

## 2022년 환경기계 분야 연구동향

최종웅\*

### 1. 서 론

2022년도 환경기계 분야에는 논문 4편이 논문집에 게재되었고 하계 학술대회에서는 19편, 동계 학술대회에서는 35편의 논문이 발표되었다. 학술대회에서 발표된 논문에는 특별세션으로 27편, 포스터섹션 16편, 일반섹션 1편이 발표되었다.

본 논문에서는 상기 논문의 연구내용을 간략히 살펴보고 연구 동향을 분석하고자 한다.

### 2. 환경기계분야

조태영 등<sup>(1)</sup>은 일반적으로 수력발전은 전력을 생산할 때 안정된 상태에서 작동하며, 수력발전의 시작과 정지 작업 시 불안정성을 유발하여 심각한 경우 사고를 유발 할 수 있다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 수력발전소에는 서지탱크 등의 보호장치를 설치하고 설계 단계에서 안정성을 검증한다. 수력발전 설비에서 부품을 교체하려면, 수력발전소의 성능향상을 위한 러너 등 검증이 필요하며, 1-D Analysis (SIMSEN) 소프트웨어를 사용하여 Francis 수력발전소의 다양한 과도 작동에 대하여 검증을 수행하였다. 시뮬레이션 동안 발전소의 안정성은 서지 탱크의 수위 변화를 평가하였으며, 시뮬레이션의 신뢰성을 검증하기 위해 기존 러너가 설치된 설비에서 얻은 데이터와 비교하였다. 그 차이는 최대 입구 압력이 2.6%, 최대 회전 속도의 경우 1.9±7%를 제시하였다. 신규 러너를 이용한 모델 성능시험에서, 서지 탱크가 없는 경우에 비해 수차 앞의 팬스톡의 헤드의 최대값이 31.6%가 증가함을 도출하였으며, 신규 러너로 변경하여도 일시적인 현상에서 안정적임을 제시하였다.

이계복 등<sup>(2)</sup>은 침전슬러지의 원활한 배출을 위하여 설치·운영되고 있는 침전지 시설의 설계 및 운영현황을 조사·실험을 통하여 최적의 슬러지 배출방안을 제안하였다. 이것을 수행하기 위하여 기존 침전지 호퍼부의 슬러지 배출이 원활하지 못하여 슬러지 호퍼내에 토끼굴이 발생되어 혐기성화로 인한 수질악화 및 후속 배출수 처리공정에 영향을 미치는

원인 규명을 위한 침전지처리시설 운영현황, 현장조사 및 시험, 슬러지 수집기, 슬러지호퍼 등에 관한 내용을 조사하고, 조사된 내용을 바탕으로 밸브의 고유특성과 침전지 인발용 밸브의 특성, 전산유체해석(CFD)을 통한 볼밸브와 게이트 밸브 그리고 세그먼트 볼 밸브 특성을 분석하였으며, 밸브 특성에 따른 유출 유량분석을 통해 최적 슬러지 배출 개선방안을 제시하였다. 실험계획법을 활용한 슬러지인발 최적운영 분석·검증을 통해 침전지 처리시설의 문제점을 명확하게 규명하고 이를 바탕으로 침전지 처리시설의 합리적인 설계인자 규명과 시설 향상을 위한 모델(안)으로서 기존지 시스템에서 유압식 세그먼트 볼 밸브와 보조스크래퍼를 활용한 개선지 시스템의 반복 시험을 통하여 기존보다 성능이 향상됨을 확인하였다.

조 용 등<sup>(3)</sup>은 1980~90년대 설치된 수력발전소의 경우 2D 도면은 존재하나 3D 형상 정보가 없어 수차 러너 연구개발을 수행하기에 어려움이 존재한다. 수차의 종류 중 낙차 범위가 넓고 효율이 높아 국내외에서 가장 많이 설치되어 사용 중인 프란시스 수차를 대상으로, 3D 스캐닝 기술을 활용하여 수력플랜트 러너의 3D 상 정보에 대하여 접촉식 3D 측정 방법과 비접촉식 3D 측정방법에 대하여 연구하였다. 보유하고 있는 2차원 도면을 기준으로 3차원 스캐닝을 통해 획득한 러너 측정 데이터와 비교한 결과 국제규격(IEC 60193)에서 규정된 최대 허용 편차 ± 0.25%를 만족함을 확인하였으며, 확보된 3D 형상을 활용하여 3차원 유동해석 및 모델수차 시험에 활용하여 기존 수차의 성능 정보를 획득하고, 이를 기반으로 수차 러너의 개량 형상을 설계하여 활용함을 제시하였다.

