

# 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.

## 위생기구편

### 1. 양변기 고정불량에 따른 누수

#### ■ 내용

양변기가 바닥타일 사이에서 누수되면서 화장실 내에 악취가 발생하였다.

#### ■ 원인

1. 양변기와 바닥타일 사이에서 백시멘트가 충전이 되질 않았다.
2. 티볼트 캡 밑에 티볼트가 누락되어 양변기가 고정되지 않은 상태였다.
3. 양변기 배관의 노출 니플이 백강관으로 시공되었다.
4. 양변기의 배수구와 오수관 연결부가 일치하지 않고 유로가 좁혀진 상태에서 배수구와 오수관 연결부의 고무링 사이로 누수되고 있었다.

#### ■ 처리

기계설비공사 시공메뉴얼 중 '양변기 설치' 항목을 참조하여 철저히 재시공한다.

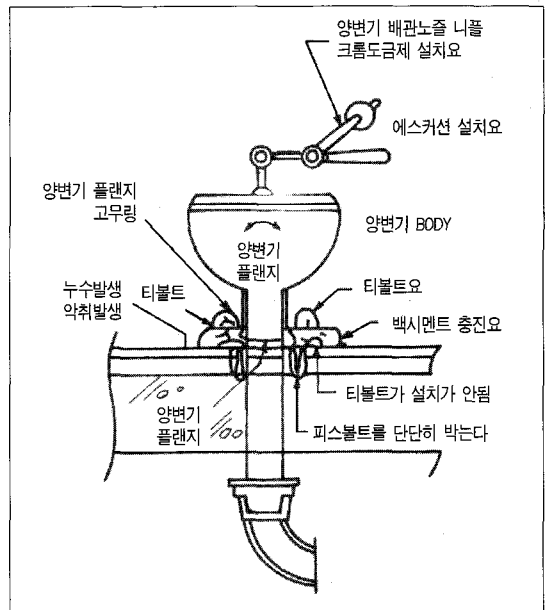
#### ■ 대책

1. 양변기 설치시 양변기 플랜지를 바닥에 철저히

고정하고 티볼트 설치가 누락되었는지 여부를 확인하여 시공한다.

2. 양변기 설치후 양변기가 좌우로 흔들리는지의 여부를 직접 손으로 움직여 보아야 한다.

3. 양변기 설치후 시운전시 누수여부를 확인하고 양변기 바닥과 타일 상부의 들뜬 부분을 백시멘트로 충전 완료한다.



4. 골조 시공시 화장실 양변기 배수구용 슬리브 설치를 위해 정확한 먹줄을 놓고 시공토록 한다.

5. 양변기 배수구와 오수관이 상하 센터가 일치되도록 설치한다.

6. 양변기 플랜지는 황동제로 단단한 재질의 부품을 사용한다.

7. 양변기 배관의 노출부분은 크롬 도금된 니플을 사용하여야 하며 슬리브 벽면으로부터의 거리를 정확히 시공한다.

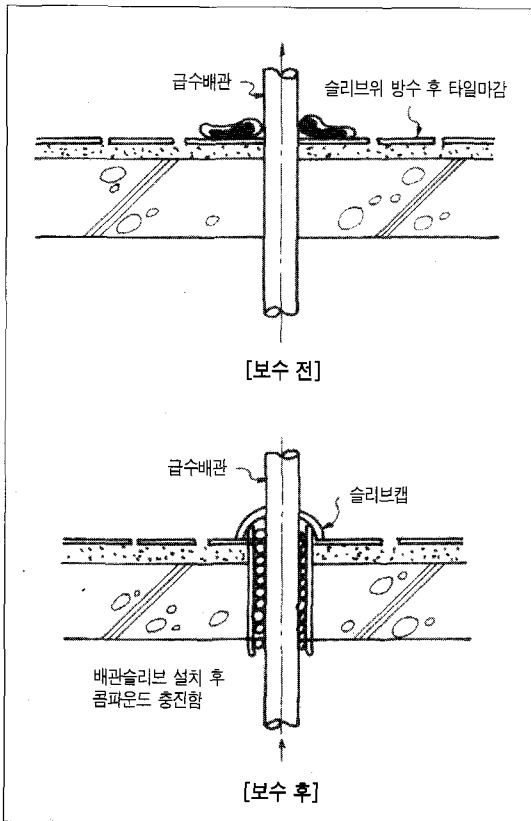
## 2. F.V 화장기의 급수관에 누수

### ■ 내용

준공된지 2년이 지난 학교의 화장실 급수관에선 누수가 된다는 연락을 받고 현장을 확인하여 보았다. 바닥슬라브를 관통한 플래쉬 밸브의 배관 하부에서 누수가 되고 있었다.

