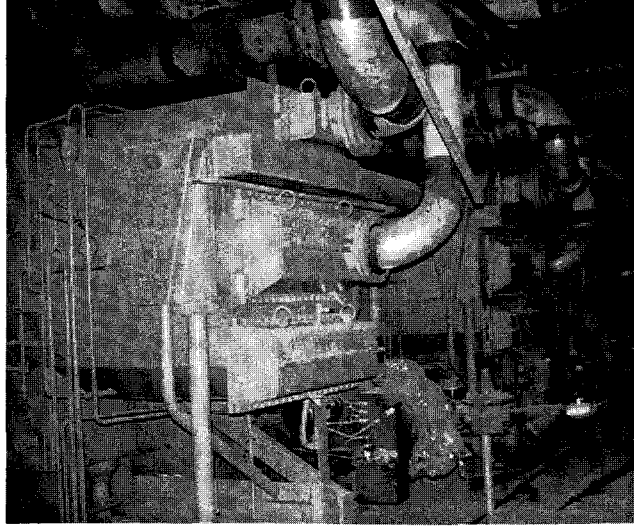


설비강좌



산업설비에서의 펌프응용

이정우 / 영풍정밀공업(주) 기술이사 · 기술연구소장

지난 91년 12월호부터 연재해오던 「산업설비에서의 펌프응용」이 금번 11월호로 대단원의 막을 내린다. 그동안 설비업계의 발전을 위하여 수고해주신 영풍정밀공업(주) 이정우 기술이사 · 기술연구소장님께 감사를 드린다. [편집자 주]

지난호 목차

제 목	월 호	제 목	월 호
I. 각종 용도별 펌프의 특징	'91. 12	2. 부식과 방식	'92. 3
1. 상하수도용 펌프		III. 펌프의 응용기술	'92. 4
2. 하수도용 펌프			1. 펌프의 성능
3. 농업용 펌프	2. 캐비테이션	'92. 8.9.10	
4. 화력발전소용 펌프	'92. 1		3. 펌프의 과열현상
5. 석유정제 및 석유화학 펌프	'92. 2	4. 펌프의 운전점	
6. 화학용 펌프			5. 펌프대수의 선정과 위험분산
II. 펌프의 재료와 방식		6. 펌프의 성에너지	
1. 용도에 따른 펌프의 금속재료			

펌프의 유지관리요령

7. 펌프설치 및 운전

7-1 배관

1) 흡입배관

관의 길이는 될 수록 짧게 하고, 곡관의 수는 극력 줄이며, 곡관을 설치시에는 곡률 반경을 크게하고, 펌프 몸체에 직접 취부하는 것은 피하는 것이 바람직하며, 구경이 갑자기 축소 또는 확대되는 것은 피해야 한다. 배관은 공기가 모이지 않은 형태로 하고 펌프를 향해서 약 1/50 정도의 올림 구배가 되도록 하고, 공기가 모이는 부분은 흡기할 수 있어야 한다. 관내의 압력은 보통의 경우 대기압 이하가 되므로 공기누설이 없는 관이음을 택한다. 유속은 가능한 한 작게 하는 것이 바람직하고, 소구경의 관은 1~2m/sec, 대구경의 관은 1.5~3m/sec를 넘지 않는 것이 좋다. 흡입관에 철망이나 푸트밸브를 설치할 경우에는 청소가 가능하도록 고려하고 철망의 눈은 10~15메쉬 정도가 바람직하다.

2) 토출배관

펌프 토출 플랜지부의 유속은 펌프 본체 설계시에 결정된다. 토출관의 유속은 3m/sec이하로 하고 관의 구경과 플랜지 구경이 다른 때에는 이경관을 사용하여 체결한다. 배관에는 유체에서

받는 힘이나 자중(유체도 포함)을 지탱하기 위한, 지지대를 둘 필요가 있다. 관로가 길 때에는 온도변화에 따른 배관의 신축을 고려해서 적당한 장소에 신축관을 사용하고, 긴 수직관이 진동이나 힘 응력을 받지 않도록 중간의 적당한 위치에 진동막이가 필요하다. 토출배관도 갑자기 단면을 변화시키는 것은 피하는 것이 좋고, 수충격이 예상되면 펌프제작사와 협의하여 수충격 방지장치를 설치해야 한다.

7-2 축심조정

축심일치정도는 카플링 결합면의 평행도와 카플링 외주면의 수평도로 결정된다. 허용치는 0.05mm이하인데, 이는 일반적인 경우이므로 펌프에 따라 다를 수 있다. 따라서 취급설명서에 지정이 되어 있는 대로 조정하는 것이 가장 바람직하다.

만약 펌프와 모터의 공통베드가 공급될 경우에는 이 공통베드를 기초위에 올려 놓은 후에 카플링을 주의깊게 재조정할 필요가 있다. 왜냐하면 공통베드는 운반되는 동안이나 평탄하지 않은 기초위에 올려놓을 때 Bending이 생길뿐만 아니라, 흡·토출 배관의 조임에 의해 축심이 틀어지기 때문이다. 힘을 들이지 않고 카플링을 손으로 돌릴 수 있도록 하여야 한다.

