

## 압축기 분야 연구동향

이건호\*

### 1. 서 론

2001년 동안에 국내에서 발표된 압축기 관련 논문을 바탕으로 압축기분야 연구동향을 소개하고자 한다. 압축기는 압축방식에 따라 로타리 압축기, 스크롤 압축기, 스크루 압축기, 왕복동 압축기, 선형 압축기, 원심 압축기 및 축류 압축기로 나눌 수 있으며, 각 분야에서 연구 및 기술개발이 폭 넓게 이루어지고 있다. 또한 압축기가 냉동시스템 성능에 미치는 영향에 관한 연구도 대체냉매 및 멀티에어컨의 기술개발에 힘입어 꾸준히 발표되고 있다.

### 2. 로타리 압축기

2룸 에어컨 및 대형 냉장고에 주로 사용되고 있는 로타리 압축기에 관한 연구는 매우 많이 행해졌으며, 최근에는 압축기 성능특성, 베어링 특성 및 대체냉매에 관한 연구가 이루어지고 있다.<sup>(1)~(6)</sup>

로타리 압축기의 성능특성에 관한 연구로는 과열도와 쉘의 열누설이 고려된 압축기 map-based 모델의 연구로서 이는 증발온도와 응축온도 변화에 대한 압축기의 질량유량과 소비동력을 구하는 것으로 과열도에 의한 보정계수는 0.77, 열누설에 의한 보정계수는 0.35임을 밝히고 있다.<sup>(1)</sup> 또한, 압축기 특성곡선은 일부 운전조건 하에서 얻은 실험값을 기초로 하여 다양한 운전조건에서도 사용 가능한 관계식을 제안하며, 관계식에서 얻은 계산결과는 실험값과 비교하여 질량유량은 2.1%, 소비전력은 2.3%, 토출온도는 1.5% 이내로 잘 일치함을 발표하였다.<sup>(2)</sup> 그리고 로타리 압축기의 외부 공기 흐름에 따른 압축기내 열전달 특성을 규명하기 위하여 압축기내에 29개의 K Type 열전대를 설치하여 온도를 측정하였다. 압축기 외부에 강제대류가 있는 경우, 실

린더 내부를 비롯한 압축기 전체온도와 냉매온도가 낮게 나타났으며, 이로 인해 체적효율 및 모터효율이 증가하고 EER이 증대됨을 알 수 있었다. 또한 실린더를 냉각하는 것이 모터만을 냉각하는 것 보다 EER에 보다 더 효과적임을 밝혔다.<sup>(3)</sup>

그리고 로타리 압축기의 베어링에 관한 연구로서 로타리 압축기의 저어닐베어링은 유체동압베어링으로서 유체윤활 영역이므로 베어링에 작용하는 압력 분포를 레이놀즈 방정식에 다이버전스 수식화법을 적용하여 구할 수 있었다. 이때 오일 공급구의 위치에 따라 최소 유막두께가 최대 2배 정도 차이를 보였으며, 베어링의 자세각이 작을수록 베어링의 안정성이 좋았고 베어링 내의 압력이 발생하지 아니하는 위치에 오일 그루브가 존재하여야 함을 알 수 있었다.<sup>(4)</sup>

대체냉매에 관한 연구로는 기존의 R22 로타리 압축기에 R410A를 적용함에 있어 구조적인 변화를 최소화 하면서 성능상의 불이익을 최소화하는 방안으로 토출부와 연관된 형상인자들을 재 설계하는 것으로 이는 냉매변경 시 주된 손실이 간극체적에 의한 재 팽창손실과 토출과정에서의 과압축 손실 때문으로 사료된다. 따라서 토출구의 최적화를 위하여 로타리 압축기 성능 해석 시뮬레이션을 이용하여 흡입포트 직경과 밸브두께 변화는 압축기 성능변화는 매우 미비함을 알았고, 토출구직경, 공구각도, 토출구 길이 및 밸브 최대변위 등에 대해서는 다구찌 기법을 적용하여 최적화한 결과 1.7%의 EER 향상 효과를 얻을 수 있었다.<sup>(5)</sup> 또한 실험을 통한 손실분석기법으로 R410A 로터리압축기의 토출부를 최적설계 하였으며, 밸브두께가 적정치 이상 두꺼우면 과압축 손실이 증가하여 압축기 성능을 크게 저하시키고, 밸브리프트가 증가하면 성능에는 영향이 없으나 밸브 신뢰도가 적어지며, 밸브리프트가 너무 적으면 과압축 손실이 커서 압축기 성능을 저하시킨다. 그리고 밸브 유효길이가 길면 과압축 손실이 감소하여 체적효율이 증가하게 되고, 토출구의 공구각도가 커지면 냉매가스의 유효유동면적이 증가하여 과압축 손실

\* 두원공과대학 에너지정보과  
E-mail : ghlee@doowon.ac.kr

은 감소하지만 반면에 간극체적이 증가하여 재 팽창손실이 커지므로 EER이 감소함을 알 수 있었다(6).

