

## 7. 건축과 설비시스템 Architecture and Mechanical Systems

김용인 / 나우설비기술(주) 대표이사  
by Kim, Yong-in

건축물은 다양한 기능적·환경적인 요구를 만족시켜야 하며, 이 경우 냉난방과 같이 건축적 방법만으로 요구조건을 만족시키기 곤란하거나, 정보처리 등과 같이 건축적으로 해결이 불가능한 요구에 대해서는 건축 설비 시스템으로 요구조건을 만족시켜야 한다. 건축설비 시스템을 설치하기 위해서는 장비, 배관, 배선 등 많은 비용이 소요되며, 시스템 운영을 위해서도 또한 많은 에너지와 비용이 소요된다. 친환경 및 에너지절약에 대해서는 이전부터 많은 관심과 노력이 있어왔으며, 근래 저탄소·녹색 성장의 정부정책 아래 친환경·에너지절약에 대한 관심은 더욱 증가되고 있다. 본고에서는 이에 친환경/에너지절약 설비시스템과 관련된 법규 및 인증제도 등을 요약·정리하고, 최근 많이 도입, 검토되고 있는 친환경/에너지절약 설비시스템 적용에 대한 소개와 건축적 고려사항 등을 소개하고자 한다.

### 친환경/에너지절약 설비 관련 법규 및 인증제도

친환경/에너지절약 설비와 관련된 법규 및 인증제도에는 건축물의에너지절약설계기준 및 세부 규정인 에너지성능지표 검토서(EPI), 수도법, 공공기관 신재생에너지 의무화 제도, 환경영향평가법, 에너지이용합리화법, 친환경건축물 인증제도, 에너지효율등급 및 에너지사용계획서 제출 등을 들 수 있다. 다음은 이들 중 주요내용을 요약, 정리한 것이다.

#### 에너지성능지표검토서(EPI)

에너지성능지표검토서(EPI)는 건축법 제59조 및 건축물의설비기준등에관한규칙 제21조, 제22조의 규정에 근거한 건축물의에너지절약설계기준에 의해 건물 종류별 일정규모 이상의 건물에 대해 허가 시 제출하게 되어 있는 에너지절약계획서 중 에너지절약과 관련된 세부 항목별 성능을 점수로 환산하여 검토하도록 하는 것이며, 이 EPI 점수가 60점 이상이 되어야만 한다. 높은 EPI 점수의 획득은 건물 에너지절약의 기본이 되며, 친환경건축물인증제도나 주택성능등급표시제도 중 에너지 분야에 매우 큰 영향을 미친다.

EPI는 건축, 기계, 전기 부문으로 구성되고 최근 신재생에너지 부문의 가산점이 추가되었다. 건축부문의 주 평가항목은 단열성능이며, 단열기준은 점차 강화되어 왔고 정부에서는 추후에도 계속하여 단열기준을 강화시킬 예정이다. 기계부문과 전기부문의 주 평가항목은 고효율 시스템과 에너지절약 기술의 도입여부 평가로 이루어진다. 특히 서울시는 공공건물에 대해 EPI 74점 이상을 의무화하고 있으며, 민간건물의 경우도 74점 이상을 유도하고 있다. 또한 최근 한 공공기관의 설계발주에서는 EPI 90점 이상을 요구한 사례도 있다. 한편 2008년 11월 이후 EPI 일정 점수

이상 획득 시 용적률 등 건축기준을 완화시켜주는 인센티브 제도가 도입되어 90점 이상인 경우 6%, 80점 이상인 경우 4%, 70점 이상인 경우 2%가 완화가 된다.

#### 수도법 : 중수도 / 빗물이용시설

수자원의 보호와 효율적인 물 관리를 위해 중수도 및 빗물이용시설의 설치 방법을 강제화시키고 있다.

