하자와 보수

이론보다 현장을 중심으로

하자, 그 원인과 대책

안경호 / 한솔건설(주) 기전부 부장

식기 세척기 운전소음 저감 대책

현황 및 원인

주방에 설치된 식기세척기 가동시 운전소음이 심해 식당 출입구등 오픈 스페이스를 통해서 식당으로 전달되었다.

이로 인해 식당(FOOD COURT)을 이용하는 손님들로부터 소음발생에 대한 불편이 제기되었다.

1. 식기 세척기의 위치가 식당에 가깝게 설치 운영되었다. 이로 인해 식기 세척기 가동시 운전소음이 식당에 전달(〈그림 1〉 참조)되었다.

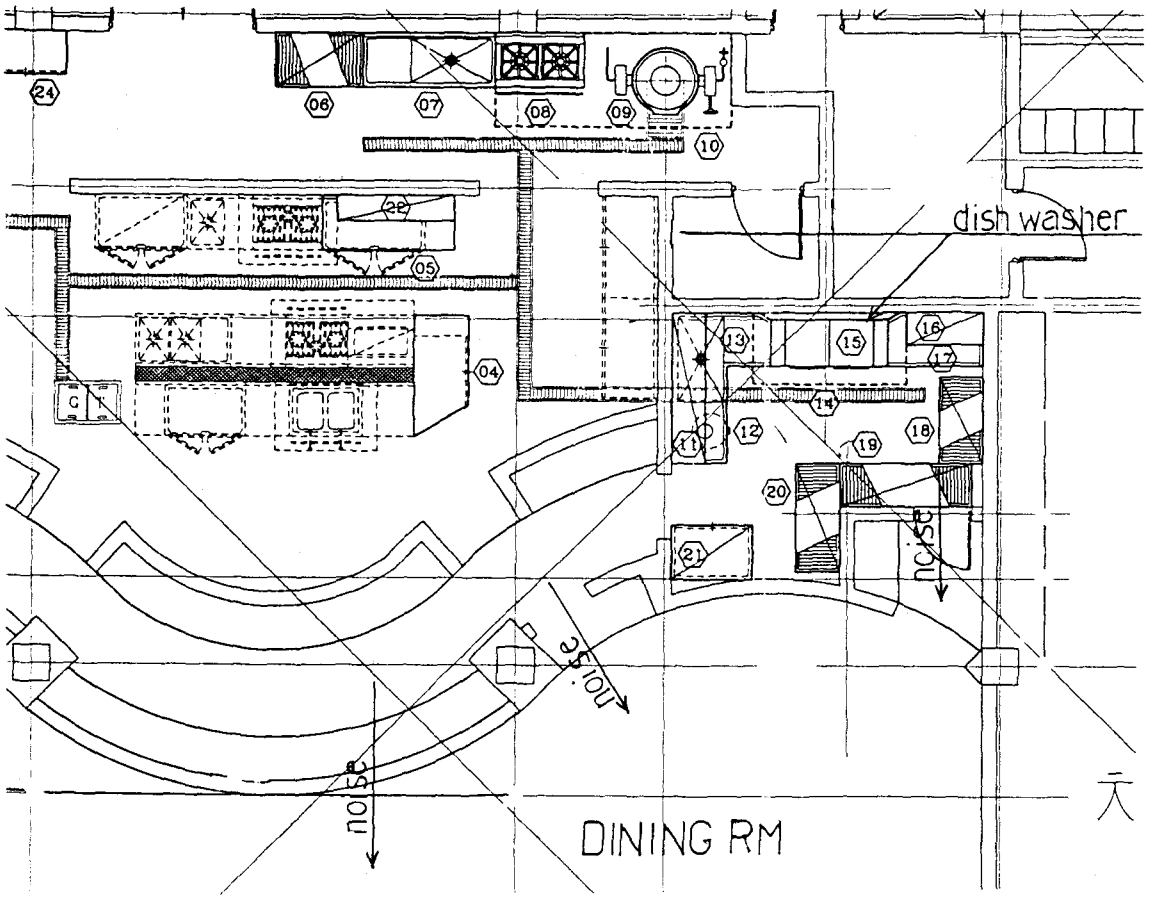
2. 식기 세척기에 사용되는 부품 자체가 소음저감을 고려치 않은 소음발생이 큰 재료로 사용되었다. 따라서 이로 인한 소음발생이 증가되었다.

