

2020년 펌프 및 수차 분야 연구동향

김성민*

1. 서 론

2020년 국내 펌프 및 수차 분야의 연구동향을 분석하기 위하여 2020년 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회 발표논문 초록집에 발표된 논문을 조사하였다. 펌프 분야에서 36편, 수차 분야에서 31편, 펌프터빈 분야에서 3편의 논문이 발표되어 총 70편의 논문이 2020년에 발표되었다.

표 1은 펌프 및 수차 분야에서 발표된 논문을 분류 기준 별로 정리한 것이며, 전년도 대비 펌프와 수차 분야의 논문 수가 증가하였고, 펌프터빈 분야의 논문 수는 감소하였다. 펌프 분야에서는 펌프의 성능 및 효율향상과 최적설계 연구, 수차 분야에서는 중·대수력용 수차발전기 및 다양한 종류의 수차에 대한 성능시험 연구, 그리고 펌프터빈 분야에서는 양수발전소 펌프터빈의 운전성능 향상을 위한 연구가 활발히 수행되었다.

표 1 분류 기준 별 논문 수

분류 기준			논문 수 (편)
			2020년
펌프	논문집		7
	하계학술대회	일반세션	3
		특별세션	11
	동계학술대회	일반세션	6
		특별세션	9
	수차	논문집	
하계학술대회		일반세션	3
		특별세션	12
동계학술대회		일반세션	3
		특별세션	9
펌프터빈		하계학술대회	특별세션
	동계학술대회	일반세션	1
합계			70

2. 펌프 분야 관련 연구

펌프 분야에서는 산업용 펌프와 특수형 펌프의 성능 및 효율 향상과 최적설계에 대한 연구가 수행되었다.

원심펌프^(1~6)에 대해서는 펌프의 형상과 구조 변화 및 운전 조건에 따른 성능향상에 대한 연구와 별류터 펌프, 단단 원심펌프에 대한 연구가 수행되었다. 사류펌프^(7~12)에 대해서는 수력성능시험 및 최적 데이터베이스 구축을 통한 펌프 설계에 관한 연구가 수행되었고, 축류펌프^(13, 14)에 대해서는 펌프 구성요소의 형상변화에 따른 성능 특성에 대한 연구가 진행되었다.

또한, 터보펌프^(15~17)와 단일채널펌프⁽¹⁸⁾ 등의 특수펌프에 대해서도 성능향상을 위한 심도 있는 연구가 진행되었다. 인공지능을 활용한 펌프 효율 향상⁽¹⁹⁾에 관한 연구도 수행되었고, 고압 해수펌프⁽²⁰⁾, 환형제트펌프⁽²¹⁾, 이송 펌프⁽²²⁾, 상수도용 대형펌프⁽²³⁾, 2 베인 펌프^(24, 25), 부스터펌프⁽²⁶⁾ 등의 펌프에 대해 산업계 적용을 위한 연구도 수행되었다.

한편, 하계 및 동계 학술대회에 구성된 펌프 관련 특별세션^(27~36)에서는 펌프의 고효율화 정책 및 기술개발 동향에 대한 연구와 형상 및 구조 변화에 따른 최적설계 등에 대한 심도 있는 연구가 발표되었다.

3. 수차 분야 관련 연구

수차 분야에서는 중·대수력용 수차발전기의 안정성 확보 및 성능향상을 위한 연구가 폭넓게 진행되었고, 모델수차의 성능시험 및 평가를 위한 시스템 개발 연구가 수행되었다.

프란시스수차^(37~39)에 대해서는 구성요소의 격자가 계산 결과에 미치는 영향에 대한 연구와 효율 측정에 대한 연구, 그리고 수력발전소의 장기간 운영에 따른 안정성을 확인하기 위해 진동을 측정하는 연구가 진행되었다.

횡류형 수차⁽⁴⁰⁾에 대해서는 입출구 도관 형상에 따른 마이크로 수력 발전 효율에 관한 연구가 수행되었으며, 소규모 수차⁽⁴¹⁾에 적합한 실링 유닛 설계에 관한 연구와 모델수

* 성균관대학교 기계공학부
E-mail : smkim@skku.edu

차⁽⁴²⁾ 성능시험 불확도 향상을 위한 연구도 진행되었다. 또한, 소수력 발전용 수차^(43~45)와 용적식 수차⁽⁴⁶⁾를 활용한 성능시험 연구가 발표되었다.

