



급기댐퍼의 비례제어시스템 개발에 관한 기초 연구

이동명 · 유병규*

경민대학교 소방행정학과, *(주)미도이엔씨

Basic Study on the Proportional Control System Development of Air Supply Damper

Dong Myung Lee · Byung Ku Yu
Kyungmin College, Mido ENC Co.

요 약

본 연구는 비례제어시스템의 개발에 관한 기초 연구로서 건축물 화재에서 연기이동의 원인이 되는 압력수두손실, 굴뚝효과, 바람의 영향 등과 피난시 과압방지를 효율적으로 제어하여 제연구역에 균일한 허용차압을 유지시킬 수 있는 제연구역 급기댐퍼의 비례제어시스템을 개발하여 화재실로부터 발생된 연기가 다른 공간으로 침입·확산되는 것을 방지하고 피난안전성을 확보하여 인명과 재산피해를 최소화하는 것이며, 비례제어시스템의 로직 정립과 공학 해석에 의한 시스템 설계에 관한 것이다.

1. 서 론

건축물 화재에서 발생하는 화열 및 고온가스의 열전도, 연기의 확산 등을 효과적으로 제한하기 위한 제어수단과 기술적인 방재대책만이 건축물 화재에서 인명안전을 도모할 수 있을 것이다. 그 방재대책 중의 하나로서 국내 건축법과 소방법, 미국 NFPA¹⁾, 유럽 EN 등의 규정에 의하면 건축물 내 방화구획된 공간인 특별피난계단의 계단실 및 부속실 등에 제연설비를 설치하도록 규정하고 있고, 화재안전기준 NFSC 501A²⁾에서 자동차압·과압조절형 급기댐퍼는 제연구역(부속실, 계단실, 승강장)과 화재실사이의 차압을 압력센서 등으로 감지하여 제연구역에 공급되는 풍량을 조절하여 제연구역의 허용차압(40Pa~최대 110N)유지 및 과압방지를 자동으로 제어할 수 있도록 규정하고 있다.

하지만 기존의 제연구역에 설치된 각 층의 급기댐퍼는 Figure 1과 같이 온-오프(on-off) 방식인 뱅뱅 제어(bang-bang control)에 의해 작동하기 때문에 화재가 발생하면 연기감지기의 신호에 의해 댐퍼의 날개가 완전히 열리고 닫히므로 송풍기로부터 급기풍도를 통해 건물의 높이에 따른 압력수두손실이나 실내외의 온도차에 의해 발생하는 굴뚝효과, 역풍에 의한 바람의 영향 등을 고려하지 않고, 화재안전기준에서 규정하는 제연구역의 허용차압(40~60Pa)만을 형성시키기 위해 공기를 제연구역으로 공급하고 있기 때문에 송풍기가 설

치된 위치에 따라 송풍기와 가까운 층에서는 최고 수백Pa이상의 차압이 형성되고 송풍기와 먼 위치의 제연구역은 10Pa정도의 저 차압이 형성되고 있는 실정이다. 따라서 저층에서는 허용차압의 미달로 화재층의 화기나 연기를 다른 공간으로 역류시켜 화재를 확대시키고 연기 또한 다른 공간으로 침입·확산시켜 인명과 재산피해를 가중시키고 있으며, 고층 부분에서는 제연구역의 과압으로 인해 화재실에서 제연구역으로 나가는 출입문을 개방하지 못해 인명피해를 가중시키고 있는 실정이다.

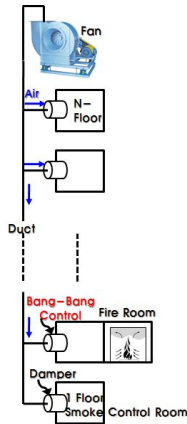


Figure 1. The existing smoke control systems lay-out.

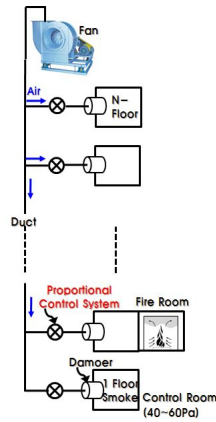


Figure 2. The smoke control systems lay-out to install proportional control system.

따라서 본 연구에서는 Figure 2와 같이 차압에 대한 급기댐퍼의 날개 각도를 조절하여 풍량을 조절할 수 있는 비례제어시스템을 적용하여 기존의 급기댐퍼에 설치하여 압력수두 손실이나 굴뚝효과, 바람의 영향 등을 극복하도록 하고, 제연구역의 허용차압형성, 방연풍속유지, 과압방지 등으로 화기가 다른 공간으로 옮겨가 화재구역이 확대되거나 연기가 다른 공간으로 침입·확산되는 것을 방지하여 피난안전성을 확보하고 인명과 재산피해를 최소화할 수 있는 제연구역 급기댐퍼 비례제어시스템의 개발 앞서 비례제어시스템의 로직 정립과 엔지니어링 해석에 의한 시스템 모델을 설계하고자 한다.

2. 비례제어시스템 로직

시스템 로직에서는 Figure 2의 계통도에 나타난 바와 같이 기존 급기댐퍼에도 적용이 가능하고, 허용차압(최소 차압 40Pa과 최대 차압 110N) 등^{2,5)}을 고려하여 프로세스 및 알고리즘을 정립하였다.

