

압축기 분야 연구동향

차봉준*

1. 서 론

2006년 한 해 동안에 국내에서 발표된 압축기 관련 논문들을 유체기계공업학회 (KFMA), 대한기계학회 (KSME) 및 한국유체공학학술대회 (NCFL), 대한설비공학회 (SAREC) 를 대상으로 살펴보았다. 지난 한 해 동안 이 4개의 학회를 통해 발표된 압축기 분야의 논문은 총 30편으로서 2005년의 27편에 이어 약간 증가한 것으로 나타났다. 특이한 점은 다양한 연구분야에서 마이크로화에 관심이 증가되고 있는 가운데 압축기 분야에서도 예년과는 달리 2편의 마이크로 압축기에 대한 논문이 발표되었다는 것이다. 본 연감이 압축기 분야에서 연구하고 있는 분들과 연구동향을 파악하고 연구방향을 설정하는데 조금이나마 도움이 되고, 또한 압축기 관련 산업 상호간의 기술적 이해와 협력을 높일 수 있기를 기대한다.

2. 터보형 압축기

2.1 원심 압축기

원심압축기에 대한 2006년도의 연구실적을 보면 전체적으로 생산현장에서 연구개발 되고 있는 터보차저용 압축기에 관한 연구들이 주류를 이루고 있다. 즉, 터보차저 개발을 위한 설계기법과 디퓨저 최적화를 통한 성능 향상에 관한 연구들이 주류를 이루고 있다. 지금까지 많은 관심을 끌었던 비정상 상태에서의 불안정성 연구도 발표되었는데, 이 논문도 역시 터보차저용 압축기를 대상으로 하고 있다. 또한 대부분의 논문들이 임펠러나 디퓨저에 치중되고 있는 것에 비해 볼류트에 관한 논문이 발표된 것도 주목을 끈다. 이외에도 냉동기용 압축기에 대한 연구도 발표되었다.

김홍원 등⁽¹⁾은 산업현장에서 직접 사용할 목적으로 중형 엔진용 터보차저의 핵심 설계기술을 확보하고자 원심압축기, 구심터빈 및 구동용 연소기와 연료노즐에 대한 설계기법을 고찰하였다. 본 논문에서는 선박용 엔진에 장착되는 터보차저의 설계과정을 성능해석에서부터 원심압축기, 인듀서, 디퓨저, 베인없는 디퓨저, 볼류트, 연소기 및 연료노즐, 케이싱에 이르기까지 전체 구성품들에 대한 설계과정을 언급하였으며, 연소기와 연료노즐에 대해서는 제작에 의한 분무특성 시험을 통해서 설계기법에 대한 다당성을 검증하였다. 디퓨저에 관한 논문으로서 김홍원 등⁽²⁾은 에어포일형, 쇠기형, NACA65형의 3종류의 디퓨저를 박용 터보차저 원심압축기에 적용하여 최적의 디퓨저를 선정하는 과정을 고찰하였다. 각각의 디퓨저를 장착한 원심압축기를 대상으로 Mean line 예측기법을 사용하여 1차적으로 선정 한 후, 수치해석적 방법으로 이를 검증하는 과정을 발표하였다. 여기서는 NACA65형 디퓨저가 다른 디퓨저에 비해 작동영역이 넓고 압력회복 특성이 우수하다는 결론을 도출하고 있다.

원심압축기 불안정성 연구로서 윤용상 등⁽³⁾은 여러 개의 익단 간극과 디퓨저를 사용한 실험결과를 발표하였는데, 이 실험을 통해서 입구 케이싱의 비대칭은 압축기의 성능과 안정성에 영향을 끼치지 않으나 디퓨저의 넓이는 성능과 안정성에 많은 영향을 준다는 사실을 밝히고 있다. 즉, 디퓨저 넓이는 입구 익단 간극 보다 압축기 성능에 더 예민한 인자이며 좁은 디퓨저는 안정성을 둔화시키고 압력 저하를 일으킨다는 사실과 디퓨저 넓이 변화로 생기는 압력 저하는 임펠러 출구와 디퓨저 입구 사이의 영역에 가장 큰 영향을 끼친다는 점을 제시하였다. 김규섭 등⁽⁴⁾은 자동차용 터보차저 압축기에 대상으로 3차원 비정상 난류 압축성 유동해석 방법을 사용하여 불안정성 연구를 수행하였는데, 이 연구에서는 터보차저 시스템을 고려하기 위해 플레넘/스로틀 모델을

