

2014년 환경기계 분야 연구동향

신명섭*

1. 서 론

본 환경기계 분야는 2013년 8월부터 배관설비 분과와 환경기계 분과의 통합이 이루어졌다. 2014년도 본 학회의 한국유체기계학회 논문집 및 학술대회 논문집의 논문 중 환경기계 분야를 통해 발표된 연구내용을 요약하여 소개하고자 한다. 본 학회의 논문집에는 5편의 논문과 학술대회 논문집에는 13편의 논문이 발표되었다.

본 논문에서는 상기 18편 논문의 연구내용을 요약하고 동향을 분석하는 방법으로 2014년 한 해 동안의 연구동향을 요약 및 정리하고자 한다.

2. 환경기계 일반 분야

2014년도의 환경기계 분야중 일반 기술 분야는 2014년 한국유체기계학회 학술대회 논문 발표로 3편이다.

전보현 등⁽¹⁾은 선박평형수로 사용되는 해수와 유입되는 이물질을 제거하여 장비들의 파손을 방지하기 위하여 필터의 위치와 출구부의 위치에 따른 유동특성에 관한 연구를 수행하였다.

정영훈 등⁽²⁾은 집하시설에 설치된 탈취 흰이 집하시설 운전에 미치는 영향에 대하여 연구를 수행하여 약 6.5%의 에너지 절감효과를 나타내었다.

나기호 등⁽³⁾은 축전식 탈염기술을 해석하기 위하여 DSMC를 이용하여 입자들과 유동장의 상호작용을 고려하고 Poisson 방정식을 격자기반으로 전기장을 해석하여 전기장에 의한 입자들의 거동을 시뮬레이션 하였다. 제시한 방법들은 이론적인 해와 비교하여 검증하였다. 검증된 방법을 통해 흡착/탈착 과정을 시간에 따라 이온의 농도변화량 결과를 실험데이터와 비교 분석하였다.

3. 수처리 분야

2014년도의 환경기계 분야중 수처리 기술 분야는 2013년도에 발표된 학술지 논문이 없는 것에 비하여 3편으로 실험

적 연구로 다양하게 이루어졌으며, 2014년 한국유체기계학회 학술대회 논문발표는 8편이다.

먼저, 한국유체기계학회 논문집에 발표된 논문으로는 3편의 실험적 연구를 통하여 다양한 수처리 기술을 연구하였다. 신용현 등⁽⁴⁾은 해수담수화 공정에서 사용되는 직접접촉식 막증발법에서 발생하는 막의 젖음 현상을 파악하고 보다 효과적인 방법으로 성능을 회복시키는 방법에 대하여 실험적으로 연구하였다. 연구내용으로는 젖은 현상이 발생하는 막의 성능회복을 파악하기 위하여 액체 투과 압력(liquid entry pressure, LEP), 투과도와 염제거율을 살펴보고, 분리막의 표면을 SEM을 통해 분석하였다. LEP 측정은 분리막의 dewetting 여부를 쉽게 알 수 있는 방법임을 확인하였으며, 이를 통해 분리막의 거동을 대략적으로 예측할 수 있다. 실험 결과의 분석을 통하여 가장 이상적인 dewetting 방법은 막표면의 변화가 발생하지 않고, dewetting 후에도 flux 및 염제거율을 회복할 수 있는 60°C의 공기로 5~10분간 건조하는 방법을 보였다. 이는 상온에서 24시간 이상 방치하여 건조하는 방법에 비하여 시간을 절감할 수 있으며, 보다 더 효율적인 방법임을 보였다.

박찬규 등⁽⁵⁾은 기존의 활성슬러지를 이용한 물리·화학적·생물학적 처리 공정을 적용한 하·폐수처리시설은 강화된 방류수 수질 기준에 부합하는 한계가 있다. 이 한계를 대처할 수 있는 자성체 이온교환수지를 이용하여 고도하수처리 시스템에서 유기물질의 제거효율에 대한 최적인자를 도출하고자 실험적으로 연구하였다. 연구결과로는 하수처리 시스템에 자성체 이온교환수지의 투입량에 따라 유기물질의 제거효율이 다르게 나타났으며, 200 BVTR 일 때 CODmn의 제거율은 71%, TN과 NO₃--N의 제거율은 각각 40.37%, 46.34%였고 TP의 경우 42.03%의 제거율을 확인하였다. 150 BVTR 일 때, CODmn은 55.22%, TN은 37.83%, NO₃--N는 50.38% 그리고 TP는 41.6%의 제거율을 나타내었다. 100 BVTR 일 때 CODmn의 제거율은 74%, TN은 59.15%의 제거율을 보였고 NO₃--N의 제거율은 79.94% 그리고 TP의 제거율은 79.16%를 확인하였다. 이러한 결과를 통하여 200 BVTR과 150 BVTR을 비교하였을 때 CODmn, TN, NO₃--N 그리고 TP의 제거효율은 다소 차이가 나거나 비슷한 수준을 확인 할 수 있었다. 또한, 보다 많은 양의 resin을 투입한 100 BVTR는 4가지 유기물질이 높은 수준의

