

건설공사의 중대재해 원인분석에 관한 연구

A Study on the Analysis of Causes for Fatal Accident in Construction Works

박 중 근*

Jong-Keun Park

(1997년 7월 31일 접수, 1997년 12월 12일 채택)

ABSTRACT

Various types of fatal accidents are increasing in Korean construction work site. Simply repeated and conventional accidents as well as new types of potential hazards which are caused by large-scaled work, complexity and negligence of temporary structures in construction are increasing, so that analysis of fundamental causes are necessary to control the construction accidents. In this study 739 fatal accidents are informally classified by the types of work and work process. The classified items which are based on ANSI Z 16.2, are modified adapted to the construction fields and are given code numbers and are analyzed by the data-base program.

The exact causes of various types of accidents are analyzed by the accident types, agencies and hazardous conditions and through the Cross-tabulation method in order to find out the cause between relevant accidents.

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리 나라는 산업화 이후 눈부신 경제발전을 이루었다. 이 과정에서 수많은 산업재해가 발생하여 물질손해와 인적손실이 있었다. 전 산업의

재해는 '64년 산재보험제도 시행이후 증가하다 '80년대 중반이후 감소 추세에 있으나, 사망자 수는 반복적인 증감현상을 보이고 있다.

건설공사는 대부분이 고소에서의 외부작업이며, 동시다발적이고 불규칙적인 작업과정으로 이루어진다. 그리고 근로자의 유동성과 안전의

* 석성전문대학 건설안전과

식 결여 등으로 인하여 다양한 유형의 중대재해가 증가되고 있으며, 공사의 대형화 및 복잡성, 임시시설의 설치 미비 등에 의한 각 공정에서의 재래형 재해 또한 반복적으로 발생하고 있고, 새로운 유형의 잠재 위험성이 증대되고 있어, 근본적 원인 파악 및 대책수립이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 건설공사 형태별로 각 공정에서 발생하는 다양한 유형의 산업재해에 대하여 정확한 사고원인을 파악하고, 또 상호관련이 있는 항목의 정확한 원인을 파악하고자 상호 비교(Cross-tabulation)하여 분석하였다. 그리고 각 공정별 잠재위험요인을 도출하여, 물적 측면과 인적 측면, 관리적 측면의 안전대책을 수립하는데 기초자료로 제시하고자 한다.

1.2 분석대상 및 현황

건설재해중 1995. 1. 1~1996. 12. 31 사이에 한국산업안전공단에 보고된 739건의 사망재해사례 자료를 공사형태별로(건축공사 382건, 토목공사 148건, 플랜트 155건, 기타공사 53건) 분류한 후, 이를 각 공정별로 재분류하여 활용하였다. 공사형태별 재해사례분석 건수는 Table 1과 같다. 각 공정작업을 위한 준비작업중의 재해는 본 공정으로 분류하였고, 또한 ANSI Z 16.2를 참조하여¹⁾ 분류항목을 건설현장에 맞도록 수정 후 코드를 부여하고 Data-base로 분석·처리하였다.

2. 재해원인 분석결과 및 검토

Table 1 The kinds of Construction Work Type

공사 형태	건 축				토 목					플 랜 트			기 타	
	아 파 트	빌딩, 병원	저층 아파트, 학교, 주택 등	해체 공사	도로, 교량	지하철, 철도, 궤도	상수도, 하천공사, 관로공사	댐, 항만시설, 매립공사, 경지정리	기타토목 (골재채취, 채석작업 등)	공장 건설	발전소 공사, 하수처리 공사	기 타	전기 공사 (통신 설비 공사)	기 타
계	144	106	131	1	47	40	23	22	16	124	31	0	53	0
	382				148					155			53	

2.1 공사형태별 재해원인 분석

공사형태별로 각 공정에서 발생한 사고원인을 도출하고자 사고형태, 위험한 상태, 사고기인물, 불안정한 행위로 분류하여 분석하였다. 공정별 재해 발생 순서는 건축공사 총 재해건수 382건 중에서 골조공사 128건(33.5%), 마감공사 93건(24.3%), 기타공정(양중기 조립·해체 등) 70건(18.3%), 설비공사 43건(11.3%), 기초공사 22건(5.8%), 가설공사 21건(5.5%), 부대공사 5건(1.3%) 순으로 나타났으며, 토목공사는 149건 중에서 기타공정 53건(35.6%), 콘크리트공사(아스콘공사 포함) 32건(21.5%), 매설공사 18건(12.1%), 설비공사 14건(9.4%), 암석굴착공사 11건(7.4%), 토공사 9건(6.0%), 기초공사 6건(4.0%) 순으로 나타났고, 또한 플랜트공사는 155

건 중에서 골조공사 51건(33%), 설비공사 35건(22.6%), 기타공정 35건(22.6%), 마감공사 25건(16.1%), 기초공사 6건(3.9%), 가설공사(1.3%), 부대공사 1건(0.6%) 순으로 재해가 나타났다.

2.1.1 사고형태 (Accident Type)

각 공정에서 재해자의 상해를 직접적으로 유발시킨 원인은 Table 2와 같이 나타났다. 전 공사에서는 추락이 414건(56%)으로 가장 많이 나타났다, 끼임(붕괴물질에 깔림 포함), 맞음, 감전, 부딪침 순이었다.

