

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

2022. 01.

요 약

■ 본 연구는 작업환경 특성을 반영한 적절한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발에 앞서 실제 건설현장에서 안전교육 콘텐츠 시스템을 누가, 어떻게 활용할 수 있는지 파악하고 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 샘플을 작성하고자 연구를 수행함.

- 현재 활용되고 있는 안전교육에 관한 실태 분석을 위해 법령자료에 포함된 내용을 파악, 실제 건설현장을 방문하여 안전관리자 및 건설근로자 대상으로 면담조사를 실시, 산업안전보건공단에서 제공하고 있는 각종 안전교육 자료의 유형과 각 자료에 포함된 내용을 파악함.
- 효율적인 안전교육방법론 정립을 위해 직접적으로 안전교육을 경험하고있는 안전관리자를 대상으로 설문조사를 시행하고 그 결과를 이용하여 적정 안전교육 방법을 규명함.
- 조사·분석된 내용을 바탕으로 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 정의하고 종합적인 문제점을 도출하여 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발 방향과 절차에 대해 제시함.
- 제시된 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 방향설정 및 적정방법에 따라 개발되어질 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 샘플을 작성함.

■ 본 연구의 수행을 통해 도출된 주요 결과는 다음과 같음.

- (안전교육 실태분석) T.B.M 시 안전교육이 가장 효과적이지만, 교육시간이 짧고 T.B.M을 주관하는 작업반장(일명 십장)의 안전의식 수준에 따라 안전교육 내용의 수준이 상이한 특징이 있는 것으로 파악되었으며, 현장에서 활용되는 교육자료는 현장 특성을 반영하지 못하는 것이 가장 큰 문제점인 것으로 파악됨.
- (적정 안전교육 방법 규명) 적정 교육방법 규명을 위한 안전관리자 대상 설문조사 결과 T.B.M 교육이 가장 현실적이고 가장 효과적인 안전교육 방법이며, 법정안전교육 시 VR/AR 기술을 활용한 안전교육 활용 가능성 및교육효과 역시 높을 것으로 파악됨.
- (안전교육 콘텐츠 개발 방향설정) 사용자별, 시기별(TMB, 정기, 특별, 기초) 특징에 따라 적합한 교육 콘텐츠가 개발되어야 함을 파악하였고, TBM 시 활용가능한 작업환경기반 안전교육 시스템과 VR/AR 기술을 활용한 안전교육 콘텐츠 생성 시

시스템을 개발하는 것으로 시스템 개발 방향이 설정됨.

- (안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오) ①TBM 안전교육 시스템, ②몰입형 VR 안전교육 시스템, ③4D-BIM 안전교육 시스템, ④AR BIM 안전교육 시스템 등 총 4종의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템으로 구분하여 작성함.
- (T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 시나리오)매일 변화하는 작업환경모델을 기반으로 위험요인을 파악하고 해당 작업의 안전사고 예방대책을 교육하며, 자료생성 및 안전교육 절차를 8단계로 구분하여 안전관리자/ 작업반장/근로자 등 3가지 시점에서 시나리오를 작성함.
- (몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오) 수동형 교육이 아닌 능동형 VR 교육으로서, 안전의식 수준을 평가할 수 있는 교육요소를 포함하고 다수의 인원이 동시 교육이 가능함. 작업상황 및 재해상황별 상황 콘티를 구성하고 대상자별(근로자/안전관리자/작업반장/관리감독자/재해예방전문지도사)시나리오를 작성함.
- (AR BIM 안전교육 시스템) 해당 작업을 수행하기 이전 BIM 정보의 작업환경 변화를 AR로 구현하여 작업절차에 대한 교육과 발생될 수 있는 위험요인을 사전에 인지하여 교육이 가능한 시스템으로서, 구조체 작업을 대상으로 한 시나리오를 작성함.

■ 본 연구를 통해 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 개발을 위한 방향설정 및 적정방법을 제시함으로써 향후 개발되어질 안전교육 콘텐츠 시스템의 토대가 되어질 시나리오 샘플을 작성하였음.

- 제시된 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오를 토대로 한 안전교육 콘텐츠가 마련된다면, 실무활용성이 우수한 안전교육 시행으로 안전사고 저감을 기대할 수 있을 것으로 판단됨.
- 다만, 「건설기술진흥법」 시행령 제103조(안전교육)의 근거하여 공사작업자를 대상으로 일일 안전교육 시 T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 활용할 수 있도록 시나리오 작성이 필요하며, 이와 함께 위험성 평가 갱신 정보를 반영한 안전교육 콘텐츠가 생성될 수 있도록 프로세스를 설계하고 시나리오 고도화 연구가 필요할 것으로 사료됨.
- 또한, 작업상황정보가 반영된 위험성 평가 결과 기반의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 및 프로세스 설계가 필요하며, 시스템 개발된 후 실무활용성을 검증할 수 있는 전문가 검증 및 테스트 베드 적용이 이루어질 필요가 있음.

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
2. 연구 범위 및 방법	2
II. 건설현장 안전교육 실태 분석 및 시스템 기능 정의서 작성	4
1. 법령분석	4
2. 건설현장 방문조사 및 인터뷰	12
3. 안전교육자료 활용 현황	13
4. 적정 안전교육 방법 규명	15
5. 안전교육 콘텐츠 시스템의 사용자 기능 정의서 작성	17
III. 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 작성	19
1. 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 구분	19
2. T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템	20
2.1. 안전관리자 시점(T-1일) 시나리오 작성	22
2.2. 작업반장 또는 협력업체 시점(T-1일, T일) 시나리오 작성	27
2.3. 근로자 시점(T일) 시나리오 작성	32
3. 몰입형 VR 안전교육 시스템	35
4. AR BIM 안전교육 시스템	49
IV. 결론 및 시사점	52
참고문헌	55
부록	56

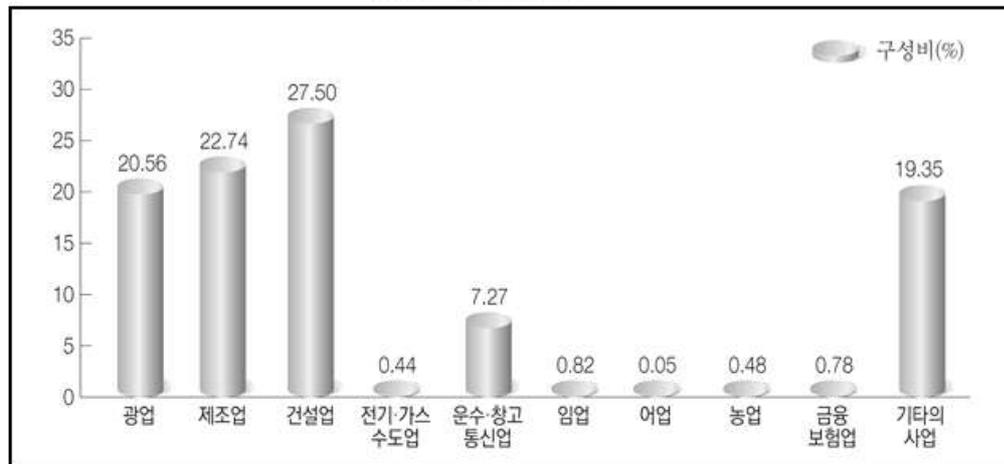
I

서론

1. 연구 배경 및 목적

- 정부의 산재 사망사고 절반 줄이기 등 지속적 노력에도 불구하고 기본적인 안전수칙 미준수 등 및 안전 불감증에 의한 대형 사고는 여전히 반복적으로 발생하고 있으며, 그에 따른 사망자 수도 줄어들지 않고 있음

- 산업안전보건공단에서 제시하고 있는 2020년도 산업재해 통계에 따르면 건설업이 24.73%(26,799명)으로 상당히 높은 비율로 재해자수를 나타내고 있음.
- 재해정도(요양기간별) 산업재해 현황을 살펴보면 총 사망수 2,062명 중 건설업에서 567명(27.5%)으로 타 업종에 비해 재해 발생 시 사망사고의 비율이 가장 높은 값을 나타냄.



<그림> 산업별 사망재해 분포도(산업안전보건공단 자료 분석)

- 안전사고 예방을 위한 안전교육 서비스 제공은 안전의식을 향상하고 불안정한 행동을 개선하는 가장 효과적인 방법으로 제시되고 있음.

- 선행연구(Son, et al., 2014)에서 건설안전재해를 예방하기 위해서는 효율적인 안전교육을 통한 작업자의 의식전환 및 지속적인 주의 환기를 통해 재해를 예방하고자 하는 노

력이 필요하다고 분석됨.

- 산업안전보건법 시행규칙에서는 근로자의 교육을 근로자 안전보건교육, 안전보건관리책임자, 특수형태근로종사자, 검사원 성능 검사 교육으로 분류하고 각 교육과정별로 교육 대상과 교육 시간을 제시하고 있음.
- 다양한 안전관리 활동 중 근로자의 안전의식을 높여 위험요인 인지능력을 향상시키고 위험 상황에 대한 경각심을 고취 시키는 방법으로는 주기적인 안전교육이 가장 효과적일 것임.

■ 이에 본 연구는 現 건설현장의 안전교육 실태 분석을 통해 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 개발을 위한 방향설정 및 적정방법을 제시하고 안전교육 콘텐츠를 개발하기위한 시스템 시나리오를 작성하고자 함.¹⁾

- 건설현장에서의 안전교육은 법령에 의하여 수행되어야 하지만 교육에 대한 인식과 경험, 필요성이 낮은 것으로 보고되고 있어 안전교육의 대상과 교육 방식에 대한 검토와 실제적인 교육 효과를 위한 방향설정이 필요할 것으로 파악됨.

2. 연구 범위 및 방법

■ 본 연구는 진행 중인 작업환경 특성을 반영한 적절한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발에 앞서 실제 건설현장에서 안전교육 콘텐츠 시스템을 누가, 어떻게 활용할 수 있는지 파악하고 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 샘플을 작성하는데 목적이 있음.

- 본 연구에서 언급되는 안전교육은 「건설기술진흥법」과 「산업안전보건법」에서 규정하고 있는 교육을 대상으로 함.

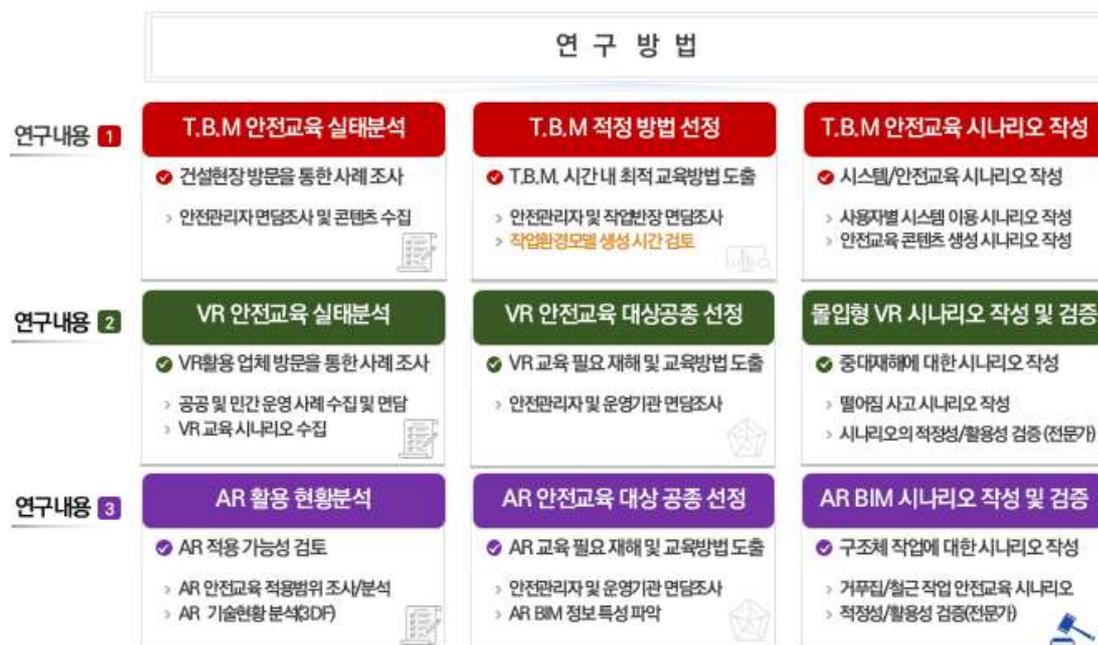
■ 본 연구의 연구방법은 다음과 같음.

- 첫째, 현재 활용되고 있는 안전교육에 관한 실태 분석을 위해 「건설기술진흥법」과 「산업안전보건법」에 규정되어있는 법령자료에 포함된 내용을 파악, 실제 건설현장을

1) 본 연구는 스마트 건설기술개발사업의 1단계(1, 2차년) 연구결과로서, 1차년도 연구결과 보고서의 내용을 일부 포함하여 작성하였음.

방문하여 안전관리자 및 건설근로자 대상으로 면담조사를 실시, 산업안전보건공단에서 제공하고 있는 각종 안전교육 자료의 유형과 각 자료에 포함된 내용을 파악함.

- 둘째, 보다 효율적인 안전교육방법론 정립을 위해 직접적으로 안전교육을 경험하고있는 안전관리자를 대상으로 설문조사를 시행하고 그 결과를 이용하여 적정 안전교육 방법을 규명함.
- 셋째, 조사·분석된 내용을 바탕으로 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 정의하고 종합적인 문제점을 도출하여 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발 방향과 절차에 대해 제시함.
- 넷째, 제시된 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 방향설정 및 적정방법에 따라 개발되어질 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 샘플을 작성함.



<그림> 본 연구의 연구 방법

II

건설현장 안전교육 실태 분석 및 시스템 기능 정의서 작성

1. 법령분석

- 건설현장의 안전교육은 「건설기술진흥법」과 「산업안전보건법」에서 구체적인 내용을 규정하고 있음.
 - 「건설기술진흥법」에서는 작업 시작 전에 당해 현장 작업 근로자를 대상으로 교육을 할 수 있도록 규정하고 있음.
 - 교육 시 출석사항 확인, 건강상태, 작업지시 및 배치, 안전수반사항 교육, 전일 지적사항 (사진 포함) 등을 포함하도록 규정하고 있음.
 - 「산업안전보건법」에서는 관리 감독자 및 근로자를 대상으로 한 정기안전교육과 유해위험방지계획서 작성이 필요한 고위험군 작업 시작 전 시행하는 특별안전교육, 건설현장 최초 채용 시 받아야 하는 기초안전보건교육 등에 대한 내용을 규정하고 있음.
- 「산업안전보건법」상 건설현장에서의 안전교육은 모두 자체교육이 가능하며, 정기교육, 수시교육, 기타교육 사항으로 구분하고 있음
 - 각각의 교육에 따른 교육시간 및 교육내용도 명시하고 있으며, 「산업안전보건법 시행규칙」 제26조에 따르면 ‘특별교육’을 실시한 경우 ‘채용 시 교육’ 및 ‘작업내용 변경 시 교육’으로 대체 가능함.

「산업안전보건법」제29조(근로자에 대한 안전보건교육)

- ① 사업주는 소속 근로자에게 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 **정기적으로** 안전보건교육을 하여야 한다.
- ② 사업주는 근로자를 **채용할 때와 작업내용을 변경할 때**에는 그 근로자에게 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 해당 작업에 필요한 안전보건교육을 하여야 한다. 다만, 제31조제1항에 따른 안전보건교육을 이수한 건설 일용근로자를 채용하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ③ 사업주는 근로자를 **유해하거나 위험한 작업에 채용하거나 그 작업으로 작업내용을 변경할 때**에는 제2항에 따른 안전보건교육 외에 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 유해하거나 위험한 작업에 필요한 안전보건교육을 추가로 하여야 한다.

■ 「산업안전보건법 시행령」[별표 4]에는 안전교육 교육과정별 교육시간을 명시하고 있음.

- 근로자의 안전교육시간은 '정기교육', '채용 시 교육', '작업내용 변경 시 교육', '특별교육', '건설업 기초안전·보건교육'으로 구분하여 명시하고 있으며, 정기교육은 관리감독자 교육을 포함함.
- 안전보건관리책임자 등에 대한 교육은 채용할 때와 작업내용을 변경할 때 교육을 실시하여야 하며, 신규교육, 보수교육으로 정의하여 교육시간을 나타냄.

[별표 4] 안전보건교육 교육과정별 교육시간

1. 근로자 안전보건교육(제26조제1항, 제28조제1항 관련)

교육과정	교육대상	교육시간
정기교육	근로자	매분기 6시간 이상
	관리감독자	연간 16시간 이상
채용 시 교육	일용근로자	1시간 이상
	일용근로자를 제외한 근로자	8시간 이상
작업내용 변경 시 교육	일용근로자	1시간 이상
	일용근로자를 제외한 근로자	2시간 이상
특별교육	일용근로자	2시간 이상
	타워크레인 신호작업 일용근로자	8시간 이상
	일용근로자를 제외한 근로자	- 16시간 이상(최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3개월 이내에서 분할하여 실시가능) - 단기간 작업 또는 간헐적 작업인 경우에는 2시간 이상
건설업 기초안전·보건교육	건설 일용근로자	4시간 이상

2. 안전보건관리책임자 등에 대한 교육(제29조제2항 관련)

교육대상	교육시간	
	신규교육	보수교육
가. 안전보건관리책임자	6시간 이상	6시간 이상
나. 안전관리자, 안전관리전문기관의 종사자	34시간 이상	24시간 이상
다. 보건관리자, 보건관리전문기관의 종사자	34시간 이상	24시간 이상
라. 건설재해예방전문지도기관의 종사자	34시간 이상	24시간 이상
마. 석면조사기관의 종사자	34시간 이상	24시간 이상
바. 안전보건관리담당자	-	8시간 이상
사. 안전검사기관, 자율안전검사기관의 종사자	34시간 이상	24시간 이상

■ 「산업안전보건법 시행령」 [별표 5]에는 안전교육 교육과정별 교육내용을 명시하고 있음.

- 근로자 안전보건교육사항에는 근로자 정기교육, 관리감독자 정기교육, 다. 채용 시 교육 및 작업내용 변경 시 교육, 라. 특별교육 대상 작업별 교육으로 구분하여 교육내용을 명시하고 있음.
- 정기교육 중 근로자에 대한 교육은 현장 관련 안전보건사항에 대해 교육내용으로 나열되어 있으며, 관리감독자 교육은 관리·감독에 필요한 안전보건 사항의 업무 내용을 담고 있음. 여기서, 관리감독자라 함은 사업장의 생산과 관련되는 업무와 그 소속 직원을 직접 지휘·감독하는 직위에 있는 사람을 말함.
- 채용 시 교육 및 작업내용 변경 시 교육은 당해 사업장의 안전 관련 정보와 작업 시 유의 사항에 대해 교육을 진행하도록 하고 있음.
- 특별교육 대상 작업별 교육은 특수형태근로종사자를 배치하기 전에 하는 교육으로서 당해 작업과 관련된 안전 보건 사항으로 40종류의 특수형태에 대한 교육내용을 담고 있음.
- 건설업 기초안전보건교육에 대한 교육내용은 채용 시 교육내용과 유사하며, 총 4시간으로 구성되어있음.
- 안전보건관리책임자 등에 대한 교육은 안전보건관리책임자, 안전관리자 및 안전관리전문기관 종사자, 건설재해예방전문지도기관 종사자, 안전보건관리 담당자 등에 관한 교육내

용을 담고 있으며, 신규과정과 보수과정으로 나누어 관리책임자가 숙지하여야 하는 사항들을 나열하고 있음.

- 여기서 안전보건관리책임자는 사업장을 실질적으로 총괄하여 관리하는 사람이며, 안전관리자란 안전보건관리책임자를 보좌하고 관리감독자에게 지도·조언하는 업무를 수행하는 사람, 건설재해예방전문지도기관은 공사금액 1억원 이상 120억원미만인 공사현장 및 「건축법」제11조에 따른 건축허가의 대상이 되는 공사현장에 건설공사 재해예방 기술지도를 시행하는 기관을 뜻함.

[별표 5] 안전보건교육 교육과정별 교육내용	
1. 근로자 안전보건교육(제26조제1항 관련)	
가. 근로자 정기교육	
	교육내용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업안전 및 사고 예방에 관한 사항 ○ 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항 ○ 건강증진 및 질병 예방에 관한 사항 ○ 유해·위험 작업환경 관리에 관한 사항 ○ 산업안전보건법령 및 일반관리에 관한 사항 ○ 직무스트레스 예방 및 관리에 관한 사항 ○ 산업재해보상보험 제도에 관한 사항
나. 관리감독자 정기교육	
	교육내용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작업공정의 유해·위험과 재해 예방대책에 관한 사항 ○ 표준안전작업방법 및 지도 요령에 관한 사항 ○ 관리감독자의 역할과 임무에 관한 사항 ○ 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항 ○ 유해·위험 작업환경 관리에 관한 사항 ○ 산업안전보건법령 및 일반관리에 관한 사항 ○ 직무스트레스 예방 및 관리에 관한 사항 ○ 산재보상보험제도에 관한 사항 ○ 안전보건교육 능력 배양에 관한 사항 <ul style="list-style-type: none"> - 현장근로자와의 의사소통능력 향상, 강의능력 향상, 기타 안전보건교육 능력 배양 등에 관한 사항 (※ 안전보건교육 능력 배양 내용은 전체 관리감독자 교육시간의 1/3이하에서 할 수 있다.)
다. 채용 시 교육 및 작업내용 변경 시 교육	
	교육내용

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

- 기계·기구의 위험성과 작업의 순서 및 동선에 관한 사항
- 작업 개시 전 점검에 관한 사항
- 정리정돈 및 청소에 관한 사항
- 사고 발생 시 긴급조치에 관한 사항
- 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항
- 물질안전보건자료에 관한 사항
- 직무스트레스 예방 및 관리에 관한 사항
- 산업안전보건법령 및 일반관리에 관한 사항

라. 특별교육 대상 작업별 교육

작업명	교육내용
:	
15. 건설용 리프트·곤돌라를 이용한 작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방호장치의 기능 및 사용에 관한 사항 ○ 기계, 기구, 달기체인 및 와이어 등의 점검에 관한 사항 ○ 화물의 권상·권하 작업방법 및 안전작업 지도에 관한 사항 ○ 기계·기구에 특성 및 동작원리에 관한 사항 ○ 신호방법 및 공동작업에 관한 사항 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
:	
18. 콘크리트 파쇄기를 사용하여 하는 파쇄작업(2미터 이상인 구조물의 파쇄작업만 해당한다)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 해체 요령과 방호거리에 관한 사항 ○ 작업안전조치 및 안전기준에 관한 사항 ○ 파쇄기의 조작 및 공통작업 신호에 관한 사항 ○ 보호구 및 방호장비 등에 관한 사항 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
19. 굴착면의 높이가 2미터 이상이 되는 지반 굴착(터널 및 수직갱 외의 갭 굴착은 제외한다)작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지반의 형태·구조 및 굴착 요령에 관한 사항 ○ 지반의 붕괴재해 예방에 관한 사항 ○ 붕괴 방지용 구조물 설치 및 작업방법에 관한 사항 ○ 보호구의 종류 및 사용에 관한 사항 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
20. 흙막이 지보공의 보강 또는 동바리를 설치하거나 해체하는 작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작업안전 점검 요령과 방법에 관한 사항 ○ 동바리의 운반·취급 및 설치 시 안전작업에 관한 사항 ○ 해체작업 순서와 안전기준에 관한 사항 ○ 보호구 취급 및 사용에 관한 사항 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
:	
25. 거푸집 동바리의 조립 또는 해체작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동바리의 조립방법 및 작업 절차에 관한 사항 ○ 조립재료의 취급방법 및 설치기준에 관한 사항

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조립 해체 시의 사고 예방에 관한 사항 ○ 보호구 착용 및 점검에 관한 사항 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
26. 비계의 조립·해체 또는 변경작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비계의 조립순서 및 방법에 관한 사항 ○ 비계작업의 재료 취급 및 설치에 관한 사항 ○ 추락재해 방지에 관한 사항 ○ 보호구 착용에 관한 사항 ○ 비계상부 작업 시 최대 적재하중에 관한 사항 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항
⋮	
40. 타워크레인을 사용하는 작업 시 신호업무를 하는 작업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타워크레인의 기계적 특성 및 방호장치 등에 관한 사항 ○ 화물의 취급 및 안전작업방법에 관한 사항 ○ 신호방법 및 요령에 관한 사항 ○ 인양 물건의 위험성 및 낙하·비래·충돌재해 예방에 관한 사항 ○ 인양물이 적재될 지반의 조건, 인양하중, 풍압 등이 인양물과 타워크레인에 미치는 영향 ○ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

2. 건설업 기초안전보건교육에 대한 내용 및 시간(제28조제1항 관련)

구분	교육내용	시간
공통	산업안전보건법령 주요 내용(건설 일용근로자 관련 부분)	1시간
	안전의식 제고에 관한 사항	
교육 대상별	작업별 위험요인과 안전작업 방법(재해사례 및 예방대책)	2시간
	건설 직종별 건강장해위험요인과 건강관리	1시간

3. 안전보건관리책임자 등에 대한 교육(제29조제2항 관련)

교육대상	교육내용	
	신규과정	보수과정
안전보건관리 책임자	1) 관리책임자의 책임과 직무에 관한 사항 2) 산업안전보건법령 및 안전·보건조치에 관한 사항	1) 산업안전·보건정책에 관한 사항 2) 자율안전·보건관리에 관한 사항
안전관리자 및 안전관리	1) 산업안전보건법령에 관한 사항 2) 산업안전보건개론에 관한 사항	1) 산업안전보건법령 및 정책에 관한 사항 2) 안전관리계획 및 안전보건개선계획의 수

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

<p>전문기관 종사자</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3) 인간공학 및 산업심리에 관한 사항 4) 안전보건교육방법에 관한 사항 5) 재해 발생 시 응급처치에 관한 사항 6) 안전점검·평가 및 재해 분석기법에 관한 사항 7) 안전기준 및 개인보호구 등 분야별 재해예방 실무에 관한 사항 8) 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준에 관한 사항 9) 작업환경 개선 등 산업위생 분야에 관한 사항 10) 무재해운동 추진기법 및 실무에 관한 사항 11) 위험성평가에 관한 사항 12) 그 밖에 안전관리자의 직무 향상을 위하여 필요한 사항 	<p>립·평가·실무에 관한 사항</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) 안전보건교육 및 무재해운동 추진실무에 관한 사항 4) 산업안전보건관리비 사용기준 및 사용방법에 관한 사항 5) 분야별 재해 사례 및 개선 사례에 관한 연구와 실무에 관한 사항 6) 사업장 안전 개선기법에 관한 사항 7) 위험성평가에 관한 사항 8) 그 밖에 안전관리자 직무 향상을 위하여 필요한 사항
<p>건설재해 예방전문 지도기관 종사자</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 산업안전보건법령 및 정책에 관한 사항 2) 분야별 재해사례 연구에 관한 사항 3) 새로운 공법 소개에 관한 사항 4) 사업장 안전관리기법에 관한 사항 5) 위험성평가의 실시에 관한 사항 6) 그 밖에 직무 향상을 위하여 필요한 사항 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 산업안전보건법령 및 정책에 관한 사항 2) 분야별 재해사례 연구에 관한 사항 3) 새로운 공법 소개에 관한 사항 4) 사업장 안전관리기법에 관한 사항 5) 위험성평가의 실시에 관한 사항 6) 그 밖에 직무 향상을 위하여 필요한 사항
<p>안전보건관리 담당자</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1) 위험성평가에 관한 사항 2) 안전·보건교육방법에 관한 사항 3) 사업장 순회점검 및 지도에 관한 사항 4) 기계·기구의 적격품 선정에 관한 사항 5) 산업재해 통계의 유지·관리 및 조사에 관한 사항 6) 그 밖에 안전보건관리담당자 직무를 위하여 필요한 사항

- 「건설기술진흥법」에서는 당일 공사작업자를 대상으로 매일 공사 착수 전에 실시하여야 한다고 명시하고 있으며, 이 사항을 근거로 각각의 현장에서 T.B.M을 진행함.
 - T.B.M 교육은 현장 여건상 전체 집합이 가능한 아침 작업 개시 전 5분 내외로 진행되며, 안전관리담당자가 아닌 작업반장(십장)이 진행함.

「건설기술진흥법 시행령」 제103조(안전교육)	
①	법 제64조제1항제2호 또는 제3호에 따른 분야별 안전관리책임자 또는 안전관리담당자는 법 제65조에 따른 안전교육을 당일 공사작업자를 대상으로 매일 공사 착수 전에 실시하여야 한다.
②	제1항에 따른 안전교육은 당일 작업의 공법 이해, 시공상세도면에 따른 세부 시공순서 및 시공기술상의 주의사항 등을 포함하여야 한다.
③	건설사업자와 주택건설등록업자는 제1항에 따른 안전교육 내용을 기록·관리해야 하며, 공사 준공 후 발주청에 관계 서류와 함께 제출해야 한다.

- 위의 내용과 같이 건설현장에서 실시되고 있는 안전교육은 모두 법정 의무사항으로서, 각각의 교육에 따른 교육내용을 명시하고 있으며, 안전교육 관련 법정 의무사항을 정리한 내용은 다음과 같음.

구분	교육시기	교육대상자	교육내용	교육시간	비고	
일일 교육	T.B.M	아침 작업 개시 전	당해 현장 작업 근로자	- 출석사항 확인 - 건강상태 - 작업지시 및 배치 - 안전수반 사항 교육 - 전일 지적사항(사진 포함) 등을 포함	5분 내외	작업반장(십장) 교육진행
		정기적	당해 현장 소속 근로자 중 관리 감독자의 위치에 있는 사람	- 관리감독자의 업무 내용에 필요한 안전보건 사항	연간 16시간 이상	
정기 교육	관리 감독자 교육	정기적	당해 현장 소속 전체 근로자	- 현장 관련 안전보건 사항	매 분기 6시간 이상	
	근로자에 대한 교육	정기적	당해 현장 소속 전체 근로자	- 당해 사업장의 안전 관련 정보 - 작업 시 유의사항	일용근로자 1시간 이상 일용근로자 제외한 근로자 8시간 이상	
수시 교육	채용 시 교육	채용 전 직무배치 직전 실시	신규 근로자	- 채용 시 교육과 동일	일용근로자 1시간 이상 일용근로자 제외한 근로자 2시간 이상	
	작업내용 변경 시 교육	작업 내용 변경 시	근로자의 작업 내용 변경 시 해당 근로자	- 당해 작업과 관련된 안전 보건 사항	일용근로자 (타워크레인 신호작업자 제외) 2시간 이상	
	특별 교육	특수형태근로종사자를 배치하기 전	산업 안전 보건법상 유해 위험 작업에 근로자를 투입할 경우	- 특별교육 미실시자 당해 작업에 투입불가	일용근로자 제외한 근로자 16시간 이상 (최초 작업 전 4시간 이상)	
기타 교육	건설업 기초안전보건교육	채용 전	일용근로자	- 채용 시 교육과 동일	4시간 이상	

<그림 > 안전교육 관련 법정 의무사항

2. 건설현장 방문조사 및 인터뷰

■ 건설현장의 안전교육 실태조사를 위해 실제 건설현장 및 공공기관을 방문하여 인터뷰를 실시함.

- 조사한 모든 현장에서 T.B.M 교육을 진행 중이었으며, 현장 여건상 전체인원의 집합이 가능한 T.B.M 교육이 해당 작업 안전교육에 가장 효과적으로 판단된다는 의견이 다수임.
- 작업반장(팀장)의 역량 및 안전의식 수준에 따라 영향 교육수준이 선정되며, 형식적인 운영 중심으로 교육 효과가 감소됨.
- 다양한 현장 상황 미반영 및 특성이 다른 현장에서의 교육자료 적용이 불가능함.
- TBM 시 교육시간의 제약으로 다양한 안전교육 진행 불가능-외국인 근로자의 비율이 높아 의사소통 문제가 발생함.(효용 높은 자료 부족)
- 사고 발생 조건, 환경, 특정 장비 등 특정 재해 원인에 대한 정확한 정보 은폐 문제가 있음.

