

## 제12장 유 지 관 리

### 1. 펌프설치 및 운전

#### 1. 1 배관

##### 1. 1. 1 흡입배관

관의 길이는 될수록 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 1/50정도의 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 10~15 매쉬 정도가 바람직하다.

##### 1. 1. 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 휨 응력을 받지 않도록 중간의 적당한 위치에 진동막이가 필요하다. 토출배관도 갑자기 단면을 변화시키는 것을 피하는 것이 좋고, 수충격이 예상되면 펌프제작회사와 협의하여 수충격 방지장치를 설치해야 한다.

#### 1. 2 축심조정

축심일치정도는 카플링 결합면의 평행도와 카플링 외주면의 수평도로 결정된다. 허용치수는 0.05mm 이하인데, 이는 일반적인 경우이므로 펌프에 따라 다를 수 있다. 따라서 취급설명서에 지정이 되어 있는 데로 조정하는 것이 바람직하다.

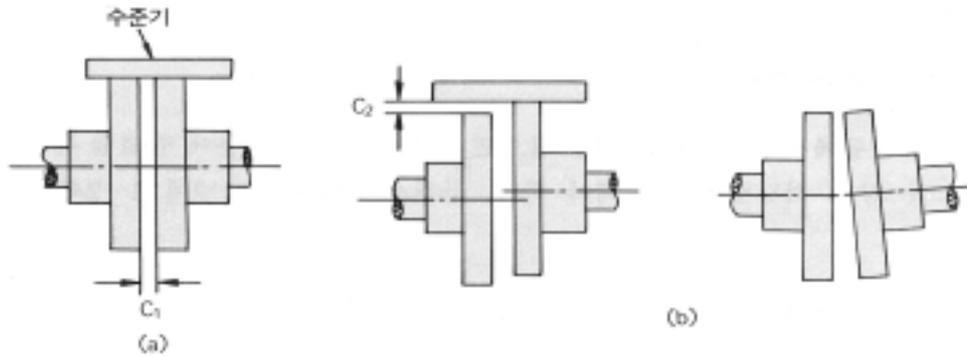


그림 10.1

만약 펌프와 모터의 공통베드가 공급될 경우에는 이 공통베드를 기초위에 올려놓은 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.

### 1. 3 그랜드 패킹

그랜드 패킹의 길이는 축 외주의 길이와 일치시키기 위해서 축과 동경의 환봉에 감아서 절단한다. 패킹끝은 각 패킹에 대해 90°되게 설치하고 이음부가 충분히 밀착되도록 한다. 그랜드는 적당히 조여야하며, 너무 과도하게 조이면 패킹이 과열되어 스테핑 박스, 패킹과 축 보호 슬리브가 손상된다. 패킹부의 냉각을 위해서는 내압이 0.5kg/cm<sup>2</sup> 이상의 압력을 가진 청수가 필요하다. 자압수의 압력이 부족할 때에나 오염된 액의 양수시에는 외부에서 청수를 주입하여야 한다.

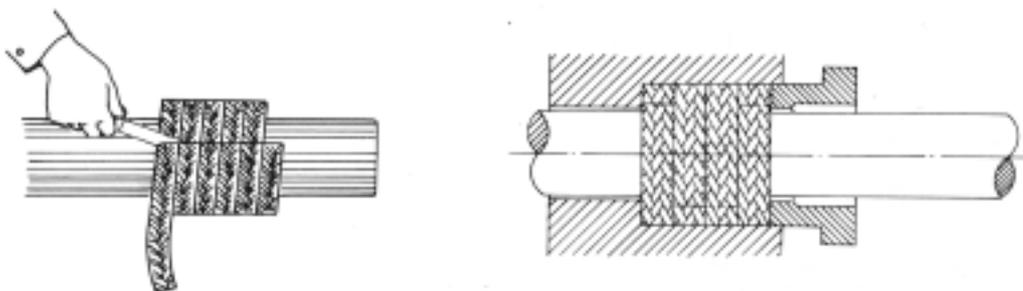


그림 10.2 그랜드 패킹의 절단 및 설치

## 1. 4 윤 활

### 1. 4. 1 구리스 윤활

구리스 윤활에서는 구리스량이 너무 많으면 구리스의 교반 때문에 발열할 때가 있다. 구리스의 양은 적당량을 유지해야 하며, 구리스의 교환은 1년에 1~2회가 적당하다.

