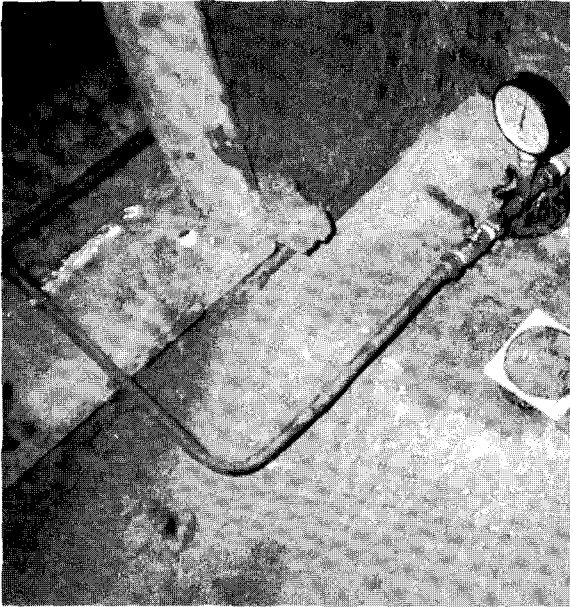


배관의 용접 및 해설



(주)한국가스신문사에서 발행한 「알기쉬운 배관의 부식과 방식」 중에서

피복강관의 선택과 취급

1. 피복강관의 선택

배관의 피복은 절연재로서 관을 여러가지 부식조건으로부터 방지하는 가장 중요한 요소이다. 배관의 피복재가 성능이 우수하며, 또 피복이 완전하면 그 자체로서 충분히 장기간의 수명이 보장된다.

폴리에틸렌 피복관은 폴리에틸렌의 물성에 따라 방식성능상 차이가 크다. 폴리에틸렌은 분자구조, 제조방법 기타 여러가지 조건에 따라 특성이 다르게 제조된다.

피복관이 지하에 매설용으로 사용될 경우에는 반드시 충분한 실험을 거쳐 적합한 성능의 재질을 선택하여야 한다. 예로서 관과 피복간의 접촉부가 온도변화에 따른 철과 피복재간의 신축을 차이로 접착부가 이탈될 경우 피복재는 전반적으로 파손이 될 수 있다.

이때 발생한 피복재와 강관간의 틈(crevice)에서는 심한 틈 부식의 원인 되어 공식을 촉진시키며, 이러한 피복의 파손은 방식전류를 많이 소모하므로써 방식용 희생양극의 수명을 극히 단축시켜 단시간에 전량(全量)소모시키므로 배관은 무방식 상태가 되어 배관의 수명이 오래가지 못한다. 적절한 방식재로 피복한다면 희생양극의 수명도 최대로 연장되면서 배관의 수명은 만족할 정도로 길어질 것이다.

2. 피복강관의 취급법

피복강관은 대부분 중량이 무겁기 때문에 취급 부주의로 쉽게 피복이 상하게 된다.

선진외국에서는 피복관을 다루는데 있어서 세밀한 부분까지 규정화하여 감독하고 있다. 선적 또는 하적시 관은 개별적으로 다루며 반드시 넓은 섬유질 띠를 사용하여 피복이 부분적인 하중을 받지 않게끔 하는 것은 상식적인 일이다.

또한 작업 현장에 적재하여 보관시 최하부에 위치하는 관에 대해서는 부드러운 넓은 받침을 반드시 받쳐 놓아야 한다.

보통 2열이상 쌓지 못하게 규정하고 있다. 이러한 것은 모두 피복의 손상을 방지하기 위한 조치이다.

또한 관의 개구부는 이물질이 들어가지 않게 반드시 마개를 하여야 하며, 관내부에 기화성 부식 억제제를 넣어 부식을 억제하는 것이 바람

직하다.

배관의 용접과 열처리

최근 배관공사에서 용접 법이 일반적으로 사용되며 용접의 방법선택과 용접봉 선택 및 용접 후 처리등은 관의 수명에 큰 영향을 주는 요소이므로 이에 대한 연구는 특히 중요한 것이다.

1. 배관의 용접

대형배관에서 사용되는 용접법은 크게 두가지로 나눈다. 즉 전기용접과 가스용접이다.

가. 전기용접

전기용접은 용접대상물과 전기용접봉 사이에 서 아크를 발생시켜 이때 발생하는 열에 의해 접합부의 모재(母材)와 용접봉을 용융상태로 녹임으로서 접합하는 방법이다. 용접대상에 따라 여러가지 방법으로 분류되나 기본원리는 동일하다.

