

재해사례분석을 통한 빌딩공사 재해 특성



고 성 석 교수
전남대학교 건축학부

1. 서론

1.1 연구의 필요성

건설공사에서의 재해는 취업자수에서 전체 산업의 10%미만이지만 재해자수면에서 전체 재해자수의 1/3을 차지하는 대표적인 재해다발산업이다. 즉, 건설산업은 특성상 가설공사위에서 본공사가 진행되기 때문에 확실한 안전설비가 정립되지 못한 상태에서 매일매일의 작업상황에 따라 안전조치도 변화하여 안전 정도가 다르게 나타나기 때문에 사고 위험도가 높고 사고의 정도도 중대재해로 나타나고 있는 실정이다. 특히, 아파트를 비롯한 고층화·복잡화·대형화 되고있는 빌딩공사에서는 지난 11년(1992~2002)동안 건설현장에서 발생한 전체 중대재해건수 중에서 약 30%를 차지하고 있으며, 발생비율 또한 매년 높아만 가고 있는 실정이다. 그러므로 건설재해를 예방하기 위해서는 이와같은 높은 발생율을 나타내는 빌딩공사의 재해특성을 파악하

고, 적합하고 효율적인 안전대책과 시행이 필요하다. 즉, 건설재해의 특성이 동일한 공정에서 유사하고 반복적인 재해를 나타내는 원시형재해라는 관점에서 기존에 발생한 재해사례에서 유해위험요인의 추출과 함께 사고의 원인과 대책마련을 위한 방안을 모색하여 건설공사의 재해예방을 위한 안전관리 대책을 마련할 수 있을 것이다.

1.2 연구의 목적과 방법

본 연구는 빌딩공사의 건설재해를 파악하기 위해 한국산업안전공단의 중대재해 사례집을 분석하여 재해 현상을 파악하고, 빌딩공사 재해특성을 통한 효율적인 건설안전 관리를 위한 방안을 제시하고자 하는 것으로 연구방법은 다음과 같다.

- (1) 기존의 연구, 논문, 보고서를 조사하여 빌딩공사의 정의 및 특성에 대한 이론적 내용을 고찰한다.
- (2) 한국산업안전공단과 국내 대기업에서 제시하는 빌딩공사 중대재해 관련 통계자료 및 현황을 근거로 빌딩공사의 중대재해 실태를 파악한다.
- (3) 빌딩공사를 KOSHA와 건축공사 표준시방서와 비교·검토하여 건설 각 공종을 재해를 중심으로 분류하고 세부작업 등으로 나눈다.
- (4) 빌딩공사 대공종별 및 세부공종별로 나타난 재해사례의 비교, 분석을 통해 작업공종별 재해특성을 분석하고 이의 특성을 고찰하고 재해특성에 따른 건설안전방안을 제시한다.

2. 빌딩공사 재해현황분석

2.1 빌딩공사의 정의

본 연구에서 빌딩공사의 정의는 백과사전의 “일반적으로 건물·가옥을 뜻하나, 한국에서는 특히 사무실용의 철근콘크리트구조 또는 철골구조 등에 의한 중층이상의 대형 건축구조물을 말한다. 또 이 밖에 큰 규모의 은행·호텔·학교·병원·주거용 건축물을 빌딩이라고 하기도 한다.” 기술과 한국산업안전공단의 중대재해사례보고집의 사고분류 형태 즉, 1994~1999년까지는 공사종류별 중대재해로서 재해를 아파트, 주택, 학교, 근린생활, 공공건물, 빌딩, 백화점, 호텔, 공장, 창고, 발전소, 도로, 지하철, 항만, 철도, 터널, 전기 등으로 분류와 2000년~2002년은 건설 각 공종에서의 사고유형(추락, 붕괴·도괴, 협착, 낙하·비래, 전도, 감전, 충돌 등)으로 나누어서 정리된 것을 토대로 하였다. 즉, 빌딩에 대한 사전적 의미와 재해분석의 틀이 되는 한국산업안전공단의 재해사례집을 분석한 결과 본 연구에서 빌딩공사는 주로 건축공사를 뜻하므로 건축공사로 분류하여 진행하였다.

