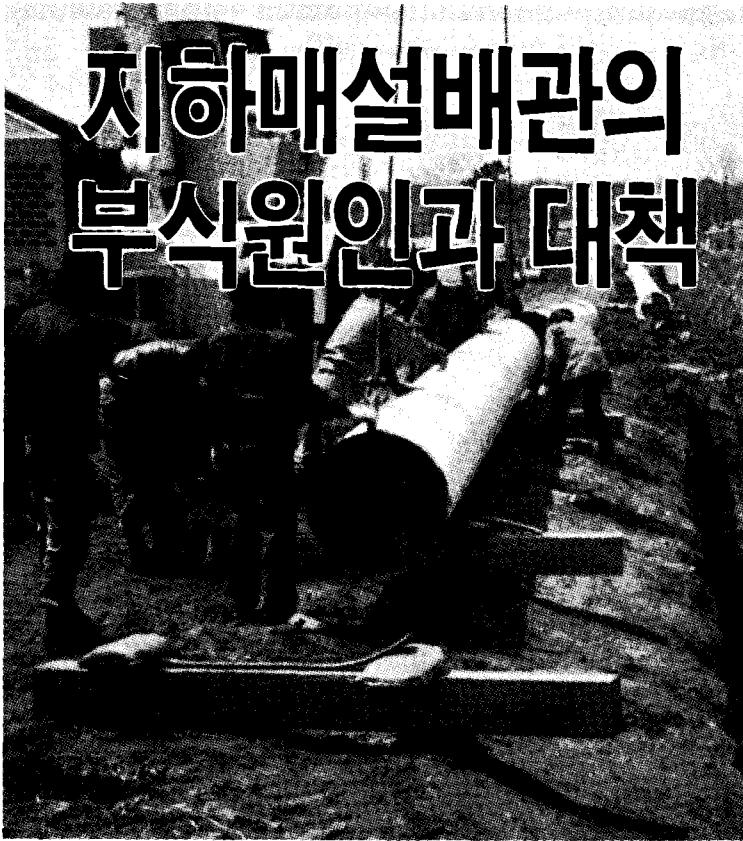


지하매설배관의 부식원인과 대책



1. 서론

각종 용도로 지하에 매설되는 관은 여러가지 원인에 의하여 부식이 발생한다.

어떤 종류의 부식은 진행속도가 매우 늦어 실무적으로는 무시할 수 있는 정도이나, 다른 어떤 종류의 부식은 정반대의 현상으로, 관의 부설시부터 근본적인 대책을 강구하지 않으면 안되는 경우가 있어, 매설배관에서의 부식발생 원인을 정확히 이해하지 못하면 대책수립 또한 완전해 질 수 없을 것이다.

본 자료는 지하매설 배관에서의 부식발생 현상을 원인별로 구분하고 배관의 용도별

사용경험과 실험결과를 어떻게 활용하고 있으며, 현장에서 부식에 대처하기 위하여 어떠한 조치를 취하고 있는가 하는 것을 요약정리한 것이다.

대부분의 내용은 문헌과 외국의 실례를 토대로 한 것이나, 원인과 대책자체는 기본이론에 근거하는 것이므로, 국내에서의 적용에도 별다른 제한은 없을 것으로 판단된다.

2. 일반적인 설비배관에서의 접촉부식

(1) ELECTROLYTIC CORROSION (전식)과 GALVANIC CORROSION의 차이

전식과 이종 금속 간의 접

촉부식은 특성이 유사하나 발생원인은 다르다. 전식은 외부에서 흘러들어오는 직류에 의하여 부식이 발생하는 현상이며, 접촉부식은 접촉된 두종류 금속사이의 전기적 에너지 차에 의해서 발생된 유도전류에 의해서 일어나는 현상이다.

