

건물 배관의 부식과 방지법

이의호 / 한국건설방식기술연구소 소장

최근배관의 부식현상이 사회적으로 관심이 높아짐에 따라 배관의 부식방지를 위한 연구노력이 활발히 진행되고 있다.

이에따라 한국건설방식기술연구소가 지난 6월 24일 건설회관 중회의실에서 개최한 「건물배관의 부식과 방지법」과 한국강관협회가 지난 6월 29일 전경련회관 국제회의장에서 개최한 「강관의 부식현황 및 방지대책 연구 발표회」는 관련업계의 관심을 끌었다.

본지는 각 세미나에서 발표된 내용을 게재한다.

[편집자 주]

6. 동의 부식조건

최근에는 급탕, 난방관 뿐만 아니라 급수관에도 동관을 사용하는 추세에 있는데, 동관의 사용이 증가하면서 부식에 의한 트러블도 증가하고 있다.

동관은 일반적으로 내식성이 높은 금속이라는 인식에서 어느곳에나 사용되어 왔는데 동이라도 사용조건에 따라서는 아주 극심한 이상부식을 일으키는 경우가 있기 때문에 사

전에 수질 등을 체크해 트러블이 없도록 주의할 필요가 있다.

아래에서는 기초적인 데이터에 근거해 동의 부식에 관하여 설명한다.

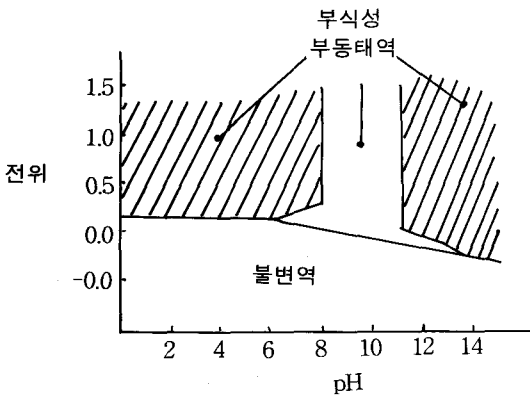
6. 1 DO와 동의 부식

동은 DO가 없는 수중에서는 거의 부식되지 않으나, 철에 비하면 극히 근소하지만 DO의 증가량에 비례해 부식이 증대하여 노출상태에서는 더욱 증가한다.

6. 2 pH와 용해 이온에 의한 동 의 부식

동은 pH 6 이하의 산성수 및 pH 11 이상의 알칼리성 물에 있어서는 부식되기 쉬운 성질이 있지만, 통상 식수의 pH는 이 범위에 들지 않기 때문에 이상부식이 되는 경우는 드물며 견고한 산화피막이 형성되어 부식은 그다지 발생하지 않는다.

<그림-12>는 동 의 전위-pH도인데, 상당한 정도의 산화상태에 있더라도 공식의 우려는 없다.



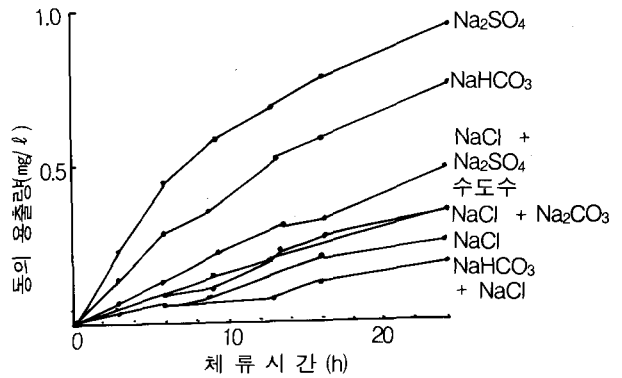
<그림-12> 동 의 전위 - pH도

수중에 용해되어 있는 음이온의 종류에 따라 동 의 부식에 다소의 차이를 보인다. 예를 들면, 황산 산성수에서는 동관의 공식이 번번히 발생하고 있으나 해안 부근의 식염을 다량 함유한 우물물에서는 부식이 거의 발견되지 않는 것으로도 예측할 수 있듯이, 상온에서의 동 의 부식량은 탄산이온, 황산이온, 염소이온의순으로 감소의 경향을 보인다.

또한 용해량에도 의존해, <그림-13~15>에 나타나 바와 같이 함유량의 증가와 함께 부식량도 조금씩 증대한다. 또한 수온이 상승할 경우, 황산이온과 염산이온의 경우에는 부식량이 증가하는 경향을 보이지만 탄산이온의 경우에는 60℃를 넘으면서 부식량이 급격히 감소하는데, 이것은 탄산이온이 60℃를 넘으면서 탄산가스가 되어 날아가 버림으로

써 부식요인이 제거되기 때문이라 생각된다.

이들이 혼합된 조건에서는 <그림-16~18>과 같이 염산이온, 탄산이온, 황산이온의 순으로 부식에 대한 영향도가 강하게 나타나는데, 특히 염산이온과 탄산이온의 물 혼합시는 안정된 막의 산화제일동이나 염기성 탄산제이동의 생성으로 극단적인 부식량의 감소를 보인다.

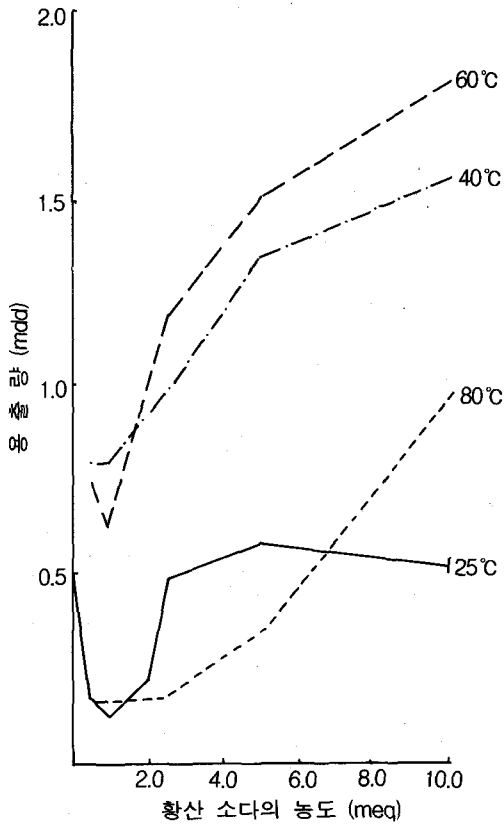


<그림-13> 동 의 용출량에 미치는 각종 이온과 체류시간의 영향
(이온 농도함량 1meq) 25℃, pH=7

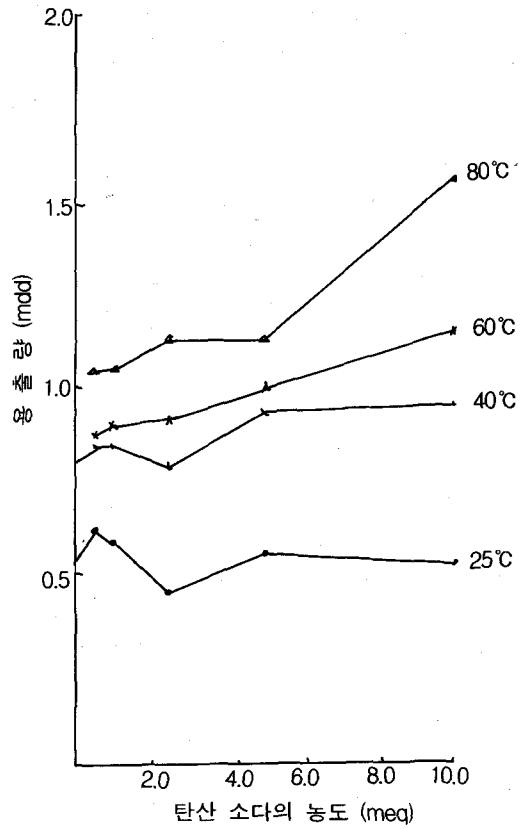
이처럼 탄산이온이 다른 이온보다도 많이 포함되어 있을 때 온도차에 의한 피막형성에 차이가 보이는 것은 급탕보일러나 배관에 바람직한 상태라고 하기 어려울 뿐만 아니라 오히려 부식을 촉진하는 것으로 생각된다. 그러나 수중에는 칼슘과 마그네슘 등의 알칼리 쓰류 이온이 다량 함유되어 있는 경우가 많기 때문에 칼슘이 동피막의 안정에 작용해 부식은 다소 감소하는 경향을 보인다.

6. 3 동 표면에서 석출되는 이물질과 부식의 관계

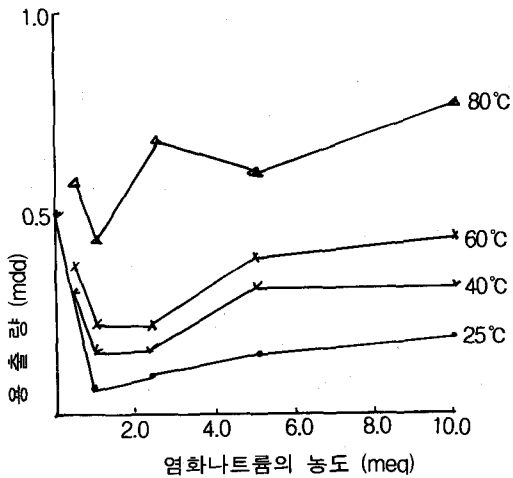
동은 DO를 포함하는 수중에서는 조금씩 부식해 산화피막을 형성하면서 내식성을 보유하지만, 부식 용해한 동 이온이 가수분해한 것은 용해도가 작기 때문에 동 표면에 균일하게 부착된다.



