

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. 온·급수 배관 시공 착오로 인한 하자

■ 내용

입주한지 얼마 되지 않은 중앙공급식 아파트 양변기에서 온수가 공급되고 있다는 하자를 접수한 후, 현장을 점검한 결과 세대 계량기를 지난 온·급수 배관이 서로 바뀌어 시공되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

■ 원인

상기 하자는 시공자의 안일한 시공자세에서 비롯된 하자였다. 이같은 이유는 현장에서 shop drawing기사가 정확한 시공도를 작성하여 사전에 충분한 교육을 시켜서 시공에 임하게 하였으나, 아파트 설비시공 특성상 모든 배관이 획일적이기 때문에 안일한 생각으로 작업에 임하다 발생한 하자였다.

■ 대책

난방 분배기 주변바닥을 걷어낸 후 잘못 시공된 부분을 찾아내어 배관을 절단한 후 양쪽에 소켓을 설치하여 배관을 재시공하였다.

2. 아파트 옥상 파이프 피트 누수

■ 내용

아파트 옥상의 파이프 피트에서 누수현상이 발생되었다.

■ 원인

(1) 아파트의 입상 파이프 피트와 옥상 횡주관 파이프 피트가 교차되는 입상 피트부에 방수턱이 설치되지 않았다.

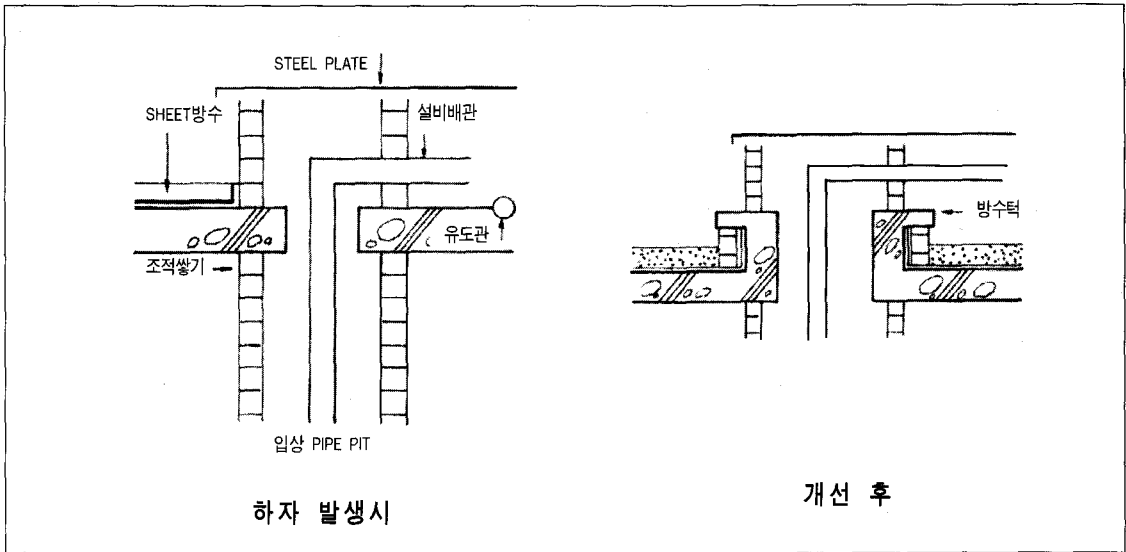
(2) 옥상 횡주관 피트의 하단부에 유도 배수관이 설치되었다.

(3) 따라서 옥상 루프 드레인이 막힌 상태에서 고가수조의 물이 흘러넘치면서 횡주관 피트에 설치된 유도배관을 통하여 물이 침입되어 입상 피트로 흘러 내려진 것이다.

(4) 이러한 현상은 앞으로 폭우시에도 유도배관이 침수될 우려가 있다.

■ 대책

(1) 건축과 협의하여 옥상 방수전에 입상 파이프 피트부에 콘크리트 방수턱 설치 후 방수작업



을 하도록 한다.

(2) 방수턱의 높이는 최소한 20~30cm 이상이 되도록 설치한다.

(3) 폭우에 대비해 옥상의 루프 드레인 처리능력을 검토한다.

