

# 그린홈 100만호 보급사업의 지열열펌프시스템 적용

임영민

책임연구원, 코텍엔지니어링(주) 기술연구소

## 1. 서언

### 1.1 배경

그린홈은 냉난방, 조명 등을 사용할 때 화석연료 소비를 최소화한 에너지절약형 친환경 주택을 말한다. 대통령의 2008년 8·15 경축사에서 ‘그린홈 100만 호 프로젝트’ 추진방침을 천명한 뒤 100대 국정과제로 채택됐으며, 2020년까지 100만 호 보급을 목표로 추진되고 있다. 화석연료를 줄이는 대신 태양광(단독주택), 태양열·지열(농어촌 난방, 온수급탕), 연료전지(단독·공동주택), 소형풍력(해안, 도서지역) 등 주택별, 용도별 특성에 적합한 가정용 신재생에너지를 사용한다. 에너지관리공단을 통해 태양광과 소형풍력은 설치비의 60%까지, 태양열·지열·바이오 등은 설치비의 50%까지 보조금을 지원하는 등 정부는 그린홈 전환 및 건설을 활성화하기 위해 2011년 기준 890억 원의 예산을 배정했다.

이를 통해 정부는 신재생에너지 적용비율을 2009년 기준 국내 1차에너지 대비 2.5%에서 2020년 11% 까지 확대토록 유도하고 있다.

본고에서는 그린홈 100만호 보급사업과 관련한 국내외 동향을 바탕으로 사업의 개요와

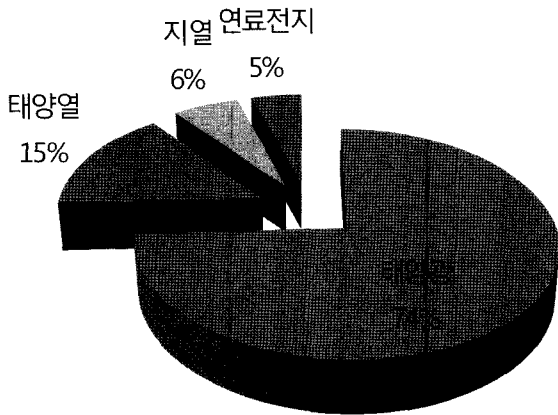
관련정부기준을 정리하고 이를 바탕으로 실제 현장에 적용한 사례를 소개하여 차후 가정용 지열보급사업 적용 시 유용한 자료로서 사용토록 하고자 한다.

### 1.2 국내외 동향

에너지관리공단 신재생에너지센터 “그린홈정보 시스템 구축관련 자문회의, 2011”보고서에 의하면 정부가 2004년부터 추진해온 계획에 따라 그린홈 사업의 보급실적은 2011년 9월 기준 총 88,429호에 대해 4,457억 원이 지원되었다. 그림 1에 따르면 이 중 74%에 이르는 3,300억 원의 지원이 태양광에 집중되었고 지열주택의 경우 전체보급실적의 6%인 2,570호에 대해 33,000 kW의 용량규모로 270억 원의 금액지원이 이루어졌다.

민간차원의 추진현황으로는 국내 유수의 건설사들이 제로에너지하우스를 주제로 가정용 신재생에너지 설비를 적용한 시범프로젝트를 2009년에 완료하고 공동주택에 적용하는 방안을 다양하게 적용하고 있는 추세이며 진행된 대표적인 사례로는 용인 그린투모로우, 강릉경포지구 탄소제로형 한옥마을, 동탄 “P”타운하우스, 광고 “E” 공동주택, 동천 “R” 공동주택 등이 있다.

