

용하고 있다. 국내, 외 환기설비관련 제도의 차이점을 살펴보면 다음과 같다.

국내 환기설비관련 법규

실내공기질을 양호하기 유지하고 국민건강증진을 위해, 법령으로 제정하여 중앙부처별로 운영하고 있는 제도를 정리하면 표 1과 같다.

국내 대부분의 중앙부처는 환기설비의 설계, 설치에 대해 중요한 기술은 제한하고 있으나 실내 공기질을 지속적으로 양호하게 유지하기 위한 체계적인 방법론이 제시되지 않고 있다.

국외 환기설비관련 법규

환기설비의 성능을 양호하게 유지하면서 지속적인 유지관리를 위해, 선진국에서 제정하여 운용하고 있는 기술기준의 주요 내용을 요약하여 정리하면 표 2와 같다. 선진국에서는 설계 및 설치기준뿐만 아니라 환기설비가 설치된 후, 환기 성능의 확보 여부를 판단하는 성능시험기준을 제정 운용하고 있다.

또한, 환기설비를 장시간 운전하여도 항상 청정도가 높은 실내공기질을 유지할 수 있도록 유

〈표 1〉 국내 중앙부처의 환기설비관련 운용법령

소관부처	근거법령	법령제정목적
환경부	다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법	환기설비설계기준에 활용 가능한 오염물질별 허용기준치 제시
고용노동부	산업안전보건법 산업보건기준에 관한 규칙	작업장과 사무실에 적용되는 환기설비 설계기준제시
교육부	학교보건법	학교의 실내공기질 관리를 위한 설계 및 설치기준제시
보건복지부	공중위생관리법	미세먼지(PM-10)가 허용기준치 이상인 경우, 덕트청소를 수행하도록 유지관리항목 제시
국토교통부	건축법, 주택법	다중이용시설의 설계기준제시 공동주택의 설계기준 및 설치기준 제시

〈표 2〉 선진국의 환기설비관련기준

국가명	설계/설치기준	성능시험기준	유지관리기준
일본	-실별 최소환기량 -덕트선정 및 설치	-추적가스법	-덕트청소: 세척법
캐나다	-필터선정 및 설치 -송풍기 효율 평가법		-덕트청소: 진공청소법 (공통사항)
미국	(기준제정기관) -HASS, CAS, ASHRAE, BS-EN		-유지관리자교육 -필터선정/관리기준 -필터효율 MERV/활용
영국			

지관리기준을 제정하여 운용하고 있다. 선진국에서 환기설비의 설계단계에서부터 설치 및 유지관리단계까지 필수적으로 숙지해야 될 사항을 제시함으로써 체계적인 시설관리가 가능하고 실내에 거주하는 사람들에게 청정도 높은 실내공기질을 제공할 수 있는 제도의 근간을 제시한 것으로 판단된다.

국외의 유지관리기준

지금까지 국내와 국외의 환기설비 관련 기술기준의 활용범위를 살펴본바, 국내에서 아직까지 관심을 갖지 않은 기술기준이 유지관리분야임을 표 2를 통하여 알 수 있다. 국내에서도 재실자에게 지속적으로 양호한 실내공기질을 제공하기 위해선, 추가적인 비용지출이 요구되더라도 선진국과 유사하게 유지관리에 관련된 사항을 체계화하는 방법이 제도적으로 확립되어야 할 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 국외의 유지관리기준에서 다루고 있는 사항을 소개하고자 한다.²⁾

환기설비구성품의 유지관리

환기설비를 구성하고 있는 구성품의 기능과 각 구성품의 기능저하에 대한 대책을 요약하면 표 3과 같으며 유지관리 불량으로 인해, 예견되는

문제점은 실내로 급기되는 송풍량이 감소로 인하여 에너지소비가 증가하고 냉, 난방 불량을 유발시킬 수 있다는 점이다. 표 3에 나타난 구성품의 기능검사는 육안검사를 정기적으로 실시하여야 하며 각 부품별 유지관리사항을 요약하면 다음과 같다.