3. 연립주택의 옥내 인입배관에서 누수

■ 내용

연립주택 설비공사를 시공하면서 급수배관은 동관을 사용하였다. 각 세대별 계량기는 계단실에 설치하였고, 급수주관은 세대 내부에 위치하여 계량기까지는 바닥 매립배관으로 시공하였다.

준공 후 방바닥에서 누수현상이 발생하여 현장을 확인 점검하였다.

난방관 및 계량기 이후의 급수급탕 배관은 수압시험을 한 결과 이상이 없었고, 계량기와 입상 급수주관과의 연결배관에서 누수되는 것으로 확인되었다.

■ 원인

거실 및 방바닥을 철거하여 확인한 결과 동관의 연결부분에서 물이 새고 있었다.

■ 처리

누수부분을 절단하고 새로이 부속을 설치하여 용접시공을 하였다.

■ 대책

(1) 아파트나 연립주택 등 급수관의 경우는 바닥에 매립시공하는 경우가 일반적이다. 이런 경우 배관 재질의 선택은 가능한 한 부속을 사용하지 않는 재질을 선택하는 것이 좋다.

예를 들면 합성수지 계통의 Roll관, 스테인리스 주름관 등 배관시 Bending이 자유로운 재질을 선택하여 배관도중에 부속사용을 최소화 하도록 하여야 한다.

(2) 바닥매립 급수관 배관에서 티(Tee)를 사용하는 경우에는 부속주위의 하자우려가 있으므로 급수헛다를 설치하여 각 기구마다 각각 별도의 배관을 하여 연결부위가 없도록 시공하는 것이 바람직하다.

(3) 바닥배관시공이 완료되면 보온을 하고, 타공정의 시공이 완료될때까지 배관이 손상되지 않도록 보호조치를 취하여야 한다.

(4) 매립배관의 누수는 설비공사의 하자 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 제품상의 하자보다는 시공상의 하자가 많은 부분이다.

이에 반하여 기능공의 기술수준은 향상되지 않고 있으므로 설계시부터 이를 고려하여 가능한 한 배관의 연결부위를 줄이고, 하자요인이 적은 재료를 선택하는 것이 중요하다.

4. 배수피트 내부로 지나가는 급수관의 누수

■ 내용

도심지에 있는 사무실 건물에서 저수조의 급수량이 감소하여 급수펌프가 가끔씩 공회전하는 현상이 일어났다.

■ 원인

당초는 부근에 다른 건물들이 건축되고 있어서 수도 본관의 급수 능력이 저하된 것으로 생각하고 수도 인입관의 관경을 증가시킬 계획을 했다.

그렇지만 수도요금 청구서가 접수되어 살펴보니 이때까지 통상요금보다 2배 가까이 청구되어 있어 급수관의 누수로 판단하고 누수감지기로 조사했지만 도심지에서는 심야까지 차의 통행이 있어서 쉽게 판명되지 않았다.

우연히 배수관이 막힌 사고가 있어서 배수 피트의 맨홀카바를 열어보니 그림과 같이 배수 피트내에 급수관에 소켓부분이 있어 그곳에서 누수가 일어나고 있음을 발견했다.

1개월 이상 걸쳐서 수도물이 배수 피트로 흘러 버린 것이다.

■ 대책

이 사례는 급수 인입관의 조인트가 배수 피트 속에 있어 수리는 간단히 할 수 있었다.

인접 건물과의 부지 경계가 협소한 경우, 이런 경우와 같이 배수관에 바로 붙여서 급수관을 설치하는 경우가 있지만 될 수 있는 한 이런 배관은 피해야 하고, 시공시에도 지반침하 등을 고려

해서 주의해야 된다.

또한 이런 사례와 같은 다른 현장의 실례에서 지하저수조 내부에 냉·온수배관을 관통시켜 배관했는데 냉·온수관에서 누수가 일어나서 저수조가 오버플로되어 맨홀의 뚜껑을 밀고 올라와서 지하층 바닥이 침수된 사례도 있다.

배수 피트 내부에는 다른 계통의 배관을 하지 않도록 해야 된다.

