

2016년 펌프 및 수차 분야 연구동향

최영도*

1. 서 론

2016년 국내 펌프 및 수차 분야의 연구동향을 분석하기 위하여 2016년 한국유체기계학회 논문집에 발표된 연구논문과 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회 특별세션 및 일반세션 발표논문을 조사하였으며, 포스터 발표는 제외하였다. 펌프 분야에서 17편, 수차 분야에서 31편 그리고 펌프터빈 분야에서 3편의 논문이 발표되어 총 51편의 논문이 2016년도에 발표되었다.

Table 1은 펌프 및 수차 분야에서 발표된 논문을 분류 기준별로 나타낸 것이며, 전체적으로 펌프 분야에서는 예년과 비슷한 수준의 논문 수가 발표되었고, 수차 분야에서는 정부 과제 수행으로 인한 연구개발 성과가 특별세션에서 많이 발표되고 있음을 알 수 있었다.

Table 1 분류 기준 별 논문 수

분류 기준		논문 수 (편)	
		2016년	
펌프	논문집		2
	하계학술대회	특별세션	4
		일반세션	2
	동계학술대회	특별세션	4
		일반세션	5
수차	논문집		2
	하계학술대회	특별세션	2
		일반세션	4
	동계학술대회	특별세션	21
		일반세션	2
펌프 터빈	하계학술대회	일반세션	1
	동계학술대회	특별세션	1
		일반세션	1
합계			51

또한, 양수발전소의 핵심수력설비인 펌프터빈에 대한 연구개발에서도 국내에서 관련 연구가 점진적으로 진행되고 있음을 알 수 있었다.

2. 펌프 분야 관련 연구

펌프 분야에서는 산업용 펌프의 고성능화 및 특수형 펌프에 대한 기초연구가 진행되었다.

심현석 등^(1,2)은 원심펌프의 성능에 대한 더블 볼류트의 영향과 반경방향 추력과 효율을 고려한 원심펌프의 다중목적 최적설계를 수행하였다. 김성길 등⁽³⁾은 혈액펌프 성능평가를 위한 실험장치의 구성에 대해서 연구하였으며, 김대진 등⁽⁴⁾은 한국형 발사체용 연료펌프의 캐비테이션 불안정성에 대해서 연구하였다. 송인혁 등⁽⁵⁾은 지역난방 배관에 사용되는 펌프의 최적 운영에 대해서 연구하였고, 김성 등⁽⁶⁾은 허브비에 따른 비속도 1200급 사류펌프 임펠러의 최적설계를 수행하였다. 김덕수 등⁽⁷⁾은 고압 다단펌프의 임펠러에 대한 연구를 수행하였으며, 이경록 등⁽⁸⁾은 유압식 카고 펌프 성능 향상을 위한 설계를 수행하였다. 송왕기 등⁽⁹⁾은 단일채널펌프의 임펠러-벌류트 상호 작용에 따른 성능 특성 연구를 수행하였다.

한편, 하계 및 동계 학술대회에서 구성된 “비속도 150~1200급 원심 및 사류펌프 설계기술 개발” 특별세션에서 발표된 논문들⁽¹⁰⁻¹⁷⁾로부터 넓은 비속도 범위의 원심 및 사류 펌프 설계기술에 관련된 폭넓은 연구가 심도 있게 진행되고 있음을 알 수 있었다.

3. 수차 분야 관련 연구

수차 분야에서는 소수력발전용 수차의 고성능화와 중대수력발전용 수차의 기초연구가 주로 진행되었으며, 다양한 종류의 수차에 대한 실용화 연구 및 모형수차의 성능시험에 관련된 연구가 수행되었다.

천편무 등⁽¹⁸⁾은 프란시스수차의 성능향상을 위한 수차설계에서 러너 블레이드 출구면적이 성능에 미치는 영향에 대해서 연구하였고, Vu Le 등⁽¹⁹⁾은 수차 성능 및 내부유동에 대한 CFD해석 결과의 신뢰성을 검토하기 위하여 Francis-99 Workshop에서 공개된 모형수차의 실험결과를 사용하여 CFD해석 결과의 정확성을 비교 및 검토하였다. 강민우 등⁽²⁰⁾

* 목포대학교 기계·신소재공학과(Department of Mechanical Engineering and Materials Science)
E-mail : ydchoi@mokpo.ac.kr

