

한정된 자원 극복할

차세대 태양에너지

1970년대 초 석유파동과 자원 민족주의의 대두와 더불어 지구상의 석유매장량의 한계성이 더욱 더 인식되었고, 석탄자원도 가용성이 오래 지속되지는 못할 것으로 알려져 에너지의 안전성이 세계각국의 중대한 과제로 등장할 때 제2차 석유위기가 도래하였다. 따라서 인류의 생존을 위한 에너지원은 태양에너지와 원자력 에너지로 귀착되었고, 또한 원자력에너지의 문제점과 한계상황으로 인해 태양에너지의 이용이야 말로 무한량, 무공해라는 점에서 인류의 영원한 생존을 위한 에너지원으로 등장하였다. 범국민적인 에너지 소비절약운동을 전개하고 있는 우리나라에서도 앞으로 에너지 수요는 급격히 증가할 것이고, 에너지 절약은 우리가 숙명적으로 극복해야 할 중요과제로 남아있어, 본지에서는 효과적인 에너지절약 방법의 하나로 등장한 태양열 에너지에 대해 몇회에 걸쳐 알아보도록 한다.

1. 태양에너지의 역사

1) 세계 최초의 태양열 온수기(서기 1929~1935)

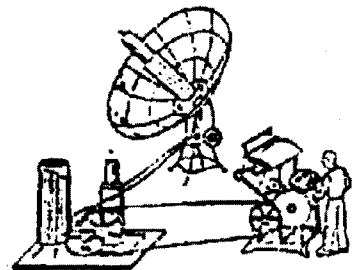
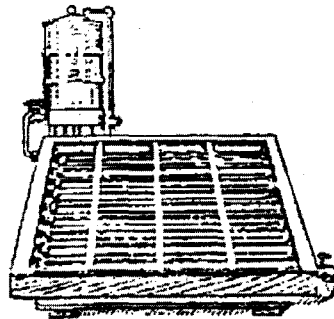
미국의 캘리포니아대학에서는 1929~1935년경에 태양에너지 이용에 관한 연구가 행해졌다. 아래의 그림은 그때 행해진 온수기의 시험장치이고, 이것은 현재 플로리다에서 사용하고 있는 순환형 온수기의 원형으로 볼 수가 있다.

이 그림에 있어서 직경 1/4의 철관 70~100ft 정도의 길이의 것을 직렬로 이리저리 구부려 이것을 얇은 목재의 보온상자에 넣어 그 상자의 윗부분은 유리판으로 덮고 이 상자를 남쪽면으로 하여 수평면에 대해서 30° 기울게 설치했다. 상자의 중심에 7.5ft의 높이에 온수 탱크를 설치하고 고온 상자의 상단에서의 관은 탱크의 상부에, 같은 상자의 하단에서의 관은 탱크의 하부에 연결하여 태양열로 물이 가열되는 데 따라 사모사이폰의 작용으로 자연순환이 이루어 지도록 하였다.

2) 태양에너지로 인쇄한 신문(서기 1878년)

19세기 후반인 1978년경에 태양열기관을 제작하

미국의 캘리포니아 대학에서 시작 · 연구된 초기의 태양열 온수기



여 방물면경을 사용한 집열장치를 사용하여 출력 0.048KW의 태양열 기관을 만들었다.

이 태양열기관은 그림에 표시한 것 같이 1882년 파리의 트이르리공원에서 개최된 박람회에 전시되어 신문 인쇄기를 구동하는 대몬스트레이션에 쓰였다. 이 인쇄기에서 인쇄된 신문을 소레이유 줄날(태양의 신문)이라고 이름 붙여 배분하면서 걸어 다닌 모양인데 어쨌든 프랑스 사람 같은 유우머가 있는 이야기이다.

2. 태양에너지란?

태양에너지는 현재 인류가 이용할 수 있는 에너지 중 가장 풍부한 에너지로서 일년간 태양에서 발생하는 열량은 $2.75 \times 10^{30} \text{kcal}$ 이며, 지구면에서 얻을 수 있는 태양에너지는 $1.82 \times 10^{30} \text{kcal}$ 로 세계 전체가 일년간 사용하는 에너지 소비량의 2만배에 달하는 막대한 에너지원이다. 고대로부터 인류는 태양에너지를 여러가지 방법으로 이용해 왔으나 수동적이고 소극적인 방법을 탈피하지 못했다.