* 한국항공우주연구원 엔진팀 (KHP)
E-mail: cha@kari.re.kr

Table 1 Domestic publications on compressor in 2006

	PUBLICATION							Total
	JOURNAL			CONFERENCE				
	KFMA	KSME	SAREK	KFMA	KSME	NCFE	SAREK	
Linear	-	-	-	-	-	-	-	
Rotary		-	1	1	-	-	2	4
Swash Plate	1	-		-	-	1	-	2
Scroll	-	-	4	-	-	-	-	4
Reciprocate	-	-	1	-	1	1	-	3
General/Micro	1	-	1	-	-	-	-	2
Centrifugal	1	1	-	2	2	2	1	9
Axial	1	1	-	1	2	1	-	6
Total	4	2	7	4	5	5	3	30

적용함으로써 압축기 후방의 부피와 출구유량에 대한 경계조건 처리하였으며 선회실속 및 서지 발생을 수치적으로 예측하였다. 결론부에서는 디퓨저 후방의 공간의 체적이 작을수록 저주파 압력변화는 진폭은 감소한다는 것과 B parameter와 유량의 감소는 압력 변동의 크기와 주파수에 영향을 끼친다는 것을 발표하였다.

김우준 등⁽⁵⁾은 디퓨저에서 반경 방향으로 토출된 유동을 모아 동압을 정압으로 변환시키는 볼류트에 대한 성능해석 결과를 발표하였다. 이 논문에서는 각운동량 보존법에 기초한 Pfleiderer 방법이나 원주방향의 단면에서 속도가 일정하게 유지되는 Stepanoff 방법 등을 사용하게 되면 볼류트 형상설계의 자유도가 떨어진다는 점을 지적하고 대신 실험 계획법에 의한 유동해석을 수행하여 설계인자 변경에 따른 볼류트 성능을 예측하였다. 유사 연구로서 배황 등⁽⁶⁾은 주로 실험에 의존하여 설계되는 볼류트 형상을 3차원 수치해석적 기법을 이용하여 설계한 결과를 발표하였는데, 볼류트에서 형성되는 3차원 유동장을 다중 블록 격자와 Navier-Stokes 방정식을 이용하여 해석하였다. 이 해석을 통해 유동박리가 없으며 벽면을 따라 난류 경계층을 형성하면서 운동량과 에너지의 상호 교환이 잘 이루어지는 볼류트 형상을 도출하였다.

한편, 박한영 등^{(7),(8)}은 작동유체가 공기가 아닌 R134a를 냉매로 사용하는 냉동기용 압축기에 대한 연구를 수행하였는데, 이 논문에서는 준 3차원 수치해석 기법을 사용하여 설계된 형상에 대한 성능과 유동박리를 비롯한 2차원 손실 등을 분석하였으며 또한 3차원 임펠러 형상 결정에 이용하기 위한 참고자료를 도출하였다. 수치해석

결과, 설계된 원심 압축기에서는 유동박리나 재순환 영역이 존재하지 않는다는 사실을 밝히고 있다.