건축공사에서는 비계, 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함, 비계 제외), 작업발판, 개구부 등에서 추락이 252건(66%), 맞음, 끼임(붕괴물질에 깔림 포함), 감전 순이었으며, 골조공사는 같은 순으로, 마감공사는 가설구조물(구조물, 철골구

Table 2 Accident Type of Construction Work Type

사고형태 공사형태별		사고형태										총계
		부딪침	맞음	추락	전도	끼임 (깔림포함)	감전	폭발, 화재	질병	절립	질식사, 익사	
건	가설공사	0	5	13	0	0	3	0	0	0	0	21
	기초공사	0	4	8	0	9	0	1	0	0	0	22
	골조공사	1	18	91	1	10	5	0	0	1	1	128
	마감공사	2	3	81	0	1	4	0	0	0	2	93
	부대공사	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	5
축	설비공사	1	2	25	0	0	13	1	0	0	1	43
	기타공정	2	13	33	0	14	7	1	0	0	0	70
	소계	6	46	252	1	35	34	3	0	1	4	382
토목	토공사	0	1	1	0	5	2	0	0	0	0	9
	암석굴착공사	0	3	3	0	5	0	0	0	0	0	11
	기초공사	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	8
	콘크리트공사	1	6	15	0	6	2	0	0	0	2	32
	옹벽공사	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	4
	매설공사	1	1	0	0	14	1	1	0	0	0	18
	설비공사	1	1	6	0	2	3	0	0	0	1	14
	기타공정	3	14	13	0	11	4	2	1	0	5	53
소계	6	29	42	0	48	12	3	1	0	8	149	
플랜트	가설공사	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
	기초공사	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	6
	골조공사	1	5	39	0	2	4	0	0	0	0	51
	마감공사	0	2	23	0	0	0	0	0	0	0	25
	설비공사	0	3	26	0	4	2	0	0	0	0	35
	부대공사	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	기타공정	0	7	14	0	8	2	3	0	0	1	35
	소계	1	18	104	0	19	9	3	0	0	1	155
기타	전주이설공사	0	0	5	0	3	8	0	0	0	0	16
	케이블공사	0	0	4	0	0	8	0	0	0	0	12
	육탑공사	0	3	7	0	2	13	0	0	0	0	25
	기타공정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
소계	0	3	16	0	5	29	0	0	0	0	53	
총계		13	96	414	1	107	84	9	1	1	13	739

조물 포함, 비계 제외), 비계, 작업발판에서 추락 81건(21.2%), 감전, 맞음 순으로, 기타공정(양중기 조립·해체 등)은 기계장치, 개구부 등에서 추락 33건(8.6%), 끼임(붕괴물질에 깔림 포함), 맞음 순으로 나타났다.

토목공사에서는 붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 등이 48건(32.2%), 추락, 맞음, 감전, 질식사, 익사, 부딪침 순이었으며, 기타공정은 낙하물에 맞

음 14건(9.4%), 작업발판에서 추락 순으로, 콘크리트공사(아스콘공사)는 추락 15건(10.1%), 깔림(끼임 포함), 맞음 순으로, 매설공사는 토사붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 14건(9.4%), 맞음, 감전 순으로, 설비공사는 작업발판 등에서 추락 6건(4.0%), 감전, 끼임(붕괴물질 깔림 포함) 순으로 나타났다.

플랜트공사에서는 가설구조물, 개구부, 작업발

관 등에서 추락이 104건(67.1%), 끼임(붕괴물질에 깔림 포함), 맞음, 감전, 폭발, 화재 순이었으며, 골조공사는 작업발판에서 추락 39건(25.2%), 맞음, 감전 순으로, 설비공사는 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 개구부, 기계장치에서 추락 26건(16.8%), 끼임(붕괴물질에 깔림 포함), 맞음 순으로, 기타공정은 가설구조물, 기계장치, 작업발판에서 추락 14건(9.0%), 끼임(붕괴물질 깔림 포함), 맞음 순으로, 마감공사는 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 개구부 등에서 추락 23건(14.8%), 맞음 순으로 나타났다.

기타공사(전기공사, 통신공사등)에서는 감전이 29건(54.7%), 추락 16건(30.3%) 순으로 나타났다.

2.1.2 위험한 상태 (Hazardous Condition)

사고형태의 발생을 허용했거나 야기시킨 위험한 물리적 상태나 주위환경은 Table 3과 같이 나타났다. 전 공사에서는 방호조치 및 장치의 결함 285건(38.5%), 위험한 작업방법 또는 공정, 가해물체의 결함, 분류불능, 작업환경 및 작업장의 결함, 위험한 배치, 위험한 상태가 아님 순이었다.

