CEPIK Insight 2021-04

건설현장의 효율적 안전교육을 위한 교육 콘텐츠 생성 시스템의 요구기능 분석

2021. 02.

오치돈, 신원상, 곽한성, 배상희

한국건설인정책연구원
Construction Engineer Policy Institute of Korea

요 약

■ **본 연구는 안전교육 관련 법령 규정 분석과 현장 방문 조사를 기반으로 향후 건설현장의 실효성 있는 안전교육컨텐츠의 개발 방향 설정 및 시스템의 기능 정의를 실시하고자 함.**

- 본 연구는 현재 건설현장 및 공공기관의 안전교육 실태 분석을 통해 교육콘텐츠 생성 시스템 개발을 위한 방향을 설정하고 시스템의 기능 정의를 제시하는데 목적이 있음.

■ **본 연구는 진행 중인 작업환경 특성을 반영한 적정한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발에 앞서 실제 건설현장에서 안전교육 콘텐츠 시스템을 누가, 어떻게 활용할 수 있는지 파악하고 사용자 정의 및 특성을 파악하여 시스템의 개발 방향을 제시하는 것으로서, 안전교육은 「산업안전보건법」에서 규정하고 있는 대상으로 함.**

- 안전교육에 활용되고 있는 안전교육자료에 관한 실태 분석을 위해 먼저, 산업안전보건공단에서 제공하고 있는 각종 안전교육 관련 법령 자료에 포함된 내용을 파악함.

- 실제 건설현장을 및 건설재해예방전문지도기관을 방문하여 안전관리자를 대상으로 면담조사를 실시하여 건설근로자 안전교육에 관한 인터뷰를 실시했으며, 인터뷰 내용은 법으로 규정하고 있는 각종 안전교육의 진행절차와 시기, 주요 기술지도 활동 및 교육내용, 현장의 교육지도 여건 등을 조사함.

- 조사·분석된 내용을 바탕으로 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발 방향을 도출하고 사용자 정의 및 특성 분류에 대해 제시함.

■ **본 연구의 수행을 통해 도출된 주요 결과는 다음과 같음.**

- (안전교육 관련 법령 분석) 법령 분석으로 공사금액이 120억 원 이상 프로젝트 또는 유해·위험방지계획서 제출대상 사업장에 선임하도록 규정되어 있음을 분석함.

- (SW의 사용자 설정) 안전교육 콘텐츠 생성 SW의 사용자는 안전사고 예방 활동과 안전교육 실행 주체인 안전관리자, 작업반장, 재해예방 전문지도기관으로 설정해야 하며, 교육 시기별(TMB, 정기, 특별, 기초) 특징에 따라 적합한 교육 콘텐츠가 개발되어야 함을 파악함.

- (TBM 시 안전교육 콘텐츠 구성) TBM 시 안전교육 콘텐츠는 체험형 교육보다는 제한된 시간 안에서 효과적인 교육이 되도록 당일 위험요인 및 예방대책을 2D 및 360모델 기반 일반교육, 위험예지교육 등이 될 수 있도록 구성해야 함을 도출함.

- (정기안전교육 및 특별안전교육 콘텐츠 구성) 정기안전교육 및 특별안전교육의 경우 다양한 공종과 다수의 인원을 대상으로 교육하기에 AR/VR 체험형 교육의 효과성을 기대하기 어렵고, 실제로 모든 인원이 체험하기는 불가능함을 파악함.

- (안전교육 콘텐츠 개발 유형) 본 연구에서 개발하고자 하는 안전교육 콘텐츠를 크게 두 가지 유형으로 ① TBM 시 작업반장이 이용할 수 있는 시청형 VR 교육 콘텐츠, ② 특별안전교육/신규자 직무배치 전 교육에 활용할 수 있는 체험형 AR/VR 교육 콘텐츠 개발로 설정함.

- (VR 교육 콘텐츠 생성절차) TBM 시 이용할 수 있는 시청형 VR 교육 콘텐츠 생성절차를 전일 일과 종료 후와 당일 일과 시작 전으로 구분하고, 총 9단계의 절차로 구성함.

- (VR/AR 교육 콘텐츠 프로세스) VR/AR 교육 콘텐츠는 5가지 프로세스와 프로세스 기능별 정의로 구성함.

- (소규모 현장 안전교육) 소규모 현장에서의 안전교육을 위해 TBM/VR/AR 안전교육 콘텐츠 생성에 포함된 교육자료 DB를 공유 라이브러리로 구축하여 누구나 접근하여 활용할 수 있도록 하는 방법을 도출함

■ **본 연구를 통해 현재의 안전교육 실태를 파악할 수 있었고, 향후 현장에서 효과적으로 안전교육 및 관리를 할 수 있는 방향을 제시함. 또한, 국내에서 수행되고 있는 건설현장의 안전교육활동의 문제점 및 개선사항을 도출함.**

- 조사된 現 안전교육 실태를 토대로 한 안전교육 콘텐츠가 마련된다면, 실무활용성이 우수한 안전교육 시행으로 안전사고를 저감을 기대할 수 있을 것으로 판단됨.

목 차

Ⅰ. **서 론** ····· **1**

1. 연구 배경 및 목적 ····· 1

2. 연구 범위 및 방법 ····· 2

Ⅱ. **사용자 기능 정의서 작성** ····· **4**

1. 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 정의 ····· 4

2. 안전교육 콘텐츠 개발 방향설정 ····· 8

3. TBM 교육콘텐츠 생성절차 ····· 9

4. VR/AR 교육콘텐츠 생성절차 ····· 12

5. 중·소규모 현장의 안전교육 콘텐츠 생성 ····· 18

Ⅲ. **결 론** ····· **20**

Ⅰ 서 론

1. 연구 배경 및 목적

■ **안전보건공단에서 제시하고 있는 최근 국내 전 산업의 안전사고자수 추이를 살펴보면, 2017년(89,848명) 대비 2018년(102,305명)으로 13.86%가 증가한 실정임.**

- 건설업의 경우, 2017년(25,649명)에서 2018년(27,686명)으로 7.15%가 증가하였으며, 이는 매년 전 산업 대비 25~30%로 타 산업에 비해 매우 높은 비율을 점하고 있음.

- 특히, 최근 들어서는 제조업보다 많은 사고 수를 보이고 있으며, 업무상사고 재해 천인율은 9.0%를 보이고 있음.

