



복수기 및 열교환기의 부식과 전기방식법

박 현 기
(동양방식(주) 기술부 부장)

1. 서 론

복수기 및 열교환기는 진공증발 등 특수한 것을 제외하면 면적을 크게하여 유속을 부여하고 전도효율을 높이기 위해 금속관을 주체로 하는 다관식이 많다. 냉각수는 다량으로 필요하기 때문에 하수나 지하수보다 질이 떨어지는 공업용수나 해수가 많이 사용되나, 우리나라는 용수 부족등으로 인하여 해안지방에 화력 및 원자력 발전소, 정유공장 및 일반산업체 등이 집중되어 있어 대부분의 경우 해수를 냉각수로 사용하고 있는 실정으로 해수에 의한 심한 부식성으로 TUBE, TUBE SHEET 및 WATER BOX가 빠른속도로 부식되어 열교환기 이용률을 저하시키며 잦은 고장으로 인한 발전 및 조업중단등의 사고를 야기할 수 있으므로 부식손상등의 종류 및 대책등을 강구하기 위하여 적정방식법을 논의 하기로 한다.

2. 복수기 및 열교환기 부식 현황

2.1 각종 부식의 현황

열교환기 내면으로 냉각수가 흐를때 유체의 충격에 의해 발생하는 부식(Impingement Attack) 및 금속재질(Water Box : Carbon Steel + Rubber Lining 및 Tube, Sheet : Pt-Ti)이 상이하므로 이중금속부식(Bimetallic Corrosion)이 진행된다.

이외에 냉각수를 공급하는 CULVERT 등이 LINE에 서식하는 어패류등을 제거하기 위해 냉각수중에 염소처리를 하는 경우 TUBE 내부표면에 피막이 손상되는 부식 및 냉각수중에 부유되어 있는 모래가 열교환기관을 기계적으로 손상시키는 현상(SAND ERROSION) 등이 발생한다.

상기 진술한 바와 같이 열교환기 및 복수기에 발생하는 부식의 종류는 설비의 형태, 설치위치, 운전조건 및 환경인자등에 따라 각각 다른형태로 발생되거나 여러 종류가 복합되어 상호간의 상승작용을 야기시켜 발생하는 경향이 있다.

부식종류에 따라 최초에 발생된후 부식속도가 완만하게

진행되거나 아니면 외부의 방식효과에 의해 설비에 큰 장애를 주지 않는 것이 있는가 하면 주위환경의 영향이나 운전조건에 따라 부식이 발생된 비율은 낮으나 빠른부식속도에 의해 열교환기관의 누수, 아니면 설비를 교체해야 할 정도의 심각한 부식이 발생된다.

부식 중 WATER BOX 면이나 입·출구 LINE에 발생하는 부식은 용접등의 방법으로 쉽게 수리가 가능하고 또한 설비의 정상운전에 큰 영향을 미치지 않으나 TUBE에서는 발생한 부식을 발견하기가 어렵고 관이 누수되면 다른 계통으로 부식성이 높은 해수가 유입되어 고가의 설비를 손상시키는 직접적인 요인이 될 수 있다. 특히 발전소의 주복수기관이 누수될 경우 해수가 발전용 증기계통으로 유입되어 대용량의 BOILER TUBE 혹은 TURBINE BLADE를 침식시켜 사고를 유발하므로 발전을 정지하고 설비를 교체해야 하거나 설비수명을 단축시키는 등 정상적인 발전에 큰 장애를 야기시키나, 열교환기가 원자력 발전소등에서 FREON GAS등의 냉각매체를 응축시키는 응축기일 경우에 관이 누수되면 해수가 냉각매체를 오염시키고 압축기용 MOTOR를 손상시키는 경우가 생기고 원자력발전을 정지시켜야 할 경우도 발생될 수 있는 것이다.

TUBE에 발생하는 부식은 관입구에 발생하는 것외는 외부에서 부식상태를 확인 할 수 없어 적절한 방식대책을 수립하기가 어려웠으나 요즘은 외부에서도 관내부에 발생한 부식을 EDDY CURRENT TEST(과전류 손상 시험) 라는 비파괴 방법으로 시험이 가능하므로 방식대책수립등 설비개선을 할 수 있게 되었다. 79년이후 발전소 복수기에 E.C.T시험을 실시하여 관내의 부식상황 파악 및 설비를 개선하므로 관누수에 의한 사고를 크게 감소시킬 수 있었다. 복수기관에 발생한 부식의 형태 및 종류를 크게 분류한 결과를 보면 표1과 같다. 상기표는 점검 TUBE 776,058本(점검율 :51.4%)중 15.6%의 부식율을 보인것으로 부식점유율을 볼 때 균일부식이 대부분을 차지하고 있다.