Table 3 Hazardous Condition by Construction Work Type

공사형태별		위험한 상태	가해 물체의 결함	보호구 및 복장의 위험	작업환경 및 작업장의 결함	위험한 작업방법 또는 공정	위험한 배치	방호 조치 및 장치의 결함	외부의 작업 환경상 위험	기타	위험한 상태가 아님	총계
건	가 설 공 사	5	0	1	9	0	3	1	2	0	21	
	기 초 공 사	3	0	1	7	1	4	0	5	1	22	
	골 조 공 사	36	0	5	20	6	52	1	8	0	128	
	마 감 공 사	12	0	3	14	3	52	1	4	4	93	
	부 대 공 사	0	0	0	0	0	4	0	0	1	5	
	설 비 공 사	13	1	1	10	0	14	0	3	1	43	
	기 타 공 정	5	0	0	26	1	30	0	6	2	70	
	소 계	74	1	11	86	11	159	3	28	9	382	
목	토 공 사	0	0	0	2	0	3	0	4	0	9	
	암석굴착공사	1	0	2	3	0	1	0	4	0	11	
	기 초 공 사	1	0	1	1	0	3	0	2	0	8	
	콘크리트공사	7	0	2	7	1	6	0	8	1	32	
	옹 벽 공 사	0	0	0	1	0	3	0	0	0	4	
	매 설 공 사	0	0	2	4	2	9	0	0	1	18	
	설 비 공 사	2	0	0	4	0	5	0	3	0	14	
	기 타 공 정	5	1	3	10	1	10	0	22	1	53	
소 계	16	1	10	32	4	40	0	43	3	149		
플랜트	가 설 공 사	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
	기 초 공 사	2	0	0	3	0	1	0	0	0	6	
	골 조 공 사	13	0	1	10	2	19	0	5	1	51	
	마 감 공 사	3	0	1	4	0	14	0	2	1	25	
	설 비 공 사	4	0	1	7	0	15	0	6	2	35	
	부 대 공 사	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	기 타 공 정	5	0	0	11	1	9	0	9	0	35	
	소 계	27	0	3	35	3	60	0	22	5	155	

위험한 상태 공사형태별		가해 물체의 결함	보호구 및 복장의 위험	작업환경 및 작업장의 결함	위험한 작업방법 또는 공정	위험한 배치	방호 조치 및 장치의 결함	외부의 작업 환경상 위험	기타	위험한 상태가 아님	총계
기	전주이설공사	5	0	0	3	1	5	0	2	0	16
	케이블 공사	0	1	0	1	0	7	0	3	0	12
타	옥 탑 공 사	1	2	1	3	1	14	1	2	0	25
	기 타 공 정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	소 계	6	3	1	7	2	26	1	7	0	53
총 계		123	5	25	160	20	285	4	100	17	739

건축공사는 방호조치 및 장치의 결함 159건 (41.6%), 위험한 작업방법 또는 공정, 가해물체의 결함, 분류불능 순이었으며, 골조공사에서는 방호조치 없음 등에 의한 방호조치 및 장치의 결함이 52건(13.6%), 가해물체의 결함, 위험한 방법 또는 공정의 순으로 나타났으며, 마감공사에서는 방호조치 없음 등에 의한 방호조치 및 장치의 결함이 52건(13.6%), 위험한 작업방법 또는 공정 순으로 나타났고, 기타공정(양중기 조립·해체 등)에서는 방호조치 없음 등에 의한 방호조치 및 장치의 결함이 30건(7.9%), 위험한 작업방법 또는 공정 순으로 나타났다.

토목공사는 분류불능 43건(28.9%), 방호조치 및 장치의 결함, 위험한 작업방법 또는 공정, 가해물체의 결함, 작업환경 및 작업장의 결함 순이었으며, 기타공정에서는 분류불능이 22건 (14.8%), 방호조치 및 장치의 결함, 상하동시 작업 등에 의한 위험한 작업방법 등의 순으로 나타났으며, 콘크리트공사(아스콘공사 포함)에서는 분류불능이 8건(5.4%), 위험한 작업방법 또는 공정, 가해물체의 결함 등의 순으로 나타났고, 매설공사에서는 방호조치의 불충분에 의한 방호조치 및 장치의 결함이 9건(6.0%), 위험한 작업 방법 또는 공정 순으로 나타났다.

플랜트공사는 방호조치 및 장치의 결함 60건 (38.7%), 위험한 작업방법 또는 공정, 가해물체의 결함, 분류불능, 위험한 상태가 아님, 작업환경 및 작업장의 결함, 위험한 배치 순이었으며, 골조공사에서는 방호조치 없음 등에 의한 방호조치 및 장치의 결함이 19건(12.3%), 부적절한 조립 의한 가해물체의 결함, 위험한 작업방법 또는 공정 순으로 나타났으며, 설비공사에서는

방호조치 없음에 의한 방호조치 및 장치의 결함이 15건(9.7%), 위험한 작업방법 또는 공정, 분류불능 순으로 나타났고, 기타공정에서는 위험한 작업방법 또는 공정이 11건(7.1%), 방호조치 및 장치의 결함, 분류불능 등의 순으로 나타났고, 마감공사에서는 방호조치 및 장치의 결함이 14건(9.0%), 위험한 작업방법 또는 공정, 가해물체의 결함, 분류불능 순으로 나타났다.

2.1.3 사고기인물 (Agency of Accident)

위험한 상태가 주변에 또는 그 자체에 존재하는 대상물(질)은 Table 4와 같이 나타났다. 전공사에서는 작업발판 등의 작업상 131건(17.7%), 크레인, 로우프 등의 들어올리는 장치, 비계·지보공 순으로 나타났다.

건축공사는 비계·지보공 90건(23.6%), 작업상, 들어올리는 장치 등의 순이었으며, 골조공사는 작업발판, 비계발판 등의 작업상 38건(29.7%), 거푸집·지보공, 들어올리는 장치 순으로, 마감공사는 비계·지보공 26건(6.8%), 발코니(리프트탑승구)등의 작업상, 건축물·굴착물 등의 순으로, 기타공정(양중기 조립·해체 포함)은 들어올리는 장치 23건(6.0%), 개구부, 작업상, 구조물·굴착물 등의 순으로 나타났다.