### ■ 원인

시공상의 하자였다.



배관재는 백강관을 사용하였으며, 바닥슬라브 등 구조체를 배관이 관통하는 경우에는 배관용 슬리브를 설치하여야 하는데도 이를 생략하고 그냥 배관하였다. 결국은 바닥타일 마감부분 주위의 배관이 습기, 물 등에 의하여 부식이 되어 누수현상이 발생하게 되었다.

### ■ 처리

누수되고 있는 플래쉬 밸브주위의 배관을 철거하고, 코어드릴을 이용하여 구멍을 뚫고, 배관 슬리브를 설치한 후 그 속으로 다시 배관을 하였다. 슬리브와 배관 사이에는 콤파운드를 충전하고 슬리브캡을 설치하였다.

### ■ 대책

앞으로는 급수관에 일반 백강관을 사용하지 못하므로 [음용수 배관재료(건설부고시 1993-350호)] 이러한 하자는 감소될 것으로 생각하지만 관의 재질에 관계없이 부식현상이 발생하므로 구조체를 관통하는 경우에는 필히 슬리브를 설치하여야 한다.

특히 습기가 많거나 물의 사용이 많은 장소에는 부식의 우려가 더 크므로 보다 철저한 시공이 요구된다.

## 3. 호텔 단체 객실에서 변기 사용시

### 급·배수문제 발생

### ■ 내용

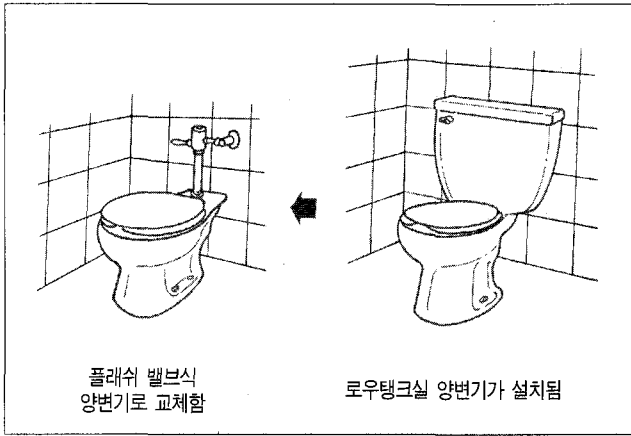
호텔을 신축하면서 1개층은 단체 손님들 수용할 수 있도록 방을 크게 하였고, 이에 따라 욕실도 크게 시공하였다.

욕실내에는 샤워기 2개, 세면기 2개, 양변기 2개를 설치하였다. 준공 후 얼마 되지 않아 단체 손님이 투숙한 후 아침에 문제가 발생하였다. 동시에 많은 인원이 변기를 사용하게 되므로 인하여 변기의 급배수가 제대로 이루어지지 않고 있다.

변기는 로우탱크로 설치가 되어 있어서 다시 사용할 때까지는 로우탱크 내의 물이 충수되어야 하나 그러할 시간이 없었고, 로우탱크에 물이 채워지기도 전에 계속 사용을 하므로써 배수가 제대로 이루어지지 않았고, 이로 인하여 불결함은 물론 악취가 발생하였다.

### ■ 원인

다수의 인원이 동시에 사용하는 장소에는 플래쉬 밸



브식 양변기를 설치하여야 하나, 로우탱크식 양변기를 설치하므로써 문제가 발생하였다.

■ 처리

기 시공된 입상관은 관경이 부족하여 고사수조에서 별도의 배관을 인입시공하였고, 기존 로우탱크식 양변기는 철거하고 플래쉬밸브식 양변기로 교체하였다.