현재 태양에너지를 이용하는 적극적인 방법으로는 건물의 냉온방, 온수급탕, 산업공정의 열원제공, 태양광발전, 태양열발전, 유기물질을 통한 태양에너지 이용, 담수제조기, 곡물 건조기, 메탄가스 발생기, 각종 건조시스템, 수영장, 양어장 등 다양한 각도로 이용되고 있다.

3. 태양에너지의 실용화와 이용방법

현재 전 세계적으로 기존 에너지원인 화석연료(석유, 석탄, 천연가스 등)의 고갈 및 73년 이후 여러차례의 석유파동에 의한 기하급수적인 원유값 인상 등에 의해 심한 에너지 위기에 처해 있으며, 각국의 경제성장에 따른 에너지 수요의 급증으로 새로운 에너지원의 개발이 절실히 요구되고 있다. 이에 각국에서는 다투어 태양열, 원자력, 파력, 풍력, 지열, 유기물에서의 에틸알코올 추출 등 다각적인 대체 에너지의 개발 연구가 활발히 진행되고 있으나 현재의 시점

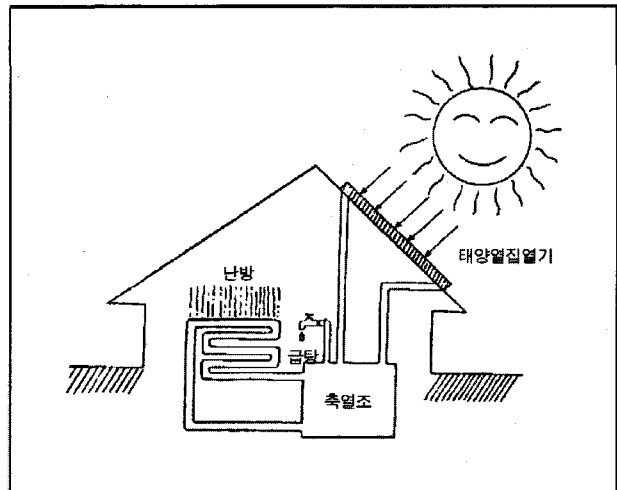
에서 원광의 가격상승, 공해, 경제성, 결핍 등의 이유로 실용화에는 상당한 시일이 요구될 것으로 보이나, 이 중에서 태양열을 이용하는 방법은 가장 손쉬우면서 경제적인면에서도 가장 앞서있어 현재 세계 선진 각국에서는 이미 널리 보급되어 있고, 또 우리나라에서도 상당한 진전을 보여 정부의 적극적인 지원으로 활발히 보급되고 있다.

4. 태양열이용 시스템의 우수성

'첫째' 기존에너지 가격(유류가격)이 상승하면 할수록 태양에너지 시스템을 이용한 시설물의 가격은 계속 상승하며 '둘째' 반영구적으로 사용할 수 있어 장기적인 안목에서 앞으로 다가올 에너지 위기에 따른 석유가 인상에 큰 영향을 받지 않으며 '셋째' 에너지원이 무한하여 공급이 안정되고, 공해가 없으며 안전하다. 또한 국가적 차원에서 기존 에너지원을 보존할 수 있다는 점에서 앞으로의 태양열 이용시스템은 매우 바람직한 시스템이 될 것이다.

5. 태양열의 이용

태양열을 주택이나 산업체에 이용하는 방법으로는 난방, 냉방, 온수급탕 및 발전에 이르기까지 주요 에너지로 대체할 수 있으나, 태양열 냉방 또는 발전의 경우는 기후조건(여름철의 장마) 및 설치



비에 따른 경제성 결여 등에 의해 현시점으로는 바람직하지 못하나 일반 가정이나 온수를 주로 많이 사용하는 산업체에 이용하는 것이 가장 경제성이 크게 나타나므로 전세계적으로 널리 연구 개발되어 이미 실용화되어 있으며 우리나라에서도 대단위 온수급탕(목욕탕, 양만장, 골프장, 산업체) 및 맘모스 수영장 등에 이미 이용되고 있다.

6. 태양에너지의 이용원리

태양열집열기(Solar Collector)라는 집열장치를 통해 얻어진 태양열을 축열조(Storage Tank)라고 하는 열을 장기간 저장할 수 있는 보온 이중 탱크에 저장시켜 두었다가 필요시에 난방 및 온수 급탕등에 사용하는 것을 말한다.

