

용접·용단 작업 시 화재폭발예방 제도 개선

[집필자]

한우섭 부장 * / 산업안전보건연구원 산업화학연구실

박교식 교수 / 명지대학교

실용화 요약

용접·용단작업 시 발생하는 화재·폭발사고를 예방하기 위해 연구를 통해 산업안전보건기준에 관한 규칙을 개정하였다.

가연물이 있는 장소에서 용접·용단 작업 중 불꽃 비산으로 인한 화재·폭발사고가 꾸준히 발생하고 있다. 2009년~2018년 용접·용단 작업 중 발생한 화재사고는 총 520건으로 전체 용접·용단작업 사고의 절반 이상(61.6%)에 해당한다.

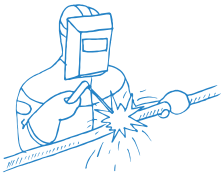
용접·용단작업 작업 시 발생하는 화재사고의 원인으로는 위험물 제거, 불꽃 비산 방지조치 등 안전수칙을 지키지 않아 일어나는 경우가 대부분이다. 즉, 작업 전 점검과 안전조치를 하지 않아 용접불티가 가연물에 옮겨 붙어 대형 화재사고로 번지게 되는 경우가 많다. 이에 용접·용단 작업 등 화기작업에서의 화재·폭발 사고사례 조사 및 원인을 시스템적 관점에서 분석하고, 화재감시자 배치 확대, 용접·용단 등의 작업 사전 승인, 가연물의 관리 등의 적용 여부를 검토하였다.

그 결과 산업안전보건기준에 관한 규칙 중 제236조(화재 위험이 있는 작업의 장소 등), 제240조(유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등), 제241조(화재위험작업 시의 준수사항), 제241조의2(화재감시자)의 제도적 개선이 이루어졌다.

* TEL 042-869-0331 / hanpaule@kosha.or.kr

개요

1. 개요



최근 가연물이 있는 장소에서 용접·용단 작업 중 불꽃 비산으로 인한 화재·폭발사고가 빈발하고 있어 관련 산업안전보건법의 제도적 보완이 시급히 요구되고 있다. 특히 가연물이 있는 장소에서 용접·용단 등 화기작업 시 작업 전 점검 및 안전조치를 하지 않아 용접불티가 가연물에 옮겨 붙어 대형 화재사고로 확대되는 사례가 발생하고 있는데, 주요 사례로는 인천 부평 주상복합 공사 화재(2018년, 사망 2, 부상 5), 수원 오피스텔 신축공사장 화재(2017년, 사망 1, 부상 15), 동탄 메타폴리스 화재(2017년, 사망 4, 부상 47) 등이 있다.

용접·용단작업 등 화기작업 시 발생하는 화재·폭발사고의 원인은 위험물 제거, 불꽃 비산방지 조치 등의 기본적인 안전수칙 미준수로 인해 발생하는 경우가 대부분이다.

현행 안전보건규칙 제35조 제2항(별표3)에 따르면 사업주는 18개의 유해 및 위험작업을 하는 경우 작업시작 전에 관리감독자로 하여금 필요한 사항을 점검하고 이상 발견 시에 조치하도록 규정되어 있다. 따라서 현재 사전점검을 실시하고 있는 18개의 유해·위험 작업 이외에도 용접·용단 작업 등의 화재위험 작업 시의 화재·폭발사고를 예방하기 위해 화기작업 수행 전에 관리감독자가 화재위험 요인을 사전점검하고 안전조치를 이행하도록 규정할 필요가 있다.



주요 관련 정보

1. 국내 용접·용단 화재폭발 사고사례 원인 분석



국내에서 발생한 용접·용단사고를 조사하고 용접작업 현장의 인적 부주의에 의한 화재폭발 사고 사례를 토대로 그 문제점과 발생 원인을 분석하였다. 이를 바탕으로 용접작업 현장에서 발생하는 화재폭발예방을 위한 안전대책을 제시하였다(표 1).

사고사례에서 알 수 있듯이 사고피해를 줄이기 위해서는 용접·용단 작업 시에 고온의 용융 염에도 견딜 수 있는 용접·용단용 불받이포를 개발하여 장시간의 작업에도 대응 가능할 수 있어야 한다. 또한 인체에 해롭지 않으며, 운반이 용이한 제품을 개발하여 보급하는 것도 중요하다. 화기작업 허가서 제출 및 승인, 화재감시자 배치, 작업 중 가연성 물질 격리, 감전 예방 대책, 사고 시의 응급조치 등도 필요하다.