### 1. 4. 2 오일윤활

운전전 유면레벨을 확인하고 유량이 부족하면 규정레벨의 양을 확보해야 한다.

## 1. 5 펌프의 운전

### 1. 5. 1 기동에서 부하운전까지

#### 1) 기동전 확인사항

- 회전방향 : 펌프와 원동기의 회전방향이 일치하는지를 확인
- 펌프를 손으로 돌려 봄 : 샤프트부의 마찰정도를 확인
- 직결정도 : 이상이 있을 경우 고온·저온액을 취급하는 경우에는 사용온도를 재점검
- 윤활유면 : 규정레벨이 되는지 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 확인

#### 9) 토출압 확인

#### 10) 토출밸브 개방

### 1. 5. 2 운전중 확인사항

#### 1) 수위 : 흡입수위, 토출수위

- 2) 압력 : 흡입압력, 토출압력, 축봉부의 봉수압력
- 3) 온도 : 펌프, 전동기 축수온도, 액온, 축봉부 온도
- 4) 전압, 전류
- 5) 각부 누수 : 축봉부, 배관계
- 6) 진동, 소음 : 펌프, 전동기, 배관계

### 1. 5. 3 펌프의 정지

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

## 2. 펌프의 사고와 원인대책

### 2. 1 과부하

원동기가 과부하가 되는 원인으로는 수력성능에 따르는 것과 기계적인 원인에 따르는 것은 펌프의 종류,  $N_s$ 에 따라 다르며  $N_s$ 가 낮은 펌프에서는 양정과소에 따른 과대유량에 의한 것이 있다. 이것에 반해서  $N_s$ 가 높은 축류펌프의 경우에 있어서는 반대로 양정과대에 따른 과소유량에 의한 것이 있다. 이 밖에 전원의 주파수변동에 따른 과대속도등도 과부하가 생기는 원인이 될 수 있다. 또 전압이 이상 강하하면 펌프가 정상으로 동작하여도 전류가 과대하게 되어 과부하 상태로 될 때도 있다. 기계적 원인에 따르는 것으로 웨어링부의 마찰에 의한 기계적 섭동에 따른 과부하등이 있다. 또 소형펌프에서는 직결불량등도 베어링, 패킹상자 등에 무리한 힘을 주어 과부하의 원인이 될 때가 있다. 이것들의 문제에 대해서는 시험성적표와 실제의 운전상황을 비교하면 원인을 알 때가 많다. 즉, 양정과소 또는 과내는 흡입측의 진공계 또는 압력계(압입의 경우)와 토출의 압력계를 읽고 이것에서 전양정을 아래식에 의해 계산함으로써 성능곡선상에서의 운전점을 알 수가 있다.

$$H_t = H_o - H_s + H_G + (v_d)^2/2g - (v_s)^2/2g$$

여기서  $H_t$  : 전양정(m)

$H_0$  : 토출압력계의 수를 수주(m)로 환산한 것.

$H_s$  : 흡입진공계의 수를 수주(m)로 환산한 것.

(흡입할 때는 -, 압입할 때는 + )

$H_G$  : 측정고차 (흡입상태), 압입상태일 때는 ( $H_G$ )

$(vd)^2/2g$  : 토출압력 측정위치에서의 속도헤드(m)

$(vs)^2/2g$  : 흡입압력 측정위치에서의 속도헤드(m)

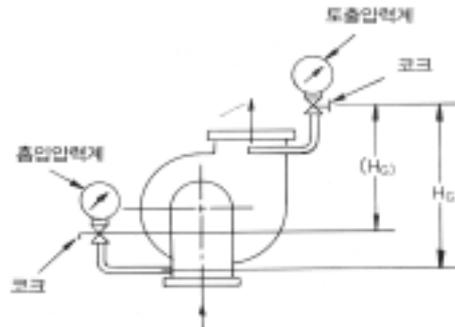


그림 10.3

단 각각의 압력측정위치의 구경이 같을 때에는 속도헤드차 $[(Vd)^2/2g - (Vs)^2/2g]$ 는 생각지 않아도 된다. 또 그 위치의 구경이 다르고 토출량을 알 수 없을 경우에는 토출량을 시험성적표에서 추정할 필요가 있으나 일반적으로 속도헤드차는 전양정에 비해 작으므로 큰 오차는 생기지 않는다. 입축펌프에서 흡입측의 압력측정을 할 수 없는 것은 아래에 따라 측정한다.

