

2024년 에너지 · 환경기계 분야 연구동향

최종웅*†

Research Trends for Energy · Enviromental Machinery Division in 2024

Jong-Woong, Choi*†

Key Words : Energy(에너지), Environmental Machinery(환경기계), Research Trends(연구동향)

ABSTRACT

Papers of forty-three research were published in the Energy and Environmental Machinery Division in 2024. Energy studies of twenty papers and environmental machinery studies of twenty-three papers were published. We briefly reviewed the research contents and analyzed the research trends. In the energy field, research on thermal, hydropower, hydrogen energy and technologies that can save energy were announced. In the field of environmental machinery, research has been conducted using experimental and numerical methods on various topic such as application of AI to water purification plants, disinfection equipment, pumps and electric motor.

1. 서 론

2024년도 에너지 · 환경기계 분야에는 논문 2편이 게재되었고, 하계 학술대회에서는 18편, 동계 학술대회에서는 23편의 논문이 발표되었다. 하계 학술대회에서 발표된 논문에는 일반세션으로 6편, 특별세션으로 물에너지 기술에 대하여 10편 포스터세션 2편이 발표되었으며, 동계 학술대회에서 발표된 논문에는 일반세션으로 3편, 특별세션으로 물을 활용한 에너지, 기술, 인프라의 세부 주제로 구성된 Water Energy 부문 5편, Water Tech. 5편, Water Infra. 5편이 발표되었다. 분야별로 분류하면 에너지 관련 연구가 20편, 환경기계 관련 연구가 23편이 발표되었다. 본 논문에서는 상기 논문의 연구내용을 간략히 살펴보고 연구 동향을 분석하고자 한다.

2. 에너지 분야 관련 연구

최종웅 등⁽¹⁾은 안정적인 열공급을 위한 소양강댐 심층수를 활용한 취수시스템과 100 RT급 데이터센터 실증플랜트를 구축하여 프리쿨링 수열시스템에 대하여 성능평가를 수행하였

으며, 10 RT급 공기열원 대비 전력 절감율을 비교하였다. 그 결과로서 데이터센터 냉방에 필요한 전력사용효율지수(Power Usage Effectiveness) 1.1 이하의 결과와 공기열원 시스템 대비 수열시스템 활용 시 전력이 70 % 이상 절감됨을 확인하였다. 노윤덕 등⁽²⁾은 동위원소 발전용 30 W급 스텔링 컨버터 해석모델 개발 및 설계 최적화 방법 제시를 위한 해석 연구를 수행하였다. 이창규 등⁽³⁾은 대형 클린룸에서 팬필터유닛(Fan Filter Unit, FFU) 가동률 조정을 통한 기류개선 및 에너지 절감 연구를 통하여 이중바닥(Access Floor)의 개도를 변경없이 FFU 배치율 및 가동률을 조정하여 기류각 및 유속을 개선하였으며, 기류의 흐름도는 리턴풍속의 면적과 상관관계가 있는 결과를 얻었다. 그리고 FFU는 rpm이 높아짐에 따라 단위 풍량당 소요전력비가 감소하는 것을 확인함으로써 단일 방향류의 클린룸에서 FFU의 배치와 풍속의 적절한 조정을 통해 동일한 청정도를 기존대비 약 10 % 이상 낮은 에너지 소비를 달성할 수 있음을 확인하였다. 조종재 등⁽⁴⁾은 초저온 냉동시스템용 공기 냉매 터보-팽창기 개발 현황 예비 성능시험 연구에 대한 냉동시스템에 적용된 터보-팽창기 개발 현황 및 예비 성능시험에 대해 소개하였다. 최문

* 한국수자원공사(Korea Water Resources Corporation)

† 교신저자, E-mail : jwchoi@kwater.or.kr

경 등⁽⁵⁾은 선박 폐열 활용 100 kW급 친환경 냉매(R1233zd) 터빈 발전기의 설계 및 개발에 대하여 선박 폐열을 활용한 열역학적 사이클 구성과 터빈의 설계 및 해석, 터빈 제작/조립 및 회전체 시험, 터빈 발전 시스템 설치를 통한 선박 폐열을 활용한 터빈 발전기의 개발과 설치과정을 성공적으로 수행한 내용을 소개하였다. 조종재 등⁽⁶⁾은 KIER 자연냉매 적용 초저온 냉열설비 터보-팽창기 개발 현황에 대하여 발표하였다.