하계 및 동계 학술대회의 수차 관련 특별세션을 통해서도 많은 연구가 발표되었다. “중규모 수력플랜트 설계 기술” 특별세션^(47~51)에서는 수력플랜트 발전기 제어 시스템 설계와 발전기 설계기법 비교 분석 및 파형개선 검증 등의 연구가 진행되었고, “중규모 수력플랜트 평가 기술” 특별세션^(52~56)에서는 모델수차 성능시험 및 발전설비 종합적 노후도 평가 기법 개발에 관한 연구가 진행되었다. “중규모 수력플랜트 설계 기술_특별세션 - I” 특별세션^(57~59)에서는 중규모 프란시스수차의 구조적 안정성과 수력플랜트용 발전기의 구조 설계 기법에 관한 연구가 수행되었고, “중규모 수력플랜트 설계 기술_특별세션 - II” 특별세션^(60~63)에서는 모델수차 성능시험 및 모니터링 시스템 개발에 대한 발표가 있었다. 또한, 프란시스 타입 수력터빈⁽⁶⁴⁾에 관한 연구, 수차의 현장 성능시험⁽⁶⁵⁾에 관한 연구, 소규모 수차 실링 유닛의 동적특성⁽⁶⁶⁾에 관한 연구, 그리고 머신러닝 최적설계 기법을 이용한 마이크로 수차 설계⁽⁶⁷⁾에 관한 연구가 발표되었다.

4. 펌프터빈 분야 관련 연구

펌프터빈 분야에서는 양수발전소 펌프터빈의 운전성능 향상 및 양수발전설비 운영기술에 관한 연구가 진행되었다.

양수발전용 펌프터빈⁽⁶⁸⁾의 발전모드 천이영역에서의 축적 효과를 수치해석 및 실험적인 방법으로 접근하여, 수력학적 성능특성 및 시간에 따른 압력 맥동 특성에 관한 연구가 수행되었다.

한편, 하계 및 동계 학술대회의 펌프터빈 관련 특별세션을 통해서도 연구가 발표되었다. “한국수력원자력2” 특별세션⁽⁶⁹⁾에서는 양수발전설비의 운전 모드에 따른 진동특성과 유동해석을 이용한 유체유발 진동 분석에 관한 연구가 진행되었고, “신진연구자세션1” 특별세션⁽⁷⁰⁾에서는 양수발전용 펌프터빈의 수력학적 특성에 관한 연구가 진행되었다.

5. 결 론

2020년도 한국유체기계학회 논문집과 한국유체기계학회 하계 및 동계 학술대회에서 발표된 논문을 바탕으로 2020년 펌프, 수차, 그리고 펌프터빈 분야의 연구동향에 대해서 살펴본다. 펌프 분야에서는 펌프의 성능 및 효율 향상과 최적설계에 대한 연구가 발표되었고, 다양한 종류의 펌프에 대해 산업계 적용을 위한 연구도 다수 발표되었다. 수차 분야에서는 중·대수력용 수차발전기의 안정성 확보 및 성능 향상을 위한 연구가 수행되었고, 특히, 중규모 수력플랜트 특별세션을 통하여 발전기 제어 시스템 및 구조 설계에 대

한 연구가 활발히 진행되었다. 펌프터빈 분야에서는 양수발전설비의 운영기술 및 양수발전소 펌프터빈의 수력학적 특성에 따른 운전성능 향상에 관한 기초 및 심화연구가 수행됨을 확인할 수 있었다. 2021년에도 펌프 및 수차 분야의 지속적인 발전을 위해 우수한 연구성과가 발표되기를 기대한다.

