

# 기계설비 하자사례 및 대책

건축물의 규모가 대형화, 고층화, 고급화됨에 따라 기계설비의 기능은 더욱 복잡해지고 있으며 공사비 측면에서도 그 비중이 날로 증대되어가고 있는 추세이다.

건설산업기본법의 시행으로 우리 온돌공사도 전문건설업으로 시공을 등록할 수 있어 연재되는 각종 사례를 통해 많은 참조가 되길 바란다.

## 급수 급탕설비편

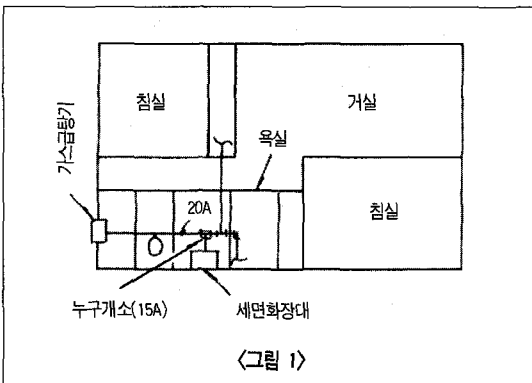
### 1. 급탕관(동관)의 매설불량에 의한 누수

#### ■ 내용

그림-1에 표시한 바와 같이 입주한지 2년 되는 어느 아파트의 화장실에 급탕관 분기티(20A×15A×20A)의 15A 부분으로부터 누수가 생겨 화장실의 바닥타일 및 거실의 카펫 등을 교체하였다.

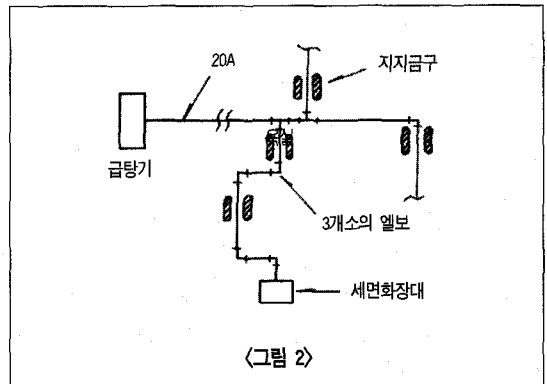
#### ■ 원인

화장실에 공급하는 급탕관의 분기티 부분을 급탕온도의 상승으로 인한 신축을 고려하지 않고 배관시공한 것이 원인이었다.



#### ■ 대책

온도상승에 의한 팽창길이를 계산하여 신축을 흡수할 수 있도록 분기부분을 그림-2와 같이 2개소의 굽힘부분(엘보사용)을 설치하고 급탕관의 고정을 내면에 보온재를 붙힌 플라스틱성형품을 사용하여 신축이 가능토록 하였다.



#### ■ 해설

일반적으로 신축이음 또는 회전이음 등을 사용하여 배관이 온도변화에 따라 신축할 수 있도록 한다. 신축이음은 금속관일 때 30m에 1개소, 수지관일 때 7~10m에 1개소의 비율이 적당하다.

## 2. 급탕설비피크시 수량부족에 의한 단수

### ■ 내용

어느 공장의 목욕탕에서 피크때에 급탕사용량이 집중할 것을 고려하여 목욕인원을 기준으로 하여 조금 큰 수치로 급탕량을 산출하였으나 준공 후 급탕량이 부족하게 되었다.

