

건강친화형 주택을 위한 TAB 활용

오 재 근
(주)주원엔지니어링
부사장



1. 머리말

공동주택은 여러 세대가 모여 하나의 대지 및 건물의 벽·복도·계단·기타 설비 등의 전부 또는 일부를 공동으로 사용하는 각 세대가 하나의 건축물 안에서 각각 독립된 주거생활을 영위할 수 있는 구조로 된 주택으로, 최근 신축부지의 고갈과 문화생활 등의 향상으로 그 구조와 형태가 고층화되고 다양해지고 있으며, 각 세대 구성원의 생활습관과 성격에 따라 각기 다른 생활공간을 만들어 가면서 행복한 삶을 추구하고 있다. 인간이 행복한 삶을 살아가기 위해서 가장 중요한 요건은 건강이라는 것을 부인하는 사람은 아마도 없을 것이다. 그러나 우리나라의 경우 1960년대 이전 전형적인 농업국가에서 1970년대 석유, 화학, 조선 등과 같은 중화학 공업을 거쳐, 1980년대에 이르러 자동차와 전자공업의 발달과 1990년대 후반부터 현재에 이르기까지 컴퓨터, 반도체, 정보통신 등 첨단산업이 발달하면서 대기환경은 빠른 속도로 오염되고 있고, 그와 더불어 쾌적한 환경에 대한 필요성이 지속적으로 가

중되고 있는 실정이며, 각종 방송이나 신문 등의 매스미디어를 통해 빠르게 전파되면서 국가적인 차원에서 환기시설을 통한 실내의 공기질 문제를 개선하려는 노력이 활발하게 진행되었으며, 국토교통부(구, 건설교통부)에서 2006년도 2월 13일에 “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”에 건축자재 및 가구 등에서 나오는 유해화학물질로 인한 실내의 공기질 문제를 효과적으로 개선하기 위하여 신축되는 공동주택과 다중이용시설에 환기설비의 기준을 마련하여 고시하였다.

공동주택의 환기설비 기준은 국토교통부에서 시행하고 있는 제도 중 “건축물의 에너지절약 설계기준”, “주택성능등급 인정 및 관리기준”, “친환경 건축물 인증기준”, “청정건강주택 건설기준”, “녹색건축물 인증기준” 등의 제·개정 과정에서 반영되고 있으며, 환기시설의 정도에 따라 차등적으로 인센티브를 제공하거나 일정 규모 이상의 단지에 대하여 의무적으로 이행할 수 있도록 하고 있으나, 이러한 제도의 기준이 되고 있는 “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”에 규정되어 있는 환기설비는 최소한의 환기성능에 대한 기준만 마련되어 있을 뿐 공동주택 각각의 단위세대마다 설치되어 있는 환기장치에 대한 성능을 확인할 수 있는 기준이 없었다.

그러나 2010년부터 국민의 건강과 쾌적한 주거 환경 조성에 이바지하기 위해 “청정건강주택 건설기준⁽¹⁾”에 1,000세대 이상의 공동주택은 “환기

(1) 2013년 7월 17일 입법예고(제명 : 건강친화형 주택 건설기준, 500세대로 강화 등)

설비의 성능검증”을 대한설비공학회와 “공동주택 환기설비 TAB 기술기준”에 적합하도록 규정하고 있어, 앞으로 공동주택 실내환경 개선을 위하여 TAB 분야의 중요성과 책임이 가중되는 시점에 즈음하여 본 고에서는 TAB 분야에 중사하

는 기술자가 건강친화형 주택을 비롯하여 환기와 관련된 제도적 특징과 목적을 충분히 이해하고 숙지할 수 있도록 도움을 주고자 하였다.

II. 청정건강주택과 건강친화형주택

[표 1] TAB 성능검증 방안 비교

청정건강주택	구 분	건강친화형주택
청정건강주택 건설기준	명 칭	건강친화형주택 건설기준
2010년 12월 1일	시행일	2014년 5월 7일(예정)
사업주체가 「주택법」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제1항의 주택으로서 1,000호 이상 또는 1,000세대 이상을 신축 및 리모델링하는 경우 주택과 그 부속 토지는 청정건강주택으로 건설하여야 한다.	대 상	「주택법」(이하 “법”이라 한다) 제16조 제1항에 따라 500세대 이상의 주택건설사업을 시행하거나 법 제42조 제2항 제2호에 따라 500세대 이상의 리모델링을 하는 주택에 대하여 적용한다.
<p>[별표 3] 환기설비의 성능검증(TAB) 시행기준</p> <p>1. 오염물질의 배출을 위한 환기 설비를 설치할 경우, 이에 대한 성능 검증이 이루어져야 한다. 성능검증은 다음 각 목의 평가항목을 통해 수행되어야 하며, 국토해양부의 건설공사 표준시방서를 따르는 것을 기본 원칙으로 한다.</p> <p>가. 에너지 효율적인 환기설비 도입 : 건축물의 에너지절약 설계기준의 제2항 건축부분 설계기준 제7조 설비 적용 여부(기계부문의 권장사항)</p> <p>나. 환기효율(실별 균일 환기량 확보) : 단위세대 내의 균일한 환기량 확보 여부 확인(각 실별 편차가 25퍼센트 이내로 유지)</p> <p>다. 환기설비의 효과적인 유지관리 방안 : 자연, 기계 및 하이브리드 환기설비의 필터 교환 용이성</p> <p>라. 환기설비의 성능검증(TAB)의 시행 : 대한설비공학회의 “공동주택 환기설비 TAB 기술기준” 만족 여부</p> <p>2. TAB의 수행순서</p> <p>가. 공기와 물 분배 관련설비가 설계목적과 부합되게 설치되었는지 확인</p> <p>나. 설계 시방에 적합한 계통의 유량 측정</p> <p>다. 수행결과에 대한 기록 및 보고</p> <p>라. 종합보고서 작성</p> <p>3. TAB의 수행항목</p> <p>가. 시스템 검토 : 설계도면, 계산서 및 설계 참고자료를 활용하여 TAB가 원활히 수행될 수 있도록 공기조화설비를 검토하고 미비점 보완</p> <p>나. 예비보고서 작성 : 계통검토 내용을 토대로 TAB 보고서 양식에 각 장비 사양 등을 작성하여 TAB 작업이 원활히 진행될 수 있도록 준비</p> <p>다. 현장점검 : TAB를 실시하기 전에 각 계통이 시공도면 및 장비 제작업체의 규격에 나타난 사항과 일치하는지의 여부 확인</p> <p>라. 전원점검 : 전력이 공급되는 공기조화 장비에 있어서 전원이 적절히 공급되고 있는지를 측정</p> <p>마. 공기분배 계통의 시험조정</p> <p>바. 물분배 계통 시험조정, 온습도 측정, 소음 측정</p> <p>사. 종합보고서 작성</p>	성 능 검 증	<p>[별표 4] 환기설비의 성능검증 방안 제시</p> <p>오염물질을 실외로 배출하여 쾌적하고 안전한 실내환경을 확보할 수 있도록 환기설비는 다음 각 호에 적합하게 성능검증을 실시하여야 한다.</p> <p>1. 적정 환기효율(실별 균일 환기량) 확보를 위한 단위세대 내 각 실의 환기량은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제11조에 따른 환기기준으로 하되, 각 실별 편차는 25퍼센트 이내로 유지할 것</p> <p>2. 환기설비 성능검증(TAB)의 시행</p> <p>가. 적용대상 : 모든 세대에 적용</p> <p>나. 시행방법 : 대한설비공학회의 “공동주택 환기설비 TAB 기술기준”에 적합하게 시행할 것</p> <p>※ 적용방법</p> <p>1) 대한설비공학회에서 인정하는 TAB 수행 전문회사에서 시행</p>