3. 업장별 발생소음 현황을 조사하면 다음 표와 같다.

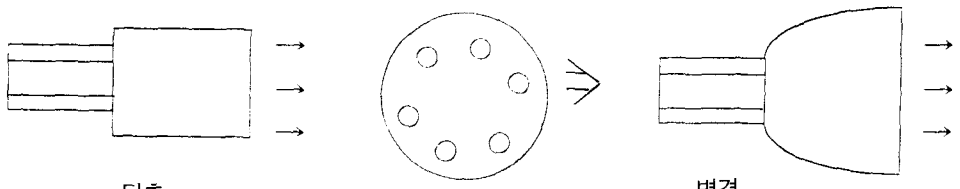
업 장 별	직원식당	동양식당	FOOD COURT
제작업체	A사	B사	C사
측정소음(dBA)	80	79	82
식당에서의 소음도	63	67	63
비 고			

보수 및 시공시 유의사항

1. 주방기구 평면 레이아웃을 변경(식기 세척기의 위치를 식당 출입구로부터 먼 쪽으로 이동)하여 식기 세척기의 위치를 식당 출입구로부터 먼쪽으로 이동하는 것이 바람직하나 기존 시설의 개수공사 및 이에 따른



〈그림 1〉



〈그림 2〉

영업을 중단해야 하는 번거로움이 따르므로 검토 대상에서 제외했다.

2. 식기 세척기 가동시의 운전소음은

① CONVEYOR 이송 소음

② 고온수 분사시 발생되는 수류소음

③ 고온수조를 가열하는 스팀 노즐에서 분사시 나오는 스팀 분사소음

④ 건조용 EXH FAN의 운전시 발생하는 운전소음 등 크게 4가지로 구별할 수 있다.

당 현장에서 사용되는 식기

세척기는 특히 ③번인 고온수조를 가열하는 스팀 분사 노즐의 운전소음이 문제가 되었다.

즉 스팀분사노즐형상이 저항이 많이 걸리는 형상으로 되어 스팀 분사시 소음이 심하게 발생했다.

따라서 여러 개의 스팀분사노즐 형상중에서 가장 저항이 적게 걸리는 형상으로 선정 및 교체하여 시험가동 결과 아래와 같이 소음이 감소되었다(〈그림 2〉 참조)

교체후 소음 측정 결과는 다음과 같다.

업장별	직원식당	동양식당	FOOD COURT
제작업체	A사	B사	C사
측정소음(dBA)	80	79	77
식당에서의 소음도	63	67	57
비 고			

V.I.P 주방 배기 팬 정압 산정 오류

현황 및 원인분석

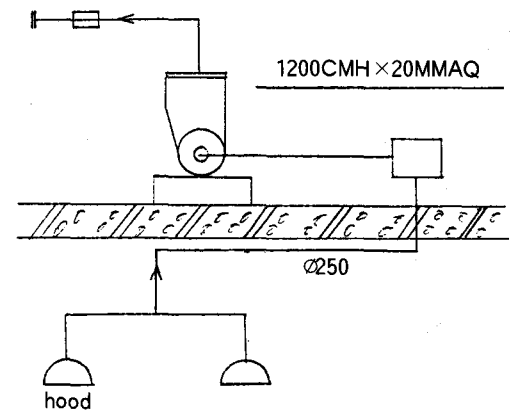
1. V.I.P실 주방 배기 팬(설계계산서－1200㎝H×20㎜aq×1HP)을 START－UP/시운전하여 본 결과 설계 풍량보다 훨씬 못미치는 풍량이 나왔다.

2. 주방의 필요 환기량(12800㎝H)을 설계자는 등압법에 의거(덕트 내부 마찰손실 설계시 0.2㎜aq/MR로 계산) 덕트 사이즈를 250Φ로 산정하고 길이는 약 40mr 정도 계산한다. (〈그림 1〉 참조)

3. 상기와 같은 풍량부족의 문제점이 발생되어 풍량을 1800㎝H×20㎜aq 팬을 재제작, 반입하여 풍량 측정결과 아래와 같이 풍량이 늘어나지 않는 현상이 나왔다(당초 1200㎝H 풍량으로는 환기량이 부족하다고 판단되어 풍량을 1800㎝H로 늘림).