■ 참고

배수 피트(맨홀) 설치상의 주의사항

(1) 배수 피트의 필요장소

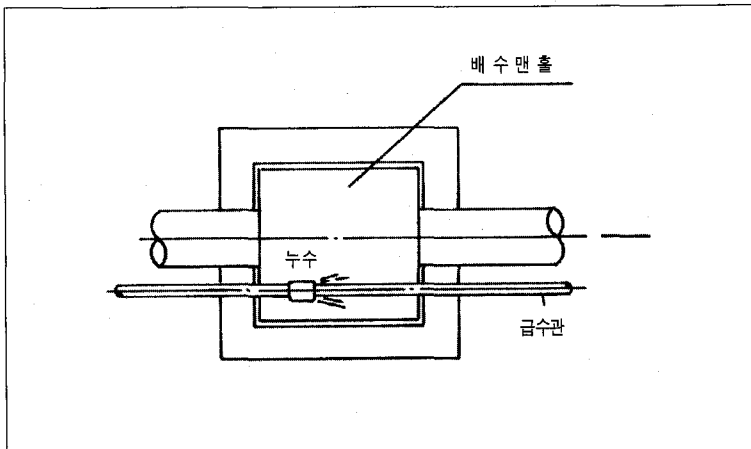
- 배수관의 기점
- 배관 연장이 길 경우, 관경의 120배 이내의 장소
- 45° 이상의 각도로 방향 변경을 하는 장소
- 구배가 크게 변경되는 부분
- 옥내 배수관과 부지 배수관과 접속되는 장소
- 우수 피트는 우수 집수에 필요한 장소
- 트랩설치 장소
- 기타 보안점검에 필요한 개소

(2) 설치상의 주의

- 크기는 각 도시의 조례에 정한 것에 따라하고 관경, 깊이, 접속하는 배수관의 숫자에 의해 정한다.
- 매설한 땅의 성토, 지반이 불안정한 장소일 경우는 견고한 기초로 할 것.
- 중량있는 차량이 통행하는 곳이나, 깊이가 최소 1.0m 이상인 경우는 철근을 넣을 것.
- 깊이가 적어도 1.0m 이상이 되는 경우는 내부에 철근을 설치한다. 철근굵기 19φ, 간격도 300mm 정도.

· 우수 피트는 150mm 이상의 물고임 깊이를 주되, 한냉 지방에서는 적용하지 않는다.

· 배수 피트내의 배수펌프로 부터의 토출관을 접속할 경우는 배수관을 배수 흐름방향으로 45° 이상의 각도로 굽게하여 접속한다.



5. 급탕관 부식에 의한 누수

■ 내용

당 현장은 1990년 7월 준공된 현장으로 아파트 및 기숙사로 사용하고 있는 건물이며 준공 후 몇 년이 되지 않아 급탕관에서 녹물이 발생되던 중 95. 4월 부터는 일부 천장과 지하층 및 입상배관에서 파이프의 부식과 함께 누수가 더욱 심하게 발생되어 정확한 원인규명과 대책을 자체점검 및 유관기관의 시험의뢰를 통하여 다음과 같은 하자 발생원인에 대해 몇 가지 결과를 얻게 되었다.

