

안전관리 회색지대 해소를 위한 산업안전제도 그리드 (Grid) 확충 방안

2023. 7. 4.(화) 9:30

킨텍스 제2전시장 301호

산업안전보건연구원 산업안전연구실

Contents

1. 도급유형에 따른 도급인과 수급인의 안전관리체계 검토
..... 1
2. 건설공사 발주자 안전보건대장 제도 개선 방안 9
3. 공정안전관리 제도의 어제와 오늘, 그리고 내일 ..25
4. 중대재해 감축을 위한 과학적 사고분석 연구사례집 소개
..... 47

1. 도급유형에 따른 도급인과 수급인의 안전관리체계 검토

2023 산업안전보건이달

도급유형에 따른 도급인과 수급인의 안전관리체계 검토

동국대학교
교수 서용운

도급의 개념

산업안전보건법* 상 도급의 정의

제2조(정의) <제1호에서 제5호 생략>

- 6. "도급"이란 명칭에 관계없이 물건의 제조·건설·수리 또는 서비스의 제공, 그 밖의 업무를 타인에게 맡기는 계약을 말한다.
- 7. "도급인"이란 물건의 제조·건설·수리 또는 서비스의 제공, 그 밖의 업무를 도급하는 사업주를 말한다. 다만, 건설공사발주자는 제외한다.
- 8. "수급인"이란 도급인으로부터 물건의 제조·건설·수리 또는 서비스의 제공, 그 밖의 업무를 도급받은 사업주를 말한다.
- 9. "관계수급인"이란 도급이 여러 단계에 걸쳐 체결된 경우에 각 단계별로 도급받은 사업주 전부를 말한다.

<제10호부터 제13호 생략>

※ 발주자와 도급인 차이에 대한 논의사항이 많으나(예. 인천항만공사의 도급인 여부 등), 본 발제에서는 산업안전보건법에서 통상 인식되고 있는 도급을 의미

제10조(산업재해 발생건수 등의 공표) ① 고용노동부장관은 산업재해를 예방하기 위하여 대통령령으로 정하는 사업장의 근로자 산업재해 발생건수, 재해율 또는 그 순위 등(이하 "산업재해발생건수등"이라 한다)을 공표하여야 한다.

② 고용노동부장관은 **도급인의 사업장(도급인이 제공하거나 지정한 경우로서 도급인이 지배·관리하는 대통령령으로 정하는 장소를 포함한다. 이하 같다)** 중 대통령령으로 정하는 사업장에서 관계수급인 근로자가 작업을 하는 경우에 도급인의 산업재해발생건수등에 관계수급인의 산업재해발생건수등을 포함하여 제1항에 따라 공표하여야 한다.

시행령 제11조, 시행규칙 제6조에서 정의된 21개의 장소

- * 산업안전보건법 이외의 도급 등의 유사 정의를 갖춘 대표적 법령
- 「민법」 제664조의 도급, 「하도급거래 공정화에 관한 법률」의 제조위탁, 하도급, 「건설산업기본법」의 도급
- 일상적으로 혼동되는 법령
- 「파견 근로자 보호 등에 관한 법률」의 파견

도급인의 안전조치

0.29%

산업안전보건법 상 도급인의 안전조치 의무

- 위험성평가(제36조), 안전조치(제38조), 보건조치(제39조) 등을 통한 안전 및 보건조치와 도급 시 특별 예방조치 사항
 - 도급 시 산업재해 예방 조항에 따라 도급인에 대한 의무사항을 규정하고, 특히, 건설공사 도급인의 산업재해예방조치를 취하고 있음
- ※ 그러나 도급 유형에 대한 도급인과 수급인의 관계 정의가 부족하고, ①사업 유형 및 ②도급 단계에 따른 관계수급인에게 필요할 수 있는 안전관리 역할 및 책임 규정 없이, 원청(최상단 도급인)의 책임만 요구하는 제한적 규제 상황임

중대재해 처벌 등에 관한 법률	산업안전보건법	
제5조(도급·용역·위탁 시 관계에서의 안전 및 보건 확보 의무) 사업주 또는 경영책임자등은 사업주나 법인 또는 기관이 제3자에게 도급, 용역, 위탁 등을 행한 경우에는 제3자의 종사자에게 중대산업재해가 발생하지 아니하도록 제4조의 조치를 하여야 한다. 다만, 사업주나 법인 또는 기관이 그 사실, 장비, 장소 등에 대하여 실질적으로 지배·운영·관리하는 책임이 있는 경우에 한정한다.	제5장 도급 시 산업재해 예방 제2절 도급인의 안전조치 및 보건조치 제61조 적격 수급인 선정 제62조 안전보건총괄책임자 제63조 도급인의 안전조치 및 보건 조치 제64조 도급에 따른 산재예방조치 제65조 도급인의 안전 및 보건에 관한 정보제공 등 제66조 도급인의 관계 수급인에 대한 시정조치	제5장 도급 시 산업재해 예방 제3절 건설업 등의 산업재해 예방 제67조 건설공사발주자의 산업재해 예방 조치 제68조 안전보건조정자 제69조 공사기간 단축 및 공법변경 금지 제70조 건설공사 기간의 연장 제71조 설계변경의 요청 제72조 건설공사 등의 산업안전보건관리비 계상 등 제73조 건설공사의 산업 재해 예방 지도 제74조 건설재해예방전문 지도기관 제76조 기계·기구 등에 대한 건설공사 도급인의 안전조치

도급인의 안전조치

0.29%

산업안전보건법 상 도급인의 안전조치 의무

- 직접적인 ①안전 및 보건조치 이외에도 ②예방조치와 안전보건 ③정보제공 등의 의무 부여
 - 관계수급인과 관계수급인 근로자를 포함한 사업장의 전반적 안전 및 보건조치 의무
 - 관계수급인이 안전 및 보건관리를 할 수 있도록 직접적 조치 및 간접적 지원*
 - 특정 작업에 대해 관계수급인에게 안전 및 보건에 관한 정보를 문서로 제공

* 도급인은 관계수급인에게 산업안전보건법 관련 명령에 대한 위반 시 시정조치를 내릴 수 있음(법 제66조). 단, 도급인이 관계수급인의 근로자에게 직접적인 안전 및 보건조치 명령이나 지휘를 내릴 수 없어(법 제63조, 근로자파견법 충돌), 간접적 지원만 가능

<도급인의 직접적 조치 규정 예시(제64조)>

4. 관계수급인이 근로자에게 하는 제29조제3항에 따른 안전보건교육의 실시 확인
5. 다음 각款的 어느 하나의 경우에 대비한 경보체계 운영과 대피방법 등 훈련
 - 가. 작업 장소에서 발파작업을 하는 경우
 - 나. 작업 장소에서 화재·폭발, 토사·구축물 등의 붕괴 또는 지진 등이 발생한 경우
7. 같은 장소에서 이루어지는 도급인과 관계수급인 등의 작업에 있어서 관계수급인 등의 작업시기·내용, 안전조치 및 보건조치 등의 확인
8. 제7호에 따른 확인 결과 관계수급인 등의 작업 혼재로 인하여 화재·폭발 등 대동령령으로 정하는 위험이 발생할 우려가 있는 경우 관계수급인 등의 작업시기·내용 등의 조정

도급의 관리 문제

0.29‰

도급관계에 따른 탈조직화 문제

- 도급(outsourcing)에 따른 다수, 다단계, 다중의 기업 간 복잡 관계(complex relationship)에 따라 탈조직화(disorganization)에 따른 안전관리의 어려움을 지적하고 있음에 따라, 각 관계자들의 역할조정이 중요하다고 언급하고 있음(Gruesenmeyer, 2022; Milch and Laumann, 2019)



- ☞ 협력업체가 사업장에 늘어나면서 생기는 ①작업혼재의 위험(산업안전보건법 제64조제1항제8호와도 관련), ②의사소통의 단절, ③의사결정 책임자의 부재, ④책임의 전가 등 다양한 시스템적 문제 요인이 생겨나면서,
- ☞ 원청과 수급인(하수급인 포함)의 안전에 대한 관리감독 및 정보제공, 현장 역할에 대한 적절한 역할 분담과 협력이 이루어질 필요성 제기

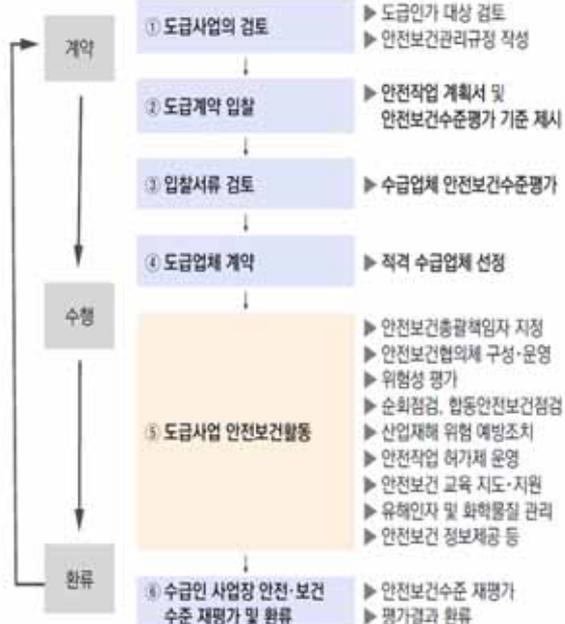
도급의 절차

0.29‰

도급사업 시 안전보건활동

- 계약, 수행, 환류 과정에서 도급의 안전보건활동
 - 안전보건관리규정
 - 안전작업계획서, 안전보건수준평가 기준
 - 적격 수급업체 선정 기준 및 평가 기준
 - 산업안전보건법상 안전보건조치
 - 수급업체 안전보건활동 감독, 감사 및 평가

【도급사업 진행 단계별 주요 안전보건활동】



수급인의 안전조치

0.29%

하도급법 상 건설업종 표준하도급계약서

- 건설업종 표준하도급계약서 상 도급인 이외에도 **수급인의 안전조치 의무 명시**
- 법적 규정 상 효력은 없으나, 실제 건설도급 계약에 있어 도급인과 수급인의 안전조치 의무 가이드를 제시하고 있음

☞ 그러나 건설도급 이외 사업의 도급인과 수급인 안전조치는 명확치 않으며, 중층적 관계(도급, 하도급)의 고려가 부족함

<하도급거래 공정화에 관한 법률 상 건설업종 표준하도급계약서(2020.12.개정판)>

제19조(수급사업자의 안전조치 의무) ① 수급사업자는 작업을 할 때 다음 각 호의 위험을 예방하기 위하여 필요한 조치를 한다.

1. 기계·기구, 그 밖의 설비에 의한 위험
2. 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험
3. 전기, 열, 그 밖의 에너지에 의한 위험

② 수급사업자는 굴착, 채석, 하역, 벌목, 운송, 조작, 운반, 해체, 중량물 취급, 그 밖의 작업을 할 때 **불량한 작업방법 등으로 인하여 발생하는 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 한다.**

③ 수급사업자는 작업 중 근로자가 추락할 위험이 있는 장소, 토사·구축물 등이 붕괴할 우려가 있는 장소, 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소, 그 밖에 작업 시 천재지변으로 인한 위험이 발생할 우려가 있는 장소에는 **그 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 한다.**

④ 수급사업자는 제1항부터 제3항까지의 내용에 대해 「산업안전보건법」 등에서 정하는 사항을 준수한다.

⑤ 수급사업자는 **원사업자의 안전조치에 관한 지시에 따라야 한다.** 다만, 정당한 사유가 있는 경우에 원사업자와 협의하여 안전조치를 취한다.

도급의 유형과 안전관리

0.29%

① 사업 유형에 따른 도급인-수급인 관계 확인

- 사업 유형에 따른 관계수급인의 업무와 장소의 종속형태가 상이함
- 사업장 개입 정도에 따른 적절한 안전조치 및 예방조치의 검토 필요

☞ 사업장의 공유 정도, 작업 기간에 따라 도급인의 수급인에 대한 직접적 안전조치와 간접적 안전조치(정보제공 등) 차별화 검토

사업* 유형	사업장 공유	사업장 작업기간
건설도급	원청과 공유	상시적 장기
제조도급	원청과 공유	상시적 장기
위탁운영	원청과 공유	상시적 장기
운송위탁	원청과 일부 공유	간헐적 단기
유지보수(위탁)	원청과 일부 공유	간헐적 단기
장비대여	원청과 공유	상시적 장기

- ① 경제적 전속성 위주의 안전조치 의무
- ② 지배, 운영, 관리하는 장소 위주의 안전조치 의무
- * 장소 외에 설비, 기계 단위의 책임 구분 필요성

※ 전통적인 건설 및 조선 이외에도, **물류·창고업 등 운송업의 복잡한 도급 관계에서 도급인의 정의 및 안전의무사항도 중요해지고 있으며, 외주가 빈번한 방송제작업 등 서비스업과 같은 사업유형에서의 도급인 안전조치 고려도 필요해지고 있음**

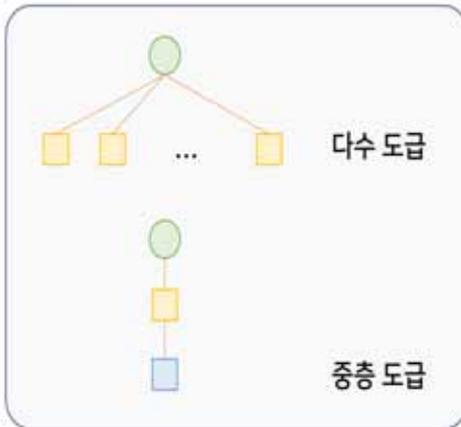
* 위탁제조, 사외도급 등 수급인의 사업장이 별개로 있는 경우는 제외

도급의 유형과 안전관리

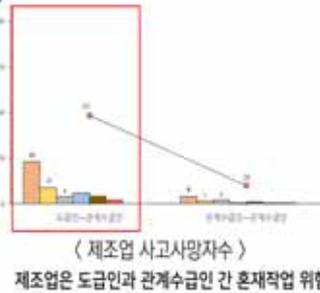
0.29‰

②도급 단계에 따른 도급인-수급인 관계 확인

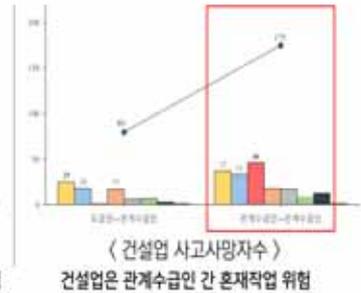
- 도급 단계가 심화됨에 따라 업무의 범위와 안전관리의 책임 부여가 사라지는 경향이 있음
- 중층적 도급관계에 있어 책임의 정도(단일책임, 중복책임)와 전문성 정도(관리책임, 기술책임)에 따른 안전조치 검토 필요
- ↳ 책임의 정도, 전문성 정도에 따라 도급인의 수급인에 대한 직접적 안전조치와 간접적 안전조치(정보제공 등) 차별화 검토



- ① 안전조치에 대한 도급인과 수급인 책임 배분
- ② 전문성 위주의 안전조치 의무



제조업은 도급인과 관계수급인 간 혼재작업 위험



건설업은 관계수급인 간 혼재작업 위험

* 중층적 관계에서 관계수급인은 도급인 책임은 없으나 안전 및 보건조치 의무는 존재
 ** 통상 안전 및 보건협의체에 따라 도급인과 관계수급인의 안전조치 검토 및 이행

