

# 국내 방폭 전문인력 양성과 자격제도 구축에 관한 연구

나완석\*

\*한국폴리텍대학

e-mail:naws500@kopo.ac.kr

## A Study on the Development of Explosion Protection Safety Personnel and Certification Systems

Wan-Suk Na\*

\*Dept. of Operation and Chemical Process, Korea Polytechnics

### 요약

This study aims to analyze the root causes of recurring explosion accidents in industrial settings and to propose a systematic training strategy for explosion-proof (Ex) safety professionals. Despite existing regulations emphasizing the installation and maintenance of explosion-proof equipment, there is a lack of structured education and certification systems for qualified personnel in Korea. Based on international certification systems such as the IEC 60079 series and IECEx CoPC, this study presents an integrated approach including tailored curricula, qualification frameworks, accreditation bodies, and demand-driven workforce planning. It particularly emphasizes the development of practical training content using XR-based simulation technology and modular courses for various industries such as petrochemicals, semiconductors, and hydrogen energy. The research concludes that securing qualified explosion-proof professionals is not only essential for industrial safety but also directly linked to enhancing Korea's international competitiveness. It calls for the establishment of a collaborative ecosystem among government, industry, and educational institutions to institutionalize and sustain effective Ex workforce development

### 1. 서론

산업재해와 재난은 단순히 사고로 그치지 않고, 사회적·경제적 손실로 이어지는 중대한 이슈로 인식되고 있다. 특히 석유화학, 정유, 가스, 전기설비 등 고위험 산업 현장에서의 폭발 사고는 대형 인명 피해와 막대한 재산 피해, 나아가 지역사회 전체의 위기 상황으로 확산될 수 있는 잠재성을 지니고 있다. 이러한 폭발 사고는 설비 결함, 미인증 장비 사용, 인적 과실 등 복합적 원인에 의해 발생하며, 그 근본 원인은 방폭 설비의 설치 및 유지관리, 점검을 담당할 수 있는 전문 인력의 부재에 기인하는 경우가 많다. 국내에서도 STX 조선해양, 한수원, 한화 등의 산업체에서 방폭 관련 사고가 연이어 발생한 바 있으며, 이는 방폭기기 자체의 결함보다도 이를 유지·관리하는 인력의 전문성 부족에서 비롯된 경우가 많다는 점에서 주목할 필요가 있다. 또한, 세계 각국은 방

폭 관련 제도를 국제적 수준으로 통합하고 있으며, IEC(국제전기기술위원회)의 60079 시리즈와 IECEx CoPC(Competence of Personnel Certification), 유럽의 ATEX 인증 등이 대표적인 예이다. 이들은 단순한 제품 인증을 넘어서서 설계자, 설치자, 점검자, 유지보수자 등 각 단계별 인력의 역량을 체계적으로 인증하는 구조를 갖추고 있다. 그러나 국내의 경우, 아직까지 법령 체계나 인증 제도, 실무 중심의 교육 콘텐츠가 충분히 구축되어 있지 않아, 국제 기준과 현장 수요 간의 괴리가 존재하는 실정이다. 한편, 더욱이 산업안전보건법, 가스 3법, 전기공사업법 등 각종 산업안전 관련 법령에서는 방폭 설비의 안전관리를 강조하고 있으나, 이를 담당할 자격을 갖춘 전문인력에 대한 요구사항은 제도적으로 명확히 규정되지 않은 경우가 많다. 민간 자격은 법적 지위가 불명확하고, 공공기관의 정규 교육과정도 산업별 특화 교육이나 실습 중심의 커리큘럼이 부족하여 현장성과 실효성이 떨어

어지는 문제점이 존재한다. 그리고 최근에는 국내 방폭 자격증 제도 도입에 대한 논의가 본격화되고 있으며, 산업계에서는 CoPC 기반의 국제 인증을 보유한 인력을 채용하거나 자체적인 사내 인증제도를 운용하고자 하는 움직임도 늘고 있다. 이러한 상황에서 방폭 전문인력의 체계적인 양성과 자격제도 구축은 단순한 산업안전 확보 차원을 넘어, 국가 경쟁력 강화를 위한 필수 요소로 인식되어야 한다. 본 논문은 국내 방폭 전문인력 양성체계의 현황과 문제점을 분석하고, 교육과정, 자격 인증, 기술 기반 역량 강화, 제도 정비 등을 아우르는 통합적인 인력 양성 방안을 제안하고자 한다. 특히 IECEx CoPC 등 국제 기준에 부합하는 인증체계를 국내 여건에 맞게 도입·정착시키는 전략과, 메타버스 기반 XR 시뮬레이션 콘텐츠 등 최신 기술을 접목한 교육 모델 개발, 수요 기반 자격자 수급 로드맵 수립 등을 통해 실질적이고 실행 가능한 정책 대안을 도출하고자 한다.