* 동양미래대학교 기계공학부
E-mail : shinms@dongyang.ac.kr

제거효율을 나타내었고 200 BVTR과 150 BVTR과 비교하여도 많은 차이를 느낄 수 있었다. 자성체 이온교환수지의 투입량이 높을수록 제거효율이 증가하는 경향이 나타났으며 자성체 이온교환수지의 투입량을 조절하여 200 BVTR, 150 BVTR, 100 BVTR로 세팅하였을 때 가장 높은 제거효율을 보인 100BVTR이 최적인자라고 판단되는 것을 실험적 연구를 통하여 보였다.

박찬규 등⁽⁶⁾은 생물학적 호기성필터를 이용하여 소규모 하수처리시스템에 대하여 실험적 연구를 진행하였다. 박찬규 등의 연구 목적은 bench scale의 BAF 반응조에서 유기오염물질의 제거효율 조사하고, 이를 통하여 BAF 이용한 소규모 하수처리시스템을 특성화하고자 한다. 연구결과로는 BAF 시스템을 이용한 폐수처리시의 COD, T-N, T-P, NH₄+N 제거 효율을 조사하였으며, 운전기간 중 유기물 제거효율은 평균 88% 이상으로 매우 안정적으로 나타났으며 Bench scale의 반응조에서 BAF를 이용한 폐수처리 공정이 안정적으로 운전되는 것을 확인하였다. 질소 및 인제거의 경우 초반 공기공급관 막힘 현상으로 인해 제거효율이 불량하였으나 운전개시 27일 전후로 점차 회복되어 평균 80%, 79%의 제거효율을 보였으며, 인의 경우, 평균 79%로 양호한 제거효율을 보였으나 환경부 방류수처리기준인 0.2mg TP/L에 미치지 못하여 후단에 탈질/인흡착여과기를 추가하여 BAF 공정의 시스템을 설계하여 실험적 연구를 수행하였다.

2014년 한국유체기계학회 학술대회 논문발표는 8편으로 실험 및 수치해석을 이용하여 다양하게 연구하였다.

조은영 등⁽⁷⁾은 자철광 분말을 이용한 하수처리시스템의 질소, 인 제거효율에 관한 연구를 수행하였다.

박승민 등⁽⁸⁾은 자성체 이온교환 수지를 이용하여 하수 재이용수에 대한 질소·인의 제거효율에 관한 연구를 수행하였다.

박찬규 등⁽⁹⁾은 생물학적 막분리(MBR)와 IPNR(질소·인 동시 제거)를 이용하여 소규모 하수처리 시스템에 관하여 연구를 수행하였다.

Sultan 등⁽¹⁰⁾은 CFD를 이용하여 UV (ultraviolet) 반응기 내의 램프의 위치를 변화시켜 반응기의 성능에 대한 평가를 수행하였다.

김중대 등⁽¹¹⁾은 아연 반응관의 희생양극원리에 의하여 히드록실에서 발생하는 음이온과 고농도 세라믹의 전자기 효과를 이용하여 다기능 수처리 장치에 대한 부식 방지 및 녹 제거 특성에 관하여 연구를 수행하였다.

박정규 등⁽¹²⁾은 라그랑지안 입자 추적(Lagran-gian particle tracking) 방법을 이용하여 유기물의 제거량을 계산하였으며, Collimated Beam Device (CBD) 시험과 CFD 유동해석 결과만으로 유기물의 제거량을 예측할 수 있는 기법을 개발 및 성능을 평가하였다.

황우철 등⁽¹³⁾은 전산유체역학(CFD)을 활용한 개수로형

UV소독장비의 해석기법에 관하여 연구를 수행하였다.

김성운 등⁽¹⁴⁾은 선박에서 사용되는 SCR(selective catalytic reduction) 시스템에서 NOx를 측정 및 분석하는 여러 가지 방식의 특성에 관하여 연구를 수행하였다.