- 이러한 건설 안전사고 통계자료를 종합해 볼 때, 건설업의 안전사고자수는 향후에도 유사한 비율을 계속 유지할 것으로 판단되고, 이는 건설현장의 작업수행에 직·간접적인 영향을 미쳐 공기지연, 품질저하, 생산성 저하 등을 발생시킬 것으로 예측됨.

■ **2019년 산업재해 사고 사망자 수는 855명으로서 2018년 대비 약 11.9% 감소하였음. 특히, 사고 사망만인율 역시 최초로 0.4대(0.46%)에 진입하여 사고 사망자 통계가 시작된 1999년 이후 가장 큰 규모로 감소하였음.**

- 그러나 우리나라 건설산업 사망자 수는 전 산업대비 50%를 차지하고 있어 여전히 매우 심각한 수준에 있음.

- 열악한 작업환경인 소형 현장뿐만 아니라 넓은 현장과 출입 인력이 많은 대형 현장 역시 사망사고의 비율이 높아 전반적인 안전관리 활동의 개선이 요구됨.

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

- 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 안전교육 관련 법령 규정 분석과 현장 방문 조사를 기반으로 향후 건설현장의 실효성 있는 안전교육컨텐츠의 개발 방향 설정 및 시스템의 기능 정의를 실시하고자 함.**

- 본 연구는 현재 건설현장 및 공공기관의 안전교육 실태 분석을 통해 교육콘텐츠 생성 시스템 개발을 위한 방향을 설정하고 시스템의 기능 정의를 제시하는데 목적이 있음.

2. 연구 범위 및 방법

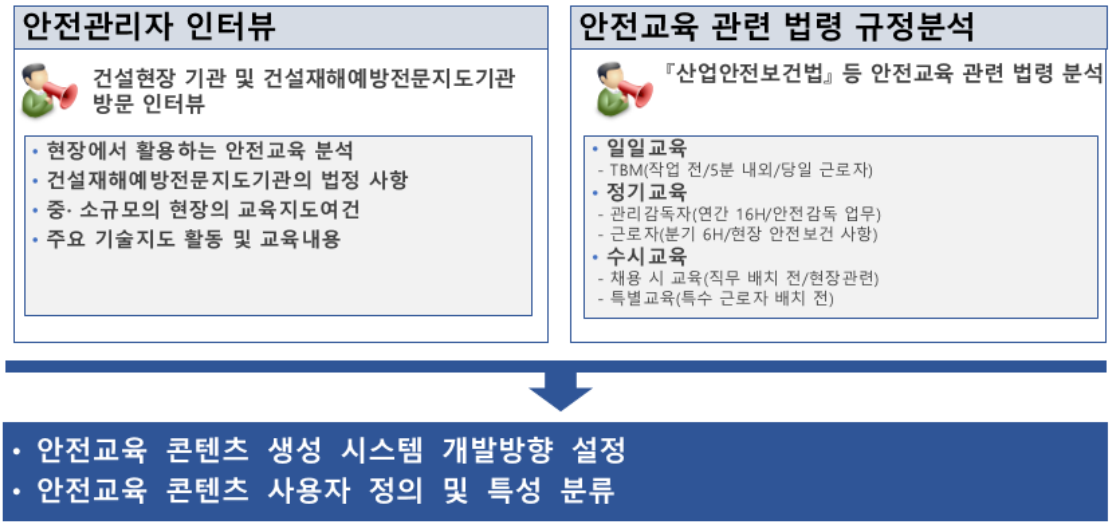
■ **본 연구는 진행 중인 작업환경 특성을 반영한 적정한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발에 앞서 실제 건설현장에서 안전교육 콘텐츠 시스템을 누가, 어떻게 활용할 수 있는지 파악하고 사용자 정의 및 특성을 파악하여 시스템의 개발 방향을 제시하는 것으로서, 안전교육은 「산업안전보건법」에서 규정하고 있는 대상으로 함.**

■ **본 연구의 연구 방법은 다음과 같음(<그림1 참조>).**

- 안전교육에 활용되고 있는 안전교육자료에 관한 실태 분석을 위해 먼저, 산업안전보건공단에서 제공하고 있는 각종 안전교육 관련 법령 자료에 포함된 내용을 파악함.

- 실제 건설현장을 및 건설재해예방전문지도기관을 방문하여 안전관리자를 대상으로 면담조사를 실시하여 건설근로자 안전교육에 관한 인터뷰를 실시했으며, 인터뷰 내용은 법으로 규정하고 있는 각종 안전교육의 진행절차와 시기, 주요 기술지도 활동 및 교육내용, 현장의 교육지도 여건 등을 조사함.

- 조사·분석된 내용을 바탕으로 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발 방향을 도출하고 사용자 정의 및 특성 분류에 대해 제시함.

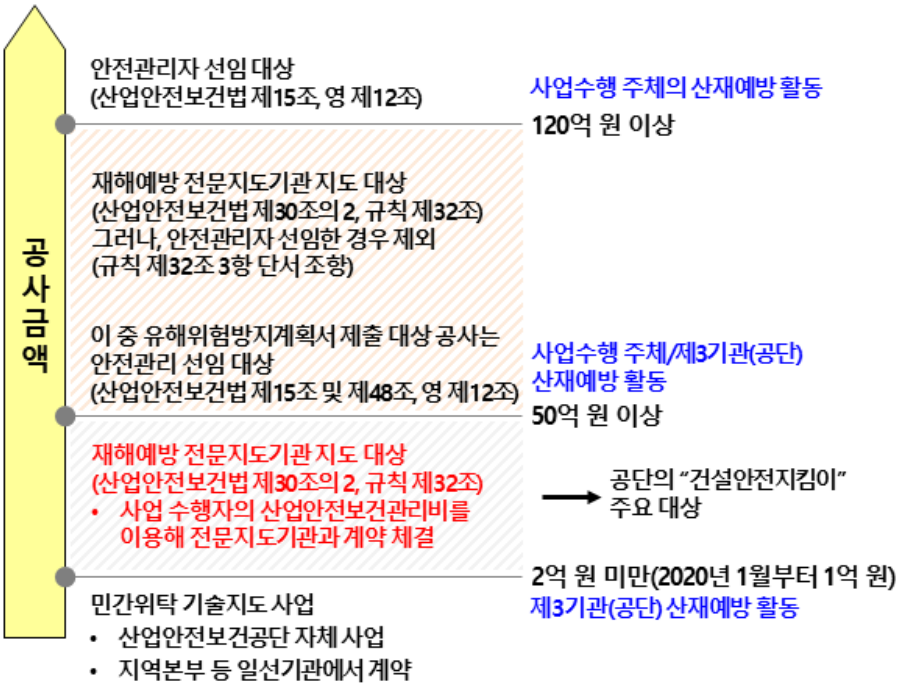


<그림 1> 본 연구의 연구 방법

II 사용자 기능 정의서 작성

1. 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 정의

■ 안전교육 콘텐츠 생성 SW의 사용자는 안전사고 예방 활동과 안전교육 실행 주체인 안전관리자, 작업반장, 재해예방 전문지도기관으로 설정하였으며(그림 2), 교육 시기별(TMB, 정기, 특별, 기초) 특징에 따라 적합한 교육 콘텐츠가 개발되어야 함.



