

기계설비 하자사례와 개선방안 연구(II)

조 윤 호

대림산업주식회사 건축사업본부

A Case study on Improve of HVAC Works(II)

Yoon-Ho Cho*

Division of Building Works

Daelim Engineering & Construction Co., Ltd., Seoul, Korea

ABSTRACT:

The purpose of this study to improve quality control and prevent repeated error.

Key words: Pump(펌프), Header(헤더), Water hammer(수격)

1. 서 론

한국종합건설기계설비협회의회에서 설비기술의 발전과 그에 대한 Feed Back을 강화하고 더불어 국내 주요 건설사의 시공오류 발생사례와 그 해결방안을 광범위하게 수집하여 시공개선 사례를 발표 했습니다. 설비기술인의 기술력 향상, 고객 불만족 해소에 대한 공감을 형성하여 현장시공실무 가이드의 역할을 할 수 있는 자료를 만들어 보다 쉽고 상세하게 접근 할 수 있도록 하였으며, 업계에 유용한 자료를 공유하여 품질관리향

상과 동일공사 수행시 반복 될 수 있는 오류가 발생되지 않도록 하는데 의미를 두고자 한다.

2. 기계실배관공사의 하자사례와 해결방안

2.1 펌프 설치 시 주의해야 할 사항

○ 주의사항

일반적으로 펌프를 설치 할 때 잘못된 예로 다음 사항을 나열하였다.

2.1.1 펌프에 배관의 하중이 부가되지 않도록 한다.

* Corresponding author

Tel.: +82-2-2011-7249; fax: +82-2-2011-8071

E-mail address: mcyh@dic.co.kr

펌프의 토출 및 흡입관을 가대로 정확히 지지하여 펌프에는 배관의 하중이 부가되지 않도록 한다.

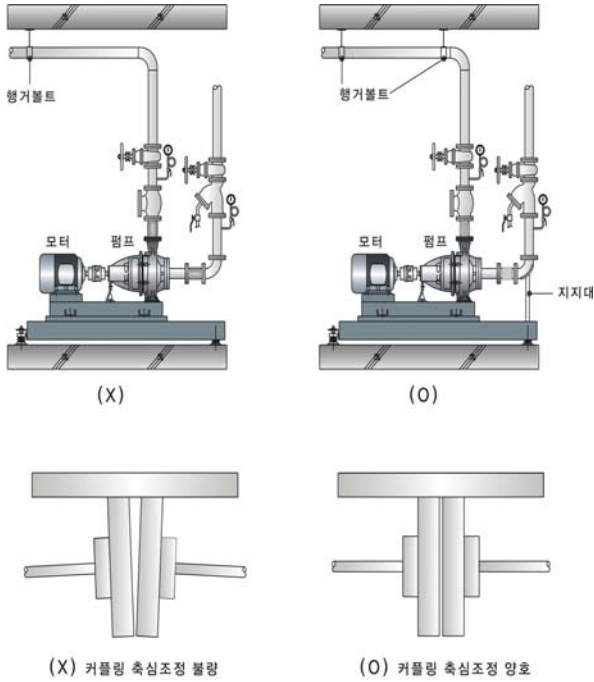


fig. 1 펌프 설치 상태

2.1.2 펌프의 중심은 확실히

상기 그림처럼 축심의 조정은 축이음재의 주위 4개소 면 단차 등을 본다. 다음으로 축이음재의 틈새 치수를 주위 4개소에서 정확히 측정하고 라이너를 이용하여 단차와 틈새를 조정하고 손으로 돌려 축이 가볍게 회전하는 점에서 고정한다.

2.1.3 펌프의 고정은 확실히

앵커볼트는 기초에 확실히 고정한다.

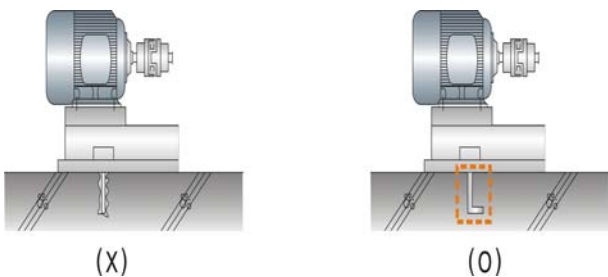


fig. 2 앵커볼트 설치 상태

2.1.4 소음 및 진동 전달이 되지 않도록 한다.