2.2 축류 압축기

지난 1년 동안 축류 압축기에 대한 연구는 크게 최적화 연구와 불안정성에 관한 연구로 나눌 수 있다. 장춘만 등⁽⁹⁾은 압축기의 단효율을 향상시킬 목적으로 동익과 정익으로 구성된 단단 천음속 축류 압축기에서 동익의 형상을 중첩선 (stacking line)을 이용한 최적 형상에 대한 연구를 수행하였는데, 목적함수로는 단열효율을 사용하였다. 본 연구에서는 목적함수에 기여하는 변수들에 대한 효율 및 기여도를 통한 설계인자의 특성을 고찰하였으며 또한 동익의 중첩선 최적화에 의해서 효율이 향상된다는 연구결과를 발표하였다. 압축기 블레이드 형상 설계에 관한 논문으로서 Abdus Samad 등⁽¹⁰⁾은 천음속 축류 압축기 블레이드 최적 설계과정을 multiple surrogate model과 3차원 RANS (Reynolds-averaged Navier-Stokes) 분석기법을 사용하였다. 설계 변수로서는 sweep, lean, 블레이드 skew를 사용하였으며 이 과정에는 다른 모델들을 서로 비교함으로써 multiple surrogate model이 가장 우수하다는 결론을 발표하였다. 유사한 연구로서 장춘만 등⁽¹¹⁾은 천음속 축류 압축기 동익의 형상 최적화에 관한 연구결과를 발표하였는데, 여기서는 sweep-lean-skew로 구성된 삼차원 중첩선 및 단열효율을 각각 형상변수 및 목적변수로 선정하고 반응면 기법, 크리깅 기법 및 RBM 기법을 이용한 최적화 기법을 적용하였다. 또한 수치최적화 연구를 통하여 얻

어진 최적형상과 기존의 형상조건에서의 임펠러 내부 유동장 특성을 비교, 분석하였다. 결론부에서는 3가지의 최적화 방식에서 구한 설계변수의 최적값은 변동은 있으나 최적 효율값은 세 경우 모두 유사함을 언급하고 있다.

압축기 불안정성 현상에 관한 연구로서 그 동안 해외 및 국내에서 주류를 이루어왔던 선회실속에 대한 실험적 연구들에 반하여 백제현 등⁽¹²⁾은 축류 압축기를 대상으로 3차원 수치해석 방법을 사용한 선회실속에 관한 연구를 발표하였다. 이 연구에서는 허브 코너 실속에서 교란이 먼저 일어나며 이 교란이 익단 누설 유동으로 전파 된다는 것과 유도된 교란은 동익에 부착되어 동익과 같이 회전하면서 고정실속이 되며, 일정한 크기 이상이 되면 동일렬을 따라서 진행되는 선회실속으로 발달된다는 결론과 함께 허브에서의 실속이 선회실속의 발달이 된다는 결과를 발표하였다. 또 다른 불안정성에 관한 연구로서 강영석 등^{(13),(14)}은 케이싱 중심으로부터 회전축이 벗어난 비대칭 압축기 익단간극에 의해 발생하는 회전축 불안정성에 대한 연구를 수치적 방법을 이용하여 수행하였다. 이 연구에서는 회전축에서 벗어난 터빈단의 불안정 가진력이 저유량에서는 날개의 부하가 크기 때문에 가진력 방향은 회전방향의 반대방향으로 예측되지만, 고유량에서는 입구에서의 압력분포가 접선방향으로 재분배 없이 하류에 전달되기 때문에 가진력 방향은 회전방향과 동일하다는 것과 날개의 간극 근처에서 압력의 재분포가 발생하는 저유량의 경우보다 가진력이 크다는 연구결과를 발표하였다.

3. 용적형 압축기

3.1 로터리 압축기

현재 가정용 룸 에어컨에 주로 사용되고 있는 로터리 압축기에 대한 연구도 여러 편이 발표되었는데, 마찰손실 및 냉각 효율 증대를 통한 성능 향상에 관한 논문들이다.

김우영 등⁽¹⁵⁾은 지구온난화에 관심이 증대되고 있는 가운데 CO₂를 냉매로 로터리 압축기 성능에 관한 논문을 발표하였는데, 이 논문에서는 냉매 압축기로서 고압식 2단 트윈 압축기를 사용하는 CO₂ 급탕기 겸용열펌프 시스템에서 가스 인젝션이 압축기의 성능 자체에 미치는 영향을 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 사용하여 분석하였다. 주요 결론으로서, 압축기 1단과 2단 사이에 가스 인젝션을 적용하면 압축기의 중간압은 높아지고 2단