<그림 2> 안전관리자 선임, 재해예방전문지도기관 대상, 건설안전지킴이 대상

■ 안전관리자란 사업장의 안전에 관한 기술적인 사항에 대하여 사업주와 안전보건관리책임자를 보좌하고 관리감독자와 안전담당자에 대하여 지도와 조언을 하는 자를 의미함

- 산업안전보건법, 건설기술진흥법에 따라 건설현장 안전사고 예방을 위해 선임된 건설기

술인으로 공사금액이 120억 원 이상 프로젝트 또는 유해·위험방지계획서 제출대상 사업장에 선임하도록 규정되어 있음.

- 법정 안전교육(정기, 특별, 신규) 실행 주체이며, 제한된 인원으로 운영되어야 함.

- 근로자 개인을 대상으로 한 교육은 한계가 있음.

「산업안전보건법 시행령」 제16조(안전관리자의 선임 등)

① 법 제17조제1항에 따라 안전관리자를 두어야 하는 사업의 종류와 사업장의 상시근로자 수, 안전관리자의 수 및 선임방법은 별표 3과 같다.

② 제1항에 따른 사업 중 상시근로자 300명 이상을 사용하는 사업장[건설업의 경우에는 공사금액이 120억원(「건설산업기본법 시행령」 별표 1의 종합공사를 시공하는 업종의 건설업종란 제1호에 따른 토목공사업의 경우에는 150억원) 이상인 사업장]의 안전관리자는 해당 사업장에서 제18조제1항 각 호에 따른 업무만을 전담해야 한다.

③ 제1항 및 제2항을 적용할 경우 제52조에 따른 사업으로서 도급인의 사업장에서 이루어지는 도급사업의 공사금액 또는 관계수급인의 상시근로자는 각각 해당 사업의 공사금액 또는 상시근로자로 본다. 다만, 별표 3의 기준에 해당하는 도급사업의 공사금액 또는 관계수급인의 상시근로자의 경우에는 그렇지 않다.

④ 제1항에도 불구하고 같은 사업주가 경영하는 둘 이상의 사업장이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그 둘 이상의 사업장에 1명의 안전관리자를 공동으로 둘 수 있다. 이 경우 해당 사업장의 상시근로자 수의 합계는 300명 이내[건설업의 경우에는 공사금액의 합계가 120억원(「건설산업기본법 시행령」 별표 1의 종합공사를 시공하는 업종의 건설업종란 제1호에 따른 토목공사업의 경우에는 150억원) 이내]이어야 한다.

1. 같은 시·군·구(자치구를 말한다) 지역에 소재하는 경우
2. 사업장 간의 경계를 기준으로 15킬로미터 이내에 소재하는 경우

[별표3] 안전관리자를 두어야 하는 사업의 종류, 사업장의 상시근로자 수, 안전관리자의 수 및 선임방법

사업의 종류	사업장의 상시근로자 수	안전관리자의 수	안전관리자의 선임방법
건설업	공사금액 50억원 이상 120억원 미만 (토목공사업의 경우에는 150억원 미만)	1명 이상	별표 4 제1호부터 제7호까지 또는 제10호에 해당하는 사람을 선임
	공사금액 120억원 이상(토목공사업의 경우에는 150억원 이상) 800억원 미만		
	공사금액 800억원 이상 1,500억원 미만	2명 이상	별표 4 제1호부터 제3호까지의 어느 하나에 해당하는 사람이 1명 이상 포함
	⋮		

■ **작업반장은 3~8명 정도의 현장 기능인력 팀을 구성하고 작업지휘 및 감독역할을 하는 기능인을 의미함.**

- 소규모의 기능인력 팀을 운영하며 TBM 시 근로자에 대한 안전교육을 밀접히 수행할 수 있는 위치

- 다만, 작업반장의 안전의식 수준에 따라 교육 효과 상이(법적 권한/책임 X)

- 감독역할을 수행하는 기술인지만 생산성이 중요한 근로자에 해당

■ **재해예방 기술지도원은 안전관리자가 선임되지 않는 공사금액 1억원이상 120억원 미만의 공사현장에 매월 정기적으로 안전관리 기술지도를 실시하는 인원으로 산업안전보건법에 따른 재해예방 기술지도 기관에 속하는 기술인력을 의미함.**

- 재해예방 기술지도원의 역할은 현장의 안전활동 추진함에 있어 안전관리비 사용방법 및 재해예방 조치 등을 포함하며, 안전사고 예방은 물론 자율안전 관리 시스템 정착에 목적을 둠.

- 제외대상은 1. 공사기간 3개월 미만 현장, 2. 유해위험방지계획서 제출 대상 현장, 3. 육지와 연결되지 아니한 섬지역, 4. 안전관리자 선임현장임.

■ **현행 안전교육 실태를 파악하기 위해 건설재해예방전문지도기관의 안전관리 담당자를 대상으로 건설재해예방기술지도에 대한 인터뷰를 실시하였으며, 조사내용은 다음 표와 같음.**

재해예방기술지도기관 방문조사 및 인터뷰
○ 정기/특별안전교육의 VR컨텐츠 접목 - 출력인원이 너무 많아서 VR 활용하기는 어려움 - 특별교육의 신규자 교육에 한해서 가능할 듯 - 특이공정(EV설치, 조형물설치 등)에 대한 체험식 교육이 효과적일 것 ○ 건설재해예방전문지도기관의 법정 사항 - 산업안전보건법 제73조에 따라 지정된 전문기관을 건설재해예방전문지도기관이라 함. - 건설재해예방전문지도기관은 시행령 제61조에 따른 지정요건(인력, 시설, 장비 등)을 갖추어야 함. - 지도기관의 업무대상은 시행령 제59조에 따른 건설재해예방 지도대상 건설공사임.