일반 관리사항

(1) HVAC시스템 및 환기설비의 다양한 구성품은 높은 청결도를 유지하기 위해, 시설관리자는 시설에 적합한 체크리스트를 작성하고 이에 따라 주기적으로 검사를 실시한다. ASHRAE³⁾에서는 표 4와 같은 주기를 제시하고 있다.

(2) HVAC시스템 및 환기설비는 유지관리를 위해, 체크리스트에 따라 주기적으로 검사되었는지 또한 검사자가 일정한 주기(1년)로 교육받은 점검자가 여부를 확인하는 절차가 있어야 한다.

(3) 모든 HVAC시스템의 급, 배기 풍량조절 기록은 보관해야 한다.

(4) 실내공기질 문제가 발생하면 운전풍량을 측정 한 후, 최종도면에 기록된 풍량(CMH/m³)과 비교한다.

(5) HVAC시스템 및 환기설비의 검사(필터교

체 및 팬 벨트의 조정 및 교체 등)를 위한, 접근로는 항상 준비되어야 한다.

(6) 공기정화설비기능을 갖는 환기설비의 에너지절약을 유도하면서 실내공기질을 효과적으로 관리하기 위해, 시스템제어(야간운전, 재실전 환기 및 전외기 도입환기) 및 환기량제어(자동운전, 수동운전 및 스케줄운전) 전략에 적합하게 운전관리를 수행하여야 한다.

그릴 및 디퓨저

(1) 급기, 환기용 그릴 또는 디퓨저는 결로에 의해, 응축수가 발생한 경우, 청결하게 닦고 더럽혀지거나 젖은 주변의 타일은 교체하도록 수시점

〈표 4〉 환기설비 구성품에 대한 검사/청소주기

검사/유지관리업무	주기
필터에 누적된 입자량 검사	분기별
필터의 설치상태 및 필터하우징의 누기상황	1년에 1회
UV램프 검사, 필요한 경우 교체 및 청소	분기별
부적합 운전을 입증하기 위한 제어시스템 및 장비에 대한 검사, 적합한 운전이 가능하도록 청소, 윤활, 수리, 보정 및 교체	1년에 2회
댐퍼작동의 적합성 검사, 적합한 운전이 가능하도록 청소, 윤활, 수리, 보정 및 교체	1년에 1회
배수관 검사, 미생물이 성장되는 코일과 배수관 청소	1년에 1회

〈표 3〉 환기설비구성품의 기능과 기능향상대책

구성품	기능	기능저하 현상	기능향상대책
송풍기(급, 배기용)	실내의 요구풍량 공급	풍량감소, 소음발생	- 달혀 있는 댐퍼 개방 - 먼지 등 부착된 오물제거 - 필터점검 및 파손된 필터교체
외기, 배기루버	외벽에 부착된 급배기용 풍량 유입 및 배기	풍량감소	- 먼지 등 부착된 오물제거 - 댐퍼의 개도조절
냉/난방 코일	급기의 가열 및 냉각	냉각/가열능력부족, 통과 풍량감소	- 필터점검 및 파손된 필터교체 - 탈착된 필터 재설치 - 핀(fin)사이 부착된 먼지제거
공기여과기(필터)	공기에 포함된 오염물질제거	필터의 오염, 풍량감소	- 필터점검 또는 교환
덕트	실내로 조절된 공기를 공급하거나 실내공기 배출	풍량감소, 오염농도 증가	- 댐퍼개도 조절 - 덕트표면에 부착된 오물제거 - 필터점검 및 파손된 필터교체
급, 배기용 디퓨저	기류확산 및 배기를 위해, 실내 설치되는 개구부	오염물질 부착, 응축현상 발생	- 필터교체 및 실내발생오염원 제거 - 급기온도 상승

검을 실시한다.

(2) 급기용 그릴 및 디퓨저에 지속적으로 먼지가 부착되는 경우, 필터성능을 확인하여 보다 좋은 성능을 갖는 필터로 교체한다.

(3) 흡기, 배기용 그릴 및 디퓨저에 지속적으로 먼지가 부착된 경우, 실내에서 발생하는 오염물질을 제거하여야 한다.

외기루버

(1) 외기루버는 환기설비의 청결한 운전을 위해, 1년에 2회 정기검사를 실시하고 필요시 청소를 수행한다.

