

산업설비에서의 펌프 응용



글/이정우
 <영풍정밀공업(주)
 기술이사겸 기술연구소장>

4) 화력발전소용 펌프

(1) 보일러 급수펌프

급수펌프의 토출측은, 플랜트 계통중에서 가장 압력이 높고, 급수온도도 매우 높으며 더우기 급격한 부하변동을 수반하므로 가혹한 조건에 충분히 견딜 수 있는 구조로 하여야 한다. 또 효율이 주로 하강특성을 가지며, 병렬운전에 지장이 없으며 운전·보수가 용이해야 하며, 성능의 저하가 없으며, 일정한 성능을 오래동안 유지해야 하는 것도 중요하다.

급수보일러로서 채용되는 다단펌프는 다음의 3종류로 대별된다.

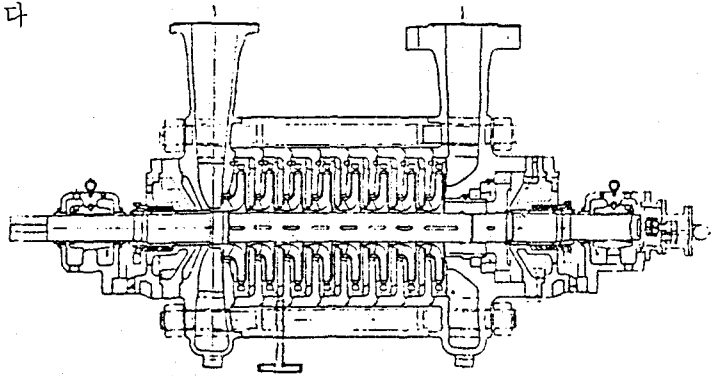
① 윤절형 다단펌프(그림 4 참조)

윤절형의 중간 케이싱은 단순한 원통형태에서 제작이 용이하고 동시에 상호호환성이 있으며, 중간단 축수가 필요한 경우는 임의의 위치에 축수하는 것도 가능하다.

임펠러는 전부 흡입구 방향을 향하여 배열되어 있으며 흡입구 방향으로의 축 스러스트를 줄이는 장치로서 밸런스 디스크 또는 밸런스 피스톤을 설치한다.

평형장치에서 나온 누설수는 보통 흡입측으로 반환시키지만, 대형 펌프에

서는 이 누설수가 흡입의 흐름을 난류로 만들 위험이 있는 경우는 직접 탈기기로 흐르도록 배관한다. 한편 중간케이싱에는 안내깃을 설치해서 반경방향 스러스트가 평형이 되도록 하고 있다. 윤절형 급수펌프는 2MPa (20kgf/cm²)-15MPa (150kgf/cm²) 정도의 광범위한 압력에 적용 가능하지만, 20MPa (200kgf/cm²) 이상의 압력에 대하여 사용되지는 수도 있다.



<그림 4> 윤절형 다단펌프

② 수평분할형 다단펌프(그림 5 참조)