오종민<sup>(4)</sup>은 자동변속기를 구성하는 기어는 크게 유성기어, 오일펌프, 트랜스퍼 기어, 아웃포크 기어로 나눌수 있다. 특히 트랜스퍼 기어는 특성상 차량 실내에서 고주파 소음을 발생시키기 때문에 고객이 만족하는 수준의 정숙성을 해치는 주요 소음원이다. 여러 변속기 제조사들은 트랜스퍼 기어 소음을 저감시키기 위해 개발과정 중에 많은 연구를 수행해왔다. 글로벌 차량 OEM사의 중형 SUV에 탑재되는 전륜 8속 변속기의 소음개발 과정 중 수행한 트랜스퍼 기어의 대상소

\* 한국수자원공사(K-water Research Institute)  
E-mail : jwchoi@kwater.or.kr

음 저감에 대한 연구와 차량 탑재조건에서 소음 개선을 위한 실험적 접근방안에 대하여 기술하였다. 그 결과로 변속기 케이스의 로컬강성 측정을 통해 강성이 취약한 부위를 확인하고 케이스의 금형을 수정하기 전 임시보강을 통해 구조기인 소음을 개선하여 보강 효과를 확인하였다. T/F 기어 소음의 전반적인 경향을 개선하기 위하여 기어 치형별 전달오차 민감도 해석을 수행하고 치형최적화 결과로서 주요 운전 조건에서 T/F 기어 소음이 약 5dBA가 개선되는 것을 확인하였다. 기어 노프 근접소음 및 진동 측정을 통해 전달경로 유효성을 간접적으로 확인할 수 있는 접근 방안을 발굴하였다.

하계 학술대회 환경기계 분과 첫 번째 특별세션 중 수열에너지 연구에 대하여 소개되었다. 연성현 등<sup>(5)</sup>은 수열 히트펌프 터보 압축기 공력설계 주제로 수열 히트펌프 사이트 설계, Full Domain 해석 모델링 및 결과, 쉘 누설을 고려한 해석, 쉘 개선 해석을 CFD 툴을 활용하여 연구하였다. 김한영 등<sup>(6)</sup>은 수열원 적용 HVAC 시스템의 열원특성 검토 및 사례응용에 관한 연구로서 국내외 적용사례와 설계 검토에 대하여 연구하였다. 박용정 등<sup>(7)</sup>은 막여과 수처리 공정에서 수온 하강에 따른 막 공급압력의 증가로 에너지가 소비 증가, 겨울철 수온 하강에 따른 전력 사용량 증가로 수열에너지를 활용한 에너지 절감을 위한 수처리 공정 적용 히트 펌프 개발 연구에 대하여 발표하였다. 문건호 등<sup>(8)</sup>은 냉난방 부하, 펌프 및 송풍기 동력 소비량, 히트펌프 성능 지표, 시스템 전체 동력 소비량 그리고 수온회복 거리로 구성된 수열에너지의 건축물 적용 타당성 평가 프로그램을 활용한 펌프 동력 소비량에 대하여 연구하였다. 수력에너지 연구에 대하여 두 번째 특별세션에서 소개되었다. 모하메드 아부 사저 등<sup>(9)</sup>은 수력 에너지를 기계 에너지로 변환하는 고효율 터빈 중 하나인 프란시스 수차 모델의 흡입 헤드가 캐비테이션 초생 및 발달에 미치는 영향을 CFD로 연구하였다. 박노현<sup>(10)</sup>은 50MW 프란시스 수차의 ADM 효율시험에 대한 검증과 고찰에 대하여 연구하였다. 이상문<sup>(11)</sup>은 수력플랜트 내 발전설비의 지지 조건을 고려한 지진 거동 특성 분석을 통하여 발전설비 전기 캐비닛의 내진성능 향상 방법을 제시하였다. 최현수 등<sup>(12)</sup>은 전력 설비 감시 진단 및 노후도 평가 기술 개발에 대하여 발표하였으며, 민경은 등<sup>(13)</sup>은 중규모 수력플랜트 건설기술 개발로 중규모 수력 플랜트 연구 과제물 설치 현안 사항에 대하여 고찰하였다. 그리고 세 번째 특별세션에서 환경기계에 대한 연구가 소개되었다. 최종웅 등<sup>(14)</sup>은 오토스트레이너 스크린 폐색율이 압력 강하에 미치는 영향에 대한 CFD 해석을 통하여 스크린 폐색율에 따른 압력강하 결과를 제시하였다. 박형준<sup>(15)</sup>은 수열원 히트펌프의 안정적인 운영을 위하여 효율적으로 수열을 공급하는 열교환기 패키지 시스템 주제로 실증현장 설계 소개, 운영 및 제어방법, 유지 관리에 대한 내용으로 발표하였다. 정성업 등<sup>(16)</sup>은 합천창녕보 수중보 개선을 통한 신재생에너지 증대 및 CO<sub>2</sub> 저감에 대한 개선방안과

