



# 공공의무화 제도에 도입된 신재생에너지 지열설비 설치동향

신재생에너지 보급을 위한 공공의무화 제도의 간략한 소개 및 이와 관련된 지열원 열펌프 시스템의 설치 현황에 대해 소개하고자 한다.

정 수 남

에너지관리공단(snjung@kemco.or.kr)

## 개 요

에너지업계의 최신 화두는 미국대통령당선과 우리 정부가 발표한 8·15 저탄소녹색성장이다. 특히 오바마가 선거전략으로 발표한 2050년까지 미국의 탄소배출량을 80% 감축한다는 발표는 우리나라에는 동전의 양면과 같은 정책이 있을 것 같다. 우선은 기후변화 국제공조 강화로 자칫 우리사회의 산업구조변경이 여의치 않아 에너지 다소비에 따른 부담이 있을 것이고 또 다른 하나는 이를 개선하고자 저탄소 경제에 더욱 박차를 가해 신재생의 역할이 커져 지열시장이 단순보급에서 생산 산업으로의 큰 기대를 할 수 있다.

우선 신재생에너지설비의 보급은 제도 초기에서는 우선 시범사업이란 단계로 시작하였으나 이제는 사용건축물의 디자인과 적합한지와 합리적 배치등과 더불어 경제성여부를 본격적으로 검증하는 단계에 들어가고 있다.

지난 9월 11일 청와대에서 발표한 지경부의 녹색성장추진전략에 따르면 현재의 공공의무화제도인 총 건축투자비의 5%를 신재생설비에 투자토록 되어 있는 것을 2012년부터는 건축물 에너지사용부하량의 5%를 신재생에너지가 충당되도록 설계하여야 한다는 정책을 발표하였고 이를 근간에 법제화를 할 계획으로 추진하고 있어 이제도가 시행되면 지열의 경제성으로 인하여 시장형성에 크게 공헌하게 되며

이를 검증하고 설계하는 좀 더 진보된 전문 인력도 많이 필요할 것으로 보여 이에 대한 준비가 필요하다고 본다.

## 제도의 법적 설명

공공의무화 제도는 2004년부터 시작하여 2007년 기준으로 379개 건축물에 적용되어 총건축비 3조 1,649억원 중 신재생설비에 1,780억원을 투자하여 5.6%의 의무율을 보이고 있다. 이중 태양광부분이 38.2%, 지열부분에 57.4%, 태양열에 4.4%로 구분되어 대부분 지열부분에 투자되고 있는 것으로 나타났다. 특히 2004년부터 신고한 대상설비 중 45개 건축물은 준공되어 가동되고 있으므로 본 제도가 정상적으로 자리매김을 하고 있다고 볼 수 있다.

우리의 현황을 종합하면 설계된 건축물에 신재생설비를 끼워넣는 실정으로 많은 예산을 들여 효과적인 방향으로 아직 미흡한 것 같다.

공공기관 신재생에너지 의무화 사업은 연 건축면적 3천 m<sup>2</sup> 이상의 신축 건물에 대하여 총건축공사비 5% 이상을 신재생에너지설비 설치에 투자토록 의무화한 제도로 [신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법] 제12조 제2항에 근거하여 2004년 3월 29일 동법 시행령 제15조 내지 19조를 개정하여 시행하고 있다. 하부규정으로는 “신재생에너지설비의 지원·설치·관리에 관한 기준”(고시 제2006-9호)의 통합고시에 건축유형별 적용방법을 규정하고 있

으며 설치 후에는 반드시 에너지관리공단에서 설치 확인을 받아야한다.

설치의무화 사업의 대상기관은 국가 및 지방자치단체, 정부투자기관관리기본법에 의한 정부투자기관, 정부가 대통령령이 정하는 금액(연간 50억원) 이상을 출연한 정부출연기관, 국유재산의 현물출자에 관한법률 제2조 제1항의 규정에 의한 정부출자업체, 지방자치단체 및 정부투자기관·정부출연기관·정부출자업체가 대통령령이 정하는 비율(납입자본금의 100의 50) 또는 금액(납입자본금으로 50억원) 이상을 출자한 법인, 그리고 특별법에 의하여 설립된 법인으로 지정되어 있다.