<p>A건설사 책임자 인터뷰</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • TBM이 해당 작업의 안전교육에 가장 효과적, 업반장(팀장)의 역량/안전의식 수준에 따라 영향 • 교육시간의 제약(5-10분)으로 작업반장이 다양한 TBM 교육 진행 어려움 • 집합조치 시 스크린 활용하여 사고사례 공유로 효과성 향상 • CCTV 모니터링 팀(CMS)이 별도 존재(이동형, 부착형 CCTV 등 30대 활용) • 모든 현장에서 위험성 평가표 운영하지만 근로자에게 전달되지 않음 • 고위험, 유해 공종관련 콘텐츠 개발의 선택과 집중 필요 • 안전교육 혁신학교 운영(3D 체험실, VR교육, 자체개발 교육자료) 	<p>건설현장 안전교육 자료 조사 및 자료</p>  <p>안전비서(자)이이리크 현장 자료 의정부 탐사엔트(팀)이이리 현장 자료</p> <p>안전국(공)중앙 현장(자)이이리 현장 자료 체험교육장</p> <p>CCTV 및 이(팀)이이리 TBM OR(팀)이이리</p> <p>떨어짐 체험 사다리 체험 보호장비 착용 체험</p>
<p>B건설사 담당자 인터뷰</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 발주청 별도 교육 진행 중(법정의무교육에 해당하지 않음) • 체험 안전 교육장 운영하며 교육 수령자만 현장 출입 가능(안전도에 표시) • 비전문화된 교육진행자로 능동하지 못하며 교육 스킬이 떨어짐 • 형식적인 운영 중심으로 근로자 입장에서는 교육효과가 떨어짐 • 체험안전교육장은 실제 조건을 반영하지 못하는 한계 • 특성이 다른 현장에서도 활용 가능할 수 있는 콘텐츠 개발 필요 • 개발시간이 지체되면 그사이 현장상황도 변화하므로 신속한 콘텐츠 개발 필요 	
<p>C건설사 담당자 인터뷰</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 외국인 근로자의 비율이 높아 의사소통 문제가 많으며, 통역된 여러 안전교육자료가 있지만, 관리자가 지시하고 싶은 교육자료가 없음 • 반장(팀장)이 TBM교육 진행(안전관리자가 직접 하지 않음) • 현장여건 상 전체 집합이 가능한 TBM이 가장 효과적으로 판단 • 근로자 위치추적 시스템 도입예정으로 도입 후 방문 가능 	
<p>D건설사 안전관리자 인터뷰</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • TBM 공지내용 5개 이내 제한(위험요인 2-3가지 및 전달사항) • 어플리케이션 BAND를 활용해 작업반장, 소장들이 TBM내용 전달 • 당시 필요한 교육은 재해가 생긴 즉시 실시간 사고 사례들로 교육 시 효과가 극대화됨. 하지만 재해 원인, 시기, 특정장비 비공개 등 정확한 정보를 공유하지 않음 • 따라서 재해사례에 대해 은폐하지 않고 정확한 분류가 필요함 	
<p>재해예방기술지도기관 인터뷰</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 시간 제약이 있어 고용노동부에서 중점적으로 전달하고자 하는 사항에 대해 대화식 교육 실시 • 건설재해예방전문지도기관의 업무수행에 대한 적정대기 기준 및 법적 효력 강화 방안 마련 필요 • 근로자의 피로도도 고려한 교육체계 마련 필요 • 근로자의 관심 및 흥미를 유발할 수 있는 교육내용 마련 필요(애니메이션, 삽화 등) • 중대 재해뿐만 아니라 사고 빈도수가 많은 사고의 교육자료 개발이 필요 • 국토부의 법-제도 등에 대한 개정 및 정보 공유가 필요 	

<그림> 건설현장 방문조사 및 인터뷰

3. 안전교육자료 활용 현황

■ 건설현장에서 활용 중인 안전교육자료는 다음과 같음.

- 먼저, 작업 시작 전 교육은 TBM(Tool Box Meeting)으로서, 작업 시작 전 근로자들은 작업내용을 숙지하고 위험요인 및 타 작업과의 중첩 상황 등을 전달받게 되며, 이때 위험성 평가결과에 따른 위험요인과 예방대책 등도 함께 교육받음.
- TBM 활동은 해당 작업 시 발생할 수 있는 안전사고에 대해 가장 구체적인 내용을 전달할 수 있는 시기로서 교육의 효과가 가장 좋다는 의견이 많았으나, 교육 시간이 적게는 5분, 많게는 10분 정도로 짧고 TBM을 주관하는 작업반장(일명 십장)의 안전의식 수준에 따라 교육내용이 다른 특징이 있는 것으로 파악됨
- 정기안전교육은 특정 공종 혹은 작업에 구분 없이 현장근로자를 대상으로 실시 되며, 법적인 사항 혹은 최신 안전사고 사례 등에 대한 자료가 입수된 경우 이를 교육하고 있는 것으로 나타남. 특히 집체교육 형태로 교육이 이루어지기 때문에 교육의 효과성은 떨어진다는 의견이 많았음.
- 특별안전교육은 고위험 작업을 하기에 앞서 해당 작업에 투입되는 근로자를 대상으로 교육하는 것으로서, 현재 안전교육 자료는 산업안전보건공단 등에서 제공하고 있는 자료를 주로 사용하고 있으나, 이러한 자료는 당해 현장에서 이루어지는 작업의 내용과 주변 상황을 반영하고 있지 못하는 한계가 있는 것으로 나타남.
- 기초안전교육은 해당 현장에 처음 채용되는 인원을 대상으로 교육하는 것으로서 이 역시 다양한 공종의 근로자가 있을 경우에는 특정 작업에 대한 교육이 어려운 실정이며, 교육 내용으로는 당해 현장의 개요와 일반적인 안전준수 사항, 그리고 최근 안전사고 사례 등에 대한 교육이 이루어지고 있는 것으로 조사됨.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



<그림> 건설현장에서 활용하는 교육시기별 교육자료

- 건설현장의 안전관리자를 대상으로 한 인터뷰 결과 및 현행 안전교육자료를 종합하여 분석해 보면 다음과 같은 안전교육의 문제점을 도출할 수 있으며, 시간적/공간적 제한, 현장 특성 반영 어려움 등으로 인해 현행 안전교육의 실효성 부족에 따라 개선사항을 도출할 수 있음.



<그림> 현행 안전교육 문제점 및 안전교육 콘텐츠 개발 방향

4. 적정 안전교육 방법 규명

- 효율적인 안전교육방법론 정립을 위하여 직접적으로 안전교육업무를 수행하고 있는 안전관리자를 대상으로 설문조사를 수행함.
 - 설문조사는 VR/AR 안전교육 콘텐츠가 활용될 가능성이 큰 법정 안전교육 5가지(정기, 특별, 작업내용 변경, 신규, 기초)와 실무자가 가장 교육 효과가 클 것으로 예측한 TBM 시 교육을 조사대상으로 한정함.
 - 설문내용은 각각의 교육별로 구성하였으며, 대상별 現 안전교육현황 및 문제점, 향후 효율적인 교육을 위한 개선방안 부문으로 계획함.



<그림> 설문 및 분석체계

- 건설현장에서 TBM 시 안전교육이 시행되는지의 여부와 안전사고 저감을 위해 TBM 시 안전교육을 수행할 필요성에 대한 인식을 조사하였음.
 - 시행되고 있다는 답변이 96.8%(91명)로 대부분의 건설현장에서 TBM 시 안전교육이 시행되고 있다고 응답하였고, TBM 시 안전교육을 수행할 필요성이 있다고 응답한 관리자는 97.9%(92명)로 필요성을 강하게 인식하고 있다고 분석됨.

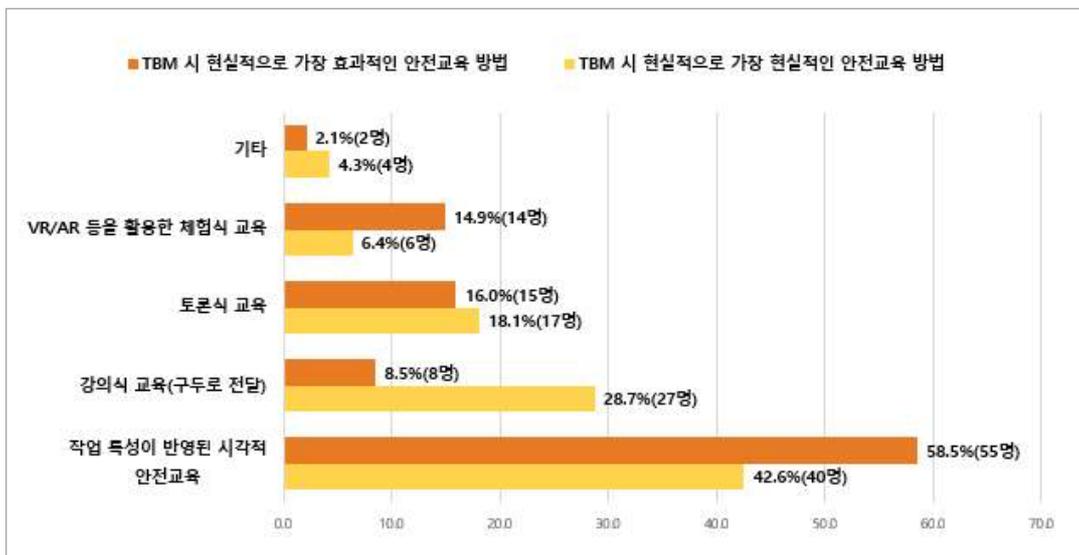
건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



<그림> 현장에서 TBM 시 안전교육 시행 여부 및 안전교육을 수행할 필요성

■ TBM 시 가장 현실적인 안전교육 방법과 가장 효과적인 안전교육 방법에 대해 설문조사를 실시하였으며, 단, 가장 현실적인 안전교육 방법에 대한 응답에는 교육효과는 고려되지 않았으며, 가장 효과적인 안전교육 방법에 대한 응답에는 현장에서 시행하기 어려움 등 현장특성은 고려하지 않았음.

- TBM 시 가장 현실적인 안전교육 방법과 가장 효과적인 안전교육 방법 모두 '작업 특성이 반영된 시각적 안전교육' 방법이 각각 42.6%(40명), 58.5%(55명)로 가장 높은 비율로 나타남.



<그림> TBM 시 가장 현실적인 안전교육 방법 및 효과적인 안전교육 방법

- 최근 몇몇 기업에서는 VRAR디지털 트윈 등의 기술을 활용한 체험형 안전교육을 시행하고 있는데 건설현장에서 TBM 시 VRAR디지털트윈 등 다양한 기술을 활용한 안전교육의 가능성과 불가능하다면 그 이유 대한 설문 응답은 다음과 같이 나타남.

- 건설현장에서 TBM 시 VRAR디지털트윈 등 다양한 기술을 활용한 안전교육의 가능성에 대한 설문결과 ‘불가능하다’ 답변이 과반수 이상(69.1%, 65명)으로 나타남.

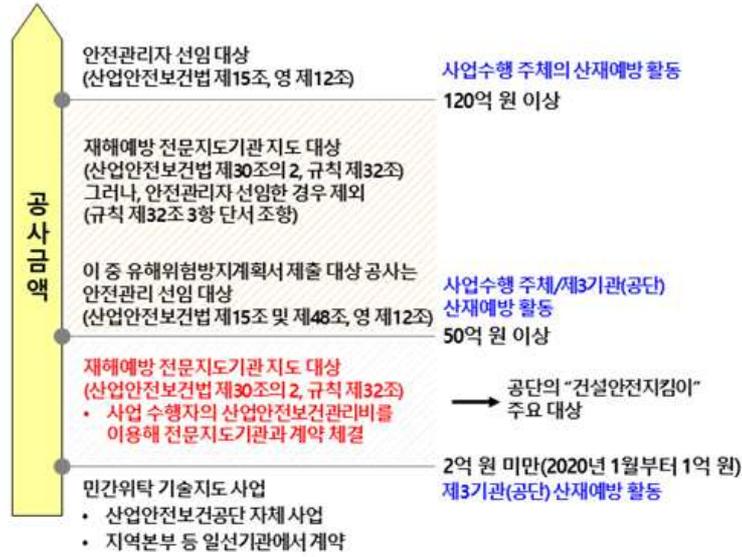


<그림> TBM 시 VR/AR디지털트윈 등 다양한 기술을 활용한 안전교육의 가능성

5. 안전교육 콘텐츠 시스템의 사용자 기능 정의서 작성

- 안전교육 콘텐츠 생성 SW의 사용자는 안전사고 예방 활동과 안전교육 실행 주체인 안전관리자, 작업반장, 재해예방전문지도기관으로 설정하였으며, 교육 시기별(TMB, 정기, 특별, 기초) 특징에 따라 적합한 교육 콘텐츠가 개발되어야 함.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



<그림> 안전관리자 선임, 재해예방전문지도기관 대상, 건설안전지킴이 대상

■ 정기/특별안전교육의 경우 다양한 공종/다수의 인원을 대상으로 교육하므로 AR/VR 체험형 교육의 효과성을 기대하기 어렵고, 실제로 모든 인원이 체험하기는 불가능함.

- 다만, 신규자의 직무배치 전 교육인 기초안전교육에 대해 특별히 위험한 작업이라고 정한 특별안전교육대상 공종일 경우 AR/VR 교육콘텐츠를 적용해 볼 수 있음.

TBM	<ul style="list-style-type: none"> • (대상) 해당 작업을 수행하는 팀 • (내용) 당일 수행작업의 내용과 작업 수행 중 발생할 수 있는 안전사고 및 위험요인 인지교육 • (특징) 교육효과가 가장 높으나, 작업반장 역량에 따라 편차가 크고, 짧은 시간(5-10분)에 종료 	특별안전보건교육	<ul style="list-style-type: none"> • (대상) 주물 및 단조작업 등 40개의 위험한 작업을 수행하는 근로자 대상 교육 • (내용) 작업별 특성에 따른 위험요인, 작업방법 및 순서, 안전수칙 등 • (특징) - 인원이 많아 개별적 안전교육 어려움
정기안전보건교육	<ul style="list-style-type: none"> • (대상) 현장의 사무작·생산직 근로자, 관리감독자 지위에 있는 사람 대상 교육 • (내용) 산업안전 및 사고 예방, 산업보건 및 직업병 예방, 유해위험 작업환경 관리 등 • (특징) - 다양한 공종/다수의 인원을 대상으로 교육 	기초안전보건교육 (현장출입시)	<ul style="list-style-type: none"> • (대상) 현장에 채용된 근로자 대상으로 직무배치 전 교육 • (내용) 기계기구 위험성과 작업 순서, 동선, 작업 개시 전 점검, 정리정돈 및 청소 등 • (특징) - 다양한 공종/다수의 인원을 대상으로 교육

<그림 > 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 기능 정의 시 고려사항

■ 본 연구에서 개발하고자 하는 안전교육 콘텐츠는 TBM 시 활용가능한 작업환경 기반 안전교육 시스템과 VR/AR 기술을 활용한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 개발하는 것으로 시스템 개발 방향을 설정함.

III

안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 작성

1. 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 구분

■ TBM 안전교육 시스템, 몰입형 VR 안전교육 시스템, 4D-BIM 안전교육 시스템, AR BIM 안전교육 시스템 등 총 4종의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템으로 구분함.

- T.B.M 안전교육 시스템은 매일 변화하는 작업환경모델을 기반으로 위험요인을 파악하고 해당 작업의 안전사고 예방대책을 교육함.
- 몰입형 VR 안전교육 시스템은 기존 수동형 교육이 아닌 능동형 VR 교육으로서, 안전의식 수준을 평가할 수 있는 교육요소를 포함하고 다수의 인원이 동시 교육이 가능함.
- 4D-BIM 안전교육 시스템은 실제 현장을 기반으로 한 3차원 Mesh와 BIM 모델링을 결합하여 작업환경모델을 생성함.
- AR BIM 안전교육 시스템은 해당 작업을 수행하기 이전 작업환경의 변화를 AR로 구현하여 작업절차에 대한 교육과 발생될 수 있는 위험요인을 사전에 인지하여 교육이 가능함.

안전교육 콘텐츠 생성 시스템명	T.B.M 안전교육 시스템	몰입형 VR 안전교육 시스템	4D-BIM 안전교육 시스템	AR BIM 안전교육 시스템
활용기술	• 360 카메라 작업환경모델 생성 기술 • 위험성 평가/갱신 기술	• 몰입형 VR 기술	• 3D Mesh/BIM 모델링 정합 기술 • 메타포트 3D Mesh 및 360 카메라	• BIM 모델링/현장 이미지 정합기술 • BIM 모델링 AR 구현 기술
활용장비 (설치장소)	• 360 카메라 • 아이패드/갤럭시 탭 등 모바일 기기	• VR 체험 장비(현장 안전교육장 설치) • 이동형(버스형) VR 안전교육 시설	• 3D Mesh 구현장비(메타포트)	• AR 구현 장비
교육대상	• 작업 당일 해당 작업 투입 근로자	• 당해 현장 근로자 전체 • 기초안전보건교육 대상자 • 안전관리자 및 재해예방전문지도사	• 기초안전보건교육 대상자	• 현장 안전관리자 • 안전관리 보조원(업무수행 이전) • 재해예방전문지도기관 담당자
활용시기 (교육시기)	• 작업 시작 전(오전/오후)	• 정기안전교육 시 • 위험작업 투입 시	• 최초 건설현장 투입 이전	• 골조공사 위험작업 투입 이전
교육방법	• 작업환경모델 기반 시각교육	• 몰입형 VR 교육 • 안전의식 수준 평가	• 작업환경모델 기반 시각교육	• 작업환경모델 기반 시각교육
교육내용	• 작업공간으로 이동 중 위험 요인 • 작업공간의 위험요인 • 작업절차 및 준수사항(장비 등) • 해당 작업 중 사고사례	• 고위험 작업 시 안전준수 사항 • 이차사고 발생원인 • 해당 작업의 안전의식 수준 평가 • 작업절차 및 준수사항(장비 등)	• 작업공간의 위험요인 • 작업순서 및 절차	• 작업공간의 위험요인 • 작업 작업순서 및 절차
선결과제	• 작업환경모델(360 카메라) 촬영 주체 • 안전교육자료 등록 및 관리 업무 증가 • 각종 활용장비의 안전관리비 사용	• VR 장비 구입비용 처리 • 중/소규모 현장 활용 방안	• BIM 모델링 정보 필수 • 3D Mesh 장비 구입 비용 • 작업환경모델(360 카메라) 촬영 주체	• BIM 모델링 정보 필수 • AR 구현 장비 구입 비용 • 중/소규모 현장 활용 방안

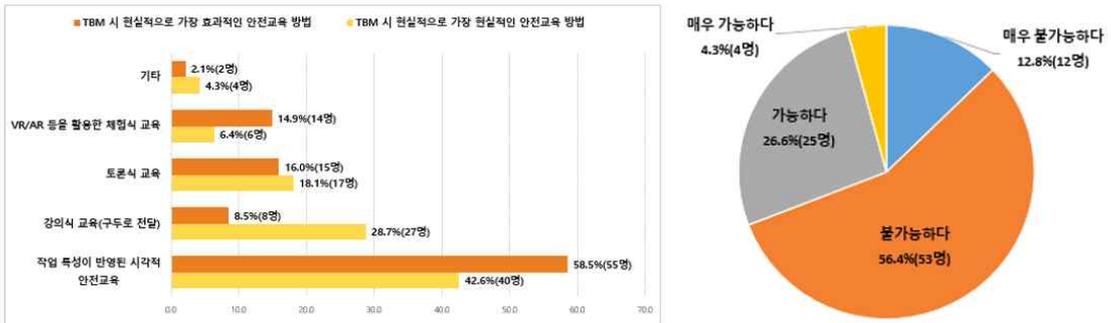
<그림> 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 구분

2. T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템

- 설문조사 결과를 바탕으로 건설현장에서 안전교육효과가 가장 높은 시기인 T.B.M 시 활용할 수 있는 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 필요함.
- VR/AR 기술을 활용한 디지털 트윈(Digital Twin) 기술의 활용 가능성이 낮은 것으로 조사되었으며, 360 카메라를 활용한 작업환경모델 개발이 가능함.

구분	교육시기	교육대상자	교육내용	교육시간	비고
일일 교육	T.B.M	아침 작업 개시 전	- 출석사항 확인 - 건강상태 - 작업지시 및 배치 - 안전수반 사항 교육 - 전일 지적사항(사진 포함) 등을 포함	5분~10분 내외	작업반장(십장) 교육진행

- (대상) 해당 작업을 수행하는 팀
- (내용) 당일 수행작업의 내용과 작업 수행 중 발생할 수 있는 안전사고 및 위험요인 인지교육
- (특징) 교육효과가 가장 높으나, 작업반장 역량에 따라 편차가 크고, 짧은 시간(5~10분)에 종료



주) 설문조사는 100대 건설업체 소속 안전관리자로 구성된 안전협의회에 의뢰하여 시행하였음.(응답자 94명) <TBM 시 VR/AR 디지털트윈 등 다양한 기술을 활용한 안전교육의 가능성>

<그림> T.B.M의 정의 및 설문조사 결과

- T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 자료생성 및 안전교육 절차는 다음과 같음.
 - T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 자료생성 및 안전교육 절차는 8단계로 구분됨.
 - 명일 작업공간에 대한 안전교육 자료를 생성 후 등록하여 T일에 근로자 안전교육을 실시한 후 교육내용을 저장 및 관리하는 체계로 구성됨.



<그림> T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 자료생성 및 안전교육 절차

■ T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 활용 주체별 기능은 다음과 같음.

- T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 활용 주체인 안전관리자, 작업반장, 근로자 등 3 가지 시점에서 기능을 구분함.

메뉴	안전관리자	작업반장	근로자
• 콘텐츠 제작 (근로자에게 교육할 자료를 생성, 수정, 저장하는 메뉴)	O	X	X
• 콘텐츠 목록 (안전교육을 실시하고 QR 코드 등을 생성하는 메뉴)	O	O	X
• 근로자 관리 (교육 당일에 출근하는 근로자에 대한 기본정보 및 작업내용을 관리하는 메뉴)	O	O	X
• 자료 관리 (건설업의 안전 관련 통계, 최근 이슈 사고, 작업일보 내용, 안전일지 내용, 위험성 평가내용, 현장 사진 등을 관리하는 메뉴)	O	O	X
• 정보 전달 관리 (근로자에게 QR코드/교육 사이트 등을 전달하고 수신 확인하는 메뉴)	O	O	X
• 안전교육 (안전교육을 실시하는 메뉴)	X	X	O
• 체크사항 (안전교육 후 당일 교육에 대한 사항을 인지하고 있는지를 간단하게 체크하는 메뉴)	X	X	O

안전관리자	작업반장 또는 협력업체	근로자
<ul style="list-style-type: none"> 콘텐츠 제작 콘텐츠 목록 근로자 관리 자료 관리 정보 전달 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 콘텐츠 목록 근로자 관리 자료 관리 정보 전달 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 안전교육 체크사항

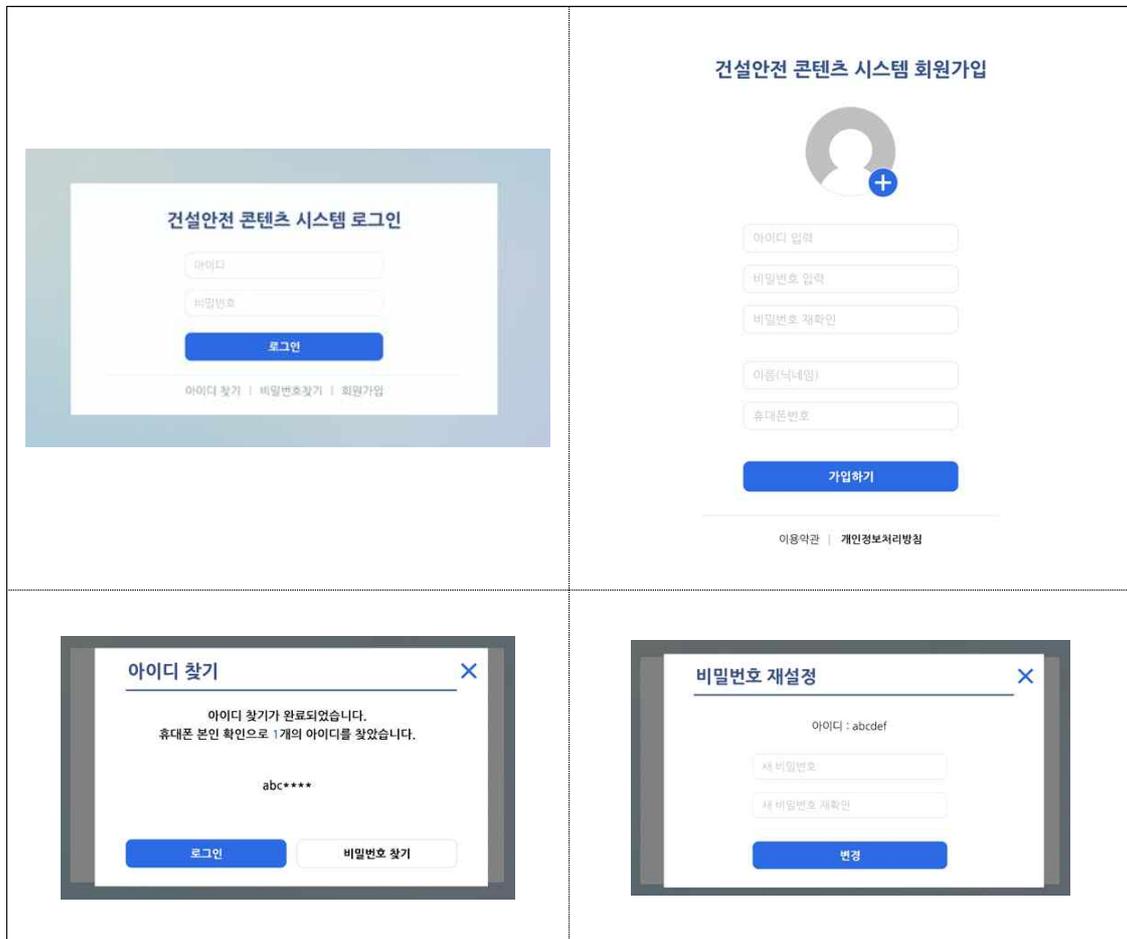
<그림> T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 활용 주체별 기능

2.1 안전관리자 시점(T-1일) 시나리오 작성

- T.BM 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 활용 주체별 시나리오를 작성하였으며, 먼저, 안전관리자 시점에서 작업일 전날(t-1일)에 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 활용하도록 작성됨.

1) 건설안전 콘텐츠 시스템 시작

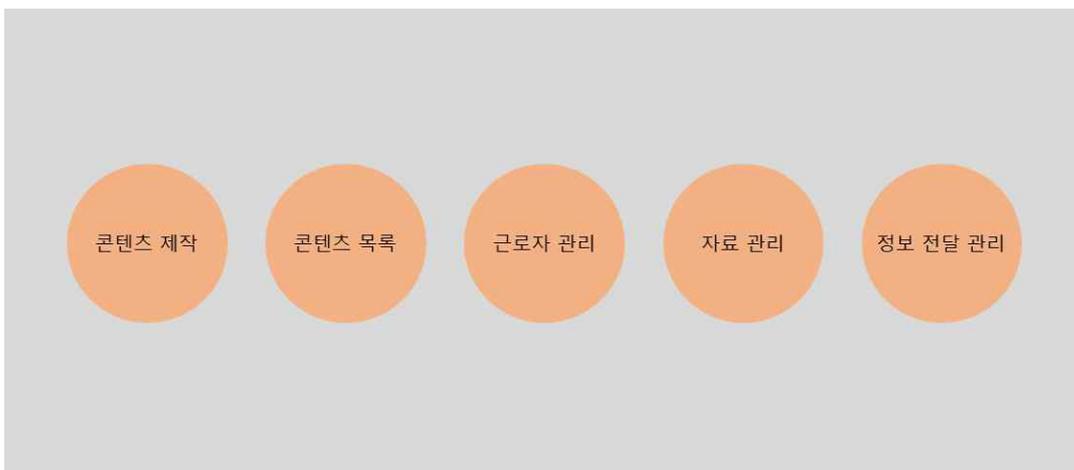
- 로그인 화면 : 관리자용 아이디 및 비밀번호로 로그인
- 추가 화면 : 아이디 찾기, 비밀번호 찾기, 회원가입



<그림> 건설안전 콘텐츠 시스템 시작 화면 예시

2) 로그인 후 5가지 메뉴 등장

- 안전교육 콘텐츠 제작 : 근로자에게 교육할 자료를 생성, 수정, 저장하는 메뉴
- 안전교육 콘텐츠 목록 : 안전교육을 실시하고 QR 코드 등을 생성하는 메뉴(근로자 공유 기능 필요)
- 근로자 관리 : 교육 당일에 출근하는 근로자에 대한 기본정보 및 작업내용을 관리하는 메뉴(추가적으로 교육이수완료에 대한 확인 필요)
- 자료 관리 : 건설업의 안전 관련 통계, 최근 이슈 사고(언론매체 보도자료), 작업일보 내용, 안전일지 내용, 위험성 평가내용, 현장 사진 등을 관리하는 메뉴
- 정보 전달 관리 : 근로자에게 QR코드/교육 사이트 등을 전달하고 수인 확인하는 메뉴



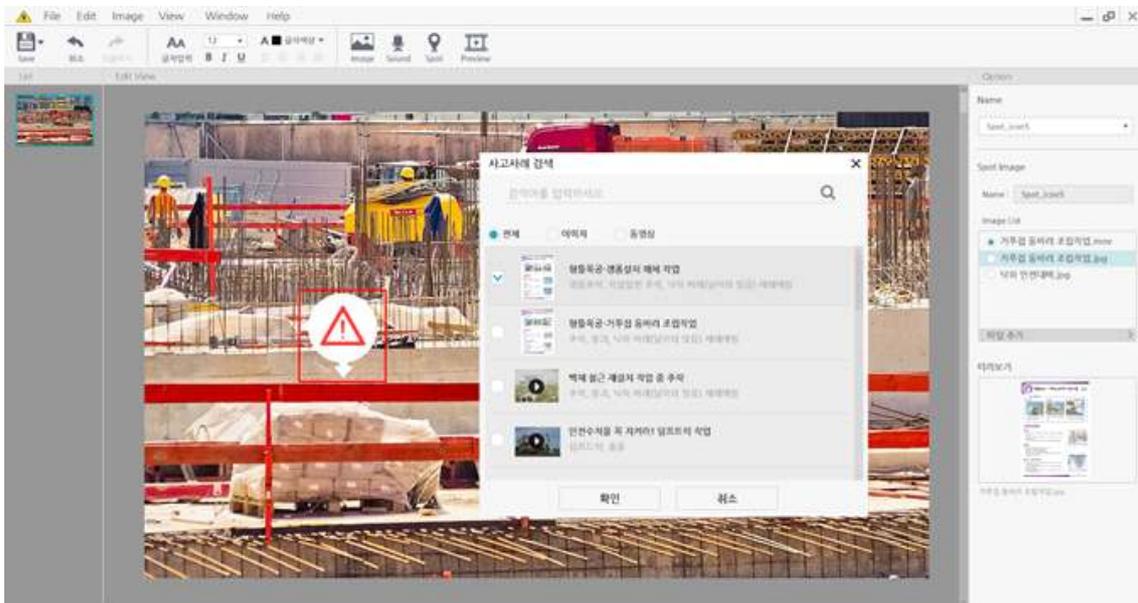
<그림> 로그인 후 5가지 메뉴 등장 화면 예시

3) 안전교육 콘텐츠 제작(멀티 화면으로 구성 필요)

- Step 1. 교육 당일 정보 불러오기
 - 작업일보, 안전일지, 출력일보, 위험성 평가, 관련 직종 사고 통계, 이슈 사고(언론) 등
- Step 2. 교육내용 제작하기

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

- ① 안전교육 콘텐츠 제작(작업조별 3가지 위험요인 및 대책)
- ② 최근 사고발생 사례 및 안전 이슈
 - 최근 언론매체에 보도된 동일 작업 시 발생한 안전사고 사례에 대한 링크연결 교육
- ③ 투입 전 체크사항(평가)
 - 안전관리자가 생각하는 가장 중요한 체크사항 3~5가지
 - 현재 작업자 안전보호구 착용 상태 체크 : 안전모, 안전벨트, 안전화, 각반 등
 - 금일 작업 시 위험요인 체크 : 작업장 안전대 설치 유무, 작업공간 확보, 적재물 확인
 - 현재 작업자 건강상태 체크 : 혈압, 두통, 숙취, 코로나19 등



<그림> 안전교육 콘텐츠 교육내용 제작 화면 예시

- Step 3. 교육내용 생성하기
 - 앞서 제작된 교육 콘텐츠를 생성하여 콘텐츠 목록으로 내보내는 작업
 - 교육일시, 작업조 등에 따라 저장하도록 지원하는 기능 필요



<그림> 교육내용 생성 화면 예시

4) 안전교육 콘텐츠 목록 확인 및 교육 준비

- 안전교육 콘텐츠 목록탭으로 이동하여 작업조별 콘텐츠가 잘 생성되었는지를 확인
- 기본정보 : 작업조 정보, 금일수행작업, 작업공간정보, 이슈전달, 투입전체크사항
- 위험요소 교육내용 : 작업조별 선정된 3가지 위험요인 및 대책
- QR코드 생성 or 사이트 주소 생성
- 금일 생성된 교육자료에 대한 압축/저장 기능 필요(일정 공간으로 저장)

5) 작업반장 및 작업자에게 교육 콘텐츠 전달

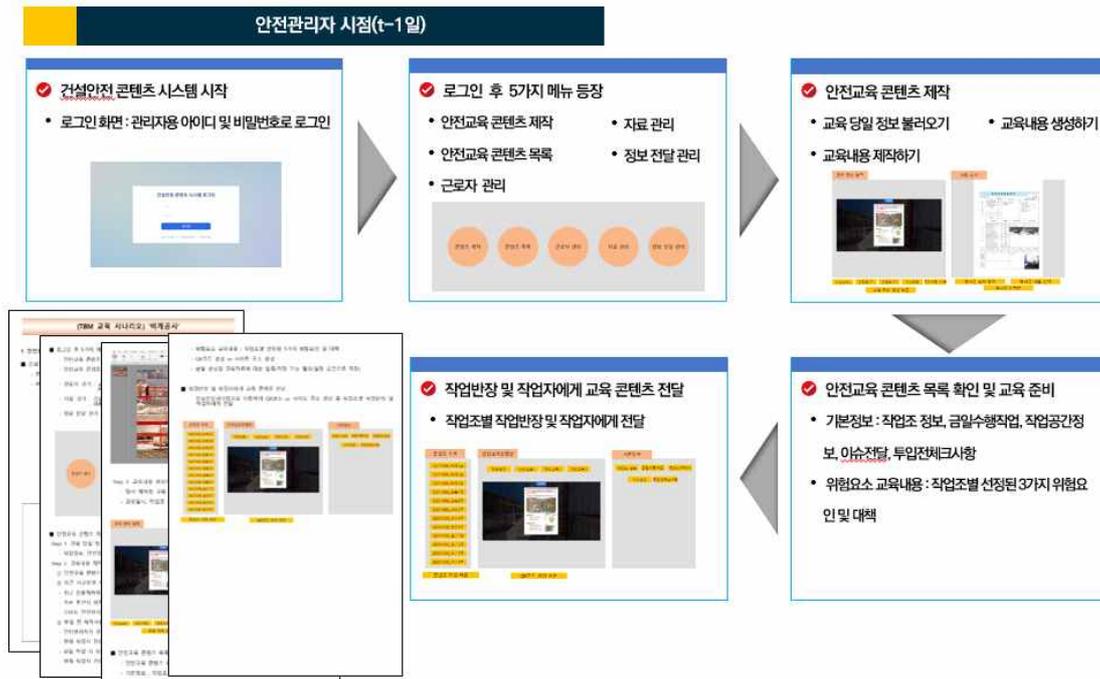
- 정보전달관리탭으로 이동하여 QR코드 or 사이트 주소 생성 후 작업조별 작업반장 및 작업자에게 전달

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



<그림> 교육 콘텐츠 전달 화면 예시

■ 안전관리자 시점(t-1일)의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 시나리오 작성내용을 정리한 내용은 다음 그림과 같음.



