

## 부산지역 해수온도차이용 냉난방기술

오 철, 김명환, 임태우, 최영도\*

한국해양대학교 기관시스템공학과, 창원대학교\*

Technology of Air-Conditioning System by Ocean Thermal Energy near Busan Coast

Cheol Oh, Meong-Whan Kim, Tae-Woo Lim, Young-Do Choi\*

Department of Marine system Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

(Received May 5, 2009)

**ABSTRACT:** Air-conditioning system by ocean thermal energy has been developed in the areas of Europe, North America and Japan because there are abundant amount of thermal energy potential in the ocean and permanent free use for the thermal energy using the air-conditioning system.

In the case of domestic ocean thermal energy resource, ocean thermal energy potential exists about 27,155Tcal/year and totally 20,285Tcal/year of possible thermal energy use by heat pump, which are reported from the survey of the 7 domestic near shore cities.

Present study is aimed to survey the current development status of domestic and overseas air-conditioning system by ocean thermal energy, especially, for the air-conditioning facility technologies using sea water.

**Key words:** Air-Conditioning System(냉난방시스템), Heat Pump(히트펌프), Ocean Thermal Energy(해수열에너지), Sea Water(해수)

### 1. 서론

해수를 활용한 온도차냉난방시스템은 연안 지역에서만 사용될 수 있는 지역적 제약과 해수라는 특수성으로 인한 재료적 제약 등이 있지만, 해수 열에너지 부존량이 많고 한번 설치되면 그 에너지를 영구적으로 무료로 사용할 수 있다는 장점이 있다.

따라서 해수온도차 냉난방시스템은 유럽 및 북미를 중심으로 발전되어 왔으며, 최근에는 일본에서도 점차적으로 도입하여 도심 열에너지공급시스템으로 사용 중이다.

특히, 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸인 반도국가로서, 전국의 해안도시 7개 지역을 해수 이용 가능 지역으로 선정해서 조사한 결과, 해수열에너지의 부존량은 약 27,155Tcal/year이며, 이용가능 열량은 히트펌프 이용의 경우, 난방은 12,528Tcal/year, 냉방은 7,757Tcal/year로 총 20,285Tcal/year로 산출되었다.

본 연구에서는 이와 같은 해수열에너지의 활용을 위해 적용되는 해수온차냉난방시스템 기술의 발전동향에 대한 국내외 현황 및 부산지역을 중심

† Corresponding author

Tel.: +82-51-410-4268; fax: +82-51-410-4268

E-mail address: ohcheol@hhu.ac.kr

으로 한 해수온도차이용 냉난방시스템에 대하여 한국해양대학교 시설을 중심으로 설명하고자 한다.

## 2. 국외사례

### 2.1 후쿠오카 모모치지구

일본 후쿠오카시 서부에 위치하고 있는 모모치 지구는 Fig.1에 나타난 바와 같이 하카타(博多)만을 끼고 있는 해안지역이고, 상업·업무·문화 기능이 고도로 집적해 있는 지역이다. 서일본환경에너지(주)는 이 지구의 열공급에서 해수를 열원으로 한 축열식 열펌프시스템의 채용에 의한 에너지절약형 시스템의 구축, 해수열원 열펌프와 흡수냉온수기의 조합에 의한 에너지의 최대 활용을 가능하게 하였다. 모모치지구는 전력회사(큐슈 전력), 가스회사(서부가스), 지방자치단체(후쿠오카시)가 공동으로 출자하여 설립한 서일본환경에너지(주)에서 1993년 4월부터 열공급사업을 개시하였다.