- 공사금액 1억원 이상 120억원 미만인 공사(토목공사는 150억원 미만)
- 건축법 제11조에 따른 건축허가의 대상이 되는 공사

○ 주요 기술지도 활동
- 본 지도기관의 업무대상
- 기술지도 대상 현장은 1~20억 원 미만의 7층 이하 다세대 주택 또는 근린생활시설이 85%를 차지
- 대부분 현장의 공사기간은 5~6개월, 근로자 수 3~20명(평균 10명 정도)

○ 기술지도 활동
- 법적으로 1일 최대 4개 현장 방문 가능(부실지도 예방)
- 전체 현장 조사(10~15분) + 알림 및 지도(10분) + 소장 면담(10분) = 1시간 이내(보통 40분 정도 소요)
- 기술지도 비용은 1개 현장에서 일반적으로 10만원/1회, 일부 5만원/1회도 있지만 이는 매우 부실한 기술지도인 경우임.

○ 중·소규모 현장의 교육지도여건
- 기술지도 대상이 되는 현장은 교육하기 매우 열악한 조건
- 교육시간이 배정되어 있지 않고, 근로자 집중도도 낮으며, 대부분 점심시간 or 휴식시간에 장소 구분 없이 교육을 실시
- 현장 여건이 허락하는 경우 대부분 현장 인근 골목, 근처 식당에서 실시하고 있지만, 정수기 근처에 안전교육 자료를 게시(관심 있는 근로자가 내용을 확인)
  * 협력업체에서는 근로자의 품(인건비), 공사기간 때문에 기술지도 및 안전교육을 위한 시간 투자에 소극적(싫어함)
- 소규모 현장에서는 근로자를 집합시키는 경우도 어려운 실정(소장의 인식에 따라 현장마다 상이)
- 외국인 근로자들의 의사소통 문제가 발생할 것으로 보이나 대부분 한국어가 유창하여 크게 문제가 되지 않는 실정(대부분 교육자료를 그림 형태로 하는 방식 활용)

○ 교육내용 및 방법
- 시간 제약이 있어 고용노동부에서 중점적으로 전달하고자 하는 사항이나 지도자가 볼 때 해결이 시급한 사항에 대한 대화식 교육 실시
- 동절기(질식·중독, 미끄럼 등), 하절기(위생, 미끄럼 등) 주의사항이나 최근에는 코로나19에 대한 사항을 전달(공단 자료 활용)
- 근로자가 작업 중 주의해야 하는 내용이나 사고빈도가 많은 위험요소에 대한 교육을 실시
- 소규모 현장은 교육장소가 미흡하기에 근로자에게 전달효과가 큰 정수기 근처에 공지식 교육을 시행(매달 변경)
- 대부분 간단하게 어떠한 사고가 빈번하게 발생하고 있으니 어떤 부분을 조심하라는 내용을 전달하는 방식
- 안전보건공단의 자료를 활용하나 시각적 요소(콘텐츠)가 많지 않아 사례가 다양하지 못한 한계가 있어 별도 교육자료를 작성하기도 함.

○ 지도 시 애로사항 및 본 연구에 반영되었으면 하는 점
- 건설재해예방전문지도기관의 업무수행에 대한 적정대가 기준 및 법적 효력 강화 방안 마련 필요
- 근로자의 피로도를 고려한 교육체계 마련 필요
- 근로자의 관심 및 흥미를 유발할 수 있는 교육내용 마련 필요(애니매이션, 삽화 등)
- 중대 재해뿐만 아니라 사고 빈도수가 많은 사고의 교육자료 개발이 필요
  * 중/소규모 건설현장에서는 발생하는 중대재해는 매우 단순한 경우가 많음.(ex: 눈 길에 미끄러져 넘어지면서 철근에 찔림, 1.5미터 높이에서 추락 등)
- 국토부의 법·제도 등에 대한 개정 및 정보 공유가 필요

2. 안전교육 콘텐츠 개발 방향설정

■ **TBM 시 안전교육 콘텐츠는 AR/VR의 체험형 교육보다는 제한된 시간 안에서 효과적인 교육이 되도록 당일 위험요인 및 예방대책을 2D 및 360모델 기반 일반교육, 위험예지교육 등이 될 수 있도록 구성해야 함.**

- 건설현장에서 TBM의 교육 효과가 가장 높은 것으로 나타났으나, 작업반장 역량에 따라 편차가 크고 시간적 제한(5-10분)이 있음.

- 안전교육 효과가 큰 TBM 시 활용할 수 있는 안전교육 콘텐츠를 개발하는 것이 실효성 측면에서 타당하며, 작업반장의 역량에 따른 편차가 큰 부분을 보완하기 위해 자동화된 교육 콘텐츠 개발이 달성될 수 있도록 해야 함.

- 더구나 TBM 시 AR/VR 기반의 체험형 교육은 현실적으로 불가능하므로(시간, 공간제약 등), 시청형 VR 형식의 교육 콘텐츠 개발이 필요함.