공공기관 신재생에너지이용 의무화 사업의 적용대상 건축물은 설치의무기관이 연면적 3천 m<sup>2</sup> 이상인 신축하는 건축물로서 그 용도가 군사시설을 제외한 공공용시설, 문화 및 집회시설, 의료시설, 학교를 제외한 교육연구시설 및 복지시설, 운동시설, 묘지시설, 관광휴게시설, 판매 및 영업시설, 숙박시설, 위락시설, 업무시설이다.

투자비용은 수도권정비계획법 제14조 제2항의 규정에 따라 건교부에서 매년 고시하는 표준건축비에 0.5 ~ 0.7의 요율을 적용하고 건축연면적(주차장 제외) 구분에 따른 산식을 적용하여 건축공사비를 산정하여 건축허가 신청 전에 신재생에너지설비설치계획서를 작성하여 신재생에너지센터 홈페이지를 통하여 제출하여야 한다.

### 건축물의 적용사례 분석

제도시행 이후 2007년 까지 379건의 신재생에너지 설비 설치계획서를 검토하였고, 표 1을 보면 설치계

획 검토에 따른 설비투자계획이 1,780억원으로 총 건축공사비 3조 1,649억원 대비 5.6%에 이르는 성과를 거두었다. 세부적인 설비투자비를 보면 태양열설비에 78억원, 태양광설비에 680억원, 지열설비에 1,002억원을 계획하여 16,283 toe의 신재생에너지 공급효과를 거두었다. 다만 제도초기인 2004년에는 7.79%의 의무율에서 2007년 현재는 5.21%로 점차 투자율이 감소되는 것을 알 수 있다.

표 2에 나타난 바와 같이 설계가 완료된 379개 건축물을 12개 건축유형별로 분석하면 교육연구시설과 공공업무용시설의 건축비율이 가장 많은 것으로 나타났으며 지하주차장 등에 활용되는 자연 채광시스템도 42억원의 투자규모를 반영하고 있어 이에 대한 세부적 기술적 표준화도 요구되고 있다.

표 3과 같이 379개 건축물에 총 547개 설비를 설계했으며 건축물 1개소당 적용한 에너지원은 평균 1.4개소로 이중 지열 비율이 57%를 점유하고 설계건수는 227개소로 41.4%를 차지하여 가장 많은 선호도를 나타내고 있으며 다음으로는 태양광시스템이 38.9%로 231건을 반영하였다.

지열은 379개 건축물중 227개소 건축물에 연면적 4116천 m<sup>2</sup>에 22,220 RT용량을 설계하여 단위면적당 0.0054 RT를 적용하였으며 업무용시설인 공공시설은 0.0094, 교육연구시설은 0.0086을 나타내 냉난방 부하중 지열의 범위가 크게 분담하고 있으나 상업용 시설 및 영업시설은 0.002 이하로 건축물 규모에 비하여 지열의 비중이 미흡한 것으로 나타났다.

에너지원별 설비의 주요 설계방향을 보면 지열의 경우 적용한 227개 설계 중 지중열을 이용하는 밀폐식이 170%인 160건을 적용하였으며 지하수를 이용하는 개방식은 67건을 선택하였다. 밀폐식의 천공은

<표 1> 연도별 설치계획 수립 및 투자비 현황

(단위 : 건, 백만원, %)

| 구분       | 설치계획<br>수립건수 | 건축공사비<br>(A) | 신재생에너지투자비 |        |         |         | 투자비율<br>(B/A) |
|----------|--------------|--------------|-----------|--------|---------|---------|---------------|
|          |              |              | 태양열       | 태양광    | 지열      | 계(B)    |               |
| 2004년    | 30           | 212,687      | 1,359     | 4,895  | 10,305  | 16,559  | 7.79          |
| 2005년    | 113          | 868,255      | 2,745     | 14,795 | 34,489  | 52,029  | 5.99          |
| 2006년    | 129          | 1,285,151    | 2,294     | 24,782 | 40,732  | 67,809  | 5.28          |
| 2007년10월 | 107          | 798,810      | 1,395     | 21,737 | 18,449  | 41,581  | 5.21          |
| 계        | 379          | 3,164,901    | 7,793     | 67,956 | 102,228 | 177,977 | 5.62          |