청정건강주택은 국토교통부(구. 국토해양부)가 2010년 6월 18일자로 고시(제2010-382호)하여 2010년 12월 1일부터 시행한 “청정건강주택 건설기준(안)”은 쾌적한 실내환경을 확보하기 위해 1,000세대 이상 주택 건설시 친환경 건축자재나 일정 수준 이상의 환기성능을 규정한 제도로 현재까지 약 3년 정도 경과하였으나 기준 마련 이후에도 신축주택 중 약 15% 정도가 실내공기질 기준 권고치를 초과하고 있다는 환경부 조사결과에 따라 단순히 건축자재의 오염물질 방출량 기준의 적용만으로는 제도적 목적을 달성할 수 없기 때문에 추가적인 규제가 필요하였으며, 실내오염물질 최소화를 통한 쾌적한 주거환경 조성을 위하여 「건강친화형 주택 건설기준」 근거를 주택법에 마련하고, 적용대상을 1,000세대에서 500세대로 확대함과 동시에 환기성능검증을 전체 세대에 실시하는 등 관련 규정을 강화하였다. 건강친화형 주택을 건설하기 위해서는 거주자에게 건강하고 쾌적한 실내환경을 제공할 수 있도록 일정수준 이상의 실내 공기질과 환기성능을 확보하기 위해서 의무기준(6개 항목)을 모두 충족하고, 권장기준(4개 항목) 중 2개 항목 이상에 적합해야 한다.

III. 제도의 이해와 해설

환기성능을 확인하고 그것을 효율적으로 검증하는 것은 거주자에게 쾌적한 실내환경을 제공하기 위하여 중요한 사항이지만, 무엇보다 환기기준을 제·개정할 당시 취지와 목적에 부합되어야 하며, TAB를 시행하는 기술자나 그 기술자가 속해 있는 전문업체에 따라 법을 해석하는 기준이 다르거나 판단하는 기준이 달라 법적기준을 판단하는 결과에 영향을 주어서는 안되기 때문에 본 고에서는 현재 환기성능에 기준이 되고 있는 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」과 「건강친화형 주택 건설기준」 등에서 요구하는 기준을 살펴보도록 한다.


3.1 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙

환기성능에 대하여 가장 최초로 마련된 기준으로 2006년 2월 13일자로 시행된 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」은 환기량, 공기여과기, 소음 등 가장 기본적인 환기성능에 대한 기준을 만들고, 그해 6월 “환기설비 설치기준 해설서”를 발표한 후 현재 약 7년 정도 경과하였으며, 각종 제도의 기준이 되고 있다. 그러므로 TAB를 시

[표 2] 의무기준과 권장기준

의무기준	권장기준
<p>제4조(의무기준) 사업주체는 다음 각 호의 기준에 적합하게 주택을 건설해야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 친환경 건축자재의 적용 : 실내에 사용되는 건축자재는 실내공기 오염물질 저방출자재 기준에 적합할 것 2. 쾌적하고 안전한 실내공기 환경을 확보하기 위하여 제반 공사를 완료한 후 입주자가 입주하기 전에 플러쉬아웃(Flush-out)을 실시할 것 3. 효율적인 환기를 위하여 단위세대의 환기성능을 확보할 것 4. 설치된 환기설비의 정상적인 성능 발휘 및 운영 여부를 확인하기 위해 성능검증을 시행할 것 5. 입주 전에 설치하는 친환경 생활제품의 적용 6. 건축자재, 접착제 등 시공·관리기준 	<p>제5조(권장기준) 사업주체가 주택을 건설하는 경우에 적용할 수 있는 권장기준은 다음 각 호와 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 흡방습 건축자재는 모든 세대에 별표 6 제1호에 적합한 건축자재를 거실과 침실 벽체 총면적의 10퍼센트 이상을 적용할 것 2. 흡착 건축자재는 모든 세대에 별표 6 제2호에 적합한 건축자재를 거실과 침실 벽체 총 면적의 10퍼센트 이상을 적용할 것 3. 항곰팡이 건축자재는 모든 세대에 별표 6 제3호에 적합한 건축자재를 곰팡이 발생이 우려되는 발코니·화장실·부엌 등과 같이 곰팡이 발생이 우려되는 부위에 총 외피면적의 5퍼센트 이상을 적용할 것 4. 항균 건축자재는 모든 세대에 별표 6 제4호에 적합한 건축자재를 세균 발생이 우려되는 발코니·화장실·부엌 등과 같이 세균곰팡이 발생이 우려되는 부위에 총 외피면적의 5퍼센트 이상을 적용할 것

