

화생방 방호시설을 위한 원격감시 패널 및 제어시스템

박형근
남서울대학교 전자공학과

Remote Monitoring Panel and Control System for Chemical, Biological and Radiological Facilities

Park Hyoung-Keun

Department of Electronic Engineering, Namseoul University

요 약 본 논문에서는 화생방 방호시설에 사용되는 가스 차단밸브를 비롯한 각종 밸브 및 출입통제 챔버를 제어할 수 있는 원격 감시패널과 제어시스템을 개발하였다. 원격 감시패널은 화생방 통제실에 설치되는 메인 패널과 청정 기계실에 설치되는 보조 패널로 구성하였으며, 그 크기를 순수 제어용과 CCTV를 포함한 제어용으로 구분하여 개발하였다. 본 시스템은 방폭문 및 가스 차단문이 전시 및 평시에 발생할 수 있는 상황별 상태에 따라 원격 감시 및 제어가 가능하며, 평시모드와 전시모드로 구분하여 각 모드 작동시 추가적인 활성창을 통하여 제어 정보를 표시한다. 특히, 화생방 방호시설 내부의 각종 밸브 및 센서 그리고 각종 여과기의 동작상태를 주기적으로 센싱하여 각각의 기구 및 기기들의 정상동작 여부를 파악하며, 수리 및 교체가 필요할 경우 이를 원격으로 상황 근무자에게 경보함으로써 위급상황에서 각각의 기기들의 동작이상으로 인한 피해를 미연에 방지한다. 이를 통하여 화생방 상황 발생시 차단밸브 및 양압밸브의 상태에 따른 송풍기, 급기 및 배기 댐퍼의 작동, 비상 발전기 및 냉각수 펌프 등의 제어가 가능하여 재래식 무기 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방할 수 있다.

Abstract A remote monitoring panel and control system was developed to control various valves and access control chambers, including gas shutoff valves used in CBR(Chemical, Biological and Radiological) facilities. The remote monitoring panel consisted of a main panel installed in the NBC (Nuclear, Biological and Chemical) control room and auxiliary panel installed in the clean room, and the size was divided into pure control and control including CCTV. This system can be monitored and controlled remotely according to the situation where an explosion door and gas barrier door can occur during war and during normal times. This system is divided into normal mode and war mode. In particular, it periodically senses the operation status of various valves, sensors, and filters in the CBR facilities to determine if each apparatus and equipment is in normal operation, and remotely alerts situation workers when repair or replacement is necessary. Damage due to the abnormal operation of each device in the situation can be prevented. This enables control of the blower, supply and exhaust damper, emergency generator, and coolant pump according to the state of shutoff valve and positive pressure valve in the occurrence of NBC, and prevents damage caused by abrupt inflow of conventional weapons and nuclear explosions.

Keywords : Gas Tight Shut-off Valve, CBR facility, NBC Shelter, Positive Pressure Measurement, Chemical Detection, Airtight characteristics

본 논문은 2018년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

*Corresponding Author : Hyoung-Keun Park(Namseoul Univ.)

Tel: +82-41-580-2118 email: phk315@nsu.ac.kr

Received November 13, 2018

Revised (1st December 3, 2018, 2nd December 12, 2018)