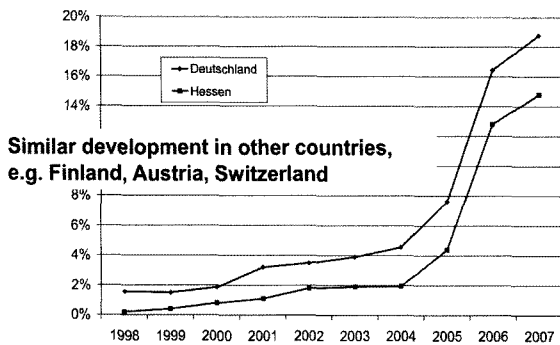
가정용 신재생에너지의 보급에 있어 선진국에서도 강력한 개발 및 정책들이 시행되고 있다. 2005년까지 세계 최대의 가정용 지열 시장은 미국이었으나 2008년 기준 유럽 및 아시아 지열산업이 미국을 초월한 것으로 추정된다. 특히 유럽 EU 25개 국가는 CO<sub>2</sub> 배출량을 2010년 기준 1999년 대비 20% 감축 위해 지열을 적극 적용하는 방안이 합의하였으며 건물 냉난방용 열원의



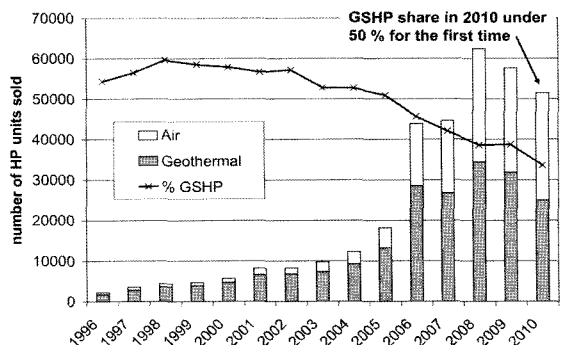
[그림 1] 그린홈100만호 누적보급실적

<표 1> 열원별 보급량 및 지원금

사업 구분	주택수 (호)	보급 용량	지원금 (억원)	비율 (%)
태양광	77,668	82,552kW	3,290	74
태양열	6,603	142,879㎡	675	15
지열	2,570	33,574kW	267	6
연료전지	1,588	-	225	5
합계	88,429	-	4,457	100



[그림 2] Development of GSHP in Europe



[그림 2] GSHP sales in Germany

GSHP Growth Estimation in Europe (European Geothermal Energy Council, 2011)

지열적용 비율을 2020년 까지 100%로 높이는 목표를 설정하였다. 유럽 히트펌프협회 2010년 보고서에 따르면 스웨덴을 필두로 독일, 프랑스, 핀란드, 스위스, 오스트리아, 노르웨이 등이 가장 적극적인 것으로 보고되었다.

북미지열시장의 선두주자 미국은 연방정부 지원 정책으로 시장을 지속성장 시키려는 노력을 경주하고 있다. 3:1 비율로 구성된 가정용과 상업용 시장을 감세 및 보조금 지급을 통해 진작하며 특히 가정용 시스템에 대해 2016년 까지 설치비의 30%를 감세하는 특별방안을 적용하고 있다. 민간분야에서도 다수의 전력회사들이 에너지펀드

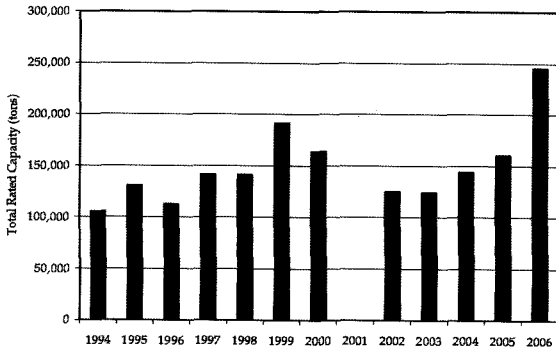
를 기반으로 지열시스템 설치비를 지원하는 프로그램을 적용, 지열시스템 보급에 적극 대응하는 추세이다.

