

보도 일시	2022. 11. 17.(목) 12:00 2022. 11. 18.(금) 조간	배포 일시	2022. 11. 17.(목) 12:00		
담당 부서 <총괄>	산재예방감독정책관 화학사고예방과	책임자	과 장	심우섭	044-202-8965
		담당자	사무관	신백우	044-202-8969
			전문위원	주윤채	044-202-8970

고용노동부, 신산업의 선제적 사고 예방을 위한 간담회 개최 및 「수소 안전 매뉴얼」 제작·배포

- 수소 취급사업장 및 수소충전소 관리자 대상 안전관리 노력 당부 -

정부는 ‘수소경제 활성화 로드맵(’19년 1월)’ 발표 이후 수소차 620만 대 보급, 수소충전소 1,200개소 신설 목표를 달성하기 위해 수소 생산·취급 사업장 및 수소충전소 확충에 박차를 가하며 수소경제 산업생태계를 조성하고 있다.

이에 고용노동부(장관 이정식)는 수소 취급사업장의 지속적인 확대가 예상되어 수소 안전사고의 선제적 예방과 근로자 보호를 위해 수소 전문가 및 사업장 관리자들과 함께 「수소 사고예방 간담회」 및 전문가 회의를 개최*했다.

* △ 일시 및 장소: 1차 간담회(’22.9.21. 울산) 2차 전문가회의(’22.11.7. 세종)

△ 참석: 고용노동부, 안전보건공단, 가스안전공사, 울산대, 한경대, 수소 취급 사업장(3개사)

간담회 및 전문가 회의에서는 최근 국내외 수소 동향, 수소 안전사고 사례, 기업별 수소안전 관리강화 활동 등을 발표하고 각 주제에 따라 참석자들 간의 심층 토론 시간도 가졌다. 아울러, 수소 취급사업장 근로자를 대상으로 제작한 「수소 안전 매뉴얼(안)」 세부 내용도 함께 검토·논의하여 이를 토대로 매뉴얼을 확정했다.

이번 수소 안전 매뉴얼은 수소 취급사업장 내 설비 운영, 일상점검 및 정비보수 작업을 실시할 때 근로자들의 안전을 확보하기 위하여 반드시 숙지해야 하는 사항들을 포함하여 제작했다.

< 수소 안전 매뉴얼 주요내용 >

- ▶ 수소의 특성(일반사항, 물리적 성질, 액화수소 특징, 누출 및 확산특성)
- ▶ 수소의 위험성(화재·폭발 위험, 사람에 대한 위험, 수소취급 설비의 위험, 수소 사고사례)
- ▶ 수소 취급시 안전조치(수소 부식방지, 누출감지 및 방폭설비, 설비·작업안전, 비상대응)
- ▶ 기타사항(수소 사고 현황, 수소 설비안전 체크리스트, 수소관련 기술표준 및 규격 등)