기대효과를 제시하였다. 문인식 등<sup>(17)</sup>은 CFD에 의한 응집지내 스크림 제거장치 시스템의 유동특성 고찰을 통하여 스크림 제거장치의 적절성을 제시하였다. 장성민 등<sup>(18)</sup>은 K-water 관리선박 친환경 도입 및 충전 인프라에 대하여 고찰하였으며, 장성민 등<sup>(19)</sup>은 펌프 효율개선 및 에너지 절감을 위한 기존 코팅재에 대한 성능 개선을 통한 내부코팅 신소재 기술개발에 대하여 제시하였다. 이서영 등<sup>(20)</sup>은 시화조력 해수열 냉난방 실증 시스템 운영성과에 대하여 분석하였으며, 서석현 등<sup>(21)</sup>은 시화호 조력발전소 오손생물 저감방법과 제거 방안에 대하여 제시하였다. 포스터 섹션에서는 송석일 등<sup>(22)</sup>은 수열냉난방 하이브리드 시스템 기술개발 연구, 정주환 등<sup>(23)</sup>은 댐심층수 활용 IDC 냉방을 위한 수열에너지 기술 개발에 대하여 소개하였다.

동계 학술대회 환경기계 분과 일반 분야에서 박세현 등<sup>(24)</sup>은 수영장 여과 시스템의 스트레이너 형상 변화에 따른 여과/역세척 시의 유동 성능에 대한 평가를 전산유체역학을 통해 유동모델을 구축, 모델의 신뢰성을 확인하고, 스트레이너 형상 변화에 따라 성능이 영향을 받는 것을 확인하였다. 첫 번째 특별세션 분야에서는 수열에너지 연구에 대하여 소개되었다. 김기봉 등<sup>(25)</sup>은 동절기 저온 하천수열 활용에 관한 히트펌프 시스템의 난방 운전 관련 실험적 연구를 통하여 저온 수열원에서 히트펌프를 활용하기 위해 저온 수열 활용에 대한 실험적 연구를 수행하여 역사이클 운전 및 열원보상 운전 모두 저온에서 히트펌프를 효과적으로 활용할 수 있음을 확인 하였다. 남현우 등<sup>(26)</sup>은 수열에너지를 적용한 수처리 공정에 대한 LCC 기반 분석에 대하여 발표하였다. 정현준 등<sup>(27)</sup>은 수열에너지 시스템 적용 타당성 검토를 위한 데이터베이스 구축 사례에 관한 연구에서 수열에너지 히트펌프 시스템 플랫폼, 데이터베이스 구축 진행 현황, 출력 정보의 GUI를 구현하여 활용성에 대하여 소개하였다. 최종민 등<sup>(28)</sup>은 에너지 전환 정책과 수열에너지 연계성 분석에서 열수요 부분, 온실가스 감축수단, 정책부합성/에너지 전환에 대하여 언급하였다. 서정식 등<sup>(29)</sup>은 국내 수열원 열펌프의 계절성능계수의 개발 개념 소개에서 수열원 열펌프의 계절성능계수의 개발을 위하여 공기열원과 수열원간의 상관관계를 비교하였으며, 이러한 상관관계를 공기열원의 온도빈(BIN)자료를 활용하여 냉방계절성능계수와 난방계절성능계수를 적용하여 활용할 수 있다고 판단하였다. 방유석 등<sup>(30)</sup>은 댐심층수를 활용한 수열에너지의 적용 기술에서 프리쿨링형 공기조화 시스템을 적용한 인텟 데이터 센터 실증 시험에 대하여 소개하였다. 두 번째 특별세션에서는 수력에너지 연구에 대하여 소개되었다. 최미진 등<sup>(31)</sup>은 정수장내 소수력 발전설비 설치에 관한 연구에서 발전시설 용량과 발전량, 수차발전기 형식선정과 배치 그리고 시공계획에 대하여 소개하였다. 박승훈 등<sup>(32)</sup>은 관로상 미활용 에너지를 활용한 소수력 개발-밀양댐 양산계통도수관로상 소수력 개발에 대하여 발표하였다. 문인식 등<sup>(33)</sup>은

