

건설재해 예방할 수 있다.

건설 중대재해 사례와 대책

2013. 9

산업재해예방

안전보건공단



목 차

I. 건설경기 및 재해발생 현황

1. 건설경기 현황 / 5
2. 건설재해 발생현황 / 10

II. 사망재해사례

1. 주요 재해 사례 / 17
2. 아파트 / 55
3. 빌딩 / 71
4. 소규모(주택, 상가 등) / 85
5. 학교, 종교, 후생시설 / 101
6. 대형플랜트, 중·소형공장 / 115
7. 토목 / 133

I

건설경기 및 재해발생 현황

1. 건설경기 현황 / 5

2. 건설재해 발생현황 / 10

1

건설경기 현황

가. 수주현황(종합건설공사 기준)

○ 개 황

2013년 6월 국내건설수주액은 공공부문이 신규주택과 학교, 병원, 관공서 등의 부진으로 전년 동월대비(14.9%) 감소하였고, 민간은 신규주택과 공공 건물을 제외하고는 여타 공종들의 부진으로 크게 감소($\Delta 40.5\%$)하였다. 공공과 민간부문의 동반 감소로 전체수주액은 32.8% 감소한 8조 8,284억 원 기록

※ ('12.6월) 13조 1,331억 원 → ('13.6월) 8조 8,284억 원($\Delta 32.8\%$)

○ '13년 6월 국내건설수주액 누계 : 39조 1,514억 원(전년대비 28.6% 감소)

- 공공부문 : 15조 207억 원, 전년 동월대비 1.4% 감소

- 토목에서는 상하수도과 수해복구공사 및 토지 조성, 도로 교량에서 수주물량 증가를 보였으나 전년에 비해 전반적인 SOC 발주물량을 회복하지 못하여 2.8% 감소한 것으로 나타남. 건축은 사무용 건물과 학교, 병원, 관공서와 문화체육시설 등의 편의시설 발주물량 증가가 주거용 건설과 산업용 건물의 부진을 상쇄하여 전년에 비해 1.1% 증가를 보임

- 민간부문 : 24조 1,306억 원, 전년 동월대비 39.0% 감소

- 토목부분에서는 하천준설공사와 수해복구 공사 등 환경개선 관련 도시개발 사업을 제외하고는 전 공종의 부진으로 전년대비 61.0% 감소함. 건축은 문화체육시설과 터미널·기타 편의시설에서의 발주물량만 증가하였을 뿐, 신규 및 재건축·재개발과 관련한 주거용에서 발주가 미진하였고 사무용 건물에서도 이렇다 할 물량증가가 보이지 않아 전년대비 30.0% 감소함

< 연도별 국내건설공사수주실적 누계(1~6월) >

(단위 : 억 원, %)

구 분	합 계	발 주 자 별							공 종 별				
		공 공		민 간			토 목	건 축		주 거	비주거		
		토목	건축	토목	주 거	비주거							
'11	499,671	144,902	92,537	52,365	354,769	84,207	137,255	133,305	176,746	322,926	150,039	172,887	
'12	548,154	152,375	99,455	52,921	395,779	114,822	151,340	129,617	214,276	333,879	173,333	160,544	
'13	수주액	391,514	150,207	96,714	53,493	241,306	44,747	96,916	99,641	141,462	250,052	108,202	141,850
	전년동기비	-28.6	-1.4	-2.8	1.1	-39.0	-61.0	-36.0	-23.1	-34.0	-25.1	-37.6	-11.6
	'11년동기비	-21.6	3.7	4.5	2.2	-32.0	-46.9	-29.4	-25.3	-20.0	-22.6	-27.9	-18.0

※ 자료 출처 : 대한건설협회

나. 2013년 6월 국내건설기성액

○ 국내건설기성액 : 전년 동기대비 13.1% 증가

- 공공, 민간 모두 증가세를 나타냈고, 공종별로는 토목, 건축이 각각 전년 동기대비 6.9%, 19.1% 증가

< 연도별 국내건설공사 기성실적 >

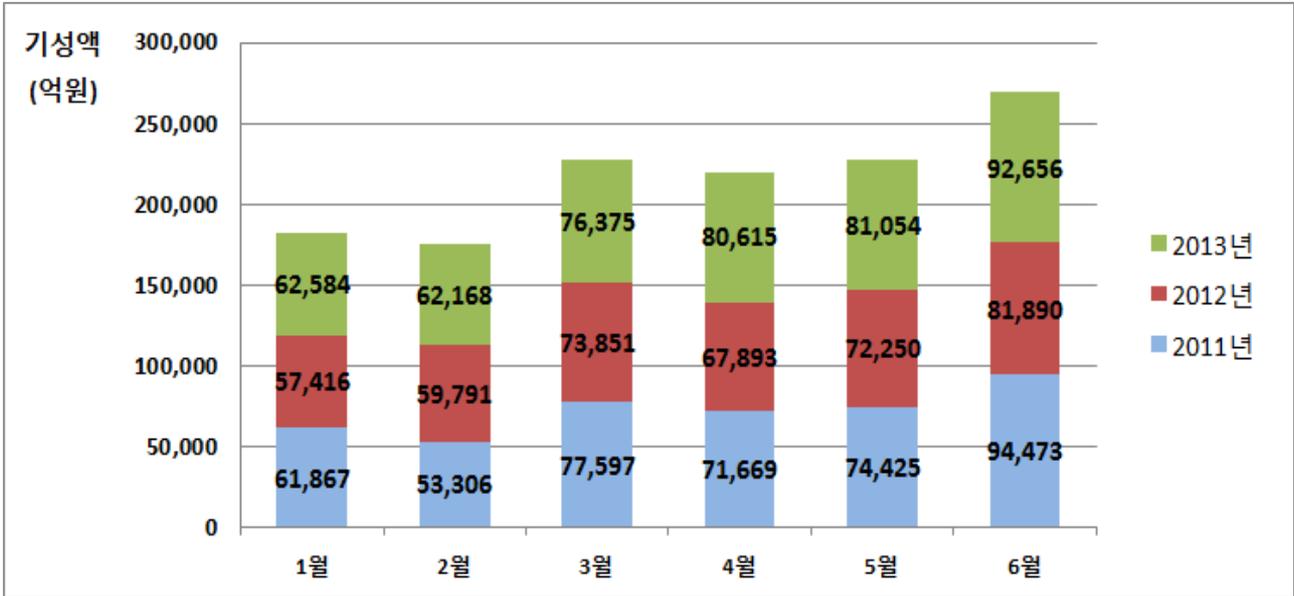
(단위 : 억 원, %)

구 분	합 계	발 주 자 별		공 종 별		
		공 공	민 간	토 목	건 축	
'11. 6	94,473	37,572	56,901	44,068	50,404	
'12. 6	81,890	33,487	48,403	39,871	42,019	
'13. 6	기 성 액	92,656	35,736	56,920	42,608	50,048
	전년 동기대비	13.1	6.7	17.6	6.9	19.1
	'11년 동기대비	-1.9	-4.9	0.0	-3.3	-0.7

※ 자료 : 통계청

주) 전전년 통계청 [건설업조사] 결과에서 기성액 50%에 해당하는 상위업체의 월별기성액

< 최근 3년간 월별 국내건설공사 기성실적액 >



다. 건축물 착공면적

○ 주거용

- 2013년 6월 주거용 착공면적은 전년 동월대비 0.6% 감소

○ 비주거용

- 2013년 6월 비주거용 건축물 착공면적은 전년 동월대비 5.0% 감소

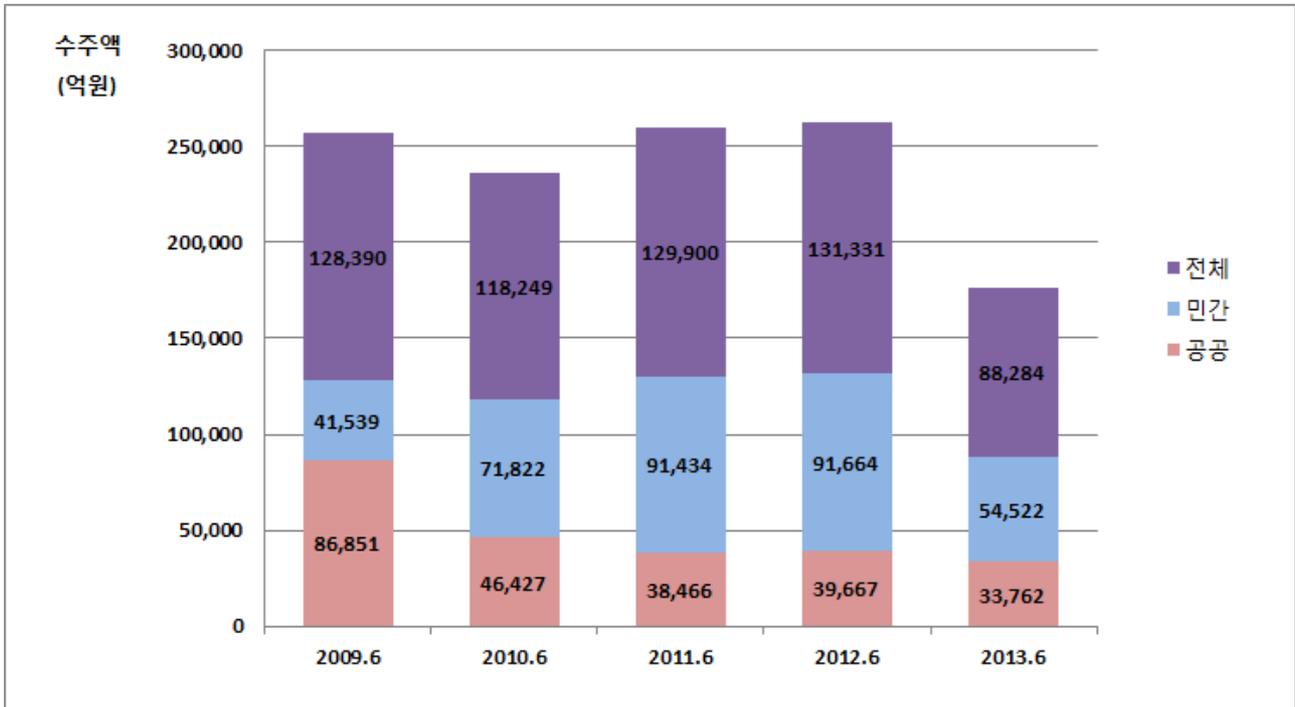
< 건축물 착공면적 >

(단위 : 천제곱미터, %)

구 분	당월(6월)			누계(6월)		
	'12. 6	'13. 6	증감율	2012	2013	증감율
합 계	8,718	8,434	-3.3	53,196	49,443	-7.0
주 거	3,481	3,461	-0.6	22,135	18,964	-14.3
비주거	5,237	4,973	-5.0	31,061	30,479	-1.9

※ 자료 출처 : 국토교통부

라. 연도별 국내건설공사 수주실적 현황

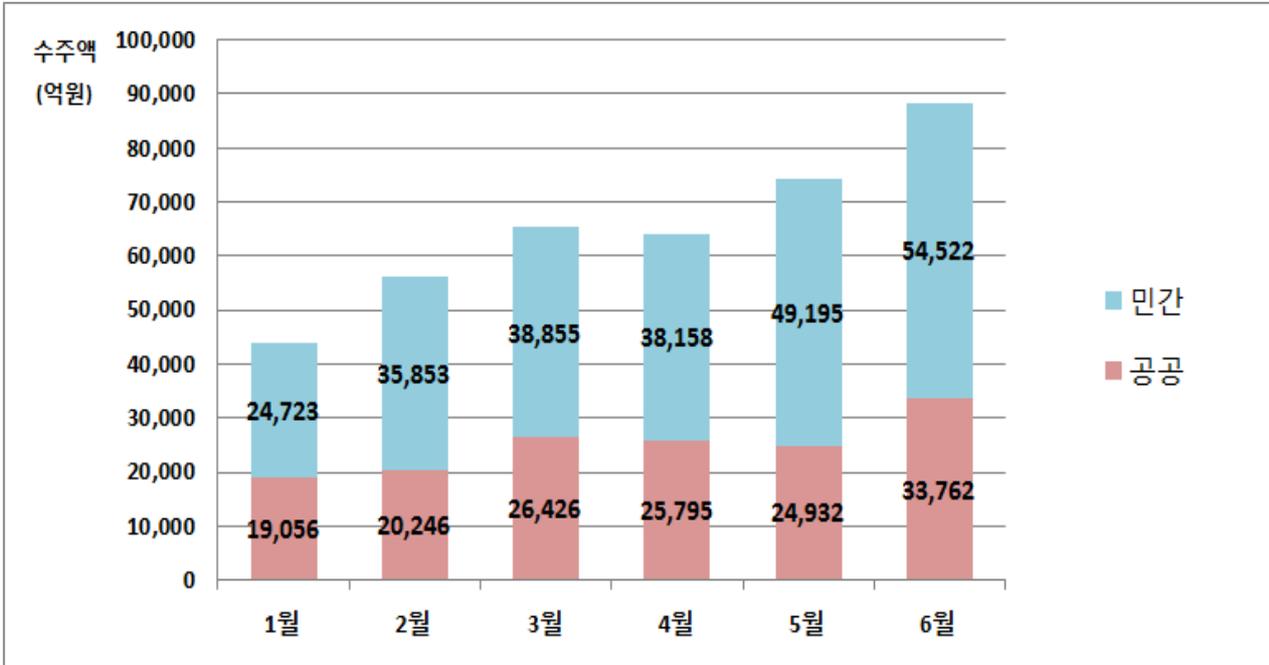


(단위 : 억 원)

구분		2009.6	2010.6	2011.6	2012.6	2013.6
수주액	전체	128,390	118,249	129,900	131,331	88,284
	공공부문	86,851	46,427	38,466	39,667	33,762
	민간부문	41,539	71,822	91,434	91,664	54,522
증감액		-138,398	-10,141	11,651	1,431	-43,047
증감(%)		-51.9%	-7.9%	9.9%	1.1%	-32.8%

※ 자료 출처 : 대한건설협회

마. 월별 국내수주실적 현황



(단위 : 억 원)

구분	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월
공공	150,217	19,056	20,246	26,426	25,795	24,932	33,762
민간	241,306	24,723	35,853	38,855	38,158	49,195	54,522
전체	391,523	43,779	56,099	65,271	63,953	74,127	88,284
‘12년 동월대비 증감액	-156,631	-35,372	-35,805	-18,193	-13,160	-11,064	-43,047
증감율(%)	-28.6%	-9.0%	-81.8%	-32.4%	-20.2%	-17.3%	-58.1%

※ 자료 출처 : 대한건설협회

2

건설재해 발생현황

가. 건설재해 현황 및 분석

○ 업무상 사고·질병 재해현황

(단위 : 명)

구 분		'13. 6	'12. 6	증 감	증 감 율
계		10,536	10,811	-275	-2.5%
업무상사고		10,187	10,535	-348	-3.3%
업무상질병		349	276	73	26.4%
부상자수	소 계	10,226	10,513	-287	-2.7%
	업무상사고	9,899	10,256	-357	-3.5%
	업무상질병	327	257	70	27.2%
사망자수	소 계	310	298	12	4.0%
	업무상사고	241	233	8	3.4%
	그외 사고	47	46	1	2.2%
	업무상질병	22	19	3	15.8%

○ 업무상 사고 발생형태별 현황

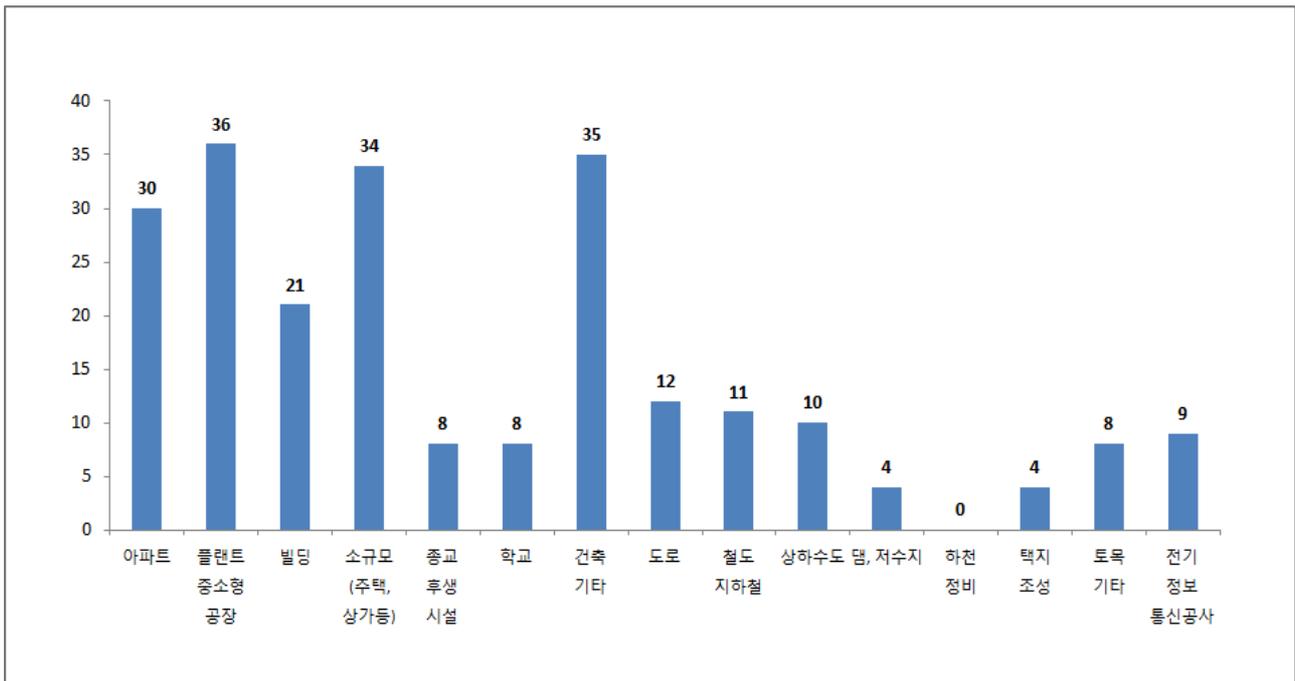
(단위 : 명)

연 도	구 분	계	떨어짐	넘어짐	부딪힘	맞음	무너짐	끼임	절단 베임	깔림	기타
'13.6	재해자	10,536	3,369	1,712	801	1,277	216	898	857	410	996
	사망자	263	116	4	23	18	14	12	0	16	60
'12.6	재해자	10,811	3,602	1,556	820	1,472	197	941	939	386	898
	사망자	252	128	2	21	16	17	11	1	11	45
증감	재해자	-275	-233	156	-19	-195	19	-43	-82	24	98
	사망자	11	-12	2	2	2	-3	1	-1	5	15
증감율 (%)	재해자	-2.5%	-6.5%	10.0%	-2.3%	-13.2%	9.6%	-4.6%	-8.7%	6.2%	10.9%
	사망자	4.4%	-9.4%	100.0%	9.5%	12.5%	-17.6%	9.1%	-100.0%	45.5%	33.3%

나. 사망재해 원인분석(2013년 6월 기준 공단조사분)

(1) 공사종류별 발생현황

- 건축공사 74.8%(172명), 토목공사 21.3%(49명), 전기·정보통신공사가 3.9%(9명)를 점유하고 있으며, ‘플랜트, 중소형공장’이 36명으로 전체의 15.7%를 차지하고 있음.

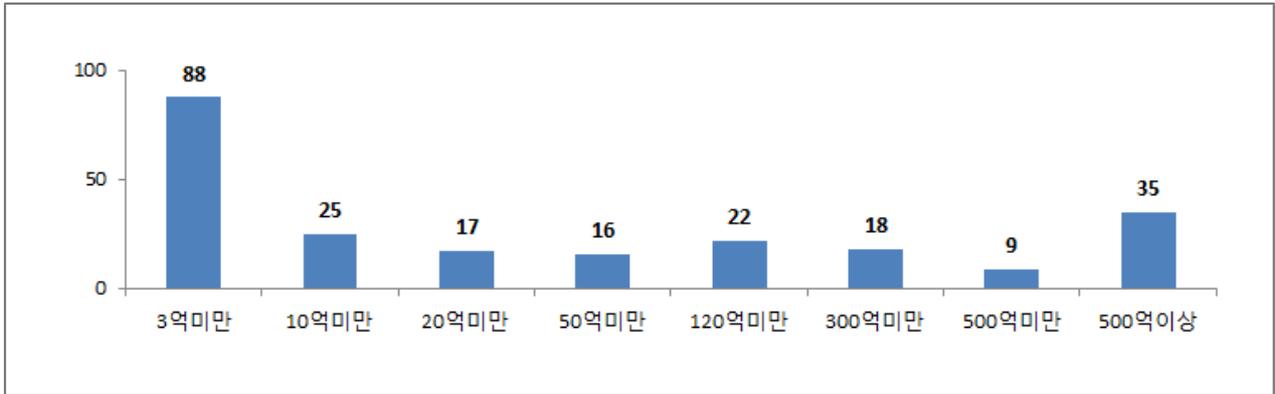


(단위 : 명)

구분	계	건축공사							토목공사							전기 정보 통신공사
		아파트	플랜트 중소형 공장	빌딩	소규모 (주택, 상가등)	종교 후생 시설	학교	기타	도로	철도 지하철	상하 수도	댐 저수지	하천 정비	택지 조성	토목 기타	
사망자수 (명)	230	30	36	21	34	8	8	35	12	11	10	4	0	4	8	9
점유율 (%)	100.0	13.0%	15.7%	9.1%	14.8%	3.5%	3.5%	15.2%	5.2%	4.8%	4.3%	1.7%	0.0%	1.7%	3.5%	3.9%

(2) 공사금액별 발생현황

- 3억 미만의 영세규모 현장에서 38.3%(88명)를 차지해 가장 많이 발생되었고, 500억 원 이상의 공사현장에서 15.2%(35명)를 차지하고 있음.

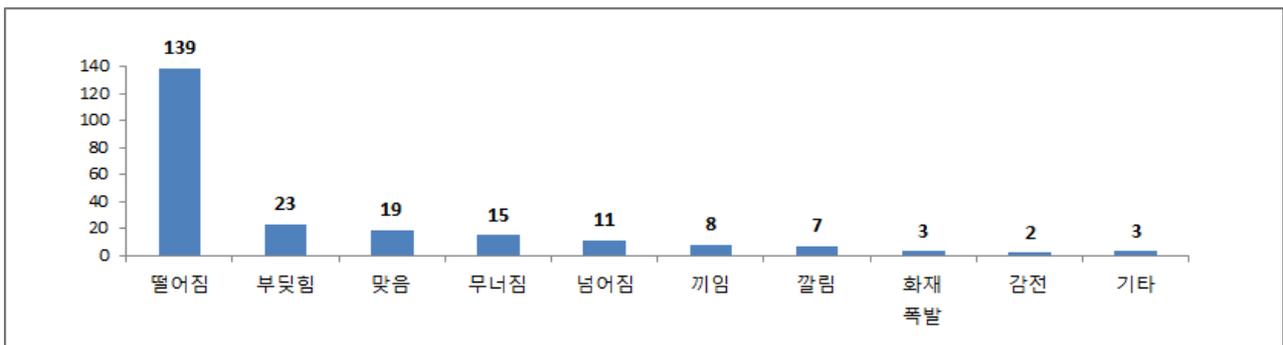


(단위 : 명)

구분	계	3억원 미만	10억원 미만	20억원 미만	50억원 미만	120억원 미만	300억원 미만	500억원 미만	500억원 이상
사망자수	230	88	25	17	16	22	18	9	35
점유율(%)	100.0	38.3%	10.9%	7.4%	7.0%	9.6%	7.8%	3.9%	15.2%

(3) 형태별 발생현황

- 떨어짐이 60.4%(139명)를 차지해 가장 많이 발생되었고, 다음으로 부딪힘이 10.0%(23명) 순으로 나타남.



(단위 : 명)

구분	계	떨어짐	부딪힘	맞음	무너짐	넘어짐	끼임	깔림	화재 폭발	감전	기타
사망자수	230	139	23	19	15	11	8	7	3	2	3
점유율(%)	100.0	60.4%	10.0%	8.3%	6.5%	4.8%	3.5%	3.0%	1.3%	0.9%	1.3%

(4) 요일별 발생현황

○ 월요일에 50명(21.7%)이 발생하여 가장 많이 발생하였으며, 목요일 41명(17.8%), 토요일 35명(15.2%) 순으로 발생

구분	계	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일	일요일
사망자수	230	50	33	30	41	28	35	13
점유율(%)	100.0	21.7%	14.3%	13.0%	17.8%	12.2%	15.2%	5.7%

(5) 발생형태 및 기인물별 분석

(단위 : 명)

구분	계	개구부	(가설) 구조물 적재물	작업 발판	자재, 물질류	리프트 인양 기계	비계 (B/T 포함)	전기 기구, 충전부	차량계 건설 기계	차량계 하역 운반 기계	사다리	지붕	기타 건설용 기계	기타
계	230	36	29	19	31	16	17	3	22	25	6	18	4	4
떨어짐	139	36	14	18	4	8	17	1	1	16	5	18	1	
부딪힘	23		1		3				12	4			2	1
맞음	19		3		10	2			2	2				
무너짐	15		4		9	2								
넘어짐	11		3	1	1	1			3	1	1			
끼임	8		1			1			2	2			1	1
갈림	7		2		2	1			2					
화재 폭발	3				2	1								
감전	2							2						
기타	3		1											2

○ 개구부-떨어짐 재해가 36명(15.7%)으로 가장 많이 발생하였으며, 작업발판-떨어짐, 지붕-떨어짐이 각각 18명(7.8%), 비계(B/T포함)-떨어짐이 17명(7.4%), 차량계하역 운반기계-떨어짐 16명(7.0%) 순으로 나타남.

(6) 발생형태 및 작업공종별 분석

(단위 : 명)

구분	계	떨어짐	부딪힘	맞음	무너짐	넘어짐	끼임	갈림	화재 폭발	감전	기타
계	230	139	23	19	15	11	8	7	3	2	3
패널 등 외부마감	17	16					1				
철거 및 해체	17	9	1	1	2		1	1		1	1
토목	6		2	1	2		1				
철골	22	22									
기계설비	18	12		2		1	1	1	1		
전기설비	9	5	2				1			1	
거푸집동바리	9	7				1		1			
맨홀 및 관부설	3		1		2						
조적, 미장 및 건축	5	4				1					
거푸집	17	10	2	3	1						1
방수	2	2									
도장	15	15									
철근	2	2									
창호 및 유리	2	2									
석재 및 타일	3	2				1					
청소 및 정리	9	6	1		1	1					
안전가시설	6	5		1							
콘크리트	2	2									
양중기	13	4	1	5		1	1	1			
포설 및 다짐	2		1			1					
부대토목	8	1	2	2		1	1				1
정보통신	3	2				1					
금속 및 잡철물	4	2	1			1					
수장	4	4									
굴착	12		4		5	1		2			
기초파일	3	1					1	1			
흙막이보공	6		2	1	2				1		
벌목	3	1	1	1							
비계	1	1									
기타	7	2	2	2					1		

○ 작업공종별 사망자수는 철골 작업공종에서 가장 많이 발생(22명, 9.6%)하였고, 떨어짐 사망재해의 경우 철골(22명)→패널 등 외부마감(16명)→도장(15명) 작업공종 순으로 발생하여, 이 3개 작업공종에서 떨어짐의 38%를 점유함.

II

사 망 재 해 사 례

1. 주요 재해 사례 / 17
2. 아파트 / 55
3. 빌딩 / 71
4. 소규모(주택, 상가 등) / 85
5. 학교, 종교, 후생시설 / 101
6. 대형플랜트, 중소형공장 / 115
7. 토목 / 133

※ 본 자료는 유사 및 동종 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과는 차이가 있을 수 있습니다.

1

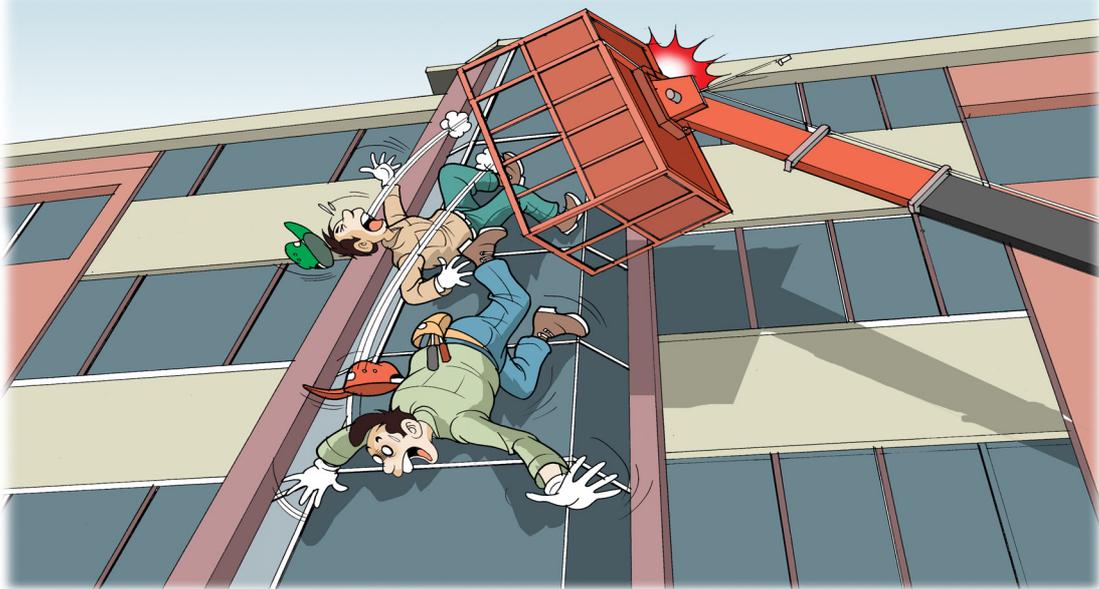
주요 재해 사례

1. 고소작업대에 탑승하여 도장작업 중 작업대 고정판 파단으로 떨어짐
(2013.04.12)
2. 타워크레인 해체작업 중 붐대가 좌우로 꺾이면서 무너짐
(2013.05.12)
3. 터널 막장면 천공 후 장약작업 중 막장면 상부 암반이 붕락
(2013.06.03)
4. ACS폼 인상작업 중 지지볼트가 앵커에서 빠지면서 ACS폼이 탈락
(2013.06.25)

고소작업대에 탑승하여 도장작업 중 고정판 파단으로 떨어짐

공 사 명	○○빌라 도장공사	발생일시	2013.04.12(금) 08:20분경
재해형태	떨어짐	피재자수	사망 2명
소 재 지	경기도 용인시	공사규모	지상 4층 1개동
재해개요	빌라 구조물 외벽 도장 공사를 위한 면 고르기 및 퍼티작업을 위해 근로자 2명이 고소작업대에 탑승하여 상부로 이동하던 중 작업대 하부의 상·하 수평 실린더 힌지 고정판이 파단, 작업대가 아래로 꺾이면서 피재자 2명이 약 6m 아래의 지상바닥으로 떨어져 사망		

재 해 상 황 도



안전대책

- 고소작업대를 사용하여 작업대 위에서 근로자가 작업을 진행하는 경우에는 안전모, 안전대 등의 보호구를 착용하고, 작업대의 각 부위(플랫폼 베이스, 힌지 고정판 등)를 정기적으로 점검하고 이상 유무를 확인
- 차량계 하역운반기계를 사용하는 경우에는 근로자의 위험을 방지하기 위하여 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업 실시

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.

□ 재해발생 현장 개요

- 당 현장은 지상 4층 빌라의 외벽 도장공사로 도장공 근로자 2명과 고소작업대(총 중량 5Ton, 차량탑재형) 1대로 작업을 진행함.

□ 재해발생 과정

- 사고조사 당시 고소작업대 차량이 철수한 상태로 현장 보존이 이루어지지 않아 재해 발생과정은 작업책임자 및 고소작업 차량 운전원의 진술과 사고발생 직후 고소작업대가 이동되어진 장소(안양시 소재)에서 해당 고소작업대를 확인한 사항 및 고소작업대 제작사인 (주)OO에서 제공한 고소작업대 설계도면을 토대로 작성함.
- 07:50경 당일 작업인 OO빌라 A동 외벽 도장작업을 위해 근로자 2명과 고소작업대 1대가 현장에 출역함.
- 08:20경 작업책임자의 작업 지시로 피재자 2명이 빌라 구조물 외벽 도장 공사를 위한 면고르기 및 퍼티작업을 위해 고소작업대에 탑승하여 상부로 이동 중 작업대 (탑승함) 하부의 상·하 수평 실린더 힌지 고정판(145mm×120mm)이 파손되어 작업대(580mm×3,200mm×1,100mm)가 아래로 꺾이면서 약 6m 아래의 지상 바닥으로 추락하여 사망함.