은 프랜시스 수차에서 유사 유입량에 따른 침식예측을 위한 수치해석적 연구를 수행하였고, 김영준 등⁽²¹⁾은 수력설비의 역설계를 위한 기존 수력설비의 고정도 3D스캐닝 방법 개발에 대한 연구를 수행하였다. 박지훈 등⁽²²⁾은 퇴적물 침식 대응기술을 적용한 마이크로급 횡류수차의 성능을 분석하였다. 전홍수 등⁽²³⁾은 유량에 따른 펄터터빈의 3차원 유동 변화에 대해서 연구를 수행하였고, 김철규 등⁽²⁴⁾은 신재생 하이브리드 발전시스템을 위한 양수발전용 소수력용 수차의 현장시험에 결과에 대해서 검토하였다. 김낙점 등⁽²⁵⁾은 수차발전기 로터 위치 모니터링 시스템 개발에 대해서 연구를 수행하였다.

그리고, 학술대회 특별세션을 통하여 많은 발표가 진행되었는데, “수력 성능시험 기술 기준” 특별세션^(26,27)에서는 모형수차 성능시험 및 실물수차 현장 성능시험에 대한 기술기준(안)에 대한 연구 결과가 발표되었다. “산업용 수력설비의 개발 및 표준화” 특별세션⁽²⁸⁻³¹⁾에서는 소수력용 수차발전기 개발 및 상용화를 위한 연구개발 결과에 대해서 발표가 진행되었고, “15 MW 프란시스 수차발전기 국산화 개발 및 실증” 특별세션⁽³²⁻³⁶⁾에서는 중형 프란시스 수차발전기의 국산화 및 실증연구와 관련된 연구결과의 발표가 있었다. “고성능 수력터빈의 설계 및 응용” 특별세션⁽³⁷⁻³⁹⁾에서는 수차설계법의 개발과 관련된 이론적, 실험적인 연구 수행 결과에 대한 내용이 발표되었고, “수력 성능검증용 벌브형 모델수차 개발” 특별세션⁽⁴⁰⁻⁴³⁾에서는 벌브형 모델수차의 성능시험과 관련된 연구 수행 결과를 발표하였으며, 특히 정압베어링의 설계 및 성능시험에 대한 내용에 대해서 상세하게 설명하였다. “50 MW급 프란시스 수차 러너 개발” 특별세션⁽⁴⁴⁻⁴⁸⁾에서는 중대수력용 프란시스수차의 핵심설비인 수차 러너의 개발과 관련된 연구성과에 대해서 발표하였다.

4. 펌프터빈 분야 관련 연구

펌프터빈은 양수발전소 설비 중 양수 및 발전을 위한 핵심 설비이며, 펌프 모드와 수차 모드에서 모두 고성능 운전이 가능하도록 최적화된 설계가 요구되고, 첨단기술이 적용되는 수력설비이다. 국내에서는 최근까지 모든 양수발전소 핵심수력설비를 해외에서 수입하여 설치 및 운영해왔으나, 노후된 설비의 현대화 및 국산화에 대한 요구에 따라서 관련 분야의 연구가 시작되어 점진적으로 진행되고 있다.

패트릭 등^(49,50)은 펌프터빈 축소모델의 펌프 모드 성능 개선을 위한 설계 결과에 대해서 발표하였고, 또한 펌프터빈의 재생에너지 분야 적용을 위하여 풍력, 태양광, 해양에너지, 디젤 발전에 의한 하이브리드 발전 전력의 고효율 저장 및 사용이 가능한 마이크로급 펌프터빈 에너지저장장치(ESS)의 연구개발 성과에 대해서 소개하였다. 김진우 등⁽⁵¹⁾은 엠티전 펌프터빈의 펌프 및 터빈 모드 동시 성능 향상을 위한 최적화 기법에 대해서 발표하였다.

5. 결 론

2016년 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회에서 발표된 논문을 바탕으로 2016년 펌프, 수차 그리고 펌프터빈 분야의 연구동향에 대해서 살펴보았다. 펌프 분야는 예년과 비슷한 수준의 논문 수가 발표되었고, 펌프시스템의 고성능화 및 상용화를 위한 기술개발 내용이 주로 발표되었다. 수차 분야에서는 다양한 종류의 소수력발전용 수차의 상용화 개발이 진행되고 있고, 중대수력용 수차의 기초연구 및 현대화를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있었다. 펌프터빈 분야는 수입에만 의존해 오던 양수발전용 펌프터빈시스템에 대한 현대화 및 국산화를 위한 기초연구가 새롭게 진행되고 있음을 알 수 있었다.