### 3. 스크롤 압축기

최근에 스크롤압축기에 관한 연구로는 성능해석 시 물레이션과 더불어 압축실 간의 누설모델링, 윤활시스템 및 대체냉매에 관한 것이다.<sup>(7)~(13)</sup>

스크롤 압축기 성능해석은 스크롤과 냉매사이의 열전달을 고려하여 압축성능을 해석함으로써 보다 해석 결과에 대한 정확도를 더해가고 있다. 자동차 스크롤 압축기의 고정스크롤에 19개의 열전대를 설치하여 운전 중에 스크롤의 온도분포를 측정 한 후, 실험결과를 입력조건으로 압축실 간의 냉매누설 뿐 아니라 냉매와 스크롤간의 열전달을 고려하여 스크롤내의 압축성능을 수치해석적으로 예측하였다.<sup>(7)</sup>

그리고 스크롤압축기에서 각 압축실 간의 누설모델링은 성능해석 시 매우 중요한 인자이므로 누설모델링을 정립하기 위하여 많은 실험이 이루어지고 있다.<sup>(8)~(10)</sup> 스크롤압축기의 누설손실에 따른 압축기 성능저하의 원인을 규명하고 이를 개선하기 위하여 틱실 구조를 가지는 스크롤압축기를 대상으로 실제 운전상태에서 간접유량측정방법을 사용하여 실제 누설량을 측정하였고 이들 실험결과를 바탕으로 유량계수와 틱실 접촉간극을 산출 한 후 누설유량을 이론적으로 얻을 수 있는 누설모델링을 제안하였다. 스크롤압축기의 플랭크 누설 및 틱 누설은 각각 임계압력비 0.57과 0.55에서 초킹이 발생되어 오일의 영향이 무시되는 냉매가스만의 유동으로 간주할 수 있음을 알았고, 이때 유량계수는 압력비와 간극에 관계없이 0.1에서 0.12사이이고, 틱 간극이 0.052 mm인 경우 틱실 접촉간극은 약 0.005 mm로 나타났다.<sup>(8)</sup> 이러한 누설특성과 더불어 토출압력, 플랭크 간극, 틱 간극, 난틱실 길이변화 및 틱실 형상 변화에 따른 스크롤압축기 성능해석을 행하여 최적의 틱실 형상을 얻음으로서 체적효율 2.3%, 지시효율 2.2%의 증가를 얻을 수 있었다.<sup>(9)</sup> 또한 대체냉매인 R407C와 R410A에 대하여 앞서 행한 실험과 같이 동일한 방법으로 누설유량을 측정하여 누설모델링을 제안하였으며, 스크롤압축기에서 플랭크 누설유량은 R22의 플랭크 누설유량을 기준으로 R407C는 약 18%, R410A는 약 82% 증가하였고, 틱누설 유량은 R407C는 약 12%, R410A는 약 71% 증가하는 등 전체 누설유량에서는 R22 전체 누설유량을 기준으로 R407C는 약 15%, R410A

는 약 76% 증가하였다. 이때 R22에서 얻은 유량계수를 동일하게 적용하여 계산값과 측정값을 비교한 결과 R407C는 약 4%, R410A는 약 3%로 유량계수는 냉매 변화에 대한 영향이 거의 없음을 알 수 있었다.<sup>(10)</sup>

스크롤 압축기의 용량변화 및 운전특성 변화에 따른 오일공급시스템의 재 설계가 요구된다. 스크롤압축기의 주요 윤활부위는 선회스크롤 저널베어링, 주 저널베어링, 스러스트 베어링, 보조 저널베어링 등으로 압축기 하단에 있는 오일을 스윙펌프에 의해 크랭크축에 설치된 오일통로를 지나 공급되므로 이러한 오일유동특성에 대한 연구로서 최근에는 CFD 프로그램인 FLUENT를 사용하여 오일유동 특성을 해석하여 오일유량의 지배적인 인자가 압축기 운전속도임을 밝혔다.<sup>(11)</sup>