수도법 시행령 제24조(중수도의 설치 대상 등)에 의해 건축연면적 6만 제곱미터 이상인 시설 중 점포, 교통관련시설, 업무시설, 교도소, 방송국 등은 사용수량의 10% 이상을 중수도로 공급하여야 한다. 또한 동 시행령 제26조(빗물이용시설의 설치 대상)에 의해 지붕면적 2,400㎡ 이상이고, 관람석 수 1,400석 이상인 운동장 또는 체육관은 지붕면적 x 0.05m 이상 용량의 빗물이용시설을 설치하여야 하며, 서울시의 경우 서울특별시 빗물관리에 관한 조례 제5조(빗물관리시설의 설치권고)에 의해 대형필지 개발사업(대지면적 5천㎡ 이상 학교, 공원, 주차장, 광장(지하제외))인 경우는 대지면적(㎡) × 0.01톤 이상, 대형건축물(대지면적 2천㎡ 이상으로 서 연면적 3천㎡ 이상 건축물)인 경우는 건축면적(㎡) × 0.05톤 또는 대지면적(㎡) × 0.02톤 이상의 빗물이용시설을 설치하여야 한다.




#### 공공기관 신재생에너지 의무화 제도

신재생에너지는 기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 햇빛·물·지열·간수·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 정의되며, 법적으로 인정하는 신재생에너지는 재생에너지로서 태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지 및 폐기물에너지가 있으며, 신에너지로 연료전지, 석탄액화가스화 및 수소에너지가 있다. 신재생에너지는 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 및 시행령에 의해 공공기관 중 건축 연면적 3천㎡ 이상 건축물에 대해 건축공사비의 5% 이상을 신·재생에너지 설비로 설치토록 의무화되어 2004년 3월 이후부터 시행하고 있다. 적용의 세부기준은 신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준(지식경제부고시 제2008-232호)에 정리되어 있으며, 에너지관리공단 신재생에너지 센터 홈페이지에 자세한 내용이 소개되어 있다.

다음의 표는 건축물에 일반적으로 적용하고 있는 신재생에너지인 태양열, 태양광, 지열의 일반적인 특징을 소개한 것이다.

#### 환경영향평가법 / 에너지이용합리화법

환경영향평가법 제4조(영향평가 대상사업 등) 및 동법 시행령 제3조(환경영향평가대상사업 및 범위) 등에 의해 평가대상인 사업인 경우 서울특

구분	태양광	태양열	지열 히트펌프
개념도			
사용시간	일광시	일광시	항시
시스템용도	발전	온수	냉난방, 급탕
계약조건	흐린 날 영향	흐린 날 영향	없음
권장지역	일조량이 많은 지역	일조량이 많은 지역	전국적으로 가능
전반적인 국내여건	Solar Energy Density 낮음	Solar Energy Density 낮음	지중열 조건 비슷함
상한공사비 <sup>1)</sup>	9,240천 원/kW (고정식)	930천 원/m <sup>2</sup> (평판형)	1,250천 원/kW (수직밀폐형)

별시고시에 의해 대기질(온실가스 포함) 평가항목에서 신재생에너지 사용계획을 제시하도록 하고 있으며, 이 경우 일반적으로 건축공사비의 1% 이상을 의무 사용하도록 하고 있다. 또한 에너지이용합리화법 시행령 제 20조(에너지사용계획서의 제출 등)에 의해 도시법, 도시 및 주거환경 정비법, 주택법 등 대상사업 중 공공 30만 m<sup>2</sup> 이상, 민간 60만 m<sup>2</sup> 이상인 경우와 관광단지의 개발사업인 경우 공공 30만 m<sup>2</sup> 이상, 민간 50만 m<sup>2</sup> 이상인 대상사업의 경우 에너지사용계획서를 제출하도록 되어있으며, 건축물 또는 공장 등의 대상 시설인 중 공공기관의 경우 2,500 toe/년 혹은 1만 1MkWh/년 이상, 민간기관의 경우 5,000 toe/년 혹은 2만 1MkWh/년 이상의 연료 및 열을 사용할 경우 에너지사용계획서를 제출하여야 하며, 이는 일반적으로 민간시설기준 연면적 약 16,500m<sup>2</sup> 이상에 해당되며, 주로 전기사용량 기준에 의해 제출여부가 결정된다.

### 친환경건축물 인증제도

친환경건축물 인증제도는 건축물의 환경성능을 인증함으로써 친환경 건축물 건설을 유도·촉진하기 위해 국토해양부와 환경부가 공동으로 도입하였으며, 건축법 제65조(친환경건축물의 인증, 친환경건축물의 인증에 관한 규칙 및 친환경건축물 인증기준의 법적 근거)가 있다.