7-3 그랜드 패킹

그랜드 패킹의 길이는 축 외주의 길이와 일치시키기 위해서 축과 동경의 환봉에 감아서

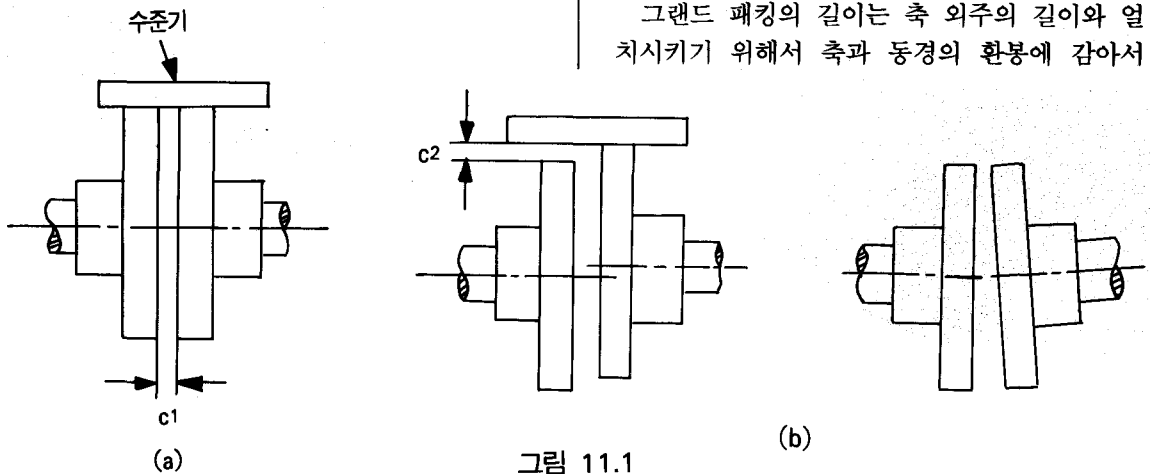
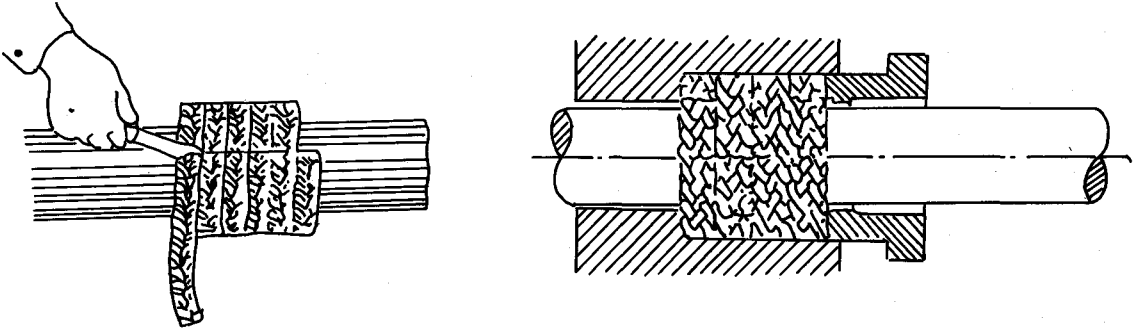


그림 11.2 그랜드 패킹의 절단 및 설치



절단한다. 패킹끝은 각 패킹에 대해 90°되게 설치하고 이음부가 충분히 밀착되도록 한다. 그랜드는 적당히 조여야하며, 너무 과도하게 조이면 패킹이 과열되어 스테핑 박스, 패킹과 축보호 슬리브가 손상된다. 패킹부의 냉각을 위해서는 내압이 0.5Kg/cm² 이상의 압력을 가진 청수가 필요하다. 자압수의 압력이 부족할 때에나 오염된 액의 양수시에는 외부에서 청수를 주입하여야 한다.

7-4 베어링과 윤활

1) 구리스 윤활 베어링

구리스 윤활 베어링은 운송전에 제작 회사에서 구리스를 채워준다. 이 최초 주입은 통상 약 2,000 시간의 운전을 유지시켜 준다. 구리스 주입은 베어링하우징 위에 있는 구리스 니플을 통해서 구리스 건(Gun)으로 해준다. 과도한 주입시 베어링이 과열되기 때문에 적당하게 주입해야 한다. 베어링의 내경(d)과 회전수(n)로부터 주입 간격을 그림 11.3의 그래프를 통해서 알 수 있다. 회전속도는 피트롤(Petrol)이나 벤졸(Benzol)을 가지고 베어링내의 남은 구리스의 찌꺼기들을 깨끗이 소제해야 한다. 인접한 볼이나 로울러 사이의 전 공간에 구리스가 채워지도록 새로운 구리스를 넣어 줘야 한다. 베어링 카바에는 구리스가 반정도 채워지도록 한다. 윤활유는 산성이 없어야 하며 어떤 외부물질도 포함되어서는 안된다.

2) 오일 윤활 베어링

베어링 하우징내의 오일레벨은 가장 밑에 위치한 볼이나 원통 로울러의 중심선 근처에 위치하고 Constant Level Oiler에 의해 일정하게 유지된다. 필요하면 Constant Level Oiler의 저장소의 오일을 공급해야 한다. 이르기 위해서 투명한 저장소를 제거하고 튜브를 통해 오일을 채운다(그림 11.4 참조). 그리고 난 다음 저장소를 운전상태로 원상복귀 시킨다. 새 베어링의 첫 오일교환은 200시간의 운전후에 행하며 다음 교환은 2,000시간의 운전 후에 행한다. 그 다음의 오일교환은 8,000시간 간격으로 행해주며 적어도 일년에 한번씩은 오일을 교환해 준다. 윤활유는 50°C에서 3.5~4.5°E(120°F에서 25~36Cs)의 점성을 갖는 순수광유만을 사용해야 한다.

윤활개소 점검 및 교체주기

개소	내 용	주기	추 천 사 양
2	구리스 윤활	2/년	<ul style="list-style-type: none"> • SHELL-ALVANIA 2 • GULF-GULF CROWN NO.3 • CALTEX-MOBILUX 2
2	오일교환	1~2/년	<ul style="list-style-type: none"> • 50°C에서 25~36Cs의 점성을 갖는 순수광유만을 사용한다. • CALTEX-MEROPA 220 • SHELL-OMALA 220