[해당 작업에 사용되었던 고소작업대의 주요 부위별 명칭]



작업대(탑승함) 하부 상·하 수평 실린더의 기능
 - 고소작업대의 붐(Boom)을 작업위치에 따라 상, 하부로 기울일 경우에도 탑승함의 상·하 수평을 유지시키는 역할



상·하 수평 실린더 및 힌지 고정판 모습(사고차량)



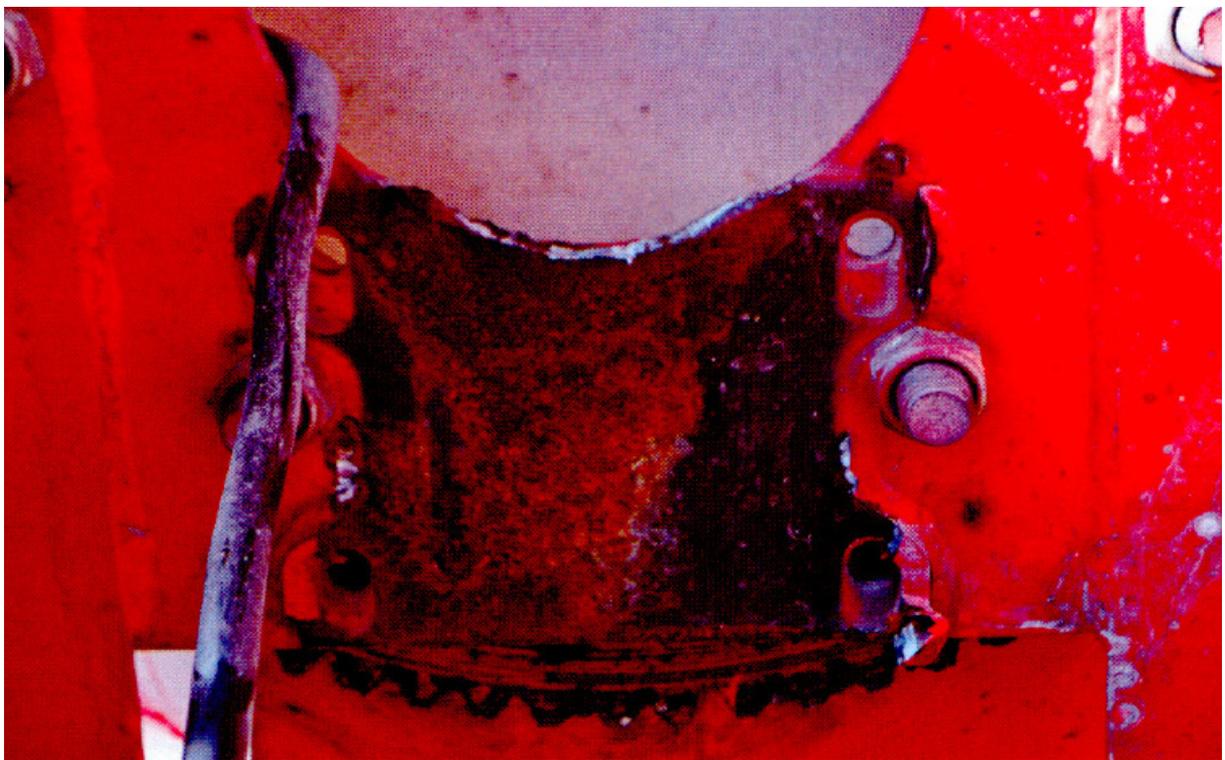
재해발생 당시 현장사진1(운전원 제공)



재해발생 당시 현장사진2(경찰서 제공)



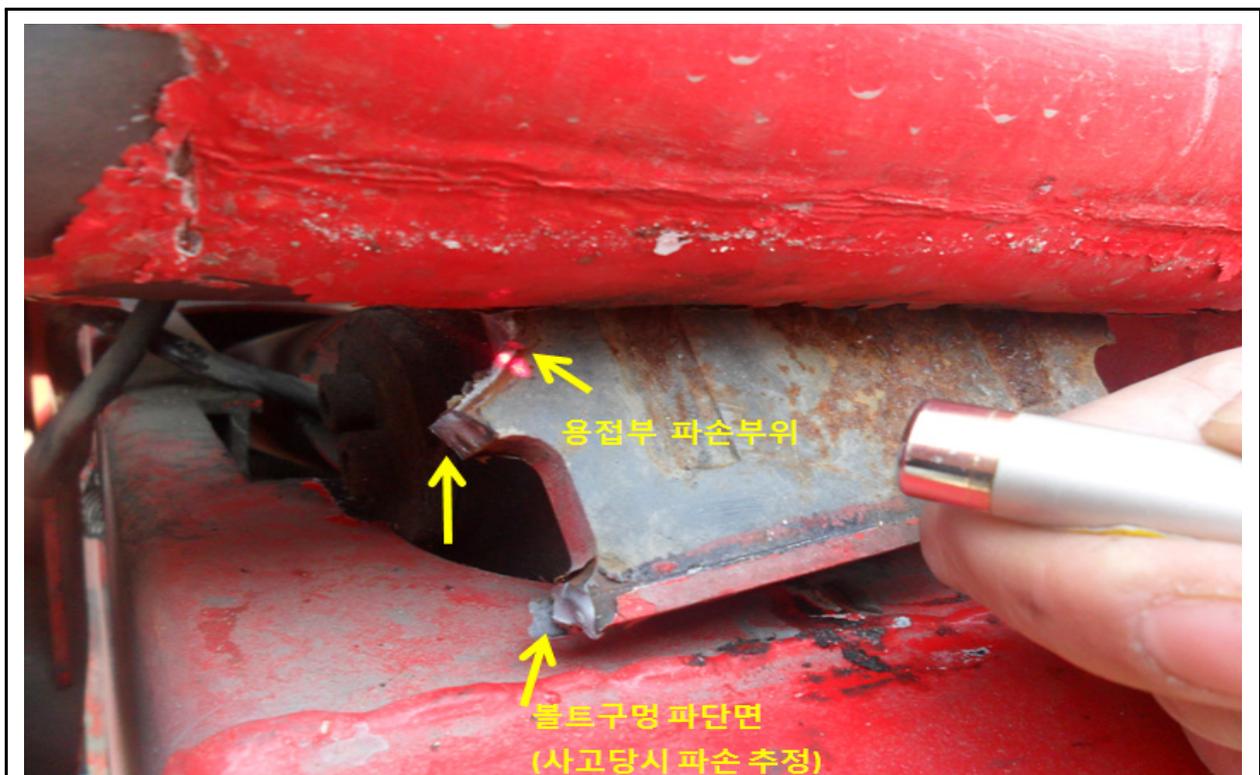
사고 당시 힌지 고정판 모습(경찰서 제공)



힌지 고정판과 접하는 플랫폼 베이스 모습(경찰서 제공)



플랫폼 베이스 볼트구멍(힌지 고정판 접합면)



힌지 고정판 볼트구멍 파단면 및 용접부위

타워크레인 해체작업 중 붐대가 좌우로 꺾이면서 무너짐

공사명	○○ 아파트 건설공사	발생일시	2013.05.12(일) 10:35경
재해형태	무너짐	피해자수	사망 2명, 부상 3명
소재지	전남 목포시	공사규모	아파트 9개동
재해개요	근로자 6명과 운전원이 타워크레인 해체작업 중 마스트를 빼낸 후 텔레스코핑 케이지를 하강시키던 도중 텔레스코핑 케이지와 상부구조가 떨어져 그 충격으로 메인지브와 카운터지브가 꺾이고 텔레스코핑 케이지에서 작업 중이던 작업자 4명중 2명이 지상으로 떨어져 사망, 나머지 2명과 타워크레인 운전원이 부상		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 타워크레인을 해체할 경우에는 타워크레인의 종류와 형식, 해체순서, 작업도구·장비·가설 설비 등이 포함된 해체계획서를 작성하고 해체작업계획서의 해체순서에 따라 각 부재를 해체하여야 하며, 텔레스코핑 케이지에 의하여 상부 측 마스트를 해체하면서 T/C 지지용 와이어로프를 순차적으로 해체하고 최종적으로 자립도가 확보된 상태에서 와이어로프를 해체하여야 함.
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.

□ 재해발생 현장개요

- 당 현장은 지상 13~15층 아파트 9개동(790세대)으로 구조물공사 완료 후 내부 마감공사가 진행 중이며 재해당시 공정율은 약 50%이며, 사고 타워 크레인은 1호기로 립벨(LIEBHERR)사 1996년식으로 기종은 220HC임.

□ 재해발생 과정

- 08:00시경 해체작업을 시작하였고 해체작업자 중 2명은 T/C 7, 8번 마스트에 있는 텔레스코핑 케이지를 12번 마스트 위치로 끌어올려 턴테이블 하부와 텔레스코핑 케이지를 핀으로 고정작업을 하였고,
- 나머지 작업자 4명은 T/C 자립고 이상 설치할 때 지지하는 와이어로프를 해체하였고, 마스트에 설치한 전용 지지프레임을 2명의 작업자가 타워크레인 훅에 슬링벨트를 사용하여 2개로 분리된 지지프레임을 하나씩 걸어서 지상으로 내린 후, 마스트 해체를 위해 균형추로 사용할 예비 마스트가 준비되지 않아 기해체한 지지프레임을 균형추로 사용하여 밸런스 작업을 실시하였음.
 - ※ 밸런스(Balance) 작업 : 메인지브와 카운터지브의 무게 차이를 메인지브에 중량물을 달아 균형을 맞추는 작업
 - ※ 균형추는 예비 마스트를 준비하여 달아야 하나 당 현장에서는 지지프레임을 사용
- 다음으로 12번 마스트의 상부와 하부 체결볼트(16개)를 해체하였고 텔레스코핑 케이지를 약 10cm정도 상승시켜 12번 마스트를 가이드레일로 밀어 이동시켜 거치해 놓았음.
- 10:30분경 피재자가 유압조작스위치(레버타입)로 텔레스코핑 케이지를 하강시키기 위하여 ‘내려갑니다’ 라고 이야기하고, 하강되던 중 텔레스코핑 케이지와 상부구조가 갑자기 해체한 마스트 높이(약5m) 만큼 아래 떨어짐.
- 이 충격에 의하여 타워크레인은 메인지브와 카운터지브가 운전석을 중심으로 양쪽으로 꺾였고 균형추 역할을 담당했던 지지프레임(약 1.5ton)과 마스트(12번, 약 2.1ton)가 지상으로 떨어졌으며,
- 텔레스코핑 케이지 작업발판에 있던 2명은 발판 밖으로 튕겨져 나가면서 약 50.6M 아래 지상으로 떨어져 사망하고, 텔레스코핑 케이지 작업발판에 있던 작업자와 마스트 내부 승강용 사다리에 있던 작업자는 부상을 당하였으며 T/C운전원은 운전석에 끼여 부상을 당함.

□ 재해발생 원인 추정

당해 현장 T/C 해체작업계획서상의 해체작업계획 순서(명칭은 작업계획서와 일치)

①텔레스코핑 케이지 부착→②마스트 해체→③브레이싱 해체→④Collar 및 와이어 해체→⑤하이드로 크레인 셋팅 및 발라스트 웨이트 해체→⑥메인 지브 해체 →⑦카운트 지브 해체→⑧헤드해체→⑨케빈 해체→⑩텔레스코핑 케이지 해체 및 베이직 마스트 해체→⑪T/R→⑫주변 정리 및 해체 완료

- 당 현장의 해체작업계획서의 해체순서는 자립고 상부까지 마스트 해체(②)후 브레이싱(③) 해체 작업을 하여야 하나 브레이싱 해체를 먼저 함으로써 해체 작업계획서의 해체순서 미 준수.
- 당 현장의 해체작업계획서에는 ②마스트 해체 시 신호수 상, 하부 각각1명, 해체작업자 3명으로 구성되어 있었으나 상부 신호수가 배치되어 있지 않음.

【 추정 1】

- 당해 T/C 자립고는 9단이나 지지용 와이어로프를 해체한 상태로 12번 마스트 해체 작업을 진행함으로써, 실린더 받침대로 지지된 T/C 상부구조가 흔들리면서 수평지지대로부터 이탈된 것으로 추정

【 추정 2】

- 텔레스코핑 유압실린더를 작동시키기 전 카운터지브와 메인지브의 균형이 유지된 상태에서 작업을 하여야 하나, 균형이 맞지 않은 상태에서 유압실린더를 하강으로 작동하여 상부구조가 심하게 흔들리면서 실린더 받침대가 수평지지대로부터 이탈된 것으로 추정

☞ 재해 발생 T/C의 상태와 실린더 받침대를 지지한 11번 마스트 수평지지대의 흔적 등을 고려할 때 상기 추정 요인에 의해 유압실린더 받침대와 수평지지대가 완전하게 지지되지 않아 이탈된 것으로 사료됨.



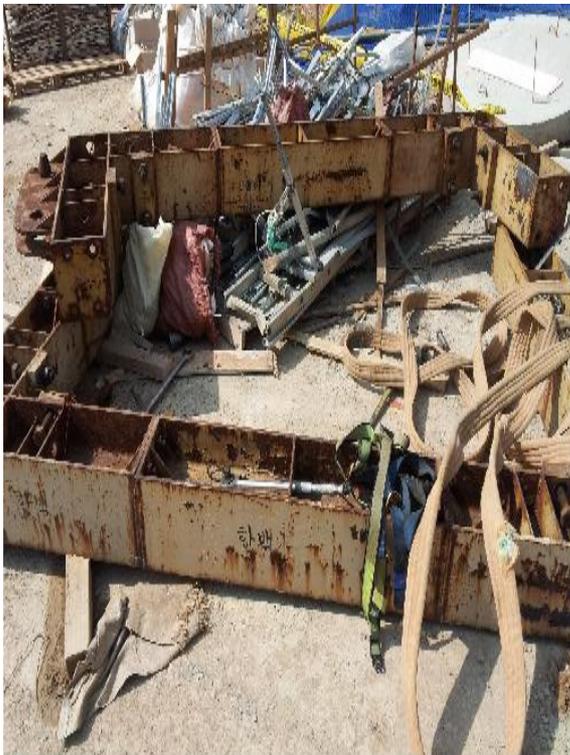
재해발생 현장전경



운전석 기준으로 좌우로 꺾인 메인지브와 카운터지브



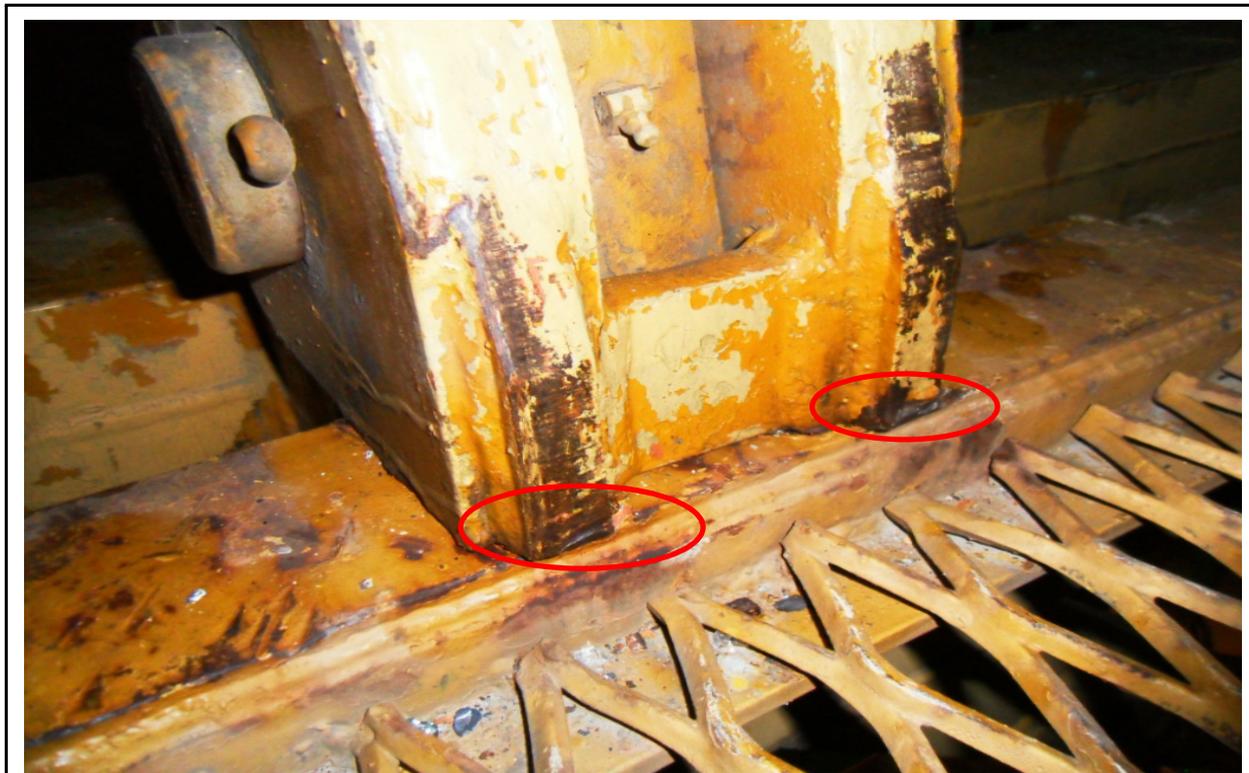
운전석, 메인지브 및 켓트 헤드의 찌그러진 장면



T/C 후크에 매달려 떨어진 균형추 역할의 지지프레임(Collar)



유압실린더 받침대 이탈하면서 패인 자국



유압실린더 받침대(받침대 끝부분이 충격으로 변형됨)

터널 막장면 천공 후 장약작업 중 막장면 상부 암반이 붕락

공사명	○○고속철도 ○공구	발생일시	2013.06.03(월) 17:23분경
재해형태	무너짐	피해자수	사망 2명
소재지	경기도 오산시	공사규모	터널 총연장 8.63km(NATM)
재해개요	지하 약 46m 깊이의 터널굴진 작업장에서 피해자 ○○(35세 남, 태국, 터널보조공)과 ○○(27세 남, 캄보디아, 터널보조공)이 천공작업 완료 후 막장면 장약작업을 실시하던 중 막장면 우측상부의 부석이 무너지면서 (약 12m³) 피해자 2명이 매몰, 사망		

재해상황도



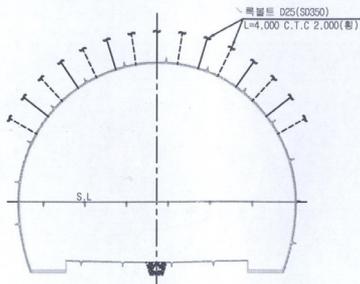
안전대책

- 설계서에 명시된 굴착방법 등을 변경하는 경우 지형, 지질 및 지층 상태를 추가로 조사(암판정 등)하고 변경된 공법에 대한 적정성 및 안정성을 분석·검토한 후 감리·감독원의 승인을 득하고 안전한 작업 계획을 수립하여야 함.
- 재해발생 지점과 같이 예상된 지층 변화 구간에는 비파괴검사 등을 활용하여 암판정 및 파괴 예상면(절리)의 위치 파악 등을 지속적으로 실시하고, 결과에 따라서 적절한 보강 조치를 하여야 함.

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.

□ 재해발생 현장개요

- 당 현장은 지하 터널(NATM공법, 총연장(L) = 8.63km)과 수직구(환기구) 3개소를 설치하는 공사로 공정율은 약 28%이고, 수직구 3개소(#13, #14, #15)를 통해 지하 약 50m 아래에서 2개 방향으로 나누어 터널 굴진공사가 진행 중이며,
- 재해발생 구간인 수직구 #14 4번 본선터널은 횡갱으로부터 평택방향으로 약 600m 위치에서 터널 굴진작업(GL-46.6m)이 실시되고 있었음.



구 분	PD-2-1 Type
RMR	61~80
굴착공법	반단면 굴착(상,하)
굴진장(상반/하반)	1.0/1.0m(무진동 파쇄)
숫크리트(1차)	50mm(강섬유보강)
지보재/간격	없음
락볼트	L=4.0m, 7.5개(천단 및 측벽)
보조공법	없음

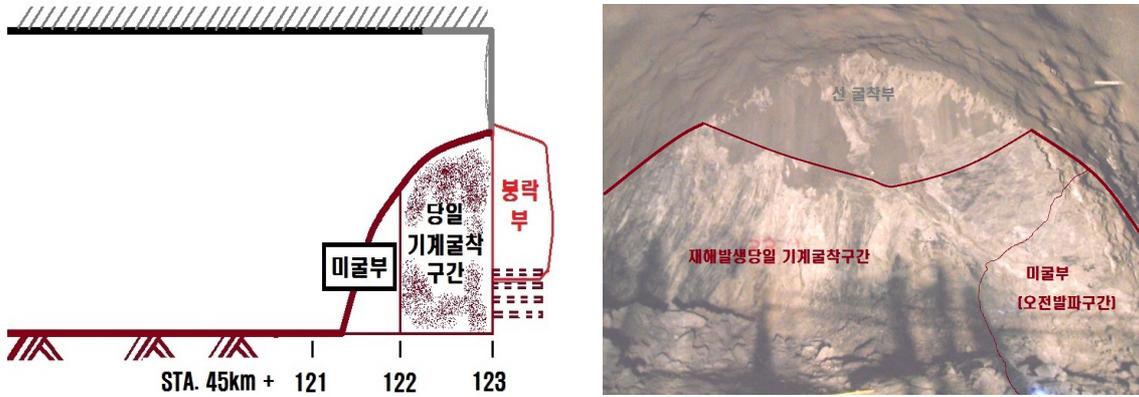
[참고 1] 재해발생구간 지보패턴도 [STA.45km +123.6]

수직구#14	굴진방향 →				평택방향 →			
위치(45km)	081	086	123	130	145	157	172	
붕괴구간								
암반등급	II	I			II	III	IV	V
굴착패턴	PD-2-1	PD-1-1	PD-1에서 PD-2-1로 변경		PD-2	PD-3	PD-4	PD-5
굴착공법	발파2		무진동 암파쇄				발파1	
구간길이	35.5m	5m	36m	8m	15m	12m	15m	
암판정시기	암판정 (2013. 5. 7.)							

[참고 2] 수직구#14 4번 본선터널 지질상태 및 지보패턴 계획

□ 재해발생 과정

- 재해발생당일 터널공사 협력업체인 00개발(주) 소속 근로자 2명, 작업반장 등 터널공(주간 근무조) 9명은 06:30경 현장 내 수직구 #14 지상에 위치한 협력업체 사무실에 도착 하여,
- 06:50분부터 약 10분간 TBM(Tool Box Meeting) 실시 후, 작업반장은 STA.45km +122구간의 우측 하부 미굴부(굴착이 되지 않은 부분)에 발파를 하기위해 막장면으로 이동하였고, 피재자인 외국인 연수생 2명은 현장사무실 옆 근로자 대기실에서 휴식을 취함.



[그림 1] 재해발생구간의 막장면 상태 : 종단면도 및 정면사진

《 07:03분경 》

- ① 미굴부 발파 및 여굴 확인
→ 장약공 9개소 : 화약주임 및 작업반장이 실시함.

《 07:30경부터 ~ 》

- ② 부석 정리 및 발파 막장면 정리
→ 굴삭기(Back Hoe, 1.0m³) 브레이커 사용

《 ~ 15:00경까지 》

- ③ 기계굴착 : 굴삭기(Back Hoe, 1.0m³) 브레이커 사용
→ 막장면 하부 약 1m 굴착(STA.45km +123) 후 굴착면 정리

《 15:00 ~ 16:00 》

- ④ 버럭 상차 및 운반(반출)
→ 페이로더(Pay Loader, 4.2m³), 덤프트럭(25Ton) 사용

《 16:00 ~ 16:40 》

- ⑤ 막장 전면바닥 정리(평탄, Trafficability 확보)작업
→ 굴삭기(Back Hoe, 0.7m³) 사용

《 16:40 ~ 17:10 》

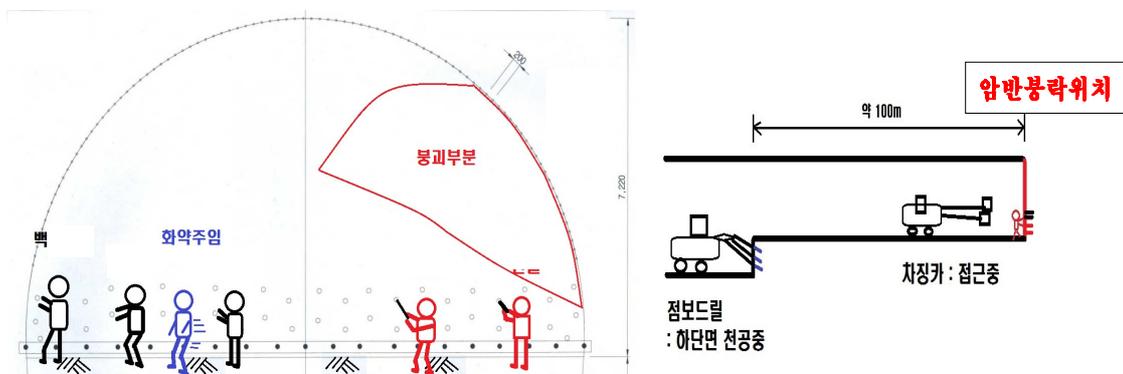
- ⑥ 천공작업 : 정보드릴(3Boom Jumbo Drill Machine) 사용
 - i) Line Drilling 작업 : 터널 Line을 따라 깊이 약 1.2~1.5m 천공
→ 막장면 발파 및 파쇄 시 주변 암에 대한 영향 최소화, 부석정리 시 여굴량 감소 목적
 - ii) 발파용 천공작업 : 막장면 하부 총 4열(높이 약 1.8m), 66공

《 17:10 ~ 재해발생시까지 》

- ⑦ 장약작업 : 피재자 등 작업자 5명이 실시

[참고 3] 재해발생당일 터널굴진작업 순서

- 피재자 2명은 오전에 수직구 #14 3번 방향 터널 막장면 천공작업에 투입되어, 점보드릴(Jumbo Drill Machine)로 발파구간 천공작업 실시 후, 장약 구멍에 부석 등 이물질이 침투되지 않도록 장약봉(길이 : 약 1.5m)을 집어넣는 작업과 장약작업 등을 상부 반단면(높이 약 7.2m) 및 하부 반단면(높이 약 2.5m) 구간을 이동하며 작업을 실시
- 17:10분경 천공작업을 마치고 점보드릴(Jumbo Drill Machine)은 하반단면 천공을 위해 약 100m 후방으로 이동하였고, 뒤이어 화약, 뇌관 등을 실은 화물트럭(1Ton)이 STA.45km +123구간 막장면 약 4m 전면에 정차 후 뉴마이트 화약, 뇌관 및 모선, 전색재 등 발파자재를 바닥에 내려놓았음.
- 17:17분경부터 화약주임 지휘아래 근로자 총 5명(피재자 2명 포함)이 막장면 하부 다단발파 예정구간의 장약작업에 투입되어, 각자 작업위치에 가서 총 4열(66공)중 1(맨 아래)열부터 공내 청소 및 화약 삽입 등 작업을 시작하여, 1열의 20공과 장약작업(전색까지)을 완료하고, 2-3열의 공내 청소작업을 진행 하던 중,
- 17:23분경 막장면 우측 상부의 암석이 절리면을 따라 붕괴 · 낙하하며, 막장면 우측 전면 바닥에서 공기구(Blow Pipe)로 공내 청소를 하던 피재자 2명이 낙반(약 12m³)에 깔려(매몰되어), 2명 모두 사망한 재해로 추정됨.



[그림 2] 재해당시 근로자 장약작업 위치 및 당시 터널장비작업(종단면도)

□ 원인추정 1 : 굴착방법 변경에 따른 사전 안전성 검토 미실시

- ▶ 기존 설계도면상 전단면에 대해 암파쇄 굴착방법으로 되어 있으나,
 - 암파쇄 공법 사용 시 굴착속도가 발파에 비해 느리고, 할암작업 후 Ripping(브레이커 굴착)작업이 소음과 진동의 주원인이므로, 민원회의 실시 이후 원청사와 감리단의 구두 합의 하에 부분 발파공법으로 변경하여 시공함.
- ▶ 재해발생장소의 굴착방법은 상반단면 하부에 선(다단)발파를 하고, 발생되는 암반 하부 자유면(암석이 공기와 접하는 면)을 활용하여
 - 강도가 비교적 낮은 부석에 대해 상부 기계굴착(Ripping) 및 암파쇄를 병행하여 굴착을 용이하도록 하는 장점은 있으나,
 - 하부발파가 상부 암반에 영향을 주어 후속작업 시 예상하지 못한 낙반 등의 사고 가능성이 높을 것으로 사료됨.
- ☞ 따라서, 변경된 공법으로 시공함에 앞서, 시공상의 안전성을 검토하고 위험성에 대한 안전대책을 수립한 후 작업을 실시하여야 하나 미실시 함.

□ 원인추정 2 : 굴착작업 진행 시 터널 막장면 부석 제거 조치 미흡

- ▶ 재해발생 전일 굴삭기(Back Hoe, 1.0m³)를 이용하여 전단면 기계굴착으로 작업을 진행하였고,
 - STA.45km +122구간 막장면 상부에 풍화암 등 약한 암질의 암반 부석이 계속 쏟아져 내려, 막장의 기준면보다 약 1m를 더 굴착하였으며,
 - 굴착면 안정(암반과의 부착력 강화, 전단력에 대한 저항)을 위해 추가로 샷크리트(Shotcrete)를 타설하였음.
- ▶ 이후, 재해발생당일 미굴부(막장면 우측 하부) 발파 후 15:00경까지 막장면 중·하부면(위 좌측사진 참조)을 굴삭기(Back Hoe, 1.0m³)를 이용하여 굴착(Ripping)하였고,
 - STA.45km +123구간의 막장 기준면까지 굴착과 부석 제거작업을 실시하였으나,
 - 붕괴가 발생한 부분의 절리가 관측되지 않아 부석을 미리 제거하지 못한 것이 사고 원인 중 하나로 추정됨.
- ※ 사고발생 후 막장면을 관찰한 결과, 위 우측 사진의 빨간색 점선과 같이 절리면이 막장면 전체에 걸쳐 발견됨.

□ 원인추정 3 : 미굴부의 발파 및 막장면 천공 등 선행작업으로 인한 봉락부 후면의 절리면에 대한 영향

- ▶ 재해발생당일 오전 선행막장(STA.45km +122구간) 우측 하부의 미굴부(굴착이 되지 않은 부분)에 대한 발파(장약공 9EA)작업이 있었고,
 - 이후, 버럭 반출 및 기계굴착 작업 후 막장면 부석정리 등이 끝나고,
 - 점보드릴(3Boom Jumbo Drill)에 의한 막장면 하부 발파를 위한 천공작업(총 66공, 4열, 높이 약 1.8m)이 실시되었음.
- ▶ 재해조사 당시, 봉락된 암석(위 우측 사진 참조)에는 천공구멍이 뚫려 있었지만,
 - 붕괴된 부분의 막장면을 관찰한 결과 천공 흔적이 대부분 남아있지 않은 것으로 보아, 붕괴된 암석의 깊이는 천공 깊이인 약 1.2~1.5m 이상인 것으로 생각됨.
- ☞ 따라서, 점보드릴(3Boom Jumbo Drill)을 이용한 천공작업 과정에서 발생하는 비트(Bit, 직경 45mm)의 회전 및 타격력(力)과, 분사되는 수압 및 유입수가 암반 후면의 취약(절리)부분에 영향을 미쳐 붕괴의 원인으로 작용하였을 것으로 추정됨.

※ 라인드릴링(Line Drilling) 천공 시 발생하는 공급수가 봉락된 암석의 상부 파괴면(위 사진 참조)의 취약부분에 유입된 것으로 추정.

□ 원인추정 4 : 터널 굴착면에 대한 사전조사(Face Mapping) 시 확인 미흡

- ▶ 재해발생당일 막장면 조사서(Face Mapping)는 총 2회 작성되었고,
 - 06:00경 STA.45km +122구간의 Face Mapping 처음 실시하고,
 - 오전 발파 및 오후 기계굴착 후속공정인 버럭반출 후 15:50분경 재해발생 막장면인 STA.45km +123구간의 Face Mapping을 위와 같이 작성함.
- ▶ 위 Face Mapping 상에서는 봉락된 암석의 절리면이 관측되지 않았으나,
 - Face Mapping의 기록상, 붕괴된 암석의 절리 위치가 연암과 풍화암의 경계로 표기되어 있어,
 - 이 부분의 지층상태에 대한 세밀한 검토 후 부석정리를 했어야 하나 미흡함.



낙반된 위치의 막장면 상세 사진



낙반된 위치의 막장면 상세 사진



발파를 위한 천공 및 장약공 사진



막장면 여굴(상반)부 Shotcrete 타설 및 (가상)절리면



낙하된 암석의 크기

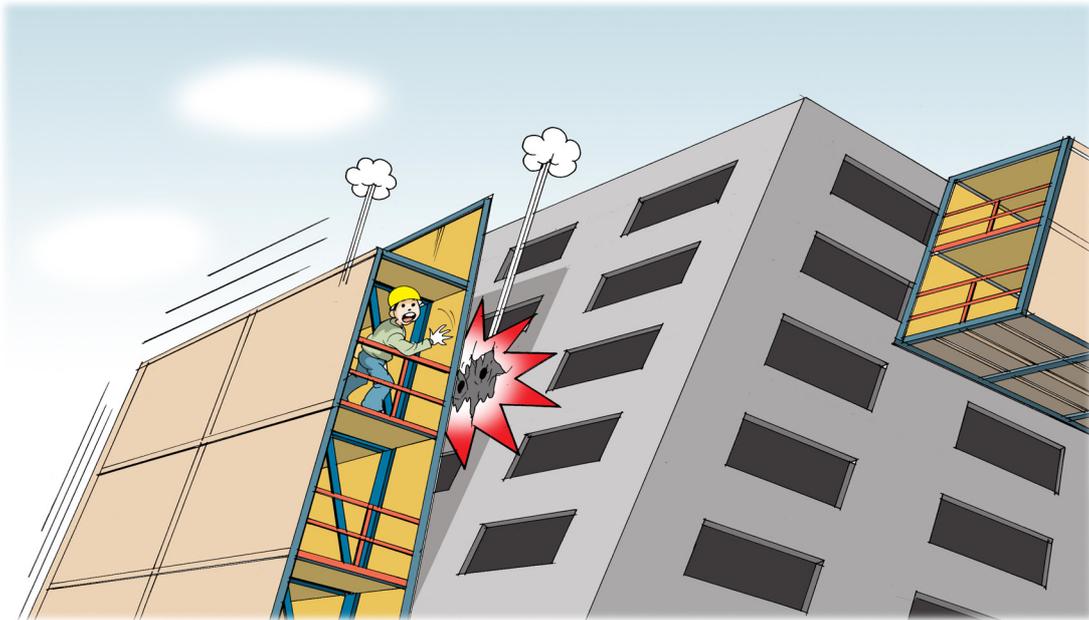


장약작업관련 참고 사진

ACS폼 인상작업 중 지지볼트가 앵커에서 빠지면서 ACS폼이 탈락

공사명	잠실 OO신축공사	발생일시	2013.06.25(화) 14:50경
재해형태	떨어짐	피해자수	사망 1명
소재지	서울시 송파구	공사규모	지하 6층, 지상 123층
재해개요	타워동 42층 코어(Core) 외측 ACS폼 인상 작업 중 ACS폼의 하중을 지지하는 볼트가 콘크리트 벽체에 매립된 앵커에서 빠져 ACS폼이 떨어지면서 ACS폼 내부에 있던 피해자가 ACS폼과 함께 24층 철골상부로 떨어져(H≈85m) 사망		

재해상황도



안전대책

- ACS 폼의 하중을 지지하는 벽체 지지부 시공 시 콘크리트 타설 전 매립하는 앵커가 움직이지 않도록 고정·설치하여 ACS폼 지지볼트의 체결길이가 확보되도록 하여야 함.
- ACS 폼의 하중을 지지하는 벽체 지지부 시공 시 반드시 작업 전 앵커의 이상 유무를 확인하여 앵커가 적정하게 설치되지 않았을 경우 보강 또는 수정방안을 강구하여야 함.

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.

□ 재해발생 현장개요

- 당 현장은 지하 6층, 지상 123층 규모(555m)의 오피스텔, 호텔 용도의 초고층 빌딩 1개동과 지상 11층 규모의 영업판매시설 용도의 저층부 빌딩 3개동 신축 공사 현장으로 재해발생일 현재 초고층빌딩은 지상 43층 코어(Core)부 골조공사 진행 중이고, 저층부 빌딩은 11층 철골작업 등이 진행 중으로 공정율은 약 18% 정도임.

□ 재해발생 과정

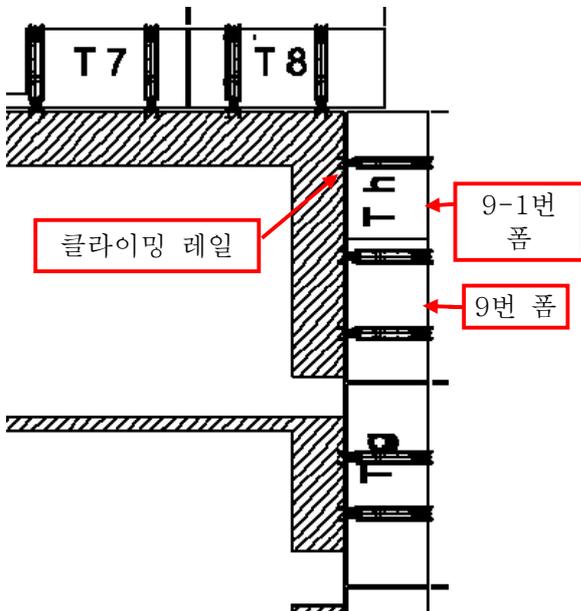
- 당 현장의 초고층빌딩은 건물의 중심부(코어:Core)를 철근콘크리트구조로 선행 시공한 후 코어 주변에 철골구조물을 설치하는 방식이며 재해조사당시 코어(Core)부는 43층 진행 중이었으며, 코어주변 철골구조물은 25층 진행 중이었으며, 건물의 중심부 철근콘크리트 공사를 위하여 ACS(Auto Climbing System) 품을 사용 중임.

※ ACS품이란 작업발판과 거푸집이 일체화된 거푸집 형태로 크레인 등 별도의 인양장비 없이 유압식 인상장치를 통해 레일을 따라 스스로 인상이 가능한 품을 말함.