7. 태양열 난방 및 온수급탕 시스템의 구성

태양열 난방 및 온수급탕 시스템은 기능면으로 보아 다음 3가지로 구성되며 장기간의 흐린 날씨나 외부 기온의 급강하시 부족한 열량을 일정하게 공급하기 위하여 보조열원장치를 필수적으로 사용

하여야 경제적이다.

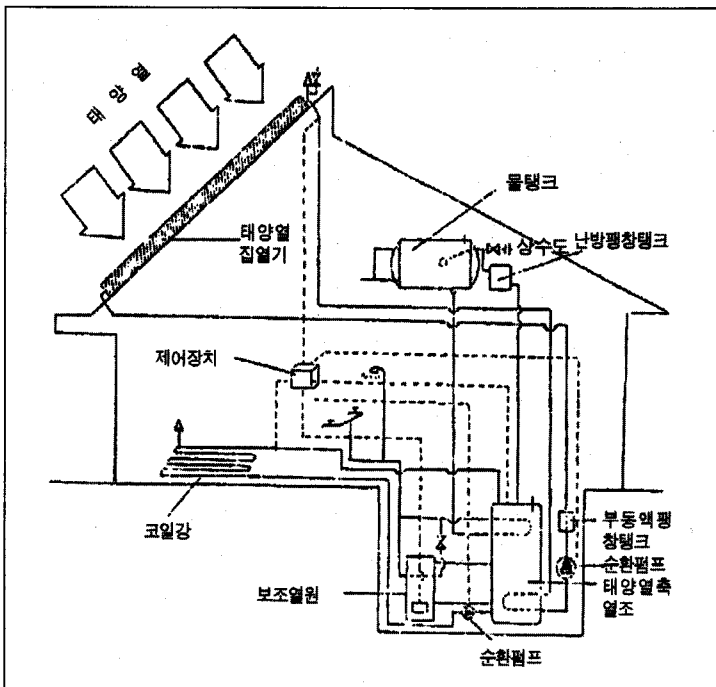
- 1) 집열장치: 태양열을 집열기에서 직접 흡수하여 축열조에 태양열을 공급.
 - 2) 축열장치: 집열기에서 흡수된 열을 축열조 내부의 축열매체의 전달하여 축열
 - 3) 제어장치: 모든 시스템이 가장 효율적으로 작동될 수 있도록 하며 작동이 손쉽도록 자동 제어
- 이러한 태양열 난방 및 급탕시스템은 여러가지로 설계될 수 있으나 우리나라의 난방방식, 경제성, 고장시 손쉬운 부품 교체, 시스템의 손쉬운 작동 등을 고려하여 설계되어야 한다.

8. 태양열 시스템에 필요한 주요 기자재의 종류

태양열 시스템 설치비중 가장 비중을 크게 차지하고 있는 것은 태양열 집열기이며, 또 기능면에서도 가장 중요한 것인만큼 집열기 선택은 매우 신중을 기해야 한다. 집열기 선택시의 유의사항은 성능이 우수하고 반영구적인 제품을 고르는 일인 바, 우선 손쉽게 집열기를 선택하는 방법으로는 집열기의 재질에 의한 선택 방법이 있다.

집열기의 재질은 동(Copper)재, 알루미늄재, 철재, 플라스틱재 등이 있는데 이중 동으로 만들어진 제품이 가장 성능이 우수하고 수명이 길다.

그리고 태양열 난방 및 급탕 시스템을 설치코자 할 때에는 경험이 풍부하고 기술적인 면에서 믿을 수 있는 업체를 선택하여 완벽한 설계 및 시공을 의뢰하는 것이 좋으며, 또한 설치후 발생하는 시스템의 고장 문제 등에 대한 보수처리는 정부에서도 태양열시스템 생산업체에 대해 의무화시키고 있어 이러한 여건을 다 갖춘 업체를 선택하는 것이 중요하다.