(2) 접촉부식의 발생조건

접촉부식이 일어나는 조건은 전해질 용액속에서 두종류의 금속이 연결되는 경우이다. 염수나 산성용액은 강한 전해질이고, 일상의 음료용 물은 약한 전해질이며 증류수 또는 옹축수는 아주 약한 전해질이다. 증기는 전혀 전해질이 아니다. 약한 전해질일수록 접촉부식현상은 일어나기 어렵다. "보통의 음료수 중에서 접촉부식은 일반적인 현상이 아니다"라는 것은 강조되어야 한다.

(3) 전해질 용액이란 어떤 것인가

전해질 용액은 금속에 비하여 큰 전기저항을 갖고 있기 때문에 대부분의 전류 흐름이나 접촉부식 현상은 금속과 금속의 접촉면 부근으로 제한되어 있다. 접촉부분에서 6" 이상 떨어진 부분에서는 접촉부식이 거의 일어나지 않을 것이다. 접촉부분에서 멀리 떨어진 곳의 부식현상은 접촉부식에 의한 것이라기 보다는 다른 원인에 의한 것으로 받아들여져야 한다.

(4) 경험상의 데이터

접촉부식이 일어날 가능성이 있는 조건하에서 금속들이 서로 연결된 경우는 수없이 많다. 예를들면 세탁기, 보우트, 공조설비, hardware, 배관

설비, 자동차, 기차 등이다. 그러나, 접촉부식이라고 확증되는 부식현상으로서 문제가 될 정도로 심각한 경우는 거의 없다. 그럴 수밖에 없는 이유는 여러가지가 있으나, 그중 가장 중요한 것은 전해질용액이 접촉부식 현상을 일으킬 정도로 충분히 강하지 못했을 것이라는 점이다.

온수 난방계에 주로 사용되는 금속에 있어서 접촉부식 현상은 중요한 문제가 아니다.

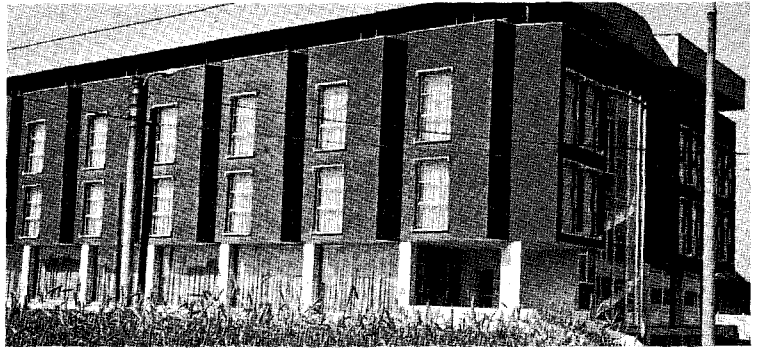
이것은 순환수 내의 공기가 순환도중 제거되어 순환계 밖으로 배출되어 버리기 때문이다.

동은 철에 비해서 일반적으로 귀한 금속이므로 동과 철을 직접 접합할 때에, 접촉부식에 의해 강관이 부식될 가능성은 확실하다.

그러나, 수도수 중의 배관계에서는 실용상 중대한 지장이 되는 정도의 접촉부식 전류는 쉽게 발생된다고 보기는 어렵다.

더욱이 온수가 대상이 되는 중앙집중식 난방계통에 있어서는, 동과 철의 전위가 아주 근접되거나, 약간 순위가 바뀌는 정도라는 것이 실험결과이므로, 동관을 사용하는 배관의 접촉부식이 실용상 중대한 지장이 된다고 볼 수 없다.

Cottin도 중앙집중식 난방계통에 있어서는 접촉부식의 가능성이 있다고 생각되는 경우가 많으나, 현실적으로 어떤 사고에도 없다고 설명하고 있다. 상수도를 사용하는 급수, 급탕배관계에서 강관이나 아연도금 강관에 동관이나 동합



금제 밸브를 직접 연결하는 것은 일상적인 일이다. 그러나 이와 같은 경우에서도 접촉부식에 의한 장해는 거의 경험되지 않고 있는 것 같다.