첫째: DISPENSER 설치 시기의 부적절과 약품투입 시기 및 양에 대한 조절문제

둘째: 탱크바닥의 CIRCULATION 배관 순환 PUMP의 작동으로 기생성된 스케일의 대류현상

셋째: 유지관리상의 스케일 청소 및 정기적인 드레인의 미실시

■ 원인

(1) 원인분석 과정

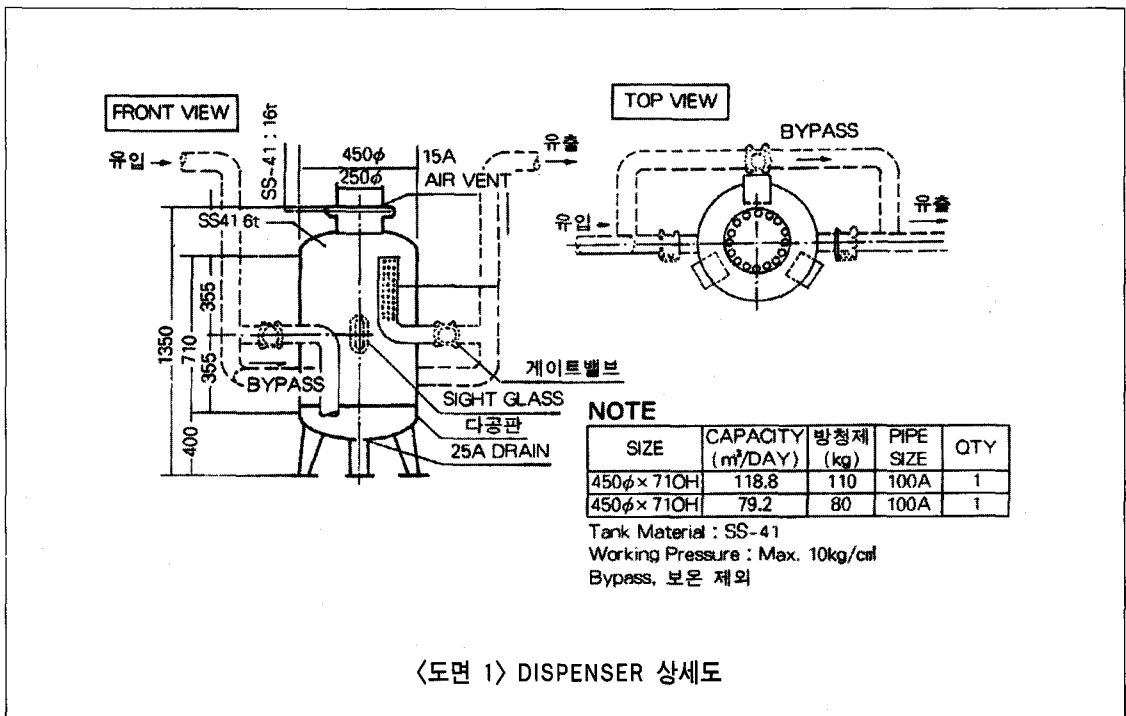
· 도면검토 : 물속에 포함하고 있는 Fe, Ci, Mg

등의 화학성분에 의하여 최근 파이프의 부식 및 스케일의 생성을 막기 위한 DISPENSER 혹은 기타 수처리 장치의 설치가 되어 있는 여부확인 (DISPENSER:도면 참조)

· 수질검사 : 수질에 의한 파이프의 부식 및 스케일 생성의 원인 유무를 확인하기 위해 공업진흥청의 스케일 생성요건 항목을 자문받아 시수 및 DISPENSER 통과수의 샘플을 채취하여 한국 화학시험연구원에 의뢰하여 수질성분결과를 확인 하였음.

· 탱크내부검사 : 급탕탱크의 재질과 마감은 철판에 에폭시 코팅마감으로 제작되고 있으나 탱크 제작시 에폭시 코팅의 마감횟수와 정밀한 페인트칠이 되고 있지 않아 간혹 밀실하지 못한 부분에서는 탱크내의 온도가 60도 이상 고온이 항상 유지되므로 열에 의한 부식이 발생할 수 있는 원인조사를 하였음.

· 탱크주위 배관검사 : 급탕탱크내의 수위차 및 정체에 의한 물의 온도차를 막기 위하여 탱크 하부에 CIRCULATION 배관을 하여 순환펌프를 가동시켜 온도차를 없애주는 배관을 통상 실시하



고 있으나 이는 바닥내부의 스케일 침전물을 혼탁하게 할 수 있는 요인으로서 이에 대한 문제점을 조사하였음.

· 유지관리 상태확인 : 보일러 및 기타 장비에 대하여는 에너지관리공단 등의 유관기관에서 정기적인 내부 및 성능검사를 받게 되어 있어 청소 및 유지관리가 비교적 양호하게 될 수 있으나 급탕탱크는 그렇지 않을 것으로 판단, 내부를 확인하게 되었음.