## 2. 방폭 전문인력 양성의 필요성

### 2.1. 산업 재난과 방폭 사고 현황

방폭 설비의 필요성은 실제 사고사례를 통해 더욱 분명히 확인되고 있다. 예를 들어, 2017년 STX조선해양에서는 방폭등에 가스가 유입되어 발생한 폭발로 인해 인명과 장비 손실이 발생하였고, 2018년에는 한화 대전공장에서 방폭 미인증 기기 사용으로 폭발 사고가 발생하였다. 그림 1에서와 같이 산업 현장에서 방폭 설비의 설치 여부뿐 아니라, 그 유지보수와 점검을 수행할 수 있는 전문 인력의 부재가 심각한 안전 사각지대를 만들고 있음을 보여준다. 실제로, 고용노동부와 KOSHA가 발표한 중대산업사고 통계에 따르면, 사고의 약 74%가 인적 요인에 기인하며, 그 중 상당수가 교육 부족과 절차 미준수, 설비 부적절 조작 등으로 나타났다. 이로 인해 방폭 전문인력은 단순 기술 인력이 아닌, 사전 예방과 판단 능력을 갖춘 안전 엔지니어로서의 역량이 요구된다.

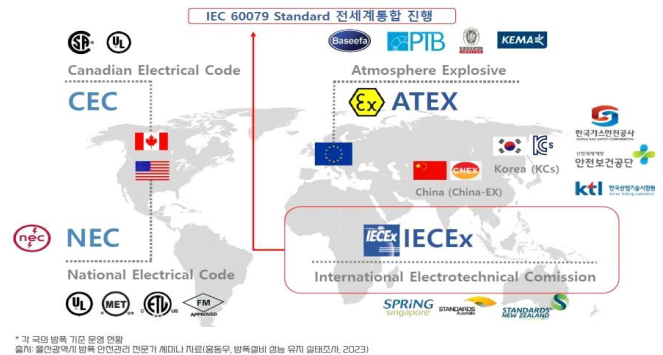


[그림 1] 화재폭발 사고사례

### 2.2 국제 기준과 국내 제도의 격차

국제적으로는 IEC(국제전기기술위원회)에서 제정한 IEC 60079 시리즈를 기반으로, IECEx 시스템이 폭발 위험 장소에서

의 장비 및 인력 인증 체계를 운영하고 있다. 특히, CoPC(Competence of Personnel Certification)는 각 작업단계(설계, 설치, 점검, 유지보수 등)별로 요구되는 인력의 능력을 모듈별로 구분하고, 실무 경험과 이론지식을 동시에 검증하는 국제적 자격인증 제도이다. 유럽의 ATEX, 미국의 NEC 500 등도 유사한 체계를 갖추고 있으며, 대부분의 다국적 기업은 해당 인증을 받은 장비와 인력을 선호한다. 반면, 국내는 민간 중심의 산발적인 교육과 단기 강의 수준의 자격증이 대부분으로, 실무 적합성과 국제 인정도 측면에서 한계가 있다. 국내 방폭 관련 자격의 경우 법령상 효력이 명확하지 않으며, 현장에서는 자격보유자보다 경험자에 의존하는 경향이 뚜렷하다. 이러한 상황은 고위험 공정이 증가하고 있는 국내 산업 환경에서 구조적 불안을 야기하고 있다. 그림 2는 IECEx, ATEX, NEC 등의 국제 방폭 자격 운영 체계의 구성과 범위를 나타낸 것이다



[그림 2]는 국제 방폭자격기준

### 2.3. 산업수요 기반의 인력 수급 불균형

2022년 기준 국내 제조업체 중 폭발 위험이 있는 가연성 물질을 취급하는 사업장은 약 26만 개소 이상이며, 고압가스, LPG, 도시가스 등의 시설 수는 10만 개소에 육박한다. 통계청과 한국가스안전공사 자료를 종합 분석한 결과, 가스 3법 및 산업안전보건법에 따라 최소 한 명 이상의 방폭 자격 보유자가 필요한 시설을 기준으로 하면, 방폭 자격 인력의 총 수요는 약 55만 명에 이른다. 그러나 실제 자격보유 인력은 1,000명 수준에도 미치지 못하며, 이는 수요 대비 극심한 인력 공백 상태를 시사한다. 특히 전기공사업체의 경우 방폭공사 등록을 위해 업체당 3인의 자격자가 필요하나, 제도 미정착으로 인해 상당수 업체는 비자격 상태로 운영되고 있는 실정이다. 따라서 국내 산업 구조 변화와 법적 요구사항 확대에 대응하기 위해서라도, 방폭 전문인력 양성은 필수불가결한 과제가 되었다. [표 1]은 산업안전보건법, 가스 3법 등을 기준으로 예측한 방폭 자격 인력 수요를 시각화한 것으로, 산업별·법령별 최소 수요를 기준으로 약 55만 명 이상이 필요함을 보여주며, 그림 3은 잠재적 방폭자격증 취득 인원을 나타낸다.