[표 3] 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙과 해설

관련기준	해설
<p>기계환기설비의 환기기준은 시간당 실내공기 교환 횟수(환기설비에 의한 최종 공기흡입구에서 세대의 실내로 공급되는 공기량의 합인 총 체적 풍량을 실내 총 체적으로 나눈 환기횟수를 말한다)로 표시하여야 한다</p>	<p>환기기준은 환기회수로 표기 : 예를 들어 전용면적 84㎡의 법적풍량 $84\text{㎡} \times 2.3\text{m} \times 0.7\text{회/hr} = 135\text{㎡/hr}$ 도면에 표기된 환기량 확인방법 ⇒ 부하계산서, 설계도면</p>
<p>하나의 기계환기설비로 세대 내 2 이상의 실에 바깥공기를 공급할 경우의 필요 환기량은 각 실에 필요한 환기량의 합계 이상이 되도록 하여야 한다.</p>	<p>공동주택은 거실, 침실 및 욕실 등 다수의 실로 구성되며, 다수의 실에 외부공기를 공급할 경우의 필요 환기량은 세대내에 있는 모든 실에 공급되는 필요 환기량의 합계 이상이어야 한다.</p>
<p>세대의 환기량 조절을 위하여 환기설비의 정격풍량을 최소·적정·최대의 3단계 또는 그 이상으로 조절할 수 있는 체계를 갖추어야 하고, 적정 단계의 필요 환기량은 신축 공동주택 등의 세대를 시간당 0.7회로 환기할 수 있는 풍량을 확보하여야 한다.</p>	<p>신축 공동주택의 경우, 오염물질의 농도는 시간이 경과할수록 감소하므로 환기량을 조절할 수 있도록 하는 것이 건강하고 쾌적한 실내공기 환경의 확보와 효과적인 에너지 절약을 위해 필요하다. 그러므로 환기설비에는 정격풍량 조절장치(제어반)가 설치되어야 하며, 최소·적정·최대 등 3단계 이상으로 조절이 가능해야 한다. 이때, 적정단계의 필요환기량은 시간당 0.7회 이상의 풍량을 확보할 수 있어야 한다. / 확인방법⇒ 샘플세대(Mock-up)</p>
<p>공기공급체계 또는 공기배출체계는 부분적 손실 등 모든 압력 손실의 합계를 고려하여 계산한 공기공급능력 또는 공기배출능력이 제1조 제1항의 환기기준을 확보할 수 있도록 하여야 한다.</p>	<p>공기공급체계 또는 공기배출체계는 송풍기, 공기여과기, 열교환기, 덕트 등으로 구성되며, 각 부위에서 공기의 유동을 방해하는 저항이 발생하여 압력손실이 생기고 이에 따라 공기유동량이 저해된다. 따라서, 환기설비는 압력손실이 고려된 최종 급기구 및 배기구에서의 풍량으로 설정하여야 하기 때문에 설계도서 또는 샘플하우스 시공 상태에서 불필요한 압력손실이 발생하는 부분을 확인한다. 확인방법 ⇒ 설계도면, 샘플세대(Mock-up)</p>
<p>기계환기설비는 다음 각 목의 어느 하나에 해당되는 체계를 갖추어야 한다. 가. 바깥공기를 공급하는 송풍기와 실내공기를 배출하는 송풍기가 결합된 환기체계 나. 바깥공기를 공급하는 송풍기와 실내공기가 배출되는 배기구가 결합된 환기체계 다. 바깥공기가 도입되는 공기흡입구와 실내공기를 배출하는 송풍기가 결합된 환기체계</p>	<p>기계환기설비는 1중, 2중, 3중 환기방식에 적합하도록 구성한다. 확인방법 ⇒ 설계도면</p> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 1중 환기방식 (b) 2중 환기방식 (c) 3중 환기방식</p> <p>〈 환기방식 분류 〉</p> </div>
<p>바깥공기를 공급하는 공기공급체계 또는 바깥공기가 도입되는 공기흡입구는 입자형·가스형 오염물질을 제거 또는 여과하는 일정 수준 이상의 공기여과기 또는 집진기 등을 갖추어야 한다. 이 경우 공기여과기는 한국산업규격(KS B 6141)에서 규정하고 있는 입자 포집률[공기청정장치에서 그것을 통과하는 공기 중의 입자를 포집(捕執)하는 효율을 말한다]이 60퍼센트 이상인 환기효율을 확보하여야 하고, 수명 연장을 위하여 여과기의 전단부에 사전여과장치를 설치하여야 하며, 여과장치 등의 청소 또는 교환이 쉬운 구조이어야 한다.</p>	<p>실내로 외부공기를 공급하는 공기공급체계(급기시스템) 또는 공기흡입구(급기구)에는 일정수준 이상의 공기여과기 또는 집진기를 갖추어야 한다. 여기서 일정수준 이상이라 함은 오염물질의 제거·여과장치(공기여과기=필터)의 구조와 성능이 한국산업규격(KS B 6141)에서 규정하고 있는 입자 포집률 이상(공기여과기를 통과하는 공기 중의 입자를 포집(捕執)하는 효율이 비색법 또는 광산란 적산법으로 측정하여 60퍼센트 이상)이어야 하므로 환기성능을 시험하기 전에 적정 필터 설치 여부를 확인한다. 확인방법 ⇒ 샘플세대, 전체세대</p>
<p>기계환기설비에서 발생하는 소음은 40dB 이하가 될 수 있는 구조와 성능을 확보하여야 한다.</p>	<p>기계환기설비에서 발생하는 소음의 측정은 KS B6361에 따르는 것을 원칙으로 한다. 측정위치는 대표길이 1m(수직 또는 수평 하단)에서 측정하여 소음이 40 dB이하가 되어야 하며, 암소음은 보정하여야 한다. 단, 환기설비 본체(소음원)가 거주공간 외부에 설치될 경우에는 대표길이 1m(수직 또는 수평 하단)에서 측정하여 50dB 이하가 되거나, 거주공간 내부에서 측정하여 40dB 이하가 되는 수준을 확보하여야 한다. 「공동주택 환기설비 TAB 기술기준」 참조 확인방법 ⇒ 샘플세대, 전체세대</p>

행하는 기술자가 설계도서나 현장에서 필수적으로 확인해야 하는 사항을 숙지하고, 정확하게 이해하는 것이 중요하다.