노대진 등⁽⁷⁾은 프란시스 수차 유체여기진동 분석 및 자동 발전제어 운전 회피 영역 산정에 관한 연구를 수행하였으며, 국내의 주요 프란시스 수차발전기가 적용된 댐을 대상으로 출력 구간별 진동 측정·분석 데이터 및 판단 기준에 근거하여 유체여기진동 회피 운영을 위한 최적 운전 영역을 설정하여 안전 운전 구간을 제시하였다. 김현우 등⁽⁸⁾은 수차 발전기 현대화 사업 설계 절차에 따른 벌브형 수차발전기 최적 설계에 대하여 고찰하였다. 김채현 등⁽⁹⁾은 동절기 수처리 공정(Reverse Osmosis, Sequencing Batch Reactor 공정)은 유입 수온 저하로 RO 공급 펌프의 소비전력 증가, LNG 보일러 가동에 따른 에너지 소모량이 증가하며, 이 에너지 소모량을 감소하기 위한 방법으로 수열에너지를 활용한 수처리 공정 승온 시스템을 구축하여 실증시험을 수행하였다. 그 결과 RO 공정 에너지 소비량 10.15 % 절감, SBR 공정 에너지 소비량 87 % 이상 절감의 결과를 도출하였다. 박수중 등⁽¹⁰⁾은 최적 비속도를 고려한 고효율 펌프규격, 경제성이 우수한 최적 펌프 조합, 저에너지형 신기술 적용의 펌프 에너지 저감과 고압 방수 모터 적용, 저압 방수 모터 개발, 볼밸브 침수 안전 현장제어반 개발의 위기 대응(침수) 고도화에 대하여 발표하였다. 노승한 등⁽¹¹⁾은 PVsyst 프로그램을 활용한 연간 발전량 예측을 통한 수상태양광 시스템 설계와 수상구조물의 다양한 외력 작용을 고려한 전산해석 결과에 의한 구조 안전성에 대하여 소개하였다. 권상열 등⁽¹²⁾은 하천수를 활용한 장흥군 공공건축물 내 수열에너지 공급 및 수열에너지 공급을 통해 작물 재배 등 활용과 광역상수도 원수관로를 활용한 수열에너지 공급 등의 영점유역 수열에너지 추진 사안과 수열에너지 향후 활용 계획에 대하여 소개하였다. 남현우 등⁽¹³⁾은 그린수소 생산시스템 신뢰성 제고 및 운영기술 개발과 제의 수전해 장치 장기 신뢰성 확보를 위한 재생전력 연계 신뢰성 평가시스템 및 운영기술 개발에 대하여 소개하였다. 그 결과로 알칼라인 수전해 전산해석 모델에 대한 내용으로 시뮬레이션 모델을 통한 실제 스택 구동 결과와의 비교를 통한 타당성을 검증하였다.

남현우 등⁽¹⁴⁾은 그린수소 수전해 기술에 따라 알칼라인(Alkaline, ALK), 고분자전해질(Polymer Electrolyte Membrane, PEM), 고체산화물(Solid Oxide Electrolysis Cell, SOEC), 음이온교환막(Anion Exchange Membrane, AEM) 방식 중 PEM 수전해 전산해석 모델 개발 및 운전 조건별 성능변화