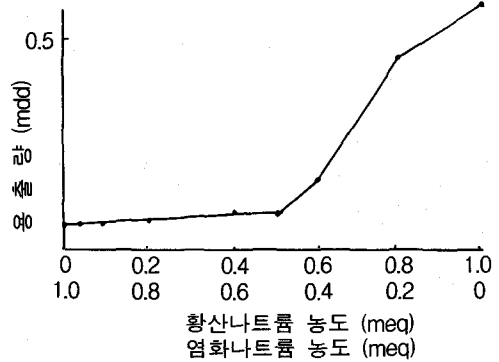
<그림-13> 동의 용출량에 미치는 황산소다 농도의 영향



<그림-14> 동의 용출량에 미치는 탄산소다 농도 및 온도의 영향

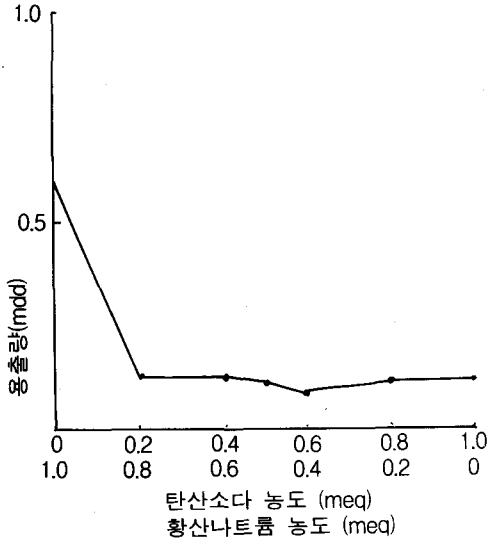


<그림-15> 동의 용출량에 미치는 염화나트륨 농도 및 온도의 영향

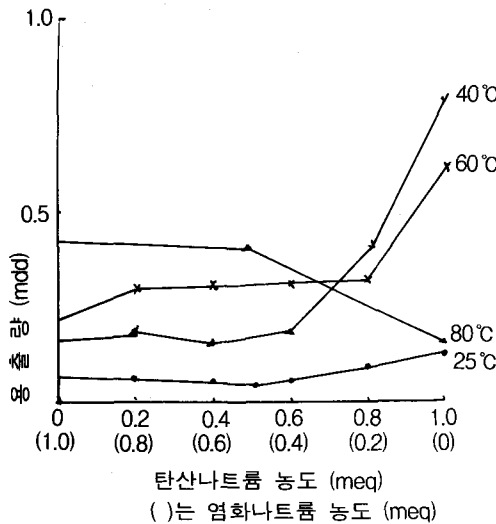


<그림-16> 동의 용출량에 미치는 염화나트륨 및 황산나트륨의 공존효과 (NaCl+Na₂SO₄=1.0meq)

수온의 영향에 대해서는 앞서서도 서술한 바와 같이 탄산이온의 농도가 증가했을 때 60℃ 이상에서 부식량의 급격한 감소를 보인다.



<그림-17> 등의 용출량에 미치는 공존이온의 효과
($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = 1.0\text{meq}$)



<그림-18> 등의 용출량에 미치는 공존이온과 온도의 효과
($\text{NaCl} + \text{NaHCO}_3 = 1.0\text{meq}$)

이것은 담황녹색의 미세한 스케일로서 동 표면에 밀착해 있는 경우가 많은데, 사용개시시에 동 표면에

- 작게 움푹패인 곳이 있을 때
- 과잉 산소가스로 세정될 때
- 금속의 산성산화물이 불균일하게 부착했을 때 (강관의 가구도 동일)

등의 조건에서는 그 부분에 이온공급과 DO 공급의 언밸런스로 전위차가 발생, 동 표면에 국부부식이 발생하여 이것이 공식으로 발전한다.

따라서 이런 조건으로는 부식되기 쉬운 배관, 예를 들면 강관과 동관이 간접적으로 접촉해 있는 상태나 공기를 제거하지 않은 채로 배관내를 순환하고 있을 때 등은 부위적 전위차를 일으킬 위험이 있어 바람직하지 못하다. 특히, 새로운 피막이 형성되지 않은 상태에서 급격히 온도를 높일 경우 극심한 부식이 예상되므로 가능한 저온수를 통해 피막을 충분히 형성시킬 필요가 있다.

6.4 공식

급수동관의 경우, 산성수에서 비교적 부식이 심한 편인데 온수에서는 산성수뿐만 아니라 알칼리성일 때에도 발생하는 경우가 있다. 때에 따라서는 몇개월만 지나도 공식이 발생하거나 누수사고를 일으키는 경우가 있는데, 공식의 발생개소는 극히 적을 때도 있지만 전체에 미치는 경우도 있다.

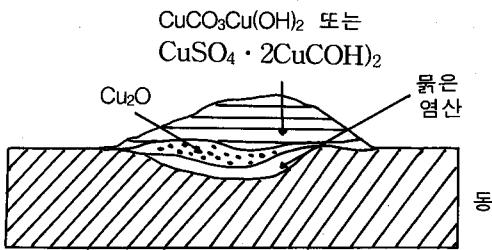
개략적인 원인은 다음과 같다.

- ① 강관과 동관을 동일 배관계로 사용하고 있다.
- ② 순환펌프로 뜨거운 물을 순환하고 있다.
- ③ 철의 녹 공식부분에 작은 덩어리 형태로 부착해 있다.
- ④ 공기제거용밸브가 부착되어 있지 않던가, 충분히 작동하고 있지 않다.
- ⑤ 공기제거용밸브의 취부위치가 좋지 않아 부압에서 공기를 흡수하고 있다.

이상의 사실에서 철의 녹과 같이 음이온을

흡착하기 쉬운 작은 덩어리가 부착할 경우와 공기의 과잉이 직접 원인이 되는 경우의 두가지를 생각할 수 있는데, 철의 녹의 발생장소를 철재보일러 또는 강관과 동관의 혼합배관이 원인인 경우가 많다고 볼 수 있다.

경우에 따라서는 수도본관으로부터의 녹이 원인인 경우도 존재한다. 공식은 철의 경우보다도 구경이 작아 5mm이하의 것이 대부분이며, 구조는 <그림-19>와 같이 보통은 염기성 탄산동의 “껍질”을 갖고 있지만, 탄산이 적은 물이나 탄산가스가 날아간 온수 중에서는 염기성 황산동의 “껍질”을 갖는 것이 많다.



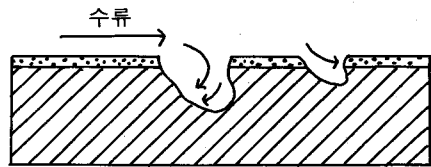
<그림-19> 동의 녹 덩어리

Franque는, 92가지 경우를 예로 들어 센물일 경우에는 황산이온보다도 탄산이온이 물비로 1보다 많이 포함되어 있을 때 공식이 발생한다고 결론짓고 있다. 이 결과는 공식방지를 위한 조건으로서 참고가 되리라 생각한다.

6.5 껍질

동 부식의 일종의 “껍질”이라는 것이 있는데, 이것은 부식성의 물이 난류가 되어 급속히 흐를때 아래의 그림과 같이 패이듯이 부식되는 현상으로 공식과 구별하고 있다.

이것은 공식부분의 “껍질”이 난류로 인해 박리되고 수류로 연마된 상태라 할 수 있다. 따라서 공식을 억제할 수 있는 조건을 만듦으로써 동시에 “껍질”도 방지할 수 있게 된다.



<그림-20> 동의 껍질

6.6 동 배관의 보증기간이 짧은 이유

동 배관의 보증기간은 길어야 2년정도이다. 시공업자가 이처럼 단기간의 보증밖에 할 수 없는 이유는 언제 공식으로 인한 누수 현상이 발생할지 이제까지의 경험으로도 자신이 없기 때문이다.

동 배관의 대부분이 10년정도는 공식없이 사용되고 있지만, 위의 사실은 이제까지 잘못된 급탕관 배관으로 인해 골치를 썩힌 배관업자가 많았다는 증거인데, 다음과 같은 점에 주의하면 부식문제를 해결할 수 있다.

- ① 급탕관에는 급수본관으로부터 녹이 반입되지 않도록 여과기를 설치한다.
- ② 급탕보일러에는 스텐레스 SUS444제를 사용하고 강관은 사용하지 않는다. 단, 급탕보일러를 사용하지 않고 가스 순간온수기를 사용할 때는 예외이다.
- ③ 순환펌프로 집중공급하는 급탕보일러를 사용할 경우에는 부압이 걸리지 않는 장소에 공기제거용밸브를 설치할 것.
- ④ 강관을 부분적으로도 사용하지 말 것.
- ⑤ 보일러의 운전초기에 가능한 저온수(40℃ 이하)로 운전하여 피막을 형성한 후 사용한다.

이상의 사항을 준수함으로써 내용년수를 10년이상으로 연장하는 것이 가능하므로, 동 배관 메이커 및 수도부설업자들은 이 사실을 참고하기 바란다.

6.7 동 배관의 접속에 사용되는 뱀납과 렉스에 의한 부식

동은 뱀납을 이용해 접속하는데, 이 때 동

표면의 산화물을 제거하고 땀납의 접착성을 높이기 위하여 사용되는 것이 플럭스이다. 플럭스는 염화암모늄과 염화아연의 혼합물을 물에 녹인 것이 사용되고 있으며, 동관에 플럭스를 접촉해 가열할 때 가스형태의 염산이 발생한다.

동은 염산에는 비교적 강한 금속이지만 산성이 강하기 때문에 습한 상태에 두면 부식된다. 따라서 땀납을 부착한 후에는 가능한 빨리 닦아내야 한다. 또한 염산은 날아가 다른 금속에도 악영향을 미치게 되는데, 예를 들면, 스테인레스에 부착해 습한 분위기에 놓여지면 외부로부터 공식발생을 유도하는 원인이 되므로 충분한 주의를 기울여야 한다.

땀납은 크게 나누어, 온납과 동납 2종류가 있는데, 양쪽 모두 동관의 부식에는 영향이 적다.

「동 배관은 내식성이 높은 금속이다. 단, 사용개시시에 조그만 이물질이라도 부착되거나 이물질 발생을 유도하는 운전할 경우 공식을 일으킨다. 특히, 가열보일러나 열교환기에는 스테인레스계(패어라이트계)의 재료를 사용하고 철의 사용은 피하는 것이 좋다.」

7. 스테인레스 SUS 304의 부식 조건

최근에는 급수관이나 급탕관에도 스테인레스를 사용하는 케이스가 증가하고 있다. 스테인레스는 내식성이 아주 높은 철합금으로 다양한 종류가 있지만 여기서는 SUS304를 대표로 설명하도록 하겠다. 스테인레스 SUS 304는 니켈을 18%, 크롬을 8%를 포함하고 있으며 그밖의 대부분은 철로 되어 있다. 이 합금 표면에는 스테인레스의 표면을 부식으로부터 보호하는 산화크롬과 산화니켈의 견고한 피막이 형성되므로 철을 포함하고 있어도 결국은 금속 광택을 띠게 된다.