일반적으로 전표면에서 발생하는 균일부식등은 부식이 넓은 부위에 걸쳐 발생하는 관계로 인해 발전소 경우 정

표 1 E.C.T 시험 결과표 (기간 : 79~86.3)

	균일부식	국부부식	AMMONIA ATTACK	INLET ATTACK	기 타	합 계
부식 TUBE수	83,555	13,733	6,324	14,700	2,908	121,220
점유율 (%)	68.9	11.3	5.2	12.2	2.4	100
교체 TUBE수	2,580	1,307	1,634	885	9.9	6,505
점유율 (%)	39.7	20.1	25.1	13.6	1.5	100
종류별비율(%)	3.1	9.5	25.8	6.0	3.4	5.4

기적인 OVERHAUL 기간에 대책을 수립하여 큰 문제점이 없으나 국부부식, INLET ATTACK등은 부식발생율은 적은데 비해 일단발생이 되면 부식속도가 빨라지므로 교체해야 하는 비율이 매우 높고 정기점검기간전에 누수사고등을 일으켜 안정적인 발전설비 운영에 막대한 지장을 초래할 수 있으므로 설비운영시 특히 주의해야 할 것이다.

상기에서 서술한바와 같이 복수기 및 열교환기의 부식의 종류는 다양하며 금속의 종류와 2 조합, 부식의 양상, 부식환경(접하는 물질의 조합, 농도차, 온도, 유속, 압력, 오염정도 등)의 조건을 생각하여 구체적인 대책을 세워야 될 것이다.

이와 같이 부식으로 인해 발생하는 막대한 피해를 막기 위해 해수를 냉각수로 사용하는 복수기 및 열교환기인 경우에 내식성 재료의 금속을 개발하여 사용하여 왔으며 현재 사용중인 TUBE의 재질 및 그 문제점등을 서술코져 한다.

2.2 TUBE의 재질별 부식현황

복수기 및 열교환기의 부식문제중 부식이 발생시 치명적인 장애를 초래할 수 있는 복수기관(TUBE)의 현재 사용중인 재질별 부식문제점은 다음과 같다.

2.2.1 동관

현재에는 그다지 많이 사용되지 않게 되었으나 가공하기 쉬우므로 소형 냉각기나 냉각수의 배관등에 사용되는 예는 많다. 표면에 치밀한 산화물 피막이 생겨 내식성을 부여하나 유속이 1 m/s를 넘으면 이 막이 손상되므로 부식이 된다. 이 용출된 구리가 부근 강재를 심하게 부식시키는 수도 있다. (Cu와 Fe 간의 전위차에 의한 GALVANIC CORROSION) 제염 장치인 CALANDRIA 식 증발관(강재인 관 본체에 다수의 동관을 설치한 것)에서 이 때문에 관체가 10 mm/year 의 심한 부식을 받는 사례가 보고 되어 있다. 각 발전소의 경우 사용유속이 대부분이 1.9 - 2.0 m/s 정도이므로 사용이 부적절하며 COATING 이 문제가 있을시 반드시 방지법을 채택하여야 한다.

2.2.2 황동관

동관보다 기계적 강도가 있고 값싸기 때문에 널리 사용되고 있으며 소량의 Sn을 첨가한 NAVAL 황동관은 내해수성이 좋으므로 오래전 부터 사용되고 있었으나 그 뒤 알

루미늄 황동계가 더욱 우수한 성능을 지닌 것이 알려져 이 계통의 합금으로 보다 우수한 성능을 지닌 것이 잇따라 개발되었다. 증기 터빈의 콘덴서에는 화력발전소에서도 선박에서도 이 계통의 것이 사용되고 있다.