예측에 대하여 전산해석 모델을 개발하고 시험과 모델링 결과를 비교·검증하였다. 김채현 등⁽¹⁵⁾은 광역상수도 에너지 절감을 위한 펌프 최적 효율 예측 모델 개발에 대하여 발표하였다. 안수환 등⁽¹⁶⁾은 남강 실물수차의 러너 3D 정밀 스캐닝과 역설계를 통한 형상 모델링과 실물수차의 축소 모형 모델에 대한 CFD 해석에 대하여 고찰하였다. 조준기 등⁽¹⁷⁾은 역삼투막을 이용한 물 공급 기술인 해수담수화는 많은 에너지 비용이 발생하며 에너지를 절감하기 위한 에너지 회수장치에 대하여 고찰하였으며, 에너지 회수장치를 통하여 연간 탄소 배출량 감소, 전력 절감 효과에 대하여 발표하였다. 예소민 등⁽¹⁸⁾은 국내 최초 성남정수장 소수력 기반 그린수소 실증연구에 대하여 발표하였으며, 실증시설은 간헐 운전 및 24 시간 연속 운전되는 소수력 발전량 변동에 대응 가능한 수전해 시스템을 적용하였으며, 수소 발생량 120 Nm³/hr 보증을 위한 수소 발생기, 유틸리티를 적용하였다. 소수력에서 발전되는 전력은 수소 발생기의 Stack으로 공급하며, 시스템 안정성 확보를 위한 제어 전원은 탈수 기동 전원 공급이 가능하도록 구성된 설비이다.

최원빈 등⁽¹⁹⁾은 반도체 클린룸 공조시스템의 열원으로 열에너지 저장 시스템이 결합된 히트펌프 사이클에 대해 연구하였다. 이를 평균 성능계수(Coefficient of Performance, COP)와 성능계수 향상률을 선정하여 분석하였다. 클린룸 공조를 위한 히트펌프 작동 조건에서 히트펌프-열에너지 저장 통합시스템의 열저장온도는 70.55 °C로 산출되었고, 기존 공조용 히트펌프의 COP 대비 13.42 %의 성능 향상이 가능한 것으로 분석하였다. 공형진 등⁽²⁰⁾은 막여과 및 폐열회수 열펌프 개발 연구를 위하여 정수장 Pilot Plant를 구축하여 열펌프의 실증시험을 수행하였다. 그 결과로서 막여과 공정에 열펌프를 설치하여 운영한 결과 하절기 대비 동절기 에너지 증가율은 145.42 %, 하절기 대비 에너지 절감율은 40.79 %, 역삼투(RO)막 비수열 운전 시 연속회분식 활성슬러지법(SBR) 비수열 대비 수열에너지 절감율은 62.62 %, RO 수열 운전 시 SBR 비수열 대비 수열에너지 절감율은 58.33 %, 전 공정 비수열 대비 전공정 수열운전시 절감률은 74.16 %의 실증 결과를 도출하였다.

3. 환경기계 분야 관련 연구

오창현 등⁽²¹⁾은 자석의 종류, 크기, 모양에 따른 원격검침용 수도미터 오차에 대한 영향 연구를 위하여 5종류 자석의 자기장 특성을 분석하고, 30개의 원격검침용 수도미터를 대상으로 자기장 영향도를 평가하였다. 그 결과로서 자석 표면으로부터 10 mm 떨어진 지점에서 자속밀도가 240 mT 이상 측정될 경우, 임펄스식 MR 센서 수도미터 87 %가 비정상 작동하였다. 또한 자석의 재질이 페라이트에서 희토류계로 변경되면 오작동 수도미터의 수는 1300 % 증가하며, 사용 유

