

집중기획

산업용 가스 압축기 (Industrial Gas Compressor)

산업용으로 널리 이용되는 가스 압축기의 종류, 용도, 특징에 대해 소개하고자 한다.

권 환 주

광신기계공업(주) (harrykwon@kwangshin.co.kr)

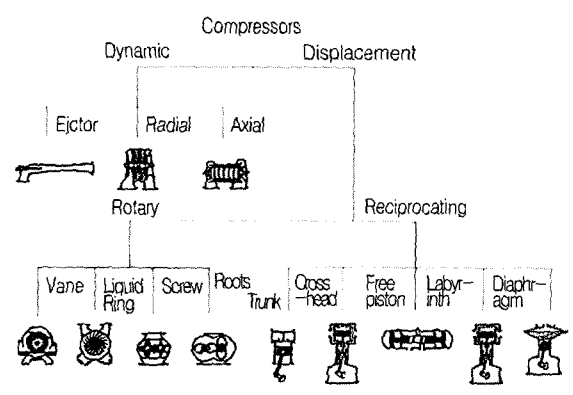
가스압축기의 종류

압축기는 압축방법에 따라 용적(체적)을 변화시켜 압축하는 용적형(Positive Displacement Type)과 원심력에의해 동압을 증가시켜 압력을 얻는 회전식(Aerodynamic(Turbo) Type)으로 분류한다.

- Fan : 풍압이 0 ~ 500mmHg(약 0 ~ 5Kg/cm²G)로서 가스의 압축성, 온도변화를 고려하지 않아도 되는것.
- Blower : 풍압이 500mmHg ~ 1Kg/cm²G 정도로 가스를 압축할 때 냉각을 고려하지 않아도 되는것.
- Compressor : 압력 1Kg/cm²G 이상으로 가스를 압축함으로 인해 온도가 상승하므로 시스템의 냉각을 고려해야 한다.

표 1에서 보듯이 그동안 다양한 형태의 압축기가 개발되었고 사용되어 왔다. 이러한 형태들 중에서 산업용 가스 압축기의 용도, 즉 여러 산업에서 사용되어지

<표 1> 가스압축기의 종류



는 다양한 종류의 가스를 가압하여 새로운 형태의 물질을 제조하는데 쓰이거나 단순히 가스를 가압하여 이송, 저장의 목적을 가지는 경우에는 대부분의 경우 용적형 압축기의 한 형태인 왕복동(reciprocating)식 피스톤(piston) 압축기가 널리 사용되고 있다.

그것은 다양한 형태의 가스를 누설없이 원하는 압력까지 급속히 상승시키기 위한 가장 적합한 구조를 가지고 있기 때문이다.

흔히 소용량 저압인 경우 스크류(screw)식 압축기가 공기 또는 냉매용으로 많이 사용되어 지고 있으나 고압, 대용량의 가스를 압축하는 데는 적합하지 않고, 원심식(centrifugal) 압축기는 대용량의 가스를 가압, 이송하는 데는 적합하지만 고압을 얻기 어려운 구조를 가지고 있기 때문에 이 글에서는 일반적인 가스 압축기로서는 가장 광범위한 용도를 지닌 왕복동식 압축기에 대해 알아보하고자 한다.

복동식 가스 압축기의 분류

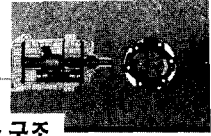
압축형식에 따른 분류

왕복동식 압축기 (Reciprocating Compressor)의 압축실내 피스톤의 압축형식에 따라 분류 된다.

-Single-Acting(단동)

또는 트렁크 타입(Trunk Type) 이라고도 하며, 피스톤(Piston)과 커넥팅 로드(Connecting Rod)가 직접 연결되어서 피스톤(Piston)이 크로스헤드(Crosshead) 역할을 한다. 그러므로 압축실내 피스톤(Piston)의 상부에서만 압축을 하게된다.

일반적으로 타이어 수리점에서 볼 수 있는 소형 공



랭식 압축기가 이에 속한다.

API 618(정유공정에 쓰이는 왕복동 압축기)과 API 680(정유공정에 쓰이는 계장 및 공장용 공기 압축기)의 규정에서는 이를 규제하지 않는다.

-Double-Acting(복동)

또는 크로스헤드 타입(Crosshead Type)이라고도 하며, 피스톤(Piston) 과 커넥팅 로드(Connecting Rod) 와의 사이에 크로스 헤드(Crosshead) 와 피스톤 로드(Piston Rod)가 있어서 복동이 가능하게 한다.

그러므로 압축실내 피스톤(Piston)의 상부, 하부에서 압축을 하게된다.