그러나, 이러한 견고한 피막도 다음과 같

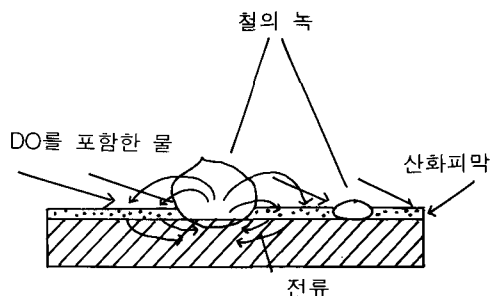
은 조건에서는 쉽게 부식된다.

7.1 스테인레스의 특이부식 공식

염소이온을 비교적 많이 포함하는 물, 염산 산성수, 해수 및 잔류 염소를 다량 포함하는 수중에서는 종종 점형태의 부식이 발견되는데, 그 부분만이 급속하게 점형태로 부식되어 결국에는 구멍이 뚫려 누수에 이른다. 이 핀홀부식을 “공식”이라 부르고 있다.

통상의 물은 어지간한 산성이 아닌 이상 이러한 공식의 발생은 없지만, 불균일한 침착물이 부착하게 되면 염소이온의 흡착으로 균형을 잃어 국부적으로 부식이 나타나게 된다.

예를 들면, 새로운 스테인레스의 표면에 작은 덩어리의 철의 녹이나 철가루가 부착하면 그 부분이 DO의 공급부족을 일으켜 산화물 피막의 보수가 불가능해지므로 염소이온의 공격을 받아 공식으로 발전하게 되는 것이다.<그림-21>은 철의 녹에 의한 공식을 나타낸 것이다.



<그림-21> 철 녹에 의한 스테인레스의 공식

스테인레스의 산화물 피막은 고정된 피막으로 유지되고 있는 것이 아니라, 염소이온과 황산이온의 계속적인 공격에 대해 즉시 보수하는 능력을 갖고 있는데, 이때 수중의 DO는 아주 중요한 역할을 하게 된다. 즉, 공격받은 부분에 DO에 의해 새로운 산화피막이 형성되면서 부식으로부터 보호되는 것이다. 만약 DO가 부족하게 되면 보호능력 부족으로 부식이 진행된다. 스테인레스의

표면에 철청이 부착되면 철청의 밑부분까지 DO가 공급되지 못하므로 부식이 멈추지 않게 된다.

스테인레스 위의 부착물은 철청뿐만 아니라 그 밖의 고형물에서도 발생하는데, 균일하게 부착한 미세한 분말의 경우에는 부식의 위험은 그다지 많지 않다.

7. 2 격간 부식

스테인레스와 스테인레스의 접합, 스테인레스와 팩킹의 접합등이 불완전한 상태에서 그 사이에 수분이 들어가게 되면 부식이 발생한다. 틈이 없이 완전히 밀착해 있을 경우에는 부식이 발생하지 않지만, 조그만 틈이라도 존재하게 되면 곧 부식이 진행된다.

앞에서도 언급했듯이 부식은 DO공급의 불균형으로 인해 진행되는데, 이 경우에도 틈 사이로 공급되는 DO의 불균형 때문에 부식이 진행되는 것으로 판단된다. 특히, 해수에서는 이러한 부식이 빈번히 발생하기 때문에 틈이 생기지 않도록 밀착시키는 것이 중요하다. 단, 밀착했다고 해도 열화하기 쉬운 팩킹에서는 열화로 인한 격간 부식이 예상되므로 열화하지 않는 테프론이나 폴리에틸렌 팩킹을 사용할 필요가 있다.

7. 3 응력부식균열

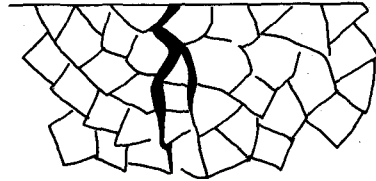
「응력부식균열」이란, 스테인레스 판을 양쪽에서 잡아당기거나 힘을 가하면 금속의 결정중에서 가장 강도가 약한 부분이 공격을 받아 아주 조금이라도 새로운 면이 나타나게 되면 산화피막의 보수가 이루어지지 않기 때문에 그 부분으로부터 마치 격간부식과 같은 부식이 진행되어 결정입계나 결정입내를 분할 관통하는 현상을 말한다.

이 「응력부식균열」은, 상온에서는 산화제를 다량 포함한 상태일 때, 그리고 비등에 가까운 온도에서는 염소이온을 다량 포함하는 상태에서 종종 발생한다.

통상, 급탕배관에 있어서는 이러한 현상이 별로 발견되지 않지만, 급탕보일러가 스테인레스 SUS304로 제작되었던 20년전에는 수많은 균열 사고가 발생했다.

그 당시에는 후렌지 접합의 팩킹에 아스베스트 팩킹이나 보온재로 록 울이 사용되었는데, 이 팩킹과 보온재에 다량의 염소이온이 포함되어 있었기 때문에 염소이온의 국부부식 발생과 동시에 「응력부식균열」이 발생해 보일러가 파열한 것이었다.

때문에 현재는 아스베스트 팩킹이나 록 울을 스테인레스재에 사용하는 것은 금물로 되어 있다.



<그림-22> 스테인레스의 응력부식균열 단면도

7. 4 급수, 급탕관에 스테인레스재 사용

염소이온이 적고 현탁물이 없는, pH가 중성인 물에서 스테인레스는 거의 부식하지 않으므로 급수, 급탕관에 스테인레스를 사용해도 무방하나, 염소이온이 100ppm을 넘거나 농축되어 증가할 경우, 그리고 현탁물이 많은 수중에서는 스테인레스라 해도 부식의 위험이 증가된다. 특히, 현탁물에서도 1mm정도의 덩어리가 스테인레스의 표면에 부착하면 DO에 의한 산화의 정도에 차이가 발생, 공식이 진행된다.

급탕관에서는 보일러에 의한 수온 상승으로 가수분해한 물질이 포함되면 현탁물과 같은 작용을 하기 때문에 침착한 부분에 공식이 발생한다.

방청제로 이용되고 있는 폴리인산나트륨은 수온상승으로 가수분해되면서 불용성의 금속

인산염 상태로 변화해 스테인레스 표면에 부착해서 부착면에 공식을 유발한다. 특히, 산성조건에서 가수분해가 보다 촉진되기 때문에 여기에 공식발생의 조건이 겹치면 부식이 가속된다. 이 폴리인산나트륨의 가수분해는 새로운 스테인레스일수록 일어나기 쉬워, 빠를 때는 2-3개월 정도에서 공식으로 인한 누수가 발생하기도 한다. 따라서 방청제를 사용할 경우에는 스테인레스의 표면에 충분한 피막을 형성해 둘 필요가 있다.

또한, 스테인레스관의 접합에서 팩킹의 조임이 불충분할 때도 격간 부식이 예상된다.

스테인레스제를 사용한 보일러나 저수조에서는 집중공급시에 염소이온의 국부적인 집중과 열팽창이 겹쳐 응력부식균열이 표면에 까지 이르러 파열하게 되므로 주의해야 한다.

7.5 스테인레스 클러드

스테인레스제의 보일러와 저수조의 응력부식균열을 고려한 대체품으로 스테인레스 클러드강판이 등장하게 되었다. 이 클러드 강판은 강판과 2-3mm의 스테인레스판을 가열·압착한 것으로 물과 접하는 면은 스테인레스판으로 하고 외측을 강판으로 하여 제조한다.

클러드강판은 스테인레스 표면에 약간의 응력이 잔존하는 것뿐이므로, 수온의 상승이나 염소이온의 농축으로 인한 균열발생의 위험성이 극히 적어 현재 대부분의 보일러와 저수조는 클러드강판으로 제조되고 있다.

이에 반해, 배관에는 대부분 스테인레스관이 사용되고 있다. 이것은 사용되고 있는 스테인레스관의 두께가 얇기 때문에 응력이 적어 응력부식균열의 위험이 없으며, 수온이 80℃ 이상 되지않기 때문이다.

8. 배관의 부식상태에 대한 간단한 검사방법

급수관이나 급탕관에서 녹물이 나오거나 누수되고 있지 않더라도 부식이 어느 정도로

진행되어 있는가를 체크해 두는 것이 중요하다. 녹물이 나오게 되면 그때 이미 늦어 버리는 경우가 많기 때문에 빨리 대처하는 것이 필요하다. 배관의 체크방법에는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) 마이크로메타에 의한 측정
- 2) 초음파 두께측정계를 이용한 비파괴 측정
- 3) 고온수를 통한 표면의 온도분포 측정으로 내부 스케일의 축적상태를 측정하는 방법

- 4) 화이버 스코프에 의한 내부 사진촬영법

이상의 방법중, 1)의 마이크로메타에 의한 방법은 배관을 잘라 부식억제제를 첨가한 10-15%의 염산(시판의 염산은 33%이므로 1/3-1/2로 하여 사용)으로 녹만을 용해하여 물로 닦아낸 후, 두께를 측정한다. 이때 녹덩어리가 발생해 있는 부분에서는 국부적인 부식으로 인한 현저한 두께감소가 보이는데, 가장 얇은 곳의 두께를 최소두께로 한다. 최소 두께가 2mm이상일 때는 방청 조치로 충분하다고 할 수 있다.

2)의 초음파 두께 측정계에 의한 측정은 배관을 자르지 않고 급수관의 바깥쪽에서 비파괴적으로 실시하므로 측정이 간단하다.

측정은 1건에 대해 10개소정도 실시하여 최저치를 구하는데, 이 측정점은 아파트나 빌딩의 규모에 따라 다르지만, 10건 정도 측정한다. 이 최저치의 평균이 2mm 이하일 때를 배관 교환의 기준으로 삼고 있다.