실린더의 흡입온도가 낮아져서 전반적인 효율이 증가한다는 것과 흡입압이 낮아지게 되면 중간압도 낮아져서 기액 분리 시 건도가 증가하고 이로 인한 가스 인젝션량이 증가하기 때문에 압축기 효율이 증가한다는 사실을 언급하였다. 또한 토출압이 높아지게 되면 팽창기 출구에서의 건도가 낮아져서 가스 인젝션량이 감소하기 때문에 효율이 감소된다는 연구결과를 발표하였다. 이태구 등⁽¹⁶⁾은 로터리 압축기 신뢰성 시험의 장애인 많은 샘플수에 따른 소비전력량의 증가와 비용 증가를 해소하기 위한 CO₂ 냉매를 이용한 short-cycle 압축기 신뢰성 시험장치를 제안하였다. 이 연구에서 제안된 시험장치에 의한 시험결과를 기존 시험결과와 비교함으로써 타당성을 검증하였다. 김현진 등⁽¹⁷⁾은 다량의 압축공기가 요구되는 곳에 사용되는 로타리 베인 공기 압축기에 대한 최적설계를 위한 기초 설계자료를 얻기 위한 방법으로 먼저 성능해석을 수행하였고 이를 토대로 로터리 베인 압축기 베인의 손실을 감소시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 결론에서는 로터리 베인 압축기의 마찰손실을 개선할 수 있는 방법으로 압축기 하우징 내부에 실린더 벽면 역할을 하는 풀러 구공물의 적용을 제안하고 있다. 유사한 연구로서 Pil-Jae Cho 등⁽¹⁸⁾은 가시화 창으로 통한 가시화 기법을 사용하여 압축기 구동 시 발생하는 오일 분포를 분석하였으며, 오일과 냉매의 양을 조절하여 오일의 기동을 포착할 수 있는 모델을 제작하였다.

3.2 사판식 압축기

타 압축기에 비해 운전범위가 넓고, 내구성이 우수한 특징으로 인하여 자동차 에어컨용으로 가장 널리 사용되고 있는 사판식 압축기에 대한 논문은 2편이 발표되었는데 설계와 소음에 관한 논문이다.

권윤기 등⁽¹⁹⁾은 압축기가 일정한 압력을 지속적으로 발생시키는데 가장 핵심적인 역할을 하는 흡, 토출밸브 설계에 관한 논문을 발표하였다. 이 논문에서는 CO₂를 냉매로 사용하는 압축기에 대해서 성능해석을 통한 적절한 밸브의 설계인자를 도출한 후, 유한요소법을 이용한 반복적 구조해석을 통해 설계목표 값에 수렴하는 형상을 도출하였는데, 일정 유연성이 확보된 고유진동수와 강도 안정성이 보장된 응력분포를 나타내는 형상을 얻었지만 충격에 의한 피로강도에 대한 보완 연구가 필요한 것을 언급하였다. 사판식 압축기는 자동차 에어컨 시스템에 장착되기 때문에 성능과 더불어 소음문제가 매우 중요한 요소가 된다는 점을 언급하였다. 한규석 등⁽²⁰⁾

은 단품과 실차를 이용한 낮은 외기온에서 발생하는 압축기 밸브 작동에 의한 소음 개선을 통해 압축기 구동 시 저 윤회조건에 의한 소음을 개선하는 실험적 논문을 발표하였다. 실험결과, 흡입 머플러 체적을 증가시킴으로써 소음개선이 되었으며 또한 냉매의 유량을 증가시키고 흡입관 직경을 축소함으로써 소음이 개선되었음을 밝히고 있다. 끝으로 차량에 장착하기 위해서는 단품시험은 물론 실차에 의한 평가를 반드시 수행해야 한다는 결론을 발표하였다.

