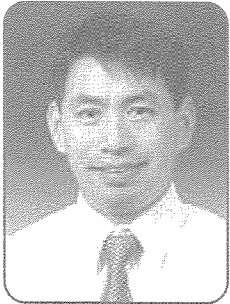


증기터빈 내부 부식발생 원인 및 대책



한전기공(주)
기술연구원 전문원실
선임전문원 김인철
Tel : (031)710-4377

1. 개요

금속재료로 제작된 각종 기계구조물들은 사용 환경에 따라 부식 환경에 노출될 수 있고, 부식 정도는 부식에 영향을 미치는 부식인자의 영향 정도에 따라 부식이 진행된다. 중요한 기기로 인식되는 증기터빈도 여러 기계구조물과 마찬가지로 우리나라 열병합 발전용 터빈, 지역난방용 터빈 등 발전전용 터빈이 아닌 산업설비 터빈에서 실제 부식 환경에 쉽게 노출되는 경우가 발생되고 있다. 이러한 터빈의 부식은 터빈 수면단축, 터빈 부품 교체 및 정비 등의 직접적인 손실과 터빈 정지, 효율 및 출력 저하 등의 간접적인 경제적 손실을 초래한다. 본 기술논문에서는 증기터빈 내부 부식 원인, 부식 환경, 부식 인자 및 부식 방지 대책에 대해 살펴보고자 한다.

2. 부식의 정의

금속은 통상 산화물 또는 유광화물로서 자연계에 존재하는데, 인간이 사용하는 금속은 광물을 제련(환원)하여 얻은 것이기 때문에 금속은 화학적으로 불안정한 상태에 있게 된다. 따라서 금속은 주위 환경과 전기화학적, 화학적 반응으로 안정된 상태로 돌아가려고 표면에서부터 산화현상이 일어나는데 이것이 금속의 부식(腐蝕 : Corrosion)이다. 이러한 과정에서 금속에 공격이 가해지고, 재료 물성의 훼손 및 유효 수명의 단축을 초래한다. 이를 다른 말로 표현하면 주위

환경과의 전기 화학적(電氣化學的) 또는 화학적(化學的) 반응에 의해 금속에 가해지는 파괴적인 공격이라고 할 수 있는데 이처럼 부식의 가장 중요한 특징은 전기화학적 기구(電氣化學的 機構 : Electrochemical mechanism)에 의해 발생한다는 것이다.

3. 부식의 종류 및 증기터빈 내부부식

3.1. 부식의 종류

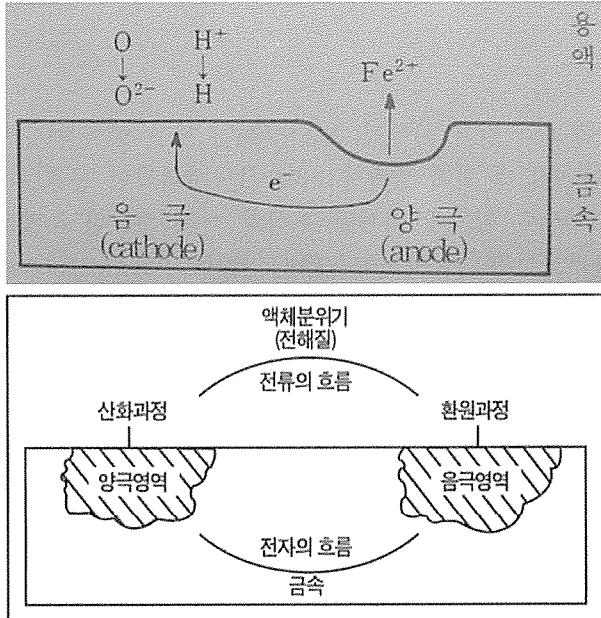
구분	부식의 종류
온도	● 고온부식, 저온부식
환경	● 습식부식(west corrosion)/건식부식(dry corrosion) ● 대기부식, 해수부식, 토양부식, 미생물부식
형태	● 기계적 응력을 받지 않는 부식 - 균일부식(Uniform Corrosion) - 대기부식(Atmospheric Corrosion) - 공식(Pitting Corrosion) - 갈바닉 부식(Galvanic Corrosion) : - 틈 부식(Crevice Corrosion) - 입계부식(Intergranular Corrosion) - 가스부식(Gaseous Corrosion) ● 기계적 응력을 받는 부식 - 응력부식파괴(Stress Corrosion Cracking) (재료, 환경과 기계적 인장 응력의 영향을 동시에 받아 균열이 생성되고 전파되어 발생하는 부식) - 침식부식(Erosion Corrosion) - 접촉부식(Fretting Corrosion) - 공동부식(Cavitation Corrosion)

3.2. 휴지 중 증기터빈 내부부식과 관련된 부식

- 저온부식
- 대기부식(Atmospheric Corrosion)
- 습식부식(west corrosion)
- 공식(Pitting Corrosion)
- 틈 부식(Crevice Corrosion)

4. 부식의 전기화학적 기구

아래 그림은 부식과정의 전기화학적 성질을 나타낸 것이다.



