

온도차에너지 개요 및 최근 동향

박준택 | 한국에너지기술 연구원, jtpark@kier.re.kr

온도차에너지 이용시스템에 대한 개요 및 도입방법, 그리고 최근의 동향에 대해 간략히 소개하고자 한다.

온도차에너지 관련 최근의 동향으로, 정책 및 연구 개발 동향을 소개하고자 하였다. 정부는 하수열, 공기열, 해수온도차 등 모든 온도차에너지를 신재생에너지원으로 새롭게 지정할 전망이며, 지식경제부에 따르면 정부는 현재 추진 중인 신재생에너지원 재분류 작업에서 기존 11개 신재생에너지원을 그대로 인정하고, 온도차에너지를 추가로 지정할 계획이다. 또한 국내 연구동향을 보면, 현재까지 온도차에너지 관련 연구과제는 총 22개 과제가 추진되었으며, 2011년의 경우 부산롯데타운 해수열 이용 타당성검토, 국토해양부의 해양에너지 및 자원이용기술개발사업으로 해수 냉난방 핵심기술 개발을 추진 중에 있다.

온도차열이용시스템 개요

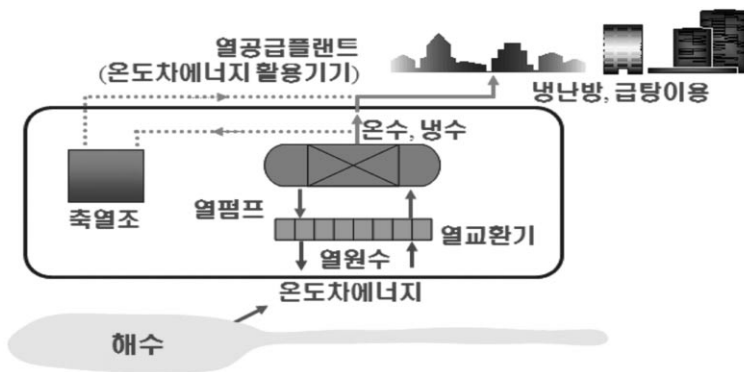
정의

온도차에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 히트펌프로 변환시켜 에너지를 생산하는 설비로서 열원이 여름철에는 대기온도보다 낮고 겨울철에는 대기온도보다 높은 하천수, 해수, 하수처리수, 호수, 지하수 및 천부지열 등을 지칭하고 있다(그림 1 참조).

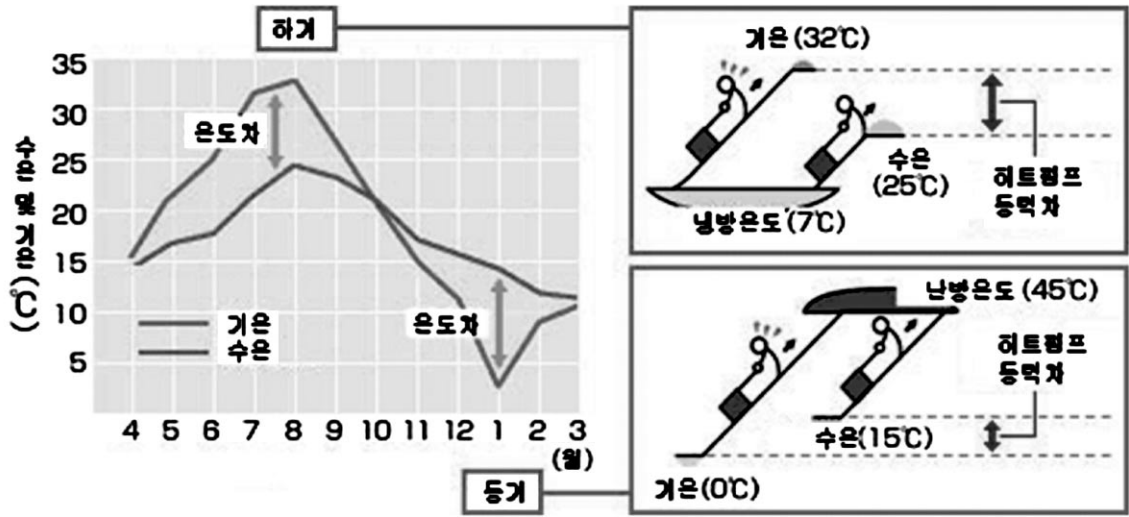
냉난방시 히트펌프 열원으로서 온도차에너지를 이용하면 그림 2와 같이 대기와의 온도차 만큼 냉매의 압축에 필요한 동력이 저감되어 COP가 향상된다.