펌프실이 중간층에 위치하거나 야간에도 운전하는 병원과 호텔 등에서는 진동과 소음에 주의해야 한다. 수직배관의 지지대가 방진가대 내부에 설치되어 소음 및 진동의 전달을 방지하고 배관에 피로가 발생되지 않도록 한다.

2.1.5 펌프를 반입할 때

펌프를 반입할 때 축에 와이어로프를 걸쳐 달아 올려서는 안 된다. 베어링에 이상이 생겨 덜거덕거리는 진동이 생길 수 있다.

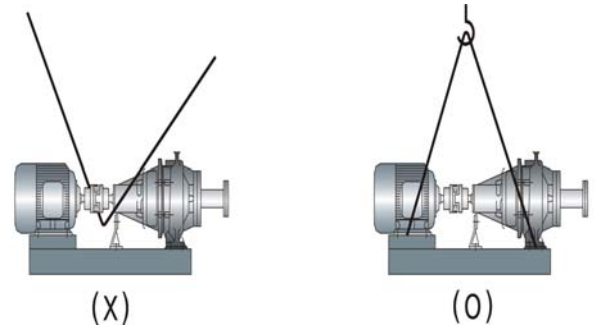


fig. 3 펌프 운반 상태

2.1.6 누수의 처리(그랜드 패킹 사용시)

펌프의 누수는 처음에는 거의 소량이지만 패킹이 열화되면 더욱 많은 양이 누수 되어 방진가대 바닥 전체에 물이 흘러나온다. 따라서 방진가대에 배수관을 설치하여 배수 되도록 한다.

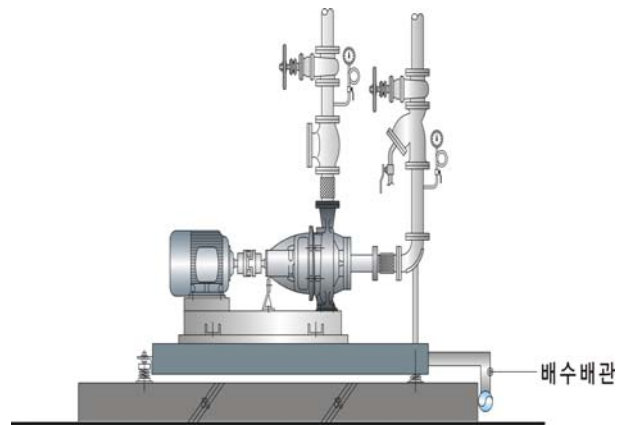


fig. 4 방진가대에 배수관 설치 상태

2.1.7 수중펌프에는 Hook를 설치한다.

수중펌프의 천장에는 반드시 유지 보수용 Hook를 설치한다.

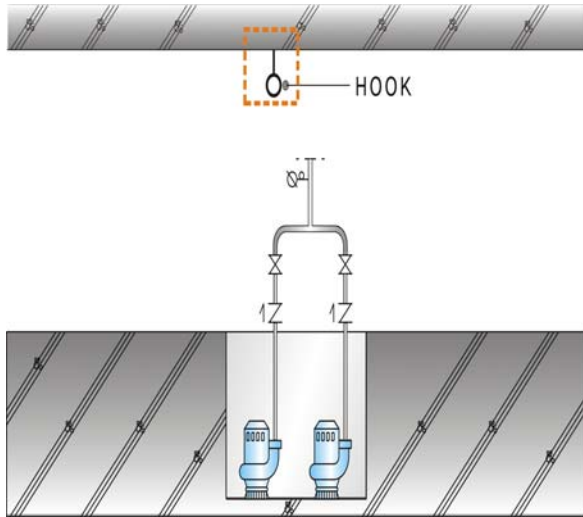


fig. 5 Hook 설치 상태

2.2 펌프 토출관측 플렉시블 이음 위치불량

○ 사례 및 문제점

연면적 10,000㎡, 지하 2층, 지상 15층의 사무실 건물로 양수펌프 100Φ×800ℓpm×22Kw의 펌프에 EPDM 플렉시블 이음을 설치했다. 그 목적은 펌프의 진동이 배관에 전달되는 것을 방지하고, 누수 및 소음을 방지하는 것이다. 그러나 약 1년 후에 플렉시블 이음의 고무 부분이 파열되었다.