또한, 대체냉매에 따른 스크롤 압축기의 소음 및 스크롤 형상에 대한 연구가 진행중이며, 소음에 관한 연구로는 대체냉매인 R407C를 적용한 스크롤 압축기에서 발생하는 소음원 및 주요 소음전파 경로에 관한 것으로서 스크롤 압축기의 공진주파수 측정 및 홀로그래피를 사용하여 실험적으로 소음특성을 분석하였고 약 38~46 dB의 소음감소를 이룰 수 있었다.<sup>(12)</sup> 그리고 R410A 적용 할 경우, 고압으로 인한 마찰 및 누설유량의 증가는 압축기 효율을 감소시킴으로 이를 보완하기 위하여 이미 개발된 스크롤 압축기 성능해석 컴퓨터 프로그램을 사용하여 R410A에 적합한 스크롤 형상을 재 설계하고있다.<sup>(13)</sup>

### 4. 스크루 압축기

스크루 압축기는 1878년 독일의 Krigar에 의해 고안된 이후 1934년 스웨덴의 A. Lysholm에 의해 공기압축기로 개발, 실용화되었다. 왕복동 압축기에 비해 소음 및 진동이 적고 체적효율이 높아 냉동, 공조용으로 널리 사용되고 있으며, 최근에는 환경문제로 인하여 대체냉매로의 연구가 진행중이다. 일반적으로 사용되는 5+7 치형을 가지는 80 HP급 스크루 냉매압축기에 대하여 R22의 대체냉매로 R407C를 적용할 경우, 압력비 대비 체적효율 및 단열효율에는 다소 차이가 있으나 냉동용량에는 큰 변화가 없어 냉매만의 대체가 가능할 것으로 사료되며, R134a로의 대체에는 냉동용량이 적어 스크루로다의 재설계나 모터용량의 조절이 필요시 된다.<sup>(14)</sup>

그리고 스크루 냉동기의 성능향상을 위하여 스크루 압축기에 이코노마이저를 적용하는 경우가 많으며, 냉매가 R22인 경우는 압력비가 높을수록 이코노마이저에

의한 성능향상 폭이 커서 냉방용량은 20%, 성적계수는 10%의 향상을 가져왔으며, R407C인 경우도 R22와 거의 동일한 경향을 보였다.<sup>(15)</sup>

## 5. 왕복동 압축기

왕복동 압축기에 대한 최근 연구동향은 가변속에 의한 급유시스템 설계, 액분사에 의한 토출온도 해석 및 CFD를 사용한 밸브 거동해석 등이다.<sup>(16)~(18)</sup>

밀폐형 냉매압축기에서 급유문제는 압축기의 신뢰성에 결정적인 영향을 주는 중요한 요인이다. 특히 가변속 운전의 경우에는 급유의 동력원이 되는 회전속도가 변화하므로 고속운전에서는 급유량이 지나치게 많게 되고 저속운전에서는 급유량이 부족하거나 아예 급유가 불가능하게 되는 상황이 발생되기 쉽다. 따라서 가정용냉장고에 사용되는 소형 왕복동 압축기를 가변속으로 운전할 경우 급유 축진기구의 설계가 요구되므로 압축기 축의 하단에 왕복운동을 하는 실린더와 한 쌍의 노즐을 설치하였다. 크랭크축이 회전운동을 행하면 실린더가 왕복운동을 하게 되고 이때 유체의 다이오드 특성에 의해 오일 저장부에서 크랭크 축 내부로 일정량의 오일이 이송됨으로 20 Hz의 저속운전 시에도 오일공급이 원활하게 이루어짐을 확인할 수 있었다.<sup>(16)</sup>

또한, 왕복동 압축기 토출가스 온도를 제어할 목적으로 압축기에 직접 냉매액을 분사하는 연구가 진행중인데 최근에는 실린더 내에서 액분사를 포함한 비정상 난류유동을 상용 프로그램인 KIVA-II을 사용하여 해석함으로써 토출온도 및 성능을 정량적으로 예측하고 있다. 냉매가 R22인 경우, 액분사 질량이 증가할수록 토출가스 온도의 감소 폭이 증가되고 압력은 상승함을 알 수 있었다.<sup>(17)</sup>

그리고 왕복동 압축기의 밸브거동에 관하여 밸브의 유효단면적 및 유효힘들을 CFD 상용프로그램으로 구하고 이를 바탕으로 압축기의 성능예측을 행하는 연구가 발표되었다.<sup>(18)</sup>

## 6. 선형 압축기

선형 압축기는 선형 모터를 사용하기 때문에 소형화 및 저소음화가 가능하며, 피스톤이 무운환의 비접촉기구를 사용하기에 수명이 길다는 장점이 있다. 이 압축기는 실린더, 피스톤, 코일, 자석으로 구성되어있으며, 구동방식에 따라 이동 코일형과 이동 자석형으로 분류