(2) 분석결과

1) 도면 및 시공상태 검토결과

당초 도면에 DISPENSER나 기타 수처리 장치를 설계에 반영·설치하였어야 하나 이를 전혀 설치하지 않고 사용중 부식 및 녹물이 발생되어 3년 후에야 설치함으로써 그동안의 부식 및 스케일이 기 생성된 상태에서 설치시기의 부적절로 판단된다.

2) 수질시험 의뢰결과

시수 및 DISPENSER를 통과한 물을 분석한 결과 총 12개 항목중 7개 항목에서 시수보다 높은 수치가 검출되고 있는 것으로 보아 이는 원활한 DISPENSER의 기능이 되고 있지 않은 것으로 나타났다. 그러나 스케일의 결정적인 요인으로 보기에는 수치상으로 미약하다고 나타났다.

3) 약품검사 및 확인결과

- 현재 방청제로 사용하고 있는 약품의 종류
파워포스(국산)
해시티아(국산)
하이포스(국산)
실리포스(독일)

· 약품에 대한 시험성적서 및 관련서류상 확인한 결과 이상없는 것으로 나타났으나 약품투입 용량에 있어서는 평균치인 사용수에 대한 15g/t정도 투입되어야 원활한 방청효과가 된다고 볼 수 있으나 현재 관리비상 약품의 적정투입이 되고 있지 않고 있다고 판단됨.

4) 탱크내부 확인결과

급탕탱크 내부에 대한 드레인 후 검사한 결과 벽, 바닥, 천장 등 전체에 대한 점부식이 발생되어 있었으며, 바닥에는 스케일 등 잔류물이 부분적으로 5cm 정도씩 쌓여 있는 것으로 보아 탱크의 부식이 심하며 정기적인 청소가 되고 있지 않은 것으로 나타났다.

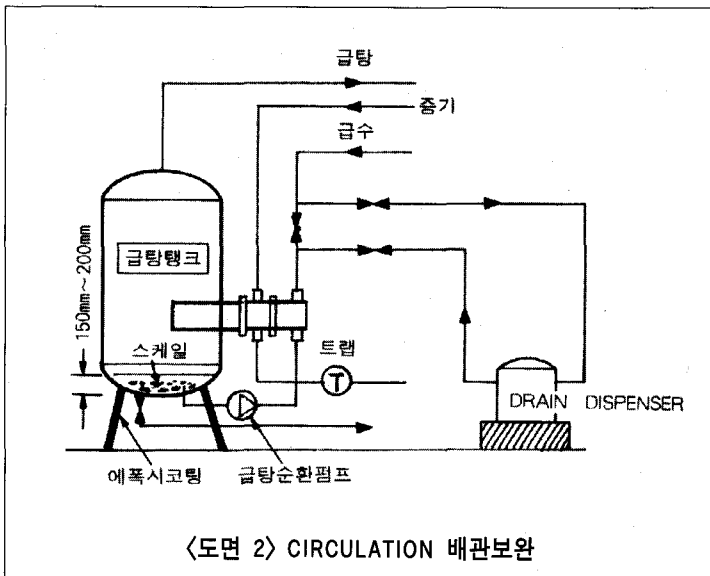
5) 냉각수의 배관검사 결과

수위의 고저차에 의한 온도차를 없애기 위하여 설치한 CIRCULATION 배관의 설치상태가 바닥면과 동일한 것으로 보아 이는 탱크내부 및 배관내의 물에 포함되어 있는 스케일의 비중이 높아 바닥으로 침전되어 있는 상황에서 CIRCULATION PUMP에 의해 바닥의 침전물들이 탱크내부의 대류현상으로 전체 물이 혼탁해지면서 세대내부로 인입된 것이다.

6) 유지관리상태 확인

보일러 및 기타 주요장비에 대하여는 에너지관리공단 등의 유관기관에서 정기적인 내부상태 및 성능검사를 받게 되어 있어 청소나 유지관리가 비교적 양호하게 되고 있으나 급탕탱크에 대하여는 특별한 검사 의무가 없는 바, 정기적인 내부청소나 수시적인 드레인으로 잔류물을 배출시켜야 원활한 유지관리가 되나 준공 후 전혀 실시되지 않았다.