펌프 정지 시에 관수의 역류가 체크밸브를 닫히게 함과 동시에 수격에 의한 압력상승이 발생하여 플렉시블 이음에 과도한 압력이 걸렸다. 펌프의 운전, 정지 때마다 고무의 신축이 반복되어 피로현상이 나타나서 파열되었다. 사용압력은 10kg/cm², 내압강도 17.5kg/cm²이고 설치 개략도는 fig.6과 같다.

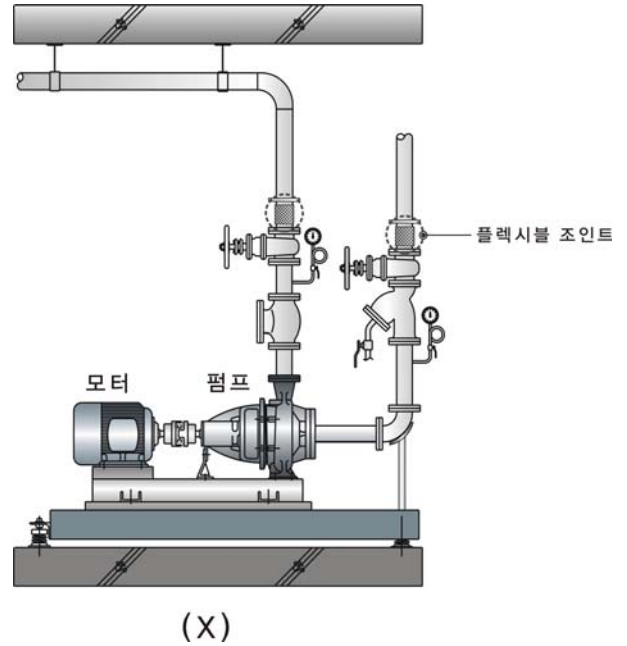


fig. 6 플렉시블 잘못된 설치 상태

○ 대책 및 해결방안

펌프 정지 시에는 압력상승이 높아지므로 수격현상에 따른 상승압력이 직접 걸리지 않도록 그림과 같이 펌프와 체크밸브 사이에 플렉시블 이음을 설치하도록 했다.

이와 같이 배관에 부착된 밸브류의 중량이 직접 펌프에 걸리지 않도록 고려하는 것이 중요하고, 배관은 펌프와는 별개로 충분한 지지와 고정을 하지 않으면 안 된다.