품 목	기 능	비 교
태양열집열기 (Collector)	태양열을 직접 가열	규격 CU48-DS
태양열축열조 (Storage Tank)	집열기에서 얻어진 태양열을 저장	집열기설치 매수에 따른 규격제품
태양열제어장치 (Control Box)	태양열의 효율적인 저장 및 제반시스템을 자동조절	Model No : SC-101 SC-201 SC-303 SC-404
순환펌프	집열기와 축열조간의 유체순환	K.S제품
각종 Sensor 및 Control 부품	시스템 조절을 위한 감지장치	
보일러 및 버너	보조열원	필요부하에 맞는 규격제품
각종배관재 및 보온재	시스템배관 및 보온	K.S제품 동등이상 제품사용

가) 주택일 경우

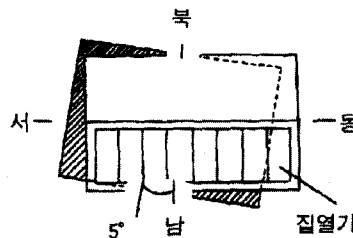
난방면적	집열기 설치수량	태양열축열조용량	태양열축열조규격	지하실요구높이(내고)
49.5M(15평)	6EA	900L	1215M/M×H1670M/M	2.3M
66M(20평)	8EA	1,200L	1310M/M×H810M/M	2.5M
82.5M(25평)	10EA	1,500L	1384M/M×H1926M/M	2.9M
99M(30평)	12EA	1,800L	1451M/M×H2027M/M	2.9M
132M(40평)	16EA	2,400L	1568M/M×H2200M/M	3.0M
165M(50평)	20EA	3,000L	1666M/M×H2349M/M	3.0M
198M(60평)	24EA	3,600L	1751M/M×H2477M/M	3.0M
231M(70평)	28EA	4,200L	1828M/M×H2592M/M	3.1M
204M(80평)	30EA	4,500L	1863M/M×H2645M/M	3.3M

9. 태양열 시스템을 설치하기 위하여 유의할 점

태양열 시스템 기자재를 설치하는데에는 다음과 같은 몇가지 특수사항을 유의하여야 한다.

1) 집열기의 설치방향

집열기를 지붕에 설치하는 경우 가능한한 집열기 방향이 정남 혹은 정남에서 서쪽으로 5° 정도 기울어지게 설치되도록 선정되는 것이 가장 좋으나, 부득이한 경우에는 평슬라브지붕 혹은 공지에 집열기의 방향이 남쪽이 되도록 구조물을 이용하여 설치할 수



있다(정남에서 동쪽으로 20° 서쪽으로 30°까지는 가능함)

2) 집열기의 설치 경사각

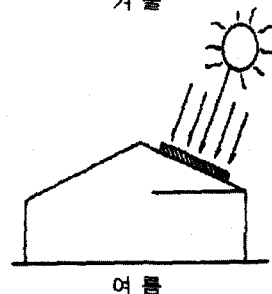
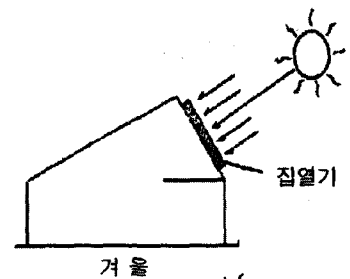
열량이 가장 많이 요구되는 겨울철의 태양고도를 고려할 때 가장 효율적인 집열기 설치 각도는 서울 지방(위도:북위37°)의 경우 52(위도+15)이나, 지붕면에 집열기를 설치하는 경우 건축물의 슬라브 시공관계, 주택미관 및 봄, 가을의 필요열량 등을 감안하여 집열기 설치 경사각을 45°전후로 시공하는 것이 바람직하다.

3) 입지조건

입지조건은 집열기 최하단에서 대지 남측경계선까지 최하단 거리가 4m이상을 유지하여야 하며 다만 남측 대지 경계선에 도로가 접하고 있거나 대지조건의 특수성에 의한 경우에는 그러하지 아니할 수 있다.

4) 집열기의 설치면적

태양열 이용 시스템으로서 연평균 40% 이상의 유류 절약을 기대하려면 태양열집열기를 그 건물난방면적의 1/3이상 설치하



나) 대규모시설일 경우

집열기설치수량	태양열축열조용량	태양열축열조규격	비고
50EA	7,500L	현장조건에 따른 규격산정	
100EA	15,000L	"	
150EA	22,000L	"	
200EA	30,000L	"	
250EA	37,000L	"	
300EA	45,000L	"	

* 집열기설치대수 1대당 150L증(일반적 사용시)

여야 하며 이에 따라 집열기 설치면적보다 좀 더 여유있는 면적이 필요하나 태양열이용급탕시스템의 경우 급탕 부하에 따른 경제적인 집열기 설치 대수와 면적이 산정된다.