토목공사는 건설기계 34건(22.8%), 트랜취 등의 굴착물·구조물, 재료(암석, 철근등), 작업상 등의 순이었으며, 기타공정은 건설기계 12건 (8.1%), 들어올리는 장치, 굴착물 등 순으로, 콘크리트공사(아스콘공사 포함)는 작업발판 등의 작업상 7건(4.7%), 건설기계, 들어올리는 장치 순으로, 매설공사는 굴착물·구조물, 건설기계 순으로 나타났다.

플랜트공사는 작업상 42건(%) , 들어올리는 장치, 구조물·굴착물 순이었으며, 골조공사는 철골, 지붕 등의 작업상 21건(13.5%), 들어올리는 장치, 비계·지보공 등의 순으로, 설비공사는 크

레인 등 들어올리는 장치 10건(6.5%), 작업상, 구조물·굴착물 순으로, 기타공정은 크레인, 와이어로우프 등의 들어올리는 장치 11건(7.1%), 작업상, 건설기계 등의 순으로 나타났다.

Table 4 Agency of Accident by Construction Work Type

사고기인물 공사형태별		구조물 및 굴착물등	작 업 상	개 구 부	비계 및 지보공 등	용 구	건설 기계	들어 올리는 장치	용접 기계등	전기 설비	원료 및 재료	이상 환경	기 타	사고 기인물 없음	총 계
건 축	가 설 공 사	0	0	0	15	0	0	0	0	3	2	0	1	0	21
	기 초 공 사	5	0	0	6	0	9	1	0	0	0	0	1	0	22
	골 조 공 사	14	38	4	35	6	1	19	0	3	7	0	1	0	128
	마 감 공 사	11	26	9	26	5	1	6	2	2	3	1	1	0	93
	부 대 공 사	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5
	설 비 공 사	1	2	7	3	5	2	8	3	8	0	0	4	0	43
	기 타 공 정	7	7	7	5	2	6	23	2	6	2	0	3	0	70
	소 계	38	73	28	90	19	20	57	7	23	15	1	11	0	382
토 목	토 공 사	2	0	0	0	1	3	2	0	1	0	0	0	0	9
	암석굴착공사	1	0	0	0	0	0	3	1	0	6	0	0	0	11
	기 초 공 사	1	0	1	0	0	0	3	1	0	2	0	0	0	8
	콘크리트공사	1	7	2	4	0	6	5	0	1	4	1	1	0	32
	옹 벽 공 사	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	매 설 공 사	9	0	0	0	0	5	0	1	1	2	0	0	0	18
	설 비 공 사	0	3	1	0	0	2	0	1	4	0	1	2	0	14
	기 타 공 정	5	4	3	0	2	12	8	0	2	5	3	9	0	53
소 계	21	16	7	4	3	34	17	2	9	19	5	12	0	149	
플 랜 트	가 설 공 사	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	기 초 공 사	1	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	6
	골 조 공 사	6	21	0	6	2	1	7	0	3	4	0	1	0	51
	마 감 공 사	3	8	5	1	2	0	3	0	0	1	0	1	1	25
	설 비 공 사	6	7	4	0	1	0	10	0	2	2	0	3	0	35
	부 대 공 사	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	기 타 공 정	2	6	1	0	2	4	11	0	0	3	2	4	0	35
	소 계	19	42	10	9	7	8	31	0	5	12	2	9	1	155
기 타	전주이설공사	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0	0	0	0	16
	케이블 공사	0	0	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	12
	육 탐 공사	0	0	0	0	0	0	0	1	20	1	0	3	0	25
	기 타 공 정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	소 계	0	0	0	0	1	1	0	1	46	1	0	3	0	53
총 계	78	131	45	103	30	63	104	10	83	48	8	35	1	739	

2.1.4 불안정한 행위 (Unsafe Acts)

사고형태를 직접적으로 허용하거나 야기시킨 인적측면의 원인은 Table 5와 같이 나타났다.