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

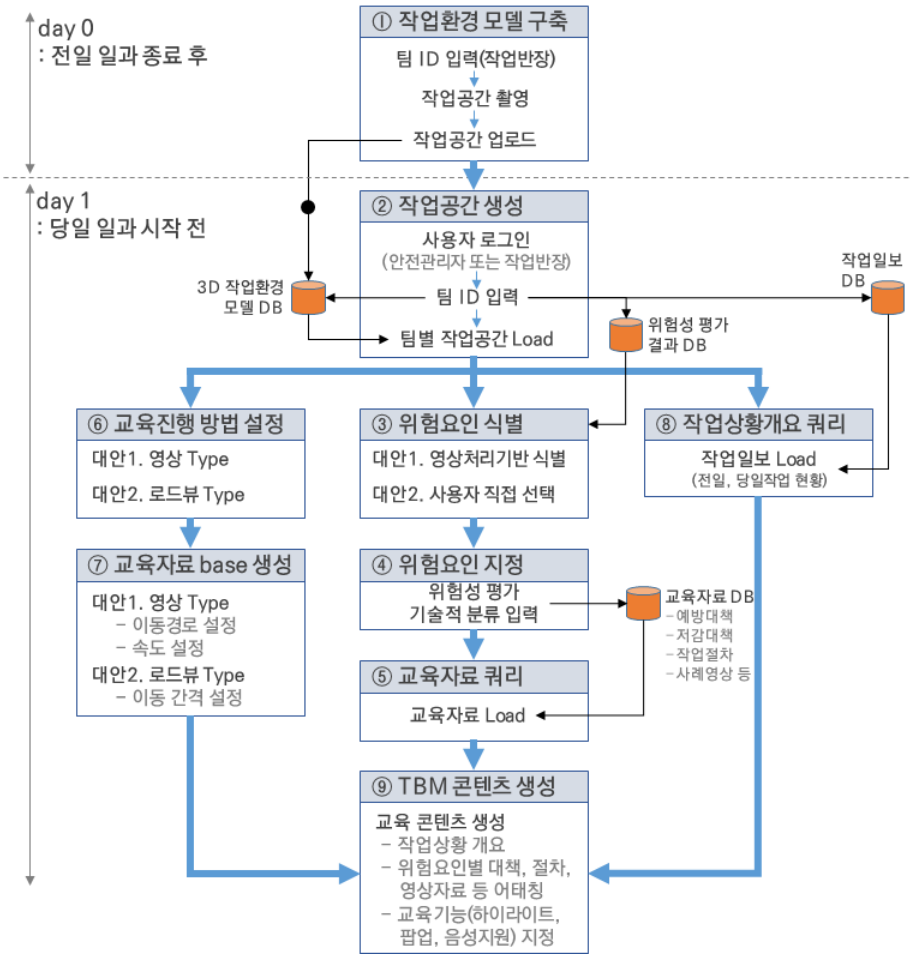
- 다만, 신규자의 직무배치 전 교육인 기초안전교육에 대해 특별히 위험한 작업이라고 정한 특별안전교육대상 공종일 경우 체험형 AR/VR 교육콘텐츠를 적용해 볼 수 있음.

<그림 3> 안전교육 콘텐츠 SW 사용자 기능 정의 시 고려사항

■ 본 연구에서 개발하고자 하는 안전교육 콘텐츠는 크게 두 가지 유형으로 ① TBM 시 작업반장이 이용할 수 있는 시청형 VR 교육 콘텐츠, ② 특별안전교육/신규자 직무배치 전 교육에 활용할 수 있는 체험형 AR/VR 교육 콘텐츠 개발로 설정하였음.

3. TBM 교육콘텐츠 생성절차

■ TBM 시 이용할 수 있는 시청형 VR 교육 콘텐츠 생성절차는 그림 4와 같으며, 교육콘텐츠 생성 단계별 의미는 다음과 같음.



<그림 4> TBM 교육콘텐츠 생성 절차

■ 단계① 작업환경 모델 구축

- 일과 종료 후 작업반장은 명일 작업팀의 작업공간을 360카메라 등을 이용하여 촬영하고 해당 자료를 팀ID로 3D 작업환경 모델 DB에 업로드

■ 단계② 작업공간 생성

- TBM 교육 콘텐츠 생성 사용자(안전관리자 또는 작업반장)는 팀ID를 입력하여 3D 작업환경 모델 DB로부터 팀별 작업공간을 불러옴.

■ 단계③ 위험요인 식별

- 단계②에서 불러온 작업공간 중 안전사고(중대사고)를 유발하는 위험요인(위험상황)을 식별하기 위한 2가지 대안이 있음.

- 대안 1은 영상처리기술 기반으로 작업상 존재하는 위험요인을 자동으로 식별하는 대안

- 대안 2는 사용자가 직접 위험요인을 식별하는 방법으로 위험성 평가결과를 참조하거나 경험적 지식을 기반으로 위험요인을 판단함.

- 위험성 평가결과는 작업공간별로 DB가 구축되어 있으며, 팀ID로 DB에 접근 시 해당 작업공간에 대한 위험성 평가결과를 확인할 수 있도록 함.

■ 단계④ 위험요인 지정

- 단계③에서 식별된 위험요인을 위험성평가 체계에서 사용하는 기술적 분류체계를 준용하여 지정함.

- 영상처리기술 기반 위험요인 식별 방법의 경우 사용자가 직접 기술적 분류를 하지 않아도 됨.

- 사용자가 직접 위험요인을 식별한 경우 해당 위험요인을 위험성평가 체계의 기술적 분류에 따라 지정·입력

■ 단계⑤ 교육자료 쿼리

- 위험요인별 작업자 교육에 필요한 정보를 교육자료 DB로부터 불러옴.

- 교육자료 DB는 위험성 평가의 기술적 분류체계를 키(Key)로 예방대책, 저감대책, 작업절차, 사례영상 등의 속성(Attribute)으로 구축됨.

- 식별된 모든 위험요인에 대한 교육자료를 DB로부터 불러옴.

■ 단계⑥ 교육진행 방법 설정

- 단계②에서 불러온 작업공간을 활용하여 교육 콘텐츠를 개발할 때 교육진행 방법을 설정하기 위한 2가지 대안이 있음.

- 대안 1은 영상 type으로 작업공간 안을 경로에 따라 이동하는 영상을 제작하여 교육에 활용하는 방법임.

- 대안 2는 로드뷰 type으로 작업공간 안을 상용 로드뷰 소프트웨어와 같은 형태로 화면을 이동하며 교육을 진행하는 방법임.

■ 단계⑦ 교육자료 base 생성

- 교육진행 방법을 결정한 후 해당 방법을 구현하기 위한 설정값을 입력하는 단계임.

- 영상 type에서는 작업공간 내 이동 경로와 속도 등을 설정하며, 로드뷰 type에서는 이동간격 등을 설정함.

■ 단계⑧ 작업상황 개요 쿼리

- TBM 교육 시 안전관련 사항만 전달하는 것이 아니라 작업지시 및 배치 등에 관한 사항도 주요 전달 내용임. 본 단계에서 작업일보 DB로부터 전일, 당일작업 현황에 대한 정보를 불러옴.

- 작업일보 DB는 팀ID를 키(Key)로 금일/명일 작업계획, 특기사항 등 내용을 담은 작업일보를 속성으로 가짐.

■ 단계⑨ TBM 교육 콘텐츠 생성

- 생성된 교육자료 base(단계 ⑦)에 위험요인별 교육자료(단계 ⑤)와 작업일보(단계 ⑧)를 첨부하여 TBM 시 활용할 수 있는 교육 콘텐츠를 생성함.

- 이때 다양한 교육 기능(클릭 시 팝업, 하이라이트, 음성지원 등)을 활용함.

4. VR/AR 교육콘텐츠 생성절차

■ VR/AR 교육 콘텐츠는 5가지 프로세스와 프로세스 기능별 정의로 구성됨(그림5 참조).