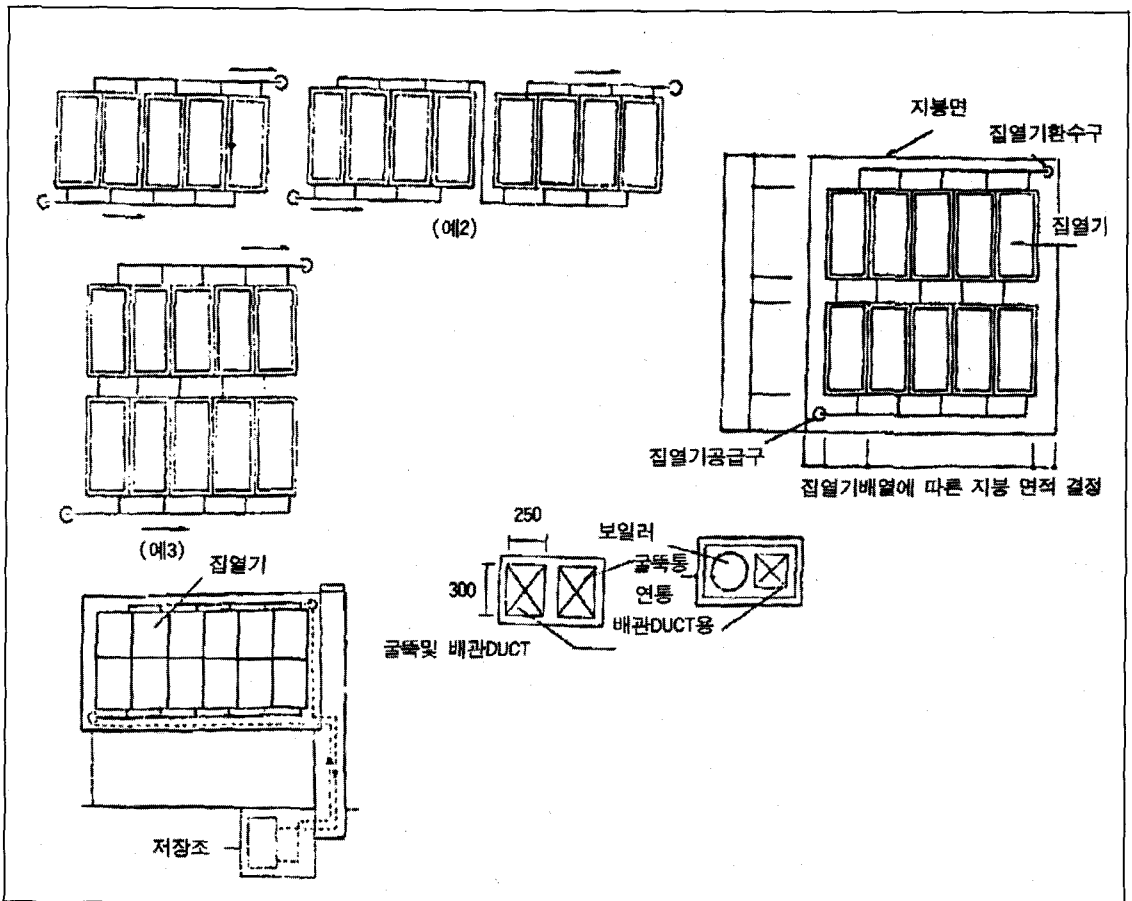
5) 집열기 수량에 따른 축열조 용량

태양열 축열조의 규격은 다소 변경되거나 용량

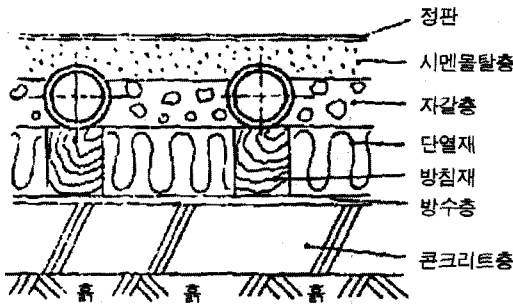
이 큰 경우 여러개로 나누어 설치할 수 있으나 하기 도표의 규격이 가장 효율이 높으며, 이에 따라 지하실의 높이가 높아지는 경우 (3m이상)의 건축비 상승문제를 감안하여 축열조 및 보조열원이 설치되는 면적 부분만 요구 높이대로 시공하면 된다.

