

## 설비공학 분야의 최근 연구 동향 : 2008년 학회지 논문에 대한 종합적 고찰

한 화택<sup>†</sup>, 최창호<sup>\*</sup>, 이대영<sup>\*\*</sup>, 김서영<sup>\*\*</sup>, 권용일<sup>\*\*\*</sup>, 최종민<sup>\*\*\*\*</sup>  
국민대학교 기계자동차공학부, <sup>\*</sup>광운대학교 건축공학과, <sup>\*\*</sup>한국과학기술연구원, <sup>\*\*\*</sup>신흥대학 건축설비과,  
<sup>\*\*\*\*</sup>국립한밭대학교 기계공학과

### Recent Progress in Air-Conditioning and Refrigeration Research : A Review of Papers Published in the Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering in 2008

Hwataik Han<sup>†</sup>, Chang-Ho Choi<sup>\*</sup>, Dae-Young Lee<sup>\*\*</sup>, Seo Young Kim<sup>\*\*</sup>,  
Yong-Il Kwon<sup>\*\*\*</sup>, Jong Min Choi<sup>\*\*\*\*</sup>

*School of Mechanical System Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea*

*<sup>\*</sup>Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea*

*<sup>\*\*</sup>Korea Institute of Science and Technology, Seoul 136-791, Korea*

*<sup>\*\*\*</sup>Department of Building Mechanical Engineering, Shinheung College, Euijungbu 480-701, Korea*

*<sup>\*\*\*\*</sup>Department of Mechanical Engineering, Hanbat National University, Daejeon 305-719, Korea*

**ABSTRACT:** This article reviews the papers published in the Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering during 2008. It is intended to understand the status of current research in the areas of heating, cooling, ventilation, sanitation, and indoor environments of buildings and plant facilities. Conclusions are as follows.

(1) Research trends in thermal and fluid engineering have been surveyed in the categories of general fluid flow, fluid machinery and piping, new and renewable energy, and fire. Well-developed CFD technologies were widely applied in developing facilities and their systems. New research topics include fire, fuel cell, and solar energy. Research was mainly focused on flow distribution and optimization in the fields of fluid machinery and piping. Topics related to the development of fans and compressors had been popular, but were no longer investigated widely. Research papers on micro heat exchangers using nanofluids and micro pumps were also not presented during this period. There were some studies on thermal reliability and performance in the fields of new and renewable energy. Numerical simulations of smoke ventilation and the spread of fire were the main topics in the field of fire.

(2) Research works on heat transfer presented in 2008 have been reviewed in the categories of heat transfer characteristics, industrial heat exchangers, and ground heat exchangers. Research on heat transfer characteristics included thermal transport in cryogenic vessels, dish solar collectors, radiative thermal reflectors, variable conductance heat pipes, and flow condensation and evaporation of refrigerants.

In the area of industrial heat exchangers, examined are research on micro-channel plate heat exchangers, liquid cooled cold plates, fin-tube heat exchangers, and frost behavior of heat exchanger fins. Measurements on ground thermal conductivity and on the thermal diffusion characteristics of ground heat exchangers were reported.

(3) In the field of refrigeration, many studies were presented on simultaneous heating and cooling heat pump systems. Switching between various operation modes and optimizing the refrigerant charge were considered in this research. Studies of heat pump systems using unutilized energy sources such as sewage water and river water were reported. Evaporative cooling was studied both theoretically and experimentally as a potential alternative to the conventional methods.

(4) Research papers on building facilities have been reviewed and divided into studies on heat and cold sources, air conditioning and air cleaning, ventilation, automatic control of heat sources with piping systems, and sound reduction in hydraulic turbine dynamo rooms. In particular, considered were efficient and effective uses of energy resulting in reduced environmental pollution and operating costs.

(5) In the field of building environments, many studies focused on health and comfort. Ventilation system performance was considered to be important in improving indoor air conditions. Due to high oil prices, various tests were planned to examine building energy consumption and to cut life cycle costs.

**Key words:** Air conditioning(공기조화), Refrigeration(냉동), Fluid flow(유체유동), Heat transfer(열전달), Building facility(건축설비), Built environment(건축환경), Fluid machinery(유체기계), Piping(배관), Heat exchanger(열교환기), Heat pipe(히트파이프), Phase change(상변화), Alternative refrigerants(대체냉매), Heating(난방), Ventilation(환기), Indoor air quality(실내공기질), Thermal comfort(온열쾌적성), Load analysis(부하계산)

## 1. 서 론

본 논문은 2008년도 1년간 설비공학 논문집에 발표된 논문을 분석하여 설비공학 분야의 최근 연구 동향을 파악하기 위한 것이다. 주제에 따라 열유동분야, 열전달분야, 냉동분야, 건축설비분야, 그리고 건축환경분야 등 5개 분야로 분류하고, 각 분야를 다시 세분류로 나누어 분석하였다. 논문집에 게재된 108편의 논문에 대한 평가와 리뷰를 통하여 설비분야의 전반적인 연구 동향을 파악하고 앞으로의 연구 방향을 설정하는데 유익한 정보가 될 수 있을 것으로 기대한다.

## 2. 열유동

### 2.1 개관

열유동 분야에서는 실험보다는 주로 수치해석적

기법을 활용한 연구가 대부분 수행되었다. 연구분야는 크게 열유동 일반, 유체기계/배관, 신재생 에너지, 화재분야로 분류할 수 있다. 열유동 일반 분야에서는 다양한 연구가 수행되어 구체적 기술군을 분류하기가 어려웠다. 유체기계/배관분야에서는 보일러 관군에서의 유량 분배와 후드설계, 클린룸 기류 해석 등 유동 분배와 최적화에 관한 연구가 진행되었다. 신재생에너지 분야에서는 연료전지의 열신뢰성과 태양열 시스템의 성능향상에 관한 연구가 수행되었다. 화재분야에서는 방재 및 화재 시뮬레이션에 관한 연구가 수행되었다. 전반적으로 열유동에 대한 기초 연구보다는 실제 제품 및 관련 분야 적용을 위한 응용 연구가 주를 이루었다.

### 2.2 열유동 일반

열유동 분야에서는 다양한 연구가 개별적으로 진행되었으며, 주로 연구된 핵심 분야를 분류할 수 없었다. 예년에 다수의 연구가 진행되었던 마이크로 및 나노 유체에 대한 연구는 전무하였다.

Yun<sup>(92)</sup>은 차세대 친환경 자연냉매인 CO<sub>2</sub>와 오일

† Corresponding author

Tel.: +82-2-910-4687; fax: +82-2-910-4839

E-mail address: hhan@kookmin.ac.kr

(PEC9) 혼합물에 대하여 상태방정식과  $T-\mu-P$  방정식을 적용하여 이론적 방법에 의한  $CO_2$ 와 오일 혼합물에 대한 밀도와 점성계수를 계산하였다. Kim et al.<sup>(105)</sup>는 전기방사로 제조된 정전필터의 전하충전량이 여과재의 포집효율에 미치는 영향과 코로나 강제 대전을 하였을 경우 정전 필터의 성능 변화에 대한 고찰을 통하여 전기방사로 제조된 정전필터의 정량적인 포집효율 특성을 규명하였다. Kum<sup>(42)</sup>은 국내 생산 보급의 주류를 이루고 있는 기존의 통기식과 기류식 등의 단순 건조만이 가능한 건조기의 취약점을 보완하고자 혼합과 건조가 동시에 가능한 건조기를 설계 제작하고, 키토산소금을 시료로 성능 검증 실험을 수행하였다. Kwon et al.<sup>(106)</sup>은 지역냉방에 아이스슬러리를 적용하기 위한 제빙기로 얼음입자가 유입되는 상황에서 제빙기의 빙층전율을 증가시키기 위한 제빙기 개조에 관한 실험적 연구를 수행하였으며, 제빙기 출구 정체구간 제거 및 빙층전율 조절기에 메쉬를 부착하여 빙층전율 증가를 달성하였다.

### 2.3 유체기계/배관

유체기계/배관 분야에서는 보일러 최종관내의 유동과 유량 분배 등에 관한 연구와 실제품과 관련된 노즐과 후드 등에 대한 연구가 수행되었다. 예년에 주로 연구되었던 대표적 유체기계인 압축기와 팬에 대한 연구 결과는 발표되지 않았다.