7-5 펌프의 운전

1) 기동에서 부하운전까지

(1) 기동전 확인사항

- 회전방향 : 펌프와 원동기의 회전방향

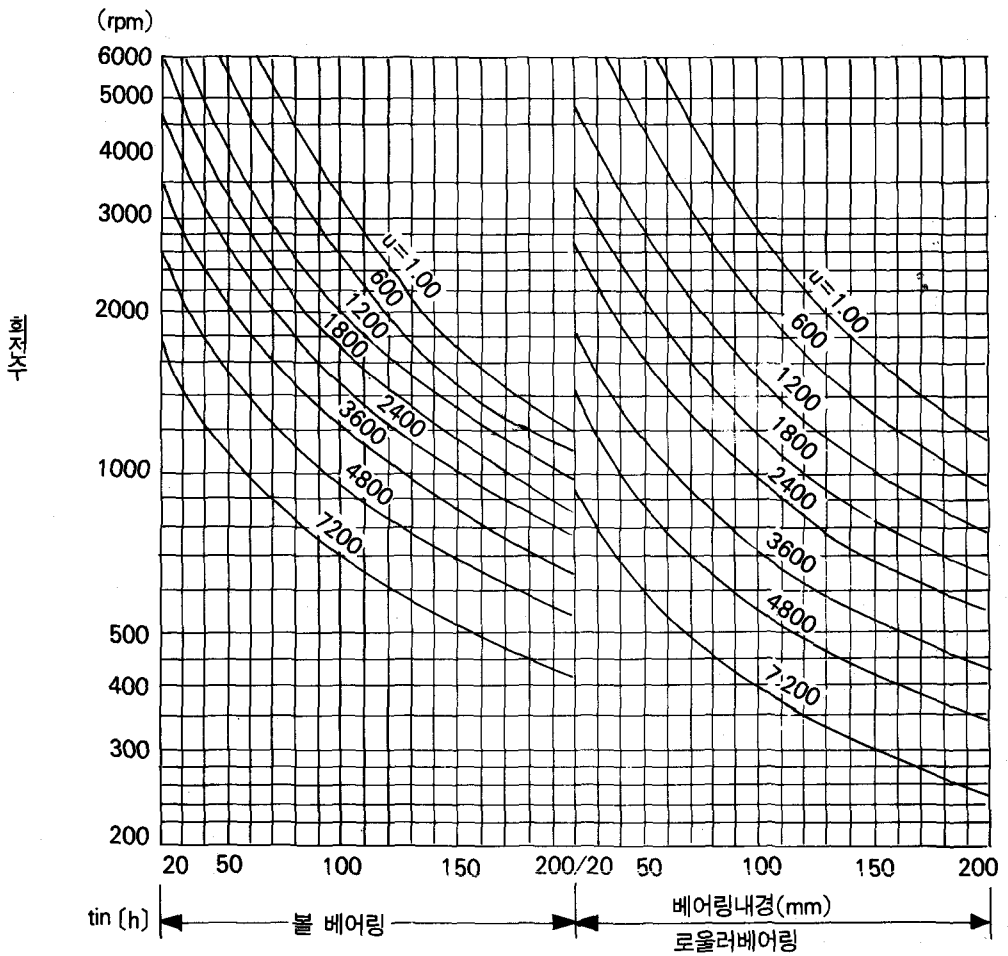


그림 11.3 구리스 윤활 베어링의 구리스 주입 간격

- 이 일치하는지를 확인
 - 펌프를 손으로 돌려 봄 : 섭동부의 마찰 정도를 확인
 - 직결정도 : 이상이 있을 경우 고온·저온액을 취급하는 경우에는 사용온도를 재점검
 - 윤활유면 : 규정레벨이 되는지를 확인
- (2) 흡입밸브를 연다.
 - (3) 토출밸브를 닫는다.
 - (4) 각부 윤활수 및 냉각수의 통수 개시
 - (5) 만수조작(Priming)

- (6) 만수확인
 - (7) 원동기 시동 및 서서히 증속
 - (8) 정격회전 운전
 - (9) 토출압 확인
 - (10) 토출밸브 개방
- 2) 운전중 확인사항
- (1) 수위 : 흡입수위, 토출수위
 - (2) 압력 : 흡입압력, 토출압력, 축봉부의 봉수압력
 - (3) 온도 : 펌프, 전동기 축수온도, 액온, 축봉부 온도

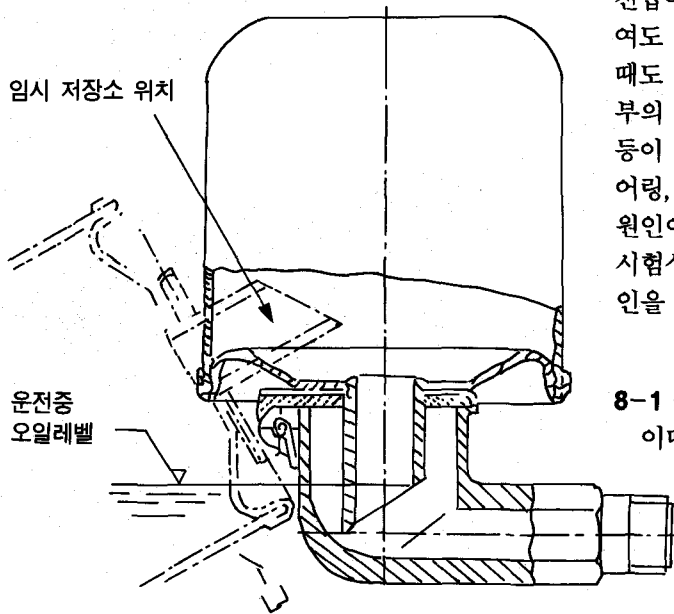


그림 11.4 오일 운할 베어링의 Constant Level Oiler

전압이 이상 강하하면 펌프가 정상으로 동작하여도 전류가 과대하게 되어 과부하 상태로 될 때도 있다. 기계적원인에 따르는 것으로 웨어링부의 마찰에 의한 기계적 섭동에 따른 과부하 등이 있다. 또 소형펌프에서는 직결볼량등도 베어링, 패킹상자 등에 무리한 힘을 주어 과부하의 원인이 될 때가 있다. 이것들의 문제에 대해서는 시험성적표와 실제의 운전상황을 비교하면 원인을 알 때가 많다.

8-1 원심펌프의 토출량과대에 따른 과부하 대책

이때의 과부하 대책으로서는 다음과 같은 방법이 있다.

1) 토출밸브를 닫아 운전점을 사양점에 맞춘다.

이 방법은 가장 간단한 것이지만 저항을 늘린 상태에서 운전하기 때문에 동력이 비경제라는 점에서는 피할 수가 없다.