### ■ 원인

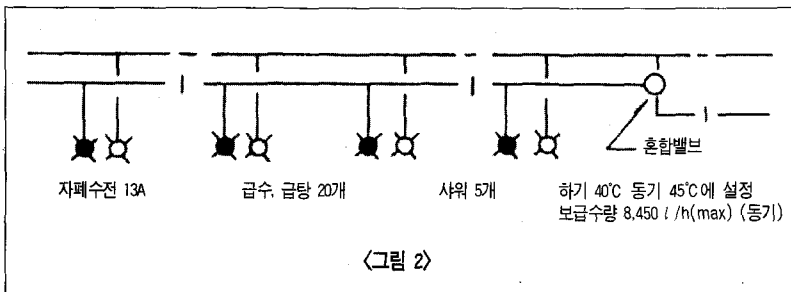
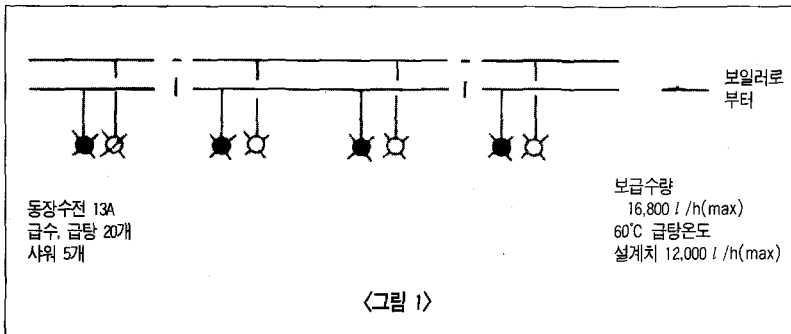
목욕탕내 배관의 개요는 그림-1과 같으며 급탕가량을 틀어놓은 상태로 사용하고 있었다. 목욕하는 상황을 조사하고 감압수조의 보급수라인에 유량계를 설치하여 사용수량을 조사하였더니 다음과 같았다.

목욕 상황 피크시 : 80인/h

급탕가량 : 20개중 평균 15~18개는 완전히 틀어놓은 채로 사용

샤워 : 5개, 평균사용률 30% 정도

보급수량 : 16,800 l /h(max) 실측치  
12,000 l /h(max) 설계치



### ■ 대책

그림-2에 표시한 바와 같이 가량을 자폐식 가량으로 교체하고 급탕계통에 온수와 냉수를 혼합하

는 혼합밸브를 설치하여 겨울에는 45°C, 여름에는 40°C로 조정하여 공급하므로써 해결하였다.

### ■ 해설

급탕가량을 완전히 열어놓은 상태로 사용하고 있었다. 모랄 문제도 있으나 자폐식 가량이나 혼합밸브를 사용하여 온도를 조정한 온수를 공급하는 것도 에너지절약 효과에 공헌을 하는 것이다.

## 3. 피트내 수도 배관에서 누수

### ■ 내용

피트내에 설치한 상수도 배관에서 누수가 발생하였다.

### ■ 원인

(1) 파이프 용접시 보이지 않는 부분의 용접이 잘못되어 펌프가 동시 입상피트에서 누수됨.

(2) 수압을 보지 않고 보온함.

### ■ 대책

입상 피트내 보온재를 해체한 후 안보이는 파이프 뒷면을 거울을 놓고 보며 다시 용접함.

### ■ 해설

부실시공의 좋은 예이다. 용접을 잘못하면 누수되는 것은 기정사실인데도 용접이 까다로운 장소라고 하여 적당히 하는 것은 하자를 자초하는 일이며 자기가 한 일에 대하여는 자기가 책임진다는 장인정신이 없기 때문이다.

배관 후에는 반드시 수압 시험을 하여 누수가 안되는 것을 확인하고 보온을 하여야 함에도 불구하고 수압 시험을 거치지 않고 보온한 것은 시공순서를 지키지 않

는 것이다. 시공자는 시공방법과 시공순서를 정확히 파악하여 하자가 없도록 노력해야 할 것이다.

## 4. 목심 슬리브 제거 난이

### ■ 내용

각목 슬리브 설치시 비닐 및 종이를 감지 않은 상태에서 시멘트가 양생되어 슬리브 제거시 애로 사항이 많았음.

### ■ 원인

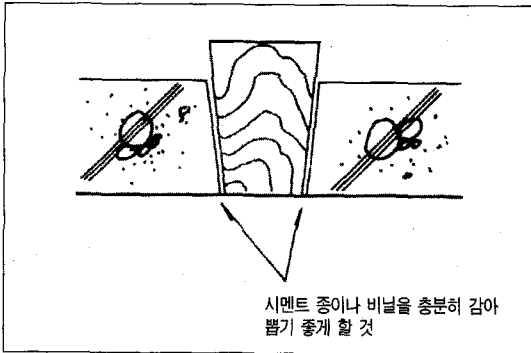
각목에 비닐 및 종이를 충분히 감아 뽑아내기 좋게 하여야 하나 각목 슬리브 비닐 및 종이를 감지 않고 시공함.