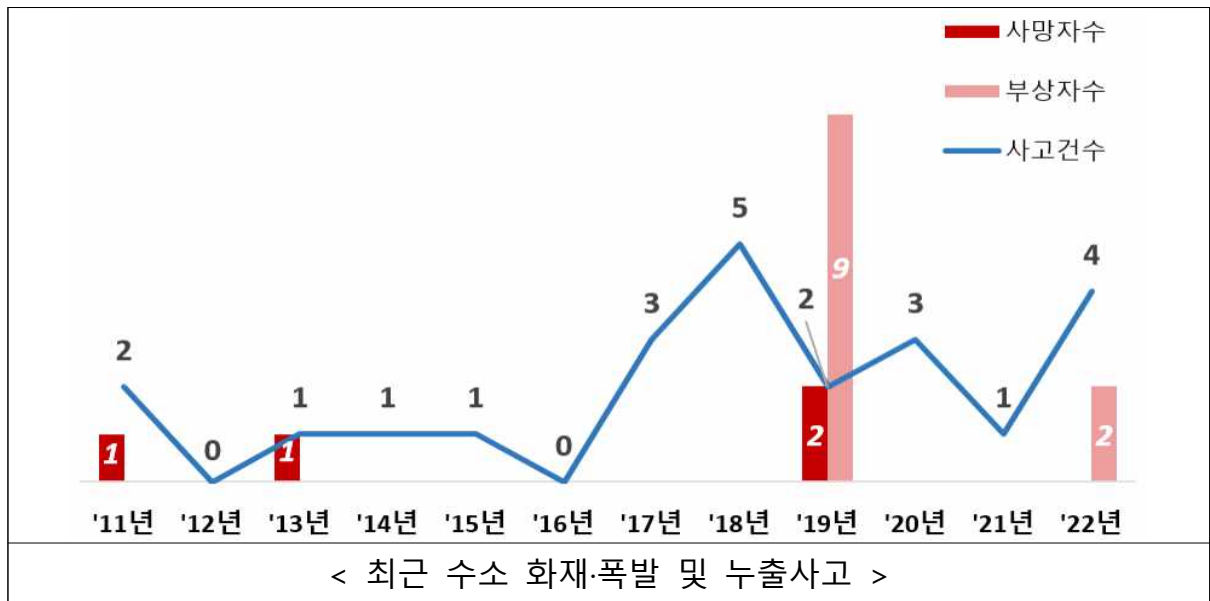
먼저, 수소의 특성에는 수소의 기본적인 물리적 성질과 수소의 누출 및 대기 중 확산 특성을 포함했고, 수소의 위험성에는 화재·폭발 위험, 열화상·동상·질식 위험, 수소 취급 설비 위험(초고압, 초저온)에 대한 정보를 제시했다. 또한, 유사·동종 사고 예방 및 재발 방지를 위해 주요 수소 사고사례에 대한 사고개요, 재해 발생과정 및 재발 방지대책 내용을 작성했다.

아울러, 수소 취급 시 안전조치로 수소 부식방지를 위한 재질 선정, 수소 누출 감지 및 방폭 설비, 수소 저장설비 운전 등 작업 안전과 비상 대응 내용을 포함하고, 기타사항에는 수소 설비 안전을 위한 점검표 및 국내·외 수소 관련 기술 표준 및 규격 현황을 제시했다.

 근로자 안전을 위한 수소 안전 매뉴얼 2022.11 고용노동부 안전보건공단	CONTENTS 01 개요 1p 1. 목적 01 2. 적용범위 01 3. 용어의 정의 01 02 수소의 특성 2p 1. 일반사항 02 2. 물리적 성질 02 3. 액화수소의 특징 05 4. 누출 및 확산 특성 06 03 수소의 위험성 9p 1. 화재·폭발 위험 09 2. 사람에 대한 위험 12 3. 수소 취급설비의 위험 14 4. 수소 사고사례 18 04 수소 취급 시 안전조치 29p 1. 수소 부식 방지 29 2. 누출 감지 및 방폭 설비 32 3. 설비 안전 37 4. 작업 안전 42 5. 비상 대응 49 부록 51p 1. 수소 사고 현황 51 2. 수소 안전 체크리스트 52 3. 수소와 관련한 기술표준 및 규격 54 4. 참고문헌 55
수소 안전 매뉴얼(표지)	수소안전 매뉴얼(목차)

< 수소 화재·폭발 누출 사고 현황 >

최근 10여 년간 수소 관련 화재·폭발 및 누출로 인한 사고가 총 23건이 발생하여 4명이 사망하고 11명이 부상했으며, '17년부터 사고 발생 건수가 증가하고 있다.



특히, '19년 5월 강릉 00테크노파크에서 실증시험 중 수소 내 산소의 혼입으로 인해 수소탱크 4기가 폭발해 다수의 인명피해(2명 사망, 6명 부상)가 발생했으며,

올해 1월에는 서울시 00수소충전소에서 수소 튜브 트레일러와 충전소 측 노즐 연결 후 용기 측 밸브 개방 과정에서 수소누출 및 폭발로 인명피해(부상 2명)가 발생하는 등 계속해서 수소 안전사고가 발생하고 있다.