안전 총괄 거버넌스

0.29‰

(ESG) 도급인-수급인 안전 총괄 거버넌스 구축

- 이해관계자 유형에 따라 도급관계에 차이를 두어 관계수급인과의 안전 및 보건조치의 합리적인 역할분담 및 협력 체계 구축을 위한, 도급인-수급인 간 안전활동, 책임, 투자 등의 의사결정을 위한 상호 거버넌스 구축 가이드라인(안) 마련
- ↳ ESG 상의 거버넌스 구축에 있어, 도급인-수급인 간의 안전 거버넌스 구축까지의 체계 마련 검토



- ① 안전원칙과 정책의 지향점 제시
- ② 사업장 안전관리를 위한 도급-수급 간 의사결정 구조 검토
- ③ 도급인과 관계수급인의 안전 리더십 강화 및 공유
- ④ PDCA 주기의 도급인-수급인 안전관리 역할 및 책임 분담
- ⑤ 안전문화로의 향상
- ⑥ 도급-관계수급인의 안전정보 공유 및 공개

<http://www.esgeconomy.com/news/articleView.html?idxno=2653>

2. 건설공사 발주자 안전보건대장 제도 개선 방안

2023 산업안전보건미달

건설공사 발주자 안전보건대장 제도 개선 방안

2023.07.
충북대학교 안전공학과 원정훈



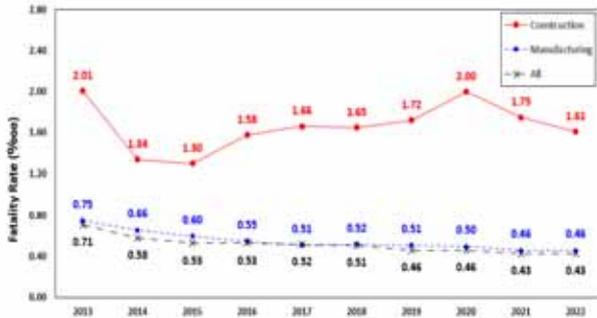
Contents

- I. 서론
- II. 안전보건대장 제도
- III. 분석 결과
- IV. 제도 개선 방향
- V. 결론

1. 서론

1 국내 건설현장의 안전환경 변화

» 국내 건설현장의 산업재해 현황



- 건설업의 사고사망만인율은 제조업 대비 평균 약 3배 높음 (2013~2022년)
- ※ 2022년 제조업과 건설업의 사고사망만인율 차이는 약 3.50배(최대 격차 : 약 4배, 2020년)
- 사고사망만인율은 2016년부터 2020년까지 증가하는 추세를 보인 뒤 2021년부터 점차 감소하고 있음

» 50억원 이상 건설현장의 사고사망자 수

공사금액	2021년 사고사망자수 (명)	2022년 사고사망자수 (명)
50억원 미만	298	279
50억원 이상	113	116
분류불능	6	7
총 계	417	402

- ※ 2022년 통계는 '2022년 유족급여 승인 기준 사고사망 현황 발표'(2023.3.2.) 근거
- 건설공사 발주자의 안전보건대장 작성 제도가 도입된 이후, 법 개정 등을 통해 제도의 현장 적용성 및 실효성을 향상시키고자 하였으나, 안전보건대장과 사망사고 감소 효과를 연결시키는 어려운 현실임

1. 서론

» 국내 건설현장의 안전보건관련 법·제도·정책 변화

1 건설공사 발주자의 안전보건대장 작성 제도 도입

• 「산업안전보건법」 전부개정 시, 건설업 전(全) 과정에 영향을 미치는 발주자에게 건설공사 단계별(계획-설계-시공) 안전보건대장 작성 및 이행확인 의무를 신설

2 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」의 시행

• 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」 시행으로 사업주와 경영책임자의 사업장 내 중대재해 예방책임이 강화되어, 안전에 대한 체계 강화와 근로자의 안전을 확보하지 않는 사업은 진행할 수 없도록 안전관리의 패러다임이 전환됨

3 중대재해 감축 로드맵

- '26년까지 OECD 평균 수준인 사고사망만인율 0.29‰로 감축 목표로 중대재해 발생 시에는 엄중한 책임을 부과하는 전략과 중소기업, 건설·제조업, 추락·끼임·부딪힘 사고, 하청 사고에 대해 집중 지원 및 특별 관리 방안을 제시
- 규제·처벌 중심 정책에서 '자기규율 예방체계' 구축으로 정책기조 전환

일시	법·제도·정책	발주자	설계자	시공자
2020. 1. 16. (시행)	산업안전보건법 전부개정	<ul style="list-style-type: none"> 건설안전법 개정 및 시행령 제정 기본안전보건대장 작성 안전보건조장자 선임 	설계안전보건대장 작성	공사안전보건대장 작성
2022. 1. 27. (시행)	중대재해 처벌 등에 관한 법률			<ul style="list-style-type: none"> 사업주의 경영책임자 등의 안전 및 보건 확보 의무 중대사건(재해) 사업주와 경영책임자 등의 처벌
2022. 11. 30. (발표)	중대재해 감축 로드맵			<ul style="list-style-type: none"> 자기규율 예방체계 구축 위험등급기제도 의무화

- ◆ 건설 근로자 보호를 위해 건설공사 생애주기 관점의 안전보건관리 강화 전략 수립
- ◆ 정부주도 관리·감독에서 현장중심 자기 규율 예방체계로의 패러다임 전환

1. 서론

0.29‰

2 제도 개선 필요성

01 건설사고예방을 위한 발주자 및 설계자 등의 안전보건관리역량 향상방안 마련 필요

- 건설공사 생애주기 전(全)과정에서 발주자를 중심으로 설계자 등 모든 이해관계자가 참여하는 안전보건관리체계 구축이 '안전보건대장 제도'의 도입 취지였으나,
- 안전보건 전문지식 부족 등 안전보건관리 역량이 부족한 발주자와 설계자가 작성한 안전보건대장은 내용이 적절하지 못하거나 형식적으로만 작성되어 건설현장에서 실질적으로 활용되지 않는 실정
- 건설공사 계획 설계단계에서 고려하여야 하는 주요 위험요인 및 저감조치 방안 등을 안전보건대장에 포함시킬 수 있도록 이해관계자의 안전보건관리 역량을 향상시키는 방안이 필요

02 안전보건대장의 현장 작동성 및 실효성 향상 방안 마련 필요

- 현재 안전보건대장 제도는 발주자·설계자 등의 낮은 안전보건관리 역량으로 인하여 잘못 작성되거나 형식적으로 안전보건대장이 작성되어, 현장 작동성과 실효성에 관하여 문제점 발생
- 건설근로자 안전 보호에 대한 사회적 요구가 증대 되는 상황에서 발주자·설계자 등의 자발적 안전 관리 참여와 인식을 제고 시킬 수 있는 '안전보건대장 제도'의 내실화를 고민할 시점
- 현장과 부합하지 않은 내용 작성, 형식적 작성 등의 문제를 개선하고 타 안전보건 제도와의 효율적 연계 방안 마련 등 안전보건대장의 현장 작동성과 재해 예방 효과 실효성 향상 방안 마련이 필요

03 건설공사 안전보건대장에 관한 고시 개정안 마련 필요

- 각 안전보건대장의 작성과 공사 안전보건대장의 이행 여부 확인 방법 및 절차 등은 '건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시(이하 고시)'에 규정
- 선행연구와 전문가들은 현행 고시에서 기본 안전보건대장 작성시 작성 기준에 대한 모호성을 지적하였으며,
- 심사 승인과정 누락, 관리 절차 설명 부족 등을 문제점으로 제기함
- 안전보건대장 작성기준 및 내용 구체화, 안전보건대장 서식 개선, 안전보건대장의 적정성 검토 및 위험성 감소조치 이행 확인 기준 마련 등을 포함한 개정 필요

1. 서론

0.29‰

3 목적

안전보건대장 제도 개선을 통해 건설공사 발주자 및 설계자 등을 포함한 자기규율 안전보건관리 체계 수립을 유도

- 1) 건설사고 예방을 위한 발주자 및 설계자 등의 역할 및 책임 확립
- 2) 자기규율 예방체계 확립을 위한 안전보건대장 제도의 현장 작동성 및 실효성 향상 방안 마련



2. 안전보건대장

0.29%

▶▶ 50억원 이상 건설공사에 적용되는 제도

제도	현장 공사비 규모		비고	
	50억원 미만	50억원 이상		
체계	안전보건관리 책임자	△	○	공사금액 20억원 이상 50억원 이상(2023.7.1.부터) 단, 2021.7.1부터 80억원 이상, 2022.7.1부터 60억원 이상 - 120억원(토목 150억원) 이상은 전담안전관리자)
	안전관리자	×	○	50억원 이상
	안전보건조정자	×	○	50억원 이상
안전보건조치	근로자 안전조치, 보건조치, 안전점검	○	○	
	위험성 평가	○	○	
	안전보건교육	○	○	
건설업 고유	산업안전보건관리비	○	○	산업재해보상보험법의 적용을 받는 공사 중 총공사금액 2천만원 이상인 공사 산업안전보건법 시행령 제42조(유해위험방지계획서 제출 대상)에 해당되는 현장
	유해-위험방지계획서	포함될 확률 낮음	포함될 확률 높음	
안전보건 제도	안전보건대장	×	○	50억원 이상
	건설공사 산업재해예방 기술지도	○	△	공사금액 1억~120억 (전담안전관리자가 있는 경우 제외)
	공기단축 금지 및 공기연장	○	○	
사고	작업중지	○	○	
	사고조사, 산업재해보고	○	○	
기타	중대재해 처벌 등에 관한 법률	×	○	2024년 1월 27일 50억원 이하 현장 적용

50억원 이상 건설공사는 안전관리자 선임, 안전보건대장 작성 등의 다양한 제도가 적용됨.

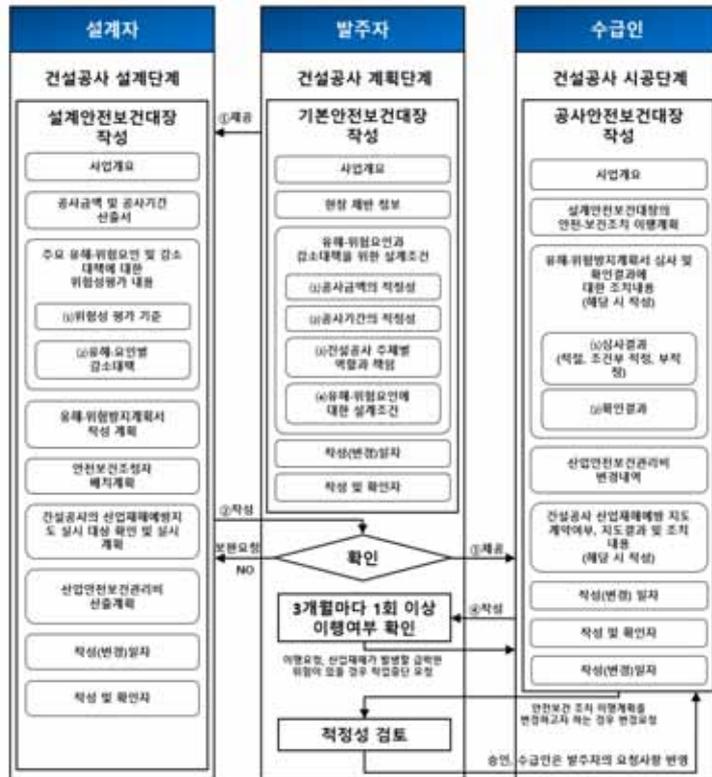
발주자의 의무인 안전보건대장 제도의 현장 작동성 및 실효성 향상을 위해

건설공사 발주자의 안전보건대장 작성 제도의 개선방안 마련 필요

2. 안전보건대장

▶▶ 안전보건대장 제도의 절차 및 수행

적용범위: 총 공사금액 50억원 이상인 건설공사



*발주자는 안전보건 분야의 전문가에게 안전보건대장에 기재된 내용의 적정성 등을 확인받아야 함

*발주자는 설계자 및 수급인이 건설현장의 안전을 우선적으로 고려하여 설계-시공 업무를 수행할 수 있도록 적절한 비용과 기간을 계상-설정해야 함

2. 안전보건대장

0.29%⁰⁰⁰

▶▶ 안전보건대장 작성에 대한 최초 연구안과 고시된 내용의 비교

기본안전보건대장

	최초 연구 내용(제시안) - 2018년	고시된 내용
1.사업개요	·공사명, 공사금액(추정), 공사기간(추정), 공사규모(연면적, 연장 등), 발주자(기관)	1. 사업개요
2.현장 제반 정보	·현장주소, 위치도, 인접 도로 현황, 지하매설물 등 지장물 현황, 기타 특이사항	2. 현장제반정보
3.안전보건 목표와 참여 조직	·해당 건설공사의 안전·보건에 대한 목표 ·참여자(발주자, 설계자, 시공자, 안전보건 전문가 등)의 역할과 책임	3. 유해·위험요인과 감소대책을 위한 설계조건 -건설공사 주체별 역할과 책임
4.안전보건계획 수립 시 고려할 주요 사항	·위험성 평가의 방법 및 절차 ·안전보건관리에 필요한 법규 및 내·외부 기준 및 지침 ·설계 및 시공자의 안전보건관리 지원계획	
5.주요 유해·위험요인과 위험성 감소대책 수립을 위한 설계조건	·발굴한 유해·위험요인 ·위험성 감소대책 수립 조건	3. 유해·위험요인과 감소대책을 위한 설계조건 - 공사금액 적정성, 공사기간 적정성, 유해·위험요인에 대한 설계조건
6.과업지시서와 입찰설명서에 반영될 주요 안전보건 조건	·설계 발주 시 과업지시서에 포함되어야 할 안전보건 조건(안전한 작업을 위한 적정 공사기간과 공사금액 산출, 반영할 지침, 매뉴얼 등) ·공사 발주 시 입찰내용(입찰설명서)에 포함되어야 할 안전보건 조건(반영할 지침, 매뉴얼 등)	
7.설계자와 시공자의 안전보건역량 평가 방법	·설계자 입찰 및 낙찰시 반영할 설계자의 안전·보건 역량 평가 기준 ·시공자 입찰 및 낙찰시 반영할 시공자의 안전·보건 역량 평가 기준	
8.기본안전보건대장 작성 참여자	·기본안전보건대장 작성에 관여한 조직 또는 개인, 안전보건전문가	
9.발주자 확인	·발주자 확인일, 발주자 서명	4. 작성(변경) 일자 5. 작성 및 확인자