### ■ 대책

함마드릴로 뚫고 제거함.

### ■ 해설

“배는 석자라도 틀은 틀대로 차려야 한다”는 속담이 있다. 아무리 적은일이라도 필요한 것은 반드시 찾아서 하는 습관을 길러야 한다. 위의 예와 같이 비닐이나 종이를 감지 않아서 나중에 몇배의 노력을 들여야 하는 일은 없어야 한다.



## 5. 플렉시블 조인트 파손

### ■ 내용

급수펌프의 플렉시블 조인트 파손 누수로 인한 펌프실 침수(급수펌프 5대, 배수펌프 2대, 소화펌프 2대, MCC판넬 1식 침수피해)

### ■ 원인

(1) 펌프가 정지할 때마다 충격압력이 지속적으로 작용하여 스윙체크밸브 디스크에 충격을 줌으로써 디스크 탈락과 플렉시블 튜브가 파손되는 사고가 발생됨.

(2) 펌프의 토출측 수직배관 불량(간접요인)

### ■ 대책

(1) 펌프의 토출측 수직배관 수정

(2) 스윙 체크밸브(10kg/cm<sup>2</sup>)를 스톨렌스키 체크밸브(20kg/cm<sup>2</sup>)로 교체하고 플렉시블 조인트의 내압을 20kg/cm<sup>2</sup>로 교체함.

(3) 토출측 수직 수평배관 가대보완

### ■ 해설

토출 압력이 높고 유량이 많을 때는 스윙 체크밸브가 적당치 않다. 이 경우는 스톨렌스키 체크밸브나 볼 체크밸브를 사용하는 것이 좋다.

## 6. 개방형 팽창탱크의 수위설정과 급수토출구 공간

### ■ 내용

옥상에 설치한 팽창탱크로부터 종종 오버플로 하는 것이 판명되었다.

순환수 계통의 물용적에 대체로 알맞는 팽창탱크의 체적이 설계도면에 표시되어 있었으며 가로×세로×높이가 지정되어 있었다.

### ■ 원인

그림-1에 표시한 바와 같이 유효수량을 판정하는 기준으로서, 저수위로부터 고수위까지를 산출하여야 하지만 이것을 정확하게 계산하지 않은 것이다.

(1) 보급수는 일반적으로 불 탭에 의하여 이루어진다. 탱크의 급수관 소켓에 취부한 밸브로부터 급수하는데 어느 수위에 도달하면 불 탭의 작용에 의하여 급수가 정지하게 된다. 이 수위는 밸브로부터 150mm~200mm 정도인 것이 대부분이다. 이 때문에 순환계통이 낮은 온도일 때 고수위가 된 물이 온도 상승과 함께 체적이 팽창함에 따라서 유효수량이 증가하는 것을 고려하면 당연히 오버플로 하지 않을 수 없다. 팽창탱크는 걸모양의 체적뿐만 아니라 유효수량이 어느 정도인가를, 저수위의 규정선을 정하여 제작도를 작성하지 않으면 안된다.

(2) 불 탭의 밸브본체와 오버플러면과의 거리가 충분하지 않았고 물의 팽창에 대한 공간이 확보

되지 않은 것이 판명되었다. 이것은 오버플로관의 소켓위치가 급수관 소켓의 위치와 거의 같은 높이였기 때문이다. 탱크 제작회사도 이와 같은 것은 충분히 알고 있을 것으로 생각되지만 실제로 현물에는 반영되어 있지 않았다. 극히 불친절하고 기술적으로 빈약하였다.

■ 대책

(1) 저수위 레벨을 확보하고 저수위를 유지하기 위하여는 정기적으로 액면 릴레이를 사용하면 될 수 있으나 전극이 필요하게 된다. 어느 볼탭 제조 회사에 의뢰하여 저수위까지 불을 내려서 레벨조정이 가능한 밸브를 개발토록 하였다. 이것을 연결기구(LINKAGE)를 길게 하여 불의 팔을 밑으로 내려서 고정시키는 것이다.