[표 1] 용접·용단 작업 시의 화재폭발사고의 발생원인 및 안전대책

구분	발생 원인	안전대책
화재	불꽃 비산	- 불꽃받이나 방염시트 사용 - 불꽃비산 구역 내 가연물질 제거 및 정리정돈 - 소화기 비치
	열을 받은 용접부분 뒷면에 있는 가연물	- 용접부 뒷면 점검 - 작업 종료 후 비치
폭발	토치나 호스에서 가스 누설	- 추위를 느끼는 정도가 증가함 - 옷을 따뜻하게 입고 방한모, 장갑, 목도리 등을 착용함 - 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 함
	드럼통이나 탱크를 용접, 절단 시의 잔류 가연성 가스 및 증기의 폭발	- 내부에 가스나 증기가 없는 것을 확인
	역화	- 정비된 토치와 호스 사용 - 역화방지기 설치

용접·용단에 의한 화재의 피해정도를 분석하기 위해, 최근 5년간(2014 ~ 2018년)사고유형별 화재로 인한 인명피해 비율 및 재산피해액을 분석하였다(표 2).

전체 화재사고 중 인명피해 사고는 5.12%가 발생하였으며, 부주의로 인한 화재사고 중 인명피해 사고는 3.78%로 전체 인명피해 평균 비율보다 낮았다. 반면에 용접·용단에 의한 화재사고의 인명피해 비율은 7.18%로 전체 평균보다 약 1.4배가 높게 나타났다.

재산피해를 보면 전체 화재사고의 평균 재산피해액은 약 5천4백만 원이나, 부주의로 인한 화재의 재산피해액은 약 2천만 원으로 평균에 비해 매우 낮다. 그러나 용접·용단에 의한 화재의 재산피해액은 약 9천 9백만 원으로 전체 화재사고 재산피해액 평균보다 약 1.6배 높게 나타났다.

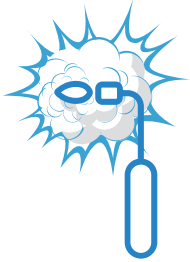
[표 2] 용접·용단에 의한 화재사고의 인명피해 및 재산피해

구분	발생 원인	인명 피해			재산피해/건당 (천원)
		합계	사망	부상	
전체 화재(평균) 사고 수	216,498	5.12%	0.74%	4.38%	53,748
부주의로 인한 발생 사고 수	111,424	3.78%	0.34%	3.44%	19,865
용접 등으로 인한 발생 사고 수	5,684	7.18%	0.53%	6.65%	99,593



실용화 내용

1. 용접·용단 화재폭발사고를 어떻게 줄일 것인가?



용접·용단의 화재폭발사고를 줄이기 위해서는 통풍이나 환기 여부에 관계없이 화재예방조치를 건축물 내·외부로 확대하는 것이 중요하다.

또한 화기작업 수행 전에 관리감독자가 화재위험 요인을 사전 점검하도록 사전점검 사항에 ‘화재예방조치’ 규정을 마련하고, 사전 안전조치가 완료되었음을 사업주의 승인을 받은 후에 작업을 실시하도록 규정하는 것이 필요하다.

여기에 ‘화재예방조치’는 용접 등의 작업준비 및 작업절차 수립 상태, 화기작업에 따른 가연성 물질의 제거, 방호 조치 및 소화기구의 비치, 용접불티 비산방지덮개, 용접방호포 등 마련, 불티 등의 비산방지조치, 인화성액체의 증기 및 인화성가스가 남아 있지 않도록 하는 환기 조치, 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난 교육 등 비상조치 등을 의미한다. 그러므로 용접·용단에 의한 화재폭발사고 예방조치가 효율적으로 이루어지기 위해서는 다음의 3가지 내용의 규정이 마련되어야 한다.