Park and Kim<sup>(54)</sup>은 화력 발전소 보일러의 최종 과열기 튜브 시스템에서 가스온도 편차에 의한 열부하 불평형으로 발생하는 튜브 과열을 방지하고자 1차원 유동망 모델(One dimensional flow network model)을 구축하고 보일러의 최종 과열기 관군에서의 증기 유량 분배에 관한 연구를 수행하였다. 모델링 결과로부터 현재 시스템에서의 튜브 열수를 감소시킨 관군과 중간 헤더를 설치하는 방법에 의해 각 튜브열에서의 증기 유량편차를 상당히 줄일 수 있다는 결론을 도출하였다. Park and Seo<sup>(60)</sup>는 집선 연소식 보일러의 최종과열기의 열부하 모델에 대한 일차원 열전달 해석을 수행하여 최종 과열기 관군에서의 튜브 금속온도와 증기 유량을 계산하였다. 모델링 결과로부터 최종 과열기 튜브의 금속온도 불균일 분포는 과열기 전단에서의 불균일한 열유속 분포에 가장 크게 영향을 받는다는 결과를 얻었다. Park and

Kim<sup>(73)</sup>은 화력 발전소 보일러 화로 내의 Windbox 댐퍼 시스템에 대한 전산유체 해석과 일차원 유동망 해석을 수행하여 각종 공기 노즐의 댐퍼 개도에 따른 공기 유량과 Windbox 내 각종 공기 노즐의 개도에 따른 공기 유량 분포를 예측하였다. 해석 결과로부터 보조공기와 SOFA 댐퍼의 개도에 따른 유동장의 상태 변화가 가장 크다는 결과를 얻었다.

Han and Yom<sup>(16)</sup>은 하나의 개구부가 존재하는 밀폐된 실내공간에서 외부 압력의 주기적인 변동에 의하여 발생하는 공기의 유출입과 실내의 압력변동에 대한 지배방정식과 환기현상을 지배하는 무차원 변수를 유도하고, 무차원 지배변수에 따라 섭동에 의한 자연환기 현상을 동기화영역, 틈새저항영역, 천이영역의 3개 영역으로 구분하였으며, 무차원 변수에 따라 각 영역에서의 실내의 압력 변동과 평균 유효환기량 특성을 분석하였다. Kim and Oh<sup>(30)</sup>는 국소배기장치를 구성하는 요소 중의 하나인 후드에서 오염원 및 분진 등의 포착속도 증가를 위하여 상용코드인 COMSOL Multiphysics를 통해 수치해석을 수행하고 실험적으로 검증하였다. 수치해석적 방법으로 후드의 최적효율을 얻기 위한 가스유도장치 형상 설계에 관한 기초자료를 제공하였다. Kim and Ha<sup>(3)</sup>는 클린룸의 대형화에 따라 하부 플레넘의 내부 구조물(기둥, 덕트 및 배관, 장비 설치 높이) 유형에 따른 하부 플레넘의 정압변동을 예측하여 클린룸 내부기류를 균일하게 제어하는 방법을 제시하였다.

Youn et al.<sup>(100)</sup>은 겨울철 차량 제상 시스템 성능에 영향을 미치는 제어인자 중 제상노즐과 자동차 전면유리 각도 및 거리의 변화에 따른 제상 성능을 상용해석프로그램인 SC/Tetra를 이용하여 모델링하였다. 이를 통하여 실제차량의 전면유리에 생기는 성에에 대한 제상패턴과 자동차 실내기류 및 온도분포를 모사하였으며, 제상노즐로부터 도출되는 공기의 분사각 설계 기준을 제시하였다. Yong et al.<sup>(19)</sup>은 사이클론의 크기가 작고 입구속도가 큰 경우에 대한 사이클론의 유동특성과 미세입자들의 집진효율을 수치해석적으로 분석하였다. 입자들의 포집 메커니즘을 입자와 사이클론 벽면사이의 완전탄성충돌이라고 가정하여 수치계산을 하였으며, 미세입자들을 효과적으로 포집하기 위한 사이클론 설계 기초자료를 제공하였다. Kim et al.<sup>(65)</sup>은  $CO_2$ 를 냉매로 사용하는 열펌프의 내부열교환기에 대해 Hardy-Cross 방법을

사용하여 유량, 열교환기 길이, 운전조건 등에 따른 열전달량 및 압력강하를 예측하였으며, 실험적 방법을 통해 내부 열교환기 설계 지표를 제시하였다. Lee and Kim<sup>(45)</sup>은 초고층건축물에 사용될 수 있는 KS D 3562(압력배관용 탄소강관) Sch 40과 KS D 3576(배관용 스테인리스 강관) 20S에 대하여 ABAQUS Ver 6.5를 이용하여 분기배관에 대한 강도해석을 수행하였으며, 최대응력 작용점과 허용압력 등을 도출하였다.

## 2.4 신재생에너지/화재

수치해석적 기법을 적용한 신재생에너지에 관한 연구와 화재에 관한 논문이 다수 발표되었다.

신재생에너지와 관련해서는 연료전지와 태양열 및 가스하이드레이트에 관한 연구가 수행되었다. Choeng et al.<sup>(68)</sup>은 전류밀도가 크고 구조가 간단한 고분자연료전지의 열신뢰성 확보 및 최적화를 위하여 고분자 연료전지 냉각수의 유량 및 입구 온도에 대한 스택의 출력 평가 및 열수지 분석에 대한 실험적 연구를 수행하였으며, 냉각수 운전 특성과 냉각수에 의한 열제거량과의 상관관계를 도출하여 고분자 연료전지의 효율적 냉각을 위한 기초자료를 제시하였다. Cho et al.<sup>(25)</sup>은 DMFC의 운전점 설정을 위하여 스택의 온도와 메탄올 수용액의 농도 변화에 따른 연료전지의 출력 전압과 효율을 분석하였으며, 스택의 운전점은 필요 전력을 만족하는 최대 효율점이 되어야 하고 최대 효율점은 전류-전력 곡선상에서 최대 전력점의 좌측에 위치해야 된다는 결과를 얻었다. Nam et al.<sup>(81)</sup>은 태양열 시스템에 적용하기 위하여 성층화 촉진 및 성능 유지 가능성이 큰 나선재킷형 축열조의 최적 설계를 위한 3차원 구조의 나선 재킷 유로 및 원통형 축열조에 대한 기하학적 모델을 구성하고 전산유체해석 모델을 개발하고 실증 실험데이터를 이용하여 이를 검증하였다. Cho et al.<sup>(96)</sup>은 태양열 공기식 흡수기의 집열체로 다공성 물질이 사용된 메쉬와 허니컴을 적용하고 적층 방식에 따른 열전달 및 압력강하 특성에 대한 실험적 연구를 수행하였다. Jeon et al.<sup>(34)</sup>은 인공적으로 하이드레이트를 제조할 경우 반드시 필요한 상평형 조건에 대해서 순수물과 NaCl 3wt%를 첨가한 경우 및 메탄 가스에 에탄, 프로판, n-부탄, i-부탄 등 보조가스를 첨가할 경우와 국내로 수입

되는 국가별 천연가스로 하이드레이트를 제조할 경우의 상평형 조건을 Sloan이 제시한 CSMHYD 프로그램을 이용하여 이론적으로 고찰하였다.

화재에 관한 연구로서 Yang et al.<sup>(11)</sup>은 화재 시 구난역과 피난용 사갱을 주 관심 영역으로 제트 팬과 방화문을 사실적으로 모사하여 제연 거동에 대한 수치해석을 수행하였으며, 35MW의 화재 크기에서 고려된 제연 팬 운행이 적절한지 평가하고, 다양한 유동 가시화에 관한 연구를 수행하였다. 연구 결과로부터 화재 터널 쪽에서 적절한 배기로 오염물질을 외부로 방출시키고, 비화재 터널 쪽에서의 배연과 신선한 외부공기를 가압하는 방식의 제연 팬 운용이 터널 내 제연 효과가 있음을 검토하였다. Lee and Ryou<sup>(11)</sup>는 미국 NIST에서 개발된 화재전용 코드인 FDS 4.0의 LES 모델을 적용하여 상대식 지하철 역사 내 연기의 거동 특성에 대한 수치해석을 수행하였다. 상대식 지하철 역사 내 연기의 거동 특성을 파악하고, 가상 시나리오를 설정하여 배연 시스템의 성능을 파악하였다. 이를 통하여 지하철 역사 내 화재 시 온도 및 CO 농도 감소를 위한 방화계획의 수립과 방화셔터 및 배연설비 동작에 관한 설계 기초 자료를 제시하였다. Lee et al.<sup>(18)</sup>은 유체역학, 연소, 열전달의 물리적 기반 화재해석 프로그램 중의 하나인 WFDS를 이용하여 다양한 풍속조건에서 목초지 혹은 나무들과 같은 식물성 연료와 그동안 고려되지 않았던 지면의 경사도를 고려한 화재시뮬레이션을 수행하고, 상향 기울기 경사보다 하향 기울기를 갖는 경사면에서 화재가 더디게 진행된다는 결과를 얻었다.