- 교육 프로세스별 요구기능 정의는 다음과 같음.

■ Step.1 ID 생성 및 로그인

- 사용자별 로그인 환경 : 사용자는 크게 안전관리자와 직종별 근로자로 분류되며, 해당 직책 및 직급에 따라 ID가 생성되고 로그인 환경이 구성됨.

- 사용자 이력 표기 및 수정 : 사용자는 본인 ID로 로그인 후 본인의 기본 이력사항(소속, 직책, 직종, 경력, 건강상태 등)을 확인할 수 있으며, 교육 신청 시 수정이 가능함.

- 건설근로자 127개[1] 직종 분류 : 건설근로자들의 이력 내용 중 직종을 구분하고, 직종별 교육내용을 구성하기 위해 시스템상 127개 직종의 분류체계를 구성함.

- 관리자 5개 직책 분류 : 안전관리자의 이력 내용 중 직책을 구분하고, 직책별 교육내용을 구성하기 위해 시스템상 5개 직책(안전보건총괄책임자, 안전담당자, 관리감독자, 전문지도기관, 기타 기관)의 분류체계를 구성함.

- 사용자별 DB 저장공간 : 사용자의 교육 이력을 관리하기 위한 DB 저장공간(클라우드, 하드디스크 등)을 구축함.

1) 대한전문건설협회에서 매년 발표되는 건설업 임금(시중노임단가)에 제시된 직종해설에서는 127개의 직종을 구분하고 있음.

■ Step.2 교육자료 선정

- 13개 사고유형 분류 : 사용자가 교육자료를 선정하기 위해 본인이 체험을 희망하는 사고유형에 대한 분류체계를 구성함. 사고유형은 한국산업안전보건공단의 통계자료에서 제공하고 있는 13가지 유형(떨어짐, 넘어짐, 무너짐, 절단·베임·짤림, 화재·폭발 등)을 활용함.

- 위험요인 분류 : 위험요인은 직종별 안전사고가 다수 발생하는 사고위치(개구부, 작업발판, 비계, 단부, 옥외바닥 등), 활용자재(거푸집, 철근, 철골, 동바리, 페인트, 목재 등), 기계·장비·공구(타워크레인, 펌프카, 절곡기, 절단기, 배척, 둥근톱 등) 활용에 따라 구분되며, 사용자의 직종에 따라 선정 가능함.

- 교육종류[2] 구성 : 교육자료 선정의 마지막 단계로서 실제 작업환경에 따른 교육내용을 수강할 것인지, 가상 작업환경에 따른 교육내용을 수강할지 교육종류를 구성함.

■ Step.3 VR/AR 교육장비 및 이동경로 교육

- 장비 연결 확인(on/off) : 사용자가 장비가 이상 없이 운행되는지 확인할 수 있는 장치를 구성함.

- 장비 사용 매뉴얼 : 장비의 올바른 착용법, 구성체계 등을 사용자에게 알려줄 수 있도록 착용 시 시청할 수 있는 영상을 구성함.

- 장비 안전장치 : 사용자가 교육을 이수하는 동안 발생할 수 있는 사고를 방지하기 위한 장치(잠금장치, 비상장치 등)를 구성함.· 장비 활용 시 주의사항 : 사용자가 장비를 사용할 시 발생할 수 있는 사항, 하지 않아야 하는 행동 등을 전달할 수 있는 영상을 구성함.

- 사용자 이동경로 : 가상공간과 실제 공간에서 사용자가 이동하는 경로를 미리 알려 사용자의 위험 상황을 방지할 수 있도록 시나리오 로드맵을 설계하고 전달할 수 있는 영상을 구성함.

---

2) 실제 작업환경에 따른 교육내용은 現 사용자가 종사하고 있는 현장의 작업환경(로드뷰 형태)을 VR 공간으로 불러와 작업환경에 존재하는 위험요인, 주의사항(위험요인 발생상황, 작업간 간섭 등), 저감대책을 알림 형태로 교육함. 또한, 가상 작업환경에 따른 교육내용은 BIM 공간 또는 일반적 공간에 선정 위험요인의 교육 시나리오를 불러와 실제 발생 가능한 안전사고 상황을 시나리오별로 체험하는 교육임.

■ Step.4 VR/AR 교육장비 착용 및 사용자 상태 파악

- 장비 착용 상태 자동 체크 : 사용자가 장비를 올바르게 착용했는지를 시스템상에서 자동으로 확인할 수 있는 장치를 구성함.

- 사용자 건강상태 자동 체크 : 사용자가 장비를 착용할 수 있는 건강상태인지를 확인하고, 장비를 착용한 후 건강상태를 감지하는 장치를 구성함.

- 부작용 상황 자동 체크 : 사용자가 장비를 착용한 후 이상상태가 감지되면 알림을 주는 시스템을 구성함.

- 부작용 시 사용자 종료 버튼 : 사용자가 교육이수 시 발생할 수 있는 이상상태에 따라 모든 상황을 종료할 수 있도록 지원하는 비상 종료 버튼을 구성함.

- 사용자 적응 테스트 환경 : 교육을 실행하기 전, 간단한 동작들로 사용자가 VR/AR에 적응할 수 있도록 지원하는 테스트 환경을 구성함.

■ Step.5 교육 수행 및 평가

- 작업환경 : 교육을 실행하기 위한 실제 및 가상 작업환경을 구성함. 실제 작업환경은 360° 카메라 등으로 불러오게 되고, 가상 작업환경은 BIM 및 미리 시스템에 구성된 공간을 통해 불러오게 됨.

- 위험요인 및 주의사항 알림 : 실제 작업환경에서 교육 시, 사용자가 선정한 교육자료(사고유형, 위험요인)에 따라 불러온 위험요인 발생상황 및 주의사항(작업 간 간섭 등)을 실제 작업환경에서 사용자에게 알려주는 장치를 구성함.

- 사고 저감대책 알림 : 실제 작업환경에서 교육 시, 사용자에게 전달된 위험요인에 대한 저감대책을 사용자에게 알려주는 장치를 구성함.

- 교육 시나리오 구성 및 수행 : 가상 작업환경에서 교육 시, 미리 위험요인별 설계된 시나리오(실제 발생 가능한 상황)에 따라 체험교육을 시행하는 장치를 구성함.

- 사용자 상황 확인 시스템 : 교육을 수행함에 있어 시작부터 끝까지 사용자의 상황을 실시

간으로 확인할 수 있는 장치를 구성함.