화재폭발사고 예방조치

- ❶ 용접·용단 등의 화기작업 시 관리자로 하여금 사전에 안전 점검토록 해야 함
- ❷ 통풍이나 환기 여부에 관계없이 화재예방조치를 건축물의 내·외부로 확대
- ❸ 화재위험 작업 시 사전 점검 및 안전조치를 실시한 후에 사업주의 승인을 받아 작업을 실시하는 화재위험작업 승인제도를 도입

다음으로 화재의 확산방지를 위한 제도개선 사항을 살펴보면, 현행 제도에서는 사업주가 가연성물질(합성섬유·면·양모 등) 또는 그밖에 화재예방을 위하여 인화성 액체를 다량 취급하는 작업 장소 설비 등은 적절한 배치구조를 갖추도록 규정하고 있다.

또한 건설공사 지하층, 냉동·냉장창고, LPG 운반선 등의 장소에서 화기작업 시 화재감시자를 지정·배치하고 업무수행에 필요한 장비를 지급하도록 규정하고 있다.

그러나 2018년 6월 발생한 세종시 주상복합아파트 신축공사 화재의 경우에서 알 수 있듯이 사업장에서 화재위험작업을 하는 장소에 각종 가연성 자재(합성섬유·합성수지, 스티로폼, 단열재 등)가 방치되어 화재발생 시에 다량의 유독가스 배출로 대형인명사고가 발생했다. 용접·용단작업의 화재감시자 배치 대상에서 제외되어 있는 사업장에서도 대형 화재·폭발 사고는 계속해서 발생하고 있어 화재확산 방지의 안전관리 공백이 일어나고 있다.

대표적인 사례가 천안 차암초 증축공사 화재(2019년, 외벽 판넬 용접 중 화재, 900여명 대피), 인천 부평 주상복합 신축공사 화재(2018년, 1층 용접 중 화재, 사망3, 부상5), 동탄 메타폴리스 화재(2017년, 3층 용단작업 중 화재, 사망4, 부상47) 등이 있다.

이러한 사고사례에 대한 개선방안으로는 유독가스가 발생하는 합성섬유·합성수지 등 가연성 물질을 화재위험장소에서 분리하여 저장·보관하도록 하고, 용접·용단 작업에서 화재감시자 배치대상을 모든 사업장으로 확대하되 불꽃의 비산거리(11 m)를 고려하여 화재감시자를 배치하도록 규정하는 것이 요구되며 화재의 확산방지를 위하여 다음의 사항이 필요하다.

화재의 확산방지

- ① 유독가스가 발생하는 합성수지 등 가연성물질을 화재위험장소에서 분리하여 저장 및 보관하도록 규정
- ② 용접·용단작업 시 발생하는 불꽃·불티의 비산거리를 고려하여 가연물을 비산거리 밖으로 분리하지 못하는 경우에 화재감시자를 배치하도록 규정

2. 사고저감을 위한 제도적 개선 방안

용접, 용단으로 인한 화재폭발사고를 예방하고 사고를 저감시키기 위한 방안으로서 사업주 및 관리감독자의 책임 강화, 가연성 및 인화성 물질의 특별 취급, 화재위험작업에 대한 안전조치 강화, 화재감시자 배치의 개선, 화재위험작업 승인 제도 도입을 통한 화재위험작업의 제한, 화재예방 안전교육 강화 등을 연구를 통해 구체화하였으며 개정안의 개요는 [표 3]과 같다.

[표 3] 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정 사항



조문	개정 내용
제35조 제2항 [별표 3] 개정	작업의 종류에 “용접·용단 등의 화재위험작업” 추가하고 점검내용 구체화
제236조(화재 위험이 있는 작업의 장소 등) 개정	화재 위험 있는 가연성 물질 확대
제241조(화재위험작업 시의 준수사항) 개정	통풍 등이 충분하지 않은 장소에서의 용접 제한에서 가연성 물질 있는 장소 전반으로 확대
제241조의2(화재감시자) 개정	화재감시자 지정·배치 대상 확대
제241조의3(화재위험작업의 승인 등) 신설	화재위험작업 승인제도 도입

1 용접·용단 등의 화기작업 시 사전 안전점검 의무화 신설

용접·용단 등의 화기작업 시 사전 안전점검 의무화 신설(안 제35조 별표 3)에서는 현재 작업시작 전 점검사항 18가지 이외에 “용접·용단 등 화재위험작업”을 추가하였다.