설계 계산서	측정값	비 고
1,800CMH×20㎜aq	1000CMH×20㎜aq×1HP	설계값 대비:56%

〈그림 1〉



설계 계산서	측정풍량	비 고
120CMH×20㎜aq×1HP	950CMH×20㎜aq×1HP	설계풍량 대비:80%

보수방안 및 시공시 유의사항

위의 내용을 검토한 결과 팬의 풍량을 증가할 때 기시공된 덕트사이즈(Φ250)를 무시하고 당초의 마찰저항값 0.2㎜aq/m를 기준으로 정압을 선정한 것이 오류였다.

0.2㎜aq/m 기준시 덕트사이즈는 MIN Φ300이상은 되어야 하나 기 Φ250m로 시공되어 마찰저항이 증가하였다.

마찰저항의 증가는 결론적으로 풍량 감소의 요인이 되었다.

즉, 송풍기 상사의 법칙에 의거, 풍량은 회전수에 비례하고 정압은 회전수의 제곱에 비례함으로 회전수의 변동이 없을 때에는 (n′/n=1), 결국 정압이 작으면 비례해서 풍량이 떨어진다

는 이론에 의한다.

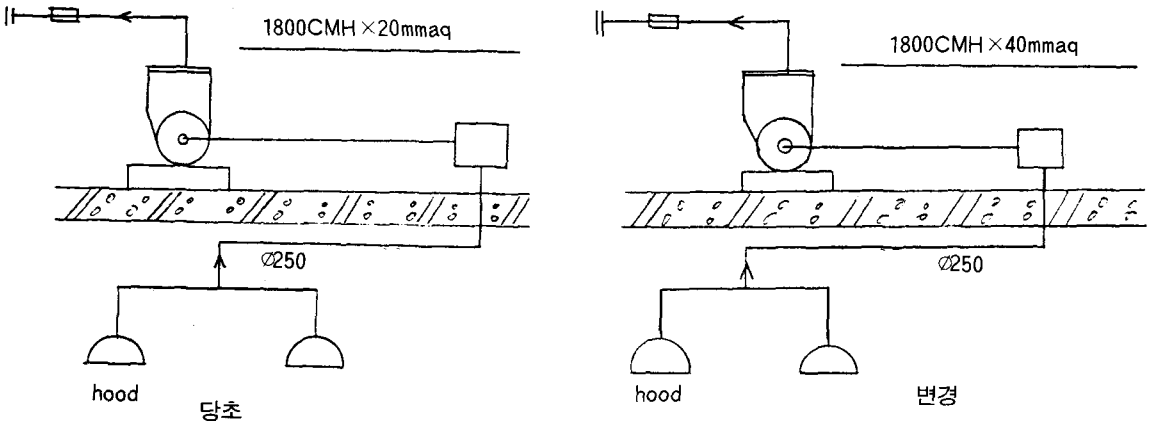
정해진 덕트 사이즈 Ø250으로 설계풍량 1800㎤H를 얻기 위해서는 정압이 증가해야만 한다. 따라서 1800㎤H의 풍량이 Ø250㎜를 통과할 때 마찰저항은 0.5㎜aq/MR는 되어야 한다.

따라서 필요 정압은

1. 덕트:0.5㎜aq×40mr×1.5=30㎜aq
2. 필터:5㎜aq
3. 토출구:2㎜aq
   소계:37㎜aq
4. 여유치 10% 3.0㎜aq
   합계=40㎜aq

따라서 팬 사양은 1800㎤H×40㎜aq로 계산하여 재제작하여 시운전결과 설계계산서에서 요구하는 팬 풍량 1800㎤H를 얻었다.(〈그림 2〉 참조)

