



산업용 축냉시스템의 전력부하평준화 효과분석 기술

양 승 권

한전 전력연구원 배전기술센터 선임연구원

축열시스템(Thermal Storage System)이란 열에너지의 공급과 수요 사이에 있을 수 있는 시간적, 공간적 그리고 양적, 질적 부하 격차를 해소함으로써 에너지 이용효율을 향상시키는 시스템이다. 특히 축냉시스템은 심야전력을 이용해서 생산된 냉열을 저장하였다가 주간 건물 냉방부하에 이용하는 시스템으로 계절간, 일간 전력부하 격차를 해소하는 중요한 매개체로 활용된다. 하지만 국내 축냉식 심야전력기는 건물 냉방용으로만 적용대상이 한정되어 있어 보급에 한계가 있으며, 활용기간이 짧아 국가적으로도 자원 낭비적인 요소가 있다. 따라서 하절기 주간 전력부하의 평준화 효과를 확대하기 위해서는 활용기간이 길며, 적용범위가 광범위한 산업(상업 및 농수축산업 포함)용 냉장·냉동 시스템에 축냉시스템 적용을 확대할 필요가 제기되고 있다. 이에 국내 산업용 축냉시스템 적용의 타당성 및 전력부하 평준화효과 분석기술 개발현황 및 방향을 소개하고자 한다.