[표 3]에서 보는 바와 같이 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙은 환기량, 풍량조절, 압력, 환기방식, 필터포집률 등에 대한 기준으로 건강친화형 주택을 건설하기 위하여 TAB를 시행하는 기술자가 면밀하게 검토하여 그 적합성 여부를 판단해야 한다. 특히 거주공간 내 소음은 가장 많은 민원의 대상이 되고 있는 항목으로 법적기준 보다는 거주자의 특성, 주간과 야간 시간대에 따라 차등되어 판단하여야 한다.

3.2 건강친화형 주택 건설기준과 해설(구. 청정 건강주택 건설기준)

TAB를 최소기준(필수기준)으로 시행하도록 2010년 6월 18일자로 제정된 「청정건강주택 건설기준」은 2013년 7월 17일 「건강친화형 주택 건설기준」으로 제명을 바꿔서 관련기준을 전부 개정, 입법예고하여 2014년 5월 7일 시행 예정이다. 사업주체가 500세대 이상의 공동주택을 신축

하거나 리모델링을 할 경우에는 이 기준에 따라야 하며, 특히 환기성능에 대하여는 일정한 수준 이상의 환기설비와 그 환기설비에 대한 성능을 검증(TAB)해야 하는 기준이 마련되어 환기성능 검증과 개선을 통해 쾌적한 실내공기질을 확보하려고 노력하고 있으며, 본 고에서는 기계환기와 관련된 내용만 발췌하여 설명한다.

(1) 단위세대의 환기성능 확보

효율적인 환기성능의 확보는 전체 단위세대에 자연환기설비, 기계환기설비, 혼합형 환기설비 중 어느 하나의 환기설비를 설치해야 하며, 그 중 기계환기설비의 기준과 설명을 [표 4]에 나타낸다. [표 4]에서 보는 바와 같이 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에서 정하고 있는 기계환기설비의 종류가 고효율 기자재나 신기술 등 국가에서 인정하는 일정 수준 이상의 환기방식을 적용토록 하였으며, 공기여과기의 입자포집율도 90% 이상으로 강화하였다. 특히 폐열회수형 환기장치의 경우, 환절기 열교환 소자의 오염 등을 방지하기 위하여 바이패스(By-pass)기능과 동파 등을 방지하기 위하여 프리히터 등을 설치토록 하였다.

[표 4] 기계환기설비의 환기성능

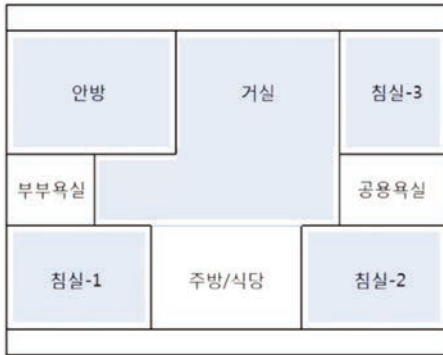
관련기준	해설
기계환기설비는 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 별표 1의 5 “신축 공동주택 등의 기계환기설비 설치기준”에 적합한 기계환기설비로 국가나 공인인증기관에서 시행하고 있는 제도를 통하여 환기성능을 객관적으로 확인할 수 있는 설비로 고성능 외기청정필터를 갖춘 설비일 것	기계환기설비의 경우, 고효율 기자재 인증(지식경제부), 건설신기술(국토해양부), 신기술인증(NET: 지식경제부), 환경신기술(환경부) 등과 같이 국가에서 시행하는 제도에서 인정한 인증서 또는 공인인증기관에서 발행한 시험성적서 등을 통해 이와 동등 이상의 성능이 있다고 객관적으로 확인할 수 있는 기술자료를 첨부할 것 고성능 외기청정필터는 KS B 6141에 의하여 입자포집율이 90% 이상인 경우 ※ 폐열회수 환기장치의 경우, 바이패스 기능을 확보하여야 하며 프리히터를 설치할 것. 단, 혼합형 환기설비에 적용되는 경우는 예외로 함. 확인방법 ⇒ 시험성적서, 신기술 인증서

[표 5] 기계환기설비의 성능검증

관련기준	해설
적정 환기효율(실별 균일 환기량) 확보를 위한 단위세대 내 각 실의 환기량은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제11조에 따른 환기기준으로 하되, 각 실별 편차는 25퍼센트 이내로 유지할 것	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙은 [표 3] 관련기준과 해설(건축물의 설비기준 등에 관한 규칙) 참조 확인방법 ⇒ 부하계산서, 측정결과 각 실별 편차는 최상의 환기효율을 유지하기 위하여 외기량을 기준으로 시간당 0.7회를 기준으로 $\pm 25\%$ 이내(시간당 0.53~0.87회)를 유지하라는 의미이며, 화장실, 주방, 의류보관실 등은 제외한다.

(2) 단위세대의 환기설비 성능검증 방안 제시
오염물질을 실외로 배출하여 쾌적하고 안전한 실내환경을 확보할 수 있도록 환기설비에 대한 성능검증을 규정하고 있으며, 그 기준과 설명을 [표 5]에 나타내었다. [표 5]에서 각 실별편차에 대한 판단 예는 [그림 1], [표 6]과 같다.

(3) 환기설비의 성능검증(TAB)의 시행
환기설비의 성능검증은 모든 세대를 대상으로 대한설비공학회 “공동주택 환기설비 TAB 기술기준²⁾”에 적합하게 TAB 전문업체가 시행해야 한다.



[그림 1] 단위세대 유형 예

[표 6] 실별 편차 확인방법

실 명	체적(m ³)	풍량(m ³ /h)	환기회수	편차(%)
안 방	45	32	0.72	2.85
침실-1	34	22	0.65	7.14
침실-2	34	26	0.75	7.14
침실-3	22	15	0.70	0.00
거 실	85	77	0.90	28.6
주방/식당	52	34	0.62	11.43
공용욕실	12	-	-	-
부부욕실	10	-	-	-
합 계	294	206	0.7	-

* 거실은 편차가 28.6%로 부적합하며, 욕실 등은 제외

IV. TAB 활용

공동주택의 환기성능을 검증하기 위하여 TAB³⁾가 제도적으로 정착되기 이전에는 주택사업을 시행하는 시행사나 건설사가 필요에 의하여 제한된 수량에 대하여 최소한의 검증을 실시하였으나, 현재는 건강하고 쾌적한 실내환경을 제공하기 위하여 「건강친화형 주택 건설기준」에 의무적으로 적용된다.