3.3 왕복동 압축기

차세대 대체 에너지원인 수소에너지 인프라 시스템 구축의 일환으로 수소 압축기에 대한 연구가 점진적으로 확산되고 있는 추세에서 심규진 등⁽²¹⁾은 수소 압축기의 핵심인 스너버에 대하여 고압으로 압축된 스너버 내부에서 맥동의 감쇠와 버퍼의 역할, 스너버 내부의 유동 해석을 수행하였다. 이 논문에서는 버퍼를 설치한 스너버는 전체 내부 공간에서 고른 유동 분포를 나타내며 버퍼를 설치하지 않은 경우에는 스너버 하부에 편중된 유동 흐름이 발생된다는 점을 밝혔다. 또한 버퍼를 설치하지 않은 스너버는 버퍼를 설치한 스너버 보다 다소 높은 압력 손실을 나타낸다는 결론을 발표하였다. 이병영 등⁽²²⁾은 왕복동 압축기의 성능에 많은 영향을 끼치는 오일 급유에 관한 연구를 발표하였는데, 여기서는 전산해석기법을 사용하여 다양한 속도에서 오일 급유 성능을 모사하였으며 모사 성능을 검증하기 위한 시험을 수행하였다. 심재휘 등⁽²³⁾은 고급 신차의 공기현가장치에 사용되고 있는 무급유식 왕복동압축기의 성능해석을 수행하여 압축기 구조나 밸브 등의 특성이 압축기 성능에 미치는 영향을 해석하였다. 해석결과를 실험결과와 비교하여 타당성을 입증하였으며 설계변수연구를 통해 토출포트의 직경과 밸브 스프링 상수를 증가시켜 압축기의 성능을 개선하기 위한 방안을 제시하였다.

3.4 스크롤 압축기

스크롤 압축기의 경우 발표된 대부분의 논문들은 냉동기에 적용하기 위한 최적화 연구에 관한 것들로서 안종민 등⁽²⁴⁾은 연료전지 열병합 시스템의 효율에 지대한 영향을 끼치는 스택에 압축공기를 공급하는 스크롤 타입의 팽창기-압축기 일체형 구조를 가진 유닛을 개념설계하고 이를 시스템에 적용할 경우 얻을 수 있는 효과를

해석적인 연구결과를 발표하였다. 이와 유사한 논문으로서 김현진 등⁽²⁵⁾은 2단 압축 CO₂ 에어컨 사이클에서 제1단의 압축기와 일체형 구조를 갖는 팽창기에 대한 예비 설계작업으로서 시존 R410A용으로 설계된 스크롤 압축기의 선회스크롤 및 고정 스크롤 형상을 갖는 일체형 스크롤 팽창기-압축기 유닛을 대상으로 여러 가지 운전조건에서 CO₂ 사이클의 COP에 미치는 영향을 연구하였다. 조상원 등⁽²⁶⁾은 스크롤 압축기의 최대 취약점인 스러스트 베어링에 대한 연구를 수행하였는데, 이 연구에서는 R-22 냉매 분위기 하에서 나노입자를 첨가한 냉동기유와 입자를 첨가하지 않은 기존 냉동기유를 사용하여 스러스트 베어링의 마찰 및 마모 특성 결과를 비교하였다. 이상현 등⁽²⁷⁾은 PWM (Pulse Width Modulation) 밸브를 이용하여 상부 스크롤의 로딩/언로딩시간 (로딩 듀티)을 조절하여 시스템 능력을 변환하는 방식의 스크롤 압축기를 시스템 에어컨에 적용하기 위한 목적으로 시스템 에어컨의 성능 및 압축기 토출온도를 이용한 시스템 상관식을 개발한 연구결과를 발표하였다.

3.5 기타

위의 압축기 분류에 속하지 않은 연구들로서, 김현진 등⁽²⁸⁾은 “오미터 진공펌프 성능해석”이라는 연구결과를 발표하였는데, 오미터 공기 압축기를 저소음 고효율 특성을 발휘하기 위한 산소 발생기용 진공펌프 용도로 활용하는 개념설계를 수행하고 또한 성능해석을 통해 오미터 진공펌프에 대한 구현화 가능성을 고찰하였다. 이 연구에서는 오미터의 선회운동에 따른 각 압축실의 체적변화를 얻어, 각종 누설을 고려한 가스 압력과 운동방정식을 이용하여 각 부재에 작용하는 반력들을 도출해서 압축기의 각종 손실 및 효율을 계산하는 프로그램을 개발하였다.

마이크로에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 윤재성 등⁽²⁹⁾은 초소형 냉동시스템으로의 응용을 위한 마이크로 압축기를 미세가공기술을 이용하여 개발하였으며 시뮬레이션과 실험을 통하여 증기 압축기 냉동 시스템으로의 응용 가능성을 연구하였다. 또 다른 마이크로 압축기에 대한 연구로서 최종민 등⁽³⁰⁾은 마이크로캡슐 잠열재 슬러리의 냉동기 적용 가능성 평가와 냉동기 설계 기초자료의 제공을 목적으로 융점 6℃인 테트라데칸을 이용한 마이크로캡슐 잠열재 슬러리를 증기압축식 냉동 시스템의 증발기 2차 유체로 적용한 경우에 대한 성능 해석 모델 개발에 대한 연구를 발표하였다.