이러한 예는 간혹 잘못해서 해수배관에서 강관에 동합금제 밸브를 직접 연결하여, 심한 접촉부식을 경험하는 것과 좋은 대조가 된다.

이상의 결과로 보아, 보통의 냉온수 배관에 있어서 동관과 강관의 직접연결을 접촉부식때문에 피해야 할 근거는 희박하다. 특별히 주의를 요하는 경우로서는, 물의 전도도가 높은 경우, 유속이 커서 관 표면에 피막형성이 저해되는 경우가 생각되어 진다.

많은 경우, 동 이온은 물에 의해 운반되어져서, 이 이온에 의해 아연도금 강관은 부식을 일으키기 쉽게 된다. 따라서 동관의 다음에 강관이나 아연도금 강관을 연결하지 않는 것이 좋다. 그러나 이의 반대는 괜찮다. 여기서 주의하지 않으면 안되는 것은, 난방회로와 같이 폐회로 배관의 경우에는, 항시 새로운 물이 사용되지 않는다는 것이다. 이런 경우에는 동과 강이 동시에 사용되어져도 부식의 위험이 없다. 그러나 팽창탱크는 밀폐

식으로 실소가압방식을 택할 필요가 있다. 개방탱크방식을 쓰는 것은 좋지 않다.

난방배관에는 흑철관과 동관을 연결해서 안전하게 사용할 수 있다. 그러나 아연도금 동관은 사용하지 않는 편이 좋다. 왜냐하면 이와 같은 경우에 아연피막에 부식문제가 생기기 때문이다. 방열기는 주철, 강 또는 알루미늄 주물등의 어느 것도 동관과 연결하여 사용할 수 있다.

그러나 알루미늄의 경우는, 동관과 알루미늄 간에 주철제 이음쇠를 넣어서 동관과의 접촉에 의한 알루미늄의 부식을 방지할 필요가 있다.

동관과 철관을 접합할 때는 이종 금속간의 접촉부식이 문제가 된다. 일반의 수도수에서는 지금까지의 실적으로 보아 부식의 염려가 없다. 그러나 해안이나 지하수 등에서는 이종 금속에 의한 접촉부식의 염려가 있기 때문에 절연단수를 사용하는 등 방식대책이 필요하다.

3. 지하매설 배관에서의 접촉부식

(1) 부식의 원인

× 유도전류(직류)의 발생

구 분	Main	Service Lines
관 내 압 력	100 P S I G (6.8 kg / cm ² g) 이하	
유 하 수 소 함 량	표준상태의 가스 100ft ³ (3 m ³) 중 0.3 Grain 이하	
관 의 두 께	0.065" (1.65mm) 이상 변질	ASTM-B88 (K S D - 5301) 동관규격의 L type 이상
접촉부식예대대책	주철관이나 강관에 동관이 연결될 경우에는 접촉부의 절연처리 (Dielectric Union 사용등) 만으로 가능하다.	

액체별 전해질의 정도

전해질의 정도	해 당 액 체
강하다.	염수, 산성용액
약하다.	일상의 염료용. 물
아주 약하다.	중류수, 응축수
전해질이 아니다.	스팀

* 전류의 흐름(금속쪽에서 토양으로)

* 전류와 함께 미세한 금속 입자의 분리

(2) 유도전류(직류)의 발생 원인

* GALVANIC ACTION

* ELECTROLYSIS-STRAY CURRENT

(3) GALVANIC CIRCUIT의

4가지 구성요소

* 양극(배전계에서의—ANODE)

* 음극(" —관)

* 전해질(" —토양)

* 외부장(" —ANODE LEAD WIRE)

(4) 주요 금속의 기전력 및 GALVANIC계열

재질이 다른 금속이 연결될 때는 표에서 계열이 높은 금속이 양극이 되고, 낮은 금속이 음극이 되며 양극이 되는 금속에 부식이 발생하는데, 전위차가 클수록 부식이 잘되고, 전위차가 적을수록 덜 부식된다.