(2) 탱크 제작회사에 대해서는 급수관 소켓과 오버플로 소켓의 관계 위치를 충분한 토출구 공간을 갖는 치수를 지시하여 제작도를 승인 받도록 하였다.

그림-2에 표시한 바와 같이 각 관계위치의 높이를 규정하여 유효수량과 토출구 공간을 확실하게 하였다.

■ 해설

밀폐식 팽창탱크에도 똑같은 것이 있을 수 있으나 개방형 팽창탱크는 수직으로 많이 사용되고 있다. 급수관경, 유효수량, 오버플로관경, 체적에 알맞는 가로×세로×높이를 정한 표준치수의 탱크를 몇 종류로 결정이 된다면 공조 위생공사의 설계, 시공자 또는 제작회사도 올바른 제품을 납

품할 수 있다고 생각된다.

토출구 공간은 일반적으로 구경의 3배 정도로 규정되어 있으나 오버플로면으로부터 오버플로가 순조롭지 않던가, 고수위면의 출정거리를 고려하여 충분한 공간을 확보하는 것이 바람직하다.

급수가 어떤 이유로든지 부압이 되었을 때 탱크로부터 역류가 발생하면 위험하다. 냉온수관에는 수처리나 방청을 위하여 약품을 주입하는 경우가 많으므로 탱크 설치 후에 규정된 공간의 확인을 하지 않으면 안된다.

탱크의 토출구 공간은 다음 식으로 물의 팽창량을 구하여 오버플로관과 급수관의 높이를 선정하여야 한다.

$$\Delta V = \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) V$$

여기에서

$\Delta V$  : 온도가  $t_1$ 에서  $t_2$ 로 변했을 때 팽창량

$r_1$  : 온도  $t_1$ 일때 물의 밀도(kg/l)

$r_2$  : 온도  $t_2$ 일때 물의 밀도(kg/l)

$V$  : 난방계통(배관, 코일, 장비 등)에 차 있는 물의 체적(l)

예를 들면  $t_1=10^\circ\text{C}$        $t_2=85^\circ\text{C}$ 인 경우

$r_1=1,000$        $r_2=0.969$

$$\Delta V = \left( \frac{1}{1,000} - \frac{1}{0.969} \right) V = 0.031V \text{가 된다.}$$

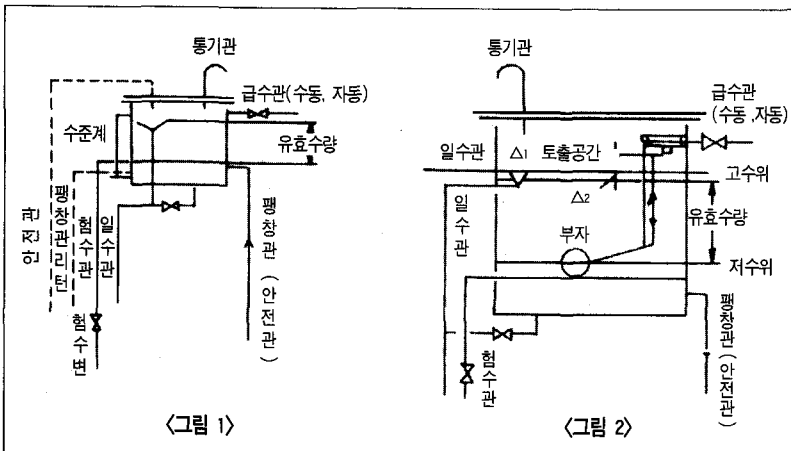
7. 펌프배관의 고무플렉시블 파손

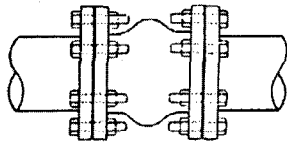
■ 내용

배관도중에 구(球)형 고무플렉시블을 취부할 경우 접촉 플랜지볼트와 고무플렉시블의 접촉에 의하여 고무플렉시블의 표면이 마모 손상되었다.