가스공급관이나 송유관은 안전과 관계가 크기 때문에 관련규규 및 배관의 설비규정에서 엄격한 규정을 두고 있다.

특히 강조할 사항은 용접봉의 재료선택 및 처리, 지그(Jig)를 사용하여 중심을 정확히 맞추는 일, 규정전압을 준수하는 일 그리고 용접이 음매의 위치를 규정대로 지키도록 노력 하는 일이다.

중압이상 배관용접부에 대해서는 100% 방사선 투과시험 및 외관검사를 규정에 의거 실시하여 불량부위가 발견될시 원인을 규명하여 시정토록 하여야 한다. 방사선 투과시험이 곤란한 곳은 초음파 탐상시험 자력탐상시험을 실시하여 결합부위에 대해서는 반드시 규정에 의거 시정하여야 한다.

나. 가스 용접

배관의 가스용접이란 산소-아세틸렌 용접이 대표적인 것으로 주로 소형 배관에서 많이 이용하고 있다. 전기용접과 같이 용접에 앞서서 전처리를 규정대로 실시해야 한다. 가스용접은 아세틸렌의 산화열이 용접재와 용접봉을 용융시켜 접합시키는 방법이다.

2. 용접부의 열처리

용접부는 부분적으로 열을 받음으로써 조직

이 변하며 물리적인 성질과 전기화학적 성질이 용접전과 달라지며, 이러한 용접열의 영향부는 대체로 활성화가 됨으로서 전해질 용액중에서 갈바니 부식의 양극으로 작용하며 국부적인 부식이 일어날 수 있다. 금속의 종류와 용접봉의 재질에 따라 차이가 있으나, 사용금속의 특성자료를 반드시 참조하여 열처리함으로서 그 영향을 줄일 수 있다.

아무리 용접후 처리를 잘해도 모재와의 전기화학적 성질을 같이 할 수 없으므로 용접부에 대해서는 절연도장 및 성질이 우수한 절연테이프를 선택하여 충분히 감아 줌으로서 배관의 수명을 연장 시킬 수가 있다.

매설배관의 전기저항

매설관에는 전류가 외부로부터 쉽게 들어온다. 특히 용접강관의 연결부분은 저항이 영(0)임으로 전기가 잘 통한다. 도양을 통해 배관으로 전기가 유입될때는 표면에서 접촉저항이 생긴다. 이것을 도장막(塗裝膜)의 절연 저항이라 부른다. 매설관의 전기저항은 도장막의 상태와 도양의 비저항(比抵抗)에 의해서 결정된다. 단위는 1km당의 Ω 으로 표시한다. 그러나 단순히 Ω/m^2 로만하면 문제가 있다.

전체면적 : Sm^2

전체저항 : $R\Omega$

단위면적당 저항 : $r\Omega$

$$R = \frac{r}{S} \text{ 이기때문에 } r = R \cdot S (\Omega m^2)$$

단위 저항은 전체면적에 대해서 병렬저항으로 작용하기 때문에 전체저항면적이 배가 된다면 실제저항면적은 그 절반이 된다.

매설관의 절연저항은 다음<표11>에서 참조할 수 있다. 여기서 도양은 객토(客土)를 기준으로 비저항을 정하고 표11과 같이 발췌해 보았다.

방식(防蝕)설계시에 어느정도의 수치를 사용하면 될것인가를 판단하는데 있어서 다소 주저하게 되겠지만 안전을 고려하여 절연 저항은 낮게 잡는 것이 좋다. 방식전문회사는 도양의 비저항에 관계없이 다음과 같이 계산하고 있다.

비피복관 : 50 Ω m²
 아스팔트도장관 : 500 Ω m²
 PLP : 5000 Ω m²

〈표11〉 매설관 도복막(埋設管塗覆膜)의 절연저항표
 (토양은 객토로서 매설 5년차)

도장(塗裝)의 종류	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
아스팔트				○		
아스팔트, 유리 매트				○		
폴탈		○				
폴리에틸렌 테잎(2회)				○		
폴리에틸렌 피복					○	

다음〈표12〉는 선지국에서 통상적으로 사용하고 매설강관의 전기저항표이다.