량 변동에 의한 비정상 작동 수도미터의 수는 400 % 증가하며, 국내에서 판매되는 원격검침용 수도미터 50 % 이상을 차지하는 임펠러식 MR 센서 수도미터의 자기장 영향을 감쇄하기 위해서는 차폐링 구조의 개선이 필요함을 제시하였다. 유량 측정부 차폐링을 격판 위에 2개 조립하는 2중 차폐 구조를 도입할 경우, 표면에서 600 mT 이상의 자속밀도가 측정되는 자석의 자기장 영향이 최대유량에서 98 % 개선되는 시험결과를 제시하였다. 박희수 등⁽²²⁾은 정수장 여과망의 손실 특성을 확인하기 위하여 CFD 해석을 수행하였으며, 관내 유동을 고려한 수정된 차압식을 제시하였다. 또한, 정수장 환경에서 축소 관로 시험을 통한 차압 모델을 검증하였다. 해석 결과를 토대로 여과망 조립체의 손실 특성과 관내 유동 및 압력 손실을 분석하였다. 권형우 등⁽²³⁾은 소형 프리피스톤 스텔링 컨버터의 AC Bus 제어 특성 규명 실험을 통하여 충전 압력과 온도에 대한 작동 조건 안정화를 수행하였으며, AC Bus 제어전압/주파수에 대한 엔진 제어 특성을 측정하여 분석하였으며, 충전 압력과 고온부 온도, 제어 전압과 주파수에 대하여 안정적인 출력 생성을 위한 제어 방법을 제시하였다. 박은진 등⁽²⁴⁾은 고속 유도전동기에 고품량 팬이 전동기 냉각 성능에 미치는 영향을 시험 및 수치해석을 통해 평가하였으며, 팬에 의해 증가된 풍량의 대부분이 로터 에어홀보다 권선 엔드부로 더 많이 유입되어, 권선 슬롯부 대비 권선 엔드부의 온도가 크게 감소함을 제시하였다. 박희수⁽²⁵⁾는 정수장 내 직조 금속 여과망의 사용 시간에 따른 손실 특성에 관한 연구의 내용으로 직조 금속 여과망의 속도에 따른 차압 특성과 적산 유량에 따른 여과망의 차압 상승을 수치 모델로 도출하였다. 차압 모델은 관로 직경, 관로 내 유속, 표면 조도, 점도, 공극률에 따라 여과망 차압을 예측할 수 있으며, 위 변수들이 정해진 환경에서 시간에 따른 차압 상승을 폐색률의 개념에서 예측할 수 있음을 제시하였다.

박하늘 등⁽²⁶⁾은 설비 고효율화, 재생에너지 개발 등 수도원가 저감 노력에도 불구하고 전기요금 인상 수도요금 동결 등으로 수도사업 재무건전성 저하, 수돗물 생산원가 저감 방안 다각화 및 확대 필요에 따라 광역상수도 수돗물 생산원가 저감에 대하여 저에너지·디지털·자원순환 운영체계 구축, 물 수송에너지 저감 확대, 수도 인프라 활용 재생에너지 확대, 정부 에너지 정책 참여 확대에 대한 추진방안을 제시하였다. 김종호 등⁽²⁷⁾은 고도의 기술력이 집약된 소독 핵심 설비인 광역정수장 고농도 차염주입설비 자체 진단·분석 방안에 대하여 소개하였다. 서민승 등⁽²⁸⁾은 입상활성탄 재생과정 중 발생하는 재생 미분탄 재활용 방안 주제로 입상활성탄 재생시설 도입사업 개요, 재생미분탄 재활용 시설 도입 계획에 대한 내용과 재생미분탄 재활용 시설 도입 시 B/C 4.4로 경제성이 높고, 시설 투자 시점 기준으로 약 2년 이내 투자비 회수가 가능함을 제시하였다. 박민수 등⁽²⁹⁾은 댐, 보 등 수중 시설물의 노후화에 따른 설비손상 증가, 수중조사 수요