■ 대책



(1) 보수대책

1) EPOXY LINEING SYSTEM

본 방식은 부식의 초기발생 및 스케일의 처음 생성시 적용 가능하나 당 현장처럼 기 부식의 정도가 심하여 배관 피트 등에서 누수가 발생되고 정확한 누수위치조차 불명확한 상황에서는 적용이 거의 불가능한 상태이며 특히 배관의 연결나사부분에서는 이미 파손으로 교체가 불가피한 상황이다.

2) 전면교체

부분적으로 배관의 샘플을 절단하여 검사한 결과 특히 심한부분에서는 32A 파이프가 내부의 스케일로 15A 정도의 관경으로 축소된 것도 있으며 기속사의 4, 5층에서는 수압저하 및 전혀 급탕이 공급되지 않는 현상과 아파트 지하층 내부에서는 입상 피트를 타고 누수가 심하게 발생되어 건물의 오염에 의한 훼손은 물론 주의 난방배관에도 영향을 줄 위험이 초래되고 있는 바, 전체적인 급탕 파이프의 교체가 불가피한 것으로 사료된다.

(2) 시설보완 대책

1) 급탕탱크의 CIRCULATION배관 수정

탱크내부의 CIRCULATION배관을 150mm~200mm 높임으로써 탱크하부에 항상 침전되고 있는 스케일 및 잔류물을 움직이지 않게 하고 탱크 내의 맑은 물만을 순환시킬 수 있도록 유지한다(도면 2 참조)

2) 급탕탱크 내부 에폭시 코팅

탱크내부의 표면에 점부식이 심하게 발생되고 있는 상황이므로 벽면에 대한 에폭시 코팅 재차 마감처리가 요구된다.

3) 유지관리

· 기존에 설치되어 있는 DISPENSER 내부의 약품 및 이물질들을 전체 제거한 후 내부청소 및 재 약품 투입토록 하며 2~3개월/1회에 5~8PPM 정도 녹는 양이 유지될 수 있도록 정기적인 약품 투입은 물론 약품제작이 1200°C의 고온에서 제작된 것이므로 온도에도 녹는 양에 영향이 있는 것으로 판단되는 바, 수시적으로 점검관리가 요구된다(약품투입일지 비치).

· 급탕탱크의 정기적인 드레인 및 급탕 비수기

를 이용 연 1회 내부청소를 실시하여 스케일발생 및 불순물로 인한 열효율이 저하되는 일이 없도록 정기적인 관리가 요구된다.

6. 급탕 공급이 제대로 안됨.

■ 내용

급탕량이 부족하여 온수사용시 여러 세대에서 사용하기 불편하다고 민원이 제기됐다. 특히 동시 사용하는 시점(아침 시간대)에 불만이 가장 많았다.

■ 원인

열교환기의 주변을 확인한 결과 열교환기의 용량은 이론적으로 적절한 용량이 선정되었다.

그러나 판형열교환기 주변에 있는 Chemical Dispenser의 Chemical이 급탕사용량이 현저히 떨어지는 심야에 배관의 열전달에 의하여 용해되고 용해된 약액이 판형열교환기에 흘러들어가 판형열교환관에 막을 형성, 판형열교환기의 열효율이 급격히 떨어져 급탕온수 공급이 원활히 이루어지지 않았다.

즉, 판형열교환기는 틈이 매우 얇고 열교환기의 Dispenser와의 거리가 짧게 시공되어져 급탕사용량이 줄어드는 심야시간에 약액이 고온에 쉽게 용해되면서 발생한 것이다.