## 2. 그린홈 100만호 지열열펌프시스템

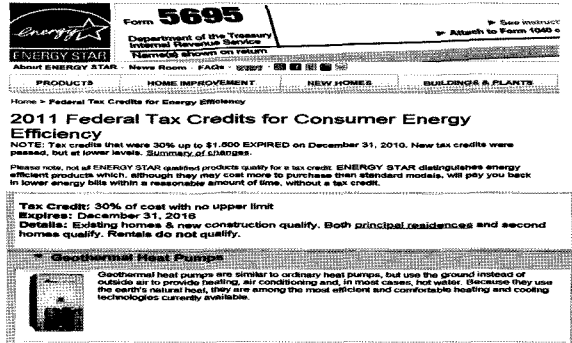
### 2.1 개요

#### 1) 관련근거

그린홈 100만호 보급사업은 “신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 기준”(지식경제부고시 제 2011-3호) 21조에 따라 “2011년도 그린홈



[그림 4] Overview of Market Status, Barriers to Adoption, and Options for Overcoming Barriers, DOE, 2009



[그림 5] Tax Relief, Unemployment Insurance Reauthorization, and Job Creation Act of 2010

100만호보급사업지원공고”(지식경제부고시 제 2011-35호)에 의해 규정된 지원내용에 따라 수행하였다.

2) 지원규모

2011년도 그린홈 100만호 보급사업 중 지열분

야는 전체 지원규모 대비 13.5%이다.

단위사업 당 지원가능 금액은 기준단가의 50% 이하로 규정하나 기준단가 대비 가장 큰 용량이 설치 가능한 지열시스템의 보급이 확대되는 추세에 있다.