2. 안전보건대장

0.29%⁰⁰⁰

설계안전보건대장

	최초 연구 내용(제시안) - 2018년	고시된 내용
1.사업개요	·공사명, 공사금액, 공사기간, 공사규모, 발주자(기관), 설계자, 작성일, 작성자, 담당자, 현장 주소, 위치도 등	1. 사업개요
2.안전보건 목표와 참여 조직	·해당 건설공사의 안전·보건에 대한 목표 ·참여자(발주자, 설계자, 시공자, 안전보건 전문가 등)의 역할과 책임 ·발주자에게 받은 기본안전보건대장 문서번호와 받은 날짜	
3.산업안전보건관리비 산출내역서	·산업안전보건관리비 구체적인 산출내역	7. 산업안전보건관리비 산출계획
4.적정 공사기간 산정 요약표	·공사기간 산정 근거(공종별 및 전체 결과)	2. 공사금액 및 공사기간 산출서
5.주요 유해·위험 요인 및 위험성 감소대책에 대한 위험성 평가	·참고한 문헌 및 해당 설계 내용과 관련된 주요 사고사례 분석 결과 ·발주자가 제공한 유해·위험요인과 위험성 감소대책을 포함하여 설계단계의 위험성 평가 결과(반영할 설계도서 표시) : 공종명, 유해·위험요인, 위험성(물적피해/인적피해/가능성/중대성/위험성), 위험성 감소대책, 감소대책 적용 후 위험성, 작업 중 잔존 유해·위험요인 위험성 감소대책, 잔존 유해·위험요인 관리주체 (DFS(국토교통부)를 시행한 경우, 위험성 평가 결과를 DFS 보고서 첨부로 대신할 수 있으며, 보건에 대한 위험성 평가 추가 제출)	3. 주요 유해·위험요인 및 감소대책에 대한 위험성 평가 내용 - 위험성 평가기준(빈도, 강도, 허용 위험성 기준), 유해·위험요인별 감소대책
6.안전보건 회의 이력	·발주자가 참여하여 진행한 설계단계의 안전보건 회의 이력 ·회의에 참여한 전문가	
7.유해·위험방지계획서 작성 대상 확인 및 재해예방 전문지도기관 기술지도 실시 계획	·유해·위험방지계획서 작성 대상 여부 확인 ·재해예방 전문지도기관 기술지도 실시 대상 여부 확인 ·(해당시) 재해예방 전문지도기관 기술지도 실시 계획	4. 유해·위험방지계획서 작성 계획 5. 안전보건조정자 배치계획 6. 산업재해예방지도 실시 대상 확인 및 실시계획
8.발주자 확인	·발주자 확인일, 발주자 서명, 설계안전보건대장 작성 책임자(설계자), 참여 안전보건 전문가, 발주자 담당자	8. 작성(변경) 일자 9. 작성 및 확인자

2. 안전보건대장

0.29%

공사안전보건대장

최초 연구 내용(제시안) - 2018년		고시된 내용
1. 사업개요	·공사명, 공사금액, 공사기간, 공사규모, 발주자(기관), 설계자, 시공자, 담당자, 현장 주소, 위치도 등	1. 사업개요
2. 안전보건 목표와 참여 조직	·해당 건설공사의 안전보건에 대한 목표 ·참여자(발주자, 설계자, 시공자, 안전보건 전문가 등)의 역할과 책임 ·반영한 기본안전보건대장 문서번호와 설계자 받은 날짜 ·반영한 설계안전보건대장 문서번호와 설계자 받은 날짜 ·발주자가 제공한 안전보건 지침 문서번호, 명칭 등	
3. 산업안전보건관리비 산출내역과 변경 관리	·산업안전보건관리비 산출내역(설계안전보건대장 내용) ·공사 계약부터 준공까지 산업안전보건관리비 변경 주요 내용과 이력	4. 산업안전보건관리비 변경내역
4. 설계변경 및 공사기간 관리	·적정공사기간 산정표(설계안전보건대장 내용) ·공사 계약~준공까지 공사기간 변경 주요 내용과 이력 ·설계변경 주요 내용과 이력(공법 변경 등 포함)	
5. 주요 유해·위험 요소 관리 이행	·설계단계에서 고려한 유해·위험요인 위험성 감소대책과 잔존 위험의 실행 확인 ·시공자가 발굴한 주요 유해·위험요인 및 위험작업 관리계획과 이행 확인(유해·위험방지계획서 작성 대상 공사에서는 유해·위험방지계획서 이행 확인, 미대상 공사에서는 시공자가 작성한 유해·위험방지 계획의 이행 확인) ·가설구조물의 구조적 안전성 확인 절차 이행 여부 확인	2. 설계안전보건대장의 안전·보건조치 이행계획 3. 유해·위험방지계획서 심사 및 확인 결과에 대한 조치내용

2. 안전보건대장

0.29%

공사안전보건대장

최초 연구 내용(제시안) - 2018년		고시된 내용
6. 안전보건관리 이행 확인	·산업안전보건관리비 사용 내용 확인 이력 ·발주자가 참여한 현장 점검, 안전보건 회의 참여, 현장 안전보건프로그램 참여 이력(전문기도 포함) ·선임된 안전보건총괄(관리)책임자, 안전관리자, 보건관리자 이력(기간, 성명, 자격 등) ·위생시설(휴게실, 남녀탈의실, 화장실 등) 설치 확인 ·고용노동부와 안전보건공단의 점검 및 감독 기록 ·산업안전보건위원회(노사협의체) 참여 또는 개최 확인 이력 ·(해당시) 발주자의 근로자 상담 이력	
7. 재해예방전문지도기관 기술지도	·재해예방 전문지도기관 기술지도 및 조치결과 확인 이력	5. 건설공사 산업재해예방 지도 계약여부, 지도결과 및 조치내용
8. 안전보건조정자 및 전문가	·안전보건조정자 이력, 조정 내용 이력 ·발주자가 고용한 건설분야 안전보건 전문가 이력	
9. 중대재해 관리	·중대재해 발생 이력	
10. 발주자 확인	·공사안전보건대장 작성 관리 및 확인 ·작성 시공자, 준공 후 최종 발주자 확인일, 발주자 서명	6. 작성(변경) 일자 7. 작성 및 확인자

3. 분석결과

0.29%

1 문헌분석

문제점 1

발주자 및 설계자 등의 안전보건 전문지식 부족과 역할 미확립

- 오세미(2019)는 안전보건대장제도가 현장에 정착하지 못한 이유로 **발주자 및 설계자가 안전보건관리에 대한 관심과 수준이 높지 않음**을 제시함
 - 산업안전보건법 전면개정에 따라 발주자의 안전보건관리 의무가 확대되었으나, 발주자의 동기부여가 부족한 이유로 현장에서는 안전보건대장을 활용하지 않고 있음을 주장
- 김진동 등(2021)은 안전보건대장제도는 책임주체인 발주자의 **안전보건 전문지식 부족과 설계자, 시공자 등 관련기술자들의 안전보건대장제도에 대한 낮은 인지도**를 지적함
 - 정부기관의 승인 또는 검토 없이 발주자가 보관하는 안전보건대장은 발주자의 역량에 따라 내용의 수준이 상이하며, 현장 활용성이 떨어진다고 주장함
- 원정훈 등(2021)은 발주자 및 설계자 등의 안전보건 전문지식과 안전보건관리에 대한 **관심부족으로 안전보건대장 작성 시 적절한 유해·위험요인이 도출되지 않고 있으며, 저감대책의 재해예방 실효성 또한 미흡하다** 주장함
- 이군재 등(2020)은 건설 단계별 안전보건대장의 전산화(통합안전정보 데이터베이스)를 통해 중소규모 건설공사 참여자들의 안전관리 업무 효율성 강화 및 실효성 향상 필요 주장함

문제점 2

안전보건대장의 항목별 작성기준의 모호성 존재

- 김진동 등(2021)은 안전보건대장제도가 검토기관, 실시시기 등 **내용이 명확하지 않음**을 제시함
- 원정훈 등(2021)은 안전보건대장에 대한 **작성 기준과 이행확인 절차 등이 모호**하고 참고자료 등의 부족으로 **실행력이 떨어짐**을 주장함

3. 분석결과

0.29%

안전보건대장	문제점
기본 안전보건대장	<ul style="list-style-type: none"> - 발주자의 안전보건 전문지식, 건설공사 이해도 등의 부족으로 유해위험요인과 대책을 도출하는 능력에 한계가 존재 - 제도의 실행력 강화를 위한 교육 기회, 사례 등 참고자료의 부족으로 유해위험요인의 구체화가 어려우며, 선연적 수준의 내용이 기입됨 - 외부 전문기관에 위탁하여 형식적으로 작성됨 등
설계 안전보건대장	<ul style="list-style-type: none"> - 발주자 및 설계자의 안전보건 전문지식의 부족 등 안전보건역량 부족으로 건설현장에 적절한 유해·위험요인과 저감대책이 부족함 - 설계자가 제시한 위험성 평가와 저감조치 방안의 적용의 어려움 - 외부 전문기관에 위탁하여 형식적으로 작성됨 등
공사 안전보건대장	<ul style="list-style-type: none"> - 발주자의 공사안전보건대장의 이행 확인은 단순히 설계안전보건대장의 반영사항을 확인하는 수준이며, 발주자의 안전보건대장 이행확인 및 검토는 안전보건대장에 대한 이해도 부족으로 형식적으로 실시하고 있음. - 구체적인 기준 및 관리 절차 등의 미흡 - 현장 직원들은 공사안전보건대장의 내용을 전혀 모르는 경우가 있음 등

3. 분석결과

2 현장 방문 심층 인터뷰

1 발주자(공공)

구분	주요 내용
운영 및 효과	<ul style="list-style-type: none"> ·공공기관 평가위해 회사 내규로 시행, 유지보수의 경우 기본 설계가 없는 상태에서도 기본안전보건대장을 작성함 ·설계안전보건대장은 설계안전검토보고서와 유사하고, 법률상 일부항목 작성을 면제할 수 있기 때문에 큰 어려움 없음 ·기본안전보건대장: 매년 작성매뉴얼을 만들어 직접 작성. 작성본이 설계사에게 가더라도 실제 활용하지 않아 기본안전대장 작성에 큰 의미(실효성)가 없는 상황임. ·설계안전보건대장: 설계사에게 매뉴얼 배포해서 작성하게 함. 발주자 검토 시 외부전문가 검토 절차가 있으며, 설계안전검토보고서, 유해위험방지계획서 때문이라도 하게끔 함. ·공사안전보건대장: 3개월 마다 확인 후 이력관리 진행
문제점	<ul style="list-style-type: none"> ·기본안전보건대장의 유해위험요인 감소대책 부분 작성이 어려움 → 해당 내용 설계안전보건대장 단계에서 작성 필요 ·기본안전보건대장에서 유해위험요인 발굴이 중요하나, 현장 특성을 제대로 반영하지 못함 ·설계안전보건대장은 설계안전성검토보고서와 내용이 유사하고, 비교적 전문성이 부족함 ·(영세 사업장) 공사안전보건대장 - 시공사가 작성 의무와 내용 등에 대한 인식이 낮아, 발주자가 대신 작성 존재 ·민간공사를 관리할 수 있는 방안 필요

3. 분석결과

구분	주요 내용
문제점	<ul style="list-style-type: none"> ·안전관련 서류 작업이 너무 방대하고 많아 현장 안전을 소홀히 하므로 중복되는 서류업무는 통합 필요 ·컨설팅 업체에서 받은 안전보건대장을 설계,시공자들이 검토 및 보완하는 경우 적음(형식적인 업무 인식) - 설계 및 공사안전보건대장은 업체별로 내용의 수준차이가 많음, 구체적인 올바른 작성 가이드가 없음 ·대가산정 마련 필요- 검토 비용, 전문가 자문비 등 ·분리발주 시 안전보건대장 작성 주체에 대한 구체적인 매뉴얼 필요
개선방안	<ul style="list-style-type: none"> ·제도 이행을 위한 법적 근거 강화 필요, 대장별 구체적 작성시기 지정 필요 ·영세 시공업체에게 법적 제제수단(과태료, 벌금 등) 마련 필요, 설계자 및 시공자 관리 미초치에 대한 제제수단 필요 ·공사비보다 공종별로 세분화한 대상 적용 검토 필요, 고시4조의 전문가 지정 요건 확대 필요(전기안전기술사 등) ·설계안전보건대장 작성 과정에 발주자가 참여하면 기본안전보건대장 작성을 면제 또는 갈음 하는 방안 필요 ·발주자 의무 및 법적사항 등을 서명 받는 방식도 고려 필요 ·감독/감리가 대장을 확인할 수 있는 방안 고민필요(예, 안전일지, 감독일지 등) ·작성관련 구체적인 매뉴얼 제공 필요 ·발주자 점검 후 시공사에게 개선 명령(지시)을 할 수 있는 법적 근거 마련 필요 ·최초 위험성평가를 공사안전보건대장 초기 작성으로 갈음하는 방안 필요

3. 분석결과

0.29%⁰⁰⁰

설계자

구분	주요 내용
운영 및 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 기본안전보건대장을 받지 않은 사례 존재 · 안전보건공단에서 제공하는 건설업의 공종별 위험성평가 체크리스트의 유해위험요인을 주기적으로 확인하여 작성 · 공사과정에서 발생할 수 있는 모든 재해를 설계안전보건대장에 포함시켜야 되는 부담 가중 및 보완 위해 전문업체 외주 처리
문제점	<ul style="list-style-type: none"> · 대부분의 사고대책이 시공단계에서 지켜야할 사항들이고 시공단계에서 유해위험요인이 발생 <ul style="list-style-type: none"> → 설계단계에서 위험요인을 파악하고 대책을 마련하는 것이 타당한지 의구심이 들 → 설계자에게 근로자의 안전보건업무까지 부여하여 재해예방 실효성 문제 뿐만 아니라 업무과중 문제 발생 · 작성 시 필요한 자원을 발주처에서 지원 하지 않음 <ul style="list-style-type: none"> → 안전보건대장의 작성을 위한 시간과 비용이 부족한 설계자 입장에서는 저조한 품질의 대장을 작성 · 신기술, 신공법 등의 특수 공종이 있는 경우, 세부 공사방법에 대한 전문적인 이해 부족으로 관련 내용 기피함 · 공사안전보건대장에서 작성해야 하는 내용도 일부 포함됨

3. 분석결과

0.29%⁰⁰⁰

구분	주요 내용
문제점	<ul style="list-style-type: none"> · 현장여건을 모르는 상태에서 설계도서에 가정한 불확실성을 명기하고 의미 없는 안전성 검토를 수행, 시공사는 설계시 가정한 현장상황과 맞지 않는 이유로 설계 수정을 요구 · 일부 지자체에서는 소집회의를 통해 형식적 확인
개선방안	<ul style="list-style-type: none"> · 기본안전보건대장 반드시 제공하도록 하여야 함 · 업종별, 공종별 기본안전보건 대장 표준 필요 · 산업재해 예방위한 설계조건을 명확히 함(설계조건을 매뉴얼화 필요) · 중소규모 건설현장을 포함하도록 대상 공사규모(금액) 하향