Fig.1 Photo of Momochi area



Fig.2 Photo of seawater heat pump

### 2.2 동경 하코자키지구

하코자키지구 지역은 동쪽은 스미다강(隅田川), 남쪽은 니혼바시강(日本橋川), 북쪽의 동경시에어터미널(Tokyo City Air Terminal)에 둘러싸여 있으며, 그 부지가 스미다강에 면하고 있다. 이 지역의 특성은 하천수와 해수가 혼합되어 있는 상태로 열원기기가 해수에 대한 방식성이 요구되고 있다. 스미다강변 지구를 친수공간으로 하기 위하여 소위 환경사형의 대규모 제방으로 하는 구상이 있었기 때문에 그 시기에 맞추어서 스미다강의 하천수를 이용하는 열펌프시스템을 채용하기로 미쓰이창고 하코자키빌딩의 기획단계에서부터 결정되었다. Fig.3은 하코자키지구의 지역냉난방 전경을, Fig.4는 하쿠자키지구의 지역 열공급 구역도를 각각 나타낸다.

- ① 1999. 3. 31 현재, 열공급구역 면적은 동경도 중앙구 니혼바시 하코자키초의 일부 약 25.4ha, 공급선은 업무동 빌딩 5동, 주택 100호 등
- ② 열제조 플랜트 위치는 이쓰이창고 상가빌딩 지하 3층 1,633m<sup>3</sup>



Fig.3 Photo of Hakozaki area



Fig.4 DRC system of Hakozaki area

③ 공급조건 : 지역배관은 4관식으로 온수(47°C, 주택은 45°C), 냉수(7°C, 주택은 9°C)를 공급하고, 주택에는 급탕(60°C)를 공급하고 있다.



Fig.8 Photo of Nakanosijima area

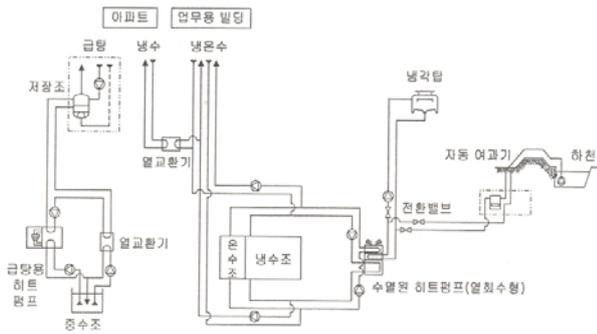


Fig.5 DRC system of Hakozaki

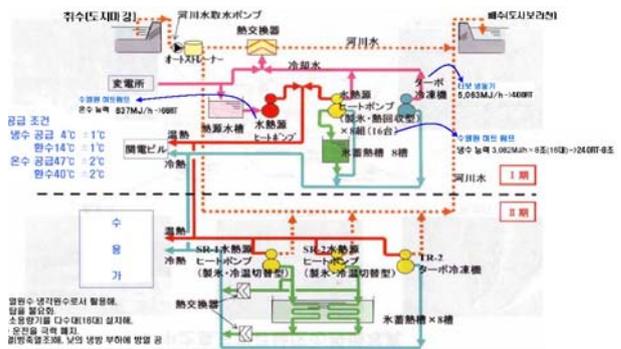


Fig.9 Heat supply system



Fig.6 Photo of heat pump



Fig.10 Photo of heat pump



Fig.7 Photo of auto strainer



Fig.11 Photo of turbo refrigerator

### 2.3 나카노지마지구

나카노지마지구는 오오사카시에 소재하고 있으며, 공급면적은 2.5ha이고 공급면적은 1기가 106,000m<sup>2</sup>, 2기가 84,000m<sup>2</sup>이다.



Fig.12 Photo of auto strainer



Fig.13 Photo of ball type cleaner

## 2.4 유럽의 사례

### (가) 스웨덴 스톡홀름 로브스텐

#### ① 도입개요

스톡홀름시는 시 전체의 열수요의 약 56%가 지역난방으로 충당한다. 열원 중에서 히트펌프에 의한 것이 44%이며, 해수, 하수, 호수, 지하수 등이 이용된다. 본 시스템은 제1플랜트가 1985년 9월, 제2플랜트가 1986년 11월, 제3플랜트가 1986년 12월에 준공하였다.

