

위험물제조소 또는 인접지역의 전기기기 및 제어실의 가압환기설비

Pressurization and Ventilation for Electric and Control Room Classified or Adjacent to Hazardous Area

서 태 석*
T. S. Soh

1. 개 요

정유소, 화학 공장, 석유 화학 공장등에서는 각종 탱크류(tank), 가열기(heater), 증류탑, 반응조등의 특수 기계 장치와 펌프나 압축기등의 회전기기류로써 고온·고압의 인화성 위험물을 다량 제조·취급 또는 저장하고 있다.

이러한 기기류 및 배관계통중에서는 가연성 가스나 액체가 수시로 대기 방출 또는 누설될 수 있으며 플랜트 장치 결합시는 유출 우려가 더욱 심화된다. 유출된 위험물질의 축적은 전기 불꽃등에 의해 점화 또는 폭발될 수 있으므로 NFPA(national fire protection association, 미국 소방 협회)나 API(American petroleum institute, 미국 석유 학회)등에서는 이러한 지역을 위험지역(hazardous area)으로 구분하고 이 지역내 또는 인접 지역에 위치한 전기기기나 건축물에 대하여 적절한 안전 조치를 취하도록 규정하고 있다.

국내 소방법중 위험물 취급에 관한 기준도와 유사하다. 특히 NFPA에서는 위험 인접 지역에 위치한 제어기기실, 정비실, 사무실등에 대하여도 일정 기준의 실 가압장치(room pressurization unit) 설치를 규정하고 있다. 가압장치에 의해 적절히 운전되고 있는 위험 지역내 건축물은 비 위험지역(non-hazardous

area)으로 간주되며 이 지역에 설치되는 전기기기 및 제어기기는 방폭형이 아닌 표준품을 사용할 수 있다. 따라서 취급자가 상주하지 않는 전기 판넬실이나 변전실 또는 비상발전기실 등에도 최소한 가압 환기 설비(pressurization and ventilation system)을 필요로 하고 있다.

국내 소방법에도 위험물 제조소의 환기 설비와 배출설비에 대한 시설 기준이 있으므로 이 기준을 지켜야 함은 물론이다.

2. 위험지역의 지정(classification of hazardous area)²⁾

플랜트(plant)내 위험지역의 등급은 대략 아래표와 같이 분류되며 지정 범위에 대하여는 NFPA 497³⁾과 API RP 500 A⁵⁾에 상세히 기술되어 있다. 단, 지정범위는 경험에 의한 권장 사항(recommended practice)으로 NFPA 497은 화학공장(chemical plant), API RP 500A는 정유소(petroleum refinery)에 적용된다.

등급별 위험물의 종류는 NFPA 497 M⁴⁾에 기술되어 있다.(국내 소방법은 류별 취급최대 수량에 따라 제반 규제 사항이 규정되어 있음).

* 정회원, 선경건설 (주)

표 1. 플랜트 위험지역의 구분

종 류 별 등 급		지정 대상지역 (classified area)
CLASS I	Division 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 플랜트의 정상 운전 상태에서 가연성 증기나 가스가 존재하는 장소 2. 가연성 증기나 가스 발생이 빈번한 지역 3. 플랜트 운전 정지시 가연성 증기나 가스가 발생할 수 있는 지역
	Division 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 운전중에는 밀폐 상태로 존재하고 있으나 사고시 가연성 가스나 증기를 유출할 우려가 있는 지역 2. 통상은 양압 (positive pressure)으로 환기되고 있으나 사고나 비정상적인 운전시 위험한 지역 3. Class I, Division 1 지역에 근접하여 실내를 가압하고 있으나 가압환기장치 고장시 인화성 가스의 침입이 우려되는 지역
CLASS II	Division 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 정상 운전상태에서 착화성 폭발성의 분진이 존재하는 지역 2. 기계 고장등과 같은 비정상 상태일때 폭발성, 착화성의 분진이 발생하는 장소 3. 전기적 전도에 의하여 착화될 수 있는 분진 발생 장소
	Division 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 공기중 존재하는 분진의 양이 폭발 또는 착화될 정도가 아닌 장소와 분진 축적으로 인하여 전기기기나 다른 장치의 정상 운전을 방해하지 않는 정도의 분진 발생 지역 2. 공기중 분진의 양이 가끔 기계적인 결함을 야기시키거나 전기기기나 다른 장치의 비정상 운전시 분진 축적이 점화될 우려가 있는 장소
CLASS III		공기중에서 착화될 수 있는 정도는 아니지만 쉽게 착화될 섬유질이나 솜 종류를 취급하는 장소 (항상 위험한 장소는 Division 1. 비정상적인 상태일때만 위험하면 Division 2 임.)