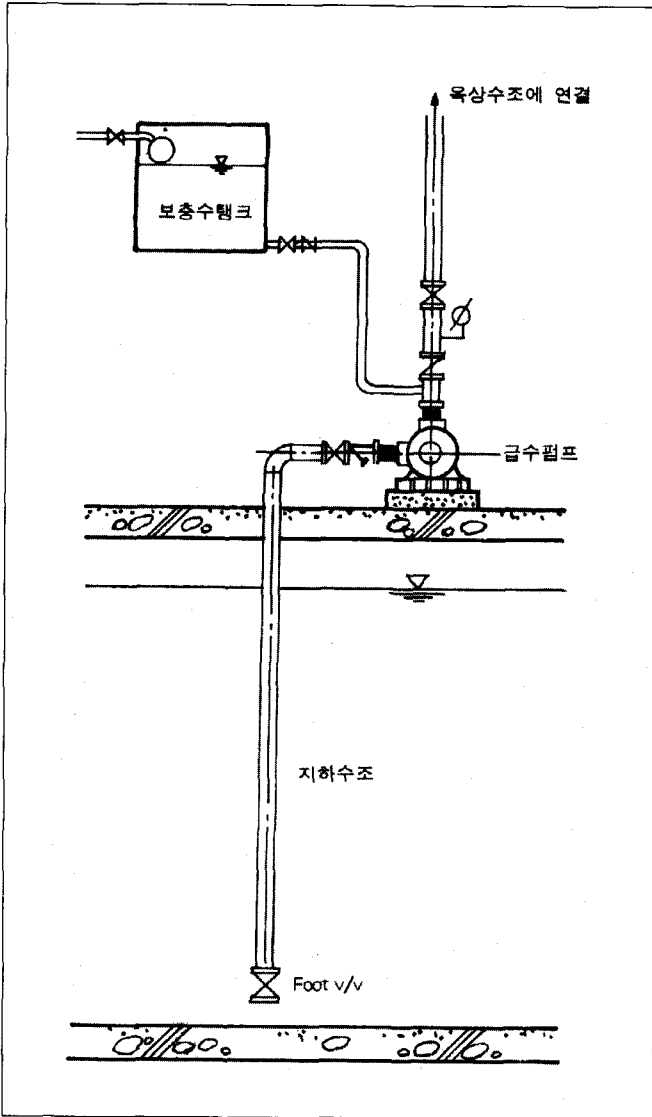
■ 처리

판형열교환기를 풀어서 내부에 묻어있는 코팅된 약액을 깨끗이 닦아내고 다시 조립연결하여 열교환기와 디스펜서와의 배관거리를 최소 15m 이상 되도록 배관을 다시 구성하였다.

■ 대책

판형열교환기 또는 기타 급탕전용 열교환기는 Chemical Dispenser와의 거리를 충분히 이격시키고, 디스펜서를 사용하지 않을 경우(예:수리가 필요할 경우) 디스펜서 안에 있는 물을 완전히 퇴수시켜서 약액이 용해됨을 방지해야 하며, 장시간 사용하지 않을 경우 약액을 탱크에서 제거시켜줘야 한다.

급탕전용 Water Dispenser는 일반 강관의 내부 녹 발생을 억제하는 기능을 위한 것으로서 최근



들어 일반 백강관 사용이 금지되었으므로 Chemical Dispenser 장치를 설치하지 않기 때문에 이러한 하자는 향후 시공현장에서 발생치 않을 것으로 생각된다.

7. 급수펌프에 의한 고가수조 급수 불량

■ 내용

지하 3층, 지상 7층 일반호텔의 욕실에서 물이 나오지 않는다고 하여 현장확인을 하였다. 고가수조에는 물이 없었고, 지하수조에는 물이 차 있었

으나 급수펌프가 가동되고 있음에도 급수가 되고 있지 않았다.

지하수조는 펌프실 하부에 위치하고 있었고, 급수펌프는 다단블류트펌프를 설치하여 주위에 보급수탱크, 흡입측배관 하부에 푸트밸브가 설치되어 있었다.

■ 원인

급수펌프 하부에 지하수조를 설치하는 것은 이론상으로는 아무런 문제가 없으나 실제로는 그렇지 않다.

급수펌프 가동이 중지될 경우 흡입측 배관내의 물은 푸트밸브에 의해 지하수조로 빠지지 않도록 되어 있고, 만일 물이 빠지는 경우 펌프주위에 있는 보급수탱크에 의해 흡입측 배관에는 항상 물이 채워지도록 되어 있다.

그러나 푸트밸브가 배관내의 이물질, 자체의 작동불량 등으로 누수가 되는 경우가 종종 있다.