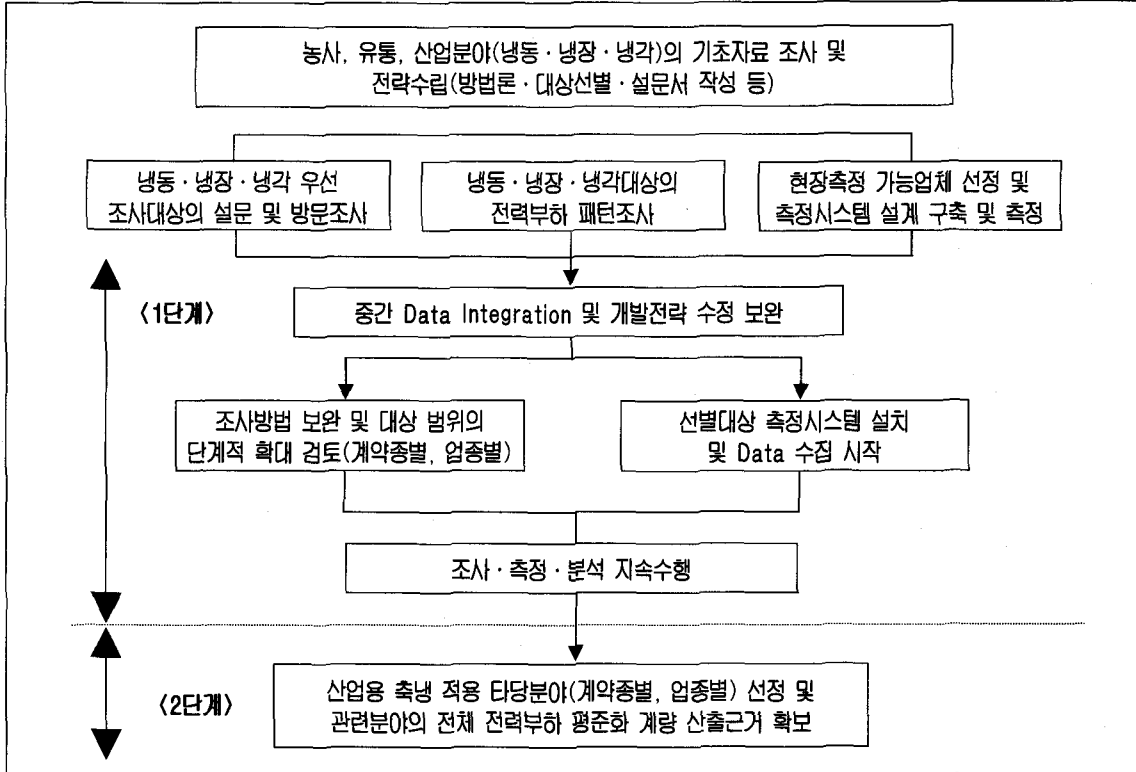
1. 산업용 축냉시스템 개발 필요성

전술한 것처럼 축냉시스템은 시간적 부하격차 해소의 목적을 갖는 에너지 이용효율 향상 시스템이다. 흔히 축냉시스템이라고 하면 요금이 저렴한 심야시간의 전력을 이용하여 냉열을 생산, 저장하였다가 기타 시간대에 저장된 냉열을 활용하는 시스템을 의미한다. 연간 전력부하 패턴을 살펴보면, 계절적으로는 에어컨 등 냉방기기의 사용이 급증하는 여름철에 피크부하를 이루고 있으며 시간적으로는 야간보다는 주간에 전력사용량이 커서 주·야간 큰 부하 격차를 보이고 있다. 이런 주·야간 또는 계절간의 수요격차 확대는 전력생산비용을 상승시키는 주요한 원인이 되고 있으며, 국가적인 면에서나 전력회사의 입장에서 또한 수요자의 입장에서 모두 바람직하지 않은 현상이다. 이 때문에 전력회사는 이러한 수요 격차를 줄이기 위해 부하평준화를 목표로 한 여러 가지 대책을 실시하고 있으며, 그 구체적인 예가 심야전력 요금제도와

축냉시스템에 대한 각종 지원제도이다. 하지만 현재의 축냉시스템은 주로 건물냉방에 많이 적용되고 있어서 그 보급에 한계를 갖고 있으므로 확대 적용의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 외국의 사례를 살펴보면 유럽이나 일본의 경우 산업용 냉동, 냉장분야에서의 축냉보급이 활발히 이루어지고 있는 추세다. 특히 일본의 경우 다양한 산업용 축냉시스템 개발 기술을 갖고 있으며 이에 대한 적극적인 지원제도 채택 등을 통해 부하평준화를 도모하고 있다. 유럽의 경우도 농수축산물의 가공, 유통 및 보존 등에 다양한 축냉시스템을 개발 적용하고 있는 추세다.

2. 산업용 축냉시스템 적용 타당성조사, 분석전략 수립

그림 1과 같이 국내 산업용 축냉시스템 적용의 타당성 분석을 위한 개발기초 전략을 수립하였고, 이 전략을 바탕으로 우선 국내 산업체 전반에 걸쳐 냉동, 냉장, 냉각



〈그림 1〉 산업용 축냉시스템 적용분석 전략도

등이 이루어지는 현황을 조사 분석하였다. 방대한 규모의 산업체 전반(농수축 및 유통 포함)을 제한된 시간에 모두 조사하기는 불가능하므로 외국사례 등을 참조하여 표 1과 같은 기준을 정립, 우선조사대상을 선별하였다. 상기 기준을 토대로 관련 전문가(냉동, 냉장, 축냉 등)의 의견을 참조하여 다음과 같이 우선 조사대상을 압축,

선정하였다.

- 냉장, 냉동창고 및 농사용 저온창고(냉동, 냉장부하율 약 80% 내외)
- 음식료 제조업체 및 대형유통업체(냉동, 냉장, 냉장 부하율 약 30% 내외)

〈표 1〉 우선조사대상 선정 기준표

선정 기준요소	세 부 내 용
1. 기술적 타당성	-축냉 적용이 가능한 부하패턴(주야간 냉동부하격차, 하계 피크시간대의 냉동기 운전정도 및 심야축냉이 가능한 냉동기 여유 정도 등) -축열조 설치가 가능한 부하공간(현재 운전중인 상태)
2. 냉동기 부하율	1일 소요전력량 가운데 냉동기 사용 전력이 차지하는 비율
3. 전력소비량 및 보급량	냉동기운전 전력량 규모 및 해당업종 전체 규모