표 1과 표 2는 2011년도 기준 원별 지원규모 및

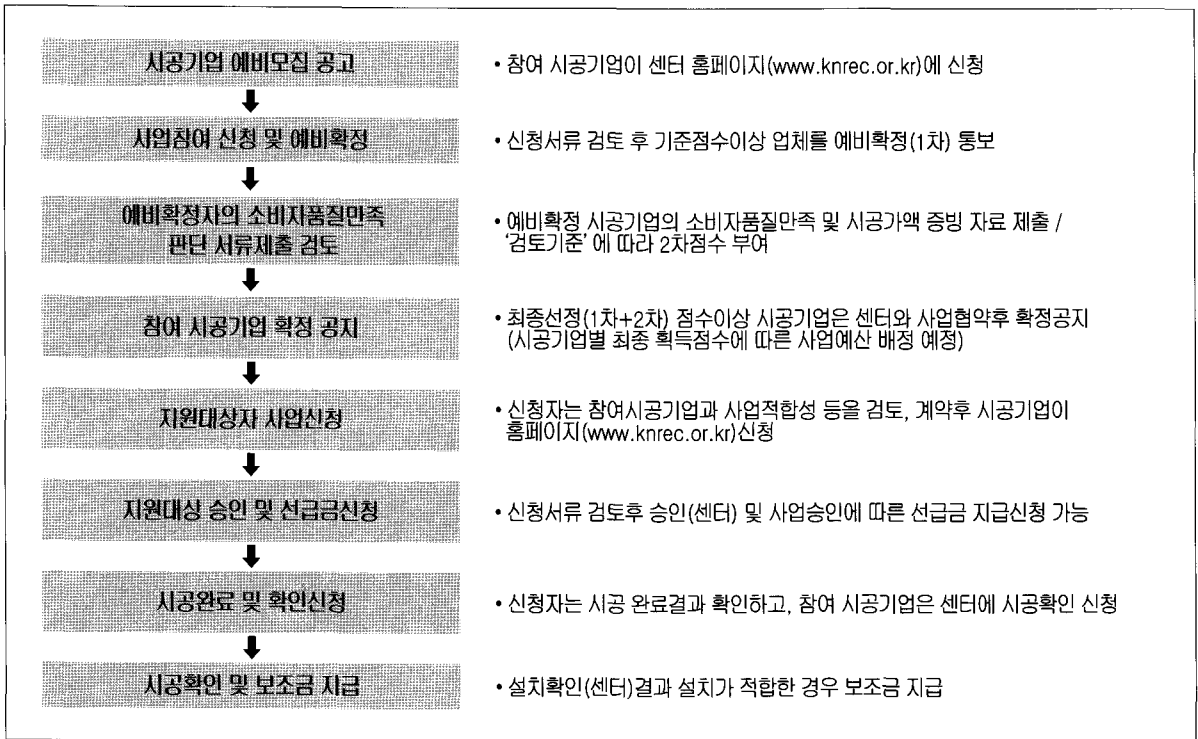
<표 2> 신재생에너지 원별 지원규모

원별	지원범위 (단위 사업당)	지원예산액 (백만원)	지원단가 (천원)
태양광	3kW이하/호(세대)	44,000	기준단가의 50%이하
		6,000 (공공임대)	경쟁입찰단가
태양열	30㎡이하/호(세대)	15,000	기준단가의 50%이하
지열	17.5kW이하/호(세대)	12,000	기준단가의 50%이하
소형풍력	3kW이하/호(세대)	500	별도 검토
연료전지	1kW이하/호(세대)	11,500	별도 검토
합계		89,000	

<표 3> 신재생에너지 원별 기준단가

구분		기준단가	
태양광	태양광주택	고정식	5,650/kW
		추적식	6,710/kW
		BIPV	13,055/kW
태양열	평판형	1,012/㎡	
	단일진공관형	1,160/㎡	
	이중진공관형	1,030/㎡	
지열	수직밀폐형(주택)	1,690/kW	

<표 4>지원절차 흐름도



지원기준단가를 나타낸 것이다.

### 3) 지원절차

그린홈 100만호 보급사업의 지원절차는 아래 표 4와 같다.

## 2.2 지열열펌프시스템 설계 및 시공

### 1) 지열개요

지열열펌프시스템은 지열에너지의 한 형태인 지표열을 이용하는 것으로 태양에너지로서 대기권에 들어오는 전체 태양에너지 중 지표에 흡수되는 47%정도의 에너지를 에너지원으로 사용한다.

지표로부터 10미터 이하의 지중은 연중 15℃ 내외의 안정적인 온도를 유지하고 있으며 이 열원을 이용하는 지열 열펌프는 난방수온 45℃이상, 냉방수온 7℃ 정도를 만드는데 적합하다. 그

린홈 100만호 해당 가정용 지열 열펌프에 이용하는 수직밀폐형 지중열교환기의 일반적인 깊이는 지하 200m 이내로 대기환경의 변화에 따른 온도 변화가 거의 없으며 설계 및 설치관련 기준은 상기 지식경제부 고시에 따른다.

### 2) 지중열교환기 종류

앞서 언급한 바와 같이 그린홈 100만호 지열열펌프시스템은 수직밀폐형 지중열교환기를 적용한다. 이는 시스템의 신뢰도와 검증을 위해 필수적인 사항으로 현장여건과 국내 지중열교환기 천공장비의 현황을 고려한 것이다.

### 3) 시스템 설계

그린홈 100만호 지열열펌프시스템은 표준설계도면을 바탕으로 매 프로젝트마다 설계도서를 작성한다. 설계순서는 표 5와 같이 진행하였다.

위와 같은 순서로 작성한 지열시스템도면을 그림 6, 그림 7, 그림 8에 도시하였다.

4) 시공

지열열펌프시스템의 시공은 크게 옥외와 옥내공사로 구분할 수 있으며 아래 그림 9와 그림 10에서 일반적인 절차를 도시하였다.

3. 그린홈 100만호 지열열펌프시스템 설치 현황

에너지관리공단 신재생에너지센터가 제시한 2011년 진행한 그린홈 100만호 보급사업 전체 현황은 표 6과 같이 총 17,424호의 주택에 대해 740억원의 보조금 지원이 이루어졌다.

이 중 지열열펌프시스템에 대해 847호, 14,687

<표 5> 시스템 설계 흐름

1	기초 자료조사	➔	법규 검토(그린홈 100만호) 주변 인프라 조사, 지질조건, 공사범위, 공사비
2	건물의 냉·난방 부하계산	➔	건물 냉난방부하 및 면적, 운전시간
3	시스템의 형식 결정	➔	히트펌프 형식, 지중열교환기 형식
4	시스템 구성	➔	장비선정(히트펌프, 지중열교환기 등) 시스템구성(대수, 타 시스템과의 연계 등)
5	설계 도서 작성	➔	설계도면(평면, 계통, 제어, 상세) 장비용량계산서, 시스템 검토서