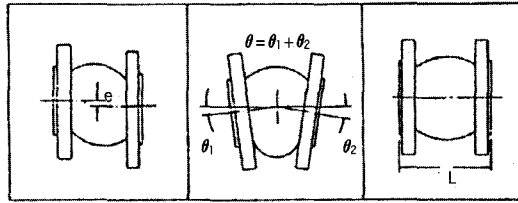
■ 원인

원인으로서는 다음 두 가지가 있으며 각각 단독의 원인으로 발생하는 경우와 (1), (2)의 원인이 복합하여



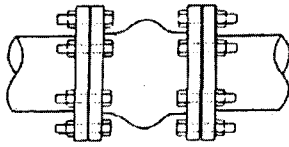


〈그림 1〉 볼트의 방향이 반대인 예

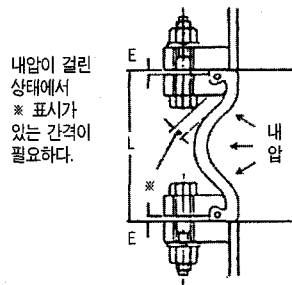


〈그림 2〉 취부시의 최대허용변위

e : 편심(mm)  
 $\pi$  : 편각(deg)  
 L : 신축(mm)



〈그림 3〉 볼트의 방향이 바른 예



〈그림 4〉 구형 고무플렉시블의 올바른 취부에

발생하는 경우가 많다.

더욱이 취부시에는 접촉되지 않았어도 소정의 내압이 걸리면 고무플렉시블이 내압으로 인하여 변형이 생겨 접촉하게 되는 경우가 있다.

- (1) 볼트의 방향이 반대인 경우(그림-1 참조)
- (2) 취부시 최대 허용범위를 넘어서 무리하게

접속한 경우(그림-2 참조)

■ 대책

플렉시블을 교환함과 동시에 원인 (1), (2)에 대해서 각각 아래와 같은 대책을 강구하였다.

- (1) 볼트의 방향을 바른 방향으로 하였다(그림-3 참조).
- (2) 그림-2에서 설명한 최대 허용범위를 초과하지 않도록 배관의 중심을 수직으로 하였다.

■ 해설

플렉시블의 본래의 목적은 진동, 소음의 흡수에 있으나 플렉시블 자체가 가연성이 크므로 배관의 중심이 다소 빗나갔다 하더라도 접속이 가능하므로 배관공이 무리하게 접속하는 경우가 있다.

또한 배관공이 중심선이 틀릴 경우에 사용하는 것으로 생각하는 예도 있으므로 시공관리 측면에

서는 충분히 주의할 필요가 있다.

배관시공은 플렉시블에 내압이 걸리지 않은 상태에서 시공하므로 볼트와의 접촉 여부는 내압이 걸린 상태에서 충분히 검사할 필요가 있다(그림-4 참조).

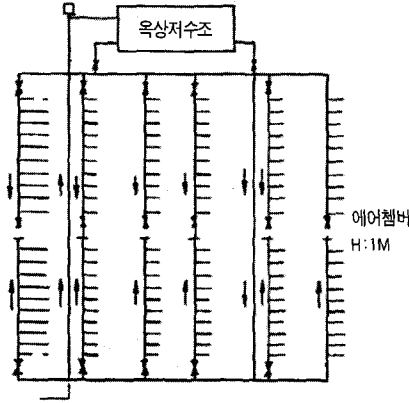
## 8. 입상관 관말 최상층 세대의 급수계량기 공회전

■ 내용

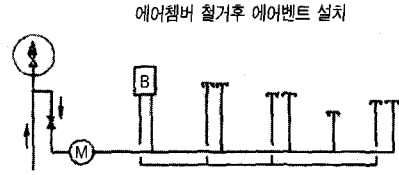
고층 아파트(20층) 준공 후 입주한 지 한달만에 하층부 최상층(10층) 관말세대의 수도요금에 타 세대에 비해서 약 3배 가량의 수도요금이 더 부과되어 입주민으로부터 항의가 발생하여 수도 계량기 이상유무 및 수압시험을 실시하였으나 아무런 하자가 없었다.

■ 원인

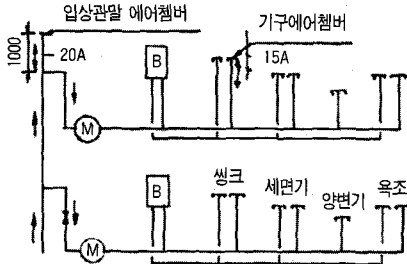
(1) 상기 건물은 [도면 1]과 같이 20층 고층부 아파트로서 10층 단위로 2등분하여 상층부는 하향식 급수 배관방식을 채택하고 하층부는 상향식 배관을 채택하였다.