3. 조사사례 소개

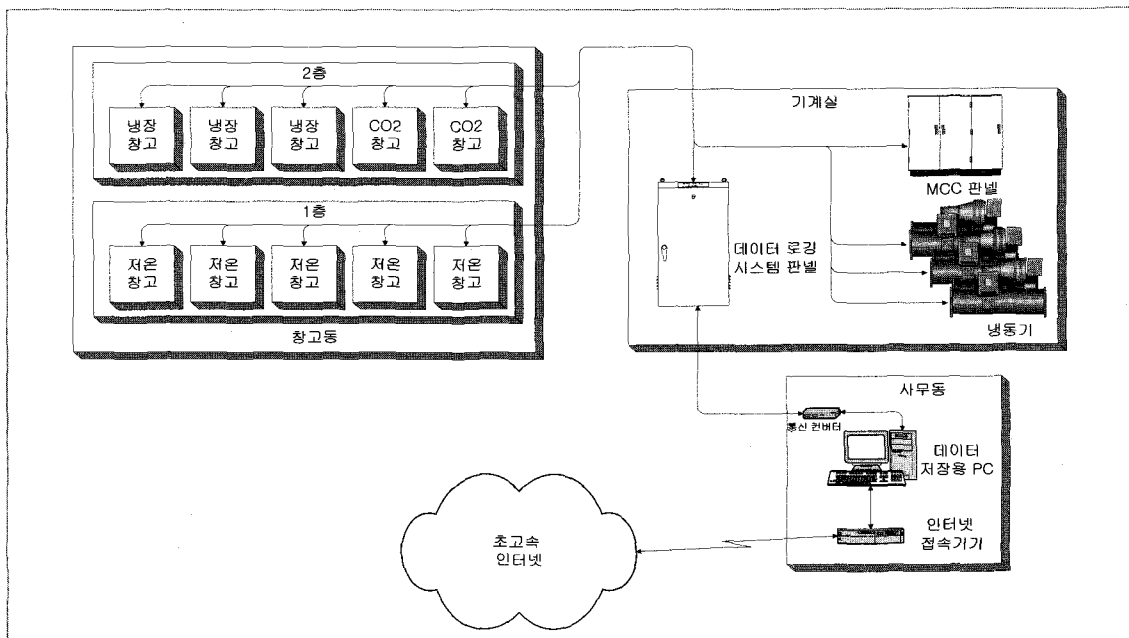
상기 조사대상 가운데 하나인 전국의 주요 대형 냉동, 냉장창고(축육, 어육, 일부 농산물, 가공품 등)의 조사사례를 소개하면 다음과 같다. 먼저 조사방법은 설문조사 및 현지답사로 구성하였으며, 설문조사의 경우 질문사항을 정리한 설문서를 작성하여 전국의 주요 대형 냉동, 냉장 창고업체에 발송 조사하는 방식을 취했다. 특히 관련

협회(사단법인 대한냉동협회, 냉동물가공수산업협동조합, 창고업협동조합, 농림부, 농수산물유통공사(전국 농산물 산지유통시설 운영현황(2001. 10))에 통계조사 의뢰를 하였고 일부업체의 경우 현지방문을 통한 현장조사를 수행하였다. 설문서는 주로 냉동, 냉장창고의 전반적인 운전현황 및 냉동기 특성, 전력사용에 관한 내용 및 건의사항에 이르기까지 가능한 본 과제연구에 필요한 제반 모든 항목을 포괄하기 위해 몇 차례의 반복 검토, 협의를 거쳐 완성하였다. 특히 현장실무자들의 바쁜 형편과 설문서 답변 작성여유 시간부족을 감안, 가능한 답하기 쉬운 질문으로 구성하였고, 설문서 회수율을 높이기 위해 다각적인 노력을 기울였다.

4. 측정시스템 구축

먼저 전반적인 냉동, 냉장관련 적용 타당성을 조사하면서 측정대상을 선정하기까지 상당한 시간이 소요되었다.

업종별 냉동, 냉장패턴 분석 및 조사의 결과에 따라 가장 적용 타당성이 높은 분야를 선정하고 관련 측정설계, 공사 후 측정해야하는 관계로 측정작업이 이루어지기까지 상당시간이 소요될 수밖에 없었다. 먼저 대상업종의 냉동 운전관련 측정계획에 따라 측정적용 가능성이 높은 곳인 농사용 저온창고, 음료제조업체 등을 대상으로 측정을 위한 현장조사를 하였고, 가능한 업체의 위치나 운영주체 등이 다양하게 선정될 수 있도록 노력하였다. 하지만 제조업체의 경우 생산라인의 안전문제 등 어려움이 있어서 제외하였고, 여러 후보장소를 물색하는 가운데 냉동과 냉장(저온저장) 겸용 대형창고 1곳, 농사용 저온창고 2곳은 최종 측정장소로 확정하였다. 측정시스템은 그림 2와 같이 구축되며 원거리 측정대상의 냉동기 운전관련 주요 파라미터 값들을 데이터 취득장치로 수집하여 실시간으로 연구원 전산기에 제공하는 구조로 되어 있다. 냉동, 냉장창고 내부의 온도, Door의 개폐, 냉동기 운전출력 및 외기온도 등이 그 주요 측정대상이다.