조성상의 특허도 많으나 현재 실용할 수 있는 유속은 2.5 ~ 3.5m/s로 되어 있으나 관 입구 부분은 유체의 난류 때문에 부식이 심하므로 전기방식법을 채택하는 것이 상식으로 되어 있으며 AL-BRASS의 유속은 약 2.7 m/s가 적정하다. 복수기의 관 수명은 통례로 10년 이상은 될 것이지만 의외로 2~3년(때로는 수개월)으로 구멍이 나는수가 있는데 구리계합금은 특히 SH2·NH3 주원인이다. 외국의 화력발전소에서 그 대책으로 해수의 용존산소가 없어지면 SH2가 나온다는 것을 알고 해수의 흐름을 공리하여 용존 산소가 없어지지 않도록 했더니 관의 수명도 원상으로 돌아온다는 실례가보고 된 적도 있다. 또한 복수기의 STEAM 중에 흡입되어있는 비용축성 GAS는 복수기내에 있는 특정의 관관부(AIR COOLING ZONE)에 집중되어 있고 탈습되므로 해서 EJECTOR에 연결된 VENT관을 통하여 배출된다. 이 비용축성 GAS는 복수기내로 흡입된 공기와 더불어 급수처리제로 사용된 AMINE이나 HYDRAZINE의 분해에 의해 생긴 AMMONIA 성분, 그 외에 PH 조절을 목적으로 첨가하는 AMMONIA 分을 포함한다. 그 때문에 AIR COOLING ZONE의 DRAIN은 동합금계 복수기관에 대하여 심한 부식성이 있다. 해저의 진흙등이 복수기 관에 빨려들어 가는 것이 고형물질 정체에 의한 부식의 원인으로 추정하기 때문에 정기적으로 관내부 청소를 실시한 후 부식문제가 해결되었다. 또 관입구에 합성수지계의 각지관(FERRULE)을 끼워 입구부근의 난류를 방지하고 관을 막을 수 있는 큰 이물을 입구에서 막는 시설등을 널리 실시하고 있다.

증기 터빈의 복수기관은 자유로 열팽창을 시키기 때문에 한쪽끝은 관관에 확관법으로 고정시키고 다른 쪽 끝은 PACKING GLAND로 누르고 있으나 간단 확실한 방법은 양끝 모두 확관법으로 고정시키고 있다. 이 공법이 서둘러 일부관에 과대한 응력왜곡이 남고 이 때문에 응력부식균열을 일으킬 수도 있다.

2.2.3 규크로니켈관

Cu:Ni비가9:1, 7:3 의 2종류가 가장 널리 쓰인다. 미국에서는 황동계보다 나은 관재로서 최근에는 널리 사용되고 있으나 비싼 점, 최근의 황동관은 이에 떨어지지 않는 내식

성을 지니고 있어 국내에서는 일부 담수화 설비의 증발기 등에 사용되고 있으나 많이 사용되지는 않는 실정이다. 그러나 가공이 편하므로 곡관이나 특수용도에는 많이 쓰이고 있으며 부식에 대한 것은 황동계와 같이 생각해도 된다.

2.2.4 티타늄관

최근 국내의 화력 및 원자력발전소의 복수기 및 열교환기에 가장 널리 사용되고 있으며 해수에 대한 내식성이 강한 재료로 알려져 있다. AL-BRASS보다 내식성이 좋은 TITANIUM관은 해수중에서 안정된 산화피막을 형성하여 동합금보다 전기화학적으로 귀한 전위에 위치하므로 복수기관으로 사용한 TITANIUM 관군은 AL-BRONZE, NAVAL BRASS등의 TUBE SHEET에 대하여 전위차부식인 GALVANIC CORROSION을 일으킨다. 이러한 부식을 막기 위하여 최근에는 복수기내부의 모든관 및 관체를 동일 TITANIUM 재질로 사용하며 전기방식법을 채택하고 있다. TITANIUM관을 사용하는 복수기등에서 전기방식설비 운용시 통계 구조물의 방식을 위해 전위를 -0.77V (S.C.E)이하로 분극시키면 TUBE 양단의 약 30~60mm 이내에서 관내면의 수소화물은 TUBE EXPANDING 시의 압축응력이 잔존하여 층상으로 석출하며 과다한 전위로 인한 수소흡수가 발생된다. 이 현상은 냉각수 출구측이 분극되기 쉬우므로 출구측에서 발생될 가능성이 높다. TUBE EXPANDING시 EXPANDING