주관인 주철관이나 강관(ANODE)에 지관으로 동관이나 황동관(CATHODE)이 연결되어 있을 경우는 주철관이나 동관이 부식된다.

주관인 주철관(또는 강관)에 지관으로 동관(또는 황동관)이나 아연도관이 연결되어 있을 경우, 주철관(또는 강관)은 동관에 대해서는 ANODE가 되고 아연도관에 대해서는

실험 및 경험상 데이터

구 분	내 용
발 생 조 건	전해질용액중에 두가지 금속이 연결되어 있을때
발 생 부 위	접속부분에서 6"이내(미국)
실험 결과	미 국 (1) 온수난방계 : 순환수내 공기가 제거되므로 문제되지 않음.
	미국, 일본 (2) 수도수 : 중대한 지장이 되는 정도의 접촉부식전류는 쉽게 일어나지 않음.
	일 본 (3) 설비배관 : 강관이나 아연도강관과 동합금제 밸브를 사하는 것은 일반화된 일이며, 접촉부식을 경험한 일은 없음

CATHODE가 된다. 즉, 아연도관은 다른 전부의 배관재에 대하여 ANODE가 되어 부식이 가장 많이 발생된다.

동관을 가스공급 주관이나 지관으로 사용할 때에는 다음의 요구 조건을 만족할 수 있어야 한다.

(5) 서로 다른 토양에 매설된 관의 부식

한쪽은 습하고, 다른쪽은 건조한 토양에 매설된 관은 단일 재질일 경우라도 부식이 발생된다. 진흙이나 습한 토양이 부식을 일으키는 지역이 된다.

신더에 매설된 관은 부식된다.

토양이 치밀한 곳과 치밀치 못한 지역에 걸쳐 매설된 배관은, 치밀한 토양쪽에서 부식이 발생된다.

(6) 전해 / 회로에서 이탈된 전류(Stray Current)의 영향

전류가 배관쪽으로 흘러 들어오면 관이 CATHODE가 되어 부식으로부터 보호되나,

전류가 배관으로부터 흘러나오면 ANODE가 되어 관이 부식된다.

(7) 부식조절방법

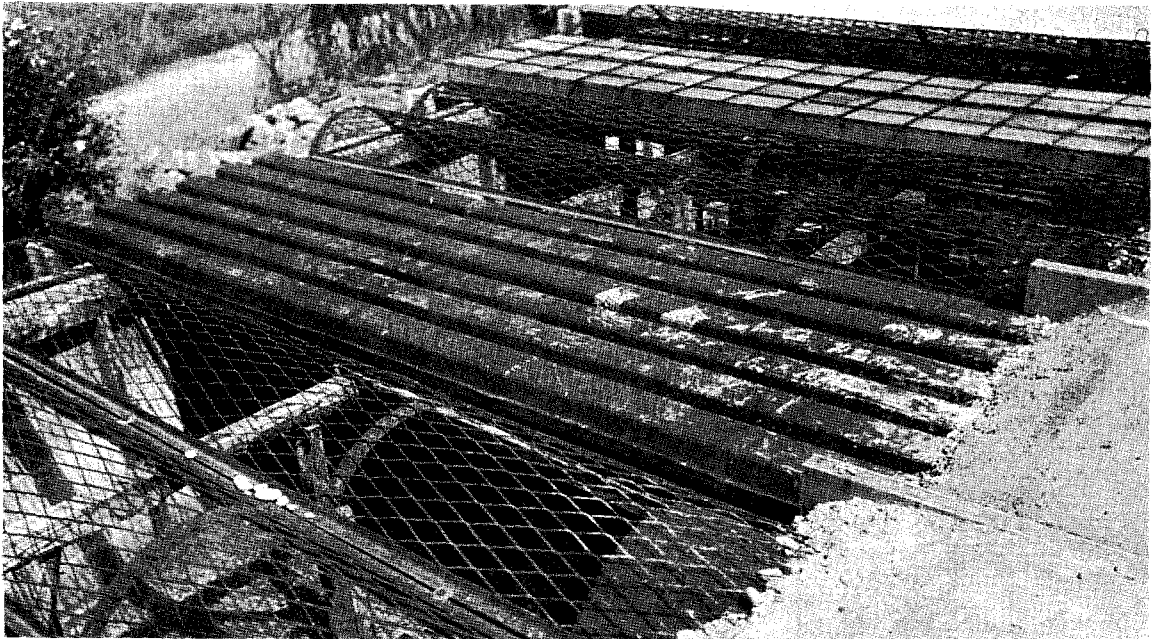
관의 두께가 두꺼운 것을 사용한다.(부식여유를 고려하는 방법)