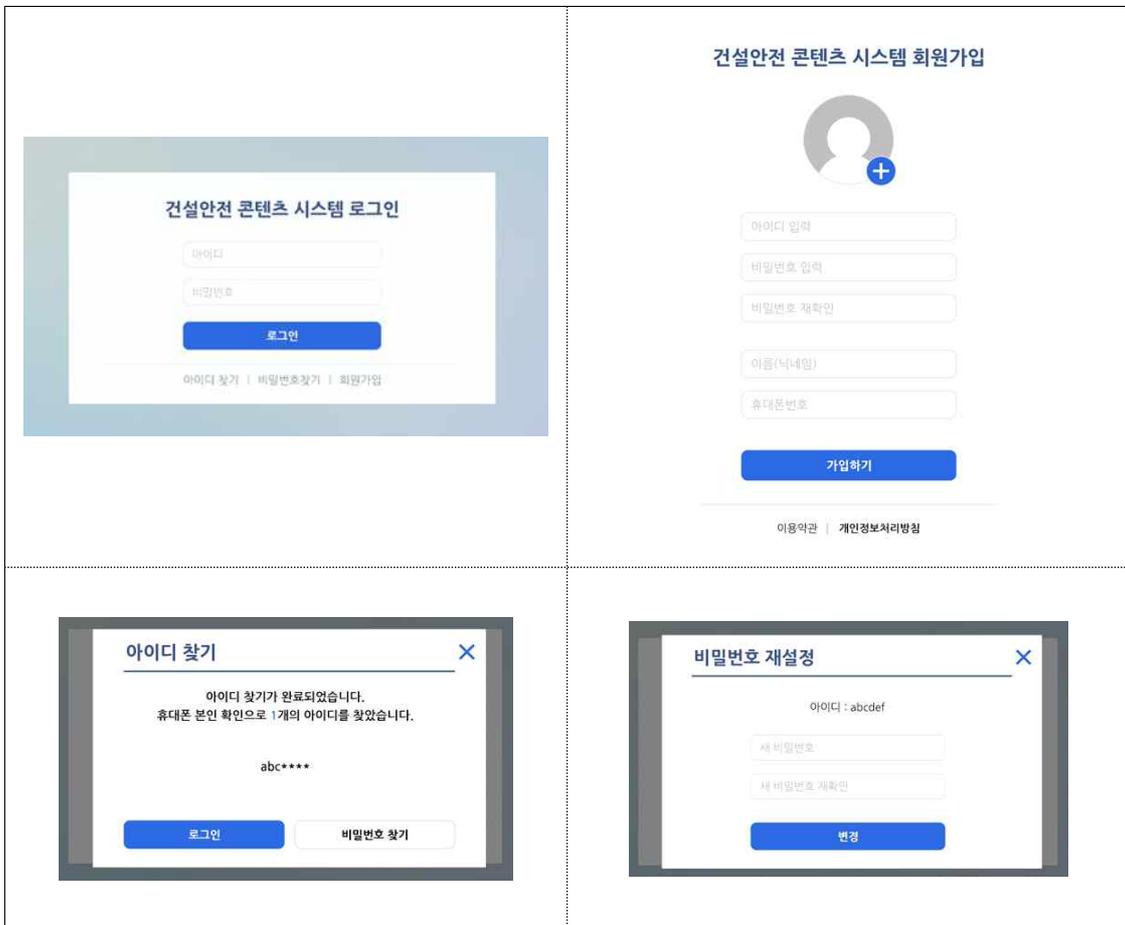
<그림> 안전관리자 시점 시나리오 작성 내용

2.2 작업반장 또는 협력업체 시점(T-1일, T일) 시나리오 작성

- 작업반장 또는 협력업체는 작업일 전날 또는 작업일(t-1일, t일)에 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 활용하도록 작성됨.

1) 건설안전 콘텐츠 시스템 시작

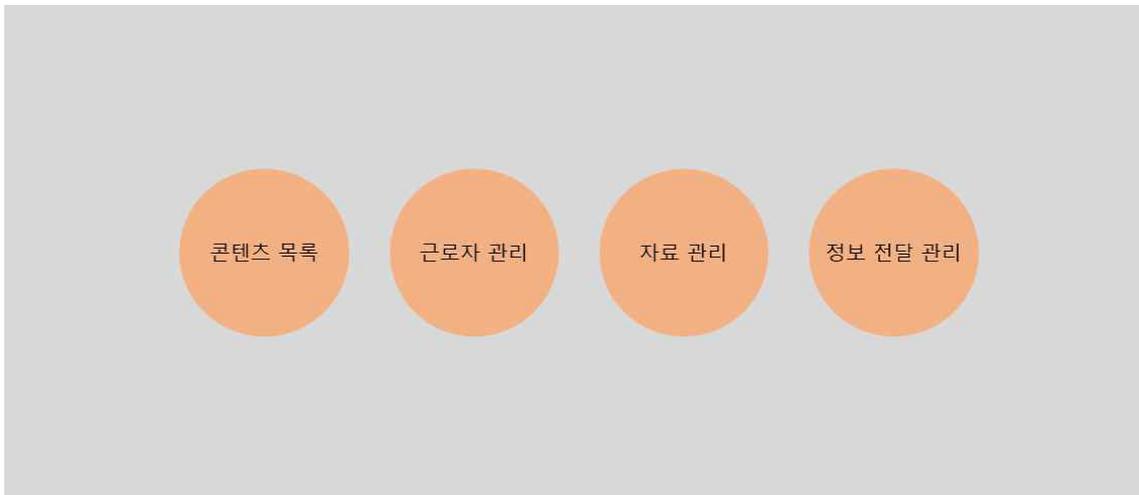
- 로그인 화면 : 관리자용 아이디 및 비밀번호로 로그인
- 추가 화면 : 아이디 찾기, 비밀번호 찾기, 회원가입



<그림> 건설안전 콘텐츠 시스템 시작 화면 예시

2) 로그인 후 4가지 메뉴 등장

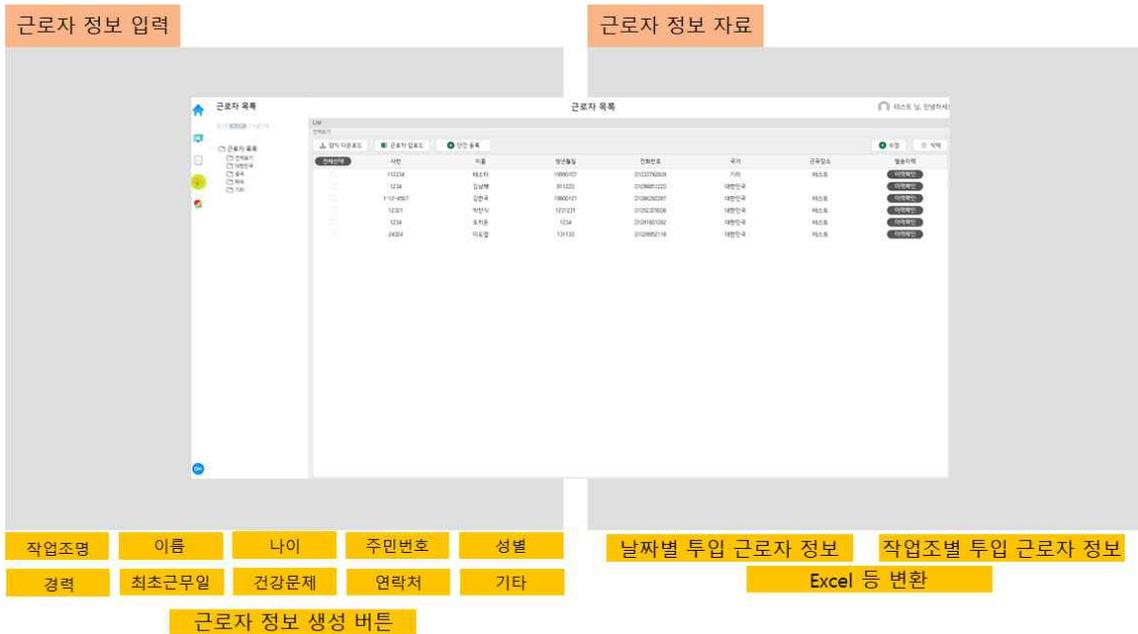
- 안전교육 콘텐츠 목록 : 안전교육을 실시하는 메뉴(근로자 공유 기능 필요)
- 근로자 관리 : 교육 당일에 출근하는 근로자에 대한 기본정보 및 작업내용을 작성하는 메뉴
- 자료 관리 : 현장 사진 등을 관리하는 메뉴
- 정보 전달 관리 : 근로자에게 QR코드/교육 사이트 등을 전달하고 수신 확인하는 메뉴



<그림> 로그인 후 4가지 메뉴 등장 화면 예시

3) 근로자 정보 입력

- 교육 당일 근무자에 대한 기본정보를 입력
- 기본정보 : 작업조명, 이름, 나이, 주민등록번호, 성별, 경력, 당해 현장 최초 근무시작일, 건강상의 문제, 연락처 등

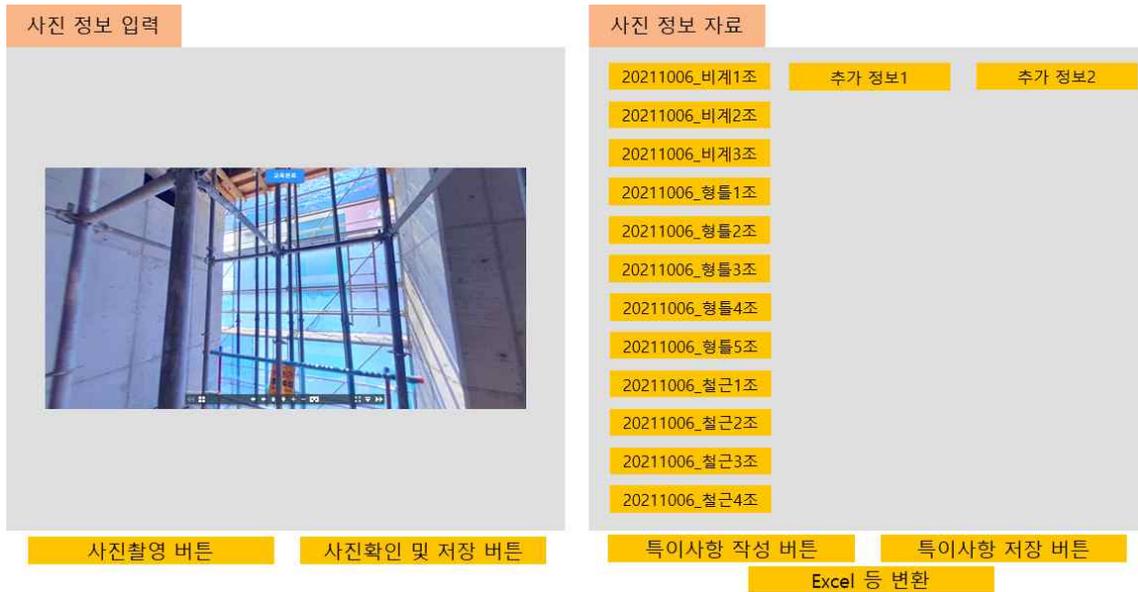


<그림> 근로자 정보 입력 화면 예시

4) 현장 사진 입력

- 안전관리자가 교육 콘텐츠를 만들 수 있도록 지원하는 명일 작업공간에 대한 사진 업로드 수행
- 날짜별, 작업조별, 공사별 등으로 구분할 수 있는 필터 기능 필요
- 날짜별, 작업조별 저장공간이 별도로 구성되도록 지원하는 기능 필요

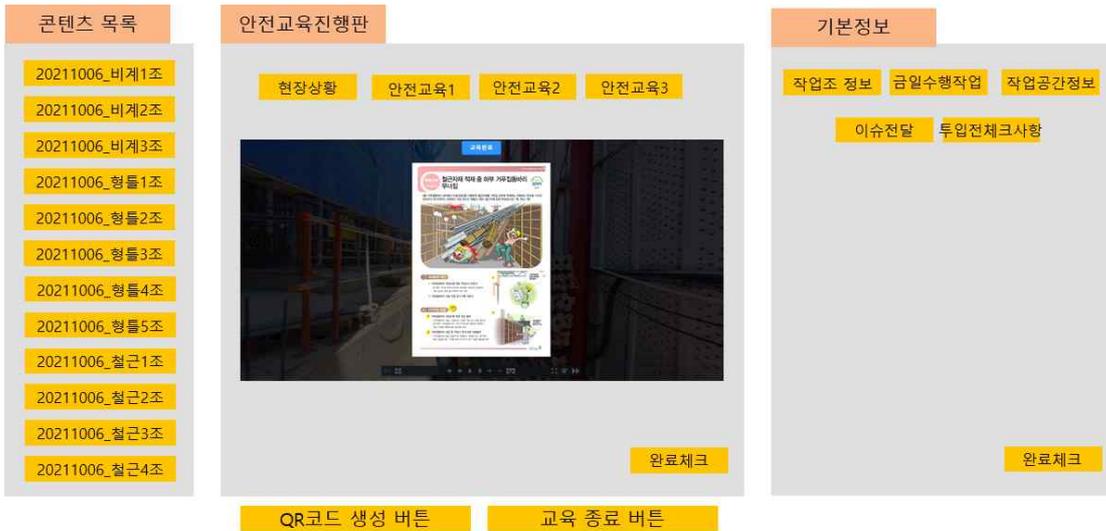
건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



<그림> 현장 사진 입력 화면 예시

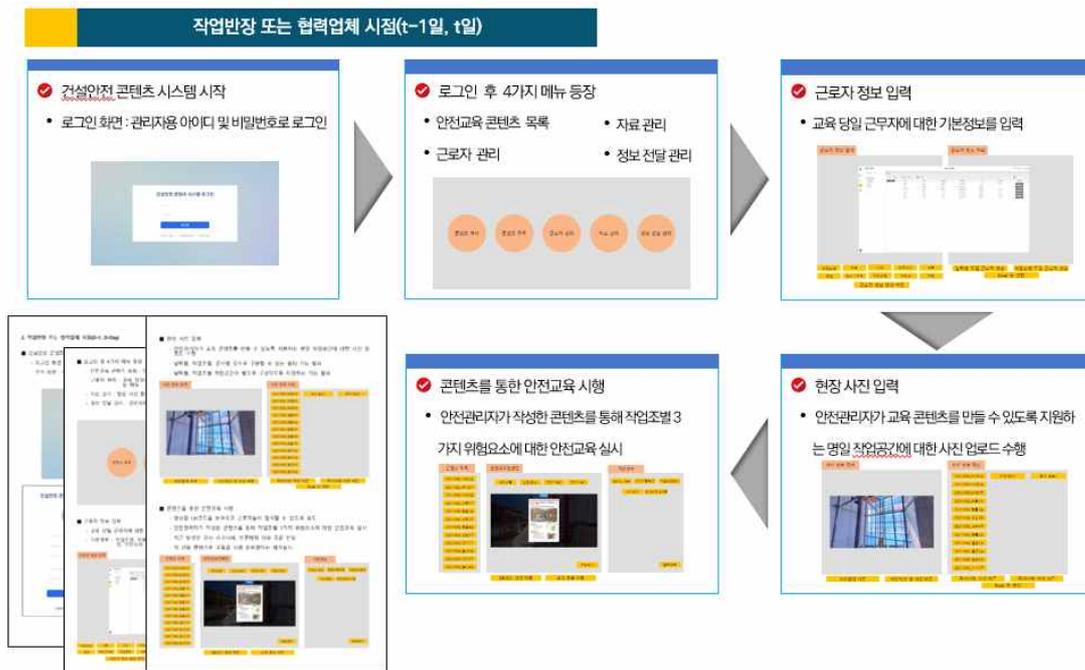
5) 콘텐츠를 통한 안전교육 시행

- 생성된 QR코드를 보여주고 근로자들이 접속할 수 있도록 유도
- 안전관리자가 작성한 콘텐츠를 통해 작업조별 3가지 위험요소에 대한 안전교육 실시
- 최근 발생한 유사 사고사례, 언론매체 이슈 등을 전달
- 각 교육 콘텐츠로 교육을 시행 완료했다는 체크실시



<그림> 콘텐츠를 통한 안전교육 시행 화면 예시

- **작업반장 또는 협력업체는 작업일 전날 또는 작업일(t-1일, t일)의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 시나리오 작성내용을 정리한 내용은 다음 그림과 같음.**



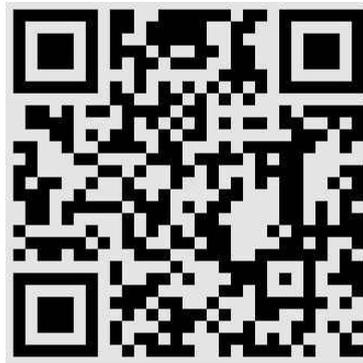
<그림> 작업반장 또는 협력업체 시점 시나리오 작성 내용

2.3 근로자 시점(T일) 시나리오 작성

- 근로자는 작업일(t일)에 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 활용하도록 작성됨.

1) 건설안전 콘텐츠 시스템 시작

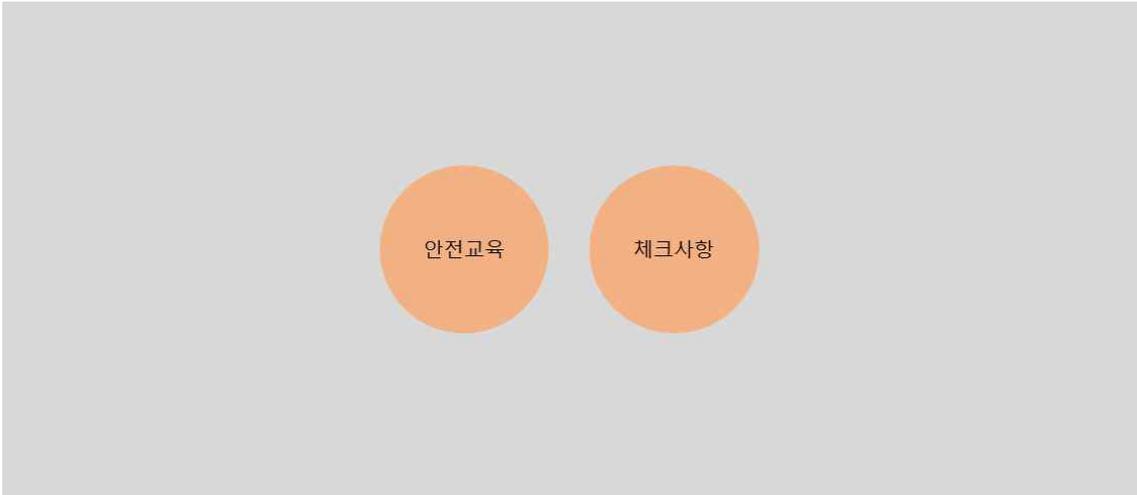
- 로그인 화면 : 작업반장이 부여하는 QR코드로 접속하여 간단한 개인정보 입력
- 개인정보 입력 : 소속, 이름, 휴대폰 번호
- 개인정보는 교육에 대한 이수완료를 파악하기 위한 용도



<그림> QR코드 접속 예시

2) 로그인 후 2가지 메뉴 등장

- 안전교육 : 안전교육을 실시하는 메뉴
- 체크사항 : 안전교육 후 당일 교육에 대한 사항을 인지하고 있는지를 간단하게 체크하는 메뉴



<그림> 로그인 후 2가지 메뉴 등장 화면 예시

3) 안전교육 콘텐츠를 통한 안전교육 이수

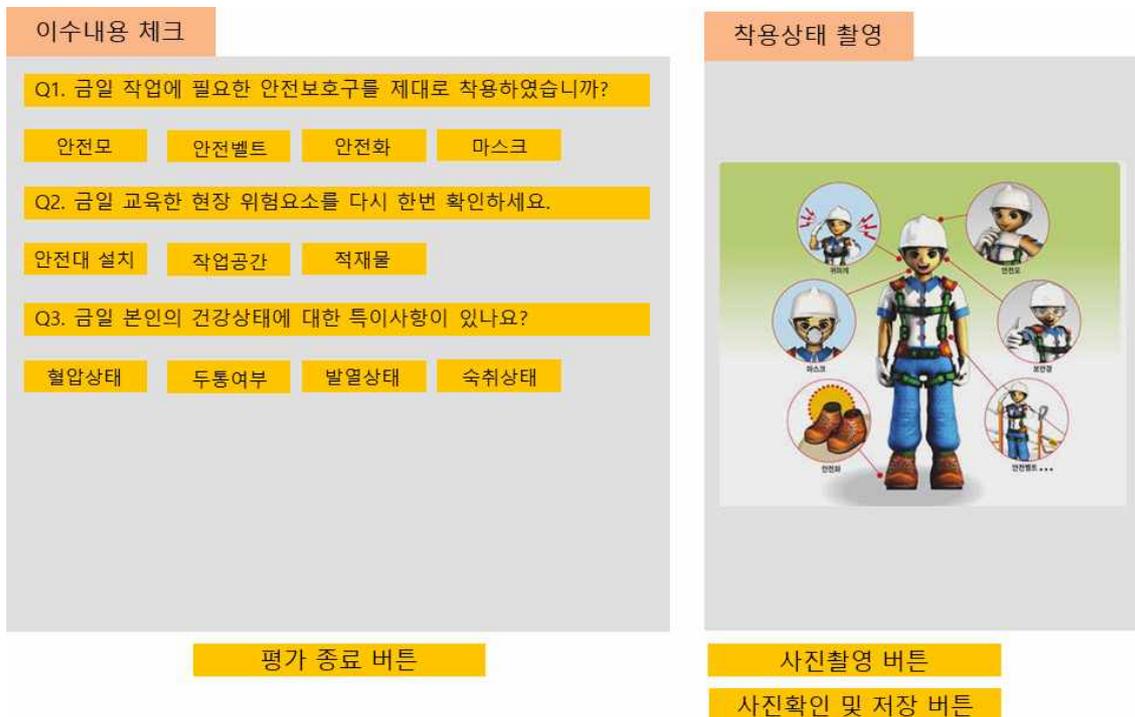
- 작업반장이 설명하는 현장 상황, 위험요인, 최근 사고사례 등에 대한 교육 이수
- 각 교육 콘텐츠로 교육을 시행 완료했다는 체크실시



<그림> 안전교육 콘텐츠를 통한 안전교육 이수 화면 예시

4) 안전교육 이수 내용에 대한 체크(평가)

- 안전관리자가 생각하는 가장 중요한 체크사항 3~5가지
- 현재 작업자 안전보호구 착용 상태 체크 : 안전모, 안전벨트, 안전화, 각반 등
- 금일 작업 시 위험요인 체크 : 작업장 안전대 설치 유무, 작업공간 확보, 적재물 확인
- 현재 작업자 건강상태 체크 : 혈압, 두통, 숙취, 코로나19 등



<그림> 안전교육 이수 내용에 대한 체크(평가) 화면 예시

- 근로자시점(t일)의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 시나리오 작성내용을 정리한 내용은 다음 그림과 같음.



<그림> 근로자 시점 시나리오 작성 내용

3. 몰입형 VR 안전교육 시스템

■ 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오 작성을 위해 실제 VR/AR 안전교육 콘텐츠 운영 기관을 방문하여 조사 및 분석을 실시함.

- VR/AR 안전교육 콘텐츠 활용 기관 방문 및 조사함.
- 재해발생 빈도가 높은 떨어짐, 물체에 맞음, 부딪힘 유형에 대한 근로자 재해 체험 교육 콘텐츠 운영중이며, 프로그램 혹은 교육자의 지시에 의해 재해를 체험하고 재해예방을 위한 사항에 대해 교육함.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

00건설기술연구원(3종 운영)	한국도로공사(9종 운영)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 떨어짐, 물체에 맞음, 부딪힘 유형 각 1종의 재해체험 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 떨어짐: 안전난간수리시 안전고리 미체결에 의해 추락 ✓ 물체에 맞음: 타워크레인 자재 인양 중 주변 이동시 인양자재 낙하로 인한 맞음 ✓ 부딪힘: 백호 작업 주변 이동시 백호와 부딪히는 사고 ✓ 재해체험 후 안전사고 예방을 위한 방법 학습 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 재해 체험 → 동일 상황 반복 → 재해예방을 위한 근로자 필요행동 교육 E) 안전난간수리시 주변 자재 정리, 안전고리 체결 체험 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 떨어짐 5종, 물체에 맞음 3종, 끼임 1종 유형의 재해사태 체험 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 떨어짐: 교량(교각) 작업 4종, 강관비계 작업 1종 ✓ 물체에 맞음: 배수관 인양, 크레인 빔 운반, 버킷 ✓ 끼임: 포장작업 중 다짐 장비와 충돌 ✓ 재해체험 후 안전사고 예방을 위한 방법 학습 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 재해 체험 후 → 문자 및 음성으로 재해예방을 위한 근로자 행동 교육 ✓ 재해체험 → 재해예방을 위한 근로자 행동 학습  <p> <ul style="list-style-type: none"> • 안전에 부정적 평가 설치되어 있지 않을 경우 임시비동기 작업 금지 • 작업방향이 설치되어 있지 않을 경우 임시비동기 작업 금지 • 안전난간이 설치되어 있지 않을 경우 임시비동기 작업 금지 (예방을 위한 필요 시퀀스(문자/음성반식)) </p>
<p>현행 VR 안전교육의 한계</p> <ul style="list-style-type: none"> • 근로자의 안전의식 수준을 파악할 수 있는 시나리오 미구성 • 별도 조력자 혹은 프로그램 자체 안내(지시)에 따른 행동으로 재해체험 → 근로자 자신의 불안정한 행동/상태에 대한 파악 불가 • 유선 하드웨어 장비 이용으로 움직임에 제약 • 다수의 근로자 동시 체험 어려움 	

<그림> 몰입형 VR 안전교육 콘텐츠 운영 기관 조사/분석

■ 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오는 교육내용 구성/ 시나리오 구성 방법/ 안전교육 내용 및 평가사항 등을 파악하여 대상자별로 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 활용할 수 있도록 작성됨.

1) 교육내용 구성

- '16년 ~ '19년까지의 사망사고의 재해 원인을 파악하여 재해발생 주요 원인을 인지할 수 있도록 안전교육 콘텐츠 시나리오를 구성함.
- 재해발생의 관리적 원인 중 교육적 원인과 작업관리상 원인의 내용을 포함하였으며, 기술적 원인은 재해사태 파악 후 내용 추가 검토할 예정임.
- 재해발생의 직접적 원인 중 불안정한 상태/행동 내용을 포함함.

구분	2016년	2017년	2018년	2019년
교육적 원인 합계	21	34	27	18
1. 안전지식의 부족	10	14	10	1
2. 안전수칙의 오해	0	0	0	0
3. 경원훈련의 미숙	0	3	3	0
4. 작업방법의 교육 불충분	7	8	12	13
5. 유해위험작업의 교육 불충분	3	5	1	3
6. 기타	1	4	1	1

구분	2016년	2017년	2018년	2019년
작업관리상의 원인 합계	271	270	262	202
1. 안전관리 조직결함	0	1	3	0
2. 작업수칙 미제정	30	17	29	35
3. 작업준비 불충분	196	206	163	118
4. 인원배치 부적당	40	34	46	34
5. 작업지시 부적당	4	5	11	4
6. 기타	1	7	10	11

구분	2016년	2017년	2018년	2019년
불안전한 상태 원인 합계	391	385	371	292
1. 몸자체의 결함	26	26	24	13
2. 안전방호 장치결함	157	141	132	113
3. 복장보호구의 결함	67	62	54	55
4. 물의 배지 및 작업장소 불량	56	51	57	35
5. 작업환경의 결함	12	9	9	7
6. 생산공정의 결함	33	26	19	34
7. 경계표시, 설비결함	14	29	23	3
8. 기타	25	36	47	29
9. 분류불능	1	5	6	3

구분	2016년	2017년	2018년	2019년
불안전한 행동 원인 합계	391	385	371	292
1. 위험장소 접근	10	11	9	7
2. 안전장치 기능제거	8	5	2	3
3. 복장, 보호구의 잘못된 사용	68	77	80	70
4. 기계, 기구의 잘못된 사용	9	11	14	2
5. 운전 중인 기계장치손질	2	0	2	3
6. 불안전한 속도조작	0	0	0	0
7. 유해, 위험물 취급 부주의	10	4	3	4
8. 불안전한 상태방치	197	173	158	127
9. 불안전한 자세동작	0	4	7	4
10. 갑작 및 언락 불충분	69	80	70	51
11. 기타	17	14	22	17
12. 분류불능	1	6	4	4

<그림> 산업안전보건공단 재해분석 보고서(2016년~2019년)

2) 시나리오 구성 방법

- 작업상황 및 재해상황별 상황 콘티 구성함.
- 작업 전, 작업 중 등 근로자 안전의식 수준 평가를 위한 내용 절차를 콘티로 구성함.
- 안전점검을 안전관리자의 안전지식 수준을 평가할 수 있는 내용으로 구성함.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

□ 크레인이 지지하지 않는 코펡거푸집 해체시 발생하는 사고			□ 티파기 작업 중 버킷 낙하에 의한 사고		
구분	상황 콘티	세부 내용	구분	상황 콘티	세부 내용
#1		① 작업발판에서 코펡거푸집 해체를 위한 볼트해체 작업을 실시한다.	#1		① 벽호가 배수관 매설을 위하여 티파기 작업중이다. 근로자는 하부에서 복을 측정하고 있다.
		② 전체 볼트를 해체하여 크레인이 지지하지 않는 코펡 거푸집 부분의 거푸집이 떨어져 작업중이던 근로자가 함께 추락한다. [중요문구] 작업절차 미준수로 인한 추락사고 ~ 크레인 연결부 확인 후, 작업을 진행하세요.			② 티파기 작업 중 벽호우 커플러 유압이 풀리면서 버킷이 낙하하여 근로자를 타격한다. [중요문구] 벽호우 안전핀 미제결은 살인행위 안전핀 설치!! 반드시 확인 하세요
□ 스크류 잭베이스 해체시 추락하는 사고			□ 배수관 인양 작업 중 자재의 쓸림에 의한 사고		
구분	상황 콘티	세부 내용	구분	상황 콘티	세부 내용
#2		① 하부 작업발판에서 잭베이스 볼트 해체 한다.	#2		③ 근로자는 배수관 인양을 위하여 1줄걸이로 연결한다. 자재 인양도중 자재가 한쪽으로 미끌어 떨어지면서 근로자를 타격한다. [중요문구] 인양 방법 불함으로 자재가 낙하 중량물 인양은 2줄걸이를 사용하시기 바랍니다.
		② 스크류잭(잭베이스)을 풀기 위해 근로자가 험머로 스크류 잭을 내려친다. (스크류잭과 작업발판의 높이 차이가 커서 안전간과 기둥부분에 걸터 서서 해머 작업도 중 근로자가 하부로 추락) [중요문구] 안전고리 미제결로 인하여 추락하였습니다. 생명을 연결! 선택이 아니라 필수입니다!			
□ P.S.C 빔 거치 중 충돌에 의한 추락사고			□ 교량 포장공사 도중 스키드로더에 의한 협착사고		
구분	상황 콘티	세부 내용	구분	상황 콘티	세부 내용
#1-1		① 근로자가 교량 빔(거더) 거치 작업중 빔 운반 수신호 중이고 크레인이 신호에 따라 빔을 운반중입니다. (VR화면에 동작을 유도하는 안내멘트가 계속 표출되고 있습니다)	#1		① 현장은 교량 교면포장공사 작업이 진행중이다.
		② 경광봉으로 빔 유도 중 빔이 근로자 측으로 너무 이동하여 근로자가 중심을 잃고 추락합니다.			② 한쪽에서는 스키드로더를 이용하여 교면을 불투명* 작업중이다. * 불투명 작업 교면정착에 의해 생긴 기존교면 요철부처 중단을 위하여 LMC모선 전 아래 시킨과 같이 LMC Mortar로 Blooming을 하고, 중분대 및 방호벽 부위는 인력으로 Blooming을 실시한다. <상세 설명> 동영상 참조
		③ 추락 간접체험 및 사고원인, 안전수칙이 안내됩니다. [중요문구] 안전수칙 준수사항 1. 작업순서 준수 2. 작업자수 및 안전보타 설치 3. 안전고리 체결			③ (갈퀴를 사용하여 불투명 하던 or 빗자루 등 자재를 정리하던) 근로자는 후진하는 스키드 로더와 방호벽 사이에 협착된다. [중요문구] 진행중인 스키드로더에 협착되었습니다. 간헐기계 작동 작업시 주의하시기 바랍니다
#1-2		① 근로자가 교량 빔(거더) 거치 작업중 빔 운반 수신호 중이고 크레인이 신호에 따라 빔을 운반중입니다. (VR화면에 동작을 유도하는 안내멘트가 계속 표출되고 있습니다)	#1-2		
		② 코펡 상단에서 근무하던 근로자가 받을 었더니 중심을 잃고 추락합니다.			
		③ 추락 간접체험 및 사고원인, 안전수칙이 안내됩니다. [중요문구] 안전수칙 준수사항 1. 작업순서 준수 2. 작업자수 및 안전보타 설치 3. 안전고리 체결			

<그림> 시나리오 콘티 구성 방법

3) 안전교육 내용 및 평가사항

- 안전교육 내용 선정을 위해 산업안전보건공단의 안전보건자료와 영남대의 사망재해 분석 자료를 참조함.
- 재해발생의 주요 원인을 교육적 원인, 작업관리상 원인, 불안정한 상태, 불안정한 행동으로 구분하여 세부 내용을 정리함.
- 해당 작업수행 이전에 불안정한 상태의 조치 여부와 해당 작업 시행 중 불안정한 행동 여부를 평가하여 근로자 안전의식 수준을 파악할 수 있도록 시나리오를 구성함.