율이 크거나 염소 10N, 모래등의 영향이 크면 수소흡수속도가 증가되고 심할 경우 TUBE에 미세한 CRACK이 발생할 가능성이 높다. TITANIUM관의 전기방식법 적용시 수소흡수작용은 전기방식 전위를 H₂ 발생 임계 전위이상으로 유지 시키면 된다. 이러한 전위 범위는 : -0.6V ~ -0.8V (S.C.E)의 범위내에서 유지시켜야하며 아열 경우 STEEL계 WATER BOX는 방식전위에 미달하므로 WATER BOX에는 RUBBER LINNING이나 EPOXY COATING을 할 필요가 있다.

3. 복수기 및 열교환기의 전기방식

3.1 개요

전기방식법은 1824년 영국의 물리학자 H. DAVY가 아연의 전지작용 (금속의 이온화 경향)을 응용하여 영국군함의 외판방식에 성공하였으며 화력발전소의 복수기 방식법으로서 캠버랜드법의 특허가 성립된 것은 1912년이었음에도 불구하고 이 기술이 다른 업계에 인식되어 널리 일반 업계에 채용되게 된 것은 최근에 일이며 국내업계에 소개된 것은 1970년대에 전기방식을 전업으로 하는 회사가 처음 생겼으며 근래들어와 산업설비의 규모가 커지면서 설비의 안전성등을 고려하여 급속히 전기방식설비의 중요성을 인식하고 있는 실정이다. 최근까지 FIELD에 적용되는 부식 문제제

표 2 流電陽極의 特性 比較

特 性		純Zn, Zn合金	純Mg-Mn	Mg-6Al-3Zn	Al-Zn-In
比重		7.14	1.74	1.77	2.83
開路電位[V], (SCE)		1.03	1.56	1.48	1.08
鐵에 대한 有效電位(유효전압)		0.20	0.75	0.63	0.25
發生電氣量 理論值(Ah/g)		0.82	2.20	2.21	2.87
海 水 中 3mA/cm ²	電流效率(%)	95	50	55	80
	發生電氣量(Ah/g)	0.78	1.10	1.22	2.30
	消耗量(kg/A·Yr)	11.8	8.0	7.2	3.8
地 中 0.03mA/cm ²	電流效率(%)	65	40	50	65
	發生電氣量(Ah/g)	0.53	0.88	1.11	1.86

* 조성에 따라 변동한다.

표 3 各種 陽極材料의 性能

材 料	使 用 環 境	許 容 電 流 密 度 (A / dm ²)	消 耗 度 (kg / Ayr)
炭 素 鋼	水 中, 土 中	-	9
鑄 鐵	"	-	2~9
알 루 미 늬	"	0.1	2.4~4
규 소 주 철	海 水 中	0.5	0.3~1.0
"	淡 水, 土 中	0.1	0.05~0.2
炭 素, 黑 鉛	海 水 中	0.1	0.16
"	淡 水	0.025	0.04
磁 性 酸 化 鐵	海 水 中	4.0	약 0.1
"	土 中	0.1	"
鉛 銀 合 金	海 水 中	0.3~3	0.03
백 금 도 금 티 탄	海 水, 淡 水	10	0.000006
"	土 中	4	"

최선의 대책은 COATING 및 금속의 귀금속화 등이 적용되었으나 전기방식법 만큼 경제적이며 방식효과가 탁월한 효과를 내는 것은 없는 것으로 사료되며 전기방식법의 개요를 소개하고자 한다.

복수기 및 열교환기의 전기방식법은 소모성 양극(알루미늄, 아연양극 및 마그네슘양극)을 사용하는 희생양극식과 정류기 및 불용성 양극 (Pb-Ag ANODE, Pt-Ti등)을 사용하는 외부 전원식으로 구분한다. 희생양극식 및 외부전원식 양극별 특성은 표2 및 표3과 같다

소형 복수기 및 열교환기의 경우는 희생양극식을 적용하여 왔으나 최근에는 복수기 및 열교환기의 대형화 및 환경변화 (예를 들면 해수의 비저항, 유속, 오염도의 변화등)로 인한 방식소요 전류의 변화를 외부에서 자동으로 조절할 수 있는 외부전원방식을 적용하는 실정이다. 따라서 본론에서는 전기방식법중 외부전원식에 대하여 서술코져 한다.