절대유량법 현장 시험과 전산해석을 통한 저낙차 수력발전소의 방류 및 효율 측정에 대하여 현장실험과 전산유체해석을 병행하여 상호보완을 통해 발전설비 효율 산정하는 방법에 대하여 소개하였다.

그 외의 특별세션에서는 환경기계에 대한 연구가 소개되었다. 김준용 등<sup>(34)</sup>은 펌핑시스템의 성능과 수열에너지 상관관계에 대하여 고찰하였다. 박종대 등<sup>(35)</sup>은 흡수정에서 인라인으로 펌프운영방식 변경에 따른 수층압 설치 연구사례를 소개하였다. 이창민 등<sup>(36)</sup>은 감압밸브 진단 및 설계 연구를 소개하였으며, 유민수 등<sup>(37)</sup>은 상수관로내 맞춤형 이물질 제거 시스템 개발에서 성능시험 결과와 현장 적용 사례에 대하여 발표하였다. 하필수 등<sup>(38)</sup>은 밀양댐 비상용수 공급밸브 핀홀 발생 사례 원인 분석과 대응 방안에 대하여 소개하였다. 신창식 등<sup>(39)</sup>은 지구온난화 및 수질이상으로 인한 유충이 정수처리 공정에 유입되면, 소독제(염소 등)로는 제거가 불가능하다. 이것을 해소하기 위한 소형생물 차단 탄소 ZERO 그린 플랫폼 개발 및 구축에 대하여 소개하였다. 서석현 등<sup>(40)</sup>은 시화호 조력발전소의 스톱로그 운영 및 설계 고려사항에 대하여 발표하였으며, 노선민 등<sup>(41)</sup>은 빅데이터 기반의 역삼투(RO) 공정 운영예측시스템 구축에 대하여 소개하였다. 김성호 등<sup>(42)</sup>은 수도용 예비자재의 효율적 관리를 위한 자동화 시스템 도입과 안전성 향상 기술에 대하여 발표하였다. 정성엽 등<sup>(43)</sup>은 노점온도 제어를 통한 댐 깔러리 습윤환경을 개선하는 방법에 대하여 소개하였다. 정성엽 등<sup>(44)</sup>은 탄력적 창녕함안보 운영을 위한 어도의 개선방안과 기대효과에 대하여 발표하였으며, 포스터 세션에서는 이형돈 등<sup>(45)</sup>은 친환경 바이오 연료를 사용하는 난방시스템 디자인 설계 및 환경시험 평가 주제로 바이오 연료(폐식용유)를 연소장치에 직접 투입하여 난방이 가능한 난방시스템 2종(원적외선 히터, 농업 열풍기)을 개발하였다. 프로세스 디자인 설계를 통해 사용자 중심의 편의성 개선과 최적화를 수행하였고 제작된 시제품의 환경성을 시험한 결과 연소효율 최대 99%이상, 산소농도 8.3%로 매우 안정적인 연소가 이루어짐을 확인하였으며, CO농도는 평균 7.9 ppm, NO<sub>2</sub>는 최대 67 ppm, SOx는 검출되지 않아 친환경성을 확인하였다. 이형돈 등<sup>(46)</sup>은 관형 산기 장치의 성능기반 에너지 소비효율 평가를 수행하여 SOTE 25~29%, SOTR 11.3~12.6 kg/h, SOTE 대비 에너지 효율은 7.8~8.2% kWh, SOTR 대비 에너지 효율 3.4~3.5 kg-O<sub>2</sub>/kWh로 평가하였다. 이형돈 등<sup>(47)</sup>은 3 kg/hr급 오존 발생장치 성능기반 에너지소비효율을 평가한 결과 총 소비 전력량 23 kWh, 단위 오존발생량 대비 에너지 소비효율 7.41 hWh/kg-O<sub>3</sub>의 결과를 도출하였다. 여인설 등<sup>(48)</sup>은 물 재이용을 위한 전기염소공정 성능시험방법 국제표준화 연구에 대하여 소개하였다. 여인설 등<sup>(49)</sup>은 바이오 에어로졸 내 미생물의 저감을 위해 전기산화환원 공정이 적용된 나노기포발생장치 및 정화시스템을 제작하여 공급수(증류수, 수도