**EQUIPMENT LIST**  
(Geothermal System)

**HEAT PUMP (장비용량)**

장비번호	장비명	수량	용도	형식	냉매	냉방(kW, °C)			난방			순환유량(lpm)		연결구		전원		소비동력(kW)		크기 W X L X H(mm)	비고
						KW	EST	ELT	KW	EST	ELT	SOUR	LOAD	SOUR(A)	LOAD(A)	(PH / V / Hz)	냉방	난방			
GH-P-1	지열히트펌프	1	냉난방용	물-물	R-410A	16,481	25.0	12.0	16,719	5.0	40.0	60	60	32	32	1 / 220 / 60	3.4	4.7	559 X 787 X 685		

**펌프**

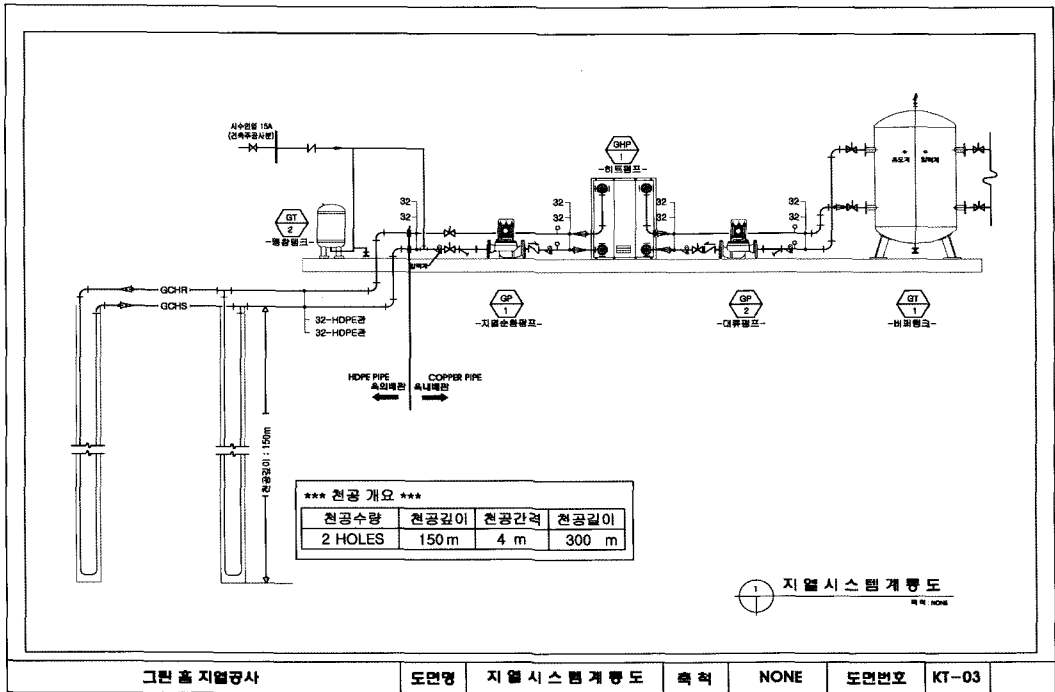
장비번호	형식	수량	명칭	용도	설치장소	유량 (LPM)	양정 (m)	연결구		MOTOR		비고
								IN(A)	OUT(A)	KW	PH/V/Hz	
GP-1	소형가압	1	지열순환펌프	지열열매체 순환용	기계실	60	8	25	25	0.35	1/220/60	
GP-2	소형가압	1	대류순환펌프	냉난수 축열	기계실	60	4	25	25	0.35	1/220/60	

