

# 석유화학공장의 컨트롤 센터 설치 기준

황 현 수  
(위험관리정보센터 과장)

## 1. 머리말

최근 석유화학산업에서는 프로세스 유닛을 집중화하고 있으며 특히, 통합 운전되는 유닛에서는 더욱 그러하다. 어떤 정유공장은 전에 여러개가 있었던 컨트롤 센터를 최근 하나로 통합하고 있다. 제어의 집중화는 컨트롤 센터 위치의 주의 깊은 선정, 컨트롤 센터 건물설계 요소의 평가, 운전원의 편안함을 위한 건물 내부 환경규정과 제어장비의 보호가 요구된다.

이 글은 프로세스 운전을 위한 컨트롤 센터의 설치 및 설계에 대한 API Code(American Petroleum Institute)를 정리한 것으로서 컨트롤 센터의 건축시 고려 사항과 내부환경을 소개하고 다음호에는 컨트롤 판넬 전반에 대해 소개하고자 한다.

## 2. 건축시 고려 사항

### 가. 설계시 일반적인 고려사항

#### (1) 내폭발구조

내폭발구조의 설계에는 다음 사항이 고려되어야 한다.

- ① 기초
- ② 외벽
- ③ 지붕

#### ④ 출입문 및 문틀

#### ⑤ 불필요한 지상의 개구부

#### ⑥ 공기흡입

내폭발구조에 사용되는 실제적인 설계기준은 발생할 가능성이 있는 상황이나 보호등급에 따른다.

내폭발구조란 100ft(30m)의 거리에서 TNT 1톤의 에너지에 상당하는 폭발에 견딜 수 있는 건물이라고 정의된다. 붕괴되지 않고 중간 정도의 손상을 입은 구조물은 내폭발구조에 포함된다. 내폭발구조는 운전원의 안전과 설비들의 가동을 유지하기 위한 것이다. 최근의 설계철학은 정적인 기준보다는 동적인 설계기준을 사용하는 쪽으로 기울고 있다.

(2) 눈, 토네이도, 허리케인 및 지진

지리적으로 특수한 지역을 위해 강화된 건축법이나 기준들은 적설하중, 바람하중, 지진에 대비한 규정 등을 담고 있다.

조심스러운 판단이 사고나 자연재해 후에도 제거능을 수행할 수 있도록 컨트롤 센터의 설계가 요구된다.

#### (3) 기타 고려사항

석유화학공장의 가동에 필요한 운송차량용에 대한 적정한 주차설

비와 도로상의 운송방식이 고려되어야 한다.

#### 나. 창문 및 출입문

컨트롤 센터 외벽의 모든 개구부는 약한 부분이므로 최소화하여야 한다.

내폭발구조 설계에서는 항상 외벽에 창을 설치하지 않도록 하고 있다.

그러나 고정된 틀에 설치된 창문이 6파운드/in<sup>2</sup>(6psi, 0.42kg/cm<sup>2</sup>)에 견딜 수 있다면 설치될 수 있다. 인접실 사이의 소음을 10~15데시벨로 완화하는데는 2층 창의 설치로 가능해질 수 있다. 유리는 최소 3/16in.(4.76mm)로부터 다양한 두께가 있다.

잘게 부서지지 않는 유리의 사용이 권장된다. 내폭발 출입문의 복잡성 및 높은 비용 때문에 내부 출입문의 숫자나 크기는 장비의 입·출 및 이동에 지장을 주지않는 가장 최소한이어야 한다.

기계적으로 작동되는 대형문의 부착은 유지 관리나 신뢰도에 문제를 발생시키고 높은 비용지출을 야기시킨다. 기계적으로 작동되지 않으면서도 쉽게 열수 있는 가장 큰 한쪽의 문은 약 6×7ft(1.8×2.1m)이다.

큰 부품의 반입을 위한 개구부

의 높이는 탈착형 고창의 사용으로 높일 수 있다.