- 내용 평가 및 수료내용 저장 : 교육이 완료되기 직전 금일 시행된 교육내용에 대한 간단한 정리 및 평가가 이루어질 수 있도록 하는 장치를 구성함. 또한, 사용자가 교육을 수료하였음을 인증하는 수료증을 사용자가 확인할 수 있도록 지원하는 장치를 구성함.

■ **본 교육에 대한 사용자 기능 정의서는 연구 초기에 설정된 내용으로 향후 관련 업체와의 협의를 통해 기능 정의의 범위가 축소/확대될 가능성이 있음.**

- 업체가 설계·개발이 가능한 범위 내에서 기능이 정의될 필요가 있으며, 사용자 측면에서 활용 가능성이 높고 효율성이 있는 사항인지 검토가 요구됨.

- 따라서 해당 내용에 대한 상세 기능 정의와 프로세스를 구축할 예정이며, 전문가 및 실무자 자문을 통해 실제 현장에 즉시 적용 가능하도록 기능 정의를 보완할 예정임.

사용주체	직종별 건설 근로자(철근공, 형틀목공, 조적공, 철골공, 기계설비공, 보통인부 등) + 직책별 관리자(안전관리자, 관리감독자 등)				
교육시기/종류	정기교육(근로자, 관리감독자) + 채용 시 교육 + 작업내용 변경 시 교육 + 특별교육 + 기초 안전·보건 교육 + 안전보건관리 책임자 등에 관한 교육 등				
교육 프로세스	Step.1 ID 생성 및 로그인	Step.2 교육자료 선정	Step.3 장비/이동경로 교육	Step.4 사용자 상태 파악	Step.5 교육 수행 및 평가
세부 프로세스	① 사용자 로그인	① 안전사고 유형 선택	① VR/AR 장비 상태 확인	① 장비 착용 상태 점검	① 작업환경 불러오기
	② 사용자 이력사항 확인	② 위험요인 분류체계 확인	② 장비사용법 설명	② 사용자 건강상태 체크	② 시나리오 불러오기
	③ 신규 및 변경사항 입력	③ 교육 위험요인 선택	③ 안전장치 안내	③ 사용자 장비 착용	③ 사용자 교육 수행
	④ 내용 저장	④ 교육형태 선택	④ 주의사항 교육	④ 사용자 착용 부작용 점검	④ 사용자 상태 중간 점검
	⑤ 교육 신청 확인 및 보존	⑤ 해당 교육자료 불러오기	⑤ 사용자 이동경로 안내	⑤ 사용자 교육가능여부 선정	⑤ 교육이수 및 평가
요구기능별 정의	ID 생성 시 필요 환경	교육자료 선정 시 필요 환경	최초 교육 시 필요 환경	상태 파악 시 필요 환경	교육 및 평가 시 필요 환경
	사용자별 로그인 환경	13개 사고유형 분류	장비 연결 확인(on/off)	장비 착용 상태 자동 체크	작업환경(실제, 가상)
	사용자 이력 표기 및 수정	위험요인 분류(위치, 자재 등)	장비 사용 매뉴얼(착용법 등)	사용자 건강상태 자동 체크	위험요인 및 주의사항 알림
	건설 근로자 127개 직종 분류	사고위치별(비계, 개구부 등)	장비 안전장치(잠금, 비상 등)	부작용 상황 자동 체크	사고 저감대책 알림
	관리자 5개 직종 분류	활용자재별(거푸집, 철근 등)	장비 활용 시 주의사항	부작용 시 사용자 종료 버튼	교육 시나리오 구성 및 수행
	사용자별 DB 저장 공간	기계/장비별(타워크레인 등)	사용자 이동경로(시나리오별)	사용자 적응 테스트 환경	사용자 상태 확인 시스템
		교육형태 분류(실제, 가상)			내용 평가 및 이수내용 저장

<그림 5> AR/VR 교육 콘텐츠 개발 프로세스 및 요구기능 정의

<그림 6> AR/VR 교육콘텐츠 시행단계별 절차

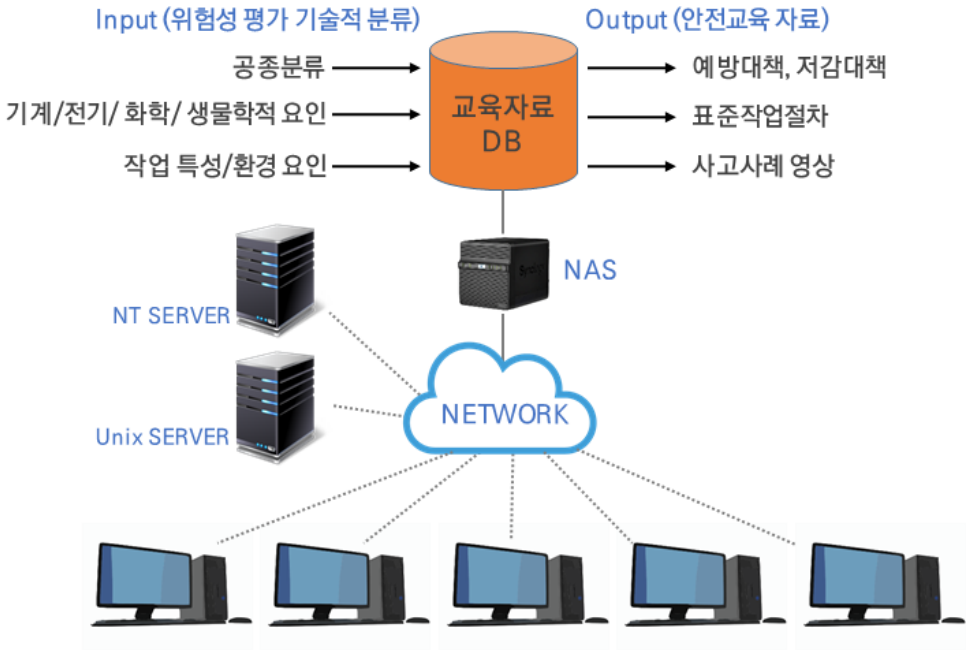
5. 중·소규모 현장의 안전교육 콘텐츠 생성(교육자료 공유 라이브러리 구축)

■ 소규모 현장에서의 안전교육을 위해 TBM/VR/AR 안전교육 콘텐츠 생성에 포함된 교육자료 DB를 공유 라이브러리로 구축하여 누구나 접근하여 활용할 수 있도록 함(그림 7).