## 3. 열전달 및 열교환기

### 3.1 개관

2008년도 게재된 열전달 분야의 논문을 바탕으로 열전달 일반, 산업용 열교환기, 지중열교환기 분야로 논문을 세분류하여 연구동향을 분석하였다. 열전달 일반분야에서는 극저온용기의 열부하특성, 태양열 집열기 및 복사열 반사판 해석, 히트파이프 성능, 냉매의 응축 및 증발 열전달 특성에 관한 연구가 수행되었다. 산업용 열교환기 분야에서는 마이크로 관형 열교환기, 수냉식 냉각판, 핀-관 열교환기의 성능 및 핀 착상거동에 관한 연구가

활발하게 수행되었다. 최근 관심이 높아지고 있는 지중 열교환기 분야에서는 지중열전도도 측정 및 지중 열교환기의 열확산 특성에 관한 연구가 수행되었다.

### 3.2 열전달 일반

복사 차폐막이 설치된 적외선 검출기용 극저온 용기의 열부하 특성에 관한 실험적 연구가 Kim et al.<sup>(2)</sup>에 의해 수행되었다. 실험결과 복사 차폐막을 설치할 경우 설치하지 않은 경우에 비해 약 12.5%의 열유입을 감소시킴을 보였다.

집시형 태양열 집열기의 열손실 해석이 Seo et al.<sup>(5)</sup>에 의해 수치해석적으로 수행되었다. 반사경 배치와 흡수기 형상에 따라 흡수기 표면 반사에 의한 손실을 계산하였으며 흡수기 내부 표면적 및 온도 증가에 따라 흡수기 내부 표면방사에 의한 손실이 증가함을 밝혔다.

Jeon et al.<sup>(10)</sup>은 물-공기 직접접촉 열교환기 방식의 정밀 온도-습도 제어기에 메쉬를 삽입했을 경우의 열전달 특성에 대해서 연구하였다. 메쉬를 삽입했을 경우 메쉬를 삽입하지 않은 경우와 비교하여 열전달 성능이 향상됨을 보였으며 메쉬의 다공도가 72%부근에서 최적 열전달 성능이 존재함을 보고하였다.

관내 냉매의 응축, 증발, 비등 열전달 특성에 대한 연구로는, Park et al.<sup>(12)</sup>가 R123과 R245fa 냉매를 작동유체로 사용하여 질량 유량과 건도 변화에 따른 흐름 응축 열전달계수와 압력강하를 측정하여 모든 질량 유속에서 R245fa의 흐름 응축 열전달계수가 R123보다 7.9% 높음을 보였다. Lee et al.<sup>(14)</sup>는 질량유속, 열유속, 포화온도 및 오일농도를 변화시키면서 마이크로 핀관 내부에서 CO<sub>2</sub>의 증발열전달 특성을 조사하여 마이크로 핀관에서 CO<sub>2</sub>의 열전달계수가 평활관에 비교하여 약 1.5~2.3배 큼을 보고하였다. 또한 Lee et al.<sup>(46)</sup>은 PAG 오일농도에 따른 CO<sub>2</sub>의 증발 열전달변화를 연구하였으며, 오일농도가 증가할수록 CO<sub>2</sub> 증발 열전달계수는 감소하고, 열유속, 포화온도 및 질량유속 변화에 따른 열전달계수 감소는 오일농도 5wt%에서 최대 약 30%이내임을 보였다. Park and Jung<sup>(72)</sup>는 증기압이 상이한 CFC, HCFC 및 HFC계열의 대표적인 냉매 5개를 이용해 풀비등 열전달실험을 수행하여 순수 냉매의 열전달계수는

열유속과 증기압이 증가할수록 증가하는 경향을 보이며 Zuber의 상관식은 냉매의 임계열유속을 21% 이내의 오차 안에서 비교적 정확하게 예측함을 보고하였다.

미세유로에서 물과 냉매 113의 단상유동 및 열전달 특성에 대한 연구가 Kim and Kim<sup>(101)</sup>에 의해 수행되었다. 난류유동의 경우 미세유로내의 마찰계수는 종래 이론적 예측치보다 크며 레이놀즈수의 증가에 따라 급격히 증가함을 보였다.

Jung et al.<sup>(71)</sup>은 복사열 반사판의 설계를 위한 광학적 해석과 복사열의 적외선을 가시광선으로 상사하여 광원과 조도계를 이용한 실험기법을 제시하였다.

Park et al.<sup>(86)</sup>은 작동유체로 증류수를 사용하고 불응축 가스로 질소를 이용하여 동으로된 스크린 메쉬형 VCHP(variable conductance heat pipe)를 제작하여 불응축가스 충전량과 가열량의 변화에 따른 열전달 성능을 측정하였다. 불응축 가스량이 증가할수록 초기 작동온도가 상승하고 VCHP의 벽면온도가 상승함을 보였으며 실험결과를 바탕으로 열전달량과 작동온도의 상관식을 도출하였다.

### 3.3 산업용 열교환기

Kim et al.<sup>(23)</sup>은 경사지게 설치된 평행류형 알루미늄 루버핀 열교환기의 열전달 및 압력손실에 미치는 영향을 실험적으로 고찰하였다. 경사각이 열전달계수에 미치는 영향은 무시할 만 하였으며 압력손실은 경사각이 증가하면 경사각 60°에서 핀 피치 2.0mm일 때 최대 72%까지 증가하였다.

Lee et al.<sup>(24)</sup>는 로봇냉각을 위해 비금속재질 PC(polycarbonate)로 제작된 5종류의 수냉식 냉각판을 제작하여 단위질량당 총괄 열전달계수를 산출하여 열전달성능을 비교 분석하였다. 알루미늄 베이스와 PC커버 재질의 수냉식 냉각판이 순수 구리재질 냉각판 보다 뛰어난 질량당 총괄 열전달계수를 보였다.

마이크로채널 관형 열교환기 연구로는 Seo et al.<sup>(27)</sup>이 양면식각 방법과 진공브레이징 방법을 이용하여 직관채널 I형상, V형상, Y형상의 마이크로채널 관형 열교환기를 제작하고 레이놀즈수 변화에 따른 열전달률 및 압력강하량 특성을 측정 비교한 연구가 있다. Y형상의 마이크로채널이 가장 우수한 열적 성능을 나타내었으며 레이놀즈수가 증가

할수록 I형상이 가장 낮은 압력강하를 나타내었다. Kim et al.<sup>(97)</sup>은 동일한 방법으로 제작된 직관 채널 마이크로 판형 열교환기를 이용하여 레이놀즈수 및 온도에 따른 열전달 및 압력강하에 관한 성능실험을 수행하여 유용도, 열전달계수 상관식, 마찰계수 상관식을 제시하였다.

Kang<sup>(57)</sup>은 핀 바다 두께가 변화하는 역사다리꼴 핀의 최적화에 대한 해석을 수행하여 핀 바다 두께가 증가할수록 최적 열손실, 핀 유용성, 핀 길이 모두 거의 선형적으로 감소함을 보였다.

Lee et al.<sup>(63)</sup>은 원통다관식 열교환기의 안전성 확보를 위하여 열교환기 주요부품인 셸, 튜브 등의 재질, 크기, 길이 및 직경 등에 대해서 응력을 연구하였다. 셸 두께의 증가에 따라 셸 응력, 튜브시트 응력 및 유효압력은 감소하지만 튜브 내 외부 열에서의 응력은 증가하였다.

Kim et al.<sup>(85)</sup>은 초저온 액화가스 기화기의 특성 실험을 통하여 열교환 성능은 계절별 조건과 기화기의 길이변화에 따라 차이가 나며, 겨울철의 경우 최대 8.4%의 오차가 발생함을 보고하였다.

Kim et al.<sup>(91)</sup>은 착상 조건 하에서 열교환기 핀의 열전도를 고려하여 1차원 핀 표면에서의 착상거동을 예측하고자 수학적 모델을 제시하였다. 핀의 열전도를 고려한 경우에 비해 핀의 표면온도가 일정하다고 가정한 경우, 서리층 두께는 약 3배, 열전달은 약 28% 과대 예측함을 보였다.

Kim et al.<sup>(107)</sup>은 열교환기 냉매유로의 생성 및 변경이 용이한 열적성능 시뮬레이션 프로그램 개발을 위하여 3차원 냉매유로와 공기유로를 1차원 배열화하는 해석방법을 소개하였다.