건물이 적절한 방식으로(air lock의 사용 등) 가압되어야 한다면 외측문이 열렸을 때 건물 내부의 압력 손실을 방지할 수 있도록 설계되어야 한다.

문의 개폐방향과 문틀의 방식은 비상시 통행을 방해하지 않는 방식이어야 한다.

분리된 틀이 정상 가동시에는 정방향으로, 비상시에는 역방향으로 열릴 수 있도록 설치되어야 하며, 출입문은 금속틀을 가진 구조이어야 한다.

#### 다. 조 명

최근의 설계는 컨트롤 룸의 여러 지역에서 다음 조도를 갖추도록 요구하고 있다.

컨트롤 룸의 운전원이 조작하는 기타 관넬의 조도는 일반 조도와 같다.

조도 증가를 위해 백열등을 사용할 수 있다. 그러나 백열등은 부착하기가 어렵고, 조도를 방해하는 경우가 자주 발생한다. 확산이나 무반사 유리 조명기구를 사용하는 것은 눈부심, 시야가림 및 신체적 불편감을 최소화할 것이다.

컨트롤 관넬 뒷부분의 조도는 계측기의 종류, 당해 장소에 설치된 장비의 종류 그리고 당해 장소에서 예상되는 유지관리 활동에 따라 결정된다. 관넬 뒷부분의 조명에는 백열등이나 형광등 모두가 사용될 수 있다. 관넬 주변의 비상조명 시스템은 정전에 대비하여 비상전원에 연결되어 있다.

관넬 뒷부분은 비상출구, 조명

제어 관넬만이 비상조명 시스템에 연결되어 있다.

#### 라. 천 장

천장 높이는 장비를 수용하고, 적절한 외관을 갖추기 위해 최소한 10ft(3m)는 되어야 한다. 경제적인 천장은 분진이 발생하지 않고, 음향을 소화시키는 타일이나 격자가 매달린 판 등이다. 컨트롤 룸의 천장은 밝은 것이 좋다(상부에 형광등이 설치된 격자상의 알루미늄 천장). 천장면과 상층 바닥면 사이에는 트레이, 덕트 및 조명기구를 위해 최소 3~4ft(0.9~1.2m)의 공간이 있어야 한다.

소음문제가 예상되는 장소는 알루미늄 분말처리 섬유판으로 된 커튼 월이 천장속 및 벽 마감 코팅 아래에 설치될 수 있다.

#### 마. 바닥설계

컴퓨터실형 바닥은 때때로 전자 계측기실에도 사용된다. 이러한 바닥은 컨트롤 관넬과 보조장비 또는 조작반 사이의 케이블 경로를 단순하게 한다.

바닥은 또 컨트롤 룸 장비의 개조나 추가작업을 쉽게 한다.

바닥은 컨트롤 관넬 및 기타 장비의 총 중량으로 인해 변형이나 처지지 않도록 설계되어야 한다. 높은 바닥은 바닥 콘크리트로부터 18~21in 가 권장된다.

컨트롤 룸 주위에는 트랜치가 종종 사용된다.

상호 연결된 몇개의 트랜치는 조작반 및 데스크형 장비로부터 트랜치 주변으로 유도 되어야 한다. 점검할 수 있는 덮개나 기타 쉽게 제거가 가능한 물질이 트랜

치나 관넬 뒷부분에 덮여져야 한다.

또다른 방식의 설계는 컨트롤 룸 아래에 케이블 분배실을 설치하는 것이다.

이러한 설계는 보조장비의 설치 공간을 마련해 주지만 운전중 더 많은 문제점을 발생시킨다. 위층에 케이블 분배실을 가진 컨트롤 룸은 그러한 문제를 줄일 수 있다. 그러나 다수의 층을 가진 건물의 내폭발구조는 엄청난 비용증가를 야기시킨다.

관련 장비가 별도의 실에 설치된 장소에서는 설치나 유지관리에 통신상의 문제점이 발생하는 것에 주의하여야 하며, 적절한 장비가 이들 지역 사이의 통신을 위해 설치되어야 한다.