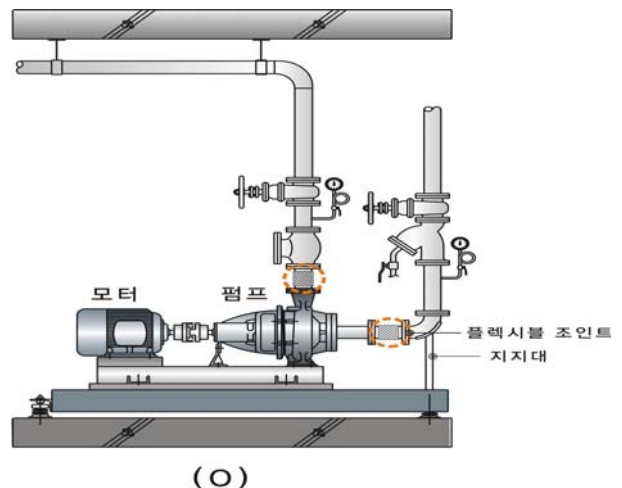


fig. 7 플렉시블 바른 설치 상태

○ 해설

펌프를 시동하면 고양정인 경우는 토출관의 압력이 급증해서 플렉시블 이음은 팽창한다. 배관 지지가 충분치 않으면 플렉시블 이음은 토출관의 접선 방향으로 늘어나서 관을 들어올리는 것과 같은 현상이 일어난다. 이러한 움직임을 방지하지 않으면 어느 정도의 굴절이 일어날 수 있도록 설계된 플렉시블 이음의 운동이 지지물이나 배관 연결부분에 악영향을 주게 된다. 따라서 펌프 토출관에서 횡주관으로 되는 부분에는 필히 고정할 필요가 있고 이런 경우의 고정방식은 볼트, 너트로 천장에 달아매는 행거방식을 피하고, L형강 등의 철관재로서 견고히 고정하는 것이 바람직하다. 그러나 건물구조체에 진동이 전달되면 심각한 영향을 미칠 수 있는 곳에서는 방진행거를 설치하고 적당한 간격을 띄워서 견고히 고정하는 방법을 사용한다. 또한 펌프 토출관의 입상배관시 적어도 수직으로 1.0m~ 1.5m 정도의 수직부분을 주도록 해서 관내에 와류가 발생되지 않도록 고려해야 된다.

펌프의 배관구배는 펌프에서 고가수조 방향으로 1/100 이상의 상향구배로 하는 것이 필요하고 역구배시는 펌프정지 시에 기수분리가 일어나서 수격현상이 일어날 수 있다.

2.3 펌프 토출관의 접속 불량

○ 사례 및 문제점

도시 내의 대규모 경기장의 시설로 약 6,000명의 관람석을 가진 실내 경기장으로 급수는 압력수조 급수방식으로 가압펌프는 구경 125mm 3대를 병렬로 설치, 평상시는 각 1대씩 교번운전을 하고 있다.

가압펌프 2대 또는 3대가 동시 가동하면 진동이 펌프의 토출관에 전달되고 또한 펌프 정지시 체크밸브 부분에 대한 수격작용이 순간적으로 일어난다. 이러한 진동, 충격이 반복되어 배관의 플랜지 및 티 연결부분의 나사부분이 이완되고 누수가 발생하였다.

3대의 펌프가 같은 형식으로 각 펌프의 토출 입상관을 일직선상으로 배열해서 좌단 펌프의 토출

입상의 상부는 엘보, 다른 2개의 입상관은 티형 부속으로 횡주관을 접속했다.(아래 그림참조) 이것은 가능한 한 배관을 단순화시킨 것으로 또한 준공시에 배관의 배열을 보기 좋게 하려고 고려한 것이다. 그렇지만 시공상 그러한 배열로서 배관연결 부속을 조립하기는 상당히 어려운 문제이고, 펌프 토출구와 배관의 플랜지를 조립할 때 배관에서 펌프를 당겨 올리려는 힘이 생기고 수격을 흡수하는 장치가 없어 이러한 하자가 발생하게 되었다.

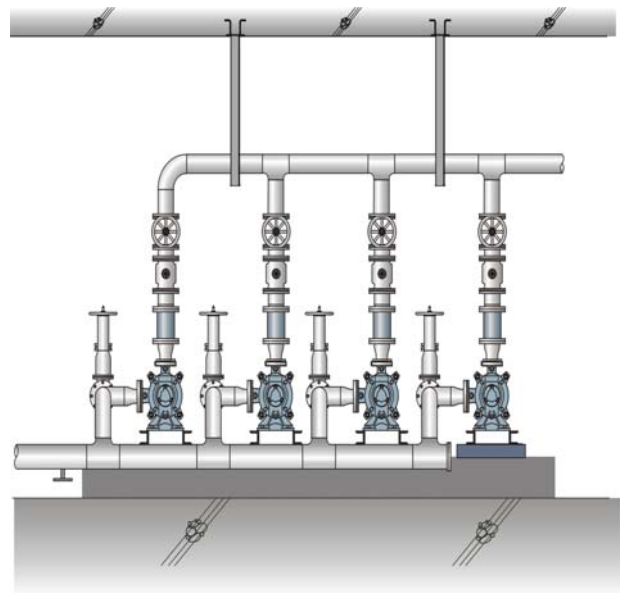


fig. 8 펌프 토출관 잘못된 시공 상태

○ 대책 및 해결방안

아래와 같이 보완하여 해결하였다(아래 그림 참조).