특징

온도차에너지는 ① 열수요가 많은 도시지역에서 풍부하게 얻을 수 있는 비고갈성 에너지자원이며, 그



[그림 1] 온도차열이용시스템 개념도



[그림 2] 온도차열이용 효과

활용이 도시환경에 생태학적으로 크게 영향을 미치지 않는다. ② 열을 얻을 때에 연료를 연소하지 않는 환경친화형 청정자원이다. ③ 공공성 에너지 자원이라는 특징을 가지고 있다.

온도차에너지의 수온은 기온과 약간의 온도차를 가지고 있다. 지역에 따라 다르나, 일반적으로 여름철에는 기온보다 약 5°C 정도 낮고, 겨울철에는 기온보다 약 10°C 정도 높다. 뿐만 아니라 대기온도에 비해 연간, 일간을 통해 온도변화가 적다는 점 등이 히트펌프의 열원으로서 아주 매력적인 특징을 가지고 있다.

주된 온도차에너지의 종류별 특성은 표 1과 같다. 하천수는 자연계의 에너지를 이용하는 자연에너지이며 중대규모 지역냉난방에 이용할 수 있다. 히트펌프의 이용온도차는 동절기 최대 3°C로 이용하려면, 하천수온은 4°C 이상이 필요하므로, 지역에 따라서는 실질적으로 동절기의 열이용이 곤란한 경우가 있다. 또한 하천수는 유량의 계절변화가 크고 강우 등 기후의 영향에 의한 온도변화가 크다는 점에 유의할 필요가 있다. 취수에 관해서는 하천법에 의거 국가하천의 경우 우수사용에 따른 하천점용허가(처리기관 : 홍수통제소)와 취수시설 설치시에는 공

작물의 신축허가, 토지의 점용허가(지방국토관리청, 광역시도) 등을 얻어야 한다.

해수는 하천수와 마찬가지로 자연계의 에너지를 이용하는 자연에너지이며, 동결온도가 -1.9°C로 낮아 기타 수열원보다 저온까지 열이용이 가능하다. 동결부존량이 거의 무진장하며, 대규모 냉난방시스템에 이용된다. 그러나 오염, 부식성이 다른 수열원에 비해 가장 심하며, 항만법에 의거 항만구역내의 공사, 점용의 허가를 받아야 하며, 해당지역에 어업권이 있는 경우 어업조합과 협의가 필요하다.

하수처리수를 포함한 하수는 하천수, 해수와는 달리 지금까지 버려졌던 에너지를 이용하는 Recycle Energy이며, 우수와의 분리식 관거내를 흐르고 있는 하수의 외기의 영향을 가장 적게 받는다. 소규모 단위건물의 냉난방에서부터 대규모 지역냉난방까지 이용가능하며 우수와의 합류식의 경우 특히 겨울철 융설시 수온저하에 주의가 필요하다. 그리고 하수도법에서 하수사업 이외의 용도에 사용되는 시설의 설치를 원칙적으로 인정하지 않기 때문에 하수 열이용에 관한 규정 제정이 필요하다.