강릉 수소탱크 폭발사고('19.5월)



수소충전소 수소누출 및 폭발사고('22.1월)

최태호 산재예방감독정책관은 “수소는 매우 유용하고 우수한 에너지원으로 경제적·산업적 파급효과가 큰 미래 성장동력인 것은 분명하지만, 폭발범위가 넓은 가연성 가스이기 때문에 화재 등 대형사고 위험도가 높아서 수소를 취급하는 사업장 내 근로자들이 위험성을 충분히 인지해야 한다”라고 강조하면서

“강릉 수소 폭발사고와 같은 대형 참사가 재발하지 않도록 수소 취급 사업장의 사업주께서는 수소 안전 매뉴얼을 바탕으로 근로자들에게 안전 교육을 실시하여 사고 예방에 만전을 기해 달라”고 당부했다.

한편, 고용노동부는 이번에 발간하는 「수소 안전 매뉴얼」을 수소 제조·취급·저장 사업장 및 전국 수소충전소 등에 제작·배포하고, 고용노동부 및 안전보건공단 누리집 등*에 게시하여 누구나 내려받아 사용할 수 있도록 했다.

* 고용노동부(<http://www.moel.go.kr>)-정책자료-정책자료실

안전보건공단(<http://www.kosha.or.kr>)-자료마당-통합자료실-안전보건자료실



고용노동부 누리집

[붙임 1] 수소 사고 현황

[붙임 2] 수소 설비 안전 점검표

담당 부서 <총괄>	산재예방감독정책관 화학사고예방과	책임자	과 장	심우섭	044-202-8965
		담당자	사무관	신백우	044-202-8969
			전문위원	주윤채	044-202-8970
<공동>	한국산업안전보건공단 공정안전부	책임자	부 장	임지표	052-703-0601
		담당자	차 장	정용재	052-703-0603



붙임 1

수소 사고 현황

발생일	사고개요
2022.01.28.	OO수소충전소에서 저장설비에 가스 이송작업 중 튜브트레일러에 체결되어 있던 고압호스 체결 너트가 파손되어 가स्त출 및 화염이 발생
2022.06.28.	OO충전소에서 수소튜브트레일러의 고압가스를 번들용기에 충전하던 중 번들용기 매니폴드의 파열판에서 가스가 분출, 화재가 발생
2021. 01. 29.	OOOO(주) 유리제조공정 설비의 정전테스트 과정에서 설비 내부에 체류된 수소에 전기 불꽃(Spark)으로 추정되는 점화원에 의한 폭발이 발생하여 근로자가 부상하고 생산설비와 공장 구조물이 일부 파손
2019. 09. 23.	OOO(주)내에서 수소제조 공정 재가동 중 배관을 맹판(blind flange)으로 폐쇄하는 작업 중에 수소가 다량 함유된 공정가스가 누출되어 폭발·화재 발생
2019. 05. 23.	(재)OOOO에서 국책 연구과제 실증시험 중 수소탱크 4기의 폭발로 인해 건축물·연구설비 전파 및 다수의 인명피해가 발생
2017. 05. 08.	(주)OOOO 스테인레스 강관 용접 공정에서 기존의 용접용 수소 분배기를 신규 분배기로 교체하기 위해 철거 작업을 하던 중 원인 미상의 폭발이 발생
2010. 12. 20.	OO(주) 석유제품 제조공장 수소정제 설비에서 정비작업을 마치고 가동 준비 중 배관에서 Off-gas(수소 약 86.5 %)가 누출되면서 화재·폭발사고가 발생하여 관련 설비 파손 및 인명피해가 발생
2010. 03. 26.	OO산업(주) 수소 트레일러 충전 및 공급공정에서 트레일러 내 압축된 수소 농도 측정을 위한 시료 채취 작업 중 공구를 이용하여 트레일러와 수소 공급라인의 배관 연결부분을 분리하다가 수소 튜브트레일러가 폭발하여 관련 설비 파손 및 인명피해가 발생
2006. 09. 30.	□□□(주) 발전소 내에서 현장 운전원이 발전기 시운전 준비 중 공기누설시험 후에 이산화탄소 가스로 치환하고 수소가스를 투입하는 중에 발전기 하단의 오일 누설부위를 확인하기 위해 발전기 여자기실 출입문을 열고 전기스위치를 켜는 순간 수소가스가 폭발하여 인명피해가 발생
2004. 09. 20.	OO(주) 합성수지공장 내 수소압축기용 압력방폭구조의 판넬에서 압축기 가동을 위한 작업을 수행 중 압축기 인입측에 설치된 질소 퍼지 라인을 통해 수소가 전기판넬로 유입되었고 판넬 내의 전기 스파크로 인해 폭발이 발생하여 인명피해가 발생
2001.10.15.	OO(주) BTX 공정의 수소라인에서 협력업체인 □□(주) 소속 근로자 2명이 3인치 게이트밸브 패킹부위 보수를 위하여 밸브덮개(Bonnet) 부위 너트를 풀어내던 중 내부에 충전되어 있던 수소가스가 급격히 누출되면서 정전기에 의한 점화로 폭발이 발생하여 인명피해가 발생