2.2 빌딩공사 재해현황분석

지난 11년(1992~2002년)간 한국산업안전공단의 중대재해사례 보고집을 분석한 결과 국내에서 발생한 전체 건설재해건수는 5,724건이고 이 중 빌딩공사에서 발생한 중대재해건수는 1,635건으로 이는 전체 건설재해의 29%를 차지한다. Table 1에서 나타난 바와 같이 매년 발생하는 빌딩공사 재해 비율이 차이는 있으나, IMF이후 약 30% 정도 되는 발생비율을 나타내고 있다. 이는 우리나라의 경우, 건축공사가 노무인력중심의 생산활동을 하고 있으며 전체재해에서 건축공사가 차지하는 비중이 토목공사에 비해 높기 때문인 것으로 판단된다.

Table 1. Accident occurrence situation in building construction

년도	전체 건설재해건수	빌딩공사재해 발생건수	비율(%)
2002	667	147	22.0
2001	526	153	29.1
2000	423	123	29.1
1999	354	75	21.2
1998	451	183	40.6
1997	525	223	42.5
1996	510	220	43.1
1995	396	194	48.9
1994	418	188	44.9
1993	606	83	13.7
1992	848	46	5.4
합 계	5,724	1,635	28.6

2.3 빌딩공사 공종별 중대재해 발생현황

빌딩공사의 재해사례 중 Table 2는 한국산업안전공단의 중대재해사례에 따른 빌딩공사에서 발생한 각 공종별 중대재해건수와 그에 따른 중대재해 발생비율을 보여주고 있으며, 1,635건의 중대재해 중 거푸집공사에서 285건으로 가장 높은 비율인 17.4%가 다음으로 가설공사, 철골공사, 석/외벽공사 그리고 설비공사에서 각각 11.6%, 11%, 7%, 6.3%의 비율로 중대재해가 발생하였다. 이와같이 빌딩공사의 경우, 건설공종별로 매우 상이한 작업형태와 재해특성을 나타내는 바, 각 특성에 적합한 안전관리대책이 필요하다. 즉, 본공사 이전의 준비공사 단계인 거푸집, 가설공사에서 29.0%의 재해가 발생하고 공사진행단계에서 사전공사 안전계획 및 대책이 필요한 철골공사를 포함하면 이와같은 본공사 이전 단계의 공사에서 재해비율은 40%의 특성을 나타냈다.

Table 2. Serious accident occurrence situation in building process construction

공종	재해발생	중대재해 발생건수	중대재해 발생비율(%)	사고발생 순서
거푸집공사		285	17.4	1
가설공사		190	11.6	2
철골공사		180	11.0	3
석/외벽공사		115	7.0	4
설비공사		103	6.3	5
토공사 및 기초공사		100	6.1	6
콘크리트공사		90	5.5	7
미장, 건축, 타일공사		88	5.4	8
양중작업		75	4.6	9
도장공사		60	3.7	10
철근공사		53	3.2	11
E/V 공사		42	2.6	12
전기(통신)공사		39	2.4	13
유리 및 창호공사		38	2.3	14
기타		36	2.2	15
조적공사		24	2.0	16
작업 외 이동		33	2.0	16
방수공사		27	1.6	18
해체공사		21	1.3	19
수장공사 및 금속 잡철물공사		16	0.9	20
단열공사		7	0.4	21
커튼월공사		3	0.1	22
합계		1,625	100	

2.4 대형건설회사 공종별 중대재해 발생현황

Table 3은 최근 3년간(S건설은 1999~2001, K건설은 2001~2003.4) 대형건설회사인 S사와 K사에서 발생한 빌딩공사의 재해건수를 분석한 것으로, S사의 경우 가설공사 및 거푸집공사에서 7건으로 가장 많은 재해가 발생했고, 다음으로 거푸집공사와 석/외벽공사에서 각각 6건, 4건의 재해가 발생했다. K사의 경우는 S사와 달리 양중작업에서 6건으로 가장 많은 재해가 발생했고, 다음으로 거푸집공사와 철근공사에서 각각 5건, 4건의

재해가 발생했다. 이와같은 대형건설사 재해분석은 한국산업안전공단의 중대재해사례와 비교를 위해 시도하였으나 건설사들의 자료정보 노출의 한계로 자세히 진행되지는 못하였다.