<표-2> 배관의 두께 측정에

2.30	2.40	2.40	2.52	2.23
2.43	2.43	2.39	2.59	2.48
2.42	2.52	2.51	2.52	2.30

평균두께 2.43mm 최소두께 2.23mm

외경 21.7mm의 표준 두께 2.8mm로
평균부식량 0.37mm 최대부식량 0.57mm

9. 급수관의 부식정지를 위한 방법

녹물이 나오거나 녹으로 막혀 물의 공급이

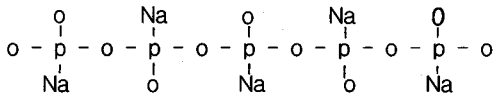
원활하지 못할 경우에는 배관을 교체해야만 한다고 단정짓는 사람도 있지만 결코 단념하지 말고 배관검사를 실시해 볼 필요가 있다. 8장에서도 설명했듯이, 간단한 두께측정만으로도 부식도를 계산할 수 있기 때문에 전문가에게 의뢰해 측정해 보는 것이 중요하다. 측정 결과, 잔존두께가 2mm이면 방식법으로 상당 기간 동안 유지, 보존하는 것이 가능하다. 아래에서는 여기에 관하여 설명하도록 한다.

9.1 방청제를 사용하는 방법

방청제라 해도, 후생성이 인정하고 있는 것은 폴리인산나트륨과 규산나트륨의 2종류 뿐인데, 폴리인산나트륨이 방청효과가 보다 높기 때문에 이것에 대해서만 설명한다.

[1] 폴리인산나트륨의 성질

폴리인산나트륨의 구조는 다음과 같은 화학식으로 표현되나



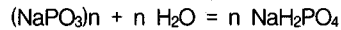
생략에서 (NaPO₃)_n으로 표기하기도 한다. n의 수는 다양해 적은 것은 3이지만, 그 중에는 100 이상의 것도 있으며, 양쪽 모두 물에는 무한대로 용해된다. n이 적은 것은 물에 용해되는 속도가 빠르며, 큰 것은 서서히 용해된다.

물에 용해되어도 pH의 변화는 없으며, 2-3%의 용액에서는 점성을 띠는 동시에 칼슘이나 철이온과 폴리인산나트륨의 나트륨이 치환되어 이것이 침전 가능한 조건에서도 물에 녹는 착체를 형성하는데, 특히 철과 착체될 때에는 갈색이 아닌 거의 무색투명한 용액이 된다. 또한 소량의 첨가는 탄산칼슘이나 인산칼슘의 미결정 석출을 유도해 식품의 보존중에 커다란 결정으로 성장하는 것을 억제할 뿐만 아니라 온천수의 탄산칼슘 석출 억제에도 효과가 있다.

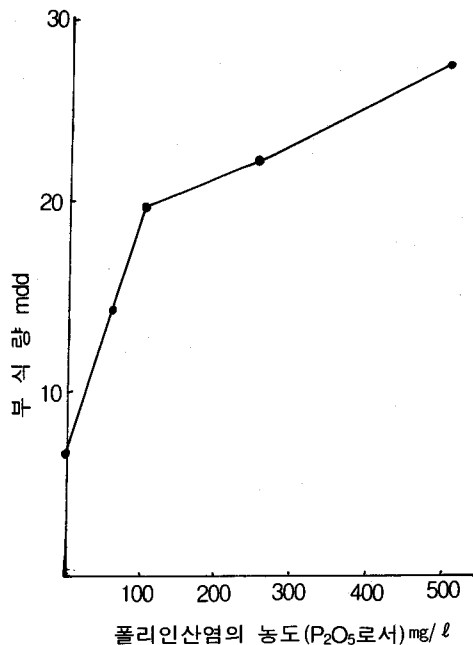
이러한 성질은 점성 향상, 탈색, 결정화 방

지용으로 다양한 식품에 이용되고 있다. 식품 첨가물로서 폴리인산나트륨이 인정되고 있는 이유는 고분자이므로 위나 장벽으로부터 흡수가 적어 인체에 영향이 적기 때문이다.

또한 폴리인산나트륨은 상온에서는 안정되어 있지만, 온도의 상승과 더불어 다음과 같이 가수분해되어



인산2수소나트륨으로 변화하기 때문에 착체 형성의 성질을 잃고 용액이 산성화되며 금속염과 반응해 불용성의 화합물을 형성하게 된다. 이 가수분해의 속도는 온도가 높을수록, 산성이 강할수록 빠르다. 이 결과, 새로운 동의 열교환기 표면에서의 공식발생 부분은 산성이 강하므로 인산동, 인산칼슘 등의 석출물이 공식부위에 이상 형성되어 공식속도를 한층 가속시키기 때문에 몇 개월 밖에 경과하지 않은 상태에서 누수가 발생하는 경우가 있다. 동관과 마찬가지로 스테인레스



<그림-24> 철의 부식에 미치는 폴리인산 나트륨의 농도

SUS 304관에 있어서도 인산화합물의 형성과 더불어 누수현상이 발생한다. 이러한 사고를 방지하기 위해서는 새로운 동이나 스테인레스의 배관 또는 기구사용시 일정기간 동안 폴리인산나트륨의 사용을 피하여 피막이 형성된 후에 사용한다.

폴리인산나트륨이 강관의 부식에 미치는 영향은 <그림-24>에 나타낸 바와 같이 정지해 있는 수중일 경우, 폴리인산나트륨의 첨가는 오히려 부식을 촉진시키는 경향이 있으므로 일정량 이상(10-20ppm)의 칼슘이온이나 아연이온 등이 공존하는 조건이 필요하게 된다. 이들 이온이 포함되어 있으면 폴리인산칼슘과 폴리인산아연의 백색 침전이 관벽 전체에 부착되어 안정된 피막을 형성, 강관의 부식을 억제하게 된다. 그러나, 일본의 식수는 단물이 많기 때문에 탄산칼슘과 폴리인산나트륨의 병용으로 강관이나 동관의 부식을 기대할 수 있어 보다 실용적이다.

유속이 있는 경우에는 DO가 안정된 산화 피막을 형성해 철의 용해가 억제되며, 폴리인산나트륨의 첨가로 강관의 부식은 감소한다.

[2] 폴리인산나트륨의 사용방법

폴리인산나트륨의 첨가농도는 P_2O_5 로서 사용개시시는 15ppm 이하, 녹물이 멈춘 후에는 5ppm 이하로 컨트롤하는 것이 의무화되어 있으며, 2개월마다 분석해 결과를 가장 가까운 보건소에 보고하도록 되어 있다.

첨가방법에는 2가지 종류가 있다. 하나는 물에 용해하여 액체상태로 만든 다음 주입펌프로 압입하는 주입법이고, 또 하나는 중합도를 높여 난용성으로 만든 다음 용기에 넣고 물을 통과시켜 조금씩 녹여내는 통수법이 있는데, 전자는 물에 용해하는 데 시간이 걸리고 용해액을 자주 만들어야 하므로 후자가 실용화 되어 있다.

그러나 용해법은 사용하든 사용하지 않던 단위시간당 용해량은 일정하기 때문에 사용이 없는 야간에도 용해는 계속되어 용기내의

폴리인산나트륨의 농도가 증가해 이른 아침에 나오는 물에는 폴리인산나트륨의 농도가 상당히 높아져 있는 경우가 있으므로 설치방법에 충분한 주의를 기울여야 한다.

일반적으로 단독주택에서는 급수관의 개폐장치가 설치된 곳에, 아파트나 빌딩의 낙하식 급수방식의 경우에는 양수관 펌프 부근에, 가압식 급수방식의 경우에는 가압펌프 앞에 취부하는 것이 보통이나 장소가 협소할 경우에는 다른 장소를 선택한다.

공급량은 폴리인산나트륨의 농도가 기준농도 이하가 되도록 첨가하는데, 주입법의 경우에는 계산이 간단하지만 통과법의 경우에는 수온이나 통과속도 등에 따라 용해도가 달라 계산하기 어려우므로 폴리인산나트륨의 주입량은 사용수량에 따라 개산해서 사용한다.

[3] 폴리인산나트륨 사용시의 주의사항

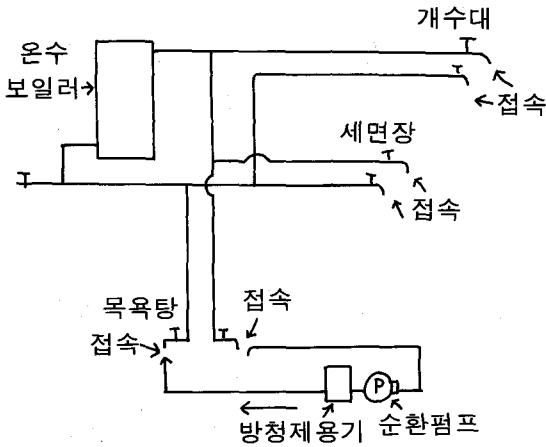
급수관의 방청에 폴리인산나트륨을 처음 사용하면, 결정화되어 있지 않은 철의 녹이 폴리인산나트륨에 용해되어 무색의 철화합물이 급수에 포함되어 나오기 때문에 첨가개시의 급수는 철분을 다량 포함하게 된다. 따라서 이 물로 차를 끓이면 차에 포함되어 있는 탄닌과 철분이 반응하여 흑색을 띠는 경우가 있는데, 이러한 경우에는 물을 충분히 끓여 폴리인산염을 완전히 인산으로 변화시켜 철분을 침전시킨 후에 사용하면 검게 되지 않는다.

또한 녹이 용해되면 녹의 부착력이 약해져 떨어지기 때문에 수도꼭지로부터 녹이 나오는 경우가 있다. 이럴 때는 수도꼭지에 가아제 등의 여과기구를 설치해 제거할 필요가 있다.

식수에 폴리인산나트륨을 사용하고 싶지 않은 사람은 다음 그림과 같이 월1회 폴리인산나트륨이 들어 있는 용기를 2개의 수도꼭지에 호스로 연결한 다음 1시간 정도 순환펌프를 작동해 녹을 용해시키고 부식점을 불활성화함으로써 부식을 억제하는 방법이 있는

데, 특히 자신의 집이나 방의 배관 방청에는 이 방법도 좋을 것으로 생각된다.