<표 2> 건축유형별 에너지원별 투자현황

(단위 : 건, 백만원, %)

| 건축물유형       | 설계건수 | 건축비용<br>(A) | 에너지원별 투자비용 |        |       |         | 투자율<br>(B/A) |
|-------------|------|-------------|------------|--------|-------|---------|--------------|
|             |      |             | 지열         | 태양광    | 태양열   | 계(B)    |              |
| 공공용시설       | 26   | 193,580     | 5,973      | 4,713  | 178   | 10,863  | 5.61         |
| 공동주택        | 1    | 4,535       | 319        | -      | -     | 319     | 7.03         |
| 관광휴게시설      | 4    | 100,193     | 4,593      | 695    | -     | 5,288   | 5.28         |
| 교육연구 및 복지시설 | 132  | 930,775     | 31,793     | 20,672 | 3,264 | 55,730  | 5.99         |
| 묘지관련시설      | 4    | 19,759      | 648        | 314    | 167   | 1,129   | 5.71         |
| 문화 및 집회시설   | 43   | 359,095     | 11,800     | 7,803  | 1,235 | 20,838  | 5.80         |
| 숙박시설        | 1    | 4,068       | -          | 206    | -     | 206     | 5.06         |
| 업무시설(공공용)   | 120  | 941,309     | 32,617     | 16,169 | 1,716 | 50,503  | 5.37         |
| 업무시설(상업용)   | 4    | 42,689      | 271        | 1,946  | 188   | 2,404   | 5.63         |
| 운동시설        | 17   | 140,167     | 5,785      | 1,686  | 276   | 7,746   | 5.53         |
| 의료시설        | 15   | 141,202     | 4,727      | 3,153  | 333   | 8,213   | 5.82         |
| 판매 및 영업시설   | 12   | 287,530     | 3,702      | 10,599 | 437   | 14,739  | 5.13         |
| 합계          | 379  | 3,164,901   | 102,228    | 67,956 | 7,793 | 177,978 | 5.62         |

\* 태양광 집광채광 투자비 4,250(백만원)은 태양광 설비에 포함하였음.

<표 3> 건축유형별 에너지원별 설계적용 건수 현황

| 건축물유형     | 설계건수<br>(A) | 건축연면적<br>(m <sup>2</sup> ) | 설계적용 건수 |     |    |     |      | 설계건당적용설<br>비건수<br>(B/A) |
|-----------|-------------|----------------------------|---------|-----|----|-----|------|-------------------------|
|           |             |                            | 지열      | 태양광 | 채광 | 태양열 | 계(B) |                         |
| 공공용시설     | 26          | 267,756                    | 13      | 14  | -  | 1   | 28   | 1.1                     |
| 공동주택      | 1           | 5,076                      | 1       | -   | -  | -   | 1    | 1.0                     |
| 관광휴게시설    | 4           | 190,375                    | 3       | 2   | -  | -   | 5    | 1.3                     |
| 교육연구및복지시설 | 132         | 1,892,371                  | 78      | 72  | 8  | 33  | 191  | 1.4                     |
| 묘지관련시설    | 4           | 35,605                     | 1       | 2   | -  | 1   | 4    | 1.0                     |
| 문화및집회시설   | 43          | 647,395                    | 21      | 28  | 2  | 9   | 60   | 1.4                     |
| 숙박시설      | 1           | 4,205                      | -       | 1   | -  | -   | 1    | 1.0                     |
| 업무시설(공공용) | 120         | 1,530,339                  | 75      | 68  | 9  | 31  | 183  | 1.5                     |
| 업무시설(상업용) | 4           | 70,677                     | 1       | 4   | 1  | 1   | 7    | 1.8                     |
| 운동시설      | 17          | 225,133                    | 16      | 8   | 2  | 2   | 28   | 1.6                     |
| 의료시설      | 15          | 234,629                    | 9       | 8   | 2  | 2   | 21   | 1.4                     |
| 판매및영업시설   | 12          | 819,641                    | 9       | 6   | 1  | 2   | 18   | 1.5                     |
| 합계        | 379         | 5,923,201                  | 227     | 213 | 25 | 82  | 547  | 1.4                     |

\* 태양광 가로등 25건은 태양광 시설에 포함하였음.