컨트롤 룸 건물의 바닥을 덮는 것은 비전도성의 비닐 석면포 또는 플라스틱 판이어야 하며 모든 실내 가구는 정전기 발생을 최소화 하도록 설계되어야 한다.

바닥의 배수는 일반적으로 하수구와 연결하거나 직접 건물 외부로 배수되어야 한다.

#### 바. 도 장

도장은 장비의 색깔 배치와 조화를 이루는 시각적으로 편안함을 주는 색을 만들어내야 한다. 적절한 설계는 평평하거나 색상의 차이가 적은 반광택 표면이어야 한다. 바닥에서 천장까지 부드러운 음영 및 건물 전체에 걸친 연속된 색상이 고려되어야 한다.

#### 사. 케이블 인입

처음 설치시 장래 증설에 대비한 여유분을 가져야 한다.

빌딩 케이블의 내폭발구조 설계는 지하에 설치하는 것이다. 지하에 설치하는 것은 비용이 많이 들며, 장래 증설을 어렵게 한다. 덕트, 전선관, 기타 인입관은 증기

지 역	조 도	조 사 면
수직 컨트롤 관넬 및 조작반	50ft-칸델라	모든 계측기 부분
일반 컨트롤 룸 지역	30ft-칸델라	바 닷
관넬 뒷부분 지역	15-30ft-칸델라	바 닷

의 침입을 방지하기 위해 적정하게 실링하여야 한다.

### 3. 내부환경

#### 가. 일반사항

다음의 내부환경을 유지하기 위해 환경 장비의 선정 및 설계를 고려해야 한다.

(1) 인간의 편리함 추구

(2) 컨트롤 센터에 설치된 계측기의 보호규정

이러한 기능을 수행하기 위해 공조설비가 설치되어야 한다.

공조설비란 환기 및 온도, 습도, 청정도 등을 위해 공기를 처리하는 공정이며, 내부 거주자의 안락함과 장비가 설치된 공간의 공기에 대한 규정을 만족시키기 위한 설비를 말한다. 컨트롤 센터의 공조설비 설계기준은 다양하다.

공조의 범위는 인간의 편안함보다는 컨트롤 센터에 수용된 장비의 종류와 컨트롤 센터 외부의 주변 상황에 따라 좌우된다.

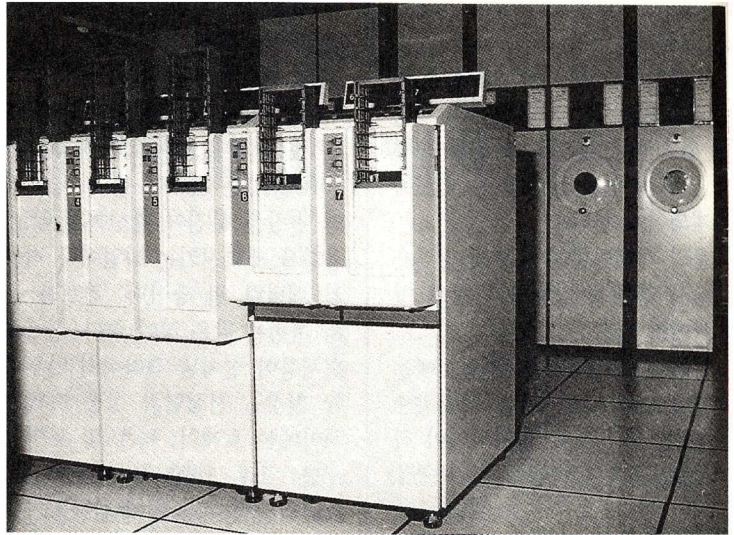
#### 나. 공기조화

대부분 오늘날의 컨트롤 센터는 냉난방 필터, 그리고 컨트롤 룸 내부의 가습, 컨트롤 룸을 비위험 장소로 만들기 위한 가압용 중앙 집중 공조시스템을 설치한다.

