

# 가연성물질에 의한 폭발방지 억제대책에 대한 기술적 관리방안 연구

강민관, 윤성종  
한국폴리텍대학  
e-mail:mkkang@kopo.ac.kr

## A Study on Technical Management Strategies for Prevention of Explosions Caused by Flammable Substances

Min-Kwan Kang, Seong-Jong Yoon  
Dept. of Energy and Chemical Process, Korea Polytechnics

### 요약

This study investigates explosion prevention and suppression strategies and technical management approaches to prevent fires and explosions caused by flammable substances and ensure worker safety in industrial settings. We confirm the effectiveness of various explosion prevention and suppression strategies and emphasize the importance of proactive safety education and training, security and management system establishment, and other technical management strategies to prevent potential fires and explosions in industrial sites. These explosion prevention and suppression strategies and technical management approaches are essential factors that must be strictly followed in industrial settings to create a safe working environment.

### 1. 서론

가연성물질에 의한 폭발사고는 산업 현장에서 매우 심각한 문제로 인식되고 있다. 이에 따라 국내외에서는 폭발방지 억제대책에 대한 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 이러한 연구를 바탕으로, 기존의 폭발방지 억제대책을 분석하고, 이를 효과적으로 관리하기 위한 기술적인 방법에 대해 연구하였다. 특히, 본 연구에서는 폭발방지 억제대책의 종류와 특성을 분석하고, 기존의 억제대책이 갖는 한계점을 파악하여 보완하는 방법을 연구하였다. 또한, 산업 현장에서 폭발방지 억제대책을 적용하기 위해 필요한 기술적인 관리방안에 대해 탐구하고, 이를 효과적으로 적용하는 방안을 모색하였다. 그리고 산업 현장에서 발생할 수 있는 폭발사고를 예방하고, 안전한 작업환경을 조성하기 위한 방법을 모색하였다. 이를 위해, 기존의 폭발방지 억제대책의 문제점을 파악하고 보완하는 방안을 바탕으로 기술적인 관리방안의 중요성과 적용 방안을 모색하였다.

이러한 연구를 통해, 본 논문에서는 산업 현장에서 발생할 수 있는 폭발사고를 미리 예방하고, 안전한 작업환경을 조성하여 근로자의 안전을 보장할 수 있는 새로운 기술적인 방안을 제시하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 폭발방지 억제대책에 대한 분석

##### 2.1.1. 가연성의 물질의 특성

가연성물질은 연소성이 강한 물질로, 불꽃, 열, 마찰, 정전기 등에 의해 화재나 폭발을 일으킬 수 있는 물질을 의미한다. 가연성물질의 특성은 크게 물리적 특성과 화학적 특성으로 나뉜다. 물리적 특성으로는 쉽게 증발하거나 증발할 수 있는 물질이며, 낮은 온도에서도 기체나 증기로 변할 수 있는 특징이 있다. 또한, 적은 양의 에너지로도 화재나 폭발이 일어날 수 있는 특성을 가지고 있다. 또한, 화학적 특성으로는 산화성이 강한 물질이며, 산화 작용을 일으키는 물질과 반응하여 발열 또는 폭발을 일으킬 수 있다. 또한, 산화 작용이 일어나지 않더라도 높은 온도에서 연소가 일어나는 특징이 있다. 이러한 가연성물질은 다양한 종류가 있으며, 일반적으로 액체나 고체 형태로 존재한다. 대표적인 가연성물질로는 기름, 석유, 알코올, 가솔린, 천연가스, 가스 등이 있다. 이러한 가연성물질은 산업 분야에서 널리 사용되며, 안전한 저장과 운반, 사용에 대한 관리가 중요하다.

따라서 가연성물질의 특성을 잘 파악하여 적절한 안전조치와 관리가 필요하다. 적절한 보관방법, 안전장치 설치, 안전교

육 등을 통해 가연성물질로 인한 화재와 폭발 사고를 예방하고, 안전한 산업 분야를 유지하는 것이 중요하다.

2.1.2. 폭발방지를 위한 국내 방폭설비 설치·사용 관련 문제점 분석

2008년부터 2017년까지 10년간 발생한 중대산업사고 65건 중 발생 원인별 분석내용은 [그림 1]과 같이 나타낼 수 있다. 원인별 중대산업사고 발생 현황에서는 작업허가절차 미흡(21건, 32.3%), 안전작업절차 미흡(20건, 30.8%) 순으로 발생하며 인적원인(48건, 73.8%)에 의해 대다수 발생하는 것으로 분석된다. 따라서 안전작업허가, 안전작업절차 및 작업자 교육훈련에 대한관리여부 확인 등 Human error에 대해서 시스템적 대책의 강구가 필요하다고 판단된다.