[표 1] 방폭인력 수요 예측

연번	구분	인원(명)
1	산업안전보건법에 따른 안전관리자	268,109
2	안전관리전문기관	127
3	가스3법에 따른 안전관리자	242,476
4	방폭공사업	48,759
합계		559,471



[그림 3] 잠재적 방폭자격증 취득 인원

### 3. 국내 방폭 전문인력 양성의 문제점

#### 3.1. 방폭 교육과정의 구조적 문제와 실효성 부족

교육과정의 비일관성과 실효성 부족현재 국내 방폭 교육 과정은 법령마다 요구사항이 상이하고, 교육 내용 또한 산업현장의 수요와 동떨어져 있는 경우가 많다. 예컨대 산업안전보건법에서는 자격 보유 여부보다는 단순 이수 중심의 교육을 강조하고 있으며, 전기공사법이나 가스 3법에 의한 교육 역시 이론 위주로 운영되고 있어 실질적 대응 역량 강화에 한계가 존재한다. 실습 기반 교육 인프라가 부족하고, 예방정비 중심의 시뮬레이션 콘텐츠는 거의 전무한 상황이다. 이로 인해 교육을 이수하더라도 현장 투입 시 실제 방폭 장비 유지보수나 위험지역 관리에 어려움을 겪는 경우가 많다.

#### 3.2. 방폭 정책 및 제도의 단절성과 현장 적용의 문제점

정책 및 제도 간 불일치와 산업현장 괴리산업안전 정책과 방폭 관련 규정은 부처 간 통일된 기준 없이 개별 시행되고 있으며, 교육과 자격, 실무 기준 간의 연결성도 약한 편이다. 예를 들어, KOSHA Guide와 GC Code는 방폭 위험지역에서 요구되는 인력의 역량 수준과 자격기준을 명시하고 있으나, 이를 반영한 국가 인증제나 법령은 부재한 실정이다. 이로 인해 현장에서는 법적 요건을 충족시키기 위한 '형식적 자격' 중심으로 대응하거

나, 안전관리자의 직무 범위 안에서 방폭까지 포함시키는 식의 임시적 대응이 일반화되고 있다. 이처럼 제도 간 불일치와 현장 요구의 괴리는 실질적인 안전 확보에 한계를 드러내고 있다.

### 4. 방폭 전문인력 양성 방안

#### 4.1. 방폭 교육체계의 고도화와 산업별 모듈화 전략

교육체계의 고도화와 산업 맞춤형 설계방폭 전문인력 양성을 위해서는 기존의 이론 중심 교육에서 벗어나, 산업 현장의 특성과 직무 수준에 적합한 실무형 교육체계로 전환되어야 한다. 이를 위해 IECEX CoPC의 유닛 단위 기반 교육 체계를 도입하여, 각 산업군(석유화학, 반도체, 정유, 수소 등)에 특화된 모듈형 교육 과정을 구성할 필요가 있다. 또한, 메타버스 기반 XR 시뮬레이션 콘텐츠를 활용한 교육은 방폭 설비의 예방정비, 설치 및 유지보수 능력을 실제와 유사한 환경에서 훈련할 수 있는 혁신적 방법으로, 현장 적응도와 교육 효과를 동시에 높일 수 있다. 교육 훈련기관은 단기 교육에서 탈피하여 기본교육-심화교육-현장실습-자격평가로 이어지는 체계적 과정을 운영해야 하며, 이를 위해 산업계와 연계된 교육 협약이 필요하다. [그림 4]은 XR 기반 실감형 시뮬레이션을 활용한 방폭 교육 콘텐츠의 구성을 나타낸 것이다. 이는 현장 실무 적응력을 높이기 위한 실습 중심 교육모델로 활용 가능하다.



[그림 4] XR 기반 실감형을 활용한 방폭 교육 콘텐츠

#### 4.2. 국제기준 연계 기반의 인증체계 제도화 방안

인증체계의 제도화 및 국제기준 연계방폭 분야의 자격제도는 국제 기준에 부합하면서도 국내 실정에 맞는 법적 기반 위에서 운영되어야 한다. IECEX CoPC 제도는 전 세계적으로 인정받는 인력 인증 체계이며, 국내에서도 이를 단계적으로 도입하기 위해서는 정부 주도의 제도화가 선행되어야 한다. 이를 위해 민간자격제도를 기반으로 한 시범 운영을 거쳐, 국가자격화 또는 산업계 공동 인증 체계로 발전시키는 전략이 필요하다. 특히 KOSHA Guide 및 GC Code에서 명시하고 있는 자격 요건과 직무역량 체계를 반영하여 인증 평가 기준을 마련하고, 이를 바탕으로 공신력 있는 인증기관(RTP)의 지정 및 운영이 병행되어야 한다.