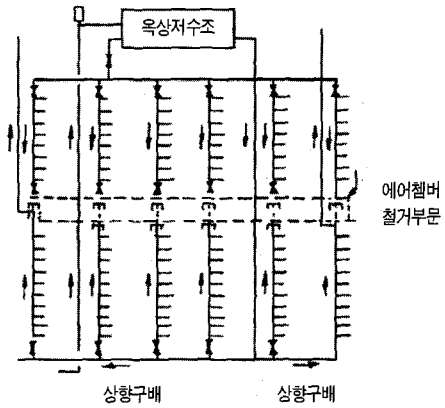
〈도면 1〉



〈도면 2〉



〈도면 3〉



〈도면 4〉

(2) 그러나 하층부 입상관 최상단에 공기를 완전히 제거할 수 있는 에어벤트를 설치해 놓은 것이 아니라 단지 수격 방지용 에어챔버를 설치하여 [도면 2]와 같이 입상관 에어챔버 부분에 모였던 공기가 순간적으로 내려왔다.

아래층 세대에서 수전을 잠그면 순간적으로 내려왔던 공기가 올라가면서 세대내 수전 부분에 에어챔버로 공기가 유입되면서 관말 세대에서 수도물을 사용하지 않음에도 수도 계량기 눈금이 공회전하는 현상을 발견하였다.

■ 처리

입상 피트내 점검구를 통해서 관말의 에어챔버를 절단 후 오스타로나사를 낸후 [도면 3]과 같이 에어벤트를 설치해 본 결과 더이상의 계량기 공

회전은 없었다.

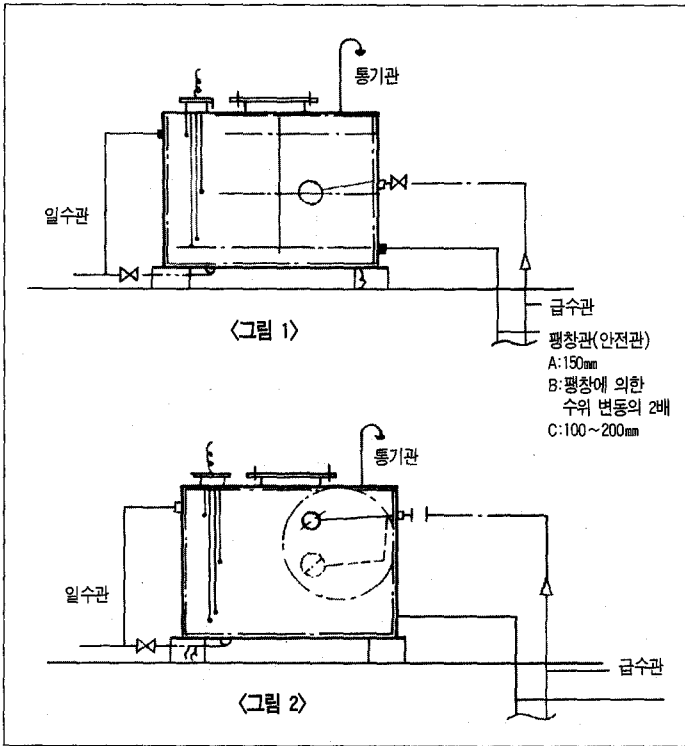
■ 대책

위와 같이 고층 아파트에서 상향식 급수배관 방식을 채택할 경우 자칫 소홀하기 쉬운 관말세대의 공기제거처리방식을 [도면 4]와 같이 지하 횡주관에서부터 상향 구배를 주어 횡주관 상단 입상관말에서 옥상층까지 에어벤트를 연장시켜 설계 및 시공을 해야 할 것이다.

