

기변풍량 조절기의 종류와 운영시스템의 효율성

국내에서 생산 및 설치되어 사용되는 VAV Unit의 종류를 알아보고 이에 따른 운영시스템의 최적의 조건을 알아보려고 한다.

김윤수

서진공조(주)(surjin@surjin.com)

머리말

VAV System이 국내에 소개되어 설치된 지 30여 년이 지났다. 도입 초기와 달리 90년대 테헤란로가 빌딩숲으로 탈바꿈하는 시점에 대단히 많은 VAV System이 건물에 적용되고, 많은 연구 및 실패를 거쳐 오늘에 이르게 되었다.

산업의 발전 및 국가 경제의 발전으로 VAV System은 더욱 더 중요하고 대표적인 공기조화(HVAC)시스템으로 자리잡았다.

이에 이번 지면을 통해 국내에서 주로 사용되는 VAV Unit의 종류, 적용 방법 그리고 운영시스템에 대하여 간략하게 정리 서술하고자 한다.

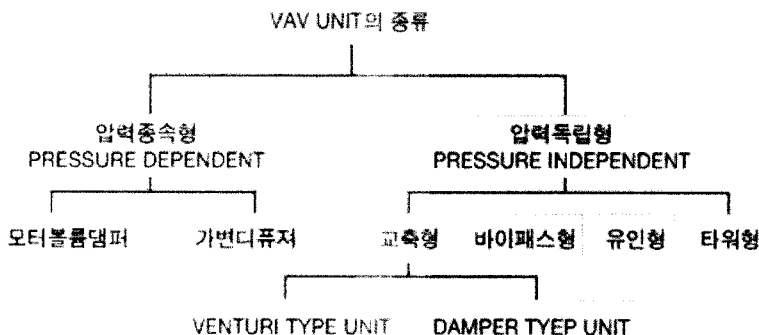
VAV Unit의 이해 및 종류

압력독립형과 압력종속형의 이해

VAV Unit의 종류는 그림 1과 같이 크게 압력독립형(pressure independent)과 압력종속형(pressure dependent) 두가지 형태로 구분할 수 있다.

압력독립형이란 실내온도값과 덕트내 압력변화에 능동적으로 대처하여 토출풍량을 일정하게 유지시킬 수 있음을 의미한다. 이 타입은 덕트내에 압력을 유지시킬 수 있어 덕트내 정압센서에 의한 정확한 Fan 제어가 가능하며 에너지 절약을 극대화 할 수 있다.

반면 압력종속형이란 모터댐퍼와 같이 덕트내 압력변화에 대처할 수 없고 단지 실내 온도값에만 동



[그림 1] VAV system의 종류

작하여 덕트내 압력변화 시 토출풍량이 변화되는 것을 의미한다. 이로 인해 덕트내 압력을 일정하게 유지시킬 수 없어 FAN 제어 및 에너지 절약이 어렵고 소음에 대비한 시공을 해야 한다. 일반적으로 국내에서 VAV system이라 하면 압력독립형을 의미한다.

VAV Unit의 세부종류

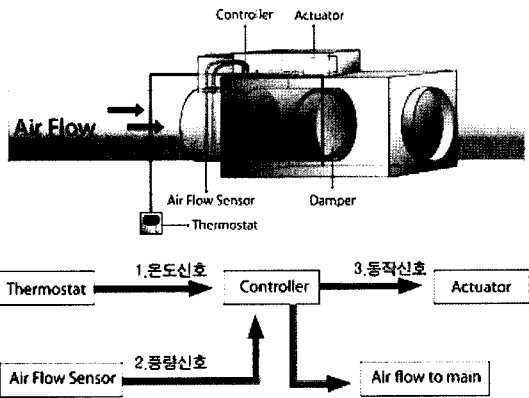
국내에서 가장 널리 보급되어 사용중인 대표적인 VAV Unit를 간단하게 설명하면 교축형 중 댐퍼형 (damper type) VAV는 Unit 입구에 설치되어 있는 풍량(풍속)센서에 의해 압력독립기능을 수행하며 실내부하 변동값은 실내에 설치된 온도조절기(센서)에 의해 조작된다(그림 2 참조). 이 Unit는 중앙제어 및 정교한 제어가 가능하며 기기 정압손실(3 ~ 5 mmAq)이 적으나 기기 설치후 풍압(풍속)센서의 관리에

주의해야 한다.