1. 펌프 토출측에 스윙 체크밸브 대신 수격을 완화 할 수 있는 Hammerless 체크밸브를 사용
2. 펌프 토출구와 배관 사이에 플렉시블 조인트를 삽입
3. 펌프 토출구 직상부에 수격방지기 설치
4. 배관을 확실하게 고정하여 배관중량이 펌프에 걸리는 것 방지

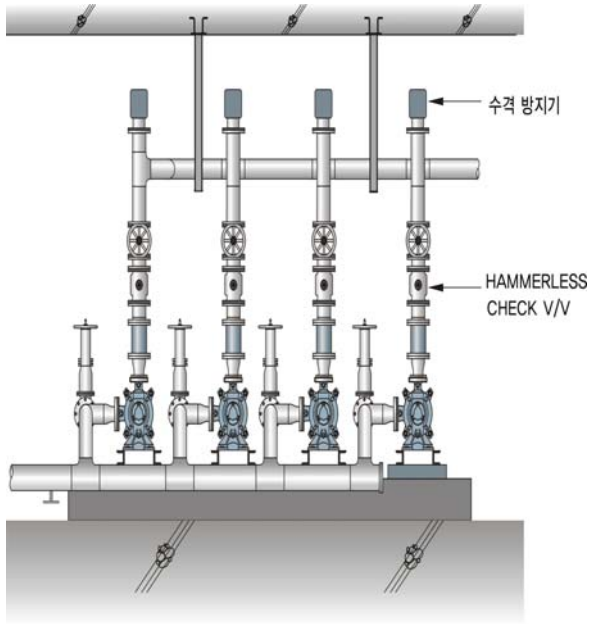


fig. 9 펌프 토출관 바른 시공 상태

2.4 Header 신축 대응 시공

○ 사례 및 문제점

고온 및 저온의 유체분배를 위한 헤더에서 헤더의 기초(Pad) 또는 헤더 지지대의 연결지점이 파손되는 일이 종종 발생됨(fig. 10).

배관계통에는 배관의 온도차에 의한 신축팽창을 고려하면서 헤더에는 고려하지 않은 결과이다. 헤더의 지지대는 용접고정하고 Plate 역시 기초에 고정하여 헤더가 온도차에 대응할 수 있는 신축성을 확보하지 못하여 변형이 생긴 것이다.

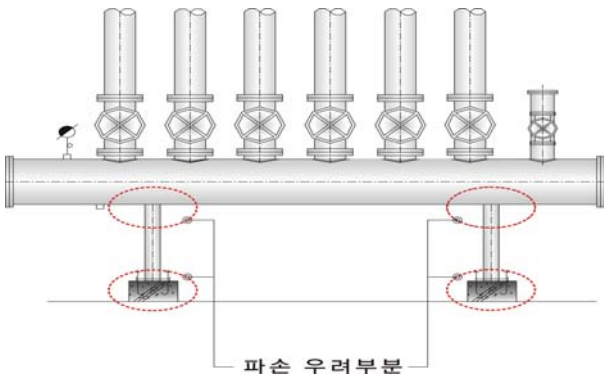


fig. 10 Header 설치 상태

○ 대책 및 해결방안

이 현장의 경우 고정용 지지대 판의 Plate Hole을 Sliding 방향으로 선형 확장하여 유동성을 확보 시켜주었다(fig. 11).

일반적으로 헤더와 지지대 사이에 고무 Pad를 사용하여 개별화로 유동성을 확보하는 경우가 있으나 이러한 경우 헤더의 장기간 신축팽창에 의한 고무 Pad의 마모 및 위치이탈이 발생할 수 있으므로 헤더와 지지대는 용접 고정하고 상기의 방법으로 슬라이딩을 주어 신축을 흡수하는 것이 바람직하다. 또는 증기용 헤더와 지지대는 한곳만 고정하고, 나머지는 자유롭게 Sliding 되도록 한다.

