별

(단위:건수)

계	형틀공사	잡공사	전기공사	해체공사	콘크리트	기계설치	마장공사	배관공사	철골공사
525 (100%)	53 (10.1)	51 (9.7)	50 (9.5)	34 (6.5)	33 (6.3)	26 (5.0)	24 (4.6)	23 (4.4)	22 (4.2)
	굴삭공사	가설공사	철물공사	토공사	흙판매설	철근공사	도장공사	설비공사	지붕공사
	19 (3.6)	16 (3.1)	15 (2.9)	15 (2.9)	12 (2.3)	12 (2.3)	12 (2.3)	11 (2.1)	8 (1.5)
석공사	방수공사	거처공사	수장공사	조적공사	하역작업	유리공사	창호공사	기타	
8 (1.5)	8 (1.5)	7 (1.3)	7 (1.3)	7 (1.3)	6 (1.1)	6 (1.1)	6 (1.1)	34 (6.5)	

· 형틀공사(53건), 잡공사(51건), 전기공사(50건) 순으로 발생

(8) 재해자 피해규모별

(단위:건수)

계	사망자(무)	사망자 1인	사망 1인+부상자	사망자 2인	사망 3인 이상
525 (100%)	2 (0.4)	474 (90.3)	32 (6.1)	14 (2.7)	3 (0.5)

· 단독적 재해가 474건으로 90.2% 차지

(9) 재해자 연령별

(단위:명)

계	20세 이하	21~30세	31~40세	41~50세	51~60세	61세 이상
623 (100%)	15 (2.4)	115 (18.5)	175 (28.1)	151 (24.2)	114 (18.3)	53 (8.5)

· 30대(175명), 40대(151명), 20대(115명) 순으로 발생

· 50대 이상의 고령자도 167명으로 전체의 26.8%를 차지하고 있음.

(10) 재해자 직종별

(단위:명)

계	보통인부	목공	전공	용접공	직원	비계공	미장공	기계설치	배관공
623 (100%)	104 (16.7)	87 (14.0)	69 (11.1)	34 (5.5)	33 (5.3)	33 (5.3)	27 (4.3)	25 (4.0)	22 (3.5)
	철골공	콘크리트	도장공	차량운전	철근공	석공	설비공	유리공	증기공
	22 (3.5)	17 (2.7)	16 (2.6)	15 (2.4)	14 (2.3)	9 (1.4)	9 (1.4)	8 (1.3)	8 (1.3)
조적공	타일공	척압공	합석공	방수공	잡철금속	보일러공	샷시공	기타	
8 (1.3)	7 (1.1)	7 (1.1)	6 (1.0)	6 (1.0)	4 (0.6)	4 (0.6)	3 (0.5)	26 (4.2)	

· 보통인부:(104명), 목공(87명), 전공(69명) 순으로 발생

· 중대재해 525건에 의한 재해자 623명 중 사망자 545명, 부상자 78명임.

(11) 건설업 특성에 따른 재해유형 분류

발생형태	세부분류	건수	구성비(%)
계		525	100%
추락	소계	225	42.86%
	비계·틀비계에서	38	7.24%
	바닥개구부에서	25	4.76%
	단부개구부에서	42	8.00%
	전기설비에서	4	0.76%
	법면사면에서	1	0.19%
	피트에서	4	0.76%
	거푸집에서	17	3.24%
	보 등 구조물에서	72	13.71%
	사다리 등	13	2.48%
작업발판에서	9	1.71%	
낙하·비래	소계	35	6.67%
	크레인 등으로 운반중	10	1.90%
	자재취급중의 물건	12	2.29%
붕괴·도괴	소계	30	5.71%
	지보공	6	1.14%
	콘크리트구조물	3	0.57%
	가시설구조물	4	0.76%
	일반구조물	7	1.33%
토사붕괴	소계	36	6.86%
	토사붕괴	24	4.57%
건설장비	소계	54	10.29%
	이동식크레인	7	1.33%
	고정식크레인	4	0.76%
	리프트승강기	8	1.52%
	콘도라	3	0.57%
	자동차 등	3	0.57%
	항타기	2	0.38%
	Back Hoe	13	2.48%
	기타	14	2.67%
	감전	소계	68
외설철탑		20	3.81%
내선		48	9.14%
화재폭발		14	2.67%
운반취급	소계	30	5.71%
	중량물 취급시	20	3.81%
	기계 등의 조정 등	8	1.52%
	기타	2	0.38%
질식		7	1.33%
기타		26	4.95%

3. 사고사례

가. 현장공사중 사고

통상적으로 건설공사중에는 화재사건이 발생하리라는 예측을 하지 못하여 대형건물 마감 공사, 밀폐형공장건물, 냉동창고 등에서는 큰 화재사고가 될 우려가 높다.