녹이 용해된 후 폴리인산나트륨이 들어 있는 물은 잡용수로 사용하고 보통의 급수로 전환된 지점에서 취사용으로 사용하면 좋다. 그러나 이 방법은 번거롭다는 단점이 있다.



<그림-25> 방청제에 의한 간이제청법

폴리인산나트륨의 사용은, 후생성의 통고로 1983년 4월부터 녹물발생에 대한 잠정조치로서 인정받고 있는 것으로 모든 빌딩이나 아파트에 의무화되어 있는 것은 아니다.

9.2 소석회 주입 방법

[1] 탄산칼슘의 석출 조건

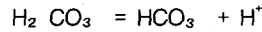
수중에 탄산이온과 칼슘이온이 공존하면 탄산칼슘이 침전한다.

탄산칼슘의 용해도는 25°C의 순수한 물에서 14ppm이므로, 극히 소량의 탄산이온과 칼슘이온이 존재해도 침전해 버린다. 실제의 물에서는 이들 이온의 부피가 일정한 값을 갖기 때문에 다음의 식이 성립한다.

$$K_3 = (Ca^{2+})(CO_3^{2-}) = 3.24 \times 10^{-7}$$

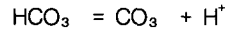
여기서 ()는 몰 농도를 나타낸다.

한편, 탄산은 다음과 같이 2단계로 해리되어 있기 때문에,



이 반응식의 평형상수 K_1 은,

$$K_1 = (H^+)(CO_3^{2-}) / (H_2CO_3) = 10^{-6.352}$$



이며, 이 반응식의 평형상수 K_2 는

$$K_2 = (H^+)(CO_3^{2-}) / (HCO_3^-) = 10^{-10.329}$$

이다. 여기서 탄산의 전체 농도는

$$(H_2CO_3)_T = (H_2CO_3) + (HCO_3^-) + (CO_3^{2-})$$

이다.

위의 식에서, 화학종의 전 탄산에 대한 농도비를 계산하면, pH가 꽤 높지 않은 이상 탄산이온의 농도는 증가하지 않는다. 이때, 수용액의 칼슘 농도와 탄산이온 농도의 부피가 포화에 달하는 pH를 PH_s 라 할 때,

$$I = pH - PH_s$$

를 포화지수 또는 랑게리어지수라고 한다. 여기서 $I > 0$ 일 때는 탄산칼슘이 석출되어 부식되기 어려운 조건이 되며, $I < 0$ 일 때는 탄산칼슘의 석출이 없기 때문에 부식되기 쉬운 조건이 된다.

이 조건을 만족하는 간이 테스트방법이 표로 만들어져 있어 전용해도, 온도, 칼슘고도 및 M 알카리도의 측정으로 간단히 판정할 수 있다.

$$PH_s = (9.3 + A + B) - (C + D), I = pH - PH_s$$

<표-3>에서 적절한 수치를 파악한 다음 위의 식에 대입하여 I값을 구한다.

[2] 실제 급수관에 대한 조작

실제 급수에 있어서는 급수중에 포함되어 있는 칼슘이나 알카리도의 분석치로 첨가할 소석회 포화용액의 양을 결정하며, 또한 탄산이 부족한 경우나 피막을 빨리 형성시키고자 할 때에는 탄산가스를 첨가한다.

그러기 위해서는 우선, 배관내의 부식 스케일을 화학세정액으로 대충 제거한다. 이것은 국부 부식이 진행되고 있는 스케일위에는 탄산칼슘 피막이 형성되어도 부식이 멈추지 않기 때문에 반드시 필요한 조치이다. 화학세정이 완료된 후, 급수로 충분히 닦고

<표-3> 랑게리어 지수의 간이계산(Nordell)

$$pH_3 = (9.3+A+B) - (C-D), \quad l = pH - pH_3$$

A		C		D	
전용해물 (ppm)	A	칼슘 경도 (CaCO ₃ 의 ppm으로 나타냄)	C	M알칼리도 또는 HCO ₃ 농도 (CaCO ₃ 의 ppm으로 나타냄)	D
50~300	0.4	10~11	0.6	10~11	1.0
400~1000	0.2	12~13	0.7	12~13	1.1
B		14~17	0.8	14~17	1.2
온도 (°F)	B	18~22	0.9	18~22	1.3
32~34	2.6	23~27	1.0	23~27	1.4
36~42	2.5	28~34	1.1	28~35	1.5
44~48	2.4	35~43	1.2	36~44	1.6
50~56	2.3	44~55	1.3	45~55	1.7
58~62	2.2	56~69	1.4	56~69	1.8
64~70	2.1	70~87	1.5	70~88	1.9
72~80	2.0	88~110	1.6	89~110	2.0
82~88	1.9	111~138	1.7	111~139	2.1
90~98	1.8	139~174	1.8	140~176	2.2
100~110	1.7	175~220	1.9	177~220	2.3
112~122	1.6	230~270	2.0	230~270	2.4
124~132	1.5	280~340	2.1	280~350	2.5
134~146	1.4	350~430	2.2	360~440	2.6
148~160	1.3	440~550	2.3	450~550	2.7
162~178	1.2	560~690	2.4	560~690	2.8
		700~870	2.5	700~880	2.9
		880~1000	2.6	890~1000	3.0

시험지로 안전을 확인한 다음 소석회의 포화 용액을 소정의 농도로 첨가한다. 이때 수수량에 비례하여 주입하되 pH8.5 이상은 되지 않도록 한다. 또, 최초 단계에서 물이 통하지 않는 곳이 없도록 자주 비우는 방에는 타이머를 설치해 매일 일정량의 물이 통과하도록 한다.

피막의 형성이 완전히 끝나면 배관의 녹 발생은 방지되므로, 그 후는 안심하고 사용할 수 있다. 단, 규모가 큰 건물의 경우는 말단에서 탄산칼슘 석출의 조건이 만족되지 않을 수도 있는데, 이때에는 첨가량의 조정

이 필요하다. 탄산칼슘의 석출은 한번 석출한 관벽위에만 성장하는 특징이 있기 때문에 수중에서 분산해 침전을 형성하는 경우는 드물어 수면에 아주 조금 형성되는 정도이다.

컵이나 찻잔에 물을 담아 두면 꺼칠꺼칠한 탄산칼슘의 결정이 컵에 부착하는 경우가 있어 걱정하는 사람이 있는데, 간단히 제거할 수 있으므로 별로 문제되지 않는다.

[3] 그밖의 특징

급수관이나 배수관에 매우 좋은 방법이며, 난방배관이나 급탕배관의 경우에도 탄산칼슘의 스케일이 별로 축적되지 않기 때문에 사

용가능하다. 난방 배관의 경우, 밀폐식이면 보급되는 물의 양은 알 수 있고, 개방식에서는 보급되는 물의 양이 증가하지만 탄산칼슘의 석출량은 비교적 적어 보일러나 방열기내에서 막힐 정도로 스케일이 축적되는 일은 없다.

9. 3 탈기에 의한 방식법

탈기하여 용존산소를 포함하지 않는 수중에서는 철이든 동이든 산화조건이 형성되지 않기 때문에 부식은 거의 발생하지 않는다.

이것에 대해서는 이미 화력발전소의 증기보일러나 청량음료수 제조공장 등에 이용되고 있어, 새로운 시도는 아니지만 급수관 등의 방식에도 상당한 효과를 발휘할 것으로 예측되며, 그다지 높은 가격이 아니라면 보급될 전망이다.

그런데, 어느 정도의 산소를 취하면 효과가 있는가 하는 것이 문제인데, 앞서서도 언급했듯이 정지한 수중에서는 거의 DO에 비해 부식이 진행된다. 그러나 유속이 있는 수중에서는 DO의 농도가 높을 경우에는 견고한 산화피막의 형성으로 부식이 감소되는

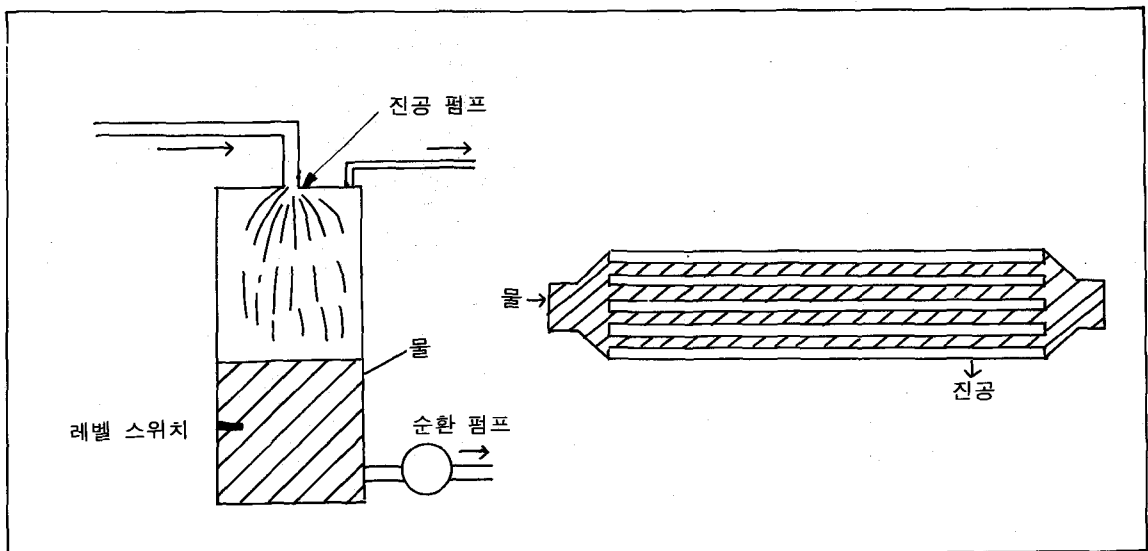
경향을 보이지만, 3-5ppm일 경우에는 DO가 안정 피막의 형성에 작용하기 보다는 부식을 촉진하게 된다. 따라서 어중간한 DO의 제거는 오히려 부식으로 이어질 위험이 있으므로 DO를 제거할 경우에는 DO농도 1ppm까지 거의 완전하게 제거하는 것이 필요하다.