### 3.4 지중 열교환기

Sohn<sup>(44)</sup>은 수직형 지중열교환기 보어홀이나 수평형 지중열교환기 트렌치의 뒤채움재로 사용되는 모래-물 혼합물의 열전도도를 비정상 탐침법을 적용하여 측정하였다. 건조시료(모래-공기)와 포화시료(모래-물)의 열전도도는 모래입자와 입자 사이의 간극이 클수록 감소하였다. 모래-공기-물로 구성된 불포화 혼합물 시료의 열전도도는 입자 간극 내 수분함량이 증가할수록 증가함을 보였으며 측정된 지중 열전도도의 범위는 대략 0.3~3.0 W/mK 이었다. 또한 Sohn<sup>(77)</sup>은 동일한 비정상 탐침법을 이용하여 측정된 모래-물 혼합물의 열전

도도를 예측할 수 있는 상관식을 도출하여 제시하였다.

Jeong et al.<sup>(93)</sup>은 지중 열물성치, 지중 깊이 및 지중 열교환기의 보어홀 반경에 대해 열확산 특성을 분석하였으며, 선형열원모델을 적용한 지중 열전도도는 3.08 W/mK였다. 지표면아래 10m 이하 지점에서는 온도변화가 안정적이며 순환수의 온도가 지중 열교환기에서 반경방향으로 1.5m 떨어진 지점까지는 영향을 미치지 않음을 보였다.

## 4. 냉 동

### 4.1 개 관

냉동 및 냉방 시스템의 성능 및 신뢰성 향상과 관련한 실용적 연구가 수행되었으며, 특히 이산화탄소를 냉매로 사용한 시스템에서의 압축기, 오일 등에 대한 연구가 많이 발표되었다. 대체냉매 분야에서는 탄화수소 및 혼합냉매에 대한 연구가 진행되었으며, 이들 냉매의 증발/비등/응축 열전달 상관식이 발표되었다.

### 4.2 열펌프 시스템

Kang et al.<sup>(31)</sup>, Chung et al.<sup>(40)</sup>, Song et al.<sup>(62)</sup>, Choi et al.<sup>(90)</sup>은 난방과 냉방을 동시에 공급할 수 있는 동시냉난방 열펌프에 대한 연구를 수행하였다. Kang et al.<sup>(31)</sup>은 난방전용 운전모드에서 한대의 실내유닛이 냉방운전을 하게 되는 난방주체 운전모드로 전환될 때의 열펌프 운전특성을 연구하였으며, Chung et al.<sup>(40)</sup>은 그 반대의 경우인 냉방전용 운전모드에서 냉방주체 운전모드로 전환될 때의 특성을 연구하였고, Choi et al.<sup>(90)</sup>은 열회수 운전모드에 대하여 연구하였다. Song et al.<sup>(62)</sup>은 동시냉난방 열펌프에서 냉매 충전량이 성능에 미치는 영향을 고찰하였다.

Park et al.<sup>(36)</sup>은 하수열원을 이용한 열펌프시스템의 시뮬레이션 프로그램을 개발하였으며, Jung et al.<sup>(38)</sup>은 하천수 열원 2단압축 열펌프 시스템의 최적화를 연구하였다. Park et al.<sup>(49)</sup>은 보조열원을 이용하여 열펌프의 저온성능을 향상시키는 방안을 연구하였다.

대체냉매를 적용한 열펌프 성능에 대한 연구도 진행되었다. Cho et al.<sup>(29)</sup>은 트윈로터리 압축기를

적용한 이산화탄소 열펌프 성능을 시험하였으며, Park et al.<sup>(74)</sup>는 R170/R290 혼합냉매를 적용한 열펌프의 냉방 및 난방성능을 측정하고 R22의 성능과 비교분석하였다.

#### 4.3 압축기, 오일, 고장진단

Lee and Kim<sup>(80)</sup>은 왕복동 압축기에 보조 흡입구를 설치함으로써 압축기 효율을 향상시킬 수 있는 방안을 연구하였으며, Kwon et al.<sup>(15)</sup>은 연료 전지용 스크롤 타입 공기압축기에 대한 설계를 수행하였다. Lee and Kang<sup>(50)</sup>은 CO<sub>2</sub> 냉동시스템의 냉동기유로 사용되는 오일 중 PAG오일과 POE오일의 항습습성 실험을 수행하고 각 오일의 특성을 분석하였다.

Lee et al.<sup>(64)</sup>, Han and Chang<sup>(84)</sup>, Shin et al.<sup>(99)</sup>은 냉동시스템의 고장진단에 대한 연구를 수행하였다. Lee et al.<sup>(64)</sup>은 헬-튜브 열교환기를 적용한 수냉식 냉동기에 대한 고장검출 및 진단 알고리즘을 연구하였으며, Han and Chang<sup>(84)</sup>은 터보냉동기를 대상으로 현장 적용 및 실용화가 용이한 고장검출 및 진단 알고리즘을 제안하였고, Shin et al.<sup>(99)</sup>은 흡수식 냉수순기의 고장진단 기술을 개발하기 위한 동특성 모델을 개발하였다. 한편 Kim et al.<sup>(49)</sup>은 가정용 냉장고에서 불응축 가스량이 소비전력에 미치는 영향을 분석하였다.

#### 4.4 흡수식, 증발냉각, 보텍스 튜브

Park<sup>(83)</sup>은 직화식 흡수식 냉동기에서 용액냉각 흡수기, 냉매 드레인 열교환기 등 고효율화 요소들의 성능에 대한 영향 분석 및 최적화를 연구하였으며, Yun and Han<sup>(61)</sup>은 흡수식 냉동기를 적용한 마이크로터빈 구동 열병합시스템의 성능해석을 실시하였다.

Choi et al.<sup>(56)</sup>은 재생증발식 냉방기의 소형화를 위한 연구를 수행하여, 대향류 핀 삽입형 구조가 소형화에 가장 적합한 구조임을 보였으며, Moon and Lee<sup>(58)</sup>은 대향류 핀삽입형 재생증발식 냉방기를 제작하고 성능시험 결과를 보고하였다.

Shin et al.<sup>(98)</sup>은 LNG 재액화를 위한 Claude 사이클의 성능해석을 실시하여, Reverse Brayton 사이클의 성능과 비교 분석하였다. Son<sup>(6)</sup>은 보텍스 튜브 내 유동에 대한 수치해석을 통하여 에너

지분리 과정을 분석하였다.

### 5. 건축기계설비

#### 5.1 개 관

건축기계설비 분야는 냉난방 열원시스템, 난방설비, 건물환기 및 위생설비를 포함한 기타설비로 분류하여 고찰하였다. 냉방 및 열원장치 분야는 가정용 에어컨의 성능향상, 열펌프의 경제성분석 및 지역열원시스템의 성능향상에 관련된 연구가 수행되었고, 난방설비분야는 유량분배기의 제어성능을 향상시키기 위한 연구가 주로 수행되었다. 환기설비분야에서는 신개념의 열교환장치에 대한 열교환 성능평가에 관련된 연구가 다수 있으며 기타설비는 소음, 진동 및 필터여재 관련된 연구와 교육시설의 급수사용량 평가에 대한 연구도 수행되었다.

이상과 같이 건축기계설비 관련 연구는 시스템 해석과 시스템성능을 향상시킬 수 있는 장비성능향상에 대한 연구로 주를 이루고 있으며 앞으로 이와 관련된 분야에서의 국가경쟁력을 높이기 위해, 지속적인 연구가 수행될 것으로 기대한다.

#### 5.2 냉난방 열원시스템

국내에서 CHP시스템이 경제성을 가질 수 있는 최적투자비, 전기와 연료요금을 제시하고 CHP 보급을 확대할 수 있는 정부의 지원방안기준을 마련하기 위한 시스템 성능검토를 Yun<sup>(41)</sup>이 발표하였다. Choi et al.<sup>(9)</sup>은 건물외피 부하를 열저장-열용량법에 의한 건물의 동적열부하 계산을 수행한 후, EES사이클 해석코드를 활용한 열펌프 사이클 해석을 수행하여 열펌프 냉난방시스템을 간단히 해석할 수 있는 프로그램을 개발하여 임의 숙박시설의 에너지성능평가를 수행한 연구를 발표하였다. Lee et al.<sup>(13)</sup>은 빙축열시스템의 냉방운전에 대하여 냉동기운전을 on-off로 제어하면서 냉동기 가동시에는 전부하(full capacity)로 운전하도록 하여 부분부하운전에 의한 비효율성을 배제한 효율적 운전을 도모하고, 냉동기 가동시간을 결정함에 있어서 시스템의 운전비용을 최소화하기 위한 운전기법을 적용하여 시뮬레이션과 실험실 규모에서 적용시험한 결과로부터 운전비 절감효과를

비교분석하였다. Kim<sup>(21)</sup>은 중용량 규모 건물의 냉방 및 난방을 위하여 최근 가장 많이 사용되는 EHP와 GHP 공조방식의 경제성을 평가하는 방법을 제안하는 연구를 수행하였다. Hwang et al.<sup>(51)</sup>은 PEMFC, 열병합 시스템의 배열을 회수하여 효율적으로 온수를 공급하고 저장할 수 있는 저장조에 관한 최적 설계안의 도출방안을 실험적인 방법을 통하여 연구하였다.