〈표12〉 강관의 전기 저항

관경(管徑)	외경cm	두께cm	가장두꺼운 단면cm	저항 $\mu\Omega/cm$	저항 Ω/m
20	2.72	0.28	2.14	7.90	0.789
25	3.40	0.32	3.10	5.45	0.545
50	6.05	0.38	6.77	2.50	0.250
100	11.43	0.45	15.55	1.09	0.109
150	16.52	0.50	25.16	0.67	0.067
200	21.63	0.58	38.36	0.44	0.044
300	31.85	0.69	67.55	0.25	0.025
비고	300 ϕ 가 되면 레일저항은 거의 같다.				

유전양극(流轉場極)의 설계는 방식대상관(防蝕對象管)의 표면적을 산출하여 양극의 수와 수명을 정하고 있다. 강관에 흘러들어온 전류는 전식에서는 유출지점까지 흐르지만 연결부분의 저항이 없을 때에는 표12와 같다.

P/S의 측정방법

전위차(傳位差)를 나타낼때에 영문의 첫자(字)를 사용한다. 토양=Soil, 관=Pipe, 궤도=Rail, 의 머리 글자를 따서 P/S, R/S, S/S, R/P 로 표시한다. S/S는 대지전위로 일명 대지전위의 구배(句配)라고도 한다. 측정코자하

는 대지 2점간에 기준전극(基準電極, reference electrode)을 놓고 전위차(S/S)를 재며, 전류의 유무, 흐르는 방향, 전류의 양등을 측정한다.

배관과 대지의 전위차 즉 P/S의 측정은 기본적으로 관의 바로위의 지면에 기준(基準) 전극을 놓고, 대지의 전위구배에 의한 오차를 무시하고 배관의 표면에서 가능한 가까운 곳을 측정해야한다.

전위구배가 큰곳에서 측정했을때의 오차를 예로들어 보면 다음과 같다. 즉 150 ϕ 의 중앙용접강관의 전철궤도와 50m떨어진곳에 평행으로 놓여져 있으며 또한 배류점(排流點)으로부터는 2km전에 있는 상태에서 궤도의 전류가 누설되어 배관에 유입된다고 가정할때 R/S(레일 대 대지전위차)와 P/S의 측정을 한다면 R/S의 측정결과는 〈표13〉과 같다.

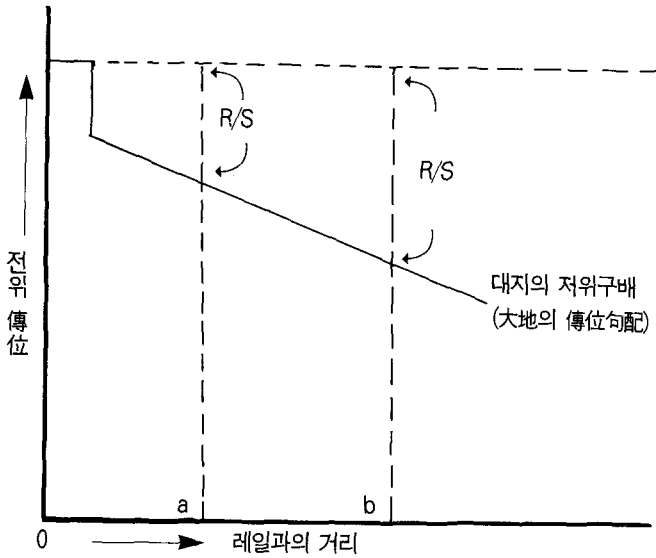
〈표13〉 R/S의 측정 결과

레일과 전극의 거리m	R/S(단위V)		
	최저부	최고부	평균치
7	+4.0	+22.5	+10.0
14	+5.5	+20.0	+10.5
21.5	+7.0	+27.5	+14.5

일반적으로 전극은 레일로부터 1m정도 떨어져 설치하는것이 원칙이다. 〈그림24〉와 같이 미주전류는 레일에서 흘러나오는 전류이기때문에 전위가 최고치이다. 대지에는 전위구배가 구성되어 있다. a점과 b점에서 R/S가 틀리고 레일에서 멀어질수록 R/S는 커진다.

R/S를 측정할때에 전극으로서 조합(照合)전극을 사용해도 되지만 단위가 mV가 아니고 V 단위임으로 그럴필요까지는 없다. R/S는 24시간 측정을 행하는 것이 보통이다. 황산동 전극을 오랜시간 대지에 연결 시켜 놓으면 밑에서 물이 스며들어 전해액의 농도를 얇게 하는 경우가 있어 철봉을 대지에 꽂아서 전극으로 사용하거나 전주의 피뢰선을 사용해도 무방하다.