[그림 1] 부식과정의 전기화학적 성질

- 1단계
 - $Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e^-$ (Anode 산화반응)-----①
 - $H_2O + 1/2 O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$ (Cathode 환원반응)-----②
- 2단계 (Fe Corrosion 예)
 - 수산화제1철 $Fe(OH)_2$ 석출 : ①+②
 - $Fe + H_2O + 1/2 O_2 \rightarrow Fe(OH)_2$ -----③
 - 수산화제2철 $Fe(OH)_3$ 석출 : $Fe(OH)_2$ 은 용존 산소에 의해 산화
 - $2 Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2 O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3$ -----④
 - H_2O 를 잃으면 수산화철 $FeOOH$ 또는 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (붉은 녹)
 - 산소가 부족하면 Fe_3O_4 (검은색의 녹) 발생
- 3단계
 - 분극(分極)의 위치가 변화 → 금속은 전면부식형태로 됨

이러한 전기화학적 과정에서 요구되어지는 사항은 ①양극과 음극이 존재하여 전지(電池 : cell)를 형성해야 하고, ②양극과 음극이 전기적으로 접촉해야 하고, ③액체가 전해액(電解液 : electrolyte)으로 작용해야 한다. 양극에서는 산화반응(酸化反應)이 일어나며 금속이 온이 분해하여 용액 속으로 들어가고, 음극에서는 환원반응(還元反應)이 일어나는데 주로 용해된 산소의 환원과 수소기체의 발생한다. 전기화학적 기구에 의해서 발생하는 이러한 금속의 부식은 금속이 그들의 본래 상태인 산화물(酸化物 : oxide)로 되돌아 갈려는 본질적인 성질(inherent property) 또는 자연적인 경향(natural tendency)이라고 말할 수 있는데 금속 그 자체가 자연 속에 존재하는 산화물 상태의 광석(鑛石 :

ore)에 에너지를 가하여 얻은 것이기 때문이다. 따라서 금속은 에너지를 방출함으로써 더욱 안정한 상태인 산화물로 되돌아가려고 하는 것이다. 우리 인간이 태어난 고향을 향시 그리워하듯이 금속은 그들의 고향인 산화상태를 못 잊어 하는 것일까? 분명히 부식은 금속의 고유한 성질이라고 해야 마땅할 것이다.

5. 증기터빈에서 흔히 발생하기 쉬운 부식

5.1 틈새부식(crevice corrosion)

● 틈새부식(crevice corrosion)

실제의 환경에서 스텐레스강 표면에 이물질이 부착되든가 또는 구조상의 틈새부분(볼트틈 등)은 다른 곳에 비해 현저히 부식되는데 이러한 현상을 틈새부식이라 한다. 틈새부식은 실제 환경에서 생기므로 실용면에서 중요한 의미가 있다.

● 틈새부식의 기구

- ① 금속의 용해에 의해 틈내부에 금속이론 농축하여 틈내외의 이온농도차에 의해 형성되는 농도차전지작용(濃度差電池作用)에 의해 부식된다(Cu합금).
- ② 틈내외의 산소농도전지작용(酸素濃淡電池作用)에 의해 부식된다(스텐레스강), 즉 부동태화하고 있는 스텐레스강의 일부 불균질한 부분이 용해하면 틈내부에서는 anode 반응($M \rightarrow M^+ + e^-$)과 cathode 반응($O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$)이 진행하고 어느 시간 경과하면 틈내의 산소는 소비되어 cathode 반응이 억제되며 OH^- 의 생성이 감소한다. 그래서 틈내부의 이온량이 감소하여 전기적균형이 깨어진다. 계(系)로서는 전기적 중성이 유지될 필요가 있으므로 외부로부터 Cl^- 이온이 침입하여 금속염($M^+ Cl^-$)을 형성한다. 이 염(鹽)은 가수(加水)분해 하여



의 반응에 의해 염산이 생겨 pH가 저하하여 부식이 성장하기 쉬운 조건으로 된다. pH의 저하는 원소의 종류에 따라 다르지만 [표 6-1]에 나타내듯이 Cr^{3+} , Fe^{3+} 이온에 따라 1~2 정도까지 될 수 있다.

● 틈새부식의 기구

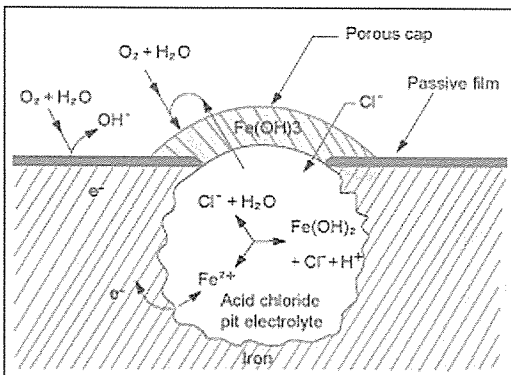
틈새부식이란 구멍이나 접합부, 표면의 틈에 소량의 유체가 침투, 정체되어 이 틈새에서 발생하는 부식을 말한다.