Koh et al.<sup>(75)</sup>은 2층 규모의 대상건물에 대해 지열 열펌프 및 대기열원 열펌프, 복합지열 열펌프 등을 적용하여 건물에너지 분석도구를 활용하여 해당 시스템이 사용하는 에너지 및 경제성분석을 수행할 때, 미국과 한국의 에너지요금체계를 적용하여 지열원 열펌프 보급의 지원 적정성을 비교 검토하는 연구를 수행하였다. Kim<sup>(78)</sup>은 현재 가동 중인 증기터빈 열병합발전에서 생산된 열과 전기를 가치방법을 통하여 가치평가하고 원가산정 및 비용배분하는 방법을 연구를 수행하였다. Kim et al.<sup>(79)</sup>은 다양한 소형, 중형 태양열 급탕 시스템에 대해 분석하고 한국의 기상조건 및 생활패턴에 적합하면서도 표준화가 용이한 방식에 대해 제안하고 동파에 의한 시스템의 기능상실에 주안점을 두고 분석하였다.

### 5.3 자동제어

Han et al.<sup>(47)</sup>은 응축형 가스보일러의 제어 알고리즘 개발을 위한 시스템 동적모델을 개발한 후, 간단한 제어 알고리즘을 적용하여 동적모델의 제어 성능을 확인하기 위한 연구를 수행하였다. Ahn et al.<sup>(59)</sup>은 실시간 제어 알고리즘으로 구현이 용이한 준 최적제어 알고리즘을 이용하여 냉수 및 급기온도의 최적 설정치를 구하고 이를 냉방시스템에 적용하여 에너지 절감효과를 평가하기 위해, 실험연구를 수행하였다. Sung<sup>(59)</sup>은 온수분배기에 설치된 유량조절밸브로 인하여 발생하는 분배특성과 온수 순환시스템에 미치는 영향에 대하여 실험을 통하여 분석하고 설계와 시공시 고려할 사항을 제시하는 연구를 수행하였다.

### 5.4 건물환기

Chang and Hong<sup>(4)</sup>은 폐열회수형 환기장치와 관련된 국내, 외의 규격을 참고하여 폐열회수형

환기장치의 제반 성능을 평가하고, 급후의 기기 성능 향상을 도모하기 위한 기초자료로 활용하고자 연구를 수행하였다. Kim and Lee<sup>(8)</sup>는 실제 환경과 유사한 조건에서 실시한 mock-up test와 인공기후 실험실에서의 실험을 통해 실외 온·습도 조건에 따른 상시 전열교환 환기시스템의 전열효율을 측정하고, mock-up 실험을 통한 정풍량 환기시스템과의 냉·난방 에너지 절감효과를 비교·분석함으로써 에너지 절감을 위한 상시 전열교환 환기시스템의 운전 및 설계방안을 제시하기 위해 연구를 수행하였다. Kim et al.<sup>(69)</sup>은 동일한 펄프의 기체차폐도, 투습도 등이 다른 네 종류의 종이를 제조하여 전열교환기 시료를 제작하여, 종이 물성이 전열 성능에 미치는 영향을 검토하는 연구를 수행하였다. Han and Choo<sup>(76)</sup>는 한국설비기술협회의 폐열회수 환기유닛 인증제도에 제시된 외기 온습도 조건을 다양하게 변화시키면서 여러 가지 효율을 측정하여 외기 온습도 시험조건에 따른 환기유닛의 성능측정상의 오차를 비교분석하여 향후, 인증시험방법개선에 필요한 기초 데이터를 제공하기 위한 연구를 수행하였다.

### 5.5 기타설비

Soul et al.<sup>(52)</sup>은 수차 발전기에 연결된 터빈의 회전시 끊임없이 고소음을 발생시키고 있어 소음 공해에 의해 근무환경이 악화되므로 고소음을 저감할 방안을 제시하기 위한 연구를 수행하였다. Moon et al.<sup>(66)</sup>은 건축폐기물의 이물질질을 분리하는 스크린 내에서 경사판들은 이물질과 같이 혼합된 골재와 접촉하면서 진동을 발생하는 진동판이 되므로 진동을 감소시키기 위한 스크린의 경사각을 시뮬레이션을 통하여 제시하기 위한 수치적연구를 수행하였다. Kim et al.<sup>(35)</sup>은 황사 등 미세입자가 실내로 유입되는 것을 방지하기 위해, 고효율 분진포집성능을 갖추면서 통기성 숨쉬는 벽체의 일부분을 구성할 HEPA 필터형 숨쉬는 벽체를 개발하기 위한 실험적 연구를 수행한 결과를 발표하였다. Kim<sup>(102)</sup>은 초등학교, 중학교, 고등학교를 대상으로 인위수법에 의한 급수 사용량을 검토하고 이를 산정하는 기준의 정확성을 정성적으로 평가하기 위한 연구를 수행하였다. Jung<sup>(67)</sup>은 슬래브 축열의 뱅뱅형 최적제어 문제를 구배법에 의하여 정식화하고, 선행연구의 계산에제에



관하여 구배법의 알고리즘을 사용하여 수치계산에 의한 해를 구하고 최대원리에 의해 얻어진 해석해와 비교 및 분석하였다. 또한, Jung<sup>(88)</sup>은 사무소건물의 슬래브 축열 공조 시스템의 최적축열시간을 실온편차와 공조기 처리열량의 합이 최소가 되도록 구배법 알고리즘에 의해 정식화하고 해석하였으며, 평가함의 실온 편차 및 공조기 처리열량에 관한 가중함수의 비율을 조정하여 케이스스터디를 수행하였다.

## 6. 건축환경 및 에너지

### 6.1 개 관

건축환경 분야에서는 실내 공기질과 열환경 관련 연구가 주를 이루는 가운데, 건물 냉난방 시스템의 성능, 부하절감 등에 관한 연구가 이루어 졌으며, 특별히 LCC 분석 등의 경제성에 관한 연구도 활발하게 이루어졌다. 또한, 다양한 결과의 도출을 위한 해석 프로그램의 적용과 시뮬레이션 기법의 적용이 이루어졌다.

### 6.2 실내공기질

실내공기질 분야에서는 환기시스템의 성능 검증과 연계된 공기질 개선에 관한 연구가 주를 이루었고, 연구내용은 다음과 같다.

실내공조 및 환기시스템에 관한 연구가 활발히 이루어 졌으며, Lee et al.<sup>(39)</sup>은 시스템 에어컨 설치 공간의 실내공기질 특성에 관한 연구를 통하여 시스템 에어컨 설치공간의 실내공기질 영향인자의 위치 및 시간별 변화패턴에 관한 정량적 연구를 수행하였고, Hwang et al.<sup>(53)</sup>은 시뮬레이션을 통한 환기시스템 종류에 따른 오염물 제거효율을 비교하여 실내오염 저감을 위한 공동주택 환기시스템의 개선방안에 대한 방안을 제시하였으며, Chun et al.<sup>(87)</sup>은 소형 공동주택의 하이브리드 환기시스템 성능실험 연구를 통한 자연환기시스템의 성능 검증을 하였다.

Lee et al.<sup>(32)</sup>은 Bio-Attack 시나리오에 따라 청사 건물의 Bio-Attack에 따른 미생물 오염원 확산 및 제어방안에 관한 연구를 수행하여 미생물 오염원의 효과적인 제어 방법을 제시하였고, Kim et al.<sup>(104)</sup>은 실험시험(Mock up test)를 통하여 공

기중의 포름알데히드를 흡착, 분해하여 농도를 저감시킬 수 있는 기능성 석고보드의 저감성능을 평가하였다.

### 6.3 열환경

열환경 분야에서는 냉난방 시스템을 통한 재실자의 거주쾌적성과 관련된 연구가 주를 이루었다. Koh et al.<sup>(28)</sup>은 내주부에서 조명 및 재실자에 의한 실내 쾌적도와 에어컨의 설정온도 도달시간의 변화의 예측, 측정을 통하여 냉방조건에서 실내기 위치 및 환기량에 따른 열쾌적성 및 유동 특성을 제시하였으며, Lee<sup>(37, 43)</sup>는 천장복사냉방의 온열쾌적성 평가에 관한 연구에서 천장 복사 냉방 온도가 인체 온열감, 쾌적감에 미치는 영향을 인체 생리 실험을 통해 검토하였고, 인체의 온열환경 적응을 고려한 여름철의 실온 쾌적 변동 제어에 관한 연구를 통해 냉방실온을 높게 설정한 쾌적실온 제어 방법을 검토하였다. Chung et al.<sup>(89)</sup>은 바닥공조시스템에서 복사온도가 열적 쾌적성에 미치는 영향을 통하여 평균복사 온도가 열적쾌적성에 미치는 영향과 PMV를 통한 실내공간의 쾌적성을 평가하였다. Kum et al.<sup>(103)</sup>은 인공환경 실험실의 기초 수면실험에 관한 선행 연구를 바탕으로 쾌적수면을 위한 에어컨 알고리즘에 관한 실증연구를 하였다.