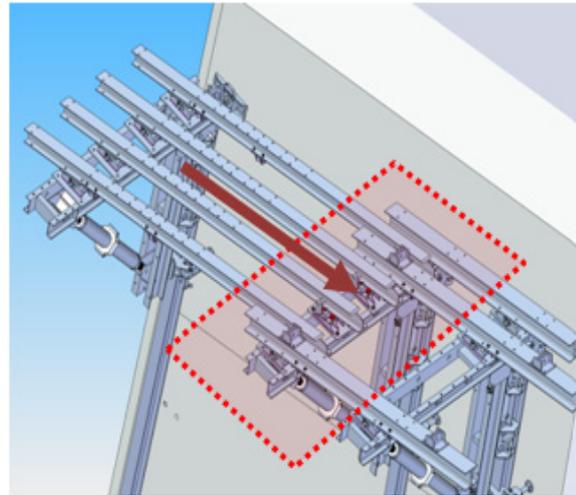
- 재해발생 당일 초고층 빌딩의 ACS품 인상을 위하여 피재자와 동료1명이 07:30경부터 지상 42층(H≒198m) 외측 8, 9번 ACS 품의 인상(Climbing)을 위한 사전 준비작업(유압식 인상장치 설치 및 개구부 덮개 등 인상 중 간섭이 될 수 있는 것들을 사전 제거하는 작업 등)을 수행함.
- 점심식사 후 13:00경부터 피재자 등 3명의 작업자가 약 1시간 가량 ACS 품의 인상준비작업을 마무리하고 14:00경부터 지상 42층 외측 8, 9번 ACS 품의 인상을 진행함.
- 14:50경 인상과정에서 9번 ACS품 발판과 9-1번 ACS품 발판에 약간의 단차가 발생되어 단차를 조정하던 중(총 인상높이 3.9m 중 약 2.9m 진행) 9-1번 ACS품의 하중을 지지하는 볼트가 콘크리트 벽체에 매립되어 있는 앵커(볼트연결을 위해 콘크리트 타설 전 사전매립)로부터 빠지면서 9-1번 ACS품이 24층(H≒113m) 철골상부로 낙하(H≒85m)하였고 9-1번 ACS품 내부에 있던 피재자가 함께 추락하여 사망한 재해임.



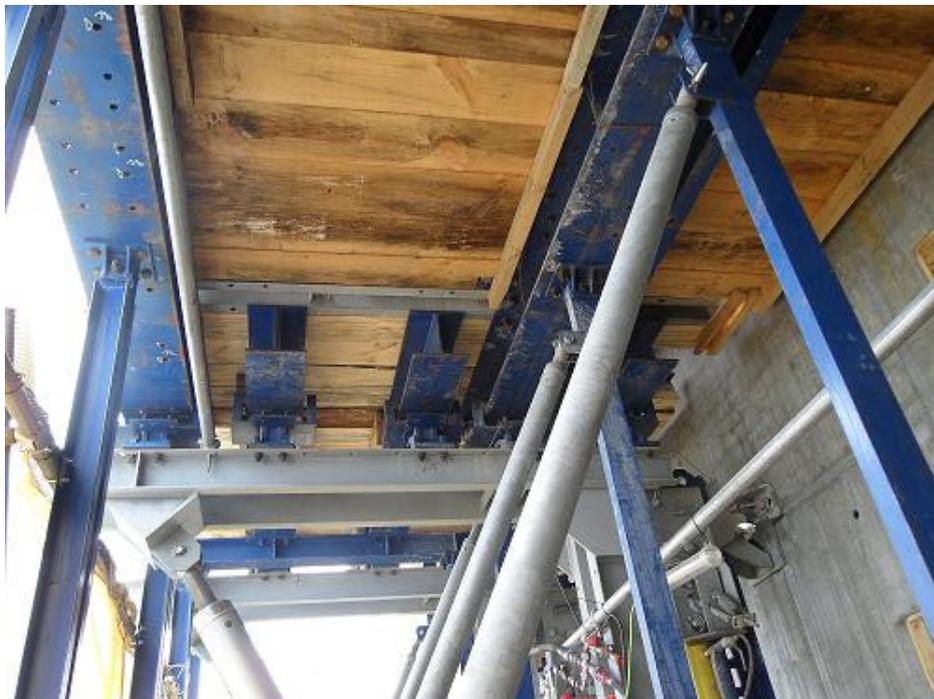
[그림 1] ACS품 배치 평면



[그림 2] 코너부 상세

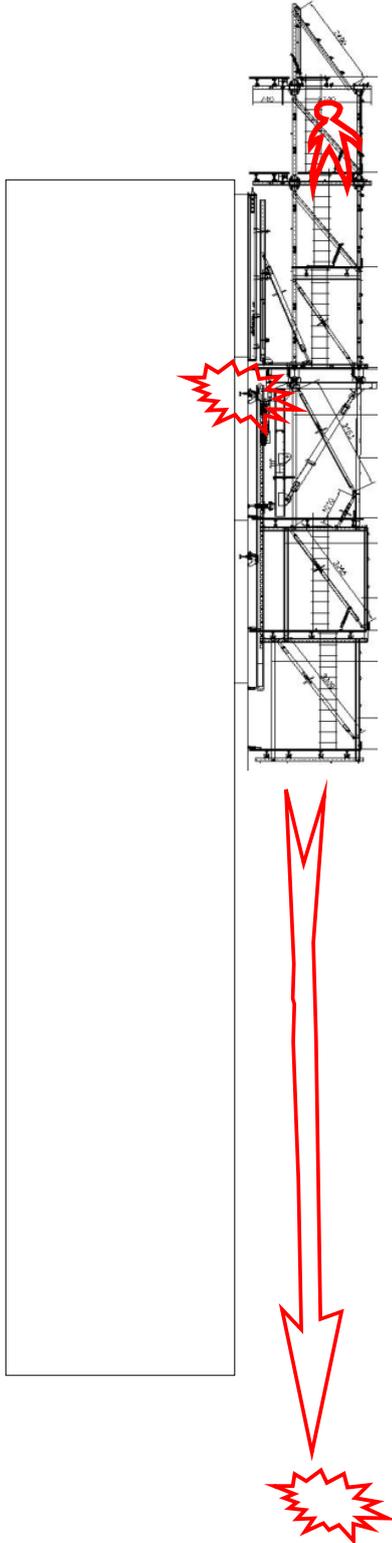


[그림 3] 코너 발판 하부 연결부 메커니즘



[사진 1] 코너 발판 하부 연결부 전경(ACS품 모서리 구간 예)

□ 재해상황도



[사진 2] ACS품 벽체 지지부 불량 시공 예
(타현장 시공 사례)

ACS품 인상 작업 중



ACS품의 하중을 지지하는 볼트가 콘크리트 벽체에 매립되어 있는 앵커로부터 빠지면서

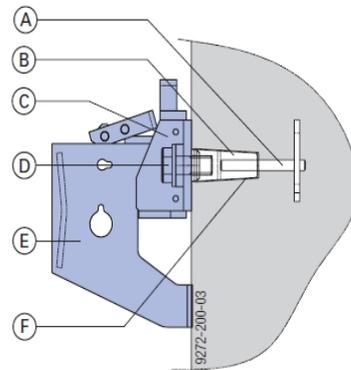


ACS품과 작업발판 내부에서 작업중이던 피재자가 함께 추락한 재해임

□ ACS 벽체 지지부 상세



[사진 3] 벽체 지지부 설치 예

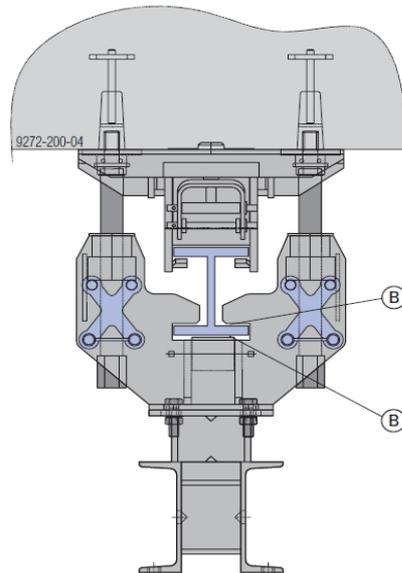


- A 스톱 앵커 또는 피그테일 앵커
- B 유니버설 크라이밍 콘 15.0
- C 써스펜션 빔
- D 콘 스크류 B 7cm
- E 드롭-인 슈
- F 실링 스트리브 K 15.0

[그림 4] 벽체 지지부 용어



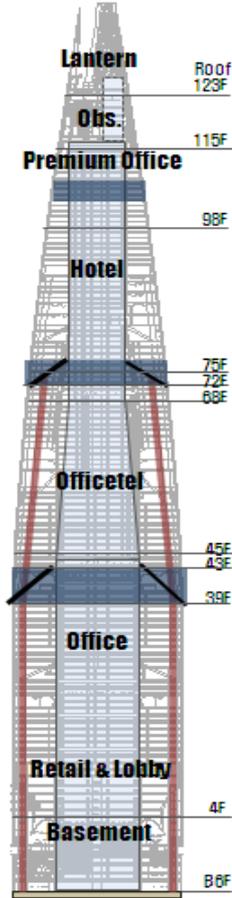
[사진 4] ACS품 유압식 인상장치 예



[그림 5] 벽체 지지부(평면)

□ 재해발생원인 추정

1) ACS 벽체 지지부 볼트 이탈



- [그림 6. 초고층 빌딩 입면]에서 보는 바와 같이 38층까지는 각 층의 층고가 4.5m이며 39층부터는 층고가 3.9m로 줄어들고, 43층부터는 단면이 위로 올라갈수록 줄어듦.

- 이에 따라 당 현장은 38층까지 작업했던 ACS품을 지상으로 내려 층고변화 및 단면변화에 맞도록 ACS품을 수정한 후 재 설치하는 과정이 진행되었으며, 사고가 난 9번 ACS품은 이러한 수정을 완료한 후 재 설치된 상황이었음.

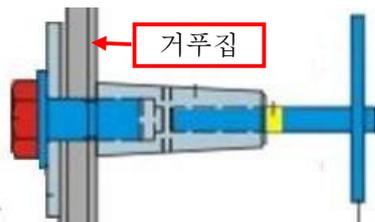
- 당 현장은 ACS품의 벽체 지지부 설치를 콘크리리트 타설 전 아래의 사진과 같은 앵커(크라이밍 콘+스톱 앵카)를 ACS품에 고정·설치하고 콘크리트를 타설함.



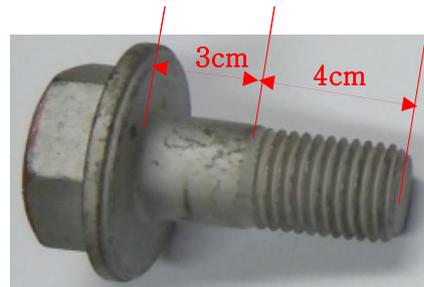
[사진 5] 앵커(크라이밍 콘+스톱 앵카)

[그림 6] 초고층빌딩 입면

- 이러한 매립형 앵커의 고정을 위하여 지상 38층까지는 ACS품에 구멍을 뚫고 아래의 그림과 같이 앵커와 본 볼트를 체결한 상태에서 콘크리트를 타설 후 [사진 4]와 같은ACS 벽체 지지부 시공 시 체결되어 있던 볼트를 해체한 후 지지부를 설치하는 방식으로 작업함.



[그림 7] 앵커와 볼트체결 예



[사진 6] 앵커에 연결되는 볼트

- 반면 39층부터는 층고의 변화로 인해 거푸집의 높이가 변화하고 이에 따른 앵커볼트 구멍 위치가 변동됨에 따라 기존의 방식과는 달리 ACS폼에 구멍을 내지 않고 포지셔닝 디스크(Positioning disk)라는 부재를 못으로 거푸집 벽면에 고정된 후 앵커를 체결하는 방식으로 변경됨.



[사진 7] 포지셔닝 디스크와 앵커



[사진 8] 포지셔닝 디스크로 고정된 앵커 예시

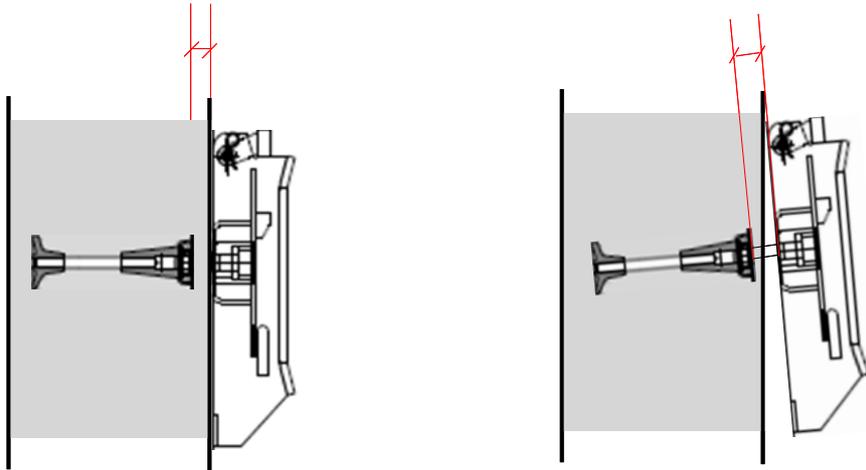


[사진 9] 현장 설치 사례



[사진 10] 현장 설치 사례 (상세)

- 위의 사진에서 보이는 바와 같이 포지셔닝 디스크를 거푸집 벽면에 못으로 고정할 경우 벽체에 구멍을 뚫어 본 볼트로 고정하는 것 보다 지지력이 약해 콘크리트의 타설 또는 철근 등의 간섭 발생 시 앵커의 변위가 발생할 수 있는 가능성이 높으며 아래의 그림과 같이 고정 설치된 앵커에 변위가 발생하면 콘크리트 타설 후 앵커와 볼트 간의 간격이 발생하여 볼트의 체결길이가 부족한 경우가 발생할 수 있음.



[그림8] 앵커가 거푸집 벽면에서 떨어진 경우

[그림9] 앵커가 거푸집 벽면과 기울어져 설치된 경우



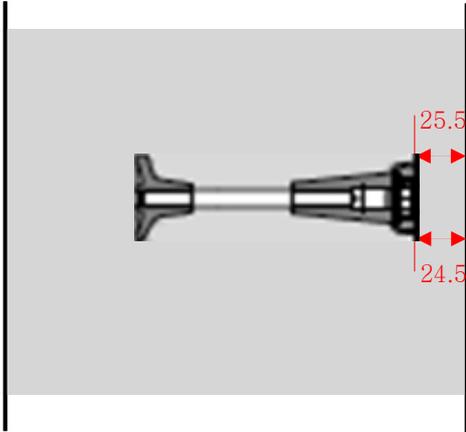
[사진 11] ACS 연결볼트가 이탈된 벽체 사진



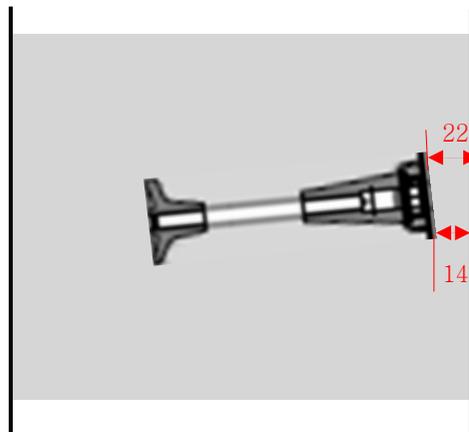
[사진 12] AC-S 연결볼트가 이탈된 벽체 사진(정면)

<p>왼쪽앵커 상부 이격거리 : 25.5mm</p>	<p>오른쪽앵커 상부 이격거리 : 22mm</p>
<p>왼쪽앵커 하부 이격거리 : 24.5mm</p>	<p>오른쪽앵커 상부 이격거리 : 14mm</p>

[표1] 앵커단부와 콘크리트 벽면과의 이격거리 실측



[그림 10] 왼쪽 앵커 이격거리(mm)



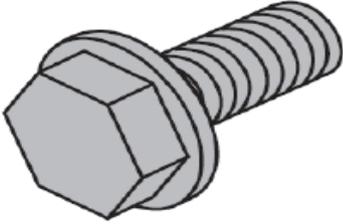
[그림 11] 오른쪽 앵커 이격거리(mm)



[사진 13] 현장에서 수거한 파손된 볼트

- [표1]에서 보이듯 앵커의 변위로 인해 두 개의 앵커 모두 콘크리트 벽면보다 내측으로 이격되어 있었으며 오른쪽 앵커의 경우 약간 기울어져 있음이 확인됨.
- 사고 후 현장에서 수거한 9-1번 ACS품에 연결되었을 것으로 추정되는 볼트[사진13]의 관찰결과 맨 앞쪽 3개의 나사산이 뭉그러져 있었고, 뭉그러진 나사산에는 크라이밍 콘 내부 나사산이 붙어 있었으며 이는 앵커의 이격으로 인해 총 4cm의 볼트 체결길이 중 뭉그러진 나사산의 길이 약 1.2cm 정도만 체결되었을 것으로 추정됨.(두개의 볼트 중 하나만 수거됨)

Cone screw B 7cm check



M30 - B10T High tension bolt

- Allowable force check

Tensile

σ_a	=	192	Mpa	x	3	=	333	Mpa
F_a	=	σ_a		x	A			
	=	332.55	Mpa	x	707		mm ²	
	=	235068.40	N					
f_v	=	230	kN					

Shear check

τ_a	=	192	Mpa					
V_a	=	τ_a		x	A			
	=	192	Mpa	x	707		mm ²	
	=	135716.80	N					
f_v	=	130	kN					

[표 3. 벽체 지지부에 사용되는 볼트 제원]

- DOKA에서 제공한 자료에 따르며 ACS품 벽체 지지부에 설치되는 볼트의 인장강도는 230kN이고 전단강도는 130kN임. 이를 ton으로 환산하면 인장강도는 약 23ton이고 전단강도는 13ton 정도임.
- ACS품 하나의 벽체 지지점에 두 개의 볼트가 설치되므로 하나의 벽체 지지점에서 볼트가 지지할 수 있는 전단강도는 26ton이며 이는 떨어진 ACS품의 무게 9ton 보다 커 정상적으로 볼트가 설치된다면 ACS품의 하중을 지지할 수 있음.

3) 콘크리트 타설일 확인

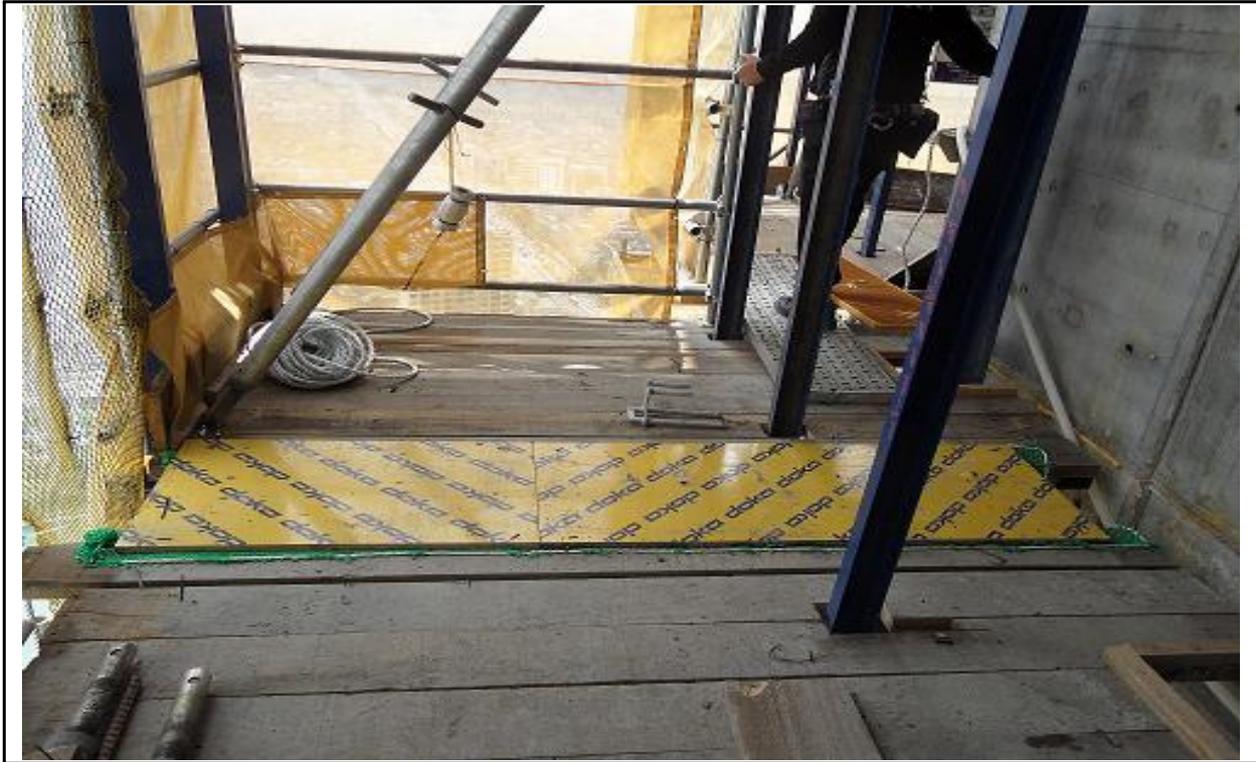
- 9-1번 ACS품의 벽체 지지부의 콘크리트(강도:80MPa) 타설일은 6월 4일이었으며 인상작업이 진행된 6월 25일까지 약 21일 경과 되었고, [사진 12]에서 보이는 바와 같이 벽체 지지부의 앵커가 이탈되지 않고 콘크리트에 매립되어 있는 것으로 보아 콘크리트의 강도에는 문제가 없었을 것으로 판단되며 앵커 주변의 콘크리트가 깨져 있는 것은 볼트가 앵커로부터 이탈할 때 발생하는 충격하중에 의해 깨진 것으로 추정됨.



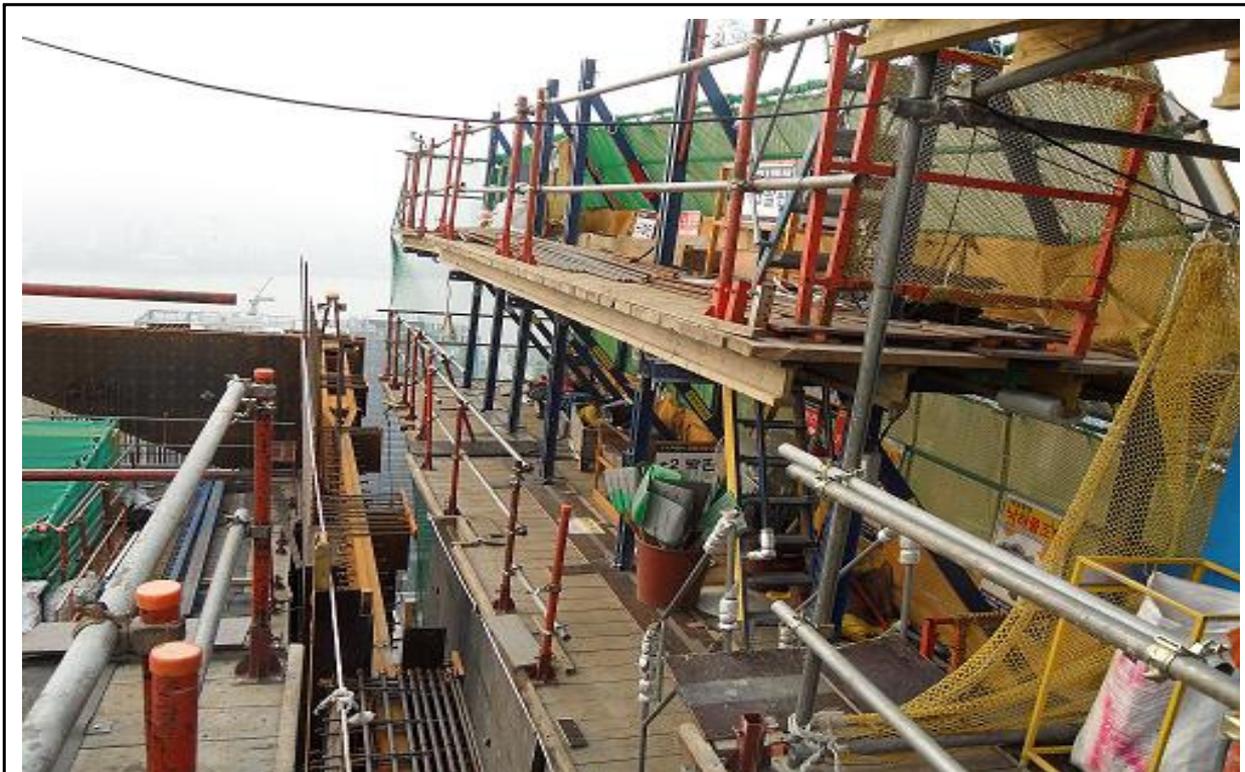
재해 현장 전경사진



사고지점을 밑에서 바라본 모습

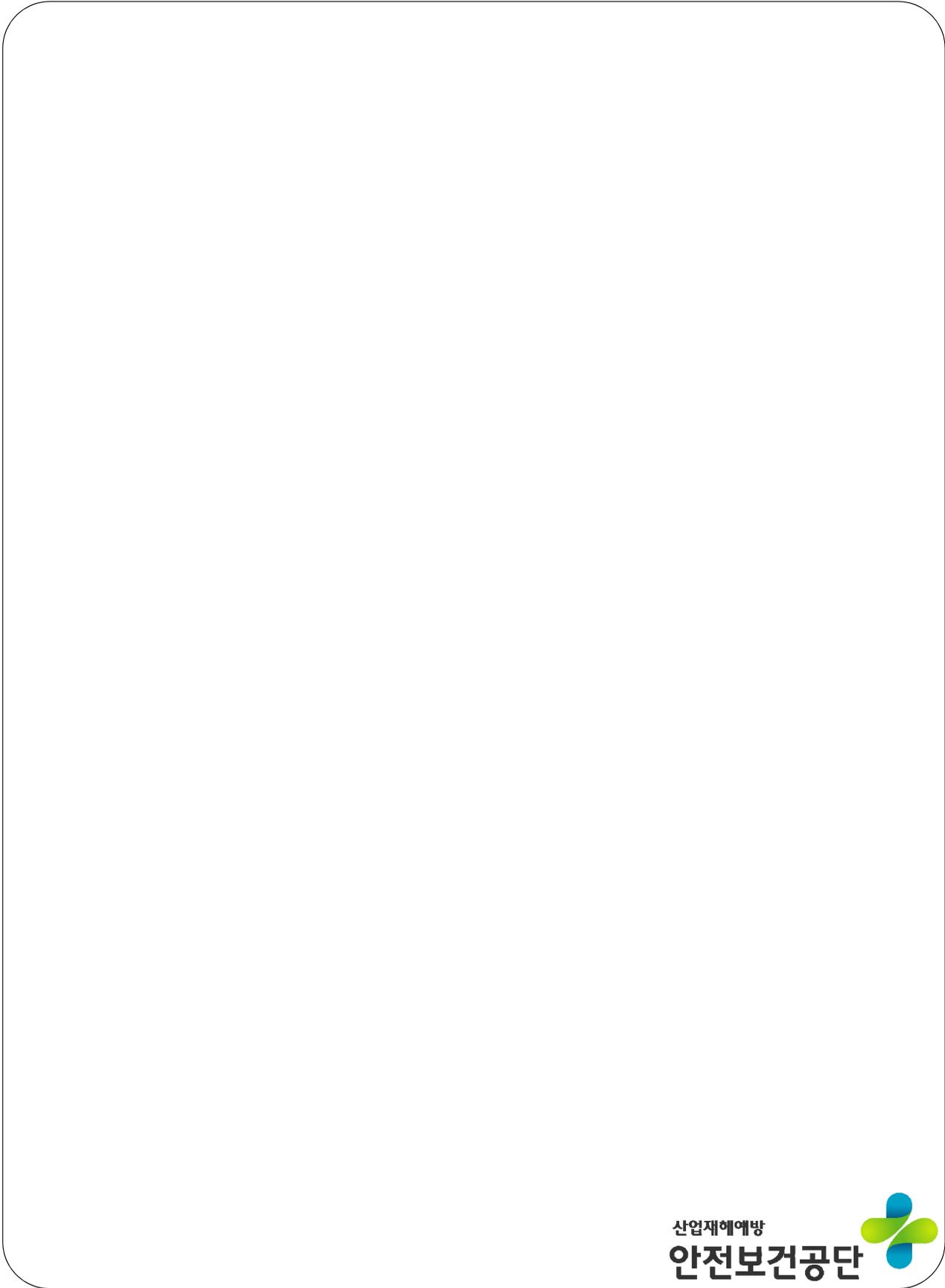


작업발판 내부 전경



ACS 품 내측 전경





아 파 트

1. 아파트 옥상에서 거푸집이 떨어져 하부에서 작업중인 피재자가 맞음
(2013.04.25)
2. 타워크레인 해체작업을 위해 마스트 수평재로 이동하다가 떨어짐
(2013.05.04)
3. 보 거푸집이 쌓아놓은 페로데크 다발의 하중을 견디지 못하고 무너짐
(2013.05.14)
4. 거푸집 설치를 위해 시스템서포트를 밟고 이동 중 떨어짐
(2013.05.23)
5. 떨어짐 방지망 단부를 로프로 고정하던 작업을 하던 중 떨어짐
(2013.05.25)
6. 갱폼 인양작업 중 갱폼이 탈락되면서 갱폼과 함께 떨어짐
(2013.06.11)
7. 건설용 리프트 설치작업 중 운반구와 함께 떨어짐
(2013.06.13)

아파트 옥상에서 거푸집이 떨어져 하부에서 작업중인 피해자가 맞음

공사명	○○ 아파트 신축공사	발생일시	2013.04.25(목) 13:10분경
재해형태	떨어짐(물체)	재해정도	사망 1명
소재지	전남 보성군	공사규모	지하1층, 지상15층 아파트 4개동
재해개요	협력업체 ○○토건(주) 소속 피해자가 102동 경로당 1층 출입구 계단난간 거푸집 작업을 하기 위해 돌출된 콘크리트를 파쇄하던 중 아파트 옥상에 적재되어 있던 거푸집(450×1,200)이 돌풍에 의해 떨어지면서 피해자의 머리를 강타, 병원에서 치료 중 2013.04.29.19:00경 사망		

재해상황도



안전대책

- 바닥에서 근로자가 작업을 할 때에는 옥상 등 위에서 물체가 떨어져 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있으므로 보호망을 먼저 제거하지 말고 작업완료 후 철거토록 작업절차를 개선
- 아파트 옥상에 거푸집을 적재할 때에는 규격별로 구분하여 불안정하게 필요이상 높이로 쌓지 말아야 하며, 바람에 날릴 위험이 있는 경우 별도의 로프를 걸어서 견고히 고정하고 가급적 신속히 반출

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경



다른 아파트 옥상에 적재되어 있는 거푸집

타워크레인 해체작업을 위해 마스트 수평재로 이동하다가 떨어짐

공사명	○○신도시 ○○블록 아파트 신축공사 현장	발생일시	2013.05.04(토) 15:50분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 김포시	공사규모	지상 13 ~ 29층, 아파트 9개동
재해개요	피재자 등 작업자 5명이 타워크레인 해체 작업 중 볼트가 해체된 타워크레인 후레임을 타워크레인 줄걸이(슬링밴드)에 걸기 위해 마스트 수평재(각관 72×72)로 이동하다가 타워크레인 기초 바닥으로 떨어져(H=42m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 작업자가 줄걸이 이동작업을 위해 작업발판이 없는 철골 마스트 위에서 작업을 진행하는 경우에는 안전대 부착설비를 설치하고 작업자는 안전대를 착용 - 작업 전에 작성한 타워크레인 안전작업계획서에 준하여 작업지휘자는 작업자 위험작업을 감시하고, 감독 실시
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

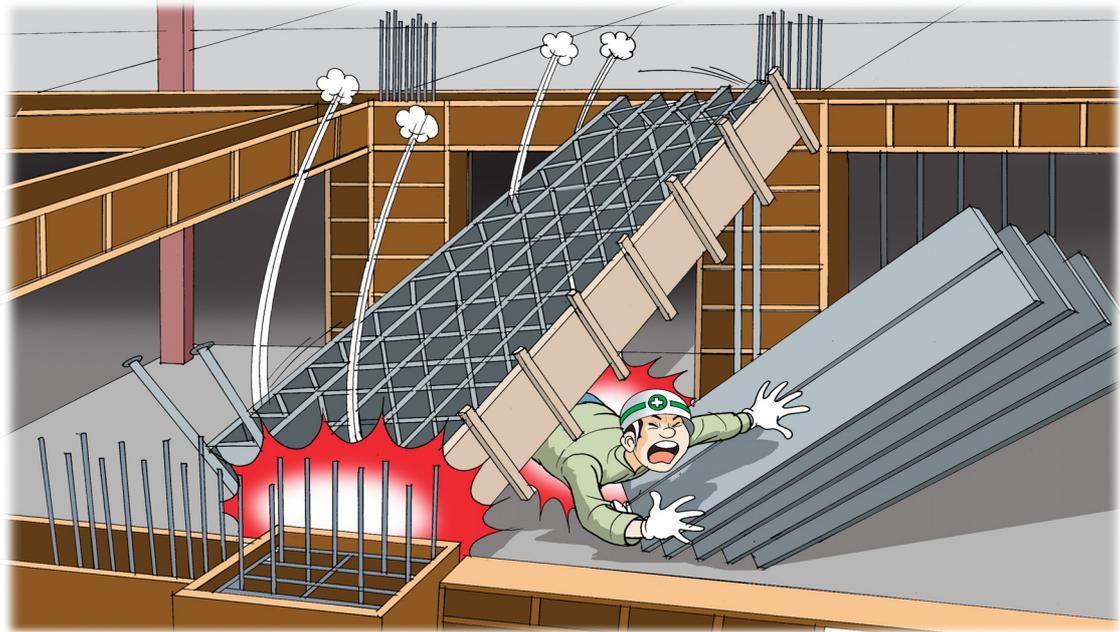


피재자가 떨어지면서 부딪힌 마스트 및 피재자 혈흔

보 거푸집이 쌓아놓은 페로데크 다발의 하중을 견디지 못하고 무너짐

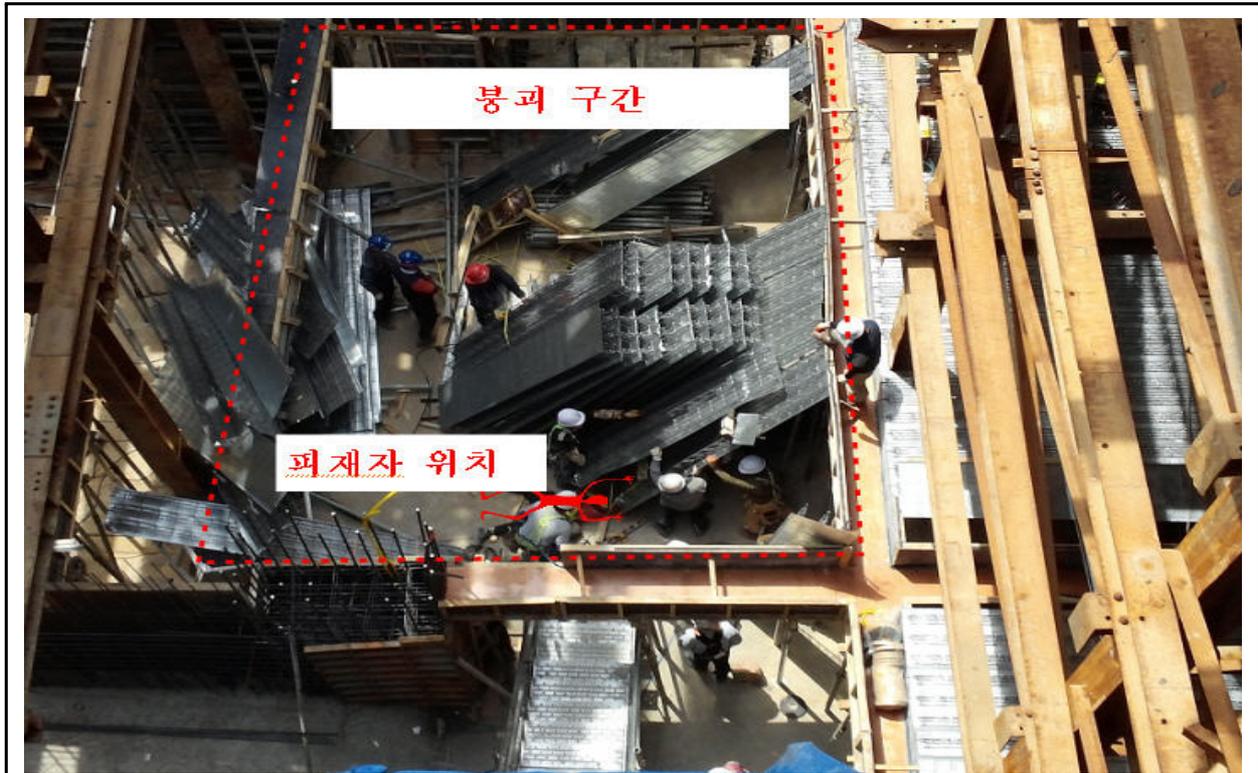
공 사 명	판교 ○○빌 신축공사	발생일시	2013.05.14(화) 14:00분경
재해형태	무너짐	재해정도	사망 1명
소 재 지	경기도 성남시	공사규모	지하 8층, 지상 16층 1개동
재해개요	피재자가(남,56세, 형틀목공) 지하 5층에서 작업 중 가고정된 지하 4층 바닥 보 거푸집이 임시로 올려놓은 페로데크 다발의 하중(2.35ton)을 견디지 못하고 무너지면서 하부(지하 5층)에서 작업 중 이던 피재자가 페로데크에 깔려 사망		