(2) 조류 침입이 예상되는 개소는 조류의 침입방지 스크린을 설치하며 주기적으로 검사한다.

송풍기

(1) 송풍기 케이싱 및 블레이드의 청결도는 수시점검하며 10,000- 20,000 hr사용 후, 부착된 오염물질이나 고형물질에 의한, 소음발생 및 부식방지를 위해, 이러한 물질을 제거하는 청소와 세척을 실시한다.

냉, 온수코일 및 드레인 판

(1) 냉, 온수 코일에 부착된 핀은 부착된 먼지를 제거하기 위해, 4,000-5,000 hr주기로 청소와 세척을 실시하며 30,000- 50,000 hr사용한 후, 열교환 성능저하 및 압력강하가 증가하면 교체 및 보수를 실시한다.

(2) 냉수코일에서 발생하는 응축수를 배수하는 드레인 판의 기능저하로 공조기 내부로 물 넘침이 발생하면 곰팡이 등이 번식 가능하므로 1,000-2,000 hr주기로 청소세척 및 교환보수를 실시한다.

공기여과기(필터)

필터는 성능확보를 위해, 인증된 제품이 설치되었는지 필히 현장시험을 실시한다. 현장시험은 대표 공조기에 대해 실시하며 후처리 필터의 경우, 0.3-1.0 μ m의 입경에 대해, 입자계수기 (particle counter)를 사용하여 포집효율을 평가하며 이를 MERV값으로 성능을 확인한다.

(1) 필터는 수시점검을 실시하며 특별한 결함이 없는 경우, 정기적으로 교체한다. 또 다른 필터의 교체방법은 차압(제조회사에서 제공한 종압(초압의 2.5배 압력강하))에 의존하거나 “5-7-1 필터 수명평가”를 실시하여 결정한다. 경험적인 방법으로 아래와 같이 교체주기를 결정할 수도 있다.

- 전처리 필터는 2000 hr 이상 사용하였거나 1년이 경과하면, 교체한다.

- 후처리 필터는 4000 hr 이상 사용하였거나 2년이 경과하면, 교체한다.

만약, 외기 오염물질의 농도와 실내 공기질이 열악하여 필터 교체주기 전에 극단적으로 오염된 경우는 즉시 교체한다.

(2) 필터를 교체할 때는 해당 실의 재실자에게 통보하여야 하며, 폐기되는 필터는 여재에 포함된 불순물의 이탈을 방지하기 위해, 보호장비를 사용하여 공조기 외부로 이송한 후, 폐기한다.

(3) 유지관리자는 육안검사를 통하여 필터를 오염시킨 물질의 종류를 파악하여 덕트의 오염원을 예측하고 덕트로 유입되는 오염물질의 종류를 최소화한다.

(4) 필터 케이싱은 누기가 발생하지 않도록 기밀성을 양호하게 유지되도록 관리한다.

(5) 필터에 곰팡이 등 세균이 번식되지 않도록 필터를 통과하는 공기의 상대습도는 70% 이하로 유지하여야 한다.

덕트

유지관리자는 육안검사를 통하여 필터를 오염시킨 물질의 종류를 분석하여 덕트의 오염 상황을 파악하고 덕트로 유입되는 오염물질의 종류를 최소화해야 한다.

(1) 덕트의 청결도(손상 부위 검사, 부식과 덕트 표면에 부착된 오염물질 등) 검사는 일정한 주기로 실시한다.

(2) 덕트 청결도는 육안검사를 수행하는 정상적인 검사와 진공(Vacuum)시험법과 퇴적된 오염물질 두께 시험법을 활용하는 정량적인 검사로 구분하여 진단한다.

(3) 건식법과 습식법으로 구분되는 청소법 중에서 적합한 방법을 선택하여 청소를 주기적으로 실시한다.

(4) 덕트에 부착된 분진량에 따른 오염 현황

은 **그림 3**에 나타내고 있다. 청소가 완료된 후, 덕트에 부착된 분진량은 0.1 g/m^2 (진공시험법), 1.0 g/m^2 (세척법), 부유 세균수는 30 CFU/m^3 이하로 유지되어야 한다.