4. 배관설비 분야

박원희 등⁽¹⁵⁾은 철도차량에 설치되는 화재진압장치인 미분무수 소화장치의 성능평가 설비를 소개하고 소화성능 평가 시험에 대하여 실험적으로 연구하였다. 연구 내용으로는 철도 차량내부에 화재가 발생하는 상황을 실험적으로 모사하여, 온도측정 및 화원의 소화여부를 판단하여 노즐의 성능을 평가하였다. 철도차량에 설치되는 미분부 소화장치를 평가하기 위하여 화원을 3가지 경우에 대하여 고려하였으며, 각각의 경우에 대한 성능평가 기준을 이용하여, 압력이 70 bar로 고정되어 작동하는 3가지의 서로 다른 노즐의 성능평가를 수행하였다. 화재 두 번째 경우에는 모든 노즐이 화재 발생한 후 5분 이내에 완전히 소화되었으며, 화재 첫 번째, 세 번째 경우에 대한 노즐 평가는 온도차가 모든 열전대에서 150°C이내였다. 각 화재인 경우, 모두 성능평가 기준에 합격하였으며, 특히 노즐 C는 노즐A, B에 비하여 온도차가 작은 부분이 더 많이 존재함으로써 더 좋은 성능 가지는 것을 보이고 있다.

이동근 등⁽¹⁶⁾은 K-water에서 사용하고 있는 유량계 교정 시스템 중 중량측정에 의한 방법의 교정측정능력을 향상시키기 위하여 불확도에 영향을 미치는 변수들을 찾아 설비를 개선한 후 그 능력을 재평가하였다. 중량측정의 기준인 로드셀을 출력의 선형성이 우수한 정밀한 계기로 교체한 후, 설치되는 환경을 고려한 모든 불확도를 고려하였다. 스위칭 다이버터의 특성을 고려하여 트리거링을 보다 쉽고 정확하게 할 수 있도록 설비를 개선하여 결과를 측정하였다. 연구결과로는 중량측정방식을 채택한 유량계 교정시스템의 불확도는 중량측정과 시간측정에 관련된 변수가 지배적임을 확인하였다. 또한 중량측정에 사용되는 로드셀의 불확도는 선형함수로 표현되며 로드셀의 경년변화의 불확도는 정확도에 관련된 물리량이므로 정확도가 높은 계기를 선택하여야 하고, 온도에 의한 영향을 줄이기 위하여 항온조건에서 사용하는 것이 확인하였다. 시간측정의 불확도는 유동율에 따른 반복성이 지배적이므로 트리거링 위치가 노즐에서 분출되는 유동의 중심에 최대한 근접되도록 정확하게 설치되어야함을 보였다.

김경태 등⁽¹⁷⁾은 ADINA FSI를 이용한 유체-구조연성해석을 통해 배관 내 유체의 압력 분포 및 유속, 배관 구조의 응력 분포 및 변형 프로파일을 해석하여 배관의 안정성을 평가하였다. 각각의 Case에서 전체적으로 곡관부에 압력 집중 및 변형량이 큰 것으로 나타났으며, 유속과 응력 수치는 분

기관을 포함할 경우 분기관 연결부분에서 크게 나타났다.

전홍필 등⁽¹⁸⁾은 CFD해석 방법을 이용하여 실제 작동유체로 작동 하는 PFA 라이닝 밸브의 유량계수를 정확하게 예측함으로써 현장에 맞는 PFA 라이닝 밸브를 선택할 수 있는 성능에 대하여 연구하였다. ANSYS를 이용하여 PFA 라이닝 볼밸브의 유량계수를 예측하였으며, 20°C 물의 유량계수를 비교한 결과 241.3(gpm)으로 나와 측정된 값과 유사한 값을 보였다. 또한, 실제의 작동조건은 40°C의 HCL로 유량계수 측정시 사용되는 상온의 물보다 점성계수가 약 2배 정도 크기 때문에 밸브에 흐르는 유량이 작아짐으로 밸브 선정시 주의가 필요하다는 것을 보였다.

5. 결 론

본 논문에서는 지금까지 2014년도 한국유체기계학회에 발표된 환경기계 분야의 주요 연구동향을 한국유체기계학회 논문집 및 2014 한국유체기계학회학술대회 논문집에 발표된 환경기계 분야 18편의 논문을 분석하였다.