이때에 측정한 P/S를 〈표14〉로 나타내었다. 이와같이 전기구배가 있는 곳에서는 관 바로위에 전극을 놓지 않으면 않된다.



(그림24) R/S측정의 예

릴때는 감소한다. 전동차의 영향으로 P/S가 -550mV보다 ⊖쪽으로 바늘이 움직이면 배관에 전류가 흘러들어와서 음극방식을 받고 있다고 보며, 반대로 -550mV보다도 ⊕쪽으로 움직이면 전류가 흘러나가서 양극부식이 진행된다고 보된다.

실제로는 -550mV는 자연전위로 불리우고 전동차의 운행이 없을 때 즉 마지막 전동차 운행이 끝나고 궤도의 전류가 영(0)으로 된 다음에 P/S를 재어 보면 대개 -550mV가 된다. 자연전위인 경우는 전식의 진행이 없는 전위로 보아도 무방하다. 그러나 자연부식은

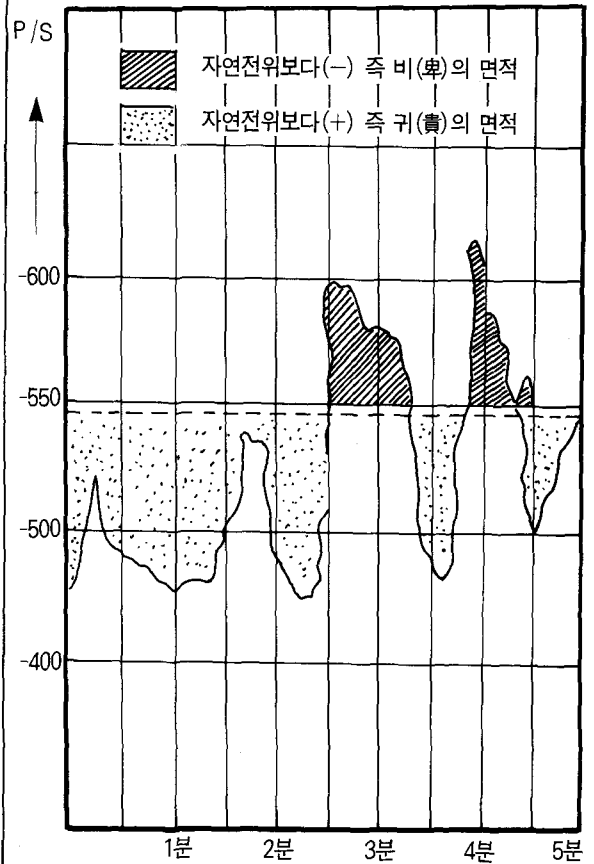
<표14> 전류 유입점에서의 P/S측정의 '예'

레일방향에 있는 전극과 관의 거리m	P/S VS Cu/SO ₄ mV		
	최저치	최고치	평균치
관의 직상 0	-740	-660	-700
5	-910	-790	-850
10	-940	-800	-880
15	-1060	-890	-980
20	-1400	-1000	-1150
25	-1475	-925	-1250
30	-2150	-1075	-1400

일반적으로 전위측정시 전극의 위치는 풀이 있는 길옆의 흙이나 도랑 한가운데에 놓으면 된다. 만약 아스팔트가 건조되어 있을 때에 물을 뿌려주고 전극을 놓아도 된다.

강관과의 접속은 터미날을 만들면 충분하지만 배관의 수취관(水取管)이나 밸브의 상단부에 리드선을 연결하면 된다. 배관의 전기저항이 적기때문에 어느정도 거리를 두고 연결하여도 무방하다.

전식의 경우에는 기록계에 움직인 흔적이 기록에 남게되고 전동차가 접근함에 따라 기록계의 바늘이 점점 크게 움직인다. 전동차는 역에서 출발할때의 전류가 가장 크고 고속으로 달



(그림25) P/S측정 기록의 예

천천히 진행된다고 보는것이 현명하다. 일단은 -550mV를 넣어보고 곡선이 그리는 면적이 ⊕와 ⊖쪽을 비교해서 어느 쪽이 더 큰가를 판단하여 부식부분을 결정하는데 기준으로 삼아야 한다.

<그림25>은 면적의 반이상이 자연전위보다 ⊕쪽 즉 귀(貴)쪽으로 되어 있어 면적비율로서는 요주의 상태로 Mg양극을 넣어 전위를 개선해야한다는 결론을 얻게 된다.