■ 대책

설계측면

1. 호텔의 경우 욕실내의 변기는 대부분 로우탱크식 양변기를 설치한다. 이는 플래쉬밸브보다 소음이 적고 다양한 제품을 선택할 수 있기 때문이다. 그러나 단체식의 경우에는 공용화장실의 개념으로 설계하여야 하므로 플래쉬 밸브식 양변기를 설치하여야 한다.

2. 변기의 설치는 욕실의 타 위생기구와 구획을 하여 동시에 각 기구를 사용할 수 있도록 하여야 한다.

4. 연립주택 최상층에서

샤워 작동불량

■ 내용

빌라형 4층 연립주택을 시공하였다. 외관을 고려하여 경사지붕으로 하였고, 그 지붕 속에 고가수조를 설치하였다.

준공 입주한 후 곧바로 4층 전세대에서 욕실의 샤워가 물이 제대로 나오지 않는다고 하여 현장을 확인하여 보았다.

세면기의 급수전에서 나오는 물의 양도 적었고, 욕조 샤워는 사용할 수가 없을 정도로 물이 약하게 나왔다.

■ 원인

설계상의 하자였다.

샤워를 하는 경우 최소 0.7kg/cm<sup>2</sup>(수두압 7m)의 수압을 필요로 하나 설계시 고가수조가 상부로 노출되는 것을 피하기 위하여 기술적인 검토를 충분히 하지 않고 최상층(4층)의 천장위에 그대로 고가수조를 설치하므로써 최소의 필요 수압을 확보하지 못하였다.

■ 처리

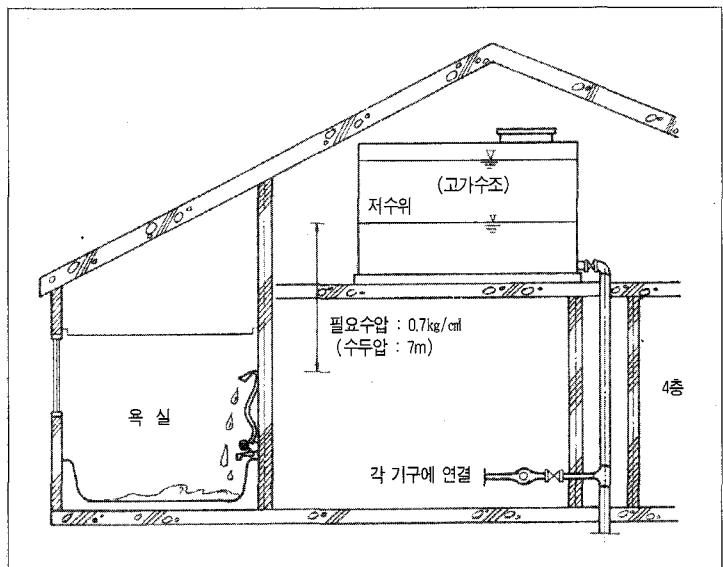
별다른 대안이 없었다.

4층 각 세대의 계랑기 이후에 압력탱크가 부착된 소형 급수펌프를 설치하였다. 그후 샤워나 수전을 사용하는 경우 펌프의 가동, 정지가 반복됨에 따라 소음 및 수격작용이 발생하고 수전 및 샤워가 사용도중 갑작스럽게 유량, 유속이 변화하는 등 불편함이 발생하고 있다.

■ 대책

1. 상부에 고가수조를 설치하는 경우에는 최소의 필요 압력을 확보하기 위하여 고가수조의 위치를 최상층 급구의 토출구 위치보다 7m이상 높여 설치한다.

2. 고가수조를 설치할 수 없거나 필요한 높이를 확보하지 못할 경우에는 부스타펌프를 설치한다.



### 1. 수도계량기 동파

■ 내용

복도식 아파트 수도 계량기 동파

■ 대책

1. 보온 철저 시공
2. 열선 시공
3. 점검구 문틀에 가스켓(고무 또는 스폰지 등)을 붙여 외기 유입 방지
4. 각 층마다 파이프 덕트를 막는다.