환기설비는 계속적으로 정화된(순환된 공기와 신선한 공기를 혼합한) 공기를 컨트롤 센터의 바닥이나 천정의 통풍구를 통하여 순환시키기 위해 가동된다.

순환된 공기와 신선한 공기의 혼합비율은 덕트에 설치된 댐퍼의 수동조작에 의해 정해진다.

겨울철의 공조는(난방용) 공기를 가열하기 위해 공조 시스템내에 설치된 자동 온도조절 장치에 의해 제어되는 열감지 소자가 필요하다.



외부온도가 15°F(-9.4°C)이하라면 외부에서 인입되는 신선한 공기를 예열하기 위한 장비가 추가되어야 한다.

순환된 공기댐퍼는 폐쇄하고, 신선한 공기댐퍼를 충분히 개방하여 공조용 공기로 신선한 공기를 100% 사용할 수 있다.

여름철의 공조는(냉방용) 덕트내에 설치된 자동 온도조절 장치에 의해 제어되는 열감지 소자가 필요하다. 컨트롤 센터가 설치된 장소의 지리학적 위치나 기후조건, 그리고 내부에 설치된 계측기의 조건에 따라 다음을 결정하여야 한다.

(1) 겨울이나 여름철을 위한 공조설비 설치

(2) 습도제어

공조설비의 고장으로 예상되는 문제점에 대해 고려하여야 한다.

국소 배출팬이나 여분의 공조시스템이 전자장비의 심각한 과열을 방지하기 위해 고려될 수 있다.

#### 다. 공기정화

인간의 편안함을 위해 추가적으로 설치되는 공기정화설비는 부식, 침식, 누전경로가 되는 이물

질 그리고 화재 및 폭발을 발생시킬 수 있는 상황에 대해 컨트롤 센터의 계기를 보호하기 위해 때때로 필요하다.

공기정화에는 다음 사항이 필요하다.

(1) 일반 필터나 정전기 이용 필터로 부유 입자를 걸러낸다.

(2) 공기흡입 덕트의 설치로 탄화수소 증기나 가스를 제거한다.

(3) 흡수물질이 들어있는 필터의 설치로 부식성 가스(H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>)를 제거한다.

#### 라. 가압설비

컨트롤 센터가 위험 장소내에 위치하고, 일반형 전기설비나 기타 점화원이 될 수 있는 장비를 수용하고 있을 때, 컨트롤 센터를 비위험 장소로 만들기 위해 인화성 가스나 증기의 혼합기체가 침입하는 것을 방지할 수 있도록 설계되어야 한다.

인화성 가스나 증기의 혼합기체가 침입하는 것을 방지하기 위해서는 환기설비의 고장에 대비한 안전장치가 설치된 깨끗한 외부공기를 흡입하는 가압 환기설비가 설치되어야 한다.

컨트롤 센터 외부의 화재나 위험물질의 누출시 공조시스템은 외부에서 공기를 흡입하지 않고 순환된 공기 전체를 재순환하여야 한다. 또한, 가압설비는 다음의 규정에 따라야 한다.

(가) 가압설비는 컨트롤 센터내의 모든 개구부를 폐쇄한 상태에서 최소 0.1in.수두(25파스칼)의 압력을 유지할 수 있는 용량이어야 한다.

(나) 시스템은 모든 개구부를 통하여 최소 60ft/분(0.3m/sec)의 풍속으로 방출될 수 있는 용량이어야 한다.

용량 선정시 개방될 수 있는 모든 문이나 창문은 개방상태로 고려하여야 하며, 기타 개구부에 대한 여유가 포함되어야 한다.

추가해서, 가압설비는 공조설비가 가동되지 않을 때 최소 한시간당 6회의 공기를 교체할 수 있는 용량이어야 한다.

가압장비는 컨트롤 센터의 내·외부에 설치되고, 기후조건에 대해 적절히 보호되어야 한다. 내폭발 설계시 가압장비는 컨트롤 센터 내부에 설치해야 한다.