- (4) 전압, 전류
- (5) 각부 누수 : 축봉부, 배관계
- (6) 진동, 소음 : 펌프, 진동기, 배관계

3) 펌프의 정지

- (1) 토출밸브 닫음(축류의 경우에는 열어둠)
- (2) 토출밸브 완전히 닫음
- (3) 원동기 정지
- (4) 냉각수 밸브 닫음

8. 과부하

원동기가 과부하 되는 원인으로서는 수력성능에 따르는 것과 기계적인 원인에 따르는 것이 있다. 수력성능에 따르는 것은 펌프의 종류, N_s 에 따라 다르며 N_s 가 낮은 펌프에서는 양정과소에 따른 과대유량에 의하는 것이 있다. 이것에 반해서 N_s 가 높은 축류펌프의 경우에 있어서는 반대로 양정과대에 따른 과소유량에 의한 것이 있다. 이밖에 전원의 주파수변동에 따른 과대속도등도 과부하가 생기는 원인이 될 수 있다. 또

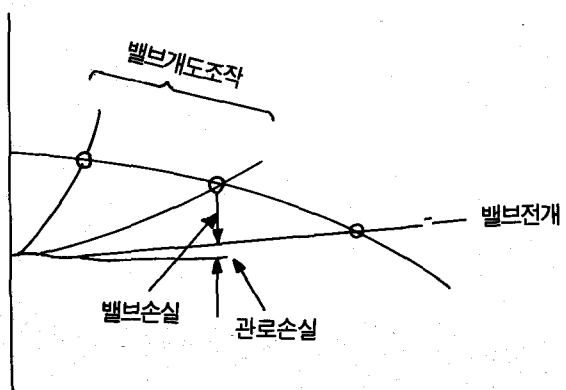
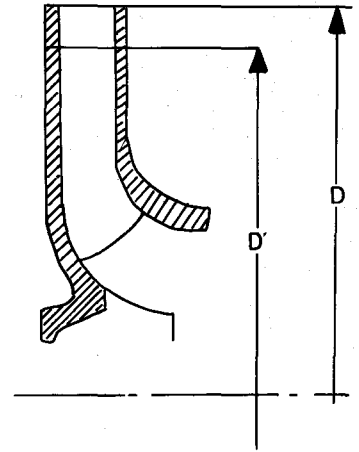
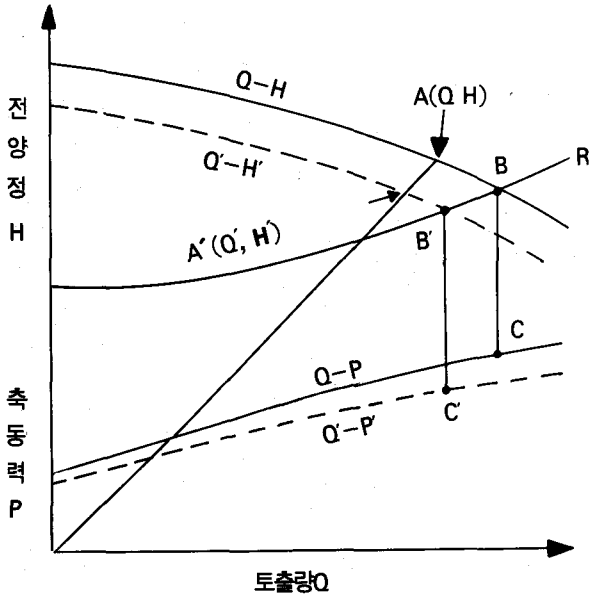


그림 11.5 토출 밸브 제어

2) 임펠러의 외경가공

이것은 임펠러의 외경부를 잘라내서 축소함으로써 토출량, 축동력을 줄이는 것이다. 그림 11.6과 같이 임펠러의 외경이 D 인 펌프의 특성곡선이 $Q-H$, $Q-P$ 로 나타낼 경우, 임펠러의 외주부를 잘라내서 D' 로 했다고 하면 특성곡선은 $Q'-H'$, $Q'-P'$ 가 된다. 이때 특성곡선이 대응하

그림 11.6 임펠러의 외경가공



- 터빈 펌프는 깃만 가공하는 것이 좋음
- ① 사류 펌프는 원래 회전차의 입구와 출구 끝을 연결하여 만나는 P점을 통과하게 한다.
- ② 축류 펌프는 깃 각도 조정

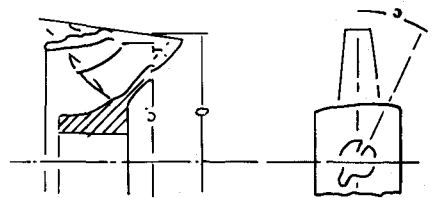
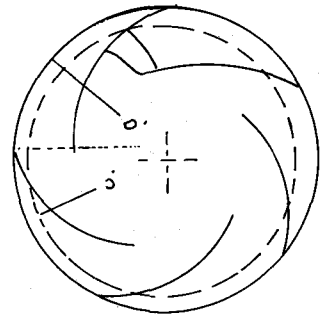
는 점의 토출량 Q, Q' 와 전양정 H, H' 의 사이에는 가공량이 그다지 크지 않은 범위에서 아래의 관계가 성립한다.

$$Q'/Q = H'/H = (D'/D)^2 = OA'/OA$$

가공량이 작은 범위에서는 대응점이 펌프 효율은 거의 변화가 없다고 보아도 되며, 이것에서 가공후의 축동력곡선 $Q'-P'$ 를 구할 수가 있다. 관로 저항곡선 R 이 그림과 같다고 하면 이것과 $Q-H, Q'-H'$ 곡선과의 교점 B, B' 에 의해 가공전후의 운전점이 정해지고 각각에 대응하는 축동력은 C, C' 로 되어 가공후의 축동력이 감소하게 된다.

8-2 축류펌프의 양정과대에 다른 과부하대책

이것은 전양정의 과소평가에 따르거나 어떠한 원인에 의해 실양정 또는 관로저항이 이상하게 커져 있다고 생각되는 것이다. 앞의 경우는 관



지름을 크게 하는 등 저항이 작은 밸브로 바꾸는 방법으로 관로저항을 줄이는 것을 생각할 수 있으나 일반적으로 쉬운 일이 아니다. 단순히 축동력을 줄일 뿐이라면 펌프구조에 따라서는 깃부착각도를 작게해서 축동력을 감소시키는

것도 가능하나 토출량이 감소된다는 문제점이 있다. 뒤의 경우에는 그 원인의 조사가 필요하다. 사이폰을 형성할만한 곳에서 사이폰을 형성하고 있지 않은가, 토출관내에 불순물이 퇴적되어 있지 않은가 등의 점을 조사해서 이상장소를 발견하여 수리하여야 한다. 또한 하수용펌프 등에서는 임펠러의 끝틈새 혹은 안내깃의 앞언저리에 이상물체가 막혀 과부하가 생길때도 있으므로 이점도 조사할 필요가 있다.

8-3 기타의 원인에 따른 과부하대책

전원의 주파수 증가에 따른 과부하는 거의 없다고 해도 된다. 전압저하에 따른 것은 전원의 용량을 늘려야 한다. 회전부의 기계적 마찰은 제작불량에 의한 것은 제조자에 요구해서 수정하여야 하며 직결불량에 따른 것은 그 수정을 하는 등 원인에 따른 대책을 강구하여야 한다.