<표 1> 온도차에너지의 열원별 특징비교

구 분	특 징
하 수	<ul style="list-style-type: none"> · 하수에서 발생하는 열 · 우수와의 분리식 관거내를 흐르고 있는 하수의 경우 외기의 영향을 가장 적게 받는다. · 동절기에는 다른 수열원보다 기온과의 차가 크지만 하절기에는 다소 낮다. · 소규모 단위건물의 냉난방에서부터 대규모 지역냉난방까지 이용
하천수	<ul style="list-style-type: none"> · 하천수가 보유한 열 · 중대규모 지역냉난방에 이용
해 수	<ul style="list-style-type: none"> · 해수가 보유한 열 · 동결온도가 -1.9°C 로 낮아 기타 수열원 보다 저온까지 열이용 가능 · 부존량이 거의 무진장하며 대규모 냉난방시스템에 이용 · 오염, 부식성이 다른 수열원에 비해 가장 심하다.

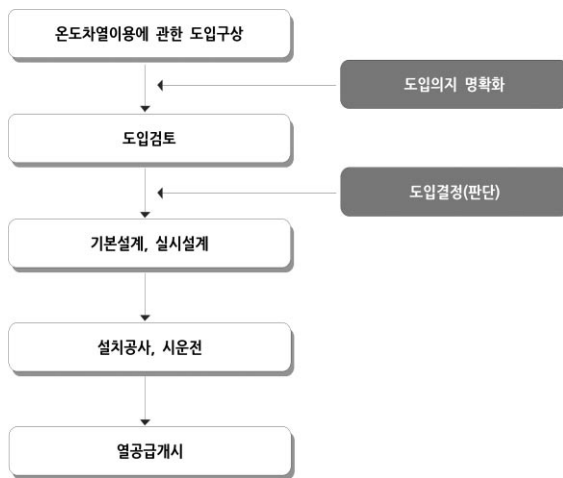
온도차열이용시스템 도입방법

도입조건

온도차에너지의 도입가능시설은 열원으로부터 열수요처까지의 이격거리가 길면 수송에너지가 증가하게 되어 비경제적이다. 따라서 주변에 열수요가 있는 건물들로부터 하천, 해안, 하수처리장까지의 수송거리가 일반적으로 500 ~ 1 km 정도일 것이 요구된다.

도입절차

온도차에너지는 개별적인 이용보다는 일반적으로



[그림 3] 온도차에너지이용시스템의 도입순서

지역열공급이 유리하며, 온도차에너지를 이용한 지역열공급사업을 할 경우, 대상지구의 선정으로부터 공급개시까지의 절차는 그림 3과 같다. 생태계 등 환경에의 영향평가를 충분히 실시할 필요가 있다.

검토사항

온도차에너지이용시스템의 도입시 검토사항은 표 2와 같다.

최근 동향

정책동향

정부가 하수열, 공기열, 해수온도차 등 모든 온도차에너지를 신재생에너지원으로 새롭게 지정할 전망이다. 지식경제부에 따르면 정부는 현재 추진 중인 신재생에너지원 재분류 작업에서 기존 11개 신재생에너지원을 그대로 인정하고, 온도차에너지를 추가로 지정할 계획이다. 그러나 정부는 하수·하천수·해수·공기열 등의 온도차에너지를 신재생에너지로 신규 지정하되, 설치비 등 지원은 효율 기준을 높게 설정해 공기열은 사실상 지원에서 제외한다는 방침이다. 공기열은 외기에 따라 COP가 3.0 아래로 떨어지는 등 일정하지 않으며, 해수나 하수온도차에너지에 비해 효율이 낮기 때문이다. 한편, 지경부는 현재 에너지경제연구원에 맡긴 신재생에너지 재분류 연구용역을 마쳤으며, 관련 법안을 정리해서 2010년 11월 3일 공청회(신재생에너지 정의/분류/통계체