**탱크**

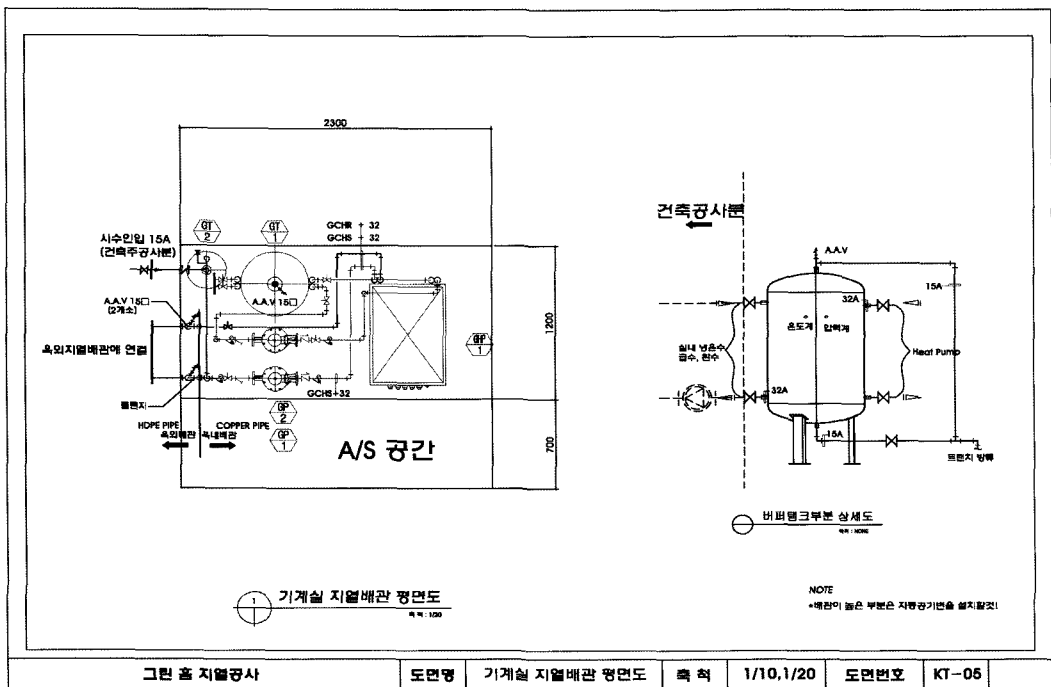
장비번호	명칭	수량	용량 (Lit)	용도	크기 (ø x H)	재질	보온 및 마감	비고
GT-1	배회탱크	1	200	급탕저장	ø450 x H1390	STS304	대리온 25T	기타표준부속품 일체구버
GT-2	냉장탱크	1	25	수평저장용수	ø290 x H450	SS 400	-	기타표준부속품 일체구버

그린홈 지열공사	도면명	지열장비일람표	축척	NONE	도면번호	KT-02
----------	-----	---------	----	------	------	-------