9. 팽창탱크 주변 배관 결함

■ 내용

개방식 팽창탱크의 급수관 위치 및 일수관(溢水管) 관경이 작아 오버플로현상이 발생되었다.



$$\text{팽창량 } (\Delta V) = \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) V$$

$r_1$  : 가열하기 전의 물의 비중

$r_2$  : 가열후 온수의 비중

$V$  : 장치내 전수량(裝置內 全水量)

(방열량 1,000kcal 당 15 l로 계산)

## 10. 온수탱크용 팽창관 시공 결함

### ■ 내용

온수탱크 가동시 안전장치로 사용되는 팽창관을 통하여 고가수조내로 온수가 유입되어 열손실이 발생하였다.

### ■ 원인

온수탱크용 팽창관은 안전장치의 일종으로 난방설비에서의 팽창관과 같은 역할을 하는 것으로서 상온(常溫)인 온수탱크내의 냉수를 가열코일을 통하여 간접 가열할 때, 온도상승

에 따라 팽창관내에서 충분히 흡수되지 못하고 자주 고가수조로 온수가 유출하게 된다.

온도(°C)	비중
0	0.9998
5	1.0000
10	0.9996
20	0.9982
30	0.9956
40	0.9922
50	0.9880
60	0.9832
70	0.9777
80	0.9718
90	0.9653
100	0.9583

### ■ 원인

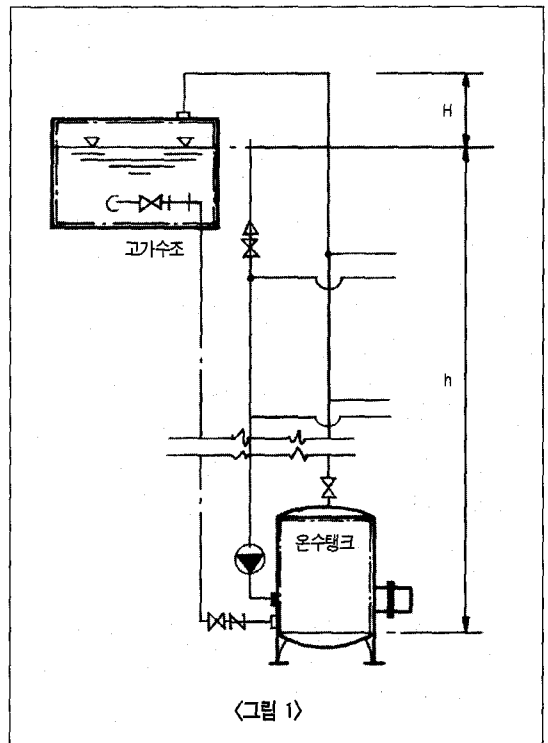
(1) 급수구의 위치가 탱크 상부에 위치하므로 만수위(滿水位)상태에서 온수를 가열할 때 팽창된 온수가 일수관 및 맨홀을 통하여 넘치게 되었다.

(2) 일수관 관경이 매우 작음으로 인해 급수관을 통하여 과급수(過給水)되거나 팽창되는 온수를 일수관을 통하여 충분히 배출하지 못하고 탱크 외부로 넘치게 하였다.

### ■ 대책

(1) 도면 및 장비 용량 계산서를 검토하여 팽창탱크의 내용적이 장치전수량(裝置全水量)팽창량의 1.5~2배 정도로 설계되어 있는지 파악한 후 <그림 1>과 같이 급수구의 위치를 선정하여 시공한다.

(2) 기 시공된 현장이나 사용중인 건물에서는 <그림 2>와 같이 보완하여 팽창된 온수의 배출을 막아 열경제(熱經濟)의 저하를 막는다.



〈표 1〉 온도 밀도표

0	0.9998
5	1.0000
10	0.9996
20	0.9982
30	0.9956
40	0.9922
50	0.9880
60	0.9832
70	0.9777
80	0.9718
90	0.9653
100	0.9583

■ 대책

〈표 2〉 또는 식을 이용하여 고가수조 주변 배관시 적당한 팽창관의 높이를 유지시키며, 고가수조의 제작도면 검토시 팽창관의 접속구(Nozzle)를 확보하여 배관이 접속되도록 한다.

$$H = h \left( \frac{r}{r_1} - 1 \right)$$

H : 팽창관의 입상 높이(m)

h : 저장조에서 고가수조의 상수면까지의 높이(m)

r<sub>1</sub> : 가열된 온수의 밀도(kg/l)

r : 가열되기 전의 급수의 밀도(kg/l)