[그림 2] 해외 방폭인증기관



[그림 1] 원인별 중대산업사고 발생 현황

2.2. 기술적 관리방안

기술적 관리방안은 폭발방지 억제대책의 일환으로 적용되는 방법 중 하나로, 안전한 작업 환경을 조성하기 위한 기술적인 대책이다. 기술적 관리방안은 안전장비의 설치 및 유지보수, 안전 교육, 보안 및 관리체계 구축 등 다양한 요소들을 종합적으로 고려하여 구성된다.

2.2.1. 해외의 기술적 관리방안 사례

[그림 2]와 같이 해외의 경우 이러한 화학물질에 의한 사고 형태를 고려하여, 최종적으로 폭발 발생을 철저히 관리할 경우, 누출 및 화재 등과 같은 사고 형태는 자연적으로 제어가 가능할 것으로 간주하고 화학물질에 의한 사고 저감을 위해 폭발사고를 집중적으로 관리하는 정책을 실행하고 있다.

이러한 화학물질에 의한 폭발 사고를 관리하기 위한 해외 관련 유관기관이 운영하는 기준으로는 다음과 같은 기준들이 있다.

예를 들어, 미국 화학안전위원회(CSB)는 폭발방지 억제대책을 위해 다양한 기술적 관리방안을 제시하고 있다. 이들 관리방안에는 안전장비의 설치와 유지보수, 안전 교육, 화학물질 위험성 평가 등이 포함된다. 즉, 적절한 안전장비를 설치하고 유지보수하며, 근로자에게 안전 교육을 제공하여 적극적인 안전문화를 조성하고, 위험한 화학물질을 평가하여 적절한 대응을 계획하는 것이 이들 기술적 관리방안의 핵심이다. 이러한 관리방안을 종합적으로 활용함으로써 폭발방지 억제대책을 강화할 수 있도록 다양한 기술적 관리방안을 제시하고 있다.

또한, 유럽 연합에서는 2014년부터 폭발위험지역(ATEX) 지침을 시행하고 있으며, 이를 통해 가연성물질로 인한 폭발 사고를 예방하기 위한 기술적 관리방안을 제시하고 있다. ATEX 지침은 안전장비의 설치와 유지보수, 안전 교육, 위험성 평가 등 다양한 요소들을 종합적으로 고려하여 폭발방지 억제대책을 제시하고 있으며, 폭발 위험이 있는 작업장에서 안전한 작업환경을 조성하고 폭발사고를 예방하기 위한 기술적 관리방안을 다룬다. 이를 위해, 지침에서는 안전장비의 설치와 유지보수, 안전 교육, 위험성 평가 등 다양한 요소들을 종합적으로 고려하여 폭발방지 억제대책을 제시한다. 또한, ATEX 지침은 폭발위험성을 분류하고, 적절한 폭발방지장치를 선택하도록 지시하고 있다. 이를 통해 폭발 위험성이 있는 작업장에서 작업을 수행하는 근로자들의 안전을 보장하고, 작업환경에서 폭발 사고가 발생할 가능성을 최소화하는 것을 목적으로 한다.

또한, 일본에서는 1949년 방폭기기 규제법을 제정하여 방폭성을 강화하도록 규제하고 있으며, 가스기기 안전법 등을 통해 가스 사용 환경에서의 폭발방지 억제대책에 대한 기술적 관리방안을 제시하고 있다. 이는 가스기기의 설치와 유지보수, 안전 교육, 위험성 평가 등의 다양한 요소들을 종합적으

로 고려하여 폭발방지 억제대책을 제시하는 것이다. 또한, 일본은 가스기기 안전법에 따라 가스 사용 환경에서의 폭발 위험성이 높은 구역에 대해서는 폭발방지 구조물의 설치를 의무화하고 있으며, 가스사용 시 안전에 대한 불확실성이 있는 경우에는 가스 사용을 중지할 수 있는 조치를 취하고 있다. 이러한 기술적 관리방안들은 일본의 가스 사용 환경에서 안전성을 보장하는 중요한 역할을 하고 있다.

### 2.2.2. 국내의 기술적 관리방안 사례

국내에서는 [표 1] 같이 산업안전보건법을 비롯한 다양한 법령과 관련 규정들을 통해 폭발방지 억제대책에 대한 기술적 관리방안을 제시하고 있다.