재해발생 위치	재해유형	주요원인			
		교육적 원인	작업관리상 원인 (안전관리자 대상 교육)	불안정한 상태	불안정한 행동
감관비계 위 거꾸집 작업	떨어짐	<ul style="list-style-type: none"> · 가시시설물(비계)의 안전확보 여부에 대한 지식 · 적절한 안전보호구 착용 및 사용에 대한 지식 	<ul style="list-style-type: none"> · 근로자의 안전보호구 착용 적절성 확인 · 작업 중인 근로자의 안전고리 체결 여부 확인 · 비계 상부/중간 난간대 설치 여부 · 추락방지망 설치 및 파손 여부 	<ul style="list-style-type: none"> · 비계 중간난간대 미설치 및 파손 상태 방지 · 추락방지망 미설치 및 파손상태 방지 	<ul style="list-style-type: none"> · 안전모를 제대로 착용하지 않음. · 안전고리를 체결하지 않음. · 중간난간대 미설치 및 파손된 장소에서 무리한 작업
이동식 사다리 위 작업	떨어짐	<ul style="list-style-type: none"> · 층고 높이에 따른 작업 절차에 관한 지식 · 사다리 이용시 적절한 이용 방법 	<ul style="list-style-type: none"> · 근로자의 안전보호구 착용 적절성 확인 · 작업 중인 근로자의 안전고리 체결 여부 확인 · 작업높이에 따른 사다리 이용 작업 절차 · 작업주변 개구부(위험요인)에 대한 대책 마련 	<ul style="list-style-type: none"> · 사다리 작업 주변의 개구부 추락 방지 미조치 · 사다리 설치 위치의 평탄하지 않고 미끄러운 바닥 상태 · 아웃트리거가 없는 사다리 사용 	<ul style="list-style-type: none"> · 안전모를 제대로 착용하지 않음. · 안전고리를 체결하지 않음. · 단독으로 작업 시작 · 사다리 아웃트리거 미설치
고소 작업대 위 작업	떨어짐 및 끼임	<ul style="list-style-type: none"> · 고소 작업대의 허용적재하중에 대한 지식 · 고소 작업대 아웃트리거 설치기준에 대한 지식 	<ul style="list-style-type: none"> · 고소 작업대 허용적재하중 확인 · 고소 작업대 설치 장소의 주변 바닥 상태 확인 · 고소 작업대 과상승 방지장치의 설치 여부 및 작동 여부확인 	<ul style="list-style-type: none"> · 고소 작업대 아웃트리거 설치 장소 바닥의 경사 및 고임목 미설치 · 고소 작업대 과상승 방지장치 미설치 및 미작동 · 고소 작업대 이동 경로에 장애물 방지 · 고소 작업대 주변 개구부 안전조치 미이행 	<ul style="list-style-type: none"> · 안전모를 제대로 착용하지 않음. · 안전고리를 체결하지 않음. · 단독으로 작업 시작 · 아웃트리거 설치 고임목 미사용 · 고소 작업대 탑승 후 이동

<그림> 안전교육 내용 및 평가사항

4) 대상자별 안전교육 시나리오

- 근로자/안전관리자/작업반장/관리감독자/재해예방전문지도사 대상 안전교육 시나리오로 구분하여작성됨.
- 근로자 대상의 안전교육 시나리오의 경우 각종 작업 중 사고 발생에 대한 교육 콘텐츠 시나리오를 작성하여 사고를 체험하고 평가가 가능하도록 작성됨.
- 안전관리자/작업반장/관리감독자/재해예방전문지도사 대상 안전교육 시나리오의 경우

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

중 작업 중 발생할 수 있는 사고 예방을 위한 안전점검에 필요한 지식수준을 평가할 수 있는 시나리오로 구성됨.

▶ 근로자 대상 안전교육 시나리오

번호	상황콘티	세부내용
근로자 행동평가 #1		① 현장 투입 전 테이블 위에 각종 안전보호구 나열되어 있다. ② 근로자가 안전보호구를 착용한다. (평가내용) 적절한 안전보호구를 선택 및 착용하였는가?
근로자 행동평가 #2		① 비계 구조물의 이동통로를 이용해 작업 장소로 이동(4층 높이) ② 비계 구조물의 이동통로 상 비계 중간난간대 미설치 구간이 있다. ③ 최종 작업위치에 도착하여 외벽 거푸집 해체작업을 시작한다.(작업위치의 비계 중간난간대 미설치) ④ (안전고리 체결) 거푸집 해체작업 중 비계 중간 난간대 사이로 추락 -> 안전고리로 추락 예방 ⑤ (안전고리 미체결) 거푸집 해체작업 중 비계 중간 난간대 사이로 추락 (평가내용 1) 중간 난간대 미설치 여부를 확인 하고 안전대책을 강구하는가? (평가내용 2) 작업 시작 전 안전고리 체결 을 하는가?
근로자 교육내용 #3	안전교육 내용	(교육내용 1) 비계 위 작업 시 적절한 안전보호구 착용 방법 (교육내용 2) 현장에서 이동 시 안전경로 이용 (신호수 신호 준수) (교육내용 3) 비계위 작업 시 안전고리 체결 및 체결 방법 (교육내용 4) 비계 난간대가 설치되어 있어야 하는 위치

<그림> 근로자 대상 안전교육 시나리오 작성 방법

▶ 안전관리자/작업반장/관리감독자/재해예방전문지도사 대상 안전교육 시나리오

번호	상황콘티	세부내용
안전점검 #1		① 현장 투입 전인 근로자가 안전보호구를 착용하고 있다. ② 일부 근로자가 안전모와 안전고리를 착용하고 있지 않았다. (평가내용) 적절한 안전보호구를 선택 및 착용하였는지 확인하는지
안전점검 #2		① 비계 구조물의 이동통로를 이용해 작업 장소로 이동(4층 높이) ② 비계 구조물의 이동통로 상 비계 중간난간대 미설치 구간이 있다. ③ 최종 작업위치에 도착하여 외벽 거푸집 해체작업을 시작한다.(작업위치의 비계 중간난간대 미설치) ④ (안전고리 체결) 거푸집 해체작업 중 비계 중간 난간대 사이로 추락 -> 안전고리로 추락 예방 ⑤ (안전고리 미체결) 거푸집 해체작업 중 비계 중간 난간대 사이로 추락 (평가내용 1) 근로자 중 안전고리 미체결 근로자를 확인 하는지 (평가내용 2) 강관비계 시설 중 상부/중간난간대 설치 위치 적절성 여부 를 확인하는지 (평가내용 3) 안전망 및 추락방지망의 설치 및 훼손 여부 를 확인하는지
안전점검 #3	안전교육 내용	(교육내용 1) 비계 위 작업 시 적절한 안전보호구 착용 방법 (교육내용 2) 중장비 작업 시 신호수의 적절한 배치 (교육내용 3) 비계 위 작업 시 안전고리 체결 및 방법 (교육내용 4) 비계 상부/중간난간대의 적절한 설치 위치 (교육내용 5) 강관비계 작업발판의 폭 40cm 이상 확보 및 2곳 이상 고정 (교육내용 6) 비계 작업발판 상/하간 이동을 위한 승강설비 설치

<그림> 안전관리자/작업반장/관리감독자/재해예방전문지도사 대상 안전교육 시나리오

5) 시나리오 작성 내용

- 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오 작성 내용은 불안정한 상태 조치 여부와 불안정한 행동 여부를 파악할 수 있도록 근로자가 능동적으로 행동할 수 있도록 하고 각각의 행동에 따른 평가가 주어짐.
- 불안정한 상태를 방치하거나 불안정한 행동을 했을 경우 안전사고가 발생하도록 시나리오를 구성함.

■ 이와같은 사항을 종합하여 작성된 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오 작성내용은 다음과 같음.

갱폼 작업 시 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오

(체험형 VR 교육 시나리오) '갱폼 작업 시 사고'

■ 시작

- 화이트 화면 배경에 2초 후 로고 등장
- 국도부 로고 등장
- 1.0초간 부드럽게 등장--> 3.0초간 정지--> 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설안전학회연구원, 카이로르 로고 중시 등장
- 시작 시 1.0초간 적용 등장 --> 3.0초간 정지--> 1.5초간 사라짐 후
- 메이드 아웃(안정)
- 잠시 후 메인인 영
- 공사장 3차배경 전 등장
- 공사장 3차배경 전 등장과 함께 사운드 적용

■ 환경상황

- 9~15층 건축물 건설현장 배경
- 1, 2층까지 구조체 시공 완료된 상태(사진 1 참조)
- 3층 경동반입을 위해 갱폼 자재를 단계적으로 하역 중(사진 2 참조)
- 3층 자재 이동을 위해 이동식 크레인인 대기 중인 상태

※ 주변 환경으로는 3층으로 자재를 이동하기 위해 이동식크레인이 도착하여 기사가 탑승 중, 자재가 하역 작업 중이고, 자재를 운수하는 동요, 작업반장이 작업자에게 작업 지시 중 등




■ [사운드]

- "간단 읽은 계열의 시작 효과음"
- 사운드가 끝나면 나레이이션 발음

■ [내레이이션]

"안녕하세요!"

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다!"

"그럼 갱폼 관련 작업 시 안전 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."

"체험에 앞서 장비 착용을 일괄해 주시기 바랍니다"

"오늘 체험내용은 비계 위에서 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"그럼 시작 하겠습니다"

■ [사운드] : 내레이이션 끝나면 실행

- 공사장 사운드 적용(산악1차재 적용) : 지게차, 이동식 크레인 등 장비 소리
- 인부들 목소리 들림(산악1차재 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등

■ 내레이이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

■ [작업현황]

- ※ 화면 전환 위치는 건축 현장 1층 외부
- ※ 1, 2층 중고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
- ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

■ [메인-작업상황]

"안녕하세요 우리 OOO 건설현장의 오진 깃발 환영합니다. 갱폼 근로자께서 수행하실 작업은 갱폼 자재 반입하여 3층에 설치 후 해제하여 상부층으로 운반하는 작업입니다."

"지금 현장은 아래 내린 비로 많이 젖어 있는 상태고, 이제 진행될 작업을 수행하지 못해 갱폼 설치 작업이 많이 지체된 상태입니다. 갱폼 사고는 너무나 발생하는 건설현장 사고 중 90%를 차지하고 있어요."

"특히, 경동작업에서는 발이 걸리고, 맞은 사고, 무너짐 사고, 배임 사고 등이 주로 발생하고 있어요. 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."

"이걸 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인하세요."

"자! 그럼 우선 스트러칭을 중점해 하시고, 착용해야 하는 안전보호구를 착용해 보세요."

#시나리오 1

■ [내레이이션]

"우선 근로자님께서 체험할 데이를 작업장에 들어가기 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보호구 착용과 관련된 내용입니다."

"자! 이제 작업현장의 지시대로 안전보호구를 착용해 보세요."

■ [작업현황]

- ※ 안전보호구가 놓여있는 데이를 앞 - 현장자투(안전데크) 마스크 및 or 안전교육장 등
- ※ 1, 2층 중고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
- ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

■ [메인-작업상황]

"앞에 보이는 데이를 뒤 안전보호구들은 현장에서 작업하기 위해 반드시 착용해야 하는 것들입니다. 그러나 착용마다 착용해야 하는 보호구가 상이합니다."

"근로자님이 골라 수행하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보호구를 선택하여 착용해 보세요."

■ [현황상황]

※ 데이를 뒤 안전보호구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보호경, 방독면, 방화복, 방수복, 방충복, 방충모, 방충가방, 방충슈, 방충모, 방충가방, 방충슈, 방충모, 방충가방, 방충슈 등) (사진 3 참조)



안전보호구 종류(사진 3)

■ 체험자는 데이를 뒤 안전보호구를 선택한다(선택 시 자동 적용된 것으로 함)

- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 환수됨
- 그날 지나갈 경우, 벨트 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 환수됨

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

고소작업대 작업 시 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오

(체험형 VR 교육 시나리오) '고소작업대 작업 시 사고'

시작

- 시작
- 화이트 화면 배경에 2초 후 경고 등장
- 국로부 로고 등장
- 국로부 부드러운 등장 -> 3초간 정지 -> 1.5초간 부드러운 사라짐
- 한국건설산업연구원, 케이노의 로고 등시 등장
- 시작 시 1.5초간 작동 중음 -> 3초간 정지 -> 1.5초간 사라질 후
- 헤이도 아코(양성)
- 잠시 후 헤이도 인
- 공사장 3D배경 번 등장
- 공사장 3D배경 번 등장과 함께 사운드 적용

현황상황

- 19층까지 구조체 시공 완료의 상태에 19층 환풍설치가 완료된 상태(사건 1 발생)
- 1-5층 내부 마감작업을 위해 중량 천도, 단상재하(시행) 등 자재물 호이스트로 각 층 내부로 이동중이며 건물에서 환풍설치 공사를 위한 준비중
- 2층 환풍설치를 위해 자재 탑재용 고소작업대가 대기중인 상태(사건 2 발생)
- 주변 환경으로는 자재를 옮기는 중, 자재 탑재용 고소작업대에 기사 합승 중, 작업반 작업자에게 작업 지시 중 등 공사를 하고 있는 인부들이 많음 보고 있다.




위부 구조물 설치(사건 1) 차량 탑재용 고소작업대(사건 2)

#시나리오 1

내레이션

"우리 근로자님께서 작업을 하시는 동안 안전사고를 예방하기 위해 반드시 지켜주세요 하는 안전교육을 하고 있습니다."

"자 이제 작업반장의 지시대로 안전교육을 시작하겠습니다."

확인현황

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."

"그럼 고소작업대 관련 작업 시 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."

"체험에 앞서 장비 사용을 잘 알아보게 하겠습니다."

"오늘 체험내용은 고소작업대에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"그럼 시작 하겠습니다"

본드 작업반장

"(사운드) 내레이션 끝나면 설명

- 공사장 사운드 적용(산악자개 적용) : 고소작업대 등 환경 소리
- 인부들 목소리 들린다(산악자개 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등
- 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

확인현황

OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

본드 작업반장

"안녕하세요, 우리 OOO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 오늘 근로자님께서 수행하실 작업은 고소작업대를 사용하여 환풍설치 공사를 하는 작업입니다."

"지금 현장은 아래 내리 보로 많이 보이는 상태고, 아래 진행할 작업을 수행하기 위해 환풍설치 작업이 많이 진행될 예정입니다. 고소작업대 사고는 넘어다 발생하는 건설현장 사고 중 2위를 차지하고 있습니다."

"현장, 고소작업대에서 떨어진 사고, 넘어진 사고 등이 주로 발생하고 있으며, 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."

"이럼 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인해주세요"

"자! 그럼 우선 스트레칭을 준비하 하시고, 착용해야 하는 안전교육을 착용해 봅시다."

#시나리오 2

본드 작업반장

"안녕 근로자님께서 작업을 할건데 지시 하는데요 2층 외부에서 환풍설치를 하셔야 합니다" (산악자개 시음 이용 필요) 중음 작업반장 음 들려주는 표시 필요)

"자재 탑재용 고소작업대를 타고 상승하여 2층의 환풍설치 작업을 완성해 봅시다."

"고소작업대를 사용할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 작업을 해주세요."

"자! 그럼 우선 스트레칭을 준비하 하시고, 착용해야 하는 안전교육을 착용해 봅시다."

내레이션

"OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

확인현황

OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 1

내레이션

"우리 근로자님께서 작업을 하시는 동안 안전사고를 예방하기 위해 반드시 지켜주세요 하는 안전교육을 하고 있습니다."

"자 이제 작업반장의 지시대로 안전교육을 시작하겠습니다."

확인현황

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."

"그럼 고소작업대 관련 작업 시 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."

"체험에 앞서 장비 사용을 잘 알아보게 하겠습니다."

"오늘 체험내용은 고소작업대에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"그럼 시작 하겠습니다"

본드 작업반장

"(사운드) 내레이션 끝나면 설명

- 공사장 사운드 적용(산악자개 적용) : 고소작업대 등 환경 소리
- 인부들 목소리 들린다(산악자개 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등
- 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

확인현황

OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

본드 작업반장

"안녕하세요, 우리 OOO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 오늘 근로자님께서 수행하실 작업은 고소작업대를 사용하여 환풍설치 공사를 하는 작업입니다."

"지금 현장은 아래 내리 보로 많이 보이는 상태고, 아래 진행할 작업을 수행하기 위해 환풍설치 작업이 많이 진행될 예정입니다. 고소작업대 사고는 넘어다 발생하는 건설현장 사고 중 2위를 차지하고 있습니다."

"현장, 고소작업대에서 떨어진 사고, 넘어진 사고 등이 주로 발생하고 있으며, 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."

"이럼 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인해주세요"

"자! 그럼 우선 스트레칭을 준비하 하시고, 착용해야 하는 안전교육을 착용해 봅시다."

#시나리오 2

본드 작업반장

"안녕 근로자님께서 작업을 할건데 지시 하는데요 2층 외부에서 환풍설치를 하셔야 합니다" (산악자개 시음 이용 필요) 중음 작업반장 음 들려주는 표시 필요)

"자재 탑재용 고소작업대를 타고 상승하여 2층의 환풍설치 작업을 완성해 봅시다."

"고소작업대를 사용할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 작업을 해주세요."

"자! 그럼 우선 스트레칭을 준비하 하시고, 착용해야 하는 안전교육을 착용해 봅시다."

내레이션

"OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

확인현황

OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 3

본드 작업반장

"안녕 근로자님께서 작업을 하시는 동안 안전사고를 예방하기 위해 반드시 지켜주세요 하는 안전교육을 하고 있습니다."

"자 이제 작업반장의 지시대로 안전교육을 시작하겠습니다."

확인현황

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."

"그럼 고소작업대 관련 작업 시 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."

"체험에 앞서 장비 사용을 잘 알아보게 하겠습니다."

"오늘 체험내용은 고소작업대에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"그럼 시작 하겠습니다"

본드 작업반장

"(사운드) 내레이션 끝나면 설명

- 공사장 사운드 적용(산악자개 적용) : 고소작업대 등 환경 소리
- 인부들 목소리 들린다(산악자개 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등
- 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

확인현황

OOO 건설 현장 위치는 건축 현장 1층 외부

OOO 1, 2층 중 고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

OOO 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

본드 작업반장

"안녕하세요, 우리 OOO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 오늘 근로자님께서 수행하실 작업은 고소작업대를 사용하여 환풍설치 공사를 하는 작업입니다."

"지금 현장은 아래 내리 보로 많이 보이는 상태고, 아래 진행할 작업을 수행하기 위해 환풍설치 작업이 많이 진행될 예정입니다. 고소작업대 사고는 넘어다 발생하는 건설현장 사고 중 2위를 차지하고 있습니다."

"현장, 고소작업대에서 떨어진 사고, 넘어진 사고 등이 주로 발생하고 있으며, 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."

"이럼 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인해주세요"

"자! 그럼 우선 스트레칭을 준비하 하시고, 착용해야 하는 안전교육을 착용해 봅시다."

이동식사다리 작업 시 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오

(체험형 VR 교육 시나리오) '이동식사다리 작업 시 사고'

시작화면

- 시작
- 헤이든 화면 배경에 2초 후 경고 등장
- 국보부 로고 등장
- 1초간 부드럽게 등장 → 3초간 정지 → 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설안전교육연구원, 카이보리 로고 등시 등장
- 시작 시 1초간 적용 등장 → 3초간 정지 → 1.5초간 사라짐 후
- 헤이든 아웃(광량)
- 잠시 후 페이드 인
- 공사장 3배면 전 등장
- 공사장 3배면 전 등장과 함께 사운드 적용

현장상황

- 19층 건축물 건설현장 배경
- 19층까지 구제 시공 완료된 상태(사진 1 참조)
- 1, 2층 내부 마감작업을 위해 랑데, 천공, 드릴, 도장재료(시멘트), 창고 등 자체물 호이스트와 각종 배수로 이용하며 현장 도장 시공 중(사진 2 참조)
- 15-19층 세대내부 중간차량재 시공 중(사진 3 참조)
- 주변 환경으로는 자재를 옮기는 등, 천정 도장작업하는 등, 작업반정기 작업자에게 작업 지시 중 등 공사장 활황 현상이 보이는 위치에 서 있다.



외부 구조물 장해(사진 1) 세대내부 중간차량재 시공 후 모습(사진 3)

■ [사운드]

- "간단 배경의 시작 효과음"
- 사운드가 끝나면 내레이션 발동

내레이션

"안녕하세요"

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다"

"그럼 사다리 관련 작업 시 일어날 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다"

"체험에 앞서 장비 착용을 올바르게 맞춰 착용해 주세요"

"오늘 체험내용은 사다리에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"그럼 시작 하겠습니다"

■ [사운드: 내레이션 끝나면 삽입]

- 공사장 사운드 적용(산악기 적용): 천둥기 및 풍질 등 장비 소리
- 인부들 목소리 들린다(산악기 적용): 작업자 의사소통 및 작업반정 지시음 등

■ 내레이션이 끝나면 2초 후 제왕자 위치로 전환된다.

현장상황

- 회면 전환 위치는 건축 현장 1층 외부
- 1, 2층 높고 높이는 3미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
- 제왕자가 현재 공사 현장 현상이 보이는 위치에 서 있다.

멘트-작업반정

"안녕하세요. 우리 OOO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 급물 근조에서 수행할 작업은 사다리를 사용하여 건축물 내부 마감작업을 하는 작업입니다."

"지금 현장은 목공으로 인해 진행할 작업을 수행하지 못해 마감작업이 많이 지체된 상태입니다. 사다리 사고는 만약에 발생할 수 있는 건설현장 사고 중 OOO를 차지하고 있어요"

"특히, 사다리에서는 떨어질 사고, 넘어질 사고 등이 주로 발생하고 있어요. 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 하는 것ですよ"

"이점 꼭 기억하시고 작업 시 주의사항을 잘 사항을 우선 확인하세요"

"자! 그럼 우선 스트레칭을 충분히 하시고, 착용해야 하는 안전보호구를 착용해 봅시다"

#시나리오 1

내레이션

"당신 근로자님께서 체험할 내용은 작업자가 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보호구 착용에 관한 내용입니다."

"자 이제 작업반정의 지시대로 안전보호구를 착용해 봅시다."

화면상황

■ 안전보호구가 놓여있는 테이블 및 - 현장자투입(테이퍼 매스) 및 '안전교육장' 등

- 1, 2층 중고 높이는 3.6미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
- 제왕자가 현재 공사 현장 현상이 보이는 위치에 서 있다.

멘트-작업반정

"앞에 보이는 테이블을 위 안전보호구를 착용하기 위해 '반드시 착용해야 하는 것'을 확인합니다. 그러나 착용해야 하는 보호구 상이합니다"

"근로자님이 올바르게 착용하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보호구를 선택하여 착용해 보세요"

현장상황

■ 테이블 위 안전보호구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보호안경, 방수보호구, 방안, 안전, 보호복, 마스크(방진, 방독, 송기), 전동식 호흡보호구 등) (사진 4 참조)



안전보호구 종류(사진 4)

■ 제왕자 테이블 위 안전보호구를 선택한다(선택 시 자동 변경 것으로 함)

- 안전장갑: 흰 장갑, 이븐트가 발생되며, 향후 평가에 불리함
- 그냥 커니칼 경우, 보호 이븐트 없이 진행되며, 향후 평가에 불리함
- 마스크: 흰 마스크, 이븐트 없이 진행되며, 향후 평가에 불리함
- 방수복: 흰 방수복, 이븐트 없이 진행되며, 향후 평가에 불리함

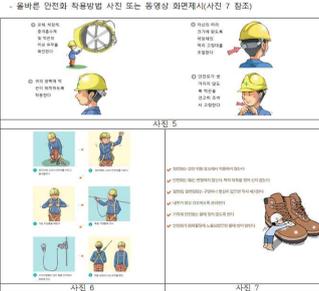
■ 안전교육장

"자 이제 안전교육장에서 안전교육을 받습니다"

"안전교육장에서 안전교육을 받습니다"

■ 안전교육장 화면

- 올바른 안전모 착용방법 사진 또는 동영상 화면(사진 5 참조)
- 올바른 안전대 착용방법 사진 또는 동영상 화면(사진 6 참조)
- 올바른 안전화 착용방법 사진 또는 동영상 화면(사진 7 참조)



안전 모 안전 대 안전 화

■ 올바른 착용법 설명이 끝나면 2초 후 제왕자 위치로 화면 전환된다.

화면상황

■ 회면 전환 위치는 현장 1층 외부

- 제왕자가 현재 공사 현장 현상이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 2

멘트-작업반정

"급물 근조지역에서 작업할 공간은 저 위에 보이는 2층 내부입니다." (근로자의 시점 이후 10초 2중 작업공간을 알려주는 표시 포함)

"이제 잘못된 작업들이 있어 2층에서 동료들이 작업 중입니다. 동료들을 도와 2층의 작업을 완성해 봅시다."

"현장에서 이동할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 이동해야 합니다. 이점 꼭 기억하세요."

■ 2중 작업공간까지 이동한다. (동료의 위치공간까지 이동 경로 표시)

■ 작업자가 이동해야 하는 2중의 작업공간을 표시하고, 이동 경로도 표시한다.

내레이션

"자장갑을 꼭 착용하세요"

"이동 중 위험요인을 발견하십시오. 올바른 안전조치를 취하기 바랍니다."

위험요인

■ 동료끼리 거주부내 근방에서 이동할 사다리를 설치하고 있다(사진 8 참조)

- 동료끼리 중고 3.6m의 철근지지용 공간에서 이동사다리를 설치하고 출구를 열고 사다리를 중앙중에 있다(사진 9 참조)
- 불안전한 배면에 사다리가 설치되어있다(사진 10 참조)



사진 8 사진 9 사진 10

■ 제왕자는 이동 중 위험요소를 발견하여 선택한다(선택 시 안전조치를 한 것으로 함)

- 안전조치를 한 경우, 이븐트가 발생되며, 향후 평가에 불리함
- 그냥 커니칼 경우, 보호 이븐트 없이 진행되며, 향후 평가에 불리함
- 마스크: 흰 마스크, 이븐트 없이 진행되며, 향후 평가에 불리함
- 방수복: 흰 방수복, 이븐트 없이 진행되며, 향후 평가에 불리함

■ 2중 작업공간에서의 이동이 종료되며, 체험이 종료된다.

내레이션

"근로자님께서 작업공간까지 이동하는동안 이동식 사다리까지 대한 3가지의 위험요소가 존재할수 있습니다"

"항상 이동 시에는 위험한 상황이 늘 발생할 수 있습니다."

"늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요"

"본시 체험할 수 있는 경우는 안전관리자나 작업반정에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자끼리 안전사고를 예방할 수 있습니다."

교과내용

■ 이동 전 위험요인 및 대책

- 계구부 올바른 안전조치 예시(사진 11 참조)
- 사다리 올바른 설치 예시(사진 12 참조)
- 사다리 올바른 설치 공간 예시 (사진 13 참조)



계구부 안전조치 사진 11

사다리의 사용이 올바른지 확인하는 방법

- 작업할, 고소작업에 비해 높은 설치가 위험한 작업에 사용
- "안전대: 3.5m 이상의 작업 시에는 반드시 안전대 착용" (안전대 착용 시, 안전대 착용 후 작업)

3.5m 이하의 소형 사다리를 사용해야 사진 12

- 최대높이 3.5m 이하 A형 사다리(조용 포함) 예시만 작업
- "비밀리(비밀리, 안전대, 안전장갑, 방수복 등)를 착용하여 작업 시 안전사고를 예방하는 것ですよ"

■ 위험요인 및 대책 설명이 끝나면 2초 후 제왕자 위치로 화면 전환된다.

화면상황

■ 회면 전환 위치는 현장 2층 외부

- 제왕자가 2중 하이스터에 서 있다.

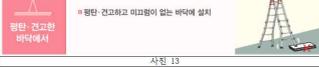


사진 13

■ 위험요인 및 대책 설명이 끝나면 2초 후 제왕자 위치로 화면 전환된다.

화면상황

■ 회면 전환 위치는 현장 2층 외부

- 제왕자가 2중 하이스터에 서 있다.

#시나리오 3

멘트-작업반정

"지금까지 작업완료로 급물 근조지역에서 작업할 공간은 저 위에 보이는 4중 내부입니다." (근로자의 시점 이후 10초 4중 작업공간을 알려주는 표시 포함)

"현장 작업공간에서 이동해 봅시다.(4중 작업공간까지 이동 경로를 표시)"

"급물 근조지역의 작업은 사다리를 이용하여 건축물 내부 마감 작업을 도장작업이예요."

"작업내용에 필요한 작업공간 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요. 동료끼리 등, 항상 주의사항을 기억하세요"

■ 현장 도장작업 행위가 본래의 벽으로 고정된다(사진 14 참조)



사진 14: 현장 도장 작업 확대

내레이션

"사다리를 선택하여 하이스터 및 현장 부분을 이용하여 도장작업을 완성하기 바랍니다"

■ 작업 선택사항을 체크할 수 있도록 메뉴가 나타난다(사진 15 참조).

다음 작업을 선택하세요.

1. 작업 시작하기
2. 동료 위치 기다리기

현장 도장 작업에 사용할 사다리를 선택하세요.

1. A형 사다리
2. B형 사다리
3. C형 사다리

사진 15: 선택사항

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

비계 작업 시 사고 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오

(체험형 VR 교육 시나리오) '비계에서의 떨어짐 사고'

■ 시작

- 비계 하단 배경에 2초 후 로고 등장
- 국토부 로고 등장
 - 1초간 부드럽게 등장 -> 3초간 정지 -> 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설안전학회 연구원, 카이로리 로고 등시 등장
 - 시작 시 1초간 적용 중 -> 3초간 정지 -> 1.5초간 사라짐 후
- 메이도 아웃(권장)
 - 임시 서랍은 안
 - 공사장 3차해방 전 등장
 - 공사장 3차해방 전 등장과 함께 사운드 적용

■ 상황 설명

- 9~15분 간격으로 연결영상 배정
- 1, 2층까지 구조체 시공 완료된 상태(사건 1 참조)
- 3층 내외부 작업을 위해 조합식 및 이동식 비계가 설치된 상태(사건 2 참조)
- 3층 자재 이동을 위해 이동식 크레인이 대기 중인 상태

※ 주변 환경으로는 벽소가 작업 중이며, 자재를 옮기는 중로, 시멘트 콘크리트를 여는 상황하는 등로, 이동식 크레인이 가시 합중 중, 작업반장이 작업자에게 작업 지시 중 등

※ 자재 운반을 하기 위해 작업자(서랍) 들어 올리는 동작 및 임시 서랍에 올려 놓는 동작을 하고 있는 등로 등 공사장 하고 있는 인물이 얼음 보고 있다.