급증에 따른 수중 및 위험구역 등 시설물 점검에 대한 안전하고 경제적인 대안으로 수중 위험구역 등 실무자가 안전하게 수중점검이 가능한 수중카메라 및 장비를 활용한 수중점검 설비 고도화 및 활용도 모색을 다양화하였다. 오다은 등⁽³⁰⁾은 유압구동 방식 라이징섹터 수문의 고장사례 및 최적 운영방안으로 탄력적 수위조절범위 설정 주수문 운영 최적화, 주수문 취약 유압설비 유지보수 고도화, 수문 설비 위기 대응 체계를 위한 노력, 고장원인에 대한 설비 및 시스템 개선에 대한 유지관리 방안에 대하여 고찰하였다. 조은상 등⁽³¹⁾은 펌프 회전차 형상변경을 통한 공동현상 저감 효과에 대하여 발표하였다. 깃 선단부 형상을 완만하게 변경하여 급격한 압력상승 방지, 유동 안정화로 압력측에서 발생하는 저압구간의 감소를 유도하였으며, 깃 경사각 변경을 통한 후미측으로 집중 형성되는 난류 형상 방지, 축방향 유속 감소로 후미측 캐비테이션을 완화하였다. 박민경수 등⁽³²⁾은 펌프 5대 중 가동 우선순위를 결정하기 위하여 펌프 효율시험 결과를 기반으로 산출한 전력원 단위가 우수한 순서대로 우선순위를 결정하는 가동펌프 가동대수별 우선순위 결정방안에 대하여 고찰하였다. 정한솔 등⁽³³⁾은 펌프 운영현황 분석 및 펌프 효율저하 원인 규명, 효율 개선을 위한 펌프 및 변속설비 개선 방안 모색, 각 방안별 예상 효율 및 B/C 분석을 통한 최적 방안을 선정하는 생산원가 저감 방안 도입을 위한 펌프 개체 최적기법 연구에 대하여 발표하였다. 현이슬 등⁽³⁴⁾은 사람이 분석·판단하여 운영하는 정수장을 빅데이터와 AI 기술을 활용하여 정수장 운영요인인 수량, 수질에 대해 정수처리 공정 8개에 대한 의사 결정이 가능한 자율운영 시스템을 개발하여 응집제 최적 주입에 따른 약품 사용량 4 % 이상, 펌프 최적운영으로 전력비 5 % 이상 절감하였다. 그리고 주요 설비 대상으로 실시간 상태 기반의 예측정보를 통해 실시간 진단 및 사전 조치로 설비 운영의 안정성 향상에 대하여 고찰하였다. 박정혁 등⁽³⁵⁾은 정수장 농축조 후단에 적용되는 공정에 설치된 기존의 방류수 처리설비를 중력식 여과 방류수 처리설비 구축 및 실증하였으며, DAF 설비와 비교하여 공사비, 운영비가 절감됨을 평가하였다. 정재훈 등⁽³⁶⁾은 하수처리시설에서 발생하는 결로의 원인을 분석하여 결로를 완화할 수 있는 강제환기, 제습기 설치 방안에 대하여 발표하였다. 김태균 등⁽³⁷⁾은 해양 환경에 장기간 노출되어 부식이 가속화 되고 있는 기자재를 염해에 우수한 고내식 소재 기자재로 대체 적용을 위한 적합 여부 실증 및 기자재 관리 방안에 대하여 고찰하였다. 광정기 등⁽³⁸⁾은 선박 표준화 사업 및 친환경 선박 전환 연구로서 선박 품질관리 고도화 방안, 현황 조사 및 분석 주요사항 가이드 라인, K-water 표준선박(5종)에 대하여 발표하였다.

전성원 등⁽³⁹⁾은 니켈 기반 촉매와 지지체를 이용한 메탄 건식 개질 시스템 개발을 통하여 니켈 기반의 비귀금속 촉매를 이용해서 700~800 °C 구간에서 높은 효율을 보이는 것