3. 분석결과

0.29%

시공사

구분	주요 내용
운영 및 효과	<ul style="list-style-type: none"> ·공사안전보건대상 작성시 설계안전보건대상에서 작성된 유해위험요인 및 감소대책과 위험성평가 내용 등을 반영하여 작성해야 하나 설계사의 능력에 따라 작성 내용에 대한 차이가 큼 ·발주자에 의무를 부여한 점은 긍정적이나, 그 이상의 실효성이나 특별한 영향은 없음 ·발주자가 점검(3개월)은 알고 있으나 형식적이며, 작성, 검토, 이행 부분은 관여 안함 ·기본안전보건대상 및 설계안전보건대장은 일반적인 안전관리 내용들이 수록되어 현장의 특성을 담지 못하는 상황
문제점	<ul style="list-style-type: none"> ·대부분의 설계안전보건대장은 현장 특수성 등이 반영되지 않아 공사안전보건대상 작성에 어려움이 존재 - 현장여건, 최신 사고 사례 등이 반영안되고 정해진 매뉴얼대로만 작성되고 있는 상황임 ·기존 안전관리 서류들과 내용이 중복됨 ·안전보건대상 제도 외에도 안전관련 서류작업들이 많아 현장안전을 챙기기 어려움 ·작성과 관련된 상세 가이드라인 필요 ·안전보건대상 제도가 공사기간, 공사비에 영향을 미치지 않는 것 같음 ·민간공사로 자체 발주했기 때문에 안전보건대상 제도가 대부분 형식적으로 이루어짐

3. 분석결과

0.29%

시공사

구분	주요 내용
개선방안	<ul style="list-style-type: none"> ·중소규모 현장에 대한 제도관련 설명필요(감독기관 주치) ·작성과 관련된 상세 가이드라인 필요 ·대장 작성분을 감독기관에 제출하는 의무를 마련하여 의무이행 독려 필요 ·재해예방기술지도 수검 시 대장 작성 및 이행여부 등을 점검 항목에 추가 필요 ·정부 기관, 인허가 기관, 감리 등에서 중간에 모니터링하는 제도 필요 ·마일스톤을 통해 공정 단계별로 나눠 작성하는 방안 필요

3. 분석결과

기술지도 기관

구분	주요 내용
운영 및 효과	<ul style="list-style-type: none"> ·발주자가 기본 설계 공사안전보건대장을 전부 위탁하는 경우와 설계자와 시공자가 각각 안전보건대장 작성을 위탁하는 경우가 존재 ·발주청은 안전보건대장 작성 의무를 알리면 비교적 잘 작성하지만, 민간은 작성에 대한 반발이 일부 존재
문제점	<ul style="list-style-type: none"> ·설계 공사안전보건대장의 주체를 각각 설계자와 시공자로 명시되어 있지만 비용산정을 발주자가 하지 않아 ·설계자들이나 시공자들이 안하면 좋겠다는 생각을 일반적으로 갖고 있어 굳이 열심히 작성하려고 하지 않음 ·발주자는 안전보건관리비를 사용할 수 없으니, 기본안전보건대장에 대한 기본 포맷만 받으면 계속 돌려막기 하는 실정 ·간혹 지도기관에 작성과 적정성 검토까지 한번에 부탁하는 발주자도 존재
개선방안	<ul style="list-style-type: none"> ·공사안전보건대장 이행점검과 기술지도를 연계함(단, 별도의 비용 산정)

4. 제도 개선 방향

1 제도적 측면

- (기본, 설계, 공사)
 - 공사비 외에도 공종별 대상 적용, 검토 전문가 지정 요건 확대
- (기본, 설계)
 - 공종별 작성관련 구체적인 매뉴얼 제공, 대가 가이드라인 제시(공사 포함)
 - 공사 착공 전 인허가 시 기본 및 설계안전보건대장 제출(타법 개정)
 - 유해위험방지계획서 심사 시 제출
 - 기술지도 계약 시 기본 및 설계안전보건대장 작성 여부 확인
- (공사안전보건대장)
 - 발주자의 조치에 대해 시공자의 반복적인 미이행에 대한 벌칙 조항 신설
 - 발주자의 조치 사항과 시공자의 이행여부를 확인(기술지도 제도 연계, 유해위험방지계획서 현장 이행 확인 연계)
 - 기술지도와 유해위험방지계획서 이행 점검 내용으로 공사안전보건대장의 작성 및 관리에 대해 검토
 - 최초 위험성평가를 공사안전보건대장 초기 작성으로 인정
 - 공정별로 안전보건대장을 작성(공종별 안전보건대장으로 세분화)-총괄 안전보건대장, 공종별 안전보건대장
 - 감리자의 대장 확인하는 방안

4. 제도 개선 방향

0.29%

2

작성 내용 측면

- (기본안전보건대장)
 - 유해위험요인 감소대책 작성 방법에 대한 보완(가이드, 표준 제시)
 - 유해위험요인 감소대책을 설계안전보건대장 작성으로 변경 검토(공공 공사)
- (설계안전보건대장)
 - 설계자가 실시한 위험성평가 결과를 포함(제거, 대체, 기술적 대책으로 도출한 결과)
 - 신기술, 신공법 적용에 대한 평가 포함
- (공사안전보건대장)
 - 설계변경 시 설계 위험성평가에 대한 내용 포함
 - 안전대책 내용 보다는 이행 결과 확인 내용(사진) 중심으로 작성(계획서가 아닌 확인 서류의 성격)

4. 제도 개선 방향

0.29%

3

전반적인 개선 측면

- 안전보건대장이 갖는 성격을 재정립하고, 성격에 맞도록 재구성(시기와 내용)
- (기본안전보건대장)
 - 발주자의 법적 의무를 고지하고 인지하는 내용으로 변경
- (설계안전보건대장)
 - 설계안전성검토 보고서 작성한 경우,
최소한의 내용만 작성하고 설계안전성검토보고서 대치
- (공사안전보건대장)
 - 발주자(또는 감리자)가 공사 진행 중 발생한 안전과 관련된 이슈와 안전보건계획 이행여부,
법적인 의무 이행여부들 확인하는 일지 성격으로 변경

5. 결론

- 안전보건대장 제도의 실효성 확보
 - 제도의 성격을 분석 & 이행력을 확보
- 제도 측면의 보완 & 작성 내용 측면의 보완
 - 책임과 연계성
- 제도의 전반적인 재설계
 - 생애주기(계획-설계-시공) 동안 상호 유기적인 관계를 설정
 - 발주자-설계자-시공자의 상호 연계와 적절한 모니터링

"Safety is everyone's job."

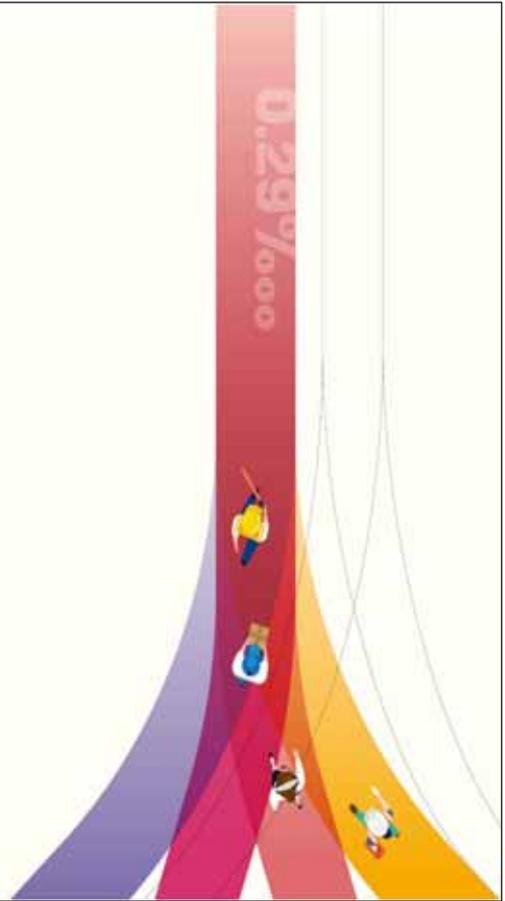
감사합니다.

3. 공정안전관리 제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

2023 산업안전보건월

공정안전관리 제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

발표자: 김형석 (주)헤르스 대표



공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

발표자 소개



- 발표자** 김형석 hyoungseok.kim@herss.co.kr
- 현 직** 주식회사 헤르스(HERSS Co., Ltd) 대표이사
- 학 력** 서울과학기술대학교 안전공학과 졸업
서울과학기술대학교 대학원 안전공학(화공안전) 석사
서울과학기술대학교 에너지환경대학원 박사
- 경 력**
 - 前) DB하이텍(주), 시설환경팀 안전보건환경 담당, 신사업 (반도체설계) PM / 공정개발 / 혁신팀 MBB, 부장회사
 - 現) 환경부, 환경R&D 혁신위원회의 환경보건분과 위원장
 - 現) 연구실안전관리사 평가위원 (2022년 ~)
 - 現) 재단법인 피플 미래일터 안전보건포럼 위원(전, 사무총장)
 - 現) 과학기술정보통신부 국가연구안전관리본부 연구실정책팀 인증심사위원
 - 現) 한국연구실안전전문가협의회 연구 부위원장, 이사
 - 現) 한국보건안전단체총연합회 초대 이사
 - 現) 중소기업기술정보진흥원 평가위원(안전보건 기술평가, 기술과제 심사)
 - 現) 안전보건공단 교육팀 전문화교육(전자산업 보건전문가 과정) 강사
 - 前) 음성/제천 /충주지역 PSM협의회 회장
 - 前) 대한산업안전협회 특별자문위원(안전분야 4차산업기술 응용 기술자문)
 - 前) 대한산업안전협회 PSM, 위험성평가 교육 강사



2023 산업안전보건월 달  (주)헤르스
HERSS Co., Ltd
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

발표자 소개

0.29%¹⁰⁰⁰

학술논문

- 1) 김형석·유기문·김래현, "NASNet을 이용한 이미지 시맨틱 분할 성능 개선", 한국화학공학회 논문집, 2019
- 2) 김형석·김계범·김래현, "지역난방 열배관단 운영데이터 기반의 파수확률 모델 개발", 한국화학공학회 논문집, 2017
- 3) 박달재·김형석·이영순, "질리탄 Simulant를 이용한 비비탄총 탄환의 위험성에 관한 실험적 연구", 한국안전학회 논문집, 2011
(외 5건 논문게재, 학술발표 10건) - 총 18건

졸업논문

정량적 위험성 평가를 기반으로 하는 안전의사결정 모델 개발(석사학위논문)
멀티미디어 빅데이터 활용을 위한 인공지능망 기술과 안전성 평가 적용에 관한 연구(Ph.D 논문, **우수논문상 수상**)

주요 프로젝트

- 공정안전보고서 제출대상 및 이행상태평가의 합리적인 개선방안 (연구 책임자) - 진행중
- 화학사고 예방관리를 위한 감지감보체계 최적화 예측 및 운영기술 개발 (연구책임자) - 진행중
- 화학물질 누출사고 영향범위 예측 및 사고원인 분석을 위한 오픈소스 3차원 CFD 프로그램 개발 - 진행중
- 전자업종 산업생태계 맞춤형 안전보건모델 개발 연구 (연구책임자)
- 전자산업 PSM제도 합리화 방안 (연구책임자)
- 지능형 시설물 안전보건지침이 어시스턴트 개발 (연구책임자)
- 화학설비 건전성 안전관리 체계 개발
- 과학기술계 졸업(연) 연구실안전환경 분석 및 개선 방안 연구
- 징유 및 석유화학 사업장의 압력방출장치(PSV) 검사주기의 합리적 개선 방안 연구
- 공정안전보고서 이행상태평가 및 재제출 제도의 개선 방안
- 인공지능 기반의 뇌종양 분할 영역 성능 분석 알고리즘 예비성능평가 (서울아산병원) (연구책임자)
- 화학산업 선진 안전보건모델개발 (연구책임자)

- 딥러닝 기술을 활용한 화학물질 안전관리의 정당성 질의응답 알고리즘 개발 (연구책임자)
- 방사선의공학 서비스산업의 이미지메이킹 기술을 활용한 치료효과 예측 의사(醫師) 지원 기술 개발 (연구책임자)
- 시설물 안전지침이 로보어드바이저 플랫폼 개발 (연구책임자)
- 공정안전보고서 운영항상과정 교육프로그램 개발 (연구책임자)
- PSM기술기존해설과정 교육프로그램 개발 (연구책임자)
- 빅데이터를 활용한 가스설비의 안전진단 방법론 연구
- PSM 사업성과 측정 및 효과분석에 관한 연구
- 화학사고 예방을 위한 공정안전관리(PSM)제도 개선방안
- (주) SA 전기 화재·폭발 위험성 평가, (주) SA 반도체 안전진단
- 가스안전관리 성과측정 기술 개발
- 가상사고시나리오 선정 프로그램 개발(I, II), 중대산업사고 사고사례 데이터 베이스 구축 연구(I, II)
- 제조업종의 위험성평가 제도 도입에 관한 연구

등 외 23개 프로젝트 수행

2023 산업안전보건의 달  (주)헤르스
HERSS Co., Ltd

공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

목차

0.29%¹⁰⁰⁰

- I. (어제) 공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전
- II. (오늘) 공정안전관리(PSM)제도 문제점
- III. (내일) 공정안전제도 개선 방향
- IV. 설문조사

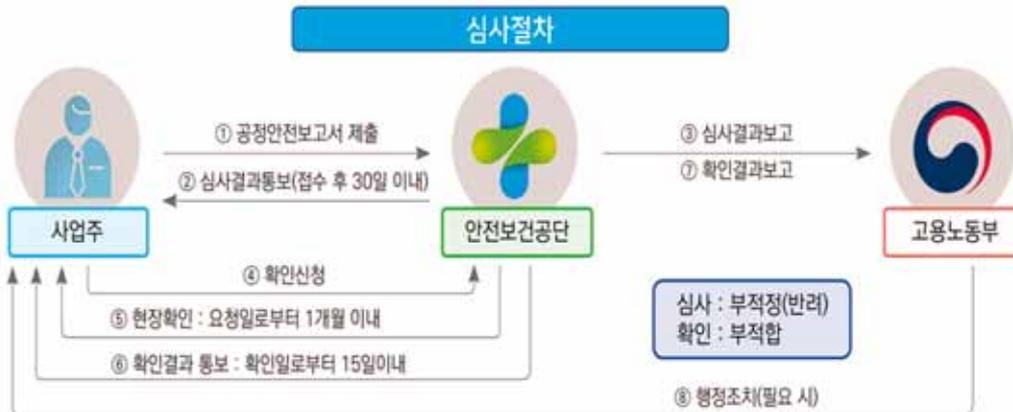
2023 산업안전보건의 달  (주)헤르스
HERSS Co., Ltd

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

1 공정안전관리(PSM)제도

0.25%

- ✓ 산업안전보건법(제44조)에서 정하는 유해·위험물질을 제조·취급·저장하는 설비를 보유한 사업장은 그 설비로부터의 위험물질 누출 및 화재·폭발 등으로 인한 '중대산업사고'를 예방하기 위하여 공정안전보고서를 작성·제출하여 심사 확인을 받도록 한 제도
- ✓ '95년 도입되어 시행되는 공정안전관리(PSM)제도는 석유화학공장 등 화학업종 (7개 업종)과 화학물질(51종)을 취급하여 중대산업사고 발생가능성이 높은 유해·위험 설비를 보유한 **사업장이 스스로 화학사고 예방시스템을 자기규율적으로 구축·운영하도록 유도하는 제도**



*출처 : 안전보건공단

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

2 위험경보제

0.25%

중대산업사고를 선제적으로 예방하기 위해 '14년부터 PSM사업장을 대상으로 화학사고 위험경보제 실시 ('14년 시범사업 시작, '15년부터 PSM 등급이 확정된 전체사업장을 대상으로 확대)