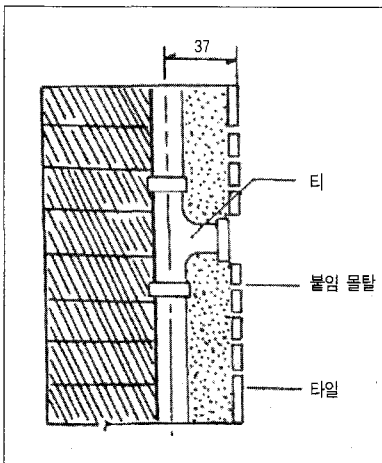
### 2. 급수전 수전설치 하자

■ 내용

급수전 연결티가 마감면과 일치되지 않아 수전설치 시 튀어나오거나 깊이 들어가 미관상 좋지 않음.

■ 대책

마감칠수 확인 후 티 단부를 마감 몰탈면과 일치시켜 배관한다.



### 3. 급수관 동결

■ 내용

1. 복측벽에 설치한 주방 싱크 급수관 동결
2. 발코니에 설치한 급수관 동파

■ 원인

보온 시공을 철저히 하지 않았다.

■ 대책

1. 가능한 한 외기와 면하는 벽쪽에 설치하

는 것을 피한다(설계시 고려할 사항).

2. 보온통과 연결되는 부분에 틈새가 없도록 하고 접착테이프를 감아서 기밀을 유지하도록 한다.

3. 가능하면 벽 보온 안쪽에 배관토록 한다.

4. 발코니에 설치하는 급수전에 퇴수밸브를 설치한다.

### 4. 고가수조 배관 동파

■ 내용

고가수조 급수배관 및 보충수 배관 동결 및 동파

■ 대책

1. 고가수조 피트 내부 단열재 시공 및 출입문 단열 철저
2. 배관 보온재의 두께를 25mm에서 40mm로 할 것.
3. 배관 주위에 전열선 시공
4. 고가수조 피트내에 보일러 연도를 통과시켜 피트 내부 공기의 온도를 높이는 방법도 있음.
5. 외기 침입을 방지하기 위하여 모든 창문의 기밀을 철저히 시공한다.

### 5. 욕실배관의 누수

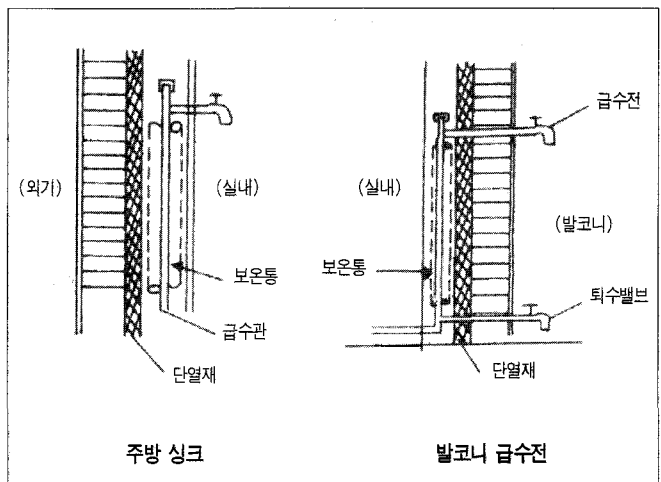
■ 내용

욕실 및 세탁실용 급수, 급탕배관 부식 및 누수현상

■ 원인

방수액으로 인하여 강관의 외부가 부식됨.

■ 대책



1. 방수층과 접하는 배관부위는 에폭시 페인트 또는 콜달로 도장하여 방수액 침투를 억제.
2. 강관류에 부식효과를 주지 않는 성분의 방수액 사용
3. 합성 수지관 사용

## 6. 호텔의 급탕관(동관) 부식

### ■ 내용

준공 후 7년 반이 경과한 호텔의 급탕용 동관이 같은 시기에 2개소에서 누수가 생겼다.

1개소는 고층 식당의 손님용 화장실 내 급탕관이고 또 다른 1개소는 지하 공용의 중업원 욕실용 환탕관이었다.

### ■ 원인

누수되는 부분을 동관 생산업체에게 보내어 조사해본 결과 양쪽 모두 공식(孔食)에 의한 관통공이 생긴 것이다.

### ■ 대책

급탕용 동관의 부식에 대한 주의사항으로,

1. 관내의 용존 기체를 가급적 빼어 버린다.

배관시 구배를 주어서 공기밸브를 달던가 기수분리기를 설치하는 것 등인데 기수분리기는 압력이 낮은 개소에 설치하지 않으면 효과가 없다.