4. 결론

2006년 한 해 국내에서 발표된 압축기 관련 논문은 유체기계저널 (KFMA), 대한기계학회 논문집 (KSME) 및 한국유체공학교육학회 논문집 (NCFE)을 중심으로 간단히 정리해 보았다. 분야별 게재논문과 발표논문들을 Table 1에 학회별로 구분하여 표시하였다. 2006년에는 30편이 발표되었는데 이 수치는 2005년과 거의 유사하나 47편이 발표된 2004년에 비해 여전히 감소세를 보이고 있다.

터보형 압축기 관련 논문들은 지난해의 경우, 그 적용대상이 주로 차량 및 선박용 터보차저에 집중되고 있는 것도 특징이라 할 수 있다. 스크롤 압축기에 관한 연구들은 대부분이 냉동기에 적용을 목적으로 수행되었으며, 마이크로 압축기에 관한 논문이 발표된 것도 주목할 만하다. 이 밖의 다른 형식의 압축기에 대한 연구는 간헐적으로 한두 편씩 발표되었기 때문에 별다른 특징을 발견할 수 없었다. 또한 2006년도에는 지금까지와 달리 지상 발전용 가스터빈이나 추진체용 가스터빈의 압축기에 대한 논문이 전무한 것이 특이점이다. 전반적으로 지난 2006년도에는 압축기 관련 연구들이 위축된 상태라는 것을 알 수 있었다. 이는 압축기에 관련된 국내 산업체의 기반기술들이 어느 정도 성숙된 상태이나 높은 수준의 기술 개발이나 또는 보다 향상된 신제품 개발에 소극적인 면을 보여주고 있다고 생각된다. 2007년도에는 압축기 분야에 대한 활발한 연구 활동을 기대해 본다.

참고문헌

- (1) 김홍원, 류승협, 갈상학, 하지수, 김승국, 2006, “중형 엔진 터보차저의 원심압축기에 관한 공력학적 3차원 형상 및 구동용 연소기 설계,” 유체기계저널 제9권 제2호, pp. 30~38.
- (2) 김홍원, 박종일, 류승협, 갈상학, 하지수, 2006, “박용 터보 차저 압축기의 디퓨저에 대한 성능평가 및 수치해석적 연구,” 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 94~97.
- (3) 윤용상, 송성진, 2006, “팁간극 및 디퓨저에 기인한 원심압축기 성능 및 불안정성,” 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문집, pp. 3359~3364.
- (4) 김규섭, 박재인, 2006, “자동차용 터보차저 압축기의 입구형상과 Rotating stall/Surge 발생에 관한 해석,” 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문

- 집, pp. 3523~3530.
- (5) 김우준, 오창훈, 조경석, 2006, “원심 압축기 블류트 성능 해석,” 제4회 한국유체공학교육학회 논문집, pp. 539~542.
- (6) 배황, 윤주식, 박기철, 장근식, 2006, “원심 압축기 블류트 3차원 유동의 수치해석,” 대한기계학회 논문집 B, 제30권 제3호, pp. 222~229.
- (7) 박한영, 오현택, 신유환, 이윤표, 김광호, 정진택, 2006, “R134a 터보 냉동기용 2단 원심 압축기의 유동특성에 관한 수치적 연구,” 제4회 한국유체공학교육학회 논문집, pp. 1145~1148.
- (8) 박한영, 오현택, 신유환, 이윤표, 김광호, 정진택, 2006, “R134a 터보 냉동기용 2단 원심 압축기의 수치해석 기법과 내부유동 특성,” 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 82~87.
- (9) 장춘만, Samad Abdus, 김광용, 2006, “단단 천음속 축류압축기 동익의 Stacking Line 설계 최적화,” 유체기계저널 제9권 제3호, pp. 7~13.
- (10) Abdus Samad, Kwang-Young Kim, 2006, “Evaluation of Surrogate Models for Shape Optimization of Compressor Blades,” 제4회 한국유체공학교육학회 논문집, pp. 367~370.
- (11) 장춘만, Abdus Samad, 김광용, 2006, “최적화 방법에 따른 축류압축기의 효율평가,” 제4회 한국유체공학교육학회 논문집, pp. 543~544.
- (12) 백제현, 최민석, 오성환, 기덕중, 2006, “축류 압축기에서의 선회실속에 관한 3차원 수치해석,” 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문집, pp. 824~829.
- (13) 강영석, 강신형, 2006, “축류압축기의 비균일 익단 간극에 의한 불안정성의 예측,” 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문집, pp. 3343~3348.
- (14) 강영석, 강신형, 2006, “비균일 익단 간극을 가지는 축류 압축기의 유동특성,” 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 88~93.
- (15) 김우영, 심재희, 이용호, 김현진, 2006, “가스 인젝션이 CO2 2단 트윈 로타리 압축기 성능에 미치는 영향,” 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 77~81.
- (16) 이태구, 이상재, 김형우, 이재현, 유호선, 2006, “로타리 압축기용 Short-Cycle 신뢰성 시험장치 제안,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 584~589.