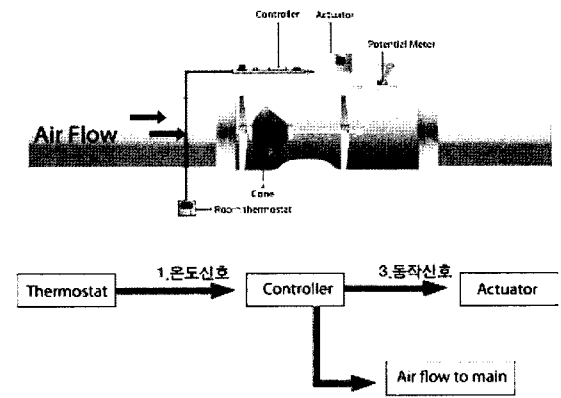
또 다른 교축형 중 벤추리형 VAV(venturi type)는 기기 내부에 설치된 Spring에 의해 압력독립기능을 수행하며 실내부하 변동값은 실내에 설치된 온도조절기(센서)에 의해 조작된다(그림 3 참조). 이 Unit은 기계적 구조로 기기정압손실(7.5 ~ 10 mmAq)이 다소 크나 내구성이 강하고 유지관리가 용이하다.

반면 저정압 벤추리형 VAV는 기존의 대형 공조기에 운전되어 높은 압력에서 사용되는 기기와 달리 소용량, 소정압 FAN에 사용 가능하게 제작되어 APT와 같은 공동주택에 적용된다. 이때 압력독립기능은 벤추리부의 오리피스 구간에서 취출된 값으로 운전되도록 되어 있다(그림 4 참조).

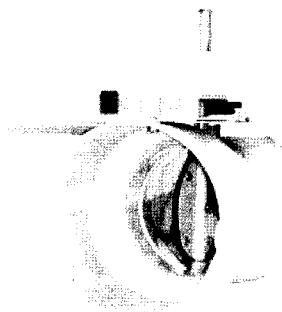
Fan Powered Unit 형은 VAV+FAN + 재열코일을 결합한 구조로 정풍량타입 (직렬형)과 변풍량타입