10. 태양열 집열기의 배열방식과 집열기와 축열조의 연결배관방식

집열기의 배열은 예제에서 보는 바와 같이 직렬, 병렬 또는 직렬과 병렬의 혼합방식으로 배열할 수 있다. 집열기로부터 지하실로 연결되는 배관을 위한 DUCT(굴뚝겸용)는 가능한한 집열기 상단부 모서리에 근접할수록 좋으며, 더욱 좋은 배관 방법으로는 옥내로 별도 DUCT를 설치하여 보온 효과를 높여 주는 방법도 있다.



구분	단열재 두께	열전도율 (K값)
외벽	100m/m	0.25이하
거실바닥	50~100m/m	0.25이하
방바닥	50~100m/m	0.25이하
천정	200m/m	0.50이하



온수온돌 시공층 단면도

II. 태양의 집의 단열재 사용방법

주택에 단열재를 사용하는 것은 태양의 집에 있어서나 일반 주택에 있어서도 마찬가지로 심각한 에너지 위기의 극복에 매우 중요한 비중을 차지하며, 태양의 집의 경우 얻어진 태양열을 최대한 이용, 보존하기 위해 더욱 단열재 사용이 요구된다.

단열재의 종류로는 스티로폴(Polystyrene Foam), 유리솜(Glass Wool), 암면(Rock Wool), 폴리우레탄(Polyurethane Foam) 등이 있으며, 현재 태양의 집으로 추천을 받을 경우 규정 단열재 두께는 외벽 : 유리솜(Glass Wool) 또는 스티로폴 10cm, 바닥 : 스티로폴, 천정 : 유리솜 20cm이상으로 하여 열전도율 K값이 각회벽 및 바닥은 0.25, 천정은 0.50이하가 되도록 설계, 시공하도록 되어 있으며 단열재는 형식승인 제품을 사용해야 한다.

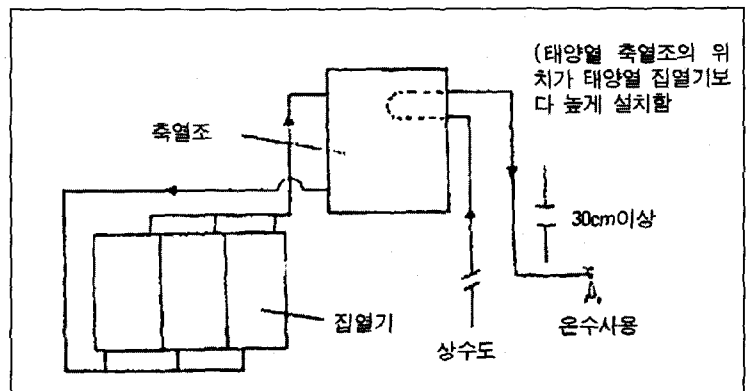
12. 기존 건물에도 태양열 시스템 이용가능

가능한 건물과 불가능한 건물이 있다. 우선 남쪽을 향해 집열기를 설치할 수 있는 장소가 확보되어야 하며, 햇빛을 차단시키는 장애물(고층건물, 키가 큰 나무숲 등)이 없는 경우 태양열 이용이 가능하다. 시스템 설치를 위한 건물구조 개량(특히 지하실) 및 설치작업의 불편 등에 따르는 설치비용증가를 고려하여 면밀한 현장 답사 및 사전검토가 필요하며, 이를 위해서는 전문 기술자와 직접 상담을 하여 결정하는 것이 바람직하다.

13. 집열기의 동파 위험방지법

동파의 위험을 방지하는 방법으로는 부동액(Anti-Freeze)을 사용하는 방법 및 자동배수 방법(Auto Drain System)이 있으나, 자동배수 방법이란 집열기 내의 온도가 영하로 내려가는 경우 감지기(Thermo Densor)에 의해 자동적으로 배수밸브가 열려 집열기 내부이 물을 저장탱크 속으로 들어가게 하는 방법으로 이 방법은 온도감지기 및 자동배수밸브 등이 전기로 작동되기 때문에 단전시나 이 장치가 고장이 났을 경우 불의의 사고에 대한 위험성이 크며 또한 집열기 내부의 완전배수가 어려워 부분동파의 위험성도 크게 내포하고 있다.