- (17) 김현진, 남보영, 이경용, 2006, “로타리 베인 공기압축기의 성능에 관한 수치해석,” 설비공학논문집 제18권 제4호, pp. 351~358.
- (18) Pil-Jae Cho, Seoung-Kap Lee, Young Youn, Han Seo Ko, 2006, “Analysis of Oil Behavior inside Rotary Compressor Using Developed Visualization Technique,” International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Vol. 14, No. 2, pp. 76~83.
- (19) 권윤기, 김건호, 2006, “자동차용 사판식 압축기의 흡, 토출밸브 설계,” 유체기계저널 제9권 제2호, pp. 13~18.
- (20) 한규석, 노경덕, 2006, “내부제어밸브를 가진 가변 사판식 압축기의 소음개선에 관한 연구,” 제4회 한국유체공학술대회 논문집, pp. 165~168.
- (21) 심규진, 이중섭, 악바르 윈다 알리, 정한식, 정효민, 김무든, 2006, “왕복동식 수소압축기의 스너머 내부 유동 해석,” 대한기계학회 춘계학술대회 강연 및 논문집, pp. 4229~4234.
- (22) 이병영, 고한서, 류기오, 윤영, 박성우, 2006, “왕복동 압축기 오일 급유 특성 분석,” 제4회 한국유체공학술대회 논문집, pp. 545~546.
- (23) 심재휘, 김호영, 이용호, 김현진, 2006, “자동차용 공기현가장치의 무급유 공기압축기 성능해석,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 572~577.
- (24) 안종민, 권태훈, 김현진, 양시원, 2006, “연료전지용 팽창기-압축기 개념설계,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 578~583.
- (25) 김현진, 남보영, 안종민, 2006, “CO2 초임계 사이클을 위한 일체형 스크롤,” 설비공학논문집 제18권 제5호, pp. 434~442.
- (26) 조상원, 김홍석, 이재근, 이형국, 이병철, 박진성, 2006, “R-22 냉매 분위기하에서 스크롤 압축기 스러스터 베어링의 윤활특성 평가,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 590~595.
- (27) 이상헌, 권영철, 장근선, 허삼행, 김대훈, 윤백, 2006, “PWM압축기를 이용한 시스템에어컨의 난방운전 시 압축기 토출온도 상관식,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 1095~1100.
- (28) 김현진, 심재휘, 2006, “오비터 진공펌프 성능해석,” 유체기계저널 제9권 제5호, pp. 28~35.
- (29) 윤재성, 최종원, 김민수, 2006, “초소형 냉동시스템의 응용을 위한 마이크로 증기 압축기의 개발 및 성능에 관한 연구,” 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 477~482.
- (30) 최종민, 김용찬, 천덕우, 강훈, 윤준상, 조한호, 김영배, 이호성, 최광민, 강용화, 전종욱, 2006, “마이크로캡슐 잠열재 슬러리를 적용한 증기압축기 냉동기의 성능 모델링,” 설비공학논문집 제18권 제6호, pp. 501~508.