〈그림 2〉



스테인리스 탱크 용접부식과 누수

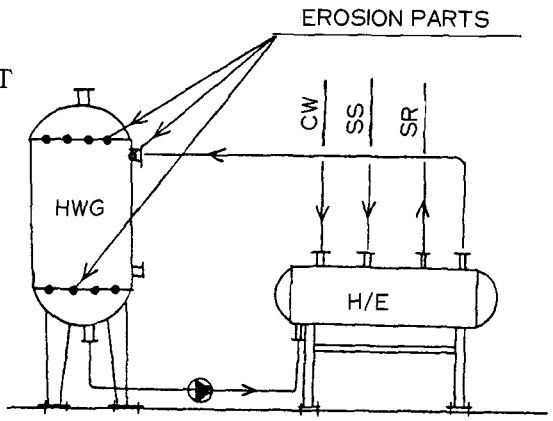
현황 및 원인분석

1. 분리형 급탕탱크 경판 용접부위 및 SOCRKET 용접 부위에서 부식으로 인한 누수발생 하자 현상을 알아보면

① 탱크 및 경판 이음부 원주 방향의 용접부위의 관류 응력부식으로 인한 누수발생

② 각 노즐의 소켓 부위 용접부분에서 부식으로 누수발생

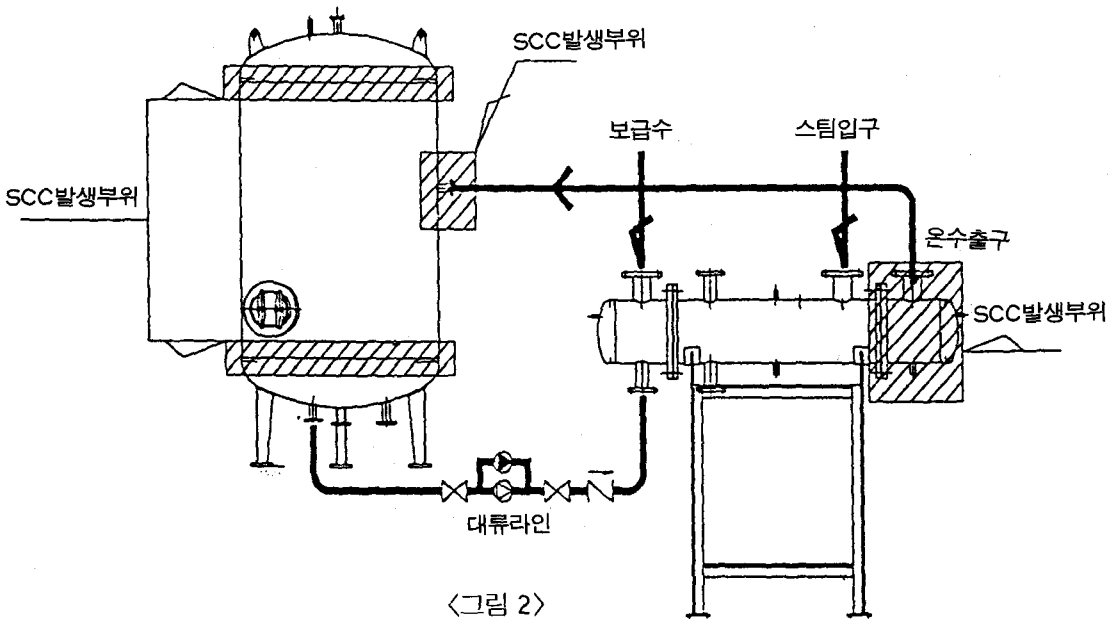
③ 분리형 열교환기 온수 출구쪽 용접부위에서 부식 및 누수가 발생(〈사진 1, 2 ,3〉 참조)



2. 원인

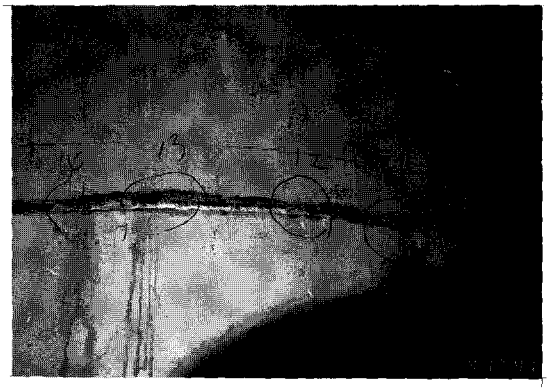
① 보급수라인에서 다량의 토사가 유입되어 토사의 성분이 용접부에 부착되어 응력부식을 발생시켰다.