다단케이싱은 수평으로 이분할되고, 각단의 볼류우트실, 다음단으로의 통

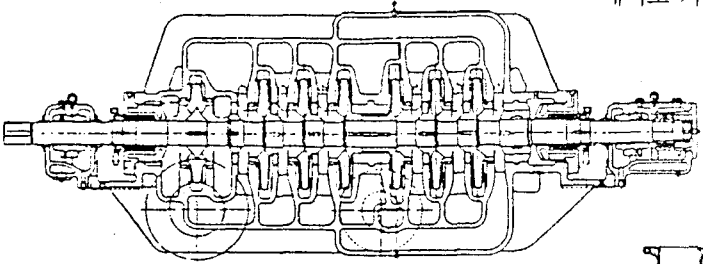
형동 시미네비 펌프

NON-CLOGGING

NON-DAMAGING

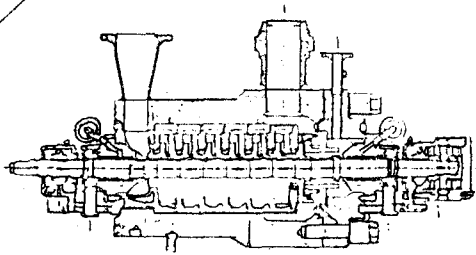
로등은 상하 2개의 케이싱에 일체로 주조되어 있으므로 강성이 높다.
 또 회전체는 전체를 완전하게 조립된 상태로 조립, 분해가 가능하므로, 분해 조립 및 보수점검이 아주 쉽다. 이 형식의 경우는 일반적으로 임펠러수의 반은 서로 대칭으로 배열되어 있으므로 축스러스트는 평형이다. 이른바 셀프밸런싱식으로 되어 있다.
 한편 이형식의 펌프에는 상하대칭의 더블 볼류우트가 설치돼 있으므로, 변경방향의 스러스트로 완전하게 평형된다.
 압력 8-15MPa (80-150kgf/cm²) 정도의 중형 보일러 급수용으로 사용되는 수가 많고, 고속회전 및 대용량의 펌프에도 적합하다.

고, 외부케이싱의 팽창, 수축은 흡입구 하측 또는 흡입측 지지대부분에서 핀으로 고정하여, 커버측으로 자유로이 늘어날 수 있도록 하는 한편 회전체는 스러스트 베어링으로 고정하여, 축연결부로 팽창하도록 하므로 서로 상쇄되며, 온도가 안정된 상태에서는 커플링측 축단의 위치는 거의 변화가 없다.
 또 내부케이싱은 외부케이싱에 대해서 탄성패킹에 의해 팽창, 수축을 흡수하게 되어 있다.
 배럴형 다단펌프는 압력이 10MPa (100kgf/cm²) 이상의 대용량 급수펌프에 광범위하게 사용되며, 초임계압력 프랜트용의 30MPa (300kgf/cm²) 급, 또 그 이상의 압력에 대해서도 가장 신뢰성이 높은 형식이다.

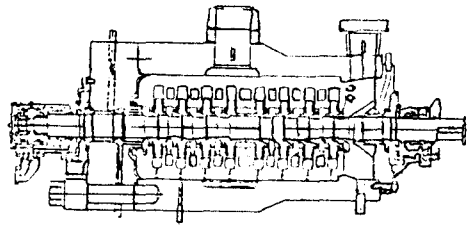


〈그림 5〉 수평분할형 다단펌프

③ 배럴형 다단펌프(그림 6, 7 참조)
 케이싱을 2중으로 하여 고온, 고압에 적합하도록 설계되었고, 구조는 일체 원통형의 외부케이싱 내부에 내부케이싱과 회전차가 일체로 조립되고, 외부케이싱의 한쪽단에는 강고한 커버를 조립볼트로 고정되어 있어, 외부로의 누설위험성은 없다.
 또한 내부케이싱으로는 윤절형과 수평분할형의 두종류가 있으나 어느것도 외부케이싱과 내부케이싱과의 틈새는 최종단의 회전차에서 토출되는 고압수가 가득차 있으므로 내부케이싱은 외압만을 받고, 케이싱 접합면은 바깥에서 조여져 확실한 밀봉이 보장된다.
 고온수에 의한 열팽창의 대책으로서는 외부케이싱을 센터라인 마운딩으로 하



〈그림 6〉 배럴형 다단펌프

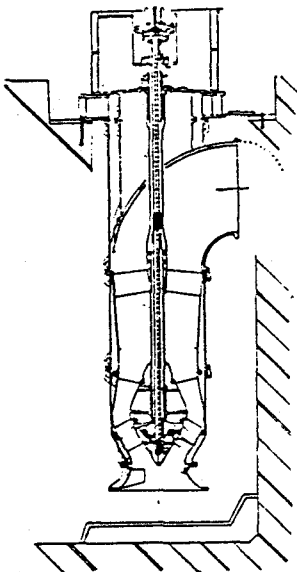


〈그림 7〉

(2) 복수펌프
 횡축 및 입축펌프가 사용되고 있으나 최근에는 거의 피트배럴형 입축다단 원심펌프를 사용하고 있는 경향이다.