재 해 상 황 도

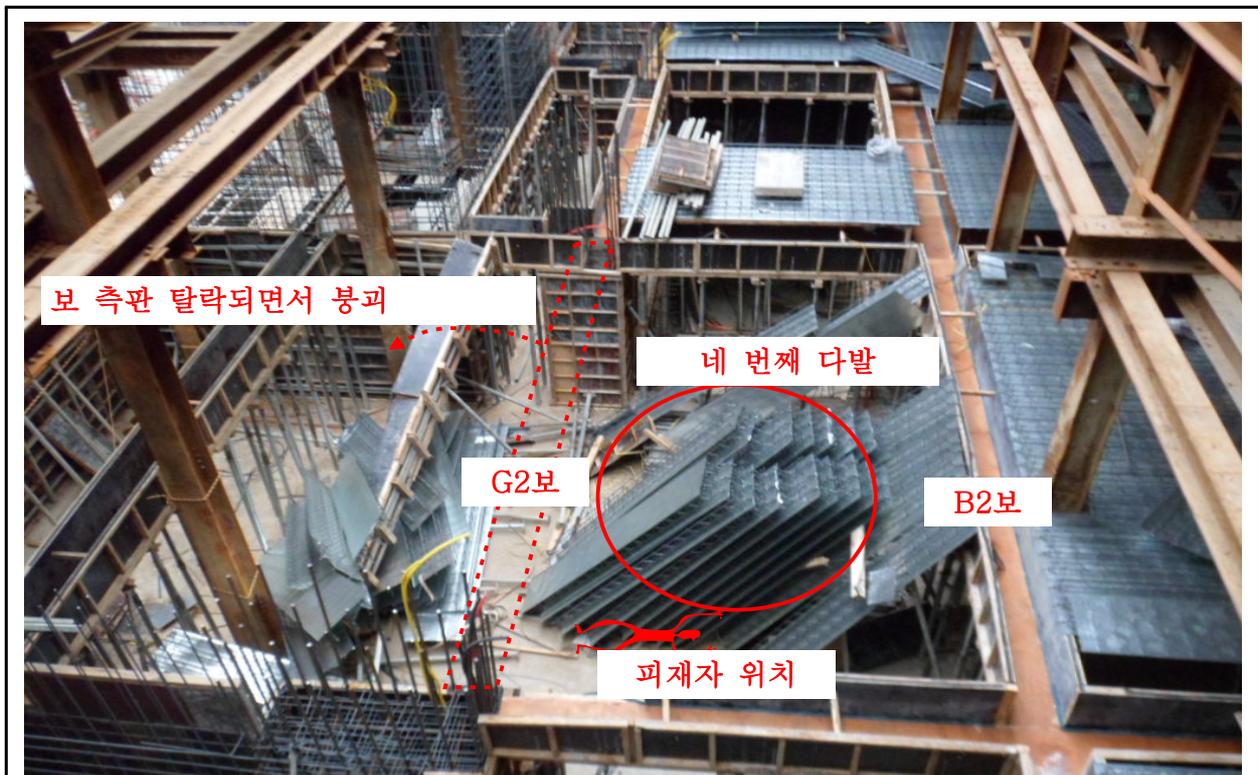


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 페로데크(Ferro Deck)와 같이 보로 구성된 거푸집동바리를 조립 시 보 측판이 벌어질 위험이 있는 경우 보 단부를 BRACKET 설치, 측판보강 동바리 설치, FORM TIE 설치, 가설용 목재 설치 등 보강하여 무너질 위험이 없도록 조치
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

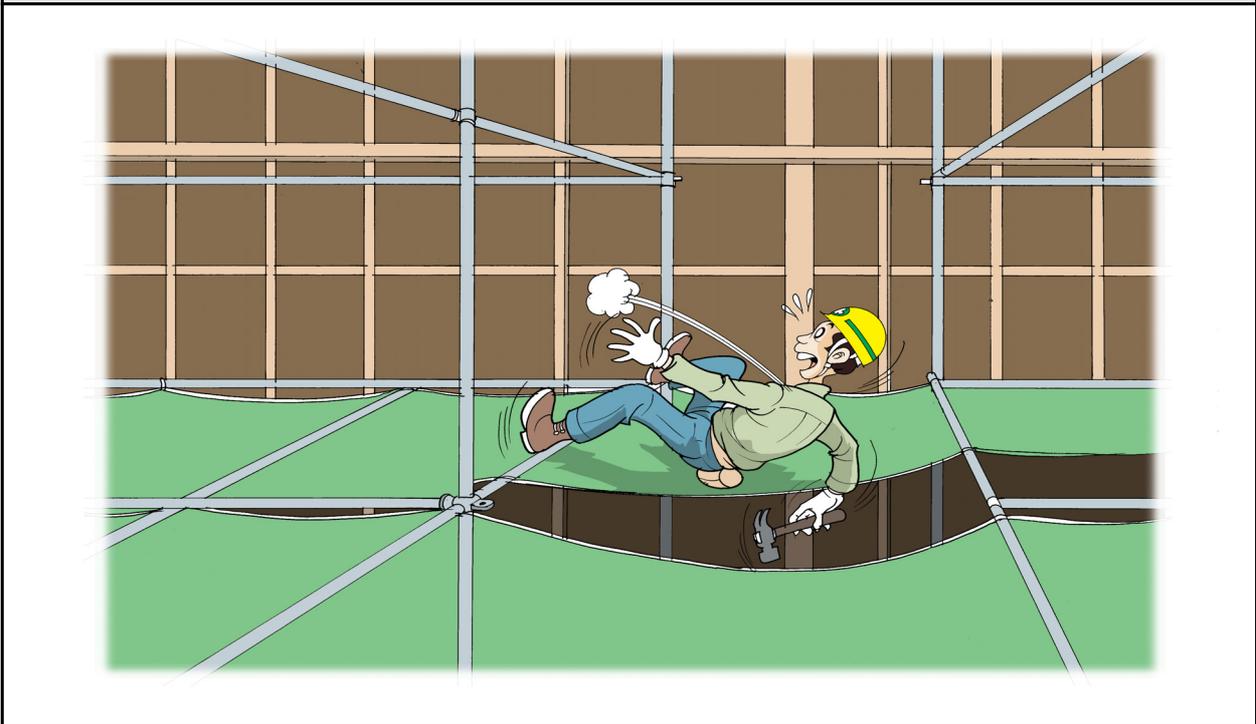


재해발생 위치(지하 4층)

거푸집 설치를 위해 시스템서포트를 밟고 이동 중 떨어짐

공사명	○○아파트 신축공사	발생일시	2013.05.23(목) 14:40분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	세종시	공사규모	아파트 11개동
재해개요	형틀목공인 피해자가 열교환실 내부의 벽체 거푸집 조립을 위해 시스템서포트 위를 이동 중 몸의 균형을 잃고 3.7M 아래 바닥으로 떨어져 병원에서 치료 중 05.27(월) 사망		

재해상황도

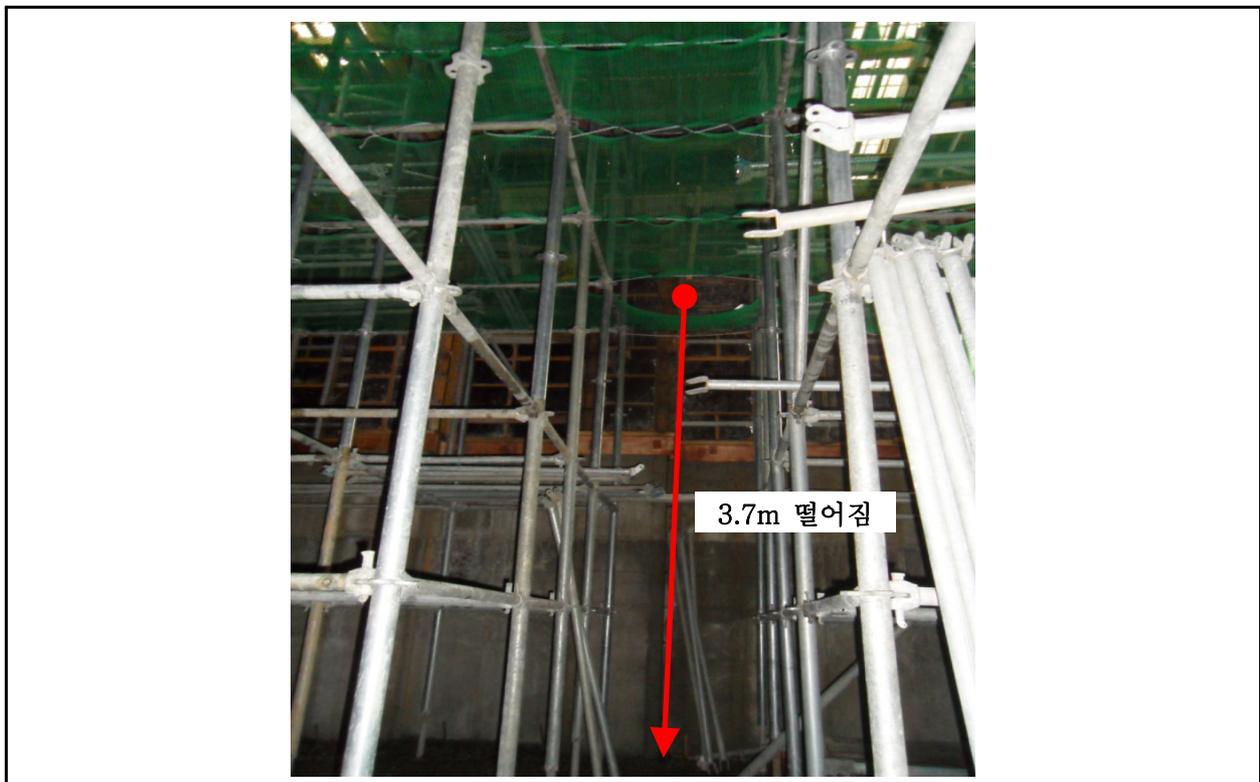


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 고소작업 시에는 떨어짐 사고를 방지하기 위해 작업발판을 확보하여야 하며 발판설치가 곤란한 경우에 한해 떨어짐 방지망 또는 안전대 착용 등의 떨어짐 방지조치를 실시
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 상황(떨어짐 방지망은 사고 후 설치 됨)

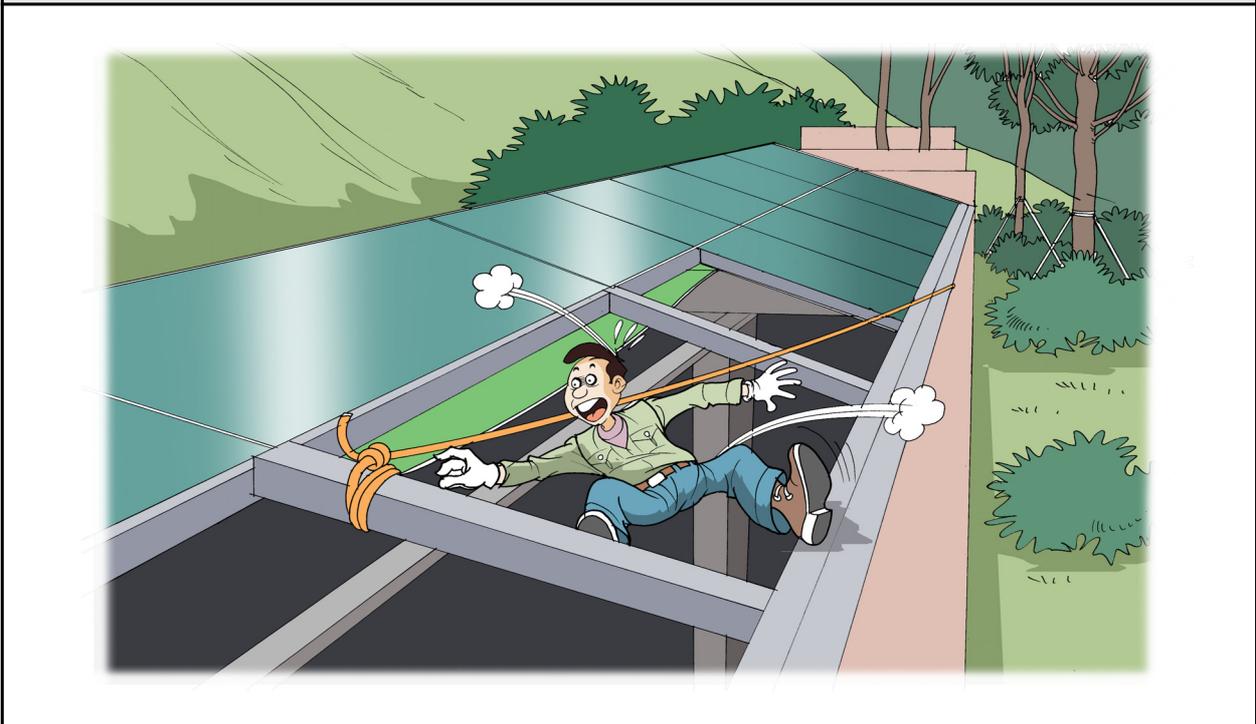


피재자가 떨어진 경로

떨어짐 방지망 단부를 로프로 고정하던 중 떨어짐

공사명	○○아파트 신축공사	발생일시	2013.05.25(토) 15:10분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 용인시	공사규모	지하 2층, 지상 18층 3개동
재해개요	지하주차장 자연채광창 상부 떨어짐 방지망 설치 작업을 하던 피재자 (33세, 남, 안전망 설치공)가 떨어짐 방지망 단부를 로프로 고정하는 작업 중 실족하여 높이 약 10m 아래 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망		

재해상황도

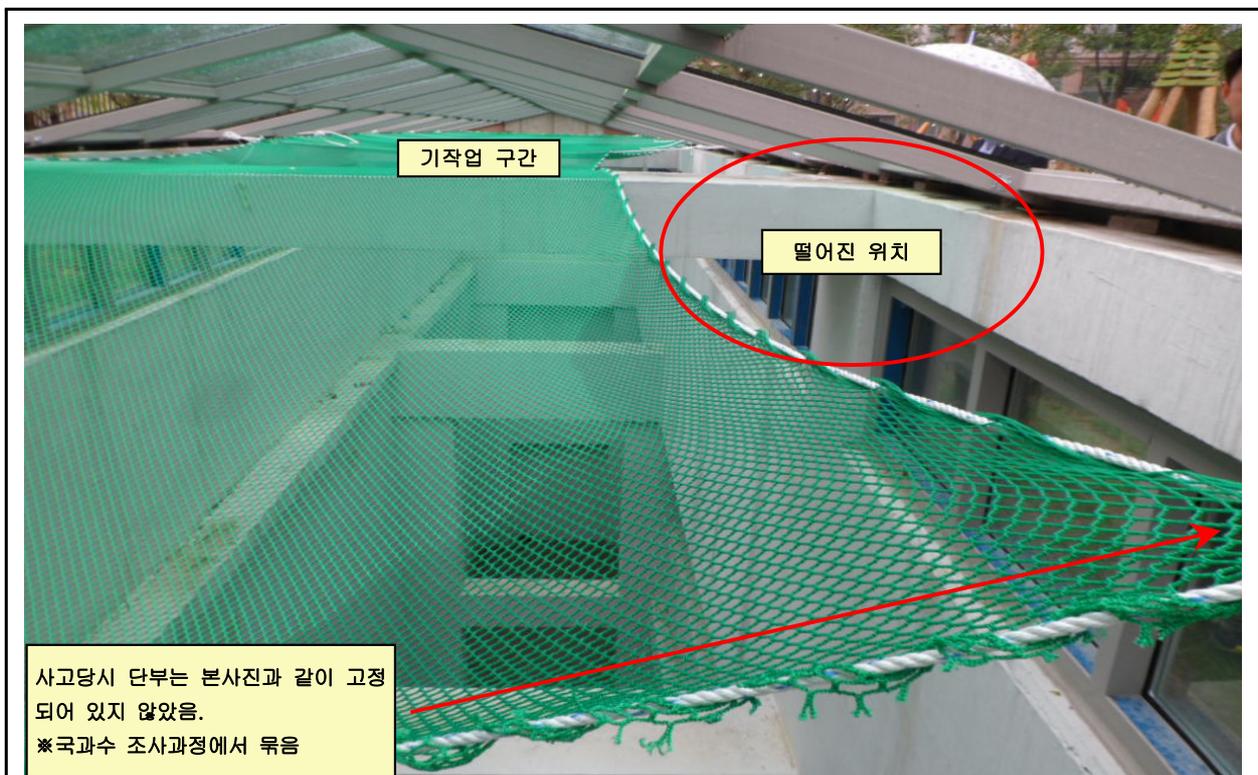


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 떨어질 위험이 있는 장소에서 작업을 할 경우 떨어짐을 방지하기 위해 구조물 내·외측에 비계를 조립하는 등 견고한 작업발판을 설치한 후 작업을 실시 - 떨어질 위험이 있는 장소에서 작업을 할 경우 안전모, 안전대 등의 개인보호구를 착용
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경(지하주차장 채광창) 및 피재자 작업구간

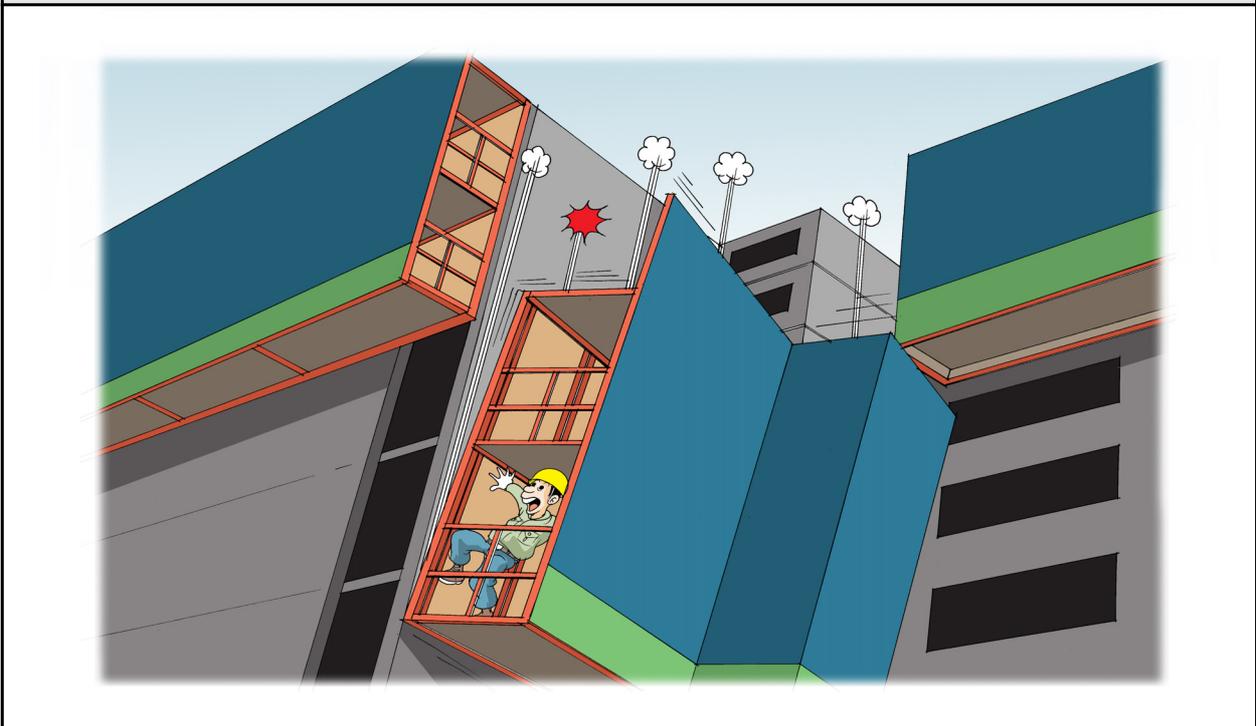


작업상황 및 피재자가 떨어진 위치

갱폼 인양작업 중 갱폼이 탈락되면서 갱폼과 함께 떨어짐

공사명	A○BL 아파트 ○공구	발생일시	2013.6.11(화) 08:20분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 수원시	공사규모	지하 1층, 지상 25층 11개동
재해개요	피재자(남, 48세, 형틀목공)가 아파트 19층에서 지붕층 옥탑부위로 갱폼 인양작업을 하던 중, 탑승하여 작업하던 갱폼이 벽체에서 탈락되면서 갱폼과 함께 지상 바닥으로 떨어져(H=52m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 갱폼과 같은 중량물의 취급작업 시에는 작업계획서 내용에 추락·낙하 위험을 예방할 수 있는 안전대책을 수립하고 그 계획에 따라 작업을 실시 - 갱폼을 양중(조립)시에는 조립 등의 범위 및 작업절차를 미리 그 작업에 종사하는 근로자에게 주지시키고 작업진행
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

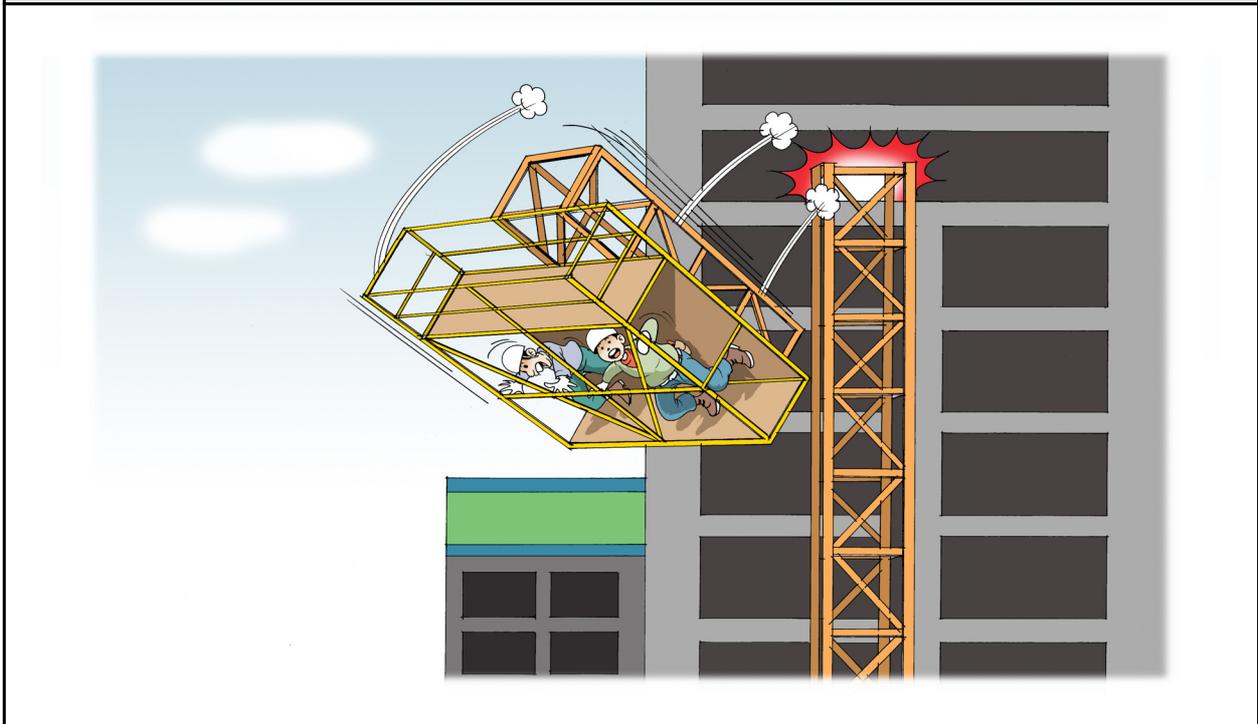


피재자와 함께 떨어진 갱폼 및 피재자 추락위치

건설용 리프트 설치작업 중 운반구와 함께 떨어짐

공사명	○○지구 ○단지 아파트 건설공사	발생일시	2013.06.13(목) 15:30분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명, 부상 1명
소재지	서울시 강남구	공사규모	지하 1층, 지상 12층 13개동
재해개요	협력업체인 (주)○○리프트 소속 일용직 근로자인 피해자(남, 리프트 설치공, 42세)와 동료작업자(남, 리프트설치공, 49세)가 301-A동 건설용 리프트 설치 작업 중 마스트 연결부가 꺾이면서 리프트 운반구(CAGE) 상부에 있던 피해자들이 리프트 운반구와 함께 바닥으로 떨어져(H≒ 17m) 1명 사망, 1명 부상		

재해상황도

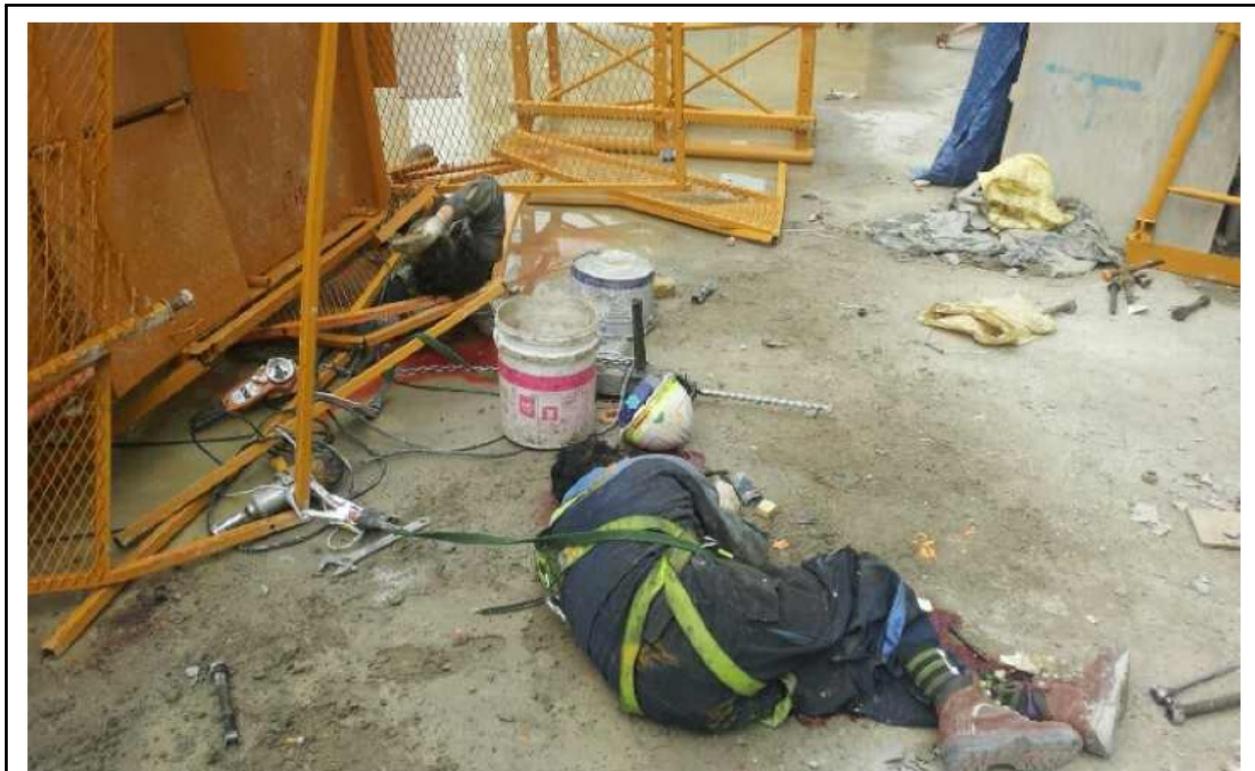


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 건설용 리프트 설치 시 마스트 연결부는 각 단계별로 볼트를 누락 없이 설치한 상태에서 진행하고, 볼트의 누락이 있는지 여부를 반드시 확인하면서 다음 작업을 진행하여야 하며 - 작업지휘자를 선임하여 작업방법과 근로자의 배치를 결정하고 해당 작업을 지휘
-------------	--

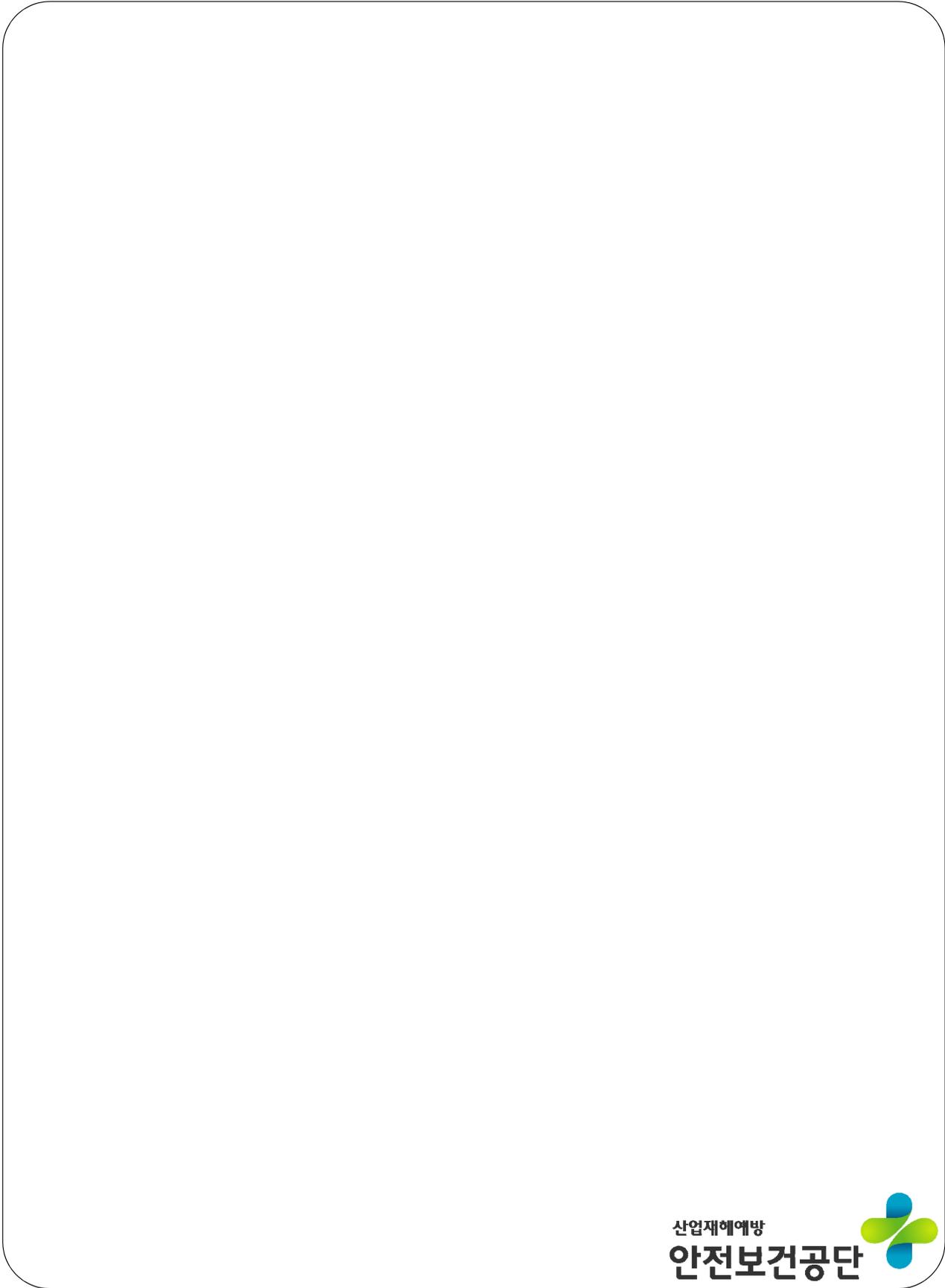
※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 떨어진 운반구(CAGE) 상세사진



사고 직후 운반구와 함께 떨어진 피해자들



3

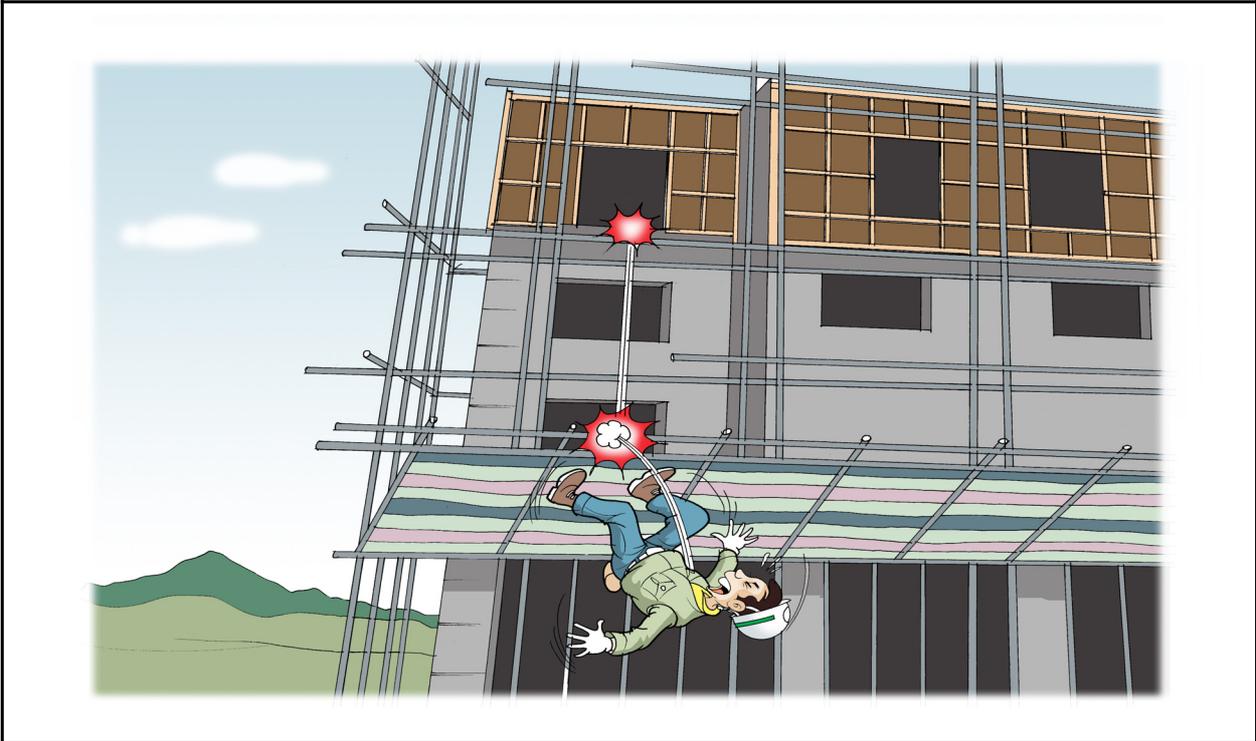
빌딩

1. 외부 비계위에서 거푸집 조립작업 중 떨어짐
(2013.04.10)
2. 지하 1층 바닥보 위에서 거푸집 설치작업 중 떨어짐
(2013.04.16)
3. 빌딩 외벽 간판 철구조물 해체작업 중 달비계와 함께 떨어짐
(2013.05.03)
4. 타워크레인으로 운반중이던 폐콘크리트 마대가 떨어지면서 맞음
(2013.05.06)
5. 엘리베이터 내부 철근 절단작업 중 피트 바닥으로 떨어짐
(2013.05.16)
6. 철골조립작업을 위해 5층 거더 상단부에서 이동 중 떨어짐
(2013.05.29)