② 유입된 토사가 대류펌프의 원활한 순환을 방해하여 열교환

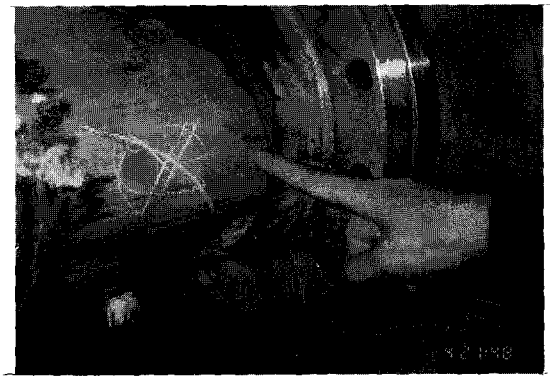


〈그림 2〉

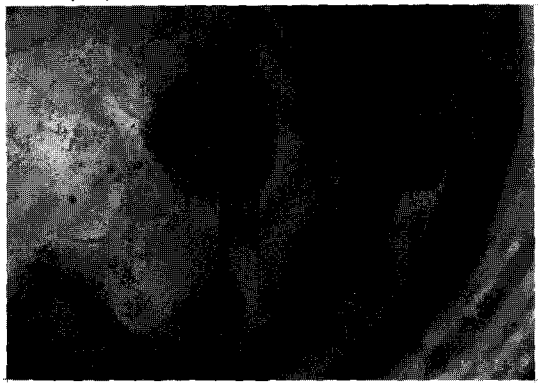
〈사진 1〉 원주둘레 방향의 SCC 발생 부위



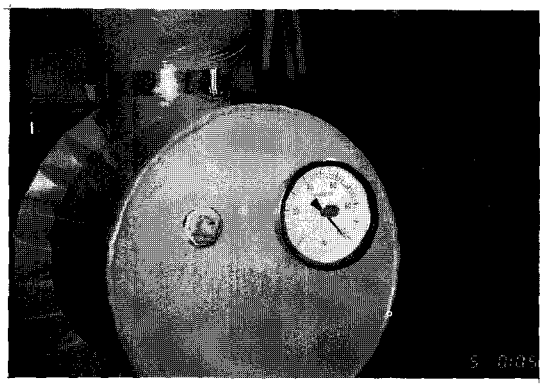
〈사진 2〉 고온에 의한 동체 부분 크렉

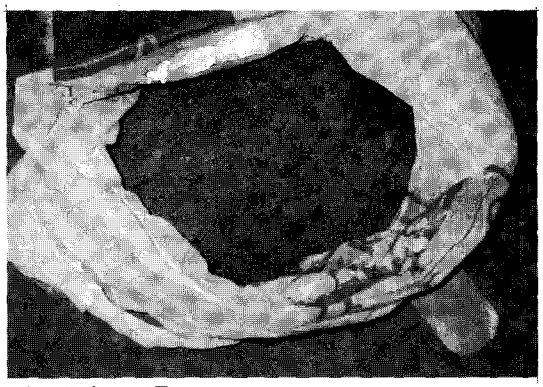


고온에 의한 소켓의 부식



〈사진 3〉 운전중 열교환기의 온수 출구 온도(100℃ 이상 운전됨)





탱크내의 토사물

기에서의 급수압력 및 대류라인의 압력이 낮아 온수가 열교환기 출구쪽에 고온의 온수가 정체했다.

보수방안 및 시공시 유의사항

1. 용접부위는 아래의 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 스테인리스 BAND를 덧씌워 용접처리한다.

2. 급탕탱크는 정기적으로 내부 청소를 한다(연 2회).

3. 급탕탱크 온도는 부식방지를 위해서 최고온도가 60℃ 이상이 넘지 않도록 운전한다.

스테인리스강(STAINLESS STEEL)의 부식이 발생하는 요인을 열거하면 아래와 같다.

1. 공식(틈새부식)

스테인리스강의 표면은 전해질 용액중에서 3종류의 전기화학적 조건, 즉 활성, 부동태, 과부동태 중의 한가지로 존재하고 그 내식성은 통상 부동태에 기초하고 있다.

그러나 어떤 조건하에서는 표면의 대부분이 부동태인 채로 미세한 부분만이 활성화해서 공식을 일으킨다.

즉, 공식이란 부동태 부분과 공존하는 특이한 부식형태이다. 공식의 발생에는 우선 용액중에 할로겐이온(염소, 불소, 요오드이온)등이 존재하는 것이 필요하지만 자연방치상태(외부에서 ANODE 전류를 주지 않는 상태)에서는 용존산소 또는 FE^{+}, CU^{+} 등의 산화재를 포함한 것이 필요조건이 된다.

스테인리스강에 공식을 발생시키기 위해서는 예를 들면 염화물용액에 각종 산화제를 가하는데 이는 용액의 산화력을 높이는 것이고 그 결과 금속의 자연전위는 상승한다. 산화제를 가하는 대신에 외부 ANODE 전류를 통하고 염화물 용액중의 금속전위를 높이는 것(ANODE분극)에 의해 공식을 발생시킬 수 있다.