되고 피스톤의 왕복운동을 통해 압축공간에서 압력 과형을 생성한다. 이러한 선형 압축기를 이용한 스테링 극저온 냉동기는 기존의 극저온 냉동기에 비해 저진동, 소형경량, 낮은 소요동력, 충분한 내구성 등의 장점으로 야간 투시경용 적외선 센서(0.5-1.9 W at 77 K) 및 이동통신 무선기지국용 초전도 필터 냉각용(3-6 W at 77 K)으로 널리 사용되고 있다. 따라서 최근에는 선형 압축기에 대한 운전특성 뿐 아니라 선형압축기를 사용하는 스테링 극저온 냉동기의 설계 및 작동조건의 최적화를 위하여 작동주파수의 특성, Split tube 길이 및 충전압력에 의한 영향, 충전가스 압력의 공진주파수에 미치는 영향, 실린더와 피스톤 사이의 간극이 압축성능에 미치는 영향 등을 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>(19)~(22)</sup>

선형압축기의 작동유체인 헬륨가스의 충전압력이 증가하면 선형압축기의 고유진동수는 증가되며 행정거리가 감소함을 알았고 또한 선형압축기의 행정거리는 고유주파수에서 운전될 때 최대 값을 나타냄을 알았다.<sup>(19)</sup> 그리고 선형 압축기가 고유주파수에서 운전될 때 인가전류의 변화에 따른 행정거리가 증가하면 자장 속에 위치하는 코일의 유효길이가 감소하여 추력이 감소됨을 알았다.<sup>(20)</sup> 이러한 선형압축기의 특성들을 분석하고 스테링 극저온 냉동기의 설계 시 고려해야할 조건과 작동변수에 대한 연구를 통하여 최저도달온도는 약 65 K 이고, 77 K까지의 도달시간이 약 5분이며, 도달온도가 80 K에서 냉동능력이 0.25W인 냉동기를 개발하였다.<sup>(21)~(22)</sup>

## 7. 원심 압축기

원심압축기에 대한 시스템의 최적설계는 여러 방면으로 다양하게 연구가 되고 있으며, 특히 압축기내 유동해석과 더불어 임펠러 및 디퓨저에 대한 설계방법이 연구되고 있고 최근에는 베어링, 리턴채널 및 전동기에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.<sup>(23)~(40)</sup>

원심압축기 내의 유동장 해석은 매우 복잡함으로 여러 가지 방법으로 연구가 진행되고 있다. 최근에는 자오면과 날개면을 기초로 한 준 삼차원 해석방법을 채택하여 자오면에서는 실험결과와 잘 일치하는 경향을 얻었다.<sup>(23)</sup> 또한, 충격파의 발생위치 및 충격손실 등 원심압축기 성능과 관련된 여러 변수에 대한 정확한 예측을 얻기 위하여 삼차원 압축성 Navier-Stokes 방정식에 k-e 난류모델이나 Baldwin-Lomax 난류모델을 적용하여 천음속 압축기의 동익을 지나는 유동을 해석하

고있다.<sup>(24)</sup> 그리고 원심압축기의 초기설계와 성능예측 단계에서는 미끄럼계수가 중요한 경험치로 작용됨으로 경사각이 있는 경우와 없는 경우에 대하여 여러 가지 미끄럼계수 모델인 Stodola 모델, Stanitz 모델, Wiesner 모델, 팽창과정 모델 등에 대한 신뢰성 연구가 진행되고 있다.<sup>(25)</sup>

또한, 원심압축기의 효율향상 및 시스템의 안정화를 위해서 스톨과 서지에 대한 연구가 진행 중이며, 최근에 스톨의 발달과정 및 경고방법에 대한 실험적 연구가 발표되었다.<sup>(26)~(27)</sup> 이러한 실험적 방법은 원심압축기의 인두서 상류 벽에 원주방향으로 8개의 고속응답압력변환기를 설치하여 동시에 정압을 측정하고, 이 신호를 공간 푸리에 변환을 사용하여 원심압축기에서 스톨의 발달을 알리는 신호를 측정함으로써 임펠러 주파수가 스톨을 일으키는 주요 요인임을 발견하였다.<sup>(26)</sup> 또한, 임펠러 주파수의 스펙트럼 증가가 스톨의 시작을 미리 알리는 방법으로 제안하여 좋은 결과를 얻었다.<sup>(27)</sup>

원심압축기는 일반적으로 인두서, 임펠러, 디퓨저 그리고 볼류트 케이싱 등으로 이루어져 있고, 그기능상 임펠러와 디퓨저가 중요한 역할을 담당하고 있다.