〈표 2〉 온도별 팽창관의 입상높이 H (h=50m이하인 경우)

(단위:m)

급수 온도 °C	5	10	15	20
60	0.863	0.836	0.809	0.843
70	1.128	1.115	1.087	1.040
80	1.461	1.432	1.401	1.353
90	1.486	1.790	1.733	1.695
100	2.167	2.150	2.115	2.070

11. 지하 저수조 급수주관 파손으로 인한 기계실 침수

■ 내용

신축한지 얼마 되지 않은 8층 규모의 교회 건물 지하 기계실내 급수메인관이 야간에 파열되어 누수가 발생, 기계실이 침수되는 하자가 발생하였다. 점검결과 <도면 1>과 같이 지하수조에서 펌프로

공급되는 급수관의 중간 파이프가 파열되어 누수가 발생되었으나, 지하수조 급수 메인관에 메인 밸브를 설치하지 않아 누수 발생시 지하수조의 물을 차단할 수 없어 결국 지하수조(용량 120Ton)에 물이 다 빠진 후에 배관을 수리할 수 있었다.

■ 원인

지하수조가 <도면 1>과 같이 상향식인 경우 펌프 급수 메인관에 메인 밸브를 설치해야 함에도 불구하고 이를 설치하지 않아 배관 파손으로 인한 누수시 아무런 대책을 세울 수가 없었다.

또한 지하 기계실에 자동 배수설비를 설치해 놓았으나 관리인이 스위치를 꺼놓아 배수펌프가 작동되지 않아서 기계실을 침수시키는 원인이 되었다.

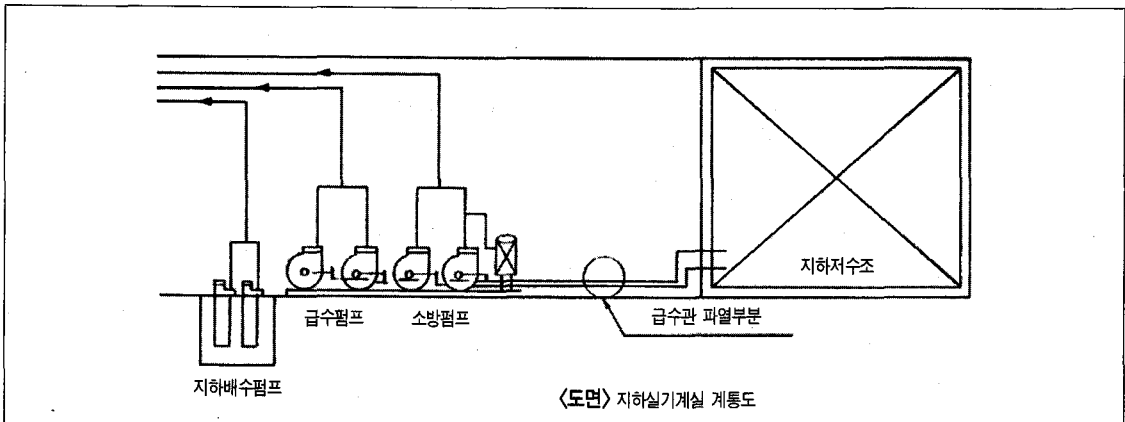
■ 처리

급수 메인관에 메인 밸브가 설치되어 있지 않은 부분을 절단하여 급수 주관에 메인 밸브를 설치하였다. 또한 관리인으로 하여금 항상 배수펌프의 작동상태를 점검하도록 주지시켰다.

■ 대책

상기 사례의 경우 설계자나 시공자 모두 설마하는 생각으로 설계 및 시공하므로써 발생한 하자의 대표적 유형이라 할 수 있다.

왜냐하면 기계실 규모가 4~5m에 불과해 메인 밸브를 설치하지 않고 펌프 흡입관측 밸브로 대처하려 했다가 배관 파열(동관 자체 약 1m 가량 찢어짐)로 인해 전혀 예상하지 못했던 하자가 발생한 좋은 사례이기 때문이다.



〈도면〉 지하실기계실 계통도