2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

3 PSM 제도의 변천과정 (1/2)

0.29%⁰⁰⁰

96년 본격 시행이후 대부분 제도 강화, 28년째 운영

도입시기	도입내용
'95. 1. 5.	산업안전보건법(제49조의2)에 도입
'96. 1. 1.	본격 시행
'00. 1. 7.	[완화] 5년 주기의 공정안전보고서 재제출·재심사 규정 폐지
'05. 3. 31.	[강화] 중방센터 설치(4개) 및 공정안전보고서 이행상태평가 제도 도입 : 4년주기 이행상태평가, 보완상태 불량경우 PSM보고서 재제출
'11. 7. 25.	[강화] 심사완료 이전에 관련 설비 가동금지 조항 추가
'14. 1. 1.	[강화] 공정안전보고서 제출대상 사업장 규모 확대 : 5인 이상 → 전 규모 사업장
'14. 9. 13.	[강화] 공정안전보고서 제출대상 물질 확대 : 21종 → 51종
'15. 4. 1	[강화] 선제적 화학사고예방을 위한 '위험경보제' 전면시행
'16.	중소규모사업장을 위한 e-PSM 보급
'16. 8. 18.	[강화] 이행상태평가 항목 확대(97개 → 162개), 협력업체 강화 등
('20.1.16)	[조정] PSM 규정량 조정(18개 감소, 21개 증가)

*참조 : Process Safety Management System (2022. 11. 21)

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 이해와 모습, 그리고 내일



I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

3 PSM 제도의 변천과정 (2/2)

0.29%⁰⁰⁰

2023년 5. 31. 현재 PSM 대상 사업장 2,176개



* ('14.01.01.) 공정안전보고서 제출 대상 사업장 규모 확대 (전 규모 사업장으로 확대)

** ('14.09.13.) 공정안전보고서 제출 대상 유해·위험 물질 확대 (21종→51종)

*** (2022년 12월 31일 기준) 미부여 사업장 : 308개소

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 이해와 모습, 그리고 내일



I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

4 PSM 성과

0.29%⁰⁰⁰

공정안전자료 체계화

- 유해위험물질 List 관리 및 위험성 파악
- 장치, 동력기계 등 안전장치 이력관리
- 폭발위험장소 구분 및 방폭기기 선정
- PFD 및 P&ID의 최신화
- 전기단선도의 최신화

공정위험성평가의 정착

- HAZOP 기법 등 정성적 위험성평가의 보편화
→ 전사업장으로 확대
- FTA, ETA 기법 등 정량적 위험성평가에 의한 피해예측 가능
- 공정안전 전문가 양상으로
공정안전시장 확대

PSM제도 성과

(Plan-Do-Check-Action)

- 안전작업 허가제의 정착(Work Permit)
- 사전 안전확보 후 정비보수 등 작업의 생활화
- 변경요소관리(Management of Change)
- 자율공정안전관리(변경시 위험요소 파악 후 개선)
- 생산 Line 위주의 공정안전관리 정착

- 최악의 시나리오에 기반한 대응전략 수립
- 정기적인 훈련으로 인한 비상시 대비
- 주민홍보(정보공유, 대피, 응급조치 등)

안전운전계획의 문서화 및 실행

비상조치계획 수립 및 훈련

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

5 (어제) 제도 개선 노력 (1/5)

0.29%⁰⁰⁰

(어제)반성

(오늘)개선



2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

5 (어제) 제도 개선 노력 (2/5)

0.29%⁰⁰⁰

지속적인 화학사고 발생

↓

개선: 법령 및 인프라 개선

- ◆ **산안법 시행규칙·고시 개정**
 - 확인 기간 단축, 정량적 위험성 평가 강화, 피해예측 평가 및 대응
 - 이행상태평가 내실화: 항목 확대 (97개→152개), 협력업체 강화
- ◆ **화학사고 위험경보제 도입**
 - 화학사고 유발 가능성이 큰 위험 징후를 사전에 파악하고 안전조치 여부를 확인하여 개선 ('15.4.~)
- ◆ **회분식 반응기 보유 사업장**
 - 자율점검 체크리스트 배포, 속도 발행, 기술지도
- ◆ **중대산업사고 등 사고 발생 시 작업 중지·진단명령 확인 강화**
- ◆ **전문인력 보강**
 - 중방센터 인력 확대 (48명), 기술분야의 전문가 배치
- ◆ **전문기술 교육 강화**
 - 중방센터 모든 직원이 참여하는 워크숍 개최 (6회)
 - 국내외 전문 기술 습득 연수 기회 확대

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스
공정안전관리제도의 이해와 모습, 그리고 내일 HERSS Co., Ltd

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

5 (어제) 제도 개선 노력 (3/5)

0.29%⁰⁰⁰

중소 영세 사업장 증가

↓

e-PSM 도입, 매칭 컨설팅 등

- ◆ **PSM 보고서 작·성관리 능력이 부족한 소규모 사업장의 공정안전관리 지원 및 IT 기반 공정안전관리 업무 환경을 구축**

*매칭컨설팅
: 우수(P등급) 사업장이 소규모 30명 미만 사업장에 안전 관리 운영 기술 등을 전·수지원하고 기술지원 사업장은 점검 면제 등 인센티브 부여

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스
공정안전관리제도의 이해와 모습, 그리고 내일 HERSS Co., Ltd

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

5 (어제) 제도 개선 노력 (4/5) 0.29‰

리더십 및 근로자 참여 미흡

↓

법령 개선, 이행상태평가 항목 개선

◆ **이행상태평가 및 점검 강화**

- 경영층 및 근로자 면담 강화, 이행상태 평가 면제 제외

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일 HERSS Co., Ltd

I. (어제)공정안전관리(PSM)제도의 도입과 발전

5 (어제) 제도 개선 노력 (5/5) 0.29‰

화학물질 취급 사업장 중복 규제

↓

PSM/RMP/ORR 중복완화 검토반 운영

◆ **검토반 운영**

- 고용부, 환경부, 화학물질안전원, 안전보건공단 및 대학교수, 컨설팅 전문가 등 참여

◆ **통합보고서**

- MODULE화 하여 중복되는 부분은 통합
- 순차심사 등 공동심사 추진으로 심사 내용 공유 및 상호 인정

◆ **검사 중복 완화**

- 안전보건공단이 화관법 상 검사에 참여

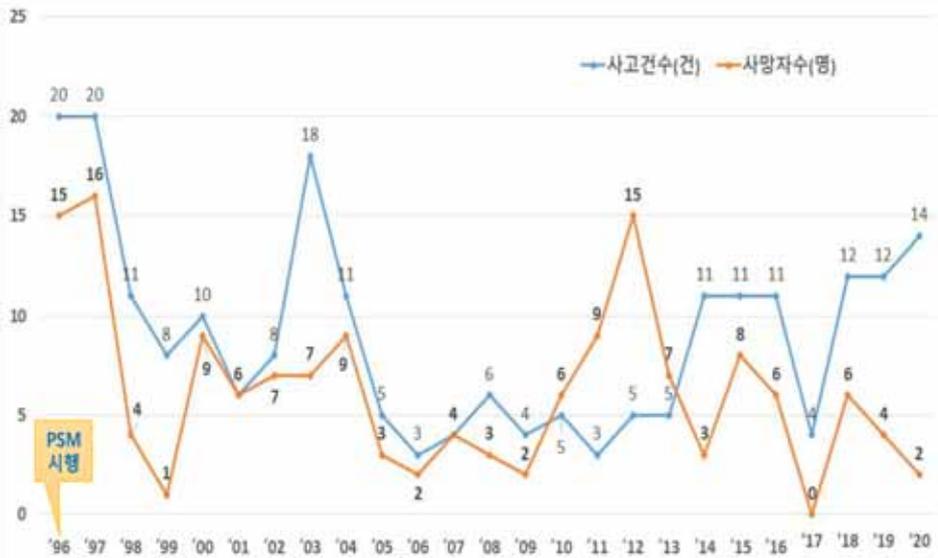
2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일 HERSS Co., Ltd

II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

1 중대산업사고 통계

0.29‰

PSM제도 도입 전후 매년 7~8건의 중대산업사고 발생*



* 인용) 21년 중대산업사고 사례집

II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

2 중대산업사고 현황 및 분석* (1/3)

0.29‰

◆ **최근 16년간('05년 ~ '20년) 115건 발생(사망자 80명, 부상자 363명)**

- '14년 이후 매년 11~14건 발생('17년 4건 발생)
- '14년부터 '14년 이전 보다 다수 발생

※ 2014년 이후 중대산업사고의 정의가 사망자가 아닌 부상자 1명 이상 발생한 화재, 폭발 및 위험물질 누출사고로 명확해지고 PSM 대상사업장이 확대되면서 급격하게 증가됨.

◆ **115건 중 경남권 31%(36건), 충남권 21%(24건), 전남권 15%(17건) 발생**

- '20년에는 최근 16년 중 사고건수 최다(14건) 발생

◆ **석유화학공장이 밀집된 울산지청(27건) 및 여수지청(15건) 관내에서 다수 발생**

- 특히, 전남권의 경우 17건 중 88%(15건)이 여수지청 관내에서 발생

◆ **사망자 80명 중 원청업체에서 61%(49명), 하청업체에서 39%(31명) 발생**

- '05년 이후 사망자는 2012년까지 증가하다가 이후 감소 추세
- '05년 최고를 기록한 부상자수(77명)는 점차 증가 추세
- 사망자는 경남권(20명), 경북권(15명), 충남권(12명), 충북권(12명) 순으로 발생

* 인용) 21년 중대산업사고 사례집

II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

2 중대산업사고 현황 및 분석* (2/3)

0.29%⁰⁰⁰

- ◆ **사망자 2명 이상 14건, 사망자 1명 26건 발생**
 - 부상자만 발생한 사고가 72건, 인명피해 없는 사고는 3건 발생
 - 중요사고* 23건, 중대사고** 15건 발생
- ◆ **사망자는 정비보수(33명), 정상운전(21명), 시운전(20명) 순으로 발생**
 - 원청업체 사망자는 시운전 또는 정상운전 중 주로 발생(49명 중 37명)
 - 하청업체 사망자는 정비보수 중 발생(31명 중 25명)
- ◆ **인화성액체(58건), 인화성가스(16건), 부식성물질(14건) 순으로 발생**
- ◆ **운전(작업) 상황은 정상운전(50건), 정비보수(41건) 순으로 발생**
- ◆ **안전운전절차(55건)와 안전작업허가절차(32건) 미준수로 주로 발생**
- ◆ **정상운전 중 사고는 반응설비(20건), 저장설비(9건) 순으로 발생**
 - 정비보수 중 사고는 저장설비(12건), 이송(배관)설비(10건) 순으로 발생

* 인용) 21년 중대산업사고 사례집

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일



II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

2 중대산업사고 현황 및 분석* (3/3)

0.29%⁰⁰⁰

- ◆ **석유화학 사업장 사고는 주로 경남권(12건)과 전남권(11건)에서 발생**
 - 화학업종 사업장 사고는 충청권(충남·충북)에서 50%(4건) 발생
- ◆ **시간대별로는 10~12시(24건), 14~16시(19건), 8~10시(18건) 순으로 발생**
 - 정상운전, 정비보수, 입출하 작업 중 사고는 주로 오전(8~12시)에 발생
- ◆ **사망자는 10~12시(17명), 8~10시(16명), 14~16시(13명) 순으로 발생**
 - 특히, 협력업체 사망자의 55%(17명)은 오전(8~12시)에 발생
- ◆ **전체 발생건수(115건)의 78%(90건)가 인적원인에 의해 발생**
 - 전체 사망자(80명)의 90%(72명)가 인적원인에 의해 발생
- ◆ **최근 5년간 중대한 결함* 93건 발생**
 - 경남권(31건), 충남권(21건), 전남권(13건) 순으로 발생
 - 운전(상황)별로는 정상운전 중 73%(93건 중 68건 발생)하였으며, 운전중에는 사고현장에 근로자가 없어 인명피해로 이어지지 않은 경우가 많음

* 중요사고 : 동시에 2명 이상 사망하거나 3명 이상 사소한 중대재해(사망자 1명 포함)

* 인용) 21년 중대산업사고 사례집

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일



II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

3 PSM제도의 문제점 (1/6)

0.25%⁰⁰⁰

① Paper Safety → 서류작성때문에 현장 갈 시간이 없다. 1년간 어~~마어마한 안전작업허가서, 심사에만 필요한 공정안전보고서

PSM 12대 실천 과제별 세부 추진사항

번호	실천과제	세부 추진사항	번호	실천과제	세부 추진사항
1	공정안전리스크의 주기적인 보완 및 체계적 관리	<ul style="list-style-type: none"> 공정안전리스크 보완 및 관리규정 제정 공정안전리스크 관리시스템 구축 및 주기적 보완(완전 관리) 보완내용 공지 및 공정안전리스크 재검토체계 확립 	7	근로자실질생활에 대한 실질적인 PSM 교육	<ul style="list-style-type: none"> 연간 교육계획의 수립 및 실행 PSM 교육 요소를 교육과제 확립 계속형 PSM 교육 및 성과측정
2	공정위험성평가 체계 구축 및 사후관리	<ul style="list-style-type: none"> 공정위험성평가 통합체계 수립 시행 사업장 자체적인 위험성평가체계 구축 주기적인 위험성평가 실시 및 평가결과 사후관리 	8	유해 위험성평가 기준(사후) 관련 안전성향	<ul style="list-style-type: none"> 유해 위험성평가에 대한 실무별 기준을 확립 및 주기적인 보완 기준선 점검 실시, 현장실정에 따라 시용한 여부 판단 유해위험요인 제거 후 기준
3	안전문헌철거 보완 및 준수	<ul style="list-style-type: none"> 안전문헌철거시 절차 및 체계화 안전문헌철거시 주기적인 보완 안전문헌철거 준수여부를 체계적으로 확인하기 위한 체계구축 	9	실제 유해 위험성 관리 철저 준수	<ul style="list-style-type: none"> 변경의 범위(변경)기준을 명확하게 설정(적용) 변경사후 발생 시 변경관리 철저 준수 변경관리위원회 실질적인 활동 등
4	실제 위험성평가에 따른 효율적인 관리	<ul style="list-style-type: none"> 실제 위험성 평가를 통한 분류체계 수립 및 철저한 유지관리 실제 위험성 평가의 적성, 동종계통수준 후 평가 등 실시, 철저이행관리 실제 위험성 평가의 유지보수시스템 구축(도용화) 	10	적용된 지체입사 실시 및 사후관리	<ul style="list-style-type: none"> 장기적인 지체입사 계획 수립 실시 지체입사 점검(체크리스트)의 주기적 실시 지체입사 관리 및 관련부서
5	직업서거절차 준수	<ul style="list-style-type: none"> 주기적인 안전작업허가서 개선 보완 안전작업허가서 절차(발급/승인) 철저 준수여부 확인 안전작업허가서 내용 이행여부 수시점검 	11	정확한 사고현황기록 및 재발방지	<ul style="list-style-type: none"> 이차사고(현장사고)를 포함하여 사실대로 기록 동종업에 사고사례 분석 활용 재발 방지 사고
6	도급업체 선정 시 안전관리 수준 반영	<ul style="list-style-type: none"> 적용된 평가체계 구축 	12	비상대응 시나리오 작성 및 주기적인 훈련	<ul style="list-style-type: none"> 연간 훈련 주기적

규제강화 ↑

소모적인 규제!