9. 양수불능

펌프가 양수를 못하게 되는 원인은 여러가지로 생각된다.

9-1 실양정과대

펌프의 적용 잘못으로 차단양정 이상의 과대 실양정인 곳에 사용하면 체크밸브에 의해 역류를 막았다고 해도 차단운전상태로 되고 송수불능이 된다. 이 경우의 대책은 다음의 것이 있다.

1) 임펠러를 외경이 큰 것으로 바꾼다. 이것은 모든 경우에 가능한 것이 아니고 케이싱의 크기와 관계, 원동기의 과부하 유무, 축계의 강도 등 관련하는 문제가 여러가지이므로 제조자와 상담하여야 한다.

2) 다른 펌프를 추가해서 직렬운전한다. 토출량이 소요량에 대략 같고 전양정이 부족분의 양정과 같은 펌프를 사용해서 직렬운전함으로써 대책이 가능하다. 그러나 2단계의 펌프에는 1단계의 펌프 토출압이 걸리므로 케이싱의 내압을 검토하여야 한다.

3) 시방에 적합한 다른 펌프로 바꾼다.

9-2 특성이 다른 펌프의 병렬 운전

한대의 펌프가 무송수상태로 되는 것은 대용량펌프의 토출량 이하로 수요량을 줄일 경우이므로 이와 같은 경우에는 소용량의 펌프는 정지해도 좋으며, 조작방법에 따라 해결되는 것이다.

그러나 소용량의 펌프가 수요량의 관계로 상시 차단에 가까운 점으로 운전하지 않으면 안될 상태로 될 경우는 고열의 염려가 있으므로 병렬운전을 하는 펌프의 차단양정을 최대한 가깝게 하는 것이 바람직하다.

9-3 체절점 가까운 소토출량으로의 운전

펌프를 체절점 가까운 소토출량으로 운전하면 과열문제외에 케이싱내에 공기가 차차 고이게 되어 나중에는 무수운전으로 되어서 양수를 못하게 때가 있다. 이와같은 경우의 대책으로서는 일부의 물을 방류해서 펌프내를 흐르는 물량을 어느 정도 늘려줄 필요가 있다.

9-4 역회전

전원의 결선불량 등에 의해 회전 방향을 반대로 하면 규정의 양정을 발휘하지 못하므로 양수를 못하게 될 때가 있다. 특히 수중모터펌프와 같이 회전부분이 바깥에서 보이지 않는 것에서는 주의하여야 하며, 시운전시에 체절압력을 시험성적의 것과 비교 확인하여야 하며 압력이 낮을 경우에는 결선을 바꾸어 운전해서 확인하지 않으면 안된다.

9-5 흡입관의 부적

흡입측에서 공기가 침입해서 흡입관내의 수주가 끊기거나 흡입관내의 공기고임으로 수주가 끊기는 등은 흡입상태로 사용하는 펌프에서는 특히 주의하여야 한다.

9-6 캐비테이션

펌프의 설비계획 및 사용시 캐비테이션을 방지한다.

① 펌프의 설치위치를 가능한 한 낮게하고,

흡입관을 가능한 한 짧게하고, 관내유속을 작게하여 가능한 한 NPSHav를 충분하게 한다.

- ② $NPSHav > 1.3 \times NPSHre$ 가 되도록 한다.
- ③ 횡축 또는 사축인 펌프에서 회전차 입구경이 큰 경우에는 캐비테이션의 발생위치와 NPSH 계산상의 기준면과의 차이를 보정해야 하므로 NPSHav에서 (근사적으로) 흡입배관 직경의 1/2를 공제하여 계산한다.
- ④ 흡입수조의 형상과 치수는 흐름에 과도한 편류 또는 와류가 생기지 않도록 계획하여야 한다. (특히 입축축류, 사류 펌프와 같이 흡입관 끝에 회전차가 있는 펌프는 그 영향이 대단히 크다.)
- ⑤ 편흡입 펌프로 NPSHre가 만족되지 않는 경우에는 양흡입 펌프로 한다.
- ⑥ 대용량 펌프 또는 흡상이 불가능한 펌프는 흡수면보다 펌프를 낮게 설치하거나, 입축 펌프로 선택하여 회전차의 위치를 낮게하고, Booster 펌프를 이용하여 흡입조건을 개선한다.
- ⑦ 펌프의 흡입측 Valve에서는 절대로 유량조절을 해서는 안된다.
- ⑧ 펌프의 전양정에 과대한 여유를 주면 사용 상태에서는 시방양정 보다 낮은 과대 토출량에서 운전되게 되어 캐비테이션 성능이 나쁜점에서 운전하게 되므로 전양정의 결정에 있어서는 실지에 적합하게 계획한다.
- ⑨ 계획토출량보다 현저하게 벗어나는 점에서의 운전은 피해야 한다. 양정변화가 큰 경우에는 저양정 영역에서의 NPSHre가 크게 되므로 캐비테이션에 주의하여야 한다.
- ⑩ 외적 조건으로 보아 도저히 캐비테이션을 피할 수 없을 경우에는 회전차의 재질을 캐비테이션 피식에 대하여 강한 재질을 택한다.

- ⑪ 이미 캐비테이션이 생긴 펌프에 대해서는 소량의 공기를 흡입측에 넣어서 소음과 진동을 적게할 수도 있다.

10 토출량 감소

이 원인으로 상기의 양수불능과 대략 같다고 생각되나, 이 외에도 아래의 것도 있다.

10-1 웨어링, 임펠러의 마모

이것 때문에 새는 양도 늘고 임펠러의 기능 저하에 따라 토출량이 감소되는 것이다. 이 대책으로서는 개개의 교환이 필요하게 되나 짧은 시간에 이와 같은 상태로 되는 경우에는 수질에 따른 재질의 부적당한 선정도 생각되므로 이면의 검토도 하여야 한다.

10-2 흡입·토출관의 저항증가

관의 경년변화에 따른 마모저항의 증가, 관내에서의 불순물의 퇴적에 따른 저항증가로 토출량이 감소한다. 불순물의 퇴적에 대해서는 이것을 제거하면 되나 경년변화에 대해서 사전에 여유를 두어 양정을 계획하는 것이 바람직하다.