<표 2> 온도차에너지 도입 체크리스트

	항 목	내 용
	온도차에너지 이용의 목적·필요성	온도차에너지이용의 목적이나 필요성을 명확히 한다. -환경대책 -매열수입 등에 의한 코스트 메리트 -에너지절약 추진
①	온도차에너지 이용에 관한 도입구상	-도입하는 온도차에너지의 종류 선정, 에너지원,의 특징 -에너지이용 용도의 상정 -도입 이미지 작성 등
②	도입 검토	온도차열이용의 가부를 판단한다. -예상시설의 열부하·수요 추계 -기상, 온도, 유량 등 조건의 정리 -시스템 계획 -도입각과, 코스트·경제성 평가 -환경 영향 평가(온배수에 의한 수역에의 영향) -보조금등 재원검토 -사업방법의 검토 등
③	기본 설계, 실시 설계	온도차에너지이용을 위한 시스템 설계를 실시한다 -시스템 설계 -도면 작성 -공사 계획 -사업 계획 -유지관리계획
④	설치공사, 시운전조정, 검사	
⑤	공급개시	
*	열공급사업을 할 경우	열공급사업을 할 경우 관계기관과 필요사항을 협의, 신청한다 -사업계획서 -공급규모 -도로점용(지역배관 취수·방수관) -취수·방수 허가 열수요가와 계약체결

계 정비 방안)를 열어 최종 의견을 수렴한 후 발표하기로 했던 것이 지연되고 있다.

신재생에너지 정의/분류/통계체계 정비 방안 연구에서의 온도차에너지의 정의 및 대안별 비교 내용은 다음과 같다. 온도차에너지는 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 히트펌프로 변환시켜 에너지를 생산하는 설비로서 열원이 여름철에는 대기온도보다 낮고 겨울철에는 대기온도보다 높은 하천수, 해수, 하수처리수, 호수, 지하수 및 천부지열 등을 지칭하고 있다. 신재생에너지 재분류 대안별 비교결과는 표 3과 같으며, 제1안은 현행통계체계 보완, 제2안

은 IEA와 국내 에너지 통계체제에 기준, 제3안은 IEA기준과 에너지기원(Origin)에 따른 분류이다.

연구동향

현재까지 온도차에너지 관련 연구과제는 표 4에서 보는 바와 같이 총 22개 과제가 추진되었으며, 그 중에서 최근 5년간의 연구 추진현황을 보면 다음과 같다.

2007년 서울의 서남물재생센터 하수열이용 타당성 연구, 2009년 춘천댐의 하천수 냉열이용 지역냉난방 타당성 조사, 2010년 신재생에너지 정의/분류



<표 3> 신재생에너지 재분류 대안별 비교 및 종합

에너지원 분류		현행	제1안	제2안	제3안	
자연재생 에너지	태 양 에너지	태양열	○	○	○	○
		태양광	○	○	○	○
	바이오 에너지	고체(폐목재 포함)	○	○	○	○
		액체(흑액 포함)	△	○	○	○
		기체(LFG, 하수처리, 축산분뇨 등)	○	○	○	○
	수 력	○	○	○	○	
	해양 에너지	조력, 조류, 파력 등	○	○	○	○
	지 열	심부지열+온천수	△	○	△	○
온도차 에너지	천부지열(열펌프 이용) 등	△	○	×	○	
폐기물 에너지	재생가능	대형도시쓰레기(재생)	○	○	○	○
		생활폐기물(재생가능)	○	○	○	○
		하수슬러지 건조화 연료	○	○	○	○
		RDF(재생)	○	○	○	○
	비재생	대형도시쓰레기(비재생)	○	×	×	◎
		생활폐기물(비재생)	○	×	×	◎
		산업폐기물	○	×	×	◎
		RDF/RPF(비재생)	○	×	×	◎
		폐가스(부생가스)	○	×	×	
		정제연료유	○	×	×	
시멘트킬른 보조연료	○	×	×	◎		
신에너지	수소에너지	○	○	×	◎	
	연료전지	○	○	×	◎	
청 정 에너지	석탄액화(CTL) · 가스화(SNG)	○	○	×	◎	
	중질잔사유 가스화	○	○	×	◎	
	GTL(DME)	×	×	×	◎	

주1) 태양광에 자연채광 포함. 수력에서 양수는 제외.