- ① 원인 - 틈새의 산소부족, 틈새에 부식성이 강한 이온의 축적 때문이다
- ② 대책 - 일반적으로 설계시 가급적 용액이 침투, 정체할 틈새를 없애고, 접합은 기계적 접합보다 용접을 하는 것이 좋고, 평상시 청소철저로 부유물질을 없애야한다. 휴지 중 증기터빈에서는 습분이 쌓이지 않도록 하는 것이 최선의 대책이다.

5.2 점 부식(Pitting corrosion)

● 점 부식(Pitting corrosion)

점 부식은 국부부식의 한 형태로 마치 송곳으로 찌른 듯한 파괴적이고 깊은 구멍현상으로 나타나는 부식이다. 보통 염소이온이나 염소이온을 함유한 이온이 혼합된 용액이 정체되었을 때 발생한다. 일반적으로 스테인레스강 및 티타늄 등과 같이 표면에 생성하는 부동태막에 의해 내식성이 유지되는 금속 및 합금의 경우, 표면의 일부가 일부 파괴되어 새로운 표면이 노출되면 그 일부가 용해하여 국부적으로 부식이 진행된다. 이러한 부식형태를 공식(pitting)이라 한다.



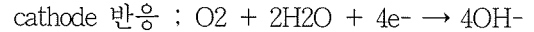
< 철(Fe)표면에서 공식이 발생하는 모식도 >

[그림 2] 철 표면에서 공식발생 모형도

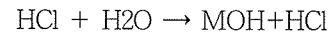
● 공식기구(孔蝕機構)

공식기구로 중성용액 중에서 이온(Cl-등)이 표면의 부동태막에 작용하여 피막을 파괴함에 의해 공식이 발생하며 조직, 개재물등 불균일한

부분이 공식의 기점으로 되기 쉽다. 공식에는 개방형과 밀폐형이 있다. 개방형공식은 식공(蝕孔, pit)내의 용액이 외부로 유출되기 쉬우며 내면은 재부동태화하며 공식이 정지하기 쉽다. 밀폐형공식은 외부로부터 Cl-이온이 식공내부로 침입, 농축하여 용액의 pH는 저하하고, 공식은 성장하여 가는 형태이다. 공식의 전파는 다음 반응에 따른다.



이러한 반응이 진행하면 식공내에서 M^{+} 이온이 증가하므로 전기적 중심이 유지되기 위해서는 외부로부터 Cl-이온이 침입하여 $M+Cl$ 가 형성된다. 이 염(鹽)은 가수(加水)분해하여 HCl로 된다.



그래서 식공내의 pH는 저하하여 1.3~1.5까지도 되어 공식은 성장하여 가는 것이다.

5.3 대기부식(Atmospheric corrosion)

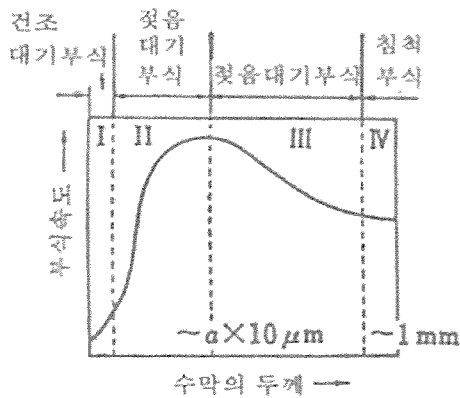
● 대기 부식

대기부식이란 금속이 대기의 환경과 만나서 일어나는 부식 현상으로 부식억제와 장비 또는 장치에 소요되는 비용의 50% 이상이 대기부식과 관련된 것이다. 대기중에는 금속, 산소, 수분 및 오염가스나 분진입자가 존재하여 부동태피막의 안정성을 방해하여 대기부식을 지속적으로 발생시키게 된다.

● 대기 부식의 특징

- ① 수분이 존재함으로써 일어나는 부식 대부분 전기화학 반응이다.
- ② Anode 반응은 금속의 용해반응이고, Cathode 반응은 용존 산소의 환원반응이다.
- ③ 대기부식은 내륙 < 강 < 바다 < 공업지대 순으로 환경이 더 조성된다.
- ④ 수중 용존산소의 영향 : 80°C까지는 30°C마다 부식속도가 배로 증가하나 80°C 이상에서는 용존산소가 적어져서 부식속도가 억제됨

● 금속면 상의 수막 두께와 부식속도



[그림 3] 금속면 상의 수막 두께와 부식속도

- ① 건조 대기부식(Dry Atmospheric Corrosion)
수막이 존재하지 않을 때 대기부식으로 부식 속도 느림
- ② 습한 대기부식(Moist Atmospheric Corrosion)
상대습도 100%이하에서 발생하는 얇은 수막이 표면에 존재할 때의 대기부식으로 부식 속도는 수막두께가 두꺼워짐에 따라 급격히 증가
- ③ 수막 대기부식(Wet Atmospheric Corrosion)
수막이 1um(부식속도최대)이상 부식속도는 수막두께가 1um 이상 두꺼워짐에 따라 산소 확산이 늦어져 감소
- ④ 침적 대기부식(Immersion Wet Atmospheric Corrosion)

6. 부식 영향인자

대기부식에 영향을 주는 인자는 실로 다양하지만 간단하게 수분/습기(moisture), 온도, 오염물질, 방식(corrosion control) 방법 및 실시 여부로 나눌 수 있다.