Table 3. Recent 3 years large construction company building accident occurrences

대분류	S사(1999~2001)			대분류	K사(2001~2003.4)		
	재해건수	사망자수	재해 발생순서		재해건수	사망자수	재해 발생순서
가설공사	7	1	1	양중작업	6	6	1
거푸집공사	7	2	1	거푸집공사	5		2
작업외이동	6	6	2	철근공사	4		3
석/외벽공사	4	1	3	기타	3	1	4
기타	4	4	3	가설공사	2		5
E/V공사	3		4	토공사 및 기초공사	2		5
미장, 건축, 타일공사	2	1	5	미장, 건축, 타일공사	2	1	5
유리 및 창호공사	2	1	5	석/외벽공사	2		5
철골공사	2		5	설비공사	2		5
토공사 및 기초공사	1		6	작업외이동	2	1	5
콘크리트공사	1	1	6	유리 및 창호공사	1	1	6
전기(통신)공사	1	1	6	전기(통신)공사	1	-	6
양중작업	1	-	6	콘크리트공사	1	-	7
조적공사	1	-	-	철골공사	-	-	-
방수공사	-	-	-	방수공사	-	-	-
철근공사	-	-	-	조적공사	-	-	-
수장공사및 금속잡철물공사	-	-	-	수장공사및 금속잡철물공사	-	-	-
도장공사	-	-	-	E/V공사	-	-	-
설비공사	-	-	-	도장공사	-	-	-
커튼월공사	-	-	-	커튼월공사	-	-	-
단열공사	-	-	-	단열공사	-	-	-
해체공사	-	-	-	해체공사	-	-	-
합계	42	19		합계	34	10	

3. 빌딩공사 공종 분류 및 재해 분석

3.1 빌딩공사 공종의 분류

빌딩공사에서의 각 공종(Work Type)은 건설교통부 제정 ‘건축공사 표준시방서’의 공종분류표 및 KOSHA Code에 의거하여 기본적으로 분류하였으며, 분류된 빌딩공사의 각 공종은 세부적인 작업내용에 따라 대, 중, 소로 다시 분류하였다. Table 4는 KOSHA Code와 건축공사 표준시방서에 제시된 공종을 비교한 것으로, KOSHA Code에서 제시한 각 공종의 대분류는 16개로 분류되어 있고 중분류는 75개로 분류되어져 있는 반면, 건

Table 4. Comparison of work type in construction

KOSHA	건축공사 표준시방서
(공통)가설공사	가설공사
토공사 및 기초공사	토공사
철골공사	철골공사
철근공사	철근콘크리트 공사
콘크리트공사	
방수공사	방수공사
조적공사	벽돌공사
	블록공사
미장, 견출, 타일공사	미장공사
	타일공사
석/외벽공사	돌공사
유리 및 창호공사	유리공사
	창호공사
수장(내장)공사 및 금속, 잡철물공사	수장공사
	금속공사
도장공사	칠공사
설비공사	커튼월공사
	플라스틱공사
전기(통신)공사	조경공사
	단열공사
거푸집공사	해체공사
	목공사
	기타공사
16 공종	22 공종

축공사표준시방서의 경우, 대분류는 22개의 공종으로 분류되어져 있으며, 중분류는 총 74개로 분류되어져 있다. KOSHA Code와 건축공사 표준시방서에 제시된 대분류는 대부분 중복되는 항목들로 이루어져 있으나, KOSHA Code에 비해 건축공사 표준시방서에서 6개의 공종을 더 많이 제시하고 있고 비교적 분류항목이 세분화되어 있음을 알 수 있다. 이에 본 연구의 분석대상인 빌딩공사에서 발생한 중대재해를 더욱 세분화하여 분석하기 위해 빌딩공사의 공종을 16개 공종외에 양중작업, 단열공사, 커튼월공사, E/V공사, 해체공사, 기타작업 및 작업외이동 등의 공종을 포함하여 분석하였다. 이와같이 새로 분류된 7개 공종이 전체 재해중에서 차지하는 비율은 13.2% 정도로 양중작업, 기타작업, 작업외이동, 해체공사 등의 순으로 발생빈도가 나타났다.