주2) 재생가능폐기물에너지(renewable waste energy)에는 생물기원(biogenic) 부분만 포함

주3) ○:포함, △:일부포함, ×:불포함, ◎:분류에는 포함하나 통계에서 제외

<표 4> 국내 온도차에너지 관련 연구과제 추진현황

	연구제목	연구기관	연구기간	연구비 지급기관
1	미활용에너지종합이용시스템개발	고려대	1993.4 ~ 1993.6	상공자원부
2	도시미활용에너지이용 열펌프시스템 개발	건기원	1993.10 ~ 1997.9	통산산업부
3	폐수열을 이용한 복합건물에서의 축열식 히트펌프시스템 개발	한전기술 연구원	1995. 3종료	한국전력공사
4	지역별 미활용에너지 부존량 및 이용가능성 조사	KIER	1996. 8 ~ 1998. 7	산업자원부
5	대구광역시 미활용에너지 실태조사 및 이용방안 연구	KIER	1997.10 ~ 1998. 7	대구시청
6	저온 수열에너지를 이용한 지역난방 열공급기술개발	KIER	1998.12 ~ 2000.10	과학기술부
7	해수열원이용 양식장용 에너지절약형 열펌프개발	여수대	1999.10 ~ 2001. 9	산업자원부
8	하천수이용 고효율 냉.온열 제조기술개발	KIER	1999.12 ~ 2003.10	산업자원부
9	낙동강 하천수이용 영능화훼단지 난방시스템 개발	부경대	2000. 4 종료	부산시청
10	생활배수열 이용 축열식 히트펌프시스템 시범적용연구	한국전력 연구원	2000 ~ 2004	산업자원부
11	하천수열원이용 고효율 열펌프시스템 개발	KIER	2002.10 ~ 2005. 6	과기부
12	미활용에너지 네트워크 실증사업 최적화 연구	KIER	2003.7 ~ 2005.3	과기부
13	해수온도차 이용 냉난방 타당성조사	해양대	2006.12종료	부산시청
14	미활용에너지 자원조사	KIER	2005. 7 ~ 2007. 7	산자부
15	해수이용 냉난방 시스템 개발	KIER	2005. 7. ~ 2008. 7	산자부
16	하수/하천수 열원 열펌프시스템의 고효율 및 고효율화 기술개발	KIER	2005. 4 ~ 2008. 3	과기부
17	제주도 미활용에너지 자원조사	KIER	2007. 7 ~ 2008. 2	제주도청
18	하수열회수 지역냉난방 활용 타당성 연구	KIER	2007. 7 ~ 2007.12	서울시청
19	하천수 냉열이용 지역냉난방 타당성 조사	KIER	2009. 2 ~ 2009.12	춘천시청
20	신재생에너지 정의/분류/통계체제 정비방안	에너지경제 연구원	2009. 9 ~ 2010.12	지식경제부
21	부산롯데타운 해수열 이용 타당성검토	에너지관리 기술(주)	2010. 4 ~ 2011. 4	롯데건설
22	해수 냉난방 핵심기술 개발	KIER	2010. 7 ~ 2015.12	국토해양부



<표 5> 해수 냉난방 핵심기술 개발사업 개요

사업구분	국토해양기술연구개발사업
사업명	해양에너지 및 자원이용 기술개발
과제명	해양심층수의 에너지 이용기술 개발
주관연구기관	한국해양연구원
공동연구기관	한국에너지기술연구원
총연구기간	2010. 7. 1. ~ 2015. 12. 31. (5 년 6 월)
총연구비	16억
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> • 해양심층수의 에너지 이용 기술을 고도화를 위한 지역 냉난방용 히트펌프 시스템 개발 및 최적 운전관리 기술 정립을 통한 보급 확산 체계 구축 - 해수이용 탠덤히트펌프 온수출력 : 60℃ 이상 - 해수이용 탠덤히트펌프 난방성능계수 : 3.0 (해수온도 10℃ 기준) - 해수이용 히트펌프 난방성능계수 : 4.2 - 중형 실증용 시스템 용량 : 난방 210 kW, 냉방 60 RT - 대형 시범적용 시스템 용량 : 난방 3.5 MW, 냉방 1,000 RT