10-3 기동시의 만수불능

흡입상태로 사용하는 펌프에서 기동을 위해 진공펌프에 의해 물을 채울려고 해도 채워지지 않을 때가 있다. 이것은 공기가 외부에서 숨어들기 때문이며, 흡입관의 접속 장소, 차단밸브의 밸브자리 등을 조사해서 새는 것을 막아야 한다.

11 소음, 진동

소음, 진동의 원인으로서 수력적인 것, 기계적인 것이 있으며 대표적인 것을 아래에 제시한다.

11-1 수압맥동에 따른 진동

펌프의 회전차 출구에서의 압력은 완전하게 같지는 않고 갖의 표리에 따라 다르다. 이 압력의 고저가 주기적으로 안내깃입구 혹은 케이싱의

단불이부를 통과할 때 마다 토출측에 이 압력 변동이 전달되어 펌프몸체 혹은 송수관의 진동이 되어서 나타나게 된다. 펌프에서 나오는 수압맥동의 진폭은 그 구성부를 개조함으로써 작게 할 수가 있으나 송수관이 공진하고 있을 경우에는 그 지지장소, 지지방법, 관의 보강등을 바꾸어서 공진을 피하여야 한다.

11-2 와류에 따른 진동, 소음

수류속에 물체가 있을 때 그 뒤 흐름에 소용돌이가 생긴다. 이 소용돌이는 물체의 양측에서 교대로 주기적으로 발생한다. 이것을 칼만와류라 하며, 흐름에 직각인 방향에 교대로 힘이 미친다.

이 경우의 진동에 대해서는 공진을 피하도록 관의 지지법을 바꾸든가 관지름, 흐름속도를 바꾸는 등 처치를 하고 또 유로의 급확대를 피하는 것도 중요하다. 또 흡수조에 소용돌이가 생기면 단속적인 소음이 발생할 때가 있다. 이것에 대해서는 흡수조 모양을 바꾸거나 적당한 위치에 와류방지판을 만들어서 소용돌이의 발생을 막도록 한다.

11-3 회전부의 불균형에 따른 진동

회전부의 불균형에 따른 진동수는 펌프의 회전수와 일치하다. 이 진동은 다음과 같은 경우에 발생한다.

(1) 오랜사용에 의해 회전부에 마모나 부식이 생겨 불균형이 생겼을 경우. - 이 경우의 대책 으로서는 불균형을 바로 잡아야 한다.

(2) 원동기와 직결불량의 경우. - 이 경우의 이 대책 으로서는 직결정도를 수정하여야 한다.

11-4 펌프구성요소의 공진

이와 같은 경우의 대책은 공진을 피하는 것이 중요하다.

축계에 대해서는 비교적 쉽게 고유진동수를 계산할 수 있으므로 사전에 이것을 피할 수가 있으나 그 밖의 부분에 대해서는 일반적으로 간단히 계산되기가 힘들며 문제가 생길 때가

있다. 이와 같은 경우에는 공진부분의 강성을 늘려서 공진을 피하거나 방진고무 등을 써서 강성을 낮춤으로서 공진을 피할 수가 있다. 여하간에 이 문제는 복잡한 요소를 포함하고 있을 때가 많으므로 제조자와 상담하는 것이 바람직하다.

11-5 고체마찰에 따른 축의 흔들림

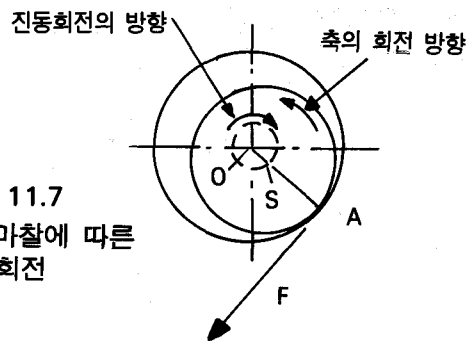


그림 11.7
고체마찰에 따른
진동회전

11-6 유막에 따른 흔들림

기름으로 윤활되는 평베어링에서, 유막은 그 점성 때문에 축에 밀착한 층은 축과 일체로 회전하고 베어링층에 밀착한 층은 고정하고 평균 으로서 축의 1/2의 회전수로 돌고 있다고 생각된다. 만일 이 유막의 회전수가 축의 위험속도 이상이 되고 유압방향이 베어링 중심에 대해 축의 회

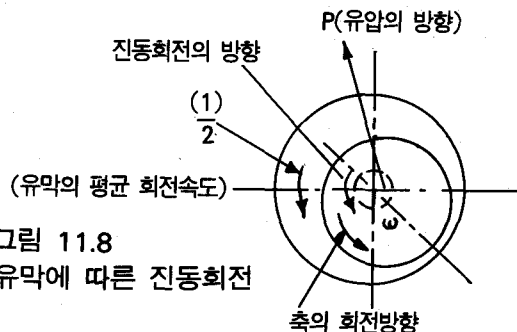


그림 11.8
유막에 따른 진동회전

전방향을 향하고 있을 때에는 (그림 11.8)이 유

압이 축에 대해서 여진적으로 작용하고 축의 진동을 유발할 때가 있다.

11-7 그 밖의 원인에 따른 진동

상기 이외에도 축계의 내부마찰에 따른 진동, 원동기(주로 디젤기관)에서 오는 것등 여러가지가 생각되나 여기서는 생략한다.

11-8 진폭의 허용치

여러 기진력에 따른 펌프의 진동은 펌프의 구조적으로 약한 부분에 나타난다. 이 진폭은 보통 횡축펌프에서는 바깥베어링, 입축펌프에서는 전동기의 꼭지부에서 가장 크다. 횡축펌프의 바깥베어링에서 추정되는 개략허용 진폭치를 표 10.1에 표시한다.

표 10.1 횡축펌프의 개략허용 진폭치

펌프회전수(rpm)	허용진폭(m)
300까지	71이하
300~600	65이하
600~1000	58이하
1000~1500	49이하
1500~2000	40이하
2000~3000	29이하
3000~4000	25이하
4000이상	25이하

12. 베어링, 스테어링 박스의 과열

펌프에 생길 수 있는 기계적문제로서 베어링, 패키징상자 등의 과열문제가 있다.