현재 공동주택, 주거복합 건물, 업무용 건물, 학교시설, 판매시설, 숙박 시설에 대해 인증제도를 실시하고 있고, 예비인증과 본인증으로 구분하며, 등급은 최우수 등급과 우수 등급으로 구분된다. 최근 공공기관의 경우 친환경건축물 인증은 의무화라고 생각될 정도로 일반적이며, 민간 건물의 경우도 대형 시설물을 위주로 보편화 되어가고 있는 추세이다. 친환경 건축물 인증관련 설비 심사항목으로는 에너지 분야에서 EPI 점수(15점) 및 신재생에너지 적용여부(2점), 수자원 분야에서 수도물 절약(4점), 우수 이용(3점), 중수이용(4점), 지구온난화 방지 분야에서 이산화탄소 배출저감(열병합발전 등) (3점), 오존층 파괴물질 미사용(3점), 유지관리의 효율성 분야에서 효율적 유지관리(4점), 시스템변경의 용이성(4점) 및 실내환경 분야에서 공기환경(5점), 열환경(2점) 등 다수의 심사항목이 있으며 해당 배점도 매우 크게 차지하고 있다.

### 건물에너지 효율등급 인증제도

건물에너지 효율등급 인증제도는 에너지이용합리화법, 건물에너지 효

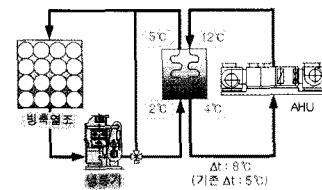
율등급 인증에 관한 규정 및 건물에너지 효율등급 인증제도 운영규정 등의 법적 근거를 가지고 있으며, 현재까지는 18세대 이상의 신축 공동주택을 대상으로 하여, 표준주택의 단위세대 난방에너지와 비교하여 대상 건물의 에너지비용을 산출하고 그 에너지 절감 비율에 따라 1,2,3등급으로 구분하며, 효율등급에 따라 1등급 6%, 2등급 4%, 3등급 2%의 건축 용적률 등의 기준완화의 인센티브를 주고 있다. 이러한 건물에너지 효율등급 인증제도는 적용대상을 단계적으로 확대하여, 2009년부터는 신축 업무용 건물, 2011년부터는 기존 공동주택 및 업무용 건물로 확대하며, 인증 취득 의무화도 확대할 예정이나 아직까지 업무용 건물에 대한 적용이 이루어지고 있지는 않다.

### 친환경/에너지절약 설비 시스템

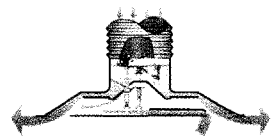
최근 많이 도입 및 검토되고 있는 친환경/에너지절약 설비 시스템을 소개하며 적용시 고려하여야 할 사항을 정리하였다.

#### 대온도차 적용기술

설비시스템의 대온도차 적용 기술은 크게 냉열원 대온도차 방식과 대온도차 공조방식으로 분류될 수 있다. 이 방식은 기존보다 공급과 환수사이의 온도차를 크게 하여 공급유량을 적게 함으로써 반송동력 비용을 절감할 수 있으며, 배관관경 및 덕트 크기의 축소와 펌프 및 송풍기 용량의 축소가 가능해져 초기투자비를 절감할 수 있다. 냉열원 대온도차 방식은 기존 7℃ 공급, 12℃ 환수로 5℃의 온도차 방식에서 방축열 방식의 경우 공급 4~5℃, 환수 12~13℃, 흡수식냉온수기(혹은 냉동기)의 경우 7℃ 공급, 15℃ 환수로 8℃의 온도차로 냉수를 공급하는 방식이다. 방축열방식의 경우 열교환기의 유량조절만으로 대온도차 적용이 가능하고, 흡수식 방식의 경우 새로 개발된 대온도차 냉동기를 적용해야 하며 냉동기 가격이 다소 상승하게 된다. 대온도차 공조방식의 적용은 공조기와 FCU로 구분될 수 있으며, 공조기의 경우 기존 디퓨저의 결로 발생 등의 이유로 최저 약 15℃로 공급하여 실내온도와 취출공기 온도차를 약 11℃로 하던 것을 12℃ 내외의 낮은 온도로 공급하여 취출공기 온도차를 크게 함으로써 앞서 언급한 장점과 함께 덕트 크기 축소에 따른 천정사용공간의 축소로 층고를 낮출 수 있는 장점이 있다. 단 이를 적용하기 위해서는 덕트 및 디퓨저의 결로 방지 대책 기술이 선행되어야 하며, 이를 위해 VAV 디퓨저 등이 사용되고 있다. FCU의 경우는 앞서 언급한 바와 같으며, 대온도차 FCU의 경우 기존 제품에 비해 비용이 다소 높아지나 경제성은 우수하게 분석된다.