<표 4> 건축유형별 에너지원별 설계용량 비교

| 건축물유형     | 시열        |          |       | 태양광       |          |       | 태양열       |                       |       |
|-----------|-----------|----------|-------|-----------|----------|-------|-----------|-----------------------|-------|
|           | 적용건축면적    | 총용량 (RT) | 비교 지수 | 적용건축면적    | 총용량 (kW) | 비교 지수 | 적용건축면적    | 총용량 (m <sup>2</sup> ) | 비교 지수 |
| 공공용시설     | 139,298   | 1,316    | 9.4   | 135,381   | 467      | 3.4   | 7,841     | 240                   | 30.6  |
| 공동주택      | 5,076     | 50       | 9.8   | -         | -        | -     | -         | -                     | -     |
| 관광휴게시설    | 183,388   | 1,048    | 5.7   | 33,040    | 65       | 2.0   | -         | -                     | -     |
| 교육연구및복지시설 | 814,360   | 6,986    | 8.6   | 851,955   | 1,730    | 2.0   | 953,705   | 3,593                 | 3.8   |
| 묘지관련시설    | 20,604    | 160      | 7.8   | 10,591    | 32       | 3.0   | 4,410     | 151                   | 34.1  |
| 문화및집회시설   | 490,242   | 2,483    | 5.1   | 336,532   | 680      | 2.0   | 134,816   | 1,427                 | 10.6  |
| 숙박시설      | -         | -        | -     | 4,205     | 22       | 5.2   | -         | -                     | -     |
| 업무시설(공공용) | 1,255,942 | 6,938    | 5.5   | 833,728   | 1,282    | 1.5   | 632,942   | 2,015                 | 3.2   |
| 업무시설(상업용) | 26,938    | 55       | 2.0   | 70,677    | 137      | 1.9   | 26,938    | 150                   | 5.6   |
| 운동시설      | 203,793   | 1,341    | 6.6   | 134,917   | 168      | 1.2   | 61,211    | 285                   | 4.7   |
| 의료시설      | 201,381   | 1,053    | 5.2   | 179,048   | 287      | 1.6   | 14,757    | 344                   | 23.3  |
| 판매및영업시설   | 775,912   | 790      | 1.0   | 748,404   | 843      | 1.1   | 16,099    | 345                   | 21.4  |
| 합계        | 4,116,935 | 22,220   | 5.4   | 3,338,478 | 5,713    | 1.7   | 1,852,720 | 8,549                 | 4.6   |

\* 태양광 가로등, 집광채광 설비는 제외하였음.

\* 비교지수 : (총용량/적용건축면적) × 1000

<표 5> 천공깊이 종류

| 구분     | 100 이상 ~ 150 미만 | 150 이상 ~ 200 미만 | 200 이상 ~ 250 미만 | 250 이상 ~ 300 미만 | 300 이상 ~ 350 미만 | 350 이상 ~ 400 미만 |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 밀폐식    | 8               | 120             | 27              | 2               | 1               | 1               |
| 개방식    | -               | 1               | 2               | 4               | 8               | 19              |
| 계      | 8               | 121             | 29              | 6               | 9               | 20              |
| 구성비(%) | 3.5             | 53.3            | 12.8            | 2.6             | 4.0             | 8.8             |

  

| 구분     | 400 이상 ~ 450 미만 | 450 이상 ~ 500 미만 | 500 이상 ~ 600 미만 | 600 이상 | 기타  | 계   |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----|-----|
| 밀폐식    | -               | -               | -               | -      | 1   | 160 |
| 개방식    | 10              | 11              | 9               | 2      | 1   | 67  |
| 계      | 10              | 11              | 9               | 2      | 2   | 227 |
| 구성비(%) | 4.4             | 4.8             | 4.0             | 0.9    | 0.9 | 100 |

\* 기타는 천공깊이가 2가지인 경우임 (밀폐식-300/200(m), 개방식-330/305(m))

75%가 150 ~ 200 m를 적용하고 있으나 지역적 열량분포가 다를 수도 있지만 200 m 이상도 적용하고 있어 설계의 적정성을 재확인 할 필요가 있다.