■ (사운드)

- "간단 비문 개월의 시작 요격"
- 사운드가 끝나면 나레이션 발음

■ 내레이션을

"안녕하세요!"

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."

"3월 비계 관련 작업 시 떨어짐 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."

"체험에 앞서 먼저 작업을 멈추고 함께 체험해 주세요."

"오늘 체험내용은 비계 위에서 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"3월 시작 하겠습니다"

■ (사운드) : 내레이션 끝나면 설명

- 공사장 사운드 적용(산악자개 적용) : 벽소 등 장바 소리
- 인부들 목소리 들린다(산악자개 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시 등

■ 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

■ 위험요인

※ 화면 전환 위치는 간격 1층 외부

※ 1, 2층 중고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2미터 설정한 디자인 작업

※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

■ 핸드-작업방법

"안녕하세요. 우리 OOO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 글썽 근로자께서 수행하실 작업 일부 비계에서 가류질(유류물)을 제거하여 상부층으로 옮기는 작업입니다."

"가류질 함은 아래 배내 물이 정어 있는 상태에, 아래 진행 작업을 수행하지 못해 비계 로프 작업이 많이 지체된 상태입니다. 비계 사고는 연타 발생하여 건설현장 사고 중 10%를 차지하고 있습니다."

"특히, 비계에서는 떨어질 사고, 넘어짐 사고, 무너짐 사고, 빠진 사고 등이 주로 발생하고 있으며, 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이지요."

"이름 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인하세요."

"자! 그릴 우선 스프레임을 중점의 하시고, 활용해야 하는 안전보조구를 적용해 봅시다!"

#시나리오 1

■ 내레이션을

"안녕하세요! 체험할 내용은 작업장에 들어가기 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보조구 착용과 관련된 내용입니다."

"자! 이제 작업현장의 지사대로 안전보조구를 착용해 봅시다."

■ 위험요인

※ 안전보조구가 놓여있는 테이블 옆 - 현장자류(안전모, 안전화, 안전모, 안전모) 중

※ 1, 2층 중고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2미터 설정한 디자인 작업

※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

■ 핸드-작업방법

"안녕! 모든 내레이션을 VR 안전보조구 관련 현장에서 작업하기 위해 반드시 착용해야 하는 것들입니다. 그러나 착용하다 착용해야 하는 보조구가 상이합니다."

"근로자님이 금일 수행하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보조구를 선택하여 착용해 보세요"

■ 현장상황

※ 테이블 뒤 안전보조구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보안경, 청색보호구, 보호안경, 보호복, 마스크(방진, 방독, 연기), 한중시 호흡보호구 등) (사건 3 참조)



■ 체험자는 테이블 뒤 안전보조구를 선택한다(선택 시 자동 적용된 것으로 봄)

- 안전장갑 한 쌍, 이밴트가 발생되, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이밴트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

■ 내레이션을

"잘 선택하셨습니다!" 또는 "잘못 선택하셨습니다!"

"네가 위에서 작업 시 안전대, 안전대, 안전화를 반드시 착용하고 작업을 수행해야 합니다. 꼭 기억하세요!"

■ 위험요인

※ 안전보조구 올바른 착용법 설명

- 올바른 안전모 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사건 4 참조)
- 올바른 안전대 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사건 5 참조)
- 올바른 안전화 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사건 6 참조)



■ 올바른 착용법 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

■ 위험요인

※ 화면 전환 위치는 현장 1층 외부

※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 2

■ 핸드-작업방법

"안녕! 근로자님께서 작업을 끝내는 지 위해 보이는 3층 외부 비계(연동비계)입니다!"

"근로자님이 이동 시 필요 3중 작업반을 설치해 주시 바랍니다!"

"3중 작업반(계단)을 설치해 주세요."

"작업반이 이동할 때는 3중 작업반이 발생될 수 있으니 주의를 기울이면서 이동해야 합니다. 이름 꼭 기억하세요."

■ 3중 작업반(계단)이 이동 종료 후 표시되고, 표시된 안전조치를 이동 종료 표시 됩니다.

■ 작업자가 이동해야 하는 비계 통로 입구를 표시하고, 이동 경로를 표시한다.

■ 내레이션을

"작업반을 따라 3층으로 이동하세요."

"이동 중 위험요인을 발견하면, 올바른 안전조치를 하시기 바랍니다."

■ 위험요인

※ 1층-2층 사이 비계통로 중간 안전난간대(사건 7 참조)

※ 2층-3층 사이 비계통로 안전난간대 안전방향이 미표시되어 있다(사건 8 참조)

※ 2층-3층 사이 작업반(계단) 중 하나가 탈착되어 있다(사건 9 참조)



■ 체험자는 이동 중 위험요소를 발견하여 선택한다(선택 시 안전조치를 한 것으로 봄)

- 안전장갑 한 쌍, 이밴트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이밴트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨
- 3중 작업반(계단)의 이동이 종료되면, 체험이 종료된다.

■ 내레이션을

"근로자님께서 작업공간까지 이동하는동안 안전난간대, 안전대, 작업반 계단에 대한 위험요소를 존재하셨습니다."

"현장 이동 시에는 위험한 상황이 될 예정입니다."

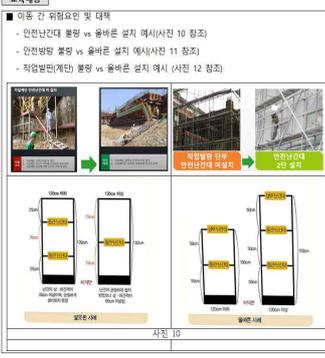
"늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요."

"혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다."

■ 위험요인

■ 이동 간 위험요인 및 대책

- 안전난간대 불량 vs 올바른 설치 예시(사건 10 참조)
- 안전방망 불량 vs 올바른 설치 예시(사건 11 참조)
- 작업반(계단) 불량 vs 올바른 설치 예시 (사건 12 참조)



■ 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.

- case 1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 벌점만 받고 사고 발생
- case 2 : 위험요소를 발견하고 조치하는 도중 안전크리 미제대로 열려 사고 발생
- case 3 : 모든 안전조치 및 안전요구 채움은 안전 상황

- 안전조치를 한 경우, 이밴트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨

- 그냥 지나갈 경우, 별도 이밴트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

■ 위험요인

"작업 간 안전난간대, 안전방망, 작업반 계단의 위험요소가 존재하셨습니다."

"이부 비계 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전함을 확인하고, 안전보조구를 착용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요."

"혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다."

■ 위험요인

- 안전크리 불량은 제법 방법 중점(중점사항 <https://youtu.be/Fl8imB0G8N0>) (보조구 적용 참조)

- 안전난간대 불량 vs 올바른 설치 예시(사건 10 참조)
- 안전방망 불량 vs 올바른 설치 예시(사건 11 참조)

■ 비계설치자가 미끄러져 바닥에 떨어지면서 주변 비계(아쉬리)들도 같이 떨어진다.

■ (사운드)

- 비계(아쉬리)의 우당탕탕

■ 통로가 광택대에 떨어지, 날부러지는 예니 데이터 마지라 프래머에서 캐러라 스위치 된다.

■ 스위치 되는 캐러라 위치는 체험자 위치에서 있는 캐러라

- 캐러라 번호는 디자인 작업 시 설치 매칭
- 통로가 광택대에 떨어지, 날부러지는 예니 데이터 마지라 프래머에서 캐러라 스위치 된다.

■ 사고지침 바로 옆에 있던 작업반은 늘 높이 1미터 시정음 스위치 되어, 이때 처음 할 '에니데이터(이름은 디자인 중점 적용 예정)

- 예니데이터 마지라 프래머에서 캐러라 스위치 된다.

■ (사운드)

■ 내레이션을

"지금까지 설명주셨어요. 글썽 근로자님의 작업은 일부 비계에서 벽체 가류질(유류물)을 제거하여 4층까지 운반하는 작업입니다."

"작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

■ 가류질 제거 벽체가 붉은색 벽소로 강조되(사건 13 참조)



■ 가류질 제거 순서 4단계로 구분하여 보여준다.

- 필요 공구 소개(명사, 용, 배저 등) 및 위치 확인 -> 가류질 벽 제거 -> 가류질 이동

■ 위험요인

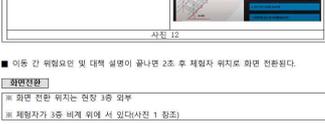
"가류질 제거 순서에 따라 가류질(리프) '가류질'을 안전하게 제거하여 이동시키기 바랍니다!"

■ 위험요인

※ 체험자가 안전크리를 제거하지 않고 작업을 시작하는 경우(사건 14 참조)

※ 3중 비계통로 중간 안전난간대 예나나 있다(사건 15 참조)

※ 3중 비계통로 안전난간대 안전방향이 미표시되어 있다(사건 16 참조)



■ 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.

- case 1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 벌점만 받고 사고 발생
- case 2 : 위험요소를 발견하고 조치하는 도중 안전크리 미제대로 열려 사고 발생
- case 3 : 모든 안전조치 및 안전요구 채움은 안전 상황

- 안전조치를 한 경우, 이밴트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨

- 그냥 지나갈 경우, 별도 이밴트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

<p>* 비계(아사비)의 우당탕탕</p> <p>■ 소위자 또는 카메라는 안정 수직으로 떨어지는 영박이 없는 지형에서의 위험 차단하는 것이라</p> <p>●[사운드]</p> <p>* 비계(아사비)의 우당탕탕 적용</p> <p>●[타입] : 음급상향 목소리, 고성</p> <p>* 위험해-----</p> <p>●[사운드]</p> <p>* Head 뺀지는 소리 * 락* OR * 락*</p> <p>■ 위험 차단하는 카메라에 적용 메니데이터의 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.</p> <p>■ 죽어 있는 상태의 카메라, 이 카메라로 잠시5초간 대기, 그리고 '서서히(달래이타람)' 화면이 켜져 지라된다.</p> <p>■ 화면이 완전 켜져 다 처리되면 페이드아웃(감광)</p> <p>■ 잠시 후 죽어가는 카메라로 전환 된다</p> <p>■ 이렇듯 2년 종료 시점의 적용</p> <p>●[사운드]</p> <p>* 아이고, 어떡하냐... 큰일났다... 큰일났다*</p> <p>* 탈리들 탈리!</p> <p>* 안전고리는 안 지켜야 뭐야*</p> <p>■ 죽어가는 비계설치자의 심정 비동 소리</p> <p>●[사운드]</p> <p>* 두근, 두근, 두근-----두, 근... 뻘-----</p> <p>* 심정 비동소리의 시작할 때 "아빠, 아빠, 아빠, 아빠, 아빠, 아빠, 아빠, 아빠" 하는 말이 울려퍼진다</p> <p>■ 심정 비동소리 뻘-----하면서 천천히 페이드아웃(감광), 아이의 울음소리가 서서히 사라진다.</p> <p>■ 페이드 아웃(감광)</p> <p>■ 페이드 인(죽어 있는 시점 카메라)</p> <p>■ 사고자 외 모든 캐릭터는Visible 아웃 처리된다.</p>	<p>■ 잠시 후</p> <p>●[내레이션]</p> <p>"이제 비계 설치지 동료가" 사항 하였습니다."</p> <p>"이중 비계 설치시에는 반드시 안전고리를 철고 작업을 하셔야 합니다."</p> <p>"나의 안전이 곧 동료의 안전입니다. 공사장에서는 반드시 안전수칙을 지키셔야 하겠습니까."</p> <p>■ 내레이션 끝나고2 ~ 3초 후 천천히(달래이타람) 페이드아웃(감광) 된다.</p> <p>■ 풀력 화면</p> <p>●[내레이션]</p> <p>"지금까지 000 건설안전VR 체험 하였습니다."</p> <p>●[사운드]</p> <p>* 마감 간단 체험음*</p>	<p style="text-align: center;">안전의식 평가결과</p> <p>●[핵심-적용방법]</p> <p>"감광 처리의 종료되었어요. 이렇게 진행상황에서 발생할 수 있는 안전사고에 대해 많은 도움이 되었나요?"</p> <p>"당사는 근로자님의 안전을 최우선으로 합니다. 감광 근로자님께서 작업을 수행하시면서 편하게 안전지식 및 의식수준을 알아주세요!"</p> <p>■ 근로자 안전수준 평가서를 화면에 보여준다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전수준 평가서는 총 100점으로 구성되어 있다. - 시나리오는 20점이며, 안전보호구의 올바른 선택 여부(4개 : 20점, 2~3개 : 10점, 1개 이하 : 5점)로 구성됩니다. - 시나리오는 40점이며, 위험요소 발견 및 조치 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다. - 시나리오는 40점이며, 올바른 비계 위치 작업 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다. - 상90점 이상, 중(85~75점), 하(70점 미만)로 구분하여 최종 평가 내용을 보여준다. <p>●[내레이션]</p> <p>"근로자님의 안전수준은 00점입니다. 놀라(남은) 수준이네요. 앞으로도 저희 체험을 이용해 주시고, 늘 근로자님의 안전한 근로생활을 응원합니다. 감사합니다."</p>
--	---	--

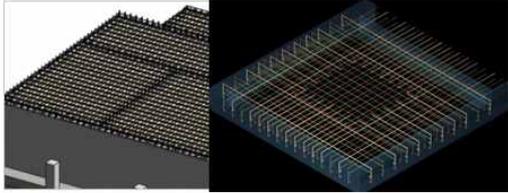
4. AR BIM 안전교육 시스템

- AR BIM 안전교육 시스템 시나리오는 AR BIM 정보와 현장 이미지 정합 완료 후 작성됨.

1) 안전교육자료 생성절차 및 시나리오

- BIM이 구조체를 구성하는 정보를 포함하고 있어 거푸집, 철근, 동바리, 콘크리트 타설 공사 관련 안전교육 콘텐츠 생성이 가능함.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



Step 5. 구조 부위별 철근 배근도 확인

- BIM 모델링 정보에 포함된 철근 배근도 확인
- 공정에 따른 바닥철근 배근 조립 과정 확인(시뮬레이션)

사고사태	
사고명	철근조립 작업 중 이동한 철근에 의한 추락사고
종종	건축 > 철근콘크리트공사
사고분류	사고원인: 건설자재 > 철근 작업프로세스: 조립작업
사고위치	장소: 공동주택 / 103동 주차장 부위: 철근 / 지하
사고경위	103동 주차장상부 철근배근 작업 후 이동 간 철근에 발이 걸려 넘어지면 서 2.75M 아래로 떨어진 사고임
사고환인	철근배근 이동
구체적 사고환인	보 철근조립 작업 중 이동한 철근에 발이 걸려 넘어지면서 보 하단에 1차 충격 후 지하주차장 바닥으로 추락(하: 2.7M)

Step 6. 철근작업 시 위험요인 파악(교육내용)

- 철근작업 전 준비(자재 반입/적치/운반 시 위험요인 확인)
- 주변 고압 전선 확인/인양로프 확인/주변 근로자 확인 등
- 철근배근 공사 시 사고사례 조사 및 분석
- 철근배근 공사 시 필요한 안전조치사항 확인
- 바닥 철근배근 시 발바짐 예방대책
- 철근 필림 예방대책
- 철근배근 순서에 따른 위험요인 발생 예측



Step 7. 적정 이동경로 계획

- 바닥(슬래브) 철근 배근 순서에 따른 이동경로 계획 수립
- 메탈라스(실족방지망) 설치위치 및 경로 지정
- 실제 현장이미지 위에 이동경로 AR로 구현
- 현장 여건에 부합하도록 철근 가공조립을 위한 장비의 위치와 철근 자재의 적재 위치 선정 → AR로 위치 선정



Step 8. 안전교육 실시

- 철근배근시 넘어짐에 의한 필림 예방 교육
- 이동경로 및 준수사항 교육

<그림> AR BIM 안전교육 콘텐츠 생성 과정 예시

2) 시나리오 작성 내용

- 철근작업 안전교육 자료생성 시나리오는 향후 설치 예정인 구조체부위의 철근배근 BIM 정보를 증강현실(AR)로 구현하여 관련 작업의 위험요인을 사전에 파악이 가능함.
- 바닥(슬래브) 철근배근 시 근로자 넘어짐에 따른 사고예방을 위해 실족방지망 설치 계획

IV

결론 및 시사점

- **작업환경 특성을 반영한 적절한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발에 앞서 실제 건설현장에서 안전교육 콘텐츠 시스템을 누가, 어떻게 활용할 수 있는지 파악하고 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 샘플을 작성하고자 연구를 수행함.**
 - 이를위해 현재 활용되고 있는 안전교육에 관한 실태 분석을 통해 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 개발을 위한 방향설정 및 적정방법을 제시하고 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 정의하고 종합적인 문제점을 도출하여 개발되어질 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 샘플을 작성함.

- **본 연구의 수행을 통해 도출된 주요 결과는 다음과 같음.**
 - 첫째, 안전교육과 관련된 법령 분석한 결과, 「건설기술진흥법」에서는 당해 현장 작업 근로자를 대상으로 매일 공사 착수 전 교육을 실시하도록 명시하고 있으며, 「산업안전보건법」에는 정기안전교육, 특별안전교육, 기초안전보건교육 등에 근로자 안전교육에 관한 사항을 규정하고 있음을 분석함.
 - 둘째, 직접 방문한 모든 현장에서는 작업조별로 T.B.M(Tool Box Meeting)을 통해 일일 안전교육을 실시하고 있었음. 또한, T.B.M 시 안전교육이 가장 효과적이지만, 교육시간이 짧고 T.B.M을 주관하는 작업반장(일명 십장)의 안전의식 수준에 따라 안전교육 내용의 수준이 상이한 특징이 있는 것으로 파악되었음.
 - 셋째, 현장에서 활용되는 교육자료는 현장 특성을 반영하지 못하는 것이 가장 큰 문제점인 것으로 파악되었음. 이에 시간적/공간적 제한 등 현행 안전교육의 실효성 부족을 해결하기 위해서는 실제 사고사례를 기반으로 한 교육자료 마련과 함께 해당 현장의 다양한 특성을 고려한 교육자료 개발 등의 개선사항이 도출됨.
 - 넷째, 적정 교육방법 규명을 위한 안전관리자 대상 설문조사 결과 T.B.M 교육이 가장 실적이고 가장 효과적인 안전교육 방법이며, ‘작업 특성이 반영된 시각적 안전교육’으로 조사되었으나. VR/AR 기술을 활용한 디지털 트윈(Digital Twin) 기술의 활용 가능성이 낮은 것으로 조사되었으며, 정기안전교육, 특별안전교육, 기초안전보

건교육 등 「산업안전보건법」에서 규정하는 법정안전교육 시 VR/AR 기술을 활용한 안전교육 활용 가능성 및 교육효과가 높을 것으로 분석됨.

- 다섯째, 안전사고 예방 활동과 안전교육 실행 주체인 안전관리자, 작업반장, 재해예방 전문지도기관을 사용자로 설정하고 교육 시기별(TMB, 정기, 특별, 기초) 특징에 따라 적합한 교육 콘텐츠가 개발되어야 함을 파악함.
 - 여섯째, TBM 시 활용가능한 작업환경기반 안전교육 시스템과 VR/AR 기술을 활용한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 개발하는 것으로 시스템 개발 방향이 설정됨.
 - 일곱째, 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오는 ①TBM 안전교육 시스템, ②몰입형 VR 안전교육 시스템, ③4D-BIM 안전교육 시스템, ④AR BIM 안전교육 시스템 등 총 4종의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템으로 구분하여 작성함.
 - 여덟째, T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 시나리오는 매일 변화하는 작업환경모델을 기반으로 위험요인을 파악하고 해당 작업의 안전사고 예방대책을 교육하며, 자료생성 및 안전교육 절차를 8단계로 구분하여 안전관리자/ 작업반장/근로자 등 3가지 시점에서 시나리오를 작성함.
 - 아홉째, 몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오는 수동형 교육이 아닌 능동형 VR 교육으로서, 안전의식 수준을 평가할 수 있는 교육요소를 포함하고 다수의 인원이 동시 교육이 가능함. 작업상황 및 재해상황별 상황 콘티를 구성하고 대상자별(근로자/안전관리자/작업반장/관리감독자/재해예방전문지도사)시나리오를 작성함.
 - 열번째, AR BIM 안전교육 시스템 시나리오는 해당 작업을 수행하기 이전 BIM 정보의 작업환경 변화를 AR로 구현하여 작업절차에 대한 교육과 발생될 수 있는 위험요인을 사전에 인지하여 교육이 가능한 시스템으로서, 구조체 작업을 대상으로 한 시나리오를 작성함.
- 본연구를 통해 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 개발을 위한 방향설정 및 적정 방법을 제시함으로써 향후 개발되어질 안전교육 콘텐츠 시스템의 토대가 되어질 시나리오 샘플을 작성하였음.
- 제시된 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오를 토대로 한 안전교육 콘텐츠가 마련된다면, 실무활용성이 우수한 안전교육 시행으로 안전사고 저감을 기대할 수 있을 것으로 판단

됨.

- 다만, 「건설기술진흥법」 시행령 제103조(안전교육)의 근거하여 공사작업자를 대상으로 일일 안전교육 시 T.B.M 안전교육 콘텐츠 생성 시스템을 활용할 수 있도록 시나리오 작성이 필요하며, 이와 함께 위험성 평가 갱신 정보를 반영한 안전교육 콘텐츠가 생성될 수 있도록 프로세스를 설계하고 시나리오 고도화 연구가 필요할 것으로 사료됨.
- 또한, 작업상황정보가 반영된 위험성 평가 결과 기반의 안전교육 콘텐츠 생성 시스템 및 프로세스 설계가 필요하며, 시스템 개발된 후 실무활용성을 검증할 수 있는 전문가 검증 및 테스트 베드 적용이 이루어질 필요가 있음.

참고문헌

1. 오치돈, 신원상, 곽한성, 배상희, “건설현장 근로자 안전교육 실태 분석”, 한국건설인정책연구원 연구보고서, 2021. 02
2. 오치돈, 신원상, 곽한성, 배상희, “건설현장에서의 안전교육 종류별 적정 교육방법 조사연구”, 한국건설인정책연구원 연구보고서, 2021. 02
3. 오치돈, 신원상, 곽한성, 배상희, “건설현장의 효율적 안전교육을 위한 교육 콘텐츠 생성 시스템의 요구기능 분석”, 한국건설인정책연구원 연구보고서, 2021. 02

부록 1.

몰입형 VR 안전교육 시스템 시나리오

(체험형 VR 교육 시나리오) '갱폼 작업 시 사고'

시작화면

- 시작
- 화이트 화면 배경에 2초 후 로고 등장
- 국토부 로고 등장
 - 1초간 부드럽게 등장---> 3초간 정지---> 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설인정책연구원, 카이토리 로고 동시 등장
 - 시작 시 1초간 적용 등장 ---> 3초간 정지---> 1.5초간 사라짐 후
- 페이드 아웃(검정)
- 잠시 후 페이드 인
 - 공사장 3d배경 씬 등장
 - 공사장 3d배경 씬 등장과 함께 사운드 적용

현장상황

- 9~15층 건축물 건설현장 배경
 - 1, 2층까지 구조체 시공 완료된 상태(사진 1 참조)
 - 3층 갱폼반입을 위해 갱폼 자재를 지게차로 하역 중(사진 2 참조)
 - 3층 자재 이동을 위해 이동식 크레인이 대기 중인 상태
- ※ 주변 환경으로는 3층으로 자재를 이동하기 위해 이동식크레인이 도착하여 기사가 탑승 중, 지게차 하역 작업 중이고, 자재를 검수하는 동료, , 작업반장이 작업자에게 작업 지시 중 등



외부 갱폼 상황(사진 1)



자재 하역 상황(사진 2)

- ▣ [사운드]
"간단 밝은 계열의 시작 효과음"
- 사운드가 끝나면 내레이션 발동

내레이션

"안녕하세요"
 "OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."
 "그럼 갱폼 관련 작업 시 안전 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."
 "체험에 앞서 장비 착용을 얼굴에 맞게 착용해 주세요"
 "오늘 체험내용은 비계 위에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."
 "그럼 시작 하겠습니다"

- ▣ [사운드] : 내레이션 끝나면 실행
 - 공사장 사운드 적용(산업1차꺼 적용) : 지게차, 이동식 크레인 등 장비 소리
 - 인부들 목소리 들린다(산업1차꺼 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등
- 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

화면전환

※ 화면 전환 위치는 건축 현장 1층 외부
 ※ 1, 2층 층고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
 ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

멘트_작업반장

"안녕하세요. 우리 OO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 금일 근로자께서 수행하실 작업은 갱폼 자재 반입하여 3층에 설치 후 해체하여 상부층으로 올리는 작업입니다."
 "지금 현장은 어제 내린 비로 많이 젖어 있는 상태고, 어제 진행될 작업을 수행하지 못해 갱폼 설치 작업이 많이 지체된 상태입니다. 갱폼 사고는 년마다 발생하는 건설현장 사고 중 OO%를 차지하고 있어요."
 "특히, 갱폼작업에서는 떨어짐 사고, 맞음 사고, 무너짐 사고, 빠짐 사고 등이 주로 발생하고 있어요. 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."
 "이점 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인하세요."
 "자! 그럼 우선 스트레칭을 충분히 하시고, 착용해야 하는 안전보호구를 착용해 봅시다."

#시나리오 1

내레이션

"우선 근로자님께서 체험할 내용은 작업장에 들어가기 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보호구 착용과 관련된 내용입니다.
"자 이제 작업반장의 지시대로 안전보호구를 착용해 봅시다."

화면전환

※ 안전보호구가 놓여있는 테이블 앞 - 현장사무실(컨테이너 박스) 옆 or 안전교육장 등
 ※ 1, 2층 층고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
 ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에서 있다.

멘트_작업반장

"앞에 보이는 테이블 위 안전보호구들은 현장에서 작업하기 위해 반드시 착용해야 하는 것들입니다. 그러나 직종마다 착용해야 하는 보호구가 상이합니다."
 "근로자님이 금일 수행하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보호구를 선택하여 착용해 보세요."

현장상황

※ 테이블 위 안전보호구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보안경, 청력보호구, 보안면, 보호복, 마스크(방진, 방독, 송기), 전동식 호흡보호구 등) (사진 3 참조)



안전보호구 종류(사진 3)

- 체험자는 테이블 위 안전보호구를 선택한다(선택 시 자동 착용한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

"잘 선택하셨습니다" 또는 "잘못 선택하셨습니다"
 "갱폼 작업 시 안전모, 안전대, 안전화를 반드시 착용하고 작업을 수행해야 합니다. 꼭 기억하세요."

교육내용

■ 안전보호구 올바른 착용법 설명

- 올바른 안전모 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 4 참조)
- 올바른 안전대 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 5 참조)
- 올바른 안전화 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 6 참조)

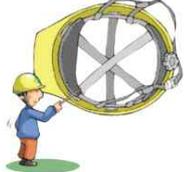
<p>1 모체, 착장제, 충격흡수제 및 턱끈의 이상 유무를 확인한다</p> 	<p>2 자신의 머리 크기에 맞도록 착장체의 머리 고정대를 조절한다</p> 
<p>3 귀의 양쪽에 턱 끈이 위치하도록 착용한다</p> 	<p>4 안전모가 벗겨지지 않도록 턱끈을 견고히 조여서 고정한다</p> 

사진 4

 <p>1 앞다리에 그네식 안전대를 끼우고 들어올린다</p>  <p>2 뒷어깨에 그네식 안전대를 끼운다</p>  <p>3 가슴 조임줄을 세운다</p>  <p>4 허벅지 구멍줄에 간다</p>  <p>5 수직구멍줄인 경우 허벅지 구멍줄 안전대의 D링에 간다</p>  <p>6 착용 상태의 이상 유무를 확인</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정전화는 감전 위험 장소에서 착용하지 않는다 ✓ 안전화는 훼손, 변형하지 않는다. 특히 뒤축을 꺾어 신지 않는다 ✓ 절연화, 절연장화는 구멍이나 찢김이 있으면 즉시 폐기한다 ✓ 내부가 항상 건조하도록 관리한다 ✓ 가죽제 안전화는 물에 젖지 않도록 한다 ✓ 안전화가 화학물질에 노출되었으면 물에 씻어 말린다 
--	---

사진 5

사진 6

■ 올바른 착용법 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 1층 외부
- ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 2

멘트_작업반장

"금일 근로자님께서 작업할 공간은 3층 갱폼설치 작업을 위한 갱폼 자재 반입 하역장입니다." (근로자의 시점 이동 필요. 하역 작업공간을 알려주는 표시 필요.)
 "3층 작업공간까지 이동해 봅시다."
 "현장에서 이동할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 이동해야 합니다. 이점 꼭 기억하세요."

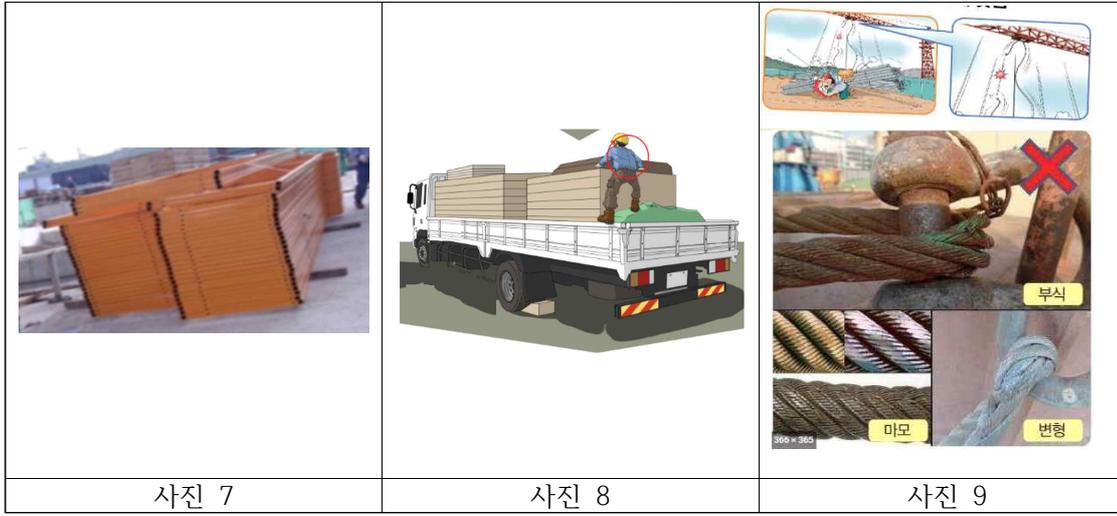
- 하역장까지 이동 경로가 표시된다.(현장 전체 전경에서의 이동 경로 표시 필요)
- 작업자가 이동해야 하는 작업공간을 표시하고, 이동 경로가 표시된다.

내레이션

"화살표를 따라 하역장으로 이동하세요."
 "이동 중 위험요인을 발견하시면, 올바른 안전조치를 하시기 바랍니다."

위험요인

- ※ 반입된 자재가 경사진 지반에 적재되어 있다(사진 7 참조)
- ※ 관리감독자의 배치없이 근로자가 적절한 도구 없이 무리하게 운반차량에 올라가고 있다(사진 8 참조)
- ※ 손상되거나 변형, 부식된 인양로프가 사용되고 있다(사진 9 참조)



- 체험자는 이동 중 위험요소를 발견하여 선택한다.(선택 시 안전조치를 한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 3층 작업공간까지의 이동이 종료되면, 체험이 종료된다.

내레이션

"근로자님께서 작업공간까지 이동하는동안 자재적재, 자재운반작업, 인양로프에 대한 위험요소가 존재하였습니다."
 "현장 이동 시에는 위험한 상황이 늘 발생할 수 있습니다."
 "늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요."
 "혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다."