Accepted January 4, 2019

Published January 31, 2019

1. 서론

우리나라의 화생방 방호시설에 대한 기술은 시작 단계라 할 수 있으며, 이에 대한 기준이나 연구는 1980년대부터 일부 시작되었으나 최근에 이르러 정립되기 시작하였다. 현재 대량살상무기에 의한 전쟁발발시 극소수의 국민만 보호할 수 있는 수준으로 화생방 방호시설의 확충이 필요한 실정이며, 유럽 국가들처럼 일정규모이상의 건물 신축 시 화생방 방호시설 설치가 법제화될 경우 관련 제품의 수요 및 시장이 급속도로 확대될 것으로 전망되고 있으나 화생방 방호시설에 소요되는 각종 밸브, 여과기 및 자동제어시스템을 위한 모듈 등에 관한 국내의 연구 개발은 초기단계로 현재 외국 업체들의 제품들이 시장을 주도하고 있으며, 국내 업체들의 경우는 외국 업체들의 제품을 모방하여 제작을 하고 있는 실정이다.[1-4] 따라서 본 논문에서는 재래식 무기 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방하기 위하여 화생방 방호시설을 원격에서 감시할 수 있는 패널을 개발하였다. 또한 방폭문 및 가스차단문을 평시 및 전시모드에 따라 적절하게 제어하고, 상황 발생시 송풍기, 급기 및 배기 팬퍼, 비상발전기 및 냉각수 펌프 등을 제어할 수 있는 제어시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 화생방 방호시설에 적용함으로써 화생방 방호 장비 개발 기술을 확보하고 자동화제어 솔루션을 제공할 수 있는 것으로 기대된다.

2. 화생방 방호시설 및 설비

방폭밸브(Blast protection valve)는 재래식 무기 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방하기 위하여 화생방 방호시설의 외부와 통하는 모든 흡기구나 배기구에 설치하여 시설내의 인명 및 장비 등을 보호하는 기능을 가진다. 가스차단밸브(Gas-tight shut-off valve)는 덕트시스템에서 외기를 흡입할 때 가스입자 여과기를 통과하거나 또는 우회시켜 공기흐름을 선택적으로 조정하는 밸브로 화생방 방호시설의 핵심적인 기구라 할 수 있으나 현재 수작업에 의한 제조 공정으로 품질의 균일성이 부족하고, 불량품 과다 및 제조 원가가 높다는 문제점을 지니고 있다. 본 연구에서 개발한 원격감시 제어시스템이 적용된 화생방 방호시설 내부의 개념도는 Fig. 1과 같다.



Fig. 1. Conceptual diagram of CBR facilities

화생방 방호시설은 재래식 무기나 핵무기 공격으로 발행하는 폭풍과 충격에 견딜 수 있는 구조를 가지고 있으며 화생무기 공격 시, 오염공기를 가스입자여과기로 정화하여 화생방대피시설 내부로 공급하고 대피인원의 필요 공기량 및 오염공기 침투를 방지하기 위한 양압을 제공하며, 개인 보호 장구 착용 없이 원활한 임무수행을 할 수 있는 쾌적한 환경을 제공하는 시설을 의미한다.[4,5]

이러한 화생방 방호시설의 기본 설비인 방폭밸브, 역류방지밸브 및 가스차단밸브는 전시상황에서 화생방 방호시설의 정상 동작을 위해 필수적인 기구라 할 수 있으며, 화생방 방호시설 전체를 통제하는 자동 제어 시스템은 북한의 대량살상무기(WMD : Weapon of Mass Destruction)의 위협에 직면하고 있는 우리나라의 경우 반드시 필요하다고 할 수 있다.[7,8]

2.1 방폭밸브(Blast Protection Valve)

재래식 및 핵폭발에 의한 폭풍압의 급격한 유입으로 인한 피해를 예방하기 위해 화생방 방호시설의 외부와 통하는 모든 흡기구에 설치되어 외부의 폭발에 의한 높은 압력의 폭풍이 직접 유입되어 내부의 설비나 인명에 큰 피해를 입히는 것을 피하기 위한 기구로 Fig. 2와 같다.



Fig. 2. Blast Protection Valve

2.2 역류방지밸브(Overpressure Valve)

공기는 항상 압력이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다는 원리를 이용하여 무해구역에 대기압보다 높은 양압 공기(overpressure air)를 공급함으로써 공기가 낮은 쪽으로 흐르도록 유도하는 역할을 하는 기구이다.



Fig. 3. Overpressure Valve

2.3 가스차단밸브(Gastight Valve)

건물 내로 들어오는 흡입공기의 경우 평시에는 송풍기를 통해 들어오지만 화재방 상황에서 송풍기로 연결된 관로를 폐쇄하고 가스입자 여과기에 연결된 관로를 통해 오염된 공기를 정화하는데, 이와 같이 상황에 따라 공기 흐름 경로를 조절하는 기구가 가스차단 밸브이며, Fig. 4와 같다.