전 공사에서는 분류불능 289건(39.1%), 부주의로 발을 헛디딤 및 환경에의 부주의, 불안정한 행위가 아님, 위험장소의 접근, 불안정한 적재

Table 5 Unsafe Acts by Construction Work Type

공사형태별	불안전행위	불안전행위															계
		작동 중인 장비의 청소등	개인 보호구 착용 및 부속합한 보호구	안전 조치의 미확보	장 난 침	기계 장비의 잘못 사용	신체 부위의 잘못 사용	주변 환경에의 부주의	안전 장치의 제거등	불안 전한 속도로 작업함	위험 장소의 접근	운 전 부 주의	불안 전한 적재, 적치 등	불안 전한 위치 자세	분 류 불 능	불안 전한 행 동이 아 님	
건	가 설 공 사	0	2	1	0	0	0	9	0	0	1	0	1	0	7	0	21
	기 초 공 사	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5	4	0	0	9	2	22
	골 조 공 사	0	5	0	0	8	0	30	0	1	7	1	8	0	55	13	128
	마 감 공 사	1	1	1	1	4	0	27	2	2	0	0	3	3	40	8	93
	부 대 공 사	0	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
	실 비 공 사	1	1	5	0	3	0	10	0	1	0	1	0	2	13	6	43
	기 타 공 정	5	0	4	0	5	0	10	0	2	4	2	5	0	29	4	70
	소 계	7	10	13	1	21	0	88	2	6	18	8	17	5	153	33	382
목	토 공 사	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	3	1	9
	암석굴착공사	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4	3	11
	기 초 공 사	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	3	8
	콘크리트공사	0	0	0	0	2	0	4	0	1	3	6	2	0	11	3	32
	옹 벽 공 사	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
	매 설 공 사	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	4	1	5	3	18
	실 비 공 사	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	7	2	14
	기 타 공 정	2	0	1	0	2	0	5	0	2	7	4	2	1	22	5	53
소 계	4	0	1	0	6	1	11	0	4	15	18	10	2	56	21	149	
플랜트	가 설 공 사	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
	기 초 공 사	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	6
	골 조 공 사	0	2	0	0	0	0	8	0	1	0	2	2	1	26	9	51
	마 감 공 사	0	1	0	0	0	0	15	0	0	1	0	0	0	4	4	25
	실 비 공 사	0	0	1	0	1	0	12	0	0	1	1	2	0	13	4	35
	부 대 공 사	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	기 타 공 정	0	0	2	0	3	0	3	0	0	2	3	2	0	14	6	35
	소 계	0	3	3	0	4	0	40	0	1	5	6	6	1	59	27	155
기타	전주이설공사	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	4	16
	케이블 공사	2	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	5	0	12
	옥 탑 공 사	2	0	4	0	1	0	3	0	0	1	0	1	0	10	3	25
	기 타 공 정	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
소 계	6	0	8	0	1	0	6	0	1	1	1	1	0	21	7	53	
총 계	17	13	25	1	32	1	145	2	12	39	33	34	8	288	88	739	

등, 운전 부주의의 순으로 나타났다.

건축공사는 분류불능 153건(40.1%), 주변환경에의 부주의, 불안전한 행위가 아님, 기계장비의 잘못사용, 위험장소의 접근, 불안전한 적재 등의 순이었으며, 골조공사는 분류불능 55건(14.4%),

주변환경에의 부주의, 불안전한 적재, 기계장비의 잘못사용 등의 순으로, 마감공사는 분류불능 40건(10.5%), 주변환경에의 부주의, 기계장비의 잘못사용 등의 순으로, 기타공정(양중기 조립·해체 포함)은 분류불능 29건(7.6%), 주변환경에

의 부주의, 기계장비의 잘못된 사용, 작동중인 장비의 청소 등 순으로 나타났다.

토목공사는 분류불능 56건(37.6%), 불안정한 행위가 아님, 운전부주의, 위험장소의 접근, 주변환경에의 부주의 등의 순이었으며, 기타공정은 분류불능 22건(14.8%), 주변환경에의 부주의, 불안정한 행위가 아님 등의 순으로, 콘크리트공사는 분류불능, 운전부주의, 주변환경에의 부주의, 위험장소의 접근 등의 순으로, 매설공사는 분류불능 5건(3.4%), 불안정한 적재, 불안정한 행위가 아님, 운전부주의, 위험장소의 접근 등의 순으로 나타났다.

플랜트공사는 분류불능 59건(38.1%), 주변환경에의 부주의, 불안정한 행위가 아님 등의 순이었으며, 골조공사는 분류불능 26건(16.8%), 불안정한 행위가 아님, 주변환경에의 부주의 등의 순으로, 설비공사는 분류불능, 주변환경에의 부주의, 불안정한 행위가 아님 등의 순으로, 기타공정은 분류불능, 불안정한 행위가 아님, 운전부주의 등의 순으로 나타났다.

2.2 상호비교 분석 (Cross-tabulation Analysis)

2.2.1 事故形態와 危險한 狀態 (Accident type and Hazardous Condition)

사고가 어느 위험한 상태가 존재하게 되어 발생되었는지를 파악하여 사고예방대책 수립에 활용할 수 있도록 Table 6과 같이 도표화 하였다. 전 공사는 방호조치 및 장치의 결함으로 인한 추락 188건(25.4%), 가해물체의 결함으로 인한 추락, 위험한 작업방법 또는 공정으로 인한 추락, 방호조치 및 장치의 결함으로 인한 감전 순으로 나타났다.

건축공사는 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 작업발판, 비계, 개구부 등에서 추락 123건(32.2%), 가해물체의 결함에 의해서 작업발판, 비계 등에서 추락 53건(13.9%), 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락 40건(10.5%), 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 맞음 24건(6.2%) 등의 순이었으며, 골조공사는 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 작업발판, 개구부 등에서 추락 47건(12.3%), 가해물체의 결함에 의해서 추락, 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락, 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서

추락, 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 맞음 등의 순으로, 마감공사는 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 작업발판, 비계 등에서 추락 49건(12.8%), 가해물체의 결함에 의해서 추락, 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락 순으로, 기타공정(양중기 조립·해체 등)은 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 개구부 등에서 추락 17건(4.5%), 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락, 가해물체의 결함에 의해서 추락 순으로, 설비공사는 부러짐, 부적절한 조립 등에 의해서 기계장치, 작업발판 등에서 추락 8건(2.1%), 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 개구부에서 추락, 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 기계장치, 비계에서 추락 등의 순으로 나타났다.