3.2 빌딩공사 재해 동향분석

3.2.1 공사금액별 발생동향

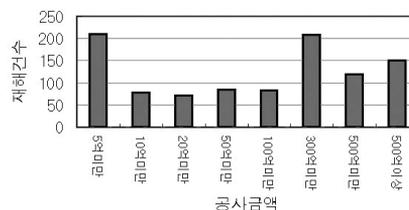


Fig. 1. Accident occurrence according to construction cost

11년간 빌딩공사에 발생한 1,635건의 중대재해를 공사금액별로 분석한 결과, 5억 미만공사에서 210건으로 가장 많은 재해가 발생하였고, 다음으로는 50억 이상 100억 미만 공사, 300억 이상 500억 미만 공사, 500억 이상 공사가 209건, 119건, 150건의 순으로 나타났으며, 10억 이상 20억 미만 공사가 가장 적은 71건이 발생했다. 이는 소규모공사에서는 충분한 안전대책 없이 공사가 진

행되고, 대규모공사에서는 아직까지 건설안전대책의 계획과 실행이 충분히 이루어지지 못하여 재해가 발생된 것으로 판단된다.

3.2.2 재해형태별 발생동향

재해형태별 동향을 분석한 결과, 총 1,635건의 중대재해 중 원시재해라 할 수 있는 추락에서 가장 많은 1,008(61.6%)건이 발생하였고, 다음으로 붕괴도파가 133건, 낙하비래, 감전, 협착이 132건 128건, 104건의 순으로 발생하였다. 이와같은 추락재해의 가장 높은 재해빈도는 건설재해의 큰 특징으로서 건축공사의 특성상 수직적 높이의 축조에 의한 직접적인 위험높이에 대한 대책과 근로자들의 적극적인 대응방안이 요구된다.

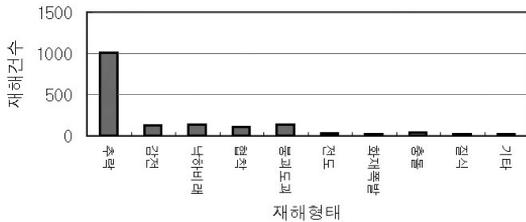


Fig. 2. Type of accident occurrence

3.2.3 기인물별 발생동향

기인물별 재해발생동향을 분석한 결과, 총 1,635건의 재해 중 비계, 작업발판 작업에서 342건(20.9%)으로 가장 많은 재해가 발생하였고, 다음으로 자재 및 물질류 작업에서 336건 (20.5%), 구조물 및 적재물 269건, 리프트, 인양기계 작업에서 182건의 순으로 발생하였다. 이와같은 건설 작업 중 가장 기본적인이라고 할 수 있는 작업발판 등에서의 사고는 가설자재 및 가설공사의 중요성을 도외시한채 생산위주의 공중을 추구하기 때문이라 생각되므로 철저한 가설기자재의 검정과 함께 충분한 안전계획 및 대책 수립과 이의 철저한 이행이 필요하다.

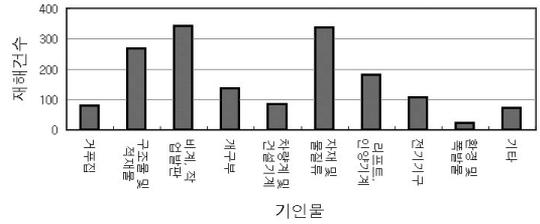


Fig. 3. Accident occurrence according to root cause

3.2.4 발생시간별 재해동향

중대재해가 발생한 시간별 동향을 분석한 결과, 총 1,610건의 재해 중 점심시간이후 13시~16시에서 가장 많은 468건(약 30%)의 재해가 발생하였고, 다음으로는 10시~13시 사이에서 390건(24%) 그리고 작업종료시점인 16시~19시에서 361건의 재해가 발생 07시~10시에서는 317건의 재해가 발생하였다. 즉, 점심식사 전후에 재해발생량이 전체의 54%를 차지하므로 건설재해 예방 및 감소를 위해서는 이 시간대에 안전점검 및 안전순찰을 강화하여야 한다.