2.1 시스템 프로세스

비례제어시스템의 프로세스는 Figure 3에 나타난 바와 같이 화재실의 연기감지기에 의해 연기신호를 감지하면 방재실의 수신기로 감지신호가 전달되고, 전달된 수신기의 신호가 제연구역 급기댐퍼의 비례제어시스템 컨트롤러에 전달되면 컨트롤러는 액추에이터를

구동시키고, 액추에이터의 동력은 구동장치에 전달되어 급기댐퍼의 날개 각도를 조절하여 제연구역의 차압을 조정하게 된다. 이때 급기댐퍼의 날개 각도는 제연구역의 허용차압에 따라 조절되도록 하였다.

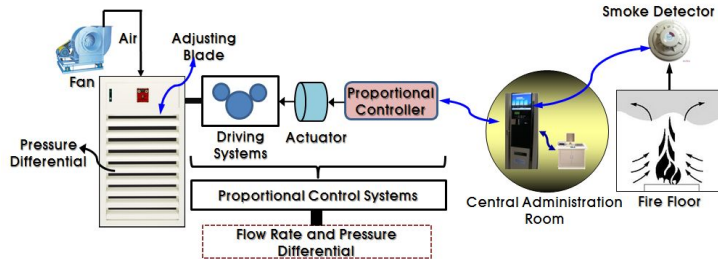


Figure 3. Process of the proportional control system.

2.2 시스템 알고리즘

비례제어시스템의 알고리즘은 Figure 2와 3을 바탕으로 Figure 4에 나타난 바와 같이 화재실의 연기감지기에 의해 신호가 건물의 각 층의 비례제어시스템 컨트롤러에 전달되면 컨트롤러의 중앙처리장치(computer process unit)는 제연구역의 허용차압을 감지하여 컨트롤러에 부착된 각도조절 스위치를 조절하여 날개의 각도를 조절하게 되고, 액추에이터는 조절된 각도만큼 회전하여 날개를 임의의 각도에 고정시키게 되며, 제연구역의 풍량을 조절하여 제연구역의 차압을 조절하게 된다. 알고리즘은 시스템을 설계하는데 중요한 인자가 된다.

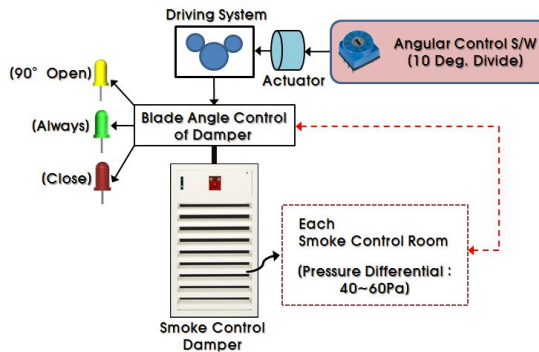
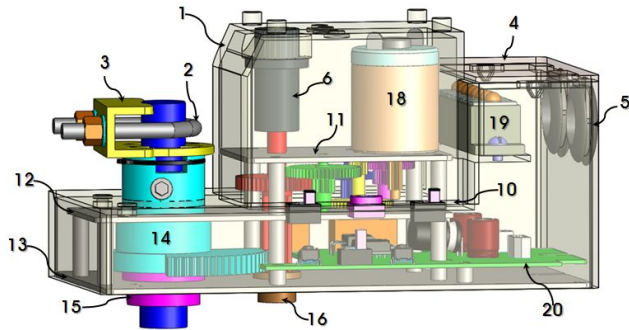


Figure 4. Algorithm of the proportional control system.

3. 비례제어시스템 설계

시스템의 설계 모델은 Figure 3의 프로세스와 Figure 4의 알고리즘, 연기이동력인 부력, 굴뚝효과, 바람의 영향 등과 압력수두손실, 피난시 제연구역의 과압방지 및 허용차압³⁾을 바탕으로 공학적인 해석⁴⁾을 바탕으로 설계하였다.



Smoke Control Damper

1 BODY	6 CLUTCH PUSH BUTTON	11 REDUCING GEAR UPPER PLATE	16 BUSHING
2 DAMPER CONNECTING PART	7 DIRECTION TRANSFER SWITCH	12 REDUCING GEAR MIDDLE PLATE	17 GEAR TRAIN
3 FIXED PART	8 PROPORTIONAL CONTROL SWITCH	13 REDUCING GEAR UNDER PLATE	18 DC MOTOR(24V)
4 COVER	9 VOLTAGE NON-CONNECT S/W	14 MAIN(SECTOR) GEAR	19 TERMINAL PLATE
5 ELECTRIC LINE COVER	10 S/W PROTECTOR COVER	15 COMPRESSION BUSH	20 CIRCUIT PLATE

Figure 5. Design modeling of the proportional control system.

4. 결 론

비례제어시스템의 로직을 바탕으로 비례제어시스템의 기구학적 메커니즘 및 기구 모델링을 구축하고 공학 해석이론을 정립하였으며, 해석이론을 바탕으로 비례제어시스템의 각 요소의 모델을 설계하였다.

이를 바탕으로 향후 비례제어시스템을 개발/상품화를 할 수 있는 기술적인 유연성과 탄력성을 제공하였고, 화재실로부터 발생하는 연기이동력의 제어, 제연구역의 과압방지 및 허용차압을 균일하게 유지시킴으로서 연기의 침입·확산을 방지하여 피난안전성을 확보함으로써 인명과 재산피해를 최소화할 수 있을 것으로 본다.

감사의 글

본 연구는 2011년 경기도지방 중소기업청 산학연공동기술개발사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능케 한 경기도지방 중소기업청에 감사드립니다.

참고문헌

1. NFPA 92A, "Smoke Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences" (2006).
2. NFSC 501A, "특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준", 소방방재청(2010).
3. 이동명, 제연공학, 성안당, pp.134~155(2009).
4. 강명순, 손명환, 기구학, 동명사, pp.15~94(1981).