

설비공사 주요 안전대책 ⑤

설비공사는 구조물의 진행에 따라 처음부터 준공시까지 진행되며, 작업공종별로 대부분 단시간에 이동작업을 하여야 하는 작업이 주종을 이루고 있고, 다양한 전기기계·기구를 사용하여 작업을 하기 때문에 이에 따른 추락, 협착 및 감전재해 등 안전관리에 각별히 유의해야 한다. 본지는 회원사의 시공업무에 도움이 되고자 기계설비공사의 주요 안전관리에 대한 대책을 연재한다[편집자주]

- 자료제공 / 한국산업안전보건공단 -

중대 재해 사례③

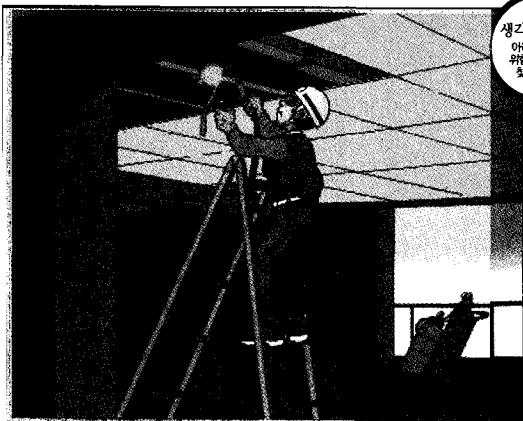
배관라인 가스 용접작업 중 우레탄 폼 화재로 인한 질식

(1) 재해발생 개요

주상복합 신축공사 현장에서 에어컨 납품 및 설치업체 소속 작업자 2명이 LPG 및 산소를 사용하여 천장 에어컨 배관(동관) 라인을 용접하던 중 용접 불꽃 등이 천장 단열마감재인 우레탄 폼에 옮겨 붙어 발화되면서 화재가 발생하여 화재로 인한 연기 등에 질식하여 도배업체 소속 근로자 1명 사망, 60명이 병원으로 후송되어 치료받은 재해임

(2) 기인물

- 우레탄 폼



생각해봅시다
아래 그림에서
위험 요인들을
찾아보세요

(3) 재해발생 과정

- 주상복합 신축공사 현장으로
- 에어컨 설치 및 배관작업 공정이 진행됨 (공정율 약 60%)
- 에어컨 납품 및 설치업체 소속 작업자 2명이 사다리(높이 : 2m) 위에서 천장(층고 : 3.9m) 에어컨 배관(동관)라인을 LPG 및 산소를 사용하여 용접작업 중,
- 용접 불꽃 등이 천장(슬래브 및 보) 단열마감재인 우레탄 폼에 옮겨 붙어 발화되면서 2층~5층에 걸쳐 1시간 40분가량 화재가 진행되어
 - ※ 단열재 마감 : 두께 80mm 경질 우레탄 폼칠
 - ※ 천장슬래브와 배관라인 사이 간격 : 600mm, 천장보와 배관라인 사이 간격 : 150mm
- 작업현장을 미리 확인하기 위해 현장을 방문한 도배업체 소속 재해자(남, 46세)를 포함한 근로자 61명이 화재로 인한 연기 등에 질식하여 병원으로 후송되어, 1명이 사망하고 60명이 치료를 받은 재해임

● 사고발생 경로

• 에어컨 배관(동관) 용접작업 중 용접 불꽃 등에 의한 우레탄 폼 발화

※ 용접작업 위치가 천장슬래브 및 보의 우레탄 폼 마감 면에서 불과 7~52cm 정도 근접되어 있어, 용접 등 화기작업 시 발화위험성이 매우 높은 상태였음

※ 우레탄 폼의 특성

가연성 물질로 용접불꽃이 접촉되면 녹으면서 우레탄 폼 내부로 침투되어 서서히 연소하고 일정시간이 경과되어 발화되면 일시에 쉽게 확산되며, 고온의 열을 가하면 우레탄 발포체의 성상은 초기에는 흰 연기를 내면서 분해반응을 일으키다 발포체가 녹아 타면서 검은 연기를 발생시키며, 이 경우 일반화재보다 진화가 어렵다.

• 화재발생 기인물 및 점화원

- 용접토치

- 용접불꽃 : LPG 및 산소혼합 시 불꽃의 온도는 일반적으로 최대 2,800℃까지 생성됨

● 폴리우레탄(Poly Urethane Foam) 공법

• 공법개요

- 폴리우레탄 폼은 우레탄 용액과 발포제를 액상으로 교반하여 노즐로 벽체, 천장에 분사하여 일정한 두께의 단열층을 구성하는 공법임

- 현장에서 시공되는 것은 반응성이 아주 빠른 두 액상원료[(diisocyanate : A액)과 (polyol : B액)]를 혼합시켜서 반응이 진행함에 따라 기체가 발생됨과 동시에 고분자화 반응이 진행되어 급격히 점도가 상승한다. 또한 이것이 기체발생(CO₂) 및 발열반응에 의한 체적 팽창에 의해 발포현상이 완료될 때 최종적으로 발포체가 형성된다.