반면 부동액을 사용하는 경우는 일반적으로 물과 부동액을 적당한 비율로 섞어 사용함으로써 동



자연 대류방식에 의한 태양열 온수시스템

파를 방지할 수 있다. 깨끗한 취사용 온수를 쓰기 위해서는 축열 탱크내의 이중 열교환기를 사용하여 난방용 온수와 식수용 온수를 분리하여 한다.

14. 태양열 이용한 온수급탕방법

온수급탕을 사용하는 방법은 자연 대류방식에 의한 시스템과 강제순환방식(순환펌프사용)으로 구분하여 시스템을 설치하며 축열조의 용량은 온수 사용량에 따라 결정되며 일반적으로 집여기 3~5매 정도로 설치하여 가정에서 사용하며 난방 시스템보다 시공도 간편하고 설치비용 및 설치면적도 적게 든다.

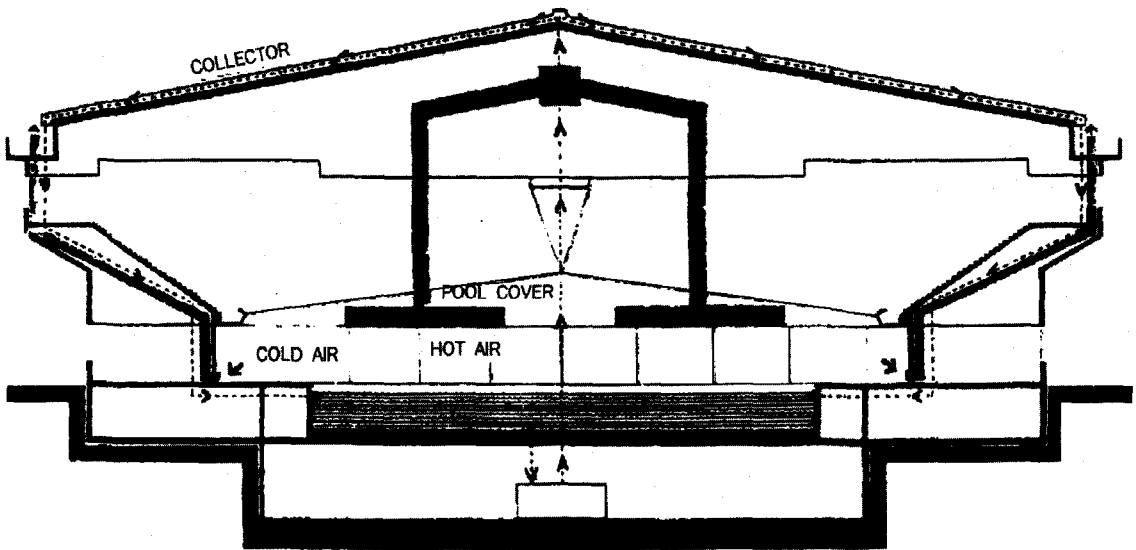
대단위인 경우(아파트 온수용, 목욕탕, 수영장 등)에도 이용할 수 있으며 가정용인 경우에는 펌프를 사용하지 않는 자연대류방식(Thermosyphon System)으로 설치할 수도 있으며 대단위인 경우에는 경제순환 방식을 채택하게 된다.

15. 유하식 집열기 시스템이란?

일반적으로 이용되고 있는 집열기는 차가운 물이 집열판의 집열관을 통하여 열을 전달하는 방법이 이용되고 있으나 최근 한국동력자원 연구소에서 개발하고 폐사에서 제작 시공한 '유하식 집열기 시스템'은 냉수를 상부에서 공급하여 물이 중력에 의해 밑으로 풀려 내리는 동안 데워져서 배출되는 방식으로 종전의 시스템에 비해 저온의 물을 대단위로 사용할 경우 효율이 매우 높으며 유지관리 면에서도 우수한 장점을 가지고 있다.