임펠러에 관한 연구로는 임펠러 날개 끝과 고정된 쉬라우드 케이싱 사이에 축방향으로 일정한 거리 즉, 틱 간극변화가 원심압축기 성능에 미치는 영향에 대한 것으로 회전수가 감소할수록 틱 간극비에 따른 손실이 적어지는데 이는 손실이 날개하중에 비례하여 커진다는 것을 의미한다.<sup>(28)</sup>

또한, 디퓨저에 관한 연구로는 디퓨저 내부의 불균일한 속도분포를 제거하고 안정된 작동조건을 유지하는 것은 터보압축기 성능과 직결되므로 유동안정과 효율향상을 위한 디퓨저의 유동현상 및 성능해석에 관한 연구가 많이 행해지고 있으며,<sup>(29)~(32)</sup> CFD를 이용한 디퓨저의 최적설계를 관한 연구<sup>(33)~(34)</sup>와 더불어 채널디퓨저에 121곳의 압력을 측정함으로써 디퓨저내의 비균일 압력분포에 대한 연구도 진행 중이다.<sup>(35)</sup>

그리고 최근에는 원심압축기의 트라이볼로지 관점에서 범프 베어링의 지지능력 및 강성해석과 더불어 회전체에 대한 안정성해석 등에 관한 연구가 진행중이며,<sup>(36)</sup> 이와 함께 범프 개수에 따른 지지능력 및 동력손실을 해석함으로써 베어링의 최적화를 이루고 있다.<sup>(37)</sup>

또한 원심압축기에 사용되는 고속, 고회력 전동기는 많은 양의 열이 발생하며, 적절히 냉각시키지 못하면 수명이 급격히 감소됨으로 전동기내의 유동해석 및 냉각핀이 있는 수냉장치에 대한 유동장 및 온도장을 STAR-

CD 상용프로그램을 통하여 해석하고 있다.<sup>(38)</sup>

그리고 다단 원심압축기에서 리턴채널은 임펠러 출구에서 다음 단 임펠러 입구로 넘겨주는 역할을 행하는데 리턴채널 내부에서의 손실 및 리턴채널 출구에서의 불균일한 유동장은 다음 단 임펠러 입구에 미치는 영향이 매우 크며 이는 베인의 개수와 밀접한 관계가 있다. 베인 개수가 늘어나면 디스월러 내부에서의 재순환영역 및 출구에서의 이차유동이 현저하게 감소하여 전압손실 및 유동각의 균일성에 큰 영향을 주고 너무 많은 베인 개수는 유로폐쇄, 출구 밴드에서의 실속현상 등이 발생됨으로 대략 베인의 개수가 38-42일 때가 최적이라고 발표되었다.<sup>(39)</sup>

일반산업용 및 공조용 터보냉동기에 사용되는 원심압축기는 기존의 R11, R123 냉매 대신 환경적인 문제로 인하여 R134a를 사용하고자 하며, 이 경우 냉각능력의 감소 및 성적계수의 감소 등으로 압축기의 재설계가 요구되므로 최근에는 이러한 재설계를 위하여 120 RT~1300 RT용 터보냉동기용 원심압축기의 임펠러, 디퓨저, 디스월러 및 입구가이드 베인의 내부유동을 STAR-CD인 상용프로그램을 사용하여 원심압축기의 성능을 해석하고 있다.<sup>(40)</sup>

## 8. 축류 압축기

가스 터빈용 축류 압축기 설계 시 다단 압축기의 개발시간과 비용을 절감하기 위한 방법으로 초기 설계된 압축기의 시험결과와 3차원 해석결과를 상호 비교하여 3차원 해석방법에 대한 신뢰도를 확인한 후, 재 설계된 압축기에 대하여 3차원 Navier-Stokes식과 Baldwin-Lomax 난류모델을 사용하여 유동해석을 행함으로써 최종성능시험 이전 단계의 검증작업을 수행할 수 있다.<sup>(41)</sup>

또한, 다단 축류압축기의 탈설계 성능예측기술은 중간유선에서 각 단의 성능을 계산하여 축방향으로 축적하는 단 축적법에 대한 연구가 수행되었다. 축적법에서 가장 중요한 요소는 각 단의 성능을 결정하는 단 압력곡선을 어떠한 것으로 사용하느냐가 중요하므로 저단에서 고단에 이르기까지 여러 압축기에 대해 최적의 단 압력곡선식을 찾아내었으며, 이와 함께 서지와 초크점에서의 유량변화를 분석함으로써 성능예측기술을 향상시켰다.<sup>(42)</sup>