이 펌프의 내부케이싱은 다만 디퓨저형으로, 그 외부에 배럴이 있는 구조이다.

- ① 흡입구는 배럴형 외부케이싱의 상부에 있고, 외부케이싱 내부에 내부케이싱을 설치한 형식으로, 복수는 배럴과 내부케이싱 사이를 통하여 최하부의 첫째단 회전차로 흡입되어 케이싱상부의 토출구를 통하여 배출된다.
첫째단 회전차가 하부에 있으므로 NPSH에의 관점에서 매우 유리하다. 또 스테핑박스는 토출측에 있어 다른 복수펌프와 같은 축봉방식을 채택하고 있으므로 공기유입의 염려는 없다.
 - ② 입축펌프에 공통적인 특징으로서 설치장소가 작아도 된다.
 - ③ 펌프의 단수를 적절히 선정할 수 있고, 좋은 효율은 얻을 수 있다.
 - ④ 펌프내부의 베어링은 물윤활 방식으로 복수가 기름에 오염되지 않는다.
- (3) 순환수펌프(그림 8 참조)
순환수 펌프는 복수기에 냉각수를 공급하는 것으로 대유량을 취급하기 때문에 주로 해수가 이용된다. 또 펌프용량이 크고 전압정도 7-20m 정도이므로 펌프형식으로는 사류펌프가 이용되며 비속도도 800-1200 범위가 많다.



〈그림 8〉 가동익순환수 펌프

더우기 발전소는 중앙제어방식을 채택하고 있으므로 순환수 펌프로 시동 및 조작이 간편한 전동기 직결 입축 사류펌프를 사용되고 있다.

최근에는 발전소의 부분부하시의 성능저하를 위하여 각각도 제어방식의 가동익 순환수 펌프도 이용되고 있으며, 〈그림 8〉에 단면도를 나타낸다.

더우기 순환수펌프에서 최근 문제가 되고 있는 것은 해수에 의한 부식문제로서 여기에 대해서는 재료의 선정 및 조합, 스텐레스강의 틈새부식 대책등에는 다양한 연구가 진행되고 있다.

5) 석유정제 및 석유화학 펌프

(1) 용도 및 펌프의 종류

석유정제공장에 사용되는 펌프는 원유, 반정제유 정제유 등의 이송용과 정제장치내의 송유 및 냉각, 가열 등의 프로세스용으로 구별된다.

또 석유화학공업에 있어서도, 석유화학장치 및 부대설비용 펌프는 장치내에 있는 기기내의 반응의 촉진과 기기간의 액체이송에 사용되는 프로세스 펌프와 장치외의 원료, 제품, 연료 그외에 사용되는 트랜스터 펌프가 있다. 이들 펌프는 표준형 펌프와 구조상 근본적으로 다른 점은 없으며 각 용도에 따라 그 사용조건에 적합토록 설계, 제작되어 있는 것에 불과하다.

각각의 용도에 사용되고 있는 펌프형식에는 원심, 왕복, 회전의 3종류가 있다.

특수한 용도를 제외하면 원심 즉 볼류우트 펌프가 대부분을 차지하고 있다.

① 볼류우트 펌프

볼류우트 펌프가 가장 많이 사용되고 있는 것은 구조가 간단하고 취급이 용이할 뿐만 아니라 보수비도 경제적인 점에 있다. 또한 토출량 및 양정의 적용범위도 넓고 토출류의 맥동도 없다. 보통 스텐레스를 갖고 있으며 부식성이 높은 액체도 양액으로 쓸 수 있는 특징이 있다. 단, 양정이 상당히 높은 경우나 점도가 높은 경우에는 다른 형식의 펌프를 사용한다.