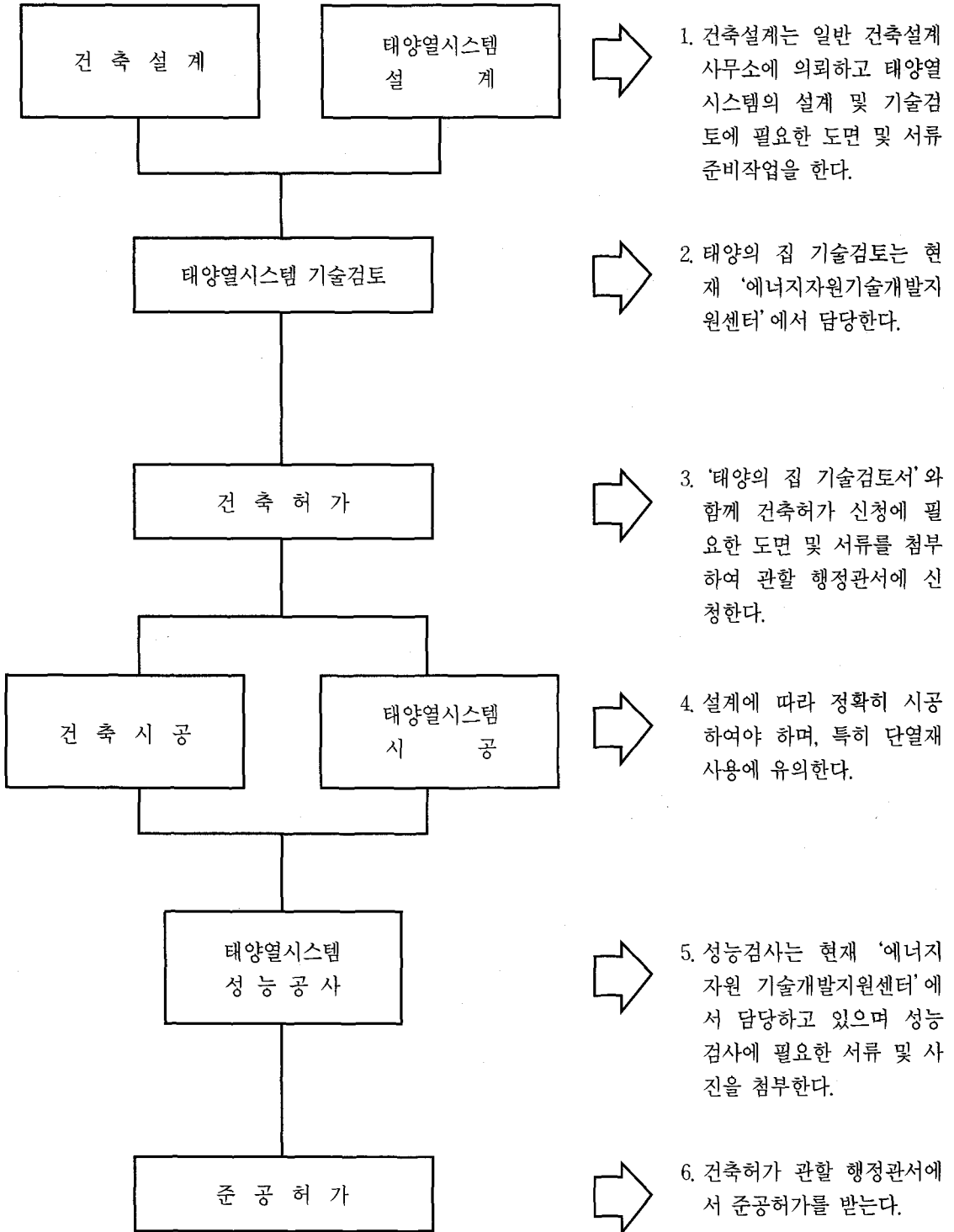
아래 시스템은 대전시 충무체육관 실내수영장에서 실제 설치되어 있는 '유하식 집열기 시스템'으로 태양열 집열부는 집열순환 펌프에 의하여 수영장 물을 지붕 상단의 급수관을 통해 집열판으로 균일하게 흐르게 되며 가열된 물이 집열배관을 통해 수영장으로 환수되는 직접 가열식으로 수영장 자체가 축열조 역할을 하도록 되어 있으며 실내 난방이 필요할 시는 공기식 집열기 역할을 할 수 있도록 설계되어 실내 온방용으로도 겸용되고 있다.

온수 및 공기 순환 시스템



- - - - - · 온수순환방식 : 풀장물→여과기→펌프→집여기→풀장
- · 풀장내부공기 집열기→송풍기→풀장내부더운공기

16. 태양에너지 시스템 설치



17. 산업용 태양열시스템 설치비 용자절차