본관(本管)과 지관(支管)의 방식대책은 중요한것으로서 기본이되는 자료 P/S의 측정이다. 배관도를 다음<표15>와 같이 작성해서 관리하는 것이 좋다.

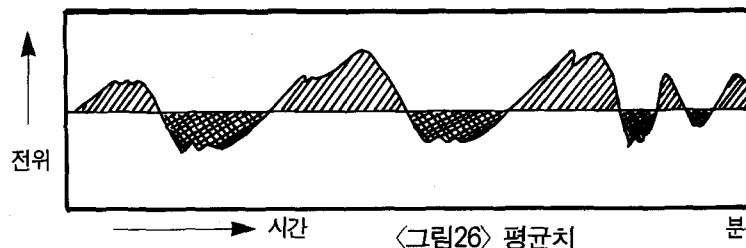
<표15> 배관의 전위상태와 색채

순위	P/S	색채
1	상시 -850mV보다 (-)상태로 완전방식전위	녹색
2	-550mV보다(-)로 자연전위로서는 그저 그런것	청색
3	반이상의 시간이 -550mV보다(+)로 요주의	갈색
4	상시 -550mV보다(+)로 위험상태	적색

전식은 두지점간의 전위차로 판단해도 좋다. 또한 대지전류도 크기 때문에 S/S측 대지의 전위구배(電位勾配)를 재는 것도 뜻있는 것이다.

측정한 데이터의 정리가 필요하다. 데이터에서 중요한것은 전위가 가장낮은 부분(最卑値)과 가장높은 부분(最貴値) 그리고 평균치(平均値)로 정리 해야한다. 전위가 가장 낮은점과, 높은점은 붓끝같이 뾰족하게 그려질 수가 있으나 이를 무시해도 좋다. 평균치는 중요한 수치임으로 적산(積算)형태의 것은 자동적으로 판단이 간다고 보는 경향이 있으나 반드시 그렇지 않다.

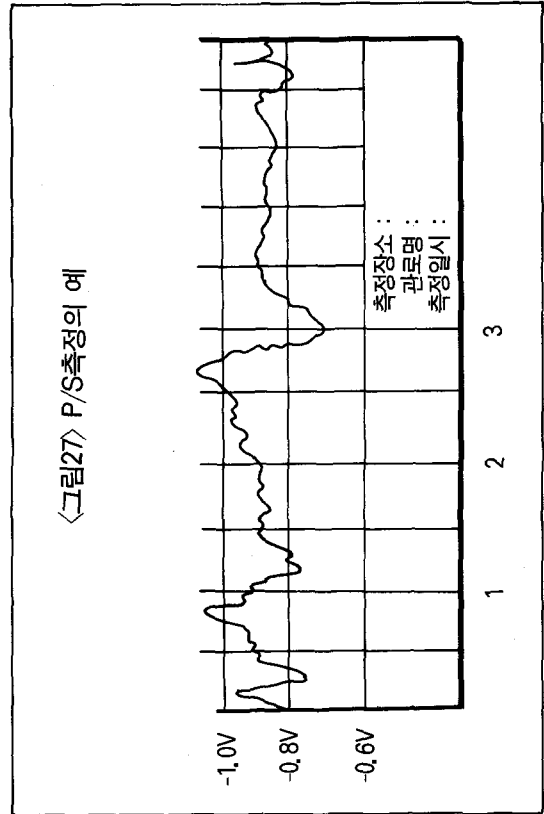
평균치를 계산하는 방법에는 여러가지를 고려해야 한다. 간단하고 실용적인 방법은 <그림26>과 같이 면적도면을 그려가지고 판단하는 것이 빠르고 정확하다.



<그림26> 평균치

다음으로는 30초 또는 1분간의 수치를 빼내어 평균치를 내는 방법이 있다.

제3의 방법은 제록스해서 측정바늘이 움직인 선에 따라 가위로 잘라내서 기준선이 자연전위 -550선을 중심으로 반을 잘라서 예민한 중량측정기 천평(天坪)같은 것으로 중량차를 측정하여 판단하는 것이다.



목측으로 <그림27>을 보면 -820mV가 평균치로 보인다. 두번째방법으로 매1분간의 평균치는 -807mV이고 다시 매30초 간격으로 보면 -814mV가 된다. 3번째의 평(秤)량법으로 해보면 상반부가 0.5520g이고 아래부분이 0.3975g으로서 계산상으로 -818mV가 된다. 1번째의 목측판단법이 가장 좋은 방법으로 추천할 만하다.