자료에 의하면 실내공기질에 영향을 미치는 인자는 크게 환기, 실내외 오염원, 건축재료, 미생물, 기타 등으로 구분할 수 있는데 이 중 환기가 실내공기질에 가장 큰 영향을 미치고 있고 효과적인 방법이다. 그러나 공동주택에 적용되는 환기시설은 일반 대형 건물에 적용되는 환기시설과는 선택의 범위가 좁고, 환기팬의 효율도 낮은 특징을 가지고 있기 때문에 환기성능을 최상으로 유지하기 위해서는 TAB 수행자의 전문적인 지식과 그것을 통한 적극적인 수행능력이 필요하다.

4.1 환기성능 검증 절차

TAB 수행자가 환기성능을 검증하는 것은 환기기준에 대한 적합성 여부를 확인함과 동시에 환기설비가 최적의 효율을 유지할 수 있도록 시험(Testing)하고 조정(Adjusting)하여 최종적으로 평가(Balancing)하는 과정을 통하여 쾌적한 실내환경을 조성하는 것과 불필요한 에너지가 손실되는 것을 방지하는 등 다음과 같은 효과가 있다.

- 법적기준에 대한 검증을 통하여 향후 발생할 수 있는 민원 발생 방지
- 도면 검토를 통하여 과투자, 소음 등의 하자 요인 등을 제거하여 공사품질 향상
- 세대별 환기성능을 최상으로 유지하여 쾌적한 주거환경 조성

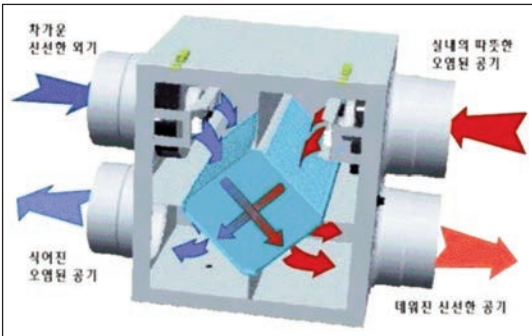
(2) SAREK-TAB-2008(사단법인 대한설비공학회 2008년 6월 발행)

(3) TAB : Testing Adjusting Balancing=공조설비의 성능을 시험·조정·평가하는 기술

- 오시공 등을 개선하여 불필요한 인적·물적 자원의 손실 방지

(1) 환기설비 종류

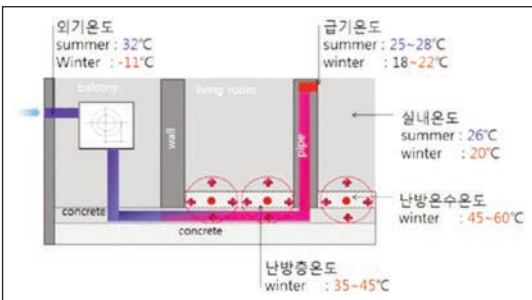
현재 공동주택 환기설비에 적용되는 기계 환기방식은 1중 환기, 2중 환기, 3중 환기 등이 적



실내공기와 외부공기를 교환하는 환기과정에서 실내공기가 가지고 있는 폐열을 회수하여 외부공기를 보충하는 방식의 에너지 절약적 환기설비로 현열교환기와 전열교환기가 있으나 공동주택에 사용되는 것은 대부분 전열교환 방식이 주를 이루고 있다.

※ 2014년 5월 7일부터 시행 예정인 「건강친화형 주택 건설기준」에 따르면 환기 열교환 소자 보호를 위하여 바이패스 장치와 거울철 등과 등을 방지하기 위하여 프리히타가 추가로 설치되어야 한다.

[그림 2] 폐열회수형 환기방식의 예



바닥 난방층 하부 기포콘크리트 내부에 외기관로를 설치하고 난방시 하부로 버려지거나 온도구배에 의하여 버려지는 열을 흡수하여 외기온도를 보충하는 방식으로 별도의 보조히타 등과 같은 가열원이 없어도 실내 난방온도와 유사한 급기온도를 보장하는 특징을 가지고 있으며, 현재 건설신기술로 지정되어 국가에서 기술을 보호하고 있다.

[그림 3] 바닥열을 이용한 환기방식의 예

용되고 있으며, 대표적인 기계환기방식으로는 실내의 폐열을 회수하는 「폐열회수형 환기방식」과 공동주택의 바닥난방열을 이용하는 「바닥열을 이용한 환기방식」 등이 있다.

(2) 환기설비 성능확인 프로세스

환기설비의 성능을 확인하는 기준은 「공동주택 환기설비 TAB 기술기준」에 자세히 설명되어 있으므로 본 고에서는 기본적인 프로세스와 법적기준 등을 확인하는 절차를 위주로 설명한다.

<p>1 시스템 검토</p> <p>- 법적기준의 적정성 판단 : 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에서 규정하고 있는 시간당 환기회수(0.7회) 등의 적합성을 검토하며, 장비용량 계산서, 도면 등을 참고로 하고, 부적합 사항은 통보·개선</p>
<p>2 샘플세대 협의 및 결정</p> <p>- 관계자 협의 : 샘플세대는 본 공사 이전에 환기성능에 대하여 검토와 측정을 통해 본 공사에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 발체하여 보완하고, 불필요한 설비를 최소화하는 중요한 공정이므로 발주처, 제조사 등과 협의하여 샘플세대의 범위와 위치, 측정 시기 등을 결정</p>
<p>3 샘플세대 시험조정</p> <p>- Mock-up 시험 : 건강친화형 주택 건설기준이 적용되는 500세대 이상의 공동주택에 적용되는 환기장비는 고효율기자재나 신기술과 같이 그 성능을 객관적으로 입증할 수 있어야 하므로 공인기관 시험성적서 유무를 확인한다. 측정은 환기장비와 터미널(급배기 디퓨저) 등으로 이루어지며, 공사 완료 후 후폐되는 부분은 사진 등으로 기록</p>
<p>4 현장점검</p> <p>- Line-up check : 현장점검은 샘플세대 시험 이후에 본 공사가 완료되어 본격적인 TAB 작업을 실시하기 전에 각 계통이 시공 도면이나 시방서에 나타난 항목과 일치하는지의 여부를 확인하고, 전원 공급이 적절하며, 풍량 변화가 3단계 이상 적절한지 여부 확인</p>