점검구

점검구는 덕트의 청결도 검사 및 유지관리를 위해, 필수적으로 설치되어야 하는 요소로서 다음과 같은 요건에 적합하게 설치위치 및 치수를 선정한다.

(a) 하나의 점검구를 설치한 후단에 덕트 치수가 변경된 경우

(b) 하나의 점검구에서 45° 이상으로 방향이 변경된 경우

(c) 하나의 점검구에서 동일한 치수를 갖는



(A) 오염물질이 5 g/m^2 부착된 조건



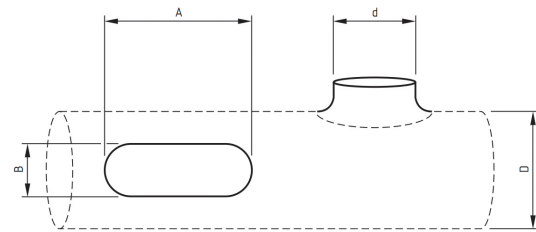
(B) 오염물질이 25 g/m^2 부착된 조건

[그림 3] 덕트의 분진부착량 예시

<표 5> 원형덕트의 점검구 최소치수

Rectangular or oval opening		Branch/T-piece + end cap with minimum diameter	
Duct diameter nominal D (mm)	Minimum dimensions of openings in duct walls (mm) A x B	Duct diameter, nominal (mm) D ^{a)}	Nominal EN 1506 male dimension or minimum opening (mm) d
$100 \leq D < 200$	180 x 80	100	100
$200 \leq D \leq 315$	200 x 100	125	100
$315 < D \leq 500$	300 x 200	160	125
$500 < D$	400 x 300	200	160
		250	200
		315	250
		400	315
		500	400
		≥ 630	500

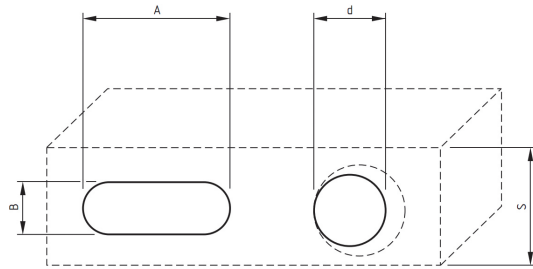
^{a)} For additional sizes the requirements of the nearest larger nominal size apply.



[그림 4] 강성원형덕트의 개구부

〈표 6〉 각형덕트의 점검구 최소치수

Rectangular or oval opening		Branch/T-piece + end cap with minimum diameter	
Width S of duct side where access panel is installed (mm)	Minimum dimensions of openings in duct walls (mm) A x B	Width S of duct side where access panel is installed (mm)	Nominal EN1506 male dimension or minimum opening (mm) d
S ≤ 200	300 x 100	≤ 200	125
200 < S ≤ 500	400 x 200	≤ 250	160
500 < S	500 x 400	≤ 300	200
		≤ 350	250
		≤ 450	315
		≤ 630	400
		> 630	500



[그림 5] 직사각형 덕트의 개구부

〈표 7〉 유지관리체크리스트

INSPECTION ITEMS	검 사 항 목	평가결과 (Results)		비 고 (검사 주기)	
		해당사항 없음	적 정		
			유지관리자		점검자
1. 일반사항					
1) 당해 건물의 외기등급?					
2) 환기설비 및 공기정화설비의 청결도를 주기적으로 검사를 실시하는가?				매주	
3) 환기설비 및 공기정화설비의 청소를 주기적으로 실시하는가?				매주	
4) 실내공기질 관련 제어운전 정보를 주기적 기록하는가?				매주	
5) 운전풍량을 측정하여 설계풍량과 비교하는가? (변풍량시스템의 경우, 최대풍량)				매주	
6) 당해 환기설비의 실내공기등급은?				3개월	
7) 환기설비 및 공기정화설비의 부속품의 청결도 검사를 위한 접근로, 점검구가 확보되었는가?				매주	
2. 환기설비 구성품					
1) 그릴, 디퓨저는 청결하게 유지되고 있는가?				매주	
2) 외기흡입루버는 청결하게 유지되고 있는가?				매주	
3) 냉, 난방용 코일은 청결하게 유지되고 있는가?				매주	
4) 플레넘은 청결하게 유지되고 있는가?				매주	
5) 풍량검출기의 기능은 정확히 작동되는가?				매주	
6) 차압계는 정상적으로 작동하는가?				매주	
7) 가습기의 청결하게 유지되고 있는가?				매주	
8) 필터는 주기적으로 교체되고 있는가?				2개월	
9) 공조기의 응축수배수관(드레인판)은 청결한가?				매주	
10) 필터의 상태는 적절히 하였으며 차압기록은 주기적으로 기록하였는가?				매주	
11) 덕트의 청결도를 주기적으로 검사하고 필요시 청소를 실시하였는가?				매주	
필터관리기록					
수 량	치 수		모델번호		
	mm × mm × mm				
일 자	차 압	교체일자		검사자 서명	