수)에 따른 표피포도상구균 농도 변화를 비교 분석한 결과 공급수 종류에 관계없이 나노기포수의 미생물 저감효과가 있음을 도출하였다. 여인설 등<sup>(50)</sup>은 전기화학적 처리공정과 DAF 공정을 연계하여 스크러버 폐세정수 처리를 위한 최적화 운영 조건 선정을 위한 시험을 실시하여, 탁도와 질산염의 경우, 알루미늄 전극이 아연전극에 비해 높은 제거효율을 보였으며, PAHs의 제거에는 전기화학적 공정 및 DAF 공정의 영향이 없음을 도출하였다. 김보민 등<sup>(51)</sup>은 Onsite 해양쓰레기 전처리 시스템 시나리오 개발을 통해 해양쓰레기의 질적 향상을 도모하였으며, 공간 제약적인 해양 선박 위에서 해양쓰레기를 원활히 처리 할 수 있는 시나리오 개발에 대하여 소개하였다. 김보민 등<sup>(52)</sup>은 해양쓰레기 처리 기술 동향 연구에 대하여 발표하였다. 김보민 등<sup>(53)</sup>은 공기부양 하수관로 조사장비 성능평가 절차 개발 연구에서 공기부양 하수관로 조사장비의 성능평가 절차를 개발하여 조사장비의 객관적인 평가가 가능하도록 하였다. 방우혁 등<sup>(54)</sup>은 이온 교환수지 공정에 대한 모니터링 없이는 이온 교환수지를 오래 사용할 수 없으며, 이온 교환수지 공정의 비용 발생은 90% 이상이 초기 설치 후 발생함으로 이 비용을 절감 시 전체 비용이 크게 감소하는 효과를 얻을 수 있다. 이온 교환수지의 교환 비율은 목표 수질 및 이온 교환수지의 성능에 따라 결정되며 운전조건 및 재생 여부 등에 달라지는 결과를 도출하였다. 방우혁 등<sup>(55)</sup>은 섬유상여과기에 대한 성능평가방법 개발을 위한 인자를 파악하였으며, 섬유여과기의 수도용 시장 진입을 위해서는 현재 성능평가방법이 필수적이고, 급속상여과 공정을 대체하게 되므로 수도법상 동일기준인 탁도와 크립토스포리디움 기준을 적용하여야 하며, 수도용 기자재 적합 인증을 받은 재료 등을 사용하여야 함을 확인하였다. 이형돈 등<sup>(56)</sup>은 30 kW급 화목보일러 개발을 위해 연료별 연소성능 시험을 통해 최적화를 진행하였고, 다양한 조건에서 보일러의 성능을 평가하였다. 또한 국내외 화목보일러 대상 관련 표준규격 조사를 통해 국내실정에 맞는 환경인증기준(안)을 설계·검토하였다. 박승민 등<sup>(57)</sup>은 콜로이드 실리카 표준물질 제조 및 측정방법에 관하여 소개하였다. 박승민 등<sup>(58)</sup>은 고농도 반도체 폐수에 포함된 Tetramethylammonium hydroxide(TMAH) 분석방법에 관한 연구에서 TMAH 전처리 방법을 최적화하여 이온크로마토그래피를 이용하여 TMAH를 분석 조건의 확립을 통해 반도체 폐수 내 난분해성 유기물질인 TMAH의 정확한 농도를 파악하는 기반을 마련하였다.