작동성 ↓

사업주

안전관리자



II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

3 PSM제도의 문제점 (2/6)

0.25%⁰⁰⁰

② 사업장 특성에 맞는 PSM 제도 정착 미흡 (작동성 결여) → 대부분 PSM 보고서 작성은 컨설팅 업체에서, 첨단기술 및 신산업의 출현

*출처: 안전보건연구원

※ 공정안전보고서 제출 대상 업종

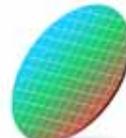
업종	업종분류코드
질소 화합물, 질소-인산 및 칼리질 화합물로 제조업	20311
복합비료 및 기타 화합비료 제조업	20312
화학 실금, 상용제 및 농약용 약제 제조업	20321
화학 및 불꽃제품 제조업	20494

※ 질소 화합물, 질소-인산 및 칼리질 화합비료 제조업 중 질소질 비료 제조
 ※ 합성수지 및 기타 플라스틱제품 제조업은 별표 13의 제1호 또는 제2호에 해당하는 경우로 한정
 ※ 복합비료 및 기타 화합비료 제조업 중 복합비료 제조(단순혼합 또는 배합)에 의한 경우는 제외
 ※ 화학 실금, 상용제 및 농약용 약제 제조업은 농약 원재 제조업 해당

▶ 현재 무해, 친환경 농약 제조도 PSM 대상!



배터리산업



반도체-디스플레이산업



로봇-자동화산업

H₂

수소에너지산업



일률적 제출대상기준

제출대상이 일률적 업종으로 지정·분류되고 있어 다각화 필요

新산업 적용이 어려운 제도

초기 석유화학에 초점을 맞춰 만들어진 제도. 신산업에 필수적으로 필요하지만 제도 적용에 맞지 않는 부분이 있음.

컨설팅 업체 대행

대부분 PSM 보고서 작성을 컨설팅 업체에 의존하여 작동성 결여

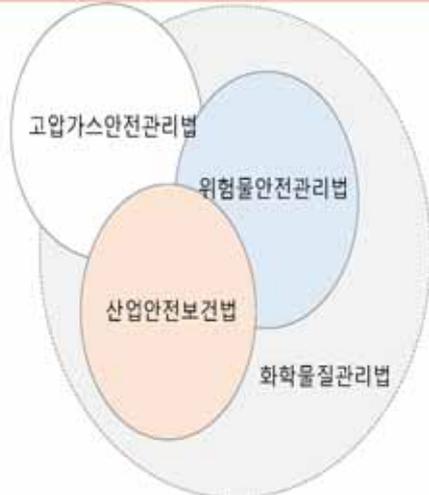
II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

3 PSM제도의 문제점 (4/6)

0.25%⁰⁰⁰

③국내 화학사고예방제도의 중복규제 → 화학물질관련 사고(중대산업사고)는 다수의 사상자 외 국민 안전과 직결되는 문제로 인식, 화학물질 관련 법령의 중복성 높음

화학물질 취급사업장의 주요규제



화학사고 예방제도



* 소병형장은 대통령령으로 정하는 제조소등에 대하여 행정안전부령으로 정하는 바에 따라 예방규정의 이행 실태를 정기적으로 평가할 수 있다. <신설 2023. 1. 3.> [시행일: 2024. 7. 4.]

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일



II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

3 PSM제도의 문제점 (5/6)

0.25%⁰⁰⁰

예) 법률의 복잡성 → 관련부처로는 고용노동부, 환경부 등 8개부처 총 법령은 28종

소관 부처	법령명
고용노동부 (1)	산업안전보건법
환경부 (8)	화학물질관리법, 수질환경보전법, 자연환경보전법, 토양환경보전법, 폐기물관리법, 대기환경보전법, 잔류성오염물질 관리법, 물환경보전법
행정안전부 (4)	위험물안전관리법, 소방기본법, 소방시설공사업법, 소방시설설치유지법
과학기술정보통신부 (2)	연구실 안전환경 조성에 관한 법률, 원자력안전법
농림수산식품부 (2)	농약관리법, 사료관리법
여성가족부 (4)	식품위생법, 약사법, 화장품법, 마약류관리에 관한 법률
산업통상자원부 (6)	고압가스안전관리법, 대외무역법, 액화석유가스의 안전관리 및 사업법, 오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률, 화학무기·생물무기의 금지와 특정화학물질·생물작용제 등의 제조·수출입 규제 등에 관한 법률, 품질경영 및 공산품 안전관리법
기획재정부 (1)	관세법

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일



II. (오늘)공정안전관리(PSM)제도 문제점

3 PSM제도의 문제점 (6/6)

0.25%

예) 법률의 복잡성

예) <황산(Sulfuric Acid, CAS No.7664-93-9) 안전관련 법률>

- ✓ 산업안전보건법 - 고용노동부
- ✓ 화학물질관리법 - 환경부
- ✓ 위험물안전관리법 - 국민안전처
- ✓ 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 - 미래부
- ✓ 대기환경보전법 - 환경부
- ✓ 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 - 환경부
- ✓ 폐기물관리법 - 환경부
- ✓ 고압가스안전관리법 - 산업통상자원부 : (해당사항 없음)

(산업안전보건법)

- 작업환경측정물질
- 관리대상 유해물질
- 특수건강진단물질
- 노출기준설정 물질
- 건강관리 수첩 적용 대상물질
- 허용기준 대상 유해 물질
- 특별관리대상 유해 물질

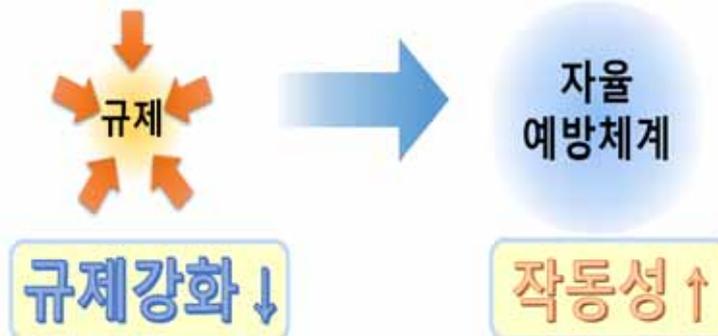
III. (내일)공정안전제도 개선 방향

1 PSM제도 개선 방향 (1/5)

0.25%

PSM제도 개선의 핵심 방향은

- ✓(기업) 스스로 화학사고예방 체계를 지속적으로 갖추도록 하는 것
- ✓(국가) 사업장 스스로 화학사고예방 체계를 지속적으로 갖추도록 지원하는 것



만약 사업장 스스로 화학사고예방 체계를 지속적으로 갖추는 노력이 부족하여 중대사고가 발생할 경우

중대재해처벌법 적용 가능성 ↑

Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

1 PSM제도 개선 방향 (2/5)

0.25%₀₀₀

- ✓ '95년 도입되어 시행되는 공정안전관리(PSM)제도는 석유화학공장 등 화학업종 (7개 업종)과 화학물질(51종)을 취급하여 중대산업사고 발생가능성이 높은 유해·위험 설비를 보유한 **사업장이 스스로 화학사고 예방시스템을 자기규율적으로 구축·운영하도록 유도하는 제도**

PSM제도 개선 방향



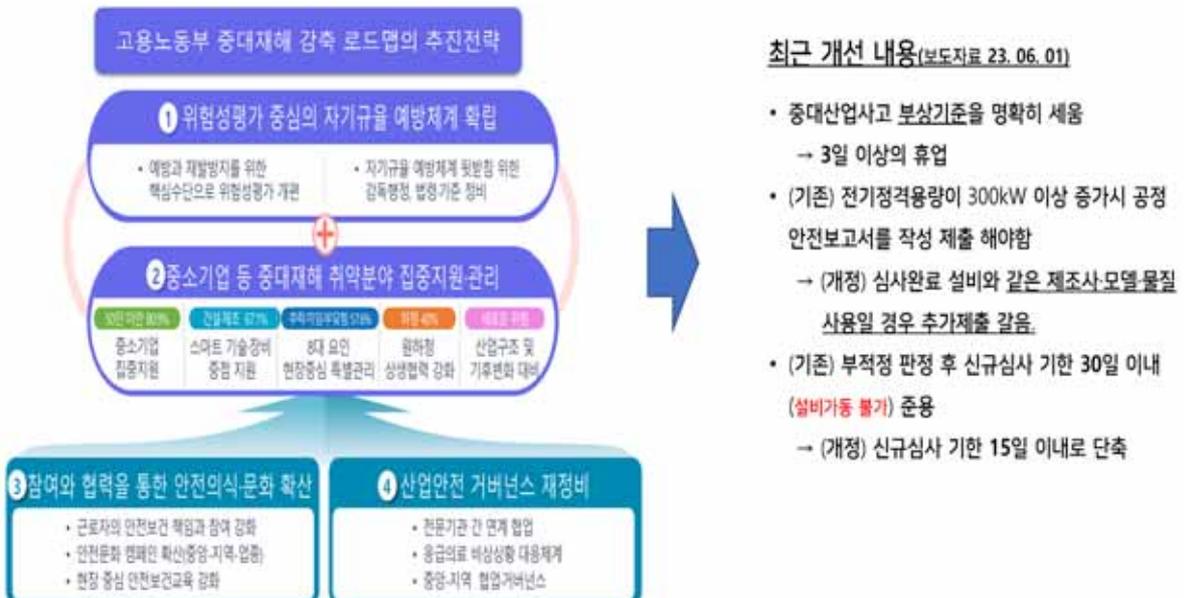
2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd

Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

1 PSM제도 개선 방향 (3/5)

0.25%₀₀₀

고용노동부에서는 자기규율 예방 체계를 중심으로 하는 중대재해 감축 로드맵 발표



*출처: 고용노동부

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd

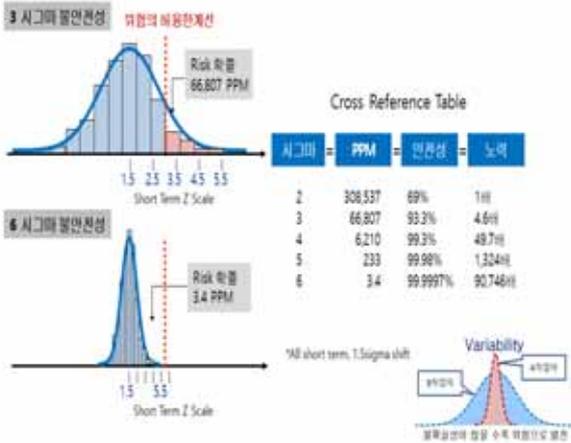
Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

1 PSM제도 개선 방향 (4/5)

0.29‰

- (과거) 사고사망만인을 절반줄이기(2022년까지 사고사망만인을 0.27‰/1000 달성을 목표)
- 2022년 산재로 인한 사고사망만인율은 0.43‰/1000

시그마 수준별 노력의 차이 (2시그마 수준 기준)



이론적인 중대결함 건수 목표(2022년)

화력사고 중대결함을 '유해위험설비를 보유한 사업장의 사업주는 그 설비로부터의 위험물질 누출, 화재, 폭발 등으로 인해 사업장 내의 근로자에게 즉시 피해를 주거나, 사업장 인근지역에 피해를 줄 수 있는 결함'

연도	사고사망 만인율	각사업장 평균근로자 수	사고 사망자 수	중대결함 건수	사고사 수준	노력의 정도 (모든 차원)
2017년	0.52‰/1000	20,045명	1043명	625,800건	5.36	1
2018년	0.51‰/1000	20,045명	1023명	613,800건	5.39	1.02배 ('17년기준)
2022년	0.27‰/1000	20,045명	542명	325,300건	5.54	1.92배 ('17년기준)

* 2019년 상반기 총 평균근로자 수는 20,045명

- Frank Bird 1:10:30:600 이론 적용
- 중상 또는 폐질 1일 대 경상(물적 또는 인적상해) 10, 무상해사고 (물적 손실) 30, 무상해 및 무사고고장(위험순간) 600의 비율

2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd

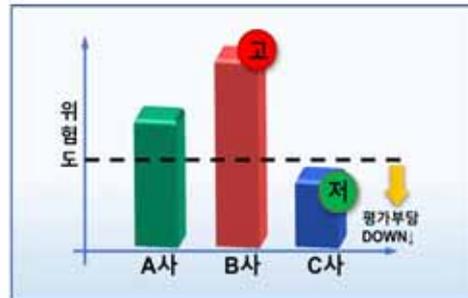
Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

1 PSM제도 개선 방향 (5/5)

0.29‰

PSM 범위 UP ↑

PSM 제출 대상·이행상태평가 합리적 재조정, 자기규율 예방체계 확립, 비합리적 요소 DOWN ↓



주요 개선 내용

- 공정안전보고서 제출 대상 및 내용의 합리적 조정
 - 업종·규정량에 따라 일괄적으로 적용되고 있는 공정안전보고서 제출 대상 기준을 공정·물질 유해·위험성을 기준으로 차등 적용
 - 공정안전보고서 제출 대상 차등관리에 따른 제출 내용, 심사확인 방법, 이행상태평가·점검 항목 조정
- 공정안전보고서 이행상태평가 등급의 합리적 조정
 - 현재의 P/S/M+/M- 4단계 이행상태평가 체계의 개선
 - 이행상태평가 등급 조정에 따른 제도 운영방안 및 관련 혜택과 규제의 타당성 검토
- 타부처 유사제도의 차별화 전략
 - 환경부 화학사고예방계획서, 산업부 안전성향상계획서 등과의 비교 분석
- 상기 방안 마련에 따른 법령(고시 포함) 개정안 마련 및 법령 개정에 따른 규제영향 분석

헤르스 HERSS Co., Ltd

III. (내일)공정안전제도 개선 방향

2. 제출대상 개선 방향

0.25%⁰⁰⁰

물질 취급량에 따른 차등 규제 적용 방안 검토 중

구분	고 준/1tier	중 준/2tier	저 준/3tier
업종			
규정량	물질 제조·취급량에 따른 차등 규제 적용 방안 검토 중		

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일



III. (내일)공정안전제도 개선 방향

3. 이행상태평가 개선 방향 (1/8)

0.25%⁰⁰⁰

S/A/B/C/D 혹은 S/A/B/C/D/F 등급으로 구분하고, PSM 등급별 차등관리

(※ 개선 방안은 연구자의 의견으로 고용노동부 의견과 다를 수 있음)

구분	S (95점 이상)	A (90점 이상)	B (80점 이상)	C (70점 이상)	D (70점 미만)	F (60점 미만)
	최우수	우수	보통	부족	미흡	불량
점수	사고분석, 현황분석, 사업장 의견수렴, 전문가 의견 수렴 등을 통해 최종 제안 예정 현재					
PSV 작동시험 주기						
이행점검 (고용부)						
중대산업사고 발생 시 등급 조정						
	등급	환산점수	일반기준			
	P등급(우수)	90점 이상	1회/4년 점검			
	S등급(양호)	80점 이상 - 90점 미만	1회/2년 점검			
	M+등급(보통)	70점 이상 - 80점 미만	1회/2년 점검 1회/2년 기술지도			
	M-등급(불량)	70점 미만	1회/년 점검 1회/2년 기술지도			