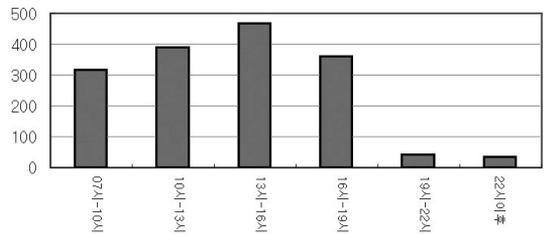


Fig. 4. Accident occurrence according to happened time

3.2.5 분기별 발생동향

월별 재해발생동향을 분석한 결과, 총 1,635건의 중대재해 중에서 1/4분기 350건, 2/4분기 396건, 3/4분기 475건, 4/4분기 414건의 재해가 발생하였다. 즉, 대체적으로 각 분기에 어느 정도 동일한 빈도의 재해가 발생되고 있다. 건설공사의 특성상 동절기에는 기온의 저하에 따라 콘크리트 공중 등 공

사활동이 감소되고 있는데도 불구하고 그 발생량이 줄어들고 있지 않다. 이와 같은 사고빈도로 판단할 때, 건설재해는 외부조건과는 상관없이 건설공사 내부의 문제에서 기인되어 발생된다고 할 수 있다.

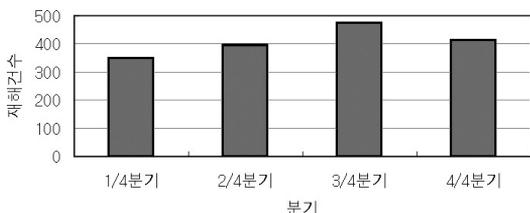


Fig. 5. Accident occurrence according to 3 months

3.2.6 근로자 연령별 재해발생동향

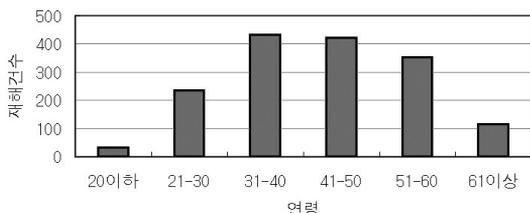


Fig. 6. Accident occurrence according to age

근로자의 연령별 재해발생동향을 분석한 결과, 총 1,592건의 재해 중 31세 이상 40세 미만의 경우에서 433건의 가장 많은 재해가 발생하였고 41세 이하 50세 미만에서 423건, 51세 이상 60세 미만이 352건, 20대에서는 상대적으로 적은 236건의 재해가 발생하였다.

4. 빌딩공사 재해특성 및 고찰

4.1 빌딩공사 재해특성

기존에 발생된 빌딩공사의 재해를 분석하여 나타난 빌딩공사 재해특성을 살펴보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

Table 5에서 나타난 바와 같이 거푸집공사(17.4%), 가설공사(11.6%), 철골공사(11.0%), 석/외벽공사(7.0%), 설비공사(6.3%) 그리고 토공사 및

기초공사(6.1%)와 같이 지난 11년간 발생한 중대재해가 공정에 따라 나타났다. 이와같이 발생한 중대재해가 100건이 넘는 공사의 경우, 각 해당작업에 소요되는 인력이 높기 때문이라 판단된다.

Table 5. Cause properties of serious accident in building

※ ()는 전체

공종별 중대재해	직종별 중대재해	직종별 소요인력	년간 최대 공사비	공사 금액별 중대재해
거푸집공사 (17.4%)	보통인부 (14%)	형틀목공 (14.3%)	아파트 (42.3%)	5억미만 공사 (27.7%)
형태별 중대재해	기인물별 중대재해	시간별 중대재해	월별 중대재해	연령별 중대재해
추락 (61.6%)	비계 및 작업발판 (20.9%)	13~6시 (30%)	3/4분기 (29%)	31~40세 (27%)

직종별 중대재해에서 보통 인부가 229명(14%)으로 가장 높은 재해율을 나타냈는데, 이는 특정한 전문직종에서 계속적으로 근무하여 위험에 충분히 적응되지 못한 상태에서 안전환경이 수시로 바뀌어지는 근무특성으로 판단된다. 직종별 소요인력에서는 빌딩공사에 포함된 아파트의 경우, 형틀목공이 가장 높은 비율을(14.3%) 차지했고, 5억 미만의 공사(27.7%)에서 가장 높은 재해율을 나타냈다. 재해형태에서 추락이 전체 1,635건에서 1,008건을 나타냈는데, 이는 건축공사의 특성상 수직적 높이의 축조에 의한 직접적인 위험높이에 대한 대책부족과 근로자들의 안전의식 결핍에 의한 것으로 판단되며, 이와연계하여 기인물별 재해 발생동향은 비계, 작업발판이 가장 높은 재해를 나타내었다. 시간별, 월별, 그리고 연령별 중대재해를 살펴보면 13 - 16시, 3/4분기, 그리고 31세 - 40세의 근로자에서 각각 중대재해 발생확률이 높은 것으로 나타났다.