외부 비계위에서 거푸집 조립작업 중 떨어짐

공사명	○○동 근생주택 신축공사	발생일시	2013.04.10(수) 14:58분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	충북 청주시	공사규모	지상 4층, 1개동
재해개요	지상 4층 거푸집 조립작업을 위하여 피재자(형틀목공, 만59세)가 외부 비계 띠장 6단에서 5단으로 이동하던 중 실족하여 낙하물방지망에 1차로 부딪힌 후 지상으로 떨어져(H≒8.5~10m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 비계의 높이가 2m 이상인 장소에서 근로자가 거푸집 조립 등의 작업을 할 때에 작업발판, 안전난간을 설치하는 등의 떨어짐 방지 조치를 철저히 하여야 하고, - 근로자가 비계에서 수직 이동할 경우 승·하강 설비를 설치하는 등의 조치
-------------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

※ 지상 4층 외부 비계 피장 6단에서 5단으로 이동하던 중 떨어짐



지상 4층에서 내려다 본 전경

※ 피장 6단에서 5단(외측)으로 이동하려다 실족하여 떨어짐(H=8.5~10m)

지하 1층 바닥보 위에서 거푸집 설치작업 중 떨어짐

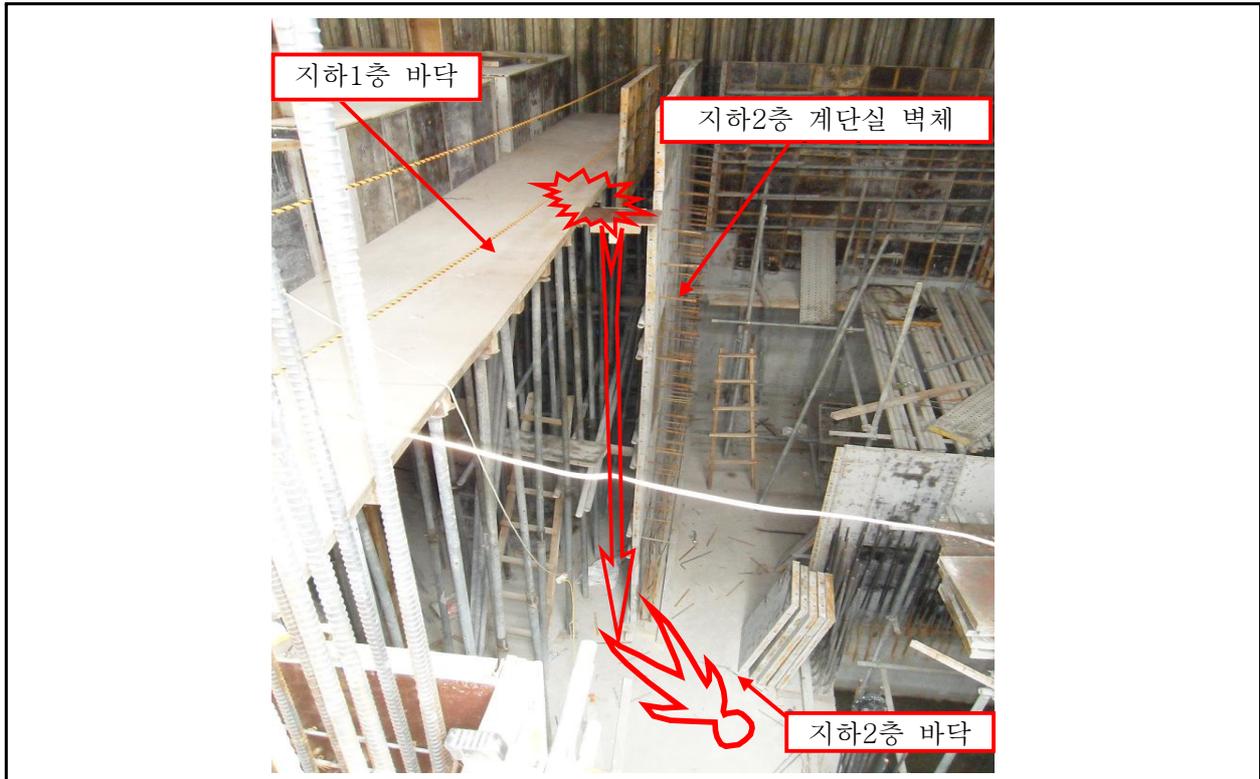
공사명	○○센타 신축공사	발생일시	2013.04.16(화) 14:40분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	서울시 송파구	공사규모	지하 2층, 지상 7층 1개동
재해개요	협력업체 ○○건설(주)의 일용직 근로자인 피재자(남, 형틀목공, 67세)가 지하 1층 바닥 보 위에서 보 거푸집 설치 작업 중 몸의 중심을 잃고 지하 2층 바닥으로 떨어져(H≒4.6m) 사망		

재해상황도



안전대책	- 보 거푸집 설치 작업과 같이 떨어질 위험이 높으나 안전난간의 설치가 곤란한 경우에는 보 상부에 안전대 부착설비를 설치하고 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 및 안전대 착용 등 철저히 관리
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

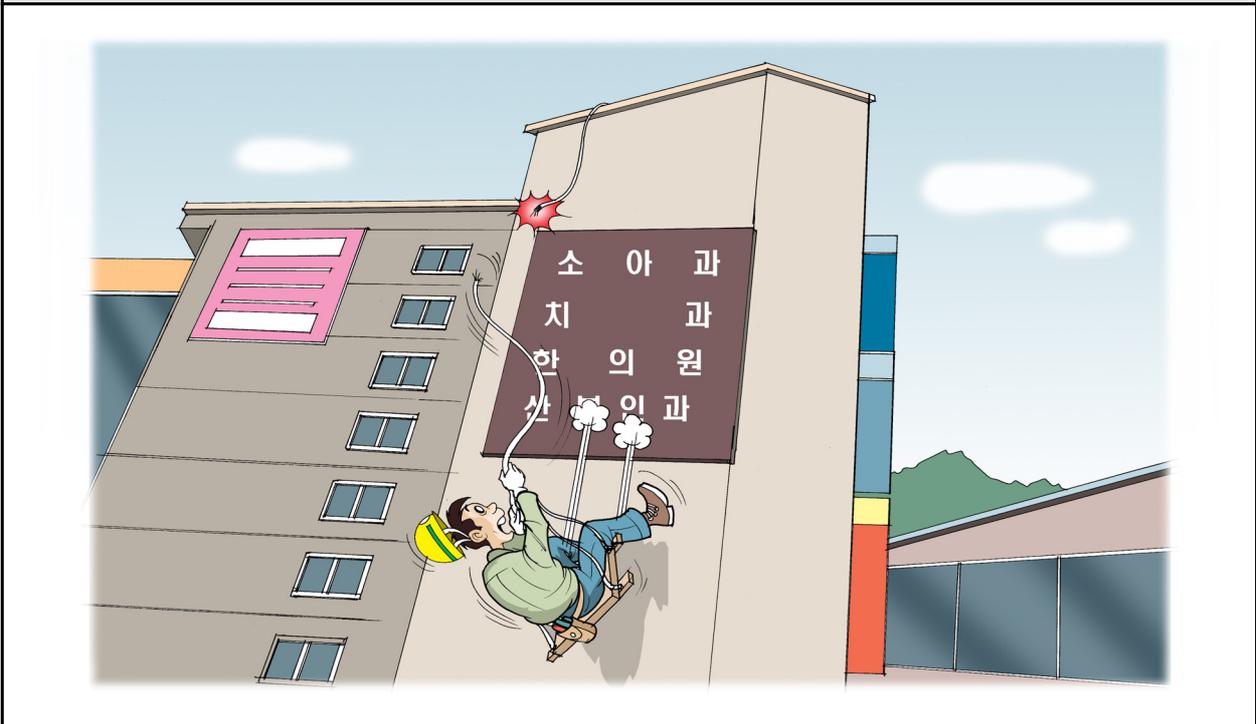


지하 1층 보 거푸집 작업 구간

빌딩 외벽 간판 철구조물 해체작업 중 달비계와 함께 떨어짐

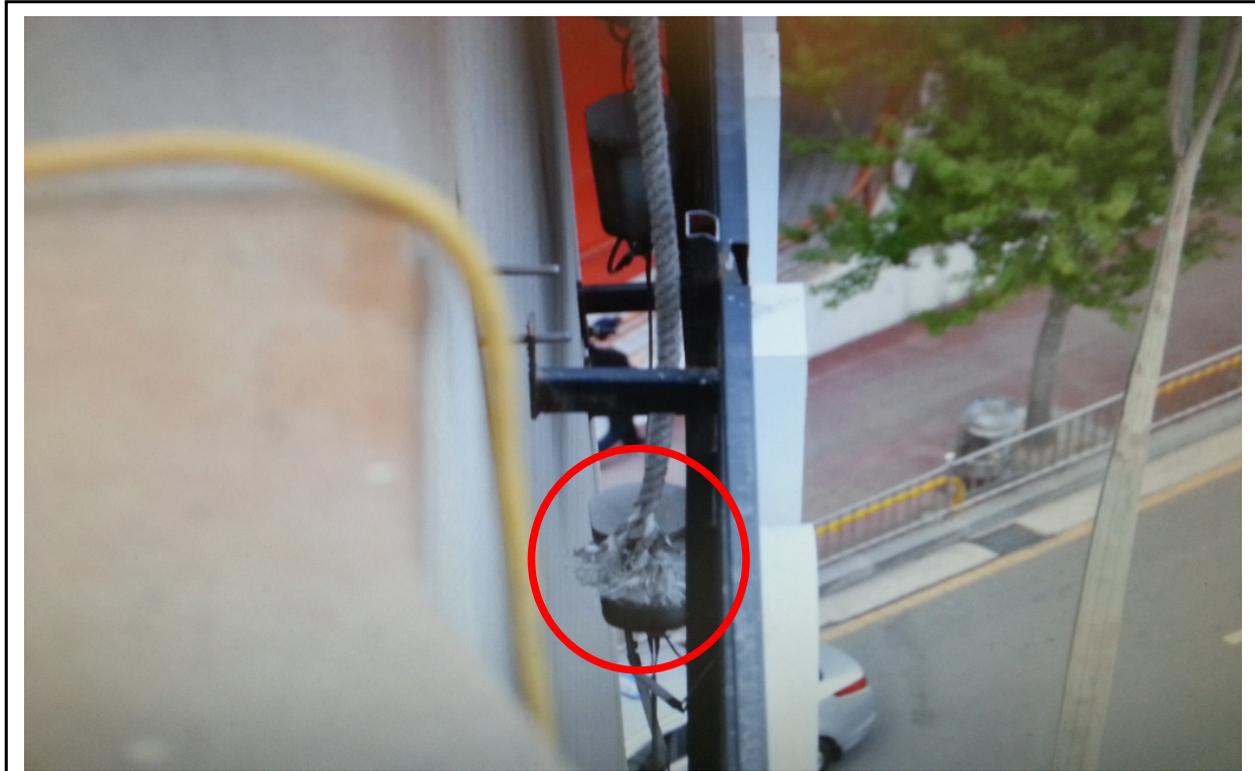
공사명	○○빌딩 외벽 간판철구조물 해체공사	발생일시	2013.5.3.(금) 13:30분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	전남 순천시	공사규모	6m×16m 철구조물 1개소 해체
재해개요	○○기업(주) 소속 피해자가 빌딩 좌측 외벽에서 달비계에 탑승하여 외부 간판 및 철구조물(6m×21m)을 해체하던 중 섬유로프가 파단되면서 지면으로 떨어져(H=22m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 달비계에 탑승하여 작업할 때에는 섬유로프의 손상 및 과도한 마모 상태의 이상유무를 작업 전에 확인하여 상태가 양호한 섬유로프를 사용 - 떨어질 위험이 높은 달비계를 사용할 때에는 떨어짐 방지를 위하여 작업줄 외에 안전대 걸이용 로프(구명줄)를 설치하고 안전대를 부착
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



파단된 로프 사진

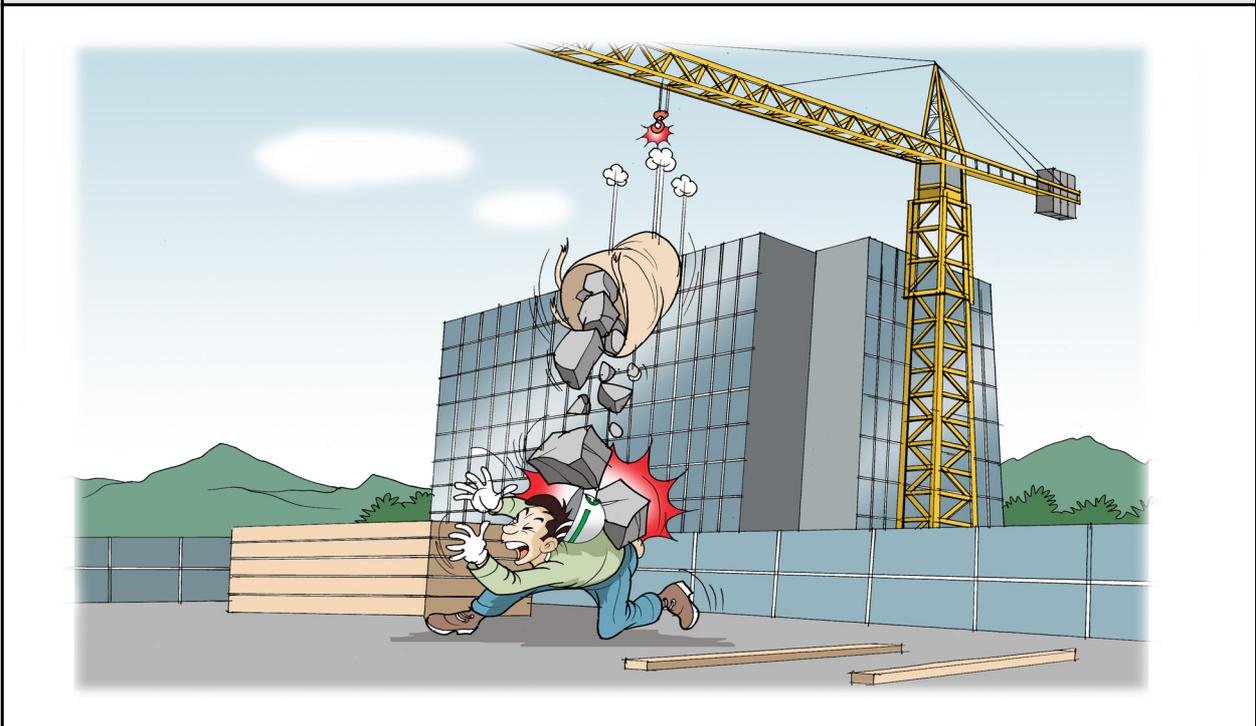


피재자가 사용했던 달비게 및 로프 상태(손상 및 마모가 심함)

타워크레인으로 운반중이던 페콘크리트 마대가 떨어지면서 맞음

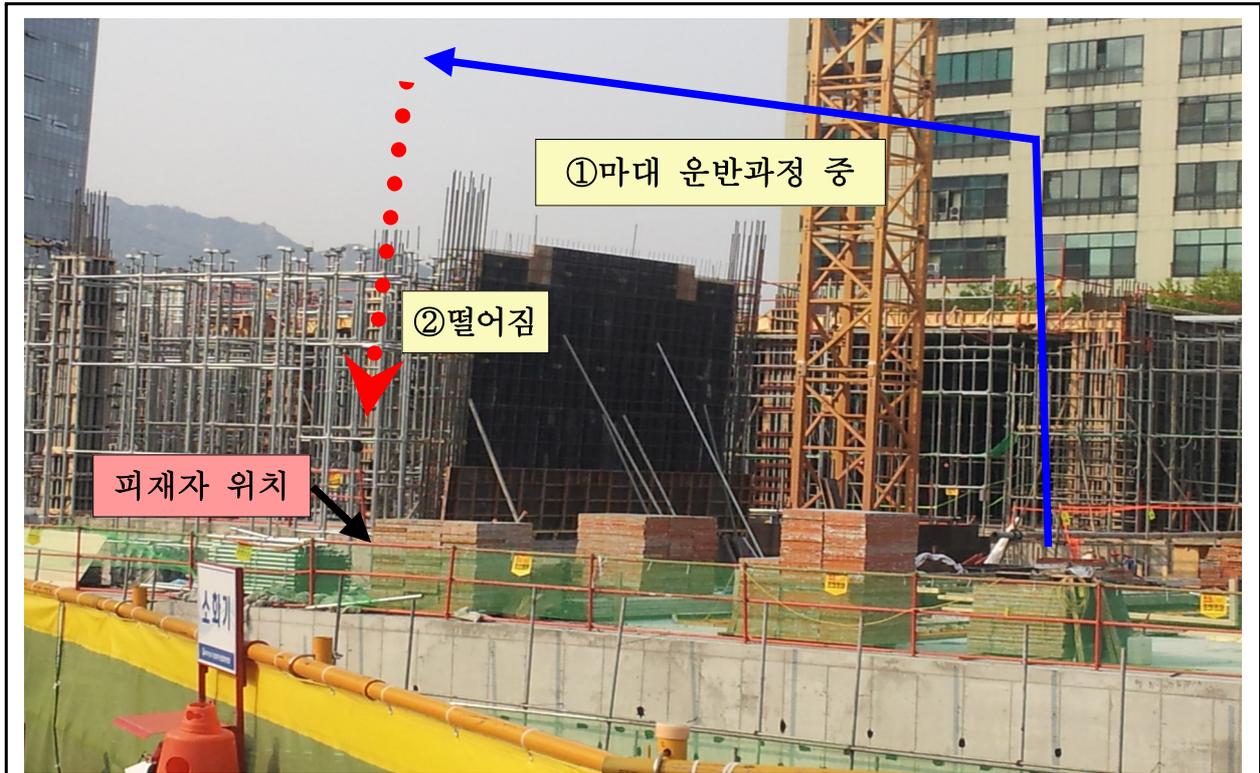
공사명	○○지식산업센터 신축공사	발생일시	2013.05.06(월) 08:57경
재해형태	떨어짐(물체)	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 안양시	공사규모	지하3층, 지상35층
재해개요	피재자(59세, 남, 보통인부)가 지상1층 슬래브 단부에서 기존에 설치된 안전난간 보수작업 중, 타워크레인으로 인양되어 운반 중이던 마대(페콘크리트 1,114kg 적재)의 손잡이가 절단, 15m 아래로 떨어지면서 피재자가 페콘크리트 덩어리에 머리부위 등을 맞아 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 작업으로 인하여 물체가 떨어질 위험이 있는 경우 출입금지구역 설정하는 등의 위험방지조치 - 중량물취급 작업 시에는 작업계획서에 작업지휘자를 지정하고 당해 작업을 지휘·감독하도록 하여야 하며, 크레인을 사용하여 작업을 하는 경우 미리 근로자의 출입을 통제하여 인양중인 하물이 작업자의 머리위를 통과하지 않도록 조치
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



운반 중이던 마대가 떨어진 경로

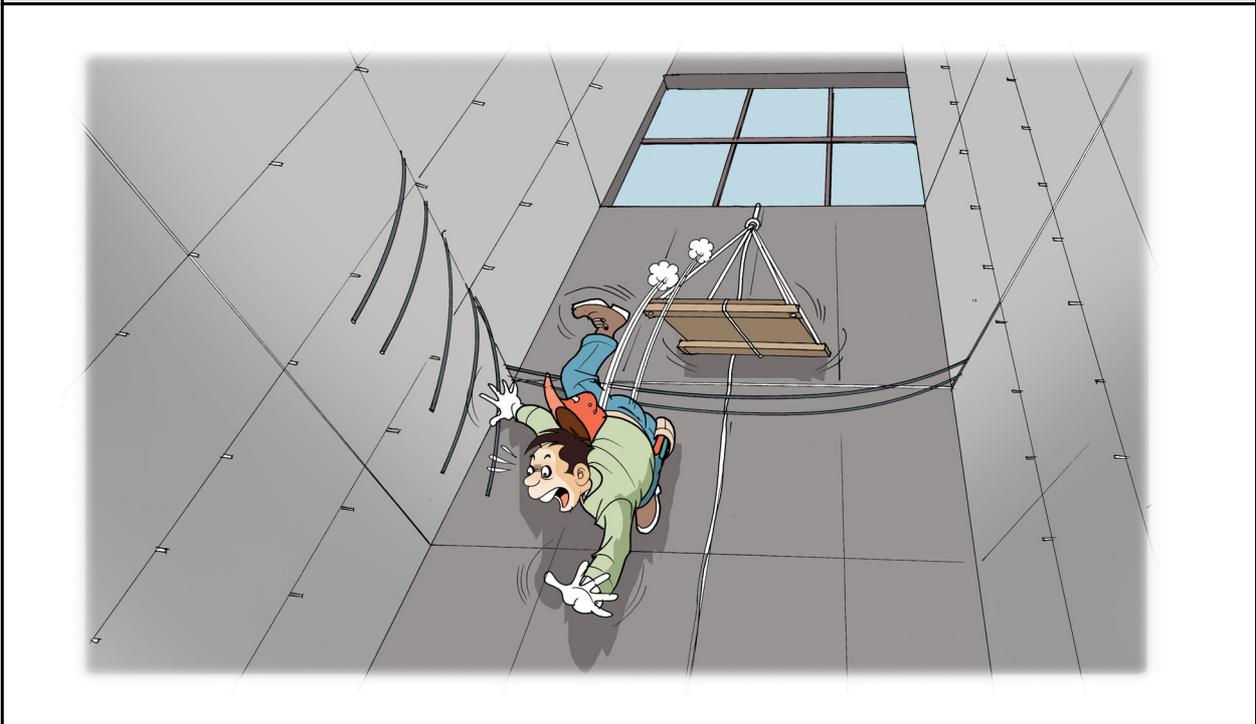


피재자 작업위치, 떨어진 폐콘크리트 덩어리 및 마대의 손잡이 절단위치

엘리베이터 내부 철근 절단작업 중 피트 바닥으로 떨어짐

공사명	○○빌딩 신축공사	발생일시	2013.5.16(목) 15:00경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	부산광역시 사하구	공사규모	지하1층, 지상9층
재해개요	피해자(남, 50세, 도장공)가 좌측의 엘리베이터 내부 철근 절단 시 달비계를 사용하여 실시하고 우측으로 이동 중 실족하여 약 13m 아래 우측 엘리베이터 피트 바닥으로 떨어져 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 엘리베이터의 승강로 내부 철근의 절단 작업 전·후 작업장으로 통하거나 작업장인 엘리베이터 피트 등으로의 안전한 통로를 설치 - 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에서 작업 시에는 안전대·안전모 등 개인보호구를 지급하고 착용
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



피재자가 떨어진 우측 엘리베이터 피트 내부 모습

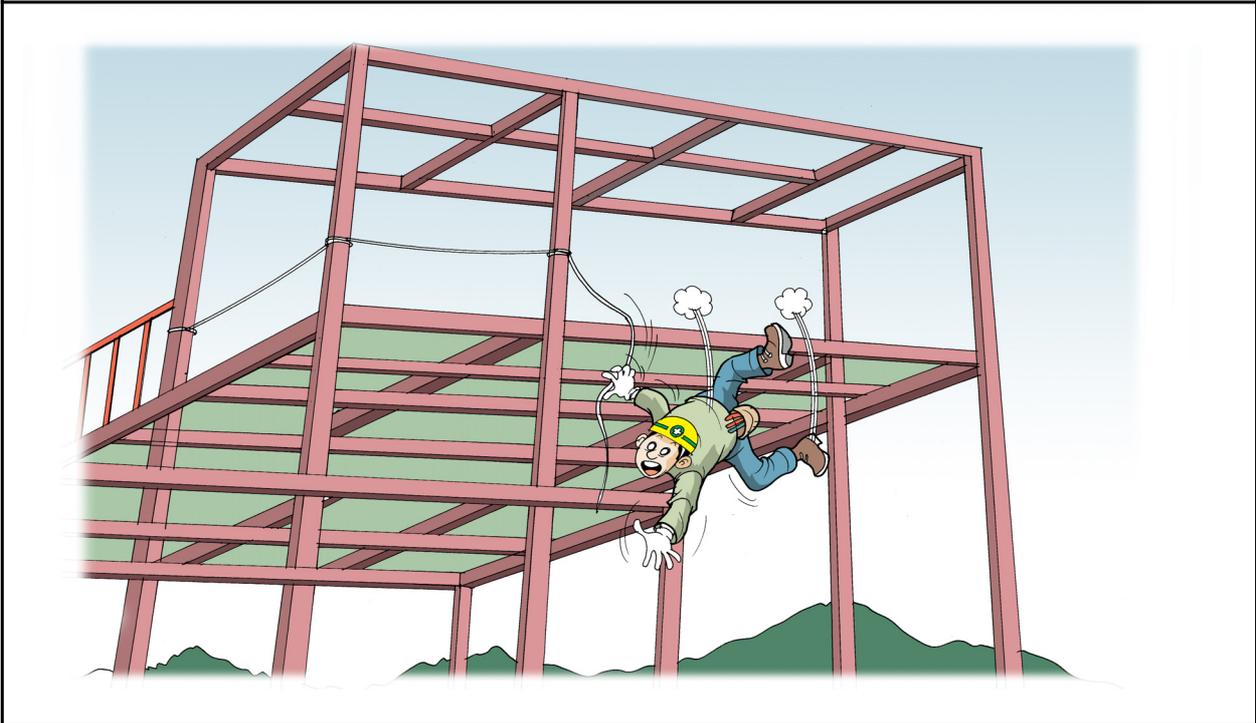


좌, 우측 엘리베이터 내부 전경(상) 및 피재자가 떨어지기 전 사용한 달비계(하)

철골조립작업을 위해 5층 거더 상단부에서 이동 중 떨어짐

공사명	○○컨벤션 신축공사	발생일시	2013.05.29(수) 14:30경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경남 김해시	공사규모	지하1층, 지상5층
재해개요	피재자가 5층 철골 외부쪽 보 상단부에서 로프를 걸던 중 몸의 균형을 잃고 콘크리트 바닥으로 떨어져(H = 20m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 철골 조립작업 시 작업발판을 설치하기 곤란한 경우, 안전방망을 설치하거나 안전대 부착설비 설치 후 안전대를 걸고 작업 - 철골 조립 작업 시 Beam&Girder 인양 전 안전대 부착설비를 먼저 설치한 후 철골 조립 작업 실시
------	---

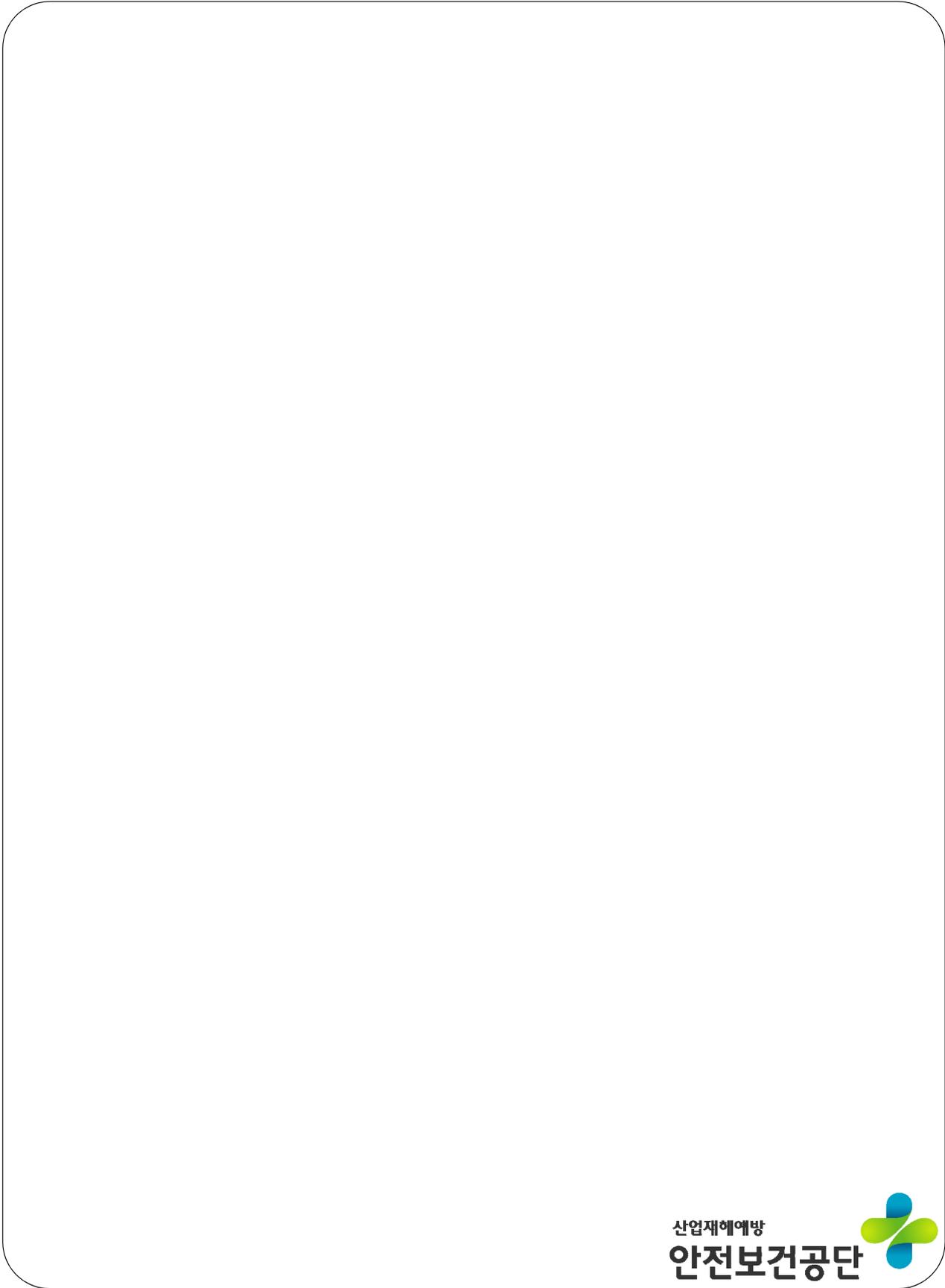
※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 추락 경로



피재자가 추락한 1층 코어(Core)부위 콘크리트 바닥



4

소규모 [주택, 상가 등]

1. 철골보 위에서 지지철물 설치작업 중 떨어짐
(2013.04.08)
2. 외부 비계위에서 거푸집 해체작업 중 떨어짐
(2013.04.24)
3. 그라인더로 벽체 절단작업 중 그라인더 날에 목을 베임
(2013.05.04)
4. 파이프서포트를 해체하면서 뒷걸음치던 중 자재더미에 걸려 넘어짐
(2013.05.14)
5. 고소작업대의 지브 고정핀이 빠져 지브가 꺾이면서 떨어짐
(2013.05.16)
6. 철골보 위에서 외벽마감 패널을 분리하던 중 떨어짐
(2013.05.30)
7. 외부 비계위에서 낙하물방지망 내민 부재를 해체하던 중 떨어짐
(2013.06.24)

철골보 위에서 지지철물 설치작업 중 떨어짐

공사명	○○ 근린생활시설 신축공사	발생일시	2013.04.08(월) 15:00분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 남양주시	공사규모	지상 2층 2개동
재해개요	피재자가 근생시설 철골보 위에서 외부 마감재 고정용 지지철물을 설치(용접 등)하던 중 실족하여 약 3.8m 아래 1층 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망		

재해상황도

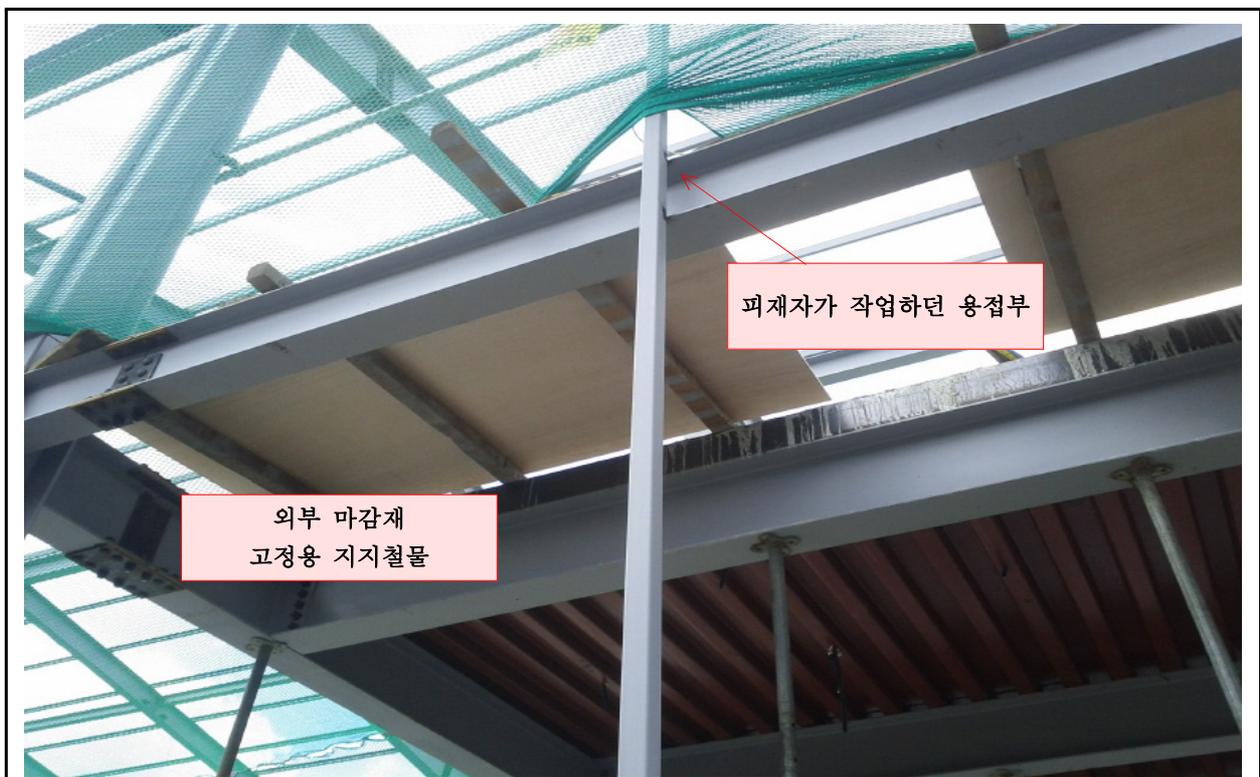


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 철골보 상부와 같이 떨어질 위험이 있는 장소에서 작업을 할 경우 근로자 작업위치 하부에 안전방망을 설치하거나, - 안전방망의 설치가 곤란한 경우 안전대 부착설비를 설치하여 근로자에게 안전대를 착용하도록 하고 동 설비에 안전대를 걸고 작업
-------------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경



피해자가 작업하던 용접부

외부 마감재
고정용 지지철물

재해 당시 작업하던 외부 마감재 고정용 지지철물

외부 비계위에서 거푸집 해체작업 중 떨어짐

공 사 명	○○동 다가구주택 신축공사	발생일시	2013.04.24(수) 11:40분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소 재 지	충북 청주시	공사규모	지상 4층 1개동
재해개요	피해자가 지상 3~4층 계단참부위 내부벽체 거푸집 해체를 위해 작업 발판이 미설치된 외부비계 상에서 절단기를 이용, 외측거푸집 보강용 각재 고정철선을 절단하던 중 몸의 중심을 잃고 약 7.6m 하부 지상 1층 바닥으로 떨어져 치료 중 2013.04.25(목) 15:50분경 사망		

