

2014년 유체공학일반 분야 연구동향

한태헌* · 김선민

1. 서 론

2014년도 한국유체기계학회 논문집에서 발표된 논문 중 유체공학일반 분야에 해당되는 논문의 연구내용을 요약하여 소개하고자 한다. 한국유체기계학회 분과의 조정으로 원자력 분야가 신설되어 유체공학일반 분야의 논문이 감소되었지만, 본 학회에서 발표된 전체적인 논문수가 증가하여 유체공학일반 분야를 통해서 총 7편의 논문이 발표되었다.

2. 유체공학일반 분야

유체공학일반 분야의 논문들 사이에 유사한 내용이 없어 연구방법, 즉 수치해석 논문과 실험 논문으로 나누어 연구내용을 아래와 같이 정리하였다.

2.1 수치해석적 연구

원자력 발전소를 비롯한 동력 및 전력생산 시스템에서는 안전 및 사이클 효율 증진을 위해 수직관 내에 순수 증기의 응축을 활용하고 있다. 이러한 시스템에서 증기는 막응축 현상으로 응축되며, 막응축 현상은 열전달을 지배하는 주된 변수로 작용한다. 김동역⁽¹⁾은 수직 응축관 내에서 액막 두께 및 응축 열전달계수를 계산하기 위해 쿠테트 유동(Couette flow) 및 경험적 지수법칙 속도분포(empirical power-law velocity profile)를 도입한 모델을 이용하여 수치적 결과를 획득하였으며, 제안된 모델로 액막의 거동 및 응축 열전달계수를 예측할 수 있다고 발표하였다.

PFA 라이닝 볼밸브(perfluoroalkoxy lined ball valve)는 내면부에 불소계 수지인 PFA로 가공된 볼밸브로 고순도 화학약품의 제조공정, 반도체/LCD 제조공정, 석유화학, 제철, 제약 분야에서 사용되고 있다. PFA 라이닝 볼밸브는 고온고압 및 강한 부식성 물질에 노출되기 때문에, 밸브의 열유동 상태, 구조적 변형, 화학물질의 누설 여부를 예측하기 위해 멀티피직스(multiphysics) 해석이 요구된다. 전홍필 등⁽²⁾은 멀티피직스 해석을 수행하기 앞서 PFA 라이닝 볼밸브 설계를

검토할 수 있도록 볼밸브 개폐각도에 따른 유동 특성과 유량계수를 수치해석을 통해 고찰하였다.

로켓과 같은 발사체 내에서는 큰 추진력을 얻기 위해 고압의 연료를 연소실에 공급해주는 것이 중요하며, 고압탱크 방식보다 효율적인 터보펌프(turbo pump) 방식이 널리 사용되고 있다. 터보펌프는 성능 향상을 위해 높은 회전수로 작동되지만, 이로 인해 임펠러(impeller)에서 캐비테이션(cavitation)이 발생하여 출력이 급격하게 감소한다. 이를 막기 위해 임펠러 앞에 인두서(inducer)를 설치하는데, 인두서에서 복잡한 유동 및 여러 불안정한 현상들이 발생하기 때문에 임펠러와 인두서를 모두 고려한 연구가 필요하다. 김창현 등⁽³⁾은 터보펌프 인두서와 임펠러에 대해 혼합된 기법으로 수치해석을 통해 캐비테이션 여부로 발생하는 결과, 내부유동과 캐비테이션의 발달, 캐비테이션이 펌프에 미치는 영향 등에 대해 살펴보았다.

2.2 실험적 연구

댐(dam)은 중요한 수자원이지만, 대부분의 호소(湖沼)는 심각한 부영양화로 여과지의 막힘, 이취미(異臭味)와 같은 문제가 발생되고 있다. 수질은 외부에서 유입되는 오염원 외에 성층(stratification)현상으로 인한 순환장애와 같은 계절적 요인에 의해 악화된다. 호소의 성층현상을 파괴하는데 수증폭기 장치에 의한 인공순환이 사용되고 있으며, 박종호 등⁽⁴⁾은 댐의 특성 및 환경변화를 고려하여 수질 개선에 필요한 산기식 수증폭기 설비의 산기량, 설치대수, 설치간격을 산정하고, 호소의 수온 및 용존산소량 등의 변화를 측정하여 수질개선효과를 분석하였다.