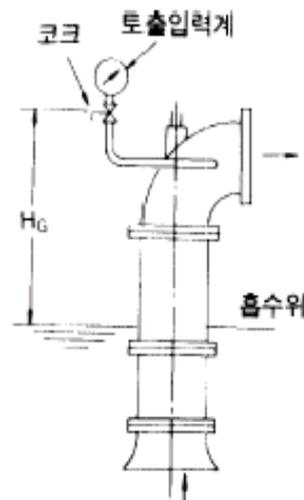


그림 10.4 입축펌프의 측정고차

$$H_t = H_o + H_G + (Vd)^2/2g \quad (10.2)$$

단 측정고차로서는 그림 10.4와 같이 흡수조위에서 잰다. 또  $(Vd)^2/2g$ 는 토출량을 측정해서 계산한다.

### 2. 1. 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 불 경제라는 점에서는 피할 수가 없다.

2) 임펠러의 외경가공

이것은 임펠러의 외경부를 잘라내서 축소함으로써 토출량, 축동력을 줄이는 것이다. 그림 10.5와 같이 임펠러의 외경이 D인 펌프의 특성곡선이 Q-H, Q-P 로 나타낼 경우 임펠러의 외주부를 잘라내서 D'로 했다고 하면 특성곡선은 Q'-H, H', Q'-P'가 된다 이때 특성곡선이 대응하는 점의 토출량 Q , Q'와 전양정 H , H'와의 사이에는 가공량이 그다지 크지 않는 범위에서 아래의 관계가 성립된다.

$$Q'/Q = H'/H = (D'/D)^2 = OA'/OA \quad (10.3)$$

가공량이 작은 범위에서는 대응점의 펌프 효율은 거의 변화가 없다고 보아도 되며,

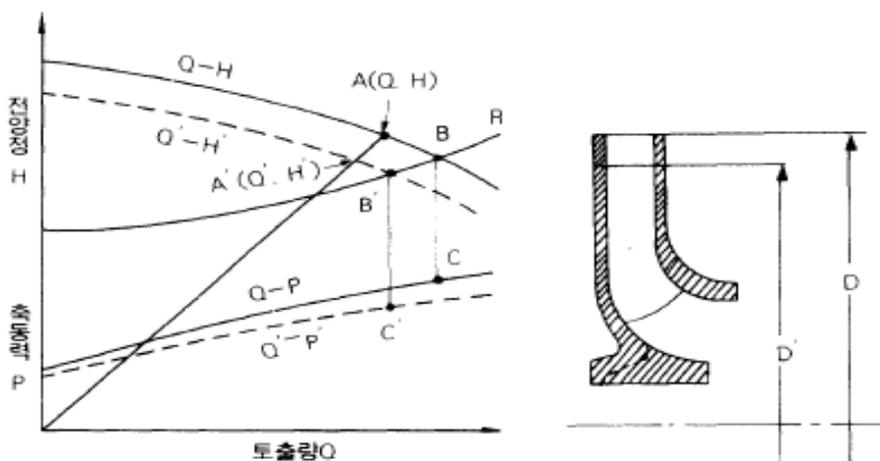


그림 10.5 임펠러의 외경가공

이것에서 가공후의 축동력곡선 Q'-P'를 구할 수가 있다. 관로 저항곡선 R이 그림과 같다고 하면 이것과 Q-H, Q'-H' 곡선과의 교점 B, B'에 의해 가공 전후의 운전점이 정해지고 각각에 대응하는 축동력은 C, C'로 되어 가공후의 축동력이 감소하게 된다.

### 2. 1 .2 축류펌프의 양정과대에 따른 과부하대책

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

### 2. 1. 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.

## 2. 2 양수불능

펌프가 양수를 못하게 되는 원인은 여러가지로 생각된다.

### 2. 2. 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 모든경우에 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 2단짜의 펌프에는 1단짜의 펌프 토출압력이 걸리므로 케이싱의 내압을 검토하여야 한다.
- (3) 시방에 적합한 다른 펌프로 바꾼다.