Fig. 4. Gastight Valve

2.4 가스차단접속관

화재방 방호시설의 오염통제구역을 통과하는 각종 설비관로 및 전기관로 선로가 벽체를 통과할 때 오염된 가스의 유입을 차단하는 역할을 하는 기구이다.

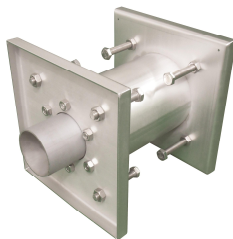


Fig. 5. Gastight connection pipe

이러한 화재방 방호시설에 사용되는 밸브들은 수요가 일정하지 않고, 과거에는 제품의 수요가 많지 않았던 이유로 재질이나 제조공정이 다소 뒤쳐져 있다. 현재 수입 제품이나 몇몇 되지 않는 국내업체 수작업으로 제조를 하는 관계로 품질의 균일성 부족 및 불량품 과다로 인해 제조원가가 상승하고 있으며, 향후 시장이 급속도로 확대될 경우 제품의 공급에도 악영향을 미칠 것으로 예상된다.

또한 화재방 방호시설을 통제 및 제어하는 자동제어 시스템의 경우는 「화재방 방호시설 설계지침」에도 특별한 내용이 적시되어 있지 않으며 현재는 PLC 시스템을 이용함으로써 제어가 필요한 기기들을 기계적인 스위치를 이용하여 제어를 하고 있는 실정이다.[4] 현재 이용되고 있는 제어 패널의 외형은 Fig. 6과 같다.



Fig. 6. Control panel of gastight shutoff valve

3. 원격감시 패널 및 제어시스템

화재방 자동제어 패널은 화재방통제실에 설치되는 메인패널과 청정기계실에 설치되는 보조패널로 구성하였다.한다.

3.1 메인 및 서브패널

메인패널은 순수 제어용과 CCTV를 포함한 제어용으로 구분하고 서브패널은 가스차단밸브와 화재방 송풍기를 제어하도록 구성되며, 청정기계실의 전기 MCC 패널과 같이 설치한다. 서브패널까지는 3상 380V, 12~15kw를 공급하며, 인터콤을 설치하여 메인패널과 음성통화가 가능하도록 하였다. 서브패널 좌측은 가스차단밸브 동작

스위치와 상태램프 등을 배치하고, 우측 상단에는 송풍량 게이지를 설치하고 우측 하단부에는 송풍기 조작 스위치와 상태램프 및 인버터 스위치 등을 배치한다.

3.2 패널용 제어기능

방폭문, 가스차단문, 가스차단밸브 개폐 상태확인 및 잠금장치 제어와 화생방 송풍기 on/off 제어 기능을 구현하였다. 가스차단밸브의 조작은 전시/평시/예비 모드로 구성하였고, 상황별 모드에 따라 정회전 또는 역회전한다. 단, 예비 모드의 경우 예비용 가스입자여과기를 설치할 수 있도록 하였다. 방폭문 및 가스차단문의 상황별 상태와 제어는 먼저 열리는 도어의 상태를 확인하고, 제어할 수 있다.

차단문 제어는 메인패널에서 평시 모드와 전시 모드로 구분하여 구성하고, 전시 모드는 도어 폐쇄 모드와 인터락 모드로 세분하였고, 전시 모드를 선택할 경우에 세부 모드가 활성화된다. 로컬용 누름 스위치는 메인패널에서 평시 모드 또는 전시 모드 중 인터락(interlock) 모드에서만 작동한다. 인터락 모드의 영역은 오염통제구역과 부출입구 등 2개의 구역으로 한정하고, 기계실 출입문이나 평시 출구는 평시 모드를 제외하고는 메인패널에서 잠금 해제하도록 하였다. 전시 모드(도어 폐쇄 모드와 인터락 모드)에서 공기폐쇄실로 진입하는 출입자가 가스차단문을 열었을 때부터 T분 동안 반대편 가스차단문이 열리지 않으며, 출입자가 진입하는 순간 메인패널의 해당 타이머와 해당 공기폐쇄실의 타이머가 역으로 동작하고 메인패널에서는 반대편 가스차단문을 열수 있도록 활성화된다.