2. 관내 유속을 제어한다.

유속은 1.2m/sec 정도로 하고 순환펌프의 선정이나 급탕사용량이 많은 주방의 환경은 충분히 검토한다.

물이 정체되어 있는 상태도 공식의 원인이 된다고 하므로 환탕관의 유량을 조정해서 물이 흐르지 않는 개소가 없도록 한다.

3. 관내 이물질이 부착되지 않도록 한다.

티끌, 모래, 철분 등이 부착되지 않도록 보관이나 시공시에 주의한다.

4. 난류의 방지

관절단시 생긴 돌기가 난류의 원인이 되므로 시공시 주의할 필요가 있다. 기타 배관, 기기의 재질을 통일하는 것과 급탕온도를 낮게 하고 횡배관을 매우 짧게 하는 것 등이 부식을 방지한다.

### ■ 해설

동관부식의 대표적인 것으로 궤식(潰食)과 공식(孔食)이 있다. 어느 쪽이든 저장조가 있는 강제순환의 중앙식 급탕배관에 많이 발생하며 용도별로는 호텔이나 병원 등의 급탕 사용율이 높은 건물에 많다. 궤식은 물이 흐르는 방향에 말발굽형으로 도려낸 듯이 부식되는 것으로 물의 흐름이 급격히 변화하는 개수부위이나 유속이 빨라지는 순환펌프 주위에 많이 발생한다.

이러한 궤식은 유속이 빠른 장소에 생기고 물의 전달력에 의한 동관 내부의 부식방지 피막이 형성되지 않기 때문에 생긴다.

궤식 발생의 원인으로는

1. 관내 유속이 빠르고
2. 관의 끝부분을 자를 때 생긴 돌출물 때문에 부분적으로 유속이 증대하는 경우 등을 들 수 있다.

공식은 동관내측에 녹청색의 부식생성물이 솟아 오르듯이 부착해서 그 아래쪽에 침식이 진전되어 바깥면까지 관통되는 것이다.

공식은 2가지가 있다.

경수의 급수관에 발생해서 염기성 탄산동의 부식생성물을 생기게 하는 형태 I 과 연수연수의 급탕관에 염기성 유산동을 생기게 하는 형태 II 가 있다. 이번 2건 모두 염기성 유산동이 부식생성물로 검출되어 전형적인 형태 II 의 공식이었다.

공식발생의 요인은 충분히 해명되지 않았지만,

1. 유산 이온(SO<sub>4</sub><sup>-</sup>), 염화물 이온(CL<sup>-</sup>)이 많다.
2. PH가 낮다.
3. 용존 산소가 많다.

위와 같은 수질은 공식이 발생하기 쉽다고 한다. 또한 관벽에 이물질이 부착하던가 관내에 체류상태도 공식발생의 요인으로도 꼽는다.

## 7. 압력탱크의 용량부족으로 펌프모터소손

### ■ 내용

설치한지 10개월이 경과된 펌프 2대(1대는 예비용) 중 압력탱크 1기의 급수장치에서 펌프모터가 소손된 사고가 발생하였다. 펌프는 100A×57m×3φ×200v×18.5kw로 동력반내의 Y-△용 마그네틱 스위치가 녹아 붙었다.

■ 원인

처음에는 설계대로 병렬교환 운전으로 물을 공급했지만 2차측의 사용수량이 증가하여 시공자의 판단에 따라 2대를 동시 운전해서 급수를 하고 있었다. 그 때문에 급수능력은 만족스럽게 됐지만 압력탱크의 용량이 부족한듯 하고 펌프의 기동 정지가 매우 빈번해져서 기동시마다 펌프모터에 과전류가 흘렀기 때문에 펌프모터는 소손되고 마그네틱 스위치는 접점이 마모되어 용착되었다.

■ 대책

응급대책으로 모터와 마그네틱 스위치를 교체하였고 전기판넬 내부를 검토해서 심하게 마모된 다른 스위치도 함께 교체하였다. 항구적인 대책으로 압력탱크의 증설을 하기까지 수동으로 유량을 조절하고 릴리프관을 설치해서 2대를 동시에 연속운전으로 급수하였다.