● 수분/습기(moisture)

금속표면에 응축되어있는 물의 얇은 층은 전기화학적 부식을 일으키는 전해질(electrolyte) 역할을 한다. 습분은 대기부식을 위한 필요조건이지만 충분조건은 아니므로 습분이 있어도 산소가 없으면 부식 최소화가 가능하다. 대기부식은 상대습도(Relative humidity)가 임계습도(critical Humidity, 50-70%)보다

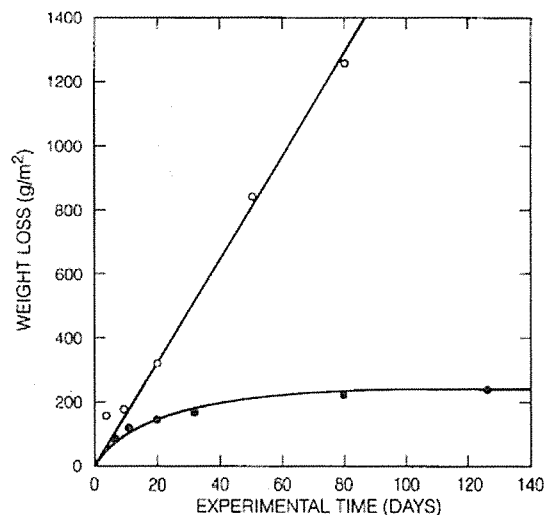
클 때 급격히 증가하고, 완전 건조 상태에서는 부식을 거의 무시할 수 있다.수분은 당연히 부식에 필수적인 인자이므로 대기에 노출된 금속표면이 수분에 얼마나 젖어있는가 하는 게 중요하다. 따라서 표면이 수분에 젖어있는 시간, 즉, TOW(Dwelling time of wetness)가 부식성을 판단하는 지표가 되기도 한다. 또 하나, 수분의 건조/습윤이 반복되는 경우에는 부식성물질의 농도가 점점 커지는 경향이 있기 때문에 부식성이 더 상승하는 효과도 있다.

● 온도 및 산소

온도의 경우는 부식이 화학반응이므로 당연한 인자가 된다. 재료표면 수막에 용존산소가 증가하면 부식 현상 가속화된다. 산소의 확산에 의해 부식이 지배될 경우 어떤 주어진 산소 농도에서 온도가 30°C 증가시 부식속도는 대략 2배 증가하나 80°C 이상에서는 산소의 용해도가 감소하기 때문에 부식속도는 감소한다.

● 오염물질(Pollutant)

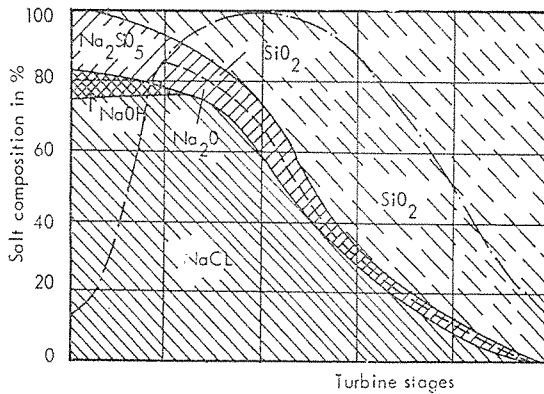
다음으로 중요한 것이 오염 물질인데 대기 중(터빈 내부에서는 Deposit)에 존재하는 SOx, NOx, NaCl, CO2, NO2, H2S, HCl, Dust, sweat residues, soldering fluxes 등의 물질이 금속표면에 흡착, 석출하면 자체가 부식성을 가질 수도 있을 뿐 아니라 전해성질을 향상시키고, 대기로부터 응축되는 수막의 안정성을 증가시키고, 금속표면에 석출된 석출물 주변과 하부에서 산소농도의 차이가 발생하여 이른바 산소농도전지



[그림 4] 이산화황(SO2)이 존재할 경우와 존재하지 않을 경우의 대기부식 비교

(oxygen concentration cell)가 형성되므로 국부부식의 발생이 일어나는 경우가 많다. 또한, 이러한 산소농도 전지는 대기 중에 부유하는 먼지입자가 금속표면에 흡착하고, 금속에서 부식이 발생하여 끈끈한 금속수산화물 부식생성물이 형성된다면 이 먼지입자도 쉽게 제거되지 않아서, 금속표면에 단단히 고정되어 있게 되므로 그 하부에서도 국부부식이 발생하기도 한다. 또한, 해안가의 경우라면 바람을 타고 오는 해수중의 염분에 의한 부식도 무시할 수 없다.