환기는 전동기에 직접 연결된 원심이나 축류팬에 의해 실시되어야 한다.

전동기는 덕트 내부에 설치될 것이다.

가압환기 시스템의 고장은 시각 및 청각경보를 발하는 차압 스위치에 의해 감지된다.

가압 시스템 고장후 안전을 확인한 다음 전원을 투입하는 규정이 있어야 한다.

최소 규정은 다음과 같다.

(가) 인화성 증기감지기가 전원을 투입해도 안전한가 결정하기 위해 사용되어야 한다.

(나) 차단 스위치와 팬 전동기는

가압설비가 설치되지 않는 경우 방폭구조로 설치해야 한다.

(다) 가압 시스템 팬 모터의 전원은 컨트롤 센터에 공급되는 전원의 차단 스위치 이전에서 분기하여야 한다.

(라) 컨트롤 센터가 Division 1 위험장소(국내 1종 장소에 해당)에 설치되었고, 강력한 퍼지가 요구된다면 가압 시스템의 고장시 컨트롤 센터의 모든 전원은 차단되어야 한다. 이때, 중요설비의 운전을 위해 전원이 차단되어서는 안되는 장소는 Division 1 장소용 여분의 가압설비를 설치하여야 한다.

위에 추가하여 연속적인 가스감지나 연기감지는 인화성·독성 증기를 감지하기 위해 그리고 경보 시스템을 작동시키기 위해 필요하다.

어떤 경우 이들 감시장치는 환기설비의 전원 차단용으로도 사용된다.

가압 시스템에는 냉난방·가습·정화를 위한 공조설비가 포함될 수 있다.

#### 마. 신선한 공기의 흡입

컨트롤 센터에서 가압 시스템을 위한 공기흡입구는 위험한 농도의 인화성 가스나 증기, 부식 오염물질 및 기타 이물질들로부터 안전한 장소여야 한다.

공기흡입구는 프로세스의 특성 및 물리적 배치에 따라 결정되어야 한다.

일반적으로 흡입팬은 인화성 증기가 존재할 가능성이 가장 작은 공정지역의 한부분으로부터 공기를 흡입한다.

컨트롤 센터가 프로세스 지역의 중심부에 위치할 때는 덕트를 설치해야 한다.

덕트는 불연성 물질, 누설방지,

기계적보호, 부식방지조치 및 위험한 증기가 팬의 흡입라인을 통해 컨트롤 센터로 침입하는 것을 방지하는 구조로 시공되어야 한다.

#### 바. 조명

조명은 컨트롤 센터의 외관 및 운전원의 능력에 영향을 미치므로 중요한 요소이다. 그리고 조명은 공조부하를 줄이는데 기여한다. 불쾌감을 주거나 조명등과 반사표면으로부터 눈부심이 있는 조명등은 피해야 한다.

#### 사. 소음

컨트롤 센터 내부의 소음은 다음과 같이 제한되어야 한다.

(1) 청각장애 및 신체적인 불편함을 줄 수 있는 소음의 경감

(2) 육성이나 전화, 무선, 인터콤 등을 이용한 효과적인 언어전달 수단의 확보

이러한 이유로 해서 공조설비용 기계장비는 컨트롤 룸내에 설치되어서는 안된다. 비록 이들 장비가 컨트롤 센터내 별도의 실에 설치되었다해도 소음발생 문제 및 방음물질의 사용 여부를 고려해야 한다.

공조설비를 컨트롤 센터 외부에 설치한다면 소음문제는 해결될 것이다. 그러나 내폭발설계를 해야 하는 문제가 있다.

다른 소음 발생장치(전원, 타이프라이터, 프린터 등)를 컨트롤 룸의 소음을 방지하기 위해 외부에 설치해야 한다.

컨트롤 센터의 벽과 천장 표면의 흡음 등에 의해 1차적으로 소음문제를 해결한다.

추가적인 흡음물질이 실 이외의 장소에서 소음 레벨을 최대 50데시벨 이하로 낮추기 위해 고려되어야 한다. (●)