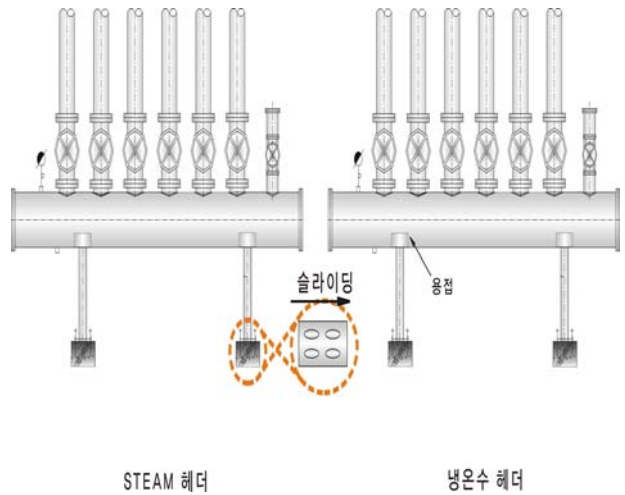


fig. 11 Plate Hole 설치 상태

2.5 수격에 의한 배수관 파손

○ 사례 및 문제점

오피스 빌딩의 지하 3층에 설치된 배수펌프에서 수격(Water hammer)이 발생하여 배수배관이 파손되고 누수가 발생.

fig. 12와 같이 수평배관이 49m로 길었으며 스윙 체크밸브를 설치하였기 때문에 펌프 정지 시에 수격을 일으켰다. 그 진동으로 이 배관계통에서 가장 약한 밸브소켓이 파손된 것이다.

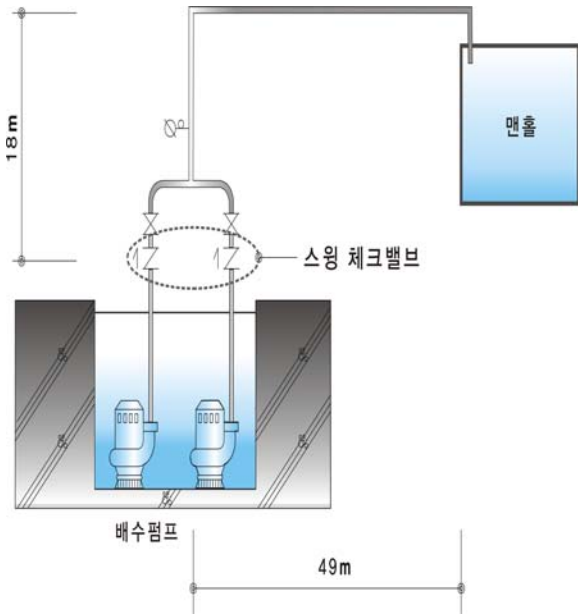


fig. 12 펌프 및 배관 잘못된 설치 상태

○ 대책 및 해결방안

fig.13과 같이 펌프 바로 위의 스윙체크밸브를 수격 방지형 체크밸브(스모렌스키체크밸브 등)로 교체하였다.

수격은 일반적으로 양정이 높은 펌프를 사용할 때 발생한다. 그러나 위와 같은 예로서 저양정이고 양수량이 많으며 더구나 상부에 수평관이 긴 경우에는 펌프 정지 시에 수격이 발생하는 일이 있다.

수격에 의한 압력상승은 관내유속의 14배라고 하며 위의 경우는 30kg/cm^2 정도의 압력상승이 있으나 수격에 수반하는 진동이 발생하기 때문에 배관계통에 약한 부분이 있는 경우에 그 부분의 파손을 고려해야 한다. 따라서 수격의 발생이 우려되는 경우에는 수격 방지형 체크밸브를 사용하고 수격 흡수기를 설치하여야 한다.