#### ② 시스템 이용형태

히트펌프 출력 합계는 262MW이며, 공급 열매는 고온수 형태로 공급온도는 80°C이다.

#### ③ 공급지역

VARTAN플랜트와 열배관 Network로 연결되어 있으며, 배관연장 500km이다.

#### ④ 시스템특징

여름에는 수심 5m에서 취수하고, 겨울에는 15m에서 취수하며, 5m 정도에서 방류한다. 취수와 방수의 온도차는 2°C이다. 해수 취수관은 염분 부식대책으로서 목재(2,200mm, 150m)를 사용한다. Base load를 히트펌프로 담당하고 동절기

의 peak load에는 전기보일러와 오일보일러로 보완한다. 운전원 2명이 상주하는 24시간 감시체제를 취하고 있다. 제1, 제2플랜트에 운전원을 두고 제3플랜트를 원격제어하고 있다.

### (나) 노르웨이 오레슨시

#### ① 도입개요

오레슨시는 수도 오슬로시의 북서 약 400km에 위치하고 있으며, 북해에 면한 작은 도시이다. 북위 63도의 고위도이지만 난류의 영향으로 해수온도가 비교적 높아(난방기간 중에 5°C 이상) 해수를 이용한 지역난방을 하고 있다. 플랜트는 해안에 설치되어 있으며 열원이 되는 해수의 취수, 배수에 적당한 위치에 있다.

#### ② 시스템 이용형태

히트펌프 출력 합계는 6MW이며, 공급 열매는 온수 형태로 공급온도는 60 - 90°C이다.

#### ③ 공급지역

공급대상지역은 면적 약 15km<sup>2</sup>이고, 열공급 배관 총연장 약 3km, 연간 수요량 300GWh로 되어 있다.

#### ④ 시스템특징

- 히트펌프의 증발기에 직접 해수를 끌어 들여 열원으로 사용한다. 증발기는 Shell & Tube형이고, 하나의 Shell에 Tube관(18mm)이 300가닥 들어가 있다.

- 현재는 히트펌프만 운전하고 있으나, 장래에는 수요 증가에 대응하여 전기보일러 및 오일보일러를 증설하여 Back up을 포함하여 약 12MW의 출력으로 할 예정이다.

- 히트펌프 공급온수온도는 외기온도에 의해 변하며, 외기온도 0°C 이상일 때는 60°C, 외기온도가 -12°C일 때는 90°C로 하며 그 사이에는 외기온도에 비례하여 변하게 하였다.

- 해수의 취수는 연안 벽에서 130m 떨어진 바다까지 플라스틱계의 배관(500mm)을 설치해 놓았으며, 취수 수심은 해면 밑 40m이다.

### (다) 핀란드 헬싱키

#### ① 도입개요

헬싱키시 에너지 공사(HEB)는 인구 48만명의 헬싱키시를 대상으로 전기 및 지역난방을 공급하는 지역 독점적 헬싱키 시영 회사이다. HEB는 헬싱키 시내에 도시 근접형의 열병합발전소

(CHP) 및 열공급 플랜트, 그리고 운반가능형 열공급 플랜트를 소유하고 시내에 열을 공급하고 있다.

② 시스템 이용형태

공급 열매는 온수 형태로 공급온도는 70 - 120°C이다.

③ 공급지역

헬싱키시(인구 약 48만명)(시 전체 열량의 90%가 지역난방)

④ 시스템 구성

HEB 소유의 플랜트는 폴란드, 러시아에서 수입한 석탄을 주연료로하고 있으며, 각 플랜트는 배관 네트워크로 접속되어 있다. HEB 네트워크에는 열병합 발전소 3개소 및 열공급 플랜트 6개소 및 축열설비가 연계되어, 지역난방 중앙제어소의 지시에 따라 가장 효율적인 운전이 되도록 각 플랜트의 운전 밸런스가 제어되고 있다.