실제 1998. 12. 18(금) 16:00 서울 신천동 장미아파트 중앙난방실에서 산소절단기로 작업하던 용접공의 절단기 불꽃이 보온재로 옮겨 수도관을 철거하던 중 불이나, 전기선 등 기존 난방공급이 중단되어 주민들이 추운 겨울에 엄청난 고통을 집단적으로 겪게 되었는데 이는 작업인부의 사소한 실수로 발생한 것이며, 담당엔지니어의 안전관리 기술의 불철저에 기인한 것으로 판단된다.

1998년에는 냉동창고 마감공정중에 불이나 현장작업자 수십명이 밖으로 피난치 못하고, 일부는 사망까지 이른 사례도 있었다. 냉동창고는 다른 건물에 비해 층고가 높아 높은 비계위에서 작업하는 특수성과 함께 창문이 없이 밀폐되어 있기에 더욱 피난이 어려운 점을 감안한 계획이 수립되었어야 함에도 미비했던 것이다.

1995년 대구 지하철 공사장에서는 굴착에 의한 지중매설 가스관 손상으로 누설된 지하공간에서 용접작업중 폭발된 사고, 1997년 마포 공덕동 로터리 6호선 지하철 공사장 굴착공사시 가스관 손상으로 폭발된 사고가 있었다. 통상 1.5~2.0m까지의 굴착시에는 인력굴착에 의해 주의하지만 그 이상은 "지하매설관이 없겠지... 공정도 바쁘는데 빨리 파내자!"라고 단정하고 장비굴착을 하는 것을 공사장 경험을 통해서 알게 된다.

건설현장에서 소방훈련은 일정기간 주기적으로 실시해야 함에도 불구하고, 거의 경시되고 있다고 보아야 할 것이다. 미국 국방성 건설공병단 건설안전매뉴얼(96년 9월 개정판)에 의하면 유형, 규

모, 조직훈련 등은 NFPA규정에 상응토록 갖추어야 하고, 시범 및 응급처치훈련은 시간을 두고 주기적으로 간에 소방장비 등에 익숙도록 실시되어야 한다. 10명 이상이 현장숙소에 기거할 때에는 불침번(보초인)을 두어야 한다. 가연성물질이 화재위험에 노출될 때에는(예를 들면, 용접작업, 달군 금속, 공사장 불태움 등) 보초인이 최소 1시간 이상 불이 꺼진 후에도 그 자리에 남아 확인토록 배치해야 한다고 규정하고 있다.

나. 준공 후 사고

구조물 붕괴사고의 원인은 대체로 여러 가지 조건 즉 오류, 간과, 오해, 무지, 능력 부족, 부실시공 등의 중첩에 의해 일어난다. 이들을 제거하기 위하여 앞의 3단계 품질체크는 필수적인 이행사항들이다. 어느 부분이 구조물 붕괴에 직접 영향을 미칠지 예측키 어렵기 때문에 관련사항들을 확장하여 각 단계별로 확인하는 것이다.

지금까지 안전관리 자체에 대한 정량화 연구는 진행되어 왔으나 각 공종별 품질 오류에 의한 구조물 붕괴 확률인 위험도를 수치로 나타내는 정량화 연구는 없었다.

건설현장에서 공중에 따라 구조물 붕괴에 영향을 미치는 핵심인자들의 체크포인트들을 제시하고, 정량화하는 것은 건설현장 품질관리에 획기적 보증기구가 될 것으로 판단된다.

건물공사중 공정이 붕괴에 미치는 정도를 구하기 위하여 설문을 제작하여 연구하였다.

설문구성은 아파트건물을 RC식과 PC식으로, 사무소건물을 RC조, SRC조, S조로서 구조물 축조 방식 5가지로 나누어 응답하도록 하였다. 같은 아파트건물일지라도 RC식과 PC식은 품질보증을 위한 핵심체크포인트가 다르기 때문이다. 여기서 건축 구조물로서 아파트건물과 사무소건물 두 가지만 선정한 것은 건축학회 보고서에서 구조물 붕괴 주체가 이들 두 가지를 주요대상으로 제시되었기 때문이다.

이상과 같은 5가지 구조물 방식을 다시 각 방식마다 오류시 구조물 붕괴를 초래할 수 있는 핵심공종인 가설공사, 부지조성공사, 기초공사, 콘크리트공사, 철골공사, 방수공사 6가지로 나누었다. 이때 가설공사는 비계 및 가설 양중설비를 포함한 의미이고, 부지조성공사는 현지조사를 포함한 설계도면의 오류탐지까지를 체크하는 것으로, 기초공사는 굴착, 말뚝, 기초, 계측관리를, 콘크리트공사는 거푸집, 철근, 타설공사를 PC식 아파트와 RC식 아파트 구조물에서의 철골공사는 없는 조건으로 설문하였다.