대온도차 냉열원 공급 개념도



VAV Diffuser 작동 원리

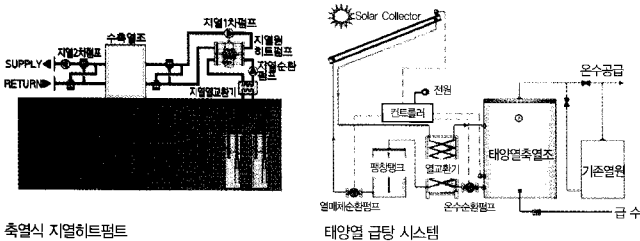
1) 신·재생에너지 설비의 지원·설치·관리에 관한 기준에 근거한 신·재생에너지 원별 상한설치단가를 매년 고시함 (2009년 3월 1일 이후 접수분 기준 금액임)

### 지열히트펌프

국내 지열히트펌프가 본격적으로 도입된 것은 공공건물 신재생에너지 의무도입제도가 시행된 이후로 볼 수 있다. 도입 초기에는 대용량 공급을 위해 우물관정형 방식(직경 약 30cm / 천공 깊이 300~500m)이 주로 도입되었으나, 기술적인 문제와 법절차상의 문제로 최근에는 대부분 수직 밀폐형(직경 약 5cm / 천공 깊이 150m 내외)이 사용되고 있다.

또한 일반 지열히트펌프의 경우 공기열 히트펌프에 비해 열효율은 높으나 반송 동력비의 증가 등에 의해 경제성이 다소 떨어지므로, 일정 규모 이상의 적용에서는 저렴한 요금 적용이 가능한 심야전기를 이용한 축열식 지열히트펌프 방식의 도입이 일반적이며, 이 경우 운전비용이 크게 절감되어 경제성이 높아지게 된다.

지열 히트펌프의 도입시 건축적으로는 천공 공간 및 기계실에 히트펌프 장비 설치공간 확보가 필요하며, 특히 축열식 지열히트펌프의 도입 시에는 축열조의 용량이 매우 크고 또한 축열조의 높이가 높을수록 효율이 좋아지므로 이에 대한 고려가 필요하다.



축열식 지열히트펌프

태양열 급탕 시스템

### 태양열 급탕

태양열급탕 시스템은 대표적인 친환경 설비 중의 하나이며, 공공건물 신재생에너지 의무 적용에 자주 사용되는 시스템이다. 태양열 급탕은 전용 시스템으로 사용하지 않고, 중앙급탕에서 급탕보급수의 1차 가열용으로 사용하는 것이 일반적이며, 연간 가장 효율적으로 운영하기 위해서는 하계 급탕량을 기준으로 용량을 선정하는 것이 바람직하다.

또한 상대적으로 집열판의 면적이 크기 때문에 건축과 협의하여 집열판 설치 배수를 결정한다. 일반적으로 도시가스 미 공급 지역으로 경우나 LPG 사용지역에서는 경제성이 있으나, 도시가스 공급지역에서는 초기 투자비용을 고려할 경우 경제성은 매우 떨어지는 것으로 분석된다. 건축적으로는 집열판설비 공간의 확보가 가장 중요하며, 기계실에 저장조 및 일부 반송시설의 설치 공간 확보가 필요하다.

### 빗물이용시설

지붕면적이 충분할 경우 빗물을 받아 처리한 후 세정용수 등으로 사용하는 것으로, 수도법에서는 체육관을 대상으로 하고 있으나, 서울시의 경우 연면적 3천㎡ 이상 건축물에 의무적으로 설치하여야 한다. 우리나라의 강우 특성상 12월~3월까지는 빗물을 거의 사용할 수 없으며, 또한 7~8월의 집중호우 기간의 빗물은 저장조 용량의 제한 등으로 상당부분 방류하여야 하므로 이용 효율이 매우 낮은 편이다.