붙임 2
수소 설비 안전 점검표

점 검 항 목		점 검 결 과 및 조 치 사 항
일 반 사 항	1. 수소의 물질안전보건자료(MSDS) 비치 및 경고표지 설치	
	2. 주기적인 안전교육 및 비상조치 훈련 실시 여부	
	3. 개인보호구와 공기호흡기 비치 여부	
	4. 비상발전기 등 예비동력원 확보 및 유지관리 상태	
	5. 소방설비 설치 및 유지관리상태(소화기 비치 포함)	
	6. 가스누출감지경보기 설치 및 주기적인 검·교정 여부	
	7. 휴대형 가스누출감지기 보유 및 주기적인 검·교정 여부	
	8. 안전밸브 분출시험 등 유지관리 상태	
	9. 안전밸브 설정압력이 설비의 최고사용압력 이하 여부	
현 장 설 비	10. 수소 화염을 감지할 수 있는 불꽃감지기 설치 여부	
	11. 방폭 전기기계·기구 설치 및 유지관리 상태	
	12. 온도계, 압력계, 유량계 등 계측장치 설치 및 정상작동 여부	
	13. 자동경보장치 및 긴급차단장치 인터록 구성 및 정상작동 여부	
	14. 압축기 본체 작동상태(소음·진동 및 연결부 누출발생 여부)	

현 장 설 비	15. 압축기 부속설비 작동상태 ※ 배관계통(신축이음 및 밸브류 포함), 냉각장치(After Cooler), 윤활유 순환장치 등	
	16. 압축기 과압방지조치 정상작동 여부(설정압력 도달 시 개방동작 및 복귀)	
	17. 배관 유체 흐름방향 및 밸브 개폐표시 여부	
	18. 배관 플랜지, 밸브, 드레인 말단 등 누설 여부	
	19. 보온·단열재 관리 상태 및 손상 여부	
	20. 부등침하 및 설비 지지대 앵커볼트 파손 유무	
	21. 수소가 안전한 방향으로 배출되도록 벤트배관 확장 여부	
	22. 수소 탱크로리 정차구간에 차량충돌방지턱, 방호펜스 설치 여부	
	23. 수소설비 사이 안전거리 또는 정비보수 작업공간 확보 상태	
작 업 전 안 전 조 치	24. 정전기 대전 및 방전방지 조치(접지 및 본딩, 제전복 등 인체 대전 방지)	
	25. 작업을 위해 수소 차단 시 밸브 잠금, 맹판 설치 후 차단표지 부착	
	26. 불활성 가스를 사용한 설비 및 배관 퍼지 실시 여부	