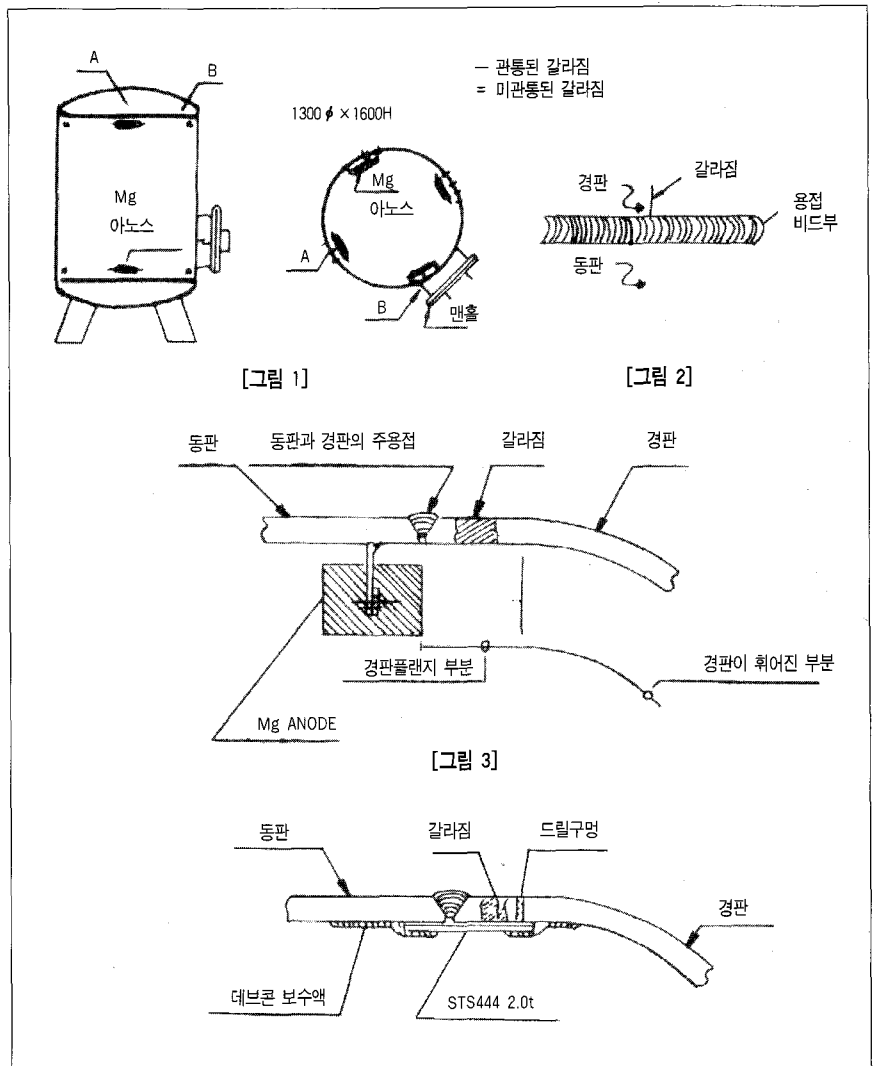
■ 해설

압력탱크 방식의 경우 압력탱크 용량이 충분해도 수조내의 공기가 물에 용해되든가 또는 수조로부터 유출되는 물과 함께 공기가 외부로 방출되면, 수조내의 공기량이 부족하여 압력변동이 심해지므로 압력스위치의 작동에 의해서 펌프의 기동 정지가 빈번해지기 때문에 위의 예와 같은 모터소손 사고를 일으킬 수 있으므로 주의할 필요가 있다.

8. 스테인리스 강제 저장조의 수소취성에 의한 갈라짐

■ 내용

사용기간이 약 1개월 된 스테인리스 강제 저장조 4기중 2기의 용접부 근처에 누수가 발생하였다. 저장조의 재질은 STS444로 해서 마그네슘의 희생양극 [부식을 방지하기 위한 방법 중 한가지임]이 [그림 1]과 같이 배치되어 있다. 누수개소를 침투탐상 시험법(칼라체크)으로 조사한 결과 [그림 2]에 표시된 바와 같이 갈라짐은 용접비드의 직각방향으로 발생되었다. 그리고 갈라짐의 분포는 희생양극의 근처에 집중되어 있고 경관쪽에만 발생되었다. 더욱 마그네슘의 살이 보통



보다 심하게 감소되었다.