### 3. 결 론

2022년 한국유체기계학회 논문집 및 한국유체기계학회 하계·동계 학술대회에 발표된 논문을 중심으로 연구동향을 간단히 정리하였다. 총 58편의 논문(논문집 4편, 학술대회

54편) 이 발표되었으며 수열에너지의 주요부분인 히트펌프, 수열의 적용과 사업 동향, 정책 부합성에 대하여 소개되었다. 수력에너지에서는 중규모급 수력플랜트의 설치현안, 현장 효율시험, 소수력 개발에 관련한 연구가 소개되었다. 또한 물에너지-물산업기자재 요소기술 등 다양한 분야에 대하여 실험적 방법과 수치적 방법을 통한 연구 결과를 확인하였다. 앞으로도 해당 분야에서 새로운 주제로 다양한 연구가 진행되어 많은 연구 결과가 도출될 것으로 예상된다.

## References

- (1) Cho, T. Y., Ko, S. H., Cho, Y., and Bae, K. H., 2022, "A Prediction of the Transient Phenomena by the Load Rejection for a 50MW Francis Hydropower Plant," *KSFJ Journal of Fluid Machinery*, Vol. 25, No. 2, pp. 21~28.
- (2) Lee, K. B., Kim, D. G., Cho, Y., and Park, T. J., 2022, "Improvement of Sedimentation Sludge Discharge in a Wager Treatment Plant," *KSFJ Journal of Fluid Machinery*, Vol. 25, No. 3, pp. 38~47.
- (3) Cho, Y., Kim, Y. J., Choi, J. Y., and Bae, K. H., 2022, "Study on 3D Shape Information Acquisition Method of Francis Turbine Runner," *KSFJ Journal of Fluid Machinery*, Vol. 25, No. 3, pp. 13~20.
- (4) Oh, J. M., 2022, "An Experimental Study for Reduction of Transfer Gear Noise on the FF 8<sup>th</sup> Speed Automatic Transmission," *KSFJ Journal of Fluid Machinery*, Vol. 25, No. 5, pp. 31~38.
- (5) Yeon, S. H., Lee, N. S., Kim, K. Y., Lee, H. W., and Kim, C. H., 2022, "Hydrothermal Heat Pump Turbo Compressor Aerodynamic Design," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (6) Kim, H. Y., Kim, J. Y., Lee, Y. S., Nam, S. H., and Yoon, I. G., 2022, "Hydrothermal Heat Pump Turbo Compressor Aerodynamic Design," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (7) Park, Y. J., Kong, H. J., Park, S. H., Ko, E. B., and Min, K. E., 2022, "Hydrothermal Heat Pump Turbo Compressor Aerodynamic Design," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (8) Moon, G. H., Choi, M. S., Kang, B. H., Lee, S. C., Kim, S. H., Yun, R., and Park, C. Y., 2022, "Hydrothermal Heat Pump Turbo Compressor Aerodynamic Design," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (9) Mohammad, A. S., Kim, S. J., Cho, Y., Choo, S. H., Nam, H. W., and Kim, J. H., 2022, "Effect of Suction Head on Inception and Development of Cavitation in a Francis Turbine Model," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (10) Park, N. H., 2022, "ADM Efficiency Test Validation and Discussion of 50 MW Francis Turbine," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (11) Lee, S. M., 2022, "A Study on Seismic Behavior Characteristics Considering the Support Conditions of Power Generation Facilities in Hydroelectric Plants," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (12) Choi, H. S., and Kim, J. W., 2022, "Power Equipment Monitoring Diagnosis & Asset Management Evaluation," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (13) Min, K. E., Kim, H. J., Jo, H. S., Yoon, M. J., Park, J. S., and Ma, J. A., 2022, "Study on Pending Installation of Mid-sized Hydro Power Plant Research Project," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (14) Choi, J. W., Cho, Y., Kim, Y. J., and Jo, H. S., 2022, "CFD Analysis of the effect of Strainer Screen Blockage rate on Pressure drop," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (15) Park, H. J., 2022, "Design of Heat Exchange Package System on the Use of River Water Hydrothermal Energy," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (16) Jung, S. Y., and Cho, Y., 2022, "Renewable Energy Increase & CO<sub>2</sub> Reduction by Improving Underwater Barrage of Hapcheon-Changeong Barrage," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (17) Moon, I. S., Cho, Y., Choi, J. W., and Kim, H. D., 2022, "A Study on Flow Characteristics of Scum Removal System in Flocculation Basin by CFD," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (18) Jang, S. M., Lee, J. K., and Choi, J. W., 2022, "A Study on Eco-Friendly Introduction of K-water Ships and Charging Infrastructure," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (19) Won, B. H., Cho, I. J., and Park, M. K., 2022, "Development of New Pump Coating Materials for Pump Efficiency Improvement and Energy Saving," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (20) Lee, S. Y., Joo, I. H., Kwak, H. J., Jeon, S. M., Lee, K. Y., Jun, B. J., Seo, S. H., and Cho, Y., 2022, "Operational Performance Analysis Seawater Hydrothermal Energy Demonstration System," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (21) Seo, S. H., Lee, M. J., Jeon, S. M., Jun, B. J., Joo, I. H., Kwak, H. J., and Choi, J. W., 2022, "Research on Methods for Reducing and Removing Polluting Organisms," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (22) Song, S. I., Choi, J. W., Kim, H. D., and Cho, Y., 2022, "Development of Hydrothermal Energy Hybrid System," *Proceedings of the KSFJ 2022 Summer Annual Meeting*.
- (23) Jeong, J. W., Choi, J. W., Kim, Y. J., Cho, Y., and Kim, T. H., 2022, "Development of Hydrothermal Energy