특히 개방식의 경우는 천공 깊이의 분포가 넓은 것은 지하수맥의 위치가 천차만별하기 때문으로 분석

되나 이는 지반구조의 변경이나 인근지역에서 지하수 개발을 할 경우 지하수맥이 변할 수 있다는 것을 극명하게 나타내고 있어 개방형을 선택 할 경우 30년 이상의 수맥보존이 선결되어야 한다. 그러나 실제 현장에서 천공장소의 협소 등을 이유로 세부검증이



<표 6> 건축물 건당 히트펌프개수

| 구분     | 1개 사업장당 설치대수 건수 |      |      |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-----------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        | 1               | 2    | 3    | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 10  | 11  |
| 설치건수   | 48              | 84   | 39   | 18  | 12  | 5   | 3   | 3   | 4   | 1   |
| 설치대수   | 48              | 168  | 117  | 72  | 60  | 30  | 21  | 24  | 40  | 11  |
| 구성비(%) | 21.1            | 37.0 | 17.2 | 7.9 | 5.3 | 2.2 | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 0.4 |

  

| 구분     | 1개 사업장당 설치대수 건수 |     |     |     |     |     |     |     |     | 계     |
|--------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|        | 16              | 17  | 20  | 35  | 51  | 71  | 102 | 105 | 112 |       |
| 설치건수   | 2               | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 227   |
| 설치대수   | 32              | 17  | 20  | 35  | 51  | 71  | 102 | 105 | 112 | 1,136 |
| 구성비(%) | 0.9             | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 100   |

미흡한 상태에서 개방형을 선택한다는 의견들이 떠돌고 있어 이에 대한 주의가 필요한 시점이다.

또한 227개 건축물에 22,220 RT, 총 1,136대의 히트펌프가 반영되어 평균 19.6 RT를 보이고 있다. 설계건당 1대를 설치하는 경우도 21.1%로 나타나 냉난방 부하를 대부분 감당할 경우 고장날 경우가 우려되므로 좀 더 구체적인 대응 할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

대부분 건축물은 분할대수로 설치하여 적절한 설계를 하는 것으로 보여지며 10대 이상의 경우는 멀티타입의 필요한 룬에 따라 작동되는 분산 냉난방으로 볼 수 있다. 이 경우 부하에 따라 순환펌프의 동력낭비가 에너지손실을 초래하므로 부분부하 유량에 따라 운전되는 VVVF의 도입도 바람직한 대안이라 볼 수 있다.

특히 밀폐식의 경우 COP에 순환펌프의 소비전력이 포함되어 있지 않아 단순히 히트펌프의 COP가 우수하다 해도 지하에 매설되어 있는 열매관의 연결방법이 저항을 많이 받도록 설치된다면 전력소비가 급증하므로 이에 대한 매설방법을 철저한 현장감리 와 순환펌프의 과대 설계를 감독하여야 한다.

## 결론

지열이 많이 설계된 것은 에너지의 이용효과가 우수해서 일 것이다. 그러나 지하에 숨어버리는 설비는 건축디자인을 방해하지 않는 장점도 있어 아마 선호도가 높다는 의견도 많다. 제도초기에는 대부분

건축디자인 후에 설계를 반영하여 어려움을 호소하였으나 최근에는 디자인과 설계를 동시에 고려하여 우수한 건축물이 많이 설계되고 있다.

특히 2012년이면 175개 공공기관이 10개 혁신도시로 이전한다. 이때 대부분의 공공기관은 현재의 건축물보다 더욱 개선된 디자인과 기능을 부여하여 건축을 추진할 것이다. 이러한 때 현재와 같은 신재생 설치기법은 자칫 건축물을 해치는 애물단지로 전락할 수 있어 디자인과 기능을 접목한 설계방법이 근본적으로 접목되어야 한다고 본다.

앞장에서 언급한 것과 같이 2012년부터는 제도개선에 따라 지열의 시장이 크게 증가할 수도 있다. 이를 위하여는 전문가 육성이 무엇보다 우선되어야 한다. 지금까지는 지열이용기술연구회 등의 봉사적 노력으로 근근히 유지되어 왔지만 이제 체계적인 현장형 실무자양성이 필요한 시점이라 본다. 서울시가 마곡지구의 상업지역을 대형 히트펌프를 이용한 냉난방을 검토하고 있다. 정부에서는 하천수 등 미활용에너지를 신재생에너지로 포함할지 여부를 정책적 검토를 생각하고 있다. 이럴 경우 천공이 없는 대용량 히트펌프 활용기술도 크게 요구되고 있다. 따라서 현재의 히트펌프를 이용한 지열설계의 기술을 좀 더 진화시켜야 새로운 시장에 대비하는 프로의 자세라고 할 수 있다.

끝으로 원고작성 시간상 2008년까지 최신 자료를 분석하지 못하고 기존자료를 사용한 점은 널리 양해를 구한다.