## 2. 2. 2 특성이 다른 펌프의 병렬 운전

한대의 펌프가 무송수상태로 되는 것은 대용량펌프의 토출량 이하로 수요량을 줄일 경우 이므로 이와 같은 경우에는 소용량의 펌프는 정지해도 좋으며, 조작방법에 따라 해결되는 것이다. 그러나 소용량의 펌프가 수요량의 관계로 상시 차단에 가까운 점으로 운전하지 않으면 안될 경우는 고열의 염려가 있으므로 병렬운전을 하는 펌프의 차단양정을 최대한 가깝게 하는 것이 바람직하다.

## 2. 2. 3 체절점 가까운 소토출량으로의 운전

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

## 2. 2. 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.

## 2. 2. 5 흡입관의 부적

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

## 2. 2. 6 캐비테이션

유효 흡입수두 부족에 의해 캐비테이션이 생겨서 양수를 못하게 될 때도 있다. 2장의 제2 절을 참고하여 계획함과 아울러 흡입관에 설치한 스트레이너에 불순물이 막혀서 이 저항에 의해 유효 흡입수두 부족이 될 때도 있으므로 이점의 검토도 필요하게 된다.

## 2. 3 토출량 감소

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

### 2. 3. 1 웨어링, 임펠러의 마모

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

### 2. 3. 2 흡입·토출관의 저항증가

관의 정년변화에 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.

## 2. 4 기동시의 만수불능

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

## 2. 5 소음, 진동

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

### 2. 5. 1 수압맥동에 따른 진동

펌프의 회전차 출구에서의 압력은 완전하게 같지는 않고 잇의 표리에 따라 다르다. 이압력의 고저가 주기적으로 안내깃입구 혹은 케이싱의 단붙이부를 통과할 때 마다 토출측에 이 압력변동이 전달되어 펌프몸체 혹은 송수관의 진동이 되어서 나타나게 된다. 이 진동수는 다음식으로 간단하게 구할 수가 있다.

$$f_1 = ZN/60$$

여기서  $f_1$  : 수압맥동에 따른 진동수 (Hz)

Z : 임펠러의 잇수

N : 펌프의 회전수(rpm)

이 진동수가 송수관이나 펌프케이싱의 고유진동수와 공통으로 진동하면 큰 진동을 발생하게 된다. 수압맥동에 따른 진동은 대체로 고압의 대형펌프에서 문제되기가 쉽다. 펌프에서 나오는 수압맥동의 진폭은 그 구성부를 개조함으로써 작게 할 수가 있으나 송수관이 공진하고 있을 경우에는 그 지지장소, 지지방법, 관의 보강등을 바꾸어서 공진을 피하여야 한다.

### 2. 5. 2 와류에 따른 진동, 소음

수류속에 물체가 있을때 그 뒤 흐름에 소용돌이가 생긴다. 이 소용돌이는 물체의 양측에서 교대로 주기적으로 발생한다. 이것을 칼만와류라 하며, 흐름에 직각인 방향에 교대로 힘이 미친다. 칼만와류에 따라 발생하는 진동의 진동수는 다음식으로 나타낸다.

$$f = k \times V/d \tag{10.5}$$

여기서, f : 칼만와류에 따른 진동수(Hz)

k : 형상에 따른 계수

- 원통의 경우  $k=0.202$

- 임의 형상의 경우  $k=0.15 \sim 0.2$

d : 흐름에 면한 폭(m)

(원통의 경우에 직경)

V : 속도 [m/sec]

유수속에 펌프의 흡입관이 있을 때에 칼만와류에 따른 진동수가 관의 고유진동수와

공진하면 큰 진동을 발생한다. 또 유로가 급확대되어 있는 곳 또는 것이나 안내 깃부에서 흐름이 벽면에서 이탈한 경우 이 부분에 소용돌이가 생겨 진동을 일으킬 때도 있다. 이 경우의 진도에 대해서는 공진을 피하도록 관의 지지법을 바꾸던가 관지름, 흐름속도를 바꾸는 등 조치를 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.

### 2. 5. 3 회전부의 불균형에 따른 진동

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

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

(2) 원동기와 직결불량의 경우, -이 경우의 이 대책으로서는 직결정도를 수정하여야 한다.