### 6.4 부하계산

건물 에너지 부문에서는 다양한 방법의 연구가 수행되었으며 Yoo et al.<sup>(17)</sup>은 빙축열 시스템의 효율적인 제어를 위한 냉방부하 예측에 관한 연구를 통하여 건물설계 데이터와 기상예보를 이용한 간이 냉방부하 예측 기법을 제안하였으며, 실제 측정 자료를 활용한 연구도 활발히 진행되어 Song<sup>(20)</sup>은 건물에너지 모니터링 및 시뮬레이션을 활용한 신축 건물의 에너지성능평가에서 신축 건물의 실제 모니터링 데이터를 활용하여 에너지 절약 요소의 효과를 정량적으로 평가하였고, Lee and James<sup>(26)</sup>는 인버스 모델링 기법을 활용하여 건물냉방부하에 대한 동적 인버스 모델링기법의 EnergyPlus 건물모델 적용을 통한 성능평가를 수행하였다.

### 6.5 기타 건축환경 분야 및 경제성 평가

최근 관심이 높아진 LCC 부문에서 Kim et

al.<sup>(70)</sup>은 설비의 최적 유지관리를 위한 도구를 제공하기 위하여 LCC 분석을 통한 공기조화 열원 설비의 최적 관리방안을 통한 설비의 유지관리 수준에 따른 경제수명 비교분석을 위해 다양한 변수에 대한 경제성 분석을 하였고, Kim<sup>(82)</sup>은 온기의 가치평가 및 난방비 배분방법론 제안에서 실내 쾌적 환경을 제어하는 온기를 대상으로 가치평가를 수행하여 다양한 열적지표를 제안하였다. Hyun et al.<sup>(94)</sup>은 고유가 대응을 위한 건축적 대응방안으로 주목받는 신단열재에 대한 적용과 경제성평가 연구를 수행하였다.

Kim et al.<sup>(33)</sup>은 태양열과 태양광시스템을 결합한 액체식 Glazed PVT 복합모듈의 개발과 성능 실험을 수행하였으며, Cho<sup>(95)</sup>은 서울지방의 표준 기상데이터를 이용한 기후특성도 작성하여 건축 열환경 분야의 기초자료로 활용가능한 기후특성도를 작성하였다.

## 7. 결 론

2008년 설비공학 논문집에 발표된 논문을 열유동, 열전달, 냉동, 건축설비, 건축환경 등 5개 분야로 분류하여 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 열유동 분야에서는 주로 실험보다는 수치해석적 기법을 활용한 연구가 수행되었다. 열유동 일반 분야는 다양한 분야에 대한 연구가 수행되었으며, 예년에 다수의 연구가 진행되었던 마이크로 및 나노 유체에 대한 연구 성과는 전무하였다. 유체기계/배관 분야에서는 보일러 최종관내의 유동과 유량 분배 등에 관한 연구와 실제품과 관련된 노즐과 후드 등에 대한 최적화와 관련된 연구가 수행되었다. 예년에 주로 연구되었던 대표적 유체기계인 압축기와 팬에 대한 연구 결과는 발표되지 않았다. 신재생에너지 분야에서는 연료전지의 열신뢰성과 태양열 시스템의 성능향상에 관한 연구가 주로 수행되었다. 화재분야에서는 터널과 지하철 역사에서의 방재에 관한 연구가 주로 수행되었다.

(2) 열전달 일반분야에서는 극저온용기의 열부하 특성, 태양열 집열기 및 복사열 반사판 해석, 히트파이프 성능, 냉매의 응축 및 증발 열전달 특성에 관한 연구가 수행되었다. 산업용 열교환기 분야에서는 마이크로 관형 열교환기, 수냉식 냉각판, 핀-관 열교환기의 성능 및 핀 착상거동에 관

한 연구가 활발하게 수행되었다. 최근 관심이 높아지고 있는 지중 열교환기 분야에서는 지중열전도도 측정 및 지중 열교환기의 열확산 특성에 관한 연구가 수행되었다.

(3) 냉동 및 냉방 분야에서는 동시냉난방 열펌프 시스템에 관련된 연구가 많이 수행되었으며, 하수나 하천수 등 미활용에너지를 이용하는 열펌프와 CO<sub>2</sub>, R170/290 등 대체냉매를 적용한 열펌프에 대한 연구가 발표되었다. 압축기, 오일 등 요소기술에 대한 연구결과도 발표되었으며, 냉동기 고장진단에 대한 연구가 진행되었다. 증발식 냉방기 등 대체 냉방 기술과 LNG 재액화 시스템 등에 대한 연구결과도 보고되었다.

(4) 건축기계설비 분야에 게재된 논문은 임의 대상건물을 선정하여 냉난방 열원시스템의 에너지 성능평가를 수행한 결과를 제시한 논문과 환기설비시스템을 구성하는 폐열회수기의 열교환소자의 종류별 성능 및 폐열회수의 성능평가결과를 열교환기 종류별로 구분하여 제시한 논문이 다수 있다. 온수분배기, 냉동기 및 보일러의 제어성능을 개선하는 연구논문도 다수 제출되었다. 또한 실내환경을 쾌적하게 유지해야 된다는 기계설비의 목적과 부합하는 발전소 근무시설의 소음문제 해결방안 제시, 건축폐자재 이물질 제거기의 진동 개선문제 및 교육시설의 급수량 산정법 평가를 위한 측정연구 등과 같이 다양한 분야의 논문이 수록되었다.

(5) 건축환경 분야에서는 재실자의 건강과 쾌적성과 관련된 연구가 주를 이루며, 실내공기질과 관련된 측정 및 시뮬레이션 연구와 거주자의 열적 쾌적성과 관련된 인공환경 조성과 관련된 시스템 연구가 활발히 진행되었다. 기후협약, 고유가 시대에 걸맞게 건물 에너지 절감을 위하여 시뮬레이션, 실험을 통한 다양한 연구가 진행되었고, 경제성 향상을 위한 비용 및 가치 평가에 관한 연구도 꾸준히 수행되고 있다.

## 참고문헌

1. Yang, S., Hur, N., Ryou, H. S., Kim, D. H. and Jang, Y. J., 2008, Numerical simulation of smoke ventilation in rescue route and cross passage of railroad tunnel, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engi-

- neering, Vol. 20, No. 1, pp. 1-10.
2. Kim, Y. M., Kang, B. H. and Park, S. J., 2008, An Experimental study on the thermal load of a cryochamber with radiation shields, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 11-16.
  3. Kim, Y. S. and Ha, M. Y., 2008, Improving vertical airflow uniformity considering the structures of the lower plenum in a cleanroom, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 17-25.
  4. Chang, H. J. and Hong, S. J., 2008, A study on the performance of heat recovery ventilators for apartment houses, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 26-34.
  5. Seo, J. H., Ma, D. S., Kim, Y., Kang, Y. H. and Seo, T. B., 2008, Analysis of heat loss with mirror array and receiver shapes on the dish solar collector, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 35-41.
  6. Son, C. H., 2008, Numerical investigation of the energy separation process in a Ranque-Hilsch vortex tube, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 42-48.
  7. Park, Y. C., Kim, S. H. and Kim, J. Y., 2008, Performance of a refrigerant heating type heat pump by changing of driving devices and heat exchangers, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 49-56.
  8. Kim, K. H. and Yee, J. J., 2008, A study on operating method by energy evaluation and performance evaluation of heat recovery ventilator according to outdoor conditions, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 57-64.
  9. Choi, Y. D., Han, S. H., Cho, S. H., Kim, D. S. and Um, C. J., 2008, Study on the simulation of heat pump heating and cooling systems to resident building, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 65-74.
  10. Jeon, Y. H., Kim, J. Y., Kim, N. J., Seo, T. B. and Kim, C. B., 2008, Air handling unit utilizing water/air direct contact heat exchanger with mesh, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 75-80.
  11. Lee, S. R. and Ryou, H. S., 2008, A numerical study on the smoke control in side-platform type subway station fires, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 81-86.
  12. Park, H. S., Park, K. J. and Jung, D., 2008, Flow condensation heat transfer characteristic of R245fa in a horizontal plain tube, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 87-96.
  13. Lee, K. H., Choi, B. Y. and Lee, S. R., 2008, An evaluation of chiller control strategy in ice storage system for cost-saving operation, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 97-105.
  14. Lee, S. J., Choi, J. Y., Lee, J. H. and Kwon, Y. C., 2008, Experimental study on evaporation heat transfer and oil effect in micro-fin tube using CO<sub>2</sub>, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 106-112.
  15. Kwon, T. H., Ahn, J. M., Kim, H. J. and Shim, J. H., 2008, Conceptual design of the scroll air compressor for fuel cell, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 113-120.
  16. Han, H. and Yom, C. M., 2008, Modeling of turbulent ventilation through an opening due to outdoor pressure fluctuations, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 121-127.
  17. Yoo, S. Y., Han, K. H., Lee, J. Y. and Han, S. H., 2008, A study on estimation of cooling load for effective control of ice thermal storage system, Korean Journal of Air-

- Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 128-136.
18. Lee, M., Won, C. S. and Hur, N., 2008, Numerical simulation of a forest fire spread, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 137-143.
  19. Yong, J. K., Kim, C. N. and Jo, Y. M., 2008, A numerical analysis on the flow characteristics and the collection efficiency for fine particles in a cyclone, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 144-154.
  20. Song, S., 2008, Energy performance evaluation of a new commercial building using calibrated as-built simulation with monitoring data, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 155-166.
  21. Kim, Y., 2008, The economic comparison of EHP and GHP for medium capacity air-conditioning, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 167-174.
  22. Sung, S. K., 2008, A flow quantity distribution characteristics of the hot water header for individual room control system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 175-180.
  23. Kim, D. Y., Cho, J. P., Kim, N. H., Park, N. H. and Hwang, J. H., 2008, Air-side performance of aluminum heat exchangers at different inclination angles, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 181-188.
  24. Lee, S. W., Kang, S. W., Hwang, K., Kim, S. Y. and Rhee, G. H., 2008, Performance test of liquid cooling type cold plates for robot cooling, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 189-196.
  25. Cho, C., Kim, Y. and Chang, Y. S., 2008, Performance characteristics of direct methanol fuel cell with methanol Concentration, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 197-204.
  26. Lee, K. H. and Braun, J. E., 2008, Performance evaluation of a dynamic inverse model with EnergyPlus model simulation for building cooling loads, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 205-212.
  27. Seo, J. W., Lee, K. J., Kim, Y. H. and Moon, C. E., 2008, Experiments on heat transfer characteristics and pressure drop in micro-channel plate heat exchangers with 3D shapes, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 213-220.
  28. Koh, J. Y., Kang, T. W., and Park, Y., 2008, Thermal comfort and air flow patterns for indoor unit positions and ventilation rates in cooling operation, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 221-229.
  29. Cho, H. H., Lee, H. S., Baek, C. H., Kim, Y. C. and Cho, S. W., 2008, Performance characteristics of a CO<sub>2</sub> cooling and water heating system with a twin-rotary compressor, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 230-237.
  30. Kim, Y. S. and Oh, Y. K., 2008, A study on improvement of industrial hood in ventilation system for elimination of harmful material and dust, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 238-244.
  31. Kang, H., Jung, H. J., Joo, Y. J., Kim, Y. C. and Choi, J. M., 2008, Experimental study on the performance improvement of a simultaneous heating and cooling heat pump in the heating-main operating mode, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 245-251.
  32. Lee, H. W., Choi, S. G. and Hong, J. K., 2008, A study on the microbial contaminant transport and control method according to government building bio-attack, Korean Journal

- of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 252-259.
33. Kim, J. H. and Kim, J. T., 2008, An experimental study of a water type glazed PV/Thermal combined collector module, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 260-265.
  34. Jeon, Y. H., Kim, J. Y., Kim, C. B. and Kim, N. J., 2008, Phase equilibrium conditions of gas hydrates for natural gas solid transportation and storage, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 266-273.
  35. Kim, J. W., Ahn, Y. C. and Kim, G. T., 2008, Development of nano ceramic structures for HEPA type breathing wall, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 274-279.
  36. Park, I. H., Chang, K. C., Lee, Y. S., Yoon, H. K. and Baek, Y. J., 2008, A Characteristics simulation of heat pump system for sewage water as a heat Source, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 280-286.
  37. Lee, J. Y., 2008, Evaluation of thermal comfort in ceiling cooling system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 287-294.
  38. Jung, T. H., Park, C. S. and Kim, Y. C., 2008, Simulation on the optimal performance and effective operating range of a 2-stage compression heat pump using river water, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 295-303.
  39. Lee, S. W., Kim, J. M., Yeum, S. W., Cho, D. G., Choi, J. B. and Kim, S. W., 2008, A study on characteristics of indoor-air-quality in interior space equipped with system air-conditioner, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 304-313.
  40. Chung, H. J., Joo, Y., Kang, H., Kim, Y. C. and Choi, J. M., 2008, Experimental study on the performance improvement of a simultaneous heating and cooling heat pump in the cooling-main operating mode, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 314-320.
  41. Yun, R., 2008, Economic analysis of CHP system for building by CHP capacity optimizer, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 321-326.
  42. Kum, S. M., 2008, Development of the dryer designed for mixture and drying, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 327-333.
  43. Lee, J. Y., 2008, A study on the room temperature control methods considering human thermal comfort under hot and humid condition, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 334-341.
  44. Sohn, B. H., 2008, Thermal conductivity measurement of sand-water mixtures used for backfilling materials of vertical boreholes or horizontal trenches, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 342-350.
  45. Lee, S. H. and Kim, H. S., 2008, A study on the working pressure of TBP used in tall building, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 351-356.
  46. Lee, S. J., Kim, D. H., Choi, J. Y., Lee, J. H. and Kwon, Y. C., 2008, Experimental study on effects of PAG oil for CO<sub>2</sub> evaporation heat transfer, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 5, pp. 357-364.
  47. Han, D. and Kim, S., 2008, Effective dynamic models for the development of control algorithms of a condensing gas boiler system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 365-371.
  48. Yoo, S. Y., Kim, J. H., Chung, M. H., and Jie, M. S., 2008, A study on the performance prediction of paper heat exchanger for exhaust

- heat recovery, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 372-380.
49. Kim, D., Hwang, Y., Park, J. H., Chung, S. I., Jeong, Y. M., Ku, B. C., Lee, J. K., Ahn, Y. C., Bang, S. and Kim, S. R., 2008, Characteristics of energy consumption for a household refrigerator under influence of non-condensable gases, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 381-387.
  50. Lee, S. K. and Kang, B. H., 2008, An experimental study on non-hygroscopic property of PAG and POE oils for a CO<sub>2</sub> refrigeration system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 388-393.
  51. Hwang, Y., Ahn, Y. C., Cheong, S. I., Jin, K. H. and Lee, J. K., 2008, Experimental investigation on the optimal design of water tank for domestic hot water supply using PEMFC cogeneration system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 394-399.
  52. Soul, S. H., Ju, D. H., and Kim, J. S., 2008, Evaluation on reduction effect about noise of hydraulic turbine dynamo in dam using auralization, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 400-408.
  53. Hwang, T. C., Lee, H. W., Choi, S. G. and Hong, J. K., 2008, The study on the renovation method of apartment house ventilation system for reducing indoor air contamination, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 409-415.
  54. Park, H. Y. and Kim, S. C., 2008, A study on the uniform distribution of steam flow in the superheater tube system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 416-426.
  55. Han, H., Shin, D. S., Choi, C. H., Lee, D. Y., Kim, S. Y. and Kwon, Y. I., 2008, Recent progress in air conditioning and refrigeration research : A review of papers published in the Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering in 2006, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 6, pp. 427-446.
  56. Choi, B. S., Hong, H. K. and Lee, D. Y., 2008, Study on the counterflow regenerative evaporative cooler with finned channels, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp. 447-454.
  57. Kang, H. S., 2008, Optimum design of a reversed trapezoidal fin with variable fin base thickness, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp. 455-461.
  58. Moon, H. K. and Lee, D. Y., 2008, Cooling performance of a counterflow regenerative evaporative cooler with finned channels, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp. 462-469.
  59. Ahn, B. C., Song, J. Y., Joo, Y. D. and Kim, J., 2008, Real time near optimal control application strategy of central cooling system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp. 470-477.
  60. Park, H. Y. and Seo, S. I., 2008, Prediction of thermal load distribution and temperature of the superheater in a tangentially fired boiler, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp. 478-485.
  61. Yun, R. and Han, S. D., 2008, Performance analysis of microturbine CHP system with absorption chiller, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp. 486-491.
  62. Song, I. S., Choi, J. M., Joo, Y. J., Chung, H. J., Kang, H. and Kim, Y. C., 2008, The performance of a simultaneous heat and cooling heat pump at various charging conditions, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 7, pp.