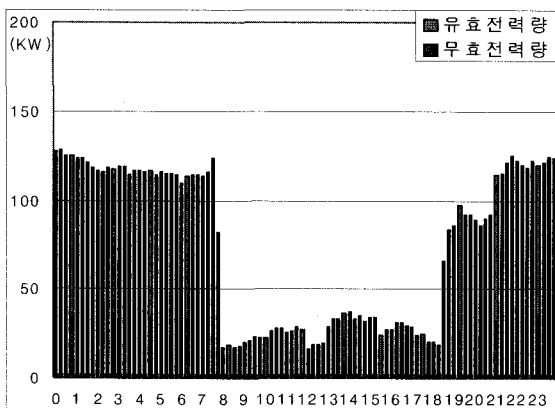
〈그림 2〉 측정시스템

5. 일간 전력부하 패턴 및 부하평준화 효과 분석

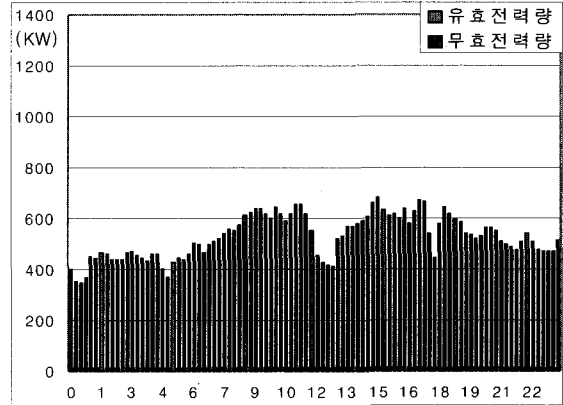
일부 냉동창고, 농사용 저온창고 및 음료 제조업체의 여름철 일간 전력부하 패턴을 보면 그림 3, 4, 5와 같다. 그림에서 보면 냉동창고의 경우 야간에 최대한 냉동기 운전을 통해 냉동상태를 유지하고 요금이 비싼 주간에는 냉동기 운전을 줄이고 있고, 저온창고의 경우 주야간 계속해서 냉동기가 운전되고 있으며, 음료 제조업체의 경우 주간운전 비중이 야간보다 다소 높다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 산업용 전반에 걸쳐 냉동기운전패턴 및 용량, 운전패턴 등을 종합한 데이터베이스를 구축하고, 측정시스템에서 얻어진 냉동기관련 데이터를 분석하면 바람직한 축냉시스템 제안 및 관련 부하평준화 효과 분석이 가능할 것으로 판단된다.

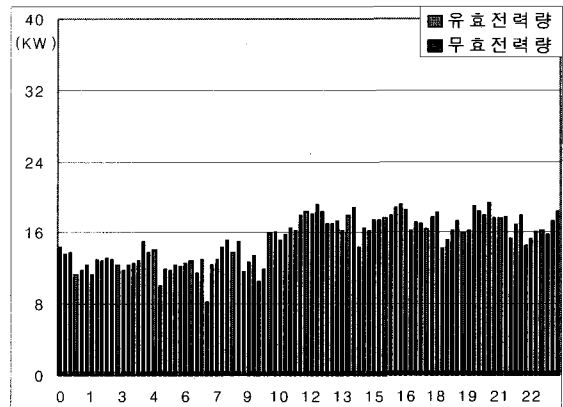
특히 산업체 전반의 냉동기 보유업체들의 냉동기운전패턴, 용량 및 시간별, 계절별 운전 특성이 매우 다양하므로 모두 상세히 파악할 수는 없지만 업종별 분석데이터가 충분히 확보되면 산업용 축냉도입으로 인한 여름철 주야간의 부하격차 해소에 관한 개략적 평가가 가능할 것으로 판단된다.



〈그림 3〉 하계 냉동창고의 일 전력부하



〈그림 4〉 하계 음료제조업체의 일 전력부하



〈그림 5〉 하계 농사용 저온창고의 일 전력부하

6. 맺음말

지금까지 산업용 축냉시스템의 개발 필요성, 개발전략 수립 및 개발 내용에 대해 개략적으로 살펴보았다. 에너지 절대 수입의존 국가인 우리나라의 입장을 고려해 볼 때, 증가하는 전력수요를 공급적 측면에서 감당해 나가는 데는 그 한계가 있으며, 수요 측면에서의 관리가 보다 중요하다고 판단된다. 따라서 일부 선진국들처럼 산업용 축냉보급의 타당성 확인과 함께 산업체에서의 활발한 축냉시스템 보급이 이루어진다면 관련산업의 발전과 전력부하 평준화에 많은 기여를 할 것으로 판단된다. ❏