### 2. 5. 4 펌프구성요소의 공진

펌프축의 고유진동수와 회전수 혹은 식(10.4)에 표시하는 진동수와의 공진에 따른 진동이 생길때가 있다. 이와 같은 경우의 대책은 공진을 피하는 것이 중요하다. 축계에 대해서는 비교적 쉽게 고유진동수를 계산할 수 있으므로 사전에 이것을 피할수가 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 있을 때가 많으므로 제조자와 상담하는 것이 바람직하다.

### 2. 5. 5 교체마찰에 다른 축의 흔들림

회전축이 어떠한 원인에 의해 휘어져, 이것이 틈이 큰 안내부와 기름이 적은 베어링부 등에서 안내부와 접촉한다고 하면(그림 10.6 참조) 이 접점 A에서의 마찰력F는 축의 회전을 멈추려는 방향에 작용하고 이것으로 축은 베어링 중심주위로 흔들리게 된다.

이 흔들림의 각속도의 위험속도는 대략 같다. 펌프의 내부에는 웨어링이나 부쉬등의 습동부가 있고 여기서 고체마찰이 생겨 진동이 생길 때가 있다.



그림 10.6 고체마찰에 따른 진동회전

### 2. 5. 6 유막에 따른 흔들림

기름으로 윤활되는 평베어링에서, 유막은 그 점성 때문에 축에 밀착한 층은 축과 일체로 회전하고 베어링층에 밀착한 층은 고정하고 평균으로 축의 1/2의 회전수로 돌고 있다고 생각된다. 만일 이 유막의 회전수가 축의 위험속도 이상이 되고 유압방향이 베어링 중심에 대해 축의 회전방향을 향하고 있을 때에는 (그림 10.7)이 유압이 축에 대해서 여진적으로 작용하고 축의 진동을 유발할 때가 있다. 위의 생각에서 이 진동은 항상 축의 회전속도가 위험속도의 두배 이상이 되었을 때 생긴다. 펌프에서의 이 진동을 없애는 데에는 베어링 하중을 크게 하는 등이 효과적이거나 근본적으로는 축의 회전수를 위험 속도의 두배 이상으로 하지 않는 것이다.

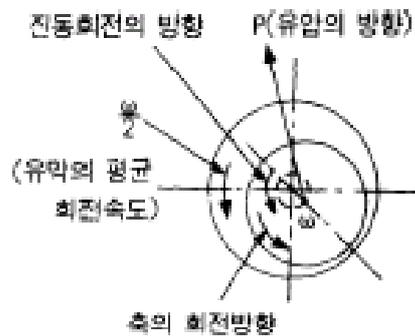


그림 10.7 유막에 따른 진동회전

## 2. 5. 7 그 밖의 원인에 따른 진동

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

## 2. 5. 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 대략허용 진폭치

펌프 회전수(rpm)	허용진폭( $\mu$ )	펌프회전수(rpm)	허용진폭(全振幅)
300까지	71이하	1500 ~ 2000	40이하
300 ~ 600	65이하	2000 ~ 3000	29이하
600 ~ 1000	58이하	3000 ~ 4000	25이하
1000 ~ 1500	49이하	4000이상	25이하

## 2. 6 베어링, 스테어링 박스의 과열

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

### 2. 6. 1 베어링의 과열

펌프를 운전할 때 미끄럼 베어링 경우는 그 습동면, 그름 베어링의 경우에는 이것이 따른 유지의 교반때문에 반드시 열을 수반하므로 몇도이상 온도가 상승했을 때에 과열이라고 하는가는 사용하는 기름의 종류, 베어링의 구조, 재질등에 따라 다르다. 그러나 펌프에 사용하는 일반베어링에서의 허용온도 상승값은 대략정해진 값이라 보아도 되며 원심 펌프 및 축류 펌프 시험방법에서 윤활유 속 또는 메탈의 측에서 쟀 온도가 주위의 공기온도보다 40℃ 이상 높아지면 안되게 되어있다. 베어링의 과열 원인으로서는 아래의 것을 말할 수가 있다.