- 492-499.
63. Lee, Y. B., Han, S. G. and Ko, J. M., 2008, Investigation upon design stress due to size and shape of shell and tube type heat exchanger, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 7, pp. 500-507.
  64. Lee, H. J., Chang, Y. S. and Kang, B. H., 2008, An experimental study on fault detection and diagnosis method for a water chiller using bayes classifier, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 7, pp. 508-516.
  65. Kim, D. H., Lee, S. J., Choi, J. Y., Lee, J. H. and Kwon, Y. C., 2008, Study on heat transfer and pressure drop characteristics of internal heat exchanger for CO<sub>2</sub> heat pump under cooling condition, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 517-525.
  66. Moon, B. Y., Bae, H. D., Kwag, K. H., Bae, K. S. and Song, H. Y., 2008, Vibration analysis of separation screen in a recycling plant of moisturized construction wastes, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 526-533.
  67. Jung, J. H., 2008, An analysis of the optimal control of air-conditioning system with slab thermal storage by the gradient method algorithm, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 534-540.
  68. Choeng, S., Kim, T., Lee, C., Kim, D., Ahn, Y., Lee, J. and Hwang, Y., 2008, An experimental study of coolant operating conditions in a polymer electrolyte membrane fuel cell, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 541-546.
  69. Kim, N. H., Cho, J. P., Song, G. S. and Kim, D. H., 2008, Performance of a plate-type enthalpy exchanger made of papers having different properties, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 547-555.
  70. Kim, Y. K., Woo, N. S., Kang, S. J. and Lee, T. W., 2008, Optimum management plan of the HVAC equipments with LCC analysis, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 556-562.
  71. Jung, H., Song, T. H. and Yoo, S. Y., 2008, Optical analysis and experimental method for design of radiative thermal reflector, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 8, pp. 563-570.
  72. Park, K. J. and Jung, D., 2008, Pool boiling heat transfer coefficients up to critical heat flux, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 9, pp. 571-580.
  73. Park, H. Y. and Kim, S. C., 2008, Analysis of air distribution in the windbox system of the utility boiler, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 9, pp. 581-589.
  74. Park, K. J., Lee, C. H. and Jung, D., 2008, Performance of heat pumps charged with R170/ R290 mixture, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 9, pp. 590-598.
  75. Koh, J. Y., Park, Y. and Seo, D. H., 2008, Economic feasibility of various HVAC systems for commercial building and comparison of energy tariffs between Korea and USA, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 9, pp. 599-607.
  76. Han, H. and Choo, Y. B., 2008, A study on heat transfer characteristics and uncertainty of heat recovery ventilator for various outdoor temperature/humidity, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 9, pp. 608-613.
  77. Sohn, B., 2008, Predicting the effective thermal conductivity of some sand-water mixtures used for backfilling materials of ground heat exchanger, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 9, pp. 614-622.

- tioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 9, pp. 614-623.
78. Kim, D. J., 2008, Cost allocation of heat and electricity on a steam-turbine cogeneration, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 9, pp. 624-630.
  79. Kim, S. S. and Hong, H., 2008, Measures and proposal for Korean solar water heating system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 9, pp. 631-636.
  80. Lee, Y. H. and Kim, H. J., 2008, Performance of a reciprocating compressor equipped with auxiliary port, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 637-644.
  81. Nam, J. H., Kim, M. C., Kim, C. J. and Hong, H., 2008, CFD analysis for spiral-jacketed thermal storage tank in solar heating systems, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 645-653.
  82. Kim, D. J., 2008, A suggestion for the worth evaluation of warm air and the allocation methodology of heating cost, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 654-661.
  83. Park, C. W., 2008, The study on high efficiency cycle characteristics of the absorption chiller, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 662-668.
  84. Han, D. W. and Chang, Y. S., 2008, Development of a fault detection and diagnosis algorithm using fault mode simulation for a centrifugal chiller, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 669-678.
  85. Kim, P. H., Kim, C. P., Jeong, H. M., Chung, H. S. and Lee, Y. H., 2008, Study on the comparison of heat exchange performance of liquefied gas vaporizer at super low temperature, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 679-688.
  86. Park, Y. S., Chung, K. T. and Suh, J. S., 2008, Influence of NCG charged mass on the thermal performance of VCHP with screen mesh wick, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 689-695.
  87. Chun, C. Y., Kim, G. T., Lee, J. S. and Kim, S. H., 2008, A study on the performance evaluation of the hybrid ventilation system for small apartment houses, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 696-701.
  88. Jung, J. H., An analysis of the optimal thermal storage time of air-conditioning system with slab thermal storage : An analysis by the gradient method algorithm, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 10, pp. 702-710.
  89. Chung, J. D., Hong, H. K. and Yoo, H. S., 2008, Effect of radiative mean temperature on thermal comfort of underfloor air distribution system, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 11, pp. 711-717.
  90. Choi, J. M., Chung, H. J., Joo, Y. J., Kang, H. and Kim, Y. C., 2008, Experimental study on the performance of a simultaneous heating and cooling heat pump in the heat recovery mode, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 11, pp. 718-726.
  91. Kim, J. S., Kang, S. J. and Lee, K. S., 2008, Frost behavior on a one-dimensional fin considering heat conduction of heat exchanger fins, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 11, pp. 727-732.
  92. Yun, R., 2008, Prediction of density and viscosity for CO<sub>2</sub>-PEC9 mixture at low oil concentration, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 11, pp. 733-738.



93. Jeong, Y. M., Koo, K. M., Hwang, Y. J., Jang, S. Y., Lee, Y. H., Lee, D. H. and Lee, J. K., 2008, Measurement of ground thermal conductivity and characteristics of thermal diffusion by the ground heat exchanger, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 11, pp. 739-745.
94. Hyun, J. H., Kim, J. Y., Park, H. S. and Choi, M. H., 2008, Study on application and economic evaluation of new insulation material to confront high oil price : Focus on an apartment, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 11, pp. 746-751.
95. Cho, M. K., 2008, Climograph using standard weather data of the region of Seoul, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 11, pp. 752-759.
96. Cho, J. H., Lee, J. H., Kang, K. M. and Seo, T. B., 2008, Honeycomb and laminated mesh as open volumetric solar receiver : performance of heat transfer and pressure drop, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 11, pp. 760-766.
97. Kim, Y. H., Lee, K. J., Seo, J. W. and Jeon, S. W., 2008, The characteristics of thermal hydraulic performance for micro plate heat exchanger with straight channel, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 11, pp. 767-774.
98. Shin, Y., Seo, J. A. and Lee, Y. P., 2008, Comparison of dynamic operation performance of LNG reliquefaction processes based on reverse Brayton cycle and Claude cycle, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 775-780.
99. Shin, Y., Seo, J. A., Cho, H. W., Nam, S. C. and Jeong, J. H., 2008, Development of a dynamic model for double-effect LiBr-H<sub>2</sub>O absorption chillers and comparison with experimental data, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 781-788.
100. Youn, Y. M., Faisal Kader, M., Lee, K. B. and Jun, Y. D., 2008, Numerical study on control factors of defrosting performance for automobile windshield glass in winter, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 789-794.
101. Kim, B. J. and Kim, G., 2008, Experimental studies on single phase flow and heat transfer in microchannels, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 795-801.
102. Kim, K. S., 2008, A study on typical rates of water-use for primary school, middle school and high school facilities, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 802-807.
103. Kum, J. S. and Kim, D. G., 2008, Empirical study of air conditioner control algorithm for comfort sleeping, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 808-813.
104. Kim, H. J., Song, K. D. and Lee, Y. G., 2008, A study on the mock up test for reduction of HCHO using the functional gypsum board, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 814-819.
105. Kim, G. T., Ahn, Y. C. and Lee, J. K., 2008, Characteristic analysis of electret filters made by electrospinning, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 820-824.
106. Kwon, J. S., Lee, Y. P., Lee, S. H., Yoo, H. and Yoon, S. M., 2008, Continuous ice slurry production and control of ice packing factor in a pipe for the district cooling, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 20, No. 12, pp. 825-832.
107. Kim, D. H., Ye, H. Y., Lee, K. S. and Cha, W. H., 2008, Performance evaluation of a fin-tube heat exchanger using one-dimensionalized refrigerant circuit, *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*

- neering, Vol. 20, No. 12, pp. 833-843.
108. Han, H., Shin, D. S., Choi, C. H., Lee, D. Y., Kim, S. Y. and Kwon, Y. I., 2008, Recent progress in air conditioning and refrigeration research : A review of papers published in the Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering in 2007, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 20, No. 12, pp. 844-861.