[1] 탈기장치

다양한 구조의 탈기장치가 고안되어 있는데, 어중간한 것은 방식효과를 기대하기 어려우므로 가능한 한 견고한 구조로 되어 있는 탈기효율이 높은 것을 선택한다.

일반적으로 사용되고 있는 탈기장치에는 <그림-26>의 왼쪽과 같이 진공용기의 상부에 작은 노즐을 설치하여 그 노즐로부터 물을 안개상태로 떨어뜨려 DO를 진공중에서 제거하는 방법이 사용된다. 이때, 노즐은 가늘면 가늘수록 효율은 우수하나 구멍이 막혀 버리는 결점이 있기 때문에 유지관리상 0.5mm 정도가 한계이며, 이 정도에서는 원패스일 때 DO 농도 2-3ppm이 한도이다. 따라서 이 장치에서는 진공용기에 적어도 2회는 통과시킬 필요가 있다.

진공을 만들때는 일반적인 진공펌프를 사



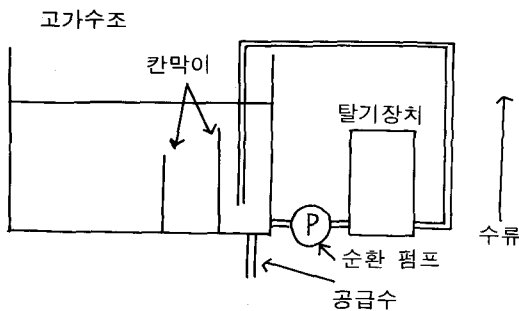
<그림-26> 탈기에 의한 녹물방지장치

용하는데, 10m의 높이를 이용한 자연진공법도 가능하며, 고장이 많은 진공펌프를 사용하지 않아야 한다. 이 방법은 순환펌프 1대로 충분하기 때문에 유지비는 아주 적게 든다.

새로운 시도로서 기체 분리막을 이용한 탈기방법이 있다. 기체분리막이란, 기체만을 통과시키고 액체는 통과하지 않는 막으로 <그림-26>의 오른쪽과 같이 기체 분리막의 가는 튜브를 진공용기에 내장하고 한편에서 물을 통과시켜 튜브내부에 물이 흐르도록 한다. 바깥쪽을 진공상태로 유지함으로써 수중의 DO가 제거되는데, 튜브의 굵기, 유속 및 진공도에 따라 탈기효율이 변화한다. 튜브의 굵기가 0.2mm일 때 DO 농도 0.5ppm의 물이 일정하게 나온다. 따라서 노즐로부터 방출해 탈기하는 방법보다도 상당히 안정된 탈기가 가능하다. 이러한 탈기장치는 건물의 사용수량에 의해 능력이 결정된다.

[2] 설치방법

탈기장치는 원패스로 완전히 탈기하여 그 물을 배관내로 보내는 방법이 이상적이지만, 상당한 설치비가 소요되기 때문에 물탱크 또는 고가수조의 물을 순환, 탈기시켜 배관으로 보내는 방법을 택한다. 다음은 대표적인 설치예이다.



<그림-27> 탈기장치의 설치 방법

[3] 탈기장치 설치상의 주의

급수관의 부식이 현저하여 녹으로 막혀 있는 상태에서 그대로 탈기장치를 설치하면 검

고 작은 녹이 계속해서 나오므로 미리 화학세정이나 고압세정을 행한 후에 설치하는 경우가 많다. 또한 붉은 녹을 안정된 검은 녹으로 변화시킬 때는, 먼저 2대를 설치하고 반년정도 경과한 후 안정된 피막(결정화시킨다)이 형성되면 1대를 철거하는 방법도 생각할 수 있다.

이 방법은 용존산소를 가능한 한 적게 함으로써 보다 높은 효과를 기대할 수 있기 때문에 사용개시시에는 사용자에게 극력수를 제한해 사용하도록 지도하는 것이 중요하다.

이 방법은 다른 2가지 방법과 달리 약품을 첨가하지 않으므로 착각하여 다른 약품을 첨가해 버릴 위험이 없어 안심하고 사용할 수 있다.

9. 4 기타 녹물방지 장치

마그네트나 전기, 세라믹, 반도체를 이용하는 방법이 있지만, 효과를 기대하기 어려워 추천할 만한 방법은 아니다.

10. 향후 배관에 대하여

지금 현재 다양한 재료의 배관이 시판되고 있으므로 점차 부식되지 않는 배관을 기대할 수 있게 되었다. 급수관에서는 스테인레스, 동, 플라스틱, 플라스틱 라이닝강관 등이, 급탕관에서는 내열염화비닐, 스테인레스, 동이 나오고 있는데 접합이나 강도의 연구가 응축된 내구성 높은 배관을 비롯하여 보일러나 공기제거용밸브, 밸브, 펌프 등도 내구성이 높은 재료로 바뀌어 가고 있다.

이러한 시대의 흐름으로 불때 머지 않아 트러블없는 배관의 시대가 도래할 것이라 생각되지만, 만일의 경우를 고려해서 보수가 용이한 배관 스페이스와 원터치 배관기술에 대한 합리적인 대응 기술도 중요하다고 본다. 이제까지는 부식으로 인한 교환을 전혀 고려하지 않고 저렴한 배관, 이윤이 남는 배관에만 전념해 온 경향이 있는데, 이것은 한

번쯤 재고해 보아야 할 문제점이다. 왜냐하면, 배관교체시에 천정을 뜯거나 벽을 허물어 공사를 하는 일이 없어야 할 것이기 때문이다.

10. 1 새로운 배관 재료

앞에서도 언급했듯이 새로운 배관 재료로서는 다음과 같은 것들이 있다.

① 급수관

- 1) 스테인레스 SUS 304 (내수성이 좋은 팩킹)
- 2) 라이닝강관 - 염화비닐 라이닝관 (후렌지 접합 - 누수없는 팩킹) (나사 연결은 코아 내장형의 것)
- 3) 폴리에틸렌 파이프
- 4) 동관

② 급탕관

- 1) 급수관의 1)과 동일
- 2) 내열 염화비닐 피복 강관
- 3) 동관

냉방관과 난방관은 각각 상기의 ① 및 ②와 동일하다고 봐도 좋다. 단, ②의 1) 및 3)의 동관은 녹이나 음이온을 흡착하기 쉬운 침착성 물질이 부착했을 때는 부착한 부분의 국부부식이 예상되므로 급수본관으로부터 녹의 이동을 방지하는 처치를 강구할 필요가 있다. 여과장치를 설치하는 것도 한가지 방법이다. 또한 배관 부속설비에 있어서도 나철이 노출되는 설치는 반드시 피해야 한다.

10. 2 배관의 스페이스

배관의 교환을 전제로 한 배관 스페이스는, 고층빌딩의 설계에 있어 중요한 과제이다. 이제까지는 방의 편리함을 추구한 나머지 배관 스페이스는 등한시되어 왔지만 배관교환, 보수, 사고를 고려해 충분한 스페이스를 둘 필요가 있다.

따라서 물을 사용하는 곳은 한곳으로 집중시켜 마루에서 점검과 보수가 가능한 구조로

하고, 세로의 집합배관은 계단 및 비상계단, 베란다 등의 스페이스를 이용하여 벽이나 천정을 허물지 않고도 쉽게 배관교체가 가능하도록 하는 것이 바람직하다.

10. 3 배관방법

배관방법은 보수가 용이한 윈터치 접속방식을 채용하고, 소재는 교환가능한 것으로, 보온 절로용으로는 단순한 Seal 방식이 좋으며, 사고에 대비하여 누수 검지기를 설치하고 내부 점검공의 채용도 고려해 볼 사항이다.

11. 노후 탄소강재 배관의 청소 및 방식법

최근 국내의 공히 탄소강재 노후 배관에 대한 청소 및 방식기술이 다양하게 개발되어 소개되고 있으며, 국내의 다수 시공업체가 국외의 기술을 도입하거나 자체적으로 개발한 기술로서 시공을 넓혀가고 있는 실정이다.

소개된 방법은 대체로 다음으로 분류된다.

- (1) 청략 + 도장법
- (2) 외부전원법
- (3) 청략 + 외부전원법
- (4) 청략 + 도장 + 외부전원법

11. 1 청략 + 도장법

이 방법은 배관의 내부를 샌드 블라스팅법으로 녹을 제거한 다음, 중방식 도료로 관내부를 도장하는 방법이다. 녹 제거법에는 고압 공기에 의한 샌드 블라스팅법과 초진공식 샌드 블라스팅법이 대표적이다.

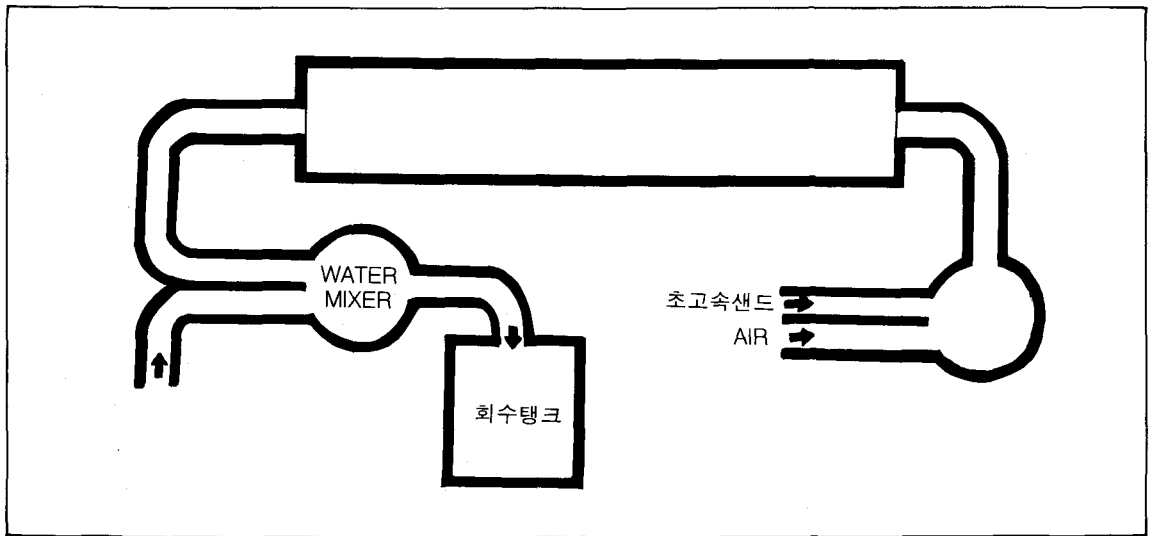
다음 <그림 28, 29>는 초고속 샌드공법으로 녹을 제거하고 도장하는 과정을 나타내고 있다.