외부전원방식은 복수기 및 열교환기의 수실의 단벽에 설치된 양극봉(Pb-Ag ANODE 및 Pt-Ti ANODE등)으로 부터 복수기에 방식 전류를 흐르게 하고 방식상태를 기준전극(Zn 및 Ag/AgCl Reference Electrode)으로 감지하여 자동정류기를 이용하여 적절한 방식상태로 유지하도록 하는 것으로서 재질별 방식기준전위는 표4와 같다.

복수기 및 열교환기의 주방식대상은 다음과 같다.

3.2 수실의 방식

수실은 강철이나 주철제이고 고무 LINNING이나 EP-OXY COATING으로 설치되는 경우가 많다. 그러나 LINNING이나 COATING이 불완전한 부분에 있어서 냉각해수에 의한 부식을 받는 일이 있기 때문에 전기방식으로 이것을 억제한다.

3.3 관판의 보호(TUBE SHEET)

관판에 쓰이고 있는 아연-황동관은 냉각해수에 의해 탈

아연 부식물을 받는 일이 있기에 전기방식으로 이것을 억제한다. 예전에는 복수기의 공기 냉각부분(AIR COOLING ZONE)부분에만 Ti관을 사용하는 예가 많았지만 이런 경우 그 근접관판이 GALVANIC CORROSION을 받기 때문에 최근의 경향은 관판(TUBE SHEET) 및 관(TUBE)을 동일 재질인 Ti로 설치하여 GALVANIC CORROSION 문제는 해결되었다.

3.4 복수기관의 방식

복수기관에 주로 쓰이고 있는 Al-황동관은 해수내식성이 우수하지만 조건에 따라서는 부식을 받을수도 있다. 특히 관의 입구부분에 있어서는 INLET ATTACK라고 말하는 부식과 고형이물로 인한 국부부식을 받는 일이 있을 수 있기 때문에 전기방식으로 이러한 부식을 억제한다. 혹은 Ti관을 병용한 경우 관단부의 전기방식이 파로하게 되면 수소취화의 문제를 일으키기 때문에 전기방식은 어떠한 한도 내에 유지하는 것이 필요하다.

이처럼 복수기의 전기방식은 다목적의 것이고 그 중요성은 크다고 간주된다. 그렇지만 지금까지 다른 방식처치(예를 들면 철, 이온 주입등)를 적절하게 했기에 전기방식의 설계등의 운용관리에는 충분한 관심을 기울이지 않았던 경향도 있다. 최근 Ti관이 병용되게 되고 관판의 GALVANIC 부식과 Ti관의 수소취화가 발생되어서, 전기방식설계 및 관리의 적정함을 다시 생각해 볼 필요성이 생기게된다. 전기방식의 적용상황을 생각할 때 관등을 무시하여 수실과 관판은 양극에 대해 개방적인 형상을 하기 때문에 양자의 전위는 부여된 전류에 따라 그 표면 형태에 따르는 어떤 전위를 나타내는 것은 쉽게 추측된다.

한편, 복수기관은 관구경에 비해서 관길이가 상당히 크기 때문에 그 내면에 도달하는 방식전류가 관내포 전역에 분포하는 것은 도저히 기대할 수 없다. 게다가 복수기관의 숫자는 대단히 많기 때문에 수실, 관판등 관 무리인 방식대상물에 대한 전기방식의 작용상황은 복수기관에 대한 전기방

표 4 Potentials for cathodic protection (volts)

Metal or alloy	Reference electrode			
	Copper/ copper sulphate	Silver/silver chloride/sea-water	Silver/silver chloride/saturated KCl	Zinc/(clean) sea-water
Iron and steel				
a. aerobic environment	-0.85	-0.8	-0.75	+0.25
b. anaerobic environment	-0.95	-0.9	-0.85	+0.15
Lead	-0.6	-0.55	-0.5	+0.5
Copper-based alloys	-0.5 to -0.6	-0.45 to -0.6	-0.4 to -0.55	+0.6 to +0.45
Aluminium				
a. positive limit	-0.95	-0.9	-0.85	+0.15
b. negative limit	-1.2	-1.15	-1.1	-0.1
(see Note 2)				

표 5 陰極防蝕電流密度

防蝕對象物		環 境	塗裝程度	比抵抗($\Omega\text{-cm}$)	電流密度(mA/m^2)
密閉式	쿠울라	海水中	裸		150
閉效式	쿠울라	海水中	裸		200
熱交換器	傳熱面積	海水中	裸		$<5\text{m}^2$
	$<10\text{m}^2$				
	$<15\text{m}^2$				
	$<20\text{m}^2$				
	$>20\text{m}^2$				

外部電源法 電流分布가 不均一하므로 本表보다 큰 값이 必要함.