교육내용

- 이동 간 위험요인 및 대책
 - 자재 적재 불량 vs 올바른 적재 예시(사진 10 참조)
 - 자재 운반 작업 불량 vs 올바른 작업 예시(사진 11 참조)
 - 인양 로프 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 12 참조)

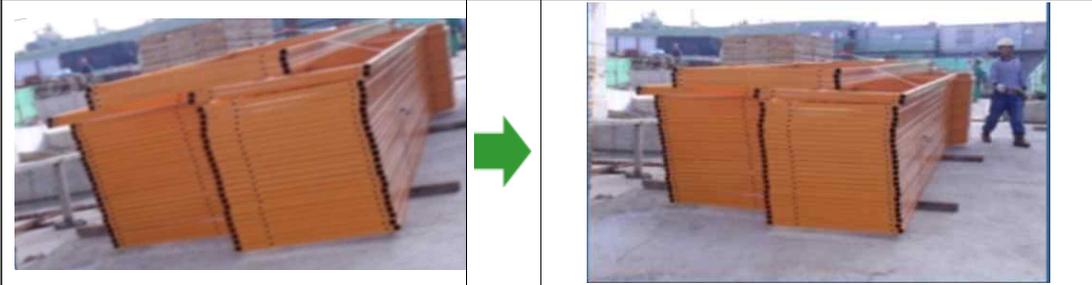
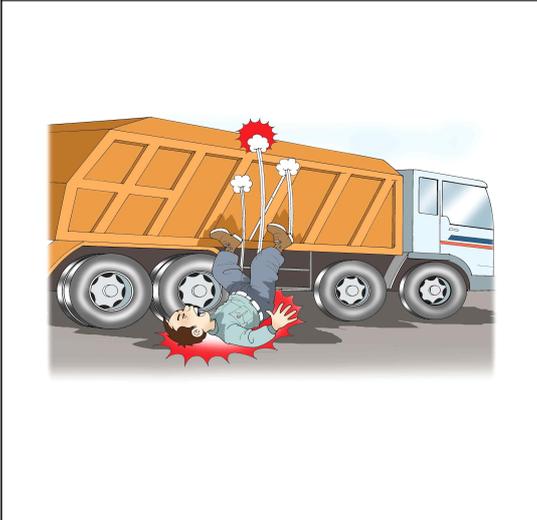


사진 10

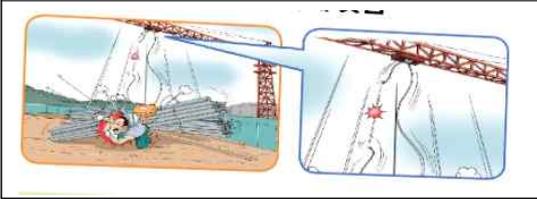


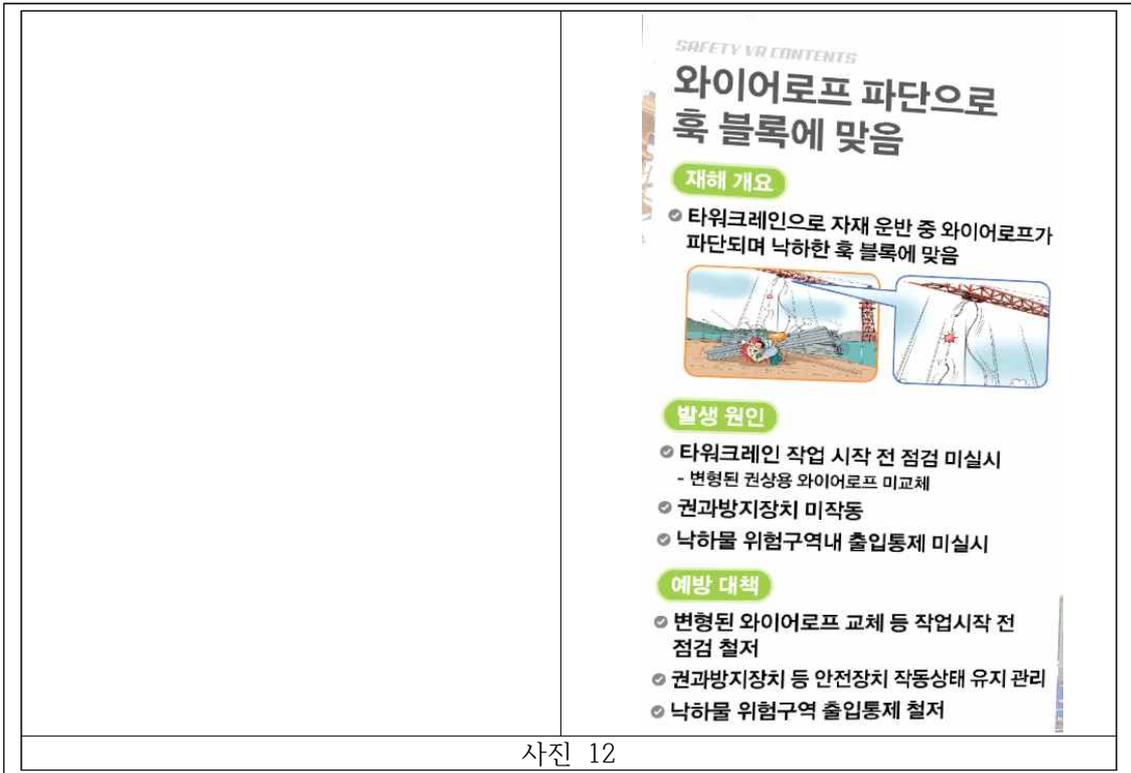
SAFETY VALUABLES
화물 상·하차 작업
안전수칙

- 적재량 초과 적재 금지
- 승차석 외 적재할 등근로자 탑승 금지
- 작업반경내 관계 근로자 외 출입금지
- 주·정차 시 브레이크 걸고, 고임목 설치
- 작업 시작 전 화물고정용 로프(고루, 섬유벨트 등) 파손 여부 점검·확인
- 떨어짐 예방 위해 안전모 등 보호구 착용
- 단위화물 100kg 이상 화물 상·하차 작업 시 작업지휘자 배치

낙하 1 (발생형태)
 적재함 위에서 작업 중 중심을 잃고 바닥으로 떨어짐
 (안전대책) 차량의 상부 등 고속작업 시 안전대 안전모를 착용하고 작업 실시

사진 11





■ 이동 간 위험요인 및 대책 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 3층 외부
- ※ 체험자가 3층 갱폼 위에 서 있다(사진 1 참조)

#시나리오 3

#시나리오 3

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 금일 근로자님의 작업은 갱폼을 조립하여 3층으로 인양하는 작업이에요."
 "작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

- 갱폼 조립 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 13 참조).



사진 13. 갱폼 조립공간 확대

- 갱폼 조립 순서를 동영상으로 보여준다.
<https://youtu.be/JK-m9wBp9Ww>(편집필요)

내레이션

"갱폼 조립 순서에 따라 조립 후 하이라이트 된 갱폼을 안전하게 인양하시기 바랍니다."
 "먼저 앞에 보이는 갱폼을 조립하세요."

위험요인

- ※ 갱폼 조립 시 박리재가 도포되어 있다(사진 14 참조)
- ※ 동료가 갱폼 프레임에 무리하게 올라가 작업하고 있다(사진 15 참조)



사진 14

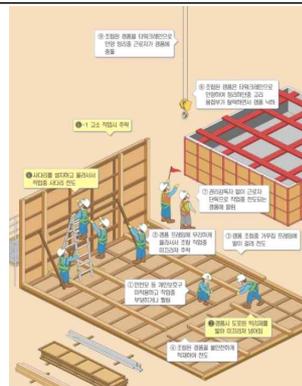


사진 15

- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

- case1 : 위험요소를 발견하지 못하고 작업을 진행 한 경우 밟아 미끄러짐
- case2 : 갱폼 조립중 거푸집 프레임에 발이 걸려 전도
- case3 : 모든 안전조치로 인한 성공!
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

“작업 중 박리재, 낙하 위험물의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “갱폼 조립시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 박리재 올바른 작업방법 예시(사진 16 참조)
- 올바른 작업방법(사진 17 참조)

- 갱폼에 박리제 도포 후 박리제를 밟아 미끄러지지 않도록 통제 조치
사진 16
- 갱폼 프레임에 걸려 넘어지지 않도록 작업발판을 갱폼 프레임 위에 깔고 작업 실시
- 갱폼 프레임에 올라서서 조립 작업하지 않도록 관리 감독 철저
사진 17

#시나리오 4

#시나리오 4

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 조립한 갱폼을 3층으로 인양하세요."

내레이션

"하이라이트 된 갱폼을 안전하게 인양하시기 바랍니다."

"인양 중 위험요인을 발견하시면, 올바른 안전조치를 하시기 바랍니다."

위험요인

- ※ 양중기에 후크 해지장치 없이 갱폼 인양하고 있다(사진 18 참조)
- ※ 인양용 로프가 손상(부식)되어 있다(사진 19 참조)
- ※ 인양고리의 용접불량 및 볼트 체결이 되지 않거나 헐거워져 있다(사진 20 참조)
- ※ 갱폼 발판에 공구, 철근 등이 놓여져 있다(사진 21 참조)

<p>HOOK 해지장치란? 크레인 고리에 와이어나 로프를 걸었을때 스윙에 의한 이탈을 방지하는 안전장치입니다.</p> <p>후크 해지장치 설치 미설치시 와이어로프 이탈</p>	<p>부식 마모 변형</p>																				
<p>사진 18</p> <p>◆ Gang Form 관리 방침, 용접 기준(인양고리)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">[관통+용접 연결방식]</th> </tr> <tr> <th>관통직경</th> <th>관통길이</th> <th>관통깊이</th> <th>용접방식</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0M 미만</td> <td>78cm 이상</td> <td>38cm 이상</td> <td>관통용접</td> </tr> <tr> <td>1.0 - 6.0M 미만</td> <td>190cm 이상</td> <td>80cm 이상</td> <td>관통용접</td> </tr> <tr> <td>6.0M 이상</td> <td>200cm 이상</td> <td>78cm 이상</td> <td>관통용접</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 인양고리용 수평형 고리용 사용예(190cm)~(관통용접)</p> <p>[인양고리] Ø22MM</p> <p>[용접+볼트 연결방식] → 용접(12마일) 용접 + 볼트 체결(3개소 이상) ※ 용접기준: 451 (JIS 4512 45030500)</p> <p>용접 (12마일) 용접 (12마일) 볼트 체결 (3개소 이상) 볼트 체결 (3개소 이상)</p> <p>사진 20</p>	[관통+용접 연결방식]				관통직경	관통길이	관통깊이	용접방식	1.0M 미만	78cm 이상	38cm 이상	관통용접	1.0 - 6.0M 미만	190cm 이상	80cm 이상	관통용접	6.0M 이상	200cm 이상	78cm 이상	관통용접	<p>사진 19</p> <p>▲ 갱폼 발판 정소 미설치 ▲ 갱폼 발판 정소 미설치 ▲ 갱폼 발판 정소 미설치 ▲ 갱폼 발판 정소 미설치</p> <p>사진 21</p>
[관통+용접 연결방식]																					
관통직경	관통길이	관통깊이	용접방식																		
1.0M 미만	78cm 이상	38cm 이상	관통용접																		
1.0 - 6.0M 미만	190cm 이상	80cm 이상	관통용접																		
6.0M 이상	200cm 이상	78cm 이상	관통용접																		

■ 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.

- case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 갱폼 인양중 후크로부터 로프가 탈락하여 갱폼 낙하
- case2 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 인양용 로프가 끊어지면서 갱폼 낙하(날아와 맞음)
- case3 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 용접부가 탈락되면서 갱폼 낙하(날아와 맞음)

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

- case4 : 전 상황에서 갱폼 발판에 공구, 철근 등을 해결하지 않은 경우 인양 도중 날아와 맞음
- case5 : 모든 안전조치 해결로 인한 성공!
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

“작업 간 후크 해지장치, 인양용 로프, 인양고리의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “갱폼 인양 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 후크해지장치 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 22 참조)
- 인양용 로프 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 23 참조)
- 인양고리 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 24 참조)
- 낙하 위험물 예시 vs 올바른 작업방법 예시(사진 25참조)



사진 22



사진 23

◆ Gang Form 관리 방침-용접 기준(인양고리)

Tower Crane

경축

낙하, 추락

[수직재]
50x30x1.6T @300

경축길이	관공길이	용접길이
1.5M 미만	70Cm 이상	30Cm 이상
1.5 ~ 6.0M 미만	150Cm 이상	50Cm 이상
6.0M 이상	200Cm 이상	70Cm 이상

※ 인양고리와 수직재 교차부: 비강화(100%) - 안쪽(50%)

[인양고리]
Ø22MM

[볼판]
2.0T

[평절+볼트 연결방식]
 → 평절(12T 이상) 용접 + 볼트채결(3개소 이상)
 ※ 볼트기준: 412 mm M12 Bolt(SS400)

평절 (12T 이상)

볼트채결 (3개소 이상)

53.19(201)6.08.29 20:07/건설선사총(단계)공구관리팀(총복/이경환) Do not distribute this material without permission...

사진 24

3. 갱폼 인양 작업 시 자재 낙하

3. 갱폼 인양 작업 시 자재 낙하

갱폼 발판상에는 공구, 폼타이 등 낙하 위험물 제거

사진 25

#시나리오 5

#시나리오 5

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 금일 근로자님의 작업은 3층으로 인양된 갱품을 설치하는 작업이예요."

"작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

- 갱품 설치 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 26 참조).



사진 26. 갱품 설치 공간 확대

- 갱품 설치 순서를 동영상으로 보여준다.

<https://youtu.be/JK-m9wBp9Ww>(편집 필요)

내레이션

"갱품 설치 순서에 따라 하이라이트 된 갱품을 안전하게 설치하시기 바랍니다."

위험요인

- ※ 갱품이 1줄 걸이로 체결되어있다(사진 27 참조)
- ※ 체험자가 안전고리를 체결하지 않고 작업을 시작하는 경우(사진 28 참조)
- ※ 갱품 볼트를 체결전에 타워크레인 로프를 해체하는 경우(사진 29 참조)

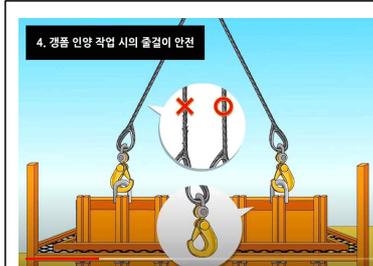


사진 27



사진 28



사진 29

- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.

- case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 떨어짐 사고 발생
- case2 : 작업순서가 잘못된 경우 경우 떨어짐 사고 발생

- case3 : 갱폼 인양중 후크로부터 로프가 탈락하여 갱폼 낙하
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

“작업 간 줄걸이, 안전고리체결, 작업순서의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “갱폼 설치 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 줄걸이불량 vs 올바른 설치 예시(사진 30 참조)
- 안전고리 올바른 체결 방법 동영상(동영상 <https://youtu.be/TJbimt3OGNQ> (보호구 착용)참조)
- 갱폼 설치 시 갱폼볼트 완전히 체결한 후 타워크레인 결속 로프 해체 방법 동영상 https://youtu.be/XVKAlyq65_o 참조

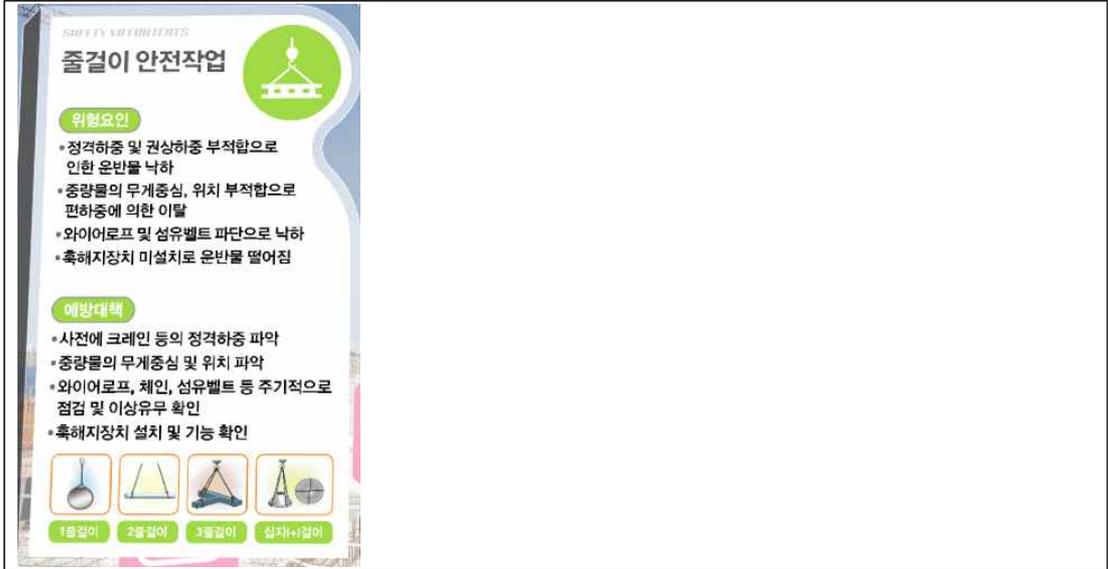


사진 30

#시나리오 6

#시나리오 6

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 금일 근로자님의 작업은 3층에 설치된 갯품을 해체하여 4층으로 이동시키는 작업이에요."

"작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

- 갯품 해체 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 31참조).



내레이션

"하이라이트 된 갯품을 안전하게 해체하시기 바랍니다."

위험요인

- ※ 갯품 볼트 해체시 타워크레인으로 결속되어있는지 확인(사진 32 참조)
- ※ 해체 작업 중 갯품 하부 지상에 출입통제 조치하지 않은 경우 (사진 33 참조)
- ※ 해체 작업 시 버팀목 미설치되어 있다(사진 34 참조)

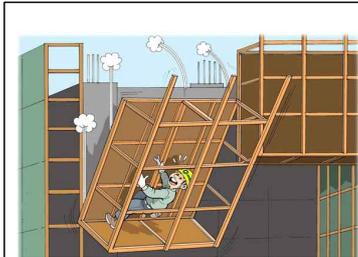


사진 32



사진 33



사진 34

- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.
 - case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 떨어짐 사고 발생
 - case2 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 자재 낙하
 - case3 : 슬래브 거푸집을 지지하고 있던 동바리를 로프로 묶어서 당기던 중 떨어지는 거푸집에 맞음
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨

- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

“작업 간 타워크레인 결속, 하부 출입통제, 버팀목 미설치의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “갱폼 해체 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 타워크레인 결속 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 35 참조)
- 하부통제 불량 vs 올바른 방법 예시(사진 36 참조)
- 버팀목 설치 불량 vs 올바른 설치 예시 (사진 37 참조)



4. 갱 폼을 조립하거나 해체하는 경우에는 갱폼을 인양장비에 매단 후에 작업을 실시하도록 하고, 인양장비에 매달기 전에 지지 또는 고정철들을 미리 해제하지 않도록 할 것



사진 35

2. 갱폼 하부 작업구역 통제



2. 조립등 작업과 관련한 이동·양중·운반 장비의 고정·오조작 등으로 인해 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 근로자의 출입을 금지하는 등 위험 방지 조치를 할 것

사진 36

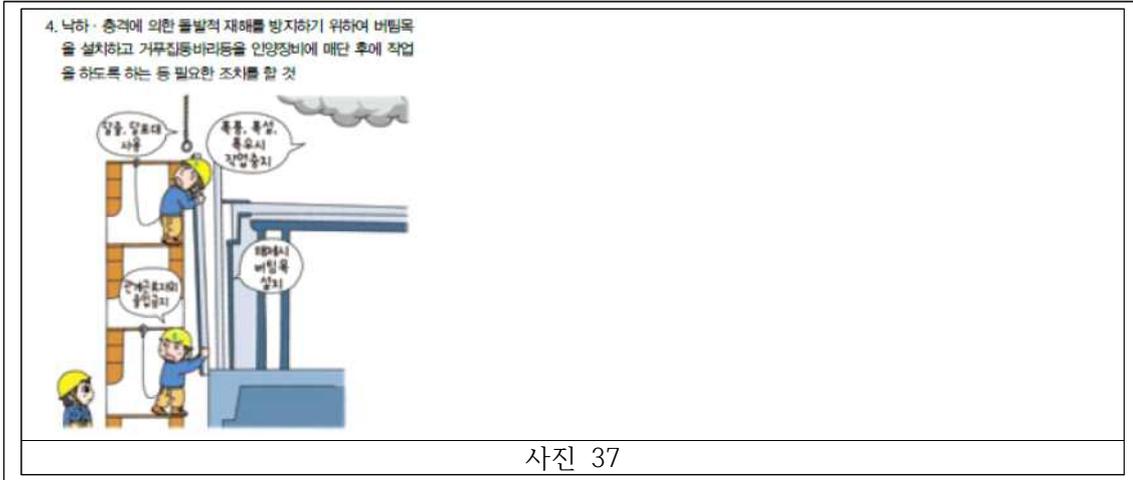


사진 37

- 갯폼작업자가 미끄러져 바닥으로 떨어지면서 주변 갯폼자재들도 같이 떨어진다.

■[사운드]

" 갯폼자재의 우당탕탕

- 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 카메라 스위치 된다.
- 스위치 되는 카메라 위치는 체험자 위치에 있는 카메라
 - 카메라 번호는 디자인 작업시 설치 예정
 - 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 사고지점 바로 옆에 있던 작업팀장 눈 높이가 1인칭 시점으로 스위치 되며, 이때 적용 할 "애니데이터(이름은 디자인 등록시 적용 예정)
 - 애니데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.

■[사운드]

" 갯폼자재의 우당탕탕"

- 스위치 되는 카메라는 1인칭 수직으로 떨어지는 땅바닥에 닿는 지점에서의 위를 쳐다보는 카메라

■[사운드]

" 갯폼자재의 우당탕탕" 적용

■[팀장] : 응급상황 목소리, 고성

" 위험해~~~~~ "

■[사운드]

" Head 깨지는 소리" " 퍽" OR " 짹"

- 위를 쳐다보는 카메라에 적용 애니데이터의 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
 - 죽어 있는 상태의 카메라, 이 카메라로 잠시 5초간 대기, 그리고 "서서히(딜레이타임)" 화면이 붉게 처리된다.
 - 화면이 완전 붉게 다 처리되면 페이드아웃(검정)
 - 잠시 후 죽어가는 카메라로 전환 한다
 - 이때 주변 동료 사운드 적용
- [사운드]

" 아이고....어떡하냐....큰일났네... 큰일났어"

" 빨리들 일로"

" 안전고리는 안 한거야 뭐야"

■ 죽어가는 비계설치자의 심장 박동 소리

▣[사운드]

" 두근...두근...두근~~~~~...두, 근..... 삐~~~~~ " "

" 심장 박동소리 시작할 때" 아빠, 아빠, 엉엉, 엉엉,, 아빠, 아빠, 아빠, 엉엉, 아빠" 하는 아이 울음소리"

■ 심장 박동소리 삐~~~~~하면서 천천히 페이드아웃(검정), 아이의 울음소리가 서서히 사라진다.

■ 페이드 아웃(검정)

■ 페이드 인(죽어 있는 시체 카메라)

■ 사고자 외 모든 캐릭터는Visible 아웃 처리된다.

■ 잠시 후

내레이션

"갱폼작업자 동료가 사망 하였습니다."
 "갱폼작업시에는 반드시 안전고리를 걸고 작업을 하셔야 합니다."
 "나의 안전이 곧 동료의 안전입니다. 공사장에서는 반드시 안전수칙을 지켜셔야 하겠습니까."

■ 나레이션 끝나고2 ~ 3초 후 천천히(딜레이타임) 페이드아웃(검정) 된다.

■ 블랙 화면

내레이션

"지금까지 ooo 건설안전VR 체험 이었습니다."

▣[사운드]

" 마감 간단 배경음"

안전의식 평가결과

멘트_작업반장

"금일 체험이 종료되었어요. 어떻게 건설현장에서 발생할 수 있는 안전사고에 대해 많은 도움이 되었나요?"

"우리는 근로자님의 안전을 최우선으로 합니다. 금일 근로자님께서 작업을 수행하시면서 파악된 안전지식 및 의식수준을 알아보을까요?"

- 근로자 안전수준 평가서를 화면에 보여준다.
 - 안전수준 평가서는 총 100점으로 구성되어 있다.
 - 시나리오1은 20점이며, 안전보호구의 올바른 선택 여부(4개 : 20점, 2~3개 : 10점, 1개 이하 : 5점)로 구성됩니다.
 - 시나리오2는 40점이며, 위험요소 발견 및 조치 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 시나리오3는 40점이며, 올바른 비계 위 작업 수행 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 상(90점 이상), 중(85~75점), 하(70점 미만)로 구분하여 최종 평가 내용을 보여준다.

내레이션

"근로자님의 안전수준은 OO점입니다. 높은(낮은) 수준이네요. 앞으로도 저희 체험을 이용해 주시고, 늘 근로자님의 안전한 근로상황을 응원합니다. 감사합니다."

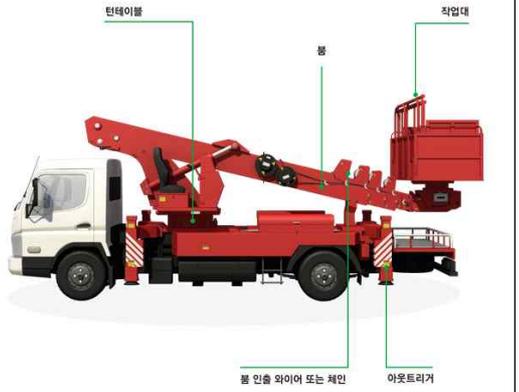
(체험형 VR 교육 시나리오) '고소작업대 작업 시 사고'

시작화면

- 시작
- 화이트 화면 배경에 2초 후 로고 등장
- 국토부 로고 등장
 - 1초간 부드럽게 등장---> 3초간 정지---> 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설인정책연구원, 카이토리 로고 동시 등장
 - 시작 시 1초간 적용 등장 ---> 3초간 정지---> 1.5초간 사라 짐 후
- 페이드 아웃(검정)
- 잠시 후 페이드 인
 - 공사장 3d배경 씬 등장
 - 공사장 3d배경 씬 등장과 함께 사운드 적용

현장상황

- 19층 건축물 건설현장 배경
- 19층까지 구조체 시공 완료된 상태이며 1층만 창호설치가 완료된 상태(사진 1 참조)
- 1~8층 내부 마감작업을 위해 합판, 전등, 타일, 도장재료(시멘트) 등 자재를 호이스트로 각 층 내부로 이동중이며 건물밖에서 창호설치 공사를 위한 준비중
- 2층 창호설치를 위해 차량 탑재형 고소작업대가 대기중인 상태(사진 2 참조)
- ※ 주변 환경으로는 자재를 옮기는 동료, 차량 탑재형 고소작업대에 기사 탑승 중, 작업반장이 작업자에게 작업 지시 중 등 공사를 하고 있는 인부들이 일을 보고 있다.

	
외부 구조물 상황(사진 1)	차량 탑재형 고소작업대(사진 2)

- [사운드]
- "간단 밝은 계열의 시작 효과음"
- 사운드가 끝나면 나레이션 발동

내레이션

"안녕하세요"
"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."
"그럼 고소작업대 관련 작업 시 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."
"체험에 앞서 장비 착용을 얼굴에 맞게 착용해 주세요"
"오늘 체험내용은 고소작업대에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."
"그럼 시작 하겠습니다"

- [사운드] : 내레이션 끝나면 실행
 - 공사장 사운드 적용(산업1차꺼 적용) : 고소작업대 등 장비 소리
 - 인부들 목소리 들린다(산업1차꺼 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등
- 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

화면전환

※ 화면 전환 위치는 건축 현장 1층 외부
※ 1, 2층 층고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

멘트_작업반장

"안녕하세요. 우리 OO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 금일 근로자께서 수행하실 작업은 고소작업대를 사용하여 창호설치 공사를 하는 작업입니다."
"지금 현장은 어제 내린 비로 많이 젖어 있는 상태고, 어제 진행될 작업을 수행하지 못해 창호설치 작업이 많이 지체된 상태입니다. 고소작업대 사고는 년마다 발생하는 건설현장 사고 중 OO%를 차지하고 있어요."
"특히, 고소작업대에서 떨어짐 사고, 넘어짐 사고 등이 주로 발생하고 있어요. 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."
"이점 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인하세요."
"자! 그럼 우선 스트레칭을 충분히 하시고, 착용해야 하는 안전보호구를 착용해 봅시다."

#시나리오 1

내레이션

"우선 근로자님께서 체험할 내용은 작업장에 들어가기 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보호구 착용과 관련된 내용입니다.
"자 이제 작업반장의 지시대로 안전보호구를 착용해 봅시다."

화면전환

※ 안전보호구가 놓여있는 테이블 앞 - 현장사무실(컨테이너 박스) 옆 or 안전교육장 등
 ※ 1, 2층 층고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
 ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에서 있다.

멘트_작업반장

"앞에 보이는 테이블 위 안전보호구들은 현장에서 작업하기 위해 반드시 착용해야 하는 것들입니다. 그러나 직종마다 착용해야 하는 보호구가 상이합니다."
 "근로자님이 금일 수행하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보호구를 선택하여 착용해 보세요."

현장상황

※ 테이블 위 안전보호구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보안경, 청력보호구, 보안면, 보호복, 마스크(방진, 방독, 송기), 전동식 호흡보호구 등) (사진 3 참조)



안전보호구 종류(사진 3)

- 체험자는 테이블 위 안전보호구를 선택한다(선택 시 자동 착용한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

"잘 선택하셨습니다" 또는 "잘못 선택하셨습니다"
 "사다리 위에서 작업 시 안전모, 안전대, 안전화를 반드시 착용하고 작업을 수행해야 합니다. 꼭 기억하세요."

교육내용

■ 안전보호구 올바른 착용법 설명

- 올바른 안전모 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 4 참조)
- 올바른 안전대 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 5 참조)
- 올바른 안전화 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 6 참조)

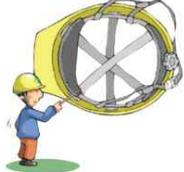
<p>1 모체, 착장제, 충격흡수제 및 턱끈의 이상 유무를 확인한다</p> 	<p>2 자신의 머리 크기에 맞도록 착장체의 머리 고정대를 조절한다</p> 
<p>3 귀의 양쪽에 턱 끈이 위치하도록 착용한다</p> 	<p>4 안전모가 벗겨지지 않도록 턱끈을 견고히 조여서 고정한다</p> 

사진 4

 <p>1 앞뒤에 그네식 안전대를 끼우고 들어올린다</p>  <p>2 어깨에 그네식 안전대를 끼운다</p>  <p>3 가슴 조임줄을 세운다</p>  <p>4 허벅지 구멍줄에 간다</p>  <p>5 수직구멍줄인 경우 허벅지 안전대의 D링에 간다</p>  <p>6 착용 상태의 이상 유무를 확인</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정전화는 감전 위험 장소에서 착용하지 않는다 ✓ 안전화는 훼손, 변형하지 않는다. 특히 뒤축을 꺾어 신지 않는다 ✓ 절연화, 절연장화는 구멍이나 찢김이 있으면 즉시 폐기한다 ✓ 내부가 항상 건조하도록 관리한다 ✓ 가죽제 안전화는 물에 젖지 않도록 한다 ✓ 안전화가 화학물질에 노출되었으면 물에 씻어 말린다 
--	---

사진 5

사진 6

■ 올바른 착용법 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 1층 외부
- ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 2

멘트_작업반장

"금일 근로자님께서 작업할 공간은 저 위에 보이는 2층 외부이며 창호설치를 하셔야합니다." (근로자의 시점 이동 필요. 2층 작업공간을 알려주는 표시 필요.)
 "차량 탑재형 고소작업대를 타고 상승하여 2층의 창호설치 작업을 완성해 봅시다."
 "고소작업대를 사용할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 작업해야 합니다. 이점 꼭 기억하세요."

- 고소작업대까지 이동된다.
- 작업자가 이동해야 하는 2층의 작업공간을 표시하고, 이동 경로가 표시된다.

내레이션

"고소작업대를 사용하여 창호설치를 하세요."
 "고소작업대 작업 전 안전점검이 필요합니다. 고소작업대 위험요인을 발견하시면, 올바른 안전조치를 하시고 작업에 임하여 주시기 바랍니다."
 "작업을 시작하세요."

위험요인

- ※ 동료가 고소작업대에 허용적재하중(300kg)을 초과하여 복층유리를 적재하고 있다(사진 7 참조)
- ※ 아웃트리거가 단단하지않고 평탄하지않은 화단에 설치되어있다(사진 8 참조) 동영상 <https://youtu.be/H90JbyvggJU>
- ※ 동료가 안전고리를 체결하지않고 작업을 하고 있다(사진 9 참조)
- ※ 전면이나 측면 일부에 안전난간이 미설치되어 작업하고 있다(사진 10 참조)

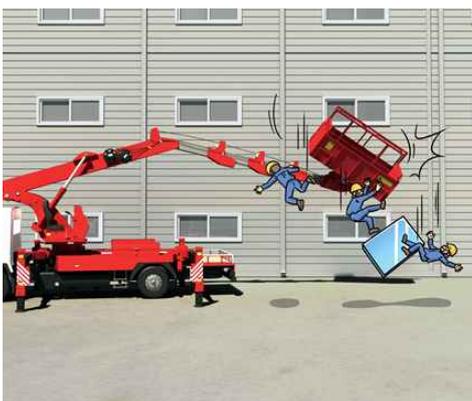


사진 7



사진 8



- 고소작업대에서의 떨어짐 방지 조치 미흡
 - 전면과 측면 일부에 안전난간이 없는 고소작업대 작업대에 탑승
 - 높이 약 11m 위치에서 해체작업 중 안전대 미착용 상태에서 작업



건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

사진 9	사진 10

- 체험자는 위험요소를 발견하여 선택한다.(선택 시 안전조치를 한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨
- 2층 작업이 종료되면, 체험이 종료된다.