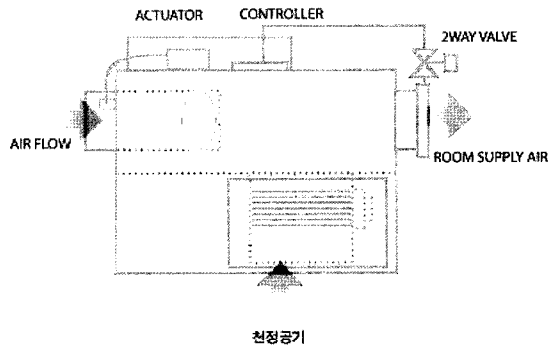
[그림 2] Damper형 VAV



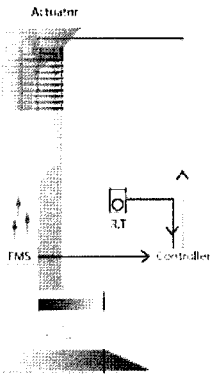
[그림 3] Venturi형 VAV



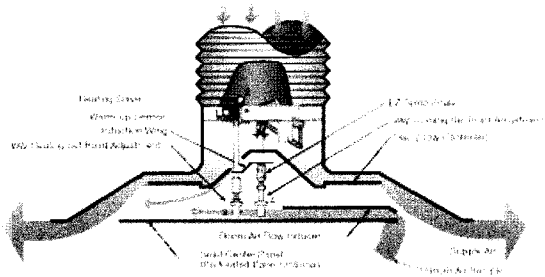
[그림 4] 저정압 벤추리형



[그림 5] Fan Powered형 VAV



[그림 6] 타워형 VAV



[그림 7] 가변디퓨저형

(병렬형)의 2가지 형식으로 분류된다. 정풍량 타입은 주로 공기조화기로 부터의 1차측 풍량과 천정내 2차측 풍량을 혼합하여 공조면적에 비하여 환기량(Recirculation Air)이 적은 부분이나 실내 천정고가 높은 지역에 사용되며, 변풍량타입은 외주부용으로 사용하여 냉방과 난방 부하를 처리할 수 있는 구조로 되어 있다(그림 5 참조).

타워형 VAV는 기존 VAV 시스템이 대공간 공조에 적용하기 어려운 점을 극복하기 위해 개발된 형식으로 대공간이나 천정공조가 어려운 건축물에 공조용 Tower를 설치하여 실내 온도값에 따라 운전되는 기기로 압력독립기능은 내부에 설치된 풍량측정장치(FMS)에 의해 압력독립기능이 보상되도록 설계되어 있다(그림 6 참조).

마지막으로 압력종속형인 VAV 디퓨저는 자체 기기에 설치된 온도조절기에 의해 토출풍량을 On-off 시키며 이때 덕트내 발생하는 압력은 덕트 내부에 설치된 PIM(정압제어용 VAV)에 의해 정압 보상되어 온도제어와 덕트내 정압제어를 분리한 구조이다(그림 7 참조). 앞절에서 언급한 바와 같이 압력종속형인 관계로 디퓨저마다의 온도제어는 가능하나 디퓨저의 소음발생 문제나 중앙 FAN 제어에 주의해야 한다.

VAV System의 대표적인 적용방법

보편적으로 건물은 전열 및 복사열 등 외부의 영향을 직접받는 외주부와 외부의 영향을 받지 않는 내

주부로 구성되며 설비 설계 시에도 내·외주부는 구별되어 설계되며 이때 공기조화시스템에서 VAV방식을 적용하는 대표적인 방법은 다음과 같다.

VAV Unit (내주부) + Convector (외주부)

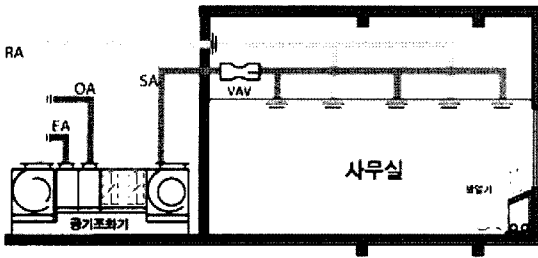
하계 냉방시에는 VAV Unit에 의해 단일 냉방공조 제어를 하여 실내온도 상승시 풍량을 증가하여 냉방부하를 처리하고 냉방부하 감소 시에는 풍량을 감소시켜 실내온도를 설정점으로 유지시킨다.

반면 동계 난방시에 VAV Unit는 최소 풍량을 실내에 공급하여 주고 최소 환기량을 유지하여 실내에 공급하고 외주부의 스킨부하는 방열기로 처리해 줌으로 외주부의 난방문제는 별도로 고려하지 않아도 된다(그림 8 참조).

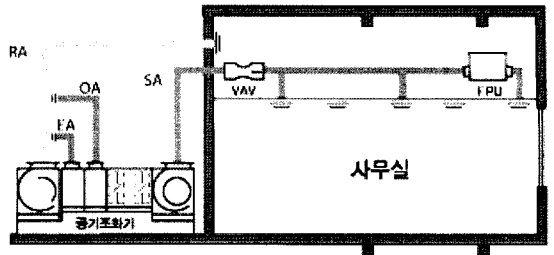
VAV Unit (내주부) + Fan Powered VAV Unit (외주부)

내주부는 외부온도의 영향을 받지 않으므로 내주부의 VAV Unit는 내주부에서 발생하는 냉방부하를 담당하므로 항상 냉방운전으로 동작하고 외주부의 Fan Powered VAV Unit는 외주부에서 발생하는 냉방부하(하계) 또는 난방부하(동계)를 처리하는 방식이다. 또한, VAV Unit는 실내온도 상승시 풍량을 많이 공급하여 냉방부하를 처리하고 냉방부하 감소시에는 풍량을 감소시켜 실내온도를 설정점으로 유지하여 준다. 이때 VAV Unit의 최소 풍량은 내주부일 경우 100% 전폐형(Shut off형)으로 설정하고 외주부일 경우 스킨 부하를 실내의 최소 급기량으로 설정한다(그림 9 참조).