② 왕복펌프

a) 소유량에서 고양정을 낼 수 있으므로

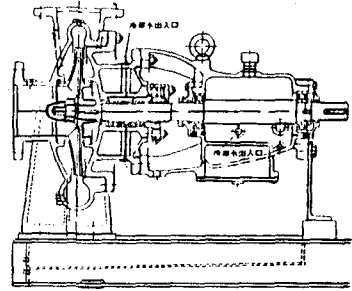
주소 .. 서울 용산구 원효로 1가 45-6 전화. 717-6465, 714-7221/2, FAX. 717-6465

H
형동수산업

S P U R T P U M P

- 고품도스라지 ● 샌드 및 대형고압물 ● 이송분도처리장 ● 분도탱크청소 ● 폐수처리장
- 공장용 ● 빌딩배수 및 크레인의 현대적작업 ● 증설용 ● 하수구 청소용 등

가능한 구조로 되어 있다. 케이싱을 센터라인마운팅으로 하는 것은 광범위한 사용온도에서 적절하며 고온에서도 축심의 변화가 적으며, 원동기축과 축심과의 미스어라인먼트를 줄이기 위해서이다. 또 230°C이상의 경우에는 케이싱 지지대를 수냉식으로 한다. 더구나 펌프의 보수가 편리하도록 공통 베드는 드립 림(Drip rim) 형으로 하며 누설액이 완전히 배출되도록 하고 있다.



〈그림 9〉 원심형

6) 화학용 펌프
일반적으로 화학용 펌프가 사용되고 있는 곳은 석유화학, 무기 및 유기공장 등 그 범위가 광범위하다. 화학용 프로세스 펌프도 볼류우트 펌프가 가장 많이 사용되며, 대부분의 경우에는 ISO 2858 혹은 석유정제 용인 API 610 규격에 준한 표준형 프로세스 펌프가 이용되고 있다. 그러나 취급되는 특수액의 성질, 온도, 압력 및 펌프의 토출양정이 적용범위를 넘는 경우에는 펌프의 구조, 재질, 축봉장치 등에 특수 설계된 펌프가 사용된다. 어느 것도 장기간의 연속운전이 가능하고 어떤 원인에 의해서

주로 고압반응탑으로의 압입에 사용된다.

- b) 거의 일정의 토출량에서 토출압력을 광범위하게 변화시키므로 극소량의 양액을 일정량 만큼 프로세스중에 주입하는 경우에 이용된다.
- c) 비교적 점도가 높은 액체를 이송하는데 사용된다. 볼류우트 펌프에서는 점도가 증가하면 급격히 성능이 저하하므로 적용점도는 대략 2500ssu 이하로 제한하고 있다. 이에 반하여 왕복 펌프에서는 약 8000ssu 액체까지 이송할 수가 있으므로 연료유의 수송등에 이용된다. 단, 왕복펌프는 토출유에 맥동이 있으며 문제가 되는 수가 있으므로 어큐무레이터를 설치하는 등의 방법을 취하고 있다.

③ 회전펌프

석유정제, 석유화학공장에서는 회전펌프가 사용되는 예는 적지 않으며, 다음의 용도에 사용된다.

- a) 고점도의 액체에 적당하며, 약 8000ssu 이상의 고점도가 되면 왕복 펌프에서는 저속운전하여야만 하므로 회전펌프쪽이 경제적이다.
- b) 토출류에 맥동이 없으므로 기계의 유압장치 계통, 연료계통 등의 송유에 적합하다.
- c) 자흡능력이 있으므로 기름탱크로부터 흡상펌프로서 이용될 수 있다.

(2) 원심형 프로세스 펌프(그림 9 참조)

석유정제 및 1차제품 석유화학에서 프로세스 펌프가 취급하는 액체는 탄화수소용액이 대부분이다. 이 용도에 사용되는 펌프에서는 횡축 편흡입 볼류우트 펌프의 형식이 가장 많지만 최근 이것들의 펌프는 표준화되고 API 규격을 기준으로 구조성능을 가진 펌프가 사용되고 있다. 이 표준형 프로세스 펌프는 2극 또는 4극 전동기 직결(스페샤 커플링 부착)이 표준이며, 케이싱은 온도조건에 따라서 센터라인 마운팅, 푸트마운팅으로 되어 있다. 또 스페샤 커플링을 분리하는 것으로 배관 및 전동기를 분해하지 않고 회전부 전체가 분해

케이싱을 센터라인 마운팅으로 하는 것은 광범위한 사용온도에서 적절하며 고온에서도 축심의 변화가 적으며, 원동기축과 축심과의 미스어라인먼트를 줄이기 위해서이다.