표 6 管内電流到達距離(片側)

관 안지름 D (mm)	復水器 (25℃)		熱交換器 (45℃)	
	S/2D	거리(mm)	S/2D	거리(mm)
16	16	255	19	305
19	14.5	275	17	335
22	13.5	30	16	350
25	12.5	315	15	375

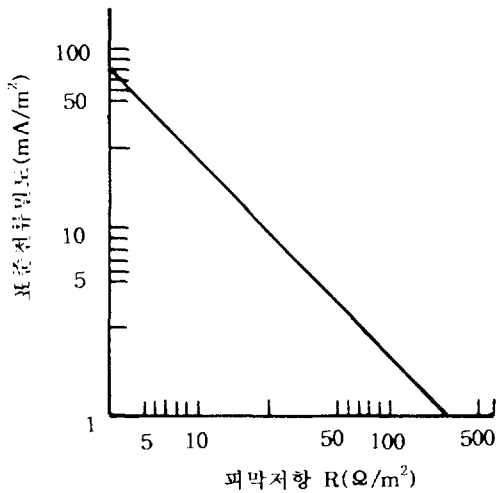


그림 1 관내 피막 저항과 평균 소요 전류 밀도

식의 작용상황에 의존하는 일이 꽤 많은 것으로 추측된다. 한가지 설계예에 따르면 수실(WATER BOX, 고무 라이닝이 되어있는 경우), 관판(TUBE SHEET), 관구무리(TUBE)에 대한 방식전류 분포비율은 1:3.2:60.8 이고, 압도적으로 관에 대한 것이 많다.

전기방식을 시공할 때 복수기관판면의 전위를 측정할 결과에 따르면 분극의 크기는 복수기관의 내면에 있어서 피막의 형성상황에 따라서 변화하고 있다. 즉, 실용되고있는 범위의 방식전류에 따라 생기는 관판면의 분극의 크기는 복수기관의 내면에 내식성 피막이 형성되고 있을 때는 충분히 크지만 역으로 복수기관의 내면에 피막형성을 볼 수 없을 때는 대단히 작다.

현재 사용되고 있는 복수기의 전기방식설비에 있어서는 그 효과를 모니터링하는 유일한 것은 관판 근처에 부착된

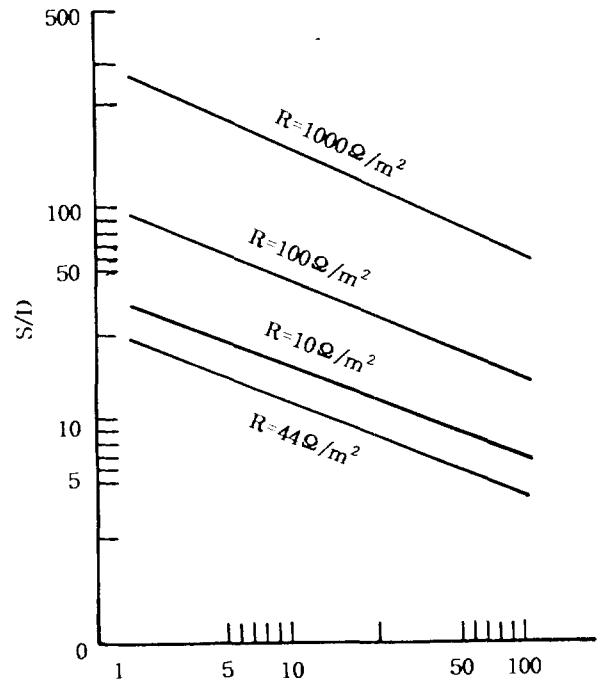


그림 2 S/D와 피막 저항의 관계

기준전극(Zn 및 Ag/AgCl electrode)이다.