토목공사는 방호조치 및 장치의 결함으로 인한 붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 16건(10.7%), 분류불능에 의한 붕괴물질에 깔림(끼임 포함), 방호조치 및 장치의 결함으로 인한 추락, 위험한 작업방법 또는 공정으로 인한 맞음 등의 순이었으며, 기타공정은 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 맞음 4건(2.7%), 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 개구부에서 추락, 분류불능에 의해서 추락 4건 등의 순으로, 콘크리트공사(아스콘 포함)는 가해물체의 결함에 의해서 추락 7건(4.7%), 방호조치 및 장치의 결함으로 개구부, 비계에서 추락, 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락 등의 순으로, 설비공사는 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 작업발판에서 추락 3건(2.0%), 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 감전, 가해물체의 결함에 의해서 추락 등의 순으로, 매설공사는 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 9건(6.0%), 부적당한 적재의 붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 등의 순으로 나타났다.

플랜트공사는 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 개구부, 작업발판에서 추락 50건(32.3%), 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락, 가해물체의 결함에 의해서 추락 등의 순이었으며, 골조공사는 방호조치 없음 등과 같은 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함)에서 추락 14건(9.0%), 위험한

Table 6 Cross-tabulation for Accident type and Hazardous Condition (Total)

구 분	가해 물체의 결함	보호구, 복장의 위험	작업환경 및 작업장 결함	위험한 작업방법 또는 공정	위험한 배치	방호조치 및 장치의 결함	외부의 작업 환경상 위험	분류 불능	위험한 상태가 아님	계
부딪힘	1	0	2	4	0	0	0	5	1	13
맞 음	12	0	5	42	7	15	0	14	1	96
추 락	85	5	7	68	6	188	4	41	10	414
전 도	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
끼 임	14	0	4	28	7	29	0	21	5	108
감 전	11	0	2	12	0	52	0	6	0	83
폭발 화재	1	0	0	1	0	0	0	7	0	9
질 병	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
절 립	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
질식사, 익사	0	0	3	4	0	1	0	5	0	13
계	124	5	25	160	20	285	4	99	17	739

작업방법 또는 공정에 의해서 가설구조물(철골 구조물, 구조물 포함)에서 추락, 가해물체의 결함에 의해서 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함)에서 추락 등의 순으로, 설비공사는 방호조치 없음 등과 같은 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 작업발판 등에서 추락 13건(8.4%), 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 추락 등의 순으로, 기타 공정은 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 작업발판에서 추락 4건(2.6%), 위험한 작업방법 또는 공정에 의해서 끼임(붕괴물질에 깔림 포함) 등의 순으로, 마감공사는 방호조치 없음 등과 같은 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 개구부에서 추락 14건(9.0%), 가해물체의 결함에 의해서 추락 등의 순으로 나타났다.

2.2.2 사고형태와 사고기인물(Accident type and Agency of Accident)

사고기인물이 어떠한 사고형태를 유발시켰는지를 파악하여 사고예방을 위한 대책을 수립하는데 활용할 수 있도록 Table 7과 같이 도표화하였다. 전 공사는 작업상에서 추락 129건(17.5%), 비계, 거푸집, 지보공 등에서 추락, 전기설비에 의한 감전, 들어올리는 장치에서 추락 순

으로 나타났다.

건축공사는 작업발판, 비계발판, 발코니 등의 작업상에 의해서 추락 72건(18.8%), 비계·틀조립비계·달비계·말비계 등에 의해서 추락, 들어올리는 장치에 의해서 추락 등의 순이었으며, 골조공사는 작업발판, 비계발판 등의 작업상에서 추락 38건(9.9%), 비계, 거푸집 등에서 추락, 들어올리는 장치 등에서 추락 등의 순으로, 마감공사는 강관비계, 달비계 등의 작업상에서 추락 24건(6.2%), 개구부에서 추락, 들어올리는 장치에서 추락 등의 순으로, 기타공정(양중기 조립·해체 등)은 들어올리는 장치에서 추락 11건(2.9%), 작업상에서 추락, 개구부에서 추락 등의 순으로, 설비공사는 들어올리는 장치에 의해서 추락 7건(1.8%), 전기설비에 의한 감전, 개구부에서 추락 등의 순으로 나타났다.

토목공사는 작업발판 등의 작업상에서 추락 16건(10.7%), 건설기계에 의해서 끼임, 트랜취 등의 굴착물에 의해서 붕괴물질에 깔림 등의 순이었으며, 콘크리트공사(아스콘포함)는 작업발판 등의 작업상에 의해서 추락 7건(4.7%), 지보공·동바리 등에서 추락, 들어올리는 장치에서 날아오는 물체에 맞음 등의 순으로, 기타공정은 건설기계에 의해서 끼임, 들어올리는 장치에서의 맞음, 작업발판에서 추락 등의 순으로, 설비공사는 작업발판에서 추락 3건(2.0%), 전기설비에

의해서 감전 등의 순으로, 매설공사는 트랜쉬 등에 의해서 붕괴물질에 깔림 9건(6.0%), 건설 기계에 의해서 끼임 등의 순으로 나타났다.