<p>5 공기분배 계통 시험조정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환기회수의 적정성 판단 : 모든 현장점검이 완료되면 환기유니트를 최소·적정·최대의 3단계에서 “적정(중)” 모드를 기준으로 가동시켜, 각 실의 디퓨저에서 풍량을 측정하고, 설계값과 비교하여 밸런싱을 실시한다. 이 때 환기팬은 5분 이상 가동시킨 후 풍량을 측정해야 정확한 값을 얻을 수 있으며, 풍량이 시간당 0.7회 유지 여부 판단 - 실별 편차의 적정성 판단(500세대 이상의 경우에 한함) : 시간당 환기회수 0.7회를 기준으로 각 실의 풍량이 $\pm 25\%$ 이내로 실별 편차를 유지하는지를 판단
--



<p>6 소음측정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소음치의 적정성 판단 : 환기유니트를 “중” 모드로 가동시켜 디퓨저가 설치된 각 실 중앙부에서 측정하고, 그 값이 40dB를 초과하지 않아야 하며, 장비가 거주공간이 아닌 발코니 등 장비실에 설치된 경우에는 장비실 문을 닫은 상태에서 대표거리 1m 지점에서 측정하고, 그 값이 50dB를 초과하지 않아야 한다. 또한 장비실과 도로 등의 위치에 따라 압소음이나 운전소음이 다르기 때문에 소음측정은 가능한 각 실에서 측정하는 것이 바람직



<p>7 종합보고서 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종합보고서 작성과 보고 : 모든 TAB 결과를 정리 분석하여 보고서를 작성하고, 설계자료와 모든 측정자료를 포함하여야 하며, 문제점에 대한 개선안 등을 분석한 내용이 포함되어야 한다.

4.2 공동주택 TAB 사례

공동주택은 일반 건물과 달리 각각의 단위세대가 건축주이며, 문화와 생활수준에 따라 환기시설을 평가하는 기준이 다르다. 그러므로 무엇보다 샘플세대의 중요성이 크기 때문에 본 고에서는 세대환기 TAB 공정 중 샘플시험(Mock-up)에 대한 제안내용을 기준으로 수행절차와 관

련 양식 등을 소개한다. 그러나 본 내용은 발주처 기준과 현장여건에 따라 정한 기준에 의하여 작성되었으므로 모든 현장을 대표한다기 보다는 단순히 참고자료로 활용하기를 바란다.

(1) 목적

공동주택에 설치되는 환기설비가 설계 목적에 따라 실내환경 개선에 적합한 지를 본 공사 이전 Mock-up 세대에 대하여 시험·조정·평가(Testing·Adjusting·Balancing)를 통하여 관련 계통을 검토하고, 시험하여 문제점을 개선함으로써 향후 본 공사시 전체적인 환기설비의 품질 향상과 더불어 대 고객만족을 목적으로 한다.

(2) 기대효과

최적의 환기설비	<ul style="list-style-type: none"> - 도서상의 오류 확인 - 용량의 적정성 - 각종 규격의 적정성
시공품질 향상	<ul style="list-style-type: none"> - 오시공 방지 - 최적의 용량 확보 - 문제점 도출
쾌적한 실내환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> - 적정한 풍량분배 - 소음 원인 제거 - 결로 방지 대책
에너지 절약	<ul style="list-style-type: none"> - 과대 풍량 방지 - 불필요한 열손실 최소화 - 최적 운전제어

(3) 계측장비 ([표 7] 참조)

(4) 수행절차

수행절차는 환기유니트의 풍량, 정압, 전류, 온습도와 디퓨저 풍량측정, 소음측정으로 구분하여 수행하였으나 그 절차와 프로세스는 다음과 같다.

[표 7] TAB 수행을 위한 계측장비 현황

구 분	전류 측정장비	공기비압 측정장비	피토포관	미풍속 측정장비	후드형 풍량계	소음 측정장비	온습도 측정장비
측정범위	AC 0~10A	0~50Pa	∅32mm	0.2~7.5m/s	0~80L/s	25~130dB	-40~105℃
허용오차	최대값의 $\pm 3\%$	최대값의 $\pm 2\%$		지시값의 $\pm 10\%$	지시값의 $\pm 5\%$	지시값의 $\pm 2dB$	지시값의 $\pm 0.5℃$
교정주기	12개월(피토포관 제외)						


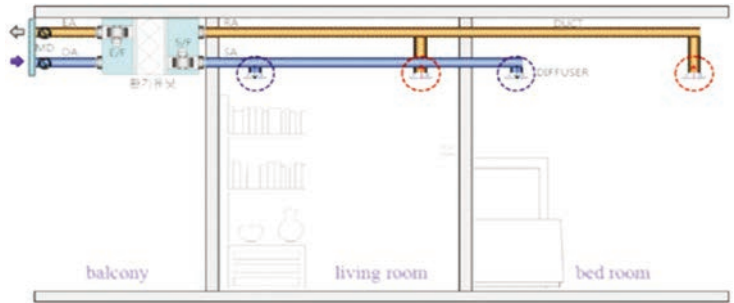
① 환기유닛 풍량, 정압, 전류 측정

프로세스	측정위치 및 방법
<pre> graph TD START([START]) --> A[사전준비] A --> B[측정요건 확인] B --> C{평가} C -- NO --> A C -- YES --> D[송풍기운전] D --> E[풍량측정] E --> F[정압측정] F --> G[전류측정] G --> H{종합평가} H -- NO --> D H -- YES --> I[보고서작성] I --> END([END]) </pre>	<ul style="list-style-type: none"> • 사전준비 : 전원 상태, 댐퍼 개폐상태, 말단기구 설치상태, 이상 유무 • 측정요건 확인 : 측정구 천공, 제작사양 비교, 설계도면과의 일치성 • 송풍기 운전 : 급·배기팬 운전, 댐퍼 개방상태 확인 • 풍량, 정압, 전류 측정 : 동일면적 분할법 적용, 풍속 및 동압측정, 평균풍속 산출 • 종합평가 : 측정결과 분석과 문제점에 대한 개선방향 제시 • 보고서 작성 : 측정 횟수별 보고서 작성