사고가 발생한 경우 단기간에 수리가 가능한 구조이며 운전조건의 다소의 변동에 대하여도 지장이 없어야 하는 것이 필요조건이다.

(1) 약액용 펌프

화학공업 프로세스에서는 반응제, 추출제, 촉매, 열매체, 세척제로서 부식성, 마모성, 유독, 유해성의 약액을 사용하는 경우가 있다.

이들 프로세스에서 특히 문제가 되고있는 특수액에는 황산, 인산, 붕산, 가성액 등이 있다. 이들 용도에 사용되는 펌프에서는 특수재료의 선정, 펌프구조 및 축봉장치의 특수설계에 의해 사용액에 적합하도록 제작한다.

예를들면 황산 펌프에서는 43% 농도에서 고규소주철제, 75% 농도에서 고니켈 합금제로 하고, 인산과 탄화수소 화합물과의 혼합액용 펌프에서는 케이싱 및 접합부를 SCS 14 또는 SUS 316, 회전차는 하스테로이로 사용하며, 붕산과 탄화수소 화합물의 혼합액에는 주철제 케이싱으로 하고 임펠러 및 기타 접액부품은 모넬로 하는 등 특수액에 의한 부식에 대하여 특수재료를 사용하여 대체하고 있는 수가 많다.

(2) 고온 및 저온펌프

저온 프로세스 펌프의 예로서는 에틸렌 재료를 근간으로 하는 석유화학용 공업에서의 에틸렌분리탑, 정류탑 등의 저온 프로세스에 사용되는 펌프가 있고 여기에서 취급되는 탄화수소액은 $-3^{\circ}\text{C} \sim -100^{\circ}\text{C}$ 의 저온에서 휘발성이 강하다. 한편 고온용 프로세스 펌프로서는 열매장치에서 열매로 사용되고 있는 열유 또는 열매에 의해 열교환되는 프로세스 액체를 취급하는 것이 있고 열유에서 300°C 정도이다. 이와 같이 저온 및 고온용 펌프에서 $-50^{\circ}\text{C} \sim 455^{\circ}\text{C}$ 정도에서는 5) (2)에서 언급한 표준형 프로세스 펌프를 사용할 수 있다.

그리고 사용재료로서 보통 고온에 대해서는 주강케이싱으로, 임펠러는 미하나이트, 250°C 이상의 탄화수소물에서는 13% 크롬강을 사용한다. 저온에서는 -50°C 까지 주강케이싱에 18-8 스텐레스강 임펠러를 사용하고 그 이외의 액온에서는 18-8 스텐레스강 재료를 사용하는 것이 보통이다.

(3) 슬러리 펌프

화학공업용 슬러리 펌프의 특수한 예로서 인산공장에서는 $100 \sim 200\mu$ 척고 35%, 붕소 1-2% 정도 함유되어 있는 농도 30-32%의 인산액 슬러리를 수송하는 펌프가 있으며 내식성의 문제가 있다.

이에 대한 내식성 재료로서는 하스테로이 C는 일년 이상의 수명을 유지하며, 이에 반해 카벤타 20, 연질고무 수명은 반년 정도이다. 또한 시멘트 공장에서 시멘트 슬러리 수송에는 중량농도 60~65%까지 원심펌프로 수송하고 펌프의 케이싱, 임펠러 등의 재료로 고크롬주철 혹은 연질고무라이닝 처리된 그랜드레스 펌프가 사용된다. 그 이외에도 슬러리를 수송하는 예가 있고 일반적으로 화학공장에서 슬러리를 취급하는 경우가 증가하고 있으나 여기에서 가장 문제가 되는 것은 재료의 선정이다. 금속이나 연질고무로 되지만 고체입자의 크기정도, 입자각의 예리함의 정도, 혹은 액온이 높은가 회전차의 주축에 따라서 금속이 정해진다.