토양에서 부식저항이 강한 배관재를 사용한다.(예, 금, 은, 동)

피복된 관이나, 코팅한 관 또는 관표면을 내식성 재료로 감싸준 관을 사용한다.(관과 토양간의 절연)

음극보호장치(CATHODIC PROTECTION)를 설치한다. 등 4가지 방법이 있으나 주로 밑의 두가지 방법이 적용된다.

만약 매설용으로 사용되는 관이 완전하게 피복되었거나, 코팅되었다면 어떠한 부식도 발생되지 않는다. 음극보호장치(CATHODIC PROTECTION)는 코팅이 불완전한 부분을 부식으로부터 보호하기 위하여 적용하는 것이다. 단, 동관(Pipe or Tube)과 강관이 연



결될 시는 CATHODIC PROTECTION 이 MANDATORY REQUIREMENT가 아니고 인근 배관계통에 CATHODIC PROTECTION SYSTEM이 설치되어 있는 경우 이를 같이 사용할 수는 있으나, 동관 자체만을 위한 CATHODIC PROTECTION은 불필요하다. 즉 동관을 부식으로 부터 보호하기 위해서는 COATING 또는 ELECTRICAL INSULATION 만으로도 충분한 것이다.

4. 결론

(1) 전식과 접촉부식의 차이

특성은 유사하나 발생원인은 다르다.

전자는 외부로 부터 직류가 흘러들어옴으로써 발생하는 현상이며, 후자는 접촉된 두종류의 금속간 또는 관과 관을 싸고 있는 토양간의 전기적

에너지의 차이에 의한 유도전류에 의해서 발생하는 현상이다.

(2) 일반적인 설비배관에서 의 접촉부식 강한 전해질 용액중에 다른

두가지 금속이 접촉되어 있을 경우에는 접촉부식의 정도가 크나, 그 이외의 액체내에 배관되어 있는 경우에는 접촉부식이 미미하거나 발생되지 않는다.*

(3) 지하매설 배관에서의 부식조절 방법

배관재료	기준	비고
주철관·강관이 같이 사용된다.	반드시 부식방지조치가 필요하다. *도복제, 피복제품사용 *CATHODIC PROTECTION	*FEDERAL CORROSION CONTROL REGULATIONS (O. P. S. 192. Subpart . 1)
동관만이 사용된다.	과관자체로도 부식정도는 무시할 수 있으나, 피복동관을 사용하는 것이 보다 더 완전하다.	
주철관·강관·동관이 같이 사용된다.	동관은 부식으로부터 보호되나 주철관, 동관은 부식된다. *이종금속간의 접합부에 절록이음쇠 사용 (DIELECTRIC UNION)	
주철관·강관·아연도강관·동관이 같이 사용된다.	동관은 부식으로부터 보호된다. 아연도강관은 항상 부식된다. 주철관과 강관은 동관에 대해서는 부식되고 아연도강관에 대해서는 보호된다. *이종금속간의 접합부에 절록이음쇠 사용	

(자료제공: 풍산금속 동관기술실)