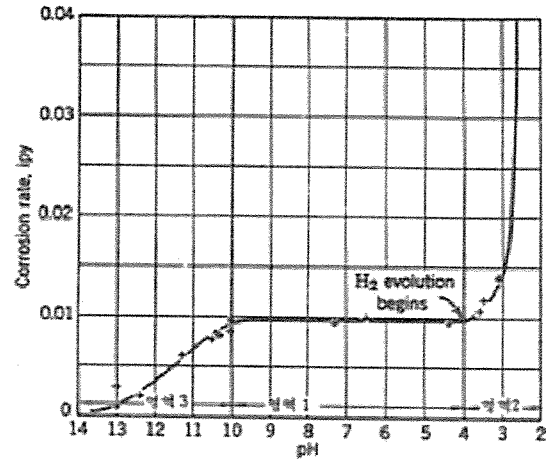
- 터빈 증기유로(steam path)의 퇴적물 화학성분 부식을 촉진시키는 오염물질(Pollutant)인 증기 터빈내부 퇴적물(Deposit)의 부착위치는 stage의 온도 및 압력에 의해서 결정되는데, 고온부에서는 황성분과 염분성분(NaCl)이 퇴적되고, 저압부에서는 Silica성분이 퇴적된다. 특히 염분성분은 고온 고압에서 퇴적하기 시작하여 점차적으로 집중도가 저하된다.



[그림 5] 터빈의 단락에서 퇴적되는 개략적인 salt성분 (Siemens사 자료인용)

- 방식(corrosion control) 방법 및 실시 여부
네 번째로는 재질/방식방법에 관련된 것인데, 대부분의 대기노출 금속에 페인팅처리나 아연도금을 하지만 점점 고가의 재질, 내식성의 재질/방식방법으로 이동해가는 경향이 있다. 하지만 모든 일이 다 그렇듯이 이러한 인자들 중 어느 하나가 부식을 지배하는 경우는 드물기 때문에 여러 인자를 동시에 고려해야 한다. 따라서 대기부식 연구방법 중의 하나는 오랜 시간에 걸친 대기폭로시험을 한 후 부식량을 측정하고 그 부식속도를 여러 인자의 함수로서 경험식으로 나타내는 방법이 많이 사용된다.

- pH
재료와 접촉하고 있는 물이나 습분의 pH가 10.0이하로 내려가면 부식이 증가한다.



[그림 6] 강의 부식속도에 영향을 미치는 Ph의 영향, 25°C

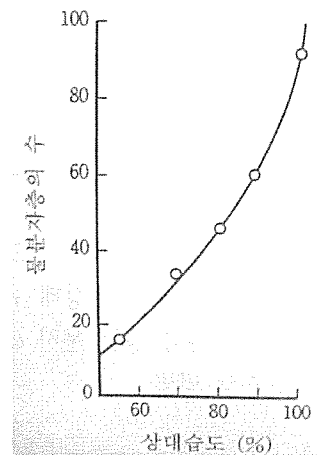
7. 상대 습도(Relative humidity)

7.1 상대습도

상대 습도(Relative humidity)란 현재의 온도에 대한 증기압이 e라면 이 온도에서의 포화증기압 E의 비이다. 즉,

$$RH = e/E \times 100(\%)$$

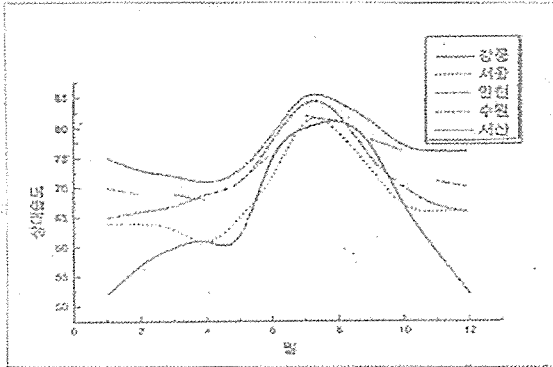
따라서 RH를 낮추기 위해서는 $e \downarrow$ 또는 $E \uparrow$ (=T \uparrow) 해야 한다. 대기부식은 상대습도(Relative humidity)가 임계습도(critical Humidity, 50-70%)보다 클 때 급격히 증가한다.



[그림 7] 임계습도 이상시 물분자수의 급격한 증가

7.2 우리나라 연중 상대습도의 변화

우리나라 연중 상대습도(Relative humidity)는 아래 그림에서 보는 바와 같이 대기상태에서 임계습도(critical Humidity) 이상인 경우가 많고, 특히 6월-9월에는 높다.