- Technology for IDC Cooling using Deep Water in Dam,” Proceedings of the KSFM 2022 Summer Annual Meeting.
- (24) Park, S. H., Lee, J. W., and Kim, H. H., 2022, “Performance Study according to the Shape Change of Strainer in a Horizontal pressurized type Swimming Pool Filtration System using Flow Simulation,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (25) Kim, K. B., Chang, K. C., Ra, H. S., Wang, E. S., Na, S. I., Cho, J. H., Choi, B. S., and Lee, G. B., 2022, “Experimental Study on the Heating Operation of a Heat Pump System for the use of Low-temperature River Water in Winter,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (26) Nam, H. W., Kim, Y. J., Choo, S. H., and Kwak, S. B., 2022, “LCC-based Analysis of Water Treatment Process using Hydrothermal Energy,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (27) Jeong, H. J., Shin, J. W., Yun, R., and Cho, Y., 2022, “A Case Study of Database Building for the Feasibility of Hydrothermal Energy System Application,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (28) Choi, J. M., Oh, S. W., and Lee, K. H., 2022, “A Study on the Interrelation between Energy Transition Policy and Hydrothermal Energy,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (29) Seo, J. S., Cho, Y., Chang, K. C., Park, G. Y., and Lim, J. H., 2022, “Concept of the Development on Seasonal Performance Factor of Water Source Heat Pump System in Korea,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (30) Pang, Y. S., Kim, Y. J., Cho, Y., Choi, J. W., and Jeong, J. H., 2022, “Technology for Applying Hydrothermal Energy using Deep water – Introduction of Internet Data Center Demonstration Test with Free-cooling Air Conditioning System,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (31) Choi, M. J., Jeon, K. S., Hyun, J. J., Park, S. J., and Choi, J. W., 2022, “A Study on the Installation of Small Hydro Power Generation Facilities in Water Purification Plants,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (32) Park, S. H., Seo, Y. T., and Yun, M. J., 2022, “A study on the Development of Small Hydropower using Unused Energy in Pipelines,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (33) Moon, I. S., Cho, Y., Kim, Y. J., and Choi, J. W., 2022, “A Study on Discharge and Efficiency Measurement of Low Head Hydroelectric Power Plants through Field Test and CFD of Absolute Flow Method,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (34) Kim, J. Y., Choo, S. H., Kim, K. R., and Kang, K. R., 2022, “A Study on the Correlation between Pumping System Performance and Hydrothermal Energy Cooling and Heating Effect,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (35) Park, J. D., Jeon, K. H., Kim, J. L., Park, J. I., Kim, J. H., and Cho, Y., 2022, “A Study on the Installation of Water Refilling Equipemtn according to the change in Pump Operation Method,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (36) Lee, C. M., Song, J. G., Lee, J. B., Kim, J. J., Shim, H. J., and Jeong, J. H., 2022, “Pressure Reducing Valve Diagnosis and Design Research,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (37) You, M. S., Lee, J. D., Ahn, B. M., Jeong, S. I., and Pang, Y. S., 2022, “Development of Customized Foreign Material Removal System in Water Pipe,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (38) Ha, P. S., Lee, S. H., Jo, I. A., and Song, S. I., 2022, “Cause Analysis and Countermeasure Study for Cases of Emergency Water Supply Valve Pinhole in Miryand Dam,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (39) Shin, C. S., Park, J. H., Lee, H. K., and Nam, H. W., 2022, “Development and Construction of a Small-organism-blocking Carbon ZERO Green Platform” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (40) Seo, S. H., Jun, B. J., Kwak, H. J., Joo, I. H., and Min, K. E., 2022, “Stoplog Operation and Design Considerations,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (41) Roh, S. M., Choi, D. H., and Nam, H. W., 2022, “Establishment of Big Data-based Reverse Osmosis(RO) Process Operation Prediction System,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (42) Kim, S. H., Bang, H. H., Im, D. H., An, J. K., Kim, H. J., and Kim, T. H., 2022, “Introduction of Automation System for Efficient Management of Spare Materials for Water Supply and Development of Safety Improvement Technology,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (43) Jung, S. Y., Lee, J. G., Jang, S. M., Lee, S. G., and Moon, I. S., 2022, “Improvement of Dam Gallery Wet Enviroment through Dew Point Temperature Control,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (44) Jung, S. Y., Hong, J. Y., Kim, Y. K., and Kim, H. D., 2022, “Improvement of Fishery for Flexible Maintenance,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (45) Lee, H. D., Cho, S. H., Yoon, H. J., and Yoon, S. W., 2022, “Design of Heating System and Evaluation of Environmental Test using Eco-friendly Bio-fuel,” Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.