그리고 축류압축기 블레이드의 3차원적 형상의 최적화를 위한 연구가 수행되었으며, 여기에서는 3차원 박층근사 Navier-Stokes방정식과 반응면 기법을 이용

함으로서 반응면 기법이 구배법 보다 경제적이고 보다 더 신뢰할 만한 방법임을 제안하였다.<sup>(42)</sup>

### 9. 가변용량형 냉매압축기

냉방시스템의 에너지 고효율화는 정격조건에서의 에너지소비효율(COP : Coefficient of Performance) 향상과 냉방기간동안 건물부하 조건에서의 기간에너지소비효율(SEER : Seasonal Energy Efficiency Ratio) 향상으로 나눌 수 있으며, 냉방부하가 적은 경우에는 압축기용량을 조절함으로써 소비전력을 절감하고 기간에너지소비효율을 향상시킬 수 있다. 이러한 용량가변방식은 여러 대의 압축기 사용, 바이패스식, 극수변환용 인버터식, 디지털방식 등이 개발되고 있다.

최근에 정속 스크롤 압축기와 여러 방식의 가변용량 압축기를 에어컨 시스템에 부착하여 성능실험을 행한 연구가 발표되었으며, 이때 사용한 가변용량 압축기는 바이패스식 twin 로타리 압축기, 극수변환식 왕복동식 압축기, 2대 로타리 압축기 등이었다. 정격운전모드에서는 스크롤압축기의 효율이 가장 높지만 최소운전모드에서는 극수변환식 왕복동압축기와 2대 로타리압축기 방식의 효율이 높았다.<sup>(44)</sup> 또한 2대 로타리압축기 방식에 공용 어큐물레이터를 사용함으로써 윤활 및 공진을 향상시키고 정격압축기 보다 약 35%의 소비전력을 감소시켰다.<sup>(45)</sup>

그리고 극수변환식 인버터압축기는 압축기 제어알고리즘이 개발되어야하며, 실외기 1대에 실내기 4대인 공랭식 멀티형 냉방시스템에서는 퍼지 제어방식이 비례제어방식보다 약 8%의 에너지 감소가 있음이 발표되었다.<sup>(46)</sup>

또한, 인버터 방식의 경우 저주파수 영역에서는 시스템 진동이나 냉매유속 감소로 오일회수 등이 고려되어야 하고, 고주파수 영역에서는 오일 토출량의 과다 현상 및 압축기 소비전력의 증가로 인버터 구동 드라이브의 손실량이 커져서 제어부의 온도상승에 주의하여야 하는 단점이 있다. 최근에는 스크롤압축기에서 PWM(Pulse Width Modulation)펄스를 이용하여 상부 스크롤의 로딩/언로딩의 시간간격을 조절하여 용량을 가변시키는 디지털 스크롤 압축기가 개발되었으며, 이 압축기는 10~100%의 가변용량이 가능하고 부하가 적은 최소운전영역에서도 오일회수가 용이하며, 특히 저온난방에서 히터를 사용함으로써 난방성적계수를 향상시킬 수 있었다.<sup>(47)</sup>

### 10. 결 론

2001년 동안 발표된 압축기 관련 논문에 대하여 살펴보고, 발표된 학술지 이름과 발표자의 소속은 Table 1에서 보여주고 있다. Table 1에서 보여지는 바와 같이 본 조사에 사용된 학술지는 유체기계저널, 설비공학논문집, 대한기계학회논문집, 유체기계연구개발 발표회논문집, 대한설비공학학술발표회 등 총 5개 학술지이며, 용적형 압축기 22편, 터보 압축기 21편, 시스템 관련 압축기 4편으로 총 47편이 발표되었다. 이 중에서 용적형 압축기의 대부분은 설비공학논문집이나 대한설비공학학술발표회를 통하여 발표되었고, 제조업체와 연관된 논문이 많았으며, 반면 터보압축기의 대부분은 유체기계저널이나 유체기계연구개발발표회를 통하여 발표되었고 대학에서 연구된 논문들이 많음을 알 수 있었다. 또한, 시스템과 관련된 압축기 논문의

Table 1 Published Domestic Compressor Papers in 2001

	PUBLICATION					AUTHOR		
	JOURNAL			CONFERENCE		University	Company	Institute
	KFMA	SAREK	KSME	KFMA	SAREK			
Rotary		4			2		6	
Scroll		3			4	2	5	
Screw					2		2	
Reciprocate				1	2	3		
Linear					4		4	
Centrifugal	3		5	9	1	12	5	1
Axial	1			2		2		1
System		1			3		4	