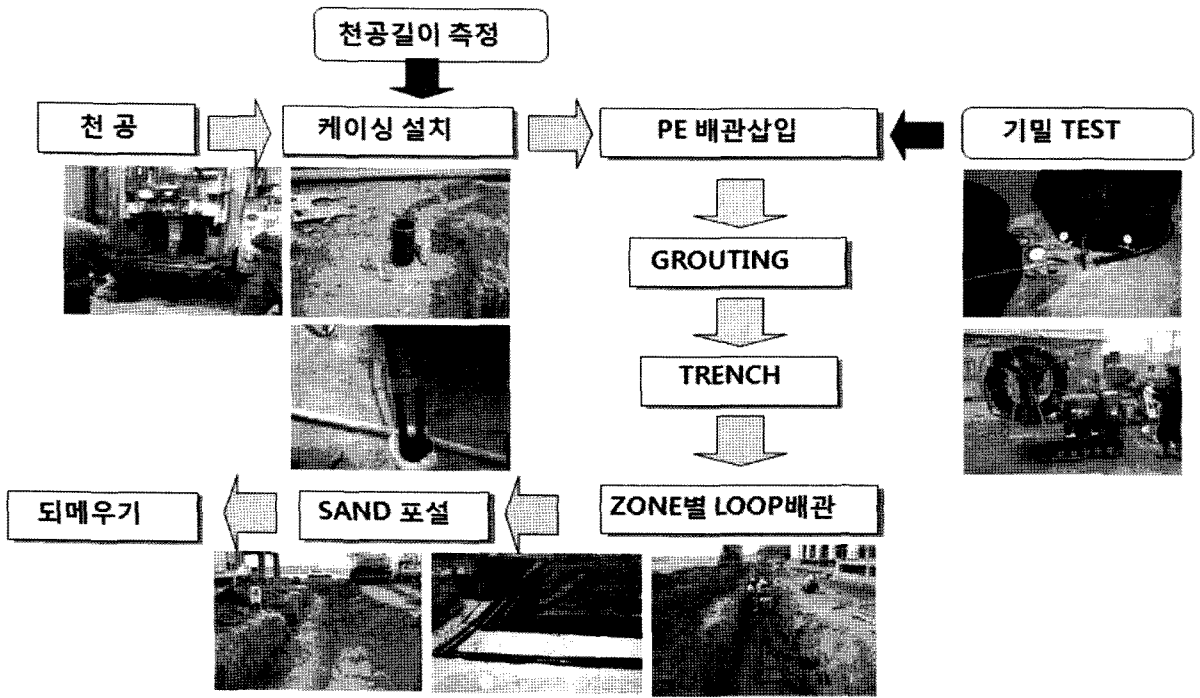
[그림 6] 지열장비일람표



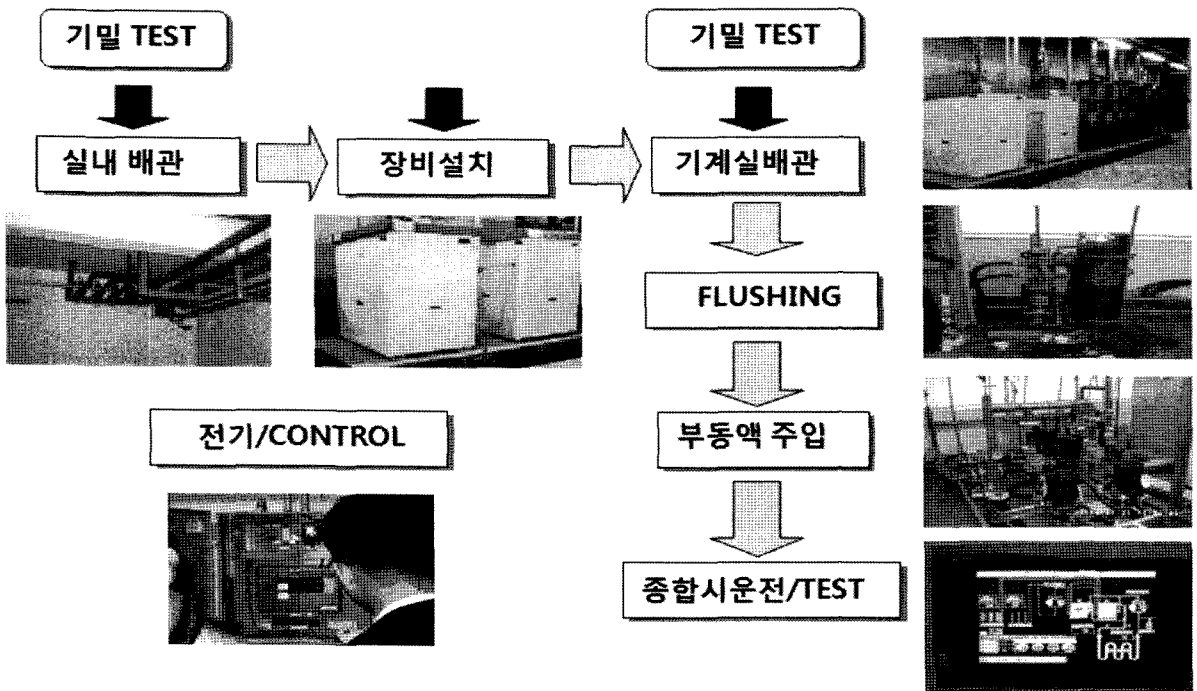
[그림 7] 지열시스템 계통도



[그림 8] 지열기계실 장비설치 및 배관도



[그림 9] 지열 옥외공사 흐름도



[그림 10] 지열 옥내공사 흐름도

<표 6> 2011년도 그린홈 100만호 보급실적

분야	구분	예산(원)	신청용량	신청보조금(원)	승인건수	승인호수	승인용량	승인보조금(원)	잔액(원)
태양광	고정식, BIPV	0	48.00 kW	127,248,000	5,054	12,777	16,423.40 kW	41,665,017,000	0
	추적식								
	남악신도시	1,140,521,060							
	국민일대주택	7,762,613,857	0.00 kW	0	3	2,715	148.00 kW	537,603,856	7,225,009,801
	지자체배정	4,188,696,080							4,188,696,080
태양열	국민일대주택	1,076,514,320							1,076,514,320
	지자체배정	33,223,485,680							
	평관형	0	148.87 m <sup>2</sup>	71,006,000	491	491	12,158.13 m <sup>2</sup>	5,805,350,000	
	진공관형(단일, 이중)		201.36 m <sup>2</sup>	105,258,000	340	340	9,828.40 m <sup>2</sup>	5,020,496,000	0
소형종목									
지열	수직밀폐형	0	224.70 kW	169,744,000	847	847	14,684.78 kW	10,673,423,000	
바이오	목재펠릿보일러	1,000,000,000							1,000,000,000
합계		0		514,263,000	6,989	17,424		74,118,817,856	74,633,080,856

kW 용량의 설비가 승인되어 106억원의 보조금이 지원되었다.

이는 전년도 지열주택 보급실적인 696호 대비 21% 증가한 것으로 태양광 설비가 2010년 26,360호 에서 15,492호로 42% 보급실적 감소한 것에 비해 크게 증가한 것이다.

이에 비추어 볼 때 지열열펌프시스템의 보급은 향후에도 지속적으로 증가될 것으로 예상된다.