플랜트공사는 가설구조물(철골구조물, 구조물 포함), 작업발판 등의 작업상에 의해서 추락 41건(26.5%), 구조물, 굴착물 등에 의해서 추락, 들어올리는 장치에 의해서 추락 등의 순이었으며, 골조공사는 철골, 비계 등에서 추락 20건(12.9%), 들어올리는 장치 등에 의해서 추락, 기타 구축물에 의해서 추락 등의 순으로, 설비공사는

작업발판, 비계발판 등의 작업상에서 추락, 구축물(옹벽포함), 건물 등에서 추락, 들어올리는 장치에서 추락 등의 순으로, 기타공정은 지붕·작업발판 등의 작업상에서 추락 6건(3.9%), 들어올리는 장치에 의해서 맞음, 건설기계에 의해서 끼임(붕괴물질에 깔림 포함) 등의 순으로, 마감공사는 철골, 작업발판 등과 같은 작업상에서 추락 8건(5.2%), 개구부에서 추락, 고정사다리에서 추락 등의 순으로 나타났다.

Table 7 Cross-tabulation for Accident type and Agencies of Accident

구분	구조물, 굴착물 등	작업상	개구부	비계 및 지보공 등	용구 등	건설기계	들어올리는 장치	용접기계 등	전기설비	원료 및 재료	이상환경	기타	사고기인물 없음	계
부딪침	0	0	0	2	0	7	1	1	1	1	0	0	0	13
맞음	4	1	1	15	0	14	33	0	2	20	0	6	0	96
추락	48	129	43	79	14	9	52	0	14	9	0	16	1	414
전도	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
끼임	24	1	0	7	0	32	18	1	5	16	0	4	0	108
감전	0	0	0	0	15	1	0	5	61	0	0	1	0	83
폭발화재	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	5	0	9
질병	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
철림	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
절삭사	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	6	2	0	13
계	78	131	45	103	30	63	105	10	83	47	8	35	1	739

2.2.3 위험한 상태와 사고기인물(Hazardous Condition and Agency of Accident)

사고를 유발시킨 대상물과 대상물질, 환경이 어느 위험한 상태에 놓여 있다가 사고가 유발되었는지를 파악하여 사고예방을 위한 각종 공학적, 관리적인 대책을 수립할 수 있도록 Table 8과 같이 도표화 하였다. 전 공사에서는 작업상의 방호조치 및 장치의 결함에 의한 재해가 76건(10.3%)으로 가장 많이 나타났고, 전기설비의 방호조치 및 장치의 결함, 개구부의 방호조치 및 결함, 들어올리는 장치의 위험한 작업방법 또는 공정, 구조물·굴착물 등의 방호조치 및 장치의 결함 등의 순으로 나타났다.

건축공사는 작업발판, 비계발판 등과 같은 작업상의 방호조치 및 장치의 결함에 의한 재해가 50건(13.1%)으로 가장 많이 나타났고, 비계·지

보공 등의 방호조치 및 장치의 결함 30건(7.8%), 개구부의 방호조치 및 장치의 결함 27건(7.1%), 비계, 지보공 등의 조립의 결함과 같은 가해물체의 결함 24건(6.3%)등의 순이었으며, 골조공사는 작업발판, 비계발판, 철근조립바닥과 같은 작업상의 방호조치 및 장치의 결함 25건(5.6%), 작업상의 부적절한 조립과 같은 가해물체의 결함 11건(2.9%), 지보공·거푸집 등의 부적절한 조립 등과 같은 가해물체의 결함 11건(2.9%)등의 순으로, 마감공사는 작업상의 방호조치 및 장치의 결함 20건(5.2%), 강관비계, 말비계, 틀조립비계, 말비계의 방호조치 및 장치의 결함, 개구부의 방호조치 및 장치의 결함 등의 순으로, 기타공정(양중기 조립·해체 등)은 들어올리는 장치의 위험한 작업방법 또는 공정 9건(2.4%), 개구부의 방호조치 없음 등과 같은 방호조치 및

Table 8 Cross-tabulation for Hazardous Condition and Agencies of Accident

구 분	구조물, 굴착물 등	작업상	개구부	비계, 지보공 등	용구	건설기계	들어올리는 장치	용접기계 등	전기설비	원료, 재료	이상환경	기타	사고기인물 없음	계
가해물체의 결함	5	32	2	29	5	7	24	2	11	2	0	4	0	123
보호구, 복장의 위험	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	5
작업환경 및 작업장의 결함	3	4	0	1	2	6	2	1	2	3	1	0	0	25
위험한 작업방법 또는 공정	14	13	2	22	4	18	39	3	16	17	2	10	0	160
위험한 배치	1	1	0	4	0	2	2	0	1	9	0	0	0	20
방호조치 및 장치의 결함	38	76	40	33	14	8	19	1	46	5	0	5	0	285
외부의 작업 환경상 위험	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
기 타	13	4	0	11	5	15	16	3	5	11	5	12	0	100
위험한 상태가 아님	3	1	1	1	0	6	3	0	0	0	0	1	1	17
계	78	131	45	103	30	63	105	10	83	47	8	35	1	739

장치의 결함 6건(1.6%), 들어올리는 장치의 방호조치 및 장치의 결함 5건(1.3%) 등의 순으로, 설비공사는 개구부의 방호조치 및 장치의 결함 7건(1.8%), 전력용 수공구의 방호조치 및 장치의 결함, 전기설비의 위험한 작업방법 또는 공정 등의 순으로 나타났다.