## 4.3. 실습 인프라 확충 및 교육조직 협력 기반 구축

참고문헌

인프라 및 조직 기반 구축방폭 전문교육을 수행할 수 있는 시설과 조직의 구축도 병행되어야 한다. 전국 권역별로 방폭 실습장, 시뮬레이터, 방폭기기 실물 등이 갖추어진 방폭전문교육센터를 설치하고, 이를 한국폴리텍대학, 안전보건공단, 가스안전공사 등과 연계 운영하여 교육 품질을 표준화해야 한다. 이와 함께 산업계 전문가, 연구기관, 교육기관이 공동 참여하는 방폭인력양성 협의체를 구성하여, 자격 체계 설계, 교재 개발, 정책자문 등의 기능을 수행하도록 해야 한다. 중장기적으로는 각 산업별 방폭 인력 양성 로드맵을 수립하고, 이를 정부의 인력양성 기본계획과 연계시키는 정책적 노력이 요구된다.

## 4.3. 산업 수요 기반 자격자 양성 전략

수요 기반 자격자 확보 전략실제 산업 수요를 반영한 자격자 양성 전략도 필요하다. 예컨대 제조업과 전기공업체제를 포함한 방폭 관련 사업장의 수요를 고려할 때, 최소 연 2만 명 이상의 자격자 양성이 필요하다. 이를 위해 산업안전보건법, 가스 3법 등 관련 법령에서 자격 보유 인력을 명시하고, 인력 수급 예측 데이터를 기반으로 훈련 목표를 설정하는 정책 연계가 필요하다. 또한 민간 교육기관과의 협력을 통해 교육 수요를 분산시키고, 온라인 기반 평가와 모듈형 이수제 등을 도입하여 수요자 중심의 유연한 교육 환경을 조성해야 한다.

## 4. 결 론

본 연구는 국내 방폭 전문인력 양성의 필요성과 제도적 미비점을 진단하고, 이를 개선하기 위한 통합적인 방안을 제시하였다. 고위험 산업에서의 반복적인 폭발 사고는 단순히 설비의 문제만이 아니라, 이를 안전하게 다루고 유지·관리할 수 있는 인력의 부재에서 비롯된 구조적 문제임이 확인되었다.

국제적으로는 IECEx CoPC와 같은 인력 인증체계가 정착되어 있는 반면, 국내는 교육의 실효성 부족, 자격제도의 부재, 정책 간 불일치로 인해 방폭 전문인력 확보에 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 산업별 실무 중심 교육체계 구축, 국제 인증 연계형 자격제도 정비, 공신력 있는 인증기관 지정과 교육 인프라 확충, 산업 수요 기반 자격자 양성전략 등의 네 가지 핵심 방안을 제시하였다. 특히 메타버스를 활용한 XR 시뮬레이션 콘텐츠 도입과 같은 최신 기술 기반 교육은 향후 방폭 교육의 표준 모델로 발전할 가능성을 지닌다.

향후에는 정부 주도의 제도 정비뿐만 아니라 산업계, 교육기관, 인증기관 간의 협력 생태계 조성이 병행되어야 하며, 실무 능력을 갖춘 방폭 전문인력의 체계적 확보는 산업 안전은 물론, 국제 경쟁력 확보와 수출 시장 확대에도 기여할 수 있을 것이다.

- [1] 나완석, "방폭 전문인력 양성 방안에 관한 연구," 2023.
- [2] 강민관, "방폭설비 폭발방지 억제대책을 위한 전문인력 양성 방안에 관한 연구," 2023.
- [3] 황승만, "국내 방폭 자격증 수요예측에 대한 연구," 2023.
- [4] 나완석, 강민관, "XR 기반의 실감형 콘텐츠 운영에 관한 연구," 한국산학기술학회 2023년도 추계학술발표논문집, pp. 255-258, 2023.
- [5] 강민관, 나완석, 윤성중, "방폭설비 폭발방지 억제대책을 위한 전문인력 양성 방안에 관한 연구," 대한전기학회 하계학술대회논문집, 2023.
- [6] 강민관, 윤성중, "화재·폭발 재난안전예방을 위한 국내 방폭(민간) 자격증 제도 도입 방안에 관한 연구," 한국산학기술학회 2024년도 춘계학술발표논문집, 2024.
- [7] 김용범 외, "화재·폭발 재난안전예방을 위한 국내방폭(민간)자격증 제도 도입방안에 관한 연구," 2023.
- [8] 나완석, "메타버스를 활용한 XR 기반의 방폭 회전기기 예방 정비 콘텐츠 개발," 2023