펌프, 수차 그리고 펌프터빈 분야에서는 국내 설계기술의 향상 및 상용화를 위한 제품개발 역량이 급속하게 진행되고 있을 확인할 수 있었으며, 2017년에는 더욱 다양하고 심도 있는 연구가 폭넓게 진행되기를 기대한다.

References

- (1) 심현석, 허만용, 김광용, 2016, “원심펌프의 성능에 대한 터블 블류트의 영향,” 한국유체기계학회 논문집 제19권 제1호, pp. 37~44.
- (2) 심현석, 김광용, 2016, “반경방향 추력과 효율을 고려한 원심펌프의 다중목적 최적설계,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 297~298.
- (3) 김성길, 홍석빈, 김태홍, 김원정, 강성원, 강신형, 허남진, 2016, “혈액펌프 성능평가를 위한 실험장치 구성,” 한국유체기계학회 논문집 제19권 제6호, pp. 55~60.
- (4) 김대진, 최창호, 김진한, 2016, “한국형발사체용 연료펌프의 캐비테이션 불안정성,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 287~288.
- (5) 송인혁, 이경용, 김진혁, 최영석, 이재승, 김현철, 임신영, 2016, “지역난방 배관에 사용되는 펌프의 최적 운영에 대한 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 365~366.
- (6) 김성, 이경용, 김진혁, 최영석, 정용빈, 윤준용, 2016, “허브비에 따른 비속도 1200급 사류펌프 임펠러의 최적설계,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 369~370.
- (7) 김덕수, 전상규, 산자르, 박원규, 2016, “고압 다단펌프의 임펠러에 대한 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 371~372.
- (8) 이경록, 정대로, 2016, “유압식 카고 펌프 성능 향상 설계,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 375~376.
- (9) 송왕기, 조보민, 김진혁, 최영석, 이경용, 2016, “단일채널 펌프의 임펠러-벌류트 상호작용에 따른 성능 특성 연구,”