대부분이 대체냉매나 가변용량형 압축기에 관한 것으로 이 분야에 대하여 많은 연구가 진행 될 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- (1) 최득관, 김정천, 차강욱, 2001, “로타리 압축기 성능특성에 관한 해석 및 실험”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 6, pp. 497~504.
- (2) 길성호, 윤백, 심수철, 김만희, C.W. Bullard, 2001, “에어컨용 로타리 압축기의 해석모델 개발”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1295~1300.
- (3) 양동준, 정진택, 박진무, 황선웅, 2001, “회전 피스톤형 로타리압축기 내의 열전달이 성능특성에 미치는 영향에 관한 연구”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 8, pp. 763~770.
- (4) 이정배, 이승갑, 2001, “오일 그루브를 고려한 로타리압축기 저어널베어링 해석”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1301~1306.
- (5) 김현진, 이태진, 박신규, 황인수, 2001, “R410A 로타리 압축기의 토출구 최적설계에 관한 연구”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 12, pp. 1245~1254.
- (6) 윤영, 정진택, 민만기, 2001, “대체냉매 공기조화기용 로타리압축기의 성능향상을 위한 최적 토출계에 관한 실험적 연구”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 2, pp. 96~105.
- (7) 장기태, 정상권, 2001, “열전달을 고려한 스크롤 압축기 내의 압축과정에 대한 연구”, 대한설비공학 동계학술발표회, pp. 726~731.
- (8) 윤영, 김용찬, 민만기, 2001, “공기조화용 스크롤압축기의 플랭크 및 텡실 누설특성”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 2, pp. 134~142.
- (9) 윤영, 김용찬, 민만기, 2001, “텡실형 스크롤 압축기의 성능특성에 관한 해석적 연구”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 12, pp. 1306~1314.
- (10) 윤영, 김용찬, 민만기, 2001, “R22 대체냉매를 적용한 스크롤 압축기의 누설특성에 관한 연구”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 5, pp. 377~387.
- (11) 유병길, 조홍현, 김용찬, 2001, “스크롤 압축기의 오일공급시스템에 관한 CFD 시뮬레이션”, 대한설비공학 동계학술발표회, pp. 726~731.
- (12) 조용훈, 신정관, 이주용, 김규우, 2001, “R407C용 스크롤압축기의 저소음에 관한 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 864~868.
- (13) 김현진, 이은섭, 박익서, 2001, “R410A 스크롤압축기의 성능해석에 관한 연구”, 대한설비공학 동계학술발표회, pp. 743~748.
- (14) 이동주, 박동성, 김상국, 신정관, 이주용, 2001, “80HP급 스크루 냉매압축기 성능평가 II”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1121~1125.
- (15) 박상현, 장영수, 김영일, 김용찬, 남임우, 2001, “R22와 R407C를 적용한 스크루 압축기의 이코노마이저 성능에 관한 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1182~1186.
- (16) 이태진, 김현진, 2001, “가변속 왕복동 압축기의 급유축진 기구 설계”, 대한설비공학 동계학술발표회, pp. 732~736.
- (17) 허제경, 김선식, 방광현, 2001, “왕복동 압축기내 액분사 효과의 수치해석적 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1177~1181.
- (18) 박원상, 허남건, 2001, “CFD를 이용한 왕복동 압축기의 성능해석”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 441~447.
- (19) 홍용주, 박성제, 김효봉, 고득용, 유병건, 2001, “충진가스가 스테어링 극저온 냉동기용 선형압축기의 공진 특성에 미치는 영향에 관한 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1167~1171.
- (20) 홍용주, 박성제, 김효봉, 고득용, 유병건, 2001, “선형압축기형 스테어링 극저온 냉동기의 압축기 특성에 관한 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1172~1176.
- (21) 홍용주, 박성제, 김효봉, 고득용, 유병건, 2001, “선형압축기형 스테어링 극저온 냉동기의 성능특성에 관한 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 219~223.
- (22) 홍용주, 박성제, 김효봉, 고득용, 유병건, 2001, “선형압축기형 스테어링 극저온 냉동기의 설계, 제작에 관한 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 219~223.
- (23) 안상준, 오형우, 김광용, 2001, “원심압축기의 유동해석을 위한 준삼차원 해석기법”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 106~112.
- (24) 이용갑, 김광용, 2001, “천음속 압축기의 동익을 지나는 삼차원 유동의 수치해석”, 대한기계학회논문집 B권, Vol. 25, No. 10, pp. 1384~1391.
- (25) 윤성호, 백제현, 2001, “탈설계 조건에서 원심압축기의 미끄럼 계수 모델들의 평가”, 대한기계학회논문집 B권, Vol. 25, No. 11, pp. 1459~1466.