References

- (1) Ming Guo, Young-Do Choi, 2020, “Flow Passage Shape Design of a High Pressure Multistage Centrifugal Pump for Performance Improvement and Miniaturization”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 2호, pp. 42~50.
- (2) 나인식, 엄정현, 탁기영, 정해용, 2020, “원심펌프의 비정상 거동에 대한 CFD 분석”, 2020 한국유체기계학회 하계 학술대회 초록집, pp. 248~250.
- (3) 심현석, 2020, “Numerical Study on Characteristics and Control of Flow Instability in a Centrifugal Pump”, 2020 한국유체기계학회 하계 학술대회 초록집, pp. 295~296.
- (4) 이성영, 강대훈, 유묘숙, 2020, “고효율 저압력 맥동 양흡입 벌류트펌프”, 2020 한국유체기계학회 하계 학술대회 초록집, pp. 368~369.
- (5) 이공희, 2020, “원심펌프 내부의 캐비테이션 유동에 관한 정상상태 해석”, 2020 한국유체기계학회 하계 학술대회 초록집, pp. 409~410.
- (6) Mohamed Murshid Shamsuddeen, Sang-Bum Ma, Sung Kim, Ji-Hoon Yoon, Tae-Ha Kim, Kwang-Hee Lee, Chanjun Jung, Jin-Hyuk Kim, 2020, “Design Feasibility Study of a Multistage Centrifugal Pump for Chemical Processing Application”, 2020 한국유체기계학회 동계 학술대회 초록집, pp. 74~75.
- (7) 박진석, 김종욱, 박운범, 2020, “사류펌프의 압력맥동 특성 분석”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 5호, pp. 36~42.
- (8) 김용인, 이용갑, 이경용, 최영석, 2020, “HEEDS 및 CFX 연동의 비속도별 최적 데이터베이스를 활용한 사류펌프 디퓨저의 컴팩트 설계”, 2020 한국유체기계학회 하계 학술대회 초록집, pp. 228~229.
- (9) 김용인, 김성, 양현모, 이경용, 최영석, 2020, “사류펌프 흡입성능 시험 시 비정상 특성에 관한 수치적 연구”, 2020 한국유체기계학회 하계 학술대회 초록집, pp. 358~359.
- (10) 김용인, 이용갑, 이경용, 최영석, 2020, “저유량 영역의 새들 특성 개선을 위한 사류펌프 임펠러 설계”, 2020 한국유체기계학회 동계 학술대회 초록집, pp. 78~79.
- (11) 김용인, 조보민, 이용훈, 이용갑, 이경용, 최영석, 2020, “HEEDS 및 CFX 연동의 비속도별 최적 데이터베이스를 활용한 사류펌프 디퓨저의 컴팩트 설계: 축방향 및 반경 방향의 적용”, 2020 한국유체기계학회 동계 학술대회 초록집, pp. 18~19.
- (12) 이영범, 선호수, 김경엽, 2020, “빛물펌프장의 수격현상에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계 학술대회 초록