덕트가 7.5m 이동한 경우

(d) 수직 덕트의 최하부와 최상부는 점검구를 설치하여야 한다.

(e) 플렉시블 덕트시스템은 최소 매 6m 간격마다 강성구조를 갖는 점검을 보완해야 한다.

(1) 강성원형 덕트의 개구부: 덕트 청소를 위해서, 덕트는 **표 5**와 **그림 4**에 일치한 직경을 갖는 점검구를 갖추거나 최소 직경을 갖는 캡과 제거 가능한 T-pieces를 준비해야 한다.

(2) 플렉시블 원형 덕트의 점검구: 플렉시블 덕트는 청소와 검사를 위해, 제거가 가능해야 한다. 플렉시블 덕트시스템의 설치된 상태에서 청소가 가능하다면 점검구를 설치한다.

(3) 직사각형 덕트의 점검구: 청소용 점검구는 덕트에 **표 6**과 **그림 5**에 일치한 치수로 설치하고 말단에 제거 가능한 공칭 최소직경을 갖는 캡을 T-pieces와 함께 설치할 수도 있다.

(4) 평면 타원형(flat oval) 덕트의 점검구: 반원형부에 적용되는 점검구는, (1)(강성원형 덕트의 개구부)를 적용한다. 평면부 적용되는 점검구는 (3)(직사각형 덕트의 개구부)를 적용한다.

유지관리체크리스트

환기설비의 청결도를 향상시키면서 체계적인 유지관리를 위해, 환기설비에 대한 일반사항과 필터를 포함한 환기설비구성품에 대한 유지관리를 주기적으로 수행하기 위해, 아래와 같이 구성된 유지관리 표의 내용을 확인하고 점검할 수 있는 수법이 도입되어야 할 것이다(**표 7**).

맺음말

다중이용시설이 대형화되며 에너지절약을 위한 고기밀화로 인해, 이를 이용하는 국민들이 건강하게 생활할 수 있도록 적용해야 할 설비가 환기설비인 점에 대한 인식은 중앙부처의 공무원, 기계설비 엔지니어들이 모두하고 있다. 그러나 설치된 환기설비의 유지관리 방법(편의성, 청소/교체주기, 비용 등)에 대한 명확한 제시 없이 사용자 임의로 유지관리를 실시하고 있는 현실이다. 이를 위해, 본 고에서 현재, 환기설비의 체계적인 관리를 위해, 선진국에서 운영하고 기술기준의 내용을 조사하여 소개하였다. 국내의 대형 다중이용시설의 경우, 이러한 내용을 일부 반영하여 유지관리에 활용하고 있는 것을 확인한 바 있다. 환기설비가 국민건강에 기여하는 효과가 크므로 고기밀화된 건물에 대해서라도 국가 차원에서 선진국과 같이 유지관리방안(절차와 방법)을 제시하고 관리함으로써 에너지절약과 자원절약에 기여할 수 있을 것으로 판단한다.

참고문헌

1. Y.S.Chen, 1995, Variable Air Volume Systems for Environmental Quality
2. ASHRAE Standard 62.1-2010, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
3. ASHRAE Standard 180-2012, Standard Practice for Inspection and Maintenance of Commercial Building HVAC Systems. 