구체적인 작업 전 점검사항은 작업준비 및 작업절차 수립 상태, 화기작업에 따른 인근 가연성 물질에 대한 방호조치 및 소화기구의 비치, 용접불티 비산방지덮개, 용접방호포 등 마련, 불티 등의 비산방지조치, 인화성액체의 증기 및 인화성가스가 남아 있지 않도록 하는 환기 조치, 작업근로자에 대한 화재예방 및 피난 교육 등 비상조치와 같은 5가지로 규정하였다.

2 가연성자재 등의 보관·저장 기준 개정

가연성자재 등의 보관·저장에 관한 기준에 대한 개정안(제236조)을 제안하였다. 동조 제1항에서 가연성 물질에 유독가스가 발생하는 합성수지를 명시하였다. 그리고 가연성물질을 화재 위험장소에서 분리하여 저장 및 보관하도록 규정하였다.

3 용접·용단 등의 화재예방조치 범위 확대

용접·용단 등의 화재예방조치의 범위를 제241조에서 확대하였다. 규정의 표제를 “통풍 등이 충분하지 않은 장소에서의 용접 등”에서 “화재위험작업 시의 준수사항”으로 개정하였는데, 이는 특정 장소에서의 산소 사용 금지가 아니라 일반화된 규정으로 적용하기 위한 것이다. 그리고 화재위험작업에 특별한 준수사항이 요청되는 경우를 “가연물이 있는 건축물 내부나 설비 내부”로 한정하지 않고 통풍이나 환기 여부에 관계없이 화재예방조치를 건축물 내·외부로 확대하였다.

4 화재감시자 지정·배치 대상 확대

화재감시자 지정·배치 대상 확대(제241조의 2)의 주요 내용은 화재감시자 지정·배치의 대상을 사업장 규모에 상관없이 모든 용접·용단 작업의 화재위험이 있는 작업으로 확대하는 것이 원칙이다. 용접·용단의 화기취급 작업에서 불꽃의 비산 거리(11m)를 고려하여 화재감시자를 배치해야 한다. 그러나 불꽃 비산에 의한 “화재위험이 없는 장소”에서 화기취급 작업은 대상에서 제외한다.

5 화재위험작업 승인제도의 도입

화재위험작업 승인제도(안)를 제241조의3에 도입하였다. 이를 위해 위험물 또는 가연물이 있는 장소에서 화재위험작업 시 사전에 안전조치를 실시한 후에 사업주의 승인을 받아 작업을 실시하는 화재위험작업 승인제도를 신설하였다.

이 제도의 도입을 통해 가연물 제거, 가연성가스 농도측정, 소화기 배치, 불티비산 방지조치, 작업 전 근로자교육, 동시작업 여부 등을 화재위험작업 전에 점검·조치·승인 후 작업 실시가 가능해 질 것이다. 이 규정은 사전안전조치를 확인하고 이에 대해 안전조치가 이행되었음을 서면으로 확인·게시토록 의무를 부여하는 것이다.

3. 제도개선을 통한 기대효과

용접·용단 등에 의한 화재폭발사고 저감을 위해 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정 및 신설을 통해 발생하는 비용과 편익을 조사하였다. 이러한 규제영향평가는 화재·폭발 사전 예방조치 3가지와 화재 확산 방지 2가지 규제 중 비용과 편익이 동시에 발생하는 화재감시자 배치 부분만 진행하였다. 아직 규제가 발생하지 않았기 때문에 미래에 발생하는 비용과 편익을 계상하기가 어려워 실제 건설업 및 조선업 분야에서 조사하였다.

그 결과 화재감시자 배치에 따른 건설업과 조선업의 비용편익은 각각 1.66, 3.51로 나타났다. 다시 말하면, 화재감시자를 배치하는 경우에 건설업과 조선업에서 발생할 것으로 예상되는 비용보다 화재감시자의 배치로 인한 화재폭발사고 저감으로 얻어지는 편익이 2개 업종의 사업장에서 모두 보다 큰 것으로 분석되어 제도개선을 통한 기대효과가 높은 것을 알 수 있다.



참고문헌

1. 박교식 외 11인, 용접용단 작업 등 화재폭발예방 제도개선방안 연구, 안전보건공단 산업안전보건연구원, 2019.
2. 고용노동부, 산업안전보건법 전부개정법을 주요내용 설명자료, 2019.