절연물 (絶緣物)

방식의 기본은 절연이다. 지금까지 설명한 것은 전기회로를 차단하는 것이며, 꼭 절연을 해야 할 곳은 두곳이 있다.

- (1) 관의 표면에서 물과의 절연
- (2) 관로에 절연장치를 넣어 전류회로를 차단

(1)의 방법은 강관의 도장(塗裝)으로서 고밀도 폴리에틸렌이나 염화비닐등의 절연물을 사용하여 도장한다. 문제는 매설관의 용접부위의 보수이다. 일반적으로 실시하고 있는 방법은 절연용테이프의 반이 중복되게 하고 이것을 두 번 감아주어 겹쳐지게 감는다.

이때 언더 코팅(under Coating)을 한 다음에 테이프를 감으면 더욱 효과가 있다. 테이프를 절연용으로 사용하는데는 특별한 주의가 필요하다. 감은 테이프의 사이로 습기나 물이 스며들때가 있기 때문이다.

따라서 언더코팅을 하고 완벽한 테이프를 사용하도록 권장한다.

근래에는 언더코팅을 하고 쉬링크 튜브(Shrink tube, 열수축 테이프)를 사용하고 있다. 또 최근에는 부틸(butyl) 고무계의 유연한 절연재료가 개발되어 요철부의 보수에 매우 편리해 졌다.

다음은 관로(管路)에 절연장치를 넣는 것인데 될수록 노출부에 넣는 것이 좋다. 노출부인 프렌지에 절연 장치를 할 경우 시트 팩킹(seat packing)은 그대로 두고 볼트 와샤(bolt washer)를 절연용으로 사용하면 된다. 특히 최근에는 밸브차체에서 절연역할을 하는 절연 불밸브가 국내에서 개발되어 시판되고 있기 때문에 절연이 아주 편리하게 되었다.

다음은 시트팩킹의 절연특성을 소개한다.

〈표16〉시트팩킹의 절연특성

형식	양식	건조상태	물에담근상태
시트팩킹	가스켓 두께3mm 적색2"	0.23M Ω	
시트팩킹	가스켓 두께2mm 흑색2"	0.17M Ω	750 Ω
나이론스펜서	NKKOS 두께 10mm4"		900 Ω

위의 표를 보고 다음을 알 수 있다.

(1) 시트팩킹으로 건조상태인 경우 절연성은 충분하다. 그러나 가스 자체가 습기가 있을 때는 문제가 있다.

(2) 절연장치를 노출시키지 않고 매설상태로 사용할때에는 방수에 유의해야 한다. 이때에 부틸(butyl)고무나 테이프등을 사용하여 방수와 절연을 동시에 행하여야 한다.

매설및 배관기록 관리

1. 절연시험 및 매설

용접작업을 마친다음 앞서 언급한 바와 같이 용접부위를 관 피복에 준하는 절연조치를 하고 반드시 할리데이 디텍터(holiday detector)로 검사하여 적은 절연 파손부위라도 찾아내서 보수후 매설 하여야 한다.

매설시는 적당한 간격으로 받침대(피복이 손상되지 않도록 피복재보다 연질의 비 부식성 재료를 장치한)를 고정시키고 그 위에 관을 올려 놓고 규정에 따라 상, 하부는 모래나 고운흙을 채우고 매설을 하여야 한다. 전 배관을 따라 환경을 일정하게 조성해 주는 것은 여러가지 의미가 있다. 첫째 관의 피복재를 보호하며, 산소농도 전지의 환경을 최소화함과 동시에 방식전류이 원활한 공급통로역할을 하게 함으로서 목적하는 배관의 수명을 기대할 수 있다.

2. 배관의 관리 및 기록

배관관리의 기본적인 사항은 법으로 규정되어 있으나, 지역특성에 알맞는 가스회사 나름대로의 적합한 세부관리규정이 필요하다 하겠다.

특히 부식에 의한 누설사고가 발생할 경우 즉각적인 응급조치도 중요한 일이지만, 왜 부식이 되었는가하는 근본적인 원인을 찾는 자세도 꼭 필요한 일이다.

그리고 배관에 관계되는 기술개발은 앞으로 많은 연구와 경험의 축적속에 계속되어야 할 과제임으로 설계초기부터 시공완료후의 관리까지 주요자료는 전부 이를 기록으로 유지하고 검토 함으로서 이상적인 배관방식법이 개발될 수 있다.

설비