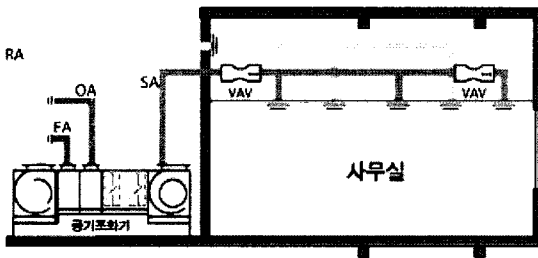
Fan Powered Unit는 하계시에 Fan Reheating Coil



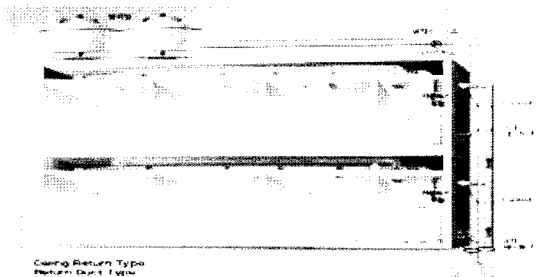
[그림 8] VAV + Convactor



[그림 9] VAV + FPU



[그림 10] VAV+VAV/재열코일



[그림 11] 세대별에어컨+바닥난방

을 사용하지 않고 내부의 VAV Unit에 의해 내주부의 VAV Unit와 동일하게 운전되고, 난방부하 발생 시 최소 환기량을 유지하는 동시에 Fan과 Reheating Coil을 동작하여 실내의 난방부하를 제어한다.

VAV Unit (내주부) + VAV / 재열코일(외주부)

하계시에는 내·외주부 VAV Unit에 의해 냉방제어를 하여 실내온도 상승시 풍량을 증가시켜 냉방부하를 처리하고 냉방부하 감소시에는 풍량을 감소시켜 실내온도를 설정점으로 유지하여 준다.

이때 내주부의 V.A.V Unit는 실내가 무부하 일 때 100% 전폐형으로 설정하고 외주부일 경우 건물 방위에 따라 스킨 부하를 실내의 최소 급기량으로 설정한다. 동계시에 내주부 VAV Unit는 하계와 동일하게 운전(냉방)하고, 외주부 VAV Unit는 이 부분에서 발생하는 난방부하(스킨부하)를 처리하도록 난방운전을 한다. 단일 공기조 사용시에는 외주부의 덕트계통에 재열코일을 설치하여 외벽에 형성되는 냉기를 막을 수 있도록 급기온도를 다르게 설정하여 급기할 수 있도록 하여야 한다(그림 10 참조).

세대별 에어컨(냉방) + 바닥난방(난방)

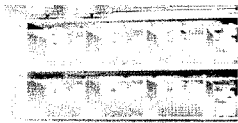
일반 빌딩 공조시스템이 아닌 아파트, 주상복합, 다세대주택 등 주거공간에 주로 적용되는 시스템으로 세대별 에어컨(저정압 FAN)에 저정압용 VAV Unit와 함께 사용한다(그림 11 참조).

중앙공급식 외조기에 의해 일정량의 OA(외기)가 공급되며 실에 설치된 온도조절기에 의해 저정압용 VAV Unit가 가변되고 이때 에어컨 FAN도 덕트내 정압에 의해 회전수 제어가 된다.

위의 4가지 시스템은 VAV시스템 중 대표적인 시스템으로 대부분 외주부와 내주부의 냉난방 부하가 서로 상이한 경우에 적용하는 것이 가장 적합하다.