### 1) 조립시 설치불량

축 중심이 일정하지 않은 상태에서 펌프를 운전하면 계획값 이상의 부하가 베어링에 걸리게 되어 발열량이 늘게 된다. 이것을 막는 법은 물론 직결을 정확히 하고 축심을 일치상태로 사용할 것이지만 고온의 액체를 취급하는 펌프나 원동기로서 증기 터빈을 쓸 경우와 같이 열팽창 때문에 직결상태가 운전시에 변화할 때가 있을 경우에는 운전상태의 온도로 축심이 일치하도록 직결을 수정함과 동시에 기어 카플링과 같은 가소성이 큰 축이음을 사용하는 것이 바람직하다. 일반적으로 많이 사용하는 고무링을 쓴 플렉시블카플링의 중심내기 요령은 그림 10.1와 같이 수준기를(a) 그림과 대서 축의 수명을 확인하고, 자음과 직결자를 (b) 그림과 같이 대서 C<sub>1</sub>의 간격을 원주상에 상하좌우의 4곳에서 측정하고 그 값이 0.05mm 이내가 되도록 한다. 이것은 또 C<sub>2</sub>의 간격은 원주상, 상하좌우의 4곳에서 측정하고 모든 점에서의 이것들을 값차가 0.05mm 이하가 되도록 수정한다. 다음에 커플링의 한쪽을 그대로 고정하고 다른쪽을 각각 1/4회전, 1/2회전해서 위와 같이 0.05mm 이하의 차가 되도록 한다. (취급 설명서에 지정이 되어 있는 데로 조정하는 것이 바람직함)

### 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 발열할때가 있다. 구름베어링이 들어있는 챔버 용량의 1/3 ~ 1/2이 적절량이므로 너무 많을 경우에는 줄여야 한다.

### 3) 윤활유 질의 부적

축의 속도에 대해 기름의 점도가 부적당하면 유막이 끊기거나 교반손실이 늘기때문에 발열할 때가 있으므로 사용조건에 다른 윤활유를 사용하여야 한다.

### 4) 베어링의 장치 불량

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

### 5) 이외의 원인

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

## 2. 6. 2. 스팀 펌프 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

## 2. 7 고장과 그 원인의 일람표

펌프의 고장과 그 원인은 상기 이외에도 여러가지이며 모든 것에 대해서 설명 하기란 어려우나 원심펌프에 대한 대표적인 고장과 그 원인의 일람표를 표 10.2에 표시한다.

표 10.2 원심펌프의 고장과 그 원인일람표

고장 또는 현상 원 인	시 동 시 부 하 과 다	부 하 과 소	양 수 량 감 소	양 수 불 능	축 수 발 열	그 랜 드 패 킹 발 열	카 플 링 차 마 모	카 플 링 보 울 트	진 동 이 많 다	만 수 불 능	과 부 수 하	압 력 계 수 치	진 공 계 수 치	비 고
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		약간 저	
전압강하 또는 전기품고장											0			

표계속

고장 또는 현상 원 인	시 동 시 부 하 과 다	부 하 과 소	양 수 량 감 소	양 수 불 능	축 수 발 열	그 랜 드 패 킹 발 열	카 플 링 또 는 차 마 모	카 플 링 보 울 트	진 동 이 많 다	만 수 불 능	과 부 하	압 력 계 수 치	진 공 계 수 치	비 고
슬로우스밸브 일부 열기	0	0	0									고	약간 저	
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			0	0		저		패킹상자에서 물이 나오지 않음
흡입측에서 공기 침입		0	0	0		0						불안정	불안정	수면에 거품이 나타남
흡입측에서 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. 펌프의 보수, 관리

펌프의 보수, 관리는 사용펌프의 용도, 취급액, 운전시간, 구조, 예비펌프의 유무등에 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.

#### 3. 1 점검간격과 항목

여기서는 끊임없는 주의를 필요로 하며 운전기간도 길고 중요한 역할을 갖고 있는 펌프의 예를 표시한다.