압축실과 피스톤 로드(Piston Rod) 와의 기밀유지는 그랜드 패킹(Gland Packing)으로 이루어 진다.

일반적으로 가스압축기의 대부분이 복동형식을 취한다.

냉각방식에 따른 분류

압축실의 냉각방법에 따른 분류로써,

-수냉식 (Water Cooled Type)

압축실 외부를 냉각수로써 냉각하는 방법으로 이때는 가스의 흡입온도 보다 약 6 °C 이하인 냉각수를 사용하게되면 실린더 자켓내에서 수분 응축을 발생시킬 수가 있으며 가스의 흡입온도보다 16.7 °C 이상인 냉각수를 사용하게 되면 용량감소를 초래할 수 있다.

그리고 냉각수의 유입 및 방출 온도의 차이는 6 °C에서 11 °C사이가 적당하다.

-공냉식 (Air Cooled Type)

압축실 외부를 공기로써 자연냉각하는 방식과, Fan 등을 사용한 강제송풍 냉각 방식 등이 있다.

압축실내의 주유 형식에 따른 분류

-급유식(Lubricating Type)

별도의 주유장치(Lubricator)에 의해서 압축실내를 급유하는 방법으로 이때 사용되는 피스톤 링(Pison Ring)의 재질은 일반적으로 압축실과 같은 재질을

사용한다.

압축실로 공급되는 오일량은 50 ~ 80g/1000m³/hr 정도지만 제작 직후 시운전중에는 다량의 오일을 공급해야한다.

트렁크 타입(Trunk Type) 압축기에 있어서의 주유방법은 Splash Type(자연 비산식, 튀김식)이 일반적으로 사용된다.

-무급유식(Non-Iubricating Type)

압축실내에 오일이 공급되지 않고 사용되는 피스톤 링(Piston Ring)의 자기윤활성에 의해 압축되는 방식이다.

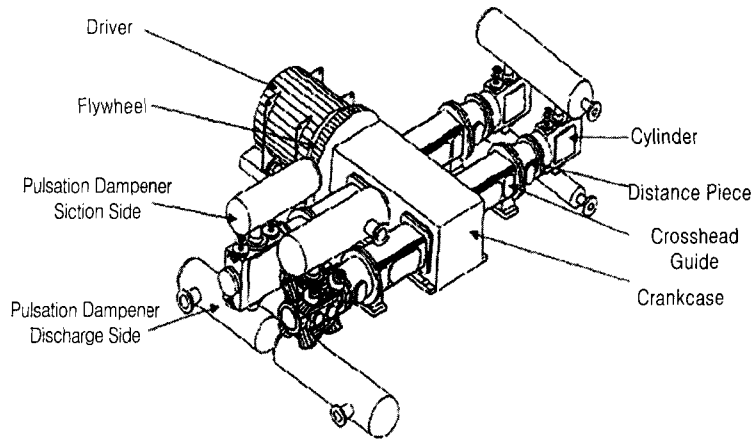
사용되는 피스톤링(piston ring)의 재질은 테프론(teflon) 또는 테프론(teflon)과 카본 브론즈(carbon bronze)의 혼합물 또는 몰리브덴(molybdenum)로 사용된다.

급유식에 비해 청정한 압축가스를 얻을 수 있다.

특히 산소(O₂) 압축기의 경우 산소의 특징상 유분이 조금이라도 섞이면 대단히 위험하기 때문에 반드시 무급유식으로 제작되며, 각종 부위의 세척에 대단히 주의 해야한다.

왕복동식 가스 압축기의 구조 및 특징

왕복동식 가스 압축기는 가능한 실린더내부에 윤활유가 주입되지 않는 완전한 무급유식으로 청정한 압축 가스를 얻을 수 있어야 한다. 또한 수요자가 요구하는 어떤 범위의 압력도 만족시킬 수 있는 구조적



[그림 1] KSOPT TYPE 가스 압축기

인 장점을 가지고 있다.

주요 부위별 구조와 특징

-실린더 (cylinder) (그림 2)
 재료는 압축할 가스의 종류와 압력에 따라 주철, 주조, 단조품등이 사용되어진다.

실린더는 실린더와 실린더 헤드(cylinder head) 그리고 펠도에 따라 실린더 라이너(cylinder liner)로 구성, 제작되며 실린더 내부는 경질 크롬도금을 시행한 후 호닝가공을 세심하게 하여 피스톤 링과 라이더 링의 수명을 길게 하여야 한다. 실린더와 실린더 헤드는 넓은 워터 자켓이 있어 냉각수에 의해 충분한 냉각 작용을 한다.