② 환기유닛 온·습도 측정

프로세스	측정위치 및 방법
<pre> graph TD START([START]) --> A[사전준비] A --> B[측정요건 확인] B --> C{평가} C -- NO --> A C -- YES --> D[측정구천공] D --> E[송풍기운전] E --> F[온도측정] F --> G[습도측정] G --> H{종합평가} H -- NO --> E H -- YES --> I[보고서작성] I --> END([END]) </pre>	<ul style="list-style-type: none"> • 사전준비 : 계절적 요인을 고려한 실내 냉방 또는 난방환경 구현 • 측정요건 확인 : 실내의 온습도 확인, 제작사양 확인, 고효율 기자재 여부 확인 • 송풍기 운전 : 급·배기팬 운전, 댐퍼 개방상태 확인 • 온도 및 습도 측정 : 온도, 습도, 엔탈피 교환 효율 • 종합평가 : 측정결과 분석과 문제점에 대한 개선방향 제시 • 보고서 작성 : 측정 횟수별 보고서 작성

③ 디퓨저 풍량 측정

프로세스	측정위치 및 방법
 <pre> graph TD START([START]) --> A[사전준비] A --> B[측정요건 확인] B --> C{평가} C -- NO --> A C -- YES --> D[송풍기운전] D --> E[풍량조정] E --> F[풍량측정] F --> G[환기량분석] G --> H{종합평가} H -- NO --> A H -- YES --> I[보고서작성] I --> END([END]) </pre>	 <p>The diagram shows a cross-section of a room with a ceiling-mounted diffuser system. The diffuser is connected to a duct system with a fan (송풍기) and a damper (댐퍼). The diffuser is shown in a closed state. The measurement location is indicated by a red circle labeled 'DIFFUSER'. The room layout includes a balcony, living room, and bed room.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사전준비 : 설계도면, 댐퍼 개폐상태, 말단기구 설치상태, 이상 유무 • 측정요건 확인 : 디퓨저 개폐상태, 설계도면과의 일치성 • 송풍기 운전 : 급·배기팬 운전, 댐퍼 개방상태 확인 • 풍량조정(강, 중, 약 3단계) : 제어반에서 풍량 모드를 “중”으로 고정 • 환기량 분석 : 측정풍량과 환기체적 비교=법적 환기횟수 확인 • 종합평가 : 측정결과 분석과 문제점에 대한 개선방향 제시 • 보고서 작성 : 측정 횟수별 보고서 작성

④ 소음 측정

프로세스	측정위치 및 방법
 <pre> graph TD START([START]) --> A[사전준비] A --> B[측정요건 확인] B --> C{평가} C -- NO --> A C -- YES --> D[송풍기정지] D --> E[구역별 암소음측정] E --> F[송풍기운전] F --> G[구역별 대상소음측정] G --> H{종합평가} H -- NO --> A H -- YES --> I[보고서작성] I --> END([END]) </pre>	 <p>The diagram shows a cross-section of a room with a ceiling-mounted diffuser system. The diffuser is shown in a closed state. The measurement location is indicated by a red circle labeled '각 실 중앙부'. The room layout includes a balcony, living room, and bed room. A vertical line indicates the measurement height at FL+1.2~1.5m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사전준비 : 설계도면, 출입문, 창문 폐쇄 • 측정요건 확인 : 외부 소음원 제거 • 구역별 암소음 측정 <ul style="list-style-type: none"> - 송풍기 정지 후 각 실별 암소음 측정 - 각 실 중앙부(FL+1.2~1.5m 이하) • 구역별 대상소음 측정 <ul style="list-style-type: none"> - 송풍기 운전 후 각 실별 대상소음 측정 - 장비소음은 장비실 문을 닫고 수평거리 1m에서 측정 • 종합평가 : 측정결과 분석과 문제점에 대한 개선방향 제시 • 보고서 작성 : 측정 횟수별 보고서 작성

⑤ 시공검사 항목(양식 예)

항 목	시공검사 항목	적 부	부적합 사유
장비실	- 수평유지 상태 - 흔들림 여부와 견고성 - 먼지등에 의한 오염 여부 - 풍량 전환시 이상 소음 여부 - 필터 교환의 용이성 - 외부 관통부 기밀성 - 플렉시블 덕트 과다사용 여부 - 관통슬리브 위치와 격임상태 - 덕트의 지지상태 - 결로발생 가능성 - 설계도서와의 일치성		
덕트부	- 덕트와 부속류 접합상태 - 기구류의 파손 유무 - 분기위치의 적정성(6D 이상) - CROSS TALKING ⁽⁴⁾ 가능성		
제어반	- 강·중·약 제어 - 미관성과 설치위치의 적정성		
디퓨저	- 취부상태의 견고성 - 취출시 장애여부 - 개도조정의 적정성 - 설계도서와의 일치성		

(5) 도면검토 사례

[그림 4]는 일반 아파트 단위세대 중 전열교환방식이 적용된 환기평면도로 시간당 환기풍량 부족, 실별 편차 과다, 시공성에 따른 풍량 불균

형과 시공 불가능 등의 부분을 지적한 예이다. 특히 환기장치에서 발생하는 결로는 실내환경에 가장 큰 악영향을 주는 하자요인이기 때문에 결로 방지용 보온 등의 적극적인 대책이 요구되나 샘플세대에서는 이런 부분이 생략될 수 있기 때문에 검토내용에서 필수적으로 지적되어야 한다.

(6) 풍량측정 사례

[표 8]에서 보는 바와 같이 설계풍량(252m³/hr)과 비교하여 약 65% 수준(164m³/hr)으로 측정되었으며, 특히 RA의 경우는 설계풍량과 비교하여 약 41% 수준(103m³/hr)으로 급기풍량(SA)



[그림 4] 도면 검토 사례

[표 8] 단위세대 1차 풍량측정 예

실 명	면 적 [m ²]	실 고 [mh]	체 적 [m ³]	설계풍량[m ³ /hr]		측정풍량[m ³ /hr]				환기회수[회/hr]	
				SA	RA	SA-1	SA-2	RA-1	RA-2	설 계	측 정
거실/복도	38.20	2.5	95.50	84		20	18			0.88	0.40
방 - 1	17.10	2.5	42.75	42	42	40		24		0.98	0.94
방 - 2	11.30	2.5	28.25	42	42	37		23		1.49	1.31
안 방	27.70	2.5	69.25	84	42	30	19			1.21	0.71
주방/식당	15.50	2.5	38.75	-	2			19		-	-
드레스룸	2.41	2.5	6.03	-	42			11	9	-	-
다용도실	1.90	2.5	4.75	-	42				17	-	-
TOTAL	114.11		285.28	252	252	164		103		0.88	0.57