- (46) Lee, H. D., Park, S. M., and Kim, K. K., 2022, "Evaluation of Energy Consumption Efficiency by Performance for Plate-type Air diffuser," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (47) Lee, H. D., Park, S. M., and Kim, K. K., 2022, "Analysis of Energy Consumption Efficiency by Performance for 3kg/hr Ozone Generator," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (48) Yeo, I. S., and Park, C. G., 2022, "Study on International Standization for Water Reuse Electro-chlorination Process Performance Evaluation," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (49) Yeo, I. S., and Park, C. G., 2022, "Study on Development of Bio-aerosol Reduction System using Nano-bubbles," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (50) Yeo, I. S., and Park, C. G., 2022, "Study on Performance Evaluation of SO<sub>x</sub>-NO<sub>x</sub> Wet Scrubber Wastewater Treatment System in Ship," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (51) Kim, B. M., and Park, C. G., 2022, "Marine Waste Onsite Pretreatment Scenario Development Study," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (52) Kim, B. M., and Park, C. G., 2022, "A Study on the Trend of Marine Waste Disposal Technology," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (53) Kim, B. M., and Park, C. G., 2022, "Research on the Development of Performance Evaluation Procedure for Air-floating Sewer Pipeline Survey Equipment," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (54) Bang, W. H., Lee, H. D., Park, S. M., and Park, C. G., 2022, "Optimization of Ion Exchange Resin Reuse Ratio in the Industrial Ultrapure mixed bed Polisher Process," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (55) Bang, W. H., Lee, H. D., Park, S. M., and Park, C. G., 2022, "Performance Evaluation Method for Fiber Filter Processes used in Drinking Water Treatment Processes," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (56) Lee, H. D., and Jung, M. S., 2022, "Development of 30kW Eco-friendly Wood Boiler and Design Certified Standard by Performance Evaluation for PM Reduction," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (57) Park, S. M., Band, W. H., Lee, H. D., Park, C. G., Lee, J. W., Song, D. H., and Kim, D. W., 2022, "A Study on the Preparation and Measurement of Colloidal Silica Standards," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.
- (58) Park, S. M., Band, W. H., Lee, H. D., and Park, C. G., 2022, "A Study on the Analysis Method of Tetramethylammonium Hydroxid(TMAH) Contained in High Concentration Semiconductor Wastewater," Proceedings of the KSFM 2022 Winter Annual Meeting.