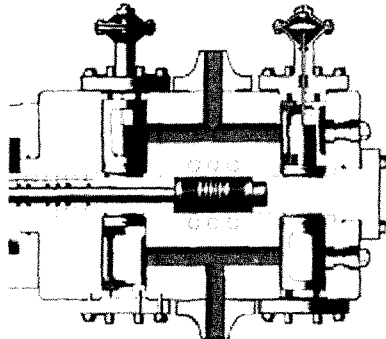
-크랭크 케이스 (Crank case) (그림 3)
 주물로 된 재질을 사용하며 단단한 상자형으로 설계되어 있으며 밑 부분에는 기름 탱크가 설치되어 있다. 누설을 방지하기 위하여 가스켓으로 밀봉되어 있으며 양쪽에는 정밀하게 가공된 크로스 헤드 가이드

(crosshead guide)가 부착되어 있다. 구성 크랭크샤프트(crank shaft)로 구동되어지며, 일 펌프가 있다.

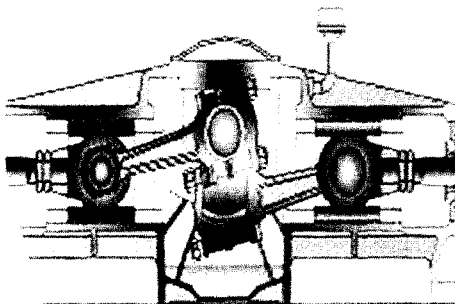
-크랭크 샤프트(Crank shaft) (그림 4)
 단조품으로 일체형으로 되어 있다. 크랭크 샤프트가 모터에 의해 회전하면 커넥팅 로드는 왕복 운동한다. 이와 같이 회전운동이 크랭크 샤프트, 넥팅로드, 크로스 헤드에 의해 왕복 운동으로 이어 주도록 하는 역할을 한다.

-커넥팅 로드 (Connecting Rod) (그림 5)
 단조로 제작되어지며 크랭크 샤프트에 의해 움직인다.

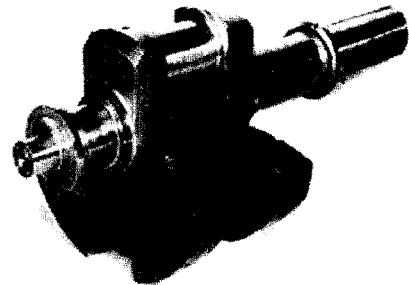
-피스톤(piston)과 피스톤 링(piston ring) (그림 6)
 피스톤과 피스톤 링은 압축실내에 위치하고 있어서 직접 기체의 압축을 행하는 아주 중요한 부위이다. 피스톤은 일반적으로 알루미늄으로 만들어졌고 피



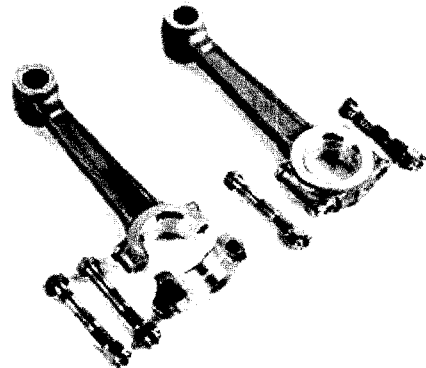
[그림 2] 실린더 (cylinder)



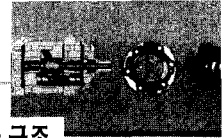
[그림 3] 크랭크 케이스 (crank case)



[그림 4] 크랭크 샤프트(crank shaft)



[그림 5] 커넥팅 로드 (connecting rod)



일반 산업용 공기압축기의 원리와 구조

스톤 링은 급유식인 경우 주철링, 무급유식인 경우는 그라파이트(graphite), 테프론(teflon), 글라스 파이버(glass fiber)등을 섞어서 제작한다.

피스톤 로드(piston rod)는 고강도의 재질을 사용하여 피스톤을 연직 운동 하도록 하는 역할을 한다.

-콤프레샤 밸브 (compressor valve) (그림 7)

일반적으로 산업용 왕복동 압축기에는 플레이트 (plate) 밸브를 사용한다.

밸브 시트(valve seat)와 접해 있는 플레이트는 편평한 금속으로 되어 있거나 특별한 가스 압축기의 경우 신소재를 사용하기도 한다.

가스압축기의 용도와 미래

실제로 압축기의 용도는 매우 다양하지만 산업용 가스 압축기로서의 주된 용도는 대략 다음과 같다.

석유정제 및 석유화학 산업용.

가스압축기의 용도중 70% 이상이 이 용도이다. 원료인 납사, 천연가스를 에틸렌, 프로필렌, 벤젠등 기초 유분으로 제조하거나 이를 원료로 합성수지, 합성섬유원료, 합성고무 및 각종 화합물을 생산하는데 핵심적인 역할을 하는것중의 하나가 가스 압축기이다.