표 10.2 각종 규격의 비교

규격명	측정 위치 베어링 축		평가 진동 품질	목적 운전 감시	대상 기계	기준	기 타
ISO 2372	0				소형-대형	Veff	A,B,C,D의 등급 표시 만으로 구체적인 평가는 없음
ISO 2373	0		0		소형,중형	Veff	제작자의 출하시 등급
ISO 2945	0			0	대형	Veff	
DIN 45665	0		0		소형,중형	Veff	ISO 2373과 같음 공장 시험시의 진동
IEC	0	0	0		대형	A	표준치(한계치는 아니다.)
VDI 2056	0		0	0	소형-대형	Veff	
VDI 2059	0			0	대형	A	경보치,정지치
JEAC 3717	0	0	0	0	대형터어빈	A	경보치,정지치,조정치
API 610	0		0		원심펌프	A	허용치
API 511,512	0	0	0		중기터어빈	A	허용치
NEMA-SH21	0		0		중기터어빈	A	허용치
JIS B3301	0		0		입형,횡형 펌프	A	실제 부착 상태에서 계측
HI	0		0		입형,횡형 펌프	A	

Veff는 진동속도의 실제치

A는 진동 변위의 진폭

12-1 베어링의 과열

펌프를 운전할 때 미끄럼 베어링의 경우는 그 습동면, 구름 베어링의 경우에는 이것에 따른 유지의 교반때문에 반드시 열을 수반하므로 몇 도이상 온도가 상승했을때에 과열이라고 하는 가는 사용하는 기름의 종류, 베어링의 구조, 재질등에 따라 다르다. 그러나 펌프에 사용하는 일반베어링에서의 허용온도 상승값은 대략정해진 값이라 보아도 되며 원심 펌프 및 축류펌프 시험방법에서 윤활유 속 또는 메탈의 측에서 전 온도가 주위의 공기온도보다 40°C 이상 높아지면 안되게 되어있다. 베어링의 과열 원인으로서는 아래의 것을 말할 수가 있다.

1) 조립시 설치불량

축 중심이 일치하지 않은 상태에서 펌프를 운전하면 계획값 이상의 부하가 베어링에 걸리게 되어 발열량이 늘게 된다. 이것을 막는 법은 물론 직결을 정확히하고 축심을 일치상태로 사용하는 것이지만 고온의 액체를 취급하는 펌프나 원동기로서 증기터어빈을 쓸 경우와 같이 열팽창때문에 직결상태가 운전시에 변화할 때가 있을 경우에는 운전상태의 온도로 축심이 일치하도록 직결을 수정함과 동시에 기어카플링과 같은 가소성이 큰 축이음을 사용하는 것이 바람직하다.

2) 윤활유 또는 구리스량 부적(不適)

베어링상자내의 윤활부족때문에 습동면에서의 기름공급부족이 되고 유막이 끊기므로 해서 발열할 때가 있다. 유면계의 레벨지시에 따라 적절한 기름량을 확보하여야 한다. 또 구름 베어링에서 구리스 윤활의 것은 베어링 상자내에 넣은 구리스량이 많으면 구리스의 교반 때문에 발열할 때가 있다. 구름베어링이 들어있는 챔버용량의 1/3~1/2이 적정량이므로 너무 많을 경우에는 줄여야 한다.

3) 윤활유 질의 부적

축의 속도에 대해 기름의 점도가 부적당하면 유막이 끊기거나 교반손실이 늘기 때문에 발열할 때가 있으므로 사용조건에 따른 윤활유를 사용하여야 한다.

4) 베어링의 장치 불량

구름베어링을 사용할 때에는 축 또는 베어링상자와의 맞춤이 너무 세면 궤도면에 변형이 생겨 놀기 여유가 작아져 발열이 생길 때가 있다. 따라서 기울기를 직절히 유지하여야 한다. 또 복합형의 구름베어링을 사용할 때에는 내, 외륜의 축방향조이기 여분을 적당히 유지하지 않으면 발열이 생길 때가 있다.

5) 이외의 원인

상기 이외에도 추력평형장치의 고장에 따른 이상추력의 발생, 베어링내의 불순물 침입, 베어링부의 발청, 수냉베어링의 냉각수 단절 등 여러원인이 있다.

12-2 스테핑 박스의 과열

1) 축심불일치

베어링과 같이 발열의 원인이 된다.

2) 봉수의 공급부족

공기의 침입을 막기 위해 패킹부에 공급하는 봉수는 동시에 냉각작용도 겸하며, 부족하면 펌프내에 공기침입이 생김과 동시에 패킹상자가 발열한다. 따라서 그랜드부에서 항상 물이 조금씩 외부로 나오도록 그랜드의 조임가감 및 공급물량을 조절하여야 한다.

13. 고장과 그 원인의 일람표

펌프의 고장과 그 원인은 상기 이외에도 여러가지이며 모든 것에 대해서 설명하기란 어려우나 원심펌프에 대한 대표적인 고장과 그 원인의 일람표를 표 10.3에 표시한다.

14. 펌프의 보수, 관리

펌프의 보수, 관리는 사용펌프의 용도, 취급액, 운전시간, 구조, 예비펌프의 유무 등에 따라 다르며 각각에 따라서 실시하여야 한다. 그러기 위해서는 취급설명서 혹은 제조자의 의견에 의한 사용펌프의 보수상 주의할 점을 이해함과 동시에 사용조건을 고려해서 보수, 관리방식을 만드는 것이 바람직하다.

14-1 점검간격과 항목

여기서는 끊임없는 주의를 필요로 하며 운전 시간도 길고 중요한 역할을 갖고 있는 펌프의

예를 표시한다.

1) 점검항목

- (1) 베어링온도 (2) 흡입, 토출압력

표 10.3 원심펌프의 고장과 그 원인 일람표

원 인	고장 또는 현상													비 고
	시동시부하과다	부하과소	양수량감소	양수불능	축수발열	그랜드패킹발열	카플링차마모	카플링보울트	진동이 많	만수불능	과부하	압력계수치	진공계수치	
양정과다		0	0	0					0			고		
양정과소									0	0		저	고	
회전차역행 또는 역회전		0	0	0								저	저	
회전수 과소		0	0	0								저	저	사이클저하, 기타
회전수 과다										0			약간저	
전압강하 또는 전기품고장										0				
슬루우스밸브 일부 열기	0	0	0									고	약간저	
패킹누르개 한쪽조임 또는 패킹누르개 과도조임	0					0								
조립설치불량. 축심 불일치	0			0	0	0	0							
회전부 마모 또는 소부(燒附)	0				0									손으로 돌리기가 곤다. 정지시 급격히 정지된다.
윤활유 부족 및 베어링 장치 상태 나쁨					0									
시일링폐쇄 또는 그랜드봉수 불량			0	0		0						저		패킹상자에서 물이 나오지 않음
흡입측에서 공기 침입		0	0	0		0		0	0			불안정	불안정	수면에 거품이 나타남
흡입측에 에어포켓 발생			0	0										양수단속
흡입측에 불순물이 있을 때		0	0	0	0			0				저	고	임펠러입구, 파이프속
토출측에 불순물이 있을 때		0	0	0										파이프속
라이너링 또는 임펠러 마모			0									저		