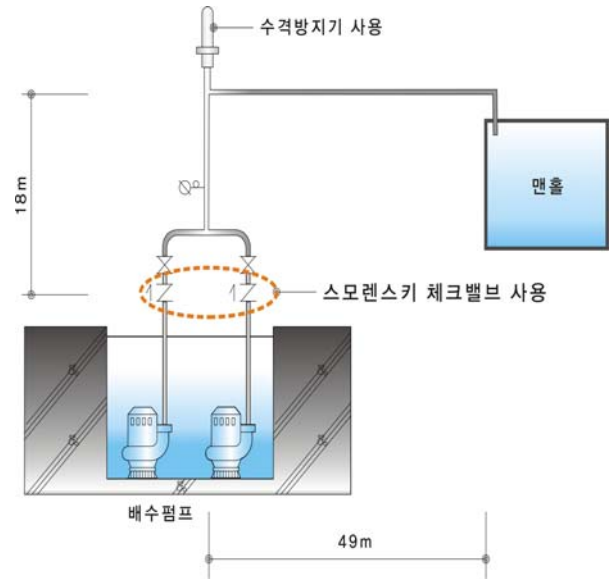


fig. 13 펌프 및 배관 바른 설치 상태

○ 해설

fig.14와 같은 송수장치에 있어서 송수 도중에 펌프가 정지하게 되면 송수관내에 수격현상이 발생하여 그로 인한 충격압으로 배관 등에 큰 피해를 주며 소음과 진동이 발생한다. 수격의 발생과정을 보면 펌프가 급정지 시 송수관 속의 물은 관성 때문에 잠시 동안 진행 방향으로 이동하지만 펌프는 송수하지 않게 되므로 펌프 토출부에 저압이 발생되어 관로속의 물은 곧 역류하게 되며, 그 유속이 어느 정도 한계에 이르면 펌프 토출부의 체크 밸브가 급폐쇄하므로 유동은 갑자기 멈추고 이로 인해 체크밸브 부분에는 압력상승이 나타나 이것이 충격파로서 관내를 왕복운동 하다 물의 마찰저항 등으로 소멸한다.

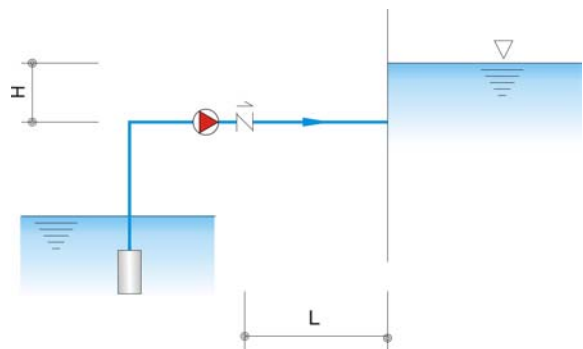


fig. 14 배관계 송수장치 개략도

- 수격에 의한 압력상승

밸브가 급폐쇄하는 경우 폐쇄 소요시간을 t 라하면 $t \leq 2L/a$ 를 급폐쇄라 하며 이때 수격에 의한 압력상승 $\Delta h(m)$ 는

$$\Delta h = \frac{av}{g}$$

a = 관의 탄성을 고려한 전파속도(m/s)

v = 밸브폐쇄 직전의 관내유속(m/s)

L = 관로길이(L)

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{k \cdot D}{E \cdot \delta}}}$$

D = 관의 내경(m)

δ = 관의 두께(m)

k = 물의 체적 탄성계수

E = 관재료의 종탄성 계수(N/m²)

- 수격현상 방지대책

1) 펌프의 플라이휠을 부착하여 회전부분의 관성증량을 증대시키고 정전과 같은 비상시에도 펌프의 정지시간을 되도록 길게 하여 급격한 압력강하를 방지하고 이 압력강하의 반작용에 의해 일어나는 큰 수격현상은 피할 수 있다.

2) 펌프 토출측에 설치되는 체크밸브가 스프링이나 추 등에 의해 역류가 시작하기 전에 닫히도록 함으로써 수격현상을 완화할 수 있다.

3) 관속의 물이 역류할 때 체크밸브에 저항을 주어 폐쇄시간을 길게 함으로써 수격현상을 방지할 수 있다.

4) 대규모 상수도 또는 공업용수에서는 관내 압력의 상승을 방지하기 위하여 자동압력조절밸브와 서지탱크 등을 이용한다.

4. 결론

본고는 설비시공개선사례에서 기계실 배관공사에서 가장 많이 발생할 수 있는 내용을 몇 가지 간략하게 옮겨보았다. 각사의 자료를 수집하여 정리 하면서 다양한 사례가 있다는 것을 알게 되었고, 많은 교류와 협력이 필요하다.

- (1) 하자 및 개선사례 공유
- (2) 유지관리 기술강화
- (3) 협력(Integration) 필요

이번 사례집은 제한적으로 제공된 자료를 모아 검토하였고, 설계적 측면보다는 시공에서 발생할 수 있는 내용을 중심으로 작성되어 현업에 도움이 되고자 한다. .

참고문헌

1. 대림산업주식회사, 2006, 하자사례교육자료
2. 설비시공개선사례집 2008, 한국종합건설기계설비협의회 발행