⑤ 시스템 특징

기저는 열병합발전소에서 담당하고 피크부하는 열공급 플랜트에서 분담하고 있으나, 열병합발전소에서 (1)보일러의 증기를 직접 열원으로 지역난방에 사용하는 패턴, (2)터빈의 배기를 열원으로 하는 패턴, (3)해수 냉각으로 배열을 이용하지 않는 패턴(발전효율을 최대한 높인다) 등 3가지 패턴을 연속적으로 교대시켜 발전소 출력의 열전비를 바꾸는 운영을 하고 있다. 또한 직접 보일러에서 증기를 감압하여 공급하는 라인도 있다.

지역난방 공급배관은 고온수에 의한 2관식(왕복)으로 끝에는 열교환방식으로 접속되어 있어 일반가정에서는 받은 열을 난방, 급탕에 사용한다. 단 여름철에는 급탕만(난방은 온수순환방식)한다. 공급온도는 계절에 따라 변하며, 배관의 연손실을 줄이고 있다.

3. 국내 사례

3.1 부산지역

한국해양대학교는 신축하고 있는 국제교류협력회관 건물을 해수온도차를 이용하여 냉난방시스템을 설치하고 있다. 이는 약 100RT의 냉난방 규모로, 냉방의 경우 30°C에서 7°C까지 냉각하는

경우 해수온도를 15°C로 기준으로 했을 때 약 65%의 에너지 절감효과가 기대되고, 난방의 경우 0°C에서 23°C까지 가열하는 경우 해수온도 13°C를 기준으로 약 57%의 에너지 절감효과가 있는 것으로 분석되었다. 경제성분석결과 초기자본의 회수기간은 약 4.8년이다.



Fig.14 Photo of building for air-conditioning system by ocean thermal energy

3.2 제주지역

제주특별자치도 서귀포시에 대지면적 30,274m<sup>2</sup>, 지하 1층, 지상2층 철근콘크리트 건물에 79kW급 해수온도차이용 냉난방시스템을 설치하고 있다.

4. 결론

해수온도차이용 냉난방시스템에 관하여 국외 및 국내의 예를 들어 설명하였다. 특히 부산지역에 설치되고 있는 해수온도차냉난방시스템의 수온, 수심 및 기후 등 설치조건과 적용되는 시스템에 대하여 소개한다.

참고 문헌

1. 지식경제부 기후변화에너지정책관실, 2008, 에너지·자원 R&D 주요 통계.
2. NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構), 1998, 未利用エネルギー活用ガイドブック.
3. 社団法人 日本地域冷暖房協会, 1997, 地域冷暖房技術ハンドブック.
4. 한국에너지기술연구원, 2005, 미활용에너지 네트워크 실증사업 최적화 연구, 최종보고서(이

산화탄소 저감 및 처리 기술개발 사업, 과학 기술부).

5. 박준택, 2006, 해외 미활용에너지 이용사례, 도서출판 성화.
6. 에너지관리공단 해양기술연구회, 2007, 신·재생에너지 RD&D 전략 2030 - 해양.
7. 獨立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2008, 海洋エネルギー利用技術に関する現象と課題に関する調査(平成19年度成果).
8. 關電エネルギー開発株式会社, 2009, 河川水の溫度差エネルギー活用による地域熱供給システムと小水力發電の取り組みについて, 内部資料.
9. 關電エネルギー開発株式会社, 2005, 未利用エネルギー(河川水)を活用した地域熱供給の概要(中之島三丁目地區地域熱供給), 内部資料.
10. 株式会社オーム社, 2006, 地球温暖化対策の切り札-ヒートポンプを海部する, 新電氣, 第60卷7号.
11. 東京都市サービス株式会社, 2009, 未利用エネルギー活用地域熱供給システム-箱崎地區(パンフレット).
12. 關西エネルギー開発株式会社, 2009, 中之島三丁目地區熱供給施設のご案内(パンフレット).
13. 關西エネルギー開発株式会社, 2009, 未利用エネルギー-河川水の溫度差エネルギー活用による地域熱供給システム(パンフレット).