이 경우 보급수의 급수량보다 누수량이 적은 경우에는 문제가 없으나 푸트밸브가 그 이상으로 열려있을 경우에는 흡입측배관에 물이 채워지지 않으므로 펌프가 가동되어도 고가수조로 급수가 되지 않으며 공회전이 계속되면 펌프의 모타가 타버리는 경우가 발생할 수 있다. 그리고 영업 중에 급수가 중단되는 경우에는 그 피해가 상당하다.

■ 처리

시공전에 이러한 문제점이 발생할 수 있음을 건축주에게 통보하였으나 도면대로 시공하도록 지시하였다. 시공상의 잘못이 아닌 것으로 확인되어 차후의 문제 발생시에는 건축주측에서 처리하기로 하였다.

■ 대책

(1) 지하수조의 위치를 계획할 때에는 펌프실보다 낮은 위치를 피할 것.

(2) 현장 여건상 펌프실보다 낮은 위치에 수조를 설치하는 경우에는 수중펌프를 설치하는 것이 경험에 의하면 가장 바람직하다.

8. 수중 모터펌프의 양수불능

■ 내용

100명 수용의 독신자 숙소에서 급수 인입관은 건물부지내의 급수관에서 분기해서 1층 계단실 밑에 설치한 저수조에서 공급하고 있다. 저수조내에 수중 모터펌프를 설치해서 관경 40mm 백강관으로 옥상 고가수조로 양수하고 있다. 예비 펌프로 1대를 두고 2대로서 자동 교대운전을 하고 있다.

약 2년 사용후 저녁의 피크시에 자주 단수가 일어나며 그 이후 단수의 회수가 더욱 잦아졌다.

■ 원인

이 지역은 상수도 압력이 좋지 못한 지역이라서 그 원인을 상수도의 급수 불량으로 생각하고 저수조와 고가수조를 조사해 보니 저수조에는 만수가 되어 있는데도 옥상 고가탱크는 비워 있는 상태를 발견하고 저수조의 급수펌프 및 토출 배관계통에 문제가 있음을 알고 우선 수중펌프를 조사했지만 물속에 있기 때문에 정규의 회전을 하고 있는가를 확인할 수 없지만 조작 패널의 전류계의 눈금은 약간의 오버현상은 있지만 정상운전의 눈금을 나타내고 있다. 다음에 생각한 것은

펌프 자체의 성능저하에 있다.

장기간에 걸쳐 점검, 수리를 하지 않았으므로 임페라의 마모나 저수조에 고인 흙이 펌프의 트러스트 베어링부에 침입되었지 않았는가 예측이 되었다. 펌프 성능저하를 체크하기 위해 체절운전(SHUT-OFF)을 했지만 성능의 저하는 나타나지 않았다. 여기서 서서히 토출밸브를 열면 전류는 정상적인 압력이 급속히 떨어지는 현상을 나타내므로 펌프의 운전을 정지시켰더니 압력은 제로를 나타냈다.

여기에서 비로소 펌프에는 이상이 없고 물이 고가수조로 양수되지 않고 다른 곳 즉, 펌프에 가깝고 낮은 곳으로 도피되고 있다고 해석이 되었다. 양수 배관에서는 전혀 누수되는 곳이 없고 저수조내의 수위가 변동없이 일정하게 유지되고 있으므로 저수조내에서 단락(누수)되고 있음이 관찰되었다.

펌프의 토출관에 설치한 체크밸브는 이러한 누수를 방지하기 위해서 설치되어 있는데 이 부분의 고장이 문제가 된 것으로 판명이 되어서 결국 체크밸브를 분해해 본 결과 밸브 내부에 녹이 발생해서 체크밸브의 디스크와 편이 고착되어 항상 열린 상태로 되어 있음이 발견되었다.

■ 대책

체크밸브를 신제품으로 교체하고 또한 압력계를 체크밸브에서 펌프 측에 가까운 토출관에 부착하여 체크밸브의 고장 발견이 용이하도록 하였다.

수중 모터펌프는 일반펌프(횡형)와 같이 바닥 상부에 설치되지 않으므로 가동부분을 육안으로 점검할 수가 없기 때문에 고장의 발견이 늦어지고 또한 보수점검도 게을러지기 쉬운 결점이 있으므로 특히 많은 주의를 가져야 한다.