[표 1] 국내 방폭 관리방안 기준

<p>● IEC 60079-0 (장비-일반 요구사항)</p> <p>IEC 60079의 이 기준은 폭발성 대기 (IEC 60079.0 Cl 1)에서 사용하기 위한 Ex 장비 및 Ex 구성 요소의 구성, 테스트 및 마킹에 대한 일반 요구사항을 지정하고 있음을 명기하고 있음</p> <p>IEC 60079-0 (Equipment – General Requirements)</p> <p>This part of IEC 60079 specifies the general requirements for construction, testing and marking of Ex Equipment and Ex Components intended for use in explosive atmospheres (IEC 60079.0 Cl 1).</p>
<p>● IEC 60079-10-1 (지역 분류-폭발성 가스 분위기)</p> <p>IEC 60079의 이 기준은 가연성 가스 또는 증기 위험이 발생할 수 있는 영역의 분류와 관련되어 있으며 위험 영역에서 사용하기 위한 장비의 적절한 선택 및 설치를 지원하기 위한 기초로 사용될 수 있음을 명기하고 있음 (IEC 60079.10.1 Cl 1)</p> <p>IEC 60079-10-1 (Classification of Areas – Explosive Gas Atmospheres)</p> <p>This part of IEC 60079 is concerned with the classification of areas where flammable gas or vapour hazards may arise and may then be used as a basis to support the proper selection and installation of equipment for use in hazardous areas (IEC 60079.10.1 Cl 1).</p>
<p>● IEC 60079-10-2 (지역 분류-폭발성 분진 대기)</p> <p>IEC 60079의 이 기준은 폭발성 분진 대기 및 가연성 분진 층이 존재하는 지역의 식별 및 분류와 관련하여 해당 지역의 발화원을 적절히 평가할 수 있도록 명기하고 있음 (IEC 60079.10.2 Cl 1)</p> <p>IEC 60079-10-2 (Classification of Areas – Explosive Dust Atmospheres)</p> <p>This part of IEC 60079 is concerned with the identification and classification of areas where explosive dust atmospheres and combustible dust layers are present, in order to permit the proper assessment of ignition sources in such areas (IEC 60079.10.2 Cl 1).</p>

### 2.2.3. 기술적 관리방안의 중요성

기술적 관리방안은 가연성물질로 인한 화재와 폭발 사고를 예방하기 위해 반드시 필요한 요소이다. 이러한 방안은 적절한 안전장비의 설치와 유지보수, 안전 교육, 보안 및 관리체계 구축 등 다양한 요소들을 종합적으로 고려하여 구성된다. 이에 대한 중요성은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 기술적 관리방안은 가연성물질을 다루는 산업 분야에서 발생할 수 있는 화재와 폭발 사고를 예방하는 가장 효과

적인 대책 중 하나이다. 이러한 방안은 가연성물질로 인한 위험성을 분석하고, 해당 위험성을 예방하는 적절한 대응방안을 마련함으로써 산업 현장에서 발생할 수 있는 화재와 폭발 사고를 미연에 방지할 수 있다.

둘째, 안전장비의 설치와 유지보수는 화재와 폭발 사고를 예방하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 적절한 안전장비를 설치하고 이를 정기적으로 유지보수하여 작동 가능한 상태로 유지함으로써, 작업 중 발생할 수 있는 화재와 폭발 사고를 사전에 방지할 수 있다.

셋째, 안전 교육을 통해 작업자들의 안전의식을 높이는 것이 매우 중요하다. 작업자들은 작업 중에 발생할 수 있는 위험성을 인지하고, 적절한 대응방안을 알고 있어야 한다. 안전 교육과 훈련은 이러한 작업자들의 안전한 작업 수행 능력을 향상시키는 데 있어 매우 중요한 역할을 한다.

## 4. 결 론

본 연구는 폭발방지 억제대책에 대한 기술적 관리방안에 대한 연구이다. 가연성물질로 인한 화재와 폭발 사고는 매우 위험한 요소이며, 이를 예방하기 위해서는 적절한 기술적 관리방안을 구축하는 것이 필수적이다.

따라서, 이러한 폭발방지 억제대책과 기술적 관리방안은 산업 현장에서 반드시 지켜져야 할 요소 중 하나이며, 이를 철저히 준수함으로써 안전한 작업 환경을 조성할 수 있다. 또한, 적극적인 안전 교육과 훈련, 보안 및 관리체계 구축 등을 통해 산업 현장에서 일어날 수 있는 화재와 폭발 사고를 예방하는 데 기여할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] Kim, S., & Lee, J. (2015). Analysis of explosion incidents in Korean industries. *Journal of Hazardous Materials*, 297, 233-240.
- [2] Lee, S., et al. (2017). Explosion-proof characteristics of explosion-proof equipment. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 45, 25-33.
- [3] Oh, S., et al. (2020). Improvement of safety management in a petrochemical plant using a risk-based maintenance approach. *Process Safety and Environmental Protection*, 143, 82-88.