을 확인하였으며, 이를 활용해 값싼 촉매를 이용한 메탄 건식 개질 시스템을 개발하였다. 추가적으로 더 높은 유량의 처리에 대한 연구가 이뤄지면 합성가스 생산 시스템을 발전시킬 수 있을 것으로 제시하였다. 국명철 등⁽⁴⁰⁾은 전이금속을 통한 탄산염 열분해 온도 저감 효과 분석의 주제로 탄산염 열분해에 전이금속이 미치는 영향을 실험을 통하여 확인하였다. 실험결과 전이금속을 첨가하면 열분해 온도가 100 °C 가량 하락하며 열분해를 촉진시키는 것을 확인하였다. 김진만 등⁽⁴¹⁾은 초임계 조건에서 R1336mzz(Z)를 이용한 가스 냉각기의 설계 및 최적화 연구를 수행하였으며, 그 결과로서 초임계 유체의 열전달 계수는 Re 수가 클수록 커지며, 유사 임계 온도 부근에서는 급격한 물성 변화로 인해 $Nu/Pr^{0.3}$ 값에도 급격한 변화가 수반되며, 셀-튜브 형식의 가스 냉각기는 배플 수가 늘어날수록 냉매의 유속이 빨라질수록 요구되는 본 수가 감소한다. 배플 수와 냉매 유속에 따라 350 kW 가스 냉각기를 설계하는데 본 수를 304 본에서 225 본까지 줄일 수 있으나, 배플 수가 늘어나게 되면 배플 사이의 간격이 좁아지며, 냉매의 유속이 지나치게 빨라지게 되면 압력 강하가 늘어나기 때문에 실제 제작 시에는 이와 같은 제작 및 운영 요소들이 함께 고려되어야 함을 제시하였다. 권화빈 등⁽⁴²⁾은 하향 기류가 적용된 여과 집진기의 압력 및 유동 특성을 분석하여 여과 집진기의 압력 강하, 유량 및 집진 효율 개선에 관한 연구를 수행하였다. 하향 기류식 여과 집진기는 압력 강하를 감소시키고 유량을 일정하게 유지하여 상향 기류식 대비 전력비 절감 및 집진 효율을 증가함을 고찰하였다. 허정무 등⁽⁴³⁾은 포항가속기 연구소의 가속기의 안정적 운영을 위한 개선된 정밀 공조 운전 방식을 기반으로 외기 조건 및 에너지 소비량을 고려한 최적의 연간 운전 지표 및 절감 효과를 제시하였다.

4. 결 론

2024년 한국유체기계학회 하계·동계 학술대회에 발표된 논문을 중심으로 연구동향을 간단히 정리하였다. 총 43편의 논문이 발표되었으며, 에너지 분야에서는 수열에너지, 수력 에너지, 수소에너지에 대한 연구와 에너지를 절감할 수 있는 기술 등의 발표가 활발하게 진행되었다. 환경기계 분야에서 정수장 AI 적용, 소독 설비, 펌프, 전동기 등 다양한 주제로 실험적 방법과 수치적 방법을 통한 연구가 진행되었다.

하계 학술대회에서는 수력, 태양광, 수열에너지의 요소, 운영 기술에 대하여 고찰하였으며, 동계 학술대회에서는 Water Energy, Water Tech, Water Infra 주제 중심으로 연구가 진행되었다. 앞으로도 해당 분야에서 새로운 주제가 제기될 것이고 이에 대한 활발한 연구가 진행될 것으로 예상된다.

References

- (1) Choi, J. W., Cho, Y., Ahn, S. W. and Kim, H. Y., 2024, "Demonstration of Free-cooling Air Conditioning System using Hydrothermal Energy in Deep Dam Water for 100 RT-class Data Center," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (2) Ro, Y. D. and Sim, K. H., 2024, "Development of Analysis Model and Design Optimization of 30 Watt class Stirling Converter for Radioisotope Power Generation," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (3) Lee, C. G., Kim, D. H. and Rhee, G. H., 2024, "Improving Airflow and Energy Savings by Adjusting FFU(Fan Filter Units) Operation Rate in large Clean Room," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (4) Cho, J. J., Lee, B. J., Shin, H. K., Wang, E. S., Ra, H. S., Choi, B. S., Oh, B. S., Lee, G. B., Cho, J. H., Na, S. I., Kang, E. C. and Lee, Y. B., 2024, "Development of Turbo-expander for Air-refrigerant Cryogenic Refrigeration System at Korea Institute of Energy Research," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (5) Choi, M. Y., Song, C. K., Kim, S. J. and Jeong, K. H., 2024, "Design and Development of a 100kW Eco-Friendly Refrigerant Turbine Generator Utilizing Ship Waste Heat," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (6) Cho, J. J., Shin, H. K., Lee, B. J., Wang, E. S., Choi, B. S., Oh, B. S., Che, S. H., Cho, J. H., Lee, Y. B., Na, S. I., Kang, E. C., Ra, H. S. and Lee, G. B., 2024, "Development Status of KIER Natural Refrigerant Ultra Low Temperature Refrigeration Facility Turbo-expander," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (7) Noh, D. J. and Park, M. G., 2024, "Study on Francis Hydro-turbine Fluid Excitation Vibration Analysis and AGC Driving Avoidance Area Decision," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (8) Kim, H. W. and Kim, C. G., 2024, "A Study on the Optimal Design of a Bulb-type Turbine Generator," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (9) Kim, C. H., Jung, G. C., Min, I. H., Jeong, J. G., Jo, H. S., Lee, J. E., Yang, H. N., Bae, H. H. and Park, J. B., 2024, "Results of Demonstration of a Water Treatment Process Temperature Increase System using Hydrothermal