2023 산업안전보건의 달
공정안전관리제도의 어제와 오늘, 그리고 내일



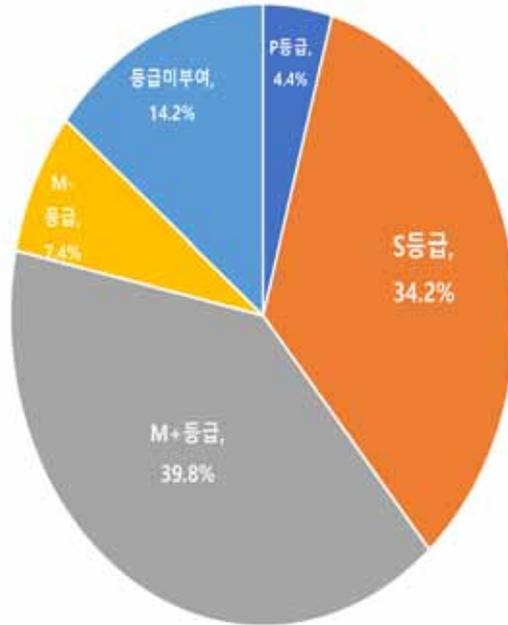
Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

3 이행상태평가 개선 방향 (1/8)

0.25%⁰⁰⁰

- ✓ 현재 이행상태평가 등급은 M 등급 47.2%로 절반 정도의 등급이 M등급에 몰려 있음
- ✓ 평가등급 재 설계

이행상태평가 등급 (22년 12. 31. 기준)



2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd

Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

3 이행상태평가 개선 방향 (3/8)

0.25%⁰⁰⁰

12가지 공정안전보고서 구성요소가 서로 시스템적으로 운영되고 있는지를 중점으로 이행평가항목 재 설계



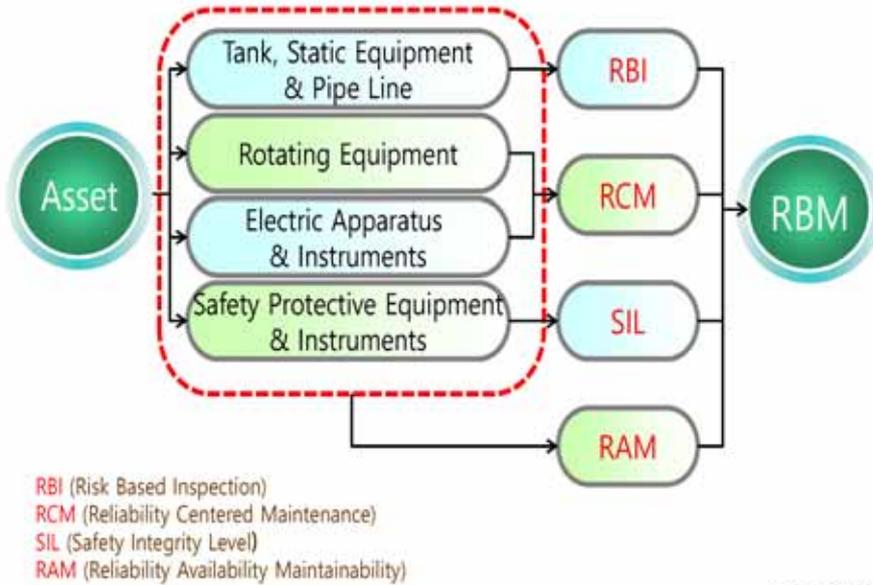
2023 산업안전보건의 달 (주)헤르스 HERSS Co., Ltd

Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

3 이행상태평가 개선 방향 (4/8)

0.25%⁰⁰⁰

(이행상태평가) 항목의 가점제도를 신설하고, RBI, RCM, SIL 혹은 LOPA(Layer of Protection Analysis) 등 선진 제도 도입·실행하고 있을 경우 가점 부여



Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

3 이행상태평가 개선 방향 (6/8)

0.25%⁰⁰⁰

예, 공정안전문화 성숙 5단계

“신뢰 및 책임 증가”

“정보공유 증가”

창조적 상태(Generative)
→ HSE와 사업이 일치화됨

능동적 상태 (Proactive)
→ 안전 리더십으로 지속적인 향상 추진

계산적 상태 (Calculative)
→ 위험을 관리하기 위한 시스템 구축됨

수동적 상태 (Reactive)
→ 안전은 중요하나 사고가 나야 조치를 취함

병적 상태 (Pathological)
→ 사고가 나지 않으면 무관심

→ 국내 수준

Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

3 이행상태평가 개선 방향 (7/8)

0.25%

(이행상태평가) 항목 중 통합 시스템 항목에 대한 신설 혹은 가점 부여 방식 검토. 특히 이상징후를 분석하는 등 사업장 자체의 활동이 있을 경우 가점 부여



(미래)

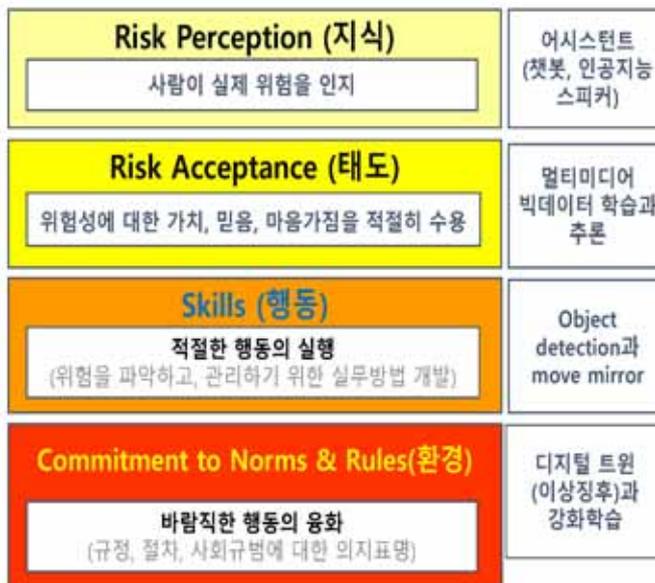
2023 산업안전보건의 달
 공업안전관리제도의 이해와 모습, 그리고 내일


Ⅲ. (내일)공정안전제도 개선 방향

3 이행상태평가 개선 방향 (8/8)

0.25%

(이행상태평가) 항목 중 안전문화 & 첨단기술을 도입하는 사업장 자체의 활동이 있을 경우 가점 부여



2023 산업안전보건의 달
 공업안전관리제도의 이해와 모습, 그리고 내일


설문조사

PSM 제도 개선에 대해 의견을 주신 분은 아래의 email로 의견 주시기 바랍니다.

Email : kisun.park@herss.co.kr
hyoungseok.kim@herss.co.kr

4. 중대재해 감축을 위한 과학적 사고분석 연구사례집 소개

2023 산업안전보건미달

CFD Simulation & Structural Analysis를 활용한

중대재해 감축을 위한 과학적 사고분석 연구사례집 소개

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
산업안전연구실 백빛나 대리

목 차

1. 사례집 제작 배경
2. 사례집 안내
3. CFD란?
4. 분석 사례 설명

1. 사례집 제작 배경

0.29%⁰⁰⁰

- ❖ 2022년 산업안전보건연구원에서 "산업안전보건 중장기 연구로드맵" 및 7대 중점 추진전략 수립
 - ※ 7대 중점 추진전략: 실효성 있는 중대재해 감소 연구, 산재취약계층 보호, 직업성 질병 모니터링 체계 구축, 미래 안전보건 이슈 선제적 대응, 일하는 사람의 웰빙 증진, 화학물질 정보 및 체계적 관리기반 구축, 안전보건 수준 향상 및 역량강화
- ❖ 사망재해 감소를 위해 산업안전 정책연구와 안전신기술 개발연구 및 중대재해 사고원인에 대한 분석연구 수행
- ❖ 최근 3년간(2020-2022) 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics, CFD) 및 구조해석을 이용하여 총 10건의 중대재해 정밀조사 및 3건의 환기평가 수행
- ❖ 중대재해 정밀조사 사례 6건과 환기평가 사례 3건을 정리하여 사례집 제작
- ❖ 사례집 내 분석사례를 통해 과학적 재해원인 조사방법을 제안하고 유사 산업현장의 유해·위험요인을 발굴하고 개선하는데 기여

2. 사례집 안내

0.29%⁰⁰⁰

- ❖ 사례집 구성
 - CFD 소개, CFD 해석 사례 6건, 구조해석 사례 1건, Q&A
- ❖ CFD 해석 사례
 - Case 1: 집수정 내 질식사고에 대한 CFD 위험성평가
 - Case 2: 폭기조 내 중독사고에 대한 CFD 위험성평가
 - Case 3: 금속포집박스 내 질식사고에 대한 CFD 위험성평가
 - Case 4: 저류조 내 폭발사고에 대한 CFD 위험성평가
 - Case 5: 기계식주차장 내 중독사고에 대한 CFD 위험성평가
 - Case 6: 3밀 작업장 내 환기관리에 대한 CFD 위험성평가
- ❖ 구조해석 사례
 - Case 7: 열교환기 파열에 대한 주요 구조부 응력해석

3. CFD란?



- ❖ CFD란, 유체현상을 편미분 방정식으로 표현한 지배방정식들을 차분화하고 이를 컴퓨터를 활용해 계산하는 것으로 항공우주산업, 반도체산업 등에 사용되고 있음
- ❖ CFD 해석 과정
 - 전처리 과정: 해석대상을 모델링하고 계산에 적합한 격자 구성
 - 계산 과정: 해석대상의 조건과 기법 설정 및 계산 수행
 - 후처리 과정: 계산결과를 분석하고 시각화하는 작업 수행
- ❖ CFD 장점 및 단점
 - 장점: 반복 계산이 가능하여 실험보다 비용이 적고 비현실적인 현상에 대해서도 계산 가능
 - 단점: 계산시간이 오래 소요되며 초기 비용이 많고 해석에 필요한 전문지식을 요구
- ❖ 사용 프로그램: 미국 NIST에서 개발한 Fire Dynamics Simulator(FDS) v6.3.2 사용

4. 분석 사례 설명 - 중독사고



- ❖ 사고개요
 - '21년 2월 인천 석남동 소재 미생물 처리시설의 1차 폭기조에서 송기마스크를 벗고 상부로 올라오던 재해자가 사망
- ❖ 사고장소 및 상황
 - 폭기조 내부에서 송기마스크를 착용하고 고압수 살포 작업 및 폐수 흡입작업 실시
 - 폭기조 내 잔류된 슬러지 및 폐수를 5분간 교반한 후 황화수소가 최대 58.0 ppm, 평균 35.0 ppm으로 측정됨

❖ 황화수소의 인체영향

농도(ppm)	노출시간	인체영향
10	8시간	8시간 작업 시 노출기준
50~100	3시간	가벼운 자극(눈, 기도)
200~300	1시간	상당한 자극
500~700	30분~1시간	의식불명, 사망
>1,000	수분	의식불명, 사망



4. 분석 사례 설명 - 중독사고

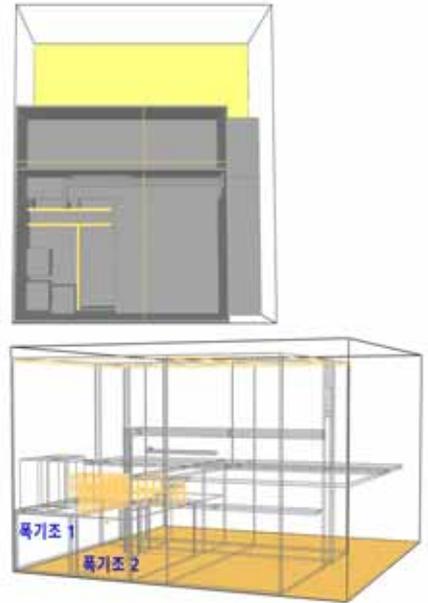
0.29‰

❖ CFD 목적

- 고압수 살포작업 및 폐수 흡입작업으로 인한 폭기조 내 황화수소 기류 및 농도 확인

❖ CFD 조건

계산영역	가로 X 세로 X 높이 = 15.0 m X 15.0 m X 8.0 m
격자크기(총 격자개수)	0.1 m(1,800,000개)
해석시간	1,000 s
폭기조 내부 황화수소 초기 농도	300 ppm
폭기조 1 내부 황화수소 발생량	35 ppm/s (측정된 평균 황화수소 발생량)
	58 ppm/s (측정된 최대 황화수소 발생량)
슬러지 흡입 펌프 용량	49.75 m ³ /min
살수작업 용량	60 L/min