3.3 상황별 동작 상태

메인 화면 상단에서 제어하는 항목은 크게 가스차단밸브(평시/전시/예비), 출입통제(평시/전시[도어폐쇄/인터락]), 화생방 송풍기(ON/OFF)로 구성하였으며, 송풍기가 동작하지 않을 경우에는 팬날개가 멈춰 있고, 동작하는 경우에는 팬(fan)날개가 회전하는 형태로 구성하였다. 가스차단밸브 라인에 설치되어 있는 화생방 송풍기를 포함한 모든 팬(공조기의 급기팬/리턴팬, 기계실 환기용 급기팬/배기팬, 기타 평시에 사용하는 팬으로 가스차단밸브 덕트라인에 설치되어 있는 모든 팬)의 작동이 멈춘 후 30초 이후에 가스차단밸브 모드를 변경할 수 있다.

평시에는 가스차단밸브는 평시 모드로 진입하며, 화생방 송풍기는 OFF, EM ROCK은 평시 모드, 인터콤과 CCTV는 모드(평시/전시/예비)에 무관하게 무조건 동작하도록 하였다. 평시 모드에서 전시 모드로 변경시에는 평시용 가스차단밸브 전단에서 작동하고 있는 모든 팬(공조기의 급기팬/리턴팬, 기계실 환기용 급기팬/배기팬, 기타 평시에 사용하는 팬으로 가스차단밸브 덕트라인에 설치되어 있는 모든 팬)의 가동을 중지한다. 모든 팬(화생방 송풍기 및 평시 모든 팬)의 작동이 멈춘 후에는 30초 후 가스차단밸브 모드를 변경할 수 있도록 활성화 된다.

평시 또는 전시 모드에서 예비 모드로 변경시에는 화생방 송풍기를 off 상태로 전환하며, 평시용 가스차단밸브 전단에서 작동하고 있는 모든 팬(공조기의 급기팬/리턴팬, 기계실 환기용 급기팬/배기팬, 기타 평시에 사용하는 팬으로 가스차단밸브 덕트라인에 설치되어 있는 모든 팬)의 가동을 중지한다. 모든 팬(화생방 송풍기 및 평시 모든 팬)의 작동이 멈춘 후 30초 후에 가스차단밸브 모드를 변경할 수 있도록 활성화 된다.

전시 모드에서 평시 모드로 변경시에는 화생방 송풍기를 OFF 상태로 전환하며, 평시용 가스차단밸브 전단에서 작동하고 있는 모든 팬(공조기의 급기팬/리턴팬, 기계실 환기용 급기팬/배기팬, 기타 평시에 사용하는 팬으로 가스차단밸브 덕트라인에 설치되어 있는 모든 팬)의 가동을 중지한다. 또한, 모든 팬(화생방 송풍기 및 평시 모든 팬)의 작동이 멈춘 후 30초 후에 가스차단밸브 모드를 변경할 수 있도록 활성화 된다.

가스차단밸브는 가스차단밸브는 밸브와 밸브를 구동시키는 감속기(3상 380V, 0.2kw) 및 감속기용 리미트스위치박스로 구성되며, 가스차단밸브는 리미트스위치 박스 상부에서 바라볼 때, 시계방향으로 회전할 경우에는 OPEN 상태에서 CLOSE 상태로 변경되는 것이고, 반시계방향으로 회전할 경우에는 CLOSE 상태에서 OPEN 상태로 바뀐다. 송풍기 제어 터보팬으로 3상 380V, 5.5~12kw(보통 7.5kw)을 사용한다. 정압에 따른 풍량제어를 할 수 있도록 송풍기용 인버터를 서브패널에 설치하며, 메인패널에서 인버터 제어는 필요없다.

본 연구에서 개발된 화생방 방호시설 원격제어 패널은 Fig. 7과 같고 개발된 제어시스템을 테스트하기 위한 시험챔버와 시험환경은 Fig. 8과 같다.