- (26) 강정식, 강신형, 2001, “원심압축기 스톨 발단에 관한 실험적 연구 (I) - 스톨 발단 과정”, 대한기계학회논문집 B권, Vol. 25, No. 10, pp. 1436~1444.
- (27) 강정식, 강신형, 2001, “원심압축기 스톨 발단에 관한 실험적 연구 (II) - 스톨 경고 방법”, 대한기계학회논문집 B권, Vol. 25, No. 10, pp. 1445~1450.
- (28) 차봉준, 임병준, 양수석, 이대성, 2001, “팁 간극 영향으로 인한 원심압축기 성능특성 시험연구”, 유체기계저널 Vol. 4, No. 1, pp. 30~37.
- (29) 김홍식, 김윤제, 김철수, 2001, “소형 터보압축기의 디퓨저 형상변화에 따른 유동특성고찰”, 유체기계저널 Vol. 4, No. 3, pp. 21~28.
- (30) 이두열, 강창식, 신유환, 김광호, 2001, “원심압축기 베인 디퓨저에서의 선회실속 특성”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 99~105.
- (31) 황성목, 한화택, 김원갑, 2001, “원심압축기 베인 디퓨저내 비정상 유동의 수치해석적 연구”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 113~119.
- (32) 김홍식, 김윤제, 2001, “베인디퓨저 목 형상비 변화에 따른 소형터보압축기 성능특성 고찰”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 120~128.
- (33) 오종식, 현용익, 2001, “원심압축기용 베인디퓨저의 탈설계점 성능연구 -제1부 : 채널디퓨저”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 83~90.
- (34) 오종식, 이현석, 2001, “원심압축기용 베인디퓨저의 탈설계점 성능연구 -제2부 : 솔리디티가 작은 익덜디퓨저”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 91~98.
- (35) 강정식, 강신형, 2001, “원심압축기 채널디퓨저 내부의 압력분포에 관한 연구”, 대한기계학회논문집 B권, Vol. 25, No. 4, pp. 507~513.
- (36) 이용복, 이남수, 김태호, 김창호, 최동훈, 2001, “이단 압축기의 동력학적 설계 및 운전특성에 관한 연구”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 469~474.
- (37) 이용복, 김종립, 최동훈, 김광호, 김창호, 2001, “이단 압축기의 임펠러 및 시스템에 대한 최적설계”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 129~134.
- (38) 김태균, 허남건, 정시영, 전승배, 2001, “초소형압축기용 초고속 전동기 내부의 복합 열전달 해석”, 유체기계저널 Vol. 4, No. 1 pp. 14~21.
- (39) 강영석, 강신형, 2001, “다단 원심압축기 내부의 리턴 채널의 베인 개수에 따른 성능예측”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1290~1294.
- (40) 신정관, 최영민, 고경태, 김경훈, 2001, “R134a용 1300RT급 원심압축기의 설계 및 성능시험”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1109~1113.
- (41) 김진한, 최창호, 김택준, 양수석, 이대성, 2001, “헬리콥터용 2단 축류압축기의 재설계에 관한 연구”, 유체기계저널 Vol. 4, No. 1, pp. 7~13.
- (42) 안찬술, 김광용, 2001, “반응면 기법을 이용한 천음속 축류압축기의 3차원 형상최적설계”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 135~142.
- (43) 박태진, 윤성호, 백제현, 2001, “단 축적법을 이용한 다단 축류압축기 성능예측 비교”, 유체기계연구개발발표회 논문집 pp. 143~148.
- (44) 김철민, 황윤제, 유윤호, 조관식, 2001, “용량가변 압축기 적용 시스템의 성능비교에 관한 실험적 연구”, 대한설비공학 하계학술발표회, pp. 1114~1120.
- (45) 황윤제, 김철민, 유윤호, 조관식, 2001, “용량이 다른 두대의 압축기를 이용한 초절전 에어컨 휘센 개발”, 대한설비공학 동계학술발표회 pp. 70~75.
- (46) 한도영, 권형진, 2001, “멀티형 냉방시스템의 압축기 제어”, 설비공학논문집, Vol. 13, No. 8, pp. 780~786.
- (47) 홍주태, 장근선, 김도연, 김종엽, 문체명, 윤백, 심수철, 2001, “디지털 스크롤압축기를 사용한 시스템 에어컨의 지온 난방성능 개선에 관한 연구”, 대한설비공학 동계학술발표회, pp. 680~685.