(1) RC조 사무소건물

독일의 건설업협동조합의 위험등급에 의하면 콘크리트공사 8.5로서 핵심공정에는 8.5를 정하고, 기타의 경우는 5.0 등으로 분류하고 있다. 이것은 정량적 표현을 위해 오랜 기간 수집된 자료(재해율, 비용)분석을 하여 제시된 것이다. 이것을 더욱 뒷받침하기 위하여 국내 건축시공엔지니어들로부터 설문조사를 실시하여 대분류 공정한 가설공사, 부지조성공사, 기초공사, 콘크리트공사, 철골공사, 방수공사의 구조물붕괴 기여도(=위험도)를 콘크리트공사 "100"기준으로 상대적 값을 답하도록 하였다.

RC조에서는 콘크리트공사가 대부분이므로 위험도가 높고, 철골공사는 거의 없으므로 위험도가 없다.

작업종류	강도			비고
	독일등급	설문결과	연구결과	
가설공사	5	21	13	
부지조성공사	5	15	10	
기초공사	30	28	29	
콘크리트공사	55	26	40	
철골공사				
방수공사	5	10	8	
계	100	100	100	

사무소건물(RC조, SRC조, S조), 아파트건물(RC식, PC식)의 공종별(가설공사, 부지조성공사,

기초공사, 콘크리트공사, 철골공사, 방수공사) 위험등급을 설정하기 위하여 설문조사(100분율로 환산) 분석을 통해, 본 연구의 핵심인 품질보증평가서의 정량값이 되는 본 연구위험도를 제시하였다.

예를 들어 콘크리트공사 본 연구위험도 "40"은 거푸집공사, 철근공사, 타설공사, 프리캐스트공사, 프리스트레스트공사를 포함한 것이므로 품질관리평가서에 분류된 5개 항목, 즉 거푸집, 철근, 타설, 프리캐스트, 프리스트레스트공사로 나누어 콘크리트공사(거푸집) "8", 콘크리트공사(철근) "8", 콘크리트공사(타설) "8", 콘크리트공사(프리캐스트) "8", 콘크리트공사(프리스트레스트) "8"로 균등히 분배하였다.

(2) RC조 아파트건물

RC식 아파트건물에서는 콘크리트공사가 핵심이고 철골공사는 없다.

독일건설조합의 위험도 콘크리트공사를 가장 높은 8.5로 한 것은 타당하지만 국내의 경험 많은 시공담당 엔지니어들에게 가설공사, 부지조성공사, 기초공사, 콘크리트공사, 방수공사를 콘크리트 "100"에 대한 상대적 수치로 표현토록 요구한 설

가서의 정량값이 되는 본 연구위험도를 제시하였다.

4. 맺는 말

앞서 언급된 바와 같이, 사고발생위험이 높은 공사, 그리고 부실시공시 붕괴에 영향을 미칠 수 있는 5가지 핵심공종에 대해서는 잠재위험도가 그만큼 높다고 볼 수 있기 때문에 보험요율 또한 이에 따라 차등적용하는 연구가 되어, 위험도에 따른 보험료 지출이 건설현장의 경계심 고취(경영에 직결되므로)는 물론 다양하고, 합리적인 보험료 징수제도가 되어야 할 것으로 사료된다.

지하굴착공사장에서 대형폭발·화재사고가 많이 발생하는 것은 굴착공사 허가도면에 상세한 정보가 부족한 것도 원인이겠지만, 현장에서 특히 가스관 매설우려지역에서는 깊은 주의를 하지 않으면 안되겠다.

3중 확인장치를 둔다는 심리습관이 건설현장 당사자들에게 배어든다면, 이러한 인간과오에 의한 재해는 현격히 감소할 수밖에 없을 것이다.

예를 들면 보험료징수와 연동된 자동차보험을 징수요율변동체제와 같은 사전 화재점검 및 상태 미흡, 화재사고 후 고요율부과 등이 정착되는 것도 한 방법으로 고려될 수 있을 것으로 판단된다. (9)

작업종류	강도			비고
	특일등급	설문결과	연구결과	
가설공사	7.5	21	14	
부지조성공사	7.5	14	11	
기초공사	30	29	29	
콘크리트공사	48	27	38	
철골공사	.	.	.	
방수공사	7	9	8	
계	100	100	100	

문을 실시하였다.

사무소건물(RC조, SRC조, S조), 아파트건물(RC식, PC식)의 공종별(가설공사, 부지조성공사, 기초공사, 콘크리트공사, 철골공사, 방수공사) 위험등급을 설정하기 위하여 설문조사(100분율로 환산) 분석을 통해, 본 연구의 핵심인 품질관리평