- 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 377~378.
- (10) 최영석, 김성, 이경용, 김진혁, 2016, “최적설계 데이터베이스를 활용한 고효율 펌프설계,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 167~168.
- (11) 최용, 김진혁, 최영석, 김성, 이경용, 현모, 이용갑, 2016, “사류펌프의 필요흡입수두 성능예측 방법의 개선에 관한 연구,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 169~170.
- (12) 심현석, 김광용, 최원철, 유일수, 최영석, 2016, “원심펌프의 자오면 형상 변화에 따른 수력성능 및 유동특성 연구,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 171~172.
- (13) 박인형, 이용갑, 최영석, 2016, “원심 및 사류펌프 해석자동화 프로그램 EXPRO를 이용한 Cavitation 해석,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 173.
- (14) 최영석, 김성, 이경용, 김진혁, 2016, “고흡입성능 펌프 설계기술 개발,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 51~52.
- (15) 심현석, 김광용, 최영석, 2016, “고비속도 원심펌프의 흡입성능 특성 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 53~54.
- (16) 최원철, 전병찬, 임영철, 유일수, 2016, “원심 임펠러 날개의 기울임각에 따른 성능 변화에 관한 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 55~56.
- (17) 이용갑, 이용훈, 최영석, 2016, “고효율 원심펌프 DB를 이용한 원심펌프 설계 및 프로그램 소개,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 57.
- (18) 천전무, 최영도, 2016, “프란시스수차 러너 블레이드 출구면적이 성능에 미치는 영향,” 한국유체기계학회 논문집 제19권 1호, pp. 5~10.
- (19) Vu Le, Zhenmu Chen, Young-Do Choi, 2016, “A Study on CFD Analysis Method using Francis-99 Workshop Model,” 한국유체기계학회 논문집 제19권 제5호, pp. 20~27.
- (20) 강민우, 서상호, 박노현, 2016, “프랜시스 수차에서 유사유입량에 따른 침식예측을 위한 수치해석적 연구,” 2016년 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 285~286.
- (21) 김영준, 황연상, 안인수, 조용, 최종용, 2016, “수력설비의 3D스캐닝 방식 차이에 따른 비교연구,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 289~290.
- (22) 박지훈, 이다혜, 차석준, 이영호, 2016, “퇴적물 침식 대응 기술을 적용한 5kW급 마이크로 횡류 수차의 성능 분석,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 295~296.
- (23) 전홍수, 오명훈, 최민석, 2016, “유량에 따른 펠턴터빈에서의 3차원 유동변화,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 299~300.
- (24) 김철규, 이상문, 전석운, 장춘만, 2016, “신재생 하이브리드 발전 시스템을 위한 양수발전용 소수력 수차의 현장시험 평가,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 379~380.
- (25) 김낙점, 박기열, 이정우, 2016, “수차발전기 로터 위치 모니터링 시스템 개발,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 381~382.
- (26) 권성일, 조용, 심동혁, 전민경, 부창훈, 2016, “시험실내 수력발전시스템 성능시험 기술기준(안) 및 시험사례,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 213.
- (27) 박종대, 주정현, 옥설, 한상조, 조용, 2016, “수력발전시스템에 대한 현장 성능시험 기술기준(안) 및 시험 사례,” 2016 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 214.
- (28) 김준영, 박노현, 하필수, 송현승, 박종대, 옥설, 김영승, 2016, “흡출관 부착식 C/F 수차의 효율 측정방법,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 159.
- (29) 박노현, 2016, “PMG 활용 30 kW 수문 수차의 유동 분석,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 160.
- (30) 황영철, 2016, “1 MW 이하급 프란시스수차의 표준화 개발,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 161.
- (31) 황영철, 2016, “소수력용 횡류수차 및 펠턴수차의 상업화,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 162.
- (32) 박준관, 박시훈, 전윤홍, 2016, “중대수력 수차개발 성능평가(모델수차 시험),” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 141.
- (33) 박준식, 2016, “10 MW 이상 프란시스 수차 국산화 개발 및 실증,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 142.
- (34) 김득만, 2016, “15 MW 수력발전기 구조설계,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 143.
- (35) 최종현, 2016, “중수력용 조속기 제어시스템 설계 및 검증,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 144.
- (36) 황태규, 2016, “최적화 기법을 이용한 프란시스 수차의 현대화,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 145.
- (37) 김승준, 천전무, 패트릭 마크 싱, 최영도, 2016, “프로펠러 수차 모델 블레이드 설계 및 성능 해석에 관한 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 149~150.
- (38) Zhenmu, Chen, Young-Do Choi, 2016, “A Study on the Suppression of Swirl Flow in Draft Tube of Francis Turbine,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 151~152.
- (39) Zhenmu, Chen, Young-Do Choi, 2016, “CFD Analysis on a cross Flow Turbine with Free Surface Flow Inlet Channel,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 153~154.
- (40) 김병욱, 박무룡, 윤의수, 황순찬, 조용, 박노현, 2016, “모델 수차 성능시험용 정압베어링 설계해석 및 검증,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 127.
- (41) 조용, 권성일, 최종용, 차상훈, 김영준, 이교현, 박무룡, 박노현, 2016, “수력 성능시험용 횡축 정압베어링의 토크 민감도측정,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 128.
- (42) 박노현, 김현석, 조용, 김영준, 권성일, 윤의수, 박무룡, 2016, “수력 성능 검증을 위한 모델수차의 G/V, R/B의 토

- 크 측정 장치의 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 129.
- (43) 최원철, 유일수, 박무룡, 윤의수, 2016, “벌브형 모델수차의 수력성능 검증을 위한 수치해석적 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 130.
- (44) 이영호, 박노현, 조용, 김영준, 황연상, 2016, “50 MW급 프란시스 수차의 수력설계 기술,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 133.
- (45) 황동환, 류용석, 김휘, 2016, “50 MW급 프란시스 수차 런너 제작을 위한 사전 조사,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 134.
- (46) 유일수, 최원철, 김수원, 황순찬, 박무룡, 2016, “50 MW급 프란시스 수차 런너 국산화 개발 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 135.
- (47) 최원철, 유일수, 김수원, 황순찬, 박무룡, 김영준, 2016, “50 MW급 프란시스 수차의 성능 특성 검증,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 136.
- (48) 조용, 김영준, 차상훈, 최종용, 황연상, 옥설, Radim Loub, Jiri Novotny, 박노현, 이영호, 2016, “대형 입축 프란시스 수차발전소의 진동측정,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 137.
- (49) 패트릭 마크 싱, 천편무, 김승준, 최영도, 2016, “펌프터빈 모델의 펌프 모드 성능 개선,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 301~302.
- (50) 패트릭 마크 싱, 천편무, 김승준, 최영도, 2016, “에너지자립섬 적용을 위한 마이크로 펌프 터빈의 수력 성능에 관한 연구,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 155~156.
- (51) 김진우, 김진혁, 최영석, 서준원, 이경용, 카네모토 토시아키, 2016, “엇회전 펌프터빈의 펌프 및 터빈모드 동시 성능 향상을 위한 최적화 기법,” 2016 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 367~368.