##### 3. 1. 1. 점검항목

- 1) 베어링온도
- 2) 흡입, 토출압력
- 3) 윤활유 온도, 압력
- 4) 누수량
- 5) 토출유량계
- 6) 패킹상자에서의 누수
- 7) 냉각수의 출입구온도, 압력
- 8) 원동기의 입력
- 9) 오일링의 움직임

##### 3. 1. 2 매월의 점검항목

- 1) 베어링 항목
- 2) 펌프와 원동기의 직결사항

##### 3. 1. 3 계절마다의 점검항목

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

### 3. 1. 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 모두 펌프가 1년마다 필요한 것은 아니다. 청수를 취급하는 펌프에서는 상수도와 같이 연속운전하는 예에도 분해점검을 하지 않고 장기간 운전할 때가 많다. 일반용도의 펌프에서는 하등의 이상한 징조가 없다면 전분해 점검의 필요는 없다고 보아도 된다. 그러나 부식, 마모를 수반하는 액체를 취급하는 펌프에서는 이것이 심하게 진행되면 보수가 곤란하게 될 때가 있으므로 정기적으로 분해 점검하여 보수가 필요한 장소를 조기에 발견하는 것이 바람직하다.

### 3. 2 습동부의 마모 사용 한계

펌프를 장기간 운전하면 습동부에는 마모가 생긴다. 이것으로 틈새가 커지면 성능이 저하되거나 진동이 생길 때가 있다. 또 바란스형 임펠러의 경우에는 웨어링 틈새의 증가에 따른 누설증가 때문에 바란스실의 압력이 높아져 축추력이 커져서 추력베어링에 문제가 생길 때가 있다. 따라서 마모한계에 대해서는 여러 면에서의 검토가 필요하며 간단하게는 정해지지 않으나 대충의 기준을 표시하면 10.3과 같이 된다.

### 3. 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

임펠러 웨어링을 장치한 것으로는 라이너링과 웨어링의 조를 준비하는 것이 좋으나 웨어링의 교환은 일반적으로 쉬운 일이 아니므로 임펠러에 웨어링을 장치한다는 것은 반드시 편리한 방법이라고는 할 수가 없다. 임펠러에 웨어링이 없는 것으로는 라이너링 내경을 규정 치수보다 작게 만들어 두고 임펠러 대응부의 마모에 따라서 라이너링의 내경을 가공해서 바

꾸는 것이 좋다.

2) 축슬리브

그랜드패킹과 습동하는 축슬리브는 마모되기 쉬우므로 준비하는 것이 바람직하다.

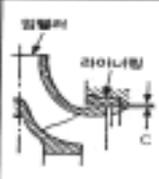
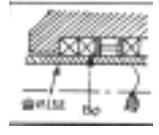
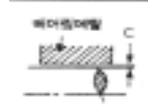
3) 그랜드패킹

세미미탈릭패킹의 정형품과 같은 것을 사용할 때는 즉시 구하지 못할 경우도 있으므로 예비품을 준비해 두는 것이 바람직하다.

4) 베어링 메탈

5) 기계적 씰

표 10.3 원심펌프의 습동부 마모사용 한계

품 목	교환의 시기	비 고
임펠러와 라이너링	C의 값이 당초의 값의 3배 이상이 될때	 <p>마끔으로서 실현되는 동력절감이나 물량증가에 따른 이익이 분해 교체의 경비보다는 충분히 커야하며 좌기 이상의 틈새가 되어도 실용상 지장이 없을 때는 사용해도 된다.</p>
슬리브	슬리브면의 모양 $B \times (0.025 \sim 0.03)$	 <p>패킹이 닿는 장소에 패어진 마모부분이 있고 한쪽에서 패임이 좌기치수 이상일 때는 교환한다.</p>
구름베어링	운전시간 40000시간 (연속운전의 경우 로 약4년6개월)	이상음, 진동, 이상발열이 있을 때는 좌기에 관계 없이 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>

### 3. 4 보수, 관리에 필요한 기록류

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

#### 1) 펌프시방표

이것에는 펌프용 시방만이 아니라 부품발주시에 필요하게되는 제작사, 제조번호 등을 기록한다. 또 사용하고 있는 구름베어링, 기계적 씰 등의 시판품에 대해서도 그 모양, 번호를 기입해 두는 것이 좋다.

#### 2) 펌프경력표

펌프사용 개시부터의 주요한 고장, 정기점검시의 특기사항, 운전시간을 기록한 것이다. 이것에 의해 점검의 요점을 알 수 있게 된다.

#### 3) 치수측정기록

주로 표 10.3과 같은 습동부의 틈새에 관한 치수를 기록해 두고 이것으로 부품의 교환시기를 정하기 위한 자료로 활용한다.