- (3) 윤활유 온도, 압력
- (4) 누수량
- (5) 토출유량계
- (6) 패키징상자에서의 누수
- (7) 냉각수의 출입구온도, 압력
- (8) 원동기의 압력
- (9) 오일링의 움직임

2) 매월의 점검항목

- (1) 베어링 항목
- (2) 펌프와 원동기의 직결사항

3) 계절마다의 점검항목

- (1) 그랜드 패킹
- (2) 축슬리브
- (3) 윤활유면과 변질의 유무
- (4) 배관의 지지

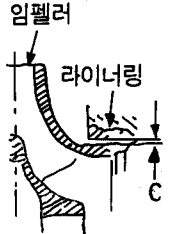
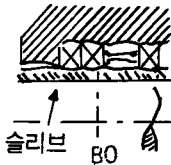
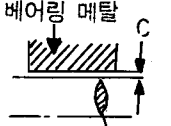
4) 1년마다의 점검항목

- (1) 전분해
- (2) 웨어링 틈새와 측정
- (3) 계기류의 교정

부식성의 액체 혹은 마모성의 불순물을 포함한 액체를 취급하는 펌프에 대해서는 부식, 마모에 관한 점검도 필요하다. 이때에는 상대속도가 큰 임펠러, 와류케이싱 등도 문제가 된다.

펌프의 전분해점검은 모든 펌프가 1년마다 필요한 것은 아니다. 청수를 취급하는 펌프에서는 상수도와 같이 연속운전하는 예 외에도 분해 점검을 하지 않고 장기간 운전할 때가 많다. 일반 용도의 펌프에서는 하등의 이상한 징조가 없다면 전분해 점검의 필요는 없다고 보아도 된다. 그러나 부식, 마모를 수반하는 액체를 취급하는

표 10.4 원심펌프의 습등부 마모사용 한계

품 목	교환의 시기	비 고
임펠러와 라이너링	C의 값이 당초의 값의 3배 이상이 될때	 <p>바꿈으로서 실현되는 동력절감이나 물량증가에 따른 이익이 분해 교체의 경비보다는 충분히 커야하며 좌기치수 이상의 틈새가 되어도 실용상 지장이 없을 때는 사용해도 된다.</p>
슬리브	슬리브면의 모양 BX(0.025~0.03)	 <p>패킹이 닿는 장소에 패어진 마모부분이 있고 한 쪽에서 패임이 좌기치수 이상일 때는 교환한다.</p>
구름베어링	운전시간 40,000시간 (연속운전의 경우로 약4년6개월)	이상음, 진동, 이상발열이 있을 때는 좌기에 관계없이 조사하고 이상이 인정되었을 때는 교환한다.
주축과 베어링 메탈	C의 값이 당초값의 1.5배 이상이 되었을 때	 <p>특히 진동이 없고 실용상 문제없으면 좌기이상의 마모가 있어도 사용해도 된다.</p>

펌프에서는 이것이 심하게 진행되면 보수가 곤란하게 될때가 있으므로 정기적으로 분해 점검하여 보수가 필요한 장소를 조기에 발견하는 것이 바람직하다.

14-2 습동부의 마모 사용 한계

펌프를 장기간 운전하면 습동부에는 마모가 생긴다. 이것으로 틈새가 커지면 성능이 저하되거나 진동이 생길 때가 있다. 또 밸런스형 임펠러의 경우에는 웨어링 틈새 증가에 따른 누설증가 때문에 밸런스실의 압력이 높아져 축추력이 커져서 추력베어링에 문제가 생길 때가 있다. 따라서 마모한계에 대해서는 여러 면에서의 검토가 필요하며 간단하게는 정해지지 않으나 대충의 기준을 표시하면 표 10.4와 같이 된다.

14-3 예비품

부품을 교환할 경우의 준비로 예비품을 갖추어 두는 것이 바람직한 일이나 예비품의 종류 및 최소한의 수량은 펌프에 따라 상당히 다르지만 일반적으로 보아 예비품이 필요하다고 생각되는 부품은 아래와 같다.

- 1) 라이너링, 웨어링
- 2) 축슬리브
- 3) 그랜드패킹
- 4) 베어링 메탈
- 5) 기계적 씬

14-4 보수, 관리에 필요한 기록류

펌프를 보수, 관리해 가는데는 아래와 같은 기록을 작성하는 것이 바람직하다.

- 1) 펌프시방표
- 2) 펌프경력표
- 3) 치수측정기록

재해없는 산업사회 3



식전이나
작업 종료후
손을 깨끗이...

직업병 예방을 위하여 근로자가 취하여야 할 생활습관은 다음과 같습니다.

- 직업병 예방에 있어서 무엇보다도 작업환경 개선이 중요하겠지만 근로자도 이에 대한 철저한 인식과 주의를 하여야 합니다.
- 철저한 개인위생을 유지해야 합니다.
 - 근로자는 자신의 몸을 청결히 유지하여야 합니다.
 - 작업중에 각종 먼지와 유해요인으로부터 신체가 더러워질 수 있으므로 항상 깨끗한 신체유지를 위하여 노력하여야 합니다.
 - 특히 유기용제, 특정화학물질, 연 및 4알킬연을 취급하는 근로자는 사업장에 마련된 세면시설을 이용하여 유해물질이 피부에 오래 붙어 있지 않도록 하여야 합니다.
 - 식사전에는 반드시 손을 씻어야 합니다.
 - 식사전에 손을 씻지 않고 작업하던 손으로 그냥 음식물을 섭취할 경우 손에 묻어 있던 유해물질이 입을 통해 몸안으로 들어와 체내에 흡수되어 각종 질병을 유발시키는 요인이 됩니다.
 - 작업 종료후에도 깨끗이 손을 씻어야 합니다.