■ 원인

물에 면한측의 영향은 상수를 사용하였기 때문에 특별히 문제가 없는 것으로 생각되므로 갈라짐의 원인은 다음 두 가지로 좁혀진다.

1. 마그네슘의 회생 양극에 의한 음극방식으로 수소 취성을 일으킨 경우
2. 경판은 냉간 프레스 가공한 상태 그대로 사용하였으므로 동판보다 잔류응력이 큰 점

■ 대책

보수공사로써 갈라짐이 더 이상 진전되지 않도록 조치하고 [그림 4]에 표시된 바와 같이 판을 덧 대서 용접하고 데브콘을 도포했다.

■ 해설

STS444는 퍼라이트계이므로 수소취성의 감수성은 STS304, 316 등의 오스테나이트계 보다 매우 크다. 따라서 퍼라이트계 및 말텐사이트계 스테인리스강에 대한 외부 전원방식이나 회생 양극방식의 음극방식은 방식의 역할을 하지 못하고 반대로 갈라짐을 촉진시키는 결과가 되었다. 가공시의 잔류 응력에 대해서는 동판은 경판에 비하여 적다. 또한 용접시의 열응력도 동판 및 경판 모두 같은 정도의 응력으로 생각된다. 일반적으로 수소취성에 의한 갈라짐은 수소의 양 및 응력 레벨의 크기에 따라 조정되기 때문에 음극 방식을 행하고 있어도 갈라짐이 없는 것도 있다.

9. 공동주택의 바닥배관으로부터 누수

■ 내용

[그림 1]에 표시된 바와 같이 공동주택에 입주한 뒤 수개월이 지난 후 복도로부터 식당측에 침수된 사고가 발생했다.

■ 원인

마루바닥을 뜯고 조사해보니 급수관과 급탕관이 교차되는 부분에서 급탕관으로부터의 누수가 발견되었다. 교차부분은 [그림 2]에 표시된 바와 같이 무리하게 구부러져

있었다. 원인은 관리 좌골했을 때 생긴 크랙이 관의 신축에 의하여 터진 것으로 추정되었다.

■ 대책

동관을 절단하여 교체하였다.

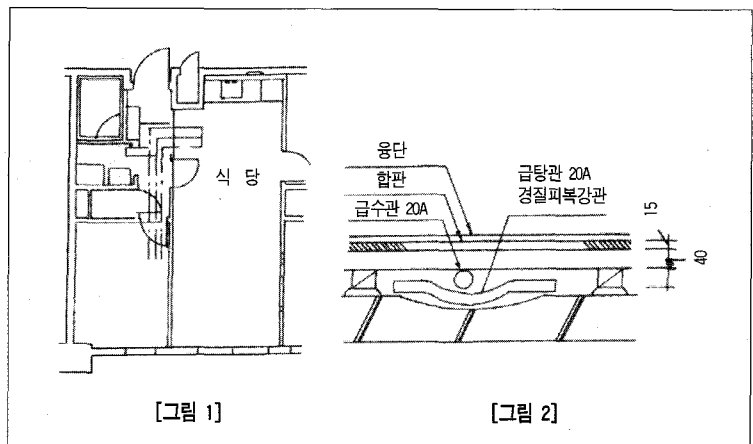
■ 해설

공동주택의 콘크리트 바닥 배관에 대하여 아래의 사항에 유의하지 않으면 안된다.

1. 설계시 충분한 점토를 하여 필요한 공간을 확보한다.
2. 시공시에 동귀틀과 배관의 시공도 및 시공요령을 작성하여 시공자의 말단까지 지시를 전달시켜 같은 타입의 주택은 완전히 같은 치수와 공법으로 한다.
3. 급수관과 급탕관의 교차 부분은 급수관에 엘보를 사용하여 우회 배관한다.

일동 동(銅)센타 발행의 팜플렛에는 연질피복 동관의 접합 전 유의사항을 아래와 같이 기술하고 있다.