3. 위험지역내 건축물의 냉·난방, 환기 설비

3.1 건물 설계시 고려 사항

건축물은 인화성 가스나 증기의 침입을 방지하기 위한 국내 소방법중 “위험물 제조소의 건축물의 구조”에 준하여 설계되어야 하며 환기 설비는 항상 양압 (positive pressure)을 유지하도록 고려되어야 한다. 또한 건물내에

설치되는 기기의 종류, 상주 인원 및 위험물을 배출하는 릴리프 밸브 (relief valve), 벤트 스택 (vent stack) 또는 릴리프 시스템 (emergency relief system)등의 위치나 바람의 방향등을 고려하여 건물의 위치가 결정되어야 한다.

3.2 냉난방 환기시설 설계시 고려사항

실내 압력은 모든 개구부 (opening)가 닫

했을 때를 기준하여 2.5mmAq 이상으로 유지되도록 하고 개방되어 있을때는 개구부를 향한 기류의 풍속이 최소 0.3 m/sec가 되도록 하며 이때의 실내 압력은 2.5mmAq 를 유지하지 아니하여도 무방하다.

필요한 경우 가압 환기 장치와 겸하여 냉·난방도 할 수 있다.

실내 공기를 흡입하여 배기하는 기기가 설치될때는 가압 공기량에 고려되어야 하며 특히 hume hood 등의 배기량은 상당한 경우가 있으므로 공기 밸런스(air balance)에 유의해야 한다.

가압 환기 장치의 급기 덕트에는 송풍기 정지를 감지할 수 있는 경보장치를 설치하고 기구용 전원은 인입선 이전에서 별개 공급한다.

모든 덕트는 반드시 불연 재료로 하고 기계적 손상이나 부식에 의하여 누설되지 않도록 시일링(sealing) 하며 신선 외기는 위험 농도의 인화성 가스나 증기의 혼입 우려가 없는 지역에서 취입해야 한다. 가압 환기 기기(pressurization unit)에는 공기 여과기(air filter)의 오염 감시를 위한 차압계를 설치한다.

또한 가압장치의 전동기나 스위치등은 방폭형으로 한다.

3.3 냉·난방 환기시설 설계의 실례

3.3.1 위험지역내의 전기실 및 변전실

가압 유니트의 팬은 두개를 직렬로 하여 한대가 정지하면 다른 한대가 자동 기동되도록 스위칭(switching)하며 두 팬은 매 6개월마다 교대 운전토록 한다(Fig.1참조). 140CMM 이상인 팬은 2단 변속 전동기를 사용, 실온 조절기(room thermostat)로 송풍량을 조절, 한냉 기후일 때 실내가 과냉되지 않도록 한다.

공기 여과기는 Aerosolve 85 정도의 성능을 사용하고 가압에 필요한 풍량은, 전기실은 바닥 면적에 따라 108CMH/m², 옥외형 습식 변압기가 설치된 변전실은 변압기 용량에 따라 17 CMH/KVA, 옥내형 건식 변압기가 설치된 변전실은 3.4 CMH/KVA 정도로 한다.

옥내에 설치된 건식 변압기의 하우징은 덕트로 연결하여 두개의 직렬 팬(two-direct drive fan)으로 변압기 방열을 배출시킨다. 이때의 배기 팬 용량은 2.5 CMH/KVA로 한다. 또한 동절기에는, 변압기의 방열로써 실내온도가 24℃에 이를때까지 가열하고 이 온도를 초과했을때만 배기 팬이 가동되도록 전기식 실온 조절기로 제어한다.