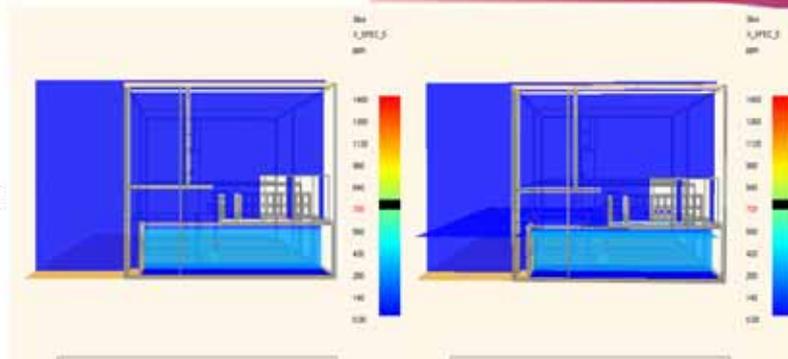


4. 분석 사례 설명 - 중독사고

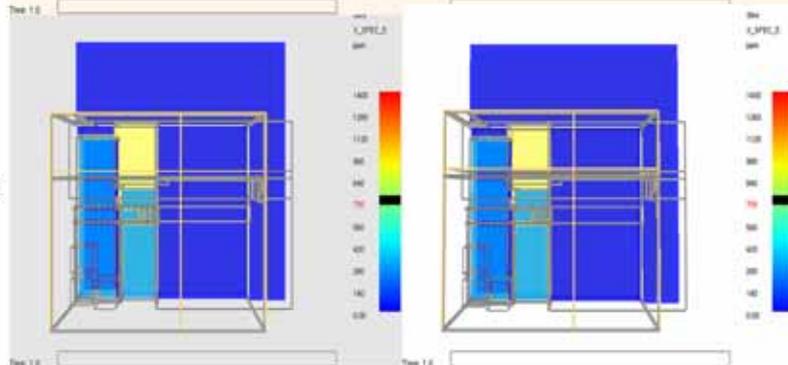
0.29‰

❖ CFD 결과

폭기조 중간 단면



근로자 호흡기 높이(1.6 m) 단면

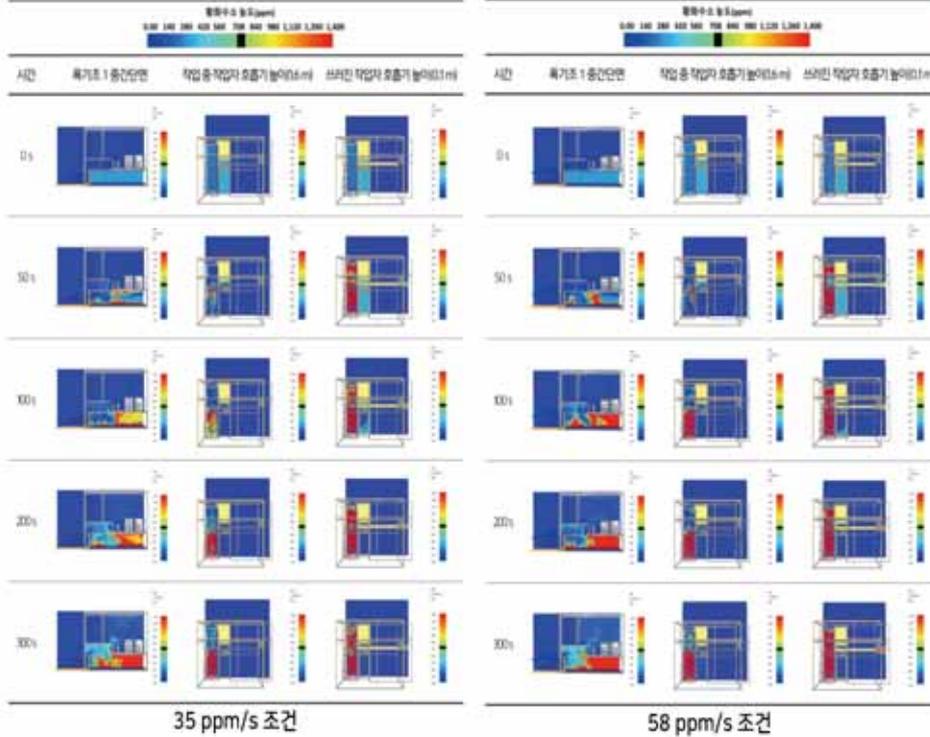


35 ppm/s 조건

58 ppm/s 조건

4. 분석 사례 설명 - 중독사고

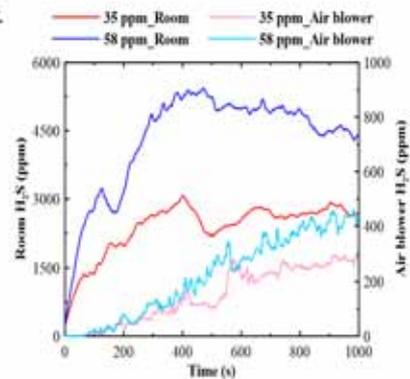
❖ CFD 결과



4. 분석 사례 설명 - 중독사고

❖ CFD 결과

- 폭기조 1 내부 평균 황화수소 농도 및 송풍기 근처에서의 황화수소 농도



❖ 결론

- 모든 계산 조건에서 사망자의 위치에서의 황화수소 농도는 700 ppm 이상으로 황화수소 중독으로 인한 쓰러짐 또는 사망가능성이 있을 것으로 추정
- 송기마스크용 송풍기 근처에서의 황화수소 농도는 300 ppm이지만 장시간 작업할 경우 황화수소가 인체에 영향을 미칠 것으로 추정

4. 분석 사례 설명 - 폭발사고

0.29‰

❖ 사고개요

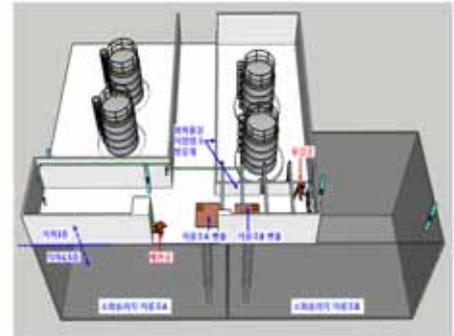
- '22년 6월 경기도 평택 소재 유기성폐자원 바이오가스화시설에서 용접작업 중 소화슬러지 저류조 내부에서 폭발사고가 발생하여 1명이 사망

❖ 사고장소 및 상황

- 저류조 상부에서 배관 용접 작업 중 저류조B에서 발생한 폭발로 인해 저류조B 맨홀이 개방되어 용접공이 저류조B로 추락한 사고

❖ 메탄의 물리적 특성

분자식	CH ₄	연소하한계	5.0 vol%
분자량	16.0 g/mol	연소상한계	15.0 vol%
최소산소농도	10.0 vol%	연소열	50.0 MJ/kg



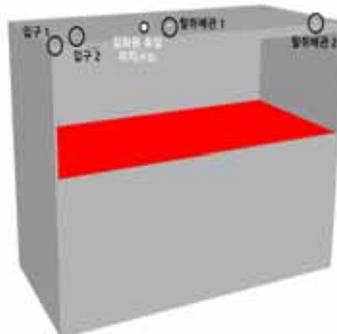
4. 분석 사례 설명 - 폭발사고

0.29‰

❖ CFD 목적

- 바이오 가스의 주 성분인 메탄가스로 인해 형성되는 저류조 내부의 가연성 분위기 확인

❖ CFD 조건

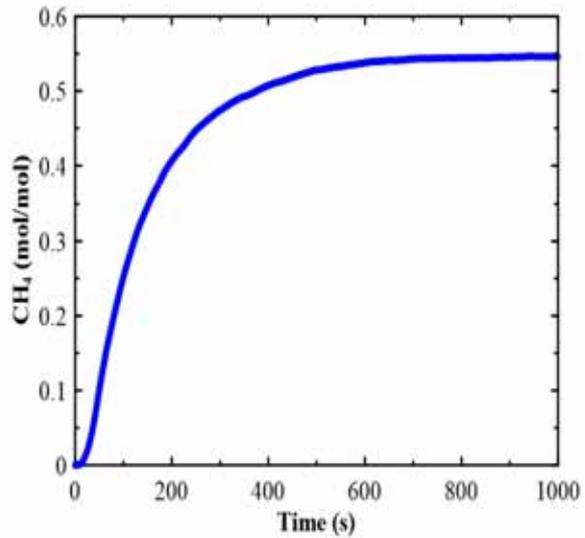
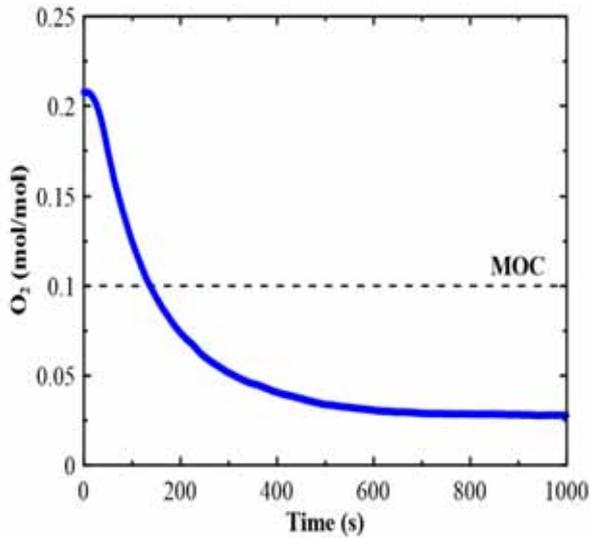


계산영역	가로 X 세로 X 높이 = 25.0 m X 12.0 m X 16.0 m
격자크기(총 격자개수)	0.1 m(4,800,000개)
해석시간	1,000 s
탈취배관 속도	4.72 m/s
바이오가스 발생량	0.000062 m ³ /s

4. 분석 사례 설명 - 폭발사고

❖ CFD 결과

- 저류조 내 평균 산소 및 메탄 농도 변화



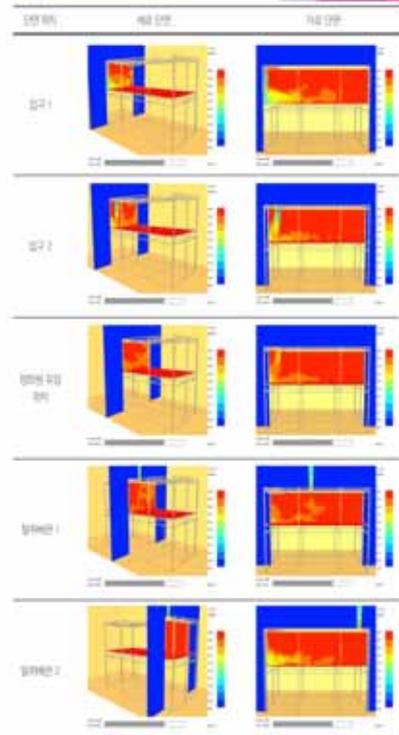
4. 분석 사례 설명 - 폭발사고

❖ CFD 결과

- 800 s일 때 특정 단면에서의 메탄 농도 분포

❖ 결론

- 저류조 내 평균 산소농도가 최소산소농도보다 작아 폭발분위기가 형성되지 않지만,
- 외기가 유입되는 영역에서는 가연성 분위기가 형성되는 것을 확인



4. 분석 사례 설명 - 3밀 작업장

0.29‰



❖ 3밀 작업장이란?

- 밀집, 밀폐, 밀접한 작업환경으로 감염병 전파에 특히 취약하기 때문에 환기상태에 따른 위험수준과 적절한 환기방법 적용이 필요

❖ 작업환경 관리방법(사무실 공기관리 지침)

- 주요 오염물질 관리 기준

주요 오염물질	관리기준(8시간 시간가중평균농도 기준)
미세먼지(PM10)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
초미세먼지(PM2.5)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
이산화탄소(CO2)	1,000 ppm
일산화탄소(CO)	10 ppm
이산화질소(NO2)	0.1 ppm
포름알데히드(HCHO)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
총 휘발성 유기화합물(TVOC)	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4. 분석 사례 설명 - 3밀 작업장

0.29‰

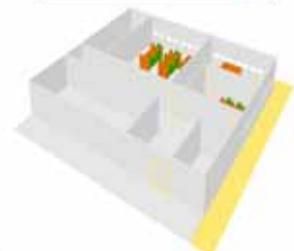


❖ CFD 목적

- 3밀 작업장의 현재 환기조건과 개선조건을 계산하고 오염물질로 대표되는 이산화탄소 농도를 비교하여, 사업장에 적합한 환기방법 제안

❖ CFD 조건

계산영역	가로 X 세로 X 높이 = 24.0 m X 24.0 m X 5.0 m	
격자크기(총 격자개수)	0.1 m(2,880,000개)	
해석시간	1,800 s	
초기 화학종 농도 및 온도	ROOM1	O2: 23.17%, CO2: 0.2363%, N2: 76.59%, 온도: 26.9℃
	ROOM2	O2: 23.17%, CO2: 0.2135%, N2: 76.61%, 온도: 26.9℃
	ROOM3	O2: 23.17%, CO2: 0.1982%, N2: 76.62%, 온도: 26.9℃
	복도	O2: 23.18%, CO2: 0.0915%, N2: 76.72%, 온도: 26.9℃
	외기	O2: 21.0%, CO2: 0.0%, N2: 79.0%, 온도: 10.1℃
시나리오	시나리오1	창문 및 출입문 미개방
	시나리오2	창문 개방, 출입문 미개방
	시나리오3	창문 및 출입문 개방

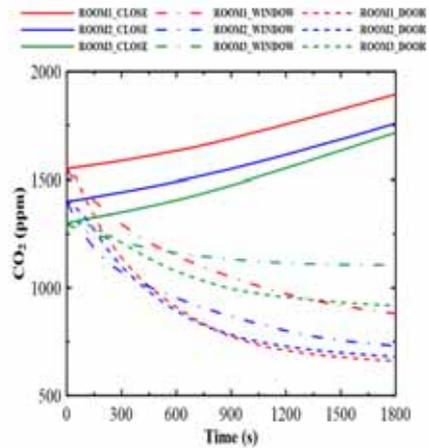
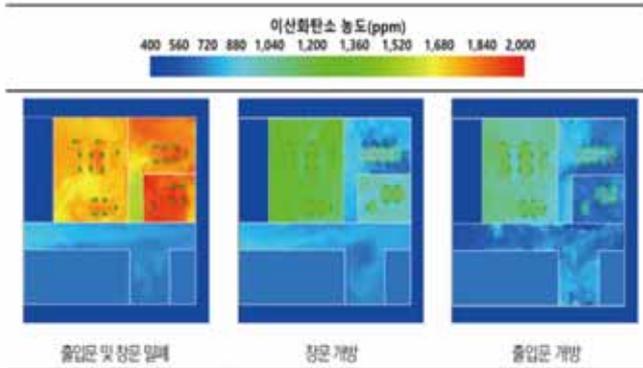


4. 분석 사례 설명 - 3밀 작업장

0.29‰

❖ CFD 결과

- 1,800 s일 때, 앞은 상태의 근로자 호흡기 높이(1.0 m)에서의 이산화탄소 농도
- 작업장 내 평균 이산화탄소 농도변화



❖ 결론

- 창문 및 출입문 개방을 통해 이산화탄소 농도를 감소시킬 수 있지만, 출입문을 개방한 경우에만 작업장 내 모든 장소에서 이산화탄소 농도가 1,000 ppm 이하로 유지되는 것을 확인

2023 산업안전보건월

경청해주셔서 감사합니다.

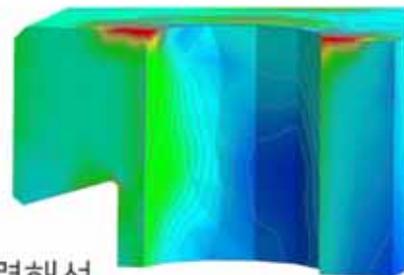
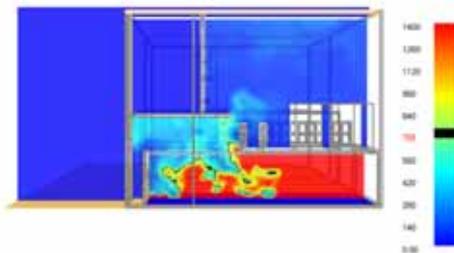
중대재해 감축을 위한 과학적 사고분석 연구사례집

발간배경

- ✓ 산업안전보건연구원은 중대재해 감축을 위해 산업안전연구와 안전신기술 개발 및 중대재해 원인분석을 수행하고 있음
- ✓ 산업현장의 유해·위험요인을 발굴하여 개선하고자 최근 3년간 사회적 이슈 중대재해를 CFD 및 구조해석 기반으로 분석하여 연구사례집 발간

분석사례

- ✓ CFD 분석사례
 - 집수정 질식사고
 - 폭기조 중독사고
 - 금속포집박스 질식사고
 - 저류조 폭발사고
 - 기계식주차장 중독사고
 - 3밀작업장 환기관리



- ✓ 구조해석 사례
 - 열교환기 파열에 대한 주요 구조부 응력해석



연구사례집 파일은 왼쪽 QR코드를 통해 다운로드가 가능합니다.

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



MEMO



MEMO



MEMO



MEMO



MEMO



MEMO



안전관리 회색지대 해소를 위한 산업안전제도 그리드 (Grid) 확충 방안

표지

인스퍼에코 222g(인쇄용지)

내지

네오스타 에스플러스 80g(인쇄용지)

저탄소제품 830kg CO₂ eq./ton

환경보호를 위해

저탄소용지(친환경용지)를

사용하였습니다.