재 해 상 황 도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 외부비계 등 떨어짐 위험이 있는 장소에서 작업 시 비계 위 작업발판을 설치하여야 하며 작업발판을 설치하기 곤란한 경우 안전방망을 설치 - 안전방망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용(안전대 부착설비에 체결)하도록 하는 등 떨어짐 위험방지 조치 후 작업
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 추락경로(비계 내부)



작업위치(지상 3~4층 외부비계) 및 떨어진 위치(지상 1층 바닥)

그라인더로 벽체 절단작업 중 그라인더 날에 목을 베임

공 사 명	농가주택 리모델링	발생일시	2013.05.04(토) 13:40분경
재해형태	베임	재해정도	사망 1명
소 재 지	경북 성주군	공사규모	2층 주택 수리
재해개요	농가주택 리모델링 현장에서 그라인더로 벽체 절단작업을 하던 중 재해자가 원인미상의 작업과정에서 그라인더 날이 목을 베어 과다출혈로 사망		

재 해 상 황 도



안전대책

- 건물 해체작업 시 작업장의 상황을 사전에 파악하고, 그 상황에 적합한 작업방법 등을 근로자에게 알려주는 등, 해체작업 과정에서 발생할 수 있는 위험요인을 공유하고 사전 제거
- 무리한 작업자세(팔이 어깨위로 위치하는 작업자세 등 근골격계질환 관련 부담 작업)가 장시간 지속 않도록 작업발판을 사용하는 등 작업방법, 자세를 개선

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 피해자가 그라인더로 절단하던 다용도실 방향의 화장실 벽체



칼날 절단면이 원활하지 않았던 흔적(상) 및 피해자가 사용했던 그라인더와 혈흔(하)

파이프서포트를 해체하면서 뒷걸음치던 중 자재더미에 걸려 넘어짐

공사명	○○동 근린생활시설 신축공사	발생일시	2013.05.14(화) 13:20분경
재해형태	넘어짐	재해정도	사망 1명
소재지	충북 제천시	공사규모	지상 5층 1개동
재해개요	지상 4층 내부에서 보 거푸집 해체 작업을 위해 보 하부 중앙에 마지막으로 세워둔 파이프서포트(V4, H=3.9m)를 제거할 때, 보 거푸집이 아래로 떨어지자 이를 피하기 위해 뒷걸음치던 중 기해체되어 바닥에 적재되어 있던 강관(장선부재) 더미에 걸려 넘어지면서 파이프서포트 더미에 머리를 부딪쳐 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 거푸집 및 동바리 해체작업 시 낙하·충격에 의한 돌발적 재해를 방지하기 위하여 버팀목을 설치하는 등의 필요한 조치를 하여야 하고, 해체작업 장소에서 해체된 자재 등에 의해 걸려 넘어지지 않도록 미리 야적장소를 정해 정리정돈을 실시하는 등의 조치
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경(지상 4층 내부)



재해발생장소의 해체부재 야적상태

고소작업대의 지브 고정핀이 빠져 지브가 꺾이면서 떨어짐

공사명	○○빌라 도색공사	발생일시	2013.05.16(목) 08:00분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	충북 음성군	공사규모	지상 3층 3개동 도장 및 방수공사
재해개요	피해자가 고소작업대의 작업대에 탑승하여 건물외벽 도장작업 후 후속작업을 위해 작업대를 타고 지상으로 내려오던 중 지브의 고정핀 일부분이 지브에서 빠져 작업대가 90°하부로 꺾이면서, 몸의 중심을 잃고 약 3m 하부 바닥으로 떨어져 병원으로 이송하여 치료하였으나 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 고소작업대를 사용하는 경우에는 작업대를 정기적으로 점검하고 붐·작업대 등 각 부위의 이상 유무를 확인하여 이상이 없을 시 사용 - 높이 2m이상의 떨어질 위험이 있는 고소작업대의 작업대에 탑승하여 작업 및 이동할 경우에는 안전대 착용 후 안전대 부착설비 등에 체결하고 작업 및 이동
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 재해발생 전 피해자의 작업위치



작업대의 모습(하부로 90° 꺾임)

철골보 위에서 외벽마감 패널을 분리하던 중 떨어짐

공사명	○○근린생활시설 신축공사	발생일시	2013.05.30(목) 11:50분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 남양주시	공사규모	지상 1층 4개동
재해개요	피재자가 근린생활시설 외벽마감재(샌드위치 패널)를 설치하던 과정에서 로프로 인양하던 패널이 창틀에 걸리자 철골보 위에 올라가서 패널을 분리하려고 하던 중 몸의 중심을 잃고 5.9m 아래 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망		

재해상황도

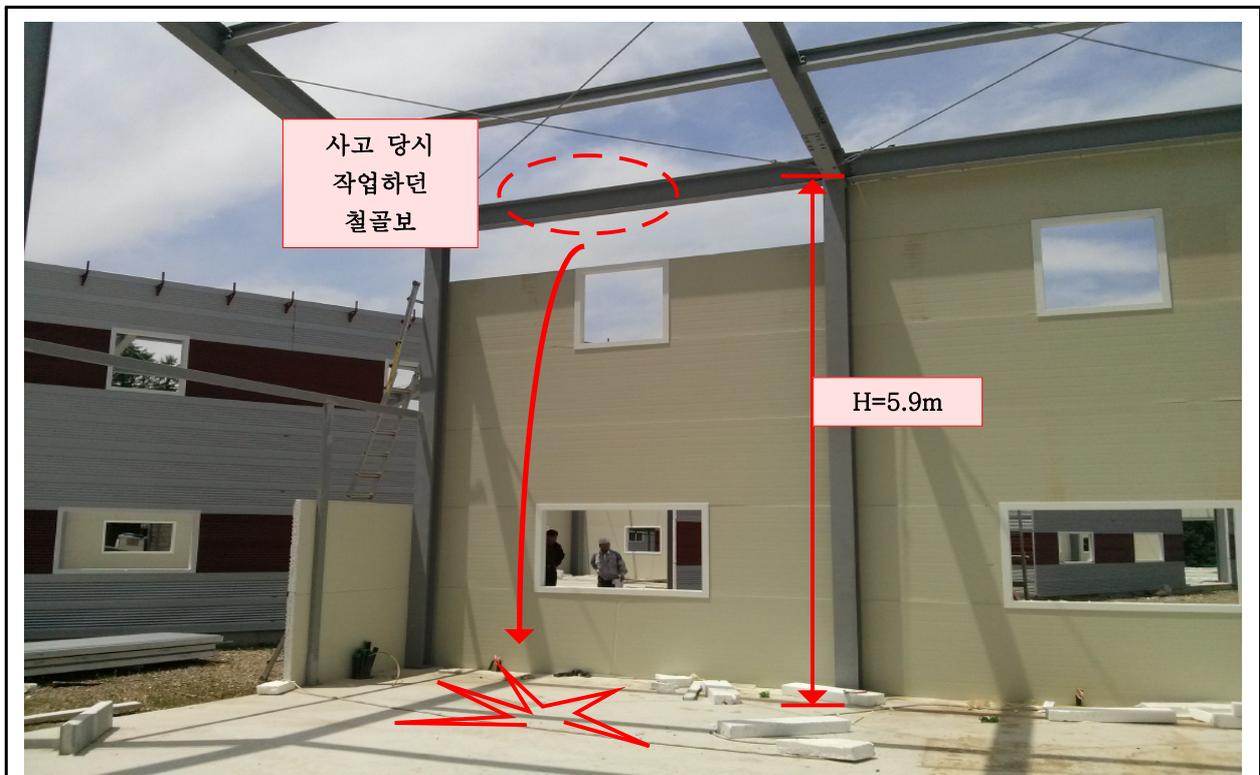


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 철골보 상부와 같이 떨어질 위험장소에서 작업을 하는 경우 안전방망을 설치하거나 안전대 부착설비를 설치한 후 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 떨어짐 방지를 위한 조치 철저 - 떨어질 위험장소에서 작업하는 경우 반드시 안전모 등 개인보호구 착용
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 당시 작업 상황

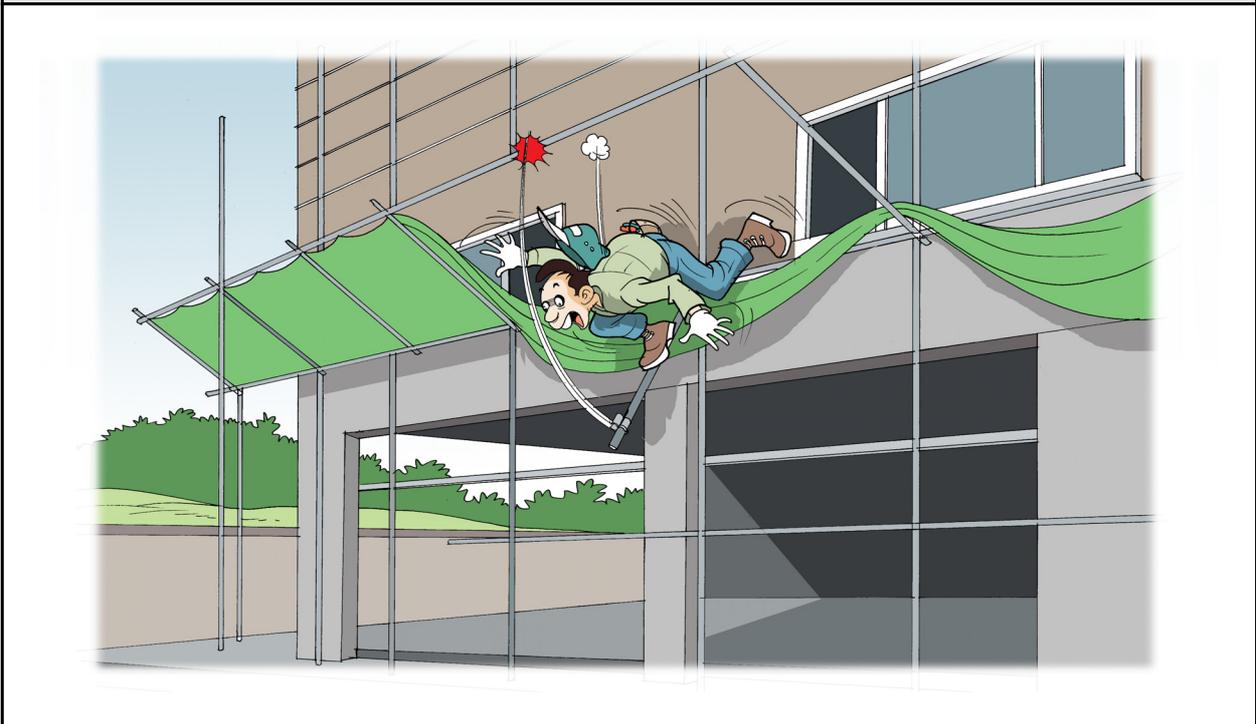


재해 당시 피재자가 떨어진 지점

외부 비계위에서 낙하물방지망 내민 부재를 해체하던 중 떨어짐

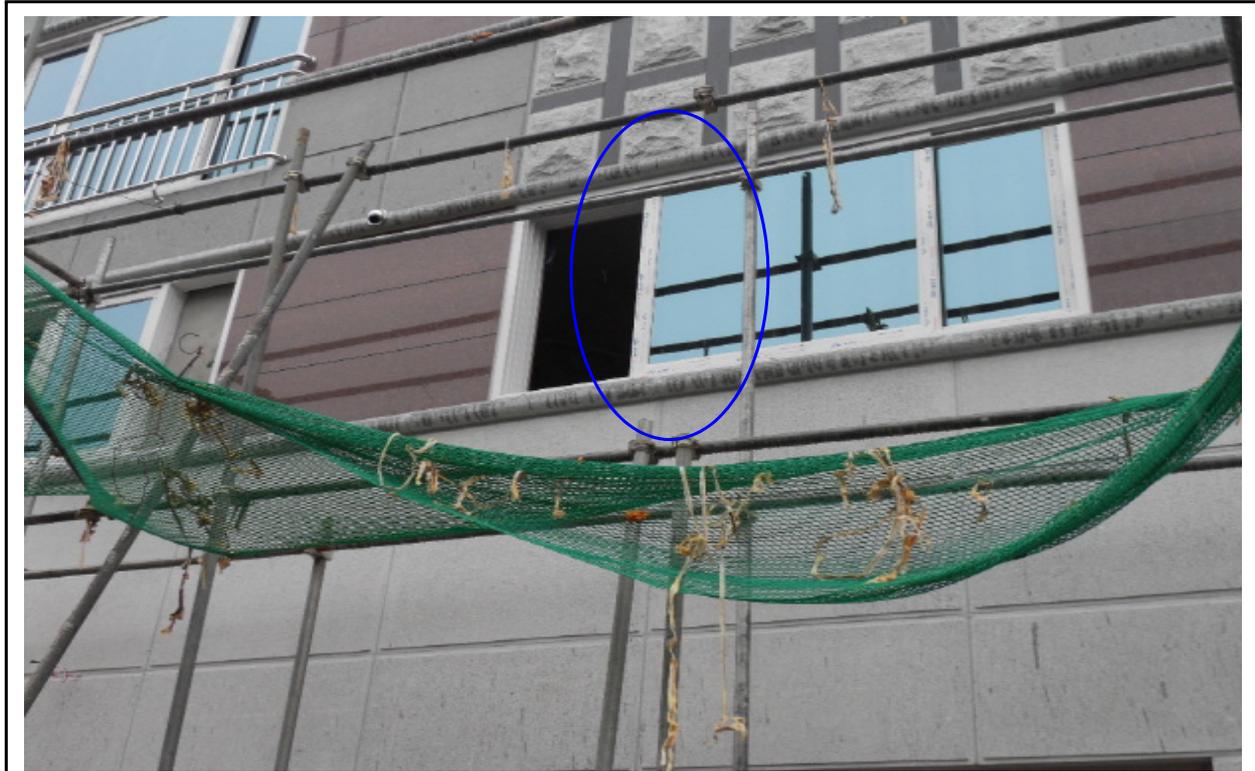
공 사 명	○○상가주택 신축공사	발생일시	2013.06.24(월) 15:50분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소 재 지	광주광역시 광산구	공사규모	지상 3층 1개동
재해개요	상가주택 신축공사 현장에서 외부비계 해체작업 중이던 피해자가 밟고 있던 낙하물방지망 내민 부재(비계용 강관, $\Phi 48.6\text{mm}$, $L=2\text{m}$)의 고정용 클램프를 해체하여 내민 부재가 아래쪽으로 회전하면서 약 4m 아래 지면으로 떨어져 사망		

재 해 상 황 도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 떨어질 위험이 높은 비계 해체작업을 하는 때에는 근로자에게 안전대를 지급하고 근로자가 안전대를 착용한 후 안전대를 걸고 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 철저 - 떨어질 위험이 있는 장소에서 작업하는 때에는 근로자에게 안전모를 지급하고 착용하도록 하는 등 개인보호구 지급 및 착용관리 철저
------	---

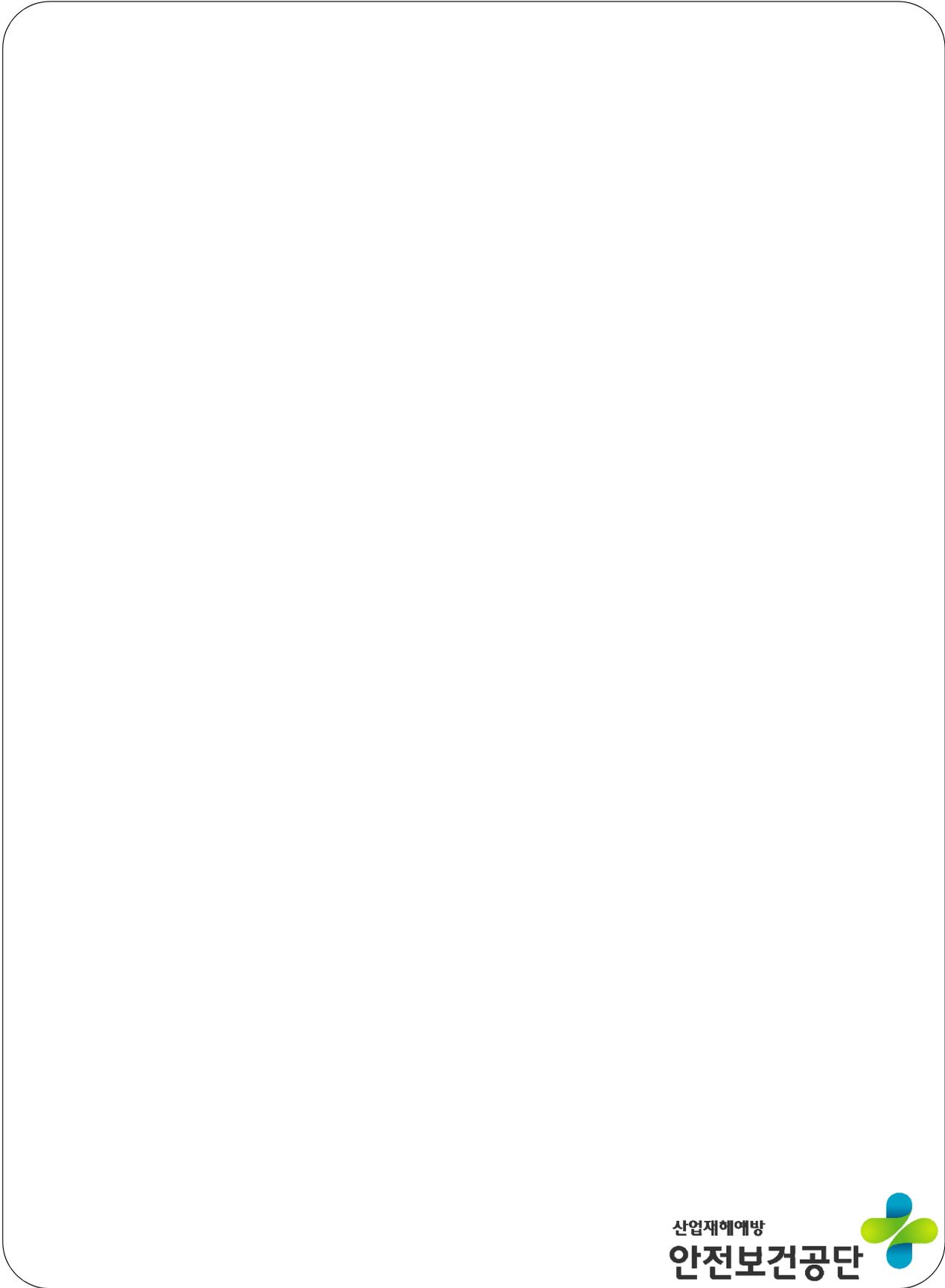
※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



피재자 작업 위치



피재자가 밟으면서 회전한 낙하물방지망 내민 부재



학교, 종교, 후생시설

1. 트럭크레인으로 인양하던 각목재 묶음이 떨어지면서 맞음
(2013.03.31)
2. 옹벽 건설작업 중 옹벽 벽체가 넘어지면서 깔림
(2013.04.18)
3. 외부 쌍줄비계위에서 대리석 부착작업 중 떨어짐
(2013.05.14)
4. 천공작업을 위해 PHC파일 두부에 올려둔 강재 보조파일이 넘어짐
(2013.05.20)
5. 배수 관로 및 맨홀을 굴삭기 버킷에 매달아 인양하던 중 굴삭기 넘어짐
(2013.06.07)
6. 철골빔 4단 상부에서 볼트 체결작업 중 바닥으로 떨어짐
(2013.06.24)

트럭크레인으로 인양하던 각목재 묶음이 떨어지면서 맞음

공사명	○○장례식장 신축공사	발생일시	2012.03.31(월) 13:20분경
재해형태	맞음	재해정도	사망 1명, 부상 1명
소재지	강원도 정선군	공사규모	지상 2층 1개동
재해개요	벽체 거푸집 작업을 위한 각목재 묶음(약 640kg)을 현장바닥에 적치하기 위해 피해자와 동료 1명이 적치장소를 정리하던 중 트럭크레인으로 인양되어 피해자 머리위로 이동하던 각목재 묶음이 불안정한 줄걸이에서(U형 걸이) 이탈되어 떨어지면서 피해자를 타격하여 피해자는 사망, 동료는 부상		

재해상황도



안전대책	- 크레인에 의한 중량물 인양작업은 작업계획서에 의해 관리감독자를 작업지휘자로 지정하고 인양물의 종류에 따른 안전한 줄걸이 작업방법으로 작업이 진행되도록 현장에서 관리·감독하여야 하며, 특히 양중기 운전원에게 신호를 통하여 중량물을 인양하도록 하고 하부 근로자 위로 인양물이 통과하지 않도록 조치
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경



떨어진 각목재 및 피해자의 혈흔

옹벽 건설작업 중 옹벽 벽체가 넘어지면서 깔림

공사명	○○대학교 증축공사	발생일시	2013.04.18(목) 19:10분경
재해형태	깔림	재해정도	사망 1명, 부상 1명
소재지	충북 괴산군	공사규모	3개동 증축
재해개요	피해자(미장공, 만31세)와 1명이 본관동 도로 상에서 옹벽 전면 문양 다듬기 및 폼타이 제거 등의 건설 작업을 하던 중 당일 배면 되메우기 작업이 완료된 토사(50m³)의 압력에 의해 전체 옹벽 146m 중 일부구간(L=20m, H=2.5~3.5m, t=20cm)이 파괴, 벽체가 넘어지면서 깔려 1명 사망, 1명 부상		

재해 상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 옹벽과 같은 토압을 받는 구조물을 시공을 할 때에는 사전에 구조검토를 실시한 후 설계도면을 철저히 작성하여야 하고, - 옹벽의 전도 등의 외적 안전성에 대한 검토 시 안전율(Fs)을 고려하여야 하며, 전도 안전율이 2이상일 수 있도록 옹벽 벽체두께를 키우거나 옹벽 저판 길이를 충분히 하는 등의 안전성이 확보되도록 설계 - 옹벽 시공 시 콘크리트 최소 양생기간을 정하여 압축강도가 충분히 발현된 후 토사 되메우기 작업이 이루어지도록 시방서를 작성 및 준수
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



무너진 옹벽 벽체

※ 옹벽 배면 토압에 의해 사진 우측방향으로 넘어짐



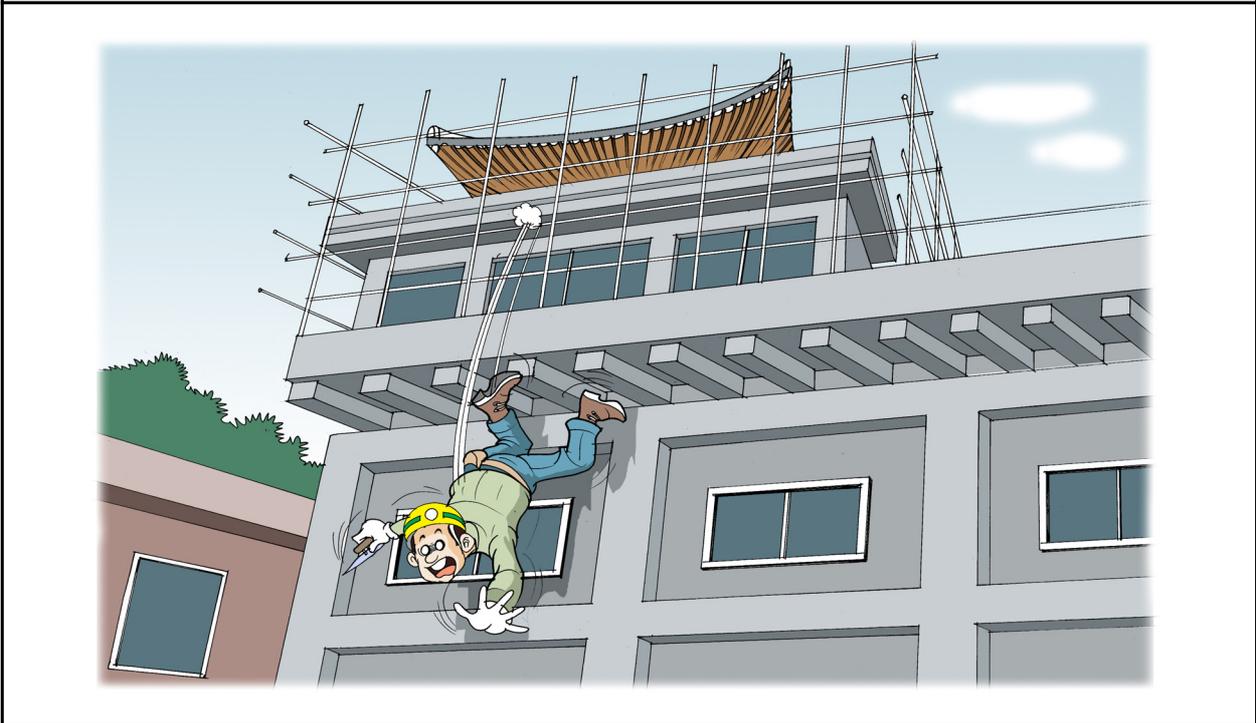
옹벽이 넘어진 방향

※ 옹벽 배면 상단부까지 되메우기 작업이 완료된 상태였음

외부 쌍줄비계위에서 대리석 부착작업 중 떨어짐

공사명	○○법당 재건축공사	발생일시	2013.05.14(화) 15:19경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	서울시 송파구	공사규모	지하 5층, 지상 6층 1개동
재해개요	석공사 협력업체 소속 피재자(남, 48세, 석공)가 건물 외부 쌍줄비계에서 지상 5층 정각 벽체에 외장용 대리석(흑두기)을 붙이는 작업 중 쌍줄비계 사이로 몸이 빠지면서 지하 1층 콘크리트 바닥으로 떨어져(≒19.1m) 사망		

재해상황도

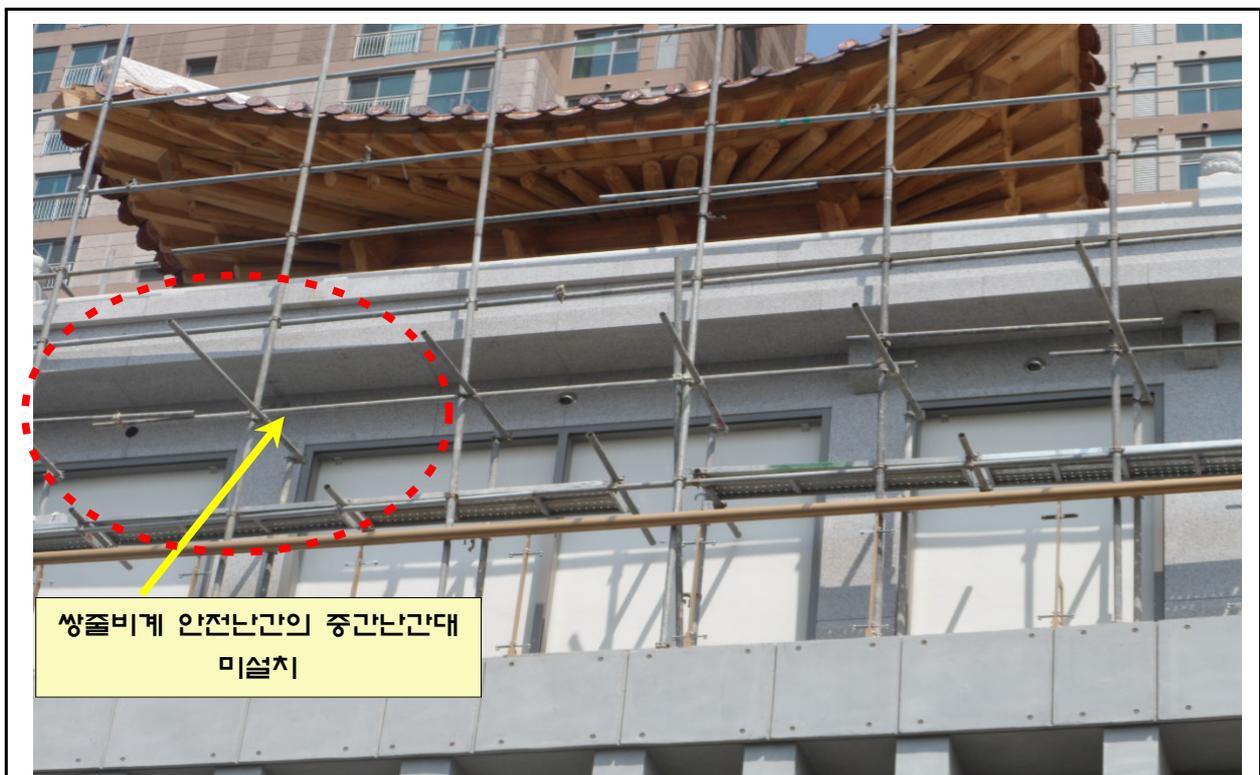


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 쌍줄비계에 안전난간을 견고하게 설치하도록 하고, 작업 여건상 임시로 안전난간을 해체하여야 하는 경우 안전방망을 설치하거나 근로자가 안전대를 착용하고 작업 - 떨어짐 위험을 방지하기 위하여 상부난간대는 작업발판 바닥면에서 90cm 이상 지점에 설치하고, 중간난간대는 상부난간대와 작업발판 중간에 설치하는 등 안전난간의 구조 및 설치요건 준수
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

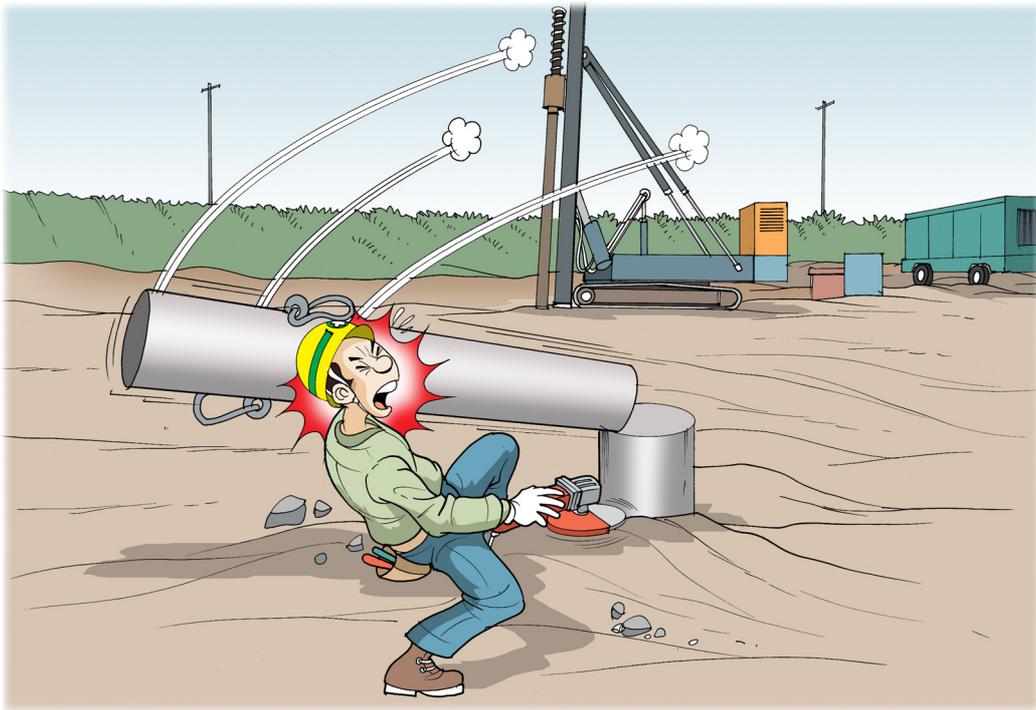


피재자가 떨어진 지상 5층 정각 대리석(흑두기) 부착용 쌍줄비계

천공작업을 위해 PHC파일 두부에 올려둔 강재 보조파일이 넘어짐

공사명	○○장례식장 신축공사	발생일시	2013.05.20(월) 09:55분경
재해형태	깔림	재해정도	사망 1명
소재지	광주광역시 광산구	공사규모	지하 1층, 지상 3층
재해개요	PHC 파일공사를 진행하던 중, 파일위에 올려놓았던 강재 재질의 보조 파일이 넘어지면서 PHC 파일 주위에 그라우팅 작업을 실시하던 피해자의 어깨와 가슴 부위를 타격하여 병원으로 이송하여 치료하였으나 사망		

재해상황도



안전대책

- 작업지휘자를 지정하여 항타기 이동 등의 작업 시 근로자와 충돌 및 항타기 넘어짐 등을 방지하여야 하며, 위험장소에 근로자 접근을 방지
- 보조파일 거치 시 넘어지지 않도록 하부에 덧댐판(날개)을 용접하거나, 항타 완료 후 보조파일을 지면에 내려놓고 항타기가 이동 할 수 있도록 작업방법을 개선

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

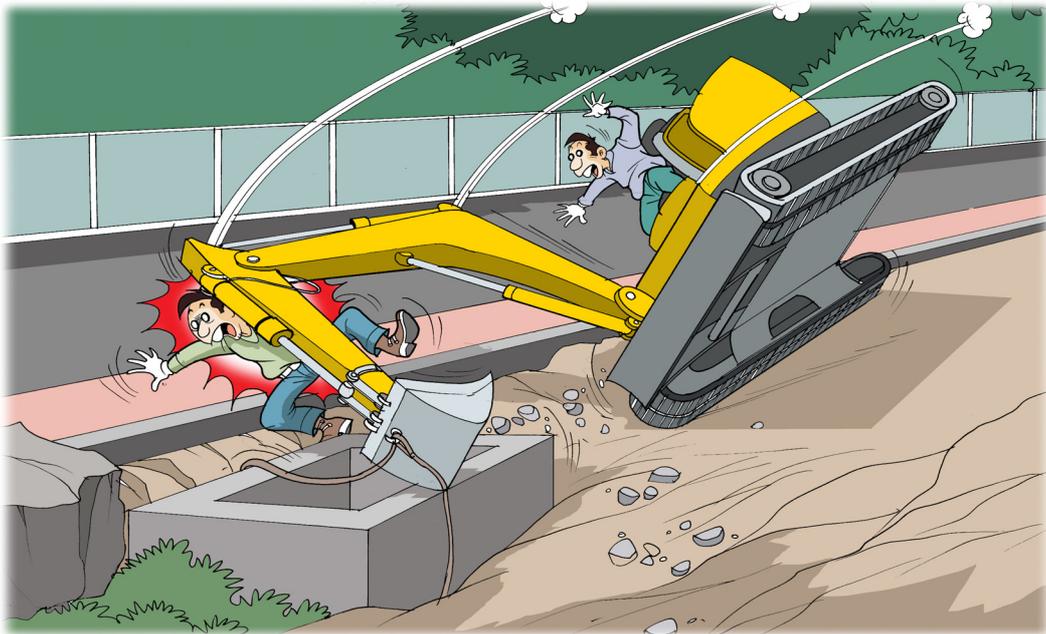


PHC 파일항타를 위해 사용했던 보조파일(좌) 및 재해가 발생한 중앙부 PHC 파일(우)

배수관로 및 맨홀을 굴삭기 버킷에 매달아 인양 중 굴삭기가 넘어짐

공사명	○○중학교 화장실 증축공사	발생일시	2013.06.07(금) 10:30분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경북 경산시	공사규모	지하 1층, 지상 3층, 2개동
재해개요	배수로 관로 및 맨홀을 설치하기 위해 굴삭기 버킷 후 부분에 섬유로프를 걸어서 맨홀(800mm×800mm)을 인양하여 안착시키는 과정에서 굴삭기가 넘어지면서 굴삭기 옆에서 수신호를 하던 피해자가 붐(boom)에 깔려 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 사용하는 차량계 건설기계의 종류 및 성능, 운행경로, 작업방법 등을 구체적으로 작성하고 중량물을 취급하는 경우에는 낙하 및 전도위험을 예방할 수 있는 안전대책을 수립 후 그 내용을 해당 근로자에게 주지 - 콘크리트 맨홀 운반 등의 중량물 취급작업 시에는 굴삭기 사용을 지양하고, 크레인 등 양중기를 사용하여 작업반경내 근로자 출입을 금지
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



피해자 사고발생 후 위치(피해자는 굴삭기 붐에 깔려 사망)

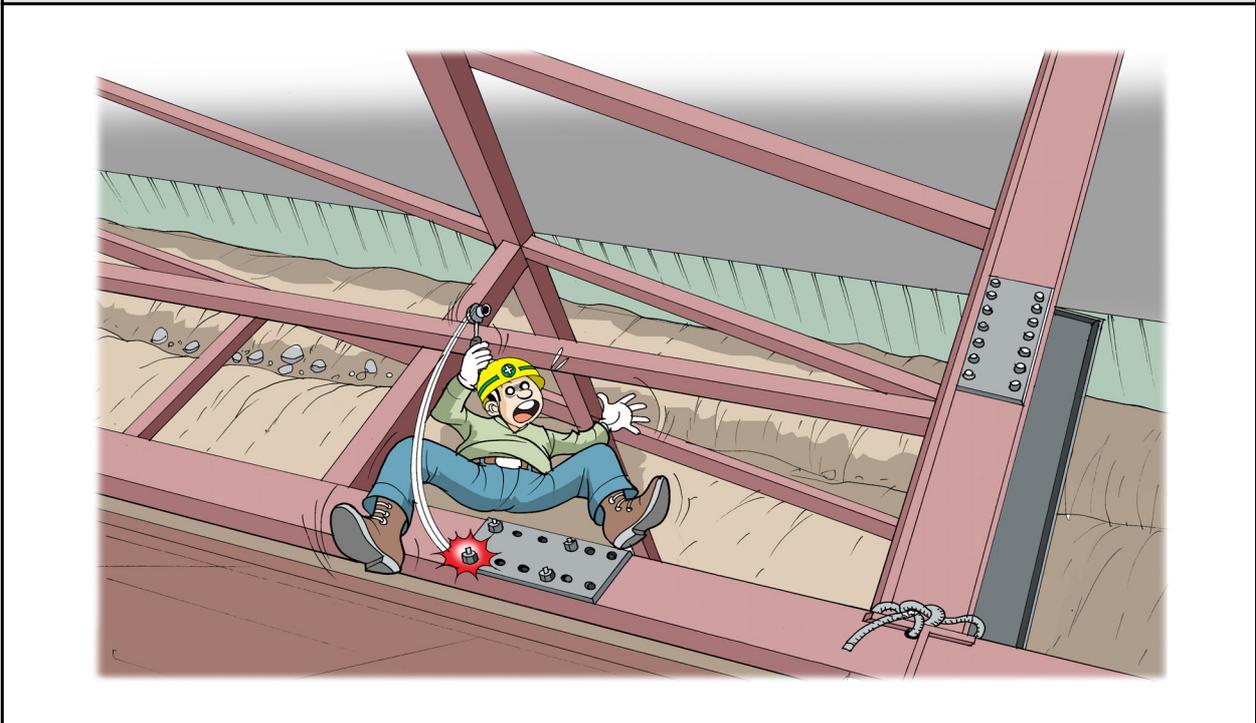


인양 중이던 맨홀(800mm×800mm, 약 0.8ton)

철골빔 4단 상부에서 볼트 체결작업 중 바닥으로 떨어짐

공사명	○○교회 증·개축공사	발생일시	2013.06.24(월) 08:45분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	서울특별시 은평구	공사규모	지상 4층 철골조 증축
재해개요	피재자가 가볼트 체결된 철골구조물의 철골빔 4단 상부에서 1차 본조립을 위해 볼트를 체결하는 작업을 하던 중 몸의 중심을 잃고 지상 바닥으로 떨어져(h=13.4m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 철골빔위에서 볼트체결작업을 하는 경우에는 작업 중 떨어지는 재해를 방지하기 위하여 안전대를 걸 수 있는 안전대 부착설비를 설치하여야 하며 작업자는 작업 중 안전대 고리(Hook)를 안전대 부착설비에 체결하고 작업 실시 - 높이 10m 이상 고소 작업장소에는 떨어지는 재해자를 보호하기 위한 안전방망을 작업 장소 아래에 가능한 가까이 설치하되 10m를 초과하지 않아야하며 안전방망은 근로자가 떨어질 경우 안전하게 보호받을 수 있도록 견고하게 설치하고 유지·관리를 철저히
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.