#### 4. 맺음말

정부와 민간은 범세계적인 에너지 고갈우려와 급증하는 에너지비용에 대한 대안으로 상대적으로 높은 초기투자비를 감수하며 그린홈 100만호 보급사업을 토대로 신재생에너지설비 보급에 적극 나서고 있다. 또한 신재생에너지는 여러 투자

의 장애 요인에도 불구하고 에너지 문제와 환경 문제에 대한 유효한 해결 방안이라는 점에서 구미 선진국은 물론 다수의 개발도상국가에서 과감한 연구개발과 보급 정책 등이 추진되고 있다.

최근 녹색산업을 국가의 차세대 성장동력으로 선정하여 다각도로 추진중인 상황에서 그린홈 100만호 보급사업의 발전방향은 정부의 사업개편방향을 통해 확인할 수 있다.

그동안 추진한 실적은 국가 에너지계획에서 추구하고 있는 전체 에너지중 11%를 신재생에너지로 대체한다는 목표대비 매우 미미한 상황이고 앞으로 더욱 적극적인 사업추진이 필요할 것이다.

신재생에너지 중 가격경쟁력이 가장 높고, 적용이 용이한 지열열펌프시스템을 그린홈 100만호 보급사업의 중심축으로 하면 신재생에너지 보급에 주요한 대안으로 판단되며 이를 통하여 국가



성장동력 제고와 미래의 환경을 동시에 고려하여 발전적이며 지속가능한 에너지를 이용하는 선진국으로의 도약에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 5. 참고문헌

1. Navigant Consulting, Inc., February 3, 2009  
Ground-Source Heat Pumps: Overview of Market Status, Barriers to Adoption, and Options for Overcoming Barriers, U.S. Department of Energy
2. OUTLOOK 2010 – European Heat Pumps Statistics, 2010  
EHPA (European Heat Pump Association)
3. 김중현, 2010, GREEN TOMORROW 지열 시스템  
지열에너지저널 (한국지열에너지학회) 제6권 제1호, 27 - 31
4. 강신형, 최종민, 손병후, 2009, 지열원 열펌프 시스템의 종류 및 설치사례  
설비저널 (대한설비공학회) Vol.38, 18 - 27
3. 안형준, 2009, 지열에너지 산업 국내외 동향  
지열에너지저널 제5권 제1호, 57 - 61. 