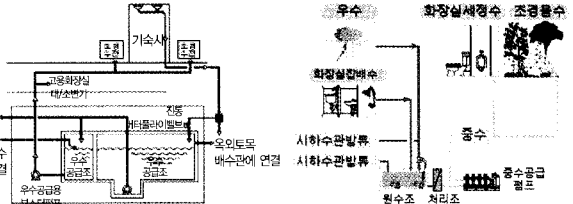
이전 빗물이용시설의 경우는 각종 필터, 염소소독 처리시설 등의 설비가 매우 복잡하며, 처리시설 비용도 매우 높은 방식으로 설치하였으나, 최근에는 간단한 필터 등 처리시설을 최소화 하여 경제성을 확보하는 방식을 채택하고 있다. 근래 상하수도 요금, 불이용 부담금 등이 높아지면서 점

차 빗물이용시설의 경제성이 높아지고 있는 추세이다.

건축적으로는 빗물 저장조 및 공급펌프 설치공간의 확보에 대한 고려가 필요하다.

### 중수도설비

중수도설비는 세면대 등에서 한번 사용한 물을 정화하여 세정용수 등으로 재사용하는 방식으로 이전부터 많이 적용되어 왔으며, 수도법 상으로도 6천㎡ 이상인 시설에 의무 적용되고 있다. 중수도설비 역시 상하수도 요금의 상승 등으로 경제성이 높아지고 있으나, 초기투자비용이 적지 않으며, 처리시설의 공간 확보, 유지관리의 불편 등이 적용에 걸림돌이 되고 있다. 중수도의 설계 시에는 중수의 원수와 중수 사용량의 관계를 고려하여 건물 전체가 아닌 부분적인 중수공급을 세심히 검토할 필요가 있다. 또한 최근에는 중수와 빗물이용시설을 복합으로 적용하는 사례가 많다.

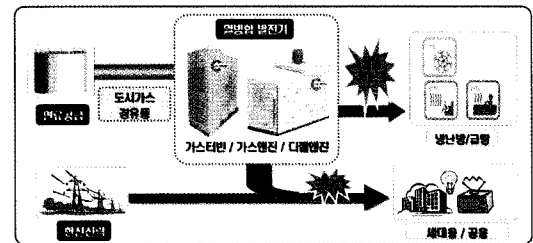


S대학 기숙사의 빗물이용시설 처리 개념도

중수도 시설의 공급 개념도

### 소형열병합발전 설비

소형열병합발전 설비는 건물자체에 가스를 연료로 하는 발전기를 설치하여 전기를 생산하고, 여기서 발생하는 폐열을 난방, 급탕 혹은 냉방열원으로 사용하는 방식이다. 이 방식의 도입 시 수전용량을 축소할 수 있으며, 비상발전기를 대체하는 효과가 있어 수전비용, 전기 기본요금 및 사용요금을 크게 절감할 수 있다. 또한 폐열의 이용에 따라 난방, 급탕 및 냉방용 연료요금을 절감할 수 있다. 그러나 초기투자비용이 다소 높아 일반건물의 경우는 폐열의 활용도에 따라 경제성에 큰 영향을 미치게 되며, 공동주택의 경우 전력요금의 가산제도에 따라 대부분 경제성이 좋으며 특히 대단위 단지, 대규모 단위세대의 경우 경제성은 더욱 높아진다.



소형열병합 발전설비 공급 개념도

### 기타 친환경 / 에너지절감 설비기술

다음은 상기 언급한 기술 이외에 기계설비 분야에서 적용하고 있는 친환경/에너지절감 설비기술로는 고효율 열원장비 및 시스템 선정, LCC 분석에 의한 장비/시스템 선정, 에너지 자동관리시스템 도입, 변유량/변풍량 시스템 도입, 자연환기/자연채광 적극 도입, 영구배수 활용, Thermal labyrinth 및 Cool Tube 도입, 실내온도 자동제어, 외기냉방 및 외기 도입 제어, 전열 교환기 설치(배기폐열 회수) 및 절수형 위생기구의 사용 등을 들 수 있다. ■