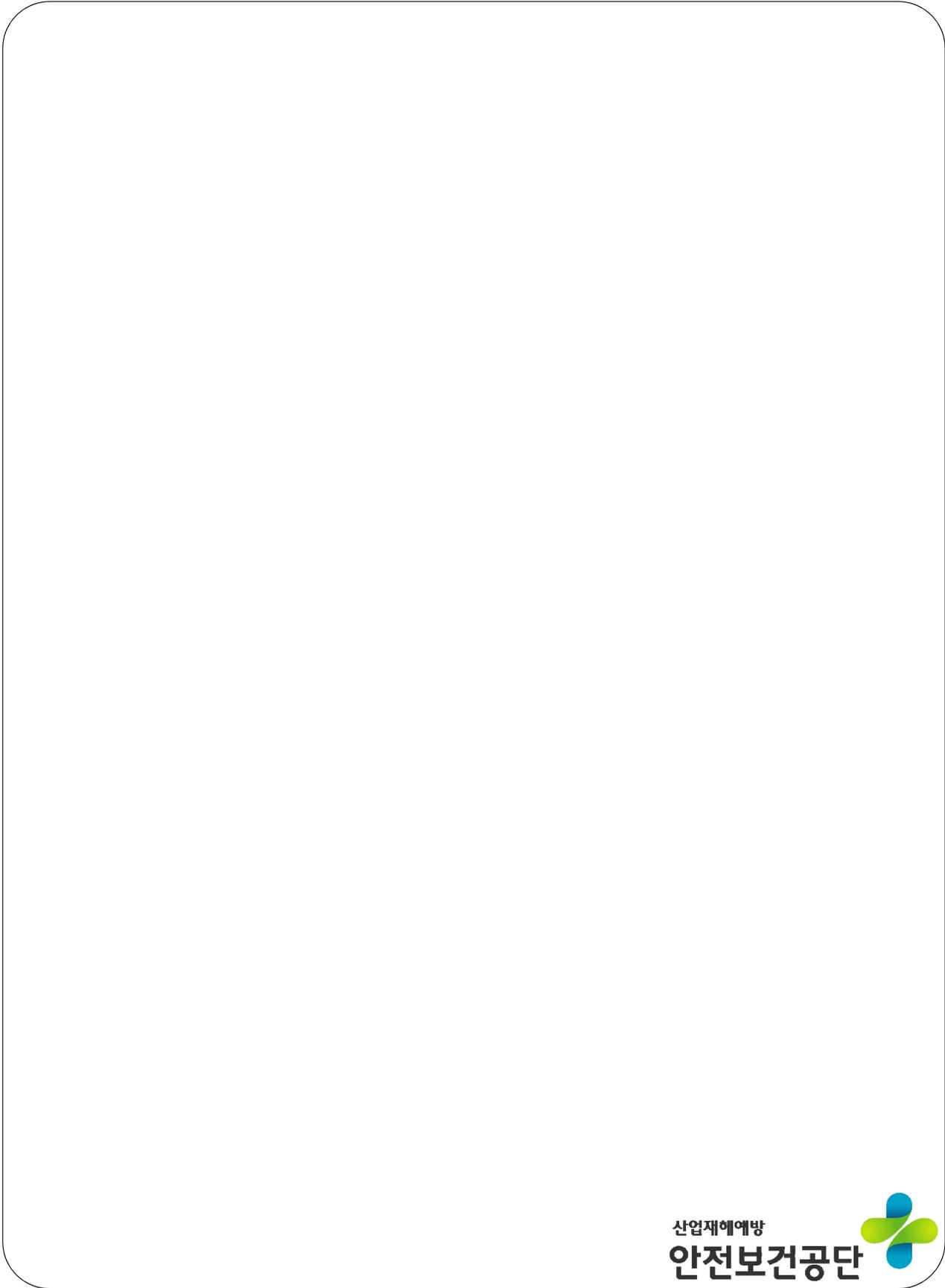


떨어짐

재해발생 현장전경



피재자의 작업위치(철골빔 4단)



대형 플랜트 중·소형 공장

1. 준천장 샌드위치 패널위에서 이동 중 패널 탈락으로 떨어짐
(2013.03.27)
2. 베어링 설치작업 중 베어링하우징이 샤프트에서 탈락하면서 깔림
(2013.04.08)
3. 고소작업대에서 크레인 레일 거더 상부로 올라서는 순간 떨어짐
(2013.04.13)
4. 공장내부 천정 패널 몰딩설치작업 중 고소작업대에 끼임
(2013.04.20)
5. 천정에서 배전반 전선연결작업 중 천정이 탈락되면서 함께 떨어짐
(2013.04.25)
6. 사출실 공조 시스템 제작·설치작업 중 이동식비계에서 떨어짐
(2013.05.03)
7. 철골보 설치작업 중 철골기둥이 넘어지면서 떨어짐
(2013.05.30)
8. 전기실 철골조립작업 중 몸의 중심을 잃고 바닥으로 떨어짐
(2013.06.15)

준천장 샌드위치 패널위에서 이동 중 패널 탈락으로 떨어짐

공사명	○○유틸리티 설비배관공사	발생일시	2013.03.27(수) 10:00분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경기도 광주시	공사규모	지상 2층 규모 설비배관
재해개요	피재자(남, 51세, 용접공)가 준천장 샌드위치 패널(단위규격 2.3m×1m, T=5cm) 위에서 이동 중 임시로 고정된 준천장 샌드위치 패널이 지지대인 T-BAR에서 탈락되면서 피재자가 샌드위치 패널과 함께 지상 1층 바닥으로 떨어져(H=4m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 준천장에서 작업 시 작업장으로 통하는 장소에 근로자가 사용할 안전한 통로를 설치하고 항상 사용할 수 있는 상태로 유지 - 준천장 샌드위치 패널을 통로로 사용하고자 할 경우 통행구간을 C-형강 등으로 보강하여 패널이 T-BAR에서 탈락되지 않도록 견고한 구조로 설치
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경



재해발생 위치(준천장 샌드위치 패널)

베어링 설치작업 중 베어링하우징이 샤프트에서 탈락하면서 깔림

공사명	○○Line 최적화공사	발생일시	2013.04.08(화) 14:10경
재해형태	깔림	재해정도	사망 1명
소재지	경북 포항시	공사규모	전로2기 신설
재해개요	피재자(남, 52세, 기계공)가 전로 트루니언링 샤프트(이하“샤프트”)의 베어링 하우징 커버 설치 중 기존에 설치된 베어링하우징(약 8톤)이 갑자기 샤프트에서 탈락되면서 샤프트 앞에서 볼트를 닦고 있던 피재자가 깔려 사망		

재해상황도

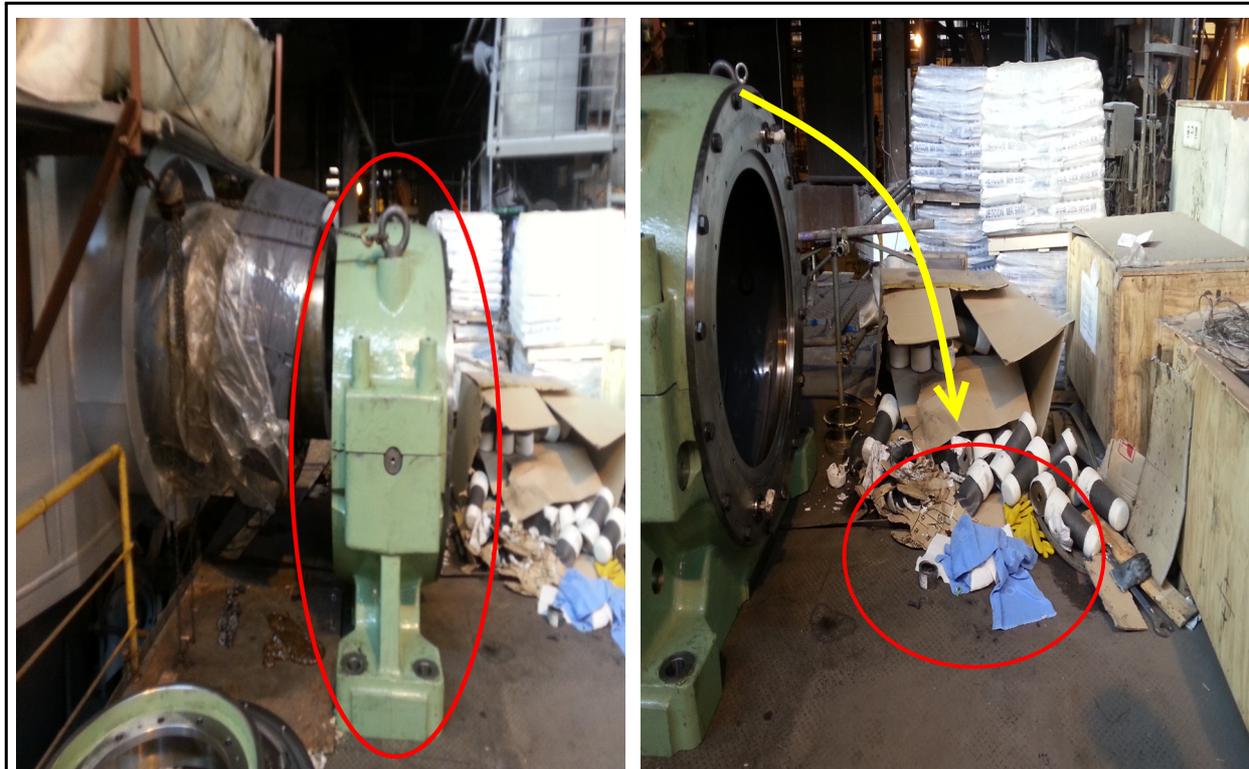


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 샤프트에 설치된 베어링하우징은 하부에 있는 베어링 부쉬가 상하로 움직일 수 있는 구조로 되어있어 앞·뒤에 커버를 설치하기 전까지는 항상 빠질 수 있어 커버설치가 완료 될 때까지 지그 또는 고리 등을 이용하여 베어링 부쉬가 전도되지 않도록 고정조치를 확실히 한 후 작업 실시 - 금속제 중량물(8톤)의 취급작업에 대하여 근로자의 위험을 방지하기 위하여 떨어짐, 넘어짐, 끼임 및 무너짐 위험을 예방할 수 있는 안전 대책을 포함한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업 실시
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생지점인 제1공장 내 2호 전로

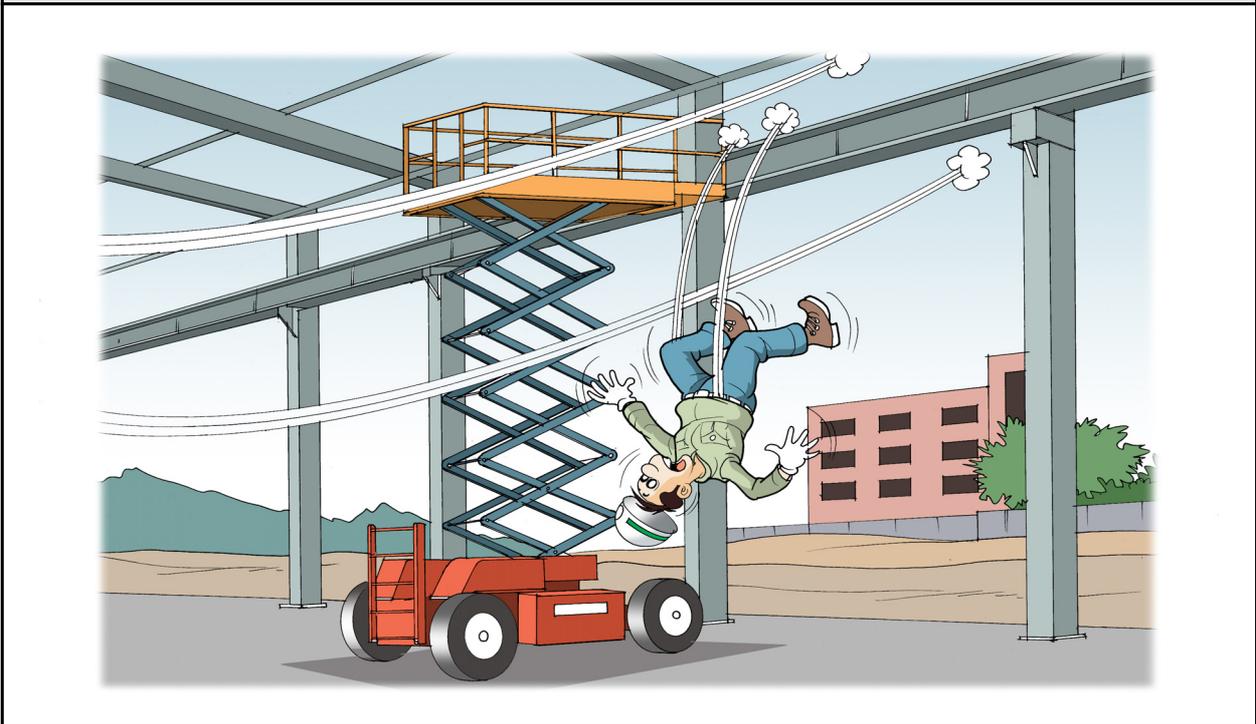


기인물인 베어링하우징(좌) 및 재해발생지점(우)

고소작업대에서 크레인 레일 거더 상부로 올라서는 순간 떨어짐

공 사 명	○○공장 신축공사	발생일시	2013.04.13(토) 15:40분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소 재 지	충남 당진시	공사규모	지상 4층 사무동, 지상 2층 공장동 2개동
재해개요	공장동 측면부 철골보와 크레인 레일 거더 사이를 연결하는 L형강 앵글의 볼트 체결을 위해 고소작업대에서 크레인 레일 거더(폭 30cm) 상부로 올라서는 순간 강풍이 불면서 몸의 균형을 잃고 약 7.5m아래 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망		

재 해 상 황 도



안전대책	- 떨어질 위험이 있는 높이 2미터 이상의 장소에서 근로자에게 안전대를 착용시킨 경우 안전대를 안전하게 걸어 사용할 수 있는 지지로프 등의 부착설비를 설치하여야 하며, 안전대 및 부속설비의 이상 유무를 작업을 시작하기 전에 점검
-------------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경



피재자가 떨어진 크레인 레일 거더 상부(철골)

공장 내부 천정 패널 몰딩설치작업 중 고소작업대에 끼임

공 사 명	○○공장 개축공사	발생일시	2013.04.20(토) 16:40분경
재해형태	끼임	재해정도	사망 1명
소 재 지	경기도 김포시	공사규모	지상 1층, 1개동
재해개요	피해자(남, 45세, 패널공)가 공장내부 천정패널 몰딩설치 작업 중 고소작업대가 과상승하여 피해자의 가슴부위가 고소작업대 안전난간과 천정패널 사이에 끼어 인근병원에 이송하여 치료하였으나 사고당일 18:10분경 사망		

재 해 상 황 도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 고소작업대 사용 시 이물질에 의하여 고소작업대 레버의 인터록스위치의 고장이 발생할 수 있기 때문에 고소작업대 레버 등 각 부위의 이상 유무를 수시로 확인 한 후 작업 실시 - 고소작업대를 설치하는 경우에는 작업대에 끼임 재해를 예방하기 위해 과상승 방지장치를 설치한 후 작업 실시
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 고소작업대 및 레버
 ※ 경찰에서 사고조사 시 고소작업대 레버의 인터록스위치 해제 시에도 고소작업대가 작동되는 고장상태(추정)였고, 과상승방지장치 미설치 상태였음

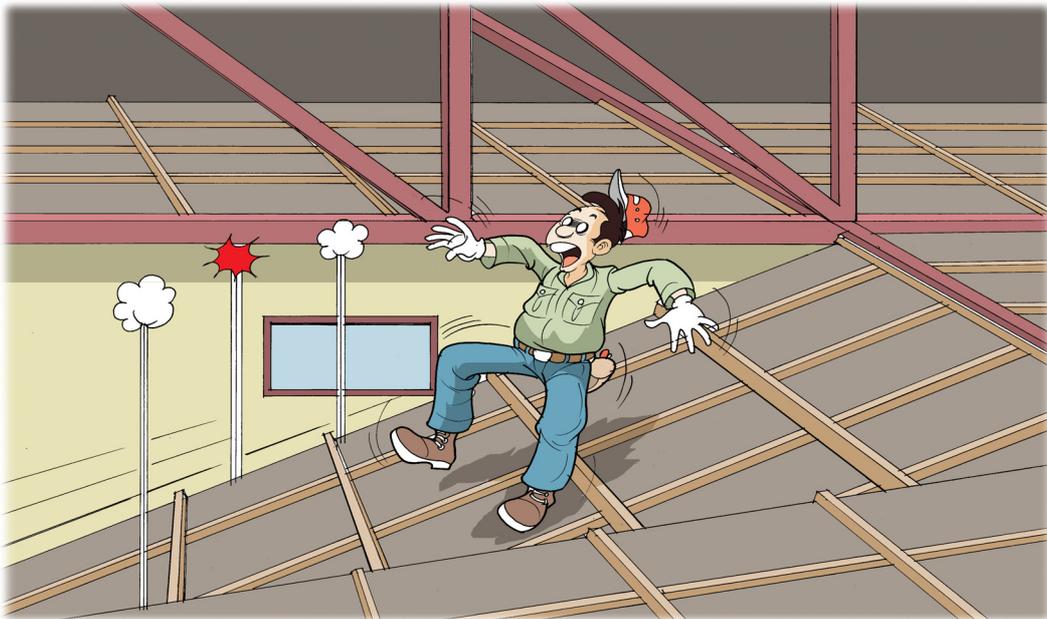


레버 및 인터록스위치(해제상태-좌, 체결상태-우)
 ※ 작업과정에서 이물질 등으로 레버의 인터록스위치가 고장상태였을 것으로 추정

천정에서 배전반 전선연결작업 중 천정이 탈락되면서 함께 떨어짐

공사명	○○공장 리모델링 공사	발생일시	2013.04.25(금) 14:40분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경북 경산시	공사규모	공장동 벽면 도색, 칸막이, 천장공사 등
재해개요	피재자가 천정위에 올라가 기계와 배전반 전선연결 작업을 하던 중 천정이 피재자의 몸무게(45kg)를 견디지 못하고 천장반자를 및 천장 석고보드와 함께 3m 아래의 지면으로 떨어져 병원에서 치료 중 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 반자를 상부에 근로자가 올라가서 작업 시 반자를 받이와 반자틀 간 연결상태가 근로자의 집중 하중을 지탱 할 만큼 견고하지 않으므로 철골 트러스상부에 AL사다리를(2겹) 눕힌 후 AL사다리 상부에서 작업을 하거나 별도의 견고한 작업 발판을 설치 - 천장의 높이가 3m정도의 고소작업이므로 안전모를 지급, 턱끈을 조여 매도록 하고 안전대는 착용한 후 철골 트러스 등에 걸고 작업
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



기계 및 전선을 올려주는 작업 위치



천정 반자들 받이 및 반자들 설치상태

사출실 공조 시스템 제작·설치작업 중 이동식비계에서 떨어짐

공사명	○○공장 사출실 공조SYSTEM 제작·설치공사	발생일시	2013.05.03(금) 11:50분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경남 양산시	공사규모	지상 1층 공조시설
재해개요	(주)○○테크 공장 사출실 공조 System 제작 및 설치공사 현장에서 피해자가 이동식 틀비계에서 내려오던 중 몸의 균형을 잃고 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 이동식비계 작업발판 단부에는 작업 중 떨어질 위험이 있으므로 떨어짐 방지용 안전난간을 설치 - 떨어짐 방지를 위해서는 안전난간을 설치하여야 하나 난간 등의 설치가 매우 곤란하거나 작업의 필요상 임시로 난간 등을 해체하여야 하는 경우에는 안전대를 착용하는 등 떨어짐 방지
------	---

※ 본 자료는 동중(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장의 스파이럴 원형 및 사각 덕트 시공 전경

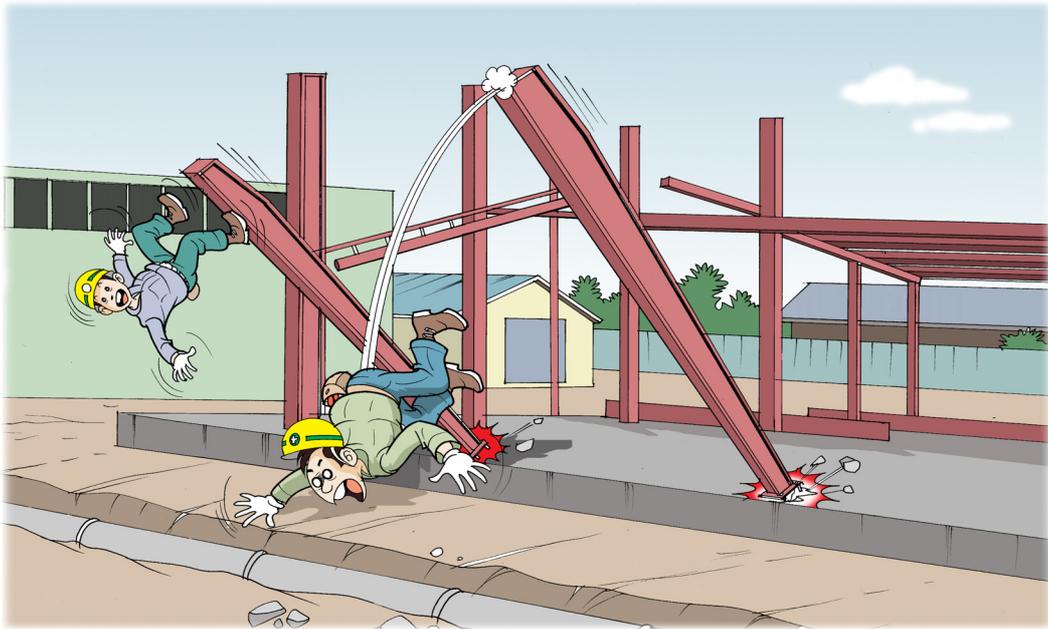


재해발생 직전의 이동식비계 설치상태

철골보 설치작업 중 철골기둥이 넘어지면서 떨어짐

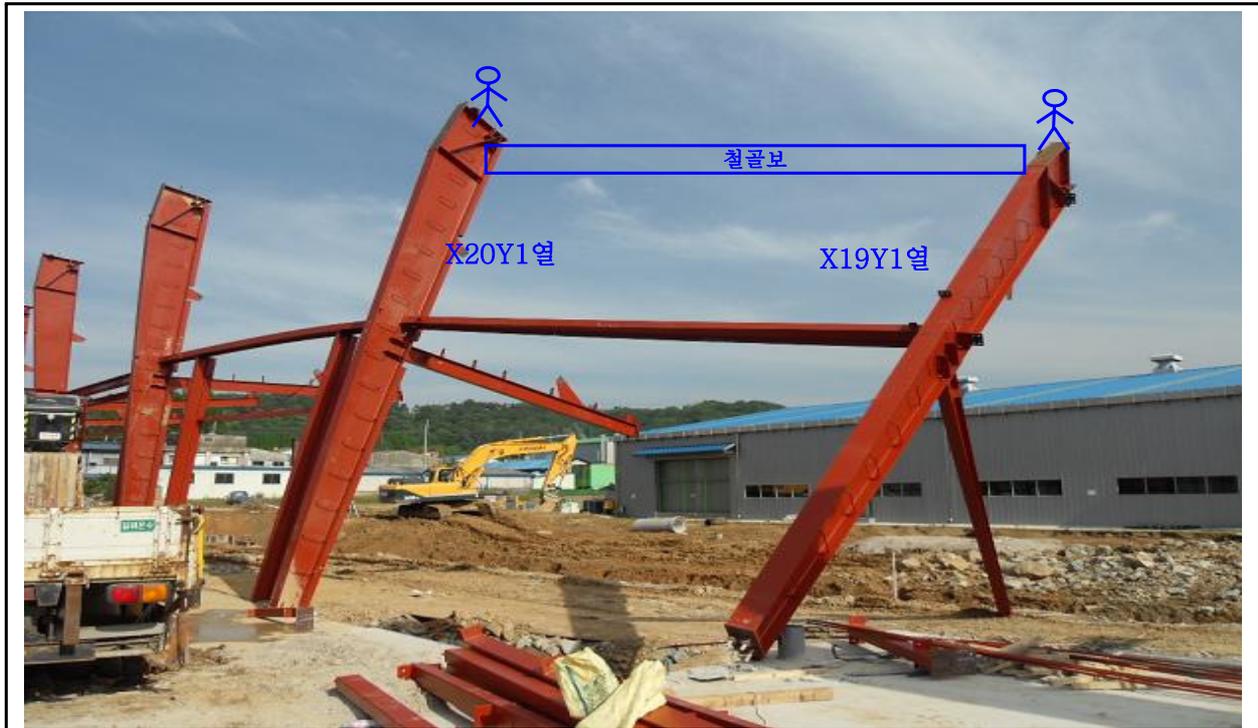
공사명	○○공장 창고 증축공사	발생일시	2013.05.30(목) 09:50분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명, 부상 1명
소재지	광주광역시 북구	공사규모	창고 3개동
재해개요	협력업체 ○○중공업(주) 소속 근로자 7명이 제품창고 철골기둥 X19Y1열(h=10.2m)과 X20Y1열(h=10.7m) 상부에 철골보 설치작업을 하던 중 X19Y1열 철골기둥의 앵커볼트(케미컬앵커 M27×200)가 뽑히면서 기둥이 넘어져 상부에서 보 조립작업을 하던 피재자 2명이 약 10.7m 아래 지상으로 떨어져 1명은 사망하고 1명은 부상		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 철골 조립작업 시 철골기둥의 자중, 진동 및 충격 등에 의하여 무너지거나 넘어지는 등의 위험이 없도록 앵커볼트 등의 부재를 설계도서에 따라 시공하여야 하고, 철골기둥이 넘어질 위험이 있는 때에는 버팀대 등을 설치하는 등 넘어짐 방지조치 철저 - 떨어질 위험이 있는 철골기둥 상부에서 작업 시 근로자가 안전대를 안전하게 걸어 사용할 수 있는 안전대 부착설비를 설치하고 안전대를 걸고 작업
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 피재자 작업위치



작업 중 뽑힌 X19Y1열 케미컬앵커(M27×200)

※ 설계상 철골기둥 앵커볼트는 M27×900(φ 27mm, L=900mm, 매립길이 약 75cm)으로 설계되었으나 X19Y1열의 콘크리트 바닥에는 앵커볼트 시공이 누락되어 5월 25일 케미컬앵커[M27×200(φ 27mm, L=200mm, 매립길이 약 7cm)]를 임의 시공

전기실 철골조립작업 중 몸의 중심을 잃고 바닥으로 떨어짐

공사명	○○발전소 건설공사	발생일시	2013.06.15(토) 11:50경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	강원도 영월군	공사규모	송전선로 및 전기공사
재해개요	피재자(남, 55세, 철골조립공)가 전기실 철골조립 작업을 위해 지붕부재위에서 보조 부재 체결작업을 진행하던 중 몸의 중심을 잃고, 약 4.0m아래 지상 콘크리트 바닥으로 떨어져 병원으로 이송하여 치료하였으나 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 철골 상부에서 조립작업은 떨어질 위험이 매우 높으므로 안전대 걸이 시설에 안전대를 반드시 체결하고 작업을 하여야 하며, 관리감독자는 소속된 근로자의 보호구 착용·사용에 관한 철저한 교육 및 지도 실시
------	---

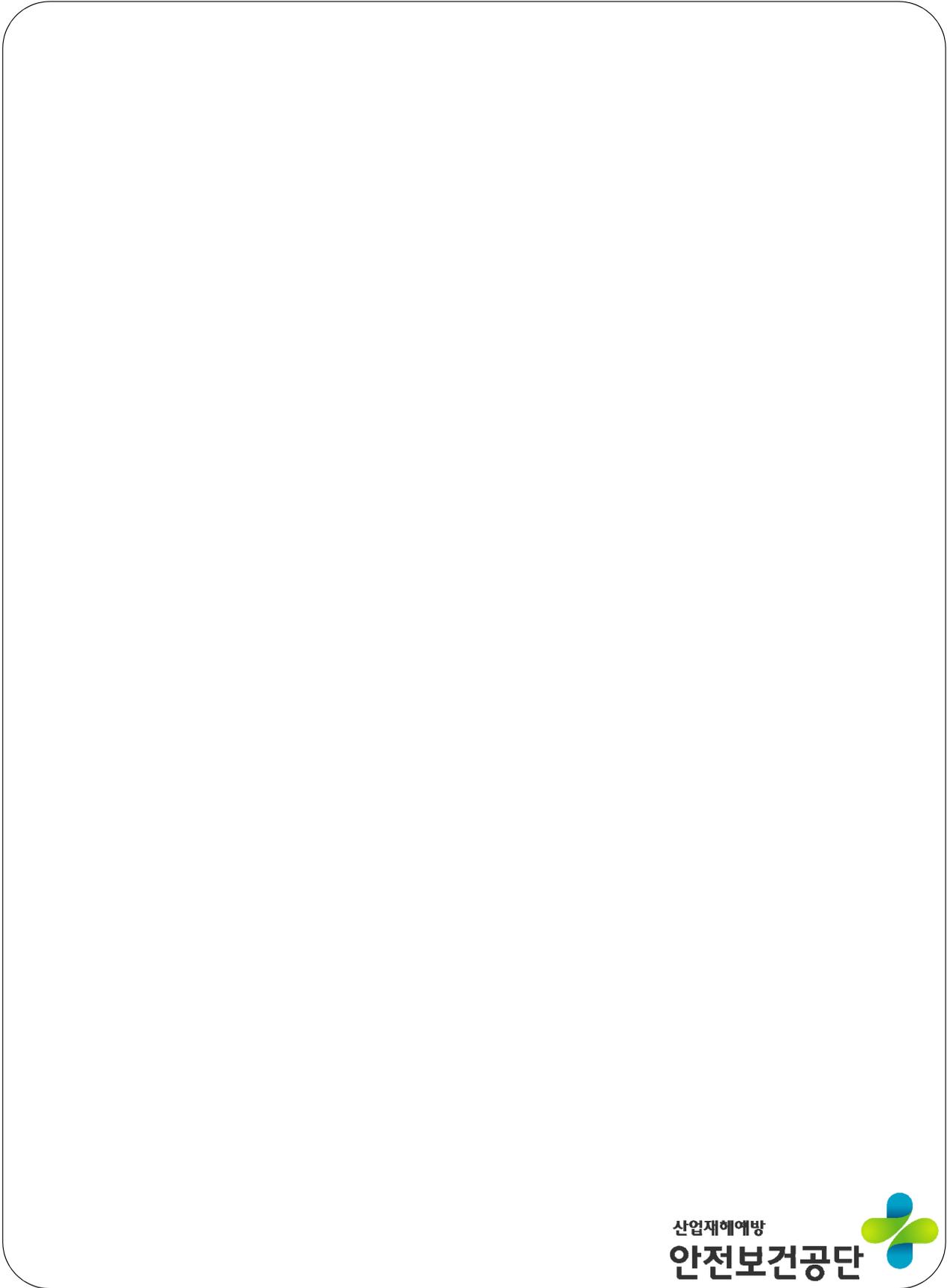
※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



전기실 지붕부재 위에서 약 4.0m 아래로 떨어짐



피재자가 설치하려했던 지붕 보조부재



토 목

1. 터널 락볼트 설치 준비작업 중 천단부 암반이 붕락
(2013.04.02)
2. 트럭크레인 붐이 22,900V 전로에 접촉, 녹은 전선이 떨어져 불이 붙음
(2013.04.13)
3. 트럭크레인의 턴테이블이 파단되면서 꺾인 붐대에 맞음
(2013.04.18)
4. 이동식크레인이 지반 침하에 의해 넘어지면서 작업발판을 강타
(2013.05.03)
5. 굴삭기가 후진하던 중 탈착한 버킷을 밀어 버킷이 굴러 떨어짐
(2013.05.04)
6. 우수관로 흡관 거푸집 해체작업 중 배면토사가 무너져 매몰
(2013.05.30)
7. 우수관로 매설작업 중 굴착 사면의 토사가 무너짐
(2013.06.07)
8. 발파한 암석을 덤프트럭에 상차하던 중 암석이 떨어져 맞음
(2013.06.07)
9. 교량 슬래브 바닥 거푸집 해체작업 중 떨어짐
(2013.06.10)
10. 터널 막장면 슛크리트 작업 중 슛크리트 머신과 터널벽체사이에 끼임
(2013.06.15)