대부분 수소, 질소, 에틸렌, 부타디엔 등의 가스를 가압, 이송등의 목적으로 가스압축기가 사용되며, 그 규격을 API(미국석유협회)가 규정해 놓고 있고, 이에 따라 엄격히 제작된다.

또한 석유화학제품을 사용해서 제작되는 세제, 고무, 염, 안료, 페인트등 모든 인간생활의 필수 직.간

접적인 원료의 제조에 가스압축기가 사용 되어지고 있기 때문에 그 중요성은 아주 높다고 할 수 있다.

미래에 석유자원이 고갈될지는 모르지만 석유자원이 존재하는 가까운 미래에는 여전히 필수적인 기기가 될 수 있다고 하겠다.

가스산업 및 가스 제조업

천연가스를 채굴해서 특정지역으로 이송하기 위해 가압 하거나 액화 시킬 때 또는 공기를 분리해서 산소나 질소등을 제조할 때도 가스 압축기는 없어서는 안될 필수 기기이다. 산소나 질소는 폭넓은 사용용도를 가진 기초 가스로서 산업의 각종분야(제철, 의료, 양식, 식품)에 사용되며 세계적인 기업들이 가스제조에 관여하고 있으며 미래에도 더욱더 많은 수요가 예상된다.

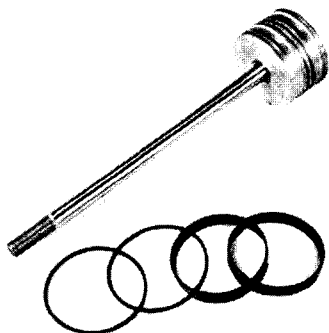
특히 인간의 생활을 더욱 윤택하게 하기 위하여 가스를 사용하는 분야가 점점 늘어나고(의료, 정밀화학, 반도체) 수요가 급증할수록 가스 압축기의 기대수요는 증가하고 있다. 또한 최근에는 자동차 공해로 인한 환경오염을 감소시키고자 여러 가지 대체 연료를 찾는 과정에서 천연가스가 수소를 이용하는 연료전지와 함께 미래의 에너지원으로 각광받고 있다.

현재의 제한된 기술 수준으로 인해 연료전지의 실용화가 다소 시간이 걸릴 것으로 예상됨으로 대도시 오염의 주범인 디젤엔진차량을 포함한 화석연료를 천연가스로 교체하는 사업이 세계적으로 활발히 이루어지고 있고 한국에서도 시내 버스를 천연가스엔진 버스로 교체하는 사업이 시행되고 있다.

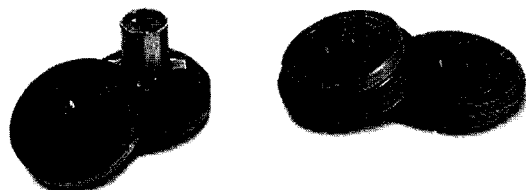
이런 분야에서도 저압의 천연가스를 고압으로 압축하는 가스 압축기가 설비의 핵심 부분이 된다.

내일을 위한 가스압축기의 기술개발

이상에서 설명했듯이 다양해지는 용도를 더욱 구체화시키기 위한 노력이 필요하다. 석유화학에서 기대



[그림 6] 피스톤(piston)과 피스톤 링(piston ring)



[그림 7] 콤프레샤 밸브 (compressor valve)



집 중 기 획 압축기의 어제, 오늘 그리고 내일

되는 신물질이나 정밀화학 분야의 새로운 공정에 사용되어지는 것은 물론이고 NGV(천연가스차량) 충전용가스압축기의 개발등이 각국에서 활발히 진행되고 있다.

그러나 유감스럽게도 완전히 새로운 압축방식을 지닌 압축기의 개발은 아직은 이루어지지 않고 있고 다만 기계적인 정밀도를 높이거나 중요 부품의 개발등이 선진국을 중심으로 이루어지고 있다.

왕복동식 압축기의 경우 석유화학에서 널리 사용됨으로 인해서 운전시 위험한 요인을 더욱 낮추기 위해

고압 Packing 소재나 가스의 흐름을 더욱 개선한 입출력 밸브, 컴퓨터를 이용한 자동 제어 시스템등이 개발되고 있으며 원심식 압축기의 경우 윤활유를 전혀 사용하지 않는 에어베어링기술,

인버터 모터 구동기술로 인한 용량의 자유로운 조절등이 소개되고 있다.

결론적으로 인간이 가스를 사용하고 석유가 존재하는 동안에는 인간의 생활에 도움을 주는 많은 기초 산업분야에서 가스압축기의 역할은 지속적으로 기대되고 있다고 하겠다. ㉔