• 폴리우레탄 연소 생성가스

- 일산화탄소, 이산화탄소, 시안화수소, 이소시아네이드, 벤젠 등 맹독성가스 발생

(4) 재해발생 원인

• 화재 위험물이 있는 장소에서 화기 등의 사용금지조치 미실시

- 우레탄 폼 등 가연성 물질이 존재하여 화재 등이 발생할 우려가 있는 장소에서는 불꽃 등이 발생하는 화기 또는 기계·기구 및 공구의 사용을 금지하여야 하나 이를 미실시

• 소화설비 미설치

- 우레탄 폼, 산소용접 기구 등 화재의 원인이 될 우려가 있는 물질을 취급하는 장소에는 적절한 장소에 소화기 비치 등 소화설비를 설치해야 하나 미설치

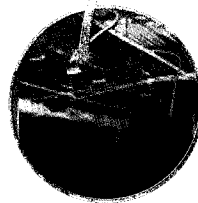
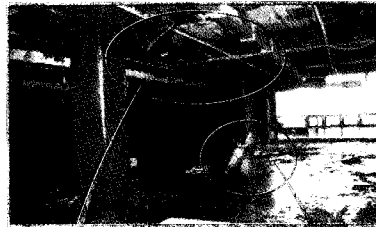
(5) 재해예방 대책

• 위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지조치 실시

- 가연성 물질이 존재하여 폭발 또는 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서는 불꽃 또는 아크를 발생하거나 고온으로 될 위험이 있는 화기 또는 기계·기구 및 공구의 사용 금지조치 실시

• 소화설비 설치

- 폭발 및 화재의 원인이 될 우려가 있는 물질을 취급하는 장소에는 반드시 적절한 장소에 소화설비 설치



기타 기술적 안전작업 대책

- 우레탄 폼 시공 전 가스, 전기용접 등 화기사용작업 선행 시공 등 화재예방을 위한 철저한 공정분리
- 가스용접 등 화기사용과 관련된 모든 작업을 마친 후에 우레탄 폼 마감작업을 하여야 하고, 부득이 한 경우 화기작업에 따른 고온물질, 불티 등이 우레탄폼 표면에 접촉되지 않도록 방화포 등 적절한 차폐시설 설치 조치
- 우레탄 폼을 사용 또는 시공 전·중·후에 반드시 현장 내 모든 협력업체와 우레탄 폼에 의한 화재특성, 위험요인 및 안전대책 수립 등 안전정보를 공유토록 사전 협의체 회의 등을 실시하여 작업 공정 간 종합적인 안전관리체제를 구축하고, 관련 근로자 안전교육 실시
- 우레탄 폼 시공 장소에는 작업 시는 물론, 마감 후에도 물질 특성, 화기작업 금지 등에 대한 안전정보 및 “경고/주의” 표지판을 설치한다.
- 위험물 및 가연물은 화기와 철저히 이격하여 사용하고 화기사용 시 화기 사용허가, 화재감시원 배치 및 소화기구를 당해 화기사용 장소에 비치한다.
- 충고가 높아 방사 거리가 작은 이동형 소형 소화기는 진화에 한계가 있으므로 가급적 압력이 높은 중형 소화기 등을 배치한다.
- 만약 소화기에 의한 초기진화에 실패하여 화재가 지속되면 폭발적으로 화염이 확산되고 맹독성 유독가스가 발생되어 대피가 매우 어려워지므로, 즉시 화재장소에서 탈출, 대피하도록 사전에 근로자 교육을 실시한다.
- 부득이하게 용접 등 화기작업 시 불티 비산방지를 위하여 불반이포(Fire Blanket) 등 불꽃, 불티, 고온물질 등을 차폐할 수 있는 설비를 설치한다.
- 우레탄 폼이 설치된 후에는 즉시 석고보드 등 불연재를 마감토록 공정계획을 수립, 시행한다.
- 사전 비상 탈출 경로를 지정하고, 안내표지, 간이 비상탈출기구 설치 등 안전조치 하고, 비상탈출 시 정전 상태에도 30분 이상 작동 가능한 유도등, 비상 조명등을 설치한다.
- 근로자의 철저한 흡연금지 등 근로자에 대한 철저한 화재예방 교육 및 피난교육을 실시한다.
- 비상 시 위험상황을 알릴 수 있는 경보설비를 설치한다.