- 집, pp. 27~28.
- (13) 이남규, 2020, “감속기형 교반기 설계 연구 - 바나나형 교반기 설계”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 324~327.
- (14) 김성, 마상범, 김진혁, 최영석, 2020, “축류펌프 임펠러 설계기술”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 16~17.
- (15) 강병윤, 최창호, 2020, “깃 없는 디퓨저의 폭 변화가 터보펌프의 수력성능에 미치는 영향에 관한 수치해석적 연구”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 3호, pp. 21~27.
- (16) 윤영국, 박창규, 송성진, 2020, “무차원 온도 변수가 터보펌프 인두서 캐비테이션 시작점에 미치는 영향 분석”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 336~337.
- (17) 윤영국, 박창규, 송성진, 2020, “무차원 온도 변수가 터보펌프 인두서 캐비테이션 시작점에 미치는 영향 분석”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 6호, pp. 5~9.
- (18) Ming Guo, Young-Do Choi, 2020, “Effect of Impeller Blade Thickness on the Performance and Internal Flow Characteristics of a Single Channel Pump Model”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 1호, pp. 15~22.
- (19) 지창환, 2020, “펌프와 인공지능의 결합”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 328~331.
- (20) 이봉주, 임사우, 조현욱, 이은정, 한민섭, 2020, “100bar급 담수화용 고압 해수펌프 개발”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 4호, pp. 48~53.
- (21) Young-Do Choi, Ujjwal Shrestha, 2020, “Cavitation Performance Improvement of an Annular Jet Pump by J-Groove”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 4호, pp. 25~35.
- (22) 정금영, 정대성, 2020, “해저 망간단괴 이송 펌프와 모터의 설계에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 322~323.
- (23) 오상현, 2020, “상수도용 대형 펌프의 에너지절약을 위한 가변 임펠러 개발 및 적용”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 360~363.
- (24) 김성, 마상범, 최영석, 김진혁, 2020, “2 베인 펌프 임펠러의 성능개선을 위한 설계 최적화”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 378~379.
- (25) 김성, 마상범, 김진혁, 2020, “기계학습을 이용한 투베인 펌프 임펠러 및 벌류트 최적설계”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 293~294.
- (26) 김형호, 라키부자만, 서상호, 정상용, 2020, “부스터펌프시스템의 최적운전에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 25~26.
- (27) 이혁순, 2020, “발전소 정지기간 중 순환수펌프 운전 최적화 방안 고찰”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 222~223.
- (28) 임도연, 2020, “펌프 고효율화 정책 및 기술개발 동향”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 344~345.
- (29) 원영수, 2020, “1D-3D 유동해석을 통한 냉각시스템 내 순환수 및 복수기 튜브 세정물 회수장치 성능개선에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 254~255.
- (30) 최윤명, 2020, “E.S.P 에너지절감형 Aero Dynamic 응집교반기”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 256~257.
- (31) 이지훈, 2020, “API 610 원심 펌프의 형식”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 258~259.
- (32) 류인영, 2020, “SOC 산업의 엔지니어링 현황과 하수처리장 기계설계”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 260~261.
- (33) 선경호, 정준하, 김병욱, 전병찬, 이동현, 2020, “인공지능 기반 원심펌프 예측진단 기술”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 242~243.
- (34) 김윤성, 허만용, 김광용, 2020, “셀프크리닝 기능을 갖는 스웍트 임펠러 수중축류펌프의 최적설계”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 153~154.
- (35) 김진혁, 김성, 마상범, 최영석, 2020, “하수처리용 오펜수 펌프 시리즈화 개발 및 상용화”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 158~159.
- (36) 이용갑, 2020, “TwinMesh와 CFX를 이용한 용적식 압축기 및 펌프 해석 사례”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 160~161.
- (37) 김승준, 최영석, 조용, 최종용, 한정재, 주원구, 김진혁, 2020, “Grid Convergence Index 방법을 통한 프란시스 수차 모델의 격자계 분석”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 2호, pp. 16~22.
- (38) 김대근, 조태영, 조용, 이계복, 2020, “열역학법을 이용한 중규모급 수력플랜트 현장 효율 시험”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 3호, pp. 13~20.
- (39) 조용, 오윤령, 조태영, 김대근, 이계복, 2020, “50MW급 프란시스 수차발전기 운영시 발생하는 진동 특성에 관한 연구”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 3호, pp. 48~53.
- (40) 정국진, 김윤제, 2020, “입출구 도관 형상이 마이크로 수력 발전 효율에 미치는 영향”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 281~282.
- (41) 하윤석, 이용복, 2020, “CFD를 활용한 DN 15만 수차 런너의 레비린스 실링 유닛 해석적 연구”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 283~284.
- (42) 최종용, 조용, 조현식, 한정재, 박성준, 김선우, 2020, “CFD에 의한 모델수차 성능시험 불확도 향상을 위한 Test-rig 유동 안정화에 관한 연구”, 한국유체기계학회 논문집 제23권 5호, pp. 20~27.
- (43) 류해운, 이영범, 서상호, 김경엽, 2020, “육상양식장의 배출수를 활용한 소수력 발전에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 279~280.
- (44) 장승수, 제영완, 지효근, 김윤제, 2020, “하사식 물레방아 수차 형상을 적용한 상수도관 마이크로 소수력발전용 터빈 설계에 관한 수치해석적 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 4~10.