(4) 인접실 소음이 상호 전달되는 현상

[표 9] 단위세대 2차 풍량측정 예

실 명	면 적 [㎡]	실 고 [mh]	체 적 [㎡]	설계풍량[㎡/hr]		측정풍량[㎡/hr]				환기회수[회/hr]	
				SA	RA	SA-1	SA-2	RA-1	RA-2	설 계	측 정
거실/복도	38.20	2.5	95.50	84		35	33	-	-	0.88	0.71
방 - 1	17.10	2.5	42.75	42	42	65	-	40	-	0.98	1.52
방 - 2	11.30	2.5	28.25	42	42	60	-	41	-	1.49	2.12
안 방	27.70	2.5	69.25	84	42	36	30	-	-	1.21	0.95
주방/식당	15.50	2.5	38.75	-	42	-	-	40	-	-	-
드레스룸	2.41	2.5	6.03	-	42	-	-	24	22	-	-
다용도실	1.90	2.5	4.75	-	42	-	-	35	-	-	-
TOTAL	114.11		285.28	252	252	259		202		0.88	0.91

보다도 현격하게 낮은 풍량을 유지하고 있다. 리턴 풍량(RA)이 부족한 경우에는 폐열을 회수하는 양이 감소되므로 공급되는 급기온도에 직접적으로 영향을 주게 되며, 급기온도가 낮아지면 결로가 발생될 수 있는 가능성이 증가하므로 풍량 증대가 필요하며, 제조사의 조치(콘덴서 교체, 덕트 경로 변경, 국부저항 감소 등)가 완료된 후 2차 측정을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다. [표 9]에서 보는 바와 같이 급기풍량(SA)의 경우 기존 164㎡/hr에서 258㎡/hr로 약 58%의 풍량이 증가되었으며, 리턴풍량(RA)의 경우는 기존 103㎡/hr에서 202㎡/hr로 약 96%의 풍량이 증대되어 법적기준의 환기량을 모두 충족할 수 있었다. 그러나 실별 편차에 대한 법적기준은 적용대상이 아닌 관계로 본 샘플세대에서는 고려하지 않았다.

소음부분은 샘플세대가 진행되는 동안 외부소음이 높아 측정조건이 확보되지 않았기 때문에 본 공사 완료 후 야간테스트를 예정하고 있으며, 정압부분은 환기유닛의 주변 덕트가 플렉시블 덕트로 시공되어 측정이 불가능하여 제외하였다. 환기시설은 실내에 공기를 공급하거나 외부로 배출하는 체계의 송풍기와 공기를 공급하는 덕트 및 부속류 등으로 구성된다. 이 중 어느 하나라도 설계목적에 부합되지 않는다면 쾌적한 실내환경을 기대하는 것은 어려울 것이다. 일반 건

물의 경우에는 통상적으로 시설관리에 대한 전문업체나 자체 관리인을 통해 예방관리나 사후관리가 가능하지만 공동주택의 경우에는 각 세대에 입주하는 사람이 환기시설을 포함한 모든 시설에 대한 관리를 전담하게 된다. 그러나 환기시설에 대한 전문적인 지식이 없기 때문에 정상적인 관리를 기대할 수 없다.

또한 앞서 설명한 도면검토나 실제 측정과정이 생략되고, 제조사의 성능에 따라 결정되는 천차만별의 환기성능은 각종 제도에서 요구하는 목적에 부합될 수 없으며, 환기설비에 대한 지식이 없는 일반 사용자에게는 오히려 환기시설이 장애 요인이 될 것이다.

그러므로 본 고에서는 도면 검토를 통해서 법적기준을 충족시키고 시공성을 개선하며 하자요인을 사전에 발취하여 그 문제점을 개선토록 한 것은 TAB가 단순하게 환기시설에 대한 완성품을 검사하는 것이 아니라 설계도면에서 최종 시공에 이르기까지 전 과정에서 집약된 기술을 발휘하여 거주자에게 건강하고 쾌적한 환경을 제공하는 책임을 다하는 일부의 과정을 소개하였다.

V. 맺음말

TAB는 시험하고 조정하고 최종적으로 설비

시설을 평가하는 것을 의미하는 것으로 공동주택 환기설비의 성능과 품질 확보, 기기의 수명 연장, 에너지 절약, 소음 방지 그리고 실내환경의 쾌적성을 추구하는 건축설비의 전문기술 분야이다. 특히 초기에 설치되는 모든 설비기기 등은 조립 불량과 트러블로 인하여 설치 후 일정 기간 이내에 더 많은 고장이 발생하기 때문에 초기에 실시하는 TAB는 설비시설의 수명 연장을 위해서 대단히 중요한 기술이다.

그러나 2006년 2월부터 공동주택 100세대 이상은 환기시설을 의무화하였으나 그동안 성능이 검증되지 않아 입주 후 많은 민원이 발생하였고, 국토교통부는 현재 입법예고안에서 500세대 이상의 단지에는 환기성능을 검증할 수 있는 TAB를 의무적으로 시행하도록 관련기준을 개정한 바, 제도에서 요구하는 목적에 부합되기 위해서는 TAB를 수행하는 기술자나 관련 전문업체가 그 취지를 충분히 이해하고 숙지하여 맡은 바 소임을 다해야 하며, 본 내용을 통해 공동주택 환기분야의 TAB가 조금이나마 발전할 수 있는 계기가 되었으면 한다.

참고문료

1. 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 일부 개정령안(건설교통부 고시 제497호, 2006. 2. 13)
 2. 새집증후군 저감을 위한 공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 설치기준 해설서(건설교통부 고시 제497호 관련, 2006. 6)
 3. 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 일부개정령안(국토교통부 입법예고, 2013. 6. 7)
 4. 청정건강주택 건설기준(안)(국토해양부 고시 제2010-382호, 2010. 6. 18)
 5. 건강친화형 주택 건설기준(국토교통부 입법예고, 2013. 7. 17)
 6. 공동주택 환기설비 TAB 기술기준(대한설비공학회 SAREK-TAB-2008년 6월 발행)
- (집필자 연락처 : 02-3487-3231)