2014년 게재된 논문 수는 5편으로 전년에 비하여 비약적으로 발전하였으며, 학술대회에서는 총 13편의 논문이 발표되어 예년 수준의 연구가 회복된 것으로 나타났다. 특히, 수처리 기술 분야의 연구에서는 주로 하수처리시스템에서의 분리막 기술, 제거효율 증대 등 최적의 인자 도출 및 성능 분석에 대한 것이 주를 이루고 있다. 향후에도 지속적으로 환경기계 분야에서 우수한 연구결과들이 발표되기를 기대한다. 아울러 국가 기간산업 활성화에 일조할 수 있기를 희망한다.

References

- (1) 전보현, 박재현, 고제현, 김현중, 김현지, 김정환, 김범석, 김정렬, 2014, “해수용 필터 배치와 통과 유량의 상관관계에 관한 연구,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 포스터 세션, pp.95.
- (2) 정영훈, 서상호, 김형호, 2014, “집하시설 탈취 현이 집하시설 운전 에 미치는 영향,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 환경기계 및 폐기물 플랜트 Part, pp.341.
- (3) 나기호, 김주현, 장진우, 이상환, 2014, “전기장 기반의 DSMC를 이용한 축전식 탈염 시뮬레이션,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 환경기계 및 폐기물 플랜트 Part, pp.342.
- (4) 신용현, 구재욱, 한지희, 이상호, 2014, “직접접촉식 막증발법에서의 막 젖은 현상에 관한 연구,” 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제2호, pp.30~34.
- (5) 박찬규, 김희수, 이정무, 2014, “기존하수처리장에서 자성체 이온교환수지를 이용한 하수처리공정 적용가능성 평가,” 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제2호 pp.35~40.
- (6) 박찬규, 조은영, 김영희, 박성진, 2014, “생물학적 호기성 필터를 이용한 소규모 하수처리시스템에 관한 연구,” 한국유체기계학회 논문집, 제17권, pp.41~45.
- (7) 조은영, 박승민, 여인설, 김종철, 김양섭, 박찬규, 2014, “자철광 분말을 이용한 하수처리시스템의 질소, 인 제거 효율에 관한 연구.” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 환경기계 및 폐기물 플랜트 Part, pp.344.
- (8) 박승민, 조은영, 여인설, 이정무, 박찬규, 2014, “자성체 이온교환수지를 이용한 하수 재이용수 질소·인 제거 효율에 관한 연구,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 환경기계 및 폐기물 플랜트 Part, pp.345.
- (9) 박찬규, 조은영, 박승민, 여인설, 김영희, 2014, “MBR과 IPNR를 이용한 소규모 하수처리 시스템에 관한 연구,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 환경기계 및 폐기물 플랜트 Part, pp.346.
- (10) T. Sultan, 조진수, 2014, “CFD analyses of the asymmetric lamp positioning for the performance improvement of a closed-conduit UV reactor,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 선박/해양에너지 & 수처리기술 Part, pp.379.
- (11) 김종대, 정선구, 이정수, 여두현, 2014, “아연 반응관의 회생양극원리에 의한 히드록실 음이온 발생과 고농도 세라믹의 전자기 효과를 이용한 다기능 수처리 장치에 대한 부식 방지 및 녹 제거 특성,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 선박/해양에너지 & 수처리기술 Part, pp.380.
- (12) 박정규, 여일규, 이경혁, 조진수, 2014, “라그랑지안 방법을 통한 UV/H2O2 고도산화처리 반응기의 성능해석,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 선박/해양에너지 & 수처리기술 Part, pp.381~382.
- (13) 황우철, 박정규, 김현수, 이경혁, 조진수, 2014, “전산유체역학을 활용한 개수로형 UV소독장비의 해석기법 연구,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 선박/해양에너지 & 수처리기술 Part, pp.383.
- (14) 김성운, 이영호, 김민, 한빛누리, 2014, “선박용 SCR 시스템 NOx 측정 및 분석 방식의 특성 연구,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 선박/해양에너지 & 수처리기술 Part, pp.384.
- (15) 박원희, 음푸른별, 윤경범, 이덕희, 2014, “철도차량 미분무수 소화설비 성능 평가,” 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제1호, pp.22~27.
- (16) 이동근, 김종섭, 박태진, 박종호, 2014, “액체용 유량계 고정시스템의 교정측정능력 평가,” 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제4호, pp.05~10.
- (17) 김경태, 한동식, 김진우, 문정수, 최대한, 2014, “유체-구조 연성해석을 통한 배관 안정성 평가 연구,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 포스터 세션, pp.87.
- (18) 전홍필, 이종철, 2014, “CFD 해석 방법을 이용한 PFA 라이닝 볼밸브의 유량계수 예측,” 2014 한국유체기계학회 학술대회 논문집, 포스터 세션, pp.93.