- Energy,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (10) Park, S. J., Cho, I. J. and Park, M. K., 2024, “Pump Energy Reduction and Crisis Response in the Construction Stage,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (11) Noh, S. H., Han, B. J., Jung, H. B., Im, J. G., Kim, D. J., Choi, D. H., Kim, Y. S., Ye, S. M. and Han, S. H., 2024, “System Design and Structural Safety of Floating Solar Power,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (12) Kwon, S. Y., Lee, H. H., Ju, S. W. and Kim, T. W., 2024, “Supply of Hydro Thermal Energy with Eco-friendly Water Energy,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (13) Nam, H. W. and Choo, S. H., 2024, “Development of a Computational Model for Alkaline Water Electrolysis considering Electrochemical Characteristics,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (14) Nam, H. W., Jung, G. C., Min, I. H., Choo, S. H., Kim, C. H., Park, J. H. and Lee, S. H., 2024, “Development of a Computational Model for PEM Water Electrolysis and Prediction of Performance changes according to Driving Conditions,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (15) Kim, C. H., Jung, G. C., Min, I. H. and Nam, H. W., 2024, “Development of a Pump Optmal Efficiency Prediction Model for Energy Saving in Metropolitan Water Supply Systems,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (16) Ahn, S. H., Choi, J. W., Cho, Y., Kim, T. H. and Kim, H. D., 2024, “3D Scanning-based Geometry Modeling and CFD Analysis of Bulb-type Hydroturbine,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (17) Jo, J. G., Kim, Y. J., Kim, B. K., Song, J. C. and Lee, S. H., 2024, “Introduction of Energy Savings in Desalination Plant,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (18) Ye, S. M., Han, B. J., Jung, H. B., Im, J. G., Kim, D. J., Noh, S. H., Choi, D. H., Kim, Y. S. and Han, S. H., 2024, “A Study on Green Hydrogen Demonstation Facility based on Small Hydropower at Seong-Nam Water Purification Plant,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (19) Cho, W. B., Jeong, H. J. and Park, D. H., 2024, “Study on Heat Pump Cycle Combined with Thermal Storage System for Improving Energy Efficiency of Semiconductor Cleanroom HVAC System,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (20) Kong, H. J., Kim, T. K., Park, S. H., Jung, H. J. and Min, K. C., 2024, “A Study on the Development of a Water Source Heat pump(RO, SBR) for Water Treatment Process,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (21) Oh, C. H., Ko, S. H. and Cho, J. J., 2024, “An Experimental Study about Effect of Magnetic Field to Water Meter for Remote Reading,” KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 5, pp. 53~58.
- (22) Park, H. S., Seo, H. W., Lee, D. G., Cho, Y. J. and Kim, S. Y., 2024, “Pressure Drop Characteristics of Woven Metal Filter Meshes for Water Treatment Applications,” KSFM Journal of Fluid Machinery, Vol. 27, No. 6, pp. 72~78.
- (23) Kwon, H. W. and Sim, K. H., 2024, “AC Bus Control Characteristic Analysis Experiment of small Free-Piston Stirling Converter,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (24) Bak, E. J., Jung, S. W., Jun, J. T., Jo, H. Y. and Choi, Y. S., 2024, “Verification of Cooling Performance of Internal Fan in High-Speed Induction Motor,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (25) Park, H. S., 2024, “Pressure Drop Characteristics of Woven Metal Filter Meshes for Water Treatment Applications According to Usage Time,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (26) Park, H. N., Shin, D. G., Im, D. H., Kim, J. H. and Hyeon, I. S., 2024, “Promotion Plan to reduce the Production Cost of Tap Water for Metropolitan Water Supply,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (27) Kim, J. H., Lee, S. H., Yu, E. S., Lee, J. Y., Noh, J. K., Kim, W. J., An, J. K., Park, J. Y., Eom, K. J., Nam, D. H. and Park, H. H., 2024, “K-water Diagnosis and Analysis of High-concentration Sodium Hypochlorite Injection Facility in Water Purification Plants,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (28) Seo, M. S., Hong, K. P. and Han, S. J., 2024, “Promotion Plan for Recycling Regenerated Fine Coal generated during the Granular Activated Carbon Regeneration Process,” Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024