금속으로서 내식성이 문제가 되는 경우에는 24% 크롬 주철등, 내식성이 요구되는 경우에는 카벤타 20, 하스테로이 등의 고급 스텐레스강이 사용되고 있다.

또한 연질고무로서는 천연고무나 내식성이 있는 부틸텐 고무 등이 사용되고 있다. 더구나 재료만이 아니라 구조적으로 내마모를 고려한 특수구조의 펌프도 있다.

협동스피리트 펌프

NON-CLOGGING

NON-DAMAGING

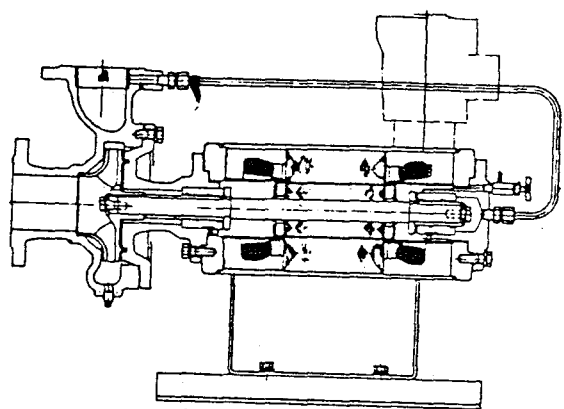
(4) 캔드모타펌프(그림 10, 11 참조)
 캔드모타 펌프는 주로 화학공업용, 에너지-산업용에서 누설액이 없는 펌프로서 사용되어지며, 단독의 특성과 용도를 가지고 있다. 전동기는 일반적으로 내압방폭 구조의 농형 유도전동기이지만, 고정자의 내측과 회전자의 바깥쪽 사이를 비자성, 내식성의 얇은 원통으로 차단하여 회전부는 액중에서 회전한다. 따라서 축수는 수중축수로 되어 있고 펌프에서는 토출되는 액의 일부를 회전부의 뒷쪽으로 순환시켜, 전동기를 냉각시키며 축수의 순환을 행한다. 이 순환라인에 열교환기를 설치함으로써 고온의 액에서도 가능하다.

- ① 완전무누설 펌프와 모타는 일체로 구성된 용기내에 들어간 구조이므로 축봉부가 없고, (그랜드레스)누설은 전혀다. 따라서 누설에 의한 손실 및 위험성이 없으며 또 공해 및 환경오염의 염려가 없으므로 고가의 액체, 유독성이나 부식성의 액체 등을 취급하는 경우가 적당하다.
- ② 펌프와 모타가 일체로 상당히 컴팩트한 구조로서 설치면적이 협소한 곳에 좋다. 또 소형 캔드모타 펌프에서는 기초를 만들지 않고 직접 파이프에 취부 가능하다.

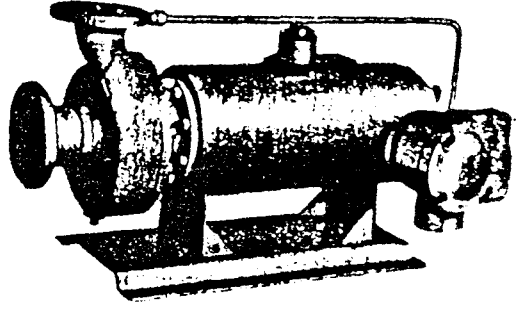
- ③ 모타와 펌프 사이에 카플링이 없으므로 분해조립이 용이하다.
- ④ 취급액 자체로서 순환이 되므로 기름 및 구리스 등의 윤활제가 불필요하며 윤활제에 의해 취급액의 오손이 없다.
- ⑤ 회전체는 액체속에서 회전되기 때문에 정숙하게 운전된다.

현재 대형, 고양정의 것도 제작되고 있으며 표준형식 외에도 고온액용, 고융저액용, 자흡식, 슬러리액용 등의 다양한 사용목적에 적합한 구조의 펌프가 제공되고 있다.

최근 기술의 진보에 의해 축수의 마모 등 회전방향을 감지하는 장치가 개발되어 더욱 신뢰성이 증가하였다.



캔드모타 펌프 <그림 10>



<그림 11>