2. 극간부식

극간부식과 공식은 현상적으로 대단히 유사한 점이 많고 공식은 극간부식의 특수한 경우라고도 한다.

극간부식에서는 극간이 ANODE, 주변이 CATHOD로 되어 CATHOD 반응이 부식을 진행시킨다.

특히 스테인리스강의 경우 극간부식을 일으키는 환경인자는 대부분이 공식의 경우와 동일한 것으로 되어 있다.

아울러 용접부에서는 BEAD부 및 모재간의 극간을 만들지 않도록 조심스러운 작업이 요구된다. 급수, 급탕 등의 스테인레스강 배관에서는 일반적으로 염소이온 농도가 낮고 공식이나 극간부식의 사례도 적지만 수온이 80℃를 초과한 경우나 순환수를 사용한 스테인리

스 배관에서는 플랜지부의 가스켓 아래에 극간부식이 일어나기 쉬운데 가스켓의 재질로서 고무, 테프론 등에 비해서 석면이 문제가 된다.

스테인리스강의 경우 테프론〈스틸렌고무(SBR)〈청백면〈석면의 순서로 극간부식을 일으키기 쉽다.

또한 용접부에서는 BEAD부 및 모재간에 극간을 만들지 않도록 조심스러운 작업이 요구된다. 급수, 급탕 등의 스테인리스 배관에서는 일반적으로 염소이온 농도가 낮고 공식이나 극간부식의 사례도 적지만 수온이 80℃를 초과한 경우나 순환수를 사용한 경우 등은 설계시에 충분한 주의를 요한다.

3. 입계부식

금속의 결정 입계 또는 입계의 근처를 따라서 생기는 선택적 부식을 입계부식이라고 한다. 금속의 입계부식감수성(입계부식을 일으키기 쉬운 상태)이 생긴 것을 예민화라고 한다. 오스테나이트계 스테인리스강은 400~850℃까지 가열하든지 또는 이 온도 범위에서 서냉시키면 예민화한다.

즉, 오스테나이트 상태에 고포화로 고용되어 있는 탄소가 이온도 영역에서 크롬을 주체로 하는 탄화물로 석출되는 것이다. 이 때문에 입계 근처는 크롬양이 결핍되어 내식성이 저하된다. 입계부식이 실제로 문제가 되는 것은 판이나 플랜지의 용접과 경납등 예민화 온도 범위에서 작업을 한 경우 또는 유체온도가 80℃를 초과한 경우일 것이다.

4. 응력부식 균열(STAINLESS CORROSION CRACKING: SCC)

오스테나이트계 스테인레스강은 일반적으로 우수한 내식성을 나타내지만 인장응력과 염화물의 부식작용이 함께 영향을 미칠 때 응력부식 균열(STAINLESS CORROSION CRACKING:SCC)이 생기기 쉬운 결점을 갖고 있다.

스테인레스강의 표면은 이미 말한바와 같이 전위상으로 과부동태, 부동태, 활성태로 구별된다. 응력부식 균열의 발생은 중성환경의 부동태 영역에서 압도적으로 많다고 할 수 있다.

응력부식 균열에 대한 염소이온 농도의 영향은 일반적으로 농도가 높아질수록 균열이 일어나기 쉽게 된다.

응력부식 균열을 일으키지 않는 염소이온 농도는 극히 낮게 일어난다.

응력부식 균열 감수성에 영향을 주는 금속상의 인자로는 마르텐사이트상, 훼라이트상, 크롬탄화물의 입계석출 및 결정입도등 4가지가 있다.

마르텐사이트상은 부식의 발생점으로 되어 응력부식균열 발생을 용이하게 하는 면과 부하에 의한 SLIP을 억제하는 면이 있고 훼라이트상은 조대 SLIP을 억제하므로 본질적으로 응력부식 균열에 저항한다.

크롬탄화물이 석출하면 응력부식균열의 선행부식으로서의 공식이나 입계부식을 일으키기 쉽게 한다.

또한 결정입도가 클수록 조대 SLIP이 생기기 쉬우므로 응력부식 균열이 크게 된다.

5. 토양부식

땅 속의 금속은 토양중에 함유된 수분이 원인이 되어 부식이 진행된다.

토양의 부식성은 함수량 외에 통기성, 용해염류, 산성도, 알칼리도, 함유가스, 박테리아 등의 요인에 지배되지만 전기화학적으로 주로 전기 전도성(또는 전기 저항)과 복극성도 중요한 인자이다.