초고속 샌드공법은 기계에 의해 일정한 정도의 규사와 공기를 가속장치에 의해 가속시켜 녹을 완전히 제거하는 방법이다. 샌드 블라스팅 공법은 관내면을 연마상태가 될 때까지

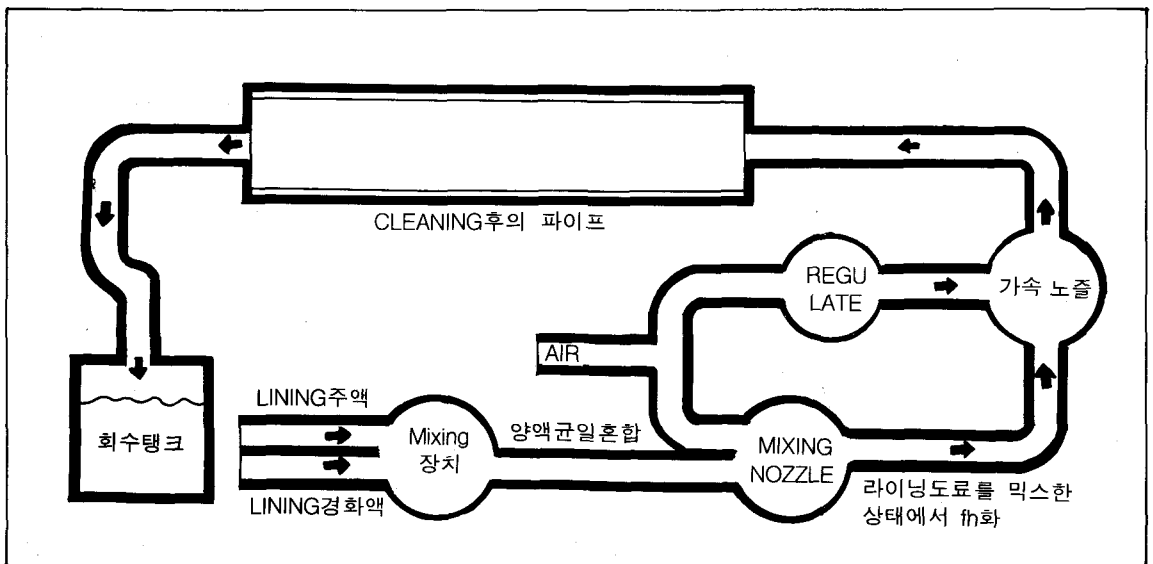
지 가속한 후배출되는 먼지와 연기는 Water Mixer로 처리하여 회수하며, 크리닝 완료후 Flushing 씽크로 충분히 세척하여 관내에 남아 있는 잔사를 제거한다.

Lining기계의 Plunger 정량펌프로부터 압축하여 보낼수 있는 두종류의 Lining 도료는

Mixing 장치에 의해 균일하게 혼합한 다음 Mixing Nozzle을 지나 기체화된 유체를 가속 Nozzle에 의해 관내에 분사 압축하여 보낸다. 보내진 믹스트는 반송 AIR에 의해 관내를 고속으로 이동하여 관벽에 균일한 두께로 부착된다. 피막의 두께는 Lining의 점도



<그림-28> 초고속 샌드 블라스팅 방법



<그림-29> 관 내부 도장 방법

와 반송 Air의 유량에 의해 결정된다.

<그림-30>은 초진공식 샌드 블라스팅 및 도장을 나타내고 있다.

최근 국내에서 샌드 블라스팅 + 도장법으로 시공하는 전문업체의 자료에 의하면 25평형 아파트를 기준으로 할 때 급수, 난방, 온수 및 배수 라인 모두를 청소하고 도장하는 데 소요되는 예산은 세대별 50만원 내외이며, 세대별 공사기간은 약 8시간이 소요된다고 한다. 그리고 일단 도장공사를 마쳤을 경우 배관 수명은 15년 이상 연장된다는 사실을 강조하고 있다.

11. 2 외부전원법

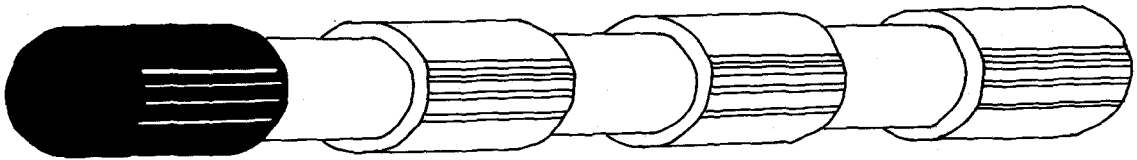
외부전원법의 방식원리와 기술은 이미 상식화되어 있으며 선박, 항만, 교량 및 지하매설 배관과 탱크 등에는 오래전부터 부식방지법으로 예외없이 적용되어 오던 이론이며 실용기술이다. 즉, <그림-31>과 같이 피방식체에 방식전류를 공급하여 방식체의 표면을 음극화하여 표면에서의 전위차를 없애줌으로써 부식을 방지하는 이론이다.

방식전류를 공급하는 방식에 따라 외부전원법과 희생양극법이 있다. 외부전원법은

<그림-31>의 (A)에서 보는 바와 같이 외부에서 직류 전류를 공급하는 것이고, (B)와 같이 피방식체에 대해 양극(Anode)으로 되는 희생양극을 전기적으로 연결할 때 전위차에 따른 방식전류가 흘러 피방식체를 방식하는 것이 희생양극법이다.

그러나 배관 내부에 적용하는데 있어서는 방식전류의 공급이 어려워 일부 냉각수 튜브 내부 방식용으로는 특수 양극선을 관내부로 삽입하는 것이 소개되었으나 실용화된 기록은 아직 없는 상태이다. 그러나 금번 국제방식 기술 세미나에서 발표된 내용은 <그림-32>에서 보는 바와 같이 외부 전원 음극방식법으로 방식전류를 공급해 주는 불용성양극(백금 또는 티타늄에 백금도금)을 후렌지 내에 설치하여 관 내부로 방식전류를 공급한다. 이러한 양극을 적당거리에 설치함으로써 배관내부의 녹을 방지하는 원리이다.

최근 이 방식 기자재는 일본을 중심으로 그 적용영역을 넓혀가고 있으나, 본 연구소에서는 실용시험을 통해 성능을 검토중에 있다. 그리고 본 연구소에서는 <그림-33>과 같이 양극을 관 길이 방향으로 길게하고 양극과 관과의 전기적 접촉을 차단하기 위해



▶ 준비공정

시공할 PIPE에 있어서 필요 개수의 절단이나 수도꼭지의 분해를 시행한다. 또 단수가 불가능할 때는 BY-PASS 관로나 가설배관을 설치합니다.

▶ CLEANING 공정

관내에 남아있는 물을 배출 건조한 후에 VacL MACHINE으로 초진공을 발생시켜 SAND를 관내에 흡입시켜 관내 스케일을 완전히 제거한다. 그후 세척 (FLUSHING)을 하여 남은 모래나 스케일을 배출시킨다.

▶ LINING 공정

FLUSHING한 후 남아있는 물을 배출, 건조시킨 후에 VacL MACHINE으로 에폭시 수지 LINING재를 관내에 환상류로 흡입시켜, 빠른 LINING를 하게한다.

절단했거나 분해된 부분을 원래대로 복구하고 LINING재의 경화를 확인한 후 관내를 세척하고 차아염소산소다로 소독한다. 최종적으로 다시 세척하고 물을 통수시킨다.

<그림-30> 초진공 샌드 블라스팅 및 도장법

절연성 튜브로 싸고 방식전류를 공급하기 위해 적당한 거리에 튜브에 구멍을 뚫어 설치한 관 내부 방식 기자재를 특허품으로 보유하고 있으며 성능시험중이다.

외부전원법 방식 기자재 제조 및 시공업체의 자료에 의하면 다음과 같다.

(1) 녹 제거 능력

설치전 2.3ppm의 녹물이 40일만에 0.24mg/ℓ 개선(철분 함량 허용치 0.3mg/ℓ)