4.2 빌딩공사 재해특성에 따른 건설안전방안 기존의 빌딩공사 재해에서 나타난 결과를 요약

하면 크게 재해발생빈도가 높은 공중, 직중, 재해 형태별, 기인물별, 발생시간별등으로 빌딩공사의 재해특성을 분석할 수 있었다. 건설재해예방을 위해서는 이와같은 재해특성을 대상으로 안전관리 대책의 수립과 예방방안이 필요하다고 생각된다. 이와같은 관점에서 빌딩공사 재해특성에 따른 건설재해를 예방방안을 분류하여 그 내용을 Table 6 과 같이 제시하고자 한다.

Table 6. Serious accident prevention counterplan according to properties of building accident

빌딩공사 재해특성요인	중대재해 예방방안
거푸집공사	가설공사특성을 고려한 안전성계획 및 실행, 안전대책용, 공사이전 안전계획 및 안전성검토등 사전위험성검토제도 도입
보통인부, 형틀목공	보통인부 공사전후 안전교육실시, 고소작업안전대 착용, 공사위험성검토 및 대책
아파트공사	작업공중별 위험성지수의 정착 및 위험성에 따른 안전검토 및 대책, 고소작업 안전대책 철저
5억 미만공사	소규모공사에 따른 사업주 안전의식 고취, 최소한도의 안전대책 수립, 정부주도의 안전의식 제고를 위한 안전교육 실시
추락재해 형태	추락재해예방을 위한 건설공중별 위험도제시, 위험도에 따른 안전대책수립과 실시, 안전보호구 사용 및 안전의식제고를 위한 교육 실시등
비계 및 작업발판	가설기자재의 안전사용검정, 추락 및 재해발생위험지역의 안전인증제도 실시, 사전 안전계획 및 대책과 실시등
재해발생시간 (13시 - 16시)	안전파트롤의 집중과 안전교육 및 근로자 신체리듬을 고려한 작업배분 등

이와같은 건설재해 예방대책을 요약하면 즉, 건설공중에 따른 위험성을 평가하여 공정의 위험도에 따라 안전대책을 수립하고 이의 철저시행이 우선적으로 필요하다. 또한 건설재해의 특성이 같은

공중에서 반복적으로 발생하는 원시형태의 재해 특성임을 고려하면 공사시행이전 단계의 안전계획 수립이 필요하다. 공사 전에 공사과정의 위험성과 이에따른 안전대책의 수립이 이루어져 작업자에게 충분히 인지되어 작업이 이루어질 경우, 재해예방효과는 매우 높을 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구에서는 기존에 발생한 건설재해를 바탕으로 빌딩공사의 재해특성을 분석하고 효율적인 재해예방을 위한 방안을 제시하고자 하는 연구로서 연구결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 11년(1992~2002년)간 한국산업안전공단의 중대재해사례 보고집을 분석한 결과, 총 중대재해 발생건수는 5,724건이고 빌딩공사에서 발생한 중대재해 발생건수는 1,635건으로써 총 재해의 약 30%를 차지하는 것으로 나타났다.

2) 빌딩공사의 공중별 분류는 건설교통부 제정 '건축공사 표준시방서'의 공중분류표 및 KOSHA Code를 각각 비교·분석하여 23개의 공중으로 분류하였다.

3) 빌딩공사에서 발생한 중대재해 1,635건을 공중별로 중대재해 발생건수 및 발생비율을 분석한 결과, 거푸집공사, 가설공사, 철골공사에서 각각 285건(17.4%), 190건(11.6%), 180건(11.0%)으로 타 공중들에 비해 비교적 위험한 공중으로 분류할 수 있으며, 위험한 공중들에 대한 안전관리방안으로 작업안전계획서 허가 및 안전지휘자가 임회한 상태에서 안전조치 후 작업을 실시하여야 할 것으로 사료된다.

4) 빌딩공사의 재해사례분석 및 검토를 통해 나타난 재해특성 결과를 대상으로 중대재해예방을 위한 방안을 제시하였다. 즉, 건설공사의 재해예방을 위해서는 빌딩공사 공정에 따라 위험도를 평가하고 공사이전에 사전 위험성 인지에 따른 안전계획 수립과 대책에 따른 시행이 필요하다. 