토목공사는 건설기계의 분류불능에 의한 재해가 13건(8.7%), 구조물·굴착물 등의 방호조치 불충분 등과 같은 방호조치 및 장치의 결함 12건(8.1%), 개구부의 방호조치 및 장치의 결함 6건(4.0%), 들어올리는 장치와 건설기계의 위험한 작업방법 또는 공정 각각 6건(4.0%) 등의 순이었으며, 콘크리트공사(아스콘공사)는 건설기계의 분류불능 3건(2.7%), 크레인, 지보공의 위험한 작업방법 또는 공정 각 2건(1.3%) 등의 순으로, 기타공정은 차량 등의 분류불능, 개구부의 방호조치 및 장치의 결함, 이상환경의 분류불능 등의 순으로, 설비공사는 전기설비의 방호조치 및 장치의 결함 3건(2.7%), 작업발판의 방호조치 및 장치의 결함 등의 순으로, 매설공사는 트랜취 등의 방호조치 및 장치의 결함 8건(5.4%), 건설기계의 작업환경 및 작업장의 결함 등의 순으로 나타났다.

플랜트공사는 작업상(철골, 지붕등)의 방호조

치 및 장치의 결함에 의한 재해가 21건(13.6%), 들어올리는 장치의 위험한 작업방법 또는 공정 11건(7.1%), 작업상의 조립의 결함과 같은 가해물체의 결함 11건(7.1%), 구조물, 굴착물의 방호조치 및 장치의 결함 10건(6.5%) 등의 순이었으며, 골조공사는 철골, 비계 등의 작업상의 방호조치 및 장치의 결함 9건(6.0%), 철골 등과 같은 작업상의 가해물체의 결함, 작업상의 위험한 작업방법 또는 공정 등의 순으로, 설비공사는 작업발판, 비계발판 등의 작업상과 같은 방호조치 및 장치의 결함 5건(3.6%), 기타구축물의 방호조치 없음, 크레인의 분류불능 등의 순으로, 기타공정은 크레인의 위험한 작업방법 또는 공정 4건(2.7%), 지붕의 작업상의 방호조치 없음, 와이어 로우프의 마모됨과 같은 가해물체의 결함 등의 순으로, 마감공사는 철골, 가설통로, 지붕의 작업상의 방호조치 없음 4건(2.7%), 개구부의 방호조치 없음, 기타 구축물의 방호조치 없음 등의 순으로 나타났다.

3. 결론

본 논문에서는 739건의 사망재해사례의 사고원인을 파악하고자 공사형태별 각 공정으로 분

류하였다. 그리고 ANSI Z 16.2를 참조하여 건설 현장에 맞도록 수정한 후 코드를 부여하고, Data-base로 분석·처리하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 사고형태에서 건축공사는 추락 252건(66%), 토목공사는 붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 48건(32.2%), 플랜트공사는 추락 104건(67.1%)으로 많이 나타났으며, 위험한 상태 중 방호조치 및 장치의 결함에 의한 사고는 건축공사 159건(41.6%), 플랜트공사 60건(38.7%)으로 많이 나타났고, 토목공사는 분류불능 43건(28.9%)으로 나타났다.
- 2) 사고기인물에서 건축공사는 비계, 지보공 및 작업발판 등의 작업상 163건(42.8%), 토목공사는 건설기계 34건(22.8%), 플랜트공사는 철골, 작업발판, 지붕 등의 작업상 42건(27.1%)으로 많이 나타났다.
- 3) 사고형태와 위험한 상태의 상호 비교한 결과, 건축공사는 방호조치 및 장치의 결함, 가해물체의 결함 등에 의해서 작업상에서 추락 216건(56.5%), 토목공사는 방호조치 및 장치의 결함 등에 의해 붕괴물질에 깔림(끼임 포함) 30건(10.7%), 플랜트공사는 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 추락 50건(32.3%)으로 많이 나타났다.
- 4) 사고형태와 사고기인물의 상호 비교한 결과, 건축공사는 작업상, 각종 비계에 의해서 추락

143건(37.4%), 토목공사는 작업상에서 추락 16건(10.7%), 플랜트공사는 작업상, 구조물·굴착물 등에 의해서 추락 61건(39.4%)으로 많이 나타났다.

- 5) 위험한 상태와 사고기인물의 상호 비교한 결과, 건축공사는 작업상, 비계, 개구부 등의 방호조치 및 장치의 결함에 의해서 107건(28.0%), 토목공사는 건설기계의 분류불능 12건(8.1%), 플랜트공사는 작업상의 방호조치 및 장치의 결함 21건(13.6%)으로 많이 나타났다. 따라서 건설공사 재해의 절반 이상은 작업상, 비계, 개구부 등의 방호조치 없음, 방호조치 불충분, 부적절한 조립에 의한 추락재해로 나타났으므로, 사업주 및 관리감독자는 방호시설을 완벽하게 설치한 후 작업을 지시하고, 작업전 안전점검 및 충분한 관리감독을 실행한다면 건설 재해를 절반 이상 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) American National Standards Institute Inc. Z 16.2 Methods of Recording to the Nature and Occurrence of Work Injuries, 1973.
- 2) 한국산업안전공단, 건설중대재해 사례속보, 1995, 1996.