[그림 8] 연중 상대습도의 변화

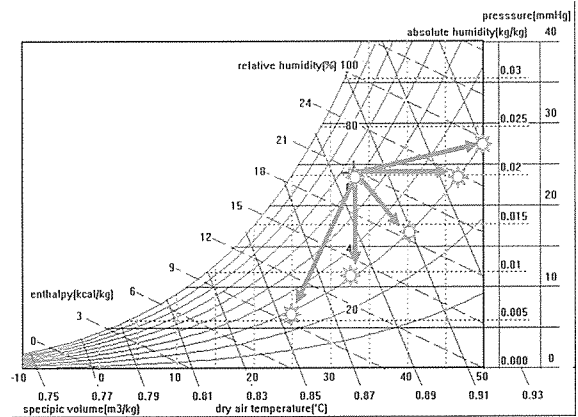
8. 증기터빈 휴지시 기간별 보존 대책

- 4일 이하
특별한 대책이 요구되지 않으나 건조시스템이 설치되면 Switch on.
- 4일 - 6개월
일차적으로 누설증기 차단하고, 터빈 내부에 건조공기 공급하여 습도를 60% 이하로 낮추거나 (절대습도 저하) 고온의 공기를 공급하여 Casing 과 Rotor의 온도를 노점(Dew and freezing point) 이상으로 유지(상대습도 저하)
- 6개월 - 8개월
일차적으로 증기배관 플랜지 멩판 삽입하고, 다음 중 한 가지 선택
 - ① 정규 Overhaul 전 내부부품에 TECTYL 506 도포
 - ② 또는 터빈 내부에 건조공기, 고온의 공기를 공급하여 터빈 내부 건조 상태 유지
 - ③ 또는 Oil-steam 혼합 성분 분사 coating
 - ④ 또는 질소 주입 방법
- 8개월 이상
터빈 분해, 로터제거, 내부 점검 및 청소하고, 전

내부부품, 베어링, Joints, flange bolts 등에 TECTYL 506 도포, Inner Casing 표면에 TECTYL 511M 도포하고, 베어링과 Joint 표면은 Oil Paper 등을 이용하여 포장한다.

9. 증기터빈 휴지 중 부식방지 대책

- 제습(Drying the atmosphere, and preventing condensation)
 - ① 정지 중 누설증기의 차단(터빈 휴지 중 Blind 설치)
 - ② 터빈 내부 습기제거(터빈 휴지 중 제습기 운전)
 - ③ 상대습도 변화의 예 : 65%→30%

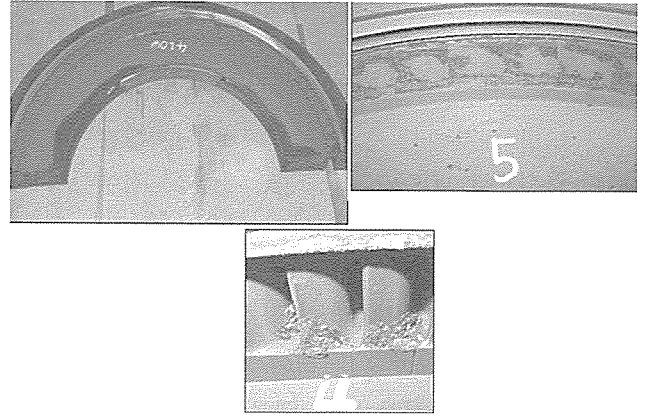


[그림 9] 상대습도의 변화(65%→30%)

- 산소제거
 - ① 대기 중 용존산소 제거는 탈산소제로 불충분하고, 실용화하기 쉽지 않다.산소는 인간의 생존에 불가결하기 때문에 산소제거 발상 자체가 잘못이다.
 - ② 수중 용존산소 제거방법에는 다음 2가지가 있다.
 - 화학적 탈산소법(히드라진 등)
 - 기계적 탈산소법(감압하에서 물을 비등, 용존산소 95%제거가능)
- 가스치환
밀폐된 포장 내부 공기 대신 질소 등 불활성 가스 치환

- pH 조정
- 오염물질(Pollutant) 제거
 - ① 공기여과
 - ② Blasting
- 부식 억제제 첨가
- Protective coatings

- 증기터빈에서 나타나는 Wet Corrosion의 전형적인 특징인 Rotating Blade 및 Diaphragm 표면에 붉은 녹(Deposit) 및 표면 孔蝕(Surface Material Loss by Pitting)이 발생됨.