(2) 설치비

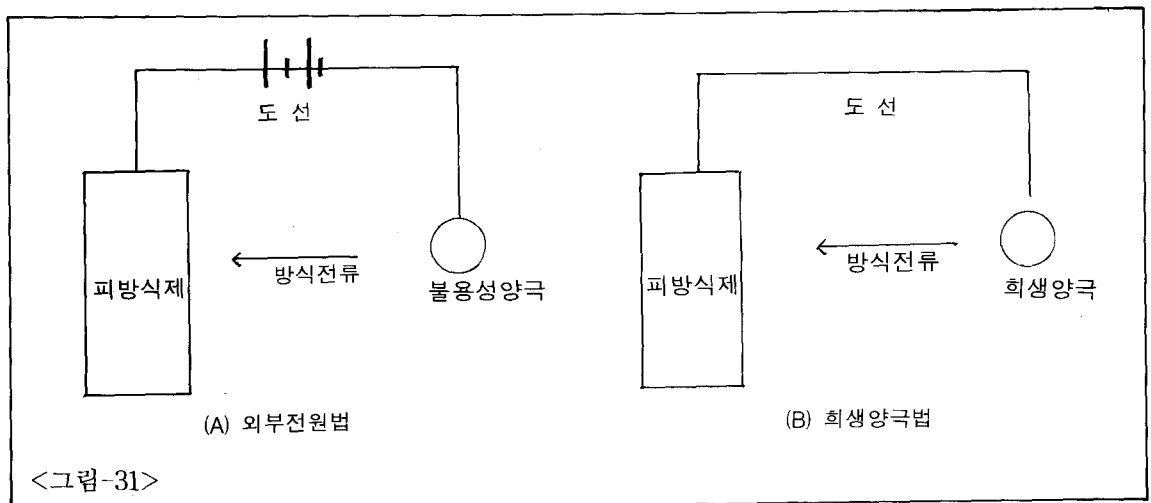
25평 아파트 기준 세대당 50만원 이내 소요

(3) 보증기간

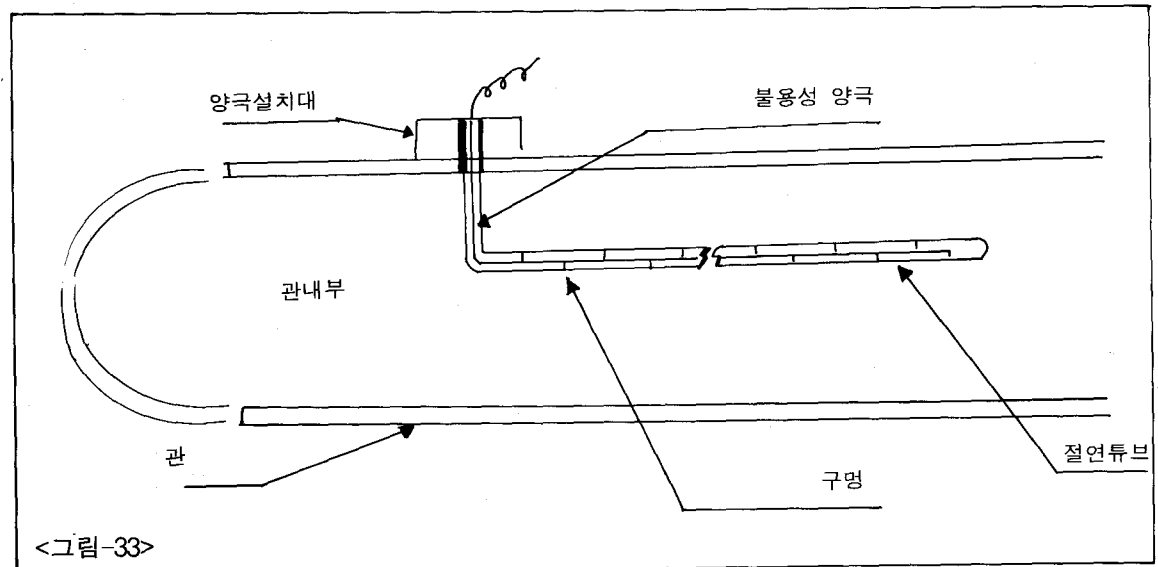
25년

11. 3 자기식 방청법

자기식의 스케일 제거 이론은 오래전부터 여러 나라에서 거론되었으며, 여러 종류의 제품이 국내외를 막론하고 개발되어 있다.



<그림-31>



<그림-33>

기본이론은, 유체속에 함유된 칼슘, 마그네슘 등이 강력한 자성대(Magnetfield)를 통할 때 순간적으로 이온화하여 유도극성을 가짐으로써 분자들의 상호반발 작용으로 스케일 형성을 저지하고 기존 스케일을 서서히 연질화시켜 제거한다는 원리이다. 녹 덩어리는 산화철과 기타 스케일이 혼합된 것으로 스케일 제거시 동시에 떨어져 나갈 수 있다고 본다. 그러나 녹 발생의 기구는 전기 화학적 작용으로 녹 발생을 제거하는 이론으로는 아직까지 뚜렷한 설이 나와 있지 않다.

11. 4 기계식 탈기 방식법

기계식 탈기법은 관로에서 공기를 제거하는 방식이며, 이때 순환수를 진동시킴으로써 방식하는 방법으로 일본 등지에서 실험중인 방청법의 일종이다.

12. 노후배관 보수법

여기서 언급하는 노후배관 보수법은 파공 또는 파열로 인한 배관 누수시 이를 보수하는 것을 말한다. 지금까지 일반적으로 적용되는 보수법은 용접과 치환이 대부분이며, 일부 특수 배관에서 철, 시멘트 등으로 보수가 이루어져 왔다. 이들을 대별하면 치환법과 관 보강법으로 구분된다.

12. 1 치환법

관의 부식 파공부를 잘라 내고 새관을 용접하여 연결한다. 이때 신관과 구관의 전위차에 의해 새로 치환한 관은 양극으로 대극하여 쉽게 전식 현상이 일어난다. 즉, 교환관이 쉽게 녹이 스는 것은 전식현상의 영향 때문이다. 만약 관을 교체해야 할 경우에는 같은 크기의 합성수지계 파이프를 이용하던가 절연성 후렌지를 이용하여 보수하는 것이 바람직하다.

12. 2 관벽 보강법

파손된 부분의 외부에 철 보수용 시멘트 또는 세라믹 보수재를 이용, 리아닝함으로써 파공부를 차단하고 관의 강도도 보강하는 방법이다. 파손규모에 따라 경제성 분석이 되겠지만, 전체 배관이 교체할 단계에까지 이르지 않은 상태에선 부분적으로 성능이 우수한 보강재를 이용하여 보수하는 것이 경제성이 높을 것으로 분석된다.

지금까지는 대부분 외국에서 보강재가 수입되어 공급되고 있었으나, 최근에 국내 모기업체가 지금까지 개발된 그 어느 보수재에 비해서도 성능이 월등한 세라믹계 보수재를 생산·공급하고 있는 것을 확인하고 본 연구소에서 그 성능시험까지 실시하여 성능의 우수성을 확인한 바 있다.

적용법은 파손부위를 간단한 방법으로 표면처리 한 다음, 직접 도포하는 방식이다. 관의 종류, 액의 종류, 관의 환경(수중, 유중, 기타)에 따라 보수재의 배합 및 종류가 다르다.

13. 결 론

건물에서 배관은 마치 인체에서의 혈관과 같이 아주 중요한 구성요소이다. 따라서 배관은 설계단계에서부터 다음 사항을 반드시 고려하여 최선의 설계가 이루어지도록 해야 한다.

- (1) 배관의 설치공간 (설치, 검사, 보수 용이)
- (2) 재료의 성능 (내식성, 강도, 작업성, 수명)
- (3) 배관의 연결방법 (작업성, 내식성, 강도)
- (4) 경제성 (재료비, 인건비, 수명)

그런데 지금까지 건물 배관용으로 널리 사용되어 온 아연도금관(백관)은 시공기술이 발달되어 있고 또 강도가 우수하며, 동시에 시설비가 상대적으로 다른재료에 비해 적게 드는 장점이 있는 반면 부식성이 다른금속에 비해 높아 최근에 급탕용이나 음용수배관으로의 사용이 법적으로 제한받고 있다(1994년 4월 1일부터 사용금지).

그러나 만약 경제적인 방식법이 개발된다

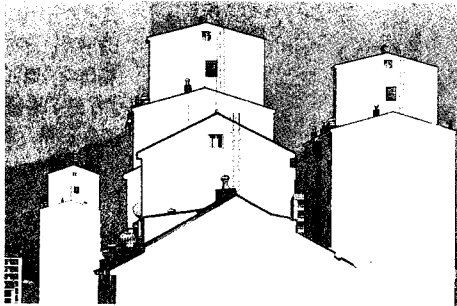
면 법자체를 재고하여야 할 것이다. 왜냐하면 동이나 스테인레스 강관의 배관기술 및 연결 등의 재료가 보편화되지 않던가 특수 환경(유체의 종류 및 상태)에서의 방지법이 제대로 보급되어 있지 않은 상태에서 모든 건물에 일괄적으로 적용한다면 여러가지 문제점이 발생할 우려가 있기 때문이다. 선진 외국에서도 동이나 스테인레스의 배관에서 특수형태의 부식으로 설치 5년 이내에 부식 사고가 발생하여 문제화됨을 인정하며, 나라별로 이에 대한 연구를 많이 하고 있으며 효과적인 신기술의 적용은 국가 단체 또는 관련 협회에서 적극권장하는 것을 볼 수 있다. 우리도 1994년 4월부터 법적으로 내식성

관을 건물 배관으로 사용토록 할 때에는 우선 선진 외국에서 많은 시행착오를 통해 개선한 각종 기술을 분석하여 효과적이며 경제적인 기술을 받아들여 적용함이 마땅하다고 생각한다. 동시에 국가적인 차원의 연구와 법적 보강을 통해 건물 배관에서 더 이상 문제가 발생하지 않도록 조치하여야 하겠다.

가장 단기간에 배관 기술을 향상시키는 방법은 법 개정으로 하자보수 기간을 최대로 연장하는 것과 이에 따른 감독 업무를 강화하는 것이다. 또한 국민각자가 배관의 중요성을 인식하여야 하고 또 초기 시공비가 다소 소요되더라도 방지대책은 자신에게 많은 이익을 보장한다는 것을 인식시키는 것이다.

이 글은 필자가 일본의 자료를 번역한 것임을 밝힙니다.

근로자주택, 자금 지원대상 확대



앞으로 신축후 10년이 넘은 주택을 구입·임대하는 경우에는 국민주택기금에서 지원되는 '근로자주택구입 및 전세자금'을 용자받을 수 있게됐다.

또 용자대상도 농어민이나 병원 및 사회복지시설등에 종사하는 사람과 국

민주택을 한번 분양받았더라도 10년이 지난 사람들까지 대폭 확대됐다.

건설부는 11일 저소득근로자의 주거안정을 위해 지원하고 있는 근로자 주택구입 및 전세자금의 용자대상과 조건을 '이같이 완화하기로 했다.

건설부는 이번 조치에서 지금까지는 신축후 10년이 넘은 주택이나 이미 용자된 주택을 구입할 경우에는 자금을 용자해주지 않았으나 앞으로는 이들 주택에 대해서도 구입자금을 용자해주기로 했다.

이번 용자대상확대로 전체근로자의 73.7%가 이 제도의 혜택을 받을수 있게 됐으며 보다 많은 무주택자들의 주거안정에 도움을 주게 될 것으로 기대된다.

근로자주택구입자금은 가구당 1천400만원, 전세자금은 1천만원이며 올해 총 1천억원이 지원된다.