- Summer Annual Meeting.
- (29) Park, M. S., Jung, Y. C., Baek, G. H., Lim, S. K., Kim, H. Y., Kim, G. B. and Oh, D. E., 2024, "Safety Underwater Facility Inspection by Using Carbon-fiber Pole and Action Camera," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (30) Oh, D. E., Jung, Y. C., Baek, G. H., Eom, K. S., Lim, S. G., Kim, J. C., Kim, G. B. and Jung, J. H., 2024, "A Study on Failure Cases and Optimal Operation Methods of the First Hydraulic Rising Sector gate introduced," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (31) Cho, E. S., Sul, J. H., Hyun, J. J., Lee, H. S., Kim, S. M. and Song, M. S., 2024, "A Study on the Effect of Cavitation Reduction by Changing the Shape of the Pump Rotor," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (32) Park, M. K., Cho, I. J. and Park, S. J., 2024, "Consideration of Priority Determination by Number of Operating Pumps," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (33) Jung, H. S., Kim, J. H., Nam, M. H., Park, S. H. and Yang, Y. S., 2024, "Research on the Optimal Method of Replacing Pumps for the Introduction of Production Cost Reduction Plan," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (34) Hyeon, I. S., Shin, D. G., Im, D. H., Kim, J., H. and Park, H. N., 2024, "Research on Water Treatment Process Optimization through Expansion and Advancement of AI Water Purification Plant," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (35) Park, J. H., Do, S. C., Won, B. H., Park, S. J., Cho, I. J., Park, S. J. and Park, M. K., 2024, "Development of Gravity Filtration Effluent Treatment Facility," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (36) Park, J. H., Seo, P. S., Kang, M. W., Park, D. H. and Kim, S. H., 2024, "A Study on the Causes of Condensation in Sewage Treatment Facilities and Countermeasures Plan," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (37) Kim, T. K., Jun, B. J., Jin, S. H. and Cho, S. I., 2024, "Introduction to the Demonstration Project of High Corrosion Resistance Materials for the Sihwa Tidal Power," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (38) Kwak, J. K., Cho, T. Y., Lee, S. W. and Park, S. S., 2024, "Ship Standardization Project and Conversion to Eco-friendly Ships," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (39) JEON, S. W. and Park, S. W., 2024, "Development of Dry Reforming of Methane System using Ni Based Catalyst and Support," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (40) Kook, M. C. and Park, S. W., 2024, "Analysis of the Reduction Effect on Carbonate Decomposition Temperature Using Transition Metalst," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Summer Annual Meeting.
- (41) Kim, J. M., Kim, S. C. and Lee, J. G., 2024, "Advanced research on Design and Optimization of a Gas Cooler Using R1336mzz(Z) in Supercritical Condition," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (42) Kwon, H. B., Min, J. G., Seo, S. W. and Byun, Y. C., 2024, "A Study on the Characteristics of Down-flow to Improve pPressure Drop and Collection Efficiency in Dust Collectors," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.
- (43) Hur, J. M., Choi, M. C., Kim, Y. S. and Choi, Y. H., 2024, "Analysis of Energy Savings Effects Derived from the Establishment of Operating Indicators for Precision Air Conditioning Areas," Korean Society for Fluid Machinery, 2024, Proceedings of the KSFM 2024 Winter Annual Meeting.