골프공의 딴플(dimple)과 같이 물체 표면의 유동을 제어하여 항력을 저감시키면, 비행기, 자동차, 선박 등의 에너지 절감에 효과가 있다. 서성호 등⁽⁵⁾은 D-형상 물체 표면에 호형 그루브(arc-groove)를 형성하여 물체 표면에서 후류 경계층과 유동장의 변화, 와유출 현상에 대해 실험을 통해 살펴보았다. 물체 후류 경계층에서는 유동박리가 지연되고 난류 전단층의 크기도 감소하였지만, 물체 표면 후단에는 이러한 영향이 미치지 못하여 후류 유동제어를 통한 항력 저감 효과는 미미한 것으로 판단하였다.

화생방 테러를 방지하는 것은 거의 불가능하기 때문에 가

* (주)시아이에스알앤디 (CIS R&D)
E-mail : hantphoon@gmail.com

능성이 높은 화생방 작용제의 거동을 예측하여 테러에 의한 피해를 최소화해야 한다. 홍창기 등⁽⁶⁾은 화생방 테러에 사용되는 화학 작용제의 거동을 예측하기 위해, 아음속 풍동을 사용하여 구조물의 형상 변화에 따른 모의 화학 작용제인 살리실산메틸(methyl salicylate)의 확산 유동 특성을 분석하였다.

대형 풍력 터빈에 비해 구조나 설치가 간단한 소형 풍력 발전기는 가로등, 건물 옥상 등에 다양하게 설치되어 활용되고 있다. 특히 소형 수직축 풍력 발전기(small vertical axis wind turbine)는 수평축과 다르게 요잉(yawing) 제어를 필요로 하지 않는 장점이 있으며, 회전력을 발생시키는 원리에 따라 항력형, 양력형, 혼합형으로 구분된다. 강덕훈 등⁽⁷⁾은 항력형 블레이드인 헬리컬 사보니우스(Savonius)와 양력형 블레이드인 H-다리우스(Darrieus) 그리고 이 두 가지 형태를 혼합시킨 혼합형 블레이드 3가지에 대한 공력 특성을 실험적으로 고찰하였다.

3. 결 언

위와 같이 2014년 한 해 동안 한국유체기계학회 논문집에서 발표된 논문 중 유체공학일반 분야에 해당되는 연구내용을 정리하였으며, 학술대회에서 발표된 논문은 원자력 분야의 내용이라 기술하지 않았다.

최근 국내외에서 발생된 일련의 원전 사고들로 인해 원자력기기에 대한 관심이 고조되었고, 2013년 한 해 동안 원자력 분야의 연구가 활발히 진행되었음을 지난해 연감을 통해 확인하였다. 이러한 영향으로 2014년에는 원자력 분과가 신설 되었다.

References

- (1) 김동억, 2014, “수직관 내 순수 증기의 층류 액막 응축 모델”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제3호, pp. 33~40.
- (2) 전홍필, 김동열, 이종철, 2014, “개폐각도에 따른 PFA 라이닝 볼밸브의 유동특성 및 유량계수 전산해석”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제4호, pp. 76~80.
- (3) 김창현, 최창호, 백제현, 2014, “인듀서와 임펠러가 결합된 터보펌프에서의 캐비테이션 유동 특성”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제6호, pp. 21~28.
- (4) 박종호, 라병필, 2014, “댐내 수온성층 파괴를 위한 산기식 수중폭기설비 성능향상 실증연구”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제5호, pp. 37~42.
- (5) 서성호, 남청도, 이형우, 홍철현, 2014, “Arc-Groove를 가진 D-형상 물체 주위 유동에 관한 연구”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제6호, pp. 59~63.
- (6) 홍창기, 엄환섭, 최승기, 김윤제, 2014, “아음속 풍동을 이용한 구조물 형상 변화에 따른 살리실산메틸 확산 유동 연구”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제6호, pp. 69~73.
- (7) 강덕훈, 신원식, 이장호, 2014, “도시형 소형 수직축 풍력 발전기의 형태별 성능에 대한 실험적 고찰”, 한국유체기계학회 논문집, 제17권, 제6호, pp. 64~68.