가압 유니트의 급기 덕트중에는 팬 정지를

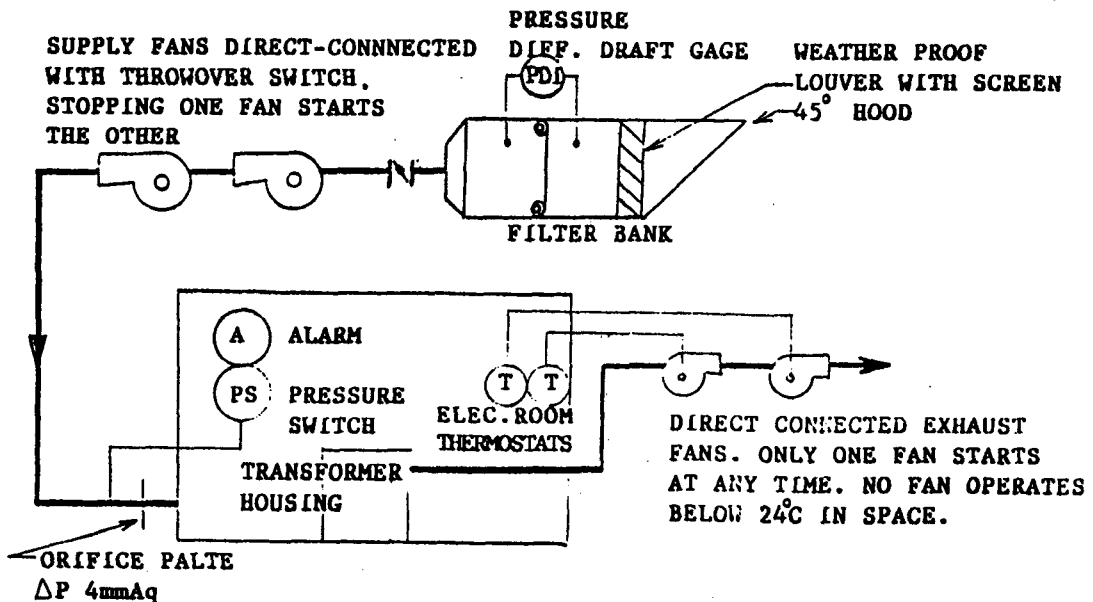


Fig.1 Typical Ventilation System for Substations Containing dry Transformers

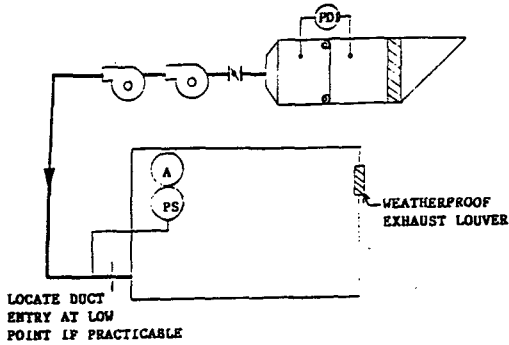


Fig. 2 Typical Ventilation System for elec. room & Substations Containing liquid filled Transformers

감지할 수 있는 경보장치를 설치한다.

3.3.2 위험지역내의 엘리베이터 샤프트 (elevator shaft) 및 기계실

방폭형이 아닌 표준 전기 기기가 설치된 엘리베이터 기계실과 샤프트는 인화성 화학 물질이나 가연성 분진의 침입을 방지하기 위한 가압 환기장치를 한다.

인근 지역의 덕트 연장으로도 가능하지만 통상은 독립 유닛을 옥탑에 설치한다.

급기량은, 승객용 엘리베이터는 60 CMM 정도 화물용 엘리베이터는 120 CMM 정도로 하여 승강기 문이 열렸을때의 기류 속도가 최소한 0.25 m/sec 를 유지토록 한다.

샤프트의 기류는 옥탑 기계실 방향으로 유동시켜 기계실 측벽에 설치한 900cm² 정도의 루버 (louver) 를 통하여 기계 발산열이 배기 되도록 한다. 엘리베이터 샤프트의 Low Point 측벽에는 230cm² 정도의 배출 덕트를 설치하여 공기보다 비중이 큰 인화성 가스가 축적되지 않도록 한다 (Fig. 3 참조).

가압장치에는 공기 여과기, 가열 코일을 갖추고 급기 온도 (supply temperature) 는 16°C ~ 20°C 로 한다.

가압 유닛 정지시에는 경보를 울리는 동시에, 운행중인 층에서 승강기가 정지되도록 한다.

3.3.3 위험지역에 인접한 사무실 및 제어실

통상의 플랜트 제어실 (control room) 은 사

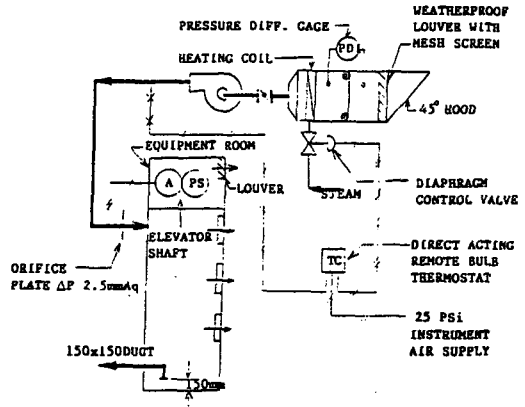


Fig. 3 Typical Elevator Shaft Pressurization System

무실의 기능을 겸하고 있으며 전기·전자 또는 공기식 제어장치와 스위치·경보장치 또는 대소형 컴퓨터가 설치된다. 이러한 장비는 과도한 온도나 습기 또는 부식성 주위 분위기로 부터 보호되어야 함은 물론 가연성 가스나 전도성 분진이 침입되지 않도록 해야 한다.

사무실을 겸하고 있는 경우는 재실자의 쾌적상태를 위한 환경조성이 필요하므로 냉·난방이 필요한 경우도 있고 설치될 컴퓨터 기종에 따라서 향온 향습으로 되는 경우도 있다. 또한 위험 인접 지역에 위치하여 위험성을 배제할 수 없으므로 가압 시스템 (positive pressure system) 으로 해야 한다.