내레이션

“근로자님께서 안전점검 하는동안 고소작업대에 대한 4가지의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “현장에는 위험한 상황이 늘 발생할 수 있습니다.”
 “늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

■ 이동 간 위험요인 및 대책

- 고소작업대 올바른 적재방법 예시(사진 11 참조)
- 아웃트리거 올바른 설치 예시(사진 12 참조)
- 안전고리 올바른 체결 방법 예시 (사진 13 참조)
- 안전난간대 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 14 참조)

○ 작업자 탑승 및 중량을 적재

- ▶ 작업대에 작업자를 포함하여 정격하중 초과 금지
- ▶ 작업을 위한 자재 등은 최소한도 내로 적재하고 한쪽으로 편중되지 않도록 할 것
- ▶ 작업자는 반드시 안전대를 착용하고 작업위치보다 높은 위치의 구조물에 안전고리를 체결을 권장하되 상부에 구조물이 없거나 수시로 작업위치가 이동되는 경우 작업대 중앙 안전한 구조물에 체결할 것

사진 11

4 고소작업대 설치 시 준수사항

○ 차량 위치 선정

- ▶ 먼저 주위에 장애물이나 위험요소가 있는지 확인하여야 한다.
 - 고압선, 전신주, 가로등, 가로수 등의 장애물이 있는 곳에서는 작업을 금지
- ▶ 장비를 설치하기 전에 지면의 상태를 확인하여야 한다.
 - 노면이 평탄하고 견고한 부위에 안정기(아웃트리거)를 설치
- ▶ 기어를 중립에 놓고 주차 제동장치를 작동하여야 한다.
 - 주차 브레이크를 채우고 경사진 곳에서는 반드시 바퀴에 고임목 설치

○ 안정기(아웃트리거) 설치

- ▶ 전후좌우 4개의 아웃트리거 슬라이드를 최대로 확장한다.
- ▶ 4개의 접지판이 모두 지면에 밀착되도록 설치한다.
- ▶ 수평계를 보면서 차량이 수평이 되도록 조절한다.

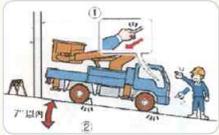
⚠ 위험 DANGER

지면이 약하여 지면이 침하 될 우려가 있는 경우 아우트리거 하단에 고임목을 견고하게 설치

Ⓞ 안전 TIP : 아우트리거의 설치 요령

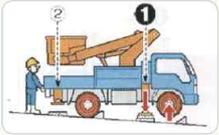
① 차량위치 선정

- 경사지에서는 우선 앞쪽을 낮은 쪽으로 주차 시키고 주차브레이크를 확실하게 작동시켜 움직이지 않도록 확인
- 전륜과 후륜 타이어에 고임목 설치
- 7도가 넘는 경사지 작업금지(권장)



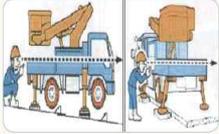
② 잭의 설치

- 잭 실린더는 반드시 전륜부터 작동하고, 후륜 순서로 작동.
- 접지면이 지면에 닿을 시점에 일단 정지 시키고 중심축 일치를 확인하고 계속해서 조작



③ 차량 수평 확인

- 차량의 전후 방향 수평 3도 이내 유지
- 좌우방향은 반드시 수평 유지
- 4개의 잭이 차량의 하중을 지지하고 있어야 하며 타이어가 지면에서 떨어져 있는 것을 확인



④ 잭의 격납

- 작업을 종료하면 볼을 완전히 격납
- 잭 실린더의 격납은 반드시 후륜을 작동하고, 전륜 순서로 작동
- 타이어가 지면에 접지한 상태에서 일단 정지하고 고임목이 지지여부 확인 후 격납

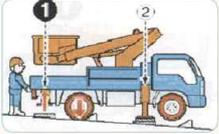


사진 12

1

고소작업대 (차량탑재형)을 사용할 때에는 보호구 착용

▶ 보호구(안전대 및 안전모) 착용을 확인한 상태에서 작업 실시

※ 안전대는 작업대에서 분리되지 않는 안전난간(후면부 등)에 설치



사진 13

☀ 재해예방 대책

- 작업대 모든 측면에는 물체나 사람이 떨어질 위험이 없도록 전체 4면에 안전난간 설치 및 작업 전 확인 **1**
- 작업대 위에서 작업 중 안전모, 안전대 등 보호구를 지급·착용하고 안전하게 작업
- 해당 작업 시 그 작업에 따른 떨어짐·물체에 맞음·넘어짐·무너짐 등의 위험을 예방할 수 있는 안전대책에 관한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업하도록 조치

1



📖 참고법령 및 기준

• 산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조(보호구의 지급 등), 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등), 제44조(안전대의 부착설비 등), 제186조(고소작업대의 설치 등의 조치)

Construction Engineer Policy Institute of Korea(CEPIK) 81

3

안전난간의 일부 해체가 불가피한 작업

▶ 외장(석재, 유리) 부착작업 등 안전난간의 일부해체가 불가피한 작업의 경우

- 1 정격하중을 초과하지 않는 범위 내에서
- 2 안전대 및 안전모 등 보호구를 착용하고
- 3 조작자 이외의 작업지휘자를 별도로 지정하여 지휘·감독하에 작업 실시



사진 14

■ 위험요인 및 대책 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 2층 외부
- ※ 체험자가 2층 호이스트에 서 있다

#시나리오 3

#시나리오 3

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 금일 근로자님께서 작업할 공간은 지하1층 주차장입니다." (근로자의 시점 이동 필요. 지하1층 주차장 작업공간을 알려주는 표시 필요.)
 "지하1층 작업공간까지 이동해 봅시다."(지하1층 작업공간까지 이동 경로가 표시)
 "금일 근로자님의 작업은 시저형 고소작업대를 활용하여 주방 배수배관을 연결하는 작업이에요."
 "작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

- 작업 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 15 참조).



사진 15. 작업 대상 확대

내레이션

" 하이라이트 된 천장 부분을 고소작업대를 이용하여 배수배관 설치를 완성하기 바랍니다."

위험요인

- ※ 작업지휘자 미배치된 상태에서 작업을 시작하는 경우(사진 16 참조)
- ※ 보호구 미착용 및 안전고리 미체결로 작업을 시작하는 경우(사진 17 참조)
- ※ 과상승 방지장치를 키보다 낮은 상태로 작업을 시작하는 경우(사진 18 참조)



작업지휘자 미배치

사진 16



사진 17



과상승방지장치
설치 기준 미준수

사진 18

- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.
- case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 끼임(협착) 사고 발생
- case2 : 위험요소를 발견하고 조치하는 도중 안전고리 미체결로 떨어짐 사고 발생
- case3 : 모든 안전조치 및 안전고리 체결로 인한 성공!
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

“근로자님께서 배관작업을 하는동안 3가지의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “시저형 고소작업대 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 작업지휘자 배치 올바른 방법(사진 19 참조)
- 안전고리 올바른 체결 방법 및 동영상(동영상 <https://youtu.be/TJbimt3OGNQ> (보호구 착용)참조)(사진 20 참조)
- 과상승 방지장치 설치 기준(사진 21 참조)



사진 19

TWE

고소작업대 사용 시 보호구(안전대 및 안전모) 착용 철저

관련 법령

산업안전보건기준에 관한 규칙 186조 (고소작업대 설치 등의 조치)

④ 사업주는 고소작업대를 사용하는 경우에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
 1. 작업자가 안전모·안전대 등의 보호구를 착용하도록 할 것

사진 20

재해예방 대책

- 고소작업대 상승 시 근로자 끼임 방지용 과상승방지장치는 끼임·부딪힘 등 재해를 예방하기 위해 작업자의 자세, 위치 등을 고려하여 적정높이(작업자의 키보다 높게 설치)로 설치하여 안전하게 작업
- 고소작업대를 사용하는 경우 조작반의 스위치는 눈으로 확인할 수 있도록 명칭 및 방향표시를 유지
- 해당 작업에 따른 떨어짐·맞음·넘어짐·끼임 및 무너짐 등의 위험 예방대책 및 작업방법 등에 관한 작업계획을 작성하고 그 작업계획에 따라 작업 실시 및 근로자에게 주지



참고법령 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제186조(고소작업대 설치 등의 조치)
- KOSHA Guide C-74-2012(건설공사의 고소작업대 안전보건작업 지침)

과상승방지장치 설치·사용

과상승방지장치는 안전바 또는 리미트스위치 방식 중 1개를 선택하여 설치

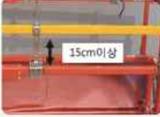
구분	안전바 방식	리미트스위치 방식
설치 높이	<p>안전난간 상부에서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 안전바 상부까지는 20cm 이상 - 안전바 하부까지는 15cm 이상  	<p>안전난간 상부에서 60cm 이상</p>  
설치 개수	<p>협착방지대 전면(4면) 설치</p> 	<p>지지봉 4개소 설치</p> 

사진 21

#시나리오 4

#시나리오4

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 다음은 6시방향 20m 이동하여 배수배관을 연결하는 작업이에요."
 "작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

- 이동할 작업 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 22참조).



사진 22. 작업 대상 확대

내레이션

"하이라이트 된 천장 부분을 고소작업대를 이용하여 배수배관 설치를 완성하기 바랍니다."

위험요인

- ※ 작업대를 낮추지 않고 고소작업대를 이동하는 경우(사진 23참조)
- ※ 작업할 공간의 개구부에 덮어놓은 견고한재료가 아닌 얇은합판을 발견하지 못하고 작업하는 경우(사진 24참조)



사진 23



사진 24

- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.

- case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 떨어짐 사고 발생
- case2 : 모든 안전조치로 인한 성공!

- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨

내레이션

“근로자님께서 배관작업을 하는동안 2가지의 위험요소가 존재하였습니다.”
 “시저형 고소작업대 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”
 “혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 시저형 고소작업대 이동시 안전사항(사진 25참조)
- 시저형 고소작업대 전도방지사항(사진 26참조)

☑

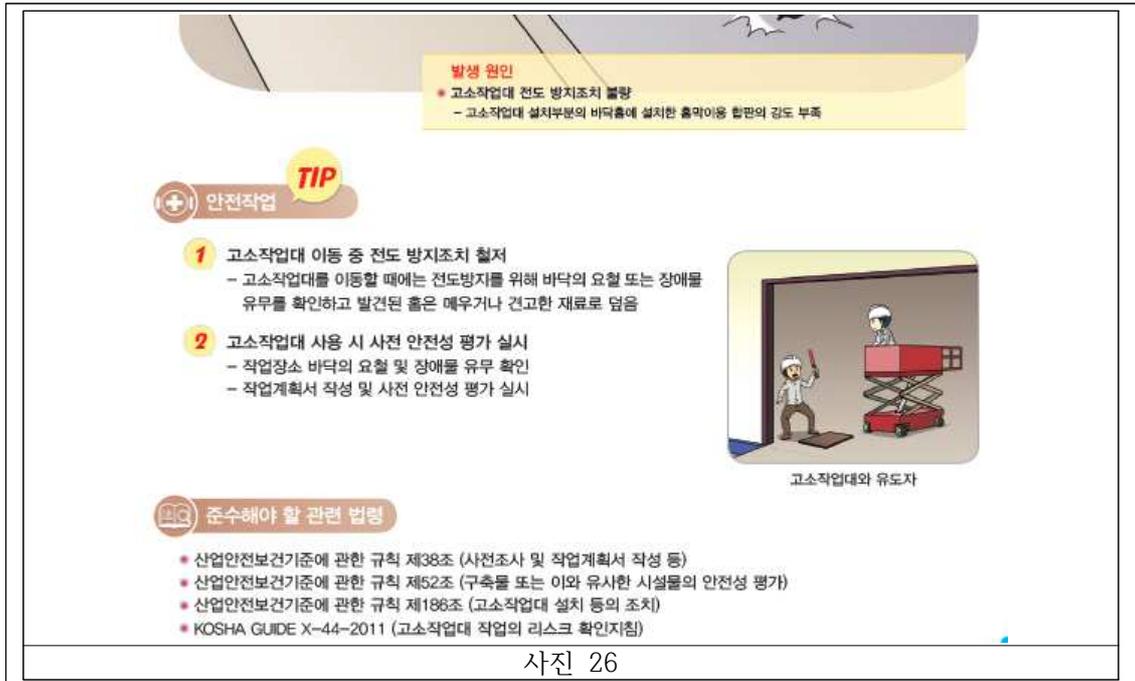
CHECK BOX 동종재해 예방대책 : 고소작업대의 이동시 안전사항준수

- ✓ 작업대를 가장 낮게 하강
- ✓ 작업대를 상승시킨 상태에서 작업자를 태우고 이동하지 말 것
- ✓ 이동 중 전도 등의 위험방지를 위해 유도자 배치, 이동 통로의 요철상태 또는 장애물 확인



사진 25

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발



■ 시저형 고소작업대가 넘어지면서 배관작업자가 바닥으로 떨어지고 주변 작업도구들도 같이 떨어진다.

■[사운드]

" 작업도구의 우당탕탕"

- 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 카메라 스위치 된다.
- 스위치 되는 카메라 위치는 체험자 위치에 있는 카메라
 - 카메라 번호는 디자인 작업시 설치 예정
 - 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 사고지점 바로 옆에 있던 작업팀장 눈 높이가 1인칭 시점으로 스위치 되며, 이때 적용 할 "애니데이터(이름은 디자인 등록시 적용 예정)
 - 애니데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.

■[사운드]

" 작업도구의 우당탕탕"

- 스위치 되는 카메라는 1인칭 수직으로 떨어지는 땅바닥에 닿는 지점에서의 위를 쳐다보는 카메라

■[사운드]

" 작업도구의 우당탕탕" 적용

■[팀장] : 응급상황 목소리, 고성

" 위험해~~~~~ "

■[사운드]

" Head 깨지는 소리" " 퍽" OR " 짹"

- 위를 쳐다보는 카메라에 적용 애니데이터의 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 죽어 있는 상태의 카메라, 이 카메라로 잠시5초간 대기, 그리고 "서서히(딜레이타임)" 화면이 붉게 처리된다.
- 화면이 완전 붉게 다 처리되면 페이드아웃(검정)
- 잠시 후 죽어가는 카메라로 전환 한다
- 이때 주변 동료 사운드 적용

▣[사운드]

" 아이고....어떡하냐....큰일났네... 큰일났어"
 " 빨리들 일로"
 " 안전고리는 안 한거야 뭐야"

- 죽어가는 도장작업자의 심장 박동 소리

▣[사운드]

" 두근...두근...두근~~~~~...두, 근..... 뻘~~~~~ " " 심장 박동소리 시작할 때" 아빠, 아빠, 엉엉, 엉엉,, 아빠, 아빠, 아빠, 엉엉, 아빠" 하는 아이 울음소리"

- 심장 박동소리 뻘~~~~~하면서 천천히 페이드아웃(검정), 아이의 울음소리가 서서히 사라진다.
- 페이드 아웃(검정)
- 페이드 인(죽어 있는 시체 카메라)
- 사고자 외 모든 캐릭터는Visible 아웃 처리된다.
- 잠시 후

내레이션

"동료가 사망 하였습니다."
 "고소작업대 사용 시에는 안전수칙을 꼭 지키며 작업을 수행하여야 합니다."
 "나의 안전이 곧 동료의 안전입니다. 공사장에서는 반드시 안전수칙을 지켜야 하겠습니까."

- 나레이션 끝나고2 ~ 3초 후 천천히(딜레이타임) 페이드아웃(검정) 된다.
- 블랙 화면

내레이션

"지금까지 ooo 건설안전VR 체험 이었습니다."

▣[사운드]

" 마감 간단 배경음"

안전의식 평가결과

멘트_작업반장

"금일 체험이 종료되었어요. 어떻게 건설현장에서 발생할 수 있는 안전사고에 대해 많은 도움이 되었나요?"

"우리는 근로자님의 안전을 최우선으로 합니다. 금일 근로자님께서 작업을 수행하시면서 파악된 안전지식 및 의식수준을 알아보을까요?"

- 근로자 안전수준 평가서를 화면에 보여준다.
 - 안전수준 평가서는 총 100점으로 구성되어 있다.
 - 시나리오1은 20점이며, 안전보호구의 올바른 선택 여부(4개 : 20점, 2~3개 : 10점, 1개 이하 : 5점)로 구성됩니다.
 - 시나리오2는 40점이며, 위험요소 발견 및 조치 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 시나리오3는 40점이며, 올바른 비계 위 작업 수행 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 상(90점 이상), 중(85~75점), 하(70점 미만)로 구분하여 최종 평가 내용을 보여준다.

내레이션

"근로자님의 안전수준은 OO점입니다. 높은(낮은) 수준이네요. 앞으로도 저희 체험을 이용해 주시고, 늘 근로자님의 안전한 근로상황을 응원합니다. 감사합니다."

(체험형 VR 교육 시나리오) '이동식사다리 작업 시 사고'

시작화면

- 시작
- 화이트 화면 배경에 2초 후 로고 등장
- 국토부 로고 등장
 - 1초간 부드럽게 등장---> 3초간 정지---> 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설인정책연구원, 카이토리 로고 동시 등장
 - 시작 시 1초간 적용 등장 ---> 3초간 정지---> 1.5초간 사라짐 후
- 페이드 아웃(검정)
- 잠시 후 페이드 인
 - 공사장 3d배경 씬 등장
 - 공사장 3d배경 씬 등장과 함께 사운드 적용

현장상황

- 19층 건축물 건설현장 배경
- 19층까지 구조체 시공 완료된 상태(사진 1 참조)
- 1~8층 내부 마감작업을 위해 합판, 전등, 타일, 도장재료(시멘트), 창호 등 자재를 호이스트로 각 층 내부로 이동중이며 천정 도장 시공 중(사진 2 참조)
- 15~19층 세대내부 층간차음재 시공 중(사진 3 참조)
- ※ 주변 환경으로는 자재를 옮기는 동료, 천정 도장작업하는 동료, 작업반장이 작업자에게



외부 구조물 상황(사진 1)



천정 도장 후 모습(사진 2)



세대내부 층간차음재 시공 후 모습(사진 3)

작업 지시 중 등 공사를 하고 있는 인부들이 일을 보고 있다.

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

■ [사운드]

"간단 밝은 계열의 시작 효과음"

■ 사운드가 끝나면 내레이션 발동

내레이션

"안녕하세요"

"OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."

"그럼 사다리 관련 작업 시 떨어짐 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."

"체험에 앞서 장비 착용을 얼굴에 맞게 착용해 주세요"

"오늘 체험내용은 사다리에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."

"그럼 시작 하겠습니다"

■ [사운드] : 내레이션 끝나면 실행

- 공사장 사운드 적용(산업1차꺼 적용) : 전동기 및 못질 등 장비 소리

- 인부들 목소리 들린다(산업1차꺼 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등

■ 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

화면전환

※ 화면 전환 위치는 건축 현장 1층 외부

※ 1, 2층 층고 높이는 3.6미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업

※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

멘트_작업반장

"안녕하세요. 우리 OO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 금일 근로자께서 수행하실 작업은 사다리를 사용하여 건축물 내부 마감작업을 하는 작업입니다."

"지금 현장은 폭염으로 인해 진행될 작업을 수행하지 못해 마감작업이 많이 지체된 상태입니다. 사다리 사고는 년마다 발생하는 건설현장 사고 중 OO%를 차지하고 있어요."

"특히, 사다리에서는 떨어짐 사고, 넘어짐 사고 등이 주로 발생하고 있어요. 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."

"이점 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인하세요."

"자! 그럼 우선 스트레칭을 충분히 하시고, 착용해야 하는 안전보호구를 착용해 봅시다."

#시나리오 1

내레이션

"우선 근로자님께서 체험할 내용은 작업장에 들어가기 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보호구 착용과 관련된 내용입니다.
"자 이제 작업반장의 지시대로 안전보호구를 착용해 봅시다."

화면전환

※ 안전보호구가 놓여있는 테이블 앞 - 현장사무실(컨테이너 박스) 옆 or 안전교육장 등
 ※ 1, 2층 층고 높이는 3.6미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
 ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에서 있다.

멘트_작업반장

"앞에 보이는 테이블 위 안전보호구들은 현장에서 작업하기 위해 반드시 착용해야 하는 것들입니다. 그러나 직종마다 착용해야 하는 보호구가 상이합니다."
 "근로자님이 금일 수행하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보호구를 선택하여 착용해 보세요."

현장상황

※ 테이블 위 안전보호구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보안경, 청력보호구, 보안면, 보호복, 마스크(방진, 방독, 송기), 전동식 호흡보호구 등) (사진 4 참조)



안전보호구 종류(사진 4)

- 체험자는 테이블 위 안전보호구를 선택한다(선택 시 자동 착용한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

"잘 선택하셨습니다" 또는 "잘못 선택하셨습니다"
 "사다리 위에서 작업 시 안전모, 안전대, 안전화를 반드시 착용하고 작업을 수행해야 합니다. 꼭 기억하세요."

교육내용

■ 안전보호구 올바른 착용법 설명

- 올바른 안전모 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 5 참조)
- 올바른 안전대 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 6 참조)
- 올바른 안전화 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 7 참조)

<p>1 모체, 착장제, 충격흡수제 및 턱끈의 이상 유무를 확인한다</p> 	<p>2 자신의 머리 크기에 맞도록 착장체의 머리 고정대를 조절한다</p> 
<p>3 귀의 양쪽에 턱 끈이 위치하도록 착용한다</p> 	<p>4 안전모가 벗겨지지 않도록 턱끈을 견고히 조여서 고정한다</p> 

사진 5

 <p>1 앞뒤에 그네식 안전대를 끼우고 들어올린다</p>  <p>2 양 어깨에 그네식 안전대를 끼운다</p>  <p>3 가슴 조임줄을 세운다</p>  <p>4 허벅지 구멍줄에 건다</p>  <p>5 수직구멍줄인 경우 허벅지 안전대의 D링에 건다</p>  <p>6 착용 상태의 이상 유무를 확인</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정전화는 감전 위험 장소에서 착용하지 않는다 ✓ 안전화는 훼손, 변형하지 않는다. 특히 뒤축을 꺾어 신지 않는다 ✓ 절연화, 절연장화는 구멍이나 찢김이 있으면 즉시 폐기한다 ✓ 내부가 항상 건조하도록 관리한다 ✓ 가죽제 안전화는 물에 젖지 않도록 한다 ✓ 안전화가 화학물질에 노출되었으면 물에 씻어 말린다 
--	---

사진 6

사진 7

■ 올바른 착용법 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 1층 외부
- ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 2

멘트_작업반장

"금일 근로자님께서 작업할 공간은 저 위에 보이는 2층 내부입니다." (근로자의 시점 이동 필요. 2층 작업공간을 알려주는 표시 필요.)
 "어제 잘못된 작업들이 있어 2층에서 동료들이 작업 중입니다. 동료들을 도와 2층의 작업을 완성해 봅시다."
 "현장에서 이동할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 이동해야 합니다. 이점 꼭 기억하세요."

- 2층 작업공간까지 이동된다. (동료의 위치공간까지 이동 경로 표시)
- 작업자가 이동해야 하는 2층의 작업공간을 표시하고, 이동 경로가 표시된다.

내레이션

"화살표를 따라 이동하세요."
 "이동 중 위험요인을 발견하시면, 올바른 안전조치를 하시기 바랍니다."

위험요인

- ※ 동료가 개구부에 근접하여 이동식 사다리를 설치하고 있다(사진 8 참조)
- ※ 동료가 층고 3.6m의 협소하지않은 공간에서 이동식사다리를 설치하고 물건을 들고 사다리를 승강중에 있다(사진 9 참조)
- ※ 평탄하지않은 바닥면에 사다리가 설치되어있다(사진 10 참조)



- 체험자는 이동 중 위험요소를 발견하여 선택한다.(선택 시 안전조치를 한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨
- 2층 작업공간에서의 이동이 종료되면, 체험이 종료된다.

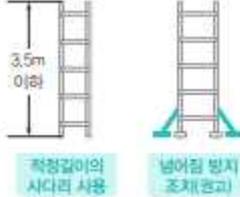
내레이션

"근로자님께서 작업공간까지 이동하는동안 이동식 사다리설치 대한 3가지의 위험요소가 존재하였습니다."
 "현장 이동 시에는 위험한 상황이 늘 발생할 수 있습니다."
 "늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요."
 "혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다."

교육내용

- 이동 간 위험요인 및 대책
 - 개구부 올바른 안전조치 예시(사진 11 참조)
 - 사다리 올바른 설치 예시(사진 12 참조)

- 사다리 올바른 설치 공간 예시 (사진 13 참조)

 <p>▶ 견고한 개구부 덮개 설치</p> <p>▶ 안전난간 및 경고표지 설치</p>		
<p>사진 11</p>		
<p>사다리 사용이 불가피한 경작업에 한하여</p>	<ul style="list-style-type: none"> 경작업, 고소작업대·비계 등의 설치가 어려운 협소한 장소에서 사용 * 경작업 : 손 또는 팔을 가볍게 사용하는 작업으로서 전구교체 작업, 전기통신 작업, 평탄한 곳의 조경 작업 등 	
<p>3.5m 이하의 A형 사다리를 사용하여</p>	<ul style="list-style-type: none"> 최대길이 3.5m 이하 A형 사다리(조경용 포함)에서만 작업 * 보통(일자형)사다리, 신축형(연장형)사다리, 일자형으로 펼쳐지는 발붙임 겸용 사다리(A형)에서는 작업금지 	 <p>적정길이의 사다리 사용</p> <p>넘어질 방지 조치(경고)</p>
<p>사진 12</p>		
<p>평탄·견고한 바닥에서</p>	<ul style="list-style-type: none"> 평탄·견고하고 미끄럼이 없는 바닥에 설치 	
<p>사진 13</p>		

■ 위험요인 및 대책 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 2층 외부
- ※ 체험자가 2층 호이스트에 서 있다

#시나리오 3

#시나리오 3

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 금일 근로자님께서 작업할 공간은 저 위에 보이는 8층 내부입니다." (근로자의 시점 이동 필요. 8층 작업공간을 알려주는 표시 필요.)
 "8층 작업공간까지 이동해 봅시다."(8층 작업공간까지 이동 경로가 표시)
 "금일 근로자님의 작업은 사다리를 활용하여 건축물 내부 천장 마감면 도장작업이에요."
 "작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요. 동료 김씨는 잠시 화장실에 갔습니다."

- 천장 도장작업 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 14 참조).



사진 14. 천장 도장 대상 확대

내레이션

" 사다리를 선택하여 하이라이트 된 천장 부분을 이용하여 도장작업을 완성하기 바랍니다."

- 작업 선택사항을 체크할 수 있도록 메뉴가 나타난다(사진 15 참조).

<p>다음 작업을 선택하세요.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 작업 시작하기 2. 동료 작업자 기다리기 	<p>천장 도장 잡업에 사용할 사다리를 선택하세요.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.  2.  3. 불량사다리
---	--

사진 15. 선택사항

위험요인

- ※ 체험자가 안전고리를 체결하지 않고 작업을 시작하는 경우(사진 16 참조)
- ※ 김씨가 오기 전 혼자 작업을 시작하는 경우(사진 17 참조)
- ※ 아웃트리거가 없는 사다리를 선택했거나 불량사다리를 선택하는 경우(사진 18 참조)
- ※ 작업 중 최상부 발판에서 작업할 경우



- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.
- case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 떨어짐 사고 발생
- case2 : 위험요소를 발견하고 조치하는 도중 안전고리 미체결로 떨어짐 사고 발생
- case3 : 모든 안전조치 및 안전고리 체결로 인한 성공!
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

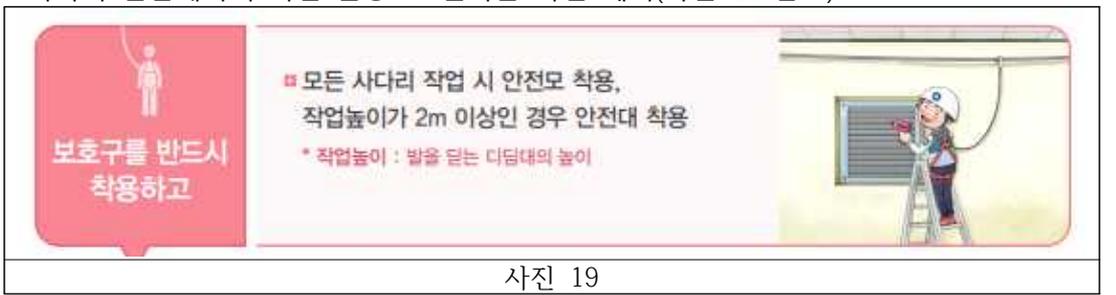
“근로자님께서 도장작업 동안 안전고리, 2인1조 작업, 아웃트리거의 위험요소가 존재하였습니다.”

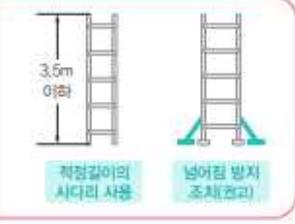
“사다리 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요.”

“혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다.”

교육내용

- 안전고리 올바른 체결 방법 및 동영상(동영상 <https://youtu.be/TJbimt3OQNQ> (보호구 착용)참조)(사진 19 참조)
- 2인1조작업 불량 vs 올바른 작업 예시(사진 20 참조)
- 아웃트리거 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 21 참조)
- 사다리 발판에서의 작업 불량 vs 올바른 작업 예시(사진 22 참조)



 <p>2인 1조로 작업하세요!</p>	<p>작업높이가 바닥 면으로부터</p> <ul style="list-style-type: none"> ▣ 1.2m 이상 ~ 2m 미만 : 2인 1조 작업, 최상부 발판에서 작업금지 ▣ 2m 이상 ~ 3.5m 이하 : 2인 1조 작업, 최상부 및 그 하단의 디딤대에서 작업금지 	
<p>사진 20</p>		
 <p>3.5m 이하의 A형 사다리를 사용하여</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▣ 최대길이 3.5m 이하 A형 사다리(조경용 포함)에서만 작업 * 보통(일자형)사다리, 신축형(연장형)사다리, 일자형으로 펼쳐지는 발볼임 겸용 사다리(A형)에서는 작업금지 	
<p>사진 21</p>		

사다리 경작업 안전

- 작업 시작 전 사다리 기동, 발판 등 점검
- 계단식 사다리는 상부 3개 발판부터 최상부 발판과 사다리 측면에서 작업 금지






사다리의 상부 경작업

상부 3개 발판 이상 유지

사다리 측면 경작업

사다리 측면 경작업

- 사다리 이동, 경작업 시 3점 접촉 상태 유지






2점 접촉

2점 접촉

3점 접촉

- 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용

※경작업 : 손 또는 팔을 가볍게 사용하는 작업 (전구 교체, 전기 통신, 평탄한 곳의 조경 작업 등)

발효임 사다리 (A형, 조경용)

작업 높이 (발을 딛는 디딤대의 높이)	안전작업 지침
1.2m 미만	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반드시 안전모 착용
1.2m 이상 ~ 2m 미만	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반드시 안전모 착용 ○ 2인 1조 작업 ○ 최상부 발판에서 작업금지
2m 이상 ~ 3.5m 이하	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반드시 안전모 착용 ○ 2인 1조 작업 및 안전대 착용 ○ 최상부 발판 + 그 하단 디딤대 작업금지
3.5m 초과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작업발판으로 사용금지

+

공통사항

- ▣ 평탄·견고하고 미끄러움이 없는 바닥에 설치
- ▣ 경작업*, 고소작업대·비계 등의 설치가 어려운 협소한 장소에서 사용

* 손 또는 팔을 가볍게 사용하는 작업으로서 전구교체 작업, 전기·통신 작업, 평탄한 곳의 조경 작업 등

※ 사다리 구조 등 그외 안전보건조치는 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」 준수

사진 22

■ 도장작업자가 미끄러져 바닥으로 떨어지면서 주변 작업도구 및 사다리가 같이 떨어진다.

■[사운드]

" 작업도구의 우당탕탕

- 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 카메라 스위치 된다.
- 스위치 되는 카메라 위치는 체험자 위치에 있는 카메라
 - 카메라 번호는 디자인 작업시 설치 예정
 - 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 사고지점 바로 옆에 있던 작업팀장 눈 높이 1인칭 시점으로 스위치 되며, 이때 적용 할 "애니데이터(이름은 디자인 등록시 적용 예정)
 - 애니데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.