- 앞서 제시된 교육자료 생성절차는 360카메라 등을 이용하여 3D 작업환경 모델을 매일 구축한다는 전제하에 가능함.

- 하지만 규모가 작은 현장 등과 같이 3D 작업환경 모델을 구축할 여력이 없는 경우에는 해당 절차에 따른 교육자료를 생성하기 어려움.

- 더구나 건설 사망사고는 소규모 현장에서 대부분 발생하고 있어 소규모 현장에서 활용할 수 있는 교육자료 생성절차 규명이 더욱 중요할 수 있음.



<그림 7> 안전교육 DB 공유체계 구축

■ **안전교육의 가장 중요한 점은 사고발생 원인과 대책에 대한 정확한 정보임에도 불구하고 현재는 안전관리자가 해당 정보를 찾아보기 어려운 실정임(실무진 인터뷰 결과).**

- 따라서 안전교육과 관련된 정확하고 최신 정보들을 손쉽게 이용할 수 있는 체제구축만으로도 안전교육의 효과를 높일 수 있을 것으로 판단됨.

- 안전교육 DB의 공유체계 구축으로 안전관리자가 당해 현장과 가장 유사한 사례를 탐색하고 현장의 위험요인과 대책, 표준작업절차, 사고사례 영상 등 정보를 손쉽게 취득하여 교육에 활용할 수 있도록 지원함.

- 물론, 3D 작업환경 모델을 활용한 안전교육 콘텐츠보다 교육 효과는 다소 떨어질 순 있음. 당해 현장과 유사 사례 공유를 통한 안전의식 향상과 상황에 따라서는 동일수준의 교육 효과까지 기대할 수 있음.

Ⅲ 결 론

■ **본 연구는 진행 중인 작업환경 특성을 반영한 적정한 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발에 앞서 실제 건설현장에서 안전교육 콘텐츠 시스템을 누가, 어떻게 활용할 수 있는지 파악하고 사용자 정의 및 특성을 파악하여 시스템의 개발 방향을 제시함을 목적으로 수행됨.**

- 실제 건설현장 및 건설재해예방전문지도기관을 방문하여 안전관리자를 대상으로 면담조사를 실시하였으며, 조사·분석된 내용을 바탕으로 안전교육 콘텐츠 생성 시스템의 개발 방향을 도출하고 사용자 정의 및 특성 분류에 대해 제시함.

■ **본 연구의 수행을 통해 도출된 주요 결과는 다음과 같음.**

- 첫째, 법령 분석으로 공사금액이 120억 원 이상 프로젝트 또는 유해·위험방지계획서 제출대상 사업장에 선임하도록 규정되어 있음을 분석함.

- 둘째, 안전교육 콘텐츠 생성 SW의 사용자는 안전사고 예방 활동과 안전교육 실행 주체인 안전관리자, 작업반장, 재해예방 전문지도기관으로 설정해야 하며, 교육 시기별(TMB, 정기, 특별, 기초) 특징에 따라 적합한 교육 콘텐츠가 개발되어야 함을 파악함.

- 셋째, TBM 시 안전교육 콘텐츠는 체험형 교육보다는 제한된 시간 안에서 효과적인 교육이 되도록 당일 위험요인 및 예방대책을 2D 및 360모델 기반 일반교육, 위험예지교육 등이 될 수 있도록 구성해야 함을 도출함.

- 넷째, 정기안전교육 및 특별안전교육의 경우 다양한 공종과 다수의 인원을 대상으로 교육하기에 AR/VR 체험형 교육의 효과성을 기대하기 어렵고, 실제로 모든 인원이 체험하기는 불가능함을 파악함.

- 다섯째, 본 연구에서 개발하고자 하는 안전교육 콘텐츠를 크게 두 가지 유형으로 ① TBM 시 작업반장이 이용할 수 있는 시청형 VR 교육 콘텐츠, ② 특별안전교육/신규자 직무배치 전 교육에 활용할 수 있는 체험형 AR/VR 교육 콘텐츠 개발로 설정함.

- 여섯째, TBM 시 이용할 수 있는 시청형 VR 교육 콘텐츠 생성절차를 전일 일과 종료 후와 당일 일과 시작 전으로 구분하고, 총 9단계의 절차로 구성함.

- 일곱째, VR/AR 교육 콘텐츠는 5가지 프로세스와 프로세스 기능별 정의로 구성함.

- 여덟째, 소규모 현장에서의 안전교육을 위해 TBM/VR/AR 안전교육 콘텐츠 생성에 포함된 교육자료 DB를 공유 라이브러리로 구축하여 누구나 접근하여 활용할 수 있도록 하는 방법을 도출함.

■ **본 연구는 향후 건설현장의 실효성 있는 안전교육 콘텐츠의 개발 방향 설정 및 시스템에 필요한 기능 정의를 제시함.**

- 제시된 現 안전교육 시스템의 기능 정의를 토대로 한 안전교육 콘텐츠가 마련된다면, 실무활용성이 우수한 안전교육 시행으로 안전사고 저감을 기대할 수 있을 것으로 판단됨.

- 다만, 본 연구는 사용자시스템 시나리오의 구체성 보완이 가장 필요할 것으로 판단되며, 이를 위해 향후 설문조사 및 현장 규모별 심층적인 안전교육 실태분석이 이루어져야 할 것임.

- 또한, 시스템이 개발된 후 실무활용성을 검증할 수 있는 전문가 검증 및 테스트 베드 적용이 이루어질 필요가 있음.

- 이에 향후 본 연구의 한계성을 극복하고, 건설근로자 안전교육 시스템을 실무적으로 활용할 수 있도록 구체적인 방안을 마련하는 연구가 추가적으로 수행될 필요가 있다고 사료됨.

오치돈 (연구위원, chidon@cepik.re.kr)
신원상 (선임연구원, wsshin@cepik.re.kr)
곽한성 (선임연구원, hsgwak@cepik.re.kr)
배상희 (연구원, shbae@cepik.re.kr)

건설현장의 효율적 안전교육을 위한
교육 콘텐츠 생성 시스템의 요구기능 분석

2021년 2월 인쇄
2021년 2월 발행
발 행 인 김 경 식
발 행 처 한국건설인정책연구원
서울시 강남구 언주로 650, 8층(논현동, 건설기술인회관)
TEL (02)6204-4332
FAX (02)6204-4341
홈페이지 www.cepik.re.kr
인 쇄 처 경성문화사 (02)786-2999

ⓒ 한국건설인정책연구원 2021

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