실내 가압은 2.5mmAq 정도가 적합하며 출입문 개방시 문밖을 향한 기류 속도는 최소 0.3 m/sec 되도록 한다.

전기 및 제어기기실 기타 통신실등에 할론 소화설비등이 설치된 때는 자동화재 탐지설비와 인터록 (interlock) 시킨 전동 댐퍼를 덕트에 설치하여 소화계산에 필요한 개구부 면적을 최대한 줄이도록 한다.

급기 덕트에는 덕트내의 압력이 1.3 mmAq 이하로 떨어졌을때 경보를 울릴 수 있도록 한다.

인화성, 가연성, 부식성의 위험물 취급 지역에 근접한 곳이면 2 구동 팬 시스템 (two-direct drive fan system) (Fig. 4 참조) 으로 하여 한개의 팬 정지시 다른 한 팬이 자동 기

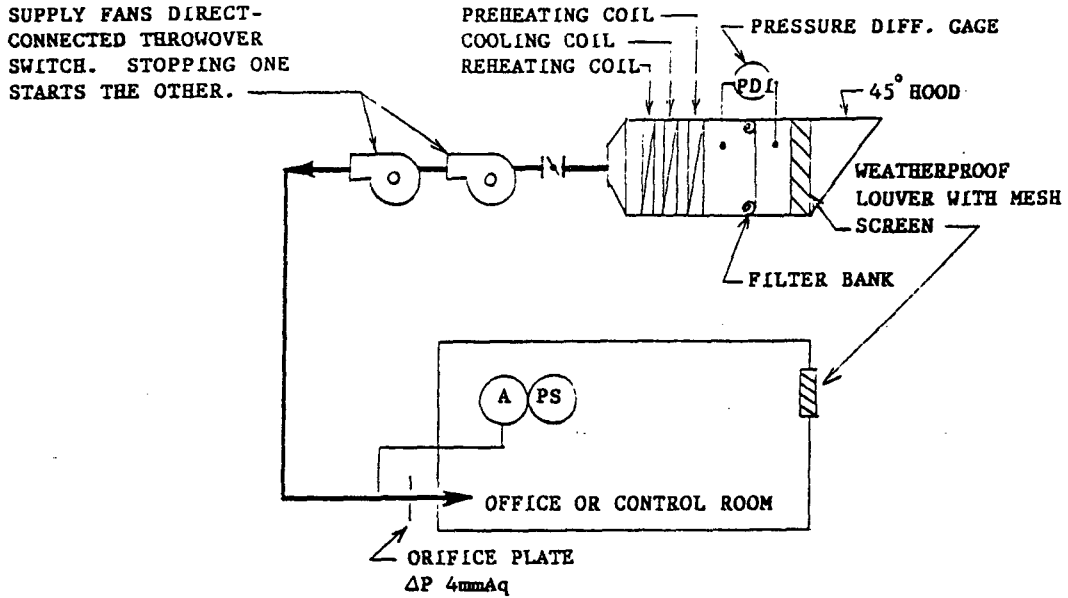


Fig. 4 Typical office and Control room Pressurization System

동토록 하며 이 팬은 매 6 개월마다 교대 운전한다.

또한 유니트 외부의 전동기는 방폭형으로 하고 공기 여과기는 Aerosolve 85 정도를 사용한다.

4. 맺 음 말

최근 유화 및 정유시설의 신설 및 확장사업이 한창 진행 또는 계획 중에 있으며 이러한 산업 설비의 안전 및 효율적인 운전을 위한 환경 조성의 일환으로 산업 환기(industrial ventilation)의 중요성은 점차 가중되고 있는 실정이다.

또한 대개의 플랜트 시설이 외국의 엔지니어링 업계에 의하여 기본설계(basic engineering)되므로 환기 요구(ventilation requirement)도 NFPA 나 API의 규정을 적용하는 경우가 많으나 산업 공조의 측면에서 볼때 아직까지는 그 인식도가 결코 높다 할 수는 없다.

관련 업계 및 개개의 설계자는 보다 더 안전하며 효율적이고 경제적인 시스템이 되도록

꾸준히 연구 검토하기를 희망한다.

참 고 문 헌

1. NFPA 90A Standard for the installation of Air Conditioning and Ventilating System -1985.
2. NFPA 496 Standard for Purged and Pressurized Equipment in Hazardous Locations - 1982.
3. NFPA 497 Recommended Practice for Classification of Class I Hazardous Locations for Electrical Installations in Chemical Plant - 1975.
4. NFPA 497 M Manual for Classification of gases, Vapors and Dusts for Electrical Equipment in Hazardous (classified) Locations- 1983.
5. API RP 500A Classifications of Locations for Electrical Installation in Petroleum Refineries - 1982.