■[사운드]

" 작업도구의 우당탕탕"

- 스위치 되는 카메라는 1인칭 수직으로 떨어지는 땅바닥에 닿는 지점에서의 위를 쳐다보는 카메라

■[사운드]

" 작업도구의 우당탕탕" 적용

■[팀장] : 응급상황 목소리, 고성

" 위험해~~~~~ " "

■[사운드]

" Head 깨지는 소리" " 퍽" OR " 짹"

- 위를 쳐다보는 카메라에 적용 애니데이터의 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 죽어 있는 상태의 카메라, 이 카메라로 잠시5초간 대기, 그리고 "서서히(딜레이타임)" 화면이 붉게 처리된다.
- 화면이 완전 붉게 다 처리되면 페이드아웃(검정)
- 잠시 후 죽어가는 카메라로 전환 한다
- 이때 주변 동료 사운드 적용

■[사운드]

" 아이고....어떡하냐....큰일났네... 큰일났어"

" 빨리들 일로"

" 안전고리는 안 한거야 뭐야"

- 죽어가는 도장작업자의 심장 박동 소리

■[사운드]

" 두근...두근...두근~~~~~...두, 근..... 뻘~~~~~ " "

" 심장 박동소리 시작할 때" 아빠, 아빠, 영영, 영영,, 아빠, 아빠, 아빠, 영영, 아빠" 하는 아이 울음소리"

- 심장 박동소리 뻘~~~~~하면서 천천히 페이드아웃(검정), 아이의 울음소리가 서서히 사라진다.
- 페이드 아웃(검정)
- 페이드 인(죽어 있는 시체 카메라)
- 사고자 외 모든 캐릭터는 Visible 아웃 처리된다.
- 잠시 후

내레이션

"동료가 사망 하였습니다."
"사다리 사용 시에는 반드시 안전고리를 걸고 작업을 하셔야 합니다."
"나의 안전이 곧 동료의 안전입니다. 공사장에서는 반드시 안전수칙을 지켜셔야 하겠습니까."

- 나레이션 끝나고 2 ~ 3초 후 천천히(딜레이타임) 페이드아웃(검정) 된다.
- 블랙 화면

내레이션

"지금까지 ooo 건설안전VR 체험이었습니다."

- [사운드]
" 마감 간단 배경음"

안전의식 평가결과

멘트_작업반장

"금일 체험이 종료되었어요. 어떻게 건설현장에서 발생할 수 있는 안전사고에 대해 많은 도움이 되었나요?"

"우리는 근로자님의 안전을 최우선으로 합니다. 금일 근로자님께서 작업을 수행하시면서 파악된 안전지식 및 의식수준을 알아보을까요?"

- 근로자 안전수준 평가서를 화면에 보여준다.
 - 안전수준 평가서는 총 100점으로 구성되어 있다.
 - 시나리오1은 20점이며, 안전보호구의 올바른 선택 여부(4개 : 20점, 2~3개 : 10점, 1개 이하 : 5점)로 구성됩니다.
 - 시나리오2는 40점이며, 위험요소 발견 및 조치 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 시나리오3는 40점이며, 올바른 비계 위 작업 수행 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 상(90점 이상), 중(85~75점), 하(70점 미만)로 구분하여 최종 평가 내용을 보여준다.

내레이션

"근로자님의 안전수준은 OO점입니다. 높은(낮은) 수준이네요. 앞으로도 저희 체험을 이용해 주시고, 늘 근로자님의 안전한 근로상황을 응원합니다. 감사합니다."

(체험형 VR 교육 시나리오) '비계에서의 떨어짐 사고'

시작화면

- 시작
- 화이트 화면 배경에 2초 후 로고 등장
- 국토부 로고 등장
 - 1초간 부드럽게 등장---> 3초간 정지---> 1.5초간 부드럽게 사라짐
- 한국건설인정책연구원 카이토리 로고 동시 등장
 - 시작 시 1초간 적용 등장 ---> 3초간 정지---> 1.5초간 사라짐 후
- 페이드 아웃(검정)
- 잠시 후 페이드 인
 - 공사장 3d배경 씬 등장
 - 공사장 3d배경 씬 등장과 함께 사운드 적용

현장상황

- 9~15층 건축물 건설현장 배경
- 1, 2층까지 구조체 시공 완료된 상태(사진 1 참조)
- 3층 내외부 작업을 위해 조립식 및 이동식 비계가 설치된 상태(사진 2 참조)
- 3층 자재 이동을 위해 이동식 크레인이 대기 중인 상태
- ※ 주변 환경으로는 백호가 작업 중이며, 자재를 옮기는 동료, 시멘트 콘크리트를 여미는 삽질하는 동료, 이동식 크레인에 기사 탑승 중, 작업반장이 작업자에게 작업 지시 중 등
- ※ 자재 운반을 하기 위해 잔작업(서서 풀어 해체는 동작 및 앉아서 풀어 해치는 동작)등을 하고 있는 동료 등 공사를 하고 있는 인부들이 일을 보고 있다.



외부 비계 상황(사진 1)



비계 설치 모습(사진 2)

- [사운드]
"간단 밝은 계열의 시작 효과음"
- 사운드가 끝나면 나레이션 발동

내레이션

"안녕하세요"
 "OOO 건설 안전 VR 체험에 오신걸 환영합니다."
 "그럼 비계 관련 작업 시 떨어짐 사고에 대한 VR 체험을 시작하겠습니다."
 "체험에 앞서 장비 착용을 얼굴에 맞게 착용해 주세요"
 "오늘 체험내용은 비계 위에서의 다양한 작업 중 발생할 수 있는 안전사고입니다."
 "그럼 시작 하겠습니다"

- [사운드] : 내레이션 끝나면 실행
 - 공사장 사운드 적용(산업1차꺼 적용) : 백호 등 장비 소리
 - 인부들 목소리 들린다(산업1차꺼 적용) : 작업자 의사소통 및 작업반장 지시음 등
- 내레이션이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면이 전환된다.

화면전환

※ 화면 전환 위치는 건축 현장 1층 외부
 ※ 1, 2층 층고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
 ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

멘트_작업반장

"안녕하세요. 우리 OO 건설현장에 오신 것을 환영합니다. 금일 근로자께서 수행하실 작업은 외부 비계에서 거푸집(유로폼)을 해체하여 상부층으로 올리는 작업입니다."
 "지금 현장은 어제 내린 비로 많이 젖어 있는 상태고, 어제 진행될 작업을 수행하지 못해 비계 설치 작업이 많이 지체된 상태입니다. 비계 사고는 년마다 발생하는 건설현장 사고 중 OO%를 차지하고 있어요."
 "특히, 비계에서는 떨어짐 사고, 넘어짐 사고, 무너짐 사고, 빠짐 사고 등이 주로 발생하고 있어요. 이러한 사고 발생 가능성이 높으니 작업 시 매우 주의해야 한다는 것이죠."
 "이점 꼭 기억하시고 작업 시 주의해야 할 사항을 우선 확인하세요."
 "자! 그럼 우선 스트레칭을 충분히 하시고, 착용해야 하는 안전보호구를 착용해 봅시다."

#시나리오 1

내레이션

"우선 근로자님께서 체험할 내용은 작업장에 들어가기 전에 반드시 착용해야 하는 안전 보호구 착용과 관련된 내용입니다.
"자 이제 작업반장의 지시대로 안전보호구를 착용해 봅시다."

화면전환

※ 안전보호구가 놓여있는 테이블 앞 - 현장사무실(컨테이너 박스) 옆 or 안전교육장 등
 ※ 1, 2층 층고 높이는 3.5미터 설정, 3층부터는 2.8미터 설정한 디자인 작업
 ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에서 있다.

멘트_작업반장

"앞에 보이는 테이블 위 안전보호구들은 현장에서 작업하기 위해 반드시 착용해야 하는 것들입니다. 그러나 직종마다 착용해야 하는 보호구가 상이합니다."
"근로자님이 금일 수행하는 작업을 떠올리면서 필요한 안전보호구를 선택하여 착용해 보세요."

현장상황

※ 테이블 위 안전보호구 종류 (안전모, 안전대, 안전장갑, 안전화, 보안경, 청력보호구, 보안면, 보호복, 마스크(방진, 방독, 송기), 전동식 호흡보호구 등) (사진 3 참조)



안전보호구 종류(사진 3)

- 체험자는 테이블 위 안전보호구를 선택한다(선택 시 자동 착용한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

"잘 선택하셨습니다" 또는 "잘못 선택하셨습니다"
"비계 위에서의 작업 시 안전모, 안전대, 안전화를 반드시 착용하고 작업을 수행해야 합니다. 꼭 기억하세요."

교육내용

- 안전보호구 올바른 착용법 설명
- 올바른 안전모 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 4 참조)
 - 올바른 안전대 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 5 참조)
 - 올바른 안전화 착용방법 사진 또는 동영상 화면제시(사진 6 참조)

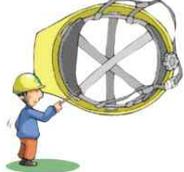
<p>1 모체, 착장제, 충격흡수제 및 턱끈의 이상 유무를 확인한다</p> 	<p>2 자신의 머리 크기에 맞도록 착장체의 머리 고정대를 조절한다</p> 
<p>3 귀의 양쪽에 턱 끈이 위치하도록 착용한다</p> 	<p>4 안전모가 벗겨지지 않도록 턱끈을 견고히 조여서 고정한다</p> 

사진 4

 <p>1 앞다리에 그네식 안전대를 끼우고 들어올린다</p>  <p>2 앞어깨에 그네식 안전대를 끼운다</p>  <p>3 가슴 조절줄을 세운다</p>  <p>4 허벅지 구멍줄에 건다</p>  <p>5 수직구멍줄인 경우 허벅지 구멍 안전대의 D링에 건다</p>  <p>6 착용 상태의 이상 유무를 확인</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 정전화는 감전 위험 장소에서 착용하지 않는다 ✓ 안전화는 훼손, 변형하지 않는다. 특히 뒤축을 꺾어 신지 않는다 ✓ 절연화, 절연장화는 구멍이나 찢김이 있으면 즉시 폐기한다 ✓ 내부가 항상 건조하도록 관리한다 ✓ 가죽제 안전화는 물에 젖지 않도록 한다 ✓ 안전화가 화학물질에 노출되었으면 물에 씻어 말린다 
---	---

사진 5

사진 6

■ 올바른 착용법 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 1층 외부
- ※ 체험자가 현재 공사 현장 전경이 보이는 위치에 서 있다.

#시나리오 2

멘트_작업반장

"금일 근로자님께서 작업할 공간은 저 위에 보이는 3층 외부 비계(쌍줄비계)입니다."
 (근로자의 시점 이동 필요. 3층 작업공간을 알려주는 표시 필요.)
 "3층 작업공간까지 이동해 봅시다."
 "현장에서 이동할 때는 늘 위험한 상황이 발생할 수 있으니 주의를 기울이면서 이동해야 합니다. 이점 꼭 기억하세요."

- 3층 작업공간까지 이동 경로가 표시된다.(현장 전체 전경에서의 이동 경로 표시 필요)
- 작업자가 이동해야 하는 비계 통로 입구를 표시하고, 이동 경로가 표시된다.

내레이션

"화살표를 따라 3층으로 이동하세요."
 "이동 중 위험요인을 발견하시면, 올바른 안전조치를 하시기 바랍니다."

위험요인

- ※ 1층-2층 사이 비계통로 중간 안전난간대가 어긋나 있다(사진 7 참조)
- ※ 2층-3층 사이 비계통로 안전난간대 안전방망이 미설치되어 있다(사진 8 참조)
- ※ 2층-3층 사이 작업발판(계단) 중 하나가 탈락되어 있다(사진 9 참조)



- 체험자는 이동 중 위험요소를 발견하여 선택한다.(선택 시 안전조치를 한 것으로 봄)
 - 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨
 - 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨
- 3층 작업공간까지의 이동이 종료되면, 체험이 종료된다.

내레이션

"근로자님께서 작업공간까지 이동하는동안 안전난간대, 안전망, 작업발판 계단에 대한 위험요소가 존재하였습니다."
 "현장 이동 시에는 위험한 상황이 늘 발생할 수 있습니다."
 "늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요."
 "혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다."

교육내용

- 이동 간 위험요인 및 대책
 - 안전난간대 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 10 참조)
 - 안전방망 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 11 참조)
 - 작업발판(계단) 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 12 참조)



사진 10



> 안전방망(사람 떨어짐 방지망)

- ① 작업점으로부터 3~4m 아래 설치
- ② 망의 재료는 합성섬유 또는 그 이상의 물리적 성질을 갖는 재료를 사용
- ③ 방망 한변의 길이: 최소 30cm 이상, 최대 1m 이하
- ④ 방망 그물코: 가로, 세로 10cm 이하
- ⑤ 떨어짐 방지망은 방망, 테두리망, 재봉사, 지지로프로 구성
- ⑥ 방망사의 인장강도는 성능검정기준에 적합한 것을 사용
- ⑦ 테두리 및 달기로프 인장강도: 1,500N 이상
- ⑧ 방망사의 인장강도(단위: N)

그물코의 한변의 길이	백중없는 방망	백중방망
10cm	2,400N 이상	2,000kg
5cm	1,300N 이상	1,100kg

- ⑨ 철골작업 시 떨어짐 방지망은 높이 10m 이내마다 스패ن(Span) 단위로 분리하여 설치
- ⑩ 용접·용단작업 등으로 파손된 방망은 사용 금지 및 즉시 교체
- ⑪ 인체 또는 동등 이상의 중량에 충격을 받은 방망은 사용 금지 및 즉시 교체
- ⑫ 방망의 지지점은 방망 주변을 통해 떨어질 위험이 없는 적정 간격으로 설치

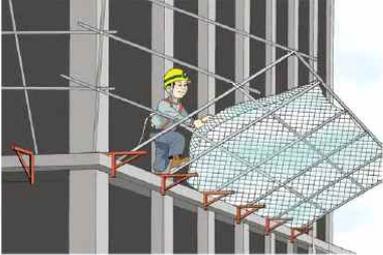


사진 11



작업발판 미설치

➔

작업발판 설치

작업발판의 구조

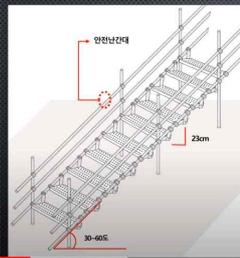
- ▲ 작업하중을 견디는 견고한 발판재료 사용
- ▲ 폭 40cm 이상, 재료간 틈 3cm 이하
- ▲ 추락위험 장소 안전난간 설치
- ▲ 하중에 의한 파괴 우려가 없는 작업발판 지지물 사용
- ▲ 돌 이상의 지지물에 연결하거나 고정
- ▲ 작업발판 이동시 위험방지 조치 실시



하중을 견딜 수 있어야

- 발판 1개당 지지물은 2개소 이상
- 발판 폭 40cm 이상
- 발판 간격틈새는 3cm 이하로

가설계단 설치기준



1. 설치각도는 30~60도 (35도가 적당)
2. 강도는 500kg 이상 (인원을 4이상)
3. 계단폭은 100cm 이상
4. 발판 1단의 높이(단단)는 22cm 이하
5. 계단 양쪽편에는 안전난간대 설치
6. 난간 치주 간격은 2m이내
7. 지체장애 금지 및 낙하물방호조치

사진 12

■ 이동 간 위험요인 및 대책 설명이 끝나면 2초 후 체험자 위치로 화면 전환된다.

화면전환

- ※ 화면 전환 위치는 현장 3층 외부
- ※ 체험자가 3층 비계 위에 서 있다(사진 1 참조)

#시나리오 3

#시나리오 3

멘트_작업반장

"지금까지 잘해주셨어요. 금일 근로자님의 작업은 외부 비계에서 벽체 거푸집(유로폼)을 해체하여 4층까지 운반하는 작업이에요."

"작업내용에 필요한 작업공정 및 주의사항을 확인하시고, 작업을 수행하세요."

- 거푸집 해체 범위가 붉은색 박스로 강조된다(사진 13 참조).



사진 13. 거푸집 해체 대상 확대

- 거푸집 해체 순서를 4단계로 구분하여 보여준다.
 - 필요 공구 소개(망치, 끌, 배척 등) 및 위치 확인 -> 거푸집 핀 제거 -> 거푸집 해체 -> 거푸집 이동

내레이션

"거푸집 해체 순서에 따라 하이라이트 된 거푸집을 안전하게 해체하여 이동시키기 바랍니다."

위험요인

- ※ 체험자가 안전고리를 체결하지 않고 작업을 시작하는 경우(사진 14 참조)
- ※ 3층 비계통로 중간 안전난간대가 어긋나 있다(사진 15 참조)
- ※ 3층 비계통로 안전난간대 안전방망이 미설치되어 있다(사진 16 참조)



사진 14

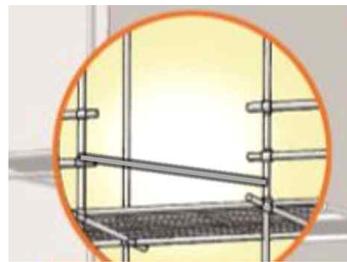


사진 15



사진 16

- 체험자는 작업 중 위험요소를 발견하여 조치한다.
 - case1 : 위험요소를 해결하지 않고 작업을 진행 한 경우 떨어짐 사고 발생
 - case2 : 위험요소를 발견하고 조치하는 도중 안전고리 미체결로 떨어짐 사고 발생
 - case3 : 모든 안전조치 및 안전고리 체결로 인한 성공!
- 안전조치를 한 경우, 이벤트가 발생되며, 향후 평가에 플러스 요인으로 점수화됨

- 그냥 지나갈 경우, 별도 이벤트 없이 진행되며, 향후 평가에 마이너스 요인으로 점수화됨

내레이션

"작업 간 안전난간대, 안전방망, 작업발판 계단의 위험요소가 존재하였습니다."
 "외부 비계 작업 시에는 반드시 근로자님의 주변 상황이 안전한지를 확인하고, 안전보호구를 활용한 작업이 수행되어야 합니다. 늘 주의를 기울이면서 이동하시고, 해당 위험요소에 대한 사항을 기억하세요."
 "혼자 해결할 수 없는 경우에는 안전관리자나 작업반장에게 보고하세요. 다른 근로자와 근로자님의 안전사고를 예방할 수 있습니다."

교육내용

- 안전고리 올바른 체결 방법 동영상(동영상 <https://youtu.be/TJbimt3OGNQ> (보호구 착용)참조)
- 안전난간대 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 10 참조)
- 안전방망 불량 vs 올바른 설치 예시(사진 11 참조)

■ 비계설치자가 미끄러져 바닥으로 떨어지면서 주변 비계(아시바)들도 같이 떨어진다.

■[사운드]

" 비계(아시바)의 우당탕탕

- 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 카메라 스위치 된다.
- 스위치 되는 카메라 위치는 체험자 위치에 있는 카메라
 - 카메라 번호는 디자인 작업시 설치 예정
 - 동료가 땅바닥에 떨어져, 날부러지는 애니 데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 사고지점 바로 옆에 있던 작업팀장 눈 높이가 1인칭 시점으로 스위치 되며, 이때 적용 할 "애니데이터(이름은 디자인 등록시 적용 예정)
 - 애니데이터 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.

■[사운드]

" 비계(아시바)의 우당탕탕"

- 스위치 되는 카메라는 1인칭 수직으로 떨어지는 땅바닥에 닿는 지점에서의 위를 쳐다보는 카메라

■[사운드]

" 비계(아시바)의 우당탕탕" 적용

■[팀장] : 응급상황 목소리, 고성

" 위험해~~~~~ "

■[사운드]

" Head 깨지는 소리" " 퍽" OR " 짹"

- 위를 쳐다보는 카메라에 적용 애니데이터의 마지막 프레임에서 다음 카메라로 스위치 된다.
- 죽어 있는 상태의 카메라, 이 카메라로 잠시 5초간 대기, 그리고 "서서히(딜레이타임)" 화면이 붉게 처리된다.
- 화면이 완전 붉게 다 처리되면 페이드아웃(검정)
- 잠시 후 죽어가는 카메라로 전환 한다
- 이때 주변 동료 사운드 적용

■[사운드]

" 아이고....어떡하냐....큰일났네... 큰일났어"
 " 빨리들 일로"

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템 시나리오 및 평가체계 개발

" 안전고리는 안 한거야 뭐야"

■ 죽어가는 비계설치자의 심장 박동 소리

■[사운드]

" 두근...두근...두근~~~~~...두, 근..... 삐~~~~~ " "

" 심장 박동소리 시작할 때" 아빠, 아빠, 엉엉, 엉엉,, 아빠, 아빠, 아빠, 엉엉, 아빠" 하는 아이 울음소리"

■ 심장 박동소리 삐~~~~~하면서 천천히 페이드아웃(검정), 아이의 울음소리가 서서히 사라진다.

■ 페이드 아웃(검정)

■ 페이드 인(죽어 있는 시체 카메라)

■ 사고자 외 모든 캐릭터는Visible 아웃 처리된다.

■ 잠시 후

내레이션

"외출 비계 설치자 동료가 사망 하였습니다."
"외출 비계 설치시에는 반드시 안전고리를 걸고 작업을 하셔야 합니다."
"나의 안전이 곧 동료의 안전입니다. 공사장에서는 반드시 안전수칙을 지켜셔야 하겠습니까."

■ 나레이션 끝나고2 ~ 3초 후 천천히(딜레이타임) 페이드아웃(검정) 된다.

■ 블랙 화면

내레이션

"지금까지 ooo 건설안전VR 체험 이었습니다."

■[사운드]

" 마감 간단 배경음"

안전의식 평가결과

멘트_작업반장

"금일 체험이 종료되었어요. 어떻게 건설현장에서 발생할 수 있는 안전사고에 대해 많은 도움이 되었나요?"

"우리는 근로자님의 안전을 최우선으로 합니다. 금일 근로자님께서 작업을 수행하시면서 파악된 안전지식 및 의식수준을 알아보을까요?"

- 근로자 안전수준 평가서를 화면에 보여준다.
 - 안전수준 평가서는 총 100점으로 구성되어 있다.
 - 시나리오1은 20점이며, 안전보호구의 올바른 선택 여부(4개 : 20점, 2~3개 : 10점, 1개 이하 : 5점)로 구성됩니다.
 - 시나리오2는 40점이며, 위험요소 발견 및 조치 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 시나리오3는 40점이며, 올바른 비계 위 작업 수행 여부(3개 : 40점, 2개 : 25점, 1개 이하 : 10점)로 구성됩니다.
 - 상(90점 이상), 중(85~75점), 하(70점 미만)로 구분하여 최종 평가 내용을 보여준다.

내레이션

"근로자님의 안전수준은 OO점입니다. 높은(낮은) 수준이네요. 앞으로도 저희 체험을 이용해 주시고, 늘 근로자님의 안전한 근로상황을 응원합니다. 감사합니다."

부록 2.

AR BIM 안전교육 시스템 시나리오

(BIM VR 교육 시나리오) '철근작업 시나리오'

본 시나리오는 BIM AR 정보와 현장 이미지 정합 완료 후 시나리오임.

#시나리오 1: 철근작업 준비

화면 1.

- 작업이 이루어질 현장 이미지(영상 또는 사진)
 - 전체 5층 건축물 중, 3층의 바닥(슬래브) 거푸집 완성된 모습



화면 2.

- 철근배근 작업 전 준비과정에서의 위험요인 확인
 - 철근공사 이전 철근 반입.적치.운반 시 주의사항(교육내용)

▶ **작업장소와 인접한 고압 가공전선에 대한 방호조치 실시**

- 작업반경 내 가공전선 유·무를 확인하고 작업 전 안전한 작업방법을 계획한다.
- 가능한 경우 충전전로를 이설하도록 한다.
- 감전의 위험을 방지하기 위한 방책을 설치한다.
- 충전전로에 절연용 방호구를 설치한다.

▶ **자재 양중 작업 시 떨어짐 방지조치 실시**

- 줄걸이 작업은 반드시 두 줄 걸이로 하고, 인양시 지상에서 1m정도의 높이까지 인양한 상태에서 무게중심의 일치 여부 등 떨어짐 방지를 위한 체결 상태를 확인 후 서서히 인양한다.
- 자재인양, 운반작업 중에는 인양물의 이동 경로상 위험반경 내 근로자의 출입을 통제한다.
- 크레인 등 인양장비 등 이동 및 선회 시 서서히 운전토록 교육한다.

▶ **자재 인양 작업 전 인양로프와 로프 체결 부분 점검**

- 인양로프로 와이어로프를 사용하는 경우 아래와 같은 것을 사용하지 않도록 한다.
- 이음매가 있는 것
- 와이어로프의 한 가닥에서 소선의 수가 10% 이상 절단된 것
- 지름의 감소가 공칭지름의 7%를 초과하는 것
- 꼬인 것, 심하게 변형 또는 부식된 것
- 인양로프로 섬유로프 또는 섬유벨트를 사용하는 경우 아래와 같은 것을 사용하지 않도록 한다.
- 스트랜드가 절단된 것
- 심하게 손상 또는 부식된 것
- 인양로프를 체결하는 부재가 충분한 강도를 지니고 있는가를 확인하며, 철선에 하중이 걸리는 경우가 없도록 유의한다.

■ (AR 구현 필요) 철근의 적재 위치 및 적재상태 AR 구현



화면 3.

■ 철근인양 시 사고사례(팝업창 사진 또는 동영상)

건설사망재해사례

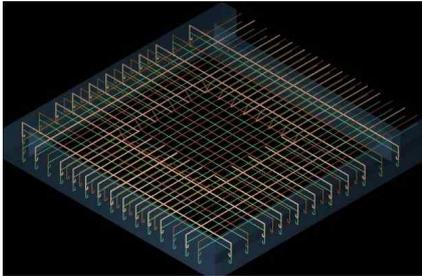
철근 인양 중 낙하	
<ul style="list-style-type: none"> ■ 발생월일 : 2005. 1. 24 9:15분경 ■ 소재지 : 경기도 성남시 ■ 시공사 : ○○건설(주) ■ 공사명 : ○○연립재건축조합아파트 ■ 피해자 : 관리감독자, 41세 ■ 사고유형 : 낙하 ■ 피해정도 : 사망 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 타워크레인의 슬링벨트 사슬에 임의로 체결하여 들어올린 철근 묶음용 철선(#6)이 높이 약 1.7m에서 파단되면서 낙하하여 피해자를 갈타하여 사망한 재해임 ■ 공사규모 : 지상6 ~ 13층(APT 2개동) [공사금액 : 17,600 백만원]



#시나리오 2: 철근배근 작업

화면 1.

- 철근배근 관련 BIM AR 정보 확인
- 공사기간에 따른 설치 시뮬레이션



화면 2.

- 철근배근 시 위험요인(안전교육)

> 안전성과 시공성을 고려한 철근 상세도 작성 및 설치

- 웅벽, 교대, 교각 등 대형 구조물의 철근 상세도 작성 시 기초에서 벽체나 기둥으로 연결되는 수직철근은 구조물의 형식이나 철근직경 등을 고려하여 가능한 짧게 설치하도록 설계에 반영한다.
- 벽체 또는 기둥용 철근을 높게 설치할 경우 휘어지기 쉬운 철근 특성상 자립력이 약해 넘어질 수 있으므로 철근 상세도 작성 시 기초부에 설치되는 벽체 및 기둥의 수직철근은 가능한 짧게 하고 기초 콘크리트가 충분히 양생된 후 벽체나 기둥철근을 조립한다.
- 벽체, 기둥 철근의 결속은 매 이음 개소마다 철저히 하고, 조립되는 철근은 장척이므로 강관파이프, 와이어로프 등으로 버팀대를 설치하거나 지지하여 넘어지지 않도록 견고하게 고정한다.

■ 철근 넘어짐 사고는 기초 콘크리트를 타설하지 않은 상태에서 벽체 및 기둥 철근을 높게 배근하였을 때 많이 발생하였음

> 철근 넘어짐 방지용 버팀 철저

- 철근 넘어짐 방지용 앵커(Anchor) 시공
- 기초 콘크리트 타설 전 철근 넘어짐 방지용 지지물(앵커 등)을 철근 등으로 설치한 후 콘크리트를 타설한다.
- 기둥 철근을 섬유벨트, 와이어로프 등으로 지지하는 경우 4방향(X자 형태)으로 서로 대칭되게 설치하여 균형이 유지될 수 있도록 설치한다.
- 벽체 철근을 강관 파이프 등으로 지지하는 경우 일정한 간격을 유지하여 양방향으로 대칭되게 설치한다.

> 기초 철근 배근 후 상부에 벽체 또는 기둥용 철근 등 중량물 적치 금지

- 조립된 기초 철근은 구조적으로 불안정한 상태로 특히 수평력에 취약하며, 푸팅 철근 상부에 중량물을 적치하는 것을 금한다.

화면 3.

- (AR 구현) 바닥철근 배근 시 이동경로 및 철근가공 장비 위치
 - 바닥(슬래브) 철근 배근 순서에 따른 작업자 이동경로 AR 화면
 - 실제 현장 이미지 위에 이동경로 AR 구현
 - 현장여건에 부합하도록 철근가공 조립을 위한 장비의 위치 AR로 구현



- (AR 구현) 바닥철근 배근작업 중 이동 시 근로자 넘어짐에 의한 찢림
 - 넘어짐에 의한 찢림 위험요인 위치 및 예방대책 AR 구현



화면 4.

**■ 철근배근 작업 시 사고사례(팝업창 사진 또는 동영상)
- 넘어짐에 의한 찢림 위험요인 위치 및 예방대책 AR 구현**

☐ 사고사례

페이지 주소 : https://www.csi.go.kr/acd/acdCaseView.do?case_no=1193

사고명	철근조립 작업 중 이동간 걸림에 의한 추락사고		
발생일시	2020-11-04 오전 09:00	사고인지 시간	정규작업 -
공공/민간 구분	공공	기상상태	날씨 : 맑음 기온 : 8℃ 습도 : 30%
시설물 종류	건축 - 건축물 - 공동주택 (연면적 : 29,428㎡, 지상 14층, 지하 1층)		
사고유형	인적사고	떨어짐(2미터 이상 ~ 3미터 미만)	보호(방호)조치여부
	물적사고	없음	안전방호 : 조치 / 개인보호 : 조치
사고분류	공종	건축 > 철근콘크리트공사	
	사고객체	건설자재 > 철근	
	작업프로세스	조립작업	
사고위치	장소	공동주택 / 103동 주차장	
	부위	철근 / 지하	
사고경위	103동 주차장상부 철근배근 작업 후 이동간 철근에 발이 걸려 넘어지면서 보 하단에 1차 충격 후 지하주차장 바닥으로 추락(H: 2.7M)		
사고원인	철근배근 미흡		
구체적 사고원인	보 철근조립 작업 중 이동간 철근에 발이 걸려 넘어지면서 보 하단에 1차 충격 후 지하주차장 바닥으로 추락(H: 2.7M)		
피해상황	사망자수(명)	내국인 : 0명	외국인 : 0명
	부상자수(명)	내국인 : 1명	외국인 : 0명
	피해금액	1,000만원 미만	
	피해내용	CT 및 기타검사 진료결과 의사소견: 일시적 충격으로 뇌출혈 의심 및 간 출혈증세가 있었으나 응급조치하여 현재는 안전한 상태	
사고신고사유	3일이상 휴업이 필요한 부상		
사고발생후 조치사항	사고발생 (11/04, 09:00), 병원이송 (사고발생 즉시), 발주청 통보 및 조사(11/09, 13:00)		
재발방지대책	상부철근에 유공발판 및 메쉬판 설치하여 작업통로 확보, 아침 안전조회 및 TBM시 사고사례 전파		

1 개요

○ ○ 청사 건립공사 현장에서 철근공이 지하 1층 기계실 상부 슬래브 철근 조립 작업중 간식 시간에 휴식을 취하고 있다가 작업 장소를 벗어나 지하 1층 급기실 상부 슬래브 단부 차이(50cm)가 있는 곳에서 발을 딛고 오르던 중 미끄러져 벽체 수직철근(직경 10mm, 돌출길이 700mm)에 우측 겨드랑이 부분을 찢려 사망한 재해



- 철근 넘어짐에 의한 사고사례

사례 8

거치대에 적치된 철근이 쏟아져 내려 근로자가 깔림

1 개요

○○교회 신축공사 현장에서 피재자가 기초 철근 배근 작업을 하던 중 철근 적치대가 넘어지면서 쏟아진 철근더미에 몸이 깔려 사망한 재해임.



2 대책

> 철근 적치시 하중 분산을 고려하여 거치대 설치

- 절단 또는 가공 전 철근의 길이가 6~12m로 휘어지기 쉬운 상태이며 한 묶음의 중량이 약 1톤에 이르므로 철근 거치대는 2~3개소에 집중 하중이 작용하지 않도록 가급적 하중이 분산되도록 여러 개소의 지지대를 설치하거나 철근을 분산하여 적치하여야 함

> 작업방법 개선 및 관리감독 철저

- 작업여건상 적치대의 하부지지대를 제거하거나 해체 시에는 반드시 상부에 적재된 철근 등의 자재를 떨어짐·무너짐 등의 위험이 없는 장소로 옮긴 후 작업 실시

오치돈 (연구위원, chidon@cepik.re.kr)

배상희 (연구원, shbae@cepik.re.kr)

건설현장 안전교육 콘텐츠 시스템
시나리오 및 평가체계 개발

2022년 1월 인쇄

2022년 1월 발행

발행인 김 경 식

발행처 한국건설인정책연구원

서울시 강남구 언주로 650, 8층(논현동, 건설기술인회관)

TEL (02)6204-4332

FAX (02)6204-4341

홈페이지 www.cepik.re.kr

인쇄처 경성문화사 (02)786-2999

© 한국건설인정책연구원 2022

이 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원이 시행하고 한국도로공사가 총괄하는 “스마트건설기술개발 국가 R&D사업(과제번호20SMIP-A158708-01)” 의 지원으로 수행되었습니다.