터널 락볼트 설치 준비작업 중 천단부 암반이 붕락

공사명	○○선 복선전철 ○공구	발생일시	2013.04.02(화) 21:17분경
재해형태	무너짐	재해정도	사망 1명, 부상 1명
소재지	경기도 용인시	공사규모	터널 총연장 3.383km(NATM)
재해개요	지하 약 35m 깊이의 터널굴진 작업장에서 피해자 2명이 락볼트(길이 : 4m) 설치를 위해 터널용 고소작업차(차징카)의 작업대(2개소)에 각각 나누어 탑승하고 작업대를 상승하려던 중, 1차 Shotcrete까지 완료된 천단부의 암반(약 1.5㎡)이 붕락, 작업대로 떨어져 1명 사망, 1명 부상		

재해상황도



안전대책	- 터널 등의 건설작업을 하는 경우에 낙반 등에 의하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우에 부석 제거 등 낙반 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치 철저
-------------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



트럭크레인 붐이 22,900V 전로에 접촉, 녹은 전선이 떨어져 불이 붙음

공 사 명	하수관거 정비사업	발생일시	2013.04.13(토) 11:30분경
재해형태	화상	재해정도	사망 1명
소 재 지	전북 김제시	공사규모	오수관거 24km, 우수관거 5km
재해개요	흠막이(H-Pile 토류판)설치용 토류판을 트럭크레인 버킷에 담아 굴착 하부작업지점에 운반하기 위해 트럭크레인 붐을 빼 버킷을 지면에 내려 놓는 순간, 지면에서 약 15m 상부의 22,900V 전선에 붐이 접촉, 스파크가 발생하면서 고압선의 피복과 전선이 녹아 끊어지면서 피해자 위로 녹은 전선 등이 떨어져 옷에 불이 붙어 화상을 입고 치료 중 사망		

재 해 상 황 도



안전대책

- 트럭 크레인 등 차량을 이용한 작업 시 충전전로가 인근에 있으면 사전에 충전전로의 접근방지 조치(최소 300cm 이상의 이격거리를 유지하거나 절연용 방호구를 설치)하여 접촉되지 않도록 하거나 감시인을 배치하여 한계거리로 접근하지 않도록 조치

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



트럭 크레인 붐에 고압전로가 접촉된 흔적

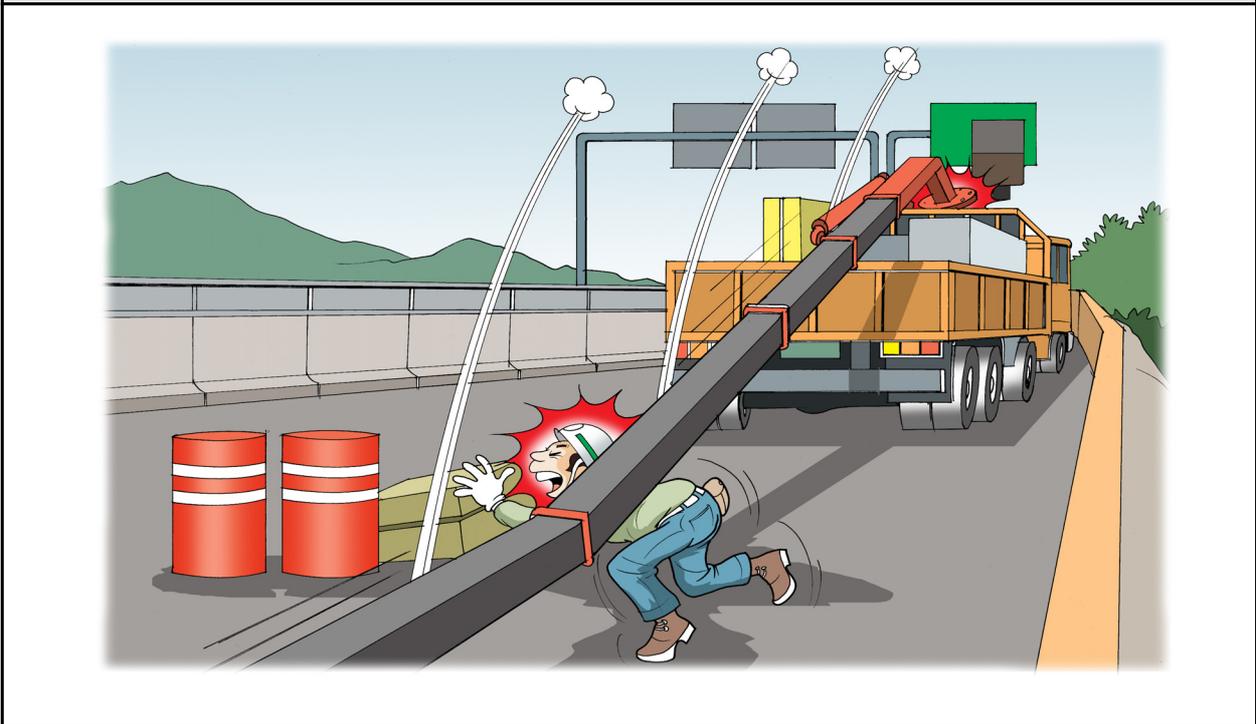


크레인 붐과 22,900V 전로 접촉부분 및 전선이 바닥에 떨어지면서 생긴 흔적

트럭크레인의 턴테이블이 파단되면서 꺾인 붐대에 맞음

공 사 명	고속국도○○호선 냉정-부산간 확장공사	발생일시	2013.04.18(목) 10:10분경
재해형태	맞음	재해정도	사망 1명
소 재 지	경북 포항시	공사규모	고속도로확장 6.44km
재해개요	피재자가 본선부 갓길 차단을 위한 PC방호블럭 설치작업 중 트럭 크레인의 턴테이블(Turn Table)축의 고장력 볼트가 파단, 붐(Boom)이 꺾이면서 PC 방호블럭을 잡으려던 피재자의 머리를 강타하여 사망		

재 해 상 황 도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 트럭 크레인 등을 사용하여 작업하는 때에는 사전에 턴테이블 연결 볼트의 훼손상태 등을 점검한 후 이상이 있는 때에는 즉시 교체 후 작업을 진행하고 장비 매뉴얼 상의 정격하중 이내에서 작업 실시
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경

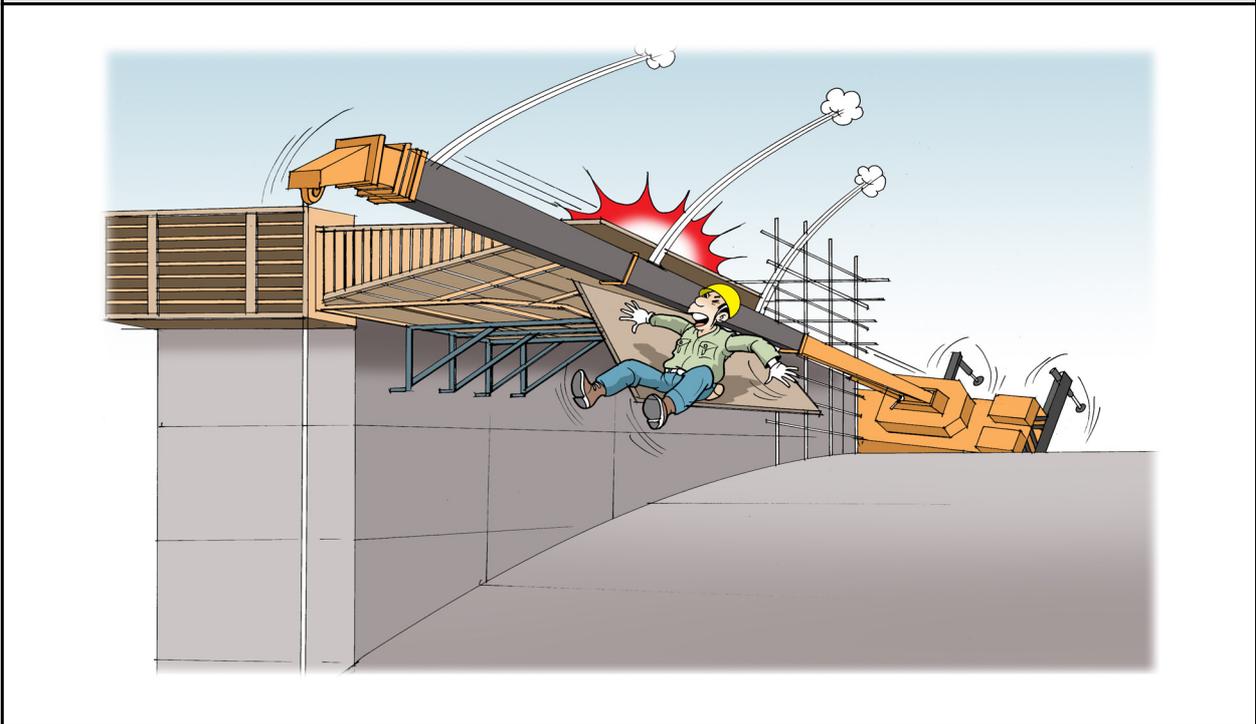


24개의 턴테이블 고장력 볼트 중 절반이 피로파괴
(좌-마스트쪽, 우-차제쪽 턴테이블)

이동식크레인이 지반침하에 의해 넘어지면서 작업발판을 강타

공사명	○○지구 독 높이기 공사	발생일시	2013.05.03(금) 09:10분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	충남 논산시	공사규모	저수용량 676만㎡ 확장
재해개요	이동식 크레인을 이용해 여수토 상부에 있는 자재(900kg)를 여수토 하부로 옮기던 중 지반 침하에 의해 크레인이 넘어지면서 피재자(신호수)가 있던 작업발판을 붐대가 덮쳐 피재자가 작업발판과 함께 하부로 떨어져(15m) 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 중량물 양중작업 시에는 넘어짐에 의한 사고 방지를 위해 사전에 지반조사를 실시하고, 조사결과를 바탕으로 작업계획서를 작성하며 작업 전 지반의 상태를 점검하여 크레인의 거치 위치를 선정
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



넘어진 이동식 크레인 및 침하된 아웃트리거



피재자 추락경로 및 지반이 침하된 상태(30cm 침하)

굴삭기가 후진하던 중 탈착한 버킷을 밀어 버킷이 굴러떨어짐

공사명	○○고속철도 제○공구 노반신설공사	발생일시	2013.05.04(토) 10:03분경
재해형태	깔림	재해정도	사망 1명
소재지	전북 정읍시	공사규모	연장 9.7km 철도노반 신설
재해개요	당초 집수정 설치 지점에 기 제작 운반하여 놓은 집수정을 본 설치를 위한 측량 등을 한 후 바탕면 정리를 위해, 굴삭기 버킷을 성토부 선단부에 탈착한 후 굴삭기 후크에 걸어 집수정을 인양한 후 후진하던 중 버킷을 밀어 버킷이 약 7m 굴러 떨어지면서 성토부 선단부 하부에서 집수정 설치 작업을 준비 중이던 피해자가 깔려 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 굴삭기를 이용한 차량계 건설기계 작업 시 유도자를 배치하고 유도자의 신호에 따라 인양 등의 작업과 이동 조치 - 굴삭기의 부속장치인 버킷을 탈부착 시 작업 지휘자를 지정하고 지휘자의 지시에 의해 탈부착한 부속장치의 보관 시 외부의 충격 등에도 굴러 떨어져 재해가 발생하지 않도록 견고한 지점에 놓아두도록 하는 등 관리 감독철저
------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 피해자가 버킷에 깔린 위치

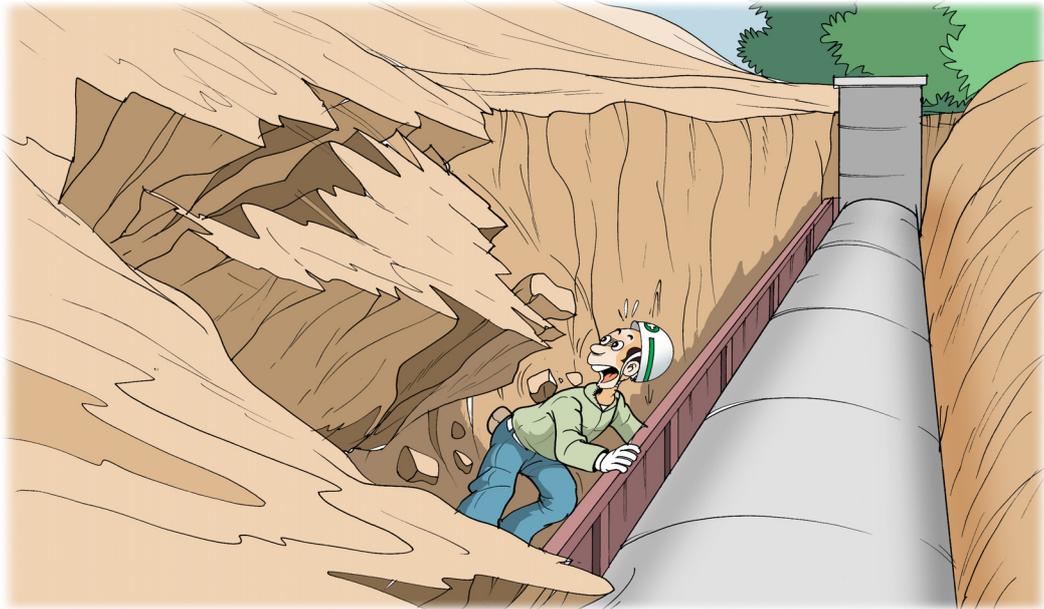


피해자가 깔린 지점 및 버킷이 굴렀던 방향(약 7m 구름)

우수관로 흠관 거푸집 해체작업 중 배면토사가 무너져 매몰

공 사 명	○○도로개설공사	발생일시	2013.05.30(목) 11:43분경
재해형태	무너짐	재해정도	사망 1명
소 재 지	경기도 광주시	공사규모	도로연장 624m, 우수관로 흠관 153본 등
재해개요	피재자(남, 48세, 보통인부)가 굴착면 하부(H=2.2m)에서 흠관 측면 거푸집 웨지핀 해체 작업 중 배면 토사가 무너지면서(2m×1m×0.5m, 1m³) 하부에서 작업 중이던 피재자가 무너진 토사에 매몰, 사망		

재 해 상 황 도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 우수관로 매설 작업을 위해 지반을 굴착하는 경우에는 굴착면의 기울기를 1:1~1:1.5(습지 보통흙 기준) 이상으로 하거나 흠막이 등 토사붕괴 방지를 위한 조치 철저 - 굴착작업을 하는 경우 지반의 무너짐에 의한 근로자의 위험을 방지하기 위하여 관리감독자로 하여금 작업 시작 전에 작업 장소 및 그 주변의 균열 등을 점검
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경



붕괴구간 상세

오수관로 매설작업 중 굴착사면의 토사가 무너짐

공 사 명	○○면 하수관거 정비공사	발생일시	2013.06.07(금) 13:30분경
재해형태	무너짐	재해정도	사망 1명, 부상 1명
소 재 지	전남 화순군	공사규모	오수관로 매설 5km
재해개요	오수관로(D250 PE 이중벽관) 매설 작업을 위해 굴착해놓은 트렌치(굴착고 3.5m, 폭 2m) 측면 직립사면의 토사가 무너지면서(13㎡) 1단만 설치된 간이 조립식 흙막이(일명 SK 판넬) 상부로 밀려들어와 흙막이 내부에서 오수관로 밴딩작업 중이던 피재자들이 매몰되어 1명 사망, 1명 부상		

재 해 상 황 도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 오수관로 매설작업 등 굴착작업에 있어 지반의 붕괴 또는 토석의 낙하에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우에는 조립식 간이 흙막이, 토류벽(H-Pile 등)을 굴착사면 전면에 설치하여 지반의 무너짐 방지조치 - 오수관로의 매설 깊이와 장비사용 여건 등을 충분히 고려하여 설계된 슬라이드 조립식 간이 흙막이를 설치하거나, 보다 안전한 토류벽 등으로 설계변경하여 지반이 붕괴되지 않도록 조치하는 등 설계도를 준수하여 오수관로 매설
-------------	---

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경 및 피해자 위치

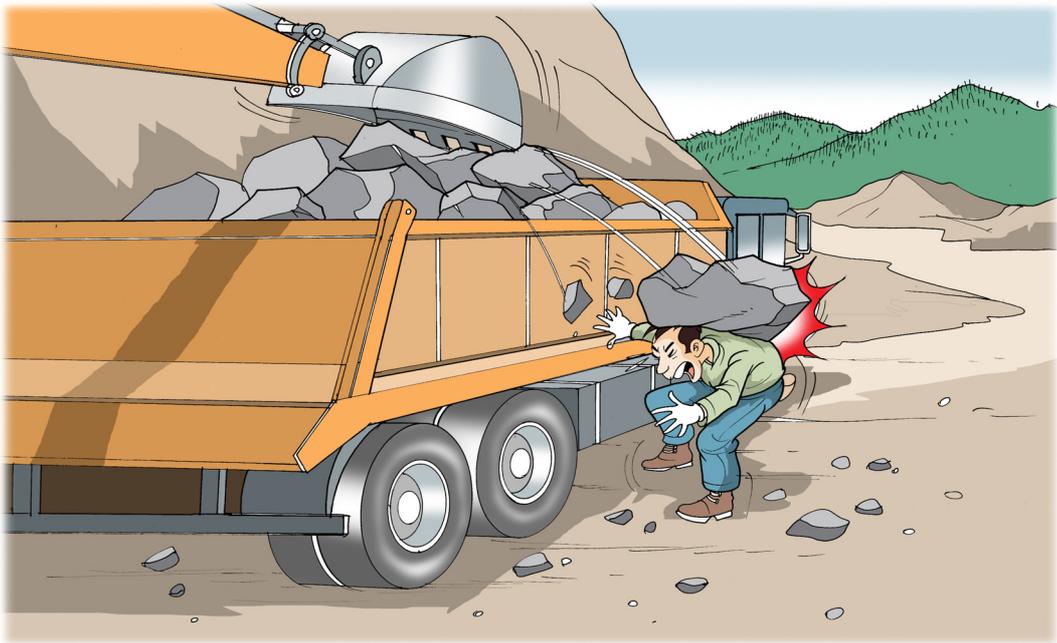


2번째 조립식 간이 흙막이에 올려 놓았던 2단 조립식 간이 흙막이
※ 1단만 설치된 간이 흙막이 상부로 무너진 토사가 밀려들어옴

발파한 암석을 덤프트럭에 상차하던 중 암석이 떨어져 맞음

공사명	○○산업단지 조성공사	발생일시	2013.06.07(금) 13:20분경
재해형태	맞음	재해정도	사망 1명
소재지	울산광역시 울주군	공사규모	단지조성(42만평)
재해개요	피재자(남, 56세, 덤프트럭 운전원)가 발파한 암석을 덤프트럭에 상차 하던 작업과정에서 덤프트럭 뒤쪽에 서 있던 중 상차하던 암석이 떨어 지면서 맞아 사망		

재해상황도



안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 굴삭기를 사용한 상차작업 시 굴삭기 및 덤프트럭의 위험 작업반경내에 근로자 출입을 통제하는 신호수를 배치
------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



재해발생 현장전경(굴삭기 운전석에서 바라본 모습)

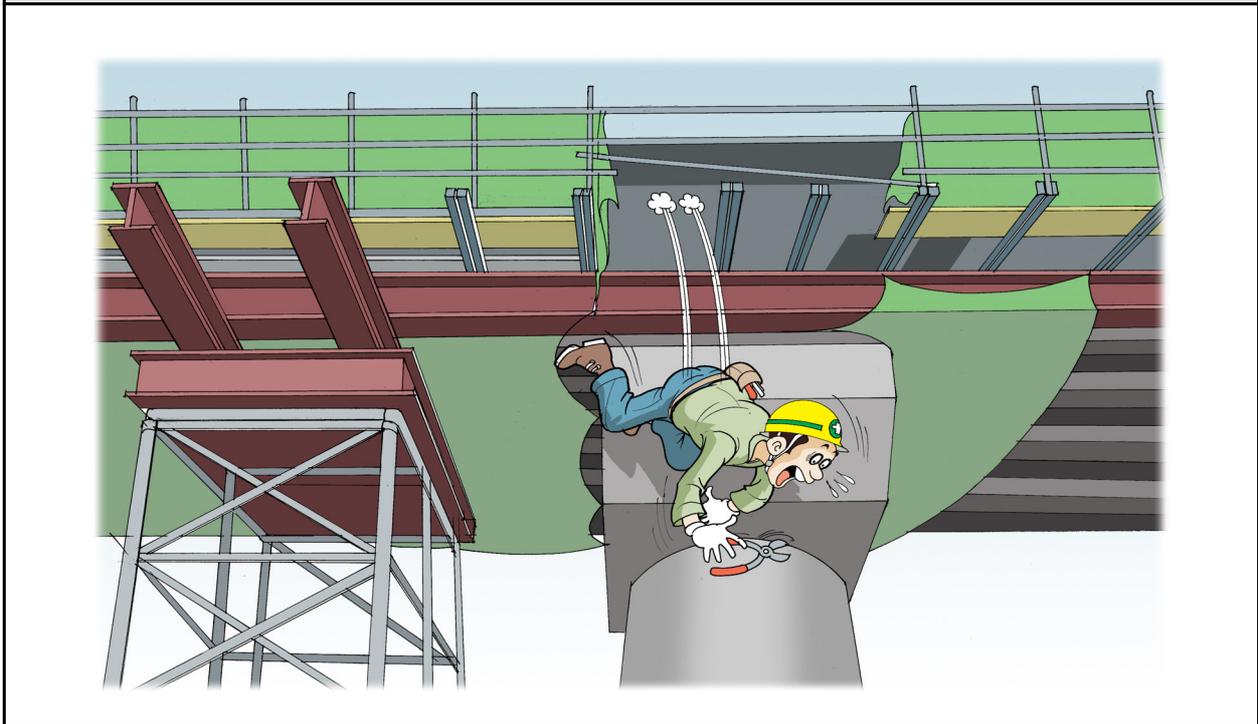


피재자의 위치 및 가해물인 암석(600×450×190)

교량 슬래브 바닥 거푸집 해체작업 중 떨어짐

공사명	○○철도건설공사 ○공구	발생일시	2013.06.10(화) 10:50분경
재해형태	떨어짐	재해정도	사망 1명
소재지	경북 영덕군	공사규모	연장 L=8.9km
재해개요	교량공사를 수급 받은 00건설(주) 소속 형틀공인 피재자(71세, 남)가 교량 P11 상에서 작업발판 해체작업 중 작업발판을 고정하였던 철선을 잘라 낸 순간 작업발판이 뒤집히며 발생한 개구부에서 약 10m 아래 지상 바닥으로 떨어져 사망		

재해상황도

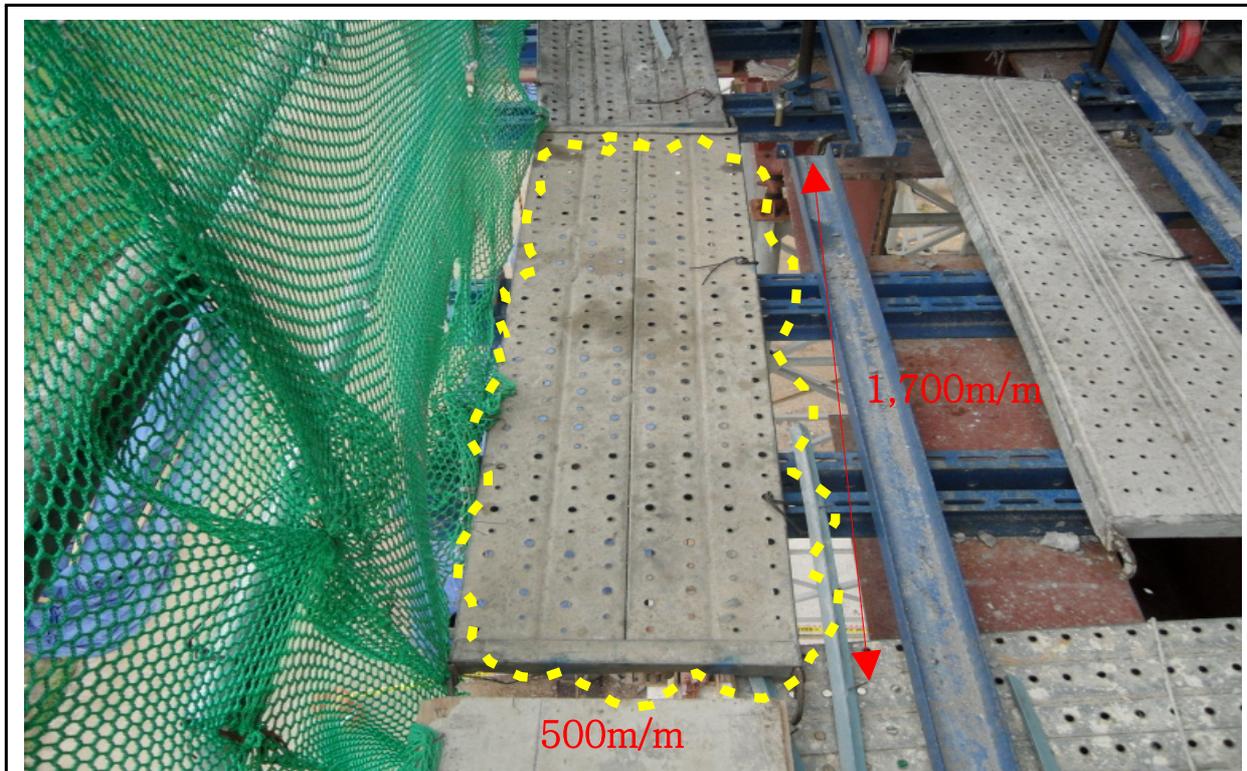


안전대책	<ul style="list-style-type: none"> - 교량 슬래브 바닥 거푸집 해체작업 시 작업발판 해체에 따른 떨어짐 방지용 안전방망을 설치하거나 안전대 부착설비를 설치하여 근로자 안전대 체결 철저 - 교량 거푸집 설치·해체 작업 시 작업방법 및 순서에 따라 떨어짐 위험을 방지하기 위한 안전조치 방법, 작업지휘자 배치계획 작성 철저
-------------	--

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.



피재자 작업위치 및 떨어진 지점



작업에 간섭되어 피재자가 해체한 작업발판(조사당일 복구상태였음)

터널 막장면 슷크리트 작업 중 슷크리트 머신과 터널 벽체사이에 끼임

공 사 명	○○외곽순환도로 건설공사	발생일시	2013.06.15(토) 12:30분경
재해형태	끼임	재해정도	사망 1명
소 재 지	경남 김해시	공사규모	고속국도 총연장 4.18km
재해개요	장비운전원인 피해자가 터널 막장면 슷크리트 작업 중 슷크리트 머신을 잠시 정차하고 운전석에서 이탈하자 터널의 자체경사에 의해 슷크리트 머신이 굴러갔고 이를 멈추게 하려고 운전석 문을 열고 달려갔으나 머신을 멈추는데 실패하면서 터널 외벽체와 머신의 앞바퀴 사이에 끼여 병원으로 이송하여 치료 중 사망		

재 해 상 황 도



안전대책

- 슷크리트 머신(Shocrete Machine)등의 운전석에서 이탈하는 때에는 엔진을 정지시키고 사이드 브레이크를 확실히 거는 등 갑작스러운 주행을 방지하기 위한 조치를 하고, 경사진 터널에서는 바퀴하부에 별도의 주행을 방지하기 위한 고임목(뺨기)을 설치

※ 본 자료는 동종(유사) 재해 예방을 위한 일반적인 기술적 대책을 포함하고 있으므로 사고의 본질과 다를 수 있습니다.

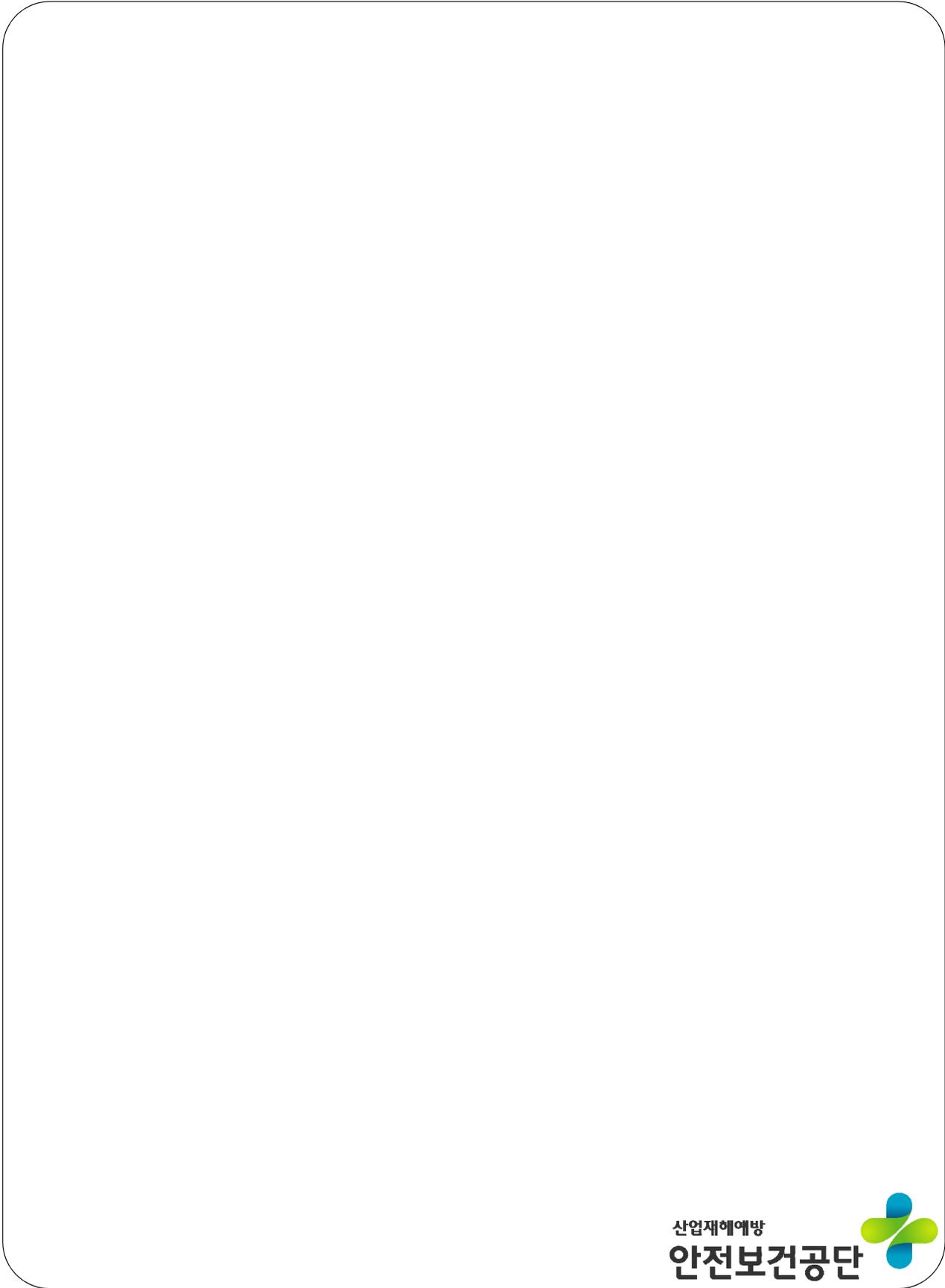


역구배 터널 전경 및 벽체에 부딪힌 슛크리트 머신



피재자가 끼인 지점, 터널벽체와
앞바퀴에 남겨진 혈흔

피재자가 끼인 지점 및 터널벽체와 앞바퀴에 남은 혈흔



공단 건설안전부서 연락처

기관명	지역번호	전화번호	팩스번호	주소
본부	032	5100-628	512-8852	인천광역시 부평구 무네미로 478
서울지역본부	02	828-1655	828-1659	서울시 동작구 노량진로 74 유한양행빌딩 15층
서울 북부	02	3783-8336	3783-8339	서울시 중구 칠패길 42 우리빌딩 7, 8층
강원	033	815-1032	243-8317	강원도 춘천시 경춘로 2370 한국교직원공제회관 2층
강릉출장소	033	655-1869	655-1867	강원도 강릉시 강릉대로 33 강릉시청 15층
부산지역본부	051	520-0546	522-2408	부산시 금정구 중앙대로 1736번길 26
울산	052	226-0535	260-5441	울산시 남구 중앙로 208번길 5
경남	055	269-0530	269-0592	경남 창원시 의창구 중앙대로 259
경남 동부	055	371-7562	372-6916	경남 양산시 동면 남양산 2길 51 양산노동합동청사 4층
대구지역본부	053	609-0535	421-8624	대구광역시 중구 국제보상로 648 호수빌딩 19, 20층
대구 서부	053	650-6853	650-6830	대구광역시 달서구 달구벌대로 1834 성안빌딩 5층
경북 동부	054	271-2062	271-2049	경북 포항시 남구 포스코대로 402
경북 북부	054	478-8044	453-0107	경북 구미시 3공단 1로 312-23
경인지역본부	032	570-7245	575-7287	인천시 서구 한빛로 15
경기 남부	031	259-7147	259-7140	경기도 수원시 영통구 광교로 107 경기중소기업종합지원센터 10층
경기 북부	031	828-1923	878-5739	경기도 의정부시 추동로 140 경기북부상공회의소 1층
경기 서부	031	481-7523	410-0047	경기도 안산시 단원구 광덕4로 230 센트럴시티웨딩홀 2층
경기 동부	031	785-3356	785-3332	경기도 성남시 분당구 첫골로 17번길 3 소곡회관 4층
부천	032	6806-532	681-6533	경기도 부천시 원미구 송내대로 265번길 대신프라자 3층
광주지역본부	062	949-8725	943-8279	광주시 광산구 우산동 무진대로 282 무역회관빌딩 11층
전북	063	240-8543	240-8559	전북 전주시 덕진구 건산로 251 노동부종합청사 4층
전남 동부	061	689-4943	689-4992	전남 여수시 무선중앙로 35
제주	064	797-7512	797-7518	제주특별자치도 제주시 연삼로 473 제주중소기업종합지원센터 4층
목포출장소	061	288-8704	288-8779	전남 무안군 삼향읍 후광대로 242 전남개발공사빌딩 7층
대전지역본부	042	620-5623	625-3213	대전시 유성구 엑스포로 339번길 60
충북	043	2307-134	236-0373	충북 청주시 흥덕구 가경로 161번길 20 KT빌딩 3층
충남	041	570-3454	566-8908	충남 천안시 서북구 광장로 215 충남경제종합지원센터 3층

이 자료는 한국산업안전보건공단의 허락 없이 타기관에서 부분 또는 전부를 복사, 복제, 전제하는 것은 저작권법에 저촉됩니다. 본 도서의 내용은 안전관리 업무의 절대적인 기준이 아닌 참고자료로 작성이 되었습니다. 업무상 이의 제기 등 소명자료로서 효력이 없습니다. 본 **건설 중대재해 사례와 대책**에 관하여 문의나 상담이 필요한 경우 한국산업안전보건공단 건설재해예방실로 연락주시기 바랍니다.

TEL : 032-510-0628

FAX : 032-512-8852

건설재해 예방할 수 있다.

건설 중대재해 사례와 대책

발행일 : 2013년 9월 일 인쇄

발행인 : 백헌기

발행처 : 한국산업안전보건공단 건설재해예방실

인천광역시 부평구 무네미로 478(구산동 34-4)

TEL : 032)510-0628

FAX : 032)512-8852

인쇄처 : 영진피앤피 TEL : 02) 734-3713

- 비매품 -

2013-건설-564