3.5 관내 방식전류 도달 거리

냉각수가 관내를 흐르는 형식의 열교환기는 대단히 많지만 이 같은 형식의 열교환기는 관내에 전극을 설치할 수 없기 때문에 WATER BOX의 벽면에 전극을 설치한다. 이

린 경우 긴 관 중앙부분에의 전류밀도에는 일정한 한계가 있다. 이 한계에 관해서는 JOHN MORGAN의 연구가 있다. 그는 다음과 같은 식을 고안해 발표했다.

$$dI_x / \pi D dx = E_x \cdot R \quad (1)$$

$$E_x = E_0 \cos h\sqrt{4\rho RD} \cdot x \quad (2)$$

여기서, $dI_x / \pi D dx$ = 전극간 중앙부에서 x cm 떨어진 위치에서의 유입전류밀도 (A/cm²)

D = 관의 직경 (cm)

E_x = 전극간 중앙부에서 x cm 의 거리에서의 관의 전위변화(V)

R = 관내면의 피막 저항 (Ω /cm²)

E_0 = 전극간 중앙부의 전위변화(V)

ρ = 해수 비저항 (Ω /cm)

$E_0 = 0.2V$ 가 되면 관 전체가 방식상대가 된다. 양극간 거리(이 경우는 관의 길이) S의 경우 E_x 즉 $E_{s/2} = 0.4V$ 가 되도록 S를 선택하면 평균 전위 변화는 0.3V 가 되기 때문에 관내 평균 방식전류 밀도는 0.3/R 로 구할 수 있다.

이 식에서 구한 전류밀도와 R과의 관계를 그림 2로 표시했다.

양극간격을 결정하는 S/D와 피막저항과의 관계는 그림2와 같다.

다관식 열교환기일 경우도 같은 생각에 입각하여 수실부에 설치한 양극에서 방식전류의 관내 도달거리를 구할 수가 있다. (표6.)

이는 냉각수에 비저항 25 Ω -cm의 해수를 사용했을 경우이고 관끝에서 S/2를 도달 거리라 생각하고 있다.

4. 결 론

복수기 및 열교환기류는 재질별 및 환경인자에 따라 여러 종류의 부식이 복합적으로 발생되면 각 부식 상황에 따라 적절한 방식법 및 전기 방식방법을 혼용하여 운용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

1. 냉각수중 이물질 유입을 최대한 방지하여야 한다.
2. 철이온(Fe 10N) 주입이 효과적이다.
3. GALVANIC CORROSION을 방지하기 위하여 TUBE 및 TUBE SHEET는 동일 재질을 사용하는 것이 좋으며 재질이 상이시는 비금속재질은 COATING을 추가하는 것이 좋다.

4. 상기 방식법과 더불어 전기방식법을 채택시 소형 열교환기 및 복수기는 희생양극식을 채택하며 대형은 외부전원식이 효과적이다.

5. 전기방식법을 적용시(외부전원식) TITANIUM TUBE는 과방식시 부식을 초래할 수 있으므로 방식전위를 -0.6 ~ -0.8V (S.C.E)로 유지하여야 하며 WATER BOX내의 전극 분포를 고르게 배치하여 방식전류 미달 및 과방식에 의한 WATER BOX의 COATING이나 RUBBER LINNING등이 피해를 주지 않도록 세심히 운전하여야 하며 주기적인 점검이 반드시 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 日本學術振興會 腐蝕防止 第 97 委員會 : 金屬防蝕術便覽
- [2] 中川雅央 : "海中設의 電氣防蝕", 日本港灣協會
- [3] 中川雅央 : "電氣防食法の 實際", 地人書館
- [4] V.A. Pritula : "Cathodic Protection of Pipelines and Storage Tanks" (Engl. Transl.), Her Majesty's Stationery Office, London (1953)
- [5] J.H. Morgan : "Cathodic Protection", Leonard Hill, London (1959)
- [6] L.M. Applegate : "Cathodic Protection", McGraw-Hill, New York (1960)
- [7] C.P 1021 : Code of Practice for Cathodic Protection (B.S.I)

저 자 소 개



박현기(朴顯基)

1956년 5월 21일생. 1982년 인하대 공대 화학공학과 졸업. 1981년 동양방식(주) 입사. 현재 동양방식(주) 기술부 부장.