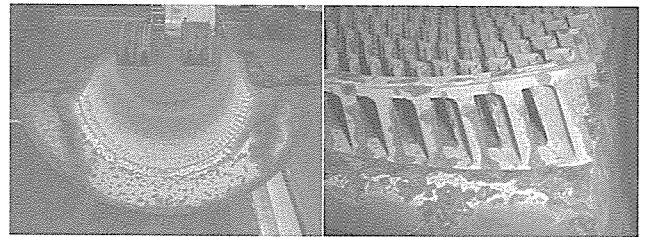


[그림 10] 증기유로에서만 부식발생

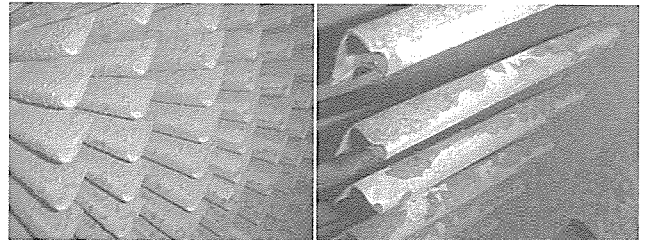
10. 증기터빈의 부식 예

10.1 휴지 중 터빈 주변의 부식 환경

- 준공 이후 매년 하절기(6월초-9월초) 터빈 정지 O/H 공사기간을 제외하고 약 4개월간 항상 Stand By 상태유지하고, 휴지기간 중 우리나라 여름철의 습도(대기 상대습도가 임계습도를 상회하는 기간)가 75~85%임을 감안하면, 터빈 정지는 대기부식(Corrosion) 환경에 노출을 의미한다. 공기 중 상대습도가 40%이상이면 부식이 활성화되고, 60%(임계습도) 이상일 때 부식율이 급격하게 상승하게 된다.
- 터빈 내부의 RH(상대습도) 증가
휴지기간중 증기터빈 내부 밀폐 상태(터빈 내부 습도>대기습도)
- Check V/V 누설
Exhaust Line과 연결된 Balance Steam Line으로 누설스팀이 역류되어 터빈 각부에 습분을 증가시키는 경우가 있다.
- Steam Path Deposit 퇴적
운전 기간 중 부식 오염원이 될 수 있는 물질 퇴적



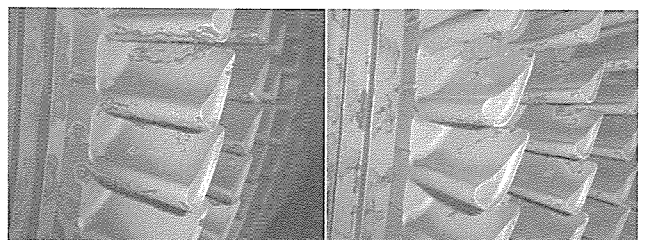
[그림 11] 정익의 부식상태 (Blasting 전)



[그림 12] Rotor Blade 부식 상태 (Blasting 전)

10.2 휴지 중 터빈의 부식 발생현황

- 공사기간 중 터빈내부 전 구간에 걸쳐 회전익 및 고정익 등 내부 구성품에 붉은 녹(Rust)이 전반적으로 덮여 있는 습기대기부식(濕氣大氣腐蝕 : moist or wet atmospheric corrosion)이 발생



[그림 13] Rotor Blade 부식 상태 (Blasting 1차 진행후)

10.3 터빈 내부 상대습도 저감 방법

- 누설증기의 차단(Blind 설치)

Exhaust Steam Line 에서 습증기 역류 현상이 발생 되어 습도 증가의 가장 큰 원인으로 추정 되므로 터빈 정지 후 지체없이 배관 플랜지에 맹판(Blind Plate)을 설치하여 휴지기간 중 증기 누설을 완전 차단할 것을 권고함.

● 터빈 내부 습기제거(제습기 운전)

터빈 내부에서 습기를 제거하면 절대습도가 저 하되므로 온도가 저하해도 항상 노점이상이 되 므로 대기부식은 일어나지 않음.

● 터빈 내부 가열(제습기 운전)

터빈 내부 온도를 높이면 상대습도가 내려가고, 금속표면이 항상 터빈 내부 대기의 노점보다 높 으면 대기부식은 일어나지 않음.

II. 제습기(Dehumidifier)

11.1 제습과 재생

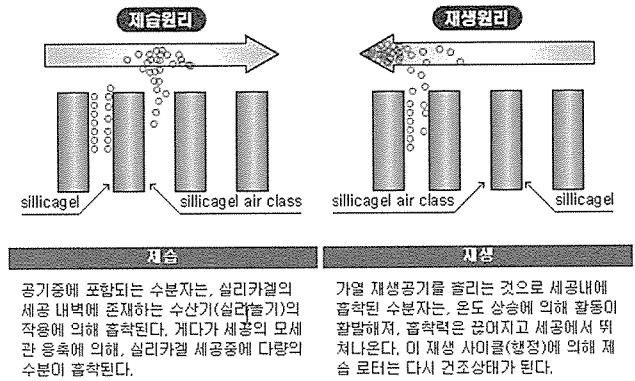
● 제습이란

공기중 또는 가스 등의 기체에 함유된 수분을 제거해서 건조 공기 또는 가스를 만드는 것으로 원통형 ROTOR에 의한 제습 방식인 건식제습시 스템에서는 제습 로터는 세라믹으로 성형된 허 니컴(HONEYCOMB)구조로 되어있다. 내부에는 강력한 흡착제인 실리카겔이 함침 되어 있어 상대습도 100%인 외부공기를 30%이하의 저습상 태로 만든다.

● 재생

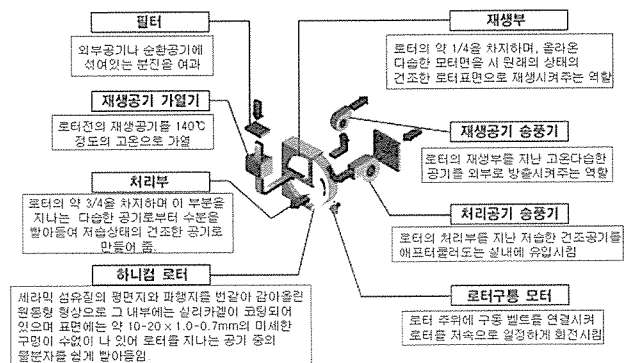
공기중에 포함되는 수분자는, 실리카겔의 세공 내벽에 존재하는 수산기(실라놀기)의 작용에 의 해 흡착한다. 세공의 모세관 응축에 의해, 실리 카겔 세공중에 다량의 수분 흡착하고, 가열 재생 공기를 흘리는 것으로 세공내에 흡착된 수분자 는, 온도 상승에 의해 활동이 활발해져, 흡착력 은 끊어지고 세공에서 뛰쳐나온다. 이 재생 사이 클(행정)에 의해 제습 로터는 다시 건조상태가 된다.