스테인리스강의 경우는 토양부식에 관한 데이터가 많지 않고 수용액 중에서의 부식특성을 참고로 하여야 하며 특히 염소인온 농도에 주목하여야 한다.

6. CAVITATION 부식

CAVITATION 부식이란 금속 표면에 접한 고속의 유체흐름의 일부에 압력이 낮은 빈부분이 발생하고 여기에 유체의 증기기포가 충만되어 다음에 오는 높은 유체의 압력이 높은 유체에 의해 붕괴되는 현상을 말

한다.

이 붕괴에 의해서 재료가 침식되는 것을 CAVITATION EROSION이라 하고 일반적으로 금속표면은 깊은 공식을 일으키고 스폰지 상태의 외관을 나타낸다.

이 기계적 파괴에 유체의 부식작용이 가해지면 EROSION은 가속된다.

이 경우를 CAVITATION EROSION이라고 한다.

7. 대기부식

스테인리스강은 청정한 대기중에서 부동태화 해서 부식되지 않는다. 그러나 일반적으로는 수분의 응축과 함께 대기중의 오염물질(유황분과 염분)과 먼지 등의 부착에 의해 다소 부식된다.

대기부식에 의한 기계적 성질의 약화는 거의 없고 문제가 되는 것은 외관의 변화이다.

8. 수돗물에 의한 부식

급수, 급탕, 냉온수, 냉각수는 현재로는 거의가 수돗물이다. 수돗물의 수질기준치에서 특히 문제가 되는 잔류 염소이온의 농도이다.

수돗물도 전국적으로 대단히 종류가 많고 수질도 다르다고 할 수 있다.

예를 들면 염소이온은 수mg/ℓ에서 60mg/ℓ 이상까지도 차이가 난다고 한다.

그러나 이를 평균하면 15mg/ℓ 전후이고 200mg/ℓ를 크게 밑돈다고 한다. 스테인레스강관이 수돗물을 대상으로 한 건축설비 배관에 이용된 것이 비교적 최근이고 부식관련 데이터가 별로 없다고 할 수 있다.

그러나 부식이론에 의하면 수돗물의 경우 상온은 일단 문제가 없다고 생각된다. 문제가 되는 것은 온도가 높은 경우 특히 80℃가 초과한 경우 부식(공식 및 극간부식) 진행이 빨라진다는 것이다.

따라서 80℃이상의 온수 사용에 대해서는 설계, 시공 및 운전관리시 이 점을 충분히 고려하여야 한다.

9. 용접의 영향

오스테나이트계 스테인리스강은 용접을 하면 용접열 때문에 열영향부는 입계부식을 받기 쉽게 된다. 또한 용접시의 잔류응력 때문에 응력부식 균열을 일으키는 것도 있다. 상기 열 영향부의 입계부식은 용접쇠약(WELD DECAY)이라고 하고 STS304에서 대단히 큰 문제이고 550~850℃의 온도범위로 가열되면 그 부분의 내식성이 저하하기 때문이다.

10. 이종금속과의 전위부식(GALVANIC)

SUS304는 이종금속에 대해서는 모두 음극(-)이 되어 GALVANIC 부식을 받지 않는다. 양극으로 되는 이종금 속의 부식정도는 아래와 같다.

철〉연강〉납〉납땜〉동합금〉은납〉스테인래스 주강품

■ 원고를 기다립니다

월간 설비건설은 설비업계의 전문지로 대한설비건설협회 전국 회원사를 비롯하여 유관단체 및 관련기관, 연구기관, 종합건설업체 등에 배포되고 있습니다.

전국 설비건설업계의 대변지로서 그 역할을 충실히 수행하면서 신기술·신공법·신자재 등 다양한 정보교환을 위해 편집부의 문은 항상 개방되어 있습니다.

인증소식 등 회원사의 소식은 물론 기술연구논문을 비롯하여 시공기술자료, 재해안전 및 개선사례, 성공사례, 하자사례 및 대책, 제도개선에 따른 의견 등 좋은 자료가 있으면 대한설비건설협회 편집부(전화(02)6240－1100/전송(02)1114/주소: 서울시 강남구 청담2동 45-1 설비건설회관 5층 대한설비건설협회 편집부)로 연락 또는 우송해 주시면 게재된 원고에 대해서는 소정의 고료를 드립니다.