<표 6> 해수 냉난방 핵심기술 개발사업의 연차별 연구목표 및 내용

연 차	연구목표 및 주요 연구내용
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 냉난방 시험 플랜트 개발 - 파일롯 플랜트(210kW/60RT) 설계
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 냉난방 시험 플랜트 실험 및 분석 • 해수 냉난방 시범적용 히트펌프(난방부하 3.5MW, 냉방부하 1,000RT) 최적설계기술 도출
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 냉난방 파일롯 플랜트(210kW/60RT) 장기운전 성능평가 및 분석 • 해수 냉난방 시범모델설계 - 1차 개선형 히트펌프 시범모델(3.5MW/1,000RT) 설계 및 운전모드 도출
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 냉난방 시범모델 성능실험 - 2차 개선형 히트펌프 (난방부하 7.0MW, 냉방부하 2,000RT) 최적설계 및 운전모드 도출
5차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 냉난방 시범모델 장기 모니터링 및 개선
6차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 해수 냉난방 보급모델 도출

/통계경제 정비방안, 2011년 부산롯데타운 해수열 이용 타당성검토 등이 수행되었으며, 현재 국토해양부의 해양에너지 및 자원이용기술개발사업으로 해수 냉난방 핵심기술 개발을 추진중에 있다(표 6 참조).

또한 지식경제부와 한국에너지기술평가원(KETEP)

은 국가 온실가스 감축목표 달성을 위하여 “온실가스 감축기술 전략로드맵”을 수립하고 있다. 이와 관련하여 미활용에너지가 15대 중점기술분야의 하나로 선정되어 온도차에너지를 포함한 1차 5개 전략품목이 도출되어 로드맵을 수립중에 있다(표 7, 8 참조).

<표 7> 온실가스감축기술 전략로드맵 15대 중점기술분야

중점기술분야
석유화학공정기술, Non-CO ₂ 처리기술, 차세대 건조기, 고효율 염색
지열, 미활용에너지, 초전도, 에너지소재
가전기기, 고효율 정보화기기, 전동기
유체기기, 열교환기, 연소기기, 소형열병합

<표 8> 미활용에너지분과 전략품목 도출(안)

전략품목	개요
1.5 ~ 3MW급 배가스 열회수시스템	산업체 보일러 등에서 배출되는 다량의 중저온 배열을 이용하여 기존 열펌프로는 생산할 수 없었던 고온수 생산을 통해 에너지 절약 및 수출시장 확보
6 MW급 수열원 냉난방시스템 구축	하천수, 하수, 해수 및 폐수 등의 온도차에너지를 회수하여 공공 및 거주용 건물의 냉난방 및 급탕용 열 공급
에너지 Grid 연계 에너지효율화 시스템	국가 전력망, 가스배관망, 공업용수망 및 하수관로 등의 보유 에너지를 활용한 에너지공급시스템 개발
Smart Water Energy 시스템	해수열냉난방+해수담수화+신재생에너지 융복합상품플랜트 개발로 대표적 에너지/물 부족지역인 중동/아프리카지역 시장 진출
고온수 300RT급 히트펌프	90℃ 이상의 고온수 터보 열펌프 개발을 통한 국내히트펌프시장 활성화 및 수출시장 확보

참고문헌

1. 에너지경제신문, 2010년 11월 10일자, 신재생

에너지국제 수준 맞춰 분류.통계체제 재정립
 2. 지식경제부·한국에너지기술평가원, 온실가스 감축기술 전략로드맵(안) 설명회, 2011.6.30 