1. 코일상태로 반입된 동관을 펼 때는 평편한 바닥에서 서서히 행한다.
2. 절단할 때에는 전용 파이프 컷터를 사용하는 것이 좋다.
3. 관말에는 리마를 사용하여 사이징틀로서 전원으로 만든다.
4. 구부릴 때는 한 점에서 급격히 구부리지 말고 구부리는 점을 이동시키면서 구부린다. 몇 번이고 구부리고 펴고 하면 동관이 경화하므로 일부의 작업으로 완료하도록 한다.
5. 좌골된 부분은 수압시험 시 누설이 없었다 할지



라도 사용하는 도중에 사고를 일으키므로 반드시 절단하여 새로운 동관으로 교환한다.

**피복 동관의 구부림 반경의 기준**

관 경	벤더 사용	손으로 구부림
1/2B	80mm	피복외경의 5배 이상
3/4B	150mm	피복외경의 10배 이상

6. 피복재를 제거할 때는 관의 손상을 방지하기 위하여 공구를 사용토록 한다.

7. 절단홈이 있는 개소는 절단하여 새로운 관으로 교환한다.

**10. 스테인리스강관 급탕관으로부터**

**녹물발생**

**■ 내용**

어느 맨손에서 급탕관 재료로 일반 배관용 스테인리스강 강관 ST304 TPD를 사용하여 배관하였는데 준공 후 1년이 경과하지 아니하여 녹물 발생이 발견되었다.

이 시스템은 [그림 1]에 표시한 바와 같이 스테인리스강계 저탕조를 사용한 간접급탕 방식으로 펌프로 직송하는 급수방법을 하고 있다. 배관계통에는 최고부분에 스테인리스계 공기방출밸브를 설치하고 있다.

저탕조 직상부에 있는 80A의 밸브는 주철제로, 이종(異種) 금속접촉에 의한 부식을 고려하여 절연플랜지로 접속시키고 기타 65A 이하의 밸브는 포금제로서 직접 접속시켰다.

**■ 원인**

녹물발생의 원인은 저탕조 직상부에 설치한 주철제 밸브의 부식에 의한 것으로 판명되었다.

스테인리스강관에 주철제 밸브를 접속한 경우, 이종 금속접촉에 의한 부식으로 생각되어 지지만, 이 경우 절연플랜지를 사용하여 접속하였으므로 이종금속 접촉에 의한 부식이라고 생각될 수 없다. 밸브 내부를 조사한 결과에서도 이종금속접촉에 의한 부식의 특징은 찾아볼 수 없었다. 수질을 분석한 결과 다량의 철분과 과포화 용존산소가 있는 것이 확인되었다. 이로서 금번 트러블의 원인은 용존산소에 의한 주철제 밸브의 부식으로 생각되었다.

이와 같이 다량의 산소가 포함된 원인으로서는 저수조로부터 펌프직송에 의한 직접급수이므로 보급수중에 산소가 직접 들어오는 것과, 4기압의 가압상태이므로 가열에 의하여서도 용존산소는 수중에서 분리되지 않고 매우 부식하기 쉬운 주철제 밸브에 산소가 집중해서 작용한 것으로 생각된다.

녹덩어리도 다공질의 연하고 큰 것으로 보아 명확히 용존산소에 의한 것이었다. 또한 스테인리스강계의 저탕조 및 배관의 내면을 밸브의 부식생성물에 의한 녹물색갈의 부착물로 더럽혀져 있었지만 이것들을 제거하니 양호한 피막이 형성되어 있었고 이상한 점을 발견할 수 없었다. 또한 포금제 밸브에도 어떠한 이상도 발견되지 않았다.

**■ 대책**

주철제 밸브를 강제 밸브로 교체하였다.

**■ 해설**

금속은 일반적으로 그 금속 특유의 전위(電位)를 갖고 있으며 다른 금속과 직접 접촉하면 그 전위차에 따라서 어느 쪽이든 한쪽의 금속이 급격히 부식된다.

이러한 부식을 이종금속접촉부식이라고 한다.

이러한 이종금속접촉부식을 방지하기 위하여 접촉할 때 절연물을 삽입하여 접촉할 필요가 있지만, 이 경우와 같이 절연계수를 삽입해도 그 금속자체가 부식하기 쉬운 금속의 경우는, 역시 그 부분에 부식이 집중하기 쉽게 되는 것에 주의해야 하며, 동일 배관계통 내에는 될 수 있는대로 동일금속을 사용할 것을 원칙으로 하지 않으면 안된다.