- (45) 라키부자만, 김형호, 서상호, 김경엽, 2020, “양식장용 수력발전 수차의 설계에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 11~12.
- (46) Arihant Sonawat, Hyeon-Mo Yang, Kyung-Min Kim, Jin-Hyuk Kim, 2020, “Flowrate prediction of positive displacement hydraulic turbine by empirical co-relation”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 76~77.
- (47) 정호윤, 허효원, 황영철, 2020, “고비속도 프란시스 터빈의 제조기술 검토”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 52~53.
- (48) 유정호, 오주열, 조종현, 2020, “일반 동기발전기와 수력플랜트용 발전기 설계기법 비교 분석 및 파형개선 검증”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 54~55.
- (49) Y. Cho, S.S. Park, J.H. Jung, M.J. Yoon, J.J. Hyun, H.J. Kim, J.W. Choi, H.S. Jo, J.H. Hwang, 2020, “Uncertainty Analysis of High Precision Field Efficiency Testing”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 56~57.
- (50) 윤정현, 임덕영, 김진영, 2020, “수력플랜트 발전기 제어 시스템 설계”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 58~59.
- (51) 전기식, 이영복, 2020, “수력플랜트 제작·검사·조립 관련 규격 및 분류”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 60~61.
- (52) 김선우, 김진훈, 조용, 현정재, 김태현, 김현동, 안인수, 오윤령, 권영호, 최종웅, 2020, “모델수차 성능시험 Test-rig의 유량측정과 유동 안정화 향상 방안”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 175~176.
- (53) 박노현, 구분철, 김현석, 구송이, 2020, “모델수차 설계/제작/설치 시의 고찰”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 177~178.
- (54) 정주택, 2020, “모델 수차 진동측정 결과 및 상태·성능 감시 시스템 개발”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 179~180.
- (55) 최현수, 김종웅, 2020, “발전설비 종합적 노후도 평가기법 개발”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 181~182.
- (56) 김승준, 최영석, 조용, 최종웅, 현정재, 주원구, 김진혁, 2020, “안티 캐비티 핀에 따른 프란시스 수차 모델의 흡출관 내 와류 특성”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 183~184.
- (57) 허효원, 정호윤, 황영철, 2020, “45MW 중규모 프란시스 수차의 유체 압력기반 구조적 안정성 검토”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 216.
- (58) 조용, 박성순, 정재훈, 윤민지, 구도형, 차호운, 황재혁, 2020, “중규모급 수차 러너 제작 및 품질관리 방안”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 217.
- (59) 유정호, 2020, “중규모급 수력플랜트용 발전기의 전기 및 구조 설계 기법”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 218.
- (60) 김선우, 김진훈, 현정재, 오윤령, 권영호, 최종웅, 2020, “중규모 수력플랜트 건설기술 개발을 위한 중규모급 수력플랜트의 모델수차 성능시험 정밀시험 및 효율시험법 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 220.
- (61) 박노현, 2020, “모델수차 러너의 제작 방법에 대한 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 221.
- (62) 정주택, 2020, “모델수차 진동 분석 및 모니터링 시스템 개발”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 222.
- (63) 김승준, 조용, 최종웅, 현정재, 김진혁, 2020, “프란시스 수차 모델의 흡출관 내 공기 주입에 따른 내부 유동 특성”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 223~224.
- (64) 김승준, 최영석, 김진혁, 2020, “프란시스 타입 수력터빈의 탈설계 조건에서 러너 및 흡출관 내 비정상 유동 특성에 대한 수치적 연구”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 293~294.
- (65) 선호수, 이진욱, 2020, “펌프와 수차의 현장 성능시험 고찰”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 364~367.
- (66) 하윤석, 이용복, 2020, “CFD 기반의 소규모 수차 실링 유닛의 직선케도 동적특성에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 281~282.
- (67) 마상범, 김성, 차동안, 김진혁, 2020, “머신러닝 최적설계 기법을 적용한 범용 마이크로 수차 설계”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 162~163.
- (68) 서준원, 주원구, 박준관, 최영석, 2020, “양수발전용 펌프터빈의 터빈 천이영역 내 축적효과 비교분석”, 2020 한국유체기계학회 동계학술대회 초록집, pp. 13~14.
- (69) 박준관, 2020, “양수발전설비 진동특성 (유체유발 진동)”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 277~278.
- (70) 서준원, 주원구, 최영석, 2020, “양수발전용 펌프터빈의 불안정 작동 영역에서 수력학적 특성에 관한 연구”, 2020 한국유체기계학회 하계학술대회 초록집, pp. 291~292.