Fig. 7. Remote control panel



Fig. 8. Remote monitoring control test using test chamber and control panel

출입통제 전시모드에서 인터락 모드의 제어를 위한 user interface는 Fig. 9와 같다.

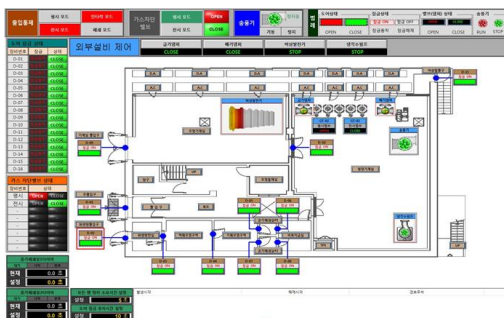


Fig. 9. User interface for control of interlock mode in access control war mode

4. 결론

본 논문에서는 화재방에 의한 상황발생시 폭풍압 및

생화학 가스의 유입을 막고 인명을 보호하기 위하여 화재방 방호시설을 원격에서 감시할 수 있는 패널을 개발하였다. 또한 방폭문 및 가스차단문을 평시 및 전시모드에 따라 적절하게 제어하고, 상황 발생시 송풍기, 급기 및 배기 댐퍼, 비상발전기 및 냉각수 펌프 등을 제어할 수 있는 제어시스템을 개발하였다. 또한 댐퍼, 비상발전기, 가압송풍기, 냉각수 순환펌프의 경우 군사시설내의 화재방 방호시설에 설치되며, 본 논문의 범위내에 댐퍼, 비상발전기, 가압송풍기, 순환펌프의 개발은 포함되지 않으며, 본 연구에서 개발한 원격감시 및 제어시스템에서 각 기기의 작동을 위한 'ON/OFF' 신호의 발생가능(Enable) 여부 확인을 통하여 성능시험을 수행하였다. 개발된 시스템을 화재방 방호시설에 적용함으로써 화재방 방호 장비 개발 기술을 확보하고 자동화제어 솔루션의 제공이 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] Hyoung-Keun Park, "Study on the Gas Tight Shut-off Valve of NBC Shelter using Positive Pressure Measurement and Chemical Detection Module", *Journal of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, Vol.18, No.7, pp.417-422, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.7.417>
- [2] Jeong-Kook Lee, Hyoung-Keun Park, "Design of Blast Protection Valve for Chemical, Biological and Radiological Protective Facility", *Proc. of The 2016 Autumn Conference of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, Vol.16, No.1, p.419, May, 2015.
- [3] J. S. Lim, B. S. Kim, Study on the standard and application plan of NBC shelter, National Emergency Management Agency Policy Study Report, pp. 203-280, 2009.
- [4] Ministry of National Defense, Chemical, Biological and Radiological Protective Facility Design Guideline - Gas Tight Shut-off Valve, National Defense and Military facilities Standard, 2011.
- [5] J. I. Park, Introduction Protection Engineering, CIR publishing company, 2011.
- [6] S. B. Kim, Government Chemical, Biological and Radiological Protective Facility Design Guideline and Standard Model Development, Ministry of Government Administration and Home Affairs Study Report, 2011
- [7] Jeong-Kook Lee, Hyoung-Keun Park, "Study on the Gas Tight Shut-off Valve of NBC Shelter using Positive Pressure Measurement Module", *Proc. of The 2016 Autumn Conference of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, Vol.17, No.2, pp.786-787, December, 2016.
- [8] Jeong-Kook Lee, Hyoung-Keun Park, "Development of

High Performance Gas Tight Shut-off Valve for NBC Shelter”, *Proc. of The 2016 Autumn Conference of the Kora Academic-industry Cooperation Society*, Vol.17, No.2, pp.758-759, December, 2016.

박 형 근(Hyoung-Keun Park)

[중신회원]



- 1995년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1998년 5월 ~ 2001년 9월 : (주) 미디어서브기술연구소 선임연구원
- 2005년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 교수

<관심분야>

마이크로프로세서응용, 임베디드시스템, SOC