11.2 제습 및 재생원리



[그림 14] 제습 및 재생원리

11.3 제습기 시스템의 구성

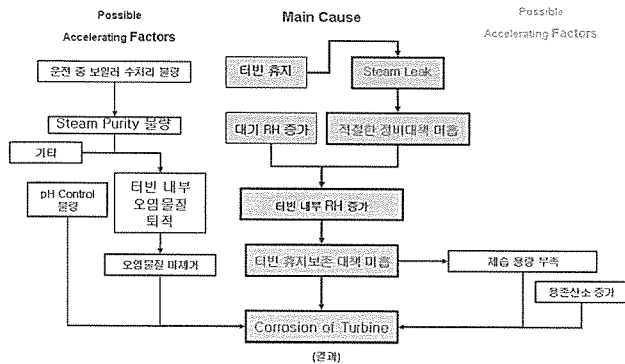


[그림 15] 제습기 시스템의 구성

12. 국내 터빈 휴지보존현황

터빈 휴지보존 측면에서 국내 산업용, 발전용 터빈 은 크게 두 가지 부류로 구분할 수 있다. 즉, 건설시 제습기가 설치된 터빈과 설치되지 않은 터빈이다. 안 타깝게도 제습기가 준비되지 않은 터빈 설비가 대부분이다. 제습기가 설치되지 않은 터빈 운영회사는 터 빈휴지 중 휴지보존대책 전무하거나, Instrument Air 를 터빈 내부로 공급하는 경우이고, 제습기 새로 설 치하여 터빈휴지 중 제습기운전하는 곳은 많지 않다. 더구나 건설시 제습기 설치되었음에도 불구하고, 비 용 증가라는 이유로 터빈휴지 중 제습기를 운전하지 않는 곳이 있다.

13. 증기터빈 내부 부식발생 원인분석



[그림 16] RCA of Turbine Corrosion

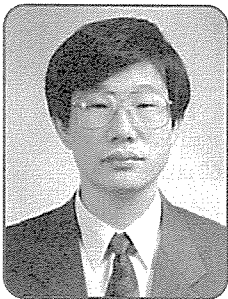
14. 맺음말

- 공기 중 상대습도가 40%이상이면 부식이 활성화되고, 60%(임계습도) 이상일 때 부식율이 급

격하게 상승하기 때문에 터빈 정지는 곧 대기부식(Corrosion) 환경에 노출을 의미한다.

- 휴지 중 터빈 표면의 RH를 어떻게 낮출 것인가를 고민해야한다.
 - ① 밸브누설시 우선적으로 터빈 내부 유입 증기 차단 Blind 설치해야한다.
 - ② 휴지기간별 적절한 보존대책을 수립하고 실행해야한다.
 - ③ 단순하지만 간과하기 쉽고, 간과하면 터빈내부 부식이 발생하고, 부식정도가 심하면 부품 Recondition이 쉽지 않을 뿐만 아니라 교체시 비용이 증대되고, 터빈수명에 치명적일 수 있음을 명심해야한다.
- 철저한 보일러 수질관리로 오염물질 발생 최소화해야 한다.
- 공사기간 중 부착된 오염물질 제거해야 한다.

증기 터빈 블레이드의 손상 및 진동 특성 해석(Ⅱ-1)



한국전력공사 전력연구원
수화력발전연구소
기계정비지원그룹
책임연구원 배용재
Tel : (042) 865-5425

1. 개요

발전소에서 운전되고 있는 증기 터빈 블레이드는 발전소 핵심 설비 중 손상이 많이 발생하는 부품으로서, 발전소 운전 신뢰성 증진 및 유지 정비 비용 절감

측면에서 반드시 고려해야할 사항이다. 국내외 증기 터빈 블레이드 손상 사고를 분석하여 보면 터빈 블레이드 중에서 저압단 블레이드의 손상 사고가 총 손상의 약 70% 이상의 비율로 많이 발생되고 있으며 특히 진동에 의한 손상 모드가 중요한 요인으로 작용되고 있다. 현재 터빈 블레이드의 진동 손상 사고가 발생되면 주파수 응답시험을 통하여 블레이드의 고유진동수를 측정하는 수준으로 사고 분석을 수행하거나 외국 제작사의 기술에 의존하는 경우가 많다. 그러나 이러한 터빈 블레이드 진동 손상에 대하여 국내 기술로서 신뢰성 있는 원인 규명 및 고장 진단을 수행하기 위해서는 체계적인 블레이드 분석 및 해석 기술이 필요하다. 이러한 기술을 통하여 발전소의 핵심 부품 중 하나인 터빈 블레이드의 운전 및 유지 관리를 최