VAV 운영시스템의 효율성

앞절에서 기술한 VAV Unit나 시스템 선정에 빠질 수 없는 부분이 VAV의 자동제어 운영시스템이다. 초창기 실내 거주자의 관리 및 설정하에 사용되어진 개별제어(Local type 제어)에서 최근에 이어지는 대규모 인텔리전트 빌딩에 적용되는 중앙관리 시스템

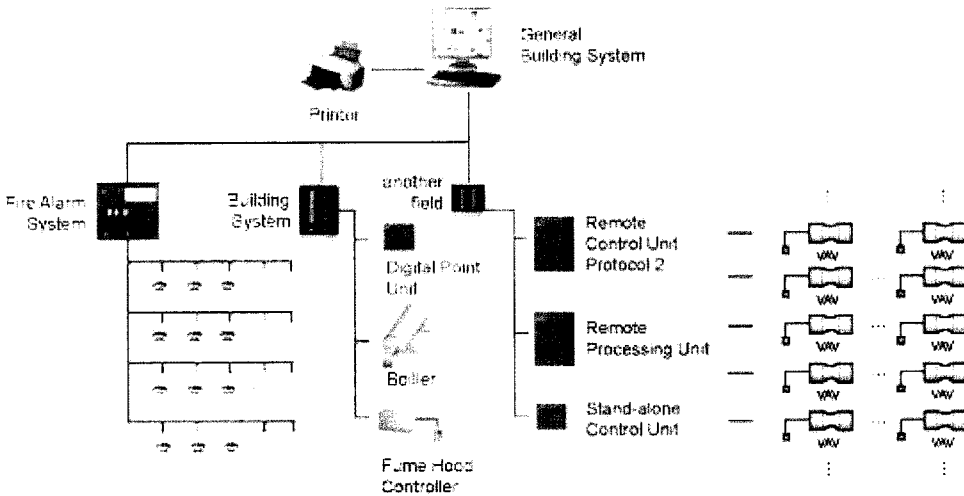


방식까지 여러가지 형태의 제어기 및 시스템이 있으나 VAV 시스템의 3가지 적용 유형에 의해 간략하게 기술하겠다.

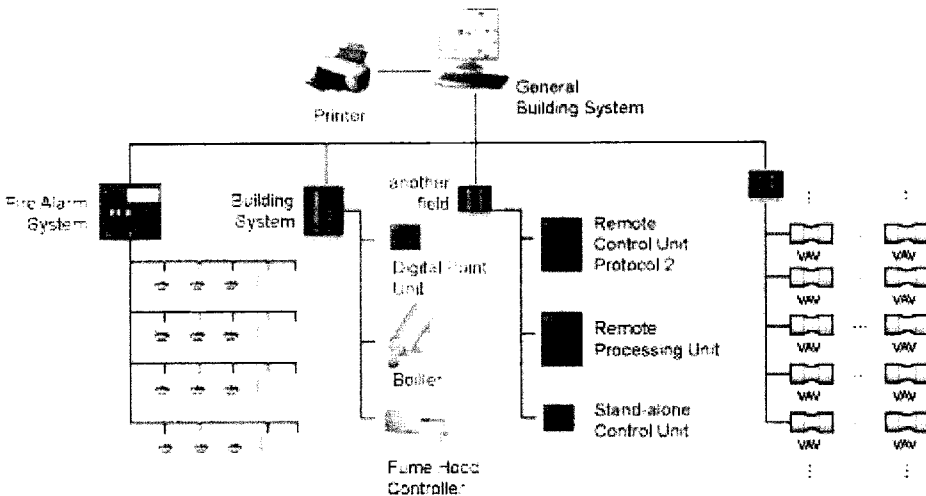
첫째, 소규모 건물이나 실 구획에 거주자가 일정하게 거주하는 용도의 건물에 사용되는 개별(Local)제어는 초기 투자비가 가장 저렴하고 VAV시스템 적용에 따른 에너지 절약 효과를 최대로 유지시킬 수 있는 시스템으로 자동제어 시스템 및 유지보수가 비교

적 간단하지만 중앙관제 및 관리를 할 수 없다(그림 12 참조).

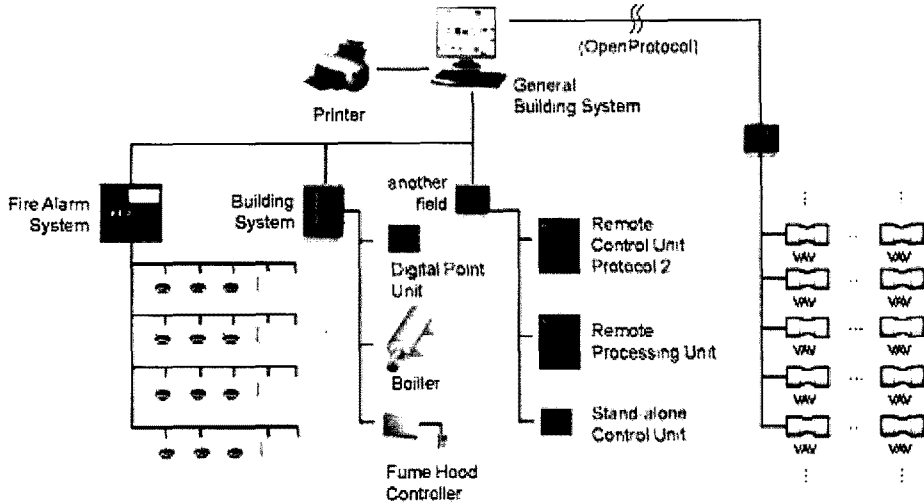
둘째, 기존 대규모 인텔리전트 빌딩에 많이 적용되는 시스템으로 VAV Unit에 각각 전용 Controller를 설치하여 중앙과 동일 시스템으로 통신할 수 있는 구조로 중앙관제 및 관리가 용이하고, 시스템 유지보수가 비교적 간단하나 초기투자비가 다소 올라간다(그림 13 참조).



[그림 12] Local VAV 흐름도



[그림 13] 중앙단일시스템 흐름도



[그림 14] VAV 분산시스템 흐름도

셋째, 최근 대규모 인텔리전트 빌딩의 급격한 증가 세에 맞추어 VAV시스템의 유지관리 및 시운전의 중요성이 강하게 대두되고 있다. 이에 VAV 분산 시스템은 VAV Unit의 고유의 기능인 온도조절기능(풍량 조절기능) 및 덕트내 압력독립기능(Pressure Independent)만을 중앙공기조화 시스템과 이원화 시켜 VAV시스템의 자동제어뿐만 아니라 공기조화 및 기계적 성질을 종합적으로 관리 운영할 수 있는 시스템이다. 이 시스템은 기존 중앙집중식 시스템과 투자비 및 운영은 비슷하나 천정내에 설치되어 있는 다량의 VAV Unit를 집중적으로 관리, 운전하므로 기존의 VAV시스템을 더욱 세밀히 운전할 수 있는 장점이 있다(그림 14 참조).

맺음말

이상과 같이 VAV Unit의 특성에서부터 운영시스템까지 간략하게 기술하였다. 이미 국내에서 많은

엔지니어에 의해 검토되고 설계 및 시공되어 사용중인 VAV 시스템이 앞으로 더욱 실내 거주자의 쾌적성 및 에너지 절약에 이바지하는 시스템으로 확고히 하기 위해 최종 사용자의 지속적인 관심과 유지가 필요하다고 본다.

참고문헌

1. 이방원, 인천공항공단 기술직 교육자료, 2008. 3, VAV SYSTEM
2. PAP WEBSITE; WWW.SMARTDIFFUSER.COM, PAP ENGINEER DATA BOOK, 2002
3. PUBLISHED BY THE FAIR MONT PRESS, INC, VARIABLE AIR VOLUME MANUAL, HERB WENDES, P.E
4. 변운